

跨領域人才之培育與發展

Interdisciplinary Talent Cultivation And Development



跨領域人才之培育與發展

Interdisciplinary Talent Cultivation And Development

張于紳、張書豪

中文摘要

在國際化與全球化的衝擊下，大部分的國家都面臨著強烈的競爭與急遽變動，個人的生涯發展也同樣面臨激烈的競爭與嚴峻的考驗。尤其，知識的暴增、環境的多變、價值系統的複雜化以及科技的迅猛發展，使得跨領域學科知識之重要性與日俱增。因此，本文首先說明跨領域學科的定義，接著檢視美國研究型大學在跨學科領域人才培育之發展概況，並了解其高教培育跨學科領域人才的策略，第三，了解台灣目前高教機構對跨領域人才培育的進程與成果，最後，希望藉由美國與台灣發展狀況，思考政府未來進行大學跨領域學習課程之規畫可更臻完善之處，以及跨領域人才的國家培育策略應該如何更有效益地來推展。結合數據分析、文獻探討與專家建議，本研究認為，雖然政府部會與高等校院都持續推動許多跨領域人才培育做法，然而，我國推動跨學科人才培養的方式，大多仍停留在老師個人承接計畫、帶領自己的指導學生進行研究的階段。相對的，國外制度則朝向更加全面與整合的方向進行規劃。因此，在鼓勵學校提出跨學科人才培育策略並促進多元包容的校園文化、設置完備的跨學科課程體系、注重跨學科教育和研究相結合並跨界聯合構建產學合作體系，以及加強延攬跨學科教師和強化跨學科教師團隊等方面，本研究建議高教機構與相關權責部會皆可思考如何更追求精進，也提供未來跨領域人才培育政策措施的參考。

關鍵字：跨領域人才、人才培育、跨學科教育、跨領域研究

Abstract

Under the impact of internationalization and globalization, most countries are facing intense competition and rapid changes. In particular, the explosion of knowledge, the changing environment, and the rapid development of science and technology make the cultivation of interdisciplinary talents more and more important. This article first explains the definition of interdisciplinary disciplines, and then examines the development of talent cultivation in interdisciplinary fields and its talent cultivation strategies in American research universities. We think about how the planning of interdisciplinary study courses in universities can be improved, and how the cultivation of interdisciplinary talents in our country should be more effective through the experience of United States. Combining data analysis, literature discussion and expert advice, this study believes that promoting good policies and practices although government ministries and universities would lead the development of interdisciplinary talent cultivation better and better.

In America, universities are encouraged to put forward interdisciplinary talent cultivation strategies, promote a diverse and inclusive campus culture, and set up a complete interdisciplinary curriculum system. Besides, they should pay attention to the combination of interdisciplinary education and research, and build a cross-border industry-university cooperation system, as well as strengthen the recruitment of interdisciplinary teachers and teams. We hope the result of the research could provide a reference for policies and practices related to the cultivation of interdisciplinary talents in the future and the topic can be considered more refined in further research and studied more.

Key words: interdisciplinary talent, talent cultivation, interdisciplinary research

目錄

中文摘要	I
Abstract	II
目錄	III
表目錄	IV
圖目錄	V
第一章 緒論	1
第一節 前言	1
第二節 跨學科定義以及跨學科與傳統單一學科之異同	4
第二章 美國相關政策	11
第一節 策略與制度支持	12
第二節 調整學科專業方向與正式設立跨學科學位	14
第三節 設立跨學科研究專案	16
第三章 台灣相關政策	20
第一節 教育部積極推動高教卓越與多元發展	20
第二節 發展彈性多元的課程與學位授予	21
第三節 台灣大學校院跨領域學位學程之推動狀況	23
第四節 跨領域計畫	26
第四章 台灣與美國跨領域人才的培育現況	38
第一節 研究方法	38
第二節 研究結果	39
第五章 結論	57
第一節 我國跨學科人才培育的發展與優劣勢	57
第二節 美國高教跨學科培育人才的策略與方式帶來的啟示	60
參考文獻	65
作者簡介	73

表目錄

表 1-1 多學科研究、跨學科研究和超學科研究的特徵比較	8
表 1-2 跨學科領域與單一學科領域之異同	10
表 2-1 美國主要推動之跨學科研究專案	18
表 3-1 台灣目前不分系的學校作法	26
表 3-2 台灣目前不分系的學院作法	26
表 4-1 跨領域研究計畫團隊成員組成之專長領域	48
表 4-2 專家學者任職單位與領域	49
表 5-1 美國推動跨學科人才培育之做法	61

圖目錄

圖 1-1 研究架構	4
圖 3-1 智慧創新跨領域人才培育計畫	28
圖 3-2 DIGI+ 跨域數位人才培育推動架構	28
圖 3-3 數位與特殊技術人才發展計畫	31
圖 3-4 數位人才發展專家小組之運作概念	31
圖 4-1 高教機構之多 / 跨學科學位學生數	40
圖 4-2 不同階段之跨領域研究學生數與佔比	40
圖 4-3 不同階段之跨領域學習之學生佔比變化趨勢	41
圖 4-5 大學階段修讀輔系之學生人數與佔比	42
圖 4-6 大學階段雙主修之學生人數與佔比	43
圖 4-7 求學歷程跨領域的碩博士人數與佔比	44
圖 4-8 整合型跨領域計畫之研究領域分布	45
圖 4-9 整合型跨領域計畫之各年度計畫件數變化	46
圖 4-10 整合型跨領域計畫之研究機構分布情形	46
圖 4-11 整合型跨領域計畫之計畫主持人或共同主持人專長領域	47
圖 4-12 整合型跨領域計畫之計畫主持人或共同主持人培育碩博士人才之情形	48

第一章 緒論

第一節 前言

一、世界變化之趨勢

當今世界，人類社會面臨的環境、資源、生態等科技難題日益增多，而這些難題往往涉及多個科學知識領域，從全球流行疾病到各種自然災害、從振興城市到革新醫學，常常無法透過單一學科的思想得到妥適的理解或完善的解決。尤其，最具挑戰性的問題往往需要跨學科或超學科的方法來進行研究 (Mulgan et al., 2016)，包括跨學科邊界 (Lyll & Meagher, 2012)、聚焦問題本身 (Wickson, Carew, & Russell, 2006)，另外，是否包含多元、相關的利害關係人以及實務群體 (Mitchell, Cordell & Fam, 2017) 等等難題，都不是單一專門領域的知識可以完全涵蓋。

由於科技的快速發展，對高等教育產生相當大的衝擊和挑戰，高等教育機構以過去之方式培養出來的人才，已無法快速融入高科技化的職場 (EDUCAUSE, 2019)。亦即傳統培育之單一專業的 I 型或 T 型人才，已無法滿足當前多元與新興技術產業的需求，而跨領域 π 型人才與團隊合作解決問題，已經成為產業人才必備的能力與培育的要項之一。因應混合工作 (Hybrid jobs) 正在快速成長，就業市場對能勝任「混合型職位」的人才需求愈來愈高，亦有研究發現，雇主對於跨領域學位以及技職相關課程畢業生滿意度最高，包括工程、健康、建築等，課程的廣度左右著畢業生是否勝任各式各樣的工作要求，因此，相對於大學的單一主修只著重學習某知識的深度，更急迫的需求是讓學生在大學裡學習廣泛的知識 (阮孝齊, 2020)。面對各界迫切需要透過高等教育機構來培養具有跨學科知識和技能的複合型人才，跨領域人才培育和跨領域學習，成為目前政府、學界與企業界所重視與關注的熱門議題之一。同時，學科內部知識不斷融合，人工智慧、生物工程、量子計算等新興學科領域湧現，利用跨學科培養科研人才是高等教育改革的必然趨勢。大部分國家其政府也都積極制訂相關政策並投入大量資源，鼓勵各級教育機構規畫跨領域學習的課程，以培育能應付快速社會變遷、激烈國際競爭，以及滿足企業或職場嚴格要求的跨領域人才。事實上，面對科技競爭日益加劇，科研人才培養水準高低正拉開了不同國家間綜合實力的差距。

二、美國研究型大學在跨學科人才培育上領先世界

當前的學術界已經逐漸重視跨領域研究，也認知需要於大學教育中積極推動跨學科學習，培養學生以寬廣的學科視野思考問題的能力，超越單一專門知識生產的界限，轉換為創造新理解和專門知識的模式。針對現實問題的複雜性與挑戰性，企業、政府

和各種組織都在尋求接受過處理複雜問題之相關訓練並具有這方面經驗的畢業生 (Duke University, 2021a, 2021b)，而人才培養和科學研究是高教機構尤其是研究型大學的兩大職能，社會對跨學科人才的需求隨之成為美國研究型大學設置跨學科專業的重要動因。除了回應當代社會的複雜性、培養解決複雜問題的能力，實施跨學科人才培養的另一個重要原因是美國研究型大學認為這種方式更容易培養創新人才、增進研究成果的產出。它們鼓勵學生在其主修專業或領域之外積極進行跨學科學習，利用學校提供的廣泛學習機會，成為有創造性、有智慧、有終身學習熱情的領導者和問題解決者 (Massachusetts Institute of Technology, 2020)，因為培養未來領導者是美國研究型大學普遍強調的高教人才培養目標，期待他們培育的畢業生能夠理解技術與社會的複雜性，並且運用智力資源和創新性思維去應對 21 世紀的挑戰，為此，他們要求學生的知識結構是多學科的。總之，培養全面發展的、能夠適應世界不斷變化的創新人才一直是美國大學教育的重要目標，對研究型大學更是如此。

美國研究型大學在諸多世界大學排行榜上居於絕對主導地位，儘管不同研究型大學都各具特色，但有一些共同特徵，包括：傑出師生的聚集，秉持學術自由理念與實施制度保障，追求卓越教學品質與具有培育頂尖博士生的能力，在美國基礎研究中佔據核心地位，在科學領袖與創新型人才培養上處於世界主導地位，以及對國際生源具有絕對吸引力等。在學科發展趨勢和先進經驗之下，具備關聯性、開放性、系統性等屬性的跨學科更符合知識發展的新趨勢，而對未來的預期包括：注重多學科的組織與聯合，能促使學生形成多學科思維，幫助他們更好地認識與處理複雜與廣泛的問題而有益於社會與個人發展等，因而美國研究型大學在跨學科方面積極推動並領先世界 (Sternberg, 2008)。

跨學科人才培養的具體目標是多樣化的，包括：促使學生在多個科學領域內進行基礎性的知識積累與能力養成，支持學生對多個領域技術、課程、方案、經驗、職業的興趣以解決問題，或者以專案的形式去動態地、團隊式地靈活運用各學科知識，補足或加強認知與體驗，對接創新型社會需求並進行新領域的探索與合作等。而得益於美國研究型大學跨學科教育的國際化水準位居世界前茅，對全世界優秀學生產生了巨大吸引力，整體而言，跨學科已從單個國家 / 區域內部的協作，轉向全球框架下的交流與協作，如拓展全球學術夥伴、招攬與培養對交叉前沿領域有興趣的學生、吸引有創造力的教研人員、頒授聯合性的跨學科學位或雙學位、增強師生跨國交流機會，開發交叉專案的多元化資助管道等 (范冬清、王歆玫, 2017)。

第二次世界大戰以來，融合多個領域的新科系與計劃不斷出現，已經證明了學科界限的滲透性。隨著科技和社會的持續發展，很多交叉學科或領域也在美國研究型大學中不斷湧現 (張曉報, 2019)。此外，根據美國高等院校相關的網站資料，美國排名前十的綜合型大學都有提供跨學科教育，跨學科人才培養的做法十分普遍。基於美國跨學科人

才培養的三大特徵：跨學科學位授予人數多、跨學科專業豐富、有一定數量的世界一流大學在提供跨學科教育。因此，本研究選擇美國研究型大學作為探討高教培育跨領域人才的主要參考國家。

相對的，目前台灣高等教育仍習慣於將知識分成學科，以單一學科的視角看待世界。在大學主修科目的安排上，仍然以經過嚴格分類的系所為單位來規劃，而且校方在規劃課程時，多半會參照教授行程、預算分配等事項來思考，無法完全以學生的需求為優先考量。在國際化與全球化的衝擊下，大部分的國家都面臨著強烈的競爭與急遽變動，個人的生涯發展也同樣面臨激烈的競爭與嚴峻的考驗，尤其在知識的暴增、環境的多變、價值系統的複雜化以及科技的迅猛發展下，使得跨領域學科知識的培育重要性與日俱增。因此，本文將首先說明跨領域學科的定義，其次，試著檢視美國研究型大學在跨學科領域人才培育之發展概況，並了解其高教人才培育導向跨學科領域發展的策略，第三，了解目前台灣高校對跨領域人才培育的進程與成果，最後，希望以美國與台灣發展狀況為基礎，思考未來我國大學跨領域學習課程之規畫可以注意的地方，以及我國跨領域人才的培育策略應該如何更有效益地來推展。根據前述研究動機與目的，研究架構說明如下：

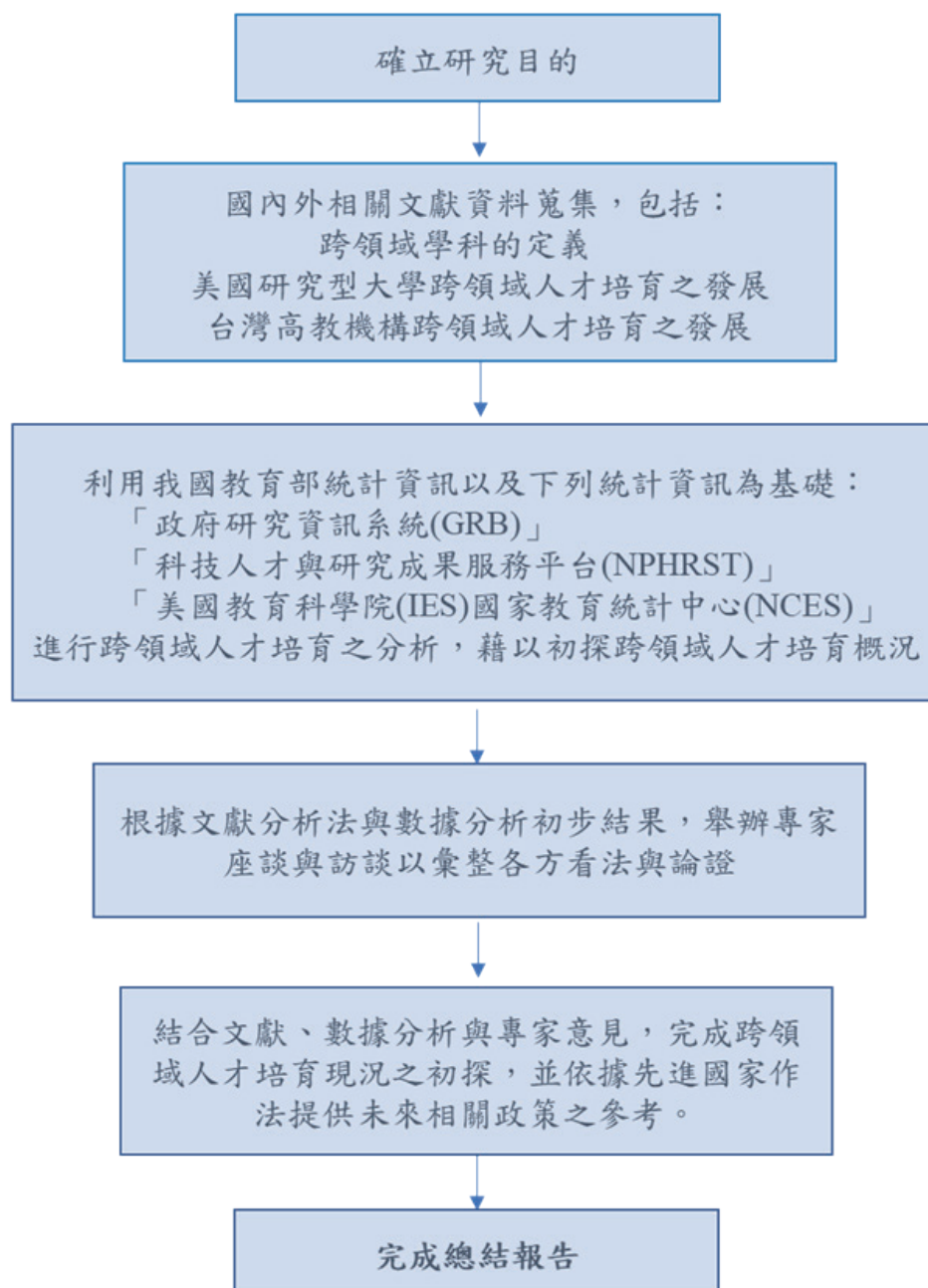


圖 1-1 研究架構

資料來源：本研究製作

第二節 跨學科定義以及跨學科與傳統單一學科之異同

一、定義

面對 21 世紀變動快速的知識及產業，不同專業領域的界線逐漸模糊，轉而興起的是結合多項領域專長的知識，以及具備高度創新能力的人才。美國國家科學院、國家工程院等機構，透過促進跨學科研究委員會 (Committee on Facilitating Interdisciplinary

Research, CFIR) 進行調查而發表的《促進跨學科研究》(Facilitating Interdisciplinary Research) 中提到，跨學科教育是未來教育的重要趨勢之一 (CFIR, 2004)。然而，跨學科領域本身就是一個不易定義的詞彙，從單一學科領域 (intradisciplinary)、多學科領域 (multidisciplinary)、整合 (跨) 學科領域 (interdisciplinary) 到超越學科領域 (transdisciplinary)，都存在不同程度及形式的知識結合樣態 (Klein, 2013)。1972 年經濟合作與發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 的教育研究與創新中心發佈的《跨學科：大學中的教育與研究問題》(Interdisciplinary: Problems of Teaching and Research in University)，其中對「跨學科」進行了概念界定，提出「跨學科旨在整合兩個或多個不同的學科，這種學科互動包括從簡單之學科認識的交流到元素材料、概念群、方法論和認識論、學科話語的互通有無、乃至研究路徑、科學組織方式和學科人才培養的整合」。以下簡單介紹學者針對不同整合程度之跨學科名詞給予的定義：

多學科 (multidisciplinary) 是指不同學科的專家由於面對共同的難題而一起工作，工作結束後就各自分離，沒有帶來變化 (CFIR, 2004)。即多學科是指來自不同學科的專家與學者同時在一起工作，但是彼此之間沒有明顯的、可能的聯繫，僅僅是在一起、從不同的角度，運用不同學科觀點解決一個問題的不同面向，但是，各種學科的理論觀點與發現最終均沒有被整合 (Van den Bellelaar & Heimeriks, 2001)。OECD(1972) 認為，多學科是指不同學科的並置，學科之間往往沒有明顯的關聯性。多學科之間學科地位與身份不受到影響。多學科更多地指向教育中學科之間保持獨立性，學科之間的聯繫並非在有意識中產生 (Kockelmans, 1975)。

複雜學科 (pluridisciplinary) 是指在學科性質上比較接近的學科之間的統合，如數學與物理、拉丁語與希臘語等 (Kockelmans, 1975)。Klein(1996) 認為，複雜學科是指各種學科在同一層級上工作，並用一種分組方式以增強彼此的聯繫，目標單一，通常是來自一個學科的嚴格控制。

交叉學科 (crossdisciplinary) 是指將不同的學科整合，以解決在研究、教學中的某一具體問題或者某一社會問題。不同學科間的學科性質上不一定比較接近，而在同樣的層級上，一個學科的概念受到其他學科的影響亦為交叉學科 (Klein, 1996)。交叉學科是在兩種或兩種以上學科的基礎之上，科學主體憑藉對象整合、概念移植、理論滲透和類比推理等方法，對對象世界及其變化進行探測、體認和再現後形成的超越單一學科性質的獨立的科學理論體系，這個學科有自己的疆域、語言和法規。

跨學科 (interdisciplinary) 研究則綜合了各相關學科的資料、方法、工具、概念以及理論，以對某一複雜問題產生一種整體觀點或者共同理解。美國國立衛生研究院 (Na-

tional Institutes of Health, 簡稱 NIH) 認為，跨學科研究是整合兩門或兩門以上不相干之學科的分析力量以解決問題。透過一些看似不相干學科的參與，在術語、途徑、方法上存在的傳統差異可能會消失。隨著合作的潛在障礙的消失，思想與觀念才有可能達成一致，才有可能產生最新的、無法預料的深刻見解，才有可能產生更優質的新的交叉學科 (Zerhouni, 2003)。

超學科 (transdisciplinary) 是高層次的、不存在學科界線的統一研究，理解超學科的一個關鍵是，在某種程度上是否表達了學科知識的綜合一體化 (Lisa, 2001)。Klein(1990, 1996) 認為超學科是指基於一般普通的概念以及出現的認識論模式，所有涉及到的學科之間的協作。超學科具有變換的跨學科理論視角，是尋找事物學科本質或本源的研究，它可以使研究者超越原有學科的邊界，在更深、更廣的層面認識事物，是推動原始創新想法的重要來源。超學科是兩門或兩門以上學科結合成一門新學科的一種跨學科方式，是跨學科中合作程度最強烈的一種形式。

20 世紀中後，Gibbons 提出知識生產模式 I 和 II 的概念，前者指以某個單一學科來概括在其知識領域內所必須遵循的認知規範和知識生產方式，後者是以問題解決為中心的跨學科的動態性知識生產方式，Gibbons 認為大學應該教給學生的核心技能是「解決問題」，為此就必須放棄以單一學科知識為導向的教育辦法，轉而採取跨學科的培養方式 (Gibbons, 1999)。

由單一學科轉型至學科融合的特色，驅使知識生產核心地—研究型大學做出相應的變革，不僅跨學科教育，跨學科研究也成為大學學科 (專業) 結構的一部分。美國大學委員會 (Association of American Universities, 簡稱 AAU) 於 2005 年 10 月發表了《跨學科性工作小組的報告》(Report of the Interdisciplinarity Task Force)，其內容提到研究中心是跨學科的重要組織形式，而「跨學科研究」應該包含以下一個或多個要素：

1. 涉及兩門或兩門以上學科的活動，以實現那些各自單獨學科不可能達成的研究目標。
2. 中心的功能是在學科邊緣上促成一個綜合學科 (integrated discipline)，諸如生物物理學、政治哲學等。
3. 中心致力於大型研究，中心的學者可繼續開展各自學科的研究與教學，對於一問題，來自其他學科同事的共同研究與探討，則對彼此都能從中受益。
4. 中心有特定的一個或一套方法，這些方法可以應用於許多門類科學。

過去從單學科研究 (single disciplinary research)，逐漸進入多學科研究、複雜學科研究、交叉學科或跨學科研究 (crossdisciplinary or interdisciplinary research)，最後則是超

學科研究 (transdisciplinary research) 等，如何精確定義這些術語的內涵及其之間的細微差異，目前學術界沒有統一的意見，所以這些術語經常存在相互混用的情況。

CFIR(2004) 提出，跨學科研究 (Interdisciplinary research) 是指團隊或者個體的一種研究模式。這種研究模式整合了來自兩門或者兩門以上的學科或專門知識體系中的資訊、資料、技術、工具、觀點、概念或理論，以從根本上加強理解與認識，或者解決單一學科範疇或研究領域內所不能解決的問題。該報告認為，真正的跨學科研究不僅僅只是跨越兩門學科去拼湊出新的「產品」，而是集成和綜合不同學科的思想與方法。Klein(1996, 2003) 則認為，多學科研究 (multidisciplinary research) 是將學科與專業並置，主要是擴大了研究的領域，增加了研究中的知識、資訊與方法，學科專業之間仍各自獨行，是一種百科全書式的方式而非彼此整合的方式。多學科是低層次的整合，利用多門學科的知識進行研究 (Palmer, 2001)。所以，多學科是將兩種或更多學科並置但相互之間並不整合或低度整合。其中，每個學科皆會生成自己的特定成果，由第三方研究者完成整體匯整的工作。而多學科研究雖然涉及到兩門或兩門以上的學科，且研究者共用儀器設備和研究方法，但是各門學科的研究者仍然只是對一個共同問題的不同面象單獨進行研究，以解決這一問題 (Friedman & Friedman, 1985)，而沒有進行必要的整合 (CFIR, 2004; Klein, 1990)。

總之，對跨學科進行辨別分析是非常困難的，因為其涉及多個相關的概念，如多學科、超學科、交叉學科、複雜學科等 (Klein, 1990)。Aboeela, Larson, Bakken et al.(2007) 對諸多文獻進行定性與定量分析，指出跨學科研究主要有三種類型，這三種類型主要是根據不同學科的整合度來劃分的，即整合度最低的多學科研究、整合度中等的跨學科研究和整合度最高的超學科研究。整合的不同程度定性地代表了合作的不同形式，另外，一個相似但卻不同的問題，是其代表了跨學科成員之間的交流程度。成員可能仍然會忠於他們各自的學科語言、學習彼此的術語，或者運用共同的語言。在中等整合度的跨學科研究模式中，成員雖然是就共同的研究問題彼此相互作用，但是他們依然運用各自的學科方法、概念框架與語言。超學科研究是整合度最高的一種研究模式，在這種模式中，成員不僅就共同的問題進行研究，而且還經常分享方法，建立共同的概念框架，學習彼此的學科語言或創造出一種新的共同語言。從多學科到跨學科再到超學科，這是一個綜合的連續體。因此，若試圖界定跨學科研究而不考慮其前後發展是有其不足的。下表對多學科研究、跨學科研究及橫斷學科研究的特徵進行了分析比較。

表 1-1 多學科研究、跨學科研究和超學科研究的特徵比較

參與者/學科		問題界定	研究方式	結果呈現方式
多學科研究	兩門或兩門以上學科	相同的問題但卻不同的範式或相關的問題	平行研究	來自不同學科的研究者各自產出各自的研究成果與出版發表
跨學科研究	兩門或兩門以上不同學科	運用至少兩個領域的語言進行界定，並利用多種模式或交叉模式進行闡述	以兩個或兩個以上的數據資源或相同數據的不同分析，從中獲得資訊	運用涉及到的所有領域都能理解的語言來產出研究成果之出版發表
超學科	兩門或兩門以上不同學科	運用比任何一門學科都更為廣泛的新語言或理論進行闡述	利用全面整合的方法進行研究，有可能產生新學科	運用超越慣例的學門新語言來產出研究成果之出版發表

資料來源：Aboelela et al. (2007).

專家與學者主要是從比較的視角對「跨學科研究」進行界定的，與界定「跨學科」的分析思路類似，即共同點都是基於學科間的合作和整合程度，超學科研究是一種全景式的分析方式，以超越狹隘學科視野與界限的綜合性框架，它以廣泛的組織、跨越學科邊界與社會研究部門的合作關係來獲取方法，指向複雜科學世界觀中所蘊含的新的統一性結構，對可獲取的知識進行綜合重構與重新文本化 (recontextualization)。

國家教育研究院 2019 就把「crossdiscipline」，「interdisciplinary」與「multidisciplinary」等三個名詞都翻譯為「跨領域；跨學科」。跨學科的廣義概念是認為跨學科是一個綜合的概念，是學科間各種程度合作的統稱。亦即多種學科可以有不同程度的整合方式，或是學科之間基本因素不同程度的「整合化」，它們分屬於跨學科研究的不同階段，均具有跨學科性。因此，本研究中談到的跨學科領域研究與人才培育涵括了研究型大學中存在的多學科、複雜學科、交叉學科與超學科的研究與人才培育等，與上述跨學科的概念類似，亦即本研究中的跨學科是一個綜合的概念。

二、跨學科與單一學科的差異

首先，在教育與教學上的差異，傳統的學術結構主要由學科界限來組織，其課程與跨學科課程有著本質的區別，前者以單一學科知識為核心，強調完整的學科結構及相對封閉的知識體系，描繪出特定的知識領域，並盡量深入地理解這些特徵。目前多數高等教育都發生在如此的學科框架內，然而這種教育框架並沒有產生最佳結果。隨著學科的融合，可能會帶來舊有學科結構的崩解，例如：奈米生物技術等研究課題需要一種連貫和相容的方法，但沒有任何傳統的學術學科完全適合。21 世紀的複雜問題要求畢業生能夠整合來自許多學科和領域的知識，因此，學院和大學將需要釐清如何為學生提供這種培訓，儘管原本傳統的學術結構主要是學科結構，但跨學科方法有可能改變各級科

學、技術、工程和數學 (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM) 等教育。不過，傳統的學科型專業與新興的跨學科專業亦有一致之處，也就是，如果課程體系龐雜而零散就難以聚焦，難以達到對某個知識領域深入學習的效果。

跨學科教育不是圍繞「一學科中需要瞭解的一切」來進行教育規劃，而是以重大而緊迫的問題為核心，強調圍繞問題來整合不同學科的知識，並促使教授們能夠以「及時」的方式引入相關的學科概念，注重不同學科知識的交叉融合，為學生帶來綜合的學習體驗。學生藉由持續參與，學習整合不同學科的方法，過程中還能培養學生應用多學科的知識解決複雜問題的思維與能力，使學生可以從多個學科或領域去考慮問題，同時，跨學科的方法可能幫助學生保持對學科的興趣。此外，問題的複雜性以及個人知識的局限性決定了跨學科研究專案常常以團隊的形式開展。

其次，多樣性帶來的差異，跨學科教育和研究的特色皆是多樣性，隨著跨學科研究的日益普遍，碩博士教育不可避免地會變得更加跨學科，但研究生仍然需要深度的專業知識。儘管跨學科專業給予更高的課程選擇自由度，但同時學生必須確定一個核心重點或聚焦專業領域並在該領域完成一定數量的課程，以保證對某個跨學科主題達到較深入的研究。因此，大多數研究生繼續在學科內發展深厚專業知識的同時，也投入廣泛科學素養的培養。經由熟悉不同領域的廣泛概念和技術學科，他們將能夠與這些學科的人溝通，而成為跨學科人員網絡的一部分 (Derrick, Falk-Krzesinski, & Roberts, 2011；張曉報，2019)。

跨學科研究與科學多樣性的諸多相似之處凸顯了跨學科的一項優勢，即當小組成員在不同的觀點或技能組合中有著共同的目標時，不同的群體比同質的群體更有成效。在管理良好的群體中，不同協作者的想法、技能和經驗是能夠帶來更好戰略和批判性見解的資產，例如：大公司將多元化視為帶來成功的重要資產。一般而言，跨學科研究具有較大程度的認識權威，主要原因是藉由凝聚不同智慧的頭腦來對同一問題進行探索的科學合作，不僅能夠解決本學科專業之外的困難問題，同時，各個領域專家聚集之合作過程，本身也是學習的過程，其促使每一個合作者學習到其他專業領域知識。跨學科合作的主要優勢在於能夠使不同主體間的能力得以共用，這種自由、非受迫性協議下而產生之證實或證偽的能力具有更為強大的創新性，在這種能力下產生的科研成果其品質和重要意義，往往高於個別研究者的科研產出成果 (陳艾華，2011)。

跨學科研究將為研究增添新的面向，使機構、個別研究人員和學科理解更加徹底，其研究成果是創新的、創造性的和具潛在變革性的。相較於單一學科處理的問題，跨學科研究往往是以更廣泛的問題為導向，跨學科研究詢問如何合併、擴展和超越這些學科理解，並透過學科研究開發的概念和方法以整合知識，在學科和複雜現象的新解釋之間

建立新的聯繫，而創造新學科知識。跨學科研究對於在基本理解和實際應用之間開闢新途徑亦至關重要。

第三，在資金支持上的差異，由於跨學科研究通常是以更廣泛的問題或現象為研究標的，因此可從較多來源吸引資金，包括國家資助機構、營利機構、風險資本家和慈善事業，亦即這些機構單位都可能誘因投資跨學科研究。在許多情況下，私營部門更有能力為跨學科研究提供資金，一方面是它可以承擔風險，另一方面也因為跨學科研究可能帶來的商業價值，即使私人資金較可能忽略教育和研究任務。鑒於許多跨學科問題的複雜性和協調合作計畫的困難，跨學科研究可能需要很長時間，然而，當機構面臨財政拮据時，會傾向於保護「核心」學科研究活動，而使支援跨學科研究上有較大的波動。隨著政策或政治的變化，政府的支援也會波動。跨學科研究有時以試點計畫開始，可能需要從探索性獎勵為起點，逐漸爭取更大的資金承諾 (Derrick et al., 2011)。

最後，在人才培養方面，作為不同於傳統學科型專業的跨學科專業類型，跨學科人才培養因為涉及兩個或以上學科領域的交叉與融合，因而對課程資源分享的要求程度是更高的。藉由分享課程資源，學生才有機會選修和組織其他學科或院系的課程，透過跨學科組合課程，才可能形塑跨學科專業所具備的知識與能力結構。此外，通常跨學科人才具有較廣的理論基礎和較強的實務能力，基本掌握兩個或兩個以上學科的知識和技能，具有跨學科思維和創造能力。與傳統單一學科培養的人才相比，更能適應社會的變化和對工作的創新性要求。

表 1-2 跨學科領域與單一學科領域之異同

差異性	跨領域學科	單一專門學科
價值和意義	跨領域人才培養和科學研究 不同知識的交叉融合 對接创新型社會需求進行新領域的探索與合作	專門人才培養和科學研究 完整的學科結構與知識體系
人培與產出	更容易培養創新人才、增進研究成果的產出 重視跨學科思維、溝通、實務與創造能力	刻劃出特定的知識領域，並盡量深入理解這些特徵
需求	解決複雜問題	解決單一領域之問題
運作方式	以解決問題或專案形式去靈活運用各學科知識，強調課程資源分享	傳統上單一科系與學位連結，並以專題研究計畫追求精進
資金來源/ 變化	可以從許多其他來源吸引資金，包括國家資助機構、營利性公司、風險資本家和慈善事業 隨著政策或政治的變化，政府的支援也會波動	核心學科優先獲得資金支持 政府是主要資金投入者

資料來源：本研究整理

第二章 美國相關政策

無論是學科與跨學科組織，還是學科與跨學科活動（人才培養、科學研究），未來都將同時存在於高等教育機構。合作在科學研究中發揮著決定性的作用，日漸被重視的團隊優勢和合作網路，顯示合作所產生的生產力在科學研究中對創新性觀點的產生和工作績效的有效提高是至關重要的 (Newman, 2001; Wuchty, Jones & Uzzi, 2007)，而跨學科合作研究成果亦比單獨研究成果產生更大、更持久的影響效應 (Pravdic' & Oluic' , 1986; Gordon, 1980; Harande, 2001)，跨學科人才培養因而更具有其優勢，尤其在溝通與學習能力方面，跨學科專業的學生比非跨學科專業的學生更有優勢。Pajewski(2006) 以美國私立研究型大學匹茲堡大學 (University of Pittsburgh) 的 2461 個大學生為樣本，發現跨學科專業的學生更常向他們的指導教授探討學術之相關疑問，他們所諮詢的問題涉及的學科領域更加廣泛，且從整體上看，能得到更高品質的建議。整體而言，高等教育中的跨學科方法已經愈來愈普遍，而美國研究型大學充分認識到科技知識在生產方式上的變革對科技人才培養轉型的引領性意義，並積極開展了跨學科培養科技人才的實務探索與精進。

美國研究型大學興起跨學科研究和教育並不是偶然的，除了聯邦政府和產業界等外部力量的牽引和推動之外，知識本身的高度綜合化發展是其重要的內驅力，正如美國大學聯合會 (Association of American Universities; AAU) 的一份研究報告所指出的：「跨學科研究和教育一直是大學學科（專業）結構的一部分。近年來，美國大學跨學科計劃、專案、中心和研究所的數量、多元性和複雜性不斷增長，這種快速成長反映了面對新的複雜問題，需要對學科知識和研究方法進行重新整合」(AAU, 2005)。美國的《STEM 2026》報告是針對美國國情而提出的 STEM 教育十年展望 (U.S. Department of Education, Office of Innovation and Improvement, 2016)，其中六大願景之一即是透過跨學科方法解決當地社區、國家層面或者全球範圍內尚未解決的「大挑戰」，也就是透過包括：將 STEM 學科之間以及與非 STEM 學科之間的分界打破，追求整合性；學習過程中加入實務的任務，以幫助學生們更好理解 STEM 與生活結合；在 STEM 學習過程中融入多元學生群體，促進公平性等，並將跨文化、跨專業合作的方法和內容納入 STEM 教育中。

實際上，在跨學科教育正式成形之前，跨學科教育相關的元素已經存在於教育思想與活動當中。美國於二次大戰前就已經有些大學因應社會需求而開設跨學科的課程，到了 20 世紀 60 年代，跨學科教育和研究的相關文獻愈來愈多，70 年代後，專家們愈來愈關注跨學科課程設置、教學和管理等的複雜性，並且出現了含括學術界、產業界、政府部門、關心團體管理研究的人士所共同組成的跨學科研究會 (Interstudy) 與綜合研究協會 (the Association for Integrative Studies)，這些跨學科教育組織的成立有助於跨學科教育研

究主體的規模發展、職業化程度的提高、研究中心的成立等。到 80 年代初期，陸陸續續出現了大量的跨學科課程，以及許多因應更複雜問題之需求而成立的跨學科實驗室、研究中心，讓跨學科的組織、管理、教學、科研協調等日臻成熟。接續的是研究型大學開始強調跨科教育的重要性，廣設跨學科學群，且大學跨學科專業的數量不斷增加，為大學教育開創新局。迄今，任何一個研究型大學幾乎都擁有跨學科院、系、中心、課程或計畫，從教學組織形式、教學管理制度、硬軟體設備到文化環境，跨學科教育已經全面且深入發展，並且走向國際化與普及化(王天紅，2020)。以下簡述美國能夠成功地推動跨學科人才培育的相關政策與做法：

第一節 策略與制度支持

學者專家們認同「因為知識創造和創新經常發生在學科的邊界，於是，跨學科研究和教育準備是未來競爭力的核心」(Bililign, 2013)，有助於美國研究型大學跨學科教育與研究的蓬勃發展，此外，研究型大學作為美國人才戰略的重要執行者，在跨領域人才培育與研究品質上，均名列世界前茅。依據陳翠榮與敖藝璇(2020)的研究，美國研究型大學搭配了包括：戰略規劃、學科課程體系、多元的跨學科師資團隊、專門的跨學科教育組織機構與多樣化教育實務平台等機置，而得以穩定持續推動跨學科科研人才培養，將其相關內容摘要說明如下：

首先，在科研人才發展的前瞻性考慮下，美國研究型大學出版了戰略規劃，確立重點跨學科培養領域以及人才培養策略。下列學校的策略作法，包括：耶魯大學的《2018 科學戰略規劃》與康奈爾大學 2019 年出版的《紐約願景資助計畫》，均明確指出優先發展領域與如何透過跨校院系的合作來促進學生發展；而普渡大學《2030 教學卓越計畫》、伊利諾伊大學香檳分校《2018-2023 戰略規劃》、卡內基梅隆大學《2015 年學校戰略規劃》、威斯康辛大學麥迪森分校《2015-2019 年戰略框架》則是設置跨學科專案或學位計畫，如：實驗室實習輪轉、跨學科研究或出國留學等計畫，並提供跨學科教育課程證書。約翰霍普金斯大學將跨學科培養科研人才定調為學校十年戰略規劃的重要議題，在《2015 年 10x2020 戰略進展報告》、《2017 年 10x2020 戰略進展報告》、《2019 年 10x2020 戰略進展報告》之中，均針對培養跨學科人才之相關問題提出解決方案和次階段的發展方向，逐步落實長期的發展戰略。杜克大學於 1998 年設立了負責跨學科事務的副教務長辦公室，為促進跨學科教育與研究制定了一系列政策，如《跨學科研究的戰略計畫》(2010)、《杜克：跨學科背景下的承諾和挑戰》(2011)、《杜克大學的跨學科性：學校與校內研究機構、專案和中心之間的聯繫》(2018)。陳翠榮與敖藝璇(2020)認為美國各校藉由提出一系列的戰略規劃與推動策略，促使跨領域人才的培育持續發展並達到質量俱進。

其次，透過改造傳統課程，使知識模組由「分離」走向「整合」，由學科導向走向問題導向，將跨學科知識學習與實務結合，建立起較為完備的跨學科課程體系，培養學生的複合型專業素養。課程內容包括理論課程和實務課程，而理論課程包含核心課程、聯合課程、選修課程，實務課程包含專題研討會、實驗課程、實習課程等。另外，由多個學科領域知識組成新主題課程或根據跨學科專業或課程的設定形成多領域課程。最後，在組織上，則包括單一院系總負責推動、多個院系共同開展、跨校跨國聯合教授，以及由學校層級成立的跨學科研究小組等多種方式。

第三，透過全球招聘跨學科教師計劃、聯合不同學院現有師資組跨學科教師團隊，或設置跨學科教育獎勵，以吸引更多有潛力的教師，包括：設置跨學科教學獎、薪資補貼、教學或研究助理津貼、差旅費、教育材料資助等形式，為教師投入跨學科教學與研究提供支持以達鼓勵效果。

第四，透過設立專門的跨學科教育組織機構，負責跨學科人才培育政策制定以及具體措施。一是設立校層級的跨學科機構來負責主要事務的推動，其職責包括：訂定政策、揭示教師聘任、考核與晉陞制度、制定聯合教學與跨學科課程管理規範、協調資源以推動試點計畫、制定人才培養方案、鼓勵跨學科合作研究、定期調查、管理大型戰略專案，以及對跨學科教育與研究單位的場所、預算和人員進行行政和財政監督等。陳翠榮與敖藝璇(2020)的研究中列舉出：杜克大學的跨學科事務的副教務長辦公室、約翰霍普金斯大學的跨學科教育辦公室、哥倫比亞大學的教務長跨學科工作小組辦公室、賓夕法尼亞州立大學的跨學科戰略研究辦公室等。二是設置校內的跨學科教育中心，藉此聚集跨學科專家幫助學生探索複雜性科研問題，為學生提供豐富的跨學科學習體驗如：跨學科課程學習、參與跨學科研究實務，同時也是學生跨學院、跨專業交流的重要平台。如：斯坦福大學有 18 個跨學科實驗室、中心和研究所。

第五，學校對外建立多樣化教育實務平台，一是國際跨學科教育實務平台以促進國際跨學科人才合作培養，二是與頂尖科研組織建立校際跨學科聯盟，如陳翠榮與敖藝璇(2020)提到，美國國家衛生研究院(National Institutes of Health, NIH)與西北大學、加州大學大衛斯與洛杉磯分校、德克薩斯大學西南醫學中心、耶魯大學建立了跨學科研究聯盟，成立跨學科研究協會，推出首席研究員政策及跨學科實務培訓專案，追求跨學科技術和方法的創新，並提升學生綜合知識運用技能、解決實際問題能力與跨學科素養。三是與科技公司、企業巨頭、創新創業公司等私營企業建立產學合作之跨學科教育實務平台，包括進行聯合研究、設立發展中心或採購技術援助中心等，提供實習、企業發展規劃或技術研發等實務機會，有助學生提早了解市場需求、增進職業適應和科技轉換能力。美國高校的跨界實務培育體系，以跨學科研究中心(所、實驗室)為主要跨學科實務平台，透過跨部門合作，打破學科壁壘，促進優勢教育資源之間的融合貫通，為學生

提供豐富多元的跨學科實務資源。

第二節 調整學科專業方向與正式設立跨學科學位

美國研究型大學培養跨學科人才主要展現為多學科的知識結構，如透過課程的跨學科組合，促使學生可以接觸到多個不同的知識領域。跨學科形式靈活多樣，有學位課程也有非學位課程；有科學與工程 (Science and Engineering, S&E) 領域內的，也有人文社科領域的，以及橫跨 S&E 與人文社科的跨學科類型。

美國的學科專業目錄 (Classification of Instructional Programs, CIP)，是由美國教育部國家教育統計中心 (National Center for Education Statistics, NCES) 開發的分類編碼方案，學科目錄 (CIP) 是一個標準的統計編碼工具，並不是官方組織或批准的學科規定性目錄，其廣泛應用於美國教育部門機構以及高等院校，是學科分類的權威性標準，對於教育規劃、資源配置以及教育整體佈局等方面具有指導作用。美國的學科專業目錄 (CIP) 於 1980 年編制，並在 1985 年、1990 年和 2000 年版本進行修訂。為了肯定跨學科學位的合法性，美國從學科設置上就給予跨學科學位的發展留有獨立空間，在 2002 年頒布的學科目錄 (CIP-2000) 中，單獨設有多學科 / 跨學科研究的學科群 (multi/interdisciplinary studies)，把專業類的第一項設置為多學科 / 跨學科研究 (綜合)，容納綜合性、一般性的研究；在專業類的最後一項設置為多學科 / 跨學科研究 (其它)，以便隨時容納新學科、新領域。同時，學科目錄 (CIP) 把跨學科學位專案定義為：是由兩個或多個有明顯區別的學科組成的，並圍繞著同一個主題組織的學位專案，由於不能歸入某一個已有的學科或職業領域下而歸入到跨學科大類中。初時，共包含 22 個新型的跨學科學位，在 2010 年頒布的 CIP -2010 中，跨學科學位增至 29 個，而在最新修訂的 CIP -2020 中的增加數目則更新增加了 22 個之多 (陳翠榮、張翔志，2020；NCES, 2020)。

跨學科課程是希望透過跨學科的模式培養出具備擁有較高創新精神和較強實務能力的高素質複合型人才。主要包括兩個方面，一是以課程為基礎的大學階段跨學科人才培養；二是以研究生為主的學位課程培養。在大學階段的課程給予學生選修自由與空間，也提供經過篩選、設計與組織的跨學科課程，可作為尋求研究領域或方向的主軸課程。由於美國擁有相當規模的專業碩士學位系統，且某些領域的碩士學位即被視為最終學位而著重日後職業準備與解決該領域實務問題，跨學科課程的屬性與之非常契合。因此，美國研究型大學在碩士階段的跨學科課程非常普遍。不論是教育、商業、衛生和醫療、工程、公共行政和社會服務等常見的碩士學位領域，均存在大量的跨學科研修課程。最後，博士學位階段，無論是 Ph.D. 還是 Ed.D. (Doctorate in Education) 形式，多數對跨學科研究有所要求，有的是在課程、研究中涵蓋跨學科、跨部門培養，也有的是由跨部門

聯合頒發學位 (范冬清、王歆玫，2017)。

二戰之後，美國聯邦政府為了解決重大科技問題，開始在研究型大學設立跨學科實驗室，因而不僅培養了一批具有跨學科性的材料科學家、物理學家、化學家、工程師和其他專業人士，也因為同時積極地在高等校院中推動跨學科研究與教育，而孕育了許多取得多學科或跨學科學位的畢業生。整體而言，美國研究型大學非常尊重學生個別之學術興趣，並積極透過制度的設計來滿足學生的發展需求，跨學科專業就是其中一項作法。美國研究型大學主要採取以下方式調整傳統過於單一、專門化學科專業方向以因應科技與產業變革。

一、調整學科專業方向

其一，將兩個專業合併成一個聯合專業。如陳翠榮與敖藝璇 (2020) 的研究中提及加州大學伯克利分校工程學院、耶魯大學、卡內基梅隆大學等均設計了聯合專業和聯合課程，讓學生完成系統性的跨專業學習，以勝任必須具備兩個領域知識的職位。該研究亦提到，密西根大學以跨領域、文理交叉發展的策略，在原有的數據科學專業的基礎上，結合運輸、解剖健康科學、社會科學、音樂等，增設了五個跨學科專業，促使其畢業生能在資料採擷的重點領域有所發揮。這是透過改變單一、封閉的人才培養思維，增設新的學科專業之作法。其二，拓展學科專業的教育內容。美國研究型大學加強對科技人才的跨學科素養培養，包括透過相關課程學習與實務訓練，發展學生的跨學科思維能力、實務技能、溝通協調能力、跨學科研究技能等。

二、正式設立跨學科學位

美國研究型大學主要採用兩種形式設置跨學科學位。一是設置雙學位或聯合學位，一般分為學校內部跨學院設立或與國內外其他大學合作，學生可因此獲得兩個學位證書。美國多數的高教機構設置了跨國聯合學位專案，且大多涉及工程學、數學、計算機科學、物理與生命科學等科技領域，此亦有助於美國之高教國際化與全球夥伴關係之發展。二是設立跨學科學位，從制度上規範了跨學院、跨學校、跨國別等多種培養形式，希望達到跨領域科研人才培育的高品質 (陳翠榮、敖藝璇，2020)。

美國研究型大學跨學科專業的課程體系與學科型專業一樣，由通識教育課程 (General Education)、專業課程 (Major Requirements) 和自由選修課程 (Free Electives) 三部分構成。學生的跨學科學習興趣及相應的跨學科專業，可能是對應某個交叉學科或領域，或是涉及多個學科或領域。學習過程中，學生的個人化需求得到了滿足，跨學科領域也在這個過程中得以生成或進一步發展。基礎是通識教育，而專業課程是為保證學生對某一個領域有較為集中和深入的研究，從而在該領域具備一定的專長而設立，為此，美國研

究型大學多規定跨學科專業必須確定專業重點、中心或聚焦領域。自由選修課程為學生在通識教育課程和專業課程之外，進一步為跨學科組織課程提供的機會，從而可以更加滿足學生在跨學科專業學習過程中所產生的個人化興趣與需求。跨學科專業的跨學科屬性和培養目標決定了學生要從兩個甚至多個知識領域中選擇，進行課程組合，使得學生可以跨越學科和院系進行學習，以整合多個學科的課程或以相關學科的課程去補充某一個作為核心學習內容的學科。為了在保證課程結構跨學科的同時維持學科之間的平衡，同時也為了保證培養學生跨學科領域的知識結構與分析、解決問題的跨學科視角和方法，一些大學還會規定單一學科的課程數量上限（張曉報，2019）。

除了有大學、研究所不同階段的跨學科課程，美國研究型大學亦常將跨學科課程與創業教育課程相互結合。一是研究型大學普遍推動創業課程，而易於與跨學科課程相容。二是創業教育的主要目標之一便是超越傳統學科限制及知識界線，以解決領域內的問題為導向，並為未來職業做準備；這與跨學科人才培養在策略目標上很大程度上相契合。二者在理念與課程實施上具有一致性（Nikitina, 2006）。

整體而言，跨學科專業人才培養類型是多元的，而非全部培養學術型人才，而是分為兩種類型，一是注重培養學生從事跨學科工作的職業能力，旨在為學生提供在跨學科、全球化的工作所必需的技能。二是學術與職業目標並重，研究型大學在強調培養職業能力的同時，還注重為學生進入更高層次的研究生階段之學習打下基礎（鄧嘉瑜，2016；張曉報，2019）。複合型的知識結構、更為廣泛的適應性是跨學科專業畢業生的顯著特點與競爭優勢。基於專業和學位組合的方式來看，跨學科課程目標著眼於學生的全面發展，多數課程內容與主題都立足於培養學生以跨學科的視角去體驗人與自然、社會的各種聯繫，期待培育學生面對日益複雜的問題時，具有更全面的應對方式。跨學科的課程很重要的一點是讓學生學會跨學科地思考事物之間的相互關係，避免受限於單一學科專業範圍內，其次，跨學科課程注重綜合實務能力的培養，包括解決問題的系統方法、知識整合的能力、團隊合作能力、口頭表達與寫作能力，具體表現為跨學科課程中的研究方法課、討論課、寫作課程和論文設計等形式。

第三節 設立跨學科研究專案

為了培養學生的跨學科素質，美國研究型大學除了藉助於傳統意義上的學科課程體系，還透過專門的教育教學活動給予學生專門的實務訓練。相對於透過通識教育和自由選修課程等途徑，讓學生掌握涵蓋多個學科卻互不相關的拼盤式知識，而跨學科研究活動則是一種實現多學科知識運用、綜合或整合的有效途徑。因為「問題的研究是按照社會現實的要求設定的，它既不可能以學科的先驗劃分為依據，也不可能恰好對應於一

個或幾個學科的範圍」，所以具有極為廣泛的學科綜合性。美國研究型大學將跨學科研究作為跨學科人才培養的重要方式和手段，將其運用到包括跨學科專業在內的人才培養過程當中，亦即針對某個問題開展跨學科研究。

美國討論跨學科教育與研究問題的論文和著作自 20 世紀 70 年代之後相繼發表 (Chubin, 1986)。進入 21 世紀，美國聯邦政府更是高度重視跨學科科研人才的培育，研究型大學則普遍將科學研究與人才培養結合，聯邦教育部在《STEM 2026》報告中的教育願景指出，跨學科教育有利於培養學生應對重大挑戰的能力，可有效利用科學、技術和創新來解決國家或全球重大問題，而設置跨學科專案就是聯邦政府推動大學跨學科培養科技人才的常用策略。依據陳翠榮與教藝璇(2020)的研究，其形式主要有三種。其一，培養科學家的跨學科研究專案，例如由美國國家衛生研究院 (NIH) 的醫學科學家培訓專案資助下，匹茲堡大學和卡內基梅隆大學 1983 年合作推出醫學科學家培訓計畫 (Medical Scientist Training Program, MSTP)，其促使兩校建立了基礎學科與醫學研究合作平台，而包含了磁共振研究中心、再生醫學研究所、超級計算中心、機器人研究所、癌症研究所、西方精神病學研究所和診所、婦女癌症研究中心等，打造了醫學和基礎科學相結合的環境，為學生提供跨學科臨床基礎知識學習和研究培訓。其二，配合學生職業選擇的跨學科研究專案，考量畢業生之未來職業轉換與職業發展而規劃跨學科計畫，學生藉此參與前沿科技領域問題的研究。例如：伊利諾大學香檳分校推出跨學科衛生科學計畫，即希望跨越傳統學科領域研究，培育與人類健康和社會問題相關之核心領域工作和研究的學生以回應外界對衛生科學複合型人才的需求。其三，結合科技與人文的跨學科研究專案，例如華盛頓大學人文資料科學專案，強調結合資料科學、人機交互領域與社會學、心理學、政治學、經濟學和商學等人文社科領域，以提出各類複雜性難題的解決方案。

美國聯邦政府積極促進跨學科平台發展與資助跨學科人才培育專案，一般而言，跨學科計畫有助於確保更好的教育計劃與培育學生具備綜合性能力去面對並解決問題，回應多學科的要求、促進合作及打開全球教育市場。此外，在國際化的高等教育環境下，美國研究型大學在全球跨組織、跨學科合作中居於主要地位。美國國家科學委員會 (National Science Foundation, NSF) 長久提供對跨學科研究計畫的資助，也強調與某些國家合作的重要性，如：美國國家衛生研究院 (NIH) 從 2005 年至 2012 年資助了 9 個以大學為基礎的跨學科研究聯盟專案 (NIH, 2012)。美國聯邦政府在其他方面也對研究型大學跨學科研究給予了大力支援，包括提出政策保障、給予經費支援，如國家科學基金會 (NSF)、國家衛生研究院 (NIH) 等均專門撥出專款支持大學跨學科研究，還有，政府支持個人和協會組織發表與交叉學科相關的研究報告進而帶來宣傳效果 (National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine, 2005)。

以下簡介美國對跨領域人才培育甚為重要之三研究專案。

表 2-1 美國主要推動之跨學科研究專案

計畫	單位	宗旨	作法
STC(Science and Technology Center)	1987~ 美國國家科學委員會(NSF) 推出	支持新興前沿學科領域長期從事跨學科的合作研究	促進大學、國家實驗室、企業界的合作 大學與產業界設立跨學科研究與技術開發中心
IGERT(Integrative Graduate Education and Research Traineeship Program)	1998~ 美國國家科學委員會(NSF) 推出之綜合性研究生教育和研究實習計劃	旨在促進學生參與和準備方面的多樣性，並為世界一流、廣泛包容且全球參與的科學和工程人員	透過建立創新的研究生教育和培訓新模式， 激發研究生教育的文化變革
NRT(Research Traineeship Program)	NSF2014~ 推出之研究實習培訓專案	重點培養STEM跨學科人才的研究能力	提出與私營部門、非政府組織、政府機構、國家實驗室現場站點、教學中心、非正式科學中心和學術夥伴進行戰略合作的提議

資料來源：TERC(2018), NSF(2014) and NSF(1987)

首先，1987年美國國家科學委員會(NSF)批准推動科學與技術研究中心計劃(The Science and Technology Center, STCs)，科學與技術研究中心(STCs)的目標是支持研究者投入新興前沿學科領域並資助長期從事跨學科的跨機構合作研究，主要鼓勵以大學為基礎的學科交叉研究、知識跨部門轉移，以及建立創新性教育。在科學與技術研究中心(STCs)的推動下，一方面在美國發達的產業創新環境下，有效促進了大學、國家實驗室以及企業界的聯繫與合作，有利於科學家和工程師共同解決科學和工程中所遇到的複雜問題。另一方面，大學與產業界開始共同設立各類跨學科研究和技術開發中心，亦即以大學的科研力量為主，解決產業界的研究難題，以致於到了20世紀90年代，建立了數百個以研究型大學為核心的跨學科研究中心和技術研發中心。換句話說，美國聯邦政府藉由一系列促進大學開展跨學科研究的政策和措施，促使研究型大學主動尋求與產業界的合作而實現了跨界合作發展，為大學與產業、政府之間的合作，及官產學研結合，提供了強大的發展動力(朱永東、向興華、葉玉嘉，2012)。

第二，1998-2013年，聯邦政府設立了綜合性研究生教育和研究實習計劃(Integrative Graduate Education and Research Traineeship, IGERT)，對跨學科研究生培養提供經費資助。此計畫旨在「超越傳統學科界限，在合作研究的環境中發展研究生教育和培訓的新模式」。綜合性研究生教育和研究實習計劃是美國國家科學委員會(NSF)的旗艦跨學科培訓計劃，旨在教育美國科學家和工程師在學科知識的基礎上，透過更加靈活的規劃並為學生提供更多的跨學科選擇之跨學科培訓並進而取得博士學位。自1998年推出以來，已在美國41個州(以及哥倫比亞特區和波多黎各地區)和100餘所大學中獲得了278

項 IGERT 贈款，並有近 6,500 名學員獲得資助。五年期計劃的 IGERT 獎金約為 300-320 萬美元，研究生每年的助學金為 3 萬美元，包括培訓費用。研究發現，IGERT 計劃在改變參與學生的研究生教育經歷、支持教師參與跨學科教學和研究、以及促進所在機構內跨學科研究生教育方面，具有相當的影響力。此計畫透過建立創新而多樣化的研究生教育和培訓新模式，在超越傳統學科界限的合作研究環境中，為學生、教職員工和機構帶來研究生教育的文化變革，幫助學生面對國家和國際之重大科學或具社會重要性的大型複雜研究問題時，擁有所需的個人和專業技能並具備 21 世紀職業生涯的領導能力 (NSF, 1998)。

第三，2014 年聯邦政府設立了研究實習計劃 (National Science Foundation Research Traineeship Program, NRT)，重點培養 STEM 跨學科人才的研究能力。美國國家科學委員會 (NSF) 的研究實習計劃是針對以研究為基礎的研究型碩士和博士學位學程中的研究生，致力於透過創新、循證，發展能因應不斷變化的勞動力和研究要求的綜合培訓模型，希望對優先發展之跨學科或融合研究領域的 STEM 研究生進行有效培訓，包括對跨學科或融合研究主題不可或缺的設施和 / 或技術、語言和文化的熟悉；促進可轉讓專業技能的發展；並向受訓人員提供具有背景、經驗和技能的專業人員的指導和職業諮詢，以便為受訓人員提供有關如何為各種 STEM 職業道路做準備的建議。期待使參與學員具備從事一系列 STEM 職業所需的技能、知識和能力。亦即透過開發創新的方法和知識，以促進研究生教育的變革，研究實習計劃 (NRT) 的實習過程致力於將研究生培養為多才多藝的 STEM 專業人士，以便能從事學術界內外的各種研究和與研究相關的職業。此計劃鼓勵提出與私營部門、非政府組織、政府機構、國家實驗室、現場單位、教學中心、非正式科學中心和學術夥伴進行戰略合作的提議。研究實習計劃 (NRT) 獎 (預計每年 14-15 個) 的期限最長為五年，總預算為 3 百萬美元。研究實習計劃 (NRT) 特別歡迎包括與國家科學委員會 (NSF) 合作的提議，這些提議涵蓋了工程和科學領域代表性不足的全國學習者社群 (Nation of Communities of Learners of Underrepresented Discoverers in Engineering and Science, INCLUDES)，並利用 INCLUDES 專案的努力來發展社會各個部門和群體的 STEM 人才，並且以國家優先領域的跨學科或融合研究主題的提案為主 (NSF, 2014)。

第三章 台灣相關政策

為了因應現代知識經濟社會的期望與人才需求，台灣政府各部會針對高教人才培育持續提出相關政策與措施，尤其針對跨領域科研人才培育，調整了相關法令規範，期待能有助於回應社會對高階跨領域人才之要求。

第一節 教育部積極推動高教卓越與多元發展

國家人才未來缺一不可的關鍵力包括：全球移動力、就業力、創新力、跨域力、資訊力與公民力（教育部，2013），而這些都不是大專院校單一系所可以勝任的，因此，各大專院校為因應這股需求，近幾年透過各系、各院甚至各校的合作，共同建立跨領域知識的平台，提供學生多元學習的機會，以拓展知識視野並具有更強的社會職場競爭力，另一方面，學校本身推動多元之跨領域學程的成立，也有助於學校在招生與評鑑方面的評價。大專院校追求跨領域教學與研究，不僅是發展方向與政策之一，也是國際的重要趨勢與潮流。楊國賜（2011）認為，以單一系所為主的學習領域範圍，無法迅速回應社會與產業需求的快速變動，因而興起跨領域學習的發展與趨勢，同時也是提供大眾終身學習的方式之一。

政府希望增強學生就業競爭力，培育新世紀所需高階人才，以符合知識經濟社會的期望。首先，為營造國際化教育環境，於2013年起，積極推動「教育創新」，協助大學破除既有法令框架，創新自由治理模式，並引進國外大學優質教育資源及前瞻觀念、建置國際水準之師資、課程、研究及學習環境。政府也從2018年起，推動〈高等教育深耕計畫〉的第二部分，以〈全校型計畫〉及〈特色領域研究中心計畫〉協助具有多面向國際競爭力之綜合型大學及具有卓越特色領域之大學發展學術優勢領域，並促使其研究能接軌國際，以提升國內高等教育的國際競爭力。另外，教育部為提高大學之教學研究品質，追求卓越發展，自2000年陸續執行〈大學學術追求卓越發展計畫〉、〈提升大學基礎教育計畫〉等專案型補助。2015年則推動〈發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫〉（第2期更名為〈邁向頂尖大學計畫〉），希望藉由建立學術的競爭環境，發展國際一流大學以及設置以優異領域為導向的頂尖研究中心。同時，推動〈獎勵大學教學卓越計畫〉及子計畫〈獎勵大專院校辦理區域教學資源整合分享計畫〉，整合教學資源建立共享平台，2017年推動〈教學試辦創新計畫〉，並逐步銜接2018年起推動之〈高等教育深耕計畫〉(107-111年)，以協助大學發展多元特色並培育新世代優質人才（教育部，2020a）。

接著，教育部積極推動產學合作培育人才，自 2014 年推動〈青年學者養成計畫〉，其中，有關〈教育部補助大專院校產學合作培育博士級研發人才計畫〉，係建立務實型博士培育模式，由大學與產業共同指導論文研究，教育部補助學生每人每年 20 萬元獎學金，並爭取企業或法人配合經費，培育博士務實致用研發能力。另外，學校依特色及區域重點產業，擇定優勢或重點產業研發領域，以碩博士 5 年一貫、博士 4 年之博士生實務研發模式跨部門培育研發人才(蘇秀慧、呂雪慧，2020)。透過跨產業與學研的方式，期望有效培育產業所需之高階人才。

第二節 發展彈性多元的課程與學位授予

一、教育部補助大專院校跨領域學習計畫進行課程分流

在《大學教育政策白皮書》建立彈性人力培育部分，提及：「因應知識經濟時代的來臨，大學對人才之培育及課程之規劃，必須掌握更大的彈性機能，才能適應產業快速變遷的需求，滿足產業發展所需的人力資源，進而掌握發展的先機，提升國家的競爭力。」因此，為了因應產業及社會需求，教育部積極支持與鼓勵大學開設跨領域課程以培養相關人才(翁福元，2020)。除了跨領域學習為我國高教深耕計畫當中的推動重點之一，教育部於 2007 年 6 月 22 日發布『補助大專院校辦理跨領域學位學程及學分學程要點』，並於 2008 年 5 月 5 日進一步修正。自 2007 年起編列經費，鼓勵各校踴躍開設產業及社會所需人才之跨領域學位學程或學分學程，希望藉由專案補助促進大學跳脫傳統學制，讓系所分際更具彈性，期望學生深耕專業，並提升對知識廣度的追求。該要點鼓勵大學開設醫療照護、文化創意、綠色能源、生物科技、觀光旅遊及精緻農業六大新興產業之跨領域學程。而自 98 學年度起教育部開始補助我國各大專院校進行跨領域的學位或學分學程之設立，並於 2010 年 5 月 20 日以臺高(一)字第 0990077620C 號令修正，申請補助者應為設立一年以上，或符合包括六大新興產業以及其他國家政策發展方向之跨領域學位學程或學分學程，如：海洋法政、科技管理服務、華語文教學研究、臺灣與亞太區域研究、婦女研究與性別平等研究及新住民家庭經營等。非屬國家政策發展方向之跨領域學程，其課程設計應跨二個以上學院。迄 2013 年 5 月，已有 55 校一般型大學獲得補助，歷屆申辦總案數達 384 案，累計核定補助計 225 案、共計新台幣 1 億 1,147 萬 5,500 元。(蘇秀慧、呂雪慧，2020)

科技應用與經濟發展不斷驅動產業創新，以及勞動市場職類及就業形態的更迭，未來的工作環境與內容不易預先掌握。大學因而改變以往偏重學術研究導向的課程內容與教學方式，納入專業實務課程，以利學生在學術研究或實務應用領域之間進行選擇，並培育符合學術研究及產業發展所需求之人才。教育部為鼓勵大學透過課程分流，改變以往課程與教學過於偏重學術理論的現象，強化產業實務與應用面向的深度與廣度，以

落實學用合一，協助大學強化學生專業實務能力，進而提升就業競爭力，於2013年10月7日發布「教育部補助大學校院推動課程分流計畫要點」，而先前之跨領域學位學程及學分學程專案補助併入，即「補助大學校院辦理跨領域學位學程及學分學程要點」於2013年2月7日正式廢止。藉由競爭型經費補助方式，引導大學校院加速進行課程改革，在既有「學術型」課程之外，增加「實務型」課程，以突顯學術研究和實務應用兩種不同的教學型態及學習需求，並引導學生適性選擇符合生涯發展目標的課程，培養專業實務能力。大學得擇定一個或數個院、系、所、學位(學分)學程，以下列四種類型來規劃課程分流計畫：(1) 創新模式、(2) 專業學院、(3) 跨領域學程與(4) 研發菁英。教育部依據申請計畫類型及審查結果核給補助經費，其中創新模式、專業學院及研發菁英等三類每一申請案每年至多補助新臺幣500萬元，跨領域學程至多補助新臺幣200萬元(高教司，2015)。

推動課程分流計畫係由大學依據學院、系(所)或學程的發展目標、定位及特色，自行規劃實務應用與學術研究等不同導向的課程內容與教學方式，亦可邀請產業共同參與課程設計、教學與研發活動，以強化學生在校學習歷程與職場體驗的連結。同時，為確保課程內容、教學方式與成績評量符合實務應用導向，必須有相關的檢核機制以及支持教師投入實務教學的升等與鼓勵機制。課程分流之辦理原則如下：

1. 學校於學術型課程外，應增加培養專業能力及經驗之實務型課程，以利學生適性選擇符合生涯發展目標之課程，提升就業力。
2. 調整學術導向之單一研究生培育模式，引進企業或公民營機構參與，合作規劃產業人力需求課程。另外，課程分流規劃包括：
 - 實務型課程及學術型課程之配當。
 - 校內外實作或實習課程之設計及落實機制。
 - 鼓勵及培養教師投入實務性課程與教學之機制。
 - 產業參與或合作模式之規劃與執行，及其他創新之規劃。

計畫所屬領域符合政府推動之六大新興產業或其他重大政策發展方向，優先列入補助考量(教育部補助大學校院推動課程分流計畫要點，2013)。

2015年起將「推動學位分流」及「推動跨領域學位學程及學分學程」併入，並調整措施名稱為「推動課程分流」(國家發展委員會，2015)。於2017年「高教深耕計畫」核定版中，明確納入相關的課程分流計畫，同時列入績效指標進行倡導(教育部，2017)。而教育部「補助大學校院推動課程分流計畫要點」於2018年9月28日廢止。

二、學位授予法之修訂

教育部於 2005 年修正《大學法》，准許跨系、所、院之學分學程或學位學程的成立，之後，教育部為因應教育趨勢及現況，為使學位授予與學制更彈性多元及提升人才國際競爭力，2017 年起推動〈學位授予法〉修正作業並於 2018 年 11 月 28 日公布，期盼促進高階人才培育分流，增加學位論文多元替代形式、開放學生跨級、跨校雙修輔系、得依學生所修讀學術領域、修讀課程授予學位、提供產學合作專班學生先就業後拿學位之彈性等，以協助高等教育創新發展。修正重點包括：

1. 學位名稱鬆綁：鬆綁授予之學位名稱得由學校依學生所修讀之學術領域、課程要件而訂定，提教務相關之校級會議通過後實施。
2. 大學學制彈性及多元化：學生得彈性於院、系、學位學程間修課（院進系出、系進院出），並依其學術領域、修讀課程及要件授予學士學位。
3. 放寬副學士學生得修讀本校或他校雙主修；碩士、博士學生得修讀本校同級或向下一級之輔系。
4. 增加學位論文多元形式：碩士層級開放體育運動類論文得以成就證明連同書面報告或以技術報告代替；另屬專業實務者，碩士論文亦得以專業實務報告代替。博士層級則開放藝術類、應用科技類及體育運動類，論文得以作品、成就證明連同書面報告或以技術報告代替。

配合〈學位授予法〉的修正，教育部 2019 年 3 月 20 日廢止〈學位授予法施行細則〉，同年 3 月 27 日修正〈教育部處理涉及學位授予法第十八條事件程序及裁罰基準〉，並於同年 8 月 28 日訂定發布〈各類學位名稱訂定程序授予要件及代替碩士博士論文認定準則〉，復依前開準則第 3 條編印「大學各系、所、學位學程及專班授予學位中、英文名稱參考手冊」，以及依前開條準則第 7 條規定，公告體育運動類成就證明代替碩士博士論文之賽會範圍（教育部，2020a；2020b）。

第三節 台灣大學校院跨領域學位學程之推動狀況

在學位授予相關法令放寬之前，教育體制上是「科系」和「學位」連結在一起，學生申請大學時是申請「系」，也有許多促進校友及學生認同自己學系的相關活動。最為系統化、傳統的跨領域學習，如雙主修或輔系，係屬制度性的跨領域學習。修法後，目前將學程可作為畢業單位納入法條，建立「學位學程」的法源依據。學校可破除過去只有「系」才可以頒發學位的概念，學程跨越了系的限制，由多系教授共同開課，且科系間的教授是多對多的網絡合作，以快速組合、多元變化的「學位學程」主導開課，打破過去系所間資源互不流通、甚至可能嚴重競爭的僵化思維。即使如此，目前尚未針對跨

領域學程有行政上的鼓勵措施，在《教育部人才培育白皮書關鍵績效指標》的 24 項指標也未提及跨領域學習。隨著時代變遷，因應學生的跨領域學習需求增長，學校如何釋出資源投入相關課程仍左右於各校之推動做法。目前，學分學程的課程大多由各系原有課程組合，且行政負擔大多由各系原來編制承擔，並沒有專任教授、行政人員等，故資源不足問題較為常見，例如：政治大學具專任師資的學士學位學程 -- 「數位內容學位學程」，仍是同樣面臨資源不足的問題。跨領域學程需要不同系所支持，而學位學程的師資可以由其他院、系、所支援專任師資，但自 109 學年度起，政府規定專任師資至少需兩人以上。

理想中的大學部仍可維持系所編制，讓主要之行政事務處理順暢，而在課程上則可改由「院」來主導，如此就能更靈活地推動院內的跨領域學程。因為「學位學程」涉及系所增設，需經校內重重會議，再送交教育部審核，反之學分學程僅需教務會議核定，行政程序簡化許多。在國內，有些學校實施「不分系」制度，延緩分流，藉以讓學生有更多時間摸索興趣，待其對科系有較深入的了解後再做選擇。也有專家學者認為考量成本與快速回應需求之課程變換，作法上應利用「專案型」課程組合之學程。如政治大學雖不是全校不分系，但自 91 學年度起，陸續成立 38 個學分學程，另外，傳播學院自 2014 學年度起開辦院內大一大二不分系，透過延緩分流，使學生有更多時間摸索自己的興趣，也期待能輔以其他配套制度的實施，如導師制、個人輔導等，來達到更佳效果。傳播學院還保留了「實驗學程」，提供學生選擇最符合本身需求的課程。實驗學程的前身，即是在不分系前，預先實行七年的傳播學士學位學程的「自主學程」（簡稱「傳程」）。傳程學生大一不分系，大二以後可決定分流至傳播學院內任何一科系，但若認為科系的必修安排仍然不符合自己的興趣，也可自行規劃必修清單，申請「自主學程」。自主學程賦予學生最大的決定權，希望達到適才適性，讓學生能創造個人特色。

台灣科技大學則設立「全校不分系學士班」，四年皆無任何灌檔課程¹，除了少數科系有規定預先修習的通識課程，學生大二時可自由選擇科系，不會有任何限制，甚至分流後，還有無條件轉系一次的機會。不過，實施不分系除了必須考慮整個學校的政策走向是否願意合流外，學系師資是否足夠也是先決條件。成功大學 2007 年開辦不分系學程，原僅限大一，後來變更學制，將大一不分系學程變更為「大一至大四全校不分系學位學程」，對外招生。不分系學生大一時就要進入場域見習及發掘問題，大二及大三對專業領域自組學習課程，大四是跨領域綜整課程，也是能力全面養成的階段，最終，

¹ 灌檔課是指系上直接透過系統自動安排好的課程，通常是系上必修課。灌檔課並非不能更動，如果與自己想上的課衝突，可以選擇上其他時段的課。不過有些老師會不允許更換課程，還是要依老師的規定為主。參考來源：陳致軒，1111 職涯論壇 / 有問必答。
<https://www.jobforum.tw/discussTopic.asp?id=290760> (2022 年 5 月 5 日取得)

校方頒給完成不分系學程學生的畢業證書，其上註明是學院學士資格，而非哪個學系之學位。中山大學在 2018 學年度成立「人文暨科技跨領域學士學位學程」，提供學生「專業學系進、校級跨領域學程出」的學習路徑，畢業後授予「跨領域學士學位 (Bachelor of Interdisciplinary Studies, BIS)」(關鍵評論，2017a；2017b；2017c)。

在臺灣高等教育的跨領域特色課程中，除已有的「通識教育」強調培育學生跨領域能力外，近幾年更有大學院校開始整合系所的技術與知識，企圖跨越大學院校的系所藩籬。例如：清華大學所推出的雙專長院學士班，截至 2018 年底，已有超過五分之一的畢業生是具有雙專長的。除此之外，清華大學也嘗試推出多專長的實驗教育方案，讓學習從「固定型態」進化到「自主搭配」的課程規劃。換言之，打破學生與系所的隸屬關係，也就是清華大學正在推行的「跨領域學習菜單」(賀陳弘，2019)。還有，陽明大學的「生醫科學暨工程跨領域學科學程」亦是跨領域整合課程，而這是規劃限定給大學高年級或研究所的學生修習(張嘉育 & 林肇基，2019)。

表 3-1 台灣目前不分系的學校作法

全校不分系	修習人數	實行年份	分流年級、依據、方式	特殊共同必修規定
台科大 全校不分系學士班 (又名精誠學系)	191 (105學年度)	95	大一下學期選定主修系別，大二分流各系	選擇工商業設計系要先取得該系大一所開授的5門課的學分，其餘無限制
成功大學 全校不分系 學士學位學程	14 (105學年度)	96	大一不分系，大二時達各系轉系門檻後，即可轉入，無名額限制	醫學系不可選讀，其他無限制
陽明大學 大一大二不分系	27 (105學年度)	104	大一大二不分系，大三分流各系或學程，有名額限制，若超過名額則比較成績，配合導師輔導	一二年級共同基礎必修(81學分)，醫學系及牙醫系不得選讀

資料來源：關鍵評論 (2017b)

表 3-2 台灣目前不分系的學院作法

學院不分系	修習人數	實行年份	分流年級、依據、方式	特殊共同必修規定
逢甲大學 資電學院不分系 (榮譽班)	116 (104學年度)	90	大一不分系，大二分流至院內五系，修習系學程必修	與院內各系大一相同
清華大學 工學院	32 (104學年度)	96	大一不分系，大二分流選擇主修學程與雙專長學程	大一修基礎理論實驗(24學分)
中原大學 商學院	52 (104學年度)	87	大一上初選，大一上學習結束前，大一下，三次無條件選系機會，進入院內五系擇一	依各系規定

資料來源：關鍵評論 (2017b)

第四節 跨領域計畫

臺灣許多人才都是單領域而非跨領域，也凸顯法人研究、學術界與產業間缺乏橫向連結的問題，顯示臺灣教育目前最大問題在於學校老師偏向專精於某個領域，導致跨領域難以整合，亦找不到合適人才。例如：臺灣發展人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 首先面臨人才培育的課題，因為推動 AI 發展的重點之一即是在整合與跨界的人才 (經濟部，2018)。政府為了積極回應這樣的現象，除了從課程體制進行調整，也推出跨領域研究計畫，例如：考量科技工業與人文社會科學彼此相輔相成，也是國家奠基的二十大支柱，政府於是在 2005 至 2006 年間，設定以創新性、跨領域及整合性為基礎，推動〈人文及科技跨領域教育先導計畫〉，以達到科技與人文領域之整合與深化，包括 2007 年的〈新議題與專業教育改革中程綱要計畫〉、〈通識教育中程綱要計畫〉及〈創造力人才培育計畫〉，至 2019 年的〈數位人文創新人才培育計畫〉、〈數位學習深耕計畫〉、

<議題導向跨領域敘事力培育計畫>及<新工程教育方法實驗與建構計畫>等(教育部, 2020a; 2020b), 旨在發展數位學習多元模式, 深耕跨域數位能力養成, 另推動跨領域敘事力培養為核心之課程及課群, 以及形塑工程教育核心能力養成創新模式, 結合現實世界議題並回應社會與經濟發展需求。

為開創前瞻與跨界人才培育模式, 提升學生跨域知識整合、創新及解決實際問題能力, 因應社會及產業所需之智慧科技(AI)、資訊科技及跨域應用之人才, 在培育大專校院智慧科技及資訊人才的宗旨下, 政府進一步推動了「精進資通訊數位人才培育策略」, 自 2020 年度起增加資通訊系所外加 10% 招生名額, 結合跨域微學程或新型態數位人才培育模式, 增進跨域數位人才之培育, 以補足產業所需之數位轉型高階人才。同時, 執行「臺灣 AI 行動計畫」, 落實「培育大專校院智慧科技(AI)及資訊安全碩士人才計畫」, 並促進 AI 產業與學校攜手培育高階人才(產博專班與產碩專班)。推動「重點產業科技及跨領域教育先導計畫」, 計 70 餘所大專校院投入重點科技相關人才培育計畫, 以師徒方式, 針對特定主題進行實習, 並推動「數位人文創新人才培育計畫」(教育部, 2020a; 2020b)。

以下簡要陳述近期各部會重點推動的跨領域計畫：

一、教育部的智慧創新跨域人才培育計畫

教育部的智慧創新跨域人才培育計畫(全程計畫: 2019 年 3 月至 2023 年 1 月), 主要政策依據為行政院「數位國家・創新經濟」(DIGI+) 發展方案之跨域數位人才培育行動計畫之一, 如下圖(圖 3-1)所示(教育部, 2019)。期待建立數位人才培育模式, 同時建構可落實智慧創新跨域人才培育之制度性支持機制, 以回應我國各產業轉型升級需求。

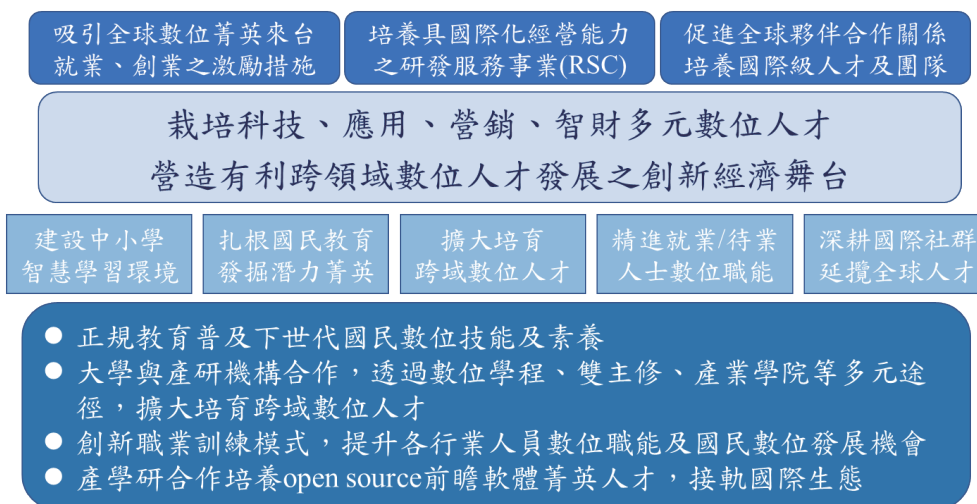


圖 3-1 智慧創新跨領域人才培育計畫

資料來源：教育部 (2019)

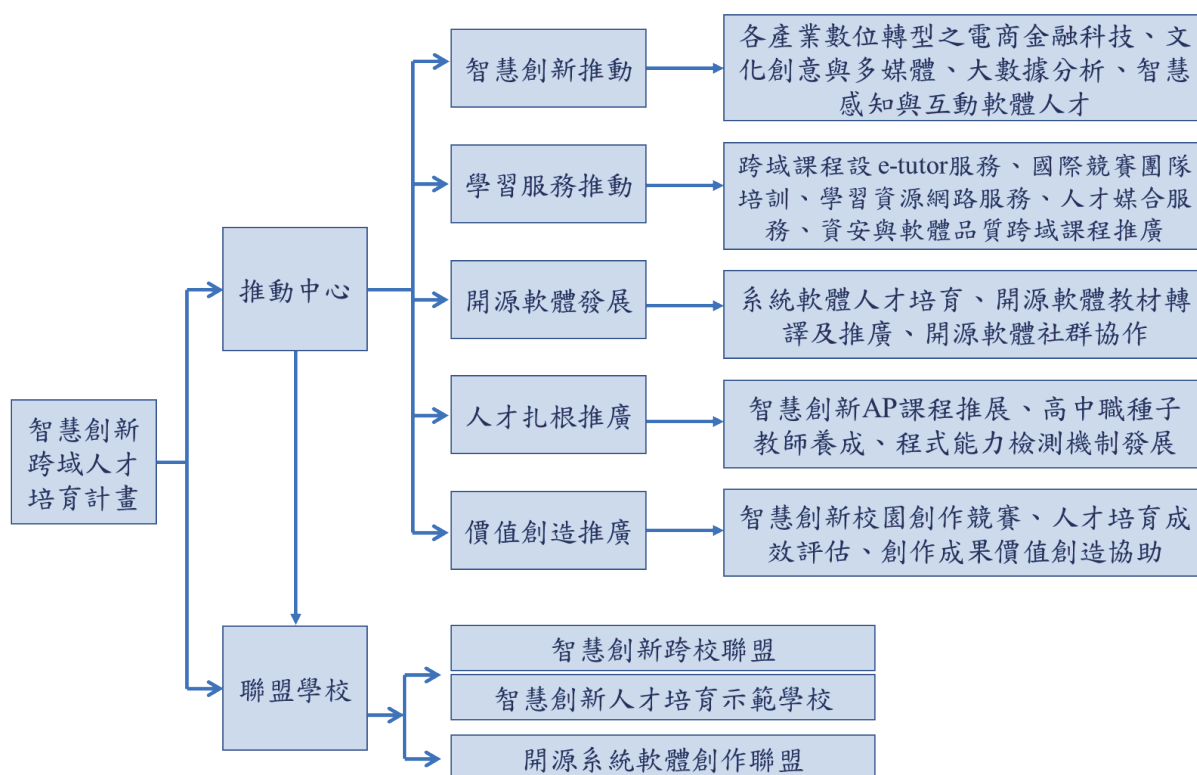


圖 3-2 DIGI+ 跨域數位人才培育推動架構

資料來源：教育部 (2019)

此計畫旨在從大專校院不同專業領域中，養成可以結合領域專業知識及數位創作技能的智慧創新軟體人才，著重於結合數位技能與智慧創新素養的培訓，並且透問題導向學習模式 (Problem Based Learning/Project-Based Learning, PBL)，鼓勵學生進行智慧

創新軟體創作。計畫定位於跨領域數位軟體人才培育機制之建構，擴大培養各產業數位轉型所需之電商金融科技、文化創意與多媒體、大數據分析、智慧感知與互動體驗及資通訊開源系統軟體等類型之數位軟體人才，包括推動中心及聯盟學校兩大範疇；推動中心負責推廣智慧創新之教學與學習共通核心工作，而聯盟學校是計畫成果擴散的基礎。智慧創新跨領域人才培育計畫推動架構主要包括推動中心和聯盟學校，說明如下：

推動中心負責推動之工作包括：

1. 智慧創新推廣：透過公開遴選方式成立智慧創新跨校聯盟，推動各產業轉型升級所需之電商金融科技、文化創意與多媒體、大數據分析、智慧感知與互動體驗之數位軟體人才培育工作。
2. 學習服務推動：以虛實整合模式，提供各項共通性智慧創新教學及學習服務給各大專校院，其推動策略在於營運網路學習服務平台，結合各類人才培育跨校聯盟，在教學現場普及各項學習活動及教學服務。
3. 開源軟體發展：基於開源軟體開放創新模式，型塑校園開源軟體運用與開發文化，並以開源模式培育資通訊系統軟體人才，包含開源軟體專案創作、開源社群交流協作、開源軟體教材轉譯及推廣。整合多個公開遴選之開源軟體創作聯盟共同推動，每個創作聯盟由一個協作基地為核心，由其擇定主題，籌組多個跨校系統軟體開源創作團隊，規劃跨校系統軟體人才培育之協同運作機制及相關活動。
4. 人才扎根推廣：重點工作包括協同跨校聯盟之中心學校發展及推廣智慧創新應用程式課程、高中職種子教師養成、程式設計能力檢測機制發展與推廣、高中職潛力數位人才培育等。
5. 價值創造推廣：結合各人才培育類型跨校聯盟之中心學校，協助智慧創新人才培育示範學校規劃跨域數位人才核心能力指標及評量機制、進行智慧創新人才培育成效評估，成功典範擴散及輔導創作成果價值創造。

聯盟學校之推動主要包括：

1. 「智慧創新人才培育示範學校」
鼓勵大學以校層級整體規劃與推動方式，建構跨領域數位軟體人才培育機制，從各院系、學程擴大培育軟體專業人才。各校可依發展特色及學生性向規劃智慧創新能力養成相關之微學程或其它新型態數位人才養成模式，如：結合學生職涯輔導或社會實踐培養跨域數位人才、與國際機構或組織合作推動之國際化培養數位人才、或者與產業界法人機構或社群共同投入資源，結

合人才養成與就業 / 創業輔導之跨域數位人才培育模式。

2. 「智慧創新跨校聯盟」

每個人才培育類型籌組一個跨校聯盟，由一個中心學校及若干增值創作團隊組成，同時納入同類型「智慧創新人才培育示範學校」協同運作。跨校聯盟中心學校是希望鏈結跨校師生及產研人士，形成智慧創新人才培育生態系統，深化軟體人才對產業增值應用之探索，協助各校推廣領域創作成果，提升師生軟體增值、創新創業動能，擴大軟體人才價值創造綜效。其工作重點包括：規劃推動跨域學程及創新教學模式；促成產學合作、學生實習、協同創作、技術移轉、創新創業與接軌國際舞臺等；發展跨校教師社群及學生創作社群，建構智慧創新人才交流平台等。

3. 「開源系統軟體創作聯盟」

每個開源軟體主題籌組一個跨校開源創作聯盟，由一個協作基地及若干開源軟體創作團隊組成，每個開源軟體創作團隊執行一個開源創作計畫。其推動目的包括結合跨校師資，以開源模式培育資通訊系統軟體人才，以及建構跨校開源系統軟體人才培育生態系統(教育部，2019)。

二、經濟部推動的數位與特殊技術人才發展計畫

現今由人工智慧、物聯網等新興科技驅動之數位轉型趨勢，影響我國製造業、技術服務業及商業服務業未來至少十年的競爭發展，帶動更多元豐富的數位經濟活動、創新技術應用、新興商業模式。而政府宣示推動六大核心戰略產業，更確定數位轉型及數位相關產業攸關我國未來生存發展。經政府盤點，2030年資通訊數位人才需求將超過10萬人，包括泛資通訊的化工、製程、電力、能源科系，資通訊本科的資訊、通訊、電機、電子等科系，主要需求在跨領域能力的資通訊數位人才、經理人及高階人才。經濟部提出「數位與特殊技術人才發展計畫」(經濟部，2020)，納入前瞻建設第三期特別預算案，預計五年投入15.46億元，培育跨領域數位人才，要協助製造及其技術服務業培育至少2.1萬人，提升數位管理或技術能力。預計2021年連結產業公協會及學校，推動培訓、產學合作及國際交流，培育半導體、資通訊、數位內容、文化科技、設計服務等跨領域人才，填補未來十年數位人才大缺口。上述發展方向需有量足質精的數位經濟思維、數位應用技能及特殊技術之人才，故此計畫預計扮演前瞻培養數位轉型所需人才的角色，推動以下工作：培養影響數位轉型關鍵人才、培訓產業專業人才所需技能、打造青年優質就業機會以及促進數位人才發展資源整合運用。整體而言，為前瞻部署我國數位轉型所需人才，將透過多元機制推動以滿足需求。推動重點如下：

- 1.1 中小企業二代接班人數位成長計劃
- 1.2 打造「南部企業數位轉型人才之培育基地」
- 1.3 商業服務數位轉型領導人才培育

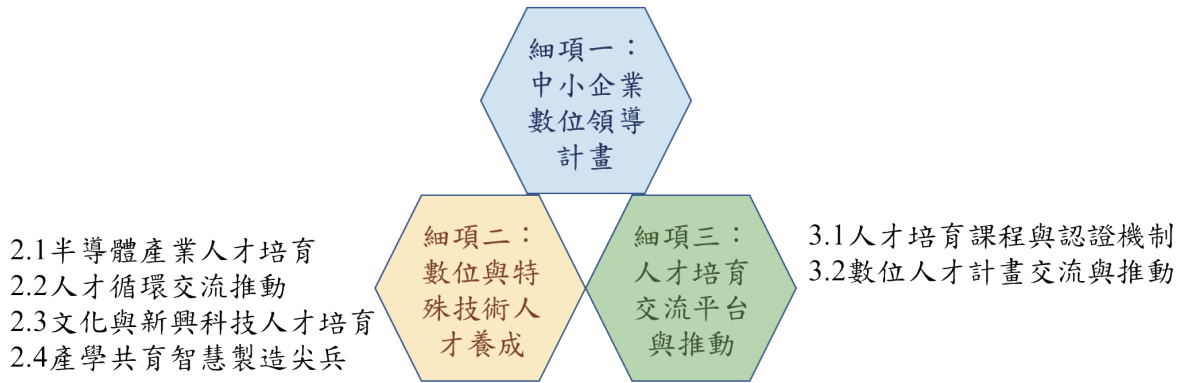


圖 3-3 數位與特殊技術人才發展計畫

資料來源：經濟部 (2020)

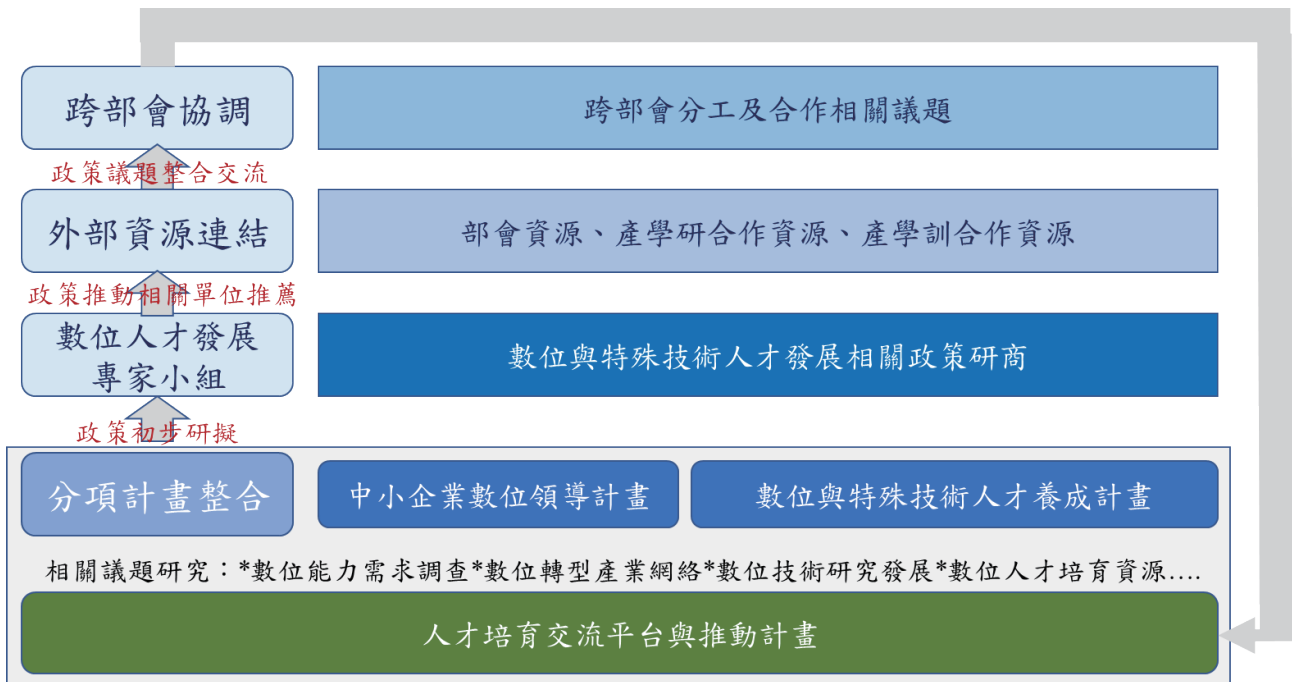


圖 3-4 數位人才發展專家小組之運作概念

資料來源：經濟部 (2020)

1. 中小企業數位領導計畫

- (1) 加速中小企業建立企業傳承及數位轉型觀念，透過網實混成學習、社群學習、客製化輔導等方式，協助中小企業驗證數位轉型成效，與接班人數位領導能力養成。

重點內涵與目標是達到中小企業二代接班人數位成長：

以社群化及種子學習培育接班人典範；透過混成學習建構產業培育網絡，提升接班團隊人才可用性；並搭配實際應用與有效追蹤檢核，驗證及落實學習成效。

預期成果包括：

培育接班人數位轉型能力，輔導產業數位轉型典範種子 20 人，網實模式培育數位轉型人才 720 人次。

- (2) 推動南部特色產業之企業數位轉型，辦理中高階經理人跨域培訓及顧問學程，並促成數位轉型典範案例及擴散。

重點內涵與目標是打造「南部園區數位轉型人才培育基地」：

推動南部企業中高階經理人數位轉型培育，培養營運策略、趨勢引導和技術職能等面向能力，並運用研討會、示範案例參訪、自身企業數位轉型案例分析，以深根數位轉型觀念；推動資服產業數位轉型顧問師課程，課程內容包括培訓南部特色產業之產業趨勢、商業模式和前瞻技術等，並進行實習及上線實作，以培養產業跨域顧問人才；推動共創成果實證，以南部企業數位轉型問題為案例，引領南部顧問團加入共同解決和實證，採漸進式方式為企業解決數位化→數位優化→數位轉型所遭遇到的問題，攜手共創成果實證，促成南部數位轉型典範案例及擴散。

預期成果包括：

培養南部企業數位轉型所需人才，培訓南部企業內部數位轉型種子人才 80 人及數位轉型顧問 40 人，並促使共同完成數位優化 / 轉型合作示範案 10 案。

- (3) 辦理由商業服務業之中高階領導公開班及企業專班，協助企業培育數位轉型推動團隊，加速企業發動數位轉型試點案例。

重點內涵與目標為商業服務數位轉型領導人才培育：

依商業服務業數位轉型困難及中高階領導人才轉型能力缺口，完成課程設計指南，並據此辦理中高階領導人才轉型公開課程，協助其擴展數位轉型

視野，將數位轉型落實於企業營運策略；舉辦企業專班課程，針對各企業轉型關鍵痛點，協助企業進行跨部門合作推動，培育數位轉型推動團隊，加速企業發動數位轉型試點案例。

預期成果包括：

辦理商業服務高階經營領導數位人才培訓專班，培育 300 位中高階領導人。

2. 數位與特殊技術人才養成計畫

- (1) 聚焦半導體產業之人才需求與職能提升，透過企業學程(企業包班)模式，加值產業從業人員之跨域及實務能量；建構產學研合作交流平台，共育在校菁英半導體研發實務能力，補充研發人才。

重點內涵與目標在半導體產業人才培育，包括：

01. 推動產業人才創能加值，為奠基半導體核心技術，加值產業人才跨域及實務能量，發展企業學程模式，結合客製化主題設計、實務能力強化、跨域專業能力提升，挹注產業人才之數位、跨域能力，挹注企業多元人才需求
02. 推動產學研共育人才實務能力精進，建立產學研共育機制，合作培育半導體及智慧物聯網產業實務型研發尖兵，聚焦產業技術需求主題，精進我國在校菁英實務能力，提供產業切合需求之實務人才。

- (2) 培育我國所需數位產業國際人才，促成產業國際人才循環、培育產業所需國際人才及鏈結產業所需國際人才等三大推動主軸。

重點內涵與目標是人才循環交流推動：

建置人才循環大聯盟，推動國內外產官學研、公協會與企業，參與數位產業國際人才交流暨培育，共辦產業國際人才數位課程，辦理海外參訪及交流活動，以培育產業所需國際人才。

與人才循環交流推動(臺美人才循環大聯盟)此計畫之相關計畫為，於 2019 年「跨域數位人才加速躍升計畫」(經濟部，2019)推動臺灣國際專業人才交流機會之促進，其成果包括：與美國在台協會、台北市美國商會等單位撰寫「人才循環大聯盟白皮書」，探討臺灣和其他理念相近經濟體

之間的人才流通障礙，提出改善方案。以及推動國際人才循環宣傳及交流，舉辦人才循環大聯盟高峰會，談論臺灣人才國際交流現況，以各部會推動人才循環情形。

- (3) 因應各產業數位轉型，加強培訓技術服務業人才，包含資服業數位轉型顧問、設計業數位應用人才、數位雙生等次世代技術應用人才等。

重點內涵與目標是文化與新興科技人才培育，包括：

01. 培養資服產業數位轉型顧問，邀集產業公協會及專家學者共同規劃並訂定培訓策略與課程架構，並鏈結產業公協會、業者、法人、學校等單位，辦理數位轉型顧問培訓課程，培養輔導企業數位轉型之實務專家，解決資服業顧問服務能量不足之缺口。
02. 強化設計服務產業人才數位能力，培養設計師數位工具應用、數位協同設計及商業服務數位擴展等能力，主管具數位營運管理能力與 AI 市場資訊決策能力，以「企業數位需求帶案實作」、「主題 workshop」、「數位賦能講座」方式結合產業數位應用實證經驗，以協助台灣設計服務業培訓未來十年設計人才需求與商業模式改變。
03. 運用多元模式培育新科技應用人才，包括數位內容、數位雙生、文化科技等。

- (4) 以產業數位化命題出發，培育青年成為金屬產業數位製造管理人才；辦理在職人員數位技能培訓，加速產業升級轉型，邁向全球供應體系。

重點內涵與目標是產學共育智慧製造尖兵：

以產業數位化命題出發，推動就業最後一哩模式，培育產業數位製造管理人才，讓產業進入校園預約未來人才；結合業者、大學校院及法人單位以帶案學習強化產業實踐數位製造管理，同時以做中學、學中做方式提升產業從業人員薪價值，優化產業環境。

預期成果包括：

培訓半導體產業人才 2,800 人次、精進在校菁英半導體前瞻研發實務能力 154 人、推動國際人才交流 168 人次及國際數位人才培育 3,500 人次、培育資訊服務業之數位轉型顧問人才 360 人及培訓設計師 140 人次、培訓次世代應用人才 700 人次、培育金屬產業數位製造管理人才 220 人及培訓從

業人員 2,400 人次。

3. 人才培育交流平台與推動計畫

- (1) 推動數位人才 iPAS(Industry Professional Assessment System) 能力鑑定認證培育機制，鼓勵企業提供優質實習機會 / 職缺，結訓並通過 iPAS 能力鑑定之學生可直接聘用，深化企業自行培育所需人才能耐。

重點內涵與目標是推動人才培育課程與認證機制：

擴大數位人才培育並辦理數位人才招募式培育。以數位科技鏈結產業與學校共同規劃實務數位教材 / 課程，並對準企業所需專業人才能力，推動並補助企業結合大專院校共同提出合作計畫，讓學生參與數位課程並通過學習評量，即可優先參與企業提供之完整優質實習 / 訓練計畫，結訓並通過 iPAS 能力鑑定認證之學生可被企業所聘用。

- (2) 建立數位人才發展整合機制，依產業需求與專家意見研擬建議，協調相關部會及產學訓資源，共同推動充裕數位人才做法。

重點內涵與目標：

促進數位人才計畫交流與推動：滾動式掌握數位能力需求，據以促動跨部會或產學訓等各界資源共同推動數位人才發展，避免資源重複投資，發揮整合綜效。推動作法包含：

01. 盤點產業數位能力需求：

透過資料探勘及實務調查，掌握產業所需數位能力及其發展趨勢，據以研擬產業人才數位能力對策。

02. 建立及運作數位人才發展整合機制：

召集產、官、學、研、訓相關單位之專家學者籌設「數位人才發展專家小組」，針對調查發現而研擬之相關政策，提供整合性觀點、後續推動可連結之相關單位等建議，供各細部計畫協調滾動因應，並視需要與現有跨部會協調機制協作。

預期成果包括：

規劃實務數位教材 / 課程 80 門、推動數位人才認證培育 7,000 人次、鼓勵企業提供優質數位轉型實習職缺 900 個、完成產業人才數位能力

盤點及建議報告。

整體計畫的預期效益說明如下：

(01) 加速我國產業數位轉型：

透過計畫培養位處企業數位轉型關鍵角色之中高階經營領導人及數位轉型輔導顧問，並協助中小企業培育接班人及接班團隊數位能力，針對區域性特色產業建立數位轉型示範，培育加速我國產業數位轉型創新優化，提昇產業競爭力。

(02) 彌平數位與特殊技術人才缺口：

加速充裕 2030 年產業競爭與數位人才需求，培育我國前瞻技術及跨領域應用人才，包含半導體、資訊服務、設計服務、金屬機電、文化科技等跨域數位人才，並與國際交流接軌，提升我國數位人才素質及產業國際競爭力，促進全球夥伴合作關係。

(03) 打造青年優質就業機會：

透過數位人才 iPAS 能力鑑定認證培育機制推動，強化青年/學生數位即戰力，並鼓勵帶動企業投入人才培育，提供優質實習機會/職缺，藉由招募式培育模式使通過 iPAS 能力鑑定認證之青年能直接就業，打造青年優質就業機會(經濟部，2020)。

三、科技部(已改為國科會)推動跨域整合型計畫

因應人類面臨之問題日益複雜、商業市場中產品複雜性亦逐漸提高，產官學界早已相當重視培育及應用具有多種專業技能的跨領域人才，而科技部(改為新的國科會)主責推動我國之科研創新，亦戮力於跨領域與跨學科融合研究的推動，早期在國科會時期的「大型科技整合研究計畫」即開始藉由科研計畫補助來推動，直到現今科技部(已改為國科會)所推動的「跨領域整合型計畫」以及各學術司內的「新興學門」，皆是為了鼓勵不同領域與學科之間能共同合作投入科研活動以解決跨領域研究問題所設立。

科技部(現已改為國科會)從 2014 年開始，為鼓勵不同領域之學者及研究人才相互合作，整合各領域之專門知識及技術進行科技整合，選定前瞻、前沿性之研究主題對外徵求一年期之計畫，每一整合型計畫需含總計畫與 2 至 4 件子計畫，而整合型計畫中之子計畫性質必須分屬二個以上學術司，總計畫主持人須同時主持 1 件子計畫。自 2014 年到 2019 年之間，曾被納入徵求計畫的前瞻性研究主題包括：以尖端物理/化學方法探索生物科學之跨領域研究、空間資訊與人文社會經濟跨領域研究、建立以社會需求為核心的技術創新藍圖—科技產業、創新技術與人文社會經濟的跨領域研究、原住民傳統知識應用與發展研究、食品安全及摻偽檢測技術研發之跨領域研究、行動生活科技與社

會跨領域研究、金融科技之跨領域研究、無人飛行科技應用之跨領域研究、先進能源關鍵材料及技術研發、精準運動科學研究專案、量子電腦之跨領域研究以及都市化下有關水、糧食與能源安全之鏈結跨領域研究等。

科技部(已改為國科會)於2020年3月特別推動全新之「融合式跨領域研究實驗專案計畫」,目的是促成跨學科與跨領域間的相互融合協作,以整合不同學門知識、方法、工具、技術和專業,期能形成新穎的架構並真正解決棘手複雜的跨領域研究問題,特別是關注於國家社會需求及發展的複雜問題,並促進科學的發現及創新,甚至於能產生新的學門或領域、新的研究框架、典範或新的研究議題。有別於以往科技部(已改為國科會)由上而下(top-down)的專案研究徵求方式,此融合式跨領域研究實驗專案規劃由申請者自組團隊、超越框架,在科技部(已改為國科會)既有的專案、倡議,或現有支持的研究之外,鼓勵學界發想需跨領域專長共同研究的重大課題,並且說明團隊組成如何「融合」進行研究,以促成未來研究群組永續發展,形成對話連結的潛力,計畫構想須同時符合以下兩個要件:

1. 深度跨領域融合研究。
2. 於「未來社會可能面臨的重大議題」或「重大科學議題的突破」自訂研究題目。

希望以跨領域融合的科學研究,來回應全球面臨的重大挑戰與日趨複雜的議題,並催生新興研究領域(科技部,2020)。

除了上述之各部會重點跨領域科研計畫之外,國家大型計畫與各學門領域都有大型的跨領域計畫,藉由參與跨領域計畫,可以幫助不同領域之學研專家與其培育之學生,增加跨領域之知識交換與團隊合作、溝通協調等之相關經驗。

第四章 台灣與美國跨領域人才的培育現況

第一節 研究方法

在全球人才市場競爭激烈的環境下，人才培育與發展愈來愈受到重視，如何培育出符合社會變遷與產業需求的人才，亦在近年受到政策制定者的關注。本研究針對台灣與美國的跨領域人才培育狀況與相關政策進行初探，在研究方法上，主要是透過文獻分析法、數據分析法與專家訪談法來進行。

一、文獻分析

本研究透過中國期刊全文資料庫檢索、美國研究型大學的官方網站、台灣教育部、科技部(已改為國科會)的官方網站、主要電子期刊資料庫檢索等，收集國內外的相關研究資料，透過文獻檢索及彙整，歸納和總結出當前美國與台灣跨學科人才培養的狀況，並梳理相關培養政策與措施的推動過程。

二、數據分析

本研究利用政府研究資訊系統(Government Research Bulletin, GRB)、科技人才與研究成果服務平台(National Profiles of Human Resources in Science and Technology, NPHRST)、美國教育科學院(Institute of Education Sciences, IES)國家教育統計中心(National Center for Education Statistic, NCES)之統計，以及我國教育部統計資訊，進行跨領域人才培育之統計與分析，將散落於不同資料源的科研人才資料予以彙整，以提出人才統計資訊。

除了利用政府部門公開之資訊外，亦利用本中心所建置之GRB與NPHRST等資料庫，此資料庫屬於關聯式資料庫，主要是基於關鍵值(Key Value)來描述資料實體(Data Entity)之間的關係，在每項資料表內有著嚴謹的資料結構，規劃工作包括蒐集完整且必要的資料項，同時轉換成資料表的欄位形式，並將蒐集的欄位做適當分類，歸入不同的資料表中，以建立資料表間的關聯。

在資料庫設計階段通常會依設計者的經驗背景與方法不同而有所差別，故於規劃時期，資料庫設計人員與研究人員溝通，據此設計出完善且符合需求的資料庫。本研究利用關聯式資料庫，將科研計畫與人員的各項資料分類存放，再建立起關聯性，將資料連接起來並予以應用。

三、舉辦專家會議並進行專家訪談

深度訪談法 (in-depth interviewing) 通常歸屬於質化研究 (qualitative research)，強調雙方共同進行特定議題的對話討論，以建構對特定議題的認知基礎。此法是透過雙方互動的對話過程，透析訪談的真正內幕、真實意涵、衝擊影響、未來發展以及解決之道。藉由面對面 (一對一) 的言語訪談，以獲得受訪者對於某種現象或研究議題 / 課題的主觀看法。目的是瞭解受訪者 (個案) 主觀經驗，而面對面的言語交換引發受訪者提供一些資料或表達他對某項事物的意見或看法。其次，焦點群體法 (Focus group interview, Focus interview) 或深度集體訪問法是本研究蒐集專家意見的另一作法。此方法的資訊流程是多向，鼓勵受訪者彼此間的意見交流，每一個受訪者不僅聽取其他受訪者的意見，也向其他受訪者表達自己的感想和意見，個人的意見交互影響互相激盪，導致多方向的意見溝通。可在短時間內針對研究議題觀察到大量的語言互動與對話，有經驗 / 開放的對話者，對話過程中，可迅速的激勵出多樣化的視野。通常此方法適合探索較新的研究議題，可以根據受訪成員的經驗，發展具體的研究架構，評量不同地點、不同人群的差異性質。也可以對以前研究的結果和發現，尋求焦點群體法參與者的解釋與論證。一般須注意以下元素，包括：受訪者人數不宜過多 (6-12 人為宜)。受訪者之間需要具有高度同質性與專業性。注重客觀資料蒐集的作業程序 (Grbich, 1999; 質性研究概論，徐宗國)。

第二節 研究結果

一、美國跨學科學位人才培育狀況

美國高等教育校在跨學科培養科研人才方面具有豐富的經驗，教育資源資訊中心 (Education Resources Information Center) 資料庫是目前世界最大的教育類文章電子資料庫，隸屬於美國教育科學院 (the Institute of Education Sciences)。美國國家教育數據統計中心 (National Center for Education Statistics, NCES) 發佈的數據顯示，對具有跨學科綜合素養的高科研人才的現實需求，極大地推動了美國研究型大學跨學科培養科研人才的進程。美國跨學科的規模可從跨學科學位授予的人數得到反映，根據美國教育資料中心網站資料得知，跨學科學位授予人數不斷增加，2019 年 NCES 最新的統計數據顯示 (NCES, 2020)，各級跨學科學位數量以跨領域學習的高教學生數歷年變化來看，約呈現逐年微幅增加的趨勢。跨學科大學、碩士、博士學位授予的人數在這十年間也呈現穩定與提升的趨勢，由此看出，美國跨學科教育的規模逐漸擴大，越來越多的人認識到跨學科學習的重要性，跨學科學位也日益受到青睞 (詳圖 4-1)。



圖 4-1 高教機構之多 / 跨學科學位學生數

資料來源：NCES(2020)

註：資料整理自於參與美國 Title IV 聯邦經濟援助計畫的高等教育機構，其向學生提供經濟援助的計畫，以幫助他們在某些高等教育機構 (IHE) 中獲得大專以上的教育，其共分為 32 個學習領域；以最新資料為主 2017-2018 學士、2018-2019 的碩士與博士。

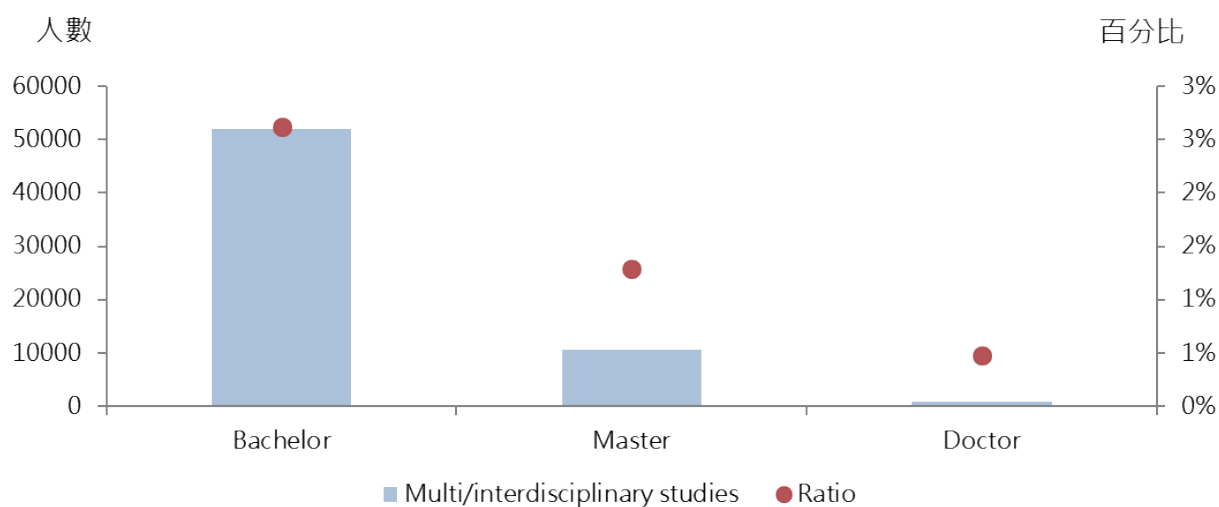


圖 4-2 不同階段之跨領域研究學生數與佔比

資料來源：NCES(2020)

由上圖 (圖 4-2) 顯示，跨領域研究 (Multi/interdisciplinary studies) 學習的學生人數比例，在大學階段中約佔 3%(紅色標示)，而隨著升學深造階段，呈現下降的趨勢。

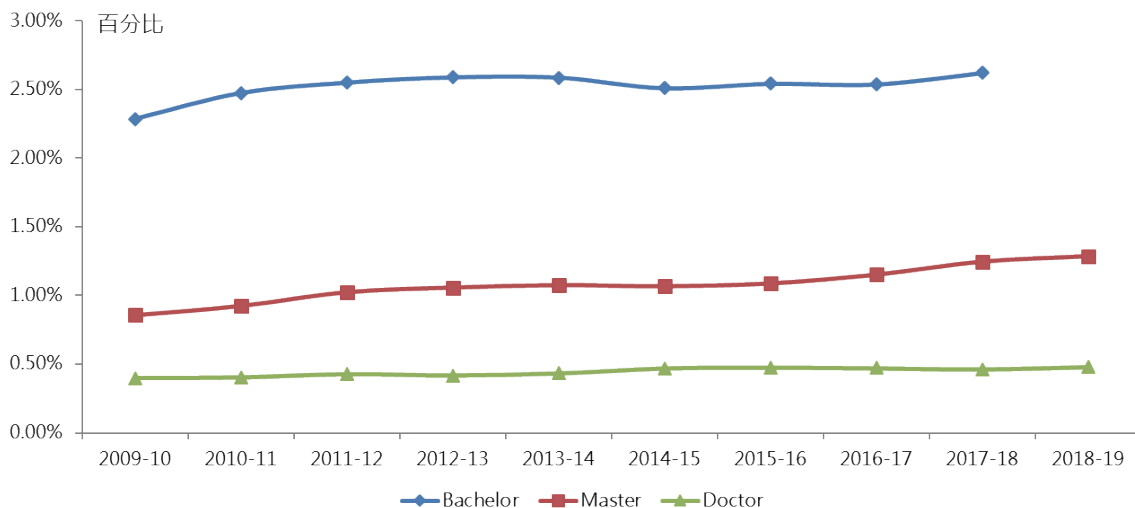


圖 4-3 不同階段之跨領域學習之學生占比變化趨勢

資料來源：NCES(2020)

根據圖 4-3，以歷年比例的變化而言，可以發現碩士階段的跨領域學習有較為顯著的成長，大學階段每年約維持 2.5%~3% 的比例。

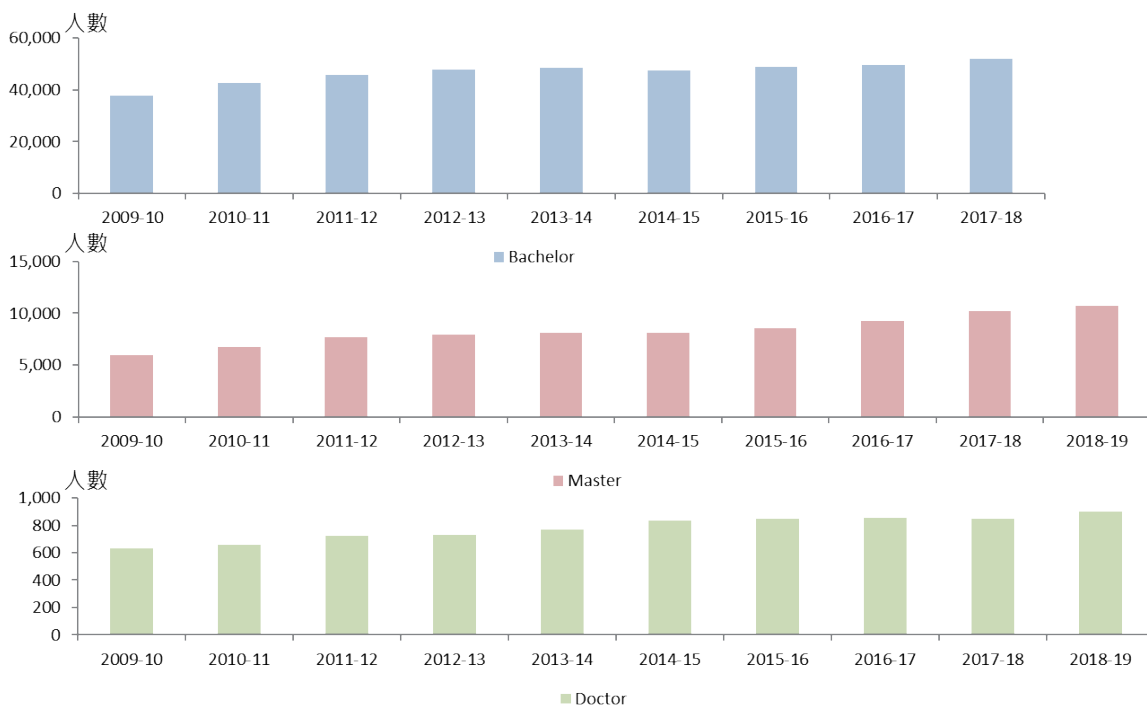


圖 4-4 不同階段之跨領域學習之學生人數變化

資料來源：NCES(2020)

圖 4-4 則呈現學生人數變化情形，以總量而言，大學階段成長至 5.1 萬，碩士則約為 1 萬，博士則約為 1 千人，無論是大學或碩博階段皆呈現成長趨勢。

二、台灣跨學科領域人才培育現況

1. 輔系與雙主修之人才培育狀況

依據圖 4-5 與圖 4-6，以修讀輔系與雙主修者來觀察跨領域學習情況，顯示出近年修讀輔系比例約在 5% 左右，而雙主修人數與比例則呈現增長趨勢，近年比例約達 3% 左右。

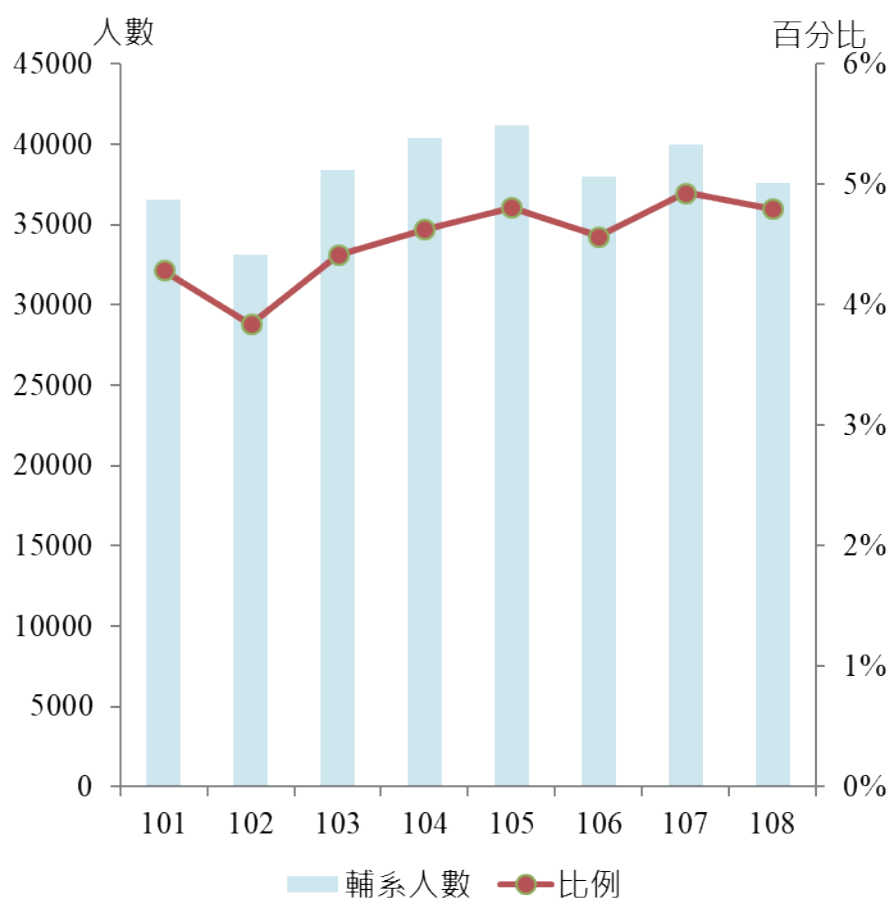


圖 4-5 大學階段修讀輔系之學生人數與占比

資料來源：教育部 (2021)

註：以學士班 (日間部) 為分析主體；比例是指修讀輔系者佔在校學生比例。

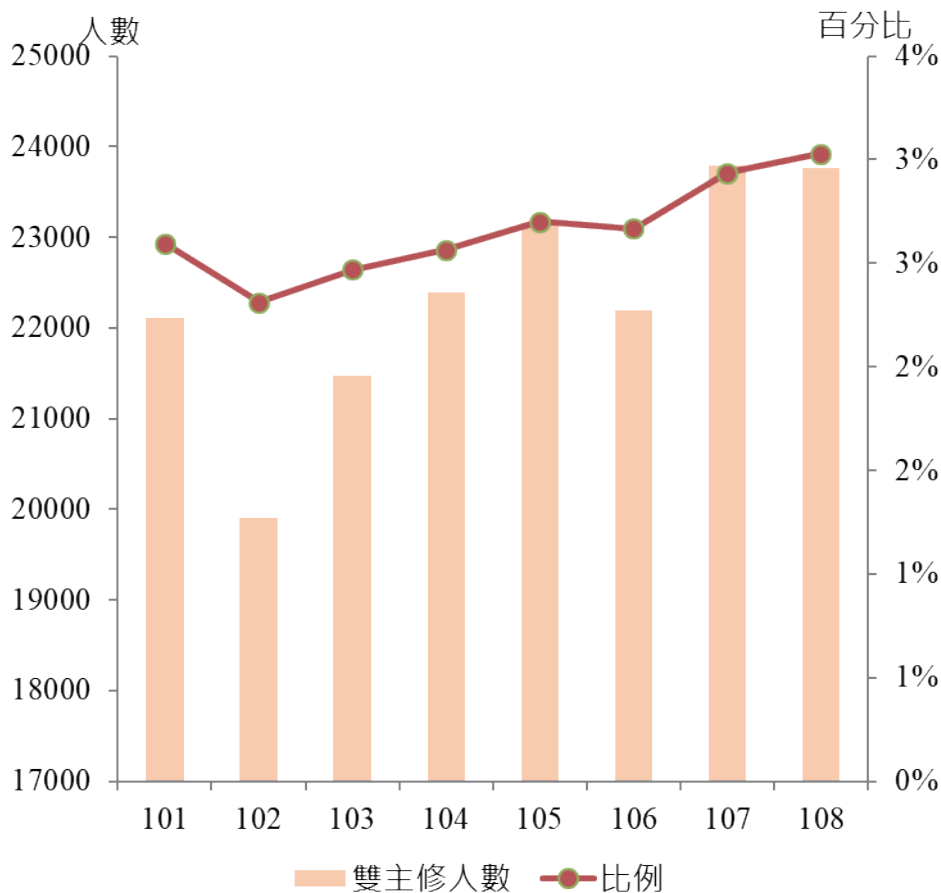


圖 4-6 大學階段雙主修之學生人數與占比

資料來源：教育部 (2021)

註：以學士班 (日間部) 為分析主體；比例是指雙主修者佔在校學生比例。

2. 求學歷程跨領域的人才培育狀況

以碩、博士階段進行跨領域人才分析，若碩士階段到博士階段的學習領域是跨學門，則視為跨領域人才。由人數與比例來看跨領域人才培育情形。

依據圖 4-7，顯示從碩士到博士階段，比例上約有二成至三成屬於跨領域人才。

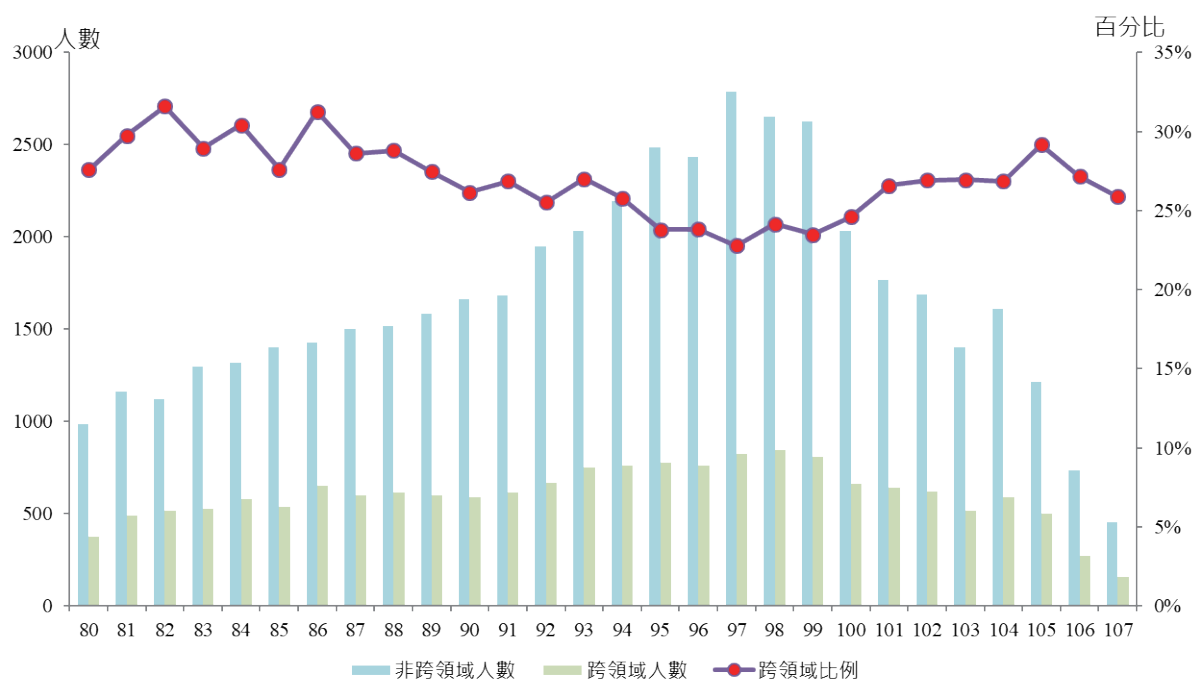


圖 4-7 求學歷程跨領域的碩博士人數與占比

資料來源：政府研究資訊系統 (2021)；
科技人才與研究成果服務平台 (2021)；
教育部 (2021)

註：以學門跨領域，共 63592 位畢業碩博士為計算基礎；畢業年為碩博士畢業年。

綜整上述的分析，美國的跨領域研究 (Multi/interdisciplinary studies) 學習的學生人數比例，在大學階段中約佔 3%。然而，此現象並不適合和臺灣傳統制度上的輔系與雙主修，進行直接對照比較，因為本研究針對美國相關數據之分析資料是僅針對有參與美國 Title IV 聯邦經濟援助計畫的高等教育機構。此外，透過文獻資料可知，美國研究型大學從各種方式來培養跨學科人才，主要展現為多學科的知識結構，如透過課程的跨學科組合促使學生可以接觸到多個不同的知識領域。同時，美國高教跨學科形式靈活多樣，有學位課程也有非學位課程。美國聯邦政府更為了解決重大科技問題，積極地在高等校院中推動跨學科研究與教育，包括在研究型大學設立跨學科實驗室。另外，美國研究型大學非常尊重並透過積極的制度設計滿足學生的個性化學術興趣與發展需要，跨學科專業就是其中一項制度，因此，美國大學本來就普遍有主修和副修，與本文透過雙主修與輔系、碩士和博士跨領域研究來探討台灣的跨領域研究學習應該有所區別。

本研究在有限時間內，嘗試針對可取得之兩國數據資料，初步進行跨領域學科學習樣貌的探究，以茲提供未來更進一步研究之參考。

3. 由跨領域計畫分析跨領域人才培育狀況

在界定問題與尋求解方的過程中，隨著數位科技應用、永續發展等趨勢，需要不同專業背景的研究者，透過跨領域計畫彼此激盪，以跨領域的科學知識與技術，有效回應複雜且重大的挑戰。科技部（已改為國科會）跨領域研究計畫之研究主題包括：以尖端物理／化學方法探索生物系統跨領域研究、空間資訊與人文社會經濟跨領域研究、建立以社會需求為核心的技術藍圖之跨領域研究、食品安全及摻偽檢測技術研發之跨領域研究、都市化之下有關水和糧食以及能源安全之鏈結、無人飛行科技應用之跨領域研究。針對科技部（已改為國科會）跨領域計畫之相關統計資料進行分析。

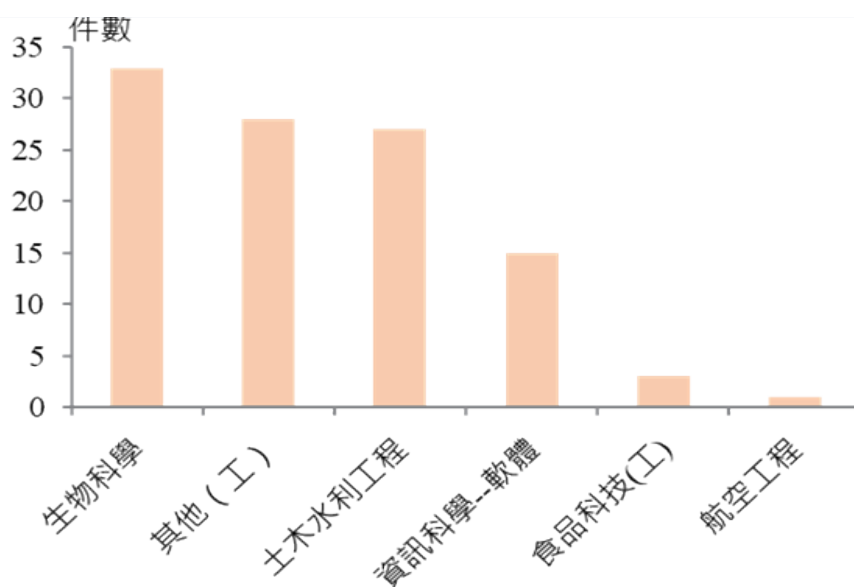


圖 4-8 整合型跨領域計畫之研究領域分布

資料來源：政府研究資訊系統(2021)；科技人才與研究成果服務平台(2021)；教育部(2021)

以科技部（已改為國科會）跨領域研究之各年度計畫領域的件數變化來看（圖 4-8），顯示生物科學、土木水利與資訊科學研究領域的計畫數居多（政府研究資訊系統，2021；科技人才與研究成果服務平台，2021；教育部，2021）。

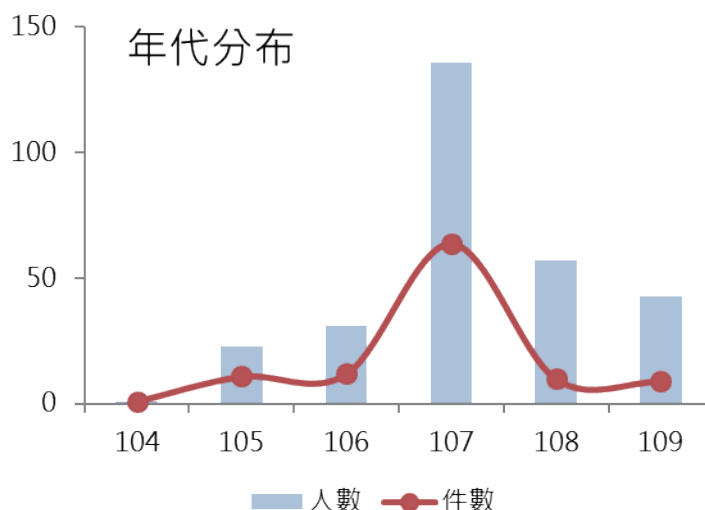


圖 4-9 整合型跨領域計畫之各年度計畫件數變化

資料來源：政府研究資訊系統(2021)；科技人才與研究成果服務平台(2021)；教育部(2021)

依據圖 4-9 顯示，各校提出研究計畫之申請後，以 107 學年度獲得相關計畫的件數最多，然而，107 年度計畫件數巨幅變動的背後原因，則需後續研究進一步探討。

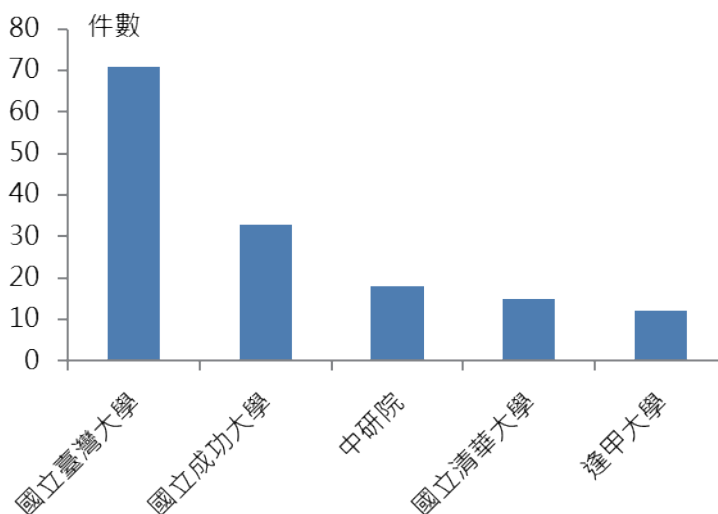


圖 4-10 整合型跨領域計畫之研究機構分布情形

資料來源：政府研究資訊系統(2021)；科技人才與研究成果服務平台(2021)；教育部(2021)

圖 4-10 顯示，科技部(已改為國科會)跨領域計畫之執行機構，最多者是台灣大學與成功大學，顯示此兩所學校獲得跨領域研究計畫之數量領先其他機構。

接著，本研究針對跨領域合作之計畫主持人與共同主持人本身的專長領域進行分析，以了解學研界投入跨領域計畫之領域專家學者的分布情形。

針對參與跨領域整合型計畫的計畫主持人或共同主持人之專長領域進行分析，結果(參考圖 4-11)顯示主持人或共同主持人之專長領域最多為電機與電子工程、機械工程類。

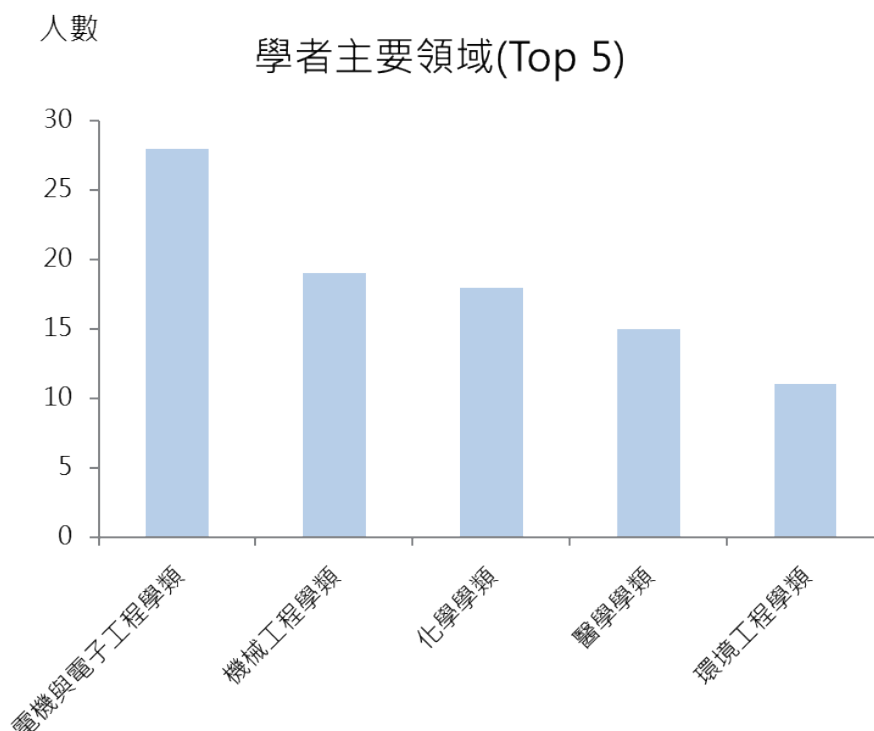


圖 4-11 整合型跨領域計畫之計畫主持人或共同主持人專長領域

資料來源:政府研究資訊系統(2021);科技人才與研究成果服務平台(2021);教育部(2021)

另外，針對計畫主持人或共同主持人指導撰寫之博碩士生論文進行統計分析，數據(參考圖 4-12)顯示，教授帶領之博碩士畢業生人數，過去 20 年呈現顯著的成長趨勢。

相對於近年來，台灣整體博碩學生人數與畢業生人數維持平穩的情況下，此亦顯現出投入跨領域研究的教授長遠對於栽培人才影響甚鉅。

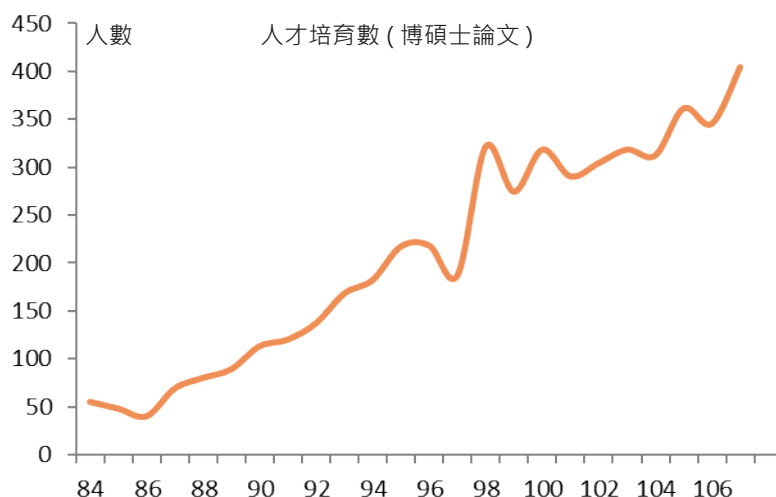


圖 4-12 整合型跨領域計畫之計畫主持人或共同主持人培育碩博士人才之情形
資料來源：政府研究資訊系統(2021)；科技人才與研究成果服務平台(2021)；教育部(2021)

最後，針對跨領域團隊之組成來進行分析。

表 4-1 的資料顯示，跨領域團隊組成的前五大合作領域分別是土木工程、其他工程、機械工程、環境工程以及電機與電子工程。

跨領域團隊內的組成份子，以土木工程搭配其他工程、土木工程搭配環境工程、機械工程搭配經濟學類的研究者，這三種情形居多。

表 4-1 跨領域研究計畫團隊成員組成之專長領域

領域	合作	領域	件數
土木工程學類	↔	其他工程學類	12
土木工程學類	↔	環境工程學類	11
機械工程學類	↔	經濟學類	10
環境工程學類	↔	其他工程學類	9
電機與電子工程學類	↔	機械工程學類	8

資料來源：政府研究資訊系統(2021)；科技人才與研究成果服務平台(2021)；教育部(2021)

三、專家意見

1. 專家會議的舉辦

邀請產學研專家共八人，進行以下跨領域議題的探討：

- (1) 如何積極培育跨領域人才或強化相關措施，並鼓勵科研人才團隊從事跨領域研究？
- (2) 如何整合政府資源與法規制度，培育跨領域人才以競逐國際？

表 4-2 專家學者任職單位與領域

	單位	領域	職稱	專家
1	中國醫藥大學 / 中央研究院	醫藥	院士 / 講座教授	A
2	國立中央大學	土木	講座教授 / 玉山學者	B
3	國立清華大學	工程	特聘教授	C
4	國立中央大學	人社	特聘教授	D
5	國立台灣大學	地理	教授	E
6	國立台灣大學	資工	教授	F
7	國立台灣大學	動科	教授	G
8	新創企業	生技	技術長	H

資料來源：本研究整理

專家們的主要意見與看法摘錄整理如下：

A. 專家認為：

美國從小學、中學就開始培養學生的團隊合作精神，例如：給予一個題目讓學生自由發揮，可以用表演等來表現，長期地推動。在大學教育方面，例如微分課程在兩周內教授最重要的知識，之後，再給予工程的課程，這就是提供跨領域學習的機會。跨領域合作研究方面，目前，台灣的升遷制度、文化，都以系所學科來劃分，要評估教學、服務、研究成果，整體的制度並不鼓勵跨領域合作。因此，未來應該對於合作者的貢獻都要給予重視。政府應促進各種跨領域計畫，鼓勵各部會推動，跨領域、跨研究中心、跨單位的合作。成為科學家的興趣是可以培養的，學校應有機制與政府應該共同提供配套，讓學生可以及早進入實驗室學習做研究。導師制影響很大，由教授慢慢引導學生研究方法、解決問題等，培養學生的研究興趣。過去就有學生因此而想投入博士班的攻讀。

B. 專家認為：

地理系本身就是跨領域，包括：工程、地質與風險。E 專家亦支持應將合作研究的貢獻放入升遷考量，認為將有助於跨領域合作。同時，提到國內

與國外在合作研究上的貢獻計算方式不同也會影響合作意願。另外，主張團隊合作應該從小開始培養，應強調「解決社會問題」，則自然是屬跨領域。科技部(已改為國科會)的大型計畫即可算是跨領域計畫，計畫執行方式和長期推動都很重要。國外大學曾推動創意探究相關之計畫，作法是由大學教授公告研究題目，所有學生都可以選修，自行組成5~10人的團隊來進行跨領域解題，過程中，可能是機械、土木、經濟、法律等等領域的人都需要，可以學習溝通，也對於創新有幫助，整體帶動學校創新風氣。

C. 專家認為：

台灣的清華大學有推動院學士班，讓學生有一主攻，並在另一學院進行副修。此外，該學校有很多跨領域學習的樣態，包括：輔系、雙主修等，整體大約占20%。在跨領域計劃方面，國家型計畫、學門內的整合型計畫等等，只要有三、四個子計畫的大計劃都是跨領域計畫。

D. 專家認為

客家研究就是跨領域研究，從過去的東南亞研究轉換到現在的族群研究，而每個領域的跨學科程度都不同。主張透過「重點研究議題」的探究，有助於推動跨領域研究與人才培育，然而，從跨領域合作的成形到國際成果的展現，是需要時間的。跨國、跨區域的跨領域研究都是不容易的。區域研究、學科整合、學門整合，隨著國際政治緊縮，也讓相關的社會經濟文化人才的發展受到限縮而在近年陸陸續續由大陸返國。在這些領域的人才培養，不容易在大學四年就可以完成所有學科方法學習、社群對話、國際網絡連結。因為疫情的關係有些跨國的合作、訪談、會議都無法進行，因此轉為不同計畫結合，讓博後可以獨立進行計畫，促進國外頂尖老師藉由線上方式進行專業知識傳承與延續。從客家研究到族群研究到移民研究，台灣在區域位置、策略位置上扮演重要角色，尤其對於東南亞地區的代表性，希望由新族群理論到全球人才流動能夠有所貢獻。

E. 專家認為：

認同地理學系本身是跨領域如：人文地理、自然地理與全球定位系統(Global Positioning System, GPS)，不過，教師在合作上，多數是多領域，而非跨領域，也就是尚未達到知識論的交流是較常見的。對於學生的培育，要追求專精和廣博，兩者間的平衡點並不容易取得。

F. 專家認為：

跨領域的定義界定清楚之後，才能進行不同數值間的比較。此外，跨領域培

育，除了推動課程模組、還有哪些手段可以更多蒐集資料或透過各種方式來集思廣益，接著才是思考政策可以如何來促進。同樣的，對於政府如何鼓勵跨領域合作研究，應先進行系統性的整理，才能釐清問題，例如：學門內、跨學門、跨領域團隊等合作情形。也回應其他專家的意見，同意千里馬計畫若推動效益大，就應該加碼。

美國大學學院很多不分系，很多學生是跨領域，也透過深入計畫來培養跨領域的能力。目前台灣的升學制度無法推動院內的跨領域，例如：大學的學測申請，最多只能填寫六個系所，不像美國申請大學時沒有數量的限制，因此，台灣目前還是有強烈的考試選才傾向，並非真正的申請選才。此外，目前清華大學將必修學分減少 30 個，而開放選修，給予學生修課的彈性。不過，整體而言，專才是主幹，跨領域人數占比適當是更好的。

G. 專家認為：

回應 C 專家的意見，建議千里馬計畫的員額應該要倍增。另外，提到台大的策略是「固本深化」與「跨域革新」，前者是推出榮譽學程，後者則進行課程改革，即全校建立「領域專長」例如：AI 與海洋生態族群管理，建立模組化課程。目前有 160 多個，未來希望達到 200 多個，讓學生擁有跨領域專長，一旦完成相關課程學習就給予學歷證明。

H. 專家認為：

肯定科技部（已改為國科會）推出的千里馬計畫、台灣 - 史丹福醫材設計人才培訓計畫 (Stanford-Taiwan Biomedical Fellowship Program, STB) 等計畫，認為這些計畫對於人才培育有非常大的貢獻，因為人才到了國外當地進行合作，才能真正深化跨領域的合作。然而，也建議未來可以積極建立這些計畫的人才網絡，以發揮更大價值。這次疫情帶回許多國外的人才，台灣政府可以思考如何給計劃以便長期維繫關係，重點是讓這些人才有發揮的舞台，也讓更多人可以透過他們看見不一樣的東西，帶給台灣更大的可能性。

2. 專家訪談

依據相關文獻資料與會議資訊，台灣有許多大專校院已經積極推動跨領域人才之培育，因此，針對兩所大學之教務長進行訪談。主要訪談問題包括：

- (1) 學校推動跨領域人才培育的狀況以及未來的發展方向
- (2) 對於政府相關單位，包括：教育部、科技部（已改為國科會）等推動相關政策的看法與期許

訪談之專家與其意見摘錄如下：

(1) 清華大學教務長

清華大學十多年前就已開始進行跨領域的學習跟規劃，首先是成立院學士班，九個專業學院都有成立院學士班，全校院學士班比例約 25%，所以四分之一學生於畢業時具有雙專長。學生一升二時，決定第一專長主修，而後再修習校內任一系提供的第二專長主修課程。凡修習院學士制度者，學生具有優先選修權，可自由選修第二專長課程。

推動院學士制度有許多前提條件，例如某一主修課程需要每年固定時段開課，以避免學生選修時產生衝堂現象；另一條件是原有第一專長學系需放寬必修課程學分數，讓學生有更多彈性學分可進行修習第二專長主修課程。以現況而言，目前第一主修學分數約介於 50~60 學分之間，第二專長是 30~40 學分，以提高學生選擇主修課程的彈性。

如過去四年，清華大學又推動了「系進院出」的制度，也就是為了鼓勵學生適性發展，讓學生雖然以單一學系入學，仍可進行跨領域學習，另外，有成立跨院的碩士學程與博士學程，所以，從大學部到研究所到老師，清華大學都積極推動跨域學習。

清華大學過去推動相關專案，能夠相較於其他學校成功的原因之一，來自於主要負責推動的副校長與教務長充分與老師溝通而各院系老師的配合，再加上過去清華教職員人數規模較低，因此，在推動上具有共識。

每一個學生的學習路徑都不同的，因為現在對學生的培育已經不是生產線的方式，未來不希望培育出來的學生都具有相同性質，而是面對國家需要各種面向的人才，希望做到學習路徑客製化，學生有共同基礎知識，但又修了其他專科系所的課，才能面對各種挑戰，希望學生都具有跨領域的素質、想法。

在追蹤跨領域學習畢業生的成就績效時，目前仍有一些困難需要克服，例如許多學生是在入職場後再來學習第二專長或是其他技能，而非在學校所得，因此在追蹤績效上，不見得能相當精準。未來可以蒐集這些跨領域學習的學生於就業職業市場，跨領域經驗與雙專長的同學對於跨領域的職業類別、工作場域是否具有優勢，則可以釐清未來該如何繼續推動。

然而，對於清華大學而言，跨領域素養的 DNA² 是長期要推動的，此外，自主學習、自我探索、個別化的學習（學習途徑、課程規畫都不同），客製化的概念，給予學生學分空間，讓學生可以更有追求個人化的空間。形塑學生的跨領域學習素養與核心能力為重點，以備就業市場所需。

贊成大學要充分溝通之下來提出政策白皮書，比較好的方式是透過公聽會、討論會、工作坊等等，經過多次會議與不同階層之利害關係人討論之後，凝聚共識，然後撰寫白皮書，公告在學校網站，寫成政策性文件、梗圖、懶人包等方式告知大家，讓大家知道學校未來方向，有了共識之後，一起往前持續推動。這對於高教的經營是重要的，讓各校都具有其各自的特色，是因為認同學校的教育理念而去吸引學生就讀。

教育部已經有任務導向型計畫會鼓勵學校實驗性地來推動跨領域，但是經費仍不足，希望教育部給予更多經費的挹注。另外，教育部已經有給予一定的彈性，不過，整體員額控制、系所設立、招生條件、學分的規定、學習方式、學位授予等，還是有鬆綁的空間。科技部（已改為國科會）也有鼓勵跨領域研究的計畫，因為學生要跨領域學習，老師跨領域也一樣重要。老師跨領域時，也就會希望學生是來自各個領域，會促進學校整體的跨領域交流，教學與研究都是，成為一種習慣很重要。學校的研發處亦會提供經費支持跨院的合作，共同進行計畫。跨域研究或合作都值得更多地鼓勵。

學校在國際交流上相當鼓勵，持續朝向提高學生國際交流、遊學、異地研究等，希望提高學生國際視野與經驗。學校也須思考營造國際化的環境，關心國際的事物，營造國際化的氛圍。

跨領域議題的研究重點之一，即是在跨領域相關制度面推動時會面臨的困難，各校的困難點也許不一，若能找出共通性的困難，並彙整相關統一性的原則，由政府提供相關措施，有助於推動政策之前，先打通困難點、排除限制，將有助更好地落實理想。即藉由分享經驗，共同找出解決之道，應能提高學生跨領域學習與學校的推動成效。

² 去氧核糖核酸（英語：deoxyribonucleic acid，縮寫：DNA）又稱脫氧核糖核酸，是一種生物大分子，可組成遺傳指令，帶有蛋白質編碼的 DNA 片段稱為基因。參考來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%84%B1%E6%B0%A7%E6%A0%B8%E7%B3%96%E6%A0%B8%E9%85%B8>(2022 年 5 月 5 日取得)

目前已有一些學校有跨領域的相關做法，例如成功大學的大一到大四不分系，已經有一屆畢業生。交通大學的百川學生，兩者都是專班形式，中山大學將通識課程轉為西灣學院，政治大學則推動國際學院，台灣大學推動學生設計思考的培育，而今年開始推動創新設計學院（簡稱D-School），也是實驗性質，國內各校已有不同的嘗試。東華大學也有不分系的推動，逢甲、陽明大學也積極推動跨域學系。各校感受到面對新時代的變化，有需要改變原有的制度，例如以院為核心的教學單位，和以系為核心，是不同的。

(2) 陽明交通大學教務長

陽明交通大學在併校前，即有推動跨領域教育，例如具有特色的跨域就是醫學系，因為成立了醫師工程師組，學生考入學校即可選擇工程師，這是跨域的第一步，因為生醫領域中，工程很重要，這是國內首創的，學生畢業時，有醫師與工程師雙專長。此發想起於博士班，因為觀察到一現象，即愈來愈多主治醫師再回到學校念博士學位時，他們會念工程，因為藉此可以進行臨床上影像技術、生醫材、輔具等的開發，所以，跨域的啟動點是從博士階段開始的。

交通與陽明大學原都已有跨領域的相關課程，推動合校，主要的著眼點就是要跨域。合校之後，更積極推動跨域。交通大學原本有很多跨域學程，不過，主要是理工跨理工，但合校之後，則是陽明和交通大學的跨域，有跨域學程、學分學程、輔系、雙主修等不同層級的跨域方式。例如：以陽明而言，在護理系的參與程度最高，追求護理資訊雙專長，或者法律、科法、教育相關。陽明校區從生醫專門，到跨域的多種方式，學生可以主修之外，參與選修與實習課，此外，他們可以再跨域。

研究所部分則沒有特別設計跨域，但是他們可以開放地修跨域的課程。也有跨域學程，學程課程就是跨域的設計，例如：智慧醫療、長照，跨院跨域的學位學程是直接有招生的，學生進入已經設計好的跨域課程。

在跨領域的推動上，基本上有幾個方向來推動，包括了學分學程、跨領域學程、輔系、雙主修等方式。在跨領域學程上，透過系上必修學分的調整，來增加學生參與其他系科的學分數，而畢業後也會在畢業證書上註明參與過的學程。跨領域學分的修習上面，系的必選修希望調整到70學分，第二專長修30學分，都是門檻學分。必修學分調降對證照科系較困

難，但護理系很配合。因為證照科系需考量國考需要的課程和時數。修學分需要時間，希望推動遠距與暑期開課，亦即三學期的概念，如此，學生跨域就更容易。

基本上，在推動跨領域的執行面上，是由各系自發地推動，學校的教育核心就是因應學生未來的需求。在校層級推動跨域學程，主要是鼓勵的性質，方式是提供各系資源，配合市場機制。跨領域學程屬性上屬於教務處的業務，通常就是先啟動所有的可能與可行性，例如以舉辦說明會的方式，增加學生了解，老師也可以評估本身未來如何推動。

陽明大一大二不分系，主要考量是學生不確定自己的方向，進大學之後再選擇。而交通大學的百川學院是特殊選才入校，但不須分流。兩者都是專案的方式。

在跨領域的推動上，目前系必選修學分與教育部、考選部的制度上，尚有彈性空間，加上暑期修課，而可以因應。不過，仍期待教育部鬆綁，例如：設計出跨域學程的同時，期待教育部給予招生名額，第二，跨域會包含產學、學研、學產。雖然教育部有開放業師可以參與學程的授課或成立專案學院而聘用業師，不過，希望一般系所也有聘用業師的空間。

學校鼓勵教師進行跨領域研究，也會媒合。陽明校區的教師本身會積極進行跨領域、跨校的合作。此外，研發處積極媒合跨域合作。研發處有產學運籌中心，業界執行長擔任營運長，協助產學的媒合，主動了解老師專長，媒合其研究與產業需求，幫助老師從研究跨向產業。另外，學校積極參與國家推動的醫療政策，包括長照、高齡的國家級大型計畫。參與團隊本身就是跨領域的人才，讓師生更習慣於跨域合作。研究所教育中，研究生參與的研究計劃都和大型計劃有關聯，所以也直接有跨域的訓練。參與大型團隊，對於學生是有明顯幫助，增加信心也提高研究動機、更積極去克服困難。認同學生參與跨領域計畫有助於學生溝通協調、團隊、創新。此做法也有助於畢業生的求職。另外，也積極邀請新老師加入團隊，新聘老師都很卓越，專長也有助於團隊，同時幫助新師的發展。

未來有關各種不同軌道培育出人才，可以分證照與非證照科系的出路來分析，畢業生的就業市場、就業領域、職場屬性都值得去調查。生科跨域後反而可以翻轉此科系畢業生的發展，但是值得去追蹤他們發展的軌跡。尤其疫情改變世界，也有新興工作出現。跨域設計可以讓學生找到新

的道路。完全跳脫原本教育的思維。陽明對於培育學生的定位：真知力行、仁心仁術。追求科學研究以及讓所學付諸實踐，而為了落實，往往需要跨域。

第五章 結論

第一節 我國跨學科人才培育的發展與優劣勢

一、各部會與高等校院近年之發展概況

為了因應新興世代的多元人才需求，政府相關部會與大專校院持續推動跨域人才培育措施。教育部在《大學教育政策白皮書》中，強調要建立彈性人力培育，於 2005 年修正《大學法》，准許跨系、所、院之學分學程或學位學程的成立。2007 年 6 月 22 日發布『補助大專校院辦理跨領域學位學程及學分學程要點』，鼓勵各校踴躍開設產業及社會所需人才之跨領域學位學程或學分學程，希望藉由專案補助促進大學跳脫傳統學制，讓系所分際更具彈性。自 2009 年起，教育部開始補助我國各大專院校進行跨領域的學位或學分學程之設立，包括六大新興產業以及其他國家政策發展方向之跨領域學位學程或學分學程。接著，為了強化產業實務與應用面向的深度與廣度，以落實學用合一，於 2013 年 10 月 7 日發布「教育部補助大專校院推動課程分流計畫要點」，而先前之跨領域學位學程及學分學程專案補助併入，藉由競爭型經費補助方式，引導大專校院加速進行課程改革，在既有「學術型」課程之外，增加「實務型」課程，以突顯學術研究和實務應用兩種不同的教學型態及學習需求。大學得擇定一個或數個院、系、所、學位(學分)學程，以(1)創新模式、(2)專業學院、(3)跨領域學程與(4)研發菁英等四種類型來規劃課程分流計畫。

另一方面，教育部於 2015 年推動〈獎勵大學教學卓越計畫〉及子計畫〈獎勵大專校院辦理區域教學資源整合分享計畫〉，整合教學資源建立共享平台，2017 年推動〈教學試辦創新計畫〉，並逐步銜接 2018 年起推動之〈高等教育深耕計畫〉(107-111 年)(教育部，2020a)，以協助大學發展多元特色並培育新世代優質人才。並於「高教深耕計畫」的核定版中，明確納入相關的課程分流計畫，同時列入績效指標進行倡導。教育部於此同時，積極推動產學合作培育人才，自 2014 年推動〈青年學者養成計畫〉，其中，有關〈教育部補助大專校院產學合作培育博士級研發人才計畫〉(蘇秀慧、呂雪慧，2020)，係建立務實型博士培育模式。也鼓勵學校依特色及區域重點產業，擇定優勢或重點產業研發領域，以碩博士 5 年一貫、博士 4 年之博士生實務研發模式跨部門培育研發人才。

教育部更進一步於 2018 年 11 月 28 日公布〈學位授予法〉之修正，期盼促進高階人才培育分流，增加學位論文多元替代形式、開放學生跨級、跨校雙修輔系，得依學生所修讀學術領域、修讀課程授予學位，並提供產學合作專班學生先就業後拿學位之彈性

等。在學位授予相關法令放寬之前，教育體制上是「科系」和「學位」連結在一起，學生申請大學時是申請「系」，修法後，建立了「學位學程」的法源依據。實務上，推動課程分流計畫係由大學依據學院、系（所）或學程的發展目標、定位及特色，自行規劃實務應用與學術研究等不同導向的課程內容與教學方式。學程跨越了系的限制，由多系教授共同開課，且科系間的教授是多對多的網絡合作，以快速組合、多元變化的「學位學程」主導開課，打破過去系所間資源互不流通、甚至可能嚴重競爭的僵化思維。

雖然，目前政府尚未針對跨領域學程有行政上的鼓勵措施，在《教育部人才培育白皮書關鍵績效指標》的 24 項指標也未提及跨領域學習。然而，隨著時代變遷，因應學生的跨領域學習需求增長，學校如何釋出資源投入相關課程實際上是左右於各校之推動做法。在高等教育的跨領域特色課程中，除已有的「通識教育」強調培育學生跨領域能力外，近幾年更有大學院校開始整合系所的技術與知識，企圖跨越大學院校的系所藩籬，學校藉由實施「不分系」制度，延緩分流，讓學生有更多時間摸索興趣，待其對科系有較深入的了解後再做選擇。例如：台灣科技大學則設立「全校不分系學士班」，成功大學 2007 年開辦不分系學程，後來變更學制，將大一不分系學程變更為「大一至大四全校不分系學位學程」，校方頒給完成不分系學程學生的畢業證書，其上註明是學院學士資格，而非哪個學系之學位。中山大學在 2018 學年度成立「人文暨科技跨領域學士學位學程」，提供學生「專業學系進、校級跨領域學程出」的學習路徑，畢業後授予「跨領域學士學位」。政治大學雖不是全校不分系，但自 91 學年度起，陸續成立 38 個學分學程，另外，傳播學院自 2014 學年度起開辦院內大一大二不分系，透過延緩分流，使學生有更多時間摸索自己的興趣，也期待能輔以其他配套制度的實施，如導師制、個人輔導等，來達到更佳效果。清華大學是推出雙專長院學士班，而陽明大學的「生醫科學暨工程跨領域學科學程」是規劃限定給大學高年級或研究所的學生修習的跨領域整合課程。

除此之外，為了積極回應勞動市場的需求，除了從課程體制進行調整，政府也推出跨領域研究計畫，例如：考量科技工業與人文社會科學二者相輔相成，政府於 2005 年至 2006 年間，設定以創新性、跨領域及整合性為基礎，推動〈人文及科技跨領域教育先導計畫〉，以達到科技與人文領域之整合與深化，包括 2007 年的〈新議題與專業教育改革中程綱要計畫〉、〈通識教育中程綱要計畫〉及〈創造力人才培育計畫〉，至 2019 年之〈數位人文創新人才培育計畫〉、〈數位學習深耕計畫〉、〈議題導向跨領域敘事力培育計畫〉及〈新工程教育方法實驗與建構計畫〉等（教育部，2020a；2020b），旨在發展數位學習多元模式，深耕跨域數位能力養成。而政府近期推動「精進資通訊數位人才培育策略」，自 2020 年度起增加資通訊系所外加 10% 招生名額，結合跨域微學程或新型態數位人才培育模式，增進跨域數位人才之培育，以補足產業所需之數位轉型高階人才。同時，執行「臺灣 AI 行動計畫」，落實「培育大專校院智慧科技 (AI) 及資

訊安全碩士人才計畫」，並促進 AI 產業與學校攜手培育高階人才(產博專班與產碩專班)。推動「重點產業科技及跨領域教育先導計畫」，計 70 餘所大學校院投入重點科技相關人才培育計畫，以師徒方式，針對特定主題進行實習，並推動「數位人文創新人才培育計畫」(教育部，2020a；2020b)。

再者，各部會重點推動的跨領域計畫還包括：教育部的智慧創新跨域人才培育計畫、經濟部推動的數位與特殊技術人才發展計畫與科技部(已改為國科會)推動跨域整合型計畫。其中，科技部(已改為國科會)從 2014 年開始，為鼓勵不同領域之學者及研究人才相互合作，整合各領域之專門知識及技術進行科技整合，選定前瞻、前沿性之研究主題對外徵求一年期之計畫，每一整合型計畫需含總計畫與 2 至 4 件子計畫，而整合型計畫中之子計畫性質必須分屬 2 個以上學術司。自 2014 年到 2019 年，前瞻性研究主題包括：以尖端物理／化學方法探索生物科學之跨領域研究、空間資訊與人文社會經濟跨領域研究、建立以社會需求為核心的技術創新藍圖—科技產業、創新技術與人文社會經濟的跨領域研究、原住民傳統知識應用與發展研究、食品安全及摻偽檢測技術研發之跨領域研究、行動生活科技與社會跨領域研究、金融科技之跨領域研究、無人飛行科技應用之跨領域研究、先進能源關鍵材料及技術研發、精準運動科學研究專案、量子電腦之跨領域研究以及都市化下有關水、糧食與能源安全之鏈結跨領域研究等。進一步，科技部(已改為國科會)於 2020 年 3 月特別推動全新之「融合式跨領域研究實驗專案計畫」。而國家級科技計畫、大型計畫等都是跨領域的計畫，包括：長照、高齡、能源等皆為跨領域計畫，對於學術、研究與高教人才培育給予長期的資助。

二、現階段跨學科人才培育方式之優劣勢

鄧嘉瑜(2016)將跨學科人才培育方式分成三種：

一是專業教育的跨學科人才培養，最初主要是依靠通識課程和專業領域課程的學習，而後學生個體自覺或不自覺地運用已有知識積累和新修讀專業，以開展跨學科活動。例如學校提供課程輔修與雙修之選擇，此方式遵循現有的學科制度和院系的組織架構，但是，跨學科教育的實施效果依賴個體的跨學科學習興趣與能力，因此無法得到有效保障。

二是透過跨學科課程的設置與教學活動來培養跨學科人才，它突破了傳統的按學科門類組織教學內容的做法，從學生學習的內容著手進行變革，以達到跨學科人才培育的目的。以此推動跨學科課程的方式，具有操作明確容易，且能夠避免傳統學科制度的束縛等優點。因此，跨學科課程成為跨學科人才培養的正式改革做法。對於一些具有跨學科人才培養意向，卻尚未能開展複雜的人才培養體系的大學來說，應為可行而合宜的方

式。但是，跨學科課程還無法確保學生系統性且科學地進行跨學科的學習，參與跨學科教學的教師的身份認同也缺乏組織管理和制度保障，同時，此方式的成效左右於教師課程設計能力以及團隊合作意願下之課程品質保障。

三是跨學科專案的方式，主要分為學位專案和科研專案，即由某一學科單位或者是專門跨學科培育機構配合需求而開設。此方式特點在於特定的組織和制度化的培育體系，實現多個學科專業知識融合與綜合運用，落實實質性的跨學科學習與科研。其跨學科程度與意義層級最高，尤其是跨學科學位。跨學科科研專案則是結合大型計畫專案來推動，可增進學生跨學科實務能力並結合學位論文研究，亦可藉由資訊技術，圍繞特定的目標，基於成員共同興趣而組織起來的動態跨學科虛擬組織來進行科研專案，並無實體的專門研究團隊、工作場所和設備等研發資源。不過，此方式也容易被現有的組織架構和制度所影響，如受限於國家的學位制度，研究計畫也可能隨著時代的變化或者研究問題的徹底解決而被終止。

整體來看，以專業教育的跨學科程度最低，其次是課程，專案方式的跨學科程度最高。同時，跨學科程度與落實難度是成正比的，專業教育的跨學科人才培養方式是最容易實施的，其次是跨學科課程方式，最難實施的是跨學科專案方式。這是因為跨學科從來都不是自然而然地發生的，而是經過人為地作用而形成，跨學科人才培養能做到什麼程度，也取決於學校對其的投入有多大。雖然政府部會與高等校院都持續推動許多跨領域人才培育之政策與作法，然而，我國推動跨學科人才培養的方式，還是停留在第一與第二層級，雖然也有結合計畫對於人才的培育，不過，大多停留在老師個人承接計畫、帶領本身之指導學生進行研究的階段。相對的，國外制度則朝向更加整合的方向進行規劃。因此，美國研究型大學推動跨學科人才培育許多做法可供參考。例如：美國高等教育機構透過特殊課程或方案，鼓勵學生達成創新跨域的學習目標，建議從學習者角度來思考，重新設計知識理解及應用架構，同時，也提供堅實的研究成果為支持，以有效進行跨領域學習。

期待未來關心相關議題的研究者可以進一步針對國外的推動方案與做法進行更深入的探討。本研究以下嘗試提出幾個方向，以供未來台灣精進跨領域人才培育作法的參考。

第二節 美國高教跨學科培育人才的策略與方式帶來的啟示

歐洲及美國甚早就提倡跨領域學科及課程的改革方式，然而如何實施仍有相當爭議。跨領域研究是創造新知識(創新)的動力，歐洲研究大學聯盟(League of European

Research Universities, LERU) 出版有關跨領域研究成果報告，建議大學應支持及引導跨領域研究及教學、培育新世代跨領域研究人員及提倡跨領域研究的文化與環境；政府應挹注更多經費並建置適當的擇選標準及評鑑機制；提升學術期刊及專家團體支持跨領域研究等，以因應培育跨領域人才之挑戰。然而這些建議皆需要更多的資源投注及人才整合(阮孝齊, 2020)。本文以美國為主，參考其國家相關政策並整理跨學科教育推動情況，並對照梳理台灣近年來跨學科人才培育的做法，也依據統計數據進行分析，結果顯示美國與台灣之跨領域高教學生培育數量近年來皆呈穩定成長趨勢，台灣與美國政府部門亦推出跨領域專案而有助於人才之培育，然而，美國不論是在跨領域專業學位或者跨領域研究中心或實驗室，均走在前端，此外，美國高等教育機構在跨學科人才培育的策略與作法亦值得台灣參考(詳表 5-1)。

表 5-1 美國推動跨學科人才培育之做法

推動方向	作法/案例
擬定策略規劃	耶魯大學的《2018 科學戰略規劃》、《康奈爾大學》(2019) 的《紐約願景資助計劃》、普渡大學《2030 教學卓越計劃》、伊利諾伊大學香檳分校《2018-2023 戰略規劃》、卡內基梅隆大學《2015年學校戰略規劃》、威斯康辛大學麥迪森分校《2015-2019 年戰略框架》、約翰霍普金斯大學《2019 年10x2020 戰略進展報告》，均針對培養跨學科人才之相關問題提出策略或方案
推動跨學科課程體系	完備的跨學科課程體系，並由多個學科領域知識組成新主題課程或根據跨學科專業或課程的設定形成多領域課程。例如：加州大學伯克利分校工程學院、耶魯大學、卡內基梅隆大學等均設計了聯合專業和聯合課程
建立多元跨學科教師團隊	設置跨學科教學獎、薪資補貼、教學或研究助理津貼、差旅費、教育材料資助等形式，為教師投入跨學科教學與研究提供支持以達鼓勵效果
籌設專門的跨學科教育機構或組織	多個院系共同開展、跨校、跨國聯合教授，以及由學校層級成立的跨學科研究小組等多種方式。如：杜克大學設立了負責跨學科事務的副教務長辦公室、斯坦福大學有18個跨學科實驗室、中心和研究所
落實多樣化教育實務平台	學校對外建立多樣化教育實務平台，包括國際跨學科教育實務平台，或與頂尖科研組織建立校際跨學科聯盟，如：美國國家衛生研究院與西北大學、加州大學大衛斯與洛杉磯分校、德克薩斯大學西南醫學中心、耶魯大學建立了跨學科研究聯盟，成立跨學科研究協會，推出首席研究員政策及跨學科實務培訓專案

資料來源：本研究整理

未來政府在推動跨領域人才培育時，可針對以下面向，適時推動相關之優化政策與做法。

一、鼓勵學校提出跨學科人才培育策略並促進多元包容的校園文化

美國研究型大學普遍將跨學科素養之培養視為科研人才培養的重要目標之一，而多

元化、包容性的校園文化有利於打破學科界限，而增強科研人才的跨學科性，進一步強化跨學科素養。為此，研究型大學出版戰略規劃、成立了跨學科研究中心、設立跨學科學位等，也在其課程規劃、研討會內容中追求更廣泛的學科內涵，以回應學生的跨學科需求。因此，我國應鼓勵高教院將跨學科培養科技人才納入到學校發展戰略規劃中，同時提出具體推動相關作法，以有效提升學生的跨學科視野和綜合素養，並更長期穩定地推動。例如：突破院系和學科界限而建立專門的跨學科教育組織機構，為跨學科教育與研究提供總體指導和支援；定期檢討跨教育或研究推動進程並提出符合相關目標之制度、方案、管理辦法等，促進學校轉型變革；選拔出最優秀的、有興趣從事跨學科研究的學生，強化學生的主體地位；對師生進行激勵，重視跨學科的理論探索與實踐嘗試的價值；透過設立跨學科獎學金、獎勵金、助學金等，給予進行跨學科學習與研究的教師和學生實質獎勵；積極溝通協調，構建常態化的學術研究與教學嵌合機制，並增強大學內部的組織變革能力與打造更為順暢的運行機制。希望藉此促進容納不同學科、文化背景師生的校園發展，全面提升多元包容文化，俾助跨學科教育和研究之深化與推廣。

二、設置完備的跨學科課程體系

課程體系建置的實際狀況很大程度上決定了跨學科人才培養的成效。為了拓展科研人才跨學科知識，提升其跨學科思維能力和綜合性素養，美國研究型大學倡導並設置完備的跨學科課程體系。為了培育具有職業適應和轉換能力的複合型科研人才，我國目前主要做法是提供輔修與雙修學科課程，還有學位學程之彈性作法。然而，課程是落實跨領域人才培育的基礎，在跨學科人才培養方面應從跨學科課程的開發和設計著手，因此，未來可嘗試打破原有的單一學科課程模式，針對跨學科專業、計畫重點和關鍵內容設置課程，圍繞前沿科技領域的重大問題構建內容綜合、形式豐富多樣的課程教學體系。也加強不同學校、學院間的跨學科課程資源分享，積極開發線上、線下跨學科教學資源，為跨學科培養科技人才提供足夠的課程教學資源保障。此外，未來若希望完善跨學科人才的培養制度，可以進一步增設符合社會發展需求的專門跨學科學位，與時俱進調整課程內涵與規劃、拓展原有學科專業的研究方向，並提高跨學科專業的發展性。

三、注重跨學科教育和研究相結合，跨界聯合構建產學合作體系

美國研究型大學十分重視將跨學科教育融合到研究中，不僅注重培育能掌握跨學科知識、擁有跨學科研究經驗的博士、碩士和大學生，而且十分重視在中小學教育階段，培養中小學生對新興科學和技術的興趣。

跨學科學習和研究的有機結合，有助於學生在研究實作中落實跨學科知識，形成跨學科思維方式和綜合素養，過程中強調教育不僅僅停留在課堂上，而是與課堂學習互為補充。大學生在教育經歷中將會面臨應用他們的知識、創造力和智慧的挑戰，並鼓勵學

生透過科研和體驗式學習進行探索，進而認識到在知識之間建立聯繫、在課堂之外實作發現的重要性，並加強對多元文化、經驗和知識的尊重(張曉報，2016)。「做中學」的實務教育對美國跨學科培養科技發揮重要作用，並需要透過校內外的跨界合作來落實。從跨界形式上看，美國高等校院已形成了跨校合作、社會合作、政府合作、跨國合作等多種類型。主要是以跨學科研究中心(所、實驗室)為中心，與學校、企業、政府等部門開展合作，打破學科壁壘，注重優勢教育資源之間的交流共享，共同打造形式多樣的跨學科實務平台，為學生提供豐富多元的跨學科實務資源。亦即美國研究型大學將跨學科研究與跨學科教育緊密結合，其建立的跨學科研究中心(所、實驗室)一方面幫助產業界保持與大學的關係並且促進開展新研究、開發新產品、獲得專利和解決技術問題，另一方面幫助大學實驗室設備優化、研究計劃資金獲取以及藉由理論測試和實證研究促進研究突破與新見解(Hall, 2004)。

跨學科人才培養質量的提升是一項系統工程，涵蓋學科基礎、經費資源、合作機會、共融框架等；但其中最為關鍵的一點，便是以跨學科研究作為跨學科教育的重要驅動力，以研究為牽引，去帶動教學，提升人才培養品質。而我國研究型大學在研究生的培養中積累了較為厚實的基礎，帶領之教師的專業實力、國際化程度、部門與學科之間的合作意識等都較強，未來，可在現有基礎上進一步擴大碩、博人才培育的優勢。除了借鑒美國的經驗，可透過跨學科中心/機構更積極拓展研究生的培養，如：在科學與工程等領域結合創業教育，促進科技、市場、學校與人才發展，還有各方面的資源分享；主動尋求與其他國家的高等校院、學術機構開展跨國界跨領域的人才培育和學術合作，提升國際化聯合培育的緊密度，促使學生參與世界性科技難題的探究。另外，可在現有的跨領域研究專案之上，增設與擴大對相關專案的支援規模，鼓勵高等校院結合自身辦學特點與定位，積極探索多樣化培育方案。

四、加強延攬跨學科教師和強化跨學科教師團隊

跨領域的知識來源，除了產業界及新興領域外，教師本身的跨領域知識，以及跨域研究發展能力，也相當受到外國高教機構重視。跨領域人才的培育方面，教師扮演重要的角色，除了課程設計之外，也是跨域知識的重要生產者。美國研究型大學成功培育跨學科科研人才，除了豐富的跨學科課程教學資源之外，擁有強大的跨學科教師資源也是重要因素。由於傳統以學科為基礎形成的院系組織制度，不利於跨學科師資之延攬，也難以滿足跨學科人才培育之需求，因此，美國研究型大學突破傳統組織制度，採取集中聘任制、聯合聘任制、獨立聘任制、外來訪問制等方式，延攬跨學科師資。集中聘任制指由專門跨學科中心負責為學校統一選任教師，教師因此隸屬於該獨立行政單位，其也專門負責跨學科研究與人才培育工作。聯合聘任制指跨學科研究機構與相關院系共同聘請教師的方式，受聘教師同時屬於兩個或多個院系。合聘制度是為了讓教授可以在其他領域也發揮，並把這些經驗用以改進當前界限。另一個好處是促進學院間的合作及跨領

域的思考。獨立聘任制指跨學科研究機構作為單獨的行政單位自主聘請教師，由該機構負責受聘教師的工作分配、管理、考核及酬勞等事務。外來訪問制指在某些跨學科教育及研究計畫的實施過程中，可以聘請該領域的專家學者參與聯合研究，這類教師無明確的聘任期限，一般配合其所參與的研究計畫期限。實務上，高等校院往往同時採用多種聘任方式，廣泛多樣地構建跨學科師資團隊(陳翠榮、張翔，2020)。

未來可嘗試效仿美國研究型大學關於跨學科師資聘任的政策，解決我國高教跨學科教師的組織歸屬、考核與晉升障礙等問題。學校延攬與聘用跨學科師資質量提升之後，可籌組跨院系跨學校教師教學團隊，鼓勵教師投入跨學科合作教學與研究，並為學生提供多導師聯合指導。另一方面，也應建立明確有效的跨學科教師管理制度，包含跨學科教師激勵機制，在考核晉陞中充分肯定教師在跨學科人才培養方面做出的貢獻，並鼓勵普通教師向跨學科方向發展，以突破現有以跨領域計畫為主之學研團隊模式的有限格局。

參考文獻

- AAU(Association of American Universities). Report of the AAU Interdisciplinary Task Force. Retrieved May 13, 2021 from <https://www.aau.edu/sites/default/files/AAU-Files/Scholarship/Report-of-Interdisciplinarity-Task-Force-2005.pdf>
- Aboelela, S. W., Larson, E., Bakken, S. et al. (2007). Defining Interdisciplinary Research: Conclusions from a Critical Review of the Literature. *Health Services Research*, 42(1), 329-346.
- Association of American Universities (2010). Report of the Interdisciplinarity Task Force. Retrieved May 14, 2021 from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED505821.pdf>
- Bililign, S. (2013). The need for interdisciplinary research and education for sustainable human development to deal with global challenges. *International Journal of African Development*, (1)1, 82.
- CFIR [Committee on Facilitating Interdisciplinary Research]. (2004). *Facilitating interdisciplinary research*. Washington, DC: National Academy Press
- Chubin, D. E. (1986). *Interdisciplinary analysis and research: theory and practice of problem-focused research and development*. Mt. Airy, Maryland: Lomond Publications, Inc.
- Derrick, E. G., Falk-Krzesinski, H. J., & Roberts, M. R. (2011). editors. Olson, S. technical writer. workshop “Science on FIRE: Facilitating Interdisciplinary Research and Education,” held March 28-29, 2011, hosted by the American Association for the Advancement of Science and the Colorado Initiative in Molecular Biology of the University of Colorado, Boulder. Retrieved March 8, 2021 from <https://www.aaas.org/resources/facilitating-interdisciplinary-research-and-education-practical-guide>
- Duke University (2021a). Duke Interdisciplinary Education/Education. Retrieved May 12, 2021 from <https://sites.duke.edu/interdisciplinary/education/>
- Duke University (2021b). Duke Interdisciplinary Education/About. Retrieved May 12, 2021

from <https://sites.duke.edu/interdisciplinary/>

EDUCAUSE(2019), *EDUCAUSE Horizon Report: 2019 Higher Education Edition*, Louisville, CO: EDUCAUSE, 2019.

Friedman, R. S., & Friedman, R. C. (1985) Organized Research Units in Academe Revisited. In *Managing High Technology: An Interdisciplinary Perspective*. Eds., Mar, B. W., Newell, W. T., & Saxberg, B. O. Amsterdam: North Holland-Elsevier. 75-91.

Gibbons, M. (1999). Science's new social contract with society. *Nature*, 402(2),81-84.

Gordon, M. E. & Purvis, J. E. (1991). Journal publication records as a measure of research performance in industrial-relations. *Industrial & Labor Relations Review*, 45(1), 194-201.

Grbich C. (1999) *Qualitative Research in Health: An Introduction*. Sydney: Allen & Unwin.

Hall, B. H. (2004). University — Industry Research Partnerships in the United States. Kansai Conference Paper. February, 2004. Retrieved May 17, 2021 from https://eml.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH04_Kansai.pdf

Harande, Y. I. (2001). Author productivity and collaboration: An investigation of the relationship using the literature of technology. *Libri*, 51, 124-127.

Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity-history, theory and practice*. Detroit: Wayne State University Press, 56.

Klein, J. T. (1996). *Crossing boundaries: Knowledge, disciplinarity, and interdisciplinarity*. Charlottesville and London: University Press of Virginia.

Klein, J. T. (2003). Thinking about Interdisciplinarity: A Primer for Practice. *Colorado School of Mines Quarterly*,103(1): 101-104.

Kockelmans, J. J. (1975). *Interdisciplinarity and Higher Education*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press.

- Lisa, R. L. (2001). *Creating Interdisciplinary: Interdisciplinary research and teaching among college and university faculty*. Nashville: Vanderbilt University Press.
- Lyall, C. and Meagher, L. (2012) A masterclass in interdisciplinarity: research into practice in training the next generation of interdisciplinary researchers. *Futures*. 44 (6) 608–17.
- Massachusetts Institute of Technology (2020). *Bulletin 2020-2021/Undergraduate Education*. Retrieved May 12, 2021 from <http://catalog.mit.edu/mit/undergraduate-education/>
- Mitchell, C., Cordell, D. and Fam, D. (2017). Beginning at the end: The outcome spaces framework to guide purposive transdisciplinary research. In, D. Fam, J. Palmer, C. Riedy and C. Mitchell (Eds.). *Transdisciplinary Research and Practice for Sustainability Outcomes*, Routledge: London, United Kingdom: 25-38. Retrieved March 12, 2021 from <https://www.routledge.com/Transdisciplinary-Research-and-Practice-for-Sustainability-Outcomes/Fam-Palmer-Mitchell-Riedy/p/book/9781138119703>
- Mulgan, G., Townsley, O., & Price, A. (2016). *The challenge-driven university: How real-life problems can fuel learning (Report)*. London, UK: NESTA
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine. (2005). *Facilitating Interdisciplinary Research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NCES (2020) CIP-2020. National Center for Educational Statistics. Retrieved February 23, 2021 from <https://nces.ed.gov/ipeds/cipcode/searchresults.aspx?y=56&cf=90708>
- Newman, M. E. J. (2001). The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 404-409.
- NIH. (2012) *Interdisciplinary research: Overview*. Retrieved May 19, 2021 from <https://commonfund.nih.gov/Interdisciplinary/overview#.2012>.
- NSF (2014). *National Science Foundation Research Traineeship (NRT) Program*, Retrieved May 3, 2021 from <https://www.nsf.gov/pubs/2019/nsf19522/nsf19522.htm>

- NSF (1987). The Science and Technology Center (STCs), Retrieved May 3, 2021 from <https://www.nsf.gov/od/oia/programs/stc/>
- OECD (1972). *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*. Washington, DC: OECD Publications Center.
- Palmer, C. L. (2001). *Work at the Boundaries of Science*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Pajewski, S G. (2006). Engagement in academic advising a comparison between students in interdisciplinary programs and students in non- interdisciplinary programs. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- Pravdic' , N. & Oluic' -Vukovic' , V. (1986). Dual approach to multiple in the study of collaboration/scientific output relationship. *Scientometrics*, 10(5-6), 259-280.
- Sternberg, R. J. (2008). Interdisciplinary Problem-Based Learning: An Alternative to Traditional Majors and Minors [J/OL]. *Liberal Education.*, (94) 1. Retrieved May 13, 2021 from <https://www.aacu.org/publications-research/periodicals/interdisciplinary-problem-based-learning-alternative-traditional>.
- TERC (2018). *Integrative Graduate Education and Research Traineeship (IGERT)*, Retrieved May 3, 2021 from <http://www.igert.org/public/about/about-us.html>
- U.S.Department of Education, Office of Innovation and Improvement (2016). *STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education*. Washington, DC: Author. Retrieved March 8, 2021 from <https://www.air.org/system/files/downloads/report/STEM-2026-Vision-for-Innovation-September-2016.pdf>
- Van den Bellelaar, P., & Heimeriks, G. (2001). Disciplinary, Multidisciplinary, Interdisciplinary-Concepts and Indicators. In M. Davis and C. S. Wilson(Eds.). *Proceedings of the 8th International conference on Scientometrics and Informetrics*. Sydney: University of New South Wales,705-716.
- Wickson, F., Carew, A. L. & Russell, A. W. (2006). *Transdisciplinary research: characteristics,*

quandaries and quality. *Futures*, 38, 1046 – 1059.

Wuchty, S., Jones, B. F. & Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in the production of knowledge. *Science*, 316(5827), 1036—1039.

Zerhouni, E. (2003). The NIH Roadmap. *Science*, 302, 63-64.

Strauss A. & Corbin J. (1990) 質性研究概論，徐宗國譯，台北：巨流圖書公司。

王天红 (2020) 美国研究型大学跨学科教育的发展历程与未来走向。鄭州師範教育，第 9 卷第 4 期。54-58 頁。

朱永東、向興華、葉玉嘉 (2012) 美國研究型大學跨學科研究的產生及其發展動因分析。科技管理研究，2012 年第 12 期。85-92 頁。

阮孝齊 (2020) 國家教育研究院電子報，面對跨領域學習各國有哪些策略？2021 年 3 月 10 日取自：https://epaper.naer.edu.tw/edm.php?edm_no=198&content_no=3497

范冬清、王歆玫 (2017) 秉承卓越：美國研究型大學 -- 跨學科人才培養的特點、趨勢及啟示。國家教育行政學院學報，2017 年 9 月。80-86 頁。

科技部 (2020) 融合式跨領域研究實驗專案。2021 年 5 月 11 日取自：<https://www.most.gov.tw/folksonomy/detail/adccde65-9155-40a3-b588-20936280dca9?l=ch>

科技人才與研究成果服務平台 (2021) National Profiles of Human Resources in Science and Technology, NPHRST)，2021 年 5 月 11 日取自：<https://hrst.stpi.narl.org.tw/index.htm>

政府研究資訊系統 (2021) Government Research Bulletin(GRB)，2021 年 5 月 11 日取自：<https://www.grb.gov.tw/>

徐宗國 (1998) 質性研究概論。巨流圖書公司。

高教司 (2015) 鼓勵大學校院推動課程分流，落實學用合一。2015 年 1 月 5 日。2021 年 3 月 4 日取自：https://depart.moe.edu.tw/ed2200/News_Content.aspx-

?n=90774906111B0527&sms=F0EAFEB716DE7FFA&s=46B9956F7E27E145

翁福元 (2020) 跨領域學習與人才培育。飛訊，第 263 期。1-15 頁。

教育部補助大學校院推動課程分流計畫要點 (2013) 教育部主管法規查詢系統。2021 年 3 月 4 日取自：<https://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL001190>

教育部 (2013) 教育部人才培育白皮書。臺北市：教育部。

教育部 (2017) 「高等教育深耕計畫」(行政院核定)。2021 年 3 月 19 日取自：<https://ws.moe.edu.tw/Download.ashx?u=C099358C81D4876CE33C455F1B761E1E9C1B1C-9D4C5C3D01F30E652CFF5FC771EC730DD8FDE92542A43B552A373AD8AF1462B282880009497A018C6035F64EFE9C1659464EFA0FF5D376572598722614&n=A2721D-854CBE060095F48301B3EF6F6C7E742157486009A7EBB752EB255DA8701D-25FE80475944F94B3AFC4950DC8F362623883E8B41216D&icon=.pdf>

教育部 (2019) 智慧創新跨域人才培育計畫。2021 年 5 月 11 日取自：<https://www.itsa.org.tw/itsa/about.php>

教育部 (2020a) 重大教育政策發展歷程 / 高等教育，中華民國教育部部史全球資訊網，2021 年 3 月 9 日取自：<http://history.moe.gov.tw/policy.asp?id=6>

教育部 (2020b) 重大教育政策發展歷程 / 科技教育，中華民國教育部部史全球資訊網，2021 年 3 月 9 日取自：<http://history.moe.gov.tw/policy.asp?id=25>

教育部 (2021) 教育部統計進階查詢，2021 年 5 月 7 日取自：<https://eds.moe.gov.tw/edust/webmain.aspx?sys=210&funid=eduflid&clear=1>

國家發展委員會 (2015) 育才、留才及攬才整合方案 103 年執行成果及檢討報告。國家發展委員會彙整，2015 年 4 月。

張曉報 (2019) 美國研究型大學跨學科專業教育的實踐及啟示。高校教育管理，第 13 卷第 5 期。92-102 頁。

張曉報 (2016) 論美國研究型大學跨學科人才培養理念。高等理科教育，2016 年第 2 期。

54-58 頁。

張嘉育、林肇基 (2019)。推動高等教育跨領域學習：趨勢、迷思、途徑與挑戰。課程與教學，第 22 卷第 2 期。31-48 頁。

陳艾華 (2011) 研究型大學跨學科科研生產力研究。大陸浙江大學公共管理學院教育經濟與管理博士學位論文。

陳翠榮、張翔志 (2020) 美國高校跨學科培養科技人才對我國的啟示—基於五所世界一流大學的分析。中國高校科技，2020 年 11 月。50-54 頁。

陳翠榮、敖藝璇 (2020) 美國研究型大學跨學科培養科技人才的主要路徑與保障機制。中國高校科技，2020 年 4 月。44-48 頁。

賀陳弘 (2019)。教育 4.0 時代，跨領域是學習者的 DNA。天下雜誌 / 教育 / 教育趨勢。2021 年 3 月 4 日取自：<https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5092757>

鄧嘉瑜 (2016) 美國研究型大學跨學科人才培養的模式研究。大陸華南理工大學公共管理學院高等教育學碩士學位論文。

經濟部 (2018) 新經濟發展策略諮詢成果報告與諮詢會議紀錄。經濟部研究發展委員會 / 政策研析 / 政策發展 / 產業發展諮詢與研究 / 107 年度新經濟發展策略諮詢會議。2021 年 3 月 3 日取自：https://www.moea.gov.tw/MNS/cord/content/SubMenu.aspx?menu_id=30718

經濟部 (2020) 數位與特殊技術人才發展計畫 (核定本)。2020 年 9 月。2021 年 3 月 3 日取自 <https://www.ey.gov.tw/File/AF712E657E5B26E8>

楊國賜 (2011) 未來社會的學習。銘傳教育電子期刊，第 3 期。1-12 頁。

關鍵評論 (2017a) 5 成大學生選錯科系、學非所用？成大推出「大一至大四不分系」。教育，2017 年 7 月 26 日。2021 年 3 月 3 日取自：<https://www.thenewslens.com/article/74406>

關鍵評論 (2017b) 解放學制！別讓院系束縛未來（上）：分系不分系？教育 / Campus，

2017年11月14日。2021年3月3日取自：<https://www.thenewslens.com/article/81112>

關鍵評論 (2017c) 解放學制！別讓院系束縛未來（下）：學程革命。教育 / Campus，2017年11月21日。2021年3月3日取自：https://www.thenewslens.com/article/81117#_=_

蘇秀慧、呂雪慧 (2020) 資通訊數位人才缺很大 經部跨領域培訓，中時新聞網 / 工商時報，2020年10月13日。2021年5月13日取自：<https://www.chinatimes.com/news-papers/20201013000215-260202?chdtv>

作者簡介

張于紳

張于紳目前任職於科技政策研究與資訊中心，專長領域為人力資源、科研人才政策、科研補助政策等，現為國家實驗研究院科政中心政策研究組包容議題研究團隊助理研究員，負責科研人才政策研究業務。曾參與厚植台灣高階科研人才計畫、領袖學者助攻計畫、全國科學技術發展計畫、人文及社會科學研究海外人才培育計畫等。

張書豪

張書豪博士目前任職於財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，研究興趣包括創新政策、科技管理、專利分析與電子商務，近5年來執行的計畫包括「產學研合作技術熱點網路與發展動向之研究」、「以發明人流動觀點探討國際技術市場熱點與發展動向」、「以標準必要專利分析探討學界專利之關鍵技術」、「產學合作專利之關鍵授權技術：以專利審查官的觀點」、「運用技術結構網路分析探討學界專利國際技轉之熱點」、「科學研究與技術創新：建構科學領域與專利分類系統之連結圖譜」等研究計畫。

跨領域人才之培育與發展

Interdisciplinary Talent Cultivation And Development

作 者 — 張于紳、張書豪

發 行 人 — 林博文

出 版 者 — 財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心

地 址 — 10636 台北市大安區和平東路二段 106 號 1 樓、14-15 樓

網 址 — <http://www.stpi.narlabs.org.tw>

電 話 — (02)2737-7657

傳 真 — (02)2737-7448

出版日期 — 中華民國 111 年 10 月初版

I S B N — 9789576193453 (PDF)

D O I — 10.978.957619/3453



NAR Labs 國家實驗研究院

科技政策研究與資訊中心

Science & Technology Policy Research and Information Center