

基於 OECD 教育 2030 理念檢視澳門初中自然科學課程

王蘊盈 魏冰

[摘要] 2015 年，國際經濟合作與發展組織（OECD）基於“教育 2030”的理念制定學習框架並在國際範圍開展課程內容圖譜分析（CCM），為發展學生面向未來的能力及課程改革提供依據。本研究採用 CCM“內容—能力”二維分析框架，形成並分析澳門初中自然科學課程圖譜。研究發現，澳門初中自然科學課程與 CCM 分析框架相貼切。在內容維度上，澳門初中自然科學課程對“實驗活動”和“調查活動”最為重視，但忽視“安全”、“道德倫理”和“跨學科內容”。在能力維度上，“關鍵概念”和“基本素養”得到充分重視，但“技能、態度和價值觀”與“複合能力”重視程度最低。本次研究還發現澳門初中自然科學課程中內容主題與能力培養的關聯度較低。澳門初中自然科學課程未來可考慮將課程內容與能力素養緊密聯繫起來，發展“內容與能力並重”的課程整合與嵌入模式。

[關鍵詞] 教育 2030 面向 2030 能力 課程內容圖譜 澳門初中自然科學課程

教育事業不但要立足於現實，還要面向未來，這是國際教育界的一個普遍共識。為對 2030 年的人口、經濟、環境、職業與技能需求等進行預測，一些教育研究機構在早些年已陸續出台學校 2030、課堂 2030 等教育變革戰略。^① 直到 2015 年，聯合國教科文組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization，簡稱 UNESCO）通過的《2030 年教育：仁川宣言和行動框架實現可持續發展目標 4》為走向未來 2030 年的世界教育設立新目標——“確保包容和公平的優質教育，讓全民終身享有學習機會”。^② 同年，國際經濟合作與發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development，簡稱 OECD）與之呼應，提出“未來教育與技能 2030：教育 2030”（OECD The Future of Education and Skills Education 2030）項目，力求探索未來教育的發展願景。^③ 伴隨“教育 2030”全球議程的確立，不同組織機構相繼提出各

作者簡介：王蘊盈，澳門大學教育學院碩士生；魏冰，澳門大學教育學院教授。

^① 鄧莉、彭正梅：〈全球學習戰略 2030 與中國教育的回應〉，《開放教育研究》（上海），第 3 期（2017），頁 18—28。

^② *Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the Implementation of Sustainable Development Goal 4: Ensure Inclusive and Equitable Quality Education and Promote Lifelong Learning Opportunities for All*. UNESCO, 2016.

^③ *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD, 2018, [https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).

自所認為的未來教育的發展方向、實現目標以及實施方法。

為幫助學生面對經濟、環境和社會的快速變化並做好準備，OECD 教育 2030 旨在通過製定概念性學習框架，探索教育面臨的長期挑戰，並通過國際課程分析，使課程設計過程更加循證和系統。^① 作為第一階段的工作，該項目基於面向 2030 年的學習框架（learning framework for 2030）提出“學習羅盤 2030”（learning compass for 2030），明確面向 2030 年的能力發展，並在國際範圍對現行學校課程開展課程分析。本質上，OECD 教育 2030 指向個人和社會的福祉——隨着社會的發展，“福祉”已不局限於物質層面，還包括健康、環境、社區、工作與生活的平衡等。為了通過改革現行課程以納入新的能力要求，荷蘭教育、文化和科學部邀請 OECD 對其擬議的課程進行獨立分析，審查面向 2030 年學習框架中的關鍵能力（知識、技能、態度和價值觀）在課程中的體現程度。為此，該項目使用一種專門為這類分析設計的工具——課程內容圖譜分析（curriculum content mapping，簡稱 CCM）。^② 作為一種國際課程比較分析工具，CCM 能夠幫助各國家和地區將其課程與其他國家或地區的課程進行比較，並通過文本分析對其政策意圖進行現實核查，以供自我反省，以利課程再設計。^③

到目前為止，已有一些國家和地區根據 CCM 開展了學校課程的分析工作，這包括中國內地部分學科課程的分析，相關研究成果已經發表，例如數學、^④ 物理、^⑤ 化學。^⑥ 澳門作為中華人民共和國的一個特別行政區，在非高等教育的課程設置、課程管理和教學方式等方面具有鮮明的特點。特別是目前各教育階段正在實施的“基本學力要求”是一種基於“學力”的課程形式，值得關注。OECD 的課程分析範圍定位於初中水平且側重課程的綜合性，本文關注的初中自然科學基本學力要求正符合這些特點。這項工作不僅有助於探討澳門初中階段自然科學課程在面向未來方面存在的問題，也為“教育 2030”項目的課程分析提供一個國際比較的視角。

^① *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD, 2018, [https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).

^② *Education 2030 Curriculum Content Mapping: An Analysis of the Netherlands Curriculum Proposal*. OECD, 2019, https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/E2030_CCM_analysis_NLD_curriculum_proposal.pdf.

^③ *Education 2030 Curriculum Content Mapping: An Analysis of the Netherlands Curriculum Proposal*. OECD, 2019, https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/E2030_CCM_analysis_NLD_curriculum_proposal.pdf.

^④ 曹一鳴、馬雲鵬、郭衍、孫彬博：〈面向未來的初中數學課程圖譜分析——以經濟合作與發展組織（OECD）“學習框架 2030”為基礎〉，《基礎教育課程》（北京），第 19 期（2020），頁 4—16。

^⑤ 廖伯琴、王俊民：〈基於 OECD “學習框架 2030” 的我國義務教育物理課程圖譜分析〉，《基礎教育課程》（北京），第 1 期（2021），頁 11—18。

^⑥ 王磊、邵欣、鄭長龍、胡久華、魏銳：〈基於 OECD “學習框架 2030” 的我國義務教育化學課程圖譜分析〉，《基礎教育課程》（北京），第 9 期（2021），頁 16—24。

一、OECD 教育 2030

(一) OECD 學習羅盤 2030

早在 1997 年，OECD 便開啟“能力的定義與選擇”（DeSeCo）項目，正式提出“能力”（competency）——“不僅是知識和技能，也通過在特定環境中利用和調動社會心理資源（psychosocial resources，如態度、動機、價值觀）來滿足複雜需求的能力，即能力包含知識、技能、態度與價值觀”。^① OECD 認為，人類應具備多種能力以面對紛繁複雜和多變的世界，但試圖列舉每種能力並逐一在學校教育中落實是不切實際的，因此，有必要以明晰個人和社會願景為前提，確定適合應對未來社會的“關鍵能力”（key competencies）。^② 這種“關鍵能力”指的是適用於所有人的，能促進個人成功和社會健全的重要能力，主要包括基於反思的“使用工具”、“在社會異質群體中互動”、“自主行動”三大能力類型。^③

十多年後，OECD 的“教育 2030”項目重新審視當代社會的發展需求，在 DeSeCo 的基礎上拓展能力的內涵，建立“OECD 學習框架 2030”，列出當今學生要在 2030 年茁壯成長和塑造更美好的未來所需的知識、技能、態度和價值觀類型。^④ 該框架的特點包括以下幾個方面：（1）以知識、技能、態度和價值觀為基礎，牢固認知基礎、健康基礎、社會和情感基礎；（2）以變革能力為關鍵能力，培養學生懂得創造價值、承擔責任、協調矛盾與困境；（3）以主體性為核心，重視學生能動性，發揮同伴、教師、家長、社會的積極作用；（4）以預期、行動、反思作為能力發展的過程與周期。^⑤ 2019 年，OECD 進一步將學習框架比喻為“學習羅盤”（learning compass），強調學生學會有效運用上述各種知識、技能和能力在陌生環境中“航行”，幫助學生成為終身學習者，以實現個人和社會到達“幸福 2030”的美好願景。^⑥

(二) CCM 的二維框架

課程內容圖譜分析（CCM）旨在反映應對未來世界的能力在各個國家和地區現有課

^① *The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary*. OECD, 2005, <https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.downloadList.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf>.

^② *The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary*. OECD, 2005, <https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.downloadList.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf>.

^③ *The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary*. OECD, 2005, <https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.downloadList.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf>.

^④ *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD, 2018, [https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).

^⑤ *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD, 2018, [https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).

^⑥ *OECD Future of Education and Skills 2030. OECD Learning Compass 2030. A Series of Concept Notes*. OECD, 2019, https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/OECD_Learning_Compas_2030_Concept_Note_Series.pdf.

程中的實際狀況，為確定課程中突出的學習領域提供一個基準和比較數據。^①CCM的目標分析對象為國際教育標準分類 ISCED 2，^②即初中教育水平。^③CCM分析法是一個由內容和能力組成的二維框架。其中，內容維度包括七大領域，分別是（1）語言；（2）數學；（3）體育與健康教育；（4）藝術；（5）人文／社科研究／社會科學；（6）科學與自然科學；（7）科技及家庭經濟。這七大領域共涉及 189 個內容條目。其中，與本次研究相關的“科學／自然科學”包含四大內容主題：化學、物理學、生物學／生命科學、地球科學／宇宙／天文學。每個內容主題涉及六至七個板塊，包含 26 個主題／內容／概念／活動（表 1）。

表 1 CCM 科學／自然科學內容

內容板塊	主題／內容／概念／活動
核心概念	原子、元素、化合物、化學反應、元素周期表、有機化學、液體的性質和用途以及化學定律。（化學） 不同類型的系統，以及有助於其安全且高效運行的因素；系統對個人、社會和／或環境的影響；物體運動、力、能量及其變換；物理定律。（物理學） 生命系統和過程、生物、分子生物學、細胞生物學、遺傳學、組織、生態系統和生物學定律。（生物學／生命科學） 宇宙；持續性；水系統；熱；地質資料；影響當地水質的因素；人類活動和科技對水資源的影響；以及地球的形成。（地球科學／宇宙／天文學）
安全	自然科學中的安全實踐、使用等。（僅限化學、物理學）
實驗活動	自然科學中科學調查過程、實踐和程序活動：制定科學問題和解決方案；原因調查、假設制定和檢驗；調查／實驗後的數據／證據解釋和陳述。
調查活動	計劃、進行安全和嚴格的自然科學調查的活動。
認知知識	科學家的工作，如何像科學家一樣思考和寫作，自然科學如何對現實生活和現實世界作出貢獻並與之相關。
道德倫理	自然科學中的道德和倫理問題。
全球與可持續性	與全球公民和可持續發展教育相關概念，包括環境可持續性；促進國際理解、合作與和平的教育；與人權和基本自由有關教育。

能力維度是 OECD “學習羅盤 2030” 中提出的面向 2030 年的五大能力類型，分別是：（1）基本素養；（2）技能態度價值觀；（3）關鍵概念；（4）變革能力和能力發展；（5）複合能力。這五大能力類型以及它們所包含的 28 項具體能力構成了能力素養維度（表 2）。

^① *Education 2030 Curriculum Content Mapping: An Analysis of the Netherlands Curriculum Proposal*. OECD, 2019, https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/E2030_CCM_analysis_NLD_curriculum_proposal.pdf.

^② ISCED 是國際教育標準分類（International Standard Classification of Education）的首字母縮寫，是聯合國教科文組織制定的分類框架，它提供了教育和學校教育系統的共同分類。《國際教育分類標準》第 2 條提及初中教育，即 ISCED2。

^③ *Education 2030 Curriculum Content Mapping: An Analysis of the Netherlands Curriculum Proposal*. OECD, 2019, https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/E2030_CCM_analysis_NLD_curriculum_proposal.pdf.

表 2 CCM 能力素養

類別	具體能力素養
基本素養	1) 讀寫素養、2) 計算能力、3) ICT 素養／數字素養、4) 數據素養、5) 體育／健康素養
技能、態度和價值觀	6) 協作／合作、7) 批判性思維、8) 解決問題、9) 自我管理／自我控制、10) 同理心、11) 尊重、12) 堅持／堅韌、13) 信任、14) 學會學習
關鍵概念	15) 學生主體、16) 共同體(學校、教師、家長、同伴)
變革能力和能力發展	17) 創造新價值、18) 承擔責任、19) 調節矛盾與困境、20) 預期、21) 行動、22) 反思
複合能力	23) 全球能力、24) 媒體素養、25) 可持續發展素養、26) 計算思維／編碼／程式設計、27) 財經素養、28) 企業家精神

二、澳門初中自然科學課程

澳門學校一直以來享有高度的教學自主權，課程和教材由學校自主決定和選擇。這種課程管理制度給予學校極大的空間開發校本課程，使得澳門中小學在課程設置方面各具特色。但從長遠發展來看，若沒有一個基本標準則難以保障本地區高水平的教育品質，因此，有必要訂定屬於本地的教育基準，完善符合自身和未來發展需要的課程體系，確保非高等教育整體品質的持續提升。^① 基於這種認識，澳門特區政府採取一系列舉措，這包括 2011 年發佈的《非高等教育發展十年規劃（2011－2020 年）》，2014 年發佈的 15/2014 號行政法規《本地學制正規教育課程框架》（即《課框》）已全面實施。《課框》構建了學校課程的基本架構，貫徹以多元、均衡的方式促進學生發展的原則，指引學校建立各自的校本課程。為了促進課程的統整，保障學生在各教育階段獲得多元的學習經驗，《課框》提出了六個學習領域：（1）語言與文學；（2）數學；（3）個人、社會與人文；（4）科學與科技（自然科學、資訊科技）；（5）體育與健康；（6）藝術。澳門特區政府於 2015 年 7 月以行政法規的形式在政府公報上發佈了《本地學制正規教育基本學力要求》，為各科目基本學力要求的制定作出了明確的規範化要求。經過幾年的醞釀，各科目的“基本學力要求”於 2017 年 6 月全部制訂完成並正式公佈，與之配套的《課程指引》也於 2018 年 4 月正式公佈。

各科目的“基本學力要求”文本主要包括三個部分，分別是課程理念、課程目標和各學習範疇基本學力要求的具體內容。在《初中自然科學基本學力要求》的“課程理念”中，明確指出科學素養是澳門中學自然科學教育的中心目的，初中階段的自然科學教育

^① 郭曉明：〈核心素養與澳門非高等教育課程框架的改革〉，《澳門研究》（澳門），第 4 期（2016），頁 43－59。

要達成以下七項課程目標：^①

- 保持並發展對自然現象的好奇心和求知欲，增強對科學學習的興趣和熱忱。
- 理解基本的科學知識，能用相關的科學概念和原理解釋一些常見的自然現象。
- 學會一些基本的科學方法和技能，引導學生解決一些與自然科學有關的實際問題。
- 認識科學探究的意義和基本過程，增進對科學探究的體驗，發展初步的探究能力。
- 逐步養成勤於思考，敢於質疑，嚴謹求實，樂於實踐，善於合作等科學精神。
- 瞭解科學、技術、社會、環境之間的關係，關注與科學有關的社會議題，初步形成主動參與社會問題討論的意識。
- 引導學生瞭解科學的本質，初步形成應用科學的知識、方法和態度去看待和解決個人與社會問題的意識。

在該文本中，初中自然科學的學習範疇由四個主題構成，分別是：（1）科學探究；（2）物質科學；（3）生命科學；（4）地球與太空科學。每個主題之下有若干基本學力要求條目，共計 122 個條目。^② 相關的《初中自然科學課程指引》是幫助教師理解並實施《初中自然科學基本學力要求》的輔助材料，內容較為詳細，既有課程理論和教學理論也有教學方法和具體的教學案例。^③

三、分析過程

本研究採用 OECD 的 CCM 分析，分析對象是澳門特別行政區政府發佈的與初中自然科學相關的兩個文本，即《初中教育階段自然科學基本學力要求》（以下簡稱《基力》）以及與其配套的《初中自然科學課程指引》（以下簡稱《課程指引》）。通過對這兩個文本的考察以回答兩個研究問題：

- （1）澳門初中自然科學課程各項內容主題對應能力素養水平的出現頻次與佔比如何？
- （2）澳門初中自然科學課程各項能力素養對應內容主題水平的出現頻次與佔比如何？

基於前述的 CCM 二維框架，我們以能力素養為“經”、各學科的內容主題為“緯”構成二維矩陣（表 3）。在表 3 中，第一、二行分別為 28 項能力及對應編號（未完全列舉）；第一、二列則為 26 個學科內容和編號（未完全列舉），其中物理學內容編號為 NSP（Natural Science, Physics）、化學內容編號為 NSC（Natural Science, Chemistry）、生物學內容編號為 NSB（Natural Science, Biology）、地球科學內容編號

^① 澳門特別行政區政府第 56/2017 號社會文化司司長批示《訂定初中教育階段的基本學力要求的具體內容》附件十《初中教育階段自然科學基本學力要求》。

^② 魏冰：〈科學素養教育在澳門——中學自然科學基本學力要求研製過程追述〉，《澳門研究》（澳門），第 3 期（2018），頁 99—106。

^③ 澳門特別行政區政府教育暨青年局：《初中自然科學課程指引》，2017 年。

為 NSE (Natural Science, Earth Science)。具體說來，面向 2030 年的 28 項能力素養與自然科學 26 個子主題共同形成 728 個“內容—能力”二維關聯單元。

表 3 CCM 項目的“內容—能力”二維矩陣

		讀寫素養	計算能力	ICT 素養/ 數字素養	數據素養	……
		1	2	3	4	……
NSC1	核心概念	賦值	賦值	賦值	賦值	賦值
NSC2	安全	賦值	賦值	賦值	賦值	賦值
NSC3	實驗活動	賦值	賦值	賦值	賦值	賦值
……	……	賦值	賦值	賦值	賦值	賦值

基於 OECD 所規定的分析規則與標準，本次研究的文本分析分為以下幾個步驟：

(1) 研讀相關文件：明確 OECD 與澳門《基力》及《課程指引》中對自然科學領域內容和能力素養的基本內涵。

(2) 內容配對：將《基力》和《課程指引》的內容與 OECD 的 26 項自然科學內容條目和 28 項能力進行分類、配對。下面分別舉兩個範例：

①《基力》“三、各學習範疇基本學力要求的具體內容”中“B-2-14 能正確書寫簡單的化學反應方程式，並能根據化學反應方程式進行基本的計算”。

在內容上，此部分涉及化學內容板塊“NSC1 化學核心概念”中關於化學反應這一部分。在能力素養上，要求“能正確書寫”是對“讀寫素養”的培養，“進行基本的計算”是對“計算能力”的培養。因此，在這一條《基力》具體內容中，NSC1 主題內容涉及到“讀寫素養”和“計算能力”的培養，它們是直接關聯要求。

②《基力》“二、課程目標”中“(五)使學生逐步養成勤於思考、敢於質疑、嚴謹求實、樂於實踐、善於合作等科學精神”。

“敢於質疑”所對應“批判性思維”；“嚴謹求實”能對應為“承擔責任”，培養學生能對所研究的過程與結果負責，需要做到嚴謹求實；“樂於實踐”則是“行動”上付諸實踐；“善於合作”明顯歸屬於“合作”。由此可見，一句話能體現對多種能力素養的培養，但當中並未與具體內容有所關聯。

(3) 建立賦值標準與進行賦值：通過內容條目的內容建立等級賦值標準，將能力素養在課程內容中的體現水平進行等級賦分（表 4）。

(4) 建圖：建立澳門初中階段自然科學課程的課程譜圖（熱圖）；

(5) 分析報告：分析圖譜並形成報告。

表 4 澳門初中自然科學課程 CCM 分析賦值標準與對應程度水平描述

水平	等級內涵	說明
4	各學習範疇基本學力要求的具體內容中明確提出某項能力素養的培養要求。 (主要培養目標)	在《基力》“三、各學習範疇基本學力要求的具體內容”和《課程指引》“3.5 本科目各範疇基本學力要求詳解”中具體某個內容主題可以直接關聯到能力素養，互相匹配。
3	其他部分內容中提及某項能力素養的培養要求。 (次要培養目標)	《基力》和《課程指引》中基本理念、課程目標、前言、課程實施、附錄等其他部分出現能力素養培養要求，具體某個內容主題可以直接關聯到能力素養，互相匹配。
2	能力素養沒有關聯到具體某個內容主題，但教師有機會將其在課堂中教授培養。	特定學科領域沒有明確包含該能力素養，而《基力》和《課程指引》有提及此類能力素養培養建議，教師有可能包含在課程中。
1	課程內容中沒有提及該內容和能力素養。	/

為減少主觀性影響與提高研究效度，本次研究由兩名研究者共同進行編碼與審查。首先由一名研究人員單獨對澳門初中自然科學《基力》和《課程指引》進行配對分析，將配對過程、賦值想法以及分析結果交予另一位研究者進行審核，交流商討並進行改進，最後達成共識。若還存在未能達到共識的部分，則請另外具有相似學科教育背景的人員共同討論，得到最終結論。

四、研究結果

研究結果包括三個部分。本文首先呈現澳門初中自然科學課程“面向 2030”的內容主題和能力素養的整體情況，然後逐一回答前述的兩個研究問題。

(一) 澳門初中自然科學課程“面向 2030”內容主題與能力素養的整體情況

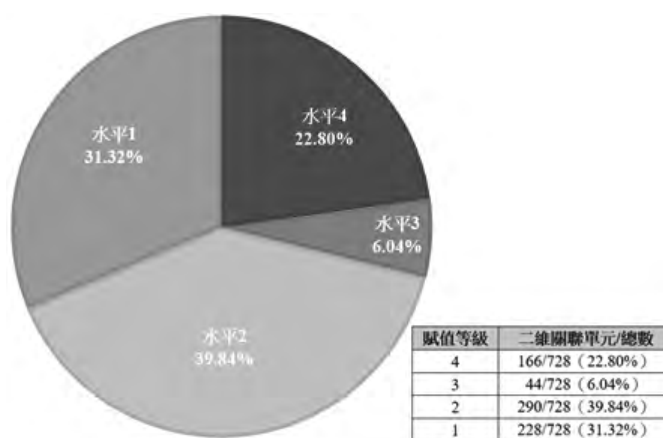
透過澳門初中自然科學課程分析圖譜（熱圖），澳門初中自然科學課程對於 OECD “面向 2030”的內容主題都有所涉及並分別提出不同的能力素養的培養要求，即說明基本包含 CCM 科學／自然科學 26 項主題。28 項能力素養中涉及 22 項（有 6 項只呈現水平 1，即自我管理、堅持／堅韌、信任、程式設計思維、財經素養、企業家精神），其中主要培養目標（水平 4）有 18 項。因此，澳門初中自然科學課程的內容與能力素養的範圍是廣泛的，與 OECD “面向 2030”所關注的科學／自然科學內容及能力素養具有一定的契合度（圖 1）。

圖 1 澳門初中自然科學課程分析圖譜 (熱圖)

編碼	內容主題	基本素養					技能、態度與價值觀							關鍵概念			變革能力和能力發展					複合能力							
		讀寫素養	計算能力	ICT/數字素養	數據素養	體育/健康素養	協作/合作	批判性思維	解決問題	自我管理/自我控制	同理心	尊重	堅持/堅韌	信任	學會學習	學生主體	共同體	創造新價值	承擔責任	調節矛盾與困境	預期	行動	反思	全球能力	媒體素養	可持續發展素養	編程思維	財經素養	企業精神
化學																													
NSC1	核心概念	4	4	2	1	1	2	2	3	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2	2	1	1	1
NSC2	安全實驗	4	1	2	1	4	2	2	3	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	
NSC3	實驗活動	4	1	2	4	1	2	2	4	1	4	2	1	1	4	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	3	1	1	
NSC4	調查活動	4	1	2	3	1	2	2	4	1	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	2	1	1	1	
NSC5	認知知識	4	1	4	1	1	2	3	2	1	2	2	1	1	3	4	2	2	2	3	4	3	2	2	4	1	1	1	
NSC6	道德倫理	4	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	
NSC7	環境可持續性	4	1	3	1	1	2	4	2	1	2	2	1	1	2	3	4	2	2	2	1	4	2	2	4	1	1	1	
物理學																													
NSP1	核心概念	4	4	3	1	1	2	2	3	1	2	2	1	1	2	3	3	2	2	2	1	4	4	2	2	1	1	1	
NSP2	安全	2	1	2	1	1	2	2	3	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	
NSP3	實驗活動	4	1	2	4	3	3	2	4	1	4	2	1	1	4	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	3	1	1	
NSP4	調查活動	4	1	2	4	1	2	2	4	1	4	2	1	1	4	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	2	1	1	
NSP5	認知知識	4	1	4	1	1	2	3	2	1	2	2	1	1	3	4	2	2	2	3	4	3	2	2	4	1	1	1	
NSP6	道德倫理	4	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	
NSP7	環境可持續性	4	1	3	1	1	2	4	2	1	2	2	1	1	2	3	4	2	2	2	1	4	2	2	4	1	1	1	
生物學																													
NSB1	核心概念	4	1	2	1	4	2	2	3	1	2	2	1	1	2	4	4	2	2	4	4	4	2	2	2	1	1	1	
NSB2	實驗活動	4	1	2	4	1	2	2	4	1	4	2	1	1	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2	3	1	1	1	
NSB3	調查活動	4	1	2	4	1	2	2	4	1	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	2	1	1	1	
NSB4	認知知識	4	1	4	1	1	2	3	2	1	2	2	1	1	3	4	2	2	2	3	4	3	2	2	2	1	1	1	
NSB5	道德倫理	4	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	
NSB6	環境可持續性	4	1	3	1	1	2	4	2	1	2	2	1	1	2	3	4	2	2	2	1	4	2	2	4	1	1	1	
地球科學																													
NSE1	核心概念	4	1	4	1	3	2	2	3	1	2	2	1	1	2	3	3	2	2	2	1	3	4	2	2	1	1	1	
NSE2	實驗活動	4	1	2	4	1	2	2	4	1	4	2	1	1	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2	3	1	1	1	
NSE3	調查活動	4	1	2	4	1	2	2	4	1	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	2	1	1	1	
NSE4	認知知識	4	1	4	1	1	2	3	2	1	2	2	1	1	3	4	4	2	3	4	3	2	2	2	4	1	1	1	
NSE5	道德倫理	2	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	
NSE6	環境可持續性	4	1	3	1	1	2	4	2	1	2	2	1	1	2	3	4	2	2	2	1	4	2	2	4	1	1	1	

至於澳門初中自然科學課程體現 OECD “面向 2030” 的內容主題與能力素養的程度，在 728 個二維關聯單元中，水平 4 作為主要學習目標，涉及關聯單元 166 個，佔比 22.80%；水平 3 作為次要學習目標，涉及關聯單元 45 個，佔比 6.18%；水平 2 涉及關聯單元 287 個，佔比 39.42%；水平 1 涉及關聯單元 230 個，佔比 31.59%。若將水平 4 和水平 3 的比例相加，佔比為 28.98%，即將近三分之一單元的“面向 2030”能力素養作為澳門初中自然科學《基力》和《課程指引》中有主要或次要培養要求。絕大部分能力素養在澳門初中自然科學課程各內容板塊中有所體現，所佔比例為 68.40%（水平 4+水平 3+水平 2）。但是，另有超過三分之一的目標要求（水平 1，31.59%）沒有關聯到面向 2030 的能力素養（圖 2）。

圖 2 澳門初中自然科學課程在 OECD 課程內容與能力素養中的體現情況



(二) 內容維度分析

澳門初中自然科學課程不同內容主題對應能力素養水平的頻次與佔比方面（表5），四大類型內容主題對能力素養培養水平佔比與分佈較為相似，以水平2和水平1為主，水平3和水平4合計僅25.51—32.74%，即四大內容主題對能力培養關聯度均較弱。通過水平4和水平3合計佔比排序數據可見，澳門初中自然科學課程對“實驗活動”和“調查活動”的能力素養培養指標最多（均在40.00%以上）。“科學探究”是澳門初中自然科學《基力》的一項重要內容，是一個單獨的主題，該主題希望學生明白科學探究是通過實驗、調查等實踐途徑幫助學生獲取事實與證據，形成一定的科學探究能力和培養創新精神。^①因此，各學科主題對“科學探究”均有體現，例如物質科學（化學）中“B-1-5 掌握製取氧氣和二氧化碳的實驗技能及檢驗方法”；生命科學（生物學）中“C-2-2 能觀察並描述花和種子的結構，描述果實和種子的形成過程”等。中國內地物理和化學學科同樣對“科學探究”能力素養培養指標最多，也是最為注重的內容板塊。

“核心概念”（14.29—28.57%）、“認知知識”（32.14—39.29%）和“全球與可持續性”（28.57%）三大內容板塊對能力素養培養要求較好，近三分之一的“面向2030”能力素養作為主要或次要培養要求。自然科學學習不僅掌握基礎知識與基本探究技能，還需形成科學認知，例如如何像科學家一樣思考、如何將科學與現實生活進行聯繫並作出貢獻等。在“全球與可持續性”中澳門更多關注的是可持續發展內容，“科學、技術、社會與環境”是科學教育的重要議題，《基力》將其滲透於不同內容主題中針對具體學科內容做到可持續發展意識的培養，^②但我們在編碼過程中發現澳門初中自然科學課程對全球公民、國際理解等跨學科內容部分沒有具體描述。

而“安全”和“道德倫理”直接要求的能力素養最少（均低於10.00%），沒有受到重視，甚至在地球科學範疇中沒有對“倫理道德”直接培養要求（水平4和水平3總計為0）。化學和物理學兩大主題中涉及到“安全”這一內容板塊，化學對能力素養的主要或次要培養目標僅10.00%，而物理學低於5.00%，需要教師在日常教學中結合相關內容予以關注。中國內地物理與化學學科對“安全”和“道德倫理”關注度也較低，物理學科指出多以實施建議的形式出現，導致水平3和水平4佔比較低，^③針對此情況化學學科提出可以將兩部分內容作為二級主題融入其他主題中。^④

^① 澳門特別行政區政府教育暨青年局：《初中自然科學課程指引》，2017年。

^② 魏冰：〈科學素養教育在澳門——中學自然科學基本學力要求研製過程追述〉，《澳門研究》（澳門），第3期（2018），頁99—106。

^③ 廖伯琴、王俊民：〈基於OECD“學習框架2030”的我國義務教育物理課程圖譜分析〉，《基礎教育課程》（北京），第1期（2021），頁11—18。

^④ 王磊、邵欣、鄭長龍、胡久華、魏銳：〈基於OECD“學習框架2030”的我國義務教育化學課程圖譜分析〉，《基礎教育課程》（北京），第9期（2021），頁16—24。

表 5 澳門初中自然科學不同內容主題對應能力素養水平的頻次（佔比）

內容主題	內容板塊		賦值等級				
	編碼	名稱	4	3	2	1	4+3 (佔該內容板塊的百份比)
化學	NSC1	核心概念	2	2	15	9	4 (14.29%)
	NSC2	安全	2	1	16	9	3 (10.71%)
	NSC3	實驗活動	12	1	7	8	13 (46.43%)
	NSC4	調查活動	12	0	8	8	12 (42.86%)
	NSC5	認知知識	5	4	10	9	9 (32.14%)
	NSC6	道德倫理	1	0	17	10	1 (3.57%)
	NSC7	全球與可持續性	6	2	10	10	8 (28.57%)
	合計 (佔比 %)		40 (20.41%)	10 (5.10%)	83 (42.35%)	63 (32.14%)	50 (25.51%)
物理學	NSP1	核心概念	4	4	11	9	8 (28.57%)
	NSP2	安全	0	1	17	10	1 (3.57%)
	NSP3	實驗活動	12	3	6	7	15 (53.57%)
	NSP4	調查活動	12	0	8	8	12 (42.86%)
	NSP5	認知知識	5	4	10	9	9 (32.14%)
	NSP6	道德倫理	1	0	17	10	1 (3.57%)
	NSP7	全球與可持續性	6	2	10	10	8 (28.57%)
	合計 (佔比 %)		40 (20.41%)	14 (7.14%)	79 (40.31%)	63 (32.14%)	54 (27.55%)
生物學	NSB1	核心概念	7	1	12	8	8 (28.57%)
	NSB2	實驗活動	12	1	7	8	13 (46.43%)
	NSB3	調查活動	13	0	8	7	13 (46.43%)
	NSB4	認知知識	7	4	9	8	11 (39.29%)
	NSB5	道德倫理	2	0	17	9	2 (7.14%)
	NSB6	全球與可持續性	6	2	10	10	8 (28.57%)
	合計 (佔比 %)		47 (27.98%)	8 (4.76%)	63 (37.50%)	50 (29.76%)	55 (32.74%)
地球科學 ／ 宇宙 ／ 天文學	NSE1	核心概念	3	5	11	9	8 (28.57%)
	NSE2	實驗活動	12	1	7	8	13 (46.43%)
	NSE3	調查活動	12	0	8	8	12 (42.86%)
	NSE4	認知知識	6	5	8	9	11 (39.29%)
	NSE5	道德倫理	0	0	18	10	0
	NSE6	全球與可持續性	6	2	10	10	8 (28.57%)
	合計 (佔比 %)		39 (23.21%)	13 (7.74%)	62 (36.90%)	54 (32.14%)	52 (30.95%)

(三) 能力維度分析

澳門初中自然科學不同能力素養對應內容主題水平的出現頻次與佔比方面（表 6），對水平 4 和水平 3 共同佔較高的能力素養進行排序，從高到低的排序為讀寫素養（佔比 92.31%）、行動和學生主體（佔比 73.08%）、共同體（佔比 65.38%）、反思（佔比

61.54%)、解決問題(佔比 53.85%)、學會學習與可持續發展素養(佔比 46.15%)。由此可見,澳門初中自然科學課程對“讀寫素養”培養最為重視,“關鍵概念”中的兩項能力素養以及“行動”與“反思”所得賦分也較高,而當中有 6 項能力僅為水平 1,即沒有出現在《基力》和《課程指引》中。

“讀寫素養”所得佔比最多,是所有內容主題的主要培養要求,該能力是基本科學技能,在教師教學與學生學習中都會涉及對表格、圖像、視覺媒體等文本進行讀取、理解和評價,需要運用語言、文字或圖表等方式描述科學屬性。值得一提的是,中國內地化學學科對“基本素養”賦予新時代內涵,更加突出面向未來的特徵,這值得各地區進行思考。^①“學生主體”和“共同體”作為“關鍵概念”也較為突出,在《基力》和《課程指引》各大板塊中多次強調關注學生個體差異、培養學生的好奇心與求知欲等學生自身因素以及在教學中安排小組討論、社會調查等形成互動關係。“行動”、“反思”是科學探究的主要能力素養。前文已述,科學探究是澳門初中自然科學的重要內容,因此對於這兩項能力素養是重視的。“行動”可以理解成為實驗和調查活動所採取的實踐行動,而“反思”是對行動所獲得的結果進行思考,也是涉及當前經驗與以前所學的聯繫,將所學知識應用到原始環境中。

然而,“技能、態度和價值觀”的部分能力素養(如“自我管理/自我控制”、“堅持/堅韌”、“信任”)基本沒有要求,僅為水平 1。“複合能力”的培養最為薄弱,6 項能力僅涉及 2 項,但“可持續發展素養”情況較好。澳門初中自然科學課程中能力培養目標主要集中在基本素養部分,對科學學習情感態度、高階內容(全球公民教育、國際理解、跨學科內容等)的複合能力培養有所忽視,導致對“面向 2030”的五大能力類型培養存在差異。我們知道,重視基本學科、基礎知識的教育是澳門乃至華人地區的教育傳統;但這種傳統下往往會忽視高階能力的培養。例如,澳門的歷次 PISA 測試結果顯示,超過 90% 澳門學生處於中等水平,高水平學生不突出。^②現時,澳門教青局積極優化不同類型課程的學習,在不久前推出的“綜合應用技能教育”先導計劃中,鼓勵學校開辦跨學科和綜合應用課程,培養學生跨學科、動手解決問題、創新等能力和生涯價值觀,以促進發展學生的軟實力。^③

^① 王磊、邵欣、鄭長龍、胡久華、魏銳:〈基於 OECD “學習框架 2030” 的我國義務教育化學課程圖譜分析〉,《基礎教育課程》(北京),第 9 期(2021),頁 16—24。

^② 尉鳳君:〈重視科學知識應用情境——專訪澳門大學教育學院魏冰副教授〉,《教師雜誌》(澳門),總第 44 期(2014),頁 54—60;李淑華、姚偉祺:〈動手、實踐與研究,提升學生科學素養:探討澳門 PISA 2015 科學素養表現〉,《教師雜誌》(澳門),總第 55 期(2017),頁 7—11。

^③ 澳門特別行政區政府教育及青年發展局:《非高等教育中長期規劃(2021—2030)諮詢總結報告》,2021 年。

表 6 澳門初中自然科學課程不同能力素養對應內容主題水平的頻次（佔比）

能力素養	子主題		賦值等級				
	序號	名稱	4	3	2	1	4+3 (佔該內容板塊的百分比)
基本素養	1	讀寫素養	24	0	2	0	24 (92.31%)
	2	計算能力	2	0	0	24	2 (7.69%)
	3	ICT / 數字素養	5	5	16	0	10 (38.46%)
	4	數據素養	8	0	0	18	8 (30.77%)
	5	體育 / 健康素養	5	2	0	19	7 (26.92%)
技能、態度和價值觀	6	協助 / 合作	0	1	25	0	1 (3.85%)
	7	批判性思維	4	4	18	0	8 (30.77%)
	8	解決問題	8	6	12	0	14 (53.85%)
	9	自我管理 / 自我控制	0	0	0	26	0
	10	同理心	8	0	18	0	8 (30.77%)
	11	尊重	0	0	26	0	0
	12	堅持 / 堅韌	0	0	0	26	0
	13	信任	0	0	0	26	0
關鍵概念	14	學會學習	8	4	14	0	12 (46.15%)
	15	學生主體	13	6	7	0	19 (73.08%)
變革能力和能力發展	16	共同體	15	2	9	0	17 (65.38%)
	17	創造價值	8	0	18	0	8 (30.77%)
	18	承擔責任	8	1	17	0	9 (34.62%)
	19	調節矛盾與困境	0	0	26	0	0
	20	預期	9	4	0	13	13 (50.00%)
	21	行動	18	1	7	0	19 (73.08%)
複合能力	22	反思	11	5	10	0	16 (61.54%)
	23	全球能力	0	0	26	0	0
	24	媒體素養	4	0	22	0	4 (15.38%)
	25	可持續發展素養	8	4	14	0	12 (46.15%)
	26	程式設計思維	0	0	0	26	0
	27	財經素養	0	0	0	26	0
	28	企業家精神	0	0	0	26	0

五、結論

本文依據 OECD “教育 2030” 項目的 CCM 分析法對澳門特區初中自然科學課程的兩個主要文本（《基力》和《課程指引》）繪製了課程圖譜，然後對兩個具體問題進行了分析。從內容主題看，澳門初中自然課程基本包含 OECD 內容框架中的四大學科 26 項內容主題，每個內容板塊都有相關能力素養的培養要求，這說明澳門初中自然課程內容能滿足 OECD 關於自然科學學習領域設計要求。本次研究結果表明澳門初中自然科學課程內容與 OECD 自然科學內容基本吻合，這也印證了澳門中學自然科學基力編寫負責人魏冰所說的，基力中的自然科學內容範疇是基於國際科學教育發展的基本趨勢、澳門

初中科學教育實際情況等方面，努力做到傳統與變革、現實與發展的統一。^① 從能力素養維度看，28項能力素養中有22項在澳門初中自然科學課程中得到體現，其中主要培養目標達到18項，涉及一半以上能力素養。在28項能力素養與26項內容主題共形成的728個“內容—能力”二維關聯單元中，水平2及以上的關聯單元佔比為68.40%，說明超過一半OECD“面向2030”的能力素養在澳門初中自然科學各具體內容主題中有所涉及，或教師有可能在教學活動中對其進行整合與滲透。以上對核心能力素養培養情況與魏冰等人的研究結果相吻合。他們在檢視澳門《基力》包含21世紀核心素養的研究中提到：科學與技術是唯一一個包含全部分析框架中十項素養的學習領域。^② 由此可見，無論是內容層面還是能力素養層面，澳門初中自然課程都能較好地貼合OECD面向2030課程分析框架，符合國際面向未來的自然科學課程發展趨勢，也符合澳門非高等教育課程改革的整體規劃。^③

具體說來，澳門自然科學課程在“面向2030”方面展現一些特點。在內容維度上，澳門初中自然科學課程對“實驗活動”和“調查活動”最為重視，這兩個內容板塊對能力素養培養在四大學科中佔比最高。除此之外，澳門初中自然科學內容上也注重“認知知識”、“全球與可持續性”和“核心概念”，該三大板塊與能力素養之間關聯度較好。在能力維度上，五大能力素養培養差異程度在四大內容主題中較為相似。“關鍵概念”在澳門初中自然科學各學科領域中得到充分重視，在各學科均賦予水平3；“基本素養”和“變革能力和能力發展”培養也較為重視，其中“讀寫素養”均為各學科最注重培養的能力素養；而“技能、態度和價值觀”與“複合能力”重視程度較低，“複合能力”中有一半的能力素養（例如程式設計思維、財經素養、企業家精神）在澳門初中自然科學《基力》和《課程指引》中沒有提及。這些特點與現行的課程結構、體例與內容緊密相關。例如，科學探究是澳門初中自然科學基力中重要的板塊，科學探究能力是在探究過程中逐步形成，經過發現與提出問題、作出假設、制定與實施方案、整理與分析資料、表達與交流，並在探究過程中激發學生的探究興趣、培養創新精神、注重合作學習等等。^④ 這為培養多種能力素養提供了機會。但是，在《基力》中並沒有明確涉及“倫理道德”的內容。我們認為“倫理道德”是現代自然科學與人類社會相關聯的一個重要方面，需要在自然科學課程中有所體現。

本次分析結果反映了澳門初中自然科學對內容主題與能力培養的關聯度較低。現

^① 魏冰：〈科學素養教育在澳門——中學自然科學基本學力要求研製過程追述〉，《澳門研究》（澳門），第3期（2018），頁99—106。

^② Bing, Wei, and Lin Jiajia, Chen Sitong, Chen Yen. “Integrating 21st Century Competencies into a K-12 Curriculum Reform in Macau.” *Asia Pacific Journal of Education*, vol. 42, issue 2, 2020, pp. 1-15.

^③ 蘇朝暉、梁勵、王敏：〈澳門課程改革的背景、取向與展望〉，《全球教育展望》（上海），第5期（2009），頁55—66；郭曉明：〈核心素養與澳門非高等教育課程框架的改革〉，《澳門研究》（澳門），第4期（2016），頁43—59。

^④ 澳門特別行政區政府教育暨青年局：《初中自然科學課程指引》，2017年。

時，OECD 正針對課程中嵌入能力類型及其嵌入方式進行研究，發現許多國家或地區對自身課程再設計時，呈現出從“內容”轉向“能力”再到“內容與能力並重”的綜合與嵌入模式的趨勢。^① 因此，未來澳門初中自然科學課程以及其他科目領域的發展可考慮將課程內容與能力素養建立起更緊密聯繫，發展“內容與能力並重”的課程整合與嵌入模式，為澳門各學校與教師進行課綱規劃、教學安排、教材編寫等教學活動提供更準確、更確實的參照依據。但需說明一點是，“強化內容主題與能力素養的關聯度”並非要求將所有內容和能力進行關聯，而是需思考在該領域或學科中，將不同內容對應能力進行關聯實際的實際意義與可操作性，結合學科特點進行判斷。

六、研究限制

本研究從 OECD “教育 2030” 的教育理念出發，聚焦於澳門初中階段自然科學基本學力要求，採用 CCM “內容－能力” 二維分析框架，形成並分析了該課程的課程圖譜，從面向未來的能力素養方面為澳門非高等教育的課程發展提供了一些國際比較的參考數據。需要說明的是，OECD “學習羅盤 2030” 是為學生面向未來所需提供的一個廣闊的願景，這是一個需要不斷發展不斷完善的學習框架。在本研究中，我們把它當做面向未來教育的一個重要參照，但無意把它視作課程評估框架來“鑑定”澳門初中階段自然科學課程的優劣。同時，我們也深知，OECD “學習羅盤 2030” 提出的五大能力及其所包含的 28 項能力素養是一個全面綜合的整體，需要各個學科及學習領域相互配合才有可能實現，單一的學科（例如自然科學學科）很難全面落實這些能力素養，更無法做到對所有能力素養進行教學內容的關聯。未來有待於採用 CCM “內容－能力” 二維框架分析其他學科的課程以期對澳門非高等教育課程在應對未來挑戰方面有更全面的認識。

[責任編輯 陳超敏]

[校對 何仲佳]

^① 田熊美保：〈Preliminary Findings from the OECD Education 2030 project: OECD Education 2030 プロジェクトからの中間報告（〈特集〉資質・能力を育成する教育課程）〉，《国立教育政策研究所紀要》，總第 146 期（2017），頁 95－107。