

构建互動系統以探索 社會性科學議題

2025年 8月

謝斌麟

高級課程發展主任(科學)
課程支援分部 科學教育組

探索「社會性科學議題」？

什麼是「社會性科學議題」(SSI)？

- 社會相關的開放式科學議題
- 與日常生活經驗和科學 / 創新科技的應用相關的情景

探索「社會性科學議題」對學生學習的好處

- 加強對當代科學議題的理解
- 理解持分者的意見和需要 (例如：科學道德)
- 欣賞科學與創新科技為改善人類生活所帶來的好處
- 認識科學在應用上的限制

探索「社會性科學議題」的重點

什麼是合適的社會性科學議題？

- 應選擇有探究空間的SSI：即未有明確解決方案的科學議題，而不同的持份者對議題的觀點或有不同

學生在探究和分析議題時，有什麼要注意的地方？

- 需分辨SSI中的事實(Fact)、迷思(Myth)、支持或反駁觀點的科學證據等
- 參考可靠真確的資訊（例如：科學文獻）

探究SSI 的意義是什麼？

- 帶出數理科技知識應用和創新方案的意義，即解決社會或環境問題
- 發展正面價值觀和態度，並主動地推廣環境可持續實踐



探索社會性科學議題所涉及的技能

能分辨事實和迷思

能分辨什麼是科學證據

能說出科學文獻是可靠資訊的原因（例如：科學家就研究結果互評）

能就不同持分者的觀點提出懷疑
（例如：檢視有否過度解讀數據）

能從資訊中撮取證據來支持或反駁論點

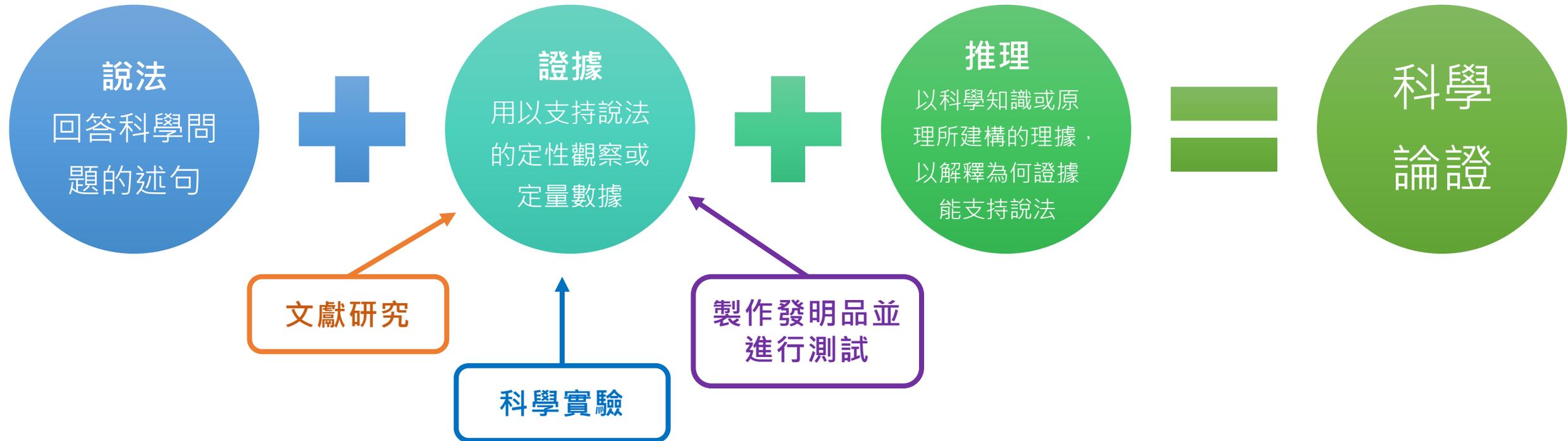
能提出科學論證
（說法—證據—推理）

進行科學觀察（包括注意物件與周圍細節的相關性）

尋找規律（包括從數據的變化中找出變量之間的相關性（正相關、負相關或無相關性））

就社會性科學議題進行科學論證

科學論證是一個有系統的過程來分析和解釋自然現象。科學家在科學社群中透過科學論證，清晰地分享和表達科學觀察和結論，這對於建構和交流科學知識十分重要。科學論證通常由以下三個主要部分組成：



為什麼讓學生建構互動系統探索社會性科學議題？

- 社會性科學議題涉及不同範疇（例如：創新科技、環境、社會），變項因素之間或會相互關聯，而且存有不同的關係（例如：正相關、負相關）。把這些變項以可視化的方式呈現，能**幫助學生建立整體視角，理解各組件之間的互動與影響，培養系統思維**。
- 在不同的數字教育工具當中，**互動系統可以視覺化地呈現不同的變項，並可進行電腦模擬**，讓學生探索個別因素的變化可如何影響結果，**有助他們描述和解釋科學現象，和建構科學論點**。

「社會性科學議題」的例子

- 應用生物工程於辨認一些常見疾病（例如：流行性感冒）的感染原
- 移除和儲藏溫室氣體的方法
- 生物多樣性對自然環境可持續發展的重要性及其對人類的益處
- 氣候變化的成因和證據
- 運用創新設計採集淨水
- 海洋塑膠污染對海洋生物的影響
- 吸煙的健康風險因素及長期影響
- 疫苗接種和傳染病在群體的傳播

有助探索社會性科學議題的互動系統

選擇準則 (例如：SageModeler)

1. 免費
2. 提供中英雙語版本
3. 簡易介面 (可視化程式設計) , 易於用作建模 / 修改
4. 無需昂貴電子設備
5. 具有模擬(Simulation)功能 , 可得出數據讓學生進行分析
6. 讓學生以系統思維思考 (例如 : 考慮不同變項間的關聯性)

自變項、因變項

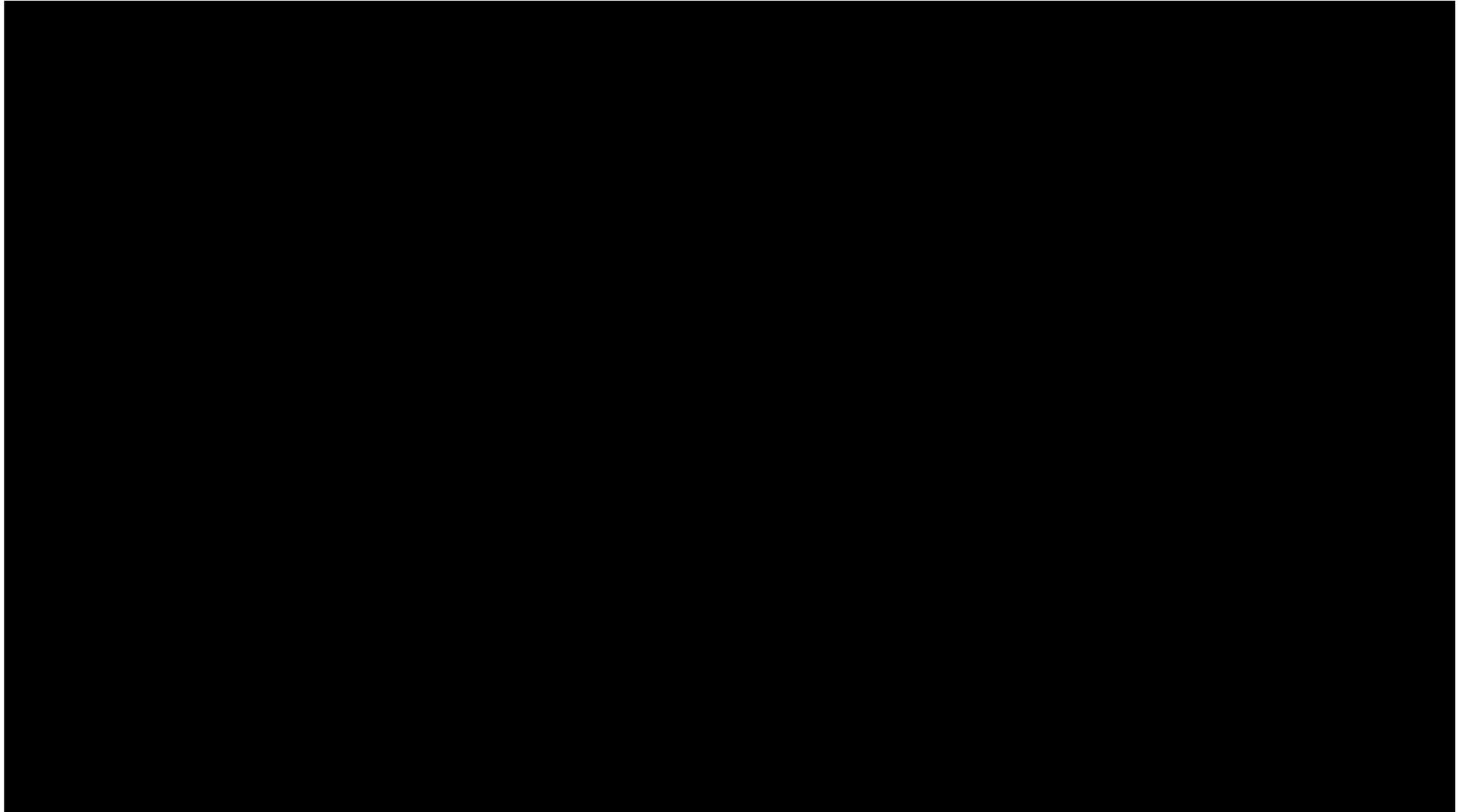
識別因果關係

推論 / 預測

教學步驟(例子)

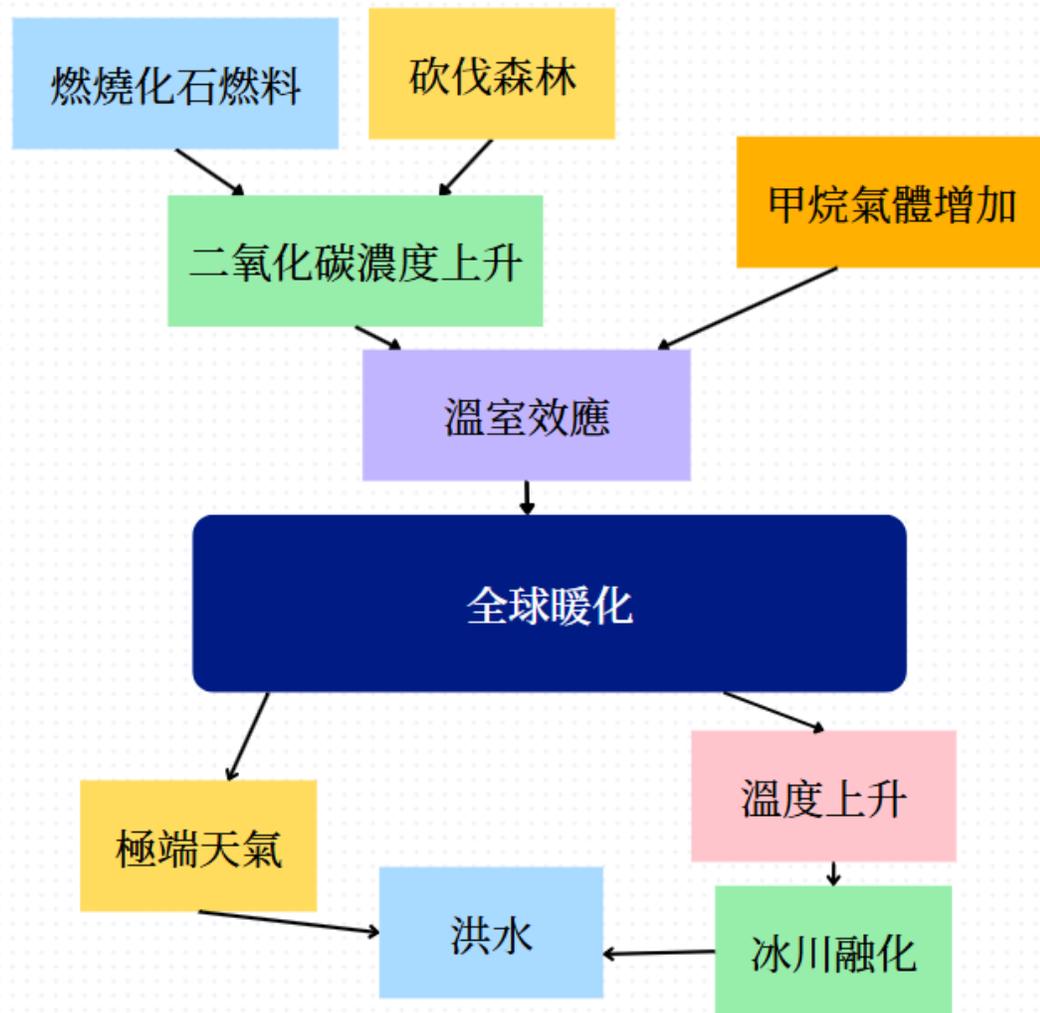
- **步驟①** – 觀看科學短片 (約5分鐘)
- **步驟②** – 根據影片內容，繪製概念圖
- **步驟③** – 修改概念圖：
 - 確保各個組件**可測量**
 - 跟據已有知識**新增組件**
 - 確定**因果關係**
- **步驟④** – 開啟建模平台，指導學生構建**互動系統**
- **步驟⑤** – 提供情境，讓學生利用**互動系統進行預測與解釋**

步驟① – 科學短片



<https://www.youtube.com/watch?v=qAu8OhWL8F4>

步驟② – 根據影片內容繪製概念圖



讓學生根據影片內容，提出一些因素(組件)

讓學生思考哪些組件之間存有相關性
(Are factors correlated?)

讓學生使用箭嘴，標示組件之間的因果關係
(Are factors causal-related?)

教學重點 – 準確描述現象，將抽象概念量化

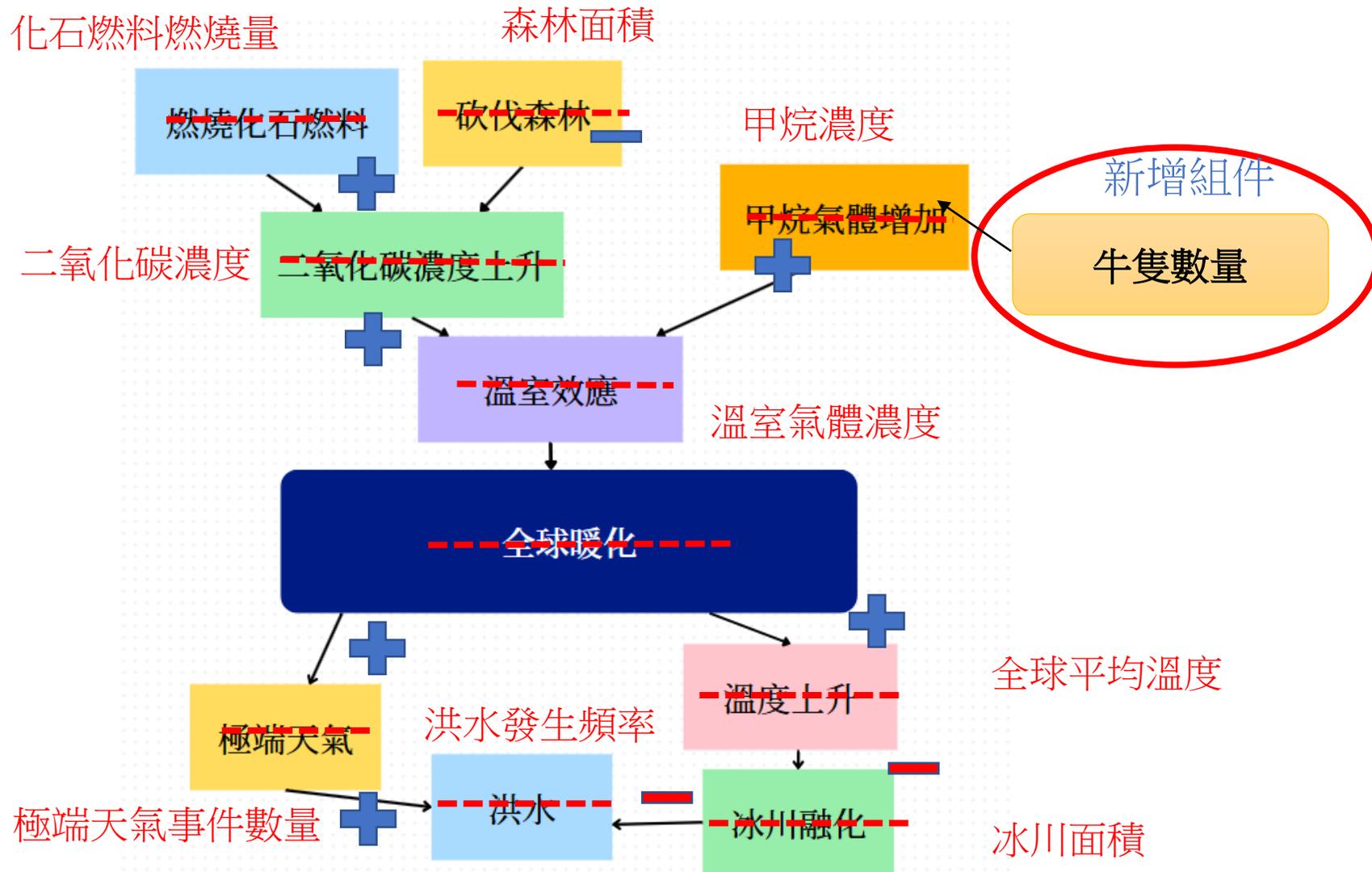
- 鼓勵學生將模糊概念轉換為具體、可觀察與可測量的變項
- 培養**科學思維與素養**：學生需學會抽象概念的量化表達，例如將「冰川減少」轉化為「冰川面積變化」。
- (單元一：科學實踐I：進行定量量度)
- **推論與預測**：若每個變項都可量化，學生便可建立邏輯清晰的因果關係。
- 有效進行**模擬與資料分析**：提醒學生可量化的變項才能在數位建模工具進行模擬及分析。

教學重點 – 準確描述現象，將抽象概念量化 (續)

- 在概念圖修改階段，加入「**變項重塑**」活動，讓學生逐一調整為**可量化變項**，例子：

| 抽象描述 | 可量化變項 |
|-----------|-------------------------|
| 森林變少 | 森林面積 (km ²) |
| 極端天氣增加 | 極端天氣事件發生次數 |
| 全球暖化 | 全球平均溫度 (°C) |
| 化石燃料使用量上升 | 每年化石燃料消耗量 (噸) |

步驟③ – 修改概念圖

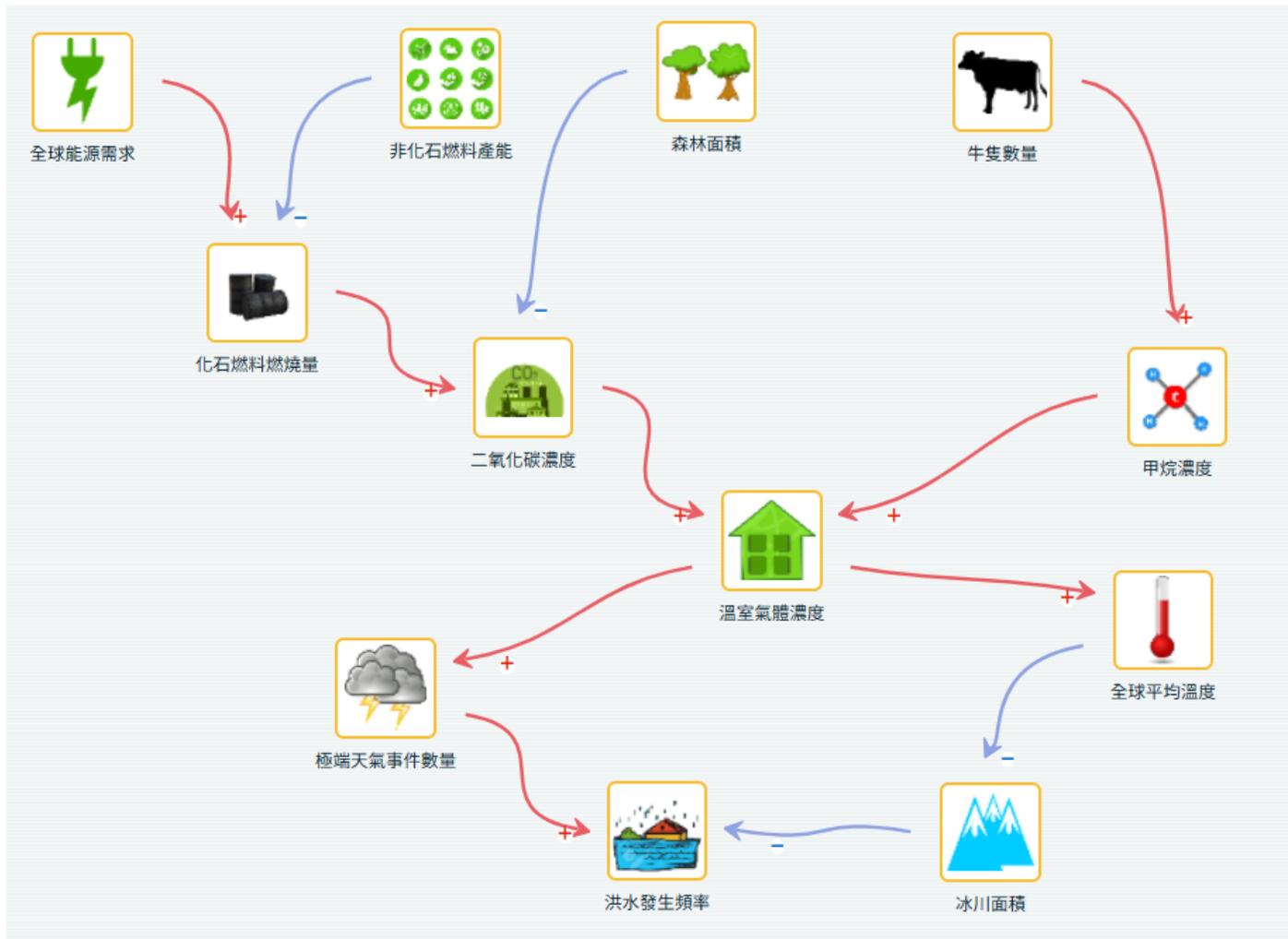


讓學生檢視每一個組件，並修訂組件的描述，確保因素為「可測量」(measurable)

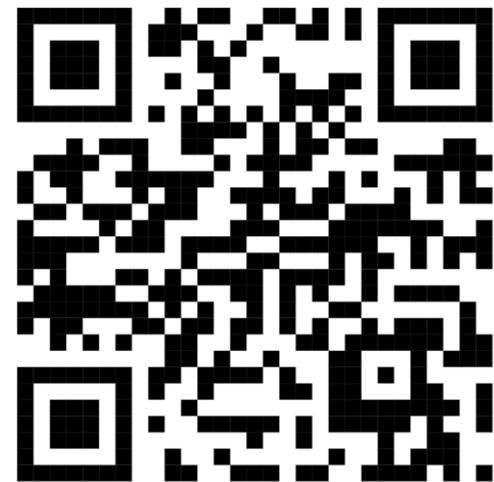
思考是否有新的因素需加入(新增組件?)

標示組件之間，是屬正相關(+)還是負相關(-)

步驟④ – 在平台上構建互動系統（技術部分）



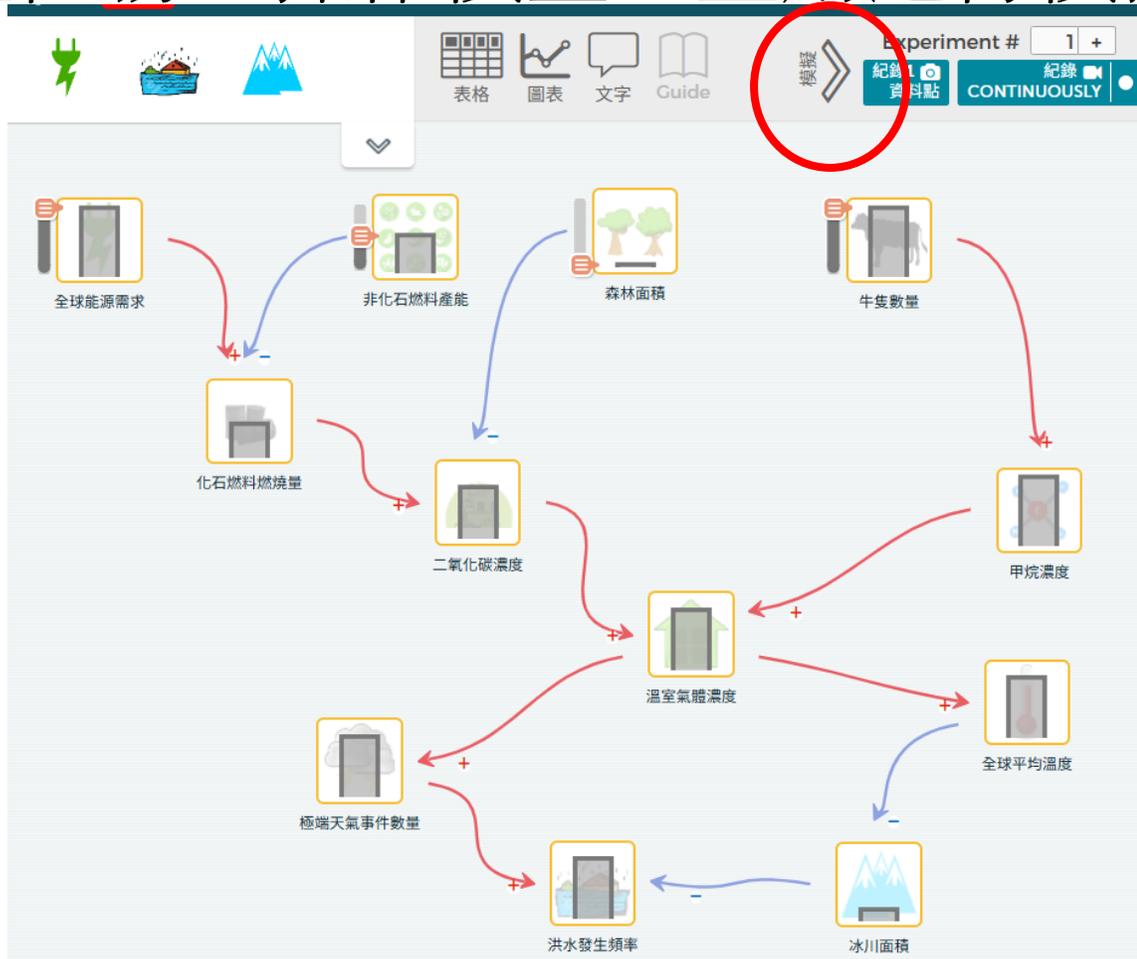
例子



<https://sagemodeler.concord.org/>

步驟④ – 在平台上構建互動系統（技術部分）（續）

- 學生任務：操作模型，並用進行模擬



科學推理

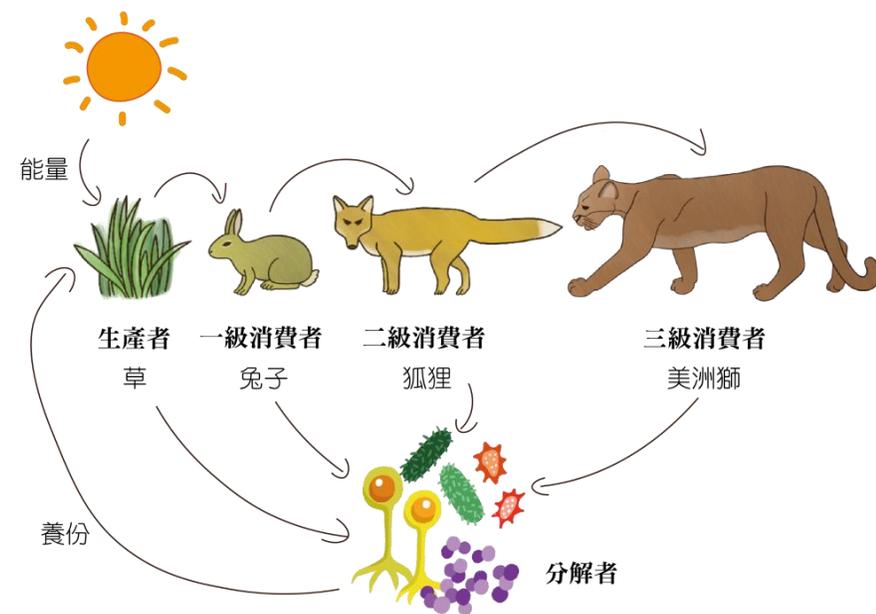
R2 以普遍觀察、趨勢或
模型推論特定結果

教學重點 – 嚴謹看待科學的因果關係、培養系統思維

- 讓學生檢視清楚變項之間是否直接相關，而非直接跳進推論，而是引導他們識別潛在過程。
- 此方法能加強因果關係的理解，幫助學生看到複雜的互相關聯，而非過度簡化的線性關係

學生應分析組件之間是否有多於一個關聯，
引導他們識別

- 一個因素如何影響多個結果，或多個因素如何共同影響一個結果
- 反饋機制，例如生態系統（食物鏈）



步驟 ⑤ – 提供情境，讓學生使用互動系統進行預測與解釋

① 提出情境問題，如：

- 種植更多樹木？
- 減少牛肉消費量？

② 重新檢視模型，分析變項間的因果關係，如：

森林面積 ↑ → 二氧化碳濃度 ↓ → 極端天氣事件的數量 ↓

③ 進行模擬

④ 要求學生撰寫步驟，一步步解釋結果，並進行分享

評估表 - 技能為本

模型的預測結果沒有既定的答案
引導學生反思科學過程，而非追求標準答案

| 評分項目 | 分數 | 0 | 1 | 2 |
|--|----|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">在概念圖中以 4 個或以上的組件製作概念圖。(題 2) | | | | ■ |
| <ul style="list-style-type: none">在概念圖中正確使用箭頭表示組件之間的因果關係。(題 2) | | | | |
| <ul style="list-style-type: none">在已修正的概念圖中正確使用「+」和「-」符號表示組件之間的正相關或負相關。(題 2) | | | | |
| <ul style="list-style-type: none">基於已有資訊新增額外的變項。(題 2) | | | | |
| <ul style="list-style-type: none">檢示和修正概念圖，使組件成為可衡量變數。(題 2) | | | | |
| <ul style="list-style-type: none">建構互動系統，展示以下要點：(題 3)<ul style="list-style-type: none">一個結果可以受到多個因素影響；一個因素可以影響多個結果。 | | | | |
| <ul style="list-style-type: none">根據模型模擬結果，對所提供的情境進行解釋，包括以下細節：(題 4)<ul style="list-style-type: none">影響結果的變項，並以正確的順序呈現；相互關聯的組件變化如何推論最終結果。 | | | | |

後續探討：互動系統的局限性

完成活動後，教師可引導學生總結學習過程和反思，培養學生懷疑精神及接受新觀念的開放態度，並遵守科學倫理。

教師可着學生搜集科學文獻和可靠的數據資料，並總結互動系統可能導致預測不準確的因素，亦可讓學生進行評鑑，思考是否有未知/未被發現的原因、不正確的因果關係等。

以下是一些討論問題，供教師參考：

- 你認為所建構的系統有什麼限制和不足之處？
- 互動系統預測是否準確？如何進行驗證？
- 製作互動系統時，是否有其他可能/未知因素被忽略？
- 你會如何改良系統？