搭建國小機器人課程的任意門

文／楊秀全

前言

十二年國民基本教育課程綱要（以下簡稱十二年國教新課綱)，以「素養導向」為核心，培育學生能適應「現在」與面對「未來」挑戰。國內目前機器人課程，通常是以課後社團、或區域資優方案，乃至於補習班的模式進行教學，許多國小階段的學校，為因應新課綱，重新檢視學校歷年所發展之課程規劃與設計，希望重新整合與培養學生的多元能力，本文將從課程分析、教學規劃與評量進行探討，期望能給學校推動機器人課程參考的建議。

壹、課程發展參考指引填補國小機器人課程的缺口

新課綱的實施已經邁入第三年，從早期的前導學校示範，逐漸累積出百花齊放的能量，許多學校順應著這股潮流，規畫出有前瞻性的機器人課程，希望學生能從小就接觸並瞭解科技，培養一個與科技和諧相處的正向態度，並用這樣的態度妥善運用科技改善生活(蔡孟蓉，2020)。然而，十二年國教新課綱在國中階段增設科技領域課程，國民小學教育階段卻是採用議題融入各領域學習課程，或於彈性學習課程中實施，這樣的課程結構，讓許多國小在發展科技課程上十分困擾，而各校在進行課程教案研討的時候，更因十二年國教新課綱沒有國小科技課程而產生了窒礙難行的窘境，學校的彈性和模糊空間很大。因為不是部定課程，所以沒有審定教材，更沒有訂出各年級相關指標，因此，從課程校準（curriculum alignment）的角度來看，十二年國教新課綱在國小階段缺乏科技課程的規劃，會讓學校在課程規劃、課程教學與學習評量三者間少了能依據的準則。所幸，在 2020 年，教育部公布了國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明(教育部，2020)，自此成為國小階段的科技教育的重要指引，讓學校在發展科技課程時，能夠有更明確的參考依據。

貳、重理解的機器人課程設計與發展

機器人課程設計要與學生的生活經驗產生關聯，激發學習的興趣。在以學生為中心的趨勢下，機器人課程設計應著重於學生理解，課程設計可採用重理解的課程設計（Understanding by Design)，強調學生實作結果的教學設計，是為了模擬或複製真實世界中的重要挑戰。因此，課程設計時，可以針對希望學生學習的結果先進行分析，教師要決定教學目標，從蒐集學生的各種學習評量作為學習成果的證據，來驗證學生

是否精熟與理解。最後是有效的教學策略，透過動手實作或問題解決的教學，以不同學齡循序漸進設計，導入跨學科的知識，應用到真實世界。

一、主題可行性分析

在課程發展初期，學校可以透過社團來導入，在較沒有課程壓力的情況下讓學生能多元的接觸到新興議題，老師也可以從中汲取學校所需求的內容，慢慢對應到學生的學習情況，逐步移植到校訂課程的發展軸線，使得機器人課程能適性而踏實地逐步引導學生探究思考與創作。

在課程推動的層面，須要建立教學團隊或社群，讓教師在實踐創新教學理念時，獲得支持與肯定。除了透過素養導向的社群研究外，也可以藉由校內的課程發展委員會，從「可行性」、「價值性」、「前瞻性」等方面來評估機器人課程的導入。「可行性」包括了是否符合新課綱素養導向的精神、校內老師的教學能力是否足夠、是否符合學校 SWOT 分析；「價值性」包括了是否能符合教育的實踐、所涵蓋知識的廣泛性、是否能有拔尖扶弱的差異學習；「前瞻性」包括了是否能於一至六年級連貫推行、是否能與國中相關課程銜接、是否能培養學生的未來關鍵能力等。藉由上述層面的評估，讓機器人課程設計能在國小階段紮根。

二、機器人課程教具分析

國小階段學習機器人，可從運算思維與動手實作兩個層面出發，運算思維的培養，可以透過不插電的遊戲或教具來培養，不需要使用到電腦。從簡單有趣的活動、紙牌、桌遊、繪畫、口語指令等方式來學習程式邏輯，培養學生團隊競合以及解決問題的能力。此外，也可以透過 Scratch 等圖形化程式設計的軟體或網站，以程式積木取代文字指令，透過滑鼠拖曳積木來堆疊組合，進行遊戲設計或故事創作，讓天馬行空的想像力實現出來。而動手實作的部分，則是以電控機板為主，包括耳熟能詳的 Arduino、Micro:bit、Web:Bit 等，體積輕巧且成本低，能夠進行的專題類型更是多元。

表 1. 機器人課程與教材內容的關聯

教材內容	學習簡述
組合積木	藉由積木組合來培育創意，指導學生學習結構樑、齒輪零件、感應積木，從積木的拼裝與拆解過程學習機器人的機電整合。
不插電遊戲	以桌遊或感應小車，結合演算法、運算思維及分組競合等策略，主題式的學習問題解決步驟及組織規畫能力。
程式設計	透過 Scratch、Code.org、MakeCode、Blockly、Kodu 等，學習，培養問題拆解、抽象化、演算法、模式識別等運算思維核心能力。
電控機板	學習 Arduino、Micro:bit、Web:Bit 等，搭配感應、運動等元件，進階的學習硬體電子元件的連結與搭配，結合物聯網及 AI 人工智慧來進行創意發想。

三、國小機器人課程設計

國小階段機器人的課程，首要讓學生感到有趣，從最受歡迎的積木組裝或體驗活動開始，打好問題解決流程的基礎，然後利用生活化任務的程式設計，讓學生透過實作來理解運算思維以及程式設計的概念，提高理解及激發創造力。最後則透過互動控制程式的機器人課程，培養學生的批判性思考、問題解決、溝通、合作與創造力等能力，各年段的教學建議如下：

（一）國小低年級的創意奠基

低年級的學生運用小肌肉與空間概念，透過在底板上建構積木，將作品搭建出來，或是拆解重組已經完成的積木，這是更簡單且容易獲得樂趣的方式。學生可以在合作與討論的過程中，去思考在有限制的資源的情況下，如何分成不同的部件來完成，也藉此學習到問題拆解能力；積木的造型與顏色搭配，可以訓練模式識別的思維。積木拆解及組裝步驟，依照步驟圖，或操作有序的指令，完成建構的任務，則是建立演算法的重要思維，這些一點一滴都培養著學生的素養，也為高年級學習電子積木預先準備。

圖 1. 國小低年級機器人課程的創意奠基
（左）在積木創作的發表中，要能學習其他人的創意。
（右）要完成生活化的任務，每個學生都有自己專屬的流程。

此外，透過像是程式車或 KIBO 積木的教具，從排列積木或指令卡開始，學習設計自己的程式編碼，這種不插電的程式思考模式，利用紙牌排好程式順序，激發興趣，加上挑戰的任務，每一個人或每一組進行時，會產生不同解法的創意，學生就會進一步的想要自我挑戰。若是加上故事或生活情境引導，把生活中會遇到的問題(例如：走到便利商店的路徑規畫)放入，不知不覺就能學習到程式語言的邏輯力，為將來中、高年級學習 Scratch 等程式語言奠基。

（二）國小中年級的思維鍛鍊

中年級可以學習 MakeCode、Blockly、Kodu 或 Code.org 這類簡單的程式設計，透過學生感興趣的主題，如：冰雪奇緣、Angry Birds、Flappy Bird，讓學生認識程式設計的概念。這些平台的共同特色都是「少教多學」，讓學生自己透過體驗來學習，主要傳達給學生在機器人程式設計上會用到的「程序」、「重覆」、「判斷」的概念，讓學生在反覆嘗試中進行思考訓練，培養邏輯思維，也間接的培養學生自主學習、自主鍛鍊的精神，對於高年級時遇到艱深的問題解決時，會有明顯的奠基效果。此外，也可以導入像是 Dash 機器人的教具，不但可以遙控機器人來互動，或以競速、循線來進行比賽，透過圖形化 APP 程式來讓機器人進行任務，一樣也可以從玩樂中培養運算思維能力。

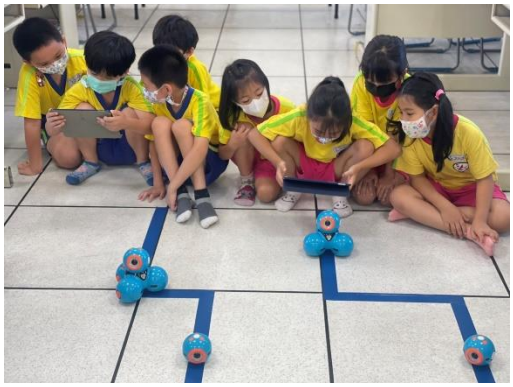
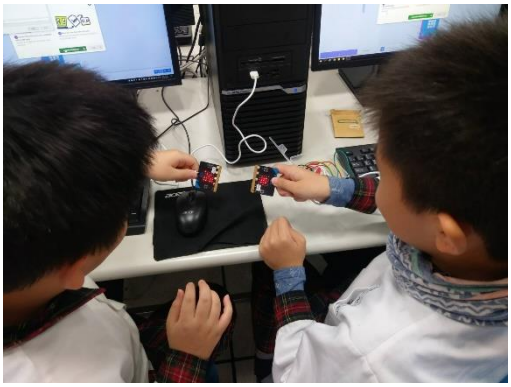

圖 2. 國小中年級機器人課程的思維鍛鍊

（左）App 遊戲型的機器人，在遊戲中學習感測器的互動。

（右）以簡單的 Makecode 程式來設計 Micro:bit 的雙人猜拳遊戲。

（三）國小高年級的整合實作

高年級開始可以進行程式與硬體的機器人組合，將 Scratch 程式設計與開放硬體機器人結合，寓教於樂中學到電腦程式運算概念。由於進入到複雜的問題解決與既有知識概念整合，教師需要透過提出問題，讓學生學習流程設計，將大問題拆解成小問題，分辨哪些小問題可以利用之前所學之概念來處理，枝末的小問題又可以利用何種方法，以分開解題，建立基礎程式設計的邏輯概念和語法來應用。此外，高年級學生要能掌握硬體功能，熟悉機器人的結構、控制、動力、互動（如光敏感應器、紅外線感應器、聲音感應器等）和基本科學原理（如紅外線反射、光線感應等），才能夠繪製出整個設計圖，標示出要解決的問題、所需要的材料、程式的流程以及成品的草圖，才能開始製作或組裝機器人。最終，學生在思考與動手做的過程中，發展解決問題與蒐集資訊的能力，藉由共同探究問題、提出假設、嘗試錯誤、反覆修正的歷程，培養學童的設計思考能力，更建立自主探索、合作參與、動手實作的素養表現。

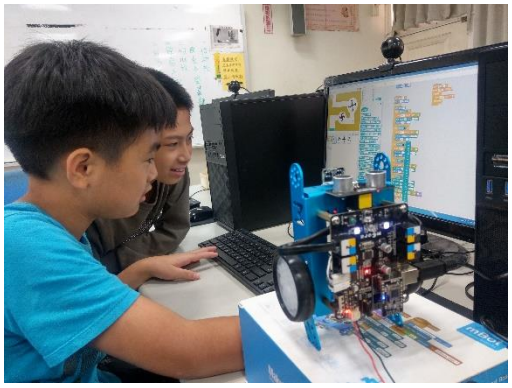

圖 3. 國小高年級機器人課程的整合實作

（左）結合程式設計來控制機器人互動。

（右）透過廢材與微型控制板的重新組合，發想新的生活小伙伴。

四、實作導向的標準本位評量

素養導向的課程、教學與學習評量三者關係密不可分，學者認為透過實作及學習歷程檔案的評量來呼應核心素養或學習重點（吳俊憲，2020），換言之，機器人課程的評量不會只是一個分數，也不能僅採用是非選擇的封閉式題型，應盡量採多元評量方式，並隨時即時反饋幫助學生瞭解自我學習狀況。以標準為本位的評量方式為近年來教育評量的主流，標準包含主題與表現描述，即期望學生學到或做到的內容程度。

機器人課程的評量針對教學內容所提供的任務進行標準本位評量，可以為學生作品進行功能、創意、程式、外型等評分，據此了解學生的精熟程度或學習成效，使得學生在過程中無需和其他同學比較，只關注於自己的表現程度。教師在評量前可以讓學生知道機器人課程所對應的任務表現標準，評量標準也可作為學生自評、互評時的參照依據，而最終，學生可以瞭解需要再努力的部分，促進再學習的發生(宋宗樺，2021)。

表 2. 機器人課程實作標準本位的評量範例

等級/項目	優秀 (A)	良好 (B)	基礎 (C)	不足 (D)	落後 (E)
功能	成品具有兩個以上且能完整運作的功能。	成品具備二個能完整運作的功能。	成品僅具備一個能完整運作的功能。	成品完全功能無法運作。	功能未達 D 級
創意	作品形式及表達手法合乎邏輯、新穎有趣，並容易讓人理解。	作品形式及表達合乎邏輯，並容易讓人理解。	作品形式新穎有趣。	作品形式無法看出其邏輯創意。	創意未達 D 級
程式	能改良優化結構化 (循序、重複、選擇)之程式。	能依照流程圖產出結構化 (循序、重複、選擇)之程式。	能仿作結構化 (循序、重複、選擇)之程式。	能部分做到結構化 (循序、重複、選擇)之程式。	程式未達 D 級
外型	對材料進行加工運用，能呈現良好的製作技巧，作品外型堅固。	對材料進行加工運用，能呈現的製作技巧。	對材料僅進行簡單加工。	對材料僅進行簡單加工，作品外型不穩固。	外型未達 D 級

結語

雖然機器人可以說是未來世界不可或缺的角色，同時也因為資訊更新的速度越來越快，在規畫機器人課程時，關鍵重點應在於教師如何設計課程和引導學生，本文藉由導入創新的課程設計，讓學校能夠盤點資源，發展動手實作的課程，除了陪伴學生啟發創意思考，更應該著重於培養問題解決、批判思考等能力，提供學校規畫的參考。

楊秀全

桃園市桃園區同德國民小學學務主任

參考文獻

吳俊憲（2020）。素養導向學習評量理念與標準本位評量設計示例。**臺灣教育評論月刊，9**（9），P143-148。

宋宗樺（2021）。素養看得見，孩子學習動起來～以標準本位評量設計課程與教學常見之問題與建議。**臺灣教育評論月刊，10**（3），P43-47。

蔡孟蓉（2020）。從 STEAM 教育到科技防疫，臺師大蔡孟蓉用機器人打造孩子熱愛的課堂。取自 https://humanityisland.nccu.edu.tw/meng-jung-tsai/。