

教育部 114 學年度科學教育專案 年度期中報告綱要

計畫編號：100

計畫名稱：SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科探究與實作及應用之創新課程

研發與實驗研究（第二年）

主 持 人：吳和桔 (tg02@nssu.kksh.kh.edu.tw)

執行單位：國立中山大學附屬國光高級中學

壹、計畫目的及內容

一、計畫名稱：

SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究

二、研究計畫背景與目的及內容

(一)研究計畫之背景

由於國內外正以聯合國永續發展目標SDGs (Sustainable Development Goals) 積極進行具體行動；此外，亦以「素養(Competencies)」及「STEAM」為教育核心，來思考國民教育課程的發展，期兼顧學習者的自我實現及社會的優質發展，例如：OECD(經濟合作與發展組織, 2016)的「核心素養」結構模型、我國十二年國民基本教育新課綱所強調的「核心素養」及各國「STEAM」教育議題…等。

在前述國內外發展趨勢與本校前期計畫(110~112 學年度:具 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究)成果基礎下，現今提出「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」，期對應聯合國永續發展目標，幫助師生瞭解國際各項重大議題，並回應到課程發展與設計，讓學生瞭解國際趨勢，並發展能夠應變未來世代各項課題的「素養」及「能力」，希冀以「教育」達成永續發展目標(Education for Sustainable Development Goals)。相關背景分述如下：

1.永續發展目標 SDGs (Sustainable Development Goals)

2015 年聯合國成立 70 週年之際，發表「翻轉世界：2030 年永續發展議程(Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development)」文件，作為行動指引，並提出在未來 15 年間，人類邁向永續發展是需要關注環境、經濟與社會平衡。永續發展包含五個人類關鍵面向的課題，包含人(People)、地球(Planet)、繁榮(Prosperity)、和平(Peace)、夥伴關係(Partnership)(圖 1、2、3)，並促使全球團結努力，以兼顧「經濟成長」、「社會進步」與「環境保護」三大面向(圖 4)，期盼至西元 2030 年時能夠消除貧窮與饑餓，實現尊嚴、公正、包容的和平社會、守護地球環境與人類共榮發展，以確保當代與後世都享有安居樂業的生活。最後提出「永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)」，包括 17 項核心目標(Goals)及 169 項具體細項目標(Targets)，並於 2017 年再建立 232 項指標用來衡量實踐情形，指引全球共同努力、邁向永續。



圖 1:聯合國「永續發展-5P's」



圖 2:聯合國「永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)」



圖 3:聯合國「永續發展目標 SDGs」同心圓



圖 4:聯合國「永續發展目標 SDGs」兼顧「經濟成長」、「社會進步」與「環境保護」

我們的家園-**臺灣**，也正面臨各種轉變，例如:人口結構老年比率上升、氣候變遷影響民生及安全、智慧產業與綠色能源興起導致產業變化，青年就業率等問題，都將考驗著臺灣未來世代的應變能力，有鑒於此行政院國家永續發展委員會，依循「2050 世界願景-The World in 2050 (TWI2050)」，(圖 5)」於 2018 年 12 月提出「臺灣永續發展目標」，並提出臺灣六大轉型領域，包括「強化人力資源能力」、「循環經濟」、「能源轉型加速去碳化」、「永續食農系統與生態保育」、「智慧城鄉」與「永續導向的數位化革命」，隨後也提出國家永續發展願景與策略綱領(圖 6)，以連結上述國際推動永續發展的趨勢。



圖 5:六大轉型行動領域 (TWI2050, 2018)

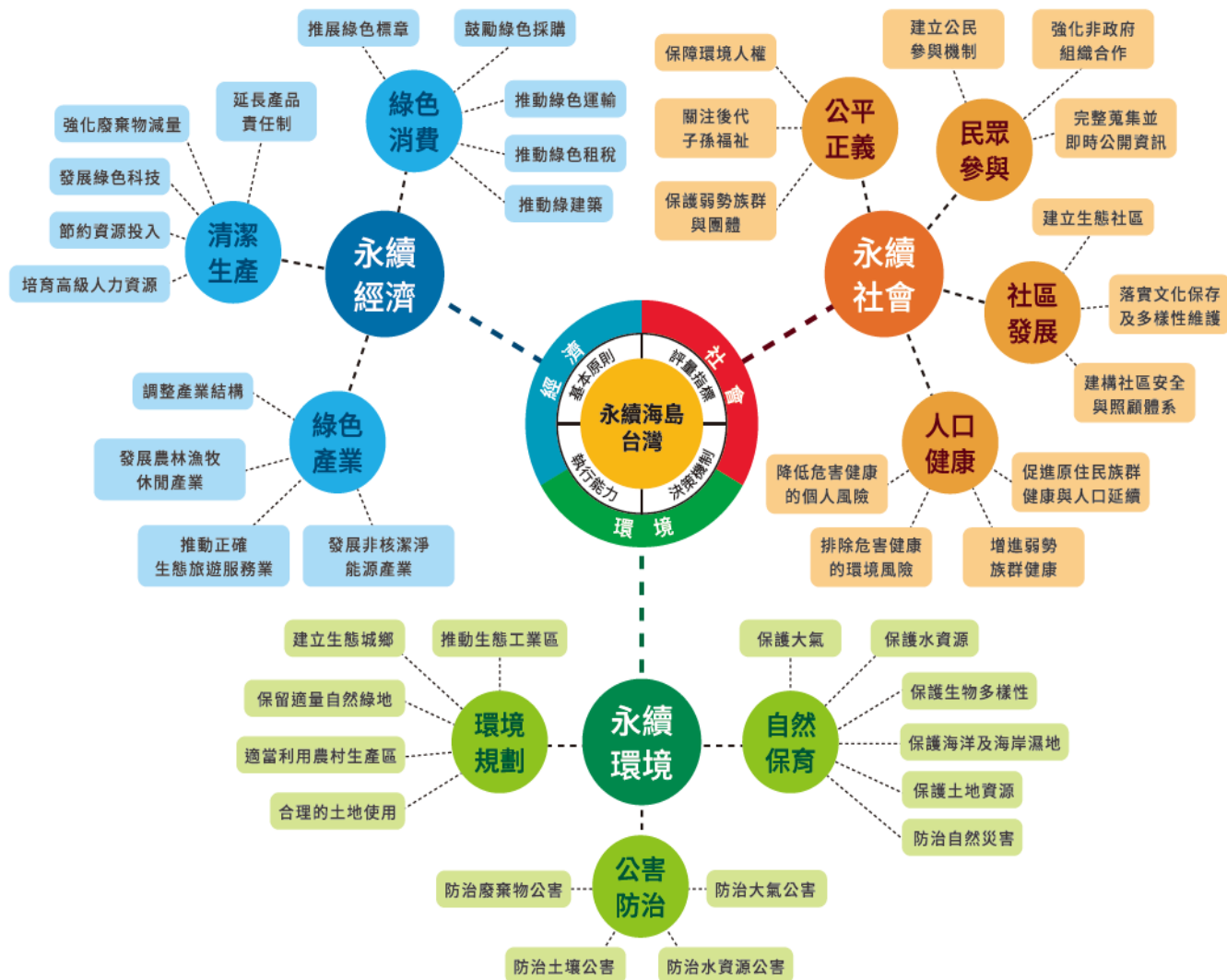


圖 6: 臺灣 21 世紀議程國家永續發展願景與策略綱領架構圖)

2. SDGs 與教育的關係

學校是學生學習知識、技能、情意…等重要的場域，透過學校教育加強推動「永續發展」教育，實現環境的完整性、經濟的可行性及社會的公正性。因此，2019 年，教育部「永續發展目標教育手冊」中，將其分為七大面向：人力資本、循環經濟、能源轉型加速去碳化、永續食業生態保育、智慧韌性城鄉、數位革命、跨域整合，以對應聯合國 17 項永續發展目標。

108 課綱強調培養學生的「核心素養」，以及促進終身學習與公民參與，其與 SDGs 中的教育目標和價值觀有相當程度的契合。108 課綱推廣「素養導向」學習和「批判思考」，以培養學生「解決問題」的能力。而 SDGs 提供了眾多全球性的實質問題作為探討和解決的對象，有助於培養學生的「問題解決」與「批判思考」能力。因此，可將 SDGs 融入教學，讓課程內容有可能更好地與學生的生活接軌，提高學習的實用性和意願，並促進學生全面的素養發展。透過與生活緊密結合的教學策略，可以促使學生更好地理解 and 應用所學的知識，並培養他們的生活能力和社會參與意識。尤其是將「科學探究」與「科技實作」及「問題解決」的素養與能力，轉變為與現代生活緊密相連的具體實用學習，使學生能在學校學習的同時，也能更好地理解 and 應對現代生活的挑戰和需求。

3. OECD（經濟合作暨發展組織, 2016）所定義素養除了需考量是每位國民都需具備，且其定義內容需與生活面向有關，包括辨識、理解、解釋、創新、溝通、計算、使用不同內容與形式的印刷或書寫文件的能力。更重要的是期使個人能透過不斷學習，持續發展新知識與能力，以達成個人目標並增加社會參與。因此，OECD 將素養能力分成三股(三個面向)，分別為**認知(Knowledge)**、**技能(Skills)**、**態度與價值(Attitude & Values)**，其中**認知**又細分三種：分別為**學科知識**、**跨學科知識與實用知識**；**技能**又細分為：**認知與後設認知技能**、**社會與情緒技能**、**勞動與實用性技能**。OECD 素養即是這三者揉合交織而成，在學習的過程中，透過行動(Action)整合學習，不斷地深化探究並厚實素養。



圖2.1: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)(2016)

世界各國 (彙整)	自主	互動	共好
Attitude態度	品格 自重、毅力、誠實、自省、積極	誠實、關懷、包容 尊重、公平、同理 責任、有彈性	道德、社會正義 愛鄉愛民、關懷自然 參與公共事務 尊重包容多元文化
	人我 傾聽、開放、覺知、彈性		
	未來 好奇、好學、努力、勇氣、目標導向		
Skill技能	傾聽、創新 規劃制度、自我管理、自我精進、解決問題	溝通協調、人際關係運用 傳媒、團隊合作	領導能力、社會參與 組織群眾、公眾事務應用 科技擴大社會決策參與
Knowledge 認知 <small>陳佩英、鄭毓瓊、鄭美瑜整理與製作</small>	邏輯推理、獨立思考 跨域能力、批判思考 符號運用、系統思考 設計思考、解決問題 生命體悟	媒體識讀、資訊素養 情緒智慧、换位思考 美感素養、符號運用	美感素養 科技倫理、文化鑑賞 公民素養、文化素養 社會規範、環境永續 全球國際觀

圖2.2: 世界各國之素養內容彙整圖表(陳佩英、鄭毓瓊、鄭美瑜整理繪製)

4. 十二年國民基本教育所強調的「**核心素養**」是指一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。「**核心素養**」強調學習不宜以學科知識及技能為限，而應關注學習與生活的結合，透過實踐力行而彰顯學習者的全人發展。



圖2.3:十二年國民基本教育核心素養之三面九項轉輪圖

(陳佩英、鄭毓瓊、鄭美瑜整理繪製)

5. 十二年國民基本教育自然科學領域核心素養的內涵包含：（一）提供學生探究學習、問題解決的機會並養成相關知能的「探究能力」；（二）協助學生了解科學知識產生方式和養成應用科學思考與探究習慣的「科學的態度與本質」；（三）引導學生學習科學知識的「核心概念」。藉由此三大內涵的實踐，培育十二年國民基本教育全人發展目標中的自然科學素養；同時，自然科學領域核心素養中注重觀察、邏輯思考、推理判斷，學生以此為據，進而習得知識規劃實驗操作，以達解決問題能力之培養等內涵，符合「自主行動」之「系統思考與問題解決」、「規劃執行與創新應變」之項目。自然科學領域學習重點涵蓋科學核心概念、探究能力、科學的態度與本質等三大範疇。「探究能力」及「科學的態度與本質」兩個向度為各階段學生的「學習表現」，而「科學核心概念」則呈現各學習階段具體的科學「學習內容」。其中「學習表現」與「學習內容」兩者關係至為密切、互為表裡。前者為預期各學習階段學生面對科學相關議題時，展現的科學探究能力與科學態度之學習表現。後者則展現本階段學生，認識當前人類對自然世界探索所累積的系統科學知識，也是作為探究解決問題過程中必要的起點基礎。自然科學課程應引導學生經由探究、閱讀與實作等多元方式，習得科學探究能力、養成科學態度，以獲得對科學知識內容的理解與應用能力。

6. 根據針對15 歲學生為評量對象的「國際學生評量計畫」(Program for International Student Assessment, PISA) 定義「科學素養」是指「一個人可以運用一定的科學知識來確認問題，獲取新知，解釋科學現象，而且對於一些和科學有關的議題能夠做出以證據為依歸的結論，除此之外，他也應該知道「科學」是一種人類知識與探究的形式，也明白「科學」與「技術」是如何地在形塑我們的物質、知識以及文化環境。PISA 對科學素養定義(三種能力決定科學素養，PISA, 2015):<1>科學地解釋現象(Explain phenomena scientifically) <2>評估與設計科學探究(Evaluate and design scientific enquiry) <3>科學地詮釋數據與證據(Interpret data and evidence scientifically)。

在此同時，十二年國教課程之自然科學領域綱要中，也將「科學素養」定義為「使學生具備基本科學知識、探究與實作能力，能於實際生活中有效溝通、參與公民社會議題的決策與問題解決，且對媒體所報導的科學相關內容能理解並反思，培養求真求實的精神。」。由此可知，「科學素養」除了包括與科學相關的一些重要概念理解之外，也應該具備科學相關的基本語言與文字能力，以便針對相關的議題進行批判思考，與人溝通，甚至參與辯論（Hand, Prain, & Yore, 2001）。Yore和Treagust（2006）也認為，「科學素養」的提昇其實就應該包含人們在各類科學論述當中可以「閱讀與寫作」的能力，因為我們必須熟悉科學語言的使用方式，才能發揮批判思考的能力；也才能進一步了解科學的本質，科學的重要概念，甚至理解科學、技術、社會與環境等向度之間交互作用的相關性（圖2.3）。

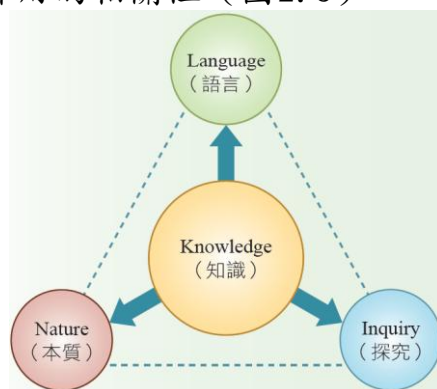


圖 2.4: 科學素養與閱讀素養的 LINK 連結
(Language/Inquiry/Nature/knowledge of Science)

7. 近年「翻轉」教育興起，「教學」不再只是老師對學生的知識傳遞，老師的角色也從權威的「指導者」轉化為「引導者」、「促進者」和「協助者」，以啟發學生思維，師生也有更多互動。Borich(1992)指出「提問」能將老師所欲呈現的教學內容和學生的現有理解搭起橋樑。提問是西方教學中最常用且最有效的教學技巧之一(張玉成，1999)。我國教育學家孔子也總是以提問方式開始師生之間的對話。

引導提問具有多樣性的功能，透過教師的提問能影響學生的態度、思考層次與學習成就。教師也可利用提問來增加學生的興趣和參與的動機、引導學生產生高層次的思考、活化課堂上的氣氛、刺激更多不同思維的可能、集中學生的注意力、診斷學生/檢視學習者，對於基礎知識與延伸知識的擴及程度、幫助學生發展概念或現象之間的關係、回顧或總結課程，以檢核學生的理解、評估學習成就(Martin, Sexton, Wagnef & Gerlovich, 1998)。

8. 目前網路的全球化使國際競爭力進入創新能量(innovation)的展現，當我們思考如何培育新世代的創新能力時，回顧傳統教育歷程，常因欠缺「探究與實作」的課程，其也間接影響國家競爭力，因而出現今日的「翻轉」教育與「maker」教育。Maker 常翻譯為自造者或創客(有過客之意)，在此特稱之為「自造家」(有專家之意)。Maker 風潮-從「想」到「做」是目前最熱門話題，也被視為啟動未來創新的重要角色。「maker(自造家)」不只是DIY，也不只是3D列印或雷射切割與Arduino，它將帶動

未來生活型態的改變。這股「探究與實作」及「Maker」風潮正吹向台灣，而台灣深厚的**資通訊(Information and Communications Technology, ICT)基礎**，可激勵更多創意和創業的發展，成為產業轉型升級的重要助力。此時，「**探究與實作及應用**」和「**Maker**」精神(研習、創作、分享)與「作(實作)、用(使用/操作)、想(發想/創意)」及「學(自學/共學)、思(思辯)、達(表達/展演)」**教育的落實**，將成為影響未來競爭力的關鍵，並可迎接「**人工智慧大戰，搶攻科技未來**」的挑戰。

9. STEAM

(1)STEAM緣起

STEAM是5大學門Science(科學)、Technology(科技)、Engineering(工程)、Art(藝術)、Mathematics(數學)的縮寫與簡稱，也是當今國內外熱門的新興教育議題與趨勢。

STEAM教育的前身是STEM，起源於1986年美國國家科學委員會(National Science Board)在「Neal Report: undergraduate education statement」提到科學教育的改革。其提出由科學、科技、工程和數學整合的STEM教育模式，其建議系統化地培養科技人才、工程師、科學家及數學家，並作為美國國家競爭優勢的發展方向(國家競爭法案，America COMPETES Act)。所謂「國家競爭法案(America COMPETES Act)」，原文是 America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education, and Science Act(全美積極提升卓越科技、教育和科學法案)；2011年美國Georgette Yakman及Maeda 皆提出STEAM教育，即在STEM 教育的基礎上加入藝術的教育理論，以表現人類獨有的情感和創意，打造機器人搶不走的創造力，於是美國開始STEAM教育(陳怡倩，2017；Ayres, 2011; Maeda, 2013)。南韓、新加坡也積極推動STEAM 教育，中國在2015年也將STEAM列為國家教育的重要方針，**台灣也在2018年將STEAM落實於十二年國教之中**(邱紹雯、許家齊、賓靜蓀，2017)。

(2)STEAM本質

STEAM教育的本質在於讓學生在真實的解決問題歷程中，培養創造思考、批判思考及問題解決時所需要的後設認知能力，同時將歷程中為了解決問題而習得的知識持續地進行學習遷移與意義化，其習得的知識與技能是完整且跨領域。亦即STEAM 統整學科知識的分際，將知識的獲取、方法與工具的應用、創新生產的過程以及情感、態度進行了動態的整合，在培養學生創新思維與實踐能力的同時，也展現出一種跨領域的融合創新。此外，由於 STEAM 具有跨領域的融合創新與務實的特性，不但拓展專業領域範圍，也帶動創業與產業創新(張玉山及楊雅茹，2016)。**STEAM 強調打破不同學科間的壁壘，並融入現代生活的科技，使其能更貼近下個世代的人才需求**(陳冠宏，2018)。在跨學科跨領域整合的教學架構下，學生專心在特定的主題上，而不被侷限在單一學科，讓學生能學習到完整的知識，進而統整應用、增加解決問題能力，並提升批判思考能力，以利培養學生的創新、設計、動手實作能力以及跨界溝通的能力(朴美善，2014；梁森山，2017)。現在的世界已是數位化的世界，

產業的變革對人才的需求越趨專業化，以及具備批判思考能力、溝通能力以及解決複雜問題能力，STEAM 教育承擔著培育這類人才的重任及意義（白依寧，2017）。

(3)STEAM 圖像

目前STEM 教學的**實證研究**(Evidence-based research, EBR)顯示，其有助於提高學生的學習意願(Olds, Patel,Yalvac, Kanter, & Goel, 2004)、動機和興趣(Fang, 2013; Feldman, Sternheim, & Adams,2008)、成績表現(Klein & Sherwood, 2005)、溝通和合作技巧(Zarske, Kotys-Schwartz,Sullivan, & Yowell, 2005)、擬定解決生活問題的計畫和任務(Zarske et al., 2005)、培養創新並與真實世界接軌(Watters & Diezmann, 2013)。

美國教育學者Yakman（2010）所領導的團隊提出一個五層「金字塔」狀的立體**STEAM 圖像框架**(圖2.5)。此**圖像框架**陳述**STEAM**從最底層的廣域真實情境之具體內容到最上層的整體最終目標。其各層級由下而上之意分別為：**第一層是具體內容**(content specific)層級，其具有科學、科技、工程、藝術和數學等學科特點的課程內容；**第二層是特定學科**(disciplines specific)層級，主要是深入探討不同領域內容的學科；**第三層是「STEM + A」是多學科**(multidisciplinary) 層級，主要是藝術的融入，以呈現藝術與人文內涵；**第四層是整體綜合層級**(integrative)，強調STEAM 教育在科學、科技、工程、藝術和數學等跨學科視角下，發現問題後，以具有藝術與人文內涵之跨領域整合實踐方案解決問題；**第五層是STEAM教育所設定與期待的整體全面的終極目標**(life-long lifelong holistic)，即培養學生終身學習的知能和情意，以適應社會變化。

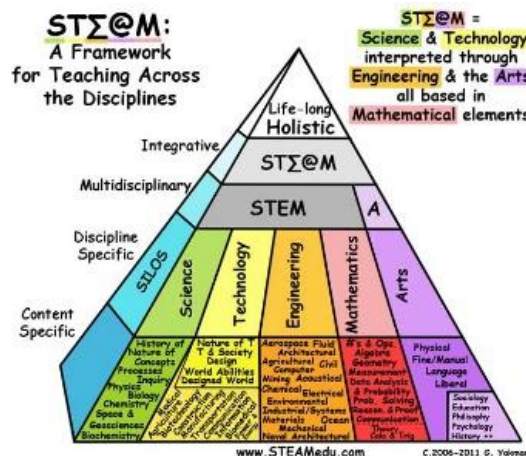


圖 2.5: STEAM 教育圖像框架

資料來源：取自 Yakman（2010）；STEAM Education（<https://steamedu.com/>）

(4)STEAM 教育

目前STEM 教學的**實證研究**(Evidence-based research, EBR)顯示，其有助於提高學生的學習意願(Olds, Patel,Yalvac, Kanter, & Goel, 2004)、動機和興趣(Fang, 2013; Feldman, Sternheim, & Adams,2008)、成績表現(Klein & Sherwood, 2005)、溝通和合作技巧(Zarske, Kotys-Schwartz,Sullivan, & Yowell, 2005)、擬定解決生活問題的計畫和任務(Zarske et al., 2005)、培養創新並與真實世界接軌(Watters & Diezmann, 2013)。

在STEAM 教育中，**科學**支援人們認識世界的規律，**工程和科技**支援人們根據社會需求改造世界，**藝術**說明人們以美好的形式豐富世界，**數學**則為人們發展和應用

科學、工程、藝術及科技提供思維方法和分析工具（趙慧臣、陸曉婷，2016）。

STEAM 與 Maker(创客)已成為目前教育熱搜的關鍵字。STEAM 與 Maker 之間有何異似之處？一般而言，STEAM 與 Maker 最大的相似之處，就是皆強調研習、創新/創造/創作、分享；然而，STEAM 更強調知識的積累、知識的學習與背後蘊含的知識，其是否持續性的創新/創造/創作，根源在於是否有紮實、豐富的學識基礎；若沒有學識(學問知識)作基礎，那就無法持續四創(創新/創造/創作/創業)。STEAM 和 Maker 的結合是讓學生在解決問題過程中，探究、精熟解決問題所需要的知識與技能，同時強化自我效能及團體歸屬感的建立(Harvard Graduate School of Education, 2015; Martin, 2015)。因為在解決問題時，學生的思考活動與相應的抽象概念會被解決問題之動機激發，對抽象概念與真實經驗進行反覆驗證並完成概念遷移與概念意義化。

教育家蒙特梭利說：「我聽見了，但忘了；我看到，就記得了；我做過，我就懂了(I hear, I forget. I see, I remember. I experience, I understand. -Dr. Maria Montessori)」。所以，目前常用的 STEAM 教學方式是以動手做(hands-on)、做中學 (Learning by doing) 或「Maker(创客)」為主，並以專案(或稱專題)導向學習(Project-Based Learning)或問題導向學習(Problem-based learning)進行。所謂專案導向學習 (Project-Based Learning)是指基於建構主義理念的一種學習方式，其目的在消除在學習後知識僵化的現象，藉由專題安排複雜且真實的任務，統整不同學科領域知識的學習，學習者經由一連串的探索行動，以及合作學習的情境，學習問題解決的知能以及知識活用的技能(國家教育研究院)。所謂問題導向學習(Problem-Based Learning)是指以學習者為中心並利用真實的問題來引發學習者討論，透過老師決定教學目標與進行問題的引導，藉由小組的架構培養學習者的思考、討論、批判與問題解決能力，有效提昇學習者自主學習的動機，並進行目標問題的知識建構、分享與整合(國家教育研究院)。

專案導向學習與問題導向學習的特性，在此兩種教學法中會出現許多子問題或子任務，此時教學者可依學習者的既有知識來新增、刪減、調整子問題或子任務的難度，以達到適性的教學效果。因不同的學生，有不同的先備知識與經驗，所以每個學生在解決問題的歷程中未必需要相同的知識與技能，只有當遇到解決問題困境時，學生才需要主動尋找自己所需要的解決問題之知識或技能。

美國馬里蘭大學的 Michael G. Pecht 教授提出 2 種 STEAM 教育課程模式，分別是相關(或稱為多學科，multidisciplinary)課程與廣域課程(broad field curriculum)或稱為跨學科(transdisciplinary)課程。相關課程是將各科目保留為獨立學科，但各科目教學內容的安排注重彼此的聯繫，以此建立 STEAM 教學模式；廣域課程則取消了學科之間的界限，並以來自真實生活的科技問題融入學生對社會、政治、經濟、國際關係及環境...等議題/問題的學習，不再帶有單一學科痕跡，而將所有學科內容整合到新的學習領域(議題導向)，以此建立 STEAM 教學模式。所謂廣域課程(國家教育研究院)是指比較寬廣的課程領域，其統合較廣知識分支內各科目為課程內容。廣域課程是對傳統學科組織法的一種修正，其目的在打破原有學科組織的界限，消除傳統

分科的本位作風，將過去分割的知識融合統整為一體，除讓不同科目的內容建立起關係外，亦可讓學生對於整個較大的知識領域有統合的觀念。

簡言之，**STEAM 教育**不再強調傳統單一學科的獨立存在，而是將科學、技術、工程、藝術與數學等 5 大學科內容整合到新的學習領域，**即以多學科或跨學科的專題(或稱專案)、問題或真實生活的議題為導向，形成可解決真實生活問題功能的有系統組織結構的跨學科教育新模式。**

綜上所述，目前教育核心理念與趨勢，就是「素養」與「能力」的教育。各國皆積極推展跨學科整合性的**STEAM素養之科學探究與實作教育**，藉由提供學生統整性的學習經驗，培養學生解決真實世界問題的知識、能力及素養，並能積極反思、參與全球議題，以提升國際競爭力。

10. STREAMS 素養

傳統教育皆已涵蓋 STEAM 這五門學科，**為何再提出 STREAMS (Science 科學/學說/學理、Technology 科技/技術/技藝、Reading 閱讀文章/文獻回顧/發展方案、Engineering 工程/工作程序/標準作業程序<SOP>最佳化、Art/Aesthetics 藝術/美學/視覺<色彩/造型>/聽覺<音樂旋律/歌曲>/觸覺<人體工學>...感官知覺...感覺、Mathematics 數學、Society 社會/歷史/人文(文化、語文、故事)/地理/生態/環境)？**

計畫主持人 吳和桔老師所提出的 **STREAMS 教育之「心念(心思念頭)」**，主要是**有感於**學生的文本媒材「**閱讀**」與「**寫作**」能力和素養不足及關心周遭「**人文社會與生態環境**」動力不足，此 **STREAMS 教育中的 R(Reading，閱讀/閱讀文章/文獻回顧/發展方案)**正可**補強**學生的閱讀能力與素養及**最後的 S(Society 社會、歷史、人文<文化、語文、故事>、地理、生態、環境)**正可**喚醒**學生關心周遭「**人文社會與生態環境**」意念。

STREAMS 素養除了強調這 7 門學科之間的融合外，更著重於「**非認知能力**」的素養。所謂「**非認知能力**」是指學科知識以外的能力，例如：**毅力、信心、品味、自制力、溝通能力、團隊協作、主動學習**，「**運算思維**」也可歸類在「**非認知能力**」內。這些「**非認知能力**」也是四創(創意、創造、創新、創業)能力與終生學習及全人教育不可或缺的元素。

STREAMS 素養的獨特價值，不僅是 7 個學門領域範疇的**交集(教學起點是學生所熟悉的生活情境問題)**，更在於**其有系統有組織地統整跨域知能**，並提供真實生活的學習情境，進行高層次思維與積極情感的投入，解決真實世界的複雜問題，進而全面提升學生知識、能力與情意態度，以適應未知的未來生活與挑戰。其更符合 STEAM 教學圖像框架中的最頂層目標(life-long holistic)，更能**培養學生整體且全面的終身學習之知能與情意和素養。**

綜上所述，在前述背景下，提出本計畫「**SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究**」，其不僅揭示了將 SDGs 融入 STREAMS

教學的可能性，同時也為未來在此領域的研究和實踐提供了參考和啟示。希冀促進教育領域更廣泛地認識和實踐全球永續發展的理念，進而為培養具有全球視野和社會責任的未來公民奠定基礎。

(二)研究計畫之目的

由前述計畫背景可知：「**科學(science)**」是邁向永續發展目標 SDGs 的康莊大道，也是實踐永續發展目標 SDGs 的有效途徑，更是達成永續發展目標 SDGs 的必然要素，而「**STREAMS 教育**」更是達成永續發展目標 SDGs 的重要基石，可兼顧「環境、社會、經濟」三大面向，促進全球永續。

本計畫屬三年期計畫(113/8/1~116/7/31)，主要計畫內容是將 SDGs 融入並延續本校 107~109 與 110~112 學年度有關空氣污染防治與太陽能及無線電力傳輸(充電)…等環境議題相關之「**基礎科學、應用科學、社會科學**」之探究與實作成果，並著重在「環境、社會、經濟」向度與範疇，且將依前述「**基礎科學、應用科學、社會科學**」之探究與實作之成果，進一步緊密融合**科學(自然科學、社會科學)與科技**(IOT 物聯網、AI 人工智慧)，**進行真實情境的問題解決**(SDGs-13 climate action 氣候行動<空氣污染防治與淨化>、SDGs-7 affordable clean energy 可負擔的潔淨能源<太陽能/燃料電池>、SDGs-17 partnership for the goals 多元夥伴關係<校外推廣與分享>)，以**完備**整個「**科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究**」。此外，本計畫亦將進行校外推廣與分享前期之科學探究與實作成果，並建立與強化科學教育夥伴關係(新增海青商工、光榮國小、大社國小 3 校/延續鹽埕國中、一甲國中 2 校)，且進行**滾動式修正**，以**試煉**本校「**科學探究與實作及應用**」之成果。

今年所執行計畫是 114 學年度計畫期程(114/8/1~115/7/31)。其主要內容是以 SDGs-7 affordable clean energy 可負擔的潔淨能源(太陽光電)融入 STREAMS 素養內涵之**科學探究與實作及應用**，並延續前期有關**太陽光電**相關之「**基礎科學、應用科學、社會科學**」之探究與實作成果，且著重在「環境、社會、經濟」向度與範疇，進一步緊密融合「**自然科學**」與「**社會科學**」及「**科技應用**(IOT 物聯網、AI 人工智慧科技，例如：提問 ChatGPT 有關**潔淨能源**、太陽光電…相關問題與解方，並請 ChatGPT 提供參考程式碼、ChatGPT 融入科學閱讀與寫作…等)」，**以進行永續目標 SDGs-7 affordable clean energy 可負擔的潔淨能源之真實情境的問題解決**。此外，將繼續加深加廣**基礎科學探究與實作**之科研活動，後續再進行生活科技之「**太陽能光電板最大輸出功率**」之硬體設計與實作和資訊科技之「**太陽能光電板最大輸出功率**」之軟體程式設計與實作及專題作品彩妝與美化，最後完成

「SDGs-7 affordable clean energy 可負擔的潔淨能源(太陽光電)之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」，以符合真實情境之科學應用。

第三年將申請 115 學年度計畫期程(115/8/1~116/7/31)。其主要內容是以 SDGs-7 affordable clean energy 可負擔的潔淨能源(太陽能無線電力傳輸/燃料電池)融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用，並延續前期有關無線電力傳輸相關之「基礎科學、應用科學、社會科學」之探究與實作成果，且著重在「環境、社會、經濟」向度與範疇，進一步緊密融合「自然科學」與「社會科學」及「科技應用」(IOT 物聯網、AI 人工智慧科技，例如:提問 ChatGPT 有關潔淨能源、無線電力傳輸(無線充電/供電)/燃料電池…相關問題與解方，並請 ChatGPT 提供參考程式碼、ChatGPT 融入科學閱讀與寫作…等)」，以進行永續目標 SDGs-7 affordable clean energy 可負擔的潔淨能源之真實情境的問題解決。此外，將繼續加深加廣基礎科學探究與實作之科研活動，後續再進行生活科技之「太陽能無線電力傳輸 WPT」之硬體設計與實作和資訊科技之「太陽能無線電力傳輸 WPT」之軟體程式設計與實作及專題作品彩妝與美化，最後完成「SDGs-7 affordable clean energy 可負擔的潔淨能源(太陽能無線電力傳輸)之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」，以符合真實情境之科學應用。

綜觀本計畫三年期程(113/8/1~116/7/31)，其內容除延續與試煉前期(110/8/1~112/7/31)科學探究與實作之成果及繼續加深加廣自然科學探究與實作之科研活動外，並將「永續發展目標 SDGs」融入「STREAMS」教育，進階發展成自然科學、應用科學與社會科學底蘊內涵之計畫，以解決真實情境問題，即發展一套「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」模組，以完備整個「科學探究與實作及應用」之創新課程研發與實驗研究，並符合真實情境之科學應用與科技實作及問題解決。期在教育現場扎根 STREAMS 素養內涵，並為下一代的國際競爭優勢鋪路與啟航，以提升國際競爭力。

本計畫「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」，將以「科學始自好奇」與「科技始終來自人性」及「問題解決始終來自於找到生命出口」和「科學(science)是邁向「永續發展目標 SDGs」的康莊大道，也是實踐「永續發展目標 SDGs」的有效途徑，更是達成「永續發展目標 SDGs」的必然要素為理念」，並以「SDGs」為目標；同時，以「素養」為導向，輔以「文本媒材之閱讀視聽與寫作」為起點，並以「解決真實情境問題」為主軸，從「SDGs」出發，引導學生了解「永續發展目標 SDGs」、理解「科學」是達成 SDGs 重要角色、內化「STREAMS」素養內涵，進而解決真實世界的問題。課程活動設計將採用「以終為始」及「素養導向」設計並運用「POEC」探究教學法，將學習經驗整合、深化，以達「學習遷移」效果。在教學過程中，將以「學生學習」為中心，並適時提供「鷹架(scaffold)」，引導學生建構

自己特有的學習歷程樣態，以涵育學生自發(本體觀)、互動(認識觀)、共好(倫理觀)、利他(人際觀)、生活(生命觀)…等素養(素質涵養)，進而**培養學生「科學探究」與「科技實作」及「問題解決」能力**；計畫進行之同時，隨時進行滾動式修正，以發展校本特色課程，作為微課程、彈性學習課程、加深加廣課程、多元選修課程、社團活動、科學營隊活動…等課程的前導課程，期使學生將「**素養**」紮根於生活與文化之中並應用「**科學探究**」與「**科技實作**」的知能，進行「**問題解決**」。同時，藉不斷提升「**素養**」，貢獻於人類世界的環境保護、社會進步、經濟成長三個永續發展面向，以符應聯合國 2030 年永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 及聯合國教科文組織(UNESCO) 所提出的 8 項永續發展素養《永續發展目標教育：教學目標》(Education for SDGs: Learning Objectives, 2017)。

簡言之，本計畫「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」，**將 SDGs 與 STREAMS 整合**，並藉此機會播下「**素養**」和「**探究與實作**」及「**maker(創意自造家)**」種子，期在校園中萌芽、成長、茁壯，向下扎根，往上發展，提升學生「四創(創意、創新、創造、創業)」能力、涵育學生自發(本體觀)、互動(認識觀)、共好(倫理觀)、利他(人際觀)、生活(生命觀)；並在「**主觀、客觀、宏觀、達觀**」的生命發展歷程中，**成就每一個孩子**(適性揚才/終身學習)、啟發生命潛能、陶養生活知能、促進生涯發展、涵育公民責任、永續生態環境、社會進步、經濟成長，符應 12 年國民基本教育理念(自發、互動、共好)，達成全人教育目標；且在「**物性、人性、心性(良心善念)、靈性(靈犀靈感)**」的**人生感悟歷程**中，對「**時間的運用**」、「**生活的重點**」、「**生命的重心**」、「**人生的目標**」詮釋並體認「**生命的意義**」與「**生活的目的**」，享受生命的美好。換言之，本計畫之教學目標是以解決真實情境的「**生活問題**」為**知能目標**，並以(1)**引燃「終生學習」熱情**(2)**激發「動手實作」意念**(3)**享受「解決問題」喜悅**(4)**實踐「生命出口」信念**(5)**體現「合作學習」真諦**(6)**感受「專題作品」成就**(7)**累積「人生歷程」智慧**(8)**感悟「正面積極」人生觀與使命感為情意目標(人生觀感)**。

綜上所述，本研究計畫之目的簡列如下：

1.提升教師教學知能與素養

- (1)提升教師了解「SDGs」核心目標
- (2)提升教師將「SDGs」融入「STREAMS」素養內涵之課程設計能力與素養
- (3)提升教師選編科學閱讀文本媒材能力與素養
- (4)提教師科普文章寫作能力與素養
- (5)提升教師資訊科技運用能力與素養(ChatGPT…)**



例如：**影片** 以 ChatGPT 生成 ESP8266 LED DHT OLED arduino 程式碼 jack test ok 1121023

You Tube <https://youtu.be/bUczHfZRuCA>

以 ChatGPT 聊天對話 生成 ESP8266_LED_DHT_OLED_arduino 程式碼 jack_test_ok_1121023

<https://chat.openai.com/share/74ada285-380d-46c9-ae68-4a5b86294ab5> (分享內容)

(6)提升教師新興科技的概念與素養(綠色能源科技、物聯網、AI 人工智慧...)

(7)提升校本特色課程(STREAMS 素養內涵)之科學探究與實作及應用)研發能力與素養

2.提升學生學習效能與素養

(1)提升學生了解「SDGs」核心目標

(2)提升學生科學文本媒材之閱讀與視聽及寫作能力與素養

(3)提升學生科學探究與實作及應用能力與素養

(4)提升學生資訊科技運用能力與素養(ChatGPT...)

(5)提升學生新興科技的概念與素養(綠色能源科技、物聯網、AI 人工智慧...)

(6)提升學生實作工具、儀器、設備、正確安全使用素養與材料選用能力與素養

(7)協助學生統整跨域知識 (STREAMS) 能力與素養

(8)提升學生創意自造(maker)能力與素養

(9)提升學生四創(創意/創新/創造/創業)能力與素養

3.提升學校行政動能與支援教師創新課程研發及實驗

(1)建置學校「SDGs」融入「STREAMS 素養內涵」之科學探究與實作及應用課程網

(2)建立學校「SDGs」融入「STREAMS 素養內涵」之科學探究與實作及應用課程評量規準

(3)彙編學校「SDGs」融入「STREAMS 素養內涵」之科學探究與實作及應用課程研發與實驗之成果報告

(4)分享學校「SDGs」融入「STREAMS 素養內涵」之科學探究與實作及應用課程行政經驗與資源

例如:課程規劃、排課、選修、加退選...等課務行政支援教學活動經驗

(5)推廣學校「SDGs」融入「STREAMS 素養內涵」之科學探究與實作及應用課程研發與實驗之成果

(三)研究計畫之特色

本計畫「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」之主要特色是將「永續發展目標 SDGs」融入「STREAMS」教育，並以「科學教育」為起點，將整個科學教育(基礎科學、應用科學、社會科學)融入課程，統整各學習領域，以達跨域整合學習之全人教育。另一特色，是將研究成果進行「校外推廣與分享(新增海青商工、光榮國小、大社國小/延續鹽埕國中、一甲國中)，建立與強化科學教育夥伴關係，並進行滾動式修正，以試煉本校「科學探究與實作及應用」之成果。

此外，本計畫之「STREAMS」有別於文獻中的STEM、STEAM、STEAMS、SSI及STS，且其出發點並非有另創名詞之用意，亦非只注重科學、技術和社會三者之間的複雜關係。實質上，STREAMS 與 SSI 及 STS不同，其兼容人文、藝術、文化...等內容，並兼

具「自然科學」、「應用科學」與「社會科學」，可培養學生整體且全面的終身學習之知能與情意和素養，更易達成全人教育。摘要簡述如下：

本計劃所提出之"STREAMS"為Science 科學/學說/學理、Technology 科技/技術/技藝、Reading 閱讀文章/文獻回顧/發展方案、Engineering 工程/工作程序/標準作業程序<SOP>/最佳化、Art/Aesthetics 藝術/美學/視覺<色彩/造型>/聽覺<音樂旋律/歌曲>/觸覺<人體工學>…感官知覺…感覺、Mathematics 數學、Society 社會/歷史/人文(文化、語文、故事)/地理/生態/環境之英文字首的簡寫。

STREAMS 素養除了強調這7門學科之間的融合外，更著重於「非認知能力」的素養。所謂「非認知能力」是指學科知識以外的能力，例如：毅力、信心、品味、自制力、溝通能力、團隊協作、主動學習，「運算思維」也可歸類在「非認知能力」內。這些「非認知能力」也是四創(創意、創造、創新、創業)能力與終生學習及全人教育不可或缺的元素。

STREAMS素養的獨特價值，不僅是7個學門領域範疇的交集(教學起點是學生所熟悉的生活情境問題)，更在於其有系統有組織地統整跨域知能，並提供真實生活的學習情境，進行高層次思維與積極情感的投入，解決真實世界的複雜問題，進而全面提升學生知識、能力與情意態度，以適應未知的未來生活與挑戰。其更符合STEAM教學圖像框架中的最頂層目標(life-long holistic)，更能培養學生整體且全面的終身學習之知能與情意和素養。

所謂 SSI 是指「社會性科學議題(socioscientific issues; SSI)」的簡稱，它是因科技進步或應用所引起的社會議題，例如核能發電的使用、基因改造食物的種植、電磁輻射的危害與否、生物複製的極限……等。從這些例子我們可以了解到，解決這類問題時，會因觀點不同而有不同的論點出現，進而會衍生出不同的解決方案。
資料來源：<http://sts.org.tw/archives/72>

所謂 STS 是指「科學、科技和社會(Science, technology and society, STS)」的簡稱，它強調科學教育應注重「科學、科技和社會」的互動，而非只講究科學概念之學習。STS 為 1980 年代以後科學教育家所提出，針對科技所帶來的「社會問題」，為培養具有科學素養能力的公民而發展的科學教育概念。此一學門主要在研究科學與社會間之交互關係，也就是說研究科學對社會的衝擊及社會對科學的影響(Yager, 1984)。
資料來源：<http://www.nhu.edu.tw/~society/e-j/63/63-39.htm>

此外，STS 也揭示科學、技術和社會三者之間的複雜關係，研究科學、技術對社會產生的正負效應。其目的是要改變科學和技術分離，科學、技術和社會脫節的狀態，使科學、技術更好地造福於人類。STS 研究和 STS 教育始於 60～70 年代西方發達國家。

科學技術迅速發展，帶來了經濟發達、社會繁榮、人們生活幸福，但與科學技術發展有關的重大社會問題（如環境、生態、人口、能源、資源等等）也隨之不斷出現。為瞭解決這些問題，STS 教育應運而生，可說 STS 教育的產生是社會發展的需要。

資料來源：<https://wiki.mbalib.com/zh-tw/Sts>

綜上所述，本計畫「SDGs融入STREAMS素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」之**主要特色是將「永續發展目標SDGs」融入「STREAMS」教育，並以「科學教育」為起點，將整個科學教育(基礎科學、應用科學、社會科學)融入課程，統整各學習領域，以達跨域整合學習之全人教育**。另一特色，是將研究成果進行校外推廣與分享，建立與強化科學教育夥伴關係。

計畫摘要表

表:三年期「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」

計畫 期程	SDGs	基礎科學 (科學探究)	應用科學 (科技實作/ 問題解決)	社會科學 (兼顧環境、 社會、經濟)
第一年 113.8.1 ～ 114.7.31	SDGs-13 climate action 氣候行動 (空氣污染防 治與淨化)	1. 空氣污染來源、成分 2. 空氣淨化原理 (吸附/隔離原理…)	1. 空氣清淨機、 2. 空氣清淨車、 3. 空氣清淨屋、 4. 空氣品質監 測、雲端記 錄、警示、警 報、視訊影 像…	空污 對健康、 社會、 環境、 經濟影響
第二年 114.8.1 ～ 115.7.31	SDGs-7 Affordable clean energy 可負擔的潔淨 能源 (太陽能)	1. 太陽光電原理 (光電效應原理)	1. 太陽能光電板 最大輸出功率 模組 2. 太陽能電動車	砍樹種電、 農電、漁電、 屋頂種電… 對健康、 社會、 環境、 經濟影響

<p>第三年</p> <p>115.8.1 ～ 116.7.31</p>	<p>SDGs-7</p> <p>Affordable clean energy</p> <p>可負擔的潔淨 能源</p> <p>(太陽能、燃料電池) (續)</p>	<p>1. 無線電力傳輸原理 (電磁感應原理)、</p> <p>2. 燃料電池原理 (電化學原理)</p>	<p>1. 太陽能無線充電/供電電動車</p> <p>2. 太陽能燃料電池(電解水產氫)</p> <p>3. 燃料電池電動車</p>	<p>電磁波、氫能…</p> <p>對健康、社會、環境、經濟影響</p>
--	---	--	--	---

貳、研究方法及步驟

一、研究方法與步驟

本計畫將採用(1)台灣師範大學陳佩英教授所領導的愛思客團隊所發展的跨領域素養導向課程設計(2)藍偉瑩等人於素養導向課程設計工作坊所提的素養導向課程設計(3)彰化師範大學段曉林教授所主持的全國中小學科學教師探究課程設計與執行能力計畫中所提的素養導向課程設計與科學探究與實作之方法，進行「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」。以下說明本計畫之研究方法與步驟：

1. 科學文本媒材之閱讀與視聽及寫作

首先，教師提供科學閱讀文本與視聽媒材或網路資源，學生以分組合作學習方式進行科學文本媒材之閱讀與視聽及寫作，並採用 ORID 焦點討論法引導學生進行主題討論，輔以引導提問方式進行科學探究。前述焦點討論法（Focused Conversation Method - ORID）是加拿大文化事業學會（ICA, The Institute of Cultural Affairs）開發的一種借助有效提問推動深入思考、增進有意義學習及增強團隊溝通的討論方法。本計畫科學閱讀的學習單將透過「關鍵在問」（The art of Focused Conversation for schools）一書中的部分舉例，針對學生進行科學閱讀可能遇到的情況，應用焦點討論法進行科學閱讀，以提升學生的科學文本媒材之閱讀與視聽及寫作能力。

焦點討論法是由四個層次的問題構成，分別為 O（Objective）客觀性的層次、R（Reflective/Responsive）反映/反應性的層次、I（Interpretive）詮釋性的層次、D（Decisional）決定性的層次。藉由對團隊成員進行有結構性的提問，讓參與者能夠充分理解其他成員對於此討論主題的理解與感受，並能共同聚焦，深入對話，形成產出。其說明如下表：

表3.1：ORID 焦點討論法問題層次表

問題的層次	目的	說明
O Objective 客觀性的層次	得到客觀訊息	得到主題的客觀訊息，發生的事實、資訊、資料，及對外在現況的感知，讓成員們各自貢獻不同的觀察，讓事實能更完整地呈現。當合宜運用 O 層次的提問時，可以廣泛地蒐集事實的全貌，掌握參與者對於事實的初步理解；亦能達到邀請所有參與者願意發言的效果。
R Reflective/ Responsive 反映/反應性的層次	反映自身感受	對於客觀資料立即出現的反應與內在的回應，引導參與者闡述所產生的情緒與反應，與過去經驗記憶作質接性的聯想與連結。當合宜運用 R 層次的提問時，能夠協助團隊成員說出不易表達的感受，並能協助之後順利形成獨特的觀點。
I Interpretive 詮釋性的層次	呈現多元觀點	就事情找出其意義與重要性、目標與理由、價值、原則和類別、選擇可能性、推理與方向判斷。當合宜運用 I 層次的提問時，可協助參與者就討論主題進行詮釋，並接納其他成員不同意見的表達；深入探索意見形成的原因，使參與者對於討論內容有更深入、更廣闊的了解。
D Decisional 決定性的層次	產出新的方案	喚起行動、決定、決心、行為轉變、提出解決方案選擇、共識、實施與承諾具體實踐。當合宜運用 D 層次的提問時，能夠幫助參與者聚焦談話內容，凝聚形成具體想法或計畫，開啟新的產出或方案。

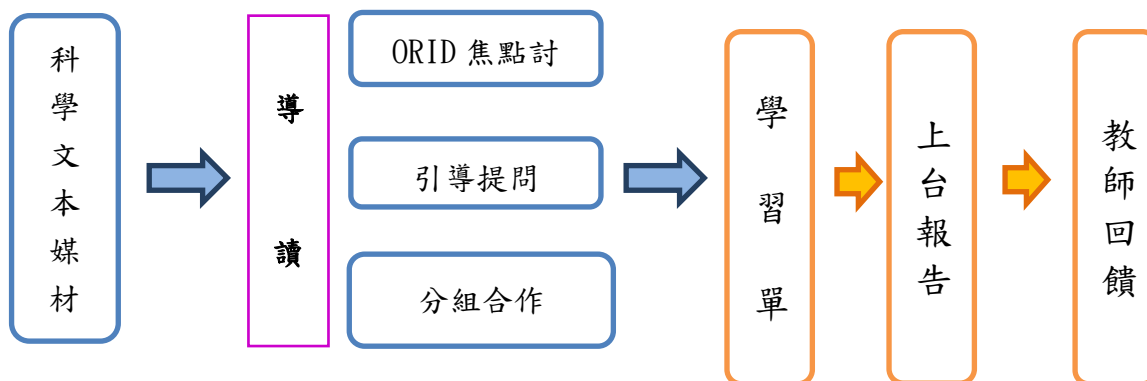


圖 3.1:提升學生科學閱讀素養流程圖

四個課堂常見的問題形式

問題類型	範例	目的	提問次數
吸引式問題	熊熊三兄弟大大、胖達、阿極誰的家會因受地球暖化影響？	引起動機	一次
誘答式問題	植物會行什麼作用來固定碳？	指出單一正確答案	一次
引導式問題	溫室效應造成溫度上升的機制為何？	逐漸引導至正確答案	數次
核心式問題	請估計還要多久，人類才會因全球暖化造成的效應嚴重影響生活？	引起探究 培養態度 培養能力	不斷重複提問

Source :ASK

核心問題的特徵

1. 是開放性問題
2. 能刺激思考和挑戰心智
3. 需要高層次思考
4. 是學科領域裡很重要、可遷移應用的想法
5. 引發另外的問題
6. 要求支持證據和正當理由
7. 隨著學習發展的時間重複出現



圖 3.2: 提問問題的聯想(ASK)

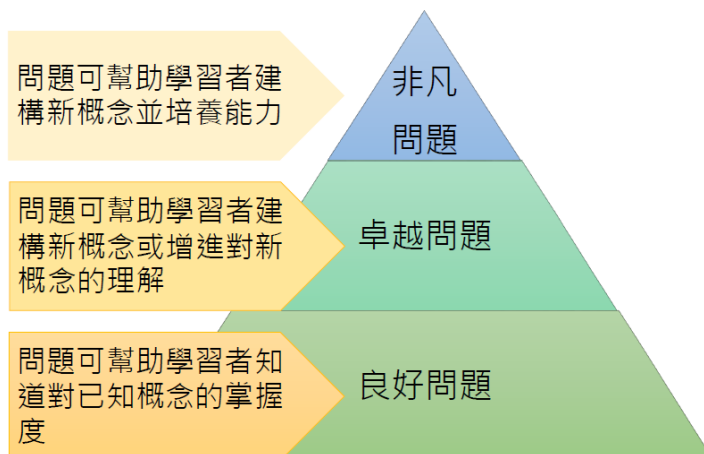


圖 3.3: 教師提問問題層次圖(ASK)

2. 素養導向課程設計

「**跨領域素養導向課程設計**」是以解決真實情境問題出發，從現象觀察及議題探究作為學習起點的課程設計。在課程類型上，較貼近於問題導向學習

(problem-based learning)、專題導向學習 (project-based learning) 或是現象導向學習 (phenomenon-based learning)，期望培養學生具備自發、互動、共好的核心素養，習得主動探究、解決問題、創意思考、設計思考、批判思考、團隊合作……等等技能，以適應未來環境的急遽變遷。

在傳統教學中，常藉由呈現大量事實 (fact) 或主題課程 (topic/theme) 提供學生學習內容。然而，在缺乏脈絡與整合的情況下，學生在學習過程面對眾多的單一現象或零碎知識，再加上陌生且缺乏連貫的情境，學習歷程中往往會產生更多新的問題。當師生在課堂中無法一一釐清、解決這些問題時，學生往往只能流於記憶、背誦、複製教師的想法，非但未能進行深刻的探究學習，更遑論產生解決方案。

因此，如何讓課程設計能跳脫流於零碎、單一情境化的呈現事實或主題課程，便是重要關鍵。藉由完善的課程設計，能讓學生習得更為廣泛且可遷移的大概念 (concept)，並將這些概念進行概化、通則化 (generalization)，以利未來遷移、轉化、應用到其他未知情境，這是跨領域素養導向課程設計的重要目標。至於**核心問題 (essential question)**在課程中的角色便是提供一條連結「事實」、「主題」到「產生概化」的探究路徑。學生能在核心問題所導引出來的探究過程中培養相關認知、技能與態度的素養，並達到「學習遷移」的效果。

若以能源取捨議題為例，在課程設計上可分為若干主題（見下圖），在「**智慧太陽能無線電力傳輸主題**」中，教師透過事實呈現與親身體驗，引導學生探索人類所製造出來不能循環利用、「永恆」的垃圾(非再生能源)，藉由氣候或生物食物鏈的循環系統，最後影響到人類自己的歷程。在「消費不只買與賣」的主題中，藉由實察與記錄，則是帶領學生體察因個人過度消費而形成過多的資源消耗，所產生的**污染物亦在無形中影響環境生態**，進而提出以責任消費或社會創新的方案與行動。

在主題探究的過程中，「**核心問題**」便是用以引導學生將概念概化的重要關鍵。例如，藉由**核心問題——能源哪裡來、能源如何影響其他生物、人類受空氣**

污染的影響有多大、我可以從哪個環節找到最好的槓桿解……，學生透過核心問題的探索，能將重要的概念，如：循環、系統、平衡、永續，加以概化理解，而產生「地球資源有限，生態循環系統如氣候及食物鏈是環環相扣」、「解決問題需要系統思考並共同承擔責任及後果」的認知結果。學生從「主題事實→概念→概化」的探究學習歷程，除了能跳脫「能源危機」、「空氣污染」等等焦點式議題的學習，避免只停留在事實層次的理解，提升學習的層次；更可以藉由概念或是概化的學習歷程，進而將學習經驗遷移到其他議題情境，例如：全球暖化、基因科技發展或是其他新興議題(能源、物聯網、人工智慧…)。如此才能使學習有效串連到真實的生活情境，並為學生裝載具備回應未來世界諸多挑戰的能力與素養(素質涵養)。

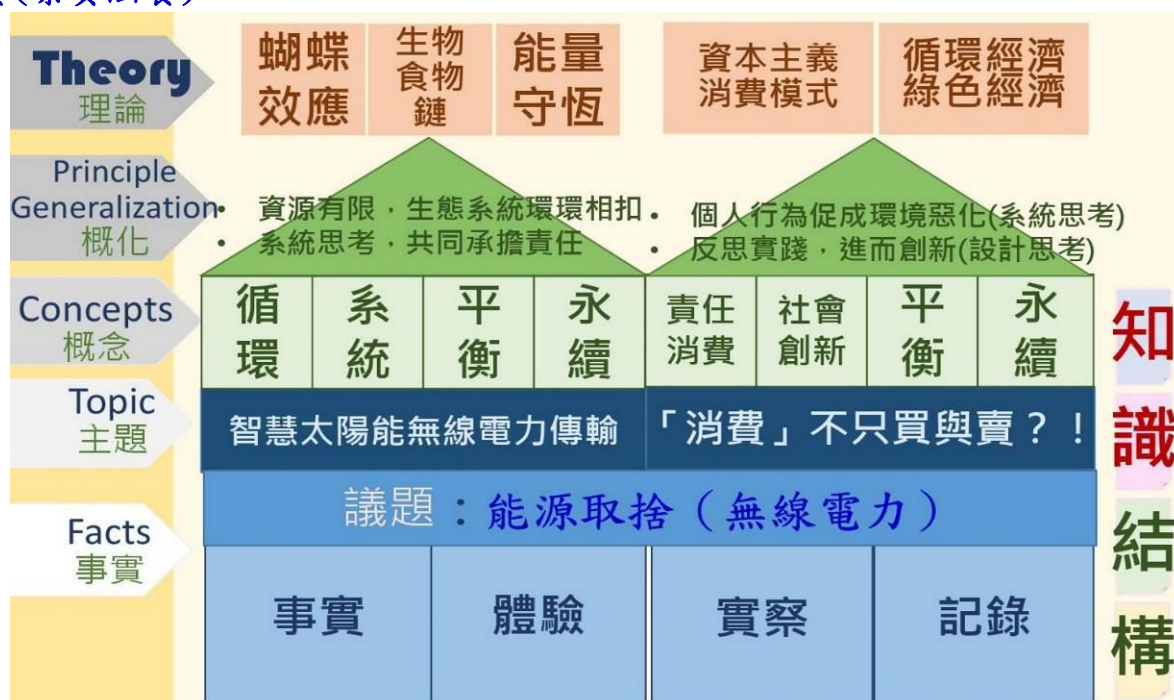


圖3.4: 能源取捨相關議題之知識結構示例(修改自 ASK 資料)

整個跨領域素養導向課程設計的中心點為核心問題及核心素養。核心問題之所以重要的原因是，它能協助教師畫出貫串學生在整體課程學習中會經驗到的探究路線，一個好的核心問題能引發學生能深入且持續性的探究。至於，核心素養之所以關鍵，它的設定能確保學生在課程結束後，能將所學遷移到解決未來的問題。



圖3.5: 素養導向課程設計核心問題位階圖(ASK、計畫主持人增編)

當課程核心問題與核心素養確定後，即可進行課程定位起點的掃描，也就是關於學生學習起點與特質背景的討論。當然在討論課程時，也須將關注的視角擴大，連結學校的學生圖像、**願景目標**，以及與整體課程學習地圖的關聯性。

當討論課程的工作目標時，則需討論學生在經歷課程後所能產生的具體、可觀察的「學習目標」，並再核對各領綱所寫的「學習表現」與「學習內容」。更需要有用以評量學生確實達成學習目標、具有真實情境脈絡、用以解決問題的「表現任務」。在將學生應有的「起點」與「輸出」設定完畢，再進行細部的主題設計，如單元概念內容、每個單元主題所設定的多元評量，及選用哪些合宜的學習材料。最後，再評估與擬定適當的教學策略，諸如學習活動、學習策略、團體動力，以促進學生學習的效能；並須考量支援學生主動學習時的軟硬體資源，包括學習資源、媒介工具與環境準備，藉由各種軟硬體設施工具的催化，以引動學生自主探究的熱情與持續學習的精神。

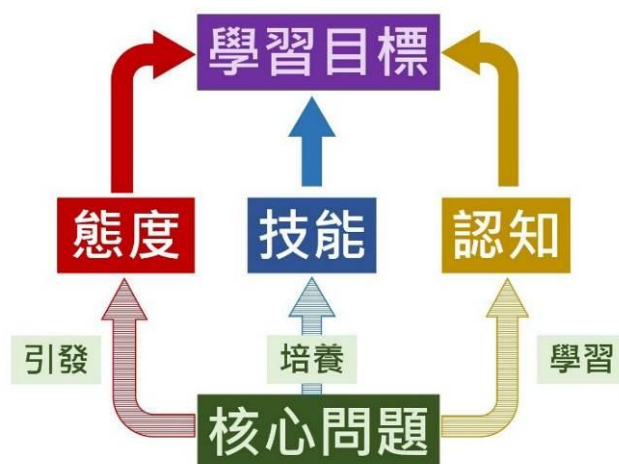


圖3.6: 素養導向課程設計核心問題與學習目標關係圖(ASK)

2.1 素養導向課程設計流程

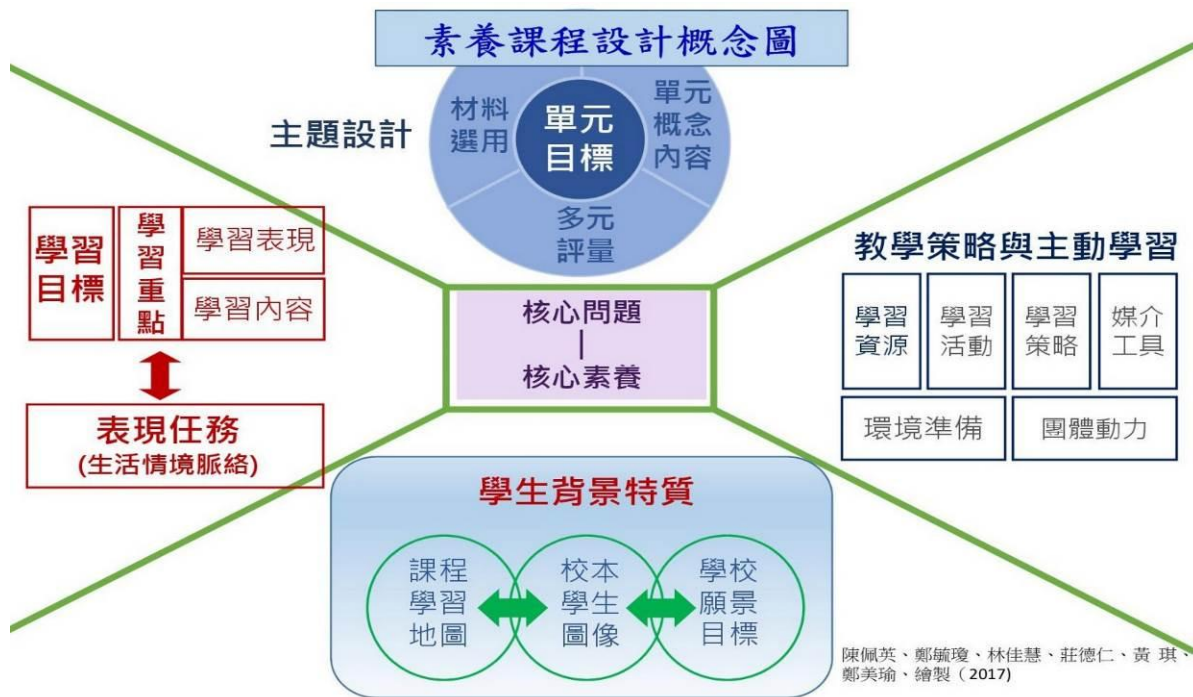


圖3.7: 素養導向課程設計概念圖

陳佩英、鄭毓瓊、林佳慧、莊德仁、黃琪、鄭美瑜、繪製 (2017)

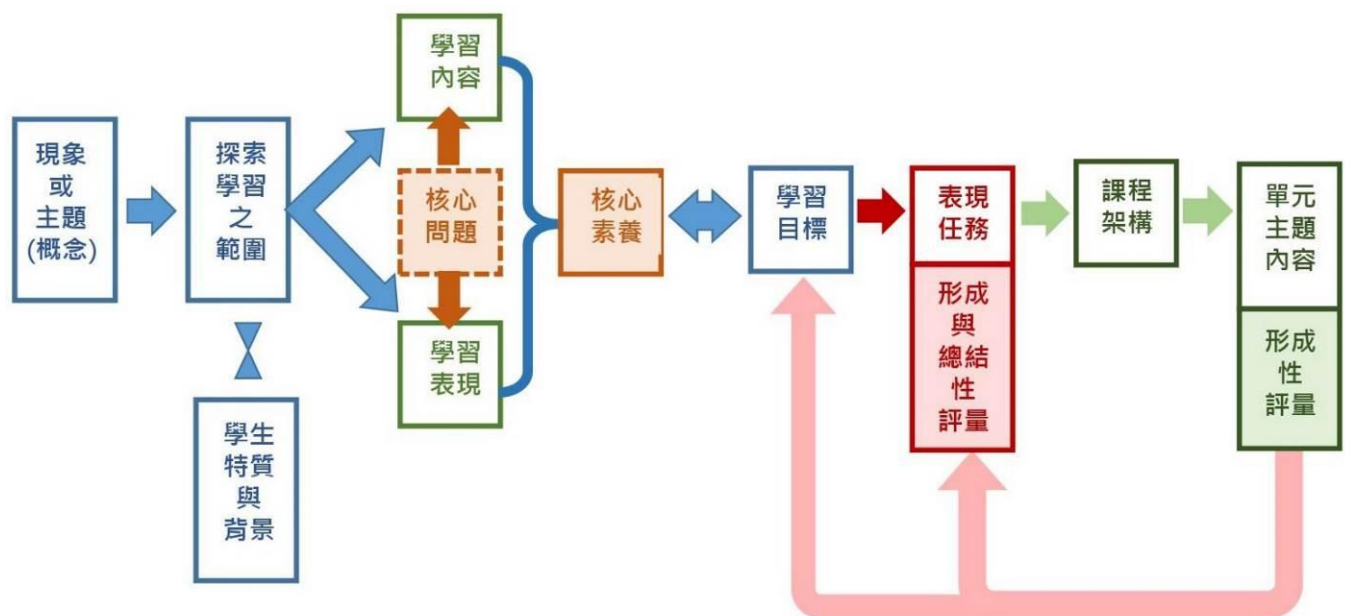


圖3.8: 課程設計思考流程圖

陳佩英、鄭毓瓊、林佳慧、莊德仁、黃琪、鄭美瑜、繪製 (2017)



2.2 素養導向課程設計原則



圖 3.10: 素養導向課程設計四大原則(藍偉瑩)

2.3 素養導向課程設計步驟



圖 3.11: 素養導向課程設計步驟(藍偉瑩)

3. 科學探究與實作及應用

3.1 科學探究與動手做活動、實務操作、科學實驗活動比較

表 3.2: 科學探究與動手做活動比較(段曉林)

科學探究	動手做
嚴謹的觀察，確認自變項與依變項	依據自己的直覺不斷操作物件
進行活動前事先設計研究流程	利用直覺的方式探索可能的原因
依據研究設計執行探究	找到答案或是操作物件，滿足自己的好奇心
系統化的收集資料與分析資料	
由資料中建立發現與結論	

表 3.3: 科學探究與實務操作比較(段曉林)

實務操作	科學探究
提出問題(科學)，確認問題(工程)	提出問題
發展以及應用模型	
設計以及執行探究	設計以及執行探究
分析以及詮釋資料	分析以及詮釋資料
運用數學以及計算的思考	運用數學以及計算的思考
建構解釋(科學)、解決問題的方法(工程)	解釋科學資料
透過證據參與論證的歷程	透過證據參與論證的歷程
獲得、評鑑與溝通所研發出的資訊	獲得與溝通所研發出的資訊

表 3.4: 科學探究與科學實驗活動比較(段曉林)

科學實驗活動	科學探究活動
活動場域：實驗室	活動場域沒限制
實驗問題確認	探究問題自行發掘
實驗步驟與器材已經確認	彈性設計以及執行探究
數據表格已經確認	彈性收集與分析資料
資料收集須按實驗步驟操作	收集與分析資料彈性
解釋實驗資料時驗證課本知識	解釋資料時創造知識
學生學會驗證知識	學生學會主動建構知識

科學始自『觀察』



圖 3.12: 科學始自觀察示意圖(吳月玲)

3.2 探究與實作之 ASK 整合

A.S.K的整合

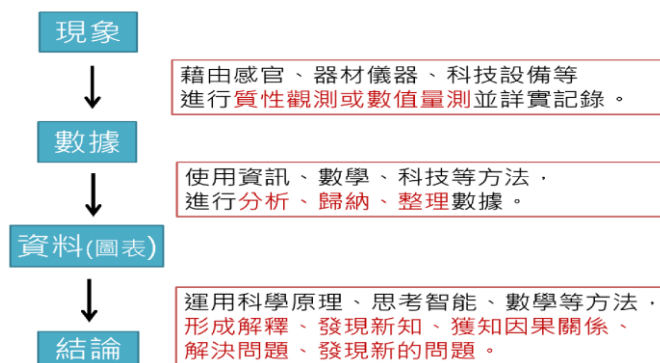


圖 3.13: 探究與實作之 ASK 整合圖(吳月玲)

3.3 探究教學要點



圖 3.14: 探究教學要點圖(段曉林)

4. 創新課程教材、教具、教案研發方式

本計畫「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」之課程所需教材、教具/輔具與教案，將以前期計畫所研發的課程與教學實驗成果及現有的教學資源為基礎，繼續發展與優化並研發本計畫課程所需教材、教具/輔具與教案及相關教學媒材。前期成果與現有教學資源，請參閱附件或成果網。kksh 素養導向之科學探究與實作成果網(107~109、110~112 學年度)

<https://sites.google.com/nsysu.kksh.kh.edu.tw/streams-sci-tech-practice>



<https://tinyurl.com/cj3ebr6e>

簡言之，本計畫之研究步驟流程如下所述：

SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究

教師之研究步驟流程

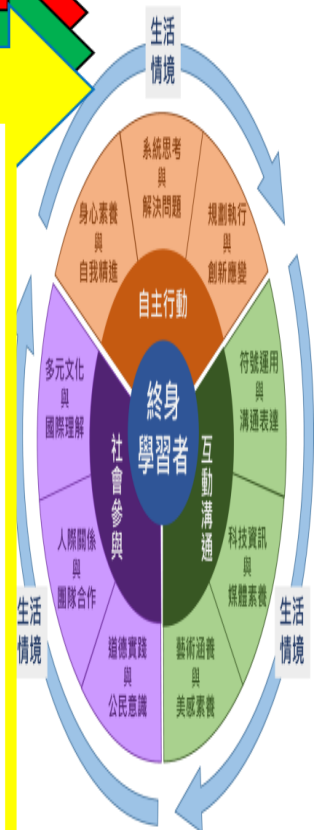
- 1.產出SDGs融入TREAMS素養內涵之科學教育主題課程
- 2.產出SDGs融入TREAMS素養內涵之科學閱讀視聽文本媒材
- 3.產出校本特色課程之教材教法、教具、教案
- 4.進行探究與實作及應用課程實驗(試教)
- 5.產出投稿科學相關刊物專欄內容
- 6.分享教學經驗並進行滾動式修正

學生之研究步驟流程

- 1.進行科學文本視聽媒材閱讀與寫作
- 2.進行探究與實作及應用課程實驗
- 3.產出科學探究與實作及應用之專題作品
- 4.參加各類科學與實作及應用相關競賽
- 5.填寫科學探究與實作及應用之問卷(註)

校園行政研究步驟流程

- 1.建置並優化學校SDGs融入STREAMS素養內涵之科學探究與實作及應用課程網
- 2.發展學校辦理科學教育營隊題材與模式
- 3.建立學校SDGs融入STREAMS素養內涵之科學探究與實作及應用課程評量規準
- 4.彙編學校SDGs融入STREAMS素養內涵之科學探究與實作及應用課程研發與實驗之成果報告
- 5.推廣學校SDGs融入STREAMS素養之科學探究與實作及應用課程研發與實驗之成果



註:問卷將採用修改自彰化師範大學段曉林教授領導團隊所設計問卷

(已獲授權同意使用且僅限於本研究、授權書請參閱附件五)

照片 問卷授權使用同意書 彰師大段曉林教授授權吳和桔使用 107.10.13

https://drive.google.com/drive/folders/1VRp8sH1I5J-ZJKDVSGDt_GcVklETpXk?usp=sharing (作者權限)

4.1 課程教材、教案、教學活動設計

下圖為本計畫「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究」之跨域整合的課程、教案、教學活動示意圖。

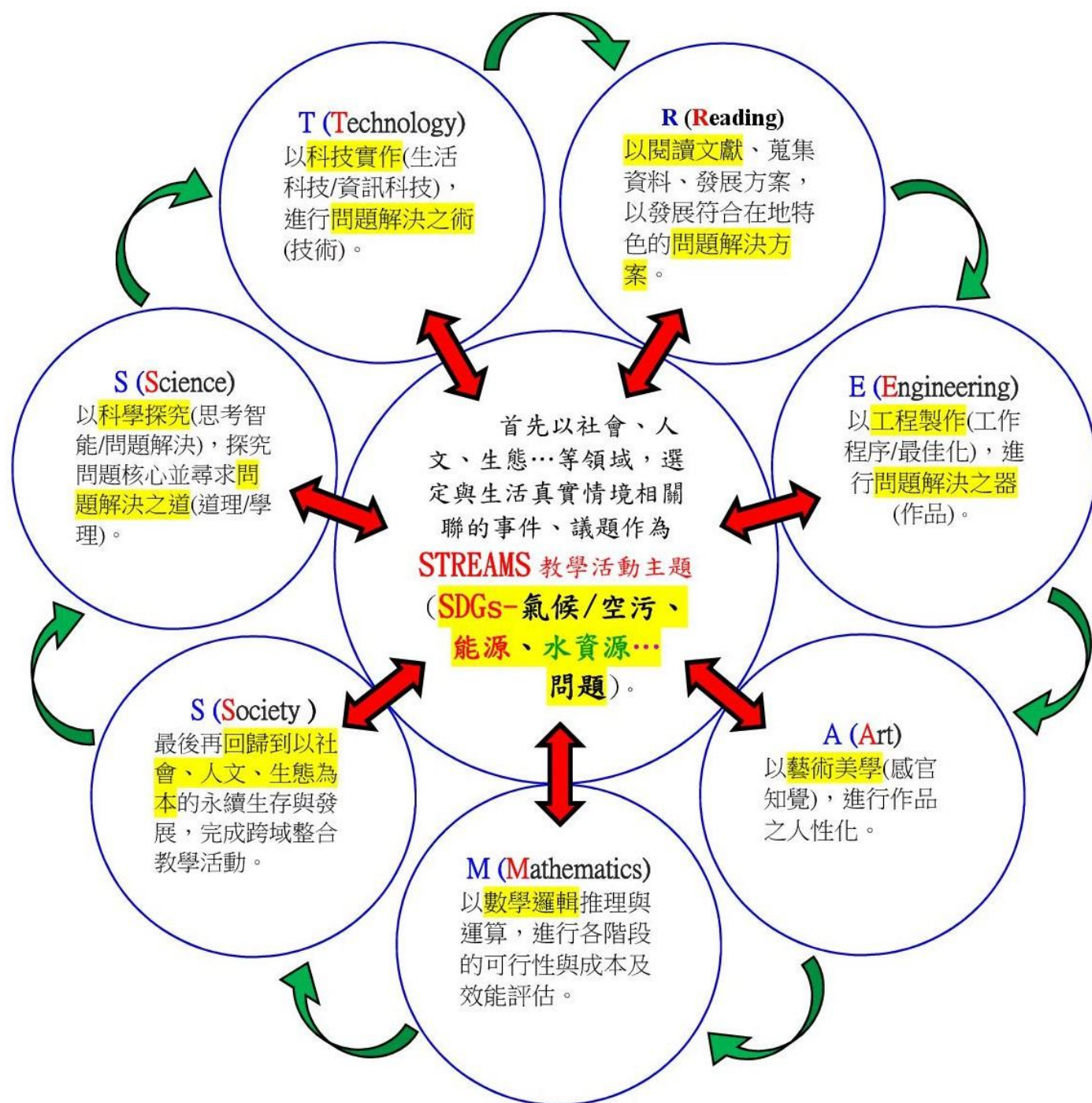


圖 4.1 SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之跨域整合課程與教學活動示意圖

<https://drive.google.com/file/d/1OX1hWYIPBHZvzlusgKwWUKJ6m-SkEhCW/view?usp=sharing> (請點擊上圖或左方超連結觀看放大圖)

影片 STREAMS 跨領域課程整合教案說明與教學成果 10810(9 分 17 秒)

YouTube https://youtu.be/5s5Uv-_tfc0

參、目前研究結果

一、高三己班級學生回饋結果(附件 1)

二、高三己班級學生問卷分析結果(附件 2)

問卷結果與分析

1.問卷結果:

整體科學探究與科技實作及生活應用認同程度 **97.2%**。

2.認同程度最高項目-第 6 題:在「SDGs-7 潔淨能源-科學探究與科技實作及生活應用」課程活動中，我認識「工程科學」並學會「科技實作」**100%**。

3.認同程度最低項目-第 5 題: 在「SDGs-7 潔淨能源-科學探究與科技實作及生活應用」課程活動中，我認識「基礎科學」並學會「科學探究」**94.7%**。

整體而言，學生認同本研究計畫之「科學探究與科技實作及生活應用」(**97.2%**)。此外，學生也表示喜歡「科學探究與科技實作及生活應用」課程活動(**96.0%**)，其可由問卷自由回答及回饋單印證。回饋單網頁:<https://tinyurl.com/yt3kh9m8>

詳細內容請參閱:問卷結果

<https://sites.google.com/nsysu.kksh.kh.edu.tw/streams-sci-tech-practice/%E5%95%8F%E5%8D%B7%E7%B5%90%E6%9E%9C>



<https://tinyurl.com/5d25tm5x>

肆、目前完成進度

一、完成本計畫「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用」之創新課程研



發與實驗研究 課程網」專網 <https://tinyurl.com/wwhnrp3m>

二、完成本計畫「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用」之創新課程研



發與實驗研究」成果網 <https://tinyurl.com/cj3ebr6e>

三、完成「SDGs-7 潔淨能源-太陽光電之科學探究與科技實作及生活應用」之相關教材(視聽文本媒材-SDGs 與科學教育的關係)選編(附件3)、學習單設計(附件4)、教具設計與製作(附件5)、回饋單設計(附件6)、問卷設計(附件7)、教學實驗錄影/照片(附件8)。詳細內容請參閱：「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用」之創新課程研發與實驗研究」成果網



<https://tinyurl.com/cj3ebr6e>

伍、預定完成進度

一、預定 114 年 12 月 30 日前完成上學期班級「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用」之創新課程研發與實驗研究」之問卷、回饋單資料彙整與統計分析。

二、預定 114 年 12 月 30 日前完成「SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用」之創新課程研發與實驗研究」之視聽文本媒材優化、教案研發、教學實驗錄影優化。

三、預定 115 年 1 月 3 日擔任陽明科技中心講師，推廣科學教育。(附件 9)

四、預定 115 年 1 月 31 日前完成網路推廣和分享(附件 10)



詳細內容請參閱:成果網 <https://tinyurl.com/wwhnrp3m>

五、預定 115 年 3~4 月進行校外推廣與分享

(一)國小學校推廣:大社國小(郊區學校)、光榮國小(市區學校)

(二)國中學校推廣:一甲國中(郊區學校)

(三)高職學校推廣:海青工商(市區學校)

(四)高中學校推廣:六龜高中(偏鄉學校)

六、預定 115 年 5 月進行 kksh 中山科學節校內現場推廣(鄰近學校到校參訪)

詳細內容請參閱:



kksh 中山科學節成果網 <https://tinyurl.com/3zvcxfvx>

七、預定 115 年 6 月 30 日前投稿科學教育月刊，推廣科學教育。(附件 10)

本計畫產出之成果，將投稿「科學教育月刊」。計畫主持人 吳和桔老師 於 115 年 12 月 12 日收到臺灣師範大學-科學教育中心邀稿「科學教育月刊」通知，預定 115 年 9 月 30 日本計畫核結前，完成投稿「科學教育月刊」，推廣科學教育。詳細內容請參閱:附件 11

八、本計畫產出之成果，將投稿科學教育相關刊物。


計畫主持人 吳和桔老師 受邀擔任中山大學教育研究所楊淑晴教授的研究團隊進行國科會有關中小學老師 STEAM 教育指標專家效度審查人員。詳細內容請


參閱:附件 12

九、預定進度與完成進度甘特圖 (Gantt chart)

本計畫為三年期計畫，今年所執行之計畫為第二年期程計畫(114/8/1～115/7/31)。

◎第二年預定與實際進度(114/8/1~115/7/31)甘特圖:

工作項目\月份(114/8-115/7)		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
學校 SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用 專網優化	預期												
	實際	已建置本計畫 1. SDGs 融入 STREAMS 素養內涵 之科學探究與實作及應用課程網 專網 https://tinyurl.com/wwwnnp3m 2. SDGs 融入 STREAMS 素養內涵 之創新課程研發與實驗研究成果網 https://tinyurl.com/cj3ebr6e											
教師選編 SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之 科學閱讀視聽文本媒材 (太陽光電)	預期												
	實際	部分完成「 SDGs-7 潔淨能源-太陽光電之科學探究與科技實作及生活應用 」相關之科學閱讀視聽文本媒材 選編(附件3) 詳細內容請參閱: 空氣污染防治與淨化之探究與實作及應用											
教師研發 太陽光電之探究與實作及應用之教材、教具、教案 (含硬體設計與實作及軟體程式設計與實作)	預期												
	實際	部分完成「 SDGs-7 潔淨能源-太陽光電之科學探究與科技實作及生活應用 」之教材、教具、教案研發(含硬體設計與實作及軟體程式設計與實作)、回饋單、問卷設計 (附4、5、6、7) 詳細內容請參閱: 太陽光電之探究與實作及應用 課程網 https://tinyurl.com/26f7h3h3											
師生進行 太陽光電之探究與實作及應用之 教學實驗 (含硬體設計與實作及軟體程式設計與實作和錄影)	預期												
	實際	部分完成「 SDGs-7 潔淨能源-太陽光電之科學探究與科技實作及生活應用 」之 教學實驗(含硬體設計與實作及軟體程式設計與實作和錄影) (附件8) 詳細內容請參閱: 空氣污染防治與淨化之探究與實作及應用 課程網 https://tinyurl.com/4dbm2zj											
學生產出 SDGs 融入 STREAMS 素養內涵科學探究與實作 專題作品 (太陽光電) 例如:環境空氣溫度/濕度/濁度/太陽光電板輸出電壓 監測、視訊影像、雲端紀錄…與預警、警示、警報…	預期												
	實際	部分完成「 SDGs-7 潔淨能源-太陽光電之科學探究與科技實作及生活應用 」之 專題作品(含硬體設計與實作及軟體程式設計與實作和錄影) 詳細內容請參閱: 太陽光電之探究與實作及應用 課程網 https://tinyurl.com/26f7h3h3 											
師生投稿 科學相關刊物 (太陽光電)	預期												
	實際	本計畫產出之成果，將投稿「 科學教育月刊 」。計畫主持人 吳和桔老師收到臺灣師範大學-科學教育中心邀稿「 科學教育月刊 」通知，預定115年9月30日本計畫核結前，完成投稿「 科學教育月刊 」，推廣科學教育。詳細內容請參閱:附件10: 附件10											

<p>師生投稿科學相關刊物 (太陽光電)</p>		<p>本計畫產出之成果，將投稿科學教育相關刊物。計畫主持人 吳和桔老師 受邀擔任中山大學教育研究所楊淑晴教授的研究團隊進行國科會有關中小學老師 STEAM 教育指標專家效度審查人員。詳細內容請參閱：附件 11</p>
<p>SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用課程研發與實驗之成果報告彙編</p>	<p>預期</p>	<p>預期</p>
<p>分享與推廣學校 SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之成果</p>	<p>預期</p>	<p>預期</p>
	<p>實際</p>	<p>預定於 115 年 6 月 30 日完成本計畫成果報告彙編。詳細內容請參閱本計畫：SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之創新課程研發與實驗研究成果網 https://tinyurl.com/cj3ebr6e</p>
	<p>實際</p>	<p>預定 115 年 3~4 月分別到大社國小、光榮國小與一甲國中及海青工商和六龜高中共 5 校進行校外推廣「SDGs-7 潔淨能源-太陽光電」之相關科學探究與科技實作及生活應用課程。詳細內容請參閱：SDGs 融入 STREAMS 素養內涵之科學探究與實作及應用之創新課程研發與實驗研究成果網</p> <p>https://tinyurl.com/cj3ebr6e</p> 

陸、建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

由於本計畫核准通知時間較晚(114 年 11 月 10 日收到核准公文)，計畫之相關課程進度與學習單填寫及回饋單和問卷填答大受影響，此為目前所遭遇之最大困難。此外，也由於距學期課程結束尚約還有一個月時間，在校學生的學習單、回饋單、問卷，尚未全部回收，此為目前所遭遇之次大困難。解決方法是提早進行課程之學習單、回饋單、問卷發放與回收，以利儘早統計分析。