結合電腦編程的專題研習 — 解難能力的培養

吳木嘉先生(教育局 小學校本課程發展組) 陳思祖老師、甘浩然老師(沙田圍胡素貞博士紀念學校) 伍碧華老師、盧潔儀老師、饒爾雅老師(聖公會仁立小學)

引言

資訊科技的發展對社會影響深遠,不少學校亦著力增進學生對電腦編程的認識和應用能力。兩所分享學校分別在高小常識科課題引入包含電腦編程的專題研習,透過常識科和資訊科技科的協作,促進學生綜合和運用相關的知識和技能,讓他們主動建構知識,在落實自己的構想之餘,亦培養協作解難的能力。

除了電腦編程外,學生在過程中需掌握和運用的還包括對難題的分析、設定 工作計劃和小組協作等,學生經歷的是一個主動解難的體驗。

電腦編程教學的發展

近年,STEM教育在本地社會受到廣泛的關注,以此為題的各式研討會、展覽和學界比賽如雨後春筍。而小學在與此相關的發展也有明顯變化,曾一時較為沉寂的科學與科技日再次受到重視,甚至不少學校也直接以STEM教育相關的名目作為活動的名稱。除了以往常見的水火箭和投石器等題材外,學校亦新增了不少貼近生活經驗的課題(如創意電動小發明),讓學生有更多應用所學的機會。而其中一個較新和較快的發展方向是電腦編程。

隨著資訊科技在日常生活各環節的普及應用,對資訊科技的認識和應用能力也愈來愈顯得重要,甚至有學者認為它是二十一世紀的人類基本素養(Barr, Harrison, & Conery, 2011)。資訊科技教育在本地小學並不是新事物,要檢視它在香港小學的發展,就不能不提在2000年面世的電腦認知單元課程,隨著小學引入電腦作為教學用途,課程發展議會首次制定了八個單元的課程,以供學校安排課程時作為參考。時至今日,八個單元的名稱維持不變,但當中的側重點和內容卻隨時日的發展作出了相當的修訂(課程發展議會,2015),其中一個大幅的增潤是有關電腦編程方面,從最早僅僅透過「圖龜語言」操控電腦,擴展到藉「App Inventor」、「Scratch」和「不插電活動」等,發展學生在電腦編程方面的能力。隨著科技的成熟和引入更多元化的活動和資源,電腦編程已不單只停留在過往的螢幕展現上,而是可以用於直接控制各式模組(如電動機、蜂鳴器、LED 燈等),以達成對實物的控制,大大增加了電腦應用與實際生活的聯繫。

課程發展議會(2017)發表了《計算思維—編程教育》補充文件,進一步闡釋

有關編程教育的發展建議,文件明確提出:

「在高小年級推行計算思維和編程教育,目的並非訓練及培養電腦程序編寫員,而是讓學生得到實作經驗及建立解難的信心,持續透過協作及重覆的測試來解決問題。」(頁 5)

借用國際學生能力評估計劃的說法,相關的教育目標並不是直接的專才培訓「輸送管」(pipeline),而是讓每個學生可以在成長中躍起的起跳板(springboard) (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016)。計算思維是培養學生在電腦的協助下解決問題的能力,它是每個學生也需要的基本素養,而不是特殊精英獨有的專長。計算思維所包含的也不僅是電腦程式的編寫,而是包括有系統地應用分析能力和邏輯思維去設計可行的對應解決方案,並借助電腦的協助付諸實行(Wing, 2006)。故此,不少學者也認為計算思維的發展重點並不只是熟習某種電腦語言(learning to code),而是應用所習的電腦編程能力去解決真實的問題(Coding to learn) (Farag, 2016; Resnick, 2013; Trucano, 2015),這個倡議與常識科著重學生的主動探究和應用知識有明顯的共通之處。

兩所學校的經驗

是次分享的兩所學校重視培養學生主動運用知識解決問題的能力,故此透過 資訊科技科和常識科的合作,支援學生綜合電腦編程和常識科課題的學習,結合 計算思維及其他知識和能力,對問題進行主動的探究。

專題研習是常識科常用的學習策略,旨在發揮學生自主學習精神,培養共通能力,主動建構知識。在引導學生進行專題研習的過程中,香港學校在廣泛的課題也累積了豐富的經驗,常見的主題包括探索社區、健康教育和認識祖國等。近年因應 STEM 教育的發展,與科學及科技範疇相關的專題也漸見普及。兩所分享學校也已引入科學與科技的專題,並希望進一步擴展學生應用相關知識和技能的經驗,讓學生運用編程解決問題。正如《小學常識科課程指引》(課程發展議會,2017)的倡議,編程是一種可以廣泛應用在不同課題的能力,兩所學校亦因應各自的校本發展考慮,分別在五年級的「電的探究和應用」及六年級的「能源危機」引入專題研習。因應各自的校本主題,兩所學校的發展方向也各有不同的側重點,例如聖公會仁立學校的主題是「電在生活中的應用」,故此較為著重智能家居的概念,學生多著重設計的產品如何能夠利便生活;而沙田圍胡素貞博士紀念學校則因應「能源危機」的主題,引導學生藉編程使能源用得更為有效。

正如上文所述,編程這個課題對小學教育並不是全新的元素,但對編程的重視和增潤卻是近年才見普及的發展,而藉編程能力去拓展小學學生學習更是簇新的方向。 面對這次的挑戰,兩所學校首要的工作是集合常識科和資訊科技科的老師團隊,共同檢視學校在相關範疇的現況,從而作出合適的計劃。例如學生在

是次專題需要甚麼編程的知識和能力,兩科的協作如何培養這些知識和能力,然 後怎樣協助學生透過這些知識和能力的掌握,主動解決自訂的問題,一面進行探 究解難,一面從中建構知識。

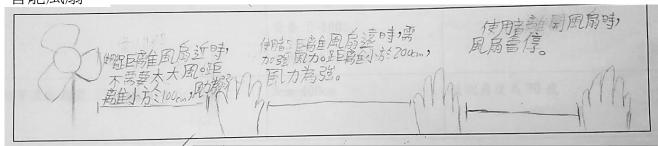
資訊科技科老師表示以往因實用性的考慮,會較為著重文書處理、試算表和簡報等較實用軟件的教學,而對編程的教學則較為忽略。隨著近年這些辦公室軟件愈見易用,老師已開始反思課時的更佳安排。而資訊科技的應用也遠遠超出「辦公室」的環境,例如「Scratch」等編程工具的出現,讓小學生不必使用艱澀的電腦語言,而是透過拖放積木程式模組完成編程。因應這些發展,兩所分享學校已逐漸調節資訊科技科的課程,藉著這次與常識科合作的契機,老師增加了編程的內容和課時比重,讓學生培養更良好的基礎編程能力。因課時的限制,以往資訊科技科老師只能提供簡單的編程練習機會,而這次與常識科合作的專題研習中,學生卻有較充裕的時間,去運用電腦編程解決他們自擬的問題,大大深化了學生對編程的掌握和應用。從常識科老師的角度而言,專題研習的目的是培養學生的學習能力,從而主動建構知識,電腦編程正正就是一種有效的學習工具,而且學生還需運用相關主題的知識,再配合各種技能,例如分析問題,設定工作計劃及小組協作等。這個豐富的學習過程增進了學生綜合和運用知識與技能的機會,為學生提供一個嶄新的 STEM 教育學習經驗。

是次協作的目標絕不單是學習電腦編程(learning to code),而是培養學生建立編程的基本能力之餘,促進他們結合其他知識和技能,有效地應用編程去處理問題,從中進行學習(coding to learn)。協作老師在是次的體驗中,亦充份地印證了這個觀點。由於專題研習是以具體的問題為出發點,在「智能家居」的主題下,聖公會仁立學校的學生需要構想家居電器如何可以更利便生活;而在「節約能源」的主題下,沙田圍胡素貞博士紀念學校的學生需要找出日常生活中浪費電力的例子,這些對問題的覺醒和分析不是編程直接可以作出貢獻的。而在初步訂下問題後,學生還需進一步設計解決問題的整體計劃,然後編程才可派上用場,把這些意念轉化為電腦可以協助執行的程式。從以上例子可見,要解決一個真實的具體問題,學生往往需要結合各樣的知識和技能,而這也是 STEM 教育的珍貴之處 — 讓學生體會知識和技能並不單是掛在口邊的,而是在實踐中按需要綜合運用。

教學策略

根據老師的觀察,學生多熱衷於埋頭在具體的工作,例如在「Scratch」版面中拉動各式指令,測試所編寫的程式,以至製作模型,但卻少有同樣投入於分析問題和訂定計劃等較抽象的思考。故此,老師特意在專題研習冊中,加強支援學生在相關元素的發展,例如在未開始編寫程式前,老師先引導學生用圖文並茂的方式整理思考,並且以小組滙報的形式,讓學生多說之餘,亦從同儕意見中拓寬

智能風扇



學生藉圖文並茂的方式整理思考,交待當中的構思

這些課堂互動機會亦有助老師透過更多元化的渠道,細緻掌握各組學生的學習進展,從而釐訂引導學生學習的策略。例如,協作老師在聽取各組滙報後,從而歸納出學生經常混淆「超音波感應器」與「PIR動作感應器」,於是老師引導學生比較兩者的特質和用途,以增進學生認識和運用不同模組的能力。此外,學生在編寫電腦程式的過程中亦常出現邏輯謬誤,例如學生自己容易以為「少於100」與「少於50」是兩個獨立且互不相干的間距,但學生對其他同學的問題往往卻是旁觀者清,在小組滙報後的提問環節,自然會有學生提出「少於50」的也必然「少於100」,故此兩者其實有從屬關係,而非各自獨立。協作老師發現課堂的多元互動能有效揭示學生的學習歷程及浮現當中遇到的困難,與此同時,老師也可能會遇到即時解決不了的問題,但學生的意見往往也能啓發老師的思考,即或不然,老師也可以把問題留待下一節課再作跟進,從而爭取處理難題的時間和空間。沙田圍胡素貞博士紀念學校著意在專題研習中的不同階段設下小組滙報時段,並聚焦各階段的要點,以滙集藉同儕意見拓寬思維的力量,再加上老師的引導和總結,促進學生在學習過程中的成長。

在專題研習的過程中,學生經歷把意念落實到現實情境的艱辛旅程。沒有學生可以一步到位完成最初的構想,總得跌跌宕宕地逐步把問題改善。老師一般會引導學生先簡化原先的想法,在獲取初步的成果後,再逐步加入其他部份,以邁向最終的目標。這種按部就班完成較複雜工作的經驗,對學生是一個十分深刻的親身體驗。在過程中,學生經歷失敗,但仍然堅持再試,直至某個時刻的突破出現,全組不約而同地高呼:「Yeah!得咗」,就是老師也強烈感受到學生那份喜悅、滿足感,以及對自己和組員的肯定。在檢視研習的過程中,協作老師坦然承認其實不單學生在研習過程感到迷惘,就是老師也會擔心學生的能力,甚至懷疑自己是否具備引導學生進行這類研習的能力,這種迷惘的感覺相信是很多人的同感,也是人面對從固有的自我到超越自己的歷程。計算思維所倡議的正面面對問題和鍥而不捨的精神,正好能在迷惘中提供動力,這種抗逆的能力和態度本身就是重要的學習目標。反之,是次專題並沒有對產品的複雜程度有明確的要求,這種彈性讓學生可以按其能力完成自己所訂的目標:較弱的學生能完成自己能力所及的

簡單設計,從中實踐知識和運用技能,而能力較強的學生亦可以專注更複雜的設計。

除了以往一般的文字報告,學生在是次專題研習還得製作模型、滙報及展示所編寫程式的具體運作,聖公會仁立學校還讓學生於家長日設立攤位作滙報。這些展示學習成果的機會豐富了是次學習的意義,學生知道自己所做的並不只是一份功課,同時也是與同儕、老師及家長的分享,很多同學也相當投入和熱衷於這些滙報的機會。

總結

在小學引入編程並不旨於專才的訓練,而是為所有學生提供更廣泛的學習工具和經驗,培養學生主動解決問題的能力。是次常識科與資訊科技科的協作,讓編程能更有目的和意義地應用在真實的情境。在兩科老師的支援下,學生不單學習編程知識,更應用編程作為學習工具,配合其他知識和技能的結合,解決自己擬定的問題。從組織和策劃課程的角度而言,兩所學校也著重小組滙報和同儕互動,使學生不只是倚賴老師的指導,而是透過更多元化的「師生」和「生生」互動中學習,從而促進自主學習能力的培養。

參考文獻

- 1. Barr, D., Harrison, J. and Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone, *International Society for Technology in Education* (March 2011). Retrieved from https://www.iste.org/docs/learning-and-leading-docs/march-2011-computational-thinking-ll386.pdf
- 2. Farag, B. (2016). *Please don't learn to code*. Retrieved December 21, 2017 from https://techcrunch.com/2016/05/10/please-dont-learn-to-code/
- 3. Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2016). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Paris: OECD Publishing.
- 4. Resnick, M. (2013). *Learn to Code, Code to Learn*. Retrieved December 21, 2017 from https://www.edsurge.com/news/2013-05-08-learn-to-code-code-to-learn
- 5. Trucano, M. (2015). *Learning to Code Vs Coding to Learn*. Retrieved December 21, 2017 from http://blogs.worldbank.org/edutech/learning-code-vs-coding-learn
- 6. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- 7. 課程發展議會 (2017)。小學常識科課程指引。香港:課程發展議會。取自

- http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/cross-kla-studies/g s-primary/Primary_General_Studies_Curr_Guide_Chi_2017.12.7.pdf
- 8. 課程發展議會 (2017)。**計算思維—編程教育**。香港:課程發展議會。取自 http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/CT/supple ment CT chi draft.pdf
- 9. 課程發展議會(2015)。**電腦認知單元課程**。香港:課程發展議會。取自 http://www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/4-key-tasks/it-for-interactive-learning/modular-computer-awareness-programme/index.html