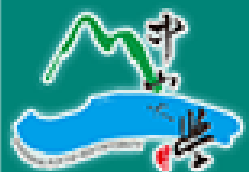


從課程設計提升學生氣候變遷素養

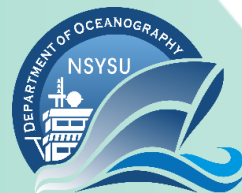


張詠斌

國立中山大學海洋科學系



國立中山大學
National Sun Yat-sen University



海洋科學系
Department of Oceanography
National Sun Yat-Sen University

2025.03.24



海洋微體古生物實驗室

Laboratory of Marine Micropaleontology

張詠斌 Yuan-Pin Chang Ph. D.

Associate Professor

國立中山大學海洋科學系

Department of Oceanography,

National Sun Yat-sen University

Tel: +886-7-5252000 ext:5161

Fax: +886-7-5255130

E-mail: yuanpin.chang@mail.nsysu.edu.tw

Add: 高雄市蓮海路70號

70 Lien-hai Rd., Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

研究專長 **Research Interests**

古海洋與古氣候研究，海洋微體古生物研究，古全球變遷研究

Paleoceanography, Paleoclimatology, Marine Micropaleontology, Past Global Changes

學歷 **Education**

2008 Ph. D. in Institute of Applied Geosciences, National Taiwan Ocean University

1998 M.S. in Institute of Applied Geophysics, National Taiwan Ocean University

1996 B.S. in Department of Oceanography, National Taiwan Ocean University

經歷 **Experience**

2009.02~ Assistant Professor, Institute of Marine Geology and Chemistry, NSYSU

2008.08~2009.01 Postdoctoral Fellowship, Institute of Applied Geosciences, NTOU

2000.08~2002.07 Research Assistance, Institute of Applied Geophysics, NTOU

大綱

- 一、何謂氣候變遷？
- 二、關於氣候變遷我們需要知道的事實
- 三、素養導向的課程設計
- 四、自主學習融入課程
- 五、善用科技新武器：AI
- 六、教案參考

氣候與天氣

- "Climate is what you expect, weather is what you get "

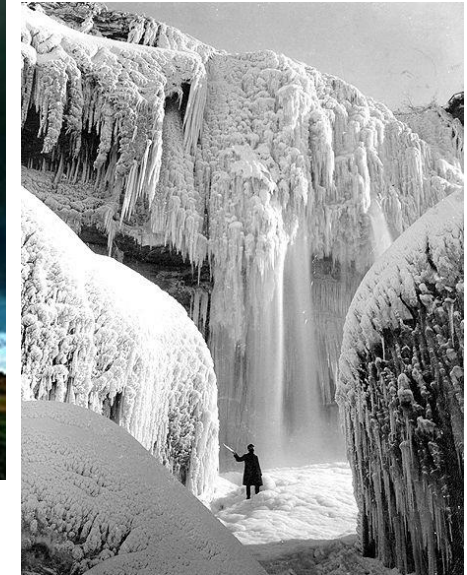
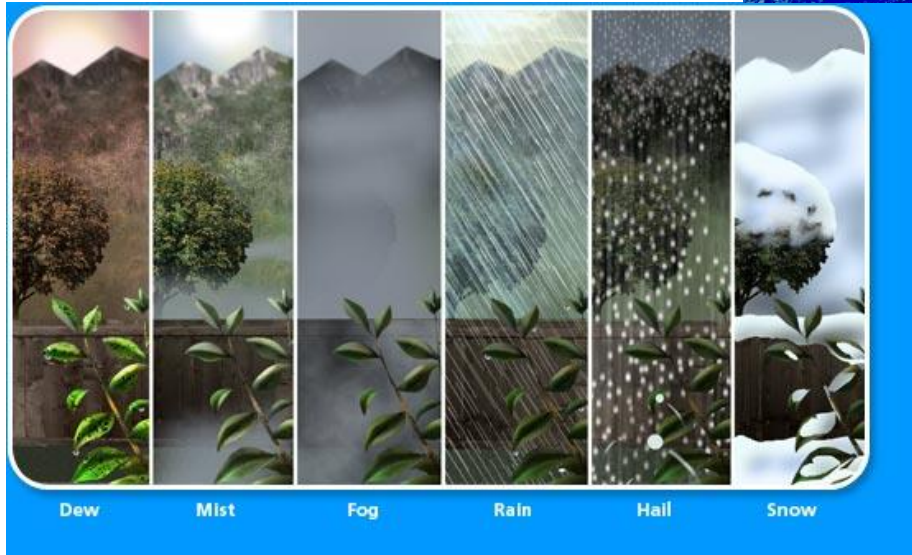
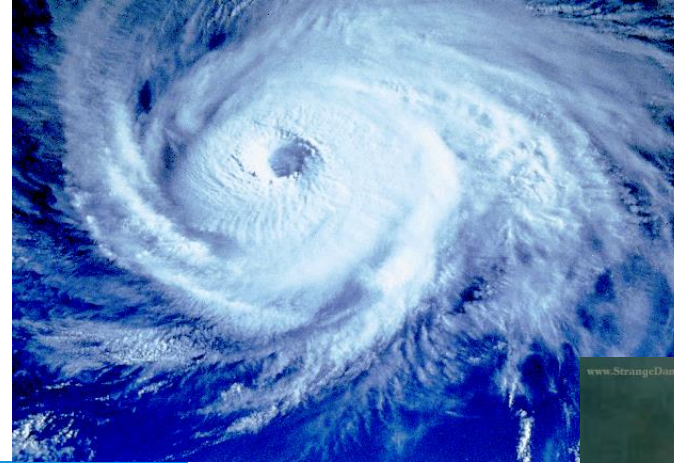
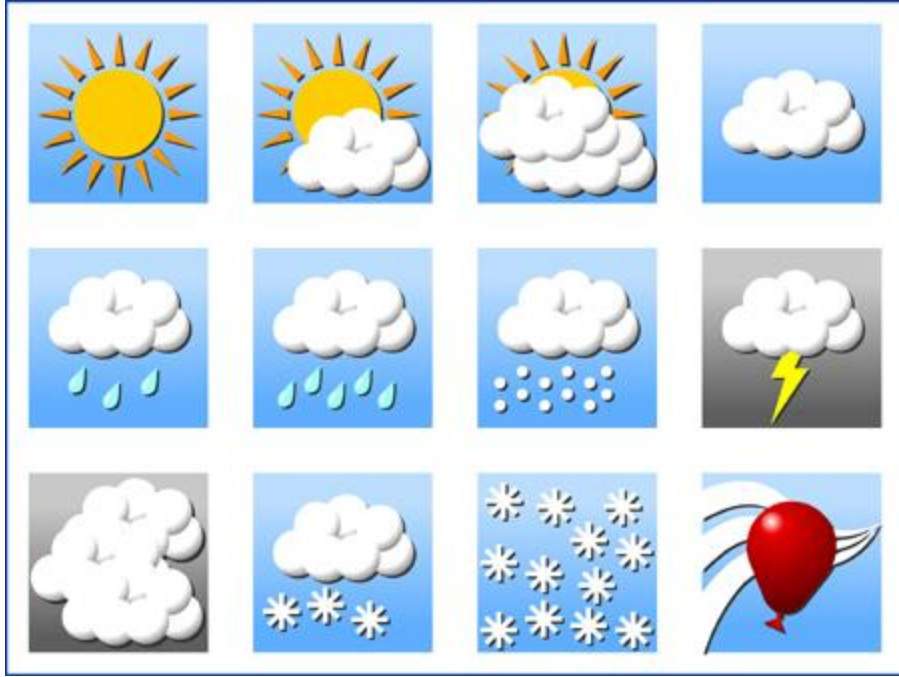
- Climate (氣候)

- 天氣現象的長期平均表現，如長期氣溫變化、降雨、降雪、結霜的日子，夏天或冬天的長度，春天開花的時間、農作物可種植天數等，都是受到氣候變化影響的表現。

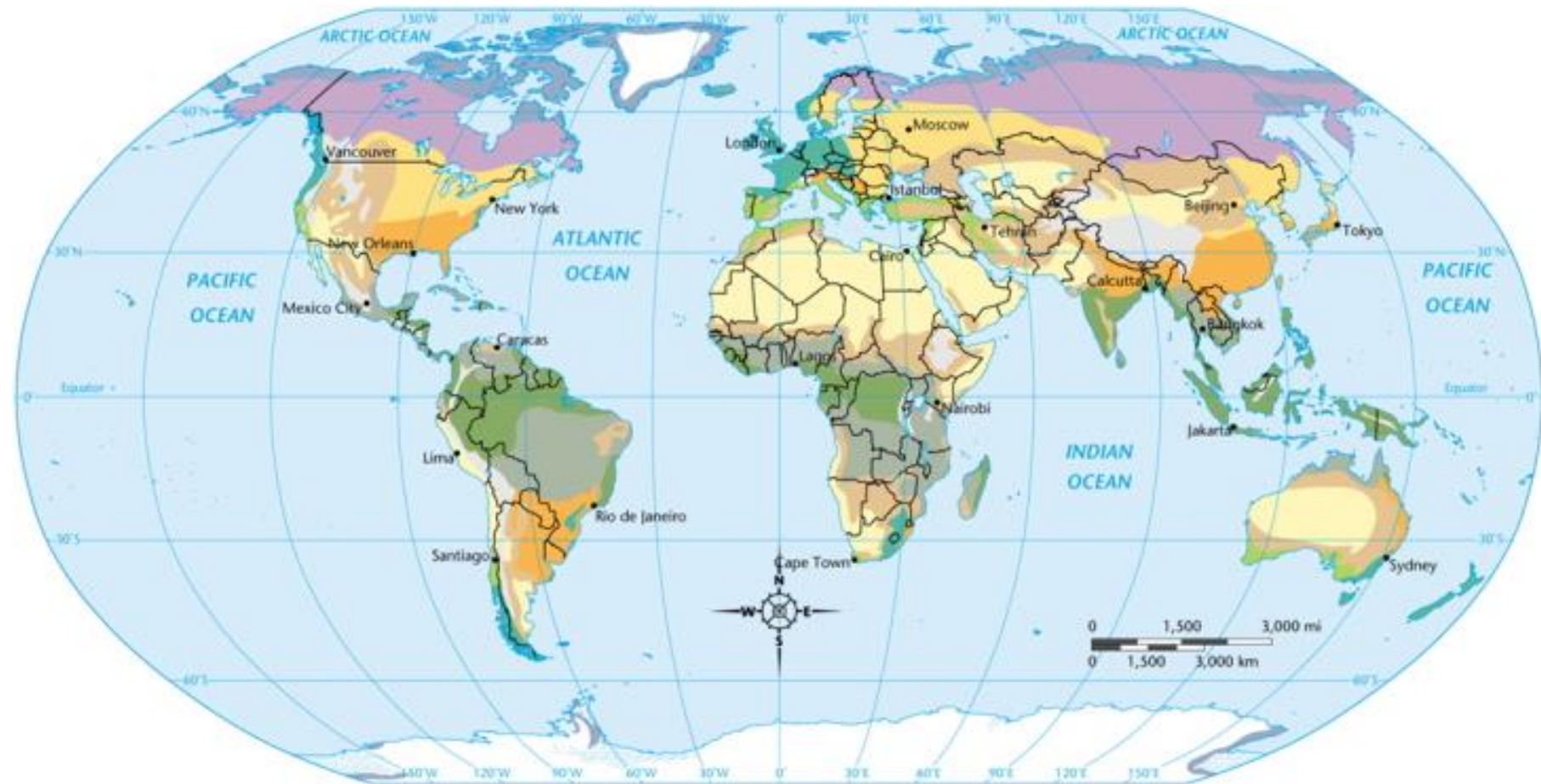
- Weather (天氣)

- 每天真實感受到的大氣與環境的物理條件改變，如溫度、降雨、降雪、霧、雲、紫外線強度等。

Weather 天氣



Climate 氣候



Tropical

-  Tropical wet
-  Tropical wet and dry



Dry

-  Semi-arid
-  Arid

Moderate


-  Mediterranean
-  Humid subtropical
-  Marine west coast

Continental

-  Humid continental
-  Subarctic

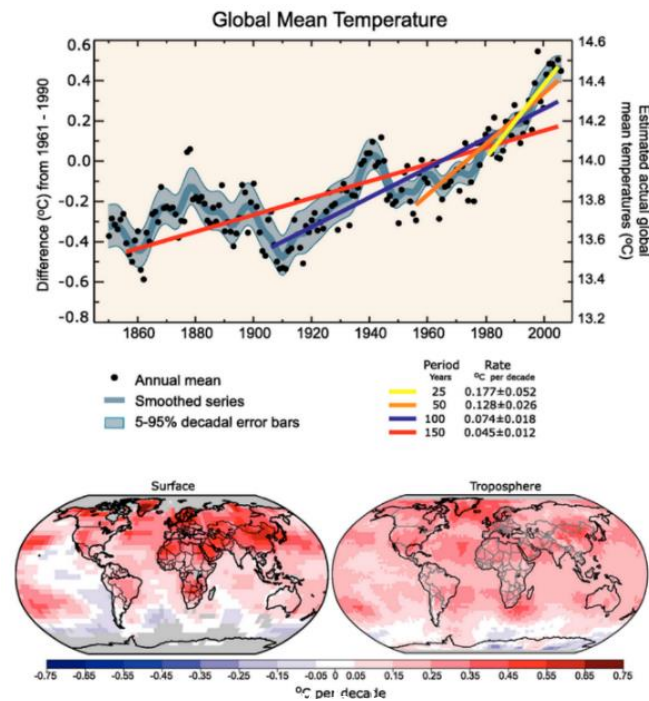
Polar

-  Tundra
-  Ice cap
-  Highlands

-  Non-permanent ice

氣候變遷之定義

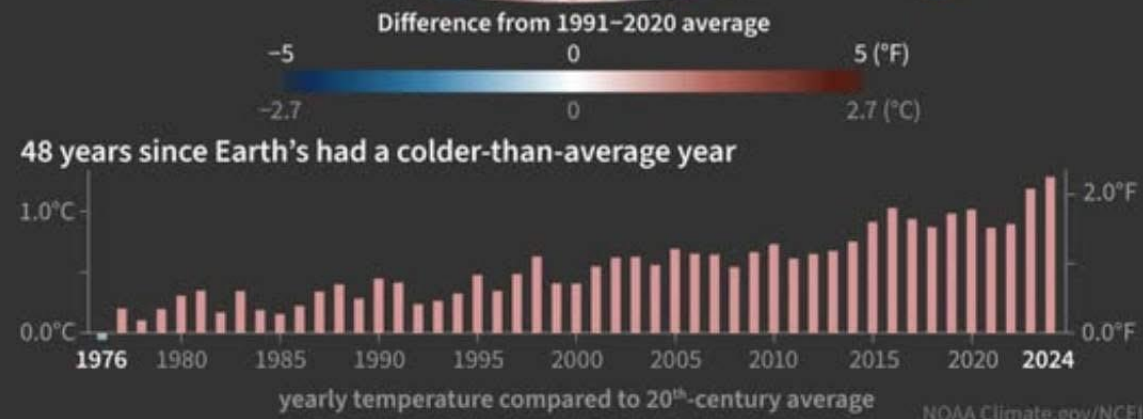
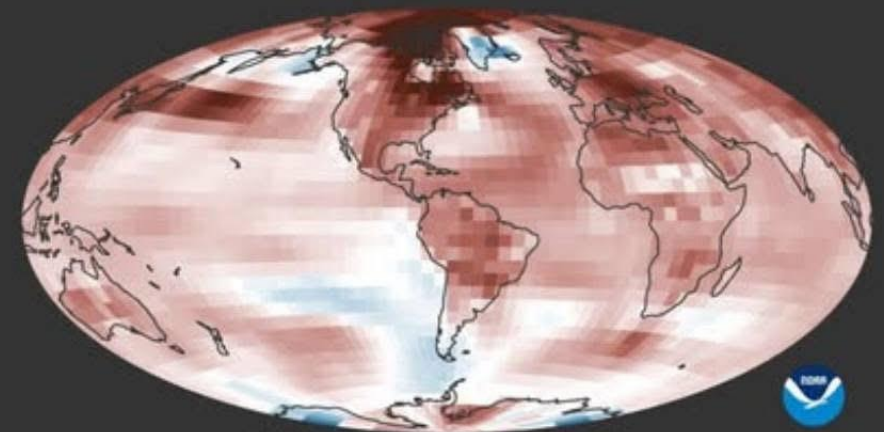
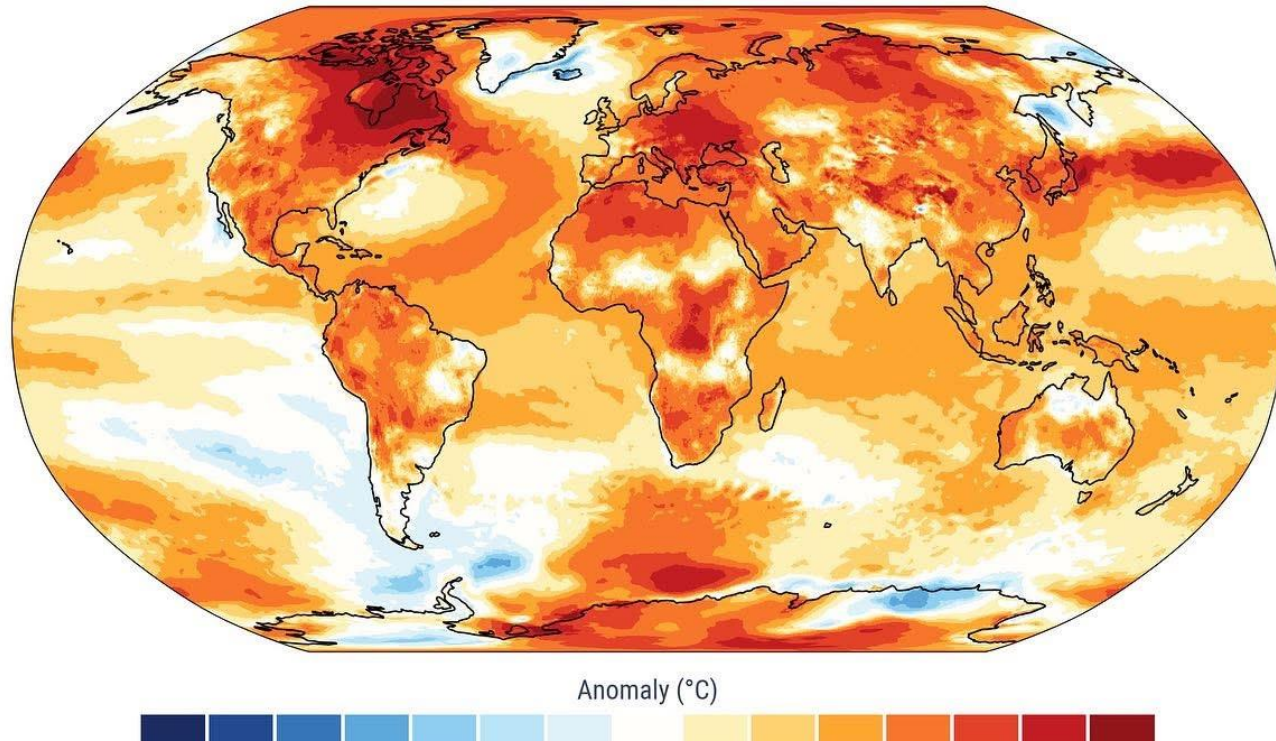
原先氣候變遷是指地球氣候長時間內的整體改變，本來就是一種自然而且多變的現象。現今根據「**聯合國氣候變遷綱要公約**」（**United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC**）所述，氣候變遷除指在地球長時期內所觀測到的氣候自然變化外，特別指人類活動直接或間接改變地球大氣組成所帶來的影響，這些影響已經改變當前自然環境中的大氣物理與生物環境等。並對生態系統之組成、回復與生產能力，或是人類社會經濟、健康及福利等產生重大負面衝擊，目前大部份科學家已經接受人為因素是造成全球氣候變遷的主因。



資料來源：時代雜誌 2011/04/03封面

全球溫度異常

全球平均溫度自1880年以來，已上升約 1.2°C ，2023年則增溫了約 1.4°C ，2024年已確認溫度平均上升約 1.5°C 。



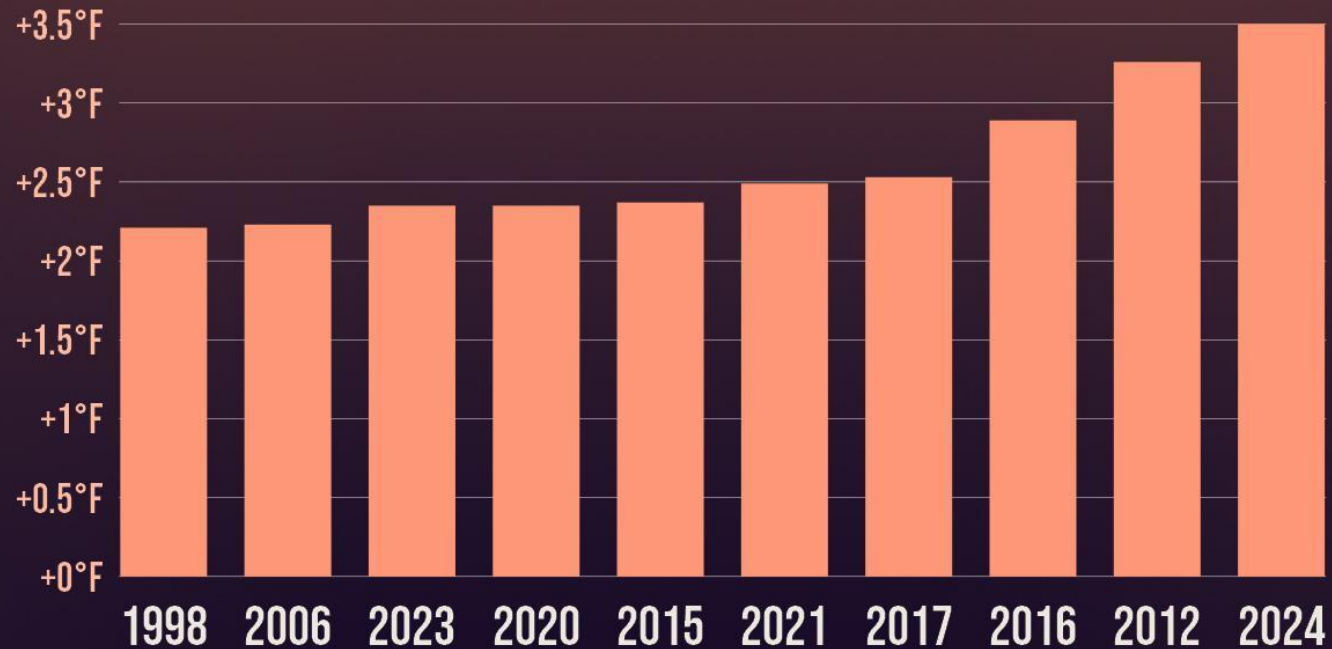
Bando

IT'S OFFICIAL:
2024 Was The World's Warmest
Year Since Records Began In 1850

最熱的10年

2024: +1.51°C

10 HOTTEST U.S. YEARS ON RECORD



Difference from 20th century average temperature (°F).
Data as of 1/10/2025.
Source: NOAA NCEI

CLIMATE CENTRAL

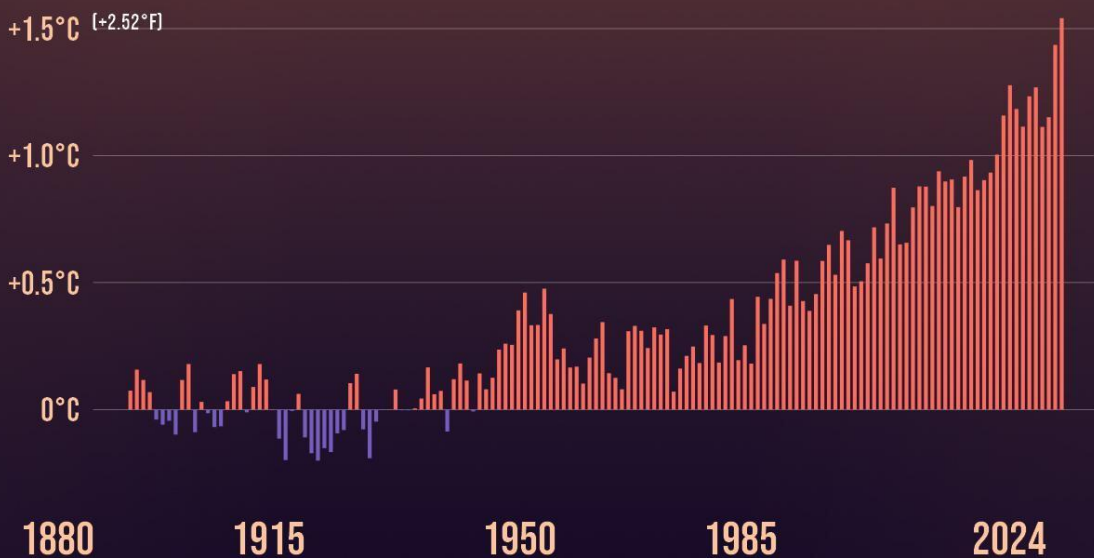
Data source: [https:// climatecentral.org](https://climatecentral.org)

全球溫度異常

2024年的夏天是有紀錄以來最溫暖的夏天，那冬天呢？

GLOBAL TEMPERATURE

Departure from 1881-1910 average

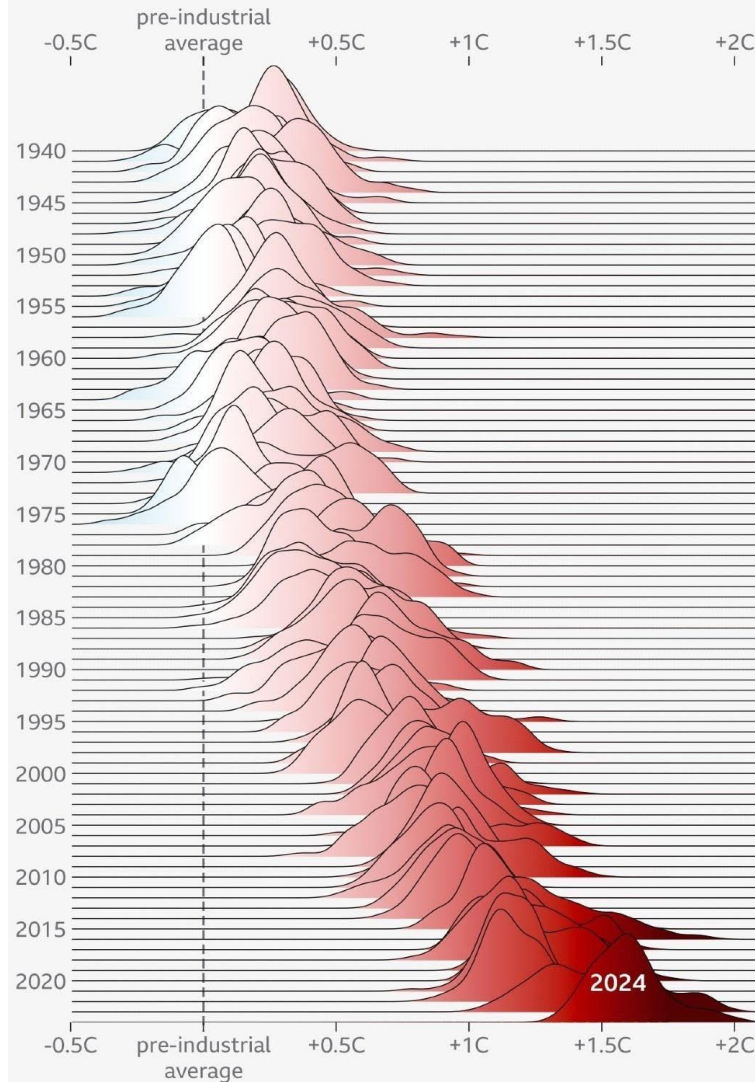


Global temperature anomalies averaged and adjusted to early industrial baseline (1881-1910).
Data as of 1/10/2025.
Source: NASA GISS & NOAA NCEI

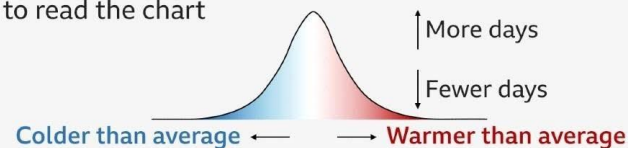
CLIMATE CENTRAL

Most days in 2024 exceeded 1.5C warming

Distribution of daily global air temperature differences from the pre-industrial average (1850-1900), 1940-2024



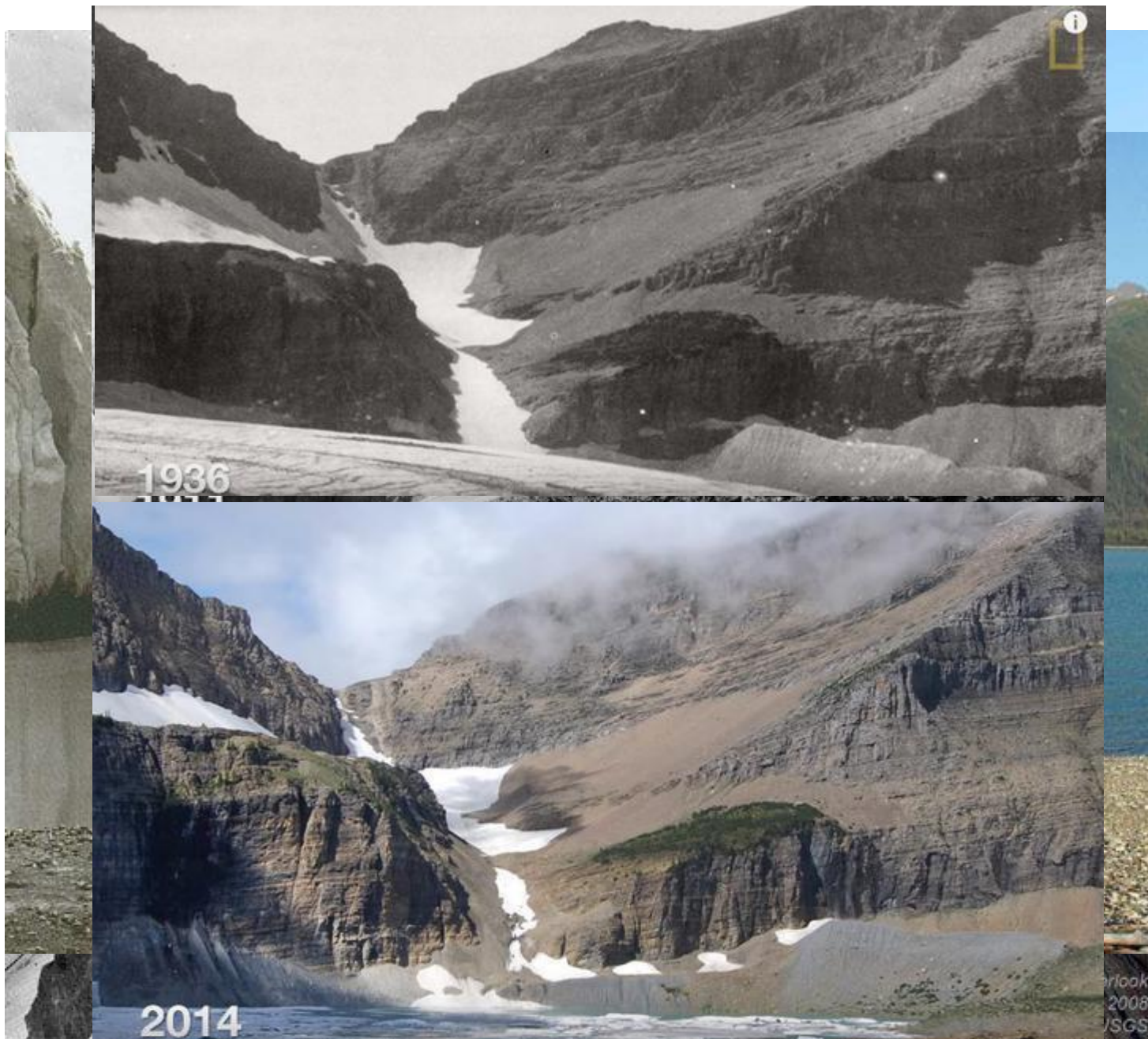
How to read the chart



Source: ERA5, C3S/ECMWF

BBC

今非昔比



全球暖化的科學證據

1. 溫室氣體持續增加
2. 全球氣溫快速上升
3. 極端天氣事件頻繁
4. 降雨模式變得異常
5. 颱風強度機率增加
6. 陸上冰川快速減少
7. 南北兩極海冰消失
8. 海平面升高速率快
9. 海洋酸化速率增快
- 10....



<https://climateextremes.org.au/>

氣候變遷引發的極端天氣現象

01

熱浪



02

洪水



03

乾旱



04

野火



05

風暴



→ 目前已有充分證據顯示，人為造成的氣候變遷導致熱浪及海岸溢淹等極端天氣事件增加



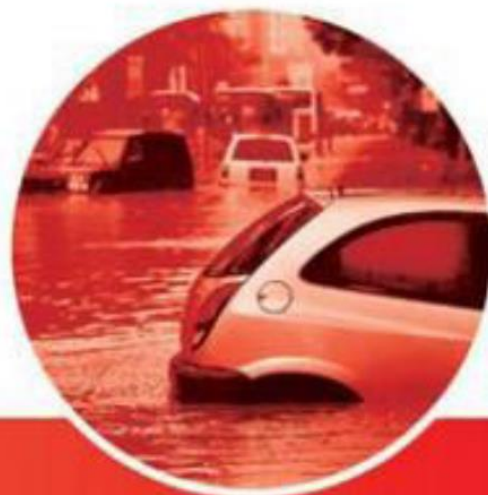
龍捲風 颶風



嚴重乾旱



極端降雨事件



海岸溢淹



熱浪

有限證據量

證據充分

證據極充分

An aerial photograph of a city at sunset. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow over the cityscape. The buildings are silhouetted against the bright sky, and the overall atmosphere is hazy and serene.

氣溫升高

自前工業化時代（1850-1900年）以來，全球氣溫上升了約 1.5°C 導致區域性和季節性極端氣溫升高，減少積雪和海冰覆蓋，增加暴雨事件，改變動植物的棲息地分佈。

自1982年以來的升溫速率是工業化時代的3倍以上，每十年約 0.3°C 。高緯地區增溫更快，因為冰雪反射性的消失放大了變暖的速度。2022年夏季已在北極圈內記錄到超過 20°C 的氣溫。

空氣品質惡化

與氣候變化相關的溫度上升和二氧化碳濃度增加，預計將加劇有害的地面臭氧、氮氧化物(NO_x)、硫化物(SO_x)等濃度增加。也可能會延長花粉季，增加植物產生的花粉量，使得人們接觸花粉等過敏原的機會增加，造成空氣質量惡化，降低能見度，影響室內空氣品質。





水資源匱乏

氣候變化正在加劇水資源的缺乏，其影響包括：

- 1.影響水循環，導致更嚴重的乾旱和洪澇。
- 2.提高全球平均溫度,使蒸發率增加。
- 3.使水資源更加不可預測和短缺。

氣候變化給水資源帶來了嚴重的不利影響，使其更加缺乏和不穩定，從而危及社會、經濟和環境的可持續發展。

蟲媒傳染疾病增加

氣候變化，特別是全球氣候變暖，對病媒傳播的疾病有重大影響。溫度和降水模式的變化會影響病媒（如蚊子和蜱蟲）、病原體和宿主的行為、生理特徵和生活史，從而改變疾病傳播的風險。

瘧疾、登革熱和黃熱病等病媒傳染的疾病對氣候條件非常敏感，如氣候變化改變了這些條件，病媒的分佈和數量也在發生變化，擴大了這些疾病的地理分佈範圍。



人類健康衝擊

氣候變遷對心理健康和人類福祉構成嚴重威脅，其影響包括情緒困擾、焦慮、憂鬱、悲傷和自殺行為。對某些群體的影響更取決於社會經濟地位、性別和年齡等因素。越來越多的研究表明，熱浪、乾旱、洪水和火災等急性氣候變遷事件，以及水和糧食不安全、社區崩潰和衝突等慢性影響，正在惡化人們的心理健康和情緒健康。



糧食危機

全球變暖正在影響天氣模式，造成熱浪、暴雨和乾旱。這些變化會導致糧食價格上漲，使得低收入國家的糧食供給受到影響，預計全世界受到影響的人口會增加約3000萬。氣候變化會對糧食安全的各個面向產生負面影響，包括供應、獲取、利用和穩定。氣溫和降雨模式的變化、病蟲害的增加以及市場和基礎設施的破壞都會影響作物的產量。



溫度上升導致農作物產量減少

1. 高溫抑制作物生長，如小麥、玉米和稻米。
2. 預估日均溫每上升1°C，產量將降低7%，而夜溫影響更大，夜溫每上升1°C，產量將降低10%。
3. 對流層臭氧含量升高，破壞作物生長。
4. 2000年的大豆產量下降8.5%-14%。
5. 小麥產量下降4%-15%。
6. 玉米產量下降2.2%-5.5%。



易受傷害族群增加

氣候變遷會嚴重影響弱勢群體，特別是低緯度地區的國家，社會經濟和政治的不平等會加劇氣候變化的影響。全世界約有33億至36億人生活的地區極易受到氣候變遷的影響，由於所處位置和生活條件等原因，當地居民非常容易受到氣候變遷的衝擊，特別是島嶼國家，以及缺水、荒漠化、土地退化和乾旱地區最為明顯。

公眾衛生嚴峻

氣候變化直接導致了公眾衛生議題嚴峻，預計每年僅營養不良、瘧疾、腹瀉和熱中暑會造成約25 萬人死亡。



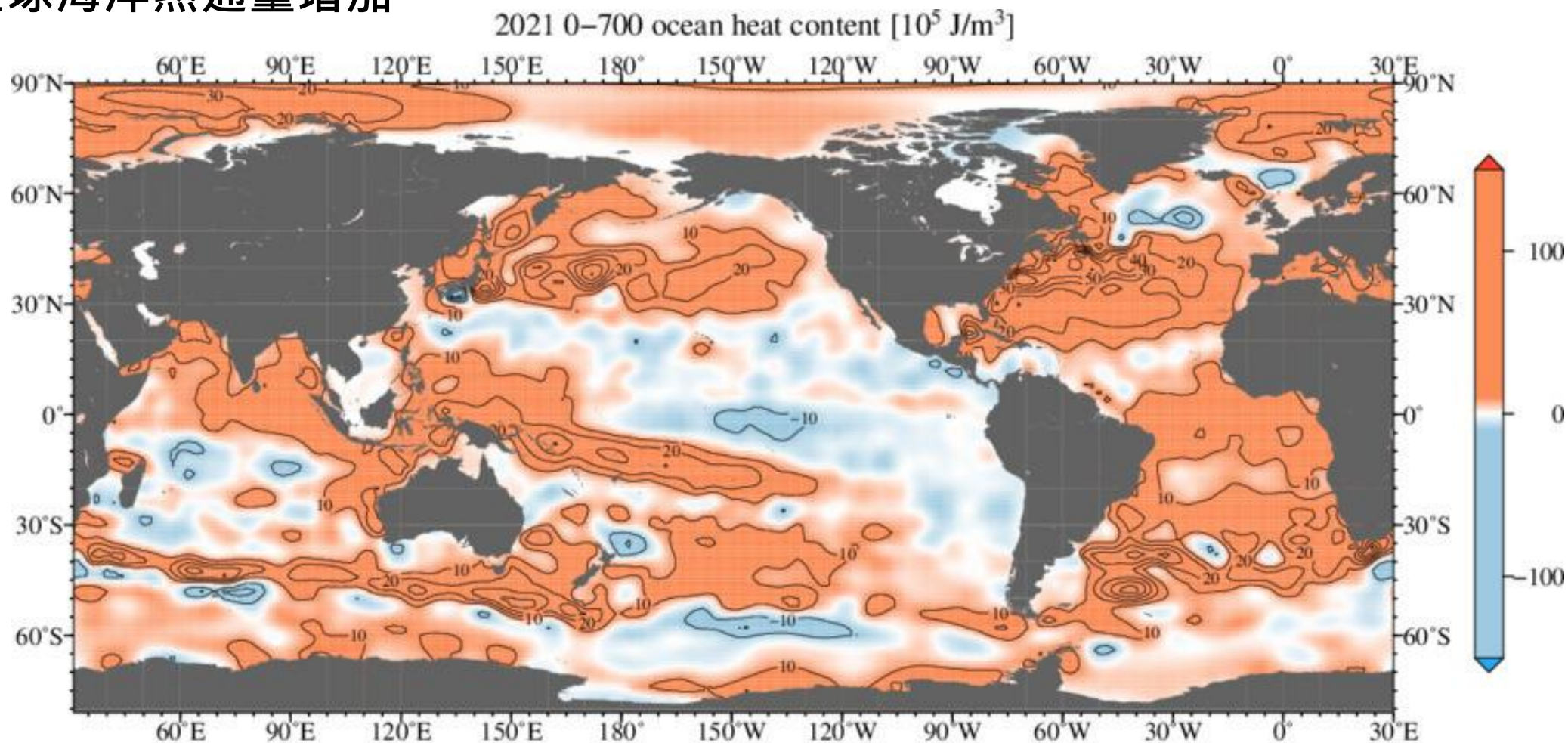
<https://www.ecomena.org/>

GDP以及經濟成長率

- 高溫會直接影響人類活動，像是高溫讓飛機無法起飛，鐵軌過熱變形，熱浪導致發電廠必須暫時關閉。
- 造成判斷力降低，工作效率降低。
- 美國科學家提出研究：平均每升溫攝氏1度，經濟成長就會減少1個百分點，且預測在2100年以前，氣候變遷會使全球人均所得減少20%。

海洋溫度上升影響漁業資源

1. 魚類洄游路線改變，某些漁業區域魚類數量減少(NOAA, 2021)。
2. 由於海洋熱量增加導致熱膨脹，海平面隨之上升。
3. 全球海洋熱通量增加。



Data Source: 2020 Global Climate Report-NCDC

海平面上升造成的影響

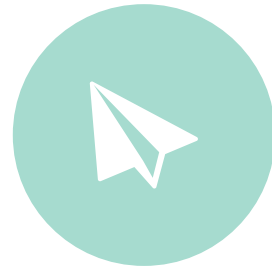


沿海地區

洪水風險增加

海岸線侵蝕

人口遷移流離失所



生態系統

棲息地喪失

物種遷移和滅絕



人類社會

經濟受損

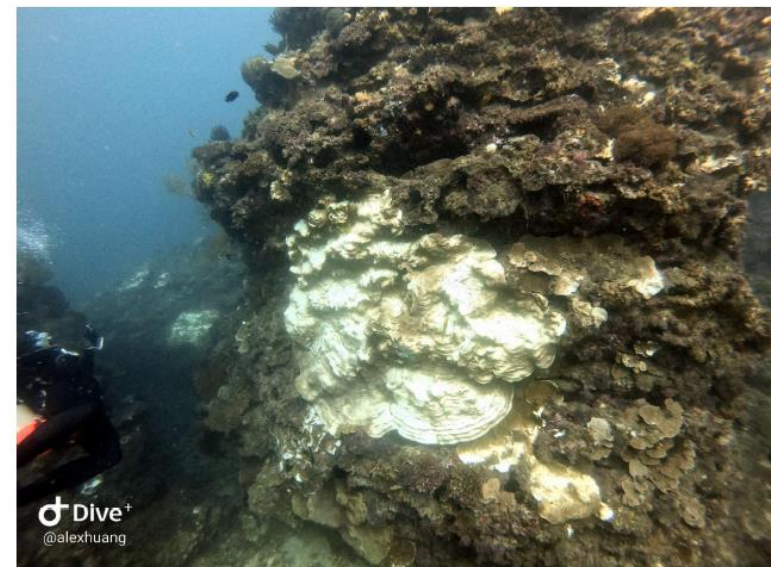
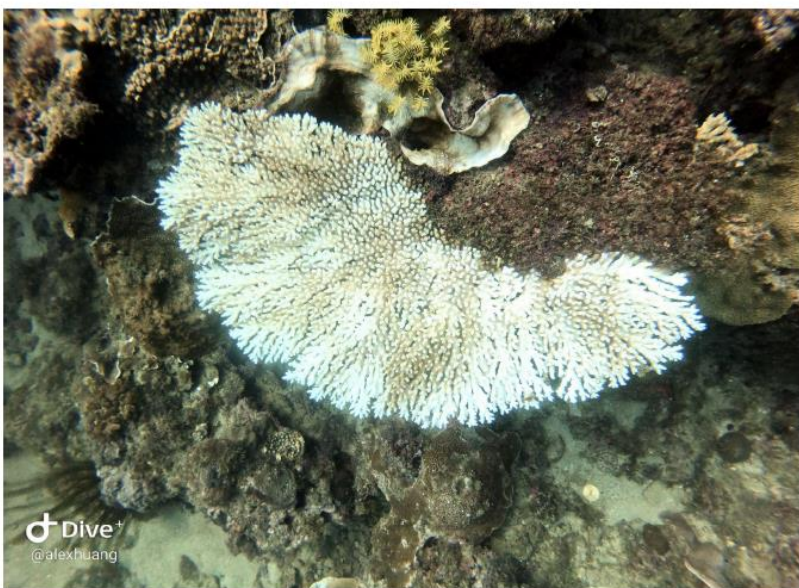
文化遺產的威脅

淡水資源汙染

農業生產影響

氣候變遷對珊瑚的危害：珊瑚白化

- 海洋生態系統改變與衰退
- 海岸線侵蝕
- 與珊瑚礁依存的相關產業受牽連 ex:觀光旅遊、漁業等



海洋酸化對生物的影響

- 魚類感官

小丑魚幼魚的嗅覺、海葵雙鋸魚(俗稱公主小丑)幼魚的聽覺也會因海水變酸而受到干擾

雀鯛(一種珊瑚礁魚類)因為無法事先接收到同伴發出的警告性化學訊息，容易受到掠食者的攻擊。



海洋酸化對人類的影響

- 觀光



- 食物



- 魚類減少



請閱讀以下資料，並回答29～30題：

1990年代初研究人員設計出一套評估方法，是為了計算出當年度的「地球超載日」。今年（2022年）的「地球超載日」在7月28日，代表在這一天，我們已經耗盡當年度地球的永續資源，在剩餘的時間裡，都將以透支的方式消耗地球資源。據此，養活全世界的人口要1.75個地球的資源才夠。每個國家帶給地球的負擔也大不同，如果每個人的生活方式都跟美國人一樣，那2022年地球超載日會落在3月13日。

根據這套方法往回推算1971年，地球超載日是12月25日，之後就一路提前。2000年地球超載日落在9月，2018年起提前到7月。2020年因Covid-19疫情爆發，地球超載日曾往後延了三週，但隔年就恢復到疫情前的情況。

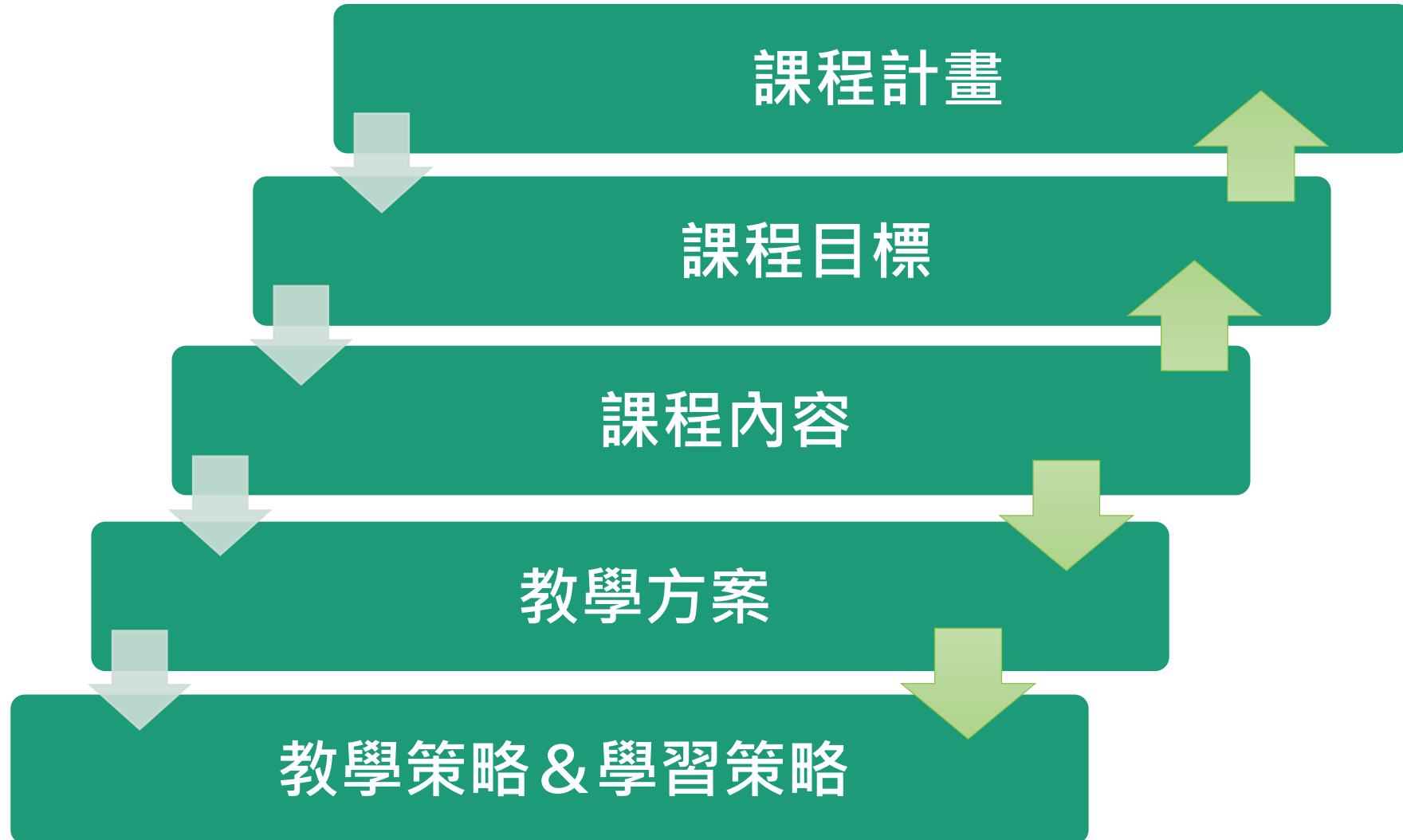
非政府組織世界自然基金會與全球生態足跡網將矛頭指向食品生產系統及其龐大的生態足跡：整體來說，地球上超過一半的生物承载力是用來養活人類。很大一部分的糧食和原物料是用於畜牧，人們再吃掉這些動物。富裕國家應減少肉品消費，如果可以將肉品消費量減半，地球超載日就可以延後17天。由於全世界1/3的食物被浪費掉，所以限制食物浪費可將超載日延後13天。

——改寫自「地球超載日」網站

29. 根據本文，關於人類對地球資源的消耗，下列敘述何者最恰當？
- (A)1990年之前，人類並未透支地球資源
 - (B)2022年人類耗用的地球資源是前一年的1.75倍
 - (C)每年的地球超載日之後，全球資源就會消耗殆盡
 - (D)美國人的生活方式比多數國家的人對地球造成更大的負擔
30. 根據本文，下列何者最可能使地球超載日延後？
- (A)提升畜牧業整體產量
 - (B)加強野生動物保育工作
 - (C)增加飲食中蔬食的比例
 - (D)嚴防Covid-19疫情再爆發

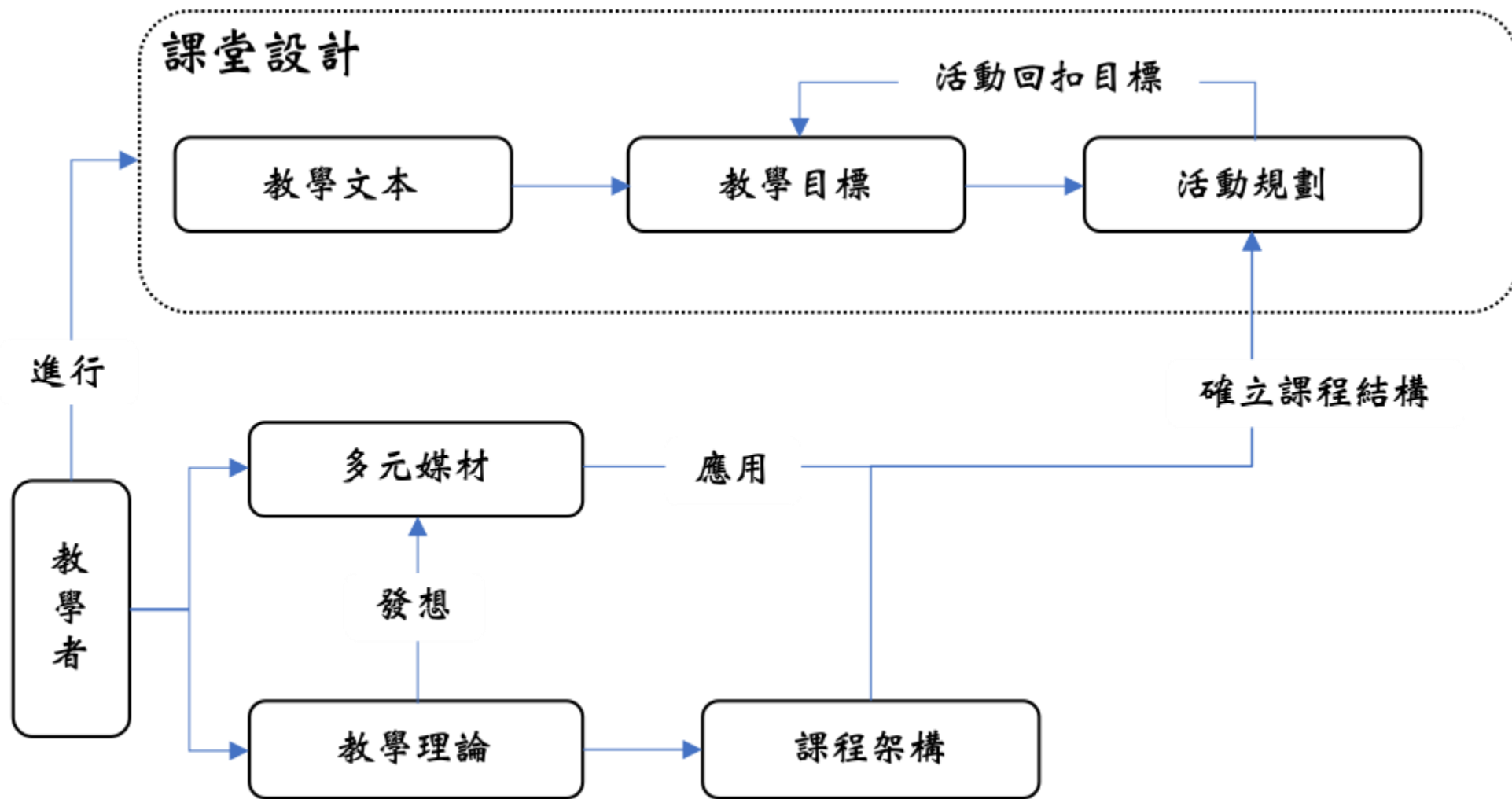
課程設計

學理上的課程發展



實務上的課程發展

教案設計



戶外教育的精神

一、 戶外教育在補充學校教育的不足，讓學生在課本上的學習可以從戶外教學中深化，讓學生回到真實世界。

二、 戶外教育要講究在教學中的脈絡

1. 目的性：為何要去(教學目標)

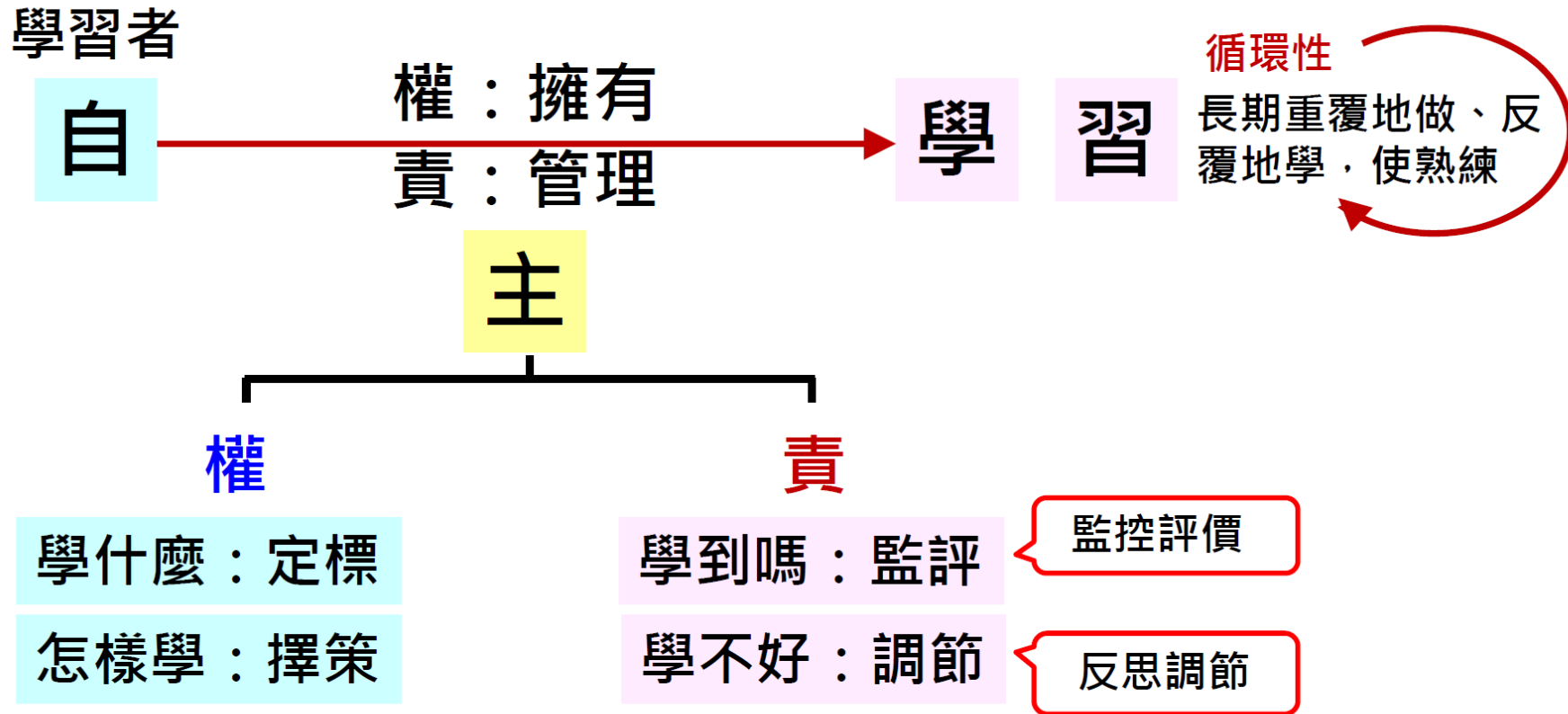
2. 設定任務：學生在戶外教學的過程中要做些什麼(前、中、後)

A. 用什麼引導語吸引學生主動去學

B. 用什麼引導語讓學生跟環境有更多互動(五感體驗)

C. 若有設計學習單，老師應在事前跟解說導覽者取得聯繫並溝通學習單的重點。

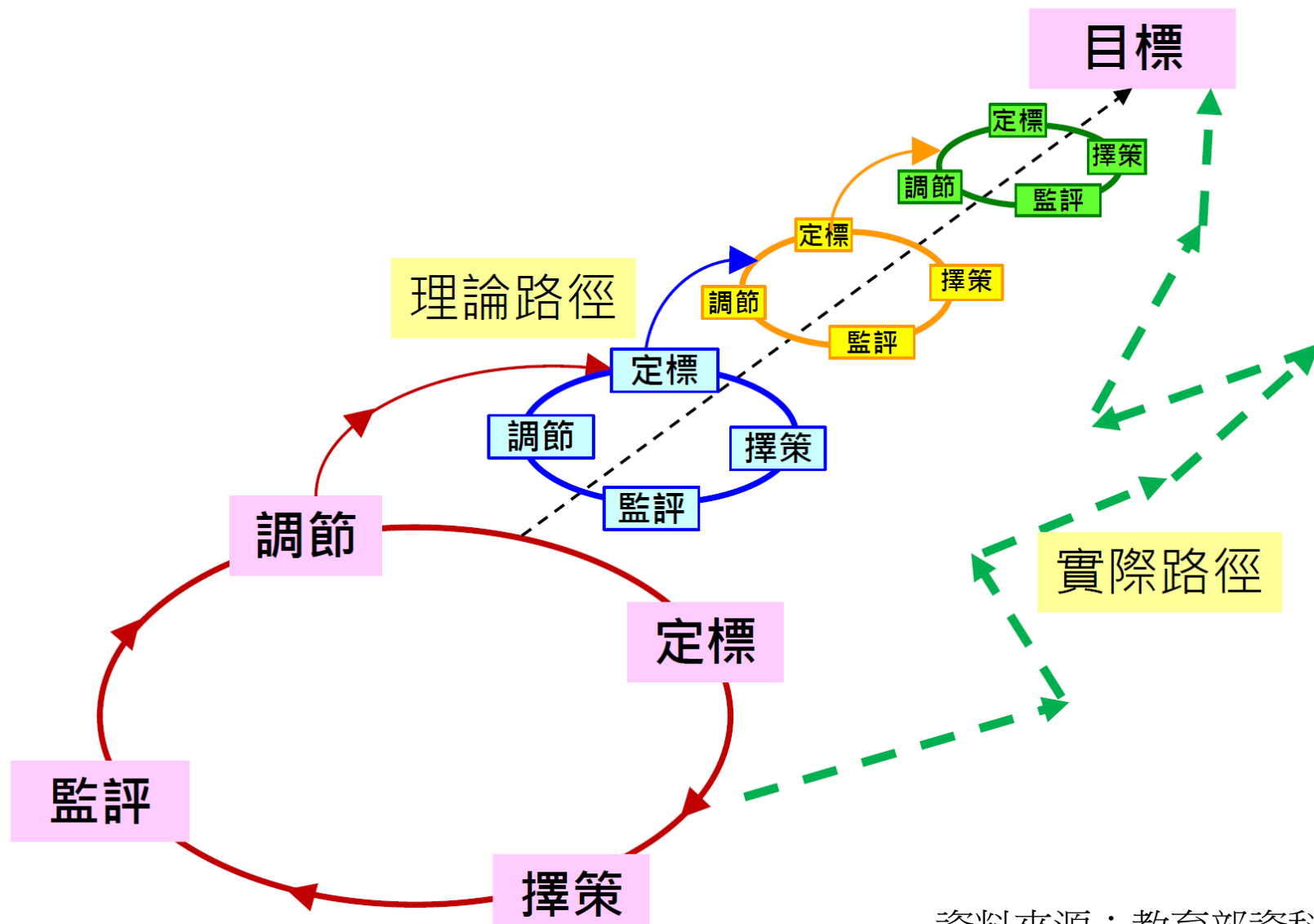
「自主學習」的理念



理念：學習者是學習的主人，故須管理其學習及為其學習負責



自主學習的 組成部分 與 循環性 (迭代)



自主學習教學模板(鷹架)

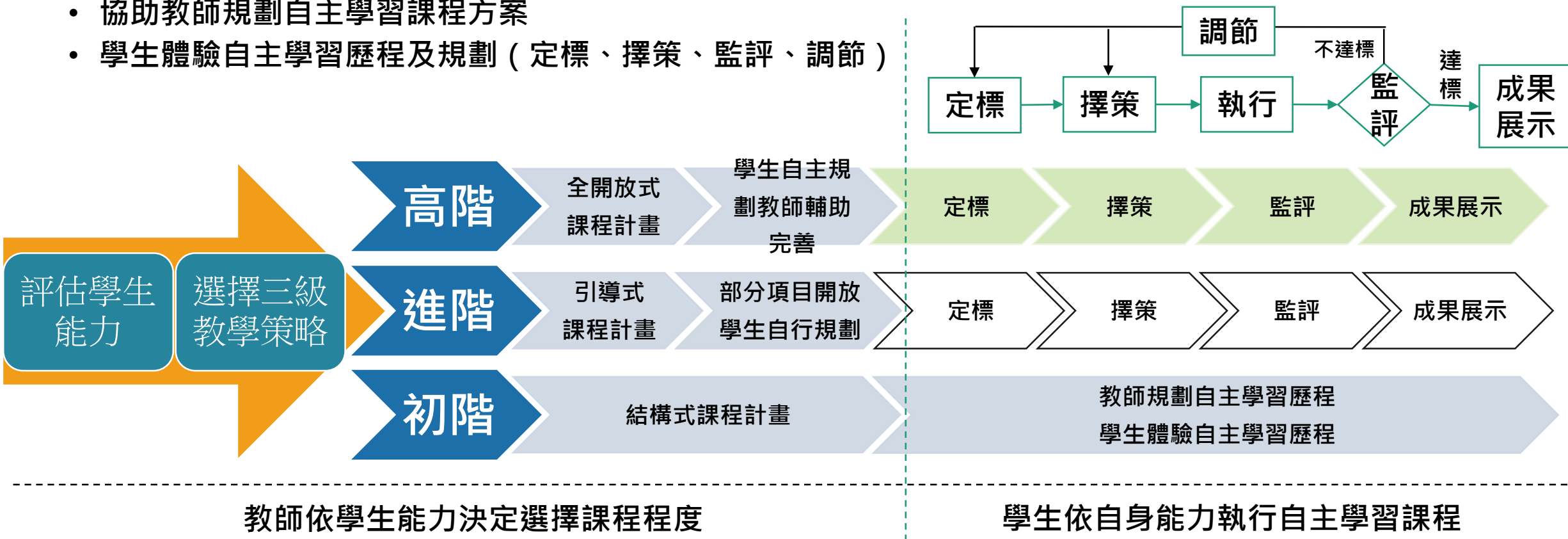
• 使用者：教師

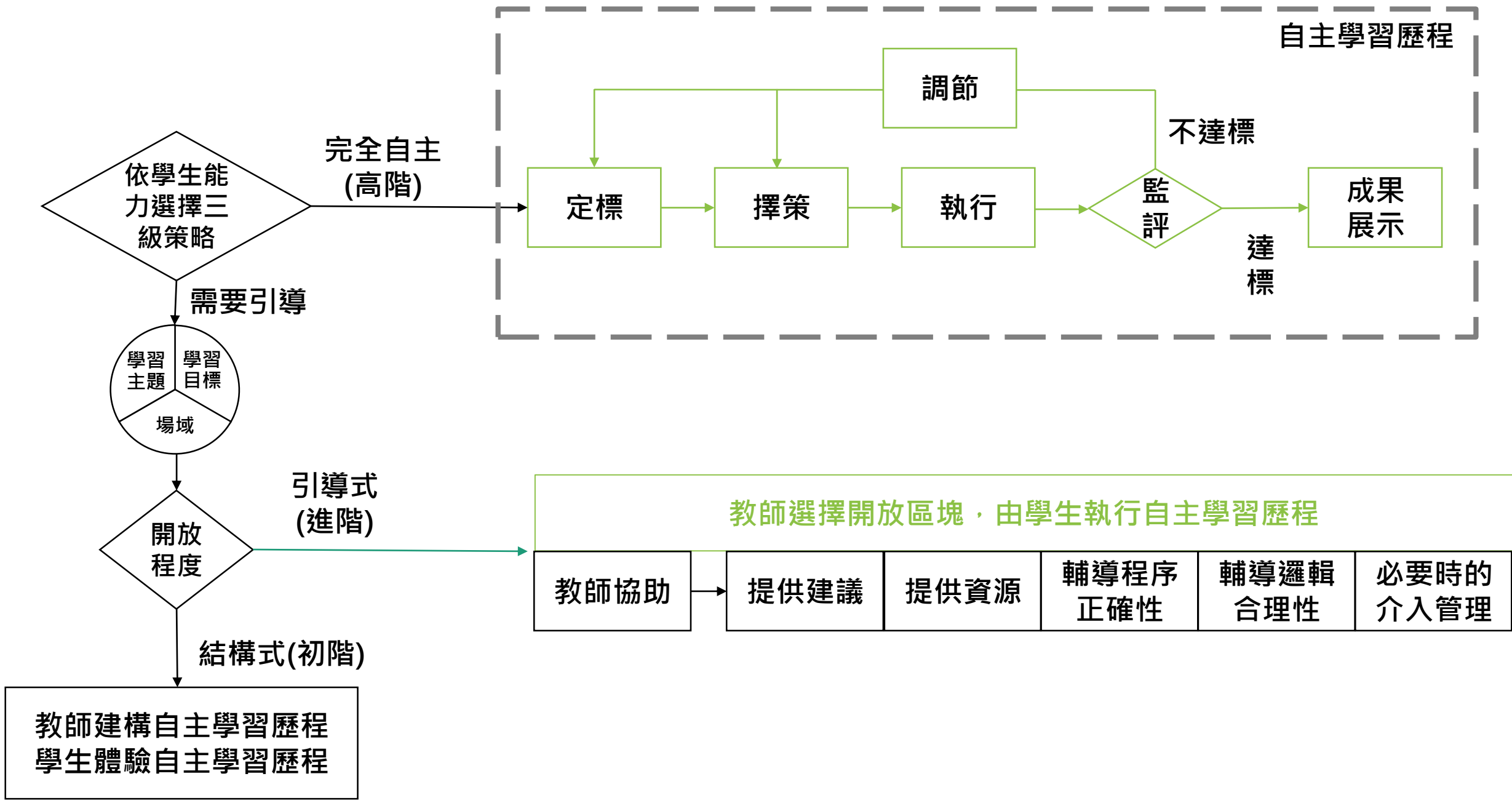
• 概念：

流程圖方式協助教師規劃具備自主學習精神的課程藍圖，並提供各項目下的應備或選備內容，以類似勾選清單的方式呈現，輔助教師依學生能力開放模板項目或內容由學生自行規劃，並挑選適合的輔助工具，協助學生完善自主學習歷程。

• 目的：

- 協助教師規劃自主學習課程方案
- 學生體驗自主學習歷程及規劃 (定標、擇策、監評、調節)





自主學習歷程

完全自主
(高階)

定標

擇策

執行

監評

不達標

達標

成果
展示

需要引導

學習
主題

學習
目標

場域

引導式
(進階)

開放
程度

教師選擇開放區塊，由學生執行自主學習歷程

教師協助

提供建議

提供資源

輔導程序
正確性

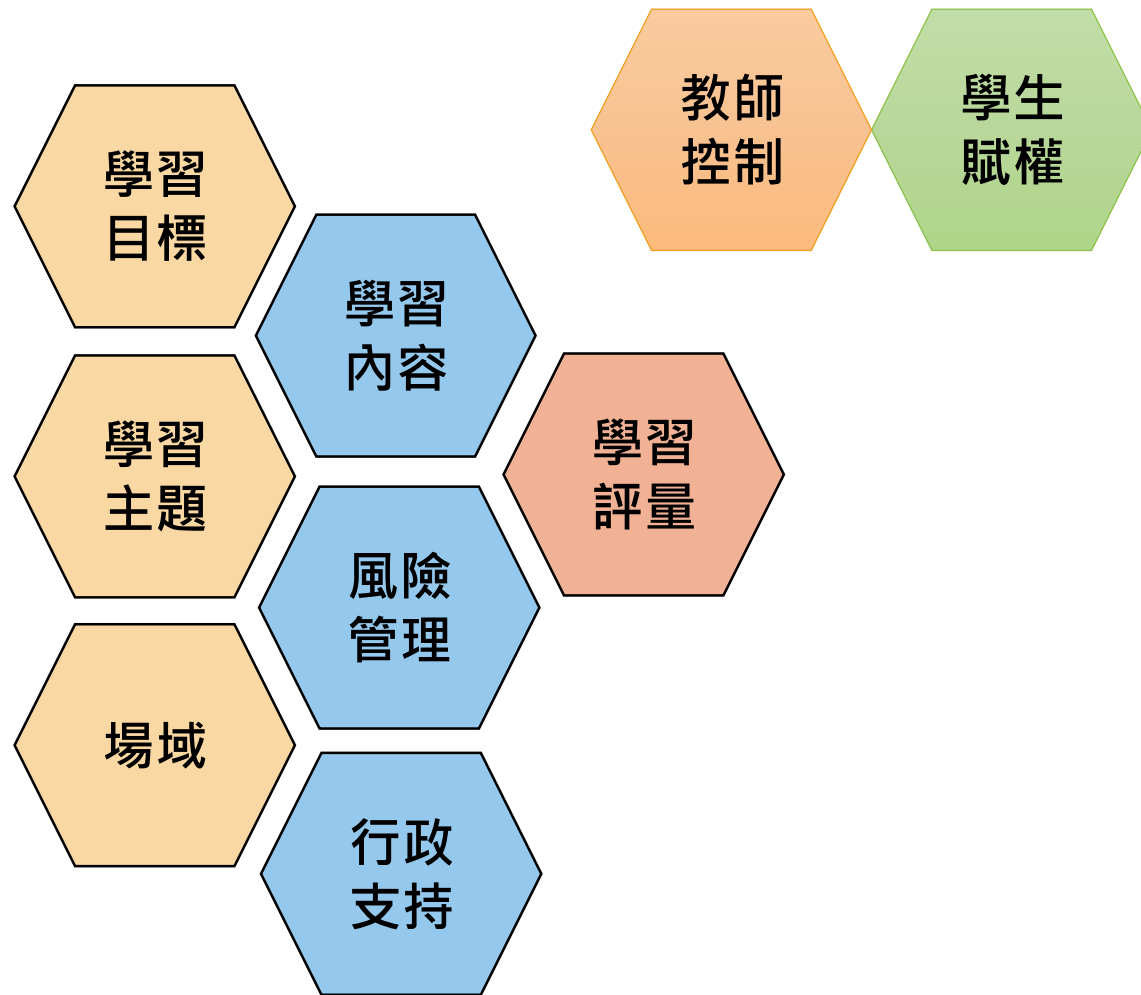
輔導邏輯
合理性

必要時的
介入管理

結構式(初階)

教師建構自主學習歷程
學生體驗自主學習歷程

結構化的課程設計：選擇性開放內容和程度



1. 學習目標、學習主題、學習場域三者通常會具有聯動性。
2. 課程計畫開放區並非全有全無，可以是選項式開放、部分內容開放或全開放。

「自主學習」是程度的表現

教師調控

學生自主



常用策略 (略舉供參)

課程模式

- 操作體驗與反思
- 田野調查
(實地研究, 如地質、考古、訪談、現地紀錄)
- 參訪學習
(如博物館、動/植物園、產業園區)
- 行動方案
(如社區服務計畫)
- 專題研究
- 其他

教學策略

- 任務導向
- 經驗回顧
- 基礎/背景知識提供
- 引導
(對話、提問)
- 專業資源導入

學習策略

- 資料搜尋、閱讀、分析、整理
- 反覆練習
- 提出看法
- 共同討論
- 成果規劃
- 小組分工
- 團隊合作
- 自學、共學、戶學、導學

評量策略

- 多元學習評量
- 實作評量
- 檢核表
- 個人自評
- 組內自評
- 組間他評
- 反思修正
(成果或歷程)
- 建議回饋

教案範例

環境永續



111教案徵選得獎作品

氣候變遷



112教案徵選得獎作品