

國小 VEX 機器人競賽與教學導入個案研究

A Case Study of VEX IQ Competition and Promotion into Elementary School

黃昭銘¹ 游雅婷²

HUANG, CHAO-MING¹ YU, YA-TING²

¹ 宜蘭縣立中山國民小學

¹ JhongShan Elementary School, Yi-Lan County

E-mail: stanely503@gmail.com

² 國立政治大學附設實驗國民小學

² The Affiliated Experimental Elementary School of National Chengchi University

E-mail: orlandoyunicki@gmail.com

摘要

面對科技快速發展，世界各國為培養具有未來素養的公民，紛紛推動跨領域統整、科技整合應用、以學習者為中心主動與強調團隊合作核心教育政策，例如 STEM 與 12 年國民教育課綱。新課綱強調核心素養，藉由「自發」、「互動」及「共好」為理念，達成啟發生命潛能、陶養生活知能、促進生涯發展，以及涵育公民責任等四項總體課程目標。本文目的主要闡述學校參與機器人競賽所獲得的經驗，而以宜蘭中山小學的科技導入過程，對應於實作競賽與學校軟硬體整合的歷程，提出未來學校將機器人教育導入的策略。本文以中山小學參與 2018 年至 2020 年 VEX IQ 臺灣區大賽過程為例，說明學校在準備過程中行政與教師所獲得的經驗及導入模式，提出未來中小學後續導入校園教學之相關建議。

關鍵字：STEM、十二年國教新課綱、機器人教育、VEX

Abstract

This paper describes the educational experiences obtained by participating in the past robot contest. According to the implement process of Jhong Shan Elementary School at Yi Lan County as well as the integration of hardware and software requirements in the VEX IQ robot contest, we indicated the robot education implementation strategies for school in the future. This paper illustrates how the

school acquired practical experience and development its robot educational architecture by preparing for and participating in the VEX IQ Taiwan competition from 2018 to 2020. Suggestions for school development of robot education in the future are offered.

Keywords: STEM, VEX, 12-Year Basic Education Curriculum Guidelines, robot education

壹、前言

機器人技術和人工智慧將為人類帶來新的生活方式 (Dirican, 2015; Roubini, 2014; Stiglitz, 2014)。各種機器人的主要新聞頭條出現在包括《紐約時報》、《美國有線電視新聞網》、《華爾街日報》和《英國廣播公司》等，顯而易見是近年來機器人技術已引起人們的廣泛關注 (Eguchi, 2016)。2014年英國《經濟學人》雜誌封面標題「機器人時代來臨」，揭示當前學校教育的明確目標與趨勢之一，即為機器人教育的導入。機器人教育含括AI與STEM領域，是學生須具備之未來進入社會應具備的重要素養能力，各國政府或民間企業也挹注相當龐大的資源在相關的教育中，例如2016年初美國前任總統歐巴馬曾投入40億美金，稱要讓每個美國孩子在國小具備最簡單的編程能力 (Alba, 2016)，歐盟、日本和中國等國家也投資了數十億英鎊進行機器人教育與產業研究 (Robotics, 2017)，臺灣也在十二年國教課綱中，加入機器人教育，並以不插電課程導入科技概念。顯見機器人領域已成為 STEM 四大領域創新教育的重要推手。

面對教育對國家人才需求的回應，近年來許多結合 STEM 和 robotics 的方案，已開始用來促進教學，但需要快速導入學校以做為教學政策與規劃的前導研究，則透過學校參與機器人競賽是快速導入教育的有效方式。本研究主要闡述宜蘭中山小學在機器人領域的教學和研究現況，著重介紹研究之學校個案參加VEX IQ世界賽的歷程和成果，結合校園基礎建設，透過組織學生參加機器人競賽過程的經驗與體會，提出機器人實踐教育的經驗和觀點，供未來學校科技導入之參

考。

貳、 VEX IQ 機器人在教育上的應用

一、 機器人教育概況

面對科技快速發展，世界各國為培養具有未來素養的公民，透過教育政策推動跨領域學習與實作教育課程培養公民核心素養以達增強國力與競爭力的目標。近年來不論是 STEM、STEAM 等具有跨領域的教育政策如雨後春筍般被提出 (Kennedy & Odell, 2014)。以 STEM 為例，強調培養未來公民、做中學與跨學科整合 (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 的重要性，藉由學習者主動參與探究、發現問題、整合學科知識、擬定解決問題策略、執行與評估等一連串的歷程融入學習者日常生活，讓學生主動參與完成跨學科學習、跨領域的知識與學習資源統整應用培養學習者批判性思考、合作學習、創造力等關鍵能力。(林坤誼, 2014; 周淑惠, 2017; 張仁家、林癸妙, 2019)。除了培養學生的關鍵能力之外，藉由以學生為中心的跨學科整合 STEM 課程對於提升學生的學習意願有正向的影響 (Roberts et al., 2018; 張玉山 & 楊雅茹, 2014)。

為因應世界時代潮流，教育部於 108 學年度正式推動 12 年國民教育新課綱，新課綱著重中小學課程之連貫與統整，以核心素養為實踐素養導向之課程與教學，培養具有終身學習力、社會關懷心及國際視野的優質國民所必須。整體架構以「自發」、「互動」及「共好」為理念，達成啟發生命潛能、陶養生活知能、促進生涯發展，以及涵育公民責任等四項總體課程目標 (教育部, 2014)。

機器人融入教學是推動 STEM 課程上代表性的教材之一 (姚經政、林呈彥, 2016)，因為機器人的組裝需要學習者親自動手參與，機器人競賽皆有其競賽主題與規定，因此這些主題與規定就成為學習者在組裝機器人所需面對的問題與挑戰，尤其在組裝前需要進行計畫評估與擬定，結合學習者先備知識，包含數學、科學等學科，在組裝的歷程中學習者透過主動探索、創意思考設計、發現問題與解決問題的學習情境。

此外，學生合作開發機器人，解決實際問題，例如快速運輸的需要等，有助於培養學生的創新與問題分析能力。例如，美國國防部高級研究計劃局(DARPA)於 2015 年進行的 DARPA 機器人挑戰賽決賽，預期將帶動學生對機器人自動化的思考並引導在機器人基礎設備檢查能力的培養 (Robotics, 2017)。可自動編程的機器人 Aldebaran Robotics' NAO，則曾用於開發 RoboCup 足球聯賽演算法以及自閉症兒童研究 (Eguchi, 2016)。Dash and Dot 是針對小學生所設計用以教導小學生學習編寫程式的機器人教育平臺。而 VEX IQ 機器人由於具有較寬的適用性與較高的複雜性，適合國小中年級至國中八年級學生循序漸進地操作、設計和編寫程式，因此在臺灣區的機器人競賽，有越來越多的國小及國中選擇參與 VEX IQ 競賽，作為未來中學與大學繼續參與的基礎。

二、臺灣 VEX 競賽

VEX IQ 機器人在臺灣推廣的時間大約從 2018 年開始，對於當時的臺灣國中小機器人教育屬於剛導入的教具之一，同一時期當時在臺灣較為普遍的機器人包含樂高(LEGO)與慧魚積木 (Fischertechnik)。此外，教育部積極投入行動學習計畫推廣，其中包含數位編程(coding)的課程，因此在 2017-2019 年的行動學習計畫推動重點包含樹莓派(Raspberry Pi)、BBC 的 Microbit、Scratch 程式編程、LEGO 機器人與慧魚積木，機關王到後來的創客(Maker)。

當時這些機器人競賽的舉辦大多是以坊間教育學習中心為主要推廣單位，學校方面主要是以教學為主，相關的競賽舉辦單位則可以區分成由各縣市政府與私人單位來舉辦，以宜蘭縣為例每年由縣政府舉辦 Scratch、microbit、發明王比賽提供學生展現學習成效與交流的平台。

從 2018 年開始 VEX IQ 的相關競賽皆由中華資訊與科技教育學會進行規劃與辦理，在 2018 年 12 月結合當時資訊展活動辦理第一次的 VEX IQ 機器人官方熱身賽，隔年 2019 年一月份中華資訊與科技教育學會與新竹縣政府合辦 2018-19VEX IQ 機器人台灣公開賽(2018-19 VEX IQ Taiwan Open)，當時並沒有

區分國小組與國中組競賽。

為了推廣 STEM 課程與 VEX IQ 機器人，2019 年五月份在宜蘭中山國小舉辦 VEX IQ 機器人工作坊，透過工作坊的形式讓宜蘭縣境內國中小參加交流，推廣 VEX IQ 機器人課程。

2020 年度，中華資訊與科技教育學會與宜蘭縣政府合辦，在宜蘭中山國小舉辦 2019-20 VEX IQ 機器人台灣公開賽(2019/20VEX IQ Taiwan Open)，由於參賽隊伍眾多，該場比賽正式將國中組與國小組分別獨立出來進行兩天的競賽。

參、宜蘭中山國小競賽與教學概況

宜蘭中山國小長期推動資訊教育、科技融入教學與創新統整課程，為因應新課綱的施行，針對學校現有資源與課程架構，進行符合 12 年國教以學習者為中心、培養學生跨領域學習與知識應用、採用 STEM 教育理念並結合機器人競賽與推廣發展相關創新教學活動，本文主要分享推動 VEX 機器人競賽經驗與省思。

一、學校導入策略

VEX IQ 機器人從 2018 年開始進入臺灣的教育現場，中山國小是為首批將計 VEX IQ 納入學校機器人課程推廣的學校之一，由於 VEX IQ 機器人的導入讓學校可以將先前的慧魚積木進行課程整合，針對不同年段學生規劃機器人課程。當時的規畫主要是以參加競賽為主，加上初次接觸這個嶄新的教具所以一切都在摸索階段，為了迅速認識機器人課程，採用組隊參賽的方式進行學習。

為了讓學生迅速認識比賽相關環節，從 2018 年暑假辦理 VEX IQ 夏令營提供有興趣的學生學習，更讓第一線的教師可以瞭解未來課程的設計與規劃。當年暑假結束後開始組隊進行訓練，對於參賽的目標則是以學生能夠完成組裝機器人參加年底的熱身賽為首要條件，在教學方面老師則是採用影片教學為主要參考，例如透過 Youtube 其他賽隊分享的機器人影片觀摩學習，透過師生共同討論的方式研究如何改進機器人結構。

從熱身賽結束到了 2019 年一月份在新竹舉辦的 2018-19 VEX IQ Taiwan Open 期間，主要針對自動賽進行集訓，由於當時的編程軟體與比賽規則還不甚熟悉的情況下，在當年的 Taiwan Open 團隊賽與技能挑戰賽的成績非常不理想。此次的比賽讓老師與學生都獲得寶貴的經驗，所以在比賽結束之後開始規劃相關課程與訓練課程，例如在 2019 五月份舉辦宜蘭縣 VEX IQ 工作坊，一方面讓學生吸收實際比賽的經驗，另一方面開始在宜蘭地區開始推動 VEX IQ 機器人競賽。

從 2019 年 8 月開始針對新的一年競賽辦法與規則開始擬定訓練計畫，例如先安排結構課程讓學生對於機器人的組裝有初步的認識，然後修正與調整機器人的結構，當學生完成整個機器人結構之後(11 月左右)開始導入機器人編程課程，讓學生有充分時間準備技能挑戰賽。

為了提高學生團隊合作默契，在五月份 VEX IQ 工作坊結束後邀請縣內有興趣推廣的學校利用每週三下午進行團隊練習，當時總共有四支隊伍參加這個訓練計畫，培養學生合作學習、主動溝通與協調的能力。

由於這個計畫的實施，這四支賽隊在 2019-20 VEX IQ Taiwan Open 比賽都順利進入決賽，而且榮獲團隊賽第二名、第四名與第七名的成績，尤其在技能挑戰賽的成績表現與去年有長足的進步，值得一提的是其中一支賽隊更是獲得當年裁判獎的殊榮(Judge Award)。

二、競賽與課程規畫

從導入 VEX 機器人競賽之初學校已經有相關機器人課程，如何將這些課程進行整合與銜接是推動 VEX 機器人的工作重點之一，由於教育部強調數位編程(coding)的重要性，因此除了 VEX 機器人競賽教學之外，學校對於透過 VEX 機器人規劃以 STEM 為出發的教學活動訂立了明確的目標，希望透過對於參賽隊伍實施 STEM 課程試教、評估與檢討，慢慢規劃出一套相關課程可以落實到各學科教學提供老師教學參考。

整個時期的規劃與重點如圖 1 所示。

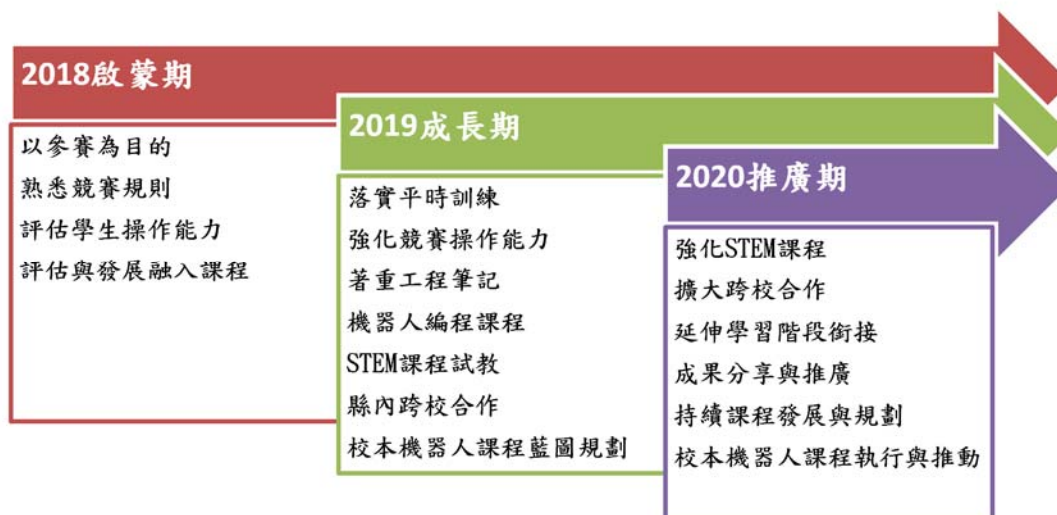


圖 1、VEX 機器人推動之規劃流程圖

由圖 1 來看，2018 為啟蒙期，主要工作重點是希望透過參賽的方式讓老師與學生熟悉賽事規則與方式，一方面可以評估學生的操作能力，另一方面提高老師評估與發展融入課程的可行性。在 2019 年則為成長期，經過一年的洗禮，對於賽隊的運作有初步的認識，因此落實平時訓練、強化選手能力、著重在工程筆記撰寫為訓練工作重點，在教學上則是進行 STEM 試教，針對校本課程進行機器人課程規劃，在推廣層面上則進行跨校合作。

2020 為推廣期，針對去年的 STEM 課程進行微調與試教，持續發展新課程，在推廣工作上則擴大跨校合作數、延伸學習階段（國小-國中-高中），分享成果與推廣，以及校本機器人課程的推動。

三、學校培訓基地建設

(一)校園培訓地點與設備

在 2018 年開始推動 VEX IQ 機器人開始，在校長與相關經費的支持之下，學校購置的相關的設備與場地設施，讓訓練課程可以順利推廣，也讓學生可以盡快熟悉比賽場地與當年機器人任務。由於場地的限制初期比賽的場地是設置在學校的自然教室，由於該間自然教室有器材準備室所以這間自然教室就是課程與訓練的地點。

從 2019 年暑假開始為了結合程式編程(coding)課程，整個訓練地點就從自然

教室移到學校電腦教室，一方面在設備的保管與資訊設備的使用上都更加便利，尤其在進行模擬比賽情境上更是有效提升學生臨場的表現。

(二) 機器人教室規劃與管理機制:

由於學校目前沒有專用機器人教室，現階段主要是利用電腦教室當作機器人賽隊訓練與器材保管的地點。現階段管理機制主要是由資訊老師負責機器人設備管理，學校規劃每一支賽隊有專用一組的機器人與電腦(程式邊程專用)，平常時間這些設備是存放在電腦教室，不對外讓學生攜帶回家。訓練時間則是每星期一、二與四的午休時間以及星期三下午的團體練習，學生在上述時間才可以拿出機器人進行訓練與調整。

肆、成果與挑戰

一、競賽成效

推動 VEX 機器人這兩年多來，在學校全力支持與協助下，在兩屆的台灣公開賽中(Taiwan Open)，榮獲以下獎項：

2018 年榮獲 STEM Research Project Award

2019 年榮獲 Teamwork 第二名、第四名與第七名、

2019 年榮獲 Judge Award

2019 年入圍 STEM Research Project Award

2018 年的比賽中學校的兩支賽隊都沒有進入準決賽，而且在技能挑戰賽的表現也不盡理想。經過立即修正訓練課程與賽隊管理，在 2019 年的比賽中賽隊有長足的進步，包含跨校合作總共 4 支賽隊全部進入準決賽，而且在技能挑戰賽的表現有長足的進步。

二、面臨的問題與解決規劃方式

(一) 經費

機器人教學與競賽導入校園面臨的問題之一就是經費的問題，參加機器人比賽初期需要投入相當的費用來購買機器人與場地，後續還有每年賽隊的註冊費

與參賽費用，以及每年比賽規則的場地套件，扣除掉機器人與場地的先期費用，一般來說每年需要付出的規費與場地套件費用也是一筆重大的開銷，目前學校採用使用者付費的方式讓家長平均分攤賽隊註冊費，學校負責場地套件與零件維修費，日後學校更是規劃參賽費用也是採用使用者付費的方式。

隨著未來規劃全校性推廣機器人課程時，學校面臨的經費問題將是未來這筆機器人添購的費用，如何透過外部資源的協助將是今年度的推廣工作之一。

(二)發展中的競賽主題與規則

VEX IQ 競賽主題每年都有所不同，不同競賽的主題意味著需要購買不同的場地套件與熟悉競賽規則，規則的變化是帶隊教師所要面對的挑戰之一，如何跟上規則的調整與變化則是需要隨時注意官方網站的資訊。

規則的變化也代表老師需要因應新的規則擬定新的教學計畫，例如結構課程調整，所以帶隊老師必須慢慢建立相關的結構課程，例如連桿(Linkage)結構、抬昇(Lift)結構、底盤結構與設計，針對比賽規則讓學生可以立即學習到每次比賽的主要得分結構，加速機器人的組裝。

(三)師資

現階段在宜蘭中山小學學校推動 VEX 機器人教學的老師僅有一位，指導教師數量偏少是一個重要的問題，由於 VEX IQ 在台灣才開始推廣 2 年，除了一般坊間的教育中心師資之外，目前公立國中小的師資是相當缺乏的，如何增加教師參與的意願與籌辦相關的師資培育研習則是未來推動的重點之一。

伍、結論與展望

機器人競賽是綜合型的賽事，VEX 機器人系列賽事涉及學生工程筆記、團隊合作、遙控技能以及程式編寫技能等綜合型知識與能力發展。學校在精神層面與經費上的支持，對於需花一整年準備賽事的競賽團隊而言，極為重要。機器人團隊師資的養成，同時必要有教育政策上的前瞻規劃。學生素質的提升與能力的培養，則有賴親、師、生的共同合作與投入。並且，最重要的還是回歸於學生在

STEM 教育上的學習收穫。

本研究以宜蘭中山小學近兩年推廣 VEX 競賽過程，分析從指導教師與團隊在參加競賽過程中的經驗與反思，尤其是課程規劃與相關競賽準備。面對新課綱的到來，STEM 課程廣受世界各國重視，如何結合 VEX 機器人課程推動 STEM 教育達成 12 年新課綱的目標是中山國小未來的挑戰之一。

對於未來的展望，中山國小期許能夠成為宜蘭地區 STEM 課程推廣中心，與 VEX 機器人培訓基地。特別是在培訓基地計畫中希望能扮演宜蘭地區 VEX 機器人教育推動的火車頭與人才培育搖籃，秉持著資源共享的精神，在未來規劃以 VEX 聯盟模式進行推廣，邀請縣外與縣內的賽隊交流，提供學生交流平台。更甚，將計畫向上延伸，擴大服務對象至縣內國、高中學生教育階段，透過長期的培訓，不僅讓宜蘭在地的學子能夠站上國際的舞台，更能使機器人與 STEM 教育在臺灣穩健紮根，將其機器人課程的具體實踐經驗，轉化為實施的具體方向，以供其他學校參考。

參考文獻

中文部分

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。

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。

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。

張仁家、林癸妙(2019)。美國 STEM 教育的發展沿革與經驗-以俄亥俄州為例。**科技與人力教育季刊**，5，1-25。

教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。台北：教育部。

英文部分

Alba, D. (2016), "Obama pledges \$4 billion to computer science in US schools",

Wired, available at:

www.wired.com/2016/01/obama-pledges-4-billion-to-computer-science-in-us-schools (accessed 15 March 2020).

Dirican, C. (2015). The impacts of robotics, artificial intelligence on business and economics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 564-573.

Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.

Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.

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 summer informal learning experience. *International Journal of STEM Education*, 5, 1-14.

Robotics, I. (2017). Robotic and autonomous systems for resilient infrastructure. *UK - RAS White Papers* © UK -RAS. ISSN 2398-4422