



Why? 氣候變遷

作者：姜周弦 繪者：李俊熙 譯者：牟仁慧

小牛頓科學教育有限公司

小牛頓



未來科學漫畫

Why?

作者：姜國強 繪者：李俊熙 譯者：牟仁慧



氣候變遷





Why? 氣候變遷



編審團隊



審訂 氣候變遷中心

為了因應氣候變遷，韓國於2008年設立的非營利組織。以民間、政府和各學會為基礎，主要工作是研究氣候變遷相關政策和協助國際事務。透過各種活動，攜手共創跨國際和跨領域的低碳社會。



作者 姜周弦

第一部作品是在漫畫雜誌《Cake》上連載的《赤淚》。著作有《漫畫世界史宏觀》、《看漫畫學北歐神話》、《關心朋友的孩子，只想著自己的孩子》、《好朋友壞朋友》、《幸福世界的暖心故事》、《EQ故事成語》等。



繪者 李俊熙

總是珍惜著孩子的夢想，期許自己能透過圖畫把這份心意傳達給世人。畫風多元，盡全力就是為了畫出更好的作品。主要著作有《Why? 急救措施》、《Why? 社會契約論》、《Why? 物種起源》、《Why? 大學中庸》、《數學天下統一》、《跑跑卡丁車：守護地球》等。

Why?

氣候變遷 前言

各位有聽過「溫水煮青蛙」這句俗諺嗎？如果把青蛙放進滾燙的熱水中，牠會馬上嚇得跳起來，但如果把青蛙放進冷水後再慢慢加熱，牠就會不知不覺的邁向死亡。面臨氣候變遷的人類就被科學家比喻為溫水裡的青蛙。地球氣溫逐漸上升，如果再不提高警覺的話，我們就跟鍋子裡的青蛙一樣，即將被熱水燙死。

由此可見氣候變遷帶來的影響很嚴重，不然科學家為何要用這種比喻警告我們呢？過去100年，地球氣溫以史無前例的速度飆升中。數萬年以來呈現凍結狀態的冰河開始融化，海平面上升導致部分島國與海岸地區被海水淹沒。部分生物來不及適應氣候的急速變化，陷入滅亡危機之中。

《Why? 氣候變遷》這本書將解釋地球發生這些變化的原因，像是氣候變遷分為自然因素和人為因素，以及造成現在氣候緊急狀態主因的溫室氣體的相關知識。書中也會帶你前往地球各地發生洪水、旱災、豪雨和超級颱風等，因氣候變遷造成的災害現場。此外，我們也將告訴大家該如何做，才能減少溫室氣體的排放量，重建美麗的地球。像是替代能源的研發、世界各國的努力以及每個人該如何落實在自己的日常生活中。希望各位小朋友在讀完這本書後，能夠懂得珍惜地球，一起做出各種努力阻止氣候變遷繼續惡化下去。



目錄



《Why? 氣候變遷》前言	3
來自未來的阿綠和小淘氣	8
陷入危機的未來地球	15
氣候與全球氣候系統	22
氣候分類	29
溫室效應	35
過去的氣候	41
造成氣候變遷的自然因素	46
造成氣候變遷的人為因素	51
消失的森林	54
比颱風還強的超級颱風	61
雪與冰的減少	66



山上的不定時炸彈，冰川洪水	71
海平面上升	77
洪水	85
乾旱和沙漠化	92
生態界的變化	104
對健康造成的影響	110
阿綠的逆襲	120
再次相逢	123
地球的最後防線，2°C	130
國際間的努力	134
再生能源	139
身體力行救地球	148
科學重點筆記	160



科學重點筆記





Why?

如果想要學好科學，

就要試著對周遭的所有事物提問「為什麼？」，

因為科學的起點就是這些小小的好奇心。

人物介紹

小淘氣

蒐集和儲存各種關於氣候變遷資訊的機器人。



阿綠

來自未來的氣候專家。雖然體能不好，但他盡全力守護著小智與彤彤。



小智

個性無憂無慮，喜歡開玩笑。原本完全不了解氣候變遷的嚴重性，但遇見了阿綠後，漸漸有了改變。



彤彤

個性嚴謹，無法忍受不公不義的事情。生起氣來就像浩克一樣脾氣暴躁。

黑衣人

來自未來的生化人，鬥志旺盛，但經常出包。





來自未來的阿綠和小淘氣





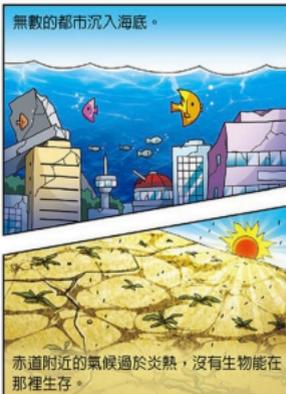




陷入危機的未來地球











氣候與全球氣候系統



天氣是「即時」或「短時間」的大氣狀態，泛指每天的降雨、風速、降雪和氣溫等現象。一個地方的大氣狀態會隨時間發生變化，例如今天的氣溫比較高，午後會下雨等等，所以天氣可以說是短期的天氣狀態。

各種天氣型態





氣候因子是造成各個地區氣候差異的主要原因，緯度、海陸分布、海拔高度、洋流和地形等都是會影響天氣的氣候因子。

緯度	太陽輻射照射到地球表面後，氣溫產生變化。
水陸分布	海洋和湖水的溫度變化比陸地小。
海拔高度	高度越高，氣溫越低。高原地區的溫度比其他同緯度地區低。
洋流	寒流經過的沿岸地區較寒冷，暖流經過的沿岸地區較溫暖。
地形	山巒形狀和排列方式會影響降雨量和氣溫。

氣候因子是影響氣候的原因。



氣象三大要素

氣溫
因為地球是圓的，所以緯度越高的地區，接收到的太陽輻射能越少，導致氣溫較低。

氣壓 (風)
氣壓的差異會產生風，而高氣壓通常是好天氣，不會下雨；低氣壓的天氣則不穩定，容易下雨。

降雨量
靠海或是水氣豐沛的迎風地區，容易下雨；背風地區通常乾燥少雨。



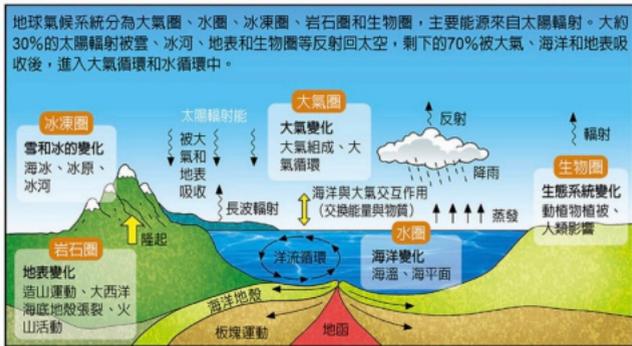
氣溫低 (氣象要素) 高緯度 (氣候因子)

氣溫低是氣象要素，而高緯度則是造成氣溫低的氣候因子。



氣象要素之間關係複雜，會互相傳遞能量和物質。

24 * 日照時間：太陽光沒有被烏雲或霧擋住，實際照射到地面的時間。



26 * 隆起：比地表還要高的凸起。
* 輻射：主要指物體放射出來的能量。

* 蒸散作用：植物內的水分變成水蒸氣進入大氣的現象。

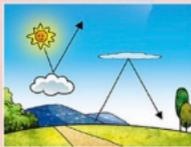
雲影響氣溫的過程



1 表面海水蒸發形成水蒸氣。



2 水蒸氣在高空凝結成雲。



3 位於低層的雲把太陽輻射反射回太空，地表溫度降低。位於高層的雲把地表上的熱反射回地面，地表溫度上升。



海水結冰的樣子



沒錯。

28 * 凝結：當溫度下降或體積膨脹時，氣體變成液體的現象。

氣候分類



弗拉迪米爾·彼得·柯本 (1846年~1940年)
出生於俄羅斯的德國裔氣象學家



柯本氣候分類法

首先，柯本把氣候分成林木可以生長和林木無法生長的氣候兩大類。林木可以生長的氣候中，根據氣溫分為熱帶、溫帶和寒帶氣候。林木無法生長的氣候中，根據降水量分為極地和乾燥氣候。根據四季分佈狀況和植被型態，這五大類再細分成各自的氣候類型。

	氣溫和降雨量	氣候類型
林木可以生長	熱帶氣候	熱帶雨林氣候 熱帶草原氣候 熱帶季風氣候
	溫帶氣候	溫帶溼潤氣候 溫帶乾燥氣候 溫帶冬乾氣候
	寒帶氣候	寒帶溼潤氣候 寒帶冬乾氣候
	極地氣候	苔原氣候 冰原氣候
	乾燥氣候	乾草原氣候 沙漠氣候
林木無法生長		

根據柯本的氣候分類法，目前全球的氣候可以分成以下幾種。



高地氣候是指高山或高原地區的氣候。

全球氣候類型



從赤道往極地圈依序是熱帶、溫帶、寒帶和極地氣候。

極地氣候

出現在極地地區的氣候。全年大多被雪和水覆蓋，只有苔蘚和微生物可以生長。

寒帶氣候

位於溫帶和極地氣候之間，冬天長且非常寒冷，夏天相對溫暖，耐寒植物可以在此生長。

熱帶氣候

赤道附近地區的氣候。地球上有一半的動物都居住在熱帶氣候區，生物種類非常豐富。

極地氣候

各個氣候的特徵如下。

極

溫帶氣候

中緯度地區的氣候，通常具有四季分明、降雨量適中、氣溫溫暖等適合人類居住的条件。

乾燥氣候

大多出現在中緯度高壓帶的內陸地區。蒸發量大於降雨量，不利於植物生長，自然景觀大多是沙漠或高度較矮的草原。





氣候變遷造成土石崩落與土石流的過程



1 因為氣候暖化，高山上的冰河融化。



2 融化的冰河水，流入岩縫中。

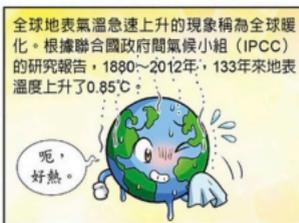


3 岩縫中的水遇冷結冰後膨脹，撐碎岩石。

4 水反覆融化和結冰的過程，導致岩石越來越破碎。



5 崖坡上的岩石碎屑因為重力往下滾動，如果再混雜著融化的雪水，就形成了土石流。

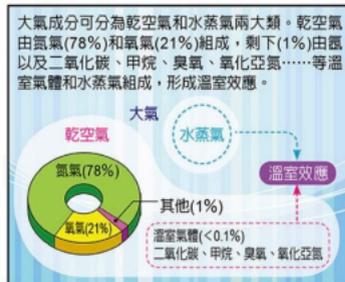
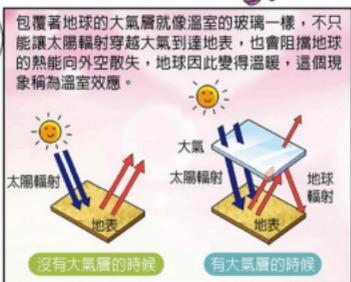


* 全球暖化是指大氣中溫室氣體濃度過高，導致氣溫明顯上升的現象。



溫室效應

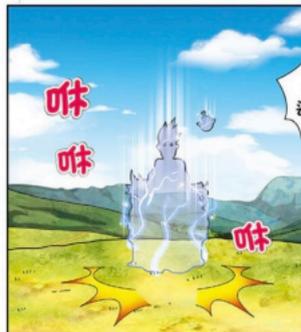


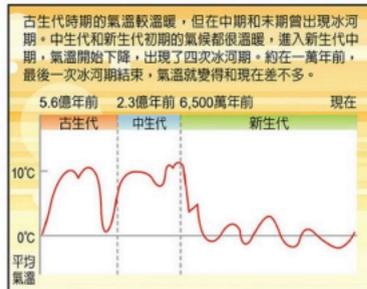






過去的氣候





調查過去氣候的方法



冰芯

從冰河抽取出來的冰柱，透過調查冰封在裡面的灰塵、火山灰和花粉等物質，就能獲取特定時期的氣溫、火山活動和大氣狀態等資料。



砂化木

保有樹木原有型態和構造の木化石。從年輪可以得知降雨量和氣溫等情報，乾燥地區的年輪距離較窄，雨量豐沛地區的年輪距離較寬。



厥類化石

若在地層裡發現厥類化石，代表該地區過去的氣候溫暖溼潤。





啊，受苦的天下蒼生……

明朝延續宋、元以來逐漸轉冷的氣候，而且更加寒冷。江南的湖水都出現結冰，就連地處亞熱帶的廣州，冬天也下起厚度超過一尺的大雪。崇禎年間除了氣候嚴寒，還遭遇嚴重乾旱，百姓餓得沒東西吃，出現人吃人的慘況，民怨沸騰，導致明朝走上滅亡的命運。

明武宗正得四年（西元1509年）冬，廣東潮州隕雪，厚尺許。
-《廣東通志》

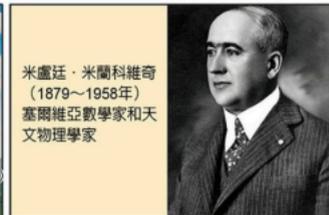
明思宗崇禎二年（西元1629年）夏五月，山西苛嵐雨雪。
-《山西通志》

明思宗崇禎六年（西元1633年）山西大旱：陝西西安旱饑，餓殍塗塗，米脂大旱，斗米千錢，人相食。
-《陝西通志》





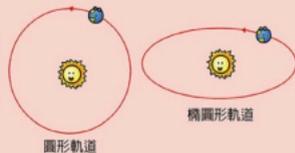
造成氣候變遷的自然因素



米蘭科維奇循環

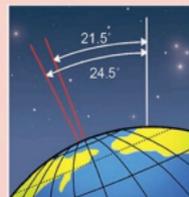
地球公轉軌道形狀

地球軌道會在圓形和橢圓形之間變化，變化週期是10萬年。地球公轉軌道呈現橢圓形時，太陽與地球之間的距離不一致，兩者距離最遠的位置時，冬天會變得比較長，地球整體氣溫會下降。



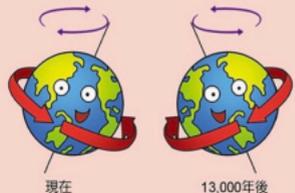
自轉軸傾角的改變

地球自轉軸傾斜的角度會改變，現在雖然維持在23.5度，但角度會在21.5度和24.5度之間變化，變化週期是41,000年。自轉軸傾斜的角度越大，夏天吸收到的太陽輻射就越多，冬天則越少，季節間的溫差大。



歲差運動

地球的自轉軸就像是陀螺的中心軸一樣，地球轉動時，轉軸會繞圈晃動，稱為地球歲差運動。自轉軸繞一圈需花費26,000年的時間，經過13,000年轉了半圈後，方向會和現在完全相反。當自轉軸變成相反方向時，北半球和南半球的季節也會互換。



地球本身也可能造成氣候變遷，像是大陸漂移造成地表和洋流的改變。

另外大規模的火山噴發也會改變全球氣候。

什麼？

火山噴發出的火山灰隔絕陽光，使得地表溫度下降。

亮

菲律賓就曾發生過這種事情。

1991年，位於菲律賓的皮納土波火山發生大規模的火山爆發事件。當時火山灰高達40公里，甚至擴散到了東非海岸。火山爆發後到隔年6月為止，全球平均氣溫下降了0.5°C。



皮納土波火山爆發後，港口被火山灰覆蓋

發生火山爆發，地球氣溫就會下降嗎？

不一定。

搖手

旺

火山要噴發出大量的二氧化碳，當這些物質進入平流層隔絕陽光時，氣溫才會下降。

火山爆發影響氣溫的過程



地球經常發生這種大規模的火山爆發嗎？

發生過好幾次。

亮

火山爆發造成氣候變遷

聖托里尼火山島



西元前1620年前後，聖托里尼島發生火山爆發。此次爆發引起的氣候變化造成米諾斯文明滅亡。

于埃納普蒂納火山



1600年，秘魯的于埃納普蒂納火山爆發，造成氣溫明顯下降。隔年的氣溫是北半球6個世紀以來最冷。

海克拉火山



西元前1200年左右，冰島的海克拉火山大規模爆發。學者推測此次的爆發導致歐洲的青銅器文明滅亡。

拉基火山



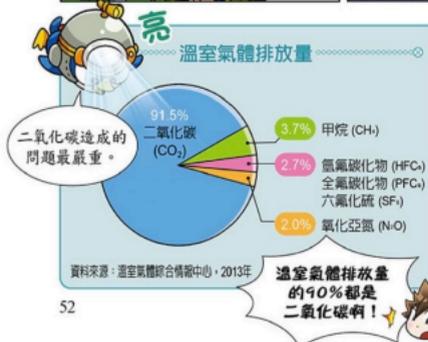
1783~1784年，冰島的拉基火山爆發了。當時噴發出的火山灰使得氣溫下降，進而引發饑荒，當地約20%的人因此喪命。

* 米諾斯文明：位於地中海東部克里特島，受到東方影響而產生的文明。



造成氣候變遷的人為因素







消失的森林





不只亞馬遜地區，馬來西亞和印尼地區的熱帶雨林也因為伐木和棕櫚油產業遭受破壞。棕櫚油是由棕櫚樹果實榨取而成，是食品、洗滌劑和化妝品的原料。因為生產成本更便宜，用途廣，棕櫚樹種植面積逐漸增加中。



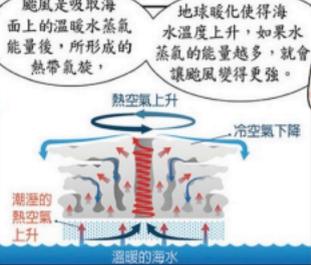




比颱風還強的超級颱風







颶風強度

颶風強度根據颶風中心附近的平均最大風速分類。

颶風強度	近中心最大風速
程度颶風	17.2~32.6
中度颶風	32.7~50.9
強烈颶風	51.0以上

颶風中心最大風速每秒超過51公尺時，稱為「強烈颶風」，海燕每秒風速是67公尺。





雪與冰的減少

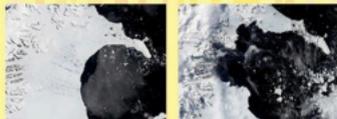


冰河可以分為冰蓋（大陸冰河）和山岳冰河兩大類。冰蓋是指覆蓋在寬廣大陸（如：格陵蘭、南極大陸）上的冰河，山岳冰河是指位於峻嶒高山上的冰河。冰河和海洋相連接的地方稱為冰棚。脫離冰棚，掉入海裡的冰稱為冰山。



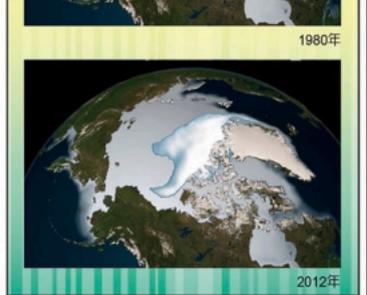
受到地球暖化影響，冰河消失的速度越來越快。1992~2001年間，每年約減少300億噸。2002年~2011年間，每年約減少1470億噸。僅僅10年，冰河融化的速度就加速了5倍。

南極拉森冰棚



2002年

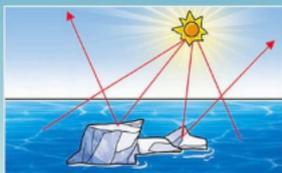
2005年



大海和陸地會吸收大部分的太陽輻射，雪和冰則把80%~90%的太陽輻射反射出去，幫助降低地表溫度。然而，地球暖化導致雪和冰逐漸融化，不只降低了反射率，隨著海洋和陸地面積增加，吸收率也跟著增加，使得地球溫度不斷升高。



雪和冰較多時，太陽輻射被反射出去，地球溫度下降。

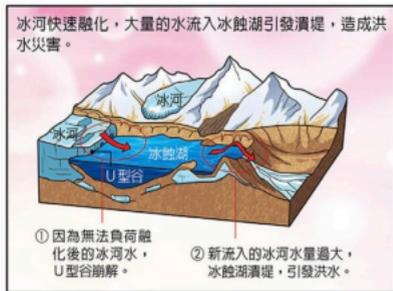


雪和冰較少時，無法將太陽輻射反射出去，地球溫度上升。



山上的不定時炸彈，冰川洪水







竟然說我們騙你！



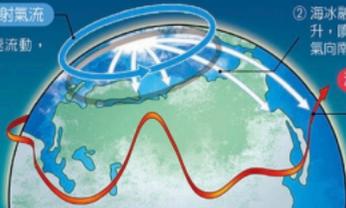
如果很溫暖，為什麼還會被暴風和寒流侵襲？



在極地地區，有一條可以把冷空氣圍住的高速氣流帶，稱為噴射氣流。受到地球暖化影響，海水快速融化，北極圈氣溫上升，原本因氣壓差產生的噴射氣流變弱。減弱的噴射氣流往中緯度移動，北極冷空氣往南方擴散，於是有些地方就會出現寒流和暴風現象。

正常的噴射氣流

① 噴射氣流快速流動，圍住冷空氣



② 海水融化，北極圈氣溫上升，噴射氣流變弱，冷空氣向南擴散

減弱變形的噴射氣流

③ 部分地區遭暴風和寒流侵襲



海平面上升



圖例來源：美國國家太空暨大氣總署 (NASA) · 2015年

20世紀，每年海平面平均上升高度是1.7mm，1993年起，海平面上升速度加快到每年3.2mm。



物體溫度升高，體積跟著變大的現象稱為熱膨脹。在玻璃管中裝入熱水，根據熱膨脹原理，過沒多久的水體積就會增加，肉眼可觀察到水位上升。











豪雨是指短時間內，在小範圍內降下大量雨水的現象。地球暖化後，溫暖潮溼的空氣增加，各地降下豪雨的頻率變高。2010年，巴基斯坦降下豪雨，引發洪災，造成約1,700人死亡，2,100萬人受災。



巴基斯坦因豪雨而陷入洪災

因為一瞬間降下太多雨量，所以才鬧水災。



那位叔叔掉到水裡了！

你要做什麼？



好，你小心。

你們別亂跑，乖乖待在這。



小智，危險！

救命啊！



千萬別出事啊……



裂開



彤彤！

啊啊啊！

嘩啦啦



崩塌

嘩



呼，謝謝你們。

太好了，幸好你沒事。

多虧有你，我才沒事，謝謝。

您太客氣了，呵呵。



救人雖然要緊，但你不可以像剛剛那樣隨便衝出去。

好。







乾旱和沙漠化









草原逐漸消失，沙漠化越來越嚴重，為了獲得牲畜和物資，兩個國家不惜開戰。因為土地急速沙漠化，物資日漸不足，居住在肯亞北部的人開始往衣索比亞移動，偷取鄰國牛隻和攻擊對方的人民。為了保護財產和部族，衣索比亞人只好拿起槍械守護家園。





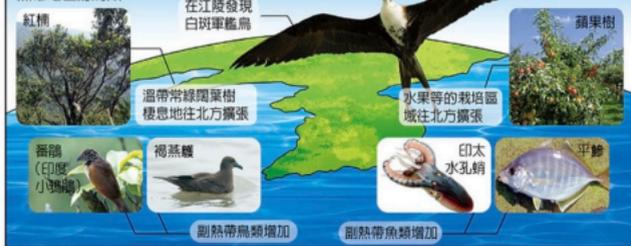


生態界的變化





韓國雖然是溫帶氣候，但由於氣溫慢慢上升，目前已經逐漸轉變了。沿海出現副熱帶魚種，原本生長於南方的樹木逐漸往北方擴張。此外，冬天氣溫上升，原本秋天會飛往南方的夏季鳥繼續待在韓國，甚至還發現了原本居住在熱帶地區的鳥類。



106 * 白斑軍艦鳥：世界上飛得最快的鳥類，主要分布於太平洋、印度洋和大西洋溫暖的熱帶地區。



因為氣候變遷而面臨滅亡危機的動植物



無尾熊
大氣中的二氧化碳增加，無尾熊的主食尤加利葉營養不良，使得無尾熊面臨滅亡危機。



恆河豚
棲息於印度河下游的淡水鯨。冰河融化，河流水位降低，周圍環境遭到破壞，導致恆河豚的數量逐漸減少。



北方山林蛙
氣溫上升，冬眠時間縮短，有時會在春天乍暖還寒的時候被凍死。



朝鮮冷杉
松科常綠喬木，生長於半山腰以上的高海拔地區。隨著氣溫不降，橡樹種類逐漸往北方生長，導致朝鮮冷杉的數量越來越少。



海龜
海龜的性別是根據卵孵化時的溫度所決定。棲息地溫度升高時，只會孵化出母龜，使得海龜難以繁衍後代。



北極狐
原先被冰河覆蓋的苔原地帶變成了草原，居住在南方的赤狐開始往北方移動。北極狐個性溫和，打不過赤狐，陷入生存危機。

* 常綠喬木：一年四季葉子都是綠色的喬木。



海水溫度上升時，共生的蟲黃藻會逐漸離開珊瑚。蟲黃藻離開後，珊瑚表面會變成白色，稱為白化現象。

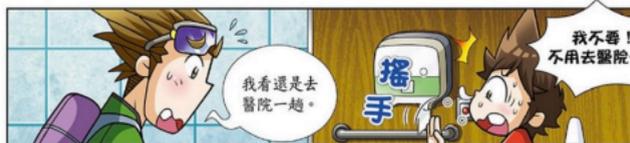


萬一蟲黃藻一直不回到珊瑚身上的話，會怎麼樣呢？

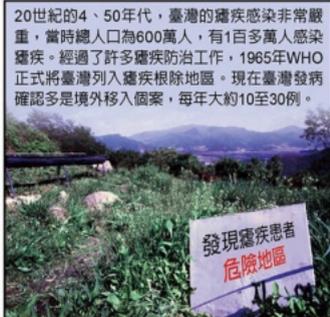




對健康造成的影響







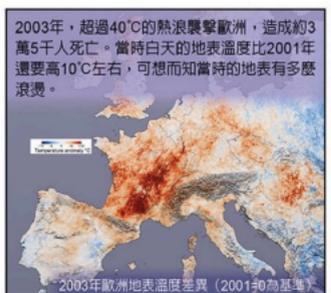
瘧疾的種類

三日瘧	<ul style="list-style-type: none"> ● 出現在溫帶、副熱帶、熱帶地區，分布範圍最廣 ● 潛伏期兩週至一年
熱帶瘧	<ul style="list-style-type: none"> ● 出現在熱帶地區。若不治療的話，患者容易死亡。 ● 潛伏期9~14天
四日瘧	<ul style="list-style-type: none"> ● 出現在熱帶和副熱帶地區，較少見。 ● 潛伏期18~40天
卵形瘧	<ul style="list-style-type: none"> ● 只出現在非洲某個特定區域，較少見。 ● 潛伏期16~18天



隨著氣溫上升而盛行的疾病

恙蟲病	被恙蟲東方體感染所引起的疾病
桿菌性痢疾	被志賀氏桿菌感染所引起的疾病，患者會出現發燒、頭痛等症狀
鉤端螺旋體病	被鉤端螺旋體感染所引起的疾病，患者會突然發高燒，伴隨頭痛和肌肉痛的症狀
副傷性弧菌敗血症	被弧菌感染所引起的疾病，患者會出現發燒、畏寒、低血壓等症狀。





阿綠的逆襲





再次相逢







地球的最後防線，2°C





* ppm：濃度單位。1ppm是百萬分之一。





國際間的努力



1992年6月，巴西里約熱內盧召開的聯合國環境與發展會議開放各國簽署氣候變遷公約，公約正式名稱為「聯合國氣候變遷綱要公約」，英文縮寫是UNFCCC。1994年3月起，公約正式生效，具體的實踐方案則根據議定書內容執行。



聯合國環境與發展會議中，各國討論氣候變遷議題。



未來再對經濟尚未完全發展的開發中國家做出限制。

先從過去已排放大量氣體的已開發國家開始減少。



為了減少溫室氣體排放量的各種制度

共同減量制度

已開發國家投資其他已開發國家時，若減少了溫室氣體的排放量，部分的減量單位將歸給投資方的制度。

溫室氣體排放量變少了，這是大家努力的成果。



知道了，一起分享這個吧！

清潔發展機制

已開發國家投資開發中國家時，若減少了溫室氣體的排放量，減量單位全部歸給已開發國家的制度。

我幫你種了吸收二氧化碳的樹木，減量單位都是我們的。



好。

排放權交易制度

已達成溫室氣體排放減量目標的國家或企業，可以將排放權賣給尚未達成目標的國家。

溫室氣體減量額度超乎預期，你要不要買多餘的排放權？



我要買。



當時，美國是溫室氣體排放量最高的國家，但美國卻在京都議定書生效前的2001年退出協議。經濟快速成長的中國和印度排放大量溫室氣體，卻因為屬於開發中國家，所以沒有義務要減少排放量。此外，2012年京都議定書雖然決定延期，但排放量最高的美國和中國等國家不願意參與，使得日本、俄羅斯和加拿大等國感到不滿也決定退出協議。





再生能源



節約能源的點子



被動式房屋

使用高科技斷熱工法建造的房子，把熱能盡可能保留在房屋內部，在不使用化石燃料的情況下，解決房屋冷暖氣的需求，是非常環保的建築。



高效的LED燈泡

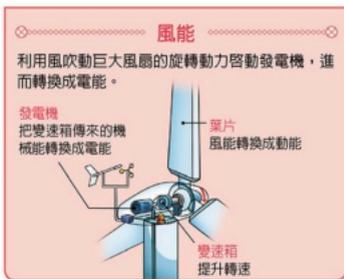
LED燈泡只需白熾燈泡1/4的電力就能發出相同的亮度，雖然價格比較貴，但使用壽命較長，長時間用下來，LED燈泡還是比較划算。



電動車

電動車是由電池供電給電動引擎，電池的電量由外部補充，行駛時不會排放廢氣，減少環境污染。







收集太陽能，轉換成電能或熱能。太陽能是未來備受矚目的替代能源。



對，把草、樹木、牲畜排泄物和廚餘進行化學處理就能獲得能源。

這些能源又稱為生質能源。

以下是變成生質能源的過程。

寬廣~

用花榨出的油脂以讓汽車動起來?

亮

生質能源的生產流程



1 生物質的產出和運輸
收集來的生物質打成粉末。



2 前處理
利用熱和化學物質處理生物質。

3 分解纖維質
酵素將纖維質分解為糖。

4 發酵
微生物發酵變成酒精和其他生質燃料。

5 處理生質燃料
從發酵桶中，萃取出生質燃料。



除此之外，還有各式各樣的再生能源。

亮

各式各樣的再生能源



水力發電

利用大壩儲存河水，累積到一定的水量後，讓水像瀑布一樣從高處往低處流動。利用水位落差產生的動能，帶動發電機發電。



地熱發電

把地底噴出的水蒸氣和熱水轉換成電能。



潮汐發電

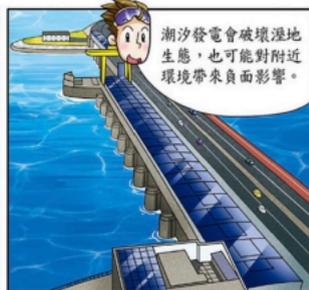
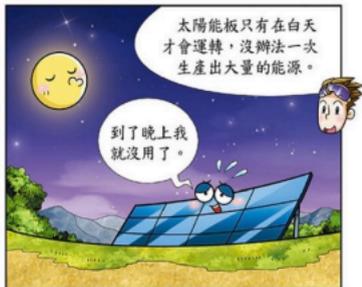
利用漲潮與退潮的高低變化，推動渦輪機產生電能。



波浪發電

利用海水面的波浪運動推動發電機，將之轉換成電能。

142 * 纖維質：高等植物或藻類細胞膜的主要成分
* 渦輪機：把水、瓦斯和蒸氣的能源轉換成有效動能的機器







身體力行救地球



唉……看來再生能源要完全取代化石燃料還有很長一段路要走。

希望大家能多為地球著想……



這樣下去很快就會超過2°C了。

沒有其他的方法嗎？



我帶你們去中國沙漠看看實際例子！

去哪裡？



你們兩個跟我去一個地方吧！

嗶！



嗶
嗶
嗶



這裡是中國的四大沙漠之一，位於內蒙古的毛烏素沙漠。

真的是寸草不生。

為什麼帶我們來這裡？

一望無際~



30年後，這裡會變成森林。

什麼？有那種事？

看來政府做了不少努力。



不是政府的功勞。

難道是企業？



也不是企業。

喔

嗶，那裡！

那麼是……



有人在種樹。

辛苦
辛苦



您好。

怎麼有小朋友來沙漠？



您為什麼要在乾枯的沙漠裡種樹呢？

聽說這裡很久以前曾是草原，但因為過度放牧羊群和濫伐，逐漸沙漠化，人們也離開了。



身體力行救地球



多搭乘大眾運輸工具，少開車。



距離較近時，選擇步行或騎腳踏車。



不使用電器時，把插頭拔掉。



盡量減少垃圾，落實垃圾分類。



使用環境友善產品。



自行攜帶環保袋，少用塑膠袋。



盡量使用二手物品，減少購買新產品。



不使用紙杯等一次性物品。



少吃肉類，多吃蔬菜和水果。



節約用水。



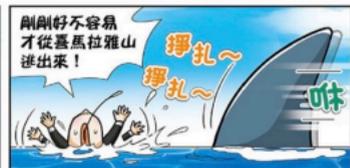
冬天穿衛生衣。



使用節能效率高的產品。









Why? 氣候變遷



氣象與氣候

氣象是指「即時」或「短時間」的大氣狀態，又稱為天氣。在某個地區長時間觀察天氣變化後，我們可以歸納出一個平均值。這個長時間的平均大氣狀態就稱為氣候。

氣象要素

影響氣候變化的要素，如：氣溫、降雨量、氣壓（風）和日照量等。

3大氣象要素

- **氣溫**：因為地球是圓的，所以緯度越高的地區，接收到的太陽輻射能越少，導致氣溫較低。
- **降雨量**：靠海或是水氣豐沛的迎風地區，容易下雨；背風地區通常乾燥少雨。
- **氣壓（風）**：氣壓的差異會產生風，而高氣壓通常是好天氣，不會下雨；低氣壓的天氣則不穩定，容易下雨。

氣候分類

全球氣候的分類標準是根據影響植物生長的氣溫和降雨量。從赤道往極地圈依序是熱帶、溫帶、寒帶和極地氣候。

- **熱帶氣候**：赤道附近地區的氣候。地球上有一半的動物都居住在熱帶氣候區，生物種類非常豐富。
- **溫帶氣候**：中緯度地區的氣候，通常具有四季分明、降雨量適中、氣溫溫暖等適合人類居住的條件。
- **寒帶氣候**：位於溫帶和極地氣候之間，冬天長且非常寒冷。夏天相對溫暖，耐寒植物可以在此生長。
- **極地氣候**：出現在極地地區的氣候，全年大多被雪和冰覆蓋，只有苔蘚和微生物可以生長。
- **乾燥氣候**：大多出現在中緯度高壓帶的內陸地區。蒸發量大於降雨量，不利植物生長。自然景觀大多是沙漠或高度較矮的草原。

地球暖化

地球暖化主要是指地球大氣圈中，包含水蒸氣在內的溫室氣體吸收長波輻射導致地球溫度上升的現象。

溫度上升的主要原因是來自排放出溫室氣體的汽機車和各種工廠。工業革命後，化石燃料的使用量急速上升，都市化破壞山林，溫室氣體大量增加，加速了地球暖化。



地球氣候系統

地球氣候系統分為大氣圈、水圈、冰凍圈、岩石圈和生物圈，主要能源來自太陽輻射。

溫室效應

包覆著地球的大氣層就像溫室的玻璃一樣，不只能讓太陽輻射穿越大氣到達地表，也會阻擋地球的熱能向外散失，地球因此變得溫暖，這個現象稱為溫室效應。多虧溫室效應，地球的平均溫度才能穩定維持在15°C，月球因為沒有大氣層，所以沒有溫室效應。



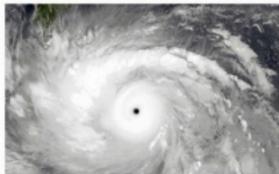
熱帶雨林和棕櫚油

發展棕櫚油產業的亞馬遜地區、馬來西亞、印尼等世界各大熱帶雨林區皆遭受到破壞。棕櫚油由棕櫚樹果實榨取而成，是食品、洗潔劑和化妝品的原料。因為生產成本便宜，用途廣，種植面積逐漸增加。目前全世界已經有一半以上的熱帶雨林消失了。



颱風

於北太平洋西南部生成後，朝亞洲大陸東部移動，伴隨著豪大雨的熱帶低氣壓。颱風是吸取海面上的溫暖水蒸氣能量後，所形成的熱帶氣旋。地球暖化使得海水溫度上升，如果水蒸氣的能量越多，就會讓颱風變得更強，進而形成強烈颱風。在2013年，強烈颱風海燕曾導致菲律賓1萬多人死亡。



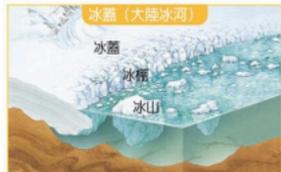
噴射氣流

在極地地區，有一條可以把冷空氣圍住的高速氣流帶，稱為噴射氣流。受到地球暖化影響，海水快速融化，北極圈氣溫上升，原本因氣壓差產生的噴射氣流變弱。減弱後的噴射氣流往中緯度移動，北極冷空氣往南方擴散，於是有些地方就會出現寒流和暴雪現象。



冰河

累積了數百數千年的雪凝結成巨大冰塊，因本身的重力，逐漸往低處滑動而形成冰河。冰河可分為兩大類，一類是覆蓋在南極大陸和格陵蘭上的冰蓋（大陸冰河），另一類則是位於阿爾卑斯山和喜馬拉雅山上，寬度較窄，以溪流形式向下滑動的山岳冰河。冰河樣貌是用來推測氣候長時間變動狀況的重要指標。



豪雨

短時間內，在小範圍的區域降下大量雨水的現象。當三小時下超過100mm，一天下超過200mm，就稱為豪雨。地球暖化後，溫暖潮濕的空氣增加，各地降下豪雨的頻率變高。2010年，巴基斯坦降下豪雨，引發洪災，造成約1,700人死亡，2,100萬人受災。



巴基斯坦因豪雨而陷入洪災

乾旱

長時間持續沒有降雨，天氣過於乾燥的現象。發生旱災時，水量不足會使得製造業的生產效率降低，無水灌溉農作物造成農損。河川下流水量減少，優養化日漸嚴重。乾旱不僅會造成農作物歉收，還會發生飲用水不足，山林大火的危險性增高等問題。



沙漠化

原本不是沙漠的地方逐漸變成沙漠。沙漠化的成因有乾旱、放牧、過度耕種和山林砍伐等。目前世界各地急速沙漠化中，尤其是非洲和亞洲地區的沙漠化問題非常嚴重。

滅亡

生物種完全消失在世界上的現象。地球暖化造成氣候變遷，棲息地被破壞和無差別捕獵等原因影響，目前有許多物種陷入滅亡的危機之中。最具代表性的有無尾熊、恆河豚、北方山林蛙、朝鮮冷杉、海龜等生物。當一個物種消失時，生態界就有可能失衡。

珊瑚

刺絲胞動物門珊瑚綱的統稱。有四分之一的海洋生物都居住在珊瑚提供的環境中，因此珊瑚對海洋生態有著重大的影響力。近年來海水溫度

上升，造成珊瑚白化現象日益嚴重。此外，溶解於海水中的二氧化碳會導致海洋酸化，使海洋生物難以形成牠們的殼或骨頭。



熱浪

超過正常平均值，極度異常高溫的天氣。目前許多人都認為地球暖化是造成熱浪的主要原因。熱浪來襲可能會對人體造成傷害，除了脫水和熱暈暈等熱傷害疾病，還會造成心臟病、高血壓、呼吸系統疾病惡化。嚴重的話，甚至可能會死亡。

減少溫室氣體排放量的各種制度

為了減少溫室氣體的排放量，全球共同訂定並實踐各種制度。

- **共同減量制度**：已開發國家投資其他已開發國家時，若減少了溫室氣體的排放量，部分的減量單位將歸給投資方的制度。
- **清潔發展機制**：已開發國家投資開發中國家時，若減少了溫室氣體的排放量，減量單位全部歸給已開發國家的制度。
- **排放權交易制度**：已達成溫室氣體排放減量目標的國家或企業，可以將排放權賣給尚未達成目標的國家。

瘧疾

瘧疾是法定傳染疾病，傳染途徑是被帶有瘧疾病原蟲的瘧蚊叮咬。患者通常會突然發高燒，出現腹瀉、嘔吐、脾臟腫大和貧血等症狀。除了瘧蚊叮咬外，瘧疾也有可能經由輸血感染，或是生產時由母親直接傳染給嬰兒的先天性感染。

再生能源

會自動再生的能源，如：太陽能、地熱能、海洋能、生質能等轉換成所需的形態。再生能源不像化石燃料會有枯竭的一天，相較之下也平均低於世界各地，缺點是初期需要投入巨額資金。



WHY? 氣候變遷

原作者：姜周弦

繪者：李俊熙

譯者：牟仁慧

審訂：林炯明

總編輯：汪家燊

主編：蕭弘萃

編輯：廖經容

美術編輯：王麗雲、蔣心華

發行人：李昭如

出版者：小牛頓科學教育有限公司

地址：新北市新店區光明街 98-1 號 6 樓

電話：(02)2911-0068

網址：www.ewnton.com.tw

e-mail：service@enewton.com.tw

定價：新臺幣 300 元

初版日期：2021 年 8 月

電子書出版日期：2022 年 8 月

電子書 ISBN：978-986-958-456-2

圖片來源

P24 / 氣壓圖：中央氣象局、降層圖：Dreamstime

P28 / 海水蒸發：Dreamstime

P37 / 月亮：NASA

P43 / 冰芯：Heidi Roop, NSF

P48 / 皮納土波火山爆發後，港口被火山灰覆蓋：U.S.

Navy

P49 / 聖托里尼火山島：Steve Jurvetson、海克拉火山：

Alan Moore、拉基火山：Chmee2

P52 / 排放煤煙的蒸汽火車：R.A. Sallinen III

P63 / 海峽颶風的災害現場：Russell Watkins、衛星看到的海峽颶風：NASA, LAADS Web, HDF File processed by Supportstorm

P64 / 颱風形成：Dreamstime

P67 / 南極冰河：Jason Auch

P68 / 南極拉森冰棚：NASA

P69 / 北極海冰：NASA scientist Joey Comiso

P75 / 美國東部降下的暴雪：Fuzheado

P80 / 吐瓦魯富納富提島、P81 / 房子被海水淹沒後，漂

出垃圾的熊象、P86 / 巴基斯坦因豪雨而陷入洪災：

Horace Murray, U.S. Army

P106 / 紅橋 Shihchuan、褐燕：hantanuprasad、

平筆：Kare Kare

P107 / 朝鮮冷杉：lifar

P112 / 受乾旱所苦的非洲：Bob Metcalf、蚊子：U.S.

CDC、藍蟲：Gilles San Martin

P113 / 蚊子的幼蟲：USGS, Bee Inventory and Monitoring Lab

P116 / 2003 年歐洲地表溫度差異：NASA, Earth Observatory

P118 / 高雄的空汙：Dreamstime

P134 / 聯合國際環境與發展會議：Unclimatchange

P139 / 被動式房屋：Jeremy Levine

P142 / 太陽能電板：韓國水資源公社

P143 / 潮汐發電：韓國水資源公社、

波浪發電：S Portland

其他：123RF、Imazins、YNA、藝林堂

[Why? Science] 71 Climate Change

Written by Kang Juhyun

Cartooned by Lee Junhee

Copyright © YearRimDang Publishing Co., Ltd. - Korea

Originally published as "Why? Gihbyeonhwa" by YearRimDang Publishing Co., Ltd., Republic of Korea, 2016

Complex Chinese translation copyright © 2021 by Little Newton Science Education Company Ltd.

Complex Chinese edition is published by arrangement with YearRimDang Publishing Co., Ltd.

All rights reserved.



科學家形容氣候變遷就像是「溫水煮青蛙」一樣，地球溫度逐漸上升，如果無法體會事情的嚴重性，我們就跟鍋子裡的那隻青蛙一樣，逐漸被煮熟。本書內容講述氣候變遷如何讓地球生病、氣候為什麼產生改變，如果要守護地球這塊家園，個人和國家需要做出哪些努力等。透過閱讀本書了解地球的可貴，讓我們一起從小事做起，阻止氣候變遷惡化！

極地氣候

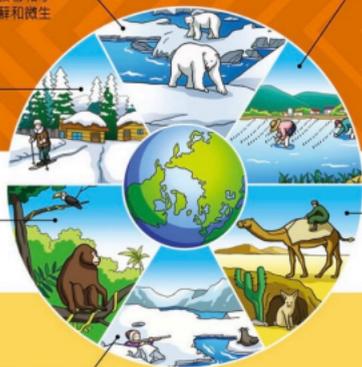
出現在極地地區的氣候，全年大多被雪和冰覆蓋，只有苔蘚和微生物可以生長。

寒帶氣候

位於溫帶和極地氣候之間，冬天長且非常寒冷，夏天相對溫暖，耐寒植物可以在此生長。

熱帶氣候

赤道附近地區的氣候。地球上有一半的動物都居住在熱帶氣候區，生物種類非常豐富。



溫帶氣候

中緯度地區的氣候，通常具有四季分明、降雨量適中、氣溫溫暖等適合人類居住的條件。

乾燥氣候

大多出現在中緯度高壓帶的內陸地區。蒸發量大於降雨量，不利植物生長。自然景觀大多是沙漠或高度較矮的草原。

極地氣候



未來創造科學部 認證優秀科學圖書
韓國消費者品牌委員會 今年度品牌大獎
少年韓國日報 優秀兒童圖書獎
韓國經濟時報 韓國品牌獎好度第1名
韓國消費者論壇 | Brand Keys品牌顧客忠誠度大獎



ISBN : 978-986-5539-79-5



9 789865 553979 >

版權所有 禁止翻印 - 169 頁 / 169 頁



閱讀結束