

第二生物圈 (Biosphere 2)

原孝怡

國立臺南師範學院

第一生物圈——大自然形成的地球表面，生活著許多生物。

第二生物圈——人造的一個密閉環境，也能生活著許多生物。

一九九一年九月廿九日，一些研究者以身嘗試，密閉隔絕在一個三畝大的地方，其中包括著有機與無機的整個生態系統，這個地方位於美國亞那桑那州 (Arizona) 土桑鎮 (Tucson) 北面的 Santu catalina 山麓。這個計劃是從事生物圈實驗室的實驗，一直實驗到一百年以上。實驗的目標在於生態研究，環境教育、生物棲息地研究與太空探索。

第二生物圈的基本空氣構成，是從已存在的第一生物圈中的地球行星，把第二生物圈設計成一樣的穩定、複雜與進化系統，把它密封起來與世際絕，以電與太陽能的資訊的能源。

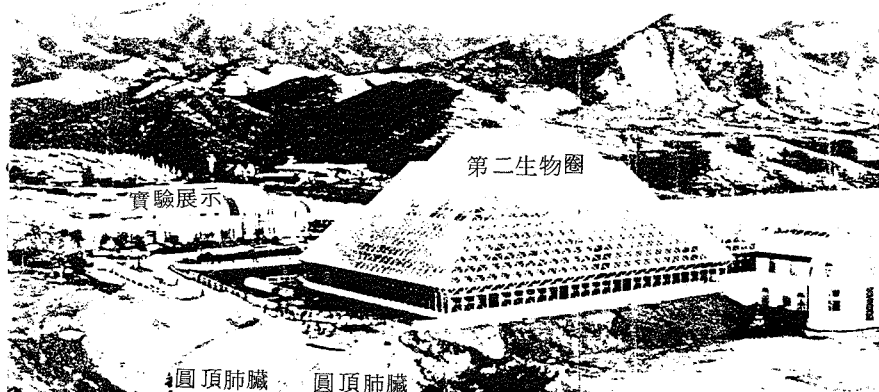
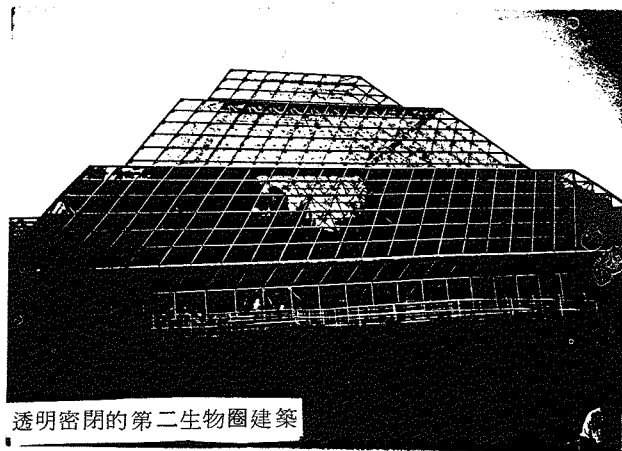
第二生物圈包括七大部，亞熱帶雨林、草原沼澤地、廿五呎深海洋、沙漠、農耕地與人類生息地，在生態系統中設計成循環使用的空氣、水、廢物與營養品，主要的三千八百種植物，與八個科學家關在裡面的做二年實驗研究。

我們驅車到達山區時，購券入場（票價比一般博特館高得多，因私人經營，雖不是營利目的，但絕不是推廣社會教育）。引導人員先讓參觀者在舒適的大廳中，作影片介紹，并對八個與世隔絕兩年的研究者，作一一的訪問，不過提出問題者是在講台上的另一位在外的科學工作人員，他從引導人手中收下我們提出的問題卡，再作分類歸併，由他整理後提出詢問，這樣子問題集中不重複，題意也明顯清晰，節省不少時間。我也提出了一個有關排出物處理問題，美國女人多半提出生活問題、情緒問題、適應問題等。分由這八位（四男四女年齡 29～69 歲）回答，他們的背景多為生態學家、環保學家、農學家，還有一位學生。他們訂有契約，二年中生活在密閉圈內，而女研究員不得懷孕的。他們的糧食多半以番薯、米、花生、香蕉及小麥為主。偶爾也吃蛋、雞肉、羊肉、喝點咖啡。當我在隔絕玻璃看到密閉中的生活圈，種植了很多食用作物，如木瓜、蔬菜和一些禾本科植物，供作試驗紀錄外，都可作用八個人的食用，他們 80 % 的食物供給

都由此產生，少部份是由前儲存的（如咖啡或調味料等），以這樣面積產生食物供八人果腹太夠了！

從影片中認識了概要後，我們到了實驗展示場所，一個玻璃溫室形成的建築，那是與外界相通的種植環境，讓參觀人先了解第二生物圈環境中的種植與飼養，因此地近似沙漠，特別創設一個水田，種植水稻，其中水是循環供應使用，也有山坡地種植茶，讓老美也見識東方的古老農作物。

到了主要的建築物就是密閉的生物圈，遠望如一座金字塔，由鋼筋與透明玻璃而成，沿路的正面都是玻璃，可透視圈中一切，屋頂以上接著三層斜面也由玻璃裝置而成，只是間隔小些，且間隔圖案不同，可能與結構力學有關，因此四面日光均透入，圈中最耀眼的水域是世界最大的人工珊瑚礁，這是從珊瑚群體中突出生長的息肉部份形成礁體的構造，以後這礁體就成為不同魚類、貝類與藻類的生息之地了。這裡有四十種珊瑚形成的珊瑚礁是從地球另一半，西邊的熱帶與亞熱帶，搬運到沙漠地帶的亞拉桑那州來，這種艱巨的人工移植，把不可能的變成了具體事實了！岸旁還繫一小舟以便研究人員作水面操作，



高低一定要對準！！

海中生態就以此處爲主了。

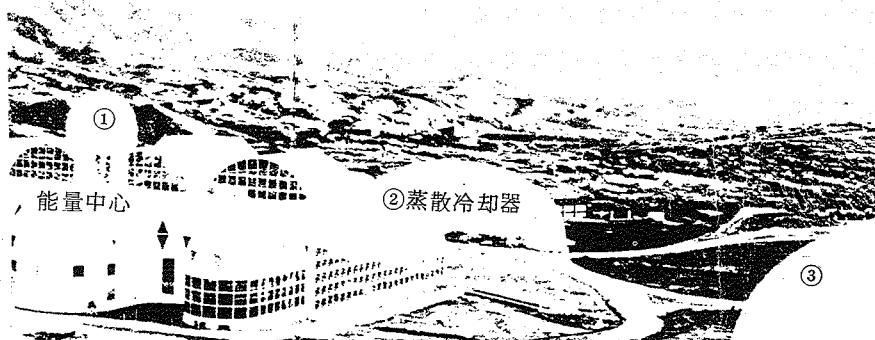
其他六部份草原、沼澤、熱帶雨林、沙漠、農耕與人類生息地分別散佈其中，部份因樹木與植物的擋蓋無法由玻璃外看到，看得清楚的有結果纍纍的木瓜、椰子等，許多高大羊齒，其葉背孢子囊群都看得清楚。我們也看到一兩個圈內研究人員，在採集計數作記錄，看到窗外的我們，彼此揮手致意。他們看來面色較青白，體力好像衰弱一些。

有兩個白色圓頂的醒目建築，他們叫它肺臟，主要目的是調適第二生物圈內的空氣壓力，設計出如同肺臟的功能，在白天主建築體內的溫度升高時，強大的熱氣流奔向密封管道到達肺臟，其強力膜層擴張上漲，來承受強大氣流。相反的，晚上冷時，空氣收縮，其膜層下降，使空氣返回主建築第二生物圈中。

一般電的能源在生物圈中是從二種燃料系統而來的，一爲天然氣佔 95 %，一爲柴油機佔 5 %，三個白色筒狀圓塔是大型蒸散冷却器，調節第二生物圈內溫度，靠著密封水管系統循環流動。

在充滿創造性的生物世界中，除了腦中衝擊著科學的未來，可是在建築物外的庭院山徑各地裝置了許多 Tony Price 所設計的原子藝術 (Atomie Art) — 金屬雕塑，他留學法國曾繪畫、寫詩、著作，返美後試用石材、金屬與電氣材料作雕塑，他的創作希望能調劑緊張，其中包括強力武器系統，這裡多項金屬雕塑讓你嘗試著去綜合科學、自然、與藝術的意境！

第二生物圈的八位研究人員，到了今年秋天已屆兩年整整的時間密閉在圈內，出來重返地球的頭一天也開了盛大的記者會，他們很驕傲說：「大家都以爲我們辦不到，但今天我們都快樂地出來了。」他們的勇敢與毅力并完成一些研究記錄，無論如何，使得



人類向太空移民的夢想邁前一步了！因為這是一項私人經營的事業，不得不有高價門票，并利用各種推廣來吸引遊客參觀。兩年中有四十多萬購票觀眾（我就是其中一人），這裡的開支與維持，恐怕目前的票價尚難平衡，也有不少科學家認為是騙人的業餘科學家，充其量不過像狄斯耐樂園而已。但以個人參觀感覺，還是覺得非常值得。明年聽說還要再選一些人馬進入玻璃屋的第二生物圈中研究一年，希望能有計劃的長期做下去。聽說這批兩年密封中也曾因意外事件（如外傷、特殊事故與補給。）與外界相通者有二十次之多，我想這都不至影響這個創意性的研究。

（上承第21頁）

地 區	北極圈	北回歸線	赤 道	南回歸線	南極圈
月 形					
傾斜角度	左下傾 約 63.5°	左下傾 約 23.5°	影 線 約 水 平	左上傾 約 23.5°	左上傾 約 63.5°

（圖五） 地軸不傾斜各地所見之上弦月影圖（四季皆相同）

三、結 論：

以我們在北回歸線上所觀察到的真實情況作比較，實際上，夏天晚上八點面對西邊看到的是略為直立  型的上弦月，而冬天於同時間看到的上弦月卻是躺平的  月形。並非如（圖五）所示四季不分的情形（上弦月都是  ）。足見確實如本刊164期所探討的結果，月影傾斜角度，會因地軸傾斜而各地各季節所見不同。

PS. 本文以反證法推論地軸傾斜之意義，感謝貴刊與評審教授給予指導與發表的機會。

敬請指導，由衷感謝！