

十二年國民基本教育
自然科學領域教學模組研發模式與示例
研發計畫
103 年成果報告

(三)

國中組

主題：自然界的變動與穩定

委辦單位：教育部國民及學前教育署

承辦單位：國家教育研究院

主持人：國家教育研究院曾世杰副院長

國立臺灣師範大學科學教育研究中心張俊彥主任

共同主持人：

國立臺中教育大學科學教育與應用學系黃鴻博教授

國家教育研究院黃茂在副研究員

國家教育研究院吳文龍助理研究員

目次

一、基本資料

(一)教學主題	3
(二)研發團隊	3
(三)內容綱要	3
(四)活動名稱	3
(五)使用說明	3

二、設計理念

三、模組架構

教學模組概念圖	5
---------	---

四、核心素養指標

五、教學活動

(一)教學目標	6
(二)教學素材	7
(三)教學設計	7
(四)教學評量	7

六、教學資源

(一)學生自主學習資源	7
(二)教師專業發展	7

七、試教成果

(一)教學活動紀錄-----	8
(二)學生學習歷程檔案-----	8
(三)教學研討會議-----	8
(四)教學省思-----	8

八、附錄

附錄 1：單元一-1、二氧化碳的變動與穩定（學生用）-----	9
單元一-2、地球發燒了嗎？（學生用）-----	12
附錄 2A：地球熱量的收支平衡-----	14
附錄 2B：地球熱量的收支平衡-----	18
附錄 3：單元一教師用簡報-----	20
附錄 4：單元二教師用簡報-----	32
附錄 5：單元一教師用教學活動-----	43
附錄 6：單元二教師用教學活動 A 版-----	50
附錄 7：第二次試教學紀錄-----	59
附錄 8：單元二學生學習紀錄-----	61
附錄 9：單元一試教心得-----	66
附錄 10：單元二試教心得-----	67

一、基本資料

(一)教學主題---自然界的變動與穩定

(二)研發團隊

指導教授

黃茂在 國家教育研究院 副研究員

教材撰寫、試教

- 1、鄭志鵬---臺北市龍山國中數理資優班理化教師
- 2、吳月鈴---宜蘭縣復興國中生物科教師(退休)
- 3、張揮鈺---宜蘭縣復興國中理化科教師

(三)內容綱要

本模組以「跨科核心概念---變動與穩定」為主要內容，取材包含「天氣與氣候變化」及「演化與生物多樣性」兩個次主題；學習的內容是：從「物質世界」及「生命世界」的角度，探討巨觀和微觀系統的變動與穩定，了解「變動與穩定」的特性，並在學習過程中培養科學探究能力及科學態度。

(四)活動(單元)名稱：

- 1、單元一：從二氧化碳看穩定與變化(2節)
- 2、單元二：地球熱量的收支平衡(2節)
- 3、單元三：氣候變動與生物適應(2節)

(五)使用說明：

- 1、本模組以「跨科核心概念---變動與穩定」為主，適合教授的時機為：
 - (1) 列為正式課程的一個單元，建議在九年級實施。
 - (2) 社團或彈性課程。
- 2、本模組以「天氣與氣候變化」及「演化與生物多樣性」兩個次主題的內容來呈現「變動與平衡」這個跨科概念。兩個次主題中相關的學科概念如：「溫室效應」、「全球氣候變遷」、「生物的體溫調節」、「生物的適應與演化」以「閱讀資料」方式提供，教學前教師也可以用幾個提問前測學生相關的先備知識，以決定是否需另外補充其他知識概念。

3、本模組的文本(教材)試圖以「學生可自學」的方式呈現，在教材中除閱讀資料外，並加入以「小圖示」的內容來指導學生學習方法，並表示，如：在「教材(文本)」中呈現

(1) ：此圖示表示此處資料示由學生自行閱讀，培養學生閱讀習慣。

(2)  想一想：此圖示表示老師學生在閱讀前或後應思考的問題，老師在課堂中可以把這些問題做為口頭問答的題目，學生在自學時看到此圖示即要試著去回答這些問題。

(3)  閱讀小提醒：此圖示表示閱讀時的重要技巧，學生可根據這些提醒來做閱讀，掌握文本中的重點。

(4)  討論、分享：此圖示表示老師在此處應安排學生的討論，口頭或書面發表、分享，學生在自學時，則可試著就這些問題和同學討論。

(5)  統整、結論：此圖示表示此處應進行此單元的統整並得出結論，老師可協助學生做統整並未下一單元的學習預做伏筆；學生自學時則可嚐試自我進行統整！

(6)  挑戰題：此圖示表示此處的問題是教統整應用的問題，是總結性評量，供學生挑戰進階能力之用。

4、差異化教材設計：部分活動設計 A, B 兩種難度不同的版本，教師可視學生學習情形選擇適合的版本。

5、教案及教學示例：教案以「四格教案」表示，「四格教案」是將每一節課以一頁的篇幅呈現，方便老師對該節課有一目了然的認識；而「教學示例」則以「備課用書」模式呈現，將課本(學用資料文本)和教學解說並陳，讓課本和實際教學過程、操作方式及注意事項等能互相對照，方便老師備課時使用。另外教師參考資料則另外以文字檔簡報或網頁連結或影片等方式提供。

6、除了教材外，本模組試圖將教學模式(如分組合作學習)、教學法(如探究試教學法)列入課程，在教案或教學示例中呈現。

7、學習單(工作單)包含在學用教材中，不另外印製。

二、設計理念

以下由三方面來說明這個模組的設計理念

(一)創新---國中階段自然科「跨科」教學模式

科學知識來自對自然現象的探討，應用於解決生活中的問題，無論自然現象或生活中的問題都是不分科的，但過去我們的國中科學教材習慣以「分科概念的邏輯系統」來編輯，且師資養成及學校排課習慣等比較偏向「分科」教學，所以「科學知識」被分成「生物」、「理化」、「地科」等不同系統，彼此間缺少統整與連繫。此次模組研發計畫希望能將「跨科」的概念和模式融入，但又顧慮到國中端「師資」及「排課」的實際限制，所以本模組嚐試---將每學期的課程內容中的約1/6(章節或時數)以「跨科概念」呈現，如：每學期的教材含6單元(章、主題)，其中5個單元以「學科核心概念」為主，而另一個單元以「跨科核心概念」為主。如此既可保有「學科核心概念」的系統性，也能兼顧「科學知識是統整、不分科」的事實，而且在師資及排課上的變動也較小，可行性較高！

本模組以美國 NGSS 的跨科核心概念---「變動和穩定」為主軸，內容取材自「天氣與氣候變化」及「演化與生物多樣性」兩個次主題，用「溫室效應」、「全球氣候變遷」、「生物的體溫調節」、「生物的適應與演化」等題材，來傳達無論物質世界或生物世界，從微觀到巨觀系統都有變動與穩定的交替現象，並讓學生知道「變動和穩定」的特性。

(二)表現---「知識概念」、「探究能力」、「科學態度與本質」全面提升

本模組呼應12年國教自然科領綱的「核心素養」理念，模組的課程目標除了「知識概念」外，「探究能力」、科學態度與本質也都是重要的教學目標，而為了讓學生具有三個面向的科學素養，學習活動是本著「以學生為主」的理念來設計、安排，如：讓學生根據文本提供的資料進行資料分析、解讀及論證、讓學生分組討論、互相分享、質問；或讓學生動手操作、設計實驗等。而在評量方面除了學習單(習題)的寫作，還有口頭發表、實驗操作等評量，以多元的方式來檢核學生的學習成果。

(三)理念---促進「自發」、「互動」、「共好」的教學策略

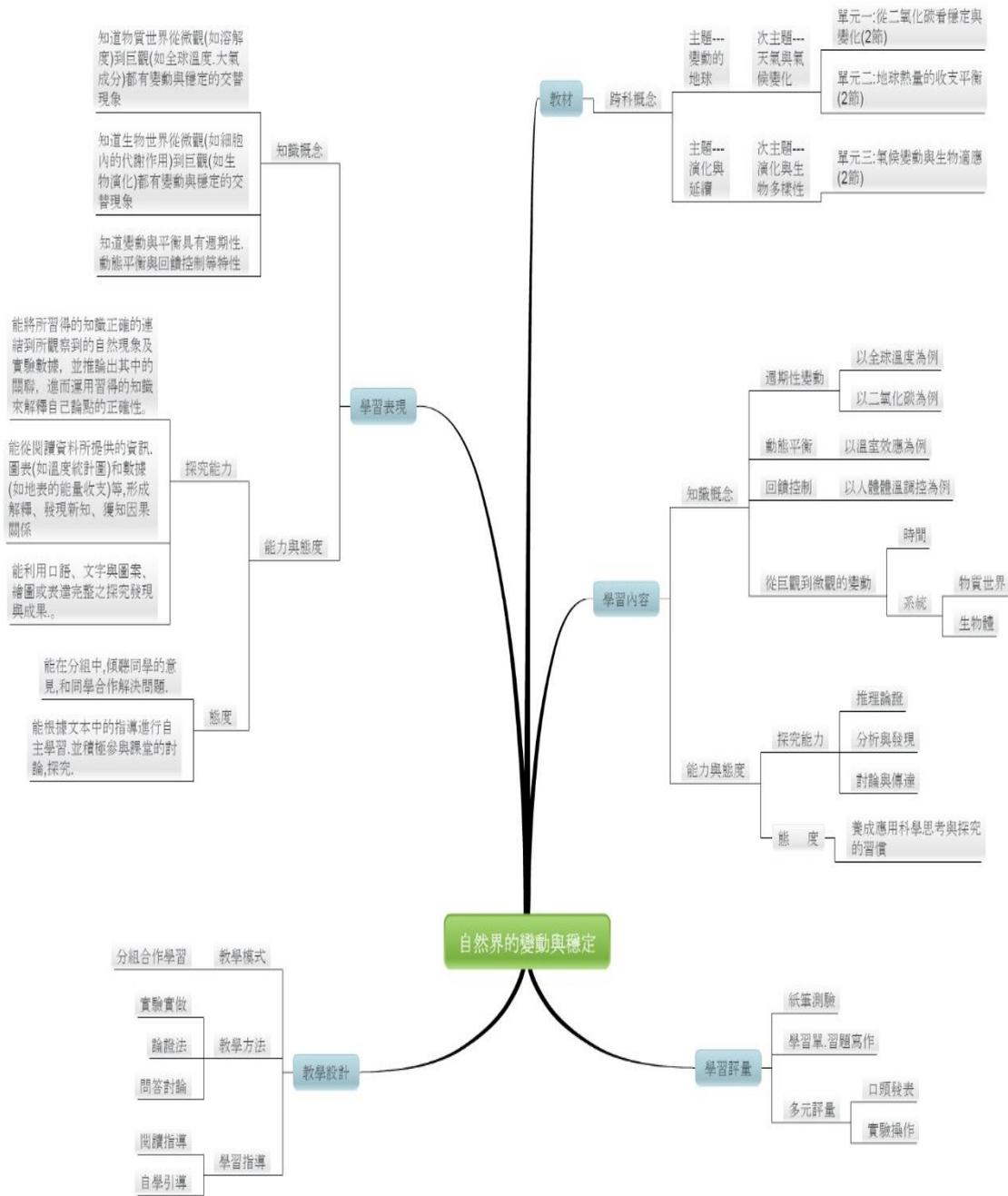
為促進學生的「自發」、「互動」、「共好」，採取的教學模式和策略包括：

「自發」---本模組的文本(教材)中除閱讀資料外，並加入「學習指導」的各種圖示及內容，讓文本除了提供知識外還能「教學生如何自學」，並且盡量以符合學生生活經驗的題材和敘述引發學習興趣與動機。

「互動」---本模組以討論、發表等學習模式促進學生間的互動，而模組內容如「溫室效應」、「全球氣候變遷」、「生物的適應與演化」則是聚焦在人類與環境的互動。

「共好」---整個模組的教學過程皆採參「分組合作學習」模式，學習過程需和組內或組間進行合作、互動，並分享學習成果。

三、模組架構



四、核心素養指標 (*標註在 5.3 之教學示例中)

五、教學活動

(一)教學目標

單元一:從二氧化碳看穩定與變化(2 節)

- 1、知道全球溫度、大氣成分等現象在短時間和長時間內的變動情形。
- 2、知道週期性的變動為一種平衡

單元二:地球熱量的收支平衡(2 節)

- 1、知道物質世界從微觀(如溶解度)到巨觀(如全球溫度、大氣成分)都有變動與穩定的交替現象。
- 2、知道變動與平衡具有動態平衡的特性
- 3、了解溫室效應的成因與影響

單元三:氣候變動與生物適應(待開發)

- 1、知道生物世界從微觀(如細胞內的代謝作用)到巨觀(如生物演化)都有變動與穩定的交替現象
- 2、知道變動與平衡具有週期性、動態平衡與回饋控制等特性
- 3、了解生物體溫調節和環境的關係

(二)教學素材

本主題之教學素材包含：

- 1、研發團隊編寫之學用素材(含閱讀資料、討論題目、學習單等)
(附錄 1：學用 01. 附錄 2：學用 02)
- 2、自製教學簡報 (附錄 3：教用簡報 01. 附錄 4：教用簡報 02)
- 3、教學過程運用之教學媒體(網錄影片、網頁)、教學電腦、投影機…等

(三)教學設計

教學設計以教學示例(教案呈現，包含：

- 1、單元一教學示例(附錄 5：教用 01)
- 2、單元二教學示例(附錄 6：教用 02)
- 3、單元三教學示例(待研發)

(四)教學評量

本主題之教學評量以學習過程的成性評量為主，評量方式包含學習單寫作、回答問題、口頭發表等，學習單及討論題目皆附在學用資料中。整體模組完成後將有總結評量手冊(待研發)

教學評量(附錄 1：學用 01、附錄 2：學用 02)

六、教學資源

本計畫教學資源內容分為：學生學習手冊及教師教學資料二部份。

(一)學生自主學習(附錄 1：學用 01、附錄 2：學用 02)

(二)教師專業發展(附錄 5：教用 01、附錄 6：教用 02)

1、參考網站

(1) NGSS – Crosscutting Concepts

<http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Appendix%20G%20-%20Crosscu>

[tti ng%20Concepts%20FI NAL%20edi ted%204. 10. 13. pdf](#)

(2) 國立自然科學博物館/氣候變遷

<http://edresource.nmns.edu.tw/ShowObject.aspx?id=0b81aa7caa0b81d9f9f8>

(3) NASA/ Global Climate change

<http://climate.nasa.gov/evidence/>

<http://climatekids.nasa.gov/greenhouse-effect/> (FOR KIDS)

(4) A Student's Guide to Global Climate change

<http://www.epa.gov/climatestudents/basics/today/greenhouse-effect.html>

七、試教成果

本模組進行兩次正式試教，第一單元由編寫者之一的鄭志鵬老師在龍山國中資優班(8年級)進行試教並由指導教授吳敏而老師、黃茂在老師、共同編寫者吳月鈴老師等共同觀課及進行研討會議。第二單元由參與諮詢的宜蘭縣復興國中理化科教師張揮鈺老師在宜蘭縣復興國中(8年級)試教，由指導教授吳敏而老師、黃茂在老師、共同編寫者吳月鈴老師及復興國中理化科陳信聰老師、地科教師張奕郎老師、生物科林宛青老師共同觀課及進行研討會議。

(一)教學活動紀錄

1、第一單元試教錄影

影片—<https://drive.google.com/drive/u/0/#folders/0B4VhWxTGxGzwTOY1dVd2SDc1a3M>

2、第二單元試教觀課記錄(附錄 7：單元二試教觀課紀錄)

(二)學生學習歷程檔案

1、第二單元試教學習單剪輯(附錄 8：單元二試教學習單剪輯)

(三)教學研討會議

研發會議紀錄及成果(雲端資料夾--- 資料過多,存放雲端硬碟

<https://drive.google.com/open?id=0B04vpvcJSQtWfjZjMVhqR1pPZEK4TOFjdIphRTNNeER6cVRmeHAzREIFbDFUdFhkQXJJI E&authuser=0>)

(四)教學省思

1、鄭志鵬老師教學省思(附錄 9：鄭志鵬老師教學省思)

2、吳月鈴老師教學省思(附錄 10：吳月鈴老師教學省思)

(五)教學成效(略)

附錄1

從溫室效應看變動與穩定—單元一-1、二氧化碳的變動與穩定（學生用）



自然界中的變動與穩定

地球上有很多的天然現象，有些處於穩定的狀態，有些則是不斷的變動。🗨️想一想，地球公轉一週的時間、地球上觀察月球盈虧的狀態、二氧化碳的濃度、地球的平均溫度等等。以上這些可以觀察的自然現象，哪些是處於穩定狀態的？哪些是處於變動的？

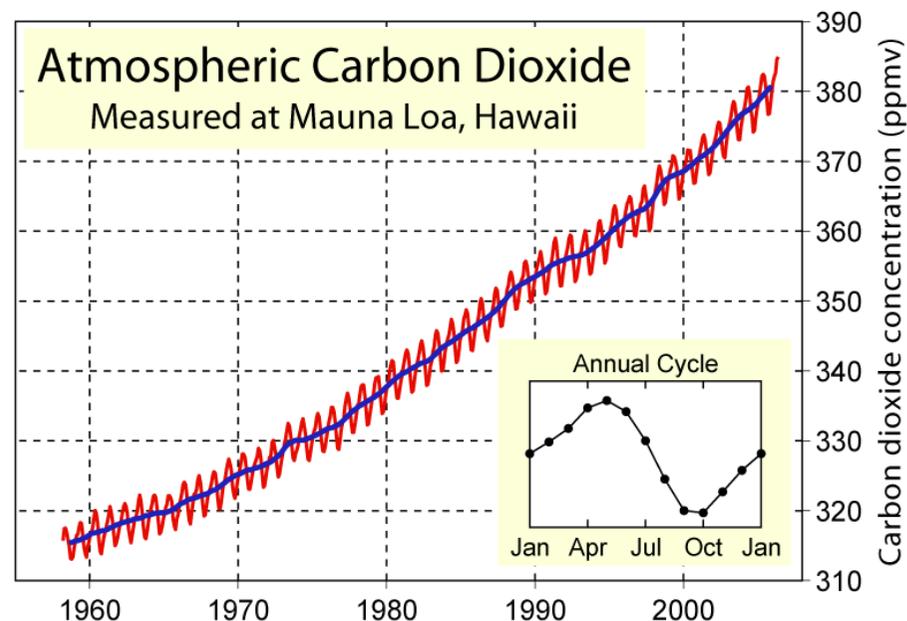
地球公轉一週的時間，長期以來都維持約365.25天。如果我們將地球公轉週期記錄起來，我們會發現每一次記錄下來的時間都是一樣長的。所以我們會認為地球公轉的週期，是一個穩定的自然現象。

如果我們每一天晚上，觀察記錄月球的形狀，會發現月球每天的形狀都不一樣。🗨️你覺得月球的盈虧狀態，是一種穩定的狀態還是變動的呢？雖然月球每天的形狀都不一樣，但是只要觀察的時間長一點，就會發現月球發光區域的面積，會從小變大再由大變小呈現週期性的變化。這個情況下，我們還是認為月球的盈虧狀態，是屬於一種穩定的狀態。

關於二氧化碳，有許多人說地球上的二氧化碳越來越多了，意思就是他們認為二氧化碳的濃度，並不是處於穩定的狀態，而是處於變動的狀態。對於這樣一個科學議題，我們應該要根據客觀的數據作出分析與判斷。我們可以找到二氧化碳濃度變化圖，來看看我們可以從裡面獲得什麼樣的訊息吧。

活動一、二氧化碳是處於穩定的狀態還是變動的？

我們在網路上可以找到一些關於二氧化碳濃度變化的資料，其中一張資料是像下圖這樣的濃度變化圖。



圖一、二氧化碳濃度變化圖

閱讀小提醒：科學文獻中常常出現數據的統計圖，閱讀數據統計圖時一定要注意橫軸，縱軸所代表的意義、單位。



讀圖

1.關於橫軸，你看到哪些訊息？

2.關於縱軸，你看到哪些訊息？

從溫室效應看變動與穩定—單元一-1、二氧化碳的變動與穩定（學生用）

描述

看懂橫軸和縱軸的訊息後，我們可以用文字來描述自己從圖中看到的訊息。

 「上面這張圖，描述了從西元1960年到約2008年二氧化碳的濃度變化。每一年大約在五月的時候濃度會到達最高峰，大約在十月的時候會降到最低。每年的二氧化碳濃度呈現週期性的變化。從1960到2008年這段時間，二氧化碳的年平均濃度則是從大約315ppm上升到380ppm。」

這裡的訊息是客觀的描述，並沒有做任何分析解讀和判斷。也並沒有回答二氧化碳的濃度，是處於穩定的狀態還是變動的狀態。

詮釋

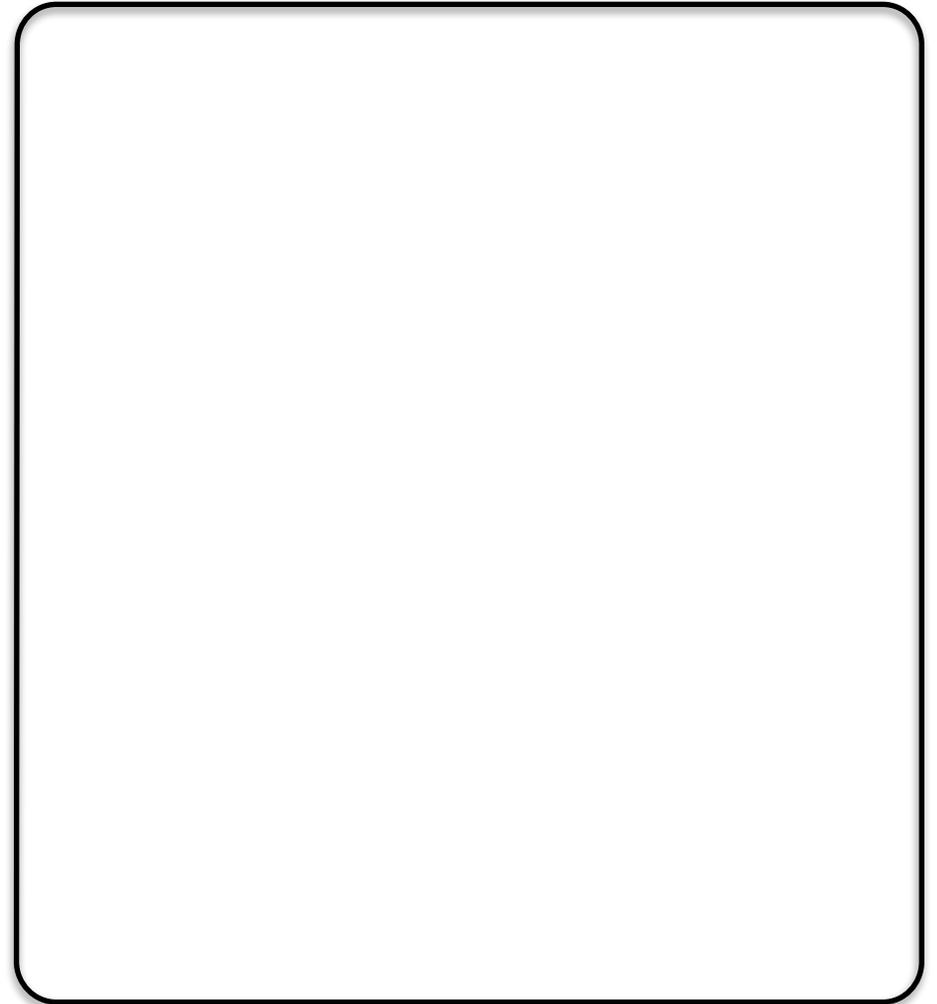
 從這張圖可以說明：「二氧化碳的濃度是處於穩定的狀態或是變動的狀態」嗎？請閱讀以下兩種觀點，看看你比較認同哪一種說法？

一、我認為二氧化碳濃度是異常的升高的。因為雖然二氧化碳每一年都有週期性的變化，可是可以看出從1960年以來，每一年的二氧化碳濃度都持續的升高，並非維持穩定的高低變化。這代表二氧化碳的濃度並非處於穩定的狀態，而是變動的狀態。

二、我認為二氧化碳濃度並沒有異常升高。因為雖然二氧化碳從1960年以來濃度不斷的增加，但是二氧化碳的濃度可能是以一個更長的時間週期在變化。如果二氧化碳濃度是以一百年甚至更長的時間為週期的變化，可能在這50年剛好處於濃度上升的週期，就像每年的10月到隔年的5月一樣。

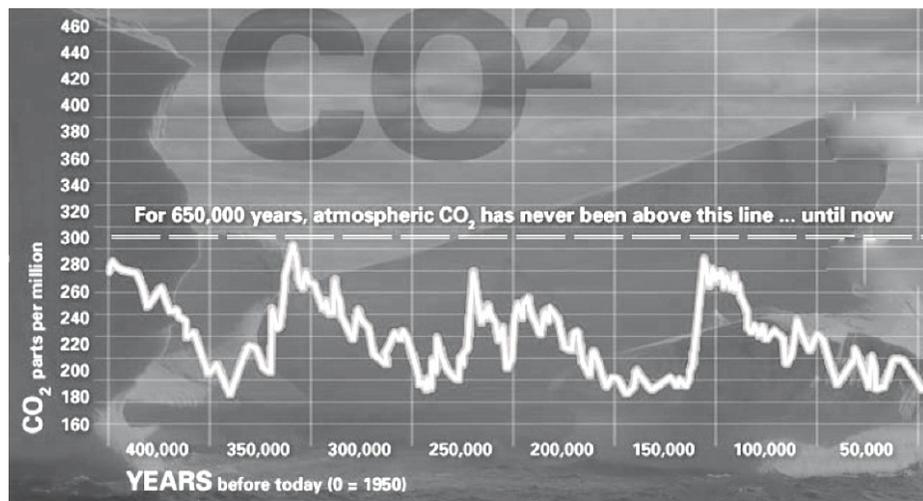


閱讀後和你的同學討論，你們比較支持哪一個觀點？為什麼？如果沒有辦法做決定，那想想看，我們還需要什麼樣的資料來幫助我們做決定呢？



從溫室效應看變動與穩定－單元一-1、二氧化碳的變動與穩定（學生用）

讓我們再看一張圖



圖二、二氧化碳濃度變化圖

 閱讀小提醒：當有多個資料(如2個圖時)，我們通常會用「比較法」來找出隱藏的資訊，如圖一和圖二相同的地方是...，不同的地方是...

讀圖與描述

請觀察上圖，描述這40萬年以來，二氧化碳的濃度變化。別忘了剛剛練習的讀圖技巧

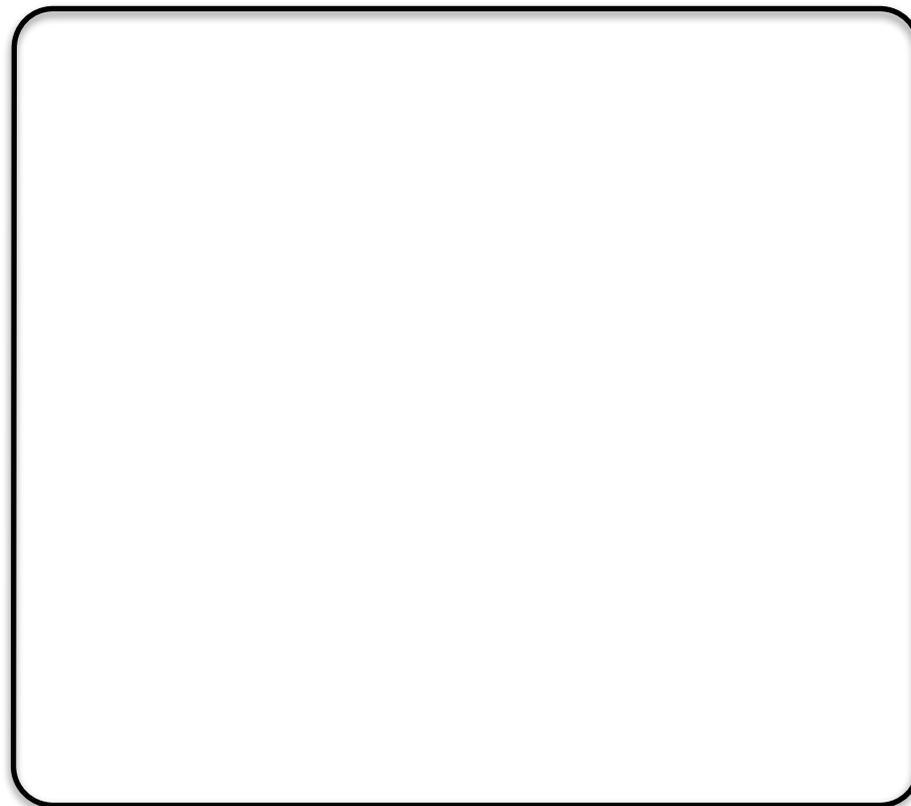
比較

這張圖和上頁的圖有哪些不一樣的地方呢？

詮釋



和同學討論，綜合這兩張圖，你覺得二氧化碳的濃度是處於週期性的穩定變化？還是已經失去穩定的狀態呢？為什麼？



從溫室效應看變動與穩定—單元—2、地球發燒了嗎？（學生用）

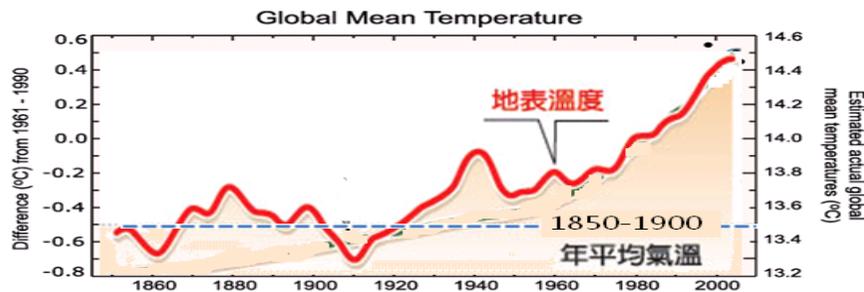
活動二、地球發燒了嗎？

有些科學家認為：地球目前出現的異常高溫，顯示地球正在逐漸暖化；而有些科學家則認為氣候本來就是在變動狀態，目前的暖化仍在正常範圍。你認同哪一個說法呢？為什麼？

以下有三個「地球平均溫度變化情形」的資料，讓我們試著了解這些資料後再來判斷哪一派科學家的說法較合理：

一、近100年全球氣溫變化情形

聯合國政府間氣候變遷小組(簡稱IPCC)第4次氣候變遷評估報告指出：上一個世紀(1906-2005年)全球平均溫度的上升幅度約為一百年上升攝氏0.74度。其中以最近 25年的氣溫上升更為明顯---在這一百年中，最溫暖的12年，就有11年發生在1980年以後。



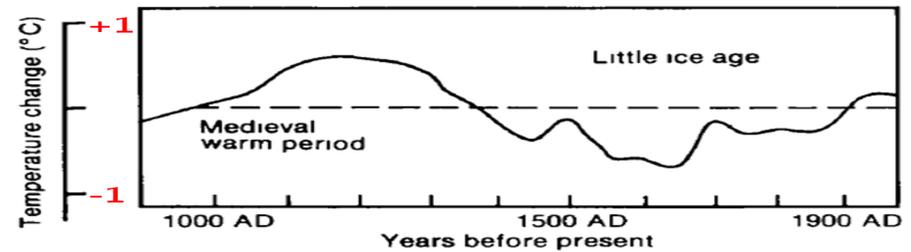
圖一、西元1860後全球氣溫變化圖

※溫度的上升或下降是以1850~1900年的平均溫度為基準來比較。

二、近1000年全球氣溫變化情形

下圖是西元1000~2000年間氣溫變動情形，其中10世紀到14世紀

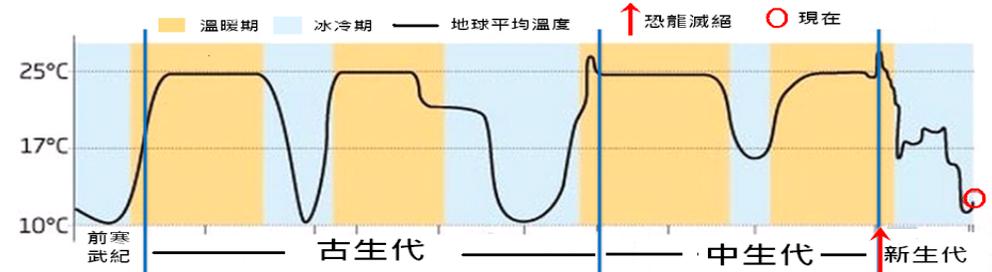
出現一段平均溫度較高的溫暖時期，被稱為「中世紀溫暖時期」，而之後的200多年出現全球氣溫下降的現象，稱為「小冰期」(1550年至1770年)。



圖二：西元1000~2000年全球氣溫變化圖

三、地球形成至今的地面平均溫度

如果將46億年前地球形成初期至今的全球溫度變化做成圖，則如圖三所示。



圖三：地球形成至今的全球氣溫變化圖

閱讀小提醒

1. 科學文獻中常常出現數據統計圖，閱讀數據統計圖時一定要注意：橫軸，縱軸所代表的意義、單位。
2. 當有多個資料(如3個圖時)，我們通常會用「比較法」來找出隱藏的資訊，如圖一和圖二相同的地方是...，不同的地方是...

從溫室效應看變動與穩定—單元一-2、地球發燒了嗎？（學生用）



聽與說(討論、發表)---

1.閱讀完上述資料後，請和同學討論並發表你們的看法（擇一回答）：（發表時請用：我支持....說法，因為文章中有...(佐證資料)可以支持這個說法）

2.聽完另一方支持者的說法後，你們的想法是否有改變?你們現在的想法為何？

3.圖三顯示：中生代末，地表平均溫度下降許多，被認為可能是造成「恐龍滅絕」的原因之一。你認為造成地表平均溫度下降的可能原因為何？

結論



你發現了嗎？要決定地球目前出現的高溫，是「異常的暖化」還是「正常的變動」其實是很困難的。因為如果我們以「天」或「年」的觀點去看氣溫，則氣溫是一直在變動的，但若以幾千甚至幾十萬、幾千萬年的尺度去看，則氣溫的變動似乎有一定的規則。地球氣溫的變動與規律性，可能是地球本身「調節」的結果呢！

再看看溫室效應吧！「溫室氣體」在近100年來確有增加的趨勢，但我們可以確認「溫室效應」是導致全球增溫的原因嗎？

除了氣溫外，其實自然界的事或物都是變動與平衡(穩定)交互出現的，我們人體也有很多變動與恆定的例子喔！

地球熱量的收支平衡

從「變動」到「穩定」

上一單元中我們學到，無論是大氣中二氧化碳濃度或地球的平均溫度，在短時間內來看是變動的，但長時間來看則是穩定的。而在日常生活中也可以發現這種變動與穩定的情形，如：當我們把鹽溶入水中時，鹽水的濃度會在剛開始的一段時間是由稀至濃不斷變動的，但當達到某一濃度(飽和)後則趨於穩定不再變動。這是否表示「變動」是一個過程而「平衡、穩定」則是結果呢？這一單元我們一起來探討地球溫度是如何變動及維持穩定。

水如何變熱或變冷？

如果我們要使一鍋冷水變熱，要怎麼做呢？當然要「加熱」，無論是電或瓦斯或太陽都可以做為加熱的熱量來源，水在「吸熱」後溫度就會上升！

其實，水一邊吸熱、一邊也將熱散失到周圍環境，當水吸收的熱多於散失的熱，則水溫會上升，相反的，如果散失的熱多於吸收的熱，則水溫就會下降，而當吸熱等於散熱時，水溫就不再變動而維持穩定！所以水溫的穩定是吸熱和散熱動態平衡的結果。



想一想：自然界是否也有「熱源」來「加熱」地球，使地球變暖呢？地球在吸熱後又將熱量散失到哪裡去呢？

短波輻射與長波輻射

太陽是個發光、發熱的星球，每天太陽輻射(屬於短波輻射)穿過地球大氣層入射地球表面，這是地球的熱量來源。地表吸收太陽輻射後，將太陽輻射轉換成紅外線輻射(屬於長波輻射)，並向外輻射至大氣層甚至太空，大氣層內的長波輻射量是決定氣溫的主要因素，也是各種天氣變化的主要能量來源。



討論、發表

印尼的雅加達市和日本的札幌市(如地圖)都是國人喜歡去的旅遊地點，雅加達市終年的氣溫都比札幌市高，你能從兩地所受太陽輻射量多寡的觀點來解釋這個現象嗎？

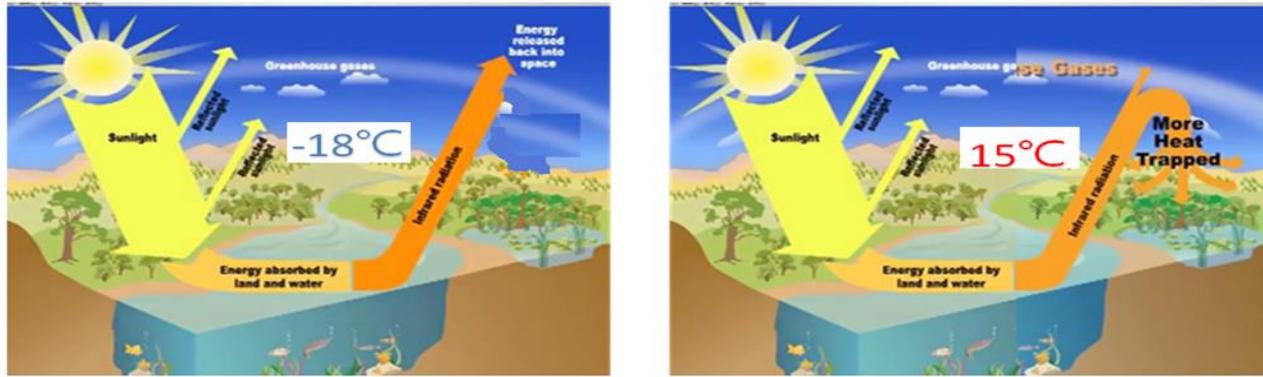
(答題小提醒:世界各地所受到的太陽輻射量並不相等，以雅加達市和札幌市比較，哪一個因素會影響入射的輻射量?)



溫室效應與溫室氣體

科學家估算：如果地表的紅外線輻射全部輻射回太空，則地球平均溫度應該是-18°C。但地球實際溫度並非-18°C而是 15°C，所以我們應該能推測：紅外線輻射並沒有完全被輻射回太空，那麼地表的紅外線輻射到底到哪裡去了？科學家研究發現：大氣層中有些氣體如：二氧化碳、水氣等，會吸收紅外線輻射(但很少吸收太陽輻射)，所以紅外線輻射大部分在大氣層中被這些氣體吸收了。大氣層吸收了來自地表的紅外線輻射後會再一次以紅外線輻射回大

氣層及地表，此種情形稱為「逆輻射」。因「逆輻射」的作用使長波輻射不斷被輻射回地表，導致地表溫度升高，此種作用即俗稱的「溫室效應」，而二氧化碳、水氣等則被稱為「溫室氣體」。



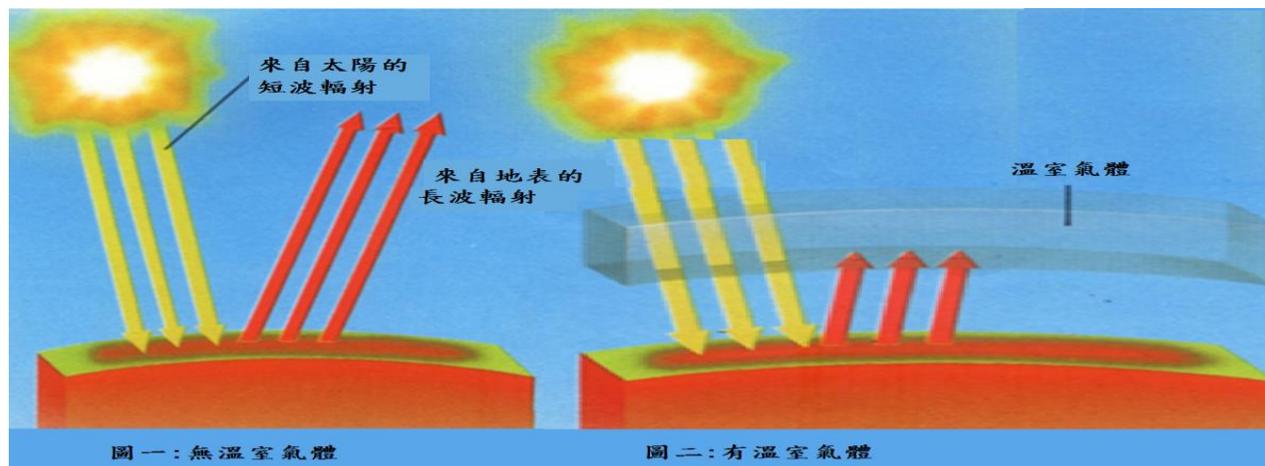
想一想：溫室效應是近代才發生的嗎？如果沒有溫室效應，地球會是怎樣的情景？



討論、書寫、發表

一、圖一為「無溫室氣體」時地球輻射量進出的情形，請仿照圖一的表示法，以箭頭及文字在圖二中畫出地球輻射量的吸收與散失情形。

答：



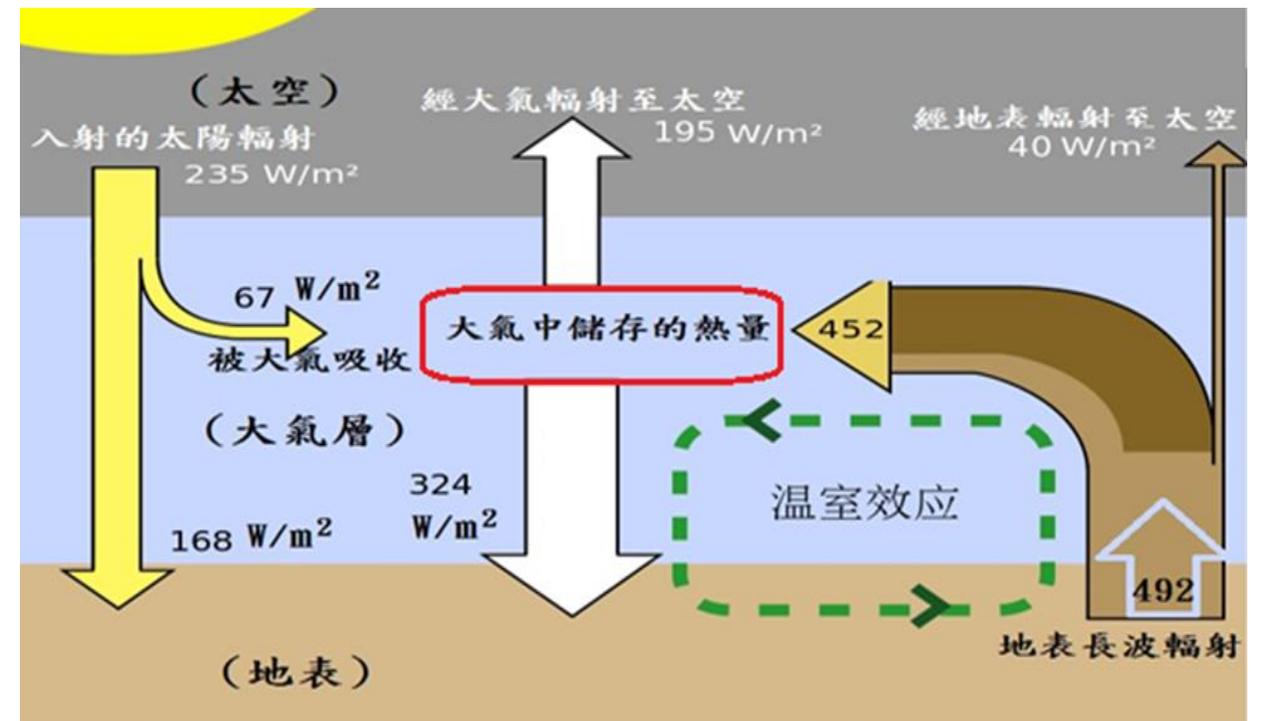
二、從輻射的收支觀點而言，你認為提倡「減碳---減少二氧化碳排放量」的意義為何？

答：



大氣中的熱量收支平衡

我們知道溫室效應可使地表增溫，現在我們要從「數字」來了解地球上各種輻射量吸收(收)、散失(支)情形，找出「增溫」的原因!下圖表示的是進入地球和從地球散失的各種輻射量，圖中 W/m^2 表示每平方公尺面積上所吸收(或釋放)的輻射量(W =瓦，是熱量的單位)。箭頭是輻射的方向。





閱讀小提醒

此圖的重點是地球輻射量收、支情形，所以讀圖時要比較各區(太空、大氣層、地表)輻射的「方向」和「量」，如：

- (1) 在太空區，進入地球的太陽輻射量是多少？由地球輻射回太空的量是多少？收、支是否達成平衡？
- (2) 在地表區：地表吸收的短波輻射是多少？地表輻射出來的長波輻射量是多少？收、支是否達成平衡？



平衡的破壞與新平衡的達成

在一個系統中，能量的進(吸收)與出(散失)最終是要達到平衡的!以地球而言，從太空輻射進入地球的太陽輻射量(收入)和從地球輻射回太空的量(支出)是相等的，這個平衡是地表和大氣層中很多熱量的收、支變動後達成的。當溫室氣體增加，破壞了大氣原有的平衡後，溫室效應增強，使大氣層內吸收的熱量增加，這些熱量不只會導致全球的增溫，也會使更多水吸熱而蒸發、或加熱空氣使空氣向上抬升...這就是劇烈的天氣變化如：颱風、龍捲風、暴雨、乾旱...等發生的原因，但這些作用也將大氣層底層(地表)過多的熱量向上帶至大氣層再排到太空，使地球達到新的收、支平衡。



討論、發表

- 1、 地表只吸收了 168W/m^2 的太陽輻射，卻釋放出 492W/m^2 的紅外線輻射到大氣層，多出的 324W/m^2 熱量(白色箭頭所示)是從哪裡來的呢？

答：

- 2、關於溫室效應的成因和影響，哪些是你原來就知道的？哪些是這次學習中新獲得的知識？

答：

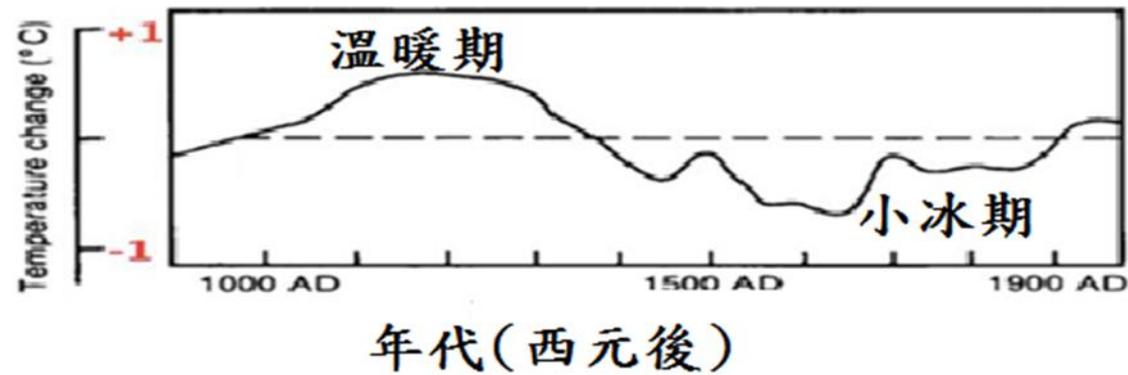


統整、結論

「動態平衡」是很多事、物的共同現象，不只會出現在地球平均溫度、大氣中二氧化碳濃度這種大規模的系統中，即使是細胞內的運作也有動態平衡的例子呢!想一想；我們身體內的各種現象，如：體溫、血糖量的維持，是否也是「動態平衡」的結果呢？

CHALLENGE 挑戰題

1. 還記得這張圖嗎？



關於圖中的小冰期---1550 年至 1770 年間全球同時發生的低溫期，科學家提出兩個說法來解釋：

A：因「連續的大型火山爆發」導致小冰期

B：因「戰爭、疾病使人民大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」導致小冰期

請說明：A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？（請用地球輻射能量吸收和散失情形來解釋）

地球熱量的收支平衡



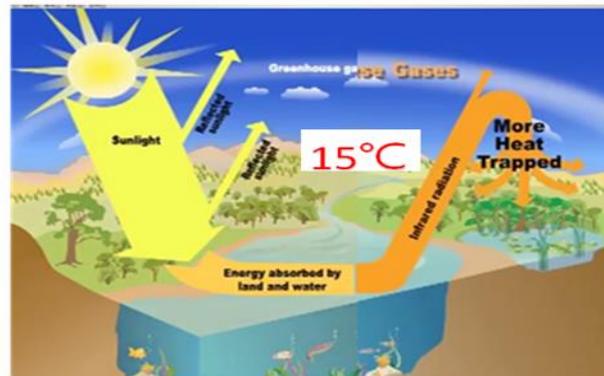
從「變動」到「穩定」



上一單元中我們學到，無論是大氣中二氧化碳濃度或地球的平均溫度，在短時間內

來看是變動的，但長時間來看則是穩定

的。而在日常生活中也可以發現這種變動與穩定的情形，如：當我們把鹽溶入水中時，鹽水的濃度會在剛開始的一段時間是由稀至濃不斷變動的，但當



達到某一濃度(飽和)後則趨於穩定不再變動。這是否表示「變動」是一個過程而「平衡、穩定」則是結果呢？這一單元我們一起來探討地球溫度是如何變動及維持穩定。



水如何變熱或變冷？

如果我們要使一鍋冷水變熱，要怎麼做呢？當然要「加熱」，無論是電或瓦斯或太陽都可以做為加熱的熱量來源，水在「吸熱」後溫度就會上升！

其實，水一邊吸熱、一邊也將熱散失到周圍環境，當水吸收的熱多於散失的

熱，則水溫會上升，相反的，如果散失的熱多於吸收的熱，則水溫就會下降，而當吸熱等於散熱時，水溫就不再變動而維持穩定！所以水溫的穩定是吸熱和散熱動態平衡的結果。

想一想：自然界是否也有「熱源」來「加熱」地球，使地球變暖呢？地球在吸熱後又將熱量散失到哪裡去呢？



短波輻射與長波輻射

太陽是個發光、發熱的星球，每天太陽輻射(屬於短波輻射)穿過地球大氣層入射地球表面，這是地球的熱量來源。地表吸收太陽輻射後，將太陽輻射轉換成紅外線輻射(屬於長波輻射)，並向外輻射至大氣層甚至太空，大氣層內的長波輻射量是決定氣溫的主要因素，也是各種天氣變化的主要能量來源。

溫室效應與溫室氣體

科學家估算：如果地表的紅外線輻射全部輻射回太空，則地球平均溫度應該是 -18°C 。但地球實際溫度並非 -18°C 而是 15°C ，所以我們應該能推測：紅外線輻射並沒有完全被輻射回太空，那麼地表的紅外線輻射到底到哪裡去了？科學家研究發現：大氣層中有些氣體如：二氧化碳、水氣等，會吸收紅外線輻射(但很少吸收太陽輻射)，所以紅外線輻射大部分在大氣層中被這些氣體吸收了。大氣層吸收了來自地表的紅外線輻射後會再一次以紅外線輻射回大氣層及地表，此種情形稱為「逆輻射」。因「逆輻射」的作用使長波輻射不斷被輻射回地表，導致地表溫度升高，此種作用即俗稱的「溫室效應」，而二氧化碳、水氣等則被稱為「溫室氣體」。

想一想：溫室效應是近代才發生的嗎？如果沒有溫室效應，地球會是怎樣的情景？



討論、書寫、發表

二、從輻射的收支觀點而言，你認為提倡「減碳---減少二氧化碳排放量」的意義為何？

答：

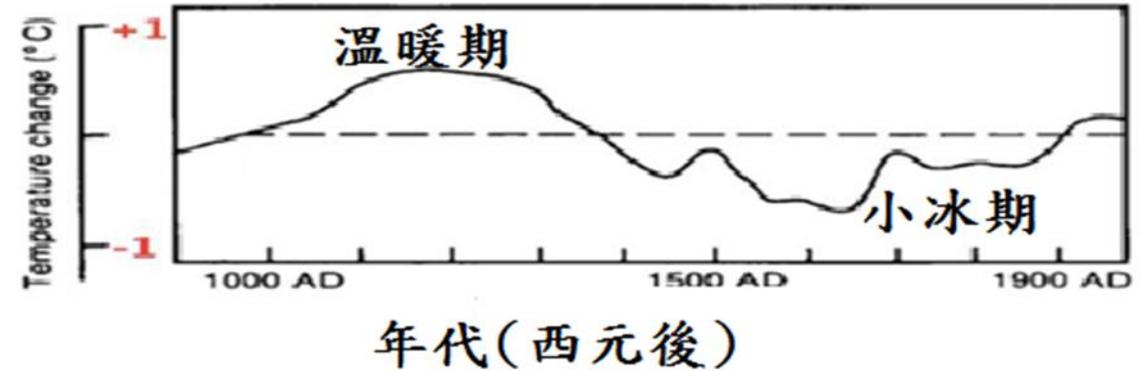
2、關於溫室效應的成因和影響，哪些是你原來就知道的？哪些是這次學習中新獲得的知識？

答：

CHALLENGE

挑戰題

1.還記得這張圖嗎？



關於圖中的小冰期---1550 年至 1770 年間全球同時發生的低溫期，科學家提出兩個說法來解釋：

A：因「連續的大型火山爆發」導致小冰期

B：因「戰爭、疾病使人民大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」導致小冰期

請說明：A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？（請用地球輻射能量吸收和散失情形來解釋）



統整、結論

「動態平衡」是很多事、物的共同現象，不只會出現在地球平均溫度、大氣中二氧化碳濃度這種大規模的系統中，即使是細胞內的運作也有動態平衡的例子呢!想一想；我們身體內的各種現象，如：體溫、血糖量的維持，是否也是「動態平衡」的結果呢？



對二氧化碳的印象

關於二氧化碳

我們可以提出什麼樣的問題呢？

轉變問題

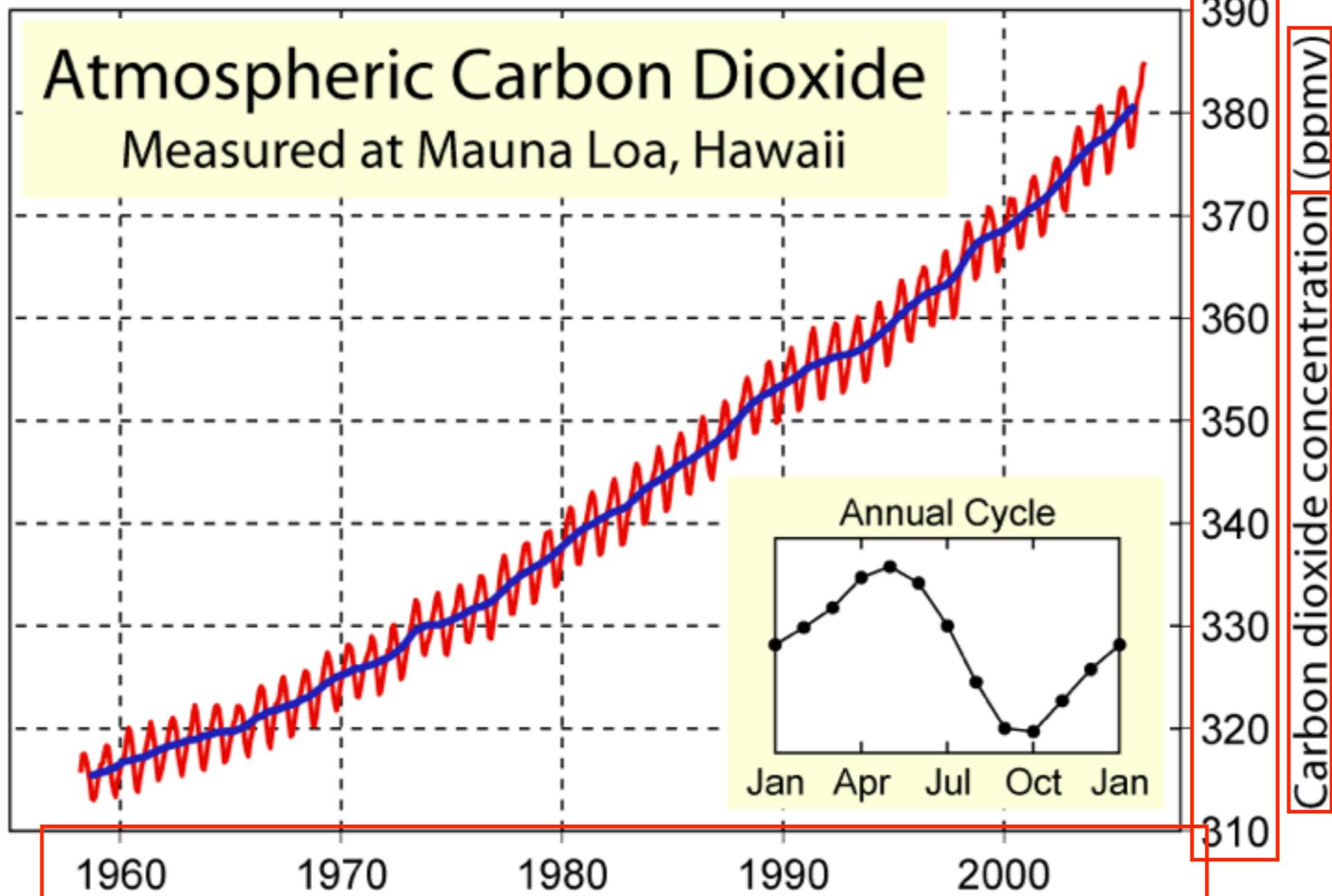
「二氧化碳的上升是否造成了全球暖化？」

二氧化碳是否上升了？

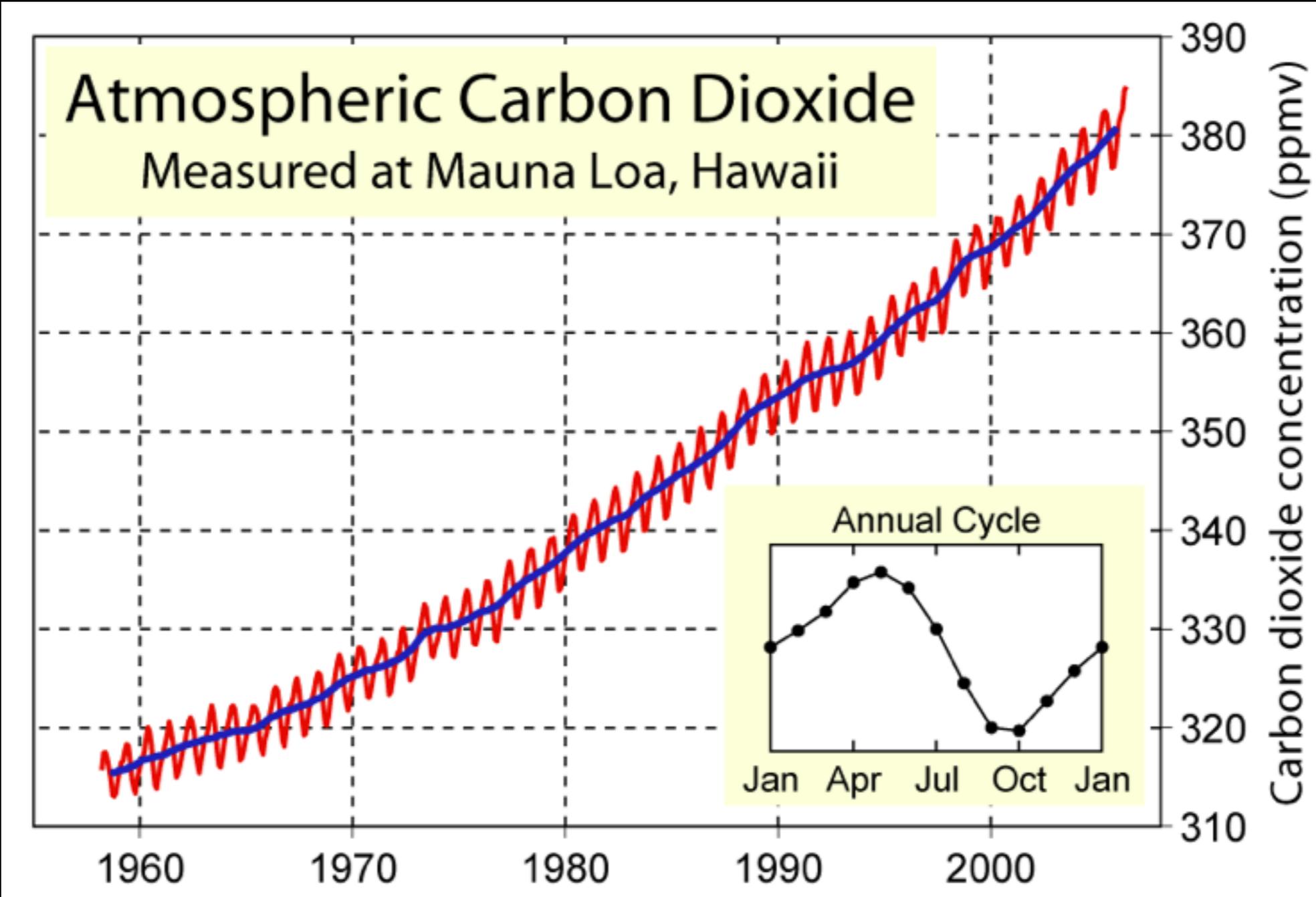
二氧化碳是否異常的上升了？

人類的活動有沒有造成二氧化碳異常的上升？

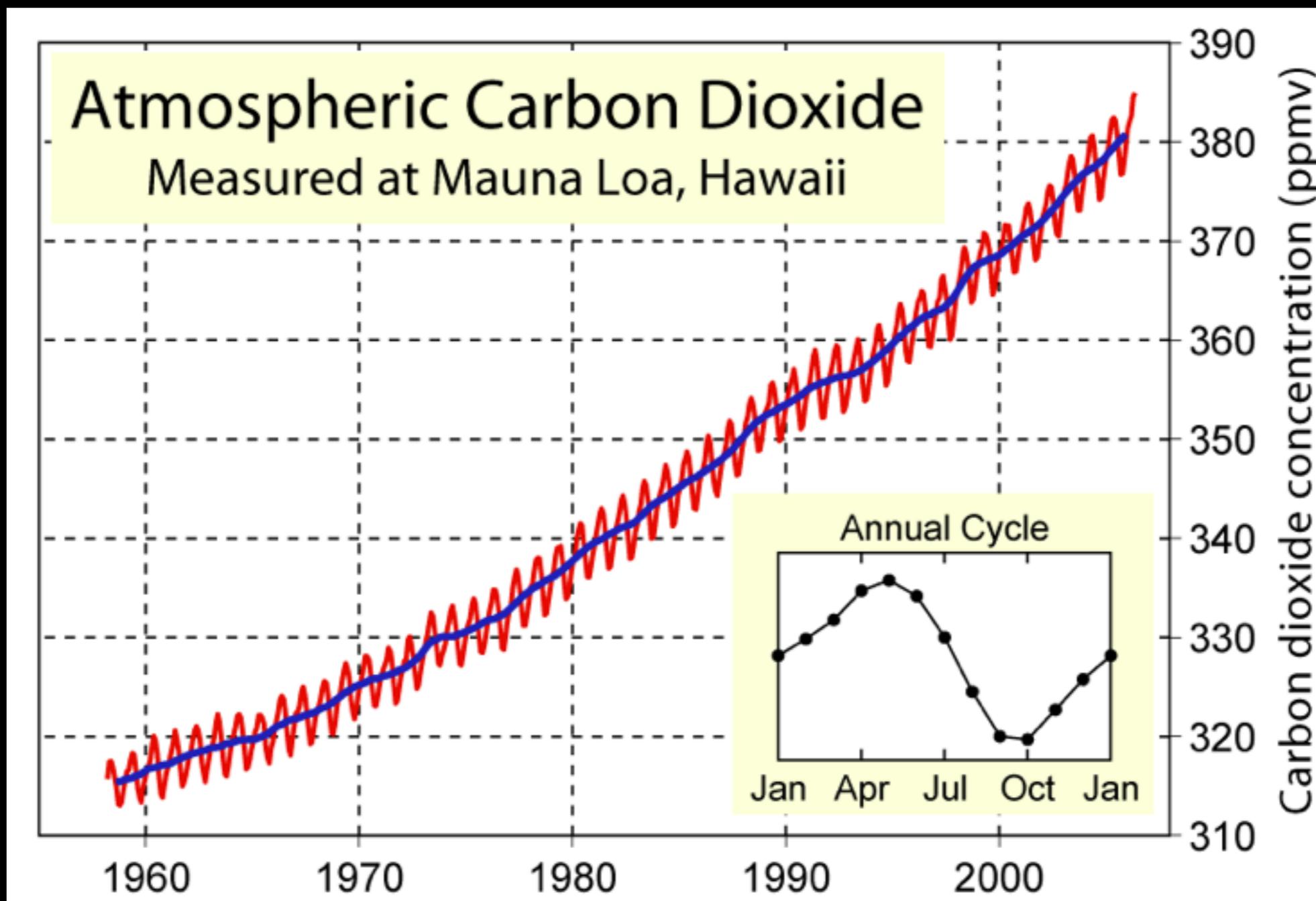
二氧化碳的變動與穩定



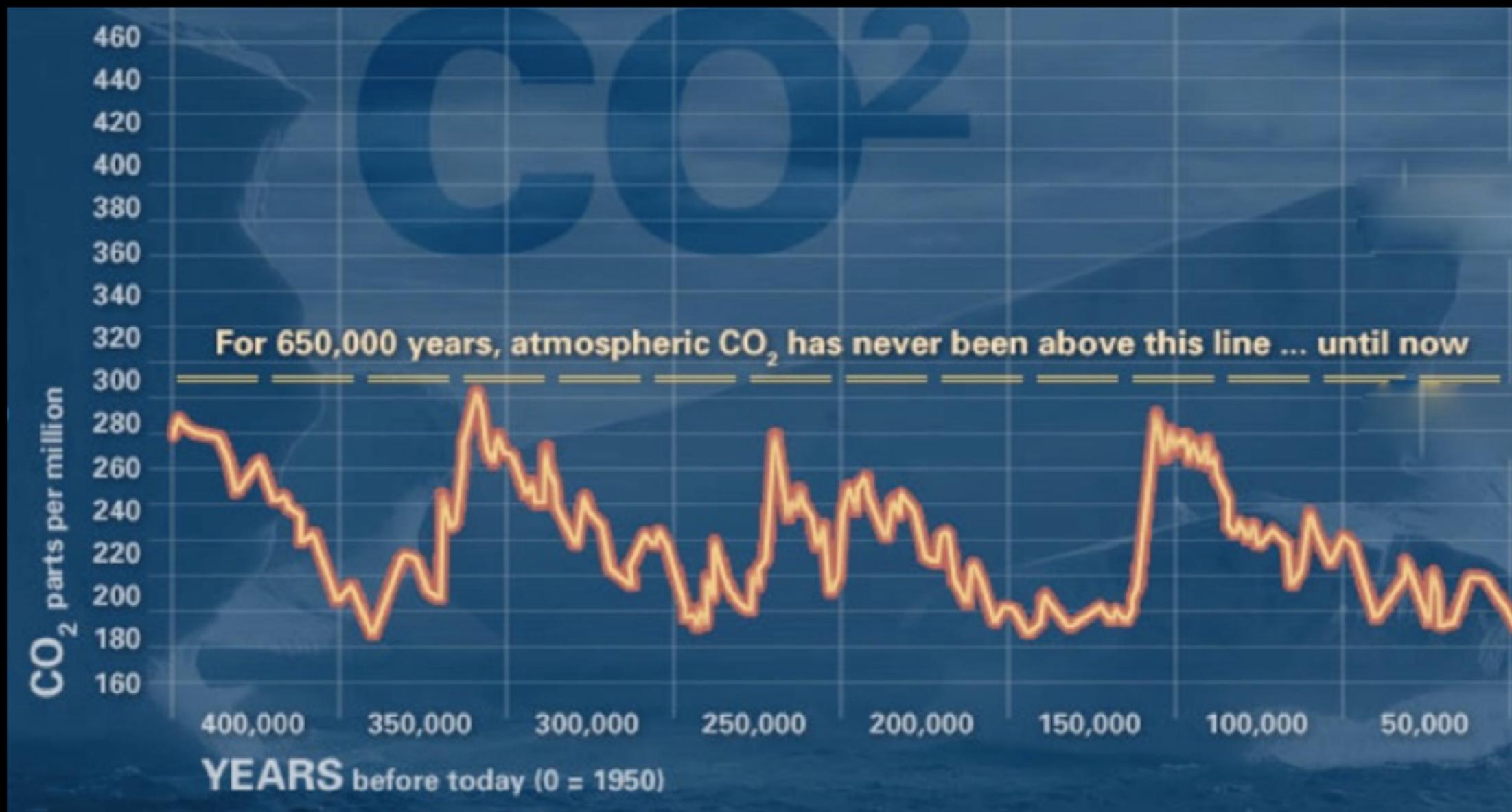
讀圖



描述這張圖



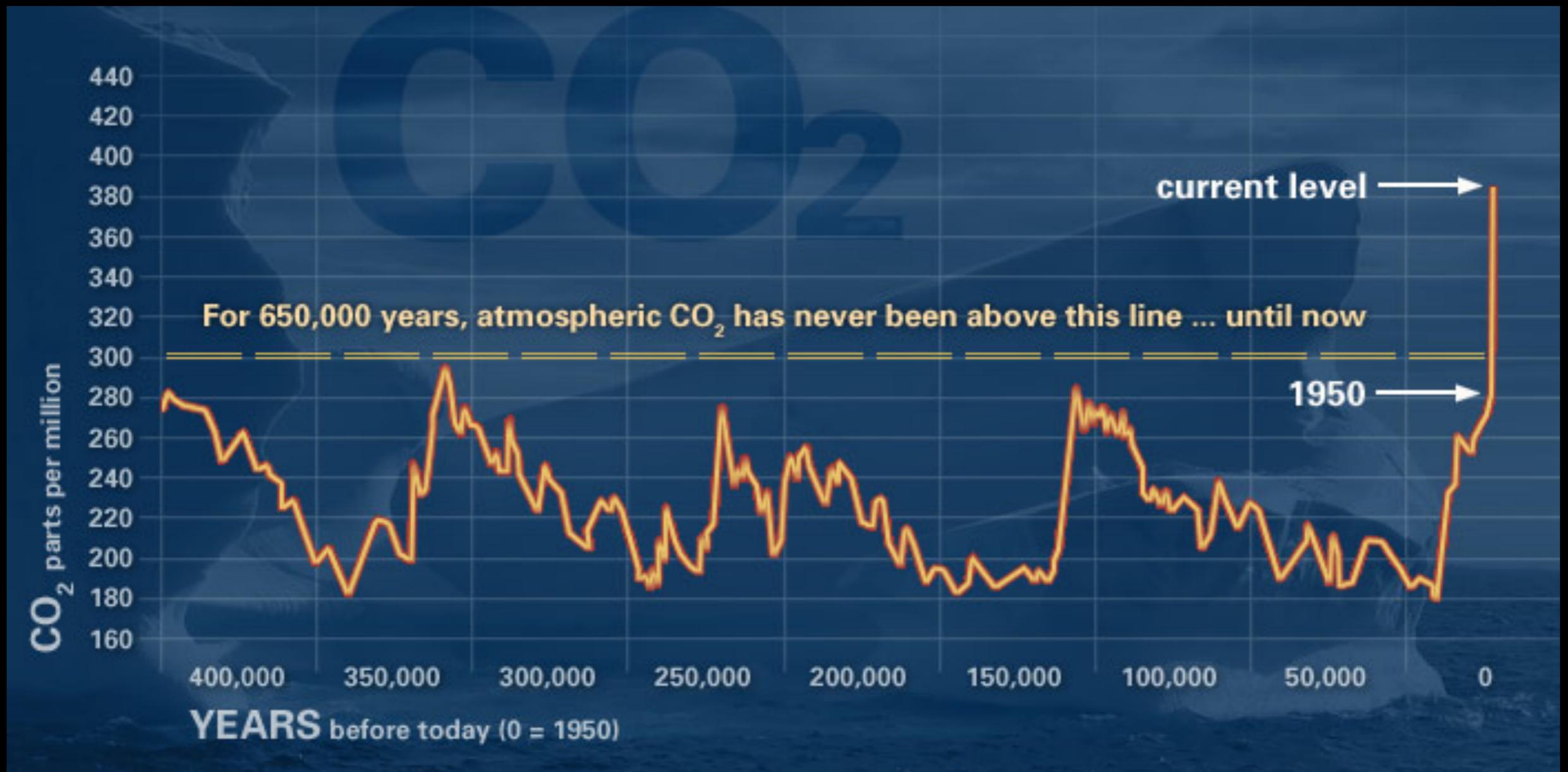
人類活動造成二氧化碳濃度異常上升嗎？



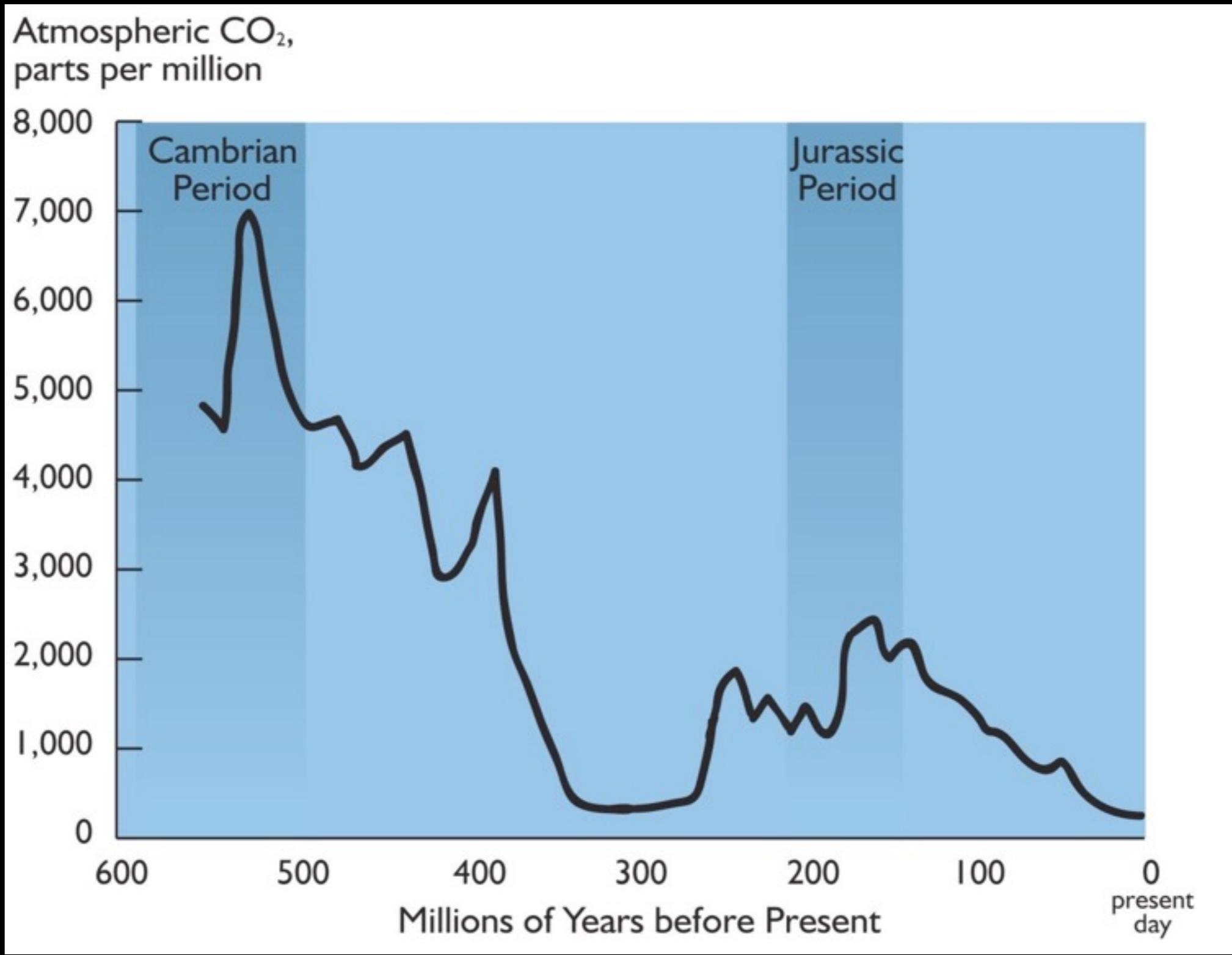
描述這張圖

你認為人類活動造成了
二氧化碳濃度增加嗎？

還需要什么什麼資料？



這張圖有沒有改變你的想法？



這張圖有沒有改變你的想法？

自然界的變動與穩定

單元二---地球熱量的收支平衡

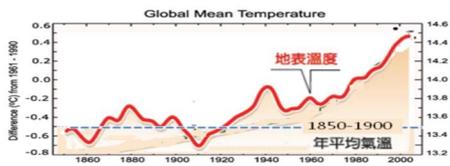
1



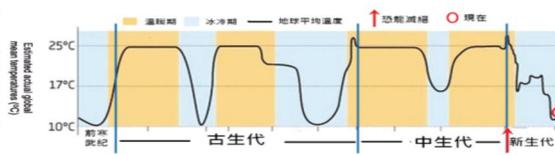
從「變動」到「穩定」

2

上一單元我們從這兩張圖學到什麼？



圖一、西元1860後全球氣溫變化圖



圖三：地球形成至今的全球氣溫變化圖

3

讓我們再從其他例子來看 “變動與穩定” 的關係...

4

怎麼做才可以使家裡的“存款”增加呢？

本月收入				本月預算結餘
科目	本月預算	實際收入	項目	0
薪津收入				本月淨收入
營業淨利	0	0		0
贈與收入	0	0		本月支出
其他收入	0	0		0
可花用淨收入	0	0		本月結餘
				0

本月支出				本月預算結餘
科目	本月預算	實際支出	項目	0
1-房租	0	0		應付稅金
2-食物	0	0		活期存款餘額
3-衣服	0	0		0
4-保險	0	0		本月應收款項
5-汽油(月費)	0	0		0
6-娛樂休閒	0	0		本月應付款項
7-運輸	0	0		0
8-每月儲蓄	0	0		可預現金餘額
9-其他	0	0		0
10-雜項	0	0		資產負債分析
11-教育費	0	0		0
12-總計	0	0		上月預算淨額
13-其他統計	0	0		0



收入 > 支出則存款增加, 收入 < 支出則存款減少,
收入 = 支出則存款維持穩定, 不變動。

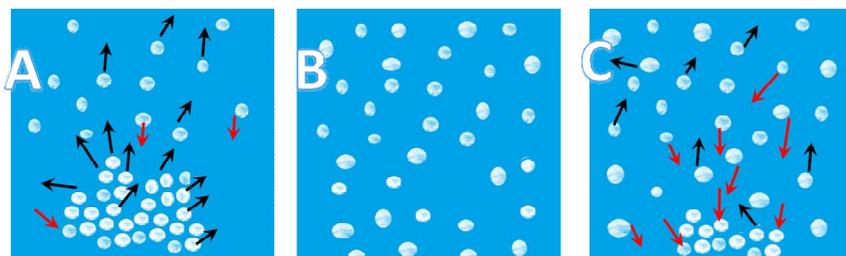
5

鹽的溶解與再結晶

- NHK影片 ---
 - [1.http://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005401397_00000](http://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005401397_00000)
 - [2.http://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005400925_00000](http://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005400925_00000)
- 說說看 ---
鹽溶解的過程中發生了什麼變化？

6

飽和溶液的溶解與沉澱



若:白色圓點表示糖(或鹽),藍色表示水,
黑色箭頭表示溶解,而紅色箭頭表示沉澱(或結晶)

1. B圖表示飽和溶液,請用紅、黑箭頭表示其溶解與沉澱的情形(用數量表示發生的速率)

2. A, C 分別為哪一種溶液? 你根據哪些特徵判斷的?

7

飽和溶液是的溶解(收)與沉澱(支)的動態平衡



8



水如何變熱或變冷？



9



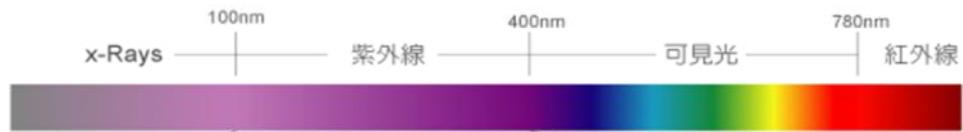
自然界是否也有「熱源」來「加熱」地球，使地球變暖呢
地球在吸熱後又將熱量散失到哪裡去呢？



10



短波輻射與長波輻射



11



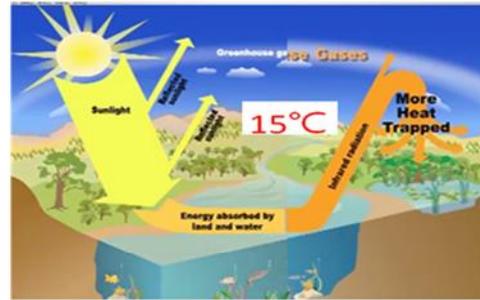
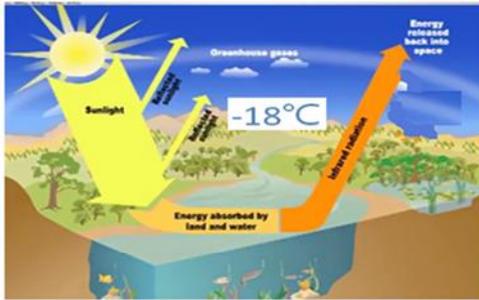
為什麼雅加達的氣溫都比札幌市高？



12



溫室效應與溫室氣體



13



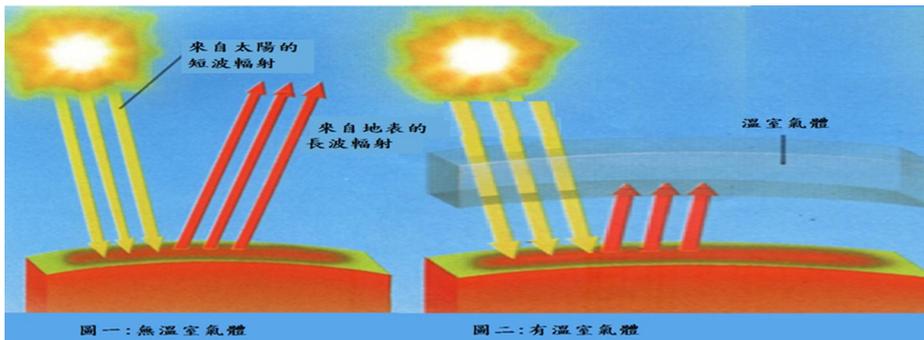
溫室效應是近代才發生的嗎？
如果沒有溫室效應，地球會是怎樣的情景？

14



討論、書寫、發表(一)

圖一為「無溫室氣體」時地球輻射量進出的情形，請仿照圖一以箭頭及文字在圖二中畫出地球輻射量的吸收與散失情形。

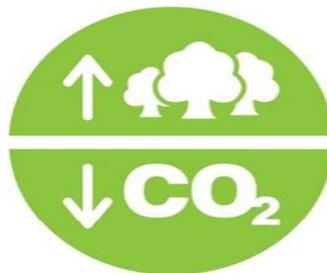


15



討論、書寫、發表(二)

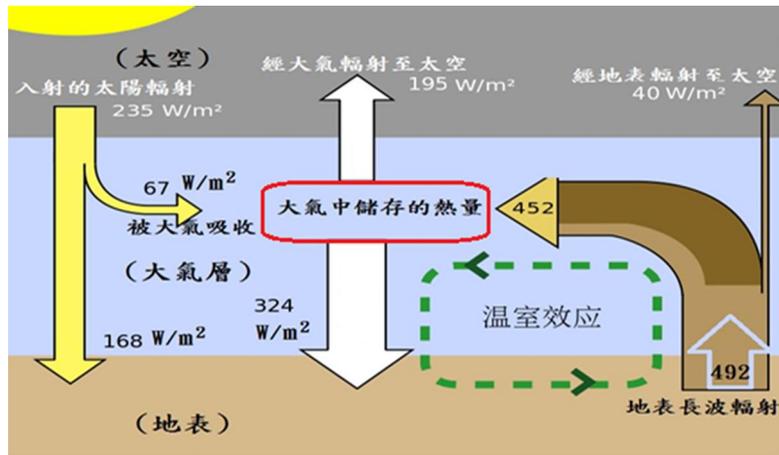
從輻射的收支觀點而言，
你認為提倡「減碳---減少二氧化碳排放量」的意義為何？



16



大氣中的熱量收支平衡



17



平衡的破壞與新平衡的達成



18



討論、發表(一)

地表只吸收了 168W/m^2 的太陽輻射，卻釋放出 492W/m^2 的紅外線輻射到大氣層，
多出的 324W/m^2 熱量(白色箭頭所示)是從哪裡來的呢？

19



討論、發表(二)

關於溫室效應的成因和影響，哪些是你原來就知道的？
哪些是這次學習中新獲得的知識？

20

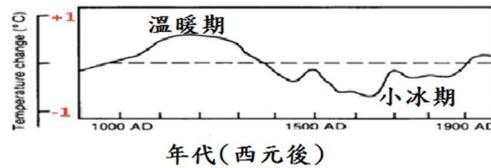
CHALLENGE 挑戰題

關於圖中的小冰期---1550年至1770年間全球同時發生的低溫期，科學家提出兩個說法來解釋：

A：因「連續的大型火山爆發」導致小冰期

B：因「戰爭、疾病使人民大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」導致小冰期

請說明：A、B事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？
(請用地球輻射能量吸收和散失情形來解釋)

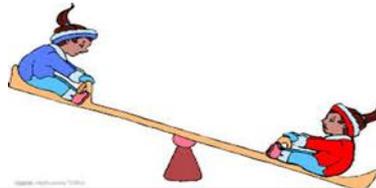


21



還有哪些「動態平衡」的例子？

「動態平衡」是很多事、物的共同現象，不只會出現在地球平均溫度、大氣中二氧化碳濃度這種大規模的系統中，即使是細胞內的運作也有動態平衡的例子呢！想一想；我們身體內的各種現象，如：體溫、血糖量的維持，是否也是「動態平衡」的結果呢？



22

自然界的變動與穩定---單元一從二氧化碳看變動與穩定(教師用—教學活動)

自然界的變動與穩定(5.3 教學設計)

一、學習目標 (包含學習表現及學習內容)

(一)學習內容

1、知識概念

- (1) 週期性變動--- 以全球溫度變化、大氣中二氧化碳含量為例
- (2) 動態平衡---以溫室效應為例
- (3) 回饋控制---以人體體溫調控為例
- (4) 從巨觀到微觀的變動

2、能力與態度

- (1) 推理論證(思考智能)
- (2) 分析與發現(問題解決)
- (3) 討論與傳達(問題解決)
- (4) 養成應用科學思考與探究的習慣(態度)

(二)學習表現

1、知識概念

- (1) 知道物質世界從微觀(如溶解度)到巨觀(如全球溫度.大氣成分)都有變動與穩定的交替現象
- (2) 知道生物世界從微觀(如細胞內的代謝作用)到巨觀(如生物演化)都有變動與穩定的交替現象
- (3) 知道變動與平衡具有週期性.動態平衡與回饋控制等特性

2、能力與態度

T-A-IV-1

P-0-IV-1

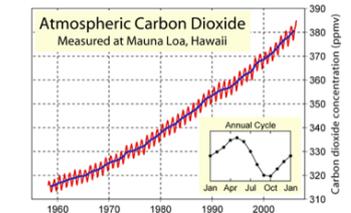
P-C-IV-2

二教學資源

- 1、教學素材(學生用文本)---含「閱讀資料」、「想一想」、「討論、發表」
- 2、教師用資源---四格教案一份、教學活動說明一份、教用簡報一份
- 3、設備---電腦.投影機、小白板(黑板)、白板筆(粉筆)
- 4、時間---A 版本二節、B 版本一節

三、教學設計(教學示例)

單元一、二氧化碳的變動與穩定 第一堂課

教材內容(學生學習活動)	教學設計及教學策略
導入與閱讀 (10 分鐘)---	
<p>從溫室效應看變動與穩定—活動一、二氧化碳的變動與穩定 (學生用)</p> <p>自然界中的變動與穩定</p> <p>地球上許多的自然現象，有些處於穩定的狀態，有些則是不斷的變動。想一想，地球公轉一週的時間、地球上觀察月球盈虧的狀態、二氧化碳的濃度、地球的平均溫度等等，以上這些可以觀察的自然現象，哪些是處於穩定狀態的？哪些是處於變動的？</p> <p>地球公轉一週的時間，長期以來都維持約365.25天，如果我們將地球公轉週期記錄起來，我們會發現每一次記錄下來的時間都是一樣長的，所以我們會認為地球公轉的週期，是一個穩定的自然現象。</p> <p>活動一、二氧化碳濃度處於穩定的狀態還是變動的？</p> <p>我們在課本上可以找到一些關於二氧化碳濃度變化的資料，其中一張資料是像下面這樣的曲線變化圖。</p>  <p>閱讀小提醒：科學文獻中常常出現統計圖（00圖?），閱讀統計圖時一定要注意橫軸、縱軸所代表的意義、單位。</p> <p>請讀</p> <p>1.關於橫軸，你看到哪些訊息？</p> <p>2.關於縱軸，你看到哪些訊息？</p>	<p style="text-align: center;">教學設計</p> <p>導入一（5分鐘）P-O-IV-1, P-O-IV-2</p> <p>由老師先提出自然界中有些穩定也有些變動的現象。</p> <p>教師提問：下列這些現象哪些是處於穩定的，那些是變動的</p> <p>呢？</p> <p>接下來，從地球穩定的公轉週期，是長期處於不變的狀態，到月球盈虧雖然有明顯的變動，但由於是規律性的變化，所以科學家還是會認定這是屬於一種「穩定」的狀態。</p> <p>* 本階段的重點是由這兩個例子讓學生了解科學家對於「穩定」的看法是什麼。接著就用同樣類型的問題，引入「二氧化碳的濃度」和「地球的溫度」是處於穩定的狀態或是變動的狀態呢？進入活動一和活動二的主題。</p> <p>*教師可以視情況，讓學生進行更多的討論，在地球上或他們知道的現象中，哪些事處於穩定的狀態，哪些是處於變動的狀態。</p> <p>閱讀（5分鐘）P-A-IV-1,</p> <p>這一階段的重點在於讓學生學習讀科學數據的圖。學生可以根據提示，從圖的橫軸讀到縱軸，並回答下列問題。</p>
<p style="text-align: center;">學習策略</p> <p>1 閱讀---可互相討論。</p> <p>2 思考、發表、聆聽。</p>	
<p style="text-align: center;">素養指標</p> <p>1. T-A-IV-1</p> <p>2. P-O-IV-1</p> <p>3. P-C-IV-2</p>	

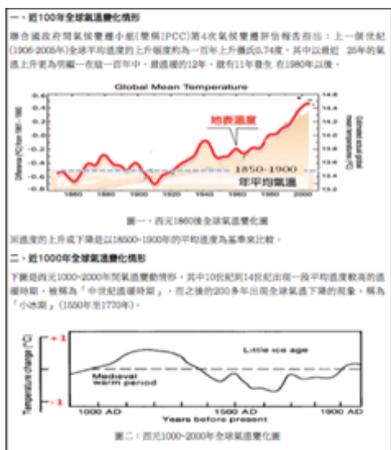
閱讀、討論與彙整(35 分鐘)	
<div data-bbox="263 257 614 571" data-label="Text"> <p>描述 看圖解和圖解的訊息後，我們可以用文字來描述自己從圖中看到的訊息。 「上面這幅圖，描述了我從1960年到2008年二氧化碳的濃度變化。每一年大約在五月的時候濃度會達到最高峰，大約在十月的時候會達到最低。每年的二氧化碳濃度呈現週期性的變化，從1960到2008年這段時間，二氧化碳的年平均濃度是很大的215ppm,上升到38ppm。」 這樣的訊息是客觀的描述，並沒有任何分析解讀和判斷，也沒有回答二氧化碳的濃度，是處於穩定的狀態還是變動的狀態。</p> <p>詮釋 這幅圖解可以說明：「二氧化碳的濃度是處於穩定的狀態或是變動的狀態」嗎？請閱讀以下兩個觀點，看看你比較認同哪一個說法？ 一、我認為二氧化碳濃度是異常的升高的。因為雖然二氧化碳每一年都有週期性的變化，可是可以看出從1960年以來，每一年的二氧化碳濃度都持續的升高，並非維持穩定的高低變化。這代表二氧化碳的濃度並非處於穩定的狀態，而是變動的狀態。 二、我認為二氧化碳濃度並沒有異常升高。因為雖然二氧化碳從1960年以來濃度不斷的增加，但是二氧化碳的濃度可能是在一個更長的時間範圍內變化。如果二氧化碳濃度是以一百年甚至更長的時間為週期的變化，可能在這50年剛好處於濃度上升的階段，就像每年的10月到隔年的1月一樣。 閱讀後和你的同學討論，你比較支持哪一個觀點？為什麼？如果沒有辦法做決定，那你想，我們需要什麼樣的資料來幫助我們做決定呢？</p> </div> <div data-bbox="263 582 614 1041" data-label="Complex-Block"> <p>讓我們再看一看</p> <p>閱讀小提醒：當有多個資料(如這個圖)時，我們經常會用「比較法」來找出隱藏的資訊。如圖一和圖二相似的地方是...，不同的地方是...</p> <p>讀圖與描述 請觀察上圖，描述這40年以來，二氧化碳的濃度變化。別忘了定期練習的讀圖技巧</p> <p>比較 這幅圖和上頁的圖有哪裡不一樣的地方呢？</p> <p>詮釋 根據描述，綜合發展圖解，你覺得二氧化碳的濃度是處於週期性的穩定變化？還是已經失去穩定的狀態呢？為什麼？</p> </div>	<div data-bbox="638 257 861 324" data-label="Section-Header"> <h3 style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; text-align: center;">教學設計</h3> </div> <div data-bbox="638 358 1061 392" data-label="Text"> <p>閱讀（5分鐘）素養指標：P-A-IV-2</p> </div> <div data-bbox="638 425 1173 459" data-label="Text"> <p>接著請學生閱讀課本上對圖的描述與詮釋</p> </div> <div data-bbox="638 492 1401 683" data-label="Text"> <p>*在學生閱讀之前或之後，教師可以給予學生提示，告訴學生在描述圖的時候，只做客觀描述，並不做分析與判斷。在詮釋的時候，在加上分析與判斷。</p> </div> <div data-bbox="638 716 1324 750" data-label="Text"> <p>引導討論（10分鐘）素養指標：T-A-IV-1,P-A-IV-2,P-C-IV-1</p> </div> <div data-bbox="638 784 1401 1041" data-label="Text"> <p>*教師引導學生進行分組討論。或是全班的討論。讓學生舉手提出自己的看法。 *要引導學生根據課本提供的文字或圖做出論述，而非根據自己的感覺或一些沒有經過證實的說法來做論述。</p> </div> <div data-bbox="638 1075 1401 1176" data-label="Text"> <p>教師可以適時對學生的觀點提出質疑（最好是可以根據課本上的資料和文字）或是讓其他同學針對意見提出看法。</p> </div> <div data-bbox="638 1209 1401 1467" data-label="Text"> <p>*根據上述的資料和詮釋，應該無法得出肯定的答案。於是應該要引導學生能說出需要更長時間的資料才能做進一步的判斷。*若學生發表的意見討論無法得到上述的結論，教師可以結束討論，說出教師的觀點以進行下一階段課程。</p> </div> <div data-bbox="638 1500 1252 1534" data-label="Text"> <p>閱讀與比較（5分鐘）素養指標：T-A-IV-1,P-A-IV-2</p> </div> <div data-bbox="638 1568 1401 1758" data-label="Text"> <p>教師請學生根據課本提供的圖以及閱讀圖的提示進行讀圖。 *教師可以提示學生仿照上一頁課本的寫法，以及小提醒來進行圖的描述、比較</p> </div> <div data-bbox="638 1792 1401 1892" data-label="Text"> <p>討論詮釋（10分鐘）素養指標：T-A-IV-1, T-C-IV-1,P-A-IV-2,P-C-IV-1,I(-)-IV-2,I(-)-IV-3,H(-)-IV-2</p> </div>
<div data-bbox="263 1086 422 1153" data-label="Section-Header"> <h3 style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px;">學習策略</h3> </div> <div data-bbox="263 1198 614 1433" data-label="List-Group"> <ol style="list-style-type: none"> 1 閱讀---可互相討論 2 分組討論→寫下答案- →展示答案-→發表、說明 →組間提問、答辯→修正答案 </div>	

	<p>先以分組討論的方式進行，再轉成大班的討論。讓學生根據上述的資料與經驗討論二氧化碳濃度是處於穩定還是變動的狀態，並提出理由。</p> <p>* 在分組討論時，教師需做行間巡視，確認每一組都有根據提綱進行討論。若有偏離主題的狀況，需要指示學生回歸討論主題。</p> <p>* 若有不合理的討論結論，則可以介入引導，也可以在大班討論時，引導學生針對該結論提出質疑討論。</p> <p>教師彙整（5分鐘）</p> <p>教師重述變動與穩定的觀念、讀圖技巧以及在課堂上討論出二氧化碳變動與穩定的結論。</p>
--	--

單元一、二氧化碳的變動與穩定 第二堂課

導入與閱讀 (10 分鐘)

活動二、地球發燒了嗎？
 有些科學家認為：地球目前出現的異常高溫，顯示地球正在加速暖化；而有些科學家則認為氣候本來就是在變動狀態，目前的暖化仍在正常範圍。你在這中間一個站隊嗎？為什麼？
 以下有三個「地球平均溫度變化情形」的資料，讓我們試著了解這些資料後再來判斷哪一位科學家的說法較合理：



教學設計

導入(4分鐘) 素養指標：P-O-IV-1, P-O-IV-2

從地球暖化的議題導入，問學生地球是不是在暖化？但也有科學家提出目前的暖化仍在正常範圍。讓學生先以舉手發表的方式提出自己聽過的訊息，以及自己的意見。

學生必須閱讀課文中關於科學家的意見，確定學生瞭解其意義。

閱讀資料(6分鐘)

請學生先快速的閱讀圖文資料，共三張氣溫變化圖及文字說明資料。

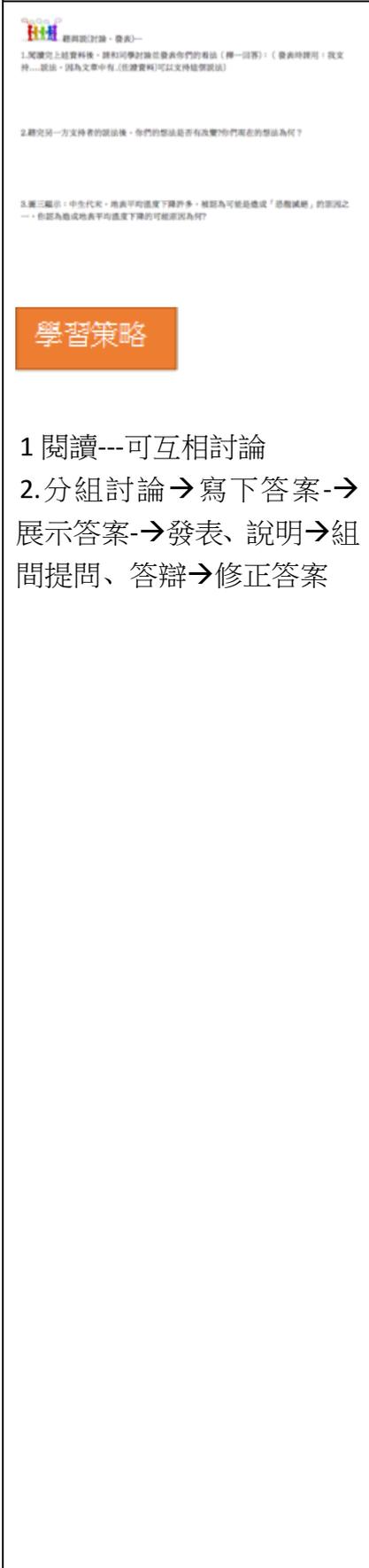
教學策略

以全球暖化的大議題切入講述，引導學生說出自己聽過的相關訊息，並引導學生閱讀資料。

學習策略

1. 聆聽與回溯
2. 閱讀---可互相討論

素養指標

<p>思考討論與統整(35 分鐘)</p>	
 <p>學習策略</p> <p>1 閱讀---可互相討論 2.分組討論→寫下答案→展示答案→發表、說明→組間提問、答辯→修正答案</p>	<p>教學設計</p> <p>思考與分析（10分鐘） 素養指標：T-A-IV-1,T-C-IV-1,P-A-IV-1,P-A-IV-2</p> <p>請學生依據以上的資料，決定自己的觀點並寫下來。教師要提醒學生寫下觀點時，要包含「我支持...說法，因為文章有...（佐證資料），可以支持這個說法」這樣的方式寫下來。</p> <p>討論（10分鐘） 素養指標：T-A-IV-1,T-C-IV-1,P-C-IV-1,I-(-)-IV-2,I-(-)-IV-3,H-(-)-IV-2</p> <p>教師可以請兩位學生發表支持全球持續暖化的看法，再請兩位學生發表支持全球並未持續暖化的看法。在學生發表的過程中，教師可以適時提醒學生適當的表達方式，如果有表達不清楚的地方，也可以幫助學生澄清其觀點。</p> <p>觀點是否有改變？（5分鐘） 素養指標：T-A-IV-1,T-C-IV-1,P-A-IV-1,P-A-IV-2,H-(-)-IV-2,N-(-)-IV-1,N-(-)-IV-2</p> <p>學生仔細聆聽完兩方的意見後，寫下自己是否有改變看法。可以寫下自己仍然維持原來的觀點，或是因為某些原因改變了觀點。</p> <p>延伸思考（5分鐘）</p> <p>教師說明問題3，接著請學生思考並且寫下來。這部份可以不用在課堂上完成，作為課後延伸的討論或思考。教師可以將這個問題作為課後的作業。</p> <p>教師總結（5分鐘）</p> <p>教師針對暖化的問題，溫度的變動與穩定進行簡單的總結。</p>

教學策略

1. **形成性評量(口頭問答)**---如:1.你看到，西元一千年到兩千年之間的溫度變化是如何的？2.百年來的溫度變化是如何的？

2. **討論與發表指導**

- (1) 控制討論時間---此題內容單純，討論時間宜控制在 3~5 分鐘，過長易出現分心、離題等狀況。
- (2) 小白板的應用---討論結果最好能請學生寫下(書寫練習也是重要的)，若能寫在小白板上，方便展示答案給各組互相觀摩，在上台報告時，也可做為報告者的「提詞板」，避免報告者過度緊張。
- (3) 聆聽---各組報告時要指導學生聆聽的禮貌。

提問及答辯---鼓勵學生在聽完報告後要針對報告內容提出問題，當觀點不同時要能提出質疑和答辯

自然界的變動與穩定(5.3 教學設計)

一、學習目標 (包含學習表現及學習內容)

(一)學習內容

1、知識概念

- (1) 週期性變動--- 以全球溫度變化、大氣中二氧化碳含量為例
- (2) 動態平衡---以溫室效應為例
- (3) 回饋控制---以人體體溫調控為例
- (4) 從巨觀到微觀的變動

2、能力與態度

- (1) 推理論證(思考智能)
- (2) 分析與發現(問題解決)
- (3) 討論與傳達(問題解決)
- (4) 養成應用科學思考與探究的習慣(態度)

(二)學習表現

1、知識概念

- (1) 知道物質世界從微觀(如溶解度)到巨觀(如全球溫度.大氣成分)都有變動與穩定的交替現象
- (2) 知道生物世界從微觀(如細胞內的代謝作用)到巨觀(如生物演化)都有變動與穩定的交替現象
- (3) 知道變動與平衡具有週期性.動態平衡與回饋控制等特性

2、能力與態度

T-A-IV-1

2. P-0-IV-1

3. P-C-IV-2

4.

二教學資源

- 1、教學素材(學生用文本)---含「閱讀資料」、「想一想」、「討論、發表」
- 2、教師用資源---四格教案一份、教學活動說明一份、教用簡報一份
- 3、設備---電腦.投影機、小白板(黑板)、白板筆(粉筆)
- 4、時間---A 版本二節、B 版本一節

三、教學設計(教學示例)

單元二、地球熱量的收支平衡 A 版本(第一節)

教材內容(學生學習活動)	教學設計及教學策略
(起)導入 (10 分鐘)---	
<p> 從「變動」到「穩定」</p> <p>上一單元中我們學到，無論是大氣中二氧化碳濃度或地球的平均溫度，在短時間內來看是變動的，但長時間來看則是穩定的。而在日常生活中也可以發現這種變動與穩定的情形，如：當我們把一塊方糖溶入水中時，糖水的濃度會在剛開始的一段時間是由稀至濃不斷變動的，但當達到某一濃度後則趨於穩定不再變動。這是否表示「變動」是一個過程而「平衡、穩定」則是結果呢？這一單元我們一起來探討地球溫度是如何變動及維持穩定。</p> <p>學習策略</p> <p>1 閱讀---可互相討論。 2 思考、發表、聆聽。</p> <p>指標</p> <p>素養指標</p> <p>1. T-A-IV-1 2. P-O-IV-1 3. P-C-IV-2</p>	<p>教學設計</p> <p>1. T-A-IV-1 2. P-O-IV-1 3. P-C-IV-2</p> <p>閱讀資料：</p> <p>1. 「從「變動」到「穩定」：主要在複習「活動一」的跨科核心概念，並以「糖的溶解」為例說明「變動平衡」。</p> <p>教學策略</p> <p>舊概念導入(提問):</p> <p>1、複習舊經驗(投影片 3)--- 導入---週期性變動=穩定的特性(投影片 4)。 2、以家裡的存款導入收支變動的概念(投影片 5) 3、以影片輔助觀察食鹽的溶解與再結晶(投影片 6) 4、讓學生在觀看影片後用自己的話(圖示)說出溶解與沉澱的微觀變化,建構飽和溶液是一種動態平衡的概念(投影片 7.8)</p>

(承)討論、確定問題(15 分鐘)

水如何變熱或變冷?

如果我們把一鍋冷水加熱，要怎麼煮呢？當然要「加熱」，無論是電爐或太陽都可以做為加熱的熱源來源。水在「吸熱」後溫度就會上升！

其實，水一邊吸熱，一邊也將熱散失到周圍環境。當水吸收的熱多於散失的熱，則水溫會上升，相反的，如果散失的熱多於吸收的熱，則水溫就會下降，而當吸熱等於散熱時，水溫就不再變動而維持穩定所以水溫的穩定是吸熱和散熱動態平衡的結果。

想一想：自然界是否也有「熱源」來「加熱」地球，使地球變暖呢？地球在吸熱後又將熱量散失到哪裡去呢？



短波輻射與長波輻射

太陽是個發光、發熱的星球，每天太陽輻射屬於短波輻射穿過地球大氣層射到地球表面，這是地球的熱源來源。地表吸收太陽輻射後，將太陽輻射轉換成紅外線輻射屬於長波輻射，並向外輻射至大氣層甚至太空，大氣層內的長波輻射量是決定氣溫的主要因素，也是各種天氣變化的主要能量來源。

討論、發表

印尼的雅加達市和日本的札幌市(如地圖)都是國人喜歡去的旅遊地點，雅加達市終年的氣溫都比札幌市高，你能從兩地所受太陽輻射量多寡的觀點來解釋這個現象嗎？
(答題小提示:世界各地所受到的太陽輻射量並不相等，以雅加達市和札幌市比較，哪一國因素會影響入射的輻射量?)



學習策略

- 1 閱讀---可互相討論
- 2 分組討論→寫下答案-→展示答案-→發表、說明→組間提問、答辯→修正答案

素養指標

- 1. T-A-IV-1
- 2. P-0-IV-1
- 3. P-A-IV-1
- 4. P-C-IV-2

教學設計

- 1. T-A-IV-1
- 2. P-0-IV-1
- 3. P-A-IV-1
- 4. P-C-IV-2

閱讀資料：

1.”水如何變熱或變冷？”引導學生思考地球溫度的變動，是否也有類似的收支平衡。

想一想：

1.承閱讀資料 1，引導學生運用經驗思考問題

閱讀資料：

2.短波輻射與長波輻射---此處補充學生背景知識的不足，並再次傳達---太陽輻射(屬於短波輻射)是地球的熱量來源。

討論與發表：

- 1. 目的：此題是希望評量學生是否能運用前面三段閱讀及「想一想」所獲得的知識，推論出這個問題的答案。
- 2. 答題小提醒:要回答此題學生須有「高緯度地區陽光斜射，地面吸收的短波輻射較少」的先備知識(國小課程有此內容)，但為了避免有些學生因忘記而影響答題，故特別提供答題小提醒及地圖，引導學生從緯度差異聯想兩地陽光輻射量多寡的問題。

教學策略

1. 閱讀指導---

- (1) 短文及討論的問題，都含有學生沒學過的新概念，教師在學生閱讀完後(投影片 9)，應讓學生有提問的機會，或用簡答題問答方式確認學生是否了解文意。
- (2) 想一想:可以讓學生組內討論後以"搶答"方式發表(投影片 10)。
- (3) 補充資料(差異化教學)---
若實施對象為 7.8 年級學生，可先補充 A:長波、短波輻射的相關資料(投影片 11)

2. 形成性評量(口頭問答)---如:1.長波輻射是指什麼?2.那些光屬於短波輻射?日常生活中有哪些利用長波或短波輻射的例子?

	<p>3. 討論與發表指導(</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 討論前須用一些評量問題確認學生確實了解要討論的內容，如：這兩個城市的地理位置有何不同? (投影片 12.13)(2) 控制討論時間---此題內容單純，討論時間宜控制在 3~5 分鐘，過長易出現分心、離題等狀況。(3) 小白板的應用---討論結果最好能請學生寫下(書寫練習也是重要的)，若能寫在小白板上，方便展示答案給各組互相觀摩，在上台報告時，也可做為報告者的「提詞板」，避免報告者過度緊張。(4) 聆聽---各組報告時要指導學生聆聽的禮貌。(5) 提問及答辯---鼓勵學生在聽完報告後要針對報告內容提出問題，當觀點不同時要能提出質疑和答辯
--	--

(轉)解釋與論證 (15 分鐘)

溫室效應與溫室氣體

科學家估算：如果地表的紅外線輻射全部輻射回太空，則地球平均溫度應該是-18℃。但地球實際溫度並非-18℃而是 15℃，所以我們要思考：紅外線輻射並沒有完全被輻射回太空，那麼地表的紅外線輻射到底到哪裡去了？科學家研究發現：大氣層中有些氣體如：二氧化碳、水氣等，會吸收紅外線輻射但很少吸收太陽輻射，所以紅外線輻射大部分在大氣層中被這些氣體吸收了，大氣層吸收了來自地表的紅外線輻射後會再一次以紅外線輻射回大

氣層及地表，此種情形稱為「逆輻射」。因「逆輻射」的作用使長波輻射不斷被輻射回地表，導致地表溫度升高，此種作用即俗稱的「溫室效應」，而二氧化碳、水氣等則被稱為「溫室氣體」。



想一想：溫室效應是近代才發生的嗎？如果沒有溫室效應，地球會是怎樣的情景？

學習策略

- 1 閱讀---可互相討論
- 2 分組討論→寫下答案→展示答案→發表、說明→組間提問、答辯→修正答案

素養指標

- 1. T-A-IV-1
- 2. P-0-IV-2
- 3. P-C-IV-2

教學設計

- 1. T-A-IV-1 2. P-0-IV-2
- 3. P-A-IV-2 4. P-C-IV-2

閱讀資料：

- 1. 此資料主要是以-18 度和 15 度的差異,引導學生思考---熱量收支的差異及造成差異的原因.
- 2. 引入溫室氣體(二氧化碳)以和地一單元連結

想一想：

- 1. 引導學生運用閱讀資料習得的知識(溫室效應造成地球溫度升高)，去思考閱讀資料中未出現的問題，學習從不同角度---如果沒有溫室效應會怎樣？看待問題！

教學策略

閱讀指導---

1. 讀圖能力的培養--

- (1) 自然科的閱讀資料常以示意圖出現,所以對圖的解讀能力須及早培養---如注意圖中各種符號(如箭頭)所代表的意義、比較兩個圖(或多個圖)的異同點... 等。
- (2) 重點摘錄或名詞解釋---自然科的閱讀機處事必須清楚黑體字(專有名詞)的意義,壁要時老師可再輔助解說。

2. 形成性評量(口頭問答)---

如；哪些是溫室氣體？溫室氣體為何會造成地球升溫？你知到哪些現象和溫室效應有關？

想一想：

- 1. 讓學生有充分時間思考討論之後可採取派然公開發表或搶答回答等方式，作為檢核學生學習的成效。

(合)結論與統整(5 分鐘)

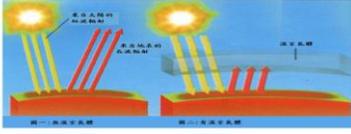
教師總結

學習策略

記錄老師最後總結的內容

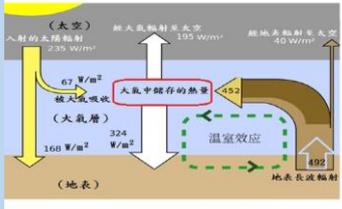
- 1. 依據學生的表現(發表的內容)作總結和補充或概念澄清！
- 2. 為下一節課作預告---地球熱量是如何達到收支平衡的呢？地球到底吸收多少熱量？這是嚇節要探討的課題。

單元二、地球熱量的收支平衡 A 版本(第二節)

教材內容(學生學習活動)	教學設計及教學策略
(起)導入 (8 分鐘)---	
<div data-bbox="256 443 619 801" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>討論、書寫、發表</p> <p>一、圖一為「無溫室氣體」時地球輻射量進出的情形，請仿照圖一的表示法，以箭頭及文字在圖二中畫出地球輻射量的吸收與散失情形。</p> <p>答：</p>  <p>二、從輻射的收支觀點而言，你認為提倡「減碳---減少二氧化碳排放量」的意義為何？</p> <p>答：</p> <hr/> <hr/> </div> <div data-bbox="256 857 424 927" style="background-color: #f4a460; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>學習策略</p> </div> <div data-bbox="252 965 560 1048" style="margin-top: 10px;"> <p>1 討論 2 繪圖、解說、聆聽。</p> </div> <div data-bbox="256 1144 432 1223" style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>素養指標</p> </div> <div data-bbox="252 1252 427 1406" style="margin-top: 10px;"> <p>1. T-A-IV-1 2. P-O-IV-1 3. P-C-IV-2</p> </div>	<div data-bbox="655 450 863 517" style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>教學設計</p> </div> <div data-bbox="887 439 1075 517" style="margin-bottom: 10px;"> <p>1. T-C-IV-1 2. P-C-IV-2</p> </div> <div data-bbox="651 607 975 640" style="margin-bottom: 10px;"> <p>一、討論、書寫、發表</p> </div> <div data-bbox="651 678 1385 808" style="margin-bottom: 10px;"> <p>1. 複習溫室效應式說明溫室氣體和地球熱量散失的關係 3. 分組討論問題 2 後，說明---減碳的意義</p> </div> <div data-bbox="655 857 852 927" style="background-color: #76b82a; color: white; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>教學策略</p> </div> <div data-bbox="651 965 1380 1435" style="margin-top: 10px;"> <p>1、上一節課在學完知識內容後尚未進行延伸的應用，所以上一節課的”問題”是一種複習，也可以做為這一節課的開頭!!</p> <p>2、問題 1(投影片 15)--- 讓學生將上一段閱讀文字轉化為繪圖，並用自己的話向同學解說，這不只可以培養溝通表達能力，也可憑良學生是否確實了解溫室效應)。</p> <p>3、問題 2(投影片 16)---是符合學生經驗的應用題，評量學生能否運用習得的知識來解釋新現象，並且結合環境教育，加深對節能減碳的體會。</p> </div>

(承)討論、確定問題(15 分鐘)

大氣中的熱量收支平衡
我們知道溫室效應可使地表增溫。現在我們從「數字」來了解地球上各種輻射量吸收(收)、散失(支)情形，找出「增溫」的原因! 圖表示的是進入地球和從地球散失的各種輻射量，圖中 W/m^2 表示每平方公里上吸收或釋放的輻射量(W 是熱量的單位)，箭頭是輻射的方向。



閱讀小提醒
此圖的重點是地球輻射量收、支情形，所以讀圖時要比較各區(太空、大氣層、地表)輻射的「方向」和「量」，如：
(1) 在太空區，進入地球的太陽輻射量是多少?由地球輻射回太空的量是多少?收、支是否達成平衡?
(2) 在地表區：地表要吸收的短波輻射量是多少?地表輻射出來的長波輻射量是多少?收、支是否達成平衡?

平衡的破壞與新平衡的達成
在一個系統中，能量的進(收)與出(散失)最終是要達到平衡的。以地球而言，從太空輻射進入地球的太陽輻射量(收入)和從地球輻射回太空的量(支出)是相等的，這個平衡是地表和大氣層中很多熱量的收、支變動後達成的。當溫室氣體增加，破壞了大氣原有的平衡後，溫室效應增強，使大氣層內吸收的熱量增加，這些熱量不只會導致全球的增溫，也會使更多水吸熱而蒸發，或加熱空氣使空氣向上抬升→這就是劇烈的天氣變化如：颶風、龍捲風、暴雨、乾旱...等發生的原因，但這些作用也將大氣層底層地表過多的熱量向上帶至大氣層再釋到太空，使地球達到新的收、支平衡。

學習策略

- 1 閱讀
- 2 分組討論

素養指標

- 1. T-A-IV-1
- 2. P-0-IV-1
- 3. P-A-IV-1
- 4. P-C-IV-2

教學設計

- 1. T-A-IV-1
- 2. P-0-IV-1
- 3. P-A-IV-1
- 4. P-C-IV-2

一閱讀資料

- 1. 大氣中的熱量收支平衡---此處以圖來呈現熱量的收支平衡，且熱量已"量化"而不是單純示意圖。目的在藉由真時的數字讓學生感受熱量收知的平衡。
- 2. 平衡的破壞語新平衡的達成---此處統整變動與穩定(平衡)的關係

二閱讀小提醒

- 1. 針對讀圖能力的培養，給予學生一些提醒，以方便學生自行閱讀!

教學策略

一閱讀指導(投影片 17.18)

由於此處資料概念密度較大,且圖表須牽涉許多數字的計算等，建議老師可採取以下方法來協助學生:

- 1.給予足夠時間閱讀
- 2.允許學生討論。
- 3.閱讀完之後可以用幾個問題評量學生是否已理解資料內容。評量方式可以用搶答方式：
(1)一次將 4 個題目公布，先指定各組(4 人一組)負責回答者「如等一下各組 3 號負責回答」：先出示題目、指定回答者---可以讓所有學生有準備，組內互相幫助(分組合作學習時，答對者算組積分)，搶答可增加競爭氣氛及趣味。
(2)由學生出題給其他組回答。
- 4.可提問的題目舉例如下：
(1)太陽輻射有多少比例被地表吸收？
(2).沒被吸收的太陽輻射跑到哪裡去了？
(3). 由地面輻射的長波輻射是多少？
(4).地表吸收的長波輻射量比地表釋放的短波輻射少，為什麼？
(5).溫室氣體有哪些？
(6).影響輻射進出最多的是哪一種氣體？

(轉)解釋與論證 (18 分鐘)

討論、發表

1、 地表只吸收了 168W/m^2 的太陽輻射，卻釋放出 492W/m^2 的紅外線輻射到大氣層，多出的 324W/m^2 熱量(白色箭頭所示)是從哪裡來的呢？
答：_____

2、關於溫室效應的成因和影響，哪些是你原來就知道的？哪些是這次學習中新獲得的知識？
答：_____

挑戰題

1. 還記得培瑞爾嗎？

關於圖中的小冰期---1550 年至 1770 年間全球同時發生的低溫期，科學家提出兩個說法來解釋：
A：因「連續的大型火山爆發」導致小冰期
B：因「戰爭、疾病使人民大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」導致小冰期
請說明：A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？(請用地球輻射能量吸收和散失情形來解釋)

教學設計

- 1. T-A-IV-1 2. P-O-IV-2
- 3. P-A-IV-2 4. P-C-IV-2

討論與發表

- 1. 第 1 題--閱讀資料理解程度的再確認
- 2. 第 2 題---讓學生覺察自己在本單元學習前和學習後的改變，養成檢視的學習習慣，不但能澄清知識概念，也是曾進學習效率的好習慣。

挑戰題

挑戰題的設計是讓學生統整本單元索有的知識概念.能力之後，能有更身更廣的面向，本題結合了歷史與人文，讓學生了解人類社會的許多問題都可以用科學方法來解答，科學和生活息息相關。

教學策略

討論與發表的指導(5 分鐘)

1.第 1.第 2 題的設計主要在教學生如何學習，老師要提醒學生去思考哪些「知識」、「想法」是學習前就有的，哪些是新獲得的，讓學生體會「學習」的意義。

挑戰題

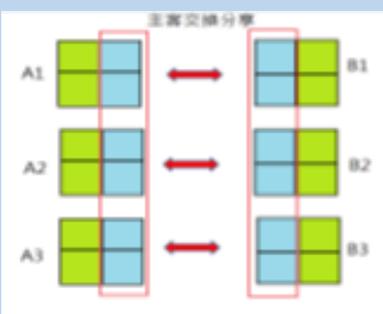
1.此挑戰題有 AB 兩種不同的說法，建議老師採"主客分享法"(5 分討論+3 分主人發表+3 分客人發表+2 分討論=13 分)

(1)主客分享：如左圖分法，分成 A、B 兩大組，A 組以同意 A 答案的立場去回答問題、而 B 則同意 A 答案。討論後將討論結果寫在白板上(5 分鐘，各組各寫 2 份)，每組派客人組(藍色者為客人)帶著白板到另一組、兩個留原組(綠色者為主人)，到新組拜訪後由主人起立以 2 分鐘時間介紹該組的問題討論結果，接著由客人以同論方式介紹該組討論結果，在介紹時主客皆只能聆聽作紀錄，不可插話，最後有 2 分鐘彼此提問整理紀錄，回原組。以自願或指定抽籤方式從 A、B 組各選 1~2 組進行報告及提問。

(2)此方法讓組內有充分時間討論，每個學生都有機會練習發表(對小眾發表且發表時有同伴陪同，對學生而言壓力較小)，而且也都需聆聽別人的意

學習策略

- 1 閱讀---可互相討論
- 2 分組討論→寫下答案→展示答案→發表、說明→組間提問、答辯→修正答案



	見，最後還能互相討論質詢，是很有效率的討論發表方式。
(合)結論與統整(4 分鐘)	
<div data-bbox="261 360 641 472"> <p>統整、結論</p> <p>「動態平衡」是很多事、物的共同現象，不只會出現在地球平均溫度、大氣中二氧化碳濃度這種大規模的系統中，即使是細胞內的運作也有動態平衡的例子呢!想一想：我們身體內的各種現象，如：體溫、血糖量的維持，是否也是「動態平衡」的結果呢？</p> </div> <div data-bbox="261 495 438 566" style="background-color: #f4a460; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> 學習策略 </div> <p data-bbox="252 584 632 674">記錄老師最後總結的內容，並預備下一單元內容。</p>	<p data-bbox="671 344 1382 434">此處為教師最後統整，補充學生自學及討論時忽略的概念。</p> <p data-bbox="671 443 1150 479">*最後並為下一堂課學習埋下伏筆!</p>

附錄7

國家教育研究院 103 年度自然科學領域教學模組研發計畫(國中)團隊

~第二次試教後研討會議紀錄

- 1、會議時間：
 - 2、會議地點：復興國中會議室
 - 3、主持人：黃茂在老師
 - 4、出席者：
 - 5、列席指導者：
- (如簽到表)

試教後討論---

張揮鈺老師---

- 1、之前月鈴老師和我對這個模組的特色和目標有討論過，知道「動態收支平衡」是這個教學活動的重點之一，所以今天我試著帶學生從圖中的數據來討論，建立「動態收支平衡」概念。
- 2、學生沒有學過第一單元二氧化碳的變化，“讀圖”能力較弱，且對“二氧化碳含量變化”沒有先備概念，所以較不能體會“圖”的意義。
- 3、過程中我讓學生「互教」，因為我們平時也會這樣作學生滿習慣互相幫忙!
- 4、以這些內容而言一節課的時間顯得不足，最好變為兩節才能有時間進行“論證”教學。

張奕郎老師---

- 1、地球能量的收支對學生而言可能太難了，建議可以再簡化或分不同版本。

吳敏而教授---

- 1、多數老師會很在意知識正確性，有時因過度補充知識，及強調標準答案而忽略了整體模組的教學目標。以這單元來說：真正的目標是能量收支平衡造成的動態平衡，在這個教學設計中沒有給太多溫室效應的「知識概念」，學生雖然可能沒有深入學習溫室效應，但從他們的討論可以看出---學生都能從收支平衡的觀點去思考及找出答案，教學設計提問及教學過程都有達成課程目標。

黃茂在教授---

- 1、謝謝張老師幫忙試教及復興國中團隊提供的建議及協助!
- 2、如果復興國中團隊願意來參加“試辦”學效，那麼團隊在發展過程中隨時可以來和大家討論，相信會更有利這個計畫的推展，如果貴效有意願參加，詳細情形歡迎和我連絡。

吳月鈴老師---

- 1、謝謝張老師幫忙試教，而且在課前討論時提供了很多想法協助我修改內容。
- 2、關於「地球能量的收支」這張圖是否要修改?因為我希望學生能看到數據去計算收支情形，而不只是接收---紅外線會逆反射回地球...這樣的概念，所以我還是想保留數據，但會設法簡化或分 AB 版!
- 3、最後一題---學生討論很熱烈也有提出有趣的想法但要"寫下來"似乎不容易，考慮在學習活動中多加一些科學書寫!

第1組林子維

從溫室效應看變動與穩定——活動二地球熱量的收支平衡(學生用)

閱讀小提醒



1. 當我們遇到較難理解的事時，可以用生活中相近的事來做類比，以它為模型來解釋，如：為何吸收的太陽輻射一樣多，但溫室氣體會使地表溫度上升和產生劇變的天氣？這時你不妨想像：同樣的鍋子、用一樣的方法、加同樣多的熱，但一個加了玻璃蓋，另一個不加蓋，兩者會有何區別？哪一個比較快冷卻？



討論、發表

請以輻射能量收、支情形來說明以下問題

1. 請參考圖一，說明：如果地球沒有大氣層，氣溫變化會和現在有何不同（請至少舉出兩點並說明判斷依據）？答題參考：我認為：氣溫會變得更.....，因為長(或短)波輻射會...

答：

氣溫會變很高，因為長波輻射會直接照射到地表。
輻射值會變高，因為大氣層能阻擋輻射

更.....，因為長(或短)波輻射會...

答：

氣溫會變高，因為長波輻射會直接照射到地表。
輻射值會變高，因為大氣層能阻擋些輻射

更.....，因為長(或短)波輻射會...

答：

我認為氣溫會變得更高，因為長波輻射會直接照射到地表，使溫室效應更加嚴重，因為大氣層能減少輻射，使人比較不會生病
阻擋



討論、發表

請以輻射能量收、支情形來說明以下問題

1. 請參考圖一，說明：如果地球沒有大氣層，氣溫變化會和現在有何不同（請至少舉出兩點並說明判斷依據）？答題參考：我認為：氣溫會變得更.....，因為長(或短)波輻射會...

答：

- ① 我認為氣溫會變得更低，因為長波輻射會直接照射到地表，伴隨溫室效應更加嚴重，因為大氣層能減少輻射，使人不至於受寒生病。
- ② 阻擋輻射

答：

1. 氣溫升高，因沒有大氣層隔絕，太陽會直射地表，雖然也會長波輻射，但地表吸收熱能過多，所以會造成各種疾病與生物變遷。

更.....，因為長(或短)波輻射會...

答：

1. 氣溫升高，因太陽直射地表，無大氣層隔絕太陽直射出的熱能，各種吸收熱能時負荷過大，而不能將地球恢復生物適合的溫度，長波輻射依舊，卻不能使溫度平衡。

答：

① 氣溫會升高，因太陽直射地球表面。

② 沒有大氣層，紫外線太強，易突變。
(短波)

答：

1. 若沒有大氣層，溫度會上升更高，因為沒有大氣層幫忙吸收輻射，地表吸收更多輻射量

2. 沒有大氣層，紫外線份量增多，造成突變
(短波)

答：

B: 全球因自茂密的森林，而被淹沒，所以溫室氣體濃度增加，失去平衡，倒致小冰期

A: 因為連續火山爆發，溫度增加，溫室效應無法負荷，溫度失去平衡，倒致小冰期

李畏銘

中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A：「連續的大型火山爆發」、B：「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

全球因為茂密的森林而被淹沒，所以溫室氣體濃度增加，失去平衡，倒致小冰期

A：連續火山爆發

黃以瑄

中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A：「連續的大型火山爆發」、B：「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

A：因為火山爆發後會產生濃厚的灰，熔岩冷卻後成了石灰岩，濃厚的灰會污染雲及大氣層，氣體會使溫度下降，進入小冰期。

2. 中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A：「連續的大型火山爆發」、B：「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

全球因為茂密的森林，而被淹沒，

所以溫室氣體濃度增加，失去平衡，

倒致小冰期。

又因連續火山爆發，溫度增加，溫室效

應無法克服，失去平衡，倒致小冰期。

吳庭瑄

2. 中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A：「連續的大型火山爆發」、B：「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

B：全球因為茂密的森林，而被淹沒，所以溫室氣體濃度增加，失去平衡，倒致小冰期

A：因為連續火山爆發，強度增加，溫室效應無法負荷，溫度失去平衡，倒致小冰期

第4組翁

中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A：「連續的大型火山爆發」、B：「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

A：破壞掉雲層結構，使雲吸收的輻射量減少，使氣溫降低

B：樹多，陽光射不到地面

第4組王文佑

2. 中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A：「連續的大型火山爆發」、B：「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

火山爆發破壞雲的結構，使雲吸收的輻射量減少

2. 中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A:「連續的大型火山爆發」、B:「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

A: 火山噴發破壞雲的結構，使雲層吸收輻射減少，氣溫降低

第5組游承勳

2. 中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A:「連續的大型火山爆發」、B:「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

A: 火山爆發噴出石灰，隔絕熱量進入地表，使地表溫度降低，進入小冰期。

B: 植物物會吸收

第5組游承勳

2. 中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A:「連續的大型火山爆發」、B:「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

A: 火山爆發噴出石灰，隔絕熱量進入地表，使地表溫度降低，進入小冰期。

B: 植物物會吸收

第5組游承勳

2. 中世紀(約 1550 年至 1770 年)時全球同時發生溫度下降的情形，稱為小冰期，科學家推測引發小冰期的原因，包含

A:「連續的大型火山爆發」、B:「因為戰爭、疾病使百姓大量死亡，留下了大面積土地無人耕種，而長成茂密的森林」，請說明 A、B 事件為何可能導致地球溫度降低進入小冰期？

答：

A: 火山爆發噴出石灰岩，隔絕地表，使溫度上升。

B: 植物也會吸收熱。

課程研發心得 鄭志鵬

這次依照研發的模組，進行「二氧化碳的變動與穩定」的教學。以往相同內容的課程，我會比較著重在二氧化碳濃度的變動分析，讓學生注意到近代二氧化碳濃度增加的現象，以及可能造成的氣候變遷討論。但這個模組並不是將二氧化碳的濃度當做核心概念，而是藉由觀察二氧化碳濃度的變化來討論自然界中的「變動與穩定」。這對我來說是另一個全新的觀點。這是更高階層的觀點，可以藉由這個觀點套用在其他自然現象的變動與穩定。另外模組中還希望可以藉由這些閱讀文字、統計圖以及討論的歷程中，學習到科學探究的一些技能，包含讀圖技巧，資料分析、討論等等。

試教的過程中發現課程包含的元素雖多，但份量還算恰當，算是剛好可以把規劃的內容上完。二氧化碳濃度變化的主題，也是討論「變動與穩定」的適當素材。在閱讀不同尺度的二氧化碳濃度變化的過程中，可以讓學生反覆練習一些科學探究的技能，也能藉由討論的過程讓學生思考與表達。在過程中，我也可以隨時在討論中回頭扣緊變動與穩定的主題，讓學生反覆關注變動與穩定。

但是在教學的過程中，有許多課程操作，我們並沒有明確的表達在教用或學用教材中。是我藉由學生進行活動的過程中，以自己的經驗來決定什麼地方可以進行什麼樣的討論。雖然在課程進行的過程中，有讓學生依照學習單的歷程進行科學探究技能的練習，但練習的過程中有一些項目並沒有明確教導學生如何完成那些技能。在教師用的資料中，也比較難表達出教師在這個過程中，可以用哪些方式引導學生學習。在科學探究技能的後設技能上，較少呈現在現有的教材中。

大致上來說，我覺得教材取用的素材是適合進行變動與穩定的討論與學習的。教材中也包含了適度的科學技能，但在「如何學會」這些科學技能上，在教材中如何呈現，是需要再思考的。

自然界的變動與穩定(7.4、教學省思)

國中組課程研發心得 吳月鈴

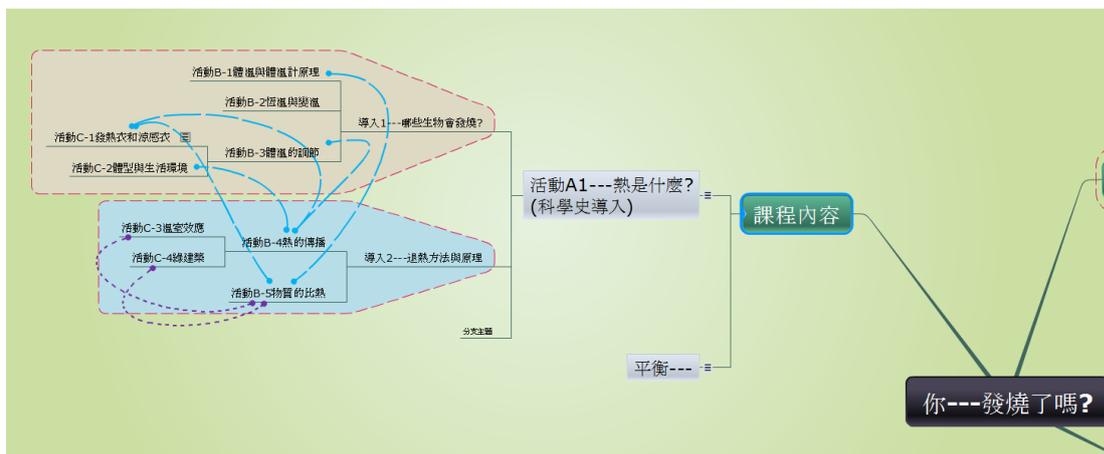
OPEN TO RETURN

這次參與課程研發對我而言「打破、歸零、全新出發」的歷程---打破舊觀念、舊習慣的過程很辛苦，而全新出發的成果很生澀，所以目前的成果尚未成熟到可以做為「示範」，但我們的歷程也正顯現將來在教學現場推動時會遇到的困難，因為如果連我們這樣一直在嚐試教學改變、有機會接觸到最核心作法和理念的老師，在面臨新課程時都要如此掙扎，那一般現場老師的反應就可想而知了!所以「如何傳達改變的理念和提供務實可行的作法」是這波課程改革成敗的關鍵，也是研發小組責無旁貸的任務。

改變的歷程

什麼是跨科概念？

這次國中組的模組設計，在最初的研發會議中收到的訊息是---「跨科、實作、探究」是一定要有的元素。對我和志鵬而言，「實作、探究」是我們一直在做的，但「跨科」是什麼？起先我們認為---找一個主題，用跨科的素材來呈現，如：主題是「熱」，內容包括熱的傳播、熱和溫度…(理化科素材)、生物的熱量來源、體溫調節…(生物科素材)、溫室效應、全球暖化…(地球科學科素材)等。所以我們把主題定為「你發燒了嗎」，規劃的內容如下圖：



原來還有所謂的跨科概念!!

後來在研發會把構想提出後，討論中才知道：原來還有所謂的「跨科概念」，邱美虹教授整理了 NSES 和 AAAS 的跨科概念的說法(下表)，然後我們又去研讀了 NGSS 的跨科概念內容，發現---自然科的各分科其實可以由幾個(7 或 8 個)核心概念貫穿，連結的。所以如何作到跨科？可以是我們較熟悉的「主題式」---一

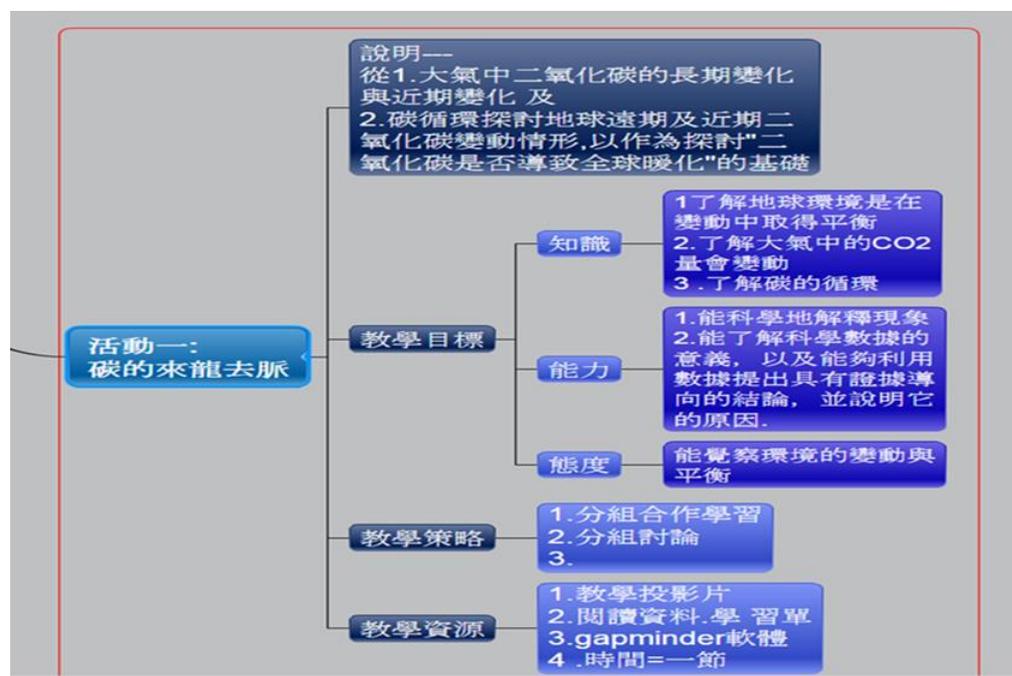
個主題囊括各分科內容，也可以是「跨科核心概念式」---選一跨科概念，如這次我們選「變動與穩定」，然後從中選各分科的內容來呈現「變動與穩定」的特性」！

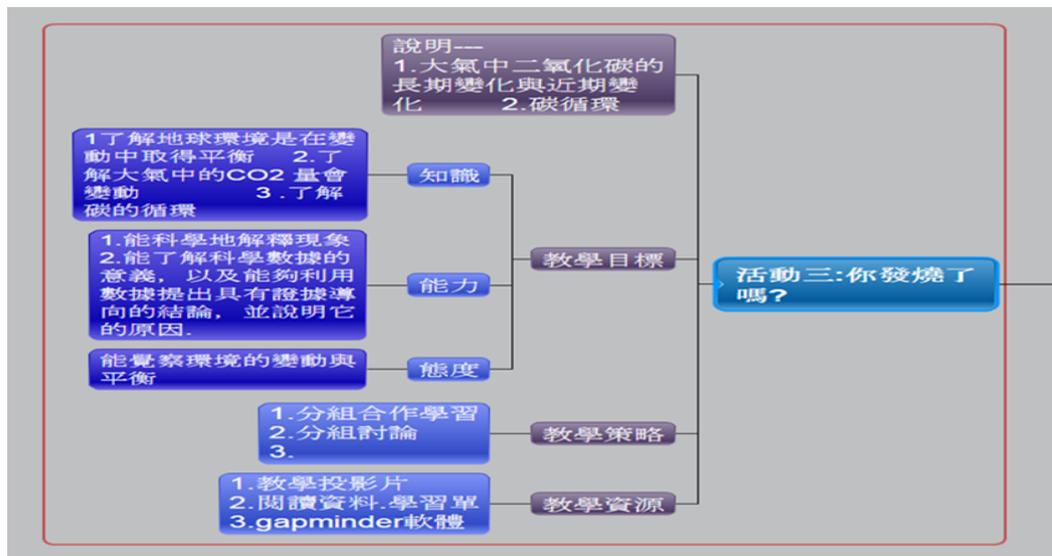
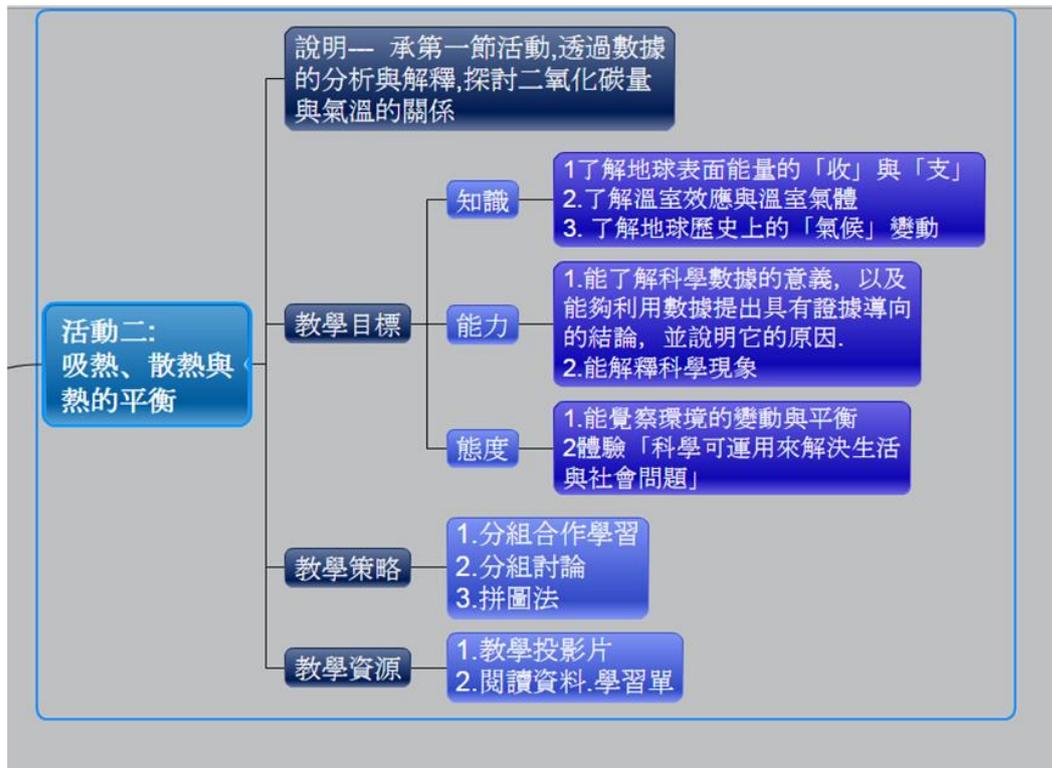
Table 2. Comparison of NSES and AAAS common Themes

NSES Unifying Theme	AAAS Common Theme
Systems, order, and organization	Systems
Evidence, models, and explanation	Models
Constancy, change, and measurement	Constancy and change
Evolution and equilibrium	
Form and function	
Energy*	Energy*

向「變動與穩定」跨科靠攏

由於我們覺定嚐試我們較不熟悉的「跨科核心概念式」，所以我們把主題改為「從溫室效應看變動與穩定」，從學生最熟悉的議題向向「變動與穩定」跨科概念靠攏!模組內容修改如下：





讓課本成為學生自學的指引!

方向及主題確定後我們開始分工，鄭志鵬老師負責活動一，我負責活動二的設計，寫出初稿後，又拿出來在研發會中討論，此時吳敏而教授和黃茂在教授又提出一個觀點---自學也是 12 年國教的核心素養之一，我們設計的教材如何能讓學生自學？這可真是我以前沒想過的問題，但是---課本的教材就是學生自學的指引，這實在是很有意思的想法，我們覺定接受這個挑戰，把「讓課本成為學生自學的指引」的想法做出來!

教材中加入各種學習指引

由於文本(教材)試圖以「學生可自學」的方式呈現，所以在教材中除閱讀資料外，加入以「小圖示」的內容來指導學生學習方法，如：在「教材(文本)」中呈現

- (1) ：此圖示表示此處資料示由學生自行閱讀，培養學生閱讀習慣。
- (2)  想一想：此圖示表示老師學生在閱讀前或後應思考的問題，老師在課堂中可以把這些問題做為口頭問答的題目，學生在自學時看到此圖示即要試著去回答這些問題。
- (3)  閱讀小提醒：此圖示表示閱讀時的重要技巧，學生可根據這些提醒來做閱讀，掌握文本中的重點。
- (4)  討論、分享：此圖示表示老師在此處應安排學生的討論，口頭或書面發表、分享，學生在自學時，則可試著就這些問題和同學討論。
- (5)  統整、結論：此圖示表示此處應進行此單元的統整並得出結論，老師可協助學生做統整並未下一單元的學習預做伏筆；學生自學時則可嚐試自我進行統整!
- (6)  挑戰題：此圖示表示此處的問題是教統整應用的問題，是總結性評量，供學生挑戰進階能力之用。

試教---調整教案(教學示例)的表達方式

教材發展一段時間後(雖然還是粗搞)開始進行試教，鄭志鵬老師在自己的班級試教，試教前，吳敏而教授和黃茂在教授都一直說---看不出「如何培養探究能力」，但試交後他們覺得---教學過程中的確有很多探究和論證，也就是說:有許多的課程操作，我們並沒有明確的表達在教用或學用教材中，是藉由老師自己的經驗來決定什麼地方可以進行什麼樣的討論，也就是我們的教師用的資料沒有表達出教師可以用哪些方式引導學生學習。我想如果老師拿到這樣的教材和教師手冊

還是無法掌握精髓。第二單元則由張揮鈺老師在復興國中進行試教，他很肯定課程的理念但也提出相同的看法---需要有良好的教師手冊才能讓老師掌握到精髓!所以怎樣寫教師手冊就是我們的新挑戰!

教師手冊---備課手冊

經過我們一修再修，最後我們覺定要以備課用書的模式呈現教師手冊---左邊是教材欄，主要放教材及學生的學習活動，右邊試教學設計原理、教學策略及教學目標(素養指標編碼)，把美依過程的設計理念，教學策略甚至評量方式都列出來，供老師參考，幾乎是 STEP BY STEP 了!不過我們也打算做每一課的四格教案，讓老師對這節課有一目了然的概念再去看教學示例的每一步驟!希望這樣能真的幫助老師!

三、教學設計(教學示例)

單元二、地球熱量的收支平衡 A 版本(第一節)

教材內容(學生學習活動)	教學設計及教學策略
(起)導入 (10 分鐘)---	
<p>從「變動」到「穩定」</p> <p>上一單元中我們學到，無論是大气中二氧化碳濃度或地球的平均溫度，在短時間內都會是變動的，但長時間來看則是穩定的，而在日常生活中也可以發現這種變動與穩定的情形，如：當我們把一塊方糖丟入杯中時，糖水的濃度會在剛開始的一段時間是由低至高不斷變動的，但當達到某一濃度後即維持穩定不再變動，這是否表示「變動」是一種過程而「平衡、穩定」則是結果呢？這一單元我們一起來探討地球溫度是如何變動及維持穩定。</p>	<p>教學設計</p> <p>1. T-A-IV-1 2. P-0-IV-1 3. P-C-IV-2</p> <p>閱讀資料：</p> <p>1. 「從「變動」到「穩定」：主要在複習「活動一」的跨科核心概念，並以「糖的溶解」為例說明「變動平衡」。</p>
<p>學習策略</p> <p>1 閱讀---可互相討論。 2 思考、發表、聆聽。</p> <p>指標</p>	<p>教學策略</p> <p>舊概念導入(提問): 1、複習舊經驗(投影片 3)--- 導入---週期性變動=穩定的特性(投影片 4)。 2、以家裡的存款導入收支變動的概念(投影片 5) 3、以影片輔助觀察食鹽的溶解與再結晶(投影片 6) 4、讓學生在觀看影片後用自己的話(圖示)說出溶解與沉澱的微觀變化,建構飽和溶液是一種動態平衡的概念(投影片 7.8)</p>
<p>素養指標</p> <p>1. T-A-IV-1 2. P-0-IV-1 3. P-C-IV-2</p>	

總結

打破自己!很累!但我們會繼續努力!希望有全新出發!