

第一章

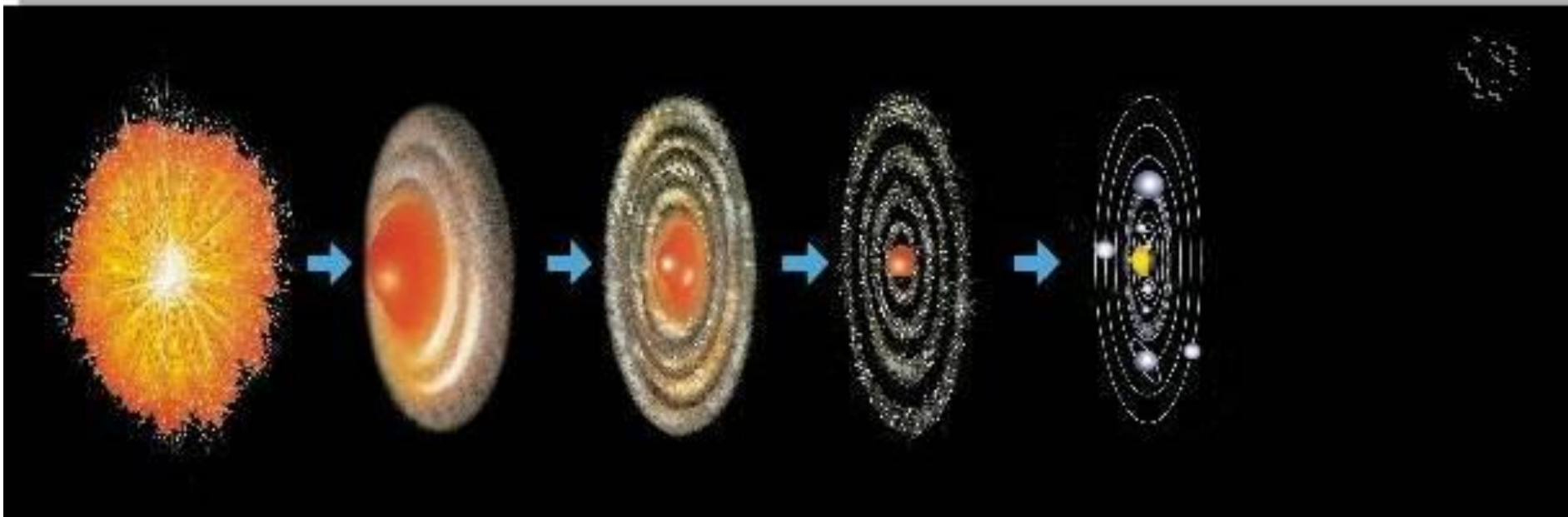
探索地球

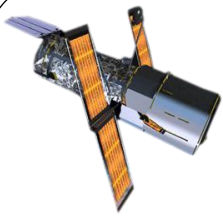
- 1-1 地球環境演變的歷史
- 1-2 探索地球歷史的方法與限制



1-1

地球環境演變的歷史





1-1.1 太陽系與地球的形成

- 約50億年前

太陽系誕生於由氣體（氫、氦）、冰和塵埃所組成的星雲中。

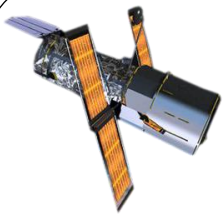
a. 瀰漫在宇宙的太陽星雲

目錄

▲上一頁

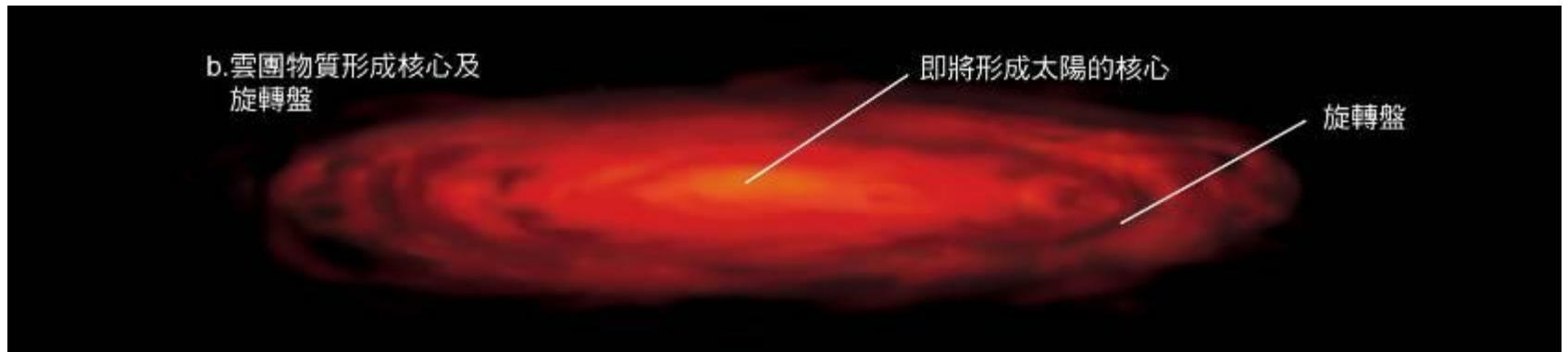
▼下一頁

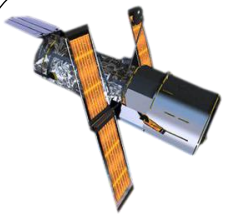
離開



1-1.1 太陽系與地球的形成

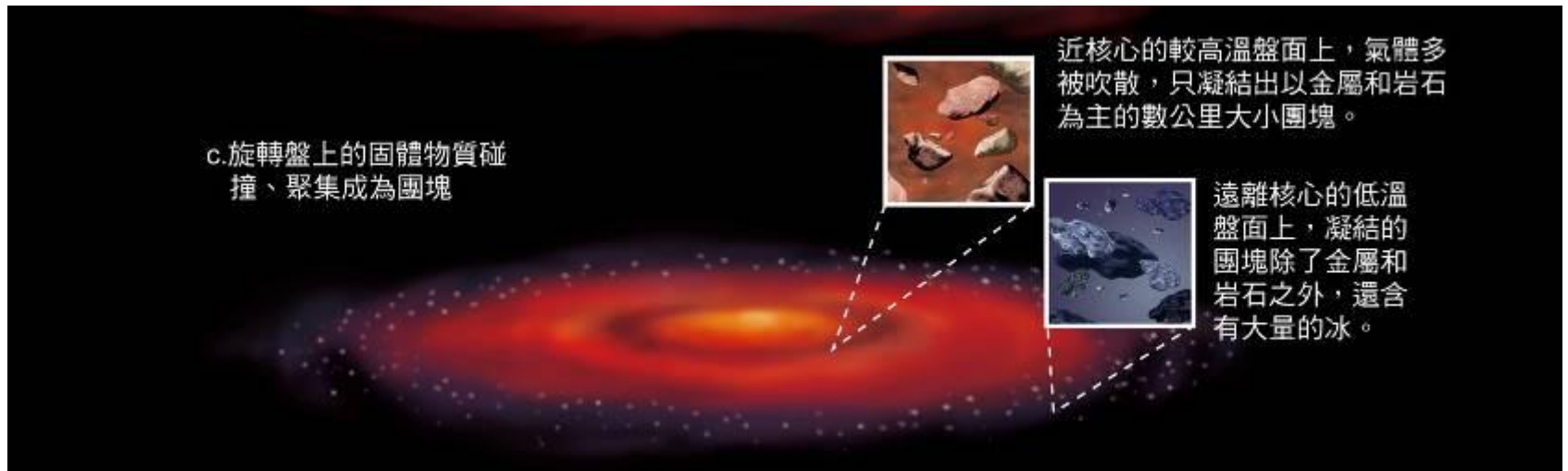
- 在**萬有引力**的作用下，
大部分的星雲物質會逐漸的往中心聚集，
形成一個**高溫度高密度**的核心，
其餘物質則散落在扁平的盤面上，
緩緩地繞著中心旋轉。

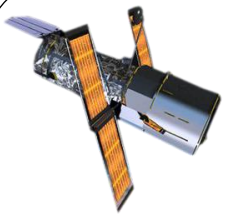




1-1.1 太陽系與地球的形成

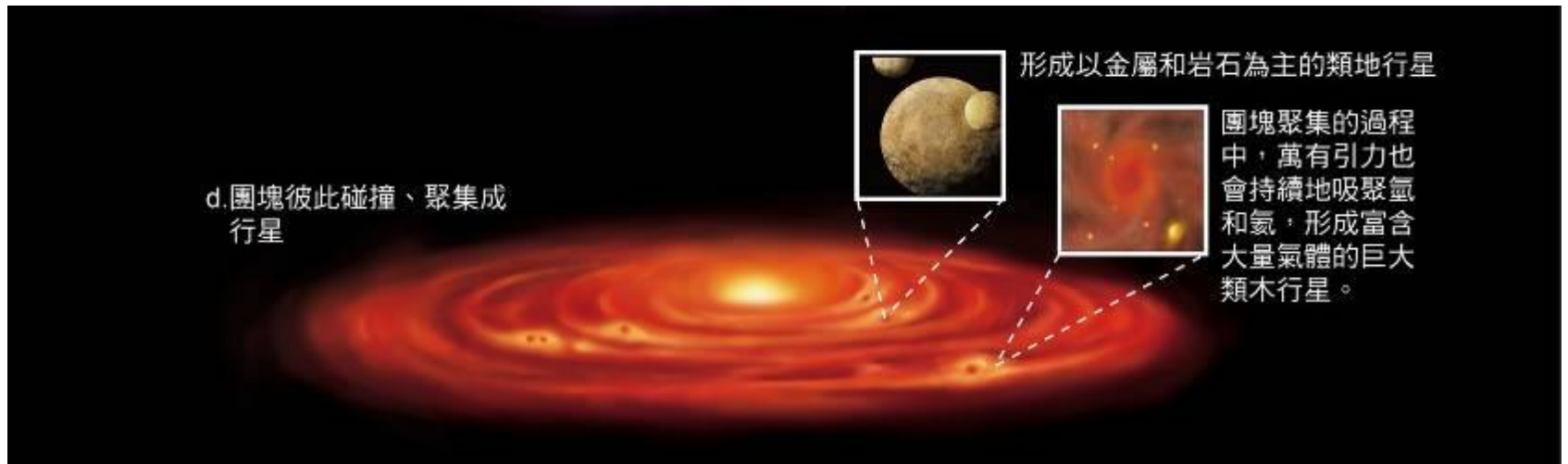
- 盤面上的固體物質會因萬有引力而逐漸分別凝縮成大團塊。

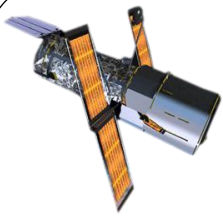




1-1.1 太陽系與地球的形成

- 固體團塊不斷的相互碰撞、黏著，
形成較大的**微行星體**，最後發展成為行星。





1-1.1 太陽系與地球的形成

- 星雲核心溫度達到攝氏一千萬度以上，
氫原子核會進行核融合反應，
形成較重的氦原子核，釋出能量，
太陽就此誕生。

e. 太陽形成並吹散盤面上剩餘的物質





例題1 太陽系各階段的演化

- 甲、太陽內部進行核融合反應，放出光和熱
 - 乙、太陽系行星形成球狀
 - 丙、太陽系物質分離，密度小氣體聚集於太陽系外圈
 - 丁、太陽系形成圓盤星雲
- 其發生的先後順序，應如下列哪一選項所列？

(A) 丁丙乙甲

(B) 丁丙甲乙

(C) 丁甲丙乙

(D) 甲丁丙乙



例題2 太陽星雲演化成太陽系的主要動力

● 何者為太陽星雲演化成太陽系的主要動力？

(A)核融合

(B)萬有引力

(C)磁力

(D)科氏力

認識太陽系的組成

太陽系(Solar System) 八大行星



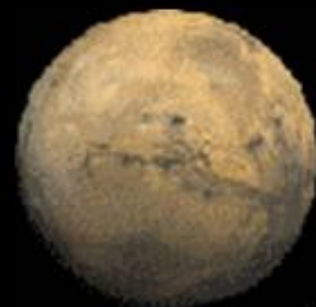
☿ 水星(Mercury)



♀ 金星(Venus)



♁ 地球(Earth)



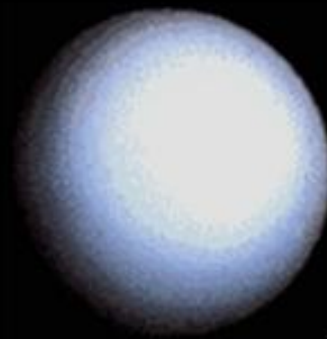
♂ 火星(Mars)



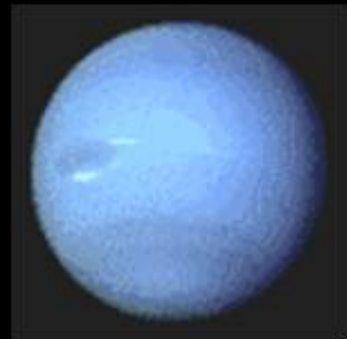
♃ 木星(Jupiter)



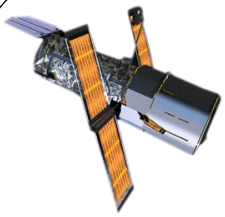
♄ 土星(Saturn)



♅ 天王星(Uranus)

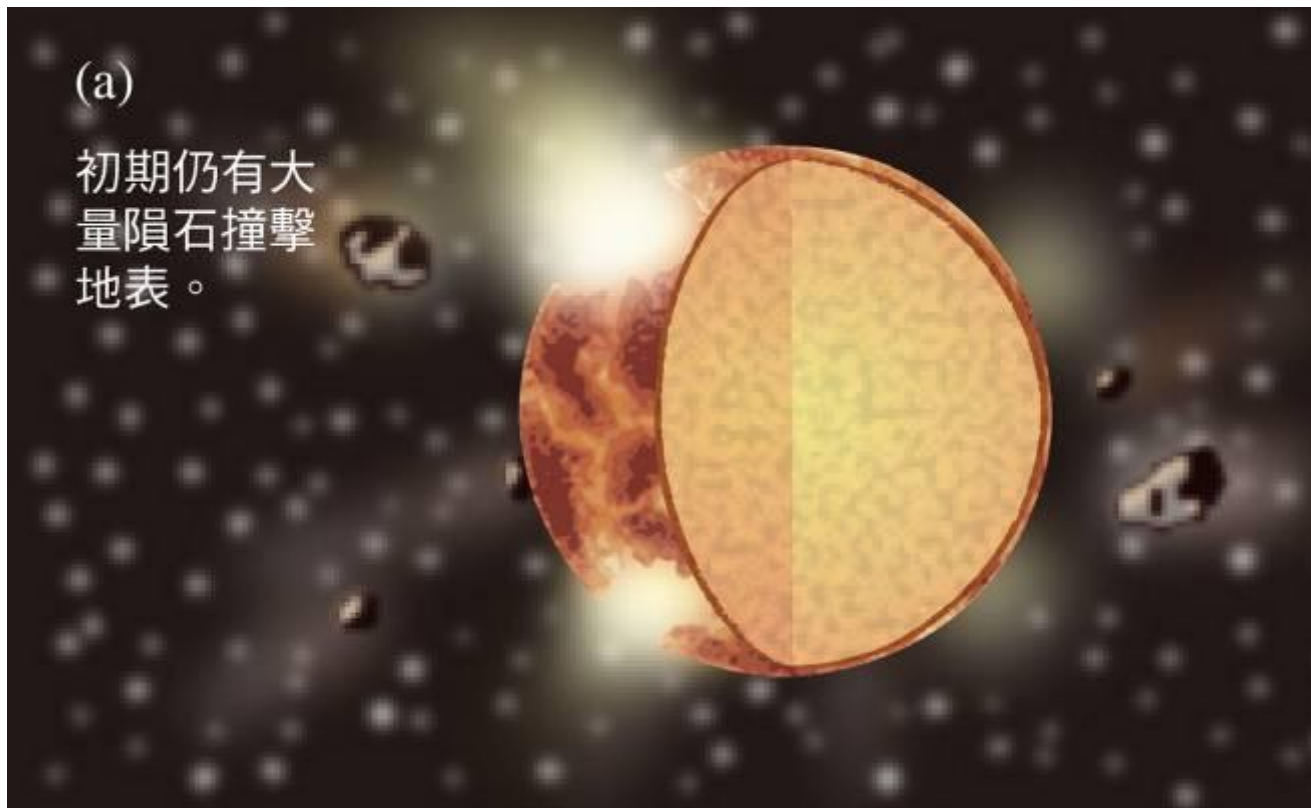


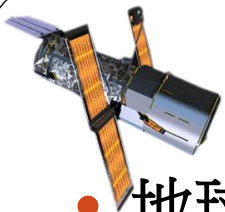
♆ 海王星(Neptune)



1-1.2 地球內部分層

- 約46億年前，原始地球內部無明顯的分層，且不斷受到大量**流星體的撞擊**。



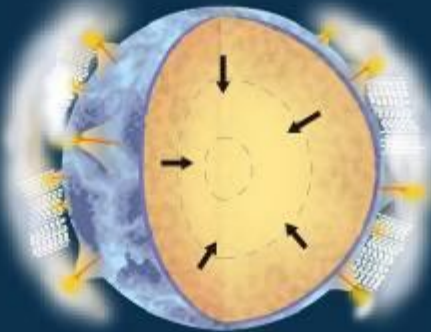


1-1.2 地球內部分層

- 地球持續升溫，地表火山活動旺盛。
在高溫、高壓下，
密度大的鐵、鎳等物質下沉到中心→**地核**
密度小的矽酸鹽等浮到地核之上→**原始地函**

(b)

地球內部物質開始形成層圈構造，地表大量的火山作用，釋出原始大氣，水氣凝結匯聚成海洋。

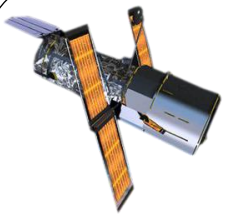


目錄

▲上一頁

▼下一頁

離開

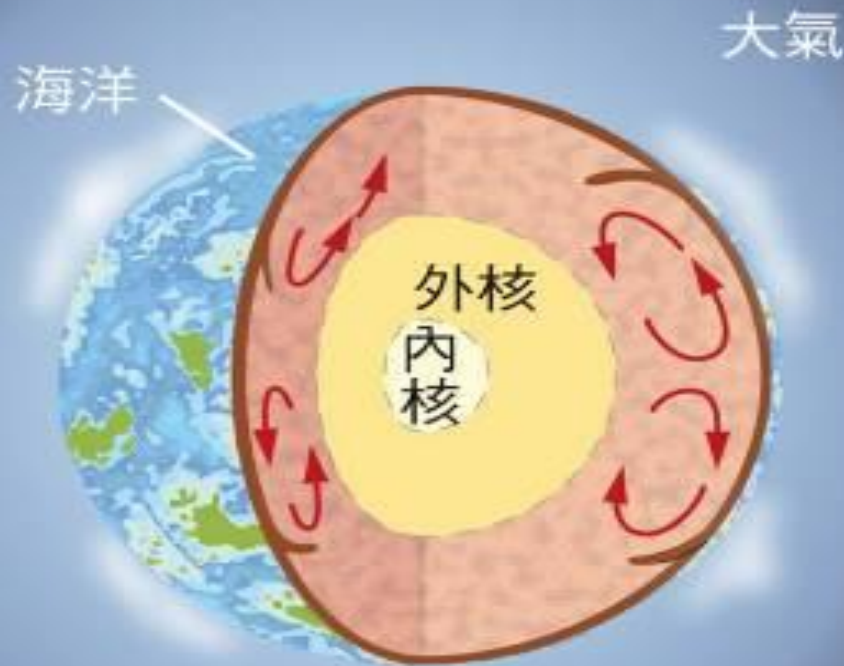


1-1.2 地球內部分層

- 地函中較輕的物質浮到地球表面→**地殼**
- 分層過程花費約1億多年的時間

(c)

目前的地球仍處於大氣圈、水圈、岩石圈以及生物圈的持續互動狀態中。





例題3 何者為地球形成初期高溫形成熔融狀態的主因? (應選2項)

- (A) 地球內部進行核融合反應
- (B) 地球內部放射性元素衰變**
- (C) 小行星和隕石撞擊地表**
- (D) 太陽風強烈

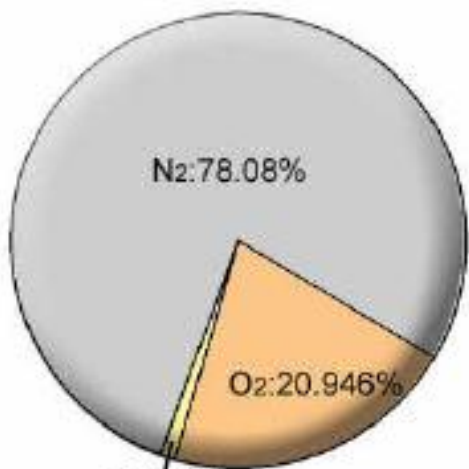


1-1.3 大氣與海洋的起源

● 原始大氣和海洋

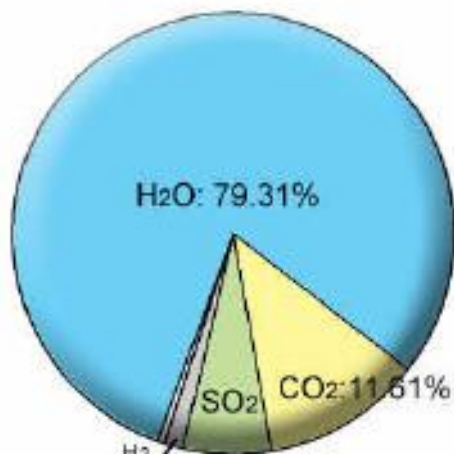
- 地球內部分異時，火山活動釋出大量的
水氣 + 二氧化碳 + 含氮或硫的氣體
→ 原始大氣
- 約40億年前，地球表面溫度逐漸降低，
水氣開始凝結並大量降雨→形成海洋
- 溶於海中的二氧化碳，與海水中的陽離子結合成碳酸
鹽類沉澱物（如石灰岩），部分水氣與二氧化碳
即從大氣中移出→除碳作用

菲律賓 皮那土波火山 (Mount Pinatubo)



Ar & CO₂

目前大氣氣體成份



H₂
N₂: 1.29%

火山爆發的氣體成份



目錄

▲上一頁

下一頁▼

離開



❖ 除碳作用

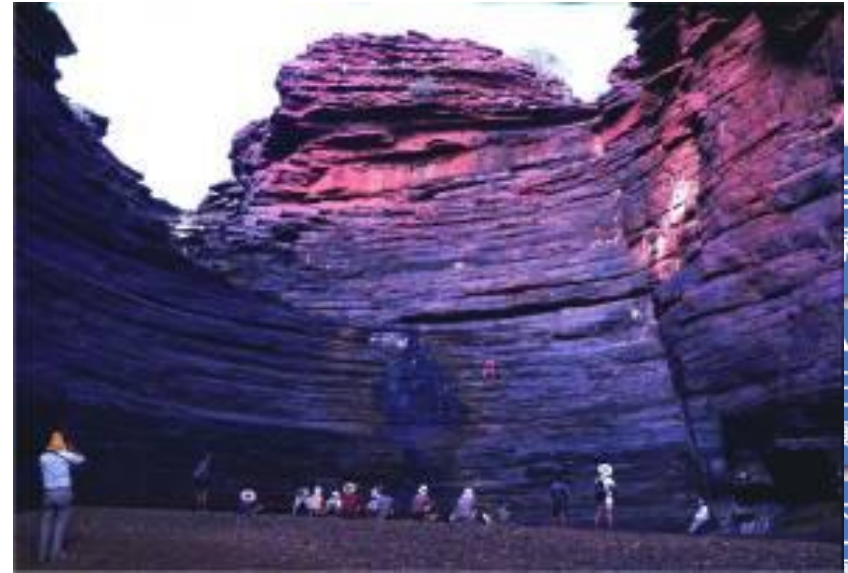
1. CO_2 溶解在海水 + 陸地沖刷入海的Ca
→ 碳酸鈣 CaCO_3 沉澱 (石灰岩)
【大氣中的 CO_2 → 海底的沉積岩(石灰岩)】
2. 海洋生物吸收 CO_2 ，死後外殼沈積
→ 石灰岩(生物沉積岩)
3. 浮游生物吸取 CO_2 死後埋藏，經變質形成
→ 石油、油氣
4. 綠色生物出現，光合作用消耗大氣的二氧化碳，
也製造了氧氣



1-1.3 大氣與海洋的起源



藍綠菌所形成之疊層石層狀結構。

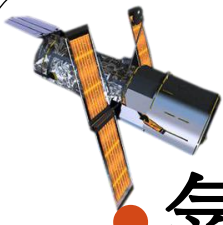


出露地表的氧化鐵礦床。

● 氧氣

- 約35億年前，開始出現能行光合作用放出氧氣的生物→藍綠菌
- 氧氣與水中的鐵離子結合，形成氧化鐵的沉積→綫狀鐵礦

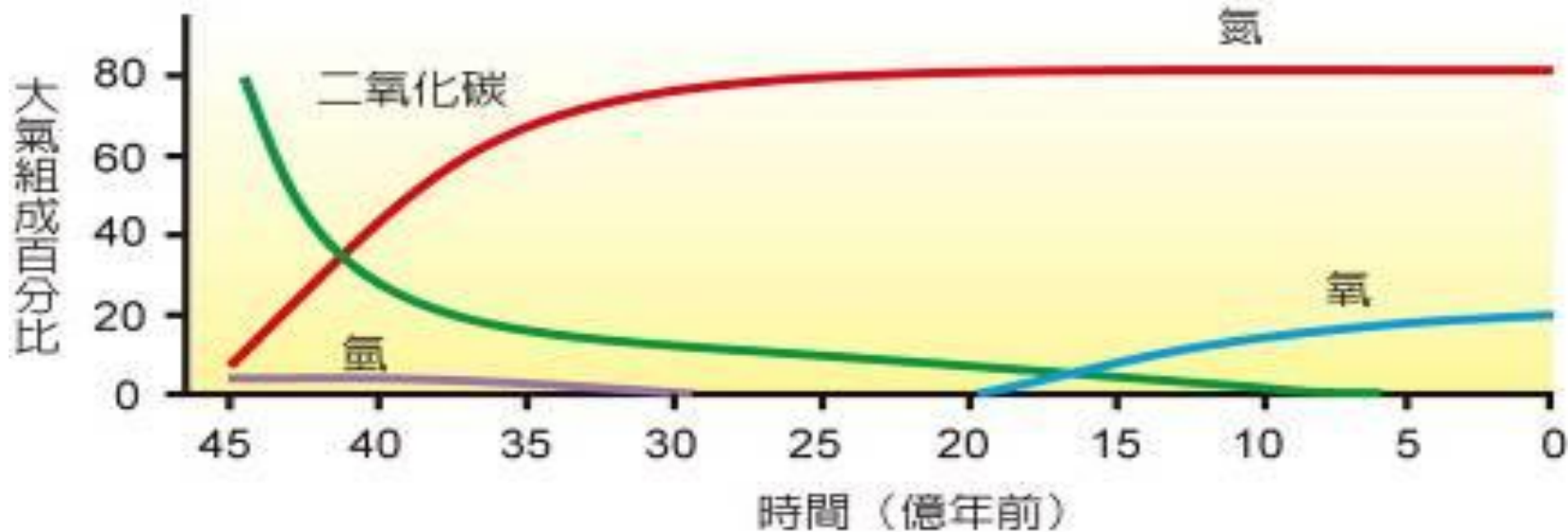
離開

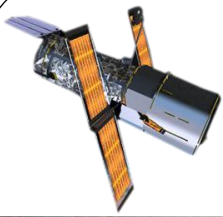


1-1.3 大氣與海洋的起源

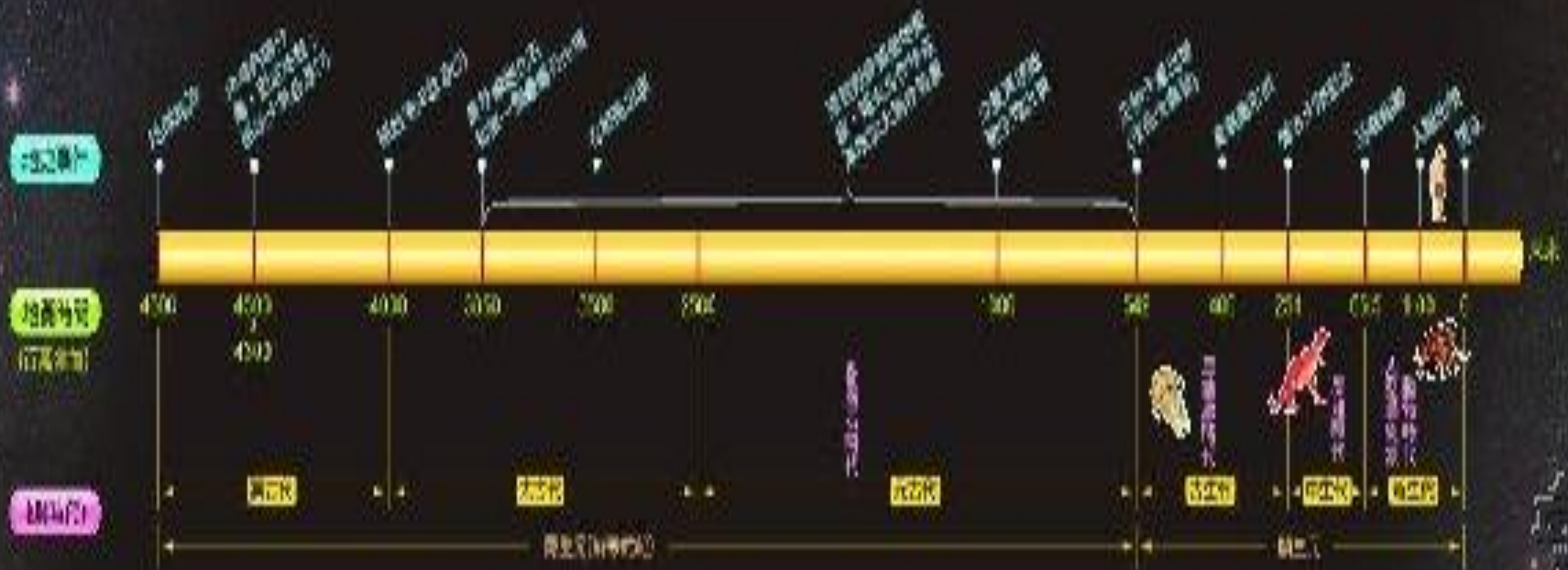
● 氧氣

- 約20幾億年前，氧氣在大氣中累積的速率增快且達穩定的含量比率，**臭氧**也跟著產生了。
- 臭氧可以吸收紫外線，保護地表的生物
 - 4億多年前生物成功登陸
 - 導致陸地大體型生物的演化





1-1.4 生物圈的演化



- 各位同學請翻開
講義P.7 ◎ _____ ◎



例題4 地球環境的形成歷程

- 地球環境的形成歷程如下表所列，請於適當時間點的空格內，填入發生事件A ~ D 和相關證據甲~丁：

	46億年前	39億年前	35億年前	20億年前
事件A~D：	(<u>D</u>)	(<u>A</u>)	(<u>C</u>)	(<u>B</u>)
證據甲~丁：	(<u>丁</u>)	(<u>甲</u>)	(<u>丙</u>)	(<u>乙</u>)

- 發生事件：
 - A. 海洋已形成， B. 地球已存在大量氧氣，
 - C. 生物開始進行光合作用產生氧氣， D. 地球形成。
- 相關證據：
 - 甲、最早的沉積岩， 乙、大量氧化鐵沉積，
 - 丙、最早的疊層石， 丁、最早的隕石。

離開

1-2

研究地球歷史的方法



探索地球歷史的方法

●地質學之父 赫登

「今天是開啟過去的一把鑰匙。」
~均變說

1.歷史考古探索法-文獻/圖文

2.物理推理法

-岩層/化石/礦物/沉積物/珊瑚/年



Wikipedia

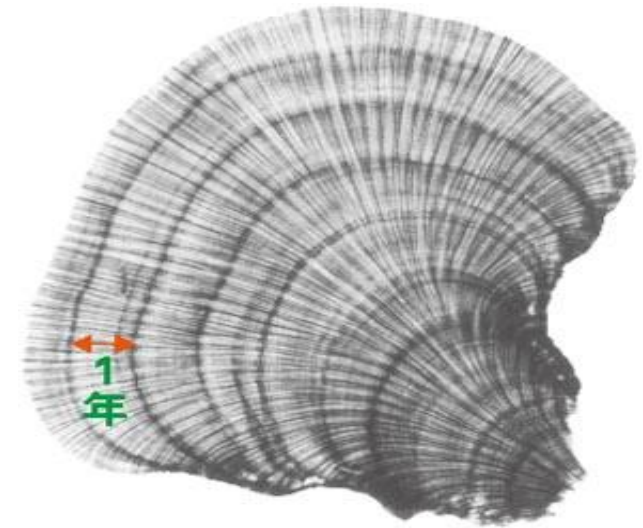
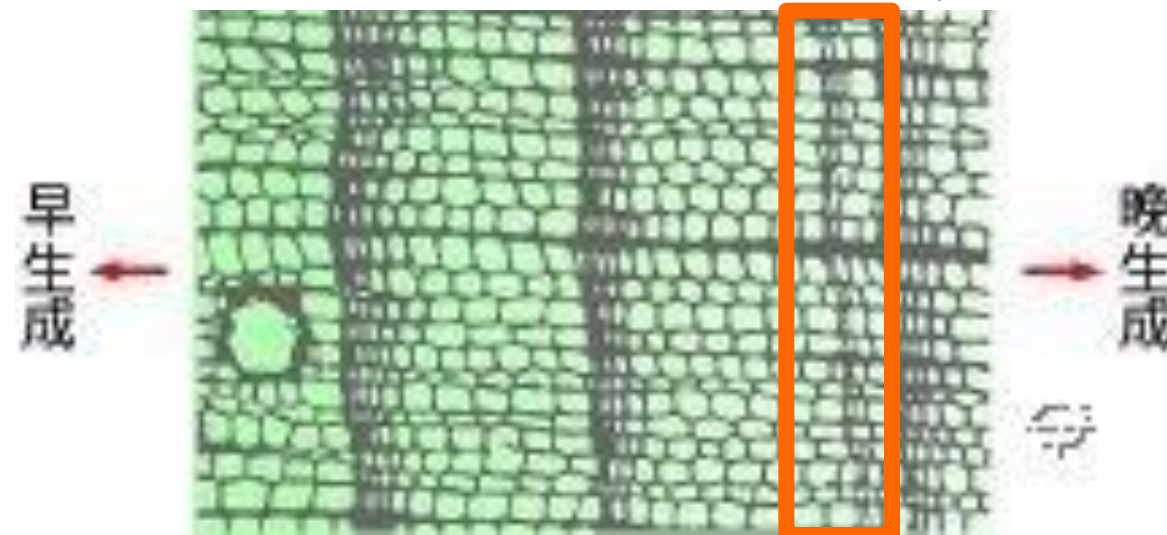
今日發生的一切作用，同樣也在古地質時代進行。

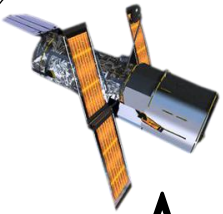
1. 歷史考古探索法-文獻/圖文



2. 物理推理法

-岩層/化石/礦物/沉積物/珊瑚/年輪





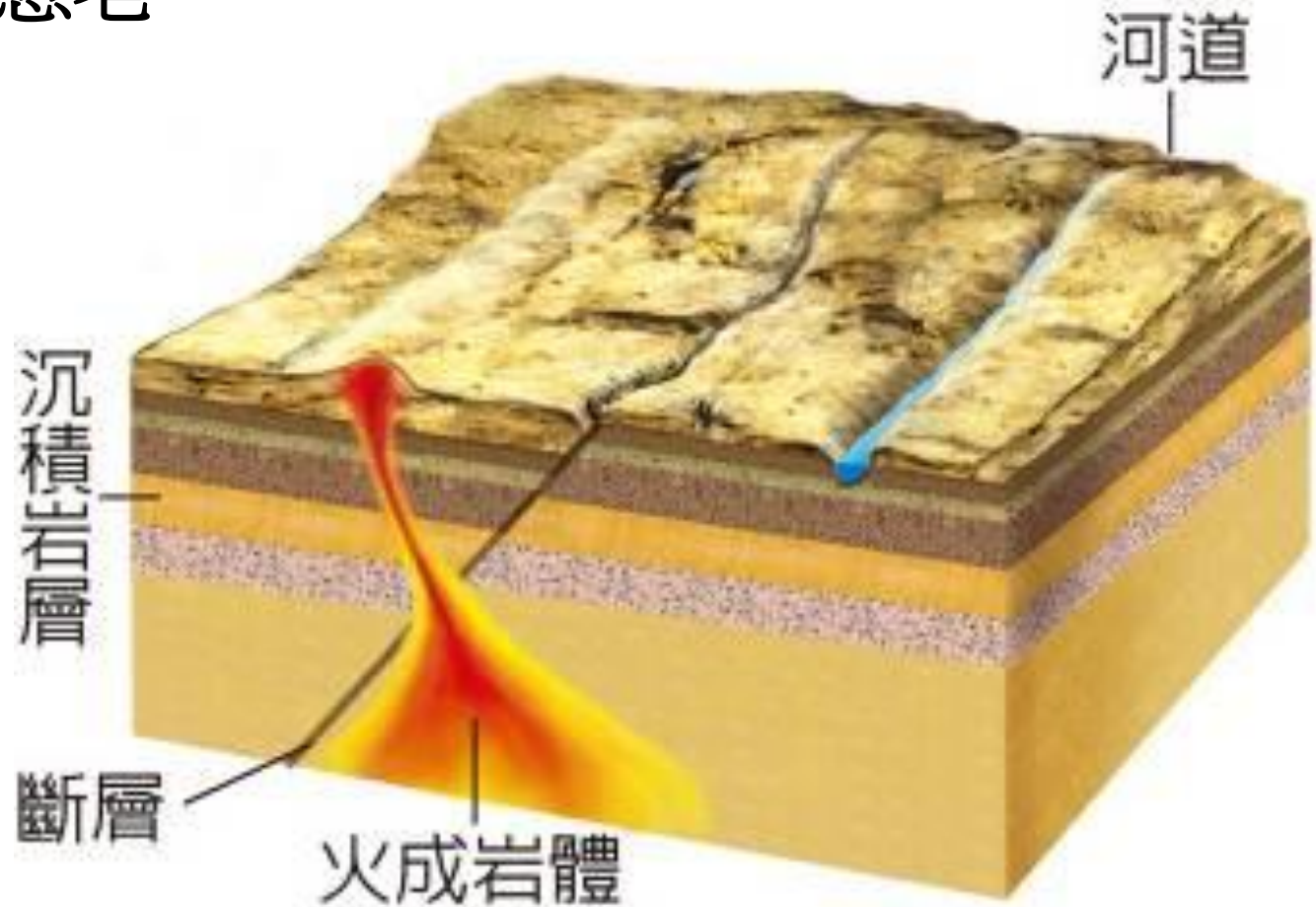
☆☆☆ 3. 定年法 ☆☆☆

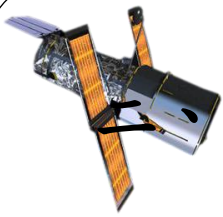
- 相對地質年代
 - 根據各地層的疊置，
推定地質事件發生的先後次序。
- 絕對地質年代
 - 利用放射性技術，
量測出地質作用發生的正確時間。



相對地質年代的測定

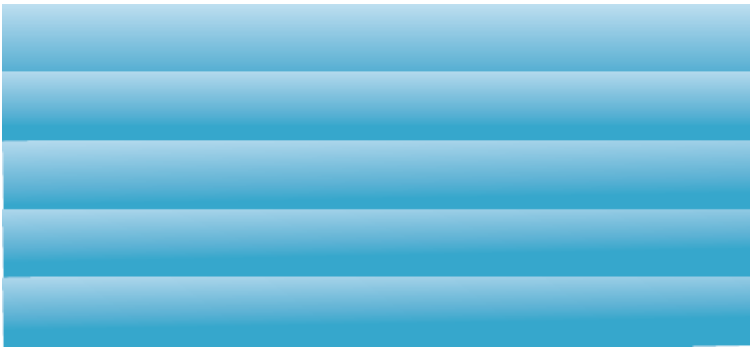
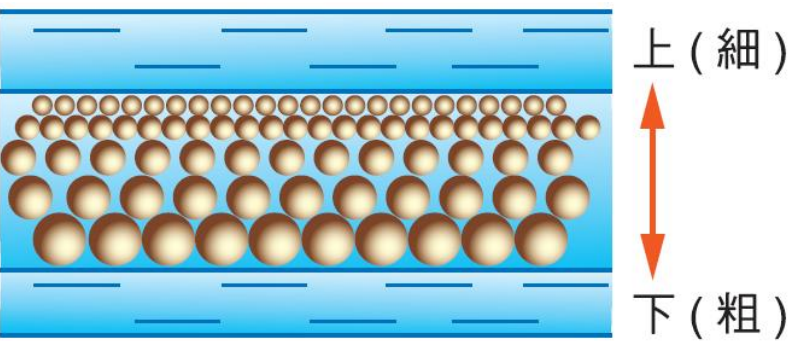
- 沉積岩層若**未受到**地殼變動的影響，保持**原始的水平**狀態，愈接近底部者所形成的年代愈老。





相對定年法(2/9)

(南一版 p.12)

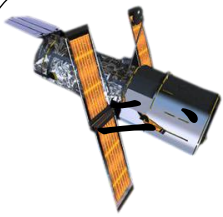
沉積構造	區分	圖示
層理	沉積物在平靜環境沉積，水平堆疊形成，一層層之沉積岩層，稱為層理。層理為沉積構造，但無法判定原始地層上下。	
粒級層	大水攜帶大量沉積物沉積時，依顆粒大小沉積，稱粒級層。 <u>粗</u> 13 顆粒在下、 <u>細</u> 14 顆粒在上。	

目錄

▲上一頁

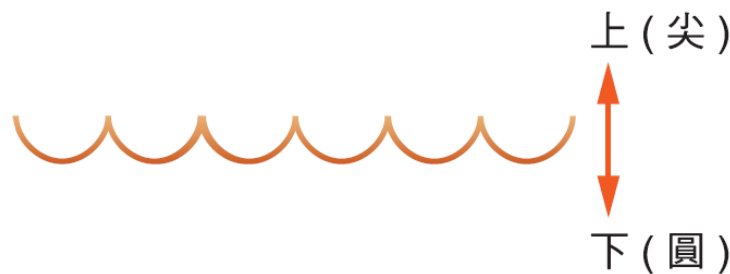
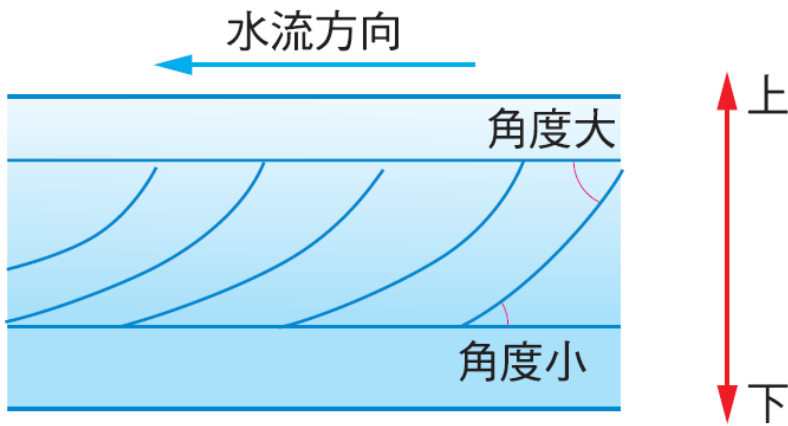
▼下一頁

離開



相對定年法(3/9)

(南一版 p.12)

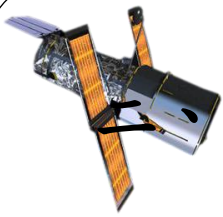
沉積構造	區分	圖示
<p>波 痕</p>	<p>波浪拍打沙灘，形成沙灘波紋，稱波痕。 波痕尖端朝 <u>上</u> <small>15</small>。</p>	
<p>交錯層</p>	<p>流水中沉積的物質，堆積層傾斜，稱為交錯層。交錯層（偽層）上陡（與水平地層交角 <u>大</u> <small>16</small>）下緩（與水平地層交角 <u>小</u> <small>17</small>）。</p>	

目錄

▲上一頁

▼下一頁

離開



相對定年法(4/9)

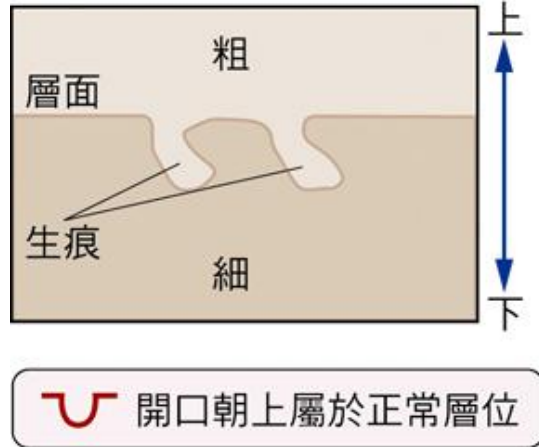
(南一版 p.12)

目錄

▲上一頁

▼下一頁

離開

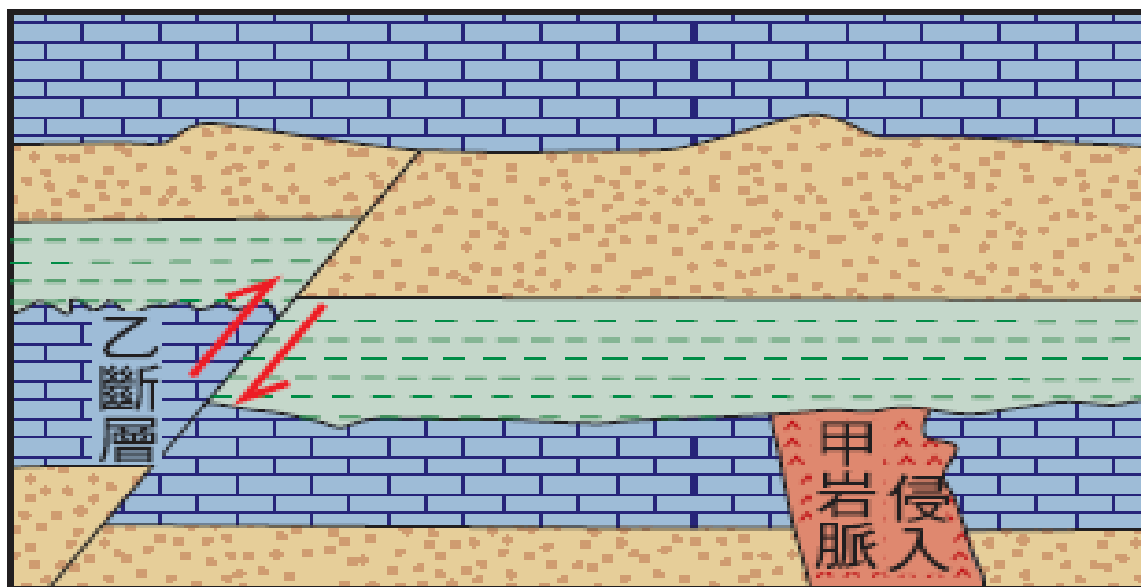
沉積構造	區分	圖示
<p>生 痕</p>	<p>生物活動遺留下之痕跡，如洞穴、腳印等由生痕可判斷地層上下，以洞穴為例，生痕洞穴應發生在層面<u>下</u>₁₈方。若生物洞穴出口有兩個，常形成U形生痕化石，則U開口向<u>上</u>₁₉屬正常層位。</p>	

後：火成岩脈

先：沉積岩



台北萊萊的火成岩脈。此岩脈切穿了沉積岩，故其形成年代晚於沉積岩。



5

丙侵蝕面

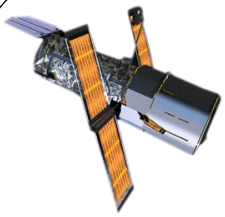
4

3

丁侵蝕面

2

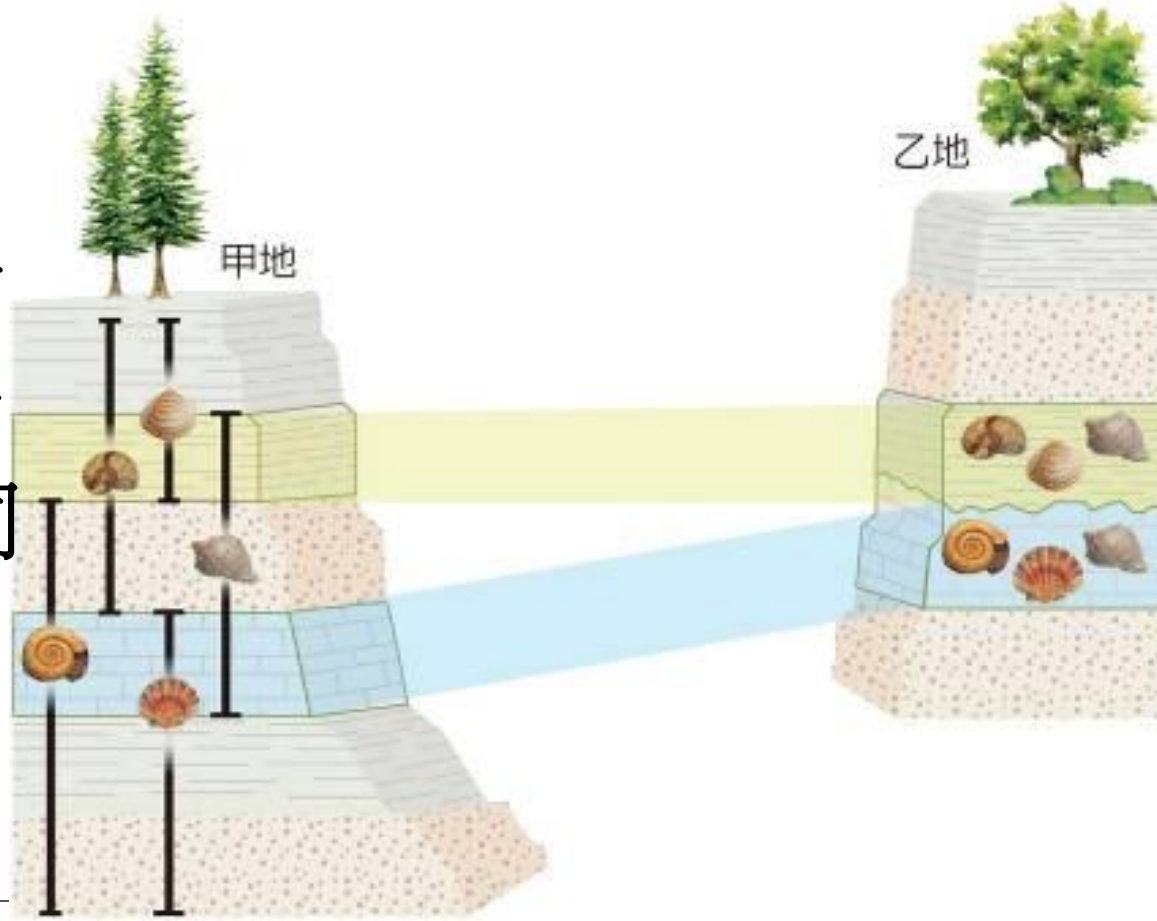
1



相對地質年代的測定

- 若岩層中含有化石，化石愈趨原始，代表岩層年代愈早，因生物演化從簡單到複雜。

- 若兩地相隔甚遠，岩性也不相同，但岩層中所含化石相同，則兩地的岩層可能形成於相同年代。



相對地質年代的推定原則

- 原始水平定律

- 沉積岩層若未受到地殼變動的影響，其層理為原始的**水平狀態**。



- 疊積定律

- 愈底層的岩層愈老，
愈上層的岩層愈新。

- 截切定律

- 地質事件互相影響時，
被影響的事件發生較早。

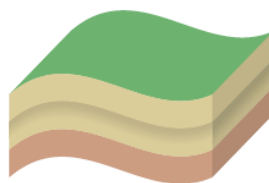




水平岩層
受力

具可塑性

彎曲變形



褶皺



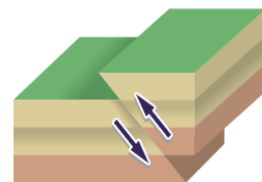
向斜構造



背斜構造

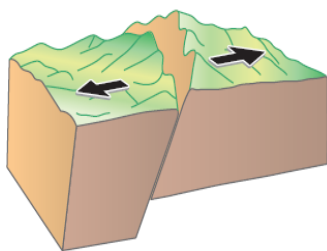
堅硬

地層斷裂



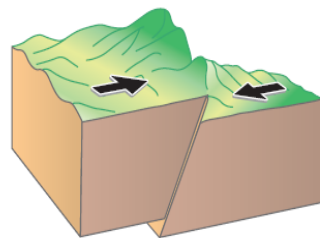
斷層

張力



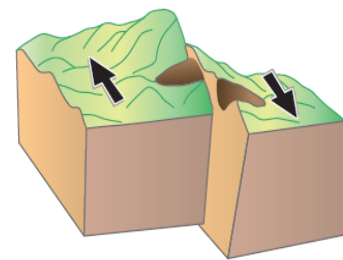
正斷層

壓力



逆斷層

錯動力



平移斷層

相對地質年代的推定原則

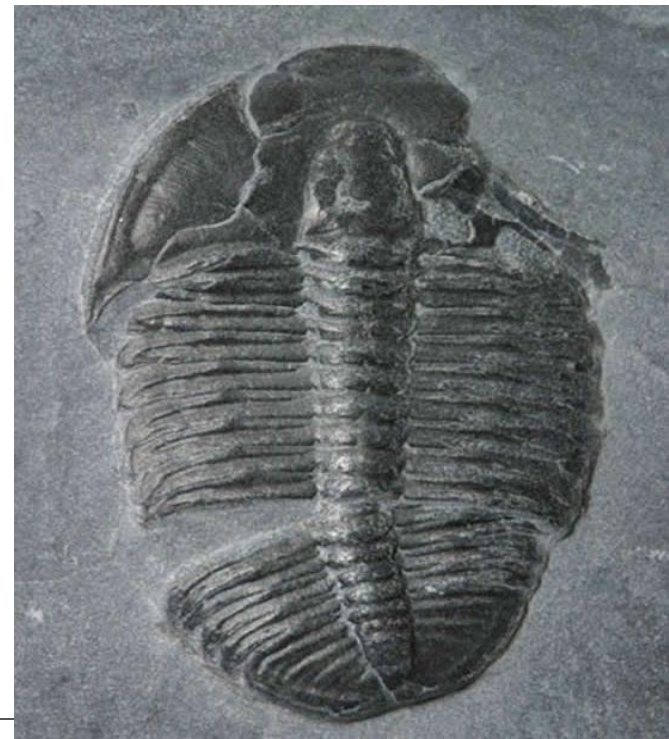
- 包裹體定律

- 一些老的岩塊常被新的火成岩侵入，而包裹於其間形成包裹體。



- 化石

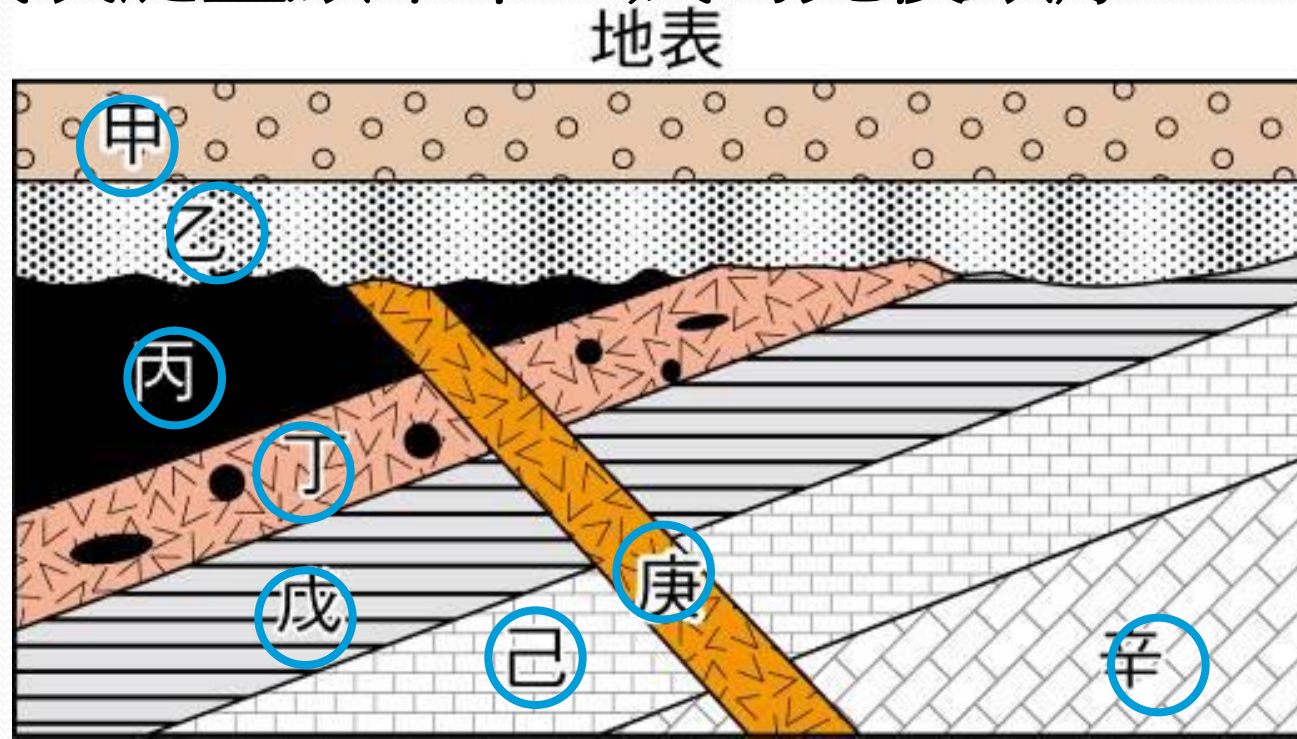
- 利用地層中的化石群來分析地層的先後次序-標準化石。

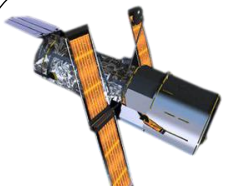




例題 (97學測) 改編

下圖為某地未倒轉岩層的垂直剖面圖，地表在甲地層之上界，圖上不同的圖樣和甲～辛的標示分別代表不同的岩層。丁層與庚層各為一火成岩侵入岩層，其中丁岩層還包裹著一些來自丙層岩石的碎塊。按滑鼠或鍵盤顯示甲～戊的先後順序。





絕對地質年代的測定

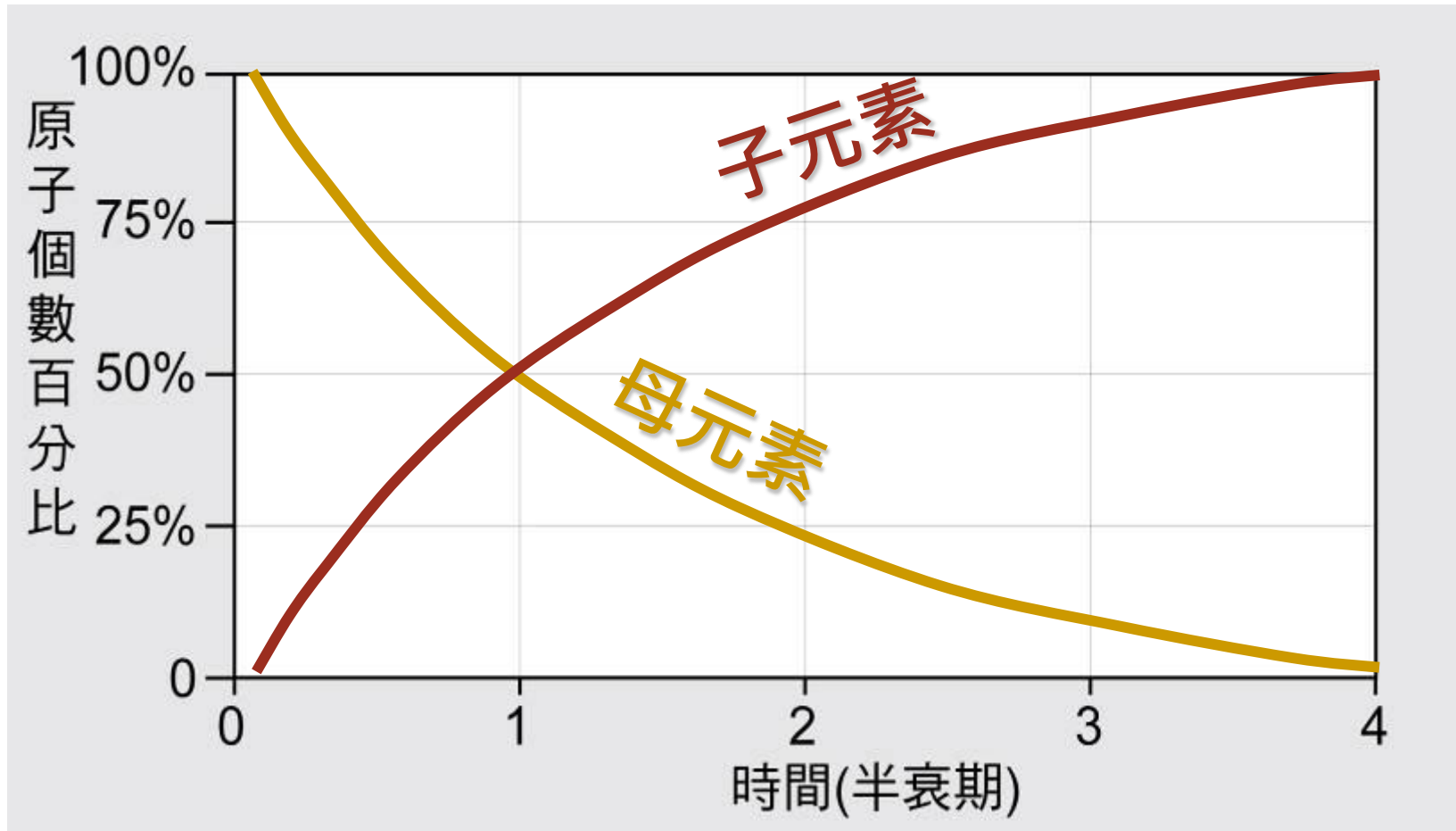
● 放射性同位素定年法

- 放射性元素會蛻變成穩定的元素。
- 原始的放射性元素稱為**母元素**，蛻變後的穩定元素稱為**子元素**。
- 母元素蛻變後含量會逐漸減少，其含量變為原來的一半所需的時間，稱為**半衰期**。

母元素／子元素	半衰期(年)	適用礦物或物質
鈾 238 / 鉛 206	4.51×10^9	鈾石、鈾礦
鈾 235 / 鉛 207	7.1×10^8	鈾石、鈾礦
鉀 40 / 氬 40	1.30×10^9	雲母、角閃石、海綠石、含鉀、氬的火成岩及變質岩
鉀 87 / 鋇 87	4.88×10^{10}	雲母、海綠石、正長石、含鉀、鋇的變質岩及火成岩
碳 14 / 氮 14	約 5730	貝殼、地下水、海水、皮毛、木頭、木炭、泥炭、骨骼



放射性定年法的原理



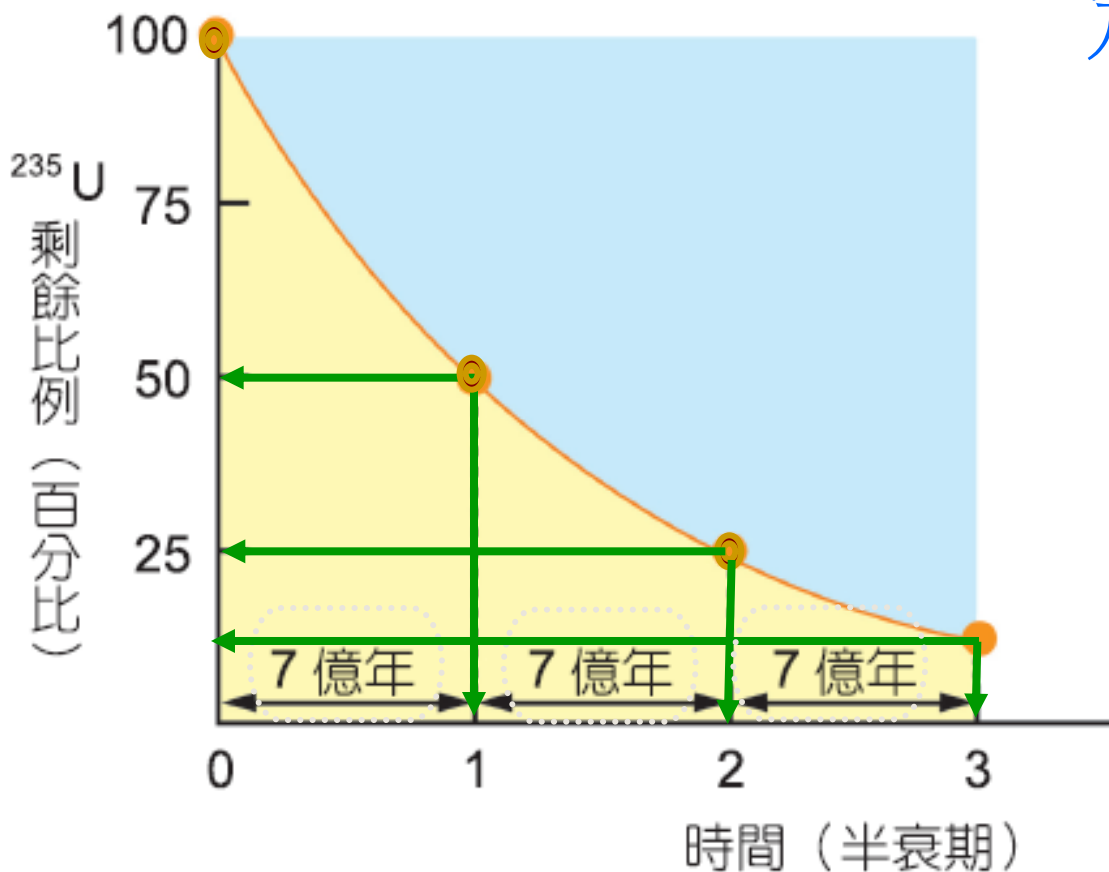
- 目錄
- ▲上一頁
- ▼下一頁
- 離開

- 母元素的量為總量的 $(\frac{1}{2})^n$

經歷時間 元素	原始量	一個半衰期	二個半衰期	三個半衰期	四個半衰期
母元素	1	1/2	1/4	1/8	1/16
子元素	0	1/2	3/4	7/8	15/16

定年法-絕對定年法

放射性同位素鈾-235 (^{235}U) 之衰變曲線圖。每經歷一次半衰期 (7億年)，則鈾-235原子的數目減為先前的一半。





例題 放射性同位素定年法

- 若測得岩石中碳¹⁴與氮¹⁴的含量為1：7，則該岩石已形成多少年？

(已知碳¹⁴的半衰期為5,730年)

- 參考答案

$$\left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{1+7}\right) = \left(\frac{1}{2}\right)^3$$

$$n = 3$$

$$5730 \times 3 = 17190 \text{ 年}$$



放射性定年法的限制

- (1) 岩石中必須含有足夠定年用的放射性礦物
通常可測定的極限，為母元素半衰期的**10倍**。
- (2) 定年的礦物必須是封閉的
母元素與子元素須全部留在原來的岩石中而不能部分散失，以免影響母元素與子元素的相對含量。
- (3) 原來的岩石不可受到後來地質作用的改變或破壞
即定年只能追溯到該岩石形成的年代。

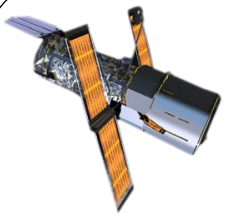


例題 放射性定年法的限制

- 下表所列為常用以定年的放射性元素，要測定近代較年輕的岩石或礦物，採用表中哪一種放射性元素定年較適合？

放射性核種	半衰期(年)	衰變後的子元素
鈾 238	45 億	鉛 206
鉀 40	13 億	氬 40
碳 14	5,500	氮 14

- (A) 碳14 — 氮14
- (B) 鉀40 — 氬40
- (C) 鈾238 — 鉛206。



探索地球歷史的限制

1. 延遲時間的爭論。
2. 缺乏完整地層層序：
地層因造山運動產生劇烈的侵蝕作用。
3. 化石的保存和移置問題：
古生物能形成化石保存下來的機率及只有少數種類的化石才能作為定年工具。
4. 火成活動或變質作用的影響。



探索地球歷史的限制

- 鋯石礦物（左）和其切片的放大照片（右）。一顆小小鋯石受到變質作用影響，卻具有四個絕對地質年代。



100 μm



① 38.2億年前

② 37.4億年前

③ 36.5億年前

④ 27.1億年前



- 地球的平衡機制需要時間運作，若環境改變太快，物質循環暫時失調，會造成部分物種滅絕，人類也有可能成為其中之一。

The End