
國中自然課程「機械應用」融入 「協同問題解決」之教學設計

陳秀溶^{1*} 王國華² 蔡顯慶³

¹彰化縣立彰泰國民中學

²國立彰化師範大學 科學教育研究所

³國立彰化師範大學 生物學系

壹、課程設計動機

經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）每三年會大規模舉行國際性的學生能力評估計劃（Programme for International Student Assessment, PISA）。自 2015 年開始，PISA 除評估閱讀、科學、數學素養外，更增加評估學生與他人一起合作解決難題的能力（OECD, 2013）。由此顯見 21 世紀的現代公民需具備閱讀、科學、數學素養與協同合作解決問題的能力。學生在教育養成的歷程中除個人的學力成長外，與他人的溝通、互動、協同合作解決問題的能力也需培養。

九年一貫課程綱要（教育部，2008）的課程目標中『培養表達、溝通和分享的知能；尊重他人，增進團隊合作；增進規劃、組織與實踐的知能；激發主動探索和研究的的精神；培養獨立思考與解決問題的能力』。十二年國民基本教育課程綱要（教育部，2014）強調培養以人為本的核心素

養，注重『符號運用與溝通表達；人際關係與團隊合作；規劃執行與創新應變；系統思考與解決問題』。相較於舊思維「知識導向的學習模式」，現今的教育目標已轉向「能力導向的學習模式」。課程目標的轉變，意味著教師所設計、規劃的教學歷程也需有所改變。如何使學生在教學歷程中達成知識的學習與能力的增長，考驗著教師設計教學的能力。期望藉由將協同問題解決之探究教學設計融入國中『機械應用』自然課程中，進而達成學生知識與帶得走的能力之養成。

貳、課程設計理念

OECD 在 2015 年 PISA 測驗發展架構中，提出學生在協同解決問題過程中所需具備的技巧與能力基礎，如表一所示。

設計『機械應用』自然課程時，配合表一 A1~D3 細格所描述的十二項能力，將其融入課程活動中，冀望學生在此課程活動中除學科知識的增長外，同時也發展協同解決問題的能力。設計時採用反向課程設計(黃文三、張炳煌、潘道仁、馬向青

*為本文通訊作者

表一、協同問題解決能力基礎（翻譯自 OECD, 2013P12）

	(1) 建立與維持 共享的理解	(2) 採取適當的行動解決 問題	(3) 團隊組織的建立與維 持
(A) 探究與理解	(A1) 發現團隊成員的觀點 與能力	(A2) 伴隨著目標發現解決 問題的協同互動類型	(A3) 理解解決問題的角色
(B) 有系統的闡述 與表達	(B1) 建立共享的表達和協 商出問題的意義（共 同點）	(B2) 辨識與描述所要完成 的任務	(B3) 描述角色與團隊組織 （溝通協議/角色約 定）
(C) 規劃與執行	(C1) 與團隊成員溝通要執 行的行動	(C2) 制訂計畫	(C3) 遵守角色約定（如： 促進其它團隊成員執 行他們的任務）
(D) 檢核與反思	(D1) 檢核與反思修正共享 的理解	(D2) 檢核結果並評估成效	(D3) 適應團隊組織與角色 並檢核與提供回饋

與劉靖國，2012；Wiggins & McTighe, 2001)，先確立教學目標-機械應用中的槓桿單元與發展協同解決問題能力，進而設計能檢測出學生學習成果的評量，最後規劃教學流程（陳秀溶、王國華與蔡顯慶，2016）。

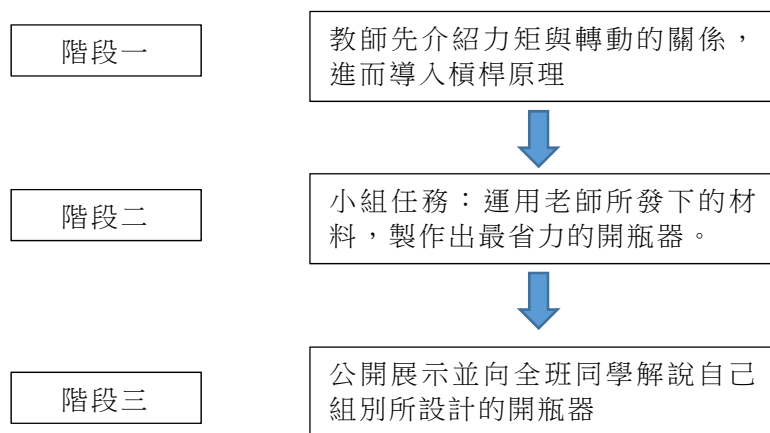
參、教學設計

教學設計流程如圖一所示。第一階段，

教師先介紹力矩與轉動的關係，進而導入槓桿原理；第二階段時，發下個人學習單、小組學習單、開瓶器與材料包（如圖二所示）進行問題解決小組任務，細部的步驟規劃如表二所示；第三階段，要求學生向全班同學公開展示並解說自己組別所設計的開瓶器。

表二、問題解決小組任務細部步驟規劃

步驟	學生任務	設計目的與評量學生何項能力
一	個人學習單問題一	先讓學生思考與記錄自己的想法，進而能在討論時每個組員都有想法可表達。
二	個人學習單問題二	(A1) 評量『發現團隊成員的能力與觀點』之能力
三	小組學習單 Q1 問題	(B1) 評量『建立共享的表達』能力
四	個人學習單問題三	(C1) 評量『溝通所要執行的行動』能力
五	個人學習單問題四	(A2) 評量『理解問題』能力 (B2) 評量『辨識及描述所要完成任務』能力
六	個人學習單問題五	(A3) 評量『理解解決問題的角色』能力
七	個人學習單問題六	(D1) 評量『檢核及修正共享的理解』能力
八	小組學習單 Q2 問題	(D1) 評量『檢核與修正共享的理解』能力
九	小組學習單 Q3 問題	(B3) 評量『分配團隊角色』能力
十	小組學習單 Q4 問題	(C2) 評量『制訂計畫』能力 (C3) 評量『督促完成團員任務』能力
十一	個人學習單問題七	(D2) 評量『檢核結果並評估成效』能力
十二	小組學習單 Q5 問題	(D3) 評量『檢核提供回饋』能力



圖一、教學設計流程圖



圖二、製作開瓶器材料，包含螺絲起子一把、螺絲釘兩個、木棍一根。提醒學生螺絲釘不一定兩個都要用，若需要多的螺絲釘可再向老師領取。

肆、評量方式與評量工具

利用陳秀溶、王國華與蔡顯慶（2016）依據國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心所建置的《評量標準》發展出來的「力矩與轉動」評量（如附件三）來評估學生槓桿單元的學科知識狀況，至於協同問題解決能力的評估則設計試題融入學生的個人學習單（如附件一）與小組學習單（如附件二）中，學習單的題目經同校自然科資深教師（任教 20 年）與任教於大學的科學教育專家審視並修改。「最省力開瓶器」的選拔，則是針對小組現場使用開瓶器將可樂瓶蓋打開，向大家展示自己組別所設計的開瓶器時，紀錄支點、施力點與抗力點位置，紀錄施力臂與抗力臂長度，利用槓桿原理計算出何小組設計的開瓶器最省力。

伍、教學結果與收穫

槓桿單元的學科知識評量結果，全班

學生均達 C 等級以上，且約四成的學生可達 A 等級程度。至於最省力的開瓶器製作，炎熱的天氣中，冰涼的可樂瓶充分激起了學生的學習動機，過程中小組成員都可按著學習單上的教學步驟進行（如圖三～圖五所示），且互動非常熱絡。在小組展示自己所設計的開瓶器時，發現學生所設計的開瓶器分為兩大類型（如圖六所示），十二個小組中有九個的設計是抗力點在中間，與我們一般所認知的開瓶器使用習慣相同；但有三個小組則是支點中間，雖然使用時施力臂仍大於抗力臂，但相較之下較其他九個小組所設計的工具需花費較大的力氣。

藉由此教學活動發現原來有些學生使用開瓶器的方法是支點在中間，而且對此深信不疑，說服同組的同學，進而該小組做出的開瓶器是支點在中間。所以藉由此活動也發現了學生的「另有概念」，這是我過去不曾注意到的開瓶器使用方法。過程

中也發現到學生勾選個人學習單問題選項時，有少數同學答案明顯與他人不同。如下所示的例題中，有高達 83% 的同學勾選符合期待的答案選項一；但有 10% 的同學勾選選項二（反應出覺得別人答案一定比自己好），7% 的同學勾選選項三（對自己太自信，覺得自己的意見最好），這兩個選項的反應都不利於協同合作的進行。所以之後在課堂上又花了一些時間跟學生討論在進行協同合作解決任務時個人學習單中的問題二～七該是如何的反應能與他人進

行溝通與表達，進而使任務更能圓滿解決。

個人學習單問題二、

將開瓶器原理填寫到小組學習單前，應該怎麼做呢？

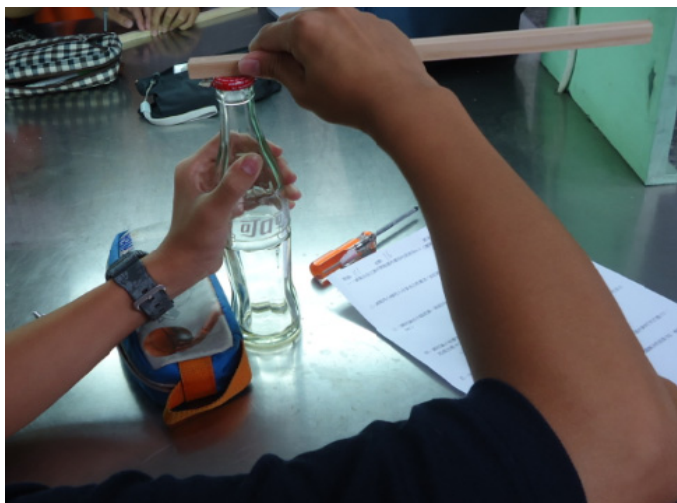
選項一我們應該討論一下，得到大家的共識再填到小組學習單中！

選項二我相信你們的答案，你們填就好！

選項三把我的答案抄到小組學習單中就好了！



圖三、學生協同合作做出開瓶器。



圖四、檢核小組所做出的開瓶器是否能將瓶蓋打開。



圖五、實際檢驗小組設計的開瓶器是否確實可將瓶蓋打開。



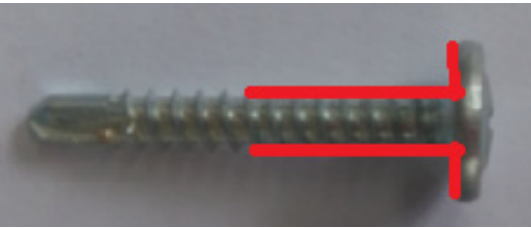
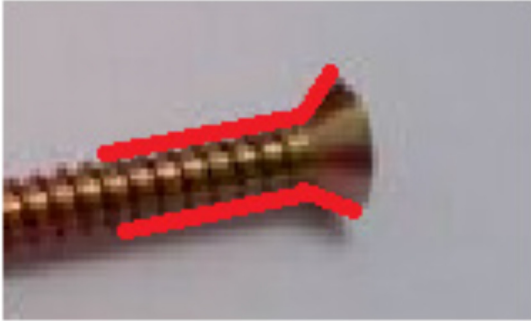
圖六、學生設計的開瓶器類型。左為抗力點在中間的類型，右為支點在中間的類型。

陸、教學建議

製作「最省力開瓶器」材料的選擇方

面，要選用方形木棍，不要用圓柱型。因為使用圓柱木棍時學生不易將螺絲釘鎖

上；在螺絲釘的選擇方面，圖七中上面樣式的螺絲釘不建議（頭部與腳部所夾角度大於 90 度，如紅線所示），因上面的螺絲釘樣式不易卡住可樂瓶蓋邊緣，易滑掉。下面樣式的螺絲釘（頭部與腳部夾 90 度，如紅線所示）是較理想的樣式）。



圖七、螺絲釘的選擇要選用下邊樣式的螺絲釘，上邊樣式的螺絲釘則不建議。

參考文獻

- 教育部 (2008)。國民教育階段九年一貫課程綱要總綱。臺北市：教育部。
- 教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：教育部。
- 陳秀溶、王國華、蔡顯慶 (2016)。配合評量標準進行九年級自然科反向課程教學設計--以『力矩與轉動』單元為例。科學教育月刊，389，38-43 頁。
- 黃文三、張炳煌、潘道仁、馬向青、劉靖國 (2012)。中等教育。台北市：高教出版社。
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013d). *PISA 2015 draft collaborative problem solving framework*. Paris, France: Author. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf>
- Wiggins, G. & McTighe, J.(2001) What is Backward Design?.In K. M. Davis (Eds.), *Understanding by Design* (pp. 7-19). New Jersey: Merrill Prentice Hall Publishers.

附件一

設計並製作最省力開瓶器（個人學習單）

問題一、畫出並記錄自己是如何使用開瓶器將瓶蓋打開？

問題二、將開瓶器原理填寫到小組學習單前，應該怎麼做呢？

- 我們應該討論一下，得到大家的共識再填到小組學習單中！
- 我相信你們的答案，你們填就好！
- 把我的答案抄到小組學習單中就好了！

小組成員一起完成小組學習單 Q1

問題三、你認為設計並製作最省力開瓶器任務前必須做什麼準備呢？

- 你們怎麼說，我就怎麼做，配合你們！
- 你們知道老師要我們完成什麼任務嗎？
- 我覺得我等一下就可以先拿工具開始試做看看！

問題四、你認為這次的任務是什麼呢？

- 設計出可將瓶蓋打開的工具。
- 完成這次的任務，應付老師給的作業！
- 利用槓桿原理設計出最省力的開瓶器。

問題五、你認為要解決任務，第一步驟該如何做呢？

- 大家討論、協商出自己所要負責的工作，如：規劃設計圖、實際動手做、記錄、協調者...
- 等著別人叫我什麼，我就配合即可！
- 直接分配每個人所要負責的工作項目。

問題六、在任務進行的過程中，你認為你該做些什麼呢？

- 傾聽組員的意見，他們說的都是對的！
- 先把自己的答案寫好，再給組員參考！
- 不斷與組員討論，了解他們的意見並發表我的意見！

小組成員一起完成小組學習單 Q2-Q4

問題七、全組完成開瓶器設計了，接下來要怎麼做呢？

- 我們完成了！我們真棒！
- 我認為我們應該檢測一下所製作的開瓶器是否可用！
- 我們做好的開瓶器一定是可使用的！

小組成員一起完成小組學習單 Q5

附件二

設計並製作最省力開瓶器（小組學習單）

Q1、請與同小隊的人分享自己的看法，並記錄誰與你的看法不同，其看法為何？

（建立共享的表述，B1）

_____（寫出人名）的看法與我不同，

他（她）認為開瓶器的運用原理是_____

（畫簡圖表示）

大家的看法均相同

Q2、請討論出小組成員一致認同的開瓶器應用原理（檢核及修正共享的理解 D1）

Q3、協商出自己所要負責的工作，如：組長（協調者）、規劃設計圖、實際動手做、記錄。

（分配團對角色 B3）（ * 小組所設計出的開瓶器結構簡圖如下：

_____：擔任組長（協調者）

_____：規劃設計圖

_____：實際動手做

_____：記錄

小組所設計出的開瓶器結構簡圖如下：

Q4、依小組所設計出的開瓶器結構簡圖，實際在材料上製作出來！

（制訂計畫 C2、督促完成團員任務 C3）

Q5、我們所設計的開瓶器，施力臂_____公分，抗力臂_____公分，
是一個_____的裝置。實際運用自己所設計的開瓶器至講桌處，實際測試開瓶器！

（檢核提供回饋 D3）

* 我們設計的開瓶器是否能將瓶蓋打開？

能

否，我們要如何修正？_____

附件三

1. 請標示出下列圖示中何處是支點、抗力點與施力點。

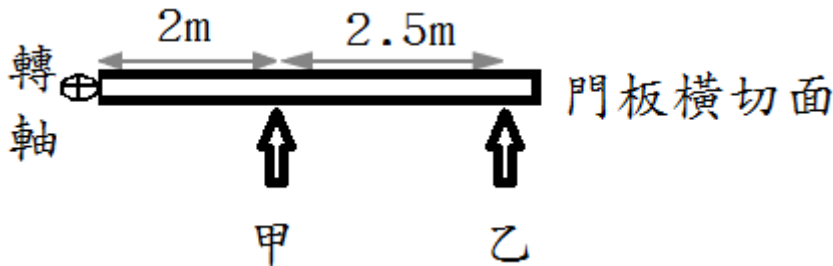


對應國中學生學習成就評量標準：C 等級。能知道槓桿的支點、抗力點與施力點。
說明：學生全答對則達C 等級，部分答對則為D等級，全答錯則為E 等級。針對D 與E 等級需進行補救教學。

2. 科學上將描述物體轉動難易程度的物理量稱為力矩。

(1) 請你寫出力矩與力、力臂間的關係。

(2) 施力2公斤重，請你計算出若分別在下列圖示中的甲處與乙處施力，所產生的力矩各是多少？何者較易造成門板的轉動？



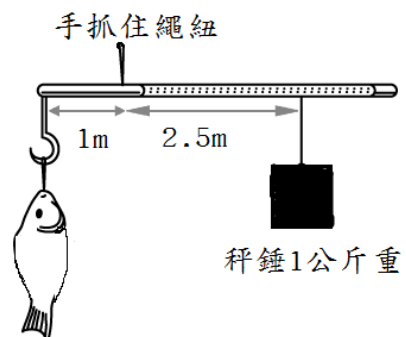
對應國中學生學習成就評量標準：C 等級。能知道力矩的定義，並知道力矩會改變物體的旋轉運動。

說明：學生全答對則達C 等級，部分答對則為D 等級，全答錯則為E 等級。針對D 與E 等級需進行補救教學。

3. 用手抓住桿秤的繩紐恰可平衡。

(1) 請問由右圖可知這隻魚的重量？公斤重

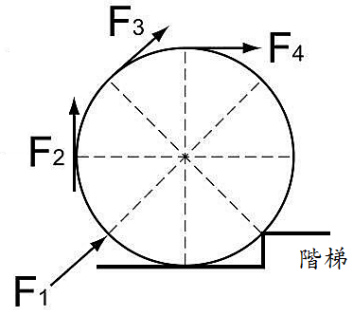
(2) 若將秤錘往右移至距繩紐3公尺處，則桿秤的秤子將會如何轉動？



對應國中學生學習成就評量標準：B等級。能理解槓桿原理、能理解力矩的作用。
說明：學生全答對則達B等級，未全部答對則未達B等級。

4.右圖為小英推動一個圓桶上階梯。

- (1) 請問從右圖中何處施力可用最小的力將圓桶滾上階梯？
- (2) 請你解釋為何自該處施力可以最省力？



對應國中學生學習成就評量標準：A等級。能應用槓桿原理、能舉例說明力矩對物體轉動的影響。

說明：學生全答對則達A等級，未全部答對則未達A等級。