

彰化縣 113 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（封面）

作品編號：（由承辦單位編列）

☐國小組

☒數學類

☐自然、科技類

☒國中組

☐人文社會類

組別：數學

作品名稱： 生與死的交界點—踩地雷的奧妙

◎封面切勿出現校名、作者、校長及指導者姓名，違者不予收件。

壹、 研究訓練階段

我總是跟學生說，「獨立研究」其實就是在解決你想知道的問題，從生活中、書籍或網路上接收到的資訊，去尋找你所好奇及感興趣的事物，藉由研究的過程訓練解決問題的能力、獨立思考以及判斷力，也能培養學生對於科學研究的基本態度和認知，而選擇自己感興趣的主題也使學生能夠持之以恆的將研究完成，並和組員培養默契以及團隊合作的能力。

一、 近二年學校獨立研究課程之規劃

獨立研究為國一必選修的課程，目標為培養同學主動探索新知、自主學習的能力，並在過程中訓練同學搜尋與過濾資料，並將其組織的能力，在發表的過程中也訓練學生表達能力和臺風。

在研究過程中也給予學生機會，探索更多領域的主題，並從中找尋自己的興趣和專長，為未來的跨領域學習與合作奠定基礎，希望此課程能對學生在未來各個階段都能有幫助。

二、 學校如何提供該生獨立研究訓練

獨立研究主要分為「訓練」與「研究」兩個階段。第一年主要為訓練階段，藉由教師的解說來了解獨立研究所需具備的技能以及研究態度，並透過實際的練習來熟悉獨立研究中各個階段的流程。而研究階段一開始會以小組的方式讓同學去探索各領域的主題，藉此找出自己感興趣的題目，再透過深入挖掘及討論去確定题目的可行性，當主題確定後即開始了研究，於過程中實踐過去一年所學完成作品。而後便是加強學生的報告能力，如：簡報製作、上台發表、問題應對等，教師於整個研究的過程中僅擔任輔助的角色，並不會過度干預學生的作品，僅在一些細節上給予提醒。

貳、研究階段

一、研究動機

我們在尋找研究主題時一波三折，嘗試了各方面的問題，但經過初步嘗試後，並沒有達到我們想要的效果。直到發現了能研究關於機率方面的問題，就從各種遊戲開始搜集資料，在此之前亦初步研究了 1024、開關燈遊戲、24 點等等遊戲。

在初步調查後，我們對踩地雷這個遊戲起了非常大的興趣，於是從日常生活中常見到的小遊戲中挑選了幾種不同類型的遊戲作為研究的主題之一，從各方面評估後最後選擇了最經典的 Windows 小遊戲——踩地雷作為研究主題。

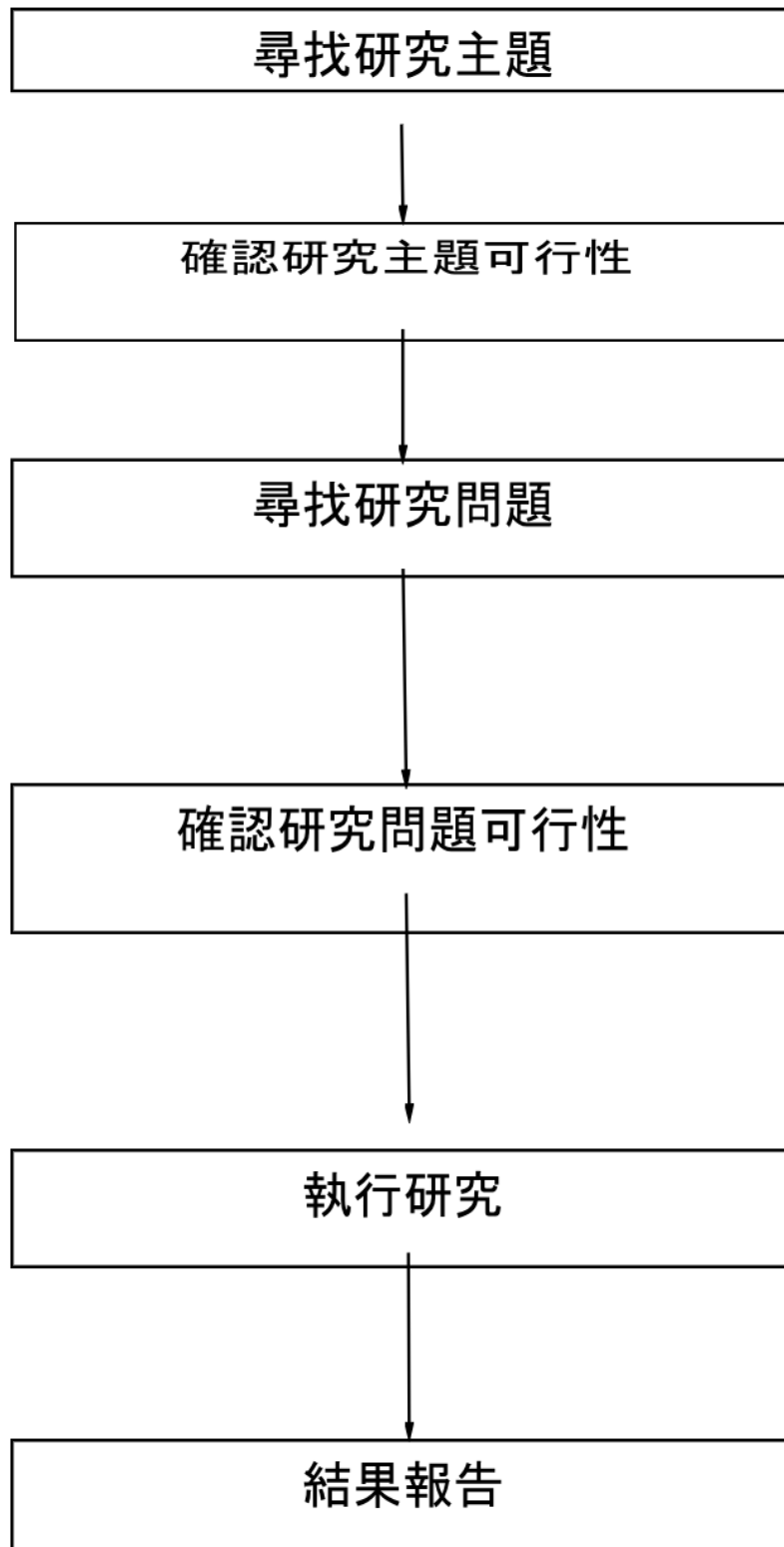
踩地雷歷史悠久，其中經過了多次更新，遊戲方法也不斷改進、更新，也因應時事而出版了特殊版本，從大量資料中選取精華部分擷取，費了不少功夫。

在深入研究之前，我們需先行了解踩地雷遊戲的規則，踩地雷的遊戲方法並不複雜，是多數人能明白的規則。以數字為中心九宮格內將會有與數字對應的地雷數，從相鄰或是對角中的其餘數字推斷此格是否有地雷並插旗標示。

在了解規則之後，我們開始發想研究問題，而在找資料中，我們找到一個特殊的議題——3D 踩地雷，是一名外國人所製作的遊戲，關卡不多，但關關都需腦力激盪，強硬破局十分困難。我們對此產生了濃烈的興趣，將 3D 踩地雷納入研究範圍。

二、擬定研究計畫、工作進度表及研究問題

A. 擬定研究計畫：



B. 工作進度表：

時程	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
月份	十一	十二	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
尋找 研究 題目	✓	✓	✓	✓									
確認 研究 主題 可行 性		✓	✓	✓									
尋找 研究 問題				✓	✓	✓	✓						
確認 研究 問題 可行 性					✓	✓	✓						
執行 研究							✓	✓	✓	✓	✓		
結果 報告											✓	✓	✓

C. 研究問題：

1. 目前世界紀錄計算方式及其原因，以及適用版本
2. 踩地雷的定石
3. 3D 踩地雷是否有攻略

三、文獻探討與彙整、名詞解釋

(一)3BV:

3BV 是用來衡量《踩地雷》遊戲板難度的指標。它代表解決某個遊戲板所需的**最少左鍵點擊數**。簡單來說，3BV 是計算解開整個遊戲板所需的最少點擊數，包含每個必須打開的方塊以及那些不與已開啟方塊接觸的數字方塊。

3BV 的計算方式：

每次開啟一個方塊（例如點擊一個空白格或數字格）都算作一次點擊。

每個數字格如果不與已開啟的格子相接觸，也需要額外一次點擊來解開它。這是因為玩家通常需要單獨點擊這些數字格來揭示它周圍的地雷情況。

3BV 計算的具體步驟：

1. 開啟一個方塊：每當你開啟一個方塊時，這會計入一次點擊。這些方塊可以是空白格、數字格或地雷格（地雷格會讓遊戲結束，但也算作一個開啟動作）。

2. 數字格的額外點擊：對於那些沒有與任何開啟的方塊相鄰的數字格，它們需要額外的點擊來被開啟，這樣才能顯示它周圍的未開啟方塊。

例如：如果一個數字格顯示 "1"，並且它的周圍還有其他數字格，而這些數字格不會自動被開啟，則需要額外點擊這個數字格來揭示其周圍的方塊。

(二)RQP：

RQP 是一個用來衡量《踩地雷》玩家破關方法的指標，它結合了破關的速度與效率。簡單來說，RQP 用來衡量玩家在破關時的「時間和複雜度的比」，即在限時內，玩家破關的數量與遊戲難度之間的比率。RQP 值越高，表示玩家的破關方法越高效。

RQP 的計算公式：

$$RQP = 3BV / s \text{ 時間}$$

時間：玩家破關所花費的時間（通常以秒為單位）。

3BV/s：3BV/s 表示玩家每秒解決 3BV 數量

RQP 的解釋：

RQP 值越高：表示玩家在更短時間內解決了更多、更難的關卡，這反映出玩家的高破關速度和技巧。

RQP 值越低：表示玩家在破關時可能需要更多的時間，或者解題的速度不如其他玩家快，這可能意味著玩家的破關方法較不高效。

RQP 是什麼：

增加速度與高解題率：RQP 值隨著我們破關速度的提升以及每秒鐘的過關數量（3BV/s）的增加而增高。這代表 RQP 反映了我們在限定時間內處理更多難度更高的關卡的能力。

例如：

如果我們用 60 秒完成一個 3BV 為 60 的關卡，那麼我們的 3BV/s 就是 1.0（即每秒解決一單位難度）。假設這個時間內他解決了一個關卡，那麼他的 RQP 值就是 $60/1.0=60$ 。

衡量解題技能：RQP 不僅僅是反映時間，它還強調了玩家在有限時間內處理遊戲難度的能力。高 RQP 表示玩家具備更高效的破關技巧、能在更短時間內解決難度較高的關卡。

RQP 的重要性：

綜合技能指標：RQP 是一個綜合性的指標，它不僅考量解題的速度，還考量了解決難度高的遊戲關卡的能力。這樣的指標能幫助評估玩家在完成《踩地雷》遊戲時的全方位技能。

比較解題效率：通過 RQP，玩家可以和其他玩家進行比較，了解自己的解題效率和技能水平，從而激勵自己提高解題速度和精確度。

競技環境中的應用：在競技型踩地雷中，RQP 是用來衡量和比較玩家解題能力的重要指標，尤其是在速度和解題效率方面。高 RQP 值的玩家不僅能快速解題，還能解決更具挑戰性的遊戲板。

(三)世界紀錄計算方式：

《踩地雷》(Minesweeper) 世界紀錄通常是基於以下幾個主要因素來計算的：

1. **遊戲難度：**這是測量紀錄的基礎，遊戲板的大小和地雷的數量直接影響挑戰的難度。

最常見的三種難度是：

初級（9x9，10 個地雷）

中級（16x16，40 個地雷）

高級（30x16，99 個地雷）

這些不同難度的關卡，對應的紀錄通常會有不同的分類。

2. 完成時間：世界紀錄通常是指在最短的時間內解決某個指定難度的遊戲關卡。紀錄的時間是從開始點擊遊戲開始到最後打開所有安全格為止。

3. 解題策略：

在競技中，解題策略的效率是非常重要的。快速且準確的解題方式通常包括以下技巧：

旗子 (Flagging)：標記疑似地雷的格子，避免錯誤點擊。

Chording：當某個數字格子周圍的地雷數量與已標記的旗子數量相同時，玩家可以通過同時按下滑鼠的兩個按鍵來一次性打開該數字格子周圍的所有未開啟格子。

預判與推理：根據數字提示進行推理，提前預判哪些區域是安全的。

4. 紀錄測量：

最短時間紀錄：這是最常見的《踩地雷》世界紀錄，指的是完成某個特定難度關卡所需的時間（通常以秒為單位）。

3BV (Bechtel's Board Benchmark Value)：

在某些比賽或競技中，3BV 被用來衡量關卡的難度。3BV 是指解決關卡所需的最少所需的點擊數。這個指標用來確定關卡的複雜度，並幫助比較不同關卡的複雜度。

解題模式：

競技《踩地雷》紀錄通常會考慮到是只有單純點擊安全的格子，還是旗子+點擊（使用旗子和點擊混合的解題方式）。有些比賽只允許單純點擊，不允許使用旗子來減少挑戰難度，而有些競技紀錄則是開放使用旗子。

5. 世界紀錄計算示例：

假設某個《踩地雷》玩家挑戰高級難度（30x16，99 個地雷）並成功以 30 秒的時間完成關卡。如果這是當時最快的時間，則該玩家可能會創造這個難度的世界紀錄。

例如，如果這個高級難度遊戲的 3BV 是 99，並且玩家在 30 秒內完成，則該紀錄會利用以下公式來計算：

$$RQP=(3BV/s)/時間$$

進一步了解《踩地雷》世界紀錄的計算：

關卡的設置：世界紀錄的計算通常會用具體的關卡設置，通常會設有專門的關卡，這些關卡可能會被設定成特定的排列方式，以確保所有選手都在相同的條件下進行比賽。

競技賽制：在正式的踩地雷比賽中，紀錄的時間會由主辦方或第三方計時工具來精確測量，並且通常會進行多次測試以確保公平性。

四、資料分析

（一）踩地雷定石：

a. 1 2 1 如下圖 當數字排列是” 1 2 1” 時 兩個” 1” 旁邊必定是地雷

1	2	1
✓		✓

因為如果地雷在”2”的旁邊 其中一個”1”就不符合規則了

b. 1 2 2 1 如下圖 如果出現此排列 地雷必在兩個”2”旁

1	2	2	1
	✓	✓	

如果在任任何一個”1”旁 其中有一個”2”就會違反規則

c. 2 3 2 如下圖 此排列經常出現 三個旁邊都必定是地雷

2	3	2
✓	✓	✓

d. L5 的周圍都必定是地雷 如下圖

✓	✓	✓
✓	5	2
✓	2	

因為”5”的周圍只有**五格** 根據規則 必須全部都是地雷

e. L1 被”1”包圍的那一顆必定是地雷

1	1
1	✓

只要未知的地雷斜線有”1” 根據規則 那顆一定是地雷

f. 212 “1” 的下面一定是地雷

2	1	2
	✓	

因為如果在任何一個”2” 下面的話 就會違反規則

g. 2112 如下圖

	2	1	1	2	
✓	✓			✓	✓

兩個”1” 下面必定不是地雷 但兩個”2” 的下面以及斜下角必定是地雷

(二)3D 踩地雷攻略：

踩地雷的 3D 版是一般踩地雷遊戲的進階版本，將遊戲從平面轉換到了三維空間中。由於這種變化，玩法和策略上有了新的挑戰。我們研究出的一些 3D 版踩地雷攻略，可能對於破關有幫助。

1. 理解遊戲規則與視覺層次

在 3D 踩地雷中，地雷分佈在三維空間中，需要考慮到不僅是水平(x, y 軸)方向上的方格，還有垂直方向 (Z 軸) 上的鄰近方格。每個方格的數字代表周圍 26 個方格中的地雷數，而不像 2D 版只考慮周圍的 8 個方格。

2D 與 3D 的差異：

在 2D 版中，只要分析九宮格（周圍 8 格）的可能性。在 3D 版中，我們需要分析每個方格在三維空間中的鄰居，需要更強的立體空間思維。

2. 分層掃描策略

由於 3D 踩地雷中要面對的是多層立體結構，我們用分層逐步掃描，自上而下或自下而上的進行清理。這樣可以幫助我們保持視覺上的清晰感，避免在立體網格中錯亂。

掃描步驟：

選擇一個固定的起點層，可以從邊緣或角落開始，因為這些區域通常相對安全，且只有比較少的鄰近方格需要考慮。逐層處理每一層的方格，在確認某一層安全後，再進行下一層。

3. 用數字提示推斷地雷位置

與 2D 版一樣，方格中的數字是推斷地雷位置的關鍵。對於 3D 版，每個數字代表該方格周圍 26 個立體方格中的地雷數。

如果某個方格是白色(沒有數字)，則它周圍的 26 個方格都是沒有地雷的。

如果數字是「1」或更大，就需要依據周圍未開啟方格的位置逐步推斷地雷的位置。

4. 運用邏輯與概率分析

在 3D 版中，運氣因素仍然存在，但邏輯推理仍然是取勝的關鍵。我們嘗試使用以下邏輯規則：

單一地雷推測： 如果某個方格周圍的唯一一個未打開的方格正好對應它的數字，這個未打開的方格幾乎可以確定是地雷。

鄰近排除法： 當某個方格的數字已經被完全解決（即它鄰近的地雷數等於該方格的數字），剩餘的鄰近方格可以安全打開。

技巧： 不要急於打開太多方格，先記住確定有地雷的位置，這樣可以幫助我們更好地管理風險。

5. 三維視覺的靈活運用

3D 遊戲的難點在於我們需要在不同角度查看立體網格。在進行推理時，我們可以善用遊戲提供的視角旋轉功能，讓我們從不同角度檢查方格之間的關係，這是一個很大的幫助。

6. 練習

3D 版踩地雷通常比 2D 版需要更長的時間來思考和分析。我們多進行幾次練習，以提高我們的空間思維能力和效率。熟悉遊戲後，我們嘗試在限時模式下挑戰自己，提升解題速度。

7. 總結

3D 版踩地雷的難度主要來自於空間維度的增加，但依然可以通過邏輯推理、機率分析和細心觀察來提高成功率。

五、研究結果與討論

研究過後，我們知道如何能更有效率的完成關卡，以下是我們統整出能幫助自己讓成績更優異的方式：

一、 普通版的踩地雷

1. 熟悉大量的定石
2. 大量練習，使身體能快速反應
3. 不斷嘗試，以解鎖更合適的開局

二、 3D 版踩地雷

1. 靈活運用三維視覺
2. 運用邏輯與概率分析
3. 不斷挑戰自己，才能更熟練掌握技巧

總結以上幾點，我們發現不論是何種版本都需要經過大量練習及不斷嘗試，並沒有能速成的方式，但能利用技巧使自己進步更快速。

六、評鑑與檢討

在研究過程中，我們最初因為想法不同而有爭執，直到都各退一步之後，理解了對方，我們的研究才得以繼續前進。研究時間長達一年，我們也多次想放棄研究，但回頭一看已經完成的部分，字字句句都是我們的心血，也因為這股永不放棄的信念，使我們完成的那刻，心中獲得莫大的滿足。

回首當時，我們背負著師長的期許，開始了漫長的旅途，自一開始的手足無措，到後來有默契地分配工作，每人都各司其職，這途中經歷了無數摩擦，磨平了各自的稜角，也讓我們對於人際關係的經營有了更完善的認知。

我們不但獲得了研究成果，也體會了團隊合作的重要性。我們深信，將會在我們的人生軌跡上留下濃墨重彩的一筆。

七、參考資料

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%B8%A9%E5%9C%B0%E9%9B%B7>

維基百科 踩地雷

<https://krzyhau.itch.io/mine-shaft>

3D 踩地雷

<https://minesweeper.online/>

minesweeper.online

<https://minesweepergame.com/statistics.php>

minesweeper statistics