

從新課綱看核心素養與課程結合初探-以機器人課程應用為例

The Exploration of Curriculum Guidelines of 12-Year Basic Education-A case of  
Application of Robotic Education

黃昭銘<sup>1</sup> 游雅婷<sup>2</sup>

HUANG, CHAO-MING<sup>1</sup> YU, YA-TING<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宜蘭縣立中山國民小學

<sup>1</sup> JhongShan Elementary School, Yi-Lan County

E-mail: [stanely503@gmail.com](mailto:stanely503@gmail.com)

<sup>2</sup> 國立政治大學附設實驗國民小學

<sup>2</sup> The Affiliated Experimental Elementary School of National Chengchi University

E-mail: [orlandoyunicki@gmail.com](mailto:orlandoyunicki@gmail.com)

摘要

新課綱即將正式進入國小三年級階段，如何規劃素養導向教學為教師的挑戰之一。STEM課程強調動手實作，培養學生解決問題與科際整合能力與應用。機器人教育(Robotic education)是以機器人為學習的工具之一，透過機器人教育提供學生培養關鍵核心能力與團隊合作精神，提高學習動機與興趣。本文主要嘗試以機器人為出發，以任務導向為學習任務，培養學生跨領域學習與知識統整的機會，達成新課綱的核心素養與能力

**關鍵字：**機器人教育、十二年國教、STEM教育

Abstract

12-year basic education curriculum has been officially launched. How to construct relevant instruct is a challenge for all elementary teachers in the coming semester. STEM education emphasizes hands-on and integration of interdisciplinary field. Robotic education provides a hand-on learning environment. Robotic education can facilitate development core literacies, cooperative learning, motivation and critical thinking. This article tried to construct task-base learning by means of robot. Hopefully, it can promote students' learning outcomes.

**Keyword :** robotic education , 12-year basic education curriculum, STEM

## 壹、前言

新課綱已經正式上路，今年 110 學年度將向上延伸到三年級學生，以現在學習科目來看，三年級課程已經進行分科教學包含社會科、自然科、音樂課、體育課等，如何設計具有統整性、問題導向的教學活動是未來教師的挑戰之一。

十二年國教課綱強調「自發、互動、共好」，課程發展強調「核心素養」為主，強調學以致用的能力，透過「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」三個面向下達成全人教育之理想(教育部, 2014)。以新課綱中自然科領域中其學習重點為例，包含科學核心概念、探究能力、科學的態度與本質。在科學核心概念主要針對學生在科學「學習內容」的學習，在探究能力、科學態度與本質則是著重學生的「學習表現」。此外，新課綱強調探索與實作，藉由四項指標:1.透過引導學生發現問題、2.針對探究問題進行規畫與研究、3.分析研究結果進行論證與建模、4.將結果表達與分享，培養學生「思考」、「提問」、「探究」、「實作」、「分析」及「表達」等能力。

近年來 STEM 課程成為世界各國培養未來公民的教育理念(Kennedy & Odell, 2014)，STEM 課程強調做中學與跨學科整合(Science, Technology, Engineering, Mathematics)的重要性(邱柏升 & 鍾華翎, 2020)，透過實作的方式讓學生發現問題、規劃解決問題策略或研究方法然後執行所擬定的策略，針對結果進行評估與分析，最後分享學習歷程，透過 STEM 的核心，引導學生主動參與，進行跨學科、領域的知識統整應用，培養學生核心素養與能力(林坤誼, 2014; 柳棟, 吳俊傑, 謝作如, & 沈涓, 2013)。

綜合上述，新課綱強調學生核心素養的養成，包含學科知識學習，更強調學生動手操作，發揮創造力、培養解決問題能力、以及跨學科領域整合與應用，落實學以致用的目標。本文嘗試結合新課綱與結合 STEM 課程理念，以機器人課程為主題進行相關自然科課程發展與活動規劃，結合四大指標培養學生「思考」、「提問」、「探究」、「實作」、「分析」及「表達」等能力。

## 貳、文獻探討

從九年一貫學習領域中教育部已經將自然領域中規劃自然與科技學習領域，強調自然與科技的重要性(教育部, 1998)。隨著科技蓬勃發展，不論是資訊科技、行動

網路科技、人工智慧、大數據等領域，為迎接新的科技時代來臨，在十二年國教課綱中特別將科技領域獨立出來，自成一個科技學習領域其課程目標在協助學生：

- 一、習得科技的基本知識與技能並培養正確的觀念、態度及工作習慣。
- 二、善用科技知能以進行創造、設計、批判、邏輯、運算等思考。
- 三、整合理論與實務以解決問題和滿足需求。
- 四、理解科技產業與職業及其未來發展趨勢。
- 五、啟發科技研究與發展的興趣，進而從事相關生涯試探與準備。
- 六、了解科技及其對個人、社會、環境與文化的互動與影響。

新課綱中科技領域課程的核心主要培養學生的科技素養，藉由運用科技工具、材料、資源，培養學生動手、設計思考與創新(教育部, 2014)。科技領域課程主要著重在國中、高中學習階段，在國小階段雖然沒有列入正式課程教學，但是新課綱仍規劃核心素養具體內涵：

科-E-A1 具備正確且安全地使用科技產品的知能與行為習慣。

科-E-A2 具備探索問題的能力，並能透過科技工具的體驗與實踐處理日常生活問題。

科-E-A3 具備運用科技規劃與執行計畫的基本概念，並能應用於日常生活。

科-E-B1 具備科技表達與運算思維的基本素養，並能運用基礎科技與邏輯符號進行人際溝通與概念表達。

科-E-B2 具備使用基本科技與資訊工具的能力，並理解科技、資訊與媒體的基礎概念。

科-E-B3 了解並欣賞科技在藝術創作上的應用。

科-E-C1 認識科技使用的公民責任，並具備科技應用的倫理規範之知能與實踐力。

科-E-C2 具備利用科技與他人互動及合作之能力與態度。

新課綱強調素養導向教學，學者歸納出素養導向教育有三個特點，1.跳脫傳統與內容導向的教學與學習模式，2.老師教的少，學生學得多，3.強調學生在真實情境中的實際表現(湯才偉、呂斌, 2020)。

隨著教育開放，近年來科學、科技、工程與數學(Science, Technology, Engineering, Mathematics, 簡稱 STEM)(林坤誼, 2014)的學科整合教育議題受到全球的重視，STEM 教育的學習模式主要透過探究與追求自然原理(Science)，利用科技

(Technology)來設計工具來便利生活，利用科學的發現去設計所需的工具，並建立一套工程(Engineering)系統與程序培養學生思考與解決問題的素養與能力(周淑惠, 2017)，透過數學(Mathematics)邏輯的運算與應用來解決所面臨的問題與挑戰獲得科學之事的基礎，並結合科學進行分析與研究(陳榮德, 2020)。

STEM 教育強調跨學科整合與應用，著重以學習者為中心，在學習歷程中協助學習者主動探究與發現問題，透過學科知識與科技整合進行系統思考來解決問題。透過跨學科整合的 STEM 課程可以提升學生的學習意願(Roberts et al., 2018; 張玉山 & 楊雅茹, 2014)。

機器人教育提供具體化的學習主題，透過學習者親自參與設計、組裝與修正達成預定任務與目標，在組裝的過程需要學習者進行跨領域學科知識整合(Jou, Hung, & Lai, 2010)，透過機器人組裝的歷程提供學習者主動探索、創意思考設計、發現問題與解決問題的學習情境與學習動機。此外，機器人教育除了強調學習歷程與知識整合，透過合作學習的模式更可以培養學生自我效能 (self-efficacy)、批判性思考能力與學習興趣(Mosley, Ardito, & Scollins, 2016)，換言之，機器人教育是推動 STEM 課程上代表性的教材之一(Jou et al., 2010; 姚經政 & 林呈彥, 2016)。

綜合上述，12 年國民教育課程綱要的核心素養與 STEM 的課程核心強調學習者需要具備：1.系統思考與解決問題(A2)、規劃執行與創新應變(A3)、符號運用與溝通表達(B1)、科技資訊與媒體素養(B2)與人際關係與團隊合作(C2)。換言之，結合 STEM 課程的推動能夠提供學生合作學習（社會參與），課程整合與應用（溝通互動），主動探究與學習（自主行動），達成新課綱的核心素養。

此外，STEM 課程對於提高學生學習動機與意願有正向提升，透過機器人教育提供結合 STEM 的課程提供學習者主動探索、知識整合、合作學習、解決問題、批判性思考等素養，透過機器人發展課程有助於國小推動 STEM 課程發展的契機與新課綱所強調的素養導向教學。

## **參、課程目標與發展**

### **一、課程目標**

#### **(一)需求分析**

機器人教育對於跨學科應用與統整能力培養（自然、科技與數學）

## (二)對象分析

本次參與課程樣本為國小六年級，課程內容以自然科學為主要授課科目。

## (三)內容分析

本次課程主要是針對國小六年級學生所進行規劃，主要統整的學科包含自然、科技與數學(圖1所示)。學生的先備知識在自然科方面則包含電路(通路與斷路)、力矩以及科學探究能力。數學方面則需具有分數、比值、公因數與公倍數，表格製作，科技部分則需具有程式編成與科技應用能力(LED燈)。

透過課程提供學生跨學科知識應用與統整，透過科技協助學生針對任務進行規劃策略完成任務，結合數學進行資料收集進而分析與評估策略成效，提供策略修正依據與參考。



圖1.課程內容分析圖

## (四)課程內容

本次課程採用「任務導向學習」(Task-Based Learning)為主，任務內容為學生需要完成機器人進行直線競速比賽，另外還需要接受障礙挑戰賽。透過學習單方式引導學生能夠聚焦任務內容，以及記錄學生學習歷程。

## (五)教材分析

本次課程的以任務導向學習為主，主要規劃利用彈性課程與課餘時間讓學生針對學習任務進行自主學習，活動提供學生跨領域知識整合、融入學校推動數位編程(coding)與機器人課程所使用的VEX IQ機器人為本次課程規劃，本校長期推動機器人教育目前陸續依照不同年段規劃出適合的機器人課程，其中低年級從智高機器人出發，到中年級的慧魚積木一直向上延伸高年級的VEX IQ機器人。

本次學習任務包含直線競速與障礙賽，由於機器人移動的速度可以透過齒輪排列產生不同的速度與力矩，動力的改變則牽涉到齒輪組設計，比賽屬於競速任務，因此齒輪組設計上除了考慮到力矩的大小，還關係到齒輪轉動速度（時間）。

本次的教材主要是利用VEX IQ機器人零件中不同尺寸的齒輪進行設計(包含最小的12齒、24齒、36齒、48齒與最大60齒)，學生必須要從自己所設計的機器人中發現問題，然後進行齒輪比(Gear Ratio)與齒輪壓縮比(Gear Reducation)進行資料收集，將比值進行通分或是約分將齒輪比與齒輪壓縮比換算成整數，然後將齒輪比設定為座標X值，齒輪壓縮比設為Y值，利用座標的方式呈現在方格紙，然後進行評估，最後選擇最佳齒輪組結構。

此外，在障礙賽中學習任務提供四個LED燈，在障礙賽中除了機器人移動動力設計外，活動要求學生需要利用LED燈來模擬汽車的頭燈與方向燈，透過程式的設計讓LED燈可以轉彎時的方向燈與大燈，以及煞車時的煞車燈，這個任務主要是將學習任務與學生實際生活中汽車的燈號功能相結合，提供學生規劃任務的具體參考與依據。

## 二、教學策略

### (一)引發動機

透過自然課進行齒輪比與速度教學，讓學生認識力矩、齒輪比與齒輪壓縮比概念，啟發學生發現問題與探究主題，透過數學課複習分數等數學概念，協助學生進行不同齒輪比的運算，並將數據透過數學方式呈現，最後評估最佳解決策略並運用在機器人設計組裝規劃。

此外，依照宜蘭縣資訊教育藍圖在六年級學生在電腦課需要學習microbit程式編成課程，任務推行之前利用電腦課教導學生使用Block進程式編成。


## (二)設計策略

為了讓學生能夠清楚了解學習任務，教師可以透過學習單的方式引導學生進行學習，圖2為學習單範例，透過學習單可輔助學生進行學科整合與應用。

### 齒輪比與齒輪壓縮比學習單 2

(齒輪比) 姓名：

齒輪的運用可以透過一端連結在動力輸出端(例如馬達)這時的齒輪稱為輸出齒輪(Driving Gear)，另一個連接在輸出齒輪的齒輪則扮演不同功能稱為驅動齒輪(Driven Gear)，在驅動齒輪上可以連結車輪讓車子可以透過輪子轉動前進。如果輸出齒輪與驅動齒輪距離太長，中間還可以放置惰輪(Idler Gear)進行齒輪的連結。



如何針對需求設計齒輪排列，我們可以透過齒輪比的方式進行評估與預測。齒輪比(Gear Ratio)就是將輸出齒輪齒數與驅動齒輪齒數進行比較可以算出的比值。

1.以右圖為例，輸出齒輪齒數為( )，驅動齒輪齒數為( )，齒輪比的計算算式如下

輸出齒輪齒數：驅動齒輪齒數

以右圖為例齒輪比應為：

( )：( )

2.想想看如果將汽車引擎輸出(轉速)視為輸出齒輪，車輪連結在驅動齒輪上這樣的齒輪比會導致什麼現象？請簡單說明。

圖2. 齒輪比學習單範例

除了學習單之外，教師需要清楚說明學習任務的內容與重點，舉例來說需要官定機器人的長、寬、高的尺寸，最高使用的馬達數（最多利用兩顆馬達進行動力輸出），直線競速就是兩組機器人進行比賽，獲勝的一組晉級下一輪比賽。在障礙賽中機器人的LED燈需要有轉彎、煞車、前進指示的功能，機器人需要依照規定的路線完成。

### (三)學習歷程

學習歷程紀錄可以呈現學生學習過程中所面臨的問題與解決策略，其中也包含小組討論等重要學習歷程記錄，透過學習歷程撰寫與分享培養學生表達與分享的素養，透過小組內與跨組間的合作學習建立良好的學習環境，維持學生學習動機與提高學習成效。

### 肆、結語

新課綱已經實施兩年，111學年度全國小學三年級課程即將迎接新課綱，面對素養導向的教學設計、以學生為中心的學習模式、強調核心素養的養成，強調學生動手操作，發揮創造力、培養解決問題能力、以及跨學科領域整合與應用，落實學以致用與創新應用等目標都是未來三年級教師的新挑戰。

環顧國際間對於培養未來公民素養課程發展，STEM教學過程重視實際演練，而教學過程中，持續改良課堂實作內容是STEM教育理念中最獨特，也是最基本的部分性（Bybee著，游雅婷審議，2019）。林坤誼(2014)也指出如果要推動科際整合教學活動，可以在中小學階段著重動手實作課程，透過STEM課程可以培養學生整合知識與應用的能力。

機器人經常用在教學活動設計，不但提供動手操作、設計規劃與知識整合學習機會，對於提高學生合作學習、批判性思考與解決問題能力都有正向影響(Datteri, Zecca, Laudisa, & Castiglioni,2013)。不論是新課綱、STEM課程或是機器人教育都是以培養學生主動探索，動手操作學以致用為目標，機器人教育提供具體的學習工具，教師可以透過問題導向、任務導向的教學活動培養學生核心素養。

本研究仍處於開發階段，正在進行共備過程，這次的課程為教師團隊嘗試撰寫素養導向教學設計，距離正式上路仍有試教、議課、修正、再試教等過程。本校參加機器人競賽已經超過三年，對於機器人教育已經有初步的認識與規劃，回顧本校機器人競賽學生表現來看，透過機器人教育可以培養學生團隊合作精神，能夠針對競賽表現發現問題與擬定策略，然後執行任務與評估等能力。我們希望在新的學年度嘗試將課程應用於國民小學課程中，並提出以任務導向之機器人教學設計範本供後續相關研究參考。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 周淑惠. (2017). Stem 教育自幼開始-幼兒園主題探索課程中的經驗. *臺灣教育評論月刊*, 6, 169-176.
- 林坤誼. (2014). Stem 科技整合教育培養整合理論與實務的科技人才. *科技與人力教育季刊*, 1, 1.
- 邱柏升, & 鍾華翔. (2020). Stem 融入創客教育之省思與展望. *台灣教育研究期刊*, 1, 313-322.
- 姚經政, & 林呈彥. (2016). Stem 教育應用於機器人教學-以 6e 教學模式結合差異化教學. *科技與人力教育季刊*, 3, 53-75.
- 柳棟, 吳俊傑, 謝作如, & 沈涓. (2013). Stem、steam 與可能的實踐路線. *中小學信息技術教育*, 6, 39-41.
- 張玉山, & 楊雅茹. (2014). Stem 教學設計之探討:以液壓手臂單元為例. *科技與人力教育季刊*, 1, 2-14.
- 教育部. (1998). *國民教育階段九年一貫課程總綱綱要*.台北: 教育部.
- 教育部. (2014). *十二年國民基本教育課程綱要總綱*.
- 游雅婷審譯, 原著者: Bybee, R. W. (2019). *STEM 教育關鍵 120 分鐘*. 新北市: 碩亞數碼科技。
- 陳榮德. (2020). 矽谷 steam 教育對新課綱的教材編製與使用之啟示. *臺灣教育評論月刊*, 9, 41-46.
- 湯才偉、呂斌. (2020). 素養教育下的教學轉變. *台灣教育研究期刊*, 1, 303-312.

### 二、英文部分

- Datteri, E, Zecca, L., Laudisa, F., & Castiglioni, M. (2013). Learning to explain: the role of educational robots in science education. *Themes in Science & Technology Education*, 6, 29-38.
- Jou, M., Hung, C.-K., & Lai, S.-H. (2010). Application of challenge based learning approaches in robotics education. *International Journal of Technology and Engineering Education*, 7, 17-20.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in stem education. *Science Education International*, 25, 246-258.
- Mosley, P., Ardito, G., & Scollins, L. (2016). Robotics cooperative learning promotes student stem interest. *American Journal of Engineering Education*, 7, 117-128.
- Roberts, T., Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Bush, S. B., Maiorca, C., Cavalcanti, M., et al. (2018). Students' perceptions of stem learning after participating in a summner informal learning experience. *International Journal of STEM Education*, 5, 1-14.