

1. 研究動機與目的

材料科技在現代生活中扮演了重要的角色，當代科技的發展都與材料息息相關。為使同學了解生活中的各項科技知識，並結合所學，如普通物理學及實驗中所習得知之各項觀察及分析能力，了解材料科技對生活帶來的影響。故本計畫擬以學習者為中心，將材料科學及物理學之個別化與彈性化元素融入通識教育之正式、非正式及潛在課程，由材料科學的角度輔以物理學之角度切入，強化學生的學習廣度與深度，厚植學生多元思考及邏輯推理能力，進而具備跨領域溝通之基礎，並銜接本校獨具特色之進階物理課程。

本校為生醫主軸之醫學型大學，由於醫學之精妙，醫療領域之專業分工極其細微，亦使本校各專業系所皆獨具特色、各有所長，但由於各系所之專長皆不相同，是故各系所要求之基礎科學能力亦不相同，對於基礎學科也有相對應之規劃。由於醫療領域之專業分工精微，本校各系所要求之專業能力不同，所招收之學生程度差異亦大，由 105 學年之大學個人申請入學招生統計資料，各校系篩選標準一覽表顯示，本校醫學系、牙醫學系、藥學系之自然科檢定標準須達前標；心理系之自然科檢定標準須達後標；醫學影像暨放射科學系、公共衛生學系、物理治療學系、醫務管理暨醫療資訊學系、醫學社會學與社會工作學系未設標準外，其餘科系之自然科檢定標準達均標即可。故各專業系所之專長雖不相同，但仍應具備一定之數理基礎。

本校為提升學生自主學習、團體合作與學用合一精神，特訂定推動微學分要點，適用對象為本校各學院、系所、學位學程與通識教育中心。並可依其發展目標、學科性質與需要預先規劃，課程包括演講（活動）、實驗（實習、參訪、移地教學）、數位學習（遠距、網路教學）、實作研習營、工作坊或其他相關活動。故本計畫將以原有之通識課程（材料與生活）為基礎，開設進階之微學分課程（材料科技新知），微學分課程內容包含科普講座、實驗操作及多媒體實習等，使原有之 2 學分通識課程，加上 1 學分之微學分課程，進而延伸為深碗課程，從材料科學的觀點解析生活中的科技新知為主軸，透過額外增加之學分數，設計師生互動、引導學生討論之非講授類課程，如研究、實作等，以厚實學生自我學習份量為重點，力求專精而深研的課程規劃，以增加學生自主學習、深度思考，培養學生較高層次的學習與認知能力。

2. 文獻探討

對於學生之學習成效研究，王如哲（2005）指出，學習成效可解析為三種分類：第一可分為直接或間接，直接之學習成效是指學生在接受教育前後的實質變化，間接則是反應未來長期生涯之影響。第二可分為不同向度的改變，如 Bloom（1956）所提出之認知、技能與情意範疇。第三則是不同層級的成效，最小由一個班級、課程、乃至整個機構之成效評估。相較於一般綜合型大學，醫學大學之課程設計更著重專業證照導向，並由國家考試評估學生直接之學習成效，如葉玉和（2018）指出物理治療師證照考試具有篩選學生是否具有臨床專業操作與知識水準的主要功能，但通識課程隸屬於博雅教育之一環，將更注重學生未來長期生涯之影響。

而針對學習成果的評量，黃淑玲（2013）指出運用評量尺規，可避免評分者與被評者之間對於作業評分看法不一致，且具有下述幾項積極意義：一、將評分的心靈活動轉化為標準化的過程。二、評分結果引導教學方向與學習。學生學習如何評估自己和同儕的作業成品，可達到較高的認知層次外，更可幫助學生發展「後設認知」的能力面向。一如柯志恩（2004）指出的概念，利用後設認知導向之創造思考模式，培育具有創意的思維及問題解決能力的學生，讓學生透過認知歷程的認知進而產生「知識的知識」。劉曼君（2014）指出 Rubrics 是用於課程中，清楚界定學生學習成果的方式之一，由於知識和技術一般都有較明確的評量方式，例如考試、實作等，所以不見得會使用 Rubrics 進行評量。但針對軟實力，例如團隊合作、溝通能力等，大多缺乏固定、通用的驗證方式，則教師可利用 Rubrics 界定對這類能力的要求層面和標準。由於本課程之課程目標是了解生活中的各項材料科技，並了解材料科技對生活帶來的影響，因此，對於學生的課後心得，可參考 Rubrics 的評分方式，觀察內容與主題是否具有高度相關性、學生是否能正確地蒐集及判讀資料，並正確利用資料解決問題、以及小組成員是否能充分分工合作及討論。

表 1 107 學年某醫學大學之通識課程「材料與生活」之學習成效標準

核心能力	能力指標	學習成效標準
基礎能力（基礎力）： 能具備基本語言、數學與自然科學的素養，運用於實際生活、學習或工作，進而促進個人發展	能了解基礎學門的原理	能了解材料科學的基本原理
	能運用適當的數理知識或運算思維，對實務問題進行推論	積極參與課堂討論
創新思辨（思辨力）： 能針對所學，進行反思提問、論點分析與論證評估，建立創新思維與解決問題的方法。	能善用資源搜尋、分析資料，整合不同領域的知識	能善用資源搜尋、分析資料，整合不同領域的知識
終身學習能力（學習力）： 能因應社會變遷或個人發展需求，主動開拓多元化的學習管道，建立終身學習與運動的習慣。	能展現敬業態度與團隊精神	能分工完成團體報告

蘇錦麗（2009）指出學習成果的訂定，必須依據學校之教育目標、教師之課程目標加以撰寫與描述，故本課程之學習成效標準乃根據該校之核心能力指標擬定之（如表 1）。由於課程目標為了解生活中的各項材料科技，並了解材料科技對生活帶來的影響，因此課程設計多項與生活相關之材料科學議題，讓學生透過學習材料科學的基本原理，進而了解實際生活情境的應用，並對生活所見之材料科學實務問題進行推論，展現敬業態度與團隊精神，分工完

成團體報告，也能符合該校之通識教育核心能力之基礎力、思辨力、學習力的學習成效標準。史美瑤（2013）提出考試之外的評量方式，如果學習成效是使用「審核性」（auditive）的評量方法，最常見的就是期中、期末考試，直接以成績分數評量學生的學習成效。但是使用「教育性」（educative）的評量方法，可透過多層次的評量方式，提供學生靈活運用所學習的知識與技能。根據表 1 之學習成效標準，亦能符合上述之「教育性」的評量方法須考量的方向。

由於「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，黃俊儒（2008）指出目前國內科學教育亟需解決的問題，來自於「高成就」與「低成就」學生間科學學習成就的落差，故來自不同學院科系之學生，對於科學議題之理解差異將導致學習成效之落差，而由於醫療領域之專業分工精微，醫學大學各系所要求之專業能力各不相同，所招收之學生程度差異亦大，是以醫學大學所提供之通識課程，對於不同自然科學背景知識之學生，探究其學習成效之研究愈發重要。

3. 研究方法

根據以往學者（郭秋永，2011）研究指出，使用質量混合方法（mixed method）可整合質方法與量方法的優點，將有助於進一步勘探教學現場所收集的資訊，並分析學習成效。因此，為探討學生之學習成效，本研究採取質量混合方法，進行二階段資料分析：

第一階段：採用質性研究，針對修課學生學習歷程中之每月課程心得進行分析，以了解學生學習歷程之改變，並統計不同向度之相關次數。

（一）研究對象：本研究參與對象為 107 學年 68 位某醫學大學選修通識課程「材料與生活」之大學部學生，學生在選課確認後，便簽署研究參與者同意書，告知研究背景、研究目的、研究方法、程序及參與者需配合事項等。

（二）資料分析：質性資料為學生修課期間，透過校內數位學習平台，每月準時繳交之課程心得，每份心得最少 50~100 字以上。共收到 228 份準時繳交之每月課程心得（107 年 9 月共 59 份、107 年 10 月共 56 份、107 年 11 月共 56 份、107 年 12 月共 57 份），回收率 83.8%。學生的每月課程心得經過「身分去識別化」處理重新編碼。第一至五碼為該份心得書寫的年月，第六至十碼為學生學號統一調整後五位代號，第十一碼為分組代號。質性分析研究對象所繳交之「每月課程心得」是否能達成學習成效標準，並結合相關次數統計以提供更完整之質化資料證據。

第二階段：採用量化研究，針對課前課後施測之問卷，以學生自評對於各項材料科技議題之認知程度及學習態度，並探討是否具備足以適應現在生活及面對未來挑戰的知識、能力與態度。

（一）研究對象：本研究使用自然科檢定標準作為分類依據，將修課學生分為三組：自然科達前標、達均標、其他。根據 105 學年之大學個人申請入學招生統計資料，各校系篩選標準一覽表顯示，該校醫學系、牙醫學系、藥學系須達前標；

心理系須達後標；醫放系、公衛系、物治系、醫管資系、醫社系未設標準外，其餘科系達均標即可。故學生科系分組如表 2 所列。

表 2 某醫學大學之通識課程「材料與生活」修課學生之自然科知識背景水準分組

自然科檢定標準	科系
達前標	醫學系、牙醫學系、藥學系
達均標	職治系、護理系、生技系、運醫系、口衛系、 醫化系、香粧系、呼治系、生物系、醫技系
其他	心理系、醫放系、公衛系、物治系、醫社系、 醫管資系、腎臟照護系

(二) 資料蒐集：本研究是以該校核心能力指標與學習成效標準發展問卷題目，問卷題目如表 3 所列，根據以往學者之研究（陳豐祥，2009），可將問卷題目分為四個向度，分述如下：

1. 認知向度 (cognitive dimension)：定義受測者對於材料科學基本概念的認知。
2. 認知歷程向度 (cognitive process dimension)：透過實際案例引導學生保留 (retention) 和轉移 (transfer) 所學的知識。
3. 知識向度 (knowledge dimension)：具體指出材料科學各子題之內容，即是將知識進行分類，以便教師能夠掌握「教什麼」(what to teach)。
4. 學習態度向度 (learning attitude dimension)：對於學習內容所抱持正向或負向想法的內在心理狀態。

一般而言，向度大多使用 Bloom (1956) 所提出之認知、技能與情意向度做為評估標準，認知向度主要指概念知識，屬於原則知識，但為了與該校之核心能力與學習成效指標相對應，故特獨立成為認知向度，以做為評估標準。此外，認知向度包含與材料科學概念相關的題目，並可用作為信度分析以評量內容一致性。量化分析問卷共 14 題，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的了解或不了解的程度（非常不了解、有些不了解、無意見、有些了解、非常清楚了解），吳毓瑩（1996）指出，奇偶數點量表最大的不同就在中間項的存在，填答者在奇數點量表中，較能揣摩出什麼是中間強度，且問卷採用自評描述，《論語·為政》子曰：知之為知之，不知為不知，是知也。故當學生無法判斷自己是屬於了解或不了解時，通常會選擇中間強度的選項，但顯見應將其歸屬於不了解之族群，並可根據五點量表區分為了解、不了解兩大群組如下：

了解：非常清楚了解（5 分）、有些了解（4 分）

不了解：非常不了解（1 分）、有些不了解（2 分）、無意見（3 分）

表 3 某醫學大學之通識課程「材料與生活」之問卷題目

向度	問卷題目
認知向度	我清楚了解「材料科學的範疇」
	我清楚了解「材料與生活的相關性」
認知歷程向度	我了解「吃的膠原蛋白是否對美容與健康有幫助」
	我了解「鐵達尼號沉沒的原因」
知識向度	我了解「奈米材料」的科學原理及實例
	我了解「仿生材料」的科學原理及實例
	我了解「紡織材料」的科學原理及實例
	我了解「航空材料」的科學原理及實例
	我了解「綠能材料」的科學原理及實例
	我了解「金屬材料」的科學原理及實例
	我了解「陶瓷材料」的科學原理及實例
	我了解「生醫材料」的科學原理及實例
學習態度向度	我了解「電子材料」的科學原理及實例
	我平時會注意「材料科學」相關的新聞或資訊

(三) 資料分析方法

本研究採取質量並重的資料分析方法。在質性資料方面，整理收錄學生每月繳交之課程心得，將學生於修課過程中產生的心得與反思，與前述之向度加以對照，藉由課後回饋與教育目標的對應，了解此通識課程如何提升醫學大學學生對於材料科學的學習素養，以及如何帶給醫學大學學生在學習素養與態度上的具體改變。量化資料的信度分析，吳統雄（1985）指出有三種信度分析方法，再測信度（test-retest method）、複本信度（equivalent-forms method）、折半信度（split-half method）。由於課前問卷是在課程第一堂施測，施測後便開始正式課程，已有事件介入改變受訪者，故不適用再測信度，且本課程非屬學科考試，故亦不適用 AB 卷設計的複本信度，問卷設計認知向度的題目，是與原則觀念相關的自我評估題，可使用 Cronbach α 信度系數評量內容一致性。Cronbach α 信度系數與參考範圍如下：

0.9< α ：高信度

0.7< α ≤0.9：中上信度

0.5< α ≤0.7：中下信度

α <0.5：沒有信度意義

已有相當多文獻的研究應達高信度（0.9< α ），案例很少的研究應達中上信度（0.7< α ），初步的探索研究最少應達中下信度（0.5< α ）。本研究為初步探索之研究，課前問卷之 Cronbach α 信度系數為 0.64，課後問卷之 Cronbach α 信度系數為 0.58，皆達中下信度，故可進行後續分析。研究工具的效度分為三種類型：內容效度（content validity）、效標關聯效度（criterion-

related validity) 和構念效度 (construct validity)。內容效度由研究者或學者專家針對工具加以評定，但容易產生主觀評定的問題。效標關聯效度是測量工具和外在效標的符合程度。構念效度則是測量某個理論的概念的程度。本研究之效標關聯效度採用問卷整體信度的平方根來衡量，得到的效度為 0.80，故本研究具有相當的效標關聯效度。

4. 教學暨研究成果

一、學生對通識課程「材料與生活」的課後回饋之質性分析結果

第一階段質性分析資料為 228 篇「每月課程心得」，以下提供 20 篇作為舉例說明由四個向度搭配課程能力指標，所整理收錄之內容：

(一) 認知向度_提升學生之科學素養：能了解基礎學門的原理，能了解材料科學的基本原理。以下內容顯示學生能學習材料科學的相關知識。

九月的課程從材料的大方向開始介紹，金屬、陶瓷、高分子、複合材料、薄膜材料、奈米材料。原來生醫材料，用生物可分解聚合物，移植到體內，幫助人體重建，痊癒得更好更快，之後被生物體分解。還有氣凝膠可以用在建材上，幫助維持室內氣溫恆定，提升能源使用效率。(課程心得 10709-21571-B)

另一位學生的心得內容，則顯示課程協助他彙整過去所學知識成為系統化的概念。

以前對材料科學的了解僅有：藉由了解材料的性質，而選用適當的材料，運用在生活所需。在介紹材料科學之概念的課程中，擴大了我對材料的看法：材料的製程決定材料的結構及性質，再根據材料的特性來決定其是否最適合應用在某項用途上。原來材料這門學問探討了四個大方向。(課程心得 10709-21313-B)

並有許多學生的內容，顯示課程內容翻轉他過去的固有概念。

老師在上課中和我們分享有關變色龍變色的原因讓我大吃一驚，因為過去我都以為變色龍會變色是因為色素細胞釋放不同的色素所致，沒想到竟然是因為在表皮細胞之下的晶體藉由晶體之間的差距會反射不同的光線而能產生不同的顏色，我認為這種裝置說不定將來可以被引入演藝界的表演服裝，如此如果表演需要不斷轉換顏色的衣服時就能被運用製造出五光十色的效果。(每月課程心得 10709-01254-A)

蝴蝶的翅膀有如此炫麗的藍紫色是因為翅膀有非常細微的結構，會造成光的繞射，而不是色素造成的。但是這麼細緻的顯微照片還是第一次看過，最酷的是滴酒精居然會造成顏色大轉變！原本還猜測是不是酒精造成蛋白質變性，破壞這些奈米結構，原來只是因為奈米結構被填滿影響繞射，隨著酒精乾燥就會回復。沒想到變色龍的變色原理也是皮下組織含有許多光子晶體，還可以藉由控制晶體間的距

離造成顏色的改變，更重要的是，透過反射特定光線可以調控自身體溫，實在太難想像了！（課程心得 10710-21577-B）

我們報告了有關鐵達尼號沈船的原因。在準備報告過程中，我才發現原來船沉沒的原因不僅僅只是撞擊冰山這麼簡單而已，船身建材也是一個很重要的因素，這顛覆了我一直以來的想法，也讓我在這次報告中學到「材料」的製造與選擇對交通工具的重要性。（課程心得 10712-04678-C）

- （二）認知歷程向度_提升學生之基礎能力：能運用適當的數理知識或運算思維，對實務問題進行推論，能積極參與課堂討論，運用於實際生活、學習或工作，進而促進個人發展。以下內容顯示學生能對生活所見之材料科學實務問題進行推論。

我印象最深刻的是綠能發電，原先我以為綠能最大的問題是技術和成本，但其實不只是技術問題，製造過程的污染也是一大問題。再來是生質柴油，看似環保其實可能會造成糧食危機，可見凡事都有許多不同面向，解決方案可能是另一個問題的開端。（課程心得 10711-02129-A）

以下內容則顯示學生能積極參與課堂討論，進而促進個人發展。

聽著每組同學的報告，加上之後各組的問答時間都讓我受益良多，尤其是自己這一組報告的時候，緊張到話都說不好，不過聽到同學們的稱讚真的覺得很開心。（課程心得 10712-04170-C）

- （三）知識向度_提升學生之思辨力：能善用資源搜尋、分析資料，整合不同領域的知識，針對所學，進行反思提問、論點分析與論證評估，建立創新思維與解決問題的方法。以下內容顯示學生能善用資源並分析資料，建立創新思維與解決問題的方法。

12 月學習最多的便是透過做報告學習到如何透過 paper 查證資料，和探究新聞的真實性質，還有我們報告的題目竟然和前一組重複，原先以為這樣很容易被比較好壞，但另一組是牙醫系，我們這組是藥學系，反而透過各系學到的專長發揮在題目上，相輔相成學習到了很多。也感謝老師給我們這個機會能夠發揮所長報告自己想要的東西。（課程心得 10712-03761-A）

以下內容顯示學生能針對所學進行反思提問，思索過去未解之疑難並建立新思維。

最令我印象深刻的，便屬看到一段關於壁虎腳掌細微絨毛的影片。從小到大，看到家裡的壁虎沿著牆壁攀爬而不墜落，便為其奧妙而驚嘆，為何它們有力量足以支撐自己的重量呢？在上課的時候，知道了壁虎腳掌的奧妙之後，才終於對這件事情有了一點推展。很開心在「材料與生活」課程的奈米單元，能夠對於壁虎的攀附能力，有更深一層的認識。（課程心得 10709-01523-A）

一直以來我都對變色龍的變色特性充滿好奇與興趣，卻不是很明白原理，經過這堂課後我得知它之所以會變色並不是利用色素分子的擴散，而是調整表皮層下晶體的空隙，使其排列得更大更分散更無序，讓折射波長光由藍轉紅，以達到變色的效果。道庫恰耶夫曾說：「自然界是解決科學難題的最好的和最客觀的老師。」道出科學精神的美麗及堅韌，這也提醒我們，在忙碌生活中應該不時停下腳步，看看周遭，那正是最美的風景。（課程心得 10710-04374-C）

其中最令我印象深刻的就是油切綠茶的那個主題，因為從好幾年前看到這支廣告就開始對這個產品有很多的疑問，沒想到能在大學透過別人分享研究、剖析相關成分來讓我這心中長久的疑問化解開來，真的很開心。（課程心得 10712-04255-C）

- （四）學習態度向度_提升學生之學習力：能展現敬業態度與團隊精神，分工完成團體報告，因應社會變遷或個人發展需求，主動開拓多元化的學習管道，建立終身學習的習慣。以下內容顯示學生從課程中，能發現同學展現敬業態度與團隊精神完成報告。

學習不是只能聽老師說。這句話是我在 12 月裡最月裡重要的收穫，透過仔細聆聽各組同學用心準備的專題分享，我在短時間內吸取了許多生活中種種事件的資訊，影片輔佐講解，讓我能以最有效率的方式收穫滿滿的知識。此外，在我自己準備組內 ppt 的過程中也有過許多挫折，但幸運的是，在和工作夥伴及組內其他成員共同討論後，這些挫折有了出口，甚至激發出更多創意的火花。期末報告不但令我獲益良多，更使我深入了解團隊分工的力量及自己的潛能。（課程心得 10712-03148-A）

聽別組用心做出來的報告真的能學到很多東西，雖然大家都不是專攻材料科系的，但做出來的報告中一點都不簡略，內容都很豐富，相信大家都用很多時間去找資料、去理解、去整理，這樣的上課方式也能學到很多。（課程心得 10712-03536-A）

這次期末報告為我上了堂寶貴的課。從 ppt 模板的選擇到重點的擷取，再到最後整體效果的呈現，每一個步驟都是學習，然而，過程中當然不乏挫折，但是在和夥伴及組員的良好溝通後，那些問題都能迎刃而解，甚至激發出更多出乎意料的火花，而有了更令人滿意的成果。除了準備過程中的學習，在聆聽他組分享的時候也使我收穫良多，藉著學習其他組的優缺點來使自己準備得更完善，也透過其他組的用心準備學習到廣泛的知識。（課程心得 10712-01807-A）

以下內容顯示學生能透過團體報告學習他人之優點。

我印象最深刻的是討論澎湖空難的飛機失事原因的那一組。我沒想過只是一塊「蒙皮」，和飛機的金屬疲勞，就會造成這麼嚴重的空難。這組報告時有搭配影片，在影片播放時還一邊講解，讓我更了解影片的內容。另外，我認為這組非常值得

讚許的地方是，他們把報告的重點都放在「材料」與「空難」的關係，而不是只討論整件「空難」而已——他們的報告切合主題而沒有離題。整體而言，這組報告非常棒，有很多值得我學習的地方。（課程心得 10712-18029-A）

以下顯示學生能獲得學習資源，開拓多元化學習管道，建立終身學習的習慣。

印象最深刻的是老師介紹許多獲得資訊的管道，像是網易公開課，有好多外國大學的公開課程可以聽，可以讓我有機會可以看看外國上課的方式，一圓我出國念書的美夢。還有一個是週日閱讀科學，在這之前我都不知道科工館有在禮拜日辦演講，而且還有我感興趣的題目，刑事鑑定和法醫學。（課程心得 10709-21253-B）

老師所介紹的線上學習軟體也十分實用。許多在醫學大學所缺乏的課程，能夠以免費的方式取得我所想要的知識，幫助我在學習上能不局限於本身科技的限制，而能觸及其他領域，增進自己的視野。（課程心得 10709-01721-A）

以下內容顯示學生從課程中能產生反思，進而學習了解環境永續的相關議題。

九月除了第一堂的分組之外，第二堂就是導論和塑膠、陶瓷的介紹了。生活中真的有多和材料相關的物品，而發掘其中的物理現象更引發我的好奇。從鐵達尼號到高聳的建築物，無一不是用材料構成。塑膠是人類的偉大發明，輕便又便宜，但是相反的，在大量的製造塑膠後，對應的垃圾問題也很堪憂……因此，現在科學要目標的不只是經濟、實用，更要環保、節能，否則我們會在安逸中自我毀滅。（課程心得 10709-01044-A）

大自然非常的奧妙，也有好多我們人類持續在探索的事物，我們在尊重其它物種的狀態下進行研究，研究的仿生材料與其實際運用，我相信是真的可以使世界更加便利的。而身為現今地球主宰物種的人類，也要時時刻刻提醒自己，不可以因為貪婪而使其它的生命遭受損害。如此，才可以真正維持一個平衡，盡可能去實現世界共榮。（課程心得 10710-01527-A）

當初在選擇通識課的時候就對這個主題滿有興趣的，一來是有些朋友選擇就讀相關科系，想藉機初步了解他們所學之領域，再者是學習自己對生活的態度，試著對生活周遭的各式建材、科技新知產生敏感度，更認真體會生活中的大小事物，期盼在往後日子不再僅是走馬看花，能會心一笑看見更多的美。（課程心得 10709-04378-C）

每月課程心得與不同向度的相關次數統計如表 4 所示，共有 97 篇具有認知向度之相關內容，佔回收篇數 228 篇之 42.5%，顯示有四成以上可在課後了解材料科學的基本原理；有 31 篇具有認知歷程向度之相關內容，顯示學生能進而推論實務問題；有 34 篇具有知識向度之相關內容顯示學生能針對所學，進行反思提問；與學習態度相關的內容共有 66 篇，佔回收篇數 228 篇之 28.9%，顯示有將近三成可在課後提升學習力。

表 4 每月課程心得與不同向度的相關次數統計

課程心得 書寫年月	認知	認知歷程	知識	學習態度	繳交篇數
107 年 9 月	28	5	5	21	59
107 年 10 月	28	11	10	7	56
107 年 11 月	25	10	14	7	56
107 年 12 月	16	5	5	31	57
合計	97	31	34	66	228

此外，根據課後回饋之書寫年月，可了解學生於不同向度的學習成效變化：107 年 9 月是開學的月份，認知向度之相關內容，佔 9 月回收篇數 59 篇之 47.5%，顯示學生剛進入課程，可對材料科學之基本原理有了初步了解。但認知歷程向度以及知識向度的篇數相對較少，顯示學生在課程初期尚無法掌握實務問題的推論或是進行反思創新，值得注意的是，與學習態度相關的內容共有 21 篇，佔 9 月回收篇數 59 篇之 35.6%，是由於課程一開始便介紹了各種學習資源，學生對於網路所能提供的各種課程印象深刻，不但補足了醫學大學所缺乏的科學教育資源，學生也開拓了多元的學習管道。107 年 10 月、107 年 11 月已進入課程中段，介紹不同主題的項目，因此認知歷程向度以及知識向度的篇數相對提高，顯示此二向度之學習成效與時俱進。107 年 12 月已進入課程後段，學生開始進行分組報告，可明顯發現學習態度向度之提升，學習態度向度之相關內容，佔 12 月回收篇數 57 篇之 54.4%，顯示學生在團體報告過程中，發現同學的優點，並展現敬業態度與團隊精神完成報告。由每月課程心得與不同向度的相關次數統計圖（圖 1）更可明顯觀察到課程初期以認知為主，學生能在課後了解材料科學的基本原理；課程中期的認知歷程向度以及知識向度相對提高，顯示學生獲得基本認知後可進一步推論實務問題，並進而結合所學，思索過去未解之疑難並建立創新思維；課程後期則對學習態度有明顯提升。

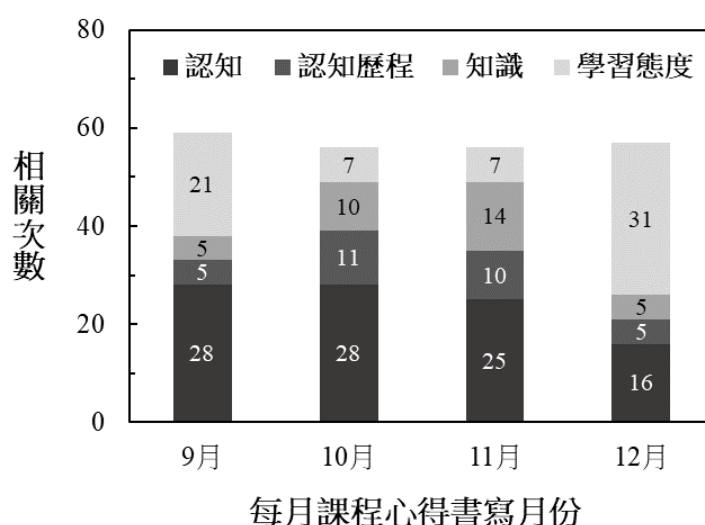


圖 1 每月課程心得與不同向度的相關次數統計圖

二、學生對通識課程「材料與生活」的課前課後問卷之量化分析結果

107 學年度選課確認後，即針對選修通識課程「材料與生活」之學生進行問卷調查，共回收 67 份（自然科檢定標準達前標 37 位、達均標 19 位、其他 11 位），課前全部有效問卷共計 67 份，回收率 98.5%。於學期末進行課後問卷，由於接近期末考，部分學生未填答問卷，僅回收 47 份（自然科檢定標準達前標 22 位、達均標 17 位、其他 8 位），回收率 70.1%。本研究根據上述研究對象填答之課前課後問卷資料，進行學習成效之相關分析，首先分析學生之自然科知識背景如圖 2 所示。由圖 2 可知，修課學生之自然科檢定標準達前標佔 55%、達均標佔 28%、其他 17%，修課學生之自然科背景知識達半數以上具有前標之水準，顯示醫學大學學生之自然科知識背景普遍為高，選修課程前已具備相當之自然科背景知識，故課程內容的知識乘載度也須相對提高，以符合學生課程需求及期待。

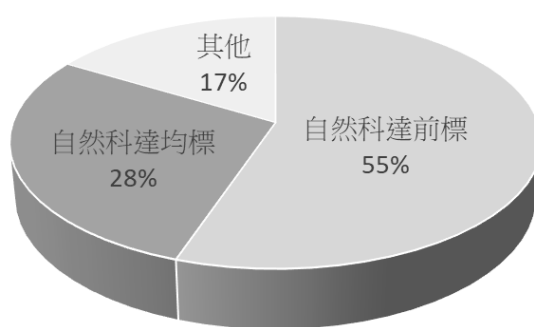


圖 2 107 學年通識課程「材料與生活」的學生自然科知識背景

表 5 107 學年第一學期通識課程「材料與生活」之學生自評了解度（全班）

向度	問卷題目	課前(%)	課後(%)
認知	我清楚了解「材料科學的範疇」	49	98
	我清楚了解「材料與生活的相關性」	58	96
認知歷程	我了解「吃的膠原蛋白是否對美容與健康有幫助」	72	98
	我了解「鐵達尼號沉沒的原因」	73	96
知識	我了解「奈米材料」的科學原理及實例	67	96
	我了解「仿生材料」的科學原理及實例	37	98
	我了解「紡織材料」的科學原理及實例	34	96
	我了解「航空材料」的科學原理及實例	39	96
	我了解「綠能材料」的科學原理及實例	63	100
	我了解「金屬材料」的科學原理及實例	63	100
	我了解「陶瓷材料」的科學原理及實例	33	98
	我了解「生醫材料」的科學原理及實例	37	94
	我了解「電子材料」的科學原理及實例	36	91
學習態度	我平時會注意「材料科學」相關的新聞或資訊	39	87

表 5 顯示課前課後全班學生的自評了解度，以下可分為四個向度分析說明：

（一） 認知向度：

課前問卷約有半數學生對於材料科學的範疇不了解，或屬於一知半解的狀態，但若與生活做聯想，思考材料與生活的相關性，將可微幅提升對材料科學的認知，由 49% 提升至 58%。且在課後問卷，全班有高達 96% 以上的了解度，顯示課程有助於學生對於材料科學知認知，並進而由材料科學的觀點解析生活科技新知。

（二） 認知歷程向度：

若使用具體化的生活實例，例如膠原蛋白或是鐵達尼等案例，於課前皆具有七成以上的學生自評為了解，顯示透過實際案例的確有助引導學生保留所學的知識。且在課後問卷，全班有高達 96% 以上的了解度，顯示學生能對具體化的生活實例進行實務問題的推論，強化學生的學習深度。

（三） 知識向度：

於課前問卷中，九項材料科學的主題，以奈米材料、綠能材料、金屬材料三種主題，有六成以上學生自評為了解，尤其以奈米材料最高，高達 67% 學生自評為了解此項主題，顯示奈米科技於台灣為最普及化之材料科學主題。其次，由於能源為全球都相當重視的關鍵議題，故學生對於綠能材料此項主題的熟悉度也較高。最後，金屬是生活常見的材料，因此也是學生不陌生的材料。根據課前問卷對於知識向度的分析，有助於教師備課，可針對奈米材料做較深入的探討，綠能材料則帶入較多對於環境保護及生態永續概念的主題，金屬材料則可跳脫元素週期表的單純介紹，改為介紹金屬玻璃或特殊合金，以幫助學生建構完整的知識內容。在課後問卷，九項材料科學的主題全班皆有九成以上的自評了解度，顯示課程有助於學生重新理解生活周遭的各項材料科學新知，強化學生的學習廣度，並提升各項材料科技議題的知識，厚植學生多元思考的能力，進而具備跨領域溝通之基礎。此外，課後問卷中，學生了解度最低的是電子材料，雖然也可達到 91% 的自評了解度，但礙於醫學大學學生對於電學相關理論基礎較薄弱，故電子材料雖為日常生活隨手可及的物件，但在九項主題中仍敬陪末座。

（四） 學習態度向度：

於課前問卷中，僅有四成以下學生會注意到材料科學的新聞及資訊，推測是由於對於材料科學的範疇不了解，故閱讀新聞或接收資訊時，是否為材料科學相關內容亦不具判別力。但在課後問卷，有將近九成的學生會注意材料科學相關新聞及資訊，顯示課程可帶給學生適應現在生活及面對未來挑戰的知識、能力與態度。

此外，根據五點量表將課前課後回收問卷之選項，轉換為數值統計結果詳列於表 6。由表 6 可知，於課前問卷中，各項題目之平均數值皆低於 4 分（有些了解），但課後皆能提高到 4 分以上，並以單因子變異數分析（One-way ANOVA）課後與課前之統計差異，所有項目皆達到顯著差異（*** $p < 0.001$ ），顯示學生之學習成效於課後均達顯著差異，足見課程將材料科

學相關之知識與生活情境緊密結合，有助提升學生對於材料科學之學習素養。此外，由知識向度的九項主題中，亦可發現電子材料的課後問卷平均值為 4.0 ± 0.6 ，雖然已達了解程度，但電子材料仍然是學生最無法清楚了解的主題。且學習態度向度數值雖由 3.0 ± 1.1 提升至 4.0 ± 0.7 ，但仍是所有題目中數值最低的，顯示學習素養包含的認知、技能、態度，最不易提升的便是學習態度，換言之，若能提升學生的學習態度，將有助於學生自發性的學習成長。

表 6 107 學年第一學期通識課程「材料與生活」之自評了解量值（全班）

向度	問卷題目	課前	課後
認知	我清楚了解「材料科學的範疇」	3.2 ± 1.0	4.2 ± 0.6
	我清楚了解「材料與生活的相關性」	3.5 ± 0.8	4.4 ± 0.6
認知歷程	我了解「吃的膠原蛋白是否對美容與健康有幫助」	3.6 ± 0.9	4.4 ± 0.5
	我了解「鐵達尼號沉沒的原因」	3.7 ± 0.8	4.4 ± 0.6
知識	我了解「奈米材料」的科學原理及實例	3.4 ± 1.0	4.3 ± 0.6
	我了解「仿生材料」的科學原理及實例	2.7 ± 1.2	4.4 ± 0.6
	我了解「紡織材料」的科學原理及實例	2.8 ± 1.1	4.3 ± 0.6
	我了解「航空材料」的科學原理及實例	2.9 ± 1.0	4.3 ± 0.6
	我了解「綠能材料」的科學原理及實例	3.4 ± 0.9	4.3 ± 0.5
	我了解「金屬材料」的科學原理及實例	3.4 ± 1.0	4.3 ± 0.5
	我了解「陶瓷材料」的科學原理及實例	2.9 ± 0.9	4.2 ± 0.5
	我了解「生醫材料」的科學原理及實例	3.0 ± 1.0	4.3 ± 0.6
	我了解「電子材料」的科學原理及實例	2.9 ± 1.0	4.0 ± 0.6
學習態度	我平時會注意「材料科學」相關的新聞或資訊	3.0 ± 1.1	4.0 ± 0.7

備註*：五點量表，最高為 5 分（非常清楚了解），最低為 1 分（非常不了解）。以單因子變異數分析（One-way ANOVA），課後課前所有項目皆達到顯著差異 (** $p < 0.001$)。

表 7 認知向度（我清楚了解「材料科學的範疇」）之 T 檢定

自然科檢定標準	人數	平均值	標準差	T 值	P 值
達前標	37	3.49	0.93	3.04	** $p < 0.01$
達均標	19	2.68	0.95		
達前標	37	3.49	0.93	1.20	0.24
其他	11	3.09	1.04		
達均標	19	2.68	0.95	1.09	0.28
其他	11	3.09	1.04		

由於研究對象背景不同，故將不同自然科知識背景之學生於課前認知向度（我清楚了解「材料科學的範疇」）進行 T 檢定以分析對象是否達顯著性，T 檢定結果如表 7 所示。根據自然科檢定標準做分組，達前標之量值為 3.49 ± 0.93 、達均標之量值為 2.68 ± 0.95 、其他則為 3.09 ± 1.04 ，可知達前標組別之學生於課前之認知向度得分最高，而達均標組別之學生最低，由於其他組別包含未設標準及後標之學生，學生於自然科之知識背景未定，故在三個組別中標準差最大，也因此影響差異之顯著性，凡是「其他」組別與任一組相比時，都不具顯著差異，反之達前標與達均標組別之對象可獲得顯著差異 ($**p < 0.01$)。因此，量化研究可專注於達前標與達均標組別之學習成效分析。

根據表 5 及表 6 所得之結果，對於知識向度中最不熟悉的電子材料主題，改採分組分析之模式，可探討不同自然科背景知識的學生之學習成效，課前課後回收問卷之分組自評平均值詳列於表 8 及圖 3。由表 8 可知，課前各組知平均值皆低於 3 分，都屬於不了解之族群，但課後與課前相比皆具有顯著差異 ($***p < 0.001$ 及 $**p < 0.01$)，且自然科檢定達前標之學生於課後可由 2.9 ± 1.1 提升至 4.1 ± 0.6 ，高於 4 分以上，顯示自然科知識背景較高的學生，在學習之後比較容易吸收課程內容，學習成效亦較高。相對來說，自然科知識背景未定之學生，課後與課前相比雖具有顯著差異 ($**p < 0.01$)，但學習成效仍略遜於自然科知識背景較高的學生 ($***p < 0.001$)。

表 8 知識向度（我了解「電子材料」的科學原理及實例）之課後課前分組量值

自然科檢定標準	課前	課後	P 值
達前標	2.9 ± 1.1	4.1 ± 0.6	$***p < 0.001$
達均標	2.8 ± 1.0	3.9 ± 0.6	$***p < 0.001$
其他	2.9 ± 0.7	3.9 ± 0.6	$**p < 0.01$

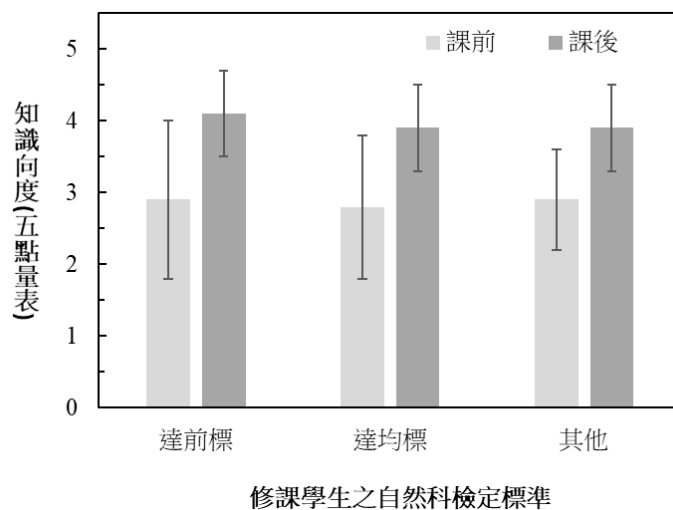


圖 3 知識向度（我了解「電子材料」的科學原理及實例）之分組量化圖。

5. 參考文獻

- 王如哲 (2005)。解析「學生學習成效」。評鑑雙月刊，27，62-62。
- 史美瑤 (2013)。評量也是學習。評鑑雙月刊，43，34-36。
- 江宜樺 (2005)。從博雅到通識：大學教育理念的發展與現況。政治與社會哲學評論，14，37-64。
- 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。
- 吳毓瑩 (1996)。量表奇偶點數的效度議題。調查研究-方法與應用，2，5-34。
- 柯志恩 (2004)。後設認知導向之創造思考模式在教學之應用。課程與教學，7，15-30。
- 郭秋永 (2011)。混和研究與質量爭議。東吳政治學報，29，1-64。
- 陳豐祥 (2009)。新修訂布魯姆認知領域目標的理論內涵及其在歷史教學上的應用。歷史教育，15，1-53。
- 黃俊儒 (2008)。構思科技社會中的即時學習：以學生及專家對於科學新聞文本之理解差異為例。科學教育學刊，16，105-124。
- 黃淑玲 (2013)。從知識到可觀察的能力：評估學習成效的策略與建議。評鑑雙月刊，44，16-23。
- 鄒川雄 (2008)。文化移植，傳承與創新？—從西方大學的博雅教育傳統看台灣通識教育。通識教育與跨域研究，5，23-56。
- 趙嘉成、洪睿圻 (2016)。多元文化學習與通識教育之研究。真理大學優質通識教育研討會，新北市。
- 葉玉和 (2018)。探討基本課程及臨床表現與台灣物理治療師國家考試及格率的關聯性。高雄醫學大學公共衛生學系公共衛生學碩士論文，高雄市。
- 劉曼君 (2014)。學生學習成果之評量及評分量表 Rubrics 之使用。評鑑雙月刊，48，54-56。
- 謝瀛春 (2006)。從科學傳播理論的角度——談臺灣的科普困境。科普研究，3，16-21。
- 蘇錦麗 (2009)。大學校院學生學習成果評估相關內涵分析。評鑑雙月刊，21，58-62
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals; Handbook I: Cognitive Domain New York, Longmans, Green, 1956.

6. 備註

本計畫研究成果已投稿至《課程與教學季刊》(TSSCI)，論文編號：20190618（修稿中）。