

教學創新試辦計畫-106 年年度報告書

單位: 成功大學理學院

計畫名稱: 以知識單元及整合型實驗場域發展跨域模組化課程

計畫類別(可複選): A B-1 B-2 C

一、計畫之整體規劃與運作(整體目標及策略摘要)

理學院積極推動跨域教學與研究，期望凝聚校、院內老師的教研能量，打破系所框架，建置跨域模組課程(參考圖 1)，本課程具有完整性、聚焦性、跨域性、當代性、及短期密集性(寒暑假一星期)。適合從基礎出發到跨域，或由應用出發往基礎紮根。本課程不設定修課門檻，不同背景學生都可自由選修。透過密集且主題聚焦式的單元課程安排，學生可在短時間內學習重要之專業基礎知識，以及實驗設計與操作技巧，提升跨域整合競爭力，以應用於科學研究或產業發展。

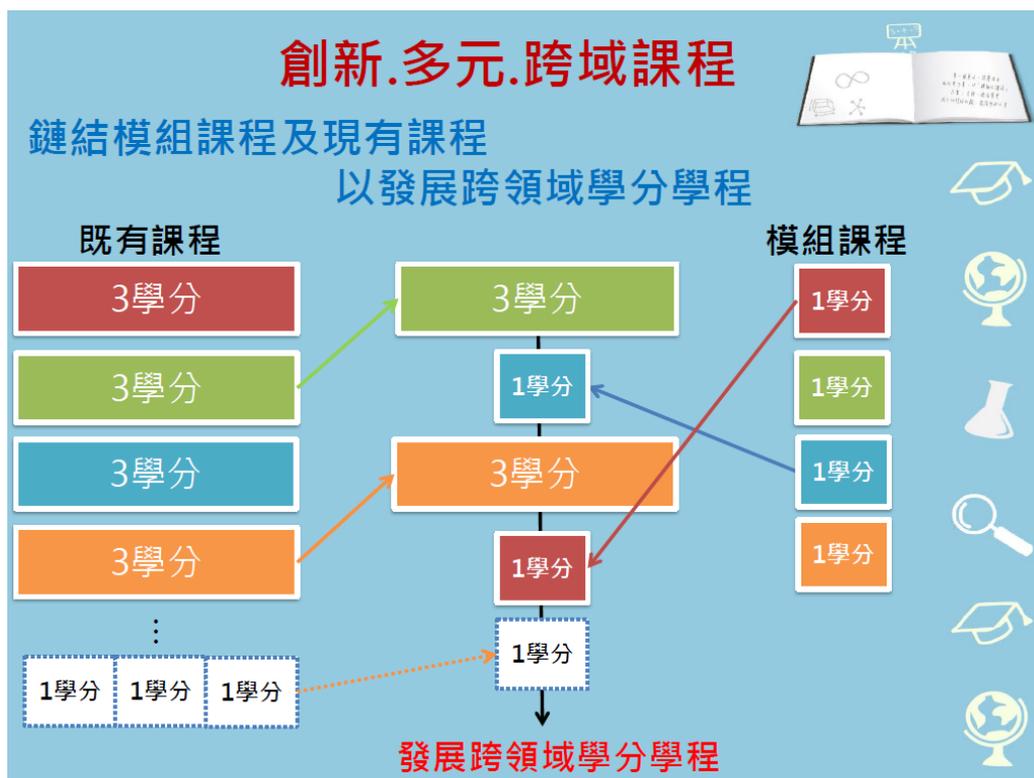


圖 1. 鏈結模組課程及現有課程，以發展跨領域學習。

為達目標，本院規劃三項工作主軸：

(一) 發展跨域模組化基礎課程

本院期望凝聚校、院內老師的教研能量，打破系所框架，建置跨域模組課程，本課程具有完整性、聚焦性、跨域性、當代性、及短期密集性。適合從基礎出發到跨域，或由應用出發往基礎紮根。本課程不設定修課門檻，不同背景學生都可自由選修。透過密集且主題聚焦式的單元課程安排，學生可在短時間內學習重要之專業基礎知識，以及實驗設計與操作技巧，提升跨域整合競爭力，以應用於科學研究或產業發展。

(二) 建構整合型實驗場域及跨域實驗課程

與本校貴儀中心、微奈米中心或其他單位合作，建置符合課程導向需求之實驗場域及整合平台，規劃跨域實驗課程模組，以期讓本校理、工、生醫科系的學生能以現代的技術與儀器為踏板，跨入尖端科技的研究與發明。創立課程模組媒合平台，激發更多前沿課程及跨域實驗課程之開設，以期大幅增加實驗室設備資源利用率及共享效益，減少實驗設備閒置及浪費。

(三) 科學教育的精進與推廣

持續與通識中心的合作開發多元的通識課程，以提供全校非理、工學院完善的科學教育。並與台南市教育局合作，提供優良的科學教育實作場域，成為教師的進修或研習基地，以培育學生的科學能力與素養。

二、推動本計畫之執行方案與進度說明

根據以上的創新策略，本院根據三大工作主軸說明執行方案之進度：

(一) 發展跨域模組化基礎課程

模組化課程在世界各校已有不同形式的實施，但在台灣為第一次試辦。本院已與生科院生科系、文學院考古所合作，規劃數門 1 學分課程，以數學、物理、化學、生物、地科等基礎自然學科，各挑選一專業主題，在未來五年內，預計開設至少 23 門課，每一門的模組化的課程規劃及其重要性、現代性與跨域性，作為教學創新之敲門磚。本院模組化課程規劃以 1 或 1.5 學分(18 或 27 課時)的目標導向學習方式，進行教學，讓學生經過一週之內密集訓練，即可習得該門模組課程的相關核心概念，並藉由成效評量進行持續修正，教材印刷及逐步推廣。開課時間在暑假、寒假，不干擾學期間正常授課。課程上課技巧及評量方式也避免傳統的制式化考試，採用多元檢視方式，如課堂師生 Q&A 的互動、開放式問題思索或是學習心得或是

整合性論述的小論文，取代一次性考試。課程「輕薄短小」，適合任意混搭，由學生自主搭配課程學習地圖，以更多元之面貌呈現學習歷程。

目前，本院已率先於 106 學年度第一學期(暑假)開設 7 門跨域基礎模組課程，並於第二學期(寒假)開設 6 門跨域基礎模組課程，共 13 門(參考表 1)。包含七門跨域講授模組課程與六門跨域實驗模組課程(參考表 1)，現階段課程主要由理學院五系一所開授，生科學院教師也一同合作支持開授此一創新教學模組課程。其中，部分課程亦協同文學院、工學院、微奈米中心、儀器設備中心等教師開授，促進跨學門領域學習之推廣。

表 1. 106 學年度跨域基礎模組課程

106-1 學年度(暑假)	課程名稱	上課期間
跨域基礎模組	分子對稱性 化學系/許桂芳	106/9/4~8
	細胞結構與動力 生科系/曾淑芬、張松彬、何盧勳	
	線性規劃與非合作賽局 數學系/許瑞麟	106/9/11~15
	量子基礎科學 物理系/張為民	
跨域實驗模組	幾何光學原理教學與實作 光電系/許家榮、徐旭政	106/8/14~18
	先進光源在凝態系統上的應用 物理系/吳忠霖 國家同步輻射中心/魏德新、陳家浩、莊裕鈞	106/9/11~15
跨域實驗模組	電子顯微鏡原理與實作 物理系/陳則銘、光電系/陳昭宇 微奈米中心/謝伯宗	106/9/11~15
106-2 學年度(寒假)	課程名稱	上課期間
跨域基礎模組	環境考古與排灣族(老七佳)聚落田野實踐 地科系/樂鍇·祿璞峻岸、楊耿明 考古所/鍾國風	107/1/22~26
	數據處理與資料分析—時間序列分析 電漿所/陳炳志	107/1/29~2/2
	電漿基礎理論與實作 電漿所/張博宇	
跨域實驗模組	生物共軛反應原理與實驗 化學系/周鶴軒	107/1/22~26
	地下能源資源開發模擬 地科系/楊耿明、資源系/謝秉志	107/1/29~2/2
	低溫物理與技術 物理系/蔡錦俊、儀器設備中心/李民楷	

106 學年第 1 學期為跨域基礎模組課程(以下簡稱模組化課程)第一次試辦，本院成立模組化課程網站、Facebook 粉絲團，並將觀課制度帶入模組化課程，由本院資深教師記錄與觀察模組化課程之實施成效。所有模組化課程結束後，亦召開課程討論會議(106-1 課程會議於 106 年 9 月 15 日召開)，由所有授課老師分享本次模組化課程教學經驗，提供本院教師與生科學院更多跨領域交流機會，同時並檢討本次課程執行上產生之困難及問題，進而調整模組化課程的型態與執行方式，使 106 學年度第二學期課程以及 107 學年度的課程，進行地更加順利。

每門課程結束後皆進行課程意見調查，輔助修課學生背景資料，可了解學生在跨域課程學習之迫切需要程度以及學習傾向，因此模組化課程未來規劃加入人工智慧、藝術、人文、管理、財務等課程，每個課程將以聚焦、跨界、批判，且具有足夠的課程深度，以落實學習成效。若執行成效優良，將推廣模組化課程形態到本院各系(所)的選修課程，推動理學院各系所的課程改革，鬆綁舊有的選課制度。學生可在完成本科系的必修或核心必選課程之後，接著選修並自由搭配一學分的模組課程，在理學院的模組體制內，跨域悠遊，探索自己的興趣，建構自己的跨域能力。在制度完善並穩定執行下，未來更可以將此架構擴充到全校各學院，進而促進全校性的跨域創新學習系統。

(二) 建構整合型實驗場域及跨域實驗課程

強化現有普物、普化實驗室的环境、設備與教學內容，以此基礎建構整合型實驗場域與跨域實驗模組課程，為此項目初期執行目標。希望藉此培養本校理、工、生、醫科系學生所需具有的基礎實驗、基礎學科能力，透過課程訓練建立嚴謹的科學態度，為其大學的學習歷程打下堅實的基礎，並且能以現代的技術與儀器為踏板，跨入尖端科技的研究與發明。為了增進學生對普通物理課與普通化學課程內容有更深刻的了解，已分別建置物理演示教學空間與化學展演空間(參考圖 2)；並規劃每學期 2-3 次讓選修普通物理課與普通化學的學生，到普物展示與展演空間進行演示教學。經由有趣實驗的展演，提升學生對普通物理的課程學習興趣，以提升全校普通物理與普通化學教學成效。

物理演示實驗室也可做為新開通識課程「應用物理與實驗」的上課與實驗室場域。「應用物理與實驗」的教學對象設定為文學院、社科院、管理學院、規劃設計學院的等非理、工科系學生，其目標是經由有趣的實驗引導他們多認識科學的本質，增進他們的科學素養。所規劃的實驗內容與理、工科必修課普通物理實驗的內容相比，是較為簡單，所用的儀器也不同，因此規劃此空間。已於 106 年度第一學期(2017 年 9 月)開授「應用物理與實驗」，修課人數為 17 人。

除實驗場域的建構外，本院亦與本校貴儀中心、微奈米中心或其他單位合作，建置符合課程導向需求之實驗場域及整合平台，針對具有跨域性與現代性的實驗技術與儀器，設計主題聚焦的自我包含實驗課程模組(如 106-1 學年度暑期模組課程之電子顯微鏡原理與實作)，以期讓本校理、工、生醫科系的學生能以現代的技術與儀器為踏板，從事跨域學習，進入尖端科技的研究與發明。



圖 2. 物理演示實驗室(35221)

本院五年內規畫之實驗模組課程共有 18 門，每一門的模組課程規劃及其重要性、現代性與跨域性。106 學年度第一學期已順利完成 3 門實驗模組，緊接著於寒假已規畫開設 3 門實驗模組。在執行期間將積極檢視授課情形、學生實作學習與教學成效，做適當的增減與調整。

(三) 科學教育的精進與推廣

本院已凝聚理學院院內老師的科學教育的能量，成立「成大理學院科學教育中心」，除了與通識中心合作開授更多元的科通識課程，完善全校非理、工學院的科學教育之外，也致力於提供優良的科學教育實作場域(普物實驗室與普化實驗室)，提供國、高中教師的進修或研習基地，以培育學生的科學能力與素養。目前理學院已有二十多位教授願意投入科學教育，理學院很有機會可完成所規劃的目標，未來希望以理學院科學教育中心為基礎，發展成為校級的科學教育中心，將其影響力擴及全台或東亞。在科學教育中心軟體的建置上，已完成「國立成功大學理學院科學教育中心設置辦法」並規劃了「國立成功大學理學院科學教育中心網站」(<http://nckusec.web2.ncku.edu.tw>)。

現階段，雖受限於理化教學大樓的使用規畫，本院已逐步改良理化大樓實驗場域環境，建構規劃一個小而美科學教育展演空間(參考圖 2)，除了可以做為理學院科學教育中心推廣科普的展演場域，也可做為新開通識課程「應用物理與實驗」的上課與實驗室場域與做為普通物理普通化學演示教學空間，以及寒暑假期間學生的創客空間，供理學院教師做為指導台南區域的國、高中學生做科展的創作空間，高中探索與實作課程的開發中心，以及台南市自然學科國教輔導團開發實驗課程模組基地。

除了在物理系與化學系增設展演空間之外，理學院各系館中也已規劃了科學展演空間，沿著理學大道串聯各系館與地科博物館，形成「成大科學博物館」，定期提供台南市民參觀，以提升台南民眾的學素養，善盡大學社會責任。所規劃的科學展演空間，已於成大 86 周年校

慶期間揭幕，並結合本院地科系所舉辦的「2017 第四十九屆地球科學展」，舉辦「理學大道科學博覽會」(參考圖 3)。在此活動中，除了在各系館的展演空間分別進行數學、物理、化學、地科、光電、太空與電漿等各種科學展演活動之外，也規劃在各系館前設立 QR code 展示牌與研究亮點展版。QR code 展示牌中，將包括各系的歷史沿革、課程地圖、特色課程、就業情形等系所介紹，以及研究亮點與科學展演的內容。此一 QR code 展示牌與研究亮點展版的建置，將可串連各系所的展演空間，形成「成大科學博物館」，建立成大理學院的另一個特色。未來也規劃與同樣位於成功校區成大博物館合作，成為一個極具特色的大學博物館，推動科學教育。



圖 3. 「理學大道科學博覽會」規劃路線圖

三、目標達成及績效指標執行情形(包含目前情況與期末預計達成情形)

本院執行三大工作主軸的目標達成情形與績效指標執行情形說明如下：

(一) 發展跨域模組化基礎課程

106 學年度第一學期開設之 7 門模組化課程，主要為理學院、生科學院之數學、物理、化學及生物等傳統上四大基礎自然學科課程，但選課學生來自各大學院，甚至涵蓋了本校 9 大學院！ 106 學年度第二學期共開設 6 門模組化課程，本院跨域合作對象更加入文學院(環境考古與排灣族(老七佳)聚落田野實踐)與工學院(地下能源資源開發模擬)等共同開授跨域課程。

106 學年第 2 學期選課已於 107 年 1 月 8 日截止，全學年度已累積開設 13 門模組化課程，計有 7 校(含本校)學生選課，選課總人次累積至 555 人次。外校學生除了第一學期即已參與選課的臺灣大學、中興大學、中山大學及中正大學之外，更新增了清華大學、臺灣海洋大

學兩校學生跨校積極選課(參考表 2)，顯示本院模組化課程廣受到本校與外校學生的支持與肯定。

表 2. 106 學年度模組化課程選課學生人次-各校與各學院分布

106學年度模組化課程各校、各學院選課人次																				
校 學院	國立成功大學							國立中興大學			國立中山大學	國立中正大學			國立臺灣大學	國立清華大學	國立臺灣海洋大學	總計		
	理 學院	工 學院	電資 學院	規劃 設計 學院	管理 學院	醫 學院	社科 學院	生科 學院	文 學院	理 學院	工 學院	農資 學院	文 學院	理 學院	管理 學院	文 學院	理 學院		工 學院	工 學院
106學年 第1學期(7門)	119	114	26	2	26	5	11	17	6	0	3	4	1	5	3	2	2	0	0	346
106學年 第2學期(6門)	40	89	20	4	7	6	5	13	11	1	0	2	1	4	0	1	2	2	1	209
學院合計	159	203	46	6	33	11	16	30	17	1	3	6	2	9	3	3	4	2	1	555
校合計	521							10			2	15			4	2	1			

模組化課程課程宣傳除利用校內免費管道，寄發招生宣傳電子郵件至各系所及學生信箱外，並設計海報郵寄全國各大專校院；成立模組化課程 Facebook 粉絲團(106年6月19日成立)拉近與學生距離，以及在其他 Facebook 社團張貼招生訊息，藉由社群軟體快速傳播，讓模組化課程訊息快速於校園內傳開並保持其熱度。學生對於模組化課程有疑問，除了向學生說明外，本院並主動致電學生所屬系所說明及推廣模組化課程。為了讓模組化課程在同學間保持高度的詢問度，本院於106年9月106-1課程結束後，緊接著在106年10月11日舉辦~M沙龍~課程講座，共有57位同學報名參與，會中邀請4位已修過模組化課程學生分享修課心得，4位分享修課心得同學皆給予模組化課程高度肯定。

106-2 課程宣傳除了電子郵件、Facebook 粉絲團、海報之外，並首次採用課綱說明影音化。因拍攝影片需要較多時間及劇本發想，本次共有生物共軛反應原理與實驗、電漿基礎理論與實作兩門課程完成拍攝，課綱說明影片分別放置模組化課程網站、Facebook 粉絲團及成大數位影音雲(NCKU Mytube)。

模組化課程網站自106年6月開站以來，目前已累積14,843瀏覽人次，選課期間接獲多通全臺大專校院詢問課程電話，並協助於該系所公告課程選課訊息。Facebook 粉絲團於106年11月11日公告106-2 模組化課程開課訊息，僅3天時間該則訊息觸及人數超過2,000人；課綱說明影片分別在106年12月12日及14日兩天中午12:00，準時於Facebook 粉絲團發佈，在學生間造成話題並大大提升了模組化課程知名度。106年12月18日第一階段選課，開放已修過模組化課程學生優先選課，不到一天時間開放名額幾乎額滿；106年12月25日開放第二階段選課，同樣的不到一天幾乎所有課程都已額滿。

從選課學生資料背景統計得知，106 學年度第一學期七門模組化課程，修課人數 346 人次；第二學期共六門模組化課程，修課人數為 209 人次(參考表 2)，主要是因為第一學期課程多為可容納較多學生的大班教學講義課程為主，而第二學期課程則多為小班教學指導的實作演示課程。兩學期的修課學生來自成大(93.9%)與其他六校(6.1%)不同系所，經統計本校共有 46 個系(所)學生參與模組化課程，而外校亦有 13 個系(所)積極參與。在參與的學生中，學生年級範圍涵蓋每一年級的大學部、碩士班，亦有少數博士班學生加入選修。選課年級主要分

布在大二(27.9%)、大三(22.9%)，其次大四(16.0%)、大一(15.1%)與碩一(11.2%)學生；其中男女生修課比例為 1.775:1(參考表 3)。由於課程安排在寒暑假，錯開學期中大量繁重的本科必、選修課程，故大一、大四與碩一的學生，能在學期間的空檔期間，猶有餘力的選修跨域學門的課程。此現象在在顯示本院規劃的創新教學型態-模組化課程非常切合現今大學生對跨域知識技能的渴求。在課程開放選課之初，各學院學生積極參與基礎自然科學創新課程之程度(參考表 2)，其中以理工學院學生最為積極(68.9%，理 31.2%/工 37.7)，其次為電資學院(8.3%)、管理學院(5.9%)與生科學院(5.4%)。各系所學生積極參與度上(參考表 4)，最踴躍參與模組化課程者為物理系(12.1%)、化工系(8.1%)、光電系(7.2%)學生，其次為化學系(5.4%)、生科系(5.4%)、機械系(5.0%)與電機系(5.0%)，這些系所學生呈現出的跨域意識較其他系所學生還高，也積極提升自身的跨域能力。

表 3. 106 學年度模組化課程選課學生人次-各年級與性別分布

	各年級選課人次										男/女選課人次	
	大一	大二	大三	大四	大五	碩一	碩二	碩三 (含以上)	博班	總計	男性	女性
106學年第1學期(7門)	53	84	81	48	5	53	10	3	9	346	221	125
106學年第2學期(6門)	31	71	46	41	3	9	4	1	3	209	134	75
年級合計	84	155	127	89	8	62	14	4	12	555	355	200

表 4. 106 學年度模組化課程選課學生人次-各學系分布

國立成功大學 (46學系學生選修)																								
學系	數學	物理	化學	地科	光電	太空 與電 機所	機械	化工	資源	材料	土木	水利	工科	醫工	系統	航太	測量	環工	能源 學程	電機	資訊	建築	都計	總計
106學年第1學期(7門)	10	47	18	11	32	1	16	28	4	21	7	0	11	4	3	8	4	6	2	12	14	2	0	261
106學年第2學期(6門)	1	16	12	5	8	1	12	17	18	4	9	2	8	8	2	4	1	1	0	16	4	2	2	153
學系合計	11	63	30	16	40	2	28	45	22	25	16	2	19	12	5	12	5	7	2	28	18	4	2	414
學系	工業 資訊 管理	資管 所	交管	企管	會計	統計	經營 管理 所	醫學	生理 所	藥學	護理	物治	醫技	口腔 醫學 所	政治	經濟	政治 經濟 所	法律	心理	生科	外文	歷史	台文	總計
106學年第1學期(7門)	4	1	5	3	5	6	2	3	1	0	0	0	0	1	0	4	1	1	5	17	0	3	3	65
106學年第2學期(6門)	0	0	1	2	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	1	1	0	1	2	13	1	10	0	42
學系合計	4	1	6	5	7	8	2	3	1	2	2	1	1	1	1	5	1	2	7	30	1	13	3	107
外校 (13學系學生選修)																								
學系	國立中興大學			國立中山大學			國立中正大學			國立暨南大學		國立清華大學		國立臺灣師範大學		總計								
106學年第1學期(7門)	3	1	0	3	1	2	0	0	5	3	2	0	0	2	0	0	20							
106學年第2學期(6門)	2	0	1	0	1	1	3	1	0	0	2	2	1	1	1	14								
學系合計	5	1	1	3	2	3	3	1	5	3	4	2	1	1	1	34								

每門課程結束後皆進行課程意見調查，經過統計學生給予模組化課程極高評價。在 106-1 學年跨域模組課程(7 門基礎加實驗)，在課程執行上，因學生亦可在前期依據興趣與修課能力自我審視，進行棄、退選，故實際完成修課人數共 171 人次，問卷回收 159 份，問卷回收率為 92.98%。回收問卷中，有 40.25%為理學院學生，而 59.75%則為其他非理學院(如生科學院、工學院、文管學院等等)以及外校學生，顯示本院規劃之跨域模組課程符合不同領域的學生學習需求。此外，本校各院完成修課人數統計，理學院完成參與度人數佔各院之最、工學

院次之，參與程度遠遠超過其他學院，此一結果著實表現出理學院與工學院學生積極參與並實踐跨域學習、充實自我能力的態度。

為提供學生在選課期間更詳盡課程資訊，本院定期召開課程討論會議，集合教師們共同備課、議課；因課程為一週之短期密集課程，在教學課程綱要呈現上、教材編排上，皆重新製作與編寫，讓學生可以快速瞭解課程所要傳達之知識，選擇搭配最適合自己的課程學習地圖。

模組化課程之課程意見調查統計(取自 106-1 學年度 7 門問卷資料)反應，多數學生皆期待模組化課程可以開出更多短期密集課程；在不需花上 4.5 個月時間，一週學習一個紮實的核心理念，啟發學生重新思考、開闊視野，悠遊在各領域之間，即是模組化課程希望帶給學生的學習模式。107 年暑假，本院預計開設 60 門模組化課程，目前已至本院光電系、化學系、電漿所及物理系進行課程推廣，邀請院內老師開課，除了本院教師，更廣邀院外(含校外)師資於模組化課程平台開課，本院亦歡迎各系所於本院模組化課程平台開設屬於自己系所之模組化課程，增進課程的多樣性，提供學生更多的選擇。

本院也經由課程意見調查，得知學生在跨域課程學習迫切需要，理學院學生，除了最想加強理學相關背景知識外，對於工學院、電資學院及管理學院都有不低的興趣與需求。而非理學院及他校學生，亦強烈表達出對基礎自然科學領域課程的需求，遠甚於其他領域，同時也依序表達對管理學院、電資學院、工學院以及生科學院的興趣。因此模組化課程未來規劃加入人工智慧、藝術、人文、管理、財務等課程，每個課程將以聚焦、跨界、批判，且具有足夠的課程深度，以落實學習成效。

在教學創新的路上，我們開啟了一個新的里程，期許在未來模組化課程課程可以更多元、更多面向，激發學生學習動機，進而學習自主，落實教學創新計畫的終極目標。

(二) 建構整合型實驗場域及跨域實驗課程

基礎自然科學實驗，除了基本原理的課程講授之外，實驗方式多元實驗操作、模擬演算，依據不同的實驗需求，需搭配不同的儀器設備以及實驗場域。此項目主要分兩個方向進行，跨域實驗課程的規劃以及整合型實驗場域的加強與建構。

跨域實驗課程的執行成效：

在 106-1 跨域模組課程共實施了三門實驗課程，依據課程內容導向不同，分別有含八成以上光學實驗操作課程「幾何光學原理教學與實作」、四成比例的精密貴重儀器操作觀摩課程「電子顯微鏡原理與實作」以及二成比例的大型國家型設備儀器參訪課程「先進光源在凝態系統上的應用」。在 106-2 跨域模組課程中，亦規劃了三門實驗課程，分別是八成化學實驗操作的「生物共軛反應原理與實驗」、七成電腦模擬實作的「地下能源資源開發模擬」與六成物

理儀器操作實驗的「低溫物理與技術」。期望能提供學生不同面相的實驗課程，開拓學生視野，同時導引學生思考如何利用尖端科技設備進行跨領域的應用、研究與合作。

課程意見調查問卷統計發現(取自 106-1 學年度模組化課程問卷)，約有 33.96%的選課生選修跨域實驗模組(其中大學部佔 57.41%，碩博班佔 42.59%)。修課學生中，有高達 72.28%的學生來自於理學院與工學院。其中物理系與光電系學生人數最多，共佔了 51.16%，其次為化學系、化工系與材料系的學生，各佔 11.63%。選修跨域實驗課程學生背景分布甚廣，單門課程學生背景分別來自 6-11 種不同科系，顯示本院規劃之跨域課程符合不同科系、不同領域的學生需求。亦有高達七成至八成的學生反應，修課後受到啟發，期望修習更多相關課程，也讓其重新思考學習上缺乏的面向和未來的學習發展。

建構整合型實驗場域的執行成效：

已建立創新專題實作實驗室場域「科學創新工作坊」，供 106-1 學年度於物理系開授的創新課程「科學創新實務」使用。此課程設計是針對理學院各系或跨院系的學生，進行專題實務製作，並進行英文 IYPT(International Young Physicists' Tournament)訓練，讓受訓學生參加國際競賽。

物理系已將現行的必修課「基本電子學」(3 學分)、「電子學實驗」(1 學分)、「電磁學實驗」(1 學分)、「光學實驗」(1 學分)、「近代物理實驗」(1 學分)，共 5 門課 7 個必修學分，重新整合為「物理實驗(I-IV)」四門實驗課共 8 學分，每門課皆為 4 小時 2 學分的課程，並依序在二、三年級開授。此一物理實驗系列課程，首先規劃了「基礎能力訓練」用以培育學生的基本實作能力，接著由「主題實驗」的實作，精進學生的實驗能力與對科學的了解，最後，再經由「專題實驗」訓練學生的實驗設計、規劃與執行能力。此一系列課程已完成大架構的規劃，並緊接著進行細部的設計與執行，已於 107 年 9 月正式推出，嘉惠新進的學生。

建立「物理展示實驗室」(參考圖 2)，目前備有 50 套教案(含購置與自行研發)，提供演示教學功能，經由有趣小實驗的展演，提升學生的學習效果。同時搭配成大活動，如成大 OPEN HOUSE (106 年 9 月 30 日)、成大 86 周年校慶(106 年 11 月 11-12 日)，開放給全校師生與一般大眾參觀，舉行物理實驗展演，協助參觀民眾操作小實驗。此空間亦進行通識課「應用物理與實驗」的教學，以有趣的實驗引導文學院、社科院、管理學院、規劃設計學院的等非理、工科系學生多認識科學的本質，增進他們的科學素養。除此之外，經由學生間口耳相傳，亦有不少師生借用物理展示實驗室進行科學讀書會與討論會，搭配周圍的展示設備，對於物理行為現象有更進一步的理解。

(三) 科學教育的精進與推廣

已於 2017 年 9 月開授「應用物理與實驗」，接著將繼續推動成大理學院與通識中心的合作，持續有系統開發多元的通識課程，以提供全校非理、工學院完善的科學教育。整合理學院現有開設的通識課程，由通識中心設立專屬「科學探索學苑」，讓自然與科學領域中科學通識課程更為系統化、趣味化與資訊化，未來更可結合運用通識中心「微學分」概念，作相關

課程或活動之規劃。將陸續增開的科學探索通識課程有：「光電科學與實驗」、「應用近代物理」、「太空探索」等四門課。

在理學院科學教育中心(106年5月18日正式成立)的推動上，已積極舉辦與協助多項科普推廣與移地教育發展活動、推動科教發展之行政會議，相關活動紀錄列表(參考表5)與部分活動介紹如下：

表 5. 理學院科學教育中心 106 學年度舉辦與協助之活動與會議

時間	活動、會議紀錄說明
物理演示實驗室展演活動	
106.09.30	成大 OPEN HOUSE (參觀人數: 6 人)
106.10.18	「原來科學好好玩」-來義高中原住民科學專班同學參訪(參訪人數:13 人)
106.11.11-12	成大 86 周年校慶系列活動-理學大道科學博覽會(參訪人數:約 100 人)
106.12.11	臺南慈濟中學參訪-陀螺儀專題實驗_許瑞榮、與物理演示實驗展演_陳昭敏(參訪人數:9 人)
106.12.16	1. 臺南自然科教師共備交流-林宣安教師(人數:約 20 人) 2. 高雄前鎮高中、高雄福誠中學、臺南新豐高中三校聯合參訪-專題演講：宇宙距離的測量_許瑞榮、與物理演示實驗展演_陳昭敏(參訪人數:80 人)
移地科學教育推廣	
106.09-107.01	數學系、物理系、化學系、地科系、電漿所與生科系老師每周三前往「來義高中實驗專班」進行 16 次的不同主題課程講授(含實驗操作)
2017.12.14	「廟口學科學」種子學生研習營-北門高中
2017.12.21	「廟口學科學」種子學生研習營-土城高中
科普推廣會議	
106.08-106.10	校內:理學大道科學博覽會-學生團隊會議
106.08.29	校外:高中新課綱課程討論會—結合在地大學規劃探究與實作課程
106.09.14	校外:國教輔導團的期初會議—兼談與成大理學院科教中心的合作
106.10.03	校內:成大科學教育師長交流會議
106.11.1	校外:台南一中舉行”規劃探究與實作課程討論會”，作為 08/29 高中新課綱課程討論會的延伸

1. 參與「來義高中原住民科學專班」的課程規劃與科學活動

- 已由地科系樂鍔祿璞峻岸老師帶隊(團隊成員包括：許瑞榮、黃守仁、許瑞麟、陳炳志、陳少燕、羅永清)協助規劃「來義高中原住民科學專班」的課程，並於 2017 年 9 月開始協助授課，期望能投入成大的實驗設備，以補原住民高中教學資源的不足，增進原住民學生的實驗能力。
- 團隊也在 2017 年 7-8 月暑假期間，協助來義高中原住民專班辦理暑期科學營課程。
- 與國立成功大學原住民族學生資源中心共同舉辦「原來科學好好玩」活動(參考圖 4)，帶領學生參觀成大理學院各系的實驗設備，並在「物理演示實驗室」與普化實驗室進行有趣的演示實驗操作。(2017/10/18)



圖 4. 「原來科學好好玩」活動，原住民學生參觀「物理演示實驗室」

2. 與台南市教育局林義順科長達成以下合作規劃：

- 已完成 2017 年 5 月「全民科學周/科普列車」(參考圖 5)，將繼續合作 2018 年「全民科學周/科普列車」活動，以推廣科普教育。
- 合作建立科展作品輔導平台。
- 合作建立課程模組開發與師資培育平台。
- 合作向國教屬申請「新課綱課程設計與師資培育計畫」。
- 將透過國教輔導團與”輔導團精進計畫”作連結。



圖 5. 科普列車臺南站

3. 理學院科學教育中心團隊成立、規劃與建置：

- 核心團隊:陳淑慧(中心主任)、許瑞榮(中心副主任兼行政組)、許瑞麟(數學組)、羅光耀(物理組)、黃守仁(化學組)、陳少燕(生物組)、龔慧貞(地球科學組)、徐旭政(光電組)、陳炳志(電漿與太空組)、樂鏞.祿璞峻岸(原住民組)、陳岳男(社會服務組)、陳昭敏(行政組助理)。
- 中心已設立中心網站 FB 社群(<http://nckusec.web2.ncku.edu.tw/bin/home.php> & <https://www.facebook.com/groups/925127324306929/>)，網站內容將以科學教育中心設置計劃書為藍本，陸續建置擴充。FB 社群主要發布科教中心現有之教案展示與中心展演、外部團體參訪活動紀錄。
- 規劃設立媒合平台，以利各系相關教授與國、高中教師以及教育局的聯繫(參考圖 6)。目前已於 106 年 10 月 3 日於理學院會議室舉辦成大科教老師論會(與會人員 15 人)，討論科教計畫申請事宜，建立合作關係。已建立 LINE 群組。

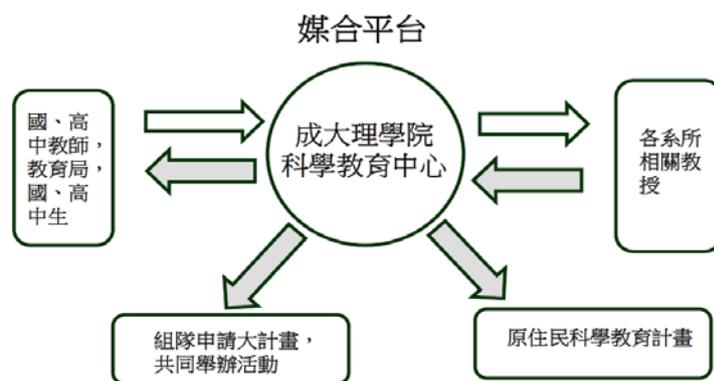


圖 6. 科教中心媒合平台的設立

4. 理學院科學展演空間的規劃與建置：

- 已將理化教學大樓二樓 35221 室重新整建成為「物理演示實驗室」(參考圖 7)，未來將以此為基地，用以開發物理演示教具，提升「普通物理」課程的教學成效；開授通識課程，協助推動全校的科學教育與跨域學習；推動全民科學教育；協助國、高中的探究與實作課程的開發與執行，善盡大學社會責任。
- 已規劃理化教學大樓一樓，設置化學展示空間，完成物理展示空間的布置。地科系也已進行地科博物館的改善計畫，光電系也開始規劃展示空間。
- 未來可沿著理學大道串連理學院相關科系的展示空間，並用科學 QR code 串接數學、化學、物理、地科、光電步道，結合博物館的展覽，協助台南地區科學教育的推廣，善盡社會責任。(已於今年 11 月校慶落實)



圖 7. 「物理演示實驗室」(理化教學大樓二樓 35221 室)

5. 舉辦與在地國、高中教師鏈結活動

- 106 年 8 月 29 日於格致廳小講堂舉辦高中新課綱課程討論會—結合在地大學規劃探究與實作課程，與會人員共六十位 (台南地區高中物理、化學老師 49 名、嘉義大學教授 1 名、理學院教職員 10 名)(參考圖 8)。
- 106 年 9 月 14 日於理學院會議室舉辦台南市國教輔導團的期初會議—兼談與成大理學院科教中心的合作，與會人員共 29 位 (台南地區國教輔導團教師 20 名、理學院教職員 9 名)(參考圖 9)。
- 106 年 11 月 1 日於台南一中舉行規劃探究與實作課程討論會，為 8 月 29 日會議之延伸，與台南市教育局與高中老師進一步組隊規劃與設計課程內容，與會人員有南一中校長張添唐、南一中學務主任何興中、台南市教育局課發科科長林義順、科員莊則政、

課督陳秀卿、本校許瑞榮教授、羅光耀教授、林秀津助理、陳昭敏助理，共 9 人（參考圖 10）。

- 106 年 12 月 6 日台南市國教自然輔導團於成大理化大樓二樓普物實驗室舉辦「科學教具實作工作坊」（參考圖 11）。
- 106 年 12 月 11 日台南市慈濟中學參訪「物理演示實驗室」，由許瑞榮教授講授陀螺儀原理與應用課程，實作陀螺實驗引導同學驗證課堂理論（參考圖 12）。
- 106 年 12 月 16 日台南自然科教師共備交流，由國教林宣安教師引導，分享教材教法與自製教具。高雄市前鎮高中、福誠中學、台南新豐高中聯合參訪(人數約 60 名)，由許瑞榮教授講授宇宙距離的測量。將學生分為兩大組進行教室內、外實驗操演，十分熱鬧（參考圖 13）。
- 106 年 12 月 14、21 日分別在台南北門高中與土城高中舉辦「廟口學科學」種子教師訓練營（參考圖 14）。



圖 8. 高中新課綱課程討論會



圖 9. 理學院科教中心結合臺南市國教輔導團期初會議



圖 10. 規劃探究與實作課程討論會



圖 11. 台南市國教自然輔導團舉辦「科學教具實作工作坊」(於成大普物實驗室)



圖 12. 台南市慈濟中學參訪「物理演示實驗室」



圖 13. 台南自然科教師共備交流(上排)；高雄市前鎮高中、福誠中學、台南新豐高中聯合參訪(下排)(於物理演示實驗室)



圖 14. 「廟口學科學」種子教師訓練營 (取自台灣好新聞網頁)

6. 申請科技部或教育部的科普計劃或教學改進計畫：

- 地科系樂鐸老師與教育所洪素蘋老師，已申請原住民計畫，並獲得補助，計畫名稱「開發以排灣族文化及環境知識為本的科學教材及課程」。但團隊仍將繼續努力增取科教計畫，以支援科教中心的經費支出。
- 羅光耀老師科普計劃獲得補助「科普活動：台南市全民科學週—國中探究式科普活動」。
- 團隊中已有多人參加今年的科技部「107 年度科普活動計畫徵求說明會_南區(成大場)」(106/10/27)，將於 107 年 01 月提出計畫申請。

四、執行本計畫之具體成果及成效評估

(一) 自定指標執行成果

本計畫致力於教學改進，並參考邁向頂尖大學計畫教學類 KPI，擬定近五年目標值，其中針對 106 學年度設定相關自訂指標值完成度如下表 8：

表 8. 教學創新試辦計畫 KPI 項目 106 年度達成值

績效指標類別	序	屬性	KPI 項目	類型	106 年度		
					目標值	達成值	說明
教學	3	報部	跨領域學程人數	B	20	45	太空科學與工程學分學程: 40人 電漿學分學程: 5人
教學	6	報部	教學助理培訓人次	B	30	66	暑期模組化13門課程培訓的TA 人數共28人。科教中心教案助教 培訓2人。大一普物實驗助教培 訓36人
教學	16	報部	專任教師投入通識課程比率	B	13%	8.89%	105下:5人 5/135*100%=3.7% 106上:7人 7/135*100%=5.19%
教學		報部	專任與專案教師投入通識課程數	B	9	8	105下:5門 106上:8門
教學		自訂	跨域基礎模組課程開課數		4	7	模組化課程資料統計
教學		自訂	跨域基礎模組課程修課人數		120	217	模組化課程資料統計
教學		自訂	跨域/基礎實驗課程開課數		6	6	模組化課程資料統計
教學		自訂	跨域/基礎實驗課程修課人數		60	120	模組化課程資料統計
教學		自訂	既有選修課程模組化課程數		4	4	物理系將固態物理與凝態物理專 題等課程，重組成4門1學分的凝 態科學系列的模組課程。
教學		自訂	舉辦理學院跨域演講/論壇數		2	3	106/06/15 理學院與工學院聯合 論壇-漢翔廖榮鑫董事長主講。 電漿所於106年9-12月邀請業界 專家舉辦兩場通識認證講座。
教學		自訂	普物、普化實驗室設備及場域改善 件數		2	2	普物演示實驗室建置、普物與普 化實驗室外圍空間改善
教學		自訂	科普活動舉辦數		2	4	86周年校慶活動系列-理學大道 博覽會。理學院科教中心於106 年10-12月分三次，對5所國、高 中參訪進行物理演示實驗展演。
教學		自訂	赴高中端招生演講場數		5	0	理學院多位老師定期都會到高中 端協助課程教學或是社團輔導，

							雖然沒有直接進行的招生演講，但是藉由這些老師至校外學校的服務，間接地也提高了學生對於成大的認同感與熟悉度，對於招生亦有所幫助。
教學		自訂	高中端科學展輔導學生數		10	16	來義高中科學專班有16場演講，為一系列課程，學生可依此發展科展題目。另有物理系蔡錦俊老師、數學系許瑞麟與舒宇晨老師指導高中科展數件，此處並無列入紀錄。
教學		自訂	原住民及社會服務活動數		2	10	原住民科學營，有十場演講
教學		自訂	科教計畫承接數		2	3	物理系2件(科普漫畫與全民科學周)、地科系1件(樂鑑老師的原住民計畫)
教學		自訂	國、高中師資培訓課程場次		0	2	8/29、12/6
教學		自訂	教材出版數		0	0	搭配新創的普物演示實驗場域，已備有49套演示實驗模組，陸續會寫成教案，尚未有出版的時程規劃，不排斥未來有此可能。
教學		自訂	修課生繼續攻讀碩士人數		10	86	大學部畢業於成大繼續攻讀碩士班:數學系(3)、物理系(15)、化學系(15)、地科系(17)、光電系(36)
教學		自訂	「成功大學理學院教學創新計劃」 網站到訪人次		5000	14,843	模組化課程網站到訪人次統計(截至2018.01.18)
教學		自訂	「成功大學理學院科學教育中心」 網站到訪人次		5000	2339	理學院科教中心網站到訪人次統計(截至2018.01.18)
教學		自訂	利用 Facebook 或 line 成立教師討論社群人數		30	0	另建立模組化課程Facebook粉絲頁社群，追蹤人數已達202人；建立理學院科教中心Facebook社群，成員29人。

(二) 檢視教學目標

1. 培養學生就業能力:

在 106 學年開設的六門實驗模組課程，主要涵蓋以物理、化學、地科、光電等領域為基礎發展的尖端儀器、實驗設備教學；七門基礎講授課程，亦教授數學、物理、化學、地科、電漿、生科領域的重要基礎原理與概念。調查發現，本院模組課程修課學生中，多數大學生傾向於提升理論知識背景的培養，而多數碩博士生則傾向於實驗操作技能的提升。顯示理學院模組課程規畫安排上，可培養不同需求導向的能力，對於提升畢業後的就業競爭力，亦有所助益。

2. 建構跨領域學習環境:

本院模組化課程在課程時間安排上，採用密集上課(一周)於寒暑假授課的模式，提供學生任意混搭的學習環境，提高跨域學習的機會。在 106-1 學年度理學基礎科學模組課程的選課學生中，高達 68.8%的學生來自於非理學院科系，理工學院科系的學生參與此模組之總人數(68.9%)，亦是遠遠高於其他學院，科系來看，又以物理系、光電系、化工系三者為最，顯示理學院院內各系跨域學習風氣之積極。另外，也增開通識課程「應用物理與實驗」給人文社科學院學生選修，以提升人文社科學院學生的科學素養，增進跨域機會。

3. 發展創新教學模式:

本院之跨域模組課程含有多項教學創新嘗試，包括一星期密集的正規課安排，打破系所各自修課之框架，鼓勵教學實作混搭比例之上課模式，非一次性考試(討論、報告、實作評分)，目前已於 106-1 學年度暑假期間順利實施，未來除了繼續完善制度，也將加入新的課程設計，包含師徒制教學，建立教師專業社群以交流教學實務經驗，並建立教學資源之區域共享平台。另外，本院也嘗試將既有選修課程模組化，規劃出「凝態科學系列課程」供理學院的物理系、化學系、光電系、與地科系，以及工學院材料系、電資學院的電機系中需要固態物理系列知識的學生選修。

4. 建構創新創業生態環境:

本院改善舊有普物普化實驗室，建設新的展演空間，形成整合型的主题概念場域，亦可搭配跨域模組課程，將三學分一學期正規講授課與實驗課，彈性調整成一學分一星期的組合混搭寒暑期課程。106-1 學年度物理系亦開設「科學創新實務」，結合創客空間，鼓勵學生創新實踐。目前，已使用教學創新經費建立創新專題實作實驗室場域「科學創新工作坊」提供專題實作的教學與指導。

5. 強化核心(五加二)產業人才培育:

本院課程涵蓋基礎自然科學範疇，同時亦與生命科學學院、電資學院、人文學院、儀器設備中心等單位，合作開設跨域基礎課程，朝著生醫科技、大數據時代、綠能環保、尖端科技分析等重點發展，培育未來人才所需具備的關鍵技能。

(三) 未來規劃

理院所建置之跨域模組課程將可擴充為跨域研究平台。院內老師每人都可就本身專業符合當代跨域性，在某一寒暑假利用一星期時間來開授自己專業之模組課程。此外，亦可邀請外院老師開授相關課程，對有興趣的課程，老師亦可旁聽教學，參與討論。期望達到一定的質與量，如此將可擴展院內與校跨域研究之能量。

在既有選修課程，物理系選定將學士班與碩士班合開的固態物理(一)、(二)與凝態物理專題等課程解構成「凝態科學系列課程」，參考圖 10，讓有興趣投入凝態科學領域的學生，提早入門。其規劃如下：首先為了讓有興趣投入凝態科學領域的學生，提早入門，擁有固態理論的基礎能力，將在物理系大三上學期中開授 3 學分的選修課程「固態物理導論」，讓學生先了解凝態科學中的基本知識：晶體結構學、晶格震盪與溫度效應以及晶體內電子的行為；接著在物理系大三下學期再開授三門一學分的模組課程：「凝態物質中的電子動力學」、「凝態物質的光學特性」、「磁性和超導材料與物理導論」，供學生選擇。每一門模組課程以每週 3 小時，六週共 18 小時進行，三門模組課分別在學期的前、中、後三個時段上課，共一學期 18 週，讓學生可以自由選取主題單元，在不同的時間段進行學習，以進一步分別去了解電、光、磁與凝態物質的交互作用中；最後在暑假期間開授專題式跨域模組課程「看見低維量子系統」、「礦物結構與分析」...，讓物理系學生可以在大四期間提早進入專題研究階段。若大一普物課程中，未研讀過近代物理的部分，建議先選修物理系二下所開授的近「代物理導論」建立

基礎以利學習。此一系列課程可供理學院的物理系、化學系、光電系、與地科系，以及工學院材料系、電資學院的電機系中需要固態物理系列知識的學生選修。

為配合此規畫，物理系已經在 106 年度第一學期(2017 年 9 月)開授此一系列課程的第一門課程「固態物理導論」(由物理系陳宜君教授、楊展其助理教授、張泰榕助理教授合開)，選修人數已達 38 人，可見學生對此類課程的需求殷切。

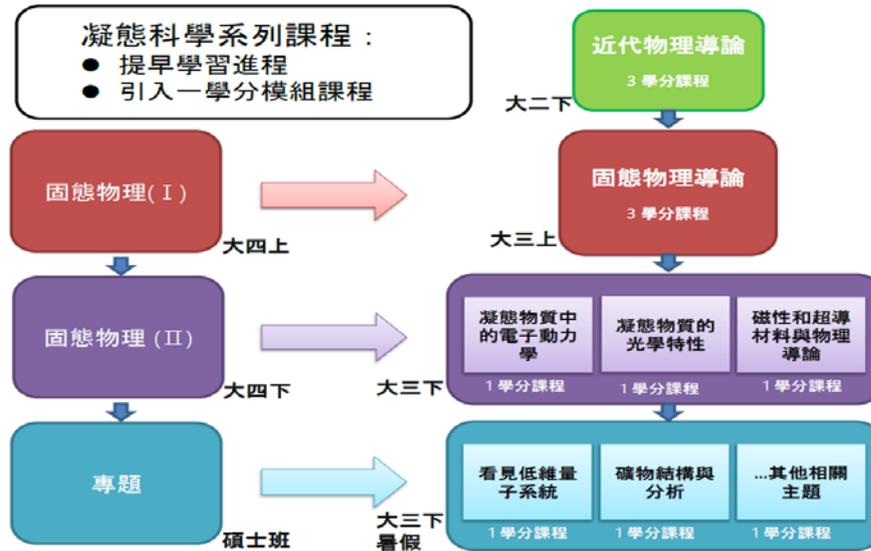


圖 10. 凝態科學系列課程

院將在課程委員會中邀請外院或外校的專家參與審查與討論，以更寬廣的視野來檢視未來將開授之課程。

五、財務規劃與經費使用效益

本計畫經費已於 106/12 月底順利執行完畢，經費主要規劃使用於 3 方面：1.開設跨域模組基礎課程。2.與本校貴儀中心、微奈米中心或其他單位合作，建置符合課程導向需求之實驗場域及整合平台，規劃跨域實驗課程模組。3.各系所展演與教學空間的改善，提升全校共同科目(普物、普化、微積分)之教學品質，強調實驗教學與程式設計能力之改進。

實際效益上，延攬人才費聘用博士後研究員 2 名，主要負責研究、教學創新計畫實驗課程規劃與成果彙整。國外差旅費補助物理系及數學系教師參與海峽兩岸物理演示實驗教學研討會及移地研究交流學術會，藉由教學經驗分享，互相學習。

業務費、限制性費用及資本門部分，除原先規劃補助的 1.開設跨域模組基礎課程：補助 106 年暑假 7 門及寒假 6 門跨域模組基礎課程的課程費用。2.實驗場域建置：補助微奈米中心及實驗室購置貴重儀器及實驗設備，盡可讓參與實驗課的學生皆有實際操作的機會。3.各系所展演與教學空間的改善：理學院科教中心已建置完成，除提供本校學生使用，也吸引臺南各高中學校參訪。10 月份更配合校慶活動，結合理學院各系所展演空間舉辦理學大道博覽會。

此外更利用計畫經費補助各系所多場國內、國際研討會及邀請國外專家學者演講及來訪：包括高中新課綱研討會、六學系學會辦理聯合跨領域諾貝爾論壇講座及數學系與北海道大學數學系聯合研討會等，各系所學術交流合作的機會增加，同時也可增進學生對國際學術新知的掌握度。

教學創新計畫經費執行情形整理如下表 9：

表 9. 教學創新試辦計畫各項經費執行率

經費用途	預算數	實支數	餘額	執行率
國外旅費(含大陸差旅)	290,000	290,000	0	100%
業務費(除國外旅費)	4,734,297	4,734,297	0	100%
延攬人才費用	762,217	762,217	0	100%
限制性費用(頂尖)	183,000	183,000	0	100%
資本門(建築及軟硬體設施)	3,809,150	3,809,150	0	100%
合計	9,778,664	9,778,664	0	100%