

十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要草案研修說明

壹、研修背景

一、自然科學領域課程綱要發展沿革與現行課程綱要相關問題

(一) 自然科學課程綱要發展沿革

1. 「自然與生活科技領域」到「自然科學領域」：科技成為獨立之「科技領域」。
2. 「九年一貫課程綱要」到「十二年國民基本教育」：12年課程連貫設計。
3. 「能力指標」到「素養導向」：落實領域學科能力整合、內化、應用的目標。

(二) 現行自然科學課程綱要相關問題

1. 九年一貫「自然與生活科技學習領域」課綱之分段能力指標，包含8項科學素養，項目過多，不易作為選編教材、實施教學與學習評鑑之依據。
2. 九年一貫課程國中階段師資分科培訓，教科書形式上不分科編輯（同在一本書），但實質上分科編輯，各單元缺乏跨科連結整合。
3. 九年一貫課程國中小教科書編輯落差，國小教科書多採取探究或問題解決模式，國中則採概念描述為主，輔以實驗操作，國中小教科內容文字數量差異大。
4. 素養或能力落實問題：相關的課程資源配套不足，例如，基測、評量試題仍多屬片段認知概念內容；教科書仍屬認知概念模式編輯；未納入師資養成與在職培訓課程。
5. 九年一貫課程教材細目的概念內容過多且零碎，缺少大概念(big-idea)以及核心概念(core concept)。
6. 九年一貫課程與99課綱，分屬不同研修委員會，國中階段、高中階段之概念發展未能連貫，內容多有重複問題。
7. 高中99課綱為教材大綱型式，缺少「科學探究能力」內容之描述。
8. 高中99課綱為教材大綱型式，偏重知識概念，教科書內容以及教學模式也多以科學知識概念學習為唯一目標，缺乏科學探究方法的學習設計。

二、自然科學領域課程綱要在世界主要國家的發展趨勢

本次研修工作參考以下文件「A Framework For K-12 Science Education,2012」、「NGSS(Next Generation Science Standards, 2013)」、「STEM(Science, Technology, Engineering and Math)」、「Big ideas (principles and big ideas of science education,2010)」、「PISA, 2015」、各種科技部「高瞻計劃」成果作品等，歸納出以下的發展趨勢：

- (一) 朝向科學素養的培養，注重與日常生活之聯結。
- (二) 重視科學概念發展與新興科技的連貫統整。
- (三) 強調科學核心概念的學習。
- (四) 重視科學本質的認識與態度的培養。
- (五) 探究與實作為科學學習的主要目標。

三、自然科學領域研修課程綱要之重要性

本次研修重要性在於面對教學現場出現的問題，解決上述「現行自然科學課程綱要相關

問題」，羅列如下：

1.九年一貫課綱之8項科學素養項目過多，能力指標分析過於細碎。(上述問題1)

解決方式：整合科學素養內容，分成「科學探究」與「科學的態度與本質」取代認知、技能、情意(參考附表三)，並建立「自然科學」領域之學習內容架構後，再由各科研發相關內容(參考附錄表一)。

2.國中階段師資分科培訓，教科書分科編輯，但課程要求領域統整教學。(問題2)

解決方式：國中階段教學分科為主，跨科概念為輔，每學期課程至少實施一個單元的跨科整合的教學。

3.國中小教科書編輯落差問題(問題3)

解決方式：

- 強調概念認知發展與概念內容架構。(參考附表二)
- 編寫教科書時，須同時提供3至12年級之整體課程計畫，說明各年級的教材內容銜接。(參考實施要點之教材編選)

4.偏向知識概念學習，未能落實素養/能力教學的問題。(問題4、7、8)

5 加強探究與實作式學習的落實

解決方式：

- 國小階段：學習首要為探索體驗，課程採統整概念的學習模式。
- 國中階段：學科概念系統性認識，連結概念學習與生活運用，並規範課程需安排1/3授課時數，實施探究與實作學習。
- 高中階段：安排跨科「探究與實作課程」4個必修學分，連貫9-10/11年級的自然科學素養導向學習。。
- 整合「學習表現」與「學習內容」，提供各學習階段的素養導向教學與評量示例。
- 於實施要點中具體說明課程發展、教學、評量的關係。

6.教材細目的概念內容過多且零碎，缺少大概念的呈現。(問題5)

解決方式：以學習內容表現「核心概念」，包含科學概念的「主題」與「次主題」，並輔以「跨科概念」。(參考附表一)

7.國小階段、國中階段、高中階段之概念發展不連貫。(問題6)

解決方式：3-12年之課綱格式相呼應，且配合認知發展連結各階段之概念學習次序。(參考附表二)。

貳、研修任務與目標

基於上述研修背景，持續深化十二年國民基本教育課程綱要總綱，引導發展自然科學領域課程綱要，本次研修有以下任務須達成：

- 在整體性的課程理念與目標下，擬訂科目內容與各科學習時間分配的建議。
- 延續總綱核心素養的理念，發展各教育階段之自然科學領域核心素養。
- 配合認知發展階段，撰寫3至12年級的學習重點與附錄說明，達成縱向連貫與橫向統整。
- 透過跨領域對話達成橫向統整的連繫，避免領域間的重複。
- 融入總綱中的十九項重大議題。
- 為達成學習重點的內涵，同時修訂實施要點。

「自然科學領域課程綱要研修委員會」，依循上述任務，完成之課綱草案內容，說明如下：

一、自然科學領域之理念、目標與核心素養

- (一) 基本理念：包含科學對人類的意義、科學學習的方法、科學學習的內容等。
- (二) 課程目標

共有五大項，分別為：1.啟發科學探究的熱忱與潛能；2.建構基本科學素養；3.奠定持續學習科學與運用科技的基礎；4.培養社會關懷、守護自然之價值觀與行動力；5.為生涯發展做準備。

(三) 核心素養

自然科學核心素養的內涵包含有三：

- 1.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」；
- 2.養成應用科學思考與探究的習慣及瞭解科學知識產生方式的「科學的態度與本質」；
- 3.學生學習科學知識的「核心概念」。

二、時間分配

- (一) 國小階段銜接生活課程，第二學習階段與第三學習階段共3節，。
- (二) 國中階段各年級上、下學期節數均為每週3節。
- (三) 高中階段自然科學必修總學分數為12，包含物理(2)、化學(2)、生物(2)、地科(2)及探究與實作課程(4)。部訂選修學分數為32，包含物理(10)、化學(10)、生物(8)、地科(4)。

三、學習重點

- (一) 國小階段不科，以自然科學領域整合方式架構課程。
- (二) 國中階段分科為主，跨科為輔。課程設計需兼顧學科概念系統性發展以及學科概念整合的學習，除各學科系統性知識的教學規劃以外，每學期需至少設計一個單元/主題，實施跨科整合的學習。
- (三) 高中必修課程為延伸國中學習，除物理、化學、生物、地科四科必修學分外，增加探究與實作課程，貫徹「探究與實作」的精神與方法。高中必修課程之學習重點內容與國中課程整合設計。
- (四) 高中選修課程，進入加深加廣的階段，銜接大學學習做準備。

四、實施要點

- (一) 課程發展：具體列出學校發展課程所需要組織架構與方法，包含自然科學領域教學研究會、探究與實作課程之人員安排、重大議題之融入等。
- (二) 教材編選：提供教科書編選之依據，包含實驗時數的安排與指導手冊。
- (三) 教學方法：提供教師未來教學的參考，並配合本次課程綱要之內容。
- (四) 教學資源：建立自然科學實驗所需之設備基準與人事配合。
- (五) 教學評量：提供各式評量方式，建立具素養導向的教學評量。

參、研修原則

一、總綱共同原則

- (一) 素養導向、連貫統整、多元適性
- (二) 國中階段：自然科學、科技分成兩個領域
- (三) 融入重大議題（環境、海洋、性別、人權等19項）

二、自然科學課程綱要之特色與原則

為達成認知發展的連貫性，本次研修工作在各階段有不同的特色與原則，分別說明如下：

(一) 國小階段

- 1. 豐富「主體經驗」為主，「客體經驗」為輔。
- 2. 具體操作、著重觀察、親身體驗。
- 3. 培養學習興趣、保有好奇心。
- 4. 根據觀察體驗提出自己看法。
- 5. 從生活中察覺問題。

(二) 國中階段

- 1. 「主體經驗」與「客體經驗」相輔相成。
- 2. 接觸「科學知識系統性」，引進抽象思考
- 3. 體會科學知識可以幫助生活解決問題。
- 4. 依現象提出問題，並設計實驗實作，進行探究計畫，撰寫簡易科學探究報告。
- 5. 以質性描述為主，量化計算為輔。

(三) 高中階段

- 1. 為大學教育銜接做準備。
- 2. 大幅放入微觀、抽象思考、公式運算。
- 3. 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。
- 4. 運用較複雜的科學模型、理論、儀器設備，獨立或與同儕合作規劃執行完整的科學探究計畫。

肆、研修過程

一、研修小組運作模式

自然科學領域研修範疇從3年級至12年級，國中小之科目為自然科學，高中階段在普通型高中為物理、化學、生物、地球科學。將自然科學領域課程綱要研修小組之組成表示於下頁圖1。

圖1可知自然科學領域綱要團隊組織包括「工作圈聯席會」，以及六個工作小組，分別為「工作圈跨科概念研擬小組」、「工作圈素養研擬小組」、「物理科核心工作小組」、「化學科核心工作小組」、「生物科核心工作小組」、「地球科學核心工作小組」。基於自然科學領域的學科特性，且達成十二年連貫統整的目標，「工作圈跨科概念研擬小組」及「工作圈素養研擬小組」將由四個分科核心工作人員中選任，前者主要彙整、規劃跨科概念，後者目標在於研擬課程科學素養內涵以呼應總綱之核心素養和學習表現。最後，「工作圈聯席會」將統籌領域內所有相關事宜，如：研修原則與方向、跨科連結或整合、重大議題融入等。

此外，為達成跨科統整之目標，本研究之「工作圈跨科概念研擬小組」又分為以下四小組：

- (一) 國小階段：成立「國小跨科協調小組」，根據各學科小組所擬定學習內容，重新統整整理。
- (二) 國中階段：成立「國中跨科協調小組」，由各學科小組代表組成，擬定跨科為輔之具體實施策略。
- (三) 高中階段：成立「探究與實作課綱研擬小組」擬定跨科統整之具體學習內容
- (四) 國高中階段：分析各科間相互支援的先備概念，透過協商納入學科學習內容



圖1 自然科學領域課程綱要研修小組運作模式

二、召開各項次會議之次數、參與人次

本次研修之工作圈會議共22次、素養研擬小組17次、跨科研擬小組10次、探究與實作小組8。分科組別中物理小組12次、化學18次、生物11次、地球科學18次，詳如表1所示。

表 1 自然科學領綱已召開之各項會議與次數統計表

會議名稱/組別	次數
工作圈諮詢會議	10
工作圈正式會議	12
素養研擬會議	17
跨科研擬會議	10
探究與實作小組會議	8
生物小組會議	11
地科小組會議	18
物理小組會議	12
化學小組會議	18

伍、主要成果

- 一、完成自然科學領域課程綱要草案。(包括基本理念、課程目標、時間分配、領域核心素養、學習重點、實施要點等)。
- 二、完成本領域課程綱要附錄：「跨科概念與學科核心概念表」、「核心概念認知能力描述」、「學習表現架構表」、「總綱核心素養與自然領綱各階段學習表現關聯表」、「探究與實作課程案例」。
- 三、完成本領域課程綱要研修說明。
- 四、完成重大議題內涵融入之說明表。
- 五、完成本領域課程綱要Q & A。