

國立臺灣大學電機資訊學院電信工程學研究所



碩士論文

Graduate Institute of Communication Engineering

College of Electrical Engineering and Computer Science

National Taiwan University

Master Thesis

線上卡牌類桌遊編輯器：

易用性與應用於教育領域之探討

Online card game editor:

usability and its application in education

許之豪

Chih-Hao Hsu

指導教授：葉丙成 博士

Advisor: Ping-Cheng Yeh, Ph.D.

中華民國 112 年 1 月

January 2023



口試委員會審定書



國立臺灣大學碩士學位論文 口試委員會審定書 MASTER'S THESIS ACCEPTANCE CERTIFICATE NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY

(論文中文題目) (Chinese title of Master's thesis)

線上卡牌類桌遊編輯器：
易用性與應用於教育領域之探討

(論文英文題目) (English title of Master's thesis)

Online card game editor:
usability and its application in education

本論文係 許之豪 (姓名) r09942141 (學號) 在國立臺灣大學
電信 (系/所/學位學程) 完成之碩士學位論文，於民國 111 年 12 月 23
日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

The undersigned, appointed by the Department / Institute of Communication Engineering
on 23 (date) 12 (month) 2022 (year) have examined a Master's thesis entitled above
presented by Chih-Hao Hsu (name) r09942141 (student ID) candidate and
hereby certify that it is worthy of acceptance.

口試委員 Oral examination committee:

許之豪
(指導教授 Advisor)

蔡文傑

黃尹昂

郭啟明

系主任/所長 Director:

周錫榮

誌謝



這篇論文完成首先要感謝葉丙成老師。我還記得碩一上第一次跟老師提到論文題目的時候，老師當下就提供我許多與桌遊相關的資訊，告訴我哪些專家有研究桌遊、開設相關課程。丙成老師也立即幫我聯絡有桌遊設計經驗的無界塾同學，讓我在初期就能建立論文的研究方向。那一次討論結束之後，我甚至覺得關於這個題目，老師比我還要有熱情，比我更熱切想把這個系統做好。不只是論文指導，老師的行動力以及對於各種事物的投入，也都帶給我很深的感受。

再來要感謝實驗室的景文，皓為，與皓鈺。雖然我們實際見面的次數不多，但是你們都很好相處，感覺都是很好的人。線上 meeting 你們給的想法與意見，有些時候當下我不覺得有什麼特別的，但是之後當我在寫論文，那些回饋都幫我釐清一些觀念，讓我論文寫作更加順利。此外，還要感謝承佑學長以及承達的給我的協助，讓我在初期對這個主題有更明確的理解，少走了很多彎路。

最後要感謝我媽，謝謝你一直支持我，讓我做我想做的事。小時候我常常因為你總是在工作所以生氣發瘋，但就是因為你的付出，我才能夠這樣毫無後顧之憂的生活。最後的最後，要感謝過去那些開心，難過，期盼，與失望，沒有這些經歷，這篇論文不會完成，甚至根本不會開始。

摘要



近年來，桌遊已經被廣泛應用在遊戲式學習的相關研究中。許多研究都指出，遊玩桌遊可以提高學習者的動機、參與度，以及學習成效。然而，在實際教育現場，桌遊融入教學有潛在的問題：桌遊數量不足、配件容易遺失、挑選符合教學目標的桌遊並不容易。這些問題都影響著教師將桌遊融入教學的實施意願。此外，各大數位學習平台，目前皆沒有採用遊戲式學習。很多數位學習平台為了提高學習者的課程完成率，都引入了獎勵機制，將學習歷程「遊戲化」。但是這些平台卻沒有運用真正的遊戲做為學習工具，並沒有進一步採用「遊戲式學習」。因為製作一款數位桌遊要花費許多時間與心力，為了特定學習內容專門製作一款遊戲，顯然不符合時間成本。

為了讓桌遊能更容易被應用於學習上，本研究開發了線上卡牌類桌遊編輯器系統。本系統提供許多客製化選項，使用者可以設定不同的遊戲元素，更有效率地製作出一款涵蓋學習內容的數位卡牌桌遊。本研究也進行了實驗，以驗證本系統是否達到預期的目標。實驗參與者需要使用本系統的各项功能，執行 15 項指定任務，完成一款卡牌桌遊。實驗結果顯示，本系統有足夠的易用性。大多數參與者都同意，與實體桌遊製作相比，使用本系統製作桌遊更有效率、更方便，系統也提供了適當的客製化選項，能夠重製出主流卡牌桌遊。

關鍵字：遊戲式學習、數位學習、桌上遊戲、易用性、遊戲編輯器、前後端系統設計

Abstract



In Recent years, board games have been widely used in research on game-based learning. A lot of research indicates that, by playing board games, learners' motivation, engagement, and learning performance will be increased. However, using board games as a learning tool may cause potential problems: there are not enough board games for learners, board game pieces are easily lost, and it's difficult to find a game that covers certain learning content. These problems influence a teacher's willingness to use it in practice. Besides, the concept of game-based learning hasn't been accepted by most online learning platforms. Although many platforms have introduced reward systems—the use of “gamification” techniques—to increase course completion rates, those platforms haven't used board games as a learning tool, showing no sign of adopting “game-based learning.” The reason is that making a digital board game takes lots of time and efforts. It is not practical to design a game just for specific learning content.

To make board games more easily be applied in education, an online card game editor has been developed. This system provides users with many options to customize various game elements, making it more efficient to create a digital card game that contains learning content. An experiment was conducted to verify if the system achieved anticipated goals. Participants were required to complete 15 tasks using the functions provided by the system and to finish building the card game. Results have shown that our system has high usability, using our system to make a board game is more efficient and convenient, and there are sufficient options for customization in order to reproduce popular card games.

Keywords: Game-based learning, E-learning, Board games, Usability, Game editor,

Front-end and back-end system design

目錄



口試委員會審定書	i
誌謝	ii
摘要	iii
Abstract	iv
目錄	v
圖目錄	vii
表目錄	x
第 1 章 緒論	1
1.1 前言	1
1.2 研究背景與動機	2
1.3 名詞釋義	3
1.3.1 主流卡牌桌遊	4
1.4 研究問題	6
1.5 論文概述	6
第 2 章 相關文獻探討	9
2.1 遊戲化	9
2.1.1 心流理論與遊戲設計元素	10
2.2 桌上遊戲與遊戲式學習	12
2.2.1 桌遊應用於學習的相關研究	14
2.3 數位桌遊的四種形式	15
2.4 易用性	18
2.4.1 啟發式準則	20

2.4.2 易用性評估	23
2.5 小結	25
第 3 章 卡牌桌遊編輯器——Card Games Maker	27
3.1 CGM 設計概念	27
3.2 介面設計	28
3.2.1 編輯模式	30
3.2.2 遊玩模式	43
3.3 系統架構	48
3.3.1 前端架構	49
3.3.2 後端架構	53
第 4 章 實驗設計與分析	55
4.1 卡牌桌遊重製	55
4.2 實驗設計	59
4.3 實驗流程	60
4.4 實驗分析	61
4.4.1 問卷回饋分析	62
4.4.2 質性訪談	68
4.4.3 實驗結果與討論	71
第 5 章 結論與未來展望	73
5.1 結論	73
5.2 未來展望	75
附錄 問卷	79
參考文獻	85



圖目錄



圖 2-1 Board Game Arena	16
圖 2-2 The Explorers	16
圖 2-3 PlayTable	17
圖 2-4 Tabletop Simulator	18
圖 2-5 TableBlazer.....	24
圖 2-6 Unity.....	25
圖 3-1 Card Games Maker	28
圖 3-2 導航欄.....	29
圖 3-3 登入頁面.....	29
圖 3-4 操作說明.....	30
圖 3-5 編輯模式.....	30
圖 3-6 新增卡牌.....	31
圖 3-7 牌組概要.....	32
圖 3-8 卡牌刪除警告.....	32
圖 3-9 新增流程.....	33
圖 3-10 流程概要.....	33
圖 3-11 設定勝利條件.....	34
圖 3-12 勝利條件概要.....	35
圖 3-13 遊戲設定.....	35
圖 3-14 遊戲設定概要.....	36
圖 3-15 Three of a kind 規則設定	37
圖 3-16 Full house 規則設定	38
圖 3-17 規則概要.....	39



圖 3-18 新增問題.....	40
圖 3-19 題組概要.....	41
圖 3-20 新增遊戲說明.....	42
圖 3-21 遊戲說明概要.....	42
圖 3-22 遊戲設定儲存警告.....	43
圖 3-23 遊玩模式.....	43
圖 3-24 手牌下方的圖示與按鈕.....	44
圖 3-25 隱藏／顯示手牌.....	44
圖 3-26 記分板.....	45
圖 3-27 勝利訊息.....	45
圖 3-28 流程提示.....	46
圖 3-29 擲骰與倒數.....	46
圖 3-30 功能按鈕.....	47
圖 3-31 題組中的題目.....	47
圖 3-32 前端與後端溝通.....	48
圖 3-33 元件架構.....	50
圖 3-34 CGM 前端架構.....	52
圖 3-35 身分認證登入方法.....	53
圖 4-1 說書人牌組設定.....	56
圖 4-2 說書人流程設定.....	56
圖 4-3 說書人遊玩畫面.....	57
圖 4-4 得分沙拉牌組設定.....	57
圖 4-5 得分沙拉規則設定.....	58
圖 4-6 得分沙拉遊玩畫面.....	59
圖 4-7 實驗流程.....	61

圖 4-8 問卷調查.....	62
圖 5-1 Dinosaur Game.....	77
圖 5-2 Surf.....	77



表目錄



表 4-1 任務執行表現問項及統計資料.....	64
表 4-2 易用性問項及統計資料.....	66
表 4-3 完成時間問項及統計資料.....	68



第 1 章 緒論

1.1 前言

桌上遊戲(簡稱桌遊)是台灣近年來相當熱門的一項休閒娛樂。不僅在各大網購平台都能買到桌遊,坊間也開設了桌遊專門店供民眾租借遊玩。就連公家單位也多次藉由桌遊推廣健康識能,宣導反毒理念。此外,在中小學教學現場,也舉辦了許多與「桌遊融入教學」相關的教師研習,希望教師瞭解桌遊運用於教學的方法之後,能將桌遊與課程結合,實際應用於課堂上,提升學生的學習動機,讓學習過程更多元豐富。然而,桌遊融入教學雖有其優點,同樣也有潛在的問題,影響著教師是否願意採用此教學方法。

首先,潛在問題之一是教師能否取得數量足夠的桌遊。據教育部統計,110 學年度台灣國小、國中、高中每班平均人數分別為 23、26.8、31.5 人[1]。一般桌遊的遊玩人數大致介於 4 至 6 人,價格介於 400 至 1000 元。若要讓全班同學能同時遊玩,同一款桌遊就要有 4 至 8 份。再者,實體桌遊的配件很容易遺失。一份實體桌遊通常包含許多不同的配件,在課堂中讓學生實際遊玩,桌遊的配件難免會遺失。若遺失的配件是一項關鍵道具,該桌遊便無法被正常使用。因此,為了確保桌遊的完整性,教師需要花更多心思在課堂管理。最後,並不是每一款桌遊都適合應用於教學。詹孟傑(2020)指出,要挑選一款既符合學生程度,又能夠同時達到教學目標的桌遊並不容易[2]。

上述問題,都影響了教師將桌遊融入教學的實施意願。其中,桌遊數量不足與配件遺失,是使用實體桌遊才會遇到的問題。如果改為數位桌遊,讓學生在智慧型手機、平板電腦……等行動裝置上遊玩,即可避免前兩項問題。然而,要找到適合被應用於教學的數位桌遊,依舊是個挑戰。全球最大的線上桌遊網站 Board Game Arena 雖提供了 518 種數位桌遊供玩家遊玩,但是遊戲內容都是固定的,並不一定

符合教學目標。如果有一個線上桌遊編輯器，讓使用者能重製桌遊、客製遊戲內容，且不需要程式設計的基礎，就能解決這個問題。



1.2 研究背景與動機

受到 Codiv-19 疫情的影響，數位學習（E-learning）在現實世界與網際網路中都有非常蓬勃的發展。在台灣，教育部於 2022 年起投入 200 億元執行「推動中小學數位學習精進方案」，補助 22 縣市成立數位學習推動辦公室，要強化學校數位學習的環境，實現「生生用平板」的目標[3]。在網路上，數位學習平台 Coursera 的課程註冊量也有爆炸性的成長；2020 年 3 月中旬到 4 月中旬，相較於 2019 年同期，註冊量成長了 640%，從 160 萬提升至 1030 萬[4]。

Coursera 與 edX 這一類的數位學習平台，屬於大規模開放線上課程（Massive Open Online Courses，簡稱 MOOCs）。MOOCs 相較於開放式課程（OpenCourseWare，簡稱 OCW），是比較新的遠端學習模式。雖然兩者主要都以觀看影片的形式進行學習，但是 MOOCs 多了以下幾項特色：測驗、作業、線上討論區。許多大學也跟 MOOCs 合作，提供證明給通過特定課程的學習者，甚至可以進一步抵免大學的學分。

雖然 MOOCs 的學習者數量提升了，但是近年來學習者完成課程的比例卻逐年下降。在 2013 年至 2017 年間，edX 平台的整體學習者、自述有明確意圖要完成課程的學習者、已付費想取得認證的學習者，這三類人的課程完成率都呈現下降趨勢。至於整體 MOOCs 平台的學習者，課程完成率也從 2014 年的 6%，降至 2017 年的 3.1%[5]。

因為課程完成率下降，MOOCs 開始在學習平台裡加入分數、獎盃、排行榜……等機制，希望能提升學習者的動機與參與度。這些機制是一般遊戲中常出現的元素，所以 MOOCs 所採用的策略就是將學習過程遊戲化（Gamification）。Nesterowicz（2022）的研究指出，有實施遊戲化的 MOOCs 課程完成率為 13.7%，沒有實施遊

戲化的課程完成率則只有 1.7%，遊戲化能顯著提升 MOOCs 的課程完成率 [6]。儘管遊戲化帶來很好的成效，但我們仍然有疑問：課程完成率還能進一步提升嗎？除了學習過程遊戲化之外，沒有其他提升學習動機的方法嗎？

事實上，許多研究都證實「遊戲化」與「遊戲式學習」(Game-based learning) 皆能提升學生的學習動機與參與度。這兩者雖然都與遊戲有關，但是有本質上的差別，遊戲化是加入遊戲中常見的元素，藉此提升學習者的動機讓他們更投入；遊戲式學習則以遊戲為主體，強調有明確學習結果的遊戲體驗。既然兩者都有成效，為什麼 MOOCs 只實施了遊戲化，卻沒有採用遊戲式學習？因為，一方面，製作一款數位遊戲並不容易，不但需要程式設計與美術能力，還要花費許多時間；另一方面，單純地玩遊戲是否真的能促進學習成效，很多人對此仍有疑慮。

因此，本研究開發了線上卡牌類桌遊編輯器——Card Games Maker (以下簡稱為 CGM)。CGM 將常見的卡牌桌遊解構成不同的元素，讓使用者能客製這些元素，再把這些元素組合起來，快速地製作出理想的卡牌桌遊。因為使用者能客製不同的元素，所以在設計遊戲的時候，可以在「增進遊戲體驗」與「涵蓋學習內容」兩者間取得平衡，設計一款讓玩家在「玩中學」的桌遊，達成遊戲式學習。此外，為了讓使用者設計出來的桌遊有更明確的學習機會，使用者可以在 CGM 中建置涵蓋學習內容的題庫，玩家在遊玩時可以嘗試答題以取得額外獎勵。由於這項機制是選擇性的，所以並不會影響整體遊戲流程。

1.3 名詞釋義

在介紹研究問題之前，此一小節先解釋本研究題目提到的三個相關名詞。本論文也將在 1.3.1 小節分析桌遊資料庫的資料，找出主流的桌遊類型，藉此說明為什麼本研究開發的桌遊編輯器專注在卡牌類桌遊的製作。

1. 遊戲編輯器

一般通稱的遊戲編輯器指的是關卡編輯器 (Level editor)，是為了製作電

子遊戲關卡而設計的軟體。通常由遊戲開發者發布這個軟體，目的是鼓勵玩家使用官方的素材製作新的關卡，以便吸引潛在的玩家[7]。

本研究開發的桌遊編輯器 CGM，是一個能讓使用者快速設計數位卡牌桌遊的網路平台。使用者可以在 CGM 設定牌組、遊戲流程、計分規則、遊戲說明……等項目，設定完成以後可以測試與遊玩剛剛設計出來的卡牌桌遊。

2. 卡牌類桌遊

於 2000 年創立的桌遊論壇與資料庫網站 BoardGameGeek [8] 收錄了世界各地桌遊的資訊。為了方便使用者查詢桌遊資料，該網站將桌遊依照不同的方式分類。常見的桌遊分類方式有 2 種：遊戲類型 (Categories) 與遊戲機制 (Mechanics)。

在該網站遊戲類型的分類之下，其中一個項目為「卡牌類」桌遊，定義為使用卡牌作為主要或者唯一配件的桌遊。本研究所提及的卡牌類桌遊也採用此一定義。知名桌遊阿瓦隆、說書人……在該網站都是卡牌類桌遊。

3. 易用性

易用性是一種以使用者為中心的設計概念，易用性越高，該產品、服務就越符合使用者的習慣與需求[9]。以本研究的桌遊編輯器 CGM 為例，該系統的目標是希望使用者能順利操作 CGM，使用各項功能時不會覺得複雜，能在最短的時間內發揮最大的效能。

1.3.1 主流卡牌桌遊

桌遊網站 BoardGameGeek 收錄了 10 萬多筆的桌遊資料[10]，這 10 萬筆桌遊可以依照 2 種方式分類：遊戲類型與遊戲機制。本研究分析了該網站的資料，統計出最常見的遊戲類型與遊戲機制。

本研究提到的卡牌類桌遊是「遊戲類型」底下 84 個項目的其中之一。以下依據「遊戲類型」由數量多至少列出前 8 大種類的桌遊（一個桌遊可以同時屬於不同



的類型)：

1. 卡牌遊戲 (Card Game)
2. 擴充包 (Expansion for Base-game)
3. 戰爭遊戲 (Wargame)
4. 奇幻遊戲 (Fantasy)
5. 兒童遊戲 (Children's Game)
6. 模型遊戲 (Miniatures)
7. 骰子遊戲 (Dice)
8. 派對遊戲 (Party Game)


若排除掉擴充包，遊戲數量最多的前三名分別是卡牌遊戲 (35133 個)、戰爭遊戲 (21776 個)、奇幻遊戲 (15435 個)。由於卡牌遊戲的數量最多，卡牌可以說是桌遊最基礎、最常見的配件，因此本研究開發的系統以設計卡牌遊戲為主體。

既然卡牌遊戲最多，那最主流的卡牌遊戲又是哪些呢？若從「遊戲機制」來分類，可以區分成 191 種，包含了配對 (Matching)、玩家淘汰 (Player Elimination)、說故事 (Storytelling)、間諜 (Traitor Game) ……。一個遊戲可以由好幾種機制組成，舉例來說，大富翁這一類的桌遊就包含了擲骰移動、交易與玩家淘汰等機制。

以下依據遊戲數量由多至少列出前 5 大種類桌遊「遊戲機制」：

1. 擲骰 (Dice Rolling)
2. 手牌管理 (Hand Management)
3. 擲骰移動 (Roll and Move)
4. 相異的玩家能力 (Variable Player Powers)
5. 收集成套 (Set Collection)

前 5 大遊戲機制中，擲骰類有 36051 個，手牌管理類有 19250 個，擲骰移動類有 16772，相異的玩家能力類有 14639 個，收集成套類有 14576 個。除了手牌管理之外，收集成套此一機制也與卡牌遊戲密切相關，它指的是每一個道具在不同的



組合裡有不同的價值，玩家需要收集特定的組合來得到最高分。撲克牌的梭哈與麻將，還有桌遊七大奇蹟、得分沙拉……都是收集成套類的遊戲。收集成套的數量在 191 種遊戲機制裡排名第 5，是相當常見的一種桌遊機制。因此，在 CGM 的編輯模式中，讓使用者可以設定收集成套的規則，遊玩時系統便可以依據設定好的規則，判斷玩家出牌並且給分。

1.4 研究問題

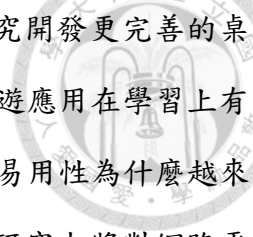
前幾節提到，教師在實施桌遊融入教學可能遇到一些挑戰，要找到一款既符合學生程度，又能夠同時達到教學目標的桌遊並不容易。另外，數位學習平台也正致力於提高學習者的動機與參與度，雖然這些平台有將學習過程遊戲化，但是沒有引入以遊戲為主體的遊戲式學習。如果有一個系統可以讓數位桌遊的設計變得更容易，桌遊融入教學與遊戲式學習的概念便能夠更廣泛被應用。

有鑑於此，本研究開發了一套卡牌類桌遊編輯器系統。此系統把卡牌桌遊解構成許多不同的元素，讓使用者可以針對不同的元素逐一客製化，藉此讓設計過程更快速，賦予使用者更多的自由度。本系統採用 HTML 架構開發，因此可以使用瀏覽器連上網際網路的電子裝置都可以使用，藉此讓系統使用更普及、更便利。本研究將透過實驗活動收集使用者的回饋並且分析數據，以驗證下面 3 個問題：

1. 相較於實體的桌遊設計，使用此桌遊編輯器製作卡牌桌遊，是否更容易、更有效率？
2. 使用者是否能藉此桌遊編輯器，重製出涵蓋學習內容的主流卡牌桌遊？
3. 製作出來的桌遊，是否能在「學習內容」與「遊戲體驗」兩方面達到平衡，增進學習者遊玩時的學習成效？

1.5 論文概述

接下來第二章將進行相關文獻探討。首先，為什麼遊戲化可以提高動機與參與



度？遊戲設計元素有哪些？了解這些遊戲元素，將有助於本研究開發更完善的桌遊編輯器。再者，為什麼遊戲式學習的研究常常使用桌遊？將桌遊應用在學習上有那些成效？在台灣教學現場，桌遊融入教學的現狀如何？最後，易用性為什麼越來越重要？有哪些方法可以提高易用性？要如何評估易用性？本研究也將對網路平台與應用程式的易用性研究相關文獻進行探索。

在第三章，將介紹本研究開發的桌遊編輯器系統，分為「介面設計」與「系統架構」兩部分。介面設計包含了「編輯模式」與「遊玩模式」，使用者會在編輯模式製作遊戲，製作完成則可以切換至遊玩模式開始遊玩。系統架構的部分，主要介紹「前端」的 React 與「後端」的 Firebase。

第四章是本研究的實驗設計與分析，包含了實驗活動設計、實驗流程、實驗分析。此章節會說明問卷與訪談的內容，並從得到的回饋中進行討論，驗證本系統對於製作卡牌類桌遊是否有幫助。

第五章是結論與建議。除了總結本研究的內容，本章也討論要如何改進，才能使桌遊編輯器系統更完善，讓易用性進一步提升。目標是讓桌遊能更廣泛的應用於教育，讓學習有更多元豐富的樣貌。



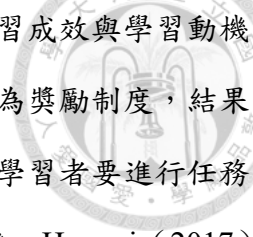
第 2 章 相關文獻探討



本章節將從四個部分進行相關文獻探討：遊戲化、桌上遊戲與遊戲式學習、數位桌遊的四種形式、易用性。2.1 節首先介紹遊戲化。一個遊戲是由哪些元素組成的？為什麼現代人如此沉迷於電子遊戲？為了提高使用者的動機，有哪些遊戲元素廣泛被應用在各種不同的領域？瞭解遊戲讓人沉迷的原因之後，2.2 節將介紹遊戲如何被應用於教育領域——也就是遊戲式學習。為什麼玩遊戲能夠幫助學習？使用桌遊作為一種學習工具，又有什麼優勢？因為桌遊可以幫助學習，本研究決定要開發卡牌桌遊編輯器，讓桌遊能更廣泛應用於教育領域。瞭解市面上的數位桌遊，有助於決定系統開發的方向。因此，2.3 節將介紹數位桌遊的四種形式，並且說明為什麼本研究專注在卡牌類的桌遊。最後，系統開發完成以後，為了希望系統可以發揮應有的功能、可以順利被使用者操作。所以，2.4 節將介紹易用性，瞭解設計 CGM 時，應該注意那些事情，才能提高系統的易用性。並且說明如何進行易用性評估，藉此讓系統更完善，提高使用者的滿意度。

2.1 遊戲化

Deterding (2011) 將遊戲化定義為在特定領域應用遊戲中經常出現的元素，藉此提高使用者的動機與參與度[11]。例如，將分數、等級、排行榜……等遊戲元素加入課程教材或學習過程中，便是遊戲化應用於教育領域常見的方式。「遊戲化」的起源來自於網路服務 Foursquare 的成功。Foursquare 是一個透過 GPS 提供定位的社群網路服務，使用者可以使用行動裝置，在某個實際的地點登入打卡。每次使用者在新地點打卡時，便可以拿到數位獎品或是徽章作為獎勵[12]。因為 Foursquare 使用徽章作為誘因，成功增加了使用者的活躍度與留存度。此後，遊戲中常見的元素，例如分數、徽章、等級、排行榜……等，作為獎勵制度被廣泛應用於各種不同領域的網路服務。



近年來，也有許多研究將學習過程遊戲化，探討遊戲化對學習成效與學習動機的影響[13]。關於學習成效，Da Rocha Seixas（2016）用徽章作為獎勵制度，結果顯示學習者的學習成效有所改善[14]。Landers（2017）則指出當學習者要進行任務的時候，使用排行榜可以幫助他們設定目標[15]。至於學習動機，Hamari（2017）使用徽章提升學習者對於教學活動的參與度。在活動中，學習者要練習使用線上社群分享物品與服務。結果顯示，在這個過程中採用了遊戲化的學習者更踴躍，較主動地發佈交易提案、執行交易、在提案底下留言[16]。然而，並不是所有研究都支持遊戲化的效用。Hanus（2015）在學習過程中結合了徽章與排行榜等制度，但是結果卻顯示學習者有較低的動機與期末考分數。

雖然大多數研究都顯示加入遊戲元素可以提升動機與參與度，但是很明顯地，這些獎勵機制不是萬靈丹。並不是每一個加入了分數、等級、徽章、排行榜的遊戲都會突然變得有趣。同樣地，一個遊戲可能讓某些人玩到廢寢忘食，對另一群人而言卻毫無吸引力。究竟是什麼因素讓遊戲變得好玩、讓人願意花時間投入其中？本研究將在下一小節討論心理學概念——心流理論。

2.1.1 心流理論與遊戲設計元素

Csikszentmihalyi 在 1990 年提出了心流(Flow)的概念，心流描述人完全沉浸、投入在某個活動中，並且感受到深度喜悅的一種心理狀態。他指出要達到心流經驗主要有 8 種因素。當人們回顧是什麼原因讓他們如此喜悅，他們至少會從以下這 8 種因素中回答其中一種[17]：

1. 富有挑戰性又需要技巧的活動（A challenging activity that requires skills）

人們感受到他具備的技能，與活動的挑戰達到平衡。也就是說，一個人的能力處在適當的等級，恰好能應付眼前的狀況。

2. 行動與意識的結合（The merging of action and awareness）

因為太投入在活動裡面，人們甚至沒有意識到活動還在進行。這個向度也



可以應用在使用者介面，Pilke (2004) 指出，要讓使用者在操作系統的時候達到心流狀態，系統需要具備較好的易用性[18]。

3. 明確的目標 (Clear goals)

活動的目標應該要被明確定義。當人們知道他要做什麼的時候，他可以發展出較強烈的自我意識。而且，目標被設立以後，才有基準點可以給予回饋。

4. 立即的回饋 (Immediate feedback)

得到怎樣的回饋並不見得是最重要的。回饋之所以珍貴，是因為當一個人得到回饋，他才會知道目標是否達成。

5. 對於當前任務的專注 (Concentration on the task at hand)

專注是最常被提及的原因。當一個人很專注的時候，他會忘記不愉快的經驗。因為此時只有非常少數的資訊可以進入人的意識裡。

6. 控制感 (A sense of control)

人們會感到喜悅是因為他們在活動中得到控制感，認為自己有能力決定要如何行動。

7. 自我意識的喪失 (The loss of self-consciousness)

當一個人處在心流狀態的時候，會容易忘記自我。也因為認知資源被佔用了，他比較不會考慮到過去與未來。

8. 時間感的改變 (The Transformation of Time)

在心流狀態底下，人們會覺得時間的流逝與平常不一樣。專注的時候，會覺得時間暫停了；等到心流結束，才突然發現時間已經飛快地流逝。

從上述心理學的角度來看，有些人在遊戲過程中會如此投入，是因為玩家的技能與挑戰達到平衡、遊戲有明確的目標與回饋、玩家感受到控制感……。若從遊戲設計的層面切入，為了要讓遊戲變的更吸引人，則需要瞭解遊戲涵蓋了哪些元素。Plass (2015) 指出一款能夠應用於學習的遊戲，主要由以下 6 個部分組成[19]：

1. 遊戲機制 (Game mechanics)



2. 視覺美術設計 (Visual aesthetic design)
3. 敘事方式 (Narrative design)
4. 獎勵機制 (Incentive system)
5. 配樂 (Musical score)
6. 學習內容 (Content and skills)

「機制」是一個遊戲最核心的部分，是遊戲過程中玩家反覆進行的活動。要達到學習成效，這些活動便要專注在學習與評量上。「視覺美術設計」不只包含了遊戲的整體外觀，遊戲中關鍵資訊呈現的形式也需要透過視覺設計來突顯。遊戲的「敘事方式」和電影、小說不同，可以是非線性的，而且玩家可以在遊戲中做出選擇。透過遊戲情節，可以強化學習內容，與遊戲規則、角色、事件、任務、獎勵之間的連結，提升玩家的參與度。「獎勵機制」就是分數、等級、徽章……等，目的是要提升玩家的動機。「配樂」主要用來強化沉浸感，音效也普遍被用來提示玩家行動的成敗。最後一個部分是「學習內容」，要讓遊戲能達到學習成效，前5項遊戲元素應該要圍繞著學習內容來設計。

2.2 桌上遊戲與遊戲式學習

Prensky 在 2003 年提出了遊戲式學習的概念。他認為現代學生是數位原民 (Digital natives)，從小就接觸了各種不同的數位科技，他們與數位移民 (Digital immigrants) 不同，更傾向接納新的科技。在美國，幾乎每一個青少年都有玩電腦或電動遊戲；既然學生花了這麼多時間在數位遊戲上，如果有一款遊戲結合了學習內容，而且能夠吸引學生、讓他們花時間投入其中，便可以提升學生的學習動機與成效[20]。為了讓這個概念更具體，Shaffer 在 2005 年將遊戲式學習定義為有明確學習結果的遊戲體驗[21]。根據這個定義，在設計一款遊戲的時候，因為期望遊戲能帶來學習成效，所以不只要涵蓋學習內容，還要注重遊戲的遊玩體驗。

有許多理由能夠說明遊戲是有效的學習環境，以下列出四項有實證基礎的主



要論點：

1. 動機 (Motivation)

動機是最常被提及的論點。它代表遊戲能夠激勵學習者，讓他們花更多的時間投入在遊戲裡。因此，若一款遊戲涵蓋學習內容，且能引起學習者動機，讓他們願意投入其中，遊玩過程中他們便有機會接觸到學習內容，對其進行後續的認知處理。激勵學習者的方法主要有兩種，其中一個是加入具有獎勵性質的元素，例如分數、等級、獎章、排行榜……。另一個，則是遊戲本身的機制與活動，如果能讓學習者享受在其中，便能創造出較高的情境興趣 (Situational interest) [22]。

2. 參與度 (Engagement)


參與度與動機一樣都是最廣泛被討論理由。Domagk (2010) 指出參與度可以分成三類：認知參與度、情意參與度、行為參與度[23]。舉例來說，在遊戲的過程中，如果玩家被要求做出某些手勢或肢體動作，玩家的行為參與度便會提高。此外，遊戲裡出現的角色，也會讓玩家產生情感投射，提升情意參與度。行為、情意參與度，都是為了引起玩家的認知參與，讓玩家願意思考、處理遊戲的資訊，進而達到學習的效果。

3. 適應性 (Adaptivity)

適應性代表遊戲可以反映每一個玩家不同的學習情況。在設計遊戲的時候，設計者通常會把玩家的先備知識與技能納入考量，並且提供玩家適當的指引。在遊戲過程中，玩家採取不同的行動後也會得到相對應的回饋。如果和其他玩家一同進行遊戲，玩家也可以藉著互動、觀察他人，調整自己的策略，做出不同的決定。Turkay (2013) 指出遊戲因為具有適應性，促進了學習者的參與度[24]。

4. 失敗容忍度 (Failure tolerance)

對於失敗的容忍也是遊戲被認為能夠幫助學習的原因。在遊戲過程中，玩



家的行為不一定會產生好的結果，有可能導致失敗。Kapur (2012) 指出「失敗」在遊戲設計的時候就已經被預期，而且是學習過程中必定會經歷的一個步驟[25]。在遊戲中，失敗會激勵玩家嘗試新的方法，讓玩家更願意承擔不同的風險。玩家也有了自我調整的機會，為了達成目標，玩家會採用不同的策略，也會評估各個策略的可行性，持續監測目標是否達成[26]。

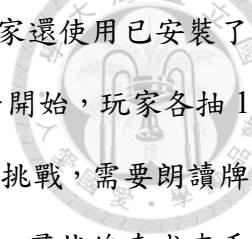
以上 4 點說明了為什麼遊戲能夠營造出適合學習的環境。遊戲式學習的起源，雖然是基於電腦與電動遊戲，但是之後也被應用在其他類型的遊戲上。下一小節將討論桌遊的優點以及桌遊應用於學習的相關研究。

2.2.1 桌遊應用於學習的相關研究

Treher (2011) 指出桌遊提供了輕鬆、有趣，但是又高度競爭的環境，在這個環境裡玩家可以專注在遊戲內容並且強化學習。不同年齡層的玩家都能找到適合的桌遊，而且遊戲內容可以涵蓋各個學科。桌遊也提供了視覺象徵使不同的資訊被連結、組織。遊戲過程中玩家的互動與討論，讓他們能夠互相學習並且釐清概念[27]。因為有這些優點，近年來有許多桌遊應用於學習的相關研究。

楊振玄 (2020) 藉由桌遊融入高中英語字彙教學來探討學生的學習成效與參與度。他將知名桌遊「新天鵝堡」改編成實體桌遊「嘿！我的魚！」。遊戲中玩家需要控制北極熊在浮冰板塊移動，盡可能捕獲最多的魚。浮冰板塊背後有特定的英文字彙，玩家需要將字母正確重組、發音、釋義才算成功。為了捕獲最多的魚，玩家不僅要嘗試阻擋其他的競爭者，也要避免被困在單獨存在的浮冰而淘汰。研究結果顯示研究對象在「字母重組」與「單字聽寫」兩部分有顯著提升，而且整體學生均投入在遊戲中，具有中、高程度的心流狀態沉浸感受[28]。

鄭雅伶 (2021) 將實體桌遊與擴增實境技術結合，對國小六年級的學童實施成語教學，探討遊戲式學習是否能提升學習成效、心流經驗，與群體自我效能。研究者自行設計開發出「西遊記之擴增實境成語教育桌遊」，遊戲結合了文學名著、擴



增實境技術、成語及卡牌機制等元素。除了實體桌遊配件外，玩家還使用已安裝了擴增實境軟體的行動載具，在有網路的環境下進行遊戲。遊戲一開始，玩家各抽 1 張角色卡接著輪流擲骰移動。過程中，玩家會互相發起成語解謎挑戰，需要朗讀牌面內容並且猜出正確的成語。玩家也可以掃描配件上的 QR code 尋找線索或查看額外資訊。研究結果顯示當成語的難度越高，相較於直接講述，遊戲式學習帶給學生更好的學習成效。此外。桌遊融入教學讓學生投入更多心思、更相信自己能獲得較好的成績[29]。

桌遊在教育領域的應用不只是讓學生遊玩而已，王姿琴（2014）將桌遊的創作應用在資優教育上。她指出資優班學生的記憶力強、學習反應快、抽象思考能力佳、偏好複雜且具有挑戰性的作業，一般的學校課程可能無法引起他們的興趣。資優教育特別重視創造思考與問題解決的能力。因此，研究者教導學生創造思考的策略，待學生瞭解以後，讓學生以團隊的方式創作桌遊。因為學生能創作出自己的作品，他們對課程的喜好程度較高，也有更多的學習動機[30]。

桌遊融入教學的相關研究不只發生在台灣，在世界各國也有相關的研究，而且桌遊被應用在各個領域、橫跨不同的教育階段。Wong（2021）認為桌遊是提升英文口語表達的有效工具[31]。Tsarava（2018）的研究顯示桌遊能幫助國小學童發展運算思維[32]。Sousa（2020）將桌遊融入大學土木工程課程，透過前、後測證明學生對於運輸成本、機動性、城市型態等知識有更多的掌握[33]。Nakao（2019）也透過文獻回顧指出桌遊不僅能幫助推廣衛生教育，也有助於改善認知損傷[34]。

2.3 數位桌遊的四種形式

由於數位科技的進步，桌遊也從傳統的實體形式漸漸朝著數位化發展。李承祐（2022）指出數位化桌遊大致可以分成四種形式[35]：

1. 完全數位化

完全數位化桌遊代表這類遊戲只要透過數位平台就可以遊玩，不需要任

何實體桌遊配件的輔助。遊戲道具、場景皆已建置在數位遊戲裡，規則、流程也完全由程式判斷執行。這一類的遊戲通常由實體桌遊改編或重製，例如電腦遊戲「大富翁」，以及桌遊網站 Board Game Arena（如圖 2-1）提供的各式線上桌遊。



圖 2-1 Board Game Arena

資料來源：<https://en.boardgamearena.com/>

2. 數位媒體作為輔助道具

這一類的桌遊，除了使用實體桌遊作為主要的遊戲形式之外，還搭配了數位媒體平台來增強遊戲體驗。玩家可以利用手機或平板下載遊戲官方提供的應用程式作為輔助，在遊戲過程中，應用程式會撥放音樂與音效並呈現特定的視覺特效，帶來更豐富的聲光效果。此外，近年來也有許多業者投入擴增實境的桌遊製作，例如由 Unicorn Games 推出的 The Explorers（如圖 2-2）就將桌遊與擴增實境技術結合，讓玩家使用平板掃描卡牌，尋找寶藏合作解開謎題。



圖 2-2 The Explorers

資料來源：<https://unicorngames.co/>



3. 數位媒體作為遊戲介面

前一類桌遊是實體配件為主、數位媒體為輔；此類桌遊則剛好相反，玩家使用觸碰螢幕或投影機投射出的影像作為主要的遊玩桌面，藉著實體的小道具、動態捕捉技術來與遊玩桌面互動。使用數位媒體作為遊玩桌面除了帶來聲光效果以外，因為遊玩桌面可以接收玩家的即時遊戲資料，所以能夠協助判斷玩家行動、控制遊戲流程。Y Studios 推出的 PlayTable（如圖 2-3）就屬於此類，玩家在 PlayTable 上使用貼有 NFC 標籤的實體道具來進行遊戲。

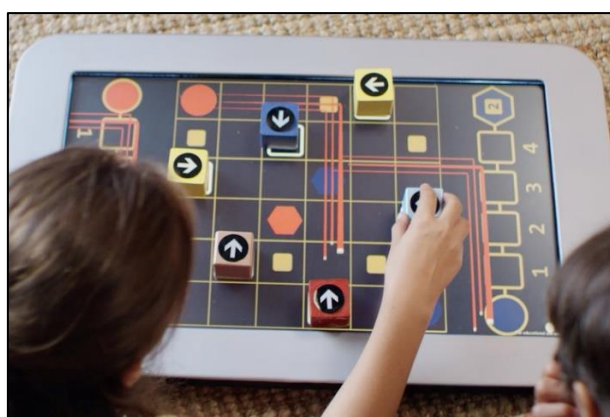


圖 2-3 PlayTable

資料來源：<https://ystudios.com/>

4. 虛擬桌面

虛擬桌面桌遊（Virtual tabletops）是一種桌遊模擬器，使用者可以藉著這些數位平台來創造、重製桌遊，並且在製作完成以後供玩家遊玩。這一類的平台像是 Tabletop Simulator（如圖 2-4），會提供許多桌遊配件的設定，如：卡牌、骰子、棋子、籌碼……等。使用者可以客製這些配件並且自由搭配，組合出理想的桌遊。然而，使用者在設計遊戲時無法制訂遊戲規則與流程，所以遊玩過程中玩家可以任意行動，可能會影響遊戲進行。此外，遊戲不會判斷玩家的行為，也無法自動計分。



圖 2-4 Tabletop Simulator

資料來源：<https://www.tabletopsimulator.com/>

本研究開發的 CGM 與虛擬桌面桌遊的概念相同，但是本系統增加了安排流程的功能，使用者在設計桌遊的時候，可以在編輯模式中決定每個階段玩家能夠執行的動作，遊玩時的系統介面便只會顯示相對應的元件。如此一來，不但可以明確提示玩家應該執行的動作，還能夠避免玩家隨意行動干擾遊戲進行。此外，CGM 也針對特定遊戲機制新增了編輯規則的功能，讓程式自動判斷得分。

本系統專注於卡牌類的桌遊，主要是因為卡牌類桌遊是最常見的桌遊類型。在卡牌此一配件的基礎上，使用者可以設計出來的桌遊，涵蓋的種類最廣、數量最多。而且，若從遊戲機制的角度來看，手牌管理、收集成套……等熱門的遊戲機制，都和卡牌有關。由於大部分的桌遊都有使用到卡牌，建立完善卡牌系統，有助於未來桌遊編輯器加入更多不同的遊戲類型與機制。

2.4 易用性

使用任何一項產品時，每個人都會希望產品可以如期運作。也會期望能輕易理解產品的操作方法。最重要的是，這項產品要能發揮它應有的價值。這樣的觀念早年普遍被描述成「使用者友善」(User friendly)，但是近來研究使用者介面 (User interface) 的專家逐漸認為這種用法並不適當。一方面，用友善來形容一個產品並不準確；另一方面，這種用法會讓人覺得使用者的需求只有一個面向。因此，人機互動 (Human-computer interaction) 領域的學者逐漸改用「易用性」(Usability) 來



取代使用者友善一詞。

在 1998 年，國際標準化組織（International Organization for Standardization，ISO）定義易用性為產品本身在特定的情境下，被特定的使用者使用，其所具有之有效性、效率與滿意度[36]。Nielsen (1994) 則認為易用性涵蓋以下 5 種要素[37]：

1. 可學習性 (Learnability)

可學習性是最基本的要素。大多數的系統操作都需要被學習，而且對使用者而言，面對一個新系統所經歷的最初體驗，就是學習如何操作它。在接觸新系統的時候，使用者通常傾向直接開始操作，並不會等到全面瞭解系統以後，才開始著手使用。因此，評估可學習性的時候，要從兩個方面來評估。第一，使用者經過了多久時間才能完全精通系統操作？第二，他們花了多久的時間便已具備基本的熟練度，可以開始進行有效的工作？可學習性高代表使用者能輕易地學會系統的操作，能快速上手系統的功能，進行初步的作業。

2. 效率 (Efficiency)

效率指的是當使用者已經學會了如何操作系統（學習曲線已趨近平緩），在這個狀態下的展現出來的執行能力。要確定使用者的學習曲線是否達到穩定的狀態並不容易，有一些系統可能複雜到使用者必須花上好幾年才能精通。此外，大多數的使用者學到一定程度就會進入高原期而停止學習，不見得能達到真正的精通等級。一個有效率的系統，代表使用者學會如何操作以後，能在較短的時間內有更多的產出。

3. 記憶性 (Memorability)

前面提及學習性的時候，討論對象是第一次接觸系統的初學者。探討效率的時候，對象是已精通系統操作的使用者。至於系統的記憶性，則是針對非正式用戶 (Casual users)。非正式用戶並不把該系統當作主要的工具，只有當他們需要，才會間歇性地使用。當他們隔了一段時候以後重新接觸此系統，他們並不需要從頭學起，只要回想起之前的使用經驗就可以快速上手。整體來說，

改善可學習性，通常也會讓系統的操作更容易被記住，具有更高的記憶性。

4. 錯誤 (Errors)

在使用系統的過程中，如果執行一個動作卻沒有達到預期的目標，就表示出現了一個錯誤。錯誤率則由使用者在執行特定任務時，錯誤出現的數量決定。有些錯誤可以被使用者立即改善，除了降低使用者的效率，並沒有其他負面影響；有些錯誤則可能導致嚴重的後果，讓工作無法順利完成。易用性高的系統有著較低的錯誤率，系統在使用過程中不容易出現錯誤。即便操作過程中出現錯誤，使用者也能輕易地將系統復原至正常狀態。

5. 滿意度 (Satisfaction)

滿意度是易用性的最後一個的要素，代表使用者在操作系統的時候感到輕鬆沒有壓力，並且主觀上覺得滿意。如果一個系統並不被用於工作場合，其主觀滿意度會是特別重要的一個要素，例如應用程式、數位遊戲、互動性電子產品……等。對這些系統而言，它們的娛樂價值遠高於效率，使用者可能想花更多時間享受，而不是快速地將它使用完畢[38]。易用性高的產品應該要讓使用者感到滿意，讓他們願意再次使用。

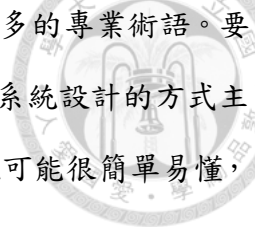
2.4.1 啟發式準則

前一小節已經說明了與易用性有關的 5 個面向：學習性、效率、記憶性、錯誤、滿意度。但是具體要怎麼做才能提高系統的易用性呢？Nielsen 於 2005 年，針對如何提高易用性發表了 10 項通用原則，又被稱作啟發式準則[39]：

1. 系統狀態可視化 (Visibility of system status)

系統應該要及時提供使用者適當的回饋與資訊，讓他們知道發生了什麼事。只有當使用者瞭解目前的系統狀態，他們才能清楚知道前一項互動產生了什麼結果，並且決定下一步要如何行動。

2. 符合現實世界慣例的系統界面 (Match between system and the real world)



系統應該要使用大眾熟悉的語言、文字、觀念，避免過多的專業術語。要遵循現實世界的慣例，用自然、符合邏輯的方式呈現資訊。系統設計的方式主要取決於使用者。某些概念、術語、圖示對特定領域的人來說可能很簡單易懂，但卻會讓不熟悉該領域的使用者感到困惑。

3. 使用者控制與自由 (User control and freedom)

操作系統時，使用者可能會不小心錯誤地執行了某項功能。系統要清楚標示「緊急出口」，讓使用者可以快速中止、脫離此功能，避免它被系統繼續執行。如果使用者可以輕易地撤銷或回復某個行動，他們會感到更自由、有自信。對系統有更多的控制度，讓使用者操作時比較不會感到有壓力。

4. 一致性與標準化 (Consistency and standards)

系統如果出現不同的詞語、狀態、功能，不應該讓使用者疑惑它們是不是代表同一件事。要遵循一般平台與產業的慣例。一致性分成兩類：內部一致性和外部一致性。遵循同類產品或單一產品內的慣例稱作內部一致性；遵循整體產業的慣例則稱作外部一致性。一致性若無法維持，會增加使用者的認知負荷，迫使他們花費額外精神學習新的事物。

5. 錯誤預防 (Error prevention)

錯誤訊息的呈現雖然很重要，但是如果系統一開始就可以避免問題產生，才是最好的設計。要防止系統產生錯誤，可以設置某些條件，讓系統預先幫使用者檢查。也可以在使用者執行某項行動之前提出警告，讓他們在系統執行前能夠再次確認。

6. 識別勝過記憶 (Recognition rather than recall)

將系統的各项功能、選項、元件可視化，便可以減少使用者的記憶負荷，讓使用者不用花費額外的心思。不要強迫使用者記憶介面上不同區域的資訊。選單項目或功能標籤這類的系統資訊應該要很顯著並且在適當的時候容易取得。應該要在不同的情境分別給予使用者幫助，而不是一開始就給使用者一



段長時間的教學示範。

7. 使用的效率與彈性 (Flexibility and efficiency of use)

系統應該要額外提供快捷鍵、觸碰手勢……等功能，讓有經驗的使用者在操作各項功能的時候提升效率。針對使用者經常使用的操作，也應該提供他們自訂快捷鍵的功能。讓操作的過程更有彈性，使用者才能夠挑選適合他們的操作方式。通常這類進階的功能對於初學者是不可見的，才不會一開始就提供過多資訊，讓剛接觸系統的使用者感到困惑。

8. 美觀與簡約的設計 (Aesthetic and minimalist design)

使用者介面要避免包含不相關或者很少被使用到的資訊。每一個額外的資訊都會與當前最相關資訊互相競爭，因此弱化了主要資訊的可見度。這一項準則並不代表系統一定要使用扁平化設計 (Flat design)，而是要確保系統的內容與視覺設計可以讓使用者專注在最重要的資訊上。

9. 幫助使用者識別、診斷、修復錯誤 (Help users recognize, diagnose, and recover from errors)

錯誤訊息要使用清楚的語言表達，而不是單純呈現錯誤代碼給使用者。要精確地指出問題，並且提供有建設性的解決方式。錯誤訊息要採用不同的視覺方式呈現，才能幫助使用者注意，並且識別這些錯誤訊息。常見的方式例如：粗體字、紅色字體、彈跳視窗……等。

10. 使用資訊與操作手冊 (Help and documentation)

如果系統不需要額外說明也能讓使用者順利操作，這才是最好的設計。但是即便如此，系統仍然有必要提供說明文檔幫助使用者了解如何完成各項任務。針對使用者的需求，說明文檔的內容要容易被搜尋。說明應該要簡潔，並且列出詳細的步驟。

上述 10 項普遍原則被認為可以用來提高系統、產品的易用性；然而，應用這些原則就一定可以讓使用者對這些系統或產品感到滿意嗎？要如何確定易用性真



的提高了呢？下一小節要介紹如何評估易用性。

2.4.2 易用性評估

易用性評估主要有兩種方式：使用者測試 (User testing) 與啟發式評估 (Heuristic analysis)。Tan (2009) 指出這兩種方式對於找出潛藏的易用性問題都有幫助，而且不論是在開發階段，或是已開發完成產品上線前，在這兩種階段進行易用性評估都相當重要[40]。

使用者測試主要基於使用者的經驗與評論，而且在測試進行時，受測者所處的環境通常具有特定的情節 (Scenario-based)。因此，使用者測試是針對已經存在的事物進行評估，而不是評估系統之後可能產生哪些問題。此外，受測者需要對操作體驗進行說明與評價，讓研究者藉此推論他們的行為與易用性之間的關聯性。這種形式也是使用者測試的一個優點，因為即便受測者完全不熟悉介面設計的原則也不影響測試進行。另一方面，啟發式評估則有賴於受測者對於使用者介面的知識。每一個受測者會針對啟發式準則分別進行檢測，待測試完成以後，受測者才會互相溝通、彙整意見。這個過程是為了確保評估的獨立與公正[41]。

Maguire (2018) 針對使用者測試、啟發式評估這兩種方法的有效性與效率進行實驗。實驗總共有 32 位受測者，兩種方法各 16 位。有四個項度被用來比較受測者的表現：辨識出的問題數量、問題的嚴重程度、問題的類型、花費的時間。結果顯示，啟發式評估能找出的問題數量比使用者測試多了 5 倍，是更有效的評估方式。然而，因為使用者測試的受測者並不需要瞭解系統與使用者介面的設計原則，他們反而能找出更多嚴重程度較高的問題，而且整體測試時間較快。這兩種測試方式有各自的優勢，而且應該被互補使用[42]。

易用性評估已經廣泛被應用於各種不同的平台。Alcaraz-Quiles (2018) 對西班牙地方政府的網站進行了透明度、可存取性、易用性的評估，研究顯示，政府網站對資訊的揭露，取決於民眾對於網站可存取性與易用性的感受[43]。Cho (2018)

在美國對醫療類應用程式進行易用性評估，並且強化了應用程式的內容、功能、介面，以符合使用者的需求[44]。Pal (2020) 則研究了 covid-19 疫情期間線上學習平台的知覺易用性。研究者選擇視訊會議軟體 Microsoft Teams 作為研究對象，研究顯示學習者對該軟體抱持正面評價。而且，一般認為智慧型手機與者筆記型電腦螢幕尺寸不同，平台不同會影響使用者的體驗。但是該研究的結果並沒有顯著差異，代表不同平台的易用性都有被軟體開發者納入考量[45]。

因為本研究開發的 CGM 是遊戲編輯器，以下介紹兩個與該領域相關的易用性研究。Hung (2015) 研究線上 AR 遊戲編輯器 TaleBlazer (如圖 2-5) 的易用性與可學習性。透過 TaleBlazer，使用者可以創造出 AR 遊戲，遊戲中會有一個與現實世界相對應的地圖，玩家可以在真實世界中行走並且與遊戲中的虛擬角色、物件互動。研究者改善了平台的介面與操作說明後，找了 10 位受測者進行使用者測試，結果顯示易用性與可學習性都有所提升[46]。

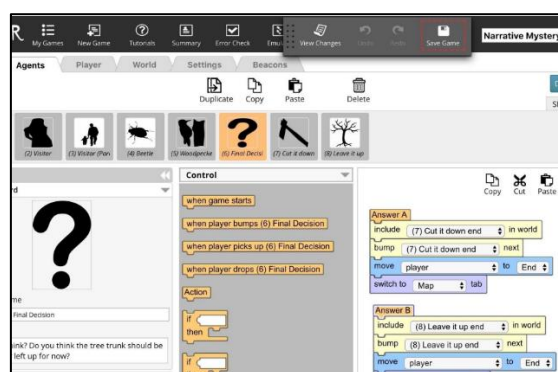


圖 2-5 TableBlazer

資料來源：<https://education.mit.edu/project/taleblazer/>

Mercan (2017) 針對遊戲引擎 Unity 進行了易用性測試。Unity (如圖 2-6) 是一個綜合開發環境，使用者可以透過 3D 物件、地形編輯器、音效、粒子……等系統調整各項屬性並且建立遊戲。研究者找了 7 位軟體開發者參與易用性測試，受測者要使用 Unity 進行 26 項任務，例如：增加「登入」與「遊戲」畫面、調整物件材質、在介面中添加文字與圖片……等。過程中，任務完成率與時間會被記錄下

來。研究顯示 Unity 初學者沒有辦法完成特定的任務，也需要花費更多的時間完成任務。此外，使用者介面也被認為太過擁擠、複雜[47]。

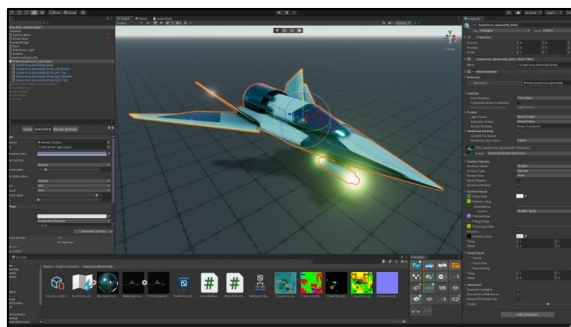



圖 2-6 Unity

資料來源：<https://unity.com/>

2.5 小結

本章節回顧了遊戲化、桌遊與遊戲式學習、數位桌遊的四種形式、易用性等四個部分的相關文獻。在遊戲化這一小節，探討了心流理論與遊戲設計元素。在桌遊與遊戲式學習中，本研究介紹了遊戲如何營造出適合學習的環境，桌遊如何被應用於教育現場。接著，也介紹了四種數位桌遊常見的形式，本研究開發的 CGM 屬於虛擬桌面這一種形式的數位桌遊。最後，易用性的部分則說明了易用性所涵蓋的 5 個項度、啟發式準則、易用性評估。

從這些相關文獻中，可以歸納出本研究的方向。為了讓桌遊達到學習成效，遊戲元素應該要依據學習內容來設計。因此，如果能提供遊戲設計者更多客製化的選項，就更有可能製作出涵蓋各種學科內容的桌遊。此外，一般「虛擬桌面」形式的數位桌遊不能安排流程，也不能設定規則。本研究也將對這兩個限制進行改善。藉由在 CGM 裡加入流程安排的功能，使用者可以在編輯模式中決定遊戲的流程，在遊玩模式下，系統便能相對應地提示玩家現階段應該要執行什麼動作。針對常見的遊戲機制，CGM 也加入了制訂規則的功能，讓系統可以協助判斷給分。改善了這類型的數位桌遊遊玩時的遊戲體驗。



為了提高 CGM 的易用性，在介面的設計上本研究將遵循啟發式準則。啟發式準則提到，要在介面上清楚呈現系統的功能，使用者才不用額外花費心思記憶。因此，在設計模式中，CGM 的介面主要分成三個部分，左半部是組成數位桌遊的各種元素，右半部是每一種元素的詳細設定，中間則是該元素的整體概要。各種元素都設定完成以後，便可以在介面上方將「設計模式」切換至「遊戲模式」開始遊玩。我們將在第 3 章詳細介紹系統的功能。

易用性評估主要有兩種方法：使用者測試、啟發式評估。因為後者要求受測者對介面設計原則有一定的認識，所以第 4 章的實驗設計主要採用使用者測試，本研究也會設計一些任務給受測者，藉此評估 CGM 的易用性。

第 3 章 卡牌桌遊編輯器——Card Games Maker

本章節首先介紹 CGM 的設計概念，接著說明介面設計與系統架構。3.1 節首先介紹 CGM 的設計概念，本研究期望 CGM 製作出來的數位卡牌桌遊，能解決「桌遊融入教學」在教育現場實施所面臨的問題。接著，3.2 節的的介面設計主要包含兩個部分：編輯模式、遊玩模式。使用者可以在編輯模式中，針對組成一款數位卡牌桌遊的各項元素進行客製，例如：新增卡牌、安排遊戲流程、設定勝利條件……等。設定完成以後可以切換至遊玩模式開始進行遊戲與測試。3.3 節的系統架構則分成前端與後端。前端的部分將說明如何使用 JavaScript 的函式庫 React 來實作使用者介面與各項功能。至於後端主要介紹 Firebase 此一後端服務平臺，包含 Firebase 的身分驗證與實時資料庫。

3.1 CGM 設計概念

CGM(如圖 3-1)是一個讓使用者可以製作、遊玩卡牌桌遊的桌遊編輯器系統。系統的使用者並不限於將桌遊應用於教學的教育者，任何對製作數位卡牌桌遊有興趣的人都可以使用。透過具備網際網路連線功能的裝置，例如家用電腦、筆電、平板……等，經由瀏覽器連上 CGM 平台便可開始使用本系統。系統主要分成兩種模式：編輯模式、遊玩模式。在編輯模式底下，我們把組成卡牌桌遊常見的遊戲元素，解構成系統裡的各項功能設定，例如牌組、流程、規則、勝利條件……等。使用者可以針對這些遊戲元素進行設定，逐步設計出卡牌類桌遊。在編輯各種遊戲元素的時候，使用者會在介面中看到簡易的概要與預覽，也可以直接切換到遊玩模式進行初步的測試。

使用者在編輯遊戲的時候，可以把學習內容轉化成遊戲元素。比方說，把歷史人物，動植物，或者是化學元素等學習內容製作成卡牌。並且進一步把卡牌分組，例如同一個朝代的歷史人物分成同一組、同一族的化學元素分成同一組。之後，對

這些組別進行規則設定，便可以製作出「收集成套」此一機制的卡牌類桌遊。玩家在遊玩的時候，便會頻繁接觸到這些特別需要記憶、整理、歸納的學習知識。使用者也可以設計其他機制的卡牌桌遊，並且透過題組設定，直接在遊戲中加入特定學習內容的題目，讓玩家進行作答。給予遊戲過程明確的學習行為，藉此提高學習成效。



圖 3-1 Card Games Maker

各項遊戲元素都設定完成之後，使用者便可以切換到遊玩模式，開始遊玩設計好的桌遊。遊戲會依照設定好的流程，在不同的回合指示玩家應該執行的行動，例如發牌、出牌、移動卡牌、擲骰……等。系統也可以依照設定好的規則，判斷玩家是否給出相對應的卡牌來決定玩家得到的分數。先前的章節提過，遊玩桌遊的過程營造了良好的學習環境，因為遊玩的時候玩家會互相討論、觀察，彼此學習，並且調整、反思自己的行為與策略。因此，透過 CGM，不僅可以製作出涵蓋各種不同學習內容的卡牌桌遊，玩家也可以透過遊戲過程中的互動，學習新的概念與知識。

3.2 介面設計

一進入 CGM，使用者可以在系統介面的最上方看到導航欄 (Navigation bar)，主要目的是讓使用者可以快速瞭解系統的功能與配置。導航欄最右邊有四個按鈕：「編輯」、「遊玩」、「登入」、「i」(如圖 3-2)，點擊這些按鈕，主畫面會分別切換至「編輯模式」、「遊玩模式」、「登入頁面」、「操作說明」。



圖 3-2 導航欄



在登入頁面(如圖 3-3)中,使用者可以創立帳號,輸入帳號、密碼進行登入。也可以點擊 Google 的圖示,透過後端服務平台 Firebase 連結 Google 帳號直接登入。要特別說明的是,CGM 並沒有要求使用者一定要註冊、登入。就算沒有登入帳號,使用者仍然可以透過 CGM 設計桌遊並且遊玩。然而,只有在登入狀態下,使用者進行的遊戲設定才會傳送到資料庫中被保存下來。

點擊「i」圖示主畫面會切換至操作說明(如圖 3-4),使用者不管在任何模式都可以透過導航欄點擊圖示查看。

帳號:

密碼:



圖 3-3 登入頁面



圖 3-4 操作說明

3.2.1 編輯模式

在編輯模式下，介面主要分成左、右、中 3 個部分（如圖 3-5）。左側是功能列表，這些功能是組成一個數位卡牌桌遊的各種元素。點擊左側列表的其中一項功能，畫面的右側與中間這兩部分會相對應地切換。右側是該功能的詳細設定，使用者可以針對各個項目進行調整，客製出自己的卡牌桌遊。介面的中間則會顯示出目前該功能的概要。

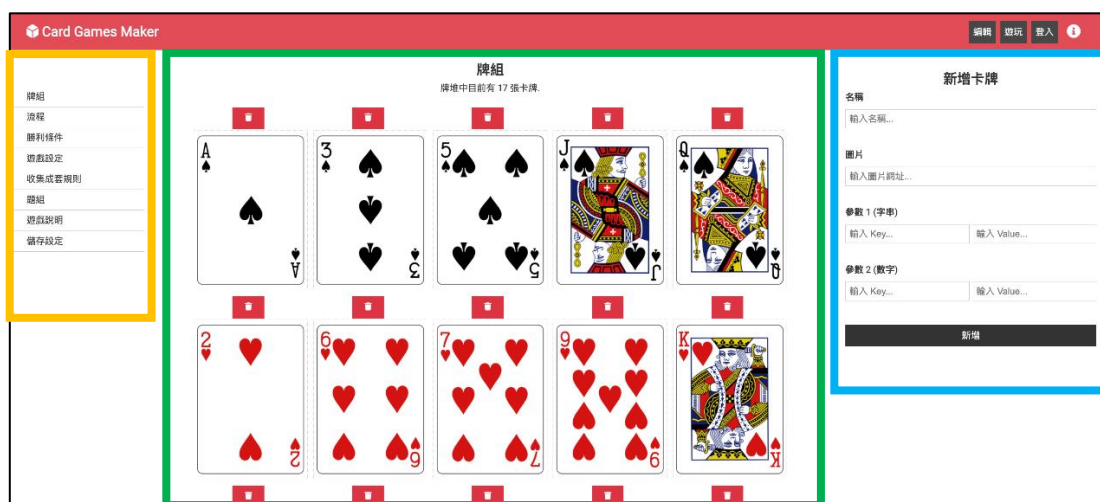


圖 3-5 編輯模式



左側功能列表一共有 8 個項目：牌組、流程、勝利條件、遊戲設定、收集成套規則、題組、遊戲說明、儲存設定。以下我們將針對這 8 個項目進行說明。

1. 牌組

此功能用於建立遊戲的牌組。在介面右側，使用者可以輸入卡牌的名稱，上傳圖片，建立一張新的卡牌（如圖 3-6）。此外，每一張卡牌可以設定兩組參數，每一組參數都是由鍵（Key）與值（Value）成對組成。鍵是該參數的名稱，值則是參數代表的數值。第一組參數的值，格式是字串，第二組的值則會轉成數字。設定參數是為了讓系統可以辨別出特定卡牌。如果系統可以辨別卡牌，才能在遊玩模式下，透過使用者設定好的規則自動判斷給分。舉例來說，要讓一張卡牌成為撲克牌的「紅心 7」，該卡牌第一組參數的鍵值可以分別輸入「suit」、「heart」，並且在第二組參數輸入「rank」、「7」。如此一來，系統就能瞭解該卡牌的花色是紅心，階級是 7，之後便可進行規則的判斷。

新增卡牌

名稱

圖片

參數 1 (字串)

參數 2 (數字)

圖 3-6 新增卡牌

介面中央會顯示目前牌組的概要（如圖 3-7）。上方會統計牌組中整體卡牌的數量，並且依次顯示每一張卡牌。如果要修改卡牌的數值，只要點擊該卡牌的牌面，便可以在介面右側重新設定。如果要刪除卡牌，則要點擊該卡牌上方的紅色按鈕，系統會跳出警告（如圖 3-8）確認使用者是否要刪除，點擊確定便會移除卡牌。



圖 3-7 牌組概要



圖 3-8 卡牌刪除警告

2. 流程

使用者可以設定遊戲的流程。流程的類型有發牌（如圖 3-9）、擲骰、倒數、移動卡牌……。在介面右側的發牌項目底下，可以設定每一回合發牌的數量，也可以選擇發牌時是否要自動清空上一回合的手牌。在倒數這個項目底下，則可以設定秒數。流程設定完成以後，在遊玩模式中，系統會提示玩家當前回



合應該執行什麼行動，並且顯示相對應的元件。

新增流程

選擇類型
發牌

發牌數量
5

發牌前清空手牌
是

新增

圖 3-9 新增流程

介面的中央會顯示目前建立的流程概要(如圖 3-10)。上方會統計遊戲流程的數量，並且從上而下依次列出設定好的遊戲流程。點擊其中一個流程，可以在介面右側重新進行設定，點擊旁邊的紅色按鈕則可以移除該流程。

流程

目前遊戲流程共有 5 個階段。

類型: 倒數 時間: 5 秒	✕
類型: 擲骰	✕
類型: 發牌 數量: 5 清空手牌: 是	✕
類型: 發牌 數量: 5 清空手牌: 是	✕
類型: 發牌 數量: 5 清空手牌: 是	✕

圖 3-10 流程概要



3. 勝利條件

使用者可以設定遊戲勝利的條件。介面右側有四個項目可以調整（如圖 3-11）。第一項是玩家的起始分數，預設的起始分數是 0。因為起始分數可以自由設定成任意正、負數，所以使用者需要調整第二與第三個項目，告訴系統當玩家的分數「高於」或「低於」某一特定分數時，便達成勝利條件。最後一個可以客製的項目是遊戲獲勝時系統介面會展示的勝利訊息。

設定勝利條件

起始分數
0

勝利條件
高於...

當分數高於...時勝利
100

勝利訊息
You win!!!!

確認

圖 3-11 設定勝利條件

點擊確認以後，介面中間會顯示設定好的勝利條件概要（如圖 3-12）。如果使用者沒有輸入最後一項勝利訊息，系統會根據勝利條件是「高於」或「低於」某一特定分數，顯示預設的勝利訊息。



勝利條件

起始分數: 0

當分數高於 100時獲勝

勝利訊息: You win!!!!

圖 3-12 勝利條件概要

4. 遊戲設定

使用者可以在此切換不同的遊戲設定並且決定遊戲人數。使用者設定完牌組、流程、勝利條件、遊戲說明……等功能以後可以儲存遊戲設定，儲存以後可以在第一個項目「遊戲模式」中切換不同的遊戲設定（如圖 3-13）。除此之外，使用者也可以設定玩家人數。一般來說，桌遊的遊玩人數是 4 至 6 人，但是測試時可能不需要這麼多玩家，所以為了方便測試，玩家人數可設為 1 至 6 人。

遊戲設定

遊戲模式

元素週期表範例 ▾

玩家人數

2 ▾

確認

圖 3-13 遊戲設定

設定完成以後，介面中央也會顯示簡易的遊戲設定概要（如圖 3-14）。

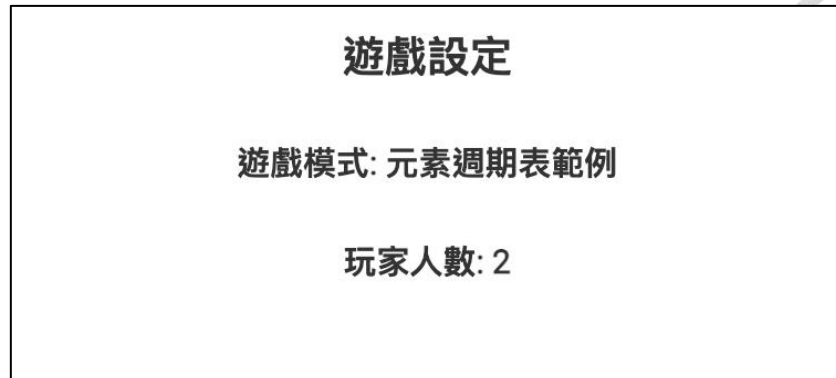


圖 3-14 遊戲設定概要

5. 收集成套規則

使用者在新增卡牌的時候，如果有設定參數，便可以在此對常見的卡牌遊戲機制「收集成套」進行規則設定。

介面右側會列出新增規則的細節。舉例來說，使用者如果想要設定撲克牌中的 Three of a kind（三條）——三張牌有同樣的數字（如圖 3-15）。首先，需要選擇此規則的判定主要基於卡牌參數中的哪一組鍵值。因為 Three of a kind 是指這一組卡牌有相同的數字，所以要選擇代表數字的「rank」。接著，這一組卡牌要有 3 張，所以卡牌數量要選擇「3」。卡牌數量決定好以後，使用者需要進一步設定這 3 張卡牌的資訊。只要把這三張卡牌的「組別」都設成「1」，「類型」都設定為「value 相同」，系統就會判斷這 3 張牌是否有相同的數字（rank）。

為什麼要設定每一張卡牌的組別呢？我們以撲克牌中的 Full house(葫蘆) 為例。Full house 要求 5 張卡牌中，有 3 張是相同的數字，另外兩張則要同屬另一個數字，例如，「6、6、6、K、K」。因此，我們要告訴系統，這 5 張牌中，有 3 張是一組的，其餘 2 張則是另外一組。設定的方式，便是將其中 3 張卡牌的組別都設為第「1」組，另外 2 張卡牌都設為第「2」組。系統在進行規則判斷時，便會確認是否符合 Full house 的規定（如圖 3-16）。



新增規則

選擇目標的key

rank

該組的卡牌數量

3

卡牌 1

組別: 1

類型: value相同

卡牌 2

組別: 1

類型: value相同

卡牌 3

組別: 1

類型: value相同

分數

15

新增

圖 3-15 Three of a kind 規則設定



新增規則

選擇目標的key

rank

該組的卡牌數量

5

卡牌 1

組別: 1

類型: value相同

卡牌 2

組別: 1

類型: value相同

卡牌 3

組別: 1

類型: value相同

卡牌 4

組別: 2

類型: value相同

卡牌 5

組別: 2

類型: value相同

分數

30

新增

圖 3-16 Full house 規則設定

除了「value 相同」之外，也可以設定為「特定 value」或「遞增 value」，讓系統判定該組卡牌是否存在特定的值，或者是否為連續的數字。最後一個需要設定的部分則是達成此規則時得到的分數，系統在判斷分數的時候，會自動從分數最高的規則開始給分。設定完成以後，介面的中央會顯示規則概要（如圖 3-17），上方會統計目前一共有幾條規則，並且依照設定的先後次序列出各組規則設定。



圖 3-17 規則概要

6. 題組

先前的章節曾經提過，一款遊戲要能達到學習成效，設計遊戲的時候，應該將學習內容作為主要考量。然而，並不是每一種學習內容都能夠輕易融入桌遊，成為遊戲機制的一部分。為了解決這個問題，使用者可以在 CGM 中設定題組（如圖 3-18），將較難轉化成遊戲機制的學習內容，直接以題目的方式呈現。讓玩家在遊戲的過程中，能夠回答涵蓋學習內容的題目，產生更明確的學習歷程。

新增題目的時候，要先選擇題型：單選題、多重選擇題、填充題。使用者需要輸入題目敘述，選項內容，與正確答案。題型若為單選題或多重選擇題，可以設定選項是否要隨機呈現，避免玩家單純從選項的位置找出正確答案。



新增問題

題型

單選題 ▼

題目描述

輸入題目描述...

選項 1

輸入選項 1...

選項 2

輸入選項 2...

選項 3

輸入選項 3...

選項 4

輸入選項 4...

選擇正確答案

1 ▼

亂數選項

是 ▼

新增

圖 3-18 新增問題

題目設定完成以後，介面的中央會顯示題組概要（如圖 3-19）。畫面上方會指出目前設定完成的題目數量，並且依次呈現每一道題目。題目若為單選題或多重選擇題，正確的選項會以綠底呈現，讓使用者能清楚看出設定的答案是否正確。此外，點擊題目便可以在右側重新修改該題目的內容。點擊題目旁的紅色按鈕可以移除該題目，系統同樣會跳出警告，確認使用者是否真的要刪除。

為了在預覽畫面中明確顯示四個選項的順序，即使在右側題目設定的時候選擇亂數呈現選項，在此編輯模式中，選項也會依照順序而不會隨機呈現；只有在遊玩模式，被設為亂數的選項才會隨機出現。

The screenshot shows a 'Question Bank' (題組) interface. At the top, it says '目前遊戲一共有 15 道題目.' (The current game has 15 questions in total). Below this, there are three question cards, each with a red 'X' button on the right side for deletion. The first question is '「氫」的原子序為?' (Atomic number of Hydrogen?). The options are 1, 2, 3, and 4. Option 1 is highlighted in green. The second question is '「金」的原子符號為?' (Atomic symbol of Gold?). The options are Cu, He, Au, and Ag. Option Au is highlighted in green. The third question is '「Ar」屬於哪一類?' (Which category does Ar belong to?).

圖 3-19 題組概要



7. 遊戲說明

使用者也可以在編輯模式中，為自己設計的桌遊設置遊戲說明。點擊「遊戲說明」，在介面右側便可以進行相關的設定（如圖 3-20）。使用者可以透過遊戲說明，告訴玩家遊戲的流程與規則，也可以將學習目標顯示出來，讓玩家更容易將遊戲過程與學習內容連結起來。在介面中央，則會出現預覽畫面，顯示設定完成的遊戲說明（如圖 3-21）。

新增遊戲說明

圖片

新增

圖 3-20 新增遊戲說明

遊戲說明

Periodic Table of the Elements

依照元素週期表收集同類的元素，出牌便可得分。

確認

圖 3-21 遊戲說明概要



8. 儲存設定

遊戲要素都設定完成以後，點擊左側的「儲存設定」就可以把牌組、流程、規則、遊戲說明……等設定儲存起來。為了防止使用者不小心點擊儲存而產生非預期的結果，點擊「儲存設定」後，系統會跳出警告，再次確認使用者是否要進行儲存（如圖 3-22）。



圖 3-22 遊戲設定儲存警告

3.2.2 遊玩模式

遊戲設定完成以後，點擊上方導航欄中的「遊玩」按鈕便可以從編輯模式切換至遊玩模式，開始進行遊戲與測試。在遊玩模式下，遊戲介面主要可以分成左、右兩部分（如圖 3-23）。左側主要模擬遊戲進行時的遊玩桌面與玩家的手牌，右側則是本場遊戲的主要資訊與功能按鈕。

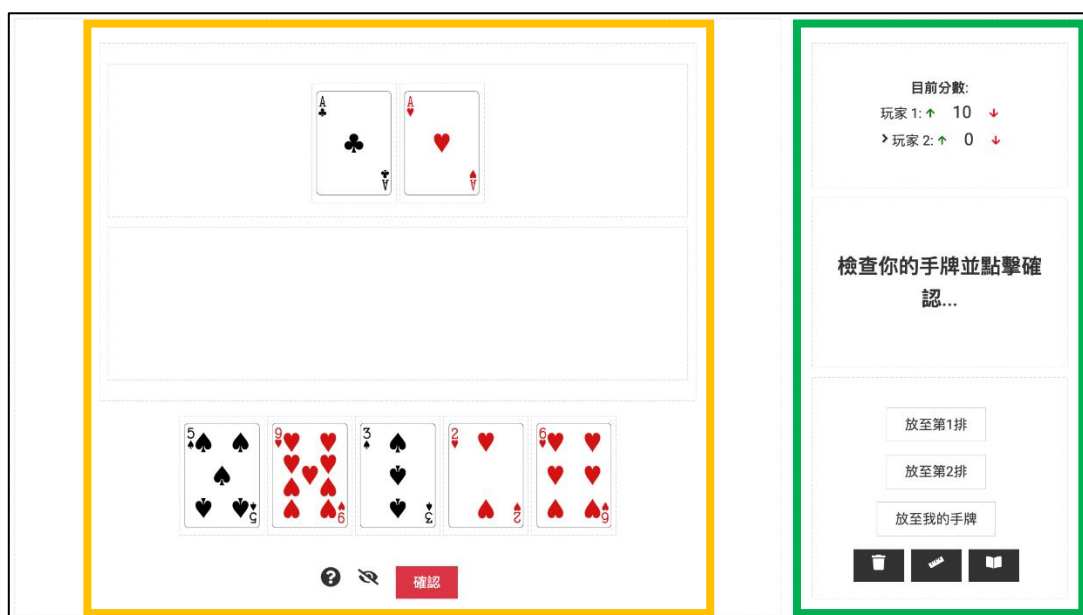


圖 3-23 遊玩模式

在介面左側，除了顯示了遊玩桌面與玩家手牌，下方還有額外的圖示與按鈕（如圖 3-24），由左而右分別代表以下功能：



圖 3-24 手牌下方的圖示與按鈕

1. 顯示遊戲說明

點擊「問號」圖示會顯示遊戲說明。遊戲說明並不是 CGM 系統的使用說明，而是使用者在編輯模式中，為這款遊戲所新增的遊戲說明，目的是讓玩家瞭解遊戲的規則、流程、學習目標……等。

2. 隱藏／顯示手牌

點擊「眼睛」圖示可以隱藏或顯示玩家的手牌（如圖 3-25）。玩家的手牌預設是顯示的狀態。然而，有些遊戲機制例如卡牌遊戲「抽鬼牌」，不希望透露玩家的手牌，玩家便可以點擊此圖示切換卡牌的顯示狀態。

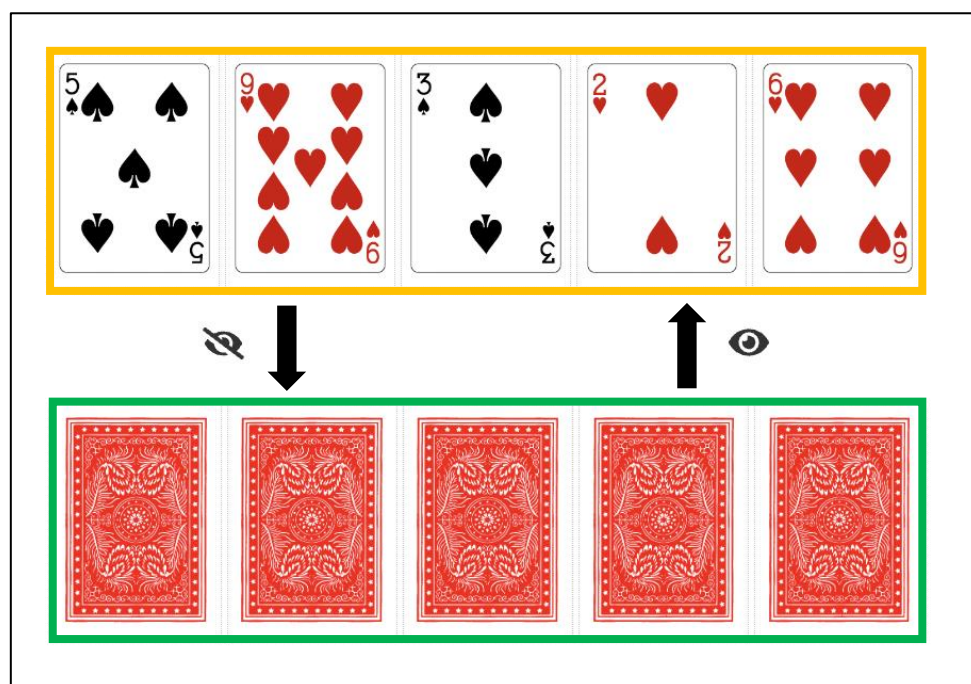


圖 3-25 隱藏／顯示手牌



3. 結束回合

點擊紅色的「確認」按鈕會結束本回合，進入下一階段的流程。

4. 切換至下一位玩家

點擊紅色的「箭頭」圖示會切換至下一位玩家。

至於介面右側，則顯示了本場遊戲的主要資訊與功能按鈕，由上而下依序為：

1. 記分板

記分板除了顯示玩家分數外，也會提示目前輪到哪一位玩家行動（如圖 3-26）。分數的增減，除了讓系統依據規則自動判斷給分外，如果遊戲採用了額外的機制加減分數，玩家也可以手動點擊箭頭上下調整。一旦玩家的分數滿足遊戲勝利條件，在編輯模式下所設定的勝利訊息便會跳出（如圖 3-27）。點擊勝利訊息下方的「重新開始」按鈕便可重啟新一輪的遊戲。



圖 3-26 記分板

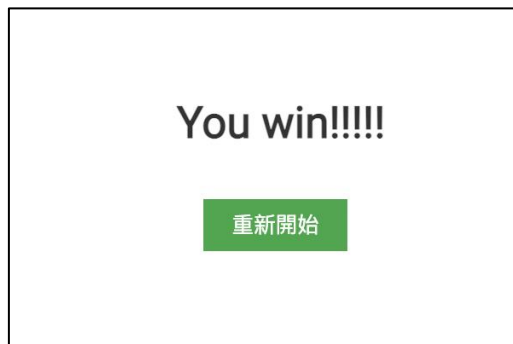


圖 3-27 勝利訊息



2. 流程提示

在記分板的下方，系統會提示玩家本回合應該要執行什麼行動（如圖 3-28）。在第二章介紹數位桌遊的形式中，有提到虛擬桌面這一類的數位桌遊並不會讓使用者編輯流程。這類的桌遊預設每一位玩家都瞭解遊戲應如何進行，並且讓玩家可以任意行動。雖然給予玩家更大的自由度，但也因為玩家可以隨意擲骰、移動卡牌，如果玩家不熟悉遊戲流程，可能會影響遊戲進行的流暢性。

為了改善這個問題，在 CGM 中，使用者可以在編輯模式設定遊戲流程，讓系統提示玩家應該執行的行動。只有當使用者設置了相對應的流程，在遊玩模式中，流程提示這個區塊才會切換，顯示出擲骰、計時器……等功能讓玩家使用（如圖 3-29）。

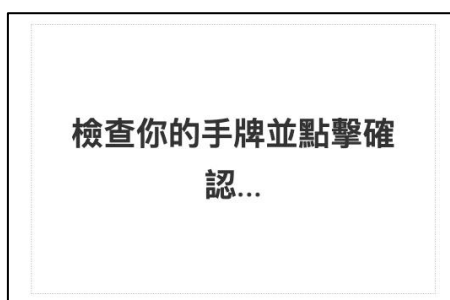


圖 3-28 流程提示



圖 3-29 擲骰與倒數



3. 功能按鈕

介面右側最下方是遊戲的功能按鈕（如圖 3-30）。先點選想移動的卡牌，再點擊白色的按鈕，便可以將卡牌分別移動至遊戲桌面與玩家手牌。下方三個黑色的按鈕分別有不同的功能，點擊左方「垃圾桶」按鈕可以將指定的卡牌丟棄。點擊中間的「尺」按鈕系統便會依據「收集成套」規則自動判斷分數。點擊右方的「書本」按鈕，則會顯示題組中的題目。系統會從題組中隨機挑出一題，題目如果為選擇題，選項會根據編輯模式中的設置，按照順序或者亂數呈現。答對問題玩家便會獲得獎勵，可以得到額外的卡牌，提高獲勝的機率。正確的選項會呈現綠色，錯誤的選項則呈現紅色（如圖 3-31）。



圖 3-30 功能按鈕



圖 3-31 題組中的題目



3.3 系統架構

瞭解 CGM 的介面與功能以後，本章節將介紹系統的架構。系統架構分成前端與後端。前端 (Front-end) 又稱作客戶端 (Client-side)，包含了系統的介面、使用者與介面之間的互動。後端 (Back-end) 也稱作伺服器端 (Server-side)，負責資料的儲存與傳輸，與伺服器、資料庫有關。前端與後端則透過應用程式介面 (Application programming interface，簡稱 API) 互相溝通，通常用來處理 HTTP 傳輸協定中的請求與回應 (如圖 3-32)。

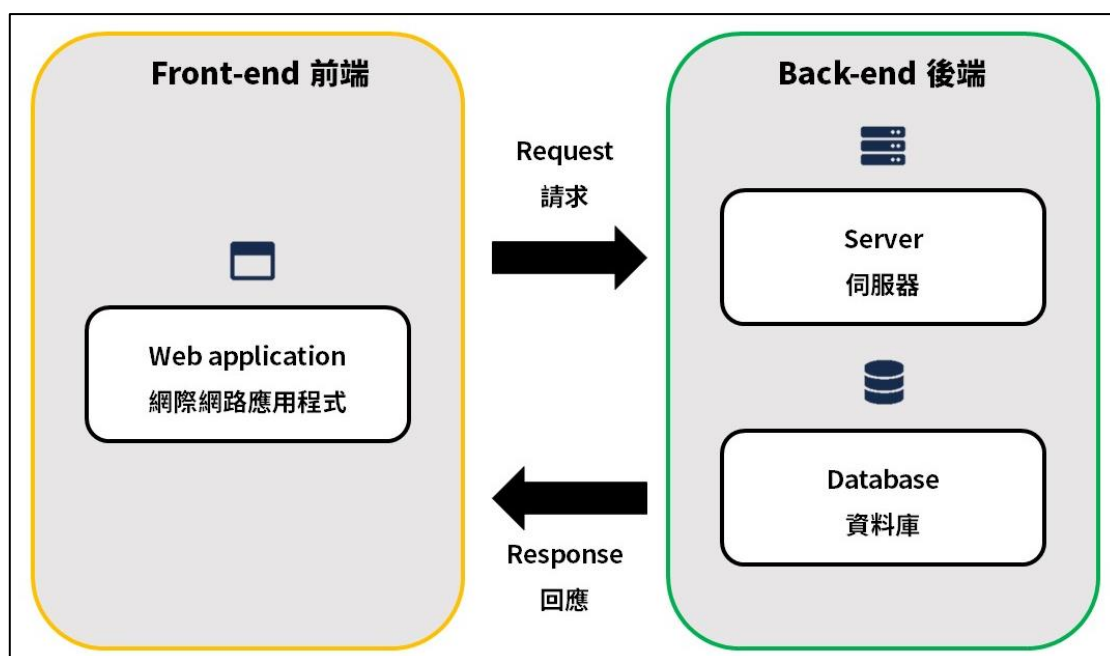


圖 3-32 前端與後端溝通

以 CGM 為例，如果使用者想要新增卡牌，他需要在編輯模式中輸入資料，並且按下新增按鈕，相對應的卡牌便會出現並且加進牌組中。按下按鈕、產生相對應的元件，這類使用者與介面之間的互動，就是「前端」的範疇。至於使用者登入帳號，從資料庫中讀取之前設定好的遊戲資料，在編輯模式中按下儲存遊戲，將資料傳輸到資料庫，這些則是「後端」負責處理。藉由 Firebase 提供的 API，前端與後端便可以相互溝通，進行身分認證與資料傳輸。



3.3.1 前端架構

本系統的前端使用了 HTML、CSS、JavaScript 等程式語言進行開發。HTML 用來描述網站的架構。藉著使用不同的標籤將網站結構化、建立網站的外觀。常見的標籤有圖片、區塊、按鈕、段落、標題……等。當瀏覽器接收到伺服器傳來的 HTML 文件，便可以依據文件中的標籤呈現網頁。CSS 則是用來修飾 HTML 各個元素的樣式，例如大小、顏色、位置、間距……，讓網頁版面更美觀、資訊顯示更清楚。JavaScript 則為網頁提供了互動的功能。透過 JavaScript，開發者可以更容易地操作 HTML 的標籤，例如點擊按鈕以後產生不同的回應、建立函式 (Function) 讓元件隨機出現……。

本研究主要使用 React 來實現前端的各項功能。React 是 Meta 公司 (前身為 Facebook) 開發的 JavaScript 函式庫。React 的特色是元件式開發，主要的核心概念是狀態 (State) 與元件 (Component)。元件是一個可以被重複使用的單位，這個單位內部有一些特定參數以狀態的形式存在。舉例來說，在 CGM 遊戲模式中的記分板是一個元件，記分板中會顯示玩家的分數，而且分數在系統中以狀態的形式儲存下來。為什麼要特別使用狀態，而不直接用一般的參數？主要是為了讓頁面更新更有效率。早期的網頁內容如果資料發生變動，為了重新呈現這一部分資料，往往需要更新整個頁面。React 則改善了這個情況，當狀態改變，只有包含了這個狀態的元件會更新，不需要重新讀取整個頁面，因此提升了整體的效率。

CGM 的前端架構可以分成 3 個部分：版面佈局、元件、共享資料。

1. 版面佈局 (Layout)

版面佈局是系統介面的主要架構。要提高系統的易用性，其中一個方法就是讓介面的佈局保持一致性，讓使用者可以直覺地操作，不需要額外花心思記憶系統中各項功能的配置。CGM 依照這個準則設計整體介面的佈局，介面最上方始終顯示著導航欄，讓使用者切換編輯與遊玩模式。編輯模式的主要介面



分成左、中、右三部分，分別顯示功能列表、概要、細節設定。遊玩模式的介面則分成左、右兩部分，分別呈現遊玩桌面與遊戲資訊。

2. 元件 (Components)

介面中的每一個單位都是一個元件。元件可以包含 HTML 的標籤、狀態、參數、函式。元件也可以包含許多更小的元件，比方說，牌組概要是一個大元件，每新增一張卡牌，這個大元件內部就會出現一個單位元件。每一個單位元件又由「卡牌」與「移除按鈕」這兩個更小的元件組合而成（如圖 3-33）。



圖 3-33 元件架構

以編輯模式中的新增卡牌為例，當使用者設定好卡牌圖片、名稱、參數，按下新增卡牌的按鈕之後，系統會幫這張卡牌產生一組獨特的 ID，並將這些資料打包成一個物件 (Object) 加進牌組的陣列 (Array) 中。因此，陣列中的每一個元素 (Element) 都是一個物件，代表一張卡牌。因為卡牌會經常被操作，而且必須顯示在介面上，所以牌組陣列會以狀態的形式儲存，方便介面更新元件。這個物件能夠以卡牌的外觀呈現在介面上，是因為每一個卡牌都是一

個元件，而且該元件會讀取物件資料，將設定好的圖片用 HTML 標籤顯示出來，成為使用者實際看到的卡牌。

若以遊玩模式的規則判定為例，當玩家按下「規則判定」的按鈕，系統會依據規則，判斷桌面上的卡牌自動給分。該按鈕則是一個包含了規則判定函式的元件。每一次點擊這個按鈕，系統便會呼叫函式，函式會統計桌面上卡牌的參數，同時讀取規則，進行分數判定。如果判定給分，函式便會改變玩家的分數。由於分數是一種狀態，狀態一旦改變，有使用到分數的元件都會更新。因此，記分板就會顯示更新過後的分數。

3. 共享資料 (Context)

共享資料指的是全域狀態 (Global state)。一般來說，狀態都被存放在元件底下。但是不同的元件可能需要用到同一個狀態，這個時候，狀態必須從一個元件傳遞給另一個元件。如果元件之間有複雜的階層關係，狀態傳遞會因此變得困難。為了解決這個問題，經常被傳遞的狀態可以用共享資料的形式儲存，需要用到的元件就能夠統一透過 React 的 Context API，直接引入該狀態。因為牌組資訊、選定的卡牌、當前分數、卡牌移動函式……都經常被使用到，它們在 CGM 中以共享資料的形式儲存，以加速頁面更新速度。



圖 3-34 CGM 前端架構



3.3.2 後端架構

本系統的後端主要使用了 Firebase 的身分驗證 (Authentication) 與即時資料庫 (Cloud Firestore) 這兩項服務。Firebase 是 2011 年創立的新創公司，於 2014 年被 Google 收購。它的主要產品是雲端開發平台，提供許多服務協助開發者快速建立後端，讓開發者不需要自己架伺服器、寫 API，能夠專注在產品開發本身。以下分別介紹身分驗證與即時資料庫。

1. 身分驗證

在 CGM 中，使用者必須要登入帳號，才能儲存、讀取設定好的遊戲資料。使用者可以透過密碼或者 Google 帳號進行身分認證，這兩項功能都是透過 Firebase 提供的 API 來實現。

要使用密碼登入，使用者要先創立帳號，需要輸入密碼和電子郵件地址作為帳號 ID。創立成功後，帳號會被加至 Firebase 控制台的使用者列表中，開發者便可以從 Firebase 控制台管理帳號 (如圖 3-35)，CGM 也會同時把這筆使用者資料加入資料庫。使用者登入時，如果電子郵件地址與密碼輸入正確，Firebase 便會核發憑證 (Credential)，CGM 就可以藉著憑證儲存、讀取資料庫中屬於該使用者的資料。若使用 Google 帳號登入，Google 則會提供令牌 (OAuth) 作為身分認證的憑證。

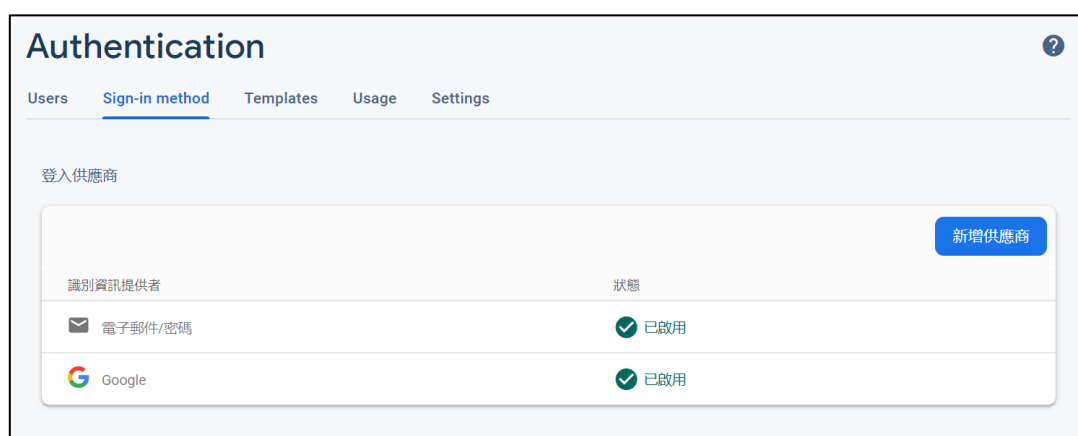


圖 3-35 身分認證登入方法



2. 即時資料庫

本系統使用的 Cloud Firestore 是 NoSQL 資料庫。資料庫主要分成兩種：SQL 與 NoSQL。SQL 資料庫把資料儲存在由欄與列構成的儲存格，透過結構化查詢語言（Structured Query Language，簡稱 SQL）來進行資料的查詢與存取。NoSQL 資料庫則與 SQL 資料庫不同，它本身就是一個巨大的 JSON（JavaScript Object Notation）結構，沒有固定的欄位設定，儲存的資料可以是字串、數字、陣列、物件……。因此，NoSQL 資料庫的資料儲存更靈活，更容易擴充。

使用者在 CGM 中新增的卡牌、規則、流程都會用物件的形式儲存起來，並且放置在相對應的陣列中。不管是物件還是陣列，都可以直接儲存在 NoSQL 資料庫，不需要額外轉換形式。只要通過 Firebase 的身分驗證，系統便可以透過 API 儲存、讀取資料庫中的遊戲設定。

第 4 章 實驗設計與分析



每一項數位產品或服務上市前都會進行易用性評估，確保使用者不會遇到困難，並且能夠達成預期的目標。因此，系統開發完成後也進行了實驗，以驗證桌遊編輯器 CGM 是否能夠幫助卡牌桌遊的設計。首先，本研究利用 CGM 重製市面上的卡牌桌遊，確保系統的編輯與遊玩模式皆可如期運作。接著，才正式進行使用者測試，本實驗找了 26 位有桌遊設計經驗的同學參與。實驗中，參與者要使用 CGM 在事先建立好的遊戲範本中完成 15 項任務，這些任務與系統各項功能的操作有關。完成以後，參與者會接受問卷調查與訪談，本研究會藉此分析系統的易用性。除此之外，本研究也訪問了一位高中教師，請他從「應用於實際教育現場」的角度對 CGM 提出建議與回饋，提供除了易用性之外，系統應該改進的方向。

4.1 卡牌桌遊重製

在實驗參與者進行使用者測試之前，本研究事先透過 CGM 重製市面上兩款卡牌桌遊，以確保 CGM 可以達成預期的目標。這兩款桌遊為「說書人」與「得分沙拉」。以下將說明如何使用 CGM 重製此兩款桌遊，進行牌組、流程、規則的設定。

1. 說書人

說書人遊戲機制的核心是說故事。每一回合，每位玩家要出一張卡牌，大家輪流依據自己卡牌上的圖片說故事，讓其他玩家猜是哪一張牌。故事不能說得太清楚，讓所有人都猜對；也不能太模糊，導致完全沒人猜出來。要使用 CGM 重製這款桌遊，首先要在牌組功能中加入卡牌（如圖 4-1），並且在流程設定中新增流程。每一回合，遊戲是由「發牌、出牌、洗牌、討論與投票」組成。因此，只要依序設置便可以完成流程設定（如圖 4-2）。最後，設置好勝利條件與遊戲說明之後，便可以切換至遊玩模式進行遊戲（如圖 4-3）。

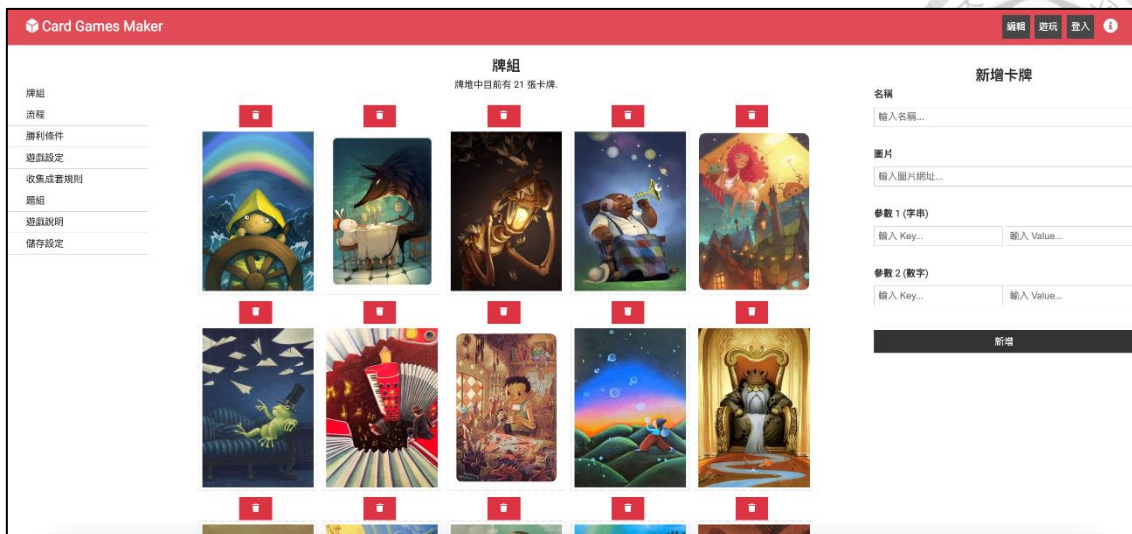


圖 4-1 說書人牌組設定



圖 4-2 說書人流程設定

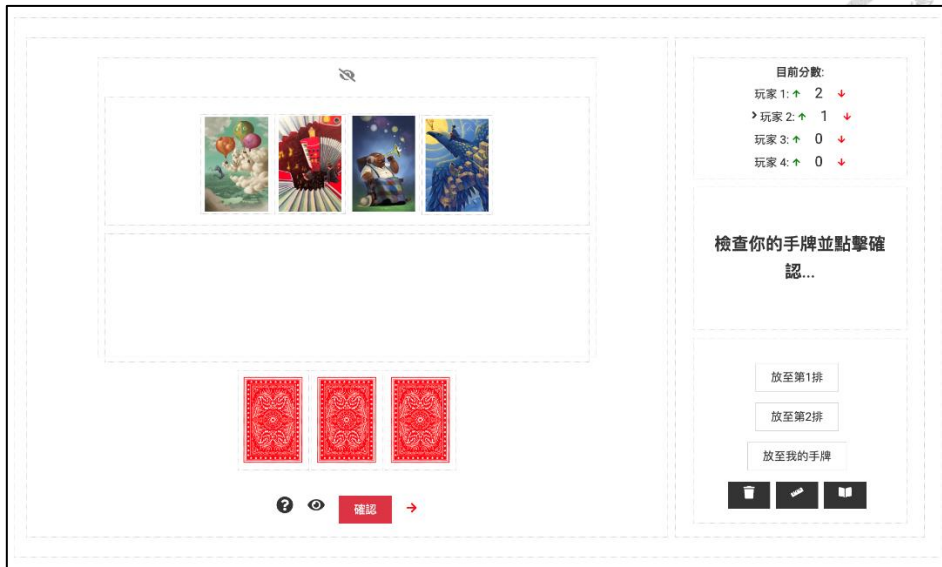


圖 4-3 說書人遊玩畫面

2. 得分沙拉

得分沙拉的主要遊戲機制為「收集成套」，玩家要依照遊戲的食譜收集食材，不同的食材組合有不一樣的分數。玩家要一邊阻止其他玩家得分，一邊收集理想的食材。重製此款遊戲時，因為 CGM 可以針對「收集成套」此一機制進行規則判定，所以新增卡牌的時候，要在卡牌的參數中設置食材的種類，讓系統能區分每一張卡牌代表的食材。例如，代表「番茄」的卡牌，參數設定中的 key 設為「type」，value 設為「tomato」（如圖 4-4）。

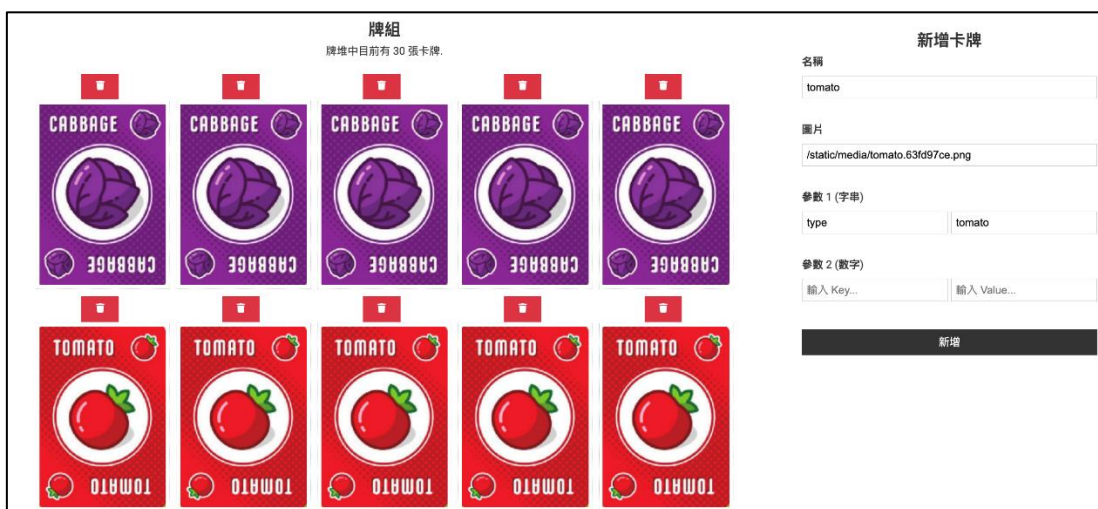


圖 4-4 得分沙拉牌組設定

牌組設定完成以後便可以進行規則設定。以圖 4-5 的規則設定為例，若玩家收集紅蘿蔔、番茄、生菜等三種食材各一個，便可以得到 8 分。要把這條規則設定在 CGM 中，便要將卡牌的數量設定為 3。將類型都選為「特定 value」後，輸入代表這三種食材的「carrot、tomato、lettuce」，並且將分數設為 8 分，此規則即設定完成。將所有規則、流程、勝利條件都設定完成以後，便可以切換至遊玩模式進行遊戲（如圖 4-6）。



新增規則

選擇目標的key
type

該組的卡牌數量
3

卡牌 1
組別: 1
類型: 特定value
carrot

卡牌 2
組別: 1
類型: 特定value
tomato

卡牌 3
組別: 1
類型: 特定value
lettuce

分數
8

新增

圖 4-5 得分沙拉規則設定

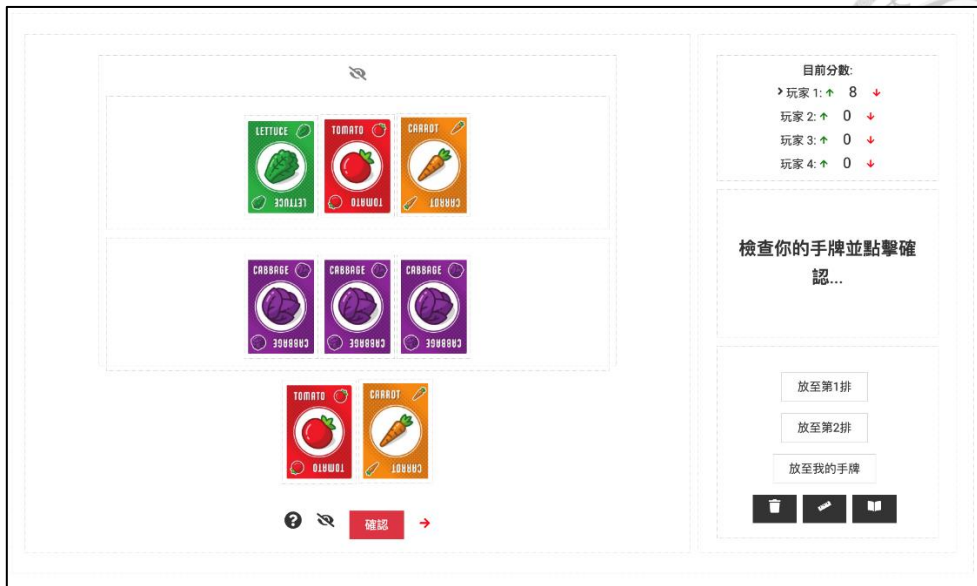


圖 4-6 得分沙拉遊玩畫面

4.2 實驗設計

確認 CGM 系統能順利運作、用來重製桌遊後，使用者測試的實驗設計便正式開始進行。由於 CGM 主要的功能是讓使用者在系統上製作桌遊，因此，實驗的參與者對於桌遊設計需要有基本的認識。本實驗的參與者為台灣北部某大學開設之課程「遊戲式數位學習」的學生，人數一共 26 位（男生 19 位，女生 7 位）。參與者將使用自己的電腦、筆電，進入 CGM 開始實驗活動。

本實驗在 CGM 中設置了一個卡牌桌遊的範例，該桌遊結合了學習內容「元素週期表」，目標是讓玩家在遊戲過程中，可以更加熟悉週期表中的元素，並且分辨出具有相似化學性質的元素。遊戲中，每一張卡牌都代表一個化學元素，玩家需要收集同類元素的卡牌，例如鹵素、惰性氣體……等，並且依照規則來出牌、取得分數。然而，我們提供的遊戲範例只完成了一部分的設定，並不是完整的。因此，本實驗設計了一系列的任務給實驗參與者，他們需要透過系統的編輯模式來新增卡牌、建立規則、設置流程……，逐步達成任務並且完成整體遊戲設計。

參與者完成本實驗設定的任務以後，也可以使用自己的素材自由設計桌遊。實



驗的最後會實問卷調查，收集參與者的回饋與資料。本研究希望透過實驗來驗證：

1. 相較於實體的桌遊設計，使用此桌遊編輯器製作卡牌桌遊，是否更容易、更有效率？
2. 使用者是否能藉此桌遊編輯器，重製出涵蓋學習內容的主流卡牌桌遊？
3. 製作出來的桌遊，是否能在「學習內容」與「遊戲體驗」兩方面達到平衡，增進學習者遊玩時的學習成效？

4.3 實驗流程

整體流程可以分成三個階段：實驗準備、正式實施、資料統整（如圖 4-7）。

在「實驗準備」階段，CGM 的開發已經完成，也藉著重製卡牌桌遊來測試 CGM 的功能是否如預期般正常運作。確認 CGM 可以順利重製，系統運行沒有問題之後，本實驗要使用的遊戲範例便開始被建置。本實驗參考易用性評估的相關文獻，設計了與系統操作相關的 15 項任務，讓參與者在實驗過程中執行。設計這些任務的目的，是因為當參與者執行完這些任務，他們也會把系統中的各項功能完整使用過，此舉將有助於系統易用性的調查。至於問卷题目的設計，本實驗則參考了 Lund (2001) 提出的 USE 架構[48]，從有效性 (Usefulness)、滿意度 (Satisfaction)、容易度 (Ease of use) 三個面向進行調查。

「正式實施」階段於 2022 年 7 月至 9 月進行，本研究透過該課程專用的社交平台社團聯繫實驗的參與者。確認參與者有意願配合實驗活動後，先跟參與者講解實驗流程，並且提供他們任務列表與素材檔案。實驗活動完成以後，參與者會根據系統的使用經驗，填寫線上問卷給予回饋與建議。後續本研究也選擇幾位參與者進行質性訪談。

最後，在「資料統整」這一階段，本研究彙整、分析問卷的資料與質性訪談的紀錄，探討預期的目標是否達成，是否有需要改善的地方，接著歸納實驗結果並進行討論。

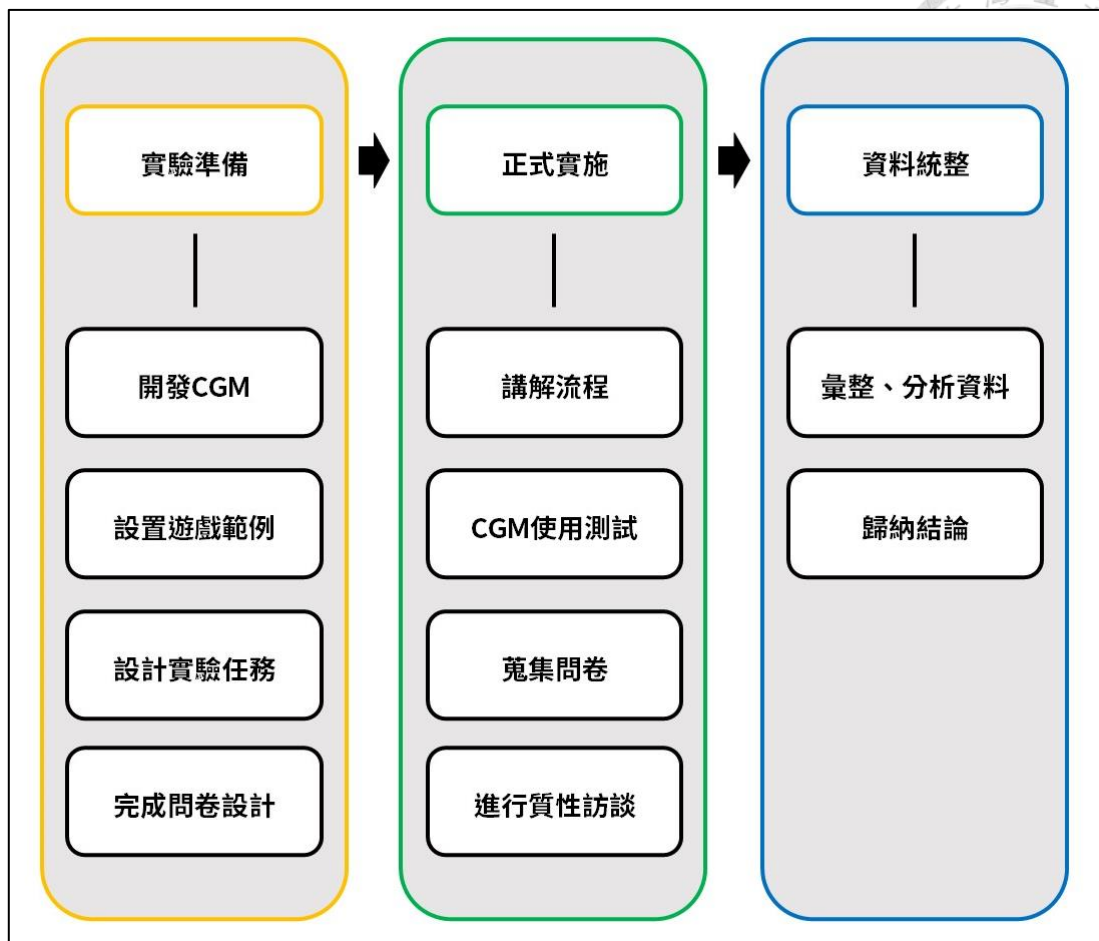


圖 4-7 實驗流程

4.4 實驗分析

實驗參與者完成本研究設計的任務以後，會依照任務的執行表現與系統的使用經驗填寫問卷。本小節首先分析使用者測試後得到的問卷回饋，接著將說明質性訪談的內容，最後則是本次實驗的結果與討論。

本實驗回收了 26 份問卷，實驗的參與者共 26 人，男生 19 位、女生 7 位。參與者皆為課程「遊戲式數位學習」的學生，修習此課程的學生男生多於女生。因此實驗的參與者，男性所佔的比例也較女性高。參與者就讀的學院，理、工、電資學院共 21 人，商、管理學院共 2 人，社會科學、文學院共 3 人，其他學院 0 人。



4.4.1 問卷回饋分析

本實驗的問卷主要採用李克特量表 (Likert scale)，問卷的問題主要詢問參與者對於題目描述的同意程度，回答的選項共分成 5 種等級：非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意 (如圖 4-8)。這 5 種等級依照同意程度由高至低分別對應 5 分至 1 分，分數將用於計算每一道題目同意程度的平均與標準差。問卷共有 26 題，主要分成 3 個部分：任務執行表現、易用性、完成時間。

線上卡牌桌遊編輯器-Card Games Maker-使用調查

性別

男

女

就讀學院

理、工、電資學院

商、管理學院

社會科學、文學院

其他學院

1~15 題：任務執行。請選擇您對於題目敘述的「同意程度」：

1. 在「牌組」功能中，我可以順利設定卡牌圖片

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

2. 在「牌組」功能中，我可以順利設定卡牌參數

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

3. 在「牌組」功能中，我可以順利修改卡牌設定

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

圖 4-8 問卷調查



1. 任務執行表現

問卷的第一部分共 15 題，這 15 道問題皆與本研究設計的實驗任務有關，主要用於調查參與者是否能夠順利使用系統的各項功能，完成指定的任務，建立卡牌桌遊。這 15 道題目中，大部分題目的平均分數都在 4.8 分左右，顯示參與者在執行大部分指定的任務時，都能夠順利完成，並沒有遇到困難。

第 1 題至第 3 題詢問參與者是否能夠順利新增卡牌，其中第 2 題關於卡牌參數設定的分數較低，為 4.69 分。雖然這一題的分數比較低，不過與本研究的預期相符合，因為卡牌參數牽涉到鍵值設定，對程式設計不熟悉會比較難理解參數的概念。第 4 題至第 8 題則與流程、勝利條件、遊戲設定這三項功能有關，結果顯示大部分的使用者皆同意他們能順利地執行這些任務。

第 9 題與第 10 題與新增規則有關，這兩題是第一部分 15 題中得分最低的題目，分別為 4.62 與 4.31 分，表示參與者在設定規則上遇到較多的困難。參與者在使用新增規則這項功能的時候，需要瞭解細節設定中每一個項目所代表的意義，而且規則又牽涉到參數設定。因此，與其他功能相比，這項功能的使用者體驗沒有那麼直覺，參與者需要查看系統的操作說明才能順利完成任務。第 11 題至第 15 題，則與單選題、遊戲說明、遊玩模式的操作有關，只有第 15 題分數較低，為 4.69 分，本題詢問參與者是否能順利讓系統進行規則判斷。

表 4-1 任務執行表現問項及統計資料

	平均	標準差
1. 在「牌組」功能中，我可以順利設定卡牌圖片	4.81	0.402
2. 在「牌組」功能中，我可以順利設定卡牌參數	4.69	0.471
3. 在「牌組」功能中，我可以順利修改卡牌設定	4.77	0.430
4. 在「流程」功能中，我可以順利設定發牌階段，並調整發牌數量	4.81	0.402
5. 在「流程」功能中，我可以順利刪除不必要的遊戲流程	4.85	0.368
6. 在「勝利條件」功能中，我可以順利設定勝利條件與獲勝訊息	4.85	0.368
7. 在「遊戲設定」功能中，我可以順利切換至不同的遊戲設定	4.73	0.452
8. 在「遊戲設定」功能中，我可以順利更改遊戲人數	4.85	0.368
9. 在「收集成套規則」功能中，我可以順利新增規則（4張同類的化學元素卡牌）	4.62	0.496
10. 在「收集成套規則」功能中，我可以順利新增規則（2張同類的卡牌+另外2張同類的卡牌）	4.31	0.884
11. 在「單選題」功能中，我可以順利新增題目，並將選項設置為亂數出現	4.85	0.368
12. 在「遊戲說明」功能中，我可以順利新增遊戲說明	4.81	0.402
13. 在「遊玩模式」中，我可以順利查看遊戲說明	4.81	0.402
14. 在「遊玩模式」中，我可以順利移動、丟棄手牌	4.73	0.452
15. 在「遊玩模式」中，我可以順利讓系統執行規則判斷	4.69	0.471



2. 易用性

第 16 題至第 24 題為問卷的第二部分，主要用來評估系統的易用性，一共 9 題（如表 4-2）。這一部分有 3 道題目的描述是反面論述，也就是說，如果參與者回答非常不同意，反而表示系統有更好的易用性。除了這 3 題以外，這一部分的分數大至落在 4 分左右，顯示大部分的參與者都認為 CGM 具有良好的易用性。

第 16 題詢問參與者 CGM 是否容易使用，回答「非常同意」與「同意」的人數各有 13 位（50%）與 12 位（46.2%），只有 1 位參與者回答「普通」（3.8%），顯示參與者普遍認為他們能夠順利使用本系統。第 17 題調查參與者在操作過程中，是否經常遇到錯誤，導致系統無法如預期運作。這一題的分數為 1.81 分，表示錯誤的出現率並不高。就算遇到錯誤，參與者也能很快從錯誤中脫離，讓系統回復到正常狀態。


第 18、19 題與版面設計有關。根據啟發式準則，要提高系統的易用性，使用者介面要保持簡約，避免呈現多餘的資訊。第 18 題便是詢問參與者本系統的介面是否過於複雜，回答「非常不同意」與「不同意」的人數各有 9 位（34.6%）與 14 位（53.8%），只有 1 位認為「普通」（3.8%），2 位「同意」（7.7%），大部分的參與者皆認為本系統的介面設計簡約。此外，介面的設計應該要保持一致性，讓使用者不用花費額外的心思記憶各個功能的位置。第 19 題與這個準則有關，想瞭解參與者是否認為本系統的選單分類清楚，本題的平均分數為 4.58 分，回答「非常同意」與「同意」的人數各有 15 位（57.7%）與 11 位（42.3%），所有參與者都同意 CGM 有達到此一目標。

第 20、21 題與系統的可學習性有關。第 20 題詢問參與者是否需要經常查看系統操作說明，平均分數越低表示系統的操作更直覺，有較高的易用性。本題的平均分數為 2.65 分。這一題是所有題目中，答案最分歧的一題。回答「非常不同意」與「不同意」各有 2 位（7.7%）與 11 位（42.3%），「普通」8

位 (30.8%)，「同意」與「非常同意」則各有 4 位 (15.4%) 與 1 位 (3.8%)。有 5 位參與者認為需要經常查看操作說明，可能與參數設定和新增規則有關，因為這兩種都是較困難的任務。第 21 題則希望參與者預估 CGM 對於其他人來說是否同樣容易使用，本題分數為 4.08 分，大部分的參與者皆同意。

表 4-2 易用性問項及統計資料

	平均	標準差
16. 我認為使用此線上桌遊編輯器是容易的	4.46	0.582
17. 使用編輯器的過程中，我經常遇到錯誤，導致系統無法如預期運作	1.81	0.801
18. 我認為此桌遊編輯器的介面過於複雜	1.85	0.834
19. 我認為此桌遊編輯器選單分類很清楚	4.58	0.504
20. 我需要經常查看系統操作說明才能順利使用此桌遊編輯器	2.65	0.977
21. 我認為大多數人都能夠快速學會使用此桌遊編輯器	4.08	0.560
22. 如果有適當的素材，我能夠用此桌遊編輯器，設計出一款涵蓋特定學習內容的卡牌桌遊	3.92	0.744
23. 比起製作實體的桌遊，我認為使用此桌遊編輯器能更有效率地製作桌遊	4.27	0.667
24. 我認為使用此桌遊編輯器能重製出遊戲機制為「收集成套」的卡牌桌遊	3.96	0.720



第 22 題至第 24 題主要用來驗證 CGM 是否達到預期的目標。這三題的平均分數都在 4 分左右，顯示大部分的參與者都認為我們開發的 CGM 對於製作數位卡牌桌遊有正面幫助。第 22 題詢問參與者，如果有手邊適當的素材，他們是否能用此桌遊編輯器，設計出一款涵蓋特定學習內容的卡牌桌遊。回答「非常同意」與「同意」各有 3 位 (11.5%) 與 17 位 (65.4%)，「普通」5 位 (19.2%)，「不同意」則有 1 位 (3.8%)，平均分數為 3.92 分。第 23 題想瞭解比起製作實體的桌遊，使用 CGM 是否更有效率。回答「非常同意」與「同意」各有 10 位 (38.5%) 與 13 位 (50%)，「普通」3 位 (11.5%)，平均分數為 4.27 分。第 24 題則想知道，參與者是否同意使用 CGM 能重製出遊戲機制為「收集成套」的卡牌桌遊，回答「非常同意」與「同意」各有 5 位 (19.2%) 與 16 位 (61.5%)，「普通」4 位 (15.4%)，「不同意」則有 1 位 (3.8%)，平均分數為 3.96 分。

3. 完成時間

問卷最後一部分則探討完成時間，共 2 題 (如表 4-3)，與易用性的效率有關。第 25 題詢問參與者，在實驗活動中，他們花了多少時間完成 15 項指定任務。回答「15 分鐘~30 分鐘」的人數最多，有 16 位 (61.5%)。其次為「30 分鐘~1 小時」，有 6 位 (23.1%)。回答「15 分鐘以下」則有 4 位 (15.4%)。第 26 題則請參與者預估，在遊戲已經構思完成，素材也都準備好的情況下，用此 CGM 設計一款桌遊會花多少時間，有 17 位 (65.4%) 認為「1 小時~2 小時」可以完成。7 位 (26.9%) 認為「多於 2 小時」。回答「30 分鐘~1 小時」則有 2 位 (7.7%)。



表 4-3 完成時間問項及統計資料

	15 分鐘 以下	15 分鐘 ~30 分 鐘	30 分鐘 ~1 小時	1 小時 ~2 小時	多於 2 小時
25. 我花了多少時間完成 「元素週期表」桌遊的 15 項任務？	4	16	6	0	0
26. 如果遊戲已經構思完 成，素材也都準備好 了，我認為用此桌遊編 輯器設計一款桌遊會花 多少時間？	0	0	2	17	7

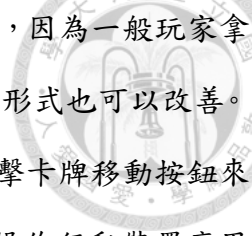
4.4.2 質性訪談

實驗參與者提交問卷回饋之後，有些參與者有進行訪談。本研究希望可以藉此瞭解更多參與者的想法，訪談的內容主要可以分為以下兩個部分：

1. 系統可以改善的地方

大部分的參與者都認為 CGM 的編輯模式介面很簡約、容易理解，但是遊玩模式也採用簡約的風格，反而讓遊戲顯得有點單調。參與者認為遊玩模式可以加入音樂，並且強化視覺效果。舉例來說，系統可以提供幾種背景音樂、遊玩桌面的圖片讓使用者選擇，這樣設計桌遊的時候就不需要額外尋找素材，又可以讓遊玩過程變得比較有趣。

有參與者提到，大部分的數位卡牌遊戲，例如爐石戰記（Hearthstone），在介面中呈現玩家手牌的時候，都會讓手牌以扇形的方式展開，而不是讓卡牌



完全對齊、平行排列。這樣做也更符合遊玩實體桌遊的情境，因為一般玩家拿到卡牌的時候，也都會用同樣的方式管理卡牌。此外，出牌的形式也可以改善。在 CGM 遊玩模式中如果要出牌，要先點選卡牌，接著再點擊卡牌移動按鈕來決定要將卡牌移動到哪個位置。有參與者認為如果可以像操作行動裝置應用程式一樣，直接用拖曳的方式移動卡牌會更方便。最後，也有參與者提到，並不是每一款桌遊，卡牌都是從左往右放置。關於卡牌可以被放置到遊玩桌面的哪個位置，應該讓使用者有更多的客製選項。

也有人指出系統的視覺提示可以更明顯。比方說，當滑鼠游標移動到介面中的按鈕時，CGM 會提高按鈕的透明度，藉此提示使用者游標已經正確指到按鈕上方。然而，有些按鈕的背景顏色是白色的，提高按鈕的透明度，外觀看起來沒有明確的變化，視覺提示不夠明顯。可以讓游標指到按鈕或卡牌時，該元件的邊框散發不同顏色的光芒。

2. 線上桌遊編輯器的優勢

相較於製作實體桌遊，參與者覺得使用 CGM 最大的優點是方便性。設計一款桌遊最花時間的部分，是構思遊戲的機制流程，以及設計卡牌與遊玩桌面的美術風格。如果這兩個部分都準備好了，參與者都回應他們更有意願使用桌遊編輯器製作遊戲。他們認為製作實體桌遊並不容易，如果要自己製作，需要準備很多材料，做出來的成品通常不夠精緻。如果要找專門的廠商製作，又要花費額外的時間與成本。

有參與者提到線上桌遊編輯器的另一個優勢是效率。如果系統可以提供素材庫以及更多的遊戲範例，就可以更快速完成桌遊的製作。並且，遊戲範例也讓使用者可以更快速上手，花費更少的時間就能夠瞭解系統各項功能應該如何使用。

除了實驗參與者外，我們也訪問了一位高中英文科教師，希望從第一線教育人員的角度，瞭解他對於「桌遊融入教學」的態度以及 CGM 的看法。以下為訪談紀



錄。

問：有曾經在課堂中使用資訊科技做為教學工具嗎？

答：有。用過 Kahoot，也用過 PowerPoint 設計賓果遊戲讓全班分組答題。

問：是否聽過或者實施過「桌遊融入教學」？

答：有聽過但沒有試過。因為讓學生玩桌遊，感覺場面會很混亂。而且之前聽到的桌遊，感覺比較適合中小學而不是高中。在課堂中進行的活動，如果和考試範圍沒有明確的關係，學生通常會很敷衍，所以沒有想過要使用桌遊。

問：是否認為使用 CGM 這類的數位桌遊，可以避免實體桌遊會產生的問題，例如桌遊數量不足、容易弄丟配件、不符合學習內容……等？

答：可以。但是會擔心學生在課堂中使用電子產品會引起其他的問題。

問：能否描述如何用 CGM 設計一款涵蓋高中英文科學習內容的桌遊？


答：可以把每一課的英文單字以及中文釋義設定成不同的卡牌，還可以加入與英文單字相對應的圖片卡牌。一個英文單字與它的中文釋義、圖片成為一組，玩家要給出屬於同一組的卡牌。

問：是否認為 CGM 製作出來的數位桌遊能提升學生的動機與參與度？

答：可以。第一次使用 Kahoot 讓學生使用手機回答問題的時候，學生都很投入。在課堂中遊玩數位桌遊，學生應該也會覺得很有趣。

問：是否認為 CGM 中新增題組的功能有助於提升學習成效？

答：可以。



從訪談中可以得知，訪談對象認為 CGM 製作出來的桌遊可以提升學習者的動機、參與度與學習成效。他認為學生只要願意多花時間在學習內容上，就會有學習成效。因為大部分的教學活動，主要也是讓學生回答問題，所以他認為 CGM 中新增題組的功能對於學習是有幫助的。而且訪談對象認為，在回答問題的時候，學生會更明確意識到他們在學習，也會比較認真。

4.4.3 實驗結果與討論

從上述實驗活動、問卷回饋與質性訪談，顯示使用者可以透過本研究開發的卡牌桌遊編輯器，製作一款涵蓋學習內容與遊玩體驗的桌遊。參與者也指出系統在哪些層面可以繼續改進。本實驗可以總結出以下幾點結論：

1. 實驗參與者皆可以在 30 分鐘左右順利完成實驗活動指定的任務，這些任務都與系統各項功能的操作有關，顯示系統有足夠的可學習性，讓第一次接觸的使用者能快速上手製作桌遊。
2. 大多數的參與者都同意，如果有適當的素材，他們有能力使用本系統做出一款涵蓋學習內容的卡牌桌遊。
3. 相較於實體桌遊的製作，大多數參與者都認同使用本系統製作桌遊更有效率、更方便，也更有意願採用此方法。
4. 大多數的參與者都同意，系統提供了足夠的客製化選項，使用者可以藉著各種不同遊戲元素的設定，重製出主流卡牌桌遊。

下一個章節將探討本研究的限制，並且藉著實驗得到的問卷回饋與訪談內容，提出未來展望與建議。



第 5 章 結論與未來展望



本研究開發了線上卡牌桌遊編輯器——Card Games Maker，把常見的卡牌桌遊解構成不同的遊戲元素，使用者可以針對這些遊戲元素進行設定，製作出屬於自己的卡牌桌遊。本研究主要有兩個目的。第一，在教育現場使用實體桌遊有潛在的問題，我們希望找到一個方法解決這些限制。第二，讓「遊戲式學習」的概念更容易被實際運用，除了學習過程「遊戲化」以外，能夠提供另一種選擇。我們希望透過 CGM 可以達成上述目的。因此，本研究想驗證以下 3 個問題：

1. 相較於實體的桌遊設計，使用此桌遊編輯器製作卡牌桌遊，是否更容易、更有效率？
2. 使用者是否能藉此桌遊編輯器，重製出涵蓋學習內容的主流卡牌桌遊？
3. 製作出來的桌遊，是否能在「學習內容」與「遊戲體驗」兩方面達到平衡，增進學習者遊玩時的學習成效？

5.1 結論

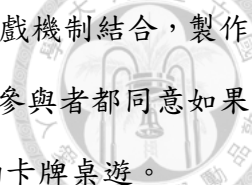
透過實驗活動、問卷回饋、質性訪談，我們彙整並分析實驗資料，並且瞭解參與者對於系統使用的想法，一共可以歸納出以下幾項結論：

1. CGM 有足夠的可學習性

在實驗過程中，參與者需要使用桌遊編輯器完成 15 項指定的任務。目的是要確認第一次接觸 CGM 的使用者，在沒有專人指導的情況下，也能夠獨自操作系統，在短時間內開始進行遊戲製作。結果顯示，實驗參與者皆可以在 30 分鐘左右順利完成實驗活動指定的任務，代表系統有足夠的可學習性。

2. CGM 製作出來的卡牌桌遊能涵蓋學習內容

為了讓遊戲式學習的概念可以被實際運用在數位桌遊上，在實驗活動中提供參與者的遊戲範例，以化學元素週期表中的元素為遊戲主題。透過卡牌屬



性、遊戲規則、題組的設置，參與者便可以將學習內容與遊戲機制結合，製作出能夠達到學習成效的卡牌桌遊。從問卷回饋中可以知道，參與者都同意如果有適當的素材，他們能夠使用 CGM 製作出涵蓋學習內容的卡牌桌遊。

3. CGM 使桌遊的製作更有效率

一款桌遊實際進入生產之前，遊戲設計者需要先構思整體的遊戲主題與遊戲機制，接著才會使用設計好的素材製作遊戲配件。在準備階段已完成的前提下，使用者大多同意，相較於實體的形式，他們更有意願使用 CGM 來製作桌遊，因為使用卡牌桌遊編輯器更方便、更有效率。

4. CGM 能幫助使用者重製主流的卡牌桌遊

CGM 提供許多客製化的選項，使用者可以自行設定卡牌圖片、參數、遊戲流程、規則……，遊戲設置完成以後，使用者可以立即進行測試。實驗參與者認為 CGM 編輯模式下的各項功能都很清楚、容易操作，大多數的參與者都同意 CGM 能幫助使用者重製主流的卡牌桌遊。

整體而言，實驗結果顯示 CGM 有達成本研究設下的目標。使用 CGM 可以更有效率地設計出理想的卡牌桌遊，並且將學習內容與遊戲體驗結合。然而，本研究進行的實驗也有其限制。

第 1 章緒論中提到，許多數位學習平台都引入「遊戲化」的概念，提高了課程的完成率。然而，這些平台並沒有採用「遊戲式學習」。雖然已經有研究證實，遊戲式學習可以提高學習者的動機與參與度，但是，目前使用者透過這些平台學習的時候，不管是學習形式、評量方法，還是教學活動，過程中都沒有運用到真正的數位遊戲。不這麼做的原因，是因為製作遊戲並不容易。要製作一款能夠幫助學習的遊戲，不僅要瞭解遊戲具備了那些元素，還要花許多心思設計。不僅要構思如何將遊戲機制與學習內容結合，還要有美術與程式設計的能力。製作遊戲的高門檻對本實驗活動也帶來一些限制。接著我們將以「實驗對象的挑選」，以及「實驗活動的設計」為例分別說明：



1. 實驗對象

本實驗的參與者皆為修習過「遊戲式數位學習」課程的學生，參與者對於遊戲設計元素已經具備相當程度的先備知識，也都有構思遊戲機制的經驗。因此，本實驗從參與者得到的使用回饋，是否能反映在完全沒有桌遊設計經驗的使用者身上還有待檢驗。此外，因為參與者性別比例差異較大，本實驗並沒有探討性別對於實驗任務執行的差異。

2. 實驗活動

本研究設計的實驗活動主要是讓參與者完成指定任務，靈感來自於第 2 章相關文獻探討中介紹過的一篇研究，該研究的主題是遊戲引擎 Unity 的易用性測試。


本實驗活動提供參與者一個遊戲範例，並且事先建立好該範例大部分的遊戲設定。在實驗活動中，參與者需要依照任務要求，利用本研究提供的素材，操作系統的各项功能，逐步完成遊戲製作。也就是說，參與者並非完整製作一款全新的桌遊，而是透過完成指定任務，來進行 CGM 的使用者測試。這樣做的優點是實驗可以明確針對系統的各项功能蒐集參與者回饋。缺點則是參與者只會專注在這 15 項任務，不一定會使用系統進行額外的操作。

5.2 未來展望

一款遊戲要能夠幫助學習，需要具備許多元素：遊戲機制、視覺美術設計、敘事方式、獎勵機制、配樂、學習內容。開發一個用於協助桌遊製作的平台，不僅應包含上述元素，還要考慮系統前、後端的完整性。以下列出本研究對於桌遊編輯器的未來研究建議。

1. 強化視覺美術設計與配樂，提高遊玩體驗

要達到遊戲式學習，遊戲需要兼顧「學習內容」與「遊玩體驗」。因此，使用桌遊編輯器做出來的遊戲，要盡可能的提高玩家遊玩時的沉浸感受。大多



數玩家對遊戲的第一印象就是遊戲的美術風格，所以視覺上的呈現就非常重要。此外，如果遊戲能夠搭配適當的配樂，玩家也會更投入在遊戲中。要達到這個目標，系統應該新增更多這方面客製化的功能。也可以提供素材庫，讓使用者選取基本的圖片與音樂，方便營造出更豐富的遊戲環境。

2. 提供更完整的遊戲流程、規則編輯系統

一般虛擬桌面形式的桌遊編輯器無法讓使用者設定遊戲流程，也不能新增規則讓程式自動判斷分數。我們開發的 CGM 針對這兩個部分進行了改善，但是這兩個功能還有改進的空間，可以變得更加完善。

以流程編輯為例，在 CGM 中使用者可以設定每一個階段應該要執行什麼行動，例如：移動卡牌、擲骰、倒數……。遊玩時系統不僅會提示玩家，介面也只會顯示出相對應的元件，避免玩家隨意行動影響了遊戲的進行。但是 CGM 新增的流程是線性的，如果可以像真正的流程圖一樣，設置分歧路徑，就能更真實反映出一款桌遊的機制，達到更高的自動化。

3. 建立遊戲設計者的社群

要憑自己一個人的力量設計出精緻的遊戲是一件很困難的事情，如果可以建立設計者的社群，讓大家互相交流、分享資訊，不僅可以讓遊戲設計變得更容易，也能夠讓使用者更有意願繼續使用平台的服務。可以新增額外的功能讓使用者討論、分享自己設計好的桌遊。如此一來，就可以縮短桌遊製作的時間，提高教師將桌遊融入教學的實施意願。

4. 運用不同的開發工具與開發環境

CGM 是在 HTML 架構下開發出來的平台，HTML 的優點是可以跨越各個裝置，更容易應用於數位學習平台中。然而，缺點是介面中各個元件的呈現方式比較靜態，所以設計出來的遊戲沒有這麼生動活潑。Canvas API 則解決了這個問題，它讓開發者可以在 HTML 中操作圖像和動畫，建立網頁遊戲。瀏覽器 Chrome 的 Dinosaur Game（如圖 5-1）與 Edge 的 Surf（如圖 5-2）都是

用 Canvas 建立的遊戲。此外，近年來虛擬實境（Virtual Reality，簡稱 VR）的技術也越來越受到重視，如果設計出來的桌遊是在 VR 中遊玩，便可以提供更豐富的學習樣貌。

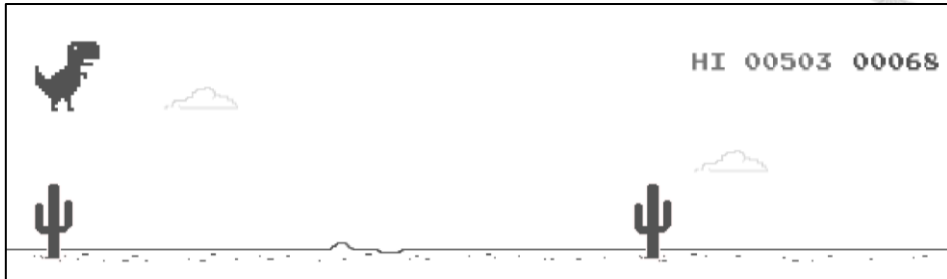


圖 5-1 Dinosaur Game

資料來源：<chrome://dino/>



圖 5-2 Surf

資料來源：<edge://surf>

本研究開發的 CGM 平台讓使用者能夠製作、遊玩數位卡牌桌遊，而且提供客製化選項讓學習內容能夠融入桌遊當中，玩家可以在遊玩過程中學習新的概念與知識。期望未來系統可以更完善，例如更完整的遊戲流程與規則編輯系統，並且在各種裝置上能都有更好的使用體驗。也期望本系統的使用對象可以進一步擴展，不只是協助教師將桌遊融入教學，對製作卡牌桌遊有興趣的設計者也都能使用本系統。並且，CGM 能夠真正被應用於遊戲設計相關課程，發揮本系統用於協助設計卡牌類桌遊的功能，提供更豐富多元的學習風景，讓遊戲式學習更廣泛被應用。



附錄 問卷



線上卡牌桌遊編輯器-Card Games Maker-使用調查

性別

男

女

就讀學院

理、工、電資學院

商、管理學院

社會科學、文學院

其他學院

1~15 題：任務執行。請選擇您對於題目敘述的「同意程度」：

1. 在「牌組」功能中，我可以順利設定卡牌圖片

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

2. 在「牌組」功能中，我可以順利設定卡牌參數

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

3. 在「牌組」功能中，我可以順利修改卡牌設定

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意



4. 在「流程」功能中，我可以順利設定發牌階段，並調整發牌數量
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
5. 在「流程」功能中，我可以順利刪除不必要的遊戲流程
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
6. 在「勝利條件」功能中，我可以順利設定勝利條件與獲勝的訊息
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
7. 在「遊戲設定」功能中，我可以順利切換至不同的遊戲設定
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
8. 在「遊戲設定」功能中，我可以順利更改遊戲人數
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
9. 在「收集成套規則」功能中，我可以順利新增規則（4張同類的化學元素卡牌）
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
10. 在「收集成套規則」功能中，我可以順利新增規則（2張同類的卡牌+另外2張同類的卡牌）
非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意



11. 在「單選題」功能中，我可以順利新增題目，並將選項設置為亂數出現

- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

12. 在「遊戲說明」功能中，我可以順利新增遊戲說明

- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

13. 在「遊玩模式」中，我可以順利查看遊戲說明

- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

14. 在「遊玩模式」中，我可以順利移動、丟棄手牌

- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

15. 在「遊玩模式」中，我可以順利讓系統執行規則判斷

- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

16~24 題：使用經驗。請選擇您對於題目敘述的「同意程度」：

16. 我認為使用此線上桌遊編輯器是容易的

- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

17. 使用編輯器的過程中，我經常遇到錯誤，導致系統無法如預期運作

- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

18. 我認為此桌遊編輯器的介面過於複雜

- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意



19. 我認為此桌遊編輯器選單分類很清楚
- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
20. 我需要經常查看系統操作說明才能順利使用此桌遊編輯器
- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
21. 我認為大多數人都能夠快速學會使用此桌遊編輯器
- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
22. 如果有適當的素材，我能夠用此桌遊編輯器，設計出一款涵蓋特定學習內容的卡牌桌遊
- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
23. 比起製作實體的桌遊，我認為使用此桌遊編輯器能更有效率地製作桌遊
- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
24. 我認為使用此桌遊編輯器能重製出遊戲機制為「收集成套」的卡牌桌遊
- 非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意



25~26 題：完成時間。請選擇最接近您心中想法的回答：

25. 我花了多少時間完成「元素週期表」桌遊的 15 項任務？

- 15 分鐘以下
- 15 分鐘~30 分鐘
- 30 分鐘~1 小時
- 1 小時~2 小時
- 多於 2 小時

26. 如果遊戲已經構思完成，素材也都準備好了，我認為用此桌遊編輯器設計一款桌遊會花多少時間？

- 15 分鐘以下
- 15 分鐘~30 分鐘
- 30 分鐘~1 小時
- 1 小時~2 小時
- 多於 2 小時

感謝您填寫本問卷。這是一個匿名問卷調查，我們會對問卷調查進行統計與分析，所蒐集的資料只用於研究用途。



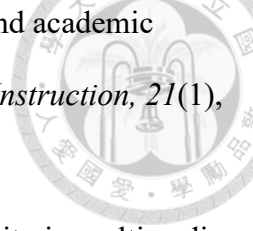
參考文獻



- [1] 陳智華. (2022). 國中小班級人數減 仍高於 OECD 平均. from <https://udn.com/news/story/6885/6145086>
- [2] 詹孟傑 (2020)。桌遊融入教學之省思。臺灣教育評論月刊， 9(5)，頁 118-124。
- [3] 李琦瑋. (2022). 教育部提供數位教育資源與經費. from <https://ynews.page.link/ftPY>
- [4] Shah, D. (2020). Highlights from Coursera Partners Conference 2020. from <https://www.classcentral.com/report/coursera-conference-2020-highlights/>
- [5] Reich, J., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2019). The MOOC pivot. *Science*, 363(6423), 130-131.
- [6] Nesterowicz, K., Bayramova, U., Fereshtehnejad, S.-M., Scarlat, A., Ash, A., Augustyn, A. M., & Szádeczky, T. (2022). Gamification Increases Completion Rates in Massive Open Online Courses. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 18(1), 1-12.
- [7] Level (video games). from [https://en.wikipedia.org/wiki/Level_\(video_games\)#Level_editor](https://en.wikipedia.org/wiki/Level_(video_games)#Level_editor)
- [8] BoardGameGeek. 2022, from <https://boardgamegeek.com/>
- [9] 優使性. from <https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E6%98%93%E7%94%A8%E6%80%A7>
- [10] BURRELL, J. (2020). 10 most popular board games among Board Game Geek readers. from <https://www.mercurynews.com/2020/12/07/10-most-popular-board-games-among-board-game-geek-readers/>
- [11] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design*




- elements to gamefulness: defining "gamification"*. Paper presented at the Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments.
- [12] Foursquare. from <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Foursquare>
- [13] Caponetto, I., Earp, J., & Ott, M. (2014). *Gamification and education: A literature review*. Paper presented at the European Conference on Games Based Learning.
- [14] da Rocha Seixas, L., Gomes, A. S., & de Melo Filho, I. J. (2016). Effectiveness of gamification in the engagement of students. *Computers in Human Behavior*, 58, 48-63.
- [15] Landers, R. N., Bauer, K. N., & Callan, R. C. (2017). Gamification of task performance with leaderboards: A goal setting experiment. *Computers in Human Behavior*, 71, 508-515.
- [16] Hamari, J. (2017). Do badges increase user activity? A field experiment on the effects of gamification. *Computers in Human Behavior*, 71, 469-478.
- [17] Csikszentmihalyi, M., & Csikszentmihaly, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience* (Vol. 1990): Harper & Row New York.
- [18] Pilke, E. M. (2004). Flow experiences in information technology use. *International journal of human-computer studies*, 61(3), 347-357.
- [19] Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational psychologist*, 50(4), 258-283.
- [20] Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21-21.
- [21] Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi delta kappan*, 87(2), 105-111.

- 
- [22] Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2011). Situational interest and academic achievement in the active-learning classroom. *Learning and Instruction, 21*(1), 58-67.
- [23] Domagk, S., Schwartz, R. N., & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior, 26*(5), 1024-1033.
- [24] Turkay, S. (2013). *The effects of customization on player experiences in an extended online social game: A mixed method study*. Teachers College, Columbia University.
- [25] Kapur, M., & Bielaczyc, K. (2012). Designing for productive failure. *Journal of the Learning Sciences, 21*(1), 45-83.
- [26] Barab, S. A., Ingram-Goble, A., & Warren, S. (2009). Conceptual play spaces *Handbook of research on effective electronic gaming in education* (pp. 989-1009): IGI Global.
- [27] Treher, E. N. (2011). Learning with board games. *The Learning Key Inc.*
- [28] 楊振玄 (2020)。桌上遊戲融入高中生英語字彙學習的學習成效與心流經驗之研究。淡江大學教育科技學系碩士在職專班。
- [29] 鄭雅伶 (2021)。擴增實境成語教育桌遊之開發與研究 -以國小六年級成語教學為例。國立宜蘭大學多媒體網路通訊數位學習碩士在職專班。
- [30] 王姿琴, & 張世慧 (2014)。遊戲創作教學在資優教育上的應用。特殊教育發展期刊 (57), 頁 39-55。 doi: 10.7034/dse.201406_(57).0004
- [31] Wong, C. H. T., & Yunus, M. M. (2021). Board Games in Improving Pupils' Speaking Skills: A Systematic Review. *Sustainability, 13*(16), 8772.
- [32] Tsarava, K., Moeller, K., & Ninaus, M. (2018). Training computational thinking through board games: The case of Crabs & Turtles. *International Journal of*



- Serious Games*, 5(2), 25-44.
- [33] Sousa, M. (2020). *Modern Serious Board Games: modding games to teach and train civil engineering students*. Paper presented at the 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).
- [34] Nakao, M. (2019). Special series on “effects of board games on health education and promotion” board games as a promising tool for health promotion: a review of recent literature. *BioPsychoSocial medicine*, 13(1), 1-7.
- [35] 李承祐 (2022)。線上版大富翁桌遊編輯器設計與應用於教育領域之探討。國立臺灣大學電信工程學研究所。
- [36] ISO. (1998). ISO 9241-11:1998. from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>
- [37] Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*: Morgan Kaufmann.
- [38] Carroll, J. M., & Thomas, J. C. (1988). Fun. *ACM SIGCHI Bulletin*, 19(3), 21-24.
- [39] Nielsen, J. (2005). Ten usability heuristics. from <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- [40] Tan, W.-s., Liu, D., & Bishu, R. (2009). Web evaluation: Heuristic evaluation vs. user testing. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(4), 621-627.
- [41] Nielsen, J. (1995). How to conduct a heuristic evaluation. *Nielsen Norman Group*, 1(1), 8.
- [42] Maguire, M., & Isherwood, P. (2018). *A comparison of user testing and heuristic evaluation methods for identifying website usability problems*. Paper presented at the International Conference of Design, User Experience, and Usability.
- [43] Alcaraz-Quiles, F. J., Urquia-Grande, E., Muñoz-Colomina, C. I., & Rautiainen, A. (2018). E-government implementation: transparency, accessibility and

- 
- usability of government websites *International E-Government Development* (pp. 291-306): Springer.
- [44] Cho, H., Yen, P.-Y., Dowding, D., Merrill, J. A., & Schnall, R. (2018). A multi-level usability evaluation of mobile health applications: A case study. *Journal of biomedical informatics*, 86, 79-89.
- [45] Pal, D., & Vanijja, V. (2020). Perceived usability evaluation of Microsoft Teams as an online learning platform during COVID-19 using system usability scale and technology acceptance model in India. *Children and youth services review*, 119, 105535.
- [46] Hung, J. (2015). *Usability and learnability improvements for the TaleBlazer game editor*. Massachusetts Institute of Technology.
- [47] Mercan, Ş., & Durdu, P. O. (2017). *Evaluating the Usability of Unity Game Engine from Developers' Perspective*. Paper presented at the 2017 IEEE 11th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT).
- [48] Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the use questionnaire¹². *Usability interface*, 8(2), 3-6.