

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 行為與社會科學科

第二名

052709

素養試題導向誰？以化學科素養試題為例

學校名稱：高雄市立高雄高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職一 蔡岷翰	洪鼎惟
職一 沈瑜瑤	沈睿思
職一 徐千淳	

關鍵詞：素養試題、解題行為、語文能力

摘要

108 學年度開始實施新課綱，主要精神為素養導向，因此本研究希望瞭解學生在解題素養試題時，會受到哪些因素的影響而改變解題的行為模式。本研究透過質性訪談教師與學生共 16 人，發現教師對於素養試題皆抱持正向的態度，但也擔憂學生是否有足夠能力解題；在學生方面因為素養試題題幹敘述易冗長且數字計算不易，測驗時間也並未延長，造成學生不喜歡寫素養試題，但對於能藉由素養試題將生活經驗與學習成果連結抱持肯定的態度。此外，本研究亦設計問卷及試卷，進行量化統計研究，包含單因子變異數及逐步迴歸分析，結果顯示：數系能力、數的能力、文法應用及空間關係這四個分項能解釋素養試題的變異量為 58.9%，即素養試題導向此四個分項能力較佳的學生。

壹、前言

一、研究動機

108 新課綱今年正式進入第三年，攸關升學的學科能力測驗、指定科目及統一人學測驗也都將展開第一次的大型考試。新課綱中的素養考題，一直以來都是此次改革的重點項目，然而素養考題該怎麼考？學生該怎麼準備？一直都是新聞熱議的話題。依據 104 年國家教育研究院核心素養發展手冊，核心素養承續課程綱要的基本能力、核心能力與學科知識，但涵蓋更寬廣和豐富的教育內涵。且不以學科知識為學習的唯一範疇，強調其與情境結合並在生活中能夠實踐力行的特質。然而自然科學的素養試題命題方針希望能對廣泛與跨領域、跨學科的主題有所認識，例如：全球化、永續發展、環境與能源、生物多樣性……等，並能了解這些議題的不同觀點或論述。

本組成員進入高中就讀後，幾乎每一個科目都在強調素養考題，然而無論從自身經驗或是報章媒體都對於對於素養試題有所疑慮，擔心題幹是否僅是文字的堆積？題目是否偏向閱讀能力好的學生？面對素養試題需具備哪些能力方能迎刃而解？因此本組以化學科的素養試題為主，探討此類試題在教師及學生心目中的想法，並以統計的方式釐清素養試題導向數學邏輯能力好的學生或是語文能力佳的學生，再者哪些數學邏輯及語文的分項能力才是主要影響原因。上述都是本研究所關心且想深入了解的議題與方向。

二、研究目的

為了解決及探討這些疑惑，本組同時進行質性與量化的研究。在質性研究方面，訪問任教化學科的資深教師，想了解教師對於素養試題的看法與教學方式是否改變；此外也針對學生抽樣進行訪談，了解學生在書寫素養試題與非素養試題時的想法與解題行為上的差異；在量化研究方面，設計素養試題問卷、語文能力及數學邏輯能力測驗及素養與非素養試題，藉由統計的方式了解學生對於素養試題與非素養試題解題行為改變的差異是否達顯著且哪些能力對於素養試題有良好的預測能力。綜合上述，以下是本研究的研究目的：

1. 了解化學科教師對於素養試題的看法。
2. 了解化學科教師因應素養試題在於教學方式是否有所改變？
3. 了解學生對於素養試題的看法與態度。
4. 探討不同語文能力、數學邏輯能力在素養試題與非素養試題上的差異。
5. 探討不同語文能力、數學邏輯能力對於素養試題與非素養試題上的預測能力。
6. 根據研究結果，訪談國文及數學教師提出具體可行建議，以增進學生在素養試題的答題能力。

三、文獻回顧

素養試題的相關研究仍較缺乏，本組整理與素養試題較相關的研究，如下表 1 所示。

表 1 相關文獻整理

研究者(年)	主要論點及研究結果
吳怡伶 (2021)	<ol style="list-style-type: none">1. 高分組受試者較能將幾何圖形與代數公式做有效連結以方便解題。2. 受試者解幾何素養試題時較常運用的解題策略有：畫出關鍵字、找出規律性或運用幾何轉換成代數公式解題。
賴亭瑜 (2021)	<ol style="list-style-type: none">1. 文本題型的紙筆測驗、評量有採用多元評量的方式以及學校曾安排職場參訪之學生其素養導向評量學習滿意度較高。2. 技術型高中化工群學生對於素養導向評量學習動機及其學習滿意度具有高度正相關。
莊舜貽 (2020)	國中三年級不同性別學生在科學素養表現上並無顯著差異。
林詩英 (2020)	會考自然科考題中，圖表與純文字情境試題的通過率與鑑別度差距不大。

貳、研究設備及器材

本研究在訪談部分，本組實際訪談教師與學生並使用手機之錄音功能錄音後，寫成訪談稿再給受訪談的師生確認。研究期間仍然遇到 2019 新型冠狀病毒影響，為減少面對面接觸因此部分訪談是以通訊軟體進行。

在研究的測試問卷主要分為「素養試題問卷」、「語文能力及數學邏輯能力測驗」及「素養與非素養試題」三大部分，分述如下：

一、素養試題問卷

本問卷主要是想了解學生對於素養試題的看法與想法，沒有標準的答案，目的是想藉由問卷了解新課綱的學生對於素養試題的命題方式與解題時所遇到的困難。本問卷主要有六題，選項分別為「非常同意」、「同意」、「沒意見」、「不同意」、「非常不同意」。在計算得分時，依序給分：5、4、3、2、1。

二、語文能力及數學邏輯能力測驗

此部分的測驗主要測試受測者的語文能力與數學邏輯能力，為了使此測驗具有效度，本組參閱智力測驗的試題。智力測驗測試的內容包含語文能力（字句重組、語文推理、文法應用）及數學邏輯能力（數系能力、空間關係、數的能力）。每個分項 5 題，因此語文能力及數學邏輯能力均為 15 題，每題答對得 1 分，滿分為 30 分。

三、素養與非素養試題

本次研究的試題是以同一個化學單元（理想氣體方程式），同時命題出素養試題與非素養試題，素養試題主要是依據化工科群科中心給教師的素養試題範例，並進行適度的修正。在批改素養與非素養試題時，請指導教師給予協助，由指導老師批改素養試題，並依受測者書寫完整度給予適當的分數；非素養試題有標準答案，由本組組員批改。素養與非素養試題的滿分皆為 25 分。

問卷收回後，利使用 SPSS 22.0 版統計軟體進行統計分析。下表為本研究問卷：

新課綱素養試題解題行為改變問卷

這是一份針對新課綱素養試題解題行為改變研究的問卷，我們想了解您對於目前素養試題的看法與了解程度，希望您能夠為我們填寫這份問卷。問卷內容將做為本研究統計之用，並不對外公佈，請安心作答。謝謝您的合作！

一、基本資料

1. 請問您的性別：

男 女

2. 請問您的年級：

高一 高二 高三

二、素養試題問卷

	非常 同意	同意	沒意見	不同意	非常 不同意
1. 我了解素養試題的命題意含	<input type="checkbox"/>				
2. 我喜歡寫素養試題	<input type="checkbox"/>				
3. 我常看不懂素養試題的題意	<input type="checkbox"/>				
4. 素養試題對我來說最大的困擾是閱讀試題	<input type="checkbox"/>				
5. 我能輕易了解素養試題的題意	<input type="checkbox"/>				
6. 素養試題有助於學習專業科目的知識	<input type="checkbox"/>				

三、語文能力及數學邏輯能力測驗

1~5 字句重組：在這個測驗中，每題是一段語句，但是其中會參雜一個多餘的字或者是錯字來混淆你，把多餘的字選出來即可。

1. 虎不類成貓反畫犬 (A) 貓 (B) 虎 (C) 畫 (D) 類
2. 將天大任於降責人也斯 (A) 降 (B) 將 (C) 斯 (D) 責
3. 秉遊燭夜蠟 (A) 遊 (B) 蠟 (C) 夜 (D) 秉
4. 一晨日在計於曦之 (A) 曦 (B) 晨 (C) 計 (D) 之
5. 淡君子之交水偽如 (A) 淡 (B) 水 (C) 君 (D) 偽

6~10 語文推理：這類測驗裡，每個題目有兩組句子，每組句子包括兩個詞。運用推理聯想的能力，將前面句子裡兩個詞的語文關係，運用到後面的句子裡，使這兩組句子的語文關係，能夠前後呼應。

6. _____ 之於海洋，好像客機之於 _____
(A) 漁船...陸地 (B) 天空...卡車 (C) 陸地...天空 (D) 輪船...天空
7. 黑板之於 _____，好像 _____ 之於毛筆
(A) 板擦...橡皮擦 (B) 粉筆...宣紙 (C) 粉筆...麥克筆 (D) 板擦...宣紙

8. _____之於網球拍，好比棒球之於_____
 (A) 頭盔...盜壘 (B) 裁判...壘包 (C) 球迷...捕手 (D) 網球...球棒
9. _____之於光明，好比仇恨之於_____
 (A) 快樂...愛心 (B) 黑暗...寬恕 (C) 寬恕...仁慈 (D) 知足...諒解
10. _____之於兔死狗烹，好比如魚得水之於_____
 (A) 守成不易...唇亡齒寒 (B) 鳥盡弓藏...平步青雲
 (C) 死灰復燃...打草驚蛇 (D) 負荊請罪...池魚之殃

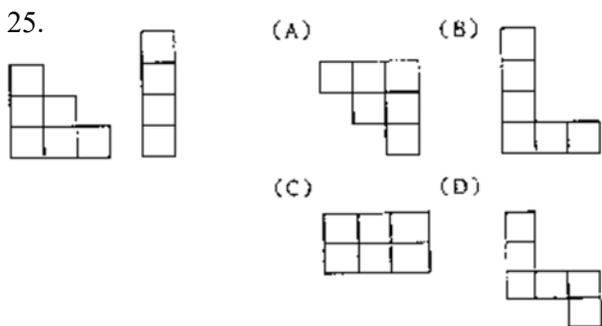
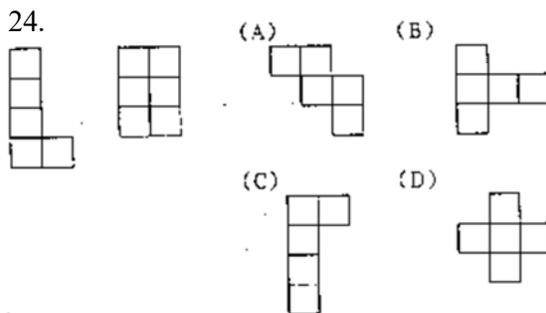
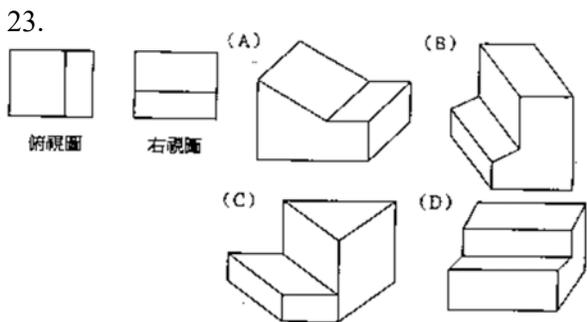
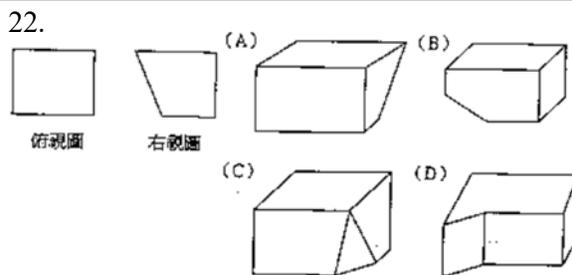
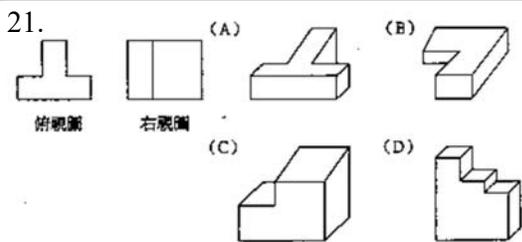
11~15 文法應用：測驗中，列舉了許多句子，每一個句子都用斜線分成(A)、(B)、(C)、(D)四個部分，其中有一個部分的文法運用有錯誤或者是參雜錯字，請將它找出來即可。

11. 夏日午後/鵝毛般的細雪/淋的我們全耳溼透/卻也暑氣全消
 (A) (B) (C) (D)
12. 小華染上毒癮/無法自拔/越陷越深/終於一舉成名
 (A) (B) (C) (D)
13. 台上表演者賣力演出/台下觀眾/杯盤狼藉/拍案叫好
 (A) (B) (C) (D)
14. 這部電影評論頗佳/戲院門口總是/大排長龍/哀鴻遍野。
 (A) (B) (C) (D)
15. 科學家們每天/兢兢業業/坐吃山空/研發新科技。
 (A) (B) (C) (D)

16~20 數系能力：這種測驗為依照某規則排列的一系列數字，但少了其中一個。依照觀察出的規則找出所缺的數字來。

16. 2 4 6 ____ 5 7 4 6 8
 (A) 2 (B) 3 (C) 6 (D) 7
17. 0 2 3 0 5 6 0 ____ 9 0
 (A) 11 (B) 10 (C) 9 (D) 8
18. 8 1 8 2 ____ 3 48 4 192
 (A) 16 (B) 8 (C) 4 (D) 1
19. 1 1 8 2 ____ 3 64 4 125 5
 (A) 27 (B) 4 (C) 1 (D) 0
20. 0 1 1 2 3 5 ____
 (A) 1 (B) 2 (C) 8 (D) 9

21~25 空間關係：兩種類型，其一是左邊為某一立體圖之俯視圖和右側視圖，要從四個選項圖中選出該立體圖做為答案。



26~30 數的能力：單純測量你數學的能力，大概是國中程度的問題，看到題目後做些簡單的計算即可作答。

26. 將 12 個生雞蛋由高樓向地面拋下，已知這一籃的生雞蛋只有破與未破兩種結局，則請問下列比例不可能發生：(A) 1:1 (B) 1:2 (C) 3:7 (D) 5:7。
27. 已知今年淑美年齡與老公俊毅的年齡比為 5:6，且淑美比老公俊毅小 4 歲，則請問 2 人明年的年和為多少歲？(A) 40 (B) 42 (C) 44 (D) 46。
28. 某一容器每小時注入水 120 公升，每分鐘流出 0.5 公升，則請問此容器每鐘增加多少水量？(A) 0.5 (B) 1 (C) 1.5 (D) 2 公升。
29. 有一十字路口，去年一年中就發生了 36 次車禍，其中有 24 人死亡，則請問此十字路口平均每個月死亡人數為多少？(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 人。
30. 一人目前的年紀為其父的三分之一，已知目前兩人年紀和為 60 歲，則請問兩人目前的年紀差為多少歲？(A) 15 (B) 20 (C) 25 (D) 30 歲。

四、素養與非素養試題

第一題

婕翎與幾位朋友趁著假日與老師從事登山活動。在登山口前老師帶著同學去便利商店購

買一些零食及麵包，心想在山頂上可以一同欣賞美麗的風景一同享用下午茶，登山前老師也叮嚀大家將活動過程中的所見所聞以筆記的方式作紀錄，相信可以觀察到有趣的現象也可以做為日後的美好回憶。

以下節錄婕翎登山日記的重點：

- (1) 婕翎將登山過程中的溫度記錄繪製成圖 1，她將登山高度與戶外溫度做成圖後發現登山口的溫度為 23.8°C ，隨著登山高度越高，溫度卻越來越低。
- (2) 在登山的過程中同學們都發現背包中的麵包變得鼓鼓的，外包裝體積相比於在登山前購買時的體積膨脹許多。
- (3) 老師在位於高度 2300 m 的小木屋休息時發現幾個零食包裝因膨脹而破裂了。老師看著牆上的壓力計顯示為 570 mmHg。

老師叮嚀同學一定要將垃圾分類後帶下山，將美好的環境留給大家。

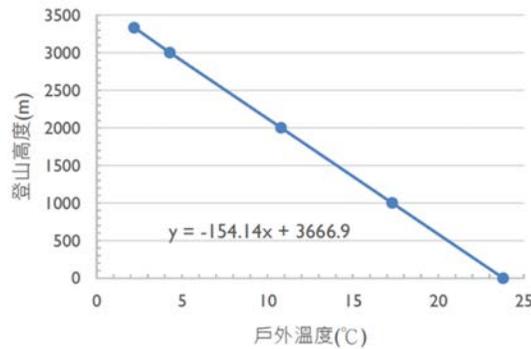


圖 1 登山高度與戶外溫度關係圖

1. 老師看到圖 1 這數據滿意的詢問其他同學，若我們登往此山的峰頂 7333 公尺，大家推論峰頂的溫度應為幾度 ($^{\circ}\text{C}$)？
2. 依據文章提供的線索，在 2300 m 的高度下我們可以建議廠商將零食外包裝改為多少 mL 之體積而讓此款零食在此高度下不會破裂亦不會增加過度的成本？(經老師實測此款零食外包裝為 5 mL)
3. 在登山的過程中麵包的外包裝體積比在登山前購買時膨脹許多。老師詢問同學造成此現象的原因為何？

第二題

化學實驗課中，學生準備一 500 毫升錐形瓶、煮熟剝殼後的雞蛋可放置於錐形瓶口上、火柴進行實驗。實驗過程如下所示：

步驟 1. 如右圖所示，雞蛋放置於錐形瓶口的方式，且確認雞蛋和錐形瓶瓶口可密合。



圖 2

步驟 2. 將雞蛋取下，並點燃火柴後，迅速將火柴放入錐形瓶中，並以步驟 1 的方式，將雞蛋放置於錐形瓶瓶口上，如圖 3 所示。

步驟 3. 待火柴熄滅後，觀察雞蛋發生的變化 如圖 4 所示。



圖 3



圖 4

關於以上的實驗過程回答下列問題：

問題 1. 關於上述的實驗中，請解釋雞蛋所發生變化的原因。

問題 2. 下列的現象中，何者所應用的原理和此實驗相同？並寫出你認為的理由為何？

- (A) 行駛在高速公路上的汽車，發生爆胎的現象
- (B) 在教室角落打開香水，過一段時間教室充滿香水味
- (C) 氣球飛到高空中後，發生爆炸的現象
- (D) 瓦斯鋼瓶使用一段時間後，瓶內壓力會減少至 1 大氣壓

第三題

1. $Y=3X+6$ ，當 $Y=15$ ， $X=?$
2. $P_1=1 \text{ atm}$ ， $V_1=1.0 \text{ L}$ ，溫度為 27°C ，試問當 $P_2=2 \text{ atm}$ 、溫度為 127°C 時，體積為何？
3. 亞佛加厥定律是指同溫、同壓時，同體積的任何氣體含有_____ (填”相同”或”不同”)數目的分子。
4. 假設某氣體為理想氣體，在同溫、同體積下，莫耳數愈大，則壓力愈_____ (填”大”、”小”或”不變”)
5. 在溫度固定下，在鋼瓶中打入氣體，打入的氣體愈多，鋼瓶內的壓力愈_____ (填”大”、”小”或”不變”)。

問卷到此結束！感謝您的用心填寫！敬祝 學業進步！

參、研究過程或方法

本研究主要在探討學生在解題素養試題時，是否受到語文能力或數學邏輯能力的影響，從了解素養試題的目的與內容開始，設計訪談、問卷的問題，接著進行訪談。訪談分成教師及學生兩個部分；問卷則是給學生填寫並以統計學的方式進行統計，主要是以語文能力及數學邏輯能力做為變項，探討這些變項對於學生在解題素養與非素養試題時差異及影響。內容撰寫則以馬信行著作行為改變的理論與技術做為參考。

一、研究架構

本研究的研究架構主要先以質性訪談了解教師、學生對於素養試題的看法；再以量化分析，學生對於素養試題的態度以及探討不同的語文、數學邏輯能力下，在解題素養與非素養試題時的影響，並了解哪個分項對於素養試題與非素養試題的預測能力較佳。研究架構如下圖 1 所示：

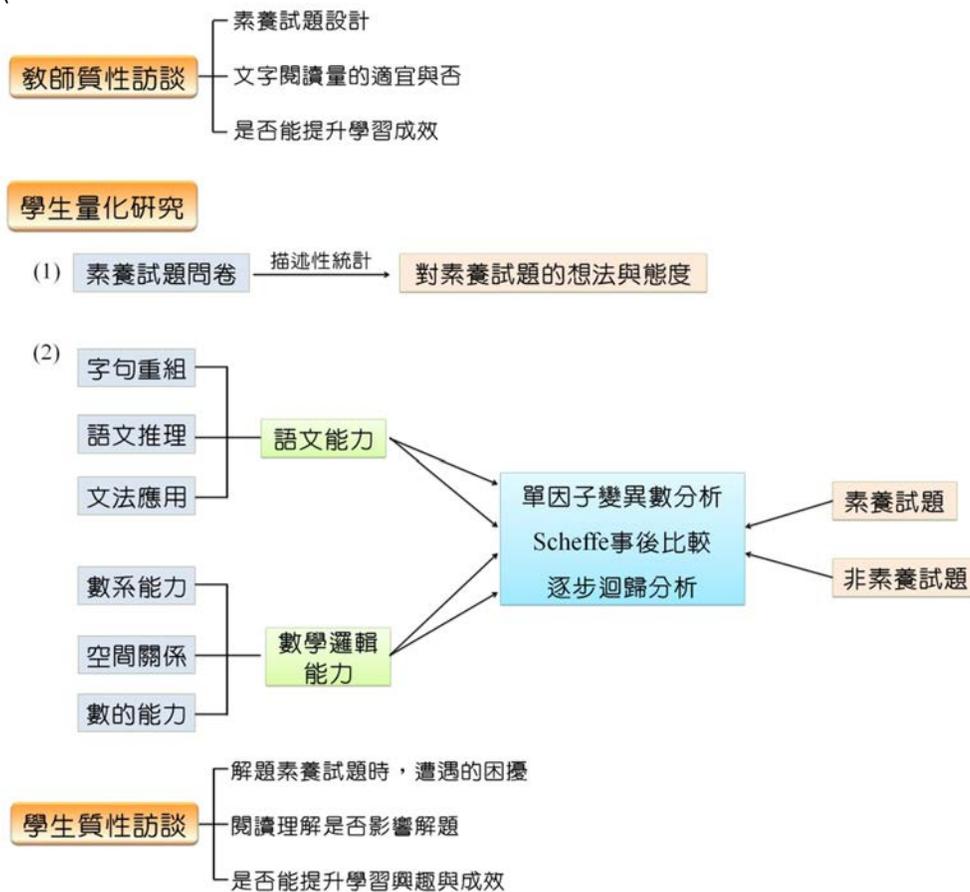


圖 1 研究架構

二、研究對象

本研究的研究對象主要是以高雄市技術型高中化工科學生為主，共發出 201 份問卷，分別為高一學生 69 份、高二學生 65 份及高三學生 67 份。在教師方面，則是以任教過新課綱超過兩年且教學年資 10 年以上的教師為優先，同一科目訪談 2~4 位老師，如表 2 所示。

表 2 訪談教師教學年資表

科別	化學 1	化學 2	化學 3	化學 4	國文 1	國文 2	數學 1	數學 2
教學年資	25 年	17 年	16 年	14 年	15 年	12 年	19 年	18 年
新課綱教學年資	3 年	3 年	3 年	3 年	2 年	3 年	2 年	3 年

(一)本研究選擇的三個不同學習階段，其原因如下：

1. 高一學生：110 學年度的高一新生在國中時，仍使用國中的舊課綱，因此對於新課綱的接觸是最少的，對於素養考題命題的方向與理解試題含意的能力應為最薄弱。
2. 高二學生：高二學生已經接觸新課綱完整的一年，同時也經歷上傳學習歷程檔案，了解入學方式的改變。在素養考題部分，多個科目已在期中考有列入試題中。
2. 高三學生：高三學生有完整的新課綱經驗，也累積了兩年多的學習歷程檔案，對於入學方式已有相當充足的了解。在素養考題部分，除了累積在校的期中考經驗外，已經參加過三次全國模擬考，在模擬考的各科試題中，均出現一定比例的素養試題。

三、問卷設計

(一) 素養試題問卷

1. 問卷的組成成分：

問卷的組成成分主要想了解不同年級的學生對於素養試題看法，包含對於素養試題的了解程度、閱讀理解及學習成效。問卷試題經本組組員討論及修改後，請教指導老師，提供修正意見，綜合意見之後再編制而成。因此，從問卷試題的代表性以及專家的觀點，皆可說明本量表具有內容效度。在進行統計時，勾選非常同意得 5 分、同意得 4 分……以此類推。

2. 檢核題組的設計：

此問卷設計檢核題組，已確定受測者是否用心作答。因為每個受測者的回答對本研究都

具有影響力，所以為了避免受測者隨意作答而影響研究結果，因此增設檢核題組，檢核題組題目概念皆相同，但是有正、反面的敘述做為篩選無效問卷的依據。檢核題組如下表 3。篩選標準如下：受測者針對正反項敘述題組的題目同時勾選同意的觀點（包含「非常同意」、「同意」）；或是受測者針對反向敘述的題目勾選不同意的觀點（包含「非常不同意」、「不同意」），便視為矛盾情形，則視為無效問卷。

表 3 問卷檢核題組

問卷題號	正反敘述	題目
5	正	我能輕易了解素養試題的題意。
3	反	我常看不懂素養試題的題意。

(二) 語文能力及數學邏輯能力測驗

1. 測驗試題的來源與分類：

為了使測驗試題具有代表性，且難易度適中，經本組組員討論後，決定以智力測驗的題目為主，智力測驗的題本主要有：字句重組、文法應用、語文推理、數的能力、空間關係、圖形推理、數系能力與分析推理八個分項，其中「分析推理」兼具語文與數學邏輯，較不符合本研究的需求，「圖形推理」與化學科的學習關聯性較低，故捨棄這兩分項的題目。因此語文能力包含「字句重組」、「語文推理」、「文法應用」三個分項；數學邏輯包含「數的能力」、「空間關係」、「數系能力」三個分項。此外，若試題內容需要修正，再請指導老師協助。

2. 試題題數與意涵：

由於本問卷的題數較多，考量受測者的測驗時間僅 60 分鐘，因此題數不宜過多，每個分項選擇五題為代表，各分項題型在本研究代表的意涵，分述如下：

- (1) 字句重組：此測驗是一段語句中，會參雜一個多餘的字或者是錯字來混淆，因此受測者需把多餘的字選出來。這類的題型考驗受測者對於文句或成語的了解與認識程度。
- (2) 語文推理：此測驗每個題目會有兩組句子，運用推理聯想的能力，將前面句子裡兩個詞的語文關係，運用到後面的句子裡，使這兩組句子的語文關係，能夠前後呼應。這類的題型考驗受測者對於文字閱讀後，是否能根據前後句子明瞭兩者的關係，在素養試題中，能否在較長的題目敘述下，了解題目前後文的相對應關係。

- (3) 文法應用：此類的題目在選項中，有一個部分的文法運用有錯誤或者是參雜錯字。這類的題型考驗受測者的閱讀理解能力，是否能讀懂該字句所欲表示的意義。
- (4) 數系能力：此測驗依照某規則排列的一系列數字，但少了其中一個。受試者依照觀察出的規則找出所缺的數字。這類的題型考驗受測者的邏輯推理能力。
- (5) 空間關係：此類型試題包含兩種小項，其一是左邊為某一立體圖之俯視圖和右側視圖，要從四個選項圖中選出該立體圖做為答案；其二為要從四個選項圖中選出可以和左邊圖合併成 4x4 正方形的圖做為答案。這類的題型考驗受測者對於由平面圖形想像立體空間的概念，此與素養試題中，模擬試題情境所需的能力有關。
- (6) 數的能力：此類型試題主要在測驗基礎的數學能力，看到題目後，僅需做簡單計算即可。這類的題型考驗受測者的基礎運算與數學能力。

3. 語文能力及數學邏輯能力測驗的信度與效度：

由於施測時間的關係，每個分項都只選擇五題做為測試，為了確定所選的試題具有代表性，因此進行信度考驗與專家效度。

- (1) 信度考驗：將六個分項分別進行內部一致性考驗，用來確認同分項測驗項目之間同質性的高低。本研究所得到的庫李信度 (Kuder-Richardson Reliability, KR20)介於 0.7246 ~ 0.8332，顯示所選擇的試題具良好的內部一致性信度。每一大類的 KR20 如表 4 所示。

表 4 不同分項的內部一致性考驗

分項	KR20
字句重組 (第 1~5 題)	0.7622
語文推理 (第 6~10 題)	0.7246
文法應用 (第 11~15 題)	0.8332
數的能力 (第 16~20 題)	0.7978
空間關係 (第 21~25 題)	0.7308
數系能力 (第 26~30 題)	0.8031

- (2) 專家效度：為了確保所選試題具有效度，語文能力試題邀請三位國文老師；數學邏輯能力試題邀請三位數學老師仔細判斷試題所欲測驗的概念是否與對應的大類符合，綜合每

位老師的意見之後，再加以編製而成。

(三) 素養與非素養試題

本次研究的素養試題，為了確認素養試題的代表性，本組選擇的單元是「理想氣體方程式」，此單元高一至高三的學生在受測前均已學習過，且內容貼近生活應用，解題除了記憶仍需具備化學計算能力。試題的設計主要是參考化工科群科中心公告新課綱素養考題的參考試題，該考題的內容與設計已經由群科中心多次開會討論後定案，因此該試題具有專家效度。

非素養試題則是依照素養試題的題目意涵轉換成非素養試題，由於擔心受測者先做答非素養試題而使素養試題的答對機率提高，因此在試卷的安排上，先請受測者寫素養試題，再寫非素養試題。

(四) 資料處理與分析

1. 資料處理：

對於本研究施測回收問卷的資料處理，先利用檢核題組加以檢驗，再看素養試題與非素養試題是否均作答完畢，若違反此兩個檢驗標準之一，則視為沒有用心作答，該問卷為無效。再將所有有效問卷之受測者的基本資料、量表得分及階段別輸入電腦，建立資料檔，並利用 SPSS 22.0 統計軟體進行統計分析。

2. 資料分析：

為了回答研究問題，本研究採取的資料分析如下：

- (1) 以平均數、標準偏差、變異數、標準誤差，了解不同階段學生對素養試題的態度為何？
- (2) 以單因子變異數分析及 Scheffe 事後比較考驗探討不同語文能力在素養試題與非素養試題上的差異。
- (3) 以單因子變異數分析及 Scheffe 事後比較考驗探討不同數學邏輯能力在素養試題與非素養試題上的差異。
- (4) 以逐步迴歸分析，探討語文能力各分項、數學邏輯能力各分項對素養試題之有效預測的程度。
- (5) 以逐步迴歸分析，探討語文能力各分項、數學邏輯能力各分項對非素養試題之有效預測的程度。

肆、研究結果

本研究旨在探討學生在解題素養試題時，是否受到語文能力或數學邏輯能力的影響？以及哪個分項的能力對於素養試題有較佳的預測能力。同時藉由質性訪談的方式了解學生與教師間對於素養試題命題的想法。本章節主要是根據研究目的，對於所得之研究資料進行分析。

一、教師訪談結果

每位化學科教師訪談時間約半小時，在每個題目詢問後，並不設限教師回答的時間，因此訪談時間介於 20~50 分鐘，其訪談結果整理如下表 5。

表 5 化學科教師訪談內容彙整

題目	訪談內容
關於素養試題的題目設計，是否有需要修改之處？	<ol style="list-style-type: none">1. 題幹的描述清楚，設計的也很不錯，符合現實情況。命題的部分需依學生之背景知識去做命題。2. 觀念上交代的很清楚，沒有缺漏的地方，但語法、標點符號、量詞需修正，單位要精確，多餘的字句需刪除，不可語意不詳。
學生應具備何種能力？使其在書寫素養題上較為容易	<ol style="list-style-type: none">1. 非圖表素養題感覺上對語文理解能力較好的同學或許較吃香；圖表素養題感覺上對數學邏輯能力好的同學較吃香。2. 須具備多項能力，例如：知曉何時應做單位換算、公式套用……等、可以自行從題目中找出重點、要定下心來看題目。3. 若能有一定的生活經驗並搭配專業知識，較容易馬上知道題目想要詢問的關鍵在哪裡。4. 語文能力與數學能力並重，對題目所測驗之觀念清楚程度。
受訪者認為在此份素養試題的書寫上有什麼困難之處？	<ol style="list-style-type: none">1. 因看不習慣長文而難以專注在題幹上，過度專業的詞彙會消化不了，以致看題時會分心。2. 題目過長，超過六到七行，學生不易看，算出的數據不好看，學生會質疑自己算出的答案。可能學生看完後仍不知道題目在問什麼。3. 因題幹敘述長，所以很考驗做題者的對題目提及之觀念清楚程度，愈清楚則寫得愈順暢。
受訪者對於素養試題的觀點與看法？	<ol style="list-style-type: none">1. 題幹敘述多的題組，如果可從題幹中找到線索的素養題較佳；題幹敘述多的題組但無法從題幹中找到線索的話容易離題。2. 多看素養題可以解決不適應的問題，也可以定下心來看題目。3. 課程方面來說，課堂進度會更緊縮，是為了把題目的原理或是題幹敘述解釋清楚。4. 可以把考試時間拉長或縮短題目、題目敘述長的題目減少。5. 生活經驗、專業知識比較重要，語文理解能力不一定是影響解題的關鍵。學生本身的程度、生活經驗比較容易影響。

由教師訪談內容可以發現，化學科教師對於素養試題大多抱持的積極正面的態度，但對於學生如何作答素養試題都顯現出擔憂及疑慮。此外，在訪談的內容也發現同科別的教師對於同一份試題的看法並不一致。因此一份符合大家所期待的素養試題十分不容易，特別是題幹的敘述，是否能在字數與描述之間取得平衡，成為素養考題很重要的關鍵。

二、新課綱素養試題解題行為改變問卷回收率統計

本校高一化工科學生 69 位、高二化工科學生 70 位、高三化工科學生 71 位，共發出 210 份問卷。回收高一學生 69 份、高二學生 65 份及高三學生 67 份；去除無效問卷(素養試題與非素養試題回答不完全及未通過檢核題組)列入統計的問卷，高一學生 64 份、高二學生 58 份及高三學生 65 份；有效全體問卷 187 份，有效問卷回收率 89.0%，其他詳細的研究對象分配表，如表 6 所示：

表 6 研究對象分配表

學習階段	高一學生	高二學生	高三學生
問卷發出人數(人)	69	70	71
收回問卷(人)	69	65	67
有效問卷數(人)	64	58	65
有效問卷回收率(%)	92.8	82.9	91.5
共發出 210 份問卷，有效回收問卷 187 份，問卷回收率 89.0%			

三、素養試題問卷描述性統計分析

(一) 是否了解素養試題的命題意含與精神

此部分主要探討不同年級學生是否瞭解素養試題的命題意含與精神，是素養試題問卷的第一題，回收的有效問卷為 187 份，其描述性統計如表 7 所示。

表7 素養試題的命題意含與精神

年級	平均數	N	標準偏差	最小值	最大值	變異數	標準誤
1	2.9531	64	1.07541	1.00	5.00	1.156	.134

2	2.9310	58	1.00633	1.00	5.00	1.013	.132
3	2.7846	65	1.17915	1.00	5.00	1.390	.146
總計	2.8877	187	1.08915	1.00	5.00	1.186	.080

由表 7 可知，三個年級對於素養試題的命題意含與精神沒有特別的差異，但高三的平均偏低。由於素養試題的命題精神對於學生而言，不是學生學習的重點，學生通常是被動的書寫素養試題，因此對於此項的意見會出現有人明白、有人不明白的情況發生，可見題目看不看得懂因人而異，統計結果偏向沒有意見。

(二) 學生對於素養試題的喜好程度

此部分主要探討不同年級學生對於書寫素養試題的喜好程度，是素養試題問卷的第二題，回收的有效問卷為 187 份，其描述性統計如表 8 所示。

表8 素養試題的喜好程度

年級	平均數	N	標準偏差	最小值	最大值	變異數	標準誤
1	1.9687	64	.81589	1.00	5.00	.666	.102
2	2.1724	58	.86121	1.00	5.00	.742	.113
3	1.9385	65	.94995	1.00	5.00	.902	.118
總計	2.0214	187	.87962	1.00	5.00	.774	.064

由表 8 可知，高二學生對於素養試題的喜好程度較其他兩個年級高，且高一高三沒有太大的落差，但統計的結果都偏向喜好程度低，推測的原因是素養試題容易太過冗長、計算的數字不容易，所以數值變得很難計算，以致學生對素養試題的興趣大減。

(三) 素養試題的閱讀理解力

此部分主要探討不同年級學生對於素養試題的閱讀理解力，是素養試題問卷的第三題至第五題，在進行此題的統計時，已先將第五題（正向題）的得分進行反推，以求與第三、四題的題意相同，回收的有效問卷為 187 份，其描述性統計如表 9 所示。

表9 素養試題的閱讀理解力

年級	平均數	N	標準偏差	最小值	最大值	變異數	標準誤
1	10.8438	64	2.72681	4.00	15.00	7.436	.341
2	11.0000	58	2.19249	6.00	15.00	4.807	.288
3	11.9692	65	2.62779	6.00	15.00	6.905	.326

總計	11.2834	187	2.57362	4.00	15.00	6.624	.188
----	---------	-----	---------	------	-------	-------	------

由表 9 可知，高三學生對於素養試題的閱讀理解能力較其他兩個年級高，且高一高二間沒有太大的落差，但統計的結果顯示大多數學生對於素養試題中冗長的文字閱讀，產生一定的困擾。

(四) 素養試題是否有助於學習專業科目

此部分主要探討不同年級學生認為素養試題是否有助於學習專業科目，是素養試題問卷的第六題，回收的有效問卷為 187 份，其描述性統計如表 10 所示。

表10 素養試題是否有助於學習專業科目

年級	平均數	N	標準偏差	最小值	最大值	變異數	標準誤
1	3.0781	64	1.11704	1.00	5.00	1.248	.140
2	3.0517	58	1.08292	1.00	5.00	1.173	.142
3	2.8615	65	1.27325	1.00	5.00	1.621	.158
總計	2.9947	187	1.16165	1.00	5.00	1.349	.085

由表 10 可知，高三學生對於素養試題是否有助於學習專業科目表達較不認同的想法，但值得注意的是高三學生的標準偏差也是最大，顯示高三學生對於這個問題的想法差異性較大，推測可能的原因是高三已經學完三年的專業科目，除了專業科目本身的難度外，還得配合素養相關情境試題，大幅提升試題的難度，對於程度中間的學生影響較大。統計結果偏向沒意見。

四、不同語文能力在素養試題與非素養試題上的差異比較

本節主要是探討不同語文能力學生在素養試題與非素養試題上，是否達顯著差異，並利用 SPSS 進行統計分析。語文能力包含：字句重組、語文推理、文法應用三個分項，三個分項的總和分數代表語文能力。素養試題的評分與非素養試題的評分標準由兩位指導老師協同確認後，進行評分。語文能力各分項的得分依有效問卷數的 33%、33%、33%分為該項能力高、中、低三組。素養試題與非素養試題得分為依變項，不同語文能力學生為自變項，進行單因子變異數分析，事後比較考驗以 Scheffe 法為主，平均值差異在 0.05 層級達顯著。

在進行量化統計前，由於本研究施測的學生分為高一、高二、高三，且亦有不同性別。

不同階段學生在素養試題與非素養試題的差異比較上，僅素養試題高三對高一達顯著差異，而非素養試題各年級間皆無顯著差異。不同性別學生在素養試題與非素養試題的差異比較上均未達顯著差異，因此不同階段與不同性別的學生可視為同一樣本數。

(一) 字句重組差異比較

不同字句重組能力的學生在素養試題與非素養試題上的差異比較，結果如表 11 所示。

表 11 不同字句重組能力學生在素養試題與非素養試題單因子變異數分析

因變數	(I) 字句 重組	(J) 字句 重組	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
素養 試題	高	中 低	.61843	.77709	.729	-1.2993	2.5361
			1.41486	.86096	.262	-.7098	3.5395
	中	高 低	-.61843	.77709	.729	-2.5361	1.2993
			.79643	.85843	.651	-1.3220	2.9149
非素 養試 題	高	中 低	-.75983	.65853	.515	-2.3850	.8653
			.45743	.72961	.822	-1.3431	2.2580
	中	高 低	.75983	.65853	.515	-.8653	2.3850
			1.21726	.72746	.249	-.5780	3.0125

由表 11 可知，「字句重組」能力的高低皆與素養試題及非素養試題無顯著差異。

(二) 語文推理差異比較

不同語文推理能力的學生在素養試題與非素養試題上的差異比較，結果如表 12 所示。

表 12 不同語文推理能力學生在素養試題與非素養試題單因子變異數分析

因變數	(I) 語文 推理	(J) 語文 推理	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
素養 試題	高	中 低	1.97716*	.71730	.024	.2070	3.7473
			4.52821*	.79615	.000	2.5635	6.4929
	中	高 低	-1.97716*	.71730	.024	-3.7473	-.2070
			2.55104*	.82739	.010	.5092	4.5929
非素 養試 題	高	中 低	1.12380	.62994	.206	-.4308	2.6784
			2.96581*	.69918	.000	1.2404	4.6913
	中	高 低	-1.12380	.62994	.206	-2.6784	.4308
			1.84201*	.72662	.042	.0489	3.6352

由表 12 可知，素養試題在語文推理能力高、中、低各組間皆達顯著差異，而非素養試題在低分組分別與高分組及中間組達顯著差異。

(三) 文法應用差異比較

不同文法應用能力的學生在素養試題與非素養試題上的差異比較，結果如表 13 所示。

表 13 不同文法應用能力學生在素養試題與非素養試題單因子變異數分析

因變數	(I) 文法 應用	(J) 文法 應用	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
素養 試題	高	中 低	4.00316 [*]	.74304	.000	2.1695	5.8368
			4.59103 [*]	.70147	.000	2.8599	6.3221
	中	高 低	-4.00316 [*]	.74304	.000	-5.8368	-2.1695
			.58787	.77845	.752	-1.3332	2.5089
非素 養試 題	高	中 低	1.69737	.70143	.056	-.0336	3.4284
			.81212	.66219	.473	-.8220	2.4463
	中	高 低	-1.69737	.70143	.056	-3.4284	.0336
			-.88525	.73486	.485	-2.6987	.9282

由表 13 可知，素養試題在文法應用能力高分組分別與中、低二組達顯著差異，而非素養試題則在各組間皆未達顯著差異。

(四) 語文能力差異比較

不同語文能力的學生在素養試題與非素養試題上的差異比較，結果如表 14 所示。

表 14 不同語文能力學生在素養試題與非素養試題單因子變異數分析

因變數	(I) 語文 能力	(J) 語文 能力	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
素養 試題	高	中 低	2.01043 [*]	.77369	.036	.1011	3.9197
			3.90385 [*]	.85793	.000	1.7866	6.0211
	中	高 低	-2.01043 [*]	.77369	.036	-3.9197	-.1011
			1.89342	.77369	.053	-.0159	3.8027
非素 養試 題	高	中 低	-.16219	.68096	.972	-1.8427	1.5183
			1.44231	.75511	.164	-.4212	3.3058
	中	高 低	.16219	.68096	.972	-1.5183	1.8427
			1.60449	.68096	.065	-.0760	3.2850

由表 14 可知，素養試題在語文能力高分組分別與中、低二組達顯著差異，而非素養試題則在各組間皆未達顯著差異。

五、不同數學邏輯能力在素養試題與非素養試題上的差異比較

本節主要是探討不同數學邏輯能力學生在素養試題與非素養試題上，是否達顯著差異，

並利用 SPSS 進行統計分析。數學邏輯能力包含：數系能力、空間關係、數的能力三個分項，三個分項的總和分數代表數學邏輯能力。其餘方式與不同語文能力在素養試題與非素養試題上的差異比較相同。

(一) 數系能力差異比較

不同數系能力的學生在素養試題與非素養試題上的差異比較，結果如表 15 所示。

表 15 不同數系能力學生在素養試題與非素養試題單因子變異數分析

因變數	(I) 數系能力	(J) 數系能力	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
素養試題	高	中低	4.73004*	.69252	.000	3.0210	6.4391
			5.69492*	.71906	.000	3.9204	7.4694
	中	高低	-4.73004*	.69252	.000	-6.4391	-3.0210
			.96487	.69252	.381	-.7441	2.6739
非素養試題	高	中低	1.09555	.63799	.232	-.4789	2.6700
			3.72881*	.66245	.000	2.0940	5.3636
	中	高低	-1.09555	.63799	.232	-2.6700	.4789
			2.63326*	.63799	.000	1.0588	4.2077

由表 15 可知，素養試題在數系能力高分組分別與中、低二組達顯著差異，而非素養試題高分組則與低分組達顯著差異。

(二) 空間關係差異比較

不同空間關係能力的學生在素養試題與非素養試題上的差異比較，結果如表 16 所示。

表 16 不同空間關係能力學生在素養試題與非素養試題單因子變異數分析

因變數	(I) 空間關係	(J) 空間關係	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
素養試題	高	中低	3.15483*	.69718	.000	1.4343	4.8753
			5.46594*	.80815	.000	3.4716	7.4603
	中	高低	-3.15483*	.69718	.000	-4.8753	-1.4343
			2.31111*	.76462	.012	.4242	4.1980
非素養試題	高	中低	.54945	.68082	.722	-1.1307	2.2296
			1.67536	.69244	.056	-.0335	3.3842
	中	高低	-.54945	.68082	.722	-2.2296	1.1307
			1.12591	.69765	.274	-.5958	2.8476

由表 16 可知，素養試題在空間關係能力組間皆達顯著差異，而非素養試題各組間未達顯著差異。

(三) 數的能力差異比較

不同數的能力學生在素養試題與非素養試題上的差異比較，結果如表 17 所示。

表 17 不同數的能力學生在素養試題與非素養試題單因子變異數分析

因變數	(I) 數的 能力	(J) 數的 能力	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
素養 試題	高	中 低	3.63439 [*]	.61795	.000	2.1094	5.1594
			6.97209 [*]	.70651	.000	5.2286	8.7156
	中	高 低	-3.63439 [*]	.61795	.000	-5.1594	-2.1094
			3.33770 [*]	.75106	.000	1.4842	5.1912
非素 養試 題	高	中 低	.72817	.60709	.488	-.7700	2.2264
			3.77326 [*]	.69409	.000	2.0604	5.4861
	中	高 低	-.72817	.60709	.488	-2.2264	.7700
			3.04508 [*]	.73787	.000	1.2242	4.8660

由表 17 可知，素養試題在數的能力各組間皆達顯著差異，而非素養試題在高分組與低分組達顯著差異。

(四) 數學邏輯能力差異比較

不同數學邏輯能力學生在素養試題與非素養試題上的差異比較，結果如表 18 所示。

表 18 不同數學邏輯能力學生在素養試題與非素養試題單因子變異數分析

因變數	(I) 數學 邏輯	(J) 數學 邏輯	平均差異 (I-J)	標準錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
素養 試題	高	中 低	3.40351 [*]	.62478	.000	1.8617	4.9453
			7.51826 [*]	.64304	.000	5.9314	9.1052
	中	高 低	-3.40351 [*]	.62478	.000	-4.9453	-1.8617
			4.11475 [*]	.61346	.000	2.6009	5.6286
非素 養試 題	高	中 低	1.58276	.65551	.057	-.0349	3.2004
			3.43831 [*]	.67468	.000	1.7733	5.1033
	中	高 低	-1.58276	.65551	.057	-3.2004	.0349
			1.85555 [*]	.64363	.017	.2672	3.4439

由表 18 可知，素養試題在數學邏輯各組間皆達顯著差異；而非素養試題在高分組與低分組達顯著差異。

六、語文能力及數學邏輯能力在素養試題與非素養試題之預測能力

本節主要是探討語文能力及數學邏輯能力各分項對素養試題與非素養試題的預測能力，

以不同能力的各分項做為預測變項，素養試題與非素養試題做為預測變項，進行逐步迴歸分析，藉以瞭解以不同能力的各分項對於素養試題與非素養試題的預測能力。

(一) 語文能力及數學邏輯能力各分項對素養試題預測能力分析

語文能力及數學邏輯能力各分項對素養試題之逐步迴歸分析，結果如表 19 所示。

表 19 語文能力及數學邏輯能力各分項對素養試題之逐步迴歸分析表

	多元迴歸 係數 R	決定係數 R ²	增加 解釋量	F 值	未標準化 迴歸係數 β 值	標準化 迴歸係數 β 值	共線性診斷	
							變異數膨脹 係數 VIF	條件指數 CI
截距					-8.213			
數系能力	0.574	0.330		91.008***	1.660	0.331	1.239	8.769
數的能力	0.689	0.475	0.145	83.159***	1.523	0.303	1.274	10.739
文法應用	0.736	0.541	0.066	71.961***	1.115	0.246	1.155	12.968
空間關係	0.767	0.589	0.047	65.118***	1.172	0.233	1.147	15.203

由表 19 可知，在六個分項中，有四個分項達顯著水準，分別是數系能力 (F=91.008, $p<0.001$)、數的能力 (F=83.159, $p<0.001$)、文法應用 (F=71.961, $p<0.001$)及空間關係 (F=65.118, $p<0.001$)。此四個變項的整體預測力達 0.589，即能預測素養試題成績 58.9%的變異量。在所有分項中又以數系能力最具解釋力，可有效解釋素養試題成績之總變異量 33.0%；在標準化迴歸係數 β 值方面，此四個分項預測變項皆為正數，可知與素養試題成績有正向關聯。此外，變異數膨脹係數 (VIF)值皆小於 10 及條件指數 (CI)值皆小於 30，顯示各分項之間的共線性不嚴重，迴歸模型能有效的預測素養試題成績。原始化及標準化迴歸方程式如式 1、2 所示：

原始化迴歸方程式 (式 1)：

$$\text{素養試題成績} = -8.213 + 1.660 \times \text{數系能力} + 1.523 \times \text{數的能力} + 1.115 \times \text{文法應用} + 1.172 \times \text{空間關係}$$

標準化迴歸方程式 (式 2)：

$$\text{素養試題成績} = 0.331 \times \text{數系能力} + 0.303 \times \text{數的能力} + 0.246 \times \text{文法應用} + 0.233 \times \text{空間關係}$$

(二) 語文能力及數學邏輯能力對素養試題預測能力分析

以語文能力及數學邏輯能力的總分對素養試題之逐步迴歸分析，結果如表 20 所示。

表 20 語文能力及數學邏輯能力對素養試題之逐步迴歸分析表

	多元迴歸 係數 R	決定係數 R ²	增加 解釋量	F 值	未標準化 迴歸係數 β 值	標準化 迴歸係數 β 值	共線性診斷	
							變異數膨脹 係數 VIF	條件指數 CI

截距				-8.511				
數學邏輯	0.729	0.531		209.805***	1.506	0.662	1.106	10.121
語文能力	0.757	0.574	0.042	123.797***	0.411	0.216	1.106	13.738

由表 20 可知，數學邏輯與語文能力達顯著水準，分別是數學邏輯 ($F=209.805$ ， $p<0.001$) 及語文能力 ($F=123.797$ ， $p<0.001$)。此兩個變項的整體預測力達 0.574，即能預測素養試題成績 57.4% 的變異量。在兩個分項中又以數學邏輯最具解釋力，可有效解釋素養試題成績之總變異量 53.1%；在標準化迴歸係數 β 值方面，兩個分項預測變項皆為正數，可知與素養試題成績有正向關聯。此外，變異數膨脹係數 (VIF) 值皆小於 10 及條件指數 (CI) 值皆小於 30，顯示各分項之間的共線性不嚴重，迴歸模型能有效的預測素養試題成績。原始化及標準化迴歸方程式如式 3、4 所示：

原始化迴歸方程式 (式 3)：

$$\text{素養試題成績} = -8.511 + 1.506 \times \text{數學邏輯} + 0.411 \times \text{語文能力}$$

標準化迴歸方程式 (式 4)：

$$\text{素養試題成績} = 0.662 \times \text{數學邏輯} + 0.216 \times \text{語文能力}$$

(三) 語文能力及數學邏輯能力各分項對非素養試題預測能力分析

語文能力及數學邏輯能力各分項對非素養試題之逐步迴歸分析，結果如表 21 所示。

表 21 語文能力及數學邏輯能力各分項對非素養試題之逐步迴歸分析表

	多元迴歸 係數 R	決定係數 R^2	增加 解釋量	F 值	未標準化 迴歸係數 β 值	標準化 迴歸係數 β 值	共線性診斷	
							變異數膨脹 係數 VIF	條件指數 CI
截距					10.747			
數系能力	0.412	0.170		37.765***	1.244	0.293	1.218	11.085
語文推理	0.462	0.214	0.044	24.989***	0.784	0.172	1.224	12.149
數的能力	0.486	0.236	0.022	18.848***	0.723	0.170	1.281	14.291

由表 21 可知，在六個分項中，有三個分項達顯著水準，分別是數系能力 ($F=37.765$ ， $p<0.001$)、語文推理 ($F=24.989$ ， $p<0.001$)、及數的能力 ($F=18.848$ ， $p<0.001$)。此三個變項的整體預測力僅 0.236，即能預測非素養試題成績 23.6% 的變異量。在所有分項中又以數系能力最具解釋力，可有效解釋素養試題成績之總變異量 17.0%；在標準化迴歸係數 β 值方面，此三個分項預測變項皆為正數，可知與非素養試題成績有正向關聯。此外，變異數膨脹係數 (VIF) 值皆小於 10 及條件指數 (CI) 值皆小於 30，顯示各分項之間的共線性不嚴重。原始化及標準化迴歸方程

式如式 5、6 所示：

原始化迴歸方程式 (式 5)：

$$\text{非素養試題成績} = 10.747 + 1.244 \times \text{數系能力} + 0.784 \times \text{語文推理} + 0.723 \times \text{數的能力}$$

標準化迴歸方程式 (式 6)：

$$\text{非素養試題成績} = 0.293 \times \text{數系能力} + 0.172 \times \text{語文推理} + 0.170 \times \text{數的能力}$$

(四) 語文能力及數學邏輯能力對非素養試題預測能力分析

以語文能力及數學邏輯能力的總分對非素養試題之逐步迴歸分析，結果如表 22 所示。

表 22 語文能力及數學邏輯能力對素養試題之逐步迴歸分析表

	多元迴歸 係數 R	決定係數 R ²	增加 解釋量	F 值	未標準化 迴歸係數 β 值	標準化 迴歸係數 β 值	共線性診斷	
							變異數膨脹 係數 VIF	條件指數 CI
截距					12.446			
數學邏輯	0.445	0.198		45.702***	0.858	0.445	1.000	11.124

由表 22 可知，僅數學邏輯達顯著水準，數學邏輯 (F=45.702, $p < 0.001$)。此變項的整體預測力僅 0.198，即能預測非素養試題成績 19.8% 的變異量。在標準化迴歸係數 β 值方面，預測變項為正數，可知與非素養試題成績有正向關聯。原始化及標準化迴歸方程式如式 7、8 所示：

原始化迴歸方程式 (式 7)：

$$\text{非素養試題成績} = 12.446 + 0.858 \times \text{數學邏輯}$$

標準化迴歸方程式 (式 8)：

$$\text{非素養試題成績} = 0.445 \times \text{數學邏輯}$$

七、學生訪談結果

高三學生有較完整的新課綱學習經驗，且在素養試題的練習數量較多且廣，因此學生訪談以高三學生為主，以自願為主，此次訪談八人，每人時間約 20 分鐘，每個題目詢問後，並不設限回答時間，也因應肺炎關係，學生訪談部分是以通訊軟體訪問，其訪談結果整理如下表 23。

表 23 學生訪談內容彙整

題目	訪談內容
----	------

是否理解素養題的題目敘述內容為何？包括圖表題與非圖表題。	普遍看得懂，少數認為題幹是用來湊字數的。多數喜歡寫圖表題。
閱讀素養題時是否有不順利的情況？	例如：敘述不佳、標點符號運用錯誤、用詞較難理解又無圖表輔助，在解讀題意及答題時有困難。
閱讀素養題的題目時，是否出現未看過的專業詞彙、符號及單位？	是，但附上註解後並不影響作答，如未附上註解則會花上更多時間在揣摩語意上，而造成答題的困擾。
在閱讀素養題時會找不到題幹敘述的重點所在？	會，尤其是文字敘述偏長的部分，但也可能是個人能力導致。可以將贅述刪除以利閱讀，但少數則是沒有這個問題。但有時候會刪錯關鍵的字句，而造成理解失誤。
個人是擅長圖表型素養題還是非圖表型素養題？	圖表題。因為圖表類要看原理較清楚，理解上也快速許多，不會因長文理解能力不佳所致之答題障礙，影響試卷對考生之鑑別度。
素養題中描述之生活情境或常識你並不瞭解，是否影響解題？	生活常識的的相關題目反而會容易不瞭解題意，題幹敘述不佳也是影響解題的其中一個問題，也有可能是閱讀太少，難掌握關鍵處。
在閱讀題目時，發現解題線索太分散，並非在同一個段落中？	會。如果題目有跨段或跨頁的話會很麻煩，希望線索能夠集結在同一段或同一頁。
解題所用到的公式過多或者需要經過多次換算才可解題？	偶爾會有這種情況，尤其是在題幹敘述為純文字的情況下。本身對該科目的熟練度也有影響。
題幹敘述過長以致看不下去或分心？	會，可能會看一看重點被模糊、分心、抓錯重點等，且在題幹敘述很冗長的題型較常有這個問題。
算出來的數字過小或是不易做計算？	會算比較久。且數字過度複雜的話，會導致試卷之鑑別度降低，可能會造成對該科成績優異的同學與對該科成績在中段的同學皆無法算出答案，而無法顯示出差異。
是否能看出解題需使用哪些公式？	是，但不能夠想起公式之細節。在數學試題上易有此問題發生。
看得懂題目卻無法算出答案？	偶爾會有這種問題。
看不懂題目敘述，但從題目中的數字或敘述可直接得到答案？	將敘述刪除，會比較好做計算。
題目問的與自己理解的有出入？	偶爾會有理解上的差異，通常是語句描述部份的問題。

綜合學生訪談的內容可以發現，學生對於冗長的試題非常厭惡，因為閱讀題目的時間會

佔去運算與計算的時間，然而以目前考試安排的情況下，並未對題數進行刪減，也未延長考試時間，因此是在相同的時間內需進行閱讀、理解、解題的過程，容易造成時間不足的壓力。訪談學生也提到素養是題若能伴隨相關的圖表，而非單一的文字冗長敘述，反而可以得到大多數學生的支持。此外，在化學這門學科的素養試題上，若是要結合生活實際經驗，試題中的數字通常很難快速的用紙筆進行運算，也更造成在答題上的困擾。

八、國文科及數學科教師訪談

藉由逐步迴歸分析後，本組將有預測能力的分項與本校國文科及數學科教師討論，期望兩科的教師能針對如何增進有預測能力的分項給予建議，每位教師的訪談時間約為 15~20 分鐘。訪談部分是以通訊軟體訪問，其訪談結果整理如下表 24。

表 24 國文科及數學科教師訪談內容彙整

教師科別	分項	對應試題	建議
國文	文法應用	素養試題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 文法應用主要是測試閱讀能力，因此可以大量閱讀白話文的文章，並藉由相關的測驗題，確認自己的理由是否有誤。 2. 現在很多閱讀測驗題目已經包含圖表，也可以多做相關的練習增進文法应用能力。
國文	語文推理	非素養試題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 題目中的前後對應關係，可藉由將同一組對應關係的字詞用相同符號標示，較能快速掌握對應關係。
數學	數系能力	素養試題 非素養試題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 數系能力考驗對數字的敏銳度與觀察力，因此需要大量解題的練習，方能提高對於數系的判斷能力。這樣的能力無論在哪種題型都非常重要，這也是數學需要大量且經常練習的原因。
數學	數的能力	素養試題 非素養試題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 此分項能力在素養與非素養試題都具有預測力，因為這是基礎的運算能力，包含四則運算。 2. 若想增進此分項能力，可在限時下，買四則運算的題本進行測驗與練習，可以大幅度增強手算的速度與正確性。
數學	空間關係	素養試題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多著手相關的數學應用題，試著在腦中營造出一個立體空間，並多與該能力好的同學討論，藉此了解彼此對於立體空間概念上的差異。

伍、討論

一、質性(訪談)結果討論

藉由訪談教師與學生，可以發現素養試題對於教師跟學生都是不同的挑戰，相同科目的教師對於素養試題的見解也未必完全相同，這對於素養試題命題是一大警訊，或許由不同的教師命題會出現完全不一致的思考邏輯，倘若素養試題要出現在升學相關的大型測驗考試中，素養試題要偏向冗長的文字敘述或是圖表綜合應用應該要有更明確的方向。此外，相同科目老師意見的偏歧也有可能是因為教育部對於素養試題所提供的訊息尚未能完全讓在教學現場的老師都能理解，而造成偏差。

在學生的訪談過程中，最主要是所有的大型考試並未因為新課綱增添了素養試題而延長考試時間或是減少測驗題數，因此學生會希望在相同測驗時間內，閱讀文字所需的時間可以縮減，特別是化學學科是一門實驗科學，針對於實驗數據的圖表分析，更為重要。在化學相關素養試題中，若能不要在文字字數的堆積，而是增加對於實驗結果的判斷與分析計算，如此一來，對於實驗能力及數據敏銳度的培養，更可使學生在進入大學後，快速接軌大學更高深的實驗。

經由統計後，針對具有預測能力的分項，再請教國文科與數學科教師如何增進分項能力。若欲增強文法應用能力可以大量閱讀白話文的文章，並藉由相關的測驗題，確認自己的理由是否有誤。若欲增強語文推理能力則須將題目中的前後因果對應關係搞清楚。數系能力與數的能力則著重在練習，空間關係則需要在腦中營造立體空間並和同儕與師長討論。

二、量化(問卷)結果討論

(一) 素養試題問卷分析整個問卷，可以發現在「是否了解素養試題的命題意含與精神」和「素養試題是否有助於學習專業科目」雖然平均得分偏向沒意見，但其實是因為同意與不同意的意見十分分歧(標準差較大)，造成平均值落在沒意見，造成正反意見差異如此巨大的原因，日後可以在設計相關問卷進行了解。「對於素養試題的喜好程度」則顯示出學生對在有成績的壓力下，書寫素養試題，對於冗長的題目描述及情境的營造建構並不感興

趣；此外，「素養試題的閱讀理解力」也造成對素養試題喜好的巨大影響，多數學生自認為對於在限制時間下讀懂試題具有一定程度的困擾。

(二) 不同語文能力在素養試題與非素養試題的差異比較：由統計結果發現，字句重組能力不影響素養試題與非素養試題作答，語文推理與文法應用能力則達顯著差異，因此若要加強學生對於素養試題的理解，可由增強語文推理及文法應用能力著手。素養試題在語文能力高分組分別與中、低二組達顯著差異，而非素養試題則在各組間皆未達顯著差異，整理如圖 2 所示。

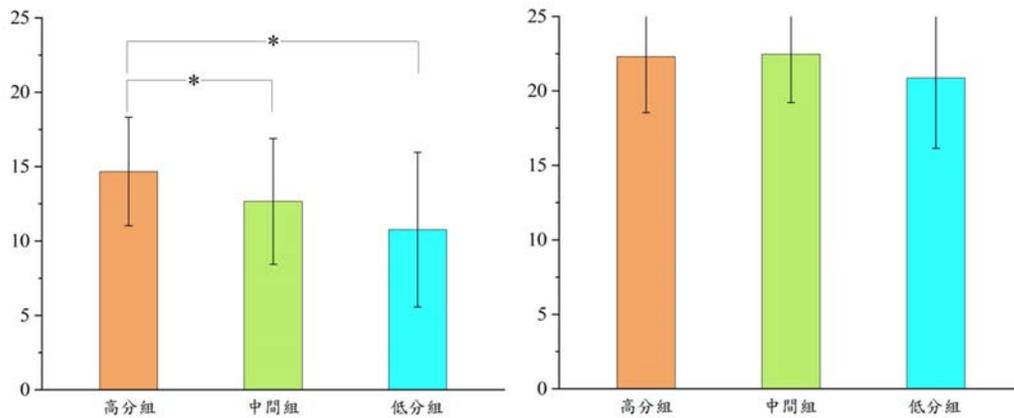


圖 2 素養試題與非素養試題在語文能力的差異比較

(三) 不同數學邏輯能力在素養試題與非素養試題的差異比較：素養試題除了文字之外，對於圖像與情境模式與空間關係息息相關，由研究結果也充分支持此論點，空間關係高、中、低能力與素養試題成績互達顯著差異。此外，素養試題的數字較難計算，此影響也顯示在素養試題在數的能力各組間達顯著差異。素養試題在數學邏輯各組間皆達顯著差異；而非素養試題在高分組與低分組達顯著差異，整理如圖 3 所示。

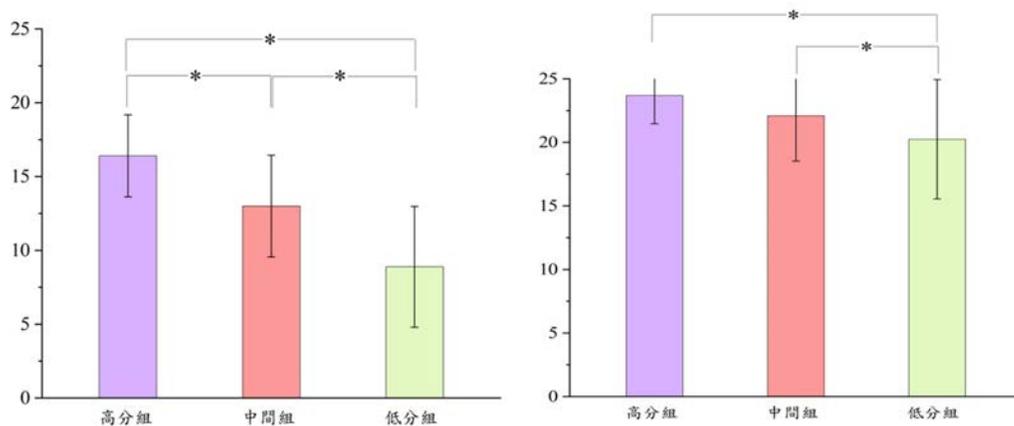


圖 3 素養試題與非素養試題在數學邏輯能力的差異比較

(四) 語文能力及數學邏輯能力在素養試題之預測能力：在確認語文能力及數學邏輯能力的某些分項能力對於素養試題達顯著差異，然而本組更想了解這些分項能力是否對於素養試題具有預測能力，因此利用逐步迴歸分析，找出具有影響力的分項。由分析結果顯示，在六個分項中有四個分項具有預測能力，預測能力大小依序為數系能力、數的能力、文法應用及空間關係，利用此四分項的預測力達 0.589 (在統計上 >0.5 即具有良好的預測力)；由整體能力來看，數學邏輯與語文能力均有預測能力，且預測力亦達 0.574。具有預測能力的分項及能力整理如表 25 所示。

表 25 素養試題逐步迴歸分析結果統整表

不同能力各分項	數系能力 (0.331)>數的能力 (0.303)>文法應用 (0.246)>空間關係 (0.233)
不同能力	數學邏輯 (0.662)>語文能力 (0.216)

*括號內的數字為標準化迴歸係數

(五) 語文能力及數學邏輯能力在非素養試題之預測能力：語文能力及數學邏輯能力對於素養試題有良好的預測能力，但對於非素養試題則預測能力不佳，由分析結果顯示，在六個分項中僅有三個分項具有預測能力，預測能力大小依序為數系能力、語文推理及數的能力，且此三分項的預測力僅 0.236 (在統計上 >0.5 即具有良好的預測力)；由整體能力來看，僅數學邏輯有預測能力，但預測力僅 0.198。具有預測能力的分項及能力整理如表 26 所示。

表 26 非素養試題逐步迴歸分析結果統整表

不同能力各分項	數系能力 (0.293)>語文推理 (0.172)>數的能力 (0.170)
不同能力	數學邏輯 (0.445)

*括號內的數字為標準化迴歸係數

三、未來展望

在經過訪談及問卷瞭解素養試題對於教師及學生的影響之後，本組希望往後如果有機會可以再針對不同化學單元進行施測，是否結果仍於現今的研究結果相似？此外，礙於時間及研究的限制，這次只針對本校學生進行研究且各分項能力的試題也僅有 5 題，希望之後若有足夠的時間，研究對象可以延伸至其他學校並增加測試試題的題數。上述都是可以再更精進的地方。

陸、結論

本研究利用質性分析訪談的方式，了解教師與學生對於素養試題的態度及看法，由結果可知，同科別教師對於素養試題的見解略有差異，但大多肯定素養試題的精神。學生對於素養試題的反面意見多著墨於題幹文字敘述過長、計算數字複雜且測驗時間並未延長，上述的原因造成學生多半不喜歡素養試題，這方面是未來學生可以加強的部分。

本研究利用單因子變異數分析了解語文推理、數的能力及空間關係高、中、低分各組間的學生會在素養試題成績達顯著差異，進一步利用逐步迴歸分析發現，影響素養試題成績主要的分項依序為數系能力、數的能力、文法應用及空間關係，因此若要增進學生的解題素養試題能力，可加強這四分項的能力。經由本研究也可以打破學生普遍覺得素養試題僅偏向語文能力的迷失，在書寫素養試題仍需先具備良好的數學邏輯能力，再輔以相對應的語文能力，其標準化迴歸方程式為：

$$\text{素養試題成績} = 0.331 \times \text{數系能力} + 0.303 \times \text{數的能力} + 0.0246 \times \text{文法應用} + 0.233 \times \text{空間關係}。$$

柒、參考文獻資料

1. 馬信行. (2006). 行為改變的理論與技術. 高等教育出版社.
2. 吳明隆. (2007). SPSS 操作與應用: 問卷統計分析實務. 五南圖書出版股份有限公司.
3. 吳明隆, & 涂金堂. (2014). SPSS 與統計應用分析. 五南圖書出版股份有限公司.
4. 十二年國民基本教育領域課程綱要核心素養發展手冊 (2015). 國家教育研究院.
5. 吳怡伶. (2021). 高雄市某國中三年級學生解題歷程分析之研究—以幾何素養試題為例. 國立高雄師範大學數學系碩士學位論文, 1-176.
6. 賴亭瑜. (2021). 技術型高中化工群學生素養導向評量學習動機及其學習滿意度之關係研究. 國立彰化師範大學工業教育與技術學系碩士學位論文, 1-193.
7. 莊舜貽. (2020). 十二年國教國中階段自然科學領域生物科素養導向評量試題之發展. 國立高雄師範大學教育系碩士學位論文, 1-111.
8. 林詩英. (2020). 國中教育會考自然科理化試題分析: 以素養導向的情境試題為例. 國立清華大學數理教育研究所碩士學位論文, 1-107.

【評語】 052709

這個研究探討素養試題是否更有利於能力好的學生。因此做了兩種分析，一是對教師與學生的質性訪談，了解他們的基本看法與態度。第二是編製智力，語文，數學能力測驗。之後分析學生在這幾個面向的能力，是否可以預測他們在素養與非素養題上的表現。

提供建議如下：

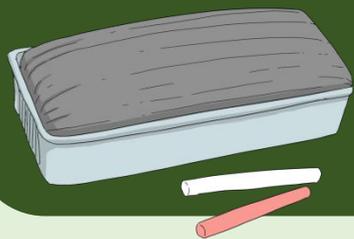
- 1、研究完整，但是，何謂基本能力，又如何據此編製能力測驗。現有的出題，是否就是成就測驗，因此跟兩類試題的表現也呈現高度相關。需要進一步釐清。
- 2、作者如何分類受試者的語言能力以及邏輯能力？以何為標準？如何區分在數學上的的不同能力，例如空間概念以及邏輯能力？
- 3、哪些因素會影響到不同能力的加權方式？

作品簡報

$$PV=nRT$$

素養試題導向誰？

以化學科素養試題為例

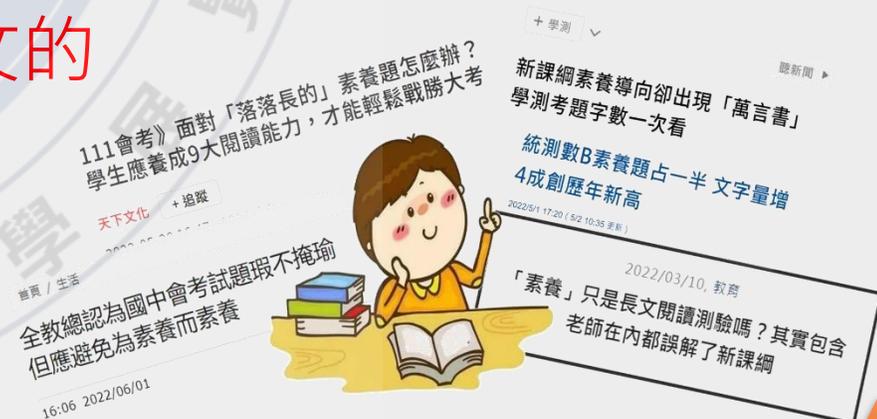


組別：高級中等學校組
科別：行為與社會科學科



研究動機

108新課綱每一個科目都在強調**素養考題**，然而無論從自身經驗或是報章媒體都對於對於素養試題有所疑慮，擔心題幹是否僅是文字的堆積？題目是否**偏向閱讀能力好的學生**？面對素養試題需具備哪些能力方能迎刃而解？因此本組以化學科的素養試題為主，探討此類試題在教師及學生心目中的想法，並以統計的方式釐清素養試題導向數學邏輯能力好的學生或是語文能力佳的學生，再者哪些**數學邏輯及語文的分項能力才是主要影響原因**。上述都是本研究所關心且想深入了解的議題與方向。





研究目的

本組同時進行質性與量化的研究。在質性研究方面，訪問任教化學科的資深教師，也針對學生抽樣進行訪談；在量化研究方面，設計素養試題問卷、語文能力及數學邏輯能力測驗及素養與非素養試題。綜合上述，本研究的研究目的：

1. 了解化學科教師對於素養試題的看法及教學方式是否有所改變？
2. 了解學生對於素養試題的看法與態度。
3. 探討不同語文能力、數學邏輯能力在素養試題與非素養試題上的差異。
4. 探討不同語文能力、數學邏輯能力對於素養試題與非素養試題上的預測能力。
5. 根據研究結果，訪談國文及數學教師提出具體可行建議，以增進學生在素養試題的答題能力。



研究架構與方法



學生量化研究

教師質性訪談

- 素養試題設計
- 文字閱讀量的適宜與否
- 是否能提升學習成效

學生質性訪談

- 解題素養試題時，遭遇的困擾
- 閱讀理解是否影響解題
- 是否能提升學習興趣與成效

(1) 素養試題問卷 $\xrightarrow{\text{描述性統計}}$ 對素養試題的想法與態度



智力測驗問卷

單因子變異數分析
Scheffe事後比較
逐步迴歸分析

素養試題
非素養試題

化學
理想氣體



研究結果

語文能力及數學邏輯能力測驗的信度與效度

研究對象

學習階段	高一學生	高二學生	高三學生
問卷發出人數(人)	69	70	71
收回問卷(人)	69	65	67
有效問卷數(人)	64	58	65
有效問卷回收率(%)	92.8	82.9	91.5

共發出210份問卷，
有效回收問卷187
份，問卷回收率
89.0%

信度考驗

六個分項分別進行內部一致性考驗，用來確認同分項測驗項目之間同質性的高低。庫李信度 (Kuder-Richardson Reliability, KR20)，顯示所選擇的試題具良好的內部一致性信度 (>0.7)。

不同分項的內部一致性考驗

分項	KR20
字句重組 (第1~5題)	0.7622
語文推理 (第6~10題)	0.7246
文法應用 (第11~15題)	0.8332
數的能力 (第16~20題)	0.7978
空間關係 (第21~25題)	0.7308
數系能力 (第26~30題)	0.8031

專家效度

語文能力試題邀請三位國文老師；數學邏輯能力試題邀請三位數學老師仔細判斷試題所欲測驗的概念是否與對應的大類符合。



研究結果



化學科教師訪談結果

訪談問題

教師訪談內容

學生應具備何種能力？使其書寫素養題上較為容易？

非圖表素養題感覺上對語文理解能力較好的同學或許較吃香；圖表素養題感覺上對數學邏輯能力好的同學較吃香。語文能力與數學能力**並重**，對題目所測驗之觀念清楚程度。

受訪者認為在素養試題的書寫上有何困難處？

因題幹敘述長，所以很考驗做題者的對題目提及之**觀念清楚程度**，愈清楚則寫得愈順暢。

受訪者對於素養試題的觀點與看法，教學方式是否有所改變。

***生活經驗、專業知識比較重要**，語文理解能力不一定是影響解題的關鍵。**教學上提供更多生活中的實際例子**。
*多看素養題可以解決不適應的問題，可以把考試時間拉長或縮短題目、題目敘述長的題目減少。



研究結果

素養試題問卷描述性統計分析

素養試題的命題意含與精神

年級	平均數	N	標準偏差	變異數
1	2.9531	64	1.07541	1.156
2	2.9310	58	1.00633	1.013
3	2.7846	65	1.17915	1.390
總計	2.8877	187	1.08915	1.186

素養試題的喜好程度

年級	平均數	N	標準偏差	變異數
1	1.9687	64	.81589	.666
2	2.1724	58	.86121	.742
3	1.9385	65	.94995	.902
總計	2.0214	187	.87962	.774

素養試題的閱讀理解力

年級	平均數	N	標準偏差	變異數
1	10.8438	64	2.72681	7.436
2	11.0000	58	2.19249	4.807
3	11.9692	65	2.62779	6.905
總計	11.2834	187	2.57362	6.624

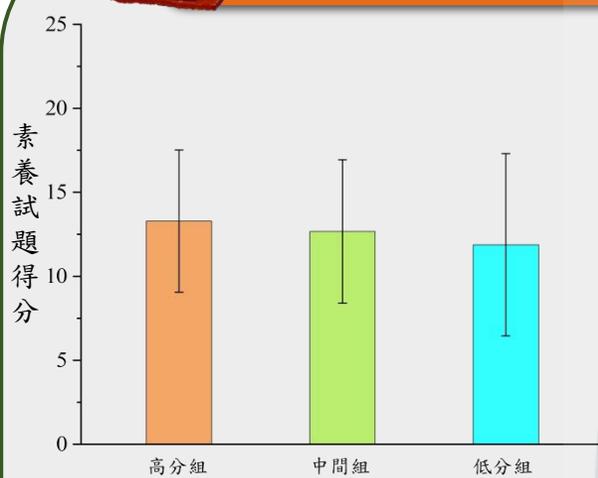
素養試題是否有助於學習專業科目

年級	平均數	N	標準偏差	變異數
1	3.0781	64	1.11704	1.248
2	3.0517	58	1.08292	1.173
3	2.8615	65	1.27325	1.621
總計	2.9947	187	1.16165	1.349



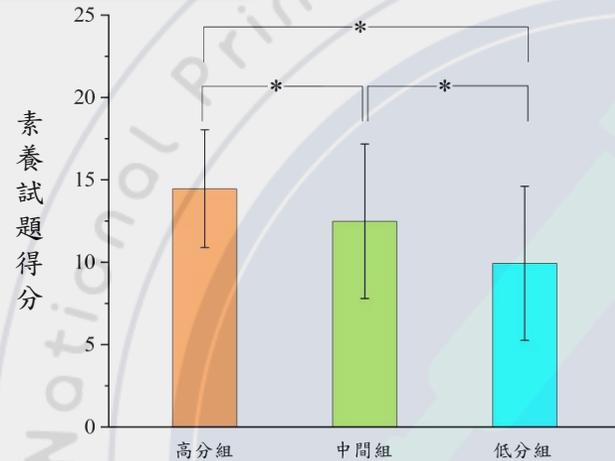
研究結果

不同語文能力在素養試題與非素養試題上差異比較



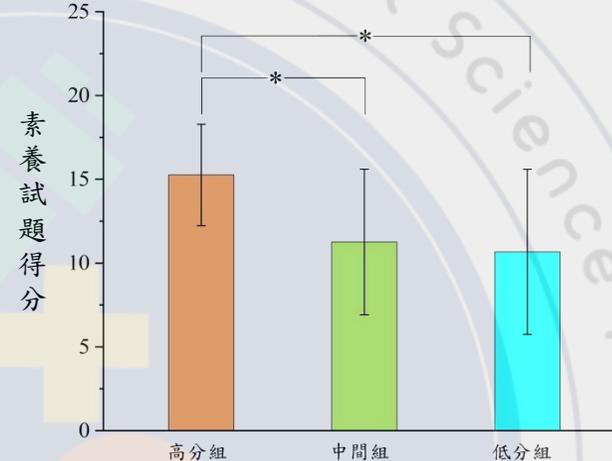
字句重組能力

素養-字句重組



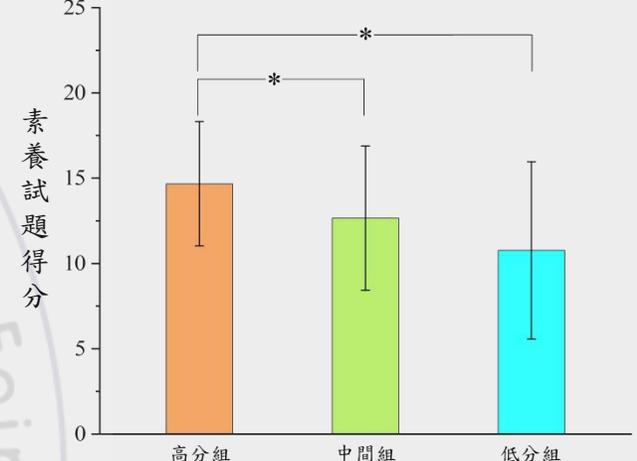
語文推理能力

素養-語文推理



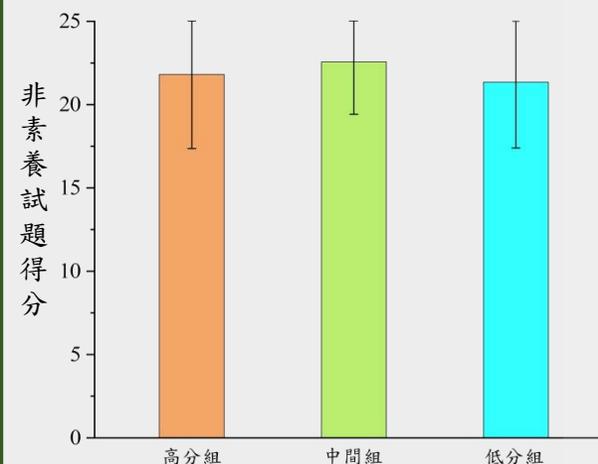
文法應用能力

素養-文法應用



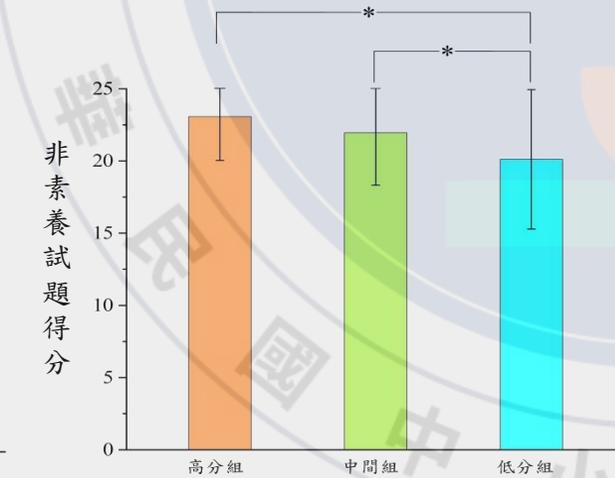
語文能力

素養-語文能力



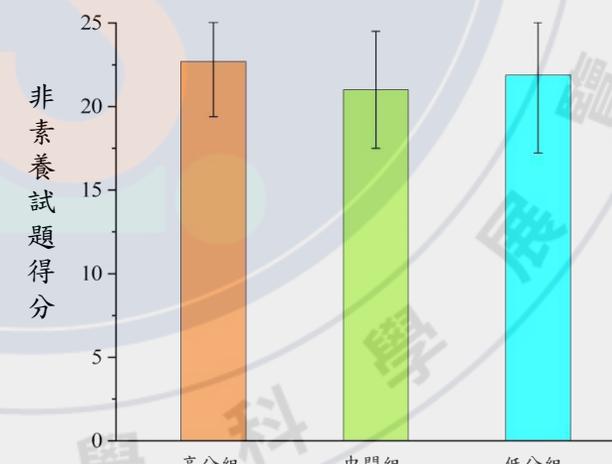
字句重組能力

非素養-字句重組



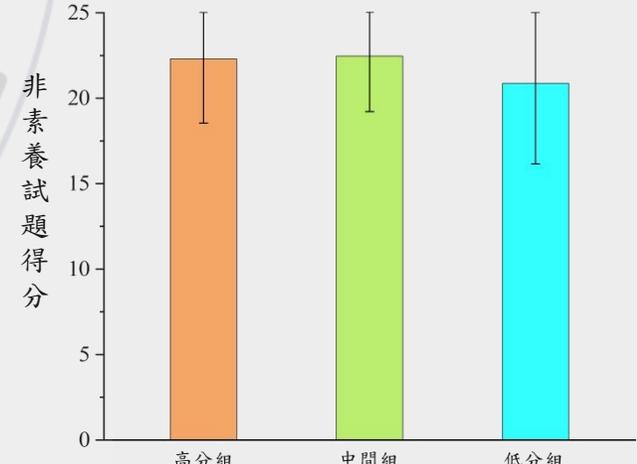
語文推理能力

非素養-語文推理



文法應用能力

非素養-文法應用



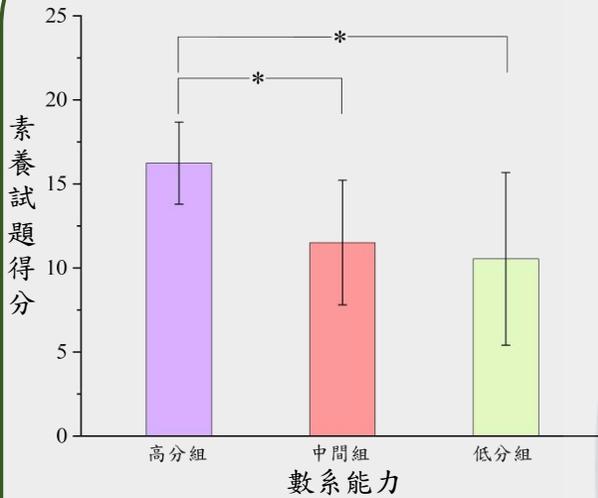
語文能力

非素養-語文能力

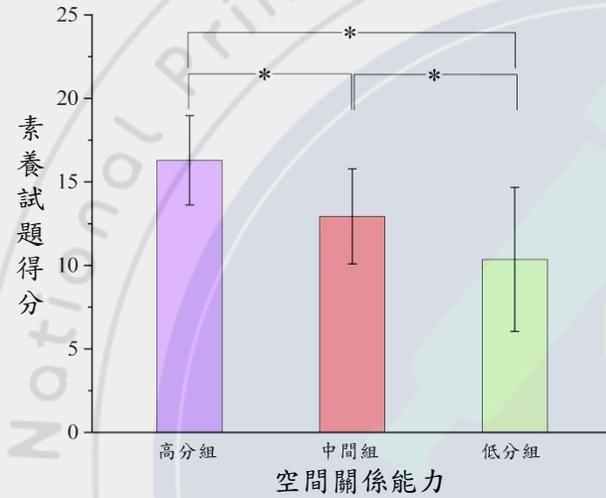


研究結果

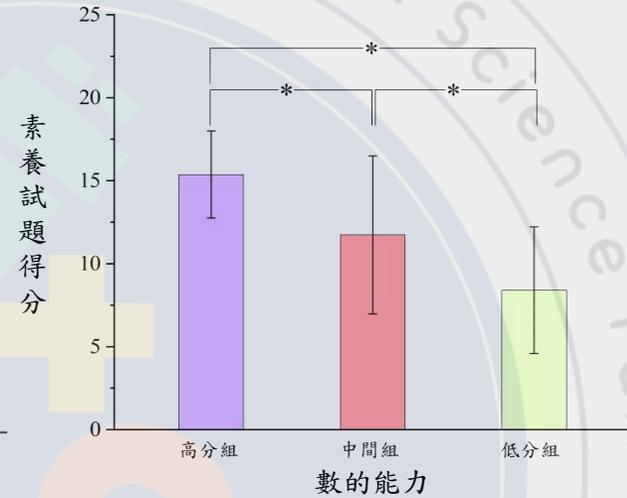
不同數學能力在素養試題與非素養試題上差異比較



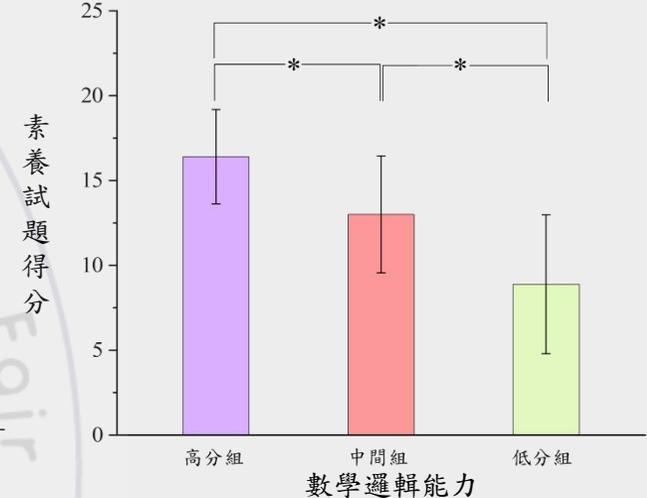
素養-數系能力



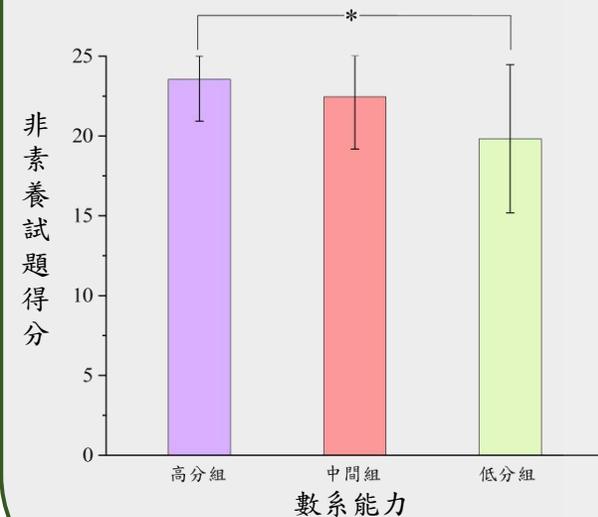
素養-空間關係



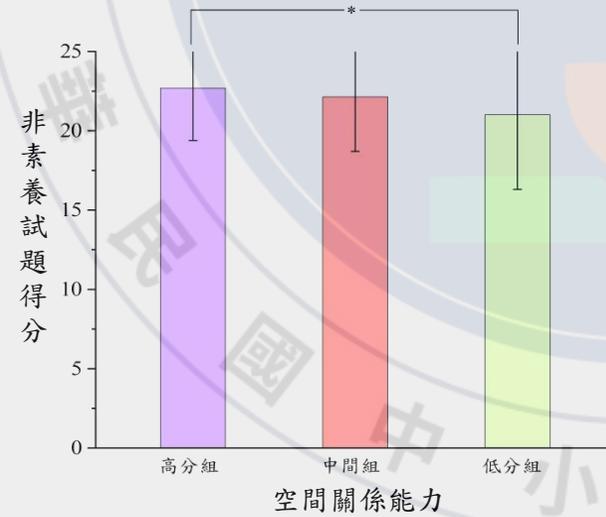
素養-數的能力



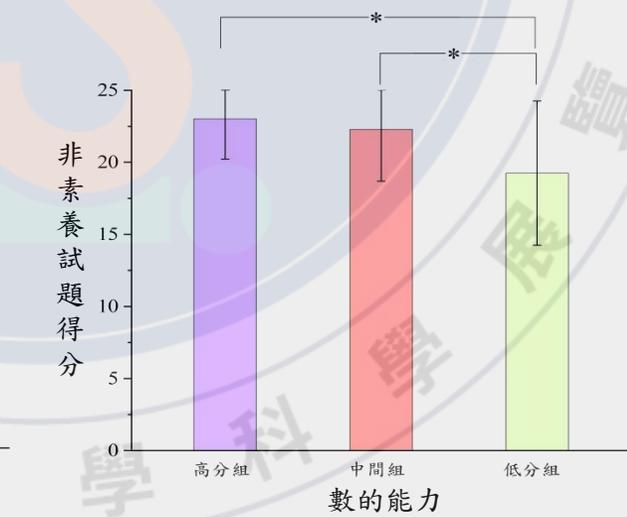
素養-數學邏輯能力



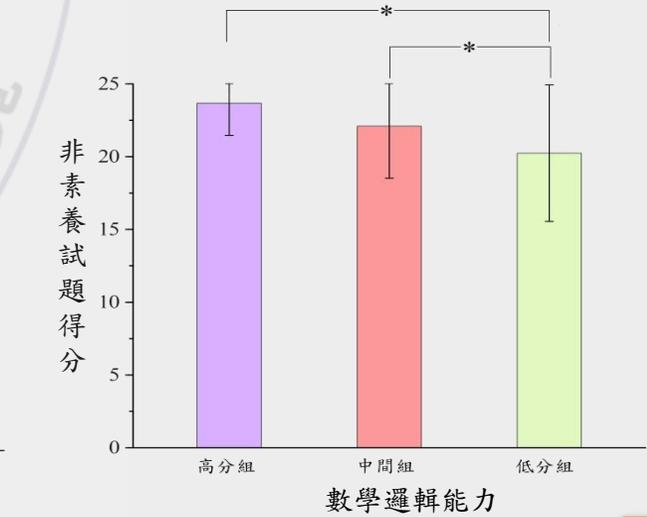
非素養-數系能力



非素養-空間關係



非素養-數的能力



非素養-數學邏輯能力



研究結果

語文及數學邏輯能力在素養試題與非素養試題預測力

各分項對素養試題預測能力：

素養試題成績 = $0.331 \times$ 數系能力 + $0.303 \times$ 數的能力 + $0.246 \times$ 文法應用 + $0.233 \times$ 空間關係

能預測**58.9%**的變異量！

語文及數學邏輯能力對素養試題預測能力：

素養試題成績 = $0.662 \times$ 數學邏輯 + $0.216 \times$ 語文能力

能預測**57.4%**的變異量！

各分項對非素養試題預測能力：

非素養試題成績 = $0.293 \times$ 數系能力 + $0.172 \times$ 語文推理 + $0.170 \times$ 數的能力

僅能預測**23.6%**的變異量！

語文及數學邏輯能力對非素養試題預測能力：

非素養試題成績 = $0.445 \times$ 數學邏輯

僅能預測**19.8%**的變異量！



研究結果

學生訪談與國文、數學科教師訪談結果

學生訪談結果

Q1：是否理解素養題的題目敘述內容為何？包括圖表題與非圖表題。

A1：普遍看得懂，少數認為題幹是用來湊字數的。多數喜歡寫圖表題。

Q2：閱讀素養題時是否有不順利的情況？

A2：例如：敘述不佳、標點符號運用錯誤、用詞較難理解又無圖表輔助，在解讀題意及答題時有困難。

Q3：在閱讀素養題時會找不到題幹敘述的重點？

A3：會，尤其是文字敘述偏長的部分，但也可能是個人能力導致。可以將贅述刪除以利閱讀，但少數則是沒有這個問題。但有時候會刪錯關鍵的字句，而造成理解失誤。

Q4：素養題中描述之生活情境或常識你並不瞭解，是否影響解題？

A4：生活常識的的相關題目反而會容易不瞭解題意，題幹敘述不佳也是影響解題的其中一個問題，也有可能是閱讀太少，難掌握關鍵處。

Q5：題幹敘述過長以致看不下去或分心？

A5：會，可能會看一看重點被模糊、分心、抓錯重點等，且在題幹敘述很冗長的題型較常有這個問題。

教師訪談結果

Q1：如何增進文法應用能力。

A1：大量閱讀白話文的文章，並藉由相關的測驗題，確認自己的理由是否有誤。

Q2：如何增進語文推理能力。

A2：將同一組對應關係的字詞用相同符號標示，較能快速掌握對應關係。

Q3：增進數系及數的能力。

A3：大量解題的練習，方能提高對於數系的判斷能力。限時下，進行四則運算練習，可以大幅度增強手算的速度與正確性。



討論與結論

1. 教師對於素養試題見解略有差異，但**大多肯定素養試題的精神**。學生對於素養試題的反面意見多著墨於**題幹文字敘述過長**、計算數字複雜且測驗時間並未延長。
2. 語文推理、數的能力及空間關係高、中、低分各組間學生在**素養試題成績達顯著差異**。
3. 預測能力大小依序：**數系能力、數的能力、文法應用及空間關係**，預測力達58.9%。
素養試題成績 = $0.331 \times \text{數系能力} + 0.303 \times \text{數的能力} + 0.246 \times \text{文法應用} + 0.233 \times \text{空間關係}$

參考資料與文獻

1. 吳明隆. (2007). SPSS 操作與應用: 問卷統計分析實務. 五南圖書出版股份有限公司.
2. 十二年國民基本教育領域課程綱要核心素養發展手冊 (2015). 國家教育研究院.
3. 吳怡伶. (2021). 高雄市某國中三年級學生解題歷程分析之研究-以幾何素養試題為例. 國立高雄師範大學數學系碩士學位論文, 1-176.
4. 林詩英. (2020). 國中教育會考自然科理化試題分析: 以素養導向的情境試題為例. 國立清華大學數理教育研究所碩士學位論文, 1-107.