

臺北市第 24 屆中小學及幼兒園教育專業創新與行動研究廣場

【行政管理及創新類】



以「COMPUTE-UP」桌遊

培養學生運算思維之推動策略



國立臺北教育大學附設實驗國民小學

祝勤捷 陳美卿 羅財德 顏志賢

2023 年 5 月

行政樓

生態池

北小
大門

目錄

摘要

2

一、緣起

3

二、文獻探討

4

三、推動流程

6

四、桌遊的誕生

8

五、實施方式

12

六、實施成果

15

七、學習態度與成效

20

八、省思與建議

23

九、參考文獻

25

行星廣場

南廣場

修德樓

游泳池

籃球場

慈暉樓

行政樓

生態池

北小大門



摘要

臺灣自 2019 年起實施 12 年國教基礎教育改革，強調探究與實作，在運算思維課程上重視學生自主學習及問題解決能力的養成。運用桌遊等遊戲式教學工具在數學教學有許多研究證實對於提升學習興趣及學習成果有幫助，因此在臺師大教授同意下，以其發明之「COMPUT-UP」APP 遊戲為基礎，改良設計以提升學生數學計算及運算思維之桌遊，並以 PDCA 模式推動，透過課程發展小組討論與試教，將桌遊發展成學校特色課程。確保教學設計成果之教學品質，以 ADDIE 教學模式為課程系統化的規劃指標，實施教學並辦理運算思維競賽。透過 145 名六年級參與競賽同學的問卷分析，瞭解桌遊在數學自我效能、遊戲運算思維和數學學業成就等構面上有高度正相關，這個發現給予發展及推動運算思維桌遊教師非常大的鼓勵，同學們可以樂在學習，並在桌遊中增進四則運算及問題解決能力，培養運算思維。最後，依據推廣經驗及問卷分析結果提出實務性建議及未來的展望。

關鍵字：ADDIE、桌上遊戲（Tabletop game）、運算思維（Computational Thinking）

一、緣起

英國的程式教育（Computing At School, CAS）協會專家 Tom Crick 教授認為，程式設計代表的概念與思維，是現代孩子應有的生活能力，非專屬少數科技專業人員擁有的技術（程遠茜，2016）。卡內基·梅隆大學電腦科學教授 Wing（2006）也認為：程式設計代表的「運算思維」（Computational Thinking, CT）概念是21世紀不可少的讀寫能力，應與閱讀、寫作和數學一起教授。可見，在學校教育中提供批判性思維和解決問題的技巧的重要性。

臺灣的資訊教育也肯定運算思維素養，教育部（2016）2016-2020 資訊教育總藍圖中指出，為因應數位時代之挑戰，學習內涵和方式也產生了巨大的改變，新的趨勢包含運算思維。臺北市於2017年正式啟動全國首創的科技領域國小資訊課程教學綱要，推動國小低年不使用電腦的「不插電運算思維課程」，及3至6年級以彈性節數實施包含「運算與設計思維」的跨域整合資訊課程，以維持臺北市學生之基本科技素養與優勢（臺北市政府教育局新聞稿，2018）。

要讓學生接觸並學習抽象的運算思維，似乎是件不容易的事，若能運用孩子們好奇及好勝心，讓學習能有寓教於樂的成效，則是教育者努力的方向，遊戲便是一個適合的方式。遊戲是重過程、輕結果，具有實驗（觀察、發現、探索或研究）的功能，可促進學童的認知發展（郭靜晃，1997）。桌遊應用於學習中，不僅可以簡化複雜的學習問題，還可以讓學習變得輕鬆有趣，桌遊教具結合學習可訓練遊戲者在遊戲過程中的大腦思考能力，讓遊戲者能長時間記憶及獲得相關的概念認知（Gee, 2003）。如果能將運算思維的教學與遊戲結合，會是一種創新的教學模式，為提供教學設計者系統化的規劃指標，以確保教學設計成果之教學品質，ADDIE教學模式，是個符應多數教師的經驗，能讓課程系統化，對提升學生學習動機有成效的模式。

從學習動機特徵而言，自我效能感是教育成果的最重要因素之一（Jansen, Scherer & Schroeders, 2015），Stankov等人（2012）也認為自我效能感是自信，學習行為，學習成果和學習環境的關鍵因素。因此在學習上瞭解學習者的學習自我效能，對於促進學習是有助益的，尤其是學習感覺困難的學習內容上。Bandura（1997）認為自我效能可區分為一般性自我效能（general self-efficacy）與特殊性自我效能（specific self-efficacy），特殊性自我效能必須在特定的情境

或領域之下才會發生效果，其對於個體在特定領域的成就表現具有相當的預測力。運用桌上遊戲（以下簡稱桌遊；tabletop game）學習模式，提供學習者特殊的學習環境，因此在桌遊的情境中，對學習者特質的活化情形，對學習情意因素上的影響，將是學校在推動桌遊課程上關注的要素之一。

對事物產生恐懼現象，會影響學生的學習成效，然而恐懼是一種心理現象，如小朋友對昆蟲感到害怕。在生活或學習上常因恐懼而產生焦慮，因此生活中有許多令人感到焦慮的事，焦慮在解決問題之思考上扮演一個重要角色(黃德祥，1990)，例如數學焦慮就發生於日常生活與學習情境中，運算數學，解決數學問題所存在緊張與焦慮的情感(Richardson & Suinn，1972)，Mathison(1977)指出數學焦慮是一種不合理的恐懼，而此恐懼會干擾數學技巧的發展與使用。具有數學成功歸因信念的學生，其數學焦慮較低，數學態度較積極且正向，數學成就也較高；具有失敗歸因信念的學生，其數學焦慮較高，數學態度較消極且負向，數學成就也較低。

綜合上述，因應12年國教新課綱實施，學校教師訂定「自主學習」、「創新跨域」及「修己善群」的學生圖像，並於高年級校訂課程中設計了運算思維程，為了培養具有運算思維的學生，我們也著手發展運算思維桌遊，在桌遊中透過數字計算可以讓同學們思考如何完成任務，進而培養同學們運算思維，同時運用桌遊的學習，降低同學對數學的恐懼，有助於提升學童數學素養！

二、文獻探討

對於本推動方案之重要概念，進行名詞釋義及相關研究探討，參考如下：

（一）桌上遊戲（Tabletop Game）

教育部（2018）為提升學生對應「素養」的「能力」，將三面九項核心素養為中、小學教育的重要目標，要達成上述的目標，我們可從多元的方法進行，其中運用桌遊就是學生喜愛的途徑之一(Berland & Lee, 2011)。桌上遊戲（簡稱桌遊）具有提升學生在許多學科上的學習成效(Dziob, 2020)。在儲祥怡、林樹聲（2021）的研究中指出，桌遊將科學學習遊戲化(Dicheva, Dichev, Agre, & Angelova, 2015)，也讓抽象概念變得平易近人，更是以學生為中心做設計(Santos, 2018)，所以對於喜歡遊戲的國小學童，透過桌遊學習科學，除了能引發他們的

學習興趣、動機，並促進他們展現更積極的學習態度、上課參與度(Cardinot & Fairfield, 2019)，更可以提升與同儕互動和合作 (Peppler, Danish & Phelps, 2013)及高層次的思考能力(Coffey, 2015) ，盧秀琴、李怡嫻 (2016)認為透過玩桌遊學習科學等知識已是世界的教育趨勢之一。

Donovan(2017) 認為相對於線上遊戲(online game)、電腦遊戲(video game)等需要藉助網路連線、電腦的遊戲，桌遊之所以再度興起，原因之一是許多人可能已產生「網路疲勞」。桌遊適用於正式與非正式的學習場域(Bayeck, 2020)，提供單科或跨科的學習情境(Eisenack, 2013)，因此作為運算思維教學或學習的載體是合宜的(Alfaifi, 2013)。綜上所述，本研究將改良並開發具有增進數學計算及運算思維之桌遊，並將發展為學校特色課程，此桌遊有其發展價值。

(二) 運算思維 (Computational Thinking)

運算思維是一種解決問題的思維方式，涉及了如何將問題分解為更小、更易管理的子問題、如何設計適當的演算法和程序，以及如何利用計算機和科技工具處理和分析數據等。美國資訊科學教育界普遍認為運算思維 (CT) 技能有：資料展現 (DataRepresentation)、分解 (Decomposition)、抽象

(Abstraction)、演算法思維 (Algorithmic Thinking) 和模式識別 (Pattern Recognition) 五種 (Rodriguez, Rader, & Camp, 2016)。呂聰賢 (2016) 認為，運算思維是包含程式撰寫技巧以及思考方式的藝術，撇開程式語言撰寫的部分，這些基礎也可對應、套用在生活中。

運算思維原來頗強調演算過程，尤其運用在程式設計思考上，所以要鼓勵學生做解題思考，也就是用演算法(Algorithm)去把解題歷程規劃出來的部分，甚或可以結合一些創意在其中。而這種思考會與數理學科頗有關聯，卻未必與數理成績有絕對關係 (劉明洲, 2017)。運算思維的目的是幫助人們更有效地解決問題和進行決策，林育慈、吳正己 (2016) 提醒學校常常因為期待過高，或著急於達成目標，反而扼殺了學生的創意與動力，若能提高學生學習動機，主動參與學習，更能達到教學的目的。

綜上所述，本研究欲發展並推廣運算思維桌遊，教師們利用同學們喜歡的桌遊做為學習工具，讓桌遊發揮寓教於樂的功能，對培養學生運算思維有其價值。

三、推動流程

在校務經營及管理上，常聽到 PDCA 循環（PDCA Cycle），而這究竟這是甚麼樣的管理學概念呢？這是由美國著名的管理學家戴明（Deming）所提出，包含四大大概念：計畫（Plan）、執行（Do）、查核（Check）、行動（Act）。

（一）步驟 1：計畫（Plan）

正所謂謀定而後動，秉持第一次就做對的精神，謹慎的思考該怎麼做！在產品製作之前，週延的規劃各項標準程序（SOP）、製程規格、負責單位以及檢驗方式…等。

（二）步驟 2：執行（Do）

依據先前制定的規劃，準確的執行各項工作。

（三）步驟 3：查核（Check）

在執行過程中，必須隨時檢查達成率。倘若發現計劃和實際執行發生落差時，就該隨時提出改善的辦法。

（四）步驟 4：行動（Act）

針對第 3 個步驟查核所提出的改善之道，重新修正做法，正確執行矯正措施，以利未來的工作方向越來越進步。

Deming 認為，上述 4 步驟是一個持續循環的動態過程。企業或學校只要重覆執行，就能持續從執行中學習和反省，並且從反省中成長進步！在網路時代中，產品的生命週期越來越短，隨時改善生產和品質管理方式，已成為管理者最重要的課題。

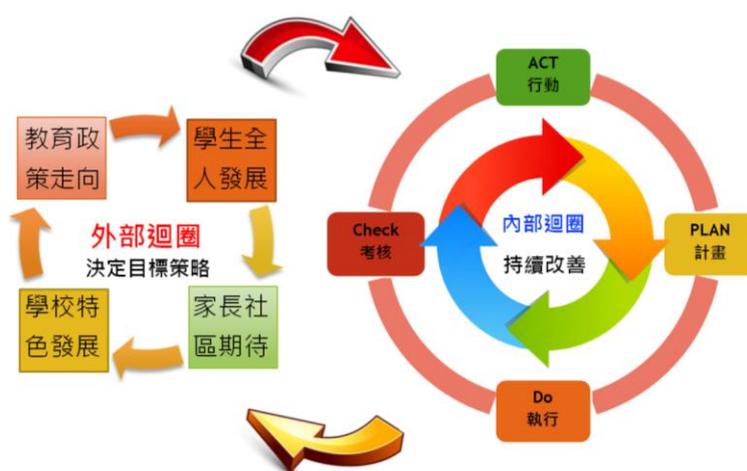


圖 3-1 推動運算思維課程流程圖

依上述，學校推動運算思維桌遊，依據 PDCA 在推動運算思維桌遊歷程上說明如下：

(一) 計畫階段

- 1.成立運算思維課程推動小組，將桌遊形成學校特色課程，小組成員以課發會委員為基礎，將數學及資訊相關教師列為小組成員，以利討論及發展。小組成員包含校長、教務主任、資訊組長、學校資訊教師及數學領域教師。
- 2.運用目前臺師大已開發之 ComputUp 遊戲 APP 為基礎，改良並重新設計遊戲方式，訂定適合國小數學計算之遊戲規則，以符應各年段學生之需求。

(二) 執行階段

- 1.為使桌遊能發揮增進學生數學計算能力，並培養運算思維，將開發之桌遊於課室中實施，為求周延，先請年段部份班級試玩，適時修正遊戲規則。
- 2.增加同學參與感，並為桌遊注入生命力，將運算思維桌遊列入高年級學年活動，辦理校內運算思維比賽。

(三) 查核階段

- 1.桌遊的進行需考量實務條件，包含小學一堂課僅有四十分鐘，如何讓桌遊能在一堂課中結束，同學們可以從容地恢復上課樣態，其次材料及器材需考量簡單、易用且具行動性。
- 2.從年段同學試玩的過程中，檢核理想與實務間的差距，瞭解需修正的地方及原因，做為後續調整原來設定的玩法，讓桌遊具實用及可行性之參考。

(四) 行動階段

- 1.每一次實施運算思維桌遊，都可以從學生的遊戲行為中發現可改進之處，會影響的因素，包含場地、時間的管控、遊戲規則，連鼓勵的方式都會影響學生進行桌遊的順利程度，因此保持滾動式修正的彈性，累積經驗不斷改進。
- 2.為瞭解學生在運算思維桌遊中，學生在學習態度上的改變，或學業成就上的影響，設計問卷進行瞭解，做為修正遊戲之依據。

四、桌遊的誕生

桌遊的設計需符合易學、易用、易備的三易原則，同時又需具備教育的功能，在這個運算思維的桌遊上，所設定的遊戲目標，就是要透過桌遊來增進學生在數學四則運算能力，同時能培養運算思維，透過任務的需求，在遊戲中設計許多問題，讓同學在解決問題的過程中瞭解選擇適當策略的重要性，因此在設計的過程中，師長們透過討論，凝聚以下幾點共識。

（一）建立合宜的教學模式

因考量所發展之運算思維桌遊將做為學校特色課程的一部份，因此在實施的歷程上，能運用合適的教學模式，較能符應課程發展需求。ADDIE 模式是教學系統設計模式，此模式在於提供教學設計者系統化的規劃指標，以確保教學設計成果之教學品質（Molenda, 2003）。經教師討論，我們採用ADDIE模式發展課程並進行教學。ADDIE模型主要包含三個架構層面的內容，即要學什麼（學習目標的制定）、如何去學（學習策略的應用）、如何去判斷學習者已達到學習效果（學習考評實施）。

1.分析階段（Analysis）

授課教師利用課堂時間說明所設計的運算思維桌遊要能推廣出去，必須能解決教學者的困難，以及學生的背景知識，讓他們能在遊戲中學習新知識。因此在教學前應進行以下幾點分析：

- （1）學生數學先備知識：以六年級學生而言，數學的加、減、乘、除等四則運算及括號的計算方式，都已學習過。
- （2）學生在運算思維不足的地方：學生對於動腦思考是否已有習慣，在遇到問題或任務時，是否能運用所學來解決問題，值得教師探究。
- （3）授課教師需求：教師對於運算思維的認識程度，在推動桌遊的準備程度，皆會影響課程及活動的發展。

2. 設計階段(Design)

授課教師利用團體討論和各學年數學討論運算思維桌遊的目標和系統流程的設計。

- （1）設計教學目標：透過桌遊增進學生數學四則運算能力，並從完成任務實作中培養學生運算思維。

(2) 設計理念：桌遊是目前受大家歡迎的教學方式，善用其工具，讓學生寓教於樂，快樂學習。

(3) 教材內容：配合不同年級的數學四則運算程度，在低年級以加減法，中年級以乘除，高年級有刮號及四捨五入的概念，來設計遊戲規則。

(4) 畫面美工設計：以校園景點及場域為地圖設計藍圖，配合旅遊的概念，以軌道來串連校園中的景點，形成遊戲的圖版。

(5) 系統流程設計：從遊戲目標訂定=>遊戲規則介紹=>遊戲組件設計=>遊戲=>回饋

3.發展階段(Develop)：以遊戲進行運算思維教學活動設計、遊戲器材及規則設計、學生學習回饋設計等。

4.執行階段(Implement)：依教材實施教學、辦理競賽活動。

5.評估階段(Evaluate)：課程內容評估、遊戲成效評估、學生學習態度及數學能力效果評估等。

有了這樣的課程與教學設計規畫指標，就不會流於胡亂設計，更重要的是依照「學習者」需求與困境而設計的一套課程與教學模式。所有的設計過程緊扣這樣的中心主軸，更重要的在設計過程中有路徑可循，不會偏離「學」與「教」目標設定。

(二) 遊戲設計的原始構想

透過APP的使用經驗，教師不斷地檢視桌遊的設計目及重點：

1.遊戲的場景要跟學校結合，以學校為基礎，得以呈現遊戲的獨特性，未來可發展成學校的特色課程及活動。

2.近年來，透過教師教學及學力檢測結果，發現同學們在數學的四則運算上的表現尚佳，仍有精進的空間，若遊戲中可以提供計算之任務，讓同學們在遊戲中自然地參與，有了學習的動機，對提升數學計算能力有幫助。

3.學習需與生活結合，這是 12 年國教素養導向學習的核心精神，因此在遊戲中能讓同學與生活情境結合，能提高學生對桌遊的興趣，有了玩遊戲的動機，才有機會精進數學計算及解決問題能力。

4.在遊戲中應有明確的任務，同時提供幾程可以解決問題的策略，供學生

們在遊戲中學習運算思維的應用。

(三) 遊戲組件發展歷程

1. 在上述桌遊設計目標的設定後，教師們決定參考 COMPUT-UP 的原始設計，將大富翁的概念，轉化為學校的地圖，地圖上以學校重要設施或場域為地圖上的景點，同時配合校園環境的實際方位，設計出桌遊的重要部份，遊戲地圖。為了讓遊戲增加臨場感，在地圖上設置了 20 個重要景點。

學校大門	生態池	行政樓	慈暉樓
籃球場	游泳池	修德樓	行星廣場
國際走廊	南廣場	司令台	自強樓
紅樓遊戲場	幸福農場	圖書館	資源回收場
綜合球場	至善樓	登月樓	怡然亭

同學們可以在遊戲中，認識學校的活動空間及場域，增加校園與同學們虛擬的互動機會。

2. 每個景點之間，以軌道做為連結線，並設有軌道之枕木，以數列方式呈現，從學校大門以數字 0 開始，到終點怡然亭共設有 500 格。
3. 為增加遊戲的複雜程度，在地圖上設有捷徑，提供同學不同遊戲策略的機會。結合校園景點、軌道及捷徑的設置後，完成桌遊地圖如下圖。

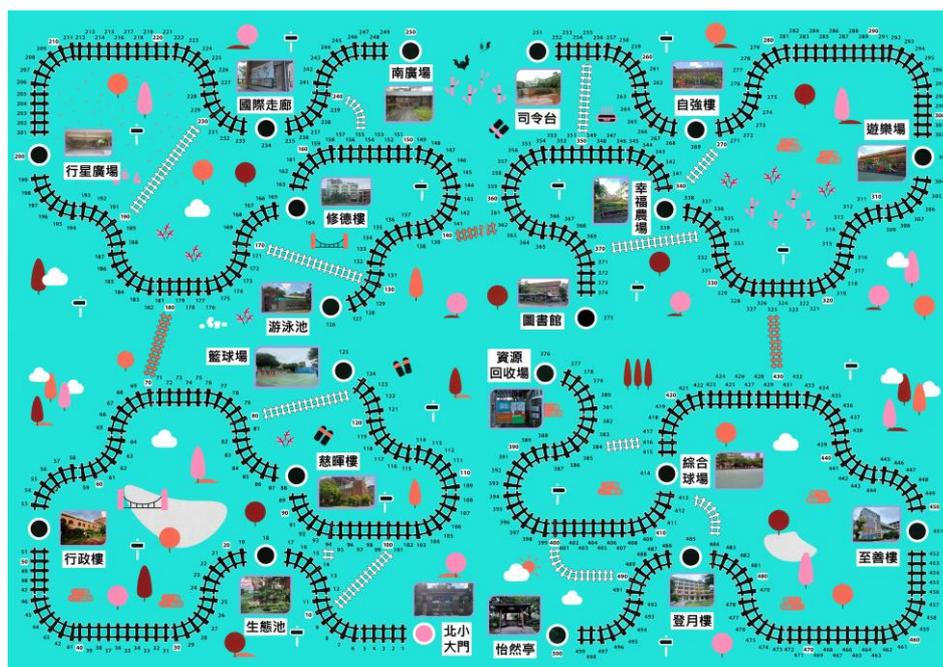


圖 4-1 運算思維桌遊地圖

4.遊戲的進行需要讓每位同學有代表物，老師們思考後，認為代表物可以開放讓同學們自行決定，只要大小適合，例如家中的小玩偶、小公仔、或一元硬幣、橡皮擦等，因為是同學自行決定，亦稱為玩家的幸運物，可以增加學生參與的動機。



圖 4-2 幸運棋子

- 5.在傳統的大富翁，是利用骰子的點數來前進，因這個桌遊必需與數學計算結合，因此需要有數字 1 到 9 的物品來結合，在數學教學上，有許多老師利用撲克牌來進行加減法的教學，同時一副撲克牌剛好包含數字 1 到 9，因為將使用撲克牌做為桌遊的器材。
- 6.綜合所述，這份運算思維桌遊，一起玩的同學，只要有一張地圖、一份撲克牌和自己準備的幸運棋子，再加上一個適合的遊戲規則，就可以開玩了。

(三) 遊戲規則發展

- 1.以大富翁的遊戲方式為基礎，將撲克牌為提供數字之依據，在每回合的遊戲中，每位同學可以取得數張撲克牌，同學們需依取得之四張撲克牌數字來進行算式設計計算式，依不同年段的學生程度，提供不同的數學符號，讓遊戲的使用對象擴及低、中、高年級。
- 2.因每節課時間為 40 分鐘，在遊戲過程中，控制每場遊戲時間，避免時間冗長影響學生參與興趣，因此在不同年段學生計算時間加以限制，以控制每場桌遊進行時間。彙整以上兩點，撲克牌取牌、運算符號使用及每回合實施時間規畫如下：

年級	每人取牌數	使用數學符號	每回合預期時間
中年級	3	+、-、×、÷	3
高年級	4	+、-、×、÷、()	5

- 3.每次計算式需使用數學符號將數字列成橫式計算式，再將結果計算出來。所使用的數學符號不得重覆。
- 4.每回合可以利用不同數字及算式的組合，得出數種計算成績，做為前進的依據，為求公平，所有計算過程需記錄下來，做為最後檢驗依據，因此為桌遊開發歷程記錄表。

【策略歷程表】簡易版		班級座號：_____	姓名：_____	第____組
填寫範例：				
回合	條列計算方式，並將選擇步數圈起來	位置	策略選擇	
1	$4 \quad 6 \quad 6 \quad 5$ $(5+6) \times 6 - 4 = 62$, $\boxed{(6-5) \times 6 + 4 = 10}$ $(6+6) \times 5 - 4 = 56$, $(6+6-4) \times 5 = 40$	$0 + 10 \rightarrow 100$ 到達 100 步	<input type="checkbox"/> 最大值 <input type="checkbox"/> 進景點 <input checked="" type="checkbox"/> 捷徑 <input type="checkbox"/> 其他	
回合	條列計算方式，並將選擇步數圈起來	位置	策略選擇	
1	_____ _____ _____ _____	 到達 _____ 步	<input type="checkbox"/> 最大值 <input type="checkbox"/> 進景點 <input type="checkbox"/> 捷徑 <input type="checkbox"/> 其他	

圖 4-3 策略歷程記錄表

5.為培養學生運算思維，在先前規畫時，使加入了景點與捷徑功能，為了使遊戲除了計算出最大值的前進步外，亦將進入景點，可前進 30 步，及走到捷徑可前進至捷徑另一端，來增加遊戲的樂趣，同時也提供學生其他的思考方式，若要儘早走到終點，除了算出最大值外，可能還有其他選擇。

完成桌遊器材及遊戲規則的訂定後，開始進行試玩，以瞭解桌遊進行可能產生的問題並適時修正。

五、實施方式

將運算思維桌遊開發完成後，開始進行試玩，我們先請三、五年級各一個班級為實驗班，進行遊戲。在遊戲開始前，擔心時間不夠，因此先以半個校園為遊戲範圍，即終點設在南廣場250步，以下以五年級遊戲為例，規畫出完整遊戲規則，並設計成教師指導語，方便未來各班教師進行說明。

(一) 發展遊戲指導語

遊戲進行要好玩有趣，遊戲規則的說明是關鍵，避免同學們因不瞭解遊戲方式，在進行中發生紛爭，對於遊戲的功能可就事倍功半，甚至讓學生對遊戲有不良印象，影響未來參與意願，因此清楚的規則說明必不可少，因此完整的

遊戲便更顯重要，可以建立遊戲實施的指導語。

各位同學早安

我們即將進行運算思維遊戲，現在老師說明遊戲辦法，請小朋友仔細聆聽，並遵守規定。

- 一、班上共分成 8 組，每組 3-4 人，等一下請各組同學到指定位置。
- 二、每組同學會拿到地圖一張、撲克牌一付、每位同學紀錄紙一張。請同學自備棋子、鉛筆及橡皮擦。
- 三、競賽時間 40 分鐘，其中每回合 5 分鐘，預計進行 8 回合，先到達的同學，請舉手通知老師，其餘同學繼續比賽，直到時間結束。

四、本遊戲的規則如下

- (一) 每回合每人抽牌數4張，等牌都發完再重新洗牌。
- (二) 終點步數為250步。計算數值須剛好抵達終點，若超過終點則須再倒退。
- (三) 依順序抽數字牌，將運算符號和括號 (+、-、×、÷、()) 插入數字中，進行數字運算，將運算方法及結果記錄於策略歷程表中。
- (四) 將數字進行加減乘除四則運算，遵照括號先算，然後先乘除後加減原則運算。每個運算符號只能用一次，括號也只能用一次。
- (五) 除法計算時，數值不能有小數點，若無法整除，進行四捨五入到整數。

五、本遊戲中有三個策略說明如下：

- (一) 最佳值：當計算的數值走到「捷徑」時，可直接走到捷徑另一端。
- (二) 最大值：利用該回合抽到的牌，計算出最大的數值。
- (三) 進景點：當計算數值走到「車站」時，可再前進30步。

以上說明，相信同學們都很清楚了，接下來就是實際比賽，提醒大家務必將算式及策略記錄於策略歷程表中，祝福大家都能獲得好成績。

(二) 經遊戲實施結果進行修正

在一次試玩結果，我們獲得幾個經驗，因此針對這些情形進行修正，修正規則如下：

- 1.遊戲說明對學生而言有點抽象，而且只是聽老師說，當下瞭解，但許多人會忘記，因此在遊戲中會一直詢問同學或老師。因此將進行以下修正，除了書面說明，提供教師指導語外，亦可將遊戲規則，製作成簡報，在介紹遊戲時，同學能看到畫面及老師說明，效果更佳。
- 2.遊戲的時間，每回合五分鐘，加上每回合間發牌及走棋子時間，可能一堂課 40 分鐘都無人可以到達終點，因此修正規則，新增「先抵達終點的人即獲勝，若時間到而無人抵達終點，則最接近終點的人為贏家。」
- 3.為讓遊戲時間能有效掌控，每回合時間從 5 分鐘修正為 3 分鐘，同時一場遊戲從 8 回合降低到 5 回合，如此可將每場遊戲時間控制於 20 分鐘。
- 4.另外發現同學們在運用策略時，大多是計算出最大值或捷徑，使用景點的策略非常少，評估後將進景點能前進 30 步修正為 50 步，以增加同學使用該策略之意願。

依上述修正後之遊戲指導語如下：

各位同學早安

我們即將進行運算思維班內賽，現在老師說明競賽辦法，請小朋友仔細聆聽，並遵守規定。

- 一、班上共分成 8 組，每組 3-4 人，等一下請各組同學到指定位置。
- 二、每組同學會拿到地圖一張、撲克牌一付、每位同學紀錄紙一張。請同學自備棋子、鉛筆及橡皮擦。
- 三、**競賽時間 20 分鐘，其中每回合 3 分鐘，預計進行 5 回合，先到達的同學，請舉手通知老師，其餘同學繼續比賽，直到時間結束。**

四、本遊戲的規則如下

- (一) 每回合每人抽牌數 4 張，等牌都發完再重新洗牌。
- (二) 終點步數為 250 步。計算數值須剛好抵達終點，若超過終點則須再倒退。
- (三) **先抵達終點的人即獲勝，若時間到而無人抵達終點，則最接近終點的人為贏家。**
- (四) 依順序抽數字牌，將運算符號和括號 (+、-、×、÷、()) 插入數字中，進行數字運算，將運算方法及結果記錄於策略歷程表中。

(五) 將數字進行加減乘除四則運算，遵照括號先算，然後先乘除後加減原則運算。每個運算符號只能用一次，括號也只能用一次。

(六) 除法計算時，數值不能有小數點，若無法整除，進行四捨五入到整數。

五、本遊戲中有三個策略說明如下：

(一) 最佳值：當計算的數值走到「捷徑」時，可直接走到捷徑另一端。

(二) 最大值：利用該回合抽到的牌，計算出最大的數值。

(三) **進景點：當計算數值走到「景點」時，可再前進50步。**

以上說明，相信同學們都很清楚了，接下來就是實際比賽，提醒大家務必將算式及策略記錄於策略歷程表中，祝福大家都能獲得好成績。

六、實施成果

依據試玩時的意見進行修正，在六年級師長的同意下，由教務處規畫北小第一屆運算思維競賽，為方便老師說明，製作遊戲教學簡報，提供各班教師教學使用。

(一) 運算思維競賽說明簡報

國立臺北教育大學附設實驗國民小學

讚

運算思維競賽
(六年級班內賽)

1 Comput-Up
遊戲說明

【Comput-Up 遊戲說明】

- 簡介：Comput-Up 為一運算思維遊戲，透過數學四則運算，並運用玩家的思考力、數學運算能力與策略性來進行競爭的益智遊戲。
- 人數：數人一組 (2-10人 /組)
- 道具：地圖、棋子、數字牌

【Comput-Up 遊戲說明】

- 遊戲機制
 - 每回合抽牌數：4 張
 - 每回合思考時間：3分鐘
 - 終點步數：250 步。計算數值須剛好抵達終點，若超過終點則須再倒退。
 - 先抵達終點的人即獲勝，若時間到而無人抵達終點，則接近終點的人為贏家。

【Comput-Up 遊戲說明】

遊戲步驟

- 拿出數字牌，將 J、Q、K 取出，留下 1-10。四種花色，共 40 張牌。
- 每人發 4 張牌，將運算符號和括號 (+、-、×、÷、()) 插入數字中，進行數字運算，每回合每個運算符號只能使用一次。
- $(1+2) \times 5 \div 3$ (正確)； $(1+2) \times 5 + 3$ (錯誤)
- 將運算方法及結果記錄於策略歷程表中。

【Comput-Up 遊戲說明】

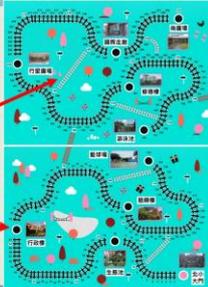
計算規則

- 四則運算：將數字進行加減乘除四則運算，遵照先乘除後加減原則運算。每個運算符號只能用一次，括號也只能用一次。
- 四捨五入：使用除法，若無法整除，計算至小數點第一位，進行四捨五入。

【Comput-Up 遊戲說明】

運算策略

- 走捷徑**：當計算的數值走到「捷徑」時，可直接走到捷徑另一端。
- 最大值**：利用該回合抽到的牌，計算出最大的數值。
- 進景點**：當計算數值走到「車站」時，可再前進 50 步。
- 其他**：除上述三者外。



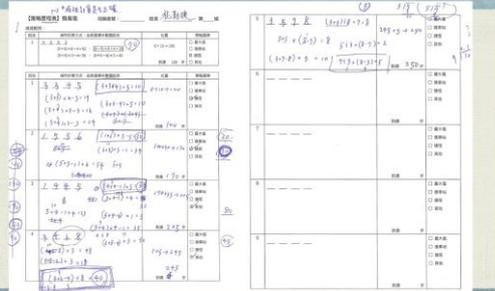
2 策略歷程表 使用說明

【策略歷程表】簡易版 班級座號：_____ 姓名：_____ 第 _____ 組

填格範例：

回合	修訂計算方式，並將選擇步數圈起來	位置	策略選擇
1	4, 5, 6, 5 $(5-4) \times 6 - 4 = 2$; $(6-5) \times 6 + 4 = 14$ $(5+6) \times 5 - 4 = 36$; $(6+6-4) \times 5 = 40$	0 + 10 = 100	<input type="checkbox"/> 最大值 <input type="checkbox"/> 進車站 <input checked="" type="checkbox"/> 捷徑
		距離 100 步	<input type="checkbox"/> 其他

- 先寫上班級、座號及姓名
- 將抽到牌的數字寫下來
- 寫出算式 (在 2 分鐘內，能寫出愈多算式愈有利)
- 選擇計算結果 (到 2 步)
- 勾選【策略選擇】(最大值、進車站、捷徑或其他)



(二) 桌遊教學歷程活動照片

為使桌遊教學過程順暢，建立適當的 SOP 教學流程有其必要。

1. 建立課堂教學 SOP

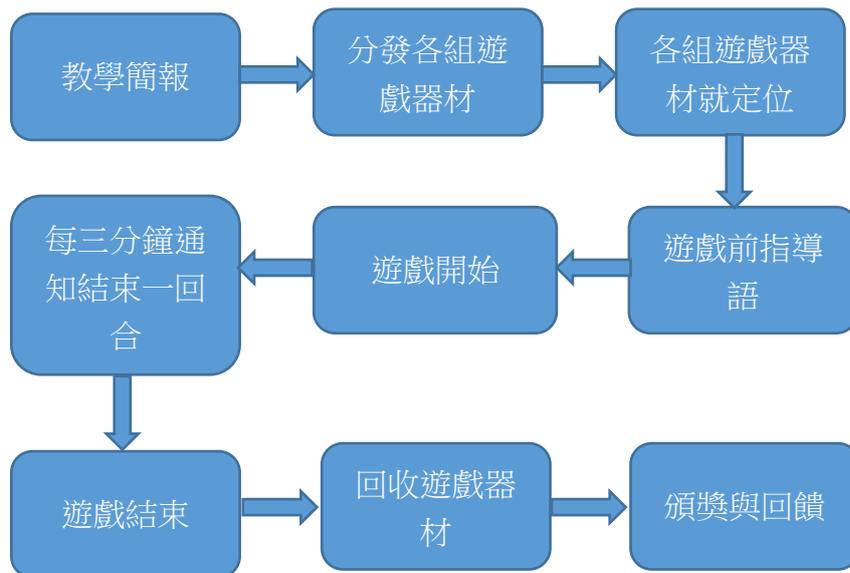


圖 6-1 課堂教學 SOP

2. 課堂教學活動照片



圖6-2 桌遊教學：說明遊戲目的



圖6-3 桌遊教學：介紹遊戲規則



圖6-4 每一回合計時3分鐘

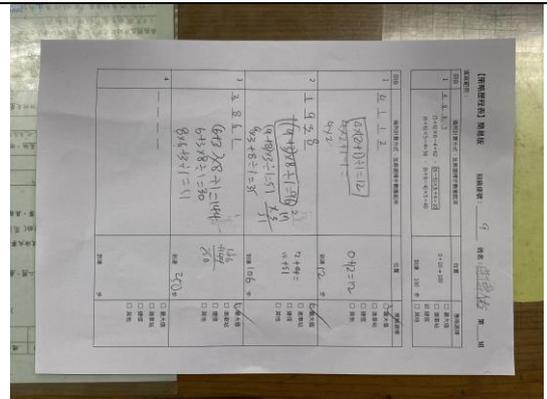


圖6-5 所有算式皆需記錄在歷程表上



圖6-6 同學們專心計算全心投入於遊戲中



圖6-7 有些組趴在地上有些組坐在桌上玩



圖6-8 競賽完成後大家很開心合照



圖6-9 有些人算的快有些人算的慢



圖6-10 同學們為自己所準備的幸運棋子



圖6-11 有些棋子是同學以積木自創的



圖6-12 完成計算後要移動棋子到格子



圖6-13 邀請遊戲原創教授為同學頒獎

(三) 學生學習回饋

完成班內賽後，為瞭解學生對桌遊的看法，請學生分享遊戲後的心得。

1. 學生參與桌遊後的心得彙整如下：

- 約有98%的同學覺得運算思維桌遊很好玩，寓教於樂。
- 有同學直接表示，這是一個很燒腦的活動，有部份同學反應這是一個靠運氣的遊戲，因為每個人會拿到什麼牌是隨機的，所以遊戲很公平。
- 也有同學覺得這個桌遊可以讓我們增加數學計算能力，而且遊戲超好玩，可以拿去賣錢。
- 有同學覺得遊戲的過程很有趣，也發現在遊戲中，其實每個人各忙各的，但還是有一起玩遊戲的感覺。
- 有同學表示這個遊戲設計的很好，一次可以很多人一起玩，在遊戲中獲得第一名的同學表示，很有成就感。

- 也有同學認為遊戲的規則簡單，所以好玩。
- 在所有參與的同學中，僅有一位同學表示這個遊戲不好玩，因為不會算。

一、我喜歡這個遊戲，因為…
可以讓我們增加數學能力，而且遊戲蠻好玩的。

一、我喜歡這個遊戲，因為…在我看來，這遊戲純靠運氣，非常公平。

一、我喜歡這個遊戲，因為…
可以動腦，有可以玩遊戲，
大家都各忙各的，但還是有一起玩遊戲的感覺。

一、我喜歡這個遊戲，因為…
因為我對這種遊戲有興趣，所以會想常玩這種
機智卻燒腦的遊戲。

圖6-14 學生對桌遊的心得

2. 學生對於桌遊所提供之建議

- 同學認為可以放寬規定。
- 每一回合可以重複使用運算符號。
- 可以把5以上的牌拿掉。
- 如果思考的時間長一點會更好。
- 如果變因再多一些更好。
- 把地圖的顏色換一下，現在的螢光藍，讓人好緊張。
- 地圖可以再大一些。
- 可以增加更多的捷徑或陷阱。
- 可以再加入道具。
- 步數可以再多一些。

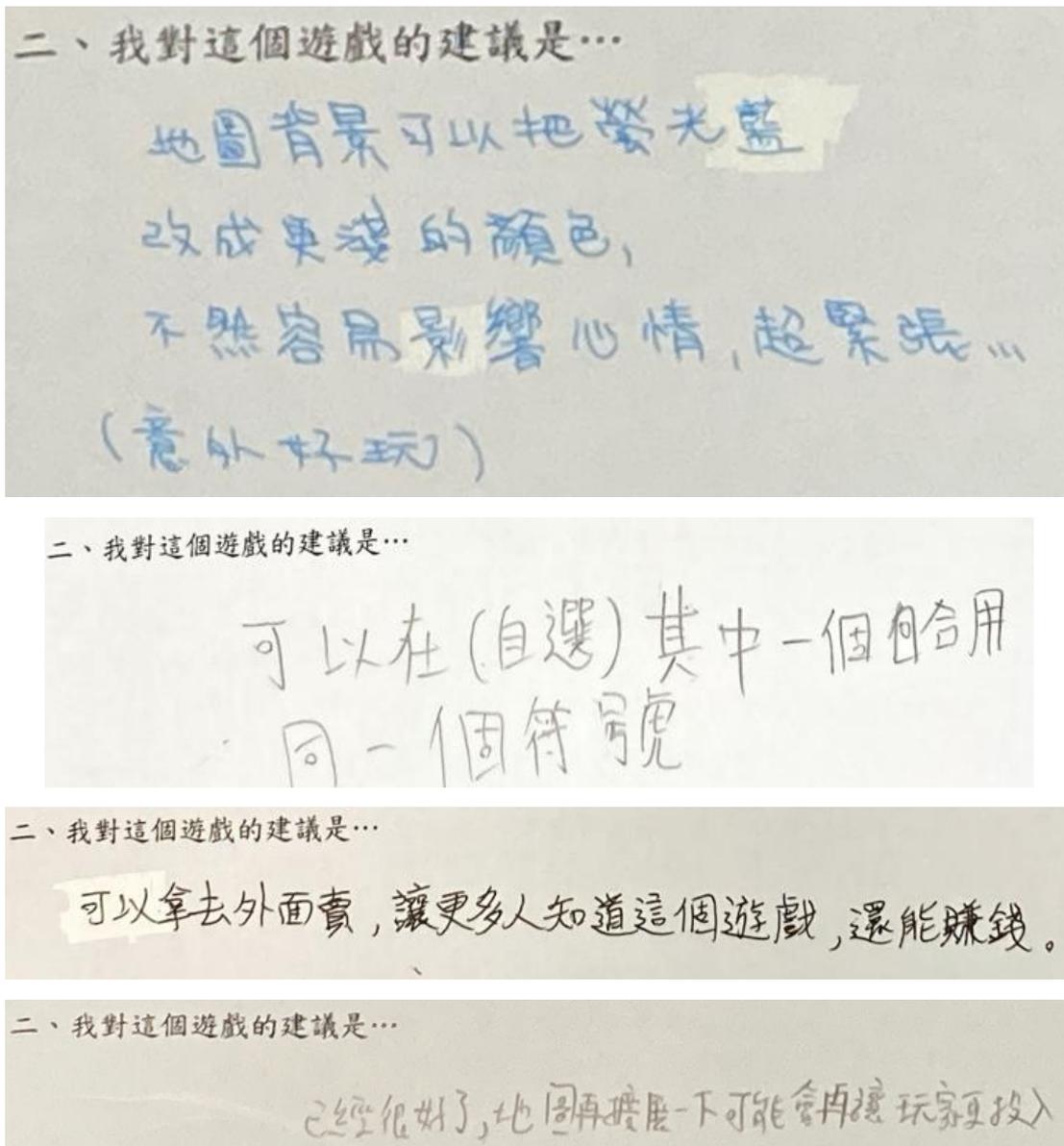


圖6-15 同學對桌遊的建議

綜上所述，同學對運算思維桌遊接受度很高，大多數同學都喜歡這個桌遊，從回饋中得知同學們自己覺得對數學計算能力提升有幫助，對於最快到終點的任務上同學們各有不同的策略，此外，對於同學們所提出之建議，都非常有參考性，可做為未來改進之參考。

七、學習態度與成效

老師們在運算思維桌遊發展的過程中，對於同學們在遊戲中所呈現的態度，及桌遊對同學數學成績的影響，是非常感興趣的，因此透過文獻分析，採用調查研究法，先以具有信度及專家效度之桌遊紙本評量工具進行資料蒐集，

以此探究本校六年級不同性別的學童在數學自我效能（SE）、遊戲運算思維（CT）等態度及數學學業成就（LA）的影響，及六年級學童透過桌遊在數學自我效能、數學運算思維及學生學習成就等構面上之相關情形，做為日後持續改進之參考。

（一）性別之描述性統計分析

首先在性別的描述性統計分析部分，進行資料分析的人數共 145 人，其中 68 人為男性，佔全部參與者的 46.9 百分比，而女性則有 77 人，佔比為 53.1 百分比，顯見本研究的參與者之男、女人數相當，彙整如表 7-1。

表 7-1 性別之次數分配表

類別	參與者個數	百分比	累積百分比
男	68	46.9	46.9
女	77	53.1	100

（二）數學自我效能之統計分析

首先將數學自我效能構面進行信度分析，其 Cronbach's α 值為.933，再將其中六個題項進行描述性統計分析，分析顯示，構面的平均值為 3.39，題項平均值介於 3.07 至 3.57，平均數的數值介於於五點量表中的「普通」與「同意」感知之間，表示參與者對於此構面的觀點大多趨向認同。另外，構面的標準差值為 .73，題項的標準差值介於後.978 至 1.140，顯示參與者的感知有些許差異化情形，彙整如表 7-2。

表 7-2 數學自我效能之描述性統計分析表

構面	代號	題項	平均值	標準差
數	SE	整個構面	3.39	0.73
學	SE1	我相信我可以在數學方面做得很好。	3.32	1.065
自	SE2	我很有信心面對數學難題的挑戰	3.20	1.140
我	SE3	我相信我可以在數學科目上取得好成績。	3.07	1.065
效	SE4	我相信我可以自己理解數學概念。	3.50	1.001
能	SE5	我有能力自己解決數學問題。	3.55	.978
	SE6	面對數學問題，我能夠想出解決的步驟	3.57	1.039

(三) 遊戲運算思維之統計分析

首先將遊戲運算思維構面進行信度分析，其 Cronbach's α 值為.902，再將其四個題項進行描述性統計分析，分析顯示，構面的平均值為 3.60，題項平均值介於 3.30 至 3.76，平均數的數值介於於五點量表中的「普通」與「同意」感知之間，表示參與者對於此構面的觀點大多趨向認同。另外，構面的標準差值為 .91，題項的標準差值介於後.988 至 1.082，顯示參與者的感知有些許差異化情形，彙整如表 7-3。

表 7-3 遊戲運算思維之描述性統計分析表

構面	代號	題項	平均值	標準差
遊	CT	整個構面	3.60	0.91
戲	CT1	我能靈活運用數學運算的步驟來解決遊戲的	3.30	.988
運		問題。		
算	CT2	我能透過改變運算符號的位置來產生不同的	3.67	1.007
思		數值		
維	CT3	我能依據狀況和條件選擇不同的運算策略(最	3.68	1.039
		大、捷徑、進景點)。		
	CT4	經過這個遊戲，我能找出最大值、走捷徑、進	3.76	1.082
		景點的運算模式。		

(四) 性別與學習態度的差異性分析

透過 SPSS 20 進行獨立樣本 t 檢定考驗，瞭解性別對數學自我效能 (SE) 及遊戲運算思維 (CT) 等構面是否有差異，結果在 SE 計算後的 t 統計值為 -.228，顯著性 p 值=.820；CT 計算後的 t 統計值為.866，顯著性 p 值=.388，兩個構面的 p 值皆大於.05，表示在運算思維桌遊中，男生和女生在數學自我效能及遊戲運算思維等兩個構面沒有差異。彙整如表 7-4。

表 7-4 性別與學習態度的差異性分析

構面	類別	N	M	SD	t	d
數學自我效能	1.男	68	3.37	0.80	-.228	.820
	2.女	77	3.40	0.66		
遊戲運算思維	1.男	68	3.67	0.93	.866	.388
	2.女	77	3.54	0.88		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

(五) 學習態度與學習成就相關性分析

透過 SPSS 20 進行 Pearson 相關分析，瞭解數學自我效能 (SE)、遊戲運算思維 (CT) 及學童數學學習成就 (LA) 等構面的相關程度，學童數學學習成就以該學期數學成績表示，結果顯示 SE 與 CT 的相關值為.568，顯著性 p 值 =.000；SE 與 LA 的相關值為.327，顯著性 p 值=.000；CT 與 LA 的相關值為.304，顯著性 p 值=.000，表示在運算思維桌遊中，學童所展現的數學自我效能與遊戲運算思維、數學自我效能與數學學習成就及遊戲運算思維與數學學習成就等構面，皆為正相關。彙整如表 7-5

表 7-5 學習態度與學習成就相關性分析

變項名稱	SE	CT	LA
1.數學自我效能 (SE)			
2.遊戲運算思維 (CT)	.568***		
3.數學學習成就 (LA)	.327***	.304***	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

八、省思與建議

從接觸到臺師大發明 ComputUp 的遊戲 APP 後，將遊戲的概念帶給學校老師，經過課程發展團隊的建立，遊戲器材的研發及遊戲規則的製訂，感受到學校老師對教育的熱忱。一群有共識的團隊力量是很驚人的，隨著 PDCA 模式在桌遊設計研發的過程，不斷地提醒著發展團隊開發桌遊的步驟與進度，當遊戲的圖版及器材完成後，算是完成推動的第一步驟。爾後依循著 ADDIE 教學模式來進行桌遊的教學，待同學們瞭解桌遊的進行方式後，再舉辦六年級的班級運算思維競賽，成功地將運算思維的桌遊推動在教學課程中，日後將參考現行推動經驗，規畫於未來高年級的課程計畫中，讓北小的同學們都能透過桌遊的方式，達到快樂學習，增進數學計算及運算思維能力。

他山之石可以攻錯，好的經驗得以傳承，而推動課程的經驗，得以省思並做為後續改良之參考。

(一) 推動運算思維桌遊之省思

- 1.凡事起頭難，會有這次發展運算思維桌遊的起心動念，首先來自國家推動 12 年國教，重視自主學習、問題解決及運算思維之政策，學校有培養

學童運算思維之需求。在一波數位學習風潮下，臺師大教授發展 ComputUp 運算思維 APP，透過北小學童進行遊戲試玩，因此才有機會將運算思維遊戲概念，希望能發展學校的課程，經與教授幾次請教後，才開始校內課程發展。因此資源的掌控與應用，對於學校創新發展是非常重要的。

2. 一個人走的快，一群人走的久。發展課程要以永續為目標，因此籌組團隊是必要的，開發遊戲，寓教於樂，雖然要花蠻多時間研發及嘗試，但也要耐心鼓勵老師們參與，讓遊戲變成課程，學習就更顯價值。
3. 開發一個遊戲真的不容易，要規則簡單，器材簡易，隨時可行，才能讓同學們願意嘗試，透過體驗產生持續參與的動機，才能讓運算思維桌遊發揮功能，就像同學們的心得所說，好玩，可以增進數學計算能力。
4. 這次開發的運算思維桌遊，有同學覺得規則太簡單，其實它還可以有其他玩法，等著我們去瞭解。其實撲克牌還有 10、J、Q、K 等牌可以使用，未來可以將社會互動的功能加進遊戲中，讓遊戲可以小組合作，讓遊戲產生合作與競爭的情境，更符合學童的生活經驗。

(二) 推動運算思維桌遊之建議

1. 對學校行政同仁建議：推動校務發展課程，是件漫長的工作，除了組成推動小組，要讓小組成員有持續的動力，適當的鼓勵支持是必需的，能夠籌措經費給予加班費或補休，進行會議討論時能提供茶水，有助於團隊的維持。
2. 對教師的建議：開發的運算思維桌遊，從學生的回饋表示，對於提升學生學習興趣有成效。從問卷的分析得知，若學生對數學的自我效能有所提升，對於提升學生運算思維有幫助，同時也對提升學生的數學成績有幫助，因此，鼓勵學生玩桌遊，同學能在遊戲中獲得成就感，對提升數學成就有幫助。
3. 對同學的建議：玩遊戲是大家都喜歡的事，在實務的經驗中得知，目前所開發的運算思維桌遊，具有提升數學計算能力及運算思維的成效，同時使用的器材簡便，值得推廣，可以利用課餘時間，多與同學們切磋。

(三) 未來的展望

1. 開發桌遊來達到提升運算思維之目的，在遊戲中能讓同學對數字的計算

更熟練，為了完成任務，同學們可以利用不同的策略來達成目標。從同學們的建議，未來可以開發更多捷徑或陷阱於遊戲中，並增加同學們合作與競爭的機制，付予遊戲社會建構學習的功能。

2.目前得知臺師大已將 ComputUp 發展成電腦及網路版，透過網路能讓不同地點的人進行遊戲，並在網路的世界中增進數學、資訊素養，然而網路版的運算思維遊戲仍有網路速度及載具的限制，視學校資訊設備的設置情形，評估在校內實施線上運算思維遊戲的可行性。

九、參考文獻

程遠茜 (2016, 10 月)。一堂不需要電腦的程式設計課。親子天下。取自

<https://flipedu.parenting.com.tw/article/2774>

呂聰賢 (2016)。運算思維 COMPUTATIONAL THINKING (CT)。取自

http://webnas.bhes.ntpc.edu.tw/wordpress/wp-content/uploads/2016/03/運算思維簡報_呂聰賢.pdf

教育部 (2016)。2016-2020 資訊教育總藍圖。取自

<https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/relfile/6315/46563/65ebb64a-683c-4f7a-bcf0-325113ddb436.pdf>。

教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域。臺北市：教育部。

郭靜晃 (1997)。遊戲與教育座談會記實。教育研究雙月刊，58，7-24。

黃德祥 (1990)。犯罪青少年刺激尋求與社會技巧之分析研究。彰化師大輔導學報，14，51-92。

臺北市政府教育局 (2018)。北市強調運算思維從小扎根，自訂國小資訊科技教學綱要修正版近日上路。取自

https://www.doe.gov.taipei/News_Content.aspx?n=B3DDF0458F0FFC11&sms=72544237BBE4C5F6&s=3849448A49BA29BE

劉明洲 (2017)。創客教育、運算思維、程式設計~幾個從「想」到「做」的課程與教學設計觀念。臺灣教育評論月刊，6 (1)，138-140。

盧秀琴、李怡嫻(2016)：「昆蟲學」師培課程培育國小師資生開發昆蟲桌遊教

- 具與設計測驗卷。師資培育與教師專業發展期刊，9(3)，1-28。
- 儲祥怡、林樹聲（2021）。國小自然科學桌遊教學研究之回顧與省思。科學教育月刊，442，14-27。
- Alfaifi, K. M. (2013). Using board games to teach physics. *Unpublished doctoral dissertation*, Eastern Washington University, Washington.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. doi:10.1037/0033-295X.84.2.191
- Bayeck, R. Y. (2020). Examining board gameplay and learning: A multidisciplinary review of recent research. *Simulation & Gaming*, 51(4), 411-431.
- Berland, M., & Lee, V. (2011). Collaborative strategic board games as a site for distributed computational thinking. *International Journal of Game-Based Learning*, 1(2), 65-81.
- Cardinot, A., & Fairfield, J. A. (2019). Game-based learning to engage students with physics and astronomy using a board game. *International Journal of Game-Based Learning*, 9(1), 42-57.
- Coffey, M. (2015). *Green chemistry: Classroom implementation of an educational board game illustrating environmental sustainable development in chemical manufacturing*. Nottingham, UK: Nottingham Trent University.
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88.
- Donovan, T. (2017). *It's all a game: The history of board games from monopoly to settlers of Catan*. New York: Thomas Dunne Books.
- Dziob, D. (2020). Board game in physics classes-A proposal for a new method of student assessment. *Research in Science Education*, 50, 845-862.
- Eisenack, K. (2013). A climate change board game for interdisciplinary communication and education. *Simulation & Gaming*, 44(2-3), 328-348.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy? *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 20-24.

- Jansen, M., Scherer, R., & Schroeders, U. (2015). Students' self-concept and self-efficacy in the sciences: Differential relations to antecedents and educational outcomes. *Contemporary Educational Psychology, 41*, 13-24.
doi:10.1016/j.cedpsych.2014.11.002
- Liu, E. Z. F., & Chen, P. K. (2013). The effect of game-based learning on students' learning performance in science learning-A case of "Conveyance Go" . *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 103*(2013), 1044- 1051.
- Mathison, M. (1977). *Curricular interventions and programming innovations for the reduction of mathematics anxiety*. ERIC database (#ED154430).
- Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE Model. *Performance improvement, 42*(5), 34-37.
- Richardson, F. C. & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology, 19*(6), 551-554.
- Rodriguez, B., Rader, C., & Camp, T. (2016). *Using student performance to assess CS unplugged activities in a classroom environment*. Retrieved from <https://coloradosun.com/wp-content/uploads/sites/15/2019/02/BrandonITiCSE-Final.pdf>
- Santos, A. (2018). Instructional Strategies for Game-Based Learning. In Kidd, Y. & Morris, L. R. (Ed.), *Handbook of Research on Instructional Systems and Educational Technology*. Cham: Springer.
- Stankov, L., Lee, J., Luo, W., & Hogan, D. J. (2012). Confidence: A better predictor of academic achievement than self-efficacy, self-concept and anxiety? *Learning and Individual Differences, 22*(6), 747-758. doi:10.1016/j.lindif.2012.05.013
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.