

推動人工智慧與數學學門 跨領域重點研究之交集

108 年度科技行政研究發展計畫

以數學應用於機器學習之技術鏈結，開發學門在跨領域整合
研究之關鍵發展

自然司 陳守達助理研究員

2019/12/30

目錄

一、	概述	1
	背景說明	1
	人工智慧推動策略	1
	學門重點研究推動計畫	2
二、	研究方法	4
	數學學門研究重點方向	4
	近年經費與計畫推動之連結	5
	關鍵字篩選	6
三、	研究結果與分析	8
	計畫件數統計與興趣投入	8
	計畫件數統計與政策引導	9
	學門重點研究的契機	10
	重點研究之開展	11
四、	結論	12

一、 概述

背景說明

在推動數學研究與發展及便於申請、審查與補助等行政作業時，本部將數學研究分為代數、數論、幾何與拓樸、分析、微分方程與動態系統、機率理論與應用、離散數學與組合學、數值分析與科學計算、跨領域數學科學等 9 個次領域。然而近年來人工智慧(Artificial Intelligence, AI)的應用已經愈來愈普及至我們的日常生活中，在可以預見的未來，這個趨勢將是進步快速且是不可逆轉的。本部於預計在 5 年(106-110 年)間以「小國大戰略」的思維，擬定了 AI 推動策略並投入約 160 億元經費，聚焦在半導體、資通訊技術等台灣具機會及優勢的產業強項，並選擇物聯網系統與安全、及無人載具等具備未來趨勢的領域，加強國內研究與創新力道，藉以創造更多的產業創新價值，提升人民及社會福祉。

人工智慧推動策略

本部在 106 年所發表的「人工智慧 (AI) 推動策略」一文，亦就國際發展趨勢與各國研究概況進行分析，說明我國須在基礎科技研發與未來產業應用兩方面皆積極推動人工智慧研發，以帶動下一波經濟轉型動能並提升國際競爭力。文中並揭櫫本部的人工智慧推動策略，是以

提升人民社會福祉，邁向智慧創新國家為整體發展願景。上游做法是以我國所具備領先全球的 IC 產業優勢為基礎，發展 AI 主要硬體設施技術，如晶片、終端硬體、雲端運算系統等。中游階段則透過研發平台基礎設施的完備，就演算法技術，在平台架構、類神經網路、專家系統、大數據趨勢預測分析、深度學習/機器學習、語音/影像辨識等進行開發，布局與扎根關鍵核心技術。下游應用與發展階段則在智慧應用領域方面，透過提供優質自造空間與實驗場域，在金融科技、智慧製造、智慧醫療/健康、智慧交通等各方面，開發智慧終端產品及 AI 創新應用與服務。

在本部「小國大戰略」的 5 大 AI 推動策略中，為了讓產業與學研界能專注於深度學習與大數據分析的技術發展與應用開發，於是透過前瞻基礎建設的數位建設，以 4 年(106-109 年)共 50 億元經費，整合國內資源，建構國家級 AI「雲端服務及高速算平台」，提供大規模共用、共享的高速運算環境。而在 AI 主要技術架構上，機器學習，乃至於深度學習，正是人工智慧成功的最主要關鍵之一。

學門重點研究推動計畫

本司在林司長敏聰的推動下，藉本司為自然科學基礎研究人員為主要補助對象的特點，希望各學門在經營專題研究計畫補助作業以外，也

擔任助攻角色，配合本部重大專案計畫，主動發展相關特定議題計畫、跨領域計畫以及學門特色領域計畫等重點研究推動計畫，以提高專案相關基礎研究能量，培養基礎人才，寄望擴大本部專案計畫成效。

由於數學本體屬於基礎科學研究，研究發展之原動力除了對數學內在本質的追求，也可就科技發展提供基礎需求。而其所對應到的基礎科學研究與具廣泛應用之研究皆分佈在 9 個次領域下；就上述機器學習議題上，數學研究應用亦可以扮演應有的重要角色，因此針對這個趨勢，數學學門該如何順勢發展，針對利用機器學習來推動或規劃，例如使用機器學習技術以解決傳統數學問題；針對數學學門規劃推動一些可以發展的相關領域，為人工智慧的未來發展培育具數學背景的人才。如同台經院於 2018 年 1 月 15 日所發表的「人工智慧發展趨勢與我國推動策略」

(<https://www.tier.org.tw/comment/pec5010.aspx?GUID=115b89d4-4a8b-4bd4-896b-bef78e3ab1fb>) 一文末段所述：「整體而言，人工智慧技術跨領域應用將是未來的趨勢，相對應跨領域的 AI 人才培育，還需要配合培育環境建置、專業領頭羊、培育課程設計以及國際經驗與交流，使能孕育出符合產業需求的優秀人才作為趨動器，期能加速人工智慧的創新應用與發展。」

二、 研究方法

數學學門研究重點方向

109 年度本部基礎研究計畫中，對於應用數學領域之發展趨勢與研究重點方向，有著以下敘述：

應用數學研究較多以跨領域及應用導向為主題，議題中較具前瞻性與競爭性的是與科學與工程問題相關聯之數學建模、分析與模擬，特別是關於新興資料科學的建模與分析。其中所涉及的次領域技術包含微分方程與動態系統、調和分析、隨機分析與最佳化、數值分析與高效能計算等，目前有以下 4 個重點：

- a. 高效能科學計算方法與分析：大尺度矩陣方程和特徵值問題的快速演算法和平行計算、數據建模與分析及其模式驗證之計算模擬、高維數據的降維方法及其特徵值計算等。
- b. 多重尺度與多重物理問題的計算方法與分析：流體與結構耦合模擬技術的發展及其在工程上的應用、計算材料科學的快速演算法設計與分析、生物離子通道問題的數學建模分析與計算模擬等研究主題。
- c. 影像科學和生醫影像反問題的數學分析與計算模擬，成像技術的理論與方法及其高性能計算與平行計算方法。

d.複雜社群網路、疾病傳染數學模型與集體動力行為的分析與

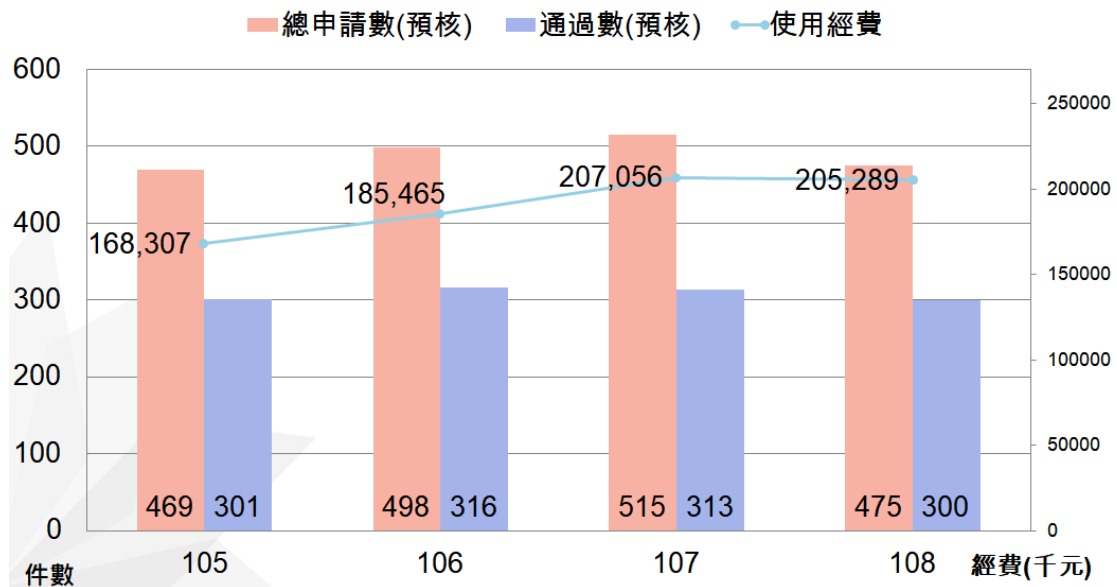
計算模擬。

由於機器學習的觀念存在已久，其真正實現是在大數據的獲得及電腦計算能力的強化。依上述學門規劃推動的 a、b、c 項之方向，學門擬投入於機器學習發展進程中，期望未來數學研究甚至可引領風騷，將傳統數學研究導向一個新的應用跨領域，協助機器學習產業，厚植基礎學理以及產業應用。

面對 AI 帶來的新契機與挑戰，本部希望能透過「小國大戰略」的 5 大策略，發揮槓桿效應，加速提升我 AI 研發能量與基礎環境，而本司則就布局與紮根相關基礎研究與關鍵技術，致力提供基礎學術支援以及優質人才，以基礎研究力量輔助、激發創新及開發應用產業，帶動經濟動能。

近年經費與計畫推動之連結

目前數學學門在近 4 年(105~108 年)的資料顯示(如圖一)，學門計畫核定經費自 105 年的 1 億 6 千 8 百萬漸增至 108 年的 2 億零 5 百萬，增加約 3 千 7 百萬，約為 22%。計畫核定數則自 301 件回至 300 件，並無明顯增加。



圖一、數學學門 105~108 年分年大批計畫申請總數、核定件數及核定經費(新臺幣)

然而學門核定經費增加的近兩(107 及 108)年，恰巧也是本部為協助我國人工智慧發展，於 106 年 8 月科技部在行政院會報告「我國 AI 的科研戰略」後如火如荼地推動與人工智慧(Artificial Intelligence, AI)相關研究的開始。自本(108)年度起，本司已經由林敏聰司長帶頭鼓勵各學門的研究能加速朝著探索新知，針對特定主題進行規劃，以加強基礎科學研究並以產出突破性成果為目標，進而推動研究深化及跨領域合作，以累積創新能量，是所謂「學門重點研究計畫」。

關鍵字篩選

學門為了呼應本部與本司推動方向，並顧及科技發展趨勢，於是有以下分析與做法：

本研究報告就數學學門過去 10 年間，對於本司與數學領域執行專題計畫資料庫中，參照目前本部推動人工智慧(AI)技術與以及數學領域中可能產生關連的產業連結，自應用端到基本資料端的常用字詞，謹慎挑選出相關的 4 個關鍵字及其代表性較大的英文同義字，分別為人工智慧/AI、機器學習/Machine Learning、資料分析/Data Analysis、大數據/Big Data 等，並依此在本部資料庫進行搜尋，尋找 AI 推動前(暨 106 年度之前)(註:陳良基部長於 106 年 2 月就任，當年度大批計畫已經截止收件並審查中)與推動後(暨 107 年及 108 年)。由檢視目前相關計畫數的變動，來分析可能影響因素並規劃學門未來的推動作法。

經過以關鍵字為計畫件數篩選的過程，本研究發現以關鍵字的英文同義字選擇，對所做出資料庫篩選動作後，會有不同的結果。例如以「人工智慧」關鍵字的英文做出篩選，共篩有 46 件；如果用「artificial intelligence」只篩出 14 件計畫，但是若使用文字字母「AI」進行搜尋，則篩出 70 件計畫。也因為如此，本報告選定計畫數較大的「AI」關鍵字來做為比較的基本資料，是以關鍵字所搜尋出之基本數結果較大，顯示相關性涵蓋廣泛，較具有代表性。此外，在以「人工智慧」和「artificial intelligence」篩選時，也會同時有計畫數篩選結果大不同的情形。其中之原因，經推測可能是由於本部於補助申請所提交之計

畫書的關鍵字輸入，似乎並未強制主持人於申請時須中英文皆須一併輸入。因此，本報告採用 AI 為關鍵字並討論。

三、 研究結果與分析

計畫件數統計與興趣投入

表一(如下)顯示的是 99 年~108 年自然司專題計畫執行件數統計，

自然司計畫近十年(99年~108年)執件件數情形			
關鍵字搜尋	自然司	數學	比例 (司/學門)
人工智慧	46	4	9%
AI	70	9	13%
機器學習	67	5	7%
machine learning	40	2	5%
資料分析	77	1	1%
data analysis	80	1	1%
大數據	41	1	2%
big data	32	1	3%

表一、99 年~108 年自然司專題計畫執行件數統計

參照目前本報告所挑選的關連字，在數學領域中可能產生的人工智慧(AI)技術產業連結上，自然司的近 10 年的四類計畫數皆在 80 件與 40 件的範圍，而數學領域計畫數占本司總計畫數(約為一成)，除了人工智慧(含 AI)之外，其他如機器學習、資料分析、大數據等有偏少的現象。這數據顯示過去 10 年，數學領域並未優勢地涉入 AI 相關研究，或者是本司 AI 相關研究計畫偏向技術與應用面，數學領域主持人未明

顯表示出研究興趣與實質投入。

計畫件數統計與政策引導

再者，本報告再就近兩年來本部陳良基部長強力推動的研究議題之

一:AI 相關應用研究，數學領域主持人是否對此有相應動作，且反應在研究計畫補助申請上？

表二(如下圖)顯示的是近十年數學學門專題計畫執行件數，

數學領域計畫近十年(99 年~108 年)執行件數情形

\關鍵字 執行年度	人工 智慧	AI	機器 學習	Machine Learning	資料 分析	Data Analysis	大數據	Big Data	年度 小計
99	0	1	0	0	0	0	0	0	1
100	0	1	0	0	0	0	0	0	1
101	0	1	0	0	0	0	0	0	1
102	0	1	0	0	0	0	0	0	1
103	0	2	0	0	0	0	0	0	2
104	1	1	0	0	0	0	0	0	2
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	0	0	2	1	0	0	0	0	3
107	1	1	2	1	0	0	0	1	6
108	2	1	1	0	1	1	0	0	6
總計	4	9	5	2	1	1	0	1	23

表二、99 年~108 年數學學門專題計畫執行件數統計

數學領域計畫數在 10 年內，僅有人工智慧(含 AI)有少量但平穩計畫數分布於 10 年間(105、106 年度除外)，其他如機器學習只在近 3 年出現；資料分析與大數據相關計畫則只各出現在 108 年度及 107 年度。這數

據顯示過去 10 年，數學領域除了少數 AI 相關研究之外，近兩年確實在 AI 相關研究計畫出現不同研究(議題)計畫跡象。雖然計畫數不足以斷言此一趨勢，但對本部努力推動人工智慧研究來說，數學研究社群在計畫數上，對大數據分析與機器學習議題有如此回應，符合人工智慧發展的走向，確實是個令人鼓舞的跡象。

學門跨領域重點研究的契機

我們再回看圖一，該圖所示學門大批計畫核定數自 105 年度至 108 年度由 301 件回到 300 件，並無明顯增加；而就次領域來看，檢視學門裡與 AI 關聯相近兩個領域：「數值分析與計算數學」及「跨領域數學科學」，自 105 年度至 108 年度亦維持在平均 62 件(如下表)。因此，如果自 105 年度漸增至 108 年度所增加約 3 千 7 百萬計畫經費，可以有一部分用在推動在 AI 應用數學與跨領域類計畫，則更能符合目前林司長所力推之「學門重點研究」的規劃方向。

年度/次領域	數值分析與計算數學	跨領域數學科學	小計
105	41	20	61
106	43	21	64
107	39	22	61
108	39	23	62

表三、105 年~108 年數學學門專題計畫次領域之執行件數統計

更進一步說，上述 4 個 AI 關鍵字相關的學門計畫數與學門次領域計畫

數相比，顯得渺小，在 105~108 年度分別為 0/61、3/64、6/61、6/62 的比例，實屬於未開發的狀態，這對學門來說是個很好的推動機會。以表三看來，就本規劃案主題而言，在本規劃案推動之後，對於未來在跨領域及應用研究是否有顯著成果，次領域件數統計亦提供一個對比的機會。

跨領域重點研究之開展

為推動上述「學門重點研究計畫」案，經數學學門召集人們多次深入交換意見並在本年6月19日召開第一次規劃會議討論後，規劃出五項跨領域重點主題包括人工智慧 (AI之數學理論、應用與教育)、醫學影像處理、計算幾何、量子通訊、反問題等。

然而，本類計畫除了以整合型研究計畫規劃外，計畫內涵應有以下三點共通性原則：

(一) 計畫是否具深化或開創新的數學研究特性。

(二) 計畫是否與應用端或其他領域產生連結。

(三) 計畫是否提升對所推動之研究主題(應用類或跨領域)等方面的研究能量。

有關於整合型跨領域重點研究計畫之啟動與執行期間，則是愈快越好。其中，規劃案已預定於本(108)年度開始。除此之外，學門並擬於下一(109)年度開始推動整合型專題研究計畫 (即本司的學門重點研究計

畫)。

第二次規劃會議於當(6)月28日召開，邀集五項重點主題之規劃簡報完畢，含王偉仲(AI & 醫學影像)、王振男(反問題)、崔茂培(計算幾何)、董立大(AI產學合作)等。

學門召集人於本(108)年9月3日召集人會議上報告後，決議聚焦於「機器學習」議題，邀請由國立台灣大學數學系崔茂培教授及國立交通大學應用數學系賴明治教授執行「機器學習:高維度數據分析及其在醫學影像和材料科學之應用」以及「數學與機器學習：方法和應用」等兩規劃案，以數學應用於機器學習之技術鏈結，開發學門在跨領域整合研究之關鍵發展。

由於學生人數預期逐年減少，在研究經費增加及主持人數維持穩定或遞減的情形下，學門為了保持或提升研究績效，在學術環境與人才培育上的研究投資就要更加寬廣並切入實際需求，可用增加學門跨領域專題計畫核定件數，以求與科技進步的脈動一致。

四、 結論

(一)過去 10 年，數學領域並未優勢地涉入 AI 相關研究，或者是本司

AI 相關研究計畫偏向技術與應用面，數學領域主持人未明顯表示

出研究興趣與實質投入。

(二)過去 10 年，數學領域除了少數 AI 相關研究之外，近兩年確實在 AI 相關研究計畫出現不同研究(議題)計畫跡象。雖然計畫數不足以斷言此一趨勢，但對本部努力推動人工智慧研究來說，數學研究社群在計畫數上，對大數據分析與機器學習議題有如此回應，符合人工智慧發展的走向，確實是個令人鼓舞的跡象。

(三)本報告 4 個議題下的稀少計畫數是屬於未開發的狀態，對學門是個很好的推動機會。在本規劃案推動之後，對於未來在跨領域及應用研究是否有顯著成果，次領域件數統計亦提供一個對比的機會。

(四)學門本年度建議規劃聚焦於「機器學習」議題。邀請執行「機器學習:高維度數據分析及其在醫學影像和材料科學之應用」以及「數學與機器學習：方法和應用」等兩規劃案，以數學應用於機器學習之技術鏈結，開發學門在跨領域整合研究之關鍵發展。