

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PGE1100899

學門分類/Division：通識(含體育)

執行期間/Funding Period：110/08/01~111/07/31

融入科學探究精神之通識課程學習成效研究
通識課程(材料與生活)

計畫主持人(Principal Investigator)：黃芷翎

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

高雄醫學大學/基礎科學教育中心

繳交報告日期(Report Submission Date)：111/08/2

(融入科學探究精神之通識課程學習成效研究)

一. 報告內文

1. 研究動機與目的

台灣的高等教育不僅包含專業能力的發展，更重要的是通識教育的核心能力培養(吳京玲，2011)，而通識課程「材料與生活」與材料科技相關，可視為科學教育或科學普及的一部分，並有學者(林樹聲，2001)提出科學通識課程之設計與實施，嘗試透過通識課程提升科學素養，而學者(張珮珊，2018)亦指出素養導向的課程即是將知識、能力和態度整合運用於情境化的學習歷程，重視真實情境中的實作表現，本研究所開授之通識課程「材料與生活」，課程目標為：了解生活中的各項科技材料科技、了解材料科技對生活帶來的影響。即包含了科學與科技的生活情境，非常適合用來設計素養導向課程。

簡麗賢(2019)指出 108 新課綱「科學探究與實作」的精神在於培養學生「發現問題」、「規畫與研究」、「論證與建模」、「表達與分享」四項能力，亦即透過「科學探究與實作」，期待能提升學生的「思考」、「提問」、「探究」、「實作」、「分析」及「表達」等能力，且根據申請人 107 年度之研究成果(黃芷翎，2020)，可知情意範疇之學習態度是最難提升的一個項目，由過去研究成果作為切入點，107 年已針對認知範疇、109 年針對技能範疇進行研究分析，但對於情意範疇的學習成效分析，是否能藉由融入科學探究精神的教學，進而聚焦於科學素養於情意範疇之學習成效分析研究？

2. 文獻探討

陳文典(2005)則指出科學素養的內涵分成「科學與技術認知」、「(對)科技發展(的瞭解)」、「(科學)過程技能」、「思考智能」、「科學應用」、「設計與製造」、「科學本質(的體認)」及「科學態度」等八項，而各項之下又有細項之分。某項即代表某一種「能力」。若進一步解析科學素養的內涵，可再將科學素養的評量向度根據 Bloom (1956) 的分類法劃分為三個範疇，可包括科學認知、科學過程技能、科學態度，詳如表 1 所示。

表 1：科學素養的評量向度與內涵。

科學素養	評量向度	科學素養
認知	科學認知	對於科學概念可分成「知道」、「理解」、「轉用」三個層次。
技能	科學過程技能	對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性科學思維。
情意	科學態度	獲得發現的樂趣，相信科學的價值，養成好智且求真求實的求知態度。

張銘秋等(2009)指出 PISA 國際評量計畫(The Programme for International Student Assessment, 簡稱 PISA)對於科學素養的評量包含四個向度：

(一) 情境：包含了科學與科技的生活情境。

(二) 知識：包括瞭解自然世界的科學知識與瞭解科學本身的知識。

(三) 能力：形成科學議題、科學化的解釋現象以及科學舉證。

(四) 態度：意指對科學的興趣、對科學探究的支持、以及負責任地對諸如自然資源、自然環境等採取行動的動機。

由於本研究之研究對象為醫學大學通識課程「材料與生活」之修課學生，而課程目標為：了解生活中的各項科技材料科技、了解材料科技對生活帶來的影響。因此符合 PISA 科學評量的情境向度，其他向度亦可對應 Bloom 分類法的三個範疇，故學習成效證據可分為下列三項：

(1) 科學概念：參考 PISA 科學評量的命題方式，設計前後測題項，測驗學生對於所學內容是屬於「知道」、「理解」、或「轉用」的層次。

(2) 科學方法：參考王尊信（2011）所指出的科學方法必須遵循以下步驟：仔細觀察、形成理論(提出假說)、推論(比較、歸納、演繹)、實驗驗證，透過課程不同階段的形成性評量分數，由教師評估學生是否逐漸獲得推論與批判、解決問題等整合性科學思維。

(3) 科學態度：邱美虹等（2002）將科學相關的態度（Attitude Related to Science, ARS）區分成科學的態度（Science Attitude, SA）、對科學的態度（Attitude Towards Science, ATS）兩大向度，並編定科學態度量表。其中 SA 的子向度包含好奇並持續懷疑、細心觀察、謹慎思辨、求真求實、尊重事實並謙虛客觀、了解科學探索的意義、責任感、具創造力等八個向度因子；ATS 的子向度包含科學的社會意義、對科學的職業興趣、對科學探索的興趣的三個向度因子。由於本研究之對象為醫學大學通識課程「材料與生活」之修課學生，因此「對科學的職業興趣」向度因子較不適用，此外，SA 科學的態度，部分內容包含技能構面的科學方法內容，例如：細心觀察、謹慎思辨等，為聚焦於情意構面之學習成效研究，將保留情意構面相關題項並針對課程內容作部分編修（如表 2）。

表 2：科學態度量表

向度	子向度	題項
科學的態度	好奇並持續懷疑	我覺得自己對於周遭一切事物充滿好奇心
		我喜歡參觀科學方面的博物館及相關活動
		我習慣對於自然現象的問題追根究底
	尊重事實並謙虛、客觀	我十分注意自己由實驗的證據對於自然現象的解釋
		對自然的問題，我願作多方面檢討，並考慮各種可能的解答
		我可以接受別人所提供與自己意見不同的事實證據
	瞭解科學探索的意義	當對自然現象發現疑問時，我會收集資料或請教專家，加以釐清
		我會重視研究活動的方法和步驟
對科學的態度	責任感	雖然其他同學早已完成實驗時，我仍然按步就班的完成實驗
		在共同研究的活動中，我會負責完成自己該做的部分
		課堂指定的作業，我會盡力做好
	科學態度的創造力	對於研究工作，我會擬訂計畫
		我曾不斷的探索某些問題，新奇感消失後仍繼續探索
		對於未經證實的科學現象，我會思考可能的狀況
	科學的社會意義	我認為科學對於日常生活是非常有意義的
		我認為科學對於解決日常生活上的問題是很用的
		我認為科學發明對於改善我們的生活水準是很有幫助的

對科學探索 的興趣	我認為科學是一個快樂的學習主題 我認為在課堂教授的科學知識是令人感興趣的 我認為科學科目是很容易從日常生活學習的科目
--------------	--

科學探究在科學教育中是十分重要的一環，108 新課綱亦引入「科學探究與實作」促使學生探索生活化與情境化之問題，並從中學習科學知能與培養問題解決能力。而科學探究要素和探究活動的層次分類，最早由 Schwab 與 Brandwein（1962）將科學探究活動區分為開放式探究(open inquiry)和引導式探究(guided inquiry)，然而鐘建坪（2010）研究發現，資賦優異的學生比較能夠進行較為開放式的發現探究學習，而一般能力的學生則需要更多的教師協助才能達成此一目標，故大部分的學生需要教師的引導，方可達成目標。顧炳宏等（2011）則將 Hegarty-Hazel（1986）探究活動開放程度製作成分類表，如表 3，由表可知從問題、實驗器材、方法、答案的提供或開放，將逐步提升科學探究的層次。

表 3：Hegarty-Hazel (1986)探究活動開放程度分類表

層次	問題	實驗器材	方法	答案	名稱
0	提供	提供	提供	提供	驗證式實驗
1	提供	提供	提供	開放	引導式探究
2a	提供	提供	開放	開放	開放引導式探究
2b	提供	開放	開放	開放	開放引導式探究
3	開放	開放	開放	開放	開放式探究

3. 研究問題

科學探究在科學教育中是十分重要的一環，108 新課綱亦引入「科學探究與實作」促使學生探索生活化與情境化之問題，並從中學習科學知能與培養問題解決能力。本研究目的在於提升學生之科學素養，透過課堂講授材料與生活相關之原理及應用，提升學生於認知構面的科學概念；將課程導入之科普實作，提升學生於技能構面的科學方法能力；將科學探究精神融入教學中，並根據 PISA 於科學素養的評量向度，透過生活化、情境化的問題，將科學探究融入教學，使用引導式探究教學，由教師提供與食衣住行育樂相關之材料科學問題，學生進行探究活動以便找出答案與結果，提升學生於情意構面的科學態度。

4. 研究設計與方法

「材料與生活」之教學方法包含以下五個部分：1.教師講述、2.課堂討論、3.視聽教學、4.分組報告、5.科普實作。期末報告主題將設定在包含食衣住行育樂相關之主題，如：「用吃的膠原蛋白有用嗎？！」、「家裡客廳燈管是否須更換為 LED 燈」、「住家屋頂加裝太陽能板是否能自給自足供電呢？」、「生質能源是危機還是轉機」等，符合 PISA 於科學素養的評量向度，需包含了科學與科技的生活情境，透過生活化、情境化的問題，

將科學探究融入教學，由教師提供問題，學生進行探究活動以便找出答案與結果，亦屬於開放引導式探究。課後再進行問卷調查，以了解學生學習成效是否有所差異。

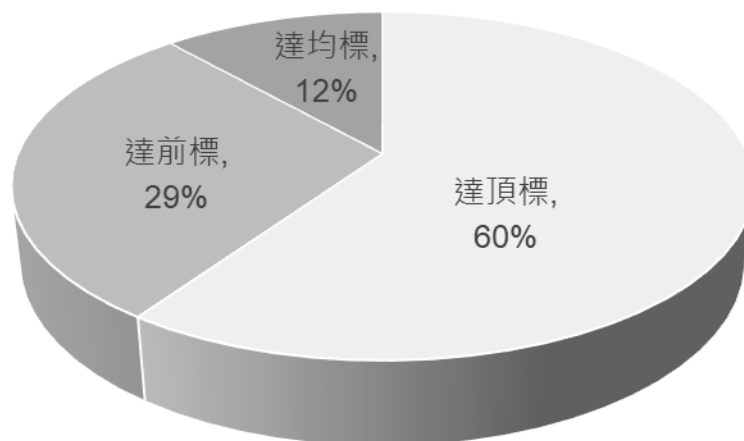
此外，期初期末亦進行科學態度量表施測，科學態度量表根據研究對象屬性，編修邱美虹（2002）所開發之科學態度量表，並李克特量表（五點量表），選項由非常不同意、不同意、不確定、同意、非常同意等五個選項，給予 1 分～5 分，再分別將相同子向度題項得分加總計算，再分別計算 SA 科學的態度、ATS 對科學的態度得分。再以每月學習心得收集質化之評價資料。研究假設透過課堂講授材料與生活相關之原理及應用，可提升學生於認知構面的科學概念；將課程導入之科普實作，可提升學生於技能構面的科學方法能力；將科學探究融入教學中，使用引導式探究教學，可提升學生於情意構面的科學態度。

5. 教學暨研究成果

110 學年度選課確認後，即針對選修通識課程「材料與生活」之 57 位學生進行問卷調查，由於是通識課程，研究對象相當多元，共計有 13 個科系學生選課，而該校大學部共有 19 個科系，約略涵蓋全校三分之二科系學生。年級介於大一至大三：大一 20 人、大二 32 人、大三 5 人，醫學大學大三以上學生選修通識課程之比例確實較低，與過去研究相似，顯見其為常見現象。課前全部有效問卷共計 52 份（自然科檢定標準達頂標 31 位、達前標 15 位、達均標及其他 6 位），回收率 91%。

本研究根據上述研究對象填答之問卷資料，進行學習成效之相關分析，首先分析學生之自然科學先備能力，如圖 1 所示。根據大學入學考試中心提供資料，頂標成績為位於第 88 百分位數之考生級分；前標成績為位於第 75 百分位數之考生級分；均標成績位於第 50 百分位數之考生級分。由圖 1 可知，修課學生之自然科檢定標準達頂標佔 60%、達前標佔 29%、達均標及其他 12%，顯示醫學大學學生之自然科學先備能力約達九成具有前標之水準。相較於 109 年「材料與生活」之修課學生約七成五具有前標之水準，至 110 學年已有近九成具有前標以上之水準，故學生的自然科學先備能力逐年提高，課程內容的知識乘載度也須與時俱進，以符合學生課程需求及期待。

圖 1：110 學年通識課程「材料與生活」學生之自然科學先備能力。



本研究問卷以李克特量表（五點量表）讓學生於課前課後自評描述對於問題了解或同意的程度（非常不同意/了解、有些不同意/了解、無意見、有些同意/了解、非常同意/了解），由於研究對象背景不同，故調查不同自然科知識背景學生之認知（材料科學範疇）、技能（UCAN 問題解決、UCAN 創新）與態度（科學態度量表）。題項分述如下：

(1) 材料科學範疇之認知調查題項如下，課前問卷 Cronbach α 信度係數為 0.91

1. 我了解材料科學的範疇、
2. 我了解材料與生活的相關性、
3. 我對報章媒體所介紹的材料新聞、

(2) UCAN 問題解決能力題項如下，課前問卷 Cronbach α 信度係數為 0.89

1. 系統化的收集與發生狀況相關的資訊、
2. 能根據事實證據、謹慎評估並合理判斷可能的問題所在、
3. 能夠以系統化的方式釐清問題、
4. 透過各種管道蒐集相關資料及意見，提供解決問題的各種可能方案、
5. 能夠評估各種解決方案的利弊，找出最佳問題解決方案、
6. 能為可能發生的問題預作準備，找出解決問題可能需要的資訊

(3) UCAN 創新能力題項如下，課前問卷 Cronbach α 信度係數為 0.88

1. 能評估原來的作法，並提出有效改善、簡化服務、制度和流程的方法、
2. 不會侷限於原有的作法，能夠嘗試用新的方式達成目標或解決問題、
3. 能夠蒐集、分析及組織各方意見與想法，並提出嶄新的觀點或見解、
4. 能提出新穎且具體可行的產品或服務構想、
5. 能夠想像及預測可能的新趨勢及發展、
6. 能夠在任務進行中保持彈性

(4) 科學態度量表題項，詳如表 2，包含 SA 科學的態度以及 ATS 對科學的態度，Cronbach α 信度係數為 0.93 與 0.89，根據吳統雄（1985）指出的信度分析方法，Cronbach α 信度係數可評量內容一致性，且 $0.7 < \alpha \leq 0.9$ 已達中上信度，故上述問卷以達中上信度，皆可進行後續分析。

由於達均標組別僅有 6 人，量化分析時的樣本數太少將導致資料的不穩定，以達均標組 $n=6$ 為分母，一個樣本的影響資料統計的穩定度最大為 17%；達前標組 $n=15$ 為分母，一個樣本的影響資料統計的穩定度最大為 7%，達頂標組 $n=31$ 為分母，一個樣本的影響資料統計的穩定度最大為 3%。故均標組中其一個樣本會影響統計資料跳動高達 17%，樣本數不足會造成統計推論不確定性增加，因此後續研究將不列入均標組之相關分析。

針對不同自然科學先備能力之學生，先進行單因子變異數分析（Analysis of Variance, ANOVA），課前問卷詳細的顯著差異分析結果如表 4 所示。材料科學認知前測結果，達頂標之量值為 3.04 ± 1.02 、達前標之量值為 3.02 ± 0.58 ，且不具顯著差異（ $p = 0.94$ ）。UCAN 問題解決前測結果，達頂標之量值為 3.78 ± 0.52 、達前標之量值為 3.77 ± 0.41 ，且不具顯著差異（ $p = 0.91$ ）。UCAN 創新前測結果，達頂標之量值為 3.56 ± 0.36 、達前標之量值為 3.67 ± 0.57 ，且不具顯著差異（ $p = 0.57$ ）。SA 科學的態度前測結果，達頂標之量值為 3.97 ± 0.45 、達前標之量值為 4.06 ± 0.37 ，不具顯著差異（ $p = 0.39$ ）。ATS 對科學的態度前測結果，達頂標之量值為 4.09 ± 0.56 、達前標之量值為 4.11 ± 0.53 ，不具顯著差異（ $p = 0.91$ ）。

材料科學認知前測平均數值為 3.04 ± 0.97 ；UCAN 問題解決前測平均數值為 3.78 ± 0.62 ；UCAN 創新前測平均數值為 3.60 ± 0.73 ；SA 科學的態度前測平均數值為 4.01 ± 0.74 ；ATS 對科學的態度前測平均數值為 4.10 ± 0.72 。由表 4 可知不同自然科學先備能力之學生在認知、技能、態度不同向度均不具統計上之顯著差異，故學生的自然科學先備能力雖有所差異，各組別數值亦不相同，但可將兩組視為相同起點行為之群體進行分析。

表 4：課前問卷之單因子變異數分析(ANOVA)

向度	子向度	達頂標	達前標	課前平均值±標準差	p 值
認知	材料科學認知	3.04 ± 1.02	3.02 ± 0.58	3.04 ± 0.97	0.94
技能	UCAN 問題解決	3.78 ± 0.52	3.77 ± 0.41	3.78 ± 0.62	0.91
	UCAN 創新	3.56 ± 0.36	3.67 ± 0.57	3.60 ± 0.73	0.57
態度	SA 科學的態度	3.97 ± 0.45	4.06 ± 0.37	4.01 ± 0.74	0.39
	ATS 對科學的態度	4.09 ± 0.56	4.11 ± 0.53	4.10 ± 0.72	0.91

課後問卷詳細的顯著差異分析結果如表 5 所示。材料科學認知後測結果，達頂標之量值為 4.25 ± 0.63 、達前標之量值為 3.83 ± 0.50 ，且不具顯著差異 ($p=0.08$)。UCAN 問題解決前測結果，達頂標之量值為 4.30 ± 0.55 、達前標之量值為 4.15 ± 0.53 ，且不具顯著差異 ($p=0.36$)。UCAN 創新前測結果，達頂標之量值為 4.19 ± 0.61 、達前標之量值為 4.03 ± 0.61 ，且不具顯著差異 ($p=0.35$)。SA 科學的態度測結果，達頂標之量值為 4.40 ± 0.59 、達前標之量值為 4.25 ± 0.48 ，不具顯著差異 ($p=0.36$)。ATS 對科學的態度前測結果，達頂標之量值為 4.46 ± 0.53 、達前標之量值為 4.43 ± 0.45 ，不具顯著差異 ($p=0.57$)。

材料科學認知後測平均數值為 4.13 ± 0.62 ；UCAN 問題解決後測平均數值為 4.26 ± 0.50 ；UCAN 創新後測平均數值為 4.14 ± 0.61 ；SA 科學的態度後測平均數值為 4.35 ± 0.56 ；ATS 對科學的態度後測平均數值為 4.45 ± 0.50 。由表 2 可知不同自然科學先備能力之學生在認知、技能、態度不同向度不具統計上之顯著差異，故學生的自然科學先備能力雖有所差異，各組別數值亦不相同，但課後的學習成效具有相同的表現程度。

表 5：課後問卷之單因子變異數分析(ANOVA)

向度	子向度	達頂標	達前標	課後平均值±標準差	p 值
認知	材料科學認知	4.25 ± 0.63	3.83 ± 0.50	4.13 ± 0.62	0.08
技能	UCAN 問題解決	4.30 ± 0.55	4.15 ± 0.53	4.26 ± 0.50	0.36
	UCAN 創新	4.19 ± 0.61	4.03 ± 0.61	4.14 ± 0.61	0.35
態度	SA 科學的態度	4.40 ± 0.59	4.25 ± 0.48	4.35 ± 0.56	0.36
	ATS 對科學的態度	4.46 ± 0.53	4.43 ± 0.45	4.45 ± 0.50	0.57

綜合表 4 與表 5，可知在認知、技能與態度三個向度中，態度向度在課前的平均值最高並高於 4 分以上，經過教學活動對於認知向度的提升幅度最大(課前 3.04 ± 0.97 、課後 4.13 ± 0.62)，技能向度的提升幅度次之，而態度向度的提升幅度最小。為了解科學態度

的子向度表現，表 6 為科學態度量表之課後統計，SA 科學的態度之所有題項中，分數最低的一項為子向度「好奇並持續懷疑」之「我習慣對於自然現象的問題追根究底(4.05 ± 0.78)」；ATS 對科學的態度之所有題項中，分數最低的一項為子向度「科學態度的創造力」之「我曾不斷的探索某些問題，新奇感消失後仍繼續探索(3.88 ± 0.85)」。此兩項表現皆與學生對於事物的追根究底的探究精神相關，可知如能培養學生對於事物的好奇之探究精神將有助於提升整體科學態度的表現。

表 6：科學態度量表之課後統計

向度	子向度	題項	平均值±標準差
科學的態度	好奇並持續懷疑	我覺得自己對於周遭一切事物充滿好奇心	4.40 ± 0.63
		我喜歡參觀科學方面的博物館及相關活動	4.10 ± 0.78
		我習慣對於自然現象的問題追根究底	4.05 ± 0.78
	尊重事實並謙虛、客觀	我十分注意自己由實驗的證據對於自然現象的解釋	4.28 ± 0.72
		對自然的問題，我願作多方面檢討，並考慮各種可能的解答	4.30 ± 0.72
		我可以接受別人所提供與自己意見不同的事實證據	4.53 ± 0.64
	瞭解科學探索的意義	當對自然現象發現疑問時，我會收集資料或請教專家，加以釐清	4.23 ± 0.83
		我會重視研究活動的方法和步驟	4.38 ± 0.84
		雖然其他同學早已完成實驗時，我仍然按步就班的完成實驗	4.48 ± 0.68
	責任感	在共同研究的活動中，我會負責完成自己該做的部分	4.58 ± 0.59
		課堂指定的作業，我會盡力做好	4.63 ± 0.59
		對於研究工作，我會擬訂計畫	4.33 ± 0.69
對科學的態度	科學態度的創造力	我曾不斷的探索某些問題，新奇感消失後仍繼續探索	3.88 ± 0.85
		對於未經證實的科學現象，我會思考可能的狀況	4.28 ± 0.82
	科學的社會意義	我認為科學對於日常生活是非常有意義的	4.65 ± 0.58
		我認為科學對於解決日常生活上的問題是很用的	4.60 ± 0.59
		我認為科學發明對於改善我們的生活水準是很有幫助的	4.68 ± 0.57
	對科學探索的興趣	我認為科學是一個快樂的學習主題	4.45 ± 0.60
		我認為在課堂教授的科學知識是令人感興趣的	4.53 ± 0.64
		我認為科學科目是很容易從日常生活學習的科目	4.53 ± 0.68

為了解自然科學先備能力對學習成效之預測力為何？首先利用皮爾森積差相關檢驗自然科學先備能力、認知（材料科學認知）、技能（UCAN 問題解決、UCAN 創新）與態度（科學態度量表）三種向度之學習成效的相關性，自然科學先備能力與三種向度學習成效之皮爾森積差相關係數如表 7 所示。研究結果顯示自然科學先備能力僅與三種向度學習成效中的材料科學認知有低度相關但不具顯著差異（ $r=0.31, p=0.052$ ），且自然科學先備能力與 ATS 對科學的態度缺乏相關（ $r=0.03, p=0.854$ ），顯見不論自然科學先

備能力如何，皆能具有良好的 ATS 對科學的態度。此外，三種向度之學習成效彼此之間皆具有中高度的顯著正相關。

表 7：自然科學先備能力與三種向度學習成效之皮爾森積差相關係數表

	自然科學 先備能力	材料科學 認知	UCAN 問題解決	UCAN 創新	SA 科學態度	ATS 對科學的態度
自然科學先備能力	1					
材料科學認知	.31	1				
UCAN 問題解決	.13	.69***	1			
UCAN 創新	.12	.69***	.92***	1		
SA 科學態度	.12	.67***	.82***	.83***	1	
ATS 對科學的態度	.03	.51***	.67***	.64***	.83***	1

註：***： $p < 0.001$ 。

由表 7 可知，皮爾森積差相關係數最高的為 UCAN 創新與 UCAN 問題解決之皮爾森積差相關係數為 0.92，具有高度相關性，UCAN 問題解決共通職能定義為遇到狀況時能釐清問題，透過系統化的資訊蒐集與分析，提出解決方案。UCAN 創新共通職能定義為在有限的資源下，不侷限既有的工作模式，能夠主動提出新的建議或想法，並落實於工作中。依據過去研究指出（黃茂在、陳文典，2004）問題解決能力的評量可以根據面對問題的態度、處理問題的方式、問題解決的品質三個項目作評測，故 UCAN 創新可視為 UCAN 問題解決能力中對於處理問題的方式的進階能力展現，且問題解決首重對問題的態度，也呼應本研究對於聚焦於科學態度之探索，在問題解決能力與創新之間，科學態度是否扮演中介變項的角色？也就是說，表面上為問題解決能力影響創新，問題解決能力對創新有影響效果，而加入科學態度的中介變項分析後，則可以澄清科學態度是否更能解釋與預測創新能力的展現，也就是該影響效果是否透過科學態度來達成的？

首先檢驗科學態度是否為 UCAN 問題解決與 UCAN 創新之間的中介變項。是以，先確認 UCAN 問題解決、UCAN 創新及科學態度三者彼此間關係達顯著水準，再透過迴歸分析來檢驗科學態度是否為中介變項。UCAN 問題解決對 SA 科學態度的關係為 0.82，UCAN 問題解決對 ATS 對科學的態度的關係為 0.67，UCAN 問題解決與科學態度之間確實具有顯著相關，而且均達統計檢驗上的顯著水準（*** $p < 0.001$ ），UCAN 問題解決的增值，也能觀察到 SA 科學態度與 ATS 對科學的態度的增加。SA 科學態度對 UCAN 創新的關係為 0.83，ATS 對科學的態度對 UCAN 創新的關係為 0.64，UCAN 創新與科學態度之間確實具有顯著相關，而且均達統計檢驗上的顯著水準（*** $p < 0.001$ ），SA 科學態度與 ATS 對科學的態度增值，也能觀察到 UCAN 創新的增加。

以 UCAN 創新為結果變項進行迴歸，首先，在模式一中將 UCAN 問題解決納入迴歸式中，檢視 UCAN 問題解決的 β 值及總變異量；而後模式二則投入 UCAN 問題解決並納入 SA 科學態度與 ATS 對科學的態度，檢視其中重要變項的 β 值顯著性與改變，以及總解釋變異量的增加。就預測 UCAN 創新而言，結果如表 8 模式一的自變項 UCAN 問題解決的標準化迴歸係數達顯著水準（ $\beta = 1.04$, *** $p < 0.001$ ），而對照模式二再加入 SA

科學態度與 ATS 對科學的態度時，原先 UCAN 問題解決的 β 值仍達顯著水準但是明顯下降 ($\beta=0.85$, *** $p < 0.001$)，而科學態度中僅有 SA 科學態度的 β 值達顯著水準 ($\beta=0.33$, * $p < 0.05$)；再檢視二個模式的預測效果，二個模式的 F 考驗均達顯著性，模式一中 UCAN 問題解決可以解釋 UCAN 創新總解釋變異量為 85%，模式二總解釋變異量為 87%，提升了 2% 的解釋量，顯示 SA 科學態度具有部分中介效果。意即當加入兩種科學態度成分之後，原有的 UCAN 問題解決預測力變弱但是仍達顯著水準，而兩種科學態度成分則僅有 SA 科學態度達顯著水準，故 SA 科學態度為部分中介，故可以由 UCAN 問題解決與 SA 科學態度二者共同預測 UCAN 創新，此項分析結果也呼應本研究在認知、技能與態度三個向度中聚焦於提升科學態度的重要性。

表 8：UCAN 問題解決與科學態度對 UCAN 創新的迴歸分析

自變項	UCAN 創新	
	模式一	模式二
UCAN 問題解決	1.04***	0.85***
SA 科學的態度		0.33*
ATS 對科學的態度		-0.15
R ²	0.85	0.87
ΔR^2		0.02
F 值	223.14***	82.13***

註：*： $p < 0.05$ 、***： $p < 0.001$ 。

質性資料則以學生每月心得進行主題分析，觀察學生每月最印象深刻的內容，圖 2~圖 4 為學生 10~12 月心得之主題分析編碼之層次結構圖。表 9~表 11 顯示學生 10~12 月心得的統計與編碼佐證資料。

圖 2：學生 10 月心得之主題分析編碼之層次結構圖

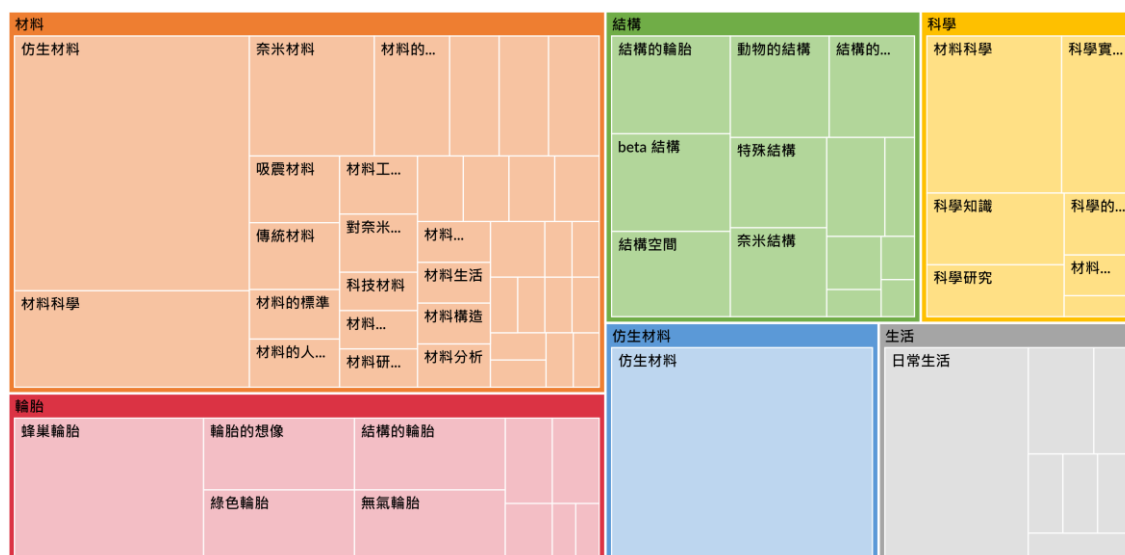


圖 3：學生 11 月心得之主題分析編碼之層次結構圖

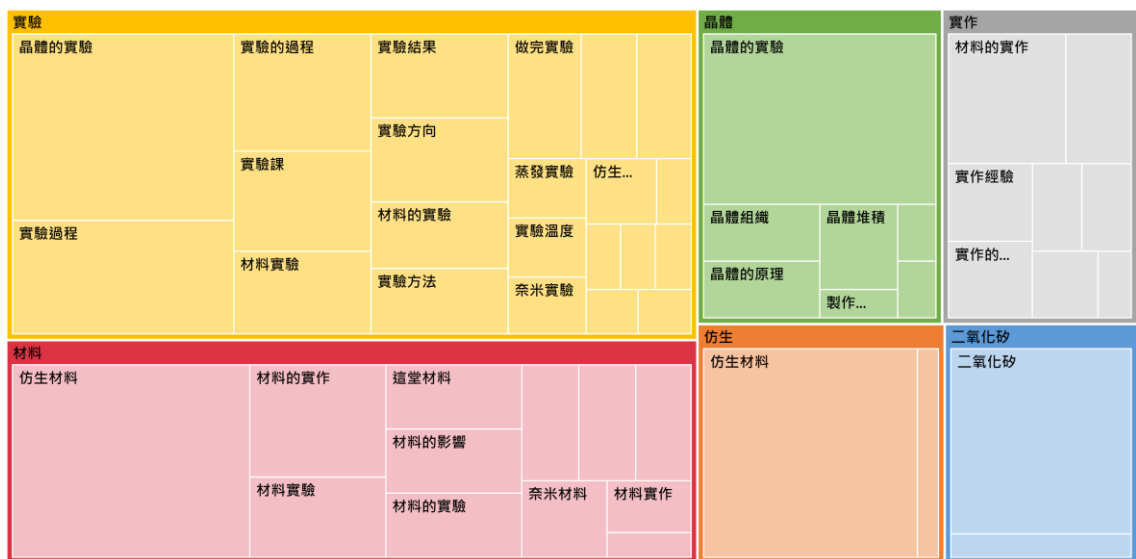


圖 3：學生 12 月心得之主題分析編碼之層次結構圖

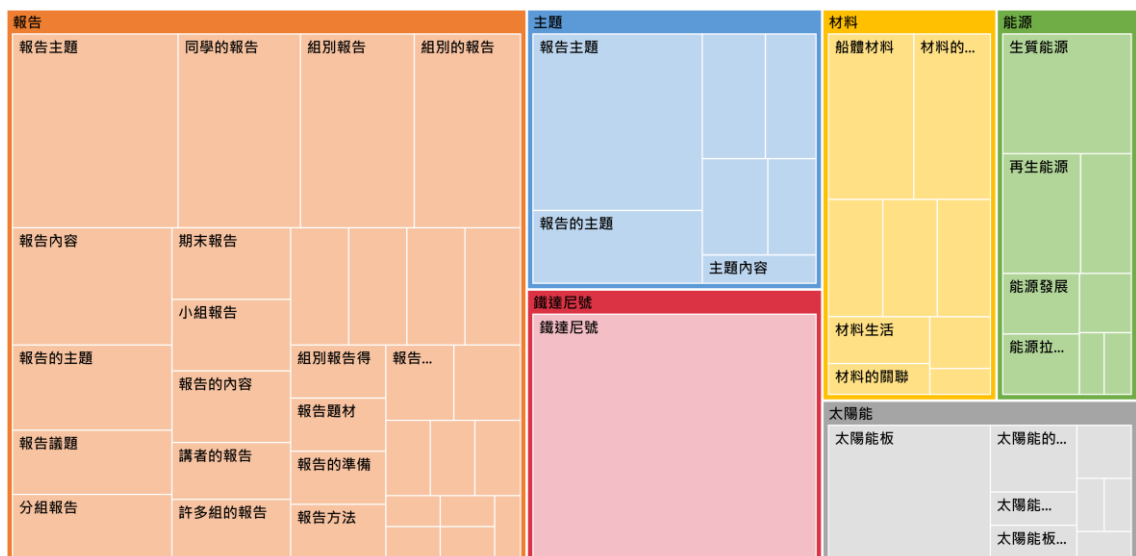


表 9：學生 10 月心得之主題分析統計與編碼佐證資料

編碼範例	次數	佐證資料
材料	55	材料的分類分為四種，當中的韌性和延展性不同：金屬，陶瓷，複合材料和高分子。人工合成的物質充斥在現代世界，最起始的金屬是青銅器，現代我們高雄的營造業除了製作鋼鐵業還有合金產業等，現代文明的演進與材料科學的關係密不可分。現代還研發出一種特殊的可分解聚合物的新塑膠，具有生物可分解性，還可以幫忙人體內組織恢復傷口迅速，此為材料與醫學的科技結合。(藥學系，潘 OO)
生活	13	這一個月的課程讓原本對材料科學一無所知的我開始有了些初步的概念。日常生活中舉目所及其實都和材料有關，但卻很少人認真關注它。修了這門課之後，現在出去買東西只要看到「奈米材料」等關鍵字眼睛都會特別為之一亮，不再只是盲目地聽從銷售員的推銷，自己也開始有些基本的概念，覺得這是收穫最多的部分。(醫學系，王 OO)
結構	13	此外老師又講到了柚子帽的概念，柚子因為長在樹上，成熟後會掉落到地上，然後即使沒人採摘而讓其自然掉落，柚子也不會壞掉，可說是十分堅固。我也沒想到連這種日常生活中的食物也能做為模仿的對象，不禁使我讚嘆大自然的神奇與奧妙。運用這種拉脹結構可以讓防護力顯著的提升，像是 BMW 這種知名車廠也將其概念運用在車殼上來增強防護力，更衍生了像是安全帽等等的防護產品，著實令我大開眼界。(醫學系，廖 OO)
輪胎	13	為什麼會有蜂巢輪胎呢?因為我們家的車已經被鐵釘搓破了好多次，每次想起來都還是好氣憤，怎麼會有人鐵釘掉到地上也不撿起來，真的很過分，聽到又要花好多錢換輪胎時真的很生氣!有了這個蜂巢輪胎，以後再也不用換輪胎了，想了心情就很美好。(醫學系，吳 OO)
仿生材料	12	在這個月的課程中，我最有興趣的主題是仿生材料中的鯊魚皮泳裝。我曾經去過海生館摸過鯊魚，當時就覺得鯊魚皮順著摸很正常，倒著摸就刺刺的，感覺很有趣，上了課才知道原來他有這樣的功能，大自然真的還有很多值得我們學習的地方。(護理系，王 OO)
科學	11	十月的課程最讓我印像深刻的就是氣凝膠的主題，它阻止熱傳導的行能實在令人印像深刻，而且外形十分奇特，讓人無法想像摸起來是什麼感覺，相信在未來它在科學的應用上，例如物質的保存能夠有更近一步的發展，期待十一月能學習到更多有關材料科學的知識!(醫化系，盧 OO)

表 10：學生 11 月心得之主題分析統計與編碼佐證資料

編碼範例	次數	佐證資料
實驗	36	此次最令我印象深刻的是進到實驗室，這大概是第一次看到有通識課會帶學生進實驗室，並且做了一個真的十分有趣的實驗，奈米粒子跟光子晶體是高中時期常常聽老師談論(上課)說到的，但現在能看到實物並且完成實驗數據，真的覺得挺不可思議的。(護理系，王 OO)
材料	22	這個月的課程我們主要聚焦在仿生材料的實作當中，在實驗的過程中需要考慮到不同因素對於材料的影響，也需要改變不同的條件去尋找最優的堆積狀況。實驗非常有趣，我們也做出了不同的成品，雖然結果不甚理想，但也是一次有趣的經驗。(牙醫系，邱 OO)
晶體	11	這個月的課程主要著重在實驗室的實作課程，所以我比較深刻的地方是先理解本次實驗的原理，例如：蝴蝶翅膀光子晶體堆積。之後老師給我們 SiO ₂ 粒子進行實驗，這也是我在高醫第一次進行物理相關實驗，所以感覺很新鮮。而最後看到各組的成品，以及光度計的使用，讓我可以觀察微觀世界組成的意義。(醫技系，蔡 OO)
實作	10	這個月最令我印象深刻的課程是實作部分！實作課程是二氧化矽奈米球的製作，老師給大家很大的發揮空間，可以自由調配溫度、濃度，讓我們可以進行嘗試，不過時間稍嫌不足，因此溫度較低的做法會來不及，或是想再多方嘗試也比較受限，不過透過各組的分享彌補了嘗試次數有限的問題，很開心大家都不吝於分享，讓我們獲得很多下次該如何改善的想法！(牙醫系，鐘 OO)
仿生	8	本月印象最深的內容就是兩次的實作課了，雖然老師上課已經有放影片並且講解仿生材料的原理及應用等等，但經過實作才使得印象更深刻也更了解其原理。從第一次實作大家都迷迷糊糊的不知該從何下手，卻仍誤打誤撞做出了一個勉強看得出結構色的成品，到聽完各組的心得報告並從頭開始改正缺失、修正沒注意到的小細節後交出更漂亮成果的第二次實作，不僅學習到了如何製作仿生材料，更獲得了許多在科學研究方面該有的態度及精神。(運醫系，江 OO)
二氧化矽	7	這個月做了二氧化矽的結構色的成色實驗，也在每一次的實驗後進行檢討，討論每一次實驗過程中的過程有沒有任何做不好的地方，並和各組分享交流，我也從別組的分享中學到了很多。(運醫系，劉 OO)

表 11：學生 12 月心得之主題分析統計與編碼佐證資料

編碼範例	次數	佐證資料
報告	50	這個月的課程主要聚焦在各組的期末報告上，老師的課程安排非常有趣，除了研究自己組內的主題外，還必須對他組的報告提供回饋及提問，這讓我們對每個主題都能夠有一定的認知，達到全面的學習，可以說是很令人難忘的學習經驗，其中，我們的主題-生質能源是最令我印象深刻的，這次報告的準備讓我了解到生質能源的發展現況及遭遇到的瓶頸，對這個新興的能源有了更進一步的認識。(醫化系，盧 OO)
鐵達尼號	15	這個月，我聽了許多組的報告，其中，令我印象最深刻的，是一組關於鐵達尼號沈船與材料關係的報告。聽完之後，解開了許多我從小看完鐵達尼號這部電影後的疑問，例如為何船會從中間折斷？什麼樣的船體材料會導致沈船？...等，不勝枚舉，而老師最後的講解、最後的總結也如同畫龍點睛一般，完美的詮釋了所有內容，總之，令我獲益良多，這堂課給了我一個充實的十二月！(牙醫系，吳 OO)
能源	14	本月最印象深刻的內容是準備我們組的報告，我們的主題是太陽能在住家是否能自給自足，很感謝組員們大家都很熱心也很認真完成報告！聽完能源相關的報告，我最大的感悟是雖然再生能源聽起來比較環保，但是付出的成本，犧牲的土地可能是其他貧窮人民的糧食來源，該如何權衡實在是個難題。(牙醫系，鐘 OO)
太陽能	13	這個月聽了許多的報告，其中有關太陽能的報告最讓我感到印象深刻，近年來全世界都在推動綠能相關產業及技術，我也一直認為太陽能是非常環保的發電方式，然而透過這次的報告後才知道其實沒有那麼的環保，在台灣也並不那麼適用這項技術來發足夠全國人民使用的電且效益不大，另外，太陽能板的原料也是一些我從不知道的材料種類。(運醫系，江 OO)
材料	12	這個月聽了許多組別的報告讓我增加了許多知識並且對於問題的探討有更多的想法。我們這組的報告主題是鐵達尼號沉沒與材料的關係，其實我之前並沒有特別關注這起事件，也沒有看過電影，不過藉由這個機會讓我在查找資料的過程中慢慢了解整個事件的經過與造成沉船的主因，我覺得很有意義。除了可以了解現在科學的技術發展與外，也讓我開始去關注這些報告議題，雖然這些主題其實就存在於生活周遭，只是我們總是缺少深入探究的好奇心以及求知的熱情。(公衛系，紀 OO)
主題	11	這個月主要都是各個組別報告不同的主題，大家對各個主題的探討都很詳細也很有趣。我能從大家的報告內學習到不一樣的東西，更能從中學學習有什麼報告呈現方式可以使我們的報告更有趣或是更加吸引大家的目光。在跟組員一起準備報告的時候我們幾個的意見有摩擦也有默契，很高興可以認識大家。(運醫系，蘇 OO)

由圖 2 與表 9 可知學生 10 月心得中印象最深的主題由分別為「材料」、「結構」、「科學」、「輪胎」、「仿生材料」、「生活」。顯示學生可從課程學習各種材料主題，學生能從一無所知到具有基本概念，並期待未來能學習到更多有關材料科學的知識，亦能從中反思與生活相關的經驗，或是與在地相關的議題，更了解大自然真的還有很多值得學習的地方。可知 10 月課程中可涵蓋本課程「材料與生活」之主軸內容，課程也帶入材料科學相關介紹，不但能讓學生留下深刻印象，對於學生於認知構面之學習成效有所助益。

由圖 3 與表 10 可知學生 11 月心得中印象最深的主題由分別為「實驗」、「材料」、「晶體」、「實作」、「仿生」、「二氧化矽」，顯示學生可從通識課程獲得進入實驗室的特殊經驗，透過實際操作奈米粒子跟光子晶體的堆疊實驗，將課本上的理論化為實際成品，不僅能讓學生留下深刻印象，可以自由調配溫度、濃度的引導式探究實作過程，學生進行嘗試與討論及製程設計，也能獲得了許多在科學研究方面該有的態度及精神。可知 11 月課程中導入仿生材料之光子晶體實作內容，也帶入引導式探究實作過程，不但能讓學生留下深刻印象，對於學生於技能構面之學習成效有所助益。

由圖 4 與表 11 可知學生 12 月心得中印象最深的主題由分別為「報告」、「鐵達尼號」、「能源」、「太陽能」、「材料」、「主題」，顯示學生除了研究自己組內的主題外，還必須對他組的報告提供回饋及提問，除了反思相關議題之外，並能開始去關注這些報告議題，對每個主題都能達到全面的學習，並能覺察其中需要深入探究的好奇心以及求知的熱情。可知 12 月課程中將科學探究融入教學，使用引導式探究教學，由教師提供與食衣住行育樂相關之材料科學問題，學生進行探究活動以便找出答案與結果，不但能讓學生留下深刻印象，對於學生於態度構面之學習成效有所助益。

6. 建議與省思

通識課程「材料與生活」導入具科學探究精神之教學活動，科學的態度(SA)前測平均數值為 4.01 ± 0.74 、後測平均數值為 4.35 ± 0.56 ；對科學的態度(ATS)前測平均數值為 4.10 ± 0.72 、後測平均數值為 4.45 ± 0.50 ，顯示教學活動有助於提升學生的科學態度。此外，UCAN 創新與 UCAN 問題解決具有高度相關性 ($r = 0.92$, $***p < .001$)，以 UCAN 創新為結果變項進行迴歸，UCAN 問題解決的標準化迴歸係數達顯著水準 ($\beta = 1.04$, $***p < .001$)，再加入 SA 科學的態度與 ATS 對科學的態度時，僅有 SA 科學的態度的 β 值達顯著水準 ($\beta = 0.33$, $p < .05$)，顯示 SA 科學的態度具有部分中介效果，故可以由 UCAN 問題解決與 SA 科學的態度二者共同預測 UCAN 創新。而 SA 科學的態度之所有題項中，分數最低的一項為子向度「好奇並持續懷疑」之「我習慣對於自然現象的問題追根究柢 (4.05 ± 0.78)」，可知培養學生對於事物的好奇之探究精神將有助於提升科學態度的表現，同時也有助於預測學生之創新能力。學習評估及教學實踐研究是一個不斷演進的過程，目的在於課程、教學的持續改善。因此，本計畫之教學成果可提供本校或醫學體系大學院校之通識課程教師作為教學改善之參考。

二. 參考文獻

- 王尊信、洪連輝 (2011)。科學方法 (Scientific method)。2011 年 1 月 5 日，檢索自科學 Online 高瞻自然科學教學資源平台
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=19057>
- 吳京玲 (2011)。建構大學生核心能力架構之研究：分析學術界與產業界的觀點。通識教育學刊，7，9-38。<http://doi.org/10.6360/TJGE.201106.0009>
- 吳統雄 (1985)。態度與行為研究的信度與效度—理論、反應、反省。民意學術專刊，夏季號，47-66。
- 林樹聲。科學通識課程之設計與實施—以“現代科技爭議探討”課程為例。(2001) 通識教育季刊，8，109-134。[http://doi.org/10.6745/JGE.200106_8\(2\).0005](http://doi.org/10.6745/JGE.200106_8(2).0005)
- 邱美虹、洪振方、張俊彥、許瑛珺、黃福坤、楊芳瑩、劉嘉茹 (2002)。國民中小學九年一貫課程中國中階段自然科學學習評量系統之研究。行政院國家科學委員會研究計畫編號 NSC 90-2511-S-003-101-X3。台北市：行政院國家科學委員會。
- 黃芷翎 (2020)。通識課程「材料與生活」之學習成效初探：以高雄醫學大學為例。高醫通識教育學報，15，48-70。
- 黃茂在、陳文典 (2004)。「問題解決」的能力。科學教育月刊，273，21-41。
- 陳文典 (2005)。科學素養的內涵。2008 年 10 月 9 日，
檢索自 <https://phy.ntnu.edu.tw/~wdchen/pdf/book5/01.pdf>
- 張銘秋、謝秀月、徐秋月 (2009)。PISA 科學素養之試題認知成份分析。課程與教學季刊，13(1)，1-20。
- 張珮珊 (2018)。素養導向課程設計與實踐—以酵素科學探究與實作課程為例。中等教育，69(2)，142-156。[http://doi.org/10.6249/SE.201806_69\(2\).002](http://doi.org/10.6249/SE.201806_69(2).002)
- 簡麗賢 (2019)。108 新課綱讓你霧煞煞？四大面向搞懂科學考什麼。2019 年 7 月 25 日，
檢索自天下文化 <https://bookzone.cwgv.com.tw/topic/details/15453>
- 鐘建坪 (2010)。引導式建模探究教學架構初探。科學教育月刊。328，2-18。
[http://doi.org/10.6216/SEM.201005_\(328\).0001](http://doi.org/10.6216/SEM.201005_(328).0001)
- 顧炳宏、陳瓊森、溫嫻純 (2011)。從學生的表現與觀點探討引導發現式教學作為發展探究教學之折衷方案角色的成效—以密度概念為例。科學教育學刊。19(3)，257-282。<http://doi.org/10.6173/CJSE.2011.1903.0>
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Cognitive Domain.
- Hegarty-Hazel, E. (1986). Lab work. SET: Research information for teachers, number one.

Canberra, Australia: Australian Council for Education Research.

Schwab, J. J., & Brandwein, P. F. (1962). *The teaching of science: The teaching of science as enquiry*. Cambridge, MA: Harvard University Press.