



北京师范大学科学教育研究院
RESEARCH INSTITUTE OF SCIENCE EDUCATION-BNU

科學閱讀教學實踐與反思

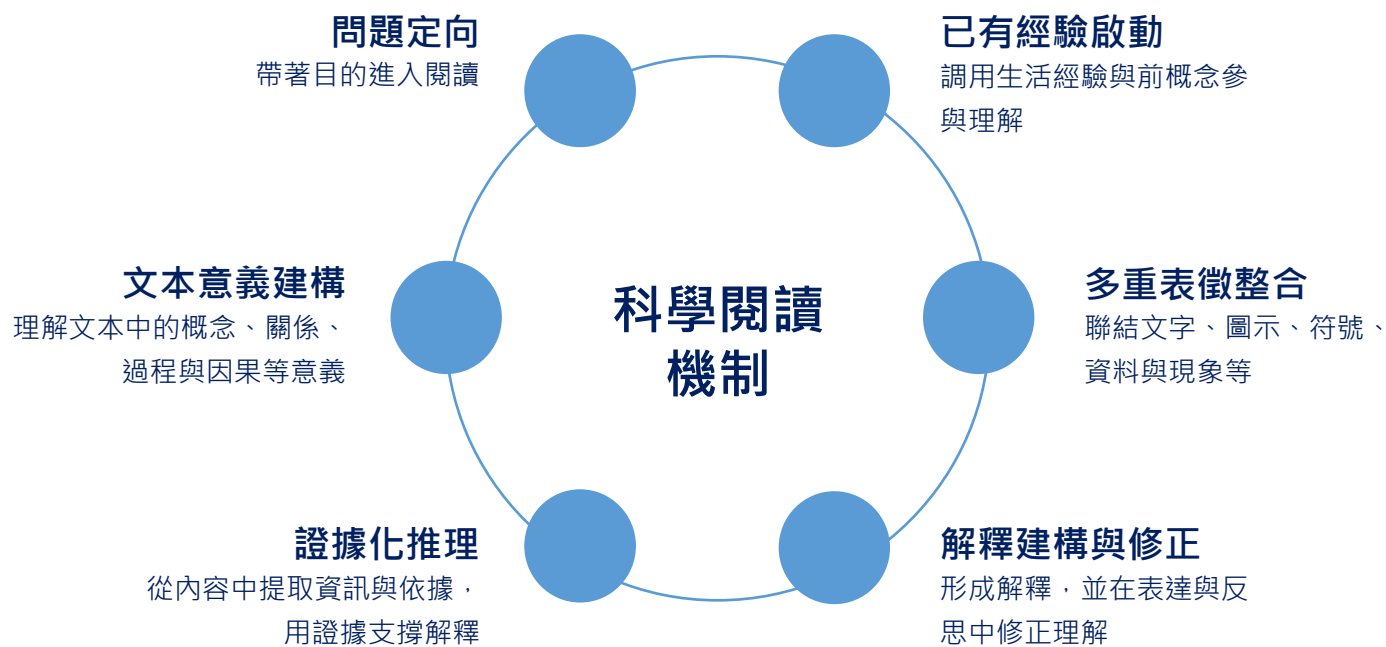
陶 揚

北京師範大學科學教育研究院

2026 年 5 月 27 日

■ 從被動吸收到主動建構

如何將閱讀從被動吸收信息，轉變為與文本主動互動的建構過程？—— **邏輯推理、分析預測**等策略

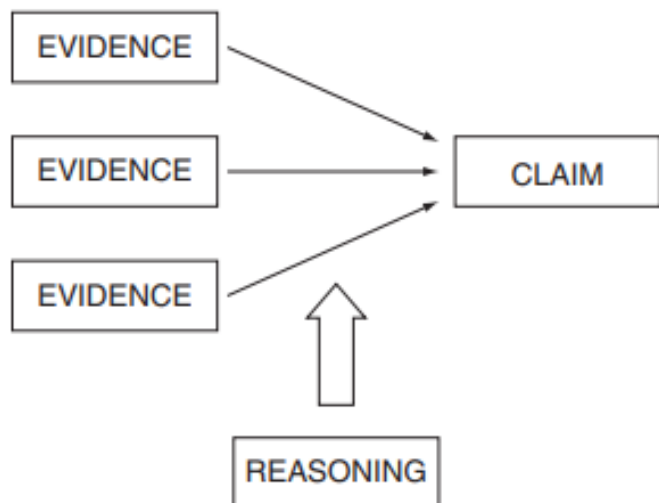


科學讀寫能力要求學生不僅要讀懂科學，更要像科學家一樣閱讀和寫作，在閱讀中建構科學意義

Tang, K. S. (2024). Informing research on generative artificial intelligence from a language and literacy perspective: A meta-synthesis of studies in science education. *Science Education*, 108(5), 1329-1355.

Yore, L. D., Craig, M. T., & Maguire, T. O. (1998). Index of science reading awareness: An interactive-constructive model, test verification, and grades 4–8 results. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(1), 27-51.

■ CER框架內涵



CER = 用證據支持主張，並說明證據為什麼能支持主張

□ C = Claim (主張 / 結論)

對問題作出的回答或判斷。

例：「植物生長需要陽光。」

□ E = Evidence (證據)

用來支援主張的事實、資料、文本資訊、實驗現象、圖表資訊等。

例：「放在陽光下的植物長得更高，葉片更綠；放在黑暗處的植物生長緩慢。」

□ R = Reasoning (推理 / 論證)

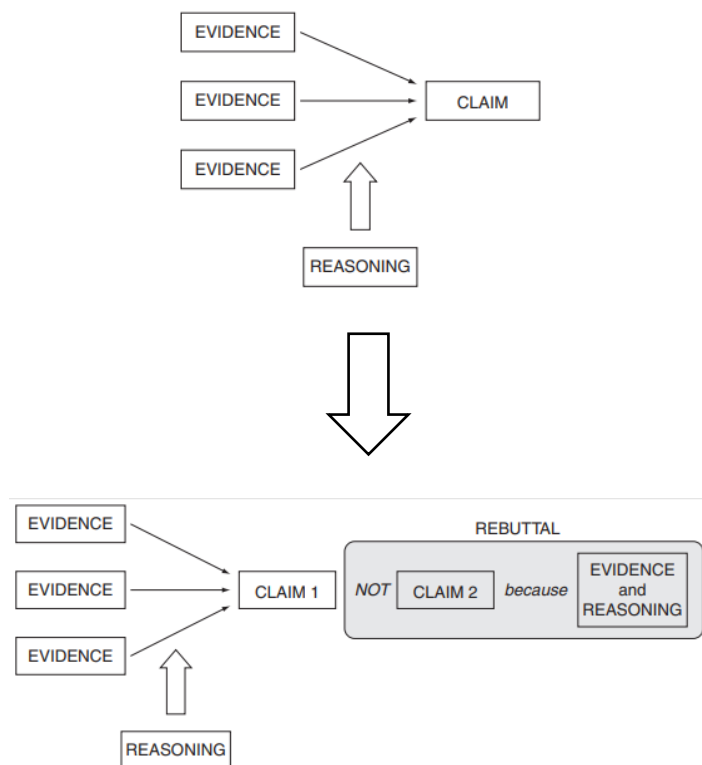
解釋「為什麼這些證據能夠支持這個主張」，將科學原理、概念或規律和證據連接起來。

例：「陽光為植物進行光合作用提供能量，光合作用能夠製造有機物，因此有陽光的植物更容易正常生長。」

教學模式1：基於CER論證的科學閱讀

教學步驟	核心任務	對應認知機制	目標	任務示例
問題驅動	啟動主張意識與證據需求	輸入定向	明確閱讀目的	提出科學問題（是什麼/為什麼/怎麼樣）
文本閱讀	主張識別、證據搜尋	證據識別	從文本中發現主張與證據	「請閱讀文本，找出作者的核心主張是什麼？他/她主要用了什麼關鍵證據來支持這一主張？」
證據分析	證據評估、初步整合	證據評估、證據整合	判斷證據品質	「請像『證據採掘工』一樣，從文本中系統提取所可能作為證據的資訊。包括資料、事實、專家言論、圖表資訊等。」
論證表達	論證建構	輸出生成	形成 CER 論證	「請對所有證據進行批判性審視。給每個證據打分（例如，用1-5星）：它真的能支持主張嗎（相關性）？它的來源可信嗎（可靠性）？只靠它夠不夠（充分性）？有沒有找到反面的證據？」
反思提升	論證修正與策略總結	元認知監控	實現策略內化	「圍繞核心問題，請基於評估後認可的證據，撰寫一篇短文來闡明立場。遵循CER結構：首先亮明主張，然後呈現證據（可以引用多篇文本），最後解釋為什麼這些證據能夠支持主張。」

■ CER模式作用



- 科學閱讀的核心是「讀出證據鏈」；科學理解離不開對科學文本的解釋和使用，因此科學素養需要關注讀寫能力
- 科學文本理解的結構化工具**：學生識別「結論是什麼、依據在哪裡、解釋如何成立」，從「摘錄資訊」推進到「分析證據關係」
- 連結閱讀、思維和表達**：把閱讀過程轉化為表達過程，即帶著問題讀，讀出主張；帶著證據意識讀，篩選材料；帶著推理意識讀，理解因果關係；最後用CER方式表達自己的科學解釋
- 支撐多文本科學閱讀**：當學生綜合文字、圖表、實驗結果和專家解釋時，CER 可以說明他們判斷哪些資訊能真正支援主張
- 培養科學論證和批判性閱讀**：科學閱讀強調評價作者觀點是否成立；CER 中的 Evidence 和 Reasoning 天然要求學生進行相關判斷

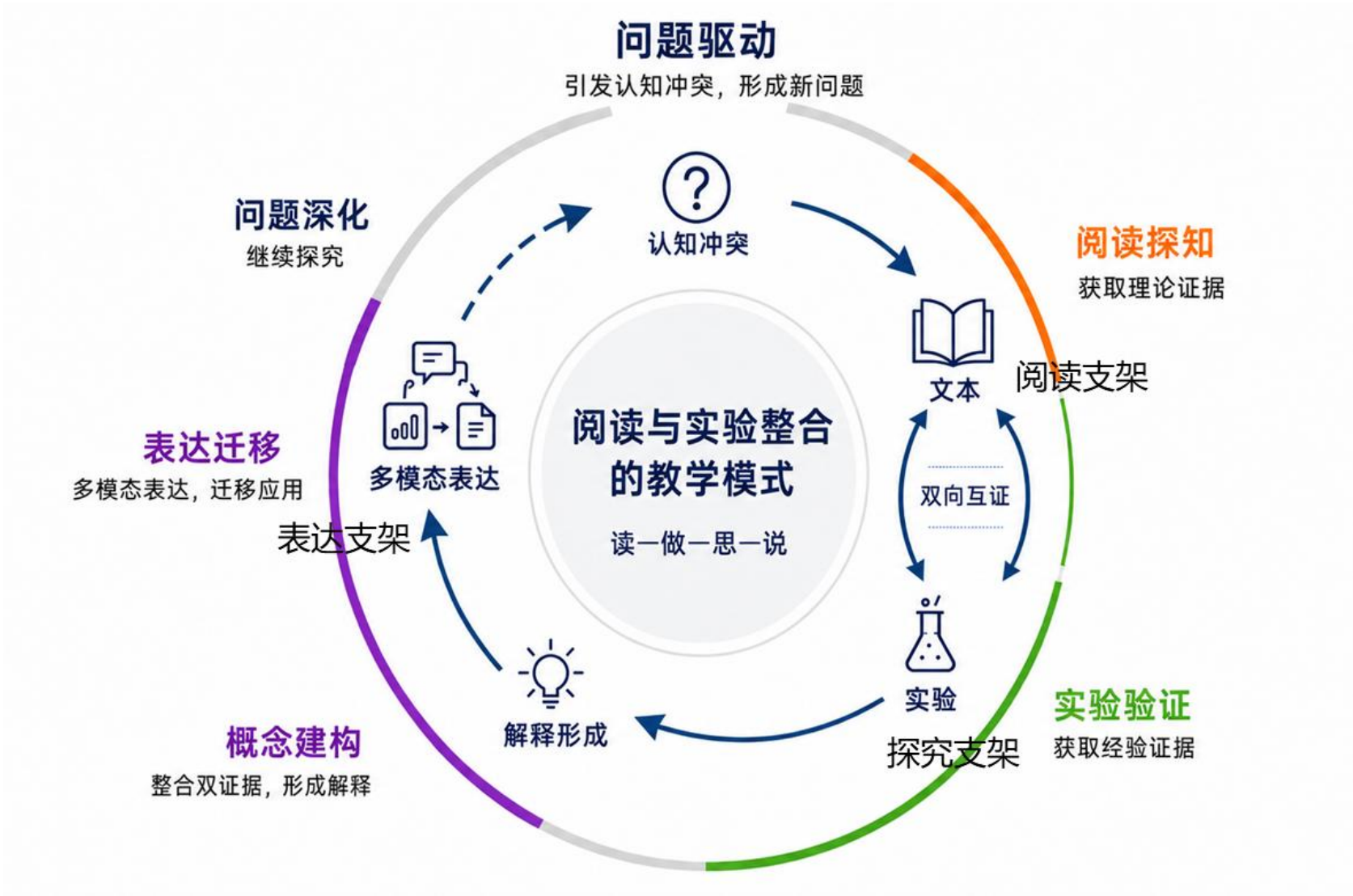
■ CER模式應用步驟

將“理解過程”外化為可觀察、可指導、可評價的步驟：

- **主張識別**：我到底要回答什麼？
- **證據搜尋**：哪些資訊與問題有關？
- **證據評價**：這些資訊可靠嗎、充分嗎？
- **推理連接**：為什麼這些證據能說明這個結論？
- **反思修正**：我的解釋有沒有漏洞？

Appendix B: Base Explanation Rubric

Component	Level		
	0	1	2
<i>Claim</i> —A conclusion that answers the original question.	Does not make a claim, or makes an inaccurate claim.	Makes an accurate but incomplete claim.	Makes an accurate and complete claim.
<i>Evidence</i> —Scientific data that supports the claim. The data needs to be appropriate and sufficient to support the claim.	Does not provide evidence, or only provides inappropriate evidence (evidence that does not support claim).	Provides appropriate but insufficient evidence to support claim. May include some inappropriate evidence.	Provides appropriate and sufficient evidence to support claim.
<i>Reasoning</i> —A justification that links the claim and evidence. It shows why the data count as evidence by using appropriate and sufficient scientific principles.	Does not provide reasoning, or only provides reasoning that does not link evidence to claim.	Provides reasoning that links the claim and evidence. Repeats the evidence and/or includes some—but not sufficient—scientific principles.	Provides reasoning that links evidence to claim. Includes appropriate and sufficient scientific principles.



■ 理念來源

- 科學閱讀涉及**抽象的學習經驗**，而科學實驗則為學生提供觀察、操作和驗證等較為**具體的經驗**
- 若科學教學停留在文本閱讀，學生容易形成脫離現象的符號化理解；若停留在實驗操作，學生又可能難以將觀察結果提升為科學概念和解釋
- 對表徵的解讀是一項**情境化活動**，需理解表徵與其所代表領域之間的關係。
- 科學知識通過多種表徵形式呈現；學生只有**在不同表徵之間建立聯繫**，並能夠將觀察結果轉化為語言解釋、圖示說明或概念結構，才能真正實現科學意義建構

(1) Direct experiences	}	involve DOING in order of de- creasing directness
(2) Contrived experiences		
(3) Dramatic participation		
(4) Demonstrations	}	involve OBSERVING in order of de- creasing directness
(5) Field trips		
(6) Exhibits		
(7) Motion pictures		
(8) Radio, Recordings Still Pictures		
(9) Visual symbols	}	involve SYMBOLIZING in order of increasing abstractness
(10) Verbal symbols		

■ 建議1：目標導向科學閱讀材料選取

科學閱讀不一定要用長篇文章，教材片段、圖表、實驗說明同樣是優質材料

不建議

- × 純知識點的簡單堆砌
- × 與當前課堂核心問題脫節
- × 篇幅過長、難度過大，增加學生認知負荷

優先選擇

- 與核心問題直接相關
- 信息量適中，語言不過難
- 含有圖表、資料、解釋或證據
- 能與教學目標、活動（論證/實驗等）形成深度互補

■ 建議1：目標導向科學閱讀材料選取

案例：《蠶的一生》

北京师范大学科学教育研究院
RESEARCH INSTITUTE OF SCIENCE EDUCATION-BNU

动物的繁殖方式：胎生和卵生

像蚕、鸡、乌龟这样，**产卵繁殖**后代的叫**卵生**。
像猫、狗这样，**直接生下胎儿**的叫**胎生**。

蛇是胎生动物还是卵生动物呢？

https://www.bilibili.com/video/BV1k4411a7Dw/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click&vd_source=022b4b819768cadf4fec9607f1354f1



北京师范大学科学教育研究院
RESEARCH INSTITUTE OF SCIENCE EDUCATION-BNU

卵生、胎生和卵胎生



蟒蛇、猪鼻蛇、眼镜蛇、牛蛇

北京师范大学科学教育研究院
RESEARCH INSTITUTE OF SCIENCE EDUCATION-BNU

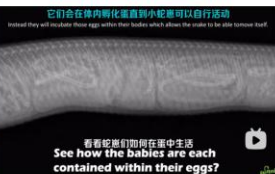
卵生、胎生和卵胎生



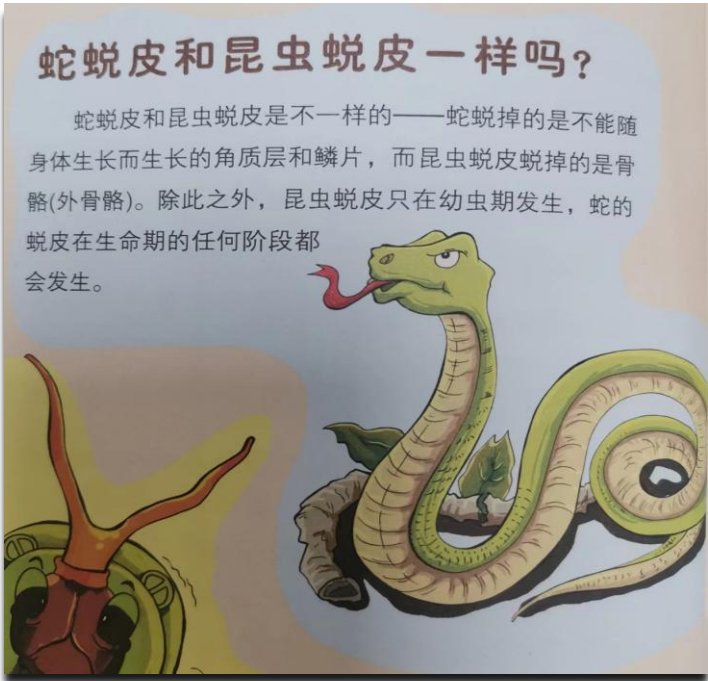
大蟒蛇、束带蛇、水蛇

北京师范大学科学教育研究院
RESEARCH INSTITUTE OF SCIENCE EDUCATION-BNU

卵生、胎生和卵胎生



响尾蛇、象鼻蛇



■ 建議1：目標導向科學閱讀材料選取

案例：《地球家園》

第三節

地球家園：揭秘適宜生存的原因

大家仰望著穹幕觀測間內巨大的穹頂上投影出的地球影像，那蔚藍的星球在星河的映襯下顯得格外寧靜而美麗，不禁讓他們陷入了深深的沉思。

阿杰打破了沉默：“如果想在太空中建造一個新家園，讓人類親身體驗宇宙的壯麗，那我們應該思考，如何讓這個新家園能像地球一樣，適宜人類生存。”



22

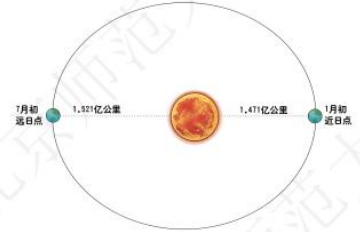
第一單元 認識地球：我們生存的家園

文博士對阿杰豎起大拇指，溫和地笑著說：“地球之所以能夠有生命，是因為它擁有四大奇特之處。這也許可以為你們設計太空新家園提供一些幫助！”

文博士的話激起了隊員們的好奇心，他們紛紛圍在文博士周圍，迫不及待地想要知道關於地球的祕密。文博士操縱著控制按鈕，穹幕上呈現出地球的美麗景象：蔚藍的海洋、翠綠的森林、遼闊的草原、高聳的山脈……

奇特之處一：恰到好處的距離

“地球與太陽的距離恰到好處，這就是我要說的第一個祕密。”文博士調整控制按鈕，將地球和太陽的距離展示在大家面前。“地球距離太陽大約1.5億千米，這個距離正好讓地球擁有合適的溫度，既不會太熱，也不會太冷。”



“想象一下，如果地球離太陽太近，會怎麼樣呢？”星星老師問道。

“會很熱！”隊員們齊聲回答。

“沒錯，如果地球離太陽太近，表面溫度會非常高，生物無法

23

科學閱讀 1A 三上

科學貼士

宜居帶

宜居帶在恆星周圍，存在適宜生命生存的行星的區域。

生存。如果地球離太陽太遠，又會變得非常寒冷，像一塊巨大的冰塊。而地球到太陽的距離剛剛好，這個距離就是科學家們所說的‘宜居帶’。”文博士解釋道。

“那麼太空新家園要設計在離太陽不遠也不近的星球上，大概要像地球和太陽的距離一樣！”阿杰率先想到了一個好點子。

隊員們紛紛表示贊同，迫不及待地想要知道更多地球的奇特奧秘，為他們的設計計劃提供更多的參考。

奇特之處二：巧妙的運行關係

文博士對隊員們的點子表示認同，繼續道：“接下來，我們要揭開第二個祕密。看看在太陽系中，地球的鄰居是誰呢？”他指向穹幕中最大的一顆行星。

“木星！”明明不假思索地回答。

“沒錯，是木星。”文博士操作穹幕觀測間的设备，再次展示出太陽系的八大行星。“孩子們，你們發現了嗎？在太陽系的八大行星中，木星大多時間都位於地球的前方。”

隊員們看著木星一直和地球向同一個方向移動，並且一直在地球的前面，不禁猜想



24

■ 建議1：目標導向科學閱讀材料選取

案例：《雲是怎樣形成的》

第三單元 水的奧秘：探尋水的種種力量

大家都感受到了太陽的溫暖，開始了他們的蒸發之旅。

星星老師跟大家解釋：“沒錯，大家不要怕，探險器會保護我們。大家感覺到熱和身體變輕是因為，太陽的熱量使水分蒸發，現在我們正跟著水蒸氣升到空中。”

水蒸氣不斷上升，在高空中遇冷凝結成小水滴。小水滴很輕，互相聚集，浮在空氣中就變成雲。

明明四處張望，說道：“周圍好冷，旁邊的水蒸氣都凝結成水滴了，我們真的在雲裡了！”

小美感嘆道：“這裡的風景真美啊，我看到下面的地面。”

阿杰突然指著一邊問：“那邊的雲，形狀好奇怪啊。”

星星老師跟大家解釋道：“根據雲的形狀和高度，我們把它們分為不同的種類。大家眼前的這片雲，底部平坦，頂部凸起，像棉花團一樣蓬鬆，叫作積雲，它們通常在低空形成。那些均勻的灰色雲層，幾乎覆蓋了整個天空的叫層雲，它們和積雲一樣通常在低空形成，它們的出現可能導致細雨或霧。還有一種雲在中高層大氣中形成，薄而透明，呈現白色透明羽毛狀，叫作卷雲。出現卷雲時通常不會有降水。”



65

科學閱讀 1A 三上

積雲 層雲 卷雲

小敏聽著聽著，突然發現自己的探險器周圍被水滴包圍著，再看看旁邊，大家的探險器都和水滴們擠在一起，你擠我，我擠你。她驚訝地叫道：“哎呀，好擠啊，水滴們把我們都擠在一起了。”

星星老師見狀寬慰大家：“在雲中，小水滴們相互碰撞，逐漸變大，它們最終將匯聚成雨滴。如果在冬季，氣溫降低到0℃以下，水蒸氣會直接凝華成冰晶，然後慢慢聚集，形成雪花。”

阿杰細心地感受著變化，跟大家說道：“你們有沒有感覺周圍的水滴在變大，我們的探險器被大水滴們壓著，越來越重了。”大家紛紛點頭，說著自己的感受。

星星老師回應道：“這是因為雲中的水滴結合在一起，形成了足夠重的雨滴，馬上就要降落了，你們準備好了沒？”

星星老師的話剛說完，科學小隊隊員們就隨著雨滴的降落體驗到從天而降的感覺，回到了大地的懷抱。

明明快樂地呼喊：“下雨啦，我們回到地面啦，感覺真奇妙！”

星星老師微笑著說：“降水是水循環的重要環節，它為大地帶來水分，滋養萬物。”

聽到這裡，阿杰靈機一動：“水遇熱蒸發，遇冷凝結，太空新家园建設的時候，我們能不能在地球上空設置一個冷凝裝置，所有



66

讀一讀，說一說。

閱讀不同高度的雲，說說你發現了什麼？

表1：不同高度的雲及其主要成分

雲的高度	溫度區間	雲的主要組成成分
低於2000 米	大於0℃	小水珠
2000~6000 米	-10℃~0℃	小水珠 + 小冰晶（混合）
高於6000 米	小於-10℃	小冰晶

時間：2分鐘

圖表閱讀

■ 建議2：應用PAR (Preparation-Assistance-Reflection)教學框架 組織閱讀活動

三個階段：读前准备-读中参与-读后反思

案例：《全球變寒冷還是變熱了？》



地球在變冷？ 還是

和現在相比，以前的地球到底是冷還是熱呢？
這回我們要跟著地球偵探，來探索地球歷史上的氣候變遷。

棋文／周潔雅

最近的天氣變得好熱囉！難道這就是所謂的「全球暖化」嗎？那為什麼去年冬天又冷得要命，聽說美國和日本還發生了罕見的暴風雪？地球到底是變冷還是變熱？光憑感覺是不準的，還是得用證據說話才行。現在，就讓我們跟著地球偵探的腳步，踏遍一下地球氣候的變化史吧！

如果，要知道地球 100 年前的氣候變化，我們有很多科學的觀察紀錄可以分析；如果，要知道地球 1000 年前的氣候變化，我們可以從古人留下的歷史紀錄去推測；如果，要知道地球 10 萬年前的氣候變化，我們或許還能從人類生活的痕跡裡去探索。如果，我們要知道地球 100 萬年前或是更古老的氣候變化，那就只能依靠地球所留下的紀錄和證據來推斷了。

其實早在 2014 年 2 月號《新發現》雜誌裡，我們就介紹過幾種研究地球歷史的方法

和工具，像是地層、化石、還有水層的紀錄等等，要研究地球、氣候」的歷史，一樣可以透過這些方法來告訴我們地球以前是冷還是熱，什麼又是所謂的冰河時期。

證據一：地層

地層的紀錄主要來自於沉積作用，包括陸地的河流與湖泊堆積，以及海洋的沉積物堆積。如果在湖泊周圍是溫暖又潮濕的氣候，附近的植物可能會長得很茂盛，於是這些小花草和樹木的屍體就很容易掉到湖裡，被細菌分解腐爛之後，形成腐植質堆積地層。相對的，如果當時氣候是寒冷又乾燥，湖泊沉積地層裡的腐植質就會變得很少。

因此，我們可以利用湖泊沉積地層中的腐植質含量，推測這個地區過去的氣候狀況。但是陸地的河流或湖泊有一個很大的問題：



在變熱

如果注入湖泊的河流改道，或是氣候乾燥到沒有水了，那麼地的沉積地層紀錄就會中斷，我們也就無法得知當時的氣候狀況。

好過，海洋裡所形成的沉積地層就沒這個問題，因為地球的海洋不會乾掉，所以能夠持續紀錄而不中斷。海洋的沉積物大多來自陸地所沖刷下來的岩石碎屑和海洋中的生物遺骸。這裡面都有很重要的氣候紀錄。像是在北冰洋地區的深海沉積地層裡，原本應該都是非常細顆粒的岩石碎屑堆積，但是在冰河很多的時期，北大西洋深處的水河從陸地漂到海洋中間，然後這些冰河堆積物，就拖帶著自陸地的大顆粒岩石碎屑堆積到北大西洋的沉積地層裡。

所以科學家分析北大西洋的深海沉積物時，只要看見這些不合理的大顆粒岩石碎屑出現，就可以知道這是個冰河很多的時期。不過深海沉積地層最大的缺點就是堆積的速度太慢，大約每 1000 年才能堆 1~5 公分，造成我們沒辦法得到精確（例如每一年）的氣候變化紀錄。

證據二：化石

地球上有很多生物是對氣候變化相當敏感的，所以這些生物化石是非常好的氣候變化證據。像是在陸地上的湖泊沉積物裡，花粉化石就是最棒的氣候紀錄工具。什麼？花粉？那種東西不是一下子就爛掉了嗎？它可以變成化石嗎？嘿，其實花粉可是非常非常結實的，它具有非常堅硬的外殼，很容易變成化石被保存下來。而

64

65

■ 建議2：應用PAR (Preparation-Assistance-Reflection)教學框架 組織閱讀活動

三個階段：读前准备-读中参与-读后反思

中國臺灣補救教學補充教材國民中學領域【主題導讀】

案例：《全球變寒冷還是變熱了？》

《S15全球寒化VS全球暖化》

教學流程	時間	活動內容
01 閱讀前	10分鐘	通過北極和臺北下雪的圖像，帶入氣候變暖的議題，再切入並討論主題：地球在變冷？還是在變暖？學生表達個人立場，教師將學生分組。
02 閱讀中	10分鐘	學生閱讀文章，找出並並列支持小組立場的證據。
03 閱讀後	25分鐘	學生分組整理並支持小組立場的證據。小組發表，課堂討論。可進行延伸閱讀，比對作者對此議題的論述和自己的想法。

■ 建議3：從「找答案」到「找證據」的提問設計

低效問題

- × 這段文字講了什麼？
- × 作者介紹了哪些資訊/知識點？

高效問題

- √ 文本為我們的問題提供了哪些證據？
- √ 這些資訊如何解釋我們觀察到的實驗現象？
- √ 文本中的解釋與實驗結果一致嗎？
- √ 如果不一致，衝突/問題出在哪裡？

好問題決定科學閱讀的成敗。提問必須指向證據、解釋和推理。

■ 建議3：從「找答案」到「找證據」的提問設計

C 科学家认为：地球是适宜人类生存的家園。

E 我从文章中找到的证据有：恰到好处的距离，巧妙的运行关系，恰到好处的质量，天然的磁场保护罩。

R 这个观点是正确的，因为地球和太阳之间有恰到好处的距离，因为地球和木星有着巧妙的运行关系，因为地球有着恰到好处的质量，因为地球有一个天然的磁场保护罩，所以可以保护大气层，水还不会太热或太冷，所以地球是适宜人类生存的家園。

C 科学家认为：地球是适宜人类生活的家園。

E 我从文章中找到的证据有：巧妙的运行关系，天然的保护罩，恰到好处的距离，恰到好处。

R 这个观点是正确的，因为地球有着巧妙的运行关系，巧妙之处是木星一直在地球的轨道上，如果木星向地球靠近，木星会挡住阳光，还有天然的保护罩，这个保护罩可以把太阳风挡住，地球还有恰到好处的距离，地球刚好在宜居带上，不热也不冷，地球的质量刚刚好，不会被木星撞开，所以地球是适宜人类生活的家園。

C 科学家认为：地球是适宜人类生活的家園。

E 我从文章中找到的证据有：地球和太阳之间的距离，木星能吸引撞向地球的行星，地球的质量正好不会吸引太多气体，也不会吸引不到气体，地球的磁场可以让地球免受太阳风的侵袭。

R 这个观点是正确的，因为地球和太阳的距离，木星的保护，地球的质量，天然的磁场保护可以让地球不冷不热，不被行星撞击，不被太阳风侵袭，所以地球是适宜人类生活的家園。

C 科学家认为：地球是最适宜人类生活的家園。

E 我从文章中找到的证据有：1.恰到好处的距离，2.巧妙的运行关系，3.恰到好处的质量，4.天然的保护罩。

R 这个观点是正确的，因为如果没有好的距离，地球会太冷太热，如果没有好的运行关系，会被很多天体撞到，如果没有好的质量，地球会引来很多天体，质量太少，地球的水会到太空中，如果没有磁场，会受太阳风撞击，所以地球是最适宜人类生活的家園。

■ 建議4：從「讀科學材料」走向「借助閱讀開展科學實踐」

科學閱讀不是把科學課變成閱讀理解課，而是讓學生借助閱讀參與科學實踐與意義建構。

容易陷入的實踐偏差

- 把科學閱讀上成語文閱讀課
- 用閱讀替代觀察、實驗與探究
- 找證據變成抄答案
- 唯讀文字，忽視圖示、資料與現象
- 增加閱讀任務，卻沒有促進解釋建構

實踐轉向

應走向的科學閱讀實踐

- 以科學問題為驅動進入閱讀
- 讓閱讀與觀察、實驗相互支撐
- 圍繞證據、解釋與論證展開理解
- 整合文字、圖示、符號、資料與現象
- 在閱讀中形成並修正科學解釋