

教育部第二期中小學科學教育中程計畫

執行期間：民國 112 年至民國 115 年

中華民國 112 年 8 月

目錄

目 錄.....	i
表目錄.....	ii
圖目錄.....	iii
壹、計畫緣起.....	1
貳、計畫目標.....	4
參、計畫進行方式.....	4
肆、第一期中小學科學教育中程計畫所解決的科學/數學教育問題	6
伍、第一期中小學科學教育中程計畫的實施成效.....	10
陸、德菲調查法(Delphi method)所歸納出之科學/數學教育短中長期目標	14
柒、科學/數學教育實務工作者之問卷調查結果	22
捌、第二期中小學科學教育中程計畫規劃.....	28
一、德菲調查法(Delphi method)的分析結果	28
二、第一期與第二期中程計畫任務的延續	31
玖、第二期中小學科學教育中程計畫推動目標與方法.....	45
附錄一、第二期中小學科學教育中程計畫規劃專家座談會討論議題.....	51
附錄二、專家座談會委員名單.....	53
附錄三、德菲調查法(Delphi method)問卷	57
附錄四、問卷調查法問卷.....	62
附錄五-1、德菲調查法(Delphi method)研究結果（含短中長期目標）（N=37）	67
附錄五-2、問卷調查法研究結果（含短中長期目標）（N=361）	69

表目錄

表 1 第一期科學教育中程計畫 108-110 年各面向影響人次及經費彙整表	11
表 2 第一期科學教育中程計畫 108-110 年各面向影響人次圓餅圖彙整表	12
表 3 科學教育短中長期目標確認第三輪德菲調查法(Delphi method)描述性統計 分析摘要表($N=37$)	15
表 4 科學教育德菲調查法(Delphi method)短期目標確認表($N=37$)	18
表 5 科學教育德菲調查法(Delphi method)中期目標確認表($N=37$)	19
表 6 科學教育德菲調查法(Delphi method)長期目標確認表($N=37$)	21
表 7 問卷調查法因素分析結果($N=361$)	22
表 8 科學教育問卷調查法短期目標確認表($N=361$)	24
表 9 科學教育問卷調查法中期目標確認表($N=361$)	26
表 10 科學教育問卷調查法長期目標確認表($N=361$)	27
表 11 德菲調查法(Delphi method)短期目標依據類別與面向進行歸納	29
表 12 第一、二期中程計畫之銜接.....	34
表 13 第二期中小學科學教育中程計畫規劃之建議策略.....	37

圖目錄

圖 1 數學及科學教師在職增能影響人次圓餅圖.....	12
圖 2 數學及科學教師職前培育影響人次圓餅圖.....	12
圖 3 探究實作知能精進影響人次圓餅圖.....	12
圖 4 領域教學縱橫整合影響人次圓餅圖.....	12
圖 5 創意生活課程推動影響人次圓餅圖.....	12
圖 6 多元環境優質深化影響人次圓餅圖.....	12
圖 7 數學及跨科科學素養培育影響人次圓餅圖.....	12
圖 8 卓越數學及科學人才培育影響人次圓餅圖.....	12
圖 9 第一期中程計畫概念圖.....	33
圖 10 第二期中程計畫概念圖.....	33

壹、計畫緣起

我國自民國六〇年代起，積極推動十大建設及發展科技產業，提升了國民平均所得，並透過政府與民眾的長期努力，成為科技主導的國家。教育部於民國 68 年成立科學指導委員會做為策劃性的諮議機構，長期以來一直擔負國家科學教育推廣與提升之任務。民國 93 年在教育部邀集科學教育領域之專家學者所撰寫的科學教育白皮書，也勾勒出全國科學教育的目標與方向。數學領域亦有數學素養向度建議文（李國偉等，2013）。

為了確認國內科學與數學教育的推動成效及與世界各國從事比較，教育部也積極參與各種國際測驗評量計畫（余曉清、林煥祥，2019），例如 TIMSS、PISA 等國際測驗（張俊彥，2021；張俊彥等，2018；Organisation for Economic Cooperation and Development【OECD】，2016），以檢視國內科學教育與數學教育之課綱對於學生學習成果的影響，以及在國際中的評比成果。除了加入國際測驗的評量計畫之外，亦透過學者專家進行全民科學素養調查計畫（林煥祥等，2020；陳雅君等，2016；黃台珠，2015），檢視國內公民既有的科學素養面貌，做為未來科學與數學教育推動的參考。

上述各項計畫的推動以及參與國際測驗的評量，顯示國內推動科學教育與數學教育已朝科學化與客觀化的腳步邁進。透過實際資料（學生或是公民）的收集與整理，可以客觀與系統的評估國內科學與數學教育的現況，以及下一階段可推動的方向。

教育部於民國 107 年將原先科學教育指導委員會，改組為科學教育諮詢會（以下簡稱科諮會）。科諮會成立的主要目的旨在收集學者專家對於臺灣各級科學、數學與科技教育的發展，進行縱向與橫向連結策略的建議；提供教育部有關國家、社會、公民及各級學校推廣與落實科學教育的策略，以及檢核這些推廣方式是否與國家科學教育政策吻合。科諮會建議為推動「十二年國民基本教育課程

綱要」(以下簡稱 108 課綱)(教育部, 2014), 應規劃中程計畫, 俾使教育部的相關計畫能朝一個規劃完備的目標邁進。之後, 科諮會也建議成立科學教育工作圈(以下簡稱工作圈), 協助目前既有的科學教育相關中心推展任務, 期能達成科學(數學)教育的目標。

教育部承接科諮會的建議, 為促進 108 課綱的推動, 於民國 108 年委由臺灣師大張俊彥教授與其團隊進行第一期中小學科學教育中程計畫案(以下簡稱第一期中程計畫)的規劃(教育部, 2019)。張教授與其研究團隊透過專家座談、與教育部各部門的討論、以及大量的文獻探討(科學教育白皮書、數學素養向度建議、TIMSS、PISA 等)(佘曉清、林煥祥, 2017; 李國偉等, 2013; 張俊彥等, 2018; 教育部, 2003; 教育部, 2013), 綜合整理出國內科學教育待解決的問題, 這些問題分別為:(1)國小包班制, 數學及自然科學領域教學專業不足;(2)師資培育探究與實作能力待加強;(3)素養導向教學與評量設計仍待精進;(4)數學及科學學習環境仍待改善;(5)傳統考試型態領導教學;(6)數學與跨科科學素養不足;(7)學生的數學與科學探究表現較弱;(8)數學與科學學習表現落差大;(9)學生對數學及科學的態度與自信心低落;(10)國際數學與科學競賽發展瓶頸。

在第一期中程計畫規劃案中, 規劃出專業師資、精進教學、永續課程、優質人才等四大類別以及八大面向。八大面向計有: 數學及科學教師在職增能、數學及科學教師職前培育、探究實作知能精進、領域教學縱橫整合、創意生活課程推動、多元環境優質深化、數學及跨科科學素養培育、卓越數學與科學人才培育。總計有 40 件委辦計畫, 以及 20 件教育部業務計畫參與第一期中程計畫。在委辦計畫中, 有關高中教師探究與實作的推廣計畫, 係由高中學科中心(物理、化學、數學、生物、地球科學)以及南北兩所探究與實作課程推動中心執行。參與第一期中程計畫的教育部業務單位計有: 教育部師藝司、資科司、國教署國中小組、高中組及原特組等。教育部第一期中程計畫自民國 108 年起, 至民國 111 年 12 月底截止, 共計四年, 之後將於民國 112 年展開第二期中小學科學教育中程計畫

（以下簡稱第二期中程計畫）。

民國 112 年執行的第二期中程計畫，也將朝持續推動 108 素養導向課綱精神、科學教育白皮書（教育部，2003）與數學素養向度建議文（李國偉等，2013）的建議。亦即科學/數學教育的終極目標在於培養公民的科學/數學素養，使每一位學習者能將科學扎根於生活與文化中；能應用科學/數學的知識和方法解決日常生活問題，對於社會中與科學相關公共事務做出明智的抉擇與判斷；藉由提升科學/數學素養，貢獻於人類世界的經濟成長與永續的發展。

貳、計畫目標

- 一、透過分析第一期中程計畫中各委辦計畫的實施成效，確認第一期中程計畫的目標是否達成。
- 二、透過當前 108 課綱落實的狀況，結合學者專家與中小學教師與行政人員之意見，彙整出科學（數學）教育短、中、長期目標。
- 三、依據問卷所彙整出之科學教育短期目標，以及延續第一期中程計畫的推動方向，歸納出第二期中程計畫的推動類別與面向。

參、計畫進行方式

由於第一期中程計畫已經奠定良好的規劃策略，因此第二期中程計畫規劃草案的進行方式如下：

- 一、依據科諮會的建議，成立科學教育工作圈。此係整合大學校院科學、數學、科技教育專長的研究學者、中小學代表以及國教署代表，成立常設之科學教育工作圈（以下簡稱工作圈），協助國內十四所科學教育相關中心任務的推動，以及規劃第二期中程計畫草案。
- 二、由工作圈委員推薦的專家學者針對科學教育/數學教育的現況，提出座談會討論方向，進行三場專家座談會前會。
- 三、依據三場專家座談會前會的內容，以及工作圈團隊閱讀文獻 TIMSS（張俊彥，2021）、PISA（佘曉清、林煥祥，2019；洪碧霞，2021）、公民科技素養（王薪惠等，2018；林煥祥等，2020；黃台珠，2015）等資訊，歸納出第二期中程計畫討論議題（參見附錄一）。
- 四、依據工作圈委員以及會前會專家所推薦的科學與數學教育領域專家名單，計有大專院校教授、中小學教師與行政主管、中央國教輔導團與地方團的輔導員等成員（參見附錄二），進行十場次專家座談會討論當前在推動科學/數學教育領域上所面臨的議題。

- 五、整理專家座談會資料，編撰為科學教育短期、中期與長期目標調查之德菲調查法(Delphi method)以及問卷調查法所需之兩份問卷。採用德菲調查法的主要目的，是透過三次的問卷填寫與調查，讓 37 位專家能夠對科學教育短、中、長期目標以及其重要性達成共識。問卷調查法主要填答的對象為第一期中程計畫的計畫主持人，高中學科中心所推薦的教師，以及國中、國小央團與各縣市輔導團教師。透過問卷調查法可獲取更多中小學科學/數學教師以及第一期中程計畫主持人的觀點（共計 361 位）。德菲調查法以及問卷調查法的題目分別參見附錄三與附錄四。
- 六、收集參與第一期中程計畫各委辦計畫的成果報告書，以及張一知（2022）追蹤第一期實施成效的報告書，確認第一期中程計畫已完成的目標，以及後續可加強的目標。
- 七、分析德菲調查法以及問卷調查法的研究結果，歸納出科學教育短、中、長期目標。
- 八、依據科學教育短期目標的議題，並延續第一期中程計畫的重點，經與相關單位進行多次溝通討論後，提出第二期中程計畫。

肆、第一期中學科學教育中程計畫所解決的科學/數學教育問題

經由第一期中程計畫（教育部，2019）所歸納出有待解決的科學與數學教育問題，如前所述，包含：(1)國小包班制，數學及自然科學領域教學專業不足；(2)師資培育探究與實作能力待加強；(3)素養導向教學與評量設計仍待精進；(4)數學及科學學習環境仍待改善；(5)傳統考試型態領導教學；(6)數學與跨科科學素養不足；(7)學生的數學與科學探究表現較弱；(8)數學與科學學習表現落差大；(9)學生對數學及科學的態度與自信心低落；(10)國際數學與科學競賽發展瓶頸等議題。

在第一期中程計畫中，已有相關委辦計畫針對(1)國小包班制，數學及自然科學領域教學專業不足的現象進行改善，例如在師培大學透過國小自然領域教學研究中心開設國小老師自然科的認證課程，以及設置國小師資生數學專業知識的檢核。(2)師資培育探究與實作能力待加強的議題，則分職前師資培育與在職教師專業成長兩部分。在職前師資培育方面，開設探究與實作的教材教法以及專題研究的課程，增加師資生在探究與實作的知能。有關在職教師專業成長部分，在國中小部分透過中央輔導團、地方輔導團、各校教師專業成長團體，以及探究教學教案與教師專業成長計畫，夢的 N 次方計畫進行推廣；在高中端則透過學科中心以及探究與實作課程推動中心進行推廣。而兩種不同的推廣方式並無交流的管道與機會。(3)素養導向教學與評量設計仍待精進，此部分的議題乃透過辦理素養導向評量的研習活動以及素養導向教案範例；高中端的學科中心、探究與實作課程推動中心進行素養導向教學的推廣。(4)數學及科學學習環境仍待改善，此議題則透過教育部業務單位推動實驗設備的精進，實驗室管理員的規範與訓練達成。(5)傳統考試型態領導教學，此議題是主導國內教育改革的最大問題。過去三十年來已經著手與大考中心及心測中心進行溝通，漸漸地在大考中心以及心測中心增加探究與實作評量的題目，試圖幫助中小學教師重視探究與實作的重要性。在教科書的審查部分也加強探究與實作活動，融入教科書傳統實驗活動的編排。除此之

外，108 課綱已經推動四年，在大學入學管道也已增加學習歷程檔案的建置。透過這些措施，可檢視過去各計畫推動的成效，是否漸漸改變現場教師重視探究與實作的重要性。(6)數學與跨科科學素養不足，108 課綱強調解決生活問題所需素養能力的培養，這些能力需透過跨科與跨領域的教學活動設計方能達成。教育部透過協同教學，共備等方式著手設計跨領域的教案範例，或是校本彈性課程教案範例，提供教師參考使用。此外在跨領域教案設計的歷程，所面臨的問題以及解決的方式等，也需要加以重視。(7)學生的數學與科學探究表現較弱，此部份的結果主要是透過國際測驗評量計畫，例如 TIMSS 與 PISA 測驗所得知的結果。由於國內各中小學課室中，教師進行探究與實作或是實驗的次數偏少，學生對科學與數學的學習態度較為消極，自信心偏低。在第一期中程計畫已經在中小學推廣探究與實作教學，後續的成效須加以評估。(8)數學與科學學習表現落差大，此議題主要是偏鄉地區與城市地區學生學習的落差，與同一班級學生的學習程度差異加大所致。再者，資優生與科學班學生的學習需要特殊的教材與教法方能滿足。為解決此議題，第一期中程計畫加強資優教師的教材教法與教案的撰寫，及適性學習的課程研發；滿足資源班學生的學習需求，以及加強偏鄉地區巡迴教師或是與博物館配搭將科學資源傳送到偏鄉地區等方案。最後，原住民學生的需求也透過文化回應的課程設計予以強化，並成立原住民科學教育輔導中心以達成其目標。(9)學生對數學及科學的態度消極與自信心低落，對此議題在第一期中程計畫的解決方案是增加數位、新興科技、遊戲式的教學活動設計，增加學生的學習態度與信心。然而影響學生的學習興趣與自信心的原因須加以理解，再配合文獻探討，找出妥適與具備長遠影響學習態度與自信心的教學策略與方法。(10)國際數學與科學競賽發展瓶頸，有關此議題主要的因素在於報名參加國際數學與科學競賽的學生數逐年下降；解決策略為邀請全國科學班的學生參加此項選拔與人才培育活動。

分析第一期中程計畫中的各委辦計畫成果報告，發現：

- 一、國中小推展探究與實作的方式是透過央團、各縣市輔導團或是一些委辦計畫加以執行。反觀高中部分，則由物理、化學、生物、地球科學、數學五所學科中心，北區與南區兩所探究與實作課程推動中心加以推廣。兩者進行的方式不同，造成影響力的不同。
- 二、各委辦計畫有一些目標重疊目標，然而各自獨立行事，因此無法將相同的目標進行橫向與縱向的連結。建議可將委辦計畫進行彼此聯繫，達成合作的機會。
- 三、各委辦計畫由於獨立行事，研究成果放置在各自的網站中，無法建立大的教學資料庫，提供中小學教師查詢與參考。
- 四、並非所有的科學/數學教師都願意投入對於 108 課綱的推廣與實踐，如何透過逐步影響的方式，選拔或是薦舉優秀的教師形成教學社群，是可以思考的方向。
- 五、不同工，不同酬，對於參與度與投入度高的教師應給於應得的酬賞、鼓勵與肯定，是政府必須要重視的議題。
- 六、由於科學與數學課程的簡化到適用於中等程度的學生，因此對於資優生或是科學/數學領域的高成就生的學習需求，需要加以重視。
- 七、近年來推廣雙語教學，許多師培單位如火如荼的培養師資生具備雙語教學的能力；又民國 118 年將推動新版課綱，勢必在師資培育上又將產生很大的衝擊。而在國小學用不一的現象非常嚴重，因此如何制定法規使得國小、國中教師培用合一，以及在師培課程需要培養學生哪一種能力，以因應未來不斷變動的課程改革，這些均為嚴肅的科學教育議題，需加以解決。

八、2020全球疫情爆發，學生迫於透過遠距從事學習，因此如何透過遠距方式進行動手做的探究與實作教學，是未來需要重視的議題。除此之外，數位化的課程設計以及資源的整合，如何能讓數位學習有實體上課的特質，增加數位化的優勢，是可思考的方向。如能加以解決，亦能同時處理長期以來偏鄉地區教師教學不足的問題。

九、考試領導教學一直是國內在課綱推動上的挑戰，因此如何在各校的段考中，以及各種大考或是會考中加入探究與實作性質的評量題目，使得各級教師能落實探究與實作的精神，是未來在課綱推動上需考量的因素。

十、台灣的地貌豐富，城市與偏鄉地區，東部與西部地區的課室環境與校園環境不盡相同，造成城鄉差異的問題。由於大量的師資集中在西部地區以及城市地區，造成偏鄉地區與東部地區的合格專業教師不足，無法真正落實探究與實作的精神。此議題在第一期中程計畫中著墨較少，建議在第二期中程計畫中能有所加強。

伍、第一期中學科學教育中程計畫的實施成效

本計畫透過分析第一期中程計畫之委辦計畫第一年至第三年之成果報告書（第四年在資料收集期間仍在進行中）發現，第一期中程計畫書計有 40 件委辦計畫，分布於第一期中程計畫中所規劃四大類別之八大面向中，每一件委辦計畫會執行一至三個面向的任務。第一期中程計畫內各委辦計畫分布的面向及件數分別為：第一面向、數學及科學教師在職增能 12 件；第二面向、數學及科學教師職前培育 3 件；第三面向、探究實作知能精進 4 件；第四面向、領域教學縱橫整合 10 件；第五面向、創意生活課程推動 8 件；第六面向、多元環境優質深化 5 件；第七面向、數學及跨科科學素養培育 6 件；第八面向、卓越數學及科學人才培育 7 件。這些計畫在前三年執行期間（註：第四年仍在進行）共計影響人次為：教師 272,473 人次、學生（包含國小、國中與高中） 981,558 人次、師生（註：無法分別計算教師或是學生者）共計 1,379,309 人次，總計 2,633,340 人次受惠。依據經費表所列，八大面向經費分別為：第一面向、數學及科學教師在職增能 7104 萬元整；第二面向、數學及科學教師職前培育 4206 萬 5000 元整；第三面向、探究實作知能精進 4946 萬 9500 元整；第四面向、領域教學縱橫整合 5971 萬 2500 元整；第五面向、創意生活課程推動 1400 萬 2000 元；第六面向、多元環境優質深化 1 億 1000 萬元整；第七面向、數學及跨科科學素養培育 9300 萬元整；第八面向、卓越數學及科學人才培育 2 億 4359 萬 7300 元整，第一期中程計畫總計使用 6 億 8319 萬元整(如表 1 及表 2)(教育部中小學科學教育中程計畫書,2019)。

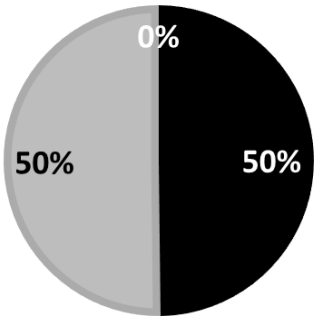
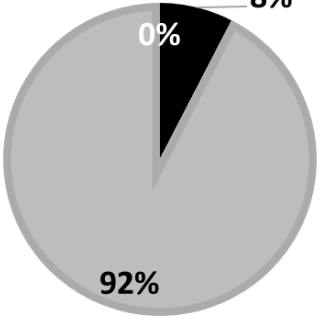
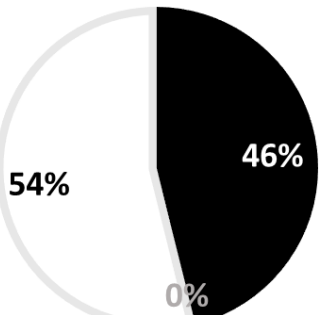
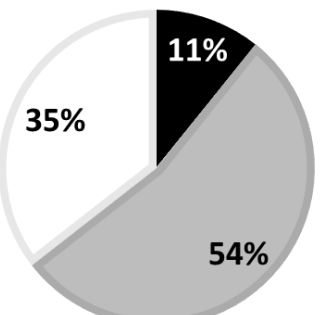
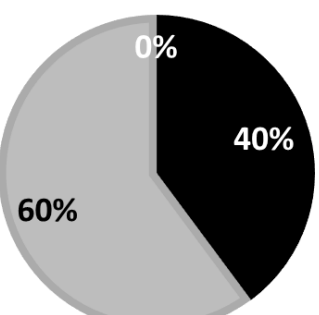
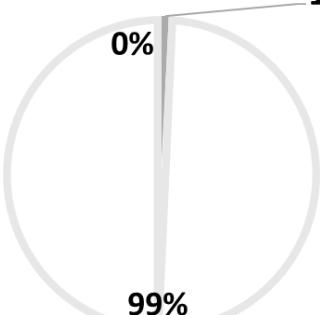
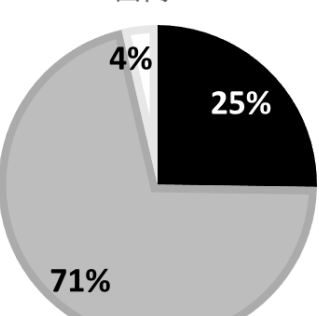
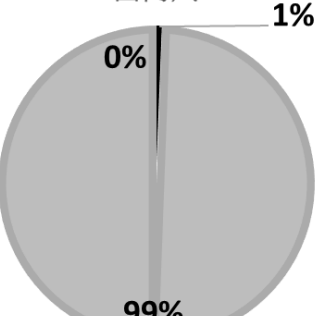
表 1

第一期科學教育中程計畫 108-110 年各面向影響人次及經費彙整表

面 向	計畫件數	影響人次(單位:人次)				經費預算 (單位:萬元)
		教師數	學生數	師生數 (無法分別計算者)	總人次	
一、數學及科學教師在職增能	12	81,174	81,778	0	162,952	7,104
二、數學及科學教師職前培育	3	13,019	158,941	0	171,960	4,206.5
三、探究實作知能精進	4	6,443	0	7,525	13,968	4,946.95
四、領域教學縱橫整合	10	133,232	665,202	439,771	1,238,205	5,971.25
五、創意生活課程推動	8	36,420	54,976	0	91,396	1,400.2
六、多元環境優質深化	5	649	6,064	931,802	938,515	11,000
七、數學及跨科科學素養培育	6	1,475	4,161	211	5,847	9,300
八、卓越數學及科學人才培育	7	61	10,436	0	10,497	24,359
總計	-	272,473	981,558	1,379,309	2,633,340	68,287.9
備註：依據所收集到的委辦計畫成果報告，部分計畫橫跨多個面向，故計畫件數重複計算，但影響人次僅算一次。 ※橫跨多個面向之計畫如下： 編號 4. 就是要學好數學(Just Do Math)：數學活動師培訓計畫（面向一、三、四、七） 編號 7. 精進教學品質計畫（面向一、四） 編號 10. 普通型高級中等學校數學及自然領域學科（物理、化學、生物、地球科學）中心（面向一、三、四、五、七） 編號 18. 110 年度推動高級中等學校科技輔助教學與學習暨新興科技教育遠距示範服務計畫（面向四、五） 編號 22. 國中小數學領域適性教學教材研發實驗計畫（面向四、五） 編號 23. 國中小自然科學領域適性教學教材研發實驗計畫（面向四、五） 編號 26. 多元評量嵌入教學以促進科學學習表現與數位學習能力計畫-建立教材研發實踐社群計畫（面向五、七）						

表 2

第一期科學教育中程計畫 108-110 年各面向影響人次圓餅圖彙整表

面向一  ■ 教師數 ■ 學生數 ■ 師生數	面向二  ■ 教師數 ■ 學生數 ■ 師生數
圖 1 數學及科學教師在職增能影響人次圓餅圖	圖 2 數學及科學教師職前培育影響人次圓餅圖
面向三  ■ 教師數 ■ 學生數 ■ 師生數	面向四  ■ 教師數 ■ 學生數 ■ 師生數
圖 3 探究實作知能精進影響人次圓餅圖	圖 4 領域教學縱橫整合影響人次圓餅圖
面向五  ■ 教師數 ■ 學生數 ■ 師生數	面向六  ■ 教師數 ■ 學生數 ■ 師生數
圖 5 創意生活課程推動影響人次圓餅圖	圖 6 多元環境優質深化影響人次圓餅圖
面向七  ■ 教師數 ■ 學生數 ■ 師生數	面向八  ■ 教師數 ■ 學生數 ■ 師生數
圖 7 數學及跨科科學素養培育影響人次圓餅圖	圖 8 卓越數學及科學人才培育影響人次圓餅圖

除此之外，張一知（2022）追蹤第一期中程計畫的執行成果的計畫，透過設計八份問卷，分別請委辦計畫主持人自行勾選其計畫所涵蓋的面向，以及計畫對於第一期中程計畫所提出議題的解決程度，進行問卷調查。研究結果顯示絕大多數的第一期中程計畫的委辦計畫主持人表示，他們的計畫實施成果能解決第一期中程計畫各面向所提出的議題，且計畫主持人自陳的同意度大多高於4.0（滿意）的程度。在第一面向：數學及科學在職教師增能，計有24件計畫參與；第二面向：數學及科學教師職前培育，計6件計畫參與；第三面向：探究實作知能精進，參與計畫數19件；第四面向：領域教學縱橫整合，參與計畫數21件；第五面向：創意生活課程推動，參與計畫數6件；第六面向：多元環境優質深化，計11件計畫參與；第七面向：數學及跨科科學素養培育，參與計畫數10件；第八面向：卓越數學及科學人才培育，參與計畫數14件。這些結果顯示，第一期中程計畫已達既定的目標。許多的委辦計畫所執行的面向不只一種。惟部分題目的分數低於滿意程度4.0，例如：「我的計畫能提供職前教師有關 STEM/ STEAM 的教學知能」($M=3.5/SD=1.05$)，「我的計畫能推動補救教學」($M=3.44/SD=1.41$)，「我的計畫能找出學生學習低落的原因」($M=3.06/SD=1.31$)，「我的計畫能增進教師多元評量的知能」($M=3.5/SD=1.00$)等等。上述的題目顯示在第一期中程計畫中已做到，但可再加強。因此這些題目可提供第二期中程計畫的參考。

透過這些資料顯示，第一期中程計畫在四個類別（專業師資、精進教學、永續課程、優質人才），以及八個面向（數學及科學教師在職增能、數學及科學教師職前培育、探究實作知能精進、領域教學縱橫整合、創意生活課程推動、多元環境優質深化、數學及跨科科學素養培育、卓越數學及科學人才培育）的推動上已有很好的成效，奠定良好的基礎，可作為第二期中程計畫的依據。然而仍有一些議題需要持續的透過計畫執行加以解決。在四大類別與八大面向上較多的委辦計畫著重在科學/數學教師在職增能（24件），探究實作知能精進（19件），領域教學縱向與橫向的整合（21件），顯示精進教學與專業師資的培訓是第一期中程計畫的委辦計畫所著力的重點。透過各面向的委辦計畫書數量可知，許多的委辦計畫跨多個面向的議題進行解決，此結果呼應工作團隊在檢視各委辦計畫的成果報告中的發現。

陸、德菲調查法(Delphi method)所歸納出之科學/數學教育短中長期目標

本計畫透過第一期中程計畫的委辦計畫所提之科學/數學教育之議題以及達成的成果，配合閱讀 PISA、TIMSS 以及全民科學素養的調查報告資料，整理出當前中小學科學/數學教育的議題，共計十二項（參見附錄一）。這些議題提供給參與科學/數學教育願景目標專家座談會與談委員，計八十位科學教育/數學教育專家與中小學教師與行政人員參考。這些參與十場次的專家學者對科學教育願景進行闡述。與談委員名單均係由工作圈委員，以及三次會前會委員所建議。

參與之專家計有師培領域專家、各學科專家、資訊與科技領域專家、數教領域專家、中小學教師與行政人員、央團與地方輔導團成員等。

十場次科學教育願景座談會後，工作團隊將十場次與談專家的建議加以轉錄，轉錄後的資料透過工作團隊定期討論進行編碼整理，萃取出重要的議題，再將這些議題編製成德菲調查法所需之問卷，以及問卷調查法所需之問卷。

德菲調查法所需之問卷提供 37 位專家學者（由專家座談會名單中選出，包含科學/數學教育學者專家、14 所科學教育相關中心負責人、央團負責人等）進行三輪的問卷調查，使得這些專家能對問卷所提的各議題提出意見，並達成共識。問卷調查法則提供給央團與地方輔導團（國中、國小）科學與數學老師填寫，高中端則由物理、化學、生物、地球科學、數學五所學科中心及兩所探究與實作課程推動中心的相關研究教師與種子教師填寫，大學端則由參與第一期中程計畫的委辦計畫的主持人填寫。以下列出德菲調查法第三輪的問卷結果（參見表 3），與問卷調查法分析結果。透過兩種問卷調查，期盼能得到更多參與者對科學/數學教育短、中、長期目標的共識。

表 3

科學教育短中長期目標確認第三輪德菲調查法描述性統計分析摘要表

(N=37)

題 號	題 目	重要性		目 標			
		平 均 數 (M)	標 準 差 (SD)	短 期 (%)	中 期 (%)	長 期 (%)	不 適 用 (%)
1.	提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。	4.97	0.16	94.6	8.1	2.7	0
2.	落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現(例如：學習內容，探究能力與科學的態度與本質等)。	4.95	0.23	75.7	18.9	10.8	0
3.	師培機構應規劃及教導與課綱相關(含探究與實作)之知能。	4.92	0.28	89.2	16.2	2.7	0
13.	辦理可促進中小學學生學習表現(例如：探究能力與科學的態度與本質)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。	4.84	0.37	91.9	8.1	0	0
11.	研發與推展有效提升國中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。	4.76	0.44	78.4	18.9	8.1	0
12.	加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	4.73	0.56	64.9	32.4	5.4	2.7
17.	提供相關資源(例如：線上研習、巡迴教師制度、史懷哲精神教育服務計畫等)於偏鄉或文化不利之區域，解決專業數學與科學教師不足的問題。	4.73	0.51	75.7	21.6	2.7	2.7
20.	精進研習活動內容與執行方式，緊扣課綱課程目標、學習內容和學習表現等精神。	4.73	0.45	94.6	8.1	0	0
19.	提高偏鄉教師薪資或增加公費生的名額，提升科學(數學)教師到偏鄉教學的意願。	4.68	0.67	62.2	24.3	13.5	8.1
23.	解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源等)進行。	4.68	0.58	24.3	73.0	10.8	2.7
22.	研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。	4.59	0.69	13.5	54.1	35.1	5.4
4.	整合中小學探究與實作教學資源(例如：人力、教材或數位資源等)，以利	4.57	0.77	54.1	43.2	5.4	2.7

題 號	題 目	重要性		目 標			
		平 均 數 (<i>M</i>)	標 準 差 (<i>SD</i>)	短 期 (%)	中 期 (%)	長 期 (%)	不 適 用 (%)
探究與實作的全面落實。							
5.	透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。	4.54	0.61	70.3	24.3	10.8	2.7
7.	找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	4.49	0.61	56.8	43.2	5.4	0
15.	研發與推展提升國中小低成就學生學習表現(學習的內容，探究能力與科學的態度與本質)與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。	4.49	0.61	67.6	29.7	8.1	2.7
27.	提供有助於中小學高成就生從事數學及科學學習的資源並提高其學習動機，以吸引他們未來進入數學及科學領域發展。	4.49	0.69	13.5	75.7	18.9	2.7
21.	落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	4.43	1.04	81.1	8.1	2.7	10.8
8.	推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	4.41	0.50	78.4	32.4	0	0
24.	建立以證據為主的評估模式，定期檢核與修正推廣計畫的實施成效與方向。	4.38	0.49	8.1	73.0	10.8	2.7
9.	落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。	4.35	0.86	54.1	40.5	5.4	5.4
16.	提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	4.35	0.54	48.6	48.6	5.4	2.7
18.	研發、推展與評估適合偏鄉或文化不利地區所需的教材、教法與評量。	4.32	0.58	10.8	83.8	5.4	2.7
26.	統整歷年來具教學成效之科學(數學)教育研究成果與教材建置為資源網，並有效推廣到全國。	4.22	0.58	18.9	70.3	13.5	0
25.	透過中小學科學(數學)教育跨國合作與交流，瞭解國際科學(數學)教育的發展與作法。	4.16	0.50	13.5	21.6	70.3	2.7

題 號	題 目	重要性		目 標			
		平 均 數 (<i>M</i>)	標 準 差 (<i>SD</i>)	短 期 (%)	中 期 (%)	長 期 (%)	不 適 用 (%)
14.	結合社教單位(如博物館)與民間等資源，協助各級學校提升學生的科學素養。	4.14	0.48	10.8	81.1	13.5	0
6.	建立跨域(跨計畫，跨中心等)的合作模式，有效推廣探究與實作之精神。	4.11	0.52	21.6	75.7	8.1	2.7
10.	鼓勵各級教師研發跨文化的探究與實作教材，培養學生發展具備多元文化理解的問題解決能力。	4.00	0.67	8.1	32.4	62.2	8.1

註：委員可多重選項短期、中期與長期目標；依據平均分數最高到最低排序

由表 3 可看出，專家學者們均認為科學教育的短期目標，應著重在全面落實 108 課綱探究與實作的精神，例如在職前與在職教師探究與實作的教學知能以及評量知能上需要加強，加強推動探究與實作落實在各級學校的課室中，各種研習活動所推動的教學方式能確實提升學生的學習表現。不論是高成就生或是低成就生的科學學習動機，均應加以重視，並能提出好的教材教法以及管道，幫助這些學生持續對科學的學習充滿動機與意願。重視偏鄉地區與低成就生在學習 108 課綱所需的資源，例如有專業的教師，有合宜的教材教法滿足偏鄉地區學習者在學習上的需求。重視各項行政制度的落實，使得科學與數學教師的在職研習時數，確實對其學科專業的知能有所助益。在行政與經費的支援上對教師願意在教室推動探究與實作或是實驗活動，有實質的幫助。

以下分別列出德菲調查法的專家學者所分別提出的科學教育短期目標（112-115 年達成）、中期目標（116-119 年達成）、長期目標（120-123 年達成）。

表 4
科學教育德菲調查法短期目標確認表
(N=37)

題 號	題 目	重要性	
		平均數 (M)	標準差 (SD)
1.	提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。	4.97	0.16
2.	落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現(例如：學習內容，探究能力與科學的態度與本質等)。	4.95	0.23
3.	師培機構應規劃及教導與課綱相關(含探究與實作)之知能。	4.92	0.28
4.	整合中小學探究與實作教學資源(例如:人力、教材或數位資源等)，以利探究與實作的全面落實。	4.57	0.77
5.	透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。	4.54	0.61
7.	找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	4.49	0.61
8.	推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	4.41	0.50
9.	落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。	4.35	0.86
11.	研發與推展有效提升國中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。	4.76	0.44
12.	加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	4.73	0.56
13.	辦理可促進中小學學生學習表現(例如：探究能力與科學的態度與本質)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。	4.84	0.37
15.	研發與推展提升國中小低成就學生學習表現(學習的內容，探究能力與科學的態度與本質)與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。	4.49	0.61

題號	題 目	重要性	
		平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)
16.	提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	4.35	0.54
17.	提供相關資源(例如：線上研習、巡迴教師制度、史懷哲精神教育服務計畫等) 於偏鄉或文化不利之區域，解決專業數學與科學教師不足的問題。	4.73	0.51
19.	提高偏鄉教師薪資或增加公費生的名額，提升科學(數學)教師到偏鄉教學的意願。	4.68	0.67
20.	精進研習活動內容與執行方式，緊扣課綱課程目標、學習內容和學習表現等精神。	4.73	0.45
21.	落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	4.43	1.04

表 5
科學教育德菲調查法中期目標確認表
(*N*=37)

題號	題 目	重要性	
		平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)
4.	整合中小學探究與實作教學資源(例如:人力、教材或數位資源等)，以利探究與實作的全面落實。	4.57	0.77
6.	建立跨域(跨計畫，跨中心等)的合作模式，有效推廣探究與實作之精神。	4.11	0.52
7.	找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	4.49	0.61
8.	推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	4.41	0.50
9.	落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。	4.35	0.86
10.	鼓勵各級教師研發跨文化的探究與實作教材，培養學生發展具備多元文化理解的問題解決能力。	4.00	0.67

題號	題 目	重要性	
		平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)
12.	加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	4.73	0.56
14.	結合社教單位(如博物館)與民間等資源，協助各級學校提升學生的科學素養。	4.14	0.48
16.	提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	4.35	0.54
18.	研發、推展與評估適合偏鄉或文化不利地區所需的教材、教法與評量。	4.32	0.58
22.	研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。	4.59	0.69
23.	解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源等)進行。	4.68	0.58
24.	建立以證據為主的評估模式，定期檢核與修正推廣計畫的實施成效與方向。	4.38	0.49
26.	統整歷年來具教學成效之科學(數學)教育研究成果與教材建置為資源網，並有效推廣到全國。	4.22	0.58
27.	提供有助於中小學高成就生從事數學及科學學習的資源並提高其學習動機，以吸引他們未來進入數學及科學領域發展。	4.49	0.69

在中期目標中可看出「題號 4、整合中小學探究與實作教學資源（例如：人力、教材或數位資源等），以利探究與實作的全面落實」，「題號 7、找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能」，「題號 12、加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養」。這三個議題在短期目標中有出現過，而填答的專家學者有超過 30%同意其中期計畫目標，因此繼續列入中期目標。

表 6
科學教育德菲調查法長期目標確認表
(N=37)

題 號	題 目	重要性	
		平均數 (M)	標準差 (SD)
10.	鼓勵各級教師研發跨文化的探究與實作教材，培養學生發展具備多元文化理解的問題解決能力。	4.00	0.67
22.	研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。	4.59	0.69
25.	透過中小學科學(數學)教育跨國合作與交流，瞭解國際科學(數學)教育的發展與作法。	4.16	0.50

「題號 10、鼓勵各級教師研發跨文化的探究與實作教材，培養學生發展具備多元文化理解的問題解決能力」在中期目標與長期目標，均出現超過 30% 的同意度。因此繼續在長期目標加以推展。

由表 4、表 5 及表 6 中可看出許多專家學者在短期的目標認為應全面推動探究與實作到各級課室教學。而中期的目標則重視整合各資源，加深與加廣 108 課綱的全面推動。至於長期的目標則側重未來的國際交流，重視文化的議題在科學教學上的注意事項。由於長期目標僅三個項目，表示在此次的調查議題中，絕大多數的專家學者與專業人士，認為德菲調查法所寫的項目應該在短期與中期時程達成。因此長期目標需於八年後進行再一次的調查。

由於短期目標是指未來四年（民國 112 年至民國 115 年）科學教育需重視的議題。因此本計畫將依據德菲調查法所歸納出的短期科學教育目標，做為規劃第二期中小學科學教育中程計畫的規劃目標。

柒、科學/數學教育實務工作者之問卷調查結果

本計畫設計問卷，調查第一期中程計畫執行委辦計畫的主持人，物理、化學、生物、地球科學、數學五個學科中心的研究教師或是種子教師，北區與南區兩所探究與實作課程推動中心的參與研究教師與種子教師，央團與各縣市輔導團團員，各縣市教育局處所推薦的科學與數學教師，以及第一期中程計畫的委辦計畫主持人進行問卷的填寫。

本計畫依據此份問卷結果進行因素分析，找出問卷調查法中的題目所隸屬的因素。透過因素分析的結果，部分的題目其隸屬的因素較多，則由工作團隊判斷其因素歸屬。工作團隊依據十個因素的題目屬性，對各因素進行命名形成面向，再由十個面向歸納出四個類別。結果如表 7 所示。

表 7

問卷調查法因素分析結果

(N=361)

類別	面向	題目
A 強化教師教學知能	1. 提升教師探究與實作教學與評量之策略	4. 推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。
		8. 建立區域性之探究與實作中心，促進中小學教師的交流、互動與成長。
		17. 建立跨域(跨計畫，跨中心等)的合作模式，有效推廣探究與實作之精神。
		7. 找出有效教師社群專業成長模式，以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。
		6. 持續辦理教師實驗技巧與實作研習活動，以提升中小學自然科教師的實驗與實作能力。
		1. 提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。
	2. 確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能	3. 開發符合課綱之探究與實作教學模組，供中小學教師參考。
		18. 師培機構應規劃及教導與 108 課綱相關(含探究與實作)之知能。
		19. 師培課程開設之科目其課程綱要與學分數應經審核單位審核，確認符合 108 課綱教學所需知能。
		20. 師培課程之授課講師須對 108 課綱有深入的理解。
	3. 推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法	37. 辦理可促進中小學學生學習表現(探究能力與科學態度)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。
		38. 研發與推展有效提升國中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。
		40. 提供有助於中小學高成就生從事科學及數學學習的資源和學習動機，吸引其進入數學及科學領域發展。

類別	面向	題目
	4.全面推廣與落實課綱精神於課室中	31.加強巡迴教師的機制，確保各偏鄉學校皆有合格的自然(數學)科教師。
		28.在國中小彈性課程內具體規劃及實施探究與實作課程，以提升學生科學素養。
		30.落實國小高年級教師教學分科化的執行(教自然、數學科目的教師皆須有專業認證)。
		29.解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施進行(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源等)。
	5.落實法規制度協助教師專業成長	46.建立以證據為主的評估模式，定期檢核與修正推廣計畫的實施成效與方向。
		44.研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。
		45.透過中小學科學(數學)教育跨國合作與交流，瞭解國際科學(數學)教育的發展與作法。
		14.落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。
		16.制定在職教師專業成長檢核機制，以提高科學與數學教師參加專業成長的比例。
B 提升學生素養與學習表現	6.落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現	23.收集與檢核中小學自然科與數學科段考試題，從中選拔出符合 108 課綱精神之優良試題供全國教師參考。
		21.落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。
		22.開發及推廣多元評量試題供教師參考，深化中小學教師對素養評量的理解及運用。
		24.加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。
C 落實平等受教權	7.透過數位方式落實 108 課綱的精神	2.發展數位教學方式，提供教師落實探究與實作的精神。
		5.透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。
		39.開發線上資源與數位學習平台，以提供中小學生自主學習並降低城鄉差距。
	8.提升偏鄉與低成就生學習成效之策略	35.找出有效教師社群模式以強化偏鄉教師落實科學教育探究與實作的課程教學。
		33.提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。
		25.研發與推展提升國中小低成就生學習表現與學習動機之研習與活動。
		36.檢討與修訂吸引教師偏鄉教學與留任意願之相關法規。
		34.研發、推展與評估適合偏鄉地區所需的教材、教法與評量。
		27.評估培龍計畫、減 C 計畫的實施成效，研擬針對低成就生的扶助措施。
		32.招募退休教師赴偏鄉教學，以解決偏鄉專業教師不足的現象。

類別	面向	題目
D 永續行政支持	9.連結學校與社教機構，提升學生的科學素養	41.促進各學校與鄰近博物館等社教機構形成夥伴關係，以豐富教學與資源社區共學。
		42.結合社教單位(如博物館)與民間等資源，協助各級學校提升學生的學習表現與科學素養。
	10.提供探究與實作活動經費與資源	11.提供實驗器具與材料，減輕教師進行探究與實作教學之額外負擔。
		10.提供經費以落實中小學之探究與實作及實驗教學。
		12.主要負責管理實驗、探究與實作課程教材、教具之教師應減授時數或加薪。

表 8

科學教育問卷調查法短期目標確認表

(N=361)

題號	題 目	重要性	
		平均數 (M)	標準差 (SD)
1.	提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。	4.73	0.56
2.	發展數位教學方式，提供教師落實探究與實作的精神。	4.27	0.76
3.	開發符合課綱之探究與實作教學模組，供中小學教師參考。	4.48	0.75
4.	推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	4.40	0.72
5.	透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。	4.36	0.66
6.	持續辦理教師實驗技巧與實作研習活動，以提升中小學自然科教師的實驗與實作能力。	4.51	0.65
9.	整合過去國科會(科技部)、教育部執行探究與實作與跨領域計畫所產出的教案(案例)，建立特定的資源網，提供教育工作者參考。	4.13	0.80
10.	提供經費以落實中小學之探究與實作及實驗教學。	4.55	0.69
12.	主要負責管理實驗、探究與實作課程教材、教具之教師應減授時數或加薪。	4.43	0.83
13.	全面落實課綱中明訂的中小學探究與實作教學的授課時數與評量說明。	4.31	0.74
14.	落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	4.21	0.87
15.	精進研習活動的內容與執行方式緊扣課綱教育目標、學習內容和學習表現等精神。	4.32	0.73
18.	師培機構應規劃及教導與 108 課綱相關(含探究與實作)之知能。	4.48	0.68
19.	師培課程開設之科目其課程綱要與學分數應經審核單位審核，確認符合 108 課綱教學所需知能。	4.31	0.78
20.	師培課程之授課講師須對 108 課綱有深入的理解。	4.61	0.60

題 號	題 目	重要性	
		平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)
21.	落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。	4.27	0.83
22.	開發及推廣多元評量試題供教師參考，深化中小學教師對素養評量的理解及運用。	4.38	0.70
23.	收集與檢核中小學自然科與數學科段考試題，從中選拔出符合 108 課綱精神之優良試題供全國教師參考。	4.14	0.86
24.	加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	4.41	0.66
25.	研發與推展提升國中小低成就生學習表現與學習動機之研習與活動。	4.32	0.72
29.	解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施進行(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源等)。	4.24	0.83
30.	落實國小高年級教師教學分科化的執行(教自然、數學科目的教師皆須有專業認證)。	4.28	0.86
31.	加強巡迴教師的機制，確保各偏鄉學校皆有合格的自然(數學)科教師。	4.21	0.83
32.	招募退休教師赴偏鄉教學，以解決偏鄉專業教師不足的現象。	3.94	0.95
36.	檢討與修訂吸引教師偏鄉教學與留任意願之相關法規。	4.26	0.84
37.	辦理可促進中小學學生學習表現(探究能力與科學態度)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。	4.37	0.70
38.	研發與推展有效提升國中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。	4.37	0.70
47.	國內大型評量試題(如國中會考、學科能力測驗等)之情境內容應考量城鄉文化差異。	4.19	0.83

表 9

科學教育問卷調查法中期目標確認表

(N=361)

題 號	題 目	重要性	
		平均數 (M)	標準差 (SD)
7.	找出有效教師社群專業成長模式，以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	4.34	0.66
8.	建立區域性之探究與實作中心，促進中小學教師的交流、互動與成長。	4.15	0.77
11.	提供實驗器具與材料，減輕教師進行探究與實作教學之額外負擔。	4.49	0.73
16.	制定在職教師專業成長檢核機制，以提高科學與數學教師參加專業成長的比例。	4.00	0.88
17.	建立跨域(跨計畫，跨中心等)的合作模式，有效推廣探究與實作之精神。	4.07	0.75
26.	落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現(例如：科學認知、探究能力與科學態度等)。	4.45	0.63
27.	評估培龍計畫、減C計畫的實施成效，研擬針對低成就生的扶助措施。	4.1	0.88
28.	在國中小彈性課程內具體規劃及實施探究與實作課程，以提升學生科學素養。	4.14	0.84
29.	解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施進行(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源等)。	4.24	0.83
33.	提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	4.18	0.72
34.	研發、推展與評估適合偏鄉地區所需的教材、教法與評量。	4.14	0.81
35.	找出有效教師社群模式以強化偏鄉教師落實科學教育探究與實作的課程教學。	4.19	0.74
39.	開發線上資源與數位學習平台，以提供中小學生自主學習並降低城鄉差距。	4.18	0.78
40.	提供有助於中小學高成就生從事科學及數學學習的資源和學習動機，吸引其進入數學及科學領域發展。	4.26	0.73
41.	促進各學校與鄰近博物館等社教機構形成夥伴關係，以豐富教學與資源社區共學。	4.17	0.72
42.	結合社教單位(如博物館)與民間等資源，協助各級學校提升學生的學習表現與科學素養。	4.16	0.70
43.	統整歷年來科學(數學)教育具教學成效之研究成果與教材建置為資源網，並有效推廣到全國。	4.08	0.76
46.	建立以證據為主的評估模式，定期檢核與修正推廣計畫的實施成效與方向。	3.96	0.77

表 10

科學教育問卷調查法長期目標確認表

(N=361)

題 號	題 目	重要性	
		平均數 (M)	標準差 (SD)
44.	研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。	3.87	1.07
45.	透過中小學科學(數學)教育跨國合作與交流，瞭解國際科學(數學)教育的發展與作法。	3.89	0.85

透過表 7 至表 10 可得知，由問卷調查法配合因素分析的結果可歸納出，科學教育的目標涵蓋十個面向，計有：1.提升教師探究與實作教學與評量之策略；2.確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能；3.推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法；4.全面推廣與落實課綱精神於課室中；5.落實法規制度協助教師專業成長；6.落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現；7.透過數位方式落實 108 課綱的精神；8.提升偏鄉與低成就生學習成效之策略；9.透過學校與社教機構連結，提升學生科學素養；10.提供探究與實作活動經費與資源。而這十個科學教育目標面向可包含在四個類別中，此四類別分別為：強化教師教學知能；提升學生素養與學習表現；落實平等受教權；永續行政支持。這些透過問卷調查法之因素分析所歸納出的面向與類別將提供第二期中程計畫的規劃依據。有關問卷調查的短期、中期與長期目標的調查結果，基本上呼應德菲調查法的調查結果。唯教學實務工作者的問卷調查議題較德菲調查法為具體，而問卷調查法的結果可看出，教學實務工作者較為重視與教師自身教學有關的議題。

捌、第二期中學科學教育中程計畫規劃

一、德菲調查法(Delphi method)的分析結果

依據上述所歸納出的科學教育短期目標(自民國 112 年至民國 115 年底需達成的目標)，本計畫建議第二期的中程計畫，應涵蓋專家學者所彙整出的科學教育短期目標(德菲調查法的結果)。依據前述的問卷調查結果所歸納出的短、中、長期科學教育目標類別計有：強化教師教學知能、提升學生素養與學習表現、落實平等受教權、永續行政支持等類別。而科學教育短、中、長期目標所歸納出的十個面向計有：1.提升教師探究與實作教學與評量之策略；2.確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能；3.推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法；4.全面推廣與落實課綱精神於課室中；5.落實法規制度協助教師專業成長；6.落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現；7.透過數位方式落實 108 課綱的精神；8.提升偏鄉與低成就生學習成效之策略；9.透過學校與社教機構連結提升學生科學素養；10.提供探究與實作活動經費與資源。

以下列出德菲調查法所歸納出短期目標的議題，與科學教育目標的類別，做為第二期中程計畫需進行的方向。

表 11

德菲調查法短期目標依據類別與面向進行歸納

類別	面向	序號	題號	德菲調查法之短期目標議題
A 強化教師教學知能	1. 提升教師探究實作教學與評量之策略	1	1	提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。
		2	7	找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。
		3	8	推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。
	2. 確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能	4	3	師培機構應規劃及教導與課綱相關(含探究與實作)之知能。
	3. 推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法	5	11	研發與推展有效提升國中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。
		6	13	辦理可促進中小學學生學習表現(例如：探究能力與科學的態度與本質)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。
		7	15	研發與推展提升國中小低成就學生學習表現(學習的內容，探究能力與科學的態度與本質)與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。
	4. 全面推廣與落實課綱精神於課室中	8	4	整合中小學探究與實作教學資源(例如：人力、教材或數位資源等)，以利探究與實作的全面落實。
		9	20	精進研習活動內容與執行方式，緊扣課綱課程目標、學習內容和學習表現等精神。
	5. 落實法規制度協助教師專業成長	10	21	落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。

類別	面向	序號	題號	德菲調查法之短期目標議題
B 提升學生素養與學習表現	6. 落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現	11	2	落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現(例如：學習內容，探究能力與科學的態度與本質等)。
		12	9	落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。
		13	12	加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。
C 落實平等受教權	7. 透過數位方式落實 108 課綱的精神	14	5	透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。
		15	16	提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。
		16	17	提供相關資源(例如：線上研習、巡迴教師制度、史懷哲精神教育服務計畫等) 於偏鄉或文化不利之區域，解決專業數學與科學教師不足的問題。
	8. 提升偏鄉與低成就生學習成效之策略	17	19	提高偏鄉教師薪資或增加公費生的名額，提升科學(數學)教師到偏鄉教學的意願。

透過本計畫利用問卷調查法所整合出的類別及面向，再將德菲調查法的短期目標所列出的議題放置在各面向中，如表 11 所示。

從德菲調查法的短期目標以及問卷調查法的因素分析結果，可看出國內的專家學者以及中小學科學教育從業人員，建議未來科學教育的目標要全面落實及推展 108 課綱探究與實作之精神。為達成此一目標，首先職前與在職教師均需深化其探究與實作教學與評量知能，其次是將與 108 課綱精神符合的評量真正落實在各級學校的段考，以及各種大考中，藉此策略俾利於探究與實作精神的落實。在行政支援層面上，若能落實法規制度，使得在職教師的研習課程能與 108 課綱的專業教學知能增進有關，則能更加鼓勵所有的在職教師重視 108 課綱的精神。此

外，透過經費的挹注、減授鐘點以及教材的提供，更能提升教師落實探究與實作與實驗活動於課室中。由於國內教育重視學習平等議題，因此科學教育的目標重視偏鄉地區學習者，以及低成就學習者在學習 108 課綱所需的相關資源，例如師資、教材以及教法等議題。國內的科學教育學者專家長期關注學習者認知的學習，因此在科學與數學的教材與教法上，需要重視如何提升學生科學與數學領域的學習動機之教材與教法的研發與推廣。最後，當前的社會已邁入數位化的時代，如何透過數位資源更有效推動探究與實作課程，降低城鄉學習之落差，也是未來在推動中小學科學與數學教育時，所需重視的方向。

在表 11 中可看出學者專家為解決推動 108 課綱所衍伸出的問題，提出短期的目標需著重下列的面向：面向一、提升教師探究與實作教學知能與評量策略；面向二、確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能；面向三、推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法；面向四、全面推廣與落實 108 課綱精神於課室中；面向五、落實法規制度協助教師專業成長；面向六、落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現；面向七、透過數位方式落實 108 課綱的精神；面向八、提升偏鄉與低成就生學習成效之策略。由於表七中面向九與面向十並未呈現在科學教育短期目標中，因此不列出第二期中程計畫的目標類別。

二、第一期與第二期中程計畫任務的延續

由圖 9 中可看出在第一期中程計畫規劃案中，規劃出專業師資、精進教學、永續課程、優質人才等四大類別。其次在四類別下有八大面向，計有：數學及科學教師在職增能、數學及科學教師職前培育、探究與實作知能精進、領域教學縱橫整合、創意生活課程推動、多元環境優質深化、數學及跨科科學素養培育、卓越數學與科學人才培育。在盤整第一期中程計畫內的相關委辦計畫中發現，強化職前與在職自然與數學教師的專業知能的計畫數量佔全部計畫的大宗。因此在第二期中程計畫中，將第一期中程計畫所規劃的專業師資以及精進教學兩類別，改為強化教師教學知能類別。

其次在第一期中程計畫中的永續課程類別，主要著重於創意生活課程推動以及多元環境優質化兩面向。而此兩面向的任務已在探究與實作課程、跨領域課程等面向進行推動。再加上教育部在過去四年致力改善中小學實驗器材的更新，以及生生有平板的計畫，有所成效。因此在第二期中程計畫不再強調此類別。最後是優質人才的類別，其主要內容為數學及跨科科學素養培養，以及卓越數學與科學人才培育兩面向。跨科科學素養的培養在 108 課綱的推動下，以及科學教育短期目標的內涵中均有強調，但重心放在教師具備跨領域的探究教學知能提升。透過協助教師教學知能提升，進而能提升全體學生的跨科科學素養的培育。因此在第二期中程計畫，不再特別強調跨科科學素養培養的面向。

至於卓越數學與科學人才培育的面向，雖然在科學教育短期目標沒有呈現，但是在科學教育中期目標中有強調「須提供有助中小學高成就生從事科學與數學的學習資源與動機，吸引其進入科學與數學的領域發展」。此外在因素分析中此議題是融入在教師提升學生動機的議題中。

有鑑於此，為了能緊密的結合第二期中程計畫與第一期中程計畫目標，透過與教育部相關單位多方溝通討論後，在第二期中程計畫落實平等受教權的類別中，增加第一期中程計畫的卓越數學及科學人才培育的面向，使得落實平等受教權能涵蓋學生不同學習程度上的學習需求。此外在第二期中程計畫所推動的科學教育短期目標的陳述以及建議的實施策略上，亦依據行政考量進行微調。主要的目的是透過務實的方式，落實科學教育短期目標。

根據本計畫的調查以及座談會的研究成果顯示，第二期中程計畫所推動的目標類別與面向，與第一期中程計畫的科學教育中程目標持續傳承，如此更能反應教學現場的需要。例如：重視低成就生的學習，學生學習動機議題，偏鄉地區的學習需求，探究與實作的普及與深化，透過探究進行跨領域的教學與課程設計等面向的凸顯。

透過文獻的閱讀，專家學者的座談，德菲調查法(Delphi method)與問卷調查法的施測與分析，以及與相關單位的討論，最後總結出第二期中程計畫目標如圖 10。此目標，計有三個類別：強化教師教學知能、提升學生素養與學習表現、落實平等受教權，以及九個面向：1.提升教師探究與實作教學與評量之策略；2.確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能；3.推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法；4.全面推廣與落實課綱精神於課室中；5.落實法規制度協助教師專業成長；6.落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現；7.透過數位方式落實 108 課綱的精神；8.提升偏鄉與低成就生學習成效之策略；9.卓越數學及科學人才培育(註:延續第一期中程計畫的目標)。

圖 9

第一期中程計畫概念圖

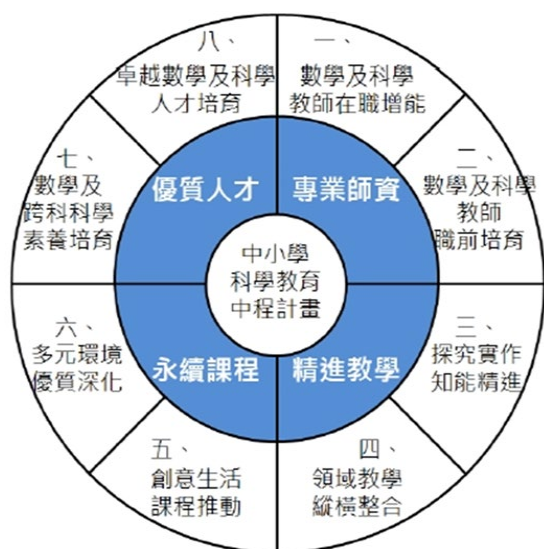


圖 10

第二期中程計畫概念圖



表 12

第一、二期中程計畫之銜接

第一期中程計畫		第二期中程計畫		
類別	面向	類別	面向	科學教育短期目標議題
A 專業師資	1.數學及科學教師在職增能	A 強化教師教學知能	1. 提升教師探究與實作教學與評量之策略	1. 提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。
			2. 確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能	2. 找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。
			3. 推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法	3. 推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。
	2.數學及科學教師職前培育		4. 全面推廣與落實 108 課綱精神於課室中	4. 師培機構應規劃及教導與課綱相關(含探究與實作)之知能。
			5. 落實法規制度協助教師專業成長	5. 研發與推展有效提升中小學學生科學與數學學習動機之教材與教法。
			6. 辦理可促進中小學學生學習表現(例如：探究能力與科學的態度與本質)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。	
			7. 研發與推展提升中小學低成就學生學習表現(學習的內容，探究能力與科學的態度與本質)與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。	
			8. 整合中小學探究與實作教學資源(例如:人力、教材或數位資源等)，以利探究與實作的全面落實。	
			9. 精進研習活動內容與執行方式，緊扣課綱課程目標、學習內容和學習表現等精神。	
			10. 落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	

第一期 中程計畫		第二期中程計畫		
類別	面向	類別	面向	科學教育短期目標議題
B 精進教學	3.探究實作 知能精進	B 提升學生 素養與學 習表現	6. 落 實 108 課綱之教學 與評量提升 學生學習表 現	11.落實各級學校探究與實作課程，以提 升學生的學習表現(例如：學習內容， 探究能力與科學的態度與本質等)。 12.落實探究與實作的評量，於中小學段 考、學測、會考中。 13.加強情境化教材與教法的研發與推 廣，強化學生學習與真實生活緊密連 結，以提升學生學習動機及科學素養。
	4.領域教學 縱橫整合			
C 永續課程	5.創意生活 課程推動	C 落實平 等受教 權	7.透過數位 方式落 實 108 課綱的 精神	14.透過實體和數位並行的方式，推展中 小學教師探究與實作教學與評量知 能。 15.提升中小學老師對素養評量的理解與 應用，宜提供多元文化情境，以降低城 鄉文化差異造成的學習不平等。 16.提供相關資源（例如：線上研習、巡迴 教師制度、史懷哲精神教育服務計畫 等）於偏鄉或文化不利之區域，解決專 業數學與科學教師不足的問題。 17.增加偏鄉任教的公費生名額，提升科 學（數學）教師到偏鄉任教的意願。 18.提供有助中小學高成就生投入科學與 數學學習所需之資源，並提升其學習 動機，以吸引其進入科學與數學的領 域發展。
	6.多元環境 優質深化		8.提升偏鄉 與低成就生 學習成效之 策略	
D 優質人才	7.數學及跨 科科學素 養培育		9.卓越數學 及科學人才 培育	
	8.卓越數學 與科學人 才培育			

上述的目標，除呼應第一期中程計畫的精神，也與第一期中程計畫所欲解決的問題是有連貫性的。第二期中程計畫除了持續關注專業師資的類別以及探究與實作知能精進、重視中小學全面的推動 108 課綱的精神，亦即探究與實作外，更加深加廣下列議題，落實科學教育目標的三個目標類別：

一、強化教師教學知能：著重於全面落實 108 課綱探究與實作的精神，在各級學校加強推動探究與實作，並且確保各研習活動所推動的教學方式能確實提升學生的學習表現。

二、提升學生素養與學習表現：各級學校透過情境化的教材教法研發推廣，透過落實探究與實作評量於學校等方式，使得探究與實作真正落實於課室中，進而提升學生的學習動機與學習表現等素養。

三、落實平等受教權：重視偏鄉地區與低成就生在學習 108 課綱所需的資源，例如：有專業的教師、有合宜的教材教法滿足偏鄉地區學生在學習上的需求、持續加強高成就生在科學與數學的學習上的需求，使其願意投入科學數學的領域。

除此之外，第二期中程計畫在推動的過程中也會加強十四所科學教育相關中心的影響力，並透過科學教育工作圈使這些中心能成為推動短期目標的支柱；其次協助第二期中程計畫的委辦計畫與科學教育相關中心進行橫向與縱向的連結，使得在推動的過程中能成連結成為網狀的推動模式，以達成科學教育之目標。

相信透過從旁協助各科教相關中心的任務與業務，協助相關委辦計畫與各科學教育相關中心進行連結，以證據為主的方式協助各科學教育相關中心（或委辦計畫），在推動短期目標達成的過程中明瞭具體成效以及可持續改進的策略。基於第二期中程計畫之上述特色，相信在推動過程中，能對我國中小學的科學（數學）教育有更深遠的影響。

表 13

第二期中小學科學教育中程計畫規劃之建議策略

面向	目標類別	序號	目標議題	目標說明	建議策略
A 強化教師教學知能	一、提升教師探究與實作教學與評量之策略	1	提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。	素養導向的教學必須配合多元的評量方式，才能精確的評量出學生的素養與知能，透過辦理課程、研習、工作坊等各種增能活動，全面深化並提升職前與在職中小學教師探究與實作教學及評量知能。	1.在職教師的進修與研習需提供與 108 課綱所需之教學知能。
					2.推廣在職中小學自然教師之實驗技巧、實作相關研習活動。
					3.透過相關利多的配套措施，增加國小老師加註自然科專長意願與認證機制。
					4.國小高年級教師教學分科化(教數學、自然科目的教師須有專業認證)。
					5.辦理多元評量研習活動課程供在職教師學習。
					6.建立區域型探究與實作中心，以利各級教師交流、互動與成長。
		2	找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	找出有效的教師專業成長模式，例如組成同年級、同學科或跨學年、跨學科、跨領域的教師社群；邀請典範教師、退休優秀教師至教師社群分享，教練帶領種子教師之專業成長社群；教授帶領教師之專業成長社群等方式，強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能等。各計畫需評估其專業成長模式的成效，並檢核此模式對於各級教師專業知能增長的長久影響。	1.成立各類教師專業社群，由教練陪伴老師進行符合 108 課綱所需教學知能的成長。
					2.整合探究與實作之教師社群，集結教練群，協助專業社群的成立與評估專業成長的成效。
					3.推廣各校跨領域教師專業社群，落實彈性課程實施跨領域的探究與實作。

面向	目標類別	序號	目標議題	目標說明	建議策略
		3	推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	108 課綱強調跨領域的探究與實作教學，因此可透過組織跨領域教師團隊的運作方式，協助教師設計跨領域的探究與實作教學教案、課程與評量（如校本課程等）；辦理跨領域探究與實作教學（校本課程、STEM、STEAM 等）設計之研習活動；推廣各校跨領域教師專業社群，落實彈性課程實施跨領域的探究與實作；加強自然領域師資（跨）學科教學能力；推動中小學教師跨領域探究與實作教案設計，以及教學與評量知能。	1.透過組織跨領域教師團隊的運作方式，協助教師設計跨領域的探究與實作教學教案、課程與評量(如校本課程等)。
					2.辦理跨領域探究與實作教學(校本、STEM、STEAM 等)設計之研習活動。
					3.推廣各校跨領域教師專業社群，落實彈性課程實施跨領域的探究與實作。
	二、 確認教學所 需知能 網教學所 需知能 培養職前 教師新課	4	師培機構應規劃及教導與課綱相關(含探究與實作)之知能。	師培機構所規劃和辦理與 108 課綱相關（含探究與實作）之課程，需確認課程的課程綱要與課程內容確實能培養中小學自然與數學師資生與 108 課綱相關的知能（例如探究與實作教學與評量知能、跨領域教學知能等）。	1.增加多元評量的課程以培養國小及中學師培生評量學生探究與實作能力。
					2.建立教授師培課程之授課教師專業發展或夥伴學校協作機制，以提升對於 108 課綱專業知能。
					3.師培大學開設中小學教師探究與實作學分，提升職前師資探究與實作教學知能。

面向	目標類別	序號	目標議題	目標說明	建議策略
	三、推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法	5	研發與推展有效提升中小學學生科學與數學學習動機之教材與教法。	提升中小學科學與數學學習動機，可透過下列方式：辦理強化教師探究與實作教學能力及教材與教法的教師研習；協助科學與數學教師加強科學與數學生活化、情境化教學，使得學生的學習有意義；增加教師透過實作活動加強跨領域學習，建立學習與生活及未來職涯發展之連結；辦理提升學生學習動機的科學與數學教材與教法相關研習活動及課程。	1.研發相關教材，以建立學生學習科學與數學時，與生活及未來職涯發展之連結。
					2.開發以科學及數學探究與實作、科學實驗等學習課程，提升學生探究能力。
					3.培養教師在教材教法中重視學生科學與數學生活情境化學習，加強學習的意義。
					4.培養教師透過實作活動的設計與執行加強學生跨領域學習。
		6	辦理可促進中小學學生學習表現(例如：探究能力與科學的態度與本質)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。	辦理探究與實作之教師研習活動，提供相關的資源協助科學與數學教師落實探究與實作於課室中，並輔予相關的教學研習，進而提升教師之教學知能，以促進學生的學習表現。	1.提供相關資源(網路與師資)協助高成就生進行彈性的學習(過去吳健雄計畫、女性科學家計畫等)保持其對科學數學的學習意願。
					2.發展提升學生學習表現之教材教法及辦理相關教師研習課程。
					3.奧林匹亞競賽的培訓課程拓展到各縣市學校。
		7	研發與推展提升中小學低成就學生學習表現(學習的內容、探究能力與科學的態度與本質)與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。	教師需理解低成就與低動機學生之學習需求與學習特質。為使低成就與低動機學生的學習需求與學習特質被顧及，應研發與推展提升其學習表現以及其動機的教材與教法並透過有效的方式加以推廣。透過這些方式，使得其學習表現及學習動機能提升。	1.設計以課本主題(探究與實作課程)為主的研習活動，強化在職中小學教師的學科知識以及教學知識，藉以提升中小學低成就學生學習表現。
					2.推展適性教材，以提升低成就生的學習表現與動機。
					3.透過數位方式將中小學課本的實驗活動編輯成教學影片，放置於數位資源網中。
					4.改善並推展提升低成就生學習表現的補救措施。

面向	目標類別	序號	目標議題	目標說明	建議策略
	四、全面推廣與落實課綱精神於課堂中	8	整合中小學探究與實作教學資源(例如:人力、教材或數位資源等),以利探究與實作的全面落實。	為讓 108 課綱中探究與實作的精神全面落實在各級學校中,建議能整合相關的人力(如探究與實作教學教師、講師、計畫主持人)、教材(設計好的探究與實作教材與教案)、數位資訊(設計好的探究與實作網路資源、平台等),透過這些資源的連結與整合,能有效率地進行各級學校全面性的探究與實作教學推廣與落實。	1.建立區域型探究與實作中心,以利各級教師交流、互動與成長。
					2.透過研習、巡迴車或是數位的展示來推廣博物館等社教機構所設計的探究及 STEM 活動,並應用於全國探究教學活動。
					3.整合過去執行科技部、教育部探究與實作計畫,跨領域計畫的教案或案例於特定資源網。
					4.提供有效推廣過去研究(或計畫)成果的模式進行大量推廣。
					5.PISA 的研究成效定期提供給大眾查詢。
		9	精進研習活動內容與執行方式,緊扣課綱課程目標、學習內容和學習表現等精神。	為讓中小學科學與數學教師獲得具體的知識、能力、策略與教材教法落實 108 課綱精神。未來的相關研習活動或課程,需要精進研習活動的內容,提供與課綱緊密相關的課程目標、學習內容與學習表現,透過同步與非同步的方式邀請各級教師參與,以增加教師參與研習活動的動機。	1.設計以 108 課綱相關內容的線上與實體研習活動,強化在職中小學教師的學科知識以及教學知識。
					2.開發精實的探究與實作研習,透過同步與非同步的方式讓教師參與,以增加教師參與研習活動的動機。
	五、落實師專業成長法規制度協助教	10	落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數,確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	為全面提升各級學校科學與數學教師對 108 課綱的理解,須落實教師在職進修的政策,制定教師在職進修之檢核機制,如制定教學專業之研習時數,以提升在職科學數學教師參與研習活動的比例,並核予學分證明。透過檢核研習時數制度,從課程內容予以管考,則能更加鼓勵所有的在職教師重視 108 課綱的精神,培養教師優化具備教導探究與實作之知能。	1.教師的在職進修研習時數需包含探究與實作領域的研習活動。
					2.對於表現優秀及積極投入探究與實作研習大量心力於教學的教師,累積至一定時數,給予應有的獎勵與公開表揚。

面向	目標類別	序號	目標議題	目標說明	建議策略
B 提升學生素養與學習表現	六、落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現	11	落實各級學校探究與實作課程(教學與評量)，以提升學生的學習表現(例如：學習內容，探究能力與科學的態度與本質等)。	協助中小學教師設計與推動探究與實作的課程(含跨領域的探究與實作)，使得各級學生的探究能力、對科學的態度與本質以及對學科內容的理解有所提升。	1.在職教師的進修與研習需提供與 108 課綱所需之教學與評量知能。
					2.推廣在職中小學自然教師之實驗技巧、實作相關研習活動。
					3.推廣在職中小學數學教師之實作相關研習活動。
					4.辦理多元探究與實作評量、素養導向評量研習活動，強化在職教師的素養評量知能。
					5.開發及推廣多元探究與實作評量試題供教師參考。
					6.辦理多元探究與實作評量研習活動課程，供在職教師及師培生學習。
		12	落實探究與實作的評量，於中小學段考、學測、會考中。	落實與 108 課綱精神符合的評量在各級學校的段考，及各種大考中，增加中小學段考中素養及探究相關題型，藉此策略落實探究與實作精神的實踐；各計畫需加強教師素養評量以及探究與實作評量的設計，確認各級學校的段考涵蓋落實 108 課綱精神的評量。各種會考、指考與學測亦須加入 108 課綱精神的評量。	1.加強會考與學測素養導向的評量，使得全國教師重視 108 課綱探究與實作的目標。
					2.收集與檢核中小學數學與自然科段考試題，提供全國教師參考。
		13	加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	各計畫在辦理提升教師的專業知能以及研發教材與教法時，需融入學生生活周遭的情境(例如個人家庭生活情境、學校情境、社區情境文化等)，使得教師的教學與學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學/數學素養。	3.增加中小學段考中素養及探究相關題型。
					1.辦理與推廣情境化教材教法研習活動。
					2.組織專業社群研發情境化教材與教法。

面向	目標類別	序號	目標議題	目標說明	建議策略
C 落實平等受教權	七、透過數位方式落實108課綱之精神	14	透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。	中小學探究與實作的教學與評量的全面推廣，可透過實體、數位、混搭實體與數位的進行方式（例如：透過數位方式將中小學課本的實驗活動編輯成教學影片，放置於數位資源網中等等），使各級自然與數學教師能獲得探究與實作的教學知能，以及評量知能。	1.設計以課本主題(實驗與探究)為主的線上與實體研習活動，強化在職中小學教師的學科知識以及教學知識。
					2.開發精實的探究與實作研習，透過同步與非同步的方式讓教師參與，以增加教師參與研習活動的動機。
					3.開發線上與遠端實作的探究與 STEM 活動。
					4.透過數位方式增進跨校或專業成長的施行。
	八、提升偏鄉與低成就生學習成效之策略	15	提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	由於國內教育日漸重視學習平等議題，透過辦理多元文化情境評量、素養導向評量研習活動，強化在職教師的素養評量知能。在這些評量研習活動中，需將文化因素融入評量題目的設計，以降低段考、會考與學測評量題目的文化差異。使得各地區不同文化背景學生（例如偏鄉地區學生）皆能看得懂題目，提升中小學老師對素養評量的理解與應用，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	1.降低會考與學測評量題目的文化差異，使得各文化背景學生皆能看得懂題目。
					2.辦理多元文化情境評量、素養導向評量研習活動，強化在職教師的素養評量知能。
					3.開發及推廣多元文化情境評量試題供教師參考。
					4.辦理多元文化情境評量研習活動課程供在職教師及師培生學習。

面向	目標類別	序號	目標議題	目標說明	建議策略
		16	提供相關資源(例如：線上研習、巡迴教師制度、史懷哲精神教育服務計畫等)於偏鄉或文化不利之區域，解決專業數學與科學教師不足的問題。	偏鄉地區由於欠缺專業科學與數學教師，使得 108 課綱無法實踐。為了有效協助偏鄉地區的教師能獲得探究與實作的教學知能，可透過數位方式辦理線上研習，並提升偏鄉硬體及軟體設備資源；加強巡迴教師的機制，確保各偏鄉學校有合格自然科教師。鼓勵大學生及師資生參與史懷哲精神服務計畫，組團赴偏鄉服務，並建立大學生及師資生與偏鄉學童關係網，鼓勵地方政府提報偏鄉公費生(科學、數學)名額，吸引教師入偏鄉教學，降低城鄉學習之落差，暫時解決專業數學與科學教師不足的問題。	1.加強巡迴教師的機制，確保各偏鄉學校有合格自然科教師。 2.提升偏鄉硬體及軟體設備資源。 3.招募與鼓勵訪問教師或是退休教師赴偏鄉進行教學。 4.組織跨縣市教師專業團隊，提供偏鄉教師具體的教學知能需求。 5.鼓勵博物館等社教機構的巡迴科學列車至偏鄉學校服務。 6.鼓勵大學生及師資生參與史懷哲精神教育服務計畫，組團赴偏鄉服務，並建立大學生及師資生與偏鄉學童關係網。 7.確認培龍計畫、減 C 計畫的實施成效，評估其成效能否擴大推廣。 8.提供跨年級混齡教學及差異化教學的研習活動，以彌補偏鄉地區小班小校在教學上的困境。

面向	目標類別	序號	目標議題	目標說明	建議策略
		17	增加偏鄉任教的公費生名額，提升科學(數學)教師到偏鄉任教的意願。	偏鄉地區長期缺乏合格的專業數理教師，造成 108 課綱無法落實在校園中，學生的受教權受到虧損。教育部過去有公費生的制度及巡迴教師制度，然而效果有限。建議偏鄉教師缺乏的問題，在大學端師資培育，增加鼓勵措施，吸引優秀大學生成為公費師資生，鼓勵地方政府提報偏鄉公費生(科學、數學)名額，以及其他提升科學(數學)教師到偏鄉教學意願之措施，藉此吸引科學(數學)教師到偏鄉教學的意願。	1.鼓勵地方政府提報偏鄉公費生(科學、數學)名額。
					2.其他提升科學(數學)教師到偏鄉教學意願之措施。
	九、卓越數學及科學人才培育	18	提供有助中小學高成就生投入科學與數學的學習所需之資源，並提升其學習動機，以吸引其進入科學與數學的領域發展。	延續第一期中程計畫目標，進行卓越數學及科學人才培育。持續加強高成就生在科學與數學的學習上的需求，使其願意投入科學數學的領域。積極辦理國際數理學科奧林匹亞競賽之推廣計畫，並鼓勵高級中等以下學校學生參加選拔活動。持續將奧林匹亞競賽的培訓課程拓展到各縣市學校，協助中小學高成就生從事科學與數學的學習資源與動機，吸引其進入科學與數學的領域發展。	1.持續加強高成就生在科學與數學的學習上的需求，使其願意投入科學數學的領域。
					2.積極辦理國際數理學科奧林匹亞競賽之推廣計畫，並鼓勵高級中等以下學校學生參加選拔活動。
					3.持續將奧林匹亞競賽的培訓課程拓展到各縣市學校。

第二期中程計畫的目標與建議策略如表 13。依據表 13 可看出第二期中程計畫所提出的議題，與第一期中程計畫所欲解決的問題是有連貫性的。亦即，在專業師資的類別以及探究與實作知能精進的類別是需要持續關注的。較為不同的是，第二期中程計畫重視中小學全面的推動 108 課綱的精神：探究與實作。在全面推動 108 課綱中需推動平等學習機會的營造，重視偏鄉地區與低成就生的學習需求議題，在優質人才培育方面，提供有助於中小學高成就生從事科學及數學學習的資源和學習動機。在全面推動 108 課綱的同時可利用數位方式進行協助全面的推動。最後提升學生的學習動機議題也須進行努力。相信工作圈透過嚴謹的研究法，整合國內科學、數學教育專家學者與教師，並經相關行政單位多次的溝通協調，所建構出的第二期中程計畫書在目標與具體策略方法上，能兼具理想與務實的精神，達成本期中程計畫書的目標。

玖、第二期中小學科學教育中程計畫推動目標與方法

由前述的章節已說明在第二期中程計畫中，首先成立科學教育工作圈，再而透過德菲調查法與問卷調查法的意見收集，分析第一期中程計畫所收集到委辦計畫的成果報告，參考張一知教授評估第一期中程計畫的實施成效，與教育部相關單位商討第一期與第二期中程計畫的傳承等方式，歸納出第二期的中小學科學教育目標的類別與面向。計有三個類別：強化教師教學知能；提升學生素養與學習表現；落實平等受教權，以及九個面向：1.提升教師探究與實作教學與評量之策略；2.確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能；3.推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法；4.全面推廣與落實課綱精神於課室中；5.落實法規制度協助教師專業成長；6.落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現；7.透過數位方式落實 108 課綱的精神；8.提升偏鄉與低成就生學習成效之策略；9.卓越數學及科學人才培育。基本上第二期中程計畫所推動的目標，與第一期中程計畫的目標持續傳承，且更能反應教學現場的需要。例如：重視低成就生的學習、學生學習動機議題、偏鄉地區的學習需求、探究與實作的普及與深化、透過探究進行跨領域的教學與課程設計等類別。

以下列出第二期中程計畫應著重的面向與策略如下：

- **面向一、提升教師探究與實作教學知能與評量策略**，需重視的策略如下：
 1. 提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。
 2. 找出有效教師社群專業成長模式，以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。
 3. 推動中小學跨領域探究與實作教案設計，以及教學與評量知能的研習。
- **面向二、確認師培課程培養職前教師 108 課綱教學所需知能**，需重視的策略如下：
 1. 師培機構應規劃及教導與 108 課綱相關（含探究與實作）之知能。
- **面向三、推動學生學習動機與表現提升之課程及教材教法**，需重視的策略如下：
 1. 研發與推展有效提升中小學學生科學與數學學習動機之教材與教法。
 2. 辦理可促進中小學學生學習表現(例如：探究能力與科學的態度與本質)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。
 3. 研發與推展提升中小學低成就學生學習表現(學習的內容，探究能力與科學的態度與本質)與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。
 4. 研發與推展提升中小學低成就學生學習表現(學習的內容、探究能力與科學的態度與本質)與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。
- **面向四、全面推廣與落實課綱精神於課室中**，需重視的策略如下：
 1. 整合中小學探究與實作教學資源（例如：人力、教材或數位資源等），以利探究與實作的全面落實。
 2. 精進研習活動內容與執行方式，緊扣課綱課程目標、學習內容和學習表現等精神。

- **面向五、落實法規制度協助教師專業成長，需重視的策略如下：**
 1. 落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。
- **面向六、落實 108 課綱之教學與評量提升學生學習表現，需重視的策略如下：**
 1. 落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現（例如：學習內容，探究能力與科學的態度與本質等）。
 2. 落實探究與實作的評量，於中小學段考、學測、會考中。
 3. 加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。
- **面向七、透過數位方式落實 108 課綱的精神，需重視的策略如下：**
 1. 透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。
- **面向八、提升偏鄉與低成就生學習成效之策略，需重視的策略如下：**
 1. 提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。
 2. 提供相關資源（例如：線上研習、巡迴教師制度、史懷哲精神教育服務計畫等）於偏鄉或文化不利之區域，解決專業數學與科學教師不足的問題。
 3. 增加偏鄉任教的公費生名額，提升科學（數學）教師到偏鄉任教的意願。
- **面向九、卓越數學及科學人才培育，需重視的策略如下：**
 1. 提供有助中小學高成就生投入科學與數學學習所需之資源，並提升其學習動機，以吸引其進入科學與數學的領域發展。

第二期中程計畫所列舉出的目標，雖然參與第一期中程計畫的委辦計畫在許多的議題上有所涉略，但是著重的焦點未必完全一致。第二期中程計畫重視中小學全面的落實 108 課綱的精神：探究與實作，跨領域的探究與實作（如 STEM

等），使得學生的學習表現能展現出來，學生在科學與數學的學習動機能提升。此外在全面推動 108 課綱中需重視平等學習機會的營造，除了重視偏鄉地區與低成就生的學習需求議題，亦重視優質人才培育，提供有助於中小學高成就生從事科學及數學學習的資源和學習動機。最後在課綱的全面推動時需不斷的精進職前與在職科學與數學教師的教學知能，提供教師們教學改進上的協助與支持。

第二期中程計畫的推展策略，主要是透過民國 111 年所成立的科學教育工作圈。工作圈將針對全國科學教育相關中心（五所學科中心、兩所探究與實作課程推動中心、四所自然與數學領域教學研究中心、三所師範大學科學教育中心）委辦之相關計畫，輔導其邁向第二期中程計畫的目標。除此之外，工作圈亦將協助各科學教育相關中心進行橫向與縱向的連結，使得各中心所執行業務的影響力能擴增。不但如此，工作圈亦協助其他第二期中程計畫的委辦計畫能與相關科教中心的任務進行彼此的連結，成為網狀的脈絡，擴增各計畫的工作成效。使得中小學學生能普遍的受惠，進而提升其學習興趣與能力。

此外，在執行第二期中程計畫期間，建議各委辦計畫能進行自我成效檢核或是委外進行成效檢核，以確保計畫的執行與第二期中程計畫之科學教育目標的緊密連結。各委辦計畫在計畫書中宜勾選欲達成的第二期中程計畫目標，並於成果報告書中透過外部評鑑委員進行確認。在呈現實施成效時，可確切的說明有多少中小學教師和學生參與此計畫。除採用過去的參與人數以及舉辦研習場次的計算之外，建議可加多元的實施成效資料，例如：產出多少份教案、教學反思札記、教案等資料；參與者自陳問卷調查結果；參與者相關學習成效調查結果；其他資料的收集與呈現（例如觀察或是晤談）。基本上各計畫應提供以證據為主的實施成果，作為檢核計畫目標的實踐程度及未來可改進的方向。此外，可透過外部評鑑，定期的針對執行第二期中程計畫的各委辦計畫主持人進行問卷調查，理解其計畫的執行如何達成第二期中程計畫的目標。

透過工作圈的協助方式，未來擬將相似目標的委辦計畫進行彼此的連結與交流，增加計畫實施的廣度與影響力。並透過第二期中小學科學教育中程計畫的目標以及實施策略與方法，期盼第二期中程計畫的執行能推動 108 課綱所設目標能

在全國中小學的科學與數學課室全面落實。

參考文獻

- OECD (2016). PISA 2015 Results EXCELLENCE AND EQUITY IN EDUCATION VOLUME I. OECD.<https://doi.org/10.1787/9789264266490-6-en>
- 王薪惠、林煥祥、洪瑞兒（2018）。臺灣公民科技素養、科學興趣及科學參與之探討。**教育科學研究期刊**，63（4），229-259。
- 余曉清、林煥祥（2017）。**PISA 2015臺灣學生的表現**。新北市：心理出版社。
- 余曉清、林煥祥（編）（2019）。**PISA 2015臺灣學生的表現**。國立交通大學出版社。
- 李國偉、黃文璋、楊德清、劉柏宏（2013）。**教育部提升國民素養實施方案—數學素養研究計畫結案報告**。教育部。
- 林煥祥、廖培珊、洪瑞兒、王薪惠、魯盈讌、李松濤、鄭瑞洲、謝百淇、蔡俊彥、李育諭、楊桂瓊、林淑榕、潘儀庭、李姈（編）（2020）。**2018年臺灣公民科技素養概況**。高等教育出版社。
- 洪碧霞（2021年4月）。**PISA 2018臺灣學生的表現**。心理出版社股份有限公司。
- 張一知（2022年7月）。**中小學科學教育中程計畫：落實與追蹤期中報告**。教育部；國立臺灣師範大學化學系。
- 張俊彥（2021）。**TIMSS 2019 國際數學與科學教育成就趨勢調查國家報告**。國立臺灣師範大學科學教育中心。
- 張俊彥、李哲迪、任宗浩、林碧珍、張美玉、曹博盛、楊文金、張瑋寧（2018）。**國際數學與科教育成就趨勢調查2015（TIMSS 2015）：台灣精簡國家報告**。國立臺灣師範大學科學教育中心。
- 教育部（2003）。**科學教育白皮書**。教育部。
- 教育部（2013）。**教育部提升國民素養專案計畫報告書**。取自 <http://literacytw.naer.edu.tw>。
- 教育部（2014）。**十二年國民基本教育課程綱要總綱**。<https://www.naer.edu.tw/PageSyllabus?fid=52>
- 教育部（2019）。**教育部中小學科學教育中程計畫**。<https://www.lcjh.tp.edu.tw/mediafile/997/news/19/2019-5/2019-5-29-15-20-4-nf1.pdf>
- 陳雅君、洪瑞兒、余曉清、林煥祥（2016）臺灣學生科學素養與科教學者研究成果表現之發展趨勢探討。**科學教育學刊**，24（4），333-354。
- 黃台珠（2015）。**科技與語文素養計畫：公民科技素養調查研究執行報告：第二期調查計畫執行報告**。國立中山大學通識教育中心公民素養推動研究中心。

附錄一、第二期中小學科學教育中程計畫規劃專家座談會討論議題

議題一：探究與實作教學在國高中小教學上的落實與普及；各級學生探究與實作知能的提升

說明：

1. 高中有設立南北探究與實作中心推廣探究教學，也有高中探究與實作課程可落實。國小與國中並無此類課程，再加上國中的自然課由每周四小時縮編成三小時，建議在國中與國小也能推廣與普及探究與實作。
2. PISA 2015 調查報告指出我國 15 歲學生（國三/高一學生）之課程缺乏科學探究活動，建議在 108 課綱中（特別是國中），有必要增加科學探究與科學論證課程；TIMSS 2019 國家報告指出我國學生在四年級數學和八年級科學應用和推理能力較差；且探究課程牽涉範圍廣泛，應該跨領域設計，提升到總課綱來規劃；小學至大學在探究與實作課程可以做更密切聯繫與規劃。2018 公民科技素養研究指出高達 76.8% 民眾缺乏科學論證能力。
3. 由 TIMSS 的計劃、公民科技素養以及專家學者的建議，國中小學生應用和推理能力較弱，運用所學知識來解決陌生情境中的數學問題或在提出假說和設計實驗方面之能力較弱。

議題二：城鄉差距與社經地位造成科學/數學學習落差

說明：

1. PISA 2018 顯示，15 歲學生學習落後族群的教育處方值得重視；TIMSS 2019 指出我國四年級學生升至八年級時，數學學習落後的學生百分比增加約兩倍，四和八年級鄉村學生的學習數學和科學程度仍落後都市的學生一年半的程度，尤以八年級較嚴重。
2. 教育部所提供的資源拔尖資源多，但扶弱資源少。偏鄉地區硬體設備不見得差，但軟體資源欠缺。
3. PISA 報告顯示「社經地位」預測力越來越強，值得重視。

議題三：科學/數學學習高低落差擴大，低成就生的比例增加

說明：

1. PISA 2018 報告顯示，近年我國 15 歲學生科學素養及數學素養的個別差異略擴大。科學素養方面臺灣在高分群的比率仍有待加強；低分群學生比率達 15.2%，相對於所有參照國都要來的高，這是值得關注的警訊。數學素養調查中，從標準差來看，臺灣的標準差仍然略大，可以推斷臺灣學生的個別差異較大，這是臺灣數學教育需要重視的議題之一。
2. 在 TIMSS2019 計畫指出地域性的差異造成學生學習的落差甚大，北部與東部的學生學習落差將近一年半。

議題四：15 歲學生科學素養和數學素養表現呈現下滑趨勢

說明：歷年 PISA 調查報告顯示，臺灣學生科學平均的年度改變量為 -2.2，為退步，但不顯著；台灣歷年科學分數，略退步，但不顯著。臺灣學生的數學分數呈現逐年下降的現象，年度改變量為 -3.8 分。臺灣高水準群比率降低而低水準群比率提高，從 PISA 2006 至 PISA 2018 年間，臺灣基礎水準以下的學生比率提高了 2%，而高水準群比率則顯著下滑了 8.7%。

議題五：學生科學/數學學習的態度呈現疏離、學習自信心不足

說明：

1. TIMSS 2019 國家報告指出，我國學生除對四年級科學學習保有學習熱情之外，對四年級數學、八年級數學和科學之學習感到「不喜歡」、「沒自信」和「認

為沒價值」的學生百分比顯著高於國際平均；科學探究和做實驗的頻率與四和八年級學生科學學習興趣呈現正相關；有關我國學生數學與科學學習疏離之議題，TIMSS 2019 國家報告建議落實 108 課綱自然領域探究與實作課程與素養導向的數學教學。

2. 研究報告顯示數學學習興趣與自信的主要問題在小學階段，而科學學習興趣與自信的主要問題在國中階段。若有越多學生的科學課堂強調探究活動，則其學生的科學學習興趣越高。

議題六：師資問題(培用不一，專業知能精進等)

說明：

1. 委員指出，偏鄉合格師資不足、師資素質不一；偏鄉教師培用不一，應重新檢視師培系統如何培育老師。原住民科學教師稀缺，漢人教師無法回應文化問題。
2. 偏鄉地區的教師培用不一，不但需教授各種科目也需面臨同一班級教導跨年級的學生。
3. 教師應改變教學方式，多點探究教學，讓抽象的概念具象化。
4. 委員建議國小師培加強探究活動設計、科學素養評量及數據的整理與分析能力的養成

議題七：鼓勵各級科學/數學教師參加研習活動

說明：目前參與各項研習活動的教師較為固定，仍有一半以上的老師沒有參加各項辦理的活動。如何鼓勵各級教師參與教學精進的研習活動，使得課綱的精神能全面落實。

議題八：提升各級科學/數學教師多元評量能力

說明：素養導向的教學必須配合多元的評量方式，才能精確的評量出學生的素養與知能。許多教師在多元評量(含素養評量或是態度的評量)上仍需協助。

議題九：原住民學生與偏鄉學生文化不利議題

說明：

1. 目前的會考與學測較無法回應原民文化，或是偏鄉文化，因此在考試上對原住民與偏鄉學生的學習表現無法確切的掌握。
2. 會考、學測或是其他各級考試能否加強實作評量，使得偏鄉地區與原民生的能力(素養)能被測出。

議題十：透過國高中生的科學/數學教育提升全國公民科技素養

說明：

2018 公民科技素養研究指出高達 76.8%民眾缺乏科學論證能力，而提高科學興趣能提高公民參與科學活動。研究建議可多在國、高中端辦理與環境議題相關的研習活動；可多讓國、高中生參訪科學工藝類博物館，提高科學素養，也增加參加科學議題活動的意願。

議題十一：加強理論與實務、研究與推廣在國高中小科學/數學教育之落實

說明：依據科學教育白皮書的建議，科技部已執行許多科學實作、科學應用或是科學教育的實證性研究。這些研究結果對於學生科學/數學的學習提供理論與實證的資料，可思考如何依據這些研究成果推廣國內的科學/數學教育？

議題十二：其他議題

說明：若上述 11 個議題所涵蓋面向未能涉獵您所認為重要的議題，請不吝賜教。

附錄二、專家座談會委員名單

序號	地區	服務單位	本職	專長
1.	北	○大學	教授	1.科學教育諮詢會委員 2.科學教育、數位學習
2.	北	○大學	研究員	1.教育諮詢會委員 2.凝態物理、材料科學、奈米科學、光電與能源
3.	南	○大學	教授	科學教育、資訊素養、科學素養、程式教學
4.	北	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.科技輔助探究學習與STEM教育
5.	南	○大學	教授	科學傳播公眾科學理解、科學教育、通識教育、物理背景
6.	中	○國小	校長	自然科、縣市輔導團自然與生活科技領域成員
7.	南	○國小	教師	自然科、縣市政府輔導團兼任輔導員
8.	北	○大學	教授	科學教育、數位學習、跨領域學習科學、科學傳播
9.	北	○大學	教授	分科教材教法、自然領域、生物、物理教學實習、科學教育
10.	中	大學	教授	自主學習、差異化教學、混齡教學
11.	北	研究機構	研究員	課程綱要、科學素養教學與評量、擴增實境研究
12.	北	○大學	教授	1.科學教育諮詢會委員 2.化學教育、科學傳播、結合科普和科學教育，並且連結網路多媒體推動科學傳播的前驅
13.	北	○大學	教授	科學史哲、知識認識信念、科學課程設計、環境議題教學
14.	北	○大學	教授	數學師資培育、數學教師專業發展、數學課程研究
15.	北	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.3D化學實驗、化學教育、科技輔助教學、課程設計與發展
16.	中	○大學	教授	科學教育、科學傳播、科學閱讀、科學史哲、科學推理
17.	東	○大學	教授	地科教育、多元文化、社會互動
18.	北	○大學	教授	生物專長、科學教育
19.	北	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.科學探究式學習、科學課程設計、後設認知、

序號	地區	服務單位	本職	專長
				STEM 教育
20.	北	○高中	教師	自然領域跨科核心成員
21.	北	○大學	教授	1.科學教育諮詢會委員 2.數學教育、數值分析、計算機科學
22.	南	○大學	教授	數學教育、解題研究、數學課程與教學、親職教育、行動研究
23.	南	○大學	教授	數常識、估算、心算、科技(電腦與電算器)與數學教育和數學教學實務研究
24.	中	大學	教授	數學學習與評量、數學教材教法、測驗評量與教育學方法論
25.	南	○大學	教授	1.生物科學專長 2.培訓國際生物奧林匹亞競賽選手
26.	北	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.物理專長、拉曼光譜、拉曼光譜、半導體材料光譜及光折變晶體光譜
27.	北	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.應用數學專長
28.	中	○大學	教授	國小數學課程教材設計、數學暨資訊教育、師資培育
29.	南	○大學	教授	原住民國小教育研究
30.	中	○大學	教授	科學素養試題發展與評量、科學探究教學與學習、教師專業發展
31.	中	○大學	教授	科學探究教學與課程設計、科學學習與認知、科學閱讀與寫作
32.	南	○高中	教師	物理科、南區探究與實作推動中心成員
33.	北	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.課程與教學、科學教育、數位學習、原住民族教育、科學傳播、科學動畫製作、科普教育、多元文化教育
34.	北	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.奈米光學、物理教學、數理資優教育
35.	南	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.科學本質與後設認知、科學探究與科學教學、科學思考與科學學習、科學教育、科學哲學
36.	南	○大學	教授	教育心理學研究、科學教育研究、素養導向評量研究、探究論證課程與教學研究、在國小與

序號	地區	服務單位	本職	專長
				國中致力實施批判式探究教學介入
37.	北	○大學	教授	學習科技、探究學習、化學教育、以及電腦化評量
38.	北	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.專注於探究數學論證學習與教學、數學建模教學與評量、以及數學教師的統計知識與信念等三大主軸的研究
39.	東	○國小	教師兼教導主任	自然科領域、發表應用差異化教學策略實施國小跨年級自然教學之研究
40.	中	○國小	教師	自然科學領域、輔導團專輔
41.	南	○國小	教師兼教學組長	自然科領域
42.	北	○大學	教授	認知與科學學習、科學思考、數位學習認知
43.	南	○大學	教授	科學教學、教師專業發展、科學素養評量
44.	北	○大學	教授	1.科學教育諮詢會委員 2.科技史專題研究、科技教育與網路教學專題研究、科技課程教學評量研究
45.	北	○大學	研究員	科學教育、量化研究方法、測驗與評量
46.	南	○大學	教授	自造教育、博物館科技教育、新興科技教育人才培育
47.	中	○國中	校長	化學背景、縣市自然領域輔導團召集人
48.	中	○國中	校長	物理背景、國中自然領域副召集人
49.	中	○國中	校長	央團輔導員、教育學程、植物病理學
50.	南	○國中	校長	化學背景
51.	北	○國中	教師	中央輔導團自然組、生物科教學，對於課程設計、教學評量、科學閱讀與探究
52.	中	○國中	教師	物理背景，多年教學實務經驗，近年主要推廣科學閱讀
53.	中	○國中	教師	自然科學領域國中輔導小組專輔
54.	南	○高中	教師	中小科展優良指導教師
55.	南	○大學	教授	科學教育諮詢會委員
56.	南	○大學	教授	科學教育、跨領域教學、實驗設計、教具設計
57.	中	研究機構	研究員	生物專長
58.	南	○大學	教授	數位學習及新興科技融入教育、跨領域專題式學習、悅趣式學習、非制式學習
59.	中	○大學	教授	奈米鑄型磁膜元件、半導體量子元件傳輸、電

序號	地區	服務單位	本職	專長
				子束微影術
60.	南	○大學	教授	數學教育、數學師資培育
61.	中	○大學	教授	物理教育
62.	中	○附設實小	校長	自然科學教育專長、數理教育專長
63.	北	○國小	教師兼 總務主任	自然組央團成員
64.	中	研究機構	館長	科學教育諮詢會委員
65.	南	○女中	教師	地球科學學科中心成員 全國師鐸獎得主
66.	中	○高中	教師	地球科學學科中心成員
67.	中	○高中	校長	1.化學學科中心種子教師 2.化學專長
68.	中	○高中	教師兼 教務主任	生物專長
69.	北	政府機構	前處長	1.科學教育諮詢會委員 2.化學專長
70.	北	○高中	教師	化學專長、縣市政府自然領域課程督學
71.	北	○大學	教授	1.學會理事 2.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫
72.	北	○大學	教授	學會理事
73.	南	○大學	教授	1.半導體製程、黃光微影、磁性材料、原子力顯微鏡、创客實作、微感測器、大數據 2.中華民國物理教育學會理事長
74.	北	○大學	教授	化學專長
75.	北	○大學	教授	1.科學教育諮詢會委員 2.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 化學專長
76.	北	○大學	教授	1.科學教育諮詢會委員 2.物理專長
77.	北	研究機構	研究員	1.科學教育諮詢會委員 2.生物專長
78.	中	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.數學領域
79.	南	○大學	教授	1.第1期中小學科學教育中程計畫子計畫 2.高層次思考（批判思考、創意思考、問題解決）、資訊科技融入創新教學
80.	北	○大學	教授	STEM教育、師資培育、教材教法

附錄三、德菲調查法(Delphi method)問卷

科學教育短中長程目標確認德菲調查法

各位專家學者：

您好！在本項德菲調查法調查中，所列出的科學(數學)教育目標陳述，主要是透過十場次的科學(數學)教育願景座談會所整理而得。

敬請 您依據下列的議題陳述，勾選您所認為的重要程度，以及依據其急迫性勾選應在哪一期計畫執行(短期目標指最近 1-4 年內須執行之計畫/中期目標指在第 5 至 8 年執行之計畫/長期目標指在第 9 至 12 年執行之計畫)。如果您對於議題的陳述有任何意見，也請在空白處填寫。

我們將收集各位專家學者的意見後，予以彙整及分析，並將本次調查之結果併同下一次問卷寄給您，邀請您再次填答。感謝您的參與，您所提供的寶貴意見對於我國未來科學教育的推動將有很大的幫助。

科學教育工作圈
段曉林 召集人
靳知勤 副召集人

一、背景資料

1. 請問您的本職工作單位：

☐ (1) 國小 ☐ (2) 國中(含完全中學國中部) ☐ (3) 高中(含完全中學高中部) ☐ (4) 大學 ☐ (5) 社教機構
☐ (6) 國家研究機構 ☐ (7) 教育行政單位 ☐ (8) 博物館

2.1 若您在大學、社教機構、國家研究機構服務，請填選下列資訊：

您所隸屬的服務單位：(可複選)

☐ (1) 大學系所 ☐ (2) 大學附設研究中心 ☐ (3) 師範大學科學教育中心 ☐ (4) 大學教學研究中心(中學組、小學組) ☐ (5) 博物館 ☐ (6) 社教館 ☐ (7) 國教院 ☐ (8) 其他_____ (請註明)。

2.2 請問您的職稱：(可複選)

☐ (1) 教授、副教授、助理教授 ☐ (2) 科學教育中心主任 ☐ (3) 大學教學研究中心主任、副主任 ☐ (4) 研究員、副研究員、助理研究員 ☐ (5) 其他____ (請註明)。

3.1 若您為高中、國中、國小老師，請問您的任教科目：(可複選)

國小：☐ (1) 數學 ☐ (2) 自然科學 ☐ (3) 生活科技 ☐ (4) 自然與生活科技 ☐ (5) 資訊科技

國中：☐ (6) 數學 ☐ (7) 理化 ☐ (8) 生物 ☐ (9) 地球科學 ☐ (10) 生活科技 ☐ (11) 資訊科技

高中：☐ (12) 數學 ☐ (13) 物理 ☐ (14) 化學 ☐ (15) 生物 ☐ (16) 地球科學 ☐ (17) 探究與實作 ☐ (18) 生活科技 ☐ (19) 資訊科技

3.2 請問您的職稱：(可複選)

☐ (1) 中央輔導團召集人、副召集人 ☐ (2) 中央輔導團輔導員 ☐ (3) 各縣市輔導團召集人、副召集人
☐ (4) 各縣市輔導團輔導員 ☐ (5) 學科中心(含探究與實作中心)主任 ☐ (6) 學科中心(含探究與實作中心)執行秘書 ☐ (7) 學科中心(含探究與實作中心)研究教師 ☐ (8) 學科中心(含探究與實作中心)種子教師 ☐ (9) 教師 ☐ (10) 主任 ☐ (11) 組長 ☐ (12) 校長 ☐ (13) 教育局處行政人員 ☐ (14) 其他____ (請註明)

4. 您的年資：

□(1)0 至未滿 5 年 □(2)滿 5 年至未滿 10 年 □(3)滿 10 年至未滿 15 年 □(4)滿 15 年至未滿 20 年
□(5)滿 20 至未滿 25 年 □(6)滿 25 年至未滿 30 年。□(7)滿 30 年及以上。

5.性別：

□(1)男 □(2)女

6.年齡：

□(1)30 歲以下 □(2)31-40 歲 □(3)41-50 歲 □(4)51-60 歲 □(5)61-70 歲 □(6)71 歲以上。

7.服務單位所屬地區：(22 縣市區隔北區縣市、中區縣市、南區縣市、東區縣市、離島縣市)

□(1)北部區域(基隆市、台北市、新北市、桃園市、新竹市、新竹縣、宜蘭縣)

□(2)中部區域(苗栗縣、台中市、彰化縣、南投縣、雲林縣)

□(3)南部區域(嘉義市、嘉義縣、台南市、高雄市、屏東縣)

□(4)東部區域(花蓮縣、台東縣)

□(5)離島區域(澎湖縣、金門縣、連江縣)

二、議題討論

填答說明： 議題 以下所列教師包含數學教師、科學教師 1.依您目前的感受是否與句中描述一致。 2.請 1-5 給分，分數越大表示句中所描述的情形越符合現況，請依您的感受勾選最適合的選項，請依急迫程度勾選短期(1-4 年)、中期(5-8 年)、長期(9 年以上)目標。	非 常 重 要 5	重 要 4	無 意 見 3	不 重 要 2	非 常 不 重 要 1	短 期 目 標 A	中 期 目 標 B	長 期 目 標 C	不 適 用 D
範例：提升中小學職前教師探究與實作與評量的相關知能。	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
1.提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
2.落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現(例如：科學認知，探究能力與科學態度等)。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
3.師培機構應規劃及教導與課綱相關(含探究與實作)之知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
4.整合中小學探究與實作教學資源(例如：人力、教材或網站等)，以利探究與實作的全面	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

填答說明： 議題 以下所列教師包含數學教師、科學教師 1.依您目前的感受是否與句中描述一致。 2.請 1-5 給分，分數越大表示句中所描述的情形越符合現況，請依您的感受勾選最適合的選項，請依急迫程度勾選短期(1-4 年)、中期(5-8 年)、長期(9 年以上)目標。	非常 重要 5	重 要 4	無 意 見 3	不 重 要 2	非 常 不 重 要 1	短 期 目 標 A	中 期 目 標 B	長 期 目 標 C	不 適 用 D
落實。									
須修改的文句或意見：									
5.透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
6.建立跨域(跨計畫，跨中心等)的合作模式，有效推廣探究與實作之精神。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
7.找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
8.推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
9.落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
10.鼓勵各級教師研發跨文化的探究與實作教材，培養學生發展具備多元文化理解的問題解決能力。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
11.研發與推展有效提升國中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
12.加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
13.辦理可促進中小學學生學習表現(探究能力與科學態度)之教師研習，並提供可落實於	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

填答說明： 議題 以下所列教師包含數學教師、科學教師 1.依您目前的感受是否與句中描述一致。 2.請 1-5 給分，分數越大表示句中所描述的情形越符合現況，請依您的感受勾選最適合的選項，請依急迫程度勾選短期(1-4 年)、中期(5-8 年)、長期(9 年以上)目標。	非常 重要 5	重 要 4	無 意 見 3	不 重 要 2	非 常 不 重 要 1	短 期 目 標 A	中 期 目 標 B	長 期 目 標 C	不 適 用 D
學校所需的資源。									
須修改的文句或意見：									
14.結合社教單位(如博物館)與民間等資源，協助各級學校提升學生的學習表現與科學素養。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
15.研發與推展提升國中小低成就學生學習表現與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
16.提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
17.偏鄉地區提供相關資源(例如：線上研習、巡迴教師制度、史懷哲精神教育服務計畫等)解決專業數學與科學教師不足的問題。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
18.研發、推展與評估適合偏鄉地區所需的教材、教法與評量。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
19.增加偏鄉教師薪資或提高公費生的名額，吸引科學(數學)教師到偏鄉教學的意願。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
20.精進研習活動的內容與執行方式緊扣課綱教育目標、學習內容和學習表現等精神。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
21.落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

填答說明： 議題 以下所列教師包含數學教師、科學教師 1.依您目前的感受是否與句中描述一致。 2.請 1-5 給分，分數越大表示句中所描述的情形越符合現況，請依您的感受勾選最適合的選項，請依急迫程度勾選短期(1-4 年)、中期(5-8 年)、長期(9 年以上)目標。	非常 重 要 5	重 要 4	無 意 見 3	不 重 要 2	非 常 不 重 要 1	短 期 目 標 A	中 期 目 標 B	長 期 目 標 C	不 適 用 D
須修改的文句或意見：									
22.研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
23.解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源等)進行。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
24.建立以證據為主的評估模式，定期檢核與修正推廣計畫的實施成效與方向。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
25.透過中小學科學(數學)教育跨國合作與交流，瞭解國際科學(數學)教育的發展與作法。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
26.統整歷年來科學(數學)教育具教學成效之研究成果與教材建置為資源網，並有效推廣到全國。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									
27.提供有助於中小學高成就生從事數學及科學學習的資源和學習動機，吸引其進入數學及科學領域發展。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
須修改的文句或意見：									

附錄四、問卷調查法問卷

科學教育短中長程目標問卷調查法

各位科學(數學)教育工作夥伴：

您好！本份問卷主要是透過科學教育工作圖與科學教育學會共同舉辦十場次的科學(數學)教育目標座談會，歸納出當前科學與數學教育需解決的各項議題。

敬請您針對這些議題的重要程度提供您的看法，以及依據其急迫性勾選應在哪一期計畫執行(短期目標指最近 1-4 年內須執行之計畫/中期目標指在第 5 至 8 年執行之計畫/長期目標指在第 9 至 12 年執行之計畫)。

您的意見將作為科學教育工作圖協助全國十四間科學教育相關中心，推展未來科學(數學)教育目標之依據。感謝您的支持！

科學教育工作圖
段曉林 召集人
靳知勤 副召集人

一、背景資料

1. 請問您的本職工作單位：

☐ (1) 國小 ☐ (2) 國中(含完全中學國中部) ☐ (3) 高中(含完全中學高中部) ☐ (4) 大學 ☐ (5) 社教機構
☐ (6) 國家研究機構 ☐ (7) 教育行政單位 ☐ (8) 博物館

2.1 若您在大學、社教機構、國家研究機構服務，請填選下列資訊：

您所隸屬的服務單位：(可複選)

☐ (1) 大學系所 ☐ (2) 大學附設研究中心 ☐ (3) 師範大學科學教育中心 ☐ (4) 大學教學研究中心(中學組、小學組) ☐ (5) 博物館 ☐ (6) 社教館 ☐ (7) 國教院 ☐ (8) 其他_____ (請註明)。

2.2 請問您的職稱：(可複選)

☐ (1) 教授、副教授、助理教授 ☐ (2) 科學教育中心主任 ☐ (3) 大學教學研究中心主任、副主任 ☐ (4) 研究員、副研究員、助理研究員 ☐ (5) 其他____ (請註明)。

3.1 若您為高中、國中、國小老師，請問您的任教科目：(可複選)

國小：☐ (1) 數學 ☐ (2) 自然科學 ☐ (3) 生活科技 ☐ (4) 自然與生活科技 ☐ (5) 資訊科技

國中：☐ (6) 數學 ☐ (7) 理化 ☐ (8) 生物 ☐ (9) 地球科學 ☐ (10) 生活科技 ☐ (11) 資訊科技

高中：☐ (12) 數學 ☐ (13) 物理 ☐ (14) 化學 ☐ (15) 生物 ☐ (16) 地球科學 ☐ (17) 探究與實作 ☐ (18) 生活科技 ☐ (19) 資訊科技

3.2 請問您的職稱：(可複選)

☐ (1) 中央輔導團召集人、副召集人 ☐ (2) 中央輔導團輔導員 ☐ (3) 各縣市輔導團召集人、副召集人
☐ (4) 各縣市輔導團輔導員 ☐ (5) 學科中心(含探究與實作中心)主任 ☐ (6) 學科中心(含探究與實作中心)執行秘書
☐ (7) 學科中心(含探究與實作中心)研究教師 ☐ (8) 學科中心(含探究與實作中心)種子教師
☐ (9) 教師 ☐ (10) 主任 ☐ (11) 組長 ☐ (12) 校長 ☐ (13) 教育局處行政人員 ☐ (14) 其他____ (請註明)

4.您的年資：

- ☐ (1) 0 至未滿 5 年 ☐ (2) 滿 5 年至未滿 10 年 ☐ (3) 滿 10 年至未滿 15 年 ☐ (4) 滿 15 年至未滿 20 年
☐ (5) 滿 20 至未滿 25 年 ☐ (6) 滿 25 年至未滿 30 年。 ☐ (7) 滿 30 年及以上。

5.性別：

- ☐ (1) 男 ☐ (2) 女

6.年齡：

- ☐ (1) 30 歲以下 ☐ (2) 31-40 歲 ☐ (3) 41-50 歲 ☐ (4) 51-60 歲 ☐ (5) 61-70 歲 ☐ (6) 71 歲以上。

7.服務單位所屬地區：(22 縣市區隔北區縣市、中區縣市、南區縣市、東區縣市、離島縣市)

- ☐ (1) 北部區域(基隆市、台北市、新北市、桃園市、新竹市、新竹縣、宜蘭縣)
☐ (2) 中部區域(苗栗縣、台中市、彰化縣、南投縣、雲林縣)
☐ (3) 南部區域(嘉義市、嘉義縣、台南市、高雄市、屏東縣)
☐ (4) 東部區域(花蓮縣、台東縣)
☐ (5) 離島區域(澎湖縣、金門縣、連江縣)

二、調查問卷

填答說明： 議題 以下所列教師包含數學教師、科學教師 1. 依您目前的感受是否與句中描述一致。 2. 請 1-5 給分，分數越大表示句中所描述的情形越符合現況，請依您的感受勾選最適合的選項，請依急迫程度勾選短期(1-4 年)、中期(5-8 年)、長期(9 年以上)目標。 3. 短期目標指最近 1-4 年內須執行之計畫/中期目標指在第 5-8 年執行之計畫/長期目標指在第 9-12 年執行之計畫。	非 常 重 要	重 要	無 意 見	不 重 要	非 常 不 重 要	短 期 目 標 A	中 期 目 標 B	長 期 目 標 C	不 適 用 D
範例：提升中小學職前教師探究與實作與評量的相關知能。	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
1. 提升中小學在職教師探究與實作之教學與評量知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. 發展數位教學方式，提供教師落實探究與實作的精神。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. 開發符合課綱之探究與實作教學模組，供中小學教師參考。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4. 推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5. 透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6. 持續辦理教師實驗技巧與實作研習活動，以提升中小學自然科教師的實驗與實作能力。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7. 找出有效教師社群專業成長模式，以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8. 建立區域性之探究與實作中心，促進中小學教師的交流、互動與成長。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

填答說明： 議題 以下所列教師包含數學教師、科學教師 1. 依您目前的感受是否與句中描述一致。 2. 請 1-5 給分，分數越大表示句中所描述的情形越符合現況，請依您的感受勾選最適合的選項，請依急迫程度勾選短期(1-4 年)、中期(5-8 年)、長期(9 年以上)目標。 3. 短期目標指最近 1-4 年內須執行之計畫/中期目標指在第 5-8 年執行之計畫/長期目標指在第 9-12 年執行之計畫。	非 常 重 要	重 要	無 意 見	不 重 要	非 常 不 重 要	短 期 目 標	中 期 目 標	長 期 目 標	不 適 用
	5	4	3	2	1	A	B	C	D
9. 整合過去國科會(科技部)、教育部執行探究與實作與跨領域計畫所產出的教案(案例)，建立特定的資源網，提供教育工作者參考。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10. 提供經費以落實中小學之探究與實作及實驗教學。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11. 提供實驗器具與材料，減輕教師進行探究與實作教學之額外負擔。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12. 主要負責管理實驗、探究與實作課程教材、教具之教師應減授時數或加薪。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13. 全面落實課綱中明訂的中小學探究與實作教學的授課時數與評量說明。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14. 落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15. 精進研習活動的內容與執行方式緊扣課綱教育目標、學習內容和學習表現等精神。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16. 制定在職教師專業成長檢核機制，以提高科學與數學教師參加專業成長的比例。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
17. 建立跨域(跨計畫，跨中心等)的合作模式，有效推廣探究與實作之精神。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18. 師培機構應規劃及教導與 108 課綱相關(含探究與實作)之知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
19. 師培課程開設之科目其課程綱要與學分數應經審核單位審核，確認符合 108 課綱教學所需知能。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
20. 師培課程之授課講師須對 108 課綱有深入的理解。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
21. 落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
22. 開發及推廣多元評量試題供教師參考，深化中小學教師對素養評量的理解及運用。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
23. 收集與檢核中小學自然科與數學科段考試題，從中選拔出符合 108 課綱精神之優良試題供全國教師參考。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
24. 加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
25. 研發與推展提升國中小低成就生學習表現與學習動機之研習與活動。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

填答說明： 議題 以下所列教師包含數學教師、科學教師 1. 依您目前的感受是否與句中描述一致。 2. 請 1-5 給分，分數越大表示句中所描述的情形越符合現況，請依您的感受勾選最適合的選項，請依急迫程度勾選短期(1-4 年)、中期(5-8 年)、長期(9 年以上)目標。 3. 短期目標指最近 1-4 年內須執行之計畫/中期目標指在第 5-8 年執行之計畫/長期目標指在第 9-12 年執行之計畫。	非 常 重 要 5	重 要 4	無 意 見 3	不 重 要 2	非 常 不 重 要 1	短 期 目 標 A	中 期 目 標 B	長 期 目 標 C	不 適 用 D
26. 落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現(例如：科學認知、探究能力與科學態度等)。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
27. 評估培龍計畫、減 C 計畫的實施成效，研擬針對低成就生的扶助措施。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
28. 在國中小彈性課程內具體規劃及實施探究與實作課程，以提升學生科學素養。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
29. 解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施進行(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源 等)。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
30. 落實國小高年級教師教學分科化的執行(教自然、數學科目的教師皆須有專業認證)。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
31. 加強巡迴教師的機制，確保各偏鄉學校皆有合格的自然(數學)科教師。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
32. 招募退休教師赴偏鄉教學，以解決偏鄉專業教師不足的現象。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
33. 提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
34. 研發、推展與評估適合偏鄉地區所需的教材、教法與評量。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
35. 找出有效教師社群模式以強化偏鄉教師落實科學教育探究與實作的課程教學。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
36. 檢討與修訂吸引教師偏鄉教學與留任意願之相關法規。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
37. 辦理可促進中小學學生學習表現(探究能力與科學態度)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
38. 研發與推展有效提升國中中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
39. 開發線上資源與數位學習平台，以提供中小學生自主學習並降低城鄉差距。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
40. 提供有助於中小學高成就生從事科學及數學學習的資源和學習動機，吸引其進入數學及科學領域發展。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
41. 促進各學校與鄰近博物館等社教機構形成夥伴關係，以豐富教學與資源社區共學。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

填答說明： 議題 以下所列教師包含數學教師、科學教師 1. 依您目前的感受是否與句中描述一致。 2. 請 1-5 給分，分數越大表示句中所描述的情形越符合現況，請依您的感受勾選最適合的選項，請依急迫程度勾選短期(1-4 年)、中期(5-8 年)、長期(9 年以上)目標。 3. 短期目標指最近 1-4 年內須執行之計畫/中期目標指在第 5-8 年執行之計畫/長期目標指在第 9-12 年執行之計畫。	非 常 重 要 5	重 要 4	無 意 見 3	不 重 要 2	非 常 不 重 要 1	短 期 目 標 A	中 期 目 標 B	長 期 目 標 C	不 適 用 D
42. 結合社教單位(如博物館)與民間等資源，協助各級學校提升學生的學習表現與科學素養。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
43. 統整歷年來科學(數學)教育具教學成效之研究成果與教材建置為資源網，並有效推廣到全國。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
44. 研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
45. 透過中小學科學(數學)教育跨國合作與交流，瞭解國際科學(數學)教育的發展與作法。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
46. 建立以證據為主的評估模式，定期檢核與修正推廣計畫的實施成效與方向。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
47. 國內大型評量試題(如國中會考、學科能力測驗等)之情境內容應考量城鄉文化差異。	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

附錄五-1、德菲調查法研究結果（含短中長期目標）（N=37）

題號	題目	重要性		目標				
		平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)	短期 (%)	中期 (%)	長期 (%)	不適用 (%)	眾數
1.	提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。	4.97	0.16	94.6	8.1	2.7	0	短期
2.	落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現(例如：學習內容，探究能力與科學的態度與本質等)。	4.95	0.23	75.7	18.9	10.8	0	短期
3.	師培機構應規劃及教導與課綱相關(含探究與實作)之知能。	4.92	0.28	89.2	16.2	2.7	0	短期
13.	辦理可促進中小學學生學習表現(例如：探究能力與科學的態度與本質)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。	4.84	0.37	91.9	8.1	0	0	短期
11.	研發與推展有效提升國中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。	4.76	0.44	78.4	18.9	8.1	0	短期
12.	加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	4.73	0.56	64.9	32.4	5.4	2.7	短期
17.	提供相關資源(例如：線上研習、巡迴教師制度、史懷哲精神教育服務計畫等)於偏鄉或文化不利之區域，解決專業數學與科學教師不足的問題。	4.73	0.51	75.7	21.6	2.7	2.7	短期
20.	精進研習活動內容與執行方式，緊扣課綱課程目標、學習內容和學習表現等精神。	4.73	0.45	94.6	8.1	0	0	短期
19.	提高偏鄉教師薪資或增加公費生的名額，提升科學(數學)教師到偏鄉教學的意願。	4.68	0.67	62.2	24.3	13.5	8.1	短期
23.	解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源等)進行。	4.68	0.58	24.3	73.0	10.8	2.7	中期
22.	研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。	4.59	0.69	13.5	54.1	35.1	5.4	中期
4.	整合中小學探究與實作教學資源(例如：人力、教材或數位資源等)，以利探究與實作的全面落實。	4.57	0.77	54.1	43.2	5.4	2.7	短期
5.	透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。	4.54	0.61	70.3	24.3	10.8	2.7	短期
7.	找出有效教師社群專業成長模式以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	4.49	0.61	56.8	43.2	5.4	0	短期

題號	題目	重要性		目標				
		平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)	短期 (%)	中期 (%)	長期 (%)	不適用 (%)	眾數
15.	研發與推展提升國中小低成就學生學習表現(學習的內容，探究能力與科學的態度與本質)與學習動機之教材與教法，並舉辦教師研習活動落實於學校中。	4.49	0.61	67.6	29.7	8.1	2.7	短期
27.	提供有助於中小學高成就生從事數學及科學學習的資源並提高其學習動機，以吸引他們未來進入數學及科學領域發展。	4.49	0.69	13.5	75.7	18.9	2.7	中期
21.	落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	4.43	1.04	81.1	8.1	2.7	10.8	短期
8.	推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	4.41	0.50	78.4	32.4	0	0	短期
24.	建立以證據為主的評估模式，定期檢核與修正推廣計畫的實施成效與方向。	4.38	0.49	8.1	73.0	10.8	2.7	中期
9.	落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。	4.35	0.86	54.1	40.5	5.4	5.4	短期
16.	提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	4.35	0.54	48.6	48.6	5.4	2.7	短期 中期
18.	研發、推展與評估適合偏鄉或文化不利地區所需的教材、教法與評量。	4.32	0.58	10.8	83.8	5.4	2.7	中期
26.	統整歷年來具教學成效之科學(數學)教育研究成果與教材建置為資源網，並有效推廣到全國。	4.22	0.58	18.9	70.3	13.5	0	中期
25.	透過中小學科學(數學)教育跨國合作與交流，瞭解國際科學(數學)教育的發展與作法。	4.16	0.50	13.5	21.6	70.3	2.7	長期
14.	結合社教單位(如博物館)與民間等資源，協助各級學校提升學生的科學素養。[註：科學素養包含科學知識，探究能力與科學的態度之整合成為可評量的行動。因此包含課綱所強調的學習表現。此題的主要目的是透過社教單位的資源協助學校來提升學生的科學素養。]	4.14	0.48	10.8	81.1	13.5	0	中期
6.	建立跨域(跨計畫，跨中心等)的合作模式，有效推廣探究與實作之精神。	4.11	0.52	21.6	75.7	8.1	2.7	中期
10.	鼓勵各級教師研發跨文化的探究與實作教材，培養學生發展具備多元文化理解的問題解決能力。	4.00	0.67	8.1	32.4	62.2	8.1	長期

附錄五-2、問卷調查法研究結果（含短中長期目標）（N=361）

目標	題號	題 目	重要性	
			平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)
短期目標	1.	提升中小學在職與職前教師探究與實作之教學與評量知能。	4.73	0.56
	2.	發展數位教學方式，提供教師落實探究與實作的精神。	4.27	0.76
	3.	開發符合課綱之探究與實作教學模組，供中小學教師參考。	4.48	0.75
	4.	推動中小學跨領域探究與實作教案設計，及教學與評量知能的研習。	4.40	0.72
	5.	透過實體和數位並行的方式，推展中小學教師探究與實作教學與評量知能。	4.36	0.66
	6.	持續辦理教師實驗技巧與實作研習活動，以提升中小學自然科教師的實驗與實作能力。	4.51	0.65
	9.	整合過去國科會(科技部)、教育部執行探究與實作與跨領域計畫所產出的教案(案例)，建立特定的資源網，提供教育工作者參考。	4.13	0.80
	10.	提供經費以落實中小學之探究與實作及實驗教學。	4.55	0.69
	11.	提供實驗器具與材料，減輕教師進行探究與實作教學之額外負擔。	4.43	0.83
	12.	主要負責管理實驗、探究與實作課程教材、教具之教師應減授時數或加薪。	4.31	0.74
	13.	全面落實課綱中明訂的中小學探究與實作教學的授課時數與評量說明。	4.21	0.87
	14.	落實檢核中小學教師在職進修探究與實作研習時數，確保一線教師都能具備教導探究與實作之知能。	4.32	0.73
	15.	精進研習活動的內容與執行方式緊扣課綱教育目標、學習內容和學習表現等精神。	4.48	0.68
	18.	師培機構應規劃及教導與 108 課綱相關(含探究與實作)之知能。	4.31	0.78
	19.	師培課程開設之科目其課程綱要與學分數應經審核單位審核，確認符合 108 課綱教學所需知能。	4.61	0.60
	20.	師培課程之授課講師須對 108 課綱有深入的理解。	4.27	0.83
	21.	落實探究與實作的評量，於中小學段考，學測，會考中。	4.38	0.70
	22.	開發及推廣多元評量試題供教師參考，深化中小學教師對素養評量的理解及運用。	4.14	0.86
	23.	收集與檢核中小學自然科與數學科段考試題，從中選拔出符合 108 課綱精神 之優良試題供全國教師參考。	4.41	0.66
	24.	加強情境化教材與教法的研發與推廣，強化學生學習與真實生活緊密連結，以提升學生學習動機及科學素養。	4.32	0.72
	25.	研發與推展提升國中小低成就學生學習表現與學習動機之研習與活動。	4.24	0.83
	29.	解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施進行(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源等)。	4.28	0.86

目標	題號	題 目	重要性	
			平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)
	30.	落實國小高年級教師教學分科化的執行(教自然、數學科目的教師皆須有專業認證)。	4.21	0.83
	31.	加強巡迴教師的機制，確保各偏鄉學校皆有合格的自然(數學)科教師。	3.94	0.95
	32.	招募退休教師赴偏鄉教學，以解決偏鄉專業教師不足的現象。	4.26	0.84
	36.	檢討與修訂吸引教師偏鄉教學與留任意願之相關法規。	4.37	0.70
	37.	辦理可促進中小學學生學習表現(探究能力與科學態度)之教師研習，並提供可落實於學校所需的資源。	4.37	0.70
	38.	研發與推展有效提升國中小學生科學與數學學習動機之教材與教法。	4.19	0.83
	47.	國內大型評量試題(如國中會考、學科能力測驗等)之情境內容應考量城鄉文化差異。	4.73	0.56
中期目標	7.	找出有效教師社群專業成長模式，以強化在職教師落實探究與實作相關課程所需之專業知能。	4.34	0.66
	8.	建立區域性之探究與實作中心，促進中小學教師的交流、互動與成長。	4.15	0.77
	11.	提供實驗器具與材料，減輕教師進行探究與實作教學之額外負擔。	4.49	0.73
	16.	制定在職教師專業成長檢核機制，以提高科學與數學教師參加專業成長的比例。	4.00	0.88
	17.	建立跨域(跨計畫，跨中心等)的合作模式，有效推廣探究與實作之精神。	4.07	0.75
	26.	落實各級學校探究與實作課程，以提升學生的學習表現(例如：科學認知、探究能力與科學態度等)。	4.45	0.63
	27.	評估培龍計畫、減C計畫的實施成效，研擬針對低成就生的扶助措施。	4.1	0.88
	28.	在國中小彈性課程內具體規劃及實施探究與實作課程，以提升學生科學素養。	4.14	0.84
	29.	解決國小教師科學與數學專業知能不足與學用不一的問題，可透過多元配套措施進行(例如：教師多元專長認證制度、提供教學相關模組、線上資源 等)。	4.24	0.83
	33.	提升中小學老師對素養評量的理解與應用，宜提供多元文化情境，以降低城鄉文化差異造成的學習不平等。	4.18	0.72
	34.	研發、推展與評估適合偏鄉地區所需的教材、教法與評量。	4.14	0.81
	35.	找出有效教師社群模式以強化偏鄉教師落實科學教育探究與實作的課程教學。	4.19	0.74
	39.	開發線上資源與數位學習平台，以提供中小學生自主學習並降低城鄉差距。	4.18	0.78
	40.	提供有助於中小學高成就生從事科學及數學學習的資源和學習動機，吸引其進入數學及科學領域發展。	4.26	0.73
	41.	促進各學校與鄰近博物館等社教機構形成夥伴關係，以豐富教學與資源社區共學。	4.17	0.72

目標	題號	題 目	重要性	
			平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)
	42.	結合社教單位(如博物館)與民間等資源，協助各級學校提升學生的學習表現與科學素養。	4.16	0.70
	43.	統整歷年來科學(數學)教育具教學成效之研究成果與教材建置為資源網，並有效推廣到全國。	4.08	0.76
	46.	建立以證據為主的評估模式，定期檢核與修正推廣計畫的實施成效與方向。	3.96	0.77
長期目標	44.	研議中小學教師分級制度，並依據不同級別教師需求設計教師專業成長課程，以促進各級教師的專業成長。	3.87	1.07
	45.	透過中小學科學(數學)教育跨國合作與交流，瞭解國際科學(數學)教育的發展與作法。	3.89	0.85