

無人機融入 STEAM 教育之範疇回顧 (2021–2025): 研究趨勢、教學情境與藝術整合現況

術整合現況

A Scoping Review of Drone-Integrated STEAM Education (2021–2025): Trends, Contexts, and Arts Integration

陳怡伶*, 簡佑宏

台灣師範大學

* 61471025h@gapps.ntnu.edu.tw

【摘要】 本研究採範疇回顧 (scoping review) 盤點 2021–2025 年無人機融入 STEM/STEAM 教育研究, 參考 PRISMA-ScR 流程進行檢索、篩選與內容編碼, 並以雙層綜整呈現研究樣態: 第一層納入全部相關研究以描繪研究趨勢、教學情境與藝術 (A) 呈現類型; 第二層聚焦具課程介入與量化資料之實證研究, 以比較教學法、評量與 A 之操作化。結果顯示, 研究在地域上具集中性, 教學多以正式課程與實作任務為主; 雖多以 STEAM 命名, 課程核心仍偏 STEM 能力培養, A 多以視覺/媒體呈現或設計製作之隱性方式出現, 較少明確學習目標與評量規準。本文據綜整發現 A 常缺乏可評量化支撐, 因而提出可評量之 A 目標與 rubric 示例, 並建議未來採可比較、長期之研究設計深化無人機 STEAM 課程。

【關鍵字】 無人機; STEAM 教育; 範疇回顧; 藝術融入; 評量

Abstract: This study conducted a scoping review of drone-integrated STEM/STEAM education research (2021–2025) following PRISMA-ScR for searching, screening, and content coding. Using a two-layer synthesis, Layer 1 mapped research trends, teaching contexts, and Arts (A) representation across all included studies, while Layer 2 examined intervention studies with quantitative data to compare pedagogy, assessment, and the operationalization of A. Findings show a geographically concentrated evidence base and a predominant emphasis on formal curricula and hands-on tasks. Although many studies are labeled “STEAM,” implementation remains largely STEM-oriented; A is often implicit (e.g., visual/media products or design-and-making) and rarely specified with explicit learning objectives or assessment criteria. We therefore propose assessable A learning goals with an illustrative rubric and recommend comparable, longer-term study designs to strengthen evidence for drone-integrated STEAM curricula.

Keywords: drones; STEAM; scoping review; arts integration; assessment

1.前言

無人機 (UAV) 具備飛行控制、感測與資料處理之跨域特性, 常被用作實作導向的 STEM/STEAM 教學媒介 (Yeung et al., 2025)。然而, 現有研究多偏重工程與技術學習成果, 藝術 (A) 常停留於成果展示或創意點綴, 缺乏可教可評之目標與規準。為回應『A 如何在無人機 STEAM 中被定位與操作化』之需求, 本研究以範疇回顧盤點近五年研究並提出後續設計與評量建議。

本研究問題如下: (1) 研究趨勢 (地域/情境/取向) 為何?

- (2) 研究對象與方法、課程模式為何？
- (3) A 之整合樣態與評量現況為何？
- (4) 未來研究與課程可如何深化 A 之操作化（創造力—設計思維—工藝文化）？

2.研究方法

2.1.文章選擇過程

本研究採範疇回顧（Arksey & O’Malley, 2005），並參考 PRISMA-ScR（Tricco et al., 2018）進行檢索與篩選。資料庫包含 Google Scholar、ERIC 與 Scopus；另以中文關鍵字補充檢索，以降低語言偏誤。英文檢索式核心概念為：(UAV OR drone OR "unmanned aerial vehicle" OR UAS OR quadrotor) AND (STEM OR STEAM) AND (education OR learning OR curriculum OR classroom OR maker OR "project-based").中文關鍵字包含：無人機/無人飛行器/無人飛行載具+STEM/STEAM+教育/學習/課程/教學。（最後檢索日：115 年 3 月 20 日）

納入標準：K-12 或高等教育情境之無人機相關 STEM/STEAM 教學研究（含介入研究、課程/教學模式研究與相關回顧）。排除純技術/演算法且無教育情境、軍事/工業應用且無教學設計、無全文者。去重後依題名摘要篩選與全文審閱，最終納入 26 篇文獻作為後續分析資料來源。

2.2.數據編碼架構與信度

依既有無人機教育綜整框架（如 Yeung et al., 2024）調整編碼向度，包括：研究國家/教育階段、教學情境（正式/非正式）、教學法、無人機用途與任務、STEAM 取向（STEM 導向/STEAM 導向）、A 呈現類型（視覺媒體/設計製作/敘事文化/未融入）及是否具明確 A 目標與評量。為提升可重現性，本研究建立 codebook 與判準例（建議於補充資料 S2 提供），受限於研究資源，本研究未進行雙人獨立編碼。為提升可信度，研究者採用重複編碼抽查（30%）修訂判準，並提供 codebook 與逐篇編碼資料作為可檢核性支持。本研究採雙層綜整：第一層以 N=26 呈現趨勢盤點；第二層聚焦具課程介入與量化資料之實證研究 n=19 進行比較分析。

3.結果

3.1.研究趨勢分析

本研究分析 19 篇採量化統計之實證教學研究，從研究地域、教學情境與課程整合取向描繪無人機融入 STEAM 教育之趨勢（如表 1）。結果顯示研究呈現區域集中：亞洲 10、歐洲 6、美洲 3，且亞洲多集中於東亞與東南亞（47.4%），顯示近五年尚未形成均質的全球研究格局。教學情境以正式課程略占多數（10/19），其餘分布於工作坊、課後、競賽與社區型專案。雖多數研究標示 STEAM（13/19），但 Arts 明確融入仍不足（明確 9、隱含 8、未融入 2），顯示課程實作多仍以 STEM 能力培養為核心，A 多屬輔助或延伸，整合深度仍待提升。

表 1
無人機融入 STEAM 教育研究之描述性分析 (N=19)

項目	數量/n					
區域	亞洲/10	東亞/4	東南亞/5	其他亞洲/1	歐洲/6	美洲/3
教學情境	正式課程/10		非正式與半正式/9			
課程整合取向	STEM 導向/6		STEAM 導向/13			

研究對象	高教/5	中學/12	小學/2	
藝術元素	視覺媒體/8	設計創作/6	敘事文化/3	未融入/2

3.2. 無人機融入 STEAM 教育之研究的樣本年齡分布與研究方法

研究對象以中等與高等教育為主：中學最多（ $n=12$ ，63.2%），其次為高等教育（ $n=5$ ，26.3%），小學 / 低齡比例較低（ $n=2$ ，10.5%），顯示低年段仍有拓展空間。研究方法以混合研究法最多（ $n=6$ ，31.6%），其次為設計導向研究（ $n=5$ ，26.3%），描述性量化與質性 / 個案各占（ $n=3$ ，15.8%），另有概念 / 教學描述（ $n=2$ ，10.5%）。教學取向多為體驗 / 實作導向（ $n=13$ ，68.4%），常結合專題 / 專案式學習（ $n=7$ ，36.8%）（部分研究可重複計入）；另有少數採競賽導向或導入設計思維流程（各 $n=3$ ，15.8%）。整體而言，課程多以任務導向、實作操作與合作學習支持跨域學習。

3.3. 無人機融入 STEAM 教育中藝術元素的整合樣態

就藝術元素之具體呈現樣態而言，在 19 篇實證教學研究中，最常見者為視覺 / 媒體呈現與表徵，佔 42.1%，包括空拍影像 / 影片製作、視覺化呈現（如圖像、模型、軌跡與空間表徵）及光雕 / 燈光秀等成果展示；其次為設計製作與創作導向（31.6%），多以設計—製作流程、創意發想、原型製作或作品設計等方式融入；另有部分研究採取敘事 / 文化情境設計（15.8%），將人本設計、故事敘事、社會文化 / 歷史脈絡等元素納入任務情境或學習活動。其餘研究則呈現未融入藝術元素（10.5%）。

4. 討論

4.1. 無人機融入 STEAM 教育研究趨勢之成因探討

本研究所見之研究地域集中現象，可能同時反映實際研究能量分佈與檢索覆蓋差異：近年歐洲與亞洲強調數位能力與跨域實作，透過跨校 / 跨機構計畫降低新興科技進入課程的制度門檻，使無人機更易被採用並累積研究（European Commission, 2025）；另一方面，若以 STEAM 作為核心關鍵字，亦可能低估以 STEM 或工程教育語彙呈現之研究，故本研究採雙語（中英）與多資料庫檢索以降低語言與資料庫偏誤，但解釋分佈仍需保留此限制。在教學情境方面，實證研究偏好正式課程，主要因其時程與樣本較穩定、目標可對應，較利於蒐集可比較的成效證據；相較之下，工作坊、競賽與課後活動較難維持一致介入與持續測量（Shadish et al., 2002）。就課程整合取向而言，多數研究雖名義採 STEAM，實作仍常以工程、控制與程式設計等 STEM 能力培養為核心，因其較易對齊可操作且可評量的技術目標；若欲使 Arts 成為核心構面，需配套明確目標、歷程設計與評量規準，否則易被邊緣化為成果呈現或創意延伸（Yeung et al., 2024）。

4.2. 無人機融入 STEAM 教育研究之樣本年齡分布與研究方法取向之討論

現有無人機融入 STEAM 教育之實證研究多集中於中學與高等教育。中學階段常以實作導向活動培養 STEAM / STEM 相關能力，但亦受設備維護、安全與技術門檻影響（Yeung et al., 2024）；相較之下，低年級 / 學前研究較少，可能與校園導入需先處理安全規範與操作管理等前置條件有關（Federal Aviation Administration, 2024）。研究方法取向方面，多採描述性研究、設計導向研究或準實驗設計，較少使用隨機對照試驗，主要反映真實校園情境下隨機分派、維持對照與長期追蹤不易；因此研究多以較可行的比較設計與設計循環逐步累積可檢驗的教學證據（White & Sabarwal, 2014）。

4.3. 無人機融入 STEAM 教育中藝術元素的整合趨勢與現況探討

整體而言，無人機融入 STEAM 教育之實證研究雖多以 STEAM 架構為課程標籤，但實際課程設計仍多集中於 STEM 領域核心能力，如編程、飛行控制與工程設計等。藝術元素的整

合呈現出「量少質弱、隱性為主」的趨勢，多數研究僅在動機激發、創造力培養或視覺設計上隱含呈現藝術成分，真正明確融入藝術概念、技巧與美感評估指標者較為稀少。此一現象可能來自三項結構性因素：其一，無人機本身作為科技教具，其教學邏輯天然偏向工程與技術導向（Norman et al., 2018），使教師較難主動設計跨域藝術目標。其二，多數研究聚焦於操作可行性與學習成效評估，藝術成分難以量化，導致被邊緣。其三，目前多數政策仍將無人機納入「科技教育」或「創新實作」框架，對藝術之整合未形成明確引導（Yeung et al., 2025）。

5. 結論

本研究基於 26 篇文獻之整合觀察指出：目前無人機融入 STEAM 的關鍵瓶頸多落在「跨域整合的可操作化與可評量化」，亦即課程與評量常優先對齊可做、可測的技術目標，使 Arts 難以成為驅動學習的核心。Arts 的重要性不僅在於美觀，而在於將技術操作轉化為有目的的設計與有脈絡的創作，透過美感判斷、敘事表達與作品論述促進反思與溝通，並將工藝文化與在地議題轉化為任務情境以提升整合深度。據此回應研究問題四，未來研究與課程發展宜聚焦：明確化 A 之學習目標與評量規準，並可依「設計決策 / 美感推理 / 作品論述」建構可評量指標（例如由「描述→理由→證據/改進」的表現層級化 rubric），同時以「創造力—設計—工藝文化」為主軸發展作品型任務，並採較長期且可比較之研究設計累積「A 進入核心」對學習成效與遷移之證據，以推動無人機 STEAM 由技術導向走向跨域創新導向。

參考文獻

- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32.
<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- European Commission. (2025). *European Education Area*. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions>
- Federal Aviation Administration. (2024). *Educational users*.
https://www.faa.gov/uas/educational_users
- Norman, H., Nordin, N., Embi, M. A., Zaini, H., & Ally, M. (2018). A framework of drone-based learning (Dronagogy) for higher education in the fourth industrial revolution. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(3.14), 1-6.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- White, H., & Sabarwal, S. (2014). Quasi-experimental design and methods. *Methodological briefs: impact evaluation*, 8(2014), 1-16. <https://doi.org/10.4135/9781412950558.n463>
- Yeung, R. C. Y., Yeung, C. H., Sun, D., & Looi, C.-K. (2024). A systematic review of drone integrated STEM education at secondary schools (2005–2023): Trends, pedagogies, and learning outcomes. *Computers & Education*, 212, 104999.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104999>

Yeung, R. C. Y., Sun, D., & Yeung, C. H. (2025). Integrating drone technology in STEM education: Curriculum, pedagogy and learning outcomes. *Education and Information Technologies*, 1-36. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13368-0>