

AI 融入化學教育之跨領域 STEAM 營隊設計與 實施——以「我的 3D 故事書」為例

吳宜真、黃琴扉

國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所
611137010@mail.nknu.edu.tw

摘要：隨著人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 與虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 技術的快速發展，教育現場正逐漸從單向知識傳遞轉向互動與創造並行的學習模式。本文以「我的 3D 故事書」營隊為例，探討 AI 與 CoSpaces Edu (2025 更名為 Delightex) 結合化學課程設計之跨領域 STEAM 教學實踐。營隊主要以國小高年級及國中學生為對象，結合 AI 文字生成，如 ChatGPT、POE 與 3D 虛擬創作平台 (CoSpaces)，讓學生以化學概念為核心，創作出兼具科學知識與敘事美感的互動式故事作品。課程融入聯合國永續發展目標 (SDGs)，特別聚焦於 SDG 13 (氣候行動)、SDG 14 (保育海洋生態) 及 SDG 15 (保護陸域生態)。學生作品如〈森林守護者〉、〈海洋的呼喚〉與〈趕流行的代價〉等，以化學角度詮釋環境變遷與人類行為間的關聯，展現其對化學反應、材料科學與環境議題的深刻理解。研究結果顯示，AI 與 3D 動畫建模結合的教學設計能有效提升學生的化學素養、創意思考與永續意識，並促進其跨領域整合與科技運用能力。本文最後提出 AI 與 VR 融入化學教育的實施建議，期能作為未來 STEAM 教育推動的參考。

■ 教學的挑戰與趨勢

二十一世紀教育的核心目標，在於培養具備深度領域知識與廣泛跨域協作能力的 T 型人才。然而，化學作為一門探究物質組成、結構、性質與變化的學科，其教學長期面臨兩大挑戰：抽象性與脈絡脫節。

首先，微觀的分子結構、原子軌域、化學鍵結以及反應動態機制，對國小高年級學生而言是更為抽象的概念。雖然國小階段尚未進入系統化的化學學習，但對於物質的變化、溶解、燃燒等化學現象的觀察與探究，是科學素養的基礎。傳統教學模式多依賴實體模型或靜態圖表，難以有效呈現化學變化的動態性與時間性。有研究指出，學生常需仰賴強大的空間感知能力 (Spatial Perception)，以想像二維表示法背後的真實三維結構 (邱美虹、傅化文，1993)。尋求創新的教學策略以克服化學抽象性，成為化學教育研究的當務之急。其次，許多化學課程內容與學生的生活經驗及當代社會議題缺乏連結，導致學生難以理解化學知識在解決真實世界問題上的實用價值。

近年來，隨著 AI 技術的發展與 VR/AR 混合實境 (Mixed Reality, MR) 平台的普及，3D

虛擬宇宙 (Virtual Universe) 的建構工具如 CoSpaces Edu 提供了克服上述挑戰的潛在解決方案。CoSpaces Edu 平台允許使用者透過直覺式的拖曳介面，快速建構 3D 虛擬場景，並透過視覺化編程語言 (CoBlocks)，賦予場景中的物件互動邏輯。

本研究進一步整合 AI 文字生成工具 (如：ChatGPT、POE 等) 於課程中。AI 作為學生的「虛擬腳本協作者」，協助國小學生快速產出豐富的敘事內容、角色對白，甚至提供不同情境下化學現象的描述語句，大幅降低了國小學生的敘事門檻，使他們能將更多心力投入在 3D 模型的化學概念呈現與編程設計上。

透過 3D 建模，學生被迫將抽象的化學現象與過程轉譯為具體的虛擬模型，強化了空間感知與視覺化能力。透過 CoBlocks 編程，學生必須為化學反應或環境變化設計邏輯與規律，此即將化學原理轉化為運算模型的過程。

此外，聯合國永續發展指標 (SDGs) 的許多議題，如氣候行動 (SDG 13)、海洋生態 (SDG 14) 等，其核心問題皆與化學物質的循環、反應、污染與治理息息相關。本研究提出一套整合性課程，利用 CoSpaces 的 3D 建模與編程能力，結合 AI 輔助敘事，將 SDGs 議題作為化學知識的載體與應用脈絡。本研究期望檢視此課程能否有效提升學生對於生活化學現象的觀察、空間感知與理解深度，評估其在強化學生永續發展素養上的成效，並發展一套具備人文敘事力的科技實作教學模型。

■ CoSpaces Edu 平台介紹

CoSpaces Edu 平台允許使用者透過直覺式的拖曳介面，快速建構 3D 虛擬場景，並透過視覺化編程語言 (CoBlocks)，賦予物件互動邏輯。本研究進一步整合 AI 文字生成工具 (如：ChatGPT、POE 等) 於課程中，作為學生的「虛擬腳本協作者」，大幅降低學生的敘事門檻。透過 3D 建模，學生將抽象的化學現象與過程轉譯為具體的虛擬模型，強化了空間感知與視覺化能力。

在化學教育中，CoSpaces 扮演了三個關鍵的教學角色：

1. 動態現象模型：建構與操作如水的蒸發、溶解、物質燃燒等現象的視覺化模型。
2. 化學過程模擬器：設計 CoBlocks 程式，模擬如酸雨滴落、溫室氣體累積等動態環境化學過程。
3. 環境影響敘事載體：透過 3D 故事書展示化學的「果」與環境的「因」，將化學知識與環境連結。

■ 課程設計與實踐

一、課程設計理念：PBL、建構主義與認知工具

本課程的設計植基於專案式學習 (PBL) 與建構主義 (Constructivism) 兩大教育哲學。營隊以「創作 3D 虛擬故事書」為最終產出，驅動學生主動探究 SDGs 議題並學習必要的科技技能。

CoSpaces 在此扮演了認知工具 (Cognitive Tool) 的角色，要求學生進行外顯化 (Externalization) 思考。學生必須將內隱的科學知識與環境脈絡，外顯為 3D 模型與編程邏輯，強制進行知識的轉換與整合。此種跨領域的實踐與設計，符合當代 STEAM 教育整合科學、技術、工程、藝術與數學的趨勢 (王冠智、黃琴屏，2021；謝良瑜等人，2022)。

二、「我的 3D 故事書」課程架構

本營隊課程設計為 12 小時的密集工作坊，採用四個階段的鷹架式學習 (Scaffolding Learning)，目標對象為國小高年級及國中學生 (見表 1)：

表 1：「我的 3D 故事書」課程架構

課程階段	核心目標	教學策略與內容	關鍵素養強化
階段一：人文社會議題鷹架搭建 (SDGs)	確立專案議題、連結真實世界問題。	導入聯合國 SDGs 17 項指標，進行環境化學案例分析。	永續發展素養、環境倫理
階段二：AI 輔助議題腳本設計與化學模型化	將抽象議題轉化為具體敘事與互動方案。	學生分組選定 SDGs 議題，利用 ChatGPT 協助發想故事腳本與對話。教師引導學生思考：如何用 3D 動態呈現化學的影響？	人文敘事力、化學思維建模、AI 協作能力
階段三：3D 虛擬宇宙建模與編程實作	掌握 CoSpaces 建模與 CoBlocks 編程，進行虛實整合。	CoSpaces 實作教學：3D 物件導入、攝影機移動、CoBlocks 編程 (條件判斷、迴圈、事件驅動)，將腳本中涉及的化學概念進行互動編程。	科技應用力、運算思維
階段四：成品發表、回饋與反思	呈現作品、反思學習、深化跨領域知能。	學生發表 3D 故事書作品，闡述其議題選擇、化學觀點與技術實現。	口語表達、跨領域知能整合

■ 課程實施與學生作品範例

本課程已成功實施數個梯次，其對象多以國小高年級及國中學生為主，亦有延伸至高中階段學生。以下將簡略呈現學生如何透過 AI 文字生成工具（如 ChatGPT、POE 等）產出故事腳本；並以三個最具代表性的學生專案為例，深入解析他們如何在 CoSpaces 中應用化學知識，並探討其科學觀點的成熟度。

一、故事腳本撰寫

藉由故事腳本的撰寫，也教導學生如何使用 AI 文字生成工具（如 ChatGPT、POE 等），透過精準的指令，使 AI 成為學生的「虛擬腳本協作者」。透過 AI 的協助，學生能更有效地生成敘事內容與角色對話，並獲得多樣化化學情境的語言描述支援。此過程顯著降低了學生在文字創作上的難度，讓他們能將更多心力投入於 3D 模型的化學概念建構與程式設計，進而深化學習歷程中的科學探究與創意表達（見圖 1 至圖 4）。

The screenshot shows a ChatGPT interface with a prompt in a light blue box: "請以一位編劇的角色，撰寫200字關於的「莫拉克風災」故事大綱，目的是為了讓人了解環境保育的重要性。故事將利用Cospaces 3D建模方式呈現，請條列式場景畫面說明，以及可搭配的音樂及特效。故事內容須包含莫拉克風災發生的原因、過程及對環境的影響，和與SDGs指標的關聯。"

The response includes a title: "《重生之森》——莫拉克風災與環境保育故事大綱" and a "故事概述 (200字)" section. The summary describes a typhoon in 2009 that destroyed a village and forest, and a character named Aotang who decides to help restore the forest. It mentions the importance of SDG 13 (Climate Action) and SDG 15 (Life on Land).

Below the summary is a section titled "Cospaces 3D場景畫面與特效建議". It lists "場景1: 風暴前的森林村莊" with three items: "畫面: 翠綠山林、河流蜿蜒, 村民日常生活", "音樂: 鳥鳴、河水潺潺聲", and "特效: 微風吹拂, 陽光穿透樹葉".

圖 1 使用 AI 文字生成工具下精準的指令

我的3D故事書腳本設計

【第四組】組員：馬○孝、孫○智、馬○恩、馬○崑、曾○竣、林○安

【腳本內容】

- (一)故事名稱：偉大的大自然
- (二)對應 SDGs 指標：第15項，陸域生態
- (三)故事大綱：

一個陸域生態的例子是亞馬遜雨林。亞馬遜雨林是地球上最大的熱帶雨林，擁有豐富的生物多樣性，居住著數十萬種植物和動物，包括許多特有物種。這個生態系統在全球氣候調節中起著重要作用，吸收大量二氧化碳並釋放氧氣。

然而，亞馬遜雨林面臨著伐木、農業擴張和城市化等威脅，這些行為導致森林破壞和生態系統的退化。保護亞馬遜雨林對於維護地球的生態平衡和應對氣候變化至關重要。各種保護計劃和社區合作也在努力減少人類活動對這一珍貴生態系統的影響

圖 2 學生故事腳本大綱

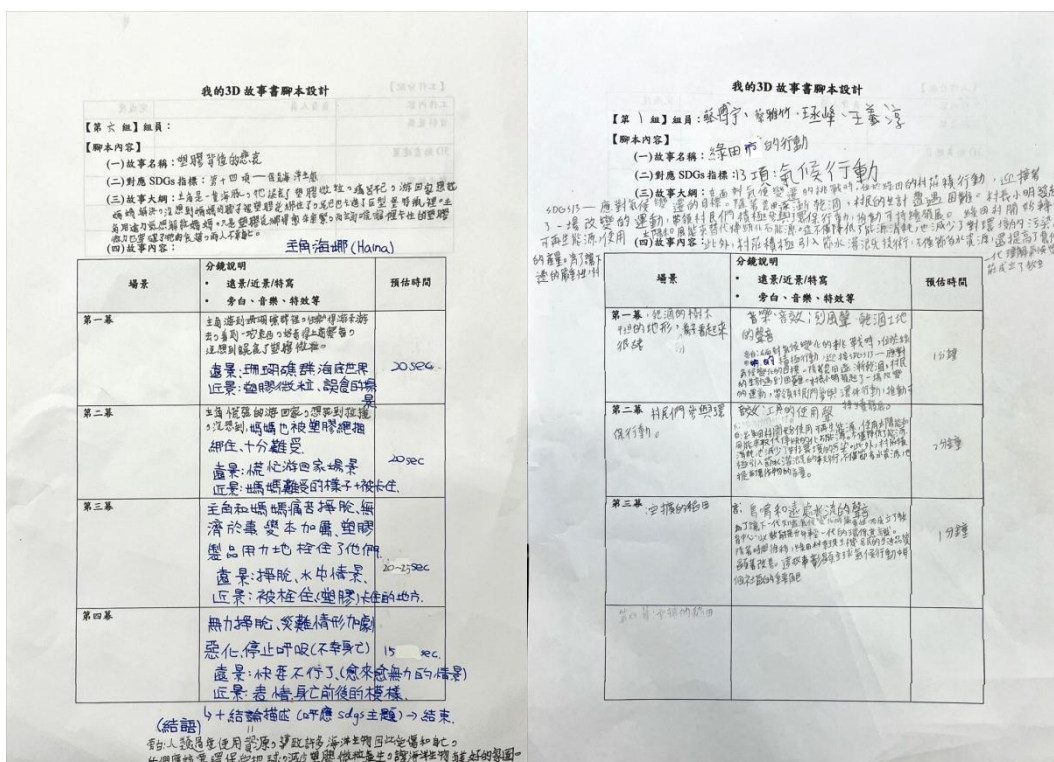


圖 3 學生故事腳本範例



圖 4 學生故事腳本撰寫

二、學生作品範例

案例一：森林守護者-森林大火與碳排放危機 (SDG 13 -氣候行動)

1. 作品主題：模擬一場由乾旱引發的森林大火，及其對全球暖化的連鎖反應（圖 5）。
2. CoSpaces 呈現：學生利用 CoBlocks 程式碼，設計火苗蔓延速度與森林濕度的負相關關係。當火勢蔓延時，畫面上會浮現 CO_2 分子模型，並伴隨溫度計的虛擬上升動畫。
3. 化學觀點解析：學生作品在背景文字中註明燃燒是氧化反應，將木材轉化為 CO_2 和 H_2O ，並利用 3D 空間呈現 CO_2 累積於大氣層的視覺化效果，成功連結燃燒（微觀化學）與氣候變遷（宏觀環境化學）。



圖 5 學生利用 CoSpaces 呈現森林大火畫面

案例二：海洋的呼喚-塑膠的危機與高分子結構 (SDG 14 -保育海洋生態)

1. 作品主題：「海洋的呼喚」描述海洋中充滿著塑膠垃圾，然而塑膠垃圾進入海豚及魚類體內造成海洋生態被破壞（圖 6）。
2. CoSpaces 呈現：塑膠袋進入海洋中困住了海豚，接著塑膠袋在海洋中分解為數百個肉眼幾乎不可見的微小「微粒」模型，並編程使其被海豚及魚群攝取；再利用 CoBlocks 模擬波浪運動，加速塑膠在環境中的物理分解。
3. 化學觀點解析：學生在報告中提到塑膠是「難以分解的長鏈分子」，顯示其對聚合物結構的基本認知。作品暗示了塑膠的分解是緩慢且需要特定條件的過程，比單純的「塑膠污染」更進一步探討了材料科學與分解動力學的基礎概念。

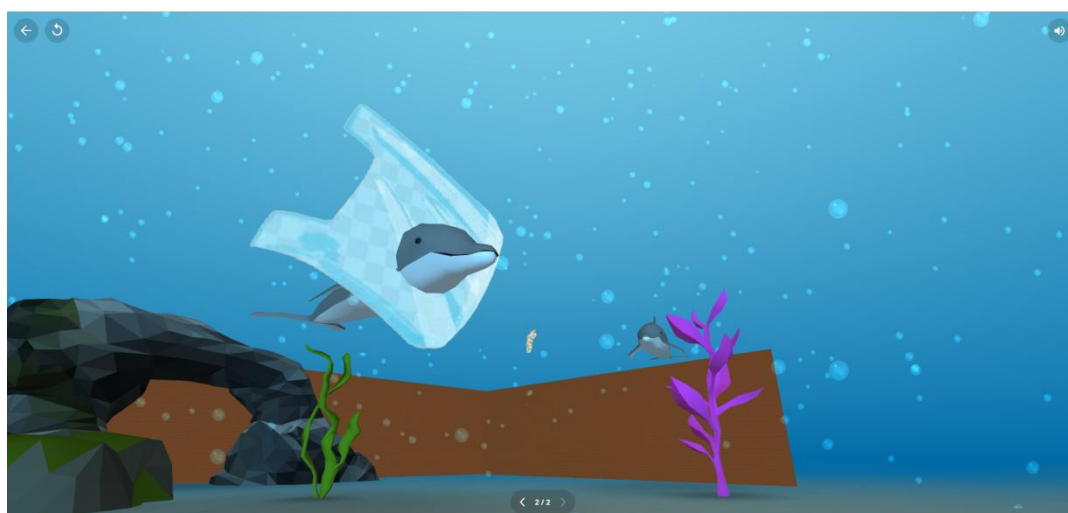


圖 6 學生利用 CoSpaces 呈現塑膠污染的畫面

案例三：趕流行的代價-快時尚與廢棄物處理的影響 (SDG 12 -責任消費與生產)

1. 作品主題：以動物作為故事主角，探討快時尚下廢棄物大量產生，由於不當處理所導致的環境汙染，如空氣汙染、海洋汙染等（圖 7）。
2. CoSpaces 呈現：學生模擬燃燒舊衣物的場景，空氣中瀰漫著大量的二氧化碳，導致空氣品質不佳，影響居民的生活品質。
3. 化學觀點解析：學生透過虛擬化呈現，強調了不當燃燒有機合成物對自然生態的異質性與毒性，引導對化學廢棄物處理的關注。



圖 7 學生利用 CoSpaces 呈現燃燒舊衣物的場景

■ 學習成效與討論

一、學習成效評估設計

本研究採用準實驗設計，透過多重資料來源評估學生的學習成效，評估工具包含質性與量化兩方面：

(一) 質性資料收集與學習過程檢核：透過營隊課程中的互動設計，收集與檢核學習過程與產出品質：

1. 腳本分享與同儕回饋（階段二）：營隊第二階段邀請各組學生上台分享故事腳本初稿，並請學生參考老師與同學提供的回饋與建議，在思考如何運用 CoSpaces 進行建模時進行修改。此過程用以檢視學生的化學概念模型化思維（圖 8）。



圖 8 學生上台分享故事腳本

2. 成果發表與故事敘述 (階段四)：在營隊的最後階段，邀請各組學生上台進行成果發表，透過故事敘述及 3D 動畫呈現，將各組的學習內容與跨領域設計分享給所有參與者，用以評估學生的整合與表達能力 (圖 9)。



圖 9 學生成果發表與 3D 動畫呈現

(二) 量化評估工具：透過前後測問卷評估學生的學習成效，評估工具包含：

1. 中小學生永續發展素養評估問卷 (SDL Scale)：衡量學生對 SDGs 的知識、態度與實踐意圖。
2. 中小學生科技素養評估問卷 (TL Scale)：衡量學生對 3D 建模、編程邏輯與新興科技的掌握與應用信心 (參考張建新、Schwarzer, 1995；黃毓華、鄭英耀, 1996)。

3. 活動滿意度問卷：衡量課程的趣味性、挑戰度與實用性。

二、學習成效結果

- (一) 增進化學空間感知與現象理解能力：預期結果顯示，學生在問卷的後測成績顯著高於前測。這支持 CoSpaces 作為 3D 建模工具，能夠有效訓練學生將抽象的化學現象轉化為可操作的三維實體。特別是對於國小高年級及國中學生而言，動手做與具象化是建構科學概念的關鍵。因此，作者認為 CoSpaces 允許學生創建和操作 3D 虛擬模型，有助於學生對抽象的物質變化過程的理解，克服傳統化學教學中立體空間想像的困難。
- (二) 提升永續發展素養與化學知識應用：學生透過 PBL 模式，化學知識不再是獨立的學科內容，而是解決「塑膠危機」或「氣候行動」的必要工具。這種實境化學習讓學生意識到科學知識的社會責任，深化其「人文科學教育」的內涵。
- (三) 提升科技素養與 AI 協作能力：利用「中小學生科技素養問卷」，預期學生的科技應用力有顯著提升。更重要的是，本課程成功地將 AI (ChatGPT、POE) 引入創作過程。對於敘事能力尚在發展階段的中小學學生，AI 成為一個極有效的鷹架工具，幫助他們將化學主題思想快速擴展為豐富的故事線。學生必須學習與 AI 互動、篩選與修正，這培養了他們在新興 AI 時代下必備的批判性思考與資訊素養。
- (四) 跨領域創造力的展現：學生作品的複雜度和原創性明顯高於傳統純科學報告。他們將 CoBlocks 編程、3D 藝術設計與化學知識進行了有機整合，展現出高度的跨領域創造力，這正是 STEAM 教育所追求的最高目標。

■ 結語與建議

一、結論

本研究證實了將 AI 輔助敘事與 CoSpaces 3D 虛擬宇宙建構深度融入國中小化學現象與 SDGs 議題的 STEAM 營隊模式是成功的。此模式不僅有效提升了學生對抽象化學概念的理解和空間感知能力，更在永續意識、科技素養和跨領域整合能力上產生了正向影響。課程成功地將科學探究、技術應用、工程設計、藝術美感與數學邏輯融入一體，實現了具備人文關懷的 STEAM 教育。

二、對國小科學教育的啟示

- (一) 具象化優於抽象化：在國小階段，應優先利用 3D 虛擬工具將化學現象 (如溶解、燃燒) 進行視覺化與互動化，作為未來系統化學習的認知基礎。

(二) AI 作為創作的放大器：AI 工具的引入不應取代學生的思考，而應作為創作力與敘事力的放大器，幫助學生克服技術性障礙（如文字編寫），專注於科學模型的建構。

三、延伸應用與未來研究建議

(一) 教師增能培訓：建議教育主管機關推動 CoSpaces 和 AI 工具的教師增能工作坊，重點培訓教師如何設計具備化學知識嚴謹性的 3D 編程活動。

(二) 長期追蹤研究：未來可進行長期追蹤研究，探討參與此類課程的國小學生在進入國中化學課程後，其學習動機與學業表現是否優於對照組。

(三) 融入 AR/VR 裝置：鼓勵將學生完成的 CoSpaces 作品導入實際的 VR/AR 裝置中，創造更強的沉浸式學習體驗。

■ 誌謝

本研究感謝國家科學及技術委員會專題研究計畫的支持，計畫名稱：發展融合 3D 虛擬宇宙設計與人文社會議題之科普課程提升中學生跨領域知能(MOST113-2515-S-017-002-)，以及國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所黃琴扉教授授權分享。

■ 參考文獻

王冠智、黃琴扉 (2021)。STEAM 課程融入中學探究實作的案發現場。國立科教館生活補給站(電子期刊)，60(5)。

<https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx?a=6829&cat=15571&lid=17218&print=1>

邱美虹、傅化文 (1993)。分子模型與立體化學的解題。科學教育學刊，1(2)，161-188。

黃毓華、鄭英耀 (1996)。一般性自我效能量表之修訂。測驗年刊，43，279-285。

謝良瑜、黃勻祺、黃琴扉、王淑綺 (2022)。大學教師導入 STEAM 於高中微課程之設計與實踐(下)：通識課程觀點探討。國立科教館生活補給站(電子期刊)，61(4)。

<https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx?a=6829&cat=15571&p=1&lid=19950&print=1>

Zhang, J. X., & Schwarzer, R. (1995). Measuring optimistic self-beliefs: A Chinese adaptation of the general self-efficacy scale. *Psychologia: An International Journal of Psychology in the Orient*, 38(3), 174-181.