



# 教育部113學年度 中小學科學教育專案**期末報告**

高中自然科探究與實作試題  
開發與施測

報告人：謝東霖 114.6.25





# 大綱

---

- 計畫執行摘要
- 計畫目的
- 研究方法
- 研究結果
- 討論及建議



# 大綱

---

- 計畫執行摘要
- 計畫目的
- 研究方法
- 研究結果
- 討論及建議



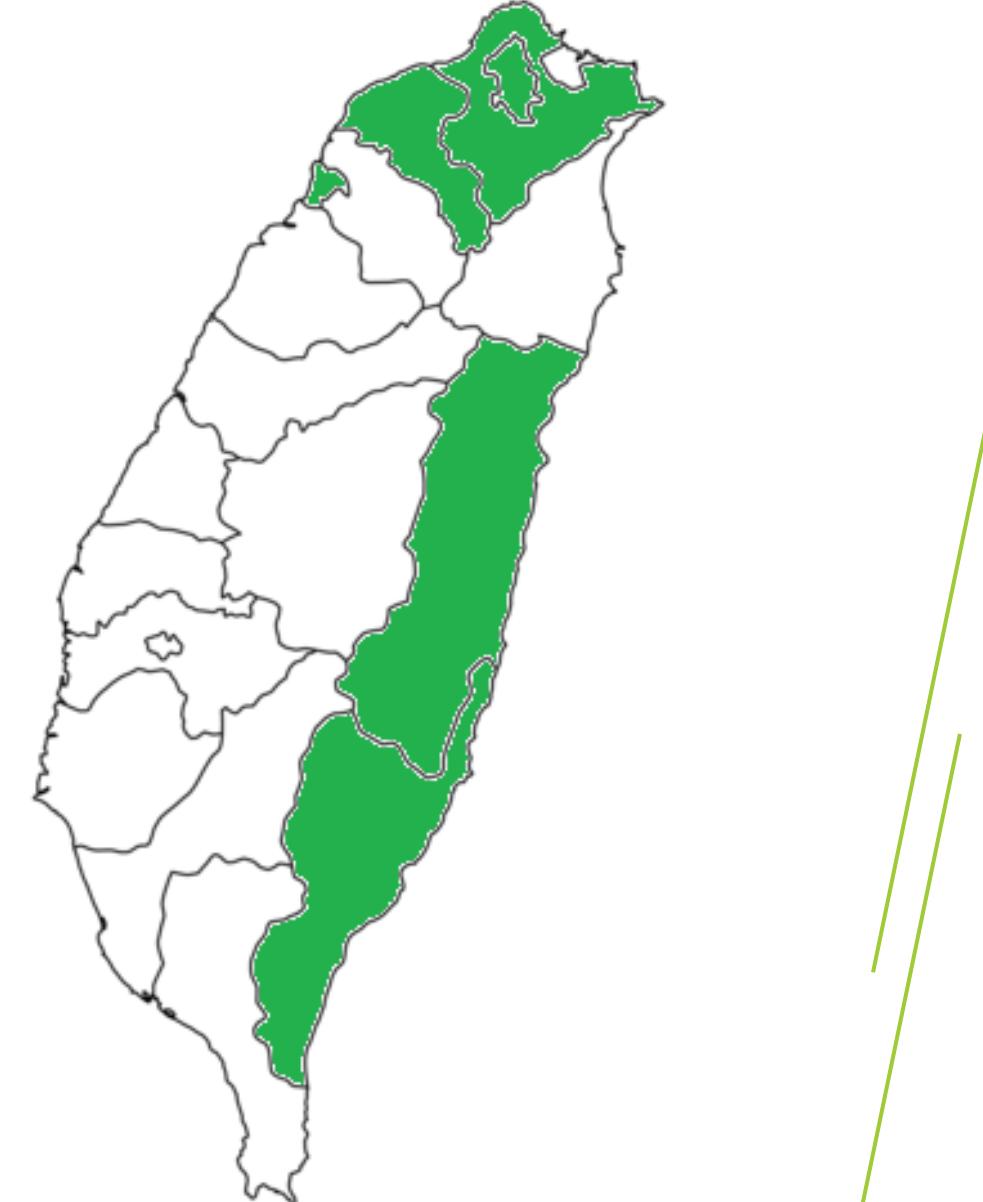
# 計畫執行摘要

研習活動	研習對象	研習人數	研習紀錄
物理在生活中的應用 生物體的物理	社群成員 生物學科 中心種子 教師 物理學科 中心種子 教師	15	<ol style="list-style-type: none"><li>建立共識：透過經驗分享瞭解團隊合作的要素。</li><li>認識日常生活中的物理現象及其應用。</li><li>從物理學原理解釋生物體的運作。</li></ol>
素養試題施測分析	社群成員	25	透過素養試題的施測分析，了解出題須注意的細節。
素養試題出題概念	社群成員	21	透過PISA試題開發示例，了解出題須注意的細節
試題開發共識會議	社群成員	21	建立出題原則，取得試題開發的穩定性
探究與實作的審題標準	社群成員	20	了解審題標準，建立審題共識
試題開發共識會議	社群成員	20	任宗浩老師主持會議



# 參與計畫人員

- 
- 共21位夥伴
  - 以陽明高中為主
  - 來自各縣市的老師們





# 計畫執行摘要

- 共辦理 6 場研習活動
- 研習內容包括素養試題施測分析、探究與實作命題原則建立、審題標準共識發展等，逐步引導教師從命題思維、試題設計至跨校審查
- 現階段完成 2 份紙筆測驗試題，共計 9 題組
- 已於臺北市立陽明高中高二學生期末考施測其中一份，
- 學生在「規劃與研究」階段表現相對良好，而在「論證與建模」階段如結論推導與統計語意判斷則有學習困難
- 提供後續教學與命題修正依據，顯示本計畫有助於促進教師探究試題實作能力的發展。



# 大綱

---

- 計畫執行摘要
- 計畫目的
- 研究方法
- 研究結果
- 討論及建議



# 研究背景

## 108課綱

- 主題式探究與實作
- 探究學習內容與實作學習內容
- 能力培養

## 實際執行

- 67% 的高中使用自編教材(陳世文、顏慶祥，2021)
- 實用性及生活化的題材和議題為主

## 評量

- 實作評量為主

- 紙筆測驗

對教師來說  
感到困難

能力怎麼測？



# 研究背景

## 評量

- 實作評量為主
- 紙筆測驗

對教師來說  
感到困難

能力怎麼測？

- 相關試題的參考
- 新北市課程發展中心

鐘建坪、鍾曉蘭(2024)





# 研究目的

- 根據上述的研究背景，本研究計畫之相關目的有以下幾點
  - 1.透過各校教師完成探究與實作試題開發。
  - 2.建立探究與實作資料庫，提供各校教師根據各校學生樣態進行試題取用。
  - 3.針對各校使用相關試題後的學生作答情形，進行試題分析。



# 大綱

---

- 計畫執行摘要
- 計畫目的
- 研究方法
- 研究結果
- 討論及建議



# 研究方法

邀請教師，  
成立跨校團隊

各校分享與交流，命  
題部分提出初步想法

分享現有探究與實作  
試題，並實際試寫，  
提供建議與想法

透過會議定義符合素  
養導向精神的出題準  
則，建立共識

邀請專家對修正後試  
題提供建議

使用資料庫試題進行  
校內探究與實作紙筆  
測驗

建立試題資料庫

使用資料庫試題推廣  
到校際，實施探究與  
實作紙筆測驗，並進  
行分析



# 大綱

---

- 計畫執行摘要
- 計畫目的
- 研究方法
- 研究結果
- 討論及建議



# 預期進度

## 第一年期程

月份	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	完成度
教師增能													100%
共識會議													50%
試題開發													20%
專家諮詢													25%
題庫建立													0%
施測與分析													0%



# 研究結果

- 
- 透過6場研習活動，邀請各校老師進行探究與實作的試題發開，並利用所開發試題，作為113學年上、下學期本校探究與實作段考試題。



# 臺北市立陽明高級中學 113 學年度第一學期期末考 自然科探究與實作試卷 適用班級：201 - 213

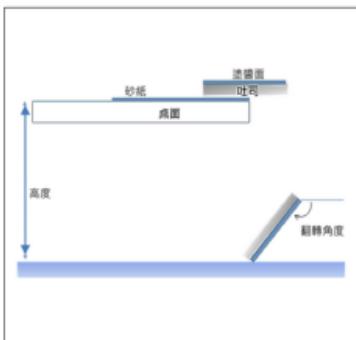
★本試卷為混合題型，單選題（第 1、3、6、7、8、11、17、18 題）、多選題（第 2、9、10、12、15 題）請畫答案卡；非選題（第 4、5、13、14、16、19 題）請作答在手寫卷。

★單選題每題 5 分，共 40 分。配合題每題 4 分（全對才給分）。多選每題 8 分（比照學測採倒扣計分），共 40 分。非選題共 20 分。

## 【題組一】請閱讀文章與表格，回答第 1 - 4 題：

陽陽在網路上看到新聞出現「吐司定律」，據說抹好果醬的吐司只要從餐桌邊緣掉到地上的話，一定是果醬面朝下著地。陽陽決定自己來嘗試看看，就自己烤了一片吐司，並塗上滿滿的草莓醬，再將吐司平放在桌上，接著動手順著桌面推落吐司，發現吐司以翻轉的方式落下，結果，塗果醬的那一面就如新聞所說向下貼住地版。陽陽心想這其中有科學原理嗎？還是運氣問題呢？因此，陽陽針對吐司翻落問題開始探究：

1. 根據上述內容，下列選項中的實驗，哪一個最適合陽陽驗證「吐司定律」？
  - (A)不同果醬口味對吐司掉落速度的影響
  - (B)烘烤時間的長短對吐司掉落時間的影響
  - (C)桌面的材質對吐司翻轉角度的影響
  - (D)果醬厚薄程度對吐司拋落射程的影響
2. 陽陽仔細思考過後，決定探討桌面高度對吐司落地的影響。陽陽重複進行多次吐司實驗，他使用同一片吐司，並讓接觸面性質維持固定，利用高速攝影機記錄 20 次吐司由不同高度掉落時的相關數據，其實驗裝置圖與紀錄如下。請問根據實驗數據，何者推論較為合理？(應選 2 項)



高度 (cm)	平均落地 時間(s)	平均翻轉 角度	塗醬面著地 機率
60	0.35	211°	20/20
75	0.39	232°	20/20
90	0.43	253°	19/20
105	0.46	269°	9/20
120	0.49	285°	1/20
135	0.51	295°	0/20
150	0.53	305°	0/20

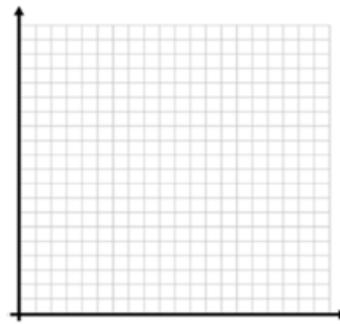
註:翻轉角度定義為吐司塗醬面由水平桌面翻落至恰著地時所翻轉過的角度。

- (A)可推論吐司塗醬面著地機率與桌子高度有關，但與吐司厚度無關
- (B)可得知桌子高度與吐司掉落的時間呈正相關
- (C)可推論出桌面高度若超過 150 公分，塗醬面著地機率必也為零
- (D)可得知桌面高度與吐司落地的時間成正比
- (E)可得知吐司落地時間越長，翻轉角度會越大

3. 承上題，(a)桌面高度、(b)砂紙材質、(c)果醬塗抹量、(d)吐司厚度、(e)落地時間、(f)翻轉角度、(g)塗果醬面著地機率。上述條件中，有幾項屬於本實驗的『控制變因』？

(A)1 項 (B)2 項 (C)3 項 (D)4 項 (E)5 項

4. 請試以「桌子高度 vs. 平均落地時間」作圖，須【完整標註】座標軸的名稱、單位與刻度。(請作答於答案卷上)(6 分)



## 【題組二】請閱讀文章與表格，回答第 6 - 8 題：

右圖是可測量環境溼度的乾濕球溫度計，左側乾球為一般溫度計，右側是在感溫球外包上溼紗布且連接到水盒的溼球溫度計。溼球水分因蒸發吸熱，使溫度計的溫度下降，透過兩者的溫度差可得到環境相對溼度。

老師示範使用手搖式乾濕球溫度計，透過旋轉加速水分蒸發，更快測得環境溼度。泓泓思考，若要加速蒸發，是否可用更易蒸發的液體代替水，他假設：「蒸發速度越快的液體能讓溫度計降溫更快。」為驗證假設，他設計實驗，將水盒內的水分別換成酒精與汽油，觀察是否能提升乾濕球溫度計的效率。以下是他的實驗方法：

(一) 實驗室裡的溫度固定在 20°C，並關閉門窗及窗簾，阻絕陽光照射

(二) 將三組乾濕球溫度計的水盒中分別加入 10 毫升水、75% 酒精與 95 無鉛汽油

(三) 每隔 10 秒紀錄乾濕球溫度計的變化，持續 100 秒。(如下頁表)



ps. 兩小時(7200 秒)後返回實驗室收拾器材，發現已穩定的溫度出現變化，故紀錄之。

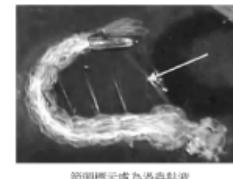
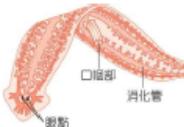


時間(s)	溫度(°C)	乾球溫度	濕球溫度 (水)	濕球溫度 (75% 酒精)	濕球溫度 (95 無鉛汽油)
0		20	20	20	20
10		20	20	19	18.5
20		20	20	18	16.5
30		20	19.5	17	15
40		20	19.5	16.5	14
50		20	19.5	16	13.5
60		20	19	15.5	12.5
70		20	19	15	12.5
80		20	18.5	14.5	12
90		20	18.5	14.5	12
100		20	18.5	14	12
...		...	...	...	...
7200		20	18	18	20

5. 根據泓泓紀錄的表格，請給予一個適當的標題，其中需包含實驗的操作變因及應變  
變因。(請作答於答案卷上)(3分)
6. 請問，若想看出此實驗數據的趨勢，要繪製成哪種圖表最適當？  
(A)折線圖 (B)雷達圖 (C)圓餅圖 (D)長條圖。
7. 泓泓在大約間隔兩小時(7200秒)後回到實驗室，發現裝有75%酒精的濕球溫度計  
讀數竟然和裝水的濕球溫度計讀數相同，請參考實驗記錄表格，試推論哪個解釋最  
為合理？  
(A)空氣濕度已達飽和狀態，酒精及水皆不再蒸發  
(B)空氣濕度過於乾燥，將水全部都蒸發掉了  
(C)兩者容器內的液體全部都蒸發掉了所導致  
(D)75%酒精溶液內的酒精成分大部分都已蒸發，剩下水在容器內。
8. 泓泓進行完實驗後，跟老師講述他的新發現，如果使用汽油取代原本濕球溫度計中  
的水，可以在較短的時間便能讓溫度下降得到環境的溼度。然而老師聽完眉頭一  
皺，說這實驗好像搞錯什麼了！請問，泓泓為了能更快測得環境溫度而做的實驗，  
哪裡出了問題？  
(A)加了酒精及汽油的濕球溫度計降溫，無法推論空氣中溫度的高低  
(B)此實驗同時改變兩個操作變因，不符合實驗流程  
(C)應該把乾球溫度計也都浸泡在沾水的溼紗布中做為控制變因  
(D)實驗只進行了3分鐘，時間太短不足以說明酒精及汽油的影響。

### 【題組三】請閱讀文章與表格，回答第9-12題：

每到夏天臺灣總是利用噴灑化學藥劑、移除積水容器等方式積極投入登革熱防治工作。往年民眾對渦蟲(如右圖)的認知可能是害蟲的一種，因為它會捕食水族業者販售的蝦子，然而，現今有研究顯示渦蟲可能可以透過捕食蚊幼蟲(蚊幼蟲)做為登革熱的生物防治方式：



箭頭標示處為渦蟲黏液

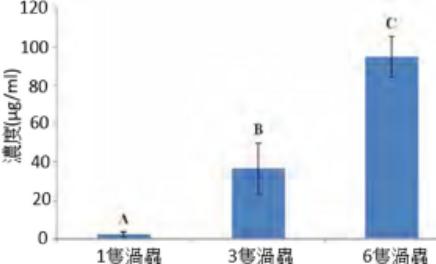
9. 融融在飼養渦蟲的觀察中，發現渦蟲分泌的黏液會使蚊幼蟲纏繞無法行動(如右圖)，並且捕食之。於是想要知道，蚊幼蟲的存在是否會影響渦蟲分泌黏液的量？融融便設計實驗驗證，下列哪兩個選項的實驗組合在一起，可以回答融融的問題？(應選2項)

- (A)將1隻渦蟲放入30ml水中，不放入蚊幼蟲，10分鐘後取出渦蟲，收集黏液  
(B)將6隻渦蟲與3隻蚊幼蟲放入30ml水中，10分鐘後取出渦蟲，收集黏液  
(C)將6隻渦蟲放入30ml水中，不放入蚊幼蟲，15分鐘後取出渦蟲，收集黏液  
(D)將1隻渦蟲與3隻蚊幼蟲放入50ml水中，10分鐘後取出渦蟲，收集黏液  
(E)將6隻渦蟲放入30ml水中，不放入蚊幼蟲，10分鐘後取出渦蟲，收集黏液

10. 融融實驗後發現渦蟲黏液的含量

有點難測量，但用不同染劑對渦蟲黏液進行染色的結果得知黏液中含有蛋白質，於是融融便想利用蛋白質含量為黏液定量。融融想確認是否可以用蛋白質的量當作是黏液量的指標？於是先在不同的3支試管內分別放入1隻、3隻、6隻的渦蟲，讓其爬行10分鐘後收取出渦蟲，再於3支試管中加入等量的水溶解管壁上的黏液，再將試管內的溶液進行蛋白質濃度檢測，右圖是實驗結果經統計計算後所繪製的圖。根據實驗結果圖，下列敘述哪些正確？(應選3項)

渦蟲隻數與黏液蛋白濃度的關係圖



圖中長條若上方英文字母代號不同，代表組間  
經統計分析後具有顯著差異( $p < 0.05$ )

- (A)試管內蛋白質的濃度高低順序：6隻渦蟲>3隻渦蟲>1隻渦蟲  
(B)從此實驗結果來看，可用試管內蛋白質濃度作為渦蟲分泌黏液多寡的指標  
(C)這個實驗的目的是想知道渦蟲數量增加，試管內黏液的總量是否跟著增加  
(D)這個實驗可以再多做一組沒有放入渦蟲的組別做對照會更好  
(E)從實驗可以知道，渦蟲的隻數，與試管內蛋白質濃度成正比關係

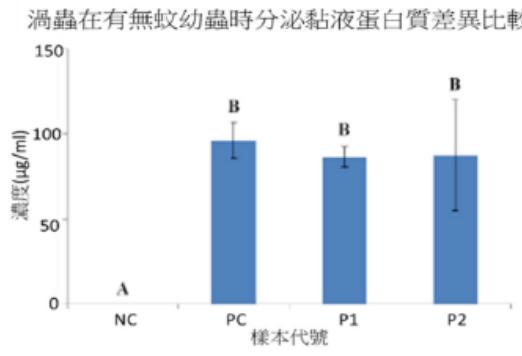


11. 接下來融融與老師討論後針對先前的問題：蚊幼蟲的存在是否會影響渦蟲分泌黏液的量？重新設計了實驗，實驗分成 4 組如下表，根據實驗設計，下列描述何者正確？
- (A)若實驗結果，NC 組測得的蛋白質濃度與 PC 組無異，或比 PC 組高，蛋白質濃度在此便不適合作為黏液量的指標
- (B)這實驗有兩個對照組，其中 P1 的對照組為 PC，P2 的對照組為 NC，而 P1 與 NC 無法比較，P2 與 PC 無法比較
- (C)若比較 P1 與 PC，則操作變因為一開始是否有放入蚊幼蟲屍體
- (D)若比較 P2 與 P1 可以知道渦蟲與蚊幼蟲共存天數越久，黏液是否分泌越多

樣本名稱	樣本處理方法
NC	對照組：確定蚊幼蟲正常生活代謝時是否會產生干擾判斷渦蟲黏液的蛋白。不放入渦蟲，放入 1 隻蚊幼蟲，1 天後取出。
PC	對照組：放入 6 隻渦蟲，使其爬行 1 天後以牙籤挑出。
P1	放入 6 隻渦蟲與 1 隻活的蚊幼蟲，待渦蟲捕食蚊幼蟲，1 天後將蚊幼蟲屍體與渦蟲以牙籤挑出。
P2	放入 6 隻渦蟲與 1 隻蚊幼蟲，使渦蟲不吃掉蚊幼蟲，1 天後將蚊幼蟲及渦蟲以牙籤挑出。

實驗三重複，樣本皆於 20°C 培養。各樣本代號分別表示：NC 表 Negative Control；PC 表 Positive Control；P 為 Planarian(渦蟲)的縮寫；數字則為不同處理方法的編號。

12. 承上題，最後的實驗結果如右圖，縱軸為蛋白質濃度，圖中長條上方英文字母代號不同，代表組間經統計分析後具有顯著差異( $p < 0.05$ )，根據此實驗結果，哪些敘述正確？(應選 3 項)
- (A)P2 組別數據的離散程度大於 PC 與 P1 組別
- (B)PC 組與 NC 組蛋白質濃度有顯著差異
- (C)PC、P1、P2 三組之間蛋白質濃度無顯著差異
- (D)因 P1 與 P2 平均值較 PC 小，故由此實驗可知蚊幼蟲的存在會降低渦蟲分泌黏液
- (E)由此實驗可知同樣有蚊幼蟲存在下，渦蟲有捕食到蚊幼蟲時，分泌的黏液會較沒有捕食到蚊幼蟲時多

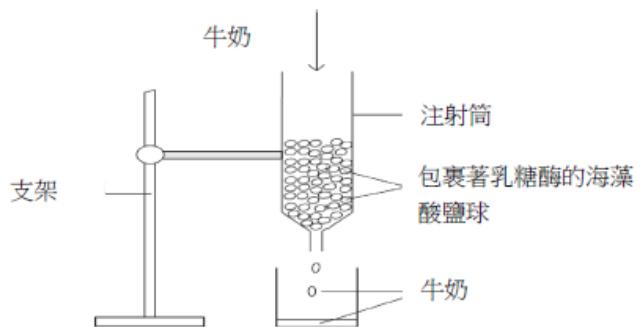


#### 【題組四】請閱讀文章與數據表格，回答第 13-16 題：

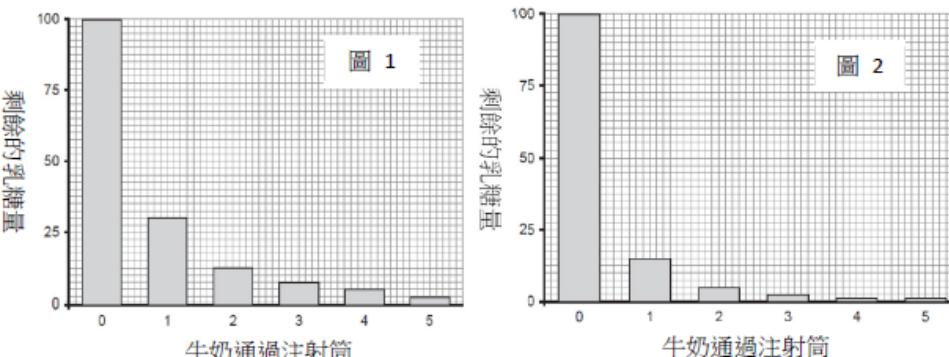
牛奶、羊奶等生乳中含有乳糖 (lactose)，可以被乳糖酶 (lactase) 分解。人類在約四歲時乳糖酶基因便不再表現，停止生產乳糖酶，失去消化乳糖的能力。新鮮牛奶會使部分成年人感覺不適，症狀從胃脹氣、腸痙攣到腹瀉嘔吐都有。無乳糖牛奶便是利用乳糖酶將乳糖 (雙醣) 分解成葡萄糖和半乳糖 (單醣)，減少因食用牛奶引發乳糖不耐症而導致腸胃不適等症狀。

13. 若小宇要研究新鮮牛奶與無乳糖牛奶對於腸胃症狀的影響，其操作變因為何？(請作答於答案卷上)(2 分)

小恩將包裹著乳糖酶的海藻酸鹽球 (Alginate beads) 放在注射筒中，倒入 50 ml 的牛奶，實驗設置如下圖所示。



首先，蒐集通過注射筒的牛奶，並分析剩餘乳糖所佔的比例。接著，將這些牛奶再一次的倒入注射筒中，分析牛奶中剩餘的乳糖量。將此過程重複數次，實驗結果如下圖 1 所示。另外還使用較小顆且包裹著乳糖酶的海藻酸鹽球進行實驗，結果如下圖 2 所示。





14. 請寫出小恩這兩個實驗的應變變因。(請作答於答案卷上)(2分)

15. 根據圖 1 與圖 2 的實驗圖表，下列哪些結果或推理較為合理？(應選 2 項)

- (A)本實驗所使用的牛奶為無乳糖牛奶
- (B)當牛奶通過注射筒時，剩餘的乳糖量會逐漸減少
- (C)大顆的海藻酸鹽球過濾牛奶的效果較好
- (D)小顆的海藻酸鹽球與乳糖的接觸總表面積較高
- (E)隨著實驗次數的增加可將所有乳糖完全分解

16. 小艾看到小恩的實驗設計與結果，認為「海藻酸鹽球也有可能分解乳糖」，小恩應該多做什麼實驗，來確認乳糖量的變化與海藻酸鹽球無關？(請作答於答案卷上)(3分)

**【題組五】請閱讀文章與數據表格，回答第 18-20 題：**

醬油製作原理是利用生物或化學方法將植物中所含的蛋白質、醣類等物質進行水解或降解成最小分子，轉變成胺基酸、有機酸、酒精、醣類、酯類等混合物。天然釀造醬油製作時程較長，成本較高；利用化學方法製造醬油，則會產生對人體有害的物質。一般人光靠醬油外觀，不易分辨是天然釀造還是化學製造。

小青對於天然釀造醬油的性質感興趣，於是查到四項有關天然釀造醬油的資料如下：

1. 天然釀造醬油搖晃瓶子時，醬油沿瓶壁流下的速度較慢。
2. 天然釀造醬油發酵時間長，製程 120 天以上，搖晃後泡沫細緻且不易散去，而化學醬油製程約 1 天~60 天皆有，泡沫多而粗糙。
3. 天然釀造醬油中加入高濃度酒精或 58 度高粱酒，會出現混濁或沉澱。
4. 天然釀造醬油中的總氮量含量較高。

小青想確認這些資料中所描述的天然醬油性質是否正確，於是取了四瓶天然釀造醬油(A~D)與三瓶化學製造醬油(E~G)做了以下實驗來驗證：

**實驗方法：**

- (一)、掛壁法：搖晃瓶子，記錄醬油附著於瓶壁的時間。
- (二)、消泡法：搖晃瓶子，靜置 30 分鐘，記錄泡沫的消失比例。
- (三)、酒精沉澱法：以 75% 酒精將醬油與酒精(體積比 1:4)混合後，依沉澱量多寡給予 1-10 分。

實驗結果如下表所示，根據提供的資料回答下列問題：

分類	編號	掛壁法	消泡法	酒精沉澱法	包裝標示
		醬油附著瓶壁的時間(秒)	泡沫消失比例(%)	沉澱量分數	總氮量(%)
天然釀造	A	409.9	46	2.6	1.1
	B	403.5	26	1.0	1.5
	C	128.6	22	7.0	1.2
	D	145.5	96	4.6	1.4
化學製造	E	46.6	100	2.4	1.1
	F	77.8	96	5.8	1.4
	G	106.2	100	8.4	1.4

17. 在下列實驗方法中，何者不是其對應的控制變因？

- (A)酒精沉澱法的酒精溫度
- (B)酒精沉澱法的酒精與醬油比例
- (C)消泡法中醬油產生泡沫的高度
- (D)掛壁法的容器的傾斜角度

18. 根據實驗結果，何種方法較適合用來判斷醬油是否為天然釀造？

- (A)掛壁法
- (B)消泡法
- (C)酒精沉澱法
- (D)看包裝標示

19. 承上題，請寫出你會選用這種方法的依據為何：(請作答於答案卷上)

第 18 題你所選的方法為何？(1 分)

你會選用這種方法的依據為何？(3 分)



# 研究結果

	主題名稱	涉及學科	題數	題型	探究面向
題組一	吐司定律與翻轉現象	物理	1–4	單選、多選、作圖	控制變因、操作變因、圖表繪製、假設驗證
題組二	蒸發速率與濕球溫度計	地球科學	5–8	作答、單選	實驗設計、應變變因、合理推論
題組三	渦蟲捕食蚊幼蟲與黏液分泌	生物	9–12	多選、解釋、圖表分析	控制組設計、操作變因 圖表判讀、結論推論
題組四	牛奶乳糖分解實驗設計	生物 + 化學	13–16	作答、多選	變因控制、數據圖解、批判性推理
題組五	醬油釀造方法鑑別實驗	化學	17–19	單選、作答	科學方法應用、實驗設計選擇、依據解釋

題號	題型	探究學習內容		答案	答對人數	答錯人數	高答分對組率	低答分對組率	答對率	難易度	鑑別度
1	單選	發現問題	提出可驗證的觀點	C	192	255	58.1%	22.3%	43.0%	0.40中	0.36中
2	學測多選	論證與建模	解釋和推理	BE	256	191	84.5%	26.9%	57.3%	0.56中	0.58上
3	單選	規劃與研究	尋找變因或條件	C	368	79	94.6%	63.1%	82.3%	0.79中	0.31中
4	圖表繪圖	論證與建模	分析資料和呈現證據								
5	簡答	表達與分享	表達與溝通								
6	單選	論證與建模	分析資料和呈現證據	A	397	50	96.1%	73.9%	88.8%	0.85易	0.22下
7	單選	論證與建模	解釋和推理	D	229	218	65.9%	36.2%	51.2%	0.51中	0.30中
8	單選	規劃與研究	擬定研究計畫	A	246	201	76.7%	31.5%	55.0%	0.54中	0.45上
9	學測多選	規劃與研究	尋找變因或條件	BE	377	70	99.2%	61.5%	84.3%	0.80中	0.38中
10	學測多選	論證與建模	提出結論或解決方案	ABD	78	369	35.7%	6.9%	17.5%	0.21難	0.29下
11	單選	規劃與研究	擬定研究計畫	A	212	235	70.5%	23.1%	47.4%	0.47中	0.47上





# 研究結果

各類試題數量：

探究階段	題目數量	比例說明
規劃與研究	9 題	佔整體近一半，明顯偏重變因判斷與實驗設計
論證與建模	7 題	次多，涵蓋資料分析與推論能力
表達與分享	2 題	偏少，僅涉及圖表命名與說明依據
發現問題	1 題	最少，缺乏觀察、提問與問題形成相關題目



# 研究結果

- 「規劃與研究」階段（答對率平均69.6%）
- 6題試題難易度皆為中等，各試題的答對率皆在一定水準，且鑑別度均為中與上，顯示試題可區分出能力強弱差異的學生。
- 從細項來區分，「尋找變因或條件」各子題答對率皆有達7成，顯示學生對於控制變因的判斷已有一定的能力
- 但在「擬定研究計畫中」第8與11題的答對率(55.0%，47.4%)與第18題之答對率(77.6%)有一定落差，顯示在進階設計能力上仍有鞏固空間，尤其在相對較不熟悉的情境，即使也是相同的能力，仍較難判斷出正確的思路。



# 研究結果

- 
- 「論證與建模」階段整體平均答對率為 53.0%
  - 6題試題的難易度從易到難題皆有，其中也有鑑別度較差的試題(第6題與第10題)
  - 從細項來區分，「分析資料和呈現證據」為第6題，在本測驗上針對學生是否能將表格轉換成特定的圖表類型，從 88.8% 的答對率可推測大部分學生具有對資料轉換成圖表的選擇能力



# 研究結果

- 「解釋和推理」的各子題上，較簡易的情境描述明顯有較好的答對率(如第15題為 74.0%)，但在涉及學科情境(如第2題與第7題)與較多統計描述(如第12題)上表現相對較不理想，顯示教師在授課中應儘量協助學生將學科情境融入生活，讓這些情境成為生活的一環
- 第10題（判斷蛋白質濃度是否能作為黏液多寡指標）是有關「提出結論或解決方案」的試題，答對率僅 17.4%，為本次最具挑戰性的題目。細部觀察學生普遍能辨識基本觀察（A、B 選項），但在濃度與總量區別（C）、對照組設計意義（D）、以及統計語意判斷（E）上產生混淆，顯示其推論能力與科學語言精準度仍有待提升。



# 研究結果

- 綜合分析結果可作為後續教學設計與命題改善之依據。建議後續命題可補強「發現問題」與「表達與分享」階段的題目比例，並持續強化學生在科學融入生活、科學推論、統計意義與資料解釋等層次的評量經驗。



# 大綱

---

- 計畫執行摘要
- 計畫目的
- 研究方法
- 研究結果
- 討論及建議



# 討論及建議

- 規劃與研究階段
  - 學生對控制變因、實驗流程理解良好。
  - 擬定研究計畫方面，學生表現較弱，顯示操作與目的連結不足
- 論證與建模階段
  - 學生能觀察圖表趨勢，但在資料解釋與推論結論時常有偏誤。例如第10題中，學生混淆「濃度」與「總量」、誤解對照組設置意義，顯示語意判斷與邏輯思辨需加強。



# 討論及建議

- 
- 題型分布情況
  - 命題以「規劃與研究」與「論證與建模」為主
  - 較少涉及「發現問題」與「表達與分享」
  - 顯示教師命題仍具挑戰。



# 討論及建議

- 
- 教學與命題建議：
  - 增加「發現問題」類題型，強化學生建立可驗證假設的訓練。
  - 設計需具語意辨析的選項，培養學生圖表解釋與資料推論的科學語言能力。
  - 補充教學活動，引導學生思考「變因設計與研究目的」的因果邏輯。
  - 針對學生常見迷思（如正比關係、對照組設置）進行專題式澄清教學。
  - 推動教師社群持續交流命題經驗，共同擴充具探究歷程導向的題庫。



# 討論及建議

- 遭遇困難及挑戰：
- 沒有實際的學習內容情況
- 各校已發展出不同類型的探究與實作課程樣態
- 重視儀器操作訓練、科學圖表製作與判讀、科學閱讀與資料蒐集、探究論證與建模介紹等(蔡哲銘，2024)。
- 若需要一個共同可使用的探究試題，仍須回到課綱中所提到的四階段13步驟的核心來進行設計



# 討論及建議

- 遭遇困難及挑戰：
- 對於各教師來說，在命題思路上較容易執著在自己的課程設計的延伸
- 試題設計上，還是較容易自然而然的往規畫與研究和論證與建模的方向思考。
- 在這兩個能力中，「收集資料數據」與「建立模型」在現階段的命題中均未觀察到對應的試題，是否為該類型試題較難命題，亦或是該能力無法透過紙筆測驗來觀察，需進一步探討。



# 討論及建議

- 遭遇困難及挑戰：
- 不同教師對探究課程的認知仍有所不同。
- 游小旻、張文華(2022)的研究中呈現不同學科背景教師詮釋探究與探究教學的相似與差異之處。對於探究課程中的程序性知識，大多數科學教師依然依循過去自己在大學、研究所進行研究的經驗。
- 須放下「科目本位」的想法，把自己當成是領域的生手，如何利用過去所訓練的「能力」，來推論遇到的各式問題。



# 討論及建議

- 
- 遭遇困難及挑戰：
  - 試題分析中，依然會發現學生對於較不熟悉的實驗情境無法有效地進行作答
  - 此部分不確定是否能歸因在能力不足，亦或是生活經驗的不足。要如何在有限的課程時間，提升學生在生活中的實驗經驗，是相當具有挑戰的任務。



# 參考資料

- 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。
- 陳世文、顏慶祥(2021)。[探究與實作] 課程在普通高中自然科學領域實施概況之調查研究。*課程與教學*，24(4)，135-166。[https://dx.doi.org/10.6384/CIQ.202110\\_24\(4\).0006](https://dx.doi.org/10.6384/CIQ.202110_24(4).0006)
- 蔡哲銘(2024)。新課綱高中自然科「探究與實作課程」計畫實施現況分析。載於邱美虹(主編)，*科學探究與實作之理念與實踐*。臺北市：臺灣師大出版社。
- 鐘建坪、鍾曉蘭(2024)。探究與實作課程及評量的規劃與實施。載於邱美虹(主編)，*科學探究與實作之理念與實踐*。臺北市：臺灣師大出版社。
- 劉湘瑤(2016)。科學探究的教學與評量。*科學研習*，55(2)，5~11。
- 游小曼、張文華(2022)。不同學習領域教師對探究與探究教學的看法與教學實務。*師資培育與教師專業發展期刊*，15(1)，91~127。DOI 10.53106/207136492022041501004