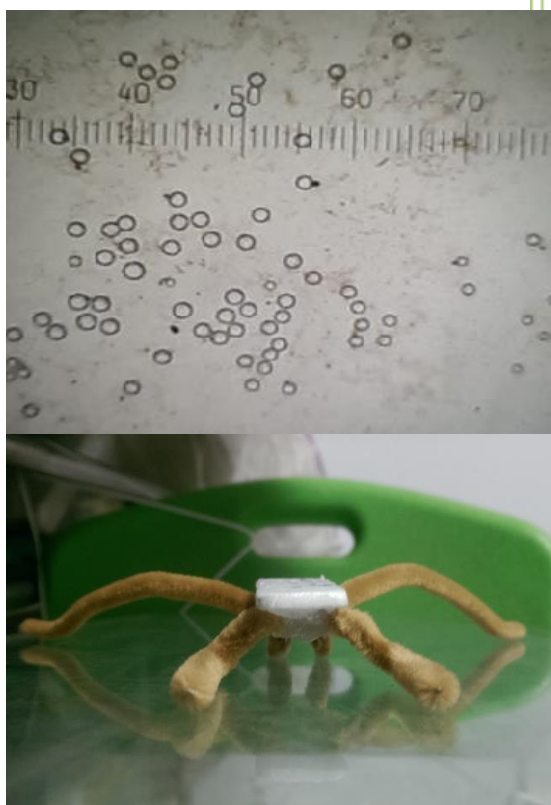


教育部 106 年度中小學科學教育計畫專案 成果報告(計畫編號：040)

計畫名稱： 我的「自造」世代 ---
以「動態實作評量策略」發展國中生科學專題創意活動



主 持 人： 蔡明致
執行單位：台中市立居仁國民中學
2018/8/31

教育部 106 年度中小學科學教育計畫專案 成果報告

計畫編號：040

計畫名稱：

我的「自造」世代---以「動態實作評量策略」發展國中生科學專題創意活動

主持人：蔡明致

執行單位：台中市立居仁國民中學

壹、計畫目的及內容：

一、研究計畫之背景：

個別化教育的實現是十二年國教「適性揚才」的重要策略。「專題課程」是適性教育的實踐，學生的學習也會因為個別化的主題選擇，而產生適性發展的機會。如果能在學習過程中有實際動手的機會，接觸的面向就會比較真實。若能導入課程專題，學習的內涵就有跳脫課本之外的機會。學生的學習也會因為個別化的主題選擇，而產生適性發展的機會（蘇恆誠，2016）。蔡佩穎與張文華（1999）曾以質性的研究方法，探討學生進行實驗活動的過程與概念學習的成效時得到的結論：在實驗教學情境中，學生可從教師所搭建鷹架的教學流程和小組進行實驗的社會互動過程中獲得概念理解。許素（2002）認為以專題進行科學探究學習，學生能針對所探究的專題主動思考而提出問題，在解決問題的過程中，習得相關的科學概念與處理問題的能力，並培養出細心、耐性的科學態度，達致完整的學習。目前針對國中學生科學探究技能的養成課程相當有限。十二年國教自然與生活科技課綱增加「探究與實作」課程，為自然科學各科的共同素養，實作也是時下我國教育共同缺乏的學習方法，是引向學習思考，而非學習學科知識。但是國中階段的「探究與實作」採議題或問題導向學習，議題均採跨科概念，譬如能源、尺度、環境等。每學期需至少設計一個單元/主題，實施跨科整合的學習（教育部，2014）。此外，本校每年在科學展覽活動中，學生所發表的專題研究報告數量都在十件以上。因此，本次研究期望藉由本校教師團隊，指導學生進行專題研究，在學校正式課程之外，根據課程相關議題提供真實性的創意科學探究課程，藉以培養學生主動探索與研究、表達溝通與分享等的能力。

美國國際科技與工程教育人員學會（International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA）近年提倡「從設計中學習」（Learning by Design），希望學習者在面對科技問題時，能夠妥善的運用科學、科技、工程或數學等不同領域的知識，以提出完善的設計構想，進而解決實務問題。ITEEA 之所以強調從設計中學習的主要原因之一，便是發現許多學習者在面對實務問題時，其所提出的解決構想常是憑「直覺」，而未能妥善整合運用已習得的知識或經驗進行設計、思考，導致即使透過動手實作的學習，學習者也未必能夠透過實作整合理論與實務。（林坤誼，2015）。因此，如何結合「動態實作評量模式」發展創意科學專題探究課程模組，提升十二年國教「探究與實作」課程的實施成效，有其必要性。

本校執行 2016 年主持教育部科學教育專案計畫（計畫編號：3），嘗試以「引導式探究教學模式」協助學生進行專題研究。計畫執行過程中發現學生對於專題研究主題的難易度與學生對主題概念架構的認知程度顯著相關。因此，期盼嘗試以「動態實作評量教學模式」，協助學生對主題概念架構的認知，進而順利完成「探究與實作」課程。

二、研究目的：

1. 國中學生在結合「動態實作評量」之專題研究教學模式中的學習成效。
2. 國中學生在結合「動態實作評量」之專題研究教學模式中，所遭遇之困難及改進策略。

貳、研究方法、步驟及完成進度：

一、研究方法與步驟：

(一)組織教師團隊發展結合「動態實作評量模式」之專題探究課程模組：

本研究依據Vygotsky(1978)所提出的近側發展區的主張,參考Campione和Brown(1985)的「漸進提示評量模式」做為科學創意活動的教學設計模式,透過「前測-學習-遷移-後測」的教學實施程序,設計結合「動態實作評量模式」之專題探究課程,過程中透過介紹評量內容與方式的特性,並給予必要的指導或協助,使受試者的操作水準提高。在評量過程中,所提供的協助程度與方式,是經由師生間頻繁的雙向互動結果決定。

結合「動態實作評量模式」之專題探究課程的實施程序包含以下三階段:(柯婷婷,2008)

- 1.「前測階段」:不提供任何協助,用以評估受試者面對探究主題的「目前的表現水準」。
- 2.「訓練階段」:提供一個事先設計好的協助系統,以了解受試者「如何」達到「目前的表現」以及需要「什麼」和「多少」協助,可達到較高的表現水準。
- 3.「後測階段」:用以評估受試者「最大可能的表現水準」。

因此,本研究將以結合「動態評量融入實作評量 DAPA (Dynamic Assessment with Performance Assessment)」之教學策略,應用在國中生創意科學活動概念學習之設計(陳俊良,2007),評估學生學習成效及使用此策略的優缺點,並分析學生所遭遇之困難及改進策略。

(二)辦理「假日創意科學學生營隊」活動,促進學生專題研究社群之成立:

辦理「假日創意科學學生營隊」,以結合「動態實作評量模式」之專題探究課程模組,訓練學生進入探究情境及激發可進行主題探究的新問題。

1.「參與」與「前測階段」:

(1)以教師團隊開發之結合「動態實作評量模式」之專題探究課程模組,提供假日創意科學探究活動,促進學生「參與」科學議題情境,觀察情境、察覺問題,並藉由小組進行腦力激盪與資料蒐集,進而「提出可探究之新問題」,成為新的探究主題。

(2)以半開放式問卷調查國中學生在結合「動態實作評量模式」之專題探究課程模組教學中對「科學的態度與本質」的改變。(楊燕玉,2001)依據十二年國教課程綱的核心素養,將「探究能力」分為「思考智能」、「問題解決」兩部分;將「科學的態度與本質」分成「對科學的態度」及「認識科學本質」,進行分析。

2.籌組「學生探究科學社群」進行「探究與實作」階段活動:

於「假日探究科學營隊」活動中,籌組「學生探究科學社群」引導討論新探究主題、確認問題研究方向並提出新主張以形成假說。以共作平台,協助「教師團隊」發覺學生探究過程所遭遇之困難。於共作平台發表及蒐集資料協助學生解決探究困難,提高學生探究過程之成就感,期能協助學生體驗完整探究歷程。

3.「後測階段」之活動成效評估方式:

以小組繪製心智圖方式,以概念圖評分規準分析學生研究架構,評估小組進行專題研究之「探究能力」(分為「思考智能」與「問題解決程度」兩部分)。由於以概念圖方式衡量學習成效。大部分的概念圖評分系統(scoring system)可分為兩種:(1)計算概念圖中的組成元素,例如:內容的關係聯結、階層性、具體實例等的正確性數量(Novak & Gowin 1984)。(2)使用標準概念圖與學習者所繪製的概念圖比較(Acton et al. 1994)。依據Novak 與 Gowin(1984)所提出的計分方法為藍本,將學習者的概念圖分成四個部分(如圖 2-1-2):關係

(relationships)、階層(hierarchies)、交叉聯結(cross-links)、舉例(examples)。智力型任務與決策型任務在概念圖各項目標準化後的得分差不多,只是在**智力型任務**偏「階層」,顯示智力型任務需要追根究底以找尋正確的解答,因此需要較多的階層表示。而**決策型任務**則較偏「關係」,顯示決策型任務需要較多的關係聯結,以進一步的描述及釐清事實,提供決策判斷的依據。因此,本研究將改以學生繪製之研究架構圖進行專家合理性評分(五分制,極重要5分、重要4分、有影響3分、影響極低2分、無關1分)以分析其假設之合理性並歸類其**任務屬性**,分析學生在探究歷程實施動態評量對於認知及實作的影響。

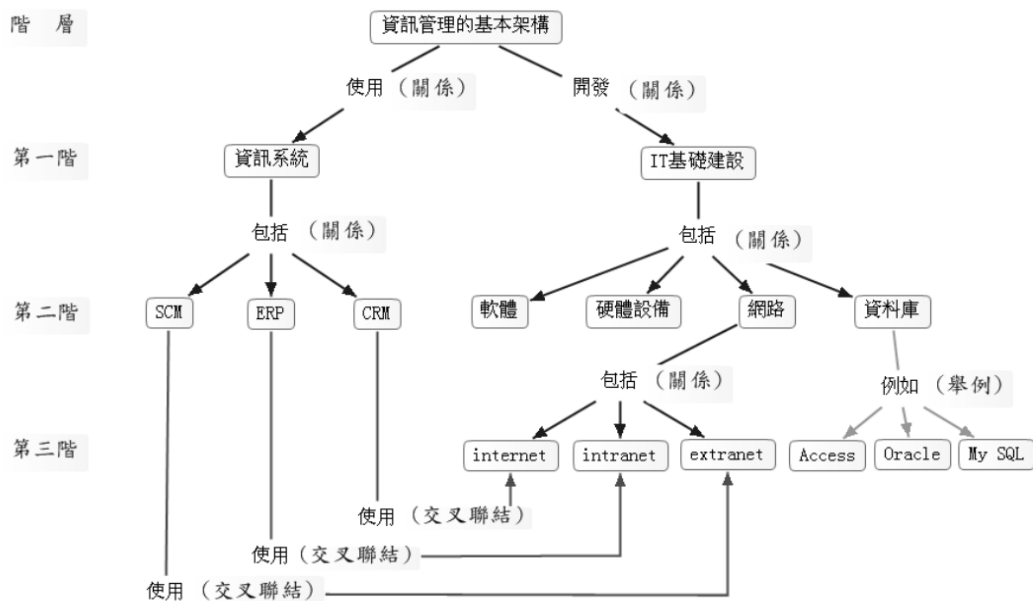


圖 2-1-2：概念圖之評分圖例

(三)辦理成果發表及推廣活動：

1. 辦理「國中生專題研究課程發展」推廣研習活動：

辦理「探究教學推廣研習」階段性成果，推廣本校所發展之「結合「動態實作評量模式」之專題探究課程模組」，並且將主題發展模式提供教師參用與教學實務經驗交流。

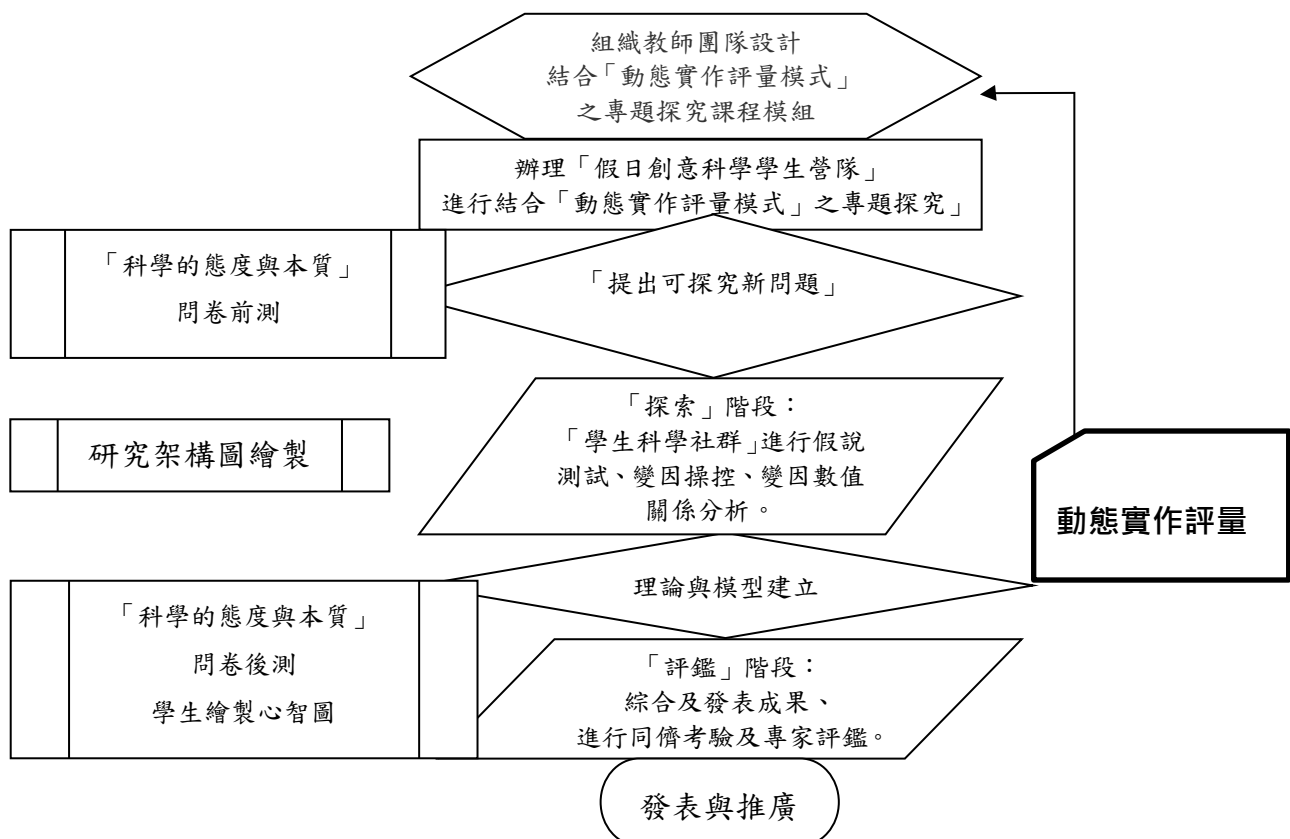
2. 辦理「校慶科學園遊會」及參加「台中市科學園遊會」之實作成果展示及解說活動：

提供學生將所完成之「學生專題研究成果」進行推廣發表、展示及接受同儕與家長評鑑。

3. 以學生探究成果參加「科學展覽競賽」：

提供學生將所完成之「學生專題研究成果」進行推廣發表、展示及接受競賽評審專家之評鑑。

參、研究流程：



二、目前完成進度甘特圖：

月份	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
組織教師社群進行文獻研討	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆				
結合「動態實作評量模式」之專題探究課程模組課程研發	◆		◆		◆		◆		◆			
辦理教師研習		◆		◆			◆		◆	◆	◆	
辦理「寒暑假實作科學營隊」	◆						◆					◆
辦理「假日學生探究科學營隊」		◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	
辦理「校慶科學園遊會」 參加「台中市科學園遊會」					◆				◆			
參加「科學展覽競賽」		◆			◆						◆	
學生科學寫作與網路平台維護	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		
撰寫研究及成果報告				◆	◆					◆		◆
累計進度	8%	18%	26%	36%	50%	56%	66%	72%	82%	90%	96%	100%

肆、目前完成之工作項目、具體成果及效益：

一、結合「動態實作評量模式」之專題探究模組課程 10 件供參用。

	主題	作者
1.	轉圈之間——單軸無人車的設計	209 謝在宥 219 薛恩明 220 黃銘揚
2.	“足”智多謀——水黽六足運動模式的探討	218 張核嘯 106 鄭國柱 123 蔡享霖
3.	“鰭”鼓相當——魚鰭推進原理改良洋流發電	220 林佳誼 201 葉庭翰 220 康雅淇
4.	“魔”鬼藏在細節裡——生物膜催化法的設計	106 楊博丞 111 張恩碩 111 陳冠銓
5.	神魂顛倒——浮標水流發電機的設計	124 馬士展 114 朱陞儀 106 郭昱承
6.	疾風簌簌——催化劑微膠囊製備法的設計	121 沈鈺堂 221 李柏緯 221 黃湘容
7.	繼往“開”“來”——水晶寶寶的彈跳運動	210 林允亮 121 林宇亮 123 詹致嘉
8.	“膜”保安康——食用級天然保鮮膜的製作	113 王筱琪 113 鄭穎駿 121 楊詒竣
9.	「震震」有詞——探討地震圖譜之製作	206 李濬宇 212 蘇庭禕 205 潘正翊
10.	“奈水”尋味——奈米香皂潑水蠟的製作	113 林彥銘 126 彭詳睿 126 游承熹

二、辦理 5 次假日學生創意科學營隊活動及校慶科學園遊會，強化及更新校本特色科學課程。

三、相關教學設計及學生學習成果設置平台記錄後供教師參用。

四、辦理 2 次校本領域教師研習持續推動「領域教師團隊」進行探究與實作教學。

五、成效分析：

(一)科學本質問卷

1. 我喜歡看和自然科學有關的電視節目。
2. 我認為科學知識跟日常生活沒有關聯。
3. 我希望和科學家一起討論。
4. 科學家除了工作之外，也會花時間和家人相處。
5. 我喜歡從事科學展覽活動。
6. 我認為科學的知識對我們生活很有用。
7. 我喜歡閱讀登載報章、雜誌上和科學有關的文章。
8. 我希望長大以後，可以當一位科學家。
9. 準備科學展覽(專題研究)是無趣的。
10. 我喜歡參加課外的自然科學活動，像自然科學營隊等。

11. 長大後，我希望從事與科學有關的工作。
12. 進行科學展覽研究活動(專題研究)，可以讓我們更瞭解自己和周圍的生活環境的關係。
13. 科學家和一般人一樣親切，不會脾氣古怪。
14. 上自然課時，常讓我覺得感到驚奇、興奮。
15. 除了自然課本外，讀有關自然科學的書或雜誌是在浪費時間。
16. 我覺得上自然課，比上其他科目更快樂。
17. 我對科學研究工作很有興趣。
18. 我覺得學習自然科學知識，對我來說很有用。
19. 科學家和一般人一樣，容易溝通。
20. 我不會想成為一位科學家。
21. 在圖書館裡，我喜歡讀和自然科學有關的書或雜誌。
22. 研究自然科學既生動又有趣。
23. 我覺得要很聰明的人才能當科學家。
24. 我認為每一個人都應該學一些自然科學的知識。
25. 我覺得不管成績好不好，只要對科學有興趣，都可以試著做科學研究。

過程	平均值	未達顯著差異
我覺得要很聰明的人才能當科學家。(反向題)	3.31	P=2.65 > 0.05

小結：除 23. 項目外，餘均**達顯著水準**，建議在探究歷程中強化探究策略的培訓，學生熟習探究技能才能降低探究主題的困難度。

(二)我對科學的態度(均達顯著水準)

1. 現在的科學知識將來還是有可能被修改。
2. 有些科學知識會隨著科學研究的演進而改變。
3. 科學重視觀察或實驗的證據。]
4. 依照科學知識做預測，常可得到實驗的支持。
5. 自然課本的知識或內容都不應該被懷疑。
6. 現有的科學知識是被科學家證實過的，永遠不可能有錯。
7. 我喜歡閱讀登載報章、雜誌上和科學有關的文章。
8. 自然界的運行，往往可以找出某種規律性。
9. 只有按照固定而且唯一的方法進行科學探究，才会有成果。
10. 採用不同的方法進行科學探究，有時會得到相同的結果。
11. 科學探究的過程需要細心的觀察和紀錄。
12. 在科學探究過程中常常要設計實驗並了解某些因素(如溫度、反應時間)的影響。
13. 實驗結果與原先想法部一致的原因，有時是實驗誤差，有時是心中的想法或理論有問題。
14. 不同科學家觀察同一現象，會受到心裡想法或經驗所影響，不一定都會得到相同的報告。
15. 有時候科學理論(或是推論)彼此之間看法不一致，甚至相互矛盾，表示發展尚不完備，好的理論必須經得起實驗不斷的考驗。
16. 對於觀察到的現象提出解釋，應多發揮想像力和創造力。
17. 科學探究的成果應該公開發表。
18. 科學家應多關心別人的研究結果，並願意提出問題討論。
19. 學爭論的解決方式，最後是靠事實，而不是個人的信念或信仰。
20. 某一個科學家的實驗，應該是可以被其他科學家重做一次，加以檢驗。
21. 科學研究的進展往往和技術、實驗設備有關。
22. 科技的研究和發展，最後使人類的生活方式發多改變。
23. 科學研究的成果或是科技產品的發明，一定會為我們的生活帶來好處，不會有害處。

24. 科學家可以做任何他想做的研究，不需要管別人的規定。(三)對於進行科學探究過程，我覺得哪些階段是有困難的？

(三)對於進行科學探究過程，覺得有困難的部分：

1. 尋找研究的主題。
2. 蒐集解決問題的相關文獻資料。
3. 閱讀及理解所收集的文獻資料內容。
4. 創意發想研究主題的應用方向。
5. 利用文獻資料設計實驗方法。
6. 組裝及操作實驗器材。
7. 整理實驗數據的方法。
8. 根據實驗結果與實驗數據，推論實驗的結果。
9. 向大家發表及講解研究成果。

過程	平均值	達顯著差異
尋找研究的主題	4.06	P<0.01
創意發想研究主題的應用方向	3.78	P<0.01
利用文獻資料設計實驗方法	3.61	P<0.01

小結：除 1. 4. 5 項目外，餘均未達顯著水準，建議在探究歷程中強化「主題搜尋」、「主題應用」、「文獻搜尋」的培訓策略。

(四)科展作品之研究架構圖評分及任務屬性分析：


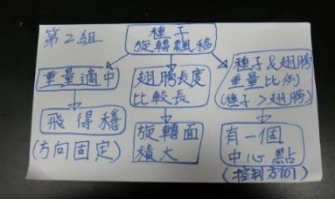
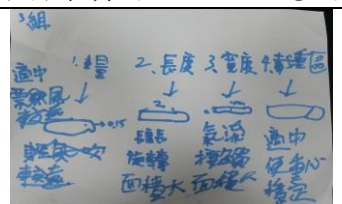
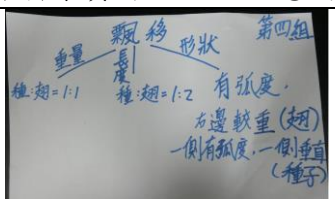
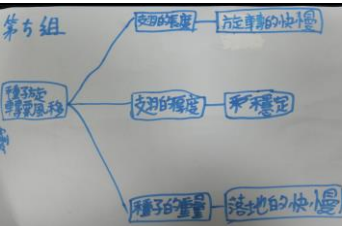
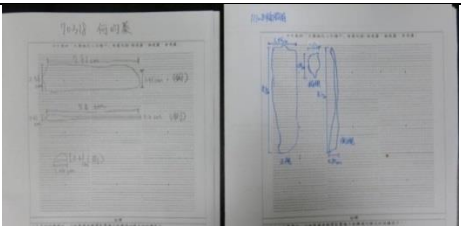
<p>“鰭”鼓相當——以魚鰭推進原理改良洋流發電 (台中市佳作)</p>	<p>足”智多謀——水黽六足運動模式的探討 (台中市第三名)</p>
<p>具體而「微」——家用催化微膠囊製備的設計研究 (台中市第二名、全國科展第三名)</p>	<p>「震震」有詞——探討地震圖譜之製作 (台中市第二名)</p>
<p>繼往“開”“來”——水晶寶寶的萊頓弗羅斯特運動 (台中市第三名)</p>	<p>轉圈之間——單軸無人車的設計 (IEYI 青少年發明展銅牌獎)</p>

(五)研究架構圖評分及任務屬性分析：

◁	階層◁	交叉聯結◁	關係◁	關係合理性評分◁	競賽成績◁
魚鰭推進◁	3◁	2◁	10◁	$9 \times 5 = 45$ ◁	佳作◁
六足運動◁	3◁	1◁	6*◁	$1 \times 4 + 3 \times 5 + 2 \times 4 = 27$ ◁	第三名◁
微膠囊◁	4◁	0◁	9◁	$2 \times 5 + 1 \times 4 + 1 \times 3 = 17$ ◁	第二名◁
地震圖譜◁	4◁	2◁	8◁	$8 \times 5 = 40$ ◁	第二名◁
水晶寶寶◁	3◁	2◁	9◁	$5 \times 10 = 50$ ◁	第三名◁
單軸無人車◁	4◁	2◁	8◁	$5 \times 8 = 40$ ◁	銅牌獎◁

小結：結合「動態實作評量模式」之專題探究作品，可產出具備高合理性的變因因果關係。任務屬性分析則偏向於「關係」屬性較多的「決策型任務」。但與競賽成績關聯性尚無法分析，建議未來教師指導以 V-zp map 分析，可兼顧專題研究過程，對於探究過程技能及概念認知品質的提升。

(六)趣味科學實作活動之概念圖評分及任務屬性分析：

	
趣味科學實作活動之概念圖 1.	趣味科學實作活動之概念圖 2.
	
趣味科學實作活動之概念圖 3.	趣味科學實作活動之概念圖 4.
	
趣味科學實作活動之概念圖 5.	科學測量與繪圖

(七)概念圖評分及任務屬性分析：

◁	階層◁	交叉聯結◁	關係◁	合理性評分◁
第一組◁	3◁	0◁	3◁	$3 \times 5 = 15$ ◁
第二組◁	3◁	0◁	3◁	$3 \times 5 = 15$ ◁
第三組◁	3◁	0◁	4◁	$4 \times 5 = 20$ ◁
第四組◁	3◁	0◁	3◁	$3 \times 5 = 15$ ◁
第五組◁	3◁	0◁	3◁	$3 \times 5 = 15$ ◁

小結：趣味科學實作活動可提升因果關係的合理性，任務屬性分析亦偏向於「關係」屬性較多的「決策型任務」。

伍、參考文獻：

- 蘇恆誠(2016)以課程專題實踐學科，教育科學研習，No.55-05
- 蔡佩穎和張文華(1999)。國一學生參與生物實驗活動之過程分析與成效探討。科學教育，9，108-126。
- 許素(2002)。專題導向教學在國小六年級自然科實施之行動研究。臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 教育部(2014)十二年國民基本教育宣導方案，2018.03.01.擷取自：<http://12basic.edu.tw/Detail.php?LevelNo=776>
- 林坤誼(2015)自造世代與科學教育，科學研習月刊，No.54-1。2018.03.01.擷取自：
http://activity.ntsec.gov.tw/activity/ssm/54_1/HTML/assets/basic-html/index.html#II
- 柯婷婷(2008)以動態實作評量策略探究國小一年級學童「氣泡」之概念學習，國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班碩士論文，未出版。
- 楊燕玉(2001)：科學故事課程對國小五年級學童科學本質觀與對科學的態度影響。
花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文。20180302 節錄自東華大學 http://www.sciedu.ndhu.edu.tw/discourse/88_nor/8803009.pdf
- 陳榮祥(2007)V圖式科學探究指導模式之開發及應用，
高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版。20180302 節錄自高雄師範大學
<http://140.127.53.10/cgi-bin/cdrfb3/gswb.cgi?o=dstdcdr&i=sid=%22G0088835004%22.#>
- 陳俊良(2007)以動態評量的實作模式(DAPA)探究國小三年級學童溫度概念之概念學習，國立臺北教育大學課程與教學研究所碩士論文，未出版。
- 邱美虹(2003)以動態評量探究國中生浮力概念的心智模式及概念改變之歷程，國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版。
- Campione, J. C., Brown, A. L., & Bryant, N. R. (1985). Individual differences in learning and memory. In R. J. Sternberg (Ed.), Human abilities: An information processing approach (pp. 103-126). New York: W. H. Freeman & Company. 2018.03.01.擷取自：
https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/17782/ctrstreadtechrepv01985i00361_opt.pdf?sequence=1
- 蕭立人、高巧汶(2008)概念圖式學習評量系統之設計建置，ICDC' 08 2008 International Conference on Digital Content, Chungli, Taiwan. 2018.05.20.擷取自：
<http://eportfolio.mcu.edu.tw/ePortfolio/Teacher/Html/Common/epdf/9600846/ICDC%20%E6%8A%95%E7%A8%BF1109.pdf>
- 謝富榮(2006)。概念構圖策略和認知型態對國小自然科網路化學習影響之研究，國民教育研究學報，第17期，頁83-110。2018.05.20.擷取自：http://www.ncyu.edu.tw/files/site_content/giee/083-110--概念構圖策略和認知型態對國小自然科網路化學習影響之研究.pdf
- 游佳萍、張玲星、黃冠男(2015)，『以概念圖方法探討網路群組學習者的知識建構』，中華民國資訊管理學報，第二十二卷，第一期，頁31-54。2018.05.20.擷取自：<http://gebrcc.nccu.edu.tw/jim/pdf/2201/JIM-2201-02-fullpaper.pdf>
- 江憲坤、黃華山、王怡舜、施威佑、蔡佳芳(2013)，『以概念構圖評量方式探討多維度概念圖學習成效之研究』，資訊管理學報，第二十卷，第三期，頁315-340。2018.05.20.擷取自：<http://gebrcc.nccu.edu.tw/jim/pdf/2003/JIM-2003-03-fullpaper.pdf>

附錄、學生營隊活動紀錄：



科展社群招募說明



科展社群招募說明



科展社群活動



科展社群活動



科展社群活動



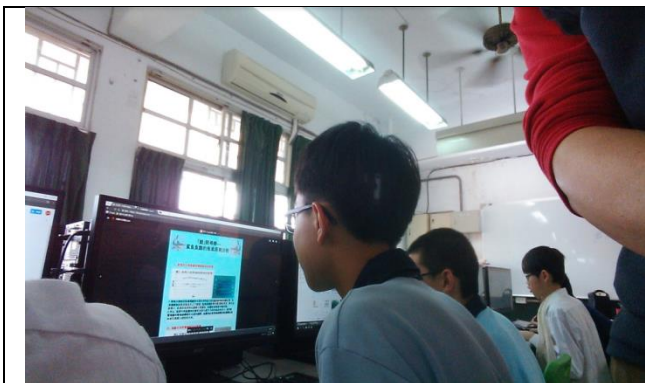
科展社群活動



科展社群活動



科展社群活動



科展社群活動



科展社群活動



科展社群活動



科展社群活動



趣味科學 1. 微膠囊



趣味科學 2. 尖叫水晶球



趣味科學 3. 微量天平



趣味科學 4. 種子三視圖



校慶科學解說志工(動態評量解說)



校慶科學解說志工(動態評量解說)



校慶科學解說志工(動態評量解說)



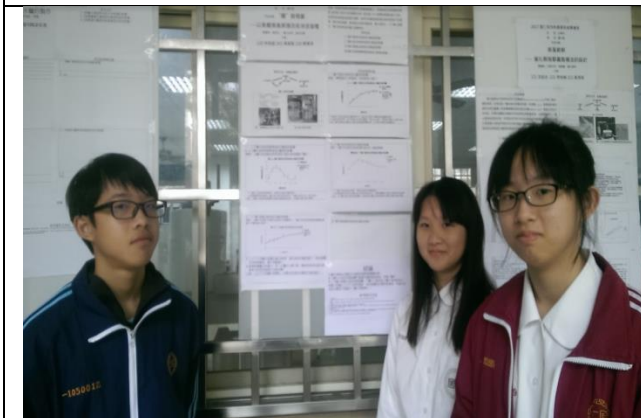
校慶科學解說志工(動態評量解說)



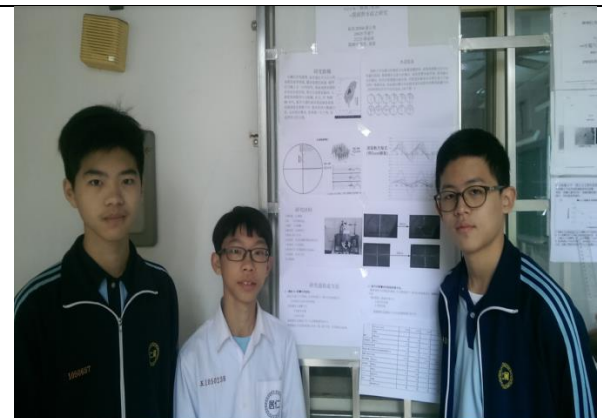
校慶科學解說志工(動態評量解說)



校慶科學解說志工(動態評量解說)



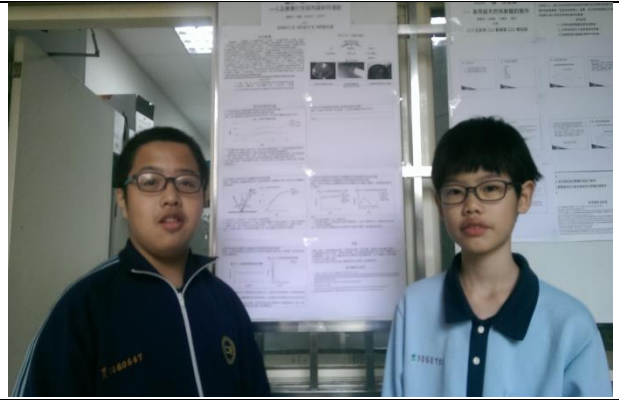
校慶科學解說志工(動態評量解說)



校慶科學解說志工(動態評量解說)



校慶科學解說志工(動態評量解說)



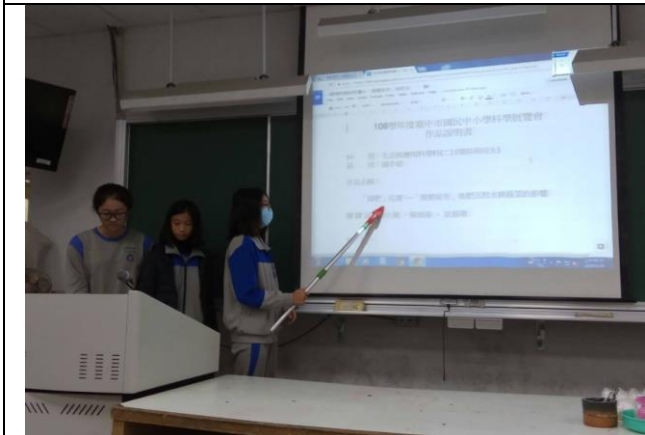
校慶科學解說志工(動態評量解說)



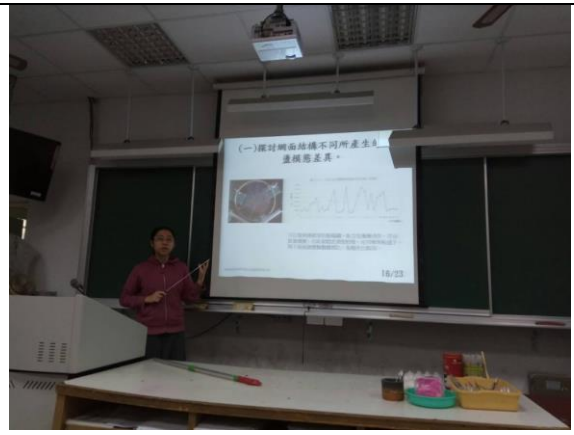
12/8 校慶科學園遊會



12/8 校慶科學園遊會



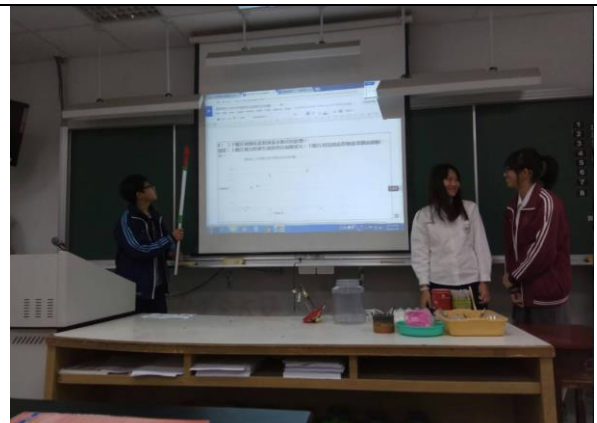
跨校科展作品解說觀摩



跨校科展作品解說觀摩



跨校科展作品解說觀摩



跨校科展作品解說觀摩