

古氣候與文明變遷

柳中明

- 地球氣候變遷史
- 冰期與間冰期
- 五千年氣候與文明變遷

討論題綱：

1. 八萬年後邁向冰河期的世界會是如何？
2. 古氣候變遷是否造成古文明消失？

全變通識-2(liucm)

1

一、地球氣候變遷史

全變通識-2(liucm)

2

40億年來，太陽亮度目前最大！

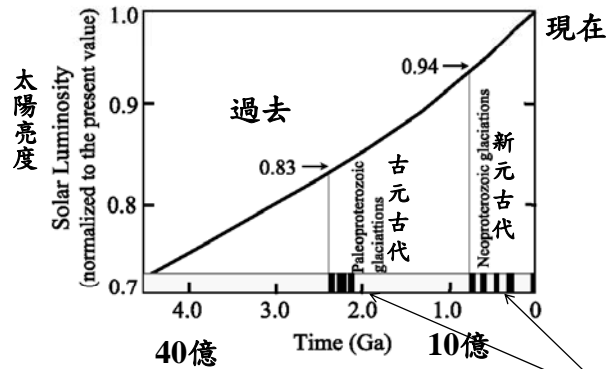


Fig. 1. Increase in solar luminosity with time. The solar evolution model is based on Gough [17]. Major glacial events are also shown as black bars.

全變通識-2 (liucm)

若地球出現冰，代表低氣溫時期，則為何過去太陽輻射低，地球卻非一直有冰？

主要冰河出現

未來

太陽輻射每增加 0.1%，就會使地球表面每平方公尺增加 0.24W 的能量，將導致全球氣溫上升 0.2 度。

由此估計，三億年後，將上升溫度 5 度；十億年後，太陽輻射增加 8%，全球氣溫將上升 16 度。

在未來 15 億年內，地球溫度將達到 80 度以上，海洋可能在十億年內蒸發掉，在此之前幾千萬年內地球便無法再居住。

全變通識-2 (liucm)

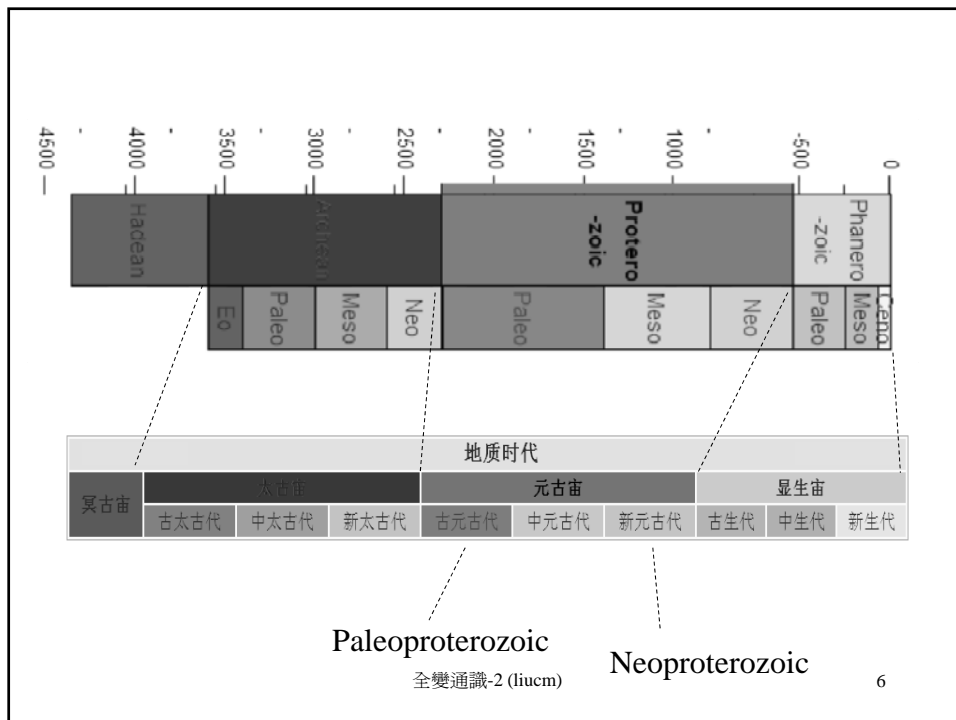
<http://www.tas.idv.tw/faq/98042004.htm>

過去

- 4 冥古宙 (Hadean eon) (46~38億年前)
- 3 太古宙 (Archean eon) (38~24億年前)
(地殼先形成，然後大氣圈、海水開始形成)
- 2 元古宙 (Proterozoic eon) (25億年前~ 5.42億年前)
(發現許多菌類、藻類植物和古代微生物化石，「菌藻時代」，出現「生命大爆炸」。)
- 1 顯生宙 (Phanerozoic eon) (5.42億年前~至今)
(出現過五次生物大滅絕)

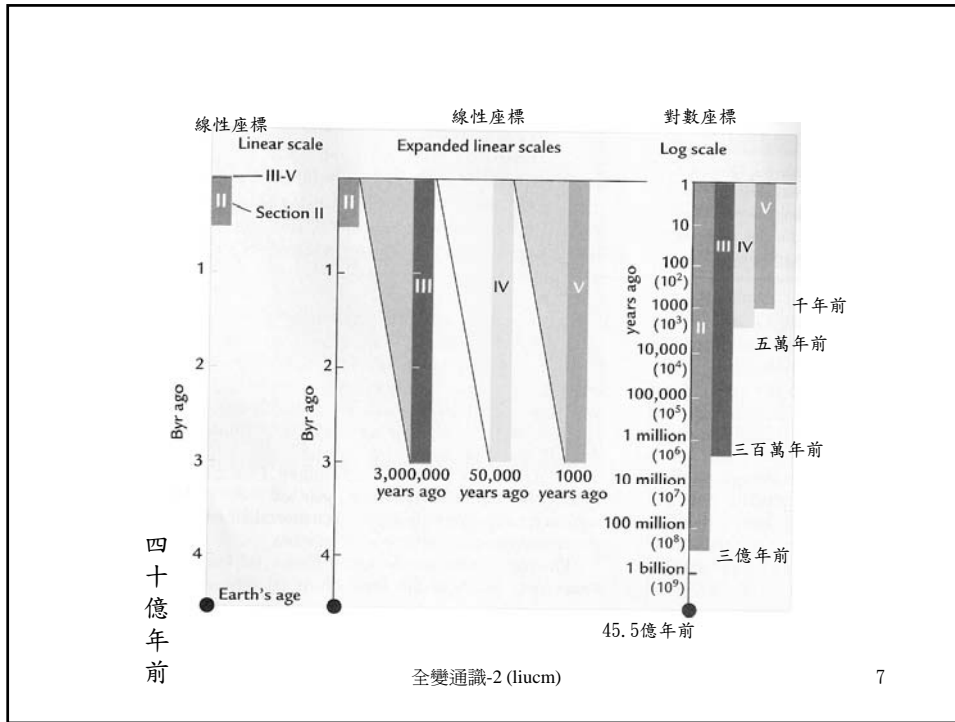
全變通識-2 (liucm)

5



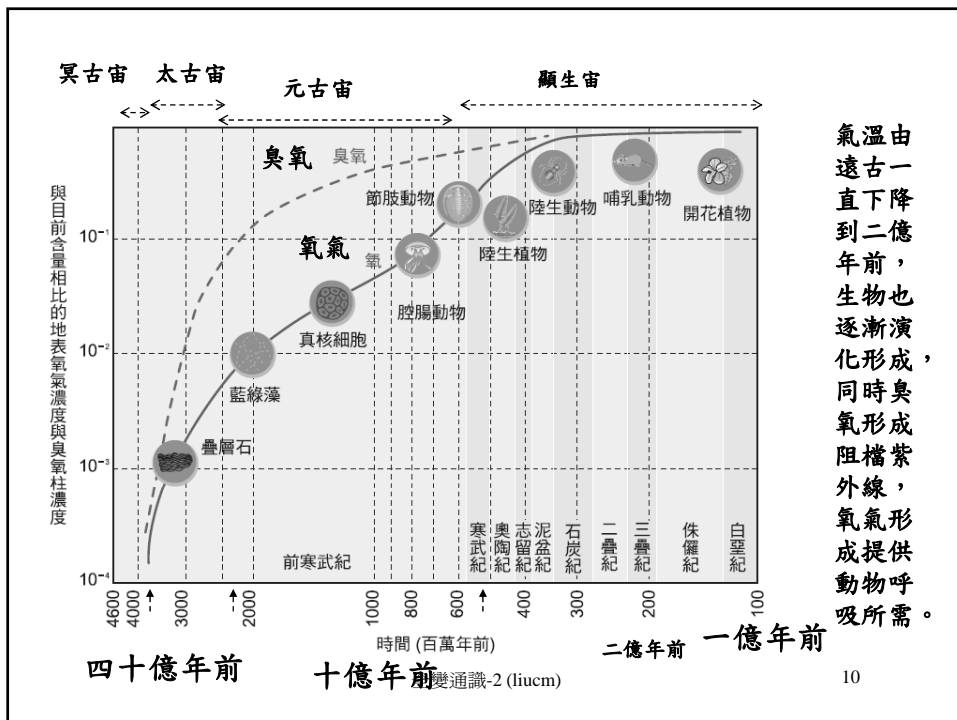
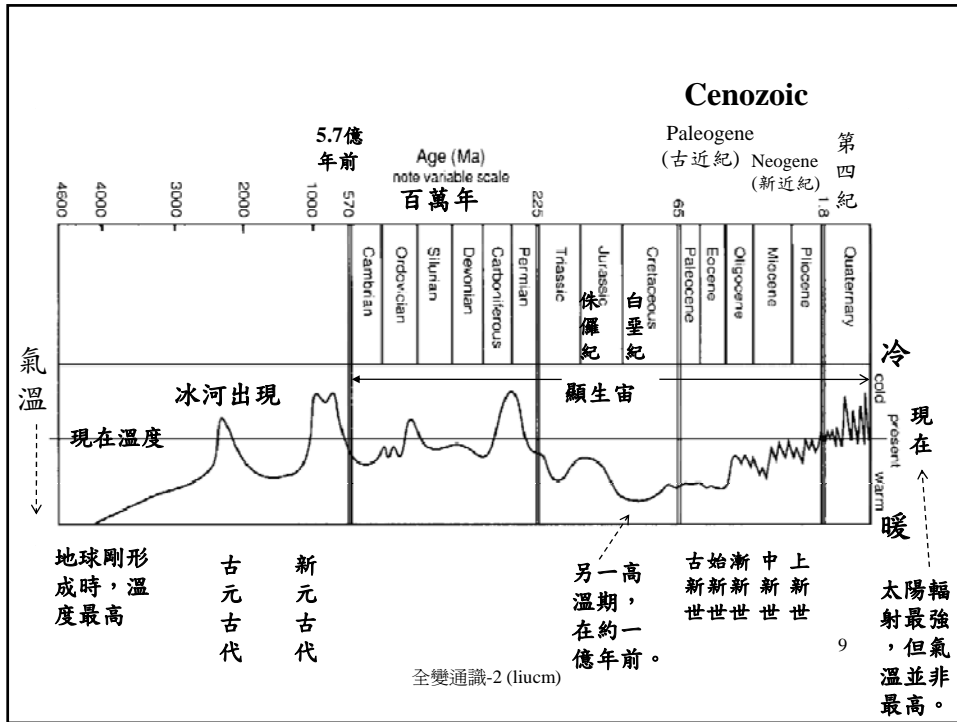
全變通識-2 (liucm)

6

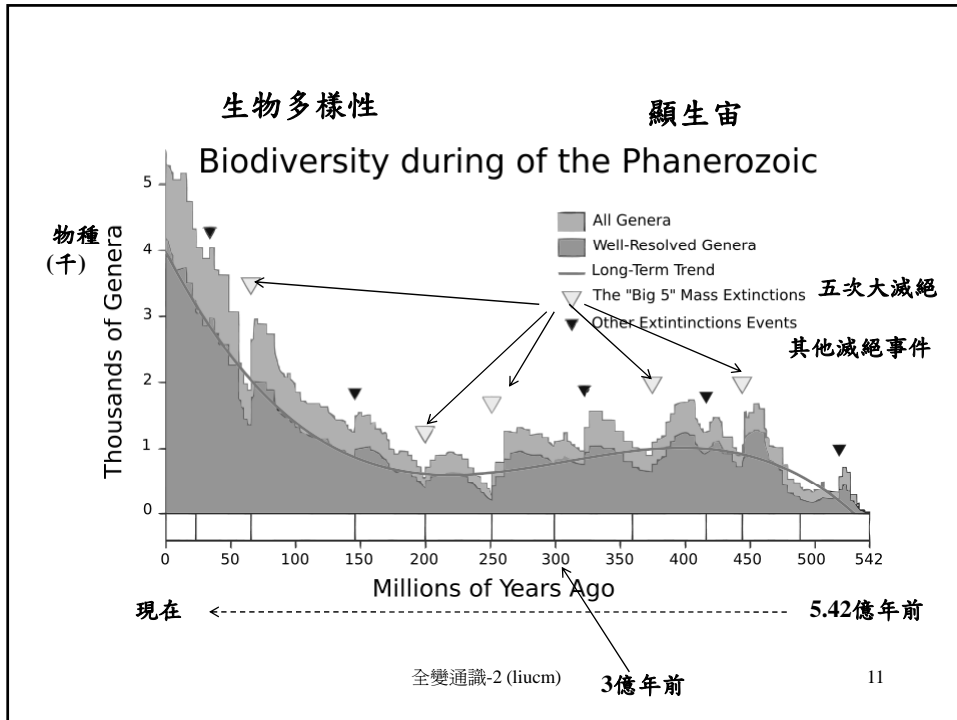


元	代	紀	世	年代開始 百萬年前(GSSP) ^[1]	主要事件	全新世
顯生宙	新生代	第四紀	全新世	0.011430 ± 0.00013 ^[3]	人類繁榮 (參照年表)	人類
			新近紀	1.806 ± 0.005	冰河時期, 大量大型哺乳動物滅絕 人類進化到現代狀態	
			上新世	5.332 ± 0.005	人類的人類祖先出現	
		古近紀	中新世	23.03 ± 0.05		
			漸新世	33.9 ± 0.1	大部份哺乳動物目崛起	
			始新世	55.8 ± 0.2		
	中生代	白堊紀	古新世	65.5 ± 0.3		
			白堊紀	99.6 ± 0.9	恐龍的繁榮和滅絕 白堊紀-第三紀滅絕事件, 地球上45%生物滅絕 有胎盤的哺乳動物出現	Eocene 始新世 0.558億年前 = 55.8百萬年前
		侏羅紀	侏羅紀	199.6 ± 0.6	有袋類哺乳動物出現 鳥類出現 裸子植物繁榮 被子植物出現	
			三疊紀	251.0 ± 0.4	恐龍出現 卵生哺乳動物出現	
古生代	二疊紀	二疊紀	299.0 ± 0.8	二疊紀滅絕事件, 地球上95%生物滅絕 盤古大陸形成		
		石炭紀	359.2 ± 2.5	昆蟲繁榮 爬行動物出現 煤炭森林 裸子植物出現		
	泥盆紀	泥盆紀	416.0 ± 2.8	魚類繁榮 兩棲動物出現 昆蟲出現 種子植物出現 石松和水蘗出現		
		志留紀	443.7 ± 1.5	陸生的裸蕨植物出現		
寒武紀	寒武紀	488.3 ± 1.7	魚類出現, 海生藻類繁盛			
	寒武紀	542.0 ± 1.0	寒武紀生命大爆炸	5.42億年前		

全變通識-2 (liucm) 8



氣溫由遠古一直下降到二億年前，生物也逐漸演化形成，同時臭氧形成阻擋紫外線，氧氣形成提供動物呼吸所需。



生物是否扮演了調節大氣成份的角色？

全變通識-2 (liucm)

12

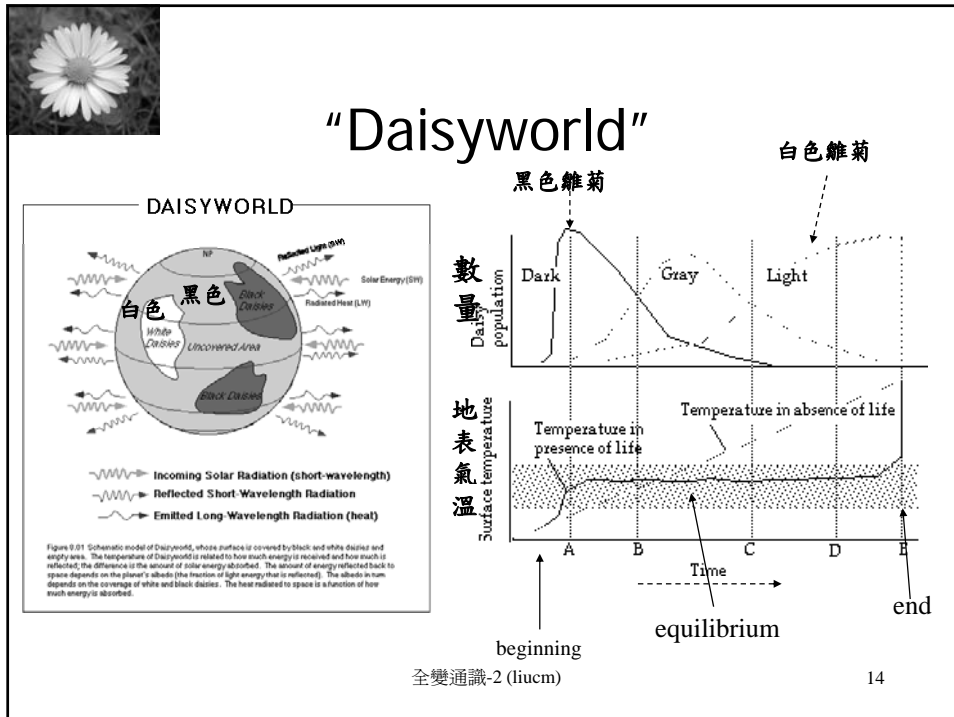
蓋亞理論

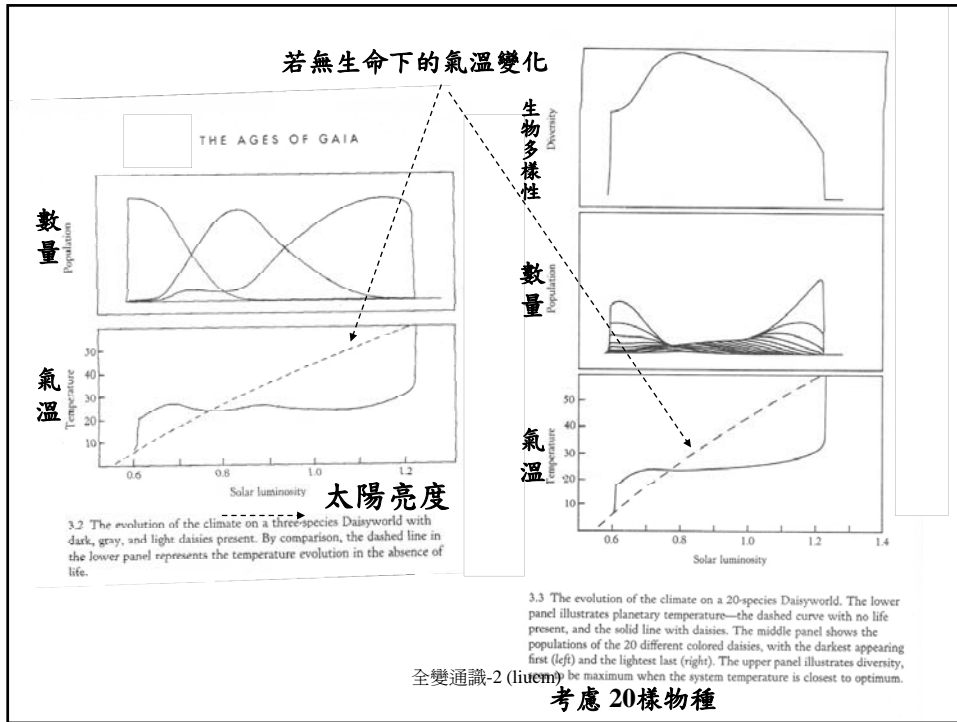


Lovelock defined **Gaia** as:

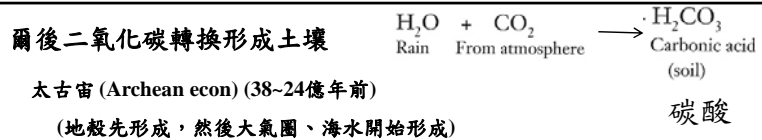
a complex entity involving the Earth's biosphere, atmosphere, oceans, and soil; the totality constituting a feedback or cybernetic system which seeks an optimal physical and chemical environment for life on this planet.

生物體會主動改變行星狀態使其適合居住！

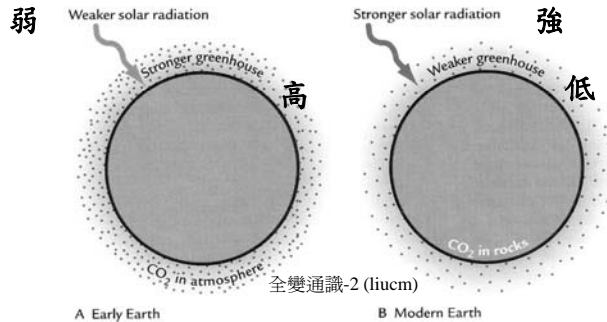


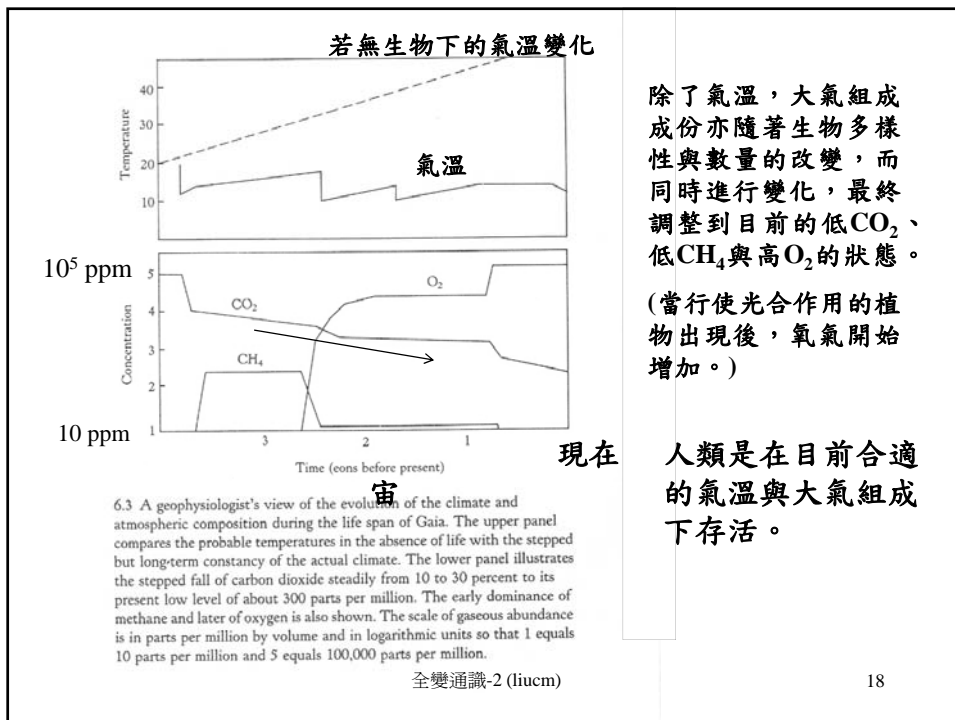
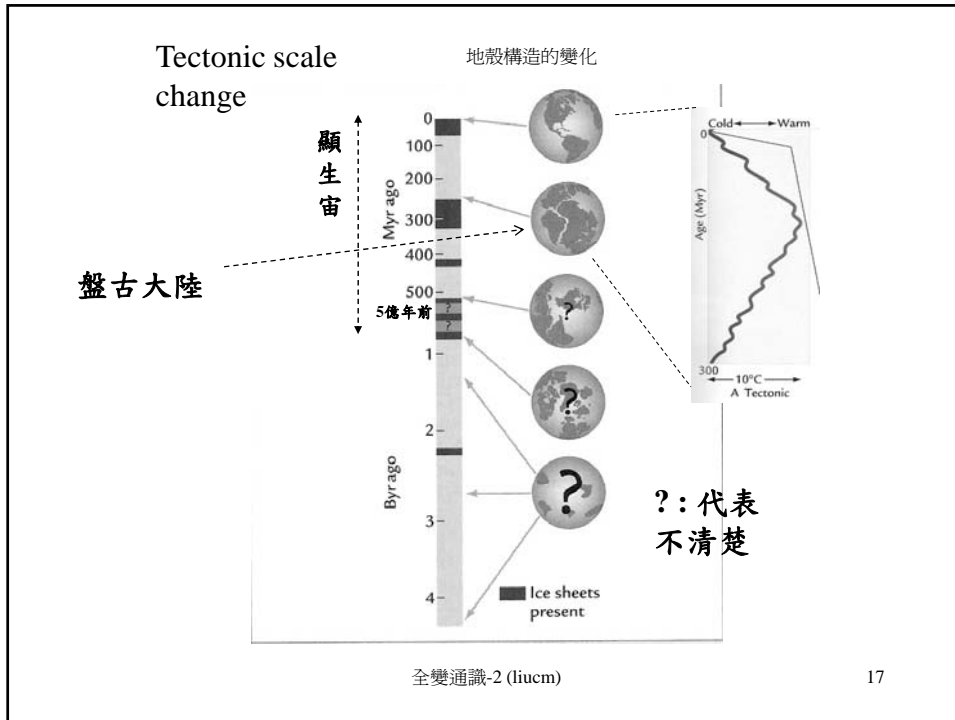


遠古時，太陽輻射弱，大氣充滿高二氧化碳氣體，進行溫室效應，地球溫度偏高。



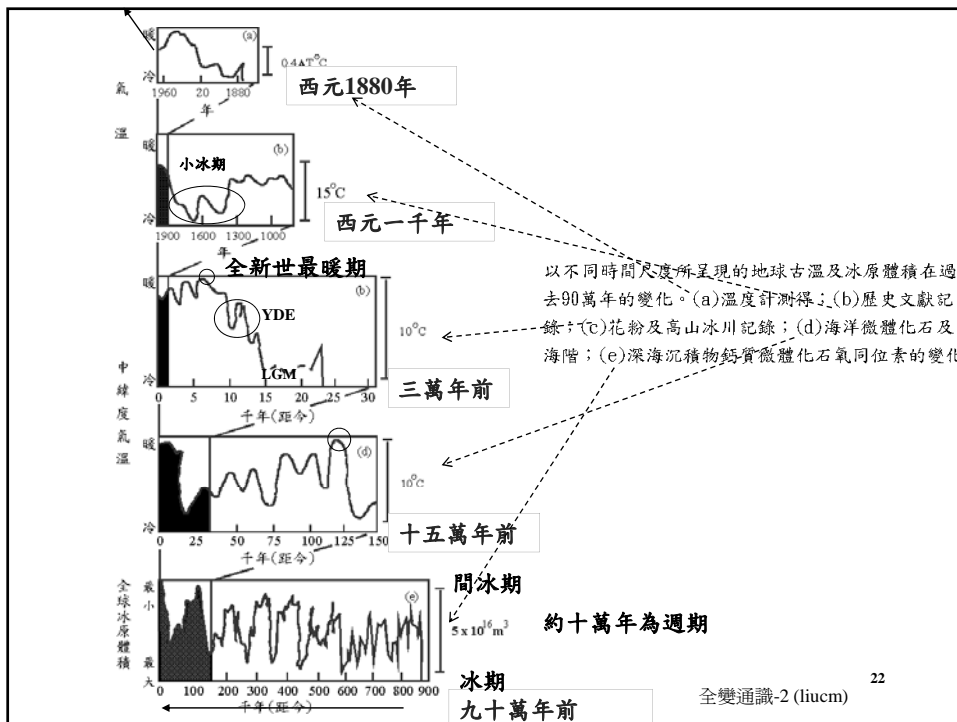
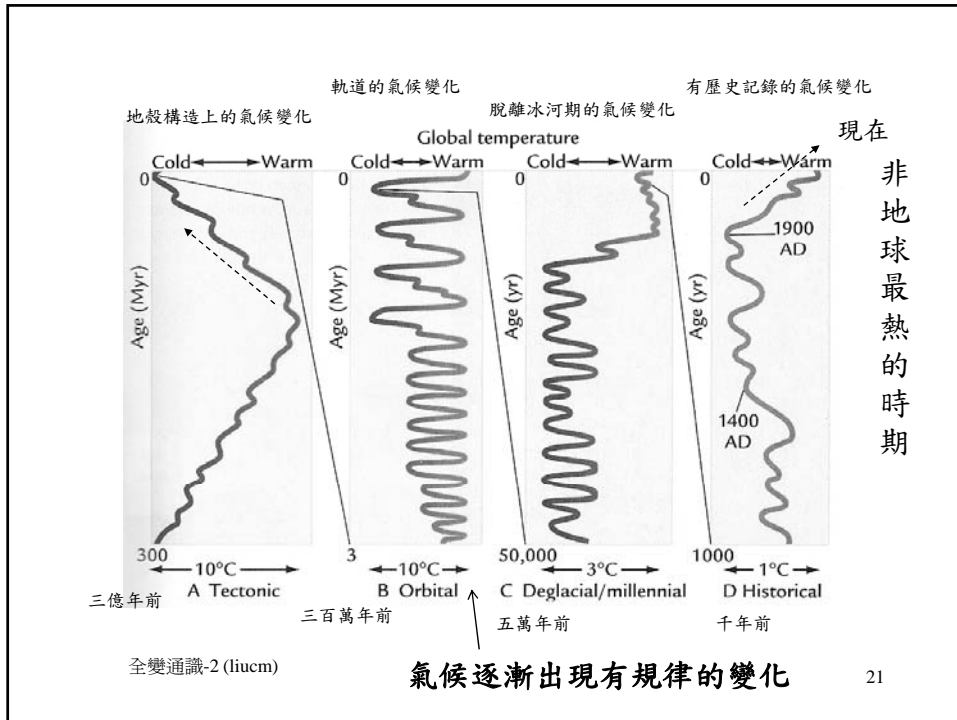
溫室氣體的濃度由高轉低，配合太陽輻射量的改變，調節地球氣溫。





古地球的演變是個謎，科學家們很努力地去拼湊出可能發展情境，其困難度很高，但卻是非常值得探索的世界。

二、冰期與間冰期



影響氣候的因素

1. 太陽輻射量的改變 (46億年來逐漸加強)
2. 板塊漂移，地形變化 (二億年前至今的變動)
3. 日-地關係 (軌道變化)
4. 溫室氣體(大氣成份)的改變
5. 太陽黑子 (具11年、22年與80~100年週期)(黑子多時，太陽輻射強?)
6. 慧星撞地球 生物?
7. 火山爆發 (大火山爆發會造成全球短期內降溫)
8. 人為大氣成份改變：溫室氣體增加
9. 地貌改變：伐林、焚林、綠地減少、耕地增多、都市增多等。

全變通識-2 (liucm)

23

日-地關係

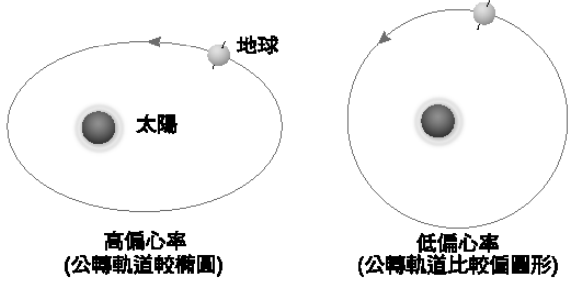
- 地球繞太陽的軌道(公轉)的偏心率(離心率)具十萬年週期的變化。
- 地球傾斜角度(黃赤交角)具四萬年週期的變動。
- 地球自轉軸的移動(歲差、旋進)具二萬二千年週期的變動。

太陽與地球間距離的改變，影響太陽輸入地球的能量，也是造成冰河期與間冰期變動的主因。

24

全變通識-2 (liucm)

Milankovitch cycles
米蘭科維奇循環



地球 太陽

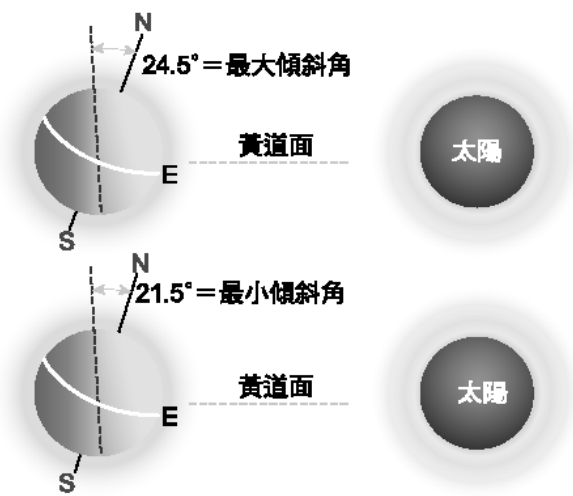
高偏心率
(公轉軌道較橢圓)

低偏心率
(公轉軌道比較偏圓形)

偏心率的變化
(周期 100,000 年)。

http://www.educnet.education.fr/svt/anim/ticeparisnov2003/hf/tp_o18/milanko.swf

全變通識-2 (liucm) 25



N
24.5° = 最大傾斜角
黃道面
E
S

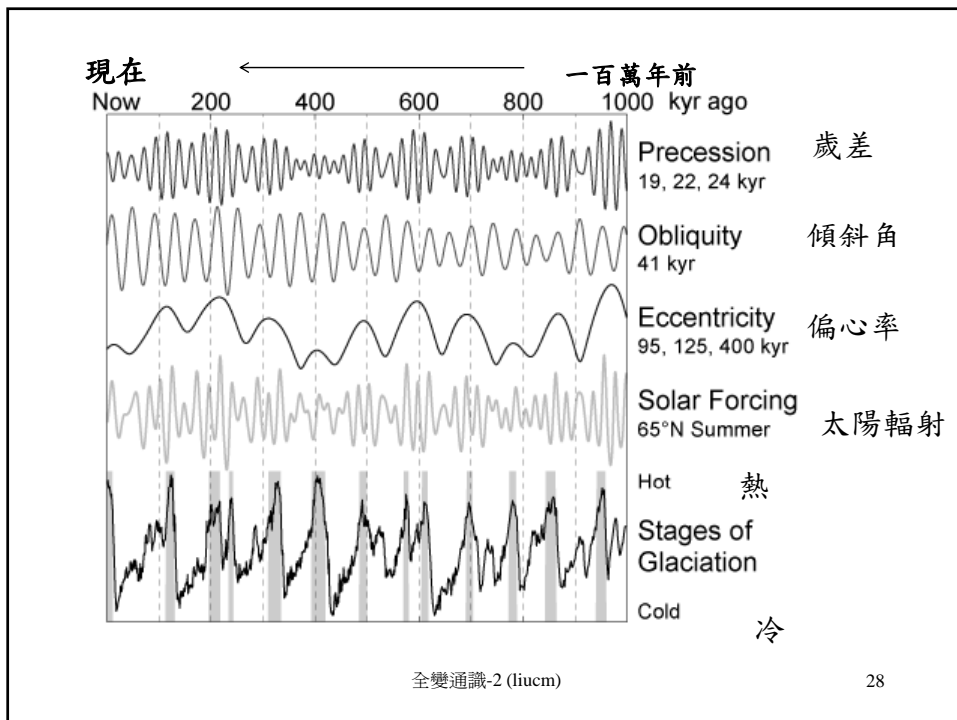
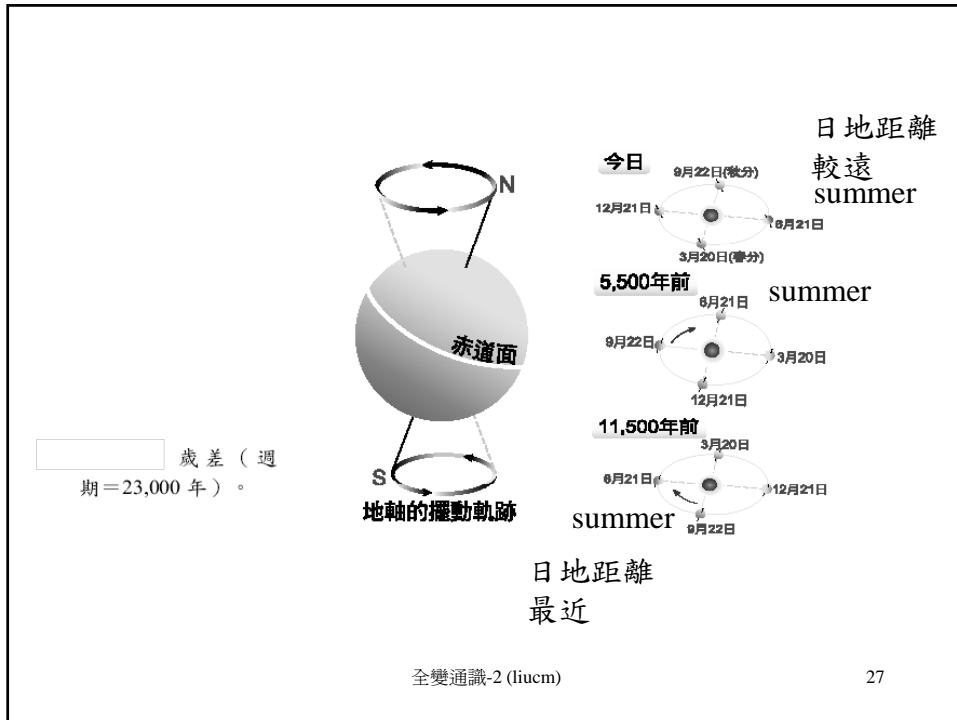
N
21.5° = 最小傾斜角
黃道面
E
S

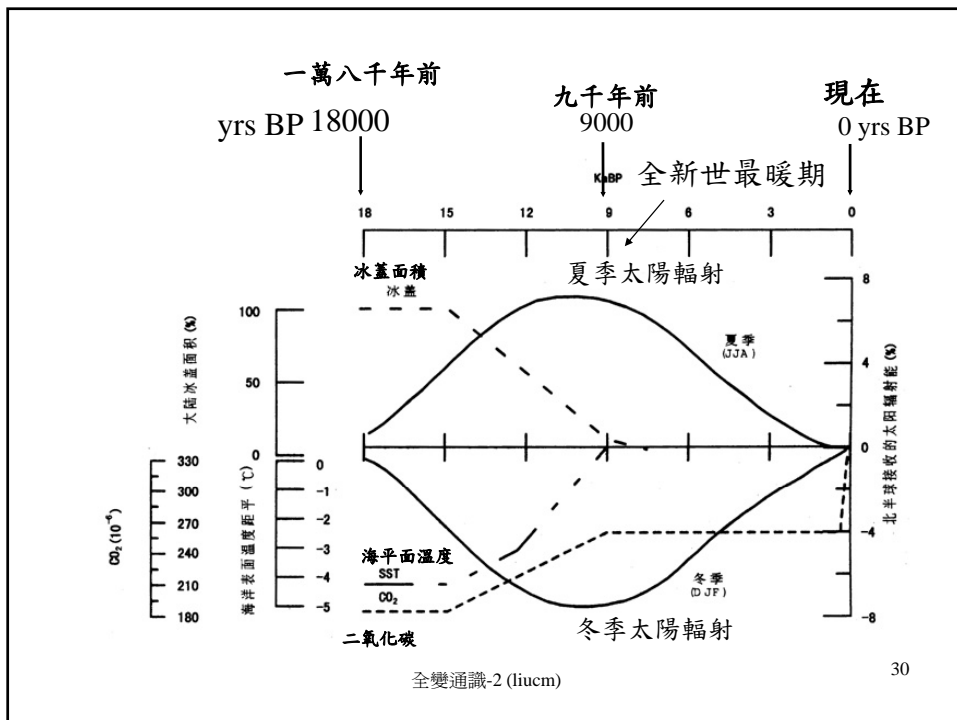
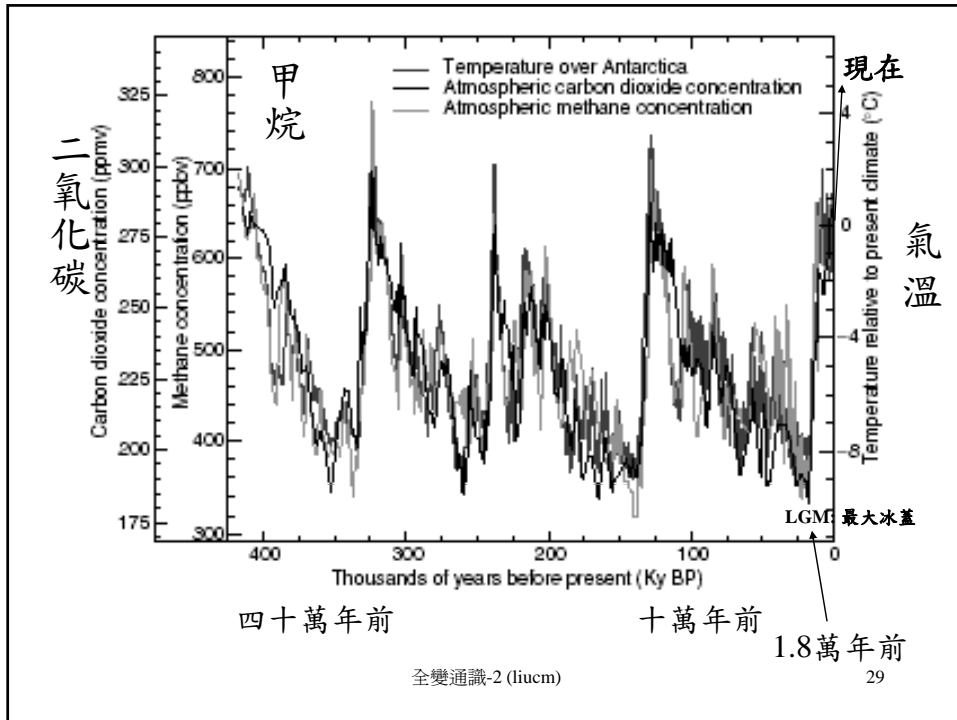
太陽

太陽

黃赤交角的變化 (周期 41,000 年)。

全變通識-2 (liucm) 26





近百萬年內

1. 氣溫上下變動，主要受日地距離改變所致。
2. 目前正處於溫暖的間冰期。
3. 溫室氣體二氧化碳與甲烷的濃度與氣溫同步變化。因為：凍土、森林與海洋所儲存的溫室氣體在暖期會釋放出來，而加強溫室效應；反之，於冷期則溫室氣體快速儲存，減弱溫室效應。

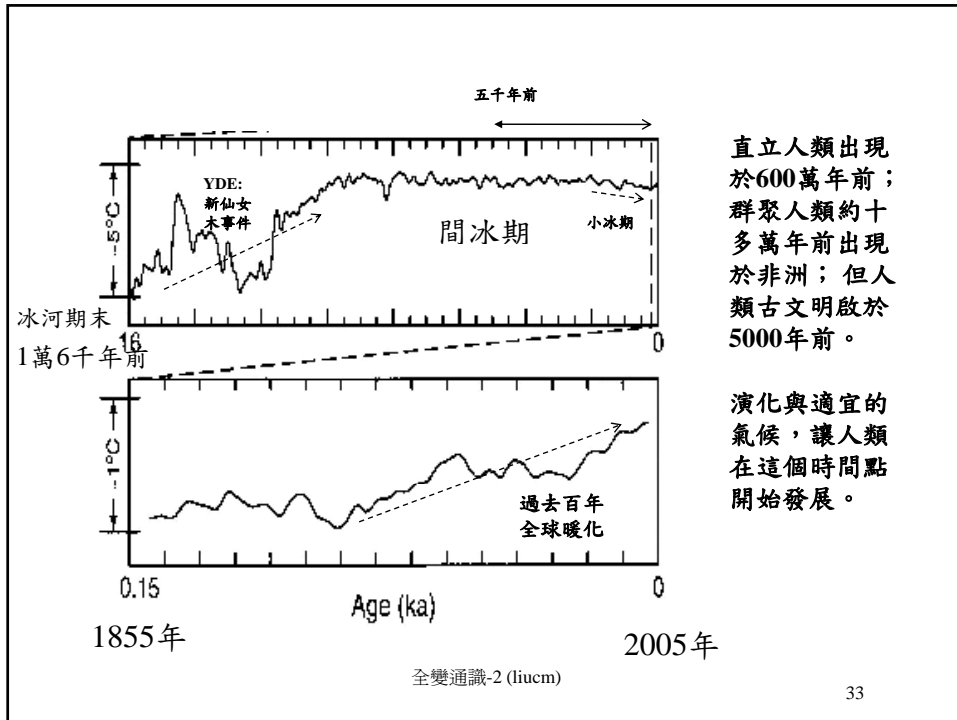
全變通識-2 (liucm)

31

三、五千年氣候與文明變遷

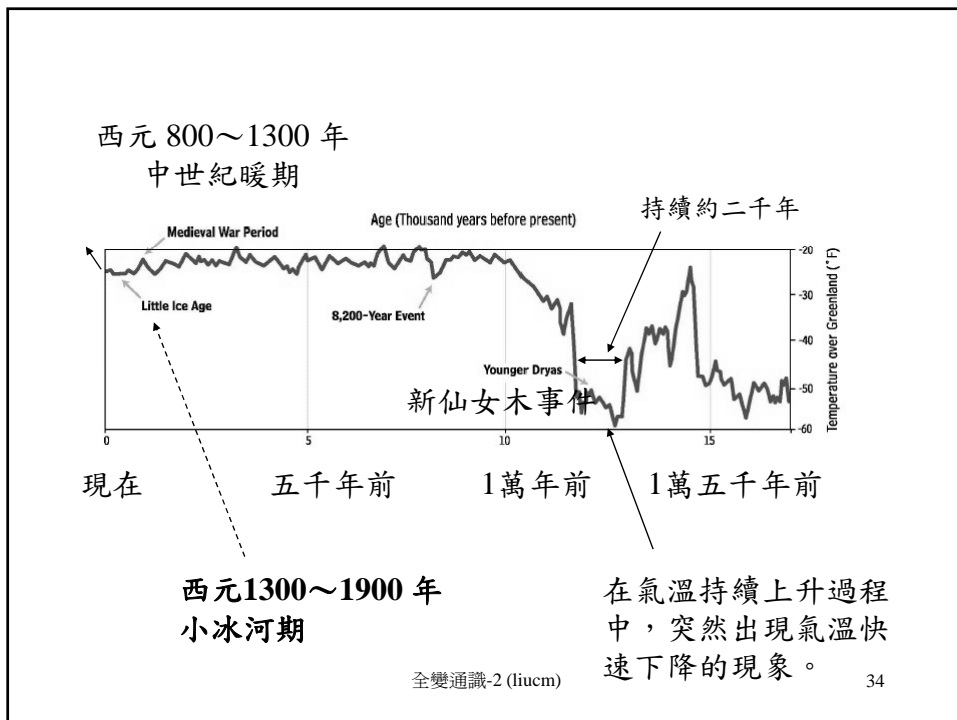
全變通識-2 (liucm)

32



直立人類出現於600萬年前；群聚人類約十多萬年前出現於非洲；但人類古文明啟於5000年前。

演化與適宜的氣候，讓人類在這個時間點開始發展。



古文明

兩河文明(美索不達米亞文明，5500年前～2500年前)

古埃及文明 (5000年前~2300年前)

古印度河文明 (4500年前～3500年前)

華夏文明 (5000年前)

中南美洲三大古文明：包括馬雅文明(約5500年前~1250年前)、印加文明和阿茲提克文明(約900~500年前)。

全變通識-2 (liucm)

35

消失的古文明

亞特蘭提斯文明：亞特蘭提斯是一個傳說中的高文明城市，在很久之前突然沉入深海消失。到現在仍末有人證明或否定它的存在。最先提及亞特蘭提斯的是二千年前希臘哲學家柏拉圖(Plato)。

馬雅文明：馬雅族(Maya)誕生於公元前3113年，是居住在中美洲的古印地安人，在公元後約750年神祕地消失。

MU文明：離台灣宜蘭只有六十海哩的與那國島，其南面海岸由東至西的海底確實存在著古文明的遺跡。該海底古城可能是一萬五千年前，琉球群島與中國大陸還連在一起時的古文明，後來由於地震而突然沈入海底消失。

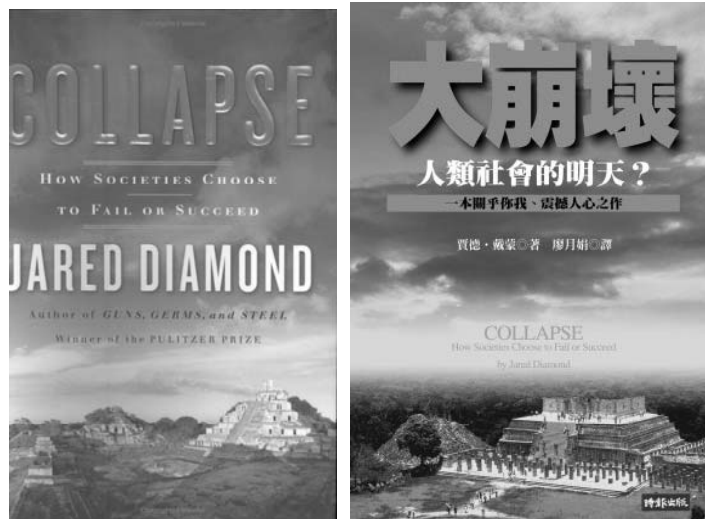
全變通識-2 (liucm)

36

復活島文明：復活節島位於玻里尼西亞群島東方海域，現在為智利領土。面積約45平方英里，島上有兩座死火山，遍佈火山岩，沒有樹木。它所引人注意的是島上豎立著 200多尊巨形石像，刻工極其細緻。每尊高約23 ~ 60英尺，重約50公噸。彼此相距六呎材料取自大塊火山岩堆，整塊雕刻而成。問題在於如何自岩場搬運到100呎外的地方，還要使每塊巨石站立，即使用現今機械也很難辦到，對於島上古老民族而言，如何能在沒有木材可用的情形下，達成這項任務，是個疑問。

全變通識-2 (liucm)

37



出版日期：2006年01月26日

全變通識-2 (liucm)

38

大崩壞分為四個部份：

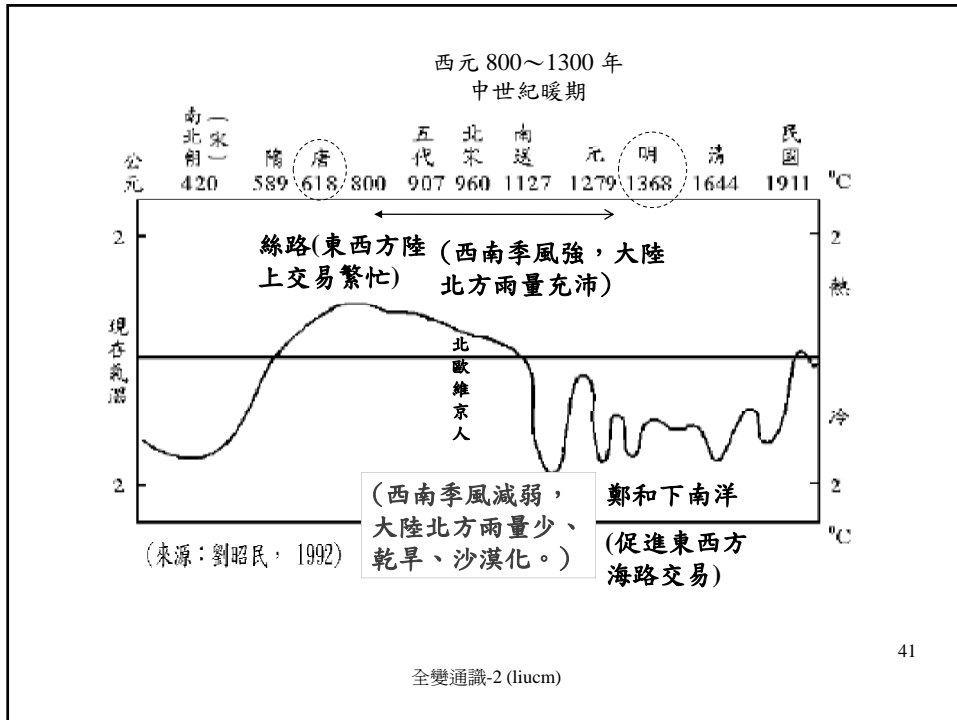
第一部份描述美國蒙大拿州的環境。

第二部份描述過去已崩潰的社會。五個影響社會前景的因素：**環境破壞、氣候轉變、敵對族群、貿易沒落和社會對環境問題的反應**。討論：復活節島、皮特凱恩島的玻里尼西亞人、美國西南部的阿納薩齊人、中美洲的馬雅人與格陵蘭的諾爾斯人。三個成功的例子：太平洋的小島蒂寇皮亞島、新畿內亞中部成功的農業、日本德川時代的林業管理。

第三部分描述現代社會：盧安達的種族屠殺、多明尼加與海地、中國(第三世界)、澳洲(第一世界)

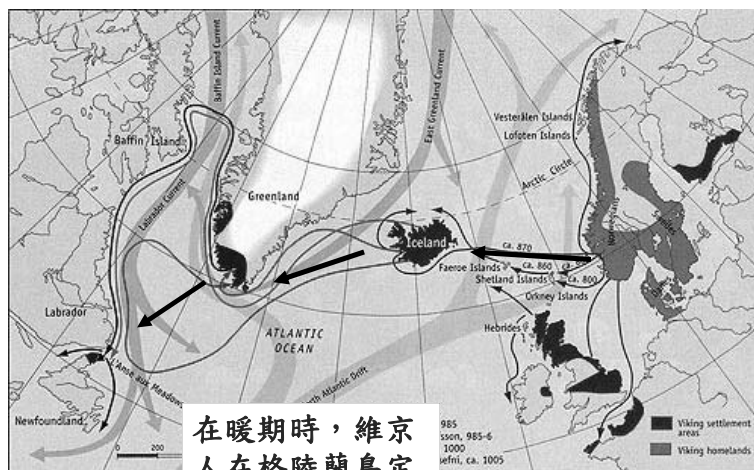
第四部分為總結，並指出群體政策、大企業、人類三者與環境之間的關係。

指出：除了生態環境的破壞、氣候變化、強鄰威脅、友邦的支持等因素之外；最重要的關鍵在於：一個社會面對環境問題的應變能力如何！



41

During the years **800-1200**, Iceland and Greenland were settled by the **Vikings**. These people, also known as the **Norse**, included Norwegians, Swedes, Danes, and Finns.



在暖期時，維京人在格陵蘭島定居；在冷期則被迫撤離。

全變通識-2 (liucm)

42

12世紀是中國近代歷史上最寒冷的一個時期，但是在歐洲，12世紀卻是一個溫暖時期，到13世紀才寒冷下來。如17世紀的寒冷，中國也比歐洲早了50年。

歐洲和中國氣候息息相關是有理由的。因為這兩個區域的寒冷冬天，都受西伯利亞高氣壓的控制。如西伯利亞的高氣壓向東擴展，中國北部西北風強，則中國嚴寒而歐洲溫暖。相反，如西伯利亞高氣壓傾向歐洲，歐洲東北風強，則北歐受災而中國溫和。只有當西伯利亞高壓足以控制全部歐亞時，兩方就要同時出現嚴寒。

重點

氣候環境與……等的改變，將使得一個社會需面對環境問題進行應變。失敗的、消失的文明代表著當地人民被迫遷移，而使得當地文明滅絕；成功的、被保存的文明代表著當地人民不斷探討如何適應，以延續文明。

討論題綱：

1. 八萬年後邁向冰河期的世界會是如何？
2. 古氣候變遷是否造成古文明消失？

註：平時討論成績佔總成績的 40%：依每次參加分組(約五~六人一組)討論的過程與結論評分。