常識　GS01 / GS05

範疇： 科學、科技與數學

題目： 科學與科技專題研習的實踐──促進學生綜合和應用知識與技能的能力

講者： 吳木嘉先生（高級學校發展主任）
尹淑娛老師、廖劍興老師、梁銘言老師（林村公立黃福鑾紀念學校）

引言

常識科課程的定位在於促進學生「結合個人、社會及人文教育、科學教育與科技教育三個學習領域所涉及的能力、知識及價值觀進行學習」（香港課程發展議會，2011，頁 2）。為達成這個目標，常識科多以貼近生活經驗的主題組織課程，從而聯繫不同學習領域的學習元素，促進學生掌握相關的學習之餘，也擴展學生以跨學科的視野，綜合多個學習領域的學習，拓寬學生的思維。

以「簡單機械」這個單元為例，一般課本都會探討及解釋各種經典機械的原理，並列舉這些機械在日常生活的例子，討論使用機械的安全考慮，甚至探討機械對人類文明發展的影響等。這種主題式課程有助把上述三個學習領域聯繫起來，使學生的學習更為連貫及豐富。

林村公立黃福鑾紀念學校的老師與課程發展支援人員商討「簡單機械」這個單元時，提出了加強學生應用知識作為校本課程發展的焦點。為此緣故，課程發展團隊一起參考了相關的課程發展理論，並構想藉科學、科技、工程及數學（STEM）教育取向進一步豐富學生的學習，讓學生透過親身動手的經驗，學習解決真實的問題，綜合不同科目的學習，培養活用知識的能力。

甚麼是 STEM 教育？

STEM 教育其實說不上是教育新猷，早在上世紀九十年代，已由對美國科學及科技發展極具影響力的國家科學基金會（National Science Foundation）提出（Sanders, 2009）。當時美國學校的科學教育被評為過於偏重科學理論的教授，學生普遍認為科學課堂艱澀枯燥，以致出現了高中學生普遍不願選取理科科目的現象。有見及此，國家科學基金會提出 STEM 教育取向，旨在加強這些相關範疇的整合，以及在日常生活的應用，從而提升學生對科學與科技教育的興趣。但 STEM 教育在九十年代並未有帶來多大的革新，隨著時日的過去，STEM 教育也漸漸被人遺忘。直至美國奧巴馬總統於 2009 年再次積極提倡 STEM 教育，提出要在 2010-20 年的十年間培訓十萬個 STEM 教師，以求在隨後十年間培養一百萬個 STEM 大學畢業生（羅暉、李朝暉，2014），從而推動美國社會及經濟的持續發展。STEM 教育於是在美國，以至世界再次成為熱潮。

STEM 教育的組織模式

STEM 教育著重的並不單是強化個別學科，更重要的是綜合各個學習領域的學習，並促進學生在實際生活中應用這些知識（Sanders, 2009）。香港教育局亦提出了兩個促進 STEM 教育的課程模式，以強化學生「綜合和應用知識與技能的能力」（課程發展處，2015，頁 6）。第一個模式是在組織具體課題的課程時，加強學生綜合其他學習領域的相關元素，這正正也是常識科課程的取向。而作為一個照顧學生三個學習領域的跨科課程，常識科提倡的開放和靈活的課程架構及單元模式，與 STEM 教育的整合取向實在有頗多相通之處。教育局的另外一個建議是以專題研習的模式，藉具體情境和真實問題作為焦點，讓學生貫串不同學習領域的學習元素，提供豐富的主動探究經驗，促進學生親身主動綜合和應用各個範疇的學習。

協作學校在組織是次校本課程時，也應用了以上兩個促進 STEM 教育的模式。老師在教授「簡單機械」這個單元時，著意透過課程的設計綜合相關學習領域的學習，例如老師引入了一連串的動手活動，加強學生親身觀察各種簡單機械的實際操作，並記錄相關的數據。這些主動探究的學習經驗，有助學生綜合科學、科技及數學學習領域的學習，使學生熟習各種機械的原理和運作，也培養他們親自動手的信心。在完成「簡單機械」這個單元的學習後，老師引入專題研習作為延伸，並擬定了一個具體的情境，讓學生設計一個最省力的機械裝置，把指定的罐頭從地面送上一個 30 厘米高的平台。透過這個專題研習，學生需要掌握的不是個別獨立的科學或科技知識，而是有意義地聯繫各個學習領域的元素，以解決真實的問題。

從學生在專題研習表現反映，老師在相關單元課程刻意加強學生動手操作經驗的努力得到了回報。這些專題研習的前期鋪排，為學習奠下成功的基礎，對學生的發揮起了很大的作用，使學生能把相關學習領域的學習元素運用在自己的製作中。以其中一班學生為例，在六組學生中，三組用上了滾子加斜面原理，另外兩組用了槓桿，還有一組學生令老師有額外的驚喜，就是他們應用了課堂沒有觸及的輪軸原理。各組學生在製作過程中雖遇到多番波折，但大部份組別最終也能把他們的構思付諸實踐。

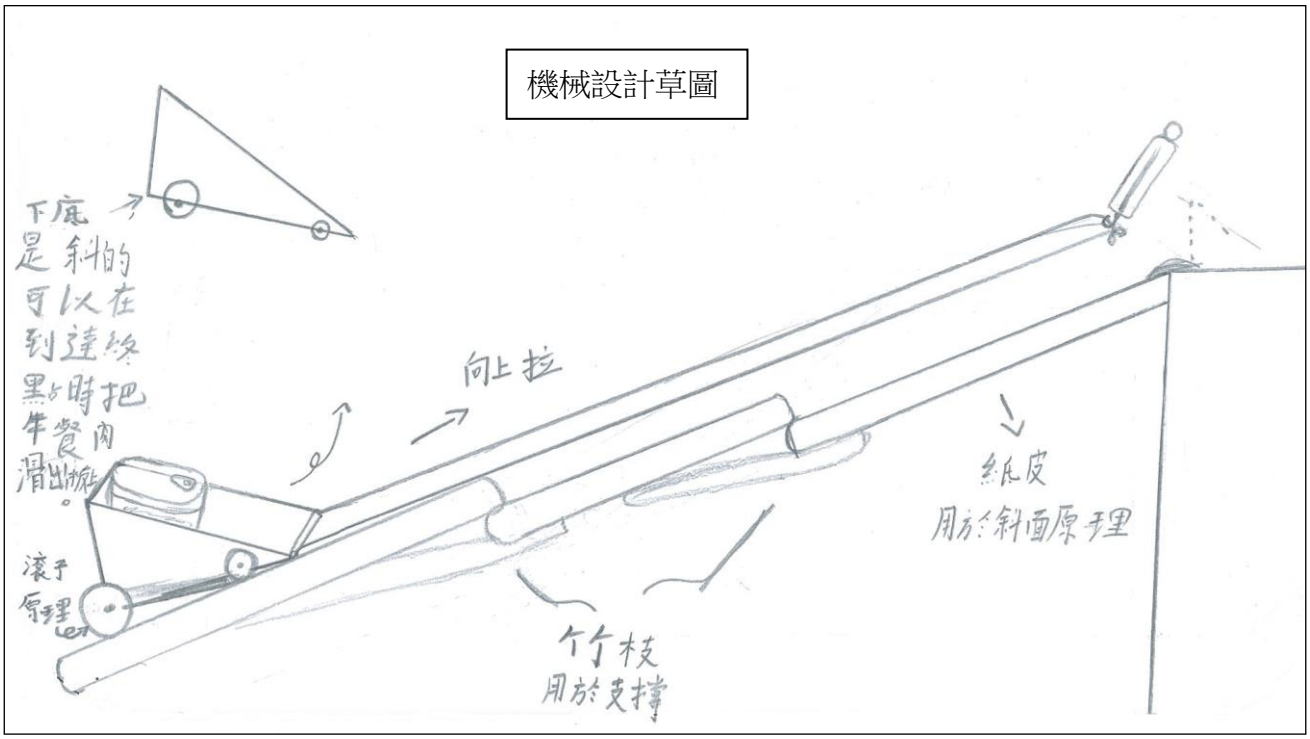
傳統的科學課堂多著重認識科學理論，學生能在紙張回答概念問題，卻未必能應用在實際情況之中，而 STEM 教育著重的正是學生把知識應用在日常生活。以是次學生最常用的滾子概念為例，不少學生也在其設計中加上輪子，但在實際運作時，有些輪子卻不能暢順地轉動，以致發揮不到滾子省力的效果。這次專題研習的學習經驗，讓學生體會到學習並不能單是紙上談兵，而是要把理論應用在實際情況。

而輪子的物料及設計也反映了學生的創意和解難的能力。各組學生分別用上了紙皮、光盤和塑膠樽蓋等物料作為輪子，甚至輪子也不一定是圓柱體，有學生就把乒乓球作為輪子。學生的創意亦不單展現在輪子物料的選取，車軸的設計也不盡相同，而且車子也不一定是四輪的，有學生就設計了兩輪的車子，甚至有學生用上了無輪的設計。小學生處理抽象概念的能力可能比成人弱，但他們藉這些具體操作經驗的學習，卻往往有出人意表的成果。

從構思到實踐

為推動學生在是次專題的研習，老師花了不少心思去引導學生的學習，照顧學生在擬訂計劃、選擇物料、測試表現及檢討反思等過程中的學習。打從專題研習開始，各組學生初步擬訂應用的機械原理後，學生便需要提交設計草圖，以圖文並茂的方法展現他們的思考，從中讓學生作更細緻的考量。這些專題研習冊的設計有助促進學生在學習過程中作自我監察，亦使老師能了解學生的構思，以便給予具體的回饋。

以其中一組學生的設計為例，他們選取了滾子加斜面原理，而所繪畫的設計圖卻交待了更多的設計細節。例如學生選擇以紙皮作為斜面，並且在構思過程中已顧及紙皮可能承受不起裝置加罐頭的重量，故在紙皮底下加上竹枝作為承托。此外，設計圖也顯示了學生的細心和創意，圖中標明了裝置的前輪小而後輪大，好使裝置到達平台後，罐頭會自動卸貨，而學生在實際測試亦確實能達成自動卸貨的設計意念。



為了加強相關學習領域的學習，老師著意引入設計循環，讓學生以常用的科技設計取向引導思考，並在測試過程中觀察各組的設計及記錄相關數據，讓學生的檢討和建議能有所依據。建基在這些真實測試經驗和數據，學生更仔細地檢視各組的設計及成效，從而反思當中成敗的關鍵，並提出改善建議，然後在第二輪的設計中付諸實行，從中展示了學生綜合和應用知識與技能的能力。例如在測試各組裝置後，學生對以木板作為斜面物料提出了全面的評估，從好處想，木板可以負擔得起裝置的重量，但木板一般較厚，甚至超過他們所用滾子的直徑，這使裝置從地面走上木板時出現困難。於是各組學生在第二輪製作中採納了不同的解決方法，有的用上較薄的木板或是較大的滾子；有的卻在木板的邊緣加上紙皮作為緩衝，使小輪子仍然可以輕易走上較厚的木板。這些多樣化的解決方法充份說明了學生主動綜合和應用知識與技能的能力。

透過細緻的觀察，學生還提出了其他影響成敗的因素，例如恰當物料的選取，以及裝置在移動過程中的平衡問題等。由此可見，是次專題研習以一個具體的問題為焦點，但涉及的卻絕非只是課文中的科學理論，而是促使學生因應目的而設計，把各個不同學習領域的元素靈活及有意義地綜合起來，促進學生發揮創意，應用知識。

總結

常識科著重促進學生綜合三個學習領域的學習，培養學生終身學習的能力；而 STEM 教育亦提倡強化綜合與科學相關範疇的學習，從而促進學生應用知識與技能的能力，兩者涉及的範疇和發展經過雖然未盡相同，但其背後的理念卻甚為相近，故 STEM 教育對常識科課程也甚具參考價值。

在實際課程組織模式方面，STEM 教育倡議綜合相關範疇的取向與常識科常用的單元模式更是一致，老師在組識常識科課程時，大可參考 STEM 教育所累積的經驗和素材。此外，STEM 教育著重以真實問題，促進學生綜合和應用知識，而香港學校可以透過專題研習提供類似的主動探究經驗，進一步促進學生活用知識的機會。

是次協作學校以專題研習模式，藉實際問題延伸學生對「簡單機械」這個單元的學習，使學生因應是次專題的要求，以及自己獨特的設計，靈活及有意義地綜合和應用各個不同學習領域的元素。在過程中，老師透過各種方法展現學生的思考，引導學生觀察自己及其他組別的設計，從而幫助學生改進當初的構思，並付諸實踐，從中促進不同學習領域學習元素的綜合和應用。

參考資料：

1. Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *Technology Teacher, 68*(4), pp20-26, Dec 2008-Jan 2009.
2. 香港課程發展議會（2011）。《小學常識科課程指引（小一至小六）》。香港：政府印務局。
3. 課程發展處（2015）。《推動 STEM 教育——發揮創意潛能》。Retrieved December 6, 2015 from http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/Brief%20on%20STEM%20（Overview）_chi_20151105.pdf
4. 羅暉、李朝暉（2014）。美國實施科學、技術、工程和數學教育戰略——提升國家競爭力。《科普研究》，第 9 卷，52 期。