

建模導向雙語週期表課程設計

曹雅萍

臺北市立中山女子高級中學

yapingtp@gmail.com

摘要：本文介紹一套以建模思維為核心的高中化學雙語週期表課程設計。傳統週期表教學多偏重元素位置、族週期名稱與性質記憶，較少引導學生理解週期表作為科學模型的形成與預測功能。為此，本課程以「週期表的發展」為主題，透過類比牌卡活動、科學史連結與元素族探究任務，引導學生從觀察、分類、建立規律到預測未知，重新理解週期表的建構歷程。課程採取「學科理解優先，英語作為任務與表達鷹架」的原則，中文用於活動說明、概念釐清與推理討論，英文則用於投影片標題、學習單指令、關鍵術語與句型支援。本文分享課程設計理念、實施流程與評量方式，作為高中化學雙語教學與建模導向課程設計的參考。

■ 前言：在雙語脈絡下重構建模思維

雙語教育進入自然科學課堂時，教師面對的不只是英語使用比例的調整，更需要在學科理解與語言負荷之間取得平衡。CLIL(Content and Language Integrated Learning) 強調學科內容與語言學習的整合，課程設計應讓學生在有意義的情境中使用語言，而不是將英語視為額外背誦的內容(Coyle et al., 2010)。在自然科學雙語教學中，圖像、實物、操作活動與語言鷹架，也能協助學生降低理解抽象概念與科學英語的壓力(陳秋蘭等人，2018；陳英智，2025)。

週期表教學常被學生視為元素位置、族週期名稱與性質的記憶任務；然而，從科學建模的觀點來看，週期表的發展本身就是一段由觀察、分類、建立規律到預測未知的模型建構歷程。科學建模包含建構、使用、評估與修正模型，並能協助學生理解科學解釋與預測如何形成(Chiu & Lin, 2019)。因此，週期表不應只是靜態知識表，也可以成為學生體驗科學家如何整理資料、發現規律與推論未知的重要素材。

基於上述想法，本課程以「週期表的發展」為主題，結合類比牌卡活動、科學史連結與元素族探究任務。課程設計採取「學科理解優先、英語作為任務與表達鷹架」的原則：中文用於概念釐清與推理討論，英文則用於任務指令、關鍵術語與句型支援。透過這樣的安排，學生不只是學習週期表的知識，也有機會在建模任務中接觸並使用相關的化學英文表達。

■ 課程設計說明：以建模歷程連結週期表理解與雙語表達

本課程依序安排「類比牌卡探究與模型建構」、「科學史連結與未知預測」以及「週期表術語與雙語應用」三個階段。三個階段分別對應學生從具體操作中建立排列模型、將模型經驗連結至週期表發展史，以及運用週期表術語進行簡短雙語表達的學習歷程。整體設計以學科理解為核心，透過英文投影片、學習單指令、關鍵術語與句型鷹架，引導學生在化學概念學習中逐步接觸並使用相關英語表達。此設計呼應 CLIL 強調內容與語言整合的精神，也符合自然科雙語教學中透過多模態資源與語言支持降低學習負荷的做法 (Coyle et al., 2010；陳秋蘭等人，2018；陳英智，2025)。

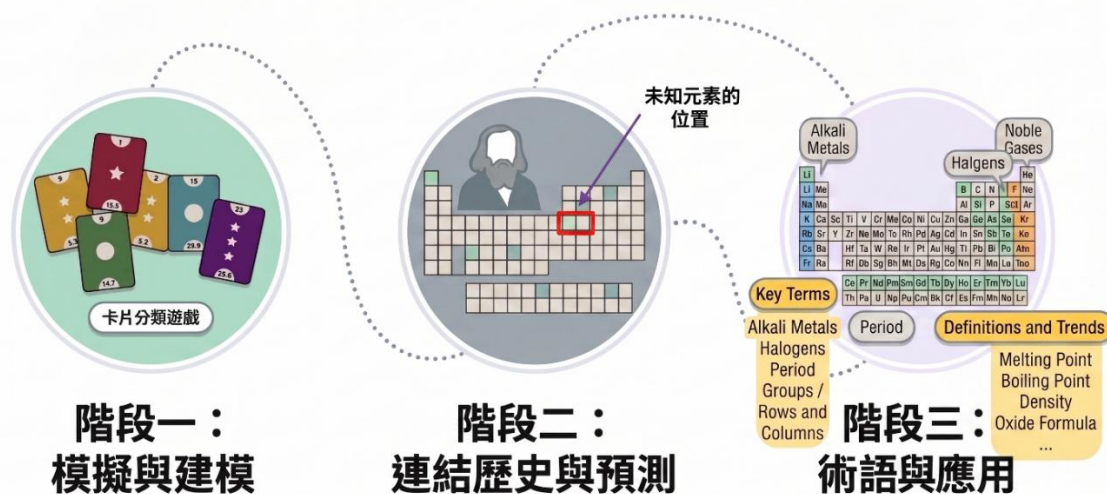


圖 1：本課程的學習進程安排（作者自製）

一、階段一：類比牌卡探究與模型建構

（一）以雙語教材啟動探究任務

第一階段以「週期表的建模—模擬週期表遊戲」為核心，透過類比牌卡活動（圖 2）引導學生進入週期表的規律概念。課程先以英文投影片呈現主題 Development of the Periodic Table，但不直接說明週期表的排列規則，而是保留問題情境，讓學生透過牌卡觀察與分類自行建立排列模型。課堂講述採中英並行，中文用於活動規則與概念說明，英文則保留於任務指令與關鍵術語中，使學生在理解活動任務的同時，接觸週期表相關英語表達。

（二）在不完整資料中辨識模型成分

活動中，每組學生取得 23 張牌卡，另有 1 張牌卡預先取出。學生需先觀察牌卡上的顏色、數字、小數、圖形與側邊記號等特徵，辨識可用於分類與排列的線索。這些特徵並不直接等同於真實元素資料，而是作為週期表中原子量、元素性質與族群規律的類比線索，協助學生先在低門檻情境中練習分類與建模。此階段的重點不是立即猜出缺失牌卡，而是讓學生

在資訊不完整的情境中，先整理手中資料，找出建立模型所需的基本成分。

（三）透過分類排列建立規律關係

在完成特徵辨識後，學生進一步比較各項特徵之間的關係，嘗試將牌卡排列成具有規律的表格。教師可引導學生思考哪些特徵適合沿橫列連續排列，哪些特徵會在縱行中重複出現。透過小組討論與調整，學生逐步建立牌卡之間的規律關係，也體驗科學家從零散資料中尋找模式的過程。

（四）依據模型推論缺失資訊

當學生完成排列後，便可依據已建立的規律推論缺失牌卡的可能特徵。此任務讓學生理解模型不只是整理資料的工具，也能作為推論缺失資訊與預測未知現象的依據。教師可請部分小組說明其排列依據與預測理由，讓學生練習將觀察、分類與推論歷程表達出來，並為後續連結門得列夫週期表的未知元素預測奠定基礎，圖 3 為活動進行時的學習單。



圖 2：American Educational 477「認識週期表」遊戲拼圖
(圖片來源：Desertcart 商品頁)

Worksheet : Periodic Table Analogy Experiment

In 1869, Dmitri Mendeleev developed a periodic table of the known elements. Mendeleev successfully used his periodic table to predict the characteristic properties of undiscovered elements. In this experiment, you will develop a periodic table and use it to predict the properties of a missing "element."

Your instructor has provided you with 23 out of the 24 rectangular pieces included in this kit. Each piece possesses six properties. Your objective is to construct a periodic table in such a way that there is a discernible pattern for each property. By identifying these patterns, you can make predictions about the location and properties of the missing piece.

1. Carefully examine each card and record the properties in the spaces provided below.

Properties

2. Examine the properties on the card closely.

If you observe that certain characteristics repeat at regular intervals along the rows, organize the pieces into a chart where the properties are grouped into rows and columns.

Once you have identified the optimal chart, write down the rules for each property below.

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

Hint1 : Which of the properties listed above can be arranged in a continuous row?

Hint2 : Do these properties show any repeating pattern once they are arranged in a row?

3. Using your chart, predict the properties of the missing piece. List the properties of the missing piece.



- How did you feel while working on the puzzle?
- What did you find difficult? What did you do when you started to struggle?
- What is your strategy for arranging the puzzle?
- What did I learn? What did I learn that will be useful in the future?

圖 3：牌卡活動的學習單（作者自製）

二、階段二：科學史連結與未知預測

本階段將第一階段的牌卡建模經驗，連結到週期表發展史，引導學生理解科學家如何從有限資料中整理規律，並進一步預測未知元素。

（一）從牌卡模型連結週期表發展史

課程透過英文投影片與輔助影片，簡介德培萊納三元素組(Döbereiner's Triads)、紐蘭茲八音律(Law of Octaves)與門得列夫週期表(Mendeleev's Periodic Table)。教學時以中文說明歷史脈絡，英文則保留於人物名稱、理論名稱與關鍵術語中，使學生在理解內容的同時接觸學科英語。

在介紹科學史後，教師引導學生回顧牌卡活動，思考兩者的相似之處。學生可從「整理資料、尋找規律、調整排列、推測未知」等面向，理解週期表並非一次完成的知識表，而是科學家不斷比較與修正後形成的模型。此歷程也呼應科學建模中模型建構、使用、評估與修正的循環觀點(Chiu & Lin, 2019)。

（二）以未知元素預測深化模型功能理解

接著，學生觀察門得列夫週期表中的留白，並嘗試預測 *eka-aluminium* 與 *eka-silicon* 的

性質，如原子量、狀態、密度與化合物形式。完成推論後，再與後來發現的鎵與鍺之實際資料進行對照，檢視模型預測與實際元素性質之間的相符與差異（圖 4）。

此活動呼應第一階段的缺牌預測，但情境從類比牌卡轉為真實化學史。學生不只是知道門得列夫留下空格，更能理解模型的價值在於：它能整理已知資料，也能提供推論未知的依據。透過這樣的連結，週期表從一張需要記憶的表格，轉化為可用來思考、解釋與預測的科學模型。

	Li Atomic Mass: 7 State: Solid Density: 0.534 Compounds: Li_2O - LiCl	Be Atomic Mass: 9 State: Solid Density: 1.848 Compounds: BeO - BeCl_2	B Atomic Mass: 11 State: Solid Density: 2.34 Compounds: B_2O_3	C Atomic Mass: 12 State: Solid Density: 2.27 Compounds: CO_2 - CH_4	N Atomic Mass: 14 State: Gas Density: 0.0013 Compounds: NH_3	O Atomic Mass: 16 State: Gas Density: 0.0014 Compounds: H_2O - Na_2O	F Atomic Mass: 19 State: Gas Density: 0.0017 Compounds: HF - CaF_2
Eka-aluminium (Ea) Atomic Mass: State: Density: Compounds:	Na Atomic Mass: 23 State: Solid Density: 0.968 Compounds: Na_2O - NaCl	Mg Atomic Mass: 24 State: Solid Density: 1.738 Compounds: MgO - MgCl_2	Al Atomic Mass: 27 State: Solid Density: 2.7 Compounds: Al_2O_3 - AlCl_3	Si Atomic Mass: 28 State: Solid Density: 2.33 Compounds: SiO_2 - SiH_4	P Atomic Mass: 31 State: Solid Density: 2.34 Compounds: PH_3	S Atomic Mass: 32 State: Solid Density: 1.96 Compounds: H_2S - SO_2	Cl Atomic Mass: 35.5 State: Gas Density: 0.0032 Compounds: HCl - CaCl_2
Eka-silicon (Es) Atomic Mass: State: Density: Compounds:	K Atomic Mass: 39 State: Solid Density: 0.862 Compounds: K_2O - KCl	Ca Atomic Mass: 40 State: Solid Density: 1.55 Compounds: CaO - CaCl_2	? Eka-aluminium	? Eka-silicon	As Atomic Mass: 75 State: Solid Density: 5.73 Compounds: AsH_3	Se Atomic Mass: 79 State: Solid Density: 4.81 Compounds: H_2Se	Br Atomic Mass: 80 State: Liquid Density: 3.103 Compounds: HBr - CaBr_2
	Rb Atomic Mass: 85.5 State: Solid Density: 1.532 Compounds: Rb_2O - RbCl	Sr Atomic Mass: 87.6 State: Solid Density: 2.64 Compounds: SrO - SrCl_2	In Atomic Mass: 115 State: Solid Density: 7.31 Compounds: In_2O_3 - InCl_3	Sn Atomic Mass: 119 State: Solid Density: 7.37 Compounds: SnO_2 - SnH_4	Sb Atomic Mass: 122 State: Solid Density: 6.697 Compounds: SbH_3	Te Atomic Mass: 128 State: Solid Density: 6.24 Compounds: H_2Te	I Atomic Mass: 127 State: Solid Density: 4.93 Compounds: HI - CaI_2

Density Unit: g/cm^3

Please predict the properties of eka-aluminium and eka-silicon.

圖 4：週期表元素性質預測投影片（作者自製）

三、階段三：週期表術語與雙語應用

第三階段將前兩階段建立的規律理解，轉化為正式的週期表概念與雙語表達。學生不只認識週期表的結構，也開始練習用英文描述元素分類、性質與用途。

（一）導入週期表結構與核心術語

課程首先回到正式週期表，將學生在牌卡活動中建立的排列概念，連結到 group（族）與 period（週期）等學術名稱。接著介紹常見元素族，例如 alkali metals（鹼金屬）、halogens（鹵素）與 noble gases（惰性氣體）。這樣的安排使英文術語不只是單字記憶，而是建立在學生已經理解的分類與規律概念之上。

（二）建立元素性質與趨勢描述句型

在核心術語之外，課程進一步引入元素性質相關詞彙，如 melting point（熔點）、boiling point（沸點）、density（密度）與 oxide（氧化物）。教師可搭配簡短句型，引導學生描述元素性質與週期趨勢，例如 “The atomic radius increases down a group.” 或 “The more reactive

the metal is, **the more** easily it loses electrons.”。透過句型鷹架，學生能逐步從認識詞彙，進入簡單的科學描述。

（三）透過元素族探究任務促進雙語產出

接著，學生以小組方式研究特定元素族，整理該族在週期表上的位置、代表元素、共同性質與實際用途，並以簡短口頭報告或海報方式呈現該元素族的特色。此任務讓學生將前面學到的術語與句型用於實際表達，也讓雙語學習從被動接收轉為主動整理與分享。小組討論可允許中英並用，但在簡短發表中，鼓勵學生嘗試使用英文關鍵詞與句型。

（四）運用遊戲化活動鞏固詞彙理解

最後，課程可搭配 Word Puzzle、Crossword Puzzle 或簡短小測驗，複習原子序 1 至 20 的元素英文名稱與週期表核心詞彙。這類活動不作為主要評量，而是提供低壓力的詞彙練習，幫助學生在遊戲情境中反覆接觸化學英文。

透過術語導入、句型支撐、元素族任務與詞彙練習，本階段將前兩階段的模型理解，進一步延伸為週期表概念的雙語表達。

■ 評量設計：從建模歷程到雙語表達

本課程的評量不以週期表知識記憶為唯一目標，而是聚焦於學生能否運用規律建立模型、依據模型進行預測，並嘗試以英語表達週期表相關概念。因此，評量重點分為建模能力與雙語表達兩個面向。教師可依據學生學習單、小組排列結果、口頭說明與元素族發表內容，蒐集學生在建模推理與雙語表達上的表現證據。

一、建模能力評量

建模能力的評量重點在於學生能否建立合理規則，並根據規則進行推論。教師可從牌卡排列、缺牌預測與未知元素性質預測中，觀察學生是否能辨識資料特徵、找出規律，並說明自己的判斷依據。

評量時不只看答案是否正確，更要看學生能否解釋「為什麼這樣排列」與「為什麼這樣預測」。若學生能根據同族、相鄰元素或已建立的模型關係進行推論，便能展現其對模型整理資料與預測未知功能的理解。

二、雙語表達評量

雙語表達的評量重點不在英語流利度，而在於學生是否能將英文術語連結到正確的化學

概念。教師可觀察學生是否能使用 group、period、alkali metals、halogens、noble gases 等詞彙，說明元素族的位置、分類與性質。

學生也可運用簡短句型完成表達，例如 “This family is located in Group ____.” 或 “These elements are called ____.”。評量時宜以概念正確性為主，英語完整度為輔，避免讓語言表現掩蓋學生的學科理解。

三、詞彙檢核與輔助評量

Word Puzzle、Crossword Puzzle 或簡短小測驗可作為輔助性評量，用以了解學生對元素英文名稱與週期表核心詞彙的熟悉程度。這類活動適合作為複習與低壓力練習，但不宜取代建模任務與雙語表達任務。

整體而言，本課程的評量設計強調「理解重於背誦，表達連結概念」。牌卡排列、缺牌預測與未知元素推論用以檢核建模能力；元素族任務與詞彙活動則用以檢視學生的雙語表達與術語熟悉度。

■ 結語

本課程以「週期表的發展」為主題，嘗試將偏重記憶的週期表教學，轉化為包含觀察、分類、建模與預測的學習歷程。透過類比牌卡活動與門得列夫週期表的連結，學生能從具體操作進入科學史脈絡，理解週期表不只是整理元素的工具，也具有預測未知元素性質的功能。

在雙語教學方面，本課程並未以提高英語比例為主要目標，而是將英語安排於任務指令、核心術語、句型鷹架與簡短表達中，並以中文支持概念釐清與推理討論。這樣的設計有助於學生在維持化學理解的同時，逐步接觸週期表相關英文表達。

整體而言，本課程提供了一個結合建模教學、科學史脈絡與雙語學習的實踐案例。未來實施時，教師可依學生英文程度與課堂時間，彈性調整英語輸入比例、句型難度與發表形式，使建模探究與雙語表達更貼近實際教學現場。

■ 參考文獻

陳英智 (2025)。雙語「熱」——小學自然科學課堂中的實踐。臺灣化學教育，59。

<https://chemed.chemistry.org.tw/archives/45427>

陳秋蘭、胡潔芳、戴雅茗 (2018)。CLIL 在自然科學領域的運用。載於鄧文莉、高實玫 (主編)，CLIL 教學資源書：探索學科內容與語言整合教學。臺南市政府。

Chiu, M.-H., & Lin, J.-W. (2019). Modeling competence in science education. *Disciplinary and*

Interdisciplinary Science Education Research, 1, Article 12. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0012-y>

Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *CLIL: Content and language integrated learning*. Cambridge University Press.