

---

# 國科會數學教育合作研究計畫的發展史

陳正凡

國立臺灣師範大學 科學教育中心

## 壹、前言

根據民國 72 年（1983）國家科學委員會（後面簡稱國科會）發表的「我國未來科學教育專題研究之重點規劃」，數學教育已被視作科學教育分科研究類中首先待研究的領域，民國 73 年（1984）國科會科學教育發展處（後面簡稱科教處）召開「未來數學教育之展望」的系列座談討論會，邀請專家討論數學教育的「基本需求」與「應變策略」，根據這個系列座談討論會獲致的共識，科教處接著在民國 74 年（1985）通過「數學教育合作研究計畫」，針對學生的特質提出三項主題研究：1.我國學生數學概念發展研究；2.在校學生數學學習情況調查；3.數學資優生教育研究。再針對社會的需求提出兩項主題研究：1.各行業對數學的需求調查研究；2.電腦對數學教育影響的研究。本計畫的第一階段是數學教育學門成立前的第一個重點計畫，民國 75 年（1986）科教處接著再提出《數學教育學門規劃資料》的報告，擬訂五大參考指標與四大重點問題，來規劃未來數學教育發展的重點，這相當程度影響本計畫第二階段研究重點的擬訂。本計畫在我國學生數學概念發展研究層面，曾參考英國「中學數學及科學概念研究計畫」（CSMS），

提出有關數據的分析方法與抽樣方法來覓出臺灣自身的數學教育特徵；有關在校學生數學學習情況調查層面，則探索我國學生在學校教師教導數學的過程裡遭遇的各種問題，這是發展具有客觀性的評量工具的先聲；有關數學資優生教育研究層面，則屬「高中數理科學習成就優異學生輔導實驗計畫」有關數學教育獲致的研究成果的再研究計畫，後來再發展成「高中科學資優生培育計畫」；有關各行業對數學的需求調查研究，調查結果顯示各行業與各學科在工作中直接用到的數學與自然科學的知識，僅是目前在學校所學教材內容的甚小部分，未來社會的國民需要的數學與科學的基本能力，如果能獲得客觀的社會需求資料，對課程的設計如何提高其實用性應屬極其有益；最後，有關電腦對數學教育影響的研究層面，本計畫使得電腦輔助教學的研究獲得進展，並讓相關研究成為數學教育研究政策的一大重點。

## 貳、設立數學教育合作研究計畫的起因

數學教育是臺灣科學教育領域裡獲得尖端發展的一大學門。民國 74 年（1985）開始規劃的「數學教育合作研究計畫」是

國科會科教處數學教育學門在成立前的第一個重點計畫，這可謂是數學教育學門的前身。就數學教育研究者的角度而言，數學教育的目的即在培養國民的數學技能，但是最實質的問題，應當放在數學教育的內涵該如何獲得確立？數學教育的品質應如何提昇？數學教學的效率能如何增高？種種有關數學教育的問題，皆需有賴數學教育的基礎研究，纔能獲得改善(郭允文，1996)。因此，這個計畫全名「數學教育合作研究計畫：未來數學教育基本需求與應變策略研究」(簡稱「數學教育合作研究計畫」，後面或使用「本計畫」來直稱)，其主要目的有四：1.配合國家與社會發展來整體探討未來的數學教育；2.探討如何將現代科技知識融入數學教育中；3.研究如何提昇數學教育的品質和教學的效率；4.提昇數學教育研究的學術水準。本計畫陸續發展出兩個階段來落實，先是研究基本需求；接著研究應變策略(郭允文，1996)。由於本計畫實屬我國數學教育研究最早期的重點計畫，在計畫項目內推動數學教育各主題的專題研究，共持續六年(民國74年到民國80年)，且民國74年接著展開數學教育學門規劃，多項專題研究被數學教育學門規劃特別指出應加強發展，這些項目替我國數學教育的早期研究的方向奠定重要的基石。這裡冀圖由歷史學的角度，來整體回顧「數學教育合作研究計畫」的發展史，藉此觀察當日臺灣科學教育有關數學教育的研究政策，希望對我國早期數學教育的研究發展，呈現出概括性的輪廓。

早在民國72年(1983)2月至6月，毛松霖處長就召開「我國未來科學教育專題研究之重點規劃」，根據撰寫該研究報告的專題小組的結論，數學教育就被科教處視作科學教育分科研究類中首先待研究的領域(國科會，1983a)，自該年度開始，陸續在數學教育層面通過十二個專題研究計畫(請見《數學教育學門規劃資料》，國科會科教處，1986)，然而，數學教育是否能成為一個獨立的學門，其研究是否具有學術專業性，這個問題當時尚無法獲得直接的處理，新任的國科會主委陳履安對這個問題很重視，科教處故委請邱守榕在民國73年(1984)召開「未來數學教育之展望」的系列座談討論會，根據該系列座談會獲得的共識，應該把「展望未來」的內容，落實到「基本需求」的識別，再由「基本需求」設想「應變策略」，來觀察現實中亟待改革的各項措施(邱守榕，1990)。這個系列座談討論會獲得的共識，就是後來會設立「數學教育合作研究計畫」第一階段與第二階段的重點研究項目的起因。

根據毛松霖處長的科學教育研究政策口述歷史，有鑑於國內數學教育研究剛萌芽，其基本構想在探究未來數學教育的實質內涵，著重提昇數學教育的教學品質與效率為導向(毛松霖和陳正凡，2010)。在毛松霖處長任內，他通過四個重點計畫，可視作本計畫部分內容的前身：1.「改進目前國中數理科命題研究計畫」，該計畫的目的冀圖與教師溝通，期能使用正確的評量來誘導國中數理科教學正常化，該計畫

後來再由國科會協調教育部、省市教育廳局與各區聯招會展開「高中聯招數理科命題改進研究計畫」,邀請學者專家入闖參與高中聯招命題工作(國科會,1982);2.「國中學生數理科學習情況調查」,該計畫聘請學者專家選擇全省各區若干國中舉行「抽測」,並作測後抽樣調查分析研究,並至各區學校巡迴輔導,就教學方向與評量方法與教師交換意見,再舉辦研討會來探討正確的評量方法與教學方向(國科會,1983b);3.「國中數理科電腦輔助教學實驗研究計畫」,該計畫的目的在針對國中數學、物理、化學與生物研究教學軟體並展開試教實驗,探索引進電腦輔助教學的得失(陸業堯,1994);4.「高中數理科學習成就優異學生輔導實驗計畫」,該計畫目的在鼓勵科學資優學生進修基礎科學學系,並實驗輔導數理科有潛力的學生的方式,接著探索發掘適合攻讀基礎科學的優異學生的模式(郭允文和楊芳玲,1987)。這四個計畫雖然並不是專門針對數學教育而設立,不過內容都與數學教育有關,其研究成果值得繼續發展,故都在數學教育合作研究計畫內再深度展開研究。

毛松霖處長因為很重視「考試領導教學」帶來的弊端,他的側重點本在數學教育要如何能與生活結合,這固然是一針見血的讜論,不過,升學主義對臺灣國中與高中教學正常化的影響,經歷長年的教育改革浪潮卻未見徹底改善,直至今日依舊是個嚴重的問題,有識者呼籲國人應該正視這是教育的「共錯結構」,家長尤其應該

意識自身的盲點,避免影響孩子繼續「膜拜」不合時宜的升學主義(嚴長壽,2011)。專就數學教育而言,升學主義掛帥的思維影響數學教育的常態發展或許是個影響深遠的社會現象,這點確實很需要學者做長期追蹤研究,毛松霖處長尚未意識到這個層面,其主要由試題改革著手教學正常化的事宜,但,更深層來反省,義大應用數學系教授張耀祖根據其研究經驗對筆者表示,中西文化各有不同的數學運算思維,使得學生學習數學的習慣有異,教師宜採取不同的教學方法,不能簡單移植國外經驗,這或許是影響數學教育如何本土化的紮根該重視的心理癥結因素。我們徵諸後來《我國未來科學教育專題研究之重點規劃》這個研究報告,有關數學教育領域待研究的子項目,研究者並沒有研究影響數學教育良窳的文化心理議題,其通過學者的集體討論,冀圖採取當日時空背景儘可能已屬全面診斷的辦法,由六個層面來擬訂數學教育的研究項目:1.課程與教材的基礎研究;2.學生學習特性的研究;3.教學法與教學環境的研究;4.評鑑與評量的理論研究;5.師資培養的研究;6.其他,這包括有關語言與數學教育的關聯、大眾科學教育層面有關數學教育的問題、有關教育行政配合的問題與有關國際交流的問題等(國科會,1983a)。

有關「數學教育合作研究計畫」第一階段的提出,就是根據《我國未來科學教育專題研究之重點規劃》的結論與「未來數學教育之展望」的系列座談討論會獲得

的共識，冀圖整合國內數學教育的基礎研究而做出的規劃，本計畫由民國 74 年（1985）4 月展開，而毛松霖處長在該年 6 月卸任，後繼的呂溪木處長則在該年 8 月接任，根據科教處研究員（當時擔任本計畫第一階段的共同協調人）郭允文的報告指出，該計畫前面指出的四項主要目的，用意端在取得未來數學教育改革亟需的基本資料，藉此把握住數學教育的基本需求，使其研究不致與現實問題脫節；再者纔是希望替數學教育研究的學術性奠立基石（郭允文，1986）。這兩個願望的落實固然可並行而不悖，不過我們或可由其間脈絡看出毛松霖處長支持這個計畫的初衷，呂溪木處長則因出身數學專業背景，則對支持這個計畫有更全面的思考，並在任內設立數學教育學門。

### 參、落實數學教育合作研究計畫的過程

我們根據郭允文的回顧得知，這個計畫的原始構想，應來自英國教育科學部的《數學算數》(Mathematic Counts)的數學教育總評報告(1979)，並參考美國國家科學理事會大學前數學、科學與技學教育專案委員會的《迎接 21 世紀的美國科學教育》研究報告。其第一階段的研究，旨在由三個不同的角度來探索未來數學教育的基本需求：首先在學生的特質層面，本計畫注意到文化的差異會使得學生特質跟著有所不同，故特別側重三項主題：1.我國學生數學概念發展研究。本主題內的各計畫依

據英國「中學數學及科學概念研究計畫」(concept in secondary mathematics and science, 簡稱 CSMS)中的數學研究作藍本，將我國數學課程中包含的重要概念為主要對象，設計適當的工具，使用筆試與面試的方法來探討學生對每一概念發生的困難、使用的解題策略與錯誤型態；2.在校學生數學學習情況調查。本主題的研究重點在探索我國學生在學校教師教導數學的過程裡遭遇的各種問題，如學生數學能力調查、特殊教材的取捨與數學恐懼症的調查研究。3.數學資優生教育研究。本主題的研究重點在及早發現數學資優生裨益於加速培育傑出的科技人才，因此側重在數學資優生的特性研究、輔導方法研究與現況調查（郭允文，1986）。

再者，在社會的需求層面，本計畫旨在調查各行業對數學究竟有著如何的需求，尤其重視未來社會對數學的需求，因此希望探索未來的國民究竟需要什麼樣的數學基本技能，纔能在高度科技化的社會中生活與工作。最後則是新科技的影響層面，有鑑於電腦扮演的角色越來越重要，電腦進入教育後會使得學校教育的內容跟著大幅改變，數學教育首當其衝，因此展開兩個方向的主題研究：1.數學教育與電腦教育交互關係的研究。本主題旨在探討數學教育受電腦影響下課程內容的改變；2.電腦應用於數學教學的研究。本主題有兩項子題：其一是如何利用電腦進行數學實驗，來增強學生學習數學的效果；其二是研究如何發展智慧型電腦輔助教學，並給予學生適當的評量或收集學生錯誤的模式來分

析與補救。(郭允文, 1986) 這三個層面內含著五個重點問題, 有關我國學生數學概念的發展研究、在校學生數學學習情況調查與數學資優生教育研究這三個重點問題屬於學習者特質的探討, 第一點的計畫協調人為臺大數學系教授繆龍驥與臺師大數學系教授林福來, 第二點的計畫協調人為臺大數學系教授賴東昇, 第三點的計畫協調人為臺大數學系教授楊維哲; 有關各行業對數學的需求則是站在「使用者」的觀點來思考數學教育, 計畫協調人為中央大學光電研究所教授張一蕃; 有關新科技的影響則主要在思考電腦對數學教育的衝擊, 計畫協調人為中央大學數學系教授王九達, 彰化師範大學數學系教授邱守榕與郭允文兩人則擔任總協調人(王九達, 1986, 1989; 邱守榕, 1990)。

根據呂溪木處長的科學教育研究政策口述歷史, 有關「數學教育合作研究計畫」的本意是希望提升我國數學教育教學的品質與效率, 以及學術研究的水準, 因此這個計畫要先瞭解社會對數學教育的基本需求, 針對學生特質、社會需求跟新科技影響這三個面向, 進行基本需求的調查研究, 其目的首在配合國家社會整體的發展, 探討未來的數學教育研究應該朝哪個方向進行, 呂溪木處長為落實這個計畫, 還曾帶著簡報到各大學舉辦說明會, 邀請不同領域與不同大學的教授來參與(呂溪木和陳正凡, 2011)。第一階段的合作研究在民國 77 年(1988) 7 月大體來說告一段落, 由該年 6 月開始到隔年 1 月, 則展開第二階段的合作研究的規劃, 由於邱守榕

在第一階段負責初期規劃事宜, 並召開系列座談會, 就由她繼續擔任第二階段總協調人, 這個階段旨在探詢如何面對幾個待研究的領域: 教育目標, 課程/教材, 教法/評量, 與師資培育中發生的問題, 展開「應用性」的研究, 尋覓「應變策略», 藉此提出改造數學教育的具體方案(邱守榕, 1990)。

就在第一階段的研究主題與重點內容已經定案, 且各主題中的專題計畫都正在溝通與修正而即將進行的時候, 國科會突然命各學術處對未來發展方針擬訂施政計畫, 架構出部門規劃資料, 科教處因此在民國 74 年 4 月成立數學教育學門規劃小組, 同樣由邱守榕擔任召集人, 整個規劃至民國 75 年(1986) 提出《數學教育學門規劃資料》的報告, 這使得本計畫第一階段的專題研究計畫被放進該年度學門規劃資料內, 視作數學教育學門規劃共同關注的重點, 計有 33 個研究主題(郭允文, 1986; 國科會科教處, 1986)。《數學教育學門規劃資料》的專案小組擬訂五大參考指標, 藉此規劃未來數學教育發展的重點: 1. 與數學教育的理想與目標的關聯性; 2. 與現有制度與措施的配合性; 3. 與可見研究的相應性; 4. 面臨新科技衝擊的主動性; 5. 與當時大型研究計畫的協進性。並歸納出四大重點問題: 1. 電腦對數學課程的影響; 2. 學生數學概念發展與數學能力; 3. 解題導向的數學教學; 4. 數學師資職前與在職教育的現況(國科會科教處, 1986)。這裡會提到這五大參考指標與四大重點問題的原因, 旨在指出《數學教育學門規劃資料》

後來相當程度影響本計畫第二階段研究重點的擬訂。

本計畫第二階段，自民國 78 年(1989)到民國 82 年(1993)，共歷經科教處顏啟麟(1987—1991)與許榮富(1991—1995)這兩任處長。我們查閱郭允文本來撰寫對第二階段應變策略的研究，其用意在結合數學教育研究人員、行政人員與數學教師，綜合實際條件，探索有關數學教育的目標、課程教材、數學評量與師資培育的應變策略。她接著預期計畫第一階段推行後會有三個層面的成果：1. 建立數學教育學術研究的基礎；2. 培養數學教育研究人才；3. 建立數學教育基本資料(郭允文，1986)。然而，等到邱守榕實際規劃第二階段的研究重點，她最早構想的研究主題與重點內容有五點：1. 數學教育目標與教學內容相關性的研究；2. 學生數學概念認知特性與課程關聯的研究；3. 解題導向數學教學的研究；4. 數學教師的數學概念與數學教學概念的研究；5. 數學教學能力培育的基本成分研究。後來經由十場會議與共計十七位教授的討論，顏啟麟處長更每場會議都參加，大家最後改寫成更具整合性的五大綱領：1. 各階段數學教育內容的適切性研究；2. 學生數學概念理解的研究；3. 數學解題的分析研究；4. 數學教師教學能力的研究；5. 各級學校學生數學學力調查(邱守榕，1990)。除電腦對數學課程的影響這個主題沒有繼續放到第二階段的綱領外，《數學教育學門規劃資料》的其他三大重點問題都已放到第二階段的綱領內。

## 肆、數學教育合作研究計畫的成果與影響

面對國內各階層數學教育的偏失，與各單位冀圖改善數學教育，卻因未經協調而產生的紊亂，本計畫的提出重點在對國內極其稀有的數學教育相關研究人口做出擴充，不論是邀請關注數學教育的數學領域人士；或是邀請有豐富數學教育實務經驗的教育領域人士，共同探索排列在第一優先位置的數學教育問題。經過這兩個階段的合作研究，或可由第一階段列出的五個重點問題，來釐清計畫項目獲致的成果與對後續研究政策產生的影響：

首先，有關我國學生數學概念發展研究層面，這個主題由臺大數學系教授繆龍驥與臺師大數學系教授林福來主持協調工作，他們希望改善國內過去並沒有著墨有關學生學習特質的研究的現象，特別參考英國「中學數學及科學概念研究計畫」(CSMS)中的數學部分作為藍本，而以我國各級學校中基礎數學課程中包含的重要概念為主要項目，設計適當的測試工具，採用筆試與面試來探討學生學習每一概念的瞭解情況、遭遇的困難使用的解題策略與產生的錯誤型態。由於研究人才所限，CSMS 探討的十一項數學概念尚未能全面涵蓋(繆龍驥和林福來，1989)。根據林福來對科學教育研究政策口述歷史的回憶，這個議題的提出與數學教育的發展史有關，他並解釋 CSMS 計畫會出現的原因。在西元 1970 年代前，數學教育作為研究領域尚未被承認，數學教育的展開主要由心理學著手，採取皮亞傑(Jean Piaget, 1896—

1980) 的理論來研究學生的認知發展，其研究法就是個別的臨床訪談（或稱診斷訪談）。西元 1970 年代後數學教育開始成為研究領域，但直到西元 1980 年代，數學教育纔開始提出「問題解決」(problem solving) 的研究，有關學生的學習理論大致在西元 1980 年代後期大致完備，但此時尚未開始思考師資培育的問題，卻有人開始思考如何從教學的角度來整體觀察學生的學習狀況，並提出具有社會代表性的樣本，英國對這些問題的研究比較前瞻，倫敦大學的契爾西學院 (Chelsea College, University of London) 在西元 1974 年到西元 1979 年提出抽樣調查全英中學生 (11-16 歲) 數理概念的發展，冀圖探索全英學生數學與科學概念的了解層次，這就是簡稱 CSMS 計畫。林福來在民國 70 年前往英國參訪的時候，閱讀其研究報告深獲啟發，隔年回來臺灣，就規劃這個主題，運用英國 CSMS 提出有關數據的分析方法與抽樣方法，把測驗題翻譯成中文，藉由模仿英國來從中覓出臺灣自身的特徵，於是臺灣的數學教育就發展出自己的道路 (林福來和陳正凡，2011)。

這裡舉個例證來闡釋本主題如何發掘出我國學生數學概念發展的特徵。林福來曾舉例表示：像是有個食譜的題目是這樣：「8 個人需要 2 公升的水，請問 4 個人需要多少公升的水？另外，6 個人需要多少公升的水？」這對臺灣學生來說是乘除算法，所以理解成  $8:2$  跟  $6:?$  的問題，常會在 8 除 6 還是 6 除 8 搞混，當時臺灣國中學生大概只有 60% 會做出這個題目。

可是英國怎麼會有將近 90% 的學生會這個題目？後來發現說原來兩國的數學教學方法不同，對英國學生來說就是折半，8 人折半是 4 人，2 公升折半是 1 公升，4 人折半是 2 人，1 公升折半是 0.5 公升，2 人加 4 人是 6 人，0.5 公升加 1 公升就是 6 個人需要的水。沒有乘除，更沒有分數，用加減法就能做完題目，折半對他們來說太自然，因此有很高的通過率。從這裡面就會發現說兩國的學生學習特性不一樣，當然也就跟學校教學的進路有關。但，反過來看，像是把題目改為 6 人改為 5 人的話，真的需要乘除跟分數，英國的學生還是持續運用加減法的策略來做，可能就做出來，他們稱這種學生為「加者」(adder)。但林福來發現臺灣的學生看到 8 人跟 6 人有倍數關係時，他們直接的反應就是乘除，不會等到換成 8 人跟 5 人看不到倍數關係就轉換策略，這使得臺灣的學生不是「加者」，後來科教處接著請林福來針對這個議題再展開研究計畫，林福來覺得從國際的角度來看臺灣的數學教育，臺灣其實跳過皮亞傑個案研究，直接研究具有代表性的國家樣本，使得我們能展開診斷教學，發展出教師實際可運用的教學方式，臺灣的數學教育藉由立即成為具有前瞻性的研究領域 (林福來和陳正凡，2011)。

有關在校學生數學學習情況調查層面的影響，該主題由臺大數學系教授賴東昇在負責主持協調工作，其研究子議題有臺大數學系教授黃敏晃負責的「小學生估測能力之發展」、彰師大數學系教授陳俊生負責的「國民中學學生數學學力調查」與

臺北師專教授吳貞祥負責的「國民小學數學基本能力調查研究」(郭允文, 1986; 國科會科教處, 1986), 本主題的研究重點本來在探索我國學生在學校教師教導數學的過程裡遭遇的各種問題, 如學生數學能力調查、特殊教材的取捨與數學恐懼症的調查研究, 後來實際的發展都轉而關注在第一點與第二點, 至於調查我們學生在學習數學時產生的恐懼感, 探索造成恐懼感的環境因素, 並研究如何消減學生對數學的恐懼這些層面則並沒有落實, 「恐懼症」這個出自精神醫學的名詞是否適合套用在學習數學的過程裡產生的負面經驗固然值得商榷(或可稱作「學習數學恐懼心理」會更精確反映其實質內容), 且情意教育的層面本屬人文素養的範疇, 學者對其是否能量化評量顯有疑慮, 我們由這些議題的規劃, 同樣可看出這個主題更側重在由教學的角度來整體觀察學生的數學學習情況, 反映出當時臺灣的數學教育思潮, 其前身國中學生數理科學習情況調查計畫還沒有發展出評量工具, 這個主題則屬基礎研究, 雖然在第二階段並沒有持續進行, 不過應是發展具有客觀性的評量工具的先聲。

值得注意者, 邱守榕早在民國 72 年《我國未來科學教育專題研究之重點規劃》就已提出數學教育的師資培育研究的重要性(國科會, 1983a), 並在民國 75 年的《數學教育學門規劃資料》裡更精確指出數學教育的師資培育研究會出現的歷史(當時稱作「師資教育」, 她是該重點內容的執筆人)(國科會科教處, 1986)。在邱守榕規劃本計畫第二階段的構想裡, 有關師資培

育的問題, 她提出兩大研究主題: 1. 數學教師的數學概念與數學教學概念的研究。其研究目的旨在分析數學教師持有的數學概念與教學相關的各類概念, 並追究其成因; 2. 數學教學能力培育之基本成分研究。其研究旨在對研究「數學教學學」的基本成分與理論基礎、「師徒制」的培育方法實驗暨「課業」與「活動」結合的理念與過程。藉由與林福來的口述歷史交叉對比, 邱守榕的這項規劃顯然就早期臺灣數學教育發展史來說是個前瞻性的理念與作法, 第二階段確實將其納進研究主題, 作為五大綱領中的一個重點, 使得民國 79 年(1990)開始成為師資培育研究的重要時間點, 後來有關數學教育的師資培育研究, 都可由這個早期理念與作法看出政策發展的端倪。

有關數學資優生教育研究層面, 這個研究由臺大數學系教授楊維哲在主持協調工作, 其前身來自民國 72 年國科會主委劉兆玄給毛松霖處長的建議, 獲得推動「高中數理科學習成就優異學生輔導實驗計畫」, 內有臺大數學系教授李白飛負責的「高中數學成就優異學生輔導實驗計畫」(毛松霖和陳正凡, 2010), 後來數學教育合作研究計畫想針對數學資優教育再展開研究, 故楊維哲負責「數學資優教育的個案實驗及狀況調查」、邱守榕負責「資優生之數學認知特性研究」與蕭龍生負責「國中數學資優學習輔導之實驗研究」, 第二階段則繼續增加臺師大數學系教授陳昭地「數學資優生參與國際數學競試之研究」與彰師大數學系教授曾淑容負責「國中智



優學生性別、數學成就、數學歸因和數學解題思考型式關係的研究」，本計畫應屬「高中數理科學習成就優異學生輔導實驗計畫」有關數學教育獲致的研究成果的再研究計畫，前面該項計畫後來再發展成「高中科學資優學生培育計畫」，做到民國 94 年（2005）就面臨轉型的問題。根據林福來處長的科學教育研究政策口述歷史，他覺得回顧整個資優生培育計畫，大學教授本身要展開省思，如果大學只是在學術層面提供幫忙，這只能視作資優生教學，並不是真正瞭解資優教育，因為資優生的生命很特別，他們的個別差異相當大，需要特別的輔導策略，不僅是單純讓資優生提早準備更艱深的學術課程，那未必能保證他們將來會有更好的學術表現，或對自己的生涯能有完備的規劃，在教學時宜針對學生特色，讓資優生的能耐極大化，去挑戰不同的領域與興趣，確定領域後再進行最佳化，林福來因此覺得：整體來說臺灣資優教育不能算是走在正確的道路，而且從資優生的生涯規劃而言，我們並未提供他們最好的學習環境（林福來和陳正凡，2011）。數學資優生教育研究，或許除擴充數學專業知識本身的角度外，還應當重視情意教育對資優生數學潛能發展的意義，意即依個別差異增加數學資優生的人文素養，使其不僅對自己置身在人類文明的長流裡從事數學研究工作有更清晰的體認，更有高度的人格情操與正向的人際關係，這個問題後來始被資優教育重視，資優教育著名學者巴索與弗雷澤（Passow & Frasier, 1996）與阮儒理（Renzulli, 2005）

都指出資優教育的目標除在知識與態度外，更應重視培養其成為能關懷他人與社會的人，課程應該增加符合其認知功能，且能幫忙成為良好公民的相關內容，讓資優生能做個有能帶解決真實生活問題的人，這是否對深化數學文化的品質有益，同樣值得數學資優生教育研究者思考。

有關中央大學光電研究所教授張一蕃主持協調工作的各行業對數學的需求調查研究層面，其後來完整的計畫名稱是「國民數學與科學基本能力需求研究計畫」，該項計畫本來只關注在各行業對數學的需求調查，最早同樣在《我國未來科學教育專題研究之重點規劃》裡已看出端倪（張一蕃對此稱作「未來科學教育之展望研究：需求與應變」整體性研究計畫）（國科會，1983a；張一蕃，1989），因計畫內容觸及到教育圈外的行業，層面比較複雜，且與基礎科學如物理、化學與生物這些科目面臨的社會需求問題平行，後來就自行獨立出來，且擴充成兩個內容的重點計畫，這兩個重點計畫有落實順序：1. 各行業所需數學與科學基本能力調查研究。計畫項目研究的範圍按照學科、行業與職位（或教育程度），調查採問卷調查法、訪問調查法與現場觀察法，收集資料與分析結果後，再由專家座談來做修正，調查研究的對象為各學科基本需求較多的行業為主；2. 國民所需數學與科學基本素養調查研究。為瞭解日常生活所需的知識與技能，與大部分行業共同需要的基本能力，在前面這個計畫告一段落後，接著就推動日常生活所需的基本素養的研究，針對數學、物理、

化學、生物與資訊科學這五個領域，對未來的需求作前瞻性的預測，並希望瞭解現況來為未來科學教育改進規劃提供客觀的參考資料(郭允文, 1989; 張一蕃, 1989)。

張一蕃指出第一個計畫是個相當「勞力密集」的研究工作，由於郵寄回收問卷的效果不佳，研究人員得親自到各調查對象的所在地展開問卷與訪問的調查，而樣本遍佈全省，甚至偏僻的山地與漁村，使得調查工作格外辛苦(張一蕃, 1989)。由於這個計畫獲得的資料不易量化，且量化後並無實質的意義，因此本研究採取個案分析(case study)的精神，作定性或描述性的研究(qualitative or descriptive)(張一蕃, 1987)。其研究結論後來顯示各行業與各學科有個共同點，即中學程度的作業人員在工作中直接用到的數學與自然科學的知識，僅是目前在學校所學教材內容的甚小部分。大多數的人即使需要用某項數學知識或科學知識，在其操作運用的時候，往往認為這是種習慣性的反應而已，並不能體會到其和學校中學過知識的關聯性(張一蕃, 1989)。第二個計畫冀圖經由客觀而系統的方法，瞭解未來社會的國民需要哪些數學與科學的基本能力，而由其結論來提供規劃數學與科學教育課程時的參考，應該是很重要的一件事情。畢竟除部分職業學校的技術性科目有利用「行業分析」的方法來設計課程內容外，其他課程和教材的安排都取決於學者專家的主觀意識，客觀的社會需求資料，能裨益課程設計，提高其實用性，更增教育的效果(張一蕃, 1989)。可惜這兩個計畫後來並沒有

每隔數年就持續追蹤調查，科教處在這兩個計畫結束後，並沒有繼續將其列進研究重點計畫，這尤其對數學教育在課程設計的生活化與實用化來說毋寧是個損失，或有可能會影響到課程與社會的現實問題發生脫節的現象。

有關電腦對數學教育影響的研究層面，雖然本主題並不是最早的數學教育研究計畫，誠如前面指出：民國 71 年，毛松霖處長任內為解決國內學校教育大班制欠缺彈性，無法照顧學生個別差異引發的教育缺失，就已開始規劃進行「國中數理科電腦輔助教學實驗計畫」，但，在呂溪木處長任內，他特別希望科技發展能融入數學教育，來提昇教學的品質和效率，並整體拔高國內數學教育研究的水準(呂溪木和陳正凡, 2011)，這使得電腦對數學教育影響的研究成為往後數學教育研究政策的一大重點。持平而論，本主題屬於科教處響應國家社會整體的發展而做出的研究政策，民國 72 年(1983)，茲因行政院科技顧問組召開國家建設研究會，其電腦教育與教學組針對國內電腦輔助教學具體建議應制訂中程計畫，加強培育與訓練電腦輔助教學的人才，後來國科會跟教育部就根據這個建議合作推動電腦輔助教學的計畫，這包括在民國 74 年推動「電腦輔助教學實驗工作計畫」，冀圖架構教學軟體資料庫，當時選擇國小數學、國中數學、國中英語、高中英語與高工電子這五個科目來做，前面是資料蒐集，並規劃人才培育、教材軟體跟實驗評估等三項重點工作，總計持續兩年的時間(呂溪木和陳正凡, 2011; 郭

允文，1997)。據統計，民國 71 年至民國 82 年間，包括數學教育在內，科教處有關電腦輔助教學的研究計畫每年約計二十件，到民國 82 年（1993），則開始發展電腦輔助學習研究，不再只是輔助教師教學而已（王瓊德和郭允文，2001），因此我們應由電腦輔助教學與學習這兩個層面的研究思潮，來認識電腦對數學教育的後續影響。

## 致謝

本研究工作獲國科會科學教育資料庫（第二期）研究計畫補助經費，計畫編號：NSC97-2511-S-003-045-MY5

## 參考文獻

- 毛松霖和陳正凡（2010）。【毛松霖處長科學教育研究政策口述歷史（70—74）】。未出版的原始資料。
- 王九達（1986）。電腦與數學教育。**科學發展月刊**，14：5，505—508。
- 王九達（1989）。數學教育與電腦協調計畫總結報告之一：論數學實驗。**科學發展月刊**，17：4，365—369。
- 王瓊德和郭允文（2001）。電腦科技應用於科學教育研究之規劃與推動。**科學發展月刊**，29：8，559—567。
- 行政院國家科學委員會（1982）。科學教育研究及發展工作。**國家科學委員會年報**。臺北：編者。
- 行政院國家科學委員會（1983a）。我國未來科學教育專題研究之重點規劃（國科會專題計畫，NSC72-0111-S101-R02）。臺北：編者。
- 行政院國家科學委員會（1983b）。科學教育研究及發展工作。**國家科學委員會年報**。臺北：編者。
- 行政院國家科學委員會（1986）。行政院國家科學委員會學門規劃資料—數學教育。臺北：編者。
- 呂溪木和陳正凡（2011）。【呂溪木處長科學教育研究政策口述歷史（74—76）】。未出版的原始資料。
- 林福來和陳正凡（2011）。【林福來處長科學教育研究政策口述歷史（91—95）】。未出版的原始資料。
- 邱守榕（1990）。「數學教育合作研究計畫」第二階段的重點規劃。**國科會科學發展月刊**，18，137—149。
- 張一蕃（1987）。各行業對數學及科學需求調查研究。**76 年度國科會「數學教育合作研究計畫」成果研討會報告大綱**，（2—6），1—4。
- 張一蕃（1989）。國民數學與科學基本能力需求研究計畫簡介。**科學發展月刊**，17：4，346—350。
- 郭允文（1986）。「數學教育合作研究計畫」之規劃與推動。**科學發展月刊**，14：5，497—504。
- 郭允文（1989）。科學教育學術研究的規劃與推展。**科學教育資料集刊**，14，57—90。
- 郭允文（1997）。科學教育學術研究的回顧與前瞻。**趙教授金祁榮退學術研討會論文集**，79—106。
- 郭允文和楊芳玲（1987）。「高中數理科學習成就優異學生輔導實驗計畫」。**科學教育學刊**，15：3，339—341。
- 陸業堯（1994）。「電腦輔助學習研究計畫」之推動。**科學發展月刊**，22：5，473—479。
- 繆龍驥和林福來（1989）。我國學生數學概念發展之研究：推動、執行與展望。**科學發展月刊**，17：4，339—345。
- 嚴長壽（2011）。**教育應該不一樣**。臺北：天下遠見出版公司。
- A. Harry Passow & Mary M. Frasier (1996): Toward improving identification of talent potential among minority and disadvantaged students, *Roepers Review*, 18:3, 198-202
- Joseph S. Renzulli (2005): Applying Gifted Education Pedagogy to Total Talent Development for All Students, *Theory Into Practice*, 44:2, 80-89