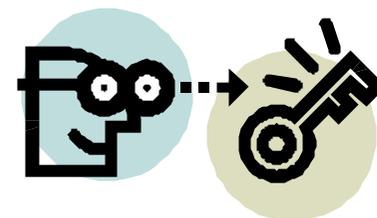


因應氣候變遷的概念澄清 與調適教育



葉欣誠

行政院環境保護署 政務副署長

素養(literacy)



- 素養：（張一蕃，1997）

? 原意：閱讀及書寫，拉丁文為litteratus，也就是letters，原意指能識字書寫者。素養是個人與**外界**作**合理有效**的溝通或互動所需具備的**條件**。

? 合理即客觀的價值判斷；有效則意味著素養的水準是可有程度性差異的；條件則包括了認知、情意及技能（行為）



環境素養(Environmental literacy)

- 聯合國教科文組織(UNESCO)1978年在前蘇聯喬治亞共和國的伯利西(Tbilisi)召開政府間環境會議所得到的對「環境素養」的共識定義：

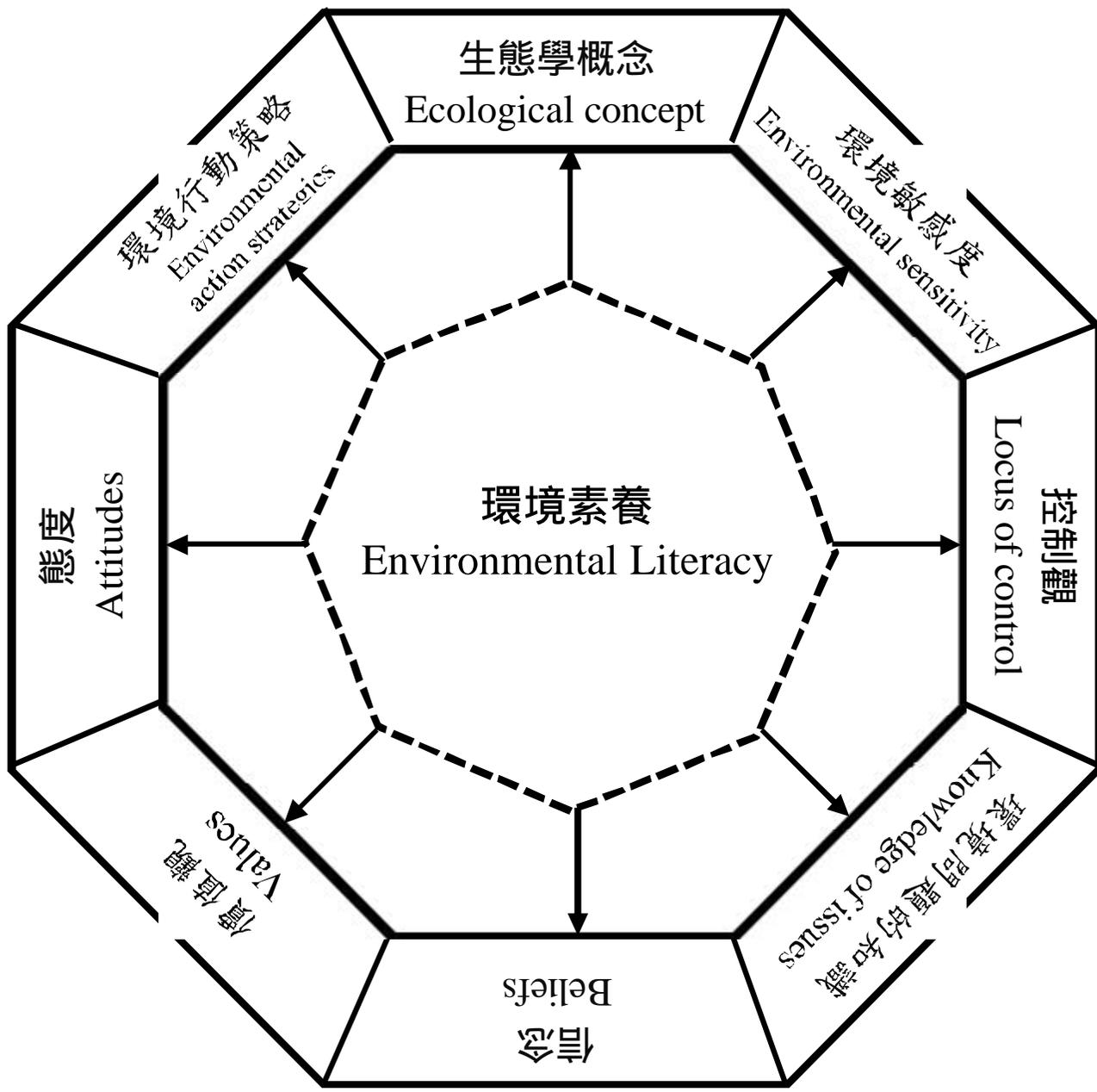
對環境的覺知與敏感度、對環境問題瞭解並具有經驗、具有價值觀及關切環境之情感、具有辨認和解決環境問題的技能、參與各階層解決環境問題的工作。



環境素養(Environmental literacy)

- 環境素養的八大要素：
 - ? 生態學概念(Ecological Concept)
 - ? 環境敏感性(Environmental sensitivity)
 - ? 控制觀(Locus of control)
 - ? 問題的知識(Knowledge of Issues)
 - ? 信念(Beliefs)
 - ? 價值觀(Values)
 - ? 態度(Attitudes)
 - ? 環境行動策略(Environmental action strategies)

Hungerford, Peyton, Tomera, Litherland, Ramsey, & Volk(1985)





環境素養、國民素質與國家發展

- 環境素養是國民素質的基礎
- 環境素養提供政府與國民之間、國民與國民之間討論環境議題的共同基礎，是論理的基本要件。
- 以基於科學的環境素養為基礎的政策與討論，是國家邁向永續的前提。

一個小島，二個世界

國民環境素養↔國家治理↔環境品質↔國家命運

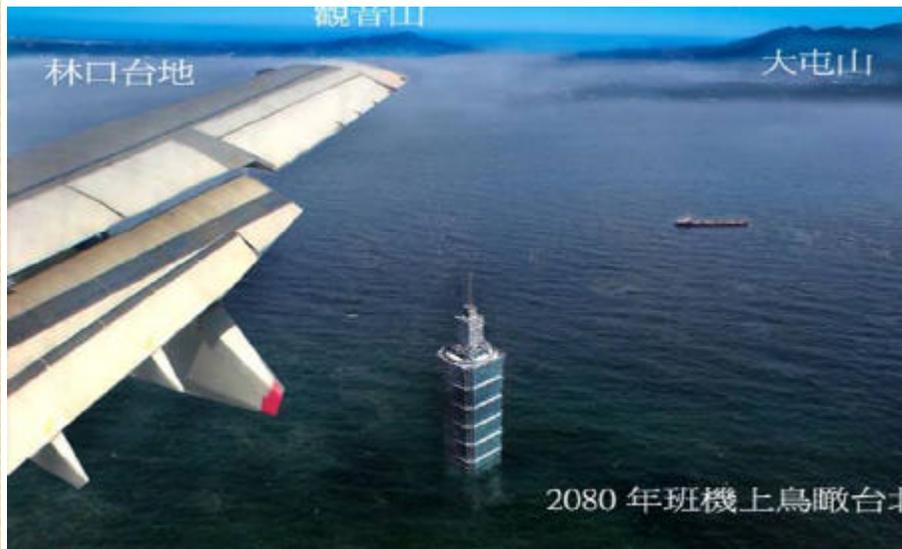
- 海地vs.多明尼加



我們真的知道這些事情嗎？

若干知識題之探討

- 環保瓶裝水真環保？
- 水淹101？
- 茶樹與檳榔樹之水土保持。



關鍵素養：相對（高度）概念

- 若全球暖化造成全球冰層完全融化，海平面大約會上升到下列哪個高度？

(1) 四樓透天厝高度

(2) 中正紀念堂

(3) 臺北101

(4) 阿里山山脈

答案	人數	%
(1)	556	40.7
(2)	349	25.6
(3)	304	22.3
(4)	156	11.4

- 其他背景素養：
 - 對基本物理、數學的瞭解
 - 對地球尺度的瞭解
 - 對地方文化的瞭解
 - 對地理的瞭解



節能減碳素養？

節能減碳

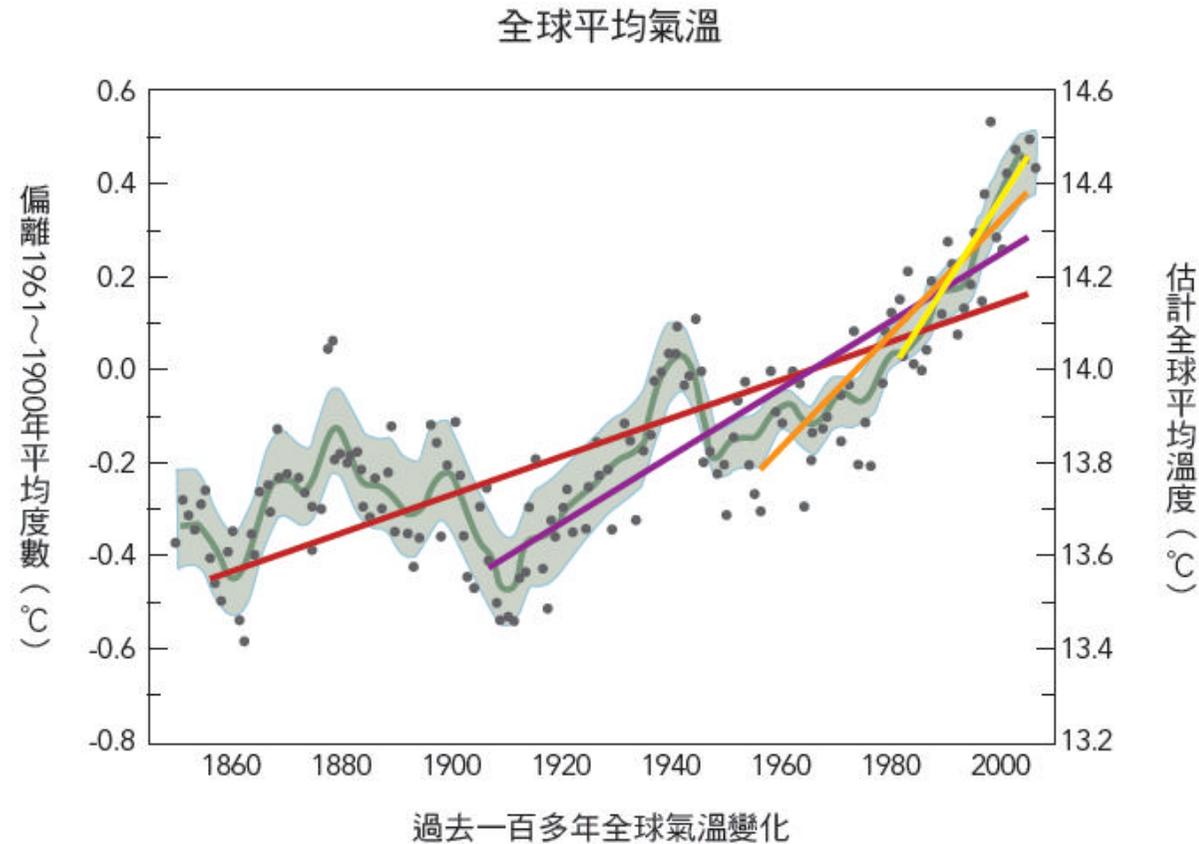
- 為什麼會出現這個名詞？
- 節能減碳是政策、目的，還是手段？
- 是「節能」 + 「減碳」？「節能而減碳」？
- 重點在「節能」還是「減碳」？
- 這是國際共通名詞嗎？英文標準翻譯為何？
- 為何在臺灣是「能源教育」與「節能減碳教育」？

話說從頭

這世界到底處於什麼狀態？

全球環境威脅愈來愈嚴重(1)

- 全球均溫已上昇**0.8 °C**，仍持續上昇中



全球環境威脅愈來愈嚴重(2)

- 水資源匱乏、氣候變遷、生質燃料需求造成全球農業生產危機



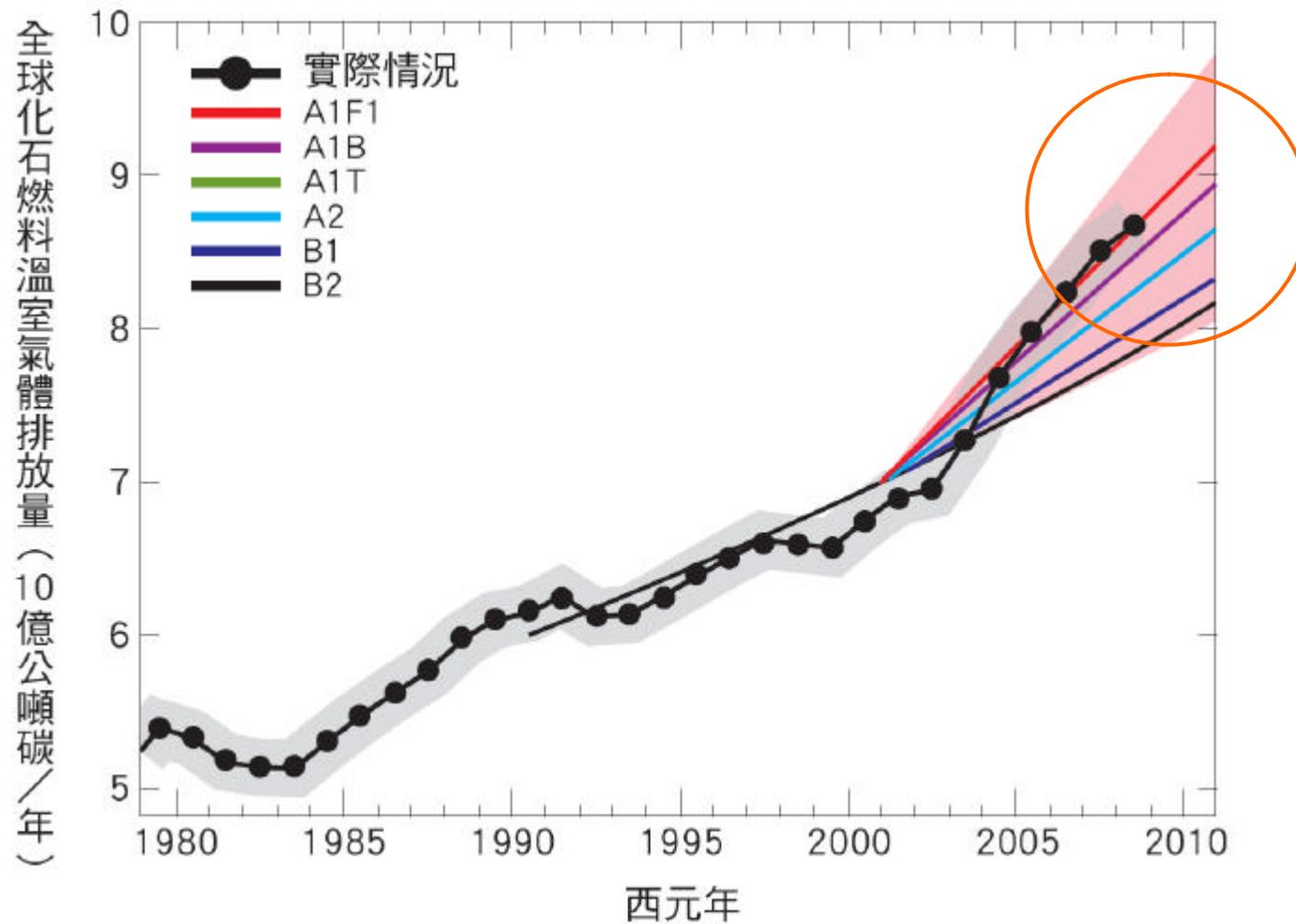
全球環境威脅愈來愈嚴重(3)

- 全球生態系即將崩潰(CBD2010)
- 第六次大滅絕即將啟動(Science, March 2011)

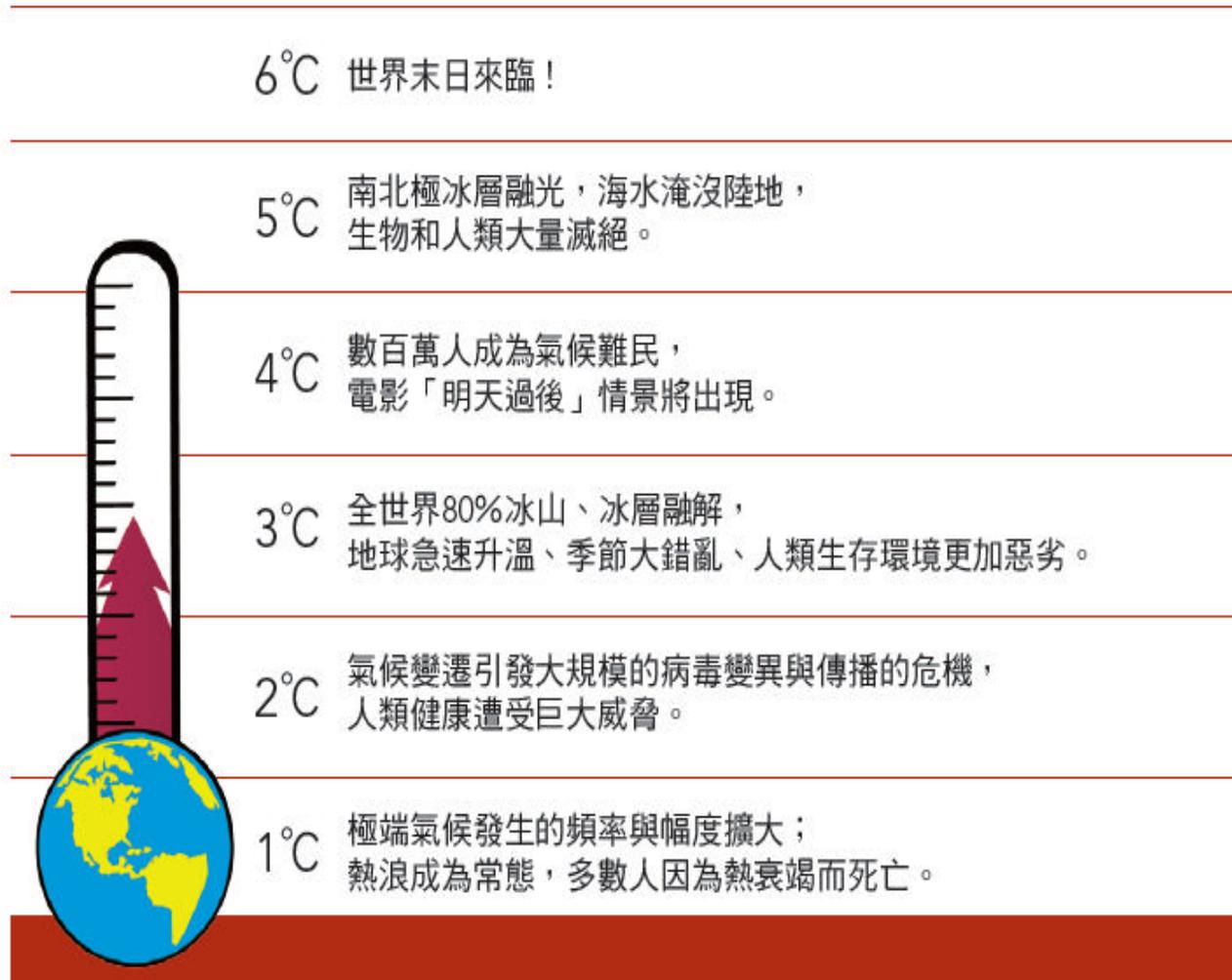


全世界溫室氣體排放量仍持續上昇

全世界的努力、會議、談判、碳交易、教育、宣傳、科技開發.....



暖化威脅迫在眉睫！





所以要節能減碳？



跳太快了吧！



讓我們自我測試一下

我們接受的背景資訊

節能減碳十大宣言

- 一、冷氣控溫不外洩
- 二、隨手關燈不浪費
- 三、省電燈具更省錢
- 四、節能省水看標章
- 五、鐵馬步行兼運動
- 六、每週一天不開車
- 七、選車用車助減碳
- 八、多吃素食少吃肉
- 九、自備杯筷帕與袋
- 十、惜用資源顧地球

譬如...

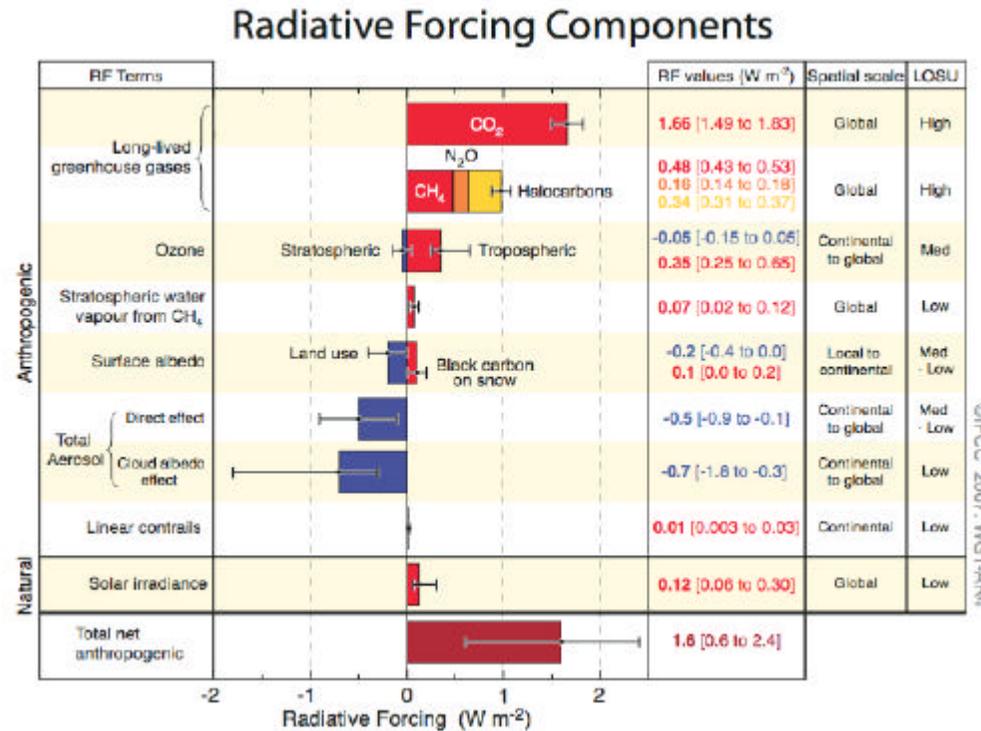
- 溫室效應是壞東西，我們要消滅溫室效應.....



- 事實上，若無溫室效應，地表均溫僅有攝氏-19度，萬物將不存在！

譬如...

- 全球暖化是臭氧層破洞造成的....



- 事實上：獨立機制，甚至臭氧層破洞會造成散熱率提高，降低地表溫度

譬如...

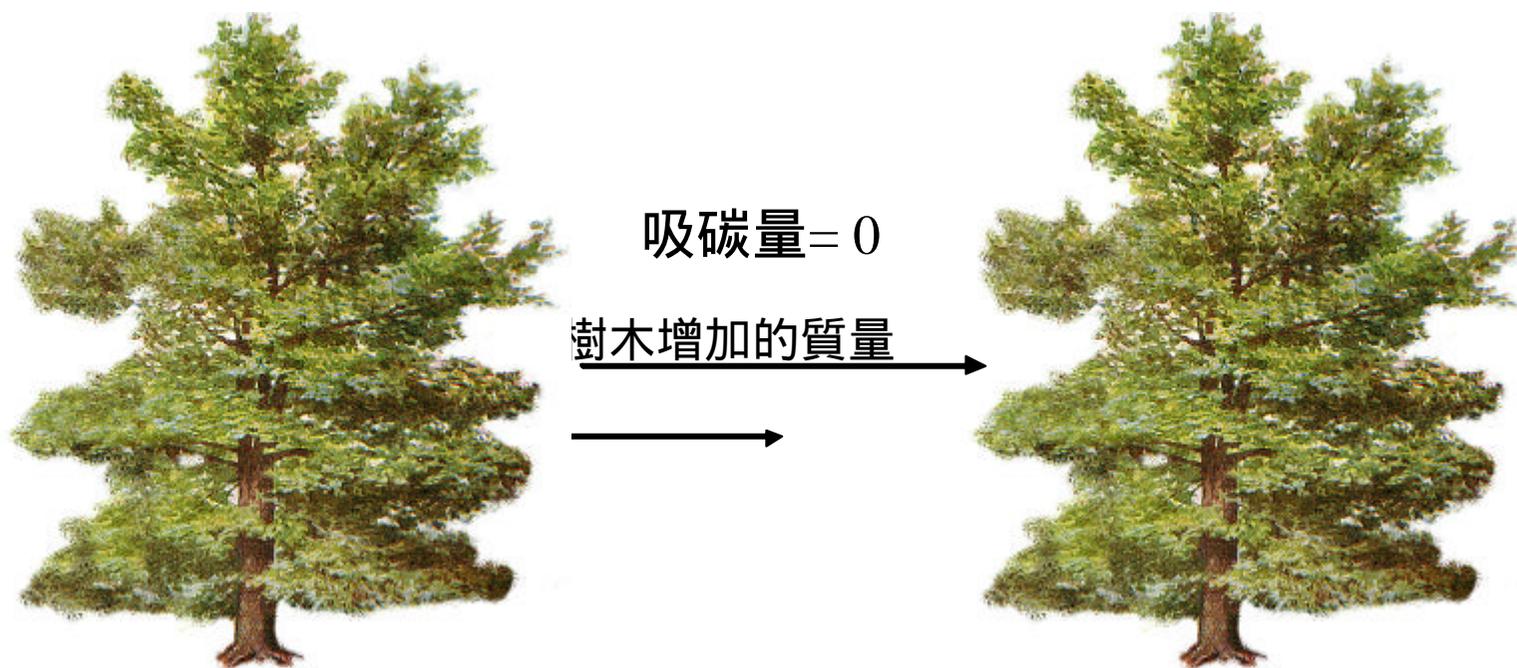
- 人類燃燒石化燃料造成二氧化碳排放量持續上昇...



- 事實上：化石燃料(fossil fuel)包括煤炭、石油、天然氣，不能以「石化」燃料稱之

譬如...

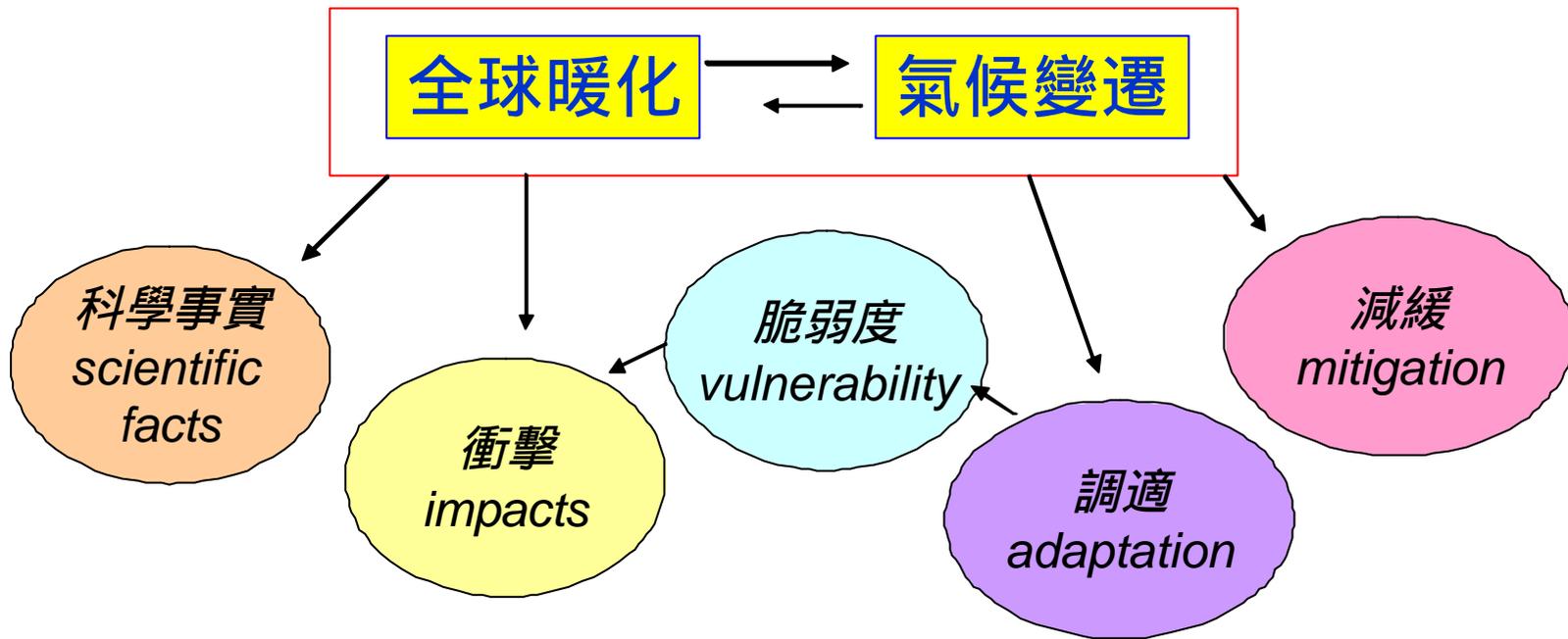
- 一棵老樹種在那裡，每天都有減碳效益....



- 事實上：只有在長大的樹，才能減碳

譬如...

- 面對全球暖化，只要做好節能減碳就夠了...



- 事實上：節能減碳僅是「減緩」策略

譬如...

- 台灣的電的排碳量太高，所以只要用太陽能或風力發電就解決了...



- 事實上：太陽能的成本比火力發電高很多倍！風力發電投入成本頗高，設置需解決問題頗多

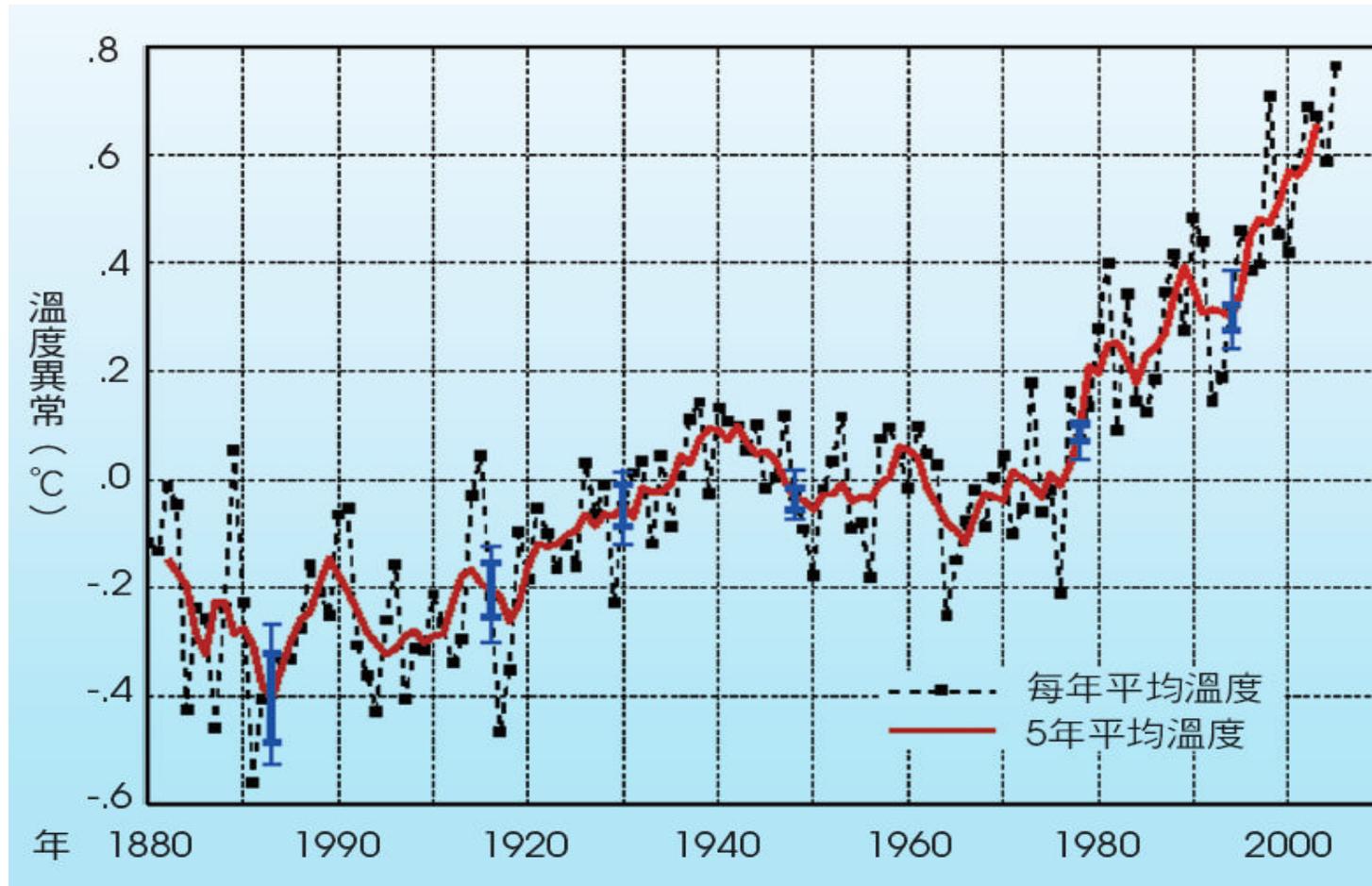
出現了什麼問題？

- 知識系統完整、正確 vs. 片段、錯誤
- 基礎知識足夠？
- 僅與自然科學領域有關？
- 想當然爾？
- 直線思考？

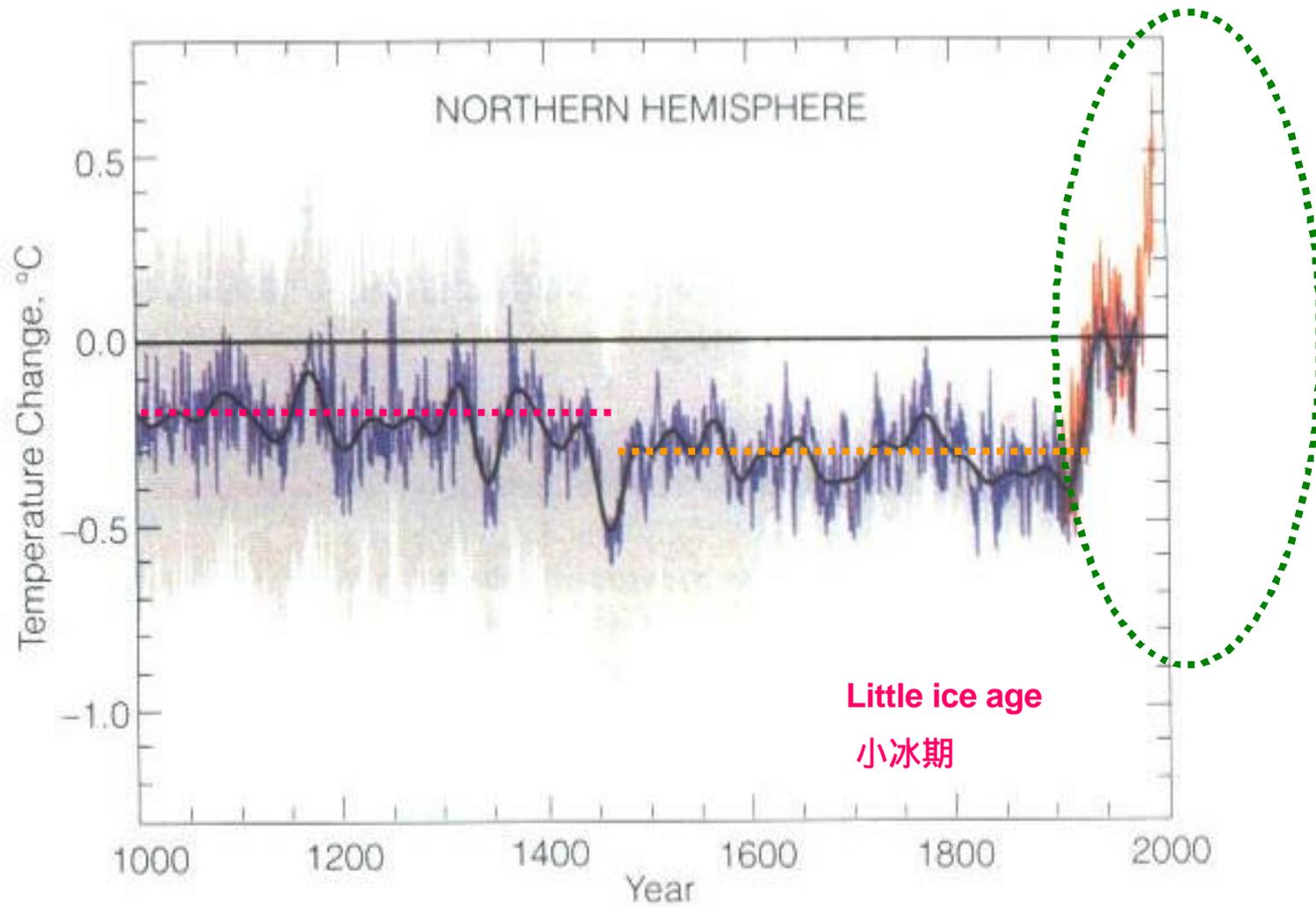


時間尺度與歷史感

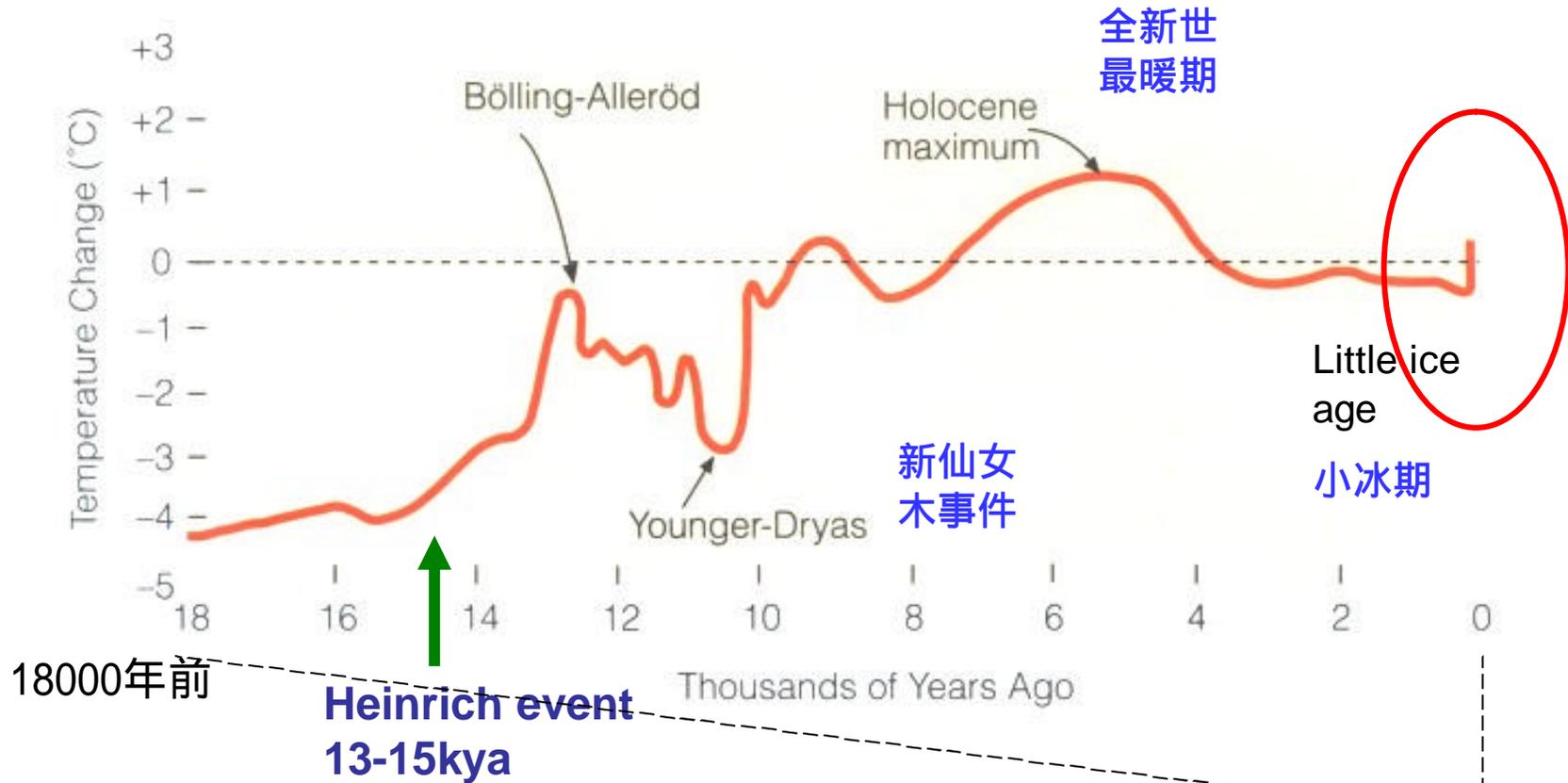
1880~2005地表均溫變化



一千年以來的地表溫度變化



18000年以來地球的溫度變化



18000年前

Heinrich event
13-15kya

Thousands of Years Ago

地球已存在46億年

25萬分之一的地球生命



非直線型思考

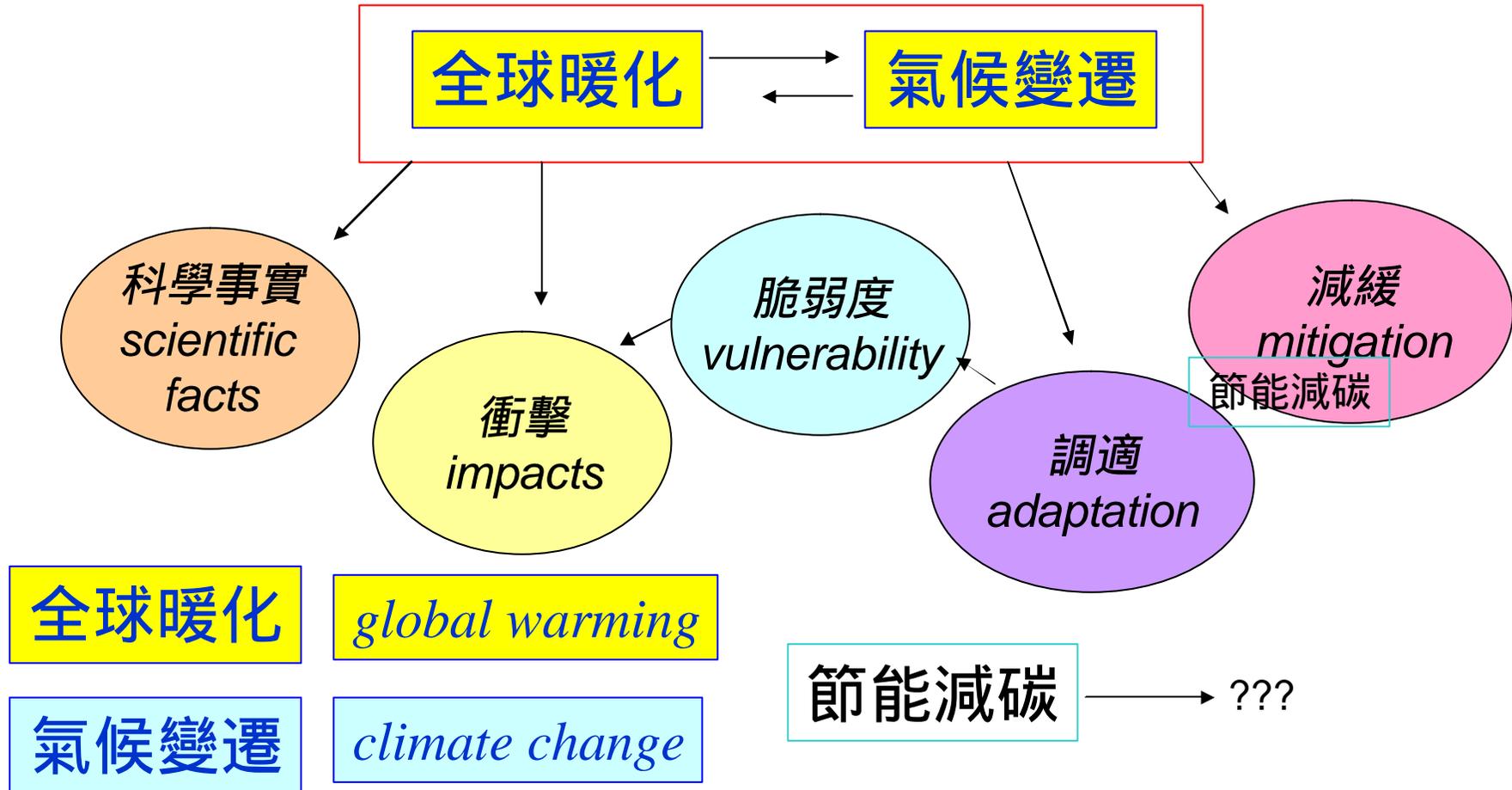
南極反常暴雨 數萬企鵝寶寶雨中凍死

聯合新聞網 2008/7/15

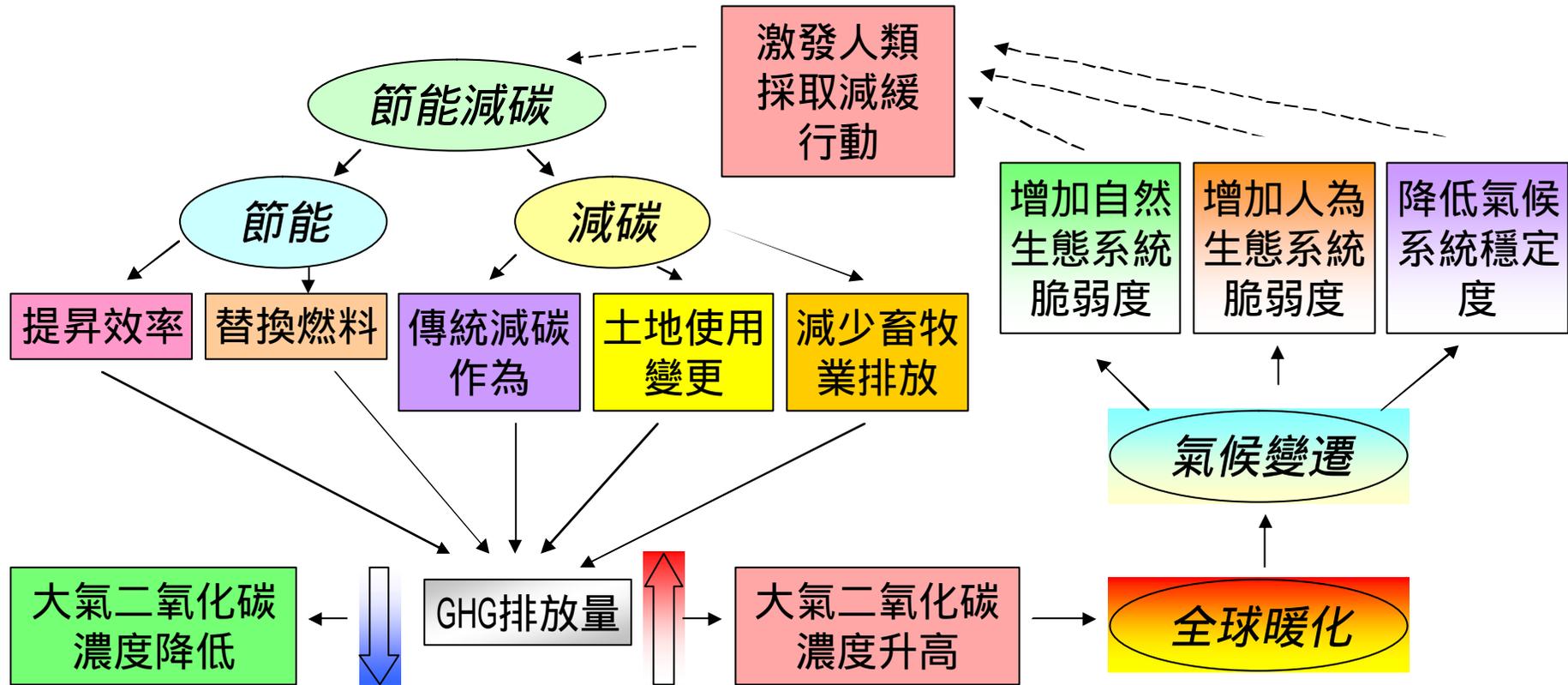


全球暖化、氣候變遷、
節能減碳

全球暖化vs.氣候變遷vs.節能減碳

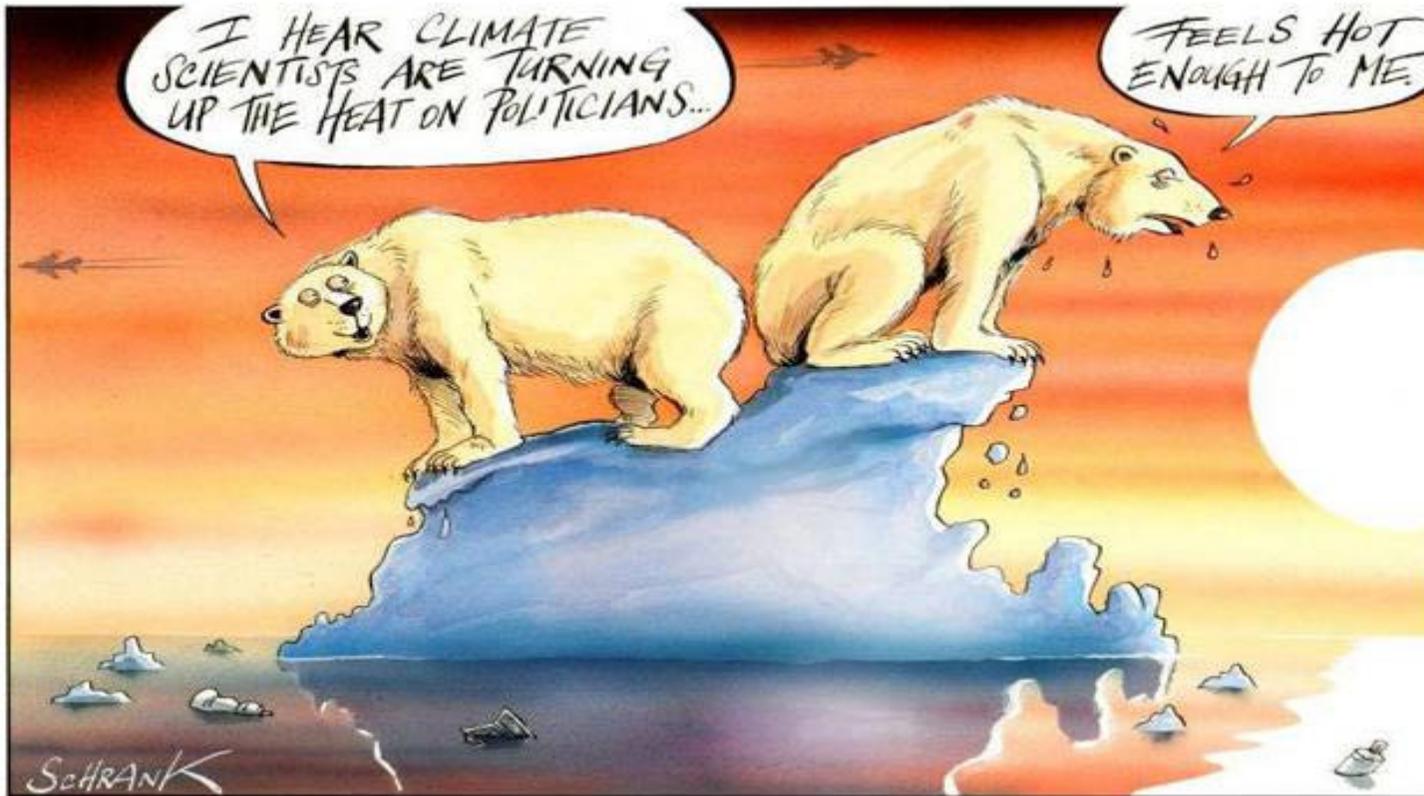


以節能減碳為主旨的基本思考架構

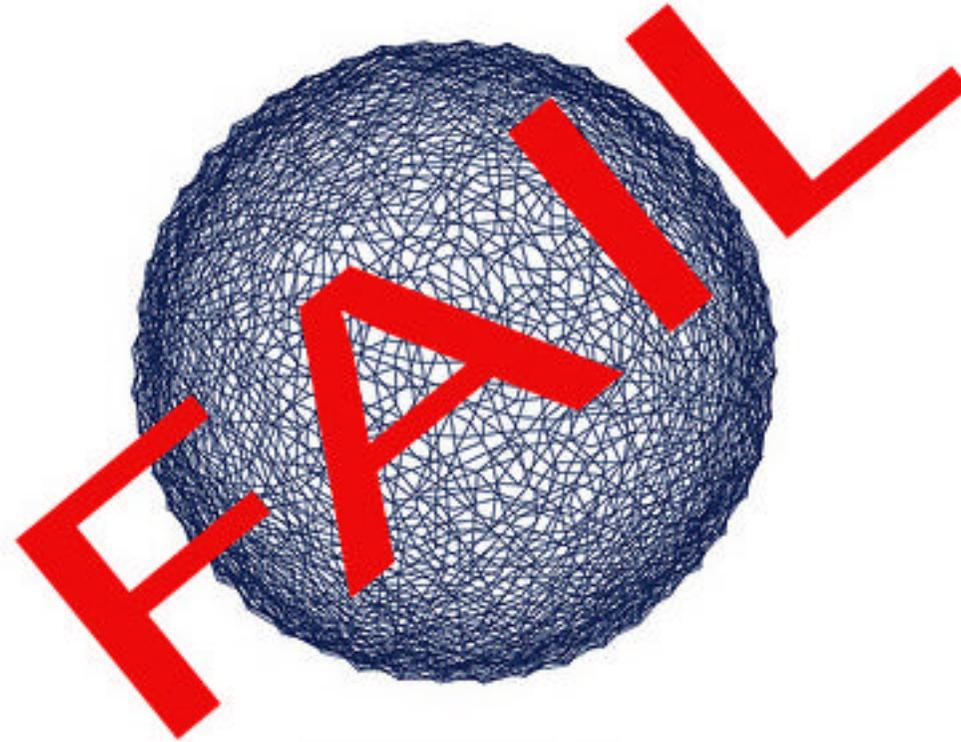


暖化繼續中，人心難整合

Copenhagen 2009, COP 15



哥本哈根會議的結果.....



COP15
FAILIN'HAGEN
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2009

氣候協定 大國拍版 小國不認

聯合報 2009/12/20

- 哥本哈根會議一如預期，沒有達成類似「京都議定書」的具體結果。
- 在最後關頭，峰會主席祭出罕見的會議程序強渡關山，讓大會通過不具法律約束力，且被小國斥為遭到出賣的「哥本哈根協定」。
- 在聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)的架構下，所有協定必須要194個公約國全票通過才能算通過。由於吐瓦魯等幾個國家抵制，最後大會主席採取「注意到」(take note of)哥本哈根協定的方式，裁定形式上通過，但仍非聯合國之正式條文。

哥本哈根協議主要內容

- 長期目標：地球增溫小於攝氏2度。
- 資助窮國：已開發國家每年提供1000億美元資助開發中國家，直到2020年。日本、歐盟、美國將於2010~2012年間，分別先提供110億美元、106億美元與36億美元。 \$
- 監督減排：要求監督開發中經濟體每二年向聯合國報告，並在尊重主權前提下接受查核。
- 保護森林：提供開發中國家正面獎勵。 \$
- 碳權交易：利用碳權市場提高減碳的成本有效性。 \$

Who are the decision makers?... Politicians and rich persons

COP 16 坎昆會議

哥本哈根會議的幽靈仍籠罩坎昆

05 DECEMBER 2010 - 09H47

Ghost of Copenhagen stalks Cancun climate talks

AFP - World climate talks in Cancun were on Sunday entering their final stretch beset by fears of a repeat of the failures that nearly wrecked the December 2009 Copenhagen summit.

Environment ministers began arriving in the Mexican resort city at the weekend to find themselves plunged into a mood soured by a row over the Kyoto Protocol and a logjam of inter-connected, unresolved issues.

After more talks among senior officials, the ministers on Tuesday get down to a four-day huddle, due to climax on Friday.

The outcome of the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) gathering is unclear, despite 12 days of



Members of the Sierra Club symbolically bury their heads in the sand to demonstrate against countries they say are avoiding the climate change issue, on a beach in Cancun. World climate talks in Cancun were on Sunday entering their final stretch beset by fears of a repeat of the failures that nearly wrecked the December 2009 Copenhagen summit.

聯合國氣候會議 3年來首度有具體行動

經濟日報 2010/12/12

- 坎昆協議：
 - 成立綠色氣候基金，由已開發國家每年捐1,000億美元協助開發中國家取得潔淨能源科技。
 - 提供資金幫助窮國保護雨林。
 - 成立科技執行委員會，分析移轉潔淨能院技術給窮國的需求與政策。
 - 將哥本哈根協議中80多國的自願檢排目標寫入聯合國文件。
 - 強化檢討開發中與已開發國家的檢排行動，以確保檢排成效。

其他坎昆會議的主要結果（非結論）

經濟日報 2010/12/12

- 並未達成任何減碳目標的共識。
- 玻利維亞代表堅持坎昆協議無法抵抗氣候變遷，但大會主席決定不予理會。
- 坎昆協議承認工業化國家應在2020年前減少25~40%的溫室氣體排放量，但目前僅有16%。
- 透過REDD+機制的強化，撥款12億美元給雨林國家，確保雨林能受到保護。一年預計能減少1,300萬公畝的雨林砍伐面積。
- 京都議定書II：
 - 歐洲主張延長京都議定書，但日本反對，認為附件一國家的排放量僅佔全球三分之一，中國與印度等開發中國家應納入。
 - 中國堅持不妥協，印度略為鬆口。

南非德班締約國大會結論焦點

(COP17/CMP7)

- ✚ 實現京都議定書第二承諾期，將於2013年1月開始
 - 各國同意在2012年時將針對承諾期之期間長短取得協議，並確保配合事項在第二承諾期開始的2013年1月1日已經開始運行。
 - 2012年5月1日前，將參加第二承諾期之國家，需要將其排放減量目標，轉換成京都議定書下之”量化排放量限制和減量目標 (quantified emission limitation and reduction objectives, QELRO)”。
- ✚ 除京都議定書之外，還取得89個國家從現在到2020年為止的減緩計畫
 - 第二承諾期京都議定書僅涵蓋全球排放量的10-15%。
 - 所有工業化國家再加上49個開發中國家，已經做出涵蓋從現在開始直到2020年這一段時間之減緩承諾。這些承諾包括全球排放量的80%，並在德班會議獲得確認。
- ✚ 鑑別出將涵蓋世界上所有國家之未來法律架構，明顯與過去路徑不同
 - 在氣候公約下新成立團體，亦即是所謂德班平台 (Durban Platform) 來進行。
 - 各國已經同意將以2015年作為結束這些談判結束的最後期限，設定將於2020年底前使這項新協議開始生效的最後期限。

你摸到整頭象的哪一個地方？





以 IPCC 報告書分類方式 為思維架構的全球暖化概念圖



我們應該培養的素養是....

- 對於事理全貌的理解
- 使用不同的角度與學科領域理解
- 因應不同的學習階段與功能，調整深度，但必須回應到全貌
- 界定議題、分析議題與解讀問題、訂定策略，進而解決問題的能力

試著換一種方式理解節能減碳

抗暖化的
六大關鍵核心概念

理解全球暖化與氣候變遷的關鍵概念

- 光合作用 ... 基礎知識 必要知識
- 能源供需 ... 系統思維 必要知識 態度與價值觀
- 綠色經濟 ... 發展趨勢 必要知識 趨勢與行動
- 調適作為 ... 迫在眉睫 必要知識 趨勢與行動
 態度與價值觀
- 超越減碳 ... 全面視野 必要知識 態度與價值觀
- 馬上行動 ... 時間競賽 必要知識 趨勢與行動
 控制觀

光合作用



光合作用：綠色植物是生產者

- 光合作用是地球物質循環的基本機制：

二氧化碳+水 (陽光提供能量) 氧氣+生物質量

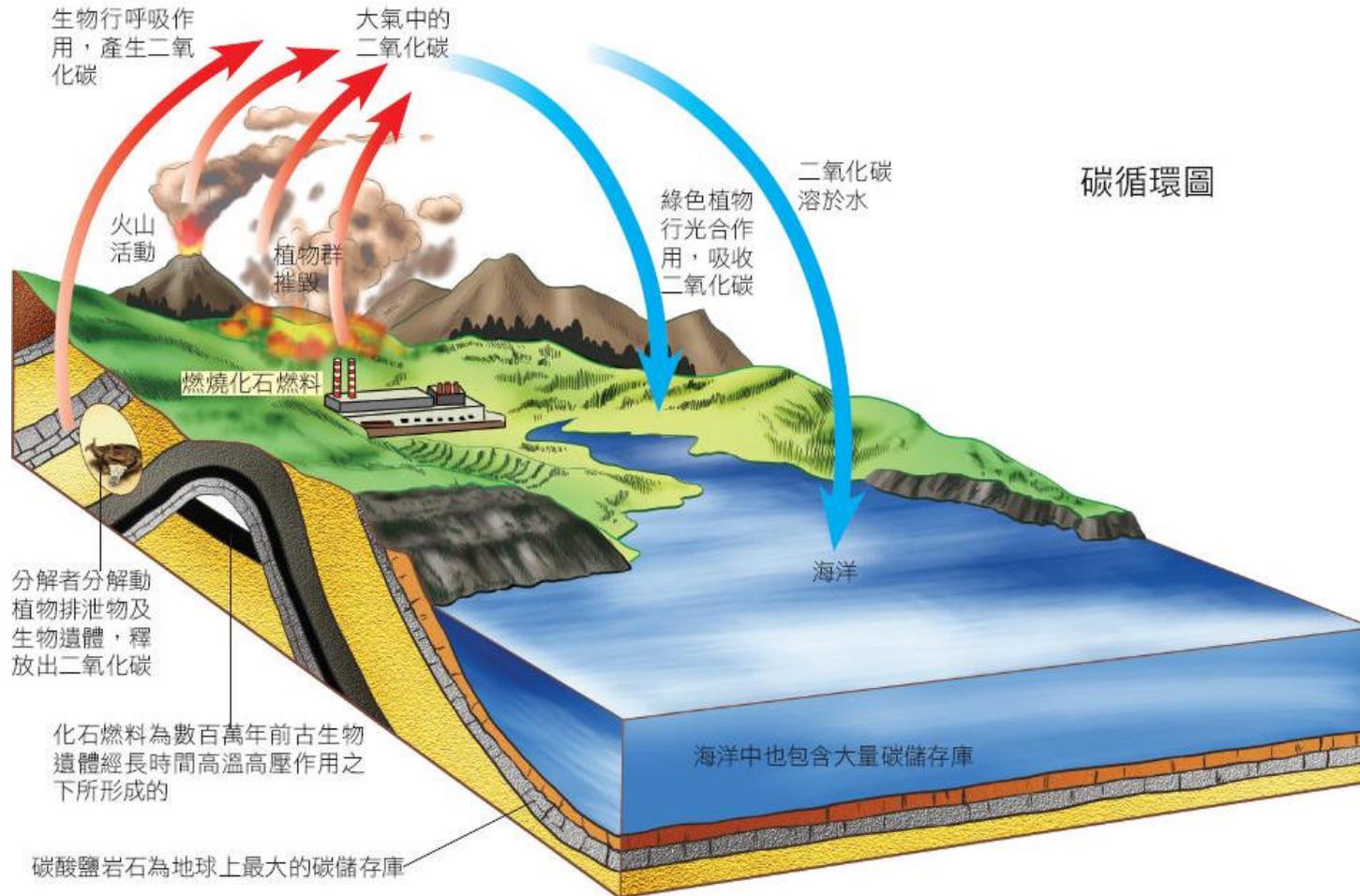
- 人類使用化石燃料(fossil fuel)，恰好反其道而行：

生物質量+氧氣 二氧化碳+水蒸氣

- 台灣的電力約有70% ~ 80% 為燃燒化石燃料的火力發電方式所產生



碳循環：生命與生態的關鍵



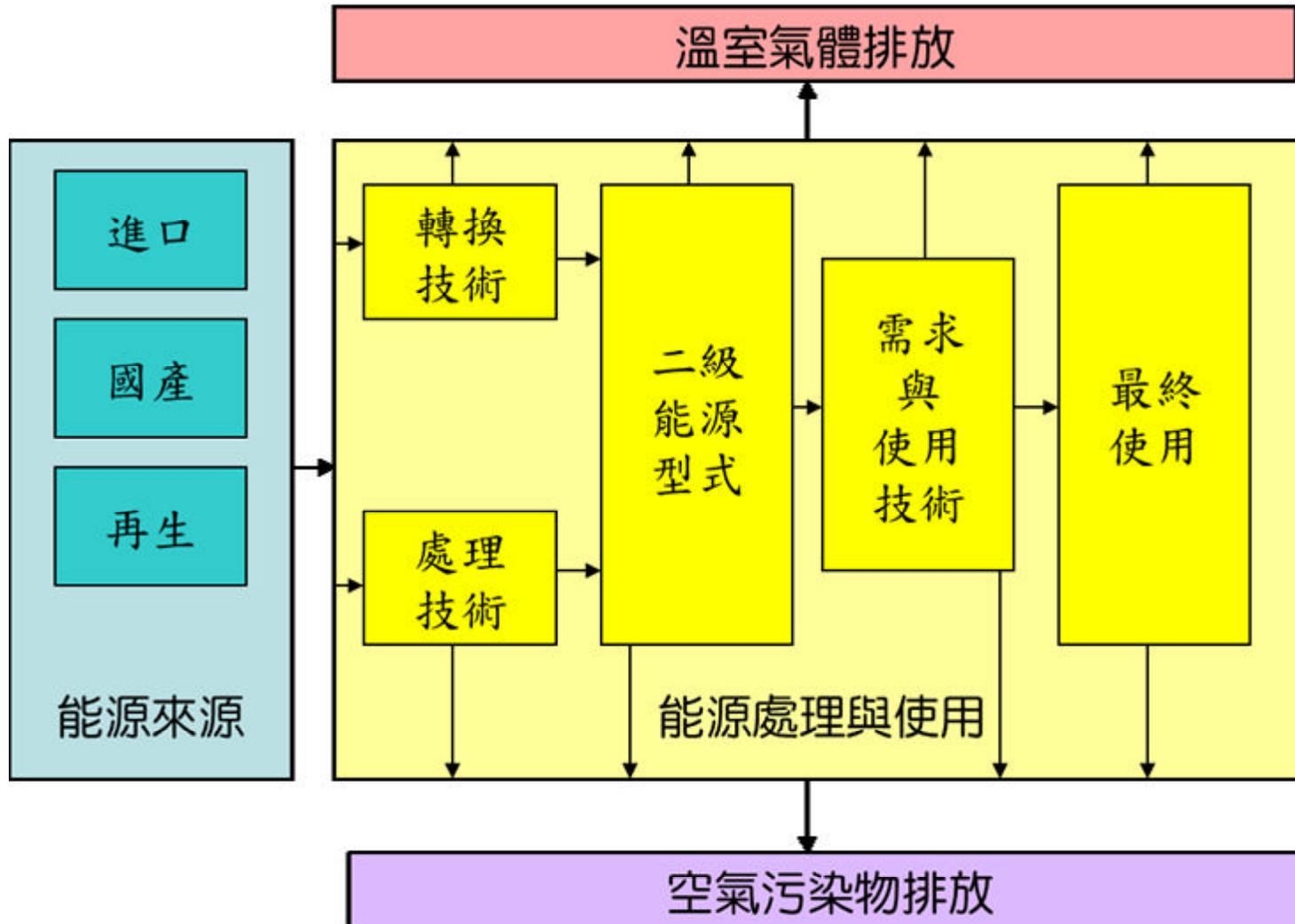
種樹 造林



能源供需

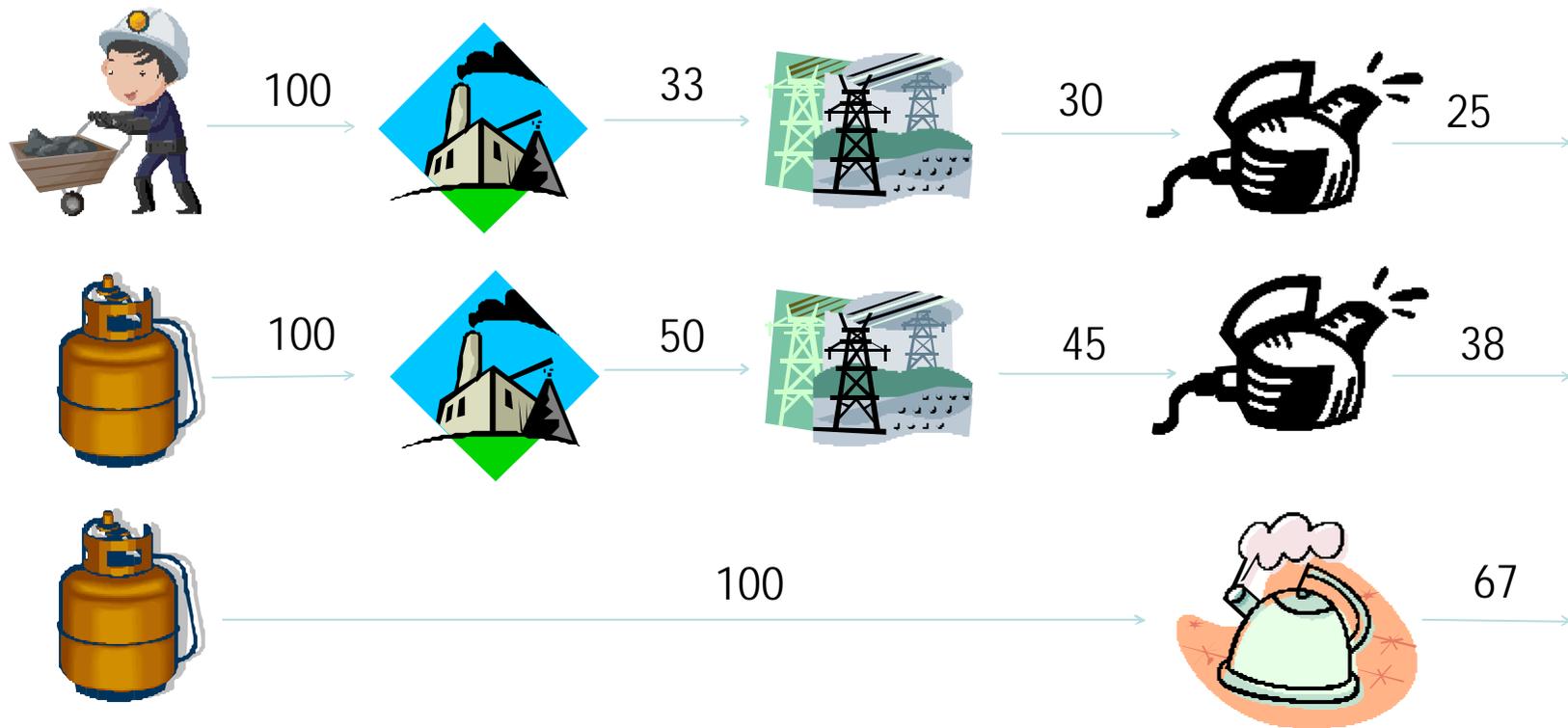


能源供給與需求的系統觀念



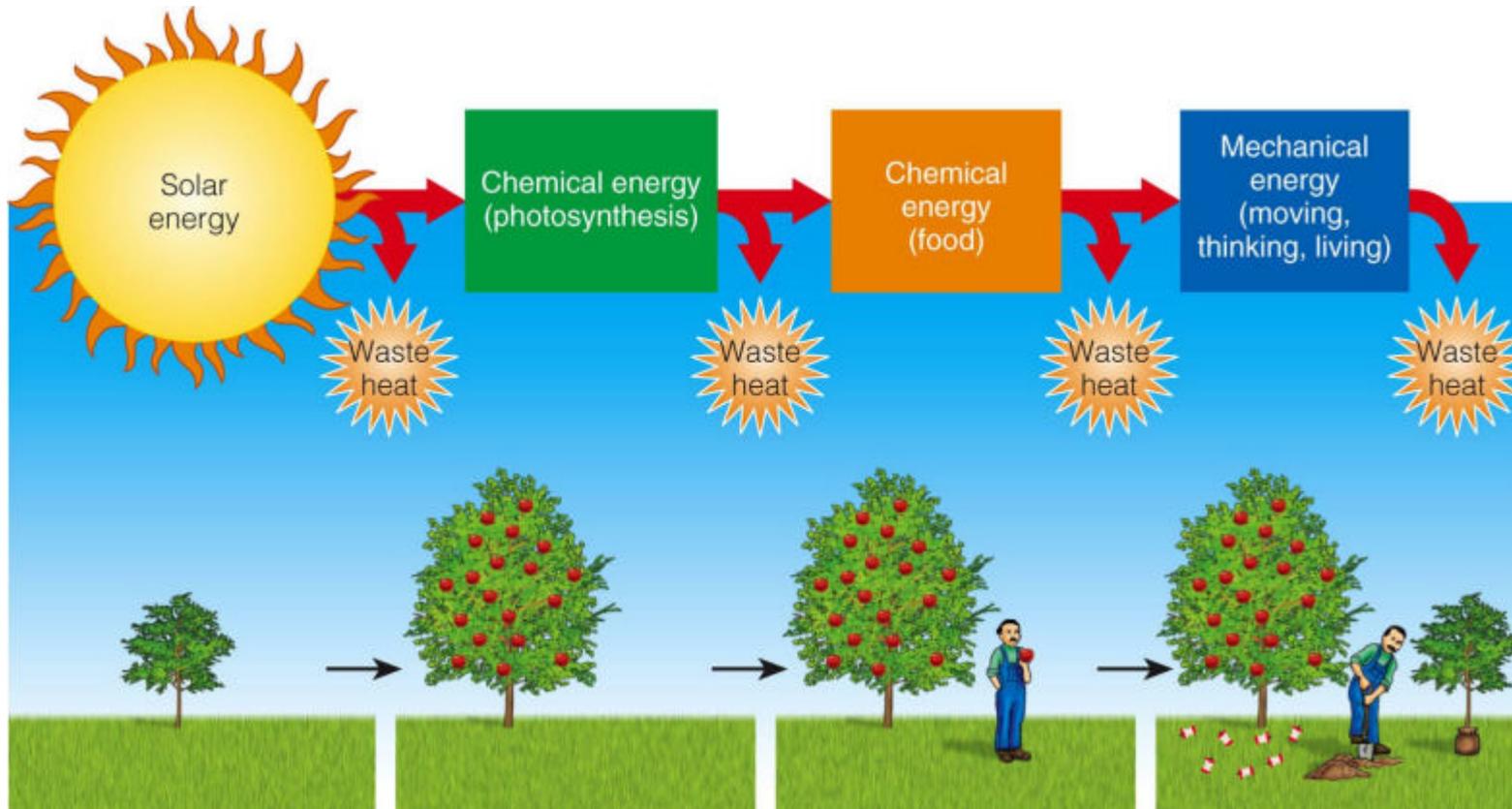
能源轉換愈多次愈不環保

- 熱力學第二定律：能源轉換過程必定產生廢熱。

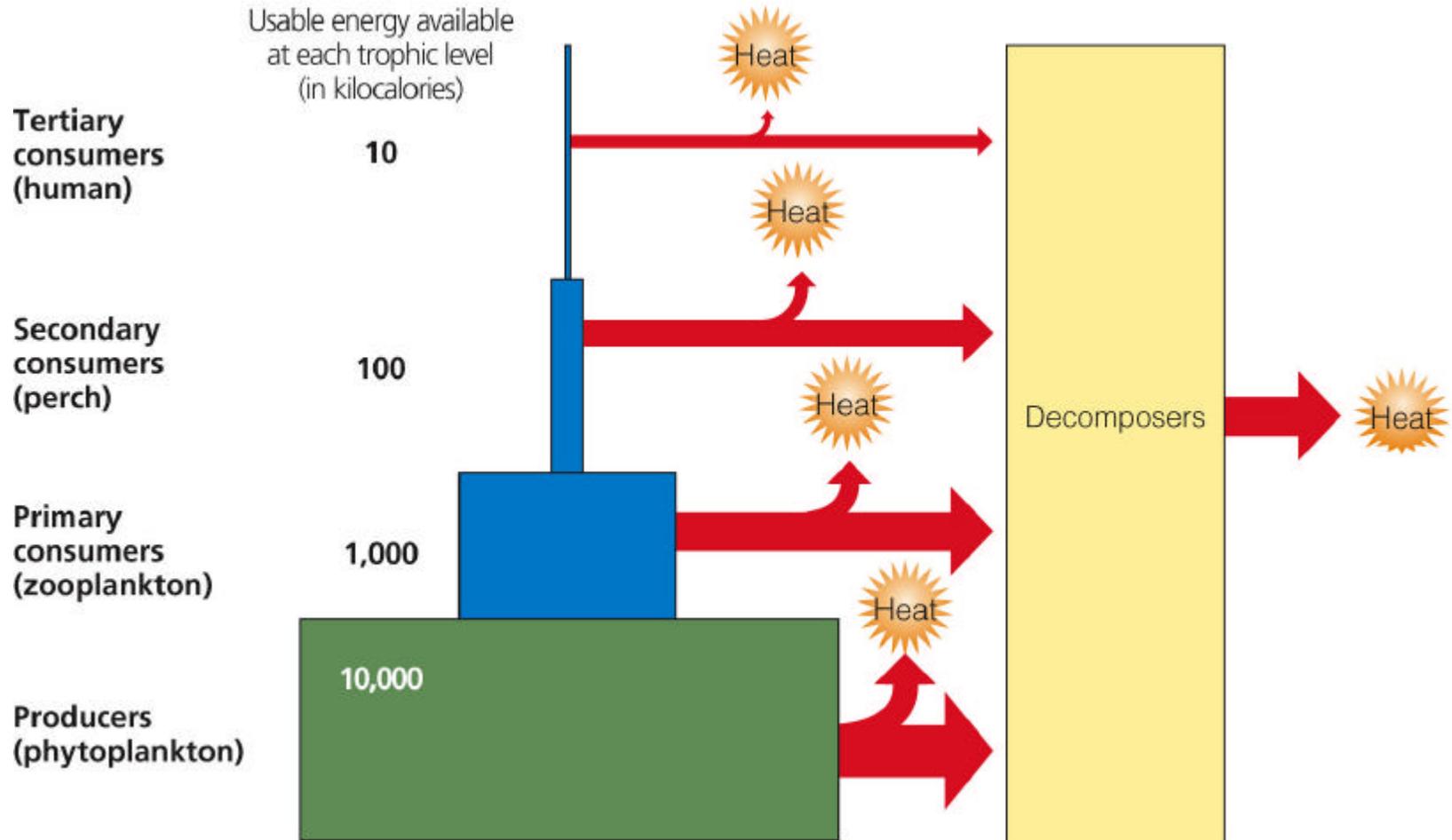


所有能量轉換過程均產生廢熱

- 地球上一切能量來自於太陽
- 愈能直接利用愈有效率

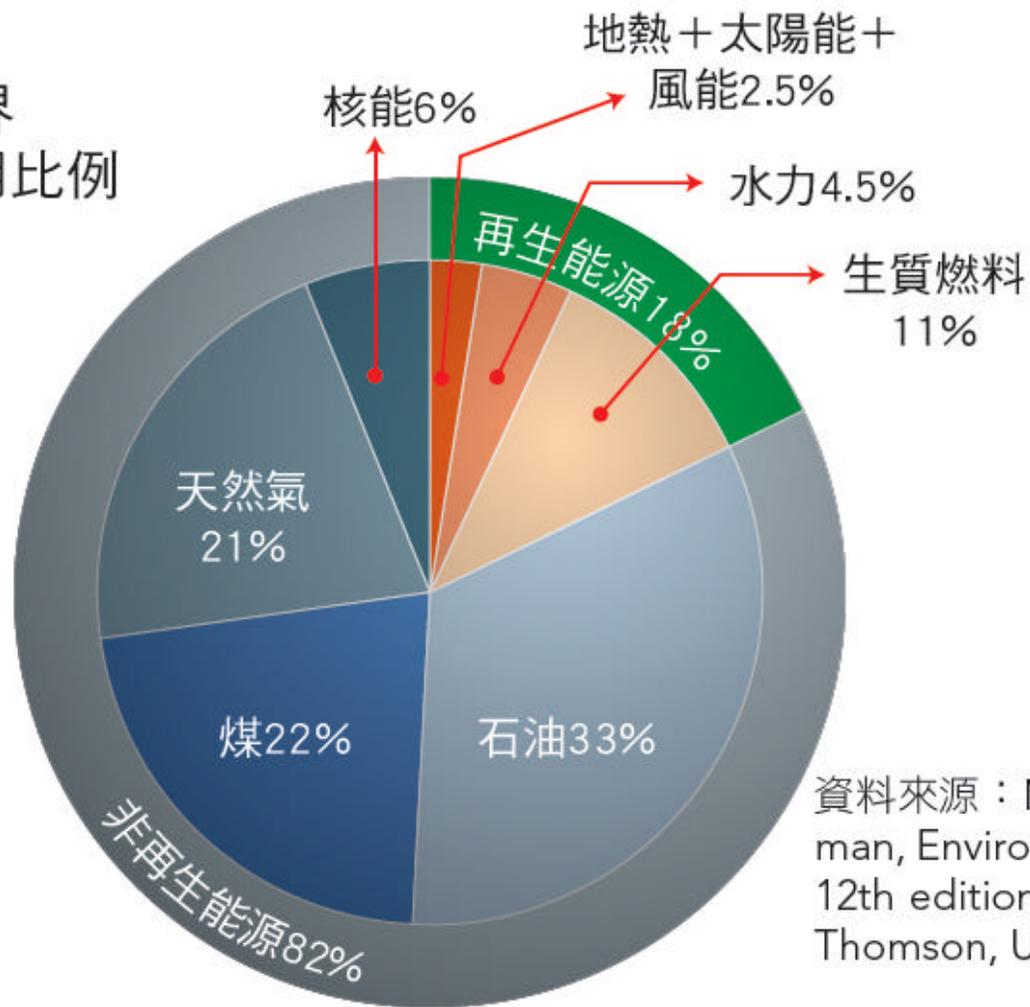


愈高等消費者產生廢熱愈多



2004年全球能源使用比例

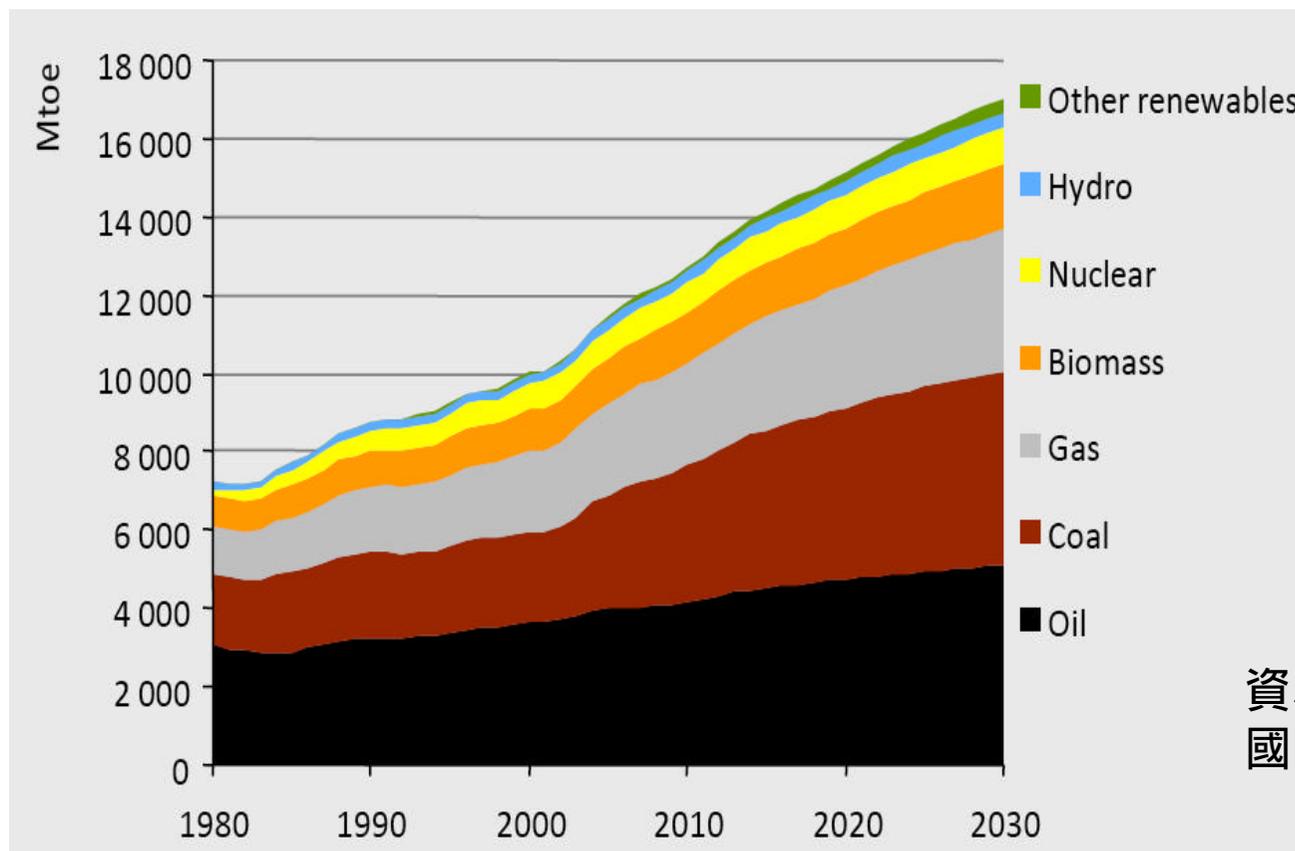
2004年全世界
各類能源使用比例



資料來源：Miller and Spoolman, Environmental Science, 12th edition, Brooks/Cole of Thomson, USA, 2008.

全世界的初級能源需求

基線情境(BAU or reference scenario)

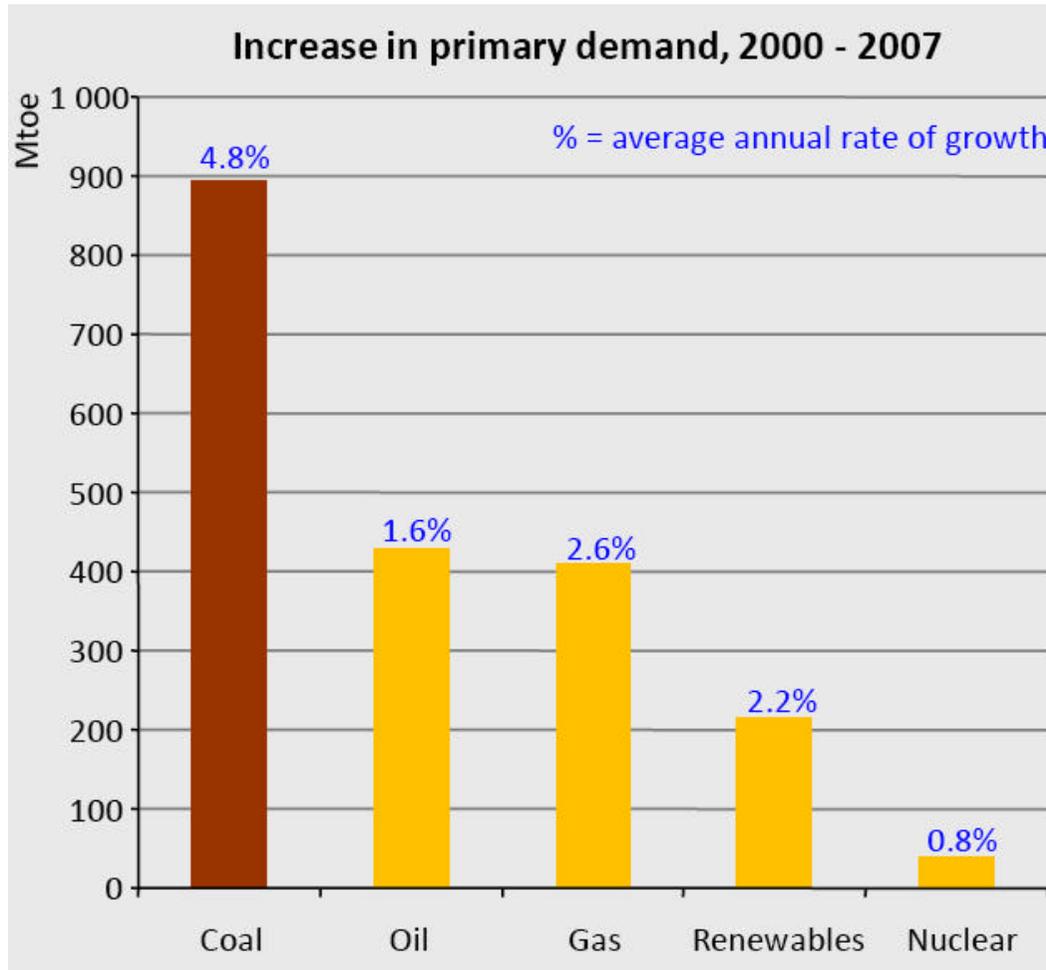


資料來源：
國際能源總署 IEA

- 到2030前，初級能源需求需要增加45%，平均每年增加1.6%。
- 煤炭的增加量佔了所有增加量的三分之一以上

煤炭仍將主宰世界能源使用！

一個來源穩定、價格持平，但註定毀滅的未來

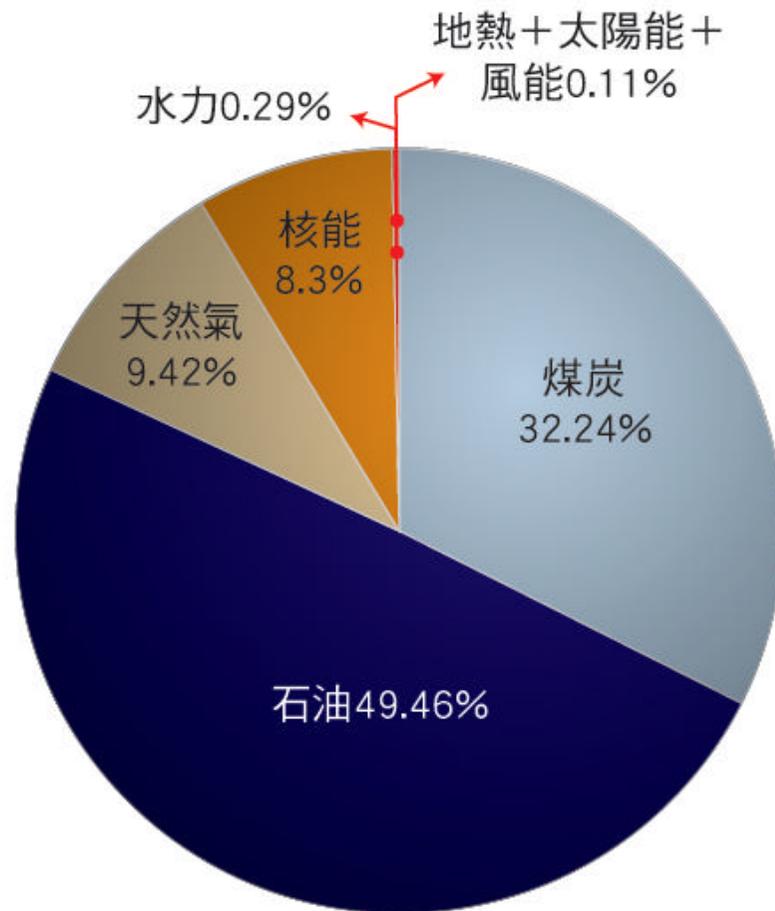


- 煤炭是所有化石燃料中碳排放密度最高者！
- 煤炭是目前儲存量最大、來源最穩定、價格最低的化石燃料，需求量將持續上昇！

化石燃料：還是主流！

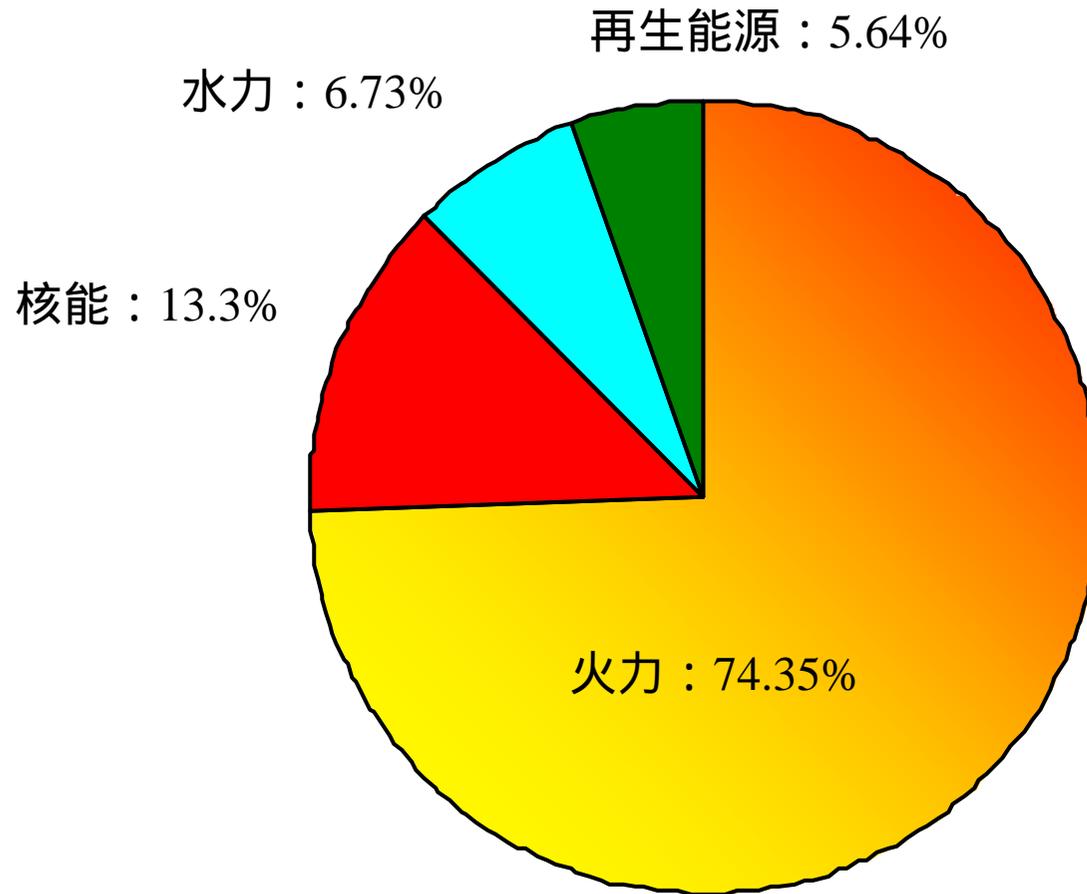


2008年台灣各種能源使用的配比圖



能源進口比例：99.34%

台灣的電怎麼來的？



一度電等於多少二氧化碳排放量？

若干國家每度電代表的二氧化碳排放量（公克）

國家	排放量 (公克)	國家	排放量 (公克)	國家	排放量 (公克)
澳洲	921	英國	505	加拿大	184
中國大陸	788	日本	418	法國	85
台灣	636	德國	404	瑞士	26
美國	559	荷蘭	394	冰島	1



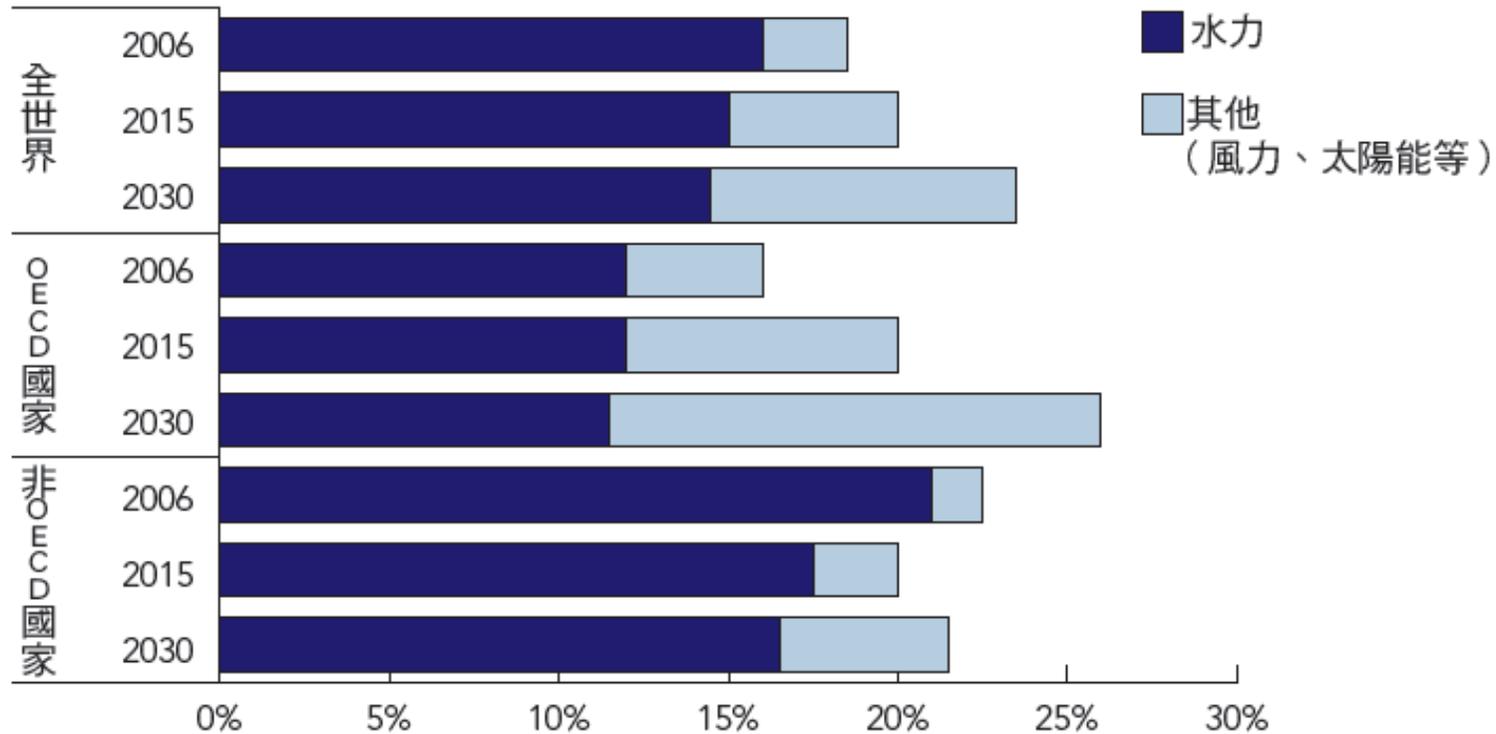
再生能源

- 水力發電：水庫開發的限制與生態破壞
- 太陽能光電：效率低與成本昂貴
- 風力發電：成本昂貴、電力儲存不易
- 生質燃料：糧荒、水資源耗竭、剝削、生態浩劫



我們有可能依靠再生能源嗎？

2006~2030全世界發電量中之再生能源比例



資料來源：International Energy Agency, World Energy Outlook 2008, www.worldenergyoutlook.org/2008.asp

綠色經濟



傳統經濟vs.綠色經濟

- 傳統經濟模式是「仰賴廉價化石燃料」的經濟體系
- 綠色經濟將環境資本納入考量，並將低碳、節能、環保視為商機。

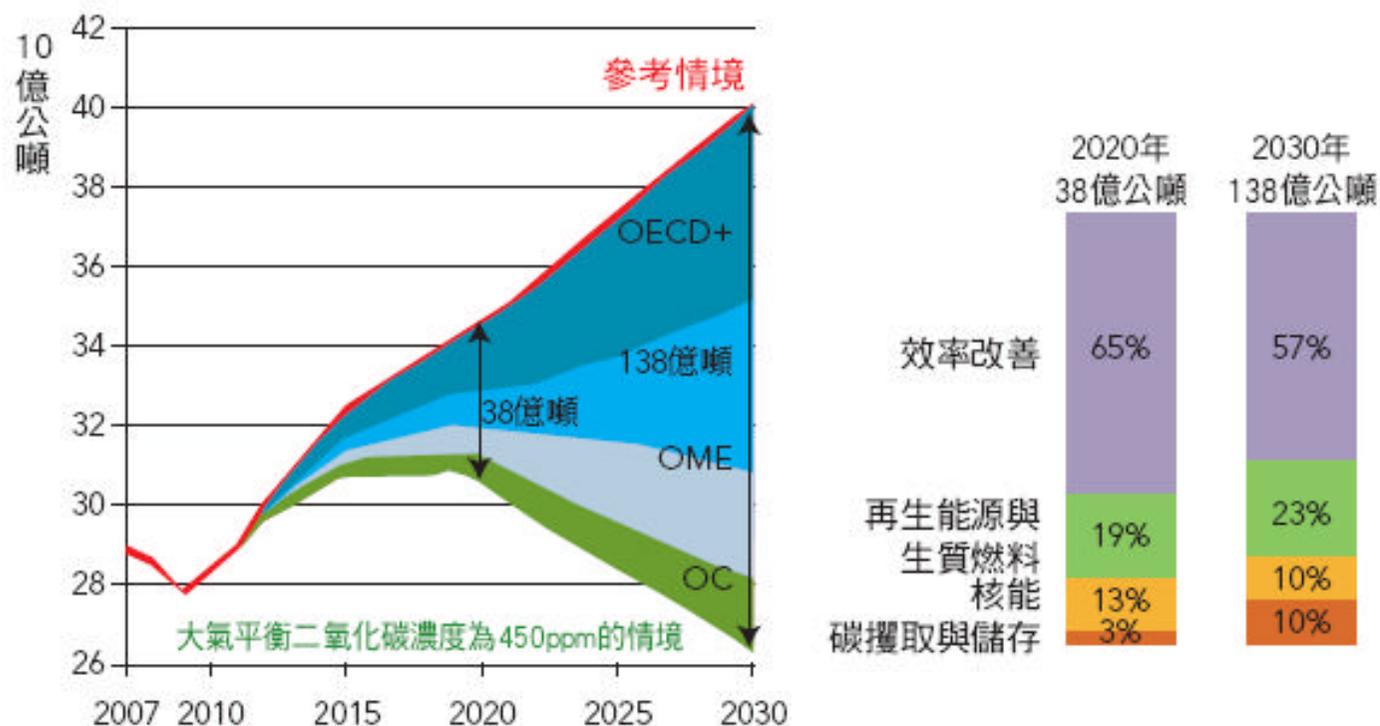


綠色經濟案例：雲端運算

- 運算效率最佳化
- 個人器材最小化



綠色經濟：減量是無可避免的趨勢



註：OECD+：包括「經濟合作暨發展組織」(OECD) 國家與其他非OECD之歐盟國家；OME：巴西、中國大陸、中東、俄羅斯、南非等主要經濟體；OC：包括印度與東南亞國協等其他所有國家。

調適作為



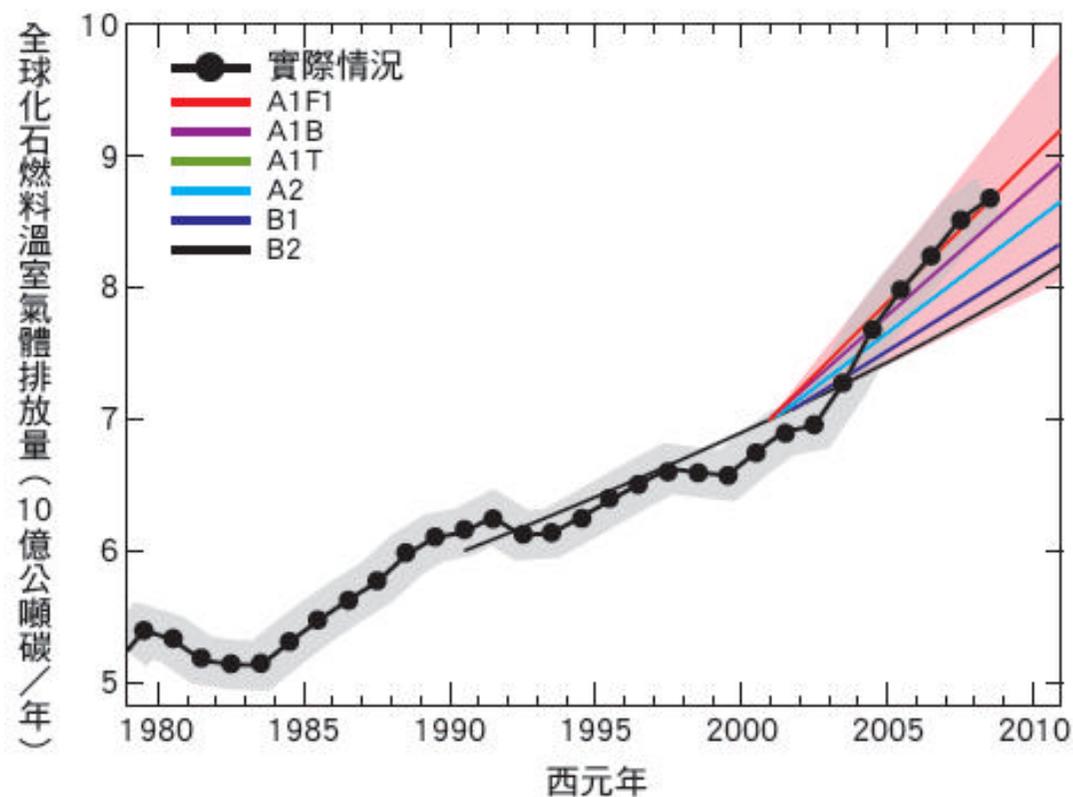
調適作為

- 如果我們都知道：
 - 二十年之後，台北夏天的高溫達到43度，但冬天已經開始下雪；全台灣暴雨強度更強，但降雨日數明顯減少，乾旱與水災交錯發生，全年每個月都有颱風來襲。如果我們知道，
 - 五十年之後，台灣周遭的海平面將上升1公尺，包括台灣西南部沿海地區將被淹沒，台北市部分地區將成為沼澤??。
 - 現在的你，要做些什麼呢？是厲行節能減碳，還是趕緊開始為完全不同的未來進行準備？

面對現實：

全世界的溫室氣體排放量仍持續上昇中

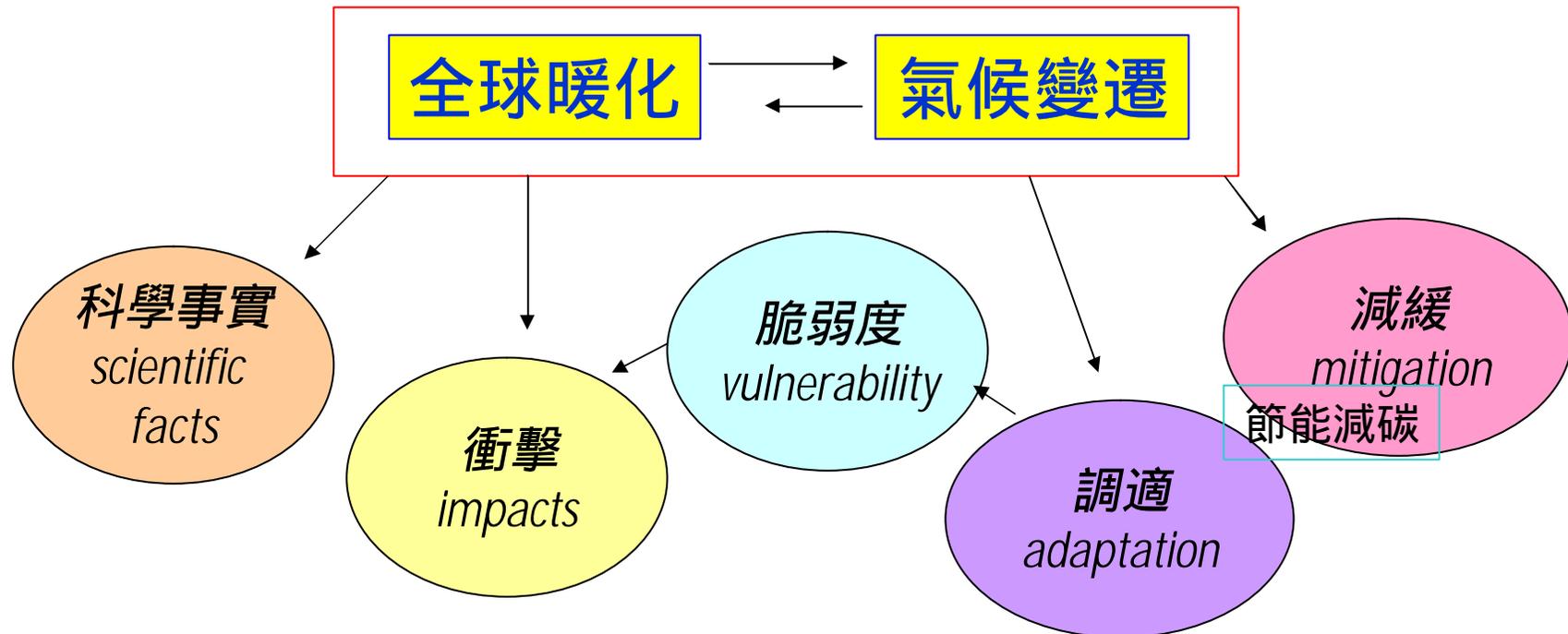
1980年~2008年的全球溫室氣體排放與IPCC第四次評估報告的若干情境的對照



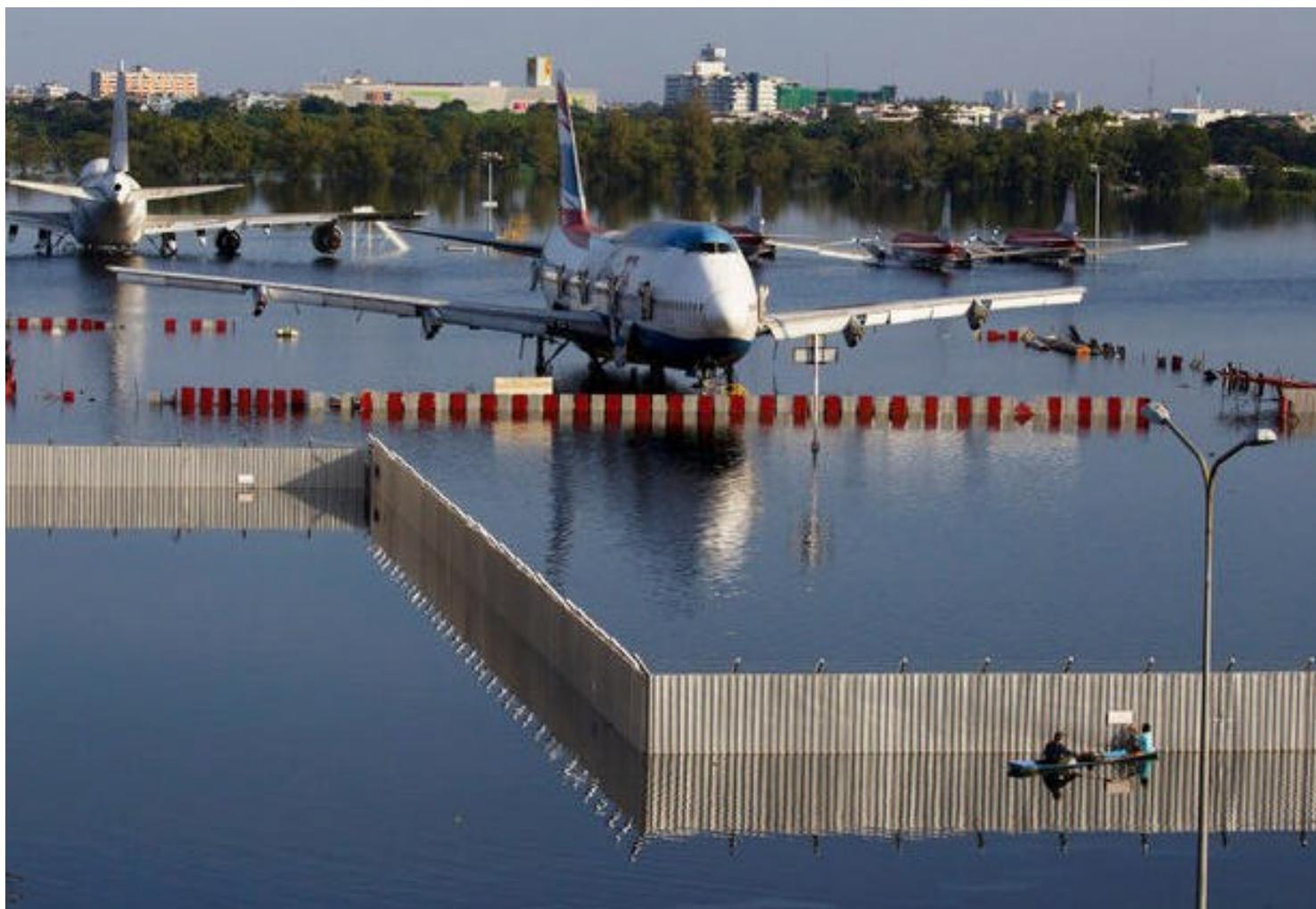
資料來源：哥本哈根診斷書，2009 說明：A1T幾乎與B2重疊。

減緩vs.調適

- 減緩：個別減碳、共同得益...公共財
- 調適：個別調適、個別得利...私有財



曼谷慢海嘯



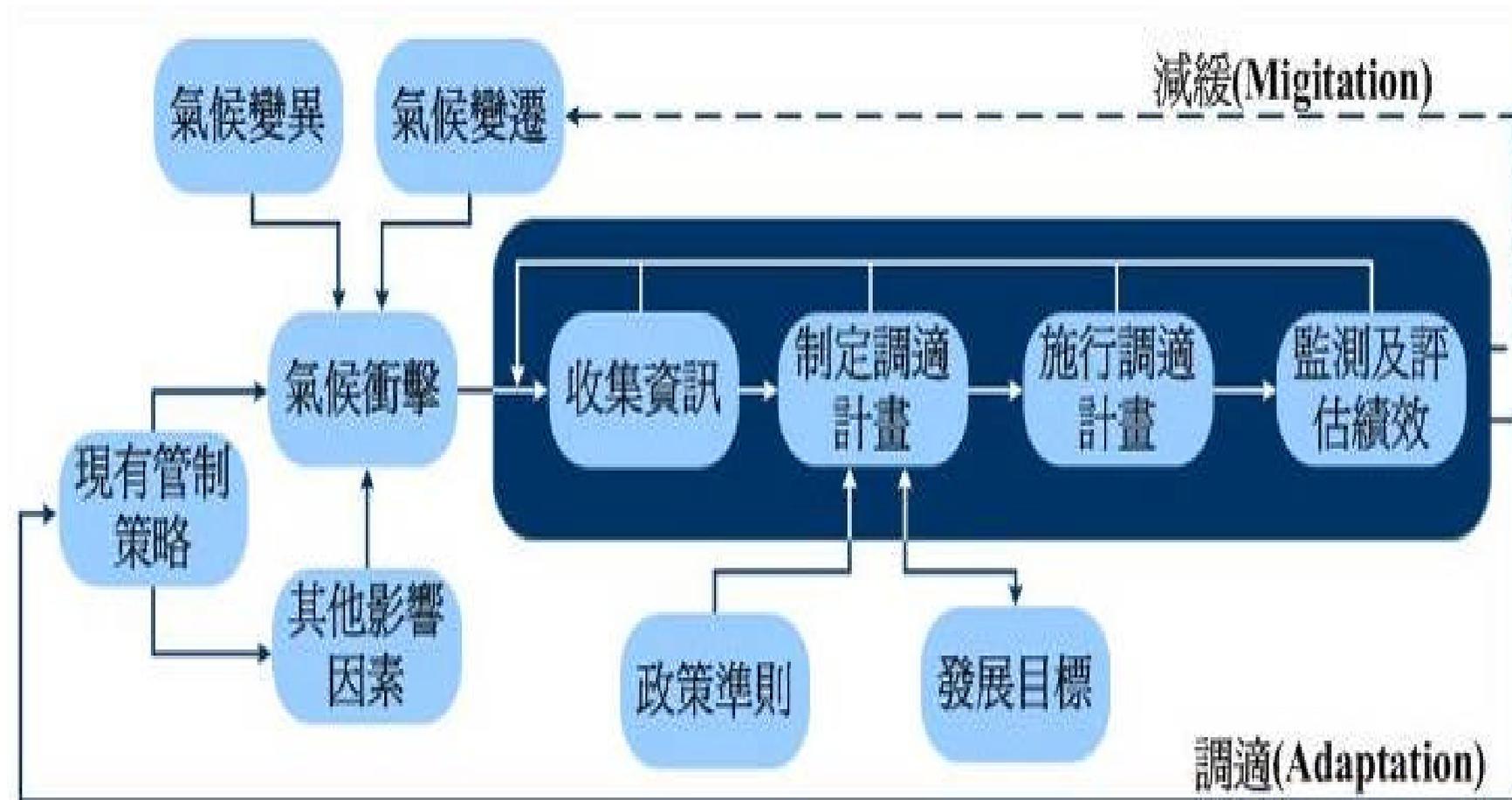
前所未見的慢性淹水 改寫城市防洪史



IPCC AR4列出的調適措施

領域	調適措施
水資源	加強雨水收集、強化蓄水和保護技術、水的再利用、提升用水和灌溉效率
農業	調整種植日期和作物品項、遷移作物 改善土地管理，例如以植樹活動控制水土流失和保護土壤
基礎建設	搬遷、建構海堤及風暴潮屏障、沙丘加固 徵用土地，並建設沼澤地或濕地作為對海平面上升和洪水的緩衝帶 保護現有的天然屏障
人類健康	改善對氣候敏感的疾病監測與控制 安全飲用水和改善衛生條件
旅遊	旅遊景點及收入多樣化 滑雪坡道移向更高海拔高度或人工造雪
交通	調整或搬遷 調整公路、鐵路和其他基礎設施的設計標準，規劃以應對氣候變暖和排水問題
能源	加強高架輸電和配電基礎設施、架設公用事業的地下電纜、提高能源效率、使用再生能源、減少對單一能源的依賴

UNFCCC提出調適的定位與計畫步驟



UNDP建議調適步驟及內容

- 調適計畫的範圍與設計(Scoping and designing an adaptation project)
- 目前脆弱性評估(Assessing current vulnerability)
- 未來氣候風險評估(Assessing future climate risks)
- 制定調適策略(Formulating an adaptation strategy)
- 持續性的進行調適(Continuing the adaptation process)
- 納入利害關係人(Engaging stakeholders in the adaptation process)
- 調適能力的強化(Assessing and enhancing adaptive capacity)



德班會議與調適有關的具體事項

- 地方政府的氣候變遷調適章程（ Durban Climate Change Adaptation Charter for Local Governments ）
- 調適委員會（ Adaptation Committee ）
- 國家調適計畫（ National Adaptation Plans ）
- 損失與損害工作計畫（ Work Program on Loss and Damage ）
- 氣候調適基金：綠色氣候基金（ Green Climate Fund ）



荷蘭的方舟(ARK)計畫

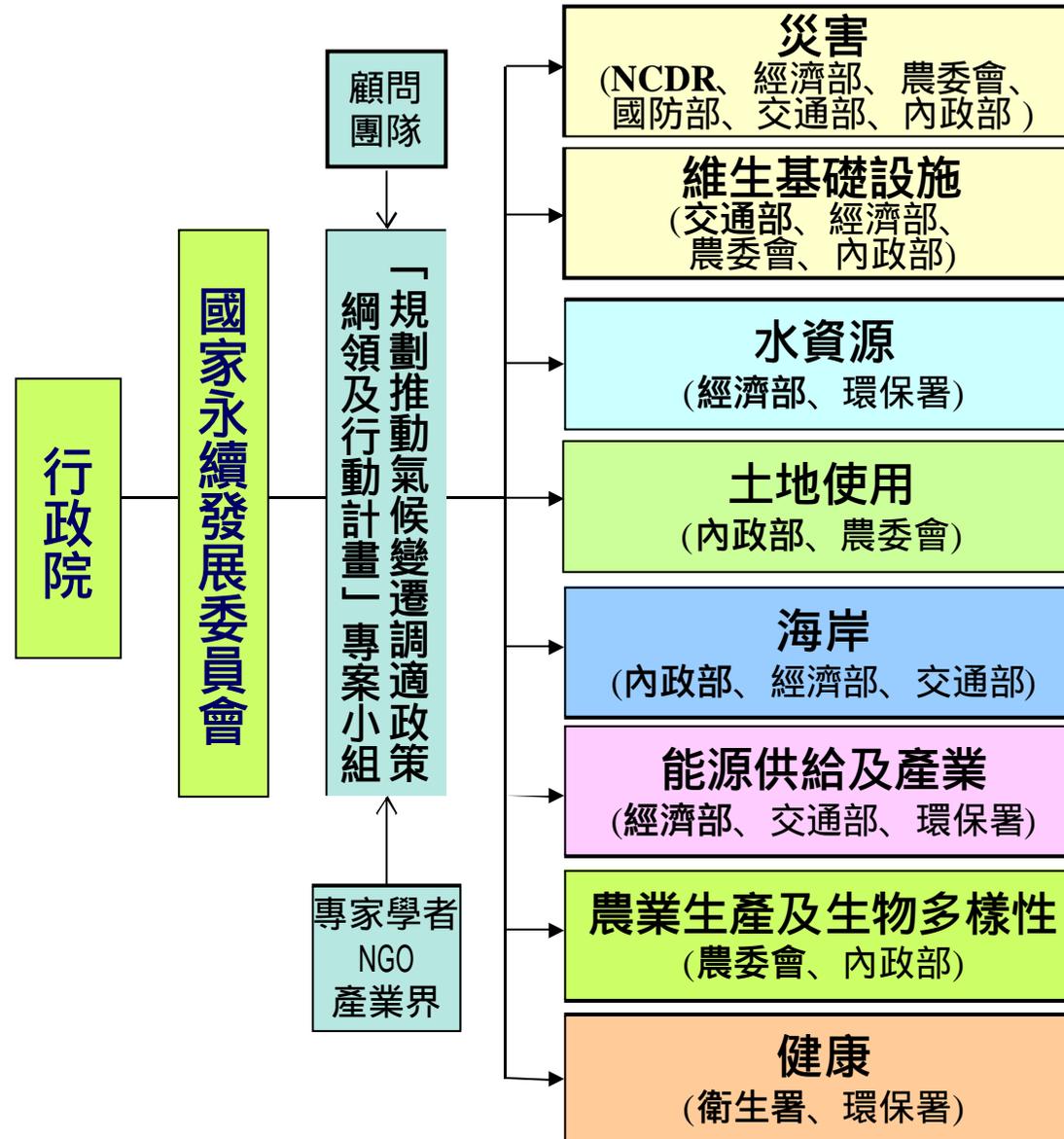
- 2005年啟動
- 2006年內閣批准「國家氣候變遷空間調適計畫」
(National Programme for Spatial Adaptation to Climate Change, ARK, 即「方舟」之意) , 並提出天價的2.5億歐元來研擬對策。
- 在2007年, 相關利益團體針對國家型調適計畫依據情境模擬的結果, 召開了超過五十場的磋商會議, 一共進行了4,000個小時, 最後終於由各持己見逐漸達成共識。2007年11月, 行政部門定案的國家調適方案送到荷蘭立法院, 召開第二次全國會議, 獲得通過

我國的調適作為

- 2001開始：國科會研究
- 2009年：經建會「全球氣候變遷長期評估與衝擊調適之整體綱要計畫」
- 2012：經建會提出「國家氣候變遷調適政策綱領」



我國氣候變遷調適規劃架構



調適作為如何能成功？

- 強力的科學家與政府政策
- 廣泛的民間參與
- 有效的雙向溝通

- 調適策略不能僅停留在學術菁英與政治領導領域中！
- 調適需要教育、全民參與！

全國氣候變遷會議公民會議東部場



全國氣候變遷會議結論會議

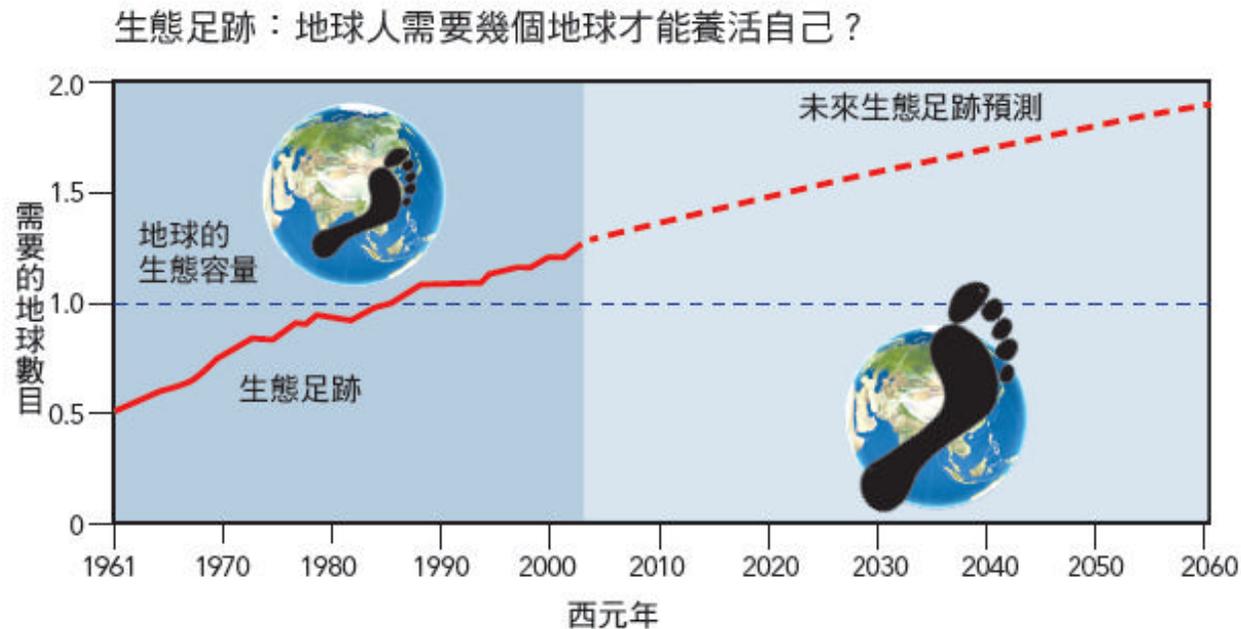


超越減碳



人類的生態足跡已經超越地球的容量了

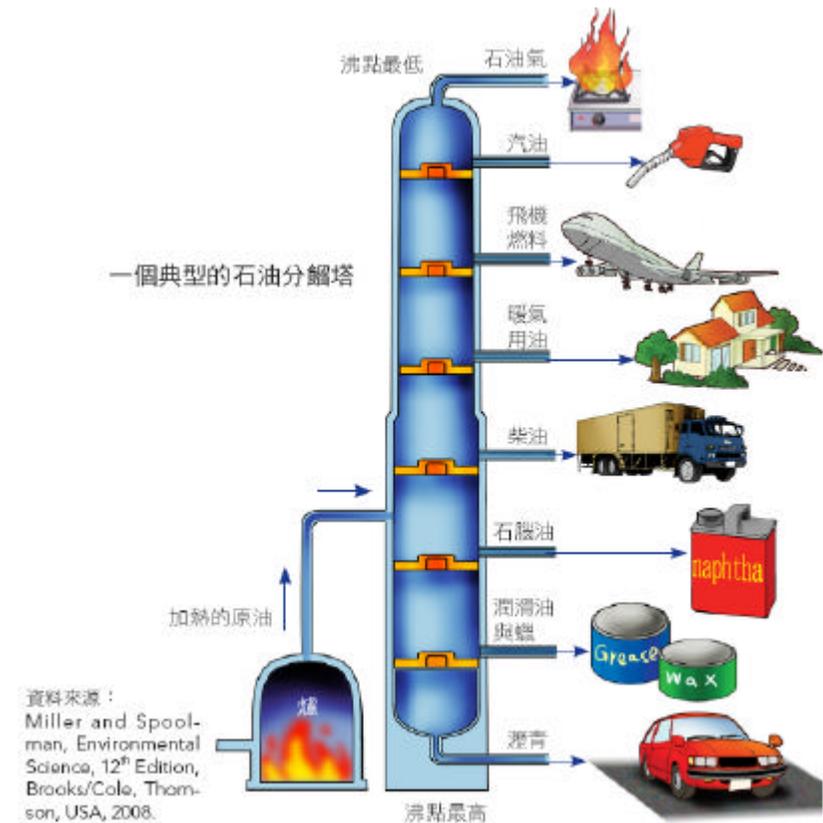
- 除了全球暖化，還有其他全球環境威脅



資料來源：Miller and Spoolman, Environmental Science, 12th Edition, Brooks/Cole, Thomson, USA, 2008.

化石燃料的問題不是只有暖化

- 石油開採過程與運送、使用造成重大污染
- 開採煤炭造成水土破壞、產生污染，使用煤造成污染與健康損失
- 天然氣常伴隨有毒氣體

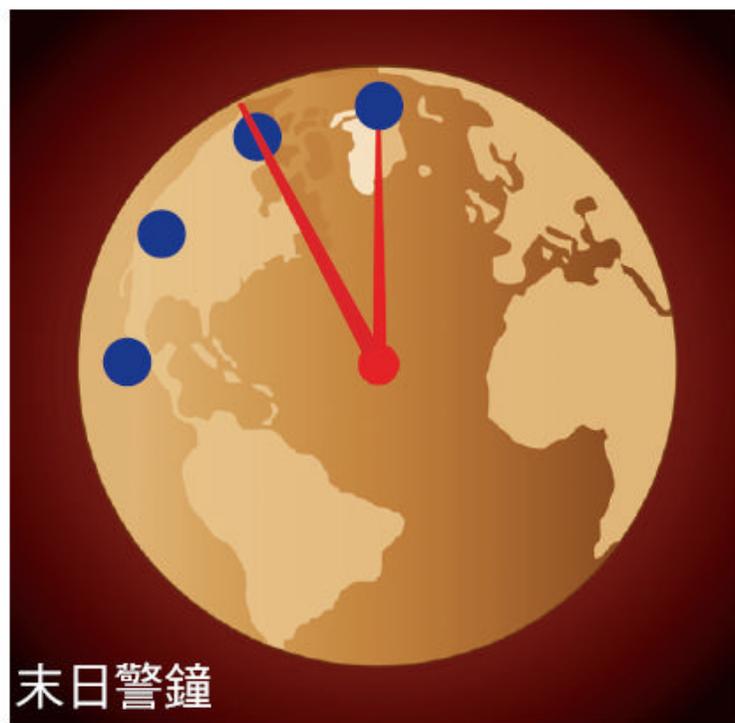


新的「安全」概念：人類安全

- 在達到永續發展願景之前，我們至少應該有一個「對人類而言，是安全的地球」。
- 近年來，專注於軍事的傳統「國家安全」（national security）研究領域逐步擴展，開始注意以「人類安全」（human security）為範疇的「非傳統安全」領域，包括環境安全、公共衛生、移民與人權、勞工關係、金融秩序等，

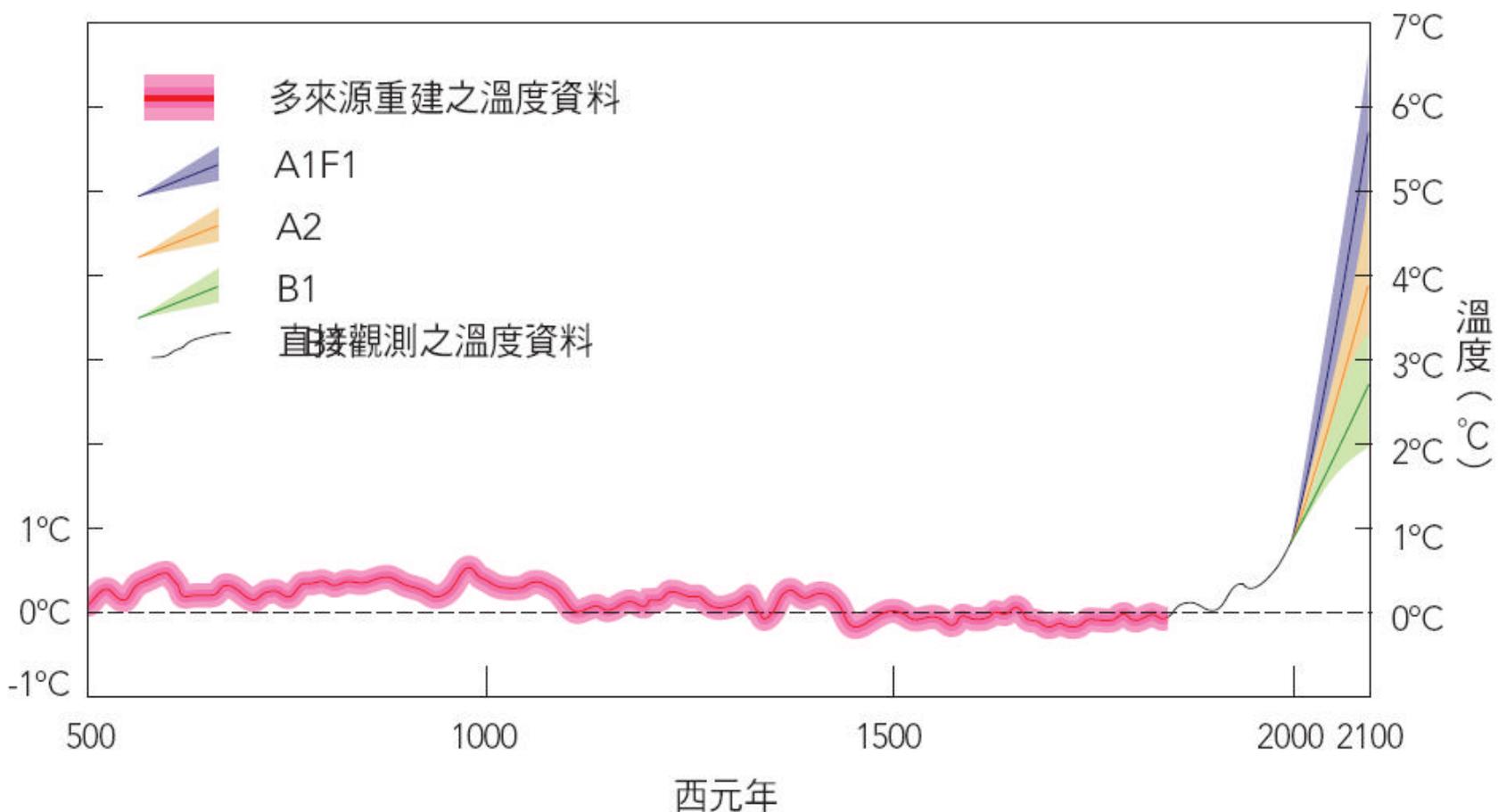


馬上行動



亡羊補牢？

相對於1800~1900年之全球溫度上升歷史與預估曲線



資料來源：The Copenhagen Diagnosis, UNSW Climate Change Research Centre, 2009.

暖化到底是不是真的？ 我們是否要積極作為？

風險管理的觀點

IPCC預估正確與否對應我們是否有所作為之後的四種結果

	A (IPCC預估正確)	B (IPCC預估不正確)
I (調適與緩解)	人類有可能因有所準備而度過難關 	人類社會轉型為低碳經濟體，環境品質改善 
II (BAU)	末日情境 	人類社會繼續循原方式運作，但仍然面臨其他環境問題的威脅 

我們該有什麼態度？

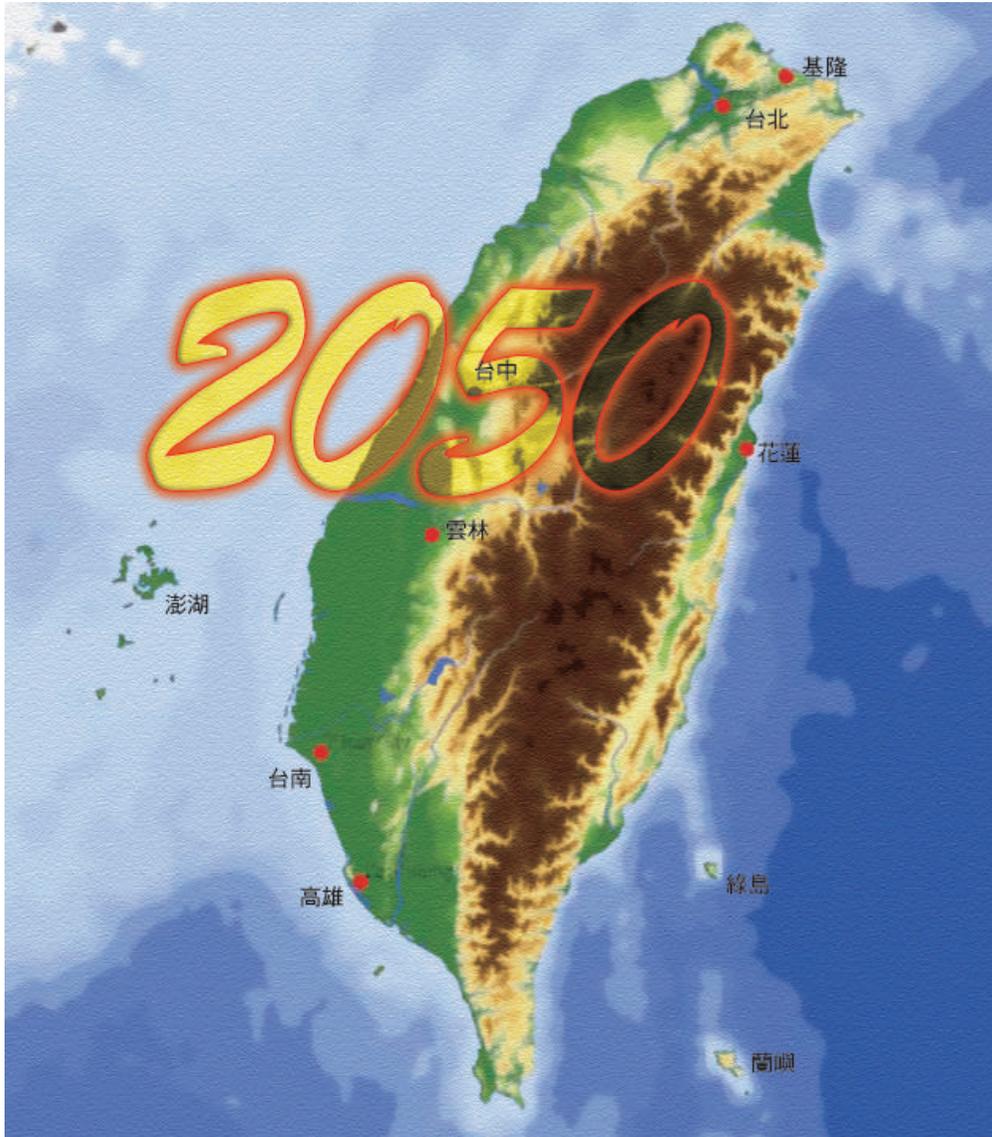
馬上採取關鍵行動

用心做環保

- 儉樸生活與科學精神
- 減碳革命不簡單
- 天下沒有白吃的午餐
- 準備面對全然不同的未來！

用腦做環保

行動...從現在開始



- 四年選一次，計畫期程就是4年或8年？
- 40年轉眼就到，氣候愈來愈極端，現在就要開始因應以後的狀況進行調適的準備。
- 「全民參與」與「有效溝通」是調適策略具體可行的前提。
- 教育是長期的工作，現在就要開始從小扎根！



2010~2011

全球暖化相關素養調查



研究動機

- 我國國民對於全球暖化相關的迷思概念究竟有多嚴重？
- 「節能減碳」在政策中的定位與事實上應有的位階的落差為何？
- 我們應該提昇的素養究竟是什麼？

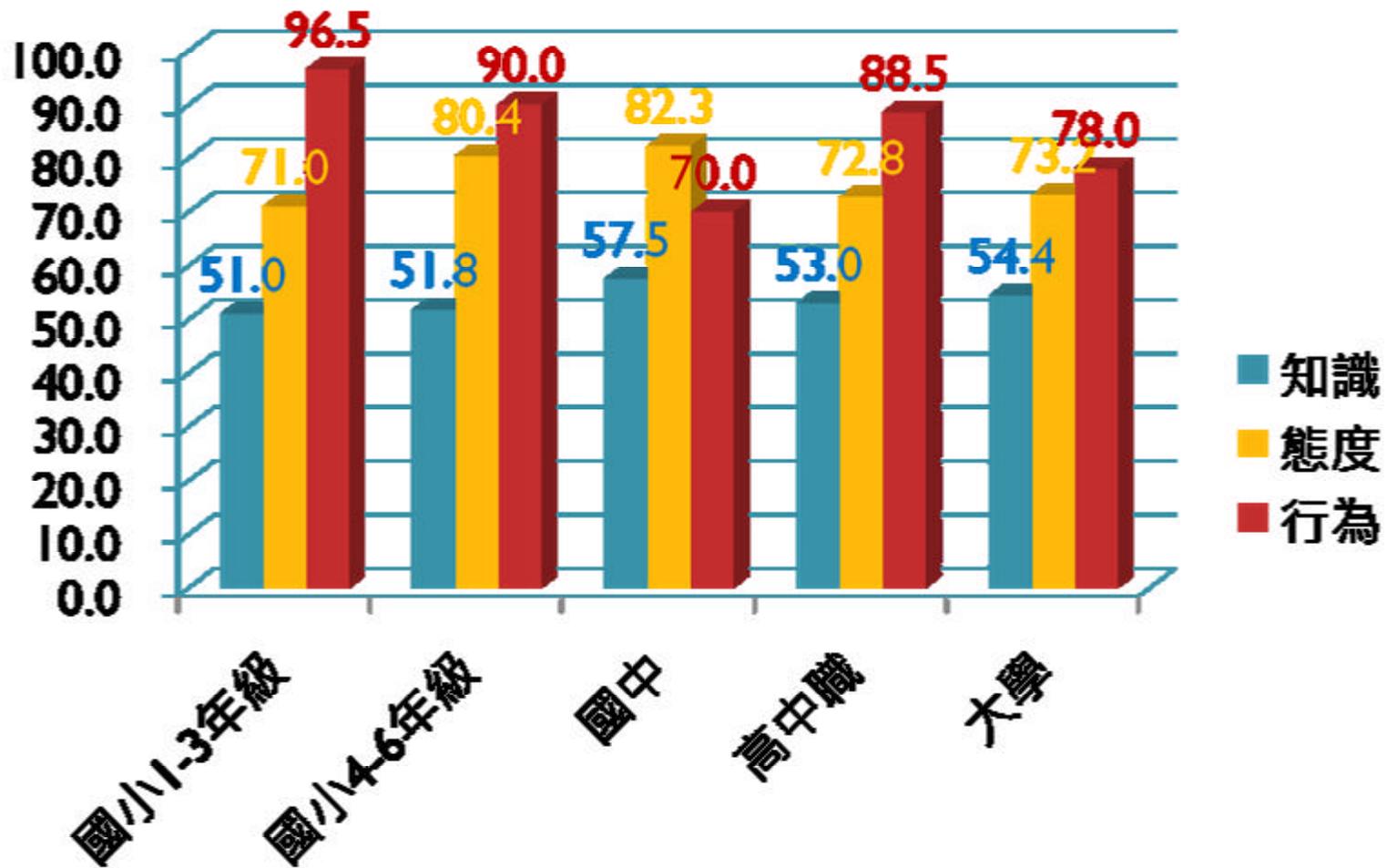
研究一：各學習階段學生的全球暖化、氣候變遷與節能減碳相關素養調查

- 採用郵寄問卷的方式針對全國73所學校進行施測
- 共計發放16,618份問卷；回收13,220份問卷；有效問卷12,547份問卷。

	國小1-3 年級	國小4-6 年級	國中階 段	高中階 段	大學階 段	總計
施測學校 數	21	21	20	17	15	73*
施測數量	3,348	3,400	3,500	3,120	3,250	16,618
回收數量	1,963	2,324	3,447	2,986	2,500	13,220
有效問卷	1,888	2,083	3,333	2,836	2,407	12,547
無效數量	75	241	114	150	95	675

* 國小同一學校同時施測二個學習階段

各學習階段學生的 知識、態度與行為測驗結果



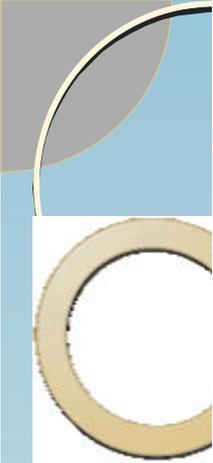
各學習階段主要迷思概念

施測階段	題目	答對率
國小1-3年級	海上冰山融化之後的水流到海裡，讓海水變多了，海平面就會升高。	9.9%
國小4-6年級	地球的臭氧層破洞，讓更多紫外線照進地球，是造成全球暖化的主要原因。	21.4%
	因為海平面上升，吸收更多的熱量，導致地球溫度上升。	35.3%
國中	有關溫室效應形成的主要原因，下列敘述何者正確？(1)臭氧吸收太陽光 (2)二氧化碳吸收太陽光(3)臭氧吸收地表輻射 (4)二氧化碳吸收地表輻射	30.9%
大學	溫室效應是指地球大氣層上的一種物理特性，溫室氣體吸收紫外線輻射，將熱能保留在大氣中再反射回地表使地球保持溫暖。	33.2%



綜合分析

- 各學習階段學生的節能減碳教育的知識表現普遍不理想，得分均在60分以下。
- 各學習階段學生的態度與行為均較為正向；尤其國小階段學生的行為表現更高達90分。
- 知識的主要來源以電視最多；其次是學校課本與教師
- 除國小1-3年級階段有57%的學生表示沒有聽過，其他各學習階段約有40%學生沒聽過此議題。聽過氣候變遷調適議題學生的態度與行為表現比沒有聽過好。



研究二：國中小教師的全球暖化 相關迷思概念嚴重程度

- 自2010年9月開始至2011年2月為止。
- 測驗對象包括台北市、台中縣市、南投縣、屏東縣等縣市之國中小教師、主任與校長。

問卷檢測結果

是非題

題目內容	答對率
臭氧層破洞是造成全球暖化的重要原因	38.0%
中秋節晚間改吃烤肉餐會增加我國的總碳排放量	16.0%
太陽能發電兼具環保功能與經濟的競爭力	13.8%
北極海冰融化會造成全球世界海平面上升	12.8%
溫室氣體排放量增加的重要原因之一是人類燃燒石化燃料	8.0%
溫室效應是很重要的環境問題	6.0%

問卷檢測結果

選擇題

題目	選1	選2	選3	選4
聯合國的IPCC於2007年發佈了最新的氣候報告，請問IPCC是什麼單位？	14.4	67.2	13.3	4.3
下列何者並非溫室氣體？	2.5	15.4	34.4	47.2
下列哪一個國家的人均溫室氣體排放量最高？	46.1	42.1	10.0	1.5
台灣的電力供應的主要來源為何？	4.3	48.5	46.9	0.2

意見題

題目	是	否
在今天之前，您是否聽過「氣候變遷的調適」？	75.6	23.8
您是否認為目前中小學教育中對於全球暖化的教育是足夠的？	11.9	68.3
您是否認為目前中小學老師對於全球暖化的瞭解是足夠的？	2.0	98.0
您是否認為節能減碳教育足以涵蓋全球暖化與氣候變遷教育？	8.8	91.2



研究三：國小師生全球暖化迷思 概念與成因之探討

- 研究目的

探討國小高年級學生與國小教師對於九年一貫國小階段課程中，全球暖化及其相關概念知識的理解程度，並且彙整分析已產生的迷思概念。

- 研究問題

- 瞭解國小高年級學生與國小教師對於全球暖化有哪些迷思概念。

- 瞭解國小高年級學生與國小教師的全球暖化迷思概念成因及思考邏輯。

- 國小高年級學生與國小教師的全球暖化的來源與成因。

迷思概念就在生活中(1)

臭氧層破洞造成
全球暖化



迷思概念就在生活中(2)

春天的
花兒
秋天開？

都是
溫室效應
惹的禍！

溫室效應是造成動植物
異常活動的原因

你很難想像只有在春天才盛開的櫻花，

居然才入秋就開花了！這是什麼樣的怪異現象！

別懷疑，民國91年10月份的聯合報就刊載了這則消息。

才入秋，台灣中北部的山櫻已經紛紛綻放，甚至有的早在8月就盛開。

活動名稱 ➤ 恐龍消失了

適用年級	六年級	教學時間	40分鐘	連結領域	自然與人文科技
設計理念	全球的氣候正產生奇怪的變化，四季的氣溫也產生極大的異常，這正是溫室效應所造成的影響，而不只這些，另有許多環境問題正衝擊著全人類，如再不設法改善，也許終有一天人類也會和恐龍一樣，消失在地球上。本活動中將介紹溫室效應的成因及影響，讓學童了解溫室效應影響的是全人類整個環境，所以唯有人人一起改善溫室效應才為是。希望活動後，學童能更積極參與改善環境，一起幫助地球渡過難關。				
教學研究					
單元目標	1. 認識溫室效應的形成原因。 2. 了解溫室效應即將帶來的後果。 3. 探討解決溫室效應的方法。		環境教育 2-3-1 能了解本土性和國際性的環境議題及其對人類社會的影響。 3-3-3 能養成主動思考國內與國際環保議題並積極參與的行動。		
	十大基本能力 □瞭解自我與發展潛能 □欣賞、表現與創新 □生涯規劃與終身學習 表達、溝通與分享 □尊重多元文化與族群 □文化 □規則 □運動 主動探索與研究 獨立思考與解決問題		連結 【自然與人文科技】 2-3-3-2 探討氧及二氧化碳；氧的製造、燃燒之了解、氧化（生鏽） 於地		



教學生錯誤的知識比沒有教更嚴重

全球暖化相關迷思概念的研究

迷思概念	研究者
臭氧層破洞會使溫室效應更加惡化	Boyes & Stanisstreet (1995), Jerrfries, Stanisstreet & Boyes (2001), Papadimitriou (2004)
溫室效應為空氣污染，是環境問題	林憶姍(2003)
二氧化碳破壞臭氧層導致溫室效應	林憶姍(2003)、王逸欣(2006)、湯宜佩(2007)、周芝嬾(2010)
目前氣溫是有史以來最高的	張凱惠(2006)、湯宜佩(2007)
所有空氣污染物為溫室氣體	湯宜佩(2007)
臭氧層破洞造成全球暖化	Kilinc, Stanisstreet & Boyes (2008), 張凱惠(2006)、林韋如(2009)
全球暖化會導致下酸雨	周芝嬾(2010)
亂丟垃圾是造成全球暖化的原因	周芝嬾(2010)



研究進行方式

- 國小高年級學生：本學習階段學生處於具體運思期與形式運思期之間，已具有抽象思考能力，能進行假設、推理、驗證等系統思考。(Piaget, 1970)
- 本研究之研究對象的選擇分為三個階段：
 - 全球暖化相關概念調查問卷預試
 - 選擇桃園縣某國小五、六年級各一班(30人)進行預試。
 - 全球暖化相關概念調查問卷正式施測
 - 研究者隨機取樣從桃園縣、新北市、高雄市的國小五、六年級選取520人作為施測對象。教師則選取現任及曾經任教高年級的導師與自然、社會科任教師者80人為施測對象。
 - 事件晤談
 - 立意取樣，依照問卷測驗表現，選取18名國小高年級學生與3名國小教師進行事件晤談。

問卷測驗結果分析

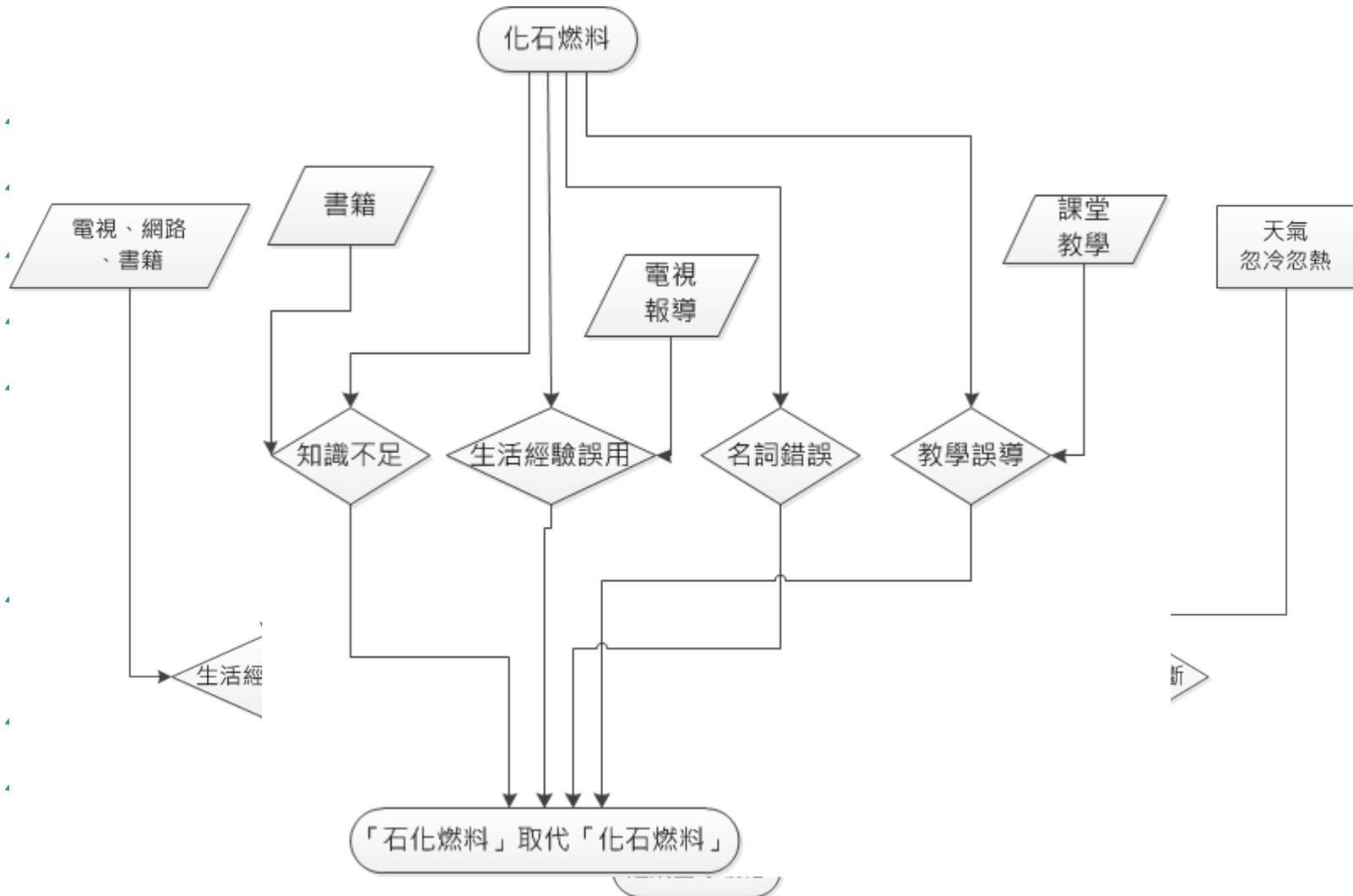
13.全球暖化會導致下酸雨。(N=464)	139	30.1	325	69.9	8
14.天氣極端現象，如：暴雨、熱浪的發生頻率增加，跟全球暖化有關。(N=500)	439	87.8	61	12.2	
15.現在馬上停止排放溫室氣體，全球暖化就會停止。(N=497)	396	79.7	101	20.3	
16.在臺灣，省電和減碳有很高的關聯性。(N=519)	474	91.3	45	8.7	
17.我們只要做好節能減碳就足以因應全球暖化。(N=534)	220	41.2	314	58.8	10
18.不再成長的老樹仍持續具有減碳的功效。(N=442)	127	28.7	315	71.3	6
19.提升使用能源的效率能夠幫助減緩全球暖化(N=497)	301	60.6	196	39.4	
20.核能發電是台灣目前主要的發電方式。(N=510)	241	47.3	269	52.7	
21.使用電動車不會產生碳排放。(N=499)	190	38.1	309	61.9	9
22.再生能源是環保且便宜的能源。(N=516)	106	20.5	410	79.5	5
23.臺灣目前再生能源發電的比例已經相當高了。(N=461)	258	56.0	203	44.0	
24.食用當地當季食材可以減少碳排放。(N=514)	429	83.5	85	16.5	
25.少吃進口肉品可以減少溫室氣體的排放。(N=490)	428	87.2	62	12.8	
26.中秋節烤肉會增加我國的總排碳量。(N=517)	62	12.1	455	87.9	3
27.節約用水或氣候變遷保險是因應氣候變遷的調適策略之一(N=482)	434	90.0	48	10.0	

迷思概念成因分析與歸納

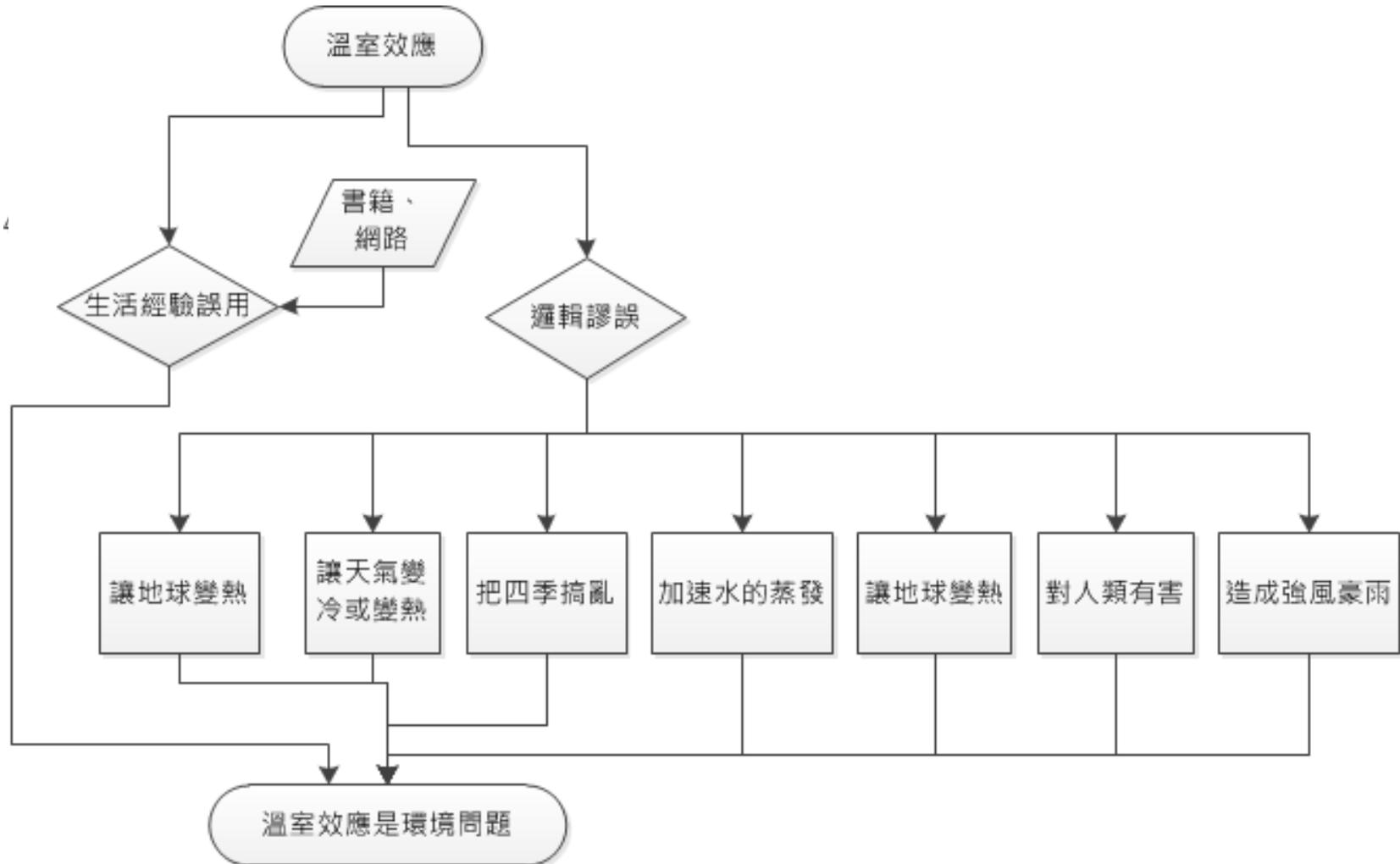
概念類型	定義
直覺判斷	對於事物的道理是用「感覺」、「直覺」來判斷，而非科學知識或理解來判斷。
知識不足	研究對象學科知識不足，以猜測的想法來解釋科學現象。
生活經驗誤用	將日常生活經驗或是來自書本、媒體、網路的訊息誤認為是正確的科學知識。
教學誤導	教師本身概念或教法錯誤或教科書內容不夠清楚，誤導學生概念學習。
邏輯謬誤	將學習過相類似的概念錯誤連結或組合。用現有的概念或相近的想法去推理、解釋科學概念。
名詞錯誤	以生活用語解釋科學名詞或現象。

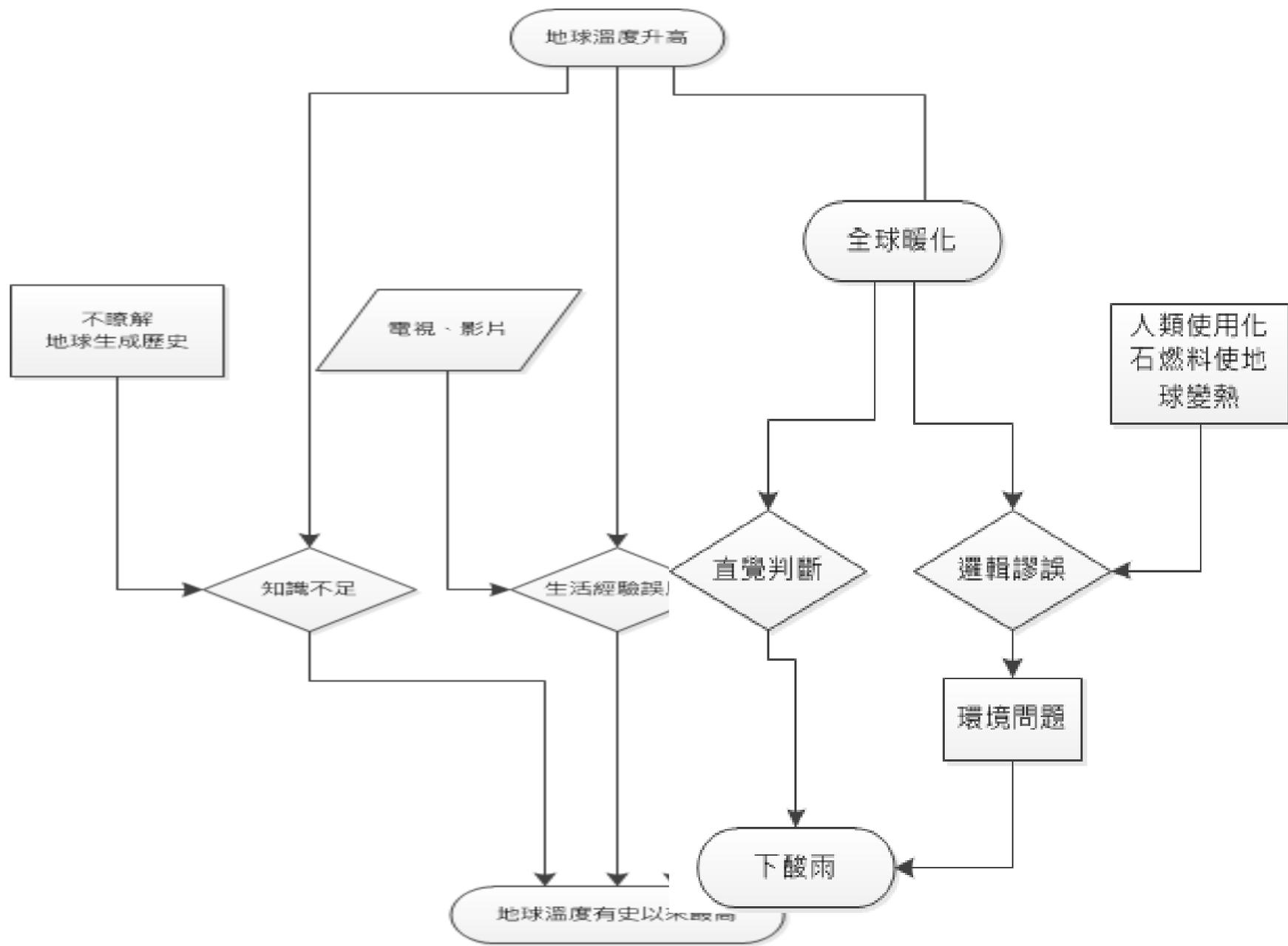
資料來源：本研究整理

事件晤談結果分析(I)

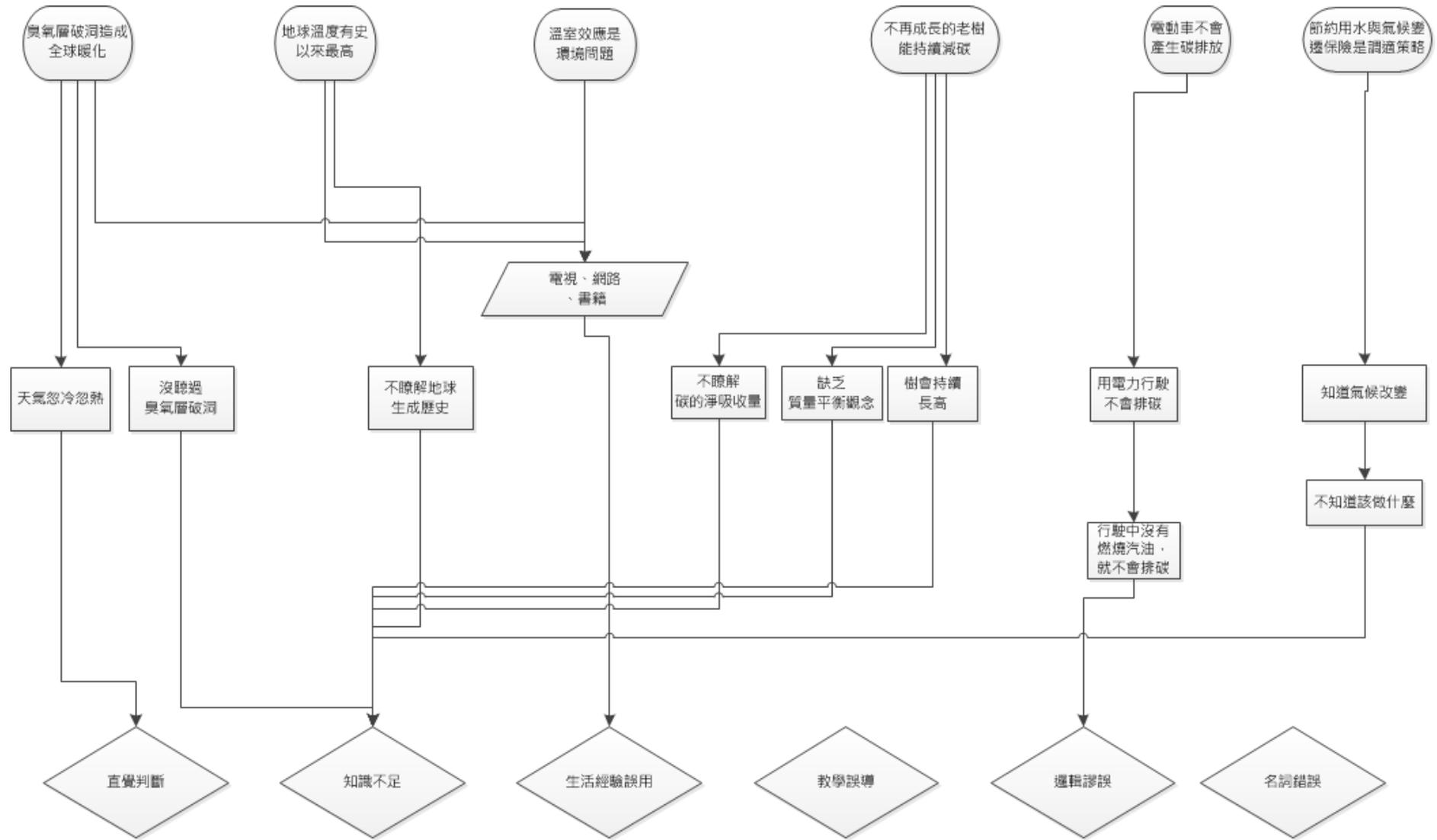


事件唔談結果分析(2)

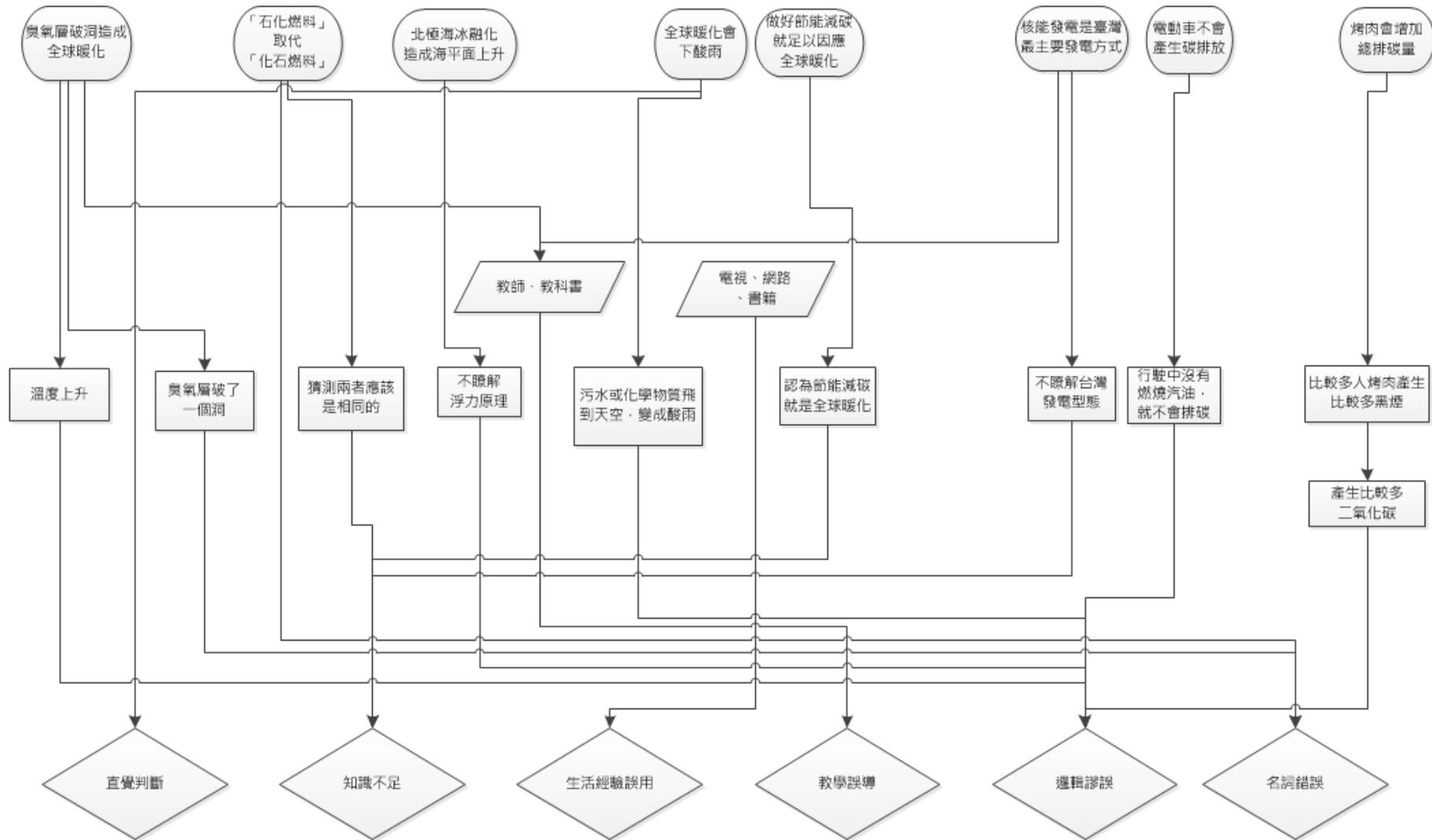




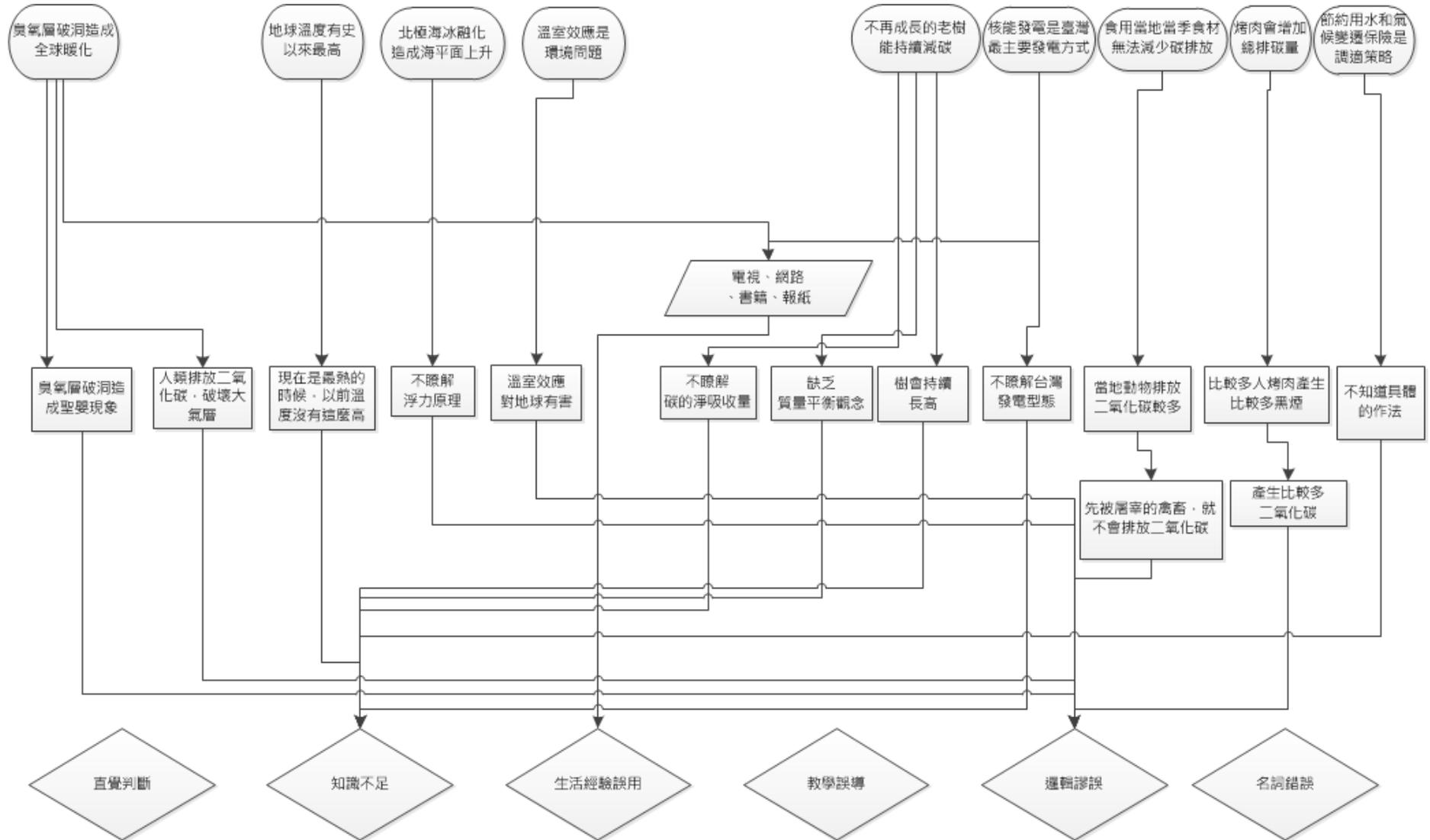
迷思概念思考邏輯圖(1)

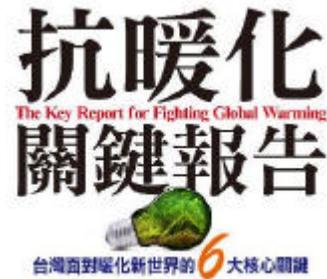


迷思概念思考邏輯圖(2)



迷思概念思考邏輯圖(3)





我們需要超越節能減碳 的氣候變遷政策與教育

我國的能源教育與節能減碳教育

* 思考軸線一：

- * 能源使用造成溫室氣體排放...
- * 所以，我們要節能減碳
- * 所以，進行能源教育

• 思考軸線二：

- 氣候變遷很重要、全球暖化很明顯...
- 所以，我們要節能減碳
- 所以，進行節能減碳教育

* 環境教育活動：

- * 融入各科目進行教學
- * 辦理主題式教學活動
- * 教導新能源技術
- * 資源回收
- * 全校式經營節能減碳
- * 社會環境教育活動
- *

Missing points...

- 能源教育的四大主軸：
 - 能源安全
 - 節能減碳
 - 扶植能源產業
 - 增加GDP
- 節能減碳著重減緩(mitigation)
- 氣候變遷的調適幾乎不被提及
- 國際現況與趨勢不受強調
- 非自然科學領域的重要問題不受重視：
 - 經濟與財務
 - 政治與談判
 - 管理與治理

氣候變遷教育取代 能源教育或節能減碳教育

- 世界上主要國家因應全球暖化與氣候變遷的教育多名為：climate change education或global warming education。
- 「節能減碳」並不是國際社會的通用說法。
- 在IPCC的架構中，氣候變遷包括許多領域，我們不能僅針對「減緩」(mitigation)中的「節能減碳」進行教育。
- 應該正視氣候變遷的全貌，以有系統化的方式培養具有氣候變遷素養(climate change literacy)的公民與未來的主人翁。

CCI 氣候變遷教育四大面向

科學

1. Climate Science and Knowledge

Development of a Science-based UNESCO Climate Change Adaptation Forum.

The objective of the Forum will be to inform public and private sector stakeholders (national policy-makers, vulnerable communities and women, the local media, social, cultural and scientific networks and local, regional and international scientific organizations) in agriculture, fisheries (including aquaculture), forestry, alternative energy, fresh water, oceanography, environmental sciences, and coastal services of the longer-term climate projections and their potential impacts, as well as strengthen capacity for appropriate response strategies.

3. Climate Change, Cultural and Biological Diversity, and Cultural Heritage

Development of a Global Climate Change Field Observatory of UNESCO Sites.

The objective of this Observatory is to use UNESCO World Heritage Sites and biosphere reserves as priority reference sites for understanding the impacts of climate change on human societies and cultural diversity, biodiversity and ecosystems services, the world's natural and cultural heritage, and the possible adaptation and mitigation strategies, such as in relation to REDD+.

環境

教育

2. Climate Change Education (CCE) in the Overall Context of Education for Sustainable Development (ESD)

Development of a Climate Change Education for Sustainable Development Programme.

This programme uses innovative educational approaches to help a broad audience (with particular focus on youth), understand, address, mitigate, and adapt to the impacts of climate change, encourage the changes in attitudes and behaviours needed to put our world on a more sustainable development path, and build a new generation of climate change-aware citizens.

4. Climate Change, Ethics, Social and Human Sciences Dimensions

Development of a new policy-relevant, action-oriented Research Programme on the Social, Human, Ethical and Gender Dimensions of Climate Change.

This programme will focus in particular on the design and implementation of appropriate climate change adaptation actions, based on the MOST and environmental ethics programmes, benefitting the most vulnerable related to the cross-cutting issues of energy, water and biosphere management, as well as improve understanding of gender equality issues related to climate change.

倫理

我們需要怎樣的氣候變遷教育

超越科學教育、環境教育，以「永續發展教育」架構看待

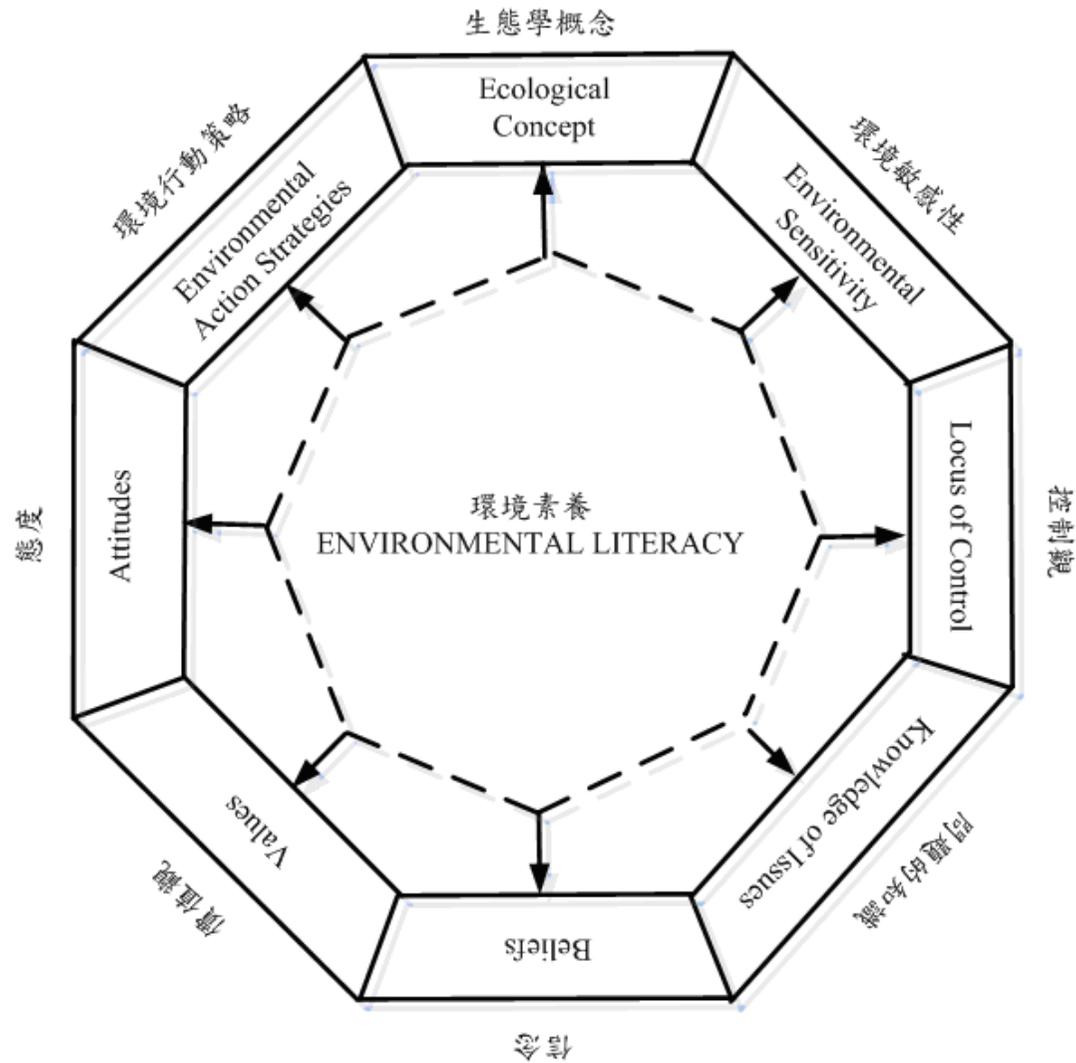
氣候變遷的科學教育

- * 氣候變遷的原理
- * 氣候變遷的趨勢與可能衝擊
- * 氣候變遷為自然生態與人類社會帶來的脆弱度
- * 氣候變遷的調適
- * 氣候變遷的減緩

氣候變遷的社會教育

- 氣候變遷的公民參與
- 氣候變遷的全球與地方策略(globalization)
- 氣候變遷的經濟原理
- 氣候變遷的決策與責任感

國民應有的氣候變遷素養為何？



Hungerford 提出的環境素養架構

氣候變遷素養

建立完整的知識結構

- 知識
- 態度
- 價值觀
- 敏感度
- 技能
- 控制觀

- * 公民參與
 - * 參與意願
 - * 參與能力
 - * 決策能力
 - * 責任感

- * 世界觀
 - * 全球化知識
 - * 地方感
 - * 歷史觀
 - * 參與技能



氣候變遷調適教育案例

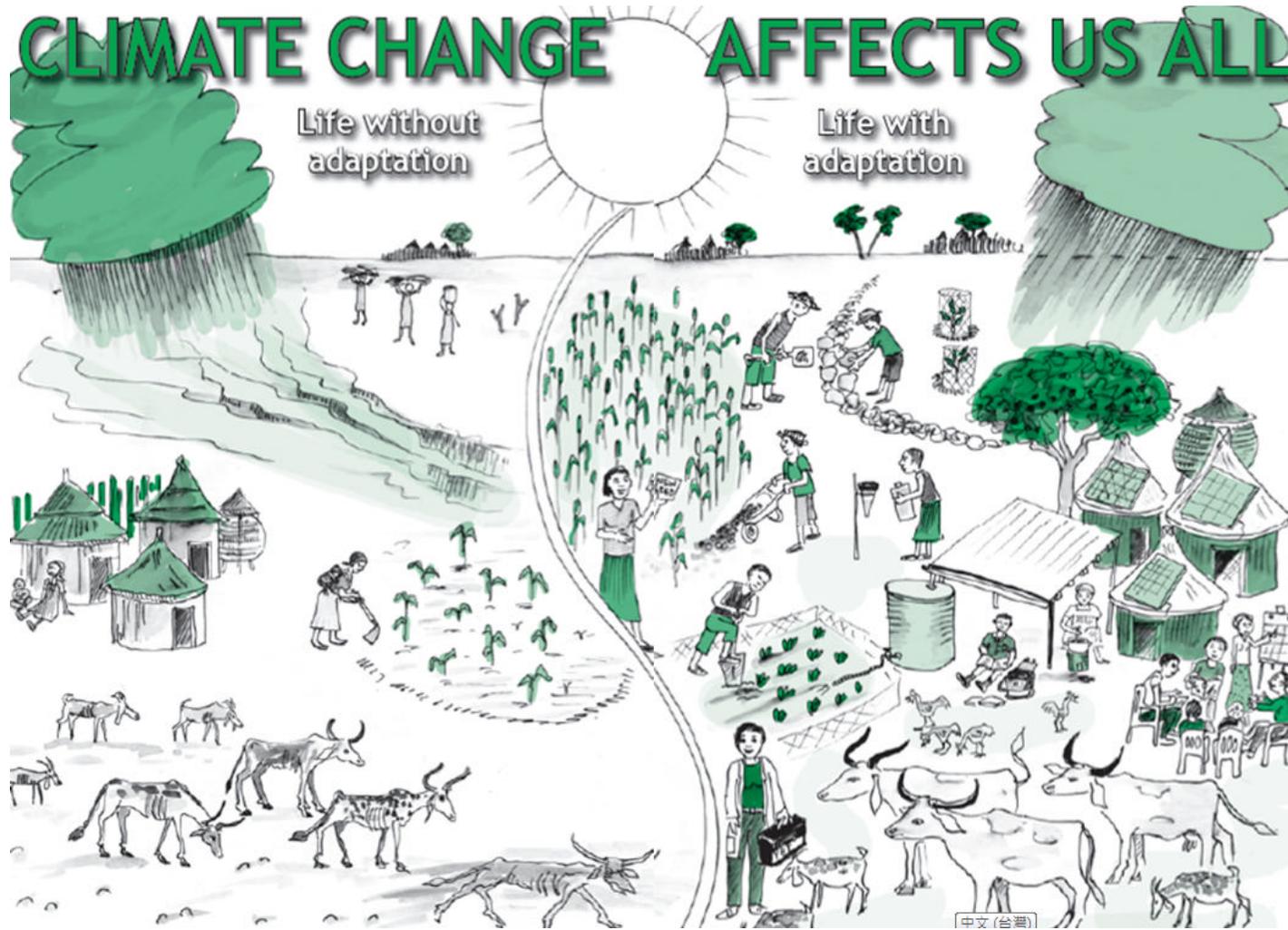
UNESCO與UNEP

- 聯合國教科文組織(UNESCO)與聯合國環境規劃署(UNEP)針對青少年的氣候變遷環境教育發行教育書籍，建立氣候變遷素養以及調適的概念。
- 建立基本概念：「相信地球暖化是真的」。
- 「至今仍不相信全球暖化是人類活動加劇溫室效應的人，有點像是相信地球還是平的人。」(Gerhard Berz)

奈米比亞的調適教育(UNEP)(1)

- 氣候變遷衝擊包括：
 - 降雨量不均
 - 農業及糧食安全
 - 生物多樣性
 - 漁業
 - 公共衛生
 - 水資源
- 讓社會、環境及經濟永續，調適是必要政策
- 以淺顯易懂的方式宣導教育民眾氣候變遷下調適的重要

奈米比亞的調適教育(UNEP)(2)



調適教育中的關鍵概念

- 「遷移」已經成為必要的選項
- 「遷移」也會帶來男女平權與弱勢族群等問題。
- 教育民眾面對缺水的未來：
 - 改變使用土地方式，輔導轉型成少耗資源的經濟活動。
 - 避免集中於水源周遭活動
 - 與鄰國發展合作機制，以共享代替爭奪
- 調適技巧、知識與態度
- 環境資源管理之調適設計概念

荷蘭鹿特丹調適案例

Rotterdam will stay protected

An **adaptive strategy** for our dykes and waterproof building concepts in the river-zone.

Super levees combined with city parks: **flexible solutions!**

Landscape Levees

The diagram illustrates an adaptive strategy for Rotterdam's river-zone. It features three cross-sectional diagrams labeled 'FASE 1', 'FASE 2', and 'FASE 3', showing the evolution of a building's waterproofing and integration with the landscape. 'FASE 1' shows a building on a raised platform. 'FASE 2' shows the building integrated with a raised landscape. 'FASE 3' shows the building fully integrated with a landscape that includes trees and a water feature. To the right, a landscape sketch shows a 'floating concept' between the 'MAAS' river and the 'SCHIEDAM' area, featuring a green landscape with trees and a water feature. Below this, a photograph shows a large, multi-story building on a floating platform in a canal. The text 'Landscape Levees' is written above the landscape sketch, and 'floating concepts' is written below it.

Source: Arnold Molenarr, Rotterdam Climate Proof, Tokyo C40-conference

建構國民對話的基礎

- 事情有那麼簡單嗎？



建構國民對話的基礎

- 事情有那麼簡單嗎？



結論

- 全球暖化與氣候變遷為上位概念，節能減碳為減緩策略，還有調適策略。
- 能源的取得、轉換、使用與副產品等為能源系統概念的重點。能源轉換必定產生廢熱（熱力學第二定律）等基本原理由操作面更重要。
- 調適教育是面對氣候災害的防災教育，概念複雜而全面。
- 現在開始進行調適教育，多年之後方能執行調適政策。

- scyeh@ntnu.edu.tw