

GCCCE₂₆

第26屆

全球華人計算機教育應用大會

The 26th Global Chinese Conference
on Computers in Education

邁向數位學習的新常態



教師論壇論文集

Teacher Forum Proceedings

May 28 - June 1, 2022

HsinChu, Shanghai, HongKong





出版者：全球華人計算機教育應用學會

書名：第26屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集

作者：楊凱翔、孫丹兒、金偉明、杜華、孫豔超、林秋斌、王怡萱、江波、
施如齡、江紹祥、顧小清 主編

出版年月：2022年8月

版次：初版

I S B N : 978-986-983-994-5 (PDF)

第 26 屆全球華人計算機教育應用大會

The 26th Global Chinese Conference on Computers in Education

GCCCE 2022 教師論壇論文集

GCCCE 2022 Teacher Forum Proceedings

主編 Editors

楊凱翔 台北教育大學

Kai-Hsiang Yang, Taipei University of Education

孫丹兒 香港教育大學

Daner Sun, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

金偉明 香港電腦教育學會

Stanley Wai Ming Kam, The Hong Kong Association for Computer Education

杜華 浙江師範大學(中國大陸)

Hua Du, Zhejiang Normal University, Mainland China

孫豔超 浙江師範大學(中國大陸)

Yan-Chao Sun, Zhejiang Normal University, Mainland China

林秋斌 臺灣清華大學 (台灣)

Chiu-Pin Lin, Tsing Hua University, Taiwan

王怡萱 臺灣淡江大學 (台灣)

Yi-Hsuan Wang, Tamkang university, Taiwan

江波 上海華東師範大學 (中國大陸)

Bo Jiang, East China Normal University, Mainland China

施如齡 台灣中央大學 (台灣)

Ju-Ling Shih, Central University, Taiwan

江紹祥 香港教育大學 (香港)

Siu Cheung Kong, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

顧小清 上海華東師範大學 (中國大陸)

Xiaoqing Gu, East China Normal University, Mainland China

助編 Associate Editors:

賴阿福 臺北市立大學(台灣)
Ah-Fur Lai, University of Taipei, Taiwan

文可為 樂善堂余近卿中學 (香港)
Ho-Wai Man, Lok Sin Tong Yu Kan Hing Secondary School, Hong Kong

徐亞平 上海徐匯區董恒甫高中(中國大陸)
Ya-Ping Shi, Shang Hai Dong Heng Fu Senior High School, Mainland China

責任編輯 Executive Editors:

陳衍華 臺灣清華大學 (台灣)
Yen-Hua Chen, Tsing Hua University, Taiwan

李子綺 臺灣清華大學 (台灣)
Tzu-Chi Lee, Tsing Hua University, Taiwan

陳佳蓉 臺灣清華大學 (台灣)
Chia-Jung Chen, Tsing Hua University, Taiwan

邱雅琦 臺灣清華大學 (台灣)
Ya-Chi Chiu, Tsing Hua University, Taiwan

目錄 Table of Contents

一、序言 Message from the Organiser.....viii

二、大會組織 Conference Organization..... ix

中小學教師論壇 K-12 Teachers Forum

- 1 在疫情期間應用 EduVenture VR 虛擬實境教學平台對教學所帶來的重要性
張展瑋，呂任宏
- 5 活用資訊科技——在中文課堂融入資優教育元素以加強學生的共通能力
刘宇虹
- 9 透過電子教學平台培養學生自主學習和知識管理的能力——以中文科為例
蔡仁桂
- 13 香港小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃：價值澄清法設計為本 – 探討小學生資訊素養能力與學習能力的關係
黃曉詩
- 21 連結 STEM 與正向教育
簡嘉禧，林嘉穎，鍾佩汶
- 25 如何通過社會智慧去推展 STEM 教育
文可為，江文其
- 29 Implementation of “BYOD” on E-learning in Technology Education
LAM, Hoi Ki
- 33 The Journey of Teaching Swift Playgrounds in Hong Kong Context
Hing Yip Lau
- 37 以基本手機應用程式促進智障學童獨立學習
李佩茜

- 41 Implementing a School-based STEM Education Strategically and Systematically in a Hong Kong Primary School
Herman Yu Hin LEUNG
- 49 在疫情下推展校本運算思維 STEM 課程的挑戰與機遇
黃智仁，蒙韋綸
- 57 疫情下混合式學習的優化、發展和監察提升學教效能
李永佳，黃旭俊，李安迪
- 61 教授小四學生利用 Scratch 編寫數學科分數應用程式發展運算思維的教學實踐
李永佳，黃旭俊
- 65 以工程設計過程進行小學人工智能教育的探究與學習
吳家豪
- 72 試以一案例研究探討電子學習和「不插電」活動對初小 STEM 教育可持續發展的影響
彭健江
- 80 Implementation of Deliberate and Purposeful Practice in Mathematics Education by LaTeX
SO Chi-Fung
- 88 The Effectiveness of Using E-Learning Tools as Formative Assessment to Improve Teaching and Learning through Online Lessons
Tang Tsz Ching
- 92 全面而漸進的 STEM 教育培養 21 世紀科技人才的教學實踐
楊偉樑
- 100 豈能獨學無友——初探科技平台如何塑造教師專業發展社群的新形態
葉世昌，蔡仁桂
- 104 網上班級經營活動的契機——融入跨學科元素，並提升學生的資訊素養
蔡仁桂，葉世昌
- 108 運用翻轉教室，提升學習效能——以 Flipgrid 和 YouTube 為例

潘雪誠

- 115 TI 图形计算器辅助高中数学教学：以“函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象”为例
党国强
- 120 数字孪生技术在教育中的应用——以数字孪生双师课堂为例
杨昕越，顾宇冲
- 124 智慧微课助力课堂精准教学与教学反思实践
付秋爽，吴昊
- 132 学习者对智能单词 APP 界面的视觉注意研究——一项眼动实验
杜华，杜开方，马丽，田格格
- 140 融合 PhET 虚拟实验促进学生深度学习的研究实践——以沪教版小学自然《饮食与健康》教学为例
李冬
- 146 國小資訊科技雙語教學設計初探
顏榮泉，洪佳琦，許柏雄
- 150 混成彈性學習之教學檢核構面及指標初探
廖靖宜，顏榮泉
- 154 問題導向合作學習對 Scratch 程式設計學習之影響
林亮安，顏榮泉
- 162 不同認知風格學習者在數學解題表現之心智習性
陳鳳玲，顏榮泉
- 170 角色配音軟體融入國小五年級英語教學
王思涵，賴阿福
- 178 全球網路教育方案學習對於學生的國際觀與溝通表達傾向之影響
簡邑容，陳淑怡，吳振吉，林呈祥，陳志鴻
- 186 臺北市國小教師對於 COVID-19 疫情停課期間實施遠距教學之感受

顏千翔，賴阿福

194 臺東縣偏鄉小校教師以 CSCL 進行協作閱讀教學專業成長模式研究

吳正成，張志明，張月昭

202 融入 POEC 教學策略於高職程式設計學習

史蕙平，賴阿福，楊政穎

210 結合 Arduino 開放硬體對國小學生在監督式學習學習成效與態度影響之研究

周震，蔡智孝

214 數位與實體探究式學習對學生數學學習成效之影響 – 以國小數學「表面積」單元
為例

陳致成，蔡智孝

218 應用 ASSURE 模式於國小資訊素養課程設計之研究-以網路謠言驗證主題為例

陳振遠，孫之元

一、序言 Message from the Organiser

全球華人計算機教育應用大會 (Global Chinese Conference on Computers in Education, 簡稱 GCCCE) 是由全球華人計算機教育應用學會主辦的國際性學術會議。第 26 屆全球華人計算機教育應用大會 (GCCCE 2022) 於 2022 年 5 月 28 日至 6 月 1 日由臺灣清華大學, 香港教育大學, 上海華東師範大學共同舉辦。

目前, 此會議已成為全球華人計算機教育應用研究者和教學實踐者之學術和教學交流盛會。與往屆大會一樣, 大會設有中小學教師論壇, 探討如何將資訊科技有效應用於 K-12 教學實踐, 以期提升華人地區中小學教學效能及學習成效。本屆大會共收錄來自香港、台灣及大陸地區的教師論文 38 篇 (投稿及收錄情況見表 1), 並提名了優秀中小學教師論文。

表一 中小學教師論壇論文

地區	長論文	短論文	拒絕	總接受
香港	8	13	0	21
大陸	4	1	0	5
台灣	8	4	0	12
總計	22	22	3	38

中小學教師論壇謹此向協作本屆會議召開的議程協調委員會委員及其他人員致謝。我們衷心希望參會教師和學者能夠在教師論壇中暢所欲言、集思廣益。

楊凱翔 台北教育大學

孫丹兒 香港教育大學

金偉明 香港電腦教育學會

杜華 浙江師範大學

孫豔超 浙江師範大學

賴阿福 台北市立大學

文可為 樂善堂余近卿中學

二、大會組織 Conference Organization

主辦單位 Organizer:

全球華人計算機教育應用學會

Global Chinese Society for Computers in Education (GCSCE)

承辦單位 Hosts:

台灣清華大學 National Tsing Hua University, Taiwan

上海華東師範大學 East China Normal University, China

香港教育大學 The Education University of Hong Kong, Hong Kong

大會主席 Conference Chair:

施如齡 台灣中央大學

Ju-Ling Shih, Central University, Taiwan

國際議程協調主席 International Program Coordination Chair:

林秋斌 台灣清華大學

ChiuPin Lin, Tsing Hua University, Taiwan

國際議程協調副主席 International Program Coordination Co-Chair:

王怡萱 台灣淡江大學

Yi Hsuan Wang, Tamkang University, Taiwan

江波 上海華東師範大學

Bo Jiang, East China Normal University

在地組織委員會主席 Local Organising Committee Co-Chair

林秋斌 清華大學學習科學與科技研究所教授 (台灣)

顧小清 華東師範大學教授(上海)

江紹祥 香港教育大學教學科技中心總監 數學與資訊科技學系教授(香港)

中小學教師論壇 K-12 Teacher Forum Programme Committee

中小學教師論壇 (台北)

執行主席：

楊凱翔 台北教育大學

副執行主席：

賴阿福 台北市立大學

議程委員：

盧東華 台北市立大學
楊政穎 台北市立大學
顏榮泉 國立台北教育大學
蔡智孝 國立台北教育大學
游志弘 國立台北教育大學
陳志鴻 國立台中教育大學

中小學教師論壇（香港）

執行主席：

孫丹兒 香港教育大學
金偉明 香港電腦教育學會

副執行主席：

文可為 樂善堂余近卿中學

議程委員：

陳高偉 香港大學
吳藹藍 香港中文大學
宋燕捷 香港教育大學
鄭國誠 香港教育大學
傅 弘 香港教育大學
盧頌鈞 香港教育大學
溫慧欣 香港中文大學
萬志宏 香港教育大學
楊秀玲 澳門大學
梁潔滢 香港中文大學
張僑平 香港教育大學

中小學教師論壇（中國大陸）

執行主席：

杜華 浙江師範大學
孫豔超 浙江師範大學

副執行主席：

徐亞平 上海徐匯區董恒甫高中

議程委員：

劉妍 上海交通大學
蔡慧英 江南大學
權國龍 江南大學
李運福 西安交通大學
蘭國帥 河南大學
王春麗 河南師範大學
段春雨 河北師範大學
柴陽麗 南京曉莊學院
沈俊汝 鄭州師範學院

在疫情期間應用 EduVenture VR 虛擬實境教學平台對教學所帶來的重要性

The Importance of Using the EduVenture VR Virtual Reality Platform in Learning and Teaching over the COVID-19 Pandemic

張展璋*，呂任宏
瑪利諾中學，香港

* kelvincheung.clst@gmail.com

【摘要】 在「外防輸入、內防擴散」的對抗疫情指導策略下，香港特別行政區政府在第五波疫情爆發期間已迅速採取限制社交距離的措施，當中包括本地學校以網上授課的形式繼續維持日常教學。一直以來，教育工作者都同意學習不能只囿於課堂上在的書本學習，學生應該要有機會把所學知識用於分析及解決現實世界的問題上；或者從現實世界所觀察到的現象，用於理解所學的抽象知識。因此，在香港本地學校，一般每學年都會設立一到兩天的戶外學習日，或者有些學校會命名為「全方位學習日」，當中用意便是讓學生有連結所學知識與現實世界的機會，進行「體驗式學習」。然而，在疫情爆發時，各類限制社交距離會剝奪了學生進行「體驗式學習」的機會。因此，尋找替代方案便十分重要，而虛擬實境技術是可以考慮的選取方案。這篇文章將會介紹由香港中文大學學習科學與科技中心所研發的 EduVenture VR 系統，並介紹其與教學之間可以如何相互配合，在疫情期間依然能讓學生「走出課室」。

【關鍵字】 虛擬實境；互動教學；體驗式學習；自主學習；探究式學習

Abstract: Hong Kong SAR government has tightened social distancing measures amidst the 5th wave of the COVID-19 pandemic to ensure all the policies are in line with the centralized command of “Stem the spread of the virus within the city and beyond”. Schools must, therefore, continue with the practice of online teaching. It has long been a common consensus among teaching professionals that students should have an opportunity to apply their knowledge in analysing and solving real-world problems. Hence, many local schools in Hong Kong have been practicing “Life-wide Learning Day” at least once per academic year as to offer experiential learning opportunities to students to link what they have learnt from books to daily life. Due to the restriction measures, educators must find alternatives to ensure experiential learning can be continued despite the pandemic. In this paper, EduVenture VR system developed by the Centre for Learning Sciences and Technologies will be introduced.

Keywords: Virtual reality, Interactive learning, Experiential learning, Self-directed learning, Investigative studies

1. 前言

在「外防輸入、內防擴散」的對抗疫情指導策略下，香港特別行政區政府在第五波疫情爆發期間已迅速採取限制社交距離的措施，當中包括要求本地學校以網上授課的形式繼續維持日常教學。一直以來，教育工作者都同意學習不能只囿於課堂上在的書本學習，學生應該要有機會把所學知識用於解決現實世界的問題(張展璋, 2018; Jong et al., 2018); 或者就著從現實世界所觀察到的現象，輔助理解課堂上的抽象知識。因此，香港本地學校每學年，一般而言，都會設立一至兩天的戶外學習日，或者有些學校會命名為「全方位學習日」，以提供空間及課時，讓學生有連結所學知識與現實世界的機會，進行「體驗式學習」。學校如果結合電子教學與戶外學習上，EduVenture 都會是主要的應用工具 (Jong et al., 2018)。

間及課時，讓學生有連結所學知識與現實世界的機會，進行「體驗式學習」。學校如果結合電子教學與戶外學習上，EduVenture 都會是主要的應用工具 (Jong et al., 2018)。

然而，在疫情爆發時，各類限制社交距離的政策意味學生失去了進行「戶外學習日」的機會，因此，尋找替代方案便十分重要。但這並不容易，最直接的，便是借助虛擬實景科技，在打破時間及空間的限制下，讓學生即使「足不出戶」都能「出外體驗」，並配以翻轉教學的實踐(張展璋、莊紹勇，2016；Cheung et al, 2016)，讓學生能全面地結合課堂學習與「戶外考察」。「虛擬實景」是指一種由電腦輔助產生的畫面刺激，讓頭戴眼罩 (Goggle) 的學生能夠全面浸沉於由電腦所構建的三維空間內，得到「類實景」的體驗(張展璋，2021)。學生可以從中觀察，思考問題，然後建構知識；同時如果配合翻轉課堂的教學模式，教師更能在當中及後續的課堂活動中跟進學生之間的學習差異(Cheung & Lai, 2019)。當中，教師的參與，進行有意義的教學設計，便非常重要，而在設計中若能進一步結合遊戲化元素，則更能讓學生投入於學習上(黃文禮、張展璋，2016；Cheung et al., 2016)。

2. EduVenture VR 平台

2.1. 平台簡介

EduVenture VR 是由香港中文大學的學習科學與科技中心研發的虛擬實景教學平台，中心會免費提供帳戶予香港本地及海外非牟利學校。用戶只需要在 iOS 系統內的 App Store 搜尋 EduVenture VR，然後下載，便可以在移動裝置，例如 i-Pad 或 i-Phone 上使用。迄今為止，已有超過百多所本地中學、小學、特殊學校以及海外學校及大專院校，例如澳洲、國內城市、台灣等地區正在應用，而且應用範圍也牽涉不同範疇的教學。

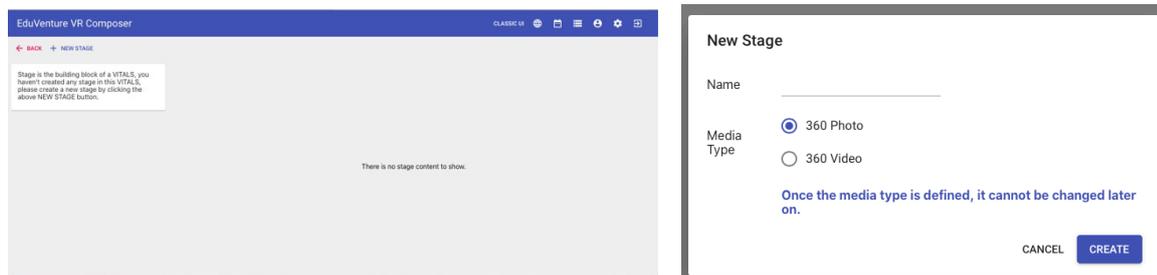
由於 EduVenture VR 鼓勵教育工作者主動分享自己所製作的教材，因此，即使新手老師對於操作 360 度或虛擬實景軟件沒有深刻認識，也可以先取用其他老師的教材，待掌握相關技術後，才自己動手做屬於自己教學專用的教材。

2.2. 登入方法

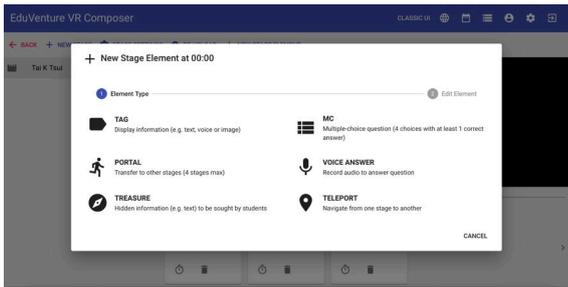
如果要應用 EduVenture VR 製作軟件，製作者先要登入 EduVenture VR 的網上平台，網址是：<https://vr.ev-cuhk.net>。在網頁的首頁裡選取 Composer，這是製作軟件的合成器，然後系統會轉到登入的版面。在這個時候，製作者要先跟香港中文大學內學習科學與科技中心的同事先取用帳戶。截至論文發佈日子當天為止，義務教育機構，例如中、小學申請 EduVenture VR 帳戶是免費的，但一般而言，每所機構只會獲發一個帳戶，除非有特殊情況，則中心會跟學校教師另行商討，帳戶免費的原因是中心旨在提供平台讓教師可以有更多工具實踐創新教學。

2.3. 製作教材方法

登入後，教師可以在系統內創建一個新的軟件。教師需要在左上角按「+ NEW VITAL」。教師需要先填寫有關軟件的基本內容，例如名稱、簡單描述、所屬學科等，然後按下右下角的 NEXT，接著便為這個軟件上載一張封面照片，以茲識別，最後教師便可以為這份教材選擇是公開、或是私人使用，然後最終便是要選擇是否立即發佈這個軟件。



當教件的基本框架已具備好後，接下來便是要注入內容。教師可以選擇是要放置虛擬實景的「相片」，或是「影片」。教師可以把自己拍攝好的素材以加入舞台的方式，按下「NEW STAGE」按鍵，然後把 360 素材注入其中。



教師在添加 360 素材後，EduVenture VR 系統內提供不同功能讓教師選取以輔助虛擬實景教學，例如可以在 360 相片及影片中加設標識(Tag)、設置問題，要求學生一定要回答，並要作答成功後才可以「通關」，以提升學生的專注程度，同時也可以作為教學輔助工具。另外，教師也可以錄音旁述，在同學一邊進行虛擬實景考察時，一邊講解。

2.4. EduVenture VR 平台與學與教之配合

科技只是輔助教學的工具，教學質量重點還是要落在教師的教學設計上(黃文禮、張展璋，2017)；教師設計是否專業，對於學生能否有效地連結課堂知識與學習活動非常重要。許多時候，「體驗式學習」除了可被視為翻轉教學的一部分外，更是為了學生把所學知識以「可視化」的方式具體地呈現出來(張展璋，2021)；或是作為學習抽象知識的前奏，讓學生進行抽象思維時能有實質生活經驗作輔助。

香港中文大學學習科學與科技中心長久以來，都嘗試在不同的學科上與前線老師合作應用 EduVenture VR。台灣教師會用作講解我們可以如何應對自然災害，例如地震等；香港的語文教師會應用此工具以配合「文本細讀」，把文本內所描述的景象以影象具體地呈現出來，好能在教授地景文學中，紓緩學生因想象力不足而無法精確地理解文本內容的學習困難。

在人文學科的教學裡，例如歷史、公民科等學科上，虛擬實景技術的應用範圍則可以更廣泛。許多時候，老師都會問，究竟虛擬實境技術是「手段」還是「目的」？我的回應一定是「技術」只是教學手段，我們作為專業的教育工作者，不能為技術而技術，教學設計才是重點；問題的關鍵只是要去探討：在教學裡哪些環節「需要」及「值得」我們外加一種創新技術來輔助教學？

Bloom 的學習金字塔，簡單地把學習分為五個層次，我們亦習慣地再把這些層次分為「初階」及「高階」，一些背誦形式的學習，我們會視之為「初階」；相反，一些需要應用、分析、甚至乎創意思維的層次，我們會把之劃分為「高階」。學生一般而言會在高階的學習活動中容易遇上困難，例如上段提到學生在語文科上要分析文言詞句，或是分析抽象的景物描寫手法，他們便可以藉著虛擬實境技術輔助學習。

在人文學科上，我們要先梳理出我們本身必要的教學元素，例如如果在教授公民科上，例如了解社區小區的規劃，簡單的城市規劃理念講解並不是高階的學習活動，因此，要提升成為高階的課堂教學，我們必然要有「分析」、「應用」、「創作」等元素；因此，在人文學科，當課堂討論活動牽涉議題教學時，例如「怎樣的社區規劃較符合九龍東觀塘區居民的需要呢？該由政府作全盤規劃；抑或是容許居民自由透過地區參與建設社區呢？」學生要有效地進行這個課堂活動，必然要先對觀塘區有所了解，才能給出具體、針對性的建議(張展璋，2017)。但問題在於，是否每一個學生都對觀塘區有所了解呢？答案絕對不是的，儘管是經常去觀塘區的學生，也未必對城市規劃的細節有深刻了解。因此，製作一個虛擬實境教材，內

裡透過我所拍攝的不同觀塘社區角落，並且加入講解，讓學生能在課堂上足不出戶也能透過親歷其境作深入觀察，他們把觀察所得紀錄在筆記簿上，然後透過小組討論，制訂出一個適合觀塘居民的社區規劃方案，繼而把方案郵寄予相關政府部門，以讓學生能把課堂所學應用在解決真實的社會問題上，同時虛擬實境技術也為我們真實地解決了教學上的一些難題。

3. 總結

在疫情期間，我們實在欠缺空間與機會帶學生到戶外考察，令他們缺少了把所學知識連結現實世界的機會。然而，作為專業的教育工作者，學生的學習成效是置於優先考慮的位置。因此，愈來愈多的教育機構以至教師都會進行實時的戶外考察，由教師帶著平板電腦，在網課期間實時地作戶外考察的介紹。教師身在現場，而學生則安坐在家中，與教師以同一視角作體驗式學習。然而，這樣做會衍生兩個問題：一是當中的持久性，安排這樣的網上虛擬導賞所佔用的時間並不少，一個學期並不能進行很多次；二是從整個教學規劃作考慮，教學的其中一個讓學生學得最好的黃金時間，是在短期內把體驗式學習與書本知識做一個緊密扣連，可是，如果是網上的虛擬導賞，則整個課堂只會變成一次的戶外考察；相反，如果我們把虛擬實境當成是課堂活動的一部分，完成這一部分的活動後，緊接著便是課堂討論活動或其他高階學習活動，則虛擬實境體驗便能在短時間內在學與教發揮作用，是作為前置先備知識也好，或者是探究式學習的一部分也好，我們相信善用這一套技術，並融入在教學設計上，對學生的學習而言，特別是在疫情期間，仍能發揮顯著的作用。

參考文獻

- 張展瑋 (2016)。在香港 K-12 教室推行翻轉課堂：教師在教學範式轉向下的關注。 **第二十屆全球華人計算機教育應用大會論文集**，頁 479-486。
- 黃文禮、張展瑋 (2016)。在虛擬與真實之間學習：遊戲化學習應用於香港通識教育科的案例。 **第二十屆全球華人計算機教育應用大會工作坊論文集**，頁 239-246。
- 張展瑋 (2018)。結合議題探究理論與實踐以優化香港通識科翻轉教學。 **第二十二屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集**，頁 176-184。
- 黃文禮、張展瑋 (2018)。探討資訊科技融入教學如何提升學生的學習動機與成效——一個香港中學通識科的個案情境分析。 **第二十二屆全球華人計算機教育應用大會工作坊論文集**，頁 113-121。
- 張展瑋 (2021)。香港教師在把虛擬實境技術融入於學與教中會出現什麼關注。 **第二十五屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集**，頁 144-152。
- Cheung, K., Lai K.K. (2019). How Flipping Classroom Cater Learning Diversity? . *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)* (pp. 199-264). Wuhan: Central China Normal University.
- Cheung, K., Luk, E. T. H., & Jong, M. S. Y. (2016). Challenges in flipping Hong Kong's Classrooms. *Proceedings of the 24th International Conference on Computers in Education (ICCCE2016)* (pp. 633-638). Mumbai, India.
- Cheung, K., Wong, C. C., & Jong, M. S. Y. (2016). Game-based learning in Liberal Studies: Learning and inquiring through role-playing. *Proceedings of the 7th Global Chinese Conference on Inquiry learning (GCCIL 2016)* (pp. 8-20). Shenzhen, China. (in Chinese)
- Jong, M. S. Y., Cheung, K. K. F., Jiang, Y. C., Chan, To., Tam, V., & Hue, M. T. (2018). Mobile outdoor inquiry-based learning activities in Hong Kong. In D. Wu, & J. Y. Yao, *Case studies of ICT in education worldwide 2016-2017* (pp. 38-56). Beijing: Being Normal University Press. (in Chinese)

活用資訊科技——在中文課堂融入資優教育元素以加強學生的共通能力

Efficient Use of Information Technology: Integrating Elements of Gifted Education in Chinese Language Lessons to Enhance Generic Skills of Students

蔡仁桂

旅港開平商會中學

victorchoi808@yahoo.com.hk

【摘要】近二十年來，資訊科技的發展迎來各種變化，對教育界起了重大的影響，包括老師日常教學策略、學生日常學習模式、課程設計與規劃、學科教學活動的實踐、評核學生表現的方法等。在教學場景上，資訊科技發揮一定作用，結合與時並進的技術升級，除了有助打破時空限制、加強師生互動外，也能進一步引發學生的興趣。本文希望提出單是藉電子工具的各項形式以誘發學生對語文學習的興趣並不足夠，更重要的是如何在課堂上結合適當的教學法以更進一步提升學生的共通能力。

【關鍵字】 電子教學；語文教學；教學策略；資優教育；共通能力

Abstract: The development of Information Technology has caused many obvious changes in different aspects in the field of education over the past 10 years. The aspects include teaching strategies of educators, students' learning experience, curriculum planning and mapping, implementation of teaching and learning activities for different subjects and ways of assessing students' performance and learning outcomes. Information Technology plays a role in educational context, with its integration with up-to-date technological advances. With appropriate combination of Information Technology and pedagogies, limitation of time and space can be eliminated while teacher-student interaction can be facilitated. Moreover, students' interest towards learning can be aroused. It is clear that technological tools are not enough to energize students' learning in language, while the crux lies on how to further integrate pedagogies with Information Technology so as to enhance students' generic skills.

Keywords: E-learning, Chinese Language, Teaching and Learning Strategies, Gifted Education, Generic Skills

1. 前言

本文藉提出一些將資訊科技融入中文教學的想法，以展開討論。在第一部分，會先透過梳理歷來有關資訊科技發展的文件，探討資訊科技對學科的意義；第二部分，會以中文課堂教學為例，說明如何結合資訊科技，在課堂上融入資優教育元素，以提升學生的共通能力；最後會就結合資訊科技的教學方法作反思和展望。選取資優教育元素作為課堂的切入點，與作者過往借調教育局資優教育組的工作有關，除了有助照顧不同學習能力和風格，亦能進一步提升學生的高階思維和多元共通能力，以裝備學生成為更全面的學習者，為未來作好準備。

2. 探討資訊科技的意義

2.1. 資訊科技與教育的關係

綜觀過去 20 年，就資訊科技的發展，教育局先後發表不同政策文件及報告，讓學界按校情和需要作適切的規劃，並可按步伐在不同階段施展資訊科技教學，以配合時代發展，可見局方愈見重視資訊科技的運用。

文件涵蓋運用資訊科技的背後理念、運用原則、實行方法和預期效果等，頗為全面多元，從部分諮詢文件亦見局方積極與學界前線同工展開深入的討論，並廣泛聆聽他們的意見和想法。事實上，資訊科技與教育有密切關係，其作用在於「提升學與教的互動經驗，以釋放學生的學習能量，讓學生學會學習、邁向卓越」（教育局，2015），可見其意義不在於直接給予學生標準答案，反而是起了「促進作用」，關鍵在於如何善用，而「引導學生思考」、「調動學生經驗」和「內化學生能力」才是其終極目標。由此，不難理解「資訊科技」的意義理應在教學過程中得以彰顯。

「資訊科技」成為教育趨勢，亦促成「以學生為中心」和「照顧學習差異」的教學方針（教育局，2008），前者強調學生作為課堂的「主導者」（換言之，學生應是課堂的「主角」，是焦點和亮點所在），教學活動應考慮如何提升學生的參與度和投入感，以獲取滿足感和提升動機；後者則說明了不同能力或學習風格的學生亦應得到「引發思考」的機會，不應失去學習的機會。過去亦有不少同工就資訊科技如何在教學上應用發表論文，例如是虛擬實境對教學的影響等（黃文禮、張展璋，2018；張展璋，2021）。

2.2. 資訊科技與學科的關係

資訊科技自身是一個平台或一種途徑，而每個學科均有自身特性和相應教學法，故更重要的是施教者如何結合資訊科技以發揮學科的特色，讓學習者獲得充實而具效能的學習體驗。回顧學界的經驗，過去有不少同工於中文課堂運用資訊科技以提升教學效能，例如利用 Coggle 結合 MAPS 教學法以提升閱讀教學效能（鄭淑華，2018）、運用虛擬實境於寫作教學（陳志堅、蔡仁桂，2018；趙慧怡、金偉明，2021）、數位遊戲化學習以提升學生的寫作動機（卓煒嫻、羅金源，2021）等，這些實踐經驗結合學理基礎並配合數據分析，為中文科同工提供了寶貴的教學意念，有助於同工校內因應校情和學生能力等因素，進一步實踐。另外，過去亦有同工就資訊科技對中文科的影響進行討論，包括教學法和學習成效等的轉變（顧倩彤，2016；陳靜怡，2018），亦可作為參考，思考如何完善電子科技的運用以加強師生間的互動，從而提升課堂的質量。

3. 資優教育元素在第一層模式的應用

香港的資優教育採用較寬廣的定義，並強調學生皆有其「資優面」，可藉資優教育元素以優化日常教學，讓學生有機會接受挑戰，賦予他們學習的意義，從而獲取滿足感和成就感。

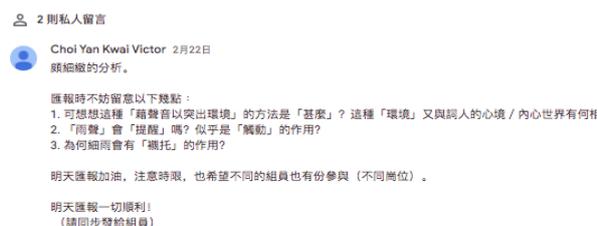
4. 課堂經驗分享

電子教學成為「新常態」。回顧傳統語文課堂，主要由老師主導課堂，大多老師亦能掌握基本電腦技術，例如運用簡報講授內容、播放影片、運用電子書等，但礙於各種原因（包括教師經驗、教學課題、課程進度等），以致互動不足，亦未能完全發揮資訊科技的最大成效。事實上，中國語文科的內容涵蓋九大範疇，故此筆者認為「回應進度」的同時，不宜只作單向的灌輸，畢竟語文學習講求多元輸入，亦需要老師作引導，配合學生自主發掘資訊、師生、生生互動，才能深化學習過程。故此，不論網課與否，資訊科技都可作為教學媒介，配合老師的課堂設計，以加強教學效能。應用在日常教學現場中，結合資訊科技的教學策略亦需要配合學生的需要。因應校情，任職學校採用 Google 平台，故筆者嘗試思考如何更有效運用此平台；學校為英文中學，屬第一組別，學生大多有相當的學習能力，但日常學習態度較被動，亦較少參與學習活動，故溝通和表達能力等都相對遜色。故此在設計教學活動時，特別考慮如何加強互動，並培育學生各種能力。

教學實踐示例：結合 Google Classroom 和 Google Meet 以提升教學效能

步驟	資優教育元素及相應共通能力	資訊科技的應用及背後考慮
步驟 1: 老師透過電子教學平台 Google Classroom 發放題目及任務 (分組)	學生須思考, 並提出問題; 其他同學作回應。	Google Classroom 較易操作和管理, 加強協作效能
步驟 2: 將學生分成不同小組, 展開活動。 *備註: 組長須主動聯絡組員以統籌組內協作。每組將透過 Google meet 進行會議, 期間需紀錄會議內容。組長和副組長學習能力較高, 需帶領組員討論交流和完成任務; 此外, 每組須製作簡報, 以指導同學回答有關題目, 而非直接把答案展示出來。各組藉提問或提出情境題等, 引領同學思考。各組須自行相約時間展開會議。	運用分組活動, 有助學生互作交流切磋, 提升協作能力。 學生擔當「小導師」, 可提升解難能力及領導能力。	Google Meet 平台可用於日常電子教學, 其介面清晰, 亦可讓學生互相交流和溝通, 減少重新適應的額外時間
步驟 3: 課堂安排各組匯報, 形式不限 (可善用 PowerPoint, 又或是短片等)。 *備註: 各組安排一位代表匯報, 並通過「share screen」功能與班上同學共享已準備的材料。	照顧不同學習風格, 讓學生發揮潛能, 提升溝通及應變能力。	Google Meet 是操作較穩定的平台, 便於學生向全班作解說/分享
步驟 4: 每組完成匯報後, 其他組別可追問或補充。老師給予回饋和補充。		Google Meet 設有聊天室和發言功能
步驟 5: 每組需根據老師和同學回饋作出修訂。老師通過網上平台發放佳作, 跟班上同學分享。	提升學生的反思能力。	Google Classroom 方便展示作品

4.1. 學生作品示例舉隅



圖片 1 和 2 安排中五級學生分組匯報, 分享成果, 老師在不同學習階段給予適時回饋

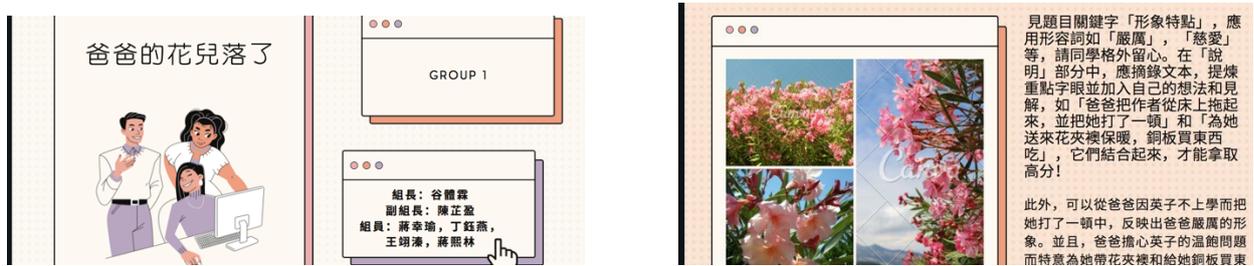


圖 3 和 4 安排中三級學生透過製作簡報和匯報內容，以引導班上同學思考題目



圖 5 安排中一級學生成為「小老師」，在組內指導同學，提升表達能力和領導才能

5. 總結

電子教學有助加強日常教學效能。若能善用並在課堂融入資優教育元素，配合教師專業指導，更可為學生提供展現個人潛能的平台，讓他們的共通能力得以提升。深盼學界有更多前線同工分享電子教學的實踐經驗，讓我們一同探究如何結合資訊科技以提升學生的共通能力，相信不論對學生的個人成長或是社會的發展進程定有莫大裨益。

參考文獻

- 香港教育局 (2008)。第三個資訊科技教育策略：適時適用科技 學教效能兼備。
- 香港教育局 (2015)。第四個資訊科技教育策略：發揮 IT 潛能 釋放學習能量。
- 顧倩彤 (2016)。中文教學法的改變：從直述式教學到運用資訊科技教學。第 20 屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集，。
- 陳志堅、蔡仁桂 (2018)。虛擬實境教學對提升香港初中學生中文描寫文寫作能力成效研究。第 22 屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集，104—112。
- 陳靜怡 (2018)。電子教學模式在小學中國語文科之實踐與反思。第 22 屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集，198—204。
- 黃文禮、張展璋 (2018) 探討資訊科技融入教學如何提升學生的學習動機與成效。第 22 屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集，113—121。
- 鄭淑華 (2018)。談科技結合 MAPS 教學法提升閱讀教學效能。第 22 屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集，190—197。
- 趙慧怡、金偉明 (2021)。透過“虛實結合”的教學提升學生寫作遊記的能力。第 25 屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集，80—83。
- 卓煒嫻、羅金源 (2021)。探討數位遊戲化學習對小學生中國語文寫作動機及能力的影響。第 25 屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集，236—242。
- 張展璋 (2021)。香港教師在把虛擬實境技術融入於學與教中會出現什麼關注。第 25 屆全球華人計算機教育應用大會教師論壇論文集，144—152。

透過電子教學平台培養學生自主學習和知識管理的能力——以中文科為例

Developing Students' Self-directed Learning & Knowledge Management Skills through E-learning Platforms: A Case Sharing in Chinese Language

蔡仁桂

旅港開平商會中學

victorchoi808@yahoo.com.hk

【摘要】「自主學習」是學界近十年經常討論的經典課題，背後涉及教育心理學。不同國家的教育學者曾就「自主學習」提出過各項理論，其中不少亦圍繞「學習動機」和「學習效能」等學理基礎。事實上，自主學習是持續的過程，涉及不同持分者互動與交流，除了講求學習者自主外，也需要教師的指導和協助，才能讓學生「學會學習」。本文旨在結合教學實踐的經驗，探討電子平台在學習者的學習經歷中所起的作用，以提供一些角度以讓前線同工思考如何發揮電子平台的最大效能，以讓學生逐漸掌握如何自主學習和管理知識。

【關鍵字】 電子教學；自主學習；知識管理；中國語文；學習動機

Abstract: "Self-directed learning" associated with educational psychology has been widely discussed over the past 10 years. Scholars specializing in educational fields from different countries have proposed various theories about "learning motivation" and "learning efficacy". Self-directed learning as an ongoing process involves interaction among different stakeholders while it does not only require learners' commitment, but also teachers' guidance, so that learners can learn "how to learn". This article aims to explore impacts of e-learning platforms on learners' experience, with regards to my personal lesson practice and routines. It is hoped that some insights can be shed to help teachers reflect how to develop students with their self-directed leaning and knowledge management skills with technology.

Keywords: E-learning, Self-directed learning, Knowledge Management, Chinese Language, Learning Motivation

1. 前言

「教師專業」對提升教與學效能有莫大裨益。教學實踐層面，教師是知識傳授者、課堂設計者和引導者等（教育局，2017；香港大學教育政策研究中心，2020）。然而教師規劃課程、設計課堂時，又應如何同時提升學生的知識增長？從「學習者」的視點出發，怎樣的學習經歷才有助他們獲取進步？「把課堂還給學生」不等於把「學習責任放完全交給學生」，前者強調學習成效，學生能在老師逐步指導下真正掌握學科內容，內化成知識和技能；後者不但流於形式化（張新仁，2006），亦窒礙學生吸收知識。曾有論調提出中文教師只要讓學生多在課堂上做練習便能建構學生的語文能力。筆者認為操練或會提升分數，達到「應試」目的。然而，若要讓學生學會學習、有效管理學科知識，需要逐步建立學生的自主學習能力。過去，香港亦有學者和前線同工就自主學習發表學術論文，當中不約而同提及提升學生的自主學習能力需要時間（高寶玉，2018；吳善輝，2015）。除了課堂施教外，教師如何為學生建立學習系統亦是不容忽視，因為發展自主學習和知識管理的前提是「學生須成為能動者」。

2. 電子教學在自主學習的應用

運用電子教學成為教育界的趨勢。各種結合遊戲化和 STEM 元素的電子應用程式應運而生，以配合學科所需（資訊科技教育卓越中心，2019），吸引不少學校運用以推動自主學習，

當中包括了課前運用以引起學生的興趣、課堂運用以展開即時互動和回饋、課後運用以加強學生的反思。這些應用的點子都有助加強教學效能，亦加速了電子教學的發展。當然，硬件和軟件的配合以外，教師亦需給予學生有系統、有規劃性的指導，才能幫助學生駕馭學習。

3. 電子教學平台對學習的意義

學習分為不同階段，除了課堂教學外，亦包括課前準備和課後跟進。在課前準備方面，教師可透過電子教學平台為學生提供宏觀的學習藍圖，以及準備預習工具／任務（包括網上影片、導學案、導引題目等），讓學生初步檢視相關課題的學習材料，以建立基本印象（可能遇上的難點、已掌握的知識點等）和連繫過去的學習經驗，作好規劃和「期望管理」。在課後跟進方面，電子教學平台能打破時空限制，讓學習不只局限於日常課堂，若能善用這特點，則可安排同學進行不同延伸討論活動等，既能沉澱所學，又可加強交流看法，以達集思廣益、切磋學問之效。學生對課題有進深的理解，有助建立對學習的熟悉感和自信。當然，電子平台亦有助師生更有效溝通，建立更密切的互信關係，從而推動學生追求卓越。

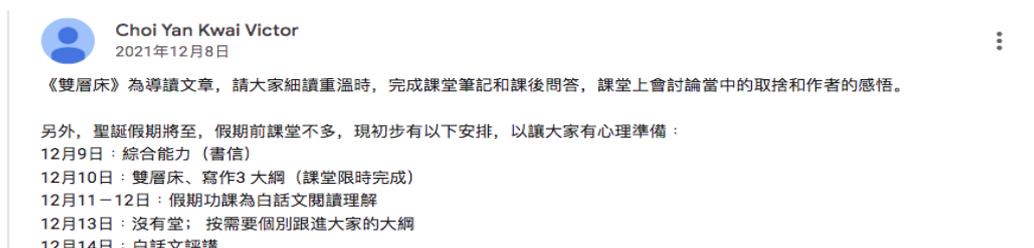


圖 1 通過平台發布學習日程，有助學生建立「學習期望」

4. 電子教學平台在中文科教學的應用

中學中國語文科的課程寬廣而艱深，涉及九大學習範疇，當中涵蓋多元能力、品德情意和文學文化知識等。各校課程會因應校情而各施各法，但品德情意和文學文化知識涉及素養和價值，需要透過潛移默化而逐步內化。過去，筆者曾運用 Kahoot、LoiLoNote 和 Quizlet 等應用程式以促進教學，不論初或高中學生普遍感興趣，有助加強學生互動。但筆者發現要加強學生對學習的投入感和自我效能感，仍是要依靠日常教學和訓練。過去的經驗中，Google Classroom 這電子教學平台，配合基本功能，有助配合前線教學時的操作和日常跟進，進一步讓教師便於設計各項教學活動和布置多元的任務。中國語文科講求學生的積累與浸沉，平台可讓教師適時上載不同教學資源和參考材料，以讓學生深化學習。同時，配合適切的教材，當中亦可向學生灌輸正面的價值，亦讓學生感受到人文之美。學生成為自主學習者，自能更容易消化和吸收相關內容，有更深刻的感知。

4.1. 作為學習資訊的載體

中文科學習過程需要循序漸進，而提升學生語文能力並非一朝一夕之事。故此，電子教學平台頗能配合教師的步伐，按著教學需要以發放學科資訊（譚永基，2019），包括筆記、工作紙、簡報和網上影片等。根據經驗，教師可輸入多媒體教學材料讓學生進行預習。同時，透過平台布置預習任務時，可配合「指定」和「額外」兩類任務，讓學生按個人需要、能力和期望等，決定學習量、闊度和深度。要讓學生達到「自主」，則要為他們提供充足豐富的材料，照顧學習多樣性，以提供「作出選擇」和「挑戰自我」的機會。過去，筆者會為不同學習材料作分類，例如閱讀教學時，會因應不同篇章的特性額外為學生準備延伸閱讀（不同文體，

如新詩、微小說等；不同類型，包括改編影片、作家訪談、流行歌曲、名家誦讀等；亦會因應課題和任務，引入流行歌曲、平面廣告、宣傳短片、電影預告等，這些有助建立學生全面的語文能力，同時亦能善用電子教學平台的多項功能，平起單一輸入更為有趣和有效)，為學生提供多元感官的體驗外，亦同時讓學生選取適合自己的學習經歷，按教師的導引以建立屬於個人化學習材庫，有助於日後遷移所學、觸類旁通。除此，筆者亦會因應教學任務而上載同學作品示例，引導學生通過研習與深究，以深化所學。

知識管理涉及學習者如何運用和轉移所學（譚偉明、李子建和高慕蓮，2006），並需要建構有關能力。有關的電子教學平台提供清晰的介面，讓學生容易檢視或下載各式示例，亦讓教師可以通過發放消息、回應同學、編輯修訂內容等功能，以進一步培養學生建立管理學習材料的習慣。平台可儲存一定數量的材料，配合適切的分類與標籤，學生可按需要搜尋相應學習材料，並作整合。通過複習，學生可重溫所學，深化學習。



圖 2—3 教師通過平台分享材料，為學生建構材庫，以協助學生建立習慣、管理知識

4.2. 作為發放資訊和溝通媒介

知識管理者往往樂於亦善於反思，包括學習方法、進度和成果等，亦對自我有相當要求和期望。電子教學平台讓教師發放多元資訊，例如是對學生的提醒和鼓勵、課堂內容的補充，以及課堂的日常觀察等，引發學生反思個人學習表現，並提升個人的實踐力。



網課學習系列：分組匯報的幾點提示 (2022年2月19日版本)

由於未來課堂會多安排大家有匯報、分享的機會，故有幾點想提醒：

PART A 事先準備

匯報組別：

- (a) 緊扣任務要求：代入學習者的角度，想想他們的需要/難點，構想分享内容。
- (a) 提出思考方向：不要直接寫出/提供答案，重點在於引導同學逐步掌握。(由不識到識/由明少到明多)
- (c) 引導的方向：指出關鍵字眼、解釋為何有關關鍵字眼是重要、提出思考方向(利用6W).....

圖 4—5 平台有助師生分享，以鼓勵學生自我完善，推動學習

4.3. 作為學習的延伸

電子學習平台讓教師發放材料和資訊外，也可以發放延伸學習題目（題目形式多元化，既不限於文字表達，更可安排學生通過音檔、圖畫等表達個人想法；然而題目宜具挑戰性，容讓學生有較開闊的討論空間，避免流於直述式或判別式的討論），讓同儕互相交流，反思和應用所學。當看到同儕的分享後，亦可觸發其他同學的思考，既可給予對方回饋，亦可作補充等，藉此加強同儕協作，推動學生建立交流的習慣。延伸學習可視為學習的跟進和反思，不

只豐富了學生的學習經驗，提升學習的密度，更可加強他們的自主學習意識。

《終站·香港》延伸思考題：

有這樣的說法：「《終站·香港》以死者的視角敘述，從中反映出人性虛偽與世態炎涼，控訴力強。」

Q1. 以「死者的視角」有何好處？除了用「死者」的視角外，還可以用哪些人物的視角出發？不同的視角分別會衍生出甚麼觀點？

Q2. 「人性虛偽」中所指的「人性」是甚麼？又如何虛偽？文中又如何見得「世態炎涼」？

Q3. 你認為這篇小說所「控訴」的究竟是甚麼？試抒己見。

請選擇其中一題發表你的看法。請同學在Google Classroom內進行延伸討論。

圖 6 平台可讓學生通過延伸思考題延伸學習，深化所學，更有效管理知識

5. 總結與展望

電子教學形式千變萬化，為學生的學習體驗帶來了不少衝擊。但是學習的終極目的並非為了走向科技尖端，而是提升個人內在能力和修養，並貢獻社會。如此，學習者自身需要具相當的學習自覺，並有意識整合、管理知識。當然，學生享受學習選擇權（學甚麼、學多少、學多久、如何學等）的同時，亦有責任履行學習者的責任，管理知識，發揮潛能，這才能進一步推動電子教學平台的應用，達到「共同建構、共享知識」的願景。筆者深盼往後能更深入鑽研教學策略，以探究如何培育未來新一代，讓他們發展自主學習意識，學懂管理知識。

參考文獻

- 張新仁（2006）。學習策略的知識管理，*教育研究與發展期刊*（第二卷第二期），19-42。
- 譚偉明、李子建和高慕蓮（2006）。教育系統內的知識推廣策略：香港的經驗。*《教育學報》*，第 33 期，187—206。
- 吳善輝（2015）。香港中學中文科教師推動學生自主學習之研究。*學校行政雙月刊*，95，133-154。
- 教育局（2017）。有效的學與教：培養終身學習和自主學習者，*《中學教育課程指引》*。
- 高寶玉（2018）。香港自主學習的探索：融合東西方理念的嘗試。
- 譚永基(2019)。電子教學平台（LMS）及虛擬學習環境（VLE）新常態教學工具。*教育專業第 19 期*。
- 資訊科技教育卓越中心（2019）。運用 Google Classroom 及 Zoom 在家持續學習
- 香港大學教育政策研究中心、香港集思會、政策二十一有限公司（2020）。「停課不停學」探索式研究 研究報告

香港小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃：

價值澄清法設計為本 – 探討小學生資訊素養能力與學習能力的關係

Hong Kong Joint Primary School Collaborative Project on Artificial Intelligence Skills and Literacy and Social Intelligence Applications: A Value Clarification Approach Design-Based - Exploring the Relationship between Information Literacy Skills and Learning Abilities of Primary School Students

黃曉詩

香港聖公會何明華會督中學

【摘要】 如何裝備學生在網絡世界中具備資訊素養能力 (Information Literacy)，對於科技教育發展實在是刻不容緩的工作。香港的科技技術教育發展日趨完備，在 STEM 教育的基礎下部份先導學校更開展人工智能教學。但科技教育中學生的資訊素養發展仍有待優化，特別在疫情下學生在網絡世界中進行混合學習，如何面對及明辨多方多元資訊，如何善用網絡環境進行有效學習，如何面對新興科技帶來的道德問題(例如人工智能)，學生素養能力的培育實在不容忽視。本文分享香港聖公會何明華會督中學於本學年推展《小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃》，針對素養教學作起動，以價值澄清法為教學策略作推展，文中更會探討高小學生資訊素養能力與學習能力的關係。

【關鍵詞】 資訊素養；價值澄清法

Abstract: How to equip students with Information Literacy in the online world is an urgent task for the development of technology education. Based on STEM education, some leading schools have even carried out artificial intelligence teaching. However, the development of information literacy in technology education still needs to be optimized. Especially during the epidemic, students are engaged in blended learning in the online world. In view of the moral issues (such as artificial intelligence), the cultivation of students' literacy cannot be ignored. This article shares how the HKSKH Bishop Hall Secondary School, launched the "Primary School Joint-School Artificial Intelligence Skills and Literacy and Social Intelligence Application Collaboration Project" in this school year, aiming at the literacy teaching, the value clarification method is used as the teaching strategy, The paper will also explore the relationship between information literacy and learning ability of senior primary students.

Keywords : Information Literacy, Value Clarification

1. 前言

香港教育局推動自攜裝置的政策下，學生有機有網率已達致高水平，在此環境下對科技教育的推展甚為有利。在 STEM 教育及運算思維教育的良好推展基礎下，部份香港資訊科技教育發展比較卓越的學校，在科技業界的支援下已開展人工智能教育。但成功的科技教育除了優化學習環境、學習裝備、教學課程、教師培訓外，更重要是裝備學生具備資訊素養能力，面對網絡資訊環境中能明辨是非及善用科技，達致適時適地適用，讓學生成為負責任的網絡及科技公民。

香港聖公會何明華會督中學重視學生的資訊素養培養，學校縱向以融入學科，橫向以級本延伸活動，以全校參與模式推展校內的資訊素養教育。通過與香港青年協會合作，強化老師對資訊素養的專業發展，設計多元校本資訊素養課程及相關教學活動，讓學校的資訊素養教育得以有效推展。本學年學校聯合不同專業單位開展《小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃》，於十間小學的高小年級開展有系統的資訊素養教育課程，期望以資源學校角色支援小學開展資訊素養教學及聚合成專業學習社群，讓小學生及早認知資訊素養的重要，裝備他們具備面對資訊，媒體及人工智能等科技及相關素養能力，並通過專題研習，以社會智慧應用為主軸，讓學生能運用科創的能力去為弱勢社群選擇合適的人工智能應用程式以改善生活。

2. 文獻探討

2.1. 資訊素養教育

資訊素養 (Information Literacy) 是一個自 21 世紀開始興起的新名詞，是一種知識管理的策略。根據美國德薩斯大學圖書館的資訊素養導修網頁指出，資訊素養是一種“使人能夠更有效地選擇、尋找及評估傳統或網上資源的技巧”。這包含學生能夠確認所需資訊、尋獲資訊、評估資訊、應用資訊。近來也逐漸重視流程中的評估與反思，使過程更加流暢與資料使用正確性提高。

2.2. 人工智能素養教育

KONG Siu Cheung (2021) 提出人工智能素養越來越重要，特別是現在學生使用很多自動化系統取代人力去解決難題。學生需要善用人工智能，避免出現因為新興科技而衍生的道德問題。

2.3. 價值澄清法

是指教師採用問題或活動的方式，幫助學生覺察自己和他人的信念、情感和行為，以建立自己的價值觀念，並願意在生活中貫徹實踐的一種教學方法。此法為美國紐約州立大學學者 Louis Rath 於 1957 年提出，他認為教師可以教導學生許多概念和價值觀，但是真正影響學生日常生活行為都是自己教導自己的。

2.4. 社會智慧

1920 年 E. Thorndike 提出「社會智慧 (Social Intelligence)」的觀點，將之定義為個人了解與管理他人的能力，社會智慧包括了兩個歷程：(1) 個人對他人內在狀態、動機與行為進行認知評估；(2) 個人根據認知評估所得的訊息，以最明智方式對他人採取行動 (Mayer & Salovey, 1993)。

3. 小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃

3.1. 參與學校及專業協作

小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃，共邀請區內及區外十所小學參與，學校的科技教育水平相對發展成熟。計劃主要受眾為高小學生，涉及共五十個班，約 1500 位學生參與。整個計劃由香港聖公會何明華會督中學作主導，並聯同多元業界共同協作。學術界方面，香港浸會大學新聞系李月蓮教授作為計劃顧問，就整個計劃的教學安排及內容作指導性工作。社福界方面，香港青年協會全健思維中心陳英杰主任及團隊作為資訊及媒體素養、人工智能素養教育的教學單元設計。科技業界方面，人工智能及社會智慧聯盟 AISIA 凌浩雲先生 (MH) 及團隊作為人工智能技能教學單元設計。

3.2. 課程框架及內容：環環緊扣、專業為本

具質素的課程必需要先在課程框架及內容上作專業處理。小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃，目的乃支援參與小學人工智能技術教學及應用 (AI Education)、

支援協作小學推展資訊素養能力的培育 (Information Literacy) 及讓小學生理解如何通過人工智能協助弱勢社群改善生活，以社會智慧應用 (Social Intelligence) 提升學生同理心。整個課程共四節課堂，第一及第二課節以價值澄清法為本的課堂設計，讓學生通過價值形成的過程 (Process of Valuing) 建構價值觀及資訊素養。第三及第四課節以運算思維及專題研習為課堂設計，期望學生能通過把自己所學創造增值，把知識和技能作貢獻，幫助有需要人士改善生活。

表 1 小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃 課堂安排

課節	課題	時間	模式	主講
第一節	認識人工智能與社會智慧結合：協助弱勢社群、加強學生同理心	1 小時	Webinar 講座	AISIA 人工智能與社會智慧聯盟 代表
第二節	認識人工智能素養的重要：深度偽造 DeepFake 及虛假資訊	1 小時	Webinar 講座	香港青年協會 全健思維中心代表
第三節	認識人工智能技術應用及編寫：人面辨識及聲音辨識	1.5 小時	工作坊	聖公會何明華會督中學 代表
第四節	專題研習：如何善用人工智能技術應用程式支援弱勢社群改善生活 (工作坊)	1.5 小時	工作坊	聖公會何明華會督中學 代表

整個課程共四節課堂，第一課節課題是認識人工智能與社會智慧結合：協助弱勢社群、加強學生同理心。通過一小時的互動分享，人工智能與社會智慧聯盟 AISIA 代表運用情境教學，讓學生在多元示例中掌握科創及社會智慧的重要性。課堂中更邀請到弱勢社群人士張世豪先生和學生真情對話，張世豪先生患上大腦麻痺症，全身肌肉不聽使喚，起居飲食要別人照顧，日常溝通包括訪問也需要父親翻譯。但世豪從無放棄自己，更在堅毅及努力下獲得大學學位，並成立科創公司研發產品支援腦癱人士生活。通過真實的交流，讓學生明白如何把自身的科創知識及技能有效善用，具備同理心去協助弱勢社群改善生活。

第二課節課題是認識人工智能素養的重要：深度偽造 DeepFake 及虛假資訊。通過一小時的互動分享，香港青年協會全健思維中心代表設計多元活動，讓學生明白如何善用網絡環境及個人流動學習裝置，裝備自己具備資訊及媒體素養能力，特別針對人工智能等新興科技帶來的道德問題，深度偽造 DeepFake 及虛假資訊。同學通過技術操作及討論，理解科技是中性的，善用科技能夠改善生活，但濫用科技則會帶來很多道德的問題，這是人本質素養所決定。

第三課節課題是認識人工智能技術應用及編寫：人面辨識及聲音辨識。通過九十分鐘的互動工作坊，聖公會何明華會督中學老師教授小學生人面辨識及聲音辨識的應用技術，借助不同的網上平台及手機應用程式去展示相關效能，如何支援弱勢社群改善及優化生活。

第四課節課題是專題研習：如何善用人工智能技術應用程式支援弱勢社群改善生活。聖公會何明華會督中學及人工智能與社會智慧聯盟 AISIA 安排大學生和小學生共同進行科研探討。小學生以小組形式，配對相應弱勢社群，學生要選擇合適的人工智能應用程式去協助有需要人士改善衣食住行，並拍攝短片或製作小冊子教授他們如何應用。

四個課節環環緊扣，專業為本。以價值澄清法及運算思維教育為本的課堂設計，期望學生就著科創學習，技術及素養教育並重，並以社會智慧去把自身所學有效應用，支援弱勢社群改

善生活。

4. 高小學生資訊素養能力與學習能力的關係

4.1. 研究概述

本研究以價值澄清法 (Value Clarification) 為基礎，讓學生通過計劃中的第一及第二課節，就一些資訊素養相關生活情境作反思並作出相應決策。最後會通過問卷以檢視學生能否把相關資訊素養能力內化並轉移到其他生活情境。主要探討：1. 學生學習能力與資訊素養能力的關係。2. 價值澄清法能否提升學生資訊素養學習的成效。

4.2. 實驗理論和設計

價值澄清法是 Louis Rath 於 1957 年在美國紐約大學任教時所創。其主要目的是在協助兒童察覺自己和他人的價值，並由此建立自己的價值體系。價值澄清法注重價值形成的過程，價值形成的過程 (Process of Valuing) 是價值澄清法的核心。價值澄清論者認為當任何信念、態度或其他價值要成為個人價值時，必須根據三項步驟，七個規準，才能有效建立真正的個人價值。

表 2 Alwin V. Murad (2014) 價值形成的過程 (Process of Valuing)

步驟	規準
一、選擇 (choosing)	1.自由的選擇
	2.從不同的途徑中選擇
	3.經過考慮後才選擇
二、珍視 (prizing)	4.重視與珍惜自己的選擇
	5.公開表示自己的選擇
三、行動 (acting)	6.根據自己的選擇採取行動
	7.重複實施

於小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃，期望學生就一些資訊素養相關生活情境作反思，並作出相應決策。課堂設計中以價值澄清法設計的第一及第二課節，讓學生建立相關價值觀及資訊素養。最後以問卷調查檢視學生能否把相關資訊素養能力內化並轉移到其他生活情境 (value transfer)。

計劃中的高小學生來自三所不同學習能力的學校，他們均有經歷以價值澄清法設計的第一節及第二節課堂，學生就一些資訊素養相關生活情境作反思，並作出相應決策。

表 3 資訊素養相關生活情境反思

資訊素養能力	資訊素養相關生活情境
事實查核 (IL01A)	疫情期間在網絡社交平台收到不同資訊，你會否轉發給朋友？
尊重私隱 (IL02A)	會否在網絡社交平台把朋友的相片標示其名稱？
智識產權 (IL03A)	會否在網絡上搜尋功課相關內容，但交課業時沒有標示來源？
善用科技 (IL04A)	會否利用改圖軟件或 DeepFake 技術，在網絡上取笑別人？
創造增值 (IL05A)	會否把所學的科創知識和技能作貢獻，幫助有需要人士改善生活？

表 4 學習能力與資訊素養能力的關係

資訊素養能力	學習能力高 (小學 A)			學習能力中(小學 B)			學習能力低(小學 C)		
	會	不知	不會	會	不知	不會	會	不知	不會
事實查核 (IL01B)	1%	4%	95%	5%	12%	83%	8%	18%	74%
尊重私隱 (IL02B)	3%	4%	93%	6%	6%	90%	4%	8%	88%
智識產權 (IL03B)	2%	10%	88%	8%	18%	74%	12%	23%	65%
善用科技 (IL04B)	5%	5%	90%	10%	12%	78%	12%	20%	68%
創造增值 (IL05B)	86%	10%	4%	80%	16%	4%	73%	22%	5%

4.3. 研究結果及觀察分析

通過價值澄清法，導師設計了五個資訊素養相關生活情境，並通過三項步驟及七個規準進行價值形成的過程，期望學生建立相關價值觀及資訊素養。

4.3.1. 價值澄清法能否提升學生資訊素養學習的成效

價值澄清法能提升學生資訊素養學習的成效。經過兩節課堂，超過八成學生（82%）均能通過計劃提升資訊素養能力。由於教學設計以價值形成的過程為本，讓學生經歷三項步驟，七個規準，效建立真正的個人價值。學生在表達自己選擇時，有更多機會經過深思的考慮才作出決定。學生也有機會公開表達自己所選及背後理據，通過與同學間的表達、反饋及建議，價值觀和資訊素養有更深層次的建立。特別在通過生活情境的反思，價值澄清法能有效提升學生資訊素養學習的成效。

4.3.2. 學生學習能力與資訊素養能力的關係

超過八成學生（82%）均能通過計劃提升資訊素養能力。在計劃前老師就五個資訊素養相關項目作生活情境設計並進行前測，兩節課堂後再以相同五個資訊素養相關項目作情境轉移，以檢視學生能否把相關價值及資訊素養能力內化及再應用。數據上學習能力較高的學生相比學習能力稍遜學生，資訊素養能力的改變絕對值會較大（91% > 73%）。這主要原因乃價值澄清法要求學生能進行有效的反思選擇及表達選擇的程序及規準，這對於學生的邏輯思維及語文能力亦有一定要求。學習能力較高的學生這兩方面都表現較佳，故有助資訊素養能力的培訓。值得留意數據上學習能力稍遜的學生相比學習能力較高學生，資訊素養能力的也有提升，即學生學習能力弱的學生也能通過價值澄清法教學去促進其資訊素養能力的培育。

4.3.3. 對教師專業發展的要求

價值澄清法對於科技教學老師來說是相對少運用的教學策略，教學設計亦與科技課題有極大分別，價值澄清法鼓勵學生互動表達自己所想，亦要協助學生把價值觀及資訊素養良好建立。學校必須要加強教師專業培訓才能有效推展資訊素養及加強成效。亦有部份學校把資訊科技技術教學和資訊科技素養教學分開，分別由科技科目老師及人文學科/價值教育科老師任教，以達各專其職的效益。

4.3.4. 對課時學時的要求

價值澄清法和一般科技教育課堂相比，是需要相對長的教學時間，讓學生經歷三項步驟及七個規準的生活情境，進行有效的價值形成過程，期望學生建立相關價值觀及資訊素養。資訊素養教學需要的課堂教學時間較長，故應該以學時為本的概念，把學生的資訊素養學習不再限於有限的課時，更能拓展到生活及學習中。重複的應用及操作，價值觀及資訊素養才能內化及應用。

4.3.5. 課堂模式及教學氣氛的要求

要良好的師生關係才能有效推展價值澄清法。老師不會預設標準答案在生活情境中，讓學生公開表達、尊重肯定、自由互動的情況下進行課堂，老師需要培育學生的邏輯思維及語文能力，樣其能有效反思生活情境下作出合理的決定。亦讓學生能具備語文能力去表達自己所想及聆聽別人回饋。

4.3.6. 課堂學習設定的要求

小組模式去進行價值澄清法有利整體資訊素養課堂的進行，特別就著生活情境去表達，小組可避免同學間的尷尬，亦讓同學更有信心去表達自己的選擇。

5. 總結

香港聖公會何明華會督中學聯同跨界專業，以價值澄清法及運算思維教育為本的課堂教學設計，通過課程框架及資訊素養相關生活情境內容，創設〈小學聯校人工智能技能及素養與社會智慧應用協作計劃〉。計劃重點讓小學生及早接觸及認識人工智能技術之外，更期望老師學生明白到科創技術及資訊素養同樣重要，特別是面對網絡虛假資訊及新興科技（例如深度偽造 DeepFake）等議題，要裝備學生具備足夠的資訊素養能力，讓其在網絡資訊世界中自處，更希望通過社會智慧及同理心，學生能把自己所學通過科創去優化弱勢社群生活。研究數據中反映價值澄清法能提升學生資訊素養學習的成效，這對於資訊素養課程、教學設計及教師專業培訓等範疇均有很大啟示。

6. 延伸探討

6.1. 計劃規模

由於資源所限，計劃中只包含十所小學，涉及學生數量約 1500 人。若能拓展更多小學參與，數據分析有效性定能更具代表性。另外計劃只探討學習階段二（高小）的資訊素養推展，若能以價值澄清法及運算思維教育為本的教學設計拓展到學習階段三（初中）及學習階段四（高中），所能比對的數據定能更有意義。若能把計劃優化成追蹤性研究，把同一批學生追蹤三年後的數據作對比，或能分析到價值澄清法對於學生的價值觀及資訊素養教育短、中及長期的影響。

6.2. 計劃時限

由於時間所限，計劃只能以四個課節作教學設計。若能借助資訊科技讓價值澄清法部份內容或活動在網絡學習平台中進行，再配合實體課堂的高階互動，以混合學習模式去推展相關價值觀及資訊素養教育，或能把有限的課時有效拓展。亦可考慮把課程於學校原有價值教育課進行，或能減少科技科老師的教學時間及教學專業所限。

6.3. 計劃資源

未必所有老師均對價值澄清法有全面的認知，在課程內容設計或可與一些 NGO 合作，讓老師有更大空間掌握當中教學策略。在教學策略上可邀請相關資訊素養專家到校進行教師專業發展，讓前線老師掌握當中學教評要求，使相關價值觀及資訊素養教學有效推展。

鳴謝

計劃得以順利推展，在此感謝香港浸會大學新聞系李月蓮教授作為計劃顧問、香港青年協會全健思維中心陳英杰主任及團隊及人工智能及社會智慧聯盟 AISIA 凌浩雲先生 (MH)、Andy WOO 及團隊及各參與本計劃小學。

相片一： AISIA 人工智能與社會智慧聯盟 分享第一課節：認識人工智能與社會智慧結合：協助弱勢社群、加強學生同理心



相片二：香港青年協會 全健思維中心 分享

第二課節：認識人工智能素養的重要：深度偽造 DeepFake 及虛假資訊



相片三：通過價值澄清法讓學生分享自己的選擇



參考文獻

- 洪若和 (1988)。價值澄清法的理論與實施。《臺東師院學報》，1，17-48。
- 歐用生、林瑞欽譯 (1985)。價值澄清法的原理與技巧。高雄：復文。
- 香港教育局課程發展議會 (2015)。「推動 STEM 教育：發揮創意潛能」
取自：https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM/STEM%20Overview_c.pdf
- 孫敏芝 (2010)。提昇兒童社會情緒能力之學習：美國 SEL 教育方案經驗之啟示。《幼兒教保研究期刊》2010 第 5 期。
- Association of College & Research Libraries, 2016, p. 8. *Framework for Information Literacy*, retrieved from <http://www.ala.org/acrl/sites/ala.org.acrl/files/content/issues/infolit/framework1.pdf>
- American Library Association, & Chicago, I. L. (1989). *American library association presidential committee on information literacy*. Final report. ERIC Clearinghouse.
- Berger, B., Hopp, J. W., & Raettig, V. (1975). *Values clarification and the cardiac patient*. Health Education Monographs, 3(2), 191-199.
- Mayer, J. D., & Salovey, P. (1993). *The intelligence of emotional intelligence*. *intelligence*, 17(4), 433-442.
- Raths, L. E., & Harmin, M. (1966). *Values and teaching: Working with values in the classroom*. Merrills international education series.
- Thorndike, E. L. (1920). *Intelligence and its uses*. Harper's magazine
- Murad, A. V. (2014). *The Process of Values Clarification, Formation and Inculcation*. Pakistan Journal of Social and Clinical Psychology, 12(2), 53
- KONG, S. C., OGATA, H., SHIH, J. L., & BISWAS, G. (2021, November). *The role of Artificial Intelligence in STEM education*. In Proceedings of 29th International Conference on Computers in Education Conference (pp. 774-776). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- KONG, S. C., & ZHANG, G. (2021). *A conceptual framework for designing artificial intelligence literacy programmes for educated citizens*. In Conference proceedings (English paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021) (pp. 11-15). Centre for Learning, Teaching and Technology, The Education University of Hong Kong.
- Kong, S. C., Cheung, W. M. Y., & Zhang, G. (2021). *Evaluation of an artificial intelligence literacy course for university students with diverse study backgrounds*. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2, 100026.

連結 STEM 與正向教育

STEM Linked Positive Education Program

簡嘉禧^{1*}，林嘉穎²，鍾佩汶³

香港聖公會何明華會督中學

* kkh@go.bhss.edu.hk

【摘要】 近年世界各國意識到 STEM 教育及正向教育的重要性，成為重要的全球教育趨勢。而在數年嘗試與學習下，本校教師發現正向教育及 STEM 教育的概念及目的有著異曲同工之妙。因此，本文將分享本校如何將 STEM 及正向教育結合，透過藝術及社會接觸課程及活動，以更全面的方式將正向教育及 STEM 教育帶給學生。

【關鍵詞】 STEM 教育；正向教育；藝術；社會接觸

Abstract: In recent years, the whole world has realized the importance of STEM education and positive education, and it has become a new global education trend. After several years, our school teachers have found that the concepts and purposes of positive education and STEM education are similar. Therefore, this essay aims to share with our school experiences on how to integrate STEM and positive education and bring positive education and STEM education to students in a more comprehensive way through art or social contact activities.

Keywords: STEM education, Positive education, Art, Social contact

1. 前言

因應新時代的轉變，STEM 教育（科學、科技、工程、數學）及正向教育成為了世界各國的教育趨勢。STEM 教育著重跨學科的學習模式及學生的學習過程，透過思考及實踐，強化綜合應用知識與技能，培養他們的創造力、協助力、動手做及解決問題的能力，同時希望學生能將跨學科的知識融會貫通，從而提升學生的創意思維去應對未來社會轉變帶來的挑戰。而正向教育是指依據正向心理學的理論而設計教育模式，會因對象之情緒及特質而發展的教學活動。以研究個人品格強項、培養學生成長型思維，讓學生可以全程投入建立正向關係，學習解難及抗逆力，以堅韌的態度面對困難，從中找到學習意義及成就感，推動個人發展元素及積極面對生活壓力和挑戰。

本校早於 2016 年開始重點推動這兩項教育項目，在數年的嘗試與學習下，本校教師發現正向教育及 STEM 教育的概念及目的不謀而合。貫通 STEM 教育及正向教育，透過藝術及社會接觸的課程及活動，以更全面的方式將正向教育及 STEM 教育帶給學生。

2. 文獻探討

2.1. STEM 發展趨勢

STEM 源於 1986 年美國國家科學委員會提出將科學、科技、工程及數學四個領域整合建議，並於 2006 年發布《美國競爭力計劃》提出 STEM 技能為培育具全球競爭力人才的關鍵。（李宛瑜，2019）而香港政府由 2015 年起積極推動 STEM 教育，分別於 2015、2016 及 2017 年《施政報告》一再提出以不同政策及資源推動 STEM 教育發展。

2.2 正向教育發展趨勢

正向教育源於 1950 年代初期，由拉斯加大學心理學教授 Donald O. Clifton 與其同事進行正向情緒研究。(汪美怡, 2011)美國心理學家 Martin E.P. Seligman 於 2007 年指出正向心理是需要學習的，而正向心理學正是為家庭及學校提供一種科學，讓家庭及學校可以有依據地協助孩童身心發展 (Martin E.P. Seligman, 2007)。近年正向教育備受香港教育界關注及討論，許多香港學校運用正向心理學的基礎培育學生正向價值觀。

3. 貫通正向教育及 STEM 教育意義

美國史丹佛大學心理學教授 Carol Dweck 於 2006 年著作《*Mindset: The New Psychology of Success*》中提出人可分為兩種心態思維，分別為固定型思維 (Fixed mindset) 及成長型思維 (Growth mindset)。固定型思維認為自己的能力是與生俱來，無法靠自身的能力改變，而成長型思維認為潛力是未知的，會努力訓練自己的能力。

部分學生會抱有固定型心態 (Fixed mindset)，認為自己的能力、才能、環境無法改變，面對挑戰時會選擇逃避，面對阻礙時會選擇放棄，凡事得過且過，不會盡力而為，滿懷負面的想法。美國史丹佛大學健康心理學家凱利·麥高尼格 (Kelly McGonigal, 2017) 曾研究美國史丹佛大學的學生為何比其他大學的學生較容易成功。她發現其中一個原因是其他大學的學生較史丹佛大學的學生害怕失敗、害怕讓人知道自己的缺點，希望讓人覺得自己的成功是不費吹灰之力，並且認為成績就是一切，她將這些的情緒稱之為「小鴨症候群」。要促使學生改善「小鴨症候群」，需要給予學生一些實驗與挑戰，讓學生挑戰任何的事物、了解自己不同的面貌，失敗只是步向成功的契機。當知道自己仍在成長中，則代表自己仍藏有無限的可能性。因此，在成長的過程中，教師擔任教練的身分，訓練學生抱有成長型思維 (Growth mindset)，面對挑戰時積極面對，面對阻礙時學會堅持，盡力去做每一件事，讓學生相信可以透過自身的能力去取得改變，勇於挑戰的正向心理。同時，營造出一個讓學生可以討論、可以分享、互相了解彼此難題的環境，讓他們知道有困難並不是丟臉的事，懂得接納自己的不足，勇於挑戰困難，展現自己的才能。STEM 教育正正在此能起作用，STEM 教育跨學科的課程、強調趣味性、體驗性、生活性及合作性等，不再局限於常規考試、課本，讓學生動手做，從不同方面發掘自己的才能，把握自己與人交流的機會，能更好的培養創新及實踐能力。一個非習慣性、全新的環境，正正就是一個給予學生學習新事物、改變固定型思維的機會。

從另一方面討論，科技持續發展，世界逐漸迎來科技革命的新規律。STEM 教育的目的是讓學生在科技化世界裡成為不被科技取代的存在，因而需要培育學生的「6C」能力，以應對未來社會轉變帶來的挑戰。「6C」為加拿大籍教育學家 Michael Fullan 提出的「深度學習」(Deep Learning)，當中包括六種核心技能，創意 (Creativity)、溝通 (Communications)、協作 (Collaboration)、明辨思維 (Critical Thinking)、品格培養 (Character) 及世界公民 (Citizenship)，並指出「6C」為未來社會所需的重要技能。不論是科技的發展或是人工智能的出現，對學生而言，一切都是新的事物。如果學生仍抱著「與我無關」、「我的能力不足以可以學習新事物」、「我沒有資源去迎接新社會」等想法，則無法好好裝備自己以應付未來的需要。而正向教育正是培養學生捨棄這些固定型思維，讓學生勇於挑戰、接受未來的改變。當學生願意接受挑戰、積極面對時，STEM 教育的各式各樣的實驗及課程就能培育學生擁有跨學科、多視角的解難能力，建立更穩固知識與技能。

因此，正向教育及 STEM 教育為相輔相成的存在，本校將其貫通而行，讓學生在校園生活及課堂學習裡，培養未來社會所需的能力。

4. 貫通正向教育及 STEM 教育課程設計

本校開創正向及 STEM 結合的活動及課程，以期望提升學生學習與面對生活的技能。以下將以 2020-2021 年本校的一些課堂活動及跨學科專題研習而論，概述如何結合正向教育及 STEM 教育，並帶出課程及活動設計是如何培育學生建立正向思維及學習 STEM。

先以本校自設的中一課程「玩·創·隨意門」的課堂活動論之。

第一個課堂活動，堆砌紙牌塔。堆砌紙牌塔是將學生分成四至五人一組，全組學生協力堆砌一座紙牌塔，而學生可以盡情堆砌不同形狀的牌塔，無勝負之分。學生在堆砌紙牌塔的過程當中，學習到數學與工程知識，學生需要思考牌與牌之間的距離與傾斜度最具有支撐力，了解立體結構的設計，而不限牌塔形狀，讓學生發揮創意，堆砌的同時，培育工學的美感。另外，學生需要與同組學生討論如何堆砌更為穩固，需要經歷堆砌失敗的挫敗。在合作過程中，不但可以拉近人與人之間的距離，而且更能訓練到小組溝通與合作的技巧。堆砌失敗就如人生會遇上不同的經歷，人生總不可能一帆風順，面對挫敗與困難時，如何面對逆境、如何以積極樂觀的思維去生活，帶來的就是人生歷練。

第二個課堂活動，課室改造。改造課室需要學生蒐集資料、撰寫計畫書、分工、實行及檢討，學生在設計課室的過程當中，需要思考一個怎樣的課室才能讓自己跟他人有一個最好的學習環境。運用地方營造(Place making)，學生需參與校園不同地方的設計，小至桌子、大至校園外牆，除了要學習藝術設計、美學概念外，更需要學習木工、髹塗及物料選材。另外，課程實行了設計思維(Design thinking)，學生除了學習到以人為本，理解及尊重別人的需要與想法，更能讓學生知道環境是可以靠自身的努力去改變的，從而培養積極、同理心、動手做及解決困難的能力。

再以專題研習論之。

本校中二全級學生均需參與一個名為「思·創·好世界」的專題研習活動。「思·創·好世界」讓學生利用設計思維創作產品照顧長者。專題研習的設計亦嘗試包含正向教育中 PERMA 幸福五元素（正向情緒、全心投入、正向人際、生命意義以及成就感）。學生會自由組合成 4 至 5 人一組，並需先了解長者在日常生活中會遇上的困難，然後設計新工具或裝置幫助長者應對困難。活動中，學生需要與長者建立正向關係，了解他們日常挑戰，與長者一同測試產品原型。貫通學習，在學習運用新科技的同時，培養學生建立以人為本、互助合作、積極投入以及實驗精神。「以人為本」就是讓學生體會生命的意義；「互助合作」就是讓學生學習與人相處的正向關係；「實驗精神」就是誘導學生全情投入，並且在過程中得到滿足感。

由此可見，課程活動及專題研習活動主要分為三個重點。第一，從媒體、媒介認識自己並與學習團隊精神，培育成長型思維；第二，學習 STEM 知識，凡事願意動手做，運用「6C」技能。第三，讓學生加強與人接觸及接觸社會，作出探究及行動，回饋社會。即由學習自我，培育自身知識與才能，以至關愛大眾、認識社會，從而與人建立良好的關係，回饋社會。

5. 結語

本校進行了多年的正向教育及 STEM 教育，學生對於正向態度及 STEM 知識均有一定程度的進步，並且能夠逐漸內化。以下分別以兩個方面簡論成效。

第一，數據反映方面。課程「玩·創·隨意門」獲香港中文大學協助向學生進行問卷調查，當中有 80% 學生認為自己有能力做到及自己有所進步，68% 學生經歷成長型思維。

第二，學生實踐方面。新冠肺炎上年度於香港肆虐，並在短時間內大規模爆發，防疫用具不足而且價格大幅提升，導致不少基層市民欠缺防疫用具。學生發現身於抗疫前線的清潔工人未有足夠防疫用品，主動向老師提出希望可以自製防疫用品派發給清潔工人，更設身處地思考清潔工人需要什麼防疫用具、防疫包裡需要放置什麼用具及其數量。不但主動提出派發防疫品的想法，更身體力行處理派發事宜。

由此可見，學生從正向教育及 STEM 教育中，不但能夠學習正向教育及 STEM 知識，更能靈活運用正向態度去面對挑戰，以「6C」技能連結社會，向社會輸出正能量、互助互愛、以人為本、親力親為的精神。

隨著資訊科技的蓬勃發展，培養學生的思維及改善學生心態是學校必要發展的課程元素。就如上述的課程及活動設計，貫穿 STEM 教育及正向教育，讓學生在發展所長的同時，仍可保有良好的精神狀態迎接每個挑戰，增加學生未來的發展性。

參考文獻

- 凱利·麥高尼格 (Kelly McGonigal)。《史丹佛大學心理學講義，人生順利的簡單法則》，2017 年，台灣：先覺出版社。
- 李宛瑜 (2016)。〈推 STEM、STEAM 教育借鏡 21 世紀社區學習中心〉，台灣：《書香遠播雙月刊》123 期，第 50-53 頁。
- Michael Fullan & Mary Jean Callagher (2017.4), *Transforming Systems, Deep Learning and the Equity Hypothesis*(pp.2-3). United States: Stanford University.
- Martin E.P. Seligman (2007). *Positive Psychology Center*. Retrieved from <http://www.ppc.sas.upenn.edu/>

如何通過社會智慧去推展 STEM 教育

Promoting STEM Education through Social Intelligence

文可為，江文其
樂善堂余近卿中學
manhw@ykh.edu.hk

【摘要】 近年教育發展因應急速的社會訴求和期望而作出多方面改變，學校從培育學生知識技能面對將來生活及工作需要，逐漸加強重視價值觀教育以提升學生內在素質，以面對網絡虛擬及實體世界帶來的影響。學校發展 STEM 教育由點線面到立體，從課後興趣班到單元教學到完整校本課程，近年更把社會智慧與 STEM 教育聯繫，期望學生能把自身學習到的 STEM 知識和技能通過科創，去優化社會中弱勢社群生活，加強生活應用及培育同理心，讓學生成為具備科技素養的負責任公民。

【關鍵詞】 社會智慧；STEM 教育；校本課程

1. 前言

學校背景及學校願景。香港樂善堂余近卿中學成立於 1969 年，是九龍樂善堂第一所創辦的政府資助中學。學校以學生為本，重視學生德學並重、三語兼擅，培育學生的前路觀及積極向上的生活態度。學校提供優質的校園設施，並加設語文學習空間。為全面照顧學生發展需要，學校積極推動與時並進的教學策略及校本課程，如 STEM 教育、編程教學、人工智能教學、電子學習；更根據學生的能力和興趣，提供全方位學習機遇，藉以發掘學生多元潛能，培養學生具備終身學習能力。

自二十一世紀開始，世界各地陸續發展 STEM 教育。中國教育科學研究院於 2017 年發表《中國 STEM 教育白皮書》，該納入國家創新人才培養戰略。香港教育局於 2015 年發表《推動 STEM 教育，發揮創意潛能》報告，指出「在本港學校推動 STEM 教育，旨在進一步培養學生成為科學和科技的終身學習者，幫助他們應對二十一世紀的挑戰。從宏觀的角度，培育具備不同知識和技能水平的多元人才，以提升香港的國際競爭力，並有助於國家發展。」

作為學校課程領導，必須要高瞻遠矚，裝備學生面對將來升學及就業所需。環顧 2016 年教育局既無中央課程，亦無任何相關課程框架、課程資源或課程文件可以參考及憑據，故決定與大學結盟，以專業為本共同創設一套適用於初中校本課程 – 創客教育 MAKER Education，把自己對於 STEM 教育的理念與實踐具體在學校立體化呈現。

2. 文獻探討

2.1. 社會智慧

早於 1920 年 E.Thorndike 提出「社會智慧 (Social Intelligence)」的觀點，將之定義為個人了解與管理他人的能力(ability to understand and manage people)，社會智慧包括了兩個歷程：(1) 個人對他人內在狀態、動機與行為 進行認知評估；(2) 個人根據認知評估所得的訊息，以最明智的方式對他人採取行動 (Mayer & Salovey, 1993)。

2.2. 課程領導定義和推動策略

Glatthorn(2000) 提出，作為課程領導的工作「訂定課程願景與目的、重新思考學習方案、致力於以學習為中心的課程設計表、統整課程、課程連結、和監控課程實施的過程」。

單文經 (2001) 等指出，作為課程領導應整合下列各項工作：與學區（學習領域）領導者密切合作、建立組織的結構、運用學校領導、讓課程改進成為整體學校發展計劃的一部份、採取漸進的過程來促進課程改變、決定課程發展的優先順序、運用現行既有的活動來促進優質的課程、擬定特別的項目計劃並妥善管理課時學時等（見單文經、高新健、蔡清田、高博銓，2001，頁 181-187）。

作為課程教學領導，可從課程設計、課程決定、課程實施和課程評鑑等導向，因應學校教育目標及抱負，學生的學習動機、學習模式、學習能力和學習效能，教師的教學效能和專業發展、學校的教學資源、學校文化等作全盤考量，重新審視現有學校課程，在學校課程發展過程中作校本處理，推行到位政策及推展合適校本課程，更適切照顧學生學習需要。

3. 校本課程設計：創客教育與社會智慧

3.1. 與學校願景相連貫

要把 STEM 教育有效推展，絕非以比賽帶動學習為本或課後拔尖或興趣班作處理，學校堅信以具質素及整全的校本課程推展 STEM 課程，以 STEM for ALL 為構想，把 STEM 教育以單元教學設計，配以專題研習模式作整合，把學生學習過程和學習成果系統化作評鑑。更重要是把 STEM 和生活聯繫，以解決實際生活上遇到的問題 Authentic Problem-solving，通過動手和解難及著重學以致用，讓學生感到學習成功感和擁有感，通過科學及科技去優化人類生活，幫助弱勢社群，強化同理心，把社會智慧有效呈現在 STEM 學習中。

4. 校本創新課程發展計劃：校本 STEM 課程 – 創客教育 MAKER Education

4.1. 課程框架及內容：校本課程、專業為本

具質素的校本課程必需要先於課程框架及內容上作專業處理。就這項目學校先聯絡香港教育局，期望在課程規劃上及內容專業上獲得支援，也希望根據中央課程的架構作校本課程設計。但奈何當時課程發展處並沒有專設部門負責 STEM 領域校本支援，只由科技教育組和科學教育組各自處理。故當時學校決定聯繫香港中文大學學習科學與科技中心莊紹勇教授、香港城市大學應用程式實驗室張澤松博士及香港理工大學設計學院助理教授蔡詩贊博士，最終和他們共同協作，把編程教育（運算思維）、創客教育（從做中學）、社會智慧（同理心）作為課程主軸貫通，設計全港第一個初中 STEM for ALL 的校本課程，先用社會智慧（Social Intelligence）為學習啟動，讓學生先了解弱勢社群在生活上所面對的困難，再用課程中所學的編程、產品設計及製造，以設計思維（Design Thinking）的九個步驟進行創客教育，創設不同產品支援弱勢社群改善或優化生活。

	中一	中二	中三
編程教育	Micro:bit	Arduino	Google AIY
產品設計	Google SketchUp	Tinkercad	Adobe
創客教育	Make DO	TheCoolTool	Laser Cut
專題研習 PBL	智能家居 智能長者工具	智能城市方案 視障聽障人仕	AI 優化生活 社區弱勢社群需要

4.2. 應對課時學時作整體規劃安排

要起動校本創新課程發展，創客教育 MAKER Education，需要在時間表中劃定專屬教學時段，亦需要配合特定的學習場境及相關延伸活動，更要照顧學生學習多樣性。學校必須要多角度權衡及規劃，預防各種可能出現的問題。

於課程編排方面，第一年由中一開始分三學年將整個校本課程拓展至全初中。學生上學期會經歷三個技術單元（編程、創客、社會智慧），下學期則會以 Project-based Learning 及 Design Thinking 為本，把學生所學的技術整合，設計相關 STEM 產品優化弱勢社群生活。

於課時編排方面，每星期初中會有兩節創客教育課。行政上要加兩節課堂同時代表有科目會減少兩節課堂，這會影響其他科目的課時和人手，亦會衍生其他人事及資源問題。故諮詢全體老師後作出決定，把逢星期三及星期五的課堂由 40 分鐘縮減到 35 分鐘，每星期會在總課時上多出兩節課。初中會用作創客教育課，高中則用作生涯規劃課，這是配合學校三年計劃的方向作調撥資源。

於學時編排方面，會按照學生產品設計的構想，配對大專學生及業界代表，下學期會與學生於課後共同研發產品，把上學期所學的編程、創客、設計等技能作整合，以設計思維技巧設計產品優化弱勢社群生活。學生的學習會以真實情境及真實困難為本，讓學生在課後能更直接及深度把學習及社會聯繫，加強學習投入感及擁有感。

於創建學習場境方面，獲優質教育基金及向余近卿家族申請共三百萬，把三個課室改為 STEM 學習中心，一個為創客實驗室（Maker Lab），一個為編程實驗室（Coding Lab），另一個為協作學習室（Coop-Learning Lab），作為兩班三組的學習場地，配合相應教學工具及房間設定，提升學教成效。

4.3. 資源開拓讓 STEM 教育有更大發展

計劃翌年獲香港賽馬會慈善信託基金撥款，把整個計劃由香港中文大學學習科學與科技中心作統籌，由樂善堂余近卿中學作為支援學校，把計劃推展到五所中學作校本處理。校內強化教師團隊，校外與友校老師成為專業學習社群。更加入科技業界的支援（生產力局、科學園及科技初創公司等），把整項校本課程質素得以全面有效提升。此外在 PBL 部份，更得以與三所大學的學生共同協作成為中學生 STEM 學習導師（Mentorship），把 Prototype 及 Design Thinking 相關學習質素有效改善，更有效去支援弱勢社群優化生活。在充足資源支援下，每校每學年會有其中兩件 Prototype 會通過大學及科創企業界的支援，產品化在市場上售賣。產品的知識產權歸學生所有，產品的部份盈利會用作研發基金，作為學生的後續科創進修及研發新產品之用。

5. 總結

社會智慧在 STEM 科創教育中推展，讓學生把自身所學的科學科技知識及技能有效應用，去協助弱勢社群改善生活，以同理心作為學習動力。計劃中學生感到自己學有所因，也認識到學習可以為社會帶來實質的改變，別人也認同肯定自己的學習，加強學生對科創學習的重啟。校本課程中，學生亦能通過與不同弱勢社群、學習導師、科創企業協作，讓學生有更高更廣的學習視野，除科創知識技能外更能學習到於現實職場環境中的協作、溝通、說服、解能等能力，裝備學生生涯規劃及廿一世紀學習技能。期望 STEM 教育由解難和動手做的特性，拓展到 STEM+ 的處理，+ 即按照校本情勢加入不同的學習元素，讓科創教育在學校多樣化發展。

參考文獻

Yang, K. H., Sun, D., Kam, W. M., Du, H. Z., Sun Y. C., Lin, C. P., Wang, Y. H., Jiang, B., Shih, J. L., Kong, S. C., & Gu, X. (Eds.) (2022). *Teacher Forum Proceedings of the 26th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022)*. Taiwan: National Tsing Hua University.

中國教育科學研究院 (2017)。中國 STEM 教育白皮書。取自

<http://mp.weixin.qq.com/s/Pjlxk3Y0WP5qdgSfh8pShw>

香港教育局課程發展議會 (2015)。「推動 STEM 教育：發揮創意潛能」取自

https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM%20Education%20Report_Executive%20Summary_Chi.pdf

單文經、高新建、蔡清田、高博銓 (譯)，Glatthorn, A. A. (原著) (2001)。《校長的課程領導》。台北，台灣：學富文化。

黃顯華，朱嘉穎，周昭和，黃素蘭和徐俊祥(2003)。《課程領導：挑戰、行動、反思與專業成長》，香港，香港中文大學教育學院：香港中文大學香港教育研究所。

Glatthorn, A. A. (2000). *The principal as curriculum leader: A comprehensive guide for the curriculum decision maker*. Emporia, KS: The Curriculum Leadership Institute.

Implementation of “BYOD” on E-learning in Technology Education

Hoi Ki, LAM

Maryknoll Convent School (Secondary Section)

* sandy.lam@mcs.edu.hk

Abstract: *"Bring Your Own Device" (BYOD) policy are implemented in Secondary Schools in Hong Kong to allow students to bring their own mobile computer devices to schools for learning activities. This paper demonstrates a case study of implementation of BYOD on e-learning in Information and Communication Technology lessons by using 21st century learning methodology.*

Keywords: e-learning platform, BYOD, 21st century learning methodology

1. Introduction

Bring your own device (BYOD) policy means numbers of regulation adopted by schools which allow students-owned mobile devices (Otti, 2018). E-learning means the use of educational technology, electronic media and information and communication technologies in education and three factors for success of e-learning include personalization, interactivity and engagement (Sri & Krishna, 2014). WiFi campus has been established for all schools to facilitate e-learning by using mobile computer devices. BYOD policy is therefore implemented to let learning become more personalized and mobile. The skill of Information Technology are used to enhance the effectiveness of learning and teaching, classroom interaction and students' ability in self-directed learning, problem-solving and collaboration.

2. Benefit and limitation of implementing BYOD policy

As BYOD policy facilitates use of special personalizing functions, it can increase student engagement learning (Bass & Haghghi Movahed, 2018) and has positive effect on students' academic achievement (Safar, 2018). From organization point of view, potential organizational cost in IT can be reduced (Lance & Schweigert, 2013). However, on the other hand, discipline problems may be associated with the use of mobile devices at school and a lot of concerns such as security issues, use of MDM and training for staff have to be considered (Lance & Schweigert, 2013).

3. The need of studies

In the past, focuses of researches were either on BYOD policy or IT infrastructure in universities and organizations. Focuses are seldom put on secondary education level in e-learning about 21st century learning methodology. This paper evaluates the effect of implementation of BYOD policy in e-learning in senior form Information and Communication Technology Subject by using 21st century learning methodology.

4. Participants and form of BYOD

Participants include twelve S4 students who study information and communication technology. This case study lasts for 6 months from 1st Oct 2021 to 2nd March 2022. Students are allowed to bring their own device to have lessons without limitation on the models and types of mobile device they choose. Microsoft Teams is selected as the e-learning platforms as its accessibility is high and can be easily installed in all kinds of mobile device under BYOD policy.

5. Learning Activities and 21st century learning methodology

21st-century learning focuses on teaching students to become critical thinkers, innovators, effective communicators, collaborators and self-directed learners (Canez, 2018). They are called 4Cs.

5.1. Critical Thinking

Students must then apply their new knowledge in new contexts to make connections across multiple disciplines. When students apply knowledge in new contexts, critical thinking skill can be practiced. In this study, students learn new concepts by studying preview materials posted in Class Notebook in Teams before each lesson by using their own devices. We can test if critical thinking skill can be developed progressively through answering questions and doing questions in different level by teachers.

5.2 Collaboration

Collaboration means students work with others, share the responsibility, and make substantive decisions together. In this study, students create and demonstrate group works and individual work with classmates by using Collaboration Space area of Class Notebook in Teams with their own devices.

5.3. Creativity

By working with real-world problems without a previously learned solution, students can create a new method to practice problem solving skill. In this study, students use Class Notebook function in Teams to solve and share problem solving skill in Technology lessons progressively with their own devices.

5.4. Communication

Students craft or express their ideas for a specific audience. In this study, students use Class Notebook, Chat and Assignment functions in Teams to facilitate communication between students and teachers in Technology lessons.

6. How BYOD and E-learning facilitate 4Cs

In Microsoft Teams, functions including Class Notebook and e-assignment are used in normal lessons under BYOD policy. Teachers can share learning goals with students during the lessons through giving feedbacks on submitted work or return the work to students. As there is a collaboration space in Class notebook, students can share ideas with each others to make improvement. In e-assignments, teachers can share learning goals and success criteria with students by using a rubric.

7. Questionnaires

This study employs a quantitative method to investigate the quantifiable data and perform mathematical techniques.

For questions number 1 to 8, participants are asked to give level of agreement from 1 to 5 (1 means strongly disagree, and 5 means strongly agree). For questions number 9 and 10, they are open questions to students. Table 1 shows the contents of the questionnaire.

Table 1

No	Section A: Effect of implementation of BYOD on e-learning
1	Implementation of BYOD on e-learning can help to increase personalization of learning.
2	Implementation of BYOD on e-learning can help to increase interactivity in Technology lessons.
3	Implementation of BYOD on e-learning can help to increase engagement in Technology lessons.
No	Section B: Effect of implementation of BYOD with e-learning platform on 4Cs
4	BYOD with the use of Microsoft Teams as an e-learning platform can help me to apply knowledge and enhance my critical thinking skill in Technology lesson.
5	BYOD with the use of Collaboration Space of Class Notebook in Teams can facilitates sharing among classmates and collaboration work.
6	BYOD with the use of Class Notebook function in Teams can facilitates me to learn problem solving skill in Technology lessons.
7	BYOD with the use of Class Notebook, Chat and Assignment functions in Teams can facilitates communication between students and teachers in Technology lessons.
No	Section C – Overall Comments
8	Overall, implementation of BYOD and use of Microsoft Teams as an online learning platform are useful and effective for me to learn in Technology class.
9	Overall, please state any comments about implementation of BYOD
10	Overall, please state any comments about use of Microsoft Teams as an e-learning tool

8. Findings

8.1. Analysis of effect of implementation of BYOD on e-learning:

In Table 2, the mean scores of questions 1 to 3 are relatively high. It means that Effect of implementation of BYOD on e-learning is successfully to increase personalization of learning, interactivity and engagement in Technology lessons. Table 2 shows the mean score of questions number 1 to 3.

Table 2		Table 3	
Question	Mean of scores	Question	Mean of scores
1	4.3	4	3.4
2	4.2	5	3.8
3	3.9	6	3.3
		7	3.8

8.2. Analysis of effect of implementation of BYOD with e-learning platform on 4Cs:

In Table 3, the mean scores of questions 4 to 7 are all above average. It means that it's effective to implement BYOD with e-learning platform on 4Cs especially for collaboration and communication. Table 3 shows the mean of scores for questions number 4 to 7.

8.3. Feedback from students

Table 4 shows the mean of score for question number 8.

Table 4	
Question	Mean of scores/Feedback
8	3.8

Overall, students agree that implementation of BYOD and use of online learning platform is useful and effective for them to learn in Technology class. For question 9, some students think that implementation of BYOD is effective for them to make enotes and look for information with their own devices. For question 10, some students think that Microsoft Teams has lots of functions for communication and interaction; however, a training of how to use the system can be given before the studies to get more familiar with some of the useful functions.

9. Future Research

In the future, focus can be put on impact of BYOD on different kinds of personalities and learning styles of students. Students can be grouped by their learning styles. More studies can be done on how e-learning can improve critical thinking skill of students.

10. Summary & Conclusion

Implementation on BYOD in our school can successfully helps e-learning by increasing personalization of learning, interactivity between students and engagement in the class. BYOD with the use of Teams as an e-learning platform can help students to enhance 21st century learning methodology - 4Cs which includes critical thinking, collaboration, creativity and communication.

Acknowledgements

I would like to offer my special thanks to Ms. Melaine Lee, Principal of Maryknoll Convent School (Secondary Section), for her support and guidance to me in Technology Education.

References

- 21st Century Skills. Retrieved from http://science.nsta.org/enewsletter/2004-06/P21_MILE_Guide.pdf Mueller, J. (2006). Authentic assessment toolbox. Retrieved from *Journal of Online Learning and Teaching* website: <http://jonathan.mueller.faculty.noctrl.edu/toolbox/whatisit.htm#looklike>
- Bass, M., & Haghghi Movahed, S. (2018). To what extent can 'bring your own device' be an enabler to widening participation in higher education for the socially disadvantaged?. *Journal of Perspectives in Applied Academic Practices*, 6(1), 3-11. http://shura.shu.ac.uk/18802/1/_staffhome.hallam.shu.ac.uk_STAFFHOME2_5_fdrmb5_MyWork_~Research~_BYOD%20for%20Disadvantaged_JPAAP_Published%20Journal.pdf
- Canez, D. (2018). *21st century learning practices: A case study of student response and motivation in the classroom*.
- Lance, D., & Schweigert, M. E. (2013). *BYOD: Moving toward a more mobile and productive workforce*.
- Otti, Obinna G. (2018). "Bring Your Own Device (BYOD): Risks to Adopters and Users" . Culminating Projects in Information Assurance. 73. https://repository.stcloudstate.edu/msia_etds/73
- Resilient Educator Editorial Team. (2020). *What is BYOD (Bring Your Own Device) and Why Should Teachers Care?*. Resilient Educator. <https://resilienteducator.com/classroom-resources/what-is-byod-bring-your-own-device-and-whyshould-teachers-care/>
- Safar, A. H. (2018). BYOD in Higher Education: A Case Study of Kuwait University. *Journal of Educators Online*, 15(2), n2.
- Sri, K. U., & Krishna, T. V. (2014). *E-Learning: Technological Development in Teaching for school kids*. International Journal of Computer Science and Information Technologies, 5(5), 6124-6126.

The Journey of Teaching Swift Playgrounds in Hong Kong Context

Hing Yip Lau

Department of Technology Education

St. Margaret's Co-educational English Secondary and Primary School

ericlau.me@gmail.com

***Abstract:** Swift Playgrounds can be the start point for every beginner who wants to learn Swift. In this article, the experiences of introducing Swift Playgrounds in the Hong Kong context will be shared and its challenges will also be discussed.*

Keywords: Swift, Swift Playgrounds, SwiftUI, Everyone Can Code, Objective-C

1. Introduction

It is better to talk about the trend of using the iPhone since 2007. At that moment, it was a breakthrough of using a touchscreen to control the phone and a user could install third-party apps to expand the usability of the phone. To develop an app that could install in the first few generations of the iPhone, developers needed to know a programming language named Objective-C. It inherits the syntax, primitive types, and flow control statements of C and adds syntax for defining classes and methods mentioned by (Apple Inc., 2014). C is a programming language that has been used for more than decades. This was the reason why Objective-C was based on C for further development so that more developers could adapt and started using Objective-C to develop apps for iPhone.

Due to the rapid development of the iPhone, the performances, and functionalities of apps in the phone cannot be frozen. Objective-C may not satisfy the needs of developing more and more advanced and efficient apps. In addition, Objective-C is still hard to learn and write compared with the newly developed programming languages.

Swift, a newly developed programming language by Apple, was introduced in 2014. One of the reasons why Swift introduced is because of fast. The same program was written by Swift rather than Objective-C is running faster. Another reason is that Swift is simpler and more understandable. Look at the following example from (Altexsoft, 2018).

Objective-C:

```
NSString *firstmessage = @"Swift is better.";  
NSString *secondmessage = @" Do you agree?";  
NSString *message = [NSString stringWithFormat:@"%s%s", firstmessage, secondmessage];  
NSLog(@"%s", message);
```

Swift:

```
let firstmessage = "Swift is better."  
let secondmessage = "Do you agree?"  
var message = firstmessage + secondmessage  
print(message)
```

2. Why Teach Swift?

As mentioned before, Swift is a newly developed programming language to develop the latest apps in iOS or similar environments. It is imperative to introduce Swift to the current apple developers and those who like to use the Apple products. Apart from Android, the market share of Apple products is significantly indicated by (Statista, 2022). But how to introduce Swift is a crucial question. Apple takes the initiative to create an app named Swift Playgrounds as an entry point for introducing Swift. As a technology teacher, introducing 21st-century skills to my students is a mission. Based on this app, I also planned how to let more students know about Swift.

3. Difficulties in Teaching Swift Playgrounds

Swift Playgrounds had been introduced in my school in 2017 but it was not as smooth as one's thought. At that moment, Swift Playgrounds could only be installed on iPads. Although my school introduced 1 to 1 iPad programme in 2014 and students could bring their own iPads to have lessons, Swift Playgrounds could only be installed on those iPads that could be upgraded to the latest iOS/iPadOS version. As a result, some students could install, and some could not. Due to this, I allowed my students to work in pairs for their coursework or projects. I also prepared some iPads with Swift Playgrounds as spares. Those arrangements, in contrast, gave more opportunities for students to co-operate and teach one another.

Swift Playgrounds have different templates for users to design different types of playgrounds (programs) such as answers, shapes, and others. It is easy for students to start with; however, the syntaxes that they use may not completely look like Swift. For example, "show" will be used in the "answer" playground, but "print" will be used in Swift. Students may need to adapt to the changes. Moreover, the syntaxes used among the templates are not compatible. Some syntaxes that you use in one template may not work in other templates. Students take time to remember different syntaxes in different playgrounds. While teaching, it is better to give more examples to students when focusing on different playgrounds. In addition, it is difficult to customize the interface in each playground. Students may not really feel it like an app that they use, and the playground design may not be completely transferred to XCode in a Mac environment. Students' programs can only be restricted in Swift Playgrounds. Finally, Swift Playgrounds was a newly developed app at that moment. The materials that you could find on the Internet were limited especially in Chinese versions, but Apple has created a lot of resources later. "Everyone can code" is one of the typical examples.

4. Learning Objectives, Teaching Strategies and Assessment of Teaching Swift Playgrounds

One of the learning objectives of teaching Swift Playgrounds is to train students to equip computational skills so that they can handle a complex problem, understand what the problem is and develop possible solutions. In the scenarios found in the Swift Playgrounds, students can learn the concepts of decomposition, abstraction, pattern recognition and algorithm design. In the example of "4 blocks", students learn to focus on handling 1 block first and then they apply abstraction to eliminate the components of mountains, rivers and grasses so they can have a clear picture of their solutions. In addition, they can identify the pattern to simplify the final solution. Through trial and error, and comparison in the simulation, they can draw a conclusion to find the best solution. Second, students can be trained to apply coding skills to solve their daily life problems. For example, students have written an app to find the BMI value and provide suggestions to the users.

There are different approaches to learning Swift thru the Swift Playgrounds. Teachers can give direct instruction and guide students to write the codes line by line, but they may not really know what they have done. In the Swift Playgrounds, students can start with a game-based approach. Students try to get gems as many as they can, but they

need to apply different programming skills to reach their goals. Once they have the fundamental skills of programming. They can enrich their skills through a task-based approach. For example, students can base on other subject content to create a question-and-answer short quiz in Swift Playgrounds. The complexity of the task can be adjusted to suit diverse learners. Advanced learners can provide an individual response to each question. As for the less able, they can focus on the summative response.

Assessment is the practice of collecting evidence of student learning mentioned by (CDC & HKEAA, 2021). In my assessment of learning, coding without errors is not the only criterion. Creativity is also a key element in the assessment. Sometimes, students' codes cannot be executed but their ideas and varieties can also be appreciated and shared among students.

5. How to introduce Swift Playgrounds?

Although there are a lot of difficulties when teaching Swift Playgrounds, it has a lot of attractive points for beginners. In Swift Playgrounds, there are some well-designed playground books (packages) such as the "Learn to Code" series. Apple makes use of interactive characters like Byte to introduce the concepts of computational thinking and includes a lot of games to guide students on how to write simple Swift functions/programs. Students were motivated to learn while playing at first. After a few trials, some students might lose interest gradually. They needed to have a stimulus to keep on learning. If students could apply what they had learned, it could reinforce their learning. In my teaching, I did not intend to set a theme for each task. Students could apply what they had learned based on the characteristics of different playgrounds. Some students made use of the "answer" playground to classify animals. Some designed a maze for players to solve by using a "puzzle world" playground. Some wrote a simple guessing number game. Some made an e-card, and some were also used for plotting graphs and doing data analysis by using Swift Playgrounds. Students had a lot of ideas and made a lot of varieties. Apart from it, I made full use of the extensibility of Swift Playgrounds. It could link up with different physical devices such as micro:bit, sphero, drone etc. Students could write programs to interact with those devices. For example, they could control a set of drones to do some performances. Students' motivation was raised once again.

6. The Challenges of Swift Playgrounds

Some may have a query why not teach XCode (an IDE tool of making Apple apps) directly. XCode must be run in a Mac environment. In Hong Kong, most students have iPads rather than Macs. It may create an obstacle to promoting Swift programming. In addition, Swift Playgrounds is more approachable than XCode. It is more interactive and fun. It is good for first-time coders.

Swift Playgrounds have had some breakthroughs recently. First, the SwiftUI library can be imported into Swift Playgrounds. It extends the ability to design the user interface of an app. It can also provide a live preview. Students can preview their apps without running the code. In addition, it is cross-platform. The designed interface can easily be transferred into different devices such as iPhone, Apple Watch, and others. Second, using Swift playgrounds can truly build an app instead of using XCode. Although XCode is still the most powerful tool for building apps in the Apple environment, Swift Playgrounds greatly narrows the threshold of making iOS/iPadOS apps.

This year, a Swift Coding interest group has been set up to promote Swift through Swift Playgrounds. It can help students raise the levels of Swift coding and have an opportunity to join a world conference such as Worldwide Developers Conference (WWDC).

Most bundle apps in Apple such as Pages, Numbers and Keynotes can be accessed online. To arouse more first-time coders to step on Swift, putting Swift Playgrounds online is an essential step. Students can learn and develop without the boundaries of devices, and they can also collaborate easily.

7. Conclusions

Equipping students with coding skills are necessary for the 21st century. Although Swift is not a programming language adopted by the new Information and Communication Technology curriculum in HK. However, the trend of using Apple products has still prevailed. The demand for Swift developers is still popular. Introducing Swift Playgrounds can open a gateway for the first-time coders to learn Swift but more enrichments in Swift Playgrounds should be added to make everyone can code with Swift. Students and teachers should also prepare themselves as life-long learners to adapt to the changes in Swift Playgrounds. It expects more and more sharing and materials related to Swift will also be released.

References

- Apple Inc. (2014). *Programming with Objective-C*. Retrieved from <https://developer.apple.com/library/archive/documentation/Cocoa/Conceptual/ProgrammingWithObjectiveC/Introduction/Introduction.html#~:text=Objective%2DC%20is%20the%20primary.capabilities%20and%20a%20dynamic%20runtime>
- Altexsoft (2018). *Swift vs Objective-C: Out with the Old, In with the New*. Retrieved from: <https://www.altexsoft.com/blog/engineering/swift-vs-objective-c-out-with-the-old-in-with-the-new/>
- Statista (2022). *Share of global smartphone shipments by operating system from 2014 to 2023*. Retrieved from: <https://www.statista.com/statistics/272307/market-share-forecast-for-smartphone-operating-systems/#:~:text=Smartphones%20running%20the%20Android%20operating,percent%20share%20of%20the%20market>
- CDC, HKEAA (2021). *Information and Communication Technology Curriculum and Assessment Guide*. HK: EDB.

以基本手機應用程式促進智障學童獨立學習

Promoting independent learning for students with intellectual disabilities with basic mobile applications

李佩茜¹

¹道慈佛社楊日霖紀念學校

* pslee@yyl.edu.hk

【摘要】 把學生內容與日常應用連結，在構思課堂活動中，加入日常生活將使用的應用程式，成為應用體驗以及延伸的一部份，同時配合特殊學習需要學生的資訊科技能力，建構一個全面的自主學習模式。期望學生能按自己的步伐及能力作出選擇和善用資訊科技工具學習，提升其學習動機，並能加強自主學習的技巧。我們配對簡單而合適的免費資訊科技工具，體現了「以基本手機應用程式促進智障學童獨立學習」。從數據中可見學生能隨時隨地取得運用應用程式，同時能按自己步伐調節學習進度。同時，教師也能了解學生學習的喜惡，並設計正增強的學習流程與任務，讓學生在預設學習環境中有更大的發揮機會。

【關鍵字】 特殊學習需要；自主學習；資訊科技；應用程式；學習動機

Abstract: Connect students' content with daily applications and add applications that will be used in daily life in the design of classroom activities to become part of the application experience and extension. At the same time, according to the information technology capabilities of students with special learning needs, comprehensive self-directed learning is constructed. model. It is expected that students can make choices at their own pace and abilities and make good use of information technology tools to improve their learning motivation and enhance their self-directed learning skills. Our pairing of simple and suitable free IT tools embodies "Promoting Independent Learning for Students with Intellectual Disabilities through Basic Mobile Apps". It can be seen from the data that students can access and use the application anytime and anywhere, and can adjust their learning progress at their own pace. At the same time, teachers can also understand students' likes and dislikes in learning, and design positive learning processes and tasks, so that students have greater opportunities to play in the preset learning environment.

Keywords: Special Learning Needs, Self learning, Information Technology, Application App, Learning Motivation

1. 前言

本校為一所特殊學校，主要服務 240 位由 6 至 18 歲之輕度智障學童，其中部份混合自閉、過渡活躍等特殊學習需要。於十五年前，學校參與了由香港大學籌辦的融通計劃，從主流課程中修訂課程內容，讓有特殊學習需要的學生能得到同齡的學習經歷，並聯合多所特殊學校合作，建立課程發展、學習模式等等的研究小組。

我們一直推動自主學習模式，讓學生能按自己的能力及興趣，選擇適合的學習資源，並了解自己的進度作反思。



圖 1 自主學習模式

How to Help Students Develop Projects Independently for Self-Directed Learning (2016), <https://www.semanticscholar>

2. 以基本手機應用程式之教學過程

流動裝置已基本上成為我們的配備之一，我們希望善用它預載的應用程式，推動學生自主學習，同時為了未來的獨立生活來準備。相關的教學過程包括：

表 1 教學過程

日期	第一節	第二節	第三節	第四節
上課模式	實體課	樂學在家 ZOOM	實體課	樂學在家 ZOOM
流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知識重溫 2. 任務 <ul style="list-style-type: none"> - 課室座位表 - 學校不同方向的建築物 3. 紀錄學習成果 4. 自我評估 5. 期望 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知識重溫 2. 任務 <ul style="list-style-type: none"> -我的家不同方向的建築物 3. 紀錄學習成果 4. 自我評估 5. 期望 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知識重溫 2. 任務 <ul style="list-style-type: none"> - 正向課室 - 方向旗盤 - 路線設計 3. 紀錄學習成果 4. 自我評估 5. 期望 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知識重溫 2. 任務 <ul style="list-style-type: none"> - 延伸研習 - 學校開放日 3. 紀錄學習成果 4. 自我評估 5. 期望
課堂錄影	第二節: https://drive.google.com/file/d/1lagE28F7PIR4f0imr0wXbuAoKodYqqLY/view?usp=sharing		第四節: https://drive.google.com/file/d/1WjaR4bkbV1_LO78RAiHyhfYO49ZHx7oE/view?usp=sharing	

構思這個意念，主要圍繞「簡單」、「易用」及「免費」，同時我們期望能夠：

2.1. 運用熟悉的環境

我們選擇設定學生熟悉之環境作為學習主題，例如：學校、我的家、常去的店等，讓學生更投入，同時，善用 Google FORM 讓學生隨時隨地向老師作出回饋。

2.2. 打破局限

學習活動按上課模式改變，配合學生身處之學習環境及使用之學習工具。學生可以以真實之地點及工具實習日常生活的應用，能真真切切體現「認識八個主要方向」及「應用指南針」。

3. 教學法應用

其中我們加入探究式學習和協作式學習於學習流程與編排中，學生通過探究式學習觀察生活所發生現況，然後從教師的提問中而歸納出學習重點；過程中，學生也會通過協作式學習作互相提昇，運用自己的長處，給予同組同學體驗及經歷，例如：

表 2 探究式學習和協作式學習之例子

探究式學習(例子)	協作式學習(例子)																		
<table border="1"> <tr> <td>喜愛學習</td> <td>溝通</td> <td></td> </tr> <tr> <td>西北方</td> <td>北方</td> <td>東北方</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>仁愛與寬宏</td> </tr> <tr> <td>西方</td> <td>中心點</td> <td>東方</td> </tr> <tr> <td>公平與公正</td> <td>感恩</td> <td></td> </tr> <tr> <td>西南方</td> <td>南方</td> <td>東南方</td> </tr> </table> <p>正向教室</p>	喜愛學習	溝通		西北方	北方	東北方			仁愛與寬宏	西方	中心點	東方	公平與公正	感恩		西南方	南方	東南方	<p>仔寶兄弟到了天一商場三樓要向甚麼方向走才到達豆琴社呢？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 仔寶兄弟先要向__西 2. __走 3. 再向__東__走 4. 再向東方走 5. 6.  <p>路線設計</p>
喜愛學習	溝通																		
西北方	北方	東北方																	
		仁愛與寬宏																	
西方	中心點	東方																	
公平與公正	感恩																		
西南方	南方	東南方																	

資源庫應用了以下的電子工具：

3.1. 學習工具（免費）：影片資源

表 3 學習任務之例子

	內容	物質	參考資源
★ 已完成 <input type="checkbox"/>	正向課堂 1.		 八個方向
★★★ 已完成 <input type="checkbox"/>	方向棋盤 1.		 康樂棋 棋盤
★★★★ 已完成 <input type="checkbox"/>	路線設計 1. 參考右方簡報，指示選定的角色到選定的地點 ● 琴社 ● 餐廳 ● 其他 2. 利用八個方向指示他到目的地	 豆琴社  美食大搜查	 美食大搜查  薩莉亞
已完成 <input type="checkbox"/>	主題：_____ 內容：_____	●	

3.2. 探索工具（免費）：

Google FORM（自製）、Google Slide（自製）及 Google MAP

表 4 探索工具（免費）之例子

Google FORM	Google Slide 及 Google MAP
	
16-3-2021 自我評估	路線設計 - 豆琴社

4. 評估及回饋

4.1 評估的目標:

4.1.1. 認識八個主要方向 4.1.2. 應用指南針

4.2 評估的工具:

4.2.1. 認知評估：課業、工作紙、評估卷

4.2.2. 態度評估：Google FORM、Google Slide、連結 Click Rate

4.3. 評估的分析和結果:

4.3.1. 學生對日常生活應用「方向」更有信心 4.3.2. 科技提昇了學生的學習動機

5. 總結及反思

5.1. 創新:

5.1.1. 混合媒體，引發學習動機

我們按主題活動需要而選擇活動背景空間，配合使用一至兩種科技，加強學生的體驗。

5.1.2. 運用免費資源延伸學習

我們特別為課堂任務加入影片及學習資源，讓學生在能自我選擇及尋求相關支援，而該資源為關鍵字搜尋結果，讓學生學習不受限制。

5.2. 持續性及具普及意義:

5.2.1. 科技應用得宜，事半功倍

我們需要了解各科技的特性，以便選擇恰當的工具，就如精心設計的菜式，讓人沒齒難忘。

5.2.2. 學習活動，錦上添花

假如要整個課均使用科技直播，無論學生與教師都會感到吃力，但若能按需要的加入相關的學習活動，則會錦上添花，畫龍點睛，有實際的生活體驗。

5.3. 反思分享:

5.3.1. 自主學習模式

在資訊科技之輔助下，自主學習模式有趣得多，更能配合學生的能力和需要，讓學生選擇自己所學，更易於投入學習。同時，我們需要與時並進，以及了解學生學習模式之改變趨勢與相關技術，隨時調配，引發學生的學習動機。

5.3.2. 善用工具的優勢

我們善用各工具的優勢，以簡單為優先，期望學生能以最直接的方法學習，而不是從複雜的建構過程累積挫敗感，削弱學習的動機。

參考文獻

Education World (2014). *Mobile Devices Empower Students With Special Needs*.

https://www.educationworld.com/a_tech/apps-special-needs-disabilities-assistive-technology-students.shtml

Simon Hayhoe (2020). *Supporting Children with Special Needs and SEN at Home Using Smartphones and Tablets*.

<https://blogs.bath.ac.uk/education/2020/03/24/supporting-children-with-special-needs-and-sen-at-home-using-smart-phones-and-tablets/>

Santi Caballé (2010). *Using Mobile Devices to Support Online Collaborative Learning*.

https://www.researchgate.net/publication/220056796_Using_Mobile_Devices_to_Support_Online_Collaborative_Learning

我能夠運用資訊科技工具協助理解問題
13 則回應



圖 2 自我評估(其中一題)
我能夠運用資訊科技工具協助理解問題

Implementing a School-based STEM Education Strategically and Systematically in a Hong Kong Primary School

Herman Yu Hin LEUNG

Panel Head and Curriculum Developer of ICT&STEM Education

Head of Teacher Professional Development

Po Leung Kuk Hong Kong Taoist Association Yuen Yuen Primary School

Corresponding author's email address: herman@yyyps.edu.hk

Abstract: *The Education Bureau (EDB) of Hong Kong published an official document related to computational thinking (CT) and coding education in 2020, named as the “Computational Thinking - Coding Education: Supplement to the Primary Curriculum”, to facilitate teaching and learning of computational thinking and coding education in local senior primary schools. At the same time, the Curriculum Development Council (CDC) of Hong Kong has also encouraged and recommended schools to promote a school-based STEM education and CT education, to meet the needs of 21st century learners. In response to the school mission and vision, as well as the focal points of ongoing renewal of the school curriculum updated by the Education, the author has run a SWOT analysis and identified that there was a strong need for the school to promote and implement a systematic STEM Education Programme strategically to further promote, computational thinking education, IT in Education and STEM Education in the end of the school year of 2018/19, to further inspire students’ potential, promote whole-person education and life-long learning, enhance the learning motivation and lesson interaction, and enhance teaching and learning efficiency and effectiveness in all disciplines. Hence, the author started planning for the school-based STEM Education Programme with enhancement of eLearning, Online Learning, Parental Involvement and Teacher Professional Development with a 3-year plan. The author has run an action cycle adapted from Machmer and Steeger (2002), to plan, implement and evaluate a school-based STEM Education Programme, aiming at supporting the whole-school development.*

Keywords: IT in Education, Computational Thinking Education, STEM Education, eLearning, Online Learning

1. Introduction

Our school aims to inspire students’ potential and promote the ideas of whole-person education and of lifelong learning through a diverse curriculum to meet the needs of our metropolitan city-Hong-Kong in the new millennium. Also, our school is committed to providing a caring and stimulating environment where children are joyful and secure enough to be able to work to the best of their ability. We intend to develop a positive, loving, lively, open, supportive, and joyful school culture, and have a dream that pupils will love going to school and have sweet memories of school days, teachers will enhance their professionalism and parents will enjoy their parenting.

The Education Bureau (EDB) of Hong Kong has published a draft document and an official document related to computational thinking (CT) and coding education in 2017 and 2020 respectively, named as the “Computational Thinking - Coding Education: Supplement to the Primary Curriculum”, to facilitate teaching and learning of computational thinking and coding education in local senior primary schools (The Curriculum Development Council, 2020).

At the same time, the Curriculum Development Council of Hong Kong has also encouraged and recommended schools to promote a school-based Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education and CT education, to meet the needs of 21st century learners.

More importantly, the Curriculum Development Council has also updated the curriculum guides for all Key Learning Areas (KLAs). Under the context of ongoing renewal of the school curriculum, the Four Key Tasks have been updated as follows (The Curriculum Development Council, 2017):

- i) Moral and Civic Education: Values Education
- ii) Reading to Learn: Reading across the Curriculum
- iii) Project Learning: Integrating and Applying Knowledge and Skills across Disciplines (e.g. STEM Education)
- iv) IT for Interactive Learning: IT for Self-directed Learning

In response to the school mission and vision, as well as the focal points of ongoing renewal of the school curriculum updated by the Education Bureau as mentioned above, the author has run a SWOT analysis and identified that there was a strong need for the school to implement a systematic STEM Education Programme to further promote IT in Education, CT Education and STEM Education with enhancement of Parental Involvement, eLearning, Online Learning and Teacher Professional Development in the end of the school year of 2018/19, to further inspire students' potential, promote whole-person education and life-long learning, enhance the learning motivation and lesson interaction, and enhance teaching and learning efficiency and effectiveness in all disciplines.

Therefore, the author started planning for the school-based STEM Education Programme as a 3-year plan and from arranging "One lesson a week" for the STEM Education activities for the academic year of 2019-20 using the Flexibility Suggested Time Allocation (19% of the total lesson time in the primary curriculum) as suggested by the Education Bureau. In these three years, the author has established and been managing a core team for STEM Education, eLearning and Online Learning and Teacher Professional Development. The timeline for different milestones will be shown in section 2, while the conceptual framework and the action strategies will be mentioned in Section 3 and Section 4 respectively. Lastly, a reflection will be mentioned in Section 5.

2. Timeline for Objectives

Tasks/Milestones (✦)	2019 - 2020				2020 - 2021				2021 - 2022			
	June - Aug	Sep - Nov	Dec - Feb	Mar - May	June - Aug	Sep - Nov	Dec - Feb	Mar - May	June - Aug	Sep - Nov	Dec - Feb	Mar - May
Draft the Development Plan	V											
Propose to the Principal - 1 Lesson for STEM Activities - Develop a STEM Core Team - Arrange Gifted Programme (3 STEM Teams)	V											
Plan (1): P1-P6 STEM Activities Preparation	V	V										
Plan (2): STEM Core Team Members Recruitment and Planning Gifted Programme	V	V										
Implementation (1): STEM Activities		V	V	V								
Implementation (2): Gifted Programme			V	V								
Evaluate (1&2): STEM Activities and Gifted Programme					V							

Draft the Further Development Plan					V							
Propose to the Principal - <i>Double Lesson for STEM Activities</i> - <i>eLearning & Online Learning Core Team</i> - <i>Expansion of the Gifted Programme (6 STEM Teams)</i>					V							
Plan (3): P1-P6 STEM Activities Preparation					V							
Plan (4): Expansion of Gifted Programme					V	V						
Plan (5): Teacher Professional Development for eLearning and Online Learning					V	V						
Implementation (3): P1-P6 STEM Activities Preparation						V	V	V				
Implementation (4): Expansion of Gifted Programme							V	V				
Implementation (5): Teacher Professional Development (T.P.D.) for eLearning and Online Learning								V	V			
Evaluation (3, 4 & 5): STEM Activities, Gifted Programme and T.P.D.									V			
Draft the Further Development Plan									V			
Propose to the Principal - <i>Teacher Professional Development</i> - <i>Parent Education and Parental Involvement</i>									V			
Plan (6): Teacher Professional Development									V	V		
Plan (7): Parental Involvement									V	V		
Implementation (6): Teacher Professional Development											V	V
Implementation (7): Parental Involvement											V	V

3. Conceptual Framework & Curriculum Framework

3.1. STEM Education

Interdisciplinary studies such as integration of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) has been promoted since the 1930s, researchers believe that integrated studies not only help learners to build a deeper and

long-lasting understanding of general concepts, but also provide better learning opportunities and experiences for learners, in comparison with teaching in isolated subjects (Newell, Wentworth, & Sebberson, 2001). In addition, integrated studies like STEM Education may effectively help to enhance students' various generic skills, such as creativity, problem-solving, and critical thinking skills, which are extremely important for learners in the 21st century (Leung, 2021a; Leung, 2021b).

In our school-based STEM Education Curriculum, hydroponic, science experiment, 3D Printing, robotic activities and other STEM activities are arranged, to provide learning opportunities for students to integrate and apply the knowledge and skills learned in classes in different disciplines, to solve real-life problems by hand.

3.2. ICT Education & CT Education

In the rapid spread of Information and Communication Technology (ICT) in the 21st century, new challenges for the education system have been created (Sharma, 2015). The third wave of education reforms has a strong focus on future effectiveness (Cheng, 2005). Moreover, Wing (2006, p.33) defined computational thinking (CT) as "problem-solving, system design, and understanding human behavior by using the basic concepts of computer science". There is no doubt that ICT Education and CT Education became extremely important in the 21st century, to prepare students for the future. Therefore, the author integrated ICT Education and CT Education into the STEM Education Curriculum.

The school-based ICT & CT Education Curriculum does not aim at assisting students to construct knowledge and skills on the basic computer skills, such as basic computer system and control, Microsoft and Google word processing and spreadsheet etc. Instead, the curriculum focuses on the development of Computational Thinking (CT) skills through different e-platforms, such as Scratch, Micro:bit, App Inventor and CoSpaces Edu, focusing on enhancing students' Problem-solving Skills, such as Testing and debugging. Abstracting and modularizing and Algorithmic thinking.

3.3. Online Teaching and Learning

Since the Coronavirus disease (COVID-19) spread to Hong Kong in Early 2020, the Education Bureau has announced school suspension and changed the teaching mode from face-to-face (F2F) to an online learning mode several times. Gherheştoian, Fărcaşiu, and Stanici (2021) has conducted a quantitative approach based on the sociological survey method to study students' preferences and behavior between the F2F and online learning mode, the result shows that students have relatively lower learning motivation in online learning.

Hence, a school-based teacher professional development is extremely important to keep teachers up to date with the newest teaching strategies with online teaching and learning, to enhance students' learning motivation in class.

3.4. eLearning

As mentioned above, pedagogy has significant variations between F2F teaching and online teaching, thus, education reform and enhancing teachers' pedagogical knowledge and pedagogical content knowledge in online learning is essential to enhance the teaching and learning efficiency and effectiveness under the COVID-19 pandemic.

The uses and pedagogies of e-learning are important to enhance lesson interaction, students' learning motivation and teaching effectiveness. Nowadays, e-learning pedagogies have even become essential for online learning.

3.5. Home-school cooperation

Parental Involvement has been determined as one of the key factors for successful education, as a significant positive correlation between parental involvement and student outcomes and achievement are found (Hoover-Dempsey & Sandler, 1995; Đurišić & Bunijevac, 2017). Thus, schools should develop a close partnership with parents to enhance home-school cooperation.

4. Action Strategies of Implementing the School-based STEM Curriculum

4.1. School-based Curriculum Development

In 2019/20, to promote a school-based STEM education activities and curriculum, a core team has been established. Subject Specialists of Computer Science, Mathematics, Science and Technology are invited to be the core team members of STEM, named as grade coordinators and vice panels. All core team members are newly joined teachers with less than 3 years of teaching experience. In this stage, all core team members are working in a role as an implementer and conductor, the candidate spent over 3 months in June to Sep 2019 to develop the horizontally and vertically aligning Curriculum for P1 - P6 STEM lessons.

All students will enjoy one 40-minute lesson every week to experience STEM activities. During the academic year, regular meetings and professional training with all core team members on a weekly basis were essential, to share the experience in instructional design and pedagogical content knowledge and content knowledge, aiming at enhancing all core team members' teaching and learning efficiency and effectiveness.

In 2020/21, the author has evaluated the teaching experience and difficulties from the last academic year, suggested adding one more lesson (80-minute in total) to the timetable to implement a more systematic and comprehensive STEM Education Curriculum with more ICT & CT learning elements. In this year, all grade coordinators and vice panels are not only working as an implementer, but also a curriculum developer. Regular meetings are continuously arranged but aiming at knowledge transfer and training the core members to be one of the curriculum developers.

In 2021/22, as a middle manager, identifying and unleashing teachers' potential is a key to success. Therefore, two experienced NET teachers with a sound background in computer science have been identified and invited to join the STEM core team members in 2021/22.

To further increase the core team members' sense of achievement and belongings to the school and to the curriculum, all core team members' names were printed on the school-based learning guide, on the school website, and department YouTube channel. Also, the author has invited the core team to participate in different events, such as the HKU CITE Teacher Award Scheme 2021 (In-STEM), CoolThink@JC Commendation Scheme and The Greater Bay Area STEM Excellence Award 2021.

4.2. Resources and Other Learning Experience

According to Williams (2011), timetabling and school resources allocation are the barrier in promoting STEM Education. Therefore, resources are an important key to maximize students' learning opportunities. The school should seek and apply community resources actively. For example, applying Quality Education Fund Thematic to receive professional support or funding from the organizer; applying Knowing More About IT Programme to further enhance students learning interest and basic knowledge in STEM through extra-curricular activities, to prepare students for integrating into the digital society in future; applying Enhanced 'My Pledge to Act' Funding Programme to enhance students' professional information literacy. Also, the school may seek different educational visits for free to enrich students' learning experience in STEM, such as visiting the FLOW - STREAM Learning for Schools, Sustainability Gallery, The Light Rail Depot Visit, Hong Kong Science Museum and more.

Furthermore, the school may build a strong connection with different Secondary School nearby and arrange STEM related activities to the students, such as arranging some workshops requiring a science laboratory with some special tools, which cannot be arranged at school for students, such as '3-day Bio-Tech Tasting Co-Organized School Programme' to learn about Biotechnology education.

4.3. Teacher Professional Development

There is no doubt that teachers play a significant role in providing students with relevant STEM education learning experience, and teaching STEM related concepts requires modern and specific teaching strategies (Lee, Chai & Hong, 2019). Also, STEM Education is a relatively newly introduced concept in Hong Kong, teachers may not understand the

purpose of promoting STEM Education. Therefore, teacher professional development is essential for all teachers. The school should strategically arrange numerous professional training sessions for teachers. The principals are listed below:

i) The Professional Training must be meaningful - The teacher-in-charge should communicate with the organizer and study the content deeply before arranging for other colleagues.

ii) Be convenient for colleagues - The workshop should be arranged in school during working hours if possible.

iii) From Macro, Meso to Micro - Arrange a professional development in introducing STEM education to all related subject teachers, then arrange special training to a specific group of teachers, and regular training for all core team members.

Also, the STEM coordinator should complete various middle management courses related to STEM implementation, such as Leadership Development Programme for Middle Leaders of Primary Schools and STEM Education Curriculum Planning Series for Primary School Leaders and Middle Manager

4.4. Home-school Cooperation

Thomas, Hong, Korkmaz and Nugent (2020) has conducted research and the study found that parent involvement has a significantly positive effect on students' quantitative skills and problem-solving skills in STEM content areas. Also, from the school perspective, it is also important to receive support from parents to promote STEM Education. Therefore, the school should develop a great partnership with the parent-teacher association (PTA) in the school. The school may provide eLearning, Online Learning and Information Literacy related workshop for parents, arrange parent-child STEM related activities, invite PTA to be the Evaluation Committee members of a STEM competition, such as 'P4 - P6 Scratch Creation Competition', invited parents to make a do-it-yourself (D.I.Y.) face mask case with students, invite parents with experience in STEM to help in extra-curricular activities, and more.

4.5. Gifted Education / Cater for Learning Diversity

Besides arranging a systematic STEM core curriculum for the whole school, the school may also promote gifted education and arrange various enhancement training for them. In 2021/22, nine teams are arranged for students, which are Tello Drone Team, Production Team (Campus TV), 3D Crafting Team, Robotic Team, iPads App Development Team, Amazing Engineering Team, VR & AR Content Creation Team, Web Development Team, and mBot Programming Team. The author arranged the gifted program strategically as shown below:

i) Increase the number of enhancement teams by years from 3 teams in 2019/20 to 9 teams in 2021/22.

ii) Teams should cover different learning areas to provide more learning opportunities to students.

iii) Students are not selected by their performance in academic subjects, such as mathematics and general studies. Students with low academic achievement may have a high potential in the area of STEM.

iv) Each student should not join more than two teams, to provide more opportunities to other students.

v) All teams should be taught by the school teachers instead of purchasing servers from other organizations. The author believes that the school may also unleash teacher potential through providing opportunities to them.

vi) The author arranges regular meetings with all team-in-charge teachers to review the learning objectives and process, so as to provide more advice for them to arrange gifted education programs for students.

During this year, our school has been awarded in different aspects in STEM education, which may indicate students' learning outcome and achievement after promoting the school-based STEM Education, such as 2021 Matatalab World Robotic Competition Champion of the world in Coding - Matatalab Coding Star Year Award, National Youth Drone Challenge (Hong Kong) Formation Flying Obstacle Challenge Champion, 2020 Asian Robotics League Hong Kong Challenge - CCK Cup (Primary and Secondary School) Robotics League Champion, The Primary Schools Science Competition in New Territories West Champion, 2019 Hong Kong STEM Tello Drone Competition

(Primary) Overall Champion, Tello Drone - Formation Flying's Coding Competition in the Greater Bay Area (Primary) Champion, and more.

4.6. School Renovation and Learning Resources

The classroom environment plays an important role in enhancing students' learning motivation and engagement (Hannah, 2013). The author has renovated an unused room in 2/F to be the STEM Laboratory in 2019/20, with new purchases of learning resources, such as laser cutter, 3D printer, interactive whiteboard, and more. In 2020/21 to 2021/22, the author has renovated the traditional 3/F Computer room to a model ICT Laboratory with the introduction of Internet of Things (IOT) and replaced all computers with new laptops.

5. Evaluation and Reflection of Developing the School-based STEM Education

The author has conducted a quantitative and qualitative analysis to evaluate the implementation of STEM Education at the end of every year. Results in the 2019/20 have shown that students enjoyed learning STEM activities, however, students reflected that the STEM activities are too challenging. In addition, most students stated that the STEM activities helped to enhance their creativity skills and problem-solving skills significantly. After the evaluation, the author decided to amend the level of difficulties of the curriculum, and to emphasize catering for learning differences and diversity through a regular and systematic teacher professional development, as well as the development of a STEM Website and YouTube channel to conduct asynchronous learning and flipped classrooms in the coming years.

In 2020/21, 394 responses were collected, the result indicated that the learning motivation on the designed STEM curriculum were significantly enhanced, and the gap of learning differences have been improved. In addition, students found the STEM Website and YouTube channel helped in their learning of STEM. After the evaluation, the author decided to enhance home-school cooperation and further promote teacher professional development to build a professional learning community in the school, to further enhance teaching and learning efficiency and effectiveness in conducting STEM Education.

Although all responses toward the STEM curriculum are positive and the teaching and learning efficiency and effectiveness have been enhancing over time, there are many challenges during the developing process.

i) Curriculum Development Process requires tons of time and work. Also, to further enhance teaching and learning efficiency and effectiveness, the Plan-Implement-Evaluate cycle should be an on-going process, so curriculum development is a long run. However, the input will return as a form of the sense of fulfillment, such as cultivating students' happiness, learning motivation and achievement.

ii) Guiding others to work consumes longer time and work than working alone. However, guidance is a form of investment, how much the investment is, matters how much the return will be.

iii) Sense of achievement and belongings are the key to keep colleagues engaged at work. It is extremely important to create a positive work environment and encourage colleagues to work together for students.

iv) Educational realm in the 21st century is full of multiple perspectives, technologies, and opportunities for both students and teachers. To keep all teachers up to date on the newest educational reform, curriculum standards and the latest teaching strategies, a regular systematic teacher professional development must be placed in school.

v) Home-school cooperation not only helps to develop students a positive attitude towards learning as a lifelong learner, but also improves students' behavior in the classroom, and enriches school programmes.

vi) Developing a brand-new comprehensive STEM curriculum in big steps every year is extremely risky in the view of school management, as it may affect lots of existing administration, such as timetabling, manpower, budget, school image, and more. In addition, there are lots of moves that require different department heads or middle managers

to collaborate and with Headmaster's approval, such as arranging teachers and parents' workshops, renewing, and adjusting curriculum, establishing enhancement teams, and more. The STEM Education Implementation cannot be done without the communication and collaboration with the school's middle managers, such as VPs, CDAA, TPD Coordinator, ECA Coordinator, Math Panel, GS Panel, and the most important, the principal.

Acknowledgements

The author would love to express my sincere gratitude to all colleagues of the school here. The promotion of STEM Education involves all parties in school, including but not limited to the principal, vice principals, curriculum developers, gifted-education coordinator, IT administrative coordinator, ECA coordinator, Panel Heads, Vice Panel Heads and Coordinators of all Key-Learning-Areas, Parents, Students, Officers and Janitors. It cannot be gone so far in a successful and smooth way without all the support!

References

- Cheng, Y. C. (2005). Three waves of teacher education and development: Paradigm shift in applying ICT. *ICT in Teacher Education*, 39.
- Đurišić, M., & Bunijevac, M. (2017). Parental involvement as an important factor for successful education. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 7(3), 137-153
- Gherheș, V., Stoian, C. E., Fărcașiu, M. A., & Stanici, M. (2021). E-learning vs. face-to-face learning: Analyzing students' preferences and behaviors. *Sustainability*, 13(8), 4381.
- Hannah, R. (2013). *The effect of classroom environment on student learning*.
- Hoover-Dempsey, K., & Sandler, H. (1995). Parental involvement in children. *Teachers college record*, 97(2), 310-331.
- Lee, M. H., Chai, C. S., & Hong, H. Y. (2019). STEM education in Asia Pacific: Challenges and development. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 1-4
- Leung, H. Y. H. (2021a). Systematic Literature Review of Integrating Computational Thinking into Mathematics Education. *US-China Education Review*, 11(4), 152-163.
- Leung, H. Y. H. (2021b). Integrating Computational Thinking into Mathematics Education. In *Doctoral student forum proceedings of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)* (pp. 7-12). Centre for Learning, Teaching and Technology, The Education University of Hong Kong.
- Newell, W. H., Wentworth, J., & Sebberson, D. (2001). *A theory of interdisciplinary studies. Issues in Interdisciplinary Studies*.
- Sharma, H. K. (2015). Role of ICT in Improving the Excellence of Education. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 7(8), 78.
- The Curriculum Development Council (2017). *Supplement to Mathematics Education Key Learning Area Curriculum Guide: Learning Content of Primary Mathematics*.
- The Curriculum Development Council (2020). *Computational Thinking – Coding Education: Supplement to the Primary Curriculum*. Retrieved March 15, 2022, from https://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/CT/CT%20Supplement%20Eng%20_2020.pdf.
- Thomas, J., Utley, J., Hong, S. Y., Korkmaz, H., & Nugent, G. (2020). *parent involvement and its influence on children's stem learning: A review of the research*.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1).
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

在疫情下推展校本運算思維 STEM 課程的挑戰與機遇

Challenges and Opportunities for School-based Computational Thinking STEM Curriculum Under the Pandemic

黃智仁*，蒙韋綸

鳳溪第一小學

* astomwcy@fk1ps.edu.hk

【摘要】本文是一篇透過教授小學三年級至五年級學生 STEM+C 計劃以發展其運算思維、設計思維和正向思維的教學設計以分享疫情下推廣校本運算思維 STEM 課程的經驗。所有課堂以運算思維發展 K-12 課程設計架構中提出的 7 個課程原則及 TPACK 教學法的 7 步理論為基礎，輔以設計思維、正向教育、鷹架理論、螺旋式學習和認知發展理論編制而成。課堂教學重點在於設計思維上的教授，教學法中引用提問(Questioning)、探究(Inquiry)、鏡射(Mirroring)及預測(Predicting)以加深同學對相關题目的認知。

【關鍵字】 運算思維；算法思維；教學計劃；設計思維；正向教育

Abstract: This article is going to share the experience of teaching P3 to P6 students STEM course under the pandemic. The course integrated several theories and concepts, such as Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), Design Thinking, Positive Education, Scaffolding Theory, Spiral Curriculum and cognitive-development theory. The focus of the course is how to guide the students walk the steps of design thinking. Thus, the design of the course applied questioning, inquiry, mirroring, and predicting to reinforce the students' knowledge of computational thinking, algorithmic thinking and design thinking.

Keywords: Computational Thinking, Algorithmic thinking, Design Thinking, Teaching Plan, Positive Education,

1. 前言

在疫情反覆不定的情況下，新科技的發展並不會因此而停下它的步伐，但很多課堂都已經受到不同程度的影響。各位教師努力摸索如何於這困境之下有效地根據香港教育局提出的指引（香港教育局課程發展議會，2015, 2020）推行校本 STEM 課程教學時，各種各樣新式的教學法及教學模式亦因此而出現。話雖如此，如何整合新型教學方法及模式並有效地實踐相關概念，仍然是一項極為重要的研究議題。

本文將由各項新型的教學法及概念定義出發，分享由重新整合課程到執行教學的過程，最後會討論反思及優化課程的部分。分析並提出在整合和設計過程中遇到的困難和挑戰，進而提出於實踐整合計劃時引發的思考。

2. 文獻回顧

2.1. 混合式學習 (Blended Learning)

它是近年於社會中熱門討論的一種新形教學模式。在反幅無常的疫情影響，愈來愈多學校和教師把這種全新的教學模式融入常規課程中。但應用的時候亦會常常把另一個概念相近的名詞搞混，那就是「翻轉教室」。「混合式學習」與「翻轉教室」最大分別之處在於前者結

合了面授課堂和網上課堂的好處並應用於設計課程中，而後則強調改變教學模式的順序。(Kintu, M.J., Zhu, C. & Kagambe, E., 2017)

2.2. 翻轉教室 (Flipped classroom)

過去大部分學校的教學模式均是於課堂中教授課堂內容，同學需要回家後才能完成作業及討論的部分。翻轉教室就是要把這個模式倒轉，同學首先在家中完成課堂內容 (包括影片、教學材料、工作紙等等)，回到校園課堂再完成相關作業和討論，讓同學有更多時間和空間與教師進行互動 (Uzunboylu, H. & Karagozlu, D, 2015)。這個教學模式概念最早於 2007 年的美國高中的兩位化學教師 (Aaron Sams 及 Jon Bergmann) 提出。

2.3. 合作探究學習法 (Cooperative Learning)

在 1985 年由斯拉溫 (Slavin) 提出其定義及概念。它是一種以常見應用於小班教學的一種教學模式。在不同的合作探究活動中，學生各自扮演不同的角色以進行不同的研究、討論和反思，務求共同學習以達成學習目標。此教學法強調各位同學組員的學習績效、互助互愛和人際及小組學習技巧。

2.4. 主題探索學習 (Project Based Learning, PBL)

它是一種以解決問題為課程主軸的教學模式。當教師思考需要同學在課堂上解決的問題、擬訂每一課的學習主題及設計相關的教學環境時，必須以同學的生活情景為出發點。讓同學產生共鳴並透過實踐和解決各種生活問題使他們對相關知識有更深入的理解。同學由傳統學習模式中的被動角色轉化為主動學習以完成由教師提供的生活任務。教師亦都由以往單向灌輸知識予同學的角色轉職成為同學的引導者。

2.5. 鷹架理論 / 螺旋式學習

2.5.1. 鷹架理論

此理論由一位蘇聯的心理學家維高斯基 (Vygotsky) 所提出，而其重點概念在於「近側發展區」(Slavin, R. E., 2015)。它是指兒童於現階段的能力水平跟需要他人協助才能達到的水平之間的差距。

2.5.2. 螺旋式學習

最早於 1960 年由傑羅姆·布魯納 (Jerome Bruner) 提出的一種教學法。這種設計的課程主要有以下三個核心的特質：循環性 (Cyclical)、深度提升 (Increasing Depth)、知識重溫 (Prior Knowledge)。所謂「循環性」是指同學需要多次回到同一學習主題、「深度提升」是指當同學回到一學習主題時需要用上的知識及經驗便會更多和更複雜。而「知識重溫」就是由同學的已有知識繼續出發，並深化已有知識而非從零開始。

2.6. 帕累托法則 (80 / 20 Rule)

這個法則的概念最早於 1895 年被一位意大利經濟學家帕累托 (Vilfredo Pareto) 提出並以他名字命名。這個法則同時亦有很多其他的名稱，例如：關鍵少數法則、最省力法則等等，但是在眾多名稱中最為人熟悉的莫過於八二法則 (Koch & R., 1999)。

最初帕累托 (Vilfredo Pareto) 發現了某地 80% 的生產力源自於當地 20% 的人口。後來在其他人的共同努力下發現，不管是努力和收獲、原因和結果之間，它們在很大的程度上擁有一種無法解釋的不平衡關係。這種不平衡關係的比例大約是 80% 比 20%。換而言之，大部分情況下 20% 或更少的變因控制最後大約 80% 的結果產出。由此，它的定義啟發了本文中的課節時數比例設計安排。相關詳細內容將會於第 6 部分中詳細說明。

2.7. 正向教育 (Positive Education)

由一位美國心理學家沙利文 (Martin Seligman) 於 2011 年提出。其目的是希望可以透過正向教育 (Joseph & S, 2015) 的框架發現兒童的性格強項，鍛鍊品格能力，使他們可以打好擁

有幸福人生的基礎。當中包含了五個幸福元素(PERMA): 正向情緒(Positive Emotions)、全情投入 (Positive Engagement)、正向關係 (Positive Relationships)、意義 (Positive Meaning)和成就感 (Positive Accomplishment)。

3. 重新整合課程的理念

重新整合課程的理念是希望同學可以透過體驗整個設計、製作和優化各個階段的成品，讓參與的同學掌握不同的運算思維知識 (CT Concept)、運算思維技能(CT Practices) 及運算思維視野 (CT Perspectives)。修畢課程後，同學們便有能力運用已有知識把創新想法利用數碼創意轉化並製作出個人作品的原型。課程對象為三至六年級的同學，他們並不需要掌握任何編程的技巧和知識。因為整個課程的設計是根據江紹祥教授於(2016)運算思維發展 K-12 課程設計架構中提出的 7 個課程原則由淺入深而作出規劃。

4. 課程目標

本課程的目標是為了通過有趣且獨特的學習體驗 (Clark, D, 2022) 培養學生於科技創新發明範疇的興趣、基本知識和技能以提升同學數碼創意和運算思維的技巧和能力。因此課堂以小組合作、案例分析的綜合實踐課堂形式進行，教學過程結合 TPACK 教學 (Setiawan et al, 2019) 並輔以職業生涯分享和專題研習，以提高學生於各個課題的熟練程度。

5. 預期課程學習成果

同學於修畢本課程後應該具備以下六項學習成果：可以展示出對於運算思維、物聯網、人工智慧、電路運作、編程技巧的基本原理知識和相關技能；對於設計思維步驟有基本的認識；可以開發簡易物聯網 / 人工智慧的小工具；遇上各種困難和問題時，仍然可以使用成長形心態面對；可以有效地應用和整合溝通技巧、運算思維技巧、創意思維技巧及解難能力以處理專案開發的過程；及根據課堂的內容而自發在家學習更深入的內容。

除了上述的六項成果外，同學亦應具備以下三項主要能力：展現對運算思維的知識和理解；具備獨立開發小工具的能力；理解物聯網、人工智慧等技術的日常應用。這三項能力的詳細標準可以參考表 1。

能力		標準
1	展現對運算思維的知識和理解	1.1 描述並解釋運算思維的概念
		1.2 指出應用運算思維解決問題時會遇到的不同情況。
		1.3 描述如何把運算思維應用在解決問題的過程中。
2	具備獨立開發小工具的能力	2.1 描述並解釋設計思維的基本原理和技能。
		2.2 描述並解釋各種不同電路板和感測器的功能及用途。
		2.3 展示為電路板、感測器和遊行編程的步驟及方法。
		2.4 展示開發獨立專案的能力
3	理解物聯網、人工智慧等技術的日常應用	3.1 描述並解釋物聯網、人工智慧等的基本原理。
		3.2 展示相關技術如何應用在設計專案的部分。

表 1 學生能力參考標準簡表

6. 學與教策略

6.1. 混合式學習 (Blended Learning)

以往由於編程課的時間有限，因此未能全面且深入地照顧每位同學的學習差異使不同進度的同學都需要統一按照教師的進度才能進行編程。同學可以於 Google Classroom 上預先下載學生材料(例如：教學筆記、簡報、編程檔案等等)並按照自身進度預先了解課堂的內容及嘗試編程。上課時，同學便可以一起討論在編程時遇到的問題並以更深入的角度進行教學。

6.2. 翻轉教室 (Flipped classroom)

本課程於電子學習平台 (例如：Google Classroom) 上為同學安排了自主學習的時間，並提供各種網上學習材料 (例如：新聞報章、案例研究、視頻和測驗)。讓同學可以於上課前實現預習課堂的效果，提升和評估課堂前同學對相關知識和概念的理解。除了安排了與預習材料相關的小測驗以確保同學有在家完成指定的學習任務之外，課堂上亦會有相關的討論活動配合使同學可以互相交流相關的意見以激發數碼創意。

6.3. 學員組成比例

有見於疫情的影響下同學之間相處的時間較往年更少，所以本課程亦希望同學可以於上課期間能夠感受到學校像大家庭一般互助友愛。

另一方面由於課程受到同學們的熱烈歡迎，因此報名人數亦較預期多。所以於甄選同學階段時以同學平時的學業成績以及在資訊科上課時的表現為標準並根據課程需要的學員組成比例錄取同學。由於本課程接受的同學年齡範圍比較廣闊由 3 年級至 6 年級不等，但主要的對象為四年級同學，因此他們會是優先取錄的對象。最後課堂取錄了 5 位 3 年級、9 位 4 年級、1 位 5 年級及 4 位 6 年級的同學 (各級學員比例為 5 : 9 : 1 : 4)，總共 20 位學員。不同年級的同學會被混合分組，並扮演不同的角色。

6.3.1. 三年級同學：動機強、愛發問。

三年級同學於本課程中扮演的角色是活力充沛、愛觀察生活和每事問的角色。因為他們正處於身邊每項事物都充滿好奇心的階段。因此他們的存在可以使課堂的氣氛更為輕鬆有趣，同時亦可以帶動高年級同學的互助友愛的想法。此外三年級同學亦會跟隨四年級同學一起學習一些較高階的 STEM 知識，進而激發思考，引起創碼創意思維。

6.3.2. 四年級同學：本課程的重點對象。

四年級同學是本課程的重點對象，但跟據以往的課程經驗得知若課程內只有同齡同學，他們的學習動機和課堂上的活力會相對比較弱。因此，本課程特意開放讓少數低年級同學可以參與這個課程以提升課堂氣氛製造一個更為合適的學習環境。同時四年級同學亦會更願意自覺協助其他三年級的同學。與此同時，他們亦會被三年級同學的好奇心激發興趣，接受挑戰學一些較難的 STEM 操作。

6.3.3. 五年級及六年級同學：帶領小組、協助較複雜操作。

他們於課程會被安排成為小老師的角色，並成為各小組的組長。主要負責領導小組討論、協調小組內部職責分配及監督工作進度。安排的原因是希望同學可以透過擔任小老師一職幫助其他同學解決問題和困難以培養他們成為領導者的能力。通過協助三年級與四年級的同學了解解 STEM 知識和較高難度的 STEM 操作過程，藉以培養他們的領導才能。最後促進所有同學正面的情緒和心理發展。

另一方面，由於本課程涵蓋的課題比較廣泛，因此難免會有同學出現習得性無助感的情況。為了減少同學因為習得性無助感出現而降低他們學習動機的情況，小老師的角色更顯重要。因為小老師需要協助和帶領未能跟上課程進度的同學組員以解決他們的問題。

同時，他們亦負責進行和協助同學進行一些比較複雜操作，例如接駁電子零件、協助剪設計圖等等。

6.4. 課時比例安排

根據疫情下的課堂指引及校方安排下，本課程總共為同學提供了 15 小時的課程內容 (包括 10 小時的面授課時及 5 小時的自主學習課時) 以全面地發展同學於科創範疇的興趣與技能。

6.4.1. 面授課時數比例安排

本課程面授課時數比例的設計結合了 STEM+C 計劃的課程指引、鷹架理論及帕累托法則而成。首先在設計課程的階段為各個課堂的部分加上「理論」或「實踐」的標籤。之後根據帕累托法則為各個課堂部加上時間比例。

架構	課堂部分	標籤
鷹架理論 / 螺旋式學習	課堂介紹	理論
	上一課知識重溫	
	本課堂知識重溫	
	下一課預告	
STEM+C 指引	To Play	實踐
	To Think	理論
	To Code	實踐
	To STEM	
	To Reflect	理論

表 2 課堂部分標籤參考

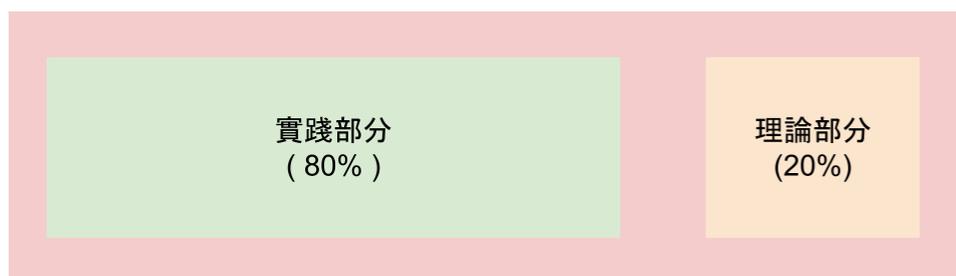


圖 1 面授課堂理論與實踐時數比例參考

6.4.2. 自主學習課時安排

5 小時的自主學習課時包括了同學閱讀新聞報章、案例研究、觀看視頻及完成課。

7. 課程內容

本課程總共為同學安排了 10 堂面授課，硬件方面由 Makey Makey 開始，之後使用 M5StickC。最後再到 HaloCode 的電路板。課程內容由淺入深，讓同學可以在每一個相關主題了解到相關的創新科技與日常生活之關的關係。詳細的課程安排，可以參考表 3。

表 3 課程概述一覽表

課節	主題	備註
1	Makey Makey - 貓捉老鼠	
2	Makey Makey - 水果派對	
3	Makey Makey - 設計專案	

4	M5StickC - 智能垃圾桶 I	簡介編程介面
5	M5StickC - 智能垃圾桶 II	認識並組裝電子元件
6	M5StickC - 智能垃圾桶 III	測試並優化作品
7	HaloCode - 人工智慧升降機 I	簡介編程介面
8	HaloCode - 人工智慧升降機 II	認識並組裝電子元件
9	HaloCode - 人工智慧升降機 III	測試並優化作品
10	課程總結及演示成品	



圖 2 課堂進行情況：同學互相幫忙



圖 3 課堂進行情況：同學製作泥膠按鈕



圖 4 課堂進行情況：同學製作生果按鈕

8. 課程總結

本課程結合了各種不同的理論和框架以設計課程的流程、體驗和內容。從課堂上同學的反應便可以了解到同學對於可以參與課堂是十分高興的。完成課堂後，同學亦可以展示課堂最初要求的能力標準及知識概念。總括而言，課堂十分順利地完成了它的目標。

雖然如此，整合設計課程及教學的過程並非一帆風順。當中遇上很多不同的困難和挑戰，幸好課程最後把它們都逐一解決。

9. 教學反思與建議

9.1. 教學困難

9.1.1. 因疫情影響而減少學生在校時間

因本港疫情影響，學生由以往可以全日在校改為只能半日在校。所以，學生的課外延伸活動安排受到嚴重影響。同時，教師接觸同學的時間亦大幅減少。這意味著教師可以安排個別小組進行相關研討及工作的時間都會較少，進而削弱了相關教學的力度。

9.1.2. 製作模型時間較長

眾所周知，STEM 課堂上佔課時比例最多的部分便是協助同學制作課堂相關的模型勞作了。因為同學需要協調小肌肉的動作並跟據教師的指示完成所有勞作步驟。但是現時同學已經經歷過一個漫長的在家學習過程，他們協調小肌肉的情況相對以前的並不如理想。因此製作模型所需要的時間亦較以往更長。

9.1.3. 同學完成長題目比較困難

由於本課程融合了不同班級的同學，因此在學習差距方面的距離亦十分明顯。對三、四年級的同學來說要完成較多長題目的工作紙是有一定的困難。因此，高年級小老師的協助是一個必不可少的角色。

9.1.4. 硬件和軟件經常更新使同學無所適從

科技日新月異已經是一項大家見慣不怪的事，但是當教師的教學材料和學生筆記趕不上教具及教材軟件的更新速度便是另一項問題了。特別是小學的同學會十分直觀，只要學生筆記與軟件用戶介面上有任何不同之處，他們都會進行不到下一個步驟。

9.1.5. 同學未必有動機了解備課材料

雖然課程為同學預備了課前學習材料，但是大部分資料都需要同學自主地打開相關連結才能閱讀和觀看相關內容。

9.2. 課程建議

9.2.1. 為同學安排網上小組討論

針對教學困難部分提出的第一項問題是同學因為面授課時減少而促使課程的效果減弱，因此課程可以為同學提供固定的網上小組討論時間以確保同學對課堂相關的了解程度是足夠的。討論的內容可以圍繞上一課的工作紙內容、解決課堂上提出的問題及重溫課堂知識為主。

9.2.2 增加更多關於畫圖的評估

同學因為疫情影響而引致語文能力較以往同級的同学相對薄弱。所以有同學反映若工作紙的內容可以改為畫圖形式為主會有更大完成的動力。

9.2.3. 減少長題目的數量

另一個同學完成工作紙的難處便是當他們見到工作紙上滿滿的橫線時便會產生恐懼。因此，可以把相關的題目簡化為一連串具有引導性的開放式短題目，以減低同學收到工作紙後因恐懼而失去完成工作紙的動力。

9.2.4. 減低長題目的難度

除了減少長題目的數量之外，亦可以減少長題目的難度。因為有部分題目比較抽象，所以四年級的同學大部分都表示有完成的難度。反觀五年級與六年級的同學，雖然他們需要較多時間來完成工作紙，但最後他們仍然能夠完成工作紙。這個情況反映了低年級同學完成長題目有一定程度上的困難。

9.2.5. 減少製作模型的步驟以節省課堂時間

除了長題題的難題外，在課堂上製作模型也是另一個需要解決的問題。雖然 STEM+C 計劃已經為教師提供了一些參考製作圖，但是同學仍然需要不少的課堂時間以完成相關的模型製作。其中一個降決方法是用 3D 打印技術把同學需要的零件預先印好，並於課堂上分發同學需要的材料包。他們只需要把零件安裝好便完成作品。

雖然這個做法限制了同學的想像，但是他們卻可以在有限的時間內完成相關步驟並認識相關的原理。因此這算得上是一個有效的解決方法。

9.2.6. 課堂前需要確同學已完成備課練習

為了確保同學已經於上課之前完成備課的工作，可以於課堂前安排一個小測驗以了解同學於上課前有沒有完成備課。小測驗的形式應以簡易及有趣的方式為主軸，因為同學在家自主學習的環境相對學校會有更多分心的機會。另一方面亦可以於上課時抽取同學完成答問備課材料的內容。

10. 致謝

我們特此致謝香港教育大學教學科技中心研究團隊設計教材並提供使用。

參考文獻

香港教育局課程發展議會. (2020)。 *計算思維—編程教育*。小學課程補充文件, 1-14。

https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/CT/supplement_CT_Chi_2020.pdf

香港教育局課程發展議會. (2015)。 *《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》概覽*。小學課程補充文件, 1-23。

https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM/STEM%20Overview_c.pdf

Koch, R. (2011). *The 80/20 Principle: The Secret of Achieving More with Less: Updated 20th anniversary edition of the productivity and business classic*. Hachette UK.

Slavin, R. E. (2015). *Educational Psychology Theory and Practice* (eleventh.). United States of America: Pearson Education.

Joseph, S. (2015). *Positive Psychology in Practice: Promoting Human Flourishing in Work, Health, Education, and Everyday Life* (second.). United States of America: Wiley.

Uzunboylu, H., & Karagozlu, D. (2015). *Flipped classroom: A review of recent literature*. World Journal on Educational Technology. 7(2), 142-147. doi: <http://dx.doi.org/10.18844/wjet.v7i2.46>

Kintu, M.J., Zhu, C. & Kagambe, E. (2017). *Blended learning effectiveness: the relationship between student characteristics, design features and outcomes*. Int J Educ Technol High Educ 14, 7.

<https://doi.org/10.1186/s41239-017-0043-4>

Clark, D. (2022). *Learning Experience Design: How to Create Effective Learning That Works* (First.). United States of America: KoganPage.

Setiawan, Heru & Phillipson, Shane & Darmin, Sudarmin & Isnaeni, Wiwi. (2019). *Current trends in TPACK research in science education: a systematic review of literature from 2011 to 2017*. Journal of Physics: Conference Series. 1317. 012213. 10.1088/1742-6596/1317/1/012213.

疫情下混合式學習的優化、發展和監察提升學教效能

Optimization, Development and Monitoring of Blended-learning during Epidemic Improve Teaching and Learning Efficiency

李永佳*，黃旭俊，李安迪

天主教領島學校

* liwingkai@lingto.edu.hk

【摘要】 自前年疫情起，老師教學和學生學習都因疫情大受影響。本校根據去年的經驗構思了「領島在線 2.0」網上校園計畫，目的在於優化推展和加強監察現行混合學習環境及學習模式，讓學生可以繼續高效學習及均衡發展多元智能和社交生活。

【關鍵字】 疫情；混合學習；在線學習；停課

Abstract: Since the epidemic in 2020, teachers' teaching and students' learning have been greatly affected by the epidemic. Based on the experience of last year, our school has conceived the online programme "Ling To Online 2.0", which aims to optimize the implementation and strengthen the monitoring of the current blended learning environment and learning mode, so that students can continue to study efficiently and develop multiple intelligences and social life in a balanced manner.

Keywords: epidemic, blended learning, online learning, school suspension

1. 計畫名稱

「領島在線 2.0」網上校園計畫 *'Ling To Online 2.0' Programme*

2. 理念和目標

有危自有機，學校本著這個理念，學校各持分者都相信計畫能把學校的教學發展轉化到另一層次，配合學生 21 世紀學習所需。整個計畫設計必須「以人為本」，除了要兼顧課程或教學內容外，更要照顧不同持分者的生理、心理或家庭的需要。計畫必須要有效運用評估數據，避免學生積累學習難點，且能追蹤學生的學習進度及水平。計畫必須具有效監察和管理，確保推行措施達到預期效果。疫情結束後，線上平台亦會持續使用，成為學生進行混合學習模式的基地。

3. 計畫簡介

這是一個全校性學與教計畫改革的延續和優化，對象是全校一至六年級學生，涵蓋所有科目、聯課及品德培育，目標就是要發展出以人為本及高效能的線上學習模式，讓學生在一個合適及便利的環境當中發展出自主學習的能力及態度。

承接去年開展的「領島在線」計劃，我們繼續以 Microsoft Teams 作為線上校園的「校舍」。透過開設了各班所屬「課室」，學生擁有自己學習的基地，如面授時般學習。另外，我們透過重新規劃學習時間，讓學生能在上午完成學科內容的學習，下午進行多元智能及心靈發展的培育。

透過線上工具，我們每課也會為學生檢測，讓師生得到該課節的學習數據，並適時為有需要的學生進行跟進。計劃的各項推展必須有適時和適當的監察和管理，對未達標的情況予以指導和跟進，對卓越的則需要鼓勵肯定和持續，讓學教和行政的工作都能達致標準。

我們希望藉著這個計畫去讓學教變得更具效能、更靈活及更有趣！這計畫在各學科及各級別一致推行，目標就是要建立統一的學教模式，助學校營造優越的領島團隊學習文化。

4. 整體規劃

4.1. 學習時間表

學校按照校情、經驗及不同持分者的需要，在學習時間表中進行優化規劃，分別為混合學習及全線上的學習時間表(見圖 1 和圖 2)。兩者不同之處在於每課的課時及休息時間。面授課節會較長，線上學習的課堂則會較短(每堂間留有足夠空間讓學生休息及完成線上評估，亦讓老師轉堂和技術準備)。每天的早會、班主任節和每週一次的「與班主任有約」時段讓班主任與學生有充足的分享和交流。除此，我們亦設有較長時間的導修課，目的就是讓學生可以在老師的支援下完成大部分家課，減輕學生及家庭壓力。

時間/備註	DAY1	DAY2	DAY3	DAY4	DAY5	DAY6
08:00-08:15	班主任時間	班主任時間	班主任時間	班主任時間	班主任時間	班主任時間
08:15-08:20	準備					
08:20-08:55	課堂 1	課堂 1	課堂 1	課堂 1	課堂 1	課堂 1
08:55-09:05	轉堂及小休					
09:05-09:40	課堂 2	課堂 2	課堂 2	課堂 2	課堂 2	課堂 2
09:40-09:50	轉堂及小休					
09:50-10:25	課堂 3	課堂 3	課堂 3	課堂 3	課堂 3	課堂 3
10:25-10:35	轉堂及小休					
10:35-11:10	課堂 4	課堂 4	課堂 4	課堂 4	課堂 4	課堂 4
11:10-11:20	轉堂及小休					
11:20-11:55	課堂 5	課堂 5	課堂 5	課堂 5	課堂 5	課堂 5
11:55-12:05	轉堂及小休					
時間/星期	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	
12:05-12:35	生命教育	Teams 聊天時間	Teams 聊天時間	Teams 聊天時間	與班主任有約	
12:35-14:00	午膳					
14:00-15:00	輔導/拔尖補底(線上)訓練					
15:00-15:30	下午線上多元學習活動(週一、三、五) 各班 Teams > 12 下午線上多元學習 頻道					

圖 1 線上課堂時間表

星期一	星期二	星期三	星期四	星期五
21/2 (一) 電腦小天才	22/2 (二)	23/2 (三) HomeLab STEM	24/2 (四)	25/2 (五) 線上展藝台
28/2 (一) 外語 Fun Fun Talk	1/3 (二)	2/3 (三) 福傳天地	3/3 (四)	4/3 (五) 線上展藝台

圖 2 下午線上多元學習活動時間表

每天下午時段都安排了不同有趣的多元智能學習活動，讓學生在輕鬆的環境下，學會不同範疇的知識和技能。學校亦利用下午時段去支援學生的心理需要及價值觀培育。此外，我們亦會在這時段協助有需要的學生跟進每天的學習難點，希望學生能充分善用下午的時間去充實自己，避免浪費時間之餘，也減輕家長在家照顧學生的壓力。

4.2. 選用平台

我們繼續採用了 Microsoft Teams 作為線上校園平台，讓學生一站式進行線上課堂、即時評估、繳交功課、自學及即時通訊。學生在 Microsoft Teams 內擁有自己的課室，在課室內有各學科的學習頻道及儲存檔案的空間。透過 Teams 聊天工具，讓老師與學生和家長進行視像會面，保持緊密的聯繫。老師利用 Microsoft Teams 為行政中心，在平台上舉行會議和傳閱文件，整合資源存放、協作和共享，大大提升行政效率。

4.3. 課程方面

由於線上教學及面授教學有著不同的特點、強項及弱項。因此，學校課程組領導各學科進行課程統整，將課程內容分類成適合面授教學及線上教學的部分，修訂混合教學模式的課程。之後，各科主席就按照校本課程大綱，帶領各級科任老師規劃進度、設計學習活動及相關評估材料，讓課程框架能有效配合是次優化計畫的推行。

4.4. 共同備課和資源共享

反覆的疫情迫使小學只能進行半天上課，期間面授課堂更暫停，改以線上進行。我們參考 Bloom's Taxonomy，採用混合教學模式，以翻轉課堂理念安排知識性和基礎的認知作為前置，進行知識建構；結合線上課堂互動學習進行互動學習、討論匯報、高階思維訓練和實時評估；鞏固和增潤作為學習的延伸，恰當運用課時，充分發揮混合式學習的特點。

線上教學的難度比實體課室更高，在教學內容選材和課堂準備上的功夫就必需充足。要確保學生在課堂投入參與和具互動元素，老師能透過活動和評估掌握學生的學習表現，我們相信團隊力量比起個人強，除安排共同備課研習外，課堂教材的設計人手安排由中央統一編配，老師能集中精力準備，然後把教學資源與科任老師共享，除可節省人力和時間外，也能確保教材的一致性和質素。

4.5. 教學方面

我們規範了整體教學模式的框架：1. 每節必須具備一至兩個明確的教學目標。2. 課堂必須以學生為中心、高參與、互動有趣，從「以人為本」的理念設計。3. 每一節完結前必須有總結和對應教學目標的評估。4. 必須有教學段片作為預習或鞏固，根據學生需要發放延伸學習材料。

由於 Microsoft Teams 能兼容不同的學習軟件，有助輕易運用 NearPod、Padlet、Edpuzzle、Wordwall 等互動學習軟件進行課堂活動，老師能確保學生高度參與課堂。評估方面，我們同時運用 Form 進行即時評估，讓師生能即時獲取該課節的學習數據和回饋。另外，我們亦透過 Microsoft Teams 的聊天室及線上視訊，加強師生的聯繫，讓師生可以隨時在平台直接溝通，跟進學習上的問題，甚至情緒上的支援。

4.6. 推行方式

累積了去年的經驗，老師和學生對「線上課室」和學習都已建立習慣和常規。我們採取漸進式推行模式，整個計畫推行分為兩個階段：規範期和優化期，讓師生不斷實踐並優化。規範期—當師生均熟習了平台的應用後，我們便進行了不同的觀課活動，收集數據並參考文獻，調整和確立有效的線上教學模式。所有老師均需要按照定下的模式進行教學，建立出一套線上學習文化。

優化期—學校持續透過觀課給予老師回饋優化課堂，並於分享會議讓教師了解優質課堂的特點和參考。所有課堂均有錄影，老師可以隨時互相觀摩課堂，進行同儕學習。除此，學校亦安排不同的專業培訓和發展活動(全體/小組/個別、新知和複修)，讓老師吸收不同方面的知識及技能，持續提升課堂的質素之餘，凝聚全校教師團隊，建立共同願景和發展目標。

學生的學習主要分為兩個時段。上午時段主要為學科的學習，老師利用 Teams 進行實時教學，每一節之間有 10 分鐘讓學生完成課堂即時評估及休息。在線課堂會於每天 11:55 完結。學生利用 12:05 -12:35 的時間完成當天的功課。如有問題則在這時段在利用 Teams 聊天室向老師或同學請教。下午時段主要為拔尖補底及多元智能學習時段。老師會利用按照學生的評估數據，按學生弱項分組，針對性跟進學生的學習難點，目標就是及早解決學生的障礙，避免積累，分組安排亦能為學生學習上得到最適切的支援。另外，我們亦安排不同的多元智能學習活動，讓學生以輕鬆的模式學習不同有趣的知識或技能，如外語 Fun Fun Talk、線上展藝台、HomeLab STEM、電腦小天才。除此，我們亦利用該時段照顧孩子的社交及情緒需要，安排「福傳天地」和「與班主任有約」，讓學生跟老師及社工談談天，分享喜悅，減輕疫情帶來的壓力。

有系統的評估分析對學生學習的回饋和自我完善有很大幫助。恆常的課堂即時評估有助老師了解學生的掌握情況，持續提供數據和學習的回饋。教務組亦運用了 SPSS 平台把學生每學期中、英、數的總結性評估成績輸入系統，按照學習單元和重點分類，由科主席帶領科任

進行根據匯出報告進行表現分析(班、學生的平均表現、離散情況、試卷信效度等)，針對學習弱點和難點定出跟進方案。學校亦會進行追蹤研究，跟進後在下一學段以類近的試題再次評核學生在特定範疇或單元學習是否達標。

4.7. 監察

有效的監察和管理是推行政策和改革成功的要素。學校按照組別的行政、教學和實際需要，設定各範疇的監察工作小組，定時監察工作的施行進度和質素，如學生考勤和行為紀律、教學計劃擬定、材料的準備和存檔記錄、課業批改和跟進、課堂錄影和觀課等，及時發現問題和給予支援指導，協助團隊成員解決困難，使計劃能依進度完成，達致預期的目標。

5. 成效

5.1. 學業成就方面

從評估數據(包括測考及進展性評估)可見，大部分以往成績優異的學生成績均有所提升。至於程度一般的同學，家庭支援充足的學生，成績上升幅度較為明顯，但家庭支援不足的學生，成績變化不大。為了照顧家庭支援不足，學習水平又未如理想的學生，我們在下午時段安排了補底課程，盡力及儘快解決學生的學習難點，避免積累。從科組的檢討和前後測數據分析，大部分學生參與計畫後成績有所提升。

5.2. 學習能力方面

從日常課堂觀察可見，大部分學生在運用資訊科技學習均很純熟，有部分學生更能培養出自主學習的技能及態度。大部分學生亦養成了運用學習平台互相支援學習的文化。

5.3. 學習態度方面

大部分學生能養成每天於學習平台進行學習的習慣，且準時出席課堂。大部分學生亦踴躍參與下午多元智能學習活動。只有小部分學生需要老師提示才進行學習。計畫中，學生在學習更投入，原因在於老師於在線實時課堂以外安排了不少的在線學習活動，包括預習活動、觀看學習短片、蒐集資料、學習小遊戲等，老師可以利用課堂時間進行涉及高階思維的互動討論和互評共創活動，讓學習變得具挑戰和有意義。這些活動讓學習變得多元化，更讓學生有足夠時間消化及鞏固知識。另外，新增的自學影片庫亦有效照顧學習能力稍遜的學生隨時可以重溫學習難點。完善的監察制度和支援有助老師更有信心在教學上發揮，學生更主動，更投入學習，效能和質素也較以往提升。總括而言，計畫能達到預期效果。

6. 反思

整個計畫進行了超過半年，學習模式的轉變未有對學生的學業水平造成大影響，反之在學習技能及態度方面則有所提升。要讓計畫達到目標，老師的專業發展卻不可少，特別是將以往存在學校的課程，從新布置成線上學習及實體課堂兩部分，這是需要老師的思維徹底改變。在這個計畫中，我們看到學生、家長及整個教學團隊都在改變，我們仍然希望：

1. 繼續優化學習時間表，創造出適合混合學習模式發展的環境。
2. 為老師設立有系統的專業發展課程及階梯，裝備老師具備能力推動混合學習模式的發展。
3. 提升進展性及總結性評估的質素、信度與效度。
4. 整合教學資源的存放、搜尋篩選和有效承傳。
5. 持續提升監察和完善制度，讓工作更具效率和效能。

透過團隊凝聚，學習型文化形成氛圍，讓整體學與教提升到另一層次，學習能夠更以人為本，學生能在日常的學習生活中有效掌握未來需要的知識、技能及態度。

教授小四學生利用 Scratch 編寫數學科分數應用程式發展運算思維 的教學實踐

A Pedagogical Practice in Teaching Math with Scratch Programming in Grade 4 for Computational Thinking Development

李永佳*，黃旭俊

天主教領島學校

* liwingkai@lingto.edu.hk

【摘要】 本文闡述一個以 Scratch 教授數學和編程的實踐例子。25 名小四學生利用 Scratch 軟件學習數學概念及如何編寫這個應用程式。他們首先試用已完成的程式學習分數的種類和轉換，同時加深對程式的理解和引發學習編程的興趣。老師在課堂活動中引導思考流程和所需組件，並發展運算思維。此外，老師亦引導學生在編程環境尋找組件及相關流程結構，協助學生編寫應用程式。本教學實踐引證「玩-思考-編程-反思」是利運算思維教育發展的課堂學習模式。

【關鍵字】 Scratch 1；教學法 2；運算思維 3；編程 4；數學 5

Abstract: This is an example illustrating a pedagogical practice in teaching Math and Scratch programming. A class of 25 students in Grade 4 were taught to build up math concepts and develop a Fraction app. To arouse students' interests and understanding on the programming tasks, students were first engaged by playing the completed app. Concepts of classification and conversion of fractions and computational thinking capabilities were developed upon the guided in-class activities. These enable students to think about the programming flow and the functions of related components. Teacher questioned students the locations of the related blocks in the programming environment to facilitate their coding processes. "To play, to think, to code, to reflect" is a promising pedagogy in classroom practices for computational thinking development.

Keywords: Scratch, Pedagogy, computational thinking, programming, math

1. 前言

運算思維已經是每個人都應具備的技能。Brennan 和 Resnick (2012) 指出在運算思維課程的教學框架中，回應 Jeannette Wing 在 2006 年所提倡的，包括運算思維概念 (Concepts)、實踐 (Practices) 和視野 (Perspectives) 作為編程學習的三個重要範疇指標。Kong (2016) 覺得運算思維課程應按照「趣創者理論 (Interest-driven Creator Theory)」設計，把學生培養成為解決數碼問題的創造者。

運算思維的應用遍及日常生活和不同的學習範疇，課程的適當滲入、跨科的恰當配合能讓學生在學習概念知識同時也能培養運算思維發展。

2. 編寫分數的分類和轉換應用程式

25 名小四學生在是次教學實踐中會學習利用 Scratch 編寫應用程式，以促進數學邏輯思維學習。透過建立分數的種類和轉換程式，學生能夠學習到關於「按鈕 (Button)」的程式碼，並且加強對「事件」、「等於、大於、小於、和、或」、「運算子」和「如果—就—否則」等

條件程式碼的理解。分數的種類和帶分數與假分數轉換 Scratch 應用程式的設計如圖 1 和圖 2 所示。



圖 1 分數的種類應用程式

圖 2 帶分數與假分數轉換應用程式

3. 學習數學概念與編寫應用程式的教學實踐

根據「趣創者理論」，課程設計和教學法應以引起學習興趣為目標，從而激發學生的探究意欲和數碼創意。在「玩」的部分，學生在教學實踐中會先試玩已完成的分數的分類應用程式，並透過課堂工作紙的預定任務和自擬題目輸入不同的分數進行測試和分析歸納，從而得知其類別和了解不同類型分數的定義和特性。（詳情見圖 3 和圖 4）

分數的種類：

開啟以下 Scratch 檔案連結 <https://scratch.mit.edu/projects/619966479/fullscreen>，並在各題輸入不同的分數測試，看看它屬於真分數、假分數還是帶分數，在格內加上✓。

分數	真分數	假分數	帶分數
7			
10			
9			
5			
3 ⁴ / ₁₁			
13			
13 ⁵ / ₅			
22			
72			
5			
16			
7			
1 ¹ / ₁₀			
(自擬)			
(自擬)			

探究試一試：

到底 $1\frac{11}{10}$ 屬於甚麼分數種類？ 真分數 假分數 帶分數 以上皆非

圖 3 分數的種類工作紙

想一想，填一填：

把以上例子填在下表，並根據測試和歸納，你可以得出甚麼的推論？

分數種類	真分數	假分數	帶分數
例子			
定義	分母 _____ 分子， (有/沒有) 整數部分	分母 _____ 或 _____ 分子， (有/沒有) 整數部分	_____ + _____

挑戰齊思考：

為甚麼 $1\frac{11}{10}$ 不屬於 帶分數 或 假分數？ _____

圖 4 不同種類的分數定義

接著，進入「思考」的部分，學生需要回答老師關於程式運作的問題（詳情見圖 5），旨在加深他們對程式的理解及培養他們的演算思維。

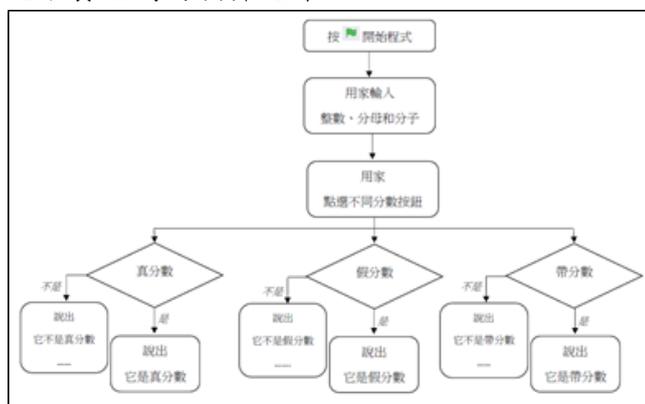


圖 5 程式運作流程圖

完成流程圖後，我們會鼓勵學生思考編程時所需要的組件，以及了解應用程式的界面設計。編寫分數的種類和帶分數與假分數轉換應用程式所需之組件如圖 6 所示。

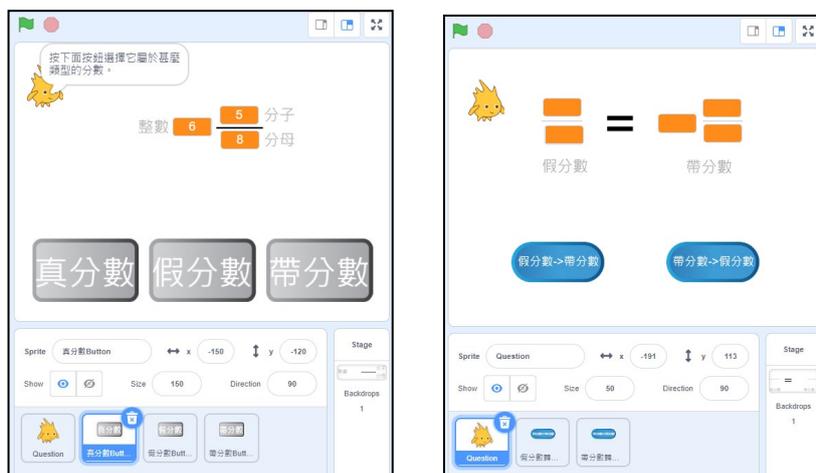


圖 6 編寫分數的分種類(左)和帶分數與假分數轉換(右)應用程式所需之組件

進行「編程」部分，學生需要根據不同類型的分數定義設置按下按鈕「事件 (Event)」後的條件和結果，他們便能夠理解及應用「條件 (Condition)」和「運算子 (Operator)」的運算思維概念。按下按鈕事件及條件的程式碼如圖 7 所示。



圖 7 按下真分數(左)、假分數(中)和帶分數(右)按鈕事件及條件的程式碼

學生逐步建構分數的分種類應用程式時需要不斷測試應用程式，以確定所設定的條件正確，而且是適用所有情況的。這個過程可以深化他們對運算思維實踐的理解，包括「測試及除錯」及「反覆構思及漸進編程」。

學生認識了帶分數和假分數的數學意義和轉換關係後，需要完成它們互相轉化的編程，理解及應用「運算子 (Operator)」的運算思維概念。按下按鈕事件及條件的程式碼如圖 8 所示。



圖 8 按下假分數轉帶分數(左)和帶分數轉假分數(右)按鈕事件及運算的程式碼

學生的多樣性是必然存在的，反思和延伸學習也是課堂設計的重要一環。在「反思」部分，課堂工作紙加入思考問題和延伸任務能讓學習拓展至課堂以外，訓練學生高階思維，啟發學

生無限創意。思考問題和延伸任務如思考非例子、如何確保輸入的分子數值比 0 大，當整數部分是 0 時隱藏等，程式碼如圖 9 所示。



圖 9 延伸任務的程式碼

「反思」有助學生反覆構思和漸進，把現有的繼續優化完善。

4. 反思

學校在教授運算思維時焦點應放在讓學生透過編程建立運算思維概念、實踐和視野，培養和提升學生運用數碼科技解難的能力，而不是重於學生編寫應用程式。故此，應用程式裏的部分組件和編程方塊都是由老師提供，學生只需要聚焦地學習當中核心的概念和進行操作。

是次實踐結合數學科進行教學，讓運算思維教育能自然和恰當地滲入課程當中，對於學生建構數學概念很有幫助。從課堂觀察所見，編程遊戲提升學生的學習動機，讓他們投入學習，積極嘗試和探究。從學生的評估表現所見，大部分的學生透過編程學習分數的分類概念和轉化的技巧均已掌握。

然而，配合本地課程綱要的編排和教學計劃的編定，是次實踐選擇在四年級進行。學生在此學習階段剛開始接觸 Scratch 程式，認識介面和程式操作上都需要額外時間才能熟練，但學生對於學習程式的熱衷和投入仍可彌補以上的先缺不足。

5. 結論

運用「玩-思考-編程-反思」教學法能增強學生對學習編程的動機，提升數碼能力（Digital Competence）及創意能力，培養學生利用數碼科技去解決問題。透過跨學科或在課程融入運算思維元素的實踐值得大力推展。

參考文獻

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*. Vancouver, Canada: American Educational Research Association, 1-25.
- Kong, S. C. (2016). A framework of curriculum design for computational thinking development in K-12 education. *Journal of Computers in Education*, 3(4), 377-394.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

以工程設計過程進行小學人工智能教育的探究與學習

Inquiry and Learning approach of Engineering Design Process: A Case Study of Artificial Intelligence in Education

吳家豪¹

¹ 大埔舊墟公立學校

* renengkh@gmail.com

【摘要】 以往人們說起人工智能便會覺得和機械人的意思沒有什麼分別，但時至今日，隨着人工智能的應用在各行各業以致生活亦能看見它的足跡，人工智能在中小學教育亦開始起步。在 2021 年教育地平線報告中亦指出，人工智能為關鍵技術的其中一種 (Pelletier, Brown, Brooks, McCormack, Reeve, Arbino 及 Mondelli, 2021)。人工智能教育由一開始大家只希望可以讓學生體驗到人工智能的應用，乃至現在開始教導學生當中的編程及原理，各個國家政府的教育部門以致大專院校也對中小學的人工智能教育作積極的推動。而在人工智能教育中，我們亦希望除了讓學生體驗理解及掌握人工智能的知識和原理之外，還希望可以將學生將人工智能的應用技能為日常生活解決問題。

【關鍵字】 人工智能教育；工程設計過程；設計循環思維

Abstract: In the past, when people talked about artificial intelligence, they would feel no different from the meaning of robots. Now that we can see artificial intelligence is in our daily life, artificial intelligence in primary and secondary education has also begun to take off. The 2021 Education Horizon Report also pointed out that artificial intelligence is one of the key technologies (Pelletier, Brown, Brooks, McCormack, Reeves, Arbino & Mondelli, 2021). From the beginning of artificial intelligence education, everyone only hoped that students could experience that application and begin to teach the principles and programming. Various national governments and universities actively promote artificial intelligence education in primary and secondary schools. In addition to teaching students to experience and master the knowledge and principles of artificial intelligence, we also hope that students can apply AI skills to solve problems in everyday life.

Keywords: Artificial intelligence education, Engineering design process, Design thinking

1. 前言

現今的科技正在以幾何級數的速度前進，尤其是我們的下一代正面臨着對人工智能新世代的挑戰，例如很多工種亦會隨着人工智能的普及應用逐漸式微。面對着急劇轉化的變遷，我們需要以教育為我們的下一代作好迎接未來挑戰的準備。有見及此，我校除了教授傳統的學科知識外，還希望在國語、粵語以及英語之外讓學生發展第四種語言：編程。惟有掌握編程語言，才能讓我們的學生在科技的洪流中乘風破浪，而不至被洪流淹沒。故此，我校以 STE M 元素學科教育（數學、常識及電腦）為基礎，再配合編程語言（Scratch、App Inventor 及 Python），在這樣的知識技能基礎上，再學習人工智能，並以工程設計過程及設計循環作為理論框架，讓學生可以在日常生活中找出痛點，並透過上述的知識和技能作範式轉移，讓學生可以以他學習到的知識和技能去解決日常生活的問題，讓世界變得更美好（王光復，2011）。

2. 「生活與科技科」校本課程設計與實施

為配合學校課程持續更新及配合未來教育需要，學校在更新各學習領域課程，學校在三至六年級開展新課程名為「生活與科技科」校本課程。生活與科技科的學習內容，可概括為「數學科」的「數」、「圖形與空間」、「度量」及「數據處理」相關範疇、「電腦科」的「運算思維與編程教育」範疇、「常識科」的相關知識範疇校本課程「人工智能」以及「STEM」這五個學習領域。此課程目標是為配合數學、常識、電腦等科目的學與教，透過人工智能及STEM應用，透過混合彈性學習(HyFlex Learning)、工程設計過程(Engineering Design Process)及設計循環思維(Design Thinking)。學習將知識和技能範式轉移至解決日常生活難題。(圖1)從而提升學生自學能力以及學習動機，發展學生4C關鍵能力(明辨性思考能力、有效溝通、團隊共創、創造與創新能力)，面向21世紀(Legowo, Kusharjanta, Sutomo, Mulyadi 及 Wahyuningsih, 2019)。

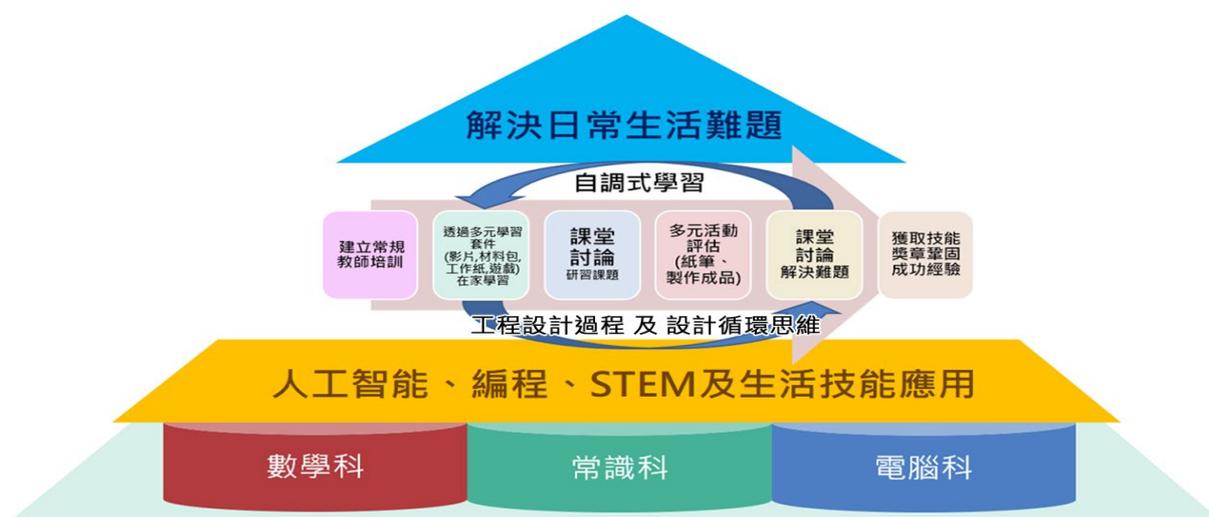


圖1 「生活與科技科」跨學科結構概圖

為了學生能夠準備在未來世界的挑戰，學生除了要學習基礎學科知識、技能和態度，我們還需要讓學生發展科技能力、科技理解和科技覺知(圖2)(教育局, 2022)。



圖2 科技能力、科技理解和科技覺知概圖

3. 人工智能教育的整體架構

在小學課程中，由於之前我們並沒有規劃到一個可以讓人工智能教育可以在小學教育的學習時數來作校本實施，故此我們需要在其他已有的科目例如數學及常識的探究學習時數，以

及電腦科的編程教育學習時數中進行超學科涉及人工智能學習的探究應用。為了讓學生除了能夠學習人工智能的知識和技能，還能透過超學科讓學生可以將數學、常識、STEM 跨學科應用技巧及編程 (STEM+C) 這些知識和技能範式轉移知人工智能應用學習這個課題，我們需要讓學生鞏固上述知識和技能的基本。故此在我們進行人工智能應用學習之前，需要進行若干時數的基礎學習 (圖 3)，在三至六年級，以每學年上下學期各 15 小時學習時數作課堂實施。

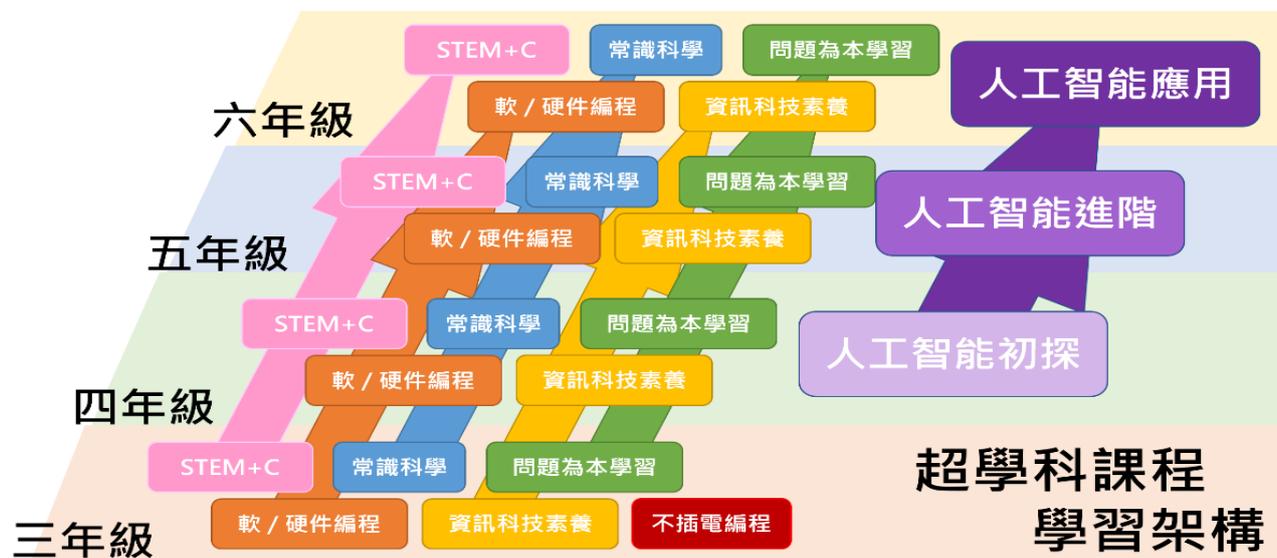


圖 3 超學科課程學習架構概圖

在生活與科技科的學習架構內，我們會進行 STEM、軟件及硬件編程、常識科學、資訊科技素養以及問題為本學習的螺旋式教學。在三年級，我們會先以不插電編程作為科技學習的開始，讓學生可以先學習編程原理，在進行編程學習的實踐和應用。到了四至六年級，學生對於各項先備知識及技能也有一定的基礎，學生便可以基於基礎的知識和技能，在人工智能學習中發揮出來。

4. 人工智能教育學習內容

在人工智能學習中，我校會以科技體驗、知識及技能學習以及探究和應用這三個層次進行人工智能的學習。為了讓學生可以更有效銜接中學的人工智能教育，以及更專業地學習人工智能，我們撰寫了四年級至六年級的校本人工智能學習冊，其中包括初探、進階及應用 (圖 4)。



圖 4 校本人工智能學習冊

在初探學習內容，我們首先會探討人工智能的定義。讓學生討論如何定義人工智能，亦會談及人工智能在生活中可以替代的角色，並廣泛了解人工智能在生活中的應用。在當中亦會讓學生從不同的人工智能產品中體驗人工智能的應用。在進階學習內容裏，學生可以學習到不同層面的人工智能開發方式，例如人面和情緒識別系統、物件識別系統、聲音識別系統以及肢體識別系統等。在學習過程中，同學亦可以在不同的平台中開發人工智能工具。除此之外，同學亦可以透過工程設計過程和設計循環思維去了解社會中遇到的困難，並嘗試以人工智能的科技技術去解決這些困難。在人工智能應用學習裡，同學除了學懂及解構日常生活中所接觸到的人工智能的原理外，還會以編程的方式進行人工智能開發應用，讓同學可以以更高階的方式編寫人工智能程式，進而銜接中學的人工智能教育。

除了上述的三個學習層次外，我們還會讓學生透過以學習的各種知識和技能進行範式轉移，讓學生透過工程設計過程以及設計循環思維將人工智能的技術應用於解決日常生活的困難。學生需要學習在互聯網中搜尋所需的資料及知識，例如學生設計了一個形容聲音辨識技術，讓人工智能檢測再開鎖時的聲音，從而判斷出開鎖者是否以不正當方法進入屋內的防盜裝置（圖 5），學生便需要在互聯網中了解開鎖的知識，並找出不同方式開鎖所發出的聲音。亦有學生擔心長時間工作的長途司機人身安全而設計了一個以肢體及人面辨識技術去判斷長途司機的精神狀況的裝置，讓司機處於精神狀態不佳的時候先進行短暫休息，防止意外發生。這也是學生透過不同學科知識和技能為基礎，由工程設計過程以及設計循環思維的思考模式，將人工智能技術應用到日常生活當中以解決困難。

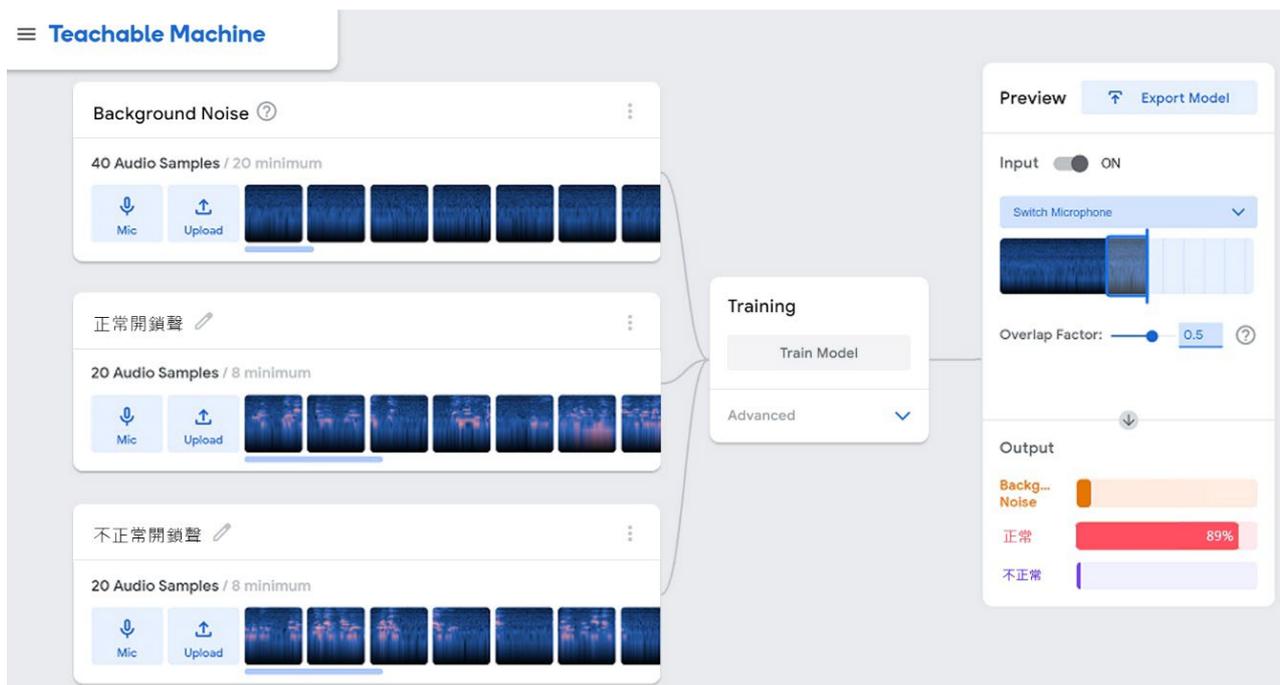


圖 5 人工智能聲音辨識設計概圖

5. 讓學生邁向專業的校本特色資優架構

除了嚴謹而有序的人工智能科技學習架構外，我們亦透過教育局的資優架構指引，讓學生在進行人工智能科技學習中可以照顧學生的學習多樣性（圖 6）。在資優架構裡，我們以生活與科技科的基礎學習內容為資優架構的第一層次。而在第二層次（抽離式），我們會進行抽離式小組活動。在小組活動中，我們主要會進行進階的 STEM+C 學習內容以及進行創意科技應用的創作學習。在第三層次（校外支援）中，我們會透過香港教育大學給香港大學的校本支援進行進階的科技學習。

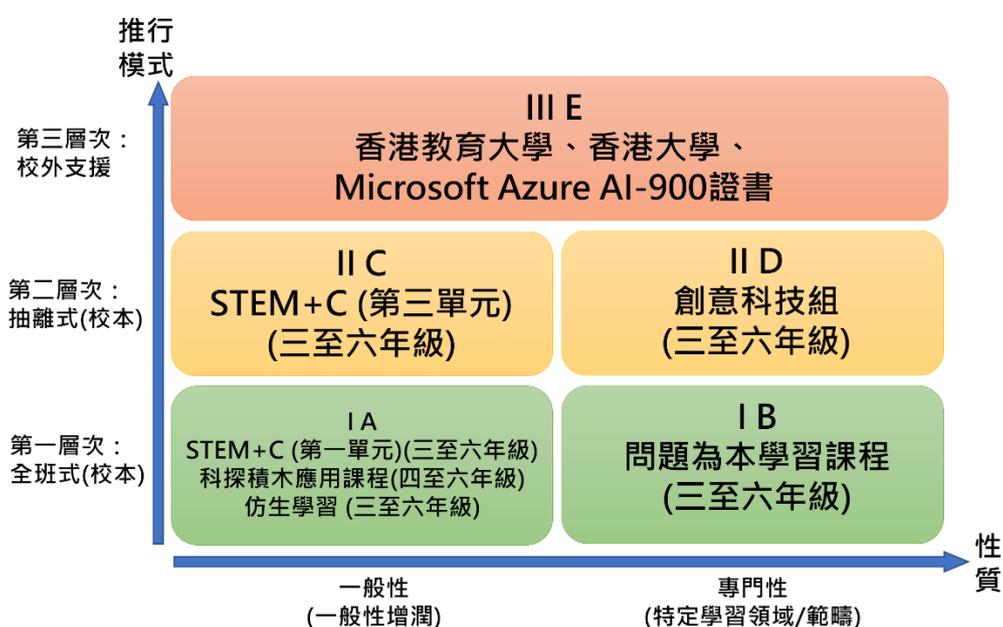


圖 6 學校資優架構圖

除此之外，為了讓同學可以接受更專業的人工智能學習內容，在校本人工智能學習冊，我們亦在四至六年級分別加入了微軟人工智能系統專業證書考試內容，讓同學可以在這三年的人工智能教育學習後，進而考獲更專業的微軟人工智能系統基礎證書（圖 8）。



圖 7 微軟人工智能系統基礎證書考試報告節錄



圖 8 微軟人工智能系統基礎證書

6. 教師專業培訓

雖然人工智能在社會中已經日漸普及，在大眾的知識層面也開始漸漸了解人工智能的應用範疇。但在人工智能教育層面來看，教師可能還需要更多的專業培訓才能確切執行到位的人工智能教育。有見及此，我們亦鼓勵教師進行更專業的人工智能知識進修，例如考獲更高階的科技課程證書。除此之外，我們亦聯繫了香港教育大學及香港大學作專業教師培訓，其中包括跨校教師網絡專業培訓以及校本教師專業培訓，協助學校推行科技教育。

7. 科技教育的困難及限制

現代科技日新月異，在科技不斷變化的時代，科技教育亦需要時刻緊貼科技發展的脈搏，讓學生可以得到適切的科技教育。然而，這並不是容易的事，在我們推行新的科技教育的內容，很多時候也需要各大專院校及教育局的專業支援才能進行有效的專業培訓。從學生的角度來說，亦不是每一位學生能夠與嶄新的科技教育同步學習，除了數碼鴻溝外，數碼學習鴻溝亦會隨之而出現（Harun, Hamzah, Mansor, Mahmud, Hashim, Sultan 及 Ismail, 2021）。故此教師在設計更有前瞻性的學習內容的同時，亦需要多關顧不同學生的學習多樣性，讓不同學習風格的學生亦能確保其學習效能。

參考文獻

- 王光復 (2011)。科技教育界應重視如何塑造良好的學習環境。 *生活科技教育*, **44(3)**, 1-22。
- Education Bureau. (2022). *Technology Education Key Learning Area Curriculum*. Retrieved from <https://www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/technology-edu/index.html>
- Harun, Z., Hamzah, F. M., Mansor, S., Mahmud, A. S., Hashim, H., Sultan, M. T. H., ... & Ismail, A. R. (2021). COVID-19 Effects on Students' Teaching and Learning Perspectives in Malaysian Varsities. *Pertanika Journal of Social Sciences & Humanities*, *29* (4).
- Legowo, B., Kusharjanta, B., Sutomo, A., Mulyadi, M., & Wahyuningsih, D. (2019). Increasing Competency 4C using The G-Suite Application for Education. *International Journal of Active Learning*, *4(2)*, 168-171.
- Pelletier, K., Brown, M., Brooks, D. C., McCormack, M., Reeves, J., Arbino, N., ... & Mondelli, V. (2021). *2021 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition*.

試以一案例研究探討電子學習和「不插電」活動對初小 STEM 教育

可持續發展的影響

A case study exploring the effects of e-Learning and unplugged activities on sustainable development of junior STEM Education

彭健江

粉嶺公立學校 資訊科技及電子學習組

pkk@flps.edu.hk

【摘要】 全球積極推動 STEM(Science, Technology, Engineering & Mathematics)教育的可持續發展，以培養學生的綜合科學應用能力。所以本港學界亦發展不同的校本 STEM 教育方案，因疫情而引致的教育新常態，本校以半日非面授課模式在三年級進行網上 STEM 課堂作為實踐試點，並結合電子學習(e-Learning)、「不插電」活動(Unplugged)、小班教學(Small Class Teaching)及科學探究(Scientific Inquiry)，藉以探討多元化創新教學策略有機配合下對促進初小 STEM 教育可持續發展的可行性。綜合分析不同的學習數據後，顯示是次實踐經驗對初小 STEM 教育能發揮其正面及積極的作用。

【關鍵字】 數理科技教育；電子學習；不插電；科學探究；教育新常態

Abstract: The whole-wide world promotes STEM Education sustainably so as to cultivate integrated science abilities. Hence, Hong Kong general schools are also developing their school-based STEM Education solutions continuously under different school situations. In addition to embrace the New Normal in Learning, our school also try to combine a basket of innovative and appropriate teaching and learning strategies, including Small Class Teaching, Scientific Inquiry, e-Learning and Unplugged activities in the half-day non-face-to-face junior classes. Lastly, the evidence-based case study also shows active and positive aspects about how to foster the sustainable development of STEM Education in Hong Kong's lower primary classes.

Keywords: STEM, e-Learning, Unplugged, Scientific Inquiry, New Normal in Learning

1. 前言

聯合國教科文組織(2016)指出各地政府應該實現包容和公平的全民優質教育和終身學習。國家十四五規劃及 2035 年遠景目標(2021)強調把堅持創新放在現代化建設全局中的核心地位。香港小班教學研究報告(2010)顯示小班教學對於缺乏家庭支援的學生，在其學校教育階段早期的成效較為顯著。教育局 (2015)推出「第四個資訊科技發展策略-加強學校無線網絡基礎設施」政策(簡稱：WiFi900 計劃)，並分階段提升學校無線網絡基礎設施及購置流動裝置供學生在課堂上使用。香港教育局(2016)的《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》報告指出為讓本港學生作更好準備，以應對未來經濟、科學和科技的高速發展，推動 STEM 教育作為學校課程持續更新的其中一個發展重點，以促進學生全人發展和終身學習。香港課程發展議會(2020)再修訂的《計算思維—編程教育小學課程補充文件》重點是讓學生掌握編程的技巧，並且將編程技巧應用到不同的情境，以完成設定的任務/工作。而「國際數學與科學趨勢研究」(TIMSS) 2019 的研究結果顯示，香港小四及中二學生在科學方面的排名分別由上屆的

第五位及第六位下跌至第十五位及第十七位(圖 1)，表現相對遜色。本港學界多以校本模式推動 STEM 教育，並沒有積極將 STEM 有系統地銜接/融入本地常規課程，如只以課外活動形式或學習日/周教授 STEM。在這個現實環境下，藉這篇文章試以一案例研究探討電子和「不插電」活動對促進初小 STEM 教育在新常態下可持續發展的可行性。

科學排名			
排名	小四學生	排名	中二學生
1	新加坡 595分	1	新加坡 608分
2	南韓 588分	2	台灣 574分
3	俄羅斯 567分	3	日本 570分
4	日本 562分	4	南韓 561分
5	台灣 558分	5	俄羅斯 543分
15	香港 531分 (-25分)	17	香港 504分 (-42分)

圖 1 「國際數學與科學趨勢研究」(TIMSS) 2019

2. 背景

本校建校至今已接近九十年歷史，現共有 17 班接近 500 名學生，大部份學生來自基層家庭，接近三分之一生源來自內地。而本校第一學習階段按學業成績平均分班，但班別結構呈現複雜的學習多樣性，如；非華語、學習障礙、家庭支援不足等等。因此本校自 2018-2019 學年重啟由小一開始積極推動小班教學策略促進課堂內的互動，有利多元他教學，提升學生的學習成效。近年全球受新冠疫情而引致的教育新常態(「網上學習」/「混合學習」)，這個情況特別對基層家庭學童的常規學習影響更大。自本校於 2015 年度成功申請成為教育局「WiFi900」計劃(第一期)學校，並制訂一個為期三年的校本高小電子學習計劃，目的以自主及探究學習模式，針對學生在數學、英文及電腦科的學習難點、延伸學習及促評的需要，再配合穩定的無線網絡系統、適合的流動電子裝置及電子學習資源，藉以提升學生的學習動機，及促進學與教的效能。其後，我們再制定校本「WiFi900 ∞ 」計劃，聚焦促進主動學習。除持續優化校本編程課程外，亦於 2020 年成功申請成為「賽馬會運算思維教育」聯網學校，藉此獲得校外專業教材、教師專業培訓及額外人/物力支援。綜合我們過去在電子及編程教育的成功實踐經驗後，我們相信在新常態教學模式下再結合多元化教學策略有利於非面授/混合課堂內維持 STEM 學與教的一定水平。因此於 2020 至 2021 年度上學期本校在初小常識科的合適課題嘗試適切加入電子、「不插電」及小班元素，藉以探討科學探究在新常態下所帶來可持續發展的可行性影響。

3. 選用原因

因本校有部份學生居住在內地，所以選用 Zoom 視像會議平台作為非面授/混合課堂之用，而電子評估工具(eAssessment Tools)分別是 Mentimeter 及 Kahoot! 同時選用香港教育城(HKEcity)的教育多媒體超連結作為反轉課堂(Flipping Classroom)短片學習資源(圖 2)，而我們亦首次嘗試使用(Classclick)收集學生的課後語音功課。最後我們亦結合本校電腦科初小所教授的「不插電」活動，它們大部份都是免費、簡單及易用的版本，學生無需登入仍然能夠使用大部份的基本功能。近年本校已鋪設全校光纖寬頻及高速無線網絡系統，因此師生無論在校內/外任何時何地只要有一部能接駁互聯網的流動電子裝置便能進行即時的電子學與教活動。

4. 推行方案



圖 2 香港教育城：教育電視節目節錄部份(身體力行，綠化社區)

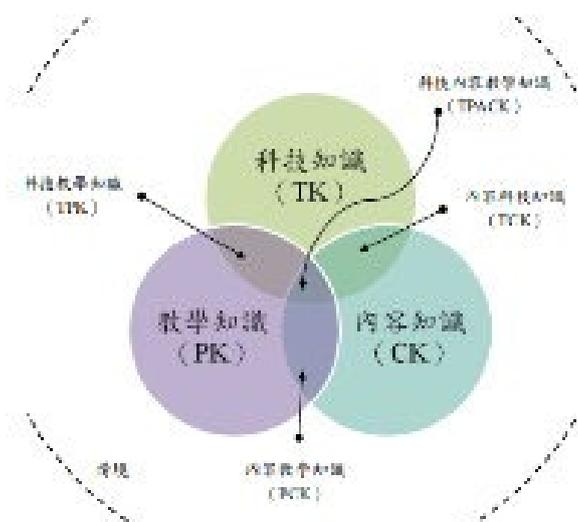


圖 3 學科教學科技知識(TPACK)



圖 4 本課堂的主要 STEM 教學元素

4.1. 預備篇

透過同級共備檢視第一學習階段的常識科課程，再加上學科教學科技知識(TPACK) (圖 3) 及 STEM (圖 4)概念為基礎選擇合適的學科知識、教學法及科技。首先嘗試在科學探究課題加入反轉課堂(Flipping Classroom)、小班教學(Small Class Teaching)、電子評估(e-Assessment)及

「不插電」(Unplugged)元素，例如：「同一天空下」主題的「綠化與我」課題。以往由於課時不足及課程內容緊迫，我們大部份情況下只能透過多媒體、提問及課堂練習獲取學生對科學探究的學習數據，但老師往往未能即時作出適時的回饋。因此我們於課前播放由老師選輯的合適網上學習短片(圖 2)作為預習。評估平台(Mentimeter)即時收集學生在課堂前後的評估數據，而評估內容主要來自學生能力國際評估計劃 (TIMSS) 中評估科學方面的題型，並即時作出回饋及跟進。因此我們三年級常識科團隊結合小班教學技及不插電概念設計合適的科學探究課堂教材(圖 6)，藉以提升初小 STEM 中科學探究的學與教效能。



圖 5 以 Zoom 進行線上實時科探課堂



圖 6 以多元化建構方法探討課題

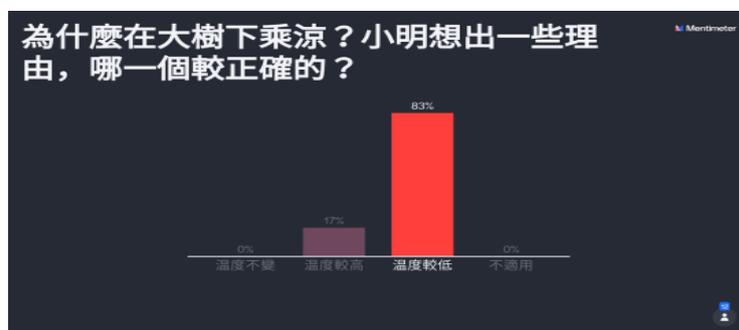


圖 7 即時評估平台(Mentimeter)

4.2. 學習篇

透過同級共備檢視第一學習階段的常識科課程，再加上學科教學科技知識(TPACK) (圖 3) 及 STEM (圖 4)概念為基礎選擇合適的學科知識、教學法及科技。首先嘗試在科學探究課題加入反轉課堂(Flipping Classroom)、小班教學(Small Class Teaching)、電子評估(e-Assessment)及「不插電」(Unplugged)元素，例如：「同一天空下」主題的「綠化與我」課題。以往由於課

時不足及課程內容緊迫，我們大部份情況下只能透過多媒體、提問及課堂練習獲取學生對科學探究的學習數據，但老師往往未能即時作出適時的回饋。因此我們於課前播放由老師選輯的合適網上學習短片(圖 2)作為預習。評估平台(Mentimeter)即時收集學生在課堂前後的評估數據，而評估內容主要來自學生能力國際評估計劃 (TIMSS) 中評估科學

課內先使用 Google Slides 展示本課堂的學習要點，跟隨以 4-5 人小組分別透過圖像以「思、討、享」的形式分享在郊野或市區栽種植物的原因(圖 5)。隨後各小組透過閱讀指定資料以「專家組」身份解釋在郊野或市區栽種植物的原因(圖 5)。跟著各小組需完成以「綠化與我」為主題的指定「不插電」活動(圖 7)，包括：序列、除錯等等。最後以 Mentimeter 收集已學會知識的學習數據(圖 7)，並即時作出分析及以合適的提問作出回饋，然後使用 Google Slides 展示本課堂的總結。課後學生需分別完成以下三個任務：(1)Kahoot 網上挑戰/增潤題目(圖 9)、(2)使用 Classclick 上載綠化家居語音計劃 (圖 10)及(3)設計一個社區綠化公園平面圖 (圖 11)上載到線上收集功課系統(eClass)。

(3)改錯：請圈出錯誤的關鍵詞語，並在旁寫出正確答案。

答案：根

→我們認為栽種在斜坡上的植物根部能抓緊泥土，有護土作用，可以減少水土流失，減低山泥傾瀉的機會。



圖 8 不同類型的「不插電」(Unplugged)活動



圖 9 課後科學探究個人工作紙

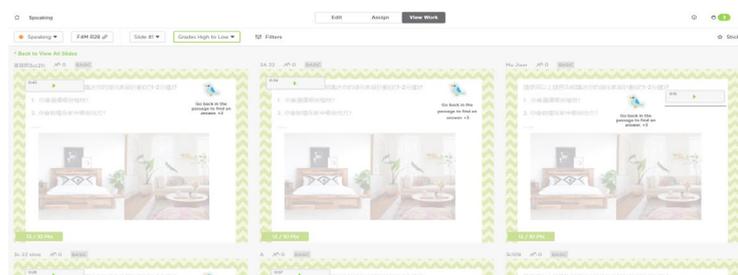


圖 10 上載語音功課到(Classclick)



圖 11 課後學生設計的社區綠化公園

表 1 顯示前後測各題的平均答對率及後測比前測的學習數據分析結果

級別	題目	平均答對率(%)		
		前測 1(A) 將學會的知識	後測(B) 已學會的知識	(B)比(A)
三	Q1	61%	79%	18% (↑)
	Q2	46%	59%	13% (↑)
	Q3	76%	84%	8% (↑)
	Total	61%	74%	13% (↑)

4.3. 反思篇

同級科任根據國際科學教育成就趨勢調查(TIMSS)小四科學方面的題型作藍本，擬定更適合初小學生作答的科學題目(圖 7)。首先課前加入翻轉課堂元素，此外在課堂前後分別使用 **Mentimeter** 收集學生對「將學會的知識」及「已學會的知識」的學習數據作為前後測，再加上在課內亦加入一些合適的建構性學與教策略，包括：「不插電」、電子工具、小班、科探等等。結果，全級後測的平均答對率比前測多了約一成三(表 1)，而後測部份題目的答對率比前測多了接近兩成(表 1)，顯示適切的線上多元化科探活動對促進學生的科學知識亦具一定成效，同時推敲對促進本港 STEM 教育的持續發展亦具有一定的正面積極作用。

透過多元化建構知識的方法完成一個適切的科學探究課題(圖 6)，他們不單以觀察圖片分享綠化與我的預習成果，而且即時閱讀及分析由老師提供的專家資料，雖然實驗結果並非來自公平測試，但都顯示學生都能夠達到一致的結論，並符合探究綠化與我的原因。另一方面各組學生能以剛學會的科探知識轉移到課內的「不插電」學習活動，如：重組句子、改錯、填充等等，對深化學生的計算思維概念具一定成效。

整體而言，各科任老師十分認同是次混合創新及教研課堂對提升學與教的效能具一定成效，因學生能較以往早期網課能更認真地投入線上科探學習，從而更願意積極建構科學知識，但大家仍然十分認同如能安排現場分組及實際操作活動，科探活動的成效能會更理想。而課後從該班抽出不同能力學生進行訪談，透過在課堂前後使用 **Mentimeter** 進行即時評估，他們指出能即時收到老師更準確及清晰的直接回饋，因此無論自己答對或錯都感到很興奮。另外他們亦同意進行線上分組科探討論活動，不單對課題內的科學關鍵字留下更深刻的印象，而且亦能大幅提升學習科學知識的動力。最後他們認為課後的增潤功課富挑戰性及有較大發揮創意的機會，亦能提升他們對學習科學知識的參與度及投入感。

5. 結論

無論聯合國教科文組織、國家規劃，以至本港教育局強調 STEM 及編程教育作為學校課程持續更新的其中幾個發展重點，並配合教育局早前推出「第四個資訊科技教育策略」後的相關政策及資源，便營造了一個有利以電子及編程學習促進 STEM 教育中的科學探究環境。因疫情持續以基層家庭為主的學校在教育新常態下推動「非面授課」及「混合式學習」更具挑戰！但本校的教研學習數據、學生表現及師生訪談的分析結果，亦再次證明以科學探究活動配合電子及「不插電」活動不單能提升學生在線上學習的投入感及興趣，而且亦能大幅提升學生學習 STEM 的效能。但以教師為中心的教學模式，只轉為網上電子化教學模式，例如：依簡報直說，缺乏有意義的活動、師生互動性低、「低層次」問答或缺乏創意等評論，已經未能滿足現今社會在教育新常態下對培育學生綜合能力的發展需要。因此我們應有「新常態」思維，如選用優質的「翻轉課堂」資源，再結合「精教、略教、自學」三種教學元素來建構教學，藉此釋放課堂內外的學與教空間，便能持續深化及聚焦在常識科的科學探究課題。與此同時，透過設計具意義的多元化學習活動再配合「貼地」的電子及編程學習策略，並善用 TIMSS 科學方面的題型促進科學探究學習的評估水平，最後期望可以讓香港學界的 STEM 教育能在新常下仍然能夠向著正確的標杆直跑。

參考文獻

- 聯合國教科文組織(2016)。**2030 年教育：仁川宣言和行動框架實現可持續發展目標 4—確保包容和公平的優質教育，讓全民終身享有學習機會**。取自 https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_chi
- 新華網(2021)。**中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和 2035 年遠景目標綱要**。取自 http://www.xinhuanet.com/fortune/2021-03/13/c_1127205564_2.htm
- 香港教育局(2016)。**《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》報告**。取自 https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM_Education_Report_Chi_20170303.pdf
- 教育局 (2015)。**第四個資訊科技教育策略—加強學校的無線網絡基礎設施**。取自 <https://goo.gl/wdwTYE>
- 新竹縣教育研究發展暨網絡中心(2011)。**科技內容教學知識 (TPACK) 理論架構對教師專業發展之啟示**。取自 <http://www.nc.hcc.edu.tw/ezfiles/119/1119/img/805/99017.pdf>
- 香港賽馬會運算思維教育計劃(2020)。**「賽馬會運算思維教育」聯網學校**。取自 <https://www.coolthink.hk/coolthink-school/>
- 教育局 (2012)。**科學探究學習**。取自 <https://www.edb.gov.hk/tc/edu-system/primary-secondary/applicable-to-primary-secondary/sbss/school-based-curriculum-primary/samples-of-work/collaborative-action-research/p6/p29.html>
- 香港教育城電子報(2019)。**破解「翻轉課堂」的迷思**。取自 <https://www.edcity.hk/hq/zh-hant/content/%E7%A0%B4%E8%A7%A3%E3%80%8C%E7%BF%BB%E8%BD%89%E8%AA%B2%E5%A0%82%E3%80%8D%E7%9A%84%E8%BF%B7%E6%80%9D>
- 香港政府新聞公報(2020)。**教育局跟進國際數學與科學趨勢研究結果**。取自 <https://www.info.gov.hk/gia/general/202012/08/P2020120800478.htm>
- 香港經濟日報(2020)。**港生科學成績創歷屆新低全球排名急挫至第 17 位 學者指 STEM 活動未能銜接課程**。取自 <https://topick.hket.com/article/2823330/%E6%B8%AF%E7%94%9F%E7%A7%91%E5%AD%B8%E6%88%90%E7%B8%BE%E5%89%B5%E6%AD%B7%E5%B1%86%E6%96%B0%E4%BD%8E%E5%85%A8%E7%90>

Yang, K. H., Sun, D., Kam, W. M., Du, H. Z., Sun Y. C., Lin, C. P., Wang, Y. H., Jiang, B., Shih, J. L., Kong, S. C., & Gu, X. (Eds.) (2022). *Teacher Forum Proceedings of the 26th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022)*. Taiwan: National Tsing Hua University.

%83%E6%8E%92%E5%90%8D%E6%80%A5%E6%8C%AB%E8%87%B3%E7%AC%AC17%E4%BD%8D%E3%80%80%E5%AD%B8%E8%80%85%E6%8C%87STEM%E6%B4%BB%E5%8B%95%E6%9C%AA%E8%83%BD%E9%8A%9C%E6%8E%A5%E8%AA%B2%E7%A8%8B

香港課程發展議會(2020)。計算思維—編程教育小學課程補充文件(修訂版)。取自

https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/CT/supplement_CT_Chi_2020.pdf

香港政府新聞網(2021)。專業有序落實小班教學。取自

https://www.news.gov.hk/chi/2021/10/20211012/20211012_150346_532.html

香港立法會教育事務委員會(2010)。小班教學研究報告。取自

<https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/edu-system/primary-secondary/applicable-to-primary/small-class-teaching/ed0513cb2-1484-6-c.pdf>

香港教育城(2020)。21世紀教育網上研討會：擁抱學習新常態。取自

<https://www.hkedcity.net/goelearning/zh-hant/resource/5eccc1ff0da87ec81c52984b>

趙志成(2007)。有效教學策略的應用。取自

<https://www.hkier.cuhk.edu.hk/document/OP/SOP43.pdf>

巴士的報(2019)。課程設計乏長遠規劃 中小學STEM銜接難。取自

<https://www.bastillepost.com/hongkong/article/5582216-%EF%BB%BF%EF%BB%BF%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E8%A8%AD%E8%A8%88%E4%B9%8F%E9%95%B7%E9%81%A0%E8%A6%8F%E5%8A%83-%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%AD%B8stem%E9%8A%9C%E6%8E%A5%E9%9B%A3%EF%BB%BF>

Hassard, J. (2000). *Science as inquiry*. Parsippany, New Jersey: Good Year Boks.

Hattie, J. (2009). *Visible Learning*. New York: Routledge

Implementation of Deliberate and Purposeful Practice in Mathematics

Education by LaTeX

SO Chi-fung

Kiangsu-Chekiang College (Shatin)

*scf@kccshatin.edu.hk

Abstract: *LaTeX is a typesetting system created by the American computer scientist Leslie Lamport. It is open-sourced, free, and user-friendly. This feature made LaTeX popular with scientists and engineers. However, LaTeX is seldom used in secondary school mathematics education. Teachers have seldom thought about using it since basic programming skills could be one of the barriers. LaTeX, as a kind of typesetting program, can enhance learning and teaching efficiency with its powerful package. Teachers may also be benefited by making questions and solutions easily by using some programming technique like for-loop. A series of questions can also be set up for students to encourage students' self-directed learning in mathematics lessons. Once the questions are designed intentionally, students can start practicing deliberately. (Note: The code used is typeset by LaTeX with documentclass{exam} and packages of amsmath, amsthm, amssymb are used.)*

Keywords: LaTeX, learning and teaching efficiency, mathematics, Deliberate Practice

1. Deliberate Practice

Deliberate Practice, an idea first introduced by K. Anders Ericsson, refers to a kind of purposeful training, with feedback to be given instantly (Ericsson, 2004). Deliberate Practice is not a meaningless unintentional repeated training. It is well-designed and systemic (Ericsson, 2006). To provide deliberate practice, teachers are required to re-design their work. Students are required to finish some repeated tasks, just like what athletes do. In addition, the design of the task must fulfil the following conditions (Ericsson et al., 1993):

1. Students must be motivated to attend to the task
2. Teachers should consider students' pre-existing knowledge so that the task can be correctly understood after a brief period of instruction.
3. Instant and informative feedback on their performance are necessary.
4. Students show repeatedly perform the same or similar tasks.

As we all know, condition 2 is not a problem in Hong Kong. Mathematics teachers in Hong Kong are well-trained to focus on students' needs. We are professional in identifying students' pre-existing knowledge, carrying out the teaching, and delivering the content appropriately. It is just our daily routine.

The major problem of carrying out the deliberate practice is how to find a large number of well-designed similar tasks, coming with instant and informative feedback (we are teaching 3 to 4 classes of at least 25 students). Hong Kong teachers are willing to tailor-make learning materials for students and students are welcome to finish them. However, instant feedback for those materials is not possible since many student works are there. Many repeated and similar tasks and instant feedback are needed to perform deliberate practice, but the real situation is that some tasks of different questions type and a lot of marking are needed so this kind of practice seems to be impossible.

To deal with this situation, the use of LaTeX may help. This paper is going to discuss a method to generate questions easily, coming up with a full solution. Students are encouraged to check the answers by themselves to collect instant and informative feedback on their work, which would also induce their self-directed learning attitude and be motivated for their learning. This paper will cover 2 topics, which are the division of polynomial and factorization, as examples of using LaTeX in secondary mathematics lessons. With the readiness of the related materials, our students would have a chance to taste the deliberate practice.

2. Introduction to LaTeX powerful package: polynom

Thanks to thousands of free packages provided by LaTeX, teaching materials can be easily designed by teachers. Questions and solutions can even be prepared efficiently by more powerful packages. Teaching materials can further be integrated into learning and management systems to facilitate the self-study of students. In this part, we will use the form-4 mathematics topic “Division of Polynomials” as an example to illustrate the use of LaTeX in learning and teacher.

Practice makes perfect. To strengthen students’ computational skills, more exercises in certain topics may need to be provided to students. It is time-consuming for teachers to prepare the solutions, but LaTeX can help in this case. For example, the package “polynom” implements macros for manipulating polynomials. In particular, polynomial division can be performed automatically by the functions “\polydiv” and “\polylongdiv”, as shown in table 1.

Table 1

LaTeX Code	Pesudo code
<pre>\polyadd\dividend{x^3-6x^2+11x-6}{0} \polyadd\divisor{x-1}{0} \question Factorize f(x)=\polyprint\dividend\$ \begin{solutionordottedlines}[5cm] \polylongdiv\dividend\divisor\ \polydiv\quotient\dividend\divisor f(x)=(\polyprint\divisor)(\polyprint\quotient)\$\ f(x)=(\polyprint\divisor)\polyfactorize\quotient\$ \end{solutionordottedlines}</pre>	<pre>dividend := x^3 - 6x^2 + 11x - 6 divisor := x - 1 print 'Factorize f(x) = ' + dividend function solutionordottedlines *print solution*\ function polylongdiv(dividend, divisor) *print the steps of long division function polydiv(dividend, divisor) returns quotient print 'f(x) = (' + divisor + ')(' + quotient + ')' print 'f(x) = (' + divisor + ') + function factorize(quotient) returns factors end</pre>

With the use of the “\polylongdiv”, users can have the remainder easily and create another “\dividend” by subtracting the remainder from it. You can always have a pair of dividend and divisor, leaving no remainder. The compiled result is followed in figure 1.

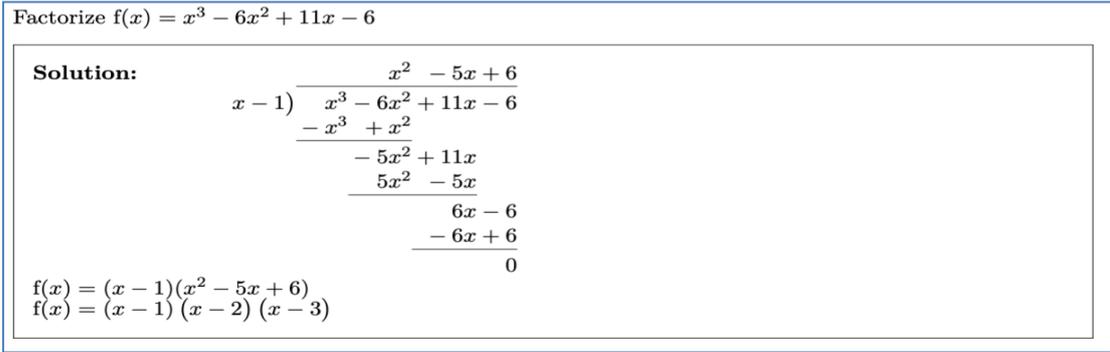


Figure 1. Result of table 1

There is another way in creating the questions. By considering 3 polynomial of degree 1, a degree 3 polynomial is formed by multiplying them together (use “\polymul” twice in \polynom). More information could be referenced by the documentation (<https://mirror-hk.koddos.net/CTAN/macros/latex/contrib/polynom/polynom.pdf>).

3. The way of using LaTeX to formulate questions.

In the world of LaTeX, users can create functions by using “\newcommand”. To generate questions from random numbers, some functions (table 2 – 4) should be made for handling the formatting of equations. (Note: The packages ifthen and pgfplots are used for the following functions.)

Table 2. LaTeX code of function “leadingCoefficient”

LaTeX Code	Pseudo code
<pre>\newcommand{\leadingCoefficient}[1]{ \pgfmathtruncatemacro\TEMP{#1} \ifthenelse{\TEMP=1}{} {\ifthenelse{\TEMP=1}{-}{\TEMP}} }</pre>	<p>Procedure leadingCoefficient, Pass In: number</p> <p>function pgfmathtruncatemacro TEMP:= integral part of Pass In</p> <p>if TEMP = 1, then print ‘-’</p> <p>else if TEMP = -1, then print ‘-’, else print TEMP</p> <p>end</p>

Table 3. LaTeX code of function “coefficient”

LaTeX Code	Pseudo code
<pre>\newcommand{\coefficient}[1]{ \pgfmathtruncatemacro\TEMP{#1} \ifthenelse{\TEMP>0} {\ifthenelse{\TEMP=1}{+}{+\TEMP}} {\ifthenelse{\TEMP=-1}{-}{\TEMP}} }</pre>	<p>Procedure coefficient, Pass In: number</p> <p>function pgfmathtruncatemacro TEMP:= integral part of Pass In</p> <p>if TEMP > 0</p> <p>then if TEMP = 1, print ‘+’, else print ‘+’ + TEMP</p> <p>else if TEMP = -1, print ‘-’, else print TEMP</p> <p>end</p>

Table 4. LaTeX code of function “Number”

LaTeX Code	Pseudo code
<pre>\newcommand{\Number}[1]{ \pgfmathtruncatemacro\TEMP{#1} \ifthenelse{\TEMP>0}{+\TEMP}{\TEMP} }</pre>	<p>Procedure Number, Pass In: number</p> <p>function pgfmathtruncatemacro TEMP:= integral part of Pass In</p> <p>if TEMP > 0, then print ‘+’ + TEMP, else print TEMP</p> <p>end</p>

Once 3 functions are used together, it would be like:

Command: `\def\{a\}\def\{b\}\def\{c\}{-4}\leadingCoefficient{\a}x^3\coefficient{\b}x^2\Number{\c}`

The result will be $x^3 + 2x^2 - 4$ but not $1x^3 + 2x^2 + -4$.

One more function is needed before doing generation on questions and answers. That function is created to handle fractions. Originally, LaTeX would not reduce fractions. For example, LaTeX would show $\frac{9}{6}$, but not $\frac{3}{2}$, if you write

the command “\frac{9}{6}”. It would show $\frac{-9}{3}$ rather than -3 if the command “\frac{-9}{3}” is written. To handle this case, with the use of package CALCULATOR, a function called “\simFrac” is created. (Table 5)

Table 5. LaTeX code of function “simFrac”

LaTeX Code	Pseudo code
<pre>\newcommand{\simFrac}[2]{</pre>	<p>Procedure simFrac, Pass In: 2 numbers</p>

<pre> \pgfmathtruncatemacro{\simFracq}{#1} \pgfmathtruncatemacro{\simFracq}{#2} \GCD{\simFracq}{\simFracq}{\PQGCD} \pgfmathtruncatemacro{\simFracq}{\simFracq/\PQGCD} \pgfmathtruncatemacro{\simFracq}{\simFracq/\PQGCD} \pgfmathtruncatemacro{\absP}{abs(\simFracq)} \pgfmathtruncatemacro{\absQ}{abs(\simFracq)} \pgfmathtruncatemacro{\PN}{\simFracq*\simFracq} \ifthenelse{\simFracq=1} {\simFracq} {\ifthenelse{\simFracq=-1}{ \ifthenelse{\simFracq>0}{-\simFracq} {\absP}}{ \ifthenelse{\PN>0} {\displaystyle\frac{\absP}{\absQ}} {\-displaystyle\frac{\absP}{\absQ}}}} } </pre>	<pre> function pgfmathtruncatemacro simFracq:= integral part of the 1st Pass In function pgfmathtruncatemacro simFracq:= integral part of the 2nd Pass In function GCD(simFracq, simFracq) returns PQGCD *find the GCD between numerator and denominator *\ function pgfmathtruncatemacro simFracq:= simFracq/PQGCD function pgfmathtruncatemacro simFracq:= simFracq/PQGCD *divide numerator and denominator by their GCD *\ function pgfmathtruncatemacro absP:= absolute value of simFracq function pgfmathtruncatemacro absQ:= absolute value of simFracq *Take the absolute of numerator and denominator *\ function pgfmathtruncatemacro PN:= simFracq * simFracq *PN is used to determine the sign of the final answer *\ If simFracq = 1 *If the simplified denominator =1, i.e. simFracq/1 * then print simFracq *print the simplified numerator only*\ else if simFracq = -1 *If the simplified denominator =-1, i.e. simFracq/-1 * else if simFracq > 0, then print ‘-’ + simFracq *since simFracq>0, simFracq/-1=-simFracq *\ else print absP. *since simFracq<=0, simFracq/-1= absP * else if PN>0 *If the fraction > 0*\ then print frac{absP}{absQ} *If true, Print the fraction absP/absQ*\ else print -frac{absP}{absQ} *If false, Print the fraction -absP/absQ*\ end </pre>
--	---

By using that function, $\frac{3}{2}$ will be obtained when “ $\simFrac{9}{6}$ ” is inputted while -3 will be there if “ $\simFrac{-9}{3}$ ” is typeset. This “ \simFrac ” function is a game-changer. Answers generation will be easier after using that function. For example, we can define 3 variables a , b , and c as followed (table 6), and the result is shown in figure 2 below. The following question is defined by a , b and c only and the question and answer are generated by the related function. In other words, another question and answer will be auto-generated once a , b and c are changed.

Table 6

LaTeX Code	Pseudo code
<pre> \defa{2}\defb{5}\defc{1} \question Solve \$\leadingCoefficient{a}x\Number{b}=c\$ \begin{solutionordottedlines}[4cm] \begin{align*} \leadingCoefficient{a}x\Number{b}&=c\ \leadingCoefficient{a}x &= \simFrac{c-b}{1}\ x &= \simFrac{c-b}{a} \end{align*} \end{solutionordottedlines} </pre>	<pre> a:=2, b:=5, c:=1 print ‘Solve’ ax+b=c * a,b and c are correctly displayed *\ function solutionordottedlines *print solution*\ function align * print answers in math alignment *\ print ax + b = c * a,b and c are correctly displayed *\ print ax = b-c *result of (c-b)/1 is displayed*\ print x = (b-c)/a *result of (c-b)/a is displayed*\ end </pre>

<p>Solve $2x + 5 = 1$</p> <p>Solution:</p> $2x + 5 = 1$ $2x = -4$ $x = -2$
--

Figure 2. Result of table 6

4. Using LaTeX in lessons to encourage students' self-directed learning

Once the technology is ready, pedagogy should be followed. The next part would be how to use these powerful LaTeX tools to design materials for the mathematics lessons. In this part, the “grouping method to factorize polynomials” would be set as an example of how LaTeX is used in designing materials for students to encourage students' self-directed learning.

Defined by education expert Malcolm Knowles, “In its broadest meaning self-directed learning describes a process by which individuals take the initiative, with or without the assistance of others, in diagnosing their learning needs, formulating learning goals, identifying human and material resources for learning, and evaluating learning outcomes.”(Knowles 1975).

To encourage self-directed learning, we try to build up a scaffold for students by using LaTeX. The lesson will be started by a simple question type shown in figure 3.

$5xy + 3y + 20x + 12$ <p>Solution: $5xy + 3y + 20x + 12$ $= y(5x + 3) + 4(5x + 3)$ $= (5x + 3)(y + 4)$</p>
--

Figure 3. simple factorization question and solution

This simple question set as an example for students to learn how to do grouping method in factorization, just one more step forward from taking out common factors. The question is actually formulated by 4 numbers: 5, 3, 1 and 4. The structure of the question is $acxy + bcy + adx + bd$, where a, b, c and d are constants. In other words, the code for the above question is shown in table 7.

Table 7

LaTeX Code	Pseudo code
<code>\def{a}{5}\def{b}{3}\def{c}{1}\def{d}{4}</code>	<code>a:=5, b:=3, c:=1, d:=4</code>
<code>\question \$\leadingCoefficient{a*c}xy\coefficient{b*c}\$ y\coefficient{a*d}x\Number{b*d}\$</code>	<code>print acxy+bcy+adx+bd /*numbers are correctly calculated and displayed*/</code>
<code>\begin{solutionordottedlines}[3cm]</code>	<code>function solutionordottedlines *print solution*</code>
<code> \$\leadingCoefficient{a*c}xy\coefficient{b*c}\$y \coefficient{a*d}x\Number{b*d}\</code>	<code> print acxy+bcy+adx+bd /* display the question*/</code>
<code>=\leadingCoefficient{c}y(\leadingCoefficient{a}x\Number{b}) \coefficient{d}(\leadingCoefficient{a}x\Number{b})\</code>	<code> print =cy(ax+b) +d(ax+b)</code>
<code>=(\leadingCoefficient{a}x\Number{b}) (\leadingCoefficient{c}y\Number{d})\$</code>	<code> print =(ax+b) (cy+d)</code>
<code>\end{solutionordottedlines}</code>	<code>end</code>

The question is simply defined by 4 variables a , b , c and d . Another question can be formed by changing the value of these 4 numbers.

Furthermore, Some students may need more practices and the command “\foreach” may help. “\foreach” is the command of using for-loop in LaTeX. There are two ways of using the “\foreach” command. Firstly, the “\foreach” can determine the value of the 4 variables. The codes and result are followed (table 8 and figure 4).

Table 8

LaTeX Code	Pseudo code
<pre> \foreach \a/\b/\c/\d in {5/3/1/4, 2/5/7/3} { \question \$\leadingCoefficient{\a*\c}x\coefficient{\b*c} y\coefficient{\a*d}x\Number{\b*d}\$ \begin{solutionordottedlines}[3cm] \$\leadingCoefficient{\a*c}x\coefficient{\b*c}y \coefficient{\a*d}x\Number{\b*d}\backslash = \leadingCoefficient{c}y(\leadingCoefficient{a}x\Number{b}) \coefficient{d}(\leadingCoefficient{a}x\Number{b})\backslash = (\leadingCoefficient{a}x\Number{b}) (\leadingCoefficient{c}y\Number{d})\$ \end{solutionordottedlines} } </pre>	<pre> for (a/b/c/d) = (5/4/1/4, 2/5/6/3) do *forloop with a,b,c,d changing *\ print acy+bcy+adx+bd *numbers are correctly calculated and displayed *\ function solutionordottedlines *print solution*\ print acy+bcy+adx+bd * display the question*\ print = cy(ax+b) +d(ax+b) print =(ax+b) (cy+d) end </pre>

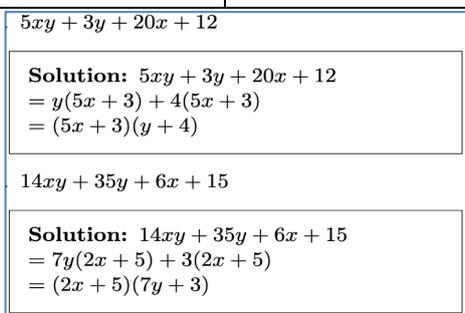


Figure 4. Result of table 8

Secondly, the for-loop can be used by the variable i , with the use of the command “\pgfmathrandominteger”, a random number picker in the package pgfplots. The code and result are followed. (table 9 and figure 5).

Table 9

LaTeX Code	Pseudo code
<pre> \pgfmathsetseed{9} \foreach \i in {1,...,3} { \pgfmathrandominteger{\a}{1}{10} \pgfmathrandominteger{\b}{1}{10} \pgfmathrandominteger{\c}{1}{10} \pgfmathrandominteger{\d}{1}{10} \GCD{\a}{\b}{\ABGCD} \GCD{\c}{\d}{\CDGCD} </pre>	<pre> function pgfmathsetseed(9) * fix the random seed *\ for i:=1 to 3 do function pgfmathrandominteger(1)(10) returns a function pgfmathrandominteger(1)(10) returns b function pgfmathrandominteger(1)(10) returns c function pgfmathrandominteger(1)(10) returns d *random a 1-10 integer *\ function GCD(a, b) returns ABGCD function GCD(c, d) returns CDGCD *find the GCD between a and b, c and d*\ </pre>

<pre> \pgfmathtruncatemacro{a}{a^ABGCD} \pgfmathtruncatemacro{b}{b^ABGCD} \pgfmathtruncatemacro{c}{c^CDGCD} \pgfmathtruncatemacro{d}{d^CDGCD} \question \$\leadingCoefficient{a^c}xy\coefficient{b^d}\$ y\coefficient{a^d}x\Number{b^d}\$ \begin{solutionordottedlines}[3cm] \$\leadingCoefficient{a^c}xy\coefficient{b^c}y \coefficient{a^d}x\Number{b^d}\backslash =\leadingCoefficient{c}y(\leadingCoefficient{a}x\Number{b}) \coefficient{d}(\leadingCoefficient{a}x\Number{b})\backslash =(\leadingCoefficient{a}x\Number{b}) (\leadingCoefficient{c}y\Number{d})\$ \end{solutionordottedlines} } </pre>	<pre> function pgfmathtruncatemacro a:= a/ABGCD function pgfmathtruncatemacro b:= b/ABGCD *make sure a and b are relatively prime*\ function pgfmathtruncatemacro c:= c/CDGCD function pgfmathtruncatemacro d:= d/CDGCD * make sure c and d are relatively prime *\ print acy+bcy+adx+bd *numbers are correctly calculated and displayed *\ function solutionordottedlines *print solution*\ print acy+bcy+adx+bd * display the question*\ print = cy(ax+b) +d(ax+b) print =(ax+b) (cy+d) end </pre>
---	---

$$9xy + 9y + 4x + 4$$

Solution: $9xy + 9y + 4x + 4$
 $= 9y(x + 1) + 4(x + 1)$
 $= (x + 1)(9y + 4)$

$$63xy + 72y + 7x + 8$$

Solution: $63xy + 72y + 7x + 8$
 $= 9y(7x + 8) + (7x + 8)$
 $= (7x + 8)(9y + 1)$

$$25xy + 5y + 20x + 4$$

Solution: $25xy + 5y + 20x + 4$
 $= 5y(5x + 1) + 4(5x + 1)$
 $= (5x + 1)(5y + 4)$

Figure 5. Result of table 8

In this case, a , b , c and d are randomly chosen from integers 1 to 10. These four numbers are set to be relatively prime so that students could focus on the basic skills of grouping terms.

In general, learning by doing is always the best way to learn new things. With the help of looping, teachers can assess the ability of students and provide appropriate learning materials for them. To encourage self-directed learning, answers are uploaded to the learning management system also. Students are encouraged to work on their own, discuss with their classmates and check the answers online. Students could assess their learning through the learning management system.

After working on the simple grouping method, students will have to do the other part. The learning materials are designed to facilitate their learning. The next stages of questions will be:

1. a , b and d are positive integers, while c is a negative integer: e.g. $18xy - 14y + 27x - 21 = (9x - 7)(2y + 3)$
2. a , b and c are positive integers, while d is a negative integer: e.g. $44xy + 8y - 55x - 10 = (11x + 2)(4y - 5)$
3. a and c are positive integers, while b and d are negative integers: e.g. $2xy - 3y - 6x + 9 = (2x - 3)(y - 3)$
4. Mix up all the cases, a , b , c and d could either be positive or negative. There may be common factors among them.
5. Advanced factorization questions.

During the lessons, students are allowed to do the work at their own pace. More able students could work faster and assess their work online. Less able students are allowed to have more time to do their work. The answers on the internet assist their learning and teachers are always available to help if they needed. Students take the initiative to learn.

5. Conclusion

This paper covers the way of using LaTeX to generate questions in the same type only while the way of performing deliberate practice in lessons and the significance of deliberate practice has not yet been discussed. In general, it is believed that deliberate practice could “improves speed and accuracy and helps students remember concepts, facts, and procedures. Within a problem-solving classroom, practice could be used to strengthen the understanding of mathematical concepts and big ideas introduced in tasks, or to develop procedural and computational skill.” (Oldridge, 2017). Some teachers tried to break down some complex mathematics idea into small steps and required students to practice deliberately. “Cognitive overload is avoided” (Sealy, 2021).

In addition, Research on deliberate practice in education were carried out in lessons. (Ericsson et al., 1993) It is found that with the use of deliberate practice, the learning and teaching is more efficient, students are more proactive in the lessons and their performance are better (Reif & Allen, 1992).

This is one of the characteristics of mathematics questions: Changing the numbers will give you another new question. Besides the topic of factorization, those techniques could also be used among other topics in high school mathematics. LaTeX makes it possible to duplicate questions from the same type and deliberate practice would happen in lessons. This paper just provides a possible way to carry out deliberate practice in mathematics lessons. However, further research is needed to explore the effectiveness of implementing deliberate in the lessons.

Acknowledgment

I would also like to show my gratitude to the Dr. Chan Kai Leung, lecturer of Department of Mathematics of Chinese University of Hong Kong, for sharing his pearls of wisdom, and also for his comments on an earlier version of the manuscript.

References

- Ericsson, K. A. (2004), Deliberate Practice and the Acquisition and Maintenance of Expert Performance in Medicine and Related Domains, *Academic Medicine: October 2004, Volume 79* (Issue 10), p S70-S81
- Ericsson, K. A. (2004), The Influence of Experience and Deliberate Practice on the Development of Super Expert Performance, *The Cambridge Handbook Of Expertise and Expert Performance*
- Ericsson, K. A., Krampe, R.T., & Tesch-Romer, C. (1993), The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance, *Psychological Review, Volume 100*. No. 3, 363-406
- Knowles (1975), *Self-directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*, Association Press, New York, NY, USA.
- Oldridge, M. (2017), *Deliberate and Purposeful Practice In Mathematics Classrooms*, Retrieved from: <https://matthewoldridge.medium.com/deliberate-and-purposeful-practice-in-mathematics-classrooms-5adef4f16282>
- Reif, F., & Allen, S. (1992). Cognition for interpreting scientific concepts: A study of acceleration. *Cognition and Instruction*
- Sealy, C. (2021) *The 5 Stages Of Deliberate Practice In Education: How I Wish I'd Taught Maths (4)*. Retrieved from: <https://thirdspacelearning.com/blog/how-teach-primary-maths-deliberate-practice-in-education/>

The Effectiveness of Using E-Learning Tools as Formative Assessment to Improve Teaching and Learning through Online Lessons

Tang Tsz Ching

Ling To Catholic Primary School

tangtszching@lingto.edu.hk

Abstract: *This paper discusses the effectiveness of using e-learning tools as a mean of formative assessment to improve teaching and learning, under the pandemic situation in Hong Kong, in which school is suspended and only online lesson is allowed. Students' learning has been greatly affected since limited teacher-student interaction can be done in online lesson using the traditional teaching strategies. Also, it is undoubtedly difficult for teacher to check individuals' learning progress in the lessons when face-to-face teaching is absent. Under such circumstance, there is a need for teacher to best utilize the advantages of technology and use e-learning tools to enhance students' learning. Therefore, the paper aims at using the two selected e-learning platforms, Wordwall and Nearpod, to implement formative assessment in every English online lesson with a class of Primary 5 students to find out whether it can improve teaching and learning in various aspects, such as students' academic performance, perception towards learning, teacher-student relationship. The research was done under the school suspension since appropriate teaching strategies are particular needed in online lessons whereas both teachers and students are encountering a difficult time.*

Keywords: e-learning, formative assessment, teaching and learning, online lesson

1. Introduction

Under the pandemic, the need to develop and utilize e-learning has never been such urgent. This paper was written under school suspension, in which online lesson is implemented. It is undeniable that online lessons can hinder teaching and learning when face-to-face interaction is absent. Rahayu's (2020) mentioned that:

“[the pandemic] made the teachers confuse about how to teach. They have to face lots of problems. They faced difficulties designing an exciting material, explaining the material, assessing, giving feedback, and making the students enjoy the lesson.”

It shows the great impact of pandemic on education. But from the other perspective, using the situation to develop the implementation of e-learning in daily teaching can be an alternative for all teachers and students. While it is difficult for students to understand all the learning objectives, it is also extremely difficult for teachers to check how much they have learnt. The importance of formative assessment is widely discussed in recent years. It is suggested by Boston (2002) that:

“[w]hen teachers know how students are progressing and where they are having trouble, they can use this information to make necessary instructional adjustments, such as reteaching, trying alternative instructional approaches, or offering more opportunities for practice. These activities can lead to improved student success.”

Boston (2022) also agreed that formative assessment is useful in terms of students' self-esteem and their willingness to learn. However, while researchers have reflected the benefits of formative assessment, the implementation, including the platforms and frequency, can have many variables. Whilst, Turzir and Vrabie (2015) have mentioned in their study that “when good teaching occurs in tandem with appropriate e-learning technologies, then

students are more likely to benefit and be able to work and learn in ways that feel more natural to them.” Studies have already shown that with the appropriate use of e-learning, students can be benefited in various aspects. Therefore, the paper will discuss the effectiveness of using e-learning platforms as formative assessment on teaching and learning.

2. Background

The research was conducted at a local primary school where students are mostly from families with lower socio-economic background. The focused group was a Primary Five class with students who generally lack confidence in learning English Language. Some of them were reluctant to participate in English lesson. The class was selected since they have participated the Bring Your Own Device (BYOD) Scheme in the previous academic year so they are familiar with the use of tablet and e-learning.

3. Methodology

The research was conducted from the beginning of January to late January 2022. During the research period, end-of-lesson assessment was included in every English lesson.

The e-learning platforms chosen were Wordwall and Nearpod, which provide a variety of question types for teachers to design the assessment. Both of the platforms allow teachers to generate reports after the assessment to facilitate the data analysis of the research. They also allow students to receive immediate feedback. They can see the correct answer of each question and their ranking is shown on the leaderboard so that they know how they are doing compared to their classmates. The teacher would explain certain questions in the assessment to the class if the accuracy percentage is particularly low.

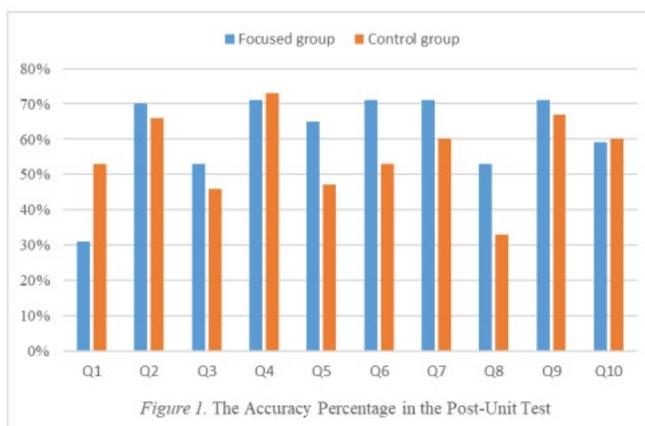
The results of two unit tests are also compared, one before the research and one after, so as to find out if students’ academic performance is improved throughout the period. There is also a control class, in which no e-learning formative assessment was implemented. Moreover, to investigate students’ willingness towards the use of e-learning tools as formative assessment, the participation percentage of the class is also taken into account.

To investigate students’ opinion on such implementation, a questionnaire using 5-star scale was designed and assigned to the focused group after the research period to collect holistic data of the students’ general perception. Apart from that, four random students were chosen to interview their detailed perception on the use of e-learning tools as formative assessment. Their names were not included in the paper and are replaced by Student A, B, C and D.

4. Findings and Discussion

This part of the study analyzes the results and findings on how e-learning affects students on different aspects.

4.1. Students’ Academic Performance



The chart displaying the post-unit test results and the comparison between the focused group and control group shows that among the ten questions in the test, there are seven questions in which the accuracy percentage of the focused group is higher than that of the control group. On top of that, among the seven questions, the accuracy percentage of the focused group was significantly higher than that of the control group in Question 5 to 8 by more than 10%. This indicates that using e-learning tools as formative assessment may help with students' academic performance.

Moreover, by comparing the average score of the pre-unit test and post-unit test of the focused group, it can be seen that students' performance on pronouns, which is the main focus of the tests, is much better in the post test. The average score in the post-test is 60.6, which is 10.9 higher than that of the pre-test. With the use of e-learning tools as formative assessment in online lessons, it can be proven that their academic performance is improved. One of the reasons is that they get to practise the learnt items in the lesson every day, allowing them to be exposed to the language items more and also allowing the teacher to understand their weaknesses so as to adjust the teaching strategies.

4.2. Students' Participation

As mentioned in the background section, some students of the focused group were unwilling to participate in any activities in English lesson. However, having analyzed the data collected from Wordwall, one of the e-learning tools used in this study, it is shown that the participation percentage of all the assessment is above 76%, which is very high, showing that most of the students are no longer reluctant to participate in the activities in English lesson.

In the questionnaire, when asked if students want to play Nearpod in English lessons, the average score of the class is 4.0, showing that most of the students show willingness to participate in the lesson when e-learning is present.

4.3. Teacher-Student Relationship

In the interviews from the four student interviewees, three of them expressed positive thoughts towards the teacher for making 'games' every day. Student C said in the interviewed that:

"I say "thank you" to my English teacher in every lesson because she always makes games for the class. I know that she may have a lot of work to do, but she still insists to let us play every day. When I know that other teachers would not do such thing, I want to work harder to thank the teacher who does it every day for us."

The other two students also mentioned similar thoughts, that if the teacher applied the e-learning games in the lesson, they would appreciate it and be cooperative in class. It is shown that students are willing to try harder in learning when they have positive feelings and thoughts towards the teacher. Lee (2012) also had the same finding in his study that teacher-student relationship has great impact of students' academic performance. Moreover, in the questionnaire, when students were asked if they liked the English teacher making e-learning games for them, the average score is 4.0, showing that they appreciated such action.

4.4. Students' Perception on Learning

The four student interviewees all expressed positive thoughts towards the implementation of e-learning formative assessment in online lessons. Student A mentioned in the interview that the games on Nearpod was fun. She likes playing it for every lesson since it makes the lesson less boring. Student B said in the interview that:

"not all the teachers use e-learning tools with us. When there is English lesson, I know there must be a game, which makes me excited. I do not want to speak up in lessons because my classmates may laugh at me. But when I am playing games, I am not afraid to be wrong. On the opposite, the teacher may even praise me if I get good results."

It is shown that the e-learning formative assessment has gradually encouraged students to gain confidence from that, hence increasing their self-esteem, which is very important to their learning. In Saracoglu's (1989) study, it shows that

having higher self-esteem can increase one's self-efficacy, meaning that one can learn better with higher self-esteem. And the average score is 4.0 when students were asked if they liked playing games in English lessons in the questionnaire, showing that most of the students like this mode of learning.

5. Reflection and Conclusion

Under the pandemic, there are endless challenges in online teaching, and the effectiveness of teaching and learning through online lesson has always been a controversial topic. However, while the downsides of online lessons are undeniable, how to make good use of the advantages and benefits of e-learning tools should be teachers' main focus to facilitate their teaching in 21st century. With the findings in this study, it is shown that online lessons can also be an opportunity for teachers to develop new teaching strategies using e-learning tools. For instance, using e-learning tools as daily formative assessment in online lessons have several benefits to teaching and learning. Not only can students gain confidence, interest and self-esteem thus have better academic results by using e-learning tools to practise more on the language, teachers can also have a better relationship with the students, and gain an understanding on students' learning progress so as to adjust the teaching strategies. Nevertheless, such implementation is never easy. First, it takes time for students to get used to using the e-learning tools. The study period was only one month, and it took nearly one week to familiarize the focused group with the routine. Therefore, when feasible, the usage of e-learning tools should be demonstrated to the class before the study to make better use of the study period. Moreover, it is mentioned by the interviewees that they do not have many opportunities to use e-learning tools in other lessons. To optimize the effectiveness of e-learning, it should be implemented in a whole-school scale, in which most of the teachers unitize the format of formative assessment by using e-learning tools. To achieve such goal, the IT team of the school should first consider what e-learning platforms are the most suitable for the students, then promote it to all teachers at school through workshops. In such way, all students can be benefited from the proper use of technology and e-learning.

It is always important for educators to act swiftly to embrace the challenges in such crucial period whereas great changes may happen anytime in the educational field. Although the study mainly focuses on online lesson, the same teaching strategy can also be applied to face-to-face lesson, whereas Primary Four and Five students can use their iPads bought in the Bring Your Own Device Scheme for formative assessment through e-learning platforms every lesson. Students would not be stressful and reluctant to such arrangement and they can also make good use of the devices they own for learning.

References

- Boston, C. (2002). The concept of formative assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 8(1), 9.
- Lee, J. S. (2012). The effects of the teacher–student relationship and academic press on student engagement and academic performance. *International Journal of Educational Research*, 53, 330-340.
- Miller, D., & Lavin, F. (2007). 'But now I feel I want to give it a try': formative assessment, self-esteem and a sense of competence. *The Curriculum Journal*, 18(1), 3-25.
- Rahayu, R. P., & Wirza, Y. (2020). Teachers' perception of online learning during pandemic covid-19. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 20(3), 392-406.
- Saracoglu, B., Minden, H., & Wilchesky, M. (1989). The adjustment of students with learning disabilities to university and its relationship to self-esteem and self-efficacy. *Journal of Learning Disabilities*, 22(9), 590-592.
- Tirziu, A. M., & Vrabie, C. (2015). Education 2.0: E-learning methods. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186, 376-380.

全面而漸進的 STEM 教育培養 21 世紀科技人才的教學實踐

Pedagogical Practices of Holistic Progressive STEM Education for Nurturing 21st Century Technology Talents

楊偉樑

東華三院甲寅年總理中學

rickywl@connect.hku.hk

【摘要】 21 世紀的科技發展日新月異。為讓學生在畢業後能夠適應社會科技變遷，具備學習及就業競爭力，科技教育不應再局限於學校所擅長的單一方向，而是應全面地培養學生的 21 世紀共通能力。本文將分享學校如何由普及到尖子、由科本到跨科發展 STEM 教育。這套 STEM 教育發展模型適合第一組別、學生學術水平較佳的學校，以學術與技術並重的形式，全面而漸進地培養 21 世紀科技人才。

【關鍵字】 STEM 教育；21 世紀共通能力；螺旋式課程設計；自主學習；創科教育

Abstract: The technological development of the 21st century is rapid. In order to enable students to adapt to the changes in technological society after graduation, and to be competitive in learning and employment, technology education should no longer be limited to the strength of a school, but should comprehensively cultivate students' 21st century skills. This article will share how the school develops STEM education from general to elite and from subject-based to interdisciplinary. This STEM education development model is suitable for band-one schools with high-achieving students. By placing equal emphasis on academics and technology, it will cultivate 21st century technological talents progressively and comprehensively.

Keywords: STEM Education, 21st century skills, spiral curriculum, self-directed learning, innovative entrepreneurship education

1. 簡介

1.1. 配合校本需要 學術與技術並重

本校是一所位於上水北區的男女文化英文中學，學生來自第一組別，學術能力較高。大部分同學來自清貧家庭，社經地位較低。本校於早年一直發展設計與科技科，發展頗有規模。為配合政府近年大力推行 STEM 教育，本校自 2017 年起，逐漸發展出一套全面而漸進的校本 STEM 課程，並於本學年將設計與科技科優化並傳承為 STEM 教育科，提供與時並進的科技教育及跨學科 STEM 專題研習教育。為切合校本學習需要，本校的 STEM 教育發展方向是學術與技術並重，並提供更多機會讓同學體驗嶄新科技。

1.2. 提升學生競爭力 發展 21 世紀共通能力

21 世紀的科技發展日新月異，STEM 教育不只局限於單一方向，而是應更全面地考慮如何培養學生的 21 世紀共通能力(Twenty-first century skills)。教育學家 Michael Fullan 的「深度學習嶄新教學法」(NPD)中提出培養學生六大能力範疇的「6Cs」架構，包括創造力(Creativity)、明辨思維(Critical thinking)、溝通(Communication)、合作(Collaboration)、品格(Character)與公民意識(Citizenship)(Fullan & Scott, 2014; 郭文釗, 2018)。這些能力範疇能讓學生在畢業後能夠適應社會科技變遷，具備學習及就業競爭力。

2. 課程規劃、組織及管理

2.1. 普及化 STEM 教育 培育全體學生基礎科藝素養

本校 STEM 教育主要分為兩個部分。第一部分是透過學校課程為全校初中學生提供普及化 STEM 教育，包括科目為本 STEM 教育及跨學科專題研習。在科目為本 STEM 教育中，初中電腦科讓同學體驗現代科技，如虛擬實境 VR 及全角度 360 影片製作、編程及人工智能 AI；在初中 STEM 教育科推行航空教育，訓練學生由操作小型航拍機，到坐上模擬飛行器操作小型飛機。在跨學科專題研習部分，現時初中各級均有不同主題的跨學科 STEM 課程，包括中一：綠色科技專題研習 (Green technology)、中二：STEM 自主學習計劃 (Self-directed learning)，中三：科藝創建師 (STEMaker) 跨學科小型初創企業課程，各項研習均以解決日常生活問題為目標，輔以創業家思維 (Entrepreneurship) 及人本關懷 (Anthropocentric vision)，漸進而全面地培育學生的科藝素養 (Technology literacy) (梁偉業, 2018)。



中一：綠色科技專題研習-
「珊瑚保育研究」



中二：STEM 自主學習計劃-
「利用可食用天然色彩製作
冰棒」



中三：STEMaker 跨學科小型
初創企業課程-「自熱飯盒解
決老人使用火水爐煮食問題」

圖 1-3 初中各級跨學科 STEM 專題研習

2.2. 尖子化 STEM 教育 充分發揮學生潛能

第二部分是透過課外活動及比賽為學生提供尖子化 STEM 教育，讓有興趣和能力的同學發展潛能。本校設立了科藝創建校隊 (STEMaker Team)，並設立不同小隊，培訓學生的生物科技、航空科技、動手製作及科技研發能力，提供多元發展方向。同時，本校亦致力發展 AI 教育，聘請了外間導師到校開辦「AIxSI 商湯人工智能 x 社會智能課程」。在比賽方面，教師團隊透過日常觀察，發掘出具有潛能的學生，鼓勵他們參與校外比賽，以充分發展科技才華，提升個人自信心。本校學生在不同的 STEM 比賽均獲佳績，能力超卓的同學更獲安排參與校外團體的訓練，包括：大學資優課程及港科院「名師高徒」計劃等。



水母養殖隊



珊瑚養殖隊



無人機隊



航空隊



設計與科技隊



科研隊

圖 4-9 STEMaker Team 六個分隊

2.3. 螺旋式課程設計 優化學習體驗

在課程設計時，教師團隊考慮了學生的認知發展，漸進地推行不同課題的 STEM 教學，以螺旋式課程 (Spiral curriculum) (Bruner, 1959) 形式，在初中各級設立不同的跨學科 STEM 專題研習，循序漸進地發展學生的知識、技能和態度 (ASK model) (Bakarman, 2011)。本校先在中一級推行內容簡單的綠色科技專題研習，讓同學學習基礎的短片製作技巧及培養環保意識、

然後在中二級推行較為進階的 STEM 自主學習計劃，培訓同學科學過程技能(Science process skills)、動手製作能力，培養自主學習態度及珍惜糧食的反思。在中三級，當同學掌握一定的知識和技能後，我們便希望同學能夠綜合多年所學的知識和技能，故此推行 STEMaker 跨學科小型初創企業計劃，讓同學體驗成立科技初創公司，當中需要高階的動手製作及商業技巧、培養抽象的人本關懷精神及創業家思維。教學團隊希望循序漸進地發展學生的才能，務求讓所有同學完成初中三年的 STEM 課程後，能獲得足夠的 21 世紀共通能力。

年級(主題)	中一(綠色科技專題研習-珊瑚保育)	中二(STEM 自主學習計劃-以天然色素製作冰棒)	中三(自熱飯盒的小型初創企業計劃)	
知識	珊瑚生長的科學 水質測試的科學	花青素鹼試劑的科學 提取色素的方法 食物安全科學	化學放熱反應及物理傳熱原理 創科產業的營商考慮	
技能	實驗技巧 製作創意海報	以設計循環設計合乎口味、賣相、安全的冰棒 以純天然材料動手製作冰棒	設計實驗及製作發熱包 電腦繪圖技能，使用 3D 打印及真空吸塑製作產品原型 善用設計循環優化產品原型 商業推銷技巧	
態度	環境保育的意義 照顧海洋生物的責任心	自主學習的主動性 改良產品的精益求精 團隊合作精神	人本關懷精神照顧老人所需 創業家思維成立小型初創企業 團隊分工合作，擔任企業不同崗位	
	簡單	—————>		複雜
	具體	—————>		抽象

圖 10 STEM 跨學科專題研習循序漸進地發展知識、技能和態度

2.4. 同儕共備 製作校本 STEM 教材冊

在學期開始前，協作科目的老師會協商教學進度和協調教學內容，令各科之間的教學有更好的整全性和連貫性，務求讓學生有足夠的前備知識 (Prior knowledge) 學習進階課題，能漸進而全面地傳授學生所需的知識和技術，透過專題研習讓學生綜合不同學習領域的相關學習元素。各科同事會在學期開始前進行會議，商討教材修改、教學內容先後次序及課時安排，在每年完成計劃後我們亦會舉行檢討會，分析實行中的有效及不足之處，為來年計劃做好準備。團隊以規劃—執行—評估模式 (P-I-E) 持續反思及優化課程。



圖 11 中三級推行 STEMaker 跨學科小型初創企業計劃的優化進程

3. 教學策略及技巧

3.1. 重塑教師角色定位 作為學習的促進者

課堂的教學法以學生為本，教師的角色由傳統講學的知識傳授者，進化為與學生討論的學習促進者，和學生一起經歷專題研習時遇上的難題。在過程中的失敗與嘗試，亦是創業家精

神的重要一環。例如學生實驗結果與理論預期有所不同，老師不會因此指學生錯誤，而是根據實驗數據臨場引導，與學生共同尋求實驗與理論不乎的可能原因。

3.2. 與時並進 推廣自主學習及電子學習

本校在推行 STEM 教育同時，亦希望推行自主學習及電子學習的新教育模式，將學生由被動的知識接受者變成主動的知識學習者(白秀麗、朱紅紅與解希順，2008)，同時照顧學生的學習差異，讓同學按其興趣能力進行專題研習。由於本校的跨境學生較多，在進行 STEM 教學時難免遇上一些困難，尤其是在動手製作的部分。為解決此問題，教師分組時安排每組均有本地生和跨境生，跨境生可多負責電子學習部分，例如：編寫程式、項目設計、資料搜集，本地生則可多負責動手部分及匯報。在教學時，教師團隊盡量多使用電子學習平台，如 Padlet 及 Tinkercad，讓在課室的本地生及在家中上課的跨境生，均能參與課堂討論、實時分組協作。

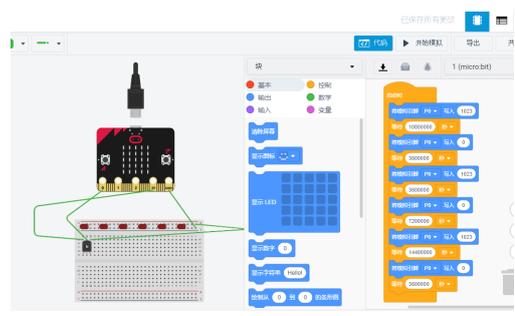
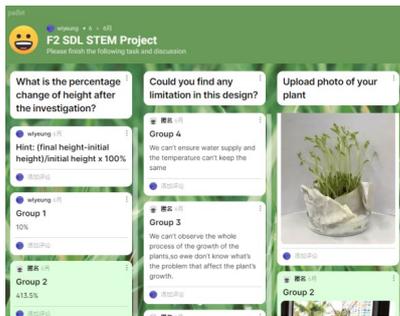


圖 12 Padlet 連繫本地生與跨境生的電子學習

圖 13 Tinkercad 網上平台讓學生在家學習編程

4. 學習評估

4.1. 多元的評估模式 照顧學生學習差異

STEM 專題研習與一般的學科不同，我們很難以測驗考試等傳統總結性評估，量化學生的學習成果。為有效回饋學與教課程及追蹤學生的學習進度，教學團隊在專題研習的不同階段採用了進展性評估(Formative assessment)，而在專題研習的成果展示日，則透過學生的文字報告、口頭匯報、短片、海報、實物成品等進行總結性評估(Summative assessment)。為照顧同學的學習差異，有些同學可能較擅長文字表達、有些則擅長設計海報及短片製作、有些則動手能力較強，團隊在進行總結性評估時，提供多元的評估選擇，同學可按照其能力和興趣，選擇自己合適的方式展示學習成果。同時老師亦鼓勵同學進行同儕互評，引導學生自我反思。

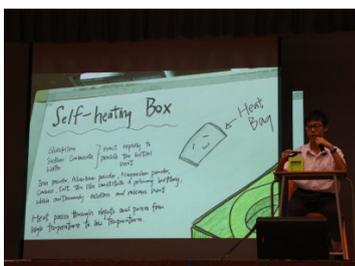


圖 14 口頭匯報推銷產品

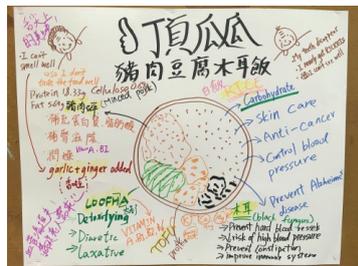


圖 15 繪畫宣傳海報



圖 16 製作實物成品

5. 學生培育

5.1. 提升學生語文水平 培養閱讀習慣

為更全面地發展學生的多元才能，教學團隊和英文科及圖書館科合辦了跨學科語文學習活動 (LAc)及跨課程閱讀活動(RAc)。STEM 團隊聯同英文科，舉辦了 Ted Talk 活動。在 STEM

專題研習亦加入跨學科語文學習的元素，教導同學如何用被動式英語表達步驟，及增設有關天然色素的跨學科閱讀材料。

5.2. 三層模式的資優教育 培養新一代科技人才

由於本校學生的學術水平較佳，但普遍家庭經濟能力有限，為了讓同學有更多機會接觸現代科技，學校在科本 STEM 課程中，加入 VR、AI、航空教育等新科技元素。同時為照顧資優學生，學校推行了三層模式的資優教育方法，第一層次為在中一至中三推行的校本全班式普及 STEM 教育，第二層次為校本抽離式課後增潤課程，讓有興趣和能力的同學進一步發展能力，為此本校推行了一系列活動，提供綠色科技、航空科技、資訊科技、藝術科技及生物科技的多元發展路向。第三層次為校外支援，安排資優課程。

為讓同學增廣見聞及建立自信心，教師團隊亦一直鼓勵同學參與各項校外比賽、考察及交流活動，除了豐富學生的學習經歷外，希望讓同學透過活動體驗，了解將來的生涯規劃，培養新一代科技人才。

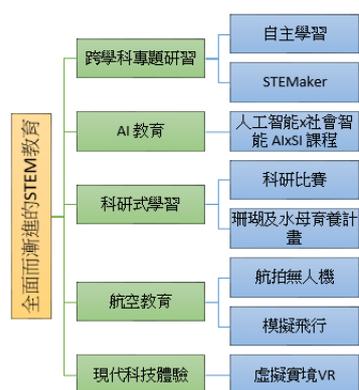


圖 17 整全的 STEM 教育促進多元發展

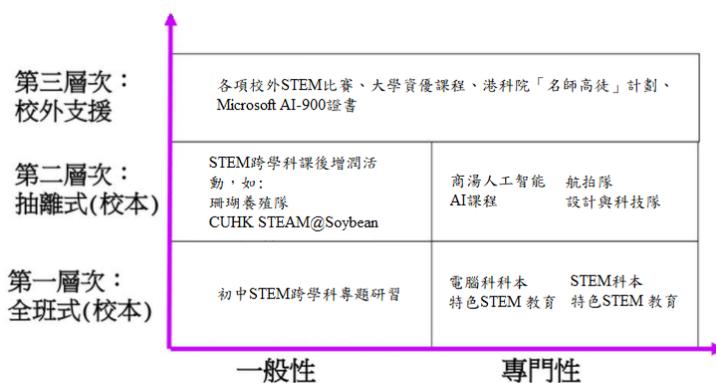


圖 18 三層模式的 STEM 資優教育

6. 跨學科個案實踐 (中三級 STEMAKER 創科教育：自熱飯盒的小型初創企業)

6.1. 實踐創科教育 一條龍體驗生產流程

STEMaker 是動手兼動腦的教學模式，通過科技實踐過程去解決現實的困難(溫建國,2019)。教學團隊在 STEMAKER 的基礎上，添加了小型初創企業(Small innovative enterprise SIE) 的情境設計，從科研、動手製作、營商考慮、人本關懷到產品推銷，一條龍體驗創科產業的生產流程。最後我們亦在 STEM 成果展示日，讓同學扮演投資者及初創產品推銷員，透過互相觀摩初創產品及考慮投資於哪一項的項目，不但發揮了同儕互評的效果、亦讓同學對整個初創過程留下深刻的體會。

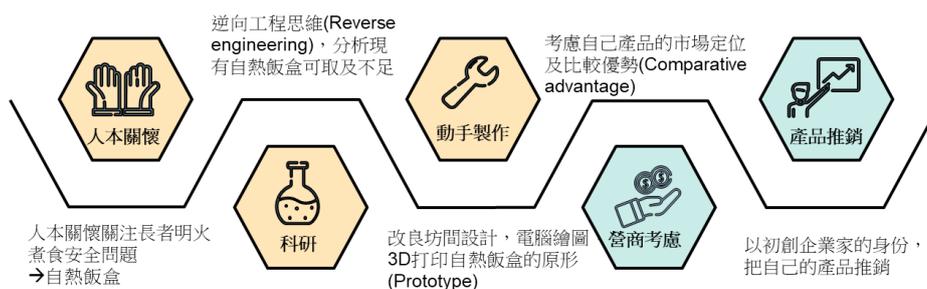


圖 19 一條龍體驗創科產業的生產流程

6.2. 培養有人本關懷的初創企業家

這是一個小型初創企業主題的跨學科協作計劃，協作科目有化學科、物理科、設計與科技

科和經濟與公共事務科、家政科及數學科。此計劃以人本關懷(Anthropocentric vision) 為切入點，關注長者煮食安全，學生能夠運用課堂所學習的知識和創意，設計適合長者使用的自熱飯盒取代用明火煮食，減低長者在煮食中受傷的風險。同學會以逆向工程思維(Reverse engineering) 分析現有的自熱飯盒中，可取的科技設計及安全性能上的不足。由此，同學會改良坊間現有的自飯盒設計，考慮自己產品的市場定位及比較優勢(Comparative advantage)，再利用電腦繪圖軟件，3D 打印自熱飯盒的原形 (Prototype)。在設計完成後，學生更會利用在化學科的科研數據和真空吸塑 (Vacuum forming) 技術，動手製作發熱包和自熱飯盒實物，然後測試安全性及發熱性能，過程需要經過反覆試驗，培養創業家思維(Entrepreneurship)，同學亦會就老人家的營養需要設立餐單，再考慮自熱飯盒的溫度是否能夠徹底翻熱食物，最後會以初創企業家的身份，學習把自己的產品進行推銷。

6.3. 體驗式教學的教學理念與實踐

根據經驗學習圈(Experiential learning cycle)的體驗式教學理論，學習由四個階段組成循環，從具體經驗、省思觀察、抽象概念到主動驗證，不斷重覆 (Kolb & Wolfe, 1981; 趙偉順和張玉山, 2011)。課程整體以體驗式教學進行，體驗創立小型初創企業經歷的過程從市場規劃、產品設計、製作到推銷產品吸引投資者，讓學生在團隊中擔任不同崗位，合作克服所面對的困難。此計劃涉及不同學科，所應用到的教與學策略及教學法技巧亦有所不同。

學習過程	學習重點	對應中三 STEMaker 小型初創企業計劃的學習課題
具體經驗 (Concrete Experience)	強調以個人的感覺進行學習	從新聞中了解長者明火煮食的危險 日常生活中接觸到的自熱飯盒
省思觀察 (Reflective Observation)	強調用看與聽等觀察來學習	自熱飯盒的逆向工程
抽象概念 (Abstract Conceptualization)	強調以思考來進行學習	學習自熱飯盒的科學及科技原理
主動驗證 (Active Experiment)	強調以實際操作來進行學習	設計及動手製作自熱飯盒的原型，進行反覆測試及改良並製作實物

圖 20 計劃如何實踐體驗式學習

參與科目	教與學策略
物理科	以實驗建構學生有關熱傳導的理論知識，從而設計出更有效率的自熱飯盒。
化學科	在實驗中認識發熱包中的化學反應，以電子學習平台收集實驗數據。學習聚合物的特性，協助他們選擇 3D 打印的合適物料。
設計與科技	以情景-受眾-行動-問題(SOAP) 的框架進行設計，利用 CAD 軟件畫出自熱飯盒的設計圖，利用 3D 打印原型。
家政科	學習食物安全知識，從人本關懷角度，設計長者的健康餐單。
經濟與公共事務科	學習商業決定的因素外和進行企業推銷，透過個案研究(Case study)進行企業分析，學習商業推銷(Business Pitching)的技巧。
數學科	學習如何閱讀和解釋圖表，為他們在化學科量度自制發熱包的溫度變化打好基礎。

圖 21 各科的教與學策略

「6Cs」六大能力範疇	學生的學習體驗
創造力與想像力	在設計循環中，想像如何解決問題，利用 3D 打印及真空吸塑，製成品原型。
批判思維與解難能力	逆向工程分析坊間自熱飯盒的不足。在設計循環中測試，改良及優化產品。
溝通	學生團隊內部有效溝通。推銷產品及設計意念予投資者。
合作	團隊合作，按照組內同學的能力有效分工
品格教育	人本關懷、科藝素養、創業家精神
公民意識	關懷社會弱勢社群，照顧長者需要

圖 22 小型初創企業計劃推動學生的 6Cs 六大能力發展

6.4 模擬初創計劃資助評審 實施多元化進展性評估

正如初創計劃在申請資助時需要面對各個階段的評審，老師在不同的科目範疇亦會為各組學生的學習成果作各階段的進展性評估 (Formative assessment)。老師著重評核學生設計思維並從設計實踐改良各階段評估學生的技術掌握，並就各組的成品作出指導。在 STEM Day 的展示和海報匯報中不單只老師能夠對不同學生的學習作總結性(Summative assessment)評估，同學之間也能互相欣賞及互相評價他們的製作成果。為照顧同學的學習差異，教師團隊亦在

專題計畫中設計了多元化的評估模式，務求讓組內的同學也能因材施教，發揮所長。

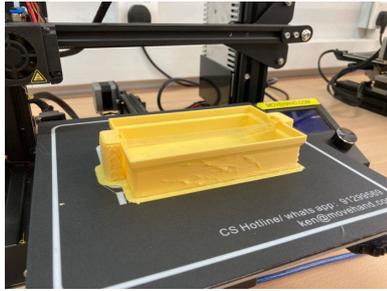


圖 23 3D 打印設計原型



圖 24 以石灰粉製作發熱包



圖 25 推銷產品路演招商

7. 科目為本個案實踐 (初中 STEM 航空教育)

7.1. 洞悉未來需求 預早培訓飛機師人才

航空業近年發展急速，令航空公司對機師的需求大增。當中，飛機師入職困難、無論在知識、技術及態度上有甚高要求，在未來對飛機師的大量需求下，本校希望透過航空教育讓學生發掘興趣，擴闊其生涯規劃，為社會培育更多飛機師人才。

7.2. 螺旋式課程設計 推展設計循環

本校的航空教育(Aviation)，先於中一級推行無人機課程，讓同學體驗控制無人機及編程自動化。課程內容由飛行原理及操作，到利用編程無人機解決生活情境問題。例如：學生模擬執行救援任務，需要以高低差障礙飛行拯救傷者及拍攝災害情況。學生從手動控制到自動編程，完成飛行任務。其後，課程會於延伸為滑翔機工程設計。課程參考了工程設計過程理論(Engineering design process)，並加入空氣動力學(Aerodynamics)的科學元素。同學需將所學科學理論，引伸至科技原理，動手製作滑翔機。最後是模擬飛行課程，學生於 1:1 模擬飛行器實踐飛行操作，體驗作為機師的操控及應變技巧。課程以採用螺旋式設計(Spiral curriculum)，讓同學在初中的 STEM 課堂的循序漸進地學習航空知識。

年級(主題)	中一(無人機課程)	中三(滑翔機製作課程)	中三(模擬飛行課程)	
知識	無人機構造 基本飛行原理 安全操作守則	工程設計過程理論 空氣動力學	飛機構造 起動飛行器的正確程序 各項飛行儀表的用途	
技能	手動控制無人機 編程自動控制無人機	以設計循環設計滑翔機 利用工具動手製作滑翔機	操作模擬飛行器 閱讀飛行儀表	
態度	以人為本，模擬執行救援 任務 引起對航空科技的興趣	改良產品的精益求精 欣賞科技原理背後的科學理 論	實踐飛行理論 體驗飛機師工作，擴闊生涯規劃	
	簡單	—————→		複雜
	具體	—————→		抽象

圖 26 航空教育的課程規劃

工程設計過程	1.辨識問題	2.想像	3.設計方案	4.創造	5.評價與修訂
滑翔機製作的課程元素	以有限物料製作滑翔機	滑翔機所需部件的形狀及大小	繪畫設計圖	利用工具切割，組合部件成為滑翔機原型	進行試飛及記錄問題，運用科學理論及科技原理改良滑翔機

圖 27 滑翔機製作課程的工程設計過程

7.3. 栽培資優學生 提供深造機會

課堂上表現卓越的同學將會獲邀請加入學校無人機隊及航空隊，學校會聘請外間專業團體及小型飛機師深造同學的航拍技術及模擬飛行能力，在恆常訓練後，同學會參加校外比賽例如：無人機競速及模擬飛行等，以增廣見聞及實踐所學。

8. 結論

本文提供一套規劃全面而發展漸進的 STEM 教育模式示例，以學術與技術並重的形式，提供多元學習體驗，為學術水平較佳的第一組別學校，提供一種創新的方向。教育不能閉門造車，互相交流，才能促進整個教育界的 STEM 發展，培養下一代成為 21 世紀科技人才。

9. 鳴謝

在此致謝 STEM 教學團隊溫建國先生、陳樂恆先生及李時鋒先生對計劃的設計、籌備及實施的付出。同時，感謝邱春燕校長及辦學團體東華三院對本校 STEM 教育發展的支持。

參考文獻

- 白秀麗、朱紅紅與解希順(2008)。〈淺談考試內容改革對大學生學習的啟示——以大學物理考試中的一道開放性試題為例〉。《亞太科學教育論壇》，第九期，第一冊，文章六(二零零八年六月)。取自 https://www.eduhk.hk/apfslt/v9_issue1/xiexs/xiexs4.htm
- 郭文釗(2018年6月)。《培養學生 21 世紀技能的課程統整設計》。取自 <https://www.edcity.hk/hq/en/Main>
- 梁偉業(2018)。〈培育「科藝創建師」動手動腦創新發明〉。《行政長官卓越教學獎 2017/2018》。香港：行政長官卓越教學獎。取自 https://www.ate.gov.hk/teachingpractice/CEATE1718_Compending_list_teaching_practices_award_TE_02.pdf
- 溫建國(2019年6月)。《「科藝創建師」教育的學習模式》。香港：科技教育卓師工作室(2018/2019)。取自 https://www.ate.gov.hk/tchinese/doc/aw_TE_1819/aw_TE_1819_Learning%20in%20STEMaker%20way.pdf
- 趙偉順與張玉山(2011)。〈經驗學習理論在生活科技課程的教學應用——以「扭轉乾坤」曲柄玩具單元為例〉。《生活科技教育月刊》，四十四卷，第六期。取自 http://rportal.lib.ntnu.edu.tw/bitstream/20.500.12235/20847/1/ntnlib_ja_E0201_4406_001.pdf
- Bakarman, A. A. (2011). Attitude, Skill, and Knowledge: (ASK) a New Model for Design Education. 2005: *Proceedings of the Canadian Design Engineering Network (CDEN) Conference. Kaninaskis, Alberta, July 18-20, 2005*
- Bruner, J. S. (1959). *The Process of Education* (Revised Edition.). The President and Fellows of Harvard College.
- Fullan, M., & Scott G. (2014). *Education Plus: New Pedagogies for Deep Learning Whitepaper*. Collaborative Impact SPC, Seattle, Washington. Retrieved from <https://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/09/Education-Plus-A-Whitepaper-July-2014-1.pdf>
- Kolb, D. A., & Wolfe, D. M. (1981). *Professional Education and Career Development: A Cross Sectional Study of Adaptive Competencies in Experimental Learning. Lifelong Learning and Adult Development Project. Final Report*. Case Western Reserve Univ., Cleveland, OH. School of Management. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED209493.pdf>

豈能獨學無友——初探科技平台如何塑造教師專業發展社群的新形態

Teaching and walking with Companions: Exploring How the Morphology of Teachers' Professional Learning Communities have been Shaped by E-platforms

葉世昌¹，蔡仁桂²

¹港青基信書院

²旅港開平商會中學

jonathan.yip@yhkcc.edu.hk

victorchoi808@yahoo.com.hk

【摘要】在資訊流通的年代，教育工作者不難從網絡搜尋各式與時並進的資訊作教材，「教甚麼」自然容易解決。然而教學過程難免有盲點和不足，要完善優化教學，以達個人專業成長，那「如何教」、「為何教」就成了更有意義、更值得探索的方向。本文由兩位前線同工合寫，分別任教化學科和中文科，盼可從「學習社群」的方向切入，思考如何通過科技平台以促進同工間的交流，塑造教師專業社群的新形態，以營造或促進專業交流的文化。教師專業發展社群重視同工之間的知識共享與協作交流，讓教師在同行者的推動中得以專業成長。

【關鍵字】 教師專業發展；學習社群；知識共享；協作交流；電子平台

Abstract: This era is featured by high mobility of information so that teachers can gain easy access to unlimited up-to-date data for teaching. Instead of “what to teach”, it is more meaningful for teachers to explore “how and why to teach” to better teaching and achieve personal professional growth. This article is co-authored by a Chemistry and Chinese Language teacher who wish to explore how morphology of professional learning communities of teachers have been and will be shaped so as to cultivate the culture in professional collaboration. In fact, mutual sharing of knowledge through collaboration and exchange of ideas is highly valued in such communities so that teachers can be empowered and energized for their professional growth with the support from counterparts.

Keywords: Teachers' Professional Development, Learning Community, Mutual Sharing of knowledge, Collaboration and Exchange, E-Platforms

1. 前言

在這個資訊數碼化、講求大數據的年代，社會隨著科技發展而不斷進步，有說法指愈來愈多行業會被人工智能取代。事實上，許多行業的確受到衝擊，但即使科技如何走向尖端，教育「以人為本」（俗稱「人性化」），重視學生的個體成長，難以被完全取代。知識為本的社會讓不同行業都建立了相應的專業發展階梯，以提升人材的專業水平。社會對教育界常抱持誤解，認為教育同工只需按照教科書講課便足夠，事實當然並非如此。筆者認為教育的核心在於「引導、啟蒙、培育」，故教師同樣需要與時並進，不只透過進修以提升學歷，更重要是願意思考學生的需要並提升個人的水平（例如教學法、輔導、生涯規劃等層面），讓學生得益。筆者認為教師專業發展社群能提供提供一個共享知識、協作交流的平台。

2. 「教師專業發展社群」的理念

「社群」意味群體、團體。有云「道不同不相為謀」、「志同道合」，筆者所理解的「道」就是達至專業成長的「教學之道」和「教育之路」。這群「追求相同」的同行者，應就是懷抱相近的抱負和理想、對學生有要求和期望、嚴而有愛的教師。參考研究相關範疇的學者之說法（教育部，2009；黃啟晉，2017），社群的理念就是「持有共同的信念、願景或目標，為致力於促進學生獲得更佳的學習成效，而努力不懈地以合作方式共同進行探究和問題解決」。更宏觀地審視這趨勢，更可看成是「創新與改革」（黃鴻超，2007）和「教師文化的創造與突破」（譚彩鳳，2011）。

3. 「教師專業發展社群」的意義和模式轉變

教師專業發展社群有助提升教師的教學質素，亦能對學生的學術成長和心靈發展起一定的作用。除此，社群亦促進教師自身的專業成長，推動他們在教學生涯中的發展，並提供支援（林智中，2005；林思伶、蔡進雄，2005）。當中，筆者認為有三項顯著的意義：

3.1. 加強教師之間的聯繫，建立網絡

過去不少專業發展社群主要以講座或分享會形式舉行，分工明確，常見組合為「匯報者 vs 聆聽者」，參加者的角色相對被動，亦未有足夠的交流時間。隨著社群發展愈趨成熟，經營模式、分享主題和內容也多了變化，大放異彩。教師可藉參考同工的教學意念，吸取經驗，豐富個人識見，透過轉化與微調，嘗試在課堂上實踐，以進一步思考如何優化現有策略。此外，教師亦可分享和貢獻自己的想法，讓同工給予回饋，以完善教學。這類的社群既可透過校內形式進行，又能與校外同工展開協作，形成互相支援的網絡。

3.2. 提升教師教學自主度，教師更有滿足感

專業發展社群的主角是教師，目標就是讓教學變得更有效能，亦藉此提升教學自主，以對焦教學的目標，掌握如何規劃和經營課堂，而非單是應付課堂。

3.3. 優化日常教學，學生得益匪淺

隨著教育界引入更多不同的發展方向（部分是為配合本地學生的學習模式，也有部分是從參考外地以作借鑑），再加上網課引發的教學生態改變，令教師專業發展社群更具互動性，實務為本，教師可從中學習不少點子，在自己的課堂上靈活運用。

4. 實踐示例分享：電子平台如何塑造「教師專業發展社群」的新形態

示例 1: 教學影片共享，推動科組發展（化學科）

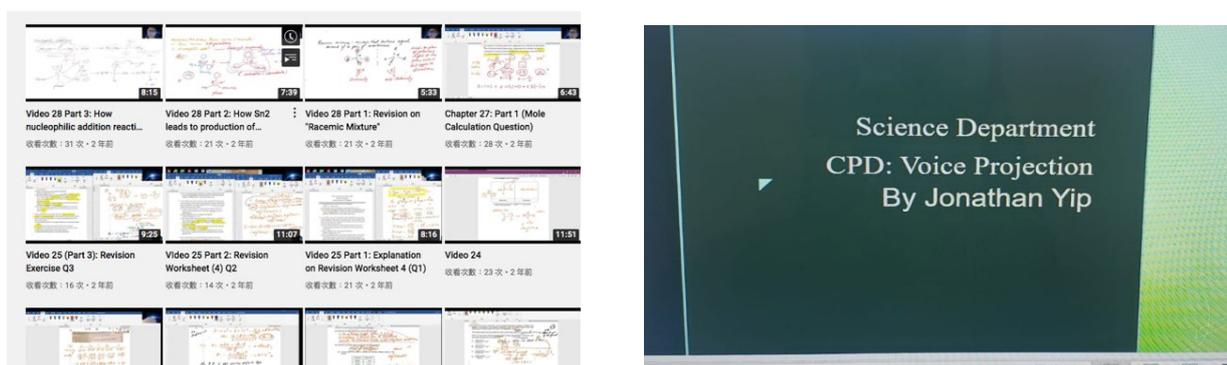
「教師專業發展交流」重視教育工作者對學科知識的掌握，隨著教育局課程指引的更新與優化，校內課程的發展亦會因應有關趨勢和變革而作調整。日常級本的共備課堂和科本的內部培訓，造就了科組同工交流的機會。這種交流雖算是學習社群的一種，但實際操作往往流水帳，容易集中於匯報教學進度和跟進行政事務等，而忽略如何從「學習者」的需要出發。筆者理解現實中不得不兼顧行政工作。但回想教育的起點，我們期望學生學懂甚麼、掌握甚麼呢？那教師應為學生安排、鋪設相應的學習經歷，才能讓學生達到有關高度。

筆者現任校內學務主任，同時擔當責科學領域統籌和化學科科主任。過去在校內，科組已初步建立「適時檢討教學」和「分享教學意念」的習慣，定期召開級本和科本會議，讓同儕通過報告和討論以達成交流之效。現職學校為直資學校，科組同事來自不同國家，具國際視野，學術背景多元化，教學經驗豐富，平日樂於分享。科組內亦有同儕觀課文化，讓同儕互相觀摩。

因著展開「網課」進行教學的需要，筆者作為科組領導，從「分享知識、分享生活」構思出一個點子，盼可透過錄製教學影片以作雙向交流，既讓學生作參考，又能為組內同事提供

示例。同事的教學風格各有不同，對於如何演繹同一課題總有不同點子，藉著平台可起拋磚引玉的作用，讓更多同事嘗試分享影片，既達集思廣益之效，又可建構教學資源庫。當初生出想法的原因，是希望起示範作用，讓科組年資較淺的同事多觀看不同的教學片段以提升教學能力，同時分享創新的教學意念。引領同事互相分享，並在網上平台交流，帶來意想不到的驚喜，一來喜見同事敢於挑戰，運用不同程式／工具錄製片段，加入不少多元媒體的元素（如人物對答、新聞時事、口訣等）。呈現方式生活化，有助拉近與學生的距離。社群的收穫豐富，科組各同事都樂意分享設計的理念。他們見識廣博，設計用心，富創新精神，在設計時結合教育心理學、多媒體應用、人體工學、身體構造等學理（例如：每段影片的時間長度應設定為多少以減才學生分心、如何讓影片有效計結合不同視覺元素以加深學生印象、如何適時加入「in class task」讓學生通過實踐以加深學習記憶等），以促進教學成效。

筆者深信社群的可貴之處在於優化教學、提升教學質量，亦讓同事之間以開放的態度審視個人教學。運用科技平台的好處是有助建立資源系統，讓同事先在家中觀看影片作準備，如有需要，更可按回帶重溫部分片段。此外，隨著社群文化的形成，同事更可善用這些片段，透過剪輯適切內容，融入自己的教學材料中，做到真正共享。



圖片 1—2 筆者嘗試結合電子平台，在科組中建立新的教師專業發展社群形態
示例 2: 交流教案設計，各校出謀獻策（中文科）

筆者作為中文科教師，對專業交流的理念深表認同，深信有助擴闊視野、增值自我，以回應時代的轉變。過去筆者有機會在工作上接觸課程規劃、評估素養、電子教學、跨學科課程等領域，亦有機會與同工分享前線實踐經驗，更確信交流協作的意義。是次的個案分享，聚焦於兩年前借調資優教育組期間所採用的電子平台交流模式。當時中小學共有接近 20 間網絡學校，來自不同地區。不約而同的是，這班「教學有心人」同樣認同優質教育的重要性，並致力推動校本資優教育。除了第二、三層（校外比賽活動）以外，大家也重視第一層模式的發展（即全班式教學，配合適異性教學策略），積極設計富創意、具啟發性的課堂，盼可讓學生體驗不一樣的課堂。這個社群善用電子平台作交流，體現出兩項重要意義：

（1）組織校內社群，建構分享文化

教師專業發展社群是動態而按時擴展的，先行者的參與能推動更多科組同工投入社群。各校同工給予教案回饋前，會先跟校內同工檢視教學設計的細節，了解課堂是如何組織、又是怎樣引發學生思考等，通過互相討論，能集思廣益，是推動專業發展的好開始。

（2）凝聚意念，優化課堂

各校同工為友校的教學設計提供寶貴的意見，就原有的教案作出客觀細緻的分析，從中找出亮點，肯定同工的 effort，亦會提出可預視的困難（包括課堂操作、學生反應、教學成果等）和優化建議，讓同工正式施教前能作參考，並按需要和班情作修訂，以完善課堂。

綜觀學界亦有推動專業發展社群的發展，例如語文支援組協辦的教師專業發展社群（如擬卷素養、運用各式數據等主題）、由學界熱心同工籌備的學習社群活動（如聯校教師講座、公開課堂等），有助提升教師的專業成長。本示例所分享的社群除了體現出「跨校協作」的特色外，更能展示如何把交流回饋的過程提前（放在教師施教前），以讓教師施教後檢視教學設計的得失，跟社群的同工分享當中的發現，有助進一步促進交流。

<p>紙「第四步」。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 掌握「支持」和「反對」雙方的觀點和理據，再建立自己的看法。 	<ul style="list-style-type: none"> • 小組研習同學製作的教材套。 	<p>習成果，將有助同學互相觀摩學習。此外，小組同學製作的教材套跟功課有密切關係，這樣提供了誘因，鼓勵大課同學參考小組同學的研習成果。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 小組同學可以通過學習活動，深入掌握構思論點和篩選材料的方法，大課同學和老師的回饋，亦將有助他們精益求精，持續進 	<p>優化建議： (1) 可鼓勵小組成員在過程中設計「延伸思考題」，讓同學坐深思考。 (2) 論據方面，小組成員可協助搜集不同形式的資料，在課堂上引導學生轉化不同事件和資料成為論據 (3) 可加入不必要材料以混淆視聽，藉此提醒大班學生篩選的重要性，不宜直接搬字過紙。</p> <p>老師點評</p> <p>優化建議： 可讓小組成員有更多自我反思的機會。</p>	<p>5分鐘</p> <p>教師派發延伸學習材料，讓學生回家自行上網搜集一眾香港簡述人物的生平/經歷/貢獻，並完成工作紙，以祈豐富學生的學習工作紙的最後部份將有數道延伸思考題目，學生可按其低，隨意選擇最少1題回應，並答於其筆記簿中。</p> <p>建議：可設計「挑戰題」，並鼓勵能力較高學生選擇作答。</p> <p>建議：擔心學生會選擇過淺的題目，老師可鼓勵學生盡量挑</p> <p>3. 學習評估</p> <p>課堂評估：(1) 討論及匯報</p>
--	---	---	--	---

圖片 3—4 結合電子平台來交流教學設計的意念，同工在教學前給予回饋，可謂新嘗試

5. 總結與展望

教師專業發展社群的重要性無庸置疑。本文所分享的兩個示例可作參照，旨在引發同工思考「教師專業發展社群」該怎樣發展。整體來說，教師專業發展社群的靈魂在於如何促進教師的專業成長，社群的形態不必限於一時一地，關鍵是如何凝聚意念、共同協作。

參考文獻

- 黃啟晉 (2017)。發展學校特色之教師專業學習社群的有效策略，*臺灣教育評論月刊*，41-44。
- 教育部 (2009)。中小學教師專業學習社群手冊 (再版)。臺北市：教育部。
- 黃鴻超 (2007)。優化課堂教學：教師發展、夥伴協作與專業學習社群。兩岸四地教學理論研討會。
- 譚彩鳳 (2011)。有效能教師學習社群之發展：香港個案研究。*教育研究與發展期刊*，第七卷第 2 期，213—246。
- 林思伶、蔡進雄 (2005)。論凝聚教師學習社群的有效途徑。*教育研究月刊*，第 132 期，99-109。
- 林智中 (2005)。香港“種子計劃”與教師成長。*全球教育展望*，第 7 期，67-71。

網上班級經營活動的契機——融入跨學科元素，並提升學生的資訊素養

An Opportunity Accompanied by Online Mode of Class Management Activity: Integration of Interdisciplinary Elements and Enhancement in Information Literacy of Students

蔡仁桂¹，葉世昌²

¹ 旅港開平商會中學

² 港青基信書院

victorchoi808@yahoo.com.hk

jonathan.yip@yhkcc.edu.hk

【摘要】 疫情下，班級經營活動需要轉型，由實體模式改為網上進行。本文主要藉分享一次網上班級經營活動的經歷，思考如何在當中引入跨學科元素，以提升學生的多元能力（包括解難能力和明辨性思維等），並藉此提升學生的資訊素養。過去，有不少學者分別就「班級經營」、「跨學科」和「資訊素養」三者提出不同主張，並發表相關論文，而本文藉前線教學實踐作個案研究，相信有助學界同工思考幾者之間可以產生怎樣的火花。

【關鍵字】 班級經營；跨學科；資訊素養；解難能力；明辨性思維

Abstract: Occurrence of epidemic has transformed face-to-face class management activities into online mode. There are surprises with the change in mode. This article aims to present a case sharing about how to make attempts in enhancing students' capacities (including problem solving skills and critical thinking skills) and also their level of information literacy through integration of interdisciplinary approach in class management activities. This article aims to provide a new and unique perspective in understanding interaction among class management activities, information literacy and interdisciplinary approach.

Keywords: Class Management, Interdisciplinary Approach, Information Literacy, Problem Solving Skill, Critical Thinking

1. 前言

班級經營活動的意義在於「經營風氣與文化」，藉此發展學生的潛能，培育學生的身心靈成長，並啟迪學生，以「生命教育」為方向，（鄭崇趁，1997；張峻，2021；趙志成，2013），達到全人教育。筆者認為其終極目的是讓學生感受到關懷，從而達致「愛的教育」。每間學校會因應學生的特質和需要等而設計相應的班級經營活動（HKQSIP，2018），藉此學生不同面向的能力。因著校情（學校發展方針會隨著整體規劃而有調整、學生情況會因應學校區域和學生學術能力等而有變化），每所學校對班級經營活動的期望亦有不同。不論帶著怎樣的期望，班級經營活動理應有別於一般的學科活動，並更重視其「隱性意義」和「內在價值」（張德銳、吳明芳，2000），包括了價值灌輸。常見的活動包括電影觀賞以探討當中的訊息和分享個人省思、團體遊戲以培養合作精神、各式心理測驗以加強學生對自我的認識以探索生命等。

2. 實踐的契機：由清潔活動說起

不少學校也推行「清潔課室活動」，除了讓學生有機會藉著大小規模的清潔體驗，「從小處做起」，以親身感受當中的艱辛外，更明白平日定要盡力維持學習環境的清潔，以免加重工友負擔，藉此讓學生體會到公德心的重要性。當然，學生往往也會藉著事前籌備工作和過程中的分工合作，明白到建立目標、規劃流程和團隊協作的重要性。今年度無法在學校內舉行實體的活動，網上授課促成了「家居清潔」的活動，學生須透過電子平台分享自己清潔家居的點滴，除了要上載相片和影片外，也安排了學生在班主任堂上分享當中的體會和心路歷程，從反思中學習，並確立這項「不一樣的學習經歷」之意義：

(1) 個人成長：

若學生能由家居做起，一來向父母證明自己已獨立，能夠分擔家中事務，對家庭有承擔和貢獻，是成長的里程碑。不論男生或女生，這項嘗試也能讓父母感欣慰。

(2) 孝道實踐：

孝敬父母的實踐，若清潔家居時，並非為了應付活動要求，而是心存敬意，盼分擔父母的工作，亦可培養學生感恩的心。懂得知恩圖報、飲水思源，是良好的美德，既展示了中國文化中的品德情意，又見當中的人文關懷，頗能呼應平日中文篇章所學。

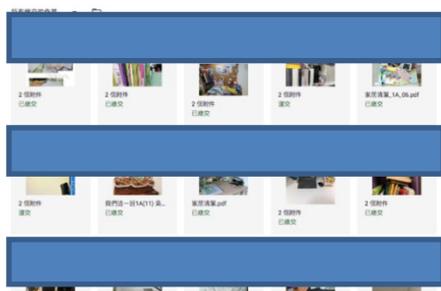


圖 1 學生分享清潔前後的轉變

3. 從學生的反應窺探「延伸學習的意義」

然而，這次的學習之旅是否就停留於此？「清潔」只是打掃幾下、洗地、掃地、吸塵嗎？若學生在平日有相當的家務經驗，或是有細心留意父母如何做家務，理應明白家居清潔大有學問，例如洗地要用甚麼清潔劑呢？要用多少份量？為何漂白水不能混入酒精？為何部分消毒劑要稀釋才用？分享時，大家除了展示清潔相片外，也難免分享當中的歷程：有些學生誤以為愈多愈好，又以為多混合不同種類的清潔劑有助加強清潔效果。這些謬誤往往受網頁和或網絡影片的誤導所致。這個世代，人人一機在手，轉身就成了 KOL，拍攝自己的生活點滴；也不理是真是假，總是一腔熱情地分享轉載再轉載。打開 Youtube，輸入關鍵字眼，來自各國的影片資源，琳琅滿目，鋪天蓋地。學生尚算聰明，會多看一至兩條影片作參考，或參考點極率，或根據個人喜好——但又有誰能保證所選影片所提及的資訊必然是準確無誤呢？

這場「家居清潔」，配合電子平台的運用，通過分享、提問與回應等，提升學生的學習動機，也觸發他們的思考。學生的觀察力敏銳，也有探究的精神。於是，就順理成章指導他們做家居清潔時，也不要放過學習的機會，正如日常學習般，分成事前準備、過程、事後跟進和反思，若能善用網絡平台，參考多媒體影片內容，則可開闊眼界、增廣見聞。真真假假固然要分清，但也要踏出第一步，看看不同人如何清潔家居，聆聽他們的心得，多少也有得著吧。何況，學生經過不同科目的學術訓練，對各科也有基本掌握吧。

現今的學習也講求「融會貫通」，學習就是在學「如何生活」，「跨學科」也成了主流，學習課題也可從生活的處境順手拈來。舉例說，中文科會教授學生說明文、科普作品等、其他

學科如地理、綜合科學、家政等，也講求日常學習要「求真」、「思考」，當中當然要運上說明能力、比較能力、解難能力等！而且，資訊的對錯甚或會隨著科技科學進步而有變化，可見學習不能人云亦云，亦不能盲目相信，願意求證、懂得反思，仍是學習的不二法門。

4. 跨學科知識與資訊素養的重要性

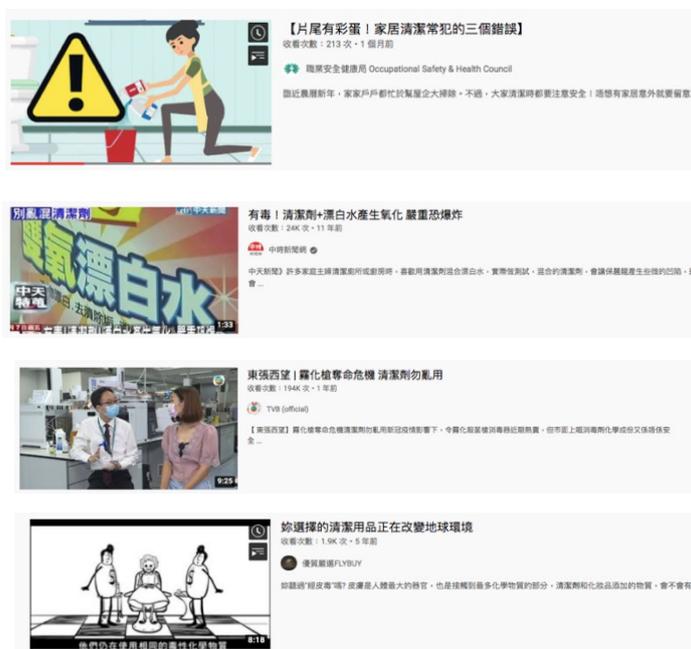
因著這次網上班級經營活動，藉「家居清潔」的任務，引伸出幾個課題：

(1) 科學知識：

所涉及的科學知識舉隅（化學、物理、生物）：

化學 生物	不同消毒用品有何用途？哪些消毒用品可／不可混合使用？若誤用消毒用品會有何後果？使用時要注意甚麼？（例如份量、是否需要稀釋？需要在通風環境情況下用嗎？是否易燃？需要穿上特別裝備嗎？）近年風靡一時的電解水能否取代漂白水以用於日常清潔？
物理	物理知識： 吸塵紙為何能吸塵？如何減少觸電的風險？如何才能正確使用或清潔各項電器？

為了讓學生有更全面的理解，老師推介學生可參考網上影片。同時，影片內容只作參考，要小心分析內容是否合理外，學生亦可運用資訊素養的能力，以判斷有關影片的來源出處是否可靠，並要在安全的環境下進行家居清潔：



老師自身可先觀看這些資訊，在課堂上提出問題，引發學生思考，更能加強教學成效。除此，電子平台也提供了不少相關資訊的連結，讓學生可以進一步探索。

所涉及的生活百科知識舉隅（家政科）：

檸檬皮可以用作清潔玻璃？如何清潔才可減少皮膚出現敏感的情況？



(2) 資訊素養：

網絡資訊泛濫的年代，獲取資訊實在容易不過，不論是網頁或是不同社交平台，都充斥著真真假假、半真半假的資訊。資訊素養是近年教育界所提倡的概念，「包含個人對資訊關注及需求的認識，以及確定、找尋、評估、組織及有效創造、運用及交換資訊以面對當前事務或問題的能力」(教育局，2005 & 2013 & 2016)，可見資訊素養的培養並非一時三刻可成，而需要訓練和經驗累積。以上述課堂情景為例，教師既可向學生推介一些影片，學生亦不難在網頁平台找到相關的材料，但更重要的是，學生如何分辨當中真假，並在安全的環境中應用，以達到預期的家居清潔成效。

可進一步探究的問題包括但不限於：究竟如何判別各種資訊(包括網頁、影片等)的真假？網絡眾多資源，質素良莠不齊，是否參考得愈多愈好？要參考哪些條件以作篩選？

5. 總結與展望

班級經營活動除了有助關顧學生的意義外，也可按著課題融入不同元素，以促進學生的身心和智性成長。本文題目以「契機」一詞切入，正好表達了筆者的教育理念，盼在日常的教學活動中多給予學生一些啟發和挑戰，以多元的輸入，讓學生在學習上獲取新鮮感，並藉具挑戰性的活動，引發學生的多元學習潛能。深盼有更多學者可延續如此願景，探討如何能催化「班級經營」、「跨學科」和「資訊素養」三者間的化學反應，迎來相互作用。

參考文獻

- 鄭崇趁 (1997)。正向管教理念中的班級經營策略。《學生輔導季刊》第 105 期，30-41。
- 張峻 (2021)。無心插柳的班級經營與學生培育。《香港中文大學優質學校改進計劃》。
- 趙志成 (2013)。新學制下的校本整體課程規劃及教學法的改變。《香港中文大學香港教育研究所》。
- 張德銳、吳明芳 (2000)〈營造親師生三贏局面的班級經營策略〉，《課程與教學季刊》。
- 教育局 (2005)。《香生資訊素養架構：資訊年代學生學會學習能力的培養》。
- 教育局 (2013)。《香港學生資訊素養》。
- 教育局 (2016)。《香港學生資訊素養 2016 (初稿)》。

運用翻轉教室，提升學習效能——以 Flipgrid 和 YouTube 為例

Using Flipped Classroom to Improve the Academic achievement ——Taking Flipgrid and YouTube as an Example

潘雪誠

培僑書院

grace.x.ch.pan@gmail.com

【摘要】 本文的教學研究旨在以 TPACK 的理論的基礎上，運用翻轉課室和電子學習資源和軟體，促進學習效能的提升。以 Flipgrid 和 YouTube 在中文詞彙教學中的運用為例，通過比較學生在學期初和學期中的不同學習成果，教師以觀察、問卷、習作、錄音、口頭採訪以檢視他們的支援措施的有效性和學習成效。由此得出：1. 在教學過程中運用翻轉課堂和電子資源結合的方式能夠小組提升學習效能；2. 翻轉課堂和電子資源能夠優化課堂時間分配，促進學生的自主性，照顧個別差異。

【關鍵字】 翻轉教室；學習效能；照顧差異；Flipgrid；YouTube

Abstract: This teaching research aims at applying the flipped classroom and e-learning resources and software to promote the learning the learning efficiency, which based on the TPACK theory. Taking the application of Flipgrid and YouTube in Chinese vocabulary teaching as an example, teacher teacher examine the learning support and efficiency by comparing the students' different learning performance at the beginning of the semester and in the middle of the semester. In this research, teacher use the way of observation, questionnaires, assignments, audio recordings, and oral interviews to research an conclusion:1. Using the combination of flipped classroom and electronic resources in the teaching process can improve the learning efficiency of groups; 2. The flipped classroom and electronic resources can optimise the allocation of classroom time, promote self-learning, and take care of learning diversity.

Keywords: Flipped classroom, Learning Efficiency, Cater for Learning Diversity, Flipgrid, YouTube

1. 前言

近兩年，受疫情影響，學生們不得不由實體面授課堂轉變為網絡學習或混合模式的學習（Singh & Reed, 2001）。在此種教育新常態下，學校採取拍攝影片上傳或者在網上授課的形式以希望維持學生正常的學習生活；各類線上教學資源、教育平台和教學軟件等層出不窮，豐富了電子學習的資源，增強課堂互動，更為學生提供了隨時隨地學習的便利。但在學習模式發生巨大轉變的情況下，學生的學習動機，學習模式和學習成效依然受到很大影響。雖然部分學者對網絡學習或混合模式的學習持積極樂觀的態度，例如：姜婷婷（2019）指出混合學習能改變單一的面授教學模式中忽略學習者個性化的弊端，最大限度地發揮學習者的學習積極性；Jian Wang（2019）指出，學生通過網絡進行學習時有較大的自主性，有更多的時間去思考和發揮自身的才能。但是，學時不足，學習成效低，支援不足等仍是我們教育工作者

亟待解決的問題。因此，本文主要探討：1.如何運用翻轉課堂優化教學過程，解決學時不足和缺乏支援的問題；2.如何利用翻轉課堂做好課前預習和課後的鞏固以提升學生的學習效能。

2. 文獻綜述

2.1. 翻轉教室及其成效

「翻轉教室」在 2007 年由美國科羅拉多州洛磯山林地公園高中 Jon Bergmann 與 Aaron Sams 提出並且付諸實踐。起初，他們為了解決同學缺席的情況，擷取課堂重點，錄製簡報並配以旁白，再上傳到 YouTube 網站以供學生自行瀏覽和學習。此舉大大提升了學生的學習興趣和成效，兩位老師發現後將錄好的影片提前上傳，學生看完講解後，再進入課堂學習進行學習，或者解決問題。後來兩位老師預先透過網上自行預習、備課，再於課堂上由老師帶領進行小組討論，引導學生思考和解難。此舉不僅打破傳統的課堂模式，從以老師為中心變為以學生為中心，改變了傳統的單向接受知識的學習順序，更大大提升了學生在此過程中的學習自主性。學生通過課前預習，整合已有的知識並且帶着問題參與課堂互動，優化學習過程的同時，大大提升了學習效率。Bergmann & Sams 在《翻轉教室》(2012)一書中提出：翻轉教學能節省學生在課堂上學習基本知識或者較為簡單的低階知識的時間，令老師針對學生不理解的地方進行教學，優化課堂效率，不僅能夠提高學生的自主性，更能夠激發學生進行探索，有效地照顧到學習的個別差異。對教師來說，有更多的時間與學生互動，也能夠組織更多不同的課堂活動，引導學生進一步鞏固和學習。Dodiya, D.等學者(2019)通過對醫學專業的學生進行對照實驗，結果表明翻轉課堂能夠有效提升學生的學習興趣，也讓他們更加享受學習的過程。Shu-Yuan Tao 等學者(2016)通過觀察小學四年級在翻轉課堂和加入電子遊戲元素的情況下學習英語的動機和學習表現，得出翻轉課堂加遊戲的元素能夠激發學生的學習興趣，引起他們對知識的好奇心。此外，在遊戲的過程中，遊戲中獲得的滿足感能夠激發他們進一步探索。這說明翻轉課堂和利用電子遊戲、電子平台等除了能提升學生的參與程度，更加增強了他們進一步探索的動力，推動終身學習。

2.2. 電子平台及其教學成效

YouTube 是一個 2005 年創立的目前全球最大的影片搜尋和分享平台。Flipgrid 是一個讓教師透過建立數位社群、以短影片為工具，讓學生進行社交學習的應用軟體。

在將 YouTube 應用於教學的過程中，首先，通過豐富的視頻資源幫助學生獲取大量的學習資源，讓學生擁有更加廣泛的學習選擇，也能夠照顧個別差異。其次，在語言學習的過程中，學生邊看視頻，邊思考，其實是一個聆聽和閱讀同時積累的過程。Alias、Razak、elHadad、Kunjambu 與 Muniandy (2013) 研究指出，YouTube 吸引數十億的用戶，包含教育工作者和學者在 YouTube 分享視頻。Ahmad (2016) 研究也指出，利用 YouTube 等網絡平台進行學習的學生在英文的聽、說、讀、寫的學習成果均比僅用傳統方法的學生優秀，此外，對於老師來說，YouTube 顯着提升教師的教學效能和學生的課堂參與程度。Connor & Peter (2021) 通過研究 Flipgrid 在混合式學習的課堂中對學生之間的交流和互動的影響得出：Flipgrid 能有效地提升學生溝通交流的興趣，增進生生互動和師生互動，除此之外，能夠引發學生的積極討論、深入思考、溝通技巧。

Oraib (2019) 認為 Flipgrid 能夠幫助教師建立一個積極的網絡溝通環境，營造良好的學習氛圍，運用 Flipgrid 能夠讓學生的學習過程和成果得到多樣化展現，同時也提升了語言機能，提高學生的參與度和積極性。

3. 研究方法及成效

本研究以科技內容教學知識 1 (TPACK) 框架為基礎，在學生的學習過程中融入 YouTube 和 Flipgrid 電子軟體，通過觀察學生為期半個學期使用 YouTube 和 Flipgrid 作為電子學習資源的情況。最後，以問卷調查、學生習作、學生錄音、口頭採訪來統計並檢視教學支援措施的有效性和學生的學習效能。主要探討：1. 如何使用翻轉課堂優化教學過程，解決學時不足和缺乏支援的問題；2. 如何利用翻轉課堂做好課前預習和課後的鞏固以提升學生的學習效能。

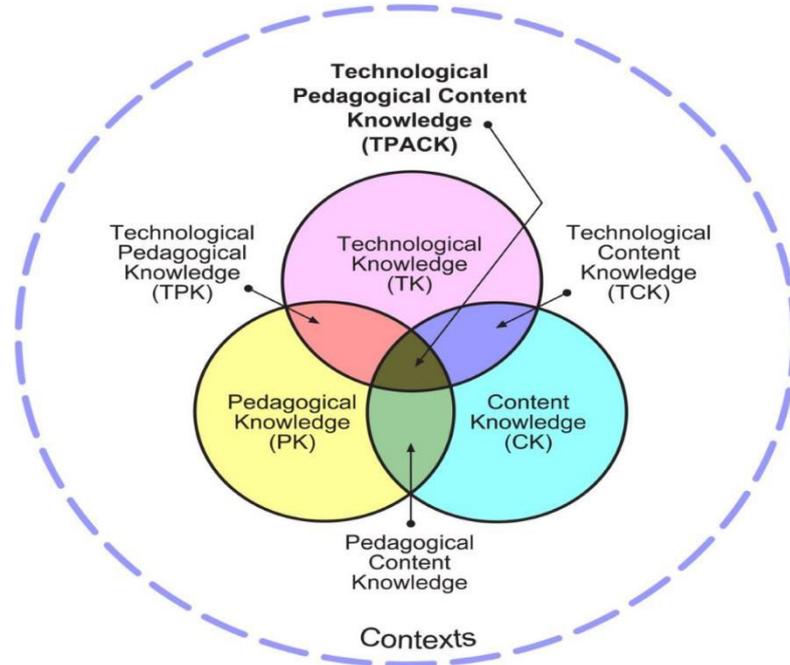


圖 1 科技內容教學知識 (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK)

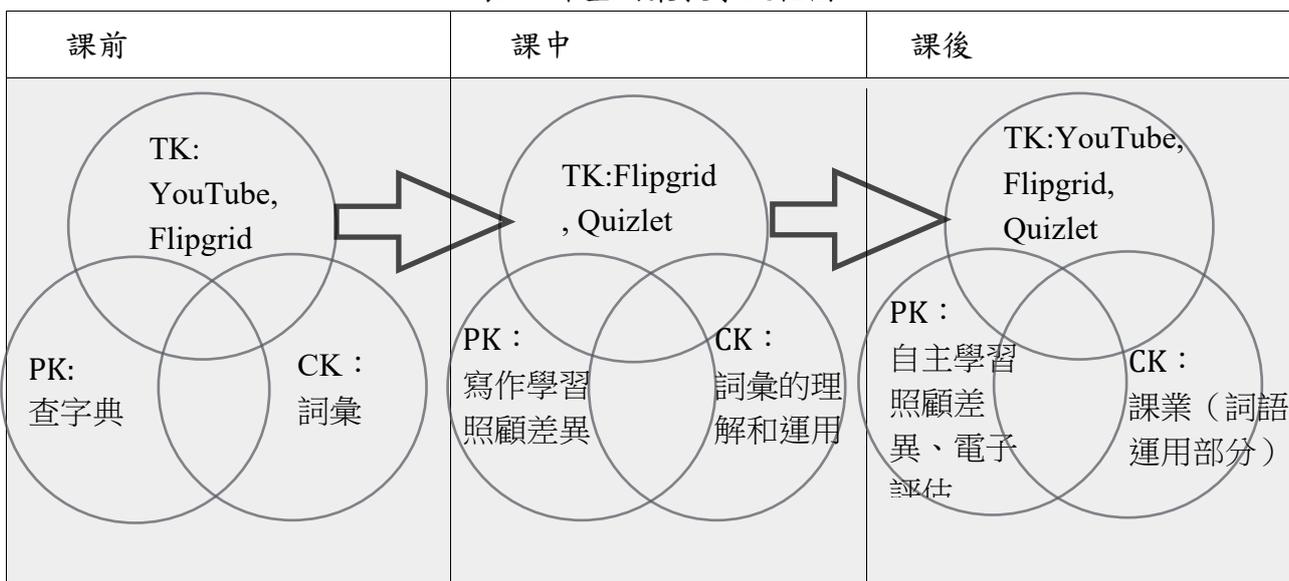
資料來源：Mishra 與 Koehler (2006)

3.1. 實驗理論和設計

TPACK 是美國學者 Koehler 和 Mishra 在 Shulman²提出的學科教學知識 PCK 的基礎上於 2005 年提出的整合技術的學科教學知識。具體來說，教師為有效將特定學科內容傳授給學生，讓學生輕易理解學科內容及增進學習成效，而將科技知識、教學知識和內容知識三者融合以達到學習效能的最大化。

因此，本着解決課時不足和照顧學生差異的原則，筆者利用 TPACK 模式設計了中文教學活動，針對讀文教學的要求，筆者設計如下：在 YouTube 網站上面找到相應的課文朗讀，配合本課學習重難點給出學生不多於三道思考問題作為翻轉課堂的課前準備；學生在 YouTube 上多次聆聽課文後，需要將課文中的生字和生詞標記拼音和查找意思，然後再朗讀課文和文章的重點詞語用 Flipgrid 錄音上傳。老師講解課文後，學生亦需要在 YouTube 上觀看課堂重點的影片（影片來自於網絡上其他老師的講解），針對不同的段落分組提出一至兩個問題，重溫課文講解的重點，並在課堂上於其他組進行討論。

表 1 課堂詞彙教學流程圖



註：TK: Technological Knowledge; PK: Pedagogical Knowledge; CK: Content Knowledge

課堂詞彙教學流程圖說明：

1.課前：CK：十五個課文目標詞彙；PK：查字典；TK：課前通過翻轉課堂，佈置預習功課，觀看 YouTube 上的課文朗讀視頻，在 Flipgrid 上朗讀錄音。

2.課中：CK：十五個課文目標詞彙的理解和運用；PK：小組討論查字典的結果，通過協作學習判斷詞語意思正確與否，在討論與協作中照顧個別差異；TK：通過聞聲識人（即聆聽同學朗讀的詞語，判斷朗讀的正確與否，說出該同學的名字）播放 Flipgrid 錄音，Quizlet 核對詞語意思，運用詞語配對和測試功能，強化對詞語意思的理解和運用。

3.課後：CK：完成課業的詞語運用部分，熟悉十五個課文目標詞語的用法；PK：自主學習、照顧差異、電子評估；TK：運用 YouTube 再次觀看課文的詞語講解，Flipgrid 聆聽同學朗讀，進行同儕互評，Quizlet 運用詞語配對和測試功能，對詞語的意思和用法鞏固。

3.2. 實驗結果分析

經過半個學期的實踐，本人觀察、學生習作以及學生的錄影片段得出如下結論：1.在課前準備上，超過 70% 的同學能夠利用 YouTube 和 Flipgrid（圖 2）做預習，準時翻轉課堂的任務；2.在讀文教學的過程中，60% 以上的同學能夠將翻轉課堂的成果運用在課堂討論和活動中，例如，60% 以上的學生通過聆聽課文朗讀、查字典，能在討論和回答問題中準確讀出詞語，並且得到詞語的準確解釋，討論的過程比較順利，縮短了之前同類課堂活動的討論時間，老師亦可在教學中做不同形式的鞏固和進一步的延伸，例如，書寫和運用；3.學生的課堂參與程度提高，由開學初的 50% 同學能夠積極舉手上昇為 70%，透過觀察發現，參與翻轉課堂的同學，在課堂上能夠積極主動地舉手，在討論中也能夠更加自信地表達觀點且表達較為清晰和準確；4.學生完成課業的質量得到提高（圖 3），進展性評估的成績顯着提升，如默書、閱讀練習、語文基礎知識。

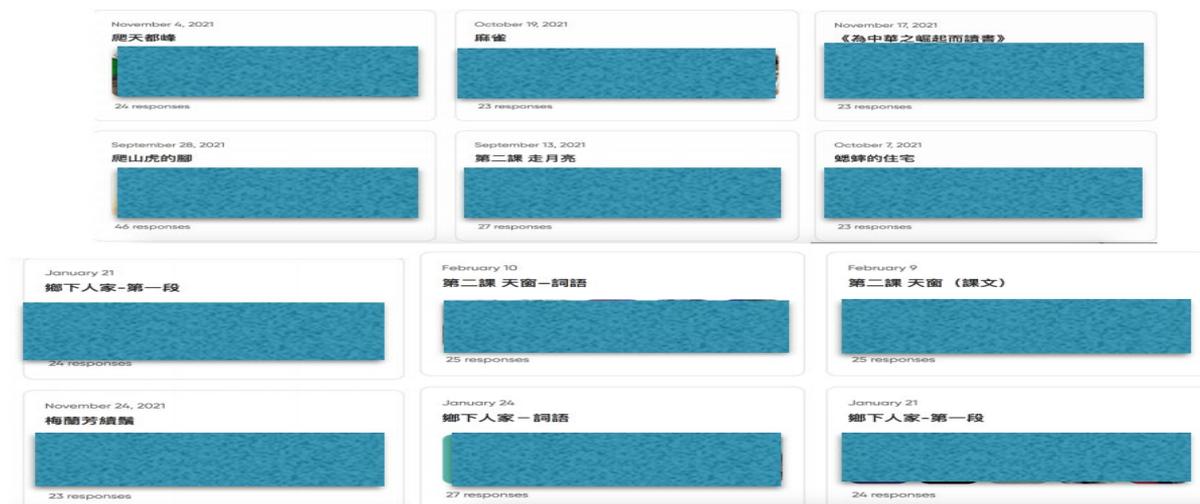


圖 2 學生利用 Flipgrid 朗讀

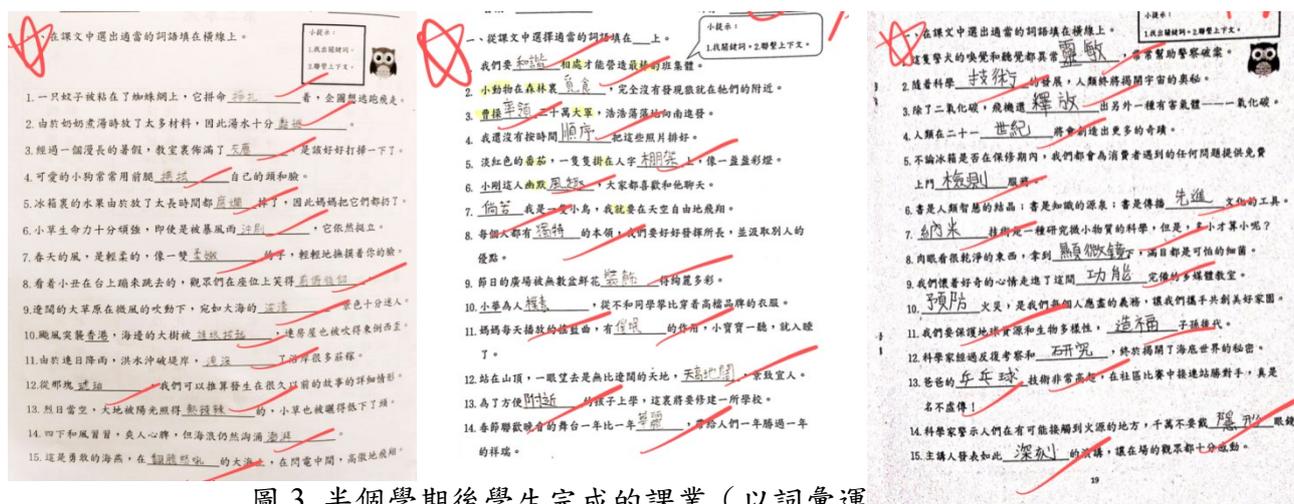


圖 3 半個學期後學生完成的課業 (以詞彙運用為例)

通過對學生進行調查問卷本人統計出如下結果：

表 2 學生使用翻轉課堂和電子教學工具的統計表

問題	同意人數 (班級共 33 人)	百分比
1.我會根據老師的指示使用 Youtube	33	100%
2.我會用 Flipgrid 朗讀並且對同學的朗讀進行評價	32	96.97%
3.我認為翻轉課堂 (包括聆聽錄音、回答問題、查找詞語等任務) 能夠幫助我更好提前預習學科知識和投入學習	33	100%

3.我認為 Youtube 上的朗讀能夠幫助我查找和理解文中的生字詞	30	90.91%
4.我認為 Flipgrid 的朗讀能夠更好地幫我掌握詞語的形和音	28	84.85%
5.我認為 Youtube 上面的朗讀和講解能夠幫助我鞏固課文理解	30	90.91%
6.我觀看了 Youtube 的課文講解後，上課舉手的次數增加了	24	72.72%
7.我認為總的來說 Youtube 對我的學習幫助很大	32	96.97%
8.我認為 Flipgrid 能夠提升我的朗讀能力，讓我更加自信	31	93.93%
9.我會繼續使用 Youtube 進行課前預習和課後鞏固	32	96.97%
10.我會繼續使用 Flipgrid 朗讀課文和做評價	32	96.97%

首先，統計結果顯示翻轉課堂能夠有效地優化教學過程，減少學時不足和缺乏支援的問題。其次，翻轉課堂電子軟體能夠幫助學生完成課前預習工作，增進學生對課文的理解，增加課堂參與度，鞏固課堂所學知識。再次，翻轉課堂和電子學習資源可以激發學生的學習興趣，增進學生對學科知識的理解和進一步探索。最後，學生普遍認為電子學習資源能夠為他們的課堂學習提供有效支援，促進終身學習。

4. 教師反思

通過以 TPACK 模式為理論基礎設計了融合科技知識、教學知識和內容知識的中文教學活動，活動中利用翻轉課堂和電子教學資源，豐富了學生的學習內容和學習形式。這種以學生為主導、教師促進的教學模式不但激發了學生自主學習的興趣、照顧不同差異，也增加協作學習的機會等。從結果中亦可看到學生在知識、技能、態度方面均取得了不同程度的進步。

此外，我們也應看到翻轉課堂和電子教學對於優化整個教學過程，縮短學時和加強課堂和課後支援方面取得顯著成效，學生能夠根據自己的學習需要、學習能力、學習速度進行學習，對學生的學習動機和學習效能也有明顯的提升作用。這些顯著的成效不僅能從學生平時的課堂表現和課業表現中觀察得出，平台的錄音和大數據統計也是最有力的證明。在此過程中教師成為學習協作者和自主學習的促進者，真正做到教學以學生為中心。

5. 結論

翻轉教室、電子教學只是教學形式的改變和優化，而教學最基本的還需要運用技能知識和內容知識。混合的教學模式能夠豐富教學的形式，增添學生學習的趣味性，提升學習動機，混合教學模式讓教師更有彈性地運用科技，也可以作為教師改變教學方法的一個方向。

運用 TPACK 模式將科技知識、教學知識和內容知識三者融合以達到學習效能的最大化，對於豐富學生的學習經歷、靈活展示學習內容，提升學習動機，促進自主學習，有效照顧個別差異等從學生個體到班級整體的促進作用都是顯而易見的。因此，我們要善用電子資源，以積極的態度優化教學。

參考文獻

- 陳國泰(2018)。提升中小學教師的 TPACK 之有效策略。《臺灣教育評論月刊》，7(1), 227-235。
- 姜婷婷 (2013)。混合學習模式下的學習成效研究現狀探析。《大學教育》，(13), 23-24。
- 余惠娥，鄭永熏 (2018)。國小四年級生 YouTube 自主學習融入翻轉教室對自然科學學習成效之影響。《教育傳播與科技研究》，(118), 1-14。
- 2019TSA 中國語文科報告
https://www.bca.hkeaa.edu.hk/web/TSA/zh/2019tsaReport/chi/Ch6a_P3_Chinese_TSA2019C.pdf
- Bartlett, M. (2018). Using Flipgrid to increase students' connectedness in an online class. *Elearn*, 2018(12).
- Bergmann, J., Overmyer, J. & Wilie, B. (June 21, 2011). *The Flipped Class: What it is and What it is Not*. Retrieved September 24, 2013, From
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International society For technology in education.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2014). Flipped learning: Maximizing Face time. *Training & Development*, 68(2), 28-31
- Findlay-Thompson, S., & Mombourquette, P. (2014). Evaluation of a flipped classroom in an undergraduate business course. *Business education & accreditation*, 6(1), 63-71.
- Dodiya, D., Vadasmiya, D. S., & Diwan, J. (2019). A comparative study of Flip classroom teaching method versus traditional classroom teaching method in undergraduate medical students in physiology. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 9(6), 551-555.
- Gudmundsdottir, S., & Shulman, L. (1987). *Pedagogical content knowledge in social studies*. Scandinavian Journal of Educationl Research, 31(2), 59-70.
- Herring, M. C., Koehler, M. J., & Mishra, P. (Eds.). (2016). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators* (Vol. 3, pp. 189-200). New York: Routledge.
- Mango, O. (2019, March). Students' Perceptions and Attitudes toward the use of Flipgrid in the Language Classroom. *In Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1970-1973). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Tao, S. Y., Huang, Y. H., & Tsai, M. J. (2016, September). Applying the Flipped classroom with game-based learning in elementary school students' english learning. *In 2016 International Conference on Educational Innovation through Technology (EITT)* (pp. 59-63). IEEE.
- Wang, J. (2019). Application of Blending Learning Based on Network Learning Space in Teaching Design of Digital Art. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3).

TI 图形计算器辅助高中数学教学：以“函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象”为例

TI graphing Calculator assisted high school mathematics teaching: "Images of Functions $y=Asin(\omega x+\varphi)$ "*

党国强
五原县第一中学
danguoqiang@126.com

【摘要】 函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象是高中数学的重要内容。以培养学生直观想象素养为课程目标，以函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象为内容目标，以 TI 图形计算器为技术手段，基于问题驱动教学的实施路径，设计“函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象（第 1 课时）”的教学设计。以复习与巩固、问题与情境、知识与技能、思维与表达、交流与反思为教学主线，注重问题驱动教学，注重深度学习，注重信息技术辅助，注重几何直观想象，具有重要的实践意义。

【关键词】 直观想象；图形计算器；教学设计；三角函数

Abstract: The graph of function $y=Asin(\omega x+\varphi)$ is an important content of high school mathematics. To cultivate students' visual imagination literacy as the objective of the course, with the image of the functions $y=Asin(\omega x+\varphi)$ as the objective of the content, with the TI graphic calculator as the technical way, based on the path of implementation of problem-driven teaching, we design the teaching program of "Images of functions $y=Asin(\omega x+\varphi)$ (Section 1)". Taking review and consolidation, questions and situations, knowledge and skills, thinking and expression, communication and reflection as the mainline of teaching, paying attention to problem-driven teaching, deep learning, information technology assistance and geometric intuitive imagination, has important practical significance.

Keywords: Intuitive imagination, Graphing calculator, Teaching design, Trigonometric functions

1. 设计意图与内容解析

1.1. 设计意图

在普通高中数学课程标准（2017 年版 2020 年修订）中，对直观想象给出如下的描述：“直观想象是指借助几何直观和空间想象感知事物的形态与变化，利用空间形式特别是图形，理解和解决数学问题的素养。主要包括：借助空间形式认识事物的位置关系、形态变化与运动规律；利用图形描述、分析数学问题；建立形与数的联系，构建数学问题的直观模型，探索解决问题的思路。直观想象是发现和提出问题、分析和解决问题的重要手段，是探索和形成论证思路、进行数学推理、构建抽象结构的思维基础。直观想象主要表现为：建立形与数的联系，利用几何图形描述问题，借助几何直观理解问题，运用空间想象认识事物。通过高中数学课程的学习，学生能提升数形结合的能力，发展几何直观和空间想象能力；增强运用几何直观和空间想象思考问题的意识；形成数学直观，在具体的情境中感悟事物的本质。”

* 本文系国家出版融合重点实验室、人教数字教育研究院规划课题“基于图形计算器提高学生直观想象核心素养的高中数学教学应用研究”（课题编号：RJB0521002）的阶段性研究成果。

由此可见，培养高中生几何直观核心素养具有重要意义。而在教学过程中，培养直观想象核心素养的重要抓手就是数形结合的思想方法。适合数形结合的内容有：几何与代数主线中的立体几何、平面向量和空间向量及其应用、解析几何；函数主线的全部内容；概率统计主线的统计图表；数学建模和数学探究活动中的图形等。因此，在教学中有效培养学生直观想象核心素养是一个有待进一步探究的实践课题。特别是如何利用现代信息技术手段呈现数学图形，展示数学知识和变化规律。因此，本文在新课程标准关于直观想象素养论述的指导下，利用图形计算器辅助高中 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 内容的教学。

TI 图形计算器(Graphing Calculator)具备代数运算、几何绘图、数据处理、编程、外接设备等功能。史炳星(2001)认为，在数学教学中使用图形计算器的优点有：辅助教学模式从教师讲授为主转变为学生动手自主探究及小组学习、讨论交流为主；将图形计算器与外接设备连接，构成理科实验室；容易实现数学对象的可视化、动态化；能提高学生学习技能，发展学生思维；使教师的课程设计更便捷。何美兰和刘晓东(2005)认为，图形计算器能优化教学过程，优化问题创设情境，突破教学重点和难点等。很多研究者开展了图形计算器辅助数学教学的教学实践研究，如龚菲(2021)、黄太强(2021)、姬彩生(2020)、鞠火旺(2021)、王剑、钱铭和顾懿天(2021)、王凯(2021)、王立嘉(2021)、于洪波(2021)。可见，图形计算器对与提高学生直观想象核心素养、数学建模素养有积极作用。然而，对图形计算器辅助函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象教学的实践研究并不多见。因此，在新课程标准背景下，基于图形计算器进行创新教学，具有积极的理论和实践意义。鉴于此，本文将尝试应用 TI 图形计算器这一信息技术手段，以提高学生直观想象核心素养为课程目标，进行 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象的教学实践。设计教学的基本原则是：注重问题驱动教学，注重深度学习，注重信息技术辅助，注重几何直观想象。

1.2. 内容解析

本课为 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象的第 1 课时。授课前，教师预先做好如下准备：读懂新课标，特别是有关直观想象的论述；读懂教材，要求把握教材特色，特别是教材循序渐进的内容体系；读懂学生，关注学生数学思维发展的特点，提高学习效果；读懂课堂，促进学生熟悉数形结合的思想方法，积极参与。为了画出函数的图象，需要厘清参数 A 、 ω 、 φ 对函数图象的影响。本课由物理问题引入，根据物理现象抽象出数学问题，符合弗赖登塔尔的数学化的原则。通过对参数进行赋值，利用图形计算器绘制简单图形，将正弦函数 $y=\sin x$ 图象逐步推广到函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象。将图象的变换过程分解为 ω 、 φ 、 A ，依次进行，最后对 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象进行整体描述。本内容也是抽象函数图象平移变换、周期变换的典型案例，为后续学习打下知识基础。

1.3. 教材分析与教法

本课采用 TI 图形计算器手持技术支撑下的问题驱动教学，教学过程以二条主线展开：

教学主线：“复习与巩固、问题与情境、知识与技能、思维与表达、交流与反思”；

知识主线：借助信息技术手段绘制函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象并观察参数 ω 、 φ 、 A 对图象的影响。

2. 教学设计与过程

2.1. 复习与巩固

本课需要教师带领学生复习回顾的知识有：①正弦函数 $y=\sin x$ 的图象和性质。②五点作图法。

设计意图：建构主义认为，学习是学习者基于原有的知识经验生成意义、建构理解的过程。因此，复习巩固旧知识对于学习者进一步学习新知识有积极作用。

2.2. 问题与情境

正弦函数 $y=\sin x$ 是最基本、最简单的三角函数。在物理中，简谐运动中的单摆对平衡位置的位移 y 与时间 x 的关系、交流电的电流 y 与时间 x 的关系等都是形如 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 的函数。我们需要了解它与函数 $y=\sin x$ 的内在联系。

问题1：人教必修4A49页所示图象(图1.5-1)与我们学过的哪个函数图象的形状类似？

问题2：交流电的电流 y 与时间 x 的关系是形如 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 的函数。函数 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 与 $y=\sin x$ 的图象有什么关系呢？

设计意图：创设问题情境，引入课题，并明确研究 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 图象的意义。

问题3：你认为可以怎么讨论参数 ω 、 φ 、 A 对 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 图象的影响？

设计意图：让学生明白将复杂问题进行分解，使其简单化，每一步只考虑一个参数对 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 图象的影响。

2.3. 知识与技能

2.3.1. 探究 φ 对 $y=A\sin(x+\varphi)$ 图象的影响

活动体验。用五点法分别做出 $y=\sin(x+\pi/3)$ 和 $y=\sin x$ 的图象。

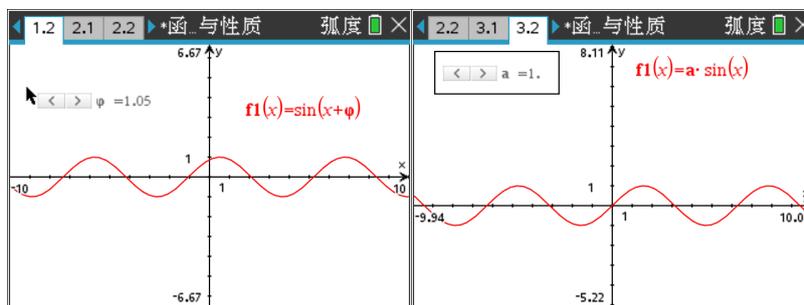


图1 探究 φ 对 $y=A\sin(x+\varphi)$ 图象的影响($\pi/3 \approx 1.05$)

知识建构。分别在两条曲线上各恰当地选取一个纵坐标相同的点，沿着两条曲线同时移动这两点，并保持它们的纵坐标相等，观察各自横坐标的关系。对 φ 取不同的值，利用图形计算器画出 $y=\sin(x+\pi/3)$ 和 $y=\sin x$ 的图象(图1)。

问题4：你认为 φ 如何影响 $y=A\sin(x+\varphi)$ 图象？请学生概括。

2.3.2. 探究 $\omega (>0)$ 对 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 图象的影响

活动体验。在同一坐标系内用五点法分别做出 $y=\sin(2x+\pi/3)$ 、 $y=\sin(x+\pi/3)$ 的图象。

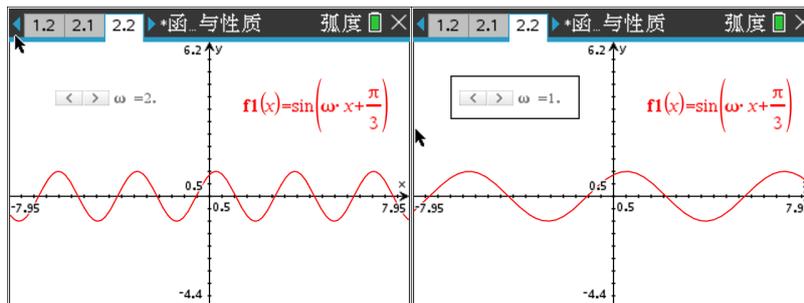


图2 探究 $\omega (>0)$ 对 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 图象的影响

知识建构。分别在 $y=\sin(2x+\pi/3)$ 、 $y=\sin(x+\pi/3)$ 的图上恰当的各取一个纵坐标相同的点，沿着两条曲线同时移动这两点，并保持它们的纵坐标相等，观察它们横坐标的变化情况。对 ω 取不同的值，利用图形计算器画出 $y=\sin(\omega x+\pi/3)$ 的图象。

问题5：你认为 ω 如何影响 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象？从函数周期的角度回答。

问题6：思考如何从 $y=Asin(x+\varphi)$ 图象出发，经过图象变换，得到 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象。请学生概括。

设计意图：突破难点，熟悉 ω 对图象的作用。

2.3.3. 探究A对 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象的影响

活动体验。在同一坐标系内用五点法分别做出 $y=2sinx$ 、 $y=(1/2)sinx$ 和 $y=sinx$ 的图象。

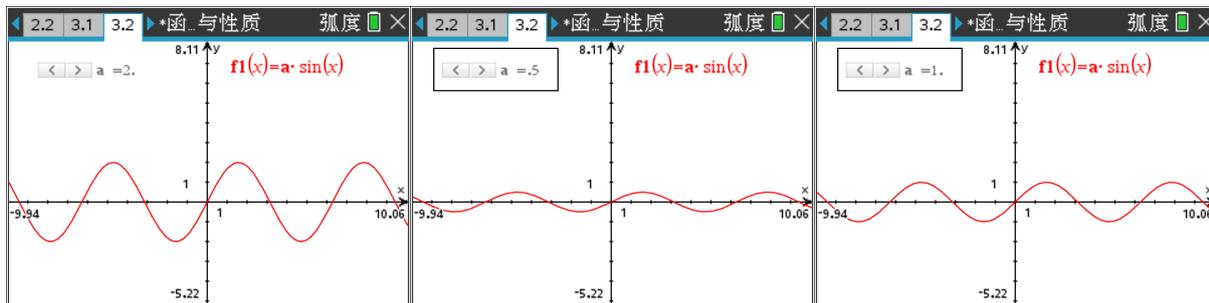


图3 探究A对 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象的影响

知识建构。根据已有知识，探究A对函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象的影响。

问题7：你认为A如何影响 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象？请学生概括。

2.3.4. 探究 φ 、 ω 、A对 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象的影响

知识探究。如何从 $y=sinx$ 出发得到 $y=2sin((1/2)x-\pi/4)$ 的图象？

问题8：有没有其他方法可以快速做出 $y=2sin((1/2)x-\pi/4)$ 的图象？

知识建构。给出从 $y=sinx$ 出发得到 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象的步骤。

2.4. 思维与表达

能否按照 ω 、 φ 、A的变化顺序，由 $y=sinx$ 出发得到 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 图象？请学生概括回答，教师点评。

2.5. 交流与反思

反思学习过程，概括绘制函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的两种方法：五点法和图象变换法。

3. 设计感悟与思考

本教学设计基于TI图形计算器辅助教学，注重问题驱动教学，注重数学知识生成，注重提升学生的直观想象核心素养，为高中数学课程实施信息技术支撑下的课堂教学提供了切实可行的案例。

参考文献

- 于洪波(2021)。TI图形计算器在高中函数教学中的应用。上海课程教学研究,4,18-20。
- 王立嘉(2021)。运用TI图形计算器探究抛物线的定点弦问题。中学数学教学参考,21,5-7。
- 王凯(2021)。图形计算器支持下的“对数函数概念”教学。中小学数字化教学,4,37-39。
- 王剑、钱铭和顾懿天(2021)。借助图形计算器进行数学建模与函数拟合——以“直角弯头的制作”为例。中学数学月刊,4,38-40+45。
- 史炳星(2001)。谈谈图形计算器对我国数学教育的影响。数学教育学报,1,38-40。
- 何美兰和刘晓东(2005)。TI图形计算器辅助高中数学教学的实践与思考(续)。数学通报,5,50-52。

何美兰和刘晓东（2005）。TI 图形计算器辅助高中数学教学的实践与思考。数学通报，4，46-49。

姬彩生（2020）。TI-Nspire 图形计算器在高中数学教学中的应用——以苏教版必修一“指数函数、对数函数”为例。中学数学，23，3-4。

黄太强（2021）。TI 手持技术支撑下的数学建模教学——以“蜂房中的数学问题”实验教学为例。教育与装备研究，1，70-74。

龚菲（2021）。运用图形计算器探索双曲线上动点及其轨迹的性质。上海中学数学，Z2，45-48。

鞠火旺（2021）。利用 TI-Nspire 图形计算器探究双勾函数的双曲线本质。中学生数学，17，27-30。

数字孪生技术在教育中的应用——以数字孪生双师课堂为例

Application of Digital-Twin Technology in Education -- A Case Study of Digital-Twin Double Teaching

杨昕越¹, 顾宇冲^{2*}

¹ 上海方略门口教育科技有限公司

² 上海建平实验张江中学

* xinyue_yang@generalplan.com.cn

【摘要】 随着数字孪生技术的发展,其在城市、建造等领域都有了一定应用。将数字孪生技术应用于教育领域,也可解决教育领域内遇到的痛点。本文中提及的数字孪生双师课堂,就是一种结合数字孪生技术与双师教学的新型课堂形式。这种课堂形式可以在一定程度上解决传统课堂中教学资源平面化、数据收集人工化、学生沉浸度体验感缺失等问题,在课堂实践中也获得了师生的高度评价,具有一定的推广价值。

【关键词】 教育数字化转型;数字孪生技术;双师课堂

Abstract: Recent developments in Digital-Twin technologies has seen its use in cities, construction, and similar fields. These technologies can also be applied to education to tackle key problems in the industry. The Digital-Twin Double Teaching class mentioned in this paper is a new class format, combining Digital-Twin with Co-teaching methodologies. This new format can provide solutions pertaining to the distribution of teaching resources, real-time collection of classroom data, and the elevation of student immersion in their learning process. The use of Digital-Twin Double Teaching has received the approval of teachers and students in classroom practice and has certain endorsement value.

Keywords: Digital Transformation of Education; Digital-Twin technology; Double Teaching

1. 传统课堂的痛点

1.1 教学资源平面化

传统教材不得已将现实的三维世界以二维图片的形式收录,教师通常用实物教具,或视频去帮助学生理解一些抽象的知识点。除了少数空间推理能力较强的学生,大部分学生都很难通过二维图片的深刻理解有关内容。

1.2 数据收集人工化

在传统课堂中,学生上课的专注度、参与度,对于教师提问的回答情况等信息,都由教师凭借自己的教学经验和感官感受进行判断,这种判断对于课堂整体情况往往足够,但是难以精确到每一名学生。

1.3 学生沉浸度体验感缺失

现今,中小學生可以很轻松地從網絡上找到大量的上課視頻,有官方的空中課堂,也有教師自己分享的優秀課堂實錄等。這些視頻資源毫無疑問能幫助學生在放學後無法請教老師的情況下,進行自主學習。在教學資源相對匱乏,師資力量較為薄弱的地區,這些視頻資源也可以作為實際課堂的補充。實際上,由於觀看這些視頻資源的學生來自全球各地,各個學校年級,這些視頻資源中的授課教師並沒有,也無法按照聽課學生的實際學情進行針對性地備課授課。在這種情況下,觀看這些視頻資源的學生實際學情與視頻資源中講授教師預設的

差异往往很大，学生通过观看视频资源很难高效率地学习想要学习的内容。此外，观看视频资源的学生实际上并非这些虚拟课堂的参与者，而是旁听者，即使视频资源中的授课教师是顶级名师，学生也很难真正融入这些虚拟课堂，实际的收获可能不如在真实课堂中由了解该学生学情的普通老师授课。

为此，随着数字孪生技术的逐渐成熟，将该技术与双师课堂相结合，形成了解决上述三个问题的新型课堂模式，即数字孪生双师课堂。

2. 数字孪生双师课堂的优势

2.1 三维数字教学资源

通过数字孪生技术还可以更便捷地调取三维数字资源，将三维的真实世界带入课堂，学生能通过沉浸式，交互式的课堂体验，学习抽象难懂，或是宏观至宇宙结构，微观至原子结构的知识。

2.2 智能课堂数据收集分析

数字孪生教师可以通过教室内的前后置摄像头，获取学生上课的专注度、参与度，对于教师提问的回答情况等信 息，并根据这些信息，实时调整上课策略。若学生对某一知识的掌握程度与预设不符，数字孪生教师可以根据获取的数据及时对后续授课内容做出相应调整，避免了在传统课堂中可能发生的学生跟不上教师节奏的情况发生。

2.3 名师数字孪生

数字孪生双师课堂利用数字孪生技术，将名师的教学设计、教学思路等，融入该名师的数字孪生教师，以智能终端为载体，在课堂中展现该名师的数字孪生教师形象，并由线下教师与数字孪生教师共同上课的新型双师课堂。在这种课堂形式下，学生既能听到优秀名师的授课内容，也能由数字孪生教师和线下教师根据学生的学情，对授课内容作出调整或补充。在真实课堂场景中，学生是课堂的参与者而非旁听者，从而学生能真正融入课堂。

3. 教学设计

数字孪生双师课堂的教学设计与传统的教学设计略有区别，课堂的每个环节都需要根据名师的教学设计和教学思路，预设数字孪生教师的语言，并设定学生和线下老师在该环节的任务。在部分环节中，数字孪生教师会提出问题让学生回答，或是调取三维数字资源供学生探究。数字孪生教师会收集学生的回答数据和操作数据，并根据这些数据对后续授课内容做出相应调整。因此，数字孪生双师课堂非常灵活，在教学设计中应尽可能考虑到不同环节学生的不同反应。

主题系列	宇航员的日记			活动名称	宇航员的日记		
适用学段	初中			学科	物理		
教学目标	学生在数字孪生教师和线下教师的引导下完成小组活动，解答驱动性问题。					分组形式	4-6人一组
环节	学生任务	数字孪生教师语言	线下教师任务	智能教学终端显示内容	PPT展示页数	所需时长(分钟)	

图 1 教学设计关键点

环节	学生任务	数字孪生教师语言	线下教师任务	智能教学终端显示内容	PPT展示页数	所需时长(分钟)
情境导入	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解。	大家好，我是一名宇航员，我和我的宇航员同伴们肩负着探索宇宙的使命。即将乘坐飞船离开地球，前往未知的宇宙深处探索。今天是航行的第一天，我们的计划是进入地球的近地轨道。	介绍本节课的课程背景。	数字孪生教师	2	1
知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	想要进入地球的近地轨道，绕地球作匀速圆周运动，飞船的速度必须达到第一宇宙速度。为此，我请教了飞船上的科学家王博士第一宇宙速度是如何计算出的。	根据数字孪生教师的语言，引导学生思考第一宇宙速度是什么。	数字孪生教师	3	1
知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	第一宇宙速度可以理解为飞船贴着地面绕地球作匀速圆周运动的速度。飞船绕地球作匀速圆周运动，需要飞船在任意时刻内，给地球的质心轨道飞行过的圆心角都相等，那么在单位时间内运动的路程不变，那么飞船的飞行速率也要保持不变，匀速圆周运动因此也可被称为匀速。	进一步解释匀速圆周运动的相关知识。	数字孪生教师	4	5
知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	要保证飞船的飞行速率不变，飞船需要受到大小不变，方向垂直于速度方向，且在速度方向同一侧的合外力，这个力被称为向心力。	进一步解释匀速圆周运动的相关知识。	数字孪生教师	5	1
知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	飞船到达了地球的近地轨道绕地球作匀速圆周运动时，自身不需要提供任何助力，仅由来自地球的万有引力提供向心力，而向心力的计算公式为 $F = mv^2/r$ ，这个力又等于重力，那么，你可以列一下表达式吗？	根据数字孪生教师的语言，引导学生列出飞船受力平衡的方程式。	数字孪生教师	6	7
知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	$F = mv^2/r$ $mg = mv^2/r$ $v^2 = rg$ 由于第一宇宙速度可以理解为飞船贴着地面绕地球作匀速圆周运动的速度，因此相对于地球半径 $R = 6371000m$ ， g 等于地球表面的重力加速度 $9.8m/s^2$ ，我可以得到： $v = \sqrt{6371000 \times 9.8}$ ， $v = 7.9km/s$	同步推导过程，并对每一步做出解释。	数字孪生教师	7	8

图 2 教学设计内容 1

知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	但是，你现在求出的第一宇宙速度，是飞船贴着地面绕地球作匀速运动的速度。现在我们的飞船已经飞出了大气层，在地球的轨道上运动，因此，实际的运动速度会与第一宇宙速度不同，你知道我们现在的速度比第一宇宙速度大，还是小吗？	根据数字孪生教师的语言，引导学生思考数字孪生教师提出的问题。	数字孪生教师	8	3
回答问题	学生思考并回答问题。	请问飞船在近地轨道上作匀速圆周运动的速度与第一宇宙速度相比，是更大还是更小？ A.更大。 B.更小。 C.一样大。 D.一会儿更大一会儿更小。	观察数字孪生教师分析得出的学生答题情况，并根据学生答题情况适当解释答题目的。	数字孪生教师	9	4
知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	既然你已经推导出 $v^2 = rg$ ，但是近地轨道的半径相比地球半径更大，近地轨道的重力加速度 g 相比地球表面的重力加速度更小， v 会变大还是小，不会同时变大还是变小		数字孪生教师	10	1
知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	近地轨道上飞船受到的重力等于地球对飞船的万有引力，即： $F_{引} = F_{重}$ $mg = GMm/r^2$ $g = GM/r^2$ (G 为万有引力常数， M 表示地球A的质量， m 表示物体B的质量。)	同步推导过程，并对每一步做出解释。	数字孪生教师	11	5
知识讲解	学生倾听数字孪生教师和线下教师的讲解并思考。	$r^2 = GM/g$ ，可以得到 $r = \sqrt{GM/g}$ 。由于万有引力常数 G 和地球A(地球)的质量 M 都是不会改变的，因此， r 会随着轨道半径的变大而变大。	同步推导过程，并对每一步做出解释。	数字孪生教师	12	2
数字探究活动	学生观察3D模型并思考。	人们发射的各种卫星都在不同轨道上绕地球作匀速圆周运动，轨道越高，速度越小。	引导学生观察操作三维数字模型，通过自主探究验证数字孪生教师给出的结论。	三维数字教师	13	1
结束语	学生回顾本节课所学内容。	今天听了关于匀速圆周运动和第一宇宙速度的推导，真是受益匪浅。	课堂总结。	数字孪生教师	14	1

图 3 教学设计内容 2

4. 课堂实景



图 4 课堂实景

在图 4 中可以看到，数字孪生教师在教室的左前方，依托智能终端呈现。线下老师则在教室的右前方，配合数字孪生教师授课。学生则根据双师的引导，听课或进行小组探究活动。

5. 总结与思考

数字孪生技术的发展无疑为诸多领域带来了新的变革。在教育数字化转型的大背景下，将数字孪生技术带入课堂，以此构建新型的课堂模式，是数字孪生技术在教育领域应用的一种可行模式。

参考文献

中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版).北京:北京师范大学出版社.

方海光 & 李海芸.(2022).人机协同课堂教学理论与实践研究. *中国现代教育装备*(04),1-4.

朱庆,张利国,丁雨淋,胡翰,葛旭明,刘铭崑 & 王玮..从实景三维建模到数字孪生建模. *测绘学报*.

张少波 & 褚金岭.(2021).大数据驱动的区域教育数字化转型与创新发展. *教育传播与技术* (06),3-8.

信息技术应用能力提升工程 2.0. *教育传播与技术*(05),2.

祝智庭 & 胡姣.(2022).教育数字化转型的实践逻辑与发展机遇. *电化教育研究*(01),5-15.

(2021).提升教师信息技术应用能力 助力上海教育数字化转型——上海稳步推进中小学教师

谢幼如,邱艺 & 刘亚纯.(2021).人工智能赋能课堂变革的探究. *中国电化教育*(09),72-78.

智慧微课助力课堂精准教学与教学反思实践

The Practice of Serving the Accurate Teaching and Teaching Reflection by Using Intelligence Micro-lecture

付秋爽老师¹，吴昊²

¹ 上海徐汇区董恒甫高中

² 科大讯飞

* 27023756@qq.com

【摘要】 随着信息化技术发展的不断深入，教育进入了“互联网+教育”的新时代，以互联网、人工智能、大数据为代表的信息技术正在与学校教学实践形成越来越紧密的相互促进、双向驱动和螺旋迭代。产业界在努力寻找更多适合信息化技术应用落地的场景，利用技术促进教与学的质量提升和效率优化。教育界在努力探索采用更多适合教育实践的先进技术，实现因材施教和个性化学习。而微课正是在这种背景下发展出的一种新的教学形式，本文主要介绍了上海董恒甫高中生物老师在实际教学中应用智慧微课进行教学，以及信息技术如何辅助教师精准教学以及教学反思。

【关键词】 智慧微课；精准教学；教学反思；大数据；语音识别

Abstract: With the deepening of the development of information technology, education has entered a new era of Internet and education. At the represented by Internet, artificial intelligence, big data are forming an increasingly close mutual promotion with school teaching practice. The industrial community are trying to find more suitable technology application for practical scenario in education, using the technology to promote teaching and learning quality and efficiency. The education community are trying to explore more suitable advanced technologies to realize the individualized learning. Micro-lecture is a new teaching form under this background. This paper mainly introduces the application of intelligent micro-lecture in practical teaching by biology teachers in Shanghai Dong Hengfu High School, and how information technology can assist teachers in accurate teaching and teaching reflection.

Keywords: intelligence micro-lecture, accurate teaching, teaching reflection; Big data, automatic speech

recognition(ASR)

1. 微课的定义与发展

2008年，美国新墨西哥州圣胡安学院（San Juan College）的高级教学设计师、学院在线服务经理戴维·彭罗斯（David Penrose）^[1]正式提出了微课这一概念。他认为，微课^[2]是在学习者自身认知的基础上，某个简明扼要的知识点为授课内容，通过录制六十秒左右的音频影像课程，达到在线或移动学习的目的^[3]。微课不仅为学生提供了包括在线学习、混合式学习、远程学习在内的多种学习模式，而且还给予学生更多的自主学习机会，从而达到对所学知识进行选择性的巩固复习的目的^[4]。也有国外学者认为，微课程是以概念图形给出的全部结构的内容介绍^[5]，时间在五分钟之内，这种结构的微课程主要优点是它允许把一节课分为多个学习对象，这些学习对象按顺序构成一个完整的教学事件^[6]。

在我国，对于“微课”的内涵界定，部分教育专家与学者有着不同的见解。胡铁生认为微课是伴随教育信息化发展到 Web2.0 时代而出现的一种全新的资源类型与课程表现形式^[7]。黎加厚指出微课是指时间在 10 分钟以内，有明确的教学目标，内容短小，集中说明一个问题的小课程^[8]。焦建利认为微课是以阐释某一知识点为目标，以短小精悍的在线视频为表现形式，学习或教学应用为目的的在线教学视频^[9]。苏小兵等指出微课本质是一种支持教师教和学生学的新型课程资源^[10]。

在总结国内以上学者关于微课的一般界定后，我们可以总结出微课的一般性含义，微课是大数据时代下的新型学习资源，它是一种教学视频，但与一般教学视频不同的是其时间简短，内容精炼，可以称之为微课程，教师主要针对某一重点或难点，进行讲解或演示，具有个性化，高度聚焦，便于分享等特点。而传统的微课制作方式以人工为主，主要依靠制作人员的个人经验，虽然其制作质量有所保障，但是制作过程复杂，甚至需要建立专门的制作场所（如录播教室），故费时费力，且成本偏高，影响了微课资源开发的效率^[11]。故传统的人工制作微课的方式显然已经不能适应新时代“教育大资源”建设的趋势，因此有必要寻求微课制作方式的新突破——人工智能和微课制作的结合，便是一种可能的发展方向^[12]。

本研究提到的“智慧微课”是科大讯飞开发的一个智慧平台。智慧微课既具有普通微课的功能，也融入了现在信息技术，是信息技术助力教学的一种模式。我校教育信息化的转变中将“智慧微课平台”与本校的实际教学需求相结合，借助智慧微课的功能开展教学教研，不仅为学校提供了教学视频储备资源，更为青年教师成长提供了帮助，同时在学生思维障半人工智能化定位中也起到非常关键的作用，使得素养提升更有针对性。

2. 智慧微课实践的积极意义

教育信息化进入 2.0 时代，传统的教学手段如何与信息化技术相融合是一直以来亟待解决和探索的问题。我校在信息化教学探索中将科大讯飞的“智慧微课体系”与常规教学结合，通过重新构建教学录课环境为教师打造更智能、更方便的录课工具，助力教师教学反思有的放矢、促进专业能力提升；为学生呈现更便捷、可定位的学习工具；为学校管理者提供有效的教学管理抓手，实现教学过程可监管、敏感内容可追溯、校本优质资源可快速积累、分享与传承。

面对信息技术的多样化，不同阶段的学生和一线教师的需求不同，想要真正做到一线教学与信息技术完全的融合是非常有难度的。借助科大讯飞的畅言智慧微课体系，期望能够将本校一线教育教学的发展需求与技术进行深度融合，为信息技术与教学深度融合提供切实依据。

2.1 智慧微课助力精准教学，实现减负增效

通过智慧微课体系的两大功能开展教学。一方面在于教师授课过程中可进行录课，同时能够将讲授的内容与 PPT 上的知识点相匹配，教师可通过回看录课视频对自身教学进行反思—重设计—到再实践。第二方面，可通过二维码将授课视频分享给给学生，供学生观看，通过大数据掌握分析学生的思维障碍点和难点，再通过有效的教学设计化解思维障碍，帮助学生突破难点建立完善的学科思维的同时，提升教师的教学素养和教学能力。

关于“学生回看数据”，我们据现在学生的学习态度、状况与习惯做了这样的假设：学生选择回看的内容有两部分，一是觉得特别感兴趣特别有趣的内容，二是没有听懂听明白的内容。这部分是学生的思维障碍的高发区。区分这两部分的数据是需要授课教师本人根据当堂教学的实时反映加以甄别的。在智慧微课体系应用过程中，系统能够统计视频回看频次，各部分的回看时长等统计性大数据，在一定周期内形成回看数据，教师获得数据后将生成的回看数据与教师教学中的预设数据做对比（图 1），得到相关的制约学生发展的思维障碍，

在化解障碍的过程中完成学生的“思维障碍突破的精准化教学培养”，进而达到减负增效的目的。

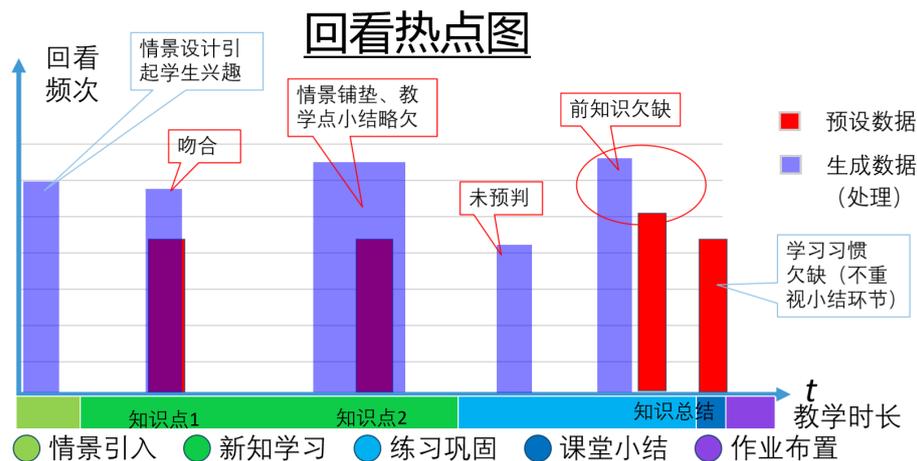


图1 学生数据回看与教师预判相结合的障碍点定位

关于思维障碍的化解，我校有“思维可视化化解思维障碍”的上海市名师基地课题、上海市物理学会课题、徐汇区重点课题的成果来支撑。对思维障碍的类型、成因做了基于学科的分类研究，在学科内容与教育技术深度整合的基础上，通过教学的创意设计，在开发的相关技术与教学积件支撑下的“思维可视化化解思维障碍”的解决策略。相关研究与技术开发荣获上海市教科研成果二等奖、江浙沪长三角地区教科研成果一等奖。并撰写出版了相关专著。

通过智慧微课数据与教学经验的结合，教师经过教学反思、教学设计调整、教学实施优化的科学性教案再设计，以及学生对针对性问题的小组研讨等形式提高教学的精准性和有效性。比传统的经验型、感觉型的定性分析更具可靠性。

2.2 智慧微课助力教师专业发展

在教师教学方面，通过智慧微课能够实现授课内容方便记录、准确结构化、助力教学反思；能够简单操作，能够方便录制随堂微课；能够精准标记知识点，准确结构化授课资源；能够方便地获取并传播公开展示课成果。系统通过实时记录教师授课过程中以及学生学习过程中的多种类型的关键数据，能够实现授课老师对教学过程的再分析，研磨教学技能与提高教学艺术水平。

智慧微课数据能够帮助教师进行课堂解构，能够清晰的看出“以学生为主体”的研讨时长，以及各阶段的讲解时长，以便于评课和反思。从学生学的角度，能够帮助学生精准定位疑难点，减轻学生的学习负担，透过数据分析学生思维培养过程中的症结所在，在教学设计中或复习回顾中注重化解策略的设计。

智慧能够微课促进教师专业发展，教师无须集中在一起，无须轮流发言，仅需短短的几分钟就可以获得他人优秀的教学经验，打破了传统的教师听评课模式。智慧微课平台成为教师专业成长的重要途径。

2.3 借智慧微课建校级资源库助力线上、线下教学

在课堂教学过程中，智慧微课通过实时记录教师授课过程中的关键数据，如：PPT、重难点讲解等内容，形成结构化教学视频，并生成图文并茂的课堂实录文档。通过课堂教学实录，突破时空制约，辅助老师进行课堂教学情况的回顾、分析、研讨，通过对学校老师全程课堂教学数据的收集，形成结构化的视频，实现校本优质资源积累，为构建资源生态与资源

运营工作奠定基础。课堂重点内容形成课堂资源，方便课后巩固复习，实现处处能学、时时可学，是线上教学的优质资料，也是线下教学交流的宝贵教学资源。

3.智慧微课通过大数据助力教学、教研以及教师成长

3.1.新入职教师教学基本能力形成

智慧微课体系在教师教学中应用广泛，尤其是在青年教师的培养过程中。青年教师通过智慧微课回看录课，可以发现自己的口头禅并加以纠正，通过反复录课调整语速、语调，同时通过授课对比意识到课堂留白对学生的重要性。智慧微课在教师职初阶段，对教师自身的教学成长大有益处。

3.1.1 及早及时快速发现授课时的口头禅

口头禅是初职教师的一种语言惯性的体现，一旦形成习惯很难纠正改变。初职的青年教师处在职业发展的初期，对于教学语言的凝练处在摸索建立阶段，容易将口头语例如“嗯”、“然后”等衔接性词汇高频的出现在授课过程中，但初职教师自身却很难意识到。通过智慧微课录课回放，教师可以站在旁观者的视角感受自己的授课过程，也能够通过回看感受到自己的口头语，例如某初职教师在回看过程中意识到再提问环节特别容易用“然后”来衔接问题，即使问题的针对性下降，也没能通过衔接语给学生更多的提示。

智慧微课不仅能呈现初职教师的“问题”，更能够通过反复的应用智慧微课录课来凝练语言、有意识地减少口头语的使用，以此为初职教师提供一个“自我提升的隐私空间”解决问题，最终实现自我提升。

3.1.2 课堂上教师的语速、语调、语音的自我调节与掌控训练

课堂教学从通讯学的角度看，是声音的发生、传递、接受的过程。一定程度来说，语音的质量，会影响信息传递的效率和效果。塑造一个清晰悦耳、学生乐于接受的授课语音风格，对初入职的青年教师，处于语音塑造的起步期是非常关键的。使用微课的回放功能，可以极大地便于他们的训练与矫正。

初职教师很容易走向一个误区，就是在听经验丰富的教师授课时感觉“我和ta在课堂上的呈现是一样的”语音温和但穿透力极强、语调抑扬顿挫张弛有度、语速快慢得当重点突出。通过智慧微课回看，初职教师不难发现“自己那种用尽全身力气的阐述方式其实和ta不一样”，智慧微课更像一面镜子，让初职教师能更直观地感受到自己有待提升的点。在通过智慧微课反复的有意识的练习。有初职教师曾表示：一遍又一遍的自我调节与掌控训练，不仅能够帮助自己找到语感，更能够帮助教师更好的设计课堂提问的问题，对重难点的讲解也更加到位，有事半功倍的效果，能快速提升教师基本技能。

利用微课的回看功能，是一个自我发现问题、自我解决问题的好途径。同时，充分利用回放视频、语音文本、进度时间条的关联关系，还能进行一定程度的定量分析。这是传统的录音录像所不具备的。

3.2.构建基于现场情景快速呈现的评课说课教研平台

教学过程是一个教学设计在实施中的动态生成过程，是教学设计的再创作过程。课堂教学各环节的把控、各教学点的实施时长等有关课题授课的结构性问题的分析，可以呈现该堂课在落实教学要点、化解思维障碍点的效率质量。

常规的课堂评价手段，要完成这项统计分析工作是一件耗时耗力且需要功力的事情。这也是制约微格教学分析技术在教学一线普遍推广的一个重要原因。

授课教师可以把通过智慧微课获得的数据与教案中的预设进行比对分析，找到课堂生成与教学预设之间的差异。对这些差异发生的内容、原因、效果等因素的多维度分析，能获得对教师的现场把控及处置能力、教师的学科素养教学功底的评价指标。特别是对学生课堂教

学进程中思维兴奋点、思维困惑地即思维障碍点及其形成的情境、原因做出呈现。是借助现代教育技术手段，实现教学技能的自我分析提升的有效途径。

传统的评课，是先听授课，课下凭借文字记录和记忆中的印象对授课者提出意见或建议，授课者往往处于“被动接受的状态”，缺少针对性反思和吸收。智慧微课可以很好的解决这个问题，为评课、说课提供“现场情景化”的依据。

在评课中，智慧微课不仅收录了ppt的录课内容和教师的语言，还能够将PPT内容与语音相匹配，同时能够将教师的语言转换成文字稿，供评委和授课教师回顾总结。智慧微课收音装置也能录取部分学生的活动声音，为评课提供了真实的现场情景，使评课更有针对性，授课教师也能更好吸收评课教师的建议。这相比于评课者的语言描述更具直观性、准确性、便捷性。评课者在听课时，只需记录教学片段发生的时间节点，在评课时通过回看界面直接定位播放呈现即可。

特别是智慧微课的语音转写功能，将教师的课堂语言转成的文本，能助力于进行说课、评课和教研；从而实现依靠集体力量提升教学能力的愿望。

3.3 提供基于多种快速检索定位回放的课后巩固解疑学习平台、课后教学反思平台

3.3.1 为学生课后巩固提供解惑平台（学生）

正常情况下学生一堂课下来，对没有听懂的内容，是会想办法解决的。比如课后通过问老师、问同学、阅读复习课本笔记等途径来解决，如果能把上课时的相关片段重听一遍更是求之不得的。常规的录像手段虽然能实现重看，但不可行：每节课都录像不现实、查找定位录像带中的内容更是耗时费力。

智慧微课可把教师的课堂授课过程及使用的教学资源情况自动录制成并处理成课堂实录资源。并用二维码（图2）分享，供师生通过系统的快速定位功能进行检索、查看、分析。学生能方便选定回看内容，用很短的时间(5~10分钟)完成整堂课(45分)的复习与难点化解。学生课后通过二维码回看，能够帮助学生精准定位疑难点，减轻学习负担。



图2 学生端课程回看二维码

3.3.2 为教师课后教学反思提供平台（教师）

教师借助智慧微课系统，可实现对学生回看行为数据进行采集，经后台大数据平台的处理，就可以得到有关该课每分钟时段回看情况。包括快进次数、回看次数、暂停次数，也可以定位到对应的教学内容界面（图3所示）。

生物微课@2021-11-24 10:07

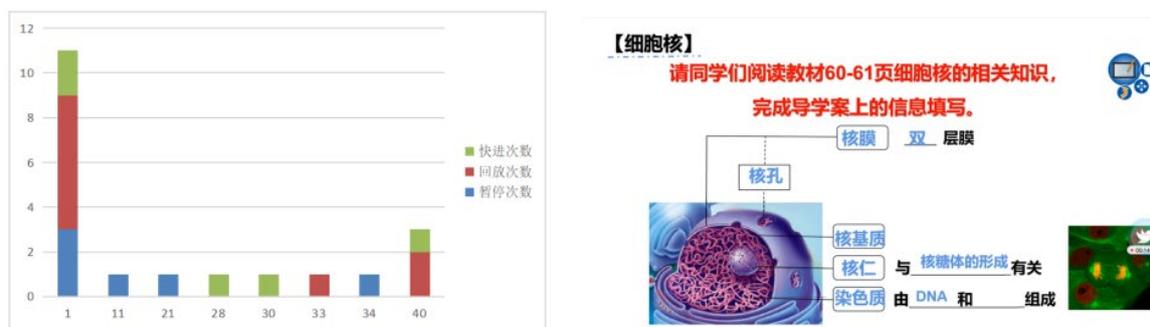


图3 回看行为数据及回看内容

在此基础上，教师再结合回看系统的教学进程时间轴及教案设计，通过叠加比对获取学生的回看热力图（如图3所示），进而形成“思维障碍疑似清单”。教师可以根据学生观看微课后的反馈，如看懂人数比例等对后续的教学设计进行针对性的调整。教师可根据学生在回看学习过程中的行为表现，来进行归因分析，找到制约学生思维发展的思维障碍。通过行为数据发现学生学习认知的规律，依据学生的认知规律及时调整自己的教学策略，避免平均用力。如学生会会在某一时间段集中进行了暂停、回放操作，表明学生可能在这一段视频的内容理解和认知上产生了困难，教师应该给予出现问题的学生针对认知困难点进行剖析讲解，或者采用异质分组的方式，通过小组协作，讨论等形势进行问题解决。

3.4. 基于学生回看行为的学生学习思维障碍点的定位分析（教学研究与教学科研）

有资料显示，在课堂教学过程中，有超过60%的时间都是由教师和学生的语言交流完成的，将这些语音进行记录和结构化处理具有非常重要的意义和价值。充分利用微课的语音的转写和结构化功能，将教师课堂中的语言交流转成文本，为教师节省了大量的时间，教师利用转写文本快速回顾教学过程，并进行高效的总结和反思。并且利用课后回看系统，可以帮助教师在进行课后反思时，清晰回溯教学生成时的灵感之处。我校的校本研修课程内容中，就安排了基于智慧微课回看系统进行“围绕思维障碍及其化解的教学反思”的内容，图4是教师的课后反思要求。

授课教师可以把通过智慧微课获得的数据与教案中的预设进行比对分析，找到课堂生成与教学预设之间的差异。对这些差异发生的内容、原因、效果等因素的多维度分析，能获得对教师的现场把控及处置能力、教师的学科素养教学功底的评价指标。特别是对学生课堂教学中思维兴奋点、思维困惑地即思维障碍点及其形成的情境、原因做出呈现。是借助现代教育技术手段，实现教学技能的自我分析提升的有效途径。

某中学《化解思维障碍》 课题研究及校本培训实施项目（微课题） 课后小结	
<p>任务定位描述：带着课题意识进课堂进行教学，课后及时对教学生成过程及效果进行实际的反思，并记录下来。</p> <p>课后小结说明： 0. 小结时间：按课后实时记录</p> <p>1. 记录内容： 1.1 得意之处： 将教学生成过程中的“得意之处”，在课后的第一时间详细得当、原汁原味地记录下来，供以后教学时参考使用，并在此基础上不断精益求精。 这些“得意之处”包括但不限于： <ul style="list-style-type: none"> 顺利达到预设设计教学目的，引起教学共振效应的教学预设（教案设计）点； 课堂教学中临时应变得当的语流； 层次清楚、条理分明的板书； 某些教学思想方法的渗透与应用的过程； 教学方法上的改革与创新等等。 </p> <p>1.2 败笔之处： 再成功的课堂教学也难免有疏漏失误之处，将教学生成过程中教学败笔不理想之处记录下来，并对它们进行系统的回顾、梳理，并对其进行深刻的反思、探究和剖析，使之成为今后再教学上吸取教训，更上一层楼。</p> <p>1.3 灵感之处：（师、生）</p>	<p>成功的课堂教学多种多样，但师生之间充分的交流沟通的共有的特征。随着教学内容的展开，师生的思维及情感交融，往往会因为一些偶发事件而产生瞬间灵感，这些“智慧的火花”常常是不由自主、突如其来，若不及时利用课后反思去捕捉，便会因时过境迁而烟消云散，令人遗憾。</p> <p>1.1 感触/启示设计 教学是一门遗憾的艺术，再优秀的教学设计在针对不同学生的教学生成过程中总会有不足或遗憾。记录下这些感触及弥补的设想，并在后续的教学生成中发现新的遗憾，这是一种提升自己教学水平的正反馈过程。以写促思、以思促教，集腋成裘、聚沙成塔。 同时也发现自身在知识、能力、技能方面有待充实、提高、学习的地方。</p> <p>再设计的内容，包括但不限于： <ul style="list-style-type: none"> 该教学单元的定位与当前学生认知水平的适配度 具体教学点的教学内容选择、逻辑的适应性调整 具体教学点的教学情境、教学活动有效性的改进 教学组织方面的策略、节奏调整，激发学习兴趣 后进生是否得当、学科思想、学科观念渗透是否适当 训练是否到位、学科方法、学科技能培养是否充分 </p> <p>2. 格式要求： 直接在课时教案做注释的方式记录，包括但不限于： 2.1 注(2.17.3) 2.2 注(2.3.2.4) 2.3 微课回看系统中备注</p>

图4 教师课后反思要求

3.5. 促进线上线下教学活动融合的教学平台与教学模式的构建

智慧微课平台能够通过数据促进线上线下教学相融合。通过便捷的二维码分享和强大的数据分析功能，打破了线上教学的时空限制，成为教学活动融合的强有力支撑。智慧微课以点带面的延伸性学习方式，有助于打破常规化教学模式，有效结合线上线下混合式教学方式，全方位提升学生的综合素养。尤其是在线上教学（图5）过程中，在线上教学中依然可以通过学生会回看、获取数据、分析数据的形式帮助教师定位学生的思维障碍，再通过智慧微课平台完成组内教研活动，通过“共研讨同分析”形成精准的线上教学优化策略，在教师的“教”，与学生的“学”之间形成数据支撑的闭环，进而提升教学的精准性。



图5 智慧微课助力线上教学

课堂作为教学活动的主要场所，是育人的主战场，是教育发生的核心场景。2022年2月15日教育部基础教育司司长吕玉刚表示，将实施基础教育数字化战略行动，整合建设基础教育综合管理服务平台，提升基础教育宏观管理和科学决策水平；进一步升级国家中小学网络云平台，大力推进优质教育资源共建共享，强化信息技术与教育教学深度融合应用。而在使用智慧微课常态教学过程中产生的鲜活的优质资源则可以帮助学校快速积累形成校本/区域特色资源库，实现优质资源共建共享，教研评课活动可以常态开展，评课可以更加有的放矢。

在未来，我们将更加坚定推进信息技术与教育教学的深度融合，积极响应国家教育数字化战略行动号召，我们有理由相信，在技术加持下的课堂教育教学将更加多样化与人性化，在践行因材施教的道路上关注每个学生的学习和身心成长，为人才培养及国家教育事业贡献董恒甫的智慧和汗水。

参考文献

- 乐会进、贺胜、王丽红和刘俊生。(2018)。智慧微课:基于人工智能的微课自动生成系统。现代教育技术(11),5-11。
- 关中客。(2011)。微课程。中国信息技术教育(17),14。
- 苏小兵、管珏琪、钱冬明和祝智庭。微课概念辨析及其教学应用研究[J]。中国电化教育,2014(07):94-99。
- 张一川和钱扬义。(2013)。国内外“微课”资源建设与应用进展。远程教育杂志(06),26-33。
- 张晓君、李东哲和陈雷。(2013)。微课程视频制作中的注意引导设计。现代教育技术(08),105-107。
- 胡铁生。(2011)。“微课”:区域教育信息资源发展的新趋势。电化教育研究(10),61-65。

Yang, K. H., Sun, D., Kam, W. M., Du, H. Z., Sun Y. C., Lin, C. P., Wang, Y. H., Jiang, B., Shih, J. L., Kong, S. C., & Gu, X. (Eds.) (2022). *Teacher Forum Proceedings of the 26th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022)*. Taiwan: National Tsing Hua University.

教育部。(2018)。关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知。http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html

焦建利。微课及其应用与影响[J]。中小学信息技术教育,2013(04):13-14。

黎加厚。(2013)。微课的含义与发展。中小学信息技术教育(04),10-12。

Educause (2013) .7 Things You Should Know About Micro lecture,4.

Lowenthal, J. N. (2010). Using mobile learning: Determinates impacting behavioral intention. *The Amer. Jrnl. of Distance Education*, 24(4), 195-206.

学习者对智能单词 APP 界面的视觉注意研究——一项眼动实验

Learners' Visual Attention to Intelligent Word App Interface ——An Eye Movement Experiment

杜华¹ 杜开方² 马丽³ 田格格¹

¹ 安阳师范学院

² 安阳县瓦店乡第二初级中学

³ 河南师范大学

dhaynu@126.com

【摘要】 **目的** 对学习者在三种智能单词 APP 界面元素的视觉注意进行研究。**方法** 采用单因素三水平设计对比分析学习者在三种 APP 的词汇学习区、功能按钮区、词汇解读区、例句呈现区的视觉注意差异。**结果** 1. 词汇学习区：以单个单词的方式呈现单词使得其目标性较强。2. 功能按钮区：以色块按钮作为功能按钮比以文本作为功能按钮更能起到导向作用。3. 词汇解读区：单词和中文释义认知相关性较强，在单词和中文释义之间设置词库选择按钮导致学习者视觉注意力转移。4. 例句呈现区：以图文形式呈现例句更能提高学习者的注意力分配，促进学习者的深度认知加工。

【关键词】 智能单词 APP；视觉注意；眼动实验

Abstract : Aim The work aims to study the visual attention of learners on three kinds of intelligent word app interface elements. *Methods* the single factor three-level design was used to compare and analyze the learners ' visual attention differences in three different vocabulary learning areas, functional button areas, vocabulary reading areas and example sentence presentation areas. *Results* The conclusions are as follows: 1. Vocabulary learning area: The presentation of a word in a single word makes it more targeted. 2. Functional button area: Color block button as a functional button than text as a functional button can play a guiding role. 3. Lexical interpretation area: There is a strong cognitive correlation between words and Chinese definitions. Setting thesaurus selection button between words and Chinese definitions leads to learners ' visual attention transfer. 4. Exemplar presentation area: graphic presentation can improve learners ' attention allocation and promote learners ' deep cognitive processing.

Keywords : intelligent word app , visual attention , eye experiment

1. 引言

随着信息技术的发展，学习者学习单词的方式不再仅仅局限于纸质学习，更是在近年来呈现出智能学习新形态，满足学习者个性化学习、自主学习及泛在化学习需求。伴随着智能技术的发展，智能单词学习 APP 也层出不穷。学习者利用智能单词 APP 获取学习资源，随时随地学习。但是智能 APP 图、文、声、像等界面元素呈现和组合方式差异会影响学习者视觉注意(马玉梅, 2016a)，如何对其进行有效的信息设计至关重要。当前，眼动实验已成为生物数据分析中成熟的研究范式，广泛应用于多媒体学习、教师形象、注意力及界面设计等研究(张琪、武法提和赖松, 2017a)。基于此，本研究利用眼动实验对学习者的使用智能单词 APP 学习过程的视觉注意进行研究。

2. 研究现状

2.1. APP 界面及元素研究

国外 APP 界面元素研究较为成熟，主要集中在设计心理学和设计实践两个方面。Scharroo 等 (Scharroo, J., Stalmeier, P. F., & Boselie, F., 1994) 对图像形状和轮廓进行研究，发现界面交互元素的图形复杂度与视觉搜索效率存在线性关系，视觉搜索效率随图标复杂度的增加而降低。Michalski 等 (Michalski, R., Grobelny, J., & Karwowski, W., 2006) 发现图标及图标结构的几何设计特征会对用户搜索效率产生影响。国内关于 APP 界面研究主要聚焦于 APP 用户界面、交互体验、界面元素布局等方面，王强强 (王强强, 2019) 以 28 款单词 APP 学习界面为样本，探究色彩对界面简约度和用户喜好度的影响。任小帆 (任小帆和薛澄岐, 2018) 选取平衡度、对称度、整体度等美度标准对界面元素布局美度进行客观评价。司国东 (司国东、赵玉和赵鹏, 2015) 从布局设计、信息呈现设计、交互设计方面分析适用于移动学习 APP 界面设计模式。刘越 (刘越, 2015) 基于 ARCS 模型将大学英语 APP 划分成词汇学习模块、学习检测模块、词汇查询模块、知识拓展模块、使用指南模块。陈莹等 (陈莹和韩宁, 2017) 设计单词 APP 时，将其主要界面划分为例句呈现区、词汇解读区和按钮区。

2.2. 基于眼动实验的视觉注意和 APP 界面元素研究

在心理学中，视觉注意反映人类视觉处理信息过程中的心理调节状态，是指人类通过视觉系统对外界海量信息进行筛选和排序的过程，既能帮助人们找到感兴趣区域，也可以按照兴趣区优先级顺序，实现视觉行为的有序进行 (夏阳和尧德中, 2015)。视觉注意与眼动有关。近年来，研究者主要利用眼动仪对学习者在图标、文本、线索等界面设计元素的视觉注意进行研究，深入分析不同类型界面元素对学习者的视觉注意和认知过程的影响。胡莹 (胡莹, 2021) 以智能手机 APP 图标为研究对象，探讨视觉复杂度、图标形状和图标构成形式对大学生视觉注意力和舒适度的影响。结果表明三角形图标更容易吸引年轻用户的注意力，圆形图标让用户视觉感受更加舒适，简单的面性图标更能吸引年轻用户的注意力。刘永贵等 (刘永贵和刘奇岳, 2020) 采用对比实验法分析微课视频不同的文本设计策略对学习者的视觉注意的影响，张琪等 (张琪、武法提和赖松, 2017b) 利用眼动仪对学习仪表盘不同线索元素和数据可视化形式的有效性进行探索。

关于 APP 界面元素设计理论研究已经相对成熟。研究者利用眼动实验探索 APP 界面元素设计对用户体验的影响，针对不同类型 APP 进行界面优化设计研究。孙博文等 (孙博文、杨建明、孙远波、闫海伟和李赛赛, 2019) 通过眼动实验对界面色彩设计进行评价。王艺璇等 (王艺璇、王小平、吴通和樊皓, 2018) 通过分析用户浏览音乐类 APP 界面眼动数据，筛选出最优音乐类 APP 二级界面布局。马玉梅 (马玉梅, 2016b) 通过眼动实验探究商业 WIFI APP 交互界面的可用性，并针对性地改良设计。

文献研究发现，通过眼动实验对学习者在智能单词 APP 学习界面视觉注意的研究相对较少，基于此，本研究利用眼动实验，通过对比分析学习者在三种单词 APP 界面设计元素的眼动数据，对学习者的使用智能单词 APP 学习过程中视觉注意进行研究，为优化单词学习界面元素提供建议。

3. 研究设计与实施

3.1. 实验目的

本研究选用三种智能单词 APP 界面为实验材料，借鉴刘越、陈莹等相关研究，将智能单词 APP 界面划分为“词汇学习区”、“例句呈现区”、“词汇解读区”、“功能按钮区”，并以四个区域为自变量，学习者智能单词 APP 界面的视觉注意为因变量，用眼动仪采集的注视时间、首个注视点发生时间等眼动数据来表征“视觉注意”，进行单因素方差分析，结合被试眼动热点图和注视轨迹图分析界面中元素对学习者的视觉注意影响，在此基础上为智能单词 APP 界面元素设计提供优化建议。

3.2. 实验对象

本研究选取 A 校 10 名本科生为被试，年龄为 19~21 岁，双眼视力或矫正视力为 1.0 以上，无色盲、色弱、散光等眼疾。

3.3. 实验工具

本研究采用的实验工具有 Tobii Pro Glasses 2 眼动仪、Tobii Pro Glasses 2 Controller 软件及 Tobii Pro Lab 软件。

3.4. 实验材料

选择扇贝、百词斩、墨墨 APP 单词学习界面作为实验材料，三款智能单词 APP 界面如图 1-图 6。根据研究目的，将单词 APP 界面词汇学习区、功能按钮区、词汇解读区、例句呈现区分别划分为四个感兴趣区域 (Area of Interest)，分别简称为 AOI1、AOI2、AOI3 和 AOI4。

3.5. 实验过程

首先，确定单词任务。在百词斩、墨墨和扇贝 APP 中，选取相同的 10 个 (racial、ban、propose、focus、absorb、capture、measured、resistant、undertake、quote) 单词作为实验任务，以免单词不同对实验产生影响。其次，定标测试。最后，选取注视次数、注视时间、首个注视点发生时间、首次注视时间和回视五个眼动指标，并进行测量和分析。注视次数表示落入感兴趣区域内所有注视点个数；注视时间表示落入感兴趣区域内所有注视时间之和，总注视时间的长短反映从界面中提取信息的认知负荷和难易程度；首次注视点发生时间表示被试浏览某一界面时在某一感兴趣区域中产生首个注视点的时刻；回视表示注视点离开某个感兴趣区后，再次进入该区域的次数。由眼动仪采集数据，用分析软件生成可视化眼动热点图和眼动轨迹图，用 SPSS Statistics 17.0 对眼动指标数据进行单因素方差分析。



图1 墨墨呈现界面



图2 扇贝呈现界面



图3 百词斩呈现界面



图4 墨墨单词解读界面



图5 扇贝单词解读界面



图6 百词斩单词解读界面

4. 实验结果与分析

本研究提取实验结果中各感兴趣区域眼动指标数据，分析结果如表1。其中将AOI1划分成了AOI1（图）和AOI1（文本），AOI1（图）指百词斩APP中以图片作为兴趣区，AOI1（文本）指以墨墨、扇贝APP中的“单个词”和百词斩APP中的“例句”作为兴趣区。眼动热点图以颜色深度表示视觉注视密集程度，注视密集程度从淡绿色到深红色逐渐增加，注视轨迹图能清楚呈现个体注视点产生顺序，注视轨迹图中，圆点大小表示注视时间长短，圆点中间数字表示注视顺序（杨冷冷、黄心渊和蒋希娜，2015）。

表1 单因素方差分析

眼动指标	AOI1 词汇学习区				AOI2 功能按钮区		AOI3 词汇解读区		AOI4 例句呈现区	
	F	P (图)	F	P (文 本)	F	P	F	P	F	P
注视次数	17.878	.000***	1.324	0.283	8.442	0.01*	10.845	0.000***	5.590	0.09
注视时间 (秒)	11.672	.000***	2.117	0.140	7.340	0.03*	13.548	0.000***	2.940	0.03*
首个注视点 发生时间 (秒)	4.106	0.029*	6.745	0.004*	8.804	0.02*	0.899	0.419	0.312	.735
首次注视时 间(秒)	2.546	0.99	1.244	0.305	0.687	0.514	0.130	0.879	0.219	0.805
回视(秒)	.842	.442	2.764	0.081	1.728	0.197	1.648	0.211	0.150	0.862

注：*代表 $p < 0.05$ ，**代表 $p < 0.01$ ，***代表 $p < 0.001$

4.1. 词汇学习区对视觉无意识注意导向和注意力维持的影响

4.1.1 图片对视觉无意识注意导向的影响

为分析图片对视觉的无意识注意导向，以被试首次到达 AOI1 的注视点发生时间为因变量进行单因素方差分析，见表 1。在首个注视点发生时间上， $P=0.029<0.05$ ，说明词汇学习区以“图片”和“单个词”学习方式在首个注视点发生时间上存在显著差异。百词斩 APP 在 AOI1 上首个注视点发生时间 ($M=0.31$) 均值最小。表明百词斩以图片作为词汇学习的方式时，被试在学习时的注视点较快进入该感兴趣区域，并能自动捕获被试注意力，更容易使学习者产生无意识注意。

4.1.2 图片与单词关联性对注意力维持的影响

为分析图片与单词关联性对注意力维持的影响，以被试在 AOI1 (图) 上的注视次数和注视时间为因变量进行单因素方差分析，见表 1。在注视次数上， $P=0.000<0.05$ ；在注视时间上 $P=0.000<0.05$ ，这说明词汇学习区以“图片+例句”和“单个词”学习方式在注视次数和注视时间上存在显著差异。百词斩 APP 在 AOI1 (图) 上的注视次数 ($M=9$) 和注视时间 ($M=2.7$) 均值最大。结合眼动热点图和眼动轨迹图，在热点图中部分如图 7，被试在百词斩 APP 界面上图片元素的热点比墨墨 APP 界面上文字元素和扇贝 APP 界面上的按钮元素热点多；在眼动轨迹图中部分如图 8，被试在百词斩 APP 单词呈现界面图片上注视点较密集，表明在以“图片”作为词汇学习方式时注视时间较长和注视次数较多。结果表明，当图片无意识注意产生后，学习者由无意识注意后转向有意识注意，且当图片内容与单词具有关联性，学习者会通过辨别与例句相匹配的图片，使学习者在感兴趣区域的高效认知时间相对较长，既维持了学习者注意力，又提高了单词认知的信息留存。

4.1.3 词汇学习区对视觉注意分配的影响

为分析词汇学习区对视觉注意分配的影响，以被试在 AOI1 (文本) 上的注视次数、注视时间、首个注视点发生时间、首次注视时间和回视为因变量，进行单因素方差分析，见表 1。在首个注视点发生时间上， $P=0.004<0.05$ ，说明词汇学习区以“例句”和“单个词”的学习方式在首个注视点发生时间上存在显著差异。但在注视次数、注视时间、首次注视时间、回视未达到统计学意义的差异。百词斩 APP 在 AOI1 (文本) 的首个注视点发生时间上均值 ($M=3.33$) 最大。表明以单个词为词汇学习方式更能自动捕获被试无意识注意力，使学习者注意力分配主要集中在目标单词上。结合百词斩呈现界面热点图如图 7，例句中非目标单词热点颜色较深，说明百词斩以例句为词汇学习方式，使得学习目标单词的目标性降低，例句中非目标单词会使目标单词注意力分配降低，同时增加学习者单词学习的认知负荷。



图 7 百词斩呈现界面热点图



图 8 百词斩呈现界面轨迹图



图 9 墨墨单词解读区热点图



图 10 墨墨单词解读区轨迹图

4.2. 功能按钮区对视觉注意的影响

为分析功能按钮区对视觉注意的影响，以被试在 AOI2 的注视次数、注视时间、首个注视发生时间、首次注视时间和回视为因变量，进行单因素方差分析，见表 1。在注视次数上， $P=0.01<0.05$ ；在注视时间上， $P=0.03<0.05$ ；在首个注视点发生时间上， $P=0.02<0.05$ ，说明分别以“线性图标”、“色块”和“文字”作为功能按钮时，在注视次数、注视时间和首个注视点发生时间上存在显著差异，但在首次注视时间和回试上不存在统计学意义的差异。与百词斩、墨墨 APP 相比，扇贝 APP 以文字作为功能按钮时的注视次数 ($M=0.9$) 和注视时间 ($M=0.93$) 均值最大。表明将色块作为功能按钮更能吸引被试的注意力，颜色能流畅引导被试的视线流，使被试产生无意识注意，起到更好的导向作用。且墨墨 APP 在以文字作为功能按钮区域上眼动热点（部分如图 9、图 10）多且集中，表明学习者在该感兴趣区域上的注视时间最长和注视次数最多，说明将文字作为功能按钮较复杂，易造成注意力负担。

4.3. 词汇解读区对视觉注意连续性的影响

为分析词汇解读区对视觉注意的影响，以被试在 AOI3 上的注视次数、注视时间、首个注视发生时间、首次注视时间和回视为因变量，进行单因素方差分析，见表 1。在注视时间上， $P=0.000<0.05$ ；在注视次数上 $P=0.000<0.005$ ，说明词汇解读区有无分割元素在注视时间和注视次数上存在显著差异，但在首个注视点发生时间、首次注视时间、回试上不存在统计学意义的差异。扇贝 APP 以词库选择按钮作为单词和中文释义之间的分割元素，在 AOI3 上注视时间 ($M=3.94$) 和注视次数 ($M=13.10$) 的均值最大。表明复杂的分界线显著地影响被试的视觉注意。墨墨、百词斩 APP 眼动热点分布在单词和中文释义上，且分布集中，被试的注视点由英文转向中文释义上；而在扇贝 APP 热点图上，热点分布在单词、按钮分界线和中文释义上，被试注视点从英文转向按钮分界线，然后转向中文释义。表明以词库选择按钮为分割线降低了被试在中文释义上的注意力分配，影响英文和中文之间认知的连续性。

4.4. 例句呈现区对视觉注意的影响

为分析例句呈现区对视觉注意的影响，以被试在 AOI4 上的注视次数、注视时间、首个注视点发生时间、首次注视时间和回视为因变量，进行单因素方差分析，见表 1。在注视次数上， $P=0.09<0.05$ ；在注视时间上 $P=0.03<0.05$ ，这说明以“图文”形式和“文本”形式呈现例句，在注视次数和注视时间上存在显著差异，但在首个注视点发生时间、首次注视时间、回试不存在统计学意义的差异。与以文本形式呈现例句相比，被试在以图文形式呈现例句上的注视时间 ($M=4.28$) 和注视次数 ($M=14.92$) 均值最大。说明图片起到辅助文字的作用，具有比文字更加直观的认知优势，以图文例句的方式更能提高学习者的注意力分配，支持学习者的深度认知加工。

5. 结论与建议

通过研究，对智能单词 APP 设计提出如下建议：

5.1. 注重无意识注意元素与学习信息相结合，促进学习者注意力维持

以图片+例句（图片）呈现单词与以单个词呈现单词相比，图片能使学习者产生视觉无意识注意，发挥图片的导向作用，当图片内容与单词相关时，学习者从无意识注意转向有意识注意，从而保持注意力维持。注视时间长短反映信息处理复杂度及分配的注意量。信息被注视的时间越长，说明学习者对该信息认知加工越深（靳来鹏和禹东川，2017），学习者注视时间较长和注视次数较多，使学习者进行相对较长时间持续高效认知，促进注意力维持，提高对单词认知留存度。在单词界面设计时，可以通过有吸引力的元素使学习者产生无意识注

意，将该元素与传递的重要学习信息相结合，进而促进注意力维持。

5.2. 注重以单个词作为词汇学习的方式，促进学习者深度学习

在单词呈现界面中单个词注意力目标性较强，以图片+例句（例句）方式呈现单词，使目标单词的注意力分配降低。在单词 APP 中，以例句为单词视图，虽然单词学习强调学习语境借助例句为学习者提供理解该单词语境，但是也会导致学习者注意力分配到非目标单词上，目标单词的注意力分配降低。因此在设计单词 APP 呈现区界面时，以单个词呈现，结合隐藏例句的方式来支持学习者对单词的学习，学习者对该单词存在认知困难时，借助提示按钮显示例句，在提高学习者对目标单词注意力分配的同时，也引导学习者对单词主动、深度的学习。

5.3. 注重颜色与功能按钮相结合，促进学习者的注意力分配

以色块作为功能按钮比以文字和线性图标作为功能按钮更能吸引学习者注意力，色彩是移动界面设计中重要的元素，对色块按钮合理运用能够对学习者的交互起到良好的引导作用（杨冷冷、黄心渊和蒋希娜，2015b）。而将文本作为功能按钮能够增加学习者的认知负荷，在设计单词 APP 功能按钮时，以色块作为功能按钮，根据人眼识别色彩的灵敏度和色彩诱目强度来设计色彩元素，能提升学习者在该色彩元素上的注意力分配，对学习者的注意力起到导向作用（张豹、黄赛和候秋霞，2014）。

5.4. 注重词汇解读区的连续性，降低学习者认知负荷

单词和中文认知相关性较强，在单词和中文释义之间设置词库选择按钮导致学习者视觉注意力转移，影响认知连续性，在认知目标上的注意力分配降低。在两个认知相关性较强的元素之间，设置线或者不设置元素，学习者的视觉注意会集中在两个元素上，进行持续高效的认知时间相对较长，能够保持认知的连续性，降低认知负荷。因此在设计此类学习界面时，在认知相关性较强的内容之间不宜设置其他元素。

参考文献

- 马玉梅。(2016)。商业 WIFI APP 交互界面可用性研究与应用(硕士学位论文,江苏大学)。http://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CMFD201602&filename=1016728556.nh
- 王艺璇、王小平、吴通和樊皓。(2018)。基于眼动实验的音乐类手机 APP 界面设计评价。《科学技术与工程》(09),266-271。
- 王强强。(2019)。简约化移动端交互视觉界面设计研究(硕士学位论文,北京交通大学)。https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CMFD202001&filename=1019190488.nh
- 田明辉。(2010)。视觉注意机制建模及其应用研究(博士学位论文,中国科学技术大学)。https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CDFD0911&filename=2010133529.nh
- 司国东、赵玉和赵鹏。(2015)。移动学习资源的界面设计模式研究。《电化教育研究》(02),71-76。
- 任小帆和薛澄岐。(2018)。基于美度计算的 Camera Connect APP 界面元素布局评价。《设计》(04),142-143。
- 刘永贵和刘奇岳。(2020)。学习者对微课视频文本设计的视觉注意研究。《包装工程》(18),264-272。
- 刘越。(2015)。基于 ARCS 模型的大学英语词汇移动学习 APP 设计与应用研究(硕士学位论文,东北师范大学)。https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CMFD201502&filename=1015415301.nh
- 孙博文、杨建明、孙远波、闫海伟和李赛赛。(2019)。基于眼动实验的车辆人机界面色彩设计研究。《包装工程》(02),23-30。
- 杨冷冷、黄心渊和蒋希娜。(2015)。手机团购应用界面的注意力设计。《包装工程》(18),135-139。

- 张豹、黄赛和候秋霞。(2014)。工作记忆表征捕获眼动中的颜色优先性。心理学报(01),17-26。
- 张琪、武法提和赖松。(2017)。学习仪表盘信息设计研究——基于眼动数据的整合分析。开放教育研究(06),94-103。
- 陈莹和韩宁。(2017)。基于建构主义视角的英语词汇学习 APP 设计。内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版)(06),898-901。
- 胡莹。(2021)。图标设计要素对视觉注意和舒适度的影响研究。包装工程(06), 232-238。
- 夏阳和尧德中。(2015)。神经信息学基础。成都: 电子科技大学出版社。
- 靳来鹏和禹东川。(2017)。眼动技术:个性化评测的新“武器”。中小学管理(02),37。
- Michalski, R., Grobelny, J., & Karwowski, W. (2006). The effects of graphical interface design characteristics on human-computer interaction task efficiency. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(11), 959-977.
- Scharroo, J., Stalmeier, P. F., & Boselie, F. (1994). Visual search and segregation as a function of display complexity. *The Journal of general psychology*, 121(1), 5-17.

融合 PhET 虚拟实验促进学生深度学习的研究实践

——以沪教版小学自然《饮食与健康》教学为例

A Practice of Integrating PhET Simulations to Promote Students' Deep Learning: A Lesson Study from Shanghai

李冬

上海市曹杨第二中学附属学校

leedong110@163.com

【摘要】虚拟实验技术具有直观化、游戏化、受众广、重探究的特点，可开展基于研究设计的、开放的实验教学。本文以沪教版小学自然《饮食与健康》的教学为例，探讨融合 PhET 虚拟实验促进学生深度学习的可能性。在教学案例中，通过合理设置教学目标、虚实结合、创设情境等方法促进了学生的深度学习。本文还对融合虚拟实验运用的积极意义和使用原则进行了论述。

【关键词】虚拟实验；自然；深度学习

Abstract: *Virtual-experimental technology is a tool featured with visualization, gamification, popularity and focusing on exploration that can play an important role in open experiment teaching based in researches. This paper, illustrated by the teaching process of Diet and Health of Shanghai-teaching version primary school science book, will talk about the possibility of improving pupils' deep learning through making use of PhET virtual experiments. In the teaching case, pupil's deep learning was inspired by setting proper goals, combining virtuality and reality and creating virtual models. This paper will also discuss about the positive effects and use policy of the application of combined virtual experiments.*

Keywords: Virtual experiments, Science, Deep learning

随着时代的发展，信息技术改变了课程的呈现方式、学生的学习方式、教师的教学方式和师生的互动方式。虚拟实验作为一种信息技术的教育资源，可以从多个角度与科学实验教学融合拓展，尤其在特殊时期帮助教师和学生顺利完成一些科学实验，从而实现信息技术与实验教学的有机结合，为科学学习顺利开展提供保障，进而实现提升学生科学素养的目标。

1. PhET 虚拟实验的由来与特征

2001 年，诺贝尔物理学奖获得者卡尔·威曼（Carl Wieman）发起虚拟实验计划（Physics Education Technology, PhET），旨在为全球小学到大学提供开放的、游戏化的、互动的 STEM 教育资源（数理化等仿真实验程序）。

教师可以借助 PhET 虚拟实验程序的帮助，在课堂教学中实现认识与实践相互转化联系，并能够将已有的知识迁移到新的情景中用以决策和解决基于问题学习的教学结构。即首先设置具有挑战性的困难或问题，然后运用相关的虚拟程序在持续的探究过程中，鼓励学生积极反思与讨论，最终呈现学习作品或结论，进而形成一个典型的 PBL 项目化课例类推科学原理（如图 1）。



图 1 运用 PhET 虚拟实验开展教学的课堂结构

*这里程序代指 PhET 虚拟实验程序

基于 PhET 虚拟实验技术的教学具有以下几个特征：

其一，适用场景非常广泛。PhET 虚拟程序支持物理、化学、生物学、地球科学、数学等多个项目的学习。同时在很多项目中还兼容了不同年龄段设置了符合年龄特征的、不同要求的课例环境，同时兼顾了学生不同的学习场景，可以在学生探究汇报、课堂活动、实验室研究和家庭作业中有效开展项目探究，为综合 STEM 教育活动提供强大资源支撑。

其二，凸显直观性和交互性。PhET 虚拟程序拥有其它大部分学习工具所没有的特性（交互性、动画、动态反馈、允许个性化的探索），不同于一般的虚拟实验，它通过真实的科学事件或者实验场景创设虚拟实验场景，并引入大量形象化图形和动画，从而激发学生的学习兴趣，更直接的帮助学生理解一些抽象的科学概念。

其三，注重实验的可探究性。PhET 虚拟程序在设计上考虑很多可探究的元素，例如教师执教“饮食与健康”一课时就可通过项目的参数调节，转化探究性实验的自变量，并将观测指标转化为因变量。

2. 借助 PhET 虚拟促进学生深度学习的实例

在自然学科的学习中，学生通过观察、实验、探究等方法已经获得的大量的直接认识经验，运用 PhET 虚拟仿真程序就可以让学生分析综合整理信息，提出假设，进而寻找解释和推理的方法，从而经历将直接经验转化为间接经验的过程，再通过讨论、合作、交流、发表等形式发布结论，就能促进学生在科学探究过程中的深度学习。下文列举了融合 PhET 虚拟实验实现自然学科深度学习的例子（见表 1）。

表 1 PhET 与小学自然教学的融合实例

项目名称	内容介绍	适用年级	教学基本要求
饮食与运动	通过改变饮食结构和运动方式，预测个体的健康状态	四年级小学生	食物中营养成分有糖类、蛋白质、脂肪、维生素、无机盐和水等，各营养成分对人体健康都很重要；食物中营养成分不是单一的。 适量、丰富、均衡的饮食有利于健康。

2.1. 深度思考，合理设置教学目标

《饮食与健康》是上海远东出版社《自然》（牛津版）四年级第一学期教材第一单元《保持健康》的第 1 课时，“饮食与健康”项目课时教学目标呈现如下：

1.通过“调查我的一日饮食”活动，调查自己的一日饮食和观察虚拟实验过程和结果，认识饮食与健康息息相关。

2.通过“我的饮食健康吗？”活动，使用虚拟程序进行实验模拟探究，知道适量、丰富、均衡的饮食有利于健康，了解饮食对人体健康的影响。

3.通过“绘制我的一天食谱”活动，结合虚拟程序的使用，通过交流知道食物中的营养成分不是单一的，能说出食物中的营养成分有糖类、蛋白质、脂肪、维生素和水等，各营养成分对人体健康都很重要，养成良好的饮食习惯和具有将所学知识与生活建立联系的意识。

2.2. 环环相扣，与虚拟程序深度整合

由于小学生尚处于皮亚杰认知结构理论的具体运算阶段，处于这个阶段的学生思维仍然需要具体事物的支持，还无法进行抽象逻辑思考。为此面对着抽象的饮食结构体系的认识教学，采用虚拟程序的类推功能实现教学整合就显得非常合适。

2.2.1. 巧用前概念创设学习情境

本节课的引入部分巧妙的设置一些调查和预判：在上课伊始请两位同学体型差异较大的学生分享课前完成的一日饮食调查，提问“这些同学的饮食是否健康呢？”学生基于日常经验对所展示的饮食计划提出了不同预判和猜想假设，不同观点之间的学生出现了分歧，但彼此又无法说服对方。这一环节既鉴于以上对学生的前概念进行了调查、判别，激发了学生的求知欲，创设了良好的学习情境，为下一步运用 PhET 虚拟技术进行探究做了铺垫。

2.2.2. 巧用虚拟程序类推概念形成

运用 PhET 虚拟资源认识适量、均衡的饮食有利于健康的概念。

第一步：演示虚拟实验：以教师的饮食为例，演示持续同样的饮食 24 个月后的身体状况。帮助学生了解虚拟实验程序的使用方法，即通过数据判断人体的健康状况，同时也简单介绍身体质量指数等参数的含义

第二步：探究课前调查的一日饮食是否合理，指导学生使用 PhET “饮食与运动”项目（图 2）完成学习单内的表格填写（图 3）。帮助学生初步形成适量、均衡的饮食有利于健康的概念。具体步骤如下：



图 2 PhET《饮食与运动》界面

活动 II 我的饮食健康吗

1. 我的饮食健康吗？

活动要求：将自己的一天饮食在虚拟实验软件中进行模拟，观察 12 个月，身体会产生哪些变化。

记录实验结果

	实验前	实验后
年龄		
身高（米）		
体重（千克）		
体脂率（%）		
身体质量指数		

你认为你的饮食均衡吗？为什么？

图 3 学习单——我的饮食健康吗？

步骤 1：打开 PhET 《饮食与运动》项目，选择公制单位，设定好自身的年龄、身高、体重等数据，程序按照提供的数据自动设置体脂肪率。

步骤 2：按照学生自身一天食谱寻找程序食物选项中的相应食物拖入餐盘中。

步骤 3：设定自己每天的活动场景，一般设为适度的运动。

步骤 4：运行程序，一段时间后有的学生体重增加——营养过剩，有的学生体重减轻直至消失——营养不良。

步骤 5：学生按照模拟数据完成表格，并按照所提问题，做出假设回答。

步骤 6：展示不同小组学生的表格进行比较，通过对表格数据的比较、讨论和辨析，类推出适量、均衡的饮食有利于健康，每日饮食摄入既不能太多也不能太少的概念。

教学分析：教师借助 PhET “饮食与运动”项目资源建构饮食适度均衡的健康概念模型，让学生直观地看到自身体重的变化，使抽象的知识直观化。学生借助平台“数据表”，用数学的方法来分析生物学现象，跨学科思考问题。

2.3. 创设情境，深度应用知识

通过前面的教学，学生运用“饮食与运动”这一虚拟项目形成了适量、均衡的饮食有利于健康，每日饮食摄入既不能太多也不能太少的概念，那么如何评价学生的学习效果呢？那就要看学生能否应用所学知识解决自身问题了，为此在学生通过书本阅读进一步了解营养膳食宝塔的基础上，设计了两个拓展作业：

拓展 1：使用模拟仿真程序调查自己家人的饮食健康（图 4）

结合“饮食与运动”虚拟程序，回家后运用程序调查自己家人的一日食谱，在程序的帮助下帮助全家人一起树立饮食适度均衡的健康概念。

拓展 2：编辑自身的膳食宝塔（图 4）

围绕自己的膳食宝塔再作一个假设实验，观察自身不同运动场景下的健康状况，进而比较不同运动场景下的适宜的饮食结构。

没有运动的情境下，你的饮食适宜吗？

适度的运动情境下，你的膳食宝塔应该怎么改进？

重度活动的情境下，你怎样调整自己的饮食结构？

课后拓展分析：教师结合课堂上所学的概念知识，进一步结合虚拟方针项目界面中的选择变量因素和观测指标，加以设计，形成情境化项目活动，学生在此基础上操作运行程序，进行数据认读和类推比较活动，使得教学和生活情境进一步紧密结合，教师既可以评估学生深度学习的状况，而学生也通过这个拓展项目活动将所学知识运用起来，加深了理解，促进了学生的深度学习。



图 2 定制饮食健康和膳食宝塔

3. 启示

3.1. PhET 应用的积极意义

教育部发布《关于加强和改进中小学实验教学的意见》，意见明确指出建议增强现实技术手段应用在教学实验中，而在小学自然课的实际教学中，受到时间、空间等因素的限制，有部分实验无法在课堂时间内完成，或者实验效果不理想，这些情况都严重制约着学生进行科学探究的兴趣以及解决问题的能力。而 PhET 虚拟实验程序以逼真、准确、交互性强的特点，在小学自然学科教学中运用具有积极的意义。具体表现在：

3.1.1. 提高小学自然课堂的参与度

从视频捕捉数据样本中可以得到学生操作虚拟实验项目平均总时长为 12 分钟 23 秒。将学生注释屏幕视作注意力集中、目光转移视作注意力分散。可以发现学生的注意力平均保持

率为 83%。最高为 91%，最低为 76%。分析检验中发现：学生的“行为参与、认知参与和情感参与”结果呈现出显著差异，说明该教学策略能有效提高小学生课堂活动的参与度。

表 2 虚拟探究活动中注意力保持

实验平均总时长	注意力平均保持率	注意力最高保持率	注意力最低保持率
12 分 23 秒	83%	91%	76%

*注意力保持率=注释屏幕时间/实验总时间

3.1.2. 促进认知方法和学科知识的融合联结

在本课开展探究学习时 PhET 虚拟实验软件非常注意诱导学习者运用数据分析、整理归纳等科学方法发现知识盲点，在实际学习中通过加速现象变化这一虚拟方式，引导学生从直观的变化中观察发现数据，通过整理分析数据的变化，归纳知识形成概念。由此在课后访谈中发现有 91% 的学生认可数据是解释知识观点的重要依据，对本节课的科学知识获取具有重要的作用，这样就充分实现了认知方法与学科知识的融合联结。

3.1.3. 促进了学生的深度学习

由于 PhET 虚拟实验程序通过情境创设，假设验证的方式，让学生在创设的真实的生活中参与科学探究活动，在熟悉的情境中帮助学生对科学知识和概念的深度加工与理解，促进了学生思维结构从记忆、理解向应用、分析转变。在实际教学中，教师在知识概念形成后还可以运用虚拟程序继续设计知识迁移应用的作业，从而提高了学生在知识建构和知识迁移与应用方面的能力，充分实现了学生从浅层学习走向深度学习。

3.2. PhET 应用的原则

3.2.1. 必须设计基于虚拟技术特点的教学设计

必须认识到所有的虚拟技术只是实现教学目标的工具，其在实现正面效应的同时，也存在着游戏化过强的弊端，使用频次过高可能会影响学生的学习注意力，为此在有效运用虚拟实验技术的同时，必须基于教学目标设计结构严谨的教学过程，这样才能发挥虚拟技术的最大功效。

3.2.2. 虚拟实验必须与真实情境相结合

当然，必须深刻认识到，PhET 虚拟程序应用必定是有章可循的，在融合其开展深度学习的过程中必须贯彻以下两点原则：必须设计基于虚拟实验技术特点的教学结构；虚拟实验程序在教学中的使用必须与真实实验相结合。

总而言之，本文通过 PhET 虚拟实验程序在真实课堂中应用的实例，揭示了运用虚拟实验技术实现课堂深度学习的过程，为自然学科教学与信息技术深度整合提供了实践案例。当然正如专家建言，一个课例是否就能够得出“融合 PHET 虚拟实验促进学生深度学习”的结论呢？因此，笔者深感未来还需继续基于虚拟实验技术开展更深入的理论探索和更广泛的教育实践，使教育研究结论更具可靠性和普遍性。

参考文献

杜姿。(2018)。互动新技术助力学生迈向深度学习——以小学科学课为例。江苏教育研究(01),68-71。

余海峰和李德红。(2021)。中学生物学虚拟仿真实验——以 PhET 辅助下“自然选择”教学为例。中小学数字化教学(05),9-12。

沈德强。(2015)。PhET 互动式仿真模拟实验软件的应用初探——以小学科学“物质世界”教学为例。中国信息技术教育(Z1),146-149。

金鑫,王朋娇和赵希。(2011)。国际优质数字化教育资源典型案例研究——以 PhET 互动式仿真模拟实验室为例。中国教育信息化(04),77-78。

徐光涛。(2016)。科学探究学习中技术使能的作用空间与效果研究(博士学位论文,华东师范学)。
<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CDFDLAST2017&filename=1017012823.nh>

曹燕琴。(2015)。小学科学深度学习课堂的三重境界。小学科学(教师版)(11),21。

Saputra, S. , Jumadi, & Wilujeng, I. . (2020). Physics based learning effectiveness phet simulation model using problem based learning (pbl) for self-independent learning on material and energy enterprises learners man 3 sleman. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), 032097 (6pp).

國小資訊科技雙語教學設計初探

A Preliminary Study of Bilingual Instructional Design Principles in Elementary School Information Technology

顏榮泉^{1*}，洪佳琦²，許柏雄³

¹國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

²臺北市立內湖區大湖國民小學

³臺北市立信義區博愛國民小學

* lcyan@mail.ntue.edu.tw

【摘要】 因應 2030 雙語國家政策，全國各縣市中小學紛紛推動各具特色的雙語課程，發展適合個別學科領域的雙語教學設計模式，已是教學實務面刻不容緩的任務。本文聚焦於課程統整模式及現行課綱國小資訊教育議題融入之原則，探討國小資訊科技雙語教學設計的實踐途徑。經由論述與反思，本文提出雙導向六層次之教學設計參考架構。包含溝通互動導向（Communication-oriented）與領域內容導向（Content-oriented）的雙語教學目標導向設定，以及問候（Greet）、提問（Prompt）、對話（Dialogue）、說明（Explain）、討論（Discuss）、簡報（Presentation）等六層次之資訊科技雙語教學設計層次。

【關鍵字】 雙語教學；教學設計；課程統整；議題融入教學

Abstract: In response to the Bilingual 2030 policy, promoting distinctive bilingual courses, and developing bilingual teaching models suitable for individual subject areas have become urgent tasks to the primary and secondary schools. This paper focuses on the curriculum integrated theory and the principle of the information integrated issues course in the curriculum guidelines of 12-year basic education, explores the practical approach of bilingual instructional design of information technology. This paper proposes a dual-oriented and six-leveled instructional design reference framework. The framework includes Communication-oriented and Content-oriented bilingual teaching strategies composed of six levels of teaching design such as Greet, Prompt, Dialogue, Explain, Discuss, and Presentation.

Keywords: Bilingual Instruction, Instructional Design, Curriculum Integration, Issues Integrated Instruction

1. 前言

因應 2030 雙語國家政策，全國各縣市中小學紛紛推動各具特色的雙語課程，發展適合個別學科領域的雙語教學設計模式，已是教學實務面刻不容緩的重要任務。近年來，臺北市先後推動「英語融入領域教學實驗計畫」與「雙語實驗課程計畫」，預期至 2026 年臺北市所有公立中小學將全面轉型為雙語課程學校（臺北市政府，2022）。然而，在如此緊迫的規劃期內，眾多學校皆緊鑼密鼓的推動各個學科領域的雙語課程，唯獨資訊科技領域之雙語課程設計仍如鳳毛麟角般的稀少。

108 課綱從原本的語文、數學、社會、自然科學、藝術、綜合活動、健康與體育等學科領域之外，新增包含資訊科技與生活科技的「科技領域」課程，目的即在從基礎教育階段就開始培養國民的科技素養（technology literacy）（國家教育研究院，2020）。然受限於強調資訊議題融入學科教學的理念與師資培育之不足，國小階段仍以領域教學為原則，資訊科技並未列入課綱的學習範疇中，僅以參考說明方式闡釋得以彈性學習課程進行規劃。於是，各縣市

在重視科技素養紮根與奠基的政策下，紛紛將資訊科技制定為國小三至六年級的重點彈性課程（桃園市政府，2018；新北市政府，2018；臺北市政府，2018）。

雙語教學強調有意義內容的溝通與建構，並將目標語言實踐於生活情境中。學者指出雙語教學的核心概念在於整合內容（content）、溝通（communication）、認知（cognition）及文化（culture）的4C概念，提供學生學用合一的語言學習經驗（Coyle & Meyer, 2021），並彰顯課綱「重視語言溝通互動的功能性」的當代雙語教育精神（楊雅妃、楊素綾，2021）。因此，若要符合雙語國家政策及臺北市2026年全市雙語學校的規劃，國小資訊科技領域教學勢必也須面臨轉型為雙語教學的挑戰，因此發展適合國小資訊科技領域的雙語教學設計方法或模式，是目前教學實務面相當重要的課題。

綜上所述，本研究旨在以行動研究法探討資訊雙語教學設計模式，觀察雙語教學對學習者之雙語學習動機與態度、資訊科技學習成效及語言互動自我效能之影響。具體研究目的為：一、雙語教學設計之理論基礎與文獻探討，二、國小資訊科技領域雙語教學設計之方法與模式探討，三、雙語教學設計對學習動機、態度、學習成就與自我效能之影響。

2. 文獻探討

2.1. 台灣的 CLIL 雙語教學現況

面對全球化與國際化的浪潮，如何提升國民運用外語與他人在各種專業領域進行溝通，已成為學校教育的重要目標。於是，學科內容和語言整合學習（Content Language Integrated Learning，簡稱 CLIL），這種新興的雙語教學方法與理念因而誕生。CLIL 是一種將學科內容和溝通語言整合在一起學習的教學方法，在教學過程中不僅注重學科內容的知識學習，同樣也注重運用目標語言的溝通學習（Coyle, Hood & Marsh, 2010）。CLIL 期望以學習整合方式，達到「語言」和「領域」雙重學習目標，培養學生運用外語學習新知與溝通的能力（Coyle & Meyer, 2021）。

近年來，透過與大學端及師培機構的合作，臺灣的雙語教學逐漸推動各領域教師與英語教師合作教學的機制。除了協助中小學學科領域教師瞭解 CLIL 的內涵與教學架構外，並嘗試推動各地區的 CLIL 實驗性質課程（林子斌，2021）。現階段實施雙語實驗課程以生活科技、綜合學習、健康體育及藝術音樂領域等為主，主要是因為這類課程較少抽象概念，且比較容易透過示範或肢體動作回應，學童較能理解學習內容（呂妍慧、袁媛，2020）。目前國內較少有聚焦在資訊科技領域推動雙語教學的實例或研究，這個主題是相當值得深入探討的。

2.2. 專題導向的資訊雙語教學設計理念

108 課綱的科技領域課程，除培養學童能運用電腦科學與科技工具來理解、歸納、分析及解決日常生活的問題外，同時也希望能培育這些新世代的學習者，能以同理心來換位思考創新的本質，透過科技工具、材料與資源，養成動手實作的樂趣。藉此涵養主動探索、設計思考、運算思維與問題解決等高層次的的能力（國家教育研究院，2020）。

隨著國家政策與課綱的逐次修訂，我國資訊科技教育的內涵也歷經多次轉變。林育慈、吳正己（2016）將科技領域的教學內容分為程式技能導向、軟硬體應用導向、問題解決與電腦科學導向、及運算思維導向等四個階段。新課綱的運算思維（computational thinking）重視的是培養學童如何在日常生活中，有效地使用資訊科技的方法與工具來解決問題，即使是教授程式設計，其教學內容強調的並非專業的程式技巧與應用系統開發能力，而是強調培養學童如何解決問題的方法與思考邏輯（田吳民、顏榮泉，2019）。因此，運用專題導向的學習任務、強調發展問題解決思維的抽象化演算法則，才是資訊科技的教學目標。

以課程統整的觀點而言，溝通導向的 CLIL 雙語教學目標，與問題解決專題導向的資訊科技教學內涵，即是國小資訊領域雙語教學設計的依循架構。當教學活動進行中，教師偏向與

學生進行溝通對話時，可嘗試將語言溝通的教學目標納入教學設計中；當課堂教學目標偏向領域知識的傳授與解惑時，則可運用較高層次的認知處理任務如討論或簡報，要求學生試著以目標語言方式進行，將領域內容的雙語學習併入時計的教學活動規劃裡。

3. 研究方法與架構

本研究以行動研究法作為教學實踐的設計依據，透過教學諍友的共備、說議課與課室觀察，以計畫、行動、觀察、反思、改變等教學實踐的循環流程，進行本研究資訊雙語教學設計的反思與修正（許家菁，2020）。研究目標不僅在探討雙語教學實踐之理論內涵為何，並期望能透過雙語教學的課室觀察紀錄，呈現資訊雙語教學對學習者學習動機、態度、成效與互動自我效能之影響。研究方法與架構詳如圖 1 所示。

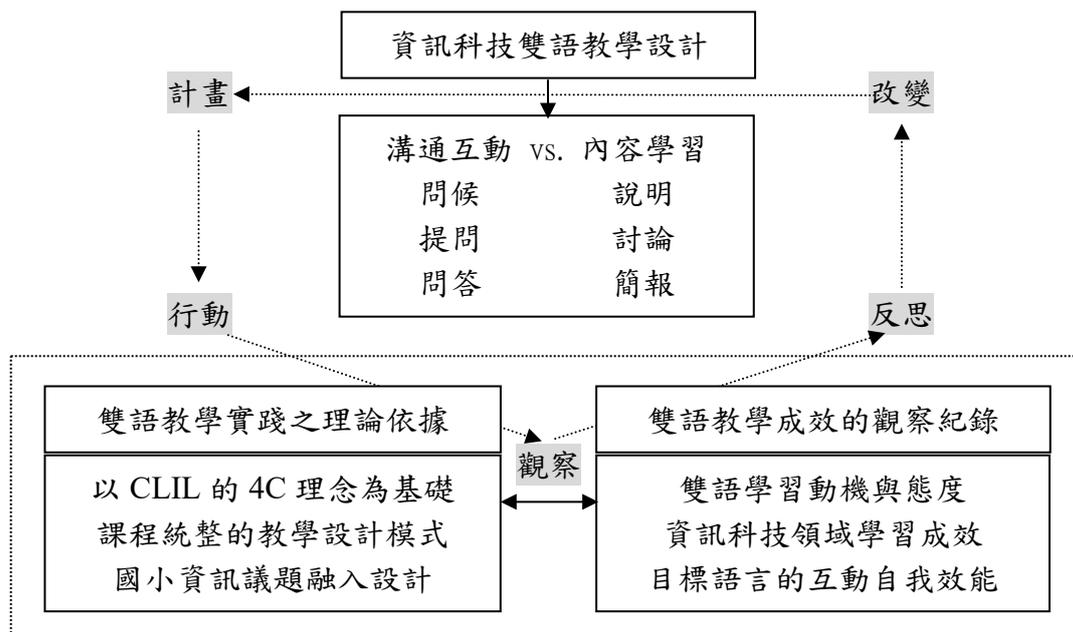


圖 1 本研究之研究架構

本研究教學實踐實施之場域為臺北市內湖區某國小四年級的班級，實際參與學生人數為 25 人，男生 12 人(約 48%)，女生 13 人(約 52%)。教學期程包含兩個為期四週的資訊科技領域教學單元，每節課實施後立刻就研究諍友所記錄之學生學習表現觀察記錄進行教學成效之檢討與議課，並綜合整理教學過程學生之學習單、實作作品以及照片紀錄等。此外，研究者每週視學習需要會利用生活課個別與學生晤談，了解學生對資訊雙語教學之期望與感受。

本研究於教學實踐前後分別實施 ARCS 學習動機量表之測驗，以了解學生在接受雙語教學前、後學習動機與態度之差異，此部分將以成對樣本 *t* 檢定進行評估。有關學生學習成就差異之評估，研究者將會同研究諍友針對教學對象在未實施與實施雙語教學之單元學習表現紀錄進行質性比較，以檢核實施雙語教學是否會對資訊學習成就有所影響。此外，本研究自編資訊雙語課程目標語言互動自我效能問卷，在教學實踐單元前後分別施測，以了解資訊雙語教學對於使用目標語言（英語）進行溝通互動的自信心是否有所改變，此部分將以成對樣本 *t* 檢定搭配個別訪談方式進行評估。

4. 結果與建議

本研究結果歸納：國民小學之資訊科技雙語教學設計仍應以課綱的學習內容與學習表現為主軸，尚難以目標語言作為課堂教學的重心，故將資訊雙語之教學目標歸納為溝通互動導

向 (Communication-oriented) 與內容學習導向 (Content-oriented)，前者將雙語教學目標訂為生活互動的雙語對話，後者則設定成進階能以目標語言從事與學科內容有關的學習互動。

表 1 溝通互動與內容學習導向之資訊科技雙語教學設計六層次摘要表

教學目標	層次	雙語教學設計的內涵
溝通互動 導向	問候	課堂中師生情感交流的生活對話
	提問	教師針對教學內容解說後促進學生思考的單向提問
	對話	要求學生針對教學內容、作業或進度安排之具體回饋問答
內容學習 導向	說明	教師提供簡單句型使學生能針對教學內容用目標語言簡要說明
	討論	以教學內容為主設定討論議題的同儕雙語互動
	簡報	以專題或實作成果的內容發表報告或心得

研究者進一步依據 CLIL 理論探討 108 課綱中國小階段資訊融入議題導向的教學設計原則，將資訊科技雙語教學的內涵區分為問候 (Greet)、提問 (Prompt)、對話 (Dialogue)、說明 (Explain)、討論 (Discuss)、簡報 (Presentation) 六個層次，如表 1 內容所述。教學實務上的具體作法，則是透過教案的引導設計，將不同導向的雙語教學活動的溝通層次，設計相對應的目標語言(英語)句型作為鷹架，來幫助國小學習者進行雙語學習的任務。

參考文獻

- 田吳民、顏榮泉 (2019)。跨領域運算思維學習任務設計：真實、有用、體驗、視覺化。運算思維教育國際研討會(CTE 2019)，136-141，香港教育大學。
- 呂妍慧、袁媛 (2020)。數學領域雙語教育之教學模式初探。臺灣數學教育期刊，7(1)，1-26。
- 林子斌 (2021)。雙語教育破除考科思維的 20 堂雙語課程。親子天下。
- 林育慈、吳正己 (2016)。運算思維與中小學資訊科技課程。國家教育研究院教育脈動電子期刊，6，5-20。
- 許家菁 (2020)。CLIL 取向雙語實驗課程發展與實施歷程之行動研究 (未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學。
- 桃園市政府 (2018)。桃園市國民中小學資訊科技課程綱要。
- 國家教育研究院 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校語文領域-英語文。
- 國家教育研究院 (2020)。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。
- 新北市政府 (2018)。新北市國民中小學資訊科技教學綱要。
- 楊雅妃、楊素綾 (2021)。推動雙語教育於新課綱教育現場的意義與因應作為。臺灣教育評論月刊，10(12)，27-31。
- 臺北市政府 (2018)。臺北市科技領域國小資訊科技課程教學綱要。
- 臺北市政府 (2022)。臺北市雙語教育白皮書建置校園雙語環境、培養跨語學習力。
- Coyle, D., & Meyer, O. (2021). *Beyond CLIL: Pluriliteracies Teaching for Deeper Learning*. Cambridge University Press.
- Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *Content and language integrated learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Fernández Fontecha, Almudena. (2010). The CLILQuest: A Type of Language WebQuest for Content and Language Integrated Learning (CLIL). *CORELL: Computer Resources for Language Learning*, 3, 45-64.

混成彈性學習之教學檢核構面及指標初探

A Pilot Study of Instructional Dimensions and Indicators in HyFlex Learning

廖靖宜¹，顏榮泉^{2*}

¹臺北市立大同區日新國民小學

²國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

* lcyen@mail.ntue.edu.tw

【摘要】 新冠病毒（COVID-19）自爆發後，全球教育機制均受到嚴重的衝擊。2021年臺灣因疫情之故，宣布全面居家線上學習，因而促進多元彈性教學的蓬勃發展。本研究聚焦於混成彈性學習之概念發展，以科技輔助教學之文獻分析與歸納，探討新世代混成學習之教學檢核構面及指標。經由論述與反思，本文提出教學與學習設備的調整、數位教材及雲端資源的運用、互動式教學內容的導入、多元彈性的教學及學習策略、人力資源的統整配合等五個檢核構面及76項檢核指標。期能提供融合實體教學與線上教學之新世代教學設計之思考架構，作為面對疫情挑戰下教學設計之檢核參考。

【關鍵字】 混成彈性學習；科技輔助教學；教學檢核構面

Abstract: Since the outbreak of the new coronavirus (COVID-19), the global education system has been severely impacted. In 2021, due to the epidemic, Taiwan announced a comprehensive home-based online learning, thus promoting the vigorous development of diversified and flexible teaching. This study focuses on the concept development of Hyflex learning, and explores the instructional dimensions and indicators in Hyflex learning environment. Through discussion and reflection, this paper proposes five dimensions and 76 preliminary indicators. It is expected to provide a thinking framework of teaching design that integrates physical teaching and online teaching as a reference.

Keywords: HyFlex learning, technology- assisted teaching, dimensions of instruction

1. 混成彈性學習的起源

混成學習（Hybrid Learning）的涵義，在過去幾十年的各種教學情境中有著不同的樣貌，至今尚未有一致的標準或定義（史美瑤，2014）。多數學者認為結合線上學習與實體面對面的教學模式，比較能呈現混成學習的實際內涵（Bonk & Graham, 2004）。而混成彈性學習（HyFlex Learning）則是融合混成學習（Hybrid Learning）和彈性學習（Flexible Learning）的概念，學習者可依個人需求，彈性選擇線上同步、非同步或實體參與學習活動（Beatty, 2007）。自疫情爆發以來，為顧及無法到校的學生權益，結合線上同步、非同步與實體學習的混成彈性學習，成為一種能提供多元學習機會並確保學習連貫的新興學習模式（Binneweis & Wang, 2019）。

2. 研究方法與架構

本研究以文獻探討及專家會議，分別建立混成彈性學習之檢核指標構面及檢核指標初稿，再透過三階段的專家問卷（大慧調查法），確認最後版本的檢核指標。

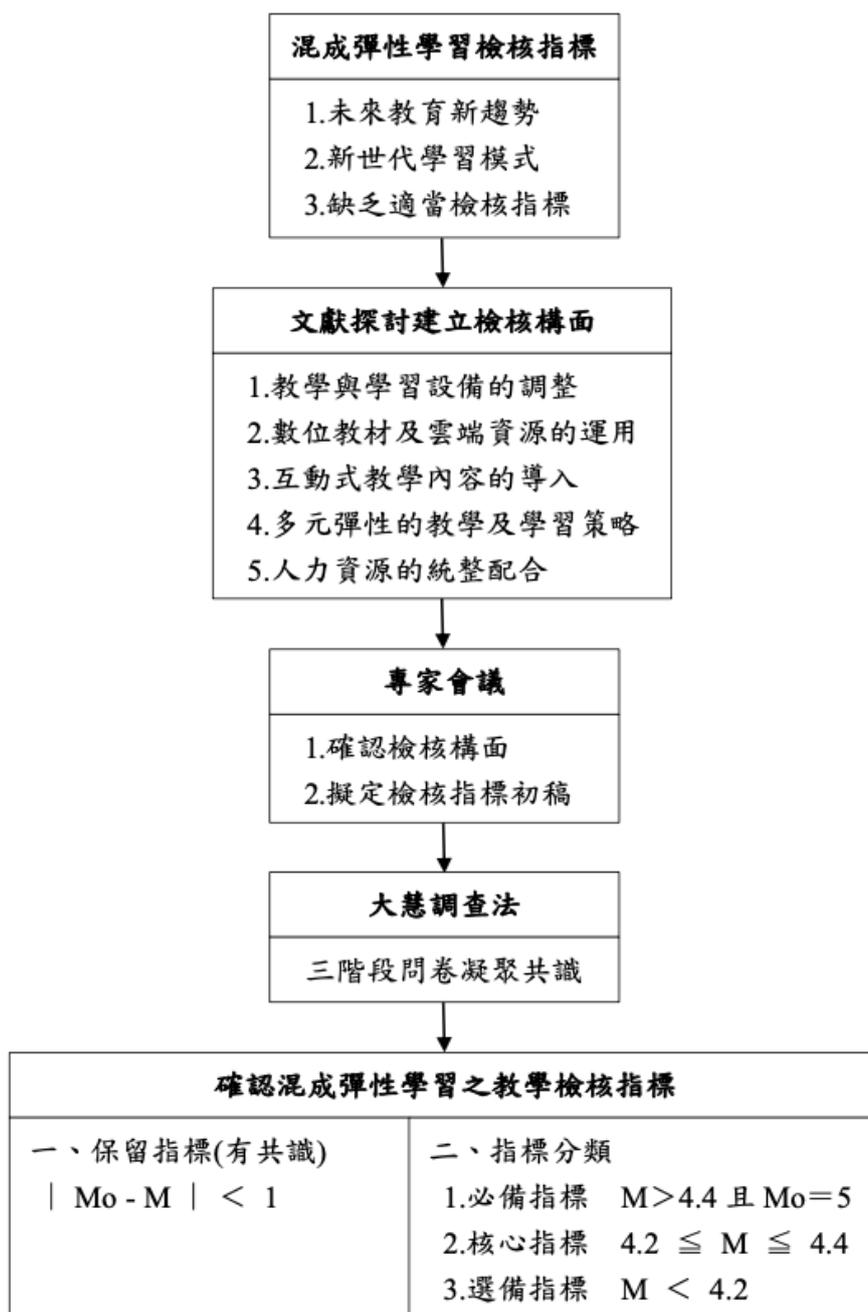


圖 1 本研究之研究架構

3. 構面分析與指標建構

現今數位科技的研究與發展，成為提升與改革教育環境的重點，所以科技運用於教學對教師以及學生而言，相當值得重視 (Hwang & Wu, 2012)。實體課程的教學設計發展已久，而混成彈性教學比一般實體教學更著重於科技運用，其教學設計和實體課程不盡相同，亦即不同教學模式，需要不同教學設計來因應。Danielson 與 McGreal (2000) 將教學規劃、教學環境、教學實施與教學職責做為檢核教學設計與能力的面向，其中教學實施包括與學生的課堂互動、提問技巧、教學中的評估方式與應變能力等。沈中偉與黃國禎 (2012) 認為教師在進行教學設計前，需運用系統思考方式來促進有效學習，對於教與學過程中所有相關因素，諸如：課程內容、教學方法、教材資源、環境、多媒體與評量等皆予以考量。因此，本研究聚焦於混成彈性學習之概念發展及文獻探討，界定混成彈性教學之檢核構面，應該考量以下幾個構面，包含：

3.1. 教學環境與支援

依據混成學習的定義，以教學環境而言，由傳統面對面教學的實體教室，及同步網路教室或非同步網路教室共構而成（陳年興、楊錦潭，2006）。一般而言，不論是實體授課教室或同步網路教室均需要完善的視聽設備，如數位攝影機、單槍投射器、無線麥克風等；此外，操作熟練與故障排除的人員支援、頻寬限制、教師與兩端學生間的雙向互動，也是同步網路學習須注重的要點（沈中偉，2005）。現今更可透過同步網路教室軟、硬體的整合設計，教師在打開電子白板後直接於線上同步教學平台授課，使得遠距學生能透過攝影機及電子白板之桌面分享清楚看到教師及教材，並運用麥克風及打字回應方式，與教室內的老師和同學們互動（連育仁，2021）。Moore 與 Kearsley（1996）指出必須重視下列五項要素，才能有良好的學習成效，包括（1）課程來源：包含學生需求；（2）課程設計：包含教學方法的設計、課程教材內容的編排等；（3）課程的上傳：亦即課程傳輸的品質；（4）良好的互動：涉及學習者與教學者的互動、學習者間的互動；（5）行政支援：意指行政人員的專業能力，包含提供師生支援與資源、舉辦知能培訓等。張瑞賓與李建華（2021）也指出未來若能提供適切的教學平台、線上學習設備與學習內容，協助教師資訊工具應用增能，並成立教師教學共備社群，必能增進教師遠距線上教學。

3.2 教材資源與策略

除了透過適當的教學活動設計，提升學習成效之外，學習動機和學習策略對於學習成效也有正向顯著的影響。在課堂中，透過電腦及網際網路結合多媒體教材進行線上學習，能有效提升學習者之學習動機（Clark & Mayer, 2007）。再者，利用具聲光效果的數位教材、充滿趣味互動式的情境學習影片與遊戲式學習的評量系統，也能吸引學生的目光，提高國小學生上課的專注力，增進學習動機（李佳琪、洪智倫，2019）。其他研究也發現，運用雲端技術結合跨媒體數位之教育平台能促進教學互動，支援教師編寫生動教材，透過上傳教學影片，方便學生及同儕觀摩後回饋意見，並可作為學生評量的工具；運用即時互動系統（IRS）於課堂中，以圖表或悅趣化方式呈現學生答案或投票結果，有助於營造高互動性的學習氛圍，同時若藉由活動遊戲的方式進行，將有利於學生的學習動機、成效（Wang, Elvemo, & Gamnes, 2014）。

學習策略是指在教與學的歷程中，為了促進學生行為認知和內在動機等學習成效的方法；學習者在學習過程中使用策略方法解決問題以達成學習的目標，促進有效學習（Berger & Karabenick, 2011）。在混成彈性學習模式中，遠端學習者無法即時與同學或教師直接接觸、感受教師身教訊息，並瞭解同學對於學習內容的反應及感受，故教學設計上應該尤其注重高效率互動，Moore（1989）研究指出，線上學習互動的方式有三種模式，包括學生與教材間的互動、學生與教師間的互動，及學生與學生間的互動；此外，由於網路科技與電腦多媒體的多樣化，學生與科技的互動也是影響學習的一個要素（Hillman, Willis, & Gunawardena, 1994）。Graff（2003）的研究發現：混成學習模式中互動性是教學成功與否的關鍵要素。因此，以學習者為中心，注重高效率互動、問題導向學習、探究學習、合作學習等教學策略可培養學習者解決問題的能力並建構知識。

綜合上述文獻探討，本文提出教學與學習設備的調整、數位教材及雲端資源的運用、互動式教學內容的導入、多元彈性的教學及學習策略、人力資源的統整配合五個檢核構面，並發展出 76 項初步檢核指標。後續將召開專家會議進行檢核構面及初步指標之確認，再經三階段專家問卷之大慧調查法尋求共識，確認檢核指標。

參考文獻

- 史美瑤 (2014)。混成學習 (Blended / Hybrid Learning) 的挑戰與設計。評鑑雙月刊, 50, 34-36。
- 沈中偉 (2005)。《科技與學習》理論與實務 (第二版)。臺北市: 心理。
- 沈中偉和黃國禎 (2012)。科技與學習: 理論與實務 (第四版)。臺北市: 心理。
- 李佳琪、洪智倫 (2019)。Cool English 平臺教材融入教學對國小四年級學生英語聽讀學習成效與學習動機影響之研究。師資培育與教師專業發展期刊, 12(1), 163-205。
- 陳年興、楊錦潭 (2006)。數位學習: 理論與實務。臺北市: 碩博。
- 連育仁 (2021)。疫情與後疫情時代的複合教學準備與實踐。評鑑雙月刊, 92, 35-40。
- 張瑞賓和李建華 (2021)。遠距教學常態化問題之探討與建議。臺灣教育評論月刊, 10(6), 27-34。
- Beatty, B. (2007). Transitioning to an Online World: Using HyFlex Courses to Bridge the Gap. *EdMedia+ Innovate Learning*, 2701-2706.
- Berger, J. L., & Karabenick, S. A. (2011). Motivation and students' use of learning strategies: Evidence of unidirectional effects in mathematics classrooms. *Learning and Instruction*, 21(3), 416-428.
- Binnewies, S., & Wang, Z. (2019). Challenges of student equity and engagement in a HyFlex Course. In Allan C., Campbell C., Crough J. (Eds.), *Blended learning designs in STEM higher education* (pp. 209-230). Singapore: Springer.
- Bonk, C. J. & Graham, C. R. (Eds.) (2004). *Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs*. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2007). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning (2nd ed.)*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Danielson, C., & McGreal, T. L. (2000). *Teacher evaluation to enhance professional practice*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Graff, M. (2003). Learning from web-based instructional systems and cognitive style. *British Journal of Educational Technology*, 34(4), 407-418.
- Hillman, D. C., Willis, D. J., & Gunawardena, C. N. (1994). Learner-interface interaction in distance education: An extension of contemporary models and strategies for practitioners. *American Journal of Distance Education*, 8(2), 30-42.
- Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E6-E10.
- Moore, M. G. (1989). Three types of interaction. *The American Journal of Distance Education*, 3(2), 1-6.
- Moore, M. G., Kearsley, G., & Scriven, B. (1996). Distance education: A systems view. *Distance Education*, 17(2), 412-412.
- Wang, A. I., Elvemo, A. A., & Gamnes, V. (2014). Three social classroom applications to improve student attitudes. *Education Research International*, 2014, 14.

問題導向合作學習對 Scratch 程式設計學習之影響

The Effects of Problem-based Collaborative Learning on Scratch Learning

林亮安¹，顏榮泉^{2*}

¹ 臺北市大安區古亭國民小學

² 國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

* lcyan@mail.ntue.edu.tw

【摘要】 本研究旨在探討不同教學策略在程式設計教學中，對學習者學習成就之影響。本研究採準實驗研究法，研究對象為臺北市某國小五年級的 166 位學生，自變項為問題導向合作學習、問題導向學習和範例演練學習等三種不同策略，依變項則為學習者在為期四週、每週 40 分鐘之程式設計學習成就測驗表現，包含程式指令、程式理解與程式應用。結果顯示：一、在程式理解學習成就方面，問題導向學習策略組顯著優於範例演練學習策略組。二、問題導向教學策略融入合作學習之設計，若未能妥善規畫合作學習的細節，似乎反易造成對程式應用學習成就之負面影響。

【關鍵字】 程式設計教育；問題導向學習；合作學習；學習成就

Abstract: *The aim of this study was to examine the effects of different instructional strategies on Scratch learning achievement. The research object is 166 students in the fifth grade of a primary school in Taipei City. The independent variables are problem-based and collaborative learning, problem-based learning and worked-example strategies. The dependent variables were pre- and post-tests of learners' programming learning achievement in a four-week, 40-minute weekly programming instruction. The result showed that: (1) In program understanding, problem-based learning group is significantly better than the worked-example learning group. (2) In program application, the problem-based learning strategy is integrated into the collaborative learning, if group members have not developed mutual trust, it seems that it is likely to have a negative impact on the learning.*

Keywords: programming education, problem-based learning, cooperative learning, learning performance

1. 前言

研究者目前為北部某國小資訊教師，在教學現場的觀察裡，發現有些孩子對於程式設計的學習，往往只是按照老師的示範步驟或書本上的內容模仿製作，並沒有在實作中思考設計程式的原因和步驟，難以學到資訊素養(鄒竣宇, 2014)。在研究者的課堂中也發現了相同的情況，學生經常模仿教師的製作方式，每當完成程式設計教學後，學生都有成功將作品製作出來，而最後在進行成果檢驗時卻發現有些學生在遇到新的挑戰時，並沒有成功的完成挑戰，往往是不知如何解決，對於挑戰感到挫折。

研究指出問題導向學習(PBL)能提升學習者的學習興趣，也能增進信心，提高問題解決的能力(黃美惻, 2015)。過程中以學習者為主，教師引導為輔，先帶領學生觀察，而後將觀察的問題記錄下來，最後找出問題的解決方法，重複練習此種教學方式，促進學習者的學習思考與成效。

合作學習能提升學生對於程式設計的興趣，並且同儕間也願意互相討論以獲得解決方案，增加其學習動機(呂沂蓁, 2020)。研究者認為在小組合作的過程中，小組成員彼此互相幫助，由能力好的學生為榜樣，促使每個成員都能進步，學習到自發、互動和共好的精神。因此研

究者想探討以問題導向和合作學習的教學策略，進程式設計教學，能否有效提升學生的程式設計學習成就。

根據上述所敘之研究背景與動機，本研究將藉由問題導向學習與合作學習策略進程式設計教學，讓國小五年級學生學習製作遊戲，並探討不同教學策略對程式設計學習成就之影響。

2. 文獻探討

2.1. 資訊科技與程式設計教育

隨著資訊科技日新月異的演進，我們的生活環境也迅速改變。為了因應如此快速的發展速度，我國也在這三十多年間，不斷調整改革資訊教育的內涵，從原先著重於基本技能操作為，到如今的目標為增進學生問題解決與運算思維能力。⁴

台灣在推動程式設計教育時，會遇到很多的問題，為了讓下一代可以更有競爭力，在國小程式教學中，可以 Scratch 訓練學生運算思維與思考能力(施又瑀，2018)。目前大多數學校仍是以 Scratch 來教導程式的基礎概念，但近幾年來也出現了其他的基礎程式設計學習工具，如 kodu、micro:bit、code.org、機器人等，也有學校在低年級時，使用程式設計桌遊來進行教學，從小就培養孩子運算思考的能力。由於教材工具越來越多樣化，現場的老師在準備教材上也不知從何下手，所以目前大多數的資訊教師仍是使用教科書進行授課，以演練範例的方式教學，學生則是模仿老師的步驟進行操作(葉俊巖、羅希哲，2015)。這樣的教學模式固然可以將內容教授完畢，但會使學生漸漸依賴教科書，而失去了發現與思考的歷程。

2.2. 問題導向學習

問題導向學習(PBL)可以從不同角度來探討解釋。最早由 Barrows 和 Tamblyn(1980)定義為從解決問題的過程中學習的學習方法，希望藉由真實的生活情境或學生原先已有的先備知識為背景，再給予學生未知的問題，讓他們可以透過解決問題來學習。

PBL 是以學生為中心，讓他們從過往的被動學習化為主動學習，讓學生以自身有興趣的主題進行更深的研究，在研究歷程獲得解答、釐清想法觀念，增進問題解決能力，這樣的教學方式是現今教育的趨勢(楊琳萱，2011)。Duch(1996)認為問題導向學習是以問題做為基礎的教學模式，運用真實情境讓學習者思考，並培養其問題解決之能力，讓學習者可以獲得重要知識概念。問題導向學習(PBL)可以增進學習者批判思考能力、幫助認知發展並增加學習動機與合作(Pecore & Bohan, 2013)，以機器人程式學習為例，問題導向教學策略可以顯著提升學生運算思維能力(李隆盛和楊秀全，2019)，所以 PBL 的學習可以使學習者培養自主行動、溝通互動與社會參與，為核心素養的重要內涵。

2.3. 合作學習

合作學習(cooperative learning)是以「學生為主體」的教學策略，讓學生主動積極學習，從與他人互動討論中進步，而提高學習成效。合作學習重點在於小組成員間彼此討論、支持、合作與分享，從而提升個人學習成效和完成小組學習目標(Johnson & Johnson, 1993)。合作學習的教學策略，需搭配合適的教學設計，教導者引導學生合作技巧，讓學習者在小組互動過程裡更順利，學習合作互動的能力(黃永和，2013)。合作學習是小組間共同完成一個目標，在完成目標的過程中，與他人互動交流，使學習不再只有獲得知識，同時也是學習與人之間的互動，所有小組成員在學習中是相互有利的，目標的成功與否也是彼此間相互協助的結果，成員間是命運共同體(林佩璇、黃政傑，1996)。

Scratch 教學中，合作學習教學策略可以提升學生問題解決能力，且在學習成就上，合作學習優於個人學習，由組長替組員建立鷹架，並將討論結果記錄下來，使其能夠有效學習(潘培鈞和賴阿福，2014)。

3. 研究方法

3.1. 研究對象與設計

本研究實驗對象為臺北市某國小五年級的學生，六個班級每班 25 至 29 位學生，共計 166 位學生參與，並以原班組成之立意抽樣方式將六個班隨機分派至三個組別，分別為問題導向合作學習組 57 人、問題導向學習組 57 人與範例演練學習組 52 人，依變項為學習者在為期四週、每週 40 分鐘程式設計教學之學習成就前、後測。研究架構如圖 1 所示：

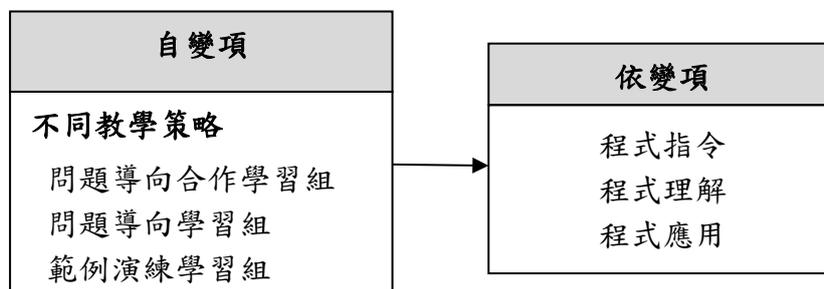


圖 1 本研究之研究設計架構圖

3.2. 研究流程

本研究採準實驗研究法，研究對象皆由研究者教授。實驗前先實施程式設計學習成就之前測。研究對象中皆教授相同課程內容，均為製作射擊遊戲，遊戲中包含迴圈、條件判斷、變數等程式概念；但以不同教學策略進行教學，問題導向合作學習組以問題導向和合作學習教學策略，問題導向學習組以問題導向教學策略，範例演練學習組則以講述教學策略，問題導向教學策略以遊戲討論單方式進行，將遊戲拆解成小問題，合作學習教學策略模式為學生小組成就區分法，以學生本學期前五個作業成績進行 S 型分組，並將小組包裝為遊戲設計公司，成員依成績排序分別指派為執行長、總經理、行銷部長、品管部長，加分制度依職位排序給予 1 分、1 分、2 分、3 分，課程教學總計共實施 4 節課，共 160 分鐘的教學實驗。結束教學活動後，再進程式設計學習成就之後測，研究流程圖如圖 2 所示：



圖 2 本研究之研究流程圖

3.3. 研究工具

本研究之研究工具為研究者自行設計的 Scratch 程式設計測驗。根據研究目的—探討不同教學策略對學習者在程式設計學習的學習成就，研究者自行編製 Scratch 程式設計前後測，題型以選擇題形式作答，將測驗內容區分為程式設計之記憶(指令)、理解與應用三部分(詳如圖 4、圖 5、圖 6)，並經一位大專院校資訊教育領域教授和四位國小現職資深資訊教師共同審核，具專家內容效度。

() 1. 若要點擊綠旗開始遊戲，應使用下列哪個類別的積木？

- | | | | |
|-----|--|-----|--|
| (A) |  動作 | (B) |  外觀 |
| (C) |  事件 | (D) |  控制 |

圖 3 程式記憶測驗題

()3. 貓咪的程式如下圖，按下綠旗後，貓咪最有可能碰到哪個物品？



(A) 棒球

(C) 香蕉



(B) 籃球

(D) 蘋果

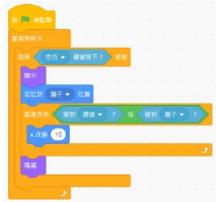
圖 4 程式理解測驗題

()10. 魔法師想利用手中的閃電魔法打擊邪惡的獅子，但是使用閃電魔法有限制，如下：
 1. 一次只能發射一道閃電
 2. 碰到牆壁或獅子閃電就會消失
 下列程式中哪個最有可能是魔法閃電的程式？





(A)



(B)



(C)



(D)

圖 5 程式應用測驗題

4. 結果與討論

本研究探討不同教學策略的學習者在程式設計學習成就中，程式指令、程式理解與程式應用之學習成就表現的差異。本研究將以共變數分析法(ANCOVA)分析實驗所蒐集之數據，依序進行同質性檢定及共變數分析之結果與討論。

4.1. 不同教學策略對學習者程式指令之學習成就影響未達顯著差異

首先，表 1 為不同教學策略在學習成就測驗之程式指令、程式理解、程式應用等三方面之描述統計。整體而言，問題導向合作學習組與問題導向學習組之後測成績均高於前測，範例演練學習組在程式指令與程式應用之後測高於前測，而程式理解則是後測低於前測。

表 1 不同教學策略對程式學習成就中各依變項之平均數與標準差

學習成就 測驗	總分	問題導向合作學習組 (N=57)		問題導向學習組 (N=57)		範例演練學習組 (N=52)		
		平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	
		程式指令	前測	10	6.84	4.69	7.54	4.34
	後測	10	9.65	1.86	9.64	1.91	9.62	1.94

程式理解	前測	40	21.58	12.63	26.49	9.73	25.00	10.00
	後測	40	26.32	12.48	29.47	9.90	23.85	10.51
程式應用	前測	50	22.63	13.67	29.30	13.34	22.50	13.41
	後測	50	32.46	14.91	40.88	11.84	36.92	12.92

為了排除實驗對象在程式指令先備知識之分組差異對學習成就後測產生影響，本研究以程式指令學習成就前測為共變量，進行後測分數的共變數分析(ANCOVA)。首先進行三組不同教學策略學習者之程式指令學習成就前測組內迴歸係數同質性檢定(詳如表 2)，以確認實施不同教學策略的三組實驗對象之分組無顯著差異。

表 2 不同教學策略對程式指令記憶之學習成就前測組內迴歸係數同質性檢定

變異來源	第三類平方和	自由度	平均值平方	F	顯著性
組別*前測成績	1.83	2	.91	.38	.68
誤差	379.74	160	2.37		

表 2 結果顯示： F 值為.38， p 值為.68 ($>.05$)，未達顯著水準，通過同質性檢定。接著，以單因子共變數分析考驗不同教學策略對程式指令之學習成就後測統計分析，結果如表 3 所示。三組不同教學策略之學習者將學習成就前測成績(共變項)之影響排除後，對後測成績之共變數分析並未達顯著差異($F=1.13$ ， $p=.33 >.05$)，結果顯示本研究採用之三種不同教學策略對程式指令學習之學習成就影響不大。

表 3 不同教學策略對程式指令之學習成就後測共變數分析摘要表

變異來源	第三類平方和	自由度	平均值平方	F 值	顯著性
共變項	3.72	1	3.72	1.58	.21
組間效果	5.32	2	2.66	1.13	.33
誤差	381.57	162	2.36		
總數	16200.00	166			

4.2. 問題導向學習組在程式理解學習成就之表現顯著優於範例演練組

接著探討不同教學策略對程式設計理解之學習成就影響是否達顯著差異。首先仍進行三組不同教學策略之程式理解學習成就前測組內迴歸係數之同質性檢定(詳如表 4)，以確認三組不同教學策略的實驗分組並無差異。

表 4 不同教學策略對程式指理解之學習成就前測組內迴歸係數同質性檢定

變異來源	第三類平方和	自由度	平均值平方	F	顯著性
組別*前測成績	108.10	2	54.05	.47	.63
誤差	18400.44	160	115.00		

表 4 結果顯示： F 值為.47， p 值為.63 ($>.05$)，未達顯著水準，通過同質性檢定。接著，以單因子共變數分析考驗不同教學策略對程式理解之學習成就後測統計分析，結果如表 5 所示。三組不同教學策略之學習者將前測成績(共變項)排除，而對後測成績(依變項)的影響，後測分數達顯著差異($F=3.32$ ， $p=.04 <.05$)。

接著進行三組不同教學策略學習者之成對比較，結果如表 6 所示。在程式理解學習成就方面，問題導向學習組之後測成績(調整後平均數 28.90)顯著優於範例演練學習組(調整後平均數 23.67)，而與問題導向合作學習組之間則無顯著差異。上述結果我們可推論問題導向

學習策略在程式理解之學習成效是優於範例演練學習策略的，然再加上合作式學習的機制，對學習成效則無明顯的加乘效果。

表 5 不同教學策略對程式理解之學習成就後測共變數分析摘要表

變異來源	第三類平方和	自由度	平均值平方	F 值	顯著性
共變項	1332.75	1	1332.75	11.67	.00
組間效果	759.13	2	379.57	3.32*	.04
誤差	18508.54	162	114.25		
總數	138400.00	166			

表 6 不同教學策略對程式理解學習成就後測成績共變數分析之成對比較表

組別	組別	平均值差異	標準差	顯著性
問題導向合作學習組	問題導向學習組	-1.86	2.04	.36
	範例演練學習組	3.38	2.07	.10
問題導向學習組	問題導向合作學習組	1.86	2.04	.36
	範例演練學習組	5.23*	2.05	.01
範例演練學習組	問題導向合作學習組	-3.38	2.07	.10
	問題導向學習組	-5.23*	2.05	.01

* $p < .05$

4.3. 問題導向與範例演練學習組在程式應用學習成就上顯著優於問題導向合作學習組

最後，我們探討不同教學策略對程式設計應用之學習成就影響是否達顯著差異。首先仍進行三組不同教學策略之程式應用學習成就前測組內迴歸係數之同質性檢定（詳如表 7），以確認三組不同教學策略的實驗分組並無差異。

表 7 不同教學策略對程式應用之學習成就前測組內迴歸係數同質性檢定

變異來源	第三類平方和	自由度	平均值平方	F	顯著性
組別 * 前測成績	417.14	2	208.57	1.48	.23
誤差	22556.35	160	140.98		

表 7 結果顯示： F 值為 1.48， p 值為 .23 ($> .05$)，未達顯著水準，有通過同質性檢定。接著，以單因子共變數分析考驗不同教學策略對程式應用之學習成就後測統計分析，結果如表 8 所示。三組不同教學策略之學習者將前測成績（共變項）排除，而對後測成績（依變項）的影響，後測分數達顯著差異（ $F=3.33$ ， $p = .04 < .05$ ）。

表 8 不同教學策略對程式應用之學習成就後測共變數分析摘要表

變異來源	第三類平方和	自由度	平均值平方	F 值	顯著性
共變項	5846.49	1	5846.49	41.23	.00
組間效果	943.73	2	471.86	3.33*	.04
誤差	22973.49	162	141.81		
總數	255000.00	166			

接著進行三組不同教學策略學習者之成對比較，結果如表 9 所示。在程式應用學習成就方面，問題導向學習組之後測成績（調整後平均數 38.92）顯著優於問題導向合作學習組（調整後平均數 33.45）；同時範例演練學習組之後測成績（調整後平均數 37.98），亦顯著優於問題導向合作學習組（調整後平均數 33.45），而問題導向合作學習組與範例演練學習組之間

則無顯著差異。上述結果可知問題導向學習策略與範例演練學習策略，在程式應用方面之學習成效是優於問題導向合作學習策略的，然而這與我們預期的、以及許多文獻探討之結果並不相符，值得進一步探討。

表 9 不同教學策略對程式應用學習成就後測成績共變數分析之成對比較表

組別	組別	平均值差異	標準差	顯著性
問題導向合作學習組	問題導向學習組	-5.46*	2.28	.02
	範例演練學習組	-4.53*	2.28	.05
問題導向學習組	問題導向合作學習組	5.46*	2.28	.02
	範例演練學習組	.94	2.33	.69
範例演練學習組	問題導向合學習組	4.53*	2.28	.05
	問題導向學習組	-.94	2.33	.69

* $p < .05$

本研究之實驗設計採用兩種不同的程式設計教學策略-問題導向學習與合作式學習，擬探討融合不同教學策略是否會對學習者的程式設計學習成就產生影響。在實驗設計的程式指令、理解與應用等三層次的學習成就表現上，我們發現問題導向學習策略，均能穩定的比另外兩組學習者表現來得好。然而融入合作學習機制的問題導向合作學習策略，卻在程式應用的學習成就表現上，產生不如預期的落差，表現明顯不如單純的問題導向學習組，甚至比範例演練學習組之學習表現也有一段差距。研究者推測其原因可能與以下兩點因素有關：

4.3.1 學習模式改變造成的不適應

問題導向學習策略，著重解題者從面對問題到解決問題的認知處理過程，為達到這樣的歷程，研究者依照程式專題的解題脈絡設計任務學習單，並實施在每節程式設計的教學活動中，透過引導了解問題情境並釐清問題發生的原因與待解決的問題，最後才開始構思專題與程式語法撰寫。

然而，過去國小學習者學習 Scratch 程式設計課程的經驗，大多是以範例演練的教學法為主，學習者並不需要太過強調構思程式語法以及問題解決能力的培養，透過參考範例程式或按照教學者的操作步驟，一步一步進行模仿操作，即可完成學習任務並快速獲得成就感。

相較之下，對於本研究兩組實驗組的學習者來說，問題導向學習組加入了需要進行問題思考的學習活動，強調學習者需專注在建立解題歷程的思考脈絡，對於這樣學習模式改變，研究者在實際教學活動中觀察到實驗組學習者多數有反映出不耐煩、不願意動腦思考的不適應現象，尤其是又加入合作學習機制的問題導向合作學習組，則更明顯的有些排斥心理，覺得新的學習方法變得很複雜，並且在合作過程中偶爾出現的爭執，會讓學生有負面經驗，影響學習效果（王金國和孫台鼎，2014）。

4.3.2 學習任務難度不足

回顧本研究之教學內容，課程以明確的專題為主體，在每次的任務中皆有需完成的程式積木，但考量每堂教學時間限制，在設計課程時並未安排需深層思考的複雜程式專題，無法提供學習者進一步思考的機會，因此範例演練組之學習者得以依賴短期的記憶能力來完成每次的程式積木撰寫，無法發現學習不滿足的地方。而問題導向與合作學習的過程中，則是強調培養學習者對於問題情境的了解、可執行的策略方法，以及需應用的程式概念等進行深究（Mayer & Wittrock, 2006），因此若無搭配難度較高的學習任務來達成近遷移的目標，便很難在程式設計的學習成就上看出實驗組與控制組間的差異。

5. 結論與建議

本研究旨在探討不同教學策略學習者在程式設計學習成就中，程式指令、程式理解與程式應用之學習成就。根據研究目的與完成資料分析後，本研究獲得的主要結論為：問題導向教學策略在程式理解學習成就中，顯著優於範例演練教學策略；而在問題導向教學策略中加入合作學習教學策略，若未妥善規劃合作學習，則可能會影響合作學習的實施（王金國和孫台鼎，2014），進而影響程式學習成就，因此，本研究建議對於程式設計初學者而言，採用問題導向學習策略，應能有效促進學習者在程式學習成就中的表現。

參考文獻

- 王金國、孫台鼎(2014)。從學生的負向經驗省思合作學習的實施。*臺灣教育評論月刊*，3(7)，頁 88-91。
- 呂沂蓁(2020)。以小組合作學習進行 Scratch 程式設計對國中運算思維的影響(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺中市。
- 李隆盛、楊秀全(2019)。範例引導學習與問題導向學習之教學策略對國小學生機器人程式學習的影響。*數位學習科技期刊*，11(4)，頁 77-104。
- 施又瑀(2018)。國民中小學環境教育議題融入課程之探究。*臺灣教育評論月刊*，7(9)，頁 1-8。
- 黃永和(2013)。進修教師在問題引導學習取向課程中的學習經驗。*師資培育與教師專業發展期刊*，6(2)，91-116。doi:10.3966/207136492013120602005
- 黃美惻(2015)。利用 PBL 教學策略探究國小四年級學生毛細現象之概念學習。台北市立大學應用物理暨化學系自然科學教學碩士學位班，臺北市。
- 林佩璇、黃政傑(1996)。合作學習。台北:五南。
- 鄒竣宇(2014)。PBL 教學對國小五年級學生電腦資訊學習之影響-以 Scratch 程式語言為例(未出版之碩士論文)。國立臺灣海洋大學，基隆市。
- 葉俊巖、羅希哲(2015)。以 Maker 的角度來看臺灣小學的資訊教育。
- 楊琳萱(2011)。利用學校周邊自然地區以「專題導向學習法」進行自然探索學習。國立臺北教育大學，臺北市。
- 潘培鈞、賴阿福(2014)。應用多元學習策略於 Scratch 程式設計課程對於五年級學童問題解決能力之影響。*國教新知*，61(4)，頁 46-63。
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education (Vol. 1)*. Springer Publishing Company.
- Duch, B. J. (1996). Problem-based learning in physics: the power of students teaching students. *Journal of College Science Teaching*, 15(5), 326-29.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Taylor, B. (1993). Impact of cooperative and individualistic learning on high-ability students' achievement, self-esteem, and social acceptance. *The Journal of Social Psychology*, 133(6), 839-844.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving transfer. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology(2nd ed)*, 287-304. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pecore, J. L., & Bohan, C. H. (2013). Problem-based learning: Teachers who flourish and flounder. *Curriculum and Teaching Dialogue*, 14(1), 125-138.

不同認知風格學習者在數學解題表現之心智習性

Mind Habits of Learners with Different Cognitive Styles in Mathematical Problem-Solving Performance

陳鳳玲¹，顏榮泉^{2*}

¹臺北市立內湖區麗山國民小學

²國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

* lcyan@mail.ntue.edu.tw

【摘要】 本研究旨在探討不同認知風格學習者在行動載具輔助數學幾何解題的心智習性為何，進而提陳相關教學成效的省思與啟發。本研究以設計研究法進行研究設計，研究對象為臺北市某國小六年級的 30 位學生，依團體藏圖測驗將學習者區分為場地依賴與場地獨立兩種不同認知風格，再從後續的數學幾何學習任務中，分析學習者使用行動載具輔助數學幾何任務中的解題思考路徑和心智習性。結果顯示：一、不同認知風格學習者在數學幾何測驗的整體表現雖未達顯著差異，然課室觀察仍發現場地獨立型學習者呈現較多深層思考的學習行為。二、場地獨立型學習者之解題思考路徑較為收斂且面積概念正確率較高，場地依賴型學習者則呈現較多元的樣貌。本研究建議教師於數學幾何教授單元時可採不同認知風格學習者之異質分組，應能提升學習者在數學幾何之學習成就與培養不同視角之學習。

【關鍵字】 認知風格；團體藏圖測驗；數學解題表現；心智習性

Abstract: The purpose of this study is to explore the mind habits of learners with different cognitive styles in solving mathematical geometry problems. A design-based research approach was adopted. The research object is 30 sixth-grade students in a primary school in Taipei City. According to the group Tibetan picture test, the learners are divided into two different cognitive styles: field-dependent and field-independent. Mathematical geometry tasks were tested to explore and analyze the students' thinking paths and mental habits in solving the mathematical geometry problems. The results showed that: 1. Although there is no significant difference in the learning achievement of learners with different cognitive styles, the field-independent learners demonstrated more deeply and more complex thinking behaviors in classroom observation. 2. The thinking path of field-independent learners is more convergent and the accuracy rate is higher. This study suggests that heterogeneous grouping of learners with different cognitive styles seems good strategy, which should improve learners' learning achievement in mathematical geometry and cultivate learning from different perspectives.

Keywords: cognitive style, group embedded figure test, mathematical problem-solving performance, mind habits

1. 前言

十二年國民基本教育課程總綱以「成就每一個孩子—適性揚才、終身學習」為願景。而呼應總綱理念與願景，數學領域課程綱要指出數學是一種語言，學校課程設計應該提供每位學生有感且平等的學習機會。教學者須選擇適當的題材、設計解題活動，協助學習者在解題的認知過程，善用數學知識和方法解決問題。

認知風格 (cognitive styles) 是指因個體存在理解、儲存和認知處理的人格特質差異，繼而在知覺、記憶、思維和問題解決等認知處理過程中，有經常使用的慣性處理模式 (蔡俊

傑，1995）。不同認知風格的學習者對於數學幾何學習成效、解題策略、學習遷移乃至於學習行為均可能存在差異（林虹汝，2010）。一般來說，進行問題解決時，場地獨立型學習者較能以分析的方式進行理性思考，喜好主動學習且較重視內在動機；而場地依賴型的學習者則較易受外在的環境和外在增強所影響（Witkin, Moore, Goodenough, & Cox, 1977）。

心智習性可視為個體選擇有效之智力行為樣式的傾向和能力，包括個人的毅力、選擇有效策略的傾向和應用這些策略解決問題（Leikin2007）。本文，心智習性的表現是指學生於測驗中對於問題回答所產生的思考方式之表現，透過認知歷程的探討，診斷學生數學思考與解題能力，了解學生的數學思考歷程，進而探討兩種認知風格於幾何測驗當中之心智習性。

基於上述研究動機與背景，本研究旨在探討認知風格對學習者在運用行動載具輔助數學幾何測驗中的心智習性為何。研究問題如下：

- (1)本研究之教學對象在認知風格團體藏圖測驗中的表現情形為何？
- (2)探討不同認知風格的學習者在數學幾何解題任務之思考路徑與心智習性為何？

2. 文獻探討

2.1. 認知風格對學習表現之影響

個體在認知歷程中有慣性採用的風格，因此教學上常將認知風格分成三種模式探討，分別為：「陳述認知風格個別差異的處理—語文處理與視覺處理模式」、「測量認知風格個別差異的測驗—場地獨立與場地依賴模式」以及「配合認知風格個別差異的教學—高概念層次與低概念層次模式」等三種（Glasser & Bassok, 1989）。

認知風格具有幾項特性。一、穩定性（stability）：係指個體在知覺、記憶、問題解決過程中的態度與模式，並不是短時間內可改變的，因此具有持久性與穩定性。二、自我一致性（self-consistency）：許多研究結果發現，認知風格無論是採取紙筆測驗或是知覺測驗，會有相類似的結果，因此認知風格具有一致性。三、擴散性（diffusivity）：當個體具有某種認知風格時，面對不同情境不同問題時會採取相類似的處理模式，此即為擴散性。四、連續性（continuity）：認知風格是個體在某種情境中呈現出不同程度表現的一種傾向，故其分類其實並非極端的二分法，而是具有連續的特性（駱郁萱，2013）。

研究指出：不同認知風格其學習行為可能也存在差異（Messick, 1976）。本研究以藏圖測驗將學習者分為場地獨立與場地依賴兩種學習風格，並依認知風格之自主性、學習動機與學習模式等內涵進行比較。一、自主性（autonomy）：場地獨立型偏好以自己的準則與信念進行決策，不易受他人的反對或批評而改變；場地依賴型則習慣仰賴外在參照，尋求團體中權威者的決策，故易受他人的影響。二、學習動機（learning motivation）：場地獨立型具有較高的內在動機，能夠自我擬定達成標準；場地依賴型則適合以外在增強物提升其效能，使其按部就班完成所訂定目標。三、學習模式（learning mode）：場地獨立型喜探索新事物，擅長自行組織學習內容並內化，適合偏向探究與發現式學習的任務；場地依賴型則對於與自身相關事務較感興趣，以討論、互動方式獲取經驗，適合提供鷹架以支持完成任務。

有鑒於以往研究常以二分法區隔不同風格之學習者似失之偏頗，本研究將受試者之認知風格，視為個體同時具備兩種風格，僅是偏向程度不同而已。教學現場中，教師若愈瞭解學習者所偏向的認知風格類型，就能視學習者的認知風格特性，採取適當的教學策略配合之，應有助於提升學習者之學習成效。

2.2. 數學幾何心智習性

當數學的心智習性進入幾何和代數等數學領域時，我們可稱為代數或幾何的心智習性（Driscoll, 1999）。透過幾何教材想培養的心智習性可謂是一種建設性的思考路徑，藉以提升幾何的學習和實務運用（Driscoll, DiMatteo, Nikula, & Egan, 2007）。

Driscoll (2007) 分析幾何教材時，找到四種基礎的幾何心智習性，分別是：關係的推理、幾何概念的一般化、探索不變性，與探索和省思的平衡等四項。

- ◇ 關係的推理：是指當學習者透過觀察圖形，能發現圖形特徵所含概念之間關係的能力。例如：學生觀察平面圖形的形狀、邊數、頂點數等特徵，且能進一步推論形狀的名稱與特徵之間的關係具有共通性。
- ◇ 一般化概念：是指學習者能在廣泛圖案中，觀察圖形的樣貌，將具有相同特徵的圖形歸類。例如：學生觀察生活中常接觸的平面圖形，觀察圖形樣貌，將具有同樣特性的圖形歸納成一類。
- ◇ 探索不變性：是指當學習者在探索形體時，即使透過切割、重組，其某特質仍保持一致性的趨向。例如：複合圖形的體積，學生運用分、合、補、移的策略，可發現運算出的體積皆為相同。
- ◇ 探索和省思的平衡：則是指幾何心智習性是相互關連且漸進發展，以高年級學生為例，應發展出透過視覺辨別圖形樣貌，比較分析特徵的相異程度進而歸納命名；運用策略，求得複合圖形面積；綜合運用相關公式解決複合圓形與扇形周長與面積問題（陳嘉皇，2017）。

2.3. 數學解題歷程與表現

解題者面對問題時，會受到所擁有的背景知識所影響，包括個體所瞭解的數學概念及會運用的策略與方法，甚至是否能連結舊經驗和熟悉新技巧來處理數學問題，相關面向需要同時考量。Lester (1994) 指出影響數學解題的四項因素，包含個人特徵、問題本身、解題行為以及環境特徵。

- ◇ 個人特徵：是指個體上的差異，當解題時，因認知風格不同或所擁有的數學背景知識不一樣，以及面對情境的反應，而有個別上的差異，即為個人變項。
- ◇ 問題本身：是指數學問題的特性，包括問題敘述的複雜性、問題是否夠具體、解題者是否解過類似的題目，皆會影響解題成功與否。
- ◇ 解題行為：是指個體處理訊息的方法，包括所採用的認知策略以及慣用的思維模式，又稱之為過程變項，此過程變項與個人特徵和問題本身三者會產生互相影響的交互作用，而有不同的解題歷程。
- ◇ 環境特徵：是指教學變項，包括解題者的外在環境、教師的教學風格、教科書的內容、學生背景條件等，都有可能影響解題歷程（Kilpatrick, 1987）。

除了上述影響數學解題的因素之外，Polya 在「怎樣解題」一書中提出解題歷程包含四個階段，了解問題、訂定計畫、實施計畫及回顧與檢視（李心儀，2016）。本研究幾何任務提供文字呈現的線索，受試者需了解問題，並進一步分析已知條件，接著找出問題中已知和未知的關係並訂定解題計畫，然後執行解題計畫，最後回顧已完成的解法與歷程。

3. 研究方法

3.1. 研究對象與設計

本研究實驗對象為臺北市某國小六年級學生，實驗人數為 30 人，男生 16 人(約 53%)，女生 14 人(約 47%)。本研究採設計研究法，依據藏圖測驗結果將學習者區分為場地依賴與場地獨立之不同認知風格組別，然後以研究者所設計的幾何任務施測，探討學生在使用行動載具的輔助下進行繪圖與運算的解題表現，最後再以量化分析和質性描述呈現研究結果。研究架構如圖 1 所示：

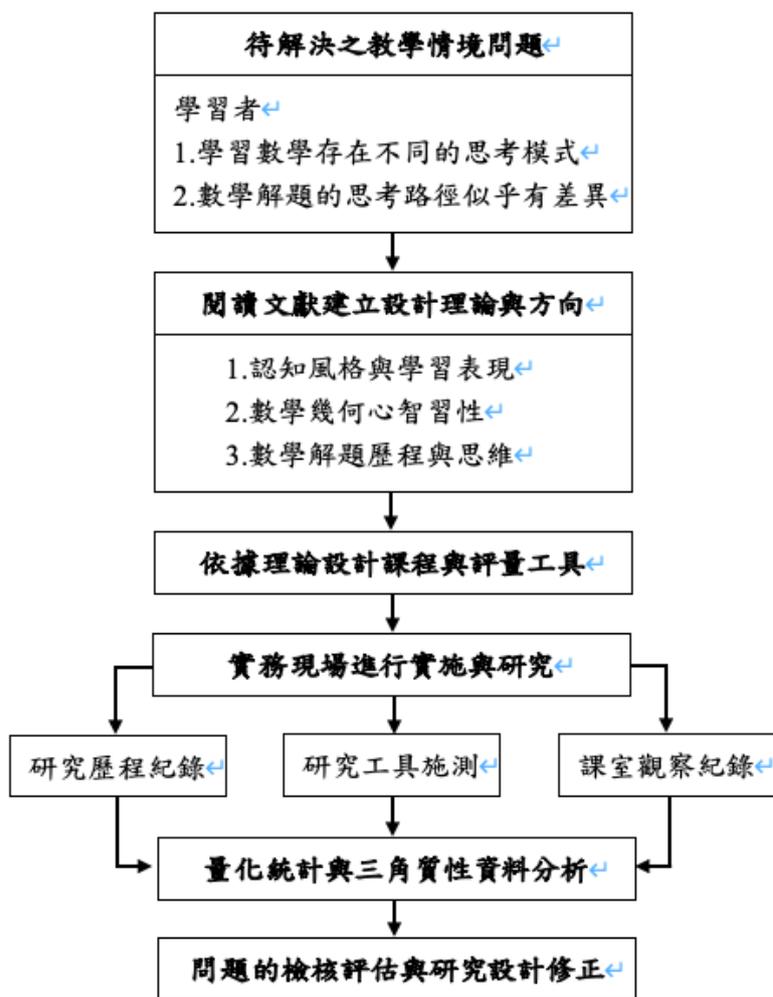


圖 1 本研究之研究設計架構圖

3.2. 研究流程

本研究採設計研究法，所有研究對象均接受相同的教學活動。研究者依據研究對象之數學科目所學範圍設計數學幾何測驗，並於數學幾何測驗前進行團體藏圖測驗，依據結果將研究對象分為場地獨立及場地依賴兩種不同認知風格；接著施測數學幾何測驗，進而分析研究對象兩種不同認知風格於數學幾何任務解題中的思考路徑和心智習性，是否存在值得深入探究的樣貌。研究流程圖如圖2所示：

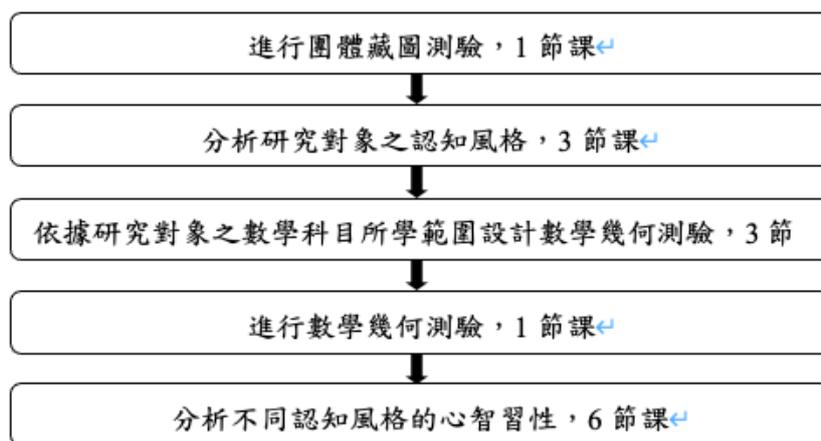


圖 2 本研究之研究流程圖

3.3. 研究工具

本研究所使用的研究工具包含：檢驗學生認知風格的團體藏圖測驗（GEFT），以及進行分析研究對象心智習性的數學幾何測驗。依據吳裕益（1987）修訂Witkin（1971）所編製的團體藏圖測驗，將學生分為場地獨立及場地依賴兩種不同認知風格，此量表信度為.82。依據研究目的—探討不同認知風格學習者在數學幾何測驗的心智習性，由研究者修改陳嘉皇（2020）幾何任務設計而成，並透過行動載具予以施測。修編的數學幾何測驗，測驗題目範例如圖3，採繪圖、解題形式作答，以排除研究對象猜答所造成的偏誤，並經一位大專院校數學暨資訊教育領域教授和兩位國小現職教師共同審核，具專家效度。

數學幾何任務學習單

班別：_____年_____班 座號：_____ 姓名：_____

任務：請根據下列線索，思考後畫出你心中所想像的圖形，並在適當位置標示出相關數字，計算出此圖形的面積是多少平方公分？	
線索： 1. 我有三條邊，其中兩條邊一樣長。 2. 我是一個封閉的圖形。 3. 我一樣長的兩條邊是垂直的關係。 4. 我一樣長的兩條邊都是 6 公分。	
繪圖區：	作答區：
思考路徑：為了畫出上面圖形，你思考時使用上面線索的順序是？ () → () → () → ()	
解題思考：請說明你如何思考計算這個圖形面積的解題步驟。	

圖 3 本研究蒐集學習者解題思考之數學幾何任務學習單

測驗會提供文字線索，受試者從所提供的線索當中，運用擁有的數學基模知識，擬定解題策略並畫出幾何圖形；進而運算完成解題要求，最後回顧歷程，記錄思考路徑的先後順序；測驗後，研究者進行繪圖區與作答區之正確率分析，並分析兩種認知風格學習者於思考路徑的相異性。

4. 結果與討論

本研究以藏圖測驗分析學習者之認知風格，並探討不同認知風格的學習者在數學幾何測驗於繪圖區、作答區的正確性、不同認知風格的學習者思考路徑的差異。本研究透過施測所蒐集之資料，以百分比進行量化分析；解題的過程則加以分類與整理，以進行質性分析。質

性方法進行幾何心智習性之分析，所獲得之結果與討論分述於後。表 1 為受試者的認知風格之描述性統計。

表 1 受試者之認知風格結果分析

認知風格	人數	百分比(%)	男生人數	女生人數
場地獨立	12	40%	5	7
場地依賴	15	50%	9	6
不明顯(排除)	3	10%	2	1

4.1. 場地獨立學習在三角形幾何測驗中心智習性表現結果之描述統計

表 2 場地獨立學習者對三角形幾何測驗中之表現結果分析

場地獨立之心智習性	人數	百分比(%)
A.單一繪圖正確	0	0%
B.單一運算正確	0	0%
C.繪圖與運算兩者皆正確	12	100%
D.繪圖與運算兩者皆錯誤	0	0%

由表 2 資料得知場地獨立學習者對幾何任務測驗一，皆能正確繪出等腰直角三角形並正確運算出等腰直角三角形的面積，表示場地獨立學習者對於三角形的一般化面積公式運算沒有問題並能夠透過提供的線索加以理解，發現元素間的關係而正確繪出圖形。

表 3 場地獨立學習者對三角形幾何測驗中之思考路徑分析

場地獨立之思考路徑	人數	百分比(%)
1→2→3→4	1	8%
1→3→4→2	3	25%
1→4→3→2	2	17%
1→4→2→3	2	17%
2→1→3→4	2	17%
2→3→4→1	1	8%
3→2→1→4	1	8%

由表 3 資料得知場地獨立學習者對幾何任務測驗一的解題思考路徑先採取線索 1(我有三條邊，其中兩條邊一樣長)，約佔 67%；先採取線索 2(我是一個封閉圖形)，約佔 25%，採取此兩種類型者是先以三角形的圖像最為初始的思考，然後再分析等腰直角三角形包含的元素線索 3(一樣長的兩條邊是垂直的關係)、線索 4(一樣長的兩條邊試 6 公分)進行繪圖運算。少數場地獨立學習者選擇先分析等腰直角三角形的元素再行關係的推理。

4.2. 場地依賴學習在三角形幾何測驗中心智習性表現結果之描述統計

表 4 場地依賴學習者對三角形幾何測驗中之表現結果分析

場地依賴之心智習性	人數	百分比(%)
A.單一繪圖正確	2	13%
B.單一運算正確	1	7%
C.繪圖與運算兩者皆正確	6	40%
D.繪圖與運算兩者皆錯誤	6	40%

由表 4 資料得知場地依賴學習者在幾何任務測驗之繪圖與作答皆正確只有 40%，顯示參與受試的學習者，有一半以上的場依賴學習者無法對提供的文字線索加以閱讀理解，亦無法進行圖形元素關係的推理，另部分場依賴學習者無法運用一般化後的三角形面積公式運算。

表 5 場地獨立學習者對三角形幾何測驗中之思考路徑分析

場地獨立之思考路徑	人數	百分比(%)
1→2→3→4	1	6.6%
1→3→4→2	1	6.6%
1→4→3→2	3	20%
1→2→4→3	1	6.6%
2→1→3→4	2	14%
2→1→4→3	1	6.6%
2→3→1→4	1	6.6%
2→3→4→1	1	6.6%
2→4→3→1	1	6.6%
4→1→3→2	1	6.6%
4→2→1→3	1	6.6%
4→3→1→2	1	6.6%

由表 5 資料得知場地依賴學習者對幾何任務測驗一的解題思考路徑先採取線索 1(我有三條邊，其中兩條邊一樣長)，約佔 39.8%；先採取線索 2(我是一個封閉圖形)，約佔 40.4%；約 19.8%的場地依賴學習者選擇先分析等腰直角三角形的元素線索 4(一樣長的兩條邊是 6 公分)進行繪圖運算再行關係的推理。

5. 結論與建議

本研究旨在探討不同學習風格學習者在行動載具輔助數學幾何解題的心智習性。依據研究目的與資料分析結果，本研究所獲得的主要結論為：場地獨立型學習者之三角形任務解題正確率高於場地依賴型學習者；而不同認知風格學習者在解題思考路徑上則未達顯著差異。因此，本研究建議數學幾何教學若能依不同認知風格的學習者提供適合其認知處理之差異化教學，應能提升學習者在數學幾何學習單元之學習成就。

參考文獻

- 李心儀 (2016)。不同解題歷程模式中的回顧。臺灣教育評論月刊，5 (8)，157-161。
- 李品蓁 (2013)。學生的認知風格、遊戲興趣、競爭焦慮、校正準確度對數學遊戲學習成效之相關分析 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 林虹汝 (2010)。認知風格於個人化適性教材之應用—以程式設計課程為例 (未出版之碩士論文)。朝陽科技大學，臺中市。
- 吳裕益 (1987)。認知能力與認知型態個別差異現象之探討。教育學刊，3 (7)，253-300。
- 吳宜芳 (2015)。以數學閱讀融入數學教學對國小五年級學童怎樣解題單元表現之研究 (未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- 吳淑婷 (2015)。國小學童三角形及四邊形之概念心像與幾何思考之研究 (未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。

- 教育部 (2008)。國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域。臺北：教育部。
- 陳嘉皇 (2017)。以心智習性為主之數學教科書內容比較研究。當代教育研究季刊，25 (1)，1-44。
- 陳嘉皇 (2020)。小六學生空間與形狀心智習性表現之探究。教育理論與實踐學刊，6 (41)，17-44。
- 駱郁萱 (2013)。臺北市國中生認知風格、後設認知能力與創造行為之關係研究 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 張志傑 (2014)。五年級學童幾何主題數學閱讀與後設認知相關之探討 (未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺中市。
- 蔡俊傑 (1995)。場地獨立與閱讀理解之探討。研習資訊，13 (5)，6-10。
- 蕭佩嫻、蔡佩樺 (2016)。從教學現場談心智習性。臺灣教育評論月刊，5 (1)，178-184。
- Crowley, M. L. (1987). The van Hiele model of the development of geometric thought. *Learning and teaching geometry, K-12*, 1-16.
- Driscoll, M. (1999). *Fostering Algebraic Thinking: A Guide for Teachers, Grades 6-10*. Heinemann, 361 Hanover Street, Portsmouth, NH 03801-3912.
- Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J., & Egan, M. (2007). *Fostering geometric thinking: A guide for teachers, grades 5-10*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Glaser, R., & Bassok, M. (1989). Learning theory and the study of instruction. *Annual review of psychology*, 40(1), 631-666.
- Kilpatrick, J. (1967). *Analyzing the solution of word problems in mathematics: An exploratory study*. Stanford University.
- Kilpatrick, J. (1987). George Pólya's influence on mathematics education. *Mathematics Magazine*, 60(5), 299-300.
- Lester, F. K. (1994). Musings about mathematical problem-solving research: 1970-1994. *Journal for research in mathematics education*, 25(6), 660-675.
- Leikin, R. (2007). Habits of mind associated with advanced mathematical thinking and solution spaces of mathematical tasks. In *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2330-2339), Larnaca, Cyprus.
- Messick, S. (1976). *Individuality in learning*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Polya, G. (1973). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Sternberg, R. J., & Berg, C. A. (Eds.). (1992). *Intellectual development*. Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Williams, W. M. (1996). *How to develop student creativity*. ASCD.
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (1971). A Manual for The Embedded Figures Test, Consulting Psychologists Press: Palo Alto, CA.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1-64.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Owen, D. R., & Raskin, E. (1977). Role of the field-dependence and field-independence cognitive style in academic evolution: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 69(3), 197-211.

角色配音軟體融入國小五年級英語教學

Puppets Pals APP Integrated into English Teaching on 5th Graders

王思涵¹ 賴阿福²

¹ 臺北市立大學學習與媒材設計學系課程與教學碩士班 研究生

¹ 臺北市中山區中山國民小學 現職教師

² 臺北市立大學資訊科學系 教授

¹M10917121@go.utapei.edu.tw, ²laihahfur@gmail.com

【摘要】本研究旨在探討運用角色配音軟體融入國小五年級英語教學，研究者於現今英語教學領域中發現大多數學生因缺乏英語口說練習機會導致缺乏信心，因此以臺北市某國小五年級 24 學童為研究對象，進行角色配音軟體 (Puppets Pals APP) 融入國小五年級英語教學，學童接受為期 6 週，每週 80 分鐘實驗教學後，由記錄表、回饋單、角色配音影片作品與訪談等資料分析中發現學生之聽說讀寫後測分數與問卷分數皆有顯著進步，且對此教學多數持正向態度，學習感受度佳。據此，本研究支持角色配音軟體融入國小五年級英語教學有助於提升國小學生英語之學習成效與態度。

【關鍵字】 國小；英語教學；英語學習動機；行動學習

Abstract: This research focuses on Puppet Pals APP integrated into English teaching on a group of 5th Graders. The researcher found that students in her class were lack of English speaking ability and confidence so that they were too afraid to speak in class. What's more, the researcher wants to develop more experience in information technology integrated into instruction as ICT has become important in education today. There would be twenty-four 5th graders participating in this study, with 80 minutes of teaching per week for 6 weeks. Through the well-designed course activities, the researcher found that students' post-test and questionnaire were higher than that of the pre-test in the end and their feedbacks are mostly positive toward this teaching program.

Keywords: elementary school, English Instruction, English learning achievement, mobile learning

壹、前言

研究者任教的五年級學生，因經歷過四年級下學期期末因應疫情停課而採行線上上課模式，且熟悉操作 3C 產品，經調查，大部分家中皆具備行動載具；然而，後疫情時代，恢復上課之後，學生使用電腦、筆電、平板或手機，多用於進行傳遞訊息、利用社群進行對話或放鬆娛樂等活動，對於利用科技產品或網際網路進行課堂以外的精進英語能力的成長尚未有足夠經驗；再者，研究者進行全班性英語讀者劇場的練習時，思索著如何檢視每一位選手的練習是否進步。為發揮時間效力，研究者計畫透過資訊科技、行動載具融入綜合活動課堂的教學，探究

功能上一人可飾演多角配音的 APP，幫助學生擴增學習，利用學生選定角色進行錄音後，角色變音之趣味性應可提升學生主動學習意願，倘若錄音效果不滿意，學生也可無限次重複錄製再上傳，無意間增加學生練習次數，同時達到檢視每一位學生學習進展的差異化教學效果，期能改善教育現場的困境與問題。

基於上述研究背景與動機，主要研究問題如下

- 一、如何規劃及實施「角色配音融入國小英語教學」的教學設計？
- 二、「角色配音融入國小英語教學」實施成效與學生回饋為何？
- 三、「角色配音融入國小英語教學」教學者教學省思與成長為何？

貳、文獻探討

一、學習融入國小英語教學的相關理論

以情境式學習理論 (Situating Learning Theory) 而言，張逸佳 (2020) 表示，數位配音有一大優勢，就是提供「真實語境」。因此，本研究將藉由角色配音 APP 提供的情境讓學生在配音過程中能夠融入故事背景，使學生能夠在如此自然情境中建構知識。練習英語讀者劇場時，若帶領學生以豐富的情感融入劇情來演戲，產生音調之高低起伏、音量之大小聲與表情之生動變化，久而久之，學生便易於在此情境中學習並建構劇本之劇情內容。以建構主義 (Constructivism) 來說，建構主義導入科技教育能以其無限的虛擬資源、學習環境和社交平台為教學和學習過程做出巨大貢獻，這些平台皆能超越時空建立起師生的橋樑 (Yakar & Porgali, 2020)。本研究將藉由科技行動載具的幫助，使學習者能夠隨時隨地得到老師或是同儕的回饋。以合作學習理論 (Cooperative Learning) (Slavin, 1980) 來說，採用學生小組學習法中「學生小組成就區分法」(STAD)，讓學生們進行異質小組學習，期盼高、中及低三種不同學習能力的學生，其行為表現、動機和參與程度皆能提高，以提升所有學生全方面學習成效。

一、國小雙語綜合活動課程

本研究將依照跨領域融入 (英語文領域與綜合活動領域) 形式規劃十二年國教素養導向課程設計與實施教案，所使用的課程教案呼應了三個總綱核心素養：A1 身心素質與自我精進、B2 科技資訊與媒體素養與 C2 人際關係與團隊合作。此外，本課程亦規畫品德教育、科技教育、家庭教育與閱讀素養教育之四個核心素養。為呼應 108 課綱「成就每一個孩子——適性揚才、終身學習」以學生為學習的中心，擬於課程中實施多元化評量，包括 (1) 學生學習成果為個人作品及學習記錄、學生札記。(2) 評量工具分為形成性評量 (口頭回應、小組合作學習歷程) 與總結性評量 (學生小組練習、比賽當日上台表演成績)。以上做法不僅能兼顧學生個別需求，更能透過適性教育，激發學生的

學習內在動機與創新之勇氣，成為具社會適應力與應變力的終身學習者（教育部國民及學前教育署，2021）。

二、角色配音融入國小英語教學的相關研究

在一項 Costales (2021) 的研究中，他在課堂上實施了影片配音教學，其課程計畫為播放影片，給學生約 10 分鐘的時間進行對話創作，接著依照劇本分組錄音做配音，最後觀察課堂氣氛、學生表現和教師表現進行討論、記錄和編輯，最終評估學生的口語能力。在這前導實驗中，學生不願意說話，而且在平時口說課程當中，學生也沒有足夠的時間與朋友或教師有很多一起練習的機會。但配音實驗過後，學生的口說能力明顯進步了許多！

此外，Sánchez-Requena (2018) 做了一項研究，以語內配音作為發展口語能力的工具，學生使用一個軟體，將老師提供之影片中演員的聲音靜音並錄製自己的聲音。學生可以在給予的時間內做無數次的嘗試，直至滿意為止。最重要的是，教師請他們一次完成所有對話（而不是切割成小部分）。最後，學生聆聽自己的紀錄表現，進行評論並做筆記，以在下一堂課中改進。綜合所有觀察資訊後，這項研究顯示，語內配音練習是數位時代可以補足傳統課程不足之處的便捷方法。配音活動提供了實用的反饋，以便教師能夠創造與設計更好的教學指南與教學活動。更棒的是，從學習者與觀察者的角度來看，研究分析的三項口語能力（速度、語調和發音）都增強了許多。這便是本研究欲達成的效果。

參、研究實施與設計

一、教學設計方法

1978 年，Branson 即以 ADDIC 「分析 (analysis)」、「設計 (design)」、「開發 (development)」、「實施 (implementation)」、「控制 (control)」，作為美國陸海空不同軍種間之教學系統規劃步驟 (Interservice Procedures for Instructional Systems Development, 簡稱 IPISD)，然而，當時 Branson (1978) 並未以 ADDIC 或 ADDIE 為名，而是將其歸類於 ISD (instructional system design)。如今，ADDIE 教學模式指的是教學系統設計過程中，用以引導教學設計的常用模式。ADDIE 代表教學系統「分析 (analysis)」、「設計 (design)」、「開發 (development)」、「實施 (implementation)」、「評鑑 (evaluation)」各個階段之重要概念。

為達教學目標，本研究亦參考曹晉維 (2022) 之「ADDIE 模式發展數位閱讀素養課程與小學生問題解決能力」研究，設計五階段之相關工作事項及內容規劃如下：

1. 分析 (Analysis)：學生先備知識、學生數位學習經驗、教材內容、文獻探討。
2. 設計 (Design)：訂定學習目標、設計資訊融入雙語綜合活動課程素養導向教學教案。
3. 發展 (Development)：撰寫行動載具 APP 功能操作步驟、選擇教學方法、準備教材與資源。
4. 實作 (Implement)：採行擬定策略、於實際課堂中實施教案內容並應用於自主

<p>學生於學習札記上表示：「經過老師的陪練下，我們全班都在飛速的進步。」在過程中，老師扮演鷹架的角色，觀察學生有需求時，適時引導，提供及時的協助。</p>	<p>學生於資訊精進教室使用平板 Puppet Pals APP 進行小組錄音與配音，並將同儕互相提供的意見應用於比賽場合之中，念得比之前更有自信。</p>
	
<p>過程中，其中一位協同教師便是本班英語教師，於英語課堂中，請老師給予專業意見之回饋，增強英語聽力與口說能力的訓練，增進劇本中各角色熟練程度與全班英語口說自信心。</p>	<p>學生繪出班上飾演 DOG 的三位男生，神情表現得淋漓盡致，因為都是老師安排過的異質性分組組員，三隻 DOG 分別是低、中、高成就的學生，「WOOF~WOOF~」當然有語調與自信上不同的聲音呈現，指導發音時也成了大家覺得最有趣的片段之一。</p>

圖 1 Puppet Pals 角色配音活動紀錄

一、 小組角色配音錄音影片作品

教師給予各組角色配音錄音影片的評分標準為總分 25 分，包含五個觀察面向：發音及語調、流暢度、選角和配音能搭配故事情節、團結合作互助、劇本創意改編內容，各 4 分。學生的角色配音錄音影片檔上傳至雲端後，老師可在班上公開播放，並給予鼓勵與建議，學童也能在雲端裡看到自己小組與全班各組的作品，並請各組學童進行自評與互評作品。

最後結果為總分滿分為 25 分，平均總分為 21.54 分，標準差為 3.86；各面向之滿分為 5 分，在「發音及語調」面向中，平均分數為 4.13 分，標準差為 1.035；在「流暢度」面向中，平均分數為 4.50 分，標準差為 .722；在「選角和配音能搭配故事情節」面向中，平均分數為 4.29 分，標準差為 .806；在「團結合作互助」面向中，平均分數為 4.38 分，標準差為 .824；在「劇本創意改編內容」面向中，平均分數為 4.25 分，標準差為 .897。顯示學生在「流暢度」與「團結合作互助」面向表現較佳，在「發音及語調」及「劇本創意改編內容」面向則表現較弱。研究者亦深入探討角色配音錄音影片總分排名前三名與最後三名之組別的作品，整體而言，高分組在「流暢度」、「劇本創意改編內容」兩面向表現都較佳，「團結合作互助」、「選角和配音能搭配故事情節」方面則不一定。

二、個案訪談紀錄

(一) 大多數受訪學生對於使用 Puppet Pals 抱持正向態度

15 位訪談個案中，有 13 位都喜歡用 Puppet Pals 來進行角色配音，原因是：有趣、減輕上台說話的壓力、軟體內的角色逗趣、每一次都可以選不同角色練習很期待、使用平板上課很吸引人、可以錄音操作上課就比較專心、可以看看同學錄音的影片很興奮；此外，12 位學生認為 Puppet Pals 有助於提升他們的英語口說能力和信心。

(二) 大部分受訪學生對於角色配音軟體融入英語教學抱持正向態度

15 位訪談個案中，13 位學生都喜歡由小組自己選角色配音、完成作品並給予同儕回饋這樣的自主學習方式，11 位學生認為角色配音融入英語教學的學習有助於提升他們的英語聽說讀寫四大方面的能力。但有 5 位學生認為角色配音軟體融入英語教學容易使他們上課過於興奮，選角與背景決定過程中，討論太久而來不及好好錄音，因為會想仔細聽 APP 中每個角色的變音而延誤了時間。

(三) 大部分受訪學生願意將課程所學應用於自身生活中，進行 APP 自主學習

經過角色配音軟體融入英語教學的課程後，有 10 位學生表示，在課餘的課外學習方面有所改變，他們在試驗過程中，願意回家自行下載 APP 做額外時間的錄音，有 5 位學生甚至還找了其他 APP，嘗試做更多變化的錄音，以增進自身英語口說表達能力。此外，有 12 位學生在下課鐘響後，仍努力不懈繼續錄，為了想要將錄音成果展現的更完美，而捨不得下課。有 2 位學生表示，本來假日上網時間全都用來打遊戲，現在會想撥出一段時間，做角色配音軟體練習或，因為可以在眾多影片中看見自己的進步。有學生補充，他回家後還發現了更多有趣的英語 APP 可以進行自主學習。



圖 2 Puppet Pals 角色配音錄影畫面

伍、未來展望

一、結論

整體來說，依據研究者目前所試驗的進度與訪談的結果可以得知，角色配音軟體融入英語教學能提升國小五年級英語學習態度，國小五年級學生對角色配音軟體融入英語教學亦抱持正向態度

依據教學省思，大多數學生對於每週能使用平板上課感到十分期待，雖然許多組別在擇定角色時，會產生意見分歧，但小組間總有個協調者出現，鼓勵同學試著傾聽同學的理由，互相理解，共用一台平板的情景也越來越和諧。錄音過程中，難免出現失誤需要一再的重錄，同學之間一開始求好心切，有責怪、埋怨、自責、也有挫敗，到最後高成就學習者能一同幫助念的不夠順暢的同學再次練習，甚至，上課前，低成就學習的學生能為了讓整組錄音更順暢而自主性的向同學請教發音並自己先練習，畫面十分溫馨可愛。在教學上也節省了不少時間，因為使用角色配音 APP，可以同時訓練每一位學生的英語口說能力，教師可以使用課餘時間細細聆聽每一位學生的作品，紀錄待改進之處，關鍵時刻提點學生，表示動作要大，情感要明顯、語氣要堅定等。如此一來，教師與學生更能專心在課程教學設計和編排練習流程，聚焦於發音與語調練習與團結合作的部分。

課堂中，分組進行角色配音軟體，為學生創造了學習的需求，使得學生在傳統英語課中，從被動的老師念一句、學生念一句的練習中，演變成，學生為了組內同學看見自己的改變與進步，主動性的先詢問發音；為了念得更加順暢好聽，自發性的練習；為了讓成果有好的展現，重複錄製，精益求精。這樣的教室一景，實為最大的回饋與收穫。因此，未來預計以此教學試驗作為基礎，持續修正與實施，做為行動研究之計畫參考依據。期望造福莘莘學子，提升英語口說能力。

二、未來展望

本研究之個案為臺北市某國小 24 位五年級學童，樣本數不足以代表母群體，研究結果無法推論至其他地區，建議未來相關研究可擴大研究對象，如增加樣本數與研究時程，以提高研究結果之推論性，或加入國小其他年級學生，以了解不同年級學生對於角色配音軟體融入國小五年級英語教學成效之差異。

再者，研究者擔任國小五年級級任教導師，雖然對於學生性格及學習態度頗為了解，然非本班英語專任教師，在學生於每週三堂之英語課堂之上課情形方面並未全然了解，僅能藉由每週兩堂綜合活動課程中，練習英語讀者劇場之表現，略為知曉學生學習態度與積極程度；透過平時英語小考、期中與期末考成績推測學生英語程度。

參考文獻

一、中文部分

- 林佩璇 (2002)。行動研究在課程發展中的理念與實踐。課程與教學，5 (2)，81-96
- 張逸佳 (2020)。探討數位配音與嘴型學習對國中學生英語口說成效與學習態度之影響。國立臺北教育大學教育學院課程與教學傳播科技研究所碩士論文。未出版，臺北市。
- 教育部國民及學前教育署 (2021)。12年國教課程綱要-108課綱重點。取自108課綱資訊網<https://12basic.edu.tw/12about-3-1.php>
- 曹晉維 (2022)。以 ADDIE 模式發展數位閱讀素養課程與小學問題解決能力之相關研究。國立臺北科技大學技術與職業教育研究所碩士論文。未出版，臺北市。

二、英文部分

- Branson, R. K. (1978). The interservice procedures for instructional systems development. *Educational Technology*, March, 11-14.
- Costales, A. F. (2021). Subtitling and Dubbing as Teaching Resources in CLIL in Primary Education: The Teachers' Perspective. *Porta Linguarum: revista internacional de didáctica de las lenguas extranjeras*, (36), 175-192.
- Sánchez-Requena, A. (2018). Intralingual dubbing as a tool for developing speaking skills. *Translation and Translanguaging in Multilingual Contexts*, 4(1), 101-128.
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative learning. *Review of educational research*, 50(2), 315-342.
- Yakar, Ü., Sülü, A., Porgalı, M., & Çalış, N. (2020). From constructivist educational technology to mobile constructivism: How mobile learning serves constructivism? *International Journal of Academic Research in Education*, 6(1), 56-75. DOI: 10.17985/ijare.818487

全球網路教育方案學習對於學生的國際觀與溝通表達傾向之影響

Impacts of the Global Scholars Program on Students' International Perspectives and Tendency towards Communication

簡邑容¹，陳淑怡^{1,2}，吳振吉¹，林呈祥¹，陳志鴻^{3*}

¹ 臺北市南港區南港國民小學

² 國立臺北科技大學應用英文系

³ 國立臺中教育大學教師專業碩士學位學程

*duke.chchen@gmail.com

【摘要】 在全球化的環境，個體的文化認同可能會產生不和諧。因此，在與文化交互的過程中，個體應培養自我的概念與文化之認同。另一方面，中小學生在體驗跨國學習時，能激發其跨文化比較的觀察與思考之能力。因此，本研究藉由參與全球網路教育方案，以專題導向的教學，引導學生學習，並探討其對於學生的國際觀與溝通表達傾向之影響。本研究結果顯示，在全球網路教育方案學習模式下，學生覺知到高度的國際觀與溝通表達之傾向。再者，學生對於此學習模式感知到良好的滿意度，顯示其可做為全球教育的一項參考。

【關鍵字】 全球教育；國際觀；溝通表達傾向

Abstract: *With the globalization, cognitive dissonance may occur in individuals' cultural identity. Individuals should develop their self-concept and cultural identity in the process of interacting with culture. With the opportunity to experience cross-cultural learning, elementary and middle school students can stimulate their observational and reflective skills in cross-cultural comparison. By means of participating in the global scholars program, this study guided students through the project-based learning approach. Furthermore, the effect of this learning model on their international perspective and communication tendencies was investigated. The results of this study displayed that the students perceived high levels of international perspective, communication tendency, and satisfaction in the Global Scholars Program. Such an approach could be a reference for global education.*

Keywords: global education; international perspective; communication tendency

1. 研究背景與動機

個體本身亦是一種文化的主體。在全球化的概念下，個體可能會產生文化認同的不和諧，因此，在與文化交互的過程中，個體應培養自我概念與文化之認同（Tohidfam & Dalili, 2015）。再者，科技的進步，便利了人們的遷移，也促進了國際間經濟與文化等的交流。隨著資訊與溝通技術的進展，加速了人們的訊息取得，無形間也縮短了國際間的距離，更彰顯出全球教育的重要性。

在 1980 年代，全球教育(global education)已是一個熱門的領域，是國際課程的重要目標，亦是全球公民教育(global citizenship education)的一環。雖然一些先進的國家在中小學全球教育上已相繼投入相關的活動，文獻亦指出一些全球的議題已在正規的教育(formal education)中漸漸流失(Chou, Cheng, Lin, & Wang, 2015)。然而，中小學生在有體驗跨國學習時，能夠促進其跨文化比較的觀察與思考能力。因此，此目標內涵應需重視跨文化溝通以及國際的瞭解，並學習國際文化的多樣性與尊重他人的文化(劉美慧、洪麗卿、張國恩，2020)。

另一方面，專題導向式學習以「做中學」(learning by doing)的理念(Krajcik, Blumenfeld, Marx, & Soloway, 1994)，讓學生藉由遇到實際問題、設計解決方法、進行探索，到完成作品的歷程，以提升其高層次的思考能力。教師則需依據學習的目標，引導學生在情境中主動學習。在此學習環境中，將提供學生溝通表達的機會。

綜上所述，本研究藉由參與全球網路教育方案(Global scholars program)，以專題導向的方式，引導學生學習，並探討此學習模式對於學生的國際觀與溝通表達傾向之影響。本研究之問題條列如下：

- (1)在經由全球網路教育方案學習之後，國小學生對於國際觀之感知為何?
- (2)在經由全球網路教育方案學習之後，國小學生對於溝通表達之傾向為何?
- (3)國小學生對於全球網路教育方案學習模式的滿意度為何?

2. 全球網路教育方案活動之設計與應用

全球網路教育計畫(Global Scholars)係由美國彭博慈善基金會規劃辦理，旨在以網路平臺串接全球 10-13 歲之學生，藉由網路課程共同探討全球與國際性議題，增進與世界各國學生交流互動之機會，拓展國際視野並培養具備全球意識。彭博慈善基金會給予每位教育者教育指南，並描述此次的主題方向與活動設計與目的。每個活動的教案有三個主要部份：分享(share)、做(do)，與討論(discuss)。在分享階段：為語言教育者提供了向學生介紹活動的工具。做的部分：列出了指導學生完成活動的步驟。討論部分：包括了反思性問題，以在學生完成活動後發展更深入的理解。

本研究依據此次全球網路教育計畫的主題與目的，開發並執行以下的學習活動：

2.1. 分享(share)階段

首先教師闡述此次全球網路教育計畫的主題『 Food, City, and Our Future 「糧食、城市與我們的未來(Building healthy, sustainable, and equitable food systems)」，讓學生瞭解本地及全球糧食供應系統。為了永續發展的未來，所有城市必須建構對全人類及地球安全的糧食系統。學生們須共同規劃設計社群行動計畫，提供方案改進食品安全及降低氣候變遷帶來的影響。參與方案的學生們將藉由網路平臺分享成果，與世界各國夥伴學校學生交流互動。

方案的第一階段為分享(share)階段，此時學生開始來探索與認識自己的社區與城市。教師使用網路平台 Google Classroom 為活動的媒介和網路軟體工具 Google Earth，來讓學生了解這計畫共同參與的其他國家城市的所在位置。同時，教師會在平台上分布學習任務(如圖 1 所示)。

The image shows a screenshot of a Google Classroom assignment. On the left, the teacher's profile for Chen Shuyi is visible, dated September 11, 2021. The assignment title is 'World Time Zone Map'. The questions are: 1. Where is your country? 2. What's the time zone? 3. Which countries are around your countries? Below the questions is a world map and a link to a Wikipedia upload page. On the right, the assignment details are shown, including the due date (September 11, 2021), the number of submissions (28), and the instructions for the task. The instructions ask students to use Google Earth to find two cities from a list and write down information about their language, population, and famous places. The list of cities includes Barcelona, Paris, Seoul, Tbilisi, Boston Medford, Warsaw, Johannesburg, and Madrid.

圖 1. 教師發布學習任務

當學生了解網路教室平臺使用方式後，將進行幾次討論區(e-classroom)貼文(如圖 2 所示)及回覆其他國際同伴，以培養全球與數位公民技能，並交換雙方想法及進行國際交流。學生之後將製作影片來介紹自己的學校、城市及作為 Global Scholars 的意義。



圖 2. 小組討論影片中的任務

2.2. 做(do)階段

第二階段為做(do)階段，此時進行到第二單元「我的食物環境 *Our Food Environment*」。學生開始探索本地食物環境中，食物與文化之間的關係，並探討文化、營養、成本及地理環境如何影響一般人的飲食。學生評估取得健康及本土食物的難易度，並創造一份社區的食物環境指南，進而提出更容易取得健康食物的建議方法。

另一方面，教師需先了解學生的關於國家本身的文化和地理環境知識，且傳統文化與地勢影響一般人飲食習慣的情形；接著，教師給予學生一些健康的飲食與營養成分的概念，以及文化中的飲食議題。學生使用行動載具搜尋資料，並步行在校園周遭，以探討環境中的食物(如圖 3 所示)。



圖 3. 學生於校園周遭探索食物

接著，學生以每組 3-4 人的方式，合作完成以下之任務(如圖 4 所示)：

任務一：小組成員合作探討家鄉(南港)附近的在地美食，且列表出可以代表台灣文化的美食與健康。

任務二：全班合力完成數位南港食物環境地圖，並標出從社區角度來看南港國小位置，與世界角度來看台灣方位。

任務三：8 組學生開始探討與分析老師給予的以下 4 項提示：

- 1.Availability：描述商店的種類、販賣的物品以及營業的時間。
- 2.Cost：敘述商品的價格，以及其合理性。
- 3.Accessibility：描述商店的交通便利性。

4. Option：販賣商品的選項、種類、營養性。

任務四：小組完成一本數位指南書，進而理解改善社區食物安全的方式。



圖 4. 小組合作進行學習任務

2.3. 討論(discuss)階段

方案的第三個階段為討論(discuss)階段，學生對於探索後的現象之解釋，可促進學生重組及深化所學的概念。在課堂中，學生使用行動載具查找資料與編輯檔案，之後，再張貼小組在每一個階段主題中的任務，以與其他國際同伴，在 e-classroom 做國際交流，與討論食物安全性與營養性議題。在每個單元最後環節，學生必須親自完成一樣數位計畫。因此各個小組成員需要有完善的溝通，討論與合作才有辦法完成最後的成果。

例如，在向國際夥伴介紹學校與城市成果展示的部分，全班學生一起製作一部影片來向國際同伴們來介紹學校、城市及做為 Global Scholars 的意義。在我們城市中讓他們了解我們的城市有甚麼特別的景點，天氣，食物，文化等。在拍攝影片前，學生需自行在校園內搜尋答案，找出最有意義且代表學校特色的景觀。之後，學生們以全英方式來向外推廣給國際同伴做交流(如圖 5 所示)。



圖 5. 向國際夥伴介紹學校與城市之成果展示

在評估當地食物環境之成果呈現上，學生從探討當地食物環境中，文化、營養、成本及地理環境對於食物的選擇與改變，而評估如何取得健康及本土食物的難易度，進而合力製作出一份市區食物環境指南書，如圖 6 所示。

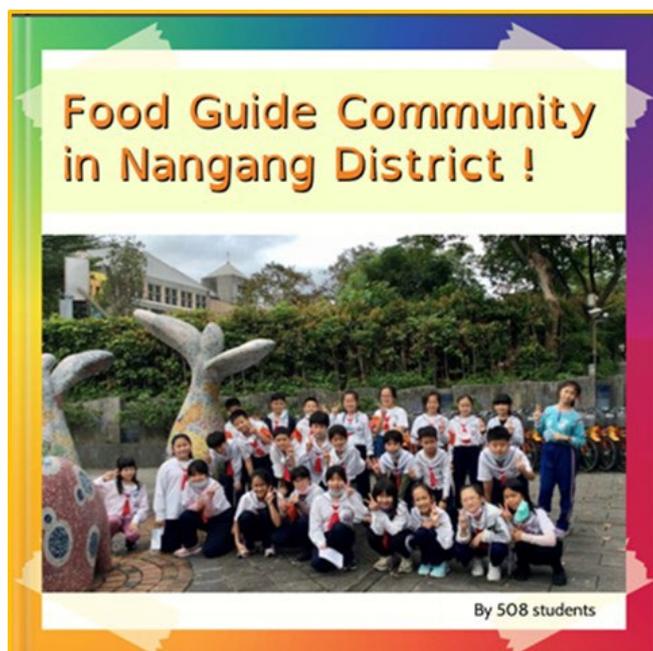


圖 6. 學生自製市區食物環境指南電子書

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究的參與對象為臺北市某國小五年級的 29 名學生，來自於同一個班級，其年齡的分布為 10 至 11 歲之間。

3.2. 研究工具

本研究以國際觀、溝通表達傾向以及學習滿意度問卷為工具，探討國小學生的國際觀與溝通表達傾向之影響，並調查其對於本全球網路教育方案學習的滿意度。

本研究所使用的國際觀問卷，參考並修改自黃文定和林秀勤（2017）所發展之問卷，其原始的 Cronbach's α 值為 0.83，代表其具備良好的信度；溝通表達傾向問卷參考自 Lai 和 Hwang (2014)所開發之問卷，其原始之 Cronbach's α 值為 0.88。學習滿意度問卷則是參考自 Chu 等(2010)所開發之問卷，其原始的 Cronbach's α 值為 0.91。本問卷以 5 等量表的方式填答，其中 1 代表非常不同意，5 代表非常同意。

3.3. 教學過程與資料蒐集

本研究在綜合活動課，進行為期 3 個月的全球網路教育方案活動。在學習活動結束後，學生須填寫國際觀、溝通表達傾向以及學習滿意度問卷。之後，進行描述性統計分析。

4. 研究結果

4.1. 學生的國際觀之感知

在歷經全球網路教育方案學習活動之後，學生的國際觀問卷統計結果如表 1 所示。所有學生的國際觀問卷總平均為 4.38 分(標準差為 0.56 分；滿分 5 分)，而且，每一題的平均都在 4 分以上，顯示學生們對於在此學習模式下，有益於其對於國際觀的觀點。尤其是，在第二題「我認為不管是臺灣文化，或是其他國家的文化，都有保存的價值」以及第三題「我覺得每一個國家的文化都有值得學習的地方」的自陳分數都高於 4.6 分，展現出其高度的認同感。亦即，學生在全球網路教育方案學習活動中，能重視自己的文化，並尊重他國的文化。

表 1. 學生的國際觀之描述性統計

題號	內容	平均	標準差	5	4	3	2	1
一	我認為具有「國際觀」很重要。	4.21	0.94	45%	38%	14%	0%	3%
二	我認為不管是臺灣文化，或是其他國家的文化，都有保存的價值。	4.69	0.54	72%	24%	3%	0%	0%
三	我覺得每一個國家的文化都有值得學習的地方。	4.62	0.68	72%	17%	10%	0%	0%
四	每到一個陌生的地方，我樂於尋找新奇的事物。	4.14	0.92	41%	38%	14%	7%	0%
五	我想瞭解不同國家過去所發生過的事。	4.24	0.91	52%	24%	21%	3%	0%
平均		4.38	0.56					

4.2. 學生的溝通表達之傾向

在溝通表達傾向的向度上，學生的問卷統計結果如表 2 所示。所有學生的溝通表達傾向問卷總平均為 4.32(標準差為 0.66 分；滿分 5 分)，而且，每一題的平均都在 4 分以上，顯示學生們對於在此學習模式下，能有高度的溝通表達傾向。其中，在第二題「和別人說話時，我會考慮到他們的感受」的自陳分數為 4.59 分，展現出其高度的認同感。顯示全球網路教育方案學習有益於學生的同儕溝通方式。

表 2. 學生的溝通表達傾向之描述性統計

題號	內容	平均	標準差	5	4	3	2	1
一	和別人說話時，我會試著讓他們有愉悅的心情。	4.45	0.91	62%	28%	7%	0%	3%
二	我會試圖讓他人感受到他們很重要。	4.34	0.73	48%	38%	14%	0%	0%
三	我會試著用熱情的語調與別人溝通。	4.10	1.05	48%	24%	17%	10%	0%
四	和別人說話時，我會考慮到他們的感受。	4.59	0.63	66%	28%	7%	0%	0%
五	我會用話語和行動支持他人。	4.24	0.91	45%	41%	10%	0%	3%
六	我能理解別人告訴我的事情的隱私。	4.14	1.06	48%	28%	17%	3%	3%
七	我待他人的誠意會如他人待我一般。	4.38	0.77	55%	28%	17%	0%	0%
平均		4.32	0.66					

4.3. 國小學生對於全球網路教育方案學習滿意度

學生對於全球網路教育方案的學習滿意度，其統計結果如表 3 所示。所有學生對於本學習方案之滿意度的總平均為 4.28(標準差為 0.67 分；滿分 5 分)，並且，每一題的平均都在 4 分以上。此結果顯示出學生對於此全球網路教育方案活動，抱持著高度的滿意，認為有助於其學習。

表 3. 學生對於全球網路教育方案學習之滿意度

題號	內容	平均	標準差	5	4	3	2	1
一	這次的學習任務，讓我更理解學習內容。	4.28	0.80	45%	41%	10%	3%	0%
二	這次的學習任務中，我努力地學習觀察事物的差異。	4.17	0.76	38%	41%	21%	0%	0%
三	這次的學習任務不難理解。	4.24	0.99	52%	28%	17%	0%	3%
四	使用這個方式學習，我覺得比以前的學習方法更具有挑戰性和趣味性。	4.24	0.91	52%	24%	21%	3%	0%
五	使用這個方式學習，我可以獲得一些新發現或新知識。	4.45	0.69	55%	35%	10%	0%	0%
六	使用這個方式學習，能讓我用新的方法或是思考模式來學習。	4.41	0.73	55%	31%	14%	0%	0%
七	使用這個方式學習，有助於我學習分辨事物的特性。	4.17	0.80	38%	45%	14%	3%	0%
八	使用這個方式學習，有助於我觀察事物的差異。	4.28	0.88	52%	28%	17%	3%	0%
九	使用這個方式學習，有助於我運用新的角度觀察事物。	4.28	0.88	52%	28%	17%	3%	0%
平均		4.28	0.67					

5. 討論與建議

本研究藉由參與全球網路教育方案，以專題導向的方式設計與規劃國小五年級學生的全球教育課程，引導學生進行全球文化與教育之學習，並探討其對於學生的國際觀與溝通表達傾向之影響。經由統計結果顯示，在全球網路教育方案學習模式下，學生能感知到高度的國際觀與溝通表達傾向。再者，學生對於此學習模式覺知到良好的滿意度。

從學生的問卷中，可發現在歷經全球網路教育方案學習活動之後，學生們覺知高度的國際觀，尤其是在自己和他國文化的保存和尊重上，均顯現出高度的認同感。再者，學生在此方案學習模式下，亦能夠展現高度的溝通表達之傾向。綜上所述，本研究結果符合劉美慧、洪麗卿與張國恩(2020)的主張，其認為國際教育的目標內涵應重視跨文化溝通，亦需學習國際文化的多樣性與尊重他人的文化。

如上所述，中小學生若能有體驗跨國學習機會，將能激發其跨文化比較的觀察力與反思能力，本研究進一步證實，在全球網路教育方案學習模式下，學生能感知到高度的國際觀與溝通表達傾向，可做為全球教育的一項參考。然而，受限於研究對象的小樣本，建議未來研究可朝向大樣本或增加控制組的方向，以獲取更進一步的資訊。

致謝

本研究由臺北市 110 學年度推動美國彭博慈善基金會 Global Scholars 全球網路教育計畫部分補助。

參考文獻

- 黃文定、林秀勤 (2017)。國小高年級學生跨文化溝通態度量表之發展。臺北市立大學學報：教育類，48，29-52。
- 劉美慧、洪麗卿、張國恩 (2020)。中小學國際教育能力指標之建構與運用。中等教育，71(2)，17-39。
- Chou, P. I., Cheng, M. C., Lin, Y. L., & Wang, Y. T. (2015). Establishing the Core Concepts and Competence Indicators of Global/International Education for Taiwan' s Grade 1 - 9 Curriculum Guidelines. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24(4), 669-678.
- Chu, H. C., Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Tseng, Judy C. R. (2010). A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. *Computers & Education*, 55(4), 1618-1627.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483-497.
- Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 8(3), 276-291.
- Tohidfam, M. & Dalili, S. (2015). National identity turns, in the age of globalization. *Philosophy Study*, 5(2), 70-77.

臺北市國小教師對於 COVID-19 疫情停課期間實施遠距教學之感受

A Study of the Perception of Teachers of Elementary Schools in Taipei City on Online Distance Teaching during the Suspension of Classes due to the COVID-19

顏千翔¹ 賴阿福²

Yen, Chien-Hsiang¹ Lai, Ah-Fur²

¹臺北市大安區幸安國小 ²臺北市立大學 資訊科學系

¹qianxiang@hps.tp.edu.tw ²laiahfur@gmail.com

【摘要】 2021年五月下旬，新冠肺炎臺灣本土疫情升溫，教育部發佈「停課不停學」之政策。教育局處、各校教師、家長及相關教育機構單位，皆在最有限的時間內考量遠距線上教學的各種狀況，並妥善規劃遠距線上教學的應對方針與措施，希望能確保學生受教權益。本文透過問卷調查法，以臺北市國小教師為調查對象，了解其對於停課不停學期間實施遠距線上教學之感受。臺北市國小教師對於遠距線上教學之實施是可接受的且有良好的準備度，但發現教師對於遠距線上教學成效抱持負面看法。

【關鍵字】 停課不停學；國小教師；遠距教學；感受

Abstract: In late May 2021, the epidemic of new coronary pneumonia in Taiwan became severe, and then the Ministry of Education issued the suspending classes and non-stop learning policy. To ensure the students' learning rights and interest, the education bureau, school teachers, and related stakeholders had offered full supports for all of teaching and learning processes. The purpose of this study was to investigate the teachers' perception toward online distance education through questionnaire survey method. The subjects are teachers of elementary schools in Taipei city by snow-ball sampling. The research results revealed that the teachers of elementary schools had high acceptance degree and full preparation for distance education. Nevertheless, they showed negative attitudes toward the effectiveness of distance education.

Keywords: suspension of classes and non-stop learning, elementary schools' teachers, distance teaching, perception

1. 前言

1.1. 研究背景

COVID-19 從 2020 年起在全球引起大規模傳染至今稍微趨緩，由於病毒不斷變種，染疫與傷亡人數持續累積，顯示各國政府對 COVID-19 無法有效控制。據美國約翰霍普金斯大學的系統科學與工程中心（Center for Systems Science and Engineering, 簡稱 CSSE, 2021）的即時統計數據顯示，截至 2021 年 7 月 1 日止，全球累計 1 億 8,212 萬 8878 例感染，394 萬 5,332 人死亡，COVID-19 威脅著人類的生存（王志菁，2021）。聯合國教科文組織的統計資料顯示，學校停課會加劇學習的不平等，對弱勢兒童和青年的影響特別嚴重，因此為維護學生學習權益，各國皆致力於減輕停課對學生的直接影響（洪詠善，2020），將近九成的國家以替代的遠距教學方式來避免學生學習中斷（王志菁，2021）。

在 2021 年五月中下旬，臺灣的 COVID-19 疫情逐漸升溫，中央疫情指揮中心發佈三級警戒，教育部不得不緊急的下令各級學校實施停課不停學政策當時本人正於臺北市中正區某所國小擔任三年級自然科、社會科及五年級自然科的科任教師任務。緊急的政策使得學校行政

人員、教師群必須在最有限的時間內決策妥善規劃遠距線上教學的措施，並且不斷滾動式修正，同時也必須和家長緊密的聯繫並且攜手合作，以確保學生在停課期間的受教權益。在短時間之內，大規模的親、師、生必須操作並適應遠距教學，臺灣的教育被迫改變，且面臨空前的挑戰。

1.2. 研究動機

自 2020 年起，作者本人投入校內教師行動自主學習社群，學習將載具及多元的 app 運用於教學。面對 2021 年五月中旬緊急的停課政策，安排遠距線上教學的教學活動、教材、作業、評量、親師互動等歷程中，一開始尚覺不適應，也發現對於指導學生操作、家長溝通或校內同仁的交流等方面，發現遠距線上教學時面臨諸多困境。首當其衝，遠距線上學習所需的電腦、平板、網路等軟硬體設備，以及數位課程師資、教材設計與學習成效等問題，皆是必須面臨的考驗。大家在艱困的處境下，不斷突破並找到解方，漸漸發現遠距線上教學除了具有不便與劣勢，如：減少師生互動、同儕討論和協做，學習效果也受到影響；也具有因操作得宜所產生的較傳統授課方式的更佳效益 (Dumford & Miller, 2018)。

如今疫情稍微趨緩之際，期望透過問卷調查及數據的分析，以了解臺北市國小教師對於疫情期間停課不停學操作遠距線上教學方式的感受，整理所蒐集的問卷並且歸納其認為可能面臨的困境並結合其所具備之優勢，期望能提供未來政策實施參考及供教師發展適當且有效的遠距線上教學精進策略，當未來仍因應各種不可抗力因素而停課不停學時，則能有更完善的配套應對措施，以確保學生的受教權益不再受到中斷。

1.3. 研究目的

基於上述背景與動機，本文研究目的如下：

目的一：探討 2021 年停課不停學期間，教師實施遠距線上教學之感受。

目的二：探討 2021 年停課不停學期間，遠距線上教學實施的相關困境與問題。

2. 文獻探討

本研究主要探討臺北市國小教師對於 COVID-19 疫情停課期間實施遠距教學之感受，了解其所面臨之困境，以利未來能夠發展相關教學精進策略應對。透過與遠距教學相關之文獻整理與學者專家觀點的彙整，建構「臺北市國中小教師停課不停學期間對於遠距線上教學之看法」之問卷。其中探究主要分為七大向度及綜合觀點彙整。

2.1 停課不停學與遠距線上教學

師生分隔兩地，教師藉由網路通訊、電腦科技以及各種視聽媒體，將教材傳遞給學習者，並和學習者進行即時（或非即時）的雙向互動的教學方式即稱為「遠距教學 (Distance Instruction)」(沈中偉, 1994)。根據 Moore 和 Kearsley (1996) 的定義，遠距教學係指「學習者處於和教師或其他學生不同的時空，經教師藉由平面或電子傳播媒體將教學內容傳遞給學習者，而學習者以這樣的形式進行學習的活動」。

2019 年 COVID-19 從中國武漢迅速蔓延世界各地，形成世界性的流行性傳染疾病。世界各國因應疫情，為確保學生受教權益，而實施遠距線上教學。線上教學轉換了教師的教學場域及學生的學習場域，而讓教師能在不中斷教學活動的狀態下，讓學生的學習繼續依循著學習的階段性學習 (蔡明學, 2020)，這正是教育部明令疫情期間停課不停學之主要原因。

2.2 教師線上教學之準備度

「全國中小學線上學習調查」(親子天下, 2021)分別調查國中小學生、教師與家長對於疫情期間實施線上教學之看法，其中涵蓋親師生三方對於線上教學準備度及信念相關之議題探討。根據資料歸納三個主要的探討方向，包括：(1)數位化是教學改變的共通答案。(2)學生必

須提高自主學習的動力及能力。(3)師生需增能數位學習相關知識與技能(邱紹雯, 2021)。研究者亦參考相關資訊, 編擬此次研究之研究工具。

2.3 遠距線上教學對學生社交與心理層面之影響

遠距線上教學期間, 孩子在網路及使用 3C 的時間更長, 與他人面對面交流的時間幾近為零, 英國家長指出, 遠距教學讓孩童的網路成癮和網路霸凌情況更為嚴重, 同時還失去了同儕支持和學校的庇護, 讓孩子時常感到孤單無助(洪雅芳, 2021)。學者更指出受到疫情影響的新冠世代(Generation of Corona), 學生的自我認同和自我概念受到社會因應疫情變化的改變而重新形塑(Hoffower, 2020)。因此, 本研究亦在問卷調查時, 調查教師觀察學生在線上教學期間的同儕互動及團體討論行為等人際及心理層面的感受。

2.4 遠距線上教學線上作業指派、繳交與批閱

因應新課綱的實施, 現今教師將是以多元、適性與適量的方式指派作業與評量, 以提升學生學習動機為主要目的, 讓學生能夠從作業與評量中有思考與探究的歷程, 而不再只以繳交紙本作業或測驗為主。學生根據該課堂之規範, 於酷課雲或指定線上平台上傳作業檔案, 可為文件檔、圖檔、影音檔, 形式相當多元(張瑞賓、李建華, 2021), 教師批閱作業也不再侷限於紙本形式的批閱, 作業批閱與回饋的即時性也相對提高了。

2.5 教師實施遠距線上教學之困境

COVID-19 在外國迅速擴散之初, 各級學校、教師和學生幾乎是在沒有準備的情況下緊急實施線上遠距教學, 學生必須立即從課堂學習改為遠距線上學習。Wei Bao (2020) 的研究中, 歸納五項影響遠距教學的因素: (1) 數位教學設計與學生的學習有高度相關; (2) 數位教學訊息必須有效傳達; (3) 學生需學習支持; (4) 教師高品質參與學生的學習能夠幫助學生學習加深加廣; (5) 需要預備使用的教學平台。

涂振源(2021)的研究亦歸納緊急線上學習的幾項主要的挑戰, 包含: 網際網路連接、個人資訊能力、時間管理調配、心理健康專注以及學校教師支持。然而學生若無法突破上述困境, 即讓線上教學無法順利實行, 教師和學生皆陷入困境。然而國小學生仍屬於未成年, 心智年齡尚未成熟, 因此在實施線上遠距教學期間, 有更多操作需要家長協助與支援, 親師生之間的溝通與互動也必須更加緊密, 才能將障礙一一排除, 讓教學順利進行。

3. 研究方法與設計

研究者根據前述文獻探討與理論後, 編擬臺北市國中小教師對於因應疫情實施遠距線上教學之感受之問卷, 歸納彙整後發展初始問卷, 並且邀請領域專家審定修改, 以建立該問卷之專家效度。接著抽取樣本參加預試, 以分析問卷的內部一致性, 將不適宜之試題與以刪減。以此問卷為基礎, 發展正式問卷。

3.1 研究架構

調查臺北市國中小教師對於 2021 年停課不停學期間, 實施線上教學的看法。調查並分析教師對於停課期間線上教學的感受, 並歸納其所認為之困境, 以利未來在政策上或是教學策略上發展因應方法, 研究架構如圖 1 所示。

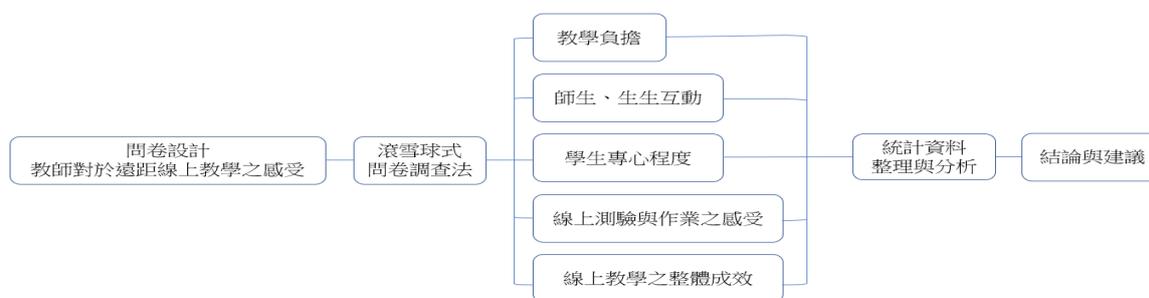


圖 1 研究架構

3.2 研究工具

「臺北市國中小教師停課不停學期間對於遠距線上教學之看法」之問卷為本研究之測量工具，問卷中共含有八個向度的題組，共 55 題，其中第一至第七向度採用李克特氏五點量表 (Likert 5-point scale)，將非常同意編碼為 5、同意編碼為 4、普通編碼為 3、不同意編碼為 2，非常不同意編碼為 1。第八向度採取複選題。在發展問卷的過程，首先採用專家效度 (Expert validity)，由臺北市立大學資訊科學系教授逐一審題；之後進行預試，並將蒐集之原始資料以 SPSS 內部一致性信度分析，根據學者 Nunnally(1978)觀點，任何測驗或量表的信度係數 alpha 值至少於 .50 以上，表示該量表適合使用。本問卷之七向度 alpha 值，皆大於 .70，因此認定此問卷適合作為施測工具 (如表 1)。又本研究再依據效度、信度、基本描述統計量、單一樣本 t 檢定等，做詳細的分析與說明。

表 1 問卷七向度信度分析

向度	題數	Cronbach's Alpha 值
一、教師對於線上教學之教學信念 (Teaching Belief)。	10	.807
二、教師對於線上教學期間師生、生生互動的看法。	7	.797
三、未來若繼續實施線上教學，教師對於個人的線上教學準備度的看法。	7	.787
四、未來若繼續實施線上教學，教師對於學生線上教學準備度的看法。	7	.797
五、教師對於學校及教育機構線上教學支援準備度的看法。	6	.834
六、教師對於實施線上評量與測驗的看法。	6	.771
七、教師對於線上教學時的指派與繳交作業方式的看法。	6	.773
八、教師對於使用數位工具/平台實施教學、作業指派與評量之綜合觀點。	6	因本向度為複選題，不做信度分析。
合計	55	

3.3 研究對象與方法

本次研究對象為臺北市中小學教師，採取滾雪球式抽樣 (snowball sampling)，透過 Line 於各校教師群組發送 Google 電子問卷，蒐集之問卷數量共計 167 份，皆為有效問卷。調查之七大向度統整歸納為教師之個人教師信念、實施遠距教學時人際與心理層面之觀點、各方面之準備度、實施遠距教學中評量測驗與作業繳交之觀點等。最後，也提供受試者回饋在實施線上教學期間其他的心得分享，並彙整之。

4. 研究結果

本研究所探討之核心議題為臺北市國小教師對於因應疫情實施遠距線上教學之感受及實施之困境；問卷調查臺北市國小現職教師之感受，七向度題組之統計分析，結果如下所述。

4.1. 教師對於實施遠距線上教學感受之分析

本研究對於「教師對於實施遠距線上教學感受」問卷 (表 2) 進行 SPSS 信度分析，再將七向度之平均做單一樣本 t 檢定。考驗後，七個項度題組檢定結果 $p < .001$ ，皆達顯著水準，

大部分題組之平均數顯著大於檢定值 3，顯示臺北市國小教師普遍能接受疫情停課期間遠距線上教學之教學方法。

表 2 教師對於實施遠距線上教學感受之單一樣本 t 檢定 (檢定值 = 3)

	$t_{(166)}$	平均數	標準差
一、教師對於線上教學之教學信念 (Teaching Belief)。	5.630***	3.32	.70
二、教師對於線上教學期間師生、生生互動的看法。	-1.130***	2.91	.67
三、未來若繼續實施線上教學，教師對於個人的線上教學準備度的看法。	14.917***	3.91	.80
四、未來若繼續實施線上教學，教師對於學生線上教學準備度的看法。	24.207***	3.82	.44
五、教師對於學校及教育機構線上教學支援準備度的看法。	26.007***	4.23	.61
六、教師對於實施線上評量與測驗的看法。	9.313***	3.54	.69
七、教師對於線上教學時的指派與繳交作業方式的看法。	15.221***	3.72	.59

*** $p < .001$

後續再將各個題組中有共同性的試題挑選出來並分析歸納，如下：教師對於線上教學中教學負擔之感受 (表 3)、教師對於線上教學中師生及生生互動之感受 (表 4)、教師對於學生之專心程度之感受 (表 5) 及教師對於線上教學成效之綜合感受 (表 6)。

由教師對於線上教學中教學負擔之感受 (表 3) 的數據中，發現教師普遍認為線上教學比傳統面對面式的教學負擔重，且在其中必須引導學生討論和互動也造成教學活動的負擔。並且在實施測驗、評量與作業的過程中，需要耗費更多的時間。根據個人及教學夥伴的經驗，在備課時，即便各大出版社都有在期間提供免費的電子書或教學資源，教師仍需要多花心力將課程資料整理並上傳到平台供下載參閱，或是有些無法實際呈現的教材，要以預錄的方式或是適合學生接受且不影響效果的方式呈現，因此備課即是一大工程，要盡善盡美，每一堂線上教學的準備都必須較以往課堂教學需要多花上二至三倍的時間。

將多位教師的意見蒐集歸納如下：線上教學期間，點名過程要花上將近 15 分鐘，等待未準時上線的學生、聯繫未上線的學生並了解情況。進入教學活動後，掌握學生專注的程度是一個挑戰，教師必須設計較傳統課堂教學更多元形式的討論、互動，確保學生是認真投入於學習中。然而受限異地的時空，如此的「教學互動」若在學習者沒有透過語言與非語言的回應，就像是教師一人獨角戲。整堂線上教學課程結束後，對於教師的身心是沉重的負擔。

在教學後的評量與作業指派，教師雖然有多元的評量方式，但必須更謹慎的思考並採用適當的評量方式，以確切的評量學生的學習表現，如此一來在測驗與作業的編製上及學生交回的成果則需要花費更多的時間加以檢核。由以上教學現場教師之意見分享與回饋，即可得知，線上教學的實施確實對教師是沉重之負擔。

表 3 教師對於線上教學中教學負擔之感受 (檢定值 = 3)

	$t_{(166)}$	平均數	標準差
我認為線上教學中的引導學生討論與互動較傳統教學負擔重。	***17.266	4.12	.85
我認為線上教學會增加我教學的負擔。	***7.954	3.72	1.13
我認為編製線上測驗是耗時且費力的。	***10.678	3.82	.99
我認為設計、編製並指派線上作業比傳統作業需要耗費較多時間。	***16.597	4.13	.87

*** $p < .001$

表 4 教師對於線上教學中師生及生生互動之感受 (檢定值 = 3)

	$t_{(166)}$	平均數	標準差
我覺得線上教學中師生及生生互動的疏離感難以克服。	10.349***	3.72	.92
我在線上教學中，學生同儕間的互動是頻繁的。	-5.724***	2.61	.95
在線上教學中，學生同儕間互動討論的深度是不足。	15.286***	4.02	.86
我可以在線上教學中引導及掌握學生的小組討論及交流互動。	-3.059**	2.63	1.06

*** $p < .001$ ** $p < .05$

Garrison (1993) 認為，良好的學習過程應有師生雙向互動，只有學習者與教材，學習效果是有限的。但從教師對於線上教學中師生及生生互動之感受（表 4）的數據中，發現教師認為線上教學期間人際的疏離感是難以克服的，且同儕間的互動也受時空限制，而致使互動討論深度不足，互動不頻繁，教師也對於學生的討論與交流過程難以掌握。令我們擔心這段期間的線上教學是否因為這些師生與生生間人際互動不足之因素而影響教學效果。

洪翊甄 (2021) 的研究與本調查亦有相似之處，認為遠距線上教學不如傳統課堂教學可以面對面互動，因此學生可能有忘記要上課、無故缺席、分心做其他私事等因素，致使學生在該堂課的學習成效不佳。而教師也因為無法監控學生在家的實際上課狀態，便無法立即給予提醒，因此必須要求學生自律。根據皮亞傑的道德發展理論，國小學生尚處於他律階段，要求其自律相當困難，教師認為請家長陪同操作，似乎更能提升學生之學習專心度，進而提升學生的學習成效。

表 5 教師對於學生專心程度之感受 (檢定值 = 3)

	t ₍₁₆₆₎	平均數	標準差
我能夠掌握學生在線上教學過程是否專心的。	-4.099***	2.71	1.00
我認為學生在線上教學時很容易分心。	21.908***	4.35	.76
線上教學時，我認為學生須家長陪同較容易專心。	11.819***	4.03	1.03

*** $p < .001$

教師線上測驗與作業指派感受（表 6），教師大多認同自己在使用編製評量測驗和作業的工具需要花費許多的時間及心力，但成效不如預期。因為測驗的方式侷限於線上平台，因此較難測得學生的學習表現，特別是關於動作或技能相關的實作評量，多位教師反映為了批閱方便，他們將題型改為選擇題或是非題，因而使得在測驗時的公平性也堪慮，即便有些線上教學平台有防弊措施（如：離開作答視窗即視為交卷等），但在學生自制力不足的狀況下防不甚防，且資訊設備充足的狀況下，許多學生可能一邊作答，一邊用其他載具或工具查找答案，或是透過通訊軟體與其他同儕互通有無，因而無法正確測得學生的學習成就。

表 6 教師對於線上測驗之感受 (檢定值 = 3)

	t ₍₁₆₆₎	平均數	標準差
我認為線上測驗能夠提升學生學習的動機。	4.710***	3.43	1.00
我認為學生在線上測驗的過程中可能有作弊的現象。	14.759***	3.91	.80
我認為線上測驗較傳統測驗更不易測出學習表現（例如：動作、繪圖等技能或實作評量）。	12.644***	4.06	.93
我認為線上測驗的公平性是有爭議的。	16.632***	4.12	.83

*** $p < .001$

表 7 教師對於線上教學成效之感受 (檢定值 = 3)

	t ₍₁₆₆₎	平均數	標準差
我認為線上教學是有效的教學方式。	-4.267***	2.73	1.01
我認為教室面對教學(課堂)之學習成效優於遠距線上教學方式。	27.592***	4.52	.72
我認為在教室面對教學(課堂)融入資訊科技方式之學習成效優於遠距線上教學方式或傳統教學(未融入資訊科技)方式。	20.958***	4.31	.83

*** $p < .001$

教師認為教室中面對面的課堂教學成效仍優於遠距線上教學，且線上教學並非有效的教學方式（表 7），在 Maier Veronica 等人 (2020) 對於羅馬尼亞大學生使用線上學習系統的調查資料中指出，有 27% 至 34% 的學生認為線上教學平台讓學習變複雜化，且無法提升學習成效。本研究中指出教師認為在教室中的教學若能夠融入資訊科技之方式，是有助於提升教學成效的，由於臺北市所推動的資訊融入教學，現今臺北市教師普遍能認同並使用科技輔助教學。Irene van der Spoel 等人 (2020) 在關於荷蘭教師對數位學習感受之研究顯示教師愈常將資訊融入教學，則對數位學習看法愈積極。如教師能在平時課堂中即多加演練遠距線上教學，也許就能以更加積極的態度來提升教學。

4.2 遠距線上教學中面臨之困境

在遠距線上教學中教師面臨許多困境，多是與學生相關的因素，包含：擔心學生的專心度與學習成效、數位資訊設備操作及心理健康層面等。其中，有七成以上的教師擔心學生專心度不佳（73.5%），可能在線上教學期間難以專注在教學活動中，或是對於數位工具與平台熟悉度不足（71%），而導致無法順利學習，且在與學生沒有上線即無法溝通聯繫的狀況下，根本無法立即解決其困難。國外亦有相關研究顯示教師在遠距教學面對之困境最主要為擔心難以監控學生的進步和學習效果（Weixin & Xiao, 2020），這便與此次問卷調查結果有相似之處，對於自律性尚不足的國小學童來說，使用遠距線上教學要掌握學生的專心程度和學習效果真的是教師們共同面對的挑戰。

有六成的教師擔心學生的身心層面有負面影響，包含：學生視力問題（64.2%）及生生同儕互動不易進行（64.2%）、學生家裡資訊設備不足（61.7%）遠距線上教學氣氛不如教室教學氣氛（61.1%）、總結評量（期末考）不易實施（59.9%）、學生學習問題指導不易（54.9%）、學生會在線上教學時偷玩手機（53.7%）、師生互動不易進行（53.1%）、教師對於數位工具與平台熟悉度不足（51.9%），如圖 2。從上述資料，可歸納為學習態度的困境、學生網路資訊空間的困境及學生身心狀況的顧慮。

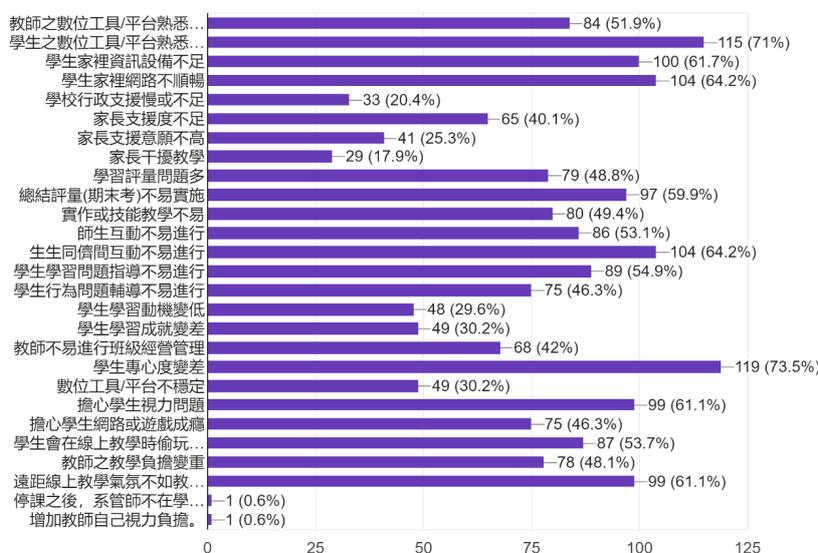


圖 2 2021 年停課不停學線上教學之困境

5. 結論與建議

經歷疫情停課的線上教學後，臺灣整體的教育皆已發生改變，我們從中體認教師與學生的自主學習同樣重要，在如此嚴峻的疫情下被迫進入數位教育的時代，教師除了有教學的學科知識以外，更應不斷自主精進數位學習之專業能力，以建立自我在教學時的信心。也可以熟悉並善加操作現有之線上教學資源與平台，相信如果教師也持有如此的教學信念，能夠在未來的教育現場中透過資訊融入教學的方式，讓教學更加順利且提升教學之成效，也能進一步提升學生自主學習之能力。

本研究的結果顯示，臺北市的國小教師普遍能接受在疫情停課期間的遠距線上教學，但在遠距線上教學上仍面臨幾項主要的困境，包含：網際網路連接、個人資訊能力、時間管理調配、心理健康專注以及學校教師支持等，皆是因為對學生的專心程度的掌握不足，進而擔憂學習成效。

臺北市各級學校及教育機構近期也持續的推動許多遠距線上教學工具與教學策略運用、資訊融入教學、數位學習等相關的研習，期望教師們都能善加利用，以因應時勢增進自身的教學知能，並且能再研討相關策略克服線上教學之困境，以提升遠距線上教學之學習成效。

6. 參考文獻

- 王志菁 (2021)。新冠肺炎疫情對教育的衝擊與省思—從學生學習權的觀點分析。《中華管理發展評論》，10(1)，1-13。
- 沈中偉 (1994)。《科技與學習理論與實務》。臺北市：心理出版社。
- 邱紹雯 (2021/9/8)。【全國中小學線上學習大調查】九成師認遠距拉大學習落差。親子天下。取自 <https://flipedu.parenting.com.tw/article/006773#>
- 洪翊甄 (2021)。國小第一線教師實施遠距教學面臨的挑戰與對策。《臺灣教育評論月刊》，10(11)，111-115。
- 洪雅芳 (2021)。遠距教學下的小革命和新挑戰—當學生消失不見、心理健康惡化，英國如何因應疫情對教育的長期衝擊。
<https://www.twreporter.org/a/covid-19-distance-learning-in-uk>
- 涂振源 (2021)。COVID-19 疫情期間外國大學生線上學習之初探。《臺灣教育評論月刊》，10(10)，94-101。
- 張瑞賓、李建華 (2021)。遠距教學常態化問題之探討與建議。《臺灣教育評論月刊》，10(6)，27-34。
- 教育部 (2021/5/18)。因應疫情停課居家線上學習規劃。<https://is.gd/bdAkdZ>
- 蔡明學 (2020/9)。線上學習的困境及未來發展。《國家教育研究院電子報》，199 期。
- Bao, W. (2020). COVID-19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University. *Human behavior and emerging technologies*, 2(2), 113-115.
- Dumford, A. D. & Miller, A. L. (2018). Online learning in higher education: Exploring advantages and disadvantages for engagement. *Journal of Computing in Higher Education*, 30(3), 452-465.
- Garrison, D. R. (1993). A Cognitive Constructivist View of Distance Education: An Analysis of Teaching-Learning Assumptions. *Distance Education*, 14(2), 199-211.
- He, W. & Xiao, J. (2020). The Emergency Online Classes during COVID-19 Pandemic: A Chinese University Case Study. *Asian Journal of Distance Education*, 15(2), 21-36.
- Hoffower, H. (2020). *The coronavirus pandemic will mint a new generation, according to a researcher- and it has nothing to do with the supposed "baby boom"*.
<https://www.businessinsider.com/coronavirus-pandemic-create-new-generation-aftergen-z-2020-4>
- Maier, V., Alexa, L., & Craciunescu, R. (2020, October). Online education during the COVID19 pandemic: perceptions and expectations of Romanian students. *In European Conference on e-Learning* (pp. 317-XVII). Academic Conferences International Limited.
- Moore, M. G. & Kearsley, G. (1996). *Distance Education: A Systems View*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Nunnally, J.C. (1978). *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill.
- Van der Spoel, I., Noroozi, O., Schuurink, E., & van Ginkel, S. (2020). Teachers' online teaching expectations and experiences during the Covid19-pandemic in the Netherlands. *European journal of teacher education*, 43(4), 623-638.

臺東縣偏鄉小校教師以 CSCL 進行協作閱讀教學專業成長模式研究

The study that Utilize CSCL to Progress the Professional Development of Reading Teaching Collaboratively in the Remote Schools Teachers in Taitung.

吳正成^{1*}，張志明²，張月昭³

¹ 國立東華大學教育行政與管理 博士生

臺東縣卑南鄉富山國民小學 教師

² 國立東華大學教育行政與管理學系 教授兼系主任

³ 臺東縣退休國小校長

* roywu9@gmail.com

【摘要】本研究以 4 位臺東縣偏遠地區國小之教師為研究對象，導入 CSCL 模式，以質性研究設計來進行教師閱讀寫作教學專業成長，並探討研究對象在 CSCL 模式下進行專業成長與教學實踐之情形。研究結果顯示，研究對象透過 CSCL 腳本進行教學專業成長協作學習具有良好成效之外，亦發現 CSCL 腳本在本研究中呈現出動態模式，研究對象的社會互動會影響其自我認同而有助於共同建構出知識體系，而不同需求的人機互動 (HCI) 模式亦為攸關 CSCL 腳本發展的重要因素。本文最後亦對後續之研究與推廣提出若干之建議。

【關鍵字】教師專業成長；電腦支援協作學習

Abstract: This paper takes 4 elementary school teachers in remote areas of Taitung County as the research objects, introduces the CSCL model, uses qualitative research design to carry out the teachers professional growth of reading and writing teaching, and discusses the research objects' professional development and teaching practice under the CSCL model. The results of the research show that the research objects' teaching professional growth collaborative learning through CSCL script has grate performance, and also found that the CSCL script show a dynamic pattern in this study. The social interaction of the research objects affects their self-identity and contributes to the co-construction of the knowledge system. And the different human-computer interaction (HCI) mode is also an important factor related to the CSCL scripts development. At the end of this paper, some suggestions for follow-up research and promotion are also put forward.

Keywords: teacher professional development, TPD, computer supported collaborative learning, CSCL

1. 前言

世界各地的教育系統正處於變革時代，教師專業成長 (teacher professional development, TPD；或譯為「教師專業發展」) 則是教育革新的關鍵要素之一。無可置喙的，教師是教育的生命線，是教育革新的主體；亦是教育品質之管理者，為攸關教育成效之關鍵。學生成功的學業表現與教師教學品質具有高度相關，教師專業成長是學校提高教學品質的首要因素 (OECD, 2005)。顯然，教師為教育革新之主體，亦為教育革新的對象，這樣的雙重身份，使得教師專業成長之議題無論在何處，從過去到現在一直受到極大的關注。

教師為提昇教學品質以維持專業表現，因此需要持續進行專業成長，方能促進學生學習成效，遂此，各國均大量投入教師專業成長方案。在教師專業化的支持與呼聲下，專業成長已是社會發展中對教師的必然要求，然而，教師專業成長不能僅依賴社會及外界的期望與支持，更需要的是教師自我內在的改變 (葉進，2007)。雖然中央與地方政府每年投入大量經費辦理之教師專業成長方案，本研究認為，影響教師專業成長的關鍵並非在於專業成長方

案的「量」，而在教師專業成長的「質」。臺東縣人口密度為全台最低，「地廣人稀」是臺東縣的最佳寫照，「距離」就成為臺東縣教師面對面互動的難題，亦是影響專業成長成效的限制。所幸，近年來拜資訊與通信科技（Information and Communications Technology, ICT）快速發展與普及之賜，教師能透過 ICT 來克服時間與距離的侷限，進行跨校專業成長社群運作，尤其在全球 COVID-19 疫情期間，主政單位提出「停課不停學」的政策推波助瀾下，更是飛速發展。支持性的教師線上專業學習（online Teacher Professional Development, oTPD）在過去十年中，可以看見其快速的發展（Hartshorne et al., 2020），oTPD 環境逐漸成形，已成為一種突破傳統教師專業成長的新模式。

現今實施的十二年國教課程中，以語文學習領域的教學時數所占之比重為最多，閱讀寫作教學亦是語文領域教學之重頭戲，在語文教育中占有舉足輕重的地位，亦一直是國小教育之基礎，故國小學童閱讀寫作能力之提昇，以及教師如何有效進行閱讀寫作教學，一直都是國小教師專業成長方案之重點。在近十多年來，「教師專業學習社群」一直是重要的教師專業發展模式之一，國內許多學者（丁一顧，2014；張德銳、王淑珍，2010；黃健翔、吳清山，2013）肯定「教師專業學習社群」對於教師專業發展的效益及重要性，而各層級教育行政主管機關，也是大力支持並推廣國小教師，透過「社群」形式運作來進行閱讀寫作教學之教師專業成長。

然而，社群運作與專業成長之間並非必然畫上等號，仍有賴有效之運作模式方能達成專業成長預期之目標。本研究者認為，社群運作固然有其優勢，然「距離」所產生的時空限制，仍需依賴 ICT 協助方能有效克服運作障礙。臺東縣教師在以社群進行專業成長方案，在 COVID-19 疫情期間，雖然已多數採線上方式進行，雖能克服距離與空間之限制，然進行方式大多仍是以合作學習為基礎。電腦支持協作學習（Computer Supported Collaborative Learning, CSCL）模式，是利用科技技術建立協作學習的環境，在討論、協作與分享的基礎上，進行學習的一種方式，是傳統合作學習的延伸和發展，擁有眾多的優點，所以近年來倍受關注和青睞。遂此，本研究者認為，若能將 CSCL 運用於臺東縣教師專業成長上，除能克服地理的時間限制之外，亦能解決合作學習之缺點，並能營造協作、分享之優質共學文化，對臺東縣推動教師專業成長而言，不啻為克服先天不利條件之良方。國內對於 CSCL 應用於教師專業成長之研究目前仍方興未艾，本研究者欲藉由此研究，開啟 CSCL 在教師專業成長領域運用之領域，相信對未來 CSCL 實證研究而言，應有值得期待之成果。

2. 文獻探討

2.1. 教師專業成長（TPD）模式發展

自教師專業成長（TPD）一詞出現以後，從 1990 年後至今三十年間，對於 TPD 的研究一直持續不斷，De Farias & De Araujo（2018）取自 Organisation for Economic Co-operation and Development（OECD）所發表過的報告中進行分析後發現，TPD 實有助於改進教師培訓，進而改進他們的教學實踐，有效提昇了教學品質及未來專業的培訓。因此，在過去數十年中，教師專業成長的模式不斷的在發展中，也不斷的改進，以滿足在改進的過程中不同層面的需求。

發展 TPD 的目的，包含了「提高教學效能」與「支持專業成長」二個方向（Villegas-Reimers, 2003）。早期 TPD 的進行模式，是由教育領域的一些專家學者來構建與設計的，進行的模式通常是短期課程或研習等方式，其目的通常試圖去改變教師信念與態度，期待這些改變能為教師在教學實踐與行為帶來變革，就如同「在職培訓」一般。然而，這種隱含在傳統教師培訓計畫中的邏輯，與現實是存有差距的，實際上並不能反映出教師在專業成長過程中的真實面。遂此，Clarke & Hollingsworth（2002）提出了一種「互聯關係模式」

(interconnected model)，既具備教師的思維，又可以產生新的實踐，面向與面向間形成了許多複雜的動態連結關係而造就多元的發展途徑，亦表 TPD 的複雜性與非線性。

瞭解到教師專業成長的複雜性與非線性，仍然不足以達到 TPD「提高教學效能」與「支持專業成長」之目標。Villegas-Reimers 於 2003 年在聯合國教科文組織 (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO) 的贊助與支持下，針對全球有關 TPD 方案進行國際文獻的回顧與分析後發現，其自 Villegas-Reimers 的 TPD 模型中發現到一個「遠距教學」的亮點。近年來由於 ICT 產業的快速發展，遠距教學也對教師專業成長的方式與經驗結構產生了重大的影響，各國開始基於 ICT 創建了多元的教師專業成長方案，以支持教師進行專業成長。毫無疑問的，透過 ICT、網際網路與數位軟、硬體設備的發達，可為教師的專業成長提供更大的靈活性與自由度，讓教師可以依自己的學習節奏與時間安排從事特定的專業成長活動。

鑑於上述文獻中針對 TPD 模式發展之概述，值得注意的是，ICT 已成為當前 TPD 模式發展之支持架構，實際上亦已成為支持線上進行 TPD 之要素。然而這樣的環境與支持要素，是否能更有效的促進教師的專業成長？將再下面進行研討。

2.2. 資訊與通信科技 (ICT) 在教師專業成長之應用

自從數位載具的普及，以及線上數位學習平台雨後春筍般的設立之後，教育界的 ICT 推動教育技術 (Education technology, EdTech) 的環境儼然成形，即在教育中運用硬體、軟體、數位內容、數據和資訊系統來支持並豐富教學和學習，並改進教育品質的管理與教育服務的提供。世界銀行 (The World Bank) 於 2020 年底發佈了二份報告中，概述了後疫情時代對未來學習的願景，並倡議利用 EdTech 來抵禦未來的衝擊，持續教育革新並重新構思未來提供教育的方式 (The World Bank, 2020a; The World Bank, 2020b)；聯合國教科文組織 (UNESCO) 亦認為，ICT 可以更好地補充、豐富和改造教育 (UNESCO, 2022)；在 COVID-19 疫情期間支持遠距學習，亦是 2015 年「青島宣言」(The Qingdao Declaration) 中實現 2030 年全球永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 之願景。直至現今，ICT 的日益發達普及，網際網路快速擴張拉近世界的距離，獲取知識越來越容易，為了達成 TPD「提高教學效能」與「支持專業成長」之目標，使用 ICT 來架構 TPD 方案的進行、增進教師間專業知識傳播、優化資訊獲取、倡導優質有效的協作學習，以及提供更高效的平台服務則是必然趨勢。

當 TPB 出現「遠距」的模式之後，意味著 TPD 已開始重視到「距離」的限制並出現克服的方案。過去 10 年間，隨著 ICT 產業的發達，數位載具與網際網路的結合，無疑的已對 TPD 的課程、實施及經驗產生結構性的影響，遂此，線上教師專業成長 (online teacher professional development, oTPD) 模式便應運而生。線上教師專業成長 (oTPD)，簡而言之，即是在線上進行 TPD 的模式。oTPD 模式的快速衍生，係因透過電腦、無線、數位的方式所產生「資訊物件」(computational artifact)，能夠克服時空與環境的限制進行傳播，使得 TPD 具有更高的靈活性，得以建立更寬廣的人際網絡，並能降低 TPD 運作的成本，最重要的是，這些特點均已被實證研究所驗證 (Brooks and Gibson, 2012; Dede, et al., 2009; Stevens, et al., 2016)。

oTPD 能夠克服時間和空間的限制，使教師可以根據自己的需求更靈活地做出學習安排，同時還可以在某種程度上降低了時間的損耗、經費的支出及交通成本，在這方面凸顯了 oTPD 的彈性優勢。除此之外，oTPD 亦能與面對面的 TPD 一樣承擔著傳遞新的知識和觀念的功能，透過網路科技，將客觀存在但呈現分散狀態的各種資源凝聚及整合起來，使之統整成為數位的學習資源，藉由 ICT 環境構築的知識分享與共用空間，協同發展並激發每個參與者成為學習共同體，將個體觀念透過協作過程轉化為集體知識，促進新知識的創建與發展。

這種「知識創建共同體」的組織形式，是當今 oTPD 最大的潛在優勢，亦是被認為對教師較有助益的成長模式 (Brooks & Gibson, 2012; Stevens, et al., 2016)，且 oTPD 線上的形式可以在社群內進行個別客製化的指導，在非同步的線上教學中還能讓教師參與到自我的實踐，有助於進行持續的反思 (Dede, et al., 2009; Borko, et al., 2010)。

2.3. 線上教師專業成長 (oTPD) 與 CSCL 之聯結

「電腦支持協作學習」(CSCL) 是指以科技 (technologies) 為中介的學習情境，透過小組方式進行互動協作，以解決複雜的非結構化問題或需要設計的項目 (Johnson, et al., 2000)。而 oTPD 係藉由 ICT 來營造教師進行專業成長的學習環境，其本質上即實為一種 CSCL 模式 (王美, 2008)。當前 ICT 運用於教師專業成長已相當廣泛且不斷創新，然而比較重要的是，ICT 在教師專業成長之運用應針對教師本身教與學進行創新與精進，而非僅僅是透過 ICT 環境來進行教學行為的複製。因此，雖然教師專業成長已經發展到線上模式 (oTPD)，然而部份教師的概念障礙 (conceptual barriers) 仍然是教師在進行專業成長時的挑戰，這個挑戰可以透過 CSCL 模式，來實踐教師專業成長的變革，透過宛若探究社群 (Community of inquiry, CoI) 的框架來進行合作與協商的學習，方能有助於推動概念變化以促進 CSCL 在教師專業成長上的實踐 (Prieto et al., 2013)。CSCL 模式能夠透過認知臨場感 (Cognitive presence)、教學臨場感 (Teaching presence) 以及社會臨場感 (Social presence) 之間的交互關係與支持輔助下，進行具深度的提問與回饋、培養出高層次的批判思考能力、以及最終建構出所需的知識 (Garrison, et al., 2000; Garrison & Arbaugh, 2007; 李佳玲, 2014)。教師們能透過彼此分享對教學專業意義之建構，來引發自我信念與專業知識之融合 (Borge, et al., 2018)，本研究認為，此方為教師進行專業成長之最終目的。

遂此，與 oTPD 相較之下，CSCL 應是一個有效的互動與協作過程，是具有社會文化脈絡的，因此互動 (interaction) 是 CSCL 中最核心的研究主流之一 (Tang, e al., 2014)。Vygotsky (1980) 主張，學習並非是個人在隔絕的狀態下兀自進行的心智活動，而是與他人在社會互動的過程中共同建構知識，並將之內化，進而刺激知識與認知的發展。因此，CSCL 可以是個人自我知識的學習，亦可以是一種參與社群實踐的學習 (Sfard, 1998)。所以 CSCL 能有機會改善教師進行專業成長的動機與滿意度，亦能有效克服教師進行傳統專業成長方案時缺乏「品質」之詬病。

雖然當前 CSCL 的應用已相當廣泛，涵括了多種專業、學門背景，且運用不同的研究取徑進行研究，研究結果也開始呈現多元的觀點。然本研究從所蒐集到相關 CSCL 之文獻中發現，其多見於應用在學生學習表現之上，但鮮少見應用於教師專業成長 (TPD) 之中，實有進一步探究之空間。

3. 研究方法與設計

本研究採取質性研究設計進行，以目的性抽樣方式，選取具有代表性及意願性之國小語文領域教師參與本研究。考量本研究之目的透過多元管道蒐集研究分析所需的資料，為建立本研究的信實度，研究者除了與五位被研究者進行訪談並引用其書面文件，在資料初步分析完畢後，研究者運用「參與者檢核」(member checking) 方式，請研究對象中之資深教師就本論文的分析、詮釋與結論表示意見，並邀請專家學者進行研究結果審視，藉以提出看法與問題，並且透過軟體輔助進行質性資料分析，以獲得具有信實度的研究結果。

3.1. 研究對象

本研究之目的係欲探究臺東縣國小教師採用 CSCL 學習模式進行專業成長之成效，本研究考者考量臺東縣因特殊地理與交通環境所形成之學區特性，立意選取四所偏遠地區學校且有意願參與研究之教師作為研究對象，並另由 1 位教師擔任資深教學教練之角色。

3.2. 研究設計

本研究由研究對象採線上教學方式，並進行跨校協同教學方式進行，同時，亦透過線上進行共備、觀、議課等集體互動討論，進行教師專業成長學習活動。

本研究之進行，前期由研究對象中之資深教學人員，透過 ICT 載具擔任線上主要教學者角色，先進行每週一次，每次一節課，共計進行四次之線上教學，其他 4 位偏遠地區學校教師在原班級中擔任協同教學者，進行班級學生指導及進行教學觀摩，並作成觀課紀錄。隨後再輪由其他 4 位偏遠地區學校教師分別完成每週一次線上主播者角色任務。後期再調整為每週二週一次，每次二節課之線上教學，同樣由研究對象輪流擔任主要教學者，非主教者則在原班級中擔任協同教學者角色及進行教學觀摩（含資深教學教練），並作成觀課紀錄。共進行完成 12 次線上教學協作學習任務。

研究對象並於每週固定時間以線上方式針對課前準備、教學設計、課後教學檢討與自我省思部份進行共備與授課後觀課討論，並以書面紀錄教學省思，以能立即進行檢討與動態修正。

3.3. 資料蒐集與分析

依據本研究之目的，擇定研究對象後，研究者先就國內外教師專業成長議題與 CSCL 模式架構進行初步文獻蒐集及分析，據以規劃研究設計。在本研究過程中，研究者蒐集被研究者教學設計（計 9 份）、教學觀察紀錄（計 22 份）、ICT 遠距教學錄影（計 31 份）等資料，並與各被研究者進行半結構式訪談，並將訪談結果以錄音方式作成訪談逐字紀錄稿（共 5 份）。研究者將所獲得之資料經檢核無誤後，依據紮根理論法（grounded theory），透過 MAXQDA 軟體協助開始進行編碼（coding）及分類（categorizing），以進行本研究質性資料管理與分析。完成後，研究者再依教師專業成長（teacher professional development, TPD）模式與 CSCL 理論架構進行分析，呈現研究結果。

4. 研究結果

脈絡（context）是 CSCL 研究和設計中的一個關鍵考量因素。欲描述它，需要從所涵蓋的情境、參與學習者、採用技術，以及研究背後之文化等方面方能完整並深入。本研究之架構實涉協作夥伴實踐（practice）、技術環境（technology）與 CSCL 腳本（script）三個向度，並涵蓋有教學教練（mentor）與教師、教師與教師同儕，及教師與學生之間的三種學習層次。遂此，研究者依據本研究所蒐集之教學設計、教學觀察紀錄、ICT 遠距教學錄影及訪談逐字紀錄稿，從中進行交互分析提出研究結果如下。

4.1. CSCL 腳本不只是由資深教學教練主導規劃，學習者也可以參與 CSCL 腳本的規劃，進行動態滾動修正發展

自由的協作不會系統地產生學習，因此腳本（script）是 CSCL 中最重要元素，描繪出學習者協作進行之方式、各任務分配或學習角色、規則、工作階段，及預期結果…等，是結構化協作學習的方法，亦是支持協作學習活動的架構，能促進互動學習環境中知識的產生（Dillenbourg and Jermann, 2007）。本研究之設計涉及資深教學教練與協作教師、協作教師與協作教師同儕，以及教師與學生之間的三維度學習層面，包含遠距線上教學與面對面學習活動之結合的一種混合學習場域，學生習得成果係本研究之核心任務，CSCL 腳本亦係為達此目標而設計。因此本研究係以「學習」為導向的結構化 CSCL 模式，腳本實應由資深教學教練（mentor）來架構學習並主導規劃，而研究對象則應是「順應腳本」的進行以提高協作學習效率。

然在本研究中，研究對象於每次線上教學均會進行課前準備、教學實踐觀察及課後檢討省思三個階段協作任務，而課後檢討省思的結果又成為下一次線上教學課前準備之修正

依據，研究者發現，啟動此循環歷程之機制係源自於學習者對於教學實踐的批判與反饋，學習者的建議使得原本的 CSCL 腳本必須因應而配合修正，且是配合學習者的建議而進行調整修正。由此觀之，在本研究中 CSCL 腳本呈現出動態的修正與調整，但卻非全然由資深教學教練主導，學習者的角色也可以主導後續 CSCL 腳本之修正與規劃。本研究認為，此應與教師專業成長 (TPD) 的複雜性與非線性有關，在本研究三層次與二模式的混合學習環境中，過於死板的 CSCL 腳本恐會破壞研究對象進行專業成長協作學習的豐富性，欲達成本研究設定的核心任務，持續滾動修正 CSCL 腳本是必然且合宜的，使得在本研究中主導修正 CSCL 腳本的角色不再是由資深教學教練擔任，而會逐漸透過「賦權」(empower) 的過程而允許學習者參與，甚至出現轉由學習主導之現象，而呈現出持續不斷修正 CSCL 腳本的動態樣貌。

4.2. CSCL 協作成員之間彼此互動的樂趣與豐富性是教師有效專業成長的潛藏關鍵因素

本研究之研究對象在研究之前均不相(熟)識，其背景變項(例：任教科目、教學年資、性別等)亦明顯迥異。然本研究在經歷 4 個月之進行後，研究者依據蒐集之研究資料進行分析後發現，除資深教學教練之外，其餘 4 位研究對象經由 CSCL 滾動修正的動態腳本，於研究後期在「備課」、「觀課」及「議課」三個階段，教學年資最長者(21 年，正式教師)與教學年資最少者(9 年，代理教師)在教學實踐的表現上，經由研究者所蒐集之研究資料與資深教學教練及第三方專家學者之分析，在教學專業之表現上呈現出「拉近」的現象。研究者再深入探究後發現，研究對象彼此之間在參與本研究後出現頻繁的線上互動，這些線上互動包含了「學習」、「協作」及「社交」三個層面。「學習」與「協作」此二層面的學習與教師專業成長之成效雖然有直接關聯，但「社交」層面的熱絡互動卻誘發了研究對象之間彼此產生互動的樂趣，反而成為促進「學習」與「協作」互動結果的關鍵。此研究發現顯現研究對象之間藉由彼此的社會互動影響，經由彼此信任的互動而產生互動的樂趣與豐富性，成為潛藏在本研究 CSCL 模式中，促進研究對象在專業成長上具有成效的關鍵因素。

4.3. 不同需求的人機互動 (HCI) 模式亦為攸關 CSCL 腳本發展的重要因素

研究者於前段 4.1.提及本研究之 CSCL 腳本呈現出持續不斷進行修正的動態樣貌，且 CSCL 腳本之修正係因在真實的教學環境運作時遭遇到「非預期的情況」。研究者發現，這些「非預期情況」，多發生於「教師與學生」該學習層次之中，由於 ICT 環境在網路速度、週邊設備或操作方式等問題而影響線上授課之進行，甚至必須改成非同步方式進行線上教學。然而，前述 ICT 環境之問題卻未出於「資深教學教練與協作教師」及「協作教師與協作教師同儕」此二個學習層次之中。研究者分析認為，此應肇因於沒有關注到線上環境中用戶和學習者角色之間人機互動 (Human-Computer Interaction, HCI) 的區別所致。

人機互動 (HCI) 所指的是人與機器之間通過使用者界面來進行的溝通和互動 (Ke et al., 2018)，效用、可用性和可接受性是 HCI 主要的概念，它的設計、評估及實施必須合乎「使用者」與「學習者」這雙重角色，(Smulders, 2003)。事實上，人機互動 (HCI) 的環境應要基於「學習者」與「用戶」對於「功能性形式」與「認知性內容」之不同需求而要有所區別。在本研究中進行 CSCL 時所產生「非預期情況」而導致 CSCL 的腳本被迫配合修正之情形，係肇因為「資深教學教練與協作教師」及「協作教師與協作教師同儕」此二個學習層次中的成員，對 ICT 環境之運用較傾向於「學習者」的角色，其需求為認知性內容；而「教師與學生」的學習層次在運用 ICT 環境上則較傾向於「用戶」的角色，其需求則為功能性形式，具有不同人機互動 (HCI) 需求所致。換言之，不同人機互動 (HCI) 之需求亦應是攸關本研究 CSCL 腳本發展的重要因素。

5. 結論與建議

從研究結果中顯示，運用 CSCL 模式於偏遠地區，採取線上方式進行教師專業成長方案成效良好，可提升教師潛在之專業能力水準。在完善的 ICT 環境支持之下，CSCL 模式有助克服時空之侷限，透過合宜之腳本與目標之設定，妥善鷹架協作學習模式，選擇合乎需求之人機互動 (HCI) 環境，並容許機動調整 CSCL 腳本之進行，將 CSCL 運用在多維度學習的混合型教師專業成長學習場域中，對偏遠地區教師在專業成長的協作學習上有一定的助益。

而有鑑於 ICT 環境的複雜性，考量 CSCL 學習之成效，本研究建議對於 CSCL 線上協作平台之選擇應要考慮學習者和用戶，此雙重角色之不同需求，以免因人機互動 (HMI) 之因素而影響到 CSCL 腳本之規劃，進而影響到協作學習成效。最後，藉由本研究應用 CSCL 模式，在偏遠地區教師專業成長協作學習所進行之探究，能將研究成果與教師專業成長方案進行整合，期能豐富 CSCL 運用於教師專業發展 (TPD) 之研究成果，並提供國內在推動教師專業成長方案上更為有效、創新且合乎教師需求之模式，做為學校或其他單位在推動教師專業成長方案時之參考依據。

參考文獻

- 丁一顧 (2014)。教師專業學習社群之調查研究：「關注學生學習成效」為焦點。*課程與教學季刊*, 17(1), 209-232
- 王美 (2008)。教師在線專業發展 (oTPD)：背景、研究、優勢及挑戰。*教師教育研究*, 2(6), 12-16
- 李佳玲 (2014)。線上探究社群模式策略研究。載於楊鎮華 (編)，2104 大學遠距教學認證成果專書 (122-137 頁)。教育部數位學習認證專案計畫辦公室。
https://ace.moe.edu.tw/events_file/seminarbook_2014/p122_p137.pdf
- 張德銳、王淑珍 (2010)。教師專業學習社群在教學輔導教師制度中的發展與實踐。*臺北市立教育大學學報*, 41(1), 61-90。
- 黃建翔、吳清山 (2013)。國民中學教師專業發展、專業承諾與教學效能關係之研究—以 TEPS 資料庫為例。*師資培育與教師專業發展期刊*, 6(2), 117-140。
- 葉進 (2007)。對教師專長成長的思考。*武陵學刊*, 32(3), 101-102。
- Borko, H., Jacobs, J., and Koellner, K. (2010). Contemporary approaches to teacher professional development. *Int. Encycl. Educ.* 7, 548-556. Doi: 10.1016/b978-0-08-044894-7.00654-0
- Borge, M., Ong, Y. S., & Rosé, C. P. (2018). Learning to monitor and regulate collective thinking processes. *IJCSCL*, 13(1), 61-92. <https://doi.org/10.1007/s11412-018-9270-5>
- Brooks, C., and Gibson, S. (2012). Professional learning in a digital age. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 38(2).
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a Model of Teacher Professional Growth. *Teaching and Teacher Education*, 18, 947-967.
- Dede, C., Jass Ketelhut, D., Whitehouse, P., Breit, L., and McCloskey, E. M. (2009). A research agenda for online teacher professional development. *J. Teach. Educ.* 60, 8-19. Doi: 10.1177/0022487108327554
- De Farias, R. S., De Araujo, A. M. P. (2018). Teacher Professional Development: Field of Knowledge Rise. *Creative Education*, 9, 658-674. <https://doi.org/10.4236/ce.2018.95048>
- Dillenbourg, P. & Jermann, P. (2007). *Designing integrative scripts—Scripting computer-supported collaborative learning*. Scripting computer-supported collaborative learning: Cognitive, computational and educational perspectives. 275-301.

- Yang, K. H., Sun, D., Kam, W. M., Du, H. Z., Sun Y. C., Lin, C. P., Wang, Y. H., Jiang, B., Shih, J. L., Kong, S. C., & Gu, X. (Eds.) (2022). *Teacher Forum Proceedings of the 26th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022)*. Taiwan: National Tsing Hua University.
- Garrison, D.R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2(2–3), 87–105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)
- Garrison, D.R., & Arbaugh, J.B. (2007). Researching the community of inquiry framework: Review, issues, and future directions. *The Internet and Higher Education*, 10(3), 157-172. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2007.04.001>
- Hartshorne, R., Baumgartner, E., Kaplan-Rakowski, R., Mouza, C., and Ferdig, R. E. (2020). Special issue editorial: Preservice and inservice professional development during the COVID-19 pandemic. *J. Technol. Teach. Educ*, 28, 137–147.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Stanne, M. B. (2000). Cooperative learning methods: A meta-analysis. University of Minnesota.
- Ke, Q. & Liu, J. & Bennamoun, M. & An, S. & Sohel, F. & Boussaid, F. (2018). Computer Vision for Human–Machine Interaction. DOI:10.1016/B978-0-12-813445-0.00005-8
- OECD. (2005). *Teachers matter: Attracting, developing and retaining effective teachers*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Prieto, L. & Dimitriadis, Y. & Asensio-Pérez, J. & Villagra, S. & Jorrín Abellán, I. M. (2013). Fostering CSCL adoption: An approach to professional development focused on orchestration. Computer-Supported Collaborative Learning Conference, CSCL. 1. 383-390.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27(2), 4-13
- Smulders, D. (2003). Designing for Learners, Designing for Users. eLearn Magazine. <https://doi.org/10.1145/640559.2134466>
- Stevens, D., Frazelle, S., Bisht, B., and Hamilton, R. (2016). *Online Credit Recovery: Enrollment and Passing Patterns Montana Digital Academy Courses*. Regional Educational Laboratory Northwest. 27. https://ies.ed.gov/ncee/rel/regions/northwest/pdf/REL_2016139.pdf
- Tang, K.-Y., Tsai, C.-C., & Lin, T.-C. (2014). Contemporary intellectual structure of CSCL research (2006–2013): A co-citation network analysis with an education focus. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 9(3), 335–363 <https://doi.org/10.1007/s11412-014-9196-5>.
- The World Bank. (2020a). *Realizing the Future of Learning: From Learning Poverty to Learning for Everyone, Everywhere*. <https://www.worldbank.org/en/topic/education/publication/realizing-future-of-learning-from-learning-poverty-to-learning-for-everyone-everywhere>
- The World Bank. (2020b). *Reimagining Human Connections: Technology and Innovation in Education at the World Bank*. <https://www.worldbank.org/en/topic/edutech/publication/reimagining-human-connections-technology-and-innovation-in-education-at-world-bank>
- UNESCO (2022/03/01) . ICT in education. <https://en.unesco.org/themes/ict-education>
- Villegas-Reimers, E. (2003). *Teacher Professional Development: An International Review of Literature*. Paris: International Institute for Educational Planning.

融入 POEC 教學策略於高職程式設計學習

A Study of Integrating POEC Strategies into Programming Learning in a Vocational High School

史蕙平¹，賴阿福²，楊政穎^{2*}

¹臺北市立士林高級商業職業學校資料處理科

²臺北市立大學資訊科學系

chicanei@gs.tp.edu.tw laiahfur@gmail.com *cyang@utapei.edu.tw

【摘要】在因應 108 課綱新科目開展下，程式設計學習成為重要課程，但過去的程式教學經驗發覺程式設計對中學生而言是複雜且困難的，因為傳統的程式設計教學方式以概念講解與仿作為主，而學生動手 coding 的過程，不一定會運用運思方法，所以須透過合適的教學策略，方能減低學生的學習困境，且提昇運思能力。本文運用 POEC 策略於程式設計的學習過程，讓高職同學在學習程式的過程中，利用預測與解釋的思辯過程，透過系統思考與觀察，來解決程式課程中設定的問題，透過觀察提示線索後，再度進行解釋，透過策略性的思考方式分析與探索，然後過渡到實作程式，進而建立正確的程式解題思考模式。研究發現，經過 POEC 策略進行課程活動後，同學對於程式概念的建構與預測的正確性有顯著的進步，但對於運思（CT）能力的助益，有待未來探究其提升程度。

【關鍵字】 程式教育；POEC 教學策略；運算思維

Abstract: Learning how to program is complex and difficult. The traditional teaching methods focus on program concepts teaching and coding emulation without following computational thinking approaches. Therefore, adopting suitable strategies for reducing dilemma is an important task. The main purpose of this study was to integrate POEC strategy for the vocational high school's students to learn programming. In the learning process, the students predict the functions and observe the codes and interface offered by the teacher, then explain the functions based on codes and execution results, and finally conclude the precise functions after discussion and systematic program tracing. The research results revealed that the POEC strategy can promote the correct ratios of understanding the problem-solving approaches and enhance their computational thinking.

Keywords: programming education, POEC Teaching Strategies, Computational Thinking

1. 研究動機與背景

目前世界科技發展的趨勢與工作的機會，資訊能力是極為強調的，但除了基本的資訊能力之外，很多國家已將程式設計課，納入中、小學必修課程，如在亞洲的日本文部科學省致力將程式設計納入中小學教育階段，並提供程式教育指導手冊供教師參考，而韓國則在 2015 年修訂課綱，使程式課納入國小 3、4 年級（蔡進雄，2019），可見得各國程式教育的起點，正在逐年的往更小的年齡層向下發展。108 課綱中「核心素養」被譽為「課程設計的關鍵 DNA」（蔡清田，2019）。當中的「科技資訊與媒體素養」，其中正隱含了在科技領域教育的必要性，甚至被視為可以藉此領域培養近年來討論最熱門的運算思維。

臺北市科技領域高中資訊科技教學綱要也在一開始就揭示：「提升學生數位時代自主學習能力」是臺北市發展智慧教育的重要目標之一，這句話其實也明白表示出，目前中等學校的資訊科技課程，希望透過資訊科技理論與應用，培養學生得以嫻熟高階的批判與思考力，也就是所謂「運算思維能力」的建立與養成。之於第一線教師的我們，在程式課程教學設計

中，希望導入新的探究問題解決問題的策略，來引起同學們學習這個相對複雜科目的興趣，從概念的建立到觀察事件的變化，透過一整個教學流程設計，納入 POEC (Predict, Observe, Explain, Conclude) 教學策略 (White & Gunstone, 1992)，因為在教學活動中，問一個問題的當下，學生藉由慢下腳步觀察問題的樣貌，然後提取自身的舊知識來進行回應，當發現有思考困境時，再觀察更多的事件提示，這樣的反覆提取資訊的過程，導入學習動機，也蘊積了運算思維的能量，故而在藉 POEC 策略，加強同學觀察與描述的頻率之際並與時增進思考深度，深化學習經驗，將之應用在程式設計學習的歷程中，最終內化成運算思維的能力。

因應 108 課綱新科目開展，將教學設計的教學成效進行探討，做為教學精進的目標，並且在資訊科技的教學上，就希望透過課程內容，養成同學自我思考與實作能力，並將這樣的養成應用在實際的生活中，因此發想，造就了這次的教學與行動研究。

本研究目的如下：(1)以 App Inventor 2 為例，進行 POEC 教學活動設計。(2)評估 POEC 教學活動之適用性。(3)探討學生對 POEC 融入程式設計學習的影響與接受度。

2. 文獻探討

2.1. 運算思維

2011 年由 ISTE (The International Society for Technology in Education) 和 CSTA (Computer Science Teachers Association) 通過調查收集，定義了運算思維為「運算思維 (Computational Thinking, CT) 是一個解決問題的過程」(CSTA, 2011)，在這份文件中指出運算思維 (CT) 的基本向度是透過許多性格或態度的支持來達到增強這樣的技能，如：面對處理複雜性問題時能保有信心與解決難題時能夠堅持…等這些性格。

然而，運算思維一詞，最早是 2006 年由 Corporate Vice President at Microsoft Research 的 Wing 提出 (同時擔任馬里蘭大學的兼職教授)，她強調「運算思維需要在多個抽象層次上進行思考，不僅只是編寫程式而已」，同時更指出「這樣的思考能力，代表了一種普遍適用的態度和技能，每個人雖不是計算機科學家，但在學習上也應該廣泛的使用這樣的能力」(Wing, 2016)。看現實生活中的實際案例，可以發現運算思維這項能力，也普遍地出現在其他的領域與學科之中，如：經濟學的某個面向也深受博弈理論 (Game Theory) 概念的影響，而最近超熱門的量子計算，也深刻地影響著近代物理學的走向… (Wing, 2016)。

「CT」是一種概念化，一種分析的能力，而非僅止於編寫程式；是一種基礎而非死記的方式；是一個人類的行為模式而非電腦；是一種補強、合併數學和工程的思考邏輯；是想法、分析能力，屬於抽象與自動化的範疇，不是人工製造的產品 (Wing, 2016)。由此可知，運算思維強調推理與思考邏輯，甚至可以說是一種高效率的分析與解構問題的能力，在這當中強調的是概念的建立與自我反思的能力而非硬記的填鴨式。CT 讓我們在解決問題上，可以像更高效率的電子計算機一樣運行，從概念建立到封裝成模組化，推論至其他相類似的事情上，這個鏈結形成了「演算法」，總結來說，具體解構運算思維，我們可以發現運算思維是運用在建構「可拆解」、「可運算」的基礎上，而通過這整個思維運行模式的得出解決方法的軌跡是算法亦稱演算法，這個「可拆解」、「可運算」的特徵，讓我們可以透過程式教育來逐步勾勒出運算思維的整個樣態。

2.2. 程式設計教育

程式設計課程，目前如火如荼的在各國的教育議題下，往更低的年齡層不斷地往下紮根例如：愛沙尼亞、英國、法國、波蘭都將程式教育納入課綱之中。因為科技發展的趨勢與「運算思維 (CT)」的熱門話題，讓程式設計課，由幼稚教育就開始接觸，從一開始的圖塊式程式設計到後來的文字式程式設計，程式設計課的熱潮，從 2006 年「運算思維 (CT)」這個話題被提出後，一直受各國政府的關注，更被各國當政者視為提升國家競爭力的一個指標。教育部也從 107 學年度開始揭示科技領域將透過「資訊科技」與「生活科技」兩門科目的實施納入程式設計相關，成為國高中階段的必修課程，藉以培養學生運算思維、設計思考以及理解與思辨科技議題 (教育部, 2108)。然程式設計並不是單純地就字面上意義，學習一個 coding

的技術而已。每個科目在概念建立之初，都容易在學習的過程中迷思，尤其是程式設計是個複雜的領域，隨著科技的進步，程式語言每日每分每秒都在不斷地在更新改版之中，程式教育要訓練與學習的精要，其實是讓下一代能夠擁有像電子計算機學家一樣的邏輯思考和解決問題的能力，也就是「運算思維 (CT)」。臺北市政府教育局 (2019) 也在臺北市科技領域高中資訊科技教學綱要中的六大學習內容中明訂程式設計為必修的課程，學習重點也在第一條就明白揭示了「運算思維與解決問題的能力」是學習重點的第一要項。

然而，要做到像一個電子計算機學家一樣的思考，那勢必得開拓原先狹隘的眼界一打破程式教育就是學習編寫程式碼 (Coding) 的舊思維。如同 Grover (2013) 在「Learning to code isn't enough」一文中所強調的：在學習程式碼這件事，其實必需要關注的是「deeper thinking skills」這件事，而非編寫程式 (Coding) 本身。並聚焦於 Jane Margolis 所提及「computing is greater than coding」這意味著真正的程式教育應著眼於孩子們的「運算能力」，而非「Coding」本身，不然程式語言百百種，我們並不能窮其一生都在學各式各樣的程式語言，因此，程式教育的精華在傳授的是「像電子計算機科學家一樣的思考推論能力」，此能力帶來真正的創新，且能更深入地應用 CT 能力，這才是真正程式教育的精義 (Grover, 2013)。

所以，在採取的教學策略，首先應針對程式教育中，如何導出學生具體運算思維的能力的方式，進行研究，筆者認為，在教學活動的設計中，利用「概念的建立」的方式，讓同學們在教學活動過程，進行探究與推理的活動設計。

因此，在教學現場，程式教育就不能局限在舊課程框架中，以傳統的單向教學傳輸概念模式來進行課程，而應該把新的教學思維放進程式教育中，如同科學教育重實踐與探究，像楊壁如 (2016) 老師所說：「有了基礎的能力後，可進一步以探究式教學，讓學生學習如何利用已學過的知識，以及科學觀察來進行探究實驗。」所以，在教學的活動過程中，教師如何在設計教學內容時，留下訓練運算思維的教學設計伏筆，就是再重要不過的事情了，因此，在程式教學的活動設計中，除了學習 coding 外，應該設計出一個可以讓學生鍛鍊思考與解決問題能力的時間與空間。

故而，在採取教學策略之際，針對運算思維的精要，選擇了在利用概念的建立教學策略中可以讓學生們可以利用教學過程，實作探究與推理的教學設計。

2.3. POE 教學策略

White 和 Gunstone (1992) 從問一個簡單的問題開始，由 DOE 策略轉化成的 POE 策略，應用於教學活動之後，形成所謂的 (P 是指：Prediction 預測) - (O 是指：Observation 觀察) - (E：Explanation 解釋) 三個階段，POE 策略會比傳統問問題的教學方式，更直接容易觸及到「理解 (Understanding) 概念」這個學習的核心。此法用來剖析個別同學對於特定某事件的預測，以及為什麼他們會作出這樣預測的原因。活動中讓同學們看到現象推論 (進行預測，Prediction)，再觀察 (Observation) 並作出個人的解釋 (Explanation)，在活動過程中思維進行推論與反思，這個過程與運算思維 CT，在解決問題上的運作機制，如此地相仿。許多教學事件的研究也都使用 POE 作為研究核心的教學策略，而且大部分都是與科學教育相關的研究議題，如，探究科學相關的知識和技能與概念教學的相關性 (Ateş & Bahar, 2002) 等。POE 策略鼓勵原有舊經驗的再利用與檢驗，放慢教學活動的速度讓同學停下來思考與探究問題的本質，因此廣泛運用在科學教育上用以評測學生先備知識及應用的能力，這活動過程讓同學建構概念，並適度地可發展出應用能力 (White & Gunstone, 1992)。

在教學活動過程中，邱美虹等人將 POE 策略加入 C (comparison 比較) 這個的階段，這修正的意義在於，將 POE 策略中，預測的推論與觀察，如果有不相同的部分，可以進行下一階段的比較與思辯，多增設「C (Comparison 比較)」這樣的階段，可以突顯出「思辯沖擊與修正」後，再強化概念的解離與形塑，故而形成 POEC 教學策略 (邱美虹等人，2005)，修正 POE 教學策略後的 POEC 教學法，新增的「比較」步驟，將強化同學的後設認知學習 (謝秉桓，2014)，相關應用 POEC 模式於 STEM 課程教學研究的例子也就應運而生 (王尊玄、王仁俊，2020)。

解構電子計算機一步步運行的概念，當中的預測與推論、解釋到再觀察、再解釋，就仿若從概念形成到測試，最後封裝成模組化，在這過程中，學生的思考推論受到檢驗，透過自我解釋推論，檢視自己的觀察與思路，讓這整個 POEC 的活動對於同學們解決問題的理解和體驗，提升到另一個層次來檢視。而程式設計的教學，最後的歷程關鍵在於實作 Coding，因此在最後一個階段，在本研究採用林如章老師所提倡新式教學策略之 POEC 的 C 為「Conclusion (結論)」(謝秉桓，2014)。

3. POEC 融入程式設計之教學設計與初步教學應用

3.1. 教學活動設計

利用 (P: Predict 預測, O: Observe 觀察, E: Explain 解釋, C: Conclusion 結論) 的教學策略，進程式教學--選擇結構階段的教學活動設計且以 App Inventor2 環境為例由介面設計開始，逐步教導程式的選擇結構概念，設計了一系列的教學活動設計，茲以兩個遊戲程式的 POEC 活動為例進行說明。

3.1.1. 準備活動

準備與製作線上表單與學習單，及在教學過程中需播放的影片要先錄制，練習 (P: Predict 預測, O: Observe 觀察, E: Explain 解釋, C: Conclusion 結論) 的教學策略實施步驟及要項。

3.1.2 引起動機

此步驟的引起動機，利用 (P: Predict 預測) 與 (E: Explain 解釋) 進行利用表單向學生展示程式的三個使用者介面，並列出三個使用者介面的程式碼區塊，請學生預測這三個使用者介面應該會有怎樣的程式碼區塊並寫下預測的理由 (如圖 1 與圖 2 所示)。

3.1.3 發展活動

在此階段的發展活動為 (O: Observe 觀察) + (E: Explain 解釋) 向同學展示進程式執行畫面的影片播放或請同學自行執行 APK 檔案，並請同學們觀察影片的執行，是否與自己預測的情形符合，依觀察的影片看完後，寫下自己為什麼會如此預測的理由。並在前三個的階段反覆將觀念在腦中衝突與反思 (如圖 3)。

以下為三張使用者介面的圖，分別為：圖1，圖2，以及圖3



圖 1

圖 2

圖 3

圖 1 三個使用者介面

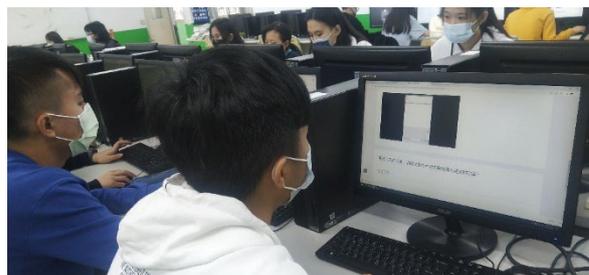
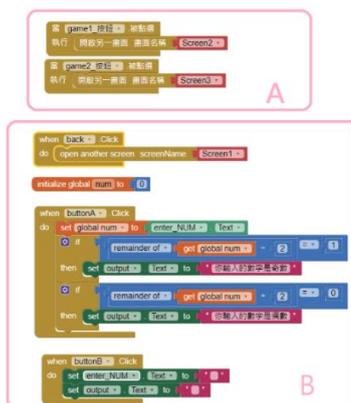


圖 3 第二階段觀看影片與解釋

程式區塊 A, B如下所示:



程式區塊 C, 如下所示:

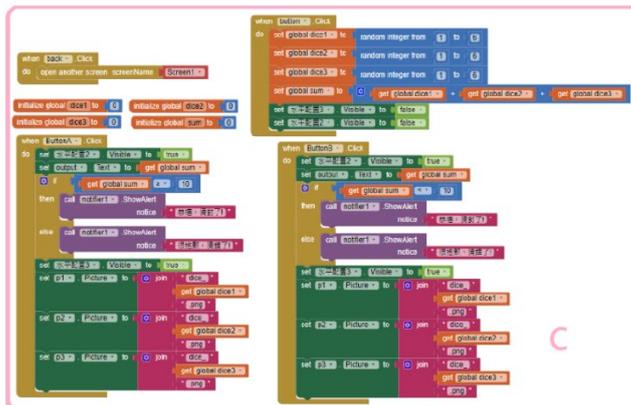


圖 2 三個程式區塊畫面

3.1.4 統整活動

最後的階段由老師進行最後的總結(C:Conclusion 結論)，利用 POE 的前面幾個階段的觀察，引入概念的建立，因此除了說明基本程式上的選擇結構的原理之外，也配合上課的講義來說明選擇結構的概念說明，最後配合實作，完成遊戲程式。

3.2. 評估

在教學實施之前，邀請五位資深的程式教學教師於共備課時間提出此 POEC 教學設計並與大學教授進行教學前課程內容的評估。在校內，資深教師於共備課時間，提出建議：「教學過程應能引起同學學習興趣」，「班級經營的部分要加強班級秩序的管控」…「在預測與解釋、觀察與解釋的兩階段過程中，班級秩序的管控，恐會影響 POEC 教學策略的實施」。在校外，大學教授的教學設計評估：「POEC 教學策略的實施，將能建構出教學與學習的雙向溝通模式，同時，POEC 的概念再建構的模式，可以將原本困難的程式設計課，變得有趣，有利於建構運算思維(CT)」。

3.3. 教學實施

在教學過程中，透過線上表單製作學習單與影片的方式輔助教學策略之進行，使得同學們能在程式學習過程中，透過表單與影片明確的在其學習過程中，進行 POEC 四階段的觀念衝突與融合的調整，希望透過教學策略的改變，可以更有效強化同學在運算思維上的增益。

原先教學的模式是一開始是傳統的程式教學概念講述，利用紙筆講義，記錄重要的關鍵核心概念，完成程式使用者介面後，老師進行課堂的示範，最後的階段由同學們仿作，主要為三階段的單向的教學模式。

採用 POEC 教學策略，此次利用一個選單介面與兩個遊戲程式介面的組合，則是透過第一階段學習單（平面的程式碼圖塊）進行預測與解釋，利用程式碼與程式畫面推測程式的功能與作用，僅僅設置文字說明，為 P+E（第一階段），讓同學進行第一個層次的運思沖擊。在第一階段學習單完成後，教師釋出第二階段學習單（透過操作的影片），讓同學進行第二次的推論與解釋，這個階段，讓同學充分的進行第二層次的運思（CT）沖擊，第二個階段可以讓同學們建立初層次的解決問題的思路，利用「更多的訊息」即程式執行畫面的影片，讓同學去推測程式的功能作用與再次進行解釋。在最後階段，才利用傳統的講義，讓他們開始進行實作。

傳統的程式教學利用講述與仿作建構出單向管道，本研究透過 POEC 的教學策略運用，讓同學能夠在學習過程中進行觀察與認知交互調整的思維震盪，透過個教學策略的執行充分體驗觀念與思考模式的衝突，使其能在觀察與反思中學習到程式運算思維的精髓。

3.4. 學習結果分析

3.4.1 質性結果

在三個程式例子中，反覆觀察與思索的教學過程中，同學常見的語彙有：「為什麼會這樣？」、「哦！原來是這樣！」，或是恍然大悟，「對，就是這樣！」，甚至有同學，反過來思考，說「如果我把程式碼畫好，畫面就出來了我就知道什麼功能了，所以在畫面猜想與製作中，她選擇了製作程式企圖拉出畫面，結果是碰到了較複雜的畫面，她無法在限時回答的狀況下，解決預測的問題，也就是她在之前舊學習經驗中，沒有足夠相應的舊知識可供預測的訊息使用，在教師的觀察中，這樣的同學因著在（P：Predict 預測-O：Observe 觀察-E：Explain 解釋）這三個過程反覆激盪中，在 POEC 的過程，有人問，為什麼會這樣，這該怎樣寫？在預測的過程中，「為什麼這按下去會顯示出猜錯了？」或「怎麼這樣是猜對了...」在檢驗他們預測推論的過程，期許他們開始動腦去思索，在這個探究的學習過程中，建立個人認知與思維模式的修正與建立運算思維（CT）。

在預測的過程中，產生懷疑自己與他人的想法，例如：「我懷疑你歧視我看不懂」，還有些同學，則使用「排除法」來進行預測並解釋他的策略，如「程式 C，因為有四個被點選，所以要使用此程式」，而這正是身為教師希望達成的目標，讓同學學會預測的方法，甚至在自

己的思考中建立出一個預測模式，進而推論出正確的答案，而這個過程正是「運思 (CT)」的形成。

教師的現場觀察：第一階段學習單中，同學在寫的過程中，有些同學一看到程式碼，某些會直接選擇放棄作答，但是也有同學積極地向老師拿紙張、拿筆，想要寫下步驟並推論出結果，而經過第二階段更多線索的提供後，同學們答題的意願及答對的比例，也呈正向的成長，根據現場的觀察，未來可以進行的方向：可以是局部問題的局部解(亦即程式的部分解)，讓同學深度去探索觀察當中的線索，並推敲出正確的程式運行結果或是正確程式應有的功能。

3.4.2 量化結果

這次採行 POEC 策略後的學習表現如表 1，這次的活動設計為三個程式介面，第一個是遊戲選單的設計，第二個是做遊戲的奇偶數判斷，第三個則是做擲骰子比大比小的遊戲。

第一個主題下的第一個階段，預測與推論：可以由表中的數據看出，有 2% 比例的同學在回答預測程式碼圖塊的功能是答錯的，而在解釋功能的部分卻發現多了 1%，共有 3% 答錯，發現在第一階段的時候，功能部分，雖猜對了功能，但是在解釋功能的部分，卻因為學的知識不夠紮實，而導致解釋上的錯誤。但在第二階段中，給了一段操作程式的動態畫面影片，在這個階段中同學因著可以觀察到的線索增多，而有了更多證據與線索，因此對照過去的舊學習經驗，可以看出在這張表中，有完全正確 100% 的良好預測達成，同時在表單的解釋與預測當中，有同學推論了老師問這個問題的目的「是想做遊戲哦」這樣的行動與表現，證明同學開始推論本次教學內容的主題，開啟同學深度思考推論之肇始。

第二個主題下的第一個階段，預測與推論：可以在數據中明顯地看出在功能預測中，沒有部分正確，只有完全正確與全錯兩種，看數據可判讀出一個訊息，主題二及主題三這兩個的程式碼應較為複雜，因為全猜對的比率下降，解釋的部分完全正確的比例，也較第一個主題要快速下降很多。然而，在第二階段看完更多的提示訊息後，同學們的預測在解釋的部分也達到了完全正確有 96.8% 的高成長率(相較於之前的 86.6%)，但會發現功能的預測，卻下降了，這點可以看出第一階段的提示下，有人不巧在第一提示下「猜對了」，但在第二階段的回答，就猜錯了。

三個主題比較下來，擲骰子比大小，仍是較困難的主題(這點可以從第一階段的功能解釋上看得出來能解釋得完全正確的比例還不到五成，僅 49.3%)，因此可以看出第二階段的數據，不論是功能或解釋上，猜對的比率都較其他兩個主題要少很多，不管是提供多少供推論的訊息的狀態下，但是，和前兩個主題相同，經過，更多線索提示(也就是第二階段的過程)後，同學完全預測正確的比例，到達了 77.4%，全猜錯的比例也從原先 32.8% 下降至 13.6%。

表 1 POEC 教學策略之學習表現

主題	程式 概念說明	學習表現		教師觀察
		P+E(第一階段)	O+E(第二階段)	
遊戲選單 設計	介面設計 物件	1. 功能： 完全正確：98.5% 部分正確：0% 全錯：2% 2. 解釋： 完全正確：97% 部分正確：0% 全錯：3%	1. 功能： 完全正確：100% 部分正確：0% 全錯：0 2. 解釋： 完全正確：100% 部分正確：0% 全錯：0	某些同學會藉由表單的解釋，回應老師設計题目的目的，進行第二層的深層思考
奇偶數判斷	介面設計 物件 變數 條件判斷	1. 功能： 完全正確：97% 部分正確：0% 全錯：3% 2. 解釋： 完全正確：86.6% 部分正確：9%	1. 功能： 完全正確：95.2% 部分正確：3.2% 全錯：1.6% 2. 解釋： 完全正確：96.8% 部分正確：3.2%	會藉由表單的解釋，回應老師設計题目的目的，再次進行更深層的思考，功能有部分人說錯，但是解釋

		全錯 : 4.5%	全錯 : 0	部分幾乎都對，可見第 2 次影片有效。
擲骰子比大小	介面設計 物件 變數 選擇結構	1. 功能： 完全正確：97% 部分正確：0% 全錯 : 3% 2. 解釋： 完全正確：49.3% 部分正確：17.9% 全錯 : 32.8%	1. 功能： 完全正確：66.7% 部分正確：16.7% 全錯 : 16.6% 2. 解釋 完全正確：77.4% 部分正確：9% 全錯 : 13.6%	主題三個的比較下，擲骰子主題的難度，對於同學而言，雖有更多的提示，但預測的正確率仍是無法大幅突破至主題二或主題一的答對水準。

4. 教學反思

過去的程式教學策略一直是先發講義，直接講解，然後，請同學依著老師的講解步驟依次製作完成整個程式碼，這是傳統的程式設計教學流程。但本次教學活動設計的教學中，講義選擇最後再發，在課堂一開始，直接透過線上學習單讓同學進行思考、預測，除引起學生的好奇心外，同時也在練習同學可以解構龐大程式碼問題並寫下程式碼功能的預測（這樣讓他們練習拆解看到的問題，並且在腦中研判可能的程式功能，除了要搜尋舊知識，也在同時建立整合型的程式概念），這次的教學同時也揚棄了在第一時間直接製作程式畫面，而是選擇先在課程一開始，花時間進行兩階段觀察線索，並用文字寫下推論。隨著老師釋放出愈多的線索與訊息，讓同學在腦中可以更清楚地勾勒出推導出程式正確的功能。這整個教學過程，利用了 POEC 策略進行設計，嘗試先拆解問題、進行預測及推論，並進行解釋，在這個推導的過程建構出運思（CT）。

經過這次 POEC 教學策略執行的教學活動後，覺得如果在設計預測的題目上，轉換作法（將程式的畫面設計的圖拿掉→讓同學藉由程式碼直接推論(預測)畫面設計中安置的元件。經過看第一二階段同學們的推論結果。教師會發現程式教學中的大盲點，也就是你教得很起勁，課堂中他們的反應很熱絡，但卻不一定有理解學習的東西。同時在這次 POEC 的教學設計中，在預測與解釋的這個當下，看到了有部分完全無概念，完全沒有舊知識可以供「預測」這個階段來使用，就可得知在之前的傳統程式教學方式下，教學的內容沒有完全被吸收進去。

「寫下這個程式碼可能會是作什麼功能？」這個步驟下，會發現有些同學會詞不達意，無法表達出自己為什麼會這樣猜測，因此可以判讀出：學生腦中的舊知識庫中尚未存夠可以判斷的訊息知識，這結果影響同學在兩次預測階段的答題正確性，未來再執行 POEC 的策略在某個程式區段的解釋概念中，筆者認為這個方式，可以當作同學澄清概念的好教學策略。

5. 結論與建議

5.1. 結論

雖然 POEC 教學的課程設計花了許多時間前置的教學準備時間，同時教學的過程中，也必須讓學生實作和寫下預測的推論和解釋，相較於之前採用傳統的教學—從概念講述，到老師課堂示範，以至最後同學們仿作程式，三階段單向的教學模式。在採用 POEC 這個教學策略後，先讓同學用看的觀察到程式碼圖像，拆解龐大程式碼圖塊，連結腦中舊的經驗與舊知識來推論眼前的這個程式碼問題，在課堂上觀察到同學們討論極熱絡，這個推論與預測使得教學活動，成為雙向的模式，比較起來與傳統教學法，花費在教學時間的比較久，但透過 POEC 這樣的教學策略，使得在課程中不只讓學生真的面對必須思考的問題，當下可以透過既有的經驗，來拆解並推論問題的可能正解，並整合已有的概念，在一次次更多線索後，透過一來一回的預測觀察和解釋中，鍛鍊了同學們的運思（CT），過程中練習拆解問題與推論的方法與策略，最後透過傳統的程式教學實作過程，強化並整合這過程所了解的概念。

在這過程中，觀察到課堂上同學們實際地面對問題與解決問題，這策略確實有用，POEC 的教學策略，讓整個課程中，學生改變了學習的方法（利用推論→解構→重塑，這正是運算思維的精華所在），並使得課程的價值走向一個不一樣的方向，這行動研究發現，這樣對於建構同學運算思維、建立解決問題的方法很有助益。

5.2. 檢討

在課程進行中，是否有辦法更靈活地運用 POEC 策略，是未來可以持續的研究方向。同時，在改變教學策略對學習價值的增益上，不同教學策略，在教學過程中是否衍生什麼不同的影響，或是達成什麼學習效果或教學效能，日後可以進行更多有關教學策略的實驗研究，如：從 POEC 策略衍生 POEC 合作學習，希望透過教學策略的研究與執行，可以創作教學與學習的大利基。

參考文獻

- 王尊玄、王仁俊（2020）。以 POEC 模式發展 STEM 課程應用於國中能源教育之行動研究—以風力發電為例。《工業科技教育學刊》，13，89-104。
- 邱美虹、林世洲、湯偉君、周金城、張榮耀、王靜璇（2005）。《科學創意實驗書》。臺北市：洪葉文化。
- 教育部（2018）。十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校—科技領域。教育部國民及學前教育署。摘自 https://www.k12ea.gov.tw/files/class_schema/課綱/13-科技/13-1/十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校—科技領域.pdf
- 楊璧如（2016）。培養一個會思考的高中生-以滲透實驗為例。《科學探究 MIT_生物科》，第 2 期，1-7，龍騰文化。摘自 https://www.ltedu.com.tw/Web/resources_File.aspx?KEY=262。
- 臺北市政府教育局（2019）。《臺北市科技領域高中資訊科技教學綱要》。https://www.doe.gov.taipei/News_Content.aspx?n=4FCC06FA1A309B53&s=DDA2A689CC91359C
- 蔡清田（2019）。《課程發展與設計的關鍵 DNA：核心素養》。臺北市：五南。
- 謝秉桓（2014）。POEC 教學策略之理論與實務。《臺灣化學教育》，4。摘自 <http://chemed.chemistry.org.tw/?p=3504>
- 鍾曉蘭（2014）。差異化教學化學科示例—POEC 策略。《臺灣化學教育》，1(2), 210-216。
- Ateş, S., & Bahar, M. (2002). Araştırmacı fen öğretimi yaklaşımıyla sınıf öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin bilimsel yöntem yeteneklerinin geliştirilmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 18 Eylül, Ankara: ODTÜ.
- Çingil Barış, Ç. (2021). A review of studies conducted with the prediction-observation-explanation (POE) in biology education. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 8(3), 1797-1816.
- Grover Shuchi (2013). Learning to Code Isn't Enough. *EdSurge News*, <https://www.edsurge.com/news/2013-05-28-opinion-learning-to-code-isn-t-enough>.
- Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. G. (2001). Student and teacher perceptions of the use of multimedia supported Predict-Observe-Explain tasks to probe understanding. *Research in Science Education*, 31(4), 589-615.
- White, R., & Gunstone, R. F. (1992). Prediction-observation-explanation. In R. White & R. F. Gunstone, *Probing Understanding*. London: The Falmer Press, 44-64.
- Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. Retrieved from <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. *Vienna Gödel Lectures*. Retrieved from <https://informatics.tuwien.ac.at/news/1865>

結合 Arduino 開放硬體對國小學生在監督式學習學習成效與態度影響之研究

A Study on Learning Effectiveness and Learning Attitude of Elementary School Students in Supervised Learning Combined with Arduino Open-Source Hardware.

周震^{1*}，蔡智孝²

新北市林口區新林國民小學

國立臺北教育大學

* st3688225@yahoo.com.tw

【摘要】 本研究探討在監督式學習教學時結合 Arduino 開放硬體與不使用開放硬體對國小四年級學生的「學習成效」與對「人工智慧態度」的影響。以準實驗研究法之不等組前後測設計，研究對象為北部某國小四年級六個班學生進行四週共 4 堂課。實驗開始前皆會實施前測，並於實驗課程結束時進行後測以及填答人工智慧態度量表。結果與預期：(一) 實驗組進行監督式學習教學搭配「Arduino 開放硬體」對學生學習成效有顯著影響。(二) 監督式學習教學搭配「Arduino 開放硬體」對學生人工智慧態度有顯著影響。(三) 監督式學習教學搭配「Arduino 開放硬體」對低、高成就學生學習成效均有正向影響。

【關鍵字】 Arduino；監督式學習；人工智慧態度；學習成效

Abstract: To explore the effects of combining Arduino open hardware and not using open hardware in supervised learning teaching on the "learning effectiveness" and "artificial intelligence attitude" of fourth grade students in elementary schools. Using the quasi-experimental research method of unequal groups before and after the test design, the research objects are students in six classes of fourth grade in a northern elementary school for four weeks, a total of 4 lessons. Pre-tests will be implemented, and post-tests and artificial intelligence attitude scales will be conducted at the end of the class. Results and expectations: (1) The experimental group's supervised learning teaching combined with "Arduino open hardware" has a significant impact on students' learning outcomes. (2) The combination of supervised learning and teaching with "Arduino open hardware" has a significant impact on students' attitudes towards artificial intelligence. (3) The combination of supervised learning and teaching with "Arduino open hardware" has a positive impact on both low- and high-achieving students.

Keywords: Arduino; Supervised Learning; AI attitudes; Learning Outcomes

1. 緒論

人工智慧已改變了我們的日常生活，舉凡食衣住行都能見到他的身影，孩子多少在生活經驗中體驗與觀察過相關的產品。人工智慧教育在國小的推廣上對許多教師來說還是相當陌生，並對人工智慧相關的教學方法與策略十分頭痛，該如何有效地在國小推行人工智慧教育課程是件困難的事情。

十二年國教國小階段有資訊議題與科技議題皆與人工智慧相關，如何將這兩項議題結合並在跟上現今興起的創客浪潮是值得我們去努力發展的。因此，研究者透過是否結合 Arduino 開放硬體來將這兩項議題結合，並以此探討學生在學習監督式學習之成效與人工智慧態度的影響。

2. 文獻探討

2.1. 本研究所使用之教學網站-可教導的機器網站(Teachable Machine)

此網站可以透過訓練電腦辨識圖片、聲音或姿勢，並輕鬆快速地建立機器學習模型，以便用於網站、應用程式和其他地方，使用者不需要額外編寫程式或具備相關專業知識。

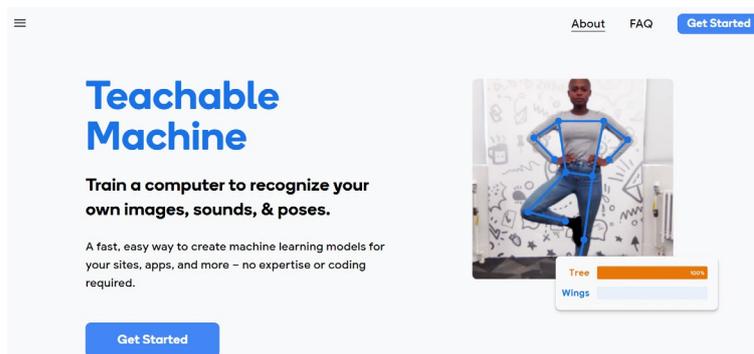


圖 1 可教導的機器網站頁面

表 1 插電教學具彙整與比較分析

	圖 像 識 別	語 音 識 別	文 本 識 別	Scratch	人 工 智 慧 應 用	使 用 視 訊 鏡 頭	中 文 版
Cognimates	○	○	○	○	○	×	×
Machine Learning for Kids	○	○	○	○	○	○	○
Teachable Machine	○	○	○	○	○	○	○
Calypso for Cozmo	○	○	×	×	○	×	×

2.2. 本研究所使用之面板-Arduino 開放硬體

採用 Atmel AVR 單晶片的微型控制器，並開放原始碼的統硬體平台，建構於開放原始碼 Simple I/O 界面板，同時具有類似於 C 語言、Java 的 Processing/Wiring 開發環境。本研究考量此開放硬體能與圖形化程式設計軟體進行控制且較其他開放硬體便宜，故將其融入課程教學。

2.3. 本研究所使用之程式設計軟體-mBlock

mBlock 為了方便學童學習程式設計語言，採用基於麻省理工學院所開發的 Scratch 圖形化程式設計軟體，保留 Scratch 圖形化介面，並搭配機器人模組的特殊程式積木，使學生在使用 mBlock 學習程式語言時能更快上手，並可透過將所編輯的程式積木編程上傳至機器人或開放硬體以執行指令。由於本研究需要使用圖形化介面所具備的特性符合本研究需求

2.4. 資訊議題與科技議題

《十二年國民基本教育課程綱要—國民中小學暨普通型高級中等學校議題融入說明手冊》指出資訊議題著重培養運算思維能力以善用過資訊科技來解決問題與合作創發，從中體驗與省思資訊科技與生活的連結外，更為未來職涯發展做準備，以養成身為 21 世紀社會公民具備的責任與態度；科技議題著重於從發現問題與需求、問題解決策略分析與討論、物件外型設計與實用功能規劃、到選用合適的科技工具與材料進行製作，強調「想、用、做」為主的能力，並在過程中培養系統性思考、嘗試錯誤中學習、動手做與工具與材料選用等能力。

而本研究監督式學習單元屬於資訊議題與科技議題，因此將程式設計與動手做融入課程規劃，以評估監督式學習教學課程對學習成效與態度的影響。

2.5.前/後測題目

前/後測試卷編制完後，邀請同校資訊教師與學年教師進行審核，彙整與歸納專意見後，修正試題成為前/後測。

2.6.人工智慧態度量表

參酌陳璽宇(2020)的人工智慧素養測驗發展及其與科技素養之相關研究，編制的人工智慧態度量表。採用李克氏(Four-Point Likert Scale)五點量表分為非常同意、同意、沒意見、不同意、非常不同意，學生選擇一個填答。

3. 研究架構與設計

3.1.研究架構

本研究之研究架構流程分為四個階段，分別為準備階段、發展階段、實驗階段語分析階段，如圖 2。

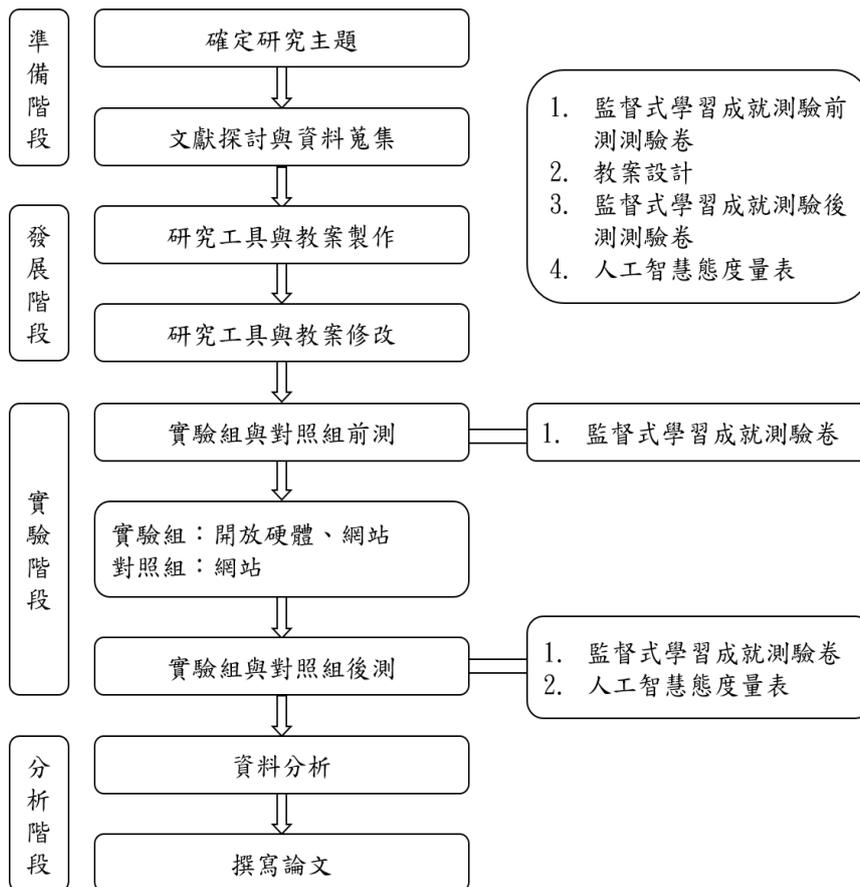


圖 2 研究架構

3.1. 研究實驗設計

本研究採準實驗研究方法，以不等組前後測設計，實驗組以可教導的機器網站搭配 Arduino 開放硬體(T₁)，對照組以可教導的機器網站(T₂)。實驗進行前，先進行實驗組與對照組的監督式學習單元成就測驗前測(O₁)。教學實驗期間為四週，每週各 1 堂課，每節課四十分鐘。教學實驗課程結束後，接著實施實驗組與對照組監督式學習單元成就測驗後測(O₂)以及進行實驗組與對照組人工智慧態度量表(O₃)。本研究實驗流程說明如表 2 所示。

表 2 不等組前後測準實驗研究設計

自變項	前測	實驗教學	後測
實驗組	O ₁	T ₁	O ₂ O ₃
對照組	O ₁	T ₂	O ₂ O ₃

茲將表中各符號說明如下：

T₁：實驗組接受「可教導的機器網站搭配 Arduino 開放硬體」之實驗處理。

T₂：對照組接受「可教導的機器網站」之實驗處理。

O₁：監督式學習單元成就測驗前測。

O₂：監督式學習單元成就測驗後測。

O₃：人工智慧態度量表。

考量時間、人力，選取四年級 6 個班級，共 196 名為本研究之樣本。

表 3 正式研究樣本人數統計表

組別	男生人數	女生人數	班級人數
實驗組	45	53	98
對照組	45	53	98

4. 預期結論與建議

本研究旨在探討結合 Arduino 開放硬體在監督式學習對國小學生學習成效與態度上的影響。依據研究目的所獲得的主要結論為：結合 Arduino 開放硬體與僅使用網站進行監督式學習教學對學生學習成效雖有明顯提升，但兩者間並未達到顯著差異；結合 Arduino 開放硬體學習者之態度顯現普遍高於僅使用網站學習者。本研究認為可能是目前人工智慧相關教學在國小尚未普遍實施，故對學生學習上無顯著差別。因此，本研究建議監督式學習教學若能結合開放硬體進行教學，對於學生學習成效與態度會有較好的結果。

參考文獻

國家教育研究院(2020)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校議題融入說明手冊。Retrieved from : [https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/2027/議題融入說明手冊\(定稿版\).pdf](https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/2027/議題融入說明手冊(定稿版).pdf)

陳璽宇(2020)。人工智慧素養測驗發展及其與科技素養之相關研究。國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系，未出版之碩士論文。

數位與實體探究式學習對學生數學學習成效之影響 –

以國小數學「表面積」單元為例

Effect of Students' Math Learning Outcome with Digital and Substantial Inquiry-Based Learning – with Math Unit “Surface Area” for Example

陳致成^{1*}，蔡智孝²

新北市三重區五華國民小學

國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

zhicheng810408@gmail.com*

【摘要】 探討 5E 探究式學習法分別搭配數位與實體學具對國小六年級學生學習數學「表面積」單元之學習成效。以準實驗研究法之不等組前測-後測設計，研究對象為北部某國小六年級兩班學生進行二週共 4 堂課。皆會實施前測以及數學學習態度量表，第二週末節課皆進行後測以及數學學習態度量表，教學研究後進行個別訪談。結論與預期：(一)實驗組進行 5E 探究式教學法搭配「數位學具」對學生學習成效有顯著影響。(二)數學「表面積」單元學習搭配「數位學具」可以顯著提升學生學習動機。

【關鍵字】 表面積；Our Craft；USL 連接方塊；探究式學習；學習成效

Abstract: Effect of grade six students' math learning outcome with digital and substantial 5E inquiry-based learning method– with math unit “surface area” for example. With quasi-experimental research of unequal group pretest-posttest control group design. The research was adopted with 52 students in two classes of grade six in a northern elementary school for 4 lessons during two weeks. Both classes implement math pretest and math learning attitude scale, implementing math posttest and math learning attitude scale at last lesson on second week, taking individual interview after research. Conclusion and anticipation: First, experimental group with digital 5E inquiry-based learning method has a effect of significant promotion on learning outcome. Second, learning of math unit “surface area” with digital 5E inquiry-based learning method has a significant promotion for students' learning attitude.

Keywords: Surface Area, Our Craft, USL Blocks, Inquiry-Based Learning, Learning Outcome

一. 緒論

研究者以 5E 探究式學習環採用 Our Craft(我的世界)遊戲與 USL 連接方塊，探討學生學習成效與數學學習態度。以研究者任職的學校新北市三重區某公立國小六年級 2 個班級學生為施測對象，探究六年級學生在表面積單元學習成效是否因為數位與實體學具而有影響。依據研究動機與研究目的，本研究將探究的問題如下：

- (一) 探究式教學法搭配不同學具（數位學具、實體學具）對國小六年級學生數學表面積學習動機是否達到顯著差異？
- (二) 探究式教學法搭配不同學具（數位學具、實體學具）對國小六年級學生數學表面積學習成效是否達到顯著差異？

二. 文獻探討

(一). 本研究所使用之數位學具 – Our Craft

Our Craft 與 Minecraft 的主要差別在於 Our Craft 僅有無限建造模式，不像 Minecraft 還有生存模式可以選擇。望藉由 Our Craft 來進行數學表面積單元，強化學生的觀察與創造力。



圖 1 Our Craft 遊戲介面

表 1 插電教學具彙整與比較分析

	動態幾何軟體 (GSP)	萬用揭示板 (Magic Board)	GeoGebra	SketchUp	Our Craft
軟體費用	免費	免費	免費	免費	免費
網路環境	不需要	需要	不需要	不需要	不需要
中文化	有	有	有	有	無
操作介面	中等	中等	困難	中等	簡易
建立複合圖形	無	有	無	有	有
換顏色	無	無	無	有	有
存檔	有	無	有	有	有
遊戲化介面	低	低	低	低	高

資料來源：施保成，2011；以及研究者自行整理。

(二). 本研究所使用之實體學具 - USL(遊思樂)連接方塊

安全益智類積木方塊其接頭不可旋轉，可以拼組成正方體、扇形柱體、三角柱體等方塊型式，幫助學生瞭解面積、體積、表面積。

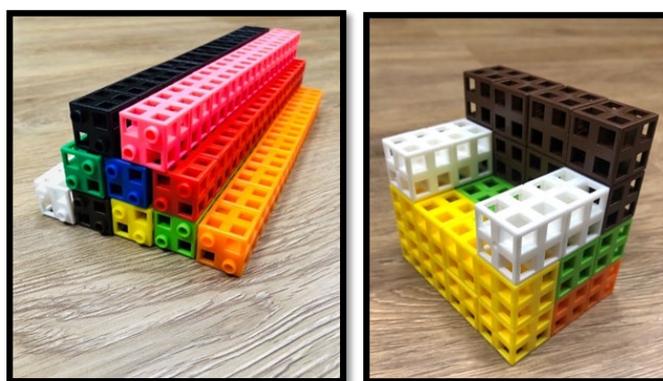


圖 2 USL(遊思樂)連接方塊

(三). 五階段的探究教學學習環模式

Bybee & Landes(1988)五階段的探究教學學習環模式。五個階段分別為：

- (1)參與 (Engagement)：教師引導學生產生學習興趣，讓學生參與教學。
- (2)探索 (Exploration)：教師不給答案，學生有時間操作創建具體的經驗。
- (3)解釋 (Explanation)：學生對科學觀點解釋並說明，教師澄清錯誤觀念。

(4)精緻化 (Elaboration)：重視學生能否將形成的正式定義用於新環境。

(5)評量 (Evaluation)：教師以正式和非正式評量來評量學生。

三. 研究設計

(一). 研究設計與對象

本研究採準實驗研究方法，以不等組前後測設計，實驗組以探究式學習法配上插電式學具(T₁)，對照組以探究式學習法配上不插電式學具(T₂)。實驗研究進行前，先進行實驗組與對照組數學「表面積」單元前測(O₁)以及進行實驗組與對照組數學學習態度量表(O₃)。教學實驗期間各為一週 4 堂課，每節課四十分鐘。教學實驗課程結束後，接著實施實驗組與對照組數學「表面積」單元後測(O₂)以及進行實驗組與對照組數學學習態度量表(O₃)。如表 2 所示。

表 2 不等組前後測準實驗研究設計

自變項	前測	實驗教學	後測
實驗組	O ₁ O ₃	T ₁	O ₂ O ₃
對照組	O ₁ O ₃	T ₂	O ₂ O ₃

考量時間、人力，選取六年級 2 個班級，共 52 名為本研究之樣本。

表 3 正式研究樣本人數統計表

組別	男生人數	女生人數	班級人數
實驗組	12	12	24
對照組	14	14	28

(二). 研究工具

1. 前/後測題目的內容分析

編制複本 A、B 兩份測驗卷：學前能力測驗卷使用 A 本，學習成效測驗卷使用 B 本。複本編製原則：兩本測驗卷題目與學習內容相似，皆有 15 題選擇題。表面積概念分成五個向度：基本概念、保留概念、估算概念、空間概念、量測概念。

2. 數學學習態度量表

參酌林星秀(2001)、陳盈帆(2007)的數學態度量表，進行編製。採用四點李克氏 Four Point Likert Scale 量表分為非常同意、同意、不同意、非常不同意，供學生選擇一個填答。

(三). 探究課程-數位/實體學具課程

教師指引說明：教師於學習任務開始前，將學習任務板書於黑板，並發下學習任務單，交代學習任務進行方式，以下進行學習任務說明。

1. 學習任務一~七皆包含找出頂點/邊長/面個數、共有幾組互相平行的面、計算表面積；其中學習任務五~七，需要額外繪製出上視圖與側視圖。

2. 首先各組將桌面淨空僅留下學習任務單，讀一遍學習任務題目。每一組的學習節奏不同調，當有組別完成學習任務答案與創建完成 Our Craft 數位方塊/USL 連接方塊後，教師會確認答案與立方體是否正確。如果該組填答正確與立方體拼組正確即可在教師拍照後，進行下一個學習任務；反之，教師會引導學生作答方向與迷思概念，讓小組內自行討論解答與拼組正確的立方體，直到正確為止，方可進行下一個學習任務。

表 4 對照組實體學具輔以五 E 探究教學學習環模式學習內容

	學習任務	五 E 探究教學學習環模式	節數
	以 Our Craft 數位方塊/USL 方塊創建		
教學活動一	正方體的表面積	參與、探索、解釋、評量	半節
教學活動二	長方體的表面積	參與、探索、解釋、評量	半節

茲將表 4 中五 E 探究教學學習環模式對應實研組/對照組教學活動說明如下：

1. 參與 (Engagement)：引導每組學生拼組 Our Craft 數位方塊/USL 連接方塊完成學習任務。
2. 探索 (Exploration)：讓各組根據學習任務自行操作來完成學習任務。
3. 解釋 (Explanation)：教師與學生討論拼組方塊的迷思、澄清錯誤觀念。
4. 精緻化 (Elaboration)：學生是否依據「上視圖/側視圖」定義，繪製型體。
5. 評量 (Evaluation)：學生是否瞭解不同形體點、邊、面關係，計算拼組方塊的表面積。

三. 實驗結果

(一). 不同學具之低成就學生學習成效

由描述性統計資料來推測，透過 5E 探究式學習法讓低成就學生可以透過數位學具 - Our Craft 與實體學具 - USL 連接方塊，來提升學生的簡單複合型體表面積學習成效。其中可以發現實驗組低成就學生相較於對照組低成就學生進步幅度更為明顯，表示進步幅度較高。

(二). 不同學具之高成就學生學習成效

由描述性統計資料來推測，透過 5E 探究式學習法讓高成就學生可以透過數位學具 - Our Craft 與實體學具 - USL 連接方塊，來提升學生的簡單複合型體表面積學習成效。其中可以發現實驗組高成就學生相較於對照組高成就學生進步幅度更為明顯，表示進步幅度較高。

(三). 不同學具學生學習成效

排除數學表面積學習前測成績之影響後，後測成效透過相同 5E 探究式學習法後，將因為不同學具的使用而有顯著差異，實驗組後測成績調整後平均分數(10.095 分)顯著優於對照組的調整後平均分數(9.275 分)。表示實驗組學生學習後之成效顯著高於對照組學生。

(四). 實驗組與對照組數學學習態度

經由統計考驗資料顯示，實驗組透過數位學具進行數學表面積學習後數學學習態度後測成績有顯著提高。對照組透過實體學具進行數學表面積學習後數學學習態度成績也有顯著提高。經由本研究實驗之受試學生，數學學習態度透過相同 5E 探究學習輔以不同學具學習後皆發生數學學習態度的改變，透過數位學具與實體學具的學生皆趨於積極學習且正向樂觀態度。

四. 結論與建議

(一). 結論

1. 實驗組學生進行 5E 探究式教學法搭配「數位學具」對學生學習成效有顯著影響。
2. 數學「表面積」單元學習搭配「數位學具」可以顯著提升學生學習動機。

(二). 建議

透過 *Our Craft* 為數位學具，進行複合形體表面積教學，研究顯示它具備教育性與娛樂性價值。

參考文獻

- 施保成(2011)。以 3D 電腦輔助設計軟體 Google SketchUp 融入國小複合形體表面積教學對學生數學學習成效之研究。國立臺灣師範大學教育所，未出版之碩士論文。
- Bybee, R.F., & Landes, N.M. (1988). The biological science curriculum study (BSCS). *Science and Childrne*, 25(8), 36-37.

應用 ASSURE 模式於國小資訊素養課程設計之研究-以網路謠言驗證主題為例

A Research on Applying the ASSURE Model for Designing the Information Literacy Curriculum in the Elementary School: A Case Study of Internet Rumor Verification

陳振遠^{1*}，孫之元²

¹桃園市立幸福國民小學

²國立陽明交通大學 教育研究所

* nsxmars@gmail.com

【摘要】 資訊素養和網路謠言驗證是未來不可或缺的能力。本研究以 ASSURE 模式設計一套網路謠言驗證教學課程，並探討課程對於國小學生資訊素養學習成效與態度的影響。研究對象為國小五年級學生共 26 名。本研究蒐集了量化與質性數據來進行課程評鑑。研究結果顯示，學生參與課程後能提升學習成績、學習動機、自我效能和滿意度，且設計出的教學活動並不會給予五年級學生額外的認知負荷，因此 ASSURE 模式是將科技與資訊有效整合進國小課程的實用設計框架。本研究結果與建議可作為未來研究的參考。

【關鍵字】 ASSURE 模式；網路謠言；資訊素養；資訊驗證

Abstract: Information literacy and internet rumor verification are essential competencies for the future. This study designs a curriculum of internet rumor verification with ASSURE model. The purpose is to explore elementary school students' learning effects and attitudes. The research was conducted with 26 fifth-grade students. This study collected both quantitative and qualitative data to evaluate the curriculum. The results show that the students in the curriculum achieved better learning performance, motivation, self-efficacy, and satisfaction. And the information literacy curriculum did not impose an extraneous cognitive load on the fifth-grade students. In conclusion, the ASSURE model is a practical and convenient framework for merging technology and information into elementary school instruction. The results and suggestions can serve as a reference for future studies.

Keywords: ASSURE model, internet rumor, information literacy, information verification

1. 研究動機

近代的科技與資訊發展，現今的學生從出生開始即接受各種新科技、網路資訊的洗禮，而電腦、數位遊戲、網路與即時通訊已成為他們生活中不可或缺的一部分，學生也被稱為「數位原民」（Prezsky, 2001）。但科技的進步也帶來一些弊端，豐沛的資訊環境也造就各種錯誤訊息、謠言與有目的性的新聞宣傳流竄（Liu, 2021），因此如何培養學生能具有資訊素養與網路資訊驗證能力是極為重要的教育議題。

美國學校圖書館員協會指出資訊素養是新時代的學生與公民因具備的能力（AASL, 2009），我國教育部也提出要培養學生具有資訊篩選與驗證等能力（教育部，2016），因此在現場中的教學需要加強學生相關之能，使其免受網路中多元雜亂資訊的危害（曾淑美、黃慧真，2012）。研究者本身為國小資訊教師，有其義務教導學生資訊素養相關概念，並在課程中培養資訊蒐集、辨識、分析、評估與應用的能力，使其擁有正確使用資訊科技的能力與態度，成為具備良好素養的現代公民（吳琬瑩、徐新逸，2004；曾淑美、黃慧真，2012）。

時代進步也影響著教學的改變，導入資訊與新科技的教學模式已難以用傳統教法進行，教師需要採用不同科技設計新的課程與教學活動，才能提高學生的學習參與度（Kim &

Downey, 2016)。Heinich 等人 (1993) 提出六步驟的 ASSURE 教學設計模型，其給予教師如何將科技、媒體和教材有效地整合到教學中的規畫建議 (Shelly, Gunter, & Gunter, 2012)，且 ASSURE 教學設計模型已被證實能幫助教師設計與組織有效教學，因此已被大量應用於在 K-12 各層級的課堂與教學中 (Stefaniak & Xu, 2020)。

根據上述研究背景，為培養國小學生具有資訊素養與資訊驗證之能力，本研究以 ASSURE 模型為基礎，設計一套適合國小五年級學生學習的網路謠言驗證為主題之課程，期待學生參與課程後能提升其資訊應用能力與素養，並將相關知能應用於日常生活中。

2. 文獻探討

2.1. 資訊素養

資訊素養已是現代公民學習與必備的重要素養之一 (AASL, 2009)。資訊素養的內涵在於個人具有資訊搜尋、取用、組織、評估與應用創造的能力與態度，並能認知個人需求與利用資訊解決生活問題，最終期待學生能將能力與態度呈現於社會中 (AASL, 2009；莊盛宇、林菁，2017；林菁、洪美齡，2004)。

國小資訊素養教育需利用多元教學使學生具備資訊素養，讓學生擁有正確使用資訊的技能與態度，並養成思考、解決問題、合作溝通、主動學習等未來適應社會的能力 (吳琬瑩、徐新逸，2004；曾淑美、黃慧真，2012；林菁、顏仁德、黃財尉，2014)。國內已將資訊素養結合不同學科領域，並融入不同教學設計實踐於各年級教學中，其能有效提升學生資訊素養，展現高層次的學習表現 (林菁，2012；林菁、謝欣穎，2010；侯政宏、崔夢萍，2013；林菁、沈桂枝、賴秀珍，2016)。

2.2. 網路謠言與資訊驗證

現今網路已融入人們的日常生活，其中充斥著大量真假難辨的資訊，且因為資訊的保留性，網路資訊與謠言的影響層面更為廣泛 (黃慧宜、周倩，2019)，因此如何判斷內容與資訊驗證能力是當下每個人需具備的技能 (Esparrago-Kalidas, 2021)。Chunsuttiwat 與 Thammakoranonta (2017) 針對 400 位青少年的調查研究顯示，大部分學生並不具備資訊驗證或評估網路訊息可信度的能力；而國內針對國中生的調查研究，發現學生雖具備基本資訊評斷的能力，但仍無法正確判別網路資訊的真偽性 (黃慧宜、周倩，2019)，且學生受限於知識與缺乏驗證判斷能力，因此容易受謠言影響並加以散佈，故學校需進行相關課程增進學生辨別網路謠言之能力，使其能保護自己與因應未來資訊社會的挑戰 (張鳳綿、歐陽閻，2010；曾淑美、黃慧真，2012)。

教育部全民資安素養網 (2022) 提出 5W 思考法，建議學生利用「Who、What、When、Where、Why」5 個提問來確認訊息的來源、時效與目的等，藉以判斷網路資訊的真實性。而針對網路資訊驗證的教學，最廣為流傳應用的是 CRAAP 測試 (Fielding, 2019)，由 Blakeslee (2004) 提出的 CRAAP 測試藉由 5 個面向 (currency 即時性、relevance 相關性、authority 權威性、accuracy 準確性、purpose 目的性) 進行資訊評估。CRAAP 測試提供一個有效的參考工具，能引導學生針對網路資訊進行不同面向的思考與判斷，從中確認資訊的可信度，提升學生的資訊驗證行為與促進批判性思考 (Esparrago-Kalidas, 2021；Wichowski & Kohl, 2013)。因此為提升學生資訊驗證能力，本研究將在教學中導入 5W 思考法與 CRAAP 測試，提供完整框架與學習活動協助學生明辨網路謠言。

2.3. ASSURE 教學設計模式

科技與資訊創新讓教師需重新設計教材與活動，以提高學生的學習參與度 (Kim et al, 2013)。ASSURE 教學設計模式自 1993 由 Heinich 等人提出後，其六階段步驟能協助教師設

計以學生為中心的課程，並能有效結合各種科技與媒體，提升不同年級學生在不同科目的學習成效 (Kim & Downey, 2016)。

ASSURE 教學設計模式的六步驟分別為 (Smaldino, Lowther, & Russell, 2008)：分析學習者 (A, Analyze learners)、陳述教學目標 (S, State objectives)、選擇教學媒體與教材 (S, Select instructional media and materials)、應用媒體與教材 (U, Utilize media and materials)、讓學習者參與 (R, Require learner participation) 以及評鑑與調整 (E, Evaluate and revise)。ASSURE 模式能提供素養教學活動設計適當的架構，其學習者可藉由該架構設計出的課程提升媒體素養、金融素養或數位素養 (Adi, Haryono, & Sulistyorini, 2021；DEMİRER et al, 2016；Smith et al, 2022)，且 ASSURE 能設計出有效與實用的國小課程，並提升相關學科的學習態度與表現 (Suharni, 2019；Adi, Haryono, & Sulistyorini, 2021)。因此本研究採用 ASSURE 模式做為課程設計架構，根據六步驟規劃以網路謠言驗證為主題的課程，並進行教學實踐與評估其適用性。

3. 以 ASSURE 模式為基礎之網路謠言驗證課程設計

本研究採用 ASSURE 模式為課程設計架構，其提供一個實用與便於教學實踐的框架讓教師能整合科技與資訊於教學中 (Kim & Downey, 2016)。本研究依循 ASSURE 的六步驟教學活動設計如下：

3.1. 步驟一：分析學習者 (A, Analyze learners)

現在國小學生屬於數位原民時代，本身熟悉各式數位科技，利用指尖就能將網路世界的各種資訊開展在眼前，因此教師的職責轉變為要能引導學生善用網路資源來獲取知識 (楊洲松, 2021)。根據研究者於教學現場的觀察，國小學生具備基本搜尋資料能力，能從網路獲取所需資訊來解決問題，但對於資訊的真實性辨別與品質評估能力略有欠缺，因此容易受謠言影響與在不經意間成為不實資訊轉傳的幫兇，故課程主軸以提升學生的資訊驗證能力為主。

3.2. 步驟二：陳述教學目標 (S, State objectives)

本次課程目標以十二年國民教育的核心素養為主，藉由課程培養學生解決問題能力，以及科技資訊與媒體素養，讓學生具備善用資訊科技之能力與相關倫理素養 (教育部, 2014)，使學生成為新時代的公民。

本研究依據課程目標規劃 10 堂課，並設計不同學習活動與教學目標，使學生在課程中循序提升資訊檢索、取用、組織、評估與應用能力，進而具備資訊驗證相關知能與素養。各學習活動目標與內容如下表 1 所示。

表 1 課程教學目標與內容設計

課程	主題	教學目標	主要教學內容
第一堂	網路真的假的？	認識網路謠言	帶領學生認識網路謠言影響，並以實際案例(新聞、LINE 圖文、FB 分享文等)探討網路資訊的真偽。
第二堂	網路資料找找找	網路資源應用與搜尋	帶領學生學習網路搜尋引擎的網頁資源、圖片、多媒體搜尋功能，並依學習單找到指定的網頁內容。
第三堂	網路資料整理術	網路資源分類檢索技巧	針對學習單提出之問題，學生搜尋相關網頁、圖片與多媒體資源，並彙整呈現完整論述。
第四堂	Google 這麼神	資源搜尋與關鍵字	讓學生認識關鍵字與搜尋引擎的進階檢索技巧，讓學生藉由新技巧加快搜尋時間與提升結果準確性。

課程	主題	教學目標	主要教學內容
第五堂	多媒體資料搜尋	檢索技巧與布林邏輯	讓學生熟悉如何在網路中應用布林邏輯與特殊符號，提升資訊檢索能力。
第六堂	資料到底對不對？	資料搜尋與可信度判斷	讓學習生針對不同網頁資訊提出想法，進行小組討論基本的資訊品質判別原則。
第七堂	來學 5W 思考法	資料整理與 5W 思考法	引入 5W 思考法，帶領學生判斷網路訊息的目的、來源與時效等，從中辨別內容的可信度。
第八堂	認識 CRAAP	資訊驗證與 CRAAP 測試	引入 CRAAP 測試，帶領學生以五個面向進行思考與判斷，從中確認網頁資訊與通訊軟體圖文訊息的可信度與品質。
第九堂	找到好資料	CRAAP 測試應用	教師給予不同的網頁資訊與通訊軟體訊息，讓學生利用 CRAAP 測試判斷內容真偽與分享思考過程。
第十堂	不要再被騙了	網路謠言與資訊驗證統整	教師提供情境問題與學習單，學生採用小組合作進行資訊檢索、組織與評估，進而解決問題與分享思考過程。最後教師統整相關學習內容，讓學生能將資訊素養展現於日常生活中。

3.3. 步驟三：選擇教學媒體與教材 (S, Select instructional media and materials)

本課程目標在於讓學生能將知識應用於生活中，媒材選擇以三個原則為主：1) 為符合學生科技與網路使用習慣，教學活動採用個人電腦與平板作為主要操作媒體，讓學生實際操作與應用資訊檢索技巧；2) 為結合學生生活經驗，由老師上網蒐集網路謠言相關訊息與圖文內容，其包含 LINE 圖文訊息、FB 分享文、主流新聞與網站訊息，並整合不同影音、圖文等類型素材提供學生進行資訊驗證學習活動；3) 為使學生能有系統的思考與辨別資訊真實性，課程中加入 5W 思考法與 CRAAP 測試，提供完整的資訊驗證架構，協助學生判斷內容真偽與應用。

3.4. 步驟四：應用媒體與教材 (U, Utilize media and materials)

課程內容採用學生日常接觸的網站與通訊軟體訊息，能有效引起學生共鳴與連結生活經驗。學習過程採用之科技皆為學生熟悉可操作之設備，因此在 10 堂教學中教師能流暢應用教材教學，學生也能順利使用科技與網路資訊進行學習。課程教材圖 1 所示。

Figure 1 displays course materials and learning sheets. It includes a LINE message about a 'monster' in a forest, a news article about a 'three-headed horse' in a river, a CRAAP test table, and a 5W learning sheet.

3. When: 這個網站何時架構的? 最近是否有更新?

(a) 請找出以下網站的最新文章

網站名稱	最後的更新時間	是否可編輯	是否可刪除
網際網路「原始日志」留言板	2015-05-18	可以	不可以
網際網路「原始日志」留言板			

4. Where: 這個資訊來源為何?

(a) 請從文章內容找出資訊的來源

內容訊息	編者名稱	資料來源	是否可編輯
網際網路「原始日志」留言板	網際網路「原始日志」留言板	網際網路「原始日志」留言板	可以
網際網路「原始日志」留言板			

5. Why: 經過上面四個步驟後，只是確定資訊是可信的，網路使用者在進一步時可確認此資訊內容本身是否是你想要的? 資訊內容是否確實對我有用? 可否幫助我解決問題?

網頁	C 時 效 性	R 可 靠 性	A 權 威 性	P 目 的 性	F 詳 實 性	結果
1. 澎湖國際海上花火節	V	V	V	V	V	V
2. 去旅遊、遊樂園政府幫你買單!	X	V	V	V	X	X
3. 非假非非假數學網	X	X	V	X	V	X
4. 廣州不知去哪裡? 蔡阿嘎分享 10 家 點數你選台灣						
5. 食尚玩家						
6. 暑假親子出遊攻略						

圖 1 課程教材與學習單示範圖

3.5. 步驟五：讓學習者參與 (R, Require learner participation)

ASSRUE 模式能促進學生主動學習 (Kim & Downey, 2016)，本課程邀請五年級 26 名學生參與，並蒐集相關知能的學習成效與態度資料，以了解整體課程對學生之影響。

本次設計之教學活動以實作與小組討論為主，課程中教師引導學生思考提供各式問題、真假難辨的圖文訊息以及學習單，讓學生親自動手檢索資訊與討論找出答案，並在每堂課程後總結與請學生分享思考過程與心得，藉由同儕與教師回饋增強學習參與度與深化學習概念。課程討論與學習活動如圖 2 所示。



圖 2 課程討論與學習活動

3.6. 步驟六：評鑑與調整 (E, Evaluate and revise)

本研究採用多元方式進行課程評鑑。首先邀請兩位校內同領域教師進行備、觀、議課，並實際進入現場觀課與填寫觀課回饋表，其針對授課教師應用媒體與教材以及教學過程進行評量，觀課紀錄回饋如下：

觀課教師 1：「教材內容有趣，呈現清楚，並能結合學生新舊知識，使學生十分投入與參與課堂學習。」

觀課教師 2：「學習目標建立在舊經驗便利學生學習新技能，使學生能主動自主討論與解決問題。」

從同儕教師回饋中可了解研究者在媒材選用上符合學生程度，並設計良好活動引導學生主動學習與解決問題，達成資訊驗證之教學目標。

本研究在每一堂中利用學習單了解學生在參與教學活動的學習狀況，依學生完成學習單之程度評鑑教學活動是否達成教學目標。學生學習單成果如圖 3 所示。

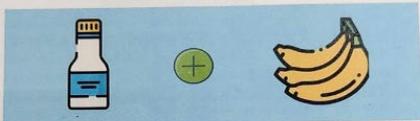
第一堂學習單	第六堂學習單	第七堂學習單
<p>營養師與醫師提醒大家： 優酪乳加香蕉會致癌</p>  <p>優酪乳不能跟香蕉一起吃，若和它一起吃下肚，竟比「砒霜」還毒！</p> <p>你覺得圖片中的訊息是真的假的？</p> <p>真的 <u>不確定</u> 假的</p> <p>理由：<u>因為可能是真的，也可能假的。</u></p>	<p>停 → 停下來想一想 是否真的對照</p> <p>看 → 網路路查查 多看看別人的意見</p> <p>聽 → 跟老師討論 聽聽別人的意見</p>	<p>3. 威尼斯封城後水變清澈，不只魚群還有(海豚)...</p> <p>外國媒體報導：威尼斯封城後水變清澈，不只魚群還有(海豚)...</p> <p>威尼斯當地民眾發現，封城之後威尼斯遊客不在，水還變得清澈，連海豚都回來了。</p>  <p>你覺得圖片中的訊息是真的假的？</p> <p>真的 <u>不確定</u> 假的</p> <p>理由：<u>海豚是海水動物。</u></p>

圖 3 學生學習單成果

從學習單撰寫狀況可得知學生一開始是採用直覺進行資訊驗證，但經由課程學習後，學生開始認知如何網路資訊的判斷準則，並能依照邏輯與不同面向思考資訊可信度，學習單中也呈現出學生判斷的完整理由，因此本課程的教學活動與採用之教材媒體能呼應其教學目標。

本研究也蒐集量化資料以了解學生參與整體課程後的學習成效與感受變化。學習成效採用自編之資訊驗證概念後測驗卷。學生感受變化採用前後問卷（6 點量表）蒐集相關數據，其分為學習態度、學習動機、學習自我效能三部份，學習態度問卷改編自 Hwang 與 Chang(2011) 提出之學習態度量表，其 Cronbach's α 為 0.96；學習動機問卷改編 Sun 與 Hsieh (2018) 提出之學習動機量表，其 Cronbach's α 為 0.89；學習自我效能改編 Sun 與 Yeh (2017) 提出之學習自我效能量表，其 Cronbach's α 為 0.93。在課程結束後，利用 Hwang 等人 (2013) 修訂後的認知負荷問卷 (Cronbach's α 為 0.89) 以及 Chu 等人 (2010) 提出之學習系統滿意度問卷 (Cronbach's α 為 0.96) 來了解學生對於整體課程規劃與教材編排之看法。

在學習成效部份，學生資訊驗證概念後測表現如表 2 所示，顯示學生經過 10 堂以網路謠言驗證為主題之學習，已經具備基本的資訊檢索、組織與評估之能力。

表2 學生學習成效之統計

項目	平均數	標準差
測驗卷	92.31	7.10

在學習感受上，如表 3 所示，學生參與課程後的各項態度具有顯著變化，表示其教學活動能有效提升學生的學習態度、動機與自我效能。在認知負荷與滿意度上，如表 4 所示，學生對於教學活動感到極高的滿意度 (5.79/6.00)，且課程中選擇的教材與活動編排並不會造成學生過高的認知負荷，因此證明採用 ASSURE 模式設計課程的有效性 (Kim & Downey, 2016)。

表3 學習態度、動機與自我效能之前後問卷成對樣本 *t* 檢定

項目	類別	N	平均數/標準差	<i>t</i>
學習態度	前問卷	26	5.34 / 0.54	-3.826**
	後問卷	26	5.73 / 0.47	
學習動機	前問卷	26	5.04 / 0.59	-4.292**
	後問卷	26	5.58 / 0.53	
學習自我效能	前問卷	26	5.10 / 0.60	-3.526**
	後問卷	26	5.55 / 0.56	

** $p < .01$

表4 學生的認知負荷與學習模式滿意度之統計

	平均數	標準差
認知負荷	1.51	0.79
學習模式滿意度	5.79	0.34

在課程調整與修正部份，觀課教師提供幾點建議：1) 課程提供之案例可以更多，讓學生累積更多經驗以利遷移；2) 在小組討論與實作時，可劃分個人任務與設定提醒機制，使學生更加專注參與學習任務；3) 課程內容豐富但時間較為緊湊，建議可拉長教學結束，讓學生更加深化概念；4) 課程提供之圖文訊息，其內容用字有時較為艱澀，若要推廣至其他年級，則需重新選擇其他教材。故本研究彙整以上建議作為後續課程改良之依據。

4. 研究結論

本研究以 ASSURE 模式設計一套適合國小五年級學生學習網路資訊驗證的課程，採用六步驟選擇與規劃合適學習者的教材與活動，而後彙整量化與質性資料分析，顯示本研究設計之課程能有效提升學生相關知能與素養，其可做為未來相關課程或教學活動規劃之參考。

參考文獻

- 曾淑美、黃慧真 (2012)。資訊教育對資訊素養與資訊倫理的影響—以國小六年級學生為例。 *資訊、科技與社會學報*，12，67-90。
- 侯政宏、崔夢萍 (2013)。問題導向網路學習系統應用於國小五年級資訊素養與倫理之研究—著作權單元為例。 *教育傳播與科技研究*，104，17-36。
- 黃慧宜、周倩 (2019)。國中學生面對網路謠言之回應行為初探：以 Facebook 謠言訊息為例。 *教育科學研究期刊*，64 (1)，149-180。
- 教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北，教育部。
- 教育部 (2016)。2016-2020 資訊教育總藍圖。臺北，教育部。
- 教育部全民資安素養網 (2022)。善用 5w 思考法 當個聰明小偵探。取自 <https://isafe.moe.edu.tw/>
- 林菁 (2012)。資訊素養融入國小二年級社會學習領域 [我們的社區] 主題探究：以 Super3 模式為例。 *教育資料與圖書館學*，49 (3)，1-29。
- 林菁、洪美齡 (2004)。資訊素養融入國小五年級社會學習領域—以選賢與能主題為例。 *圖書館學與資訊科學*，30 (1)，26-40。
- 林菁、沈桂枝、賴秀珍 (2016)。公民行動取向之資訊素養課程：以國小六年級 [台美生態學校夥伴計畫] 為例。 *教育資料與圖書館學*，53 (2)，211-244。
- 林菁、謝欣穎 (2010)。資訊素養與閱讀策略融入國小四年級 [我們的水族箱] 主題探究：以 Big6 模式為例。 *圖書資訊學刊*，11 (1)，95-130。
- 林菁、顏仁德、黃財尉 (2014)。探究式資訊素養融入課程成效之四年長期研究。 *教育資料與圖書館學*，51 (4)，561-595。
- 吳琬瑩、徐新逸 (2004)。兒童資訊素養之思考技能教學內涵及檢核。 *圖書與資訊學刊*，50，60-75。
- 楊洲松 (2021)。數位原住民與課程改革。 *課程研究*，16 (2)，1-10。
- 張鳳綿、歐陽閻 (2010)。兒童網路謠言線上課程學習成效之研究。 *數位學習科技期刊*，2 (2)，36-49。
- 莊盛宇、林菁 (2017)。國小探究式資訊素養融入課程與問題解決能力之長期研究。 *教育傳播與科技研究*，116，1-16。
- Adi, H. S., Haryono, H., & Sulistyorini, S. (2021). The Development of Instructional Design Using ASSURE Model in Mathematics for Elementary School to Improve Financial Literacy. *Journal of Curriculum Indonesia*, 4(1), 30-42.
- American Association of School Librarians. (2009). *Standards for the 21st-century learner in action*. Chicago, IL: American Association of School Librarians.
- Blakeslee, S. (2004). The CRAAP test. *LOEX Quarterly*, 31(3), 6-7.
- Chunsuttiwat, N., & Thammakoranonta, N. (2017). The Study of the Skills to Evaluate Reliable Online Information of Youth Aged 12-17 in Bangkok and Vicinities. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Information Technology* (pp. 190-194).

- DEMİRER, V., BARUT, E., ERBAŞ, Ç., Dikmen, C. H., & Nurcan, S. A. K. (2016). Media literacy training for prospective teachers: Instructional design process and its evaluation. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 45(1), 49-70.
- Esparrago-Kalidas, A. J. (2021). The Effectiveness of CRAAP Test in Evaluating Credibility of Sources. *International Journal of TESOL & Education*, 1(2), 1-14.
- Fielding, J. A. (2019). Rethinking CRAAP: Getting students thinking like fact-checkers in evaluating web sources. *College & Research Libraries News*, 80(11), 620-622.
- Heinich, R., Molenda, M. and Russell, J. D.(1993). *Instructional Media and the New Technologies of Instruction* (4rd ed.). New York: Macmillan.
- Hwang, G. J., & Chang, H. F. (2011). A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students. *Computers & Education*, 56(4), 1023-1031.
- Hwang, G.-J., Yang, L.-H., & Wang, S.-Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121–130.
- Kim, D., & Downey, S. (2016). Examining the Use of the ASSURE Model by K–12 Teachers. *Computers in the Schools*, 33(3), 153-168.
- Kim, D., Rueckert, D., Kim, D.-J., & Seo, D. (2013). Students' perceptions and experiences of mobile learning. *Language Learning & Technology*, 17(3), 52–73.
- Liu, G. (2021). Moving up the ladder of source assessment: Expanding the CRAAP test with critical thinking and metacognition. *College & Research Libraries News*, 82(2), 75-79.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
- Shelly, G. B., Gunter, G. A., & Gunter, R. E. (2012). *Teachers discovering computers: Integrating technology in a connected world* (7th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.
- Smaldino, S. E., Lowther, D. L., & Russell, J. D. (2008). *Instructional technology and media for learning* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Smith, A., Rubio-Rico, L., McClelland, G. T., Monserrate-Gómez, S., Font-Jiménez, I., & de Molina-Fernández, I. (2022). Co-designing and piloting an Integrated Digital Literacy and Language Toolkit for vulnerable migrant students in higher education. *Education and Information Technologies*, 1-21.
- Stefaniak, J., & Xu, M. (2020). An examination of the systemic reach of instructional design models: A systematic review. *TechTrends*, 64(5), 710-719.
- Sun, J. C.-Y., & Hsieh, P.-H. (2018). Application of a gamified interactive response system to enhance the intrinsic and extrinsic motivation, student engagement, and attention of English learners. *Educational Technology & Society*, 21(3), 104–116.
- Sun, J. C.-Y., & Yeh, K. P.-C. (2017). The effects of attention monitoring with EEG biofeedback on university students' attention and self-efficacy: The case of anti-phishing instructional materials. *Computers & Education*, 106, 73–82.
- Wichowski, D. E., & Kohl, L. E. (2013). Establishing credibility in the information jungle: Blogs, microblogs, and the CRAAP test. In *Online credibility and digital ethos: Evaluating computer-mediated communication* (pp. 229-251). IGI Global.



GCCCE