



內容轉化的三個關鍵面向：虛擬性、程序性與評量性(Anupam, 2021)設計。(1)虛擬性：模擬大氣升溫對人口的衝擊，設定負碳和空氣品質目標，而情節是碳捕捉器的放置屬於資源分配與效益評估。我們也將二氧化碳和懸浮微粒具象化和放大化，使玩家能看到和感受這些物質充斥在空氣中的壓力。溫度的持續上升，人口數量也因此減少，最終遊戲時間結束，統計剩餘人口數量為分數（如圖 3）。(2)程序性：透過按鍵操作模擬碳捕捉廠的選擇與設置機制，並透過螢幕座標的重疊功能驗證和觸發條件判斷式，實現捕捉二氧化碳分子的效果。(3)評量性：聚焦玩家策略選擇後的結果。遊戲有數個地區，每個地區的排放源與二氧化碳濃度有所不同，並影響著人口增長與環境溫度。遊戲流程中玩家每 10 秒獲得基礎資源 1 元，需在有限資金選擇捕捉裝置類型、大小和數量（如圖 4 所示）。在擺放捕捉裝置後，系統會顯示已被動捕碳數量，讓玩家判斷裝置的數量與位置是否最佳；而玩家建置碳利用設施的時間點，可以評估對碳利用與經濟發展的分析與應用能力。

遊戲場景有七大區域，各區域所代表的人口、城市與排碳源不盡相同，隨機產生與隨關卡難度變動。遊戲時間共 10 分鐘，起始年代為 2025~2050 年，隨時間倒數對應年代的變化，人口數量則依據增多的二氧化碳（以及溫度）與懸浮微粒而減少（或高效捕捉減緩人口死亡）。



圖 2、操作按鍵與遊戲介面



圖 3、遊戲進行畫面

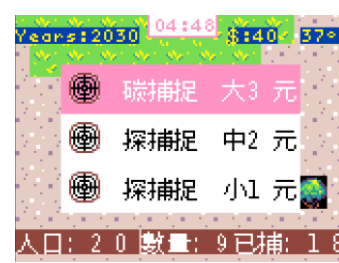


圖 4、遊戲功能選單畫面

### 三、教學分享

此節簡單介紹可以如何透過本遊戲啟發學生對於淨零議題的學習動機，並引導思考遊戲中的相關議題。遊戲前，教師可先播放全球暖化的新聞和影片，說明溫室氣體的來源以及對人類的影響；接著說明遊戲玩法，包含需要完成多項挑戰、利用有限的資源擺放裝置、捕捉二氧化碳並將其轉化為資源。遊戲中，教師可以適時引導學生思考：「你的人數比想像中減少得快嗎？可以怎麼做來減緩失去人口？有哪些要素？」。遊戲後，可透過小組讓學生討論和思考在現實情境下，若扮演台灣政府，碳捕捉廠應設置於何處才能兼顧環境效益與經濟效益？政府願意投入的資金規模，以及現階段碳利用技術所能產出的哪些產品具備較高的經濟價值。期望學生能結合課程內容與台灣實際情況，深化對碳捕捉與利用的理解，並培養批判性思維與決策能力。

### 四、實務應用成果延伸

「Carbon Capture Game」的效果在於透過遊戲模擬碳捕捉機制，幫助學生直觀理解能源教育的核心概念，並提升學習的趣味性與參與度。本文另外介紹此遊戲的課室應用，在於教師不僅能引導學生在遊戲中學習科學知識，還能作為遊戲設計學習(learning by design)的範本。

MakeCode Arcade 特性是物件導向的程式編輯機制，直觀的模組化積木功能，涵蓋物理模擬、碰撞檢測、特效、動畫以及生命值與得分資訊等多樣化的遊戲元素，不僅可直接在網頁編輯器上進行遊玩，還能下載至支援相容格式的 OKD51 遊戲機進行分享與展示（圖 5）。學生在遊戲創作的過程中，得以學習淨零議題中各項因素的特性和交互作用性，進一步培養系統性思考能力。此外，還可藉由搭建屬於個人化的遊戲作品，促進學生間的交流與學習（圖 6、圖 7）。

本延伸成果在科學議題的傳播多了一種創新的策略，可應用在對遊戲遊玩或遊戲設計有所喜好的學生，使之在遊玩或設計過程中理解和建構議題的重要因素與關係、對問題解決的不同策略。未來可進一步將此模式應用於其他科學議題，如氣候變遷、生態保育或環境管理，深化學生對科學問題的全面理解。同時，媒材載具的多元化應用也將推動科學教育與教育科技的持續創新與發展。



圖 5、OKD51 遊戲機遊玩



圖 6、學生程式設計情形

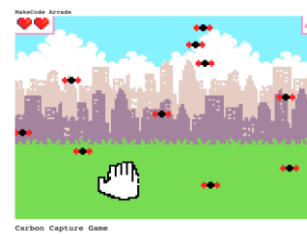


圖 7、學生遊戲作品

## 參考文獻

Anupam, A. (2021). Can Digital Games Teach Scientific Inquiry?. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5, 1 - 21. <https://doi.org/10.1145/3474713>.

陳冠穎\* (2023)。遊戲程式設計教育融入合作學習與素養導向課程規劃與教學實踐初探。第十八屆台灣數位學習發展研討會 Taiwan E-learning Forum (TWELF 2023)，屏東。

<https://pse.is/83vzzw>