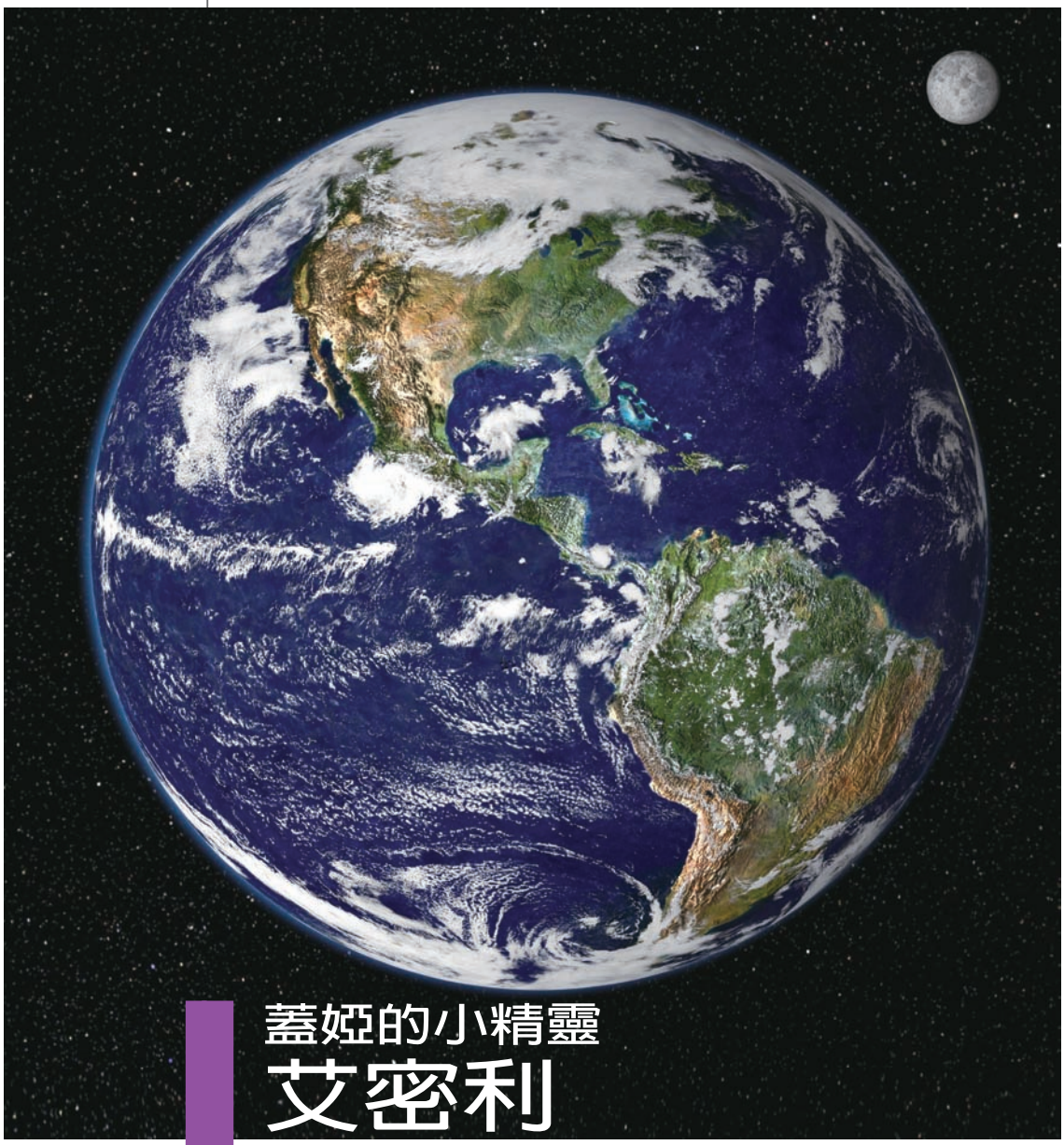


圖片來源：http://www.gsfc.nasa.gov/photos.html

地球的衛星影像

蓋婭的小精靈
艾密利

魏國彥
楊天南

地球是活的

由外太空回望地球，五彩繽紛，氣象萬千，白雲掩映，顯露出綠色的森林、黃色的沙漠、嶙峋的山稜、絲線般的河流，是寫意塗抹的大地。而冰雪在高地和極地地區閃閃發光，藍色的海洋波光粼粼，包在周圍，像母親的懷抱。

這是一個有生命的星球，森林是她的肺，河流是她的血管，海洋是她的體液，白雲是她的呼吸。科學家把地球看成一個大細胞，甚至是一個擁有各種組織和器官的活體生物。它能夠自我調

「地球是活的！」這當然只是個譬喻，
但這種思維構成了地球系統科學中的一個重要的假說：蓋婭假說。

適，控制自己的體溫，循環自己的能量。這裡沒有廢棄物，因爲所有的「垃圾」都能回收，重複利用，生生不息。

「地球是活的！」這當然只是個譬喻，但這種思維構成了地球系統科學中的一個重要的假說：蓋婭假說（Gaia hypothesis），由1979年洛夫拉克（James Lovelock）出版的書《蓋婭：地球生命的新視野》（*Gaia: A New Look at Life on Earth*）首度有系統地正式提出。

蓋婭女神

蓋婭是希臘神話中的女神，掌管大地，是大地之母。

「起初有卡傲斯（Chaos），這廣大無邊的深淵，黑暗、荒涼、紊亂、狂暴的有如海洋。」

這是英國詩人密爾頓的詩句，表現了希臘人揣摩萬物未存前的渾沌狀態。

然後在萬古如長夜的虛空紊亂之中，奇蹟發生了。愛情從黑暗和死寂中誕生，愛情和她的伴侶——煦爛的白日，共同創造了光明，秩序和美麗驅逐黑暗，美麗的大地出現了。大地之母蓋婭和天父奧拿諾斯（Ouranos）生下許多孩子，各個奇形怪狀，有的有100隻眼睛和50個頭；有的高聳巨大如山，有巨大的獨眼，宛若車輪，鑲在額頭正中間。這些怪物四處蹂躪，天父帶著恨意，把他們囚禁在地球上一個個神祕的角落。諸神展開愛恨情仇的征戰，爲人類預備好了這個世界後，人類也出現了。

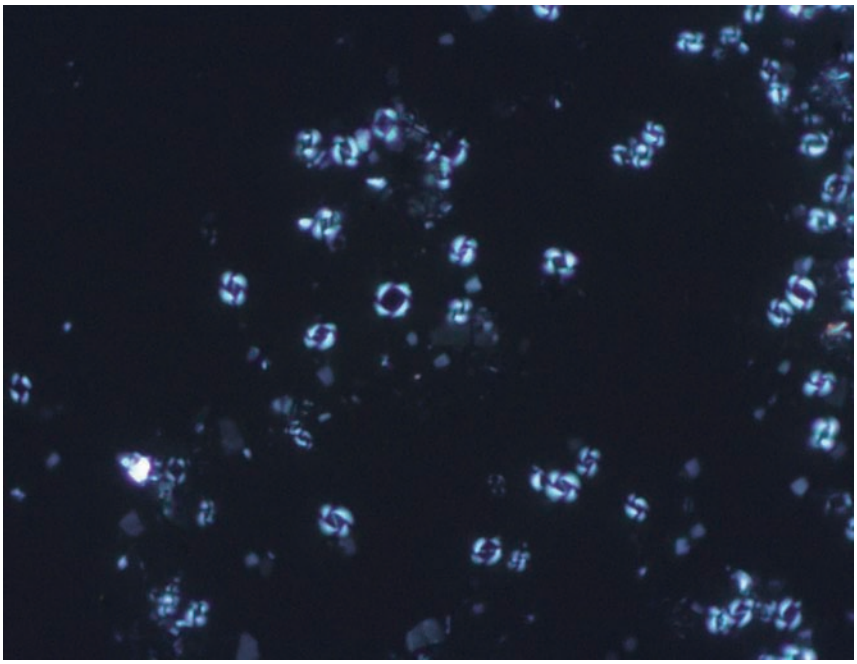
微小的艾密利

許多年後，人類重拾希臘神話的意象，想看清楚大地之母蓋婭的容顏，探索她的神祕力量。在洛夫拉克的《蓋婭：地球生命的新視野》書中有兩個令人難忘的角色，一個是虛構的星球上的虛擬生物——白色雛菊；另一個是現今地球上海洋中數以億計的微小生物——艾密利（Emili）。

航行在台灣周邊海域，取幾瓢海水，經過過濾，停留在濾紙上的細小顆粒斑斑點點，像是衣服上不小心噴濺的淡淡污跡，肉眼難以看出端倪。放在顯微鏡下，放大一千倍，加上偏極光鏡，視界裡出現一些亮點，宛若黑夜中的微弱星光，又像黑絨布上的碎鑽，幽微、暈染、飄忽，你還是看不清它的面貌，因爲它們實在太小了。一個完整的「艾密利」只有幾個微米大；一微米等於百萬分之一公尺，一支繡花針的針孔大約有500微米寬，在那針孔中可以塞進一、兩百個「艾密利」。

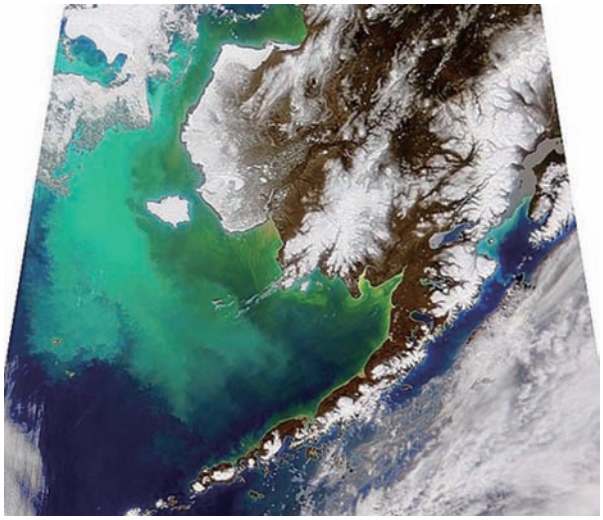
艾密利的真面目

要看清楚它的廬山眞面目，還得靠電子顯微鏡。在掃描式電子顯微鏡下，完整的「艾密利」呈圓球形，由許多網狀、車輪形的雙層鈣質薄片鑲嵌連結而成。每次看到它，總想介紹給運動器材商，看能不能仿效它的模樣，製做出新型的棒球或足球。因爲



偏光顯微鏡下「艾密利」的照片

「艾密利」的電子顯微鏡照片



1998年4月拍下的白令海水色衛星照片，艾密利藻華把海面暈染出一片土耳其玉的乳綠色澤。

圖片來源：http://daac.gsfc.nasa.gov/oceancolor/scifocus/oceanColor/bering_sea.shtm

投「艾密利」棒球，球路肯定更刁鑽；踢「艾密利」足球，守門員會發瘋。這兩種運動會有新的趣味。

「艾密利」是一種金黃藻類的單細胞海洋浮游生物，因爲身上披覆了鈣質圓片，有人稱它爲「鈣板藻」。它也叫「顆石藻」，因爲那些鈣板剝落後沉積在地層中，稱爲顆石（Coccolith），是一種重要的微體化石，對於探採石油很有幫助。

其實「艾密利」的眞實名稱很長，也很煩人：艾密利安尼亞．赫胥黎（*Emiliania huxleyi*），名字這麼長，念完要10秒鐘，聽來像急口令或咒語。科學家圖方便，就只念前3個音：「艾密利」。久而久之，成爲它的暱稱，也像江湖黑話，只有搞這行的學者聽得懂。

這個生物學名其實是由兩個著名科學家的名字所構成：地球化學家艾密利安尼（Emiliani）和演化生物學家赫胥黎（Huxley），是當時爲這生物命名的人取的。說好聽是紀念這兩位科學家的貢獻；說難聽點，對於這個可愛又怪異的生物，實在不知道怎麼命名才適切。

「艾密利」殼體的化學成分是碳酸鈣，在偏光顯微鏡下的光亮身影暗示我們，它的殼體是由方解石結晶構成的。

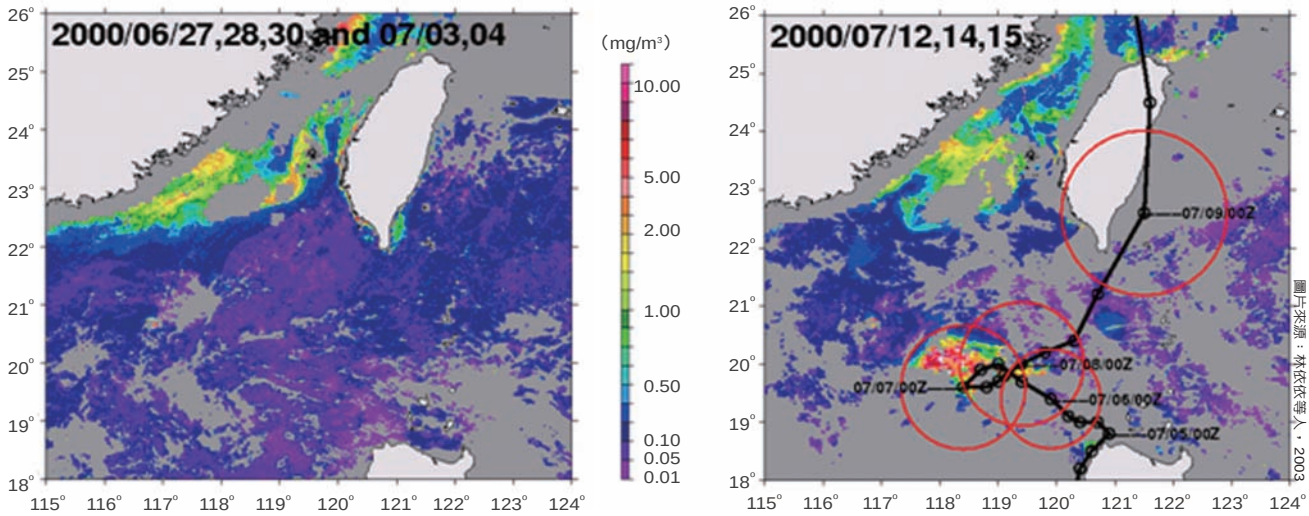
艾密利的海上煙火秀

「艾密利」遍布世界各大洋，數量如宇宙中的繁星，難以計數。「艾密利」體內有葉綠素，能行光合作用。在某些海域，湧升流湧現時或春天回暖時，水體翻騰，上下混流，會把下層海水的營養鹽帶到海表層。營養鹽豐富時，「艾密利」大量繁殖，形成藻華，海水爲之色變。衛星影像經常捕捉到大規模的藻華現象，尤其在中高緯度地區，整片海灣在衛星影像中染成乳綠色。

既是調溫器　也是溫度計

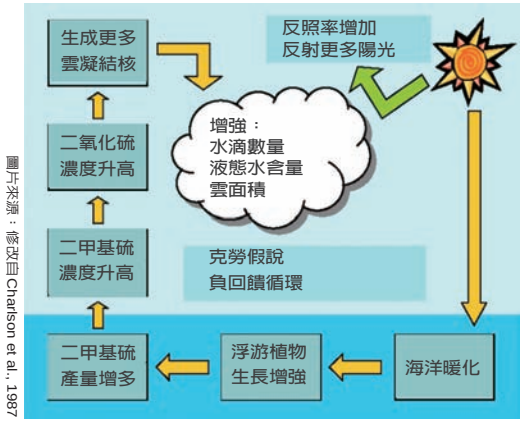
「艾密利」是蓋婭女神的呼吸器官，負責吐納大氣中的二氧化碳。在充足太陽光能量驅使下，「艾密利」會大量複製，生產細胞質並製造披覆在外表的片狀碳酸鈣質殼體。這兩種產物大量生成的現象，意味「艾密利」在二氧化碳生化循環過程中扮演著積極角色，把氣圈中的二氧化碳化爲生物圈的一份子，其結果是有效

在充足太陽光能量驅使下，「艾密利」會大量複製，生產細胞質並製造披覆在外表的片狀碳酸鈣質殼體，意味著「艾密利」在二氧化碳生化循環過程中扮演著積極角色。



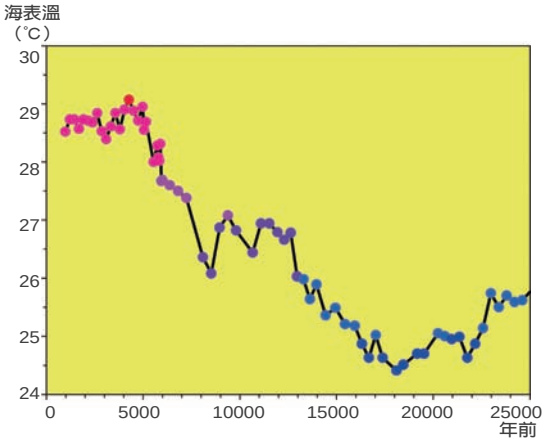
圖片來源：蔡依依等人，2003

左圖是西元2000年6月底，凱特颱風侵襲之前的南海水色衛星圖像，顯示生物生產力很低，比大陸棚海域低很多。右圖是颱風過境一星期之後，在7月7日的暴風圈範圍內湧現大量葉綠素，這是因為颱風攪動海水，把營養鹽帶到海表，幾天下來，生物生產力大大增強，艾密利也繁盛生長。黑線顯示出凱特颱風的行進路徑，紅色圓圈代表暴風圈。



圖片來源：修改自Charlson et al., 1987

克勞假說



海洋大學博士班的蕭良堅同學，應用烯酮不飽和指數重建2萬5千年來南中國海東南部海表溫，得知溫度變化的幅度將近攝氏4.5度。

地促使氣圈中二氧化碳濃度的降低；由於過量生產，海表有光層過多的「艾密利」，在水層柱中如同雪花片片般沉落至海底，並封存在暗無天日的深淵岩石圈裡。大氣中的二氧化碳化身於「艾密利」，從此埋入海底。

「艾密利」也是蓋婭女神的溫度調節器。「艾密利」會製造二甲基硫丙酸（DMSP），是她的代謝物，具揮發性。DMSP進入大氣層中，就發生光化反應轉化成二甲基硫。水汽一沾上，就以它爲核心凝成水滴，聚集多了就是雲。當陽光充足時，海表浮游植物生長快速，引發後續連串反應，排放更多的DMSP到大氣中，凝結水滴，空中的雲朵多了，遮蔽陽光，把陽光反射回太空，反而讓地球表面溫度冷卻下來。如此一來，「艾密利」成爲地球的溫度調節器。整套過程稱爲克勞假說。

「艾密利」不只是「調溫器」，本身也是溫度計。這話怎麼說呢？原來「艾密利」的細胞質中含長鏈不飽和烯酮類，它的飽和程度和生活的海水溫度有關，於是科學家測量海水的烯酮不飽和指數，可以回推出「艾密利」生活時期的海水溫度。 □

魏國彥
台灣大學地質科學系

楊天南
中央研究院地球科學研究所