

國民中小學暨普通型高中-自然科學領域課程綱要(草案)

壹、基本理念

科學源起於人類對生活周圍的好奇或需要。人類觀察研究自然界各種現象與變化，巧妙地運用科學來解決問題、適應環境、改善生活，科學在文明演進過程中持續累積，而成為文化重要內涵。生活在現代，我們的周遭充斥著不斷創新的科技產品、紛至沓來的各項資訊、以及因資源開發而衍生出的環境生態問題。因此我們的國民更需要具備科學素養，能瞭解科學的貢獻與限制、能善用科學知識與方法、能以理性積極的態度與創新的思維，面對日常生活中各種與科學有關的問題，能做出評論、判斷與行動。同時，我們也需要培養未來的科學人才，為人類文明與社會經濟發展奠下堅實的基礎。

科學學習的方法，應當從激發學習者對科學的好奇心與主動學習的意願為起點，引導其從既有經驗出發，進行主動探索、實驗操作與多元學習，使學習者能具備科學核心知識、探究實作與科學論證溝通能力。各學習階段應重視並貫徹「探究與實作」的精神與方法，提供學生統整的學習經驗，並強調跨領域學科之間的整合，以綜合理解運用自然科學領域七項跨科概念（物質與能量、構造與功能、系統與尺度、改變與穩定、交互作用、科學與生活、資源與永續性），為強化上述目標，特於高中教育階段增列自然科學探究與實作課程必修 4 學分。

科學學習的內容，必須考量當今科學知識呈現高速成長，及科學、科技與其他學科領域相互滲透融合等事實，而在課程教材組織與選擇上，要重視縱向的連貫與橫向的連結。根據各階段學習者的特質，選擇學科重要核心概念，再透過跨科概念與社會性科學議題，讓學生經由探究、專題製作等多元途徑獲得深度的學習，以培養國民科學素養。所以一個有科學素養的公民，應具備科學的核心概念、探究能力及態度，並且能初步了解科學本質。

因此，在學習自然科學的過程中，應培養學習者對自然科學的學習興趣，成為自發主動的學習者，以達成「自發」的理念。在參與自然科學探究與實作過程中，學習者應積極與他人及環境互動，並能廣泛的運用各種工具達到有效的溝通，以達成「互動」的理念。學習者再透過自然科學學習欣賞大自然之美，善用並珍惜自然資源，以達成「共好」的理念。

貳、課程目標

十二年國民基本教育自然科學領域課程在前述基本理念引導下，訂定課程目標如下：

- 一、啟發科學探究的熱忱與潛能：使學習者能對自然科學具備好奇心與想像力，發揮理性思維，開展生命潛能。
- 二、建構基本科學素養：使學習者具備基本科學知識、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。
- 三、奠定持續學習科學與運用科技的基礎：養成學習者對科學正向的態度、學習科學的興趣，為適應科技時代之生活奠定良好基礎。

- 四、培養社會關懷和守護自然之價值觀與行動力：使學習者欣賞且珍惜大自然之美，更深化為愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力，進而致力於建構理性社會與永續環境。
- 五、為生涯發展做準備：使學習者不論出於興趣、生活或工作所需，都能更進一步努力增進科學知能，且經由此階段的學習，為下一階段的生涯發展做好準備。

參、時間分配

教育階段	國民小學			國民中學	普通型高級中等學校	
學習階段	一	二	三	四	五	
年級	一~二	三~四	五~六	七~九	十~十二	
學習節數/學分數	生活課程(6節)	自然科學(3節)	自然科學(3節)	自然科學(3節)	共同	進階
					物理(2學分) 化學(2學分) 生物(2學分) 地球科學(2學分) 自然科學探究與實作(一)(2學分) 自然科學探究與實作(二)(2學分)	選修
					選修	

備註：

1. 國小階段自然科學以領域整合方式架構課程，銜接生活課程，第二、三學習階段為每週3節課。
2. 國民中學教育階段(七至九年級)自然科學授課節數為每週3節，三年共六學期，教科書編撰及教學授課分配，依以下比例為原則：生物6/18、理化10/18、地球科學2/18，並且每學期至少包含一個跨科單元，實施跨科議題整合的探究與實作學習。
3. 普通型高級中等學校自然科學領域部定必修總學分數為12學分，包括兩部分：
 - (1) 科目必修8學分，包含物理、化學、生物及地球科學，每科各2學分。
 - (2) 領域必修4學分為「自然科學探究與實作」課程。以探究自然科學現象的實作體驗過程，落實並提升學生發現問題、認識問題及問題解決，並培養學生提出結論與表達溝通之能力。
4. 普通型高級中等學校部定加深加廣選修學分數為32學分，包含物理10學分、化學10學分、生物8學分、地球科學4學分。

肆、核心素養

十二年國民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) 協助學生瞭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，培育十二年國民教育全人發展目標中的自然科學素養。

十二年國民教育課程綱要總綱中強調培養以人為本的「終身學習者」，擬定「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」等三大面向，作為各教育階段間的連貫以及各領域/科目間的主軸。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，符合總綱中「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。而強調學生運用圖表表達呈現發現成果、適當使用媒體（網路、書刊等）和科技資訊、欣賞科學之美等項內涵，符合總綱中「溝通互動」之「符號運用與溝通表達」、「科技資訊與媒體素養」、「藝術涵養與美感素養」之項目。至於培養學生與他人合作學習探究科學，進而主動關心環境公共議題及發展愛護地球環境的情操，符合總綱中「社會參與」之「道德實踐與公民意識」、「人際關係與團隊合作」、「多元文化與國際理解」之項目，考量自然科學核心素養內涵具有多元性及獨特性，表內各項具體內涵，在運用上與其他項之核心素養仍具有彈性調整及整合應用的方式。

總綱 核心 素養 面向	總綱核心 素養項目	項目說明	自然科學領域核心素養具體內涵		
			國民小學教育 (E)	國民中學教育 (J)	高級中等學校教育 (U)
A 自主 行動	A1 身心素質 與 自我精進	具備身心健全發展的素質，擁有合宜的人性觀與自我觀，同時透過選擇、分析與運用新知，有效規劃生涯發展，探尋生命意義，並不斷自我精進，追求至善。	自-E-A1 能運用五官，敏銳的觀察周遭環境，保持好奇心、想像力持續探索自然。	自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中。	自-U-A1 理解科學的進展與對人類社會的貢獻及限制，將科學事業納為未來生涯發展選擇之一。

總綱 核心 素養 面向	總綱核心 素養項目	項目說明	自然科學領域核心素養具體內涵		
			國民小學教育 (E)	國民中學教育 (J)	高級中等學校教育 (U)
	A2 系統思考 與 解決問題	具備問題理解、思辨分析、推理批判的系統思考與後設思考素養，並能行動與反思，以有效處理及解決生活、生命問題。	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。	自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，進而解釋因果關係或提出問題可能的解決方案。	自-U-A2 能從一系列的觀察、實驗中取得自然科學數據，並依據科學理論、數理演算公式等方法進行比較與判斷科學資料於方法及程序上的合理性，進而以批判的論點來檢核資料的真實性與可信性，提出創新與前瞻的思維來解決問題。
	A3 規劃執行 與 創新應變	具備規劃及執行計畫的能力，並試探與發展多元專業知能、充實生活經驗，發揮創新精神，以因應社會變遷、增進個人的彈性適應力。	自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。	自-J-A3 具備從日常生活經驗中找出問題，並能根據問題特性、資源等因素，善用生活週遭的物品、器材儀器、科技設備與資源，規劃自然科學探究活動。	自-U-A3 具備從科學報導或研究中找出問題，根據問題特性、學習資源、期望之成果、對社會環境的影響等因素，運用適合學習階段的儀器、科技設備等，獨立規劃完整的實作探究活動，進而根據實驗結果修正實驗模型，或創新突破限制。

總綱 核心 素養 面向	總綱核心 素養項目	項目說明	自然科學領域核心素養具體內涵		
			國民小學教育 (E)	國民中學教育 (J)	高級中等學校教育 (U)
B 溝通 互動	B1 符號運用 與 溝通表達	具備理解及使用語言、文字、數理、肢體及藝術等各種符號進行表達、溝通及互動，並能了解與同理他人，應用在日常生活及工作上。	自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。	自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用稍複雜之口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型或其他新媒體形式，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。	自-U-B1 能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊與數學運算等方法，有效整理自然科學資訊或數據，並能利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等、或嘗試以新媒體形式，較廣面性的呈現相對嚴謹之探究過程、發現或成果。
	B2 科技資訊 與 媒體素養	具備善用科技、資訊與各類媒體之能力，培養相關倫理及媒體識讀的素養，俾能分析、思辨、批判人與科技、資訊及媒體之關係。	自-E-B2 能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。	自-J-B2 能操作適合學習階段的科技設備與資源，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，分辨資訊之可信程度及進行各種有計畫的觀察，以獲得有助於探究和問題解決的資訊。	自-U-B2 能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，適度運用有助於探究、問題解決及預測的資訊，進而能察覺問題或反思媒體報導中與科學相關的內容，以培養求真求實的精神。
	B3 藝術涵養 與 美感素養	具備藝術感知、創作與鑑賞能力，體會藝術文化之美，透過生活美學的省思，豐富美感體驗，培養對美善的人事物，進行賞析、建構與分享的態度與能力。	自-E-B3 透過五官原始的感覺，觀察週遭環境的動植物與自然現象，知道如何欣賞美的事物。	自-J-B3 透過欣賞山川大地、風雲雨露、河海大洋、日月星辰，體驗自然之美。	自-U-B3 透過瞭解科學理論的簡約、科學思考的嚴謹與複雜自然現象背後的規律，學會欣賞科學的美。

總綱 核心 素養 面向	總綱核心 素養項目	項目說明	自然科學領域核心素養具體內涵		
			國民小學教育 (E)	國民中學教育 (J)	高級中等學校教育 (U)
C 社會 參與	C1 道德實踐 與 公民意識	具備道德實踐的素養，從個人小我到社會公民，循序漸進，養成社會責任感及公民意識，主動關注公共議題並積極參與社會活動，關懷自然生態與人類永續發展，而展現知善、樂善與行善的品德。	自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。	自-J-C1 從日常學習中，主動關心自然環境相關公共議題，尊重生命的重要性。	自-U-C1 培養主動關心自然相關議題的社會責任感與公民意識，並建立關懷自然生態與人類永續發展的自我意識。
	C2 人際關係 與 團隊合作	具備友善的人際情懷及與他人建立良好的互動關係，並發展與人溝通協調、包容異己、社會參與及服務等團隊合作的素養。	自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。	自-J-C2 透過合作學習，發展與同儕溝通、共同參與、共同執行及共同發掘科學相關知識的能力。	自-U-C2 能從團體探究討論中，主動建立與同儕思辯、溝通協調與包容不同意見的能力，進而樂於分享探究結果或協助他人解決科學問題。
	C3 多元文化 與 國際理解	具備自我文化認同的信念，並尊重與欣賞多元文化，積極關心全球議題及國際情勢，且能順應時代脈動與社會需要，發展國際理解、多元文化價值觀與世界和平的胸懷。	自-E-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性。	自-J-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境具有差異性與互動性，並能發展出身為地球公民的價值觀。	自-U-C3 能主動關心全球環境議題，同時體認維護地球環境是地球公民的責任，透過個人實踐，建立多元價值的世界觀。

伍、學習重點

基於培養國民基本科學素養之基本理念與課程目標，本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。各學習階段課程應根據學習者身心發展特質、社會與生活需要等，以合適的方式將三者整合。「探究能力」及「科學的態度與本質」兩個向度為各階段學習者的「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」。

本領域課程中「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習者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習者，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習者經由探究、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。

「自然科學」領域之核心概念涵蓋三個主要課題，包括「自然界的組成與特性」、「自然界的現象、規律與作用」及「自然界的永續發展」，詳見表一：自然科學領域之學習內容架構。而「探究能力」分為思考智能、問題解決兩部分；「科學的態度與本質」則主要包含三個面向：「培養科學探究的興趣」、「養成應用科學思考與探究的習慣」以及「認識科學本質」，詳見表二：學習表現架構表。自然科學領域的學習重點根據學童身心發展特性，做十二年縱向連貫的規劃，詳見表三：自然科學領域各學習階段認知能力描述。

另外，「**自然科學領域學習重點與核心素養呼應表參考示例**」（詳參附錄一）乃為使學習重點與核心素養能夠相互呼應，且透過學習重點落實自然科學領域核心素養，並引導跨領域的課程設計，增進課程發展的嚴謹度。而「**議題融入自然科學領域課程綱要示例說明**」（詳參附錄二）乃為豐富本領域的學習，促進核心素養的涵育，使各項議題可與自然科學領域的學習重點適當結合。

表一 「自然科學」領域之學習內容架構

課題	跨科概念 (IN)	主題	次主題
1.自然界的組成與特性	物質與能量 (INa)	物質的組成與特性 (A)	物質組成與元素的週期性 (Aa) 物質的形態、性質及分類 (Ab)
		能量的形態與流動 (B)	能量的形態與轉換 (Ba) 溫度與熱量 (Bb) 生物體內的能量與代謝 (Bc) 生態系中能量的流動與轉換 (Bd)
	構造與功能 (INb)	物質的構造與功能 (C)	物質的分離與鑑定 (Ca) 物質結構與功用 (Cb)
		生物的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da) 動植物的構造與功能 (Db) 生物體內的恆定性與調節 (Dc)
	系統與尺度 (INc)	物質系統 (E)	自然界的尺度與單位 (Ea) 力與運動 (Eb) 氣體 (Ec) 宇宙與天體 (Ed)
		地球環境 (F)	組成地球的物質 (Fa) 地球和太空 (Fb) 生物圈的組成 (Fc)
2.自然界的現象、規律與作用	改變與穩定 (INd)	演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga) 演化 (Gb) 生物多樣性 (Gc)
		地球的歷史 (H)	地球的起源與演變 (Ha) 地層與化石 (Hb)
		變動的地球 (I)	地表與地殼的變動 (Ia) 天氣與氣候變化 (Ib) 海水的運動 (Ic) 晝夜與季節 (Id)
	交互作用 (INe)	物質的反應、平衡與製造 (J)	物質反應規律 (Ja) 水溶液中的變化 (Jb) 氧化與還原反應 (Jc) 酸鹼反應 (Jd) 化學反應速率與平衡 (Je) 有機化合物的性質、製備與反應 (Jf)
		自然界的現象與	波動、光與聲音 (Ka)

課題	跨科概念 (IN)	主題	次主題
		交互作用 (K)	萬有引力 (Kb) 電磁現象 (Kc) 量子現象 (Kd) 基本交互作用 (Ke)
		生物與環境 (L)	生物間的交互作用 (La) 生物與環境的交互作用 (Lb)
3.自然界的永續發展	科學與生活 (INf)	科學、科技、社會與人文 (M)	科學、技術與社會的互動關係 (Ma) 科學發展的歷史 (Mb) 科學在生活中的應用 (Mc) 天然災害與防治 (Md) 環境污染與防治 (Me)
	資源與永續性 (INg)	資源與永續發展 (N)	永續發展與資源的利用 (Na) 氣候變遷之影響與調適 (Nb) 能源的開發與利用 (Nc)

註：學習內容編碼方式

- 一、第 1 碼：國小教育階段是以跨科概念統整理論 (Interdiscipline)，共包含七大跨科概念，其編碼以 INa~INg 呈現。國、高中教育階段因有分科之專門性，故以主題、次主題方式呈現，14 個主題以大寫英文字母 A~N 表示。高中教育階段則再依科別於主題前增加大寫英文字母 B、P、C、E 之代碼，以代表生物 (Biology)、物理 (Physics)、化學 (Chemistry)、地球科學 (Earth Sciences) 四科目之學習內容。
- 二、第 2 碼：第二、三學習階段 (國小 3-4、5-6 年級) 分別以 II、III 表示；第四學習階段 (7-9 年級，國中教育階段) 以 IV 表示；第五學習階段 (10-12 年級，高中教育階段) 則以 Vc 表示高中必修內容，以 Va 表示高中選修內容。
- 三、第 3 碼：阿拉伯數字為流水號。

表二 學習表現架構表

項目		子項	第 1 碼
探究能力	思考智能 thinking ability (t)	想像創造 imagination and creativity (i)	ti
		推理論證 reasoning and argumentation (r)	tr
		批判思辨 critical thinking (c)	tc
		建立模型 modeling (m)	tm
	問題解決 problem solving (p)	觀察與定題 observing and identifying (o)	po
		計劃與執行 planning and executing (e)	pe
		分析與發現 analyzing and finding (a)	pa
		討論與傳達 discussing and communicating (c)	pc
科學的態度與本質 attitude toward science and nature of science (a)	培養科學探究的興趣 interest in science (i)	ai	
	養成應用科學思考與探究的習慣 habit of scientific thinking and inquiry (h)	ah	
	認識科學本質 nature of science (n)	an	

註：學習表現編碼方式

- 一、第 1 碼：選擇以項目與子項具代表性之小寫英文字母表示，詳見上表以粗體呈現之英文字母，如思考智能項目下的想像創造子項，其代碼即為 **ti**。
- 二、第 2 碼：第二、三學習階段（國小 3-4、5-6 年級）分別以 **II**、**III** 表示；第四學習階段（7-9 年級，國中教育階段）以 **IV** 表示；第五學習階段（10-12 年級，高中教育階段）則以 **Vc** 表示高中共同表現，以 **Va** 表示高中進階表現。
- 三、第 3 碼：阿拉伯數字為流水號。

表三 自然科學各學習階段認知能力描述

學習階段	認知能力描述
3-4 年級	<p>本階段課程主要目標在於引發興趣，故著重觀察與親身體驗。學生能透過想像力與好奇心探索科學問題，並能初步根據問題特性，操作適合學習階段的物品與器材，以進行自然科學實驗。學生能測量與計算自然科學數據，並利用較簡單的方式描述其發現或成果。</p>
5-6 年級	<p>本階段課程除透過具體操作經驗外，應漸次提供運用思考能力的機會，亦應延續具體操作，提供學生閱讀科普文章之機會。學生能依據觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據，提出自己的看法或解釋資料，並能依據科學資料，簡單瞭解其中的因果關係，進而理解科學事實會有其相對應的證據或解釋方式。利用簡單形式的口語、文字、影像、繪圖、模型、實物與科學名詞等，表達其發現或成果。</p>
7-9 年級	<p>本階段課程由具體操作切入後，引進抽象思考連結具體操作。學生能提出問題、形成假說、設計簡易實驗、蒐集資料、繪製圖表、提出證據與結論等科學探究與運算等科學基本能力。學生學習從日常生活經驗中找出問題，並善用生活週遭的物品、器材儀器、科技設備與資源，合作規劃可行步驟並進行自然科學探究活動，以培養分析、評估與規劃、回應多元觀點之基本能力。能操作適合學習階段的科技設備與資源，並分辨資訊之可靠程度及合法應用，以獲得有助於探究和問題解決的資訊。</p>
10-12 年級 (共同)	<p>本階段課程可較大幅放入微觀、運算與理論推導的層次，並建立科學模型的系統性思考方式。學生學習從日常生活經驗、科學報導或實作中找出問題，根據問題特性、設備資源、期望之成果等因素，運用簡單的科學模型、理論與儀器等，進行自然科學探究活動，進而發表探究的成果與提出合宜的問題解決方案。並能以合乎邏輯的方式描述自然科學活動的主要特徵、方法、發現、價值和限制，進而透過討論理解同儕的探究過程和結果，且提出合乎邏輯的解釋或意見。</p>
10-12 年級 (進階)	<p>本階段課程可較大幅放入微觀、抽象思考、基本運算與理論推導的層次，並建立科學模型與理論的系統性思考方式。學生能從一系列的觀察、實驗中取得自然科學數據，並依據科學理論及方法進行比較與判斷資料，進而以批判的論點來檢核資料的可信性，並提出創新與前瞻的思維來解決問題。學生能運用較為複雜的科學模型、理論與儀器等，獨立規劃完整的實作探究活動，進而根據實驗結果，反思實驗過程的優、缺點，以修正實驗模型或創新突破。</p>