

放眼「全球」·追蹤「變遷」

中大參與跨國計畫

為戴運軌先生百齡誕辰紀念作

● 劉兆漢（國立中央大學校長）

水到渠成中大復校

民國四十七年六月，行政院院會通過決定籌設國立中央大學地球物理研究所，這是我們中大在台復校工作最重要的第一座里程碑，戴運軌先生是當時復校工作的推動者，在戴先生領導下，民國五十一年地球物理研究所成立，國立中央大學在台正式復校。戴先生本人是原子及分子物理科班出身，為甚麼首要建立地球物理研究所？從戴先生的回憶錄中，我們發現了一段十分有趣的歷史，他提到民國四十六（一九五七）年是國際地球物理年（IGY），從這年七月一日起至次年年底止，為時十八個月，全世界六十六個國家，出動了三萬名科學家參與研究地球物理，目地在求瞭解人、地、天之間的關係，這可說是人類有史以來由全世界科學家發起不分國界相互合作的空前創舉。我國地理

位置為西太平洋的一環，對此世界科學的大事也希望積極參與，因此，國內有了籌設地球物理研究所的建議，從而奠定了中大復校的基礎。國際地球物理年進行得非常成功，也就在那十八個月中，各國好幾枚為IGY研究項目而設計的人造衛星，成功的放射上天，正式將人類帶入太空時代。同時，這種全世界科學界聯合起來推動科學研究的模式，也成為這卅多年來，國際科學活動的極佳範例。科學家們組織了起來，歷年來再接再厲地推動了幾項全球性的科學計畫，我們國內，尤其是中央大學，也藉著參與這些計畫，漸漸成長，充實了自己的研究實力。目前，這卅多年來一系列的國際科學研究活動，帶引著我們進入一個新的高峰，這就是本文要討論的主題，「全球變遷」（Global Change）。

前瞻研究全球變遷

「全球變遷」是目前世界各國正積極推動的科學研究計畫。其規模是史無前例的龐大。因為它關係到整個人類未來的生活福祉，所以受到各國政府及學術界的重視。它的範圍，廣被全球，所以亟需世界各國之合作。而我國因為地理位置之獨特，科學家們認為，在此區域所作之各種相關研究，對「全球變遷」計畫，可能作若干關鍵性的貢獻。我們先來談談這計畫的緣起及主要目標。

地球自四十餘億年前形成以來，一直就持續不斷地在變遷，譬如氣候的變遷；水文循環和洋流系統的改變；以及生態系統的改變。這些變遷，對地球上的生物造成異常深遠的影響。導致地球變遷的因素，原本是大自然的力量；但自工業革命後的一百餘年來，人類的活動，隨著世界人口的增加以及全球工業的發展，已在地球環境變遷中，扮演著相當重要的角色。事實上，從近卅多年以來累積的觀測資料中顯示，有許多重要的環

環境變遷確實是由於多種自然與人為因素間頗為複雜的交互作用而產生「全球變遷」就是研究這些現象，其中影響人類未來最重要的幾項環境變遷包括：

(一) 全球氣溫上升及海面增高

目前的全球平均氣溫比一百年前升高 0.5°C — 1.0°C 。許多學者認為全球增溫是由於大氣中的微量氣體如二氧化碳、臭氧、甲烷等的增加。這些熱量因為能吸收地球發出的紅外線輻射熱，這些氣體不能往太空中發散而保留在大氣中，使地球就像一個大溫室，氣溫持續升高，這就是所謂的「溫室效應」。大氣中二氧化碳及甲烷等含量的增加，是由於人口及經濟的快速成長，造成大量的森林砍伐及石化燃料的過度使用。目前學者們發展了幾套不同的理論模式，對這情形來做預測。根據其中一種模式推測，在目前趨勢下，估計到公元二〇五〇年，大氣中的二氧化碳含量將增加一倍，平均氣溫可能會再升高兩度。

氣溫上升，使兩極融解的冰水加入海洋，再加上受熱的海水體積膨脹，使得海水水面上升。因此到二〇五〇年，全球海水面可能將上升七十九公分。如此，沿海低地將沉沒海中，使得許多居民流離失所，也會造成沿海地區土壤及地下水資源的鹽化。此外另一種影響是改變全球大氣環流系統及洋流系統。進而導致全球降水時間和地理分佈的改變，使得有些地方比較潮濕，有些地方比較

乾燥，影響世界各地農作物的收成。因此氣溫上升對全人類生存環境會有深遠的影響。

一九九二年六月，聯合國在巴西召開「地球極峰」(Earth Summit)會議，討論溫室氣體國際管制等問題，之後於一九九四年即制訂所謂「氣候公約」，限制各國二氧化碳之排放量，這些都會直接影響我國產業間的基本結構。

(二) 臭氧層的破壞

距地面二十至四十公里的高層大氣中，有一層臭氧存在，可以吸收太陽輻射中的紫外線，從而保護地面生物不受這些輻射的影響。在一九八五年左右，英國的一群科學家首先發現，自一九七八年開始，南極上空的臭氧含量，在每年春天極顯著地減少。此現象稱為「臭氧洞」。最近幾年，美國太空總署利用人造衛星在太空作更廣泛的觀測，發現「臭氧洞」的現象不但在兩極存在，在溫帶人口集中的地區也會發生。這現象在過去十年內，一年比一年嚴重。十年內，臭氧的總含量已減少了百分之五。如果這趨勢不改變，則在未來五十年內，估計單單在美國就會有廿一萬人因患皮膚癌而喪生。臭氧洞的產生，科學家們認為是由於人類在各種經濟活動中，大量地使用氟氯碳化物(CFCs)。這些化合物分子升入高空臭氧層，經過一連串科學家們尚不完全明瞭的化學及物理過程，使得臭氧消失。一九八七年，許多國家簽署了蒙特婁公約(Montreal Protocol)，同

意在公元兩千年時，禁止使用氟氯碳化物。目前，世界各國都陸續配合遵守此公約之規定。

(三) 酸雨及熱帶雨林的濫伐

因為地球環境是一個整體系統，所以雖然有些活動是在某些局部區域中進行，其影響卻是全球性的。例如「酸雨」現象，由於局部區域空氣污染而影響廣闊地區的環境品質。又如低緯度開發中國家為了積極進行經濟建設、農地開發而濫伐熱帶雨林。據估計這些雨林近年正以每年如同英國面積大小的速度逐漸消失。這不但會導致全球氣溫的上升，也嚴重地影響到生態系統的平衡。許多學者認為，熱帶雨林的保護責任，已不僅限於低緯熱帶國家，而應由全世界各國擔負起來。這幾項全球變遷的現象，在近廿年中，正加速地進行。它們對人類的生存環境及生活方式均有極深遠的影響。因此世界各國在規劃其經濟及發展政策時，已不得不考慮這些變遷。政府在訂定工業、農業、能源開發、自然資源的保護及應用、水資源的應用等政策時，時常不得不有所選擇。要做正確的選擇，對這些全球變遷的現象就需要有可靠的資訊及正確的瞭解，「全球變遷」的研究計畫就是針對這些現象做整體及深入的研究。其目標，首在於辨別造成全球變遷的自然因素及人為因素；進而對全球變遷及其對環境及人類生活的影響做可靠之預測，以成為國際間制定全球變遷因應政策之科學依據。

大量投入人力財力

國際推動「全球變遷」研究之情況：

本計畫因牽涉地球、生物、生態及社會等幾個大系統的交互作用，故其研究對象必須涵蓋全球，並以跨學術領域的方式進行。這項史無前例、規模龐大的計畫，國際上由兩個組織負責推動，一個是國際科學聯合會（International Council of Scientific Unions，簡稱國際科聯）是非政府性的科學學會聯盟；一個是屬於聯合國的世界氣象組織（World Meteorological Organization 簡稱 WMO），致力於推動跨國之氣象觀測及研究。因為全球變遷中最重要的是氣候變遷，所以首先，這兩個組織聯合起來在數年前推動了「世界氣候研究計畫」（World Climate Research Program，簡稱 WCRP），以便長期研究導致氣候變遷的各種物理過程；其次，國際科聯於一九八九年發起了國際地圈生物圈計畫（International Geosphere and Biosphere Program，簡稱 IGBP），以探討全球變遷中生物及生態方面的有關過程，最近，因為大家都知道全球變遷對社會經濟政治各層面都有極大衝擊，所以國際上成立了所謂「人文面向研究計畫」（Human Dimension Program (HDP)，將全球變遷研究範圍推展到人文社會領域中。這三個計畫：WCRP、IGBP 及 HDP 形成了目前「全球變遷」科學研究的三大支柱。為使這些科學研究得以順利進行，在國際層次上

，各國主管基礎研究經費補助的單位，各派代表合組了一個跨政府的國際「全球變遷」研究基金會（簡稱 IGFA）以協調並整合國際「全球變遷」之研究。最近，此基金會指定十餘項大計畫為推動「全球變遷」研究之重點。它們是：全球能量和水循環實驗；全球海洋通量研究；熱帶海洋與全球大氣研究；世界洋流實驗；全球大氣化學計畫；古代全球變遷；水循環與生物圈；全球環境監測計畫；海陸交互及海岸線研究；土地使用及遮被研究；平流層與氣候變遷研究；全球變遷與生態系統以及長期生態研究站。值得注意的是這十餘個計畫中，有五項是關於海洋的研究。這是因為海洋—大氣的交互作用是影響氣候變化最重要的因素。專家們認為如能瞭解並預測海洋的性態，就可以掌握氣候變遷的趨向。這十餘個計畫規模都相當龐大，各國均投入大量的人力及財力資源，每個計畫，都成立了國際性的指導委員會來協調國際間合作的事項。

為了參與這十餘項計畫，大部分主要工業國家都建立了推動「全球變遷」研究之組織架構。

參與國際立足本土

我國在「全球變遷」研究上所作的努力

我國是國際科聯的正式會員，所以中央研究院成立了國際地圈生物圈計畫（IGBP）

委員會，代表我國參加國際間 IGBP 的活動；另外我國學者也積極參與了，由聯合國世界氣象組織（WMO）推動的世界氣候研究計畫（WCRP）。同時，國科會也是國際全球變遷研究基金會（IGFA）的正式會員。所以，在國際層次上，我國的參與，是十分積極的。在國內，為了使研究工作真正落實，國科會成立了「全球變遷」研究推動小組，負責協調並整合國內的工作。這些工作，可以綜合成兩個大方向。一方面是配合國際間全球性的研究；另一方面是加強瞭解台灣地區一些獨特的現象及其對本土帶來的衝擊。以下對我國目前「全球變遷」之各項研究作簡單的介紹：

（一）黑潮研究

黑潮是北太平洋環流中重要的一支，也是台灣附近海域中最特殊的海洋現象。當它由南往北流經台灣東岸時，帶入高溫、高鹽的海水，直接影響此區域的氣候變化以及農漁業的發展。此計畫研究的項目，包括探測西太平洋區及巴士海峽間之海洋水流量及熱流量；以及監測此區域海水中氮、硫、磷等與海洋生物生長有關元素的變動，主要的研究工具是我國「海研一號」研究船。

（二）大氣與海洋交互作用研究

西太平洋熱帶地區的海洋面，溫度特高，水汽較易蒸發，因而形成全球大氣對流最旺盛的區域。同時，在大氣中因水汽凝結釋放潛熱，而引起大氣環流的變化，又進一步

引起海洋混合層的變遷，影響其溫度及環流。這種海洋—大氣的交互作用，直接影響此地區的氣候及水循環。同時，在全球氣候變遷現象中，也是一個重要的變數。國內氣象及海洋學者，已開始此方面的整合研究，從觀測、理論、數值模擬三方面平行發展，互相配合。研究結果可增進對台灣低壓帶、梅雨週期、颱風形成等區域性現象的瞭解。在這裡，值得一提的是基於我國地理位置的特殊以及這方面研究的水準，一項由我國學者提出的研究計畫，已入選成為美日主導的「熱帶雨量測量」(TRMM)科學衛星計畫中的一項子計畫。這衛星計畫是美日兩國參加國際「全球變遷」研究各項活動中相當重要的一環。

(三) 大氣化學研究

台灣地區平均氣溫在過去九十年內上升 0.74°C 。值得探討的是：這是否是由於全球溫室效應而產生的結果？同時，台灣地區大氣中二氧化碳、甲烷等溫室效應氣體的含量是否也在增加？台灣上空的臭氧層有否已被破壞？爲了回答這些問題國內學者發起了台灣大氣研究計畫，希望能夠從這些研究中更清楚的瞭解這些現象。計畫中設立了一座「氣候與空氣品質測量站」，長期的監測台灣區大氣微量氣體的變化，及氣候變遷的趨向，以了解本區受全球大氣污染影響的情形；以及鑑定本區酸雨現象的來源。這項研究計畫，恰好配合國際「全球變遷」研究

中的「全球大氣化學計畫」。

(四) 遙測與「全球變遷」

遙測技術的發展，深切的影響到「全球變遷」研究的成敗。國內已陸續的組成了數個遙測方面的研究群，引進並發展最新大氣、海洋等方面的遙測技術。我國已擁有東南亞獨一無二的極高頻雷達，用以監測高層大氣的動力狀態並研究對流層—平流層交換現象。另外，在太空計畫中，將設立一座資源及遙測衛星接收站，利用衛星遙測得來的觀測數據來輔助我國在「全球變遷」計畫中大氣及海洋方面之研究。

(五) 地質方面的研究

台灣地區因處在板塊界面上，因此一些地質變遷現象發生之速率均較高。所以本地區一些古代地球變遷的記錄對現今的研究極有幫助。國內學者已規劃出一整合性計畫，研究同位素地球化學、古磁、古溫度、古氣候等現象。這些研究將配合國際之「古代全球變遷」計畫進行。

(六) 水循環及海岸區海陸交互作用

全球增溫是使海面上升的一個因素，台灣地區潮汐資料顯示，北部基隆每年海面上升約八公厘；而西海岸中部的台西則高達每年二七·八公厘。台西是台灣著名的魚蝦養殖區，該地抽取地下水問題非常嚴重，使得正常的水循環來不及補充，目前地下水位已降至地底下二十公尺深處，因此台西海水面的快速上升，是受氣溫上升及地盤下陷雙

重作用所造成。根據實測資料顯示，在過去八十年中北港溪地區的海岸平均內移了約四公里。這些水循環及海岸內移的現象，是國際「全球變遷」研究中水循環與生物圈及「海岸區海陸交互作用」兩計畫研究的課題。也是我們本土環境變化中極需研究的領域。以上，對我國在「全球變遷」研究上所作的一些努力，做了簡單的概述，大致來說，在許多方面，我國已建立了相當程度的基礎。同時，由於推動小組的成立，也確定了未來努力的方向。

中大參與之「全球變遷」研究：

中大同仁在許多項國際及國內有關「全球變遷」研究計畫中，都積極參與，其中尤其以下列數項特別值得介紹：

(一) 熱帶雨量測量 (TRMM) 計畫

每年全世界降雨有三分之二以上是在熱帶地區，由降雨在大氣中釋解出的能量，是形成全球大氣環流的主要原動力，從而影響我們的氣象及長期的氣候。由於熱帶大部地區都處於海洋範圍，即使在陸地也是叢林蔓生，所以地面測量熱帶雨量，有極大的困難，而近年來科技進步，使得我們可以從太空中利用衛星遙測技術來做這些工作，TRMM即是美、日合作的衛星測雨計畫，中大在幾年前此計畫開始籌備時，即與主持機構密切聯絡，目前有一位教授是此計畫科學指導小組正式成員，而我們也積極展開相關之研究工作。

(二) 熱帶海洋與全球大氣研究 (TOGA-COARE)

西太平洋印尼外海暖區是觸發全球氣候變化的關鍵，此計畫主要進行實地觀測，了解季風區的影響，我國負責一部分的觀測活動，中大同仁參與由國科會支援國內數所大學教授合作的觀測實驗，將一套先進的觀測儀器運至赤道附近小島上做長期的觀測。

(三) 大氣化學研究

因為溫室氣體及 CFC 對大氣環境及氣候的深遠影響，大氣中這些氣體的密度及通量以及變化情形，都是我們極需掌握的數據，中大十幾位同仁組合起來規畫了一個非常周詳的「台灣地區環境變遷」計畫，一方面做 CFC 二氧化碳、甲烷等實地測量，一方面建立模式研究各種氣體在台灣區域如何隨生態

、地理、氣象等因素而變遷，這項研究，不但在科學上極富價值，對我國工業經濟如何因應國際上因全球變遷而訂立的各種管制，也將有重大影響。

(四) 遙測與全球變遷

遙測技術的日新月異，使得我們有能力真正研究地球整體的變遷，所以遙測是「全球變遷」計畫中不可或缺的一環。

中大在這方面是國內最早起步的學術單位，目前更由國科會委辦，建立國內第一座資源衛星接收站，將積極參與各項全球變遷的觀測活動。

除上述各項計畫以外，本校管理及應用哲學等領域也積極參與研究如何從環境變遷的觀點，確定工業與能源政策，規劃社會、經濟長遠之轉型。



作者劉兆漢近影。

跨國合作預測變遷

工業革命以來，人類與環境的互動日趨劇烈，目前酸雨、臭氧洞、全球增溫、環境污染、物種絕滅等等現象，均已形成我們不得不面對的危機。另一方面，地球科學的進展一日千里，太空遙測技術及電腦模擬能力日新月異，使人類更能深刻地觀測及分析全球環境的變遷，因此世界各國合作以推動「全球變遷」研究計畫以期達到預測變遷之能力。這可說是人類歷史上空前的重大科學研究計畫，其最基本的精神就是全球性的合作。我國天然現象獨特，頗具發展條件。個人認為「全球變遷」研究供給給我們一個極佳的機會，來積極規劃並整合國內地球科學及相關學門之研究計畫及人力。一方面可配合國家的需要，另一方面亦可藉國際合作研究，以期提昇國內研究水準，並負擔起國際上「全球變遷」研究區域分工之任務。

卅年前，中大在戴運軌先生努力推動下，在台復校建立了全國獨一無二的地球物理研究所，歷年來從事對我們人類生存的地球環境中各種物理、化學、生物以及人文等現象的研究，目前已成為中大的一大特色。「地球變遷」計畫，正是全世界科學界集中資源及能力，從事這方面研究的重點，今天謹以本文來紀念戴先生百齡誕辰，同時也為我們中大在台復校卅年將舉辦的一系列慶祝活動揭開序幕。

劉兆漢：「中大參與跨國計畫」插圖（文見17頁）

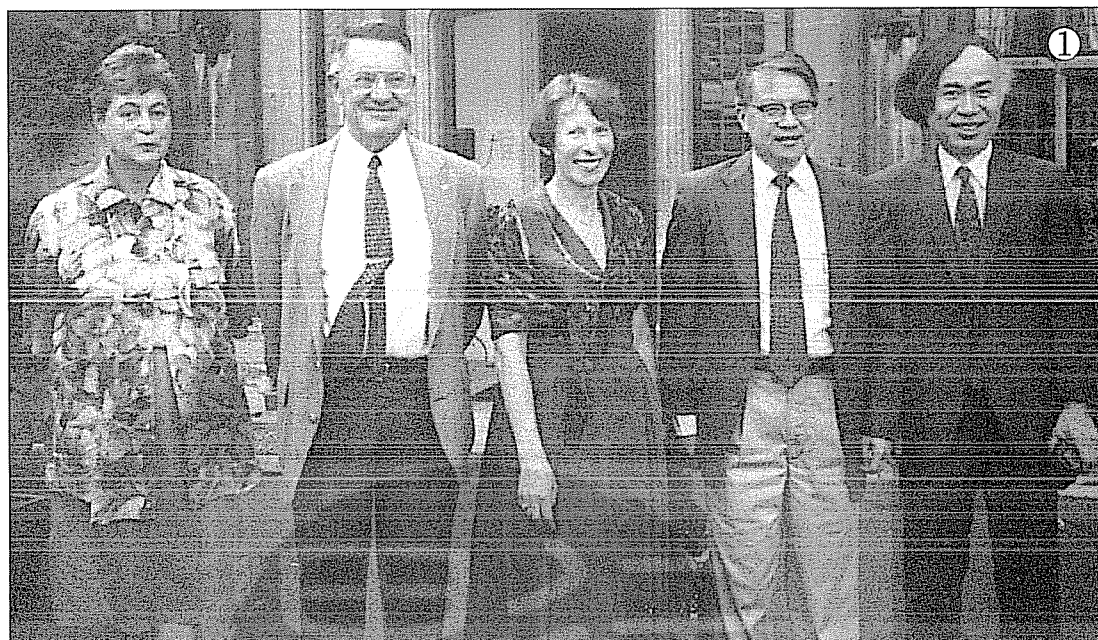


- ① 作者劉兆漢博士（左）一九八五年在貝加爾湖前與美國阿拉巴馬大學吳式燦教授（右）合影。
- ② 作者劉兆漢校長（前左）一九八五年在蘇聯科學院地球科學所前與 SCOSTEP 執委會委員們合影。前右三俄國太空實驗室主任 Prof. Galeev，右一美國的 Prof. Roederer，左二為澳洲的 Prof. Cole，後排左一為時任美國太空總署太空科學主管 Dr. Shawhan。



劉兆漢：「中大參與跨國計畫」插圖（文見「頁」）

- ①戴運軌教授（前左二）偕夫人田蘊蘭（前左四）與張其昀（前右）、王成聖（後左一）、楚崧秋（後右四）等人合影。
- ②戴運軌教授（右）與夫人田蘊蘭女士（左）合影。



①作者劉兆漢教授（右二）與左起：德國 Prof. Labitzke 美國 Prof. Roederer
法國 Dr. Schmieder 等科學家合影，右為日本京都大學 Fukao 教授。
②作者劉兆漢一九九七年在中壢極高頻雷達及資源衛星接收站前留影。