

以自然領域理化科為例

許朝傑

壹、前言

十二年國民基本教育課程綱要（以下簡稱新課綱）業已開始施行，與過去的課綱比較，新課綱特色著重素養教育，根據蔡清田教授解釋，素養教育重視培養學生能力，使能在生活情境中學以致用，不但是知識和能力的培育，也重視學生的情意和態度（蔡清田，2014）。為了落實新課綱精神，國家教育研究院於2018年編有素養導向「紙筆測驗」要素與範例試題（定稿版），使學校在執行評量時有所依循標準，曾指出素養導向的命題有兩個基本要素：其一，素養導向試題應盡可能接近真實世界（包含日常生活情境或是學術探究情境）中會問的問題。其二，評量強調總綱核心素養或領域／科目核心素養、學科本質及學習重點。有關於利用情境來學習，其實在教學上可以發現很多教師或學校很積極地將學習環境布置成帶有學習目標的情境，可積極指導學生學習、塑造學生生活可練習環境，強調學習生活化引起學生重視，達成教育潛移默化積極理想，這與上述素養導向的教學和評量的精神是一致的，早在新課綱的頒布實行，教學現場就已經有類似的理念在落實。更進一步地在評量實務上，如何應用「情境」這種有利的教學理念，來達成提升教學品質的優越理想，應該是課綱實行後一個可以努力的重要方向。筆者任教國中二十餘年，對此教育議題感受頗深，在此整理多年來在此方面心得經驗予大家分享，期能為教育盡棉薄之力，然野人獻曝，不自量力，還望教育界前輩不吝給予批評指導。

以下各段將分別依照各種素養評量中情境取材方式分別論述，各段中先說明該種編製方式緣起或動機，再提供筆者原創的例子說明，有關試題內容與答案，編製依據的對應以及此例的注意事項與筆者的編製後感言一一陳述於後，期使讀者明瞭用意與編製方法，在日後有心實踐素養評量可以降低難度更得心應手。

許朝傑：臺南市立安平國民中學 / 教師

貳、上課真實經驗取材

依據個人經驗，在上課進行中與學生互動或討論，尤其是在實驗活動中，或者是從學生作業批改，往往都會讓人看出學生個別想法或迷思概念，這些都可以做為評量編製的好材料。同樣是學習者，只是時間先後不同，前人曾經失誤過的，後者也是很有可能會出現同樣的毛病，把整體情境做為試題取材，更有助於學習者釐清觀念，這是許多人比較沒有想過的細節。請看下列筆者編製試題與說明：

例題：

上製氧實驗課時，值日生分發器材至各組，其中分發二氧化錳時並未控制量一定，換言之，即各組拿到二氧化錳的量有多有少。隨後，老師為了激發同學學習動力，宣布各組進行比賽，先收集到二瓶氧氣（第一瓶混有空氣不用）的組別平時成績較高。請回答下列問題：

1. 二氧化錳在這個實驗裏，扮演的角色叫什麼？
2. 請問，對於比賽結果下列敘述何者最合理？請在下欄第一欄空格打「○」

公平，二氧化錳的量不會影響快慢

公平，二氧化錳的量不會影響氧生成的多寡

不公平，二氧化錳的量會影響氧生成的多寡

不公平，二氧化錳的量會影響反應快慢

評分標準：

1. 催化劑。須全對方能給分，寫錯字視同全錯，一分不給。
2. 應選「不公平，二氧化錳的量會影響氧生成的多寡」

編製依據：（國家教育研究院，2016）

1. 學習內容：Je-IV-1實驗認識化學反應速率及影響反應速率的因素：本性、溫度、濃度、接觸面積與催化劑。
2. 學習表現：po-IV-1能從學習活動，日常經驗及科技應用、自然環境、書刊及網路媒體中、進行

筆者編製本試題源自於上課觀察經驗，也曾經提出讓學生討論，學生可以把解題的靈感回歸於日常生活處理傷口的經驗追溯。以前處理傷口時，一般以雙氧水消毒，同樣的雙氧水遇到不一樣多的血液冒泡多寡明顯有不同。另外，在46屆全國國中化學科科展佳作作品有氧運動也有此探討（鄭穎銓，2006）。本題目設計固然是學科上催化劑對反應速率的影響的考核，在情境狀況之設定為現實實驗

室教學情況，充分顯現了教學上情意方面的檢討，提供了師生反省機會。老師採取競賽式的做法，可提高學生學習興趣與動機，鼓勵名組努力縮短實驗進行時間，不可謂不是有效率的教學方式。但要提醒的是既是比賽須講究公平，而公平與否不就是在細節內，科學實驗講究實事求是，結果才是有意義的，這是師生們都要注意的，因此建議在進行競賽時，各組須視狀況用天平量取固定量的二氧化錳會比較適宜。

對教師而言，期待每位學生品學兼優，盡得天下英才而教之，是人生一大樂事。然而在現實上是可遇而不可求的。教學現場無論是教室或實驗室，面對學生或許是迷思概念，或許是在操作器材，執行工作，發生的趣事也許是師生之間對談或者是學生無意間的失誤或失言，形成了一些事例，教師在當下充滿了驚訝和多了些循循善誘，如果涉及課程方面的，教師不妨紀錄下來，若據實加以敘述或改編，以情境方式在月考中展現出來，可以形成獨特題材。學生作答時偶而引起會心一笑，在嚴肅之中減緩了不少緊張，增添趣味。同時，在月考過後的檢討，這也可引起師生可以共同去討論，古人云：「前事不忘，後事之師」同樣的老師面對同樣課程卻是不一樣的學生，前人發生過的，後人未必會相同，但前人為什麼會這樣做，動機、做法可觸動思考，引發反省，不但因為實際情境提供了例子，在認知方面會有較深的體會；在情意方面學習，從個人學習動機乃至於對人、對事、對物態度與情感的涵養，增加許多學習切入重點。情境化試題的優點，不言而喻。

學問貴在精而不在多，多而不會用很枉然。學問重實踐，知識就是力量，但還要真正使用知識，力量才會發揮出來。國中的月考試題傳統上出發點都是以測考學生是否知道知識為主，結果顯現主要是學生個人知識儲存量多少。情境化試題不但提供了「使用」知識為主的能力測考機制，妥善設計情境會使題目亦帶有情意性質，多了知識以外的學習。

參、改編自一般傳統题目的仿真實情境

傳統的理化科學習內容含有計算題，當然也有相關的情境敘述，為了更符合素養導向，使學生能學以致用解決生活上實際問題，可以加以修改，不再是傳統型式，但是仍然是考核學生相同的能力，此舉可避免因過度熟練既有的題目型式而造成思考僵化。有的學生往往因為做過相同類型的題目太多，以致於看到了考試題目，毫不加思考就可用習慣的解法達到解題，其實學生思考解決問題的能力並

沒有強化，筆者覺得理想狀態，考試應該設法讓學生有多思考的機會，以下分享改編自傳統题目的例子：

例題：

某商人自美國地區進一批食品，標示儲藏溫度在23°F至40°F間，而商人的冷藏倉庫裏溫度控制範圍僅有下列四種：甲、-10°C至-5°C；乙、-5°C至0°C；丙、0°C至5°C；丁、5°C至10°C。請問商人要將冷藏倉庫的溫度調整到那一個範圍方能保存這些貨品？（註：水之冰點為0°C或32°F；水之沸點為100°C或212°F）

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁

評分標準：

正確答案應選 (B)

編製依據：（國家教育研究院，2016）

1. 學習內容：Bb-IV-1 物體內每個原子隨時都在運動，數量龐大的這些原子之平均動能愈大則物體的溫度愈高。
2. 學習表現：pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學等方法，整理資訊或數據。

pa-IV-2 能運用科學原理、思考智能、數學等方法，從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其它相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。

有關溫標的換算計算，在課本或者是參考書籍很多僅是將不同的溫標做轉換，並沒有思考的地方，因此筆者把情境設計的更為複雜些，呈現許多溫度的數據，學生除了會換算的技巧外，必須思考數據彼此間關係才能真正解決問題，如此學生學了溫標的換算技巧，也不會有學了這個在生活上真的有用嗎的疑問。

計算題是學生學習理化科必須面對的重點之一，在相關的教學資料如課本、習作、講義或參考書等，都可找到範題，只要有心學習，不乏練習材料。但是用固定模式去解題，或者是缺乏相關情境去測考如何運用知識，都將使學生陷入僵化的思考，習慣性解題模式做法而不知變通。參加考試，以範題為基礎加以變化或應用，成績可呈現學生真實能否解決問題的能力。計算題加以情境化改編，可藉此製造全新而陌生的測考情境，計算原理設計於如何解題關鍵中，測驗出學生是否理解或懂得變通，可消除前述僵化思考，或固定解題模式，理想上所得結果較能得到學生是否已經真的懂，也就是是否

會「活用」能力。筆者覺得將試題做情境化改編往往是可以設定不同的條件，增加题目的難度，模擬或接近真實狀況，讓學生解題強化思考，活化學習的好方法。

肆、結合時事與重大議題的真實情境

依據新課綱規定，各領域的課程設計應該要發揮創意與特色，適切的融入各種教育議題，並隨著社會與時代變遷而做調整（教育部，2015）。而重大的時事事件往往也就是重大議題，若能在評量試題上融入則可達成新課綱精神。以下筆者舉出兩個不同議題的融入做為例子來說明，一個是全民國防教育，另一個是海洋教育。

政府為了凝聚全體國民之國家意識，使人人對國防有責，國防對人人保障，在教育上推動全民國防教育政策。《各級學校全民國防教育課程內容及實施辦法》（2020）第6條：「國民中學、國民小學全民國防教育、其課程內容為國防軍事、全民防衛及國防相關事務等，由教育部訂定補充教材，並採融入式教學，納入現行課程中實施。」據此，教育部在2015年在自然與生活科技、社會、綜合活動、健康與體育四大領域編有全民國防教育國中階段的補充教材，內附有圖文並茂教學投影片，生活化的內容，有相關學習單可茲利用，學習資源相當豐富，（可至新北市全民國防教育網下載）

例題：

潛艦是海軍重要的科技武器，在各國國防佔有舉足輕重地位。潛艦可以在海面下浮沈巡航，所用的原理是調整潛艦密度與海水一樣，潛艦構造裏有一個固定空間艙位，可以進、出水。當潛艇要下沉的時候，控制讓海水灌滿艙位。當潛艇需要上浮的時候，則控制艙位的水排到大海中。因為潛艦可以在海面下自由行動，具有隱蔽性，對侵犯的敵人有嚇阻性，保障了國防安全。

我們國家為了對武器有自主控制權，決定由國人自己建造潛艦，這個任務十分艱鉅。儘管這樣，還是傳來好消息，根據報紙的報導，中鋼公司開發出特殊鋼板，經過測試已可滿足最嚴苛的潛艦要求，我們期待還有更多振奮人心消息，讓國艦國造的理想可以向前邁進。

問題一：

1. 請問潛艦在上升過程，潛艦在海水中的浮力是變大？變小？還是不變？
2. 潛艦上升過程所利用原理是什麼，以潛艇浮力和重力的關係來說明？

問題一：

下面有四個選項，用你學過的科學知識判斷，何者可以對「潛艦的材料需要特殊鋼板」做最合理且最佳的解釋？

- (A) 潛艦在受到敵軍魚雷攻擊能有較佳防護
- (B) 因為在海水中大氣壓力作用很大
- (C) 潛艦沉入海水越深，所受到海水壓力越大
- (D) 潛艦在海水中航行，免不了與礁石相撞

評分標準：

問題一：

1. 學習內容：Eb-IV-7 物體在靜止液體中所受浮力，等於排開液體重量。
2. 學習表現：tr-IV-1 能將所習得的知識正確連結到觀察自然現象及實驗數據，並推論出其中關聯，進而運用習得知識來解釋自己論點的正確性。

問題二：

1. 學習內容：Ma-IV-3 不同的材料對生活及社會的影響
2. 學習表現：ah-IV-2 應用所學到的科學知識與科學探究方法幫助自己做出最佳決定。

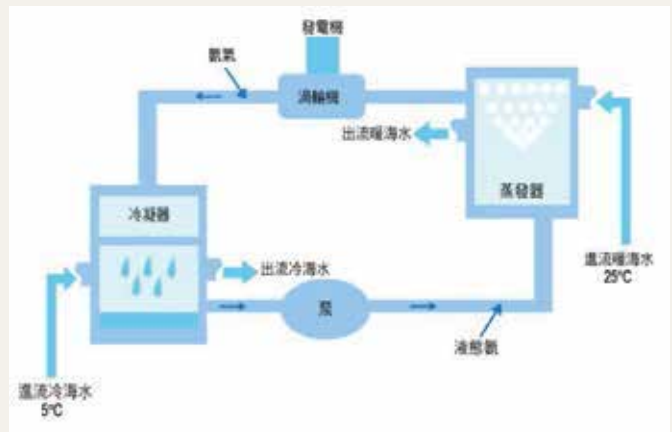
本評量題目在國民中學全民國防教育補充教材一自然與生活科技學習領域（理化）單元海中蛟龍一潛艦中有提及，對照8年級學生的力、壓力與浮力學習範圍，是否將全民國防教育補充教材列為評量是各校課程發展委員會決定的結果，但是在一般坊間參考書中有關於潛水艇的題目相當多，學生對此應該不陌生，筆者只是針對當前政府國艦國造政策以及在報紙上提及造艦進度在題目充分說明敘述，當然也把潛水艇原理做適度說明，學生作答亦可憑藉提示做為解題線索。相信學生若平時有做過參考書中潛水艇的題目，本題在問題一部分應該也不難答出。在問題二部分，限於筆者學識，無法找到相關數據讓學生探究，只能依其所學過的理化知識做適當的推論，筆者將作答對象限制在國二的初學者，也是為了降低題目的難度，把作答類型設定為選擇題，使題目更加的有可行性，畢竟設計題目的用意不在於為難學生，只是讓學生可以有學以致用的機會，自己推論可能答案，也幫助培養思考解決問題的能力。

理化科相關可以融入的議題相當多，除了全民國防教育的國防科技部分，在海洋教育與環境教育也可找到相關題材，下列即是一例。

例題：請閱讀下列文章後，回答問題：

海水溫差發電法（Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC）主要是利用表層海水與深層海水的溫度不同來進行發電。首先需要抽取溫度較高的海洋表層水，將熱交換器裡面工作流體（working fluid, 如氨、氟利昂等）進行狀態變化，然後推動發電機而發出電力；再把它導入另一個熱交換器，利用深層海水的冷度，將它迴歸原始狀態，這樣就完成一個循環。目前在美國與日本有海水溫差發電廠運作，對於臺灣而言，由於發電成本較貴，海洋進行工程風險也較高，僅止於研究階段。

/圖1: 海洋溫差發電原理



資料來源：維基百科（2019）。海水溫差發電法。
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B5%B7%E6%B0%B4%E6%BA%AB%E5%B7%AE%E7%99%BC%E9%9B%BB>

問題一：真正推動渦輪機發電的物質是什麼狀態？
 (A) 固態 (B) 液態 (C) 氣態

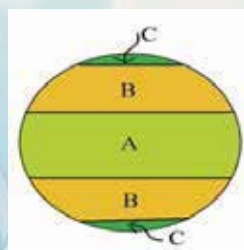
問題二：若有人說，海洋溫差發電是不會造成污染的發電方式。你認為他說得對不對，原理在那裏呢？

問題三：在封閉式海洋溫差循環系統發電機裏面當作推動渦輪機的物質，須具有什麼性質才可適用，道理何在？

問題四：海水溫差發電法是一種可再生能源，能量經過多次轉換最後變成電能，追根究柢能量源頭來自那裏？

問題五：（承上題）請問下圖中，地球的三個區域A、B、C中，那一個區域的

/圖2: 地球依緯度分區圖



海洋實行海水溫差發電可能會最有利？

評分標準：

問題一：正確答案選（C）

問題二：對，因為整個過程只是牽涉物理變化的熱交換，並無化學變化，無污染物的排出。是物理變化，不是化學變化兩句一定要有一句出現在答案，才能算對。

問題三：（1）沸點低，熱交換才會有效率（2）化學性質需安定，如無可燃性，不會引發危險。正確答案兩者皆包含才可全對。（1）與（2）兩者答對其中之一，酌情給予一半分數。

問題四：正確答案為太陽

問題五：正確答案為（A）

編製依據：（國家教育研究院，2016）

問題一：

- 學習內容：Ab-IV-2溫度會影響物質的狀態。
海J17了解海洋非生物資源之種類與應用。
環J16了解各種替代能源的基本原理與發展趨勢。
- 學習表現：tr-IV-1能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正確性。

問題二：

- 學習內容：Ma-IV-4各種發電方式與新興的能源科技對社會、經濟、環境與生態的影響。
Na-IV-6人類社會的發展必須建立在保護地球自然環境的基礎上。
海J17了解海洋非生物資源之種類與應用。
海J18探討人類活動對海洋生態的影響。
J16了解各種替代能源的基本原理與發展趨勢。
- 學習表現：ah-IV-2 應用所學到的科學知識與科學探究方法幫助自己做出最佳決定。

問題三：

- 學習內容：Ab-IV-1物質的粒子模型與物質三態。
Ab-IV-2溫度會影響物質的狀態。
Ab-IV-3 物質的物理性質與化學性質。
- 學習表現：tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正確性。

問題四：

- 學習內容：Ba-IV-1能量有不同形態，如動能、熱能、光能、電能、化學能等，而且彼此之間可以轉換。孤立系統的能量在轉換過程中總能量會維持定值。
INg-IV-1地球上各系統的能量主要來源是太陽，且彼此之間有流動轉換。
- 學習表現：ai-IV-3透過所學到的科學知識和科學探索的各種方法，解釋自然現象發生的原因，建立科學學習的自信心。

問題五：

- 學習內容：Ib-IV-2 陽光照射角度之變化，會造成地表單位面積土地吸收太陽能量的不同。
- 學習表現：ai-IV-3 透過所學到的科學知識和科學探索的各種方法，解釋自然現象發生的原因，建立科學學習的自信心。

題目分析：

問題一：從題目圖文所提供的資訊中，可依資料顯示相關性而加以推理解答。

問題二：學生是否懂得「污染」，並利用自己所學知識和本題圖文所提示的敘述，詮釋結果。

問題三：本題請學生將所學習的科學知識與題目進行連結，推測其背後可能科學理論。

問題四：海水溫度差異的來源是受到太陽光照射不同程度所造成。學生運用所學知識探究，可得正確答案。

問題五：接近赤道陽光直射機會大，海水表面溫度亦會較高，實施海洋溫差發電較有利。

注意事項：

- 一、本題基於統整觀念而發展，評量內容打破了教科書的冊次與章節順序，較適用於國中三年級準備會考之學生。
- 二、本題內容呈現「生活化」、「情境化」，期待學生培養理解資訊、統整歸納、邏輯分析、推理預測的靈活能力，有別於傳統試題測驗的強調「知識驗證」與「學理理解」。
- 三、本文實例適用於十二年國民基本教育「議題融入課程」實施，可有效整合海洋教育、能源教育、環境教育多個議題融入平時課程。

筆者之所以編製本題，完全是有感於當前能源議題與環保議題熱烈討論，因地球燒了幾百年的石化燃料，到了我們這一代終於有轉圜餘地，我們是有所選擇的。人口的爆增與民智開啓，每個人都有權追求較高品質生活，燃燒石化燃料雖然便宜，但是造成的爭端無法平弭，想辦法改用較清潔方式來產生能源是所有人的共識，人類比過去更積極開發研究各種再生能源的可行性，在偶然機會裏，在網路上看到了海水溫差法介紹，一時興起於是將其編製成評量試題，只因這可具體落實教改長久以來乃至於十二年國民基本教育素養導向教育的理念與精神，符合未來趨勢的發展，在此僅供在國中服務的教育界同仁們進行評量時做為參考。

伍、一般生活經驗的真實情境

上課的過程中若可以從生活情境去討論知識，學生會覺得很親切，不易有壓迫感。若能編製生活情境中一些課本知識可以解決的問題，學生容易理解，也不易遺忘，因為每日都會經歷這些道理，印象很深刻。我們小到大，從幼稚園到大學或研究所，明明學了很多東西，可是隨著離開學校時間越久，很多知識也就遺忘了。如果每一天都有適當情境去使用這些知識，至少可以維持非常久時間而不遺忘。若以真實生活經驗的情境去評量學生，應可以達致學以致用的教育理想，學生也該可以進一步從評量中得到成就感。以下請看筆者編製的生活化試題：

例題：請閱讀下列文章後，回答問題：

「因大陸冷氣團南下，今明全台都將呈現低溫狀況…」電視機傳來這樣的報導。

「現在台南的氣溫：9°C」一小直行字跑過電視螢幕的下方。媽媽看著電視，不覺自語：「天氣這麼冷，爸爸為什麼不早一點下班回來。」

才剛說著，客廳門馬上打開，原來爸爸回來了！他把公事包放著，脫下了大外套，兩手合掌摩擦，吹了口氣，直說：「好冷！」

根據前面所述，請回答下列問題：

1. 在冬天為什麼要緊閉門窗?可否用所學道理說明。
2. 冬天時有些人雙手常感冰冷，如何改善?所用的原理亦請用所學道理說明。

評分標準：

1. 由國中現行教材所示，溫度是冷熱變化，熱量得失會造成溫度變化。室內有許多熱量產生來源，室外少熱源，緊閉房屋門窗，阻止了熱量往低溫處造成熱平衡可能，熱量無法佚散，當然室內較暖和。學生若再針對三大途徑論述，則再酌予加分。
2. 給予熱源或阻斷熱散失。只要學生舉出一例即可得分，但要說明上述其中原理才可得全對。給予熱源，如暖暖包、在火爐旁取暖、握熱的東西；阻斷熱散失，如戴手套、手放在口袋裏、塗油等等。

編製依據：（國家教育研究院，2016）

1. 學習內容：Bb-IV-3由於物體溫度的不同所造成的能量傳遞稱為熱；熱具有從高溫處傳到低溫處的趨勢。
Bb-IV-6熱的傳播方式包含傳導、對流與輻射。熱輻射是某種型式的電磁波。
2. 學習表現：tr-IV-1能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正確性。

第一題是課內非常基本的題目，光用常識也知道題幹敘述現象，學生在生活中無論是在學校或家中，都能觀察這種現象。但學生未經過表達訓練要寫出關鍵重點，是可能的難度，當然學生不可能指望教師一律採用選擇題，宜將訓練自己的表達。在國家教育研究院的範題裏，亦非全為選擇題。在第二題裡，也是非常常見的生活現象，學生依自己經驗或可作答，但須明確說出原理才可得全部分數。

陸、善用科展資料庫

國立臺灣科學教育館將歷屆中小學科展作品整理成資料庫，方便需要者查詢並下載電子檔，並與國家教育研究院合作舉辦研習，鼓勵中小學教師可

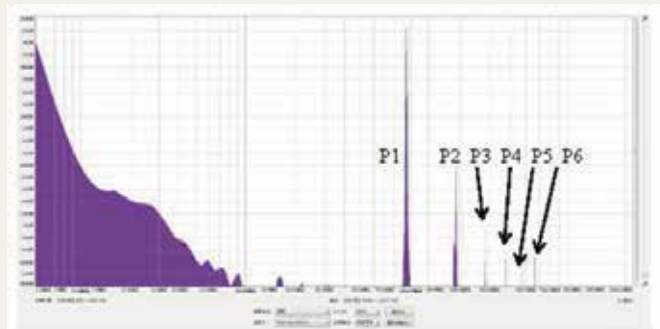
加以使用以為教學所需，尤其是素養評量的製作方面。筆者曾參與研習，下列即現場實作的作品，科展研究對象範圍廣闊，絕大部分都與現行教材有關，從中取材當然是真實情境而且具有學術研究性質，符合素養評量的要求，參考其作法或節錄數據作成評量試題，十分有啟發性，也比坊間參考書的題目要來得有依據，值得大家採用，而且做起來也事半功倍。

例題：摩擦杯子邊緣產生聲音的分析

在廚房洗玻璃杯發現摩擦杯子會發出聲音，且音量很大，於是進行了下列實驗：將簡易桌上型麥克風連接到電腦上，調整麥克風位置使其位於1號杯杯口附近，並將麥克風固定於鐵架上。同時開啓手機app「phyphox」，並放置於酒杯杯口旁邊。接著摩擦1號杯杯緣，然後以phyphox測量聲音頻率，並記錄下由phyphox測量到的聲音頻率；同時以AUDACITY（免費音樂剪輯軟體）錄下聲音，再以AUDACITY內建頻率分析功能測量出頻率。

摩擦杯子杯緣之後，所測得頻譜值（分貝值與頻率關係圖）如下圖：

/圖3:實驗分貝值與頻率關



問題一：請問如果我們要推測上圖右側所出現的峰線主要就是磨擦杯子所產生聲音造成的應該要做怎樣的處理才能做出上述的推論：

/表1

頻率數據表						
編號	P1	P2	P3	P4	P5	P6
頻率(Hz)	940	1880	2820	3760	4702	5641
各峰線的頻率÷P1 頻	1.000	2.000	3.000	4.000	5.002	6.001

資料來源：丁亦男與周憲男（2019，12月27日）。聽酒杯在唱歌：濃度與聲音頻率關係之探討。
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=52&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=15741>

問題二：列出頻譜圖中 P1~P6 這6條峰線的頻率，其頻率大小如下表所示：
頻譜圖中 P1~P6 的頻率數據，若由下表數據來判讀，請問P1~P6彼此間關係？

評分標準：

問題一：再做一次實驗沒有摩擦杯子邊緣所得結果與上圖做比對，若左側峰線大略相同，而右側峰線沒有出現，就可做出推論。

問題二：現P2~P6這五條峰線的頻率幾乎是P1頻率的整數倍，因此我們推測P1應該是摩擦杯子所產生的基音，而P2~P6則為泛音。

試題分析：

問題一：本題即是實驗對照組的觀念，還要再做一次實驗。

問題二：基音與泛音的關係，學生需解讀數據得知兩者相關關係。

編製依據：（國家教育研究院，2016）

問題一：

1. 學習內容：Ka-IV-4 耳朵可以分辨不同的聲音，如大小、高低和音色；對聲音的特性做深入的研究可以幫助我們更確實防範噪音的污染。
2. 學習表現：pc-IV-1 能理解同學的探究過程和結果（或經簡化過的科學報告），提出合理而且具有根據的疑問或意見。並能對問題、探究方法、證據及發現，彼此間的符應情形，進行檢核並提出可能的改善方案。

問題二：

1. 學習內容：Ka-IV-4 耳朵可以分辨不同的聲音，如大小、高低和音色；對聲音的特性做深入的研究可以幫助我們更確實防範噪音的污染。
2. 學習表現：pa-IV-2 能運用科學原理、思考智能、數學等方法，從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其它相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。（本題僅是符合前半部）

柒、從專業資料改編的素養性題目

在素養導向的教學和評量中，應該在實際情境中發揮所學來解決問題，若能在教學過程中引進適合的題目，容易讓學生瞭解議題目前爭論的根源，有助於釐清事實，培養學生將來成為好公民。筆者在網路搜尋資料，常會發現其實在很多網站上或期刊都會有一些熱心人士，可能是專家學者或者對議題有深入瞭解的民眾提出看法，如果教學中將其論點引用並加以改寫，就可訓練學生科學思考的邏輯，同時對議題論點依據有所體認。以下提出例子說明。

例題：

從2012年到2013年臺灣電力公司預算書所列的火力發電廠計畫發現下表所列狀況，若假設所有限制如環評都能順利解決，火力發電廠更新、改建或擴建和增建都能如計畫完成，請你評估若所有核電廠都除役，會不會有缺電危機？

/表2

2012至2013臺灣電力公司新建火力發電廠與核電廠發電狀況

	現況（萬千瓦）	計劃內容（萬千瓦）
彰化火力發電廠		160
林口火力發電廠更新	60	240
深奧火力發電廠更新	40	160
大林火力更新改建	185	320
通霄電廠更新擴建		288
台中火力電廠11、12號機		160
大潭電廠擴建		288
核一二三四廠總和	784.4	

資料來源：徐光蓉（2014）。非核家園的沙盤推演。
http://scitechreports.blogspot.com/2014/04/blog-post_1.html

評分標準：正確答案：不會有缺電危機。

理由：增加規模 $160 + (240 - 60) + (160 - 40) + (320 - 185) + 288 + 160 + 288 = 1331$ 萬千瓦遠大於核一二三四廠總和784.4萬千瓦。

編製依據：（國家教育研究院，2016）

1. 學習內容：INa-IV-5 能源開發、利用與永續性。
2. 學習表現：pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊或數學等方法，整理資訊或數據。
pa-IV-2 能運用科學原理、思考智能、數學等方法，從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己探究的結果和同學的結果或其他相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。（本題的學習表現僅有前半部）

能源是民生必需，工業發展的前提，為了國家社會安定與繁榮，我們必須有穩定可靠的能源。今日在極端氣候背景之下，節能減碳成為國際共識，這對於能源添加許多使用上限制。每一種能源都有它的優缺點，然而，我們臺灣並不生產能源，在取得來源，穩定與安全，未來需求等等的眾多條件之下，能源的議題始終都是討論重點。對此報章雜誌多有所提及，然而若缺乏科學詳細討論，對於可能缺電說法不知依據如何，亦不清楚相關條件和背景因素。而本題節錄至網路資料，在條件與問題背景都很清楚之下呈現問題脈絡，若要循線索繼續探究或觀察，有依據可供參考，在課堂上亦可以進一步討論從以上資料，在什麼狀況下，臺灣亦有可能發生缺電狀況。

真實情境與案例的蒐集，豐富上課與評量進行所需，具體落實新課綱的理念規定，而許多議題牽涉到專業性，非國中教師能力所及，因此借重期刊或網路資料實乃必須。另外，科學的討論是基於許多事實條件之下進行的，在國中階段，許多議題討論為符合學生能力及狀況所需要加以簡化，但學生仍應建立正確觀念，瞭解其限制，不宜做過度推論及擴論。

捌、科學或科技性閱讀

在過去的國民中學學生基本學力測驗（The Basic Competence Test for Junior High School Students）自然科的測驗常會發現有科學性閱讀題目。因此筆者也曾嘗試這樣方式編製一些題目讓學生練習，除了是模擬演練性質，想藉此告訴學生一些課外性卻也可跟課程連接的資料。到了現在，閱讀也是可以融入的議題之一。編製此類題目是採用有關科學與科技的網路電子報，依據內容擇其重要或可以與課程連結部分擬定問題。請看下列例子：

例題：氫的利用

全球首座氫能城於2011年坐落在日本北九州市，在這城市裡工廠將生產的氫氣，利用鋪設在地下的配管，輸送到商場、家庭、加氫站等。在成功運轉四年後，至去年（2015年）3月告一段落，將在今年5月當地召開G7能源大臣會議時再度啟動（黃菁菁，2016）。

在政府、企業和民衆的努力下，利用熱能、氫氣、太陽能、風力等各種新能源發電，達成「能源自產自消」（自行生產、自行消費）的目標（黃菁菁，2016）。

北九州氫能城是利用鄰近的「新日鐵住金」八幡製鐵所在製鐵過程中產生的大量氫氣，經由鋪設在地下1公尺處，全長1.2公里的配管，輸送氫氣到配合實驗的家庭和各個設施。北九州市環境局環境未來都市推進部氫能社會創造課課長田原温介紹說，由於氫氣無臭無色，為防止氫氣外洩的意外，特地添加了臭味（黃菁菁，2016）。

鋪設碳鋼配管時，採取多道安全防範措施，例如，為防止其他工程造成配管損傷，在配管上方50公分處，鋪了一層印著「留意氫管」字樣的塑膠布，同時與配管並行鋪設了可探測振動的光纖（黃菁菁，2016）。

這裡的實驗住宅每戶都安裝了三機一組的家用氫燃料電池，停車場則設有發電、充電裝置，緊急災害發生，可利用燃料電池車（FCV）的馬達發電，供應家庭6天的用電，燃料電池車還可移動至避難所供電（黃菁菁，2016）。

日本全國至今約有80處加氫站，其中北九州市有兩處，這裡的智能型氫燃料電池加氫站採用本田汽車公司開發的高壓水電解系統，減少了設置的面積，今後還預定利用太陽能或風力發電的電力，自行製造氫氣。社區內還活用網路通訊技術，建立智能供電網。「社區節電所」掌握、分析社區內每個時段的用電量，用「目視」便可清楚看出能源消費情形，並以「浮動價格」向用戶收取電費，用電高峰時收費高，深夜等時段收費低，藉以讓民衆養成省電的好習慣。電費浮動價格收費法從2012年起實行兩年後，便降低了用電高峰時約20%的用電量，還減少了30%的二氧化碳排放量（黃菁菁，2016）。

北九州市長北橋健治3月初在市公所受訪時表示，氫能燃料電池車只排水，不排廢氣。但氫能城尚屬實驗階段，成本過高及安全性如何確保是兩大需克服的課題。問到真正的氫能城何時才能真正的實現時，北橋表示，現在日本正努力推動技術革新，相信不遠的將來可望實現（黃菁菁，2016）。

請閱讀完上述文章後，作答以下題目：

問題一：

從本文看來，日本的氫能城可以達成很多效益，但是下列那一點不包括在內？

- (A) 空氣污染源相較其他城市減少許多，減少空氣污染
- (B) 節省能源，杜絕浪費，減少二氧化碳排放
- (C) 有效利用再生能源，達成自產能源，儘量不依賴其他地區
- (D) 提供了安全舒適的環境，提高民衆生活品質

問題二：

日本氫能城的氫氣製造，儲存與運輸是利用下列那一種方式製造？

- 甲、從大氣中得到；
 - 乙、從水得到；
 - 丙、從石油或天然氣得到；
 - 丁、從工廠運轉中得到的副產品（從4個選項選出）
- 儲存與運輸： α .管線、 β .儲氣罐（瓶）
（從2個選項選出）

問題三：

對於目前（2016年）日本氫能城發展，下列敘述何者正確？

- (A) 氫能發展極不穩定，目前已中止運作，可能廢棄整體計畫
- (B) 氫能經實驗後，發現重大問題待解決，在這之前不再運作
- (C) 氫能城雖效果良好但仍有問題需待改良，目前已停止運作
- (D) 氫能經實驗後，效果穩定贏得民衆信任，將繼續不斷運作

問題四：

「智能供電網」如何節電？

- (A) 用電過多時，電網自動斷電，提醒使用者自律
- (B) 提供用電資訊，鼓勵大眾儘量在離峰使用電力
- (C) 電網內電纜材質為低電阻，大量減少輸電耗損
- (D) 可調配各種再生能源發電，必要時有保護機制

問題五：

氫能燃料電池車提供動力可能的化學反應為下列何者？

- (A) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- (B) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- (C) $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$
- (D) $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$

評分標準：正確答案：不會有缺電危機。

問題一：標準答案選（D）

問題二：製造選乙、丁；儲存與運輸選 α

問題三：標準答案選（C）

問題四：標準答案選（B）

問題五：標準答案選（A）

編製依據：（國家教育研究院，2016）

1. 學習內容：

Nc-IV-4新興能源的開發，例如：風能、太陽能、汽電共生、生質能、燃料電池等。

Ma-IV-4各種發電方式與新興的能源科技對社會、經濟、環境與生態的影響。

INa-IV-4生活中各種能源的特性及其影響。

INa-IV-5能源開發、利用與永續性。

2. 學習表現：

po-IV-1能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行各種有計畫的觀察，進而能察覺問題。

玖、結論

僅以四點做為結論：

課綱是教改具體表現的規定，新課綱推動當以評量的調整來呼應，才是真正落實新課綱的理念和精神。若僅有課程改變，評量未改，效果可能不如預期，尤其臺灣地區長久以來風氣都是以考試領導教學，造成種種學習偏差（靳知勤，2007），考試怎麼考，考什麼，學生才會關心，學習方式和心態才會調整，若在評定學習結果的評量如果不改變，學生學習方式為什麼要改變呢？

創新帶來進步、發展和成長，造就了無限可能，若教育現場能夠活化，那一定要透過改進和不斷實踐去注入活力，讓實際有正向改變，並不斷向前邁進（葉丙成，2018）。評量雖只是整體教育的其中一環，由評量創新支持新課綱推動，在最後代表教學成果的關鍵做改變，或許更能讓師生感受深刻，對達成教育理想，帶來希望和幫助更大。

本文所闡述的是有關於紙筆測驗的部分，事實上素養性評量並不侷於紙筆測驗（王佳琪，2017），例如實作或者是檔案性評量等都很適合素養性評量。本文所分享的是筆者個人教學實踐經驗，提供予教育界同仁參考，並非筆者所提及的方式就是最好，限於學識，內容若有需要加強、補充或修正的，還有賴各方前輩給予批評指教。

維持教學正常化需要教育工作者全力以赴（方志華，2011）。素養評量編製需要耗費心力，而教師的專業成長和進步的項目也應包括在內，有待更多教育同仁一起來耕耘，讓素養性評量能更充實的呈現，在許多考試或測驗，素養性評量所佔的比例能夠更高些，促成課綱提及教育理念實現而非紙上談兵，淪為口號，亦期待有更多的意見討論和交流來增進進步，這是教育之福亦是臺灣之福。

參考文獻：

丁亦男與周憲男（2019·12月27日）。聽酒杯在唱歌：濃度與聲音頻率關係之探討。<https://www.ntsec.edu.tw/ScienceContent.aspx?cat=52&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=15741>

方志華（2011）。教學正常化的理想與現實。臺灣教育評論月刊，1（1），38。

王佳琪（2017）十二年國民基本教育課程綱要總綱之核心素養課程：評量觀點。臺灣教育評論月刊，6（3），35-42。

徐光蓉（2014）。非核家園的沙盤推演。http://scitechreports.blogspot.com/2014/04/blog-post_1.html

<https://www.naer.edu.tw/PageSyllabus?fid=52>

國立臺灣科學教育館（2019）。臺灣網路科教館全國中小學科展資料庫。<https://www.ntsec.edu.tw/Science.aspx?cat=21&a=6821>

國家教育研究院（2014）。十二年國民基本教育課程綱要。http://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta_5320_2729842_56626

國家教育研究院（2016）。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（草案）。

國家教育研究院（2019）。素養導向「紙筆測驗」要素與範例試題（定稿版）。<https://www.naer.edu.tw/files/11-1000-1591-1.php?Lang=zh-tw>。

教育部（2015）。國民中學全民國防教育補充教材教學手冊（自然與生活科技領域）。

教育部（2020·6月22日）。各級學校全民國防教育課程內容及實施辦法。<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=H0140016>

黃菁菁（2016）。日本北九州市打造全球首座氫能城。<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20160409006368-260408?chdtv>

新北市政府教育局（2018）。新北市全民國防教育網。<https://tsogcn.ntpc.edu.tw/pro/Defenses/DigitalDocX.aspx?sid=011>

葉丙成（2018）。為未來而教：葉丙成的BTS教育新思維。親子天下。

靳知勤（2007）。科學教育應如何提升學生的科學素養：台灣學術精英的看法。科學教育學刊，15（6），627-646。

維基百科（2019）。海水溫差發電法。<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B5%B7%E6%B0%B4%E6%BA%AB%E5%B7%AE%E7%99%BC%E9%9B%BB>

蔡清田（2014）。國民核心素養：十二年國教課程改革的DNA。高等教育。

鄭穎銓（2006）。有氧運動：由自製反應器探討過氧化氫分解速率。<https://www.ntsec.edu.tw/ScienceContent.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=1891>