

中小學無人機課程教材的開發與評估

Development and Evaluation of Teaching Materials for Drone Courses in Primary and Secondary Schools

桑洪琦¹ 黃元彥² 胡庭芸³ 劉旨峯⁴

SANG, HUNG YU¹ HUANG, YUAN YAN² HU, TING YUN³ LIU, ZHI FENG⁴

¹ 國立中央大學學習與教學研究所 博士候選人

¹ National Central University Graduate Institute of Learning and Instruction PhD.
Candidates

E-mail : r103187004@gmail.com

² 國立中央大學永續發展暨社會責任辦公室 博士後研究員

² National Central University Office of Sustainable Development and University
Social Responsibility Postdoctoral Research Fellow

E-mail : sokahan0715@gmail.com

³ 國立中央大學學習與教學研究所 研究生

³ National Central University Graduate Institute of Learning and Instruction Graduate
Student

E-mail : hexameter@g.ncu.edu.tw

⁴ 國立中央大學學習與教學研究所 副教授

⁴ National Central University Graduate Institute of Learning and Instruction Associate
Professor

E-mail : totem@cc.ncu.edu.tw

摘要

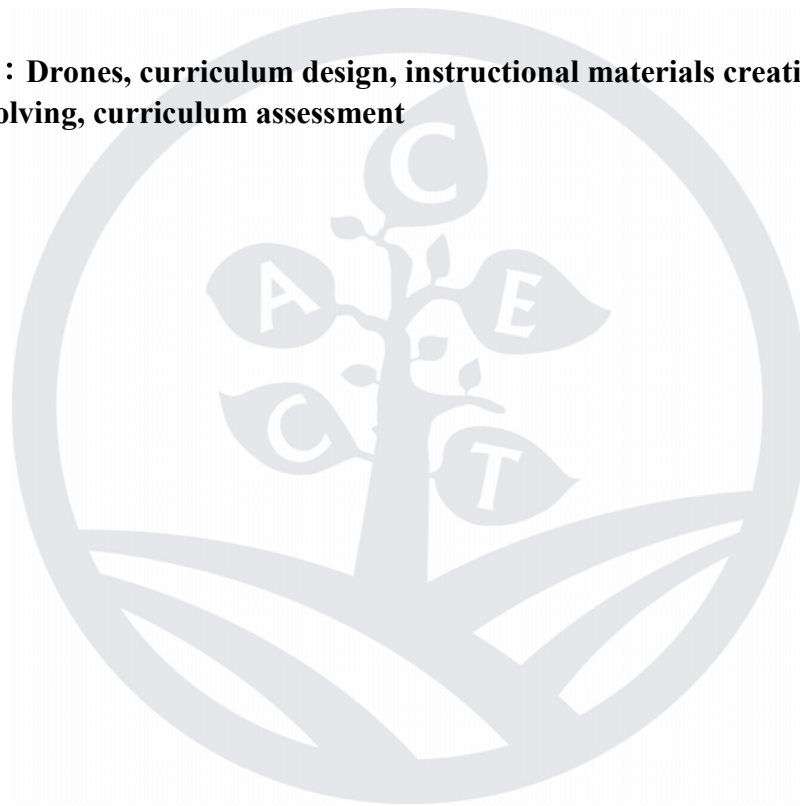
本研究專攻於教育型無人機之教育課程設計與教材開發，冀望其能協助提升學習者之問題解決能力，並設計相關的課程評估架構，本研究設計之教材亦會參考專家意見與學習者反饋後再進行編修與擴充，依此為基礎促進無人機相關領域之課程設計之研究參考。依據專家的建議，未來將發展進階的無人機教材以結合在地文化與跨科目學習，並設計單元與專題的衡量評估檢核表，確認小學五年級到國中八年級的學生們對於程式與無人機的學習狀況，進而培養科技能力與問題解決能力。

關鍵字：無人機、課程設計、教材開發、問題解決、課程評估

Abstract

The focus of this study is on the design of educational curriculum and development of teaching materials for educational drones. It is hoped that these efforts will help enhance learners' problem-solving abilities. The study also aims to design a relevant curriculum evaluation framework. The teaching materials designed in this study will be revised and expanded based on expert opinions and learner feedback. This research serves as a reference for curriculum design in the field of drones. Based on expert suggestions, future developments will include advanced drone teaching materials that incorporate local culture and interdisciplinary learning. The study will also design assessment checklists for units and projects to assess the learning progress of students from fifth grade to eighth grade, fostering technological skills and problem-solving abilities.

Keywords : Drones, curriculum design, instructional materials creation, problem-solving, curriculum assessment



壹、前言

無人機(drone)是指無需人員在機艙內駕駛，可以執行各種任務的飛行載具（洪健君，2011），配合需求有各種不同大小，近年來無人機在防災和救援、環境監控、商業、農業、物流配送、表演與娛樂、軍事各方面的運用越來越普遍，例如 2022 年 8 月「無人機 AI 創新應用研發中心」在嘉義正式掛牌，政府宣示將協助打造無人機國家隊，完備無人機的國防產業供應鏈，也將結合周邊的工業園區，形成新的產業聚落，帶動地方經濟的成長（王善嫻，2022）。

無人機的運用範圍非常的廣泛與實用，包括取代會造成空氣污染的煙火表演、節省人力且精準的噴灑肥料和農藥與稻草分解液的農業應用、人道驅離動物的生物問題防治、地質探勘與災害防治、偏遠地區的飛行物流等等，這些應用對生活非常的有幫助。台灣要發展無人機的應用與產業，需要培養更多對於研究與運用無人機有興趣的人才，所以本研究希望探究如何設計有效的無人機教學課程。無人機的操作可分為人員遙控或編輯程式控制飛行（洪健君，2011），108 課綱納入程式設計課程，希望學生在學習電腦程式的過程中能夠培養運算思維與解決問題的能力，所以本研究欲針對科技領域的學科本質結合無人機學習工具，進而發展、規劃素養導向程式課程設計與教材，並藉由專家評估的方法，同步確立小學高年級到國中生階段的彈性學習活動架構，以培養學習者善用無人機學習工具解決在地議題。

貳、文獻探討

一、無人機在教育的应用

近期無人機已經開始應用在教育領域，作為教學的輔助工具，如應用在技術型高中土木科的攝影測量特色課程，讓學生學習利用無人機進行三維立體測量，這種訓練有利於土木科學生未來的工作與進修（朱源民，2020）；也有國小老師利用無人機來進行社區生態教育，以空拍的方式拍下高雄愛河等戶外影像，輔助推動小學生的環境教育，發展以學習者為中心的多元創新教學模式，引起學生對於環境關懷的動機（鄭菁雯，2016），目前國內以無人機為教學輔助工具的研究還不多，以無人機教學為主體的教學更少，本研究將以適合小學五年級到國中八年級的無人機課程教材開發與評估為研究目標，希望能提供教師可以參考使用的無人機教材資源，引導學生善用科技解決問題。

二、科技領域的問題解決策略

學習者在設計過的問題情境以及適切的鷹架引導下，運用已知的概念、態度與技能，提出對應問題情境的策略與方案；若對策與方案無法順利解決問題或解決問題的成本太高，造成解決方案在實際上無法進行，則會再去尋找其他的知識、技能或資源來形成新的解決問題的方法（Scherer, & Tiemann, 2012）。如在機器人學習活動中，一些參與機器人競賽的學習者在面對機器人專題任務情境時，亦傾向展現其自我調整策略，並同時擴展同儕學習、尋求外界資訊（Huang, Liu, Lin, & Liou, 2017），在解決問題前，機器人學習者先概述問題重點、掌握任務目標、辨識實作與教材間的差異，若問題情境過於複雜時，亦向同儕進行諮詢、交流，或上網搜尋相關的學習資源與背景知識。

參、研究實施與設計

一、研究方法

(一) 專家評估

邀請三位教育科技領域的專家，其中兩位專家曾開授無人機相關課程，而三位專家均曾參與相關課程的設計。使用本研究開發的李特克氏六點評鑑量表進行調查、回收量化的評鑑分數與質性的建議，然後使用 Excel 軟體進行描述性統計分析，為提升專家評估回饋的信度，本研究把收集到的專家意見進行三角檢證。

二、研究工具

(一) 無人機課程

無人機作為成為程式教學的教具，學生可以透過編寫程式控制無人機的飛行，而一份好的教材可以幫助學生學好無人機程式，本研究規劃教材是根據 ASSURE 課程教學設計模式(Heinich, Molenda, Russell, & Smaldino, 2001)來開發。分析學習者(A)：本研究開發的教材預設的學習者是對於無人機與程式設計有興趣的小學高年級與國中學生；描述學習目標(S)：本教材的學習目標是培養學生的程式知識與問題解決能力；選擇方法、媒體與教材(S)：本課程選用的教材包括了紙本與影音兩種媒體；使用媒體與教材(U)：在簡單的講述課程主題後，讓學生們閱讀書面教材與看教學影片，根據書面教材與影片的內容實際挑戰關卡；激發學習者參與(R)：教材中的關卡與任務專題具有挑戰性與競賽性，有機會能激發學生的參與熱情；評量與修正(E)：透過三位教育科技領域的專家提供評量與修正本教材的意見，未來教材實際應用在教學現場時，依據授課的教師與學生的課後回饋來進行評量與修正。

根據課程的單元，學生可以學會無人機的概念與程式的語法和應用，接著進一步透過真實情境的專題培養學生的問題解決能力，本研究選擇使用 robolink 公司的 codrone lite 無人機為教具並編寫相關的教材，以下是無人機課程的內容：

1. 第一單元課程說明：說明本課程的目標與主旨，引起學生的學習興趣。
2. 第二單元安全介紹：幫助學生建立使用無人機的安全觀念，包括收拾周遭環境、正確拿取無人機的方法、整理服裝儀容、注意無人機的飛行區域的光線與空間。
3. 第三單元認識無人機：介紹無人機的基本知識、控制無人機的程式與無人機在各領域的應用、說明本研究所使用的 codrone lite 無人機的零件與配件。
4. 第四單元開發環境安裝：解說 codrone lite 的程式網路編輯環境與條件、無人機的校正方法、程式輸入無人機的步驟。
5. 第五單元到第十六單元飛程式：學生根據教材編寫程式來控制無人機，可以從簡單的起飛、降落、左右前後移動等基本動作開始，進而學習如何控制無人機的高度、速度、方向等屬性，迴圈與邏輯判斷，變數與燈光。
6. 第十七單元任務專題：透過實際的無人機操作，學生可以驗證自己所學的程式是否能夠控制無人機完成專題任務，學生也可以透過觀察無人機的行為和反應來進行評估和調整程式。

使用無人機作為程式教學教具，可以讓學生在有趣的實作環境中，學習程式設計和控制技能，培養他們的創造力和解決問題的能力。

(二) 課程設計的評估規準

本研究之無人機程式學習課程活動，乃參考 108 課綱領域核心素養進行課程的設計與規劃，期符合國小階段的領域核心素養、學習重點。本研究參照國民中學與國民小學實施課程評鑑參考原則（國教署，2018），針對該參考原則下的課程設計層面中，所對應的課程總體架構、領域／科目課程、彈性學習課程等評鑑重點，進行無人機程式學習的課程評鑑。然而，考量 108 課綱在國小階段並無科技領域之學習科目規畫，而採用議題融入各領域學習、彈性課程中加以實施（國家教育研究院，2020），故本研究在課程設計層面的評鑑重點上，僅就課程總體架構、彈性學習課程等重點展開評鑑行動（表 1），並以問卷工具進行專家效度的質性、量化等資料蒐集。

表 1：無人機教學之課程評鑑架構

層面	內容	評鑑重點	舉證敘述
課程設計	課程總體架構	1.教育效益	無人機學習與學校課程發展、在地文化脈絡等理念之一致性
		2.內容架構	符合課綱規定項目（背景分析、課程願景、彈性節數分配表、課程實施與評鑑說明等）
		3.邏輯關連	課程學習主軸對接學校主軸、在地社區文化等內外重要因素
		4.發展過程	利基課程發展所需的資料
	彈性學習課程	1.學習效益	無人機學習對於學生持續性學習與發展之重要性
		2.內容結構	符合學校課程設計之規定（年級課程目標、教學／主題名稱、主題摘要、教學進度、教材或學習資源與評量方式）
		3.邏輯關連	單元主題、課程目標、進度與評量方式間的邏輯合理性
		4.發展過程	規劃與設計過程具專業參與性

(三) 專家評估問卷

依據課程評鑑架構發展專家評估問卷，問題分為課程總體架構與彈性學習課程兩大類，兩大類中各有四個問項，依據表 1 無人機教學之課程評鑑架構的舉證敘述作為題目的解說，讓填寫評估問卷的教育科技專家理解每個問項的細部概念。問項的答案以李特克氏六點評鑑量表為評量的區分，獲得專家對於本研究所設計的無人機程式教材的量化數據，每一題後面也有文字描述的建議來蒐集專家對於本教材的質性回饋與意見，根據這些資料我們分析本教材的優缺點與未來開發的展望。

肆、結果與討論

一、專家評鑑結果

專家在填寫無人機教學之專家評估問卷後，三位專家進行線上討論，輪流發表對於題項的意見，每次發表意見的次序均不同，檢證專家們彼此的觀點。課程總體架構的四個題項中，課程總體架構的教育效益中無人機學習與學校課程發展、在地文化脈絡等理念之一致性，三位專家均給了 5 分，參考質性的文字建議得知專家們較同意本教材的課程發展效益不錯，不過與在地文化脈絡的一致性還不足。

課程總體架構的內容架構得到平均 5.67 分，兩位專家給予 6 分、一位專家給 5 分，表示專家基本上認同本課程符合課綱規定項目的背景分析、課程願景、彈性節數分配表、課程實施與評鑑說明。課程總體架構的邏輯關連只得到 5 分，三位專家都給 5 分是因為本課程的課程學習主軸有對接學校主軸，但是與在地社區文化的連結度比較弱。三位專家均給課程總體架構的發展過程 6 分，代表三位專家均認同本研究發展的教材是可信的利基課程發展所需的材料。

彈性學習課程的學習效益得到三位專家一致給 6 分，三位專家一致認可無人機學習對於學生持續性學習與發展的重要性。彈性學習課程的內容結構，只有一位專家給 5 分，其餘兩位專家給 6 分，表示本教材大致符合學校課程設計之規定的年級課程目標、教學和主題名稱、主題摘要、教學進度、教材或學習資源與評量方式，不過評量方式還有待加強，所以專家沒有給滿分。彈性學習課程的邏輯關連是連貫的單元主題、課程目標、進度與評量方式間的邏輯合理性，這一個題項也是得到平均 5.67 分，專家表示評量方式需要再加強。彈性學習課程的發展過程的規劃與設計過程具專業參與性得到三位專家給予滿分 6 分，本教材的編輯者曾有小學無人機程式的教學經驗，教材的專業性獲得三位專家的一致肯定。

表 2：課程總體架構基本描述性統計資料

項目	平均數	標準差	最大值	最小值
教育效益	5	0	5	5
內容架構	5.67	0.58	6	5
邏輯關聯	5	0	5	5
發展過程	6	0	6	6

表 3：彈性學習課程基本描述性統計資料

項目	平均數	標準差	最大值	最小值
學習效益	6	0	6	6
內容結構	5.67	0.58	6	5
邏輯關聯	5.67	0.58	6	5
發展過程	6	0	6	6

二、專家建議

根據專家填寫無人機教學之專家評估問卷中每一個題項下的建議，以及專家們在線上會議時一起討論分析的意見，整合出質性的評估與修改建議。關於課程總體架構方面，專家讚許本教材的教育效益明確，從基礎入門且內容解說的很清楚，但與在地文化脈絡的關聯性不足，可以思考如何改善。教材的內容架構搭配教學單元，適合教師安排課程，教材內容可以有效的說明問題解決與實作，然背景分析不夠明確，還需要再加強，且無人機教材跟社區的連結不足，有點可惜。關於無人機教材的發展過程，本教材課程的內容與無人機飛行技巧都有經過實際驗證與修正，其內容皆由研究者自行設計與拍攝，故發展過程是可信的。

而彈性學習課程的部份，專家覺得本研究的無人機教材貼合彈性課程的設計，不過可以再進一步提供較為豐富的課程模式與內容，增加課後專題的豐富性，以便於更符合素養導向的學習。專家肯定本無人機教材的單元邏輯關聯性不錯，內容難度由淺到深，如果課後專題更加豐富會更好，另外，專家建議教材應該提供每一個單元的學習目標，並且在每一個單元後提供評量，讓老師與學生能夠清楚檢核程式有達到什麼程度，是否達到該單元的目標，問題解決能力的評估，無人機教材能夠成功應用在實際課程中，也經過實際課程之反饋來修正。

伍、未來展望

本研究發展出一套教導學生無人機與程式設計的教材，期望學生們透過本教材能學會程式設計的邏輯並控制無人機飛行，本教材包含了紙本與影音教學內容的開發，特色是每個單元有許多關卡讓學生去完成，在學習完全部的單元後，還有幾個較為複雜的專題任務，訓練學生運用所學解決專題任務會遇到的問題，本教材以問題解決導向的方式編製，讓學生不但學會程式邏輯與無人機的操控技術，更訓練了問題解決的方法與能力。

教育科技領域的專家在評估本教材時，也肯定本教材教育效益明確，內容架構可以搭配教學單元，適合教師安排課程，符合課綱規定項目的背景分析、課程願景，是可信的課程發展所需的教材，課程中使用的無人機飛行技術都有經過實際驗證與修正。而無人機學習作為彈性學習課程對於學生持續性學習與發展的重要性，教材設計也有符合課程目標與單元邏輯的一貫性，專家也肯定本教材規劃與設計過程的專業性。

專家們認為本教材與在地文化與社區脈絡的連結性不足，對於教學環境與學習者的背景不足，關於這一方面可以在未來的進階課程教材中改進加強，我們可以設計出更貼近在地生活文化的無人機課程與專題，無人機程式課程有

符合課綱的目標，可以嘗試與其他課程做連結，進行跨科目的整合，未來發展進階課程的關卡或專題時，運用無人機的空拍功能或是外接其他模組，讓無人機程式課程與數學、理化、地科、地理、歷史，甚至語文等科目做結合，豐富無人機的課程，也促進其他科目的活用與創意應用。

本研究的重心在教材的發展與設計，忽略了提供教師與學生對學習成效的檢核衡量標準，只設計了程式能力的前後測驗，後續會針對本教材發展單元與專題的衡量評估檢核表，確認學生們對於程式與無人機的學習狀況，之後將會針對教材增加單元目標，並設計單元任務與專案專題的評量，可以協助老師檢核學生的程式能力達到何種程度，是否達成單元設定的目標，並確認學生是否獲得解決問題的能力，期望本無人機課程教材的開發能夠有助於學生的無人機與程式的學習，進而培養科技能力與發展出問題解決的能力。

參考文獻

一、中文部分

- 王善嫻 (2022, 7月17日)。研發無人機亞創中心8月揭牌。自由時報。檢自：<https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1529126>
- 朱源民 (2020)。以6E模式建構技術型高中無人機(UAS)攝影測量特色課程及成效評估之研究。未出版之博士論文，國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。
- 洪健君 (2011)。第五章「無人飛行載具技術發展」，全民國防教育10：國防科技(高中暨社會教育授課參考)。臺北市：國防部總政治作戰局。
- 國家教育研究院 (2020)。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。新北市：作者。
- 國教署 (2018)。國民中學及國民小學實施課程評鑑參考原則。臺北市：作者。
- 鄭菁雯 (2016)。以多媒體輔助國民小學推動環境教育之研究—以高雄市國小運用空拍機為例。未出版之碩士論文，南華大學國際事務與企業學系公共政策研究所，嘉義縣。

二、英文部分

- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (2001). *Instructional media and technologies for learning*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Huang, Y. T., Liu, E. Z. F., Lin, C. H., & Liou, P. Y. (2017). Developing and validating a high school version of the robotics motivated strategies for learning questionnaire. *International Journal of Online Pedagogy and Course Design*, 7(2), 20-34.
- Scherer, R., & Tiemann, R. (2012). Factors of problem-solving competency in a virtual chemistry environment: The role of metacognitive knowledge about strategies. *Computers & Education*, 59(4), 1199-1214.