教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

核定編號/Project Number：MOE-114-TPRAG-0012-011Y1

學門專案分類/Division：民生學門

計畫年度：■114 年度一年期　113 年度多年期

執行期間/Funding Period：2025.08.01 – 2026.07.31

整合環境、社會、公司治理(ESG)之情境式密室逃脫互動遊戲方式提升食品安全風險評估課程學習

Integrating Environmental, Social, and Corporate Governance (ESG) through Scenario-Based Board Games to Enhance Learning in Food Safety Risk Assessment Course

計畫主持人(Principal Investigator)：凌明沛

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立臺灣海洋大學/食品科學系

成果報告公開日期：　立即公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：　2026　年　9 月 18 日

AI 使用聲明

一、規範指引

因應人工智慧技術快速發展，若成果報告撰寫有使用任何人工智慧或類似技術輔助，應遵循以下指引：

1. 透明與揭露：計畫主持人應在成果報告中清楚說明 AI 工具的使用目的、方式與範圍。
2. 負責與誠信：計畫主持人應對 AI 工具產生的內容負責，確保正確性、真實性與完整性，避免不當行為(如造假、變造、抄襲)，並且對工具來源進行適當引用。
3. 使用 AI 工具撰寫成果報告如涉有違反學術倫理行為，將依「專科以上學校學術倫理案件處理原則」及「教育部補助大專校院教學實踐研究計畫作業要點」第 13 點處理。

備註：以上指稱之 AI，泛指生成式人工智慧工具，包括大型語言模型或多模態模型工具，例如但不限於 ChatGPT、Gemini、Google Notebook LM、Novel AI、Microsoft Copilot 等。

……

二、倫理聲明

■本成果報告撰寫若使用 AI 工具，均合乎學術誠信原則；所有報告內容經本人核對無誤，本人對報告內容負最終且完全之學術與法律責任。

整合環境、社會、公司治理(ESG)之情境式密室逃脫互動遊戲方式提升食品安全風險評估課程學習

Integrating Environmental, Social, and Corporate Governance (ESG) through Scenario-Based Board Games to Enhance Learning in Food Safety Risk Assessment Course

一、本文 (Content)

1. 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

1.1 教學時待解決的問題

由於研究者今年度研究之「食品安全風險評估」課程開設於本系大學部二年級，教學目標為闡明健康風險評估的原則，整合危害特徵描述、暴露分析、量化風險，解決風險特徵中不確定性，預期能培養閱讀與溝通能力。研究者深知此課程需要以「做中學」練習之外，學生與師生間需有更多自主與互動學習方式方能有所收穫，故過去的課程規劃需同時教導專業理論，輔以報告實作方式，讓學生能於「做中學」方式，達到上述預期教學目標(請參閱附件二)。且由於本課程修課學生大部分皆為大學部二年級學生，大二學生大部分尚未修習過環境污染與食品衛生安全相關課程，因此本課程無完全符合該課程教學目標的書籍作為教科書之用，故研究者以編寫講義方式，供學生參考。其編寫重點主要以研究者過去研究經驗，參考國際相關領域官方指引為主，再以市售中文教科書籍、期刊論文等資料為輔，從中擷取適合學生學習的研究重點，並搭配每週的課程大綱，讓學生以每週回家作業方式，每週需完成指定的報告進度，預期期末將可完成完整一份期末報告，使學生能夠有效率地瞭解本專業學習重點與發展主軸，並於做中學的過程，培養邏輯性思考進而理解如何評估風險的方法，與如何解讀風險結果，以書面簡報與口頭報告方式練習溝通能力。

然而，本課程學生需要先學習專業理論基礎，若不熟悉理論難免會有不易解釋風險結果，或錯誤解讀風險結果等問題，其理論內容較難吸引學生學習，雖過去四年都是輔以「做中學」方式期望學生能自主學習，但最終僅以書面報告與口頭簡報方式呈現學習成果，風險溝通訓練略顯不足，學生之間或師生之間的互動仍不足夠。過去研究者亦曾讓學生以正反雙方辯論的教學方式，當時認為學生們學習動機很強，且自主學習成效很大，但因辯論方式無法有系統且連貫性的讓學生循序漸進學習風險評估各步驟的重點，只好暫且不再沿用。因此，研究者有鑑於上述待解決的問題，本計畫基於此課程原定教學目標外，期盼能加入更多互動遊戲方式讓學生自主學習。故，申請本計畫，預期能藉由導入虛擬情境式「密室逃脫」互動遊戲方式，讓學生於遊戲過程中自主學習。

1.2 研究計畫動機

近年來，食品安全事件頻繁發生，對消費者的信任造成嚴重衝擊。傳統的食品安全風險評估教學模式已難滿足現今社會對高素質食品安全專業人才的需求。本研究旨在將 ESG 理念融入食品安全風險評估的教學中，結合虛擬情境式密室逃脫互動遊戲之創新教學方法，培養學生具備系統性思維、跨學科知識及高度社會責任感。期望藉此提升我國食品安全管理的專業水準，並為食品產業培育未來所需的高素質專業人才。

1.3 研究議題重要性與影響力

本研究通過創新教學模式，不僅提高學生的學習興趣、參與度及教學效果，亦能培養具備跨領域知識的專業人才，增強學生的食品安全意識與素養。學生所掌握的知識能進一

步傳播至社會大眾，提升全民對食品安全問題的關注與認識。將 ESG 理念融入教學，不僅引導學生關注食品生產對環境與社會的影響，更能啟發其探索如何推動食品產業朝永續發展的方向轉型。此外，本研究成果有助於企業建立更完善的食品安全管理體系，提升產品品質，從而增強消費者對食品的信任。促進產學合作，將學術研究成果應用於實際的食品安全管理，實現理論與實務的有機結合，共同提升食品安全，促進食品產業朝向永續發展方向轉型。

1.4 教學實踐研究計畫研究主題與目的

本研究以創新教學實踐為核心，將學生的學習歷程分為兩階段：第一階段學期中前，採用傳統自編講義配合口述的教學模式，第二階段學期中後，針對每週教學主題，設計結合課堂討論、實例分析及密室逃脫遊戲關卡，創造更具參與性的學習環境。透過對比分析這兩種教學模式在學生參與度、滿意度、知識掌握、問題解決能力、批判性思維及跨領域整合能力等方面的表現，探討是否存在顯著差異，並期望藉由實踐體驗，幫助學生實現「做中學」的學習成效。

研究目的在探討並比較「傳統教學模式」與「課堂討論、實例分析及密室逃脫遊戲關卡」的創新教學模式，在食品安全風險評估課程中的應用成效，特別聚焦於以下三個層面。第一為**參與層面**，評估學生在課程中的主動參與程度與學習興趣的投入情況；第二為**知識層面**，分析學生對課程內容的理解程度與知識掌握情況；第三則為**整合層面**，探討學生在學習 ESG 理念後，於跨領域思維能力與問題解決能力上的發展與提升。透過創新教學，不僅期望驗證教學模式的有效性，更希望為食品安全相關課程的教學方法改進提供實證依據，促進學生在知識、技能及價值觀上的全面提升。

2. 研究問題 (Research Question)

本研究旨在探討將環境、社會、公司治理(ESG)概念整合至食品安全風險評估課程，並結合情境式密室逃脫互動遊戲學習，是否能提升學生對食品安全議題的理解、激發學習動機，並培養學生具備解決複雜食品安全問題的能力。研究將聚焦於以下問題：

如何有效整合食品安全風險評估與環境、社會、公司治理(ESG)理念？食品安全風險評估作為保障食品安全的重要技術基礎，傳統上聚焦於科學數據與技術層面的分析，包括危害識別、暴露分析、劑量反應及風險特徵描述等。然而，隨著現代社會對食品安全的需求日益提升，食品安全不僅是一個技術問題，更是一個關乎環境可持續性、社會公平性與企業責任的綜合性議題。因此，如何有效地將環境、社會、公司治理(ESG)理念融入食品安全風險評估教學，使學生從更全面的視角理解食品安全管理的社會與環境影響。

創新教學方法能否提升學生的學習效果與綜合能力？隨著教育模式的不斷發展，單純依賴傳統教學模式(如講授法與被動學習)已難以滿足現代學生對知識多樣化、實用性及互動性的需求。尤其在食品安全風險評估這一複雜且跨領域的主題中，學生需要的不僅是理論知識的掌握，更是批判性思維、問題解決能力與系統性分析能力的全面提升。因此，本研究探討創新教學方法，如課堂討論、實例分析及情境式密室逃脫互動遊戲，是否能有效提升學生的學習效果與綜合能力，成為關鍵研究問題之一。

如何設計實踐性課程以應對現實挑戰？食品安全議題具有高度的實踐性與多面性，從技術層面到倫理考量，涵蓋供應鏈管理、政策制定、公司治理以及公眾健康等多方面挑戰。傳統的課堂教學往往過於側重理論傳授，難以讓學生充分理解現實中的複雜問題。如何設計實踐性課程，讓學生在真實案例與模擬情境中學習應對挑戰的能力，是一個亟需解決的重要問題。

3. 文獻探討 (Literature Review)

本課程規劃將整合 ESG 原則應用於食品安全風險評估基礎課程中，以下摘錄整合 ESG 與食品安全風險評估之相關研究。

評估與管理農產品企業之環境保護、社會責任及公司治理風險：Boiral et al. (2024)分析農產品企業所面臨 ESG 風險，以及該企業為管理這些風險所採取之各種策略。研究對 135 家致力於 ESG 風險管理的農產品企業所發布的可持續性報告進行分析，結果顯示，儘管企業考量的 ESG 風險類型較為多樣，但在公開報告中，這些風險的涵蓋範圍卻存在顯著的不均衡。文獻中提出了一個整合模型，旨在描述農產品企業如何在以下四個主要議題上進行風險管理，分別為：(1)評估與監測 ESG 風險、(2)內化風險管理、(3)實施標準及(4)方法與具體工具，並通過創新與利益相關者的合作來預防風險。本研究對農產品企業中的 ESG 風險管理與企業可持續性發展作出了重要貢獻，尤其是在風險排序與總結農產品企業風險管理實踐方面。

以生物經濟、循環經濟及綠色經濟(Bioeconomy, Circular Economy, and Green Economy, BCG)模型與 ESG 知識引領農業企業之食品安全管理，以馬哈沙拉堪府為例：Kaewhao et al. (2023)於 2022 年的調查，研究對象為泰國馬哈沙拉堪府的農業企業，採用了簡單隨機抽樣法，從中選取了 400 名農業企業進行調查。研究工具通過問卷收集資料，數據分析則採用了多元回歸分析進行推論統計，並運用描述性統計方法，包括平均值與標準差。在預測 BCG 模型知識與 ESG 知識如何引導馬哈沙拉堪府農業企業在食品安全管理方面的行為。研究結果顯示，自變數中的生物經濟(X1)、綠色經濟(X3)、環境維度(X4)、社會維度(X5)及治理維度(X6)與因變數農業企業食品安全管理之間呈顯著的預測關係。綠色經濟(X3)對食品安全管理(Y)影響最大，占比達 40.40%，且在統計上達到顯著性(顯著性水平為 0.01)。其次，環境維度(X4)占 33.40%，社會維度(X5)占 29.80%，治理維度(X6)占 25.60%，而生物經濟(X1)占 14.50%。唯獨循環經濟(X2)對食品安全管理的影響為負，占 14.20%，並未達到顯著性(顯著性水平為 0.05)。儘管如此，其他變數仍對農業企業食品安全管理產生顯著影響。為了有效管理食品安全，農業企業需要掌握生物經濟、循環經濟與綠色經濟的實際知識，並深入理解 ESG 概念中環境、社會及治理各個維度的內容，從而能夠更有效地管理食品安全。

從生物監測到 ESG 方法，商業鹹水魚中銅含量研究：Yap et al. (2024)指出商業鹹水魚中潛在有害金屬的存在已被廣泛研究，顯示從人體健康風險評估的角度監測魚體中銅(Cu)含量，具有重要意義。本研究評估在馬來西亞市場購買的 40 種商業鹹水魚中銅含量對人類健康風險的影響。研究樣本於 2023 年 4 月至 5 月期間從多個來源收集。結果顯示，這 40 種商業鹹水魚的銅濃度(範圍：0.72–82.3 mg/kg 乾重)均低於該國水產品中法規標準，因此，這些魚類被認為是良好的必需元素來源。計算所得的危害商數(Hazard Quotient, HQ)值均低於 1，說明通過食用這些魚類攝取銅對健康的風險為非致癌性，該國民眾銅的每週攝取量低於暫行每週耐受量(Provisional Tolerated Weekly Intake, PTWI)。因此，食用這些魚類不太可能對消費者的必需銅攝取量造成危害。然而，對於那些極度依賴商業捕撈鹹水魚的消費者而言，持續監測其安全性仍然至關重要，這類監測是實施 ESG 實踐的重要組成部分，相關行業每年都會關注並報告這類問題。

從農場到餐桌，可持續農業食品技術與 ESG 法令遵循：Visconti (2022)指出食品科技為食品科學之一個分支，專注於食品生產過程中之技術應用。農業科技則是將技術應用於農業、園藝及水產養殖，以提升產量、效率及盈利能力。農業科技涉及從農業中衍生產品、服務或應用，這些技術改進了多種投入/產出過程。對食品科技與農業科技之投資將持續增長，以實現更健康、更可持續之食品系統以及更高效之供應/價值鏈。創業公司挑戰傳統食品生產商，並提供數字化解決方案或其他創新成果，可持續農業食品科技投資帶來了「增

強型」業務規劃，比傳統供應與價值鏈更具韌性，且更符合 ESG 標準。然而，這些投資之增量價值仍在討論中，因為它們需要初期投入，而回報通常是延遲實現之。

中國之食品安全風險評估、時空演變及驅動因素：Qin et al. (2024)指出食品安全風險之跨區域傳播日益顯著，為食品生態系統與食品安全監管帶來新之挑戰。本研究基於壓力-狀態-響應(Pressure-State-Response, PSR)框架，建立了一套食品安全風險評估指標體系，並利用實數編碼加速遺傳演算法-投影追蹤模型(RAGA-PP)確定指標權重，並計算 2011 年至 2020 年間中國 30 個省份之食品安全風險指數。此外，本研究闡述了省級食品安全風險之時空差異與相關性，描繪了風險之空間聚集與時空變化特徵，並探討了影響風險時空演變之驅動因素。研究得出了以下主要結論：首先，2020 年中國之食品安全整體風險值較 2010 年降低了約 5%。2020 年之全國食品安全環境相對良好，並趨於穩定。雖然社會經濟發展增加了風險，但相應之社會管理措施也有效地降低了風險。其次，食品安全風險在各省之間分佈不均，表現出顯著之區域差異。具體而言，東部省份之風險普遍高於其他地區，沿海省份之風險高於內陸省份。在以上海為核心之長三角城市群，觀察到風險之集中與疊加現象。最後，人口密度與都市化程度是區域食品安全風險演變之主要驅動因素，而政府用於管理風險之政策工具作用有限。研究結果表明，建立跨區域協作治理機制來管理食品安全風險，應成為中國區域一體化戰略之重要組成部分。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

4.1 教學目標與方法

本課程旨在培養學生具備全面的食品安全風險評估能力，並深刻理解食品安全與 ESG 的緊密關聯，透過結合理論教學、案例分析及虛擬情境式密室逃脫互動遊戲教學方法，促使學生能更深入掌握食品安全風險評估的知識與技能。課程將以危害物質鑑定、危害特徵描述、暴露分析及風險特徵描述等核心概念為基礎，並將 ESG 原則貫穿整個教學過程。學生將學習到食品安全風險評估的原理與方法、ESG 的概念與內涵、食品安全與環境、社會、經濟的相互關係。藉由食品安全事件案例解析、提出改善建議、以企業經營角度培養學生對食品安全的責任感、批判性思維、跨領域整合能力以及持續學習的能力。

4.2 課程設計與規劃

本課程將採用分階段與多元化的教學方式，第一階段學期中之前，採用研究者過去編寫的食品安全風險評估講義為主，配合口述的教學模式，輔以食品安全與 ESG 原則相關的影片補充為授課重點；第二階段學期中之後，針對每週教學主題，設計結合實例分析與情境式密室逃脫互動遊戲方式，創造更具參與性的學習環境，請參閱表一。

透過虛擬情境式密室逃脫互動遊戲平台，模擬食品安全與 ESG 決策情境，讓學生進行情境模擬與實務操作。深入分析具有代表性的食品安全事件，以重金屬污染事件為主，通過實例剖析，強化學生對風險評估與 ESG 影響的理解。以遊戲式情境，模擬不同決策挑戰，分別有供應鏈危機(環境觀點)、消費者不信任危機(社會觀點)、工廠查核(治理觀點)及危機解決(ESG 綜合應用)。

密室逃脫名稱為食安解密-ESG 任務(Food Safety Unlocked - The ESG Mission)，目標是將環境、社會及公司治理(ESG)原則融入多個相互關聯的情境中，透過解決模擬真實世界可能遭遇的問題來解決食品安全任務挑戰，幫助學生瞭解食品安全風險評估之基本理論與應用，請參閱表二。遊戲內容為調查跨國食品公司發生之重大危機，影響範圍擴及多個區域，遊戲設計共分為 4 個關卡完成，每個關卡出現之危機情境與預期挑戰，學生必須通過 4 個關卡(分 4 週進行)，找出根本原因、提出符合 ESG 意識的解決方案，並化解危機，最終在提交逃脫密鑰後得以逃脫，請參閱表三。

4.3 學生成績考核與學習成效評量工具

本課程採用多元化的成績考核與學習成效評量工具，以全面評估學生在知識掌握、技能應用及綜合能力發展的表現。

- 學習成效評量工具(30%)：以期中考與期末考方式，量化學生在食品安全風險評估知識、ESG 概念及跨領域能力上的進步幅度。
- 課堂參與與討論表現(10%)：根據學生在課堂討論、實例分析及遊戲活動中的參與度、主動性與貢獻度進行評估，鼓勵積極發言與批判性思維。
- 密室逃脫互動遊戲(20%)：評估學生在食品安全風險評估與 ESG 決策模擬中的表現，包括問題解決能力、團隊協作及跨領域思維應用，並考量其在情境中完成目標的成效與策略合理性。
- 期末報告(40%)：個人形式完成專題報告，結合課程所學與多情境密室逃脫互動遊戲成果，提出解決方案並完成報告，評估其綜合應用知識、創新思維、溝通表達能力、問題解決的能力。

表一、教學設計課程大綱規劃表

組別 (同班級學生)	研究教材導入		週數	課程單元
控制組	**<u>傳統教學模式(基礎知識)</u>**：設計教學內容以食品安全風險評估與ESG理念為核心的課程內容	環境科學	1	飲食陷阱？！日常生活毒物？！
			2	環境、社會、公司治理(ESG) 行動指南
		風險評估/風險分析	3	危害物質鑑定
			4	暴露分析
			5	危害特徵描述
			6	風險特徵描述
		評量	7	期中考試
		風險評估/風險分析	8	人體健康風險評估與不確定性分析
實驗組	**<u>創新教學模式(密室逃脫互動遊戲)</u>**：開發建置模擬食品安全與ESG決策過程的在線互動學習平台	風險評估/風險分析	9	危害物質鑑定與危害特徵描述/ESG 中「供應鏈危機(環境觀點)」
				關卡一：新鮮水產品突發被召回，受到主要供應商當地重金屬污染危機情境
			10	暴露分析/ESG 中「消費者不信任危機(社會觀點)」
				關卡二：受到重金屬污染事件爆發，消費者購買意願降低危機情境
			11	案例研析
			12	風險特徵描述/整合 ESG 中「工廠查核(治理觀點)」
				關卡三：公司加工廠定期抽檢，發現未遵守食品安全標準之產品
			13	風險管理策略
				關卡四：根據風險評估結果為依據，提供最佳的風險管理策略情境
			14	個案討論(I)
			15	個案討論(II)
		評量	16	期末考試

表二、創新教學-密室逃脫互動遊戲說明表

密室逃脫名稱	食安解密-ESG 任務(Food Safety Unlocked - The ESG Mission)
遊戲目標	調查跨國食品公司發生之重大危機，影響範圍擴及多個區域，面臨環境永續性、社會公平及公司治理等挑戰。挑戰者必須通過 4 個關卡(分 4 週進行)找出解決方案，並化解危機。
遊戲設計	共分為 4 個關卡完成，每個關卡出現之危機情境與預期挑戰，再提交正確的逃脫密鑰後，得以成功脫逃。
危機情境	關卡1、 新鮮水產品突發被召回，受到主要供應商當地重金屬污染。 關卡2、 受到重金屬污染事件爆發，消費者購買意願降低。 關卡3、 公司加工廠定期抽檢，發現未遵守食品安全標準之產品。 關卡4、 根據風險評估結果為依據，提供最佳的風險管理策略。

表三、導入虛擬情境式密室逃脫整合 ESG 之食品安全風險評估創新教學課程說明表

關卡	危機	挑戰項目	逃脫密鑰	課程說明
一 (第 9 週)	新鮮水產品突發被召回，受到主要供應商當地重金屬污染。	(1) 危害物質鑑定謎題 (2) 危害特徵描述測驗	解讀危害特徵中重金屬之毒理參數的危害報告。	風險評估中第一與二步驟「危害物質鑑定與危害特徵描述」，並整合 ESG 中「供應鏈危機(環境觀點)」，首要任務是辨識其危害特性。
二 (第 10 週)	受到重金屬污染事件爆發，消費者購買意願降低。	(1) 攝食量數據理解測試 (2) 暴露劑量謎題 (3) 決定影響最顯著的暴露族群	提交最顯著暴露族群之暴露劑量數據。	風險評估中第三步驟「暴露分析」，並整合 ESG 中「消費者不信任危機(社會觀點)」，任務為根據水產品的攝食量，估算消費者重金屬暴露劑量，決定影響最顯著的暴露族群。
三 (第 12 週)	公司加工廠定期抽檢，發現未遵守食品安全標準之產品。	(1) 毒理參數解讀 (2) 風險評估謎題	判定並提交危害物質之危害特徵。	風險評估中第二步驟「危害特徵描述」，並整合 ESG 中「工廠查核(治理觀點)」，任務為與現行標準比對，找出違規項目。統整暴露評估與危害特徵描述之關聯。
四 (第 13 週)	根據風險評估結果為依據，提供最佳的風險管理策略。	(1) 靈敏度分析 (2) 管理策略選擇 (3) 風險分類	計算最顯著暴露族群之危害商數。根據風險評估結果提出風險管理策略。	風險評估中第四步驟「風險特徵描述」，評估該項危害物質造成之食品安全風險。

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

5.1 研究目標

本研究旨在開發一套創新的食品安全風險評估教學模式，將環境、社會、公司治理(ESG)理念融入課程設計，並通過課堂討論、實例分析及情境式密室逃脫互動遊戲等多元化教學方法，提升學生的學習參與度與效果。具體目標包括：

- 強化學生在食品安全風險評估中的技術知識與實踐能力，幫助其理解複雜食品安全問題的全貌。
- 評估遊戲化學習在改善學生學習成果與提升 ESG 意識方面的效果，激發其對社會與環境議題的關注與投入。
- 評估互動式工具在培養學生批判性思維與決策能力方面的作用，提升其在多重目標與資源限制下進行有效權衡的能力。
- 全面培養學生的跨領域整合能力與系統性思維，為食品產業與公共政策領域輸送具備社會責任感與創新能力的高素質人才。

5.2 研究對象與場域

以大學部二年級食品科學相關專業的學生為主，課程在學校內教室進行，配備必要的多媒體設備，用於播放教學影片、展示案例分析結果及進行互動式遊戲教學。以固定課程時間進行，便於規劃與跟進學生的學習進度與參與情況。或也可進開放線上互動平台，模擬食品安全與 ESG 情境中的決策過程，支持即時反饋與多角色參與，適合學生在線上進行情境模擬與討論。也可便於學生課後繼續參與活動，並能收集豐富的學習行為數據，用於後續分析學習成效。

5.3 研究方法與工具

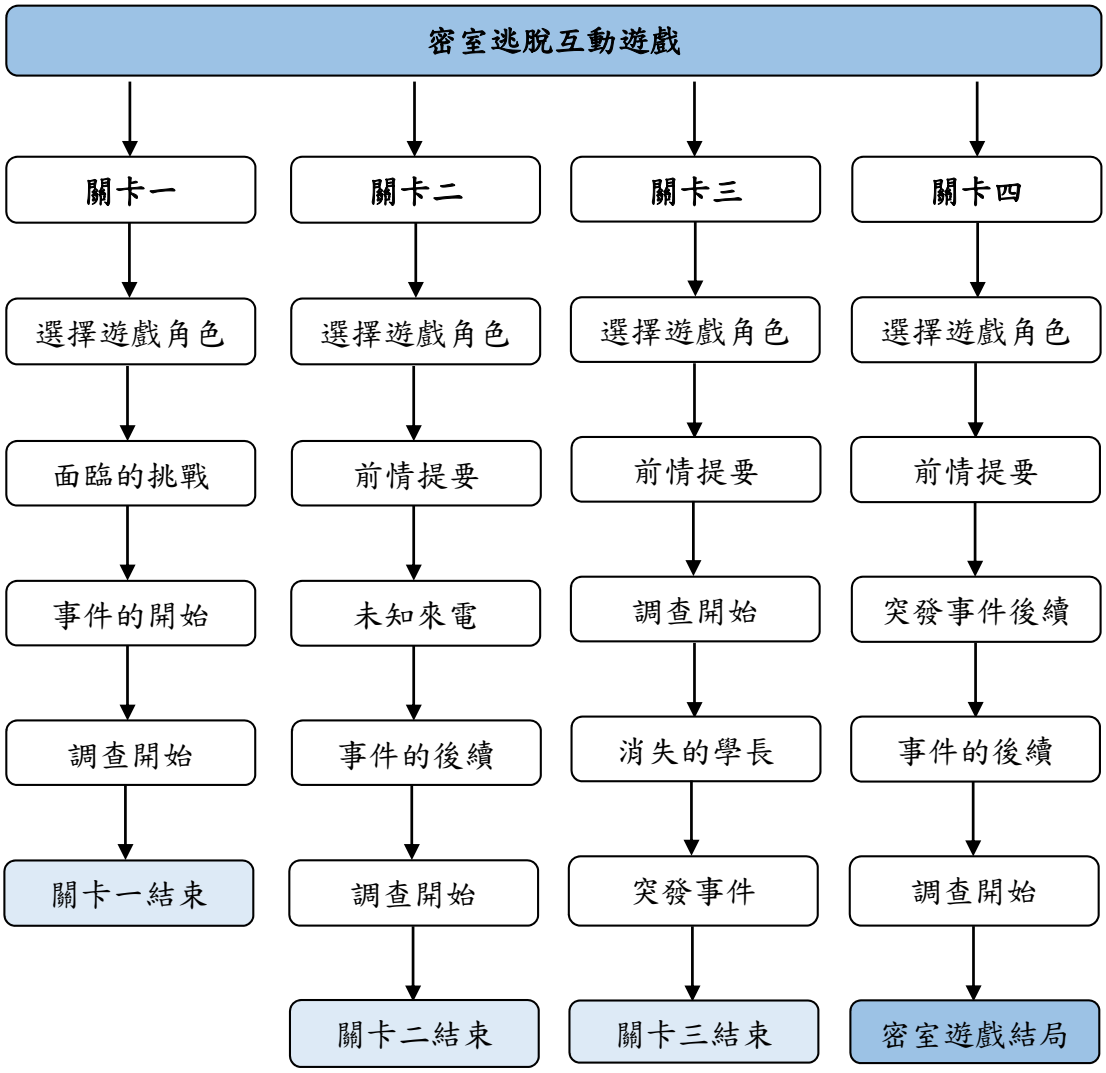
本研究結合定量與定性分析，系統性評估創新教學模式在食品安全風險評估課程中的實施效果與應用潛力，從多角度探討學生學習成果的提升與教學策略的優化。

第一階段：學期前半段進行基礎知識講解，側重食品安全風險評估的核心理論與 ESG 理念的概念闡釋，採用傳統教學模式，幫助學生建立基本框架。**第二階段：**學期後半段引入創新教學方式，根據每週主題設計結合實例分析、角色扮演及情境模擬的互動活動，以深化學生的知識應用與綜合能力發展。在過程中進行多層次的效果測評，並在期中與期末考中設計相似題目以了解學生在傳統教學模式與創新教學方式之學習效果，另涵蓋學習行為觀察、學習成果測試及學生的主觀感受，以全面評估創新教學的成效。

記錄學生在課堂中的參與情況，如發言頻率、小組互動及遊戲參與表現，作為學習參與度的行為指標。觀察學生在模擬決策過程中的行為模式與邏輯思考，分析其批判性思維與跨領域整合能力的進展。利用開發的密室逃脫互動遊戲平台，記錄學生在模擬情境中的決策數據，包括：危害報告、暴露劑量數據、風險分級及風險決策結果，作為學習成效的量化依據。

遊戲軟體：使用聚樂邦開發之 Playreal 系統進行情境式密室逃脫互動遊戲設計，模擬食品安全與 ESG 情境，支持學生進行角色扮演與即時回饋，記錄決策過程中的行為數據。遊戲製作圖解請參閱附件一。

關卡設計：密室逃脫互動遊戲關卡架構請參閱圖一，四個遊戲關卡分別為風險評估的四個步驟，以循序漸進的方式將課堂所學與密室逃脫互動遊戲結合，各關卡說明請參閱表四。遊戲過程中可置入影片並結合時事題，從課堂到遊戲再到日常生活，皆能有所關聯，期許能培養學生觀察生活周遭的事物，並能應用課堂所學。



圖一、密室逃脫互動遊戲關卡架構

遊戲規則：在每一個遊戲關卡中，均提供三個遊戲角色供學生選擇，根據選擇的遊戲角色，會有不同的謎題，但劇情走向不變，學生可在每次關卡選擇不同的角色。謎題的難易度三者皆相同。為使學生在遊戲過程中能一同討論並成功逃脫，設計了需要三人一同解謎的部分，三人需分開得到線索後，結合各自得到的資訊，輸入正確答案，方能成功解鎖，因此，需要將學生分為三人一組，三人不能選擇相同的遊戲角色。

遊戲關卡的解謎通關方法分為選擇驗證與文字驗證兩種。選擇驗證以選擇的方式選出正確答案，有單選與複選兩種形式；文字驗證需要學生將正確答案輸入至遊戲回答框中。兩者驗證方法均有次數限制，一旦回答錯誤超出一定次數，會有懲罰機制。以遊戲時長作為遊戲評分的方法，所花費的時間越短，分數越高。

在遊戲過程中需要特別注意的是，遊戲頁面無法返回上一頁，因此，學生在遊戲過程中需要準備紙筆記錄重要的線索，亦能加強其印象。學生需具備觀察力、團隊協作能力，並在謹慎中保持一定速度，方能順利通關。遊戲頁面流程請參閱附件二。

表四、教學單元-密室逃脫關卡說明表

關卡	關卡一	關卡二	關卡三	關卡四
危機情境	新鮮水產品突發被召回，受到主要供應商當地重金屬污染。	受到重金屬污染事件爆發，消費者購買意願降低。	公司加工廠定期抽檢，發現未遵守食品安全標準之產品。	根據風險評估結果為依據，提供最佳的風險管理策略。
課程說明	風險評估中第一與二步驟「危害物質鑑定與危害特徵描述」，並整合 ESG 中「供應鏈危機(環境觀點)」，首要任務是辨識其危害特性。	風險評估中第三步驟「暴露分析」，並整合 ESG 中「消費者不信任危機(社會觀點)」，任務為根據多項農產品的攝食量，估算消費者重金屬暴露劑量，決定影響最顯著的暴露族群。	風險評估中第二步驟「危害特徵描述」，並整合 ESG 中「工廠查核(治理觀點)」，任務為與現行標準比對，找出違規項目。統整暴露評估與危害特徵描述之關聯。	風險評估中第四步驟「風險特徵描述」，評估該項危害物質造成之食品安全風險。
挑戰項目	(1) **危害物質鑑定謎題**：整理並解讀重金屬類型與受污染濃度，並確認該重金屬致癌證據份量。 (2) **危害特徵描述測驗**：使用課程中已學的資料庫，彙整毒理數據，例如：參考劑量(Reference Dose, RfD)、可接受劑量(Acceptable Daily Intake, ADI)、暫定最大每日耐受量(Provisional Value for a Maximum Tolerable Intake, PMTDI)、致癌斜率因子(Cancer Slope Factor, CSF)或基準劑量信賴下限(Lower Confidence Limit of the Benchmark Dose, BMDL)等。	(1) **攝食量數據理解測試**：依據臺灣國家攝食資料庫，將臺灣民眾依何者年齡分群，並決定是否依全體(Whole Group)與僅攝食者(Consumer Only)族群分群，確認本次危機事件水產品的食品分類為何。 (2) **暴露劑量謎題**：根據關卡一的受重金屬污染濃度，計算暴露劑量。 (3) **決定影響最顯著的暴露族群**：計算不同暴露族群於不同膳食習慣下暴露劑量的差異。	(1) **毒理參數解讀**：延續關卡一的各項毒理參數，比較後選定引用之毒理參數。 (2) **風險評估謎題**：將關卡二中提交最顯著暴露族群之暴露劑量，與各毒理參數分別計算其風險。	(1) **靈敏度分析**：找出影響風險評估結果最顯著之重要因子。 (2) **管理策略選擇**：評估多種策略的有效性與可行性，例如：金屬罐頭改變不同材質或食品加工方式改變(例如降低油脂等)。 (3) **風險分類：**再依據非致癌風險(Hazard Quotient, HQ)與致癌風險(Target Cancer Risk, TR)的結果，做風險等級分類。非致癌風險若 HQ 高於 1 為高風險、HQ 為 0.8-1 則是需預警風險、HQ 低於 0.8 為低風險；致癌風險若 TR 高於 10-4 為高風險，TR 為 10-4-10-6 則是可接受風險，TR 低於 10-6 為可忽略風險。
逃脫密鑰	解讀危害特徵中重金屬之毒理參數的危害報告。	提交最顯著暴露族群之暴露劑量數據。	判定並提交危害物質之危害特徵。	根據風險評估結果為依據，提供最佳的風險管理策略。

遊戲製作中所使用的圖片及音樂均為無版權作品，僅供教學用。遊戲角色的圖片設計則使用 AI 生成。遊戲劇情與關卡設計則由遊戲製作者自行設計，角色名稱及遊戲事件如有雷同，純屬巧合。

數據分析方面，採用定量分析與定性分析相結合的方法。定量分析主要利用描述性統計與 t 檢定，比較學生在學習成效上的差異，並探討影響學習成效的因素。

5.4 研究實施程序

本研究將按照以下四個階段進行設計，確保研究過程的有序性與科學性，並能全面評估創新教學模式在食品安全風險評估課程中的實施效果。

第一階段-準備與課程設計(第 1-2 週)：由於本課程修課學生為大二學生，大部分尚未修習過環境污染與食品衛生安全相關課程，故這兩週課程主軸會以環境科學為主，並介紹 ESG 原則與行動指南。設計教學內容以食品安全風險評估與 ESG 理念為核心的課程內容，並根據教學階段分為傳統教學模式(基礎知識)與創新教學模式(情境式密室逃脫互動學習)。傳統教學為自編講義與口述講解，同時設計創新教學模式中的互動課程資料、情境模擬及角色扮演活動。

第二階段-實施與數據收集(第 3-14 週)：傳統教學模式實施(第 3-8 週)以傳統教學模式學習，主要進行食品安全風險評估的理論學習與 ESG 概念介紹，透過自編講義與口述講解進行授課。此階段為學生建立基礎知識框架，並為後續創新教學的提供比較基準。第 7 週為期中考試。創新教學模式實施(第 9-16 週)進入創新教學模式，這一階段將根據食品安全風險評估整合 ESG 原則，以不同的學習主題設計課堂討論、實例分析及情境式密室逃脫互動遊戲等活動，根據不同主題情境進行模擬。此情境式密室逃脫互動遊戲共分為四個關卡，說明如表六至九所示。透過課堂觀察，蒐集學生在學習過程中的參與情況、問題解決能力、批判性思維及跨領域整合能力等學習行為與成效記錄數據，所有學習行為將通過互動平台進行數據記錄，並提供即時回饋。

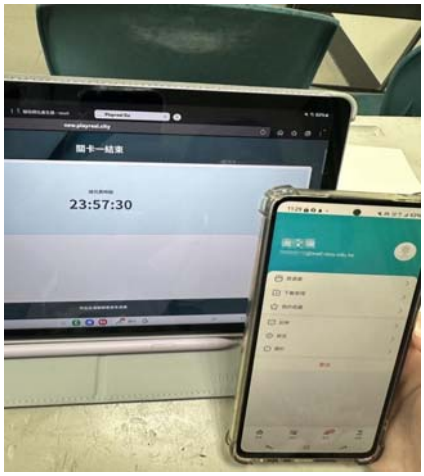
第三階段-研究報告與成果發表(第 15 週)：讓修課學生以書面方式展示個人期末報告。對創新教學模式的實施成效進行全面總結，推動食品安全與 ESG 教育的創新與發展。

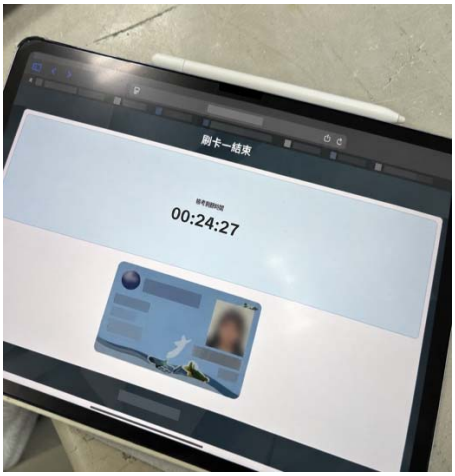
第四階段-數據分析與評估(第 16 週)：彙整期中考試與密室逃脫遊戲結果，進行數據整理與初步分析，以及行為觀察記錄。利用 t 檢定進行學習成效定量分析，探討創新教學模式與傳統模式在學習成果上的顯著差異。對學生的訪談資料、焦點團體討論及互動學習平台中的決策行為進行主題的定性分析，深入理解學生對創新教學的反應與對 ESG 議題的理解。綜合定量與定性數據，全面評估創新教學模式對學生學習效果的影響，並分析其對批判性思維、跨領域整合能力與 ESG 意識的提升作用。根據研究結果，提出對食品安全風險評估課程教學策略的改進建議，為後續教學實踐提供理論依據。第 16 週期末考試，對修課學生做最後課程總結。

6. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

6.1 教學過程與成果

本學期採用分階段與多元化的教學方式，第一階段學期中之前，以過去編寫的食品安全風險評估講義為主，配合口述的教學模式，輔以食品安全與 ESG 原則相關的影片補充為授課重點；第二階段學期中之後，針對每週教學主題，設計結合實例分析與情境式密室逃脫互動遊戲方式，創造更具參與性的學習環境。本學期修課人數共有 34 人，上課情形與密室逃脫遊戲照片，請參閱圖二。





圖二、上課情形與密室逃脫遊戲照片

透過在期中考與期末考設計相似考題方式，選擇期中考分數在全班後標(25%)之學生，學生人數為 8 位，以其期中考與期末考分數進行成對樣本 t 檢定，比較透過創新教學模式後是否提升學生在食品安全風險評估上的了解，結果顯示，學生期末平均成績為 11.38 ± 6.05 分，高於期中之 2.13 ± 3.18 分，平均增加 9.25 分，統計上達顯著差異(t(7)=3.49，$p \leq 0.01$，Cohen's d=1.23)，故表示透過創新教學模式後，期中考成績位於後標之學生其學習表現於期末有顯著提升，結果請參閱表五。

表五、期中考後標學生期中與期末成績之成對樣本 t 檢定結果

	期中考 (平均值±標準差)	期末考 (平均值±標準差)	平均差值	95% 信賴區間	*t*(*df*)	*p* 值	Cohen's *d*
測驗分數	2.13 ± 3.18	11.38 ± 6.05	9.25	2.98–15.52	3.49 (7)	0.01*	1.23

註：樣本數=8；平均差值為期中考平均值減去期末考平均值。

*$p \leq 0.01$

6.2 教師教學反思

本次課程成功將課程內容融入密室逃脫遊戲中，部分考題也配合遊戲內容設計，讓學

生能將遊戲中學到的知識應用在考試中。但在期末報告與密室逃脫活動的連結不夠完整，使學生在報告中較少呈現遊戲中的解題過程與學習內容，是這次課程較可惜的地方。未來可再調整報告題目與方向，讓整理課程有更直接的連結。

6.3 學生學習回饋

在一開始的部分因內容較簡單，故學生能較沒壓力的進行遊戲，體會課程結合密室逃脫遊戲的樂趣。隨著內容逐漸深入，從觀念延伸至公式計算，學生的遊戲時長也跟著增加，從半小時變為一小時，學生的耐心也被消磨的所剩無幾。因多數學生在本課程結束後尚有其他課程安排，因此，也有少數學生會因無法成功通關而感到焦慮，多數學生對於遊戲中的劇情及內容只想儘快看完，並不想仔細了解。

遊戲時為了促進學生團隊協作的能力而將學生分為三人一組，然而，有部分學生反應不喜歡在課堂中進行分組，因遊戲關卡中有需要三人一同完成的部分，故遊戲成績會與組員遊戲時長相關。

此外，遊戲過程中需要學生查詢資料，多數學生使用同一個裝置(手機或平板)進行資料查詢與遊戲，過程中可能因視窗變換，導致遊戲頁面消失，需要從頭開始進行遊戲，遊戲時長因此變得不準確，雖然可以其他同組組員的時長作判斷，但有極少數情況會出現全組遊戲頁面均跳轉的情形，對於其他學生來說有不公平的嫌疑。

學生心得：在這堂課上，原本以為是像以前學長姐說很多文獻、報告，壓力很大的形式，但後來發現反而是很有趣的線上密室逃脫類型的遊戲教學方法，例如上課時教的觀念，食品限量標準或風險評估公式，都融入進了遊戲裡成為了同學們一起組隊破解的關卡，讓最後一節課不會昏昏欲睡，也能鞏固課上的知識，我覺得很有效，前面沒有記住的，為了解題就會自己去尋找資訊，或者跟同學一起討論，層層突破，然後爭取最低時間破完，最後沒想到遊戲裡的題目也融入考題，也是很特別，遊戲的總成績佔比雖然不高，但也額外保護了我的學分，是我覺得大二下最有趣的選修。

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

遊戲時長與難易度：四個遊戲關卡時長應儘量控制在半小時至一小時內，難易度需維持一致，讓學生在沒有壓力的情況下進行遊戲。**遊戲無法返回上一頁：**遊戲過程中無法返回上一頁的問題，應在遊戲前以口頭向學生再三強調。**遊戲頁面消失：**須在遊戲開始前提醒學生遊戲頁面消失的可能性，以及頁面消失後的處理方法，協助同學記錄遊戲開始的時間到遊戲結束。

二、參考文獻 (References)

Boiral O, Brotherton MC, Talbot D, Guillaumie L, 2024. Assessing and managing environmental, social, and governance risks in agri-food companies. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 31: 5690–5708.

Kaewhao S, 2023. BCG model knowledge and ESG knowledge leading to food security management of agriculturists in Maha Sarakham Province. African Educational Research Journal, 11, 254–262.

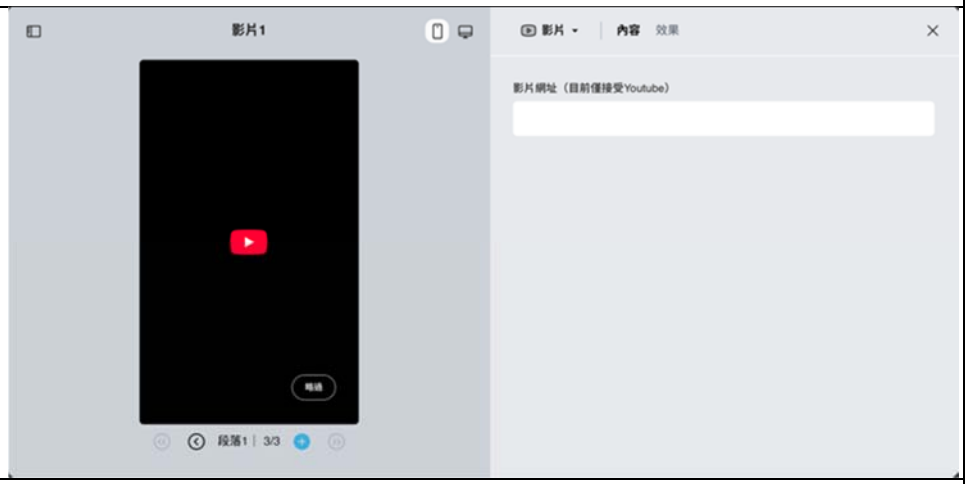
Qin K, Zhang JX, Qian H, Wu LH, 2024. Risk evaluation, spatiotemporal evolution, and driving factors of provincial food safety in China. Ecological Indicators, 166: 112505.

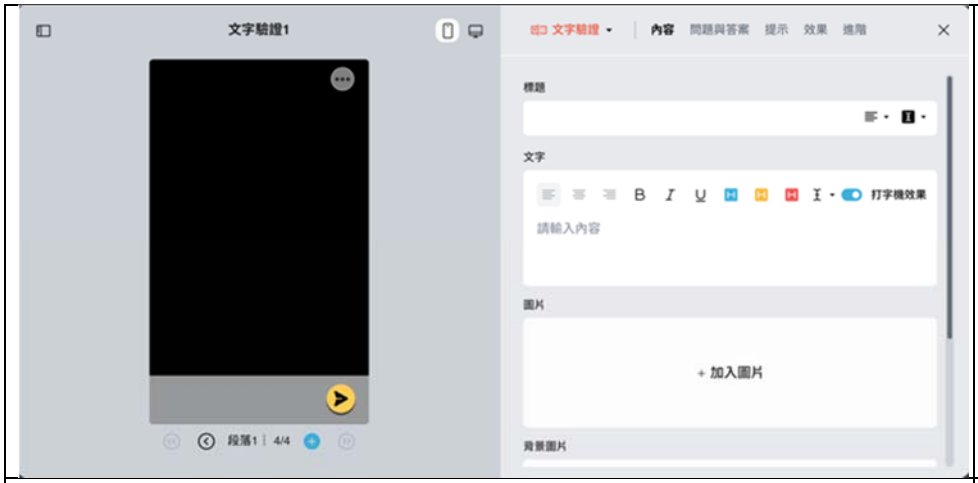
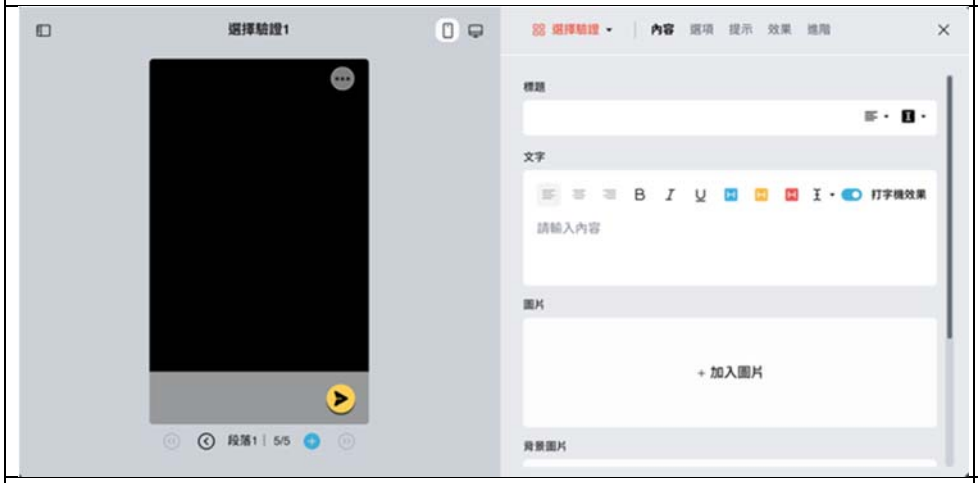
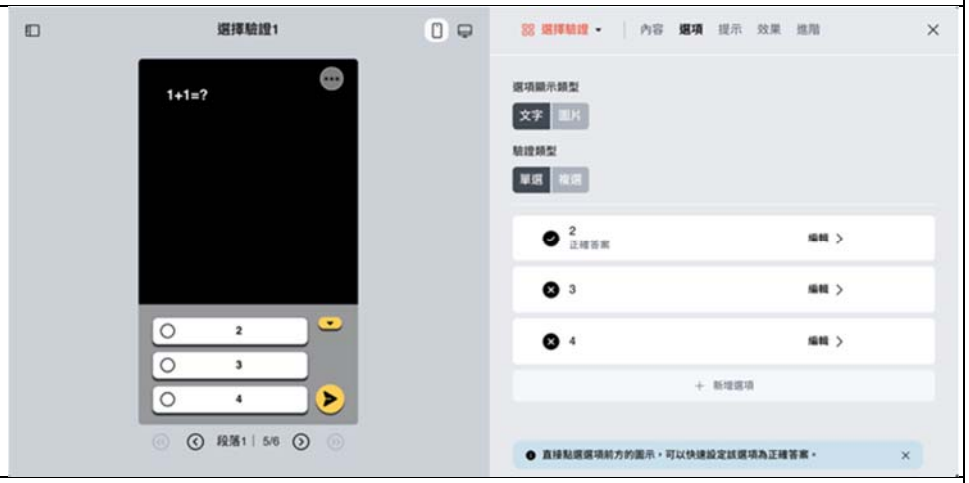
Visconti RM, 2022. From Farm to Table: Sustainable AgriFoodTech and ESG compliance.

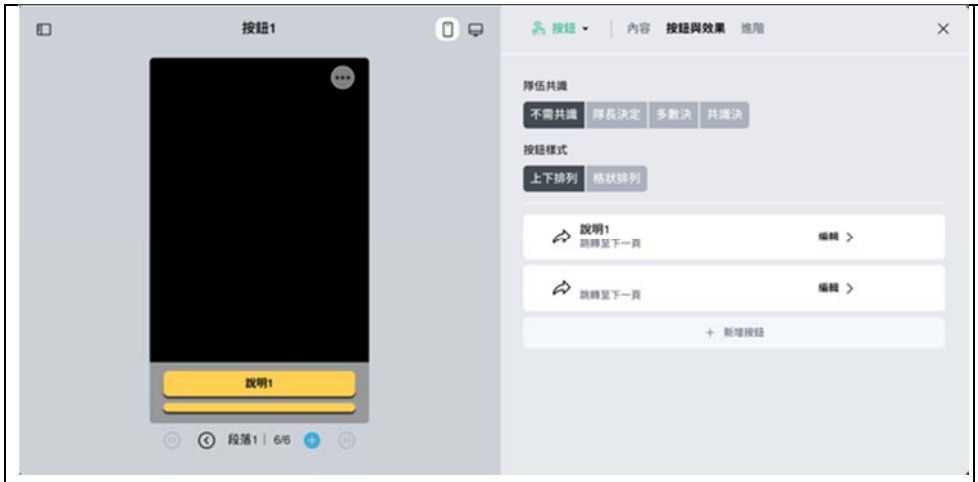
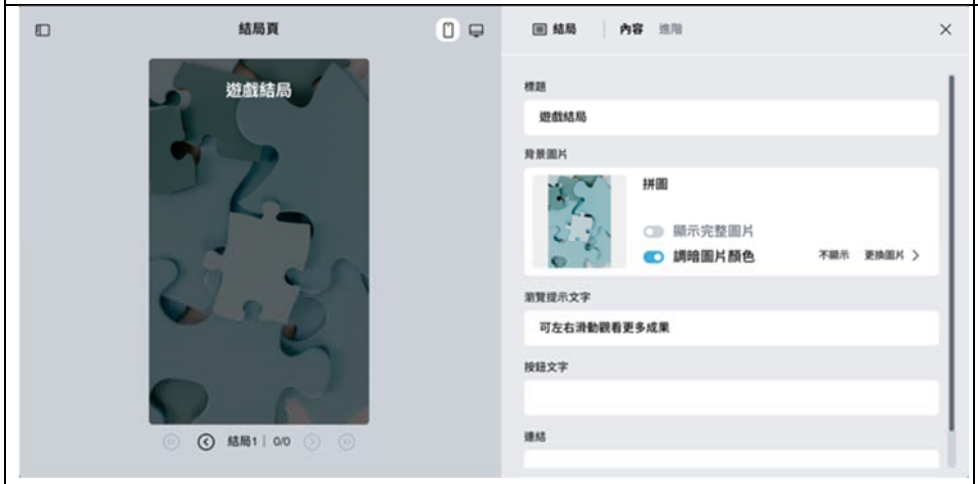
Yap CK, Austin Hew TY, Nulit R, Syazwan WM, Okamura H, Horie Y, Ong MC, Ismail MS, Kumar K, Zakaly HMH, Cheng WH, 2024. Copper in Commercial Marine Fish: From Biomonitoring to the ESG (Environment, Social, and Governance) Method. Pollutants, 4: 117-135.

三、附件 (Appendix)

附件一、遊戲製作方法圖解

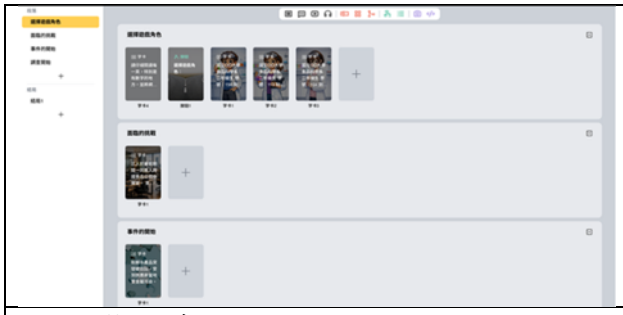
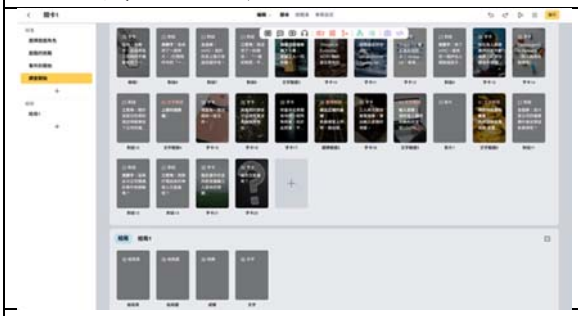
<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>新增所需功能頁面</td><td>字卡：文字敘述</td></tr>
<tr><td> </td><td></td></tr>
<tr><td>對話：遊戲角色對話</td><td>影片：置入影片說明</td></tr>
</table>

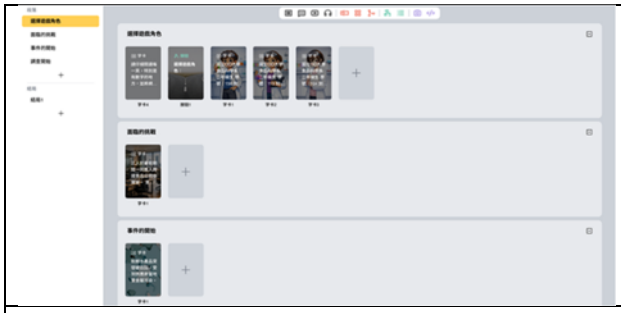
	
文字驗證：輸入正確答案	題目設計及答案
	
選擇驗證：選擇正確答案	題目設計及答案(單選、複選兩者擇一)

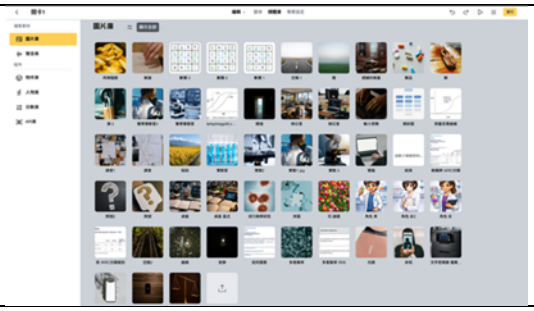
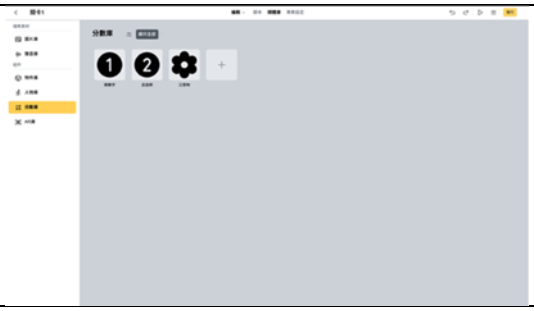
<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>按鈕：設計按鈕，可作遊戲頁面跳轉</td><td>遊戲結局設計：可設計多種結局</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>結局頁：宣告遊戲結束</td><td>結局圖：可放置圖片</td></tr>
</table>

成績：遊戲結果(時長、成績兩者擇一)	文字：可作為遊戲結局背景補充

附件二、遊戲關卡頁面(以關卡一作說明)

<table>
<tr><td></td><td> </td></tr>
<tr><td>1. 遊戲段落安排</td><td>2. 「調查開始」為主要遊戲章節</td></tr>
<tr><td></td><td> </td></tr>
<tr><td>3. 關卡一結局</td><td>4. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 1 的題目)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>5. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 2 的題目)</td><td>6. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 3 的題目)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>7. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 1 的題目)</td><td>8. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 2 的題目)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td> </td></tr>
<tr><td>9. 遊戲段落安排</td><td>10.「調查開始」為主要遊戲章節</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>11. 關卡一結局</td><td>12. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 1 的題目)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>13. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 2 的題目)</td><td>14. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 3 的題目)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>15. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 1 的題目)</td><td>16. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計
(此為遊戲角色 2 的題目)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>17. 選擇不同遊戲角色會有不同的題目設計(此為遊戲角色 3 的題目)</td><td>18. 需要三個遊戲角色一同解鎖之題目設計</td></tr>
<tr><td></td><td> </td></tr>
<tr><td>19. 圖片庫：於頁面中插入各種圖片</td><td>20. 聲音庫：於遊戲中加入各種音效</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>21. 物件庫：於關卡中解謎所需之物件</td><td>22. 人物庫：遊戲中出現的遊戲角色及人物</td></tr>
<tr><td></td><td> </td></tr>
<tr><td>23. 分數庫：遊戲角色的起始分數</td><td>24. 一般設定：遊戲起始圖及背景音樂</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>25. 上架發行：上架後可遊玩體驗</td><td>26. 上架發行：掃描 QR code 即可遊玩</td></tr>
</table>