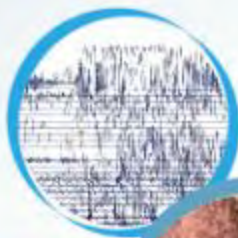


三十而立

中央研究院
地球科學研究所
成立三十週年紀念專刊



30



封面圖說(由上到下)

第一張：本所臺灣遙記式地震網 (TTSN) 記錄之地震紀錄圖之一
(1986 年 11 月 15 日花蓮外海芮氏規模 6.8 地震)

第二張：1973 年 5 月「中美地震科學研討會」與會專家參訪花蓮地震站

第三張：地震研究大樓 (台大舊大樓，今為台大全球變遷中心)

第四張：本所一樓候客庭廊一角

第五張：本所大樓正面

封底圖說(由左至右)

第一張：SMA-1 野外強震儀維護

第二張：TTSN 地震記錄室 (台大舊大樓)

第三張：地震研究大樓側面(台大舊大樓)

第四張：同位素地球化學儀器室

第五張：翁玉林教授夫婦題詩祝賀本所成立三十週年 (本所一樓候客庭廊)

第六張：本所建築

三十而立：

中央研究院地球科學研究所
成立三十週年紀念專刊

主編：趙丰

執行編輯：陳麗美 助理編輯：陳怡君

中央研究院地球科學研究所
中華民國 102 年 10 月

目次

「三十而立」紀念專刊 誌	趙丰	1
歷史沿革		3-83
紀念專文		85
國科會地震專案小組	游世高	87 - 90
地球所籌備經過之回憶	蔡義本	91 -100
我在地球所的歲月	葉永田	101 -109
李院長的絕招和四年所長的甘與苦	李太楓	110 -115
地球所的古生代	鄧大量	116 -134
一個好的開始。。。	吳大銘	135 -140
憶中研院地球所地化組成立經過	謝越寧	141 -150
旁觀者清 - 訪台一年的觀感	翁玉林	151 -156
從 CHART 到 BATS：臺灣地區寬頻地震網的 早期歷程	陳望平	157 -163
緣起緣滅：憶在地球所的日子	高弘	164 -166
中研院地球所三十週年紀念	馬國鳳	167
回想數碼- 102077	劉忠智	168 -172
那年我們一起觀測地震	王錦華	173 -180
九二一集集大地震後野外工作紀要	王錦華	181 -191
地球所強震觀測與研究	邱宏智、劉文相	192 -200
地球所的境外地震觀測紀實	黃柏壽、劉忠智、黃文紀	201 -207
計算地震學在地球所的成長	趙里	208 -213
本所測地學發展沿革	余水倍	214 -216
我的工作：三個地震活斷層	李建成	217 -223
在地球所的日子	汪中和	224 -227
海底地震儀計劃第一個十年	郭本垣	228 -231
地球所資料管理中心回顧	梁文宗	232 -235
Paris - Taipei Express (巴黎—台北特快車)	Frédéric Deschamps (戴夏飛)	236 -246
我在地球所的研究：以落塵放射核種作示蹤劑 探討地表過程	扈治安	247 -255
放射性同位素地球化學實驗室沿革	沈君山	256 -261
三十年前的地震定位	劉學榆	262
百聞不如一見—2012 年 Open house 參觀 地球所心得	林佑柔	263
編輯感言	陳麗美	264

目次

賀詞

賀地球所三十週年慶	翁玉林	267
賀中央研究院地球科學研究所成立三十週年	陳汝勤	268 -269
慶賀地球科學研究所成所三十週年	劉紹臣	270
中央研究院地球科學研究所成立三十週年誌慶	辛在勤	271
攜手共進合作無間—記中研院地球所與中央大學 中央研究院地球科學研究所三十週年 頂尖精進 締造新境	王乾盈	272 -273
慶賀中央研究院地球科學研究所成立三十週年	劉說安	274
	林朝宗	275

附錄

歷任主任/所長大事記	279 -291
獎項與榮譽	293-296

「三十而立」紀念專刊 誌

趙丰*

民國 101 年，中央研究院的地球科學研究所邁上「三十而立」新里程碑。

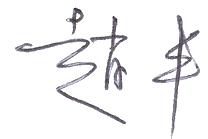
回顧來時路，地球所的成立，溯自近四十年前留美學者鄧大量、吳大銘、蔡義本三劍客的催生，吳大猷主委的拍板。如今地球所已從前身那「地震小組」的細苗弱枝，一路茁壯成為枝繁葉茂的大樹了。

為了讓「青春不留白」，我們有了編輯紀念專刊之議。

我們決定邀請地球所的舊雨新知們，把地球所留存在每個人腦海裡的記憶、精彩的過去，透過個人的筆，寫下來，輯成冊，譜上網。我們很快得到了很正面的回響；尤其讓人感動的，是「大老」們以及曾經為地球所奉獻了許多革命情感的同仁們，都熱切地欣然共襄盛舉。這裡有約 15 萬字、250 幀珍貴的照片，記錄著地球所的年年歲歲、草草木木，那麼多的心血、淚汗、酸甜苦辣，以及豐富的、成長的喜悅。

這輯地球所「三十而立」紀念專刊，典藏在地球所圖書館的網頁裡；除了紀念性的紙本流通以外，我們並不打算大量印成書。一方面做到減低物資的消耗，一方面是我們要為紀念刊持續地添加、修飾，讓它成為活的檔案，可長可久，伴隨著地球所，和我們一齊成長。

這次的編輯、整理工作，有勞陳麗美女士熱心負責、陳怡君小姐協助。劉學榆先生也盡心做了大量的資料蒐集工作。在此致謝！



*本所所長 (2010.9-2013.8)

歷史沿革

1982年8月－迄今

中央研究院地球科學研究所

迄今

1982

1976年7月－1982年7月

中央研究院

地球科學研究所籌備處

1976

1973

1973年4月－1976年6月

中央研究院物理所地震組

1971

1971年9月－1973年4月

行政院國家科學委員會地震專案小組

1969

1969年4月－1971年9月

台灣地震研究開端

1969 年

4月11日三位旅美地震學者鄧大量、吳大銘及蔡義本，有感於台灣地震研究比較欠缺，以台灣的地質環境，地震學研究是具有發展前景的研究項目，乃聯名向國科會主委吳大猷先生提出「台灣地震研究」的構想。吳先生很快地於4月15日回信請三位提出具體計畫內容，從此正式展開了台灣現代地震學研究的開端。



14 Colby Road
Wellesley, Mass. 02181

April 11, 1969

Professor T.Y. Wu
Head, Department of Physics
State University of New York at Buffalo
Buffalo, New York 14214

Dear Professor Wu:

We are three Chinese geophysicist-seismologists, and we realize that the Chinese Government in Taiwan is devoting much effort to promoting scientific research and we would like to know the scope of such endeavor and see in what capacity we can contribute in the development of seismology and solid-earth geophysics. We understand that you are deeply concerned about the science development program and we would like to seek your advice and support in our effort. Two of us, T.L. Teng and F.T. Wu (鄧大量, 吳大銘), finished our doctorates (Caltech) three years ago and are currently teaching at the University of Southern California and Boston College, respectively, and the third, Y.B. Tsai (蔡義本) is now in his last year of graduate study at M.I.T.

The projects we propose, after careful thought, are oriented toward earthquake detection (eventually earthquake prediction), study of the interior or structure of the earth, and island arc tectonics. The choice of these fields is based on the facts that

earthquake is one of the main hazards on the island and that Taiwan is located in an area of great global tectonic interests. In addition, the proximity of Taiwan to the Chinese mainland renders the facilities of the proposed projects uniquely useful in detecting possible future underground nuclear explosion in Western China.

The facilities needed for the above mentioned research include updated seismic stations, seismic trucks, a strain meter, tiltmeter, and electronic distance ranger.

Not all this equipment is needed right away. We think that the first step would be updating the existing seismological network. Taiwan now has a rather extensive network of fifteen stations. The majority of these stations were established by the Japanese during the "Occupation Period" and they have not been improved since. Only one station is equipped with modern instruments through a cooperative program with the U.S. Government. The others are equipped with vintage seismometers and unreliable timing systems. Thus the amplitude and the arrival times of waves cannot be measured with accuracy and consequently, the "size" and the location of earthquakes cannot be determined with the needed precision for correlation of seismic activities with tectonics and understanding of the earthquake mechanisms. Ideally, updating should include adopting modern electromagnetic seismometers, employing telemetry (by telephone wires) and recording the seismic signal in a central location, where the signals are placed parallel to each other and only one accurate clock is used for the whole system. A center may be established to study the data thus obtained; the manpower needed can perhaps be pooled from National Taiwan University, Taiwan Weather Bureau, Taiwan Geological Survey and interested scientists at home and abroad.

While an extensive net will enable us to monitor the larger earthquakes and their aftershocks, seismic trucks (for trailers) or portable seismographs are useful in locating very small earthquakes that are indicative of the tectonic activity of a particular area, and can be used to map the crustal structure underneath the island.

The subsequent stages are to be designed to carry out detailed strain monitoring in fault zones, aiming at establishing criteria for predicting earthquakes.

The whole program should take about five to ten years, and requires funds in the order of US\$500,000 to \$1,000,000. Toward the end of this period, we hope that we will be able to allay the earthquake hazards; that interests in science in general, and in seismology and geophysics in particular, would be cultivated and that a large number of research problems in geophysics will become obvious to young scientists.

1969 年

We feel confident in our ability to carry out the projects and would appreciate knowing your opinion regarding the feasibility of this program. We have already made some preliminary plans regarding the projects we hope to pursue; if financial support can be made available we shall promptly complete the details and submit them to you.

Sincerely yours,

Note: F.T. Wu is now serving as the correspondent.

FTW:eh

Signed Francis T. Wu

This is a retyped copy of the original letter.

信件一：1969 年 4 月 11 日三位旅美地震學者鄧大量、吳大銘及蔡義本聯名向當時國科會主委吳大猷先生提出「台灣地震研究」的構想。

1969 年

State University of New York at Buffalo



DEPARTMENT OF PHYSICS AND ASTRONOMY

FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND MATHEMATICS

April 15, 1969

Drs. F.T. Wu, T.L. Teng, and Y.B. Tsai
14 Colby Road
Wellesbey, Massachusetts 02181

Dear Drs. Wu, Teng, and Tasi:

I am most pleased to have received your letter of April 11.

The idea of developing seismological work in Taiwan is a very sound, and in fact, significant one.

In our recent planning for the development of science and technology in Taiwan, we have started an Institute of Oceanography Research, for which we have obtained a research vessel from the United States. We intend to develop geophysics and meteorology by strengthening these areas in Taiwan University. We have thought if the seismological field, but have not started anything because of a shortage of scientific personnel in this field. Your letter seems an answer to our prayer.

I would appreciate your letting me have the following information so that I have some basis for planning and discussions with my colleagues in Taiwan:

1. First and most relevant of all, will you, or one of you, be available to:
 - a) make a preliminary trip to Taiwan to draw up a concrete plan for the project?
 - b) work in Taiwan for a longer period, say, six months or one year? and the conditions (salaries and so on) to make that stay?
2. An estimated schedule for the project, and budgets (salaries, equipment, building, travel, administrative) for the first two or three years.

1969 年

An annual budget of \$100,000 for a period of the five years, while not outside the reach of our total budget, requires some careful planning. I shall get in touch with Taiwan as soon as I hear from you again.

I am enclosing a copy of an article that I prepared last summer, and the manuscript of a lecture I am going to give next month. They are informative, I hope.

Yours sincerely,



Ta-You Wu

Encs.

TYW : jo

This is a retyped copy of the original letter.

信件二：1969 年 4 月 15 日當時的吳大猷主委很快地回信，請三位提出具體計畫內容，從此正式展開了台灣現代地震學研究的開端。

1969 年

14 Colby Road
Wellesley, Mass. 02181

May 14, 1969

Professor Ta-You Wu
Department of Physics and Astronomy
State University of New York at Buffalo
Buffalo, New York 14214

Dear Professor Wu:

We are very much encouraged by your letter of April 15.

During the week of April 21-25, all three of us met in Washington, D.C. (at the annual meeting of American Geophysical Union) and discussed at length our proposal to develop Seismological research in Taiwan. We also met with several Japanese and American seismologists who are currently carrying out projects similar to the one we have in mind; the possibility of various forms of assistance from these scientists was established.

In this letter, we wish first to answer your questions, and then outline our preliminary plans for the next three years.

1. Regarding the preliminary trip:

Two of us (Teng and Wu) will be able to spend one month or so (preferably mid-August to mid-September) this summer to:

- a) Stop over in Tokyo to visit Japan's Earthquake Research Institute. The scale of their operation is closer to our estimate than the more expensive American counterpart.
- b) Meet with organization's concerned:
 - i) Taiwan Weather Bureau (now operating the seismic network)
 - ii) Taiwan Geological Survey
 - iii) Universities
 - iv) Data Processing Center

to find out the present set up of the seismological network, the personnel, maintenance and data processing and discuss the possible course of action (A more detailed operation budget will then be drawn).

- c) Consult with the Ministry of Transportation and other Authorities, to find out about the possibility of employing Telemetry for data transmission.
 - d) Start a station site-survey (for this purpose an initial fund of \$2,000 will be needed to purchase test equipment) – and to train Weather Bureau personnel to follow up.
2. Regarding long term plans:

All or one of us will always be available for the Summer (4 months) to work in Taiwan. Tsai is willing to spend a longer duration (1 to 2 years, starting from the Summer of 1971) to engage in full time research in Taiwan on the seismic problems. There are several other Chinese Seismologists in this country who are interested in this project. We hope eventually to arrange some sort of schedule so that teaching and research can be maintained at a certain level all the time. It is also conceived that, initially, some necessary computer programs can be developed and data analysis can be performed here.

3. Estimated Schedule and Budget (see attached list).

The budget is only preliminary and not in great detail. The equipment and cost especially depends critically on the mode of data acquisition, be it telemetering or in situ, magnetic or paper recording. As to the building and administrative budgets, it is our contention currently that new organization will be created only if absolutely necessary. The improved net perhaps should still be under Taiwan Weather Bureau, with an additional group to handle research on earthquake location, crustal structure, earthquake statistics and so on. The fundamental geophysical research can be carried out at Taiwan University and Central University. Thus, at least for the first three years, the administrative and building requirements will be at a minimum.

1969 年

The material you sent us has been very helpful for us to understand the science development program in Taiwan.

We are looking forward to hearing from you again.

Sincerely yours,

T.L. Teng

Y.B. Tsai

F.T. Wu

This is a retyped copy of the original letter.

信件三：三位地震學者向吳大猷主委提出台灣地震學研究具體計畫內容。

1970 年

鄧大量先生回台，尋訪中央氣象局設於台灣各地的地震測站，發現大部份的地震儀器，都是日治時代留存下來的設備。返美後就擬定建置全台地震觀測網所需的地震儀器系統、訊號傳輸系統等詳細具體計畫，獲國科會同意支持執行，並提供儀器購置經費。鄧先生商請其任教的美國南加州大學，代辦採購儀器。地震儀器於 1971 年陸續運送來台。

1971 年

9 月 29 日國科會第九次委員會議，通過「行政院國家科學委員會地震專案小組簡則」，正式成立「地震專案小組」，並商請任職中山科學院具美國賓州州立大學地震學博士學位的游世高先生擔任主任。辦公室初期設在台北市寧波西街，後來向台灣大學海洋研究所商借用研究室兩間，開展觀測和研究工作。



游世高主任



葉永田先生



葉義雄先生



楊紀平先生



熊雲帽先生



羅春木先生

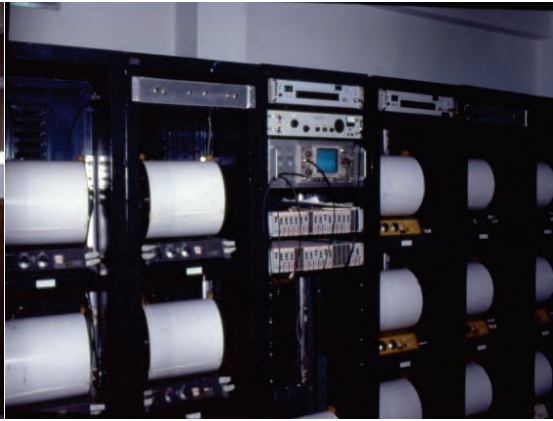
地震專案小組早期部份成員

1972 年

開始設置臺灣遙記式地震網 (TTSN)。全部計畫之擬訂、站址之勘定、儀器設備之裝置、實際之測量分析工作，以及技術人員之培植，皆賴國外學者如鄧大量、吳大銘、李泮鑑及蔡義本輪番來臺推動。12 月 TTSN 開始運作，在臺灣建立高倍率遙記式測震網、強震儀網，並輔以可攜型地震儀。



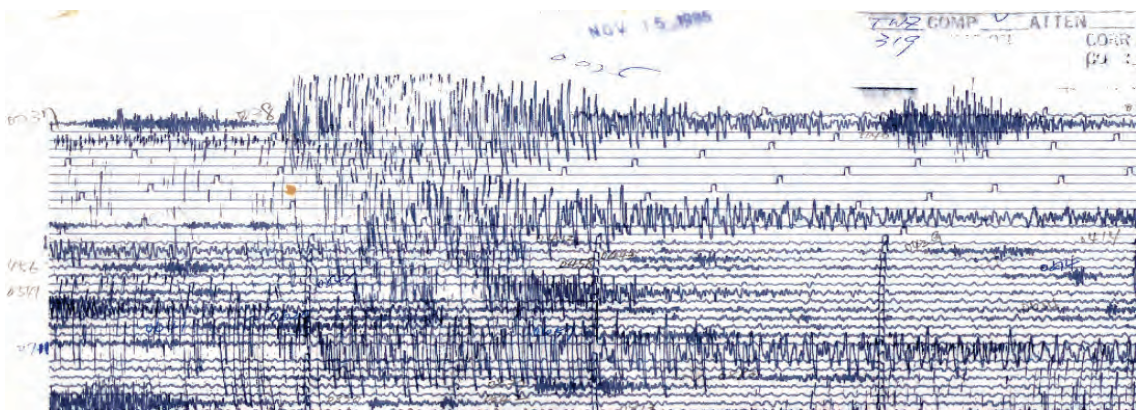
TTSN 記錄室一



TTSN 記錄室二



左圖：TTSN 野外測震站之一 (花蓮站)



臺灣遙記式地震網 (TTSN) 地震紀錄圖之一 (此地震紀錄圖為本所 TTSN 在台北內湖測站 (TWZ) 所蒐錄 1986 年 11 月 15 日(台灣時間)發生於花蓮外海芮氏規模 6.8 之地震。TTSN 的紙紀錄於 2001 年 9 月的納莉風災中嚴重受損。此圖現保存於本所資料中心 (本所研究副技師黃文紀提供)。

1972 年



地震組野外工作車及司機李德安先。

TTSN 野外儀器測試及維護

右圖及下圖左起：陳新壹、黃竹明先生。



1973 年

4 月「地震專案小組」改隸「中央研究院物理所地震組」，蔡義本先生應吳大猷先生之請，於 6 月返台擔任組主任並主持地震組的研究工作。

1973 年

5 月舉行「中美地震科學研討會」。

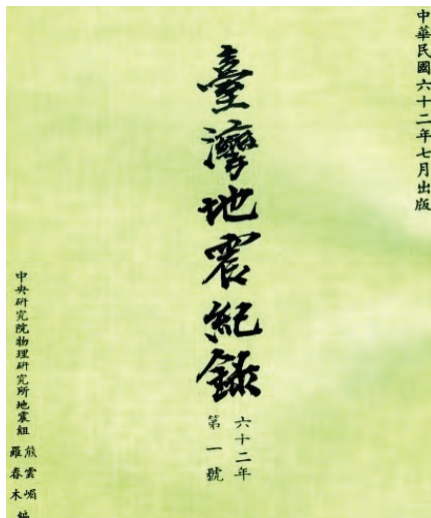


「中美地震科學研討會」
開幕式



「中美地震科學研討會」
梨山留影

7 月起將臺灣遙記式地震網 (TTSN) 觀測結果，每三個月定期編印成「臺灣地震紀錄」。一直持續到 1991 年 TTSN 併入中央氣象局地震網 (CWBSN) 為止。



本所出版「臺灣地震紀錄」(1973.7-1991.7)

1973 年

7 月中研院與台灣大學共同簽訂地震研究合作協議，由台灣大學在海洋研究所西側空地提供一塊面積五百坪的土地，作為地震研究大樓的建築基地。



興建前之地震研究大樓基地 (圖中右側建築物為臺大海洋研究所)。

8 月錢思亮院長親臨工地主持破土典禮，1974 年 12 月完成一棟兩層樓的建築物，1975 年 1 月地震組遷入新建築內。



1973 年 8 月錢院長蒞臨地震小組主持地震研究大樓破土典禮。



地震研究大樓開工，左起為蔡義本主任、錢思亮院長、張昌華建築師、王濱建築師 (張、王兩人為大樓設計師)。

1974 年

在全台各地自由場及結構物設置 SMA-1 強震儀，蒐集本土強震資料，供作工程耐震設計之應用。對活動斷層進行有系統的微震活動調查。接受經建單位委託進行重大工址地震安全度評估，包括瑞穗大橋重建、曾文和德基水庫大壩等，以及南、北部核能電廠等重大工程場址。



SMA-1 野外強震儀維護 (黃竹明先生)

7 月吳大猷等八位院士在院士會議中建議設立「環境與大地科學研究所」。

8 月購置 HP2100S 電腦系統，以計算分析地震資料 (原地震資料借用行政院主計處電子資料處理中心之電腦處理)。

12 月 28 日第八屆評議員第五次會議，就院士會議建議設立之「環境與大地科學研究所」案，經吳大猷院士與蔡義本先生提出詳細的說明後，決議以「物理所地震組」為基礎在本院設置「地球科學研究所」，先行設立籌備處。本案在討論名稱問題時，曾有「地質」、「地震」、「自然環境」、「地球科學」與「大地科學」等的建議。前三種名稱由原建議人撤回，只剩下「地球科學」和「大地科學」兩種，經舉手表決，大多數贊成定名為「地球科學研究所」。

1975 年

1 月地震研究大樓完工啟用。



前排左起為：蔡義本、鄧玉瓊、徐賢修（國科會主委）、王唯農（物理所所長）、林爾康（物理所副所長）；後排左起為：邱哲明、馮至津、程原祥、劉文相、吳大銘。



地震研究大樓正面

地震研究大樓側面，建築依序為地震研究大樓、臺大海洋研究所、臺大男 15 舍。



1975 年

2月28日地震組與中國地質學會聯合舉辦「臺灣大地構造問題座談會」，參加單位有地震組、臺大地質系、中國石油公司、地質調查所、工研院礦業研究所、臺大海研所、中大地球物理研究所、國科會自然組，和被邀請的專家學者四十餘人。會中提出報告者有阮維周、何春蓀、陳汝勤、畢慶昌、孟昭彝、那傑、王鑫、李昭興、盧世民、蔡義本、顏滄波和吳大銘等十二位，每位報告者都提出最新的資料。綜合海上、陸上及地下資料，對臺灣大地構造問題，提供更進一步的瞭解。



臺灣大地構造問題座談會

1975 年

4月3日美國駐華大使安克志先生、駐台協防司令史奈德中將和美使館科學參事柯雷克博士到地震組參觀訪問，錢思亮院長及台大閻振興校長親臨接待。由蔡義本主任作三十分鐘簡報，介紹地震組的研究工作和設備的現況。安克志大使頗感興趣，在參觀的時候提出很多問題，都經蔡義本博士一一作答。



美國駐華大使安克志先生等到地震組參觀訪問。前排左起為美使館科學參事柯雷克博士、國科會主委張明哲、駐台協防司令史奈德中將、蔡義本主任、美國駐華大使安克志先生、錢思亮院長及台大閻振興校長等。



蔡義本主任向安克志大使等介紹地震記錄室。

1975 年

與工業技術研究院礦業研究所合作，完成了大屯山地熱區和宜蘭土場地熱區的微震測量試驗，利用微震測量以探勘地熱能源。

7 月教育部長蔣彥士來訪。



蔡義本主任向蔣彥士部長做簡報。



鄧大量教授、蔣彥士部長及蔡義本主任。

1975 年

1975 年 10 月至 1976 年 5 月每週一晚間 7 時至 9 時舉辦「台灣區域地質」系列專題演講，敦請國內地質、地球物理及礦業專家、學者擔任主講人，就各自專精領域演講。此一系列演講對日後設所籌備工作發揮了極大助益。

日期	演講人	講題
10 月 6 日	孟昭彝 (中國石油公司總地質師)	臺灣構造形成與油氣之關係
10 月 13 日	畢慶昌 (臺灣地質調查所所長)	臺灣之構成
10 月 20 日	徐鐵良 (臺灣地質調查所技正)	臺灣之地形
10 月 27 日	邱華燈 (中國石油公司地質組組長)	臺灣西部平原之地質
11 月 3 日	詹新甫 (臺灣地質調查所技正)	臺灣西部麓山帶之地質
11 月 10 日	顏滄波 (中大地球物理研究所所長)	臺灣中央山脈之地質
11 月 17 日	譚立平 (臺灣大學地質系教授)	臺灣中央山脈之經濟地質
12 月 8 日	王超翔 (臺灣大學地質系教授)	臺灣東部海岸山脈之地質
12 月 15 日	王 源 (臺灣大學地質系教授)	臺灣之經濟礦床
12 月 20 日	張石角 (成大地球科學系教授)	臺灣之工程地質
12 月 29 日	何春蓀 (工技院礦業研究所顧問)	臺灣之煤田地質及地熱能源

1976 年

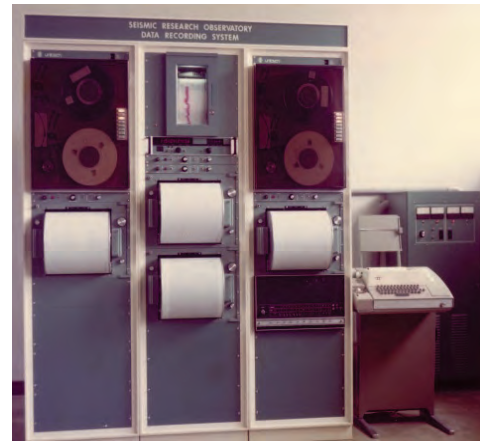
日期	演講人	講題
2 月 23 日	阮維周 (臺灣大學地質系教授)	葛氏脉動學說與海底擴張
3 月 1 日	黃春江 (臺灣大學地質系教授)	臺灣之經濟礦物
3 月 9 日	羅煥記 (臺灣大學地質系教授)	臺灣之火成岩
3 月 15 日	林朝榮 (臺灣大學地質系教授)	臺灣之第四紀地質
3 月 22 日	陳肇夏 (工技院礦業研究所)	臺灣之溫泉與地熱
3 月 30 日	陳汝勤 (臺灣大學海洋研究所教授)	臺灣及附近海域之地球化學研究
4 月 12 日	王執明 (臺灣大學地質系教授)	臺灣東部之片麻岩
4 月 19 日	潘玉生 (中國石油公司)	臺灣之地球物理探勘
4 月 26 日	王 鑫 (臺灣大學地理系教授)	臺灣地質構造之人造衛星景觀
5 月 3 日	徐明同 (中央氣象局)	臺灣之地震
5 月 10 日	馮大宗 (工技院礦業研究所)	礦業與經濟發展

1976 年

2 月在台北縣中和市南山，由美國地質調查所出資興建之最新式的地震研究觀測站 TATO (Taipei, Taiwan)完成設置 (本站為美國在 1962 年開始設立之 World Wide Network of Standard Seismographs (WWNSS) 116 站中的一站)。TATO 站於 1974 年 3 月開始籌設，觀測站內儀器包括設在深達 100 公尺大口徑井孔中，性能先進的三分量長、短週期地震儀，並有一套遙記式數位記錄系統及光學記錄系統，價值美金二十萬元，全部由美方提供。美方並派員協同地震組的人員進行安裝試俾。由於本觀測站均為最新型的地震觀測儀器，全球只有十餘站，在遠東地區，除了關島外，只有本站。此外，我國也因參與合作的關係而經由美國地質調查所正式取得其餘分佈全球同類觀測站的地震資料。這對研究臺灣地震有極大助益。我們也可以利用這些資料，進行分析大陸及蘇聯的地下核爆。



1976 年 2 月蔡義本主任與我方(熊雲嵒、劉忠智)及美方(USGS) TATO 設站技師。



TATO 記錄室



台北縣中和市南勢角 TATO 站



TATO 測震站設備

TATO 相關照片

1976 年

7 月 1 日奉總統府核准成立「地球科學研究所籌備處」，蔡義本博士擔任籌備處主任。

設所諮詢委員會同時成立，為籌備處時期的決策組織，諮詢委員計有：吳大猷院士、阮維周院士、王唯農先生（中研院物理所所長）、王源先生（台大地質所所長）、顏滄波先生（中大地物所所長）、亢玉瑾先生（台大大氣所所長）、孟昭彝先生（中國石油公司總地質師）、陳汝勤先生（台大海研所所長）、茅聲燾先生（台大土木所所長）、鄧大量先生（美南加大教授）、吳大銘先生（美紐約大學教授）及蔡義本先生等十二位，吳大猷先生任主任委員。1979 年 7 月增聘林爾康先生（中研院物理所所長，王唯農先生 1977 年過世）、張錫齡先生（中油台灣油礦探勘總處處長）、馮大宗先生（工研院礦業研究所所長）及徐鐵良先生（經濟部中央地質調查所所長）。



左起：孟昭彝先生、錢思亮院長、阮維周院士、陳汝勤先生。



左起：蔡義本主任、吳大猷主委、王唯農先生。



左起：亢玉瑾先生、孟昭彝先生、錢思亮院長、阮維周院士、陳汝勤先生。



左起：亢玉瑾先生、孟昭彝先生、錢思亮院長、阮維周院士、陳汝勤先生。



右起：茅聲燾先生、王唯農先生、吳大猷主委。



左起：萬紹章先生、蔡義本主任、吳大猷主委、王唯農先生。

設所諮詢委員會會議集錦

1976 年

7 月中央研究院院士及行政院政務委員李國鼎先生分別蒞臨剛成立之本所籌備處參觀。



1976 年 7 月第十二屆院士會議，
院士蒞臨參觀。



行政院政務委員李國鼎先生蒞
臨本處參觀。



1976 年

9 月 4-9 日美國加州大學柏克萊分校地震研究所所長 **Bruce A. Bolt** 教授來本處訪問。**Bolt** 教授為強震及建築物結構耐震設計方面的專家。來台期間除到台大地質研究所、土木研究所及中央大學地球物理研究所訪問，並赴中和參觀 TATO 地震站。



Bruce A. Bolt 教授來訪，第一排左起：蔡義本主任、徐明同教授、**Bolt** 教授、潘玉生先生及顏滄波教授；第二排左起：王源教授、陳汝勤教授及姚大湘先生；第三排左起：林明德先生、馮至津先生、張石角教授、余水倍先生、楊秦博士及李德貴先生。

10 月 8 日美國地質調查所 **Jack F. Evernden** 博士應邀來訪並發表演講，同時參觀本處設於北部的地震測站。

1977 年

接受中油台灣油礦探勘總處委託，從事宜蘭縣清水及土場兩處地熱區的微震活動與地熱關係研究。

接受台北市自來水廠事業處的委託從事翡翠谷水庫壩址的地震研究，這項研究提供水庫建築設計所需各項耐震資料。

1977 年

12 月由本處與內政部營建司共同主辦「臺灣工程基礎環境研討會」，共有工程界及建築界專業人士三百餘人參加。此次研討會促成內政部山坡地開發工程基礎設計法規之研訂，及「中華民國工程環境學會」的成立。



1977 年 12 月由本處與內政部營建司在台大活動中心，共同主辦「臺灣工程基礎環境研討會」。

1978 年

2 月，除夕前春節聯歡會歡樂景象。



1978 年

6 月本處為慶祝中央研究院成立五十週年，舉辦「台灣區域地球物理研討會」，由錢思亮院長致開幕詞，共有地球科學界八十餘人參加。



慶祝中央研究院成立五十週年，舉辦「台灣區域地球物理研討會」。

7 月 3、4 日舉辦「地震防護資料展覽」。

8 月 30 日美國 Houston 大學地球物理系系主任 Dr. Milton B. Dorbin 應邀來訪並發表演講。

1978 年

與美、菲合作進行「巴士海峽區域地震震源機制之研究」，美方負責人 Woods Hole 海洋研究所所長 Carl Bowin 博士於 1978 年 10 月月下旬來台。雙方就各項資料交換意見，以了解巴士海峽區域地震成因及大地構造。

1979 年

8 月與美國南加州大學及加州大學 Riverside 分校合作進行「台灣地震預測研究計畫」，由美國地質調查所提供價值美金二十萬元的野外觀測儀器，包括地震、重力、磁力、大地測量及水氫量測等，於 1979 年 6 月運送來台。這些儀器後來成為由地震組擴展到地球物理、大地測量及同位素地球化學領域的主要資源。除了硬體設備，它也提供本處研究人員赴國外進修交流的管道。

「台灣地震預測研究計畫」從事下列五項工作：

- 一、地震活動性觀測：包括分析研究：(1) 地震活動空間分布；(2) 地震活動的時間變化；(3) 地震波形特性的變化；(4) 各地地層構造；(5) 地層震波速度的變化。
- 二、重力測量：利用兩部 La Coste-Romberg 重力儀，定期觀測台灣現有三角點的重力值及其變化，從而推算地震前後地殼升降的變化情形。



1981 年審馬陣山重力測量
(中央山脈北段)(顏宏元先生)

1979 年

三、磁力測量：利用兩部連續記錄式質子磁力儀，設置永久磁力觀測站--中壢崙坪和台南灣丘兩處。再配合現有兩部可攜型磁力儀，以精密觀測全省各磁力點的地磁，研究地震發生前後地磁場變化。



南投縣雲海保線所地磁測量
(顏宏元先生)

四、地面傾斜觀測：採購一等精密水準儀，及一部具 10^{-7} 精準度的電子測距儀，沿現有水準點定期重測，以觀測地震前可能發生的小區域高程變化及地面傾斜。

宜蘭三邊測量
(李瓊武先生)



五、地下水化學成份的監視：利用南加大研發的泉水氡氣含量採集分析設備，定期測量自溫泉區取回的深循環地下水中 $Rn222$ ， $Ga+2$ ， $Mg+2$ ， $Na+$ ， $K+$ 含量及 PH 值，觀察其變化情形與地震活動的關係。

1979 年

8 月 8 日舉辦研究結果研討會 (Symposium on Research Results of the Institute of Earth Sciences, Preparatory Office, Academia Sinica)。

11 月國際地震學會會長西德哥德大學教授 Dr. H. Berckhemer 應邀來訪並發表演講。

1980 年

4 月 18 日美國國家科學基金會主管地震工程研究部門的 Dr. Donald Senich 與 Dr. S.C. Liu 來訪一星期。就中美合作計畫「臺灣區大型強震儀陣列計畫」交換意見，並參觀本處研究設施和前往台灣大學地震工程研究中心、金山台電核能電廠及新竹科學工業園區等。

6 月新購置之英國 Micromass 602E 型質譜儀安裝於同位素地球化學實驗室，展開穩定同位素地球化學研究，實驗室籌設工作由台大海研所副教授鄭偉力博士 (本處兼任副研究員) 負責，並聘請旅美學人夏威夷大學研究教授葉學文博士為客座專家，來台指導研究一年。



本所 Micromass 602 型質譜儀之一

8 月 1 日舉辦「強震資料處理研習會」，增進國內有關人士對強震資料重要性的認識，進而建立更週密的強震觀測網，有效收集各種強震紀錄，以供分析研究並作工程設計的參考。

8 月因原有空間不敷使用，奉准在原有建築後方空地增建四層樓新建築 (每層面積九十坪，一、二樓均有通道與前棟相通)，1982 年 7 月完成建物及內部工程 (含可容納 60 人的大講堂、電腦室、圖書室、地球化學實驗室及地球磁場隔離實驗室等，總造價 600 萬元)。

8 月與柏克萊加州大學的 Bruce A. Bolt 與 Joseph J. Penzien 教授合作進行「臺灣地區大型強震陣列 (SMART)計畫」。經費由美國國家科學基金會和國科會補助。美方提供價值三十萬美元的三十七套數值記錄的強震儀，一台資料展示轉錄機等儀器，本處負責儀器安置地點的選定、儀器安裝、維護、使用、記錄資料收集及處理等項工作。陣列設於羅東地區，中心點在羅東國小校園，外設三個同心環，每一環均設置十二部強震儀。雙方共享分析所得之資料。此計畫可提供重大工程及建築物耐震設計所需的資料。除進行受國際矚目的強地動先進研究之外，更培養了多位優秀的台、美年輕學者，在國內外強地動研究做出重要貢獻。

說明：本計畫緣起於 1978 年 5 月在夏威夷由 International Association of Earthquake Engineering 和 International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior 聯合會議中，決議在世界建立一個至少包括二十八個陣列的強震網。因台灣地震頻繁，且在地震及地震工程研究方面已有相當良好的基礎，因此在會議中被選為六個最優先建立強震儀陣列的地區。

增設同位素地球化學實驗室

10 月本處為擴大研究領域，增設同位素地球化學實驗室。實驗室以從事與地球科學有關的同位素地球化學研究為主要工作，同時將逐漸推展各有關的學術研究。



上圖為本所穩定同位素實驗室之一。圖中為穩定同位素比值質譜儀及標本氣體雷射萃取系統。

1981 年

9月7日至10日舉行「中美強震儀陣列專題研討會」，「臺灣大型強震儀陣列研究計畫」在國科會及美國國家科學基金會資助下，已執行兩年。

美方主持人為加州大學柏克萊分校的 Bruce A. Bolt 及 Joseph J. Penzien 兩位教授，我方主持人為蔡義本主任及台大土木工程研究所茅聲燾及葉超雄兩位教授。

第一年主要工作為儀器採購、檢校、測試以及測站的選定、佈置等。

第二年主要工作為儀器安裝並進行實際觀測。由於強震儀陣列，無論在儀器設計、運作、記錄處理以及在地震學和工程學上的應用價值等，均屬創新性質，而臺灣大型強震儀陣列為世界第一個付諸實施的先例，故為各國有關人士所矚目，經中美雙方主持人會商後，咸認有於此時舉行一小型專題研討會之必要。



1981年9月7日至10日「中美強震儀陣列專題研討會」。前排左起：王正松博士、Prof. Don Hudson、鄧大量教授、Prof. Bill Iwan、葉永田博士、Prof. Bruce A. Bolt、張明哲主委、Prof. J. Penzien、蔡義本主任、余貴坤教授、徐春田教授；第二排左起：劉師琦先生、程禹先生、姚大湘先生、吳大銘教授、茅聲燾教授、劉忠智先生、潘玉生先生、Prof. Al Ang、李白華先生、張隆盛先生、許明光先生；第三排左起：賴世聲教授、Prof. Roy Hanson、邱宏智先生、羅俊雄先生、陳清泉教授、余水倍先生、陳舜田教授、溫國樑先生。

1981 年

中央研究院地球科學研究所集刊（年刊，以英文發行），第一卷於一九八一年十二月出版，二〇〇〇年停刊，共出版二十卷（其中第一至第七卷，一九八一至一九八七年為 Original paper）。1988年7月起本所與中國地質學會首次聯合發行中國地質學會會刊（每年出4期），並整合每年本所發表在學術期刊的論文之摘要代替原先出版的所刊，但仍沿用原刊名至2000年停刊。

BULLETIN OF THE
INSTITUTE OF EARTH SCIENCES
ACADEMIA SINICA

VOLUME 1 DECEMBER 1981

	PAGE
A Statistical Study of the Taiwan Telemetered Seismographic Network Data During 1973-1979 Yih-Ben Tsai, Zou-Sen Law and Teh-Quai Lee	1
Relation between the Richter Magnitude and Total Signal Duration Magnitude of Taiwan Earthquakes Zou-Sen Law and Yih-Ben Tsai	23
A Study of the July 23, 1978 Lashan, Taiwan Earthquake Teh-Quai Lee and Yih-Ben Tsai	31
Seismotectonics in Taiwan-Luzon Area Ming-Tsai Lin and Yih-Ben Tsai	51
Crustal Structure of Central Taiwan from Inversion of P-wave Arrival Times Yih-Huang Yeh and Yih-Ben Tsai	83
Thickness and P-wave Velocity of the Miocene to Oligo-Eocene Formations in Northeastern Taiwan Shui-Beh Yu and Yih-Ben Tsai	103
Surface Wave Dispersion and Crust-Mantle Structure in the Southwest Pacific Yeung Tsue Yeh and Kou Cheng Chen	111
A Strategy for Summing Multiple SH Reflections in Layered Media Chengnung Wang	127
Some Further Properties of the Effect of a Discontinuity in the Mantle on Torsional Eigenfrequencies Chengnung Wang	147
Investigations of Geomagnetic Total Intensity in Taiwan from 1979 to 1981 Yih-Huang Yeh, Yih-Ben Tsai and Te-Liang Teng	157
Geomagnetic Investigations in the Pingtung Plain, Taiwan Shui-Beh Yu and Yih-Ben Tsai	189
Composition and Petrology of Upper Mantle beneath Taiwan Area Wu-Hsing Huang	209

中央研究院
地球科學研究所集刊

第一卷 中華民國七十年十二月

	頁
一九七三至一九七九年台灣遠地測震網資料之統計研究 蔡義本 廖政賢 李德晉	1
台灣地震之芮氏規模與總振動時間規模之比較--廖政賢 蔡義本	23
一九七八年七月二十三日蘭嶼地震之研究-----李德晉 蔡義本	31
台灣—呂宋地區之大地構造-----林明德 蔡義本	51
由地震P波初達時間推研台灣中部地殼構造-----蔡義本	83
台灣東北部中新世至漸新—始新世地層之厚度及P波速度 余水信 蔡義本	103
西南太平洋區之表面波頻數與地殼—地函構造--蔡水田 陳國欽	111
一個便利介質中不連續面間波反射波相加的方法-----王正松	127
地函中不連續面對地球扭振盪的影響之更進一步特性--王正松	147
1979 至 1981 年間台灣地磁全磁力之觀測研究 蔡義本 蔡義本 張大貴	157
屏東平原之磁力研究-----余水信 蔡義本	189
台灣地區上部地函之岩石學及化學組成-----黃武民	209

中央研究院地球科學研究所集刊，第一卷樣本。

本所同位素水文研究在創所後，由謝越寧教授協助，劉康克、陳中華、陳銘叔等同仁與中國石油公司探採研究所及工業技術研究院能源與礦業研究所共同合作，藉地熱發展計畫開始積極推動，後來從溫泉逐漸擴展到降雨、地表水及地下水等水體領域，就與氣候及環境變遷密不可分。

國科會開始推動「防災」方面之科技研究計畫，其中防洪、防震皆為重點，包括斷層調查。

1982 年

中國地質學會慶祝成立六十週年大會及七十一年度年會於3月13日至14日在本處新建完成之研究大樓四樓大講堂舉行，與會人士達一百餘人。

1982 年

5 月 1 日美國伊利諾大學曾獲得兩次諾貝爾物理獎之巴定教授 (Prof. John Bardeen)暨夫人，訪問本處及本院生化所



巴定教授 (Prof. John Bardeen)訪問本處，左起：蔡義本主任、巴定教授夫婦、錢思亮院長及生化所羅銅壁所長。

7 月本處後棟四層樓建築完工啟用 (台大校區)。



本所籌備處後棟四層樓建築

1982 年

1982 年本所在新建的後棟研究大樓中籌建新的電腦室 (葉永田博士負責)，並購置了 Data General Eclipse MV/8000 型 32 位元迷你電腦，MV/8000 不但在運算速度及 I/O 能力上有大幅度的成長，也具備多人、多工處理(multi user, multitasking) 的能力，地球所有了一套可充分支援研究工作的電腦設備。而由地震小組到地球所籌備處再到地球所正式成立，陪伴大家渡過八年歲月的 HP2100S，也逐漸走入了歷史。



從 HP2100S Minicomputer 到多人、多工處理之 MV/8000 迷你電腦

7 月 12 日至 13 日舉辦「同位素地質研討會」，以加速國內在此方面研究發展的步調與提高研究的水準。本所近年積極發展同位素地球化學方面的研究，首於 1980 年成立了穩定同位素實驗室，並在 1984 年設立放射性同位素實驗室。



上圖：1982 年「同位素地質研討會」後，與會者訪問工研院能礦所。後排為 Gerald J. Wasserburg 教授；前排左起：劉康克博士、李太楓博士、王正松博士、謝越寧教授、Samuel Epstein 教授、盧東郎先生及潘國樑先生 (本照片謝越寧教授提供)。

1982 年



上圖：1982 年同位素地質研討會後，與會人員至花蓮中橫地質考察（白沙橋）。左起 Samuel Epstein 教授、王執明教授及本所劉康克及李太楓先生（本照片謝越寧教授提供）。



左圖：藍晶瑩小姐、Gerald J. Wasserburg 教授及俞震甫先生至嘉武南溪（台東電光）野外調查枕狀熔岩流（Pillow lava）（本照片謝越寧教授提供）。

1982 年

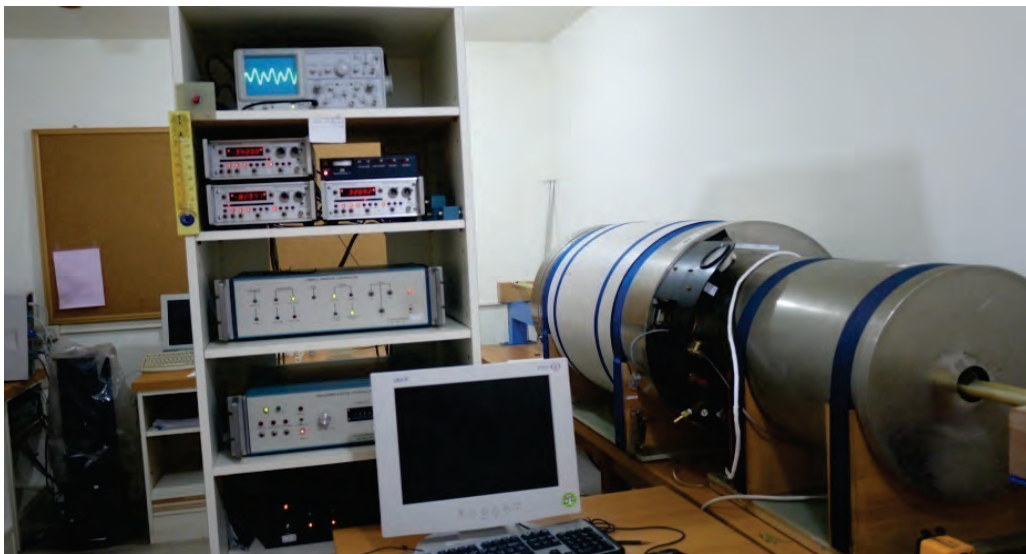
8 月 1 日本所正式成立，蔡義本博士擔任首任所長，葉永田研究員為副所長。

古地磁學實驗室成立。

11 月夏威夷大學徐文達博士應邀來台三個月，指導安裝及測試古地磁儀器。1982 年古地磁學實驗室設置完成，內有 SSM-1A 測磁儀，GSD-5 去磁儀及 DM-2220 數字測磁計，後來並添購去磁儀及居里天平儀等。



地球磁場隔離室(台大校區)



古地磁實驗室

1982 年

所長蔡義本先生及其所領導的本所地震研究組同仁葉永田、葉義雄、余水倍、王正松及劉忠智先生等六人，因長期致力於「臺灣地震之觀測與研究」，成績卓著，12月30日獲頒行政院傑出科技人才獎，以表彰其研究成果對國家社會的重大貢獻。



行政院院長孫運璿 12月30日下午在行政院大禮堂接見並表揚民國71年「傑出科技人才獎」得獎人。本所地震研究團隊，計六人獲此殊榮。前排左起葉義雄先生、蔡義本所長、張明哲主委（國科會）、孫運璿院長（行政院）、邱創煥副院長（行政院）；後排左起葉永田先生、余水倍先生、劉忠智先生及王正松先生（照片來源：民國71年12月31日 中國時報）。

1983 年

1月24日至2月2日，本院物理所、本所與教育部、行政院國家科學委員會、中央標準局、工業技術研究院、電信研究所、國立中央大學與國立清華大學等單位，舉辦「國際精密測量與重力實驗研習會及研討會」。

本所學術諮詢委員，美國南加州大學鄧大量教授於5月9日返國。為「中美地震預測合作計畫」，攜回了兩部氦氣連續記錄儀（每部值美金伍千元），並在烏來安裝測試，效果良好。同時在幾個月內再添置三部此種儀器，以其來取代人工取水。此五部儀器設置在烏來、金山、礁溪、蘇澳、安通等地，以觀察這些地區地震泉水含氦量是否有顯著變化現象，以供地震觀測研究用。

1983 年

日本東京大學資深教授 S. Miyamura 應邀於 5 月 14 日訪華。Prof. Miyamura 此次訪華，除作專題演講外，並參觀我測震站及訪問各有關單位。



Miyamura 教授夫婦及 Steven W. Roecker 教授訪問本所（左起：葉永田先生、徐明同先生、劉忠智先生、Miyamura 夫婦、王錦華先生、蔡義本所長、葉義雄先生、廖政賢先生、Prof. Steven W. Roecker、饒秀珠小姐及林正洪先生）。

1984 年

1 月 16-19 日「第一屆中美防災科技研討會 (CCNAA-AIT Joint Seminar on Multiple Hazards Mitigation)」於成功大學舉行，本所蔡義本所長與葉永田副所長等與會。



第一屆「中美防災科技研討會」與會者合影。

1984 年

1 月美國 Carnegie Institution of Washington 李太楓博士返台應聘本所研究員，籌建固離子源質譜儀實驗室，本實驗室係以固離子源質譜儀來量標本之同位素比，具有極高精確度及靈敏度，可用以分析多種化學元素。

在地質、天文、海洋、物理和化學各學科上均有廣泛而有力的應用。在地球科學上，此法最大的用途是分析放射性同位素及其蛻變產物在自然標本中的含量，一方面可以藉此測定其年齡，又可以追蹤地質標本的來源與演化。



VG354 質譜儀能以高精度和高敏度測定固態元素之同位素含量比值，可用於放射性定年及同位素追蹤工作，是地球化學研究的利器。



在低汙染的狀況下進行超微量化學分離以準備同位素標本的無塵化學實驗室。

1984 年

4 月 23 日至 30 日， 行政院國家科學委員會與法國文化科技協會主辦，本所及經濟部中央地質調查所協辦「中法板塊構造研討會」。

中法地球科學合作研究計畫自 1980 年初開始後，於 1983 年中順利完成各主要項目，中法雙方人員咸認為在第一期工作完成後，雙方地質人員應共同 舉辦一次研討會，以探討此兩年半期內合作研究之成果與進一步之合作方針，雙方同意此研討會主題為「歐亞大陸與菲律賓海板塊之動力地質研究」(Sino-French Colloquium on Geodynamics of Eurasian-Philippine Sea Plate Boundary)。

會中除中、法主要學者外，並邀請德、日、菲律賓、印尼、美國、英國等主要學者參加，會期八天，前三天為論文研討會；後五天為地質旅行，由所長蔡義本與地質調查所所長徐鐵良擔任籌備會主任。



「中法板塊構造研討會」合照。



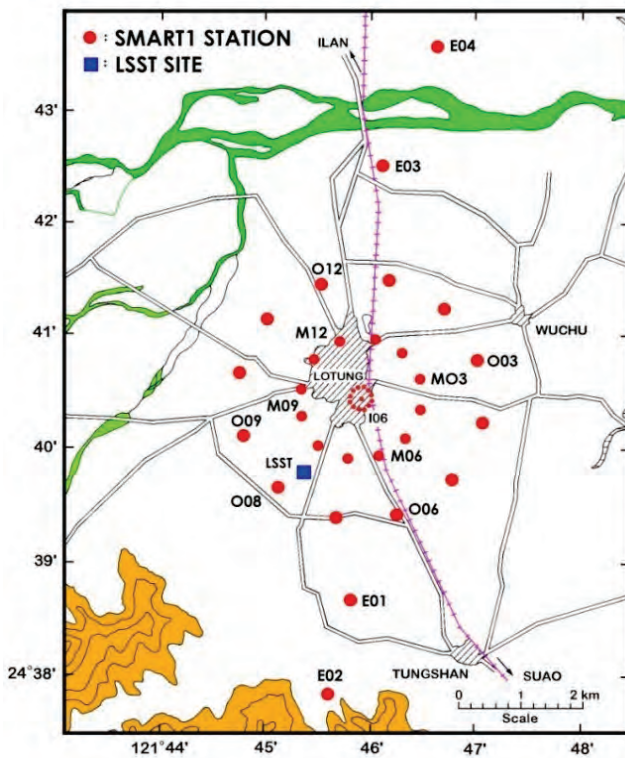
「中法板塊構造研討會」
左起：江博明先生、李太楓先生、
蔡義本所長及陳正宏先生。

1984 年

12 月 14 日由李太楓主辦，舉辦「地函捕獲岩討論會」。

1985 年

本所與美國電力研究所及台灣電力公司於 1 月起合作進行「羅東大比例尺模型震測計畫」。該計畫計 5 年完成，完成後與羅東強震儀陣列(本所與美國加州大學柏克萊分校合作，於 1981 年設立)，配合成為世界第一座三度空間數值式強震儀陣列。其觀測資料可研究核能電廠反應器圍阻體對地震之反應，作為設計核能電廠之依據，且為有關地震學研究極為珍貴之資料。



左圖：羅東強震儀陣列測站分佈 (SMART-I，紅色實心圓)與大比例尺模型震測試驗的位置 (LSST，藍色實心方塊)。

右圖：羅東強震儀陣列計畫美方主持人 Bruce A. Bolt 教授與本所所長蔡義本先生，共同參觀視察興建中的羅東大比例尺圍阻體實體模型。



1985 年

3 月 20 日至 25 日「中日防災科技研討會」，於台大地震工程研究中心及本所舉行（國科會與日本交流協會主辦），本所所長蔡義本先生及副所長葉永田先生為我方地震學組之代表，會中本所發表六篇論文。

4 月 19 日中央氣象局及本所合辦「一九三五年新竹、臺中大地震五十週年紀念專題研討會」，並於 4 月 20 日在新竹、臺中震央區野外地質考察。



一九三五年新竹、
臺中地震紀念碑



一九三五年獅頭斷層
(王錦華先生)



一九三五年獅頭斷層露頭

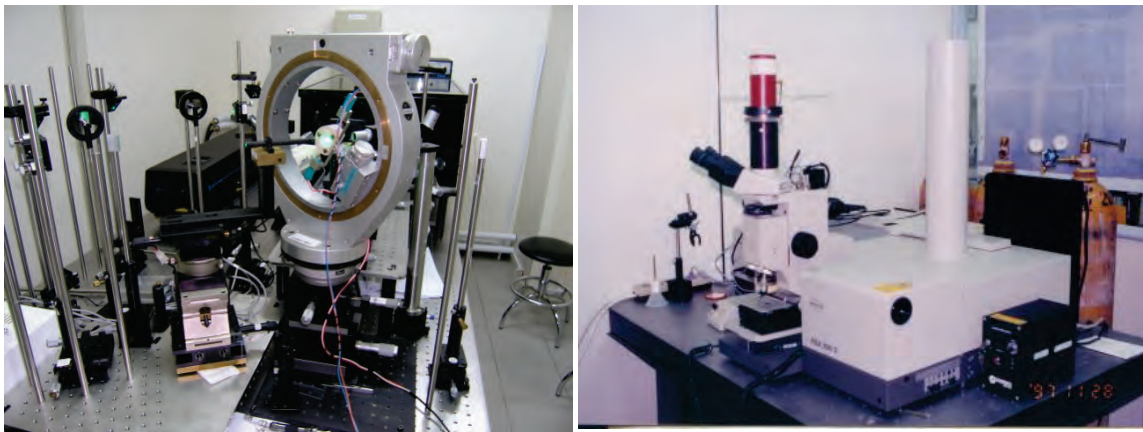
5 月由本所、臺大海研所與美國夏威夷大學地球物理研究所共同執行「臺灣東部及東方海域海陸聯合地震觀測與折射震測」合作研究計畫（1985 年 5 月 1 日起至 1988 年 4 月 30 日止），其是利用夏威夷地球物理研究所發展的一組（十個）海底地震儀、本所之遙記式測震網和手提式地震儀及臺大海研所海研一號研究船上之測震系統，聯合從事臺灣東部及東方海域之地震活動、地殼構造和板塊運動之綜合研究。

1985 年

7 月 19 日本所與工技院能源與礦業研究所及中央大學地球物理研究所聯合舉辦「地球物理之工程應用研討會」。

8 月蔡義本先生請辭所長職，赴美進修。奉院長核定所務由副所長葉永田先生代理(1987 年 8 月葉永田先生獲聘為第二任所長，聘期自 1987 年 8 月 1 日起至 1993 年 7 月 31 日)。

11 月澳洲國立大學研究員劉玲根博士，應聘為本所國科會客座專家，聘期 1985 年 11 月 26 日起至 1986 年 3 月 25 日至，主持「Investigation of Deep-Focus Earthquake Mechanism」研究計畫及「高壓相變系列演講」，為本所高溫高壓實驗室的開端 (現更名為礦岩物理實驗室)。



左圖為礦岩物理實驗室之 Brillouin scattering system (布里安散射系統)，用途為測量固體的彈性性質，照片所見為正在收集高溫 Brillouin 光譜；右圖為納莉風災前之傅立葉紅外線光譜儀。

1986 年

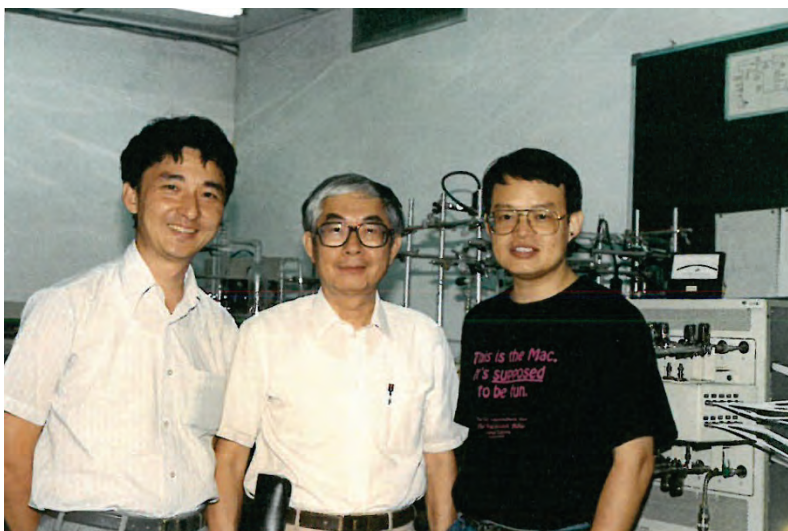
5 月美國夏威夷大學地球物理研究所葉學文博士於 18 日來所，協助設立矽酸鹽真空系統及協助處理軟玉礦氫、氧同位素研究成果報告 (矽酸鹽氧同位素標本前處理真空系統之建立研究計畫)，8 月 17 日返美。

美國路易斯安那大學地質系副教授徐文達博士於 5 月 24 日至 8 月 23 日，在本所從事中美合作「臺灣東方海域海陸聯合地震觀測及震測研究」計畫收集陸上測站及海底地震儀資料。

8 月王錦華副研究員主持國科會自然處的第一件大型整合計畫：「地震波傳遞與強地動研究計劃」。

1986 年

11 月汪中和副研究員赴英國 V.G. Isogas 公司測試本所新購置之「SIRA 10 穩定同位素比值質譜儀」(此質譜儀價值新台幣 490 萬元，可分析微體化石中之碳氧同位素，以做為古氣候、古海洋、古生態及同位素地球化學之研究)，並接受儀器操作訓練。



1986 年本所新添購 SIRA10 型質譜儀，為穩定同位素的研究增添利器，本照片攝於 1987 年，左起：劉康克先生、訪問學者美國普渡大學謝越寧教授及汪中和先生（謝越寧教授提供）。

1987 年

7 月為執行中美合作計畫「利用地震 P 波與 S 波到達時間逆推地層速度構造(I)」需要，邀請美國 Rensselaer Polytechnic Institute 副教授 Dr. Steven W. Roecker 於七、八月間來所作短期協同研究。

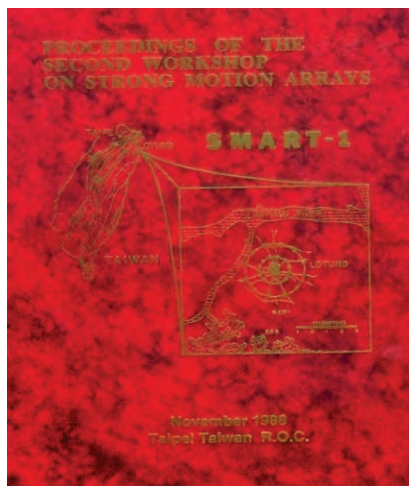
7 月 1 日法國 Rennes 大學地質研究所所長江博明博士，到所從事「臺灣沉積體系之地球化學及同位素」研究計畫，為期五個月。

8 月葉永田先生獲聘為第二任所長，李太楓研究員為副所長，聘期皆自 1987 年 8 月 1 日起至 1993 年 7 月 31 日。

9 月建立「臺灣地區大動態範圍地震訊號傳輸系統」(1986.10.1~1987.9.30)，「臺灣地震遙測站網」肇於 1972 年，利用南加州大學發展遙測站網的經驗，短短一年內使該站網在臺灣地區順利運行。因該網站已漸落伍，應即時改良更新，一方面改成以計算機為基礎的數位化記錄，另一方面引進最新甫於南加州大學經數年研製成功之大動態範圍傳播系統 (OTS)，以充分發揮站網功能。

1988 年

1 月 14-16 日舉辦「第二屆強震儀陣列研討會」，計有國內外學者專家六十餘人參加。會議第三天，安排參觀位於羅東之 SMART-I 陣列及羅東計畫陣列。



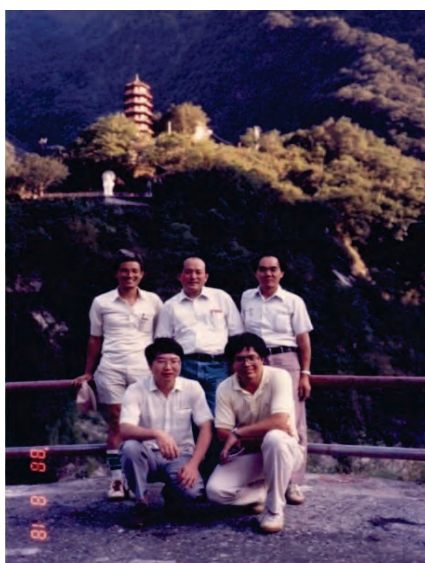
1988 年強震儀陣列研討會專書

4 月 11-15 日由國科會與美國國家科學基金會共同主辦，本所、台大土木工程研究所及美國密蘇里大學協辦之「第二屆中美防災科技研討會」，假臺灣大學思亮館國際會議廳舉行，研討會主題包括地震學、地震工程學及災害對社會經濟之影響等三部份，在一百五十名參加者中，我方代表有十七人，美國代表十一人，第三國觀察員八人（日、韓、東南亞），餘為國內相關學者。

7 月本所與中國地質學會首次聯合發行中國地質學會會刊（三十一卷第二期）。

國際知名地震學者，美國南加州大學地質科學系安芸 (Aki) 教授應邀於 8 月 14 至 20 日前來本所訪問，除發表三場專題演講外，並與國內地震學工作者商討合作事宜。

本所人員陪同 Aki 教授至花蓮參觀。
前排左起：本所許明光先生、邱宏智先生；
後排左起：王錦華先生、Aki 教授、劉文相先生。



1988 年

12 月 2-3 日舉辦「第二屆臺灣地區地球物理研討會」，研討會主題：1. 強震地震學，2. 地震波與地下構造，3. 地震活動、地震觀測及地震前兆，4. 一般地球物理學，5. 地體構造物理學，計有國內學者百餘人參加。

1989 年

開始臺灣 GPS 大地測量。

3 月起至 12 月舉辦「碰撞帶」系列演講，共有畢慶昌、Dr. Carlo Laj、顏滄波、王錦華、葉義雄、鄧屬予、劉家瑄、Prof. L. Knopoff、李德貴、余水倍及李春生等 11 位教授主講 13 場演講。

7 月美國普渡大學謝越寧教授在本所舉辦「穩定同位素地質」系列演講。

8 月新聘葉學文先生為研究員，初期葉先生以不支薪方式仍留夏威夷大學研究，每年返台一次每次約一個月，1993 年 8 月始返台專任研究員。

1990 年

7 月本所在南港院本部之地球科學研究大樓，完成工程招標，於 6 月 27 日破土開工，工程於 1992 年 10 月驗收完成，樓高六層，連同地下室，共有 2500 坪室內使用空間。

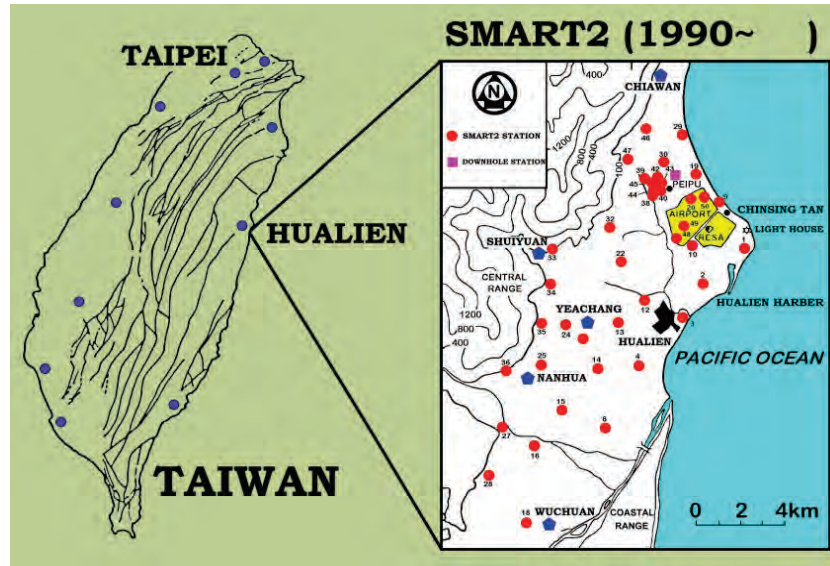


新建中之南港院本部地球科學研究大樓

11 月汪中和研究員獲聘為副所長，聘期自 1990 年 11 月 1 日起至 1993 年 7 月 31 日。

1990 年

在 1988 年 1 月「第二次強震儀陣列會議」之後，由國科會及中央研究院共同贊助，著手 SMART-II 陣列之規劃。此陣列在 1990 年 12 月初開始安裝，陣列設置於花蓮地區。它包含 40 個自由場測站及 4 個井下地震儀。



SMART-II 陣列測站分佈圖

1991 年

本所「臺灣遙記式測震網 (TTSN)」併入中央氣象局地震觀測網。

2 月美國南加州大學地質系顧德隆教授，來所從事「同位素地球化學」訪問研究，為期三個月。

1992 年

中央氣象局開始台灣強震觀測網計畫 (TSMIP)，廣設自由場及結構物強震儀系統。本所成立台灣寬頻地震觀測網 (BATS)。

1992 年

5 月 6-8 日，葉永田所長、研究員葉義雄及兼任研究員辛在勤參加由中國地震學會與兩岸發展研究基金會主辦，在北京舉行之「第一屆兩岸地震學術討論會」，此為正式經政府同意，兩岸地震和地震工程界專家和學者的首次會議，也是開展直接交流的開端。



第一屆兩岸地震和地震工程
學術討論會



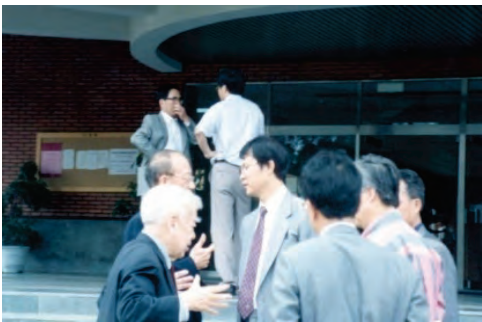
7 月起本所開始進行搬遷至南港新大樓，1993 年 10 月全所完成搬遷。台大校區建物，歸還台灣大學（行政室、電子室及地震組，於 1992 年 12 月完成搬遷，各實驗室於 1993 年 9 月全部搬遷完成）。



1993 年本所建築落成

1993 年

6 月 3 日本所第十次學術諮詢委員會議。



1993 年第十次學術諮詢委員會議合照及會議集錦。

1993 年

研究員李太楓先生兼任本院天文及天文物理研究所籌備處主任，任期自 1993 年 6 月 1 日始至 1994 年 5 月 31 日止。

8 月 1 日葉永田所長任期屆滿，聘俞震甫研究員為副所長代理所務，副所長聘期自 1993 年 8 月 1 日起至 1994 年 7 月 31 日。

9 月 8 日吳大銘先生獲聘為研究員兼代所長，葉義雄研究員獲聘為副所長，聘期自 1993 年 9 月 8 日起至 1994 年 7 月 31 日。



吳大銘先生接任代理所長印信

10 月 1 日至 13 日在本所舉辦「臺灣造山運動系列演講與討論會」，共有八次討論會及一次綜合討論。

11 月 5、6 日本所與中國地球物理學會聯合舉辦「中國地球物理學會八十二年年度年會及學術研討會」，邀請國內外學者專家百餘人與會，會中就地震研究、地質及地體構造、工程與環境地球物理、資源探勘與資料處理、一般地球物理等五個主題發表七十餘篇論文。

1994 年

6 月 24 日舉辦第十一次學術諮詢委員會議。



7 月 8 日舉行吳大猷前院長銅像揭幕式。



左起：吳大猷前院長、李太楓先生。



左起：李太楓先生、代所長吳大銘先生、吳大猷前院長。



左起：歌手凌峰先生、李遠哲院長、吳大猷前院長。

1994 年

8 月吳大銘先生代理所長，任期屆滿。

葉義雄研究員獲聘為本所所長，汪中和研究員獲聘為副所長，聘期自 1994 年 8 月 1 日起至 1997 年 7 月 31 日止。



8 月 1 日新、舊任所長交接典禮，葉義雄研究員接任所長。



歡送吳大銘先生。

9 月鄧大量院士，應聘為國科會研究講座，於 9 月 1 日至 12 月 31 日來所研究。

1995 年

2 月 21-23 日，「第二屆兩岸地震學術研討會」在本院學術活動中心舉行，本次研討會為 1992 年 5 月 6-8 日第一屆會議之延續。此次會議計有兩岸地震和地震工程界專家和學者五十六人參加。



「第二屆兩岸地震學術研討會」，上圖：與會代表合影；
下圖：兩岸發展研究基金會丁守中董事長在記者會上談話。

8 月全球最大的專業震測研究船—美國哥倫比亞大學「尤英號」於 8 月 23 日從基隆港出發，在台灣周圍海域以高能量的「高壓空氣槍陣列」，進行台灣歷年來最有系統、最大規模的海域及陸地深部地殼探測計畫。參與者包括本所、台大、中央氣象局、中央大學、中正大學、海洋大學及中油等數十位國內海洋及地球科學界的研究人員。本所葉義雄所長負責陸上觀測的協調事宜。

9 月與孟斐斯大學合作之「台灣南部地區高解析度三維構造研究」計畫，在花東地區（北緯 23.5 度以南）裝設 PANDA II 地震觀測系統。相關研究同仁利用「尤英號」海上震測實驗的機會，探討地震定位的準確性及所用速度模型之恰當性等問題；同時分析此觀測網所記錄到的天然地震資料，詳細研究台灣南部地區之地震活動與地體構造。

1995 年

10 月研究員葉永田獲聘為本院組織法及研究所組織規程修訂工作第二階段「修法小組」成員，聘期為 1995 年 10 月 2 日至修法完竣止。

12 月中國科學院球物理研究所研究員姚振興先生受聘為國科會特案研究員，聘期自 1995 年 12 月至 1996 年 5 月止。來台參與「台灣地區地震的震源破裂過程和震源區應力場變化的寬譜研究」計畫。

1996 年

4 月菲律賓火山及地震研究所所長 Prof. Raymundo S. Punongbayan 應本所邀請，於 15 日至 20 日來訪六天。菲律賓火山及地震研究所與本所有長期且密切的合作關係。自民國七十五年起迄今，地球所有多項研究工作在菲進行，並曾協助菲律賓設立地震儀。最近余水倍研究員與該所合作進行的「台灣—呂宋地區板塊速度及呂宋島弧內部變形研究計畫」，完成了首次台灣呂宋地區之 GPS 觀測作業，對台灣呂宋地區地殼板塊運動的觀察研究有極大的助益。

4 月由本所與中國地質學會合辦的「東亞岩石圈動力學研討會」於 19-20 日在本所舉行。有來自東亞地區的學者專家約一百五十多人與會。研討主題包括：東亞地質資源、東亞岩石圈與地函動力、華南板塊運動與地殼演化。

8 月藍晶瑩研究員獲聘為副所長，聘期自 1996 年 8 月 1 日起至 1998 年 7 月 31 日止。

8 月日本京都大學理學部地質與礦物學副教授鳥居雅之 (Masayuki Torri)，到所做短期研究。鳥居先生專長為岩石磁學，與本所古地磁實驗室合作研究台灣西南部泥岩中之磁性硫化礦物的磁學特性及其成因。

9 月 1 日起研究員李太楓代理天文所籌備處主任，任期至 1997 年 5 月 21 日止。

10 月 17 日舉辦「台灣碰撞模式的來龍去脈」研討會。

11 月 28-29 日「台灣之第四紀」第六次研討會暨「臺北盆地地下地質與工程環境綜合調查研究」成果發表會在本所舉行。

1997 年

1 月本所與天文及天文物理研究所籌備處參加中美聯合觀測彗星新故鄉的國際合作計畫 (Taiwan American Occultation Survey, 簡稱 TAOS)。該計畫之合作單位為美國 Lawrence Livermore 國家實驗室及國內國立中央大學。Lawrence Livermore 國家實驗室的部份, 由其地球及行星物理研究所執行, 計畫主持人係以搜尋到宇宙黑暗物質而聞名的 Charles Alcock 所長, 經費由美國能源部及太空總署補助。在中央大學部份, 則由該校天文研究所執行, 主持人為陳文屏教授, 由國科會及教育部支持。本院經費來自主題研究計畫, 主持人為本所研究員李太楓與天文所籌備處研究員袁旂。

8 月研究員兼所長葉義雄先生, 經核定獲續聘所長, 聘期自 1997 年 8 月 1 日起至 2000 年 7 月 31 日止。

9 月 1-3 日舉辦「全球變遷在臺灣」研討會, 結合大氣、海洋、地質及陸生環境的學者, 以不同的專業與角度, 共同探討「全球變遷在臺灣」重要課題。其主要目的在: 1、了解全球變遷和臺灣及鄰近地區環境變化之間的時空關聯性。2、對臺灣的環境變化取得全面且整合性的觀點。3、為臺灣未來十年的全球變遷研究規劃一個相互協調的策略。

1998 年

5 月美國孟斐斯大學邱哲明教授來台, 應聘為國科會客座研究員, 聘期自 5 月 1 日至 10 月 31 日止, 參與「台灣及其鄰近地區由地震與重力資料所得地下構造之整合性研究」。

6 月 26 日舉辦「台灣地殼構造研討會」。

7 月 21-24 日西太平洋地球物理會議 (1998 Western Pacific Geophysics Meeting-WPGM) 在台北市信義路的國際會議中心舉行。此會議由國內所有與地球科學相關的學會和美國地球物理聯盟 (AGU) 合作舉辦。參與學者主要來自鄰近西太平洋的周邊國家, 但也有不少歐美學者參加; 此外, 並邀請數位地球科學界在國際上知名的學者來台發表專論, 全部參與人數多達八百多人。

WPGM 在台灣舉行是地球科學界的盛事, 也提供我們展現蓬勃的研究發展及具體研究成果的大好機會。議程中針對我國研究現況安排七十個區域性的主題 (Special session)。葉義雄所長擔任此次會議的組織委員, 葉永田研究員擔任議程委員會的召集人。本所有卅二位同仁參加, 並發表論文卅六篇。

1998 年

國際大地測量及地球物理學聯合會 (IUGG) 會長 Peter Wyllie 教授於 7 月 22 日蒞臨本院訪問，並拜會李院長。會後於本所與本地之 IUGG 常務委員舉行座談。並於 7 月 20 日在本所舉行「全球海水面觀測會議」，會中有來自不同國家的學者參與。

研究員李德貴先生榮獲本院民國八十八年度審核通過之主題研究計畫：「中國西部新疆地區新生代構造運動與大地動力學之研究」，全程計畫自 1998 年 7 月 1 日至 2001 年 6 月 30 日止。

藍晶瑩研究員獲續聘為本所副所長，聘期自 1998 年 8 月 1 日起至 2000 年 7 月 31 日止。

11 月葉永田研究員應李遠哲院長指示，規畫本院「環境變遷 (或永續發展) 研究中心」，於 11 月 11 日至 24 日分赴美國加州大學 Riverside 校區和亞利桑納大學 (Tucson, Arizona) 訪問。

12 月 16 日由本所、中華民國地球科學學會和中國地球物理學會主辦召開「環境地球科學研討會」。研討會由葉永田研究員主持，邀請扈治安研究員、金恆鏞先生 (台灣省林業試驗所研究員)、李典常教授 (加州大學河濱分校教授) 及劉紹臣教授 (喬治亞理工學院教授) 演講。

1999 年

「國際科學理事會中華民國委員會」於 1 月 29 日假本院召開第一次會議。會中通過「國際科學理事會中華民國委員會會章」，並按規章選舉常務委員，研究員葉永田當選九位常務委員之一。

1999 年 2 月 9 日舉辦「深部地球：地核研究的新發展」研討會，講者：劉玲根、李德貴、郭本垣及沈君山。

研究員李太楓先生當選美國人文及科學院 (American Academy of Arts and Sciences) 「國外榮譽院士」 (Foreign Honorary Member)。

1999 年

6 月 21-25 日第十六次諮詢會議，於谷關龍谷大飯店舉行。



第十六次諮詢會議合照



第十六次諮詢會議野外考察



研究員扈治安先生榮獲本院民國八十九年度審核通過之主題研究計畫：「亞洲古環境變遷」(一) 海陸關聯與對比之總主持人， 全程計畫自 1999 年 7 月 1 日至 2002 年 6 月 30 日止。

1999 年

8 月 23 日至 26 日「第三屆海峽兩岸地震科技學術研討會」於大陸西安舉行，我方由本所主辦、兩岸發展研究基金會及中央氣象局協辦，並由葉義雄所長及研究員王錦華、余水倍、邱宏智、黃柏壽與其他相關單位人員共 17 人與會。會前於 8 月 15 日至 22 日參觀廣東地震局，並順道轉往蘭州、敦煌地區做地質及地震遺址考察。

9 月 21 日凌晨一點四十七分，發生芮氏規模七點三的大地震，震央在南投縣集集鎮，造成全臺灣廣大區域停電，中部各縣市嚴重受損，災情遍及全台。



921 地震災情遍及全台。

左上圖：南投光復國中、小操場遭斷層推擠而隆起。

右上圖：斷層切過埤豐大橋下大甲溪河床，形成約七公尺高的瀑布。

左下、右下圖：石岡水壩受損情形。

(左下圖來源：財團法人地工技術研究發展基金會 (1999)，大地裂痕，第 23 頁。)

1999 年



上圖：921 地震台中東勢地區民宅受損嚴重。

10 月 7 日「全國民間災後重建協調監督聯盟」正式成立，由中央研究院院長李遠哲擔任總召集人，並向內政部登記為人民團體，在各地設立工作站，在政府、民間團體、鄉鎮市、社區民眾間建立協調整合機制，為重建家園共同努力。

10 月在集集大地震後，由王錦華研究員主持國科會「地震及活動斷層跨部會重大科技計劃」，為期 5 年。

11 月新聘劉紹臣先生為特聘研究員，主持本院環境變遷主題研究計畫（為本院籌劃設立環境變遷研究中心），「中央研究院環境變遷研究中心」於 2004 年 1 月奉准成立，劉紹臣先生獲聘為首任主任。

12 月 21 日至 22 日本所舉辦「新疆地學海峽兩岸學術研討會」。

2000 年

1 月 18 日至 19 日本所舉辦「兩岸地震交流與合作學術研討會」。

3 月 30 日至 31 日本所及中國地質學會主辦之中國地質學會「八十九年年會暨學術研討會」，在本所演講廳及學術活動中心舉行。

2000 年

8 月 1 日葉義雄所長任期屆滿。

李太楓院士獲聘為所長，聘期自 2000 年 8 月 1 日至 2003 年 7 月 31 日。研究員余水倍、郭本垣獲聘為副所長，聘期自 2000 年 8 月 1 日至 2003 年 7 月 31 日止。

研究員葉義雄兼任本院總辦事處副處長，協助辦理總辦事處處務，聘期自 2000 年 8 月 1 日起生效。

成立特別委員會 (Ad-hoc Committee)，以 UC Berkeley 之 Don dePaolo 教授為主席，邀請國內外專家學者共九人，討論適合臺灣發展的研究方向。

10 月中國地球物理學會及本所主辦之「八十九年度中國地球物理學會年會」、「海峽兩岸中青年科學家地震研討會」暨「第八屆台灣地區地球物理研討會」，10 月 26 日、10 月 27 日及 10 月 30 日在本所召開。

2001 年

1 月 30 日舉辦「板塊邊界觀測站研究計畫」研討會，邀請 Paul Silver 教授介紹美國 PBO 計畫籌劃現況，並請國內相關領域地科研究人員共同討論 PBO 概念在台灣實施的可行性。

4 月 25-26 日舉行「Taiwan Continental Dynamics Workshop」，與會學者除了地球所同仁及國內相關大學及單位的學者專家外，並有來自美國的數位地球科學家(如紐約州立大學的吳大銘教授、康乃爾大學的 Larry Brown 教授、德州大學的 Y. Nakamura 教授等人)。會中曾就中美合作計畫--台灣地體動力及地震研究 (Taiwan Geodynamical and Earthquake Research, TiGER) -- 進行雙方之報告及討論。並達成初步決議，進行台灣本島及附近海域的炸測研究，海上部分則與國立台灣大學海洋研究所進行合作研究。

特聘研究員李太楓先生 4 月榮獲本院民國九十一年度審核通過新增主題研究計畫：「極靈敏微塵分析儀的研發」，全程計畫自 2002 年 7 月 1 日至 2004 年 6 月 30 日止。

2001 年

所長李太楓、 研究員藍晶瑩、陳中華、 副研究員沈君山、 博士後研究楊懷仁及特殊性約聘技術員 Yoshiyuki Iizuka 等六位人員，於 5 月 20 至 27 日赴日本三朝岡山大學，出席「地球及宇宙化學雙邊研討會」，中日與會人員發表十餘篇論文，並討論雙方未來學術研究之合作計畫。

9 月 17 日納莉颱風來襲，本所地下室遭四分溪暴漲，河水淹沒大樓機電空調設備、古地磁實驗室、 高壓實驗室、 拉曼光譜實驗室、 地震儀器室、 珈瑪實驗室、 氣膠實驗室、 微量氣體實驗室、 地震記錄檔案儲存室、 岩樣儲存室及冰庫等，損失上億。

在無水無電情況下，全所同仁在泥濘中搶救研究設備器材。院方統籌各所年度未支經費，於十月底緊急撥給本所新台幣壹億元經費，供採購已毀損不堪使用的儀器，本所將此專款挪三千萬元，在地球大樓後方空地興建二層鋼構建築做為機電空調及各受損實驗室復原空間。此建物於 2002 年 7 月完工啟用，全所電源空調系統至此才恢復正常（距災後已九個月）。緊急採購的研究儀器設備亦陸續到貨完成驗收。



納莉颱風造成的慘狀

2001 年

10 月 29-31 日在地球所舉行「板塊邊界觀測站研究計畫－臺灣 (Plate Boundary Observatory-Taiwan Workshop)」研討會， 會後 11 月 1-2 日到花東縱谷地質考察。



PBOT 會議後，花東縱谷考察。

2002 年

研究員葉義雄先生，1 月經核定兼任本院總辦事處副處長，自 2001 年 1 月 1 日起生效。

研究員李德貴先生及副研究員洪崇勝先生 4 月獲核定通過九十二年度新增主題研究 (整合型) 計畫申請案，計畫名稱：「亞洲古環境變遷 (二)」：台灣及鄰近地區全新世高解析度古氣候重建 (子計畫名稱：台灣及鄰近地區全新世湖泊和深海沉積)，全程計畫自 2003 年 1 月至 2005 年 12 月。

5 月 1 日本所與國科會「地震及活斷層研究」跨部會重大科技計畫辦公室，在本所主辦「331 花蓮外海地震研討會」。

2002 年

為慶祝本所成立二十週年及回顧本所以往發展之脈絡並展望未來地球科學研究之前緣，於 6 月 8 日邀請本所九十年度新聘之學術諮詢委員及國內外知名研究學者，就台灣未來之地球科學發展方向舉行「地球科學的前緣」國際研討會，以共同擘劃未來研究藍圖。



2002 年學術諮詢委員會議 (本院學術活動中心)



成所二十週年「地球科學的前緣」研討會照片集錦 (阿里山青年活動中心)

2002 年

10 月本所二館正式啟用。完成後棟鋼骨結構建築，地下室設立機電設備，一樓為停車場，二樓為實驗室。



上圖為本所二館，現為環變中心與本所實驗大樓

11 月 11 日南京大學張萬春、徐夕生、高抒、李滿春及徐建剛教授，於「第四屆尖端科學研討會」後來訪。

11 月 20 日 四川科學技術學會，由中國科學院院士劉寶珺帶領曾祥煒、張慶成、張林祥、侯建平、馬睿教授來訪。



四川科學技術學會來訪

「台灣之第四紀」第九次研討會於 11 月 22-23 日在本所舉辦。

11 月 28-29 日舉辦「The 2002 APEC Symposium on Confronting Urban Earthquake/Seismic Early Warning」，野外地質旅行：The Chelungpu Fault in Central Taiwan。

2003 年

3 月 4 日至 5 日舉辦「Ocean Bottom Seismometers (OBS) : Technology and Opportunities」研討會。

九十三年度新增主題研究（整合型）計畫申請案 6 月核定通過數理科學組本所以下計畫：Heat Island Effect over Taiwan's Western Plain and Its Impacts on Climate Changes（西部平原熱島效應對區域氣候之影響；地球所：劉紹臣）

研究員李太楓，經核定續聘兼任所長，研究員余水倍及郭本垣，經核定兼任副所長，聘期自 2003 年 8 月 1 日起至新任所長到職日止。

9 月 10 日本所與「地震及活斷層研究跨部會重大科技計畫」辦公室及「防災國家型科技計畫」辦公室聯合主辦「台北盆地地下構造討論會」。

10 月 7 日舉辦「The Search for Talent, Part II」研討會。

研究員葉義雄先生經院長核聘接任本院總辦事處處長，聘期自 2003 年 11 月 28 日起至 2006 年 11 月 27 日止。

2004 年

1 月環境變遷研究中心成立，特聘研究員劉紹臣奉核定兼任該中心主任。

4 月 6 日至 8 日由本所與國科會「地震及活斷層研究跨部會重大科技計畫」辦公室聯合主辦「Seismic Hazard Assessment in the Taipei Basin Workshop」，計有來自國內外專家、學者六十餘人參加。會後並參觀 101 大樓及陽明山文化大學體育館的防震減災建築結構。



左圖：與會者聽取台北 101 大樓建築解說；右圖參觀文化大學體育館。

2004 年

研究員王錦華先生 5 月獲九十四年度新增主題研究計畫（整合）：「台北都會區強地動、活斷層及地震研究」，此計畫包括四個子題：(一) 台北都會地震活動特性；(二) 台北都會區地下岩圈構造；(三) 台北都會區強地動特性；(四) 建置台北都會區井下地震儀陣列。有助於台北都會區之地震防災和減災工作，全程計畫自 2005 年 1 月至 2007 年 12 月。

8 月特聘研究員江博明先生奉核定兼任所長，研究員俞震甫及黃柏壽奉核定兼任副所長，聘期均自 2004 年 8 月 12 日起至 2005 年 8 月 31 日。



2004 年所長交接儀式

特聘研究員兼所長江博明 11 月當選美國地質學會及美國礦物學學會 Fellow。

12 月 26 日印尼蘇門答臘外海發生大地震，引發海嘯，對南亞、東南亞許多沿海地區造成近代歷史上罕見的災難，震驚國際。

2005 年

3 月特聘研究員劉玲根博士發現的新礦物 $(\text{Na,Ca})\text{AlSi}_3\text{O}_8$ ，獲國際新礦物與礦物命名委員會之核可命名為玲根石(LINGUNITITE)。

9 月諮詢委員毛河光院士榮獲國際 Balzan 基金會 2005 年 Balzan Prize (The Balzan Prize for 2005 in Mineral Physics)，此為全球學界最高的榮譽獎項之一。

2005 年

特聘研究員江博明奉核定續兼任所長，研究員俞震甫及黃柏壽奉核定兼任副所長，聘期皆自 2005 年 9 月 1 日至 2006 年 8 月 31 日。

10 月 3 日至 7 日舉行學術諮詢委員會及野柳地質考察。



左圖：會場一角；右圖左起：江博明所長、諮詢委員鄧大量院士、Prof. Francis Albarede、Prof. Jean-Philippe Avouac、毛河光院士、Prof. Raul Madariaga、Prof. Jay Bass 及劉忠光教授。



上圖：2005 年學術諮詢委員會；下圖：野柳地質考察

2006 年

1 月特聘研究員兼所長江博明獲聘為國際地球科學期刊 “Journal of Asian Earth Sciences” (Elsevier Publishers) 總主編暨國際岩石圈計畫(International Lithosphere Program, ILP)轄下之亞洲岩石圈委員會(Commission for the Asian Lithosphere)主席。

3 月江博明特聘研究員兼所長，榮獲「The Geochemical Society」及「The European Association for Geochemistry」評選為「地球化學會士 (Geochemistry Fellow)」，表彰其多年來在地球化學領域之卓越貢獻。該會每年至多選出十名傑出科學家，本院毛河光院士亦曾獲此殊榮。

3 月 19-26 海峽兩岸學術研討會「亞洲大陸增生與造山作用」由本所、台大地質系、國科會、中央地質調查所合辦，在本所舉行。



2006 年海峽兩岸「亞洲大陸增生與造山作用」學術研討會合照。



「亞洲大陸增生與造山作用」研討會，野外地質旅行－海岸山脈南段(左上圖)及南澳(右圖)。



2006 年

江博明特聘研究員兼所長，于 5 月 2 日在院內主辦之知識饗宴發表演講，題目為「大陸地殼：地球演化過程的記錄」。

特聘研究員江博明奉核定續兼任所長，研究員黃柏壽及陳中華奉核定兼任副所長，聘期皆自 2006 年 9 月 1 日至 2007 年 8 月 11 日。

10 月研究員兼總辦事處處長葉義雄奉核定暫兼代公共事務組組主任，聘期自 2006 年 10 月 1 日起。

11 月研究員葉義雄奉核定續兼任總辦事處處長，聘期自 2006 年 11 月 28 日起。

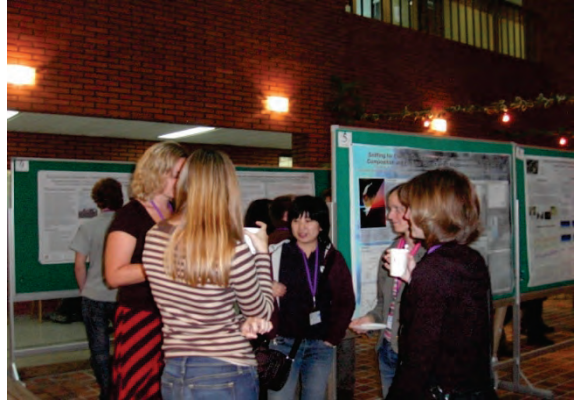
2007 年

4 月 22-27 日，本所舉辦「International Conference on Evolution, Transfer and Release of Magmas and Volcanic Gases」；4 月 25-27 日為野外地質考察。



研討會合照。

2007 年



「International Conference on Evolution, Transfer and Release of Magmas and Volcanic Gases」研討會場內、外。



左圖：野外地質考察
陽明山小油坑



上圖：野外地質考察
左：東北角野柳；右：花蓮太魯閣

2007 年

5 月 24 日慶祝 B08 飛行質譜儀實驗室落成。

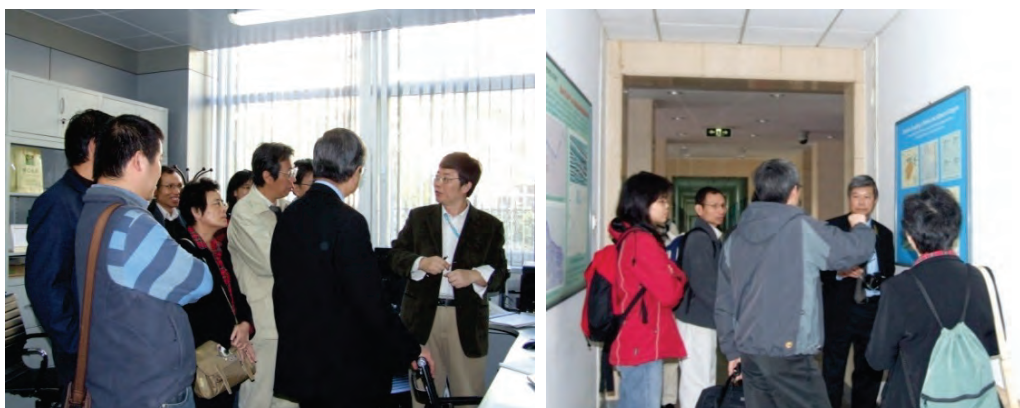


特聘研究員江博明奉核定續兼任所長，研究員黃柏壽及陳中華奉核定兼任副所長，聘期皆自 2007 年 8 月 12 日至 2008 年 8 月 31 日止。

2008 年

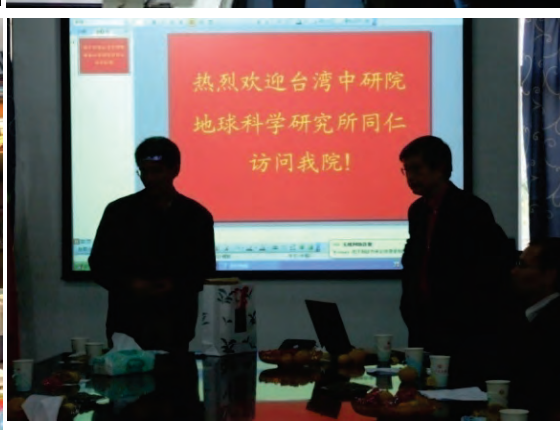
特聘研究員江博明奉核定續兼任所長，研究員林正洪及李建成奉核定兼任副所長，聘期皆自 2008 年 9 月 1 日至 2009 年 8 月 31 日止。

江博明所長帶領本所 10 人，於 10 月 25 日至 11 月 1 日參訪北京五個研究單位並洽談合作事宜，參觀單位為中國科學院地質與地球物理研究所、中國地質科學院地質所、北京大學地球與空間科學學院、中國地震局地球物理研究所、中國地質大學。



參訪北京五個研究單位

2008 年



參訪北京五個研究單位照片集錦。

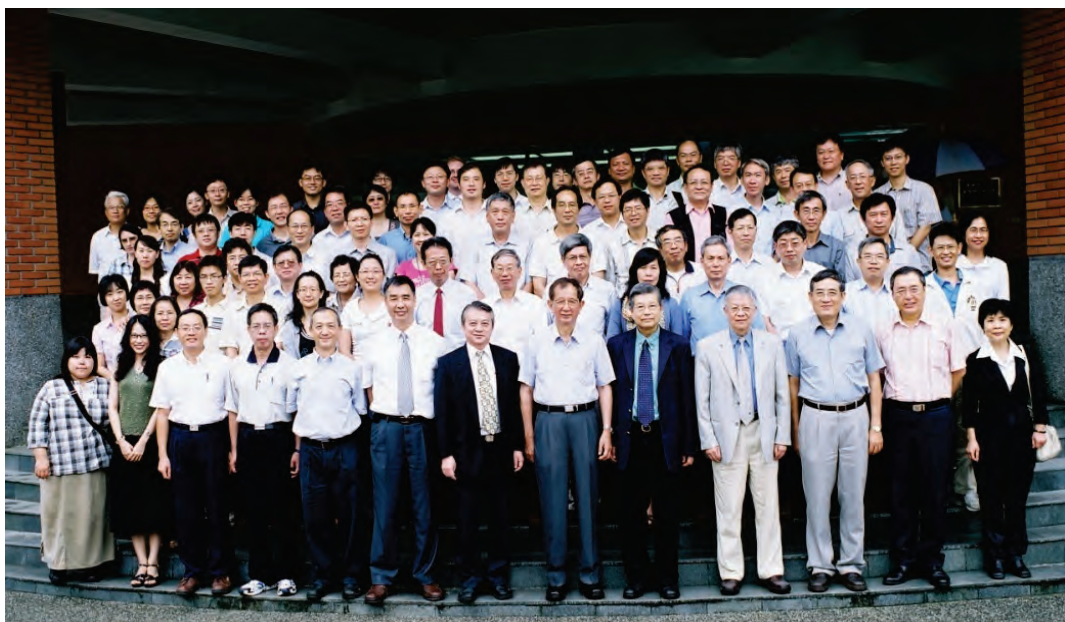
2009 年

6 月兼任研究員辛在勤博士榮任中央氣象局局長。

特聘研究員江博明奉核定續兼任所長，研究員林正洪及李建成奉核定兼任副所長，聘期皆自 2009 年 9 月 1 日至 2010 年 8 月 31 日止

2010 年

8 月 31 日舉辦江博明特聘研究員兼所長榮退學術研討會。



江博明特聘研究員兼所長榮退學術研討會

2010年8月31日 中央研究院地球科學研究所



研討會會場

2010 年

特聘研究員趙丰先生，奉核定兼任所長，研究員陳中華奉核定兼任副所長，聘期自 2010 年 9 月 1 日至 2013 年 8 月 31 日止。



2010 年所長交接典禮

左起：新任所長趙丰先生、翁啟惠院長及卸任所長江博明先生。

2011 年

4 月特聘研究員兼所長趙丰在院內主辦之知識饗宴主講「上下古今人間世：天文、地球與中國古傳說的對話」。

5 月本所獲一〇一年度本院新增主題研究（整合型）計畫：

一、第一類計畫 - 自發性主題研究：由特聘研究員兼所長趙丰主持之「大屯火山群：整合分析地球物理、地球化學、測地學之觀測」；另五個子計畫分別為：

- 1、大屯火山群整合性地殼變形監測（林正洪，本所）
- 2、由流體/氣體地球化學研究與火山氣體通量之估算探討大屯火山群可能岩漿庫之活動性（楊燦堯，國立台灣大學地質科學系）
- 3、以地面重力測量監測大屯火山群質量轉移及地表變形（黃金維，國立交通大學土木工程系）
- 4、以空載光達資料重新分析大屯火山群的火山地形與地表變動（詹瑜璋，本所）
- 5、探討大屯火山群最新火山噴發及北台灣氣候改變（陳中華，本所）

2011 年

二、第二類計畫 - 專研配合國家科技發展政策之主題研究 (如環境、製藥、綠色能源等)：開放式災害管理資訊系統 (李德財、何建明、張韻詩，本院資訊所及蕭景燈，本院資創中心)。
本所獲其中子計畫：台灣地區地殼變形與地震斷層之多平台整合資料庫 (本所李建成、梁文宗、郭隆晨及中央氣象局地震測報中心張建興主持)。

2012 年

為慶祝成所三十週年，於 5 月 16 日邀請第一任所長蔡義本先生來所演講。



左上圖：蔡前所長演講情形；右上圖：所內資深人員與蔡前所長聚會；
下圖：團體合照。

本所諮詢主任委員翁玉林教授 (現任美國加州理工學院地質與行星系教授)5 月當選美國人文與科學院院士。翁教授曾於 1993 年曾前來本所客座一年 (翁先生為本院第 28 屆院士)。

2012 年

7 月前所長江博明先生（目前為國立臺灣大學特聘講座教授、本所通信研究員）當選中央研究院第 29 屆院士。



恭賀江博明先生當選中央研究院第二十九屆院士
左起：毛河光院士、江博明院士、鄧大量院士及翁玉林院士

8 月暑期生海報成果展。



2012 年暑期生海報成果展

2012 年

10 月 27 日院區開放參觀；同時慶祝本所成所 30 週年。

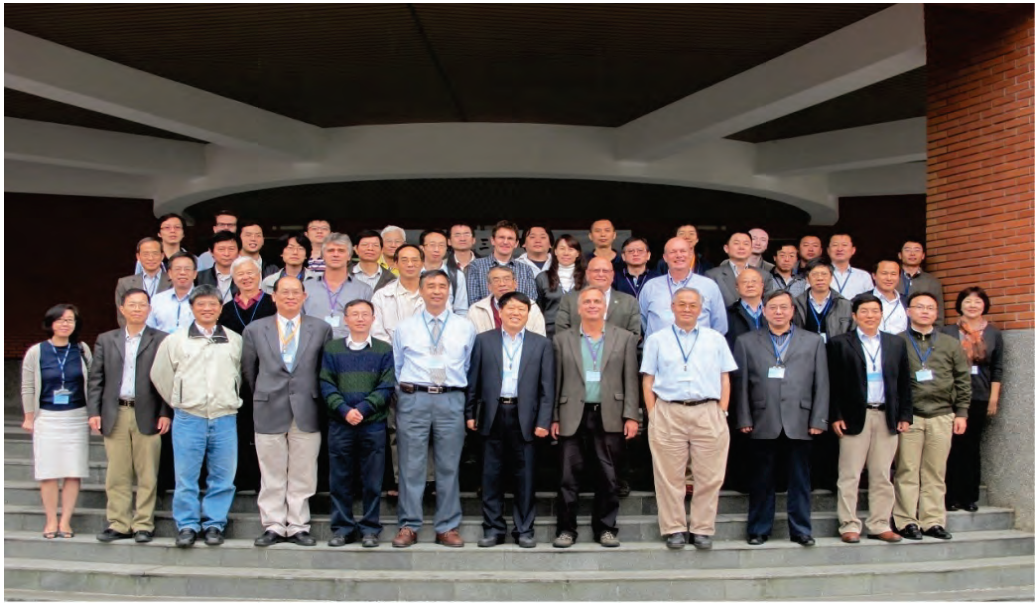


2012 年 Open House 盛況

11 月 18 至 21 日舉辦針對中央研究院、中國科學院及 NASA 三方的研討會「Academic Workshop on Earth Sciences」，討論台灣地區地球物理及地球化學的三邊合作進展。

18、19 日以磁場研究之議題為主，希望透過這次的研討會能整合台灣從“天到地”的磁場研究（包括岩石圈的磁場、環境變遷造成的磁性物質沉積物、電離層磁場變化和地震發生的相關性、地磁對於 GPS 信號的影響以及日地關係的磁場動力變化等）。

20、21 日至陽明山火山群野外考察。



Academic Workshop on Earth Sciences
Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei
November 18-21, 2012



「Academic Workshop on Earth Sciences」與會者合影



「Academic Workshop on Earth Sciences」研討會會場內、外



「Academic Workshop on Earth Sciences」參觀大屯山火山觀測站

2012 年

本所新風貌



本所新風貌



本所一樓新的候客庭廊及吳大猷前院長紀念銅像

紀念專文

國科會地震專案小組	游世高	87 - 90
地球所籌備經過之回憶	蔡義本	91 -100
我在地球所的歲月	葉永田	101 -109
李院長的絕招和四年所長的甘與苦	李太楓	110 -115
地球所的古生代	鄧大量	116 -134
一個好的開始。。	吳大銘	135 -140
憶中研院地球所地化組成立經過	謝越寧	141 -150
旁觀者清 - 訪台一年的觀感	翁玉林	151 -156
從 CHART 到 BATS：臺灣地區寬頻地震網的 早期歷程	陳望平	157 -163
緣起緣滅：憶在地球所的日子	高弘	164 -166
中研院地球所三十週年紀念	馬國鳳	167
回想數碼- 102077	劉忠智	168 -172
那年我們一起觀測地震	王錦華	173 -180
九二一集集大地震後野外工作紀要	王錦華	181 -191
地球所強震觀測與研究	邱宏智、劉文相	192 -200
地球所的境外地震觀測紀實	黃柏壽、劉忠智、黃文紀	201 -207
計算地震學在地球所的成長	趙里	208 -213
本所測地學發展沿革	余水倍	214 -216
我的工作：三個地震活斷層	李建成	217 -223
在地球所的日子	汪中和	224 -227
海底地震儀計劃第一個十年	郭本垣	228 -231
球所資料管理中心回顧	梁文宗	232 -235
Paris - Taipei Express (巴黎—台北特快車)	Frédéric Deschamps (戴夏飛)	236 -246
我在地球所的研究：以落塵放射核種作示蹤劑 探討地表過程	扈治安	247 -255
放射性同位素地球化學實驗室沿革	沈君山	256 -261
三十年前的地震定位	劉學榆	262
百聞不如一見—2012 年 Open house 參觀 地球所心得	林佑柔	263
編輯感言	陳麗美	264

國科會地震專案小組

游世高*

國科會地震研究中心

民國 60 年 9 月國科會設立「地震專案小組」，結合國內外地震專家共同推動工作，國內由中山科學研究院游世高博士為小組組長，計有研究、技術支援人員約 30 人，其中研究人員 15 人，多為中央大學地物所畢業之優秀碩士。雖然工作待遇並不好，但每個研究人員都很樂意從事，其主要原因是專案經費充足、可充實最新儀器設備又有長遠計劃，可以學到專業知識及經驗，還有機會到國外進修。

國外由南加大鄧大量博士為召集人，有專家吳大銘、蔡義本及李泮鑑博士等協力相助。辦公室設於台大海洋所右側，小組首要工作為新式儀器之擴充，及全國地震站之增建與改善，建立地震記錄及資訊處理中心，從事地震資料之處理分析與儲存。經由地震雜訊背景之測量比較，選定全台測站 20 餘處，利用有線載波及無線轉波，傳送各站地震資訊到設立於台大內之地震記錄及資訊處理中心。



圖一、地震雜訊背景之測量，左為葉義雄先生，右為姚大湘先生。

從民國 60 年至 62 年中各項研究工作，深受國內重要輿論之肯定，中央、聯合、中時等大報競相報導。聯合報 62 年 1 月 21 日之一則新聞寫著：「地震測站網積極興建中，專家研訂防護規範，防範未然、避凶趨吉：在尼加拉瓜大地震發生的前後，國內已積極展開設置地震測站網與測錄活動斷層的工作，並已研訂一套「地震發生時之防

*國科會地震專案小組、本院物理所地震組主任(1971.9-1973.5)

護規範」，以防範未然。由於尼加拉瓜與台灣同在環太平洋地震帶上，國內地震研究中心召集人游世高博士，及自美回國參加工作的鄧大量博士督導興建震測設施，計分中心三向筒式記錄儀、加速度強震儀、及攜帶式地震儀的流動性測站等，以建立環島性的地震網 …。」

中美地震科學研討會

由於研發進展快速，中華民國國科會(NSC)及美國科學基金會(NSF)協商同意在民國 62 年 5 月 28 日到 5 月 29 日，於台北舉辦「中美地震科學研討會」。美方由加州理工學院亞倫教授(Prof. Clarence R. Allen)為首席代表，參加者計有知名教授九名，中方則由地震專案小組組長游世高博士為首席代表，參加之專家學者及觀察員計三十餘人，發表論文計二十餘篇。會議十分成功，除論文發表、專題討論外，並於 5 月 30 日到 6 月 2 日，參訪台東縱谷野外地質調查旅行與花蓮地震站，並有與會專家聯誼活動。論文發表者及題目陳述如次：

1. 吳大銘(F. T. Wu): Seismotectonics of Taiwan and Philippine Sea plate
2. 徐明同(M. T. Hsu): Seismicity and Tectonics of Taiwan-Luzon
3. 畢慶昌(C. C. Biq): Kinematic pattern of Taiwan as an example of actual continent-arc
4. 戴克(R. W. Decker): Volcanic earthquakes
5. 亞倫(C. R. Allen): Seismicity of southern California and the estimation of seismic hazard
6. 麥艾維里(T. McEvelly): Some results of 12 years operation of a large aperture seismographic station network
7. 游世高(S. K. Yiu): Introduction to the facilities and research activities of Chinese Earthquake Research Center
8. 伊頓(J. P. Eaton): Micro-earthquake mapping of faults in Central California
9. 熊雲崑(Y. M. Hsiung): Earthquakes in Taiwan from December, 1972 to April, 1973
10. 奧立弗(J. Oliver): Recent studies of spatial and temporal patterns of seismicity and their relation to earthquake prediction
11. 鄧大量(T. L. Teng): Techniques of micro-earthquake research in the Los Angeles basin area
12. 楊紀平(J. P. Yang): Earthquake activity in the Chiayi-Taiwan area
13. 費契(T. Fitch): Ground movements before and after large earthquakes
14. 潘玉生(Y. S. Pan): The seismic refraction survey in the Western part of Taiwan

15. 唐治平(J. P. Tang): Proposal of earthquake engineering research in Taiwan
16. 赫德遜(D. E. Hudson): Measurements of destructive earthquake ground motions
17. 蔡義本(Y. B. Tsai): Interpretation of the strong-motion earthquake accelerograms using a moving dislocation model
18. 葉永田(Y. T. Yeh): Earthquake activity in the vicinity of Juisui
19. 葉義雄(Y. H. Yeh): Earthquake activity in the Hualien-Fenglin area



圖二、國科會主委吳大猷博士介紹雙方首席代表。

會後舉行野外地質及測震站之考察。5月30日由台北搭華航CAL201班機，由台北到花蓮，然後搭巴士到玉里和瑞穗，考察地震斷層和地質構造，晚上回到花蓮。5月31日由花蓮搭巴士，穿過東西橫貫公路，考察沿途之主要地質構造，夜宿梨山。6月1日離開梨山，搭乘巴士到台中，再由台中搭乘火車北上台北。

6月2日上午舉行討論會（亞倫和游世高二人主持），並完全總結報告，提供國科會參考。下午與會貴賓參觀故宮博物院，完成全部會程。

「中美地震科學研討會」除對台灣地震研究風氣及研究水準具昇華作用外，實用上亦有顯著貢獻。花蓮瑞穗大橋因建於活動斷層上，地震後斷裂，經地震專案小組重選安定地址重建，迄今安然無恙。

各項活動及成果，對當時國內唯一地球物理研究之學府—中央大學師生所受鼓舞頗多，學生之進修意向及工作出路也因而顯著提升。往後在日本東京舉行之美日地球科學研討會，邀請多國專家參加，游博士以地震專家名義應邀代表台灣與會。



圖三、地震專案小組重要幹部與美方伊頓教授合影(由左至右：葉義雄、楊紀平、游世高、伊頓教授、葉永田、電子工程師羅春木及熊雲嶺，其中雙葉、楊、羅日後均取得博士學位令人欣慰)。



圖四、與會專家參訪花蓮地震站。



圖五、現場勘測花蓮瑞穗大橋斷裂情形(游世高與葉義雄)。

游世高

地球所籌備經過之回憶

蔡義本*

“三十而立”，欣見地球所成立三十年來，在全體同仁努力投入奉獻下，已發展成宛如一個體格健壯，心智敏銳的大人。趁此時機回顧一下當年設所籌備經過，一方面當作歡慶獻禮，一方面緬懷許多為設所奉獻心力的同仁與先輩，堪稱別有意義。

地球所之設立，緣起於國科會地震研究專案小組。有關該小組之典故，鄧大量院士、吳大銘及游世高教授等已有詳實敘述。惟由該小組導致地球所之設立，曾經歷一番波折，可謂偶然，也是必然，值得略作補充。

說此事偶然，乃是基於當初「四人幫」所提出的臺灣地震研究計畫，並無成立新研究單位之構想（見鄧文）。然而地震小組一旦啟動，立即面臨人員編制及長期經費來源的問題。此乃因該小組係以臨時任務編組方式暫寄國科會之下，而國科會又是一個科技行政機構，本身不能有常設研究單位之故。此外，吳大猷先生對中研院地球科學領域之發展，原已懷有宏遠構想（見吳文）。是以由地震小組轉化為正式研究單位，便成為勢所必然。

以下謹就記憶所及，對地球所之命名及籌備經過做一概述。相關具體細節可參考吳大猷院長在民國 63 年 9 月 1 日於東方雜誌復刊第八卷第三期發表之文章，及本紀念專刊整理出來之地球所發展沿革(1969-1982.7)。

一、地球所之命名

俗語說“名正言順”，套用於地球所之命名，或可改為“名正研順”。此事至關重要，因為地球所之名稱將具體規範它未來研究領域之發展。

地震小組轉化為正式研究單位的第一步，是在 1973 年 4 月改隸為中研院物理所地震組。但它依然是臨時編組，同仁們改為中研院約雇人員，經費則仍由國科會專案補助。自此以後，直到 1976 年 7 月 1 日地球所籌備處成立，可以說是決定地球所命運的關鍵時期，因為如有任何差錯，地震組將面臨隨時裁撤的結局。

由地震組轉化為地球所，下一步涉及兩件大事，雙軌同時進行。其一是設所行政程序的啟動，以樹立地球所的骨架；其二是地震組研究計畫的積極推動，以生長地球所的血肉。關於後者容後再述，在此先就前者略予說明。

*本所第一任所長

正式設立地球所之行政程序肇始於 1974 年 7 月召開的第十一次中研院院士會議。首先由朱汝瑾、高去尋、曹安邦、汪厥明、潘貫、王兆振、王世中及吳大猷等八位國內外院士連署提議以物理所的大氣物理組及地震組為基礎，成立「環境與大地科學研究所」。會中李濟院士指出“環境”一詞，有被誤解為與社會環境有關的可能，原提議者同意此點，謂對該研究所命名，無何成見，並提出「自然環境科學研究所」之名稱，以供考慮。經院士會議討論後，全體通過原提案之原則，請院長按法定程序辦理之。該項程序包括將本案提請院評議會審議，研定名稱，通過後呈請總統府核准等步驟。

此案隨後提請於 1974 年 12 月 28 日召開之中研院評議會審議。會中由吳大猷先生及本人提出詳細說明，並與出席會議之評議員們討論。最後評議會決議“設立此項研究所，並定名為「地球科學研究所」，先設籌備處”。值得一提的是針對此項研究所的名稱，與會者曾進行廣泛討論。會中曾有「地質」、「地震」、「自然環境」、「地球科學」、「大地科學」等提議，涵蓋領域從很專門的「地震」到極寬廣的「自然環境」都有。後來，其中前三種由原建議人撤回，只剩後二種，經舉手表決，大多數贊成定名為「地球科學研究所」。

本案最後一道程序是呈報總統府核准。其間涉及正式員額編制及經費預算編列等具體事項，需與行政院折衝。最後獲准於 1976 年 7 月 1 日成立「地球科學研究所籌備處」。

二、地震組業務之推展

與設所行政程序同步進行的另一件大事是地震組業務之積極推展。同仁們都深刻體認到務必在極短期間內做出亮麗的研究成績，一則為爭取設所行政程序提供有利依據，二則可證明地震組不但有存在價值，而且具備足以擔當設所任務的條件。在設所籌備處成立以前的三年間，有幾件事值得一提。

- 1、完成環島遙記式地震網(TTSN)的建置。這項由地震小組開始的計畫，在二年內完成全部測站的建置，並將觀測結果自 1973 年 1 月起每三個月定期編印成「臺灣地震紀錄」，一直持續到 1991 年 TTSN 併入中央氣象局地震網(CWBSN)為止。利用 TTSN 記錄可靠定位出來的地震活動分佈狀態，從 1975 年起陸續釐清了臺灣地區板塊構造輪廓，對研究本區的造山運動、火山及地震活動、乃至於區域地質提供了基本架構。
- 2、利用十部可攜型地震儀 (Sprengnether MEQ-800)，針對活動斷層進行有系統的微震活動調查。另外接受經建單位委託進行重大工址地震安全度評估，包括瑞穗大橋重建、曾文和德基水庫大壩，以及南、北部核能電廠等重大工程場址。

- 3、為因應石油危機，開發本土能源，接受礦研所及中油探勘處委託，進行大屯山及土場等地熱區之微震活動調查，作為評估地熱潛能之參考。在全台各地自由場及結構物設置 SMA-1 強震儀，蒐集本土強震資料，供作工程耐震設計之應用。
- 4、與美國地質調查所(USGS)合作，於 1976 年 2 月在台北中和附近完成設置 TATO (Taiwan, Taipei Observatory) 地震研究站 (SRO, Seismic Research Observatory)。這個地震站包括設在深達 100 公尺大口徑井孔中性能先進的三分量長、短週期地震儀，並有一套遙記式數位記錄系統及光學記錄系統。此項設備使臺灣與全球地震觀測接軌，提昇國際能見度。它也受到美方重視，美國駐華大使安克志先生及駐台協防司令史奈德中將曾於 1975 年 4 月聯袂蒞臨參訪地震組，由錢思亮院長及台大閻振興校長接待。
- 5、前棟地球科學研究大樓(位於台大校區內)的興建。地震組原借用台灣大學海洋研究所一間研究室及圖書室部分空間做為研究及儀器整備空間。為長久之計，乃於 1973 年下半年在海研所旁邊空地興建一棟二層樓建築物。不料剛開工不久，即爆發石油危機，導致鋼筋、水泥價格暴漲，貨源短缺。建築經費雖有政府緊急額外補貼，承包商仍然叫苦不堪，幾度表示要停工。後經建築師多方勸說，本人也極力懇求並在情急之下，私自給予兩個月的客座專家津貼，才勉強避免停工，該大樓終於在 1975 年 1 月完工啟用。每當想起這段過程，仍然餘悸猶存，因為大樓興建工程一旦停擺，必對地球所的發展平添無法預測的變數。
- 6、舉辦「台灣區域地質」系列專題演講，固定於每週一晚間七時至九時，地點就在剛完工啟用的新大樓二樓圖書室。此系列演講敦請國內地質、地球物理及礦業專家、學者，就各自專精領域演講。這項活動自 1975 年 10 月 6 日由孟昭彝先生開始第一場，至 1976 年 5 月 10 日由馮大宗先生主講最後一場，前後共舉辦 22 場 (其他講者尚包括畢慶昌、徐鐵良、邱華燈、詹新甫、顏滄波、譚立平、王超翔、王源、張石角、何春蓀、阮維周、黃春江、羅煥記、林朝榮、陳肇夏、陳汝勤、王執明、潘玉生、王鑫、徐明同等先生、教授)。這些演講對外開放，因此聽眾除地震組同仁之外，常有大學部及研究所學生，也有地質界及工程界的專業人士。每場演講都留有提問及討論時間，有助於促進國內研究及實務人員之間的意見交換。由於親自主持並聆聽每場演講，使我在短期內增進不少對台灣地質的瞭解，對一個非地質出身的我而言，真是一場畢生難忘的知識饗宴。此一系系列演講更對日後設所籌備工作在無形中發揮了極大助益。

以上各項業務在地震組同仁，夙夜匪懈、同心協力下都能取得成果或進展，並及時彙整成書面資料，做為向院士會議、評議會及總統府爭取設所的主要依據。

三、 地球所籌備處之成立

1976年7月1日地球所籌備處正式成立。從此同仁們得以納入編制，人事及業務費也列入中研院年度預算，加上研究大樓已建成啟用，研究經費則以計畫方式向國科會申請，另外也接受經建單位委託辦理專案研究。以上這些因素使地球所籌備處的運作很快步上正軌。

然而以設立地球所的目標而言，真正的挑戰才剛開始，因為要以區區地震組為基礎發展成為名符其實的地球所，談何容易。不過木已成舟，還是要勇往直前的走出去。以下就地球所研究領域之選擇、研究人員陣容之建立、額外資源之運用，以及學術研討會之舉辦等方面，略作回顧。

四、 研究領域的選擇

為集思廣益對地球所研究領域進行最適切的選擇，首先呈請院長敦聘國內外資深地科領域的專家、學者及相關單位主管為設所諮詢委員，由吳大猷先生擔任主任委員，其他諮詢委員有阮維周院士、王唯農先生(中研院物理所所長)、王源先生(台大地質所所長)、顏滄波先生(中大地物所所長)、亢玉瑾先生(台大大氣所所長)、孟昭彝先生(中油總地質師)、陳汝勤先生(台大海研所所長)、茅聲燾先生(台大土木所所長)、鄧大量先生(美南加大教授)、吳大銘先生(美紐約州立大學教授)及本人等。1979年7月增聘林爾康先生(中研院物理所所長)、張錫齡先生(中油台灣油礦探勘總處總處長)、馮大宗先生(工研院礦業研究所所長)及徐鐵良先生(經濟部中央地質調查所所長)；其中尤以鄧大量及吳大銘先生自始竭誠相助，對地球所籌備方向之掌握，發揮中流砥柱之功。此外，陳汝勤教授慨允暫借台大海研所空間，使地震小組有立足之地，真如雪中送炭，令同仁感念至深。

「設所諮詢委員」會每半年定期召開會議，對地球所研究領域之選擇及進展，提供批評及指導；並審查研究人員之聘用及升等。在進行個別領域的選擇之前，各委員即對下述大原則先有共識：地球所以發展可增補國內較欠缺或引進新的地球科學領域為主。例如在國內已有極佳發展之地質或海洋科學即無需在地上所重複發展。

接下來即面臨如何以地震組為基礎選擇若干領域，推動發展。環視當時國際地球科學界對全球板塊構造研究之蓬勃發展，再衡以依 TTSN 觀測所得之地震活動資料，已初步描繪出台灣地區板塊構造輪廓，咸認為以發展可增進吾人對台灣地區板塊構造運動瞭解之相關地球科學領域最具前景。

而我當時正好也在台大地質及物理系開一門「地球物理導論」課程，採用 George

D. Garland 所著「Introduction to Geophysics – Mantle, Core and Crust」一書作為課本。其中章節除了地震學領域之外，還包括重力、地磁、古地磁、地熱流、放射性同位素定年等領域，正好可當作選擇地球所未來可發展的研究領域的極佳參考。這些除了地熱流研究需要投入較大人力、物力，且已有礦研所及中油探勘處在進行外，其他都列為地球所在籌備階段要積極發展的領域。

值得一提的是，另外又增加了測地學和同位素地球化學的研究領域。關於前者的發展經過，請參閱余水倍教授之大作；而後者的發展經過，則有謝越寧教授及沈君山博士做了很詳細的敘述。

五、 研究人員陣容之成長

研究人員陣容的良窳將決定地球所能否成為台灣地球科學研究重鎮，進而在國際舞台上占有一席之地。為從地震組有限的規模擴展成為名符其實的地球所，當時對研究人員之進用，採取內升和外聘雙軌並行的做法。

在內升方面，主要以改制前具碩士資格的優秀助理研究員為對象，以在職進修(前兩年留職留薪，後兩年留職停薪)方式，使他們能安心的在國內外大學進修，取得具有獨立研究能力的博士學位，返所後升任副研究員。在地球所六年籌備期間，透過這個管道獲得內升的同仁，後來在地震、重力、地磁、古地磁、測地學，乃至於同位素地球化學等領域之發展都做出卓越貢獻。

為增強地球所研究人員陣容而採取的另一個管道則是外聘。鎖定對象為具有博士學位，且在相關領域已有優良研究表現或潛能的學者。他們有的是自我推薦、由設所諮詢委員推薦、或由所內同仁主動徵詢。由這一管道加入本所研究人員陣容的同仁，不只自身在所內發揮研究能量，更透過到所任職前既有的國際人脈，為地球所拓展國際合作研究活動帶來巨大功效。

透過前述兩個管道，在六年籌備階段，使地球所研究人員陣容脫胎換骨，出現了嶄新面貌，進而在所選擇的研究領域獲得快速、健康的發展，為正式成所奠定了堅實基礎。

六、 額外資源之運用

地球所籌備處成立之後，長期發展研究所需之員額及經費即有固定來源。然而對建立大型實驗室或購置野外觀測所需之貴重儀器設備，則需依賴額外資源。地球所籌備處在這方面堪稱得道多助，對其初期發展助益極大。

首先，中研院在此期間正進行「五年發展計畫」。地球所籌備處趁機爭取到員額增加，並獲撥給增建位於台大校區的後棟研究大樓的建築費、以及設置「放射性同位素地化實驗室」和購置大型電腦等大筆經費。

同時又積極拓展國際合作研究計畫。特別值得一提的有四項。其一是 1979 年與鄧大量教授合作進行「台灣地震預測研究計畫」。在美國地質調查所大量經費補助下，購置了精密重力儀、磁力儀、水準儀、電子測距儀、以及水氫分析系統等貴重設備。這些儀器除用於執行本計畫相關項目外，後來更成為由地震組擴展到地球物理、測地學及同位素地球化學領域的主要資源。除了硬體設備，它也提供本所研究人員赴國外交流進修的管道。

其二是 1980 年開始與柏克萊加州大學的 Bruce Bolt 與 Joseph Penzien 教授合作進行「羅東大型強震儀陣列研究計畫」。此一計畫國內部分由本人和台大土木系的茅聲燾教授共同主持，經費則由美國國家科學基金會(NSF)和國科會補助。在此計畫下，除進行受國際矚目的強地動先進研究之外，更培養了多位優秀的台、美青年學者，在國內外強地動研究做出重要貢獻。

其三是透過法國巴黎第六大學的 Jacque Angelier 教授推動中法地球科學合作研究。在此計畫下，由我方選送多位優秀青年研究人員，透過 Angelier 教授的協助，赴法國各研究機構進修。Angelier 教授也多次親自帶領研究生到台灣進行講學及野外調查。這些活動為我國培養了一批優秀的青年地科學者，分別在地球所及國內其他地球科學教學研究單位服務，為持續推動台法地科合作研究，扮演重要角色。

其四是與美國 Steve Roecker 教授合作，利用 TTSN 資料進行台灣地殼及上部地函構造之反演研究。他是 Peter Molnar 教授來台訪問後特別推薦的美方合作對象。他的積極投入和熱誠待人，使本所同仁獲益良多。

七、學術研討會之舉辦

為促進研究發展及營造學術風氣，地球所籌備處除經常舉辦專題演講或小型討論會外，也主辦或合辦多次正式學術研討會，邀請國內外專家、學者參加，其中有四次值得在此一提。

- 1、台灣工程基礎研討會：本次研討會於 1977 年 12 月由地球所籌備處與內政部營建司共同主辦，敦請行政院徐慶鐘副院長致開幕詞，李國鼎政務委員致貴賓詞，共有工程界及建築界專業人士三百餘人參加，主旨有三：(1) 以台灣工程基礎與山坡地開發所遭遇的災害實例，說明工程環境問題之所在。(2) 研討工程地

點的自然環境因素在土地利用規劃及工程設計上的重要性。(3) 針對台灣的工程基礎環境問題，研提技術改進及法規修訂的對策，以提高工程安全與生活環境的品質。

此次研討會另外兩項重要成果，是促成內政部山坡地開發工程基礎設計法規之研訂，及「中華民國工程環境學會」的成立。

- 2、台灣區域地球物理研討會：為慶祝中央研究院成立五十週年，地球所籌備處特別於 1978 年 6 月舉辦「台灣區域地球物理研討會」，由錢思亮院長致開幕詞，共有地球科學界八十餘人參加，另有研究生數十人聽講。會中分別由顏滄波、盧世民、潘玉生、黃武良、王源等教授及本人主講台灣地區陸上及海域地球物理研究與探勘、地震活動及上部地函岩石學研究、以及板塊構造之研討等專題。最後由阮維周院士主持綜合討論。與會者咸建議將研討會內容編輯成專集，並促請中油探勘處儘量開放台灣地區地球物理探勘資料，供學術界使用，促進產學交流。
- 3、強震儀陣列專題研討會：此次研討會於 1981 年 9 月舉辦，由台美雙方計畫主持人共同召集，邀請國內外地震及地震工程專家、學者參加，由國科會張明哲主任委員致開幕詞。會中首先介紹並實地參觀羅東強震儀陣列，接著對已收到 12 次地震的記錄資料分析結果進行研討，最後對強震儀陣列資料未來的研究及應用發展方向進行綜合討論。該項研究計畫為台美斷交後，由雙方政府所資助的大型合作計畫之一，因此除專家、學者間之學術互動外，也對促進台美雙方繼續進行科技合作研究有所裨益。
- 4、同位素地質研討會：地球所籌備處成立後，在多位旅外學人熱心建議下，選擇了同位素地球化學為研究發展重點。首先於 1980 年設立穩定同位素地球化學實驗室。為加速本所在這方面的發展步驟及提高研究水準，乃於 1982 年 7 月盛大舉辦「同位素地質研討會」，邀請國內外專家學者參加，其中包括國際知名的 Samuel Epstein、Gerald Wasserburg、謝越寧、李太楓、江博明等教授。會中首先由國內資深地質學者有系統的介紹台灣地質與其待解的問題，接著由國外學者介紹同位素地球化學的基本原理及最新研究趨勢，另由國內同仁報告穩定同位素地化研究的初步成果。最後由 Epstein 及 Wasserburg 教授綜合會中研討結果，提出台灣同位素地質研究方向的書面建議，對日後發展影響深遠。

八、地球所正式成立

地球所經過六年積極籌備，其成績終於在 1982 年初召開的第十二次設所諮詢委員會議中，獲得與會全體委員的肯定，一致認為籌備處現有研究人員陣容，實驗室房舍、

儀器及圖書設備、以及研究成果等方面，均已達到相當規模與水準，具備了正式成所條件。為便於在今後發展過程中，能羅致更多研究人才，進一步提昇學術水準，咸認為有早日正式成所之必要。乃建議本院准予近期內正式成所，同時確認本所正式成立後的主要發展目標為：

- 1、建立台灣地區地震、重力、地磁、古地磁、地殼運動、同位素地球化學等方面之完整基本觀測資料，並深入分析研究，以增進吾人對臺灣地質環境之瞭解。
- 2、配合經建需要，積極進行地震防災之觀測與研究。並協助有關機關進行國內外水資源、礦產及能源資源之調查與探勘。
- 3、推展與國外相關學術機構之聯繫合作，以提高我國在國際地球科學界之聲譽與地位。
- 4、積極推動與台大及其他大學院校相關研究所之合作，並儘可能提供研究設備給各校研究生進行學位論文之研究，協助造就地球科學人才。

該建議案隨後經院務會議通過。接著提請在 1982 年 6 月 11 日召開的院評議會議審議通過。最後報請總統府核准，於 1982 年 8 月 1 日正式成立，本人及葉永田教授獲任命為正、副所長。是年 12 月本所地震研究團隊六人獲頒行政院傑出科技人才獎，也算是送給地球所正式成立的一大賀禮。

九、扶助地球所成長的貴人

地球所籌備工作得以在六年間從地震組有限的基礎順利推展，除了前述同仁們的努力之外，也得力於許多所外人士幕前或幕後的愛護與協助，他們堪稱扶助地球所成長的貴人。由於篇幅有限，無法一一列舉，謹在此特別追述其中數位的事蹟。

首先是吳大猷先生。他從地震研究專案小組到中研院物理所地震組、地球所籌備處，以至地球所正式成立，一路引導提攜。沒有他，就不可能有地球所。他對台灣科學發展的貢獻，深獲國人讚譽與景仰。在地球科學方面，他不但促成地球所的誕生，早前也促成台大海洋研究所之設立及台灣第一艘海洋研究船「九連號」的啟航。我謹以「高瞻遠矚，引領科學，心繫地球，促成吾所」頌辭聊表內心對這位科學巨人的崇敬與懷念。

其次是王紀五先生。鄧院士對他已有很貼切的追念，他是吳大猷先生最得力助手，尤其在艱難中想盡辦法維護我國在國際科學界的地位，更是鞠躬盡瘁，功績永垂。對地球所而言，他在當時法規及觀念諸多限制之下，化解對外發展合作研究的瓶頸，令

我感念至深。猶記得在美國卡特總統宣布台美斷交當天上午，我們正和 Joseph Penzien 教授在國科會開會討論羅東計畫。他在獲知斷交消息之後，立即沉痛宣佈停止會議。其忠誠愛國情操表露無疑，令我印象深刻。

其三是馮大宗所長，當年他曾不計成本指示礦研所鑽井隊為 TATO/SRO 觀測站鑽鑿高規格、大孔徑的乾井，使儀器安裝得以順利完成。他更割愛同意該所最優秀的地質研究人才轉來地球所服務，對地球所幫助極大。

在國外人士方面，首先要提到在美國地質調查所服務的地震學者李泮鑑博士。他自地震研究專案小組開始，即對 TTSN 地震網之建置及運轉傾全力給予指導，並提供 HYPO71 電腦軟體充當地震定位之用。他更親自攜帶十部剛問世的 MEQ-800 可攜型地震儀來台示範野外觀測作業。他對電子室同仁的指導協助，使地震組的研究工作得以順利起步，令人感佩不已。他後來對中央氣象局強震觀測系統之建置，貢獻極大。該系統在 921 集集大地震中所收集到的強震記錄資料使國內外地震學界及地震工程學界受益匪淺。

其次，要提到在美國國家科學基金會(NSF)服務的劉師琦博士。他以地震工程專家的身分，運用 NSF 的資源，首先補助多位美國地震及地震工程界資深學者來台參加 1973 年的台美地震科學研討會，以行動對台灣地震研究計畫給予肯定和鼓勵。其次他也是促成台美合作「羅東強震儀陣列研究計畫」的幕後推手。他後來對推動「國家地震工程研究中心」的設立及發展也有重大貢獻。

另一位對地球所籌備工作很有幫助的是 Jack Evernden 博士。他早年從事放射性同位素定年研究，後來轉入地震研究，先在美國國防部服務，我在返台服務之前數年因工作關係與他熟識。他在 1970 年代末期轉到美國地質調查所服務，主持大型地震預測研究計畫。趁此時機，我和鄧教授研擬前述之「台灣地震預測研究計畫」，向他申請而獲准執行。透過該計畫所購置的多項貴重儀器及人才培養，嘉惠地球所發展，延續至今。

十、道別的時候到了

其後三年中，地球所同仁們除了繼續在研究工作上向前衝刺，將部份研究成果集中發表於「中央研究院地球學研究所集刊」上。同時也在規章制度的建置方面逐步踏上正軌。此時我深感階段性任務既已完成，該是說再見，以便自我再進修充電的時候了。又顧及兒女剛進入青少年時期，需要特別關照。乃於 1985 年 7 月向吳大猷院長呈請辭職獲准，所務由葉永田副所長代理。

我在 1985 年 8 月 1 日向多年為設所並肩打拼的同仁們，以滿懷感激與十分不捨的心情說了再見。

十一、感恩的話

台灣及其鄰近海域，面積雖不大，卻存在著兩個板塊隱沒帶及一個弧陸碰撞帶。活力充沛的板塊構造運動，創造了美麗寶島，蘊藏了豐富的地熱能源，卻也帶來頻繁的地震活動。地球所在如此奇特的地質背景下，從滿懷理想與熱忱的地震專案小組起步，歷經長達十餘年的醞釀與籌備，在眾多同仁與前輩無私的奉獻下，終於獲准正式成立，可謂得來不易。

嗣經最近三十年的銳意經營發展，地球所無論在研究環境或研究活動方面，皆已卓然有成。瞻望未來，面對全球變遷的衝擊，地球所更加任重道遠，深盼後繼同仁，都能承先啟後，不斷為增進人類對地球的關懷與瞭解而努力不懈。

我以有機會為地球所之成立，付出心力而感到至高榮幸。回首多年籌備經過，一路受到許多人的指導、支持與協助，方得達成任務。除上文提到的人士之外，我特別藉此向以下人士敬表個人衷心的緬懷與感恩：

- 1、長官：錢思亮、吳大猷、閻振興、李國鼎、蔣彥士、徐賢修、張明哲、高化臣、王唯農、林爾康等先生。
- 2、設所諮詢委員、國內外眾多資深學者、專家、國科會自然處處長及姚大湘研究員等。
- 3、所內全體同仁及他們的家人，尤其是電子室及行政室的同仁。

最後感謝陳麗美小姐為本文蒐集相關資料及繕打文字檔。

蔡義本

2012.8

我在地球所的歲月

葉永田*

地球科學研究所正式成立已經三十年了，趙所長希望我能寫下一些過去的發展狀況作為紀念。答應了這個任務之後，如何表達卻一直困擾著我。雖然我曾經負責地球所的行政事務八年，不過在地球所的歲月最重要的部份，也是最讓我懷念的還是早期和同仁一起奮鬥的開創期。地球所的開創與主要發展是在吳大猷故院長、鄧大量院士、吳大銘教授、李泮鑑博士、游世高教授、和蔡義本前所長等人的策畫與推動完成的，因而，比較正式的地球所發展史，他們一定有精闢的描述，我就從較基層的方向來談談地球所的過去，這樣也許可以給現在的同仁知道比較完整的「過去的地球所」。

地球所真正的年紀至少是四十一歲。它在 1971 年 9 月 29 日正式誕生，它幼時名為「地震專案小組」，隸屬於行政院國家科學委員會自然組(若干年後才稱為自然處)，由游世高先生主持。地震專案小組緣起於旅美學人鄧大量向時任國科會主任委員的吳大猷先生提出的地震研究計畫，其他參與計畫的主要人員尚有吳大銘、蔡義本、李泮鑑，以及當時已回到國內任職的游世高(葉義雄和我在中央大學的指導教授)。地震專案小組最早的辦公場所是在寧波西街的「國家長期科學發展委員會(長科會)」舊會址，後來借駐於台灣大學海洋研究所，並於 1975 年搬到海洋研究所旁的自建館舍(改隸於中央研究院，於物理研究所成立地震組；1976 年成立地球科學研究所籌備處；1982 年成立地球科學研究所)，最後於 1993 年遷至院本部現址。

地震專案小組成立之初的成員除了本人之外，還有葉義雄(在專案小組正式成立之前，他已經和吳大銘教授及姚大湘先生一起在台灣各地挑選地震觀測站候選場址了)、程祥和、羅久蓉，以及在地震小組正式成立之前，已經赴南加州大學習地震儀器及設置地震觀測網事宜的羅春木。這個時期，我、葉義雄、和姚大湘先生的主要任務是，在全台灣地區尋找適合(背景地動小)的「遙記式地震觀測網站」。當時使用的地震儀系統是 MEQ800 煙燻式滾筒記錄器和 L4C 感震器，我們都練就了很好的為滾筒記錄紙燻煙和上漆的本事，葉義雄的本事更是一流。

因為測試地點都在荒郊野外，而且觀測時間至少是半天以上，因此我們經常是就地等待。記憶猶新的是，花蓮鳳林某處的竹林和澎湖的林投公園，前者的蚊子特別厲害，即使是很厚的卡其衣褲照樣穿透，被叮處奇癢無比難以忍受，抓揉後則變成大片

***代理所務 (1985.8~1987.7)**

本所所長 (1987.8~1993.7)

的紅腫，讓我終身難忘。在林投公園時我們則是找到一個乾淨的備用碉堡，三個大男人躺下來聊天，天南地北，雖然聊什麼已經不復記憶(不過，林投姐的故事肯定是有)，但那個場景則永遠留在我的腦海裡面。

我們的長官們原預計在地震觀測站選址告一段落之後，推薦葉義雄和我赴美進修地震學領域的博士學位(當時台灣地區還沒有學校提供地球物理或地震學博士學位)，雖然吳大猷主任委員和王唯農(自然組)組長以及游世高(地震專案小組)主任極力協助，卻由於地震專案小組是附設於國科會自然組的臨時單位，無法突破法令的限制而不能成行。游世高主任的本職在中山科學研究院而且相當忙碌，蔡義本主任回國前就由我協助主任處理地震專案小組的一般行政工作。地震專案小組的主要工作是地震觀測站網的選址和設置。由於運作上的需要，1973年地震專案小組改隸於中央研究院物理研究所，稱為地震組，當時的國科會主任委員和中央研究院物理所所長是吳大猷先生。

蔡義本先生回國主持地震組後沒多久時間，我因為同事(應該是楊紀平和廖鴻彬)進修的事在言語上冒犯了他，事後蔡先生就不指派特定的工作給我。有些同事(也是我的同學或學弟)雖然知道我出言不遜的原委，也自顧不暇而不敢替我緩頰。我是個個性主動的人，主任沒有指派特定工作給我，我就自己找工作或幫同事的忙。我記得非常清楚，蔡主任還公開稱讚我是個會主動工作的人(附記：很多年之後，仔細回想初次冒犯蔡義本先生的場景，蔡先生可能不明白我為什麼冒犯他)。在那一段時日裡，我感覺蔡主任對辦理葉義雄和我赴美進修學位的行政事務似乎並不積極。在我的記憶裡，我們進修的事務主要還是在游世高先生的奔走和王唯農(物理研究所)所長的幫助下完成的。

葉義雄和我都在1974年6月赴美進修，葉義雄到美國紐約州立大學賓漢頓校區，我到美國賓州州立大學(位在State College)的大學園(University Park)校區。在地球科學領域賓州州立大學還算是一個不錯的學校，我本來對有限單元法在地震學上的應用比較有興趣，但是國科會只提供二年的經費補助，所以我只好參加指導教授(Shelton A. Alexander)的研究計畫，從事以表面波頻散反演(大中國地區)地殼與上部地函速度構造的工作。我的學習與研究工作其實相當順利，成績也很好，不過我的指導教授卻是一位非常忙碌的人，在學期間他只找過我二次(一次見了面，另外一次留紙條)，我也很少去煩他，真有問題則去請教學長。我在賓州州立大學待了五年(第五年留職停薪)，很多的時間是在等研究資料。臨走前指導教授還希望我能留下來幫他多做些研究，我告訴他我是不能不回國的，由於蔡義本主任及院方的特許，我在學已經超過原先允許的時程了，這一點真的非常謝謝院方以及蔡義本先生的特許和體諒。

我在 1979 年 6 月回國，途中順道拜訪 UC Berkeley 的 Bruce Bolt 和南加州大學的鄧大量等二位教授，向他們請益並了解一些與 SMART-1 合作計畫以及地震觀測相關的事務。對我而言，回到國內後第一個最重要的事件，是把帶回來的電算機程式打出卡片，但這件事必須要借用行政院電子計算機中心的設備，而我帶回二卷錄在磁帶上的程式竟然花了二個月的時間(包括排班等待的時間)才完成打卡的作業。那個時期的地球所籌備處只有一部使用紙帶的迷你電算機，而且這部迷你電算機的主要工作是地震定位。除此之外，每一位研究人員每周只能分到二個小時的使用時間(包括打紙帶的時間)。此時，我的感覺有如從天堂掉到地獄，我根本沒有用過迷你電算機，而我帶回來的電腦程式也沒辦法在迷你電算機上使用。幸好，當時中央大學地物系(所)主任楊潔豪學長，讓我在地物系兼課並指導研究生，陳國誠和張樂生(現旅居澳洲)是我指導的第一屆碩士生，因而我早期的研究工作都是使用中央大學的電腦系統。在此，我要用一件事說明當時研究工作的困境：我在賓州州立大學的電腦終端機上只要敲「輸入」(enter 或 return) 鍵，立即(感覺好像不需要計算時間)就可以得到一條表面波頻散曲線的計算結果。同樣的事，在中央大學的電腦系統上計算了一個晚上還得不到結果。這個時期，我和同仁們的互動，除了和研究工作相關的事務之外，就是中午休憩時間在電子室(位於台大舊樓的地下室)的拱豬大賽，很特別的記憶是劉忠智是這個賽事的長勝者，而且也有經常都是失敗的人(不過記不得是誰)。我享受的不是拱豬大賽的輸贏，而是那種哈哈大笑的和樂氣氛，電子室的同仁們真像是我的兄弟。

1980 年地球所籌備處與柏克萊加州大學正式開始強震儀陣列的合作研究計畫，此計畫的代號是 **SMART 1 (Strong Motion ARray in Taiwan phase 1)**，中方的主持人為蔡義本主任和茅聲燾教授，美方的主持人是 Bruce Bolt 和 Joseph Penzien 教授。**SMART-1** 強震儀陣列設置在羅東，所有的設站工作與強震紀錄蒐集與處理的工作均由地球所籌備處負責，蔡義本主任指定我接替許明光先生(計畫的籌備階段是許先生負責的)負責該計畫的相關工作，電子室的工作同仁們在這個計畫裡扮演了極為重要的角色，我也經常和他們一起到羅東地區參與野外工作，我真正比較深入接觸並了解地震儀器就是由 **SMART-1** 計畫開始。1981 年 1 月，我帶著 **SMART-1** 蒐錄到的第一個規模較大的強震紀錄到柏克萊加州大學，在 Bolt 教授的指導下從事分析研究，在這裡我又再次體會到好的環境與設備的成效。大約三個月的時間，我完成了所有的計算工作，研究出該地震的震波輻射方向的轉變。Bolt 教授本來希望我寫完相關論文後才回國，當時我的反應和考慮應該是，我沒有辦法在短時間內完成英文的論文寫作，而且我很想家，於是我把結果交代清楚後立刻回國。研究論文後來由 Bolt 教授完成並發表，不過沒有如預期的發表在 Science 雜誌。這是我的第一個關於強地動的研究，而且我的研究方向也正式由表面波擴大並走入強地動的領域。

台灣早期的研究環境無法吸引留學國外的國人回來，地球所由地震觀測研究起家，當時國內的大學只有中央大學地球物理研究所培養相關領域的碩士，在這樣的情況下，蔡前所長願意回國主持這個研究計畫，真正令人敬佩。他在研究領域也有宏觀想法和做法，地球所在地震學和地球物理學研究的第一梯隊中高階人員，幾乎都是由他選派安排到國外進修養成的。此外，地球化學的研究也在他努力的推動下找到了合適的領導人。地球所從籌備處開始到正式成所的這段時間，我除了研究之外也盡力協助蔡先生處理行政工作，他非常信任我的能力也常採納我對的建議。地球所的第一部研究用電腦 Data General MV8000 super mini computer，就是在我的極力建議下編了 600 萬元預算買來的。以現在的情況來說，這好像不是一件了不起的事，可是 600 萬元在當時可不是一個小數目，要不是中央研究院受到政府的五年發展計畫支持，這事可能是辦不到的；而且當時蔡先生還有意等台灣自己發展的電腦呢。這部電腦發揮的功能我想劉忠智先生及其他人應該也有描述。購買這部電腦的過程還發生了一件有趣的事，因為經銷商精技公司的負責人姓葉，有人以為他是我的兄弟。

1983 年所長指派我到德國漢堡參加 IUGG 會議之前，先赴 Erlangen 參加一個小型研討會(當時，接待我的是 Prof. Diter Seidl)，會中討論位在 Erlangen 的 Streckeisen 寬頻地震儀網蒐錄的地震記錄，該地震儀的發明者 Wielandt 也親自拆解及說明地震儀的特點。我特別記得的是：如果 Streckeisen 寬頻地震儀安置偏離水平時，只會影響記錄的振幅而保持準確的相位(arrival time)。這次的研討會讓我這個菜鳥對地震儀和地震記錄有了進一步的認識，也對我往後的研究和支持相關研究的想法和觀念有很大的幫助。參加這次德國行的同仁們(包括蔡前所長)，頗有幾個鬧了一些有趣的笑話；我本來覺得很丟人而不敢說出來，直到蔡先生說出他的笑話後，大家就陸續的說出自己的，即使現在回想起來還是會笑出聲來。

蔡前所長就是在漢堡的 IUGG 會議期間告訴我，他回國後將建議錢故院長聘我為副所長。我當副所長的任務就是協助所長處理所務，當時地球所的研究發展基本上是所謂的「四人幫」(他們自己的稱呼)策劃的，其實在我當代理所長和所長的期間(1993 年 8 月卸任)，大體上也是這樣的。這個時期地球所的研究方向大致已經底定了，不過，高壓實驗室和寬頻地震網應該是在我擔負所務責任的期間策劃的。地球所在蔡前所長主持下，得到錢故院長和吳故院長及院方各級長官的極大信任，這對後來我擔負及推動所務有很大的幫助。蔡先生對所務和所內的人事非常了解，我因公赴美時大都會順道請益。

如前所述，我在擔負所務責任的時期，地球所的研究方向大致已經底定了。因而我的工作大部份是在建立人事升遷和預算分配制度(讓地球所進入準憲政時期，也許有

人不同意，因為我頗為強勢，哈)，以及爭取研究資源(我記得，在我卸任時地球所的預算規模是全院第二位，僅次於生醫所)。此時，我們建立了年度預算以研究組整合提出的編列方式，在我的記憶裡我們的相關研究經費相當寬裕(當然是包括計畫主持人從國科會爭取到的資助)，加上院方在法令範圍內給的彈性，我們的研究主持人，在研究經費的使用上有非常大的自主權；同時，我們也建立了人事升遷與聘任的公開化作業程序，讓同仁們知道比較明確的升遷與聘任標準，我要求沒有通過的人事升遷案，一定要給當事人一個合理且具體的理由，不能只告訴當事人經投票後他的案子沒有通過。一般而言，人事案會後我都會告訴當事人，會議對他大致的評論與意見，作為他未來研究方面的參考。

以下，我將簡單的描述我認為比較重要的所務事項(不一定是按照事情的先後)，其中的是非就請各自解讀了。

第一個事項和 TAO 學術期刊有關。地球所本來從 1981 年起每年出版一期所刊，真正的出版時間常有拖延。我認為這是個吃力但成效不彰的工作，曾經勸蔡先生放棄並另謀他法來表現地球所的研究成果，但是國內每個學術單位都是這種作法，蔡先生因而有些顧慮沒有同意。在我擔任所務後即著手作這件事。我們於 1988 年起將所刊併入地質學會會刊(每年出 4 期)，印刷費由所負擔，並以整合每年發表在學術期刊的論文之摘要代替原先出版的所刊(沿用原所刊名)，其間我也曾建議中央大學的學長們也這樣處理他們的所(系)刊，但他們有顧慮。這個作法成效仍然有限，基本上只包括台大地質系(所)和我們而已。這個事情就拖拖拉拉、步履蹣跚的進行著，一直到蔡清彥先生當氣象局局長及氣象學會會長時，事情有了轉機。他覺得氣象領域也有同樣的問題，於是我們連絡了幾位想法相近的人(包括大氣、地物、海洋領域) 討論，最後達成出版 TAO 的共識。TAO 及其全名是台大林和教授提議的。幾經波折，再由後來很多人的努力，TAO 終於有了今日的地位。

第二個事項是地球所的搬遷。地球所本來是打算在台大校園原地擴建的，當時台大校長是孫震先生，我和鄧大量院士與孫校長協調多次，原先得到肯定的答覆，後來卻又變卦，其中的曲折很難一語道盡。當時，和地球所一樣有擴建需要的還有生化所，連生化所的張所長(他是領台大薪水的合聘教授(研究員)；據了解當時生化所約有一半的研究人員是這種身份；另外的一半則是領研究院薪水的專任或合聘研究人員)也很生氣的告訴我，他們決定搬回南港。不過，一群高階的研究人員，包括所有的諮詢委員(但四人幫中有一位私下是支持搬回南港的)，都堅持無論台大開出什麼樣的苛刻條件，我們都要接受並留在台大校園。1989 年(或 1990 年)6 月的諮詢會議前，總辦事處鄔總處長給我最後通牒(據說地球所現址是以增建地球所的理由辦理徵收的)，我要求他再給

地球所一個月的時間來決定是否搬遷。諮詢會議後，主要參與增建事項的研究人員及諮詢委員，在台大地球所後棟二樓會議室展開辯論，會中只有我主張遷回南港(還有一位沒有公開支持的諮詢委員)。雙方的辯論頗為激烈，主張留下來的主要的理由是方便與台大合作以及交通方便，我的理由很簡單：地球所的合作對象不只是台大，多數的合作對象還在國外，當時南港的交通狀況雖然沒有台大地區好，但是可以接受(而且院方對搭乘計程車也採取寬鬆的態度)，更重要的是地球所雖在台大校園裡，卻得不到台大的電腦及其他研究支援，需要大型電腦資源的同仁必須到南港或其他地方(當時沒有很好的網路系統)。最後具有決定性的語言是：「某研究員說：因為所長住在南港，所以主張地球所遷回南港」。這段話讓我非常生氣，我提高音量(平常我說話的音量已經很高了，大家可以想像這個場面是什麼樣子)回答：「如果以地物領域的角度出發，我應該建議地球所遷往中央大學。我在中壢、台北之間通勤超過 30 年，若你認為這是我主張地球所遷回南港的原因，我可以立刻搬回中壢」。此刻，全場立時靜止，地球所遷回南港的案件終於落幕。其實，增建案的交涉協調過程，有些事是很難寫明白的。當時的李崇道副院長，為了生化所的增建案，也頗費一番心力，不過生化所最後還是遷回南港。平心而論，我們不能責怪台大，雙方各有立場是很合理的。

第三個事項是與某兩位研究員的聘任案有關。這個事項本來應該沒什麼，不過後來諸多不實傳言頗讓我困擾。我想利用這個機會說明事實，同時也讓同仁們知道我是怎麼運作聘審制度的。在任所長之前，我也曾聽說這兩位人士與他人相處的情況，不過我和他們接觸的經驗和聽聞的有些差異。先說那位特聘研究員的事情：做為所長，我當然希望提高地球所的學術地位。我常想、也說：地球所的任何一個領域有好的成就，我都可以共享其榮耀。在任所長的初期，我曾試著邀他到所裡任職，他的回答簡單乾脆：我回來能作什麼。也對，我想如果大環境不能配合，在國外很有成就的人，回來立刻受害。那時很多旅外學人不願意回來，不就是有這個顧慮嗎？後來，中央研究院在吳故院長的領導下，研究環境大有改善，同時地球所的同仁們也持續努力，有了不錯的成就，塑造了可以吸引人的研究氛圍。這時，我們的諮詢委員會，經過討論後出面邀他回國任職，按照中央研究院的法規，這事所長只是配合辦理相關事項及告知所務會議成員。我曾向鄧院士抱怨對我不好的傳言，鄧院士說：這不關你的事，他是諮詢委員會邀請回來的。

再談另一位研究員的事。很多人以為他是我的親戚或老朋友，其實我是 1980 年以後在地球所認識他的，我對他的印象非常好，因為他每次回來都會親自到地化實驗室，吹玻璃管協助製作真空系統，這與其他人很不同。經過一段時間的認識與接觸，好印象一直留在我的心裡。有傳言說他是 *slave driver*，為此，我特別去請教地球所裡二位曾是他學生的同仁，問他們這位待聘研究員對他們是否 *fair*(因為 *slave driver* 是個見仁

見智的說詞)，我得到的答案都是正面的。最後，我決定邀他回來任職並同意設法解決他的顧慮。在所務會議討論這個案子時(按法規只有研究員可以參與)，頗有幾位質疑他的學術成就可能不夠，但沒有人談到他的為人與處事之道。我要求每一個地化領域的研究員在會後把完整的個人資料給我，我把這些個人資料併同這位待聘研究員的資料一起送審，並請求審查人排名。地球所人事案的審查人都是 5~10 人，只要有 5 個以上的審議意見寄回來，我們就開始法定作業程序(其他陸續寄回的審查意見仍然對相關人員公開)。在我的記憶裡，好像沒有審查人把他排在最後，於是這項人事也就順利通過。

鄧院士曾經問我，如果我是所長是否可以處理這二位研究人員的問題，我回答地很乾脆：可以。處理人事當然很難，但我認為人與人之間的相處是互相的，不能成為朋友，但可以是同事(這個概念與作法，我是從 Professor Bruce Bolt 那裡學來的)。既然是同事，就堅持遵照法規或依行政權利行事。我知道有些人不喜歡我的強勢作為，可是不這樣就無法處理眾多人組成的機構之公務。

第四個事項是 TTSN 併入氣象局地震中心地震觀測網(CWBSN)的事。TTSN 的設置大部份是因為氣象局的地震觀測系統老舊，而當局又無意更新(請看鄧等相關文章)。維持 TTSN 且隨時更新需要很多經費，因為要報告可能隨時發生的重要地震訊息，必須要有人每天 24 小時，經年不中斷的值班。對於一個研究單位來說，如果有其它單位負擔這個責任，而且我們可以使用他們蒐集到的地震資料時，有什麼理由不把相關系統合併。地震測報是氣象局的法定職責之一，它成立了地震中心專事地震測報的工作，歷經吳宗堯、蔡清彥、辛在勤三位局長的努力，並且和地球所密切合作把 CWBSN 徹底現代化。當他們把地震觀測事業經營得很好時，為了不重覆類似的工作以及有效的運用研究資源，在 1990 或 1991 年開始 TTSN 逐步的併入 CWBSN。

第五個事項是南港新研究大樓的興建。地球所編列新研究大樓建築經費時，幸好得到吳故院長及會計室蔣主任的全力支持，否則很可能遭受到類似在台大的舊研究大樓因經費不足而產生的困境。鄔總務處長有不少編列建築經費及實際興建研究大樓的經驗，他以興建活動中心為例，建議減列地球所的新研究大樓建築經費；我說地球所編列較高的建築經費，是因為須要較高的耐震能力，地球所如果在強震時倒塌會是一個大笑話；蔣主任認為地球所對經費的編列與使用一向嚴謹而全力支持；吳故院長接受正方的說詞同意照列。幸好如此，研究大樓興建時我們又碰到物價大波動的時期，編列的建築經費差不多正好夠用。南港新研究大樓能夠順利完成，我要特別感謝汪中和、劉學榆、劉文相、程原祥、李太楓、劉忠智(希望沒有遺漏)，他們在設計、監工、行政手續上盡了非常大的力氣。當然，全體同仁的通力合作是最後成事的關鍵。還有

一個非常巧合的事：蔡前所長在台大的後館建好後，沒有正式使用過新所長室；南港新研究大樓的所長室，我沒有裝潢它更別說使用了。

第六個事項是遴選繼任所長的過程。我的所長任期到 1993 年 7 月，地球所在 1992 年成立遴選委員會，其中包括行政技術人員、研究人員、及諮詢委員(記憶模糊)。1992 年我和好些同仁去舊金山參加 AGU 的秋季大會，會議期間的某一天晚上蔡前所長邀約大家到他家聚會，邊吃披薩邊談天，參與該次聚會的人，好像有蔡義本、鄧大量、吳大銘、李太楓、李德貴、劉忠智、以及我，是否還有其他的同仁則記不清楚。上述這些同仁除了鄧院士之外(我記得在成立所長遴選委員會時，是鄧院士把自己排除在外)，應該都是所長遴選委員會的成員(正好 6 人)。雖然稱為聚會聊天，但談的主題卻是圍繞在下一任所長的人選，我雖然是遴選委員會的召集人，會談卻不是我在主導，記得我在會談中很少發言(這應該也不是我的風格)，但最後的結論是下一任所長的人選已經確定了。那天我考慮了一個晚上而且睡得不好，第二天我找鄧院士商量決定回台後先向吳故院長報告，吳故院長支持我的想法，並表示找一個不熟悉我們環境的人當所長不是很好，他建議先邀請該學者來所訪問研究一年再作定奪。於是，1993-1994 年地球所由吳大銘教授任代理所長職，所長遴選委員會也重新組成，還是由我任召集人，新的委員會按照所務會議通過的所長遴選辦法及程序，推薦三位候選人給李遠哲前院長，最後，李前院長選擇葉義雄研究員為繼任所長。

1993 年 8 月我被借調到中正大學任理學院院長兼地震所所長，由於林清江故校長的信任及同仁的合作，我在那裡工作得還頗愉快。我在中正三年期間地球所在幾位研究員的主導下，通過了限制借調人員在所務會議裡的權利之規定。我對這個規定的反應非常淡然，我本來的想法就是：卸任的所長最好少介入所務，讓新所長儘量依照自己的想法做事。此後，一直到 1996 年 8 月我歸建為止，我也很少參加所務會議。平心而論，如果中正大學有比較開創性的經營作法，我可能會留在那裡。

其實，我卸下所長職務後，李遠哲前院長還時常要我參與相關法規的修訂工作，以及聘審委員會和主管年終工作檢討會等，例如，現在實施的技術人員職等分類和任用辦法，也存有我的心血。還記得我在某次檢討會(在南深路世新大學經營的會館召開的)中的發言，大意是：我希望有成就的歸國學者，多幫助及鼓勵早期回來的研究人員，不要只是批評，要知道研究環境改善到有成就的學者願意回來的程度，是這些早期回來的研究人員努力的成效。我對地球所的同仁也有類似的期望，希望較有成就的同仁多幫助早到或年輕的工作同仁，每一個人都有可以勝任的工作，也想有尊嚴的在地球所工作，不同層次的人可以作不同層次的事，沒有人想要偷懶的。

我在中央研究院的最後工作是：協助李前院長邀請到劉紹臣院士來院籌設環境變遷研究中心。1999年6月1日起我正式退休，先在成功大學衛星研究中心工作三個月，然後轉到高苑技術學院(現在是科技大學)任職，巧的是集集地震的發生和我在私立技職院校任職的結合，自此，讓地震防災工作與教學從一般大學延伸至私立技職院校。

總結而言，我在地球所工作期間，因為各任院長、蔡前所長和院內相關長官的信任，以及同仁們的努力與合作，過得非常充實。其實，我對地球所某些位研究人員的作為方式，頗不認同；我不喜歡只敢在大人不在時欺負小孩子的作風。退休後，我最大的感觸是：處理人比處理事難多了，當你不掌權時才知道誰是真正的朋友。

Handwritten signature in black ink, reading '王湧豐'.

2012.11.15

李院長的絕招和四年所長的甘與苦

李太楓*

上個世紀終了時，天文所初步的基礎已經成功地建立起來。電波天文的專家魯國鏞也辭去伊利諾大學天文系主任的職位，來台灣接任天文所籌備處主任。從 1991 年開始為推動天文所的設立算起，我已花了十年心力，對行政工作有些倦怠，正想應該可以實現初衷，加強宇宙化學和天文物理的研究互動，所以當時就無意擔任地球所所長。想不到李前院長遠哲投出了一個變化球，令我難以招架。

我覺得情況不妙是 2000 年 7 月在 Stanford 大學附近餐館和徐遐生院士晚餐，他剛從台灣飛來，告訴我一個驚人的消息，說李前院長已經請魯國鏞擔任地球所所長甄選委員會的主委。這一妙招，同時達成兩個目的，一個是向大家宣示想找一位天文研究人員來出任地球所所長；第二個是使魯主任不但無法站在天文所的領導人立場上反對，而且必須以甄選委員會主委的身份將這項任命推動成功。

最初當我得知李院長有意徵召我為所長時，為了瞭解同仁對我出任所長的看法，我就先去與地球所所有正研究員一一單獨談話，包括詢問如本人決定出任所長，其就任副所長的意願，絕大多數同仁反應都是正面的，因此我也覺得民氣可用，因而接受李院長的徵召。

當時檢討起來我跟天文所都欠李院長很多，對我個人方面，他主動提名我成為 American Academy of Arts and Sciences 和中央研究院的院士；在天文所方面，他說服政府以相當可觀的資源支持新設天文所，透過國際合作的方式登上全球天文觀測的聖殿--夏威夷的山頂，一舉跨越了國界的障礙。就這角度來看，應當接受他的美意作為報答。天文所籌備處的第一個家，便是設在地球所內，天文所初期的籌備工作當然受惠於地球所的支援甚多，亦當結草啣環，感恩圖報。

推動天文研究的經驗

李院長做此決定的原因當然是希望我能將推動天文的經驗應用到地球所，加快研究的步調並提升研究水準。從天文所得到的經驗包括下列：

*本所所長 (2000.8-2004.8)

本所特聘研究員

本院院士

1. 藉由參加國際的合作計畫以維持研究水準，減少投資的風險，提高透明度避免閉門造車，並學習管理大型設施運轉的經驗。
2. 改革行政管理組織，將日常行政工作儘量向下授權來提高行政的效率，並減少研究人員在管理上的負擔。
3. 經由國際合作，使我方技術人員有參與創新儀器研發的機會，再培養我方改進的能力，最終能協助我國的工業界增強在國際上的競爭力，並以儀器研發的實力，作為參加未來國際計畫的本錢。
4. 檢討國內的研究現況及國外正在展開中的計畫，找出台灣具有參加潛力和競爭優勢的項目，爭取加入的機會。

推動國際合作的成果

李院長希望我們能將研究水準再提高與研究成果再增加，我們就想到透過國際合作的方式，這樣可以將研究成果提高至國際水準並增進國際競爭力；另一方法是先找出臺灣的競爭優勢，找出自己的優勢比較容易競爭成功，就算是合作其實也是要競爭。臺灣地球科學具有相當的優勢，臺灣就是天然的實驗場，而支援地球科學研究的儀器也相當豐富，地球化學方面，台灣擁有各種同位素方面的儀器；地球物理方面，地震及 GPS 儀器的佈署密度都是全球第一的。另一方面臺灣又常有地震，提醒政府對地震研究的資源需要慷慨。利用以上的優勢，國際上許多知名的單位都有意願和我們合作，我們有許多選擇的空間，先進國家的科學構想較多，且技術精良，我們可以選擇其中對協助我國地學研究進步最有誠意的單位，找出最適合共同研究的題材。

為了評估台灣現有的研究能力和題材，並深入討論如何選擇適當的國際合作對象，我在接任所長之後就立刻組織了一個由國際專家及台灣較活躍的資深學者組成的特別委員會(名單請見註一)。邀請我在加州理工學院的同學 Don dePaolo 出任主委，其他成員如 Kerry Sieh 是有名地震地質學家(現在在新加坡工作)，另卡內基研究院地磁部的主任 Sean Soloman，這幾位世界知名的科學家頭腦很好，邏輯清楚，帶領尖端研究的進行有豐富的經驗，因此最後對台灣的現狀提出了中肯的看法，對未來的研究方向也提出可行的建議，事實上這些精闢的內容到今天為止還是非常令人深省，許多新的報告也跳不出它的範疇之外。

註一：2001 年地球所的特別委員會包括 Don dePaolo, UC Berkeley (主席). 陳正宏 (Chen-Horng Chen), National Taiwan University. Robert van der Hilst, M.I.T. Raymond Jeanloz, UC Berkeley. Frank Richter, U of Chicago. Kerry Sieh, Caltech. Sean Solomon,

DTM-CIW. 蔡義本(Yi-Ben Tsai), National Central University. 張友學(Youxue Zhang), U of Michigan.

在特別委員會中最令人印象深刻的是 Sean Soloman，他能以無私的態度替台灣研究找新的方向，最能站在我們的角度上建言，他的建議後來變成很重要結論的一部分。因此後來我們進一步請他擔任地球所常設的諮詢委員會主任委員，他在我的任期之內舉行三次諮詢委員會，為我們提供建議及促成國際合作。新任委員中，還包括一位年輕的法國科學家 Jean-Philippe Avouac，他發展新的研究方法(結合野外觀測、合成口徑雷達及 SPOT 光學影像)，來研究新期板塊構造運動 neotectonics，不到四十歲就成為 Caltech 正教授；毛河光也為高壓實驗室提供很多建議。

一、台灣板塊邊界觀測站 (Plate Boundary Observatory – Taiwan 簡稱 PBOT) 計畫

特別委員會中，討論適合臺灣發展的研究方向，其中之一是 PBOT 計畫。PBO 計畫原是美國地球物理學家仿照天文觀測的計畫，是一個要很多經費且很宏大的觀測網，Observatory 即天文台之意，不過 PBO 是往地下觀測，不是看天空。我們曾邀請 Paul Silver 教授於 2001 年 1 月 30 日在本所舉辦「板塊邊界觀測站研究計畫」研討會，介紹美國 PBO 計畫籌劃現況，並請國內相關領域地科研究人員共同討論 PBO 概念在臺灣之可行性。

PBO 使用三種觀測儀器：地震儀、GPS 及 strainmeter (井下應變儀)。量測方面各有長處，地震儀用來量測加速度，GPS 測量位移，速度方面是由井下應變儀來量測；時間尺度大小也不同，GPS 以一年為單位，位移較易觀測到，地震儀則是在記錄地震發生時之幾秒至幾分之時間的振動，從幾天到幾個月時間，只有由井下應變儀做橋樑將其資料補齊。臺灣的地震頻率是美國加州的十倍，PBO 如果要在美國做，可先在臺灣做，且臺灣地方小，但儀器分佈密集，很快可得到結果，初步成果可以驗證 PBO 合不合理，PBO 實驗是臺灣的優勢，是當時想到對台灣研究有前景的工作。這是一個深思熟慮的計畫。

二、海底地震儀的研發

另外海底的震測也很重要。臺灣是一個島，如無海底地震儀，海外的地震無法得到精確的結果，海底地震儀需要自己去發展，我們曾為此在 2003 年 3 月 4 日至 5 日舉辦一個「Ocean Bottom Seismometers (OBS), Technology and Opportunities」研討會，邀請全球做得比較有成就的四、五個海底地震儀團隊來參加並比較他們所使用的儀器。一開始我們是跟 Lamont-Doherty 接觸較多，後來發現 Woods Hole 的模型較好，

性能也高，他們接受我們去跟他們學習。因生產海底地震儀需要許多工程師投入，在發展之初，林慶仁去學習這方面的技術，回到所裡便自行摸索，此後便與其他單位一同合力的將這些海底地震儀設置完成。設計是被 Woods Hole 啟發的，我們也幫他們生產一些 units，並經過了一些改進。儀器主要為郭本垣來負責（他另有專文撰述），經過了這些年一些單位、學校、甚至國外韓國也相繼來跟我們請教與學習，並請我們協助他們製作儀器。而我們也初步獲得了一些成果，得到許多新的資訊，也能做為新的研究，這些是海底地震儀的發展。

三、井下應變儀

我們以前也沒有使用 Borehole Strainmeter 的經驗，是做了 PBOT 以後，才開始發展的。我們請 Carnegie Institution of Washington DTM 的 Sean Soloman 來促成這件事，邀請 Strainmeter 的兩位發明人 Alan T. Linde 及 I. Selwyn Sacks 來台灣，全世界的 Strainmeter 大概都由他們的設計改良而來。因劉啟清 GPS 已經做很久了，對 Strainmeter 也有所了解，就由劉啟清與他們合作，後來劉啟清 2009 年在 Nature 發表了一篇論文，說明由 Strainmeter 可測得颱風會引發小型地震，對整個地震的瞭解有幫助。Strainmeter 計畫仍在進行中，希望長期會有比較突破性發展。後來有幾位知名的地球物理學家也來幫忙，如 Paul Silver 是 Carnegie 的一員重要大將，也當選美國科學院院士，其研究很有深度，對區域地震研究很有成就，但也專長全球的 field observation 及南美的 tectonics，但很遺憾的是，後來跟我們合作沒多久，他因發生車禍與其女兒同時罹難。

四、與加州理工學院的合作

在諮詢委員 Jean-Philippe Avouac 的建議下，我們跟 Caltech 有名的地震實驗室合作，當時的 Director 是 Juroen Tromp，荷蘭人，才四十歲左右，他的程式及處理方法(SEM)很好，用層析成像法來探討地底下的結構，我們後來派中央大學畢業的本土博士李憲忠前去學習。Tromp 認為李憲忠能在聚集全球人才的 Seismology Lab 立足，並得到不錯的研究成果，是個人才。而因台灣地質問題有其獨特性，所以憲忠改良了 Tromp 的方法，探討台灣的三維地震波傳遞及台北盆地的場址放大效應，發揮了很大功效。

行政改革和進用研究技師的新管道

我出任所長後，決定邀請余水倍及郭本垣先生，分別擔任行政及學術副所長，協助我處理所務，並推動設立常務委員會的制度，由各組人員分別選出三位代表，由他們和所長及兩位副所長組成處理日常所務，可以減少同仁開會時間。此種儘量向下授權的方式，最能提升行政效率，同時讓所長有較多時間思考問題，以規劃長期願景及人才晉用等重大問題。

原先要經過高普考的技正、技士、技佐的制度不符合研究的需要，無法招募到好的人才，我們倡議發展儀器的工程技術人員應要得到比較適當的待遇，希望能有新的規章及晉升制度，來獎勵優秀的工程師，並能跟研究人員平起平坐。經過長時間的努力，雖然遭遇很多阻力及挫折，終於在民國 91 年第二次院務會議 (3 月 25 日) 通過「中央研究院研究技術人員聘審作業要點」。當時地球所是本院各所中工程技術人員編制最多的，因此利用該要點進用高水準的技術人才是本所革新的一大重點。

天然災害--納莉風災

在我當所長時也遭遇很大的災難，大概是我的名字有個 Typhoon，所以颱風也來湊熱鬧，2001 年 9 月 17 日納莉颱風來襲，本所地下室淹水，地下實驗室全毀。納莉風災，事實上是可以避免的，但全世界的政府都喜歡去擾亂自然秩序，然後自然會恢復其平衡，而造成人類意想不到的結果。此次淹水主要是基隆河道的截彎取直，本來可以藉由彎道來疏解過大的水量，但截彎取直後，因河道縮短，能容納的水變少，下來的水又快又急，所以水累積到上游的四分溪，淹過兩邊的堤防，首當其衝的就是地球所。水勢下來非常的快，半小時就將地下室淹沒，加上抽水機也無法正常運作，連路面都淹到像湖泊一樣，許多儀器設備及緊急發電機都在地下室，好幾個實驗室也都在一樓。此次淹水對我們的實驗室、儀器及標本等都是嚴重的災害與損失。我們花費了許多功夫去搶救。當時最大的考量是，希望在隔年颱風季節來臨前，將儀器設備都移到二樓去，儘快恢復正常運作；所以我們以很快的速度蓋了後棟兩層簡易的建築，此建築可以說是院內在最短時間完成的，但也常被校園規畫者批評是最醜的建築，但設計簡單，基於實用原則，也不得不如此。受惠最大的應該是環變中心，他們可以獲得一些實驗空間以開始進行實驗工作。過去我們在天文所及環變中心成立時，給予很多協助，是我們足以為傲的。

人為災害

一、高壓實驗室的崩潰

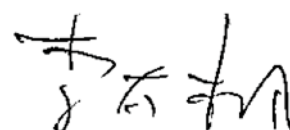
高溫高壓的實驗可以連結岩石的物理與地體動力學。在此學門中海外華裔的專家頗多，尤其是毛河光院士更是全力推動，因此國內不少機構均企圖發展。本所同仁也大部份看好此學門的發展，因此地球所對此發展上下一心，多方積極爭取員額與經費，並多次走訪海外人才聚集之處，努力吸引他們來台工作，其中最資深且享盛名的是由澳洲國立大學返台的劉玲根。在毛河光推薦，經過劉玲根同意，我們還聘了物理出身的徐濟安和年輕有勁的黃怡禎三人組，大家寄予厚望。但不久之後，徐與黃就與劉意見不合，導致不但沒有加乘作用，反而相互抵消。劉玲根以各種壓力，將徐濟安趕走，

不久黃怡禎也黯然離去，大家寄予厚望的高壓組隨之崩潰，令人遺憾。

二、錯過主導全球變遷發展的時機

本所在設立之初，即有在未來要擴充到環境科學方面的構想（見蔡義本文），但後來的十幾年中多位所長專注於固體地球，忽視了全球環境變遷此一重要課題。過去曾有機會讓有領導此一新興學門研究的優秀資深人員來台籌備此方面的研究，但因所長堅拒而未能實現。同時非固體地球研究人員(如海洋、水文)相繼離去，李前院長曾表示願意提供本所推動全球變遷研究的經費與員額，但本所所長未予回應。在我到任時，院方早已決定獨立組成一個環境變遷中心。在該中心還沒有正式成立之前，為了使中央研究院在這項重要科學的發展上領先全國，並留在南港，我很努力提供所有的資源和空間給環境變遷中心，支援該中心就近與地球所一同發展全球變遷的研究。

在蓋後棟簡易大樓時，行政團隊殫精竭慮，日以繼夜，讓地球所渡過天然災難，但另一方我卻遭受很多無謂的批評與指控，甚至黑函送到院內各個單位。我覺得沒必要遭受這種待遇，再加上有一批人在許多改革案的推動上不斷阻撓(例如在利用上述新管道以進用高水準的研究技術人員的推動上，第一批三位人選居然花了超過一年時間，才獲所務會議通過)。讓我警覺到，即便續任所長再花三年時間，也僅能完成少數改革，代價過高，於是向院長表示不擬續任。在任期內所裏同仁接受了我不少的改革措施，也一同克服了天災所造成的困擾，在此向全所同仁致謝。



地球所的古生代

鄧大量*

地球所今年(2012)慶祝成所卅週年，要我也寫一篇東西。我想大家天天在所裡，這三十年中，瞭解所裡的情形比我清楚得多。只是成所前後，我參加過每一次地球所各種評鑑，協助策劃所的發展。在成所前的年代裡，有一些故事趣聞，我不妨在此記下一筆，也算是地球所的片段史前史吧。

今天的地球所，其大樓的空間、經費預算、研究自由、技術支援等等，在台灣都是一流的。絕大多數研究人員都學養兼優，孜孜不倦，每年成績斐然。不負社會給予的期望。希望大家都一同努力協助培養地球所優良的學風，虛心尋求並禮聘新血，獎掖後進。千萬不能糟蹋新進的 Postdoc 或助研究員，而要悉心、細心培養他們，協助他們成長。因為：**年輕的一代是地球所將來的希望!** 大家以此共勉，地球所才對得起社會殷切的期望，尤其是早年吳大猷先生對地球所及所的成長，一直大力無私的給與促進與協助。

今天，地球所已很有規模，老、中、青三代人才濟濟。大家寫出的三十週年的故事一定也不少。我只寫一些年青人不太知道的地球所早期成所的經過，及早期發展過程中一些佚事。希望吳大銘、蔡義本及李泮鑑，及游世高、大葉、小葉會再補上我疏漏之處。故事就從四人幫開頭罷：

A、四人幫的組成：

我想有四個人對孕育地球所是要負責任的：吳大銘、蔡義本、李泮鑑與我。這四個人怎麼搞在一起的呢？讓我分別道來：

1、吳大銘：

初中二年級(1950 秋)當時大銘和我便是當時的師院附中同學，可是不同班。雖然不是十三太保，但大銘在雙槓上練就了一身好功夫，三角肌也十分了得，數人不能近身，誰同他說話也要小心點。所以，中學五年，只把他尊為可能的俠客，敬而遠之。直到大學時一同都進了台大地質系，才發現他其實十分溫良恭儉，於是開始了我倆今

*美國南加州大學教授
中央研究院院士
本所諮詢委員

後近 60 年的同學、同當兵、同進 Caltech 打拼，然後是同在美國同行教地震學又從事科研，又常同回台灣地球所幹活迄今。我們在 Caltech Seismological Laboratory 做研究生時，便一同作超音波實驗發表文章了。作為 Caltech 的研究生，他同我都是先跟 Frank Press，Press 1965 年去 MIT 後跟 Don Anderson 寫完博士論文。做研究他跟過 Hugo Benioff，我跟過 Leon Knopoff。但多半我們是跟學長們及 Postdocs 等學。並從 coffee break 中道聽途說而獲益良多(這一點很重要！)。

大銘近十幾年做了許多大科研計劃：有關用地震學方法研究大地構造，在西藏、紐西蘭、台灣(尤其是近來的 TAIGER 計劃)、及在大陸，那裡都有他的足跡。我有一次同他去紐西蘭考察他的大地構造計劃時，我們兩個五十開外的老頭子糊裡糊塗地上了南島 Queensland 城外深谷橫空有名的高吊橋上，Bungie 了下去。回家後好好各吃了太太一頓排頭。地球所所長青黃不接的時候，他還代理過所長。大銘很有語言天才：學老蔣總統、教官、阮維周、王超翔，維妙維肖。英文當然好，把台大那位英文教授搞得火不打一處來。但是是那位英文教授自己錯，又不敢拿大銘怎樣。當年為了給吳大猷先生好印象，當四人幫需要寫第一封毛遂自薦的信，當然就公推大銘捉刀了(見附件一)。大銘與我初到美國吃過不少生活上的苦頭。1961 年他與我分別乘貨船萬里迢迢到了 Pasadena，進 Caltech 時，每人口袋裡只剩百把塊美金(那有後來學生那樣闊氣：與新房子新汽車一同進 Caltech 呢! ☺)。當時美國人對中國人歧視還相當普遍，明明掛著招租牌子的公寓，進去問時卻說“剛剛租掉了!”。九月剛開學，人家就警告我們：“Caltech 嚴的很，一開學五、六週便期中考，十一、二週就大考，你們最好把下一週的伙食搞定，你們花不起天天買菜的時間!”。

八月底九月初，是 Pasadena 最熱的時候。中午常到華氏 95 – 100 度。我們兩人又沒有車，在烈日下走了十來個 blocks 才到 North Lake Ave 的 Ralph Grocery。因為要買一週的伙食，每人左右手都各抱了一大 brown bag。還沒有走回半路上，就都撒了架：天熱牛奶盒外的 condensation 所出的水把 brown bags 都化掉了，groceries 散了一地! 這種事大銘跟我遇到的多了。往後五十年，我們共事、共遊，也沒有多少事難得了我們。

2、蔡義本：

義本低我們幾屆。在 MIT 跟 Kei Aki 做地震學、震源物理。論為學，尤其論為人做事，義本是最有學養才華的。他早年 MIT 的畢業論文發表以來，五十多年了，是“among the most quoted seismological papers”。他同我們(大銘、Willie 及我)大概是在 1967 年 AGU 春季大會時，在花團錦簇的 Washington D.C. Sheraton Hotel 的草坪上認識的。四人幫初組成時，他毅然放棄國外高薪職位，回台挑起了這個“孵蛋”(王紀五語，

見後)的工作，扛起了當時「地震專案小組」開創時期的擔子。努力擘畫地震研究開創事業。一幹就是二十多年，選上了十大傑出青年。當時中央大學要聘他做校長，吳大猷先生對他是特別賞識，覺得義本年紀輕輕的就去行政太可惜，勸他留在中央研究院。

初期國內同時也找到了中山科學院的游世高博士(Penn State Seismological Ph.D.)及他當時的兩位研究生葉永田、葉義雄（後來都是博士及地球所所長 - 這你們都知道）襄助國內事務，地震專案小組業務才能快速發展。此外，游世高博士還經台北工專何定一教授的推薦，聘請了一位電子工程的畢業生羅春木先生，協助我們初期台灣遙測式地震觀測網的系統設計、採購、測試、聯網及記錄系統的建立，他是將台灣地震遙測系統一氣呵成的支柱大將。

在義本回台之前，游世高、葉永田、葉義雄是「地震專案小組」在台綜理眾多事務的大本營，與四人幫配合。雖然王紀五最先只能為「地震專案小組」找到寧波西街水資會二樓一間空的辦公室，後來才搬到台大海洋研究所(圖書室及二樓走廊)。他們事務繁雜。記得有一次，葉永田、葉義雄去電力公司拜見某協理，請求借用他們的全台輸電電纜同時傳輸高頻低壓地震訊號（可為地震專案小組省下很多經費，於台電亦無損），卻遭那大官人搶白了一頓。憑勢糟蹋年輕人，莫此為甚！地球所的古生代在台工作歷史，要靠游世高、葉永田、葉義雄來補齊了。

3、李泮鑑：

世界上地震學家都管他叫 Willie。Willie 是在洛杉磯飛華府(早年~1966 年的 AGU 春季 meeting)飛機上認識的。當初以為他是日本人，不愛跟生人開口。所以第一次飛機上沒有交談。第二年在飛機上聽到他講廣東話。大銘同我才自我介紹，知道他在 UCLA(跟 Gordon MacDonald and Bill Kaula)及 UCSD (跟 Freeman Gilbert 及 Walter Munk)，也做 Geothermal，還出了一本 AGU monograph – Terrestrial Heat Flow。年紀輕輕，他的名字，對我們剛剛入門的人，當時已是如雷灌耳了。香港明星中學生畢業，又是加拿大 University of Alberta 物理系研究生。所以，此後五十年的研究工作中，他是美國，尤其是 USGS，少有最出色的資料分析處理家。台灣幾十年來，直到如今，地球所及氣象局都得到他極大協助。今天，Willie 已經自 USGS 退休了，但他仍舊在家用功。近年來他大部頭的書，一本連著一本出。文章還一年出幾篇。退休後，家裡放了四、五個電腦。堆滿了地震資料及書籍。Willie 如果打電話給我，談台灣地震研究工作時，我第一件事便是找枕頭－預備長期抗戰！Willie 的電話平均長度一小時，

而且他是像開機關槍一樣：沒有你插嘴的餘地。但是他又怕你不專心，或睡著了，隔不了三、五分鐘就會來一句：“Are you there?”。Willie 對吳大猷先生是很懷念、敬佩的。吳大猷先生迷 Fritz Kreisler 的小提琴。多年前有一陣 Willie 到處找 Kreisler 的 CD 帶給他。近來 Willie 想要台灣(地球所或氣象局)好好做好歷史地震。第一步是要收集台灣歷史地震在世界上各處歷史老站的記錄，尤其在歐洲、日本與澳紐的。每一個地震記錄都需要人親自到歷史老站去尋找、掃描、收集。為了籌經費，Willie 在 IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) 設立了一個“吳大猷地震 Digital Archive (<http://www.iris.edu/seismo/quakes/1909Taiwan/>)”，自己先掏了一筆錢。

上面講的四人幫，1967 年春天在華府開 AGU 時，就成了好朋友。作了一輩子朋友，四個人各有脾氣及個性。為公事、為科學可以吵得面紅耳赤，四十年來還是好朋友。這緣分也是難能可貴了。

B、吳大猷先生的風範

1967 年，吳大猷先生出長國科會，同時他也是「國家長期科學發展指導委員會」的主任委員。蔣中正時代便委以重任。坊間許多作家為吳先生寫的傳記及吳先生自己的物理專著、大學及研究院用教科書、加上他歷年寫的專欄與方塊文學，在我書架上就滿滿一欄。他個人在政府、長科會、國科會及中央研究院的檔案，豐富地留下這哲人的事跡。下面我只記敘一點點他跟古生代地球所相關的事跡。我想這些並不廣為人知。也是地球所有幸，受到一位一代偉人的眷顧。

吳先生收到我們第一封投石問路的信後，馬上(四天內)於 1969 年 4 月 15 日回了我們一封信 (見附件二)，開頭說：“I am most pleased to have received your letter of April 11... The idea of developing seismological work in Taiwan is a very sound, and in fact, significant one...”

大概在 1969 年四、五月間，我飛到 Buffalo (當時吳先生執教於 State University of New York at Buffalo 物理及天文系)，我有一老同學執教於該校機械系，他開車載我去 La Brun St. 吳先生家，那是個真正豪宅，據說浴室就有八間。會面中吳先生要我們擬一個 10 ~ 15 年計劃，編列預算。接著，是 1969 年春的 AGU spring meeting (Washington D.C.) 大銘、義本與我一同討論後，1969 年 5 月 2 日回了吳先生一封信 (附件三)，說明大銘與我可短期內回台參訪氣象局、地調所、相關大學及電信部門，再進一步策劃台灣遙測式地震觀測網事宜。結果，可能大銘忙，不克成行，我是 1969 年秋回台數週。參訪了氣象局，拜會了劉大年局長 (空軍退役的)，談的完全不投機。但劉局長同意了我當時參觀全台氣象局地震觀測所。地調所在開封街侷限在小小二樓，對地震研究沒

有興趣。台灣大學地質系也不願意開「地球物理學」課。結果我 70 年代第一次回台是在物理系開的地球物理學，貴所所長趙丰是那一班的高才生。我畢竟是繞了台灣一圈，包括澎湖馬公。參觀了全台氣象局地震觀測所在二十世紀初日本人設立的儀器。設立時是先進的、在安靜的環境，但六、七十年後，仍舊用的煙燻紙配老掛鐘，且多在車水馬龍的街邊了。

大概是 1969 年，我們四人交了一份計劃給吳先生，附了初估預算。我旋接到吳先生手書，略謂：“The budget you have drawn up is reasonable. By-hook-or-by-crook, we will get the needed fund to you ...” 吳先生已願承擔一切圖利他人的後果了。

數週後，在南加大我方下課，來了一個電話。是學校旁邊 Bank of America 的經理打來的，請我即到他辦公廳去一趟。原來台灣來了一張大支票，要我簽了名後便可在南加大設立正式戶頭啟用。吳大猷先生果真不食言！同時，一週內大銘自台灣來，帶來了羅春木先生。我去機場接他們時嚇了一跳：春木這幾個月在「地震專案小組」天天趕工準備，本來就瘦，下機時大銘後面跟著的人簡直像是一捆柴火（他不到 100 台斤！），還手提了個大工具箱。在回南加大的車上大銘同我都吩咐他：“春木！你到美國第一件事就是到 grocery 去買牛奶、麵包、牛油！好好休息！”

C、幹將 - 王紀五先生

吳大猷先生手下有一位幹將 - 王紀五先生（昔日中央研究院前院長王世杰先生的公子）。王紀五中、英文一流，煙不離手。他對當時台灣的官場及政府運作，上上下下，瞭如指掌。吳大猷先生大而化之，如果沒有王紀五的話，難以成事：那將會小事化大事，大事化大難題也。吳大猷先生把一件件繁雜的任務交給王紀五，王紀五對我們說：“There is always more than one way to skin a cat!”

他腦筋動一動，跟我們說「如此如此，這般這般」，什麼貓的皮果真都剝得下來，往往中華民國政府的公文事情就迎刃而解，而且「多快好省又合法」。王紀五最討厭當時有些學人向吳大猷先生獻策時跟著獅子大開口要經費，說要這個要那個大計畫。向國科會拿了大筆經費，在台灣設立一個研究小組，而本人卻在美國「遙控」。往往國內國外聯繫不好，進度緩慢又雜亂無章。結果幾年後一事無成。王紀五的名言，也是他下的藥方是：“誰下的蛋誰孵！”

義本就是當時答應了王紀五孵「地震專案小組」這個蛋。想不到竟孵出了地球所來！義本這一段艱辛崎嶇的路程，從科研擘畫，訪求賢才，到夜半拿手電筒查查有沒有人偷建造中地球所（二層綠樓）旁邊堆的鋼筋...，義本是一步一腳印地走過來的！

吳大猷先生是很有心的。每次四人幫同時都在台灣時，他一定請我們到他廣州街二號的寓所午餐。他寓所比起他在 Buffalo 的豪宅就不成比例了，只裡外兩間。外間是放一小 (6-8 人) 餐桌加儲藏室，內間是睡房、會客室加書房。那小餐桌原來就是中華民國當年有名的每週高層「早餐會」的餐桌。吳大猷先生接待我們四人幫也就在此桌。通常是滿滿一桌子的廣東茶點。幾次我們走出廣州街二號時，我都在想：「哇！吳大猷這位廣東先生真喜歡吃呢！」

直到有一次，義本與我有急事要去見吳先生，他方吃罷午飯，說：你們就過來好了。到了我看見他餐桌紗罩下一碟小菜一碗稀飯，才了然吳大猷先生平時過日子真是相當簡單樸素！有一次吳大猷先生自台灣回 Buffalo，在 LA 轉飛機，叫我到機場去見他。談的什麼事早忘了。只記得他提了一個 007 的公事包 -- 滿滿的一包台灣的燒餅油條！

多年以後，吳大猷先生已自中央研究院院長退休。1997 年 6 月 21 日，接到吳大猷先生手寫的一封信（見附件四，並打出）。那年他已近 90 歲，猶深欣慰於當年地震專案小組這一回事，也感念這四人幫。同時他謝謝由李太楓推動集資為他請名雕塑家造的銅像。雕塑名家造的非常好。天文所要去了一個翻版。我希望所裡能出些經費為銅像弄一個較好的花崗岩墩子，請名家提些適當的銘文，以資紀念這位了不起的學人。「編者按：地球所已於樓下進門處特設吳先生銅像座及感銘牆面」。

D、台灣遙測式地震觀測網 TTSN

約 1965-1966 間大銘同我在 Caltech 做研究生時，美國地震界 (Caltech、U.C. Berkeley 及 USGS)，開始 telemetered seismic network。我們在 coffee times 或去 machine shop/electronic shop 玩時，從老師傅耳濡目染，也學了些傳輸理論及儀器配置。有些老師傅夥同企業家，成立了後來有名的 Kinometrics 地震儀器公司，我們偶爾也去那裏玩。直到我 1967 年去南加大教書，心想整個 Los Angeles Basin & Long Beach Basin (加起來約北台灣大)，一個地震站都沒有。而 1963 年 Long Beach 地震就發生在橫切 Long Beach 的 Newport-Inglewood fault 上。我便找 NSF、USGS、南加大、Long Beach City 化緣了一筆經費，又開了 1000 哩，拉了一個 trailer 去 Arizona 州 Tonto Forest 空軍基地，拉回來一車的 military surplus equipment：地震儀、amplifier/filters、VCO、Discriminator、16-channel tape unit 及 multi-channel strip chart recorder。居然 LA Basin Telemetered Seismic Network 在 1968 年給我上了馬！Caltech 有名的 Charles Richter 教授聽了嚇了一跳！多年來他認為 LA Basin too noisy，不可能裝 seismic stations，我卻部份用了 downhole seismometers，另外一些站設在廣大安靜的西方人墓園中，成功地

運行起來!

等到吳大猷先生在~1970年交了任務給四人幫時，我對台灣遙測式地震觀測網技術已是老神在在。同時，Willie也已經修煉成功為世界公認一流的 seismic data processing - earthquake location 的能手了，他發展了全套軟件包括：遙測資料解碼系統及地震定位系統。大銘及義本依台灣大地構造規劃了台灣遙測式地震觀測網分佈及選址。1971年初，吳大猷先生的匯款及羅春木都到了南加大，整個地震專案硬體建置工作在南加大五樓我的研究室中起動了：羅春木基本上一人挑大樑，遙測式地震觀測網的系統設計、採購、測試、聯網及記錄系統的建立他“一腳踢”。一連幾個月日夜幹，試俸完成後又包裝託運，同時他親自押運回台。

這時，游世高、葉永田、葉義雄的「地震專案小組」也有相當進展。資料傳輸線路有了著落。台大海洋研究所大廈新落成，吳大猷先生參觀後說：好是很好，就是大了點，可以隔一小部份出來給地震專案小組暫時用用。這樣，地震專案小組便進駐了海洋研究所的圖書館加二樓的走廊。羅春木一回來，會同黃竹明、劉文相等就在圖書館架設記錄設備，同時野外地震站也一站一站設立上傳。「地震專案小組」乃正式命名這系統為：TTSN (台灣遙記式地震觀測網)。

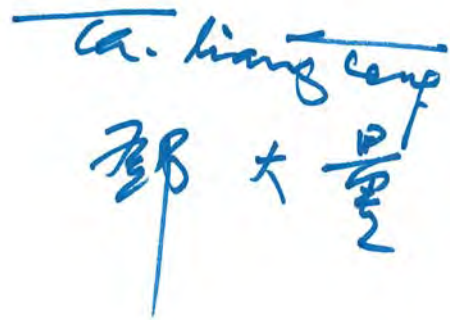
附此一小註：

羅春木是「地震專案小組」的大功臣之一，可惜三年前因癌症過世。但他引進了劉忠智。這是他後來出國留學前我給他的任務，即「春木必需找一個像春木一樣的一流替身」。春木果不辱使命！古時候有「同中書門下平章事」一職。在我心目中，劉忠智這幾十年在地球所高水準的表現，在儀器設備及科研上的成就，及在國外，尤其在USGS所享聲譽，我認為劉忠智在地球所的地位應該是「同研究員加儀器技監！」。近來這十幾年我見了劉忠智便盯著他：請他有日榮退前，必定找到並培育一位像他一樣的一流掌門。看來很有希望。

E、結語

四人幫對吳大猷先生是很折服的。大猷先生學養淵博，待人誠懇，無私奉獻。尤其對年輕人之愛護、協助與培養，永遠是我們的表率。也是地球所有幸，受到一位一代偉人的眷顧！這，對四人幫，也希望對地球所資深的研究員們是一個重要的啟示：我們一定要愛護、協助與培養年輕的一代助研究員與 Postdoc，吳大猷先生以身體力行，明白的教導我們：年輕的一代是我們的希望！

以上這些，大約是古生代在地球所產生之前，我較深的一點記憶。吳大銘、李泮鑑、蔡義本亦會有所補充。古生代之後這三十年地球所的故事，則要留給蔡義本、葉永田、葉義雄、李太楓、江博明、趙丰等以及所中其他同仁去講述了。



A. Liang Cong
鄧大量

2012.8.20

*地球所陳麗美女士修改了我的錯別字，並重打了附件一、二、三（原件為五零年代老打字機加老打字帶打出，模糊不清），特此致謝。

附件一 (二頁)

14 Colby Road
Wellesley, Mass. 02181

April 11, 1969

Professor T.Y. Wu
Head, Department of Physics
State University of New York at Buffalo
Buffalo, New York 14214

Dear Professor Wu:

We are three Chinese geophysicist-seismologists, and we realize that the Chinese Government in Taiwan is devoting much effort to promoting scientific research and we would like to know the scope of such endeavor and see in what capacity we can contribute in the development of seismology and solid-earth geophysics. We understand that you are deeply concerned about the science development program and we would like to seek your advice and support in our effort. Two of us, T.L. Teng and F.T. Wu (鄧大量, 吳大銘), finished our doctorates (Caltech) three years ago and are currently teaching at the University of Southern California and Boston College, respectively, and the third, Y.B. Tsai (蔡義本) is now in his last year of graduate study at M.I.T.

The projects we propose, after careful thought, are oriented toward earthquake detection (eventually earthquake prediction), study of the interior or structure of the earth, and island arc tectonics. The choice of these fields is based on the facts that earthquake is one of the main hazards on the island and that Taiwan is located in an area of great global tectonic interests. In addition, the proximity of Taiwan to the Chinese mainland renders the facilities of the proposed projects uniquely useful in detecting possible future underground nuclear explosion in Western China.

The facilities needed for the above mentioned research include updated seismic stations, seismic trucks, a strain meter, tiltmeter, and electronic distance ranger.

Not all this equipment is needed right away. We think that the first step would be updating the existing seismological network. Taiwan now has a rather extensive network of fifteen stations. The majority of these stations were established by the Japanese during the "Occupation Period" and they have not been improved since. Only one station is equipped with modern instruments through a cooperative program with the U.S.

Government. The others are equipped with vintage seismometers and unreliable timing systems. Thus the amplitude and the arrival times of waves cannot be measured with accuracy and consequently, the “size” and the location of earthquakes cannot be determined with the needed precision for correlation of seismic activities with tectonics and understanding of the earthquake mechanisms. Ideally, updating should include adopting modern electromagnetic seismometers, employing telemetry (by telephone wires) and recording the seismic signal in a central location, where the signals are placed parallel to each other and only one accurate clock is used for the whole system. A center may be established to study the data thus obtained; the manpower needed can perhaps be pooled from National Taiwan University, Taiwan Weather Bureau, Taiwan Geological Survey and interested scientists at home and abroad.

While an extensive net will enable us to monitor the larger earthquakes and their aftershocks, seismic trucks (for trailers) or portable seismographs are useful in locating very small earthquakes that are indicative of the tectonic activity of a particular area, and can be used to map the crustal structure underneath the island.

The subsequent stages are to be designed to carry out detailed strain monitoring in fault zones, aiming at establishing criteria for predicting earthquakes.

The whole program should take about five to ten years, and requires funds in the order of US\$500,000 to \$1,000,000. Toward the end of this period, we hope that we will be able to allay the earthquake hazards; that interests in science in general, and in seismology and geophysics in particular, would be cultivated and that a large number of research problems in geophysics will become obvious to young scientists.

We feel confident in our ability to carry out the projects and would appreciate knowing your opinion regarding the feasibility of this program. We have already made some preliminary plans regarding the projects we hope to pursue; if financial support can be made available we shall promptly complete the details and submit them to you.

Sincerely yours,

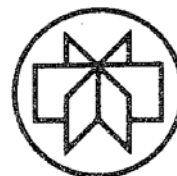
Note: F.T. Wu is now serving as the correspondent.

FTW:eh

Signed Francis T. Wu

附件二 (二頁)

State University of New York at Buffalo



DEPARTMENT OF PHYSICS AND ASTRONOMY

FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND MATHEMATICS

April 15, 1969

Drs. F.T. Wu, T.L. Teng, and Y.B. Tsai
14 Colby Road
Wellesbey, Massachusetts 02181

Dear Drs. Wu, Teng, and Tasi:

I am most pleased to have received your letter of April 11.

The idea of developing seismological work in Taiwan is a very sound, and in fact, significant one.

In our recent planning for the development of science and technology in Taiwan, we have started an Institute of Oceanography Research, for which we have obtained a research vessel from the United States. We intend to develop geophysics and meteorology by strengthening these areas in Taiwan University. We have thought if the seismological field, but have not started anything because of a shortage of scientific personnel in this field. Your letter seems an answer to our prayer.

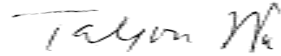
I would appreciate your letting me have the following information so that I have some basis for planning and discussions with my colleagues in Taiwan:

1. First and most relevant of all, will you, or one of you, be available to:
 - a) make a preliminary trip to Taiwan to draw up a concrete plan for the project?
 - b) work in Taiwan for a longer period, say, six months or one year? and the conditions (salaries and so on) to make that stay?
2. An estimated schedule for the project, and budgets (salaries, equipment, building, travel, administrative) for the first two or three years.

An annual budget of \$100,000 for a period of the five years, while not outside the reach of our total budget, requires some careful planning. I shall get in touch with Taiwan as soon as I hear from you again.

I am enclosing a copy of an article that I prepared last summer, and the manuscript of a lecture I am going to give next month. They are informative, I hope.

Yours sincerely,

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Ta-You Wu".

Ta-You Wu

Encs.

TYW : jo

附件三 (二頁)

14 Colby Road
Wellesley, Mass. 02181

May 14, 1969

Professor Ta-You Wu
Department of Physics and Astronomy
State University of New York at Buffalo
Buffalo, New York 14214

Dear Professor Wu:

We are very much encouraged by your letter of April 15.

During the week of April 21-25, all three of us met in Washington, D.C. (at the annual meeting of American Geophysical Union) and discussed at length our proposal to develop Seismological research in Taiwan. We also met with several Japanese and American seismologists who are currently carrying out projects similar to the one we have in mind; the possibility of various forms of assistance from these scientists was established.

In this letter, we wish first to answer your questions, and then outline our preliminary plans for the next three years.

1. Regarding the preliminary trip:

Two of us (Teng and Wu) will be able to spend one month or so (preferably mid-August to mid-September) this summer to:

- a) Stopover in Tokyo to visit Japan's Earthquake Research Institute. The scale of their operation is closer to our estimate than the more expensive American counterpart.
- b) Meet with organization's concerned:
 - i) Taiwan Weather Bureau (now operating the seismic network)
 - ii) Taiwan Geological Survey
 - iii) Universities
 - iv) Data Processing Centerto find out the present set up of the seismological network, the personnel, maintenance and data processing and discuss the possible course of action (A more detailed operation budget will then be drawn).
- c) Consult with the Ministry of Transportation and other Authorities, to find out about the possibility of employing Telemetry for data transmission.

d) Start a station site-survey (for this purpose an initial fund of \$2,000 will be needed to purchase test equipment) – and to train Weather Bureau personnel to follow up.

2. Regarding long term plans:

All or one of us will always be available for the Summer (4 months) to work in Taiwan. Tsai is willing to spend a longer duration (1 to 2 years, starting from the Summer of 1971) to engage in full time research in Taiwan on the Seismic problems. There are several other Chinese Seismologists in this country who are interested in this project. We hope eventually to arrange some sort of schedule so that teaching and research can be maintained at a certain level all the time. It is also conceived that, initially, some necessary computer programs can be developed and data analysis can be performed here.

3. Estimated Schedule and Budget (see attached list).

The budget is only preliminary and not in great detail. The equipment and cost especially depends critically on the mode of data acquisition, be it telemetering or in situ, magnetic or paper recording. As to the building and administrative budgets, it is our contention currently that new organization will be created only if absolutely necessary. The improved net perhaps should still be under Taiwan Weather Bureau, with an additional group to handle research on earthquake location, crustal structure, earthquake statistics and so on. The fundamental geophysical research can be carried out at Taiwan University and Central University. Thus, at least for the first three years, the administrative and building requirements will be at a minimum.

The material you sent us has been very helpful for us to understand the science development program in Taiwan.

We are looking forward to hearing from you again.

Sincerely yours,

T.L. Teng

Y.B. Tsai

F.T. Wu

This is a retyped copy of the original letter.

2 Kuang Chou Str.
Tainpei 100, Taiwan
June 21, 1997

Dear Dr. Teng:

It was a day in 1968 (evening 7) when you visited me at my place on Le Brun Str. in Buffalo. You told me that you and a few Chinese seismologists would be willing to work on an Earth quake program. Without much ado, I asked you to present a 10 or 15 year plan for such a program in Taiwan.

That was the simple, happy beginning of the Earth Science Research Institute of the Academia Sinica and its work in the almost 30 years since that day.

Immediately you and your colleagues had drawn up a development plan including the necessary facilities for observation stations. I had no difficulties in finding the needed funds as things are simpler in the early days of our science development program; people trusted me and I trusted my friends & colleagues.

This was followed by your spending a semester in Taiwan on your sabbatical, your visiting the old Japanese meteorological and seismology stations all over the island, and planning additional new ones; the purchasing of the facilities for the stations, and brought back Dr. $\frac{1}{8}$ $1\frac{1}{2}$ $\frac{5}{12}$ to start working. Progress was amazingly rapid, especially after 1973 when Dr. Tsai Yi-Pao came back from the States.

I've always considered the seismology project of the National Science Council the most happy, successful experience I've had. Your devotion, the competence of your group and the smooth management of human factors all contributed to the progress. All this, and especially your actual leadership in all these years have been appreciated not only by me, but by all colleagues and the authorities.

When I took up the National Science Council and the Academia Sinica job, I didn't have any grandiose plans! I've

only simple beliefs: namely, (1) that I'll bring
the best men I can to work together, and (2)
that I'll do the best I can to provide them
with the best working conditions so that they can
develop to their maximum capabilities. Otherwise
I leave them completely free. The achievements
made by you and your colleagues are ^{personal} a reward
to my simple philosophy, and you putting
up a bust of me in the Institute is something
I shall feel a gratitude for in my life.

These and many other things I had
wanted to tell you in all these years;
but the letter from your wife Evelyn gives
me a chance to do so, although my writing
is not adequate to express my appreciation
both for personal friendship and for what
you have done for Earth Science in Taiwan!

With my warmest wishes.

Yours

Taipei Wu

附件四 (英文打出):

2 Kuang Chow Str.
Taipei 100, Taiwan

June 21, 1997

Dear Dr. Teng:

It was a day in 1968 (evening?) when you visited me at my place in Le Brun Str. in Buffalo. You told me that you and a few Chinese seismologists* would be willing to work on an Earthquake program. Without much ado, I asked you to present a 10 or 15 year plan for such a program in Taiwan.

That was the simple, happy beginning of the Earth Science Research Institute of the Academia Sinica and its work in the almost 30 years since that day.

Immediately you and your colleagues had drawn up a development plan including the necessary facilities for observation stations. I had no difficulties in finding the needed funds as things were simpler in early days of our Science Development Program; people trusted me and I trusted my friends and colleagues. This was followed by your spending a semester in Taiwan on your Sabbatical. Your visiting the old Japanese meteorological and seismology stations all over the island, and planning additional new ones; the purchasing of the facilities for the stations, and brought back Dr. 李泮鑑 to start working. Progress was amazingly rapid, especially after 1973 when Dr. Tsai Yi-Ben came back from the States.

I've always considered the Seismology Project of the National Science Council the most happy, successful experience I've had. Your devotion, the competence of your group and smooth management of human factors all contribute to the progress. All this, and especially your actual leadership in all these years have been appreciated not only by me, but by all colleagues in the authorities.

When I took up the National Science Council and the Academia Sinica job, I didn't have any grandiose plan. I've only simple beliefs: namely, (1) that I'll bring the best men I can to work together, and (2) that I'll do the best I can to provide them with the best working conditions so that they can develop to their maximum capabilities. Otherwise I leave them completely free. The achievements made by you and your colleagues are a personal reward to my simple philosophy, and your putting up a bust of me in the Institute is

something I shall feel a gratitude for in my life.

These and many other things I had wanted to tell you in all these years, but the letter from your wife Evelyn gives me a chance to do so, although my writing is not adequate to express my appreciation both for personal friendship and for what you have done for Earth Science in Taiwan !

With my warmest wishes,

Yours,

Ta-You Wu

Typist Note:

*The four seismologists are: Francis Ta-Ming Wu, William H.K. Lee, Yi-Ben Tsai and Ta-liang Teng. Dr. Ta-You Wu was born in the city of Guanzhou on September 29, 1907 and is one of the most distinguished physicists, a great mentor and leader in Chinese modern science development.

一個好的開始。 。 。 。 。

吳大猷*

I、Dr. Ta You Wu and a Precursor to IES

1969年四月初的波士頓冬天大雪的日子已過，一個陽光不錯的星期五下午，我例行地去 MIT 聽 seminar。那時我剛到 Boston College 教書不久，去 MIT 和幾位教授討論或合作，每次都去找正在 MIT 將讀完 Ph.D.的蔡義本談天。那天義本剛看到台灣新聞有關國科會的成立及吳大猷教授為首任主任委員，並獲蔣總統撥給一大筆額外經費，而正在推行科學發展的消息。我們馬上想到地震災害在台灣是已知且可觀，而地震學的研究與應用範疇亦不斷推展，但當時台灣地震監測網較陳舊且地震學研究相較於美日可謂尚在起步階段。我們想或許國科會會考慮支持地震學計劃，當時就打電話給鄧大量，那時他已在南加大教書，我們對推動台灣地震學研究的可能性覺得非常興奮，並談了可能進行的方向，決定儘快寫信給吳大猷主委¹，信發出不過一個星期便得到了吳主委的回音²，這時中研院地球所可說是「八字尚缺兩撇」。其後經過一連串的發展(見蔡文)才有今天的規模。

吳大猷先生對地球科學有深厚的了解。他對中研院老地質所的丁文江及李四光兩位先生的成就評價很高³，也想到地球科學對台灣可能的貢獻⁴。從開始他對於一個博士生及兩個助理教授的地震研究建議書即就事論事地琢磨如何付諸實現。在日後談話中顯露他對事事從科學眼光出發，知與不知分明，絕不苟且，這個精神在今天更值得我們當作楷模。

¹ 見鄧大量附件一。

² 見鄧大量附件二。

³ 吳大猷，中央研究院的回顧與前瞻，吳大猷文選，聚珍書屋，台北，民七三年。

⁴ 吳大猷，中央研究院成立「自然環境研究所」之建議，吳大猷文選，聚珍書屋，台北，民七三年。

*美國紐約州立大學教授

本所代理所長 (1993.9-1994.7)

本所諮詢委員

II、 Tsengwen

地震組剛開張第一件大事便是曾文水庫地震。大壩才建好不久，1972 年底水庫還未集水，在壩下發生了一個規模較大的地震（ $M=4.9$ ）。美國地調所李泮鑑用新到的煙燻紙地震記錄儀器做了台灣第一次微震調查。義本回台後領導地震組又繼續記錄了一年多。自從 1950 年代水庫水位與地震關係被認知，其可能造成的災害為許多地震學家所注意。為了追蹤集水後地震發展，義本、義雄和我申請了中美合作研究計畫，繼續在曾文設置了一年地震站，並分析幾年的資料。很驚訝的是地震分佈（2.5—8 公里）與所知的斷層無關，而似乎在水庫底下較少且與水位變化不相關。這些結論與我當時簡單的瞭解(理論)不符。或許 1964 年地震後在這區域沒有很多積累的能量可釋放；但 1964 年的震源大約二十公里—是個盲斷層，其上可能是能量累積區。所幸的是到如今水庫區無大震。那時的儀器簡陋做分析困難，除了定位外別無他策。但學到的經驗對日後工作影響很大：理論要常檢驗！

III、 匪話

1949-1990 年是大陸與台灣區域語言有顯著分別發展歷史的時期。由於兩岸各有許多新生事物在這個期間起源，當然語言辭彙會不同。因為地球物理及地震學主要工作源起西方，但在兩岸不相往來時期尤其是突飛猛進，所用名辭分別也非常突出。一個常遇見的例子是 *anisotropy*，在大陸是“各向異性”而在台灣則是“非均向性”，雖然意義一目了然但卻難記住那是那。自 1972 年大陸與美國的交往開始，起先因雙方尚未建交都為半官方，中國科學代表團開始訪美後，地震代表團是第一個。我接觸了這個團並被拉夫去嚐試業餘科學翻譯。其後與中國地震界開始有些聯繫。在 1976 年參加美國海城地震代表團及 1979 年板塊研究（以西藏為目的）團，短期訪問後又在 1980 年去北京國家地震局待了五個月。經過這些洗禮，每次回到地球所作完報告，常有葉永田的簡短評語：「匪話連篇」。2000 年後兩岸交流逐漸頻繁，名詞逐漸統一或兩個系統互通，這類問題漸趨消除。除了語言外，看兩岸地球科學在這段時期交叉錯綜的進展，也令人更深的體驗到科學發展與經濟、政治及文化傳統之關係。

IV、代理所長

1993 年我在紐約州立大學系主任下任，照章有休假年，此時正值地球所所長輪換有代所長之需，便在遴選委員會推薦下擔任此責。一年不是很長的時間，雖然做了幾年諮詢委員，但這一年裡瞭解到不少院內、地球科學界及所內的“文化”；可以說學比作多。那時在台灣研究計畫過關率大概是 80% 左右。所內經費每年都有可觀增加。這較當時美國州立大學或國家科學基金會的研究經費補助高不少。但我覺得每年如在

提出所的預算前，各個課題能有“美式”審議委員會的科學討論或可增進所際研究人員學科間之交流。推動這些討論的結果是，至少我學了很多。另一方面為了增進討論，葉義雄和我組織了一系列大地構造討論會，題目牽涉廣泛且與會者踴躍參與討論。

1993-1994 年台灣地震不多。我那年一直斟酌如有地震群或有構造意義的地震，如何效法當年所長蔡義本在“軍政”時期馬上派野外隊伍記錄餘震的傳統。1999 年集集大地震後有野外隊伍記錄餘震（見王錦華文），對台灣地震及活動構造研究而言，當年取得很多有價值的結果。近年來由於野外地震記錄儀不斷改進，而台灣 swarms 及特殊地震連連（譬如這幾年尖石及秀林村 swarms 及甲仙，霧台地震），震源附近密集站網資料當可加深震源結構的了解；如果運氣好能抓到較大地震開始 cascading，那對預測會有真正的貢獻。假如配合各大學的教學，讓教授帶學生做設站的野外及室內分析（定位及地殼速度）工作，或更可有一石數鳥之功。2012 年十月有一件地震學上的大事：義大利有幾位地震學者和政府官員（義大利國家大型災害預報及預測委員會成員）被判刑。世界科學界嘩然。法庭實在不是解決科學問題的好地方。但我看了幾篇有關文章我有一個深的感觸。2009 年四月凌晨的破壞性地震前六個月前即開始一連串有感小地震，每個月有時上百，而且自四月初到地震前五天內發生了 57 個。在整整的六個月裡居然沒有做過微震調查。用新攜帶型儀器，資料可以迅速傳播。假使每天新聞報導有當天微震新情報，L'Aquila 的人民可以跟蹤，那他們還會告上法庭嗎？恐怕理論地震學的課程會爆滿吧！

V、從 TAICRUST 到 TAIGER

在我的經驗裡，地球所參加國際研究計畫，不管是從所的角度或個別參與都是積極而且成功的，前述的曾文水庫研究是一例，而 TAICRUST 與 TAIGER 則是兩個更好的例子。

TAICRUST 是一個自台灣與美國海洋界發起的較大型計畫，TAIGER 則是以台灣造山運動研究為起點的多項目地球物理大型計畫，海陸同行。對地球所來說這兩項工作都可以說是各別參與，但有地球所財政和人力上的支持，所的電子室是野外工作成功的主要因素之一。

TAICRUST 是從 1980 年代後期開始籌劃，1994 年美方計畫終於得到 NSF 支持，可用美國有大空氣槍及多頻道震波記錄的研究船 R/V Ewing；國科會支持台灣的海研一號佈海底地震儀。當時在美國西部已做了幾次海陸聯合炸測——在陸上記錄空氣槍信號。因為在陸上做爆炸或 vibroseis 都需大量經費，及因台灣人口及工業密集爆炸工作不易。海域空氣槍信號能幫助定地殼構造。我得知 TAICRUST 通過後，即刻與義雄

聯絡。義雄很快得到所方及國科會資助同意認可。這時所裡已有十幾套攜帶型數字地震儀，數目不太夠。而同時美國 NSF 支持下的 IRIS (大學地震研究聯合財團) 已成立，其中一項是野外儀器中心 PASSCAL，它的儀器我於 1991—1992 年在西藏使用過，較新的系統已包括 GPS 且在其設計中已考慮到記錄空氣槍信號。我馬上向 RIS/PASSCAL 提出申請借 20 套 PASSCAL 紀錄器及 3 分量短週期地震儀，不久便得到使用日程。從美國運儀器到台灣也還是數千美金的金額，不大不小；但一個快遞通知 NSF 研究計劃沒有通過，幸好手中還有些經費，便硬了頭皮先做了再說。義雄也籌了足夠資本可佈／收測站及做資料分析。

雖然碰到兩次颱風，總的來說 TAICRUST 是成功的。陸上的 TAICRUST 花了極少經費而得到的結果，尤其是台灣南端永久地震站少的地方，到目前仍然是討論大地構造的基礎，後來做 TAIGER 海陸聯合研究也以 TAICRUST 為出發點。

TAIGER 計劃可以說是源起於發生在 1999 年的 921 集集大地震。集集地震發生之前，鮮有人說台灣西部會有 7.5 或更大的地震。歷史上的 7.1 是有地面露頭的走向斷層。但逆衝斷層（與造山有關）會這麼大嗎？除了造成台灣歷史上最大災害外，它引起一連串有關造山運動的問題。其實集集地震發生後中央山脈反而下降了一點，且地震到了中央山脈邊便止步，很明顯是集集反映了整體構造運動的活動性。但要解釋到底快速上升的中央山脈與平原山區之間的車籠埔斷層活動關係是什麼呢？還有其他地方會有類似的大地震嗎？大家都承認台灣是板塊碰撞的產物，可是問十個地球科學家，台灣附近板塊是怎麼碰怎麼撞，至少有九個答案。要瞭解真正地質及地球物理過程到可以預告將來大事件的程度，恐怕還得努力很久。很清楚是我們太缺乏地下資料。與國內外同行討論及經過思考後，第一件事便是需要大家（雙方可能合作夥伴）坐在一起討論工作大綱，然後訂定初步細節。2000 年十月在 Trieste 打電話與王錦華討論。那時他正主持國科會大型整合集集地震研究計劃，馬上答應安排 2001 年上旬在地球所開一個小型討論會。這個開端以後找機會聯絡有興趣的同行一起探討可能工作方向。從開始也與法國及日本學者交流。地球所除了錦華作各方面協助外，高弘、黃柏壽及許多所裡同仁都貢獻意見。

TAIGER 研究目的是利用目前所有的有高度解析力的多項地球物理方法，在可能的財政支持範圍內，摘取關鍵數據，以便測試目前已有的台灣構造運動模式，並借重日漸有力的數值地球動力計算來作造山運動基礎研究。由於台灣是個活生生的構造，應可彌補老山脈研究不足之處。雖然 NSF 批准計劃中不包括地質項目，但這樣的研究得不斷與地質學者討論，諸如野外佈站，取標本及解釋都經過許多反覆拿捏。

TAIGER 一開始便知道：在美國一個牽涉到陸上及海域，跨過傳統研究領域的基

本科學項目可以資助的機構只有 NSF 的「大陸動力學」(CD) 項目。它與其它 NSF 較傳統的學門不一樣。一般的計劃不必與 NSF 聯絡即可投入。而 CD 較正常的過程是先提一個「PRE-PROPOSAL」, 告訴該學門及其審議委員會有關研究計劃的種種: 目標是什麼, 從什麼方向探討, 主要科學意義在哪。很重要是詳述檢驗假說(他人或我們的)之方法。當然要估計總的經費大概需要多少。該會會針對計劃的內容加以討論並提出建議。如果結論是某計劃是有科學意義且可行, 再提正式的申請。2001 年二月 TAIGER 即提 pre-proposal (約五頁), 得到初步贊同後, NSF-CD 給一些開會經費以便進一步討論, 讓美方 PI 集體寫正式申請書。2001 的十一月提出第一次正式申請。當時 NSF 一般的申請書只能有十五頁正文。因 CD 申請書牽涉廣, 故以三十頁為限, 加上參考文獻、圖及其它附件, 整個文件達百頁。

自 2001 年開始 TAIGER 成員多次聚集討論研究範圍及細節。在台灣除了上述地球所同行外, 成員包括海洋界之臺大、海大及中大「三劍客」, 及中大、中正的陸軍等共十位左右的 PI, 美方有七所大學也有十位左右 PI, 在申請過程中有些調整但不多, 日本 ERI 及法國學者們也參加。

CD 計劃申請很少第一次通過。實際上 TAIGER 第一及第二次審議會都給好評, 可是其結論是「還有改進餘地」, 在第三次(三年後)才通過。每年都有新評語每年重新想整個台灣構造問題怎樣可進一步用 TAIGER 資料去探討。每年都與台灣及他國的 PI 討論。實際上日本同行在日本遞上申請, 第一次便得到三年經費。等我們通過他們已快要做完了。當 NSF-CD 主持人告訴我計劃通過時, 他的警語是:「當你得到你所想要的, 要當心。」我心裡也知道前面工作一大堆。陸上及海底寬頻儀器要排隊, 佈海底地震儀還要配合適當船隻; 要在台灣做陸上爆炸地殼探勘, 中大王乾盈教授很有經驗, 但選點不是一件簡單工作; 美國大學 NSF 支持的研究用船 R/V Ewing 剛退休, 新船 R/V Langseth 已購得但需大量改裝, 很多研究在等這條船—可影響船期的因素太多了。還得有佈海底震測儀配合記錄空氣槍信號; 幸好有「海軍上將」, 海大李昭興教授, 花了大力氣組織了一個艦隊。計劃剛通過 NSF 已來信告知在台灣附近作震測須有鯨豚影響的估量—這不是一個純科學問題。

從 2004 年到 2009 年, 柏壽和電子室大力支持寬頻及其他地震研究工作。梁文宗在 TAIGER 工作進行中把所取得資料及時送進地球所資料庫, 使美方資料庫也得順利及時建立, 對 TAIGER 研究起了莫大作用。大地電磁測探, 實驗室測岩石波速也得到很多的幫助才能順利完成。在台灣中研院, 國科會及其他政府機構緊密配合台灣各大學 PI 讓 TAIGER 能在計劃的五年中完成。CD 計劃中像這樣較複雜的能如期完成, 與台灣各大學機構緊密合作。在所裡與李建成、詹瑜璋、趙里、郭本垣及文宗等有無數

次的交流。

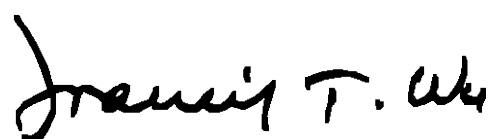
野外工作雖然五年內完工，但研究工作還在進行中。已有的輪廓性的結果已能幫助檢驗基本假說。由於台灣地震多，利用多震源及人工爆炸源共同研究，或可給我們足夠細節將碰撞的基本過程加以闡述。通過 TAIGER 工作很清楚可以看到，雖然地物方法將地下構造弄清楚在目前是最需要的，已有的資料仍然有許多「洞」要補，而且有關深部地質過程解釋要會同高溫高壓岩相反應與物質應變性質一起考慮。臺灣中央山脈上升特別快，山中各種變質岩雜處，顯然與深部構造有關。國外地球科學研究人員不斷來拜訪，因為在台灣現在展現的各種現象都代表正在進行的過程，是研究造山運動最好的地方。其實地球所新人才有地球動力學專家，所中也有岩石學的老將，和海陸都可作戰的地震戰友。這個本地特產世界級，多學科的研究課題－台灣造山運動，尚有的是發展空間。

這段主要敘述我參加 TAICRUST 及 TAIGER 與地球所一起工作的良好經驗。整個工作中中研院地球所與參加 TAIGER 研究的各大學都緊密合作，創造一個優質的合作環境。其細節要另擇吉日再寫了。

VI、Perspectives on IES

在世界各地的地球科學研究所裡，中研院地科所十分有特色。以地震學起家的本所，其領域不涵蓋所有課題，但是從過去三十年來它保持選擇重要而不重覆台灣其他研究所課題的傳統。

較世界大多數地方，地球所更有優勢，是本所有可靠的長期財政支持，是一個做基礎問題研究的好環境，做「世界級」課題當然是自然選項之一。但台灣本身已是一「世界級」研究課題，目前尚有很大繼續開發的空間。從現在所況來看，四十週年所慶時，當又是一番新景象。



憶中研院地球所地化組成立經過

謝越寧*

民國六十一年春，筆者趁前往普渡大學任教前，在國科會資助下，回台講學三個月，曾擬訂一簡短報告，呈送國科會，簡述同位素地球化學之原理及應用。時任工業技術研究院礦業研究所所長馮大宗先生，將此文刊登於民國六十一年八月出版的礦業技術雜誌，以便於推廣此一結合物理、化學及地球科學的新興科學，但未獲熱烈迴響。

民國六十五年暑假，筆者再度回台，時值中研院地球所籌備處成立，蔡義本主任及鄧大量教授與筆者談到地球所未來，除地震學研究為主軸外，是否有其他新興科學應該在台灣優先發展。由於筆者在加州理工學院及加拿大麥馬斯特大學 (McMaster University) 學的是同位素地球化學，便提出以此科學為未來值得發展的領域。此建議深獲得鄧、蔡二位之贊同。筆者回美後，提出「同位素地球化學研究室成立計畫草案」(見附件一)，擬向國科會申請補助。因經費龐大，時任地球所籌備處之諮詢委員阮維周教授建議，除中研院地球所外，也應聯合本院化學所，台灣大學化學系、地質系及海洋研究所共同推動。惜此計畫呈國科會未獲通過。

民國六十七年，蔡義本主任將原計畫單獨由地球所籌備處向法院方提出申請，很幸運獲得通過，同位素地球化學在台研究於焉展開。由於當時研究穩定同位素的留學生較多，在國外除筆者外，尚有葉學文、劉康克、陳振雄、龔君展、劉兆黎、黃季一、黃文彥及汪中和等人，在國內已有鄭偉力任教於台大海洋研究所；加上穩定同位素實驗儀器及設備花費較低於放射性同位素研究設備，故穩定同位素研究優先在台發展。

筆者於翌年(民國六十八年)十二月至民國六十九年七月，再度回台七個月，協助質譜儀及標本處理設備的建立與校正，並同時展開台灣大氣降水、溫泉及地熱的研究。在此其間，劉康克由美長期回台任職中研院，主導研究計畫功不可沒；任職夏威夷大學的葉學文也多次回國協助。同時，台大博士研究生俞震甫、成大碩士研究生陳中華，也兼職中研院，積極參與早期的研究工作。此外，工研院礦研所的藍晶瑩、程楓萍，中國石油公司的胡瑾瑜、陳隆輝也前來參與地熱研究工作。部份研究經費是由中國石油公司

*美國普渡大學地球及大氣科學系教授

本所通信研究員

曾任本所諮詢委員

分攤。「好的開始，是成功的一半」用來形容地球所同位素地球化學研究的發展，非常恰當。本文只記述穩定同位素地球化學的發展經過，至於有關放射性同位素地球化學方面的發展與研究，將由李太楓執筆。

茲值中研院地球所成立三十週年，同位素地球化學在台發展成果已在國際學術界取得重要地位。「三十而立」，筆者就記憶所及，追述陳年往事，以與所內同仁共勉。在此預祝地球所未來的研究與發展，能夠百尺竿頭，更進一步！



筆者與蔡義本教授(左)相會於 Palo Alto, California。(謝夫人攝於 5/29/2012)



筆者於 2013 年 5 月回地球所演講，並接受趙丰所長頒發通訊研究員聘書。

謝超寧 *Yuchang Shek*

同位素地球化學研究室成立計畫草案 1977年9月10日

- 謝越寧 -

I. 引言：

同位素可分為兩種，即穩定同位素與放射性同位素。前者如 O^{16} 、 O^{17} 、 O^{18} ，後者如 U^{238} 、 U^{235} 、 Rb^{87} 、 K^{40} 等。同位素之用途非常廣泛，在物理、化學、生物、醫學、農業等領域中，因同位素之應用而有突破性發展之例子，實不勝枚舉。在地球科學方面，同位素之應用尤其重要。在1950年前後，一門新興科學，即同位素地質學的誕生，給地球科學帶來具有革命性的發展。地球及隕石的年齡被測定為46億年，及用氧同位素來測定在遠古地質時代海洋溫度的變化情形，都是在這段期間研究發展成功的。

目前，在地球科學的各部門，如岩石學、礦床學、石油地質學、古生物學、古氣候學、氣象學、海洋學及水文學等皆普遍地利用同位素地球化學的原理來解決各部門中特有的問題。在近年各種地球科學雜誌及文獻中經常可見到與同位素有關的論文，即為明證。

II. 同位素在地球科學上的應用

(A) 穩定同位素

在諸化學元素中以氧、氫、碳、硫及氮之穩定同位素應用最廣。穩定同位素之主要用途有三：(1) 探討自然界中無機物或有機物之來源 (2) 探討物質在自然界中所經過的作用 (包括無機作用與生物作用) (3) 推算岩石礦物或其他物質形成之溫度。茲舉一二例以說明之：

地球表面的雨水或雪水所含的 O^{18}/O^{16} 及 D/H 之比值與當地的緯度、高度及距海洋的遠近有一定的關係，這些地表水

与来自地球深处的岩浆水 (magmatic waters) 其 O^{18}/O^{16} 及 D/H 之比值有很大的差别。我们利用这种关系即可讨论地热 (geothermal waters) 或热水矿液 (hydrothermal solution) 之来源及混合比例问题。又如共生矿物 (或矿物及水溶液) 其 O^{18}/O^{16} 之比值差与温度有一定的关系, 所以我们只要量出两个共生矿物的 O^{18}/O^{16} 比值, 即可推算此等矿物形成时的温度。如月岩的形成温度以氧同位素测出为 $1150 \sim 1250^\circ C$ 。在更新世有数次周期性的冰期与间冰期也由深海中沉积物之有孔虫氧同位素分析得到极为详细的海洋温度变化曲线, 进而讨论地球冰期的成因与未来的预测。又如世界上许多硫化矿床, 有些是由火成岩浆分化而成, 有些则由细菌将沉积物中之硫酸盐类还原而成。这两种硫化矿体在 S^{34}/S^{32} 的比值上有极大的差别, 所以用硫同位素来探讨矿体的来源是简单而有效的办法。

将来同位素地球化学研究室成立后, 我们可立即展开下列研究:

1. 台湾变质岩带中, 测定 O^{18}/O^{16} 在岩石矿物中之比值, 以推断变质作用的温度及鉴定片麻岩或角闪岩之母岩性质 (即在变质作用前为沉积岩抑或火成岩)
2. 用 O^{18}/O^{16} , D/H 及 S^{34}/S^{32} 来研究台湾新生代火成岩与矿床之相互关系, 借以了解矿体及热水矿液之来源及形成温度。围岩变换作用之过程等。
3. 用 O^{18}/O^{16} 及 D/H 研究地热, 如推算地热气之来源及其循环过程, 地热气在深处之温度及储量等。
4. 用 C^{13}/C^{12} , D/H 及 S^{34}/S^{32} 研究石油及天然气, 以了解其来源及储油层或储气层的关系, 或油气形成后在地层中移

動的情形。

5. 用 S^{34}/S^{32} 研究煤中硫化物之分布及來源(包括有機硫及無機硫)
 6. 用 O^{18}/O^{16} 及 C^{13}/C^{12} 研究台灣海峽及南海之沉積物(包括微體化石如有孔蟲等)以了解其沉積環境及古氣候。
 7. 用 O^{18}/O^{16} 及 D/H 研究台灣沿海海水與淡水之混合程度。用 C^{13}/C^{12} 及 N^{15}/N^{14} 研究海水中之有機物, 推算有多少係來自陸地(大部分來自 Sewage, 即下水道之污物), 此項研究與環境科學有密切關係。
 8. 用 O^{18}/O^{16} 研究台灣各大河下游中之沉積物之來源分布, 借以了解河流上源各支流之侵蝕程度, 此項研究與水土保持之研究有密切關係。
 9. 用 S^{34}/S^{32} 鑑定大城市之空氣中所含硫化物之可能來源。
 10. 用 N^{15}/N^{14} 研究氮肥由土壤被植物吸收後之轉化過程。
- 以上所列研究, 其範圍包括岩石礦床(1, 2), 地熱(3), 石油及煤床地質(4, 5), 海洋(6, 7), 環境科學(7, 9), 水文(8) 及土壤(10)等, 其他可研究之問題尚多, 不再一一列舉。

(B) 放射性同位素

(從略, 由江博明執筆)

III. 同位素地化研究在各國發展現況

同位素地球化學為一新興科學, 其所用儀器及技術比較專門化, 所以發展在不久前尚不十分普遍, 即近如 1960 年前後世界各國有此設備之實驗室可能不上十餘家, 且大部分皆集中美國。近十年來同位素在地球科學上之應用已普遍被人

重視，所以新實驗室的成立如雨後春筍，以後更有急速增加的趨勢。目前除美國外，俄，英，法，德，瑞，義，澳，紐，日，南非等國，皆有夠水準的同位素地化研究室。有些國家因基於人力及財力之關係，同位素實驗室由好幾個機構聯合創立與使用。最顯著的例子有：

(1) 紐西蘭之 Institute of Nuclear Sciences (以研究穩定同位素馳名世界) 此機構係政府之 Department of Scientific and Industrial Research, 但地質調查所及各大學與之皆有密切關係。最近該所所長 Dr. Rafter 退休, Royal Society of New Zealand 曾召開 - International Conference on Stable Isotopes 以資紀念。會議內容很多偏重應用方面如地熱, 礦床, 環境地質等。特影印該會所發表之論文題目(附錄一) 可反映目前研究趨勢。

(2) 英國蘇格蘭之 Scottish Research Reactor Center. 此中心是由政府及好幾所大學聯合創立, 研究人員均在附近大學兼課, 學生也可到該中心作研究。此中心創立未久, 目前擁有原子能反應器及數架質譜儀可作穩定與放射性同位素分析, 研究頗有成效。

由以上討論可知同位素地球化學在純科學及應用科學上皆有廣泛之應用。目前世界各先進國家無不重視。惟我國目前尚無此方面的實驗室。過去國內機構牽涉到此方面問題時, 或聘請專家來台研究, 或將標本送國外分析, 此種辦法所費極昂又需時日, 更有甚者, 科學無法在國內生根。故基於學術上及應用上的需要, 在台建立同位素地球化學實驗室實刻不容緩。

IV. 初步計劃

(i) 機構之成立

為集中人力及物力，使同位素地球化學實驗室發揮最大效能，筆者建議應由台灣各學術及研究機構合力支持此實驗室，將來該實驗室之研究也應與各有關機構密切配合，一如蘇格蘭及紐西蘭之作法。

此實驗室可分為兩大部門，一做穩定同位素地化之研究，一做放射性同位素（包括地質定年）之研究。何者先行設立，應視人才而定，如在人力財力許可下，兩者最好同時進行。

(ii) 設備

穩定同位素與放射性同位素之研究，在設備方面有顯著的不同，即連最基本的工具如質譜儀其設計也迥異，不可混用。故在設備上兩者將分別討論。

(A) 穩定同位素之研究設備

(a) 質譜儀：此為研究穩定同位素之必要工具。目前在製造質譜儀之廠商中以美國之 Nuclide Corporation 及英國的 Micromass 所出品者最為普遍可靠。日本 Hitachi 也可考慮。據筆者參閱各實驗室及與同行科學家討論結果，認為購買英國 Micromass 新出品 Siamese 602 D 型最為適宜。因只要此一質譜儀即可測定 O^{18}/O^{16} ， C^{13}/C^{12} ， S^{34}/S^{32} ， N^{15}/N^{14} 及 D/H 之比值。筆者今年五月所得之估價，包括一切必要附件，為 \$82,000 美元。⁽¹⁹⁷⁷⁾

(b) 化學處理設備

此套設備其目的在將岩石礦物或其他物質中之氧，氫，碳，硫，氮取出以便引進質譜儀，測定其 O^{18}/O^{16} ， D/H ， C^{13}/C^{12} ， S^{34}/S^{32} 或 N^{15}/N^{14} 之比值。其所需設備之繁

簡隨各物質而異，一般言之，以矽酸鹽類之處理最繁，碳酸鹽類及水之處理最簡。將來設立實驗室，應有以下設備：

1. BrF₅ line : O¹⁸/O¹⁶ in silicates and oxides
2. Carbonate - Water line : O¹⁸/O¹⁶ and C¹³/C¹² in carbonates, O¹⁸/O¹⁶ in water.
3. Sulfur combustion line : S³⁴/S³² in Sulfides.
4. Carbon Combustion line : C¹³/C¹² in hydrocarbon or other organic matter.
5. Hydrogen line : D/H in water and hydroxyl-bearing minerals.

以上五項設備均由玻璃管或金屬管所接成，須達到高度真空（10⁻⁶ mmHg 以下）。除部分零件可購買外，其他均須自製或托國外大學製造。所需費用約為 \$35,000 美元。

(C) 其他設備

1. 烤箱 (Oven) = 個。
2. 天平
3. Fume hood = 個
4. 定溫水槽 (Water bath)
5. 保溫盛器 (Dewars)
6. 液態氮盛器 = 個 (30公升容量)
7. 吹玻璃器具一套
8. 氧氣及氮氣筒各一個

以上設備估計約需 \$14,000 美元。

根據以上估計，建立一套完整穩定同位素地化實驗室，包括質譜儀、化學處理設備及其他必要設備，共需費用

約十二萬美元(約新台幣五百萬元)。以上費用不包括容納各項設備之房屋建設費或整修費,也不包括家具及壁櫃。

(d) 所需空間及必備條件

1. 質譜儀室: 此室面積應有 7公尺 × 10公尺左右, 最初將容納二部質譜儀(一做穩定同位素, 一做放射性同位素)。將來擴充時可容納至四部, 此室須有空氣調節設備。
2. 化學處理實驗室: 需要二個房間, 一為 7公尺 × 10公尺, 另一為 5公尺 × 7公尺, 為架設 BrF₃ line 等之用。此二房間需要空氣調節設備。
3. 礦物分離及標本貯藏室, 需一 4公尺 × 6公尺之房間。

(B) 放射性同位素之研究設備

(從畧, 由江博明執筆)

(iii) 人員編制

- (a) 研究員與副研究員: 三至五人, 須有博士學位並有數年研究經驗。負責同位素實驗室之初期建立與研究, 指導大學研究生作研究。
- (b) 客座研究員與副研究員: 資格同上, 但限於短期或臨時之研究員。
- (c) 研究助理: 若干名, 視實際工作份量而定, 碩士或學士學位, 協助研究員從事研究。
- (d) 電子工程人員: 一名, 修護儀器。
- (e) 秘書: 一名, 兼打字。

(iv) 人才來源

目前從事同位素地化研究之我國人士約有十餘位，筆者所知者有：

(A) 穩定同位素方面：謝越寧、葉學文、陳振雄、龔君辰、黃季一、劉兆黎、鄭偉力。

(B) 放射性同位素與定年方面：江博明、顧德隆、孫賢鋪、施繼渝、彭宗宏、李太楓、陳惠陽。

上述人員，除鄭偉力現執教於台大海洋研究所外，餘皆旅居國外。目前表示願意短期或長期回國協助建立同位素地化研究室的有下列諸位：

(A) 穩定同位素方面：

謝越寧：1978年暑假；1979年半年至一年。

葉學文：1978年或1979年，考慮長期回國。

其他有意回國人員，正由筆者詢問中。

(B) 放射性同位素方面

正由江博明負責聯絡調查中。

(v) 準備工作

在穩定同位素方面，因有鄭偉力在台，及謝越寧、葉學文之答應於明後年回國，故建立實驗室的準備工作可立即開始。包括經費之申請、房屋之建立或整修、質譜儀及其他儀器零件之定購等。部分儀器及零件必須在國外大學製造者，也應著手開始進行。

旁觀者清——訪台一年的觀感

翁玉林*

從 1993 年 8 月 2 日至 1994 年 6 月 30 日，我在中研院渡過了 11 個月，我們全家包括我太太、十四歲的兒子、八歲的女兒，在此過了愉快的一年。我的兒女除了學中文，也學了一些「孝與敬」的概念，太太寫了一本小說，我也完成了一本書，這本書是我過去 20 年來從事行星與大氣（包括地球）研究的總結。在這一年內，我有幸與所內的古氣候組成員展開合作，也希望這是一個很好的開始。以下簡述這一年來，我對地球所觀察一些粗淺印象：

我最感動的是發現在這座卓越研究所背後存在著的一些幕後英雄，20 年來他們默默耕耘，對這塊土地不斷地灌注愛與關懷。我所遺憾的是：因為我來自香港，過去除了李太楓，從未認識地球所其他成員。在此工作期間，我最大的收穫是認識了許多朋友和一班年輕而有潛力的研究人員。我極同意鄧大量院士給我的勸告：「一個研究所最寶貴的是「人才」，希望你愛護關心所裡的這一班年輕人。」

身為訪問學者，我的任務輕鬆，所以我常有時間參加所有的演講會，並從其中學習關於地球科學的許多新知，例如，我過去對古地磁和火山熔岩一竅不通，但現在我有足夠的知識去欣賞這些科目。地球科學的優美在於它極端的繁複性、龐大的綜合性和基本的整合性。在這裡我有機會學習各門科學，如台灣和亞洲（包括中國、日本）的古氣候。這些給予我研究地球氣候的不少新知，是我在巴沙甸娜（Pasadena）辦不到的。

當我享用著地球所提供的種種方便，我也暗中自問：我能為它做點什麼？這個問題似乎很難找到答案。我發覺地球所的資源及規模，和我所任教的加州理工學院的地球行星系相仿。兩處的科學研究成果也應該可以相等。對這個令人振奮的念頭，我花了很多時間細想。在這期間我常常和所內不少同仁、海外學者討論這問題，在大家談話中很多新的見解產生了。我將這些意見分成四個部分，作為我對地球所如何改進的拙見：一、寫作和閱讀論文；二、演講會及個別輔導；三、輔導小組；四、民主和效率。這些是我一年來的總結，我從個人的經驗出發，推廣至一般性的問題上。

*美國加州理工學院地質與行星科學系教授

本所諮詢委員

中央研究院院士

一、寫作和閱讀論文

在這六個月後，我才發現能為地球所做什麼：一、指導這裡的年輕人如何寫好論文。二、輔導他們閱讀論文，對於由語言引起的重大障礙，我也是很久才發現的。我忘記過去是怎麼學習英文，但可以看到我兒女學中文的困難：我在兩個孩子身上看出把學中文當母語或外語學習的極大不同。小兒在國外已學了九年的中文，他在台北美國學校讀「中級中文班」。小女在國外讀過一年中文，她在胡適國小讀二年級。在國小只一年，小女的中文程度已趕上，甚至超過她哥哥。從這點看出，以中文作為母語或外國語來學習，中間的差距約六年。

這讓我對地球所年輕成員有較深的認識：為什麼他們閱讀或書寫英文是那麼困難。以六年相差計算，台灣一般大學生的英文程度大約是美國學生的初中程度。我曾經與鄧院士討論，他又指出因語言問題引起的兩大惡果：一、論文寫得不清楚，審稿人看不懂，未能在國外雜誌發表。二、研究人員沒有養成閱讀英文雜誌的習慣，造成與外隔閡且成果不被承認。

數年前許靖華院士在加州理工學院訪問，曾告訴我他如何幫助中國的研究人員。他認為最迫切的是引導他們整理意見和寫好論文。換言之，阻塞科學成果的瓶頸不在缺乏知識或不夠用功，而在如何把研究成果綜合，並寫成論文。從我個人的體驗得知，許院士是對的。如你想從這方面幫助年輕人，你會極受歡迎的。各篇不同的論文每一頁大約需要一小時修改。每篇約要修改五次。當然後來的修改比前頭的省時。我發覺最好的辦法是和作者本人研讀每一行每一句，並討論如何更改。中文是美麗極適合寫詩的文字，但它不利於邏輯或表達複雜的因與果。一些年輕人讓我讀他寫得很好的中文段落，但他的英文文法卻是不正確的。只有在細心而嚴密地討論後（一小時一頁的蝸牛之速），我們才找到他背後的邏輯結構，然後，文字方面修改便毫無費力。

對於資深的同僚，如想循著教授的路去幫助年輕人，我的勸告是：

- 一、對他們的工作要有興趣，幫助他們寫論文。
- 二、這是十分吃力緩慢的過程，需要「耐心」。
- 三、輔導他們寫論文時，也要幫助他們思考，及學習新知。
- 四、這項工作可幫助年輕人在他們的研究領域紮根，有長遠的價值。

地球所的人閱讀論文不夠多，主因語言隔閡。又因缺少接觸最新的研究成果，而影響自信心及創新理念，在下一節我們會討論一些改良方法。

二、演講會及個別輔導

在 1994 年三月初，國科會請來了一位國際知名的俄國預測地震專家——布洛先生到地球所演講。在他未來此之前三個星期，我曾請一位資深研究員和一位訪問學者給大家補課，預先輔導大家閱讀布洛先生的經典論文。他們自認沒有權威性而謙虛地推辭，結果我們只得到一個半小時的輔導課。這種準備功夫是不夠了解一位大師的研究的。以我之見，國科會花 5,000 美元請布洛先生，我們並沒好好地向這知名的地震專家學習。布洛先生的學問非金錢所能夠買；他非常誠懇，要將他對固體地球科學的知識和愛好傳給大家。這樣一位科學家又兼具宗教般的熱誠愛心，實難能可貴。可惜欣賞的人不多，結果只是一種極度浪費。這也肯定我的一些想法。

演講會（以美國般的內容和速度）非一般成員所能接受。如果要普通的一個地球所成員能因布洛先生的演講而獲益，須作預先三小時的輔導。在會後再由主講者用一小時詳細重覆解釋論文中的要點。如果沒有花這些前後的功夫，這種演講會對地球所的人沒有幫助。中國人常說：「入得寶山，空手回」。我讀過王永慶的一本書，他說以遊客的身分去參觀國外的工廠毫無好處。你一定要得做好準備功夫，水準至少要達到對方的 80%，然後再去有「目標」的造訪，才會獲得預期的利益。

簡而言之，邀請一名如加州理工學院的金森先生或布洛先生般的大師來訪問之前，所內應先做輔導工作，才會讓地球所人員從這些大師身上汲取精華。否則，他們在此只是遊客，徒然浪費國家的金錢和他們的時間。王永慶所說要先到達 80% 的水準，是工商業嚴峻的要求。我想如聽眾具備演講者 50% 的水準，才可交流知識。如聽眾只有 10% 的水準，他們極難吸收精華；對演講者也是一大挫折。

地球所的許多人員，曾向我訴苦，抱怨這個地方與世隔絕。對於這個說法，我並不奇怪。台灣約等於美國一州，它沒有經費支持很多的研究計畫，只有依靠和外界的交往以保持科學水平。但參與演講會的人數又那麼少，一方面渴望與外界接觸，一方面又不能利用機會。我建議的個別輔導，也許可以解決部分問題。

關於輔導，我認為從研讀經典名著開始，邀請太多海外學者來此演講並不合算，也未必方便，如能閱讀不同領域內的經典著作倒可收益良多。這些論文是每一領域內的精華之作，可以給讀者很好的指點和帶來靈感。如有人讀完一篇名著，並輔導其他成員研讀，每一月一篇，一年可讀 12 名大師的著作，那一定對地球所成員的學養大有幫助。

三、輔導小組

今年年初，地球所所長吳大銘先生宣布一套評審地球所年輕成員的辦法。很多人害怕這套方法會帶來壓力。其實吳所長是為了提高地球所的學術水準，才提出此案的。這項新的評審方法是邁向正確方向的起步。但我也看見底下各人的不滿（這是健康的民主跡象）。在和吳所長多次討論後，我開始欣賞加州理工學院內一些輔導年輕人的方法。

當一名年輕助教授被聘到任之初，系主任便會指定四、五名教授組成一輔導小組（tracking committee）。每年這組開會一次，審查這名助教授的進度，閱讀他的論文，和他本人討論，並請教他同行的意見，有時更打電話詢問他同行的大師關於這名助教授的看法。小組每年向系主任報告一次，三年後小組必須寫一篇報告給系主任，決定是否續聘三年。小組的任務直到第五年尾才結束。這時系主任又會另成立一個小組決定是否升這名助教授並給予終身教職。成立一個新的小組的原因是避免舊的小組與這名助教授日久相處，有失公正。這個新小組通常委任六名教授，其中很有可能一名是別系請來的。

我認為我們系上的年輕助教授日子雖不易過，但往往可以獲得適當的照顧和關心。我記得自己曾和多位教授、系主任認真地討論關於我未來的研究方向，此事讓我獲益不淺。

我覺得地球所對年輕成員照顧不夠，讓年輕人自主自創，本是好意，但如走極端便會引起反效果。我認為所裡的資深研究員和海外學者（不一定要屬諮詢委員會）可負起輔導年輕成員的責任。他們是地球所的未來。古語云「種瓜得瓜，種豆得豆」，如你什麼都不種，結果大概會一無所得。

吳所長「改革」成功與否，將和設立「輔導小組」息息相關。如只有罰，沒有賞，會對年輕人造成很大的心理威脅。由於恐懼失敗，又不敢公開反抗，他們會變得無比恐懼。換言之，如何讓年輕人發揮潛能，在於如何愛護及引導他們。

四、民主和效率

去年八月一日，從美國來的教授在演講會後和同仁一起去吃午飯，一位資深的研究員臨時不能參加，後來他說之所以不能來是因在中研院開了四小時的會議。地球所每兩個月開一次的所務會議，每次開約四個半小時。相同的會議在加州理工學院只需一個小時，這裡需要四倍以上的時間，實在非常浪費。同事解釋，這是因為這社會的

民主太薄弱了。沒有人願意在公開場所提出意見或批評，而採取傳統的方式暗中較量。因為這種主要襲自美國的民主，有三個原則：公平、公開、容忍。這三項原則既為未曾深入人心（不易把它用塑膠袋包裝或如柳橙般運進來），又如何實行民主？這正如在真空內振翅膀。

同事並告訴我一個故事。這裡唯一實行民主的方法是不記名投票。在沒有公開的情況下，又怕得罪「老頭子」，每一小節都要投票，每次例行公事地開會便花費四~五小時。他搖頭說這種美式民主真不切實際，再不然就是水土不服，無法在此推行。

另一個例子是，吳所長告訴我，院長和研究員間沒有一些中層組織，如加州理工學院所設的學術自由小組、升任正教授小組、輔導小組、招募人才小組。這些小組的作用，是向系主任或校長提供意見，讓他們做正確的決定。這裡卻只有皇帝和平民，反對的意見不能上達，除非公開反叛。但往往又因反對者勢單利弱，所圖的通常是個人利益（非公益），結果都會失敗。

甚至在一個研究小組內，也難執行民主。我的一名老友從經驗中舉例：「中國人在小組內也無法切磋合作，似乎從未學會有效地開一次會，或分工合作。我連我的小組也管不住，因大家各自為政。結果我成為眾人的和事佬，這實在很浪費時間。我手下的人都不公開討論，妥協與互補非他們能理解。所有批評他的意見，被誤解為個人攻擊，今天默默接受，日後成為仇視或報復的種子。我寧可大家拍桌子拍凳子，達成共識。可惜那不是中個人的民族性。」

基於上面負面的報告，我最好去信奉道教，或接受柏楊所寫的「醜陋的中國人」中的論斷：「中國人不能容忍不同意見的劣根性，使他們沒法實行民主。」但我不贊成他的論點。我深信傑佛遜說的：民主基於教育和擁有田地（現在的有屋階級或其他財產）。民主是可以在此執行的，如資深的研究員幫所長整頓所務。上述各類作用的小組可以由資深研究員合組，對所內的業務一定有所提升。傑佛遜在創造理想的民主時沒把它和「無效率」放在一起，他的理想是「天才與道德的貴族」，天才指辦事能力，道德指關懷群體，貴族便是精英。這是美式民主的最高理想，也應該是地球所的執行原則。

結論

我逐漸了解台灣做研究的困難。最基本的難題是將西方 300 年（十代）濃縮為 30 年（一代）。你可以用錢買儀器、博士、甚至諾貝爾獎得主（在美國至少有 110 位）但買不到科學精神：對創作的熱忱和猛進精神。科學精神在西方也不是一蹴即至，而經過無數年代，無數「聖人」相傳下來的，如哥白尼（Copernicus）、刻卜勒（Kepler）、

伽利略 (Galileo)、牛頓 (Newton)、高斯 (Gauss)、拉布拉斯 (Laplace)、馬克斯威爾 (Maxwell)、卡諾 (Carnot)、波茲曼 (Boltzmann)、漢彌爾頓 (Hamilton)、喀爾文 (Kelvin)、普朗克 (Planck)、波爾 (Bohr)、愛因斯坦 (Einstein)、海森堡 (Heisenberg) 等人，這種精神非來自一顆明星，而是整條銀河，才會顯得光輝奪目、燦爛耀眼。

在一代內要創造這種科學精神是不可能的。而且這種科學精神應來自「內」而非「外」。日本是一個很好的例子，他們把西方的十代縮為兩代，他們的使命感從何而來？他們深信自己為太陽神一脈嫡傳的子孫。

我們有五千年連續的文化，中國人不優越嗎？日本能，為什麼我們不能？五千年的歷史和十億人民在等著答案。

翁玉林

(本文轉載自世界日報)

從 CHART 到 BATS：臺灣地區寬頻地震網的早期歷程

陳望平 (Wang-Ping Chen)*

1、 偶然的會議

回溯到廿年前的春天，全美地震研究組合 IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) 與美國地震學會 SSA (Seismological Society of America) 在新墨西哥州的聖泰飛 (Santa Fe) 舉行聯合年會。說來不可思議，自己主攻地震學 -- 至少是以地震方法為研究的主要手段 -- 倒是極少參加美國地震學會的年會。每年全美地球物理聯盟 AGU (American Geophysical Union) 的大會卻很少缺席。可能與會議涵蓋面的寬廣與否有關。

1992 年中研院地球科學研究所 (IES) 成立已經十週年，比 IRIS 還大兩歲。IRIS 發展得極快，八歲時基本上已經確立了全球新一代地震儀的規範：固定台由 0.003 到 50 赫茲之間，頻譜對地動速度的反應是平整的。這個標準已足以準確的量到固體地球的潮汐（週期約 12 小時）！可移動台的反應則大約在 0.008 到 100 赫茲以上。兩者的震幅範圍都採 24 位元的記錄方式，除了近距離的大震，整個地震波的波場一網打盡了。這時候臺灣的（短週期）遠端電傳地震網 (TTSN) 也忠誠的服務了近廿年。在 Santa Fe 與會，而特別關心臺灣地球科學發展的幾位先進，一致認為臺灣應該立刻開始建立新一代的寬頻地震網。

2、 變身為說客：先有雞

在 1984 年 IRIS 倡議成立之初，廿餘位創始代表中祇有夏威夷大學的 Rhet Butler（白瑞德，與「亂世佳人」裡的男主角同名同姓！）與筆者是沒有長俸的助理教授。八年後白瑞德在 IRIS 主管全球地震網，筆者在伊利諾大學也升等到了頂。也許正因如此，幾位先進責成筆者起草臺灣地區寬頻地震網的擬議書^[1]；而且六月份就要完成，以便趕上 IES 的諮詢會議。

當時電子郵件已經十分通行，但傳真還是有忠實的用戶。所以有時還得利用伊大電腦中心，由電子郵件轉換為傳真的業務與大家交換意見。轉瞬六月份就到了。筆者在諮詢會議是列席人員，不過受人之託，忠人之事，代表十多位共同起草人在中研院

*美國伊利諾大學教授
曾任本所諮詢委員

做起了說客。傳統的說法是做一件事要有天時、地利、人和才容易成功。在臺灣談研究地震，地利不成問題；因為臺灣地震頻繁。天時也好辦，技術上的規格，參考 IRIS 的即可。這部分許多人認為是重點，也是最難的部分；其實不然。技術需求是根據科學問題而產生的，沒有科學上的長遠規劃，技術本身是不能驅動科學生根的。科學規劃則又離不開人和，所以這部分費心力較多。

真正實行起來，說客並不難做。地震、地物的同仁一致支持；地化、高壓方面的同仁也覺得可行。尤其記得劉玲根特聘研究員特別發言支持，認為成立臺灣地區寬頻地震網可以在上下地幔過渡帶、板塊俯衝等一級科學問題上，促進各組之間的交叉合作。

3、踏破鐵鞋無覓處

最後、也是最大的問題，是找適合的人才來負責執行。經費通常也是大問題，不過當時臺灣錢淹腳目的日子還沒過去，中研院內部就可以解決了。人才何處來？中研院其實是在中華民國草創之初，由蘇維埃的國家科學院借來的制度。研究而不教育，人才就不能源源不斷而來，年齡結構也就經常鬧危機。後來中研院成立研究生院，也是針對這個問題而來的。

事有湊巧，伊大當時由臺灣來的研究生極多，地質系就有好幾位。其中高弘尤其出色，他與妻子單少如在中大地球物理系是同班的，她贊成他回臺發展。他本人也為了起草擬議書出過力，對設立臺灣地區寬頻地震網事宜已有所知，也有興趣。1992 年底開完 AGU 大會後他回台面談，次年秋天一拿到博士學位就跳過博士後的階段，順利到中研院任助研究員了。

4、質與量孰重？

凡事起頭難。儀器規劃是書有明文，但是固定台站與可移式地震儀價格差了四倍左右，值得投資在固定台嗎？不買固定台可以提早達到台灣地震觀測網的跨徑與密度。一派意見是臺灣面積不大，特長週期的震波量一個點足矣。言之有理，但是我們也需要一個標準台，以後的儀器可依此來校正。後來劉忠智技正（目前為研究技師）告知，北橫上的永久台特別安靜、穩定，距臺北也不遠，是個理想的標準台。

現在事後有先見之明。全球一致公認的最佳固定寬頻地震儀，Streckeisen STS-1，已經買不到了（圖 1）。原因是其中最關鍵的，瑞士貨彈簧鋼材在幾十年間消耗殆盡；也找不到同樣品質的替代品。所以廠家以金字招牌為重，情願停止生產。這一來，臺灣的幾台 STS-1 成了寶貝。大陸起步晚了些，雖說現在擁有全球一半的寬頻地震儀，

STS-1 大概是沒有的。

5、寶貝險些成棄嬰

寬頻地震儀十分靈敏，裝設、維護都不是易事（圖 2、3）。所幸劉、高兩位行事十分踏實。站址的選擇，都用可移式的 *Streckeisen STS-2* 實地先量幾個月再決定。所以一旦建立，事後需要移站的情況極少。

建站初步有成，大筆的數位資料日夜不停的如排山倒海而來。又到了要開諮詢會議的時節，西太平洋傳來的消息是我們要被資料淹死了！正好當時 **Michael (Mike) Brudzinski** (現在 *Miami University* 任副教授) 剛剛加入了筆者的團隊成為研究生。在每週定期的小組會議時提到這個問題，**Mike** 願意幫忙。由於並不清楚問題的細節，我們祇能大概的趕出一套程式來，目標是依照地震目錄及地震規模，將各站的資料截取、歸檔到相應的地震之下。諮詢會議前提早一週到臺北，下機後直奔南港 **IES** 到五樓電腦室與高弘全力趕工。幾天後程式大致可用了，端午節也到了。院內同仁都各有去處，筆者反正隻身在臺，乾脆照常趕製光碟片。一式三份，分存三地，以策安全。據說這份程式用了好一陣子。後來資料庫上了軌道，舊程式自然是不值得再維護了。

趕製光碟固然枯燥，最頭疼的是雙龍站的資料一加入，電腦就當機。由於沒有經手設站，就無法找出原因。事後高弘告知，有位助理承認在設站時將取樣率弄錯了。後面多加了一個零！

其實許多位助理，如劉育華、簡佩如等都是人才。有次高弘在日本，臺灣中南部正好發生了規模六以上的顯著地震。育華很快就求出了 **centroid moment tensor (CMT)** 解，但是一直沒有透過 **e-mail** 發佈。筆者等了一天，覺得詫異，請她來談談。她說得到的解不合理，但是不知道錯在那，所以不敢發。這下考驗來了，不過經驗發揮作用，建議她將近場的台站剔除（已飽和）。不到一、兩小時，新解完成了。除了讓我看過，她還傳到日本，高弘同意後才發佈。這種直覺與認真的工作態度，是少見的。所以常鼓勵她深造。但她似乎另有打算，幾年後隨夫遷往南部定居而辭職，實在很可惜。

另外一位簡佩如也很能幹。後來她全家赴美。前兩年在臺大校園裡有人叫我，居然是她！一問之下，她現在曾泰琳組內。曾泰琳也曾經在 **IES** 任黃柏壽研究員的助理。後來是高在伊大的師妹（時間上無交集）。學成後曾泰琳在臺大任助教授。簡與曾可說是前緣未了。

話說回頭，軟、硬體的維護、支援是當時諮詢會議上的一個議題。記得當時有位資深研究員建議，將所有儀器撤回。如此對 **IES** 與有關人員都是一勞永逸，再也不用

操心了！的確，將會哭會鬧的嬰兒連同洗澡水一起倒掉，那就再也不用為育嬰花功夫了。看來嬰兒要長大，有許多不可思議的刀山要過。

嬰兒也得起個響亮的名字。當初提議叫「臺灣地區張衡地震陣列」(Chang Heng Array of Taiwan)。依據後漢書的記載，張衡在公元 132 年發明候風地動儀，是世界公認的地震學開山老祖。英文縮寫” CHART” 是到未知領域去記錄之意。附議的有吳大銘前輩，郭本垣研究員等。不料高弘告知某有力人士極為反對。原因何在，不是局外人能知道的。現在想來，可能與“去中國化”的政治心態有關。其實臺灣的法定語言、文字都是”中國製造”(閩南語也包括在內)。張衡的大名是珍貴的“文化財”，先佔先得！不過決定權不在我。

後來決定叫「臺灣地區寬頻網」(Broadband Array in Taiwan, BAT)。我忍不住建議加個 S (for Seismology)，變成「臺灣地區寬頻地震網」(Broadband Array in Taiwan for Seismology, BATS)，而不是其他學門的寬頻網。蝙蝠 (bat[s]) 在中國文化圈是大吉大利，因為蝠、福同音。卻不知在西方文化正好相反！久居美國的吳大銘前輩也婉轉指出，英文名還是得考慮英語世界的習慣，但是沒有任何效果。這大概也是西潮下的一股逆流；「國情不同」可以用來開脫任何的問題。BATS 之名正式確定之後不久，1999 年的集集大地震就發生了。寬頻地震網一切就緒，正好大地震序列就落在網中央！這種百年一遇的天災，是臺灣的大難，卻是臺灣地震學研究的契機。

6、尾聲：科學好做人難為

幸好 BATS 各方面都很紮實，除了不可避免的災後斷電有些不便，其他一切正常。震後一週，世界各地的學者、工程師紛至沓來。當時接有美中地震工程中心 (Mid-America Earthquake Center) 的研究計劃(是美國科學基金會特別項目下的全美科技中心之一，National Center for Science and Technology, NSF)，有義務陪同幾位地震工程師來勘災。當年六月在谷關的龍谷飯店舉行了 IES 全所諮詢及靜思(retreat) 聯合會議 (圖 4)。其中一項活動是到 BATS 德基站 (TDCB) 參觀 (圖 5、6)。劉、高兩位事先有充份的準備，講解十分精到。記得當時中橫是一片蒼翠，災後則是全線柔腸寸斷，一片焦黃！平時濫植濫墾，強地動觸發的山崩、滑坡將南投的九九峯也變成了光禿禿的一片。

1999 大地震序列接二連三的餘震，不論大小，都用 BATS 記錄的波型反演，按時做出 CMT 解來。主震的震源參數也用 IRIS 全球地震網 (GSN) 的資料在十二月 AGU 會議左近有了初步的掌握。當時寬頻域地震小組的壓力一定十分大。說來也是巧合，當時正在與 John McBride (現在 Brigham Young University 任教) 討論如何將早年反射

震測剖面重新處理的問題，已經將中油 1960 年代在臺中盆地做的震測剖面掃描了幾張。加上集集序列提供的新資料和原有的地質基礎，發表一篇重要論文應該不成問題。

寫作是科學方法上的最後一步，也是基本功夫，不是大問題。難題是決定作者及排序。以直接的貢獻、工作而言，明顯的是兩個人。但是背後不同程度的支撐，則有太多的英雄好漢。名單越列越長，還是有掛一漏萬的顧慮。更大的問題是排序。不論左排右排，一定是幾家歡樂幾家愁。要皆大歡喜是無解的 (mission impossible)！另類的想法是不發表論文不就得了？不過花了臺灣納稅人的大把銀子，在這節骨眼上缺席，一是無以謝國人，二是會成為國際上的笑柄，三是對不起科學良心。只好明知山有虎，偏向虎山行，以兩個人名義投出，想必得罪了無數的學界人士。

幸好這一幕戲就要告終了。BATS 一切依常規運行，不用外人插手。高弘功成身退，在 IES 服務九年後轉往加拿大 Pacific Geoscience Centre 發展。以前的助理，如陳榮裕等，在學成後將整套軟、硬體移植到氣象局發揚光大。而資料也有梁文宗主持的中心集中管理。當初的十幾套原始儀器，在林正洪（之前是黃柏壽）研究員負責的臺灣地震科學中心 (Taiwan Earthquake Research Center, TEC) 一比之下，早是小巫見大巫。唯一不變的是幾乎天天在 e-mail 上傳來的 BATS CMT 解。不論天涯海角，BATS 為您及時報導臺灣弧陸碰撞帶的地震活動。

2012 年 8 月完稿於杭州紫金港啓真湖畔。感謝劉忠智、黃柏壽、趙丰、梁文宗、高弘等多位同仁指正 (Copyright by Wang-Ping Chen; August 2012; 版權所有)。

後記：1992 年 TTSN 的日常運作已由氣象局接管（當時辛在勤為中央氣象局地震測報中心主任）。筆者後來做了幾任該局的顧而不問，有機會和黃柏壽研究員看了些氣象局拋棄的資料（地震震源不在該局業務範圍之內）。發現小笠原群島來的地震三疊波即使短週期的信號也可辨認。有時巧還是真巧，日後 Mike Brudzinski 和曾泰琳還用上了一部分 TTSN 與 BATS 的資料。在筆者任教卅多年生涯中，高、Brudzinski、曾無疑都是名列前茅的高材生。

[1] 臺灣地區寬頻地震網擬議書的正文收入中研院地球科學研究所第九次諮詢會議報告（61-85 頁）。除筆者外，其他共同提議人包括黃柏壽、高弘、郭本垣、馬國鳳、辛在勤、鄧大量、蔡義本、王錦華、吳大銘、葉永田及葉義雄等，總共十二人。



圖 1、STS-1 超寬頻地震儀內部結構。裝設之後，機內抽真空，全站不再移動（劉忠智研究技師提供）。



圖 2、裝設寬頻地震儀之一景（劉忠智研究技師提供）。



圖 3、BATS 鎮山之寶，STS-1 超寬頻三向地震儀裝設完成後狀態（劉忠智研究技師提供）。



圖 4、1999 年 6 月谷關會議合影。三個月後集集大地震赫然發生！
(取於本所相冊)。



圖 5、叢山峻嶺中的德基站 (劉忠智研究技師提供)。



圖 6、德基站入口。攝於 1999 年 6 月谷關會議 (取自本所相冊)。

陳望平

緣起緣滅：憶在地球所的日子

高弘 (Honn Kao)*

似曾相識燕歸來

說來也真不可思議。我雖然是中大地物系畢業，也有多位同學在地球所做論文研究或擔任助理，但我連地球所的大門(當時還在台大校區內)都不曾踏進過，去伊利諾大學後，也不曾考慮到將來會回地球所。

在伊大攻讀博士的時候(80年代末，90年代初)，正是數位寬頻地震觀測飛快發展的階段，加州理工學院 Kanamori 教授在南加州設置了 TERRAScope 寬頻地震觀測網，全球地震網的測站也都逐步更換為數位寬頻地震儀。記得在 1992 年年初的某一天，我的指導教授陳望平老師告訴我，地球所想要籌建寬頻地震網，他請我準備一些資料及圖表以協助完成擬議書的工作，這應該算是我與地球所之間的第一根線。

蒙當時地球所的先進、長官及同仁的信任，陳老師告訴我地球所有意讓我來承擔籌建寬頻地震網的重大責任。我當時真的是初生之犢，根本不去想萬一扛不起來怎麼辦？心中只有一念，就是向前衝！就這樣在赴美即將滿六年之際，在太太及家人的支持下，我們又背了 66 箱行李，跨越太平洋，回到了台灣，進入了地球所，成為地球所有史以來的第二位「助研究員」(第一位是蔡主權博士)。

滴水穿石，積沙成塔

1993 年中我向地球所報到時，地球所剛搬進南港院本部的新大樓不久。我辦完手續後，和太太在附近繞來繞去，想租個地方就近上班，不經意的看到一個招牌寫著「中央研究院附設幼稚園」，我們的小孩當時即將滿三歲，於是我們就走進中研附幼詢問一下，魏園長告訴我們小班正好只剩一個名額，就這樣「小高」成了中研附幼小班的最後一號。

* 現任加拿大地質調查所研究科學家 (Research Scientist)
曾任本所研究員

籌建台灣地區寬頻地震觀測網 (Broadband Array in Taiwan for Seismology, BATS) 的工作真可謂是千頭萬緒，從硬體規劃到軟體設計，從野外儀器到電腦設備，從人員招募到訓練，從採購招標到驗收，從選址踏勘到建站工程，從商洽土地使用權到申請電力與電信許可，從經費規劃到核銷…等等。最重要的是如何能在最短的時間內展現出 BATS 的相關研究成果？「小高」後來告訴我，他印象中在地球所的日子，爸爸很少在家和他吃過晚飯，而且早上起床也不曾見到我，就是連星期六也要到地球所才能找得到我。

BATS 的建成實在要感謝太多的幕後英雄，地球所的行政團隊和電子室的同仁應該是最大的功臣。我記得在早期和吳嘉龍與侯財源走遍了本島及離島。找尋適合站址的確是一件大難事。隨著建站步調的加快，資料處理與收集是下一樁難事。這部份在很大程度上依賴許多學生及助理的努力，才逐漸步上正軌，很多時候我們也接受許多來自國外的幫助。我想 BATS 的許多細節是無法一時說盡的，但是一步一腳印的努力總是會留下紀錄，BATS 終於在眾志成城的堅定支持下，漸漸站穩了腳步。

未雨綢繆，登高望遠

身為一位科學工作者，尤其是地震研究，我最以地球所為傲的一件事，就是地球所為臺灣的地球科學研究提供了最難得的三個條件：穩定的經費、充份的技術及行政支援、及前瞻性的研究規劃。就在地球所積極籌建 BATS 的同時，中央氣象局也如火如荼地籌建台灣地區強地動觀測網。我曾有多次的機會與國外友人談到這兩項工作，難免有人質疑台灣有必要設置這麼密的地震網嗎？九二一集集地震的發生徹底震碎了這些懷疑。由於臺灣地震學界的先見，台灣強地動觀測網及 BATS 為世界地震研究提供了史無前例的大地震觀測資料。這筆資料的高品質與高密度更是受到國際地震學界的一致肯定。我記得應邀於 2002 年在夏威夷舉行的 IRIS 年會中給一個演講介紹臺灣地震觀測成功的實例，演講中我特別強調地震觀測的關鍵是事前的努力，而不是事後的努力，並大聲呼籲有關科學補助單位（如 NSF）應該未雨綢繆，登高望遠，要在大地震沒發生前就先把觀測網設置完成，以免空嘆遺憾。演講後有許多地震學者跑來感謝我替他們說出了心聲，甚至回台後，我還收到親筆寫的感謝信函。

揮一揮衣袖，不帶走一片雲彩

戲一旦開場了，就一定會結束。我在地球所的日子用一句扈治安老師形容我的話最貼切，他說我是 509 室裡的：“a piece of furniture”(一件傢俱)。離開地球所的因緣說來也是不可思議，即使現在想來也都還有點不敢相信，將來有機會再說吧！

回想我 1993 年中踏進 509 室時，見到一張大桌子，上面放著一架郭本垣博士（當時任地球所的副研究員）為我準備好的 SUN 工作站，心中無限感謝，這件事我至今銘記於心。

我和地球所早期前輩們的互動，是從回到地球所後才逐漸建立的，這其中應該屬和前所長葉義雄博士（現任總辦事處處長）的互動最為頻繁。葉所長對我可以說是有求必應，沒有他的鼎力支持，我在地球所的工作是不可能完成的。

我離開地球所時是李太楓院士任當時的所長。李所長對我是關愛倍至。他曾多次勸我打消離開的念頭，這著實讓我很為難。終於在我和李所長一次長談中，我清楚說明應該離開的各項原因後，李所長接受了我的辭呈。

在來加拿大後的第二年，李所長全家來維多利亞旅遊，在我家停留了幾天。這次李所長來訪，送了我一本「飛閱台灣」的臺灣航照圖冊，並署名勉勵我不要忘記台灣，有任何機會一定要幫台灣一把，這一直成了我的座右銘之一。這本圖冊如今仍在我家客廳的案頭上。

驀然回首，那人卻在燈火闌珊處

時光荏苒，一轉眼 509 室的那件傢俱已搬出十年了！當年在「中研附幼唱兒歌的「小高」，如今已是航太工程的研究生了！而地球所如今要邁過三十個年頭！坐在 PGC 的研究室內，向外看著加拿大的青天綠地，想著在地球所九年的點點滴滴，我們心自問，那九年應該是對得起國家社會和大家的期望吧？！

地球所是一個讓我無限感恩和懷念的地方。這十年來，我和地球所，乃至於整個台灣地球科學界，依然維持著密切的關係。值此地球所三十周年慶，祝福大家心想事成，期待見到地球所下一個輝煌的三十年。與地球所的同仁共勉之。



2012.10.12

中研院地球所三十週年紀念

馬國鳳*

我是看著地球所長大的，因為我是跟著他長大的。還記得我在申請學校時，當時的師長們以當時很炫的 email 告知我錄取通知，還有我收到加州理工學院全額獎學金時，在走廊一路尖叫歡呼的神情，直奔王錦華老師辦公室，告知此不可思議的消息。還有在晚會上，當主持人與大家同 high 到極點，真是青春到不行的時光啊！所以地球所是我生命中的一部份。

轉眼間，地球所已成所屆滿三十週年。我的青春年華已逝，但是同時與地球所進入了成長的成熟期。我一直認為中研院地球所，有帶領台灣地球科學，成為研究龍頭的使命。此使命，讓他必須以卓越的眼光及胸襟，帶領台灣往前走。我很有幸的，從我當學生開始，在地球所前輩的照應之下，以其研究的視野及擴展的學科領域，使我享得其成果，得以悠遊分享其資源，並得以擴展自己研究的領域。我相信，此宗旨將持續流傳，得以使未來的後輩，有更多可滋養的養分及研究視野。

在此地球所三十週年紀念之際，本人期待地球所，秉持過往，持續以其敏銳的科學判斷力及有遠見的視野，並以偉大的胸襟，繼續帶領台灣的地球科學研究，往前走，成為令人驕傲且感動的研究所。



*中央大學地球科學系教授
本所兼任研究員

回想數碼—102077

劉忠智 (Chun-Chi Liu)*

2012年8月25日，美國前太空人阿姆斯壯(Neil Armstrong)辭世，各時段的電視新聞除了緬懷這位在月球行走的第一人之外，還報導了一些當年登月的閒聞趣事，其中 Apollo 11 的電腦工程師 Jack Garman 回憶當時整個地面控制中心計算機的處理能力，可能只相當於一台現在的筆記型電腦。而 Apollo 11 的計算機處理能力就大約在一隻電子錶和一部手機之間了。Apollo 11 的登月日期是 1969 年 7 月 20 日，距地球所前身國科會地震專案小組的成立時間 1971 年 10 月大約兩年三個月。1972 年由羅春木先生負責在美國南加州大學組裝之地震觀測設備運返國內，並隨即展開「臺灣遙記式地震觀測網」(Taiwan Telemetered Seismograph Network；簡稱為 TTSN)的建置作業，至 1972 年年底陸續完成了六個野外地震觀測站，並借用台灣大學海洋研究所圖書室部分空間設立記錄中心，收錄由各測站經由通信系統傳回之地震信號(圖一)。

地震目錄是地震觀測網的重要產出，TTSN 自 1973 年 1 月起定期每三個月將觀測的結果編印成目錄出版，使用之地震定位程式 HYPOC 是修改自美國地質調查所李泮鑑博士(W.H.K. Lee)及 Dr. John Lahr 1972 年發表的 HYPO71，而彼時國內計算機的使用尚處於啟蒙階段，資源非常稀少，故早期地震資料的處理與分析就須借用國科會的 IBM360 大型主機來執行。1975 年對地震組來說是非常重要的一年，一方面研究大樓在幾經波折之後完工啟用，同仁們終於有了自己的家，另一方面地震組新購的惠普公司 2100S 型迷你電腦(minicomputer)也完成了安裝與交機的工作。

惠普公司(Hewlett-Packard Co.)，簡稱 HP，是由 Bill Hewlett 和 Dave Packard 於 1939 年在美國加州 Palo Alto 的一間車庫中創建。至 1960 年代該公司已發展成為美國 500 大企業之一，在電子醫療儀器和測試分析儀器的領域都是赫赫有名的世界性領導廠商。1966 年 HP 更進一步跨足計算機領域，發表了 16 位元 2116A 型迷你電腦，而 2100S 型即為該公司於 1970 年代發展的第二代後續機種。地震小組購置的電腦(圖二)，除 2100S 主機外，尚包含 HP7901A 磁碟控制器、HP2748B 紙帶閱讀機、ASR33 電傳打字機、及 1977 後增購的 FACIT 紙帶打孔機、九軌磁帶機。主機

*本所研究技師

沒有配備鍵盤、滑鼠、顯示器等人機互動的週邊設備，也沒有電腦網路可以使用(TCP/IP還在發展測試階段)，資料的輸入需依賴費工費時的紙帶打孔作業。2100S 所費不貲，記憶中其價格應當在新台幣 150 萬元左右，這在當時可能可以在台北市和平東路買得起好幾幢公寓房子，但其功能與現今一台美金五千元的伺服器相比可就是小巫見大巫了，下表是 HP2100S 重要組成與 2012 政府共同供應契約中一台超薄型伺服器的比較。

	HP2100S	2U 機架形伺服器
年代	1974	2012
尺寸 cm(W*H*D)	53.4*163.3*80.0	48.2*8.7*68.4
處理器	2 個 16-bit accumulators 每指令 1.6 microseconds	Hexa-Core Intel Xeon 64 bit 2.0GHz 二顆
記憶體	32KW, magnetic core ¹	8GB,DDR-3 1333MHz
硬式磁碟	匣式磁碟, 2.4MB ²	2.5" 300GB*4
光碟機	無	DCD-ROM
網路介面	無	4 埠 Gigabit 網路介面

註一：1975 年之後 HP 才將半導體材質之記憶體應用於其電腦系統。

註二：圖三 A 是編號 12869A 之匣式磁碟，圖中左下角有一現在普遍使用的 USB 隨身碟，兩者容量及尺寸的對比非常明顯，而要驅動此一體型碩大之匣式磁碟則還須將其放置於 HP7901A 磁碟驅動器中 (圖三 B)。

1970 年代在國內能自行擁有電腦設備的學術或研究單位仍然十分稀少，大學中雖然已經普遍開授電腦應用及程式語言的課程，但一般學生由於缺乏上機的經驗，對電腦的認識與使用仍然相當的陌生。當時的蔡義本主任顯然相當重視此一現象，1974 年 8 月，交機前就要求同仁至惠普公司上課，雖然筆者當時的工作與電腦並無直接關係，卻也獲得寶貴機會參與為時五天的學習之旅，讓個人由懵懂無知的電腦白癡，跨出了成長的第一步，圖四即為參與該次講習惠普公司頒發的證明。

2100S 的處理器是由一可微程式 (micro programmable) 的邏輯運算單元組成，可以使用 Fortran、Basic 等高階語言，但如果使用組合語言，則可以很簡單的用 Add、And、Shift、Rotate 等 61 個低階指令進行運算與控制，對電腦的使用者而言，可以充分了解計算機底層的運作情形，是一非常好的學習工具。2100S 的面板上有一堆按鍵及指示燈，每次要載入程式須 (1)準備要讀入的紙帶；(2)設定 P 暫存器為 77700 (八進

位)；(3)按下 Load Enable 及 Run 鍵；(4)如果正常，P 暫存器將回應顯示 102077(八進位)。久而久之 102077 就成為一組魔術數字，烙印在每個使用者的心中，直至今日雖然已相距 30 年以上，劉學榆、陳國誠等都還能朗朗上口。

由於 2100S 不具備多工處理 (multitask) 的功能，也不具備同時容納多使用者的工作環境，在使用上是以處理日常地震網的資料為第一優先，其餘的研究工作就由剩餘的時間依需求再作分配，而通常使用者一次可獲得的時間都在兩小時以下。很多時候研究人員及學生為搶上機的時間，都需要在下班之後繼續挑燈夜戰，也因此入夜之後，經常看到研究大樓依然是燈火通明。深夜裡如果肚子鬧空城，還偶爾會偷偷的到醉月湖畔，月下聽風，客串一下釣魚人。1982 年葉永田博士負責在新建的後棟研究大樓中籌建新的電腦室，並購置了 Data General Eclipse MV/8000 型 32 位元迷你電腦(圖五)，MV/8000 不但在運算速度及 I/O 能力上有大幅度的成長，也具備多人、多工處理 (multi user, multitasking) 的能力，地球所至此終於有了一套可充分支援研究工作的電腦設備。而由地震小組到地球所籌備處再到地球所正式成立，陪伴我們度過漫漫八年歲月的 HP2100S，也逐漸走入了歷史。

1975~1983 年間，資訊工業另有幾件影響日後人類生活的重大事件，也必須在此順便一提：

- (1) 1976 年 Steve Wozniak 與 Steve Jobs 成立蘋果公司，推出 Apple I 型微電腦，1977 年 Apple II 個人電腦問世，雖然中央處理器的速度僅 1MHz，記憶體也僅有 4K，但鍵盤、螢幕等週邊設備，一應俱全，與其他微電腦相比，功能完善且易於學習，上市後大受歡迎，並隨後成為美國教育體系的標準電腦。
- (2) 電腦界巨擘 IBM 於 1981 年跨入微電腦市場，推出了第一部 16 位元的 IBM PC 個人電腦，配備 DOS 作業系統及 Intel 8088 微處理器，採用開放式架構，逐漸得到大部分廠商的支持，而成為市場上的主流，並將個人電腦帶入了家庭、學校及中小企業，並造就 Intel 成為半導體產業的領導廠商。
- (3) 1983 年 1 月 1 日，TCP/IP 協定經過多年的激烈競爭，終於在美國國防部的 ARPANET 中，脫穎而出，取代了舊有的網路控制協定 (Network Control Protocol, NCP)，從而成為今天網際網路的基石，最終形成一股數位狂潮，徹底改變了人類的生活。

2012 年慶祝地球所成立三十週年，所方除了製作紀念專刊外，還將地震資料蒐集處理實驗室的改造列入重要工作。新機房之建置除了達成資源整合與空間充分利用的目標外，並兼具節能減碳、遠端監控等新一代機房之特性。機房中新增的設備包括

環境監控、門禁管制、100KVA 不斷電系統、二組 30 噸高效能空調系統、以及 20 組附加煙囪型導熱管之高密度 EDA 機櫃(圖六)。改建後之機房除容納原有之地震資料蒐集處理系統外，還會將置放於三、四、五各樓層之資訊設備及高效能叢集運算系統漸次遷入。新機房預計可以應付未來五年擴充之所需，除了數量之外，其容納設備所具有之計算及資料處理能力，對地球所來說也將是空前的，在此預祝地球所能在既有的基礎之上繼續發展茁壯。



圖一、1973 年 TTSN 的地震紀錄室(位於台灣大學海洋研究所一樓圖書館內)。



圖二、HP2100S Minicomputer，右邊的磁帶機 1977 年購入。



圖三 A、HP12869 匣式磁碟，容量 2.4MB，USB 隨身碟容量 16GB。



圖三 B、HP9801A 磁碟控制器



圖四、HP2100S 講習證書



圖五、1980 年代的電腦機房與 MV/8000 主機(台大地球所後棟大樓)。



圖六、2012 年改造後之電腦機房 (南港研究院地球所大樓)。

謝忠信

那些年我們一起觀測地震

王錦華*

一、前言

在一九八二年二月（當時我正在美國一家地球物理探勘公司工作），我寫了一封信給中研院地球所籌備處之蔡義本主任，詢問回國工作之可能性。在當年三月廿七日蔡主任給我回了一封四頁長的信，除了歡迎我到地球所工作外，並說明地球所之現況和未來的研究方向。在信的字裡行間可以了解蔡先生對年輕人的鼓勵和提攜，令人敬佩。我在四月底回到國內，並到地球所見蔡先生，提供個人之相關資料，以辦理聘用審查手續。在五月一日到七月卅一日間，我在地球所當了三個月的博士後研究人員。從八月一日開始，我正式成為地球所之副研究員。

在一九七五年的寒、暑假，我曾在地球所當了數個月的工讀生，讀取地震資料，所以對地球所已有些熟悉。但從一九七五年到一九八二年，地球所卻有很大的改變，由唯一的地震研究，增加到大地測量、重力、古地磁和同位素地球化學的研究。因此人員也增加了許多，同時也在原有的二層樓房後，加蓋一棟四層樓的建築。在後棟樓施工前，我暫時被分配到一間大辦公室，室內約有五、六人，其中包含傑出的地球和海洋化學家劉康克副研究員（目前為中央大學的教授）。在後棟大樓完工後，重新分配研究室，我在前棟大樓二樓的旁間擁有一人使用的研究室，當時的鄰居有葉永田、王正松、溫國樑和張樂生四位同仁。

在一九八五年七月底蔡所長離職赴美省親後，我的研究室由前棟樓移到後棟樓蔡所長的原有研究室，以靠近地震資料處理室。因研究項目擴充、人員增加造成空間不夠使用，在一九九二年地球所於南港中央研究院內建了目前之六層大樓。在一九九二年的十一月，我的研究室搬到位於三樓之 326 室。

以下將簡單地回憶在一九八二年五月到一九九〇年八月間，我與地球所部份同仁一起觀測地震的一些事情作為留念。

*本所特聘研究員

二、 由地磁到地震

雖然我在美國紐約州立大學的博士論文是研究地震方面的問題，但在美國約一年的工作卻在地球物理探勘公司，從事重力和地磁資料的分析。因此，蔡所長首先指派我著手規劃台灣的地磁觀測和研究工作。從一九八二年的五月到十二月，我完成了一份地磁觀測和研究的計畫書，準備在一九八三年寄送國科會申請經費。可是在十二月中旬，蔡所長告訴我，當時負責「台灣遙記式地震觀測網」的王正松副研究員，將前往國立澳洲大學研究二年，一時找不到同仁接替負責該網，因此要我放下地磁計畫，改主持地震觀測網計畫。從此，又回到地震研究的本行。

三、 台灣遙記式地震觀測網

1. 簡史和架構

由於歐亞和菲律賓海兩板塊之碰撞作用，台灣造山運動劇烈，地震活動頻繁，時常造成災害。自一八九七年十二月日本人開始在台設站，到光復後由政府增建，而完成了「中央氣象局地震觀測網」。早期這個測震網僅可偵測到大、中規模的地震。為了研究地震活動、地體構造和強地動，除了大、中級地震，更需要小及微小地震的資料。政府有鑑於此，為了研究地震和防災，在一九六九年行政院國家科學委員會(以下簡稱國科會)的吳大猷主任委員邀請國內、外專家學者(鄧大量、吳大銘、蔡義本、游世高等學者)，建立了「台灣遙記式地震觀測網」(以下簡稱台震網)。詳細的構想、規劃和建置此測震網的說明，請參閱本專書鄧大量院士、蔡義本前所長、游世高前組長等之專文。

該測震網在「國科會地震專案小組」時代(民國六十年到六十二年間)是由游世高博士負責主持計畫。在中央研究院的「物理研究所地震組」和「地球科學研究所籌備處」時代(一九七二年到一九八二年間)，主要是由蔡義本博士主持，而王正松博士也負責了幾年。從一九八三年一月起，則由本人負責台震網之計畫。在我負責的期間，運作該網之經費除了中央研究院外，很大一部份來自國科會。每年的經費大約新台幣貳佰萬元左右，並加一名助理。在一九九〇年前，國科會的一般型研究計畫的經費往往只有幾十萬元，而且通常不給助理名額。因此執行該網的計畫可是當時的大型計畫；然而，經費中的大部分是支付傳送地震訊息的電話費。

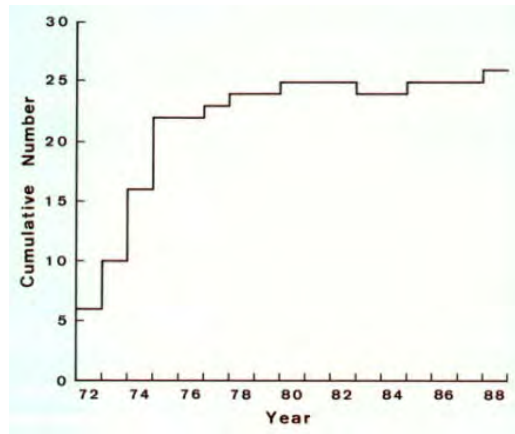
台震網的測震站由一九七一年的六站，逐年增加，到了一九七五年已超過二十站。圖一顯示台震網的花蓮測震站。這些站通常設在遠離市鎮的山區，以避免人文雜訊的干擾，因當時太陽能發電的設備不佳，必須考慮供電問題，所以也不能建在深山

裡。從一九七五年後，測震站個數的變化較小。測震站的按年累積個數如圖二所示。由於天然因素（如海潮、洪水或山崩造成站址的不安全和地質條件的不穩定）和人為影響（如在測震站附近開闢馬路、鐵路和建立大功能的電訊設備而引起雜訊），有些測震站就必須放棄或遷移。當然，為了加強台震網的測震能力，也必須加裝測震站。在我負責的期間，就放棄了位於高雄市的旗津站，遷移了大武站、玉里站、達見站，並增建了頭城站。這個網在一九九一年併入了中央氣象局新建的地震觀測網。我一九九〇年九月一日到美國洛杉磯加州大學訪問研究一年多，因此我不清楚併入的細節，必須請教葉永田前所長。在合併前，台震網的測震站地理分佈圖繪於圖三。由此圖可見在中央山脈的高山區地震站十分稀少，主要是交通不便、設站不易，再加上缺乏電源。但基本上該網仍然能測到絕大部分規模大於 1 的地震，對於規模 2 以上的地震的偵測則更為完整。

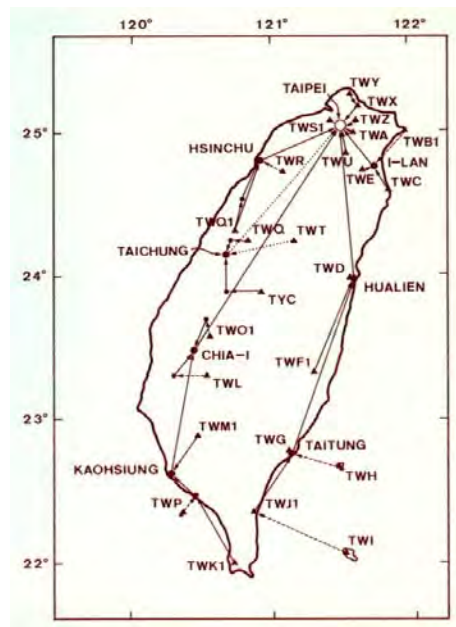
地振動是由裝置在各地的地震儀記錄之，再轉成電訊，然後由電話線傳輸到台北記錄中心（見圖四）。在有些離島（如蘭嶼、綠島和小琉球的站）和偏遠山區的站（如達見站和烏山頭站），地震訊號則先由無線電設備傳送到附近的地震站，然後再送達台北中心。這些地震訊號在台北記錄中心就用墨水繪在黏於滾筒上的地震記錄紙上，因此是廿四小時連續記錄地震訊號。縱使沒有地震訊號，記錄筆也會繪出一條直線在紙上。每天早上必須取下舊的記錄紙，再換上新的紙，而且必須經常添加墨水。平時由電子人員和地震組相關人員負責換紙和加墨水工作，而週末和假日則由值班人員處理。除了不在地球所的日子，我是每天按早、中、晚三餐到地震記錄中心查看地震記錄圖，晚上回家前也必須再看一次。



圖一：台灣遙記式地震觀測網的花蓮測震站。



圖二：台灣遙記式地震觀測網測震站按年累積個數。



圖三：台灣遙記式地震觀測網測震站地理分佈圖，實虛線表示地震訊號的傳輸方向。



圖四：台北記錄中心（在台大校園內地球所的舊館）。

因紙記錄數量龐大，容易損壞，而且不易搬動，為了保存好，必須將這些紙記錄放在有乾燥和恆溫設置的儲存室。從一九八五年開始，就將紙記錄照相而製成微縮影片以利保存。二〇〇一年九月十七日發生的納莉颱風帶來了豪大雨，穿過中研院院區的四分溪溪水暴漲，淹沒大部分的院區。這造成地球所地下室淹水，並灌入大量泥漿，嚴重地破壞了幾間設於地下室的實驗室以及地震記錄圖儲存室。除了極少數重要地震的記錄圖搶救成功外，絕大部分的紙記錄都遭損壞，損失十分慘重，讓我們工作多年的成果幾乎完全泡水。

2. 小組成員和任務

台震網工作小組的成員基本上包含兩類，一類是維護野外地震站和儀器正常運作的電子技術人員。地球所的電子技術人員是由劉忠智先生領軍，每位技師都各有負責的儀器設備。當然，除了每位技師的主要負責儀器外，彼此間也相互支援。程原祥為台震網的主要維修技師，當工作量多或雜時，其他技師如劉文相、侯財源和陳新壹等人也會支援。野外工作車的駕駛則是李德安先生。我也時常參與野外設站和維護工作。

在颱風過後，很多站都會受到損壞，出差就更頻繁，我曾一個月出差四次。在颱風過後去維修是不太安全的，因為大水會沖壞山間小路，甚至遇到洪水，而不能通行。當年到蘭嶼和綠島出差也很辛苦，因為政府規定不能搭飛機，必須乘船。當時船隻的條件沒有目前的好，遇到風大浪大的時候很容易暈船。由於許多地震站設在山區，因此在站內或附近有時會遇到蛇、蜂和有毒的昆蟲，因感應器有些微溫，有時會遇到蛇盤旋在感應器上。雖然出差很辛苦，但往來於水光山色間，也有令人心情陶然，同時也可了解各地之風土人情，也是不錯。

在山區搬運儀器，使得數位同仁腰部受傷，難以痊癒。程原祥就曾在蘭嶼測震站維修時，在站內被恙蟲咬到。他當時沒感覺，二、三天後出現如重感冒的症狀，情況十分嚴重，在台北榮民總醫院住院治療了二十來天才痊癒。被恙蟲所咬而引發的病，是醫院必須向衛生署通報的病。他猜想可能在颱風過後，測震站附近的樹木和雜草被吹倒，不少昆蟲就躲到測震站內所致。

另一類則是地震資料讀取和分析人員。成員有陳國誠、張鳳霞及一位約聘助理。在不同時段的助理為傅宗芬、周維儀、葉桂英、柯春吟、柯美樓、沈顯全、張家榆和湯鈞才。有時地震活動頻繁資料量龐大，也會雇用短期工讀生。張小姐和約用助理負責讀取地震基本資料以及定位，而陳國誠先生則複檢定位結果和每三個月出版一本「台灣地震紀錄」。當然，陳國誠有時也參與野外建站和維護工作，並研究台震網的定位能

力、台灣的地震活動和較大規模的地震之相關問題。地球所的技師和駕駛都有深厚的野外工作經驗，而資料處理人員都有優秀的讀圖和定位能力，同時他們都有高度的工作熱忱且負責盡職，為台灣地震觀測的最大功臣。

3. 地震測報和野外調查

在一九九〇年以前，中央氣象局的測震網為日據時代遺留下來的老式系統，無法即時定位，因此緊急發佈地震資訊的任務就落在地球所。在上班時間發生地震時，地震組和電子技術人員會立即到記錄中心，緊急地震定位和定規模。當時地球所的晚上和週末值班，都是由助理研究員、電子室技術人員和少數助理擔任，行政室的劉學榆先生也分擔值班工作。他們必須定時到地震記錄室查看地震記錄圖。當有較大規模發生時，必須緊急定位和定規模，並通知本人和相關同仁。如果發生規模大於 6 以上的地震或台北地區有二級以上的強度時，如果我不在地球所，我也會立刻趕到地球所以便處理問題。通常在半小時內，電視台和主要報紙的記者就會到達地球所，我們必須發佈地震訊息。譬如一九八六年五月發生於花蓮外海規模 6.3 的地震，造成了中和市一棟建築（華陽市場）倒塌，傷亡嚴重。那個地震在台北的震度達到五級以上。地震是發生在清晨四點多，我當時住在新店建國市場附近的公寓。當地振動搖醒我後，我太太也醒來，我們立刻穿好衣服，為了避免彼此擔心，我立即帶著我太太離開房子，在路上攔一輛計程車，趕到地球所，緊急處理相關事宜。當然，地震組和電子室住在台北市和近郊的同仁，也都陸續趕到地球所應變。不久，電視台和幾份大報的記者也趕到地球所，要求提供地震訊息。

在台灣島上或近岸發生較大規模地震後，我們也會到震源區裝置臨時地震站數個月，以記錄餘震活動，同時也會進行地質及建築物災害的調查，更進一步分析所得結果，寫成報告和論文。比較明顯的例子是一九八三年五月十日宜蘭太平山地震、及一九八六年五月廿日和十一月十四日兩次花蓮外海地震。

四、 一九八五年舉行「一九三五年新竹—台中大地震五十週年紀念研討會」

一九三五年四月廿一日早晨在新竹、台中間發生了一次規模達 7.1 的大地震。震央位置大約在現今之苗栗縣三義鄉一帶，震源深度約十公里。主震及餘震造成新竹、台中地區 3279 人死亡和 12053 人受傷；住屋全倒達 17097 戶，半倒有 36781 戶。此外，許多公私立產業亦受到重大損害。該次地震為一九九九年集集大地震前台灣有記載的最大一次震災。

自地震發生到一九八五年已有五十年。鑑於台灣地震頻繁，時有災害性的地震發生，並為紀念在該次地震中喪生的民眾，及增進社會各界對地震之認識和地震防災之

警覺，交通部中央氣象局和中央研究院地球科學研究所成立紀念研討會籌備委員會，吳宗堯局長和蔡義本所長為主任委員，大會召集人為李白華主任及葉永田副所長，而由本人擔任論文集執行編輯。於一九八五年四月十九日在中央氣象局舉辦紀念研討會，並於四月二十日舉行該地震震央區野外地質旅行。論文集包含該研討會之全部論文（共十六篇）以及野外地質旅行之參考資料。工業技術研究院能源及礦業研究所潘國樑博士和他的同事精心安排野外地質旅行。當時野外地質旅行是由中央大學已故顏滄波教授擔任嚮導。在該地震發生時，顏教授是台北帝國大學的地質和生物系學生，因此也參與野外地質調查，他為唯一參與該地震野外調查的國人。顏教授沿途說明當時震後的情況，並帶大家看地震斷層露頭和少數受該地震破壞而遺留下來的橋樑和房舍。日本人在當地也建了幾處紀念碑。日本國家廣播及電視公司(NHK)派了一位特派記者，全程參加研討會及野外地質旅行，事後在 NHK 做了新聞報導。

為了準備這次研討會，我和當時在地球所訪問的宮村攝三教授事先寫信到全世界的一百多個地震站，請求提供該地震和相關大餘震之地震記錄圖。我們大約得到六十幾個站的記錄圖。我們曾經將記錄良好的圖在研討會場展示。

五、訪問日本東京大學地震研究所

日本東京大學地震研究所是全世界最早建立遙記式地震網的機構。該網是由已故的宮村攝三教授所建立。在蔡義本所長的邀請下，宮村教授在一九八五年間曾到地球所訪問一年，他來指導我們改善台震網並幫忙收集和整理日據時代的地震資料，因此，宮村教授和我的互動十分密切。他除了公開場合叫我“王樣”(Ou-san)外，私下也常常叫我“Seismometer”，因為他認為我幾乎每天工作廿四小時（十分誇張）。他認為東京大學、日本氣象廳和位於筑波的國際地震工學和地球科學研究所的遙記式地震網，設備精良而且運作極佳。因此，他建議我到東京大學地震研究所訪問，以了解這幾個地震網。他並推薦我去申請松前國際基金會(Matsume International Foundation)的研究會士。每年到該基金會申請的人數有幾百，包含各行各業，但原則上以不會日文而且未曾到日本留學為優先，訪日的時間一個月到一年不等，可以到日本的任何一所大學或研究機構，但必須有一位接待教授。每年的通過率約為 15%，一年大約通過 30 到 40 人，我是一九八五年的人選者。

因為當時所務會議成員考慮我必須負責台震網之運行，所以同意我訪日僅四個月。因此，我在一九八五年的六月到九月訪問東大的地震研究所。東大的溝下(Mizoue)教授為我的接待教授。在訪日期間，我參觀了東大及國際地震工學和地球科學研究所的地震網和海底地震儀，以及日本氣象廳的幾個地震站。我也曾參觀位於筑波山山洞

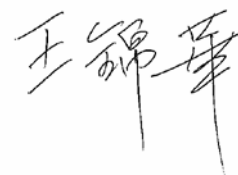
內日本最早的地震站，如同其他訪客，我也在會客室留下我的身高和名字。我也趁機收集了不少日據時代台灣地震的資料，這對我在一九九八年完成探討台灣百年來地震研究的論文幫助很大。在松前國際基金會的邀請下，也參觀了日本東海大學在靜岡縣清水市的海洋研究所，以及在九州櫻島火山的京都大學火山觀測所。同時，我認識了幾十位優秀的日本老、中、青地震學家。曾參加當年在東京舉行之國際地震及地球內部物理學會每四年一次的年會，因此認識不少大師級的地震學家，如：Aki (MIT)，Kanamori (Caltech)，Keilis-Borok（俄國科學院國際數理地震及地震預測研究所）等教授，同時也見到了發現 Wadati-Benioff Zone 的 Wadati 博士（曾任日本氣象廳長官），當時他已九十歲上下，但身體還很健康。在參加東大地震研究所的一次講演會上，認識了 Prof. Knopoff (UCLA)。這使得我在爾後的數年，能順利地邀請他們到台訪問，我也能到國外他們的工作單位拜訪他們。

六、 國科會大型整合計畫

一九八六年國科會自然處黃鎮台前處長，著手推動自然處之大型整合計畫。當年的五月在花蓮外海發生了地震，在台北地區造成了重大災害。因此黃處長就以地震研究為推動自然處大型整合計畫之起點。在當年七月黃處長函邀本所之葉永田前所長、中央大學地球物理系余貴坤前主任及筆者前往國科會自然處開會。在會中黃前處長指示成立一規劃小組，並任命筆者為召集人，除了葉所長和余主任外，再邀台灣大學土木系之羅俊雄副教授和中央大學地球物理系王乾盈副教授為委員。經過六個月的討論和協商，提出了「地震活傳遞及地面振動」大型整合計畫。在一九八七年三月正式向國內學界邀請個人計畫，一共有十一位學者參與，為期三年。

七、 致謝

首先感謝那些年一起打拼的伙伴，沒有他們的付出，地震觀測的工作是無法完成。謝謝劉忠智先生、陳國誠先生和張鳳霞小姐預先閱讀了原稿，並提出寶貴意見以改進本文。劉先生提供了台北記錄中心的照片。更謝謝王淑秋小姐幫助打字。



九二一集集大地震後野外工作紀要

王錦華*

由於歐亞和菲律賓兩板塊的碰撞，台灣地震活動頻繁，時有災害性之大地震發生。地震的觀測和研究是成立中央研究院地球科學研究所之最主要原因。在一九九九年九月廿一日清晨發生一面波規模達 7.6 之大地震，為廿世紀台灣災害最嚴重之地震。地震發生後，本所相關之同仁組成野外調查隊伍，到災區勘查。本人也參與野外工作，本文記下震後三天的野外工作，以為回憶之用。

九月二十一日(晴)

清晨一點四十七分左右被強振動搖醒後，我立刻抱起在睡覺中的女兒由二樓衝下一樓，我內人也一起跑下來。到了一樓後因地振動明顯減弱，我們就留在屋內。這時間覺得天旋地轉，大地一片漆黑。首先找到了手電筒，讓屋子內有些光線，再找到一台收音機以收聽地震消息，過了一些時候就聽到中央氣象局發佈地震消息，震央是落在我的故鄉—南投。很快地查看房子的情況，覺得並沒有大礙，內人及女兒因為太累了又回去睡覺。為留意較大餘震可能引起的強地動，以及收聽災情，我就不再睡覺。慢慢地得知災情，首先是台北松山東興大樓的倒塌，接著又傳出其他地區的災情，災情似乎從台北到嘉義都有。

早上七點鐘左右，我到達地球所，首先遇到行政室劉學榆先生，得知葉義雄所長、陳國誠和林正洪先生已到達地球所。之後，我又看到電子室劉忠智和劉文相兩位先生，並得知林慶仁先生和司機柯世遊和王福全先生也到達地球所。葉所長與陳國誠及劉忠智已商量到災區設站的事項。陳國誠正由地圖上找尋可能設站的位置，而電子室同仁已在準備地震儀。因為我對南投的地理較清楚，就與陳國誠先生討論設站位置及車行路線。這時黃柏壽與黃文紀兩位先生也到達三樓辦公室。由他們口中得知，台中縣的東勢、石岡和新社一帶的震災也十分嚴重。黃柏壽的老家與一些親友都在東勢，而黃文紀的父母則在新社，情況不明，令人著急。不久林正洪先生給我一張大地震與主要餘震之震央分佈圖。

大夥又商討了臨時地震網及初步勘災地變與震災的作法。根據已知的地震分佈圖及

*本所特聘研究員

災情研判，地震可能是由車籠埔斷層引致，而且破裂可能由中寮一帶(氣象局所定之震源區)向北方裂出。當時餘震似乎向東邊發展，因此，我們必須在震源區設一個較大範圍的臨時地震網，同時又可使用氣象局已有的地震站，並加入黃柏壽在前些日子所設的幾個臨時站。最後的考慮是由林正洪留守地球所，幫助葉所長並收集氣象局及國外相關單位的地震資料。其他幾位同仁則分成三組，沿三條路線設臨時地震站並勘察地變及災情。在出發前，邱宏智先生也已準備好行裝趕到。因此，三組人車的情況如下：第一組(含邱宏智、陳國誠及林慶仁)走南投—名間—竹山線；第二組(含黃柏壽、黃文紀、劉文相及柯世遊)走草屯—埔里—魚池線；第三組(含本人、劉忠智及王福全)走水里—信義—日月潭線。等這三條線的設站完成，則將進入石岡—新社—東勢一帶設站及勘災工作。同時也電請在屏東維護儀器的電子室同仁溫錦富，提早結束屏東的工作，到中部參加野外工作。商討完畢後，我立刻回家準備行裝。將儀器、飲水及乾糧裝載妥當，並約好下次會合地點後，大夥就在八點三十分出發。在高速公路上，交通還算順暢，祇是在新竹交流道和頭份間較為擁擠。沿途也收聽新聞廣播，以了解災情。在途中，一位中視的記者由所長介紹與我們連絡，希望在南投與我們會面。在苗栗市附近看到一處砂石廠的高架設備倒塌。十一點鐘左右到達王田交流道附近的大肚橋前。在三車人員會合後，決定晚上在南投體育館(當時為救災中心)再度會合。之後，三組人員就分道而行。

首先簡述第一組和第二組同的設站工作。第一組同仁首先在南投警察局設立了一個臨時地震站，然後在名間設第二個站。因為連接名間和竹山的名竹大橋損壞不能通車，他們就繞道經二水，過濁水溪到竹山設第三個站。第三組同仁首先到草屯鎮平林國小附近民宅設第一個站；然後到國姓鄉北山村，在派出所設了第二個站；最後到魚池鄉，在一個派出所內設了第三個站。因埔里鎮和國姓鄉的災情也很嚴重，救災車輛很多，再加上他們必須走的十四號道路有很多損壞，他們花了很多時間在路上。

我們第三組人員經由三號省道前往南投，在十二點鐘左右到達南投市，一入市區就看到倒塌的房子。在體育館前面，交通十分擁擠，許多救護車、救災車、電視新聞採訪車等來來往往。在體育館四周也是擠滿了災民、救災人員、軍人和新聞工作者。為了趕路，在勘察一棟倒塌屋後就啟程，而且在車子上食用乾糧。下午一點鐘左右，到達名間鄉。從這裏開始，交通變得很不通暢，因為在鐵路前方約二百公尺的路面，受到地震作用隆起約二公尺，車子必須繞道。到了隆起的位置，我們下車勘查和拍照。整個範圍大小約為三十公尺乘三十公尺。這隆起將一兩階的水田變成三階，由稻葉排列方向的改變，可以很清楚地顯示隆起的樣子。有一輛車在隆起時，正好到達此處，車子嚴重受損。所幸這個隆起並沒有波及附近的一家加油站，否則後果不堪設想。一般而言，名間鄉街上房屋受損的程度較輕。

從名間到水里間，約一年前建好一條沿濁水溪的快速道路，以取代十六號的舊道路。但這條快速路在地震後，受到嚴重的破壞，路面呈波浪型的凹凸不平，許多路基下陷或破裂，橋墩受損，及在集集和水里間的一個大山崩，嚴重破壞路面。這些原因使交通十分不通暢，我們花了將近兩小時的時間才到水里（以往祇需要二十分鐘）。

在三點鐘左右到達水里市區，立刻沿一三一號公路南線，前往信義鄉。在神龍橋前，道路因山崩已嚴重受損。本想冒險前進，但其他的回頭車司機告訴我們，神龍橋已損壞無法通行，祇好放棄。考慮改由孫海林道到地利村設站，但在車行約五分鐘後，就被修路人員攔下，告知此林道已中斷。祇好改走十六號道路道柑仔園，將站設在一棟尚未使用的骨灰塔內。在設完站後，本想前往日月潭附近設站，但當時十六號道路受損嚴重，通車情況不良。因此，考慮將站改設在車埕（為我的故鄉），因此十六號道路的北線前往車埕。車經過水里鄉市區，看見部份房屋受損，共有四棟房子倒塌，水里鄉全境共有四人死亡。約於五點半鐘左右到達車埕，看到國小的司令台倒塌，廁所被山崩的落石壓壞，部份教室的後牆損壞，但教室仍挺立。有部份民舍損壞，但無倒塌。全村的居民都暫時住在外面。看到故鄉父老親友個個驚恐，而研習地震近三十年的我，卻對他們無所助益，內心慚愧不已，祇能將淚水吞下，一個一個安慰他（她）們。幾位父老提到有人傳言，將有更大的地震發生，都十分不安，只能向他（她）們闢謠並請放心。因天色已晚，而且停水停電，餐廳都不營業，祇好邀請二位同事在我姑丈的弟弟家用晚餐。在用餐時，也聽到很大的山崩聲。飯後，劉忠智估計了車埕和柑仔園的直線距離太近，設站不適當，建議把此臨時站改建在中寮鄉內。因此，沒有建站，而在六點多鐘離開車埕，前往南投體育館。

在傍晚七點多鐘時到達南投體育館。這時在館的四周，人車和物品非常的多。政府軍方和私人的救災和醫療人員、多家電視及報業的記者和災民，以及各種車輛擠滿了體育館前的廣場。慈濟功德會廿四小時提供熱食，幾乎成為附近的災民及救難人員的臨時餐廳（十點多鐘時我也在此吃了一碗麵）。同時，也看到外國記者在場採訪消息。

我們一面連絡其他兩組同仁，一面與災民聊天，了解地震發生時當地的一些情況。也得知救災中心是由內政部的一位次長坐鎮指揮，而軍方的最高指揮官是一位陸軍副總司令。此外，也得知南投酒廠爆炸，損失慘重。在八點多鐘時，中視的兩位記者先生張恩明和袁裕翔與我們見面，表示他們希望在九月二十二日上午能與我們一起行動，拍攝設站的作業過程。因電訊不通暢，到了九點多鐘才連絡上其他兩組的同仁。第一組同仁因到竹山設站，而名竹大橋損壞不能通行，不易當晚到達體育館，所以決定住在林內的旅館，這樣也可以將電池充電。第二組同仁則受阻於路上，到了近十一點鐘他們才到達

南投體育館。我們兩組的同仁決定晚上睡在救災中心附近的空地或車上。整夜救災人員和運送救濟品的車輛仍川流不息。當然，記者們也忙於拍攝各種鏡頭，並訪問災民和救援人員。躺在體育館前的石階上迷迷糊糊地，什麼時候睡著自己也不知道。

九月二十二日(晴)

早上約五點多鐘就起來，這時許多救災人員已忙碌地工作，救濟品堆積如山，可見我們台灣島上同胞之愛很深，令人感動。起來走動走動後，就到慈濟功德會所設的救濟站吃早餐，看到慈濟人親切的招呼災民和救援人員，令人欽佩。與慈濟工作人員聊了一下天，知道他們的人員是來自全國各地。以行動來愛人比用口號來愛人有意義多，敬佩證嚴上人的偉大精神。

將近七點鐘時，有二架陸軍直昇機載軍醫、護士和藥品，前往山區救援。七點半時，第二組的同仁以及記者們都到齊。在討論勘察路線，以及在中寮設站的事項後，在八點鐘出發。首先進入南投山區，在多處看到倒塌的房屋，也拍了幾張照片。出南投市後，沿著一三九號道路前往中寮鄉。

於八點十九分時，碰到了一個大餘震（後來得知規模為 6.8），地面搖動頗為厲害，使得車子有些蛇行，同時也見到一座民舍略為傾斜。到了一個叫乾尾的地方，邱宏智首先看到一香蕉園有噴泥漿的現象，我們立刻下車察看。看到泥漿佈滿了整個香蕉園（約三十公尺見方），而且也流到附近的水溝。我們也找到幾處噴泥口，最大的一口長約一五〇公分，寬為三十公分。據香蕉園的主人說，這地區有幾處出現噴泥，他的香蕉園原本是較白色的沙，而目前已佈滿黃泥漿。當時邱宏智先生也為記者解說噴泥的可能成因。

在通往中寮的一三九號道路的兩邊，到處可看到倒塌或傾斜或破損的房屋和建築物，道路的路基和橋樑也受到輕重不等的損害，損壞的程度隨著靠近中寮市區而增加。在義和村內，看到救難人員正在清理一間倒塌的房屋，以期救出受困的人。在這裡有三座傾斜嚴重的房屋，但其傾斜方向都不同。三間房子的傾斜角大約是二十度，而其中一間的二樓相對於一樓移動了約六十公分。當我在量一間房子的傾斜角時，地搖動起來，那間房子又傾斜了一些，我立刻警告附近的車子遠離此屋。

在九點多鐘，我們到達中寮鄉的市區，到處可見到斷垣殘壁，整區滿目瘡痍，令人觸目驚心。首先到一比較偏僻的地區，幾位電子室同仁在一間小屋內架設臨時地震站，中視記者在現場拍攝，並請劉忠智加以解說。這時，我順道到這地區到處走走。這個地區的房子間距很小，巷道很窄，若有一間房子倒塌，很容易損壞鄰近的房子，而且沒有大的空地讓人逃生。在此地，看到一家人在斷垣殘壁及一片磚瓦堆中，豎起四支小柱子，

綁了一張塑膠布，作為暫時的家。這如何能擋風遮雨，何況年長的母親腿又受傷，情景令人心酸。我在此待了較長的時間，一面傾聽他（她）們的哭訴和抱怨，一面安慰他們。在這家人附近的房舍倒塌了幾間，壓死了三個人，壓傷了幾人。他們用簡單的工具和雙手，救出被壓的人和壓死的屍首，聽了令人淚下。他們抱怨救援不足，又停電缺水，電訊中斷無法知道住在其他地區的親友的情況（後來我將這裡的情況，告訴了設在中寮國小的慈濟功德會的救濟站以及中華救援協會）。

之後，我又到其他處察看。居民知道我們是來自“中央”的單位，都十分高興，希望我們能轉達他們的困境給總統和行政院長知道。有一位婦人希望我寄當地房舍倒塌的照片給她。在勘察這帶的災情時，又遇到地動；幾棟搖搖欲墜的房屋，又發出吱吱的聲音。在一間損壞的民舍前院，也看到一大片的泥漿，屋主說這是大地震時出現的。

在同仁架設好地震站後，我們開車前往中寮國小。在路上看到一排排房屋倒塌或嚴重受損，幾乎看不到一間完好的房子。也有少數房子在地震時，瓦斯爆炸或其他原因，發生火災。救難人員正努力清理幾棟倒塌的房子，以搶救陷在大樓下的人。也看幾位失去家園的災民，無助地望著倒塌的房子，情景十分令人心酸。唯一能做的事是陪他（她）們流下無奈的眼淚。雖然說了幾句安慰和鼓勵的話，相信無法撫平他（她）們破碎的心。

中寮國小幾乎全毀，兩樓的教室塌成一樓，而且也破損嚴重。鄉公所在這國小的操場搭了幾個大帳棚，臨時安頓災民。慈濟也在此設了一個救濟站，以援助居民。廁所只受到較輕的損壞，還能使用，但缺水，很快就會有問題。

與幾位逃出來的民眾，談及當時的情景。他們提到地震發生後，首先感覺到左右強烈地搖動，然後再一次強烈的上下動，房子就倒塌。當時，我懷疑上下動是否在房子倒塌時造成，但他們很確定在房子倒之前就感覺到。就傳統的地震波理論而言，因為震源大概在中寮鄉下方，首先到達的波應該是比較弱的 P 波（為上下動），而後到的較強的波為 S 波（是左右動）。所以當地居民感覺到，在左右強動後又有上下強動，值得進一步研究。此外，我也嘗試詢問是否見到地震光或聽到地震聲，但都無結果。

在整個早上，中視記者們一直要我說幾句話，但基於以下的理由，我都予以婉拒。第一，我認為有關主震和餘震的資訊，應該由中央氣象局地震測報中心發佈（況且氣象法規也有規定），這樣也可避免因不當的資訊，而造成謠言；有關地震斷層的地質問題，應由中央地質調查所的地質學者來說明；至於房屋和建築物結構的損壞問題，應由國家地震工程中心的結構專家負責。大學和中央研究院的地震學者，應該努力於分析地震的機制、破裂過程、餘震的時空分佈、主震發生前後的地殼變動等，再進一步將已有結果

與可能的地震斷層做比較，最後建立一合理的模型。第二，當時距主震發生時間僅一天多，我們所得的資料仍有限，還不能深入了解問題，這時不能夠也不可以說一些猜測和可能不正確的報導，這樣會誤導民眾。第三，學術的成果應該在學術討論會和學術期刊上發表，而較不適合在電視和報紙上說（當然專業的科技節目是例外）。

但他們十分熱情的再三拜託，為了早一點趕路，只好破我十多年來不上電視、不上報紙的戒律。我對他們說了三個感想及一個看法。三個感想是：（1）我從大學開始研習地震以來，已近三十年，可是看到這樣多的同胞，死傷於地震或無家可歸，我卻無能為力，無助於他（她）們，內心十分沈痛；（2）許多慈善機構和救難組織全力投入救災，令人十分感動和敬佩；（3）急救的部份已沒有大問題，政府應認真的著手於研討復建的計劃。一個看法是：由現地的地變和災害調查結果來看，中央氣象局所定的初動之震源位置，應相當可靠。

事實上，我的內心還有一個感想沒對他們說（或許應該說）。我將死傷的和無家可歸的人和動物，作為我的大老師和大菩薩。因為他們慈悲的犧牲，使我能有機會探究這樣大的一個地震，及其引發的地變和災害。我以最虔誠的心感謝他（她、牠）們，更願死者能安息、傷者能早日康復、無家可歸者可早日重建家園。

在兩位記者離開後，我們考慮繼續經由一三九道路前往集集，以期能找到有關地震斷層的一些信息（兩位記者都告訴我們說，中視公司曾和直昇機在災區上空勘察，在山區拍攝到一個像地面破裂的照片）。因前方道路不通，只好由原路回南投市。到南投市後，第一組的同仁沿另一條路線收取資料，而第二組的同事與我們沿三號道路前往名間。沿途道路十分擁擠，不少看熱鬧的民眾的車輛，使得道路十分不暢通，阻礙了救災車輛的通行，十分令人難過。在一處管制區，警察因我們是中央研究院的野外工作隊，優先讓我們通行。

到了集集後，又看到另一個滿目瘡痍的景象，非常高比率的房屋傾倒或損壞，居民都暫時住在外面。幾乎可算為古蹟的集集火車站，已嚴重傾斜和破壞，這具有歷史意義的古車站，將永遠消失，令人傷心。集集舊街的損壞也嚴重。但據當地居民說，最嚴重的災區是八張里，因時間的關係我們沒有前往勘察。在集集的一處加油站，遇到中正大學的歐國斌和馬幼俠教授，他們帶了兩名研究生也來勘災。在簡短的交談後，我們繼續上路。

在下午兩點鐘左右，我們到達水里，在水里國中前的一個路邊攤，隨便買了一些食物當午餐。水里國中是我的母校，前排圍牆幾乎全倒，但教室仍然聳立，不知內部有否

損害。吃完午餐後，繼續開車到設於柑仔園的臨時站，加裝設備。弄妥後，繼續沿著十六號道路前往日月潭。沿途的道路可說是柔腸寸斷，再加上地基下陷及山崩樹倒，十分難行。到了日月潭後，看到蔣公行館（涵碧樓）和多家旅館倒塌（包括教師會館及天廬大飯店等），光華島也受到損壞。這樣好的一處觀光區，何時才能復原。（聽說本院植物所自強活動的參加者，當天晚上就住在天廬大飯店，在主震發生時飯店尚未倒塌，所以他們有時間與其他的旅客一起逃出，在他（她）們逃出後，接著來的大餘震就讓這個飯店倒塌，十分驚險，這些同仁都是有大福報的人，都能長命百歲。）

在離開日月潭後，第二組同仁到設在魚池鄉的臨時站，收取資料，我們則直接前往埔里。路過魚池鄉時，看到房舍的損壞程度較低，而山崩和道路的損壞較嚴重。但由於餘震的關係，許多人還露宿在學校的操場。一些比較膽大的商家已經開始營業。

到了埔里的門戶愛蘭橋，劉忠智先生留在路邊等待第二組同仁，而讓我和司機王福全進入埔里，十分感謝他。據災情報告，埔里鎮約有四百多棟房屋倒塌或受損。在看完埔里酒場傾斜的大建築及幾棟倒塌的民房後，我們就回到愛蘭橋頭。

在與第二組同仁會合後，我們就開車前往國姓鄉的北山村，到設於當地派出所的臨時站收取資料。在其他同仁收取資料時，我順道到附近走走。一般而言北山村的損壞較小，但因餘震，使得居民也大都住在北山國中（教室還挺立著）。在這裡遇到本所同仁葉學文先生的胞弟，它正負責居民的安頓及鄰近地區居民的救濟工作，當時他正安頓在九分二山龐大土石流侵襲下倖免於難的一家人。由於交通不便及救援困難，使得土石流奪走不少人和動物的生命。收取資料完畢後，就離開北山坑前往草屯。沿途看到許多救護車和救災車駛入國姓鄉的災區。國姓鄉的震災也十分慘重，但對外的交通道路不多，並且嚴重受損，所以救援困難。為了不耽誤救災工作，我們就沒有進入國姓鄉的災區。等到最急的救援工作結束後，我們再到此地勘查。由北山坑到草屯的路上，山崩和道路損壞十分嚴重。特別在草屯市到雙冬里間的山岳，許多植被在地震力作用下崩落，讓綠油油的山，變成光禿禿。

到了草屯鎮的平林國小，已經下午五點多，電子室同仁到設於附近民舍的臨時站收取資料，我和幾位同仁則到國小內勘查。這小學的司令台和前排教室倒塌方式，有些特別，考慮另文討論。國小附近也有許多民房損壞，許多居民在國小內搭起帳篷，暫時避難。之後，第二組同仁繼續前往林內與第一組同仁會合，住在當地旅店，準備 9 月 23 日前往豐原和東勢一帶勘災。而第一組邱宏智先生和我們一起回台北，出發前天色已暗。

在傍晚六點鐘左右，我們到達草屯市區。在一家小餐館吃過晚飯後，於七點多鐘驅車北上。沿途遇到高速公路修路，在后里收費站到新竹系統交流道間，車行速度十分緩

慢。進入北二高後，情況大為改善。在晚上十點三十分左右，我們回到南港的院區，完成兩天的勘災之行。

九月二十三日(晴)

前晚尚留在林內的兩組同仁，一早就由林內出發前往台中縣，企圖進入石岡—東勢一帶勘災。但在豐原市就遇到嚴重塞車，不僅他們進不了東勢，許多救護車和救援車也進不去(政府沒有嚴格的實施交通與車輛管制是不好的)。這幾位同仁就放棄進入東勢，改道北返，在下午回到地球所。回所後他們就開始處理在野外臨時站所取得的地震資料。

我內人告訴我說，在九月二十二日八點十九分的餘震後，我女兒學校的兩樓教室大樓間似乎有裂縫，因此二十三日就放假一天，並且請教育局派專家察看。我與內人在九點鐘左右前往察看，並拍照。之後，我就到地球所。到所後，就由張道明先生處得知，日本東京大學地震研究所的 Kikuchi 教授已經利用世界網的地震記錄圖，逆推出集集大地震的破裂過程。雖然他所用的初動震源位置與中央氣象局所定的略有出入(後者應該比前者正確)，但錯位的空間分佈圖，仍十分有價值。他的結果顯示：地震斷層面上的錯位主要分佈在中寮與石岡之間，當然在兩端的外圍有也錯位量;在中寮附近的最大錯位量為三公尺，而在石岡附近的最大錯位量約為八公尺。這與地面上見到的隆起量似乎相關良好。我們在名間看到的地面隆起約為二公尺，而石岡與卓蘭一帶的最大隆起約達五公尺。最大的錯位是在地震發生後二十秒出現，顯示地震由南向北破裂，這點與我們早先的判斷一致。

早上十點鐘，邱宏智、劉忠智和葉所長討論擴大臨時測震網的範圍，由南投縣境北延到東勢—卓蘭一帶。林正洪先生也提供了一張最新的主震與規模大於四點五以上餘震的空間分佈圖。

我下午有事外出。晚上，我將自己收集得的資料以及從別人處所獲取的資料點在地圖上。這些點似乎從南到北可連成一線，而且與車籠埔斷層相關性良好。這與我們在九月二十一日早上的判斷相同。

後記

這個地震的震央位置是東經 120.816 度及北緯 23.853 度，規模為 $M_L=7.3$ 和 $M_S=7.6$ 。這個地震為一具有走滑成分的逆斷層，從位於南投縣集集鎮附近的地下約 8 公里震源位置開始，沿著車籠埔斷層破裂。這次破裂主要是由南向北進行而到達台中縣豐原市附近，然後，向東偏北方向破裂，直到苗栗縣的卓蘭鎮。這次的破裂也由震源向南進

行，而到達竹山鎮的桶頭山附近。當然，向南破裂的錯動量比向北的量小很多。北段的最大錯動量可達 10 米。整個破裂的長度在南北向的部分約為 80 公里，而東西向部分約為 20 公里，總長約為 100 公里。

此地震及其餘震造成了 2489 人的死亡、50 人的失蹤、11465 多人的輕重傷、及超過 106287 間房子的全倒或半倒，使得十多萬人無家可歸，並且有許多棟公共建築物損毀。財物的損失總計達新台幣 140 億元。災區的範圍很大，北至台北，南達嘉義，可說是台灣有史以來損失最嚴重、災區最大的一次天然災害。而其相關之車籠埔斷層，又是世界上少見的具有大移動量的長逆衝斷層，當然，也具有平移量。氣象局自一九九〇年以來，在台灣全島安裝了許多的地震站，而且有許多地震站就位在斷層線上，提供了許多有價值的地震資料。

在集集大地震發生後的十月廿一日上午，國家科學委員會（以下簡稱國科會）的黃鎮台前主任委員給本人一通電話，要求本人組成一個工作委員會，推動研究此大地震之大型整合計畫。在國科會的支持下，於八十八年十月二十七日成立一個七人的規劃委員會（本人為召集人），以規劃國科會的「地震及活斷層研究」五年大型整合計畫方案。為有效地推動研究，該規劃案分成六個研究組：(1)孕震帶構造(王乾盈教授負責)，(2)地震地質(黃奇瑜教授負責)，(3)地震活動與地震地體構造(辛在勤副局長負責)，(4)地殼變形(余水倍研究員負責)，(5)地震物理(謝秋霖教授負責)，及(6)強地動(溫國樑教授負責)。

在八十八年十二月二十三日，由國科會蔡副主任委員召開的國科會「地震及活斷層研究」指導委員會議上，全體指導委員建議，基於國科會大型整合計畫，結合以下三個計畫：(1)交通部中央氣象局的「全球衛星定位系統連續監測地震前後地殼變形」和「寬頻地震觀測網」的兩個計畫，(2)經濟部中央地質調查所的「斷層活動性觀測與地震潛勢評估調查研究」計畫，及(3)經濟部水資源局的「地震發生前後地下水位異常變化之研究」計畫，形成「地震與活斷層研究」的跨部會重大科技計畫，促進部會間相關研究之橫向連續，以減少不必要的重複性而浪費金錢，並提高研究品質。因此，再聘請張徽正(經濟部中央地質調查所)、郭鎧紋(交通部中央氣象局)、和張國強(經濟部水資源局)為規劃委員，以代表有關部會的單位。計畫辦公室於八十九年九月四日召開第一次委員會議，聘請高雄師範大學地理系宋國城教授取代黃奇瑜教授為規劃委員。

由於行政作業程序的關係，執行年度均相同（即九十年度到九十四年度），而執行期間有所不同，國科會的部份是由民國八十九年六月到九十四年七月，而其他單位則由民國九十年一月到九十四年十二月。八十九年的經費主要是由國科會資助。該規劃案執行期間自八十九年六月起至九十四年十二月止，一共約六年。在執行上分為兩階段：第

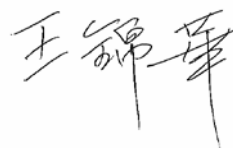
一階段自八十九年六月到九十二年七月，第二階段自九十二年八月到九十四年十二月。在第一階段，著重在深入並廣泛地了解集集大地震系列的孕震帶構造、地震破裂過程、地震活動及地殼變形，以及此大地震及主要餘震所造成的強地動；及繼續已進行的嘉南地區地震及活斷層研究。在第二階段，組成四個大型整合計畫：(1)台灣車籠埔斷層鑽井計畫(Taiwan Chelungpu Fault Drilling Project, TCDP；總主持人為中央大學地科系蔡義本教授)；(2)台灣西南部活動斷層研究(Active Fault Study in Southwestern Taiwan, AFST；總主持人為台灣大學地質系陳文山教授)；(3)台灣及鄰近區域孕震帶構造及地震活動研究(Studies of Seismogenic-zone Structures and Seismicity in Taiwan and Surrounding Areas, SSST；總主持人為中央大學地科系王乾盈教授)；(4)台灣板塊邊界觀測(Plate Boundary Observatory in Taiwan, PBOT；總主持人為中央研究院地球所余水倍研究員)。

為得前人的經驗與協調各有關，以順利推動大型整合計畫，由黃主任委員聘請了一個有十位委員的指導委員會，由國家科學委員會蔡清彥副主任委員為召集人，指導委員的名單為：王瑜（國家科學委員會自然處處長）、蔡義本（中央大學地球科學院院長）、陳正宏（台灣大學地質系教授）、葉義雄（中央研究院地球科學研究所所長）、徐享崑（經濟部水資源局局長）、陳瑞祥（經濟部中國石油公司副總經理）、陳肇夏（經濟部中央地質調查所所長）、謝信良（交通部中央氣象局局長）、和羅俊雄（國家科學委員會地震工程中心主任）。在民國八十九年十月二日，由國科會吳茂昆副主委主持第二次政策指導委員會會議，並增聘中央研究院地球科學所李太楓所長為委員。

在民國八十九年四月七日，由國科會蔡前副主任委員召開的海外顧問會議上，為解決技術、儀器、和測站等問題，成立技術指導委員會，委員為：蔡義本院長(召集人)、陳肇夏所長、羅俊雄主任、蘇福欽副總處長、鄧大量院士、吳大銘教授、王其允教授、邱哲明教授、和陳望平教授。在民國八十九年十月二日，由國科會吳副主委主持第二次政策指導委員會會議中，決議將技術指導委員會改名為技術諮詢委員會，並增聘黃庭芳教授(美國紐約州立大學)為委員。

國內在地震研究方面的相關學者人數有限，同時某些必要但特別的研究方法（如古地震之判定及地震發生機率的估算），國內學者較不熟悉。因此，為了徹底了解各有關的科學問題，我們必須從事國際合作。為此，國家科學委員會黃主任委員邀請中央研究院鄧大量院士（美國南加州大學教授）為海外顧問，以作為推動國際合作之橋樑。現居海外的幾位華裔地震學者（如美國紐約州立大學的吳大銘教授，加州大學柏克萊分校的王其允教授、田納西州孟斐斯大學的邱哲明教授，以及伊利諾大學的陳望平教授），也參與相關的研究工作，及推動國際合作。此外，有美、日、法、義等國的許多學者與國內學者聯絡，積極展開合作。

在學者專家的通力合作下，完成了三百多篇的論文和許多報告。這些研究論文發表在國內、外的學術期刊上。因期刊數目甚多，不僅對專業的人員查閱不易，對非專業人士更是不方便得取。為了保存一份集集大地震之完整資料和研究成果，計畫辦公室編輯「九二一集集大地震」專書，並邀請撰稿人。該書基本上分為十一章，除了第十一章結語外，每章又分為若干節。二十多位撰稿人經過一年半的努力，於九十四年底完成該書。

A handwritten signature in black ink, reading '王錦華' (Wang Jinhua). The characters are written in a cursive, calligraphic style.

地球所強震觀測與研究

邱宏智¹ 劉文相²

前言

中央研究院地球科學所(以下簡稱地球所)及其前身(國科會地震專案小組，中央研究院物理所地震組及中研院地球所籌備處)，在臺灣甚至全世界的強地震觀測及研究上一直都扮演一個重要角色。目前世界上許多後起之強震觀測，如中央氣象局的 TSMIP、日本的 K-net 及 Kik-net、中國的國家強震動台網等都超過地球所的規模，但近年崛起的新領域並且與強地動息息相關的旋轉地震學，地球所仍占佔了重要的一席。以下就地球所三個階段的強震觀測及「強震儀之發展」來回顧地球所之強震觀測史。(文中所提之地球所觀測站可參考地球所網站 (<http://www.earth.sinica.edu.tw/~smdmc/>))

(一) SMA-1 強震網 (1974-1992)

1974 年開始設置全臺灣強震網，其所採用的儀器為美國 Kinematics 公司型號 SMA-1 之強震儀，故以之命名。這個強震網之測站分佈全台灣，前後約設置五十臺光學記錄式之強震加速度儀，以之量測各種地盤、重大工程結構物及房屋建築在地震時受地震力作用下之行為。這些測站約略可分成三類型；第一類是自由場測站，所用儀器大多與 TTSN 測站共站，這類測站主要監測台灣地區的強地震動，以提供地震、地震工程之研究及地震危害度評估。第二類安裝在水庫，其主要目的是量測壩體在地震力作用下的行為，以監測該水庫之地震安全，所得記錄並可作為建造類似新水壩時耐震設計之參考。第三類則安裝在台北市區之大樓內，除了監測該大樓的地震安全之外，所收的紀錄也可作為該類型新建大樓設計時地震安全評估之依據。除此，地球所早年是台灣地區唯一兼具維修強震儀器及處理分析強震紀錄的單位。因此也接受台電核能電廠及若干水庫的委託，協助設置並維護強震儀，同時收集及分析強震紀錄。地球所也協助台灣地區之強震教育訓練。地球所籌備處曾於 69 年 2 月 1 日舉辦「強震資料

¹ 邱宏智

本所研究員

² 劉文相

本所退休技正

處理研習會」，其目的在增進國內有關人士對強震資料重要性的認識，進而希望引起更多的支持，順利推動建立更周密的強震觀測網，有效收集各種強震紀錄，以供分析研究，並作為工程設計的參考，該次研習會共有公民營工程建築單位數十人參加。另外，在 1992 年 4 月接受經濟部水利司之委託舉辦水庫地震安全講習。約有近 30 個水庫之專業人員參加，講授地震、地震儀知識及水庫地震安全的管理，使水庫之安全監測工作能具體落實。目前這些地震教育工作，包括對一般民眾的地震教育，大部分由氣象局地震中心接手。

(二)台灣地區大型強震儀陣列

1978 年 5 月地震及地震工程的兩個國際性組織 IASPEI (International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior) 及 IAEE (International Association of Earthquake Engineering) 在美國夏威夷召開聯合會議，會後決議在世界各地建立若干強震陣列。因台灣地震頻繁，且地震及地震工程研究方面已有相當良好的基礎，因此在會議中被選為六個最優先建立強震儀陣列的地區。約兩年後，世界上第一個強震儀陣列就在台灣之羅東地區誕生。

SMART-1 羅東強震儀陣列 (1980-1990)

「臺灣大型強震儀陣列研究計畫」在國科會及美國國家科學基金會支助下，當時預計執行兩年。美方主持人為加州大學柏克萊分校的 Bruce A. Bolt 及 Joseph Penzien 二位教授。我方主持人為地球所籌備處主任蔡義本博士及台大土木工程研究所之茅聲燾及葉超雄二位教授。第一年主要工作為儀器採購、檢校、測試以及測站的選定、佈置等。第二年主要工作為儀器安裝並進行實際觀測。

1980 年開始設置 SMART-1 羅東強震儀陣列。該陣列為全世界第一個強震儀陣列。由美國提供三十七套數值記錄的強震儀及一台資料展示轉錄機及其附屬儀器多件。這三十七套強震儀在安裝之前，已在加州大學柏克萊分校的振動台(shaking table)上進行各項檢驗工作。地球所籌備處則負責儀器安裝及地點的選定，並負責儀器維護及記錄資料之收集、處理。經多次會勘之後，決定將該項陣列設於羅東地區，陣列中心點在羅東國小校園，外設三個同心環，每一環均設置十二部強震儀，其半徑分別為 0.2, 1.0, 2.0 公里。該強震儀陣列的設立，提供以下三方面的研究：1、震源機制，2、震波傳播特性，3、地盤對地動的影響。由觀測經驗得知每次強震發生時，有些地方遭受較嚴重損害，有些地點則較輕微。此種現象是由於地震波在不同地層結構，會產生不同的反應所致。但這方面的記錄資料在當時十分缺乏。在強震儀陣列設置後，不但

可得地震動隨時間的變化，也記錄了隨空間之變異性，因而可具體了解地震震源、震波傳播特性及地層結構等對地震動的影響。這些資料對地震成因、地震震動之力學狀況，震波的傳遞和建築耐震設計等方面的研究有極大的助益。

在陣列運轉一年之後，該陣列記錄了 12 次地震。由於此強震儀陣列，無論其儀器設計、運作、記錄處理以及在地震學和工程學上的應用價值等，均屬創新性質，而臺灣大型強震儀陣列為世界第一個付諸實施的先例，故為各國有關人士所矚目，經中美雙方主持人會商後，咸認有必要舉行一個專題研討會。1981 年 9 月地球所籌備處舉辦中美「強震儀陣列專題研討會」。這會議在地球所籌備處及羅東鎮舉行。九月七日上午首先由國科會主任委員張明哲博士致歡迎詞，接著展開一系列的討論。參加人員計美方十人，我方二十人；研討日程如下：

九月七日	臺灣大型強震儀陣列介紹 (臺北)
九月八日	臺灣大型強震儀陣列實地參觀 (羅東)
九月九日	臺灣大型強震儀陣列記錄分析結果之研討 (臺北)
九月十日	強震儀陣列今後發展之方向 (臺北)

具體而言，該次研討會之目的如下：

- 1、檢討臺灣大型強震儀陣列儀器設計、佈置、運作及記錄收集與處理之優缺點，以供今後強化該陣列功能及世界其他地區新設此類強震儀陣列之參考。
- 2、研討臺灣大型強震儀陣列已有記錄處理分析之結果，並決定往後研究重點及應用方向。
- 3、該研究計畫為中美斷交後，雙方政府所支助之大型合作計畫之一，研討會對促進往後科技合作研究有裨益。

經過四天的研討，並實地參觀了設置於羅東之強震儀陣列後，與會人士確信在此中美科學合作計畫下，已使強震記錄有重大的進步。而且強震儀陣列資料對地震工程及強震地震學之研究是重要的基本資料。強震儀陣列計畫，很明顯的是在當時中美科學合作計畫下，最具成效的計畫之一，與會人士一致提出下列之建議：

- 1、為了強震儀陣列之運作及現有或將來所得記錄資料之分析與解釋等所需之經費，國科會及美國國家科學基金會均應繼續充分支持。

- 2、強震儀陣列之資料主要由地球所處理，為提高資料處理分析效率，其電腦中央處理器記憶體及週邊硬體設備和軟體支持均有必要加以擴充。
- 3、通過陣列地區，應作一震測剖面，以定出蘭陽平原之地下構造。且在此陣列內，至少須有一鑽至基岩之鑽孔。
- 4、為使現有強震儀陣列功能進一步擴大，可加設一井中強震儀及延展地面強震儀徑向展距至適當距離，以便研究在不同地盤物質情況下，強烈地動之衰減效應。
- 5、為了研究結構物反應以及土壤—結構物之交互作用應加設強震儀於當地較高之建築物和其他合適之結構物。
- 6、強震儀陣列計畫之執行者應設法將這些寶貴的科學資料迅速的處理，並廣為流傳，以使地震學界及工程界能普遍應用。因此，適時的將資料處理及分析結果公諸於科學界和工程界是有其必要的。

這些決議案促成 SMART-1 陣列的測站向外延伸至蘭陽沖積平原的邊緣，1983 年向南延伸增加 E01 E02 兩測站，在 1987 年向北延伸增加 E03 及 E04 兩個測站。此決議也促成羅東大比例尺模型震測(LSST)計畫。

羅東大比例尺模型震測計畫 (1984-1990)

地球所與美國加州大學柏克萊分校合作，在羅東地區設置的世界第一套強震儀陣列，在計畫執行四年之後，所收集到的地震記錄受世界地震界的重視。美國電力研究所有鑑於此項平面強震儀之陣列之成效，與台灣電力公司合作進行「羅東大比例尺模型震測計畫」，其目的為改進核能電廠的地震安全設計。該計畫建造一個四分之一縮尺及一個十二分之一縮尺的核電廠圍阻體的實體模型，並在模型內及模型四周的地面、地下佈設強震儀及其它監測儀器。儀器由美國電力研究所提供，而委託本所負責這些儀器之安裝與維護，並負責強震記錄之處理與分析工作。由於此項三度空間強震儀陣列也為世界首創，其觀測資料不但在地震工程學（如核能電廠設計規範及大型建築耐震設計等）上有極大幫助，且是地震學上極為珍貴之研究資料。

在 SMART-1 陣列及羅東 LSST 計畫分別執行八年及四年之後，地球所在國科會(NSC)與美國科學基金會(NSF)共同贊助下，於 1988 年元月 14 至 16 日，假地球所演

講廳舉行「第二屆強震儀陣列研討會」。內容包括三大主題：

- (1) Seismological and engineering researches of strong motion data in Taiwan: this session is mainly for presentation and discussion of strong motion data processing and analyses.
- (2) International strong motion array programs: The principal object of this session is to promote exchange and sharing the experience on strong-motion array.
- (3) Strategies for future developments of SMART-1 array: The main purpose of this session is to review the achievements of current array and make recommendation for the future development.

會議第三天，安排參觀位於羅東境內之 SMART-1 陣列及 LSST 羅東陣列。這次研討會計有國內外學者專家六十餘人參加，我方共 30 人與會，美方代表 16 人，另外日本 5 人，義大利 2 人，葡萄牙 1 人。SMART-1 及羅東 LSST 的成功促成與會成員共同建議 SMART-2 及花蓮 LSST 之佈設，並推向另一階段之陣列觀測與研究。

SMART-2 花蓮強震儀陣列 (1990-)

在第二次強震儀陣列會議之後，即著手 SMART-2 陣列之規劃。SMART-2 陣列設置於台東縱谷之北端。它包含 40 個自由場測站及 4 個井下地震儀。其中 3 個井下地震儀設於大漢技術學院，深度分別為 50、100 及 200 公尺，以配合該地點之地表的儀器，形成一個垂直次陣列。另外一個 200 公尺深之井下強震儀則設於榮工處大理石廠內，與花蓮 LSST 之地表及井下 50 及 100 公尺的儀器形成另一個垂直次陣列。地表測站則涵蓋吳全國小以北之台東縱谷，此包括美崙斷層的兩側。大致上，測站之間距為 2 公里，其中北埔地區有較密集之測站。設置這個陣列的主要目的是探討地層斷層之破裂過程及地震動特性。由於這陣列所收錄之紀錄有精確對時及高解析度，此高品質的紀錄也可廣泛應用於地震及地震工程的研究。

SMART-2 陣列由國科會及中央研究院共同贊助，儀器之採購及安裝分年編列預算。此陣列在 79 年 12 月初開始安裝，由於在 12 月 13 日於陣列南方分別發生兩次顯著地震，震後三天內從 SMART-2 借調了 15 部儀器，在涵蓋震源區的範圍內佈設了一個 15 部儀器的臨時網，在這地震系列的餘震活動平緩之後，臨時網於 1991 年 3 月 10 日開始撤站，移回 SMART-2 預定之站址。

氣象局在 1991 年開始 TSMIP 計劃，逐年在都會區設置強震站，其中也包括 SMART-2 測站所在的花蓮地區。為避免重覆觀測，若是 SMART-2 與 TSMIP 的測站相近或相同，則在儀器老舊之後即撤站。目前 SMART-2 僅保留兩組垂直陣列及 8 部重

要據點的地表強震儀。

LSST 花蓮大比例尺模型震測計畫 (1993-2002)

配合 SMART-2 陣列，花蓮 LSST 陣列在美崙工業區榮工大理石廠內蓋了一座四分之一之圍阻體模型，並在其模型上及其四周之地面、地下安裝強震儀及其它儀器。該計畫參與的國家也增加三個，除了原來的台灣及美國之外，日本、法國與韓國也加入。其中日本引進冷凍取樣，以進行未受擾動之土壤特性分析。韓國則加入探討冷卻水塔之耐震研究。該計畫運轉 10 年後於 2002 年結束。目前本所仍保留一組井下陣列儀器，繼續監測該地區地下構造對震波的影響。

台北井下地震儀陣列 (1992-)

1991 年中央地調所執行台北盆地研究計畫，將深井鑽探採樣後的深井，委託地球所安裝強震儀並進行盆地放大效應的研究，此計畫在 2000 年結束，以後交給本所繼續進行井下強震儀的觀測及研究。前後共有 12 組井下陣列，其中 4 組因土地另有其他用途而結束觀測。

(三)旋轉地動觀測 (2004-)

旋轉地震學是最近興起的一項研究，主要是研究地動中之三個旋轉地動分量。完整之地動應包括：三個分量的平移運動及三個分量之旋轉地動，由於旋轉地動在大部份情況下比平移地動小很多，因此在傳統地震學中被忽略。近年由於在測震儀器有重大的發展，足以量測微量的旋轉地動，才有可能發展定量分析旋轉地動。與此主題相關的進一步資料可參考美國地震學會會刊 (*Bulletin of Seismological Society of America*, No. 2B, 2009)及地震學期刊 (*Journal of Seismology*, 16:571–838, 2012)。

地球所目前在旋轉地震儀的設置大部份屬測試性質。最早是在 2004~2006 年於猴子山測站(HGSD)之地表安裝 R1 旋轉地動儀並與井下 100 m 之 CMG-3TB 匹配，該次安裝雖收錄若干筆紀錄，但只是試驗性質。HGSD 測站第二次安裝則將 R1 與一部 K2 強震儀共站且同步觀測，此共站同步的資料即可進行更多方面的分析。其後也在花蓮氣象局測站、臨安橋、爺亨站進行類似之觀測。在 2008 年 3 月 TAIGER 炸測時則進行強震儀－旋轉地震儀陣列觀測。2011 年起並在南澳也增加兩組強震儀－旋轉地震儀之共站監測。

為理解旋轉地動在震源物理扮演的角色及其對強震紀錄的影響，除了理論研究之外，也需靠觀測資料配合分析。旋轉地動對近震源及超大地動的分析與解釋有很大助

益，預計這方面的研究對近場強地動的研究將會有突破性的發展。

強震儀之發展

地球所 SMA-1 強震網早期使用的儀器 SMA-1 屬光學式強震儀，透過光束反射將地震動放大，而將三分量地震動紀錄於 7 公分寬的膠卷上。這類強震儀在 1970 年代是最新的儀器，但仍可想像其解析度很差。低於 5% g (g 為地球表面重力值，約等於 980cm/s/s) 之紀錄在膠片上之波線仍接近一直線。美國第一筆強震紀錄收錄於 1933 年加州 Long Beach 地震，其後 50 年內也都是只有強震才能啟動加速度地震儀。由於長時間都稱記錄加速度的地震儀為強震儀，而所收錄的記錄稱為強震記錄，研究及分析這類記錄稱強地動學，甚至一直沿用到現在是有其道理的。因弱震根本無法啟動這類儀器，除了解析度較差之外，這類強震記錄也無法記錄初達波，因儀器偵測到地動超過觸發值(trigger level)，才啟動強地震儀之記錄系統。因此記錄起始點均在 P 波之後，甚至有些在 S 波之後。

當然維護這類儀器及處理其記錄也是艱辛的工作。早期地球所只有一部公務車，電子室同仁雙手提地震儀，背著維護及收記錄工具搭大眾交通工具到全省各測站，維修及收紀錄的情況時常可見。辛苦收回的紀錄(底片)，還要將之沖洗定影以後再交研究人員進一步分析。原始底片當時找到農林航空隊放大三倍以後，再經人工數位化後才得到數位化的波形，為了減少人為讀取的誤差，許明光、湯鈞才及作者之一發展一套掃描器數位化系統，以處理這類光學式之強震紀錄。若將這類儀器與現在的強震儀比較，兩者之差異可是天壤之別，不過 SMA-1 強震網也為 1970~1980 年代台灣地區的地震留下珍貴的強震紀錄。

強震儀的研發的進展，至今已有長足的進步。強震儀主要由三個部份組成，包括感震器、時間系統及紀錄系統三部份。感震器由早期單擺式 (SMA-1) 經歷電磁式感震器，到如今大都採用力平衡式 (Force Balance) 感震器，近年也使用微積電 (MENS) 製作的較低價位感震器。時間系統的發展，在這幾年也有大幅度的進展。SMA-1 可搭配 TCG-1 或 WWVB 時鐘系統 (clock)，但當時這些時間系統只是幫助鑑別收錄之地震紀錄，後來 SMART-2 採用 OMEGA 對時系統，直接接收基地台的信號，並定時校正儀器內的時鐘。至少到這個階段才算是具備陣列觀測的條件。SMART-1 陣列則仍需在維護時，修正強震儀內的時間系統，以維持接近絕對時間。OMEGA 時間系統在 1990 年代後期停用，目前大部份強震儀使用 GPS 對時系統。紀錄系統方面也有長足進步，SMA-1 為底片紀錄，1970 年代後期發展卡式數位磁帶，1980 年底開始採用固態記憶體，現今採用高容量的固態記憶體及磁碟機。SMART-1 及 Lotung LSST 的年代採用卡式之數位磁帶，到了 SMART-2 及 HLSST 的年代，雖採用固態記憶體，但其

容量只有 2 megabyte 比起現在的記憶體，動輒為 Gigabyte，硬碟機則可達 Terabyte 等級真是不可同日而語。

解析度也隨電子化後有大幅度的改進，由原來 SMA-1 類比型紀錄演變成數位式紀錄，先是 12-bit 後來演變成 16-bit 及 19-bit，目前最新的儀器以 24-bit 為主流。SMART-1 的儀器是 12-bit，SMART-2 則已達 16-bit 紀錄器。光靠這些數字似乎不太容易感受到其差異，茲比較 SMA-1 與現代強震儀的差別，SMA-1 波形振幅約 2 公分即達到滿格 (Full scale) 為 1g，如果波線的寬度為 0.02 cm，則其解析度為 9.8 cm/s/s。如果同樣的感震器使用 24-bit 紀錄器則其精度可達 1.168×10^{-4} cm/s/s。除此，由類比紀錄變成固態記憶體，也可避免漏失初達 P 波，由於記憶體可將啟動紀錄系統之前的地動歷時儲存下來，因此可紀錄完整之地震波形。

大部分強震儀是紀錄加速度波形歷時，另有一支發展則採用速度式之強震儀，前者的優點是低頻部分可達 DC (可記錄永久位移)，1999 年集集地震 TCU052 及 TCU068 就紀錄到數公尺之永久位移，若將加速度經兩次積分所得到的位移與 GPS 量測的位移相當一致。速度型的強震儀雖無法量測永久位移，但有較高的靈敏度，量測較小地動仍可得到完整的波型。將現今的這兩類強震儀擺在一起作共站測試，不論是將加速度紀錄經數值積分成速度或將速度波形經數值微分成加速度，所得的波形幾乎完全一樣。

由於儀器長足進步，強震儀與 GPS 及弱震儀之界線愈來愈模糊。強震儀似乎可充當高頻的 GPS。另一方面，強震儀可完整紀錄寬頻波形而避免弱震儀可能在大振幅時出現超格(truncated)的現象。由於解析度大幅提高，強震儀也可同時紀錄弱震信號。其與寬頻地震儀重疊的頻段可互相驗證兩種儀器之資料的可靠性，兩者結合也提供極寬頻(從 DC 到數十 Hz 的信號)的地震波訊號以供地震及地震工程的研究及應用。

另外，也由於觀測儀器的發展，我們可更進一步分析以往無法深入探討的問題，旋轉地震學就是其中之一。嚴格來說，需要有六分量的紀錄才可完整描述一個剛體 (如地震儀)的運動。這六分量的地動需包括三個分量的平移運動及三個分量的旋轉地動。但在傳統地震學都忽略旋轉地動的效應。其原因在於大部分情況下，旋轉地動遠小於平移運動；另一方面則是因為近年才有可靠的儀器，可記錄這些微量的旋轉地動。其實旋轉地動在 19 世紀即已被注意，但始終無法進一步作量化的討論旋轉地動的特性及其對強地動的影響。本所團隊的研究，使用旋轉地動速率(rotation rate)及平移地動分析旋轉角度歷時，並進而分析旋轉動所造成的離心加速度(Centrifugal Acceleration)、重力效應，並且探討旋轉地動對強震紀錄的影響。該項研究成果可推論旋轉地動在近震源或超大地動時，將以高次式的型式增加而達到不可忽略的地步。此分析方法也可

進一步用於修正旋轉地動對平移地動的影響，經此修正之近場強震紀錄將改進近場強地動的分析與詮釋，而將推向新的研究領域，地球所的團隊也將朝這方向作出更大的貢獻。

結語

台灣是一個天然地震實驗場。在過去，地球所同仁掌握天時與地利在強震觀測繳出豐碩的成果。對未來，我們有責任藉多年累積的經驗及已建立之基礎更上一層樓。願與地球所同仁共勉。

邱宏智

劉文和

地球所的境外地震觀測紀實

黃柏壽¹、劉忠智²、黃文紀³

地球所自其前身的國科會地震專案小組時期及中研院地球所籌備處時代皆以建立台灣的完整地震觀測為職志。地球所的前輩投入了大量的人力與物力，強化了台灣的地震觀測精確度與敏感度，設立了「台灣遙記式地震觀測網(TTSN)」。從七〇年代起至九〇年代初期，肩負了全國主要的地震觀測作業。這時期地球所的工作建立了台灣地震觀測的主要基礎建設，其觀測結果對早期台灣週邊地體構造的探查具重要貢獻。

地球所正式成立後致力轉型以學術研究為標的。地震觀測的階段性任務漸次轉移至中央氣象局地震測報中心，僅保留了當時氣象局尚未起步之強地動觀測與震後臨時網的地震觀測計畫。值得一提的是，地球所釋出經營多年地震網的過程中展現了相當寬宏的胸襟，並協助中央氣象局無縫接軌完成地震觀測移轉工作。即使在二十多年過後的今天，當初這些分佈全省由氣象局承接的二十多個地震站用地，目前仍由地球所維護並無償提供使用。

地球所成立後的地震學研究經歷了茁壯及與世界同步化的成長階段，那段歲月中地球所的前輩們廣邀國外知名地震學家來台參與多項地震觀測與研究，其中較為人熟知的有八〇年代美國加州大學的 Bruce Bolt 教授在宜蘭羅東地區設立之 SMART-1 強震儀陣列，九〇年代由邱哲明教授推動在台灣花蓮及台東地區進行之 PANDA- II 地震網觀測計畫及二〇〇五年起由吳大銘教授推動進行之 TAIGER 地震觀測與炸測計畫，這些引進的地震學觀測及研究計畫皆大大的提昇了國內地震學家的眼界與台灣地震研究的知名度。

在九〇年代初期，地球所的前輩們(包括當時的諮詢委員與資深研究人員)有感於當時的地震學研究已由類比、數位再進化為寬頻的地震觀測紀元，乃極力促成地球所寬頻地震觀測網的建立，並推舉由極具地震研究前瞻性之美國伊利諾大學陳望平教授規劃及協助籌建。陳望平教授提出了固定網及移動網的基本構想。依據陳望平教授固定網的規劃，地球所在全省各地重覓低噪音場址，建立高規格的地震站，形成固定站型式之寬頻地震網，此規劃的後續發展使當初地震網形成今日大家所熟知的台灣寬頻

¹ 本所研究員

² 本所研究技師

³ 本所研究副技師

地震網(BATS)，長期免費提供國內外學術界研究地震所需的資料，並提供台灣及鄰近地區地震之地震斷層面解的服務。在移動網規劃方面，地球所籌備相當數量的寬頻觀測儀器，組成移動觀測網，支援固定網的觀測或獨立進行地體構造的研究。此項規劃的後續發展使地球所有機緣開拓了境外地震學的觀測與研究。

台灣觀測地震學的發展，早期是以解決台灣的地震及地體構造問題為目標。國際合作主要以邀請國外學者引進儀器設備在台灣進行觀測及後續研究。在當時的時空背景下，台灣的地震學研究環境是孤立的，研究主題以解決台灣的地震問題為標的，與國際學界的交流貧乏。當時赴境外從事地震學研究受到相當程度的限制，其重要性並未受到重視。少數的例外，如本所前所長葉義雄博士曾與菲律賓火山與地震觀測研究所(PHIVOLCS) 合作於鄰近台灣蘭嶼島的菲國最北端島嶼(巴丹島)設立地震觀測站進行地震監測，以協助台灣地震網對發生在巴士海峽地震之定位。台灣寬頻移動型地震網早期的觀測活動仍以台灣島內的觀測為主，直到 1995 年本所高弘博士才突破萬難將台灣的寬頻地震儀器攜往中國大陸新疆地區，進行第一次的境外地震觀測並獲得高評價的學術成果。

台灣境外地震觀測的重要轉折點為發生於 1999 年的九二一地震。九二一地震為台灣的百年大震，基於台灣多年的地震基礎建設，本地震相當完整的為各式地震儀器所紀錄，因此九二一地震的相關研究為當時國際上地震學界之重要議題，吸引眾多國際一流學者來台參與研究，更有許多國外的地震學家申請來台灣進行地震觀測研究。例如日本東京大學來台進行九二一餘震監測及其後的高密度中部線形陣列觀測研究，日本京都大學來台進行九二一地震斷層面鑽探並後續進行井下地溫量測等，皆成為台灣地區的觀測首例並促成了長期重要地震研究的討論議題。這些國際交流活動開始引發國內學者與國科會的官員們開始思考地震學研究遠赴境外進行觀測工作的意義及收獲。

九二一地震之後政府部門增加了更多的地震科學領域的研究投資，有目共睹的台灣地震科學研究，在九二一地震後的數年中有多方面的快速進展，促成國內地震研究的精緻化與全面化外，更將成果成功的推向國際。由於增加台灣島地震觀測的投資，使基礎地震觀測計畫趨於健全，臨時觀測網的負擔相對減少，地球所亦開始思考開拓境外的地震學研究；期望地震研究成果除了應用於防震減災及提供國內政府相關部門研擬防災策略及諮詢外，還期望結合週邊國家共同深入探討區域地震與地震海嘯等相關災害議題，擴大研究與地震災害監測的範圍，協助週邊國家，研究斷層與地震之時空關聯性，建立地震災害監測系統，提升獨立監測能力，以及建立地震防災之觀念。此時期的境外地震觀測計畫有由林正洪博士帶領赴菲律賓進行之火山地震觀測計畫，

及寬頻移動網參與陳望平教授由 NSF 資助的西藏地震觀測研究計畫(Hi-CLIMB)。兩計畫皆為地球所研究人員習得實際從事境外地震觀測所需之重要經驗。對於後續獨立赴國外參與野外工作具有重要幫助。

台灣海峽位於台灣島的西側，歷史上曾發生重大災害地震，1994 年在澎湖南方海域發生過規模達 $M_s=6.5$ 的強震並於海峽兩岸引起不少關注。地球所寬頻網曾考慮與大陸地震主管單位合作，共同觀測台灣海峽地震，並曾數度前往福建勘站與洽談，最後仍因大陸的相關規定無法成行。雖然於海峽對岸設站觀測無法成行，兩岸的地震學者仍感於台灣海峽地震研究的重要性，經過多年的奔波協調，現已有重大突破(其中中央大學地科院長王乾盈教授與福建省地震局長金星博士出力最多)，目前地球所的寬頻固定網與福建地震局已各提供 10 個地震站的信號做即時交換，這些地震資料除可應用於研究台灣海峽地震，對兩岸未來的地震速報及預警皆有重要價值。

台灣的地震學界除了地球所思考境外地震觀測外，時任中央大學地科院長的蔡義本教授(本所前所長)亦不遺餘力的推動，蔡教授與中大地物所吳幸鴻教授於九〇年代末起於越南北部地區設立地震站，開啟亞洲地體構造與紅河斷裂帶地震的研究工作。其因長期合作與越南科學院地物所及地質所建立良好的互信基礎。在其計畫結束前蔡院長得知地球所的海外地震觀測規劃，極力推薦本所與越南科學院合作進行寬頻地震觀測以深入了解紅河斷裂帶及中南半島的地體構造，相關構想亦獲國科會地科學門的支持，並挹注經費擴增地震儀。本所得以於 2005 年底陸續完成以 25 個臨時寬頻地震站均勻分布於北越地區(圖一)，此觀測網對北越的地震及全球大地震進行監測，了解地殼及地函的構造，提供最有效的地震研究資料。本所設立之地震網為越南首次的寬頻觀測，越南科學院對此相當重視，全力協助配合，實驗成功。研究成果已陸續發表。值得一提的是越南科學院地物所因與本所合作，透過學術交流，對於其國家地震網有很大的幫助。他們曾多次派員到台灣學習儀器維護與資料處理，近期越方已有充裕的經費更新其地震網，相關儀器規格與處理流程皆可看出台灣的影響。越南科學院地物所在其間更選派數位優秀年輕助理到台灣大學及中研院國際研究生院進修並已有學生完成博士學位返所工作，未來對台越合作將有很大幫助。

在經過兩年多的持續觀測後，地球所的地震網經過初步的調整並涵蓋了越南南部地區，希望對了解中南半島及南中國海的地體構造有更大的貢獻。越南南部雖然歸屬低地震活動地區，然在本所地震網進行觀測期間，胡志明市曾報導發生有感地震並造成高樓住戶恐慌。經由我們的記錄資料分析，本地震應屬近胡志明市外海之南中國海地震。地震雖然不大，然因中南半島的地殼衰減慢及胡志明市近年高樓林立且未具防

震準備，地震影響更見明顯。可預見的未來，越南更需關心地震防災之重要性與地震研究之必要性。

有鑑於台灣位處西太平洋與亞洲大陸的交界，南海為太平洋的邊緣海在台灣西南方延伸，具豐富地質與海洋資源，本地區有劇烈的地體構造運動，具有地震與海嘯相關自然災害潛能。在 2004 年南亞大地震後，全球的地震學家開始注意到南中國海週邊之地震與海嘯觀測與預警明顯不足。例如南海的東側，從台灣南邊一直連到呂宋島，是南海地殼向東隱沒到歐亞大陸板塊下方的馬尼拉海溝，由地質資料確認具有發生大破裂之可能性，此斷層一旦發生破裂，可能引起嚴重海嘯。一旦馬尼拉海溝引發海嘯，由於地形關係，對台灣西南部平原及核三廠可以造成很大威脅，對菲律賓、越南、中國廣東、香港亦可能產生嚴重災情。有鑑於此，本所研究人員過去數年已開始推動相關之研究、準備與呼籲，希望於現有基礎上擴建寬頻地震站，使其具有即時將資料傳回地震資料中心的功能，並依需求加密，提升區域地震速報及地震、海嘯預警之功能。中央氣象局具台灣官方身分無法進行跨國之地震監測，對於地震數據交換有相當難度。中研院應為國內最適合擔任建構南海地震網及進行相關研究的機構。過去數年本所研究人員已著手將現有地震站逐步更新，使其具有即時傳輸地震信號之能力。本所寬頻網亦接受國科會的補助升格地震網具衛星傳輸功能，經過多方的努力，目前已於偏遠山區及離島地區安裝衛星傳輸地震站，並於地球所及中央大學安裝中心接收站(圖二)，開啓台灣地區地震監測的新紀元。此套完整衛星傳輸設備未來有潛力為台灣境外地震觀測提供重要支援。

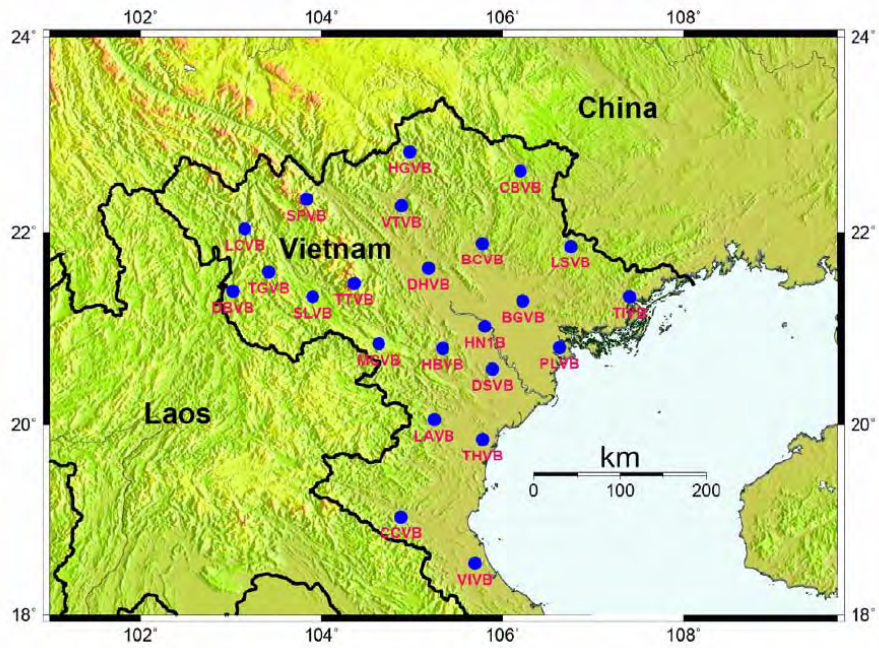
2010 年起，地球所於越南的寬頻觀測網已逐步增加即時傳輸資料的功能，結合於菲律賓所設置的地震站，正逐步完成「東南亞寬頻地震觀測網」的建置(圖三)。本地震觀測網對於威脅台灣西南部平原及核三廠的海嘯及地震預警具有重要功能。此地震網未來將可以成為我國在東南亞及世界地震研究的重要區域觀測網之一。藉由國際合作，「東南亞寬頻地震觀測網」將有機會成為橫跨多國的地震觀測網。本地震網結合我國在南海週邊(東沙及南沙)所設置的衛星地震站，將使我國在南海地震觀測及構造研究上，佔最有利的先機，未來若能透過衛星，對於此區域其他地震站建置即時資料傳輸，將可協助東南亞及南海週邊國家，在區域地震監測、速報及海嘯預警發揮最大的效益。

東南亞地區地震與地球物理資料較為缺乏，然該區在可預見的未來是經濟快速發展的區域，因此對評估區域內重大工程建設所需的地震資料相當的迫切，我們前進東南亞將適時的提供豐富的經驗，透過國際研究生院(TIGP)培養當地地震研究與地球物

理人才深化學術影響力；所收集資料將對區域內的重要地區做深入的強地動研究，以協助區域發展並提供國內南進所需。目前在越南科學院與中央研究院的合作下，已深入寮國再設置七個寬頻地震站，使得觀測網的分布範圍更為擴大，在東南亞區域的影響力亦將更深遠。

目前地球所已結束越南北部地區的區域地震網觀測，但仍保留南部地震站。自 2013 年起在越南北部地區重新規劃佈設成一橫跨紅河斷裂帶的高密度地震儀陣列，將對紅河斷裂帶的深部構造做詳細的探查，希望解答中南半島的地體構造特徵及紅河斷層在板塊運動中所扮演的角色。地球所除了自主規劃海外地震實驗外，另參與國內外其他大學及研究單位海外大型地球科學合作計畫，協助台灣研究團隊了解地體構造與斷層活動。其中具體的兩個實例，一是參與由台灣大學鍾孫霖教授主持之「絲路計畫：西藏/喜馬拉雅 vs. 高加索/伊朗」，協助台大曾泰琳教授在西亞高加索地區(包括喬治亞及亞美尼亞)進行地震觀測，企求了解高加索地區板塊碰撞特性及地殼與地函深部構造，並進行喜馬拉雅山與台灣造山運動之比對研究。二是參加台灣大學陳于高教授在所羅門群島進行的活動斷層研究計畫，此項工作是由地球所與台灣地震科學研究中心(TEC)共同支助人力，提供地震儀及 GPS 進行近場隱沒帶地震觀測，近距離了解過去地震學界只能利用遠場地震資料研究之所羅門群島隱沒帶之地震震源破裂特性。

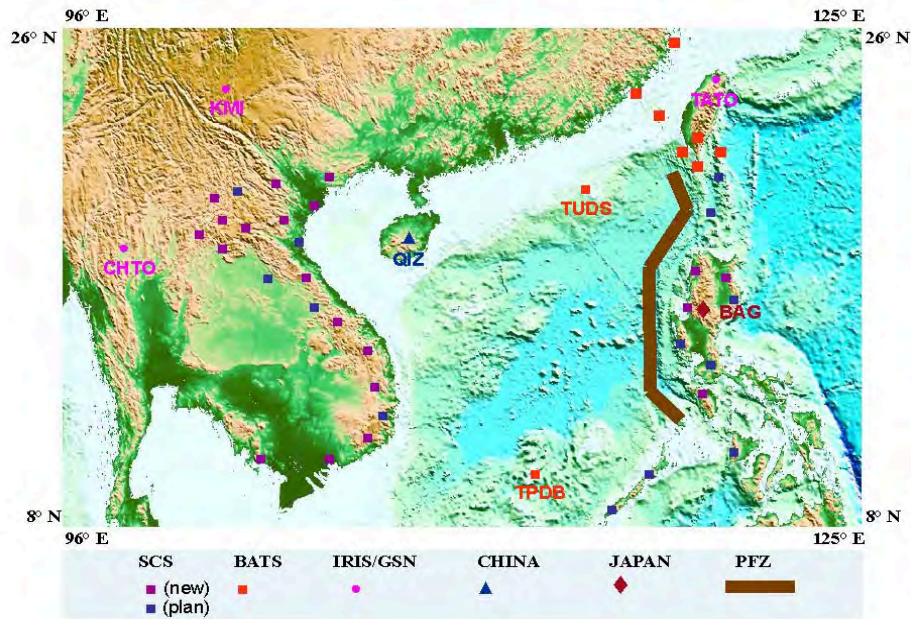
本所近年來於地震研究領域具有長遠的進步和發展，也從本土研究邁向國際。經過地震工作團隊多人、多年的努力，研究地區已涵蓋寬廣的週邊國家(如圖四)。本所地震團隊實際包括研究人員、助理、研究技術人員及所屬技術支援室工作人員。深具野外儀器維護經驗的人員為地球所工作團隊的特色，亦為執行計畫成功的關鍵。研究技術人員為中研院特有的人才管道，研究技師群除了實際參與主持各項地震觀測實驗外，並有效的管理各項所蒐集數據及提供儀器維修諮詢，對台灣各項聯合地震觀測實驗的執行及地震資料使用的公開化與普及化有很大的貢獻。目前地球所的研究技師群已成為國科會台灣地震研究中心(TEC)儀器及資料服務的主幹，其工作深受國內使用者(包括各大學與其他研究單位)的肯定與支持。地球所技術支援室的工作團隊傳承自 TTSN 時代的精神與態度，歷經數次新陳代謝與改組(部份人員已轉換為研究技術人員)後，目前的地球所技術支援室，以維護 BATS 及支援本所的各项觀測計畫為主要工作。在 TEC 成立後，亦擴大參與中心的各項儀器操作、講習、訓練及野外服務工作，協助國內各大學進行地震觀測實驗。相信大家持續的努力，將使台灣在國際地震學界佔有一席之地，甚至擔任區域研究及資料中心的角色。提昇台灣國際能見度，也能夠在西太平洋週邊地區的地震研究及防災上扮演重要的角色。



圖一、地球所佈設於北越地區之臨時性寬頻地震觀測網分佈圖。

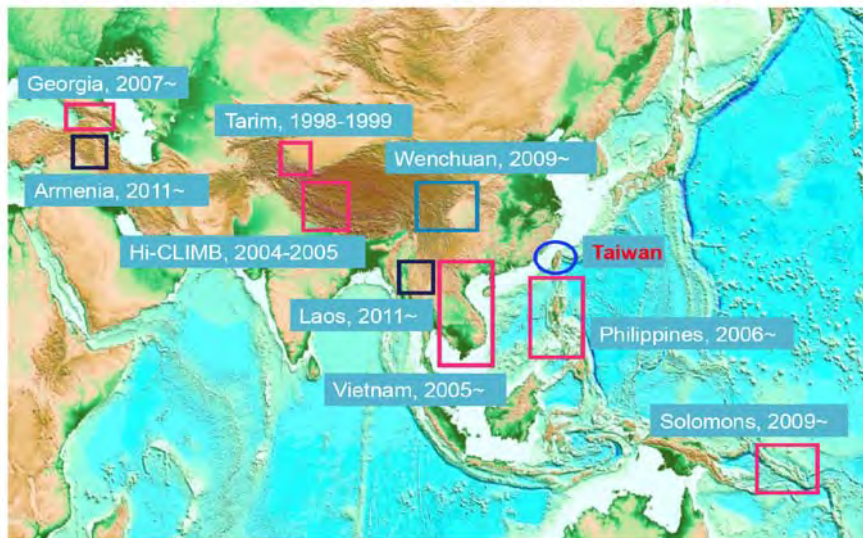


圖二、台灣寬頻網受國科會補助安裝於中研院地球所之衛星中心站接收設備。同樣規格之衛星中心站接收設備(備援中心站)裝設於中央大學。



圖三、預定完成後之南海地震測站分佈圖。棕色粗線代表可能引發海嘯的馬尼拉海溝逆衝斷層。紫色(越南地區)與紅色(東沙島[TUDS]及太平島 TPDB])符號分別代表地球所已裝設之臨時與永久站位置。藍色符號為將於菲律賓設置之地震站位置，這些地震站將完成即時傳輸系統並用以地震定位，具有預警功能。

Footprints for International Cooperation (seismology)



圖四、地球所地震工作團隊曾經參與境外地震觀測的國家與觀測起始時間。

黃柏壽劉忠輝黃文記

計算地震學在地球所的成长

趙里*

前言

在與社會公眾的接觸中，地震學者最常遇到這樣一個問題：你們能否告訴我們哪裡會有地震發生？這個看似簡單的問題，實際上反映了大家對地震現象的一個認識。那就是，地震也應當像陰天下雨一樣，大家都想要知道地震的確切位置，因為地震發生在哪裡，破壞就會在哪裡。與震央越接近的地方危險性也越大，距離地震越遠，就越安全。從一般的意義上講，這樣說沒有錯。然而人們常常會忽略的是，在地震中實際引起破壞的地表運動，其強弱程度並不僅僅與距離震央遠近有關，而是還與地下的結構有關。有時候在距離震央較遠的地方，由於地下結構的特殊性反而導致很強的地面運動。這方面最著名的例子就是 1985 年 9 月 19 日的墨西哥城大地震。那次地震因為墨西哥首都墨西哥城大批高樓的倒塌而導致約一萬人喪生，幾十萬人無家可歸。然而地震的震央並不在墨西哥城，而是在 350 公里以外的米卻肯 (Michoacán)。而該地震卻以墨西哥城地震聞名於世，主要就是因為它在墨西哥城造成了巨大的損失。

米卻肯地震在墨西哥城引起巨大破壞的原因是由於該城地下結構的特殊性：該城座落在一個沉積盆地之上。沉積盆地是一個形狀如盆子的地塊，它的形成是由於地殼內部水平方向的拉張作用使某一處較弱的地區下陷，下陷後形成的低地慢慢被泥沙等沉積物填充。隨著不斷的下沉與填充，最後形成一個沉積盆地。因而沉積盆地內部的土壤及岩石比其周邊的地殼要更為鬆軟、密度更低。當地震發生時，震央處輻射出的地震波向四面八方傳播出去。震波在地球內部傳播時，有兩個明顯的特徵。其一是震波的振動幅度會隨著傳播路徑上物質的密度而變化，密度越小，振動幅度越大。所以當震波進入盆地時，其振幅會有所增加。震波的第二個特性是它在較堅硬的物質裡會很快地傳播過去，不會在某一個地區停留。然而在遇到盆地時，震波不僅會減慢下來，而且還會在盆地邊緣產生反射和再反射而在盆地內部形成一種共振效應，從而使盆地內的地表運動振幅更大，持續時間也更長。墨西哥城的破

*本所研究員

壞，就是因為盆地的效應，使地表運動的振幅幾乎與 350 公里以外的震央附近的振幅一樣大，而持續時間卻達到幾乎 3 分鐘，遠遠大於震央處的一分半鐘左右^[1]。墨西哥城地震使地震學者們對地下結構對地表運動產生的影響有了深刻的認識。也為地震學研究提出了一個重要的課題：詳細了解地震危險性高地區的地下三維結構，從而更為精確可靠地預測大地震所引起的地面運動。

用全波場研究地殼三維結構

在地震學研究中，我們在地表多個位置上架設地震觀測站來記錄地震時從震央輻射出的地震波。地震波在震央到觀測點之間傳播時受到路徑上地球結構的影響，其傳播速度與振動幅度有所變化，所有這些變化累積起來，在測站處產生一個隨時間變化的地表運動被觀測儀記錄下來(圖一)。在地震學研究的早期，人們往往只是利用震波起始的時刻作為觀測數據，並且認為震波從震央到測站的傳播只沿著一條震波射線，通常是傳播時間最短的路徑。由此我們可以通過對震波起始時間的觀測來逆推地震的位置以及震波路徑上的波速結構。這種所謂射線方法簡便易行，得到廣泛應用，並大大推動了人們對地球內部結構的認識。但是這一方法有兩個致命的弱點。其一是這種震波起始時間的測量僅僅是對震波所做的高頻近似，它的適用範圍取決於震波的所謂菲涅耳帶 (Fresnel Zones) 寬度 D 。用射線方法來逆推地球內部結構時，其分辨尺度不可能小於 D 。在地區性(如台灣地區)結構研究中，菲涅耳帶寬度 D 約為 15 公里左右。而且在實際情況下，由於地震與測站分布的不理想以及各種其它因素的影響，逆推的分辨尺度要比 D 大很多。這一分辨尺度對於精確預估地面運動是不夠的。因此要提高逆推的分辨度必須放棄射線理論所做的高頻近似。射線理論的另一個弱點是沒有充分利用觀測點記錄到的所有波形信息。因為震波的起始時間只包含射線路徑上很狹小範圍內的影響，而起始時間以後的波形卻含有震波從震央經其他路徑到達測站的信息，所以，使用完整的波形就可以了解到地球內部更多地區的結構。目前，解決射線法這兩種弱點的最佳途徑就是使用數值計算的方法，如：有限差分法 (finite-difference)、有限元素法 (finite-element) 和譜元素法 (spectral-element)，在選定的地球結構模型中，精確模擬震波從震央到觀測點的傳播，從而計算出觀測點的完整震波波形。這種計算出來的理論波形包含了地球模型中介質對震波的傳播速度和振幅所產生的一切影響。在同一個觀測點，通過計算理論波形與實際觀測到的波形之間的互相關函數，可以定量地測量理論波形與實際波形之間在時間和振幅上的差別，我們稱之為波形異常。這種差異實際上反應了我們在計算理論波形時所使用的地球模型與實際地球構造之間的差別，我們可稱之為模型誤差。這兩種差別之間的關係由一個所謂敏感度函數 (sensitivity function) 來建立，這一敏感度函數反應了地球內部任何一處的模型誤差對觀測到的波形異常的貢獻，圖

二顯示了一個實際例子^[2]。

從圖二的例子可以看出，當我們使用地震波的全波形時，對震波觀測產生影響的將不僅僅只是一條細細的波線，而是在波線附近一個有限體積內的結構。因此，有了波形異常的觀測數據，通過其敏感度函數，我們就可以通過逆推而得知我們所使用的地球模型中在哪裡有多大的誤差，借此修正我們的地球模型，使其更加接近地球的真實結構。如果我們在許多測站獲得足夠多的波形異常觀測數據，並計算出每個數據的敏感度函數，我們也可以對地球內部結構做出可靠的、高分辨度的逆推。

這種全波場 (full waveform) 的方法是建立在數值模擬的方法上，因此對高效能科學計算的需求是非常大的。目前在實際應用中只有在美國南加州的洛杉磯盆地結構的三維逆推研究中得以實現^[3,4,5]。在洛杉磯盆地的逆推工作中，震波的模擬及敏感度函數的計算是在 128 個處理器上花費了大約三個月的時間完成的，總數據量佔據了大約 10TB 的硬碟空間。逆推的結果表明，對地殼結構的最佳分辨率達到 8 公里左右^[4]。

計算地震學在地球所的成長

台灣是世界上地震活動最頻繁的地區，在她的東南西北以及島上均發生過具有破壞性的大地震，1999 年 9 月 21 日的集集地震更是使社會大眾記憶猶新。台北是一個人口和經濟、文化產業密集的城市，而且與墨西哥城一樣，台北也是建立在一個盆地之上，所以對台北盆地三維結構的研究更有其必要性。在最近的二十年裡，台灣的地震學者們在全島佈設了許多地震觀測站，使台灣地區的觀測台站密集程度走在世界前列，並且積累了豐富的震波波形觀測資料。2006 年在國科會的支持下成立的台灣地震研究中心 (TEC)，就把用全波場方法詳細研究包括台北盆地在內的台灣地下三維構造，進而提供可靠的因大地震所造成的強地面運動的預估，作為其主要目標之一。我本人從 2006 年 8 月成為中研院地球所的研究人員，來臺灣之前在美國麻省理工學院和南加州大學一直從事震波傳遞的數值模擬和全波場三維結構的逆推方法上的開發和應用，並直接參與了南加州地震中心所開展的洛杉磯盆地結構的逆推和大洛杉磯地區地震動強度的預估工作。來到臺灣以後，發現臺灣在地震減災的研究方面與洛杉磯地區非常相像，所以很幸運能夠把過去所發展的方法實際應用到臺灣。

剛到地球所的時候，計算地震學在臺灣才剛剛起步，從事計算地震學研究的只有中央大學的陳浩維教授和地球所的李憲忠博士，而且硬體設備也僅僅是自行組裝的小型叢集式電腦，當時功能最大的就是地球所的一個由 20 個雙處理器節點組成的

的叢集式電腦系統了。爲了給我們開展計算地震學研究創造條件，當時的 TEC 主任鄧大量院士帶著陳浩維、李憲忠和我逐一拜訪了國研院國家高速網路與計算中心、中研院計算中心以及中央大學等臺灣提供高效能科學計算服務的機構，力爭減少建立與保養軟硬體設備所需要的資金投入和研究人員所花費的時間。但是由於計算地震學中所使用的程式具有高度的平行化設計，對計算節點之間以及計算節點與儲存硬碟之間的傳輸速度也有很高的要求，因此在與不同機構人員的多次討論後，我們認識到最佳的解決辦法還是建立自己的叢集式電腦系統。經過幾年的努力，我們終於逐步建立了自己的具有一定規模的高效能叢集電腦系統（圖三）。

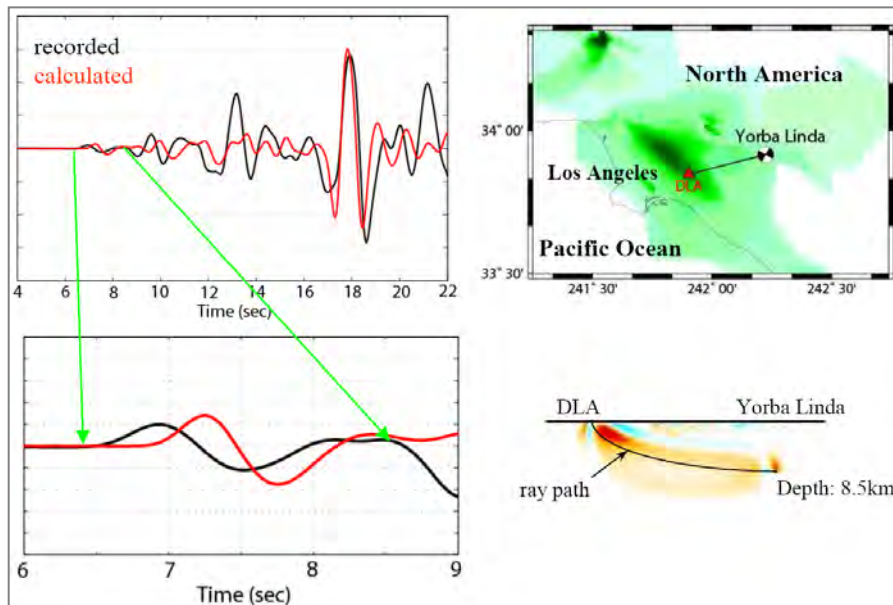
回顧這幾年的經歷，雖然付出了許多時間和努力，也遭遇了許多困難和意外，包括在物理所託管的電腦系統所遭受的失火以及回應立法委員的召喚，但是，由於中研院和地球所經費上的支持，以及地球所多位同仁特別是陳中華和劉學榆兩位先生的力挺，終於使李憲忠博士和我所從事的計算地震學成爲地球所一個獨具特色與前景的新的研究方向。同時，在滿足我們自身研究工作中大型數值計算的需求以外，甚至把我們的電腦系統向國內其它大學的老師和學生們提供使用。隨著全波場逆推在台灣地下三維結構研究中的廣泛應用，我們將能夠更加精確地預估大震後的強地面運動，以達到減輕地震引起的人員與財產損失的目標。

參考文獻：

- [1] Anderson, J. G., Bodin, P., Brune, J. N., Prince, J., Singh, S. K., Quaas, R., and Onate, M., 1986. Strong ground motion from the Michoacán, Mexico, earthquake, *Science*, 233, 1043-1049.
- [2] Zhao, L., Jordan, T. H., Olsen, K. B., and Chen, P., 2005. Fréchet kernels for imaging regional Earth structure based on three-dimensional reference models, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 95, 2066-2080.
- [3] Chen, P., Jordan, T. H., and Zhao, L., 2007. Full 3D waveform tomography: A comparison between the scattering-integral and adjoint-wavefield methods, *Geophys. J. Int.*, **170**, 175-181, doi: 10.1111/j.1365-246X.2007.03429.x.
- [4] Chen, P., Zhao, L., and Jordan, T. H., 2007. Full 3D seismic waveform tomography for the Los Angeles Basin area, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **97**, 1094-1120, doi: 10.1785/0120060222.
- [5] Tape, C., Liu, Q., Maggi, A., and Tromp, J., 2009. Adjoint tomography of the Southern California Crust, *Science*, **325**, 988-992, doi: 10.1126/science.1175298.



圖一、地震觀測儀記錄到的震波波形。射線法使用震波起始時刻 (arrival time) 來逆推射線路徑上的結構，全波場方法則是用整個波形(或某一個時間段內的波形)來逆推地球內部構造。



圖二、一個全波場波形分析的實例。左上圖顯示的是地震觀測站 DLA 記錄到的震波(黑線)及用有限差分法計算的波形(紅線)。右上圖是一個洛杉磯地區地圖，圖中標出了震央(Yorba Linda) 和地震測站 DLA 的位置。左下圖是左上圖的局部放大，圖中可見計算波形(紅線)比記錄波形遲到，且振幅略大，通過兩個波形間的互相關函數我們可以將兩個波形在時間和振幅上的差別定量化。右下圖是左下圖中兩個波形時間差異對地球結構的敏感度函數。敏感度函數是一個三維空間函數，這裡畫出的只是在通過震央及測站的垂直剖面內的分布。連接震央及台站的黑線是震波射線，可見全波形的時間差異不僅僅受到射線上的介質影響，而是受到射線附近的一個範圍內的結構影響。同時敏感度的大小隨空間有很大的變化，在台站和震央附近較大。



圖三、由中研院和地球所雙方支持建立的高效能電腦叢集系統。

趙星 Li Zhen

本所測地學發展沿革

余水倍*

1980 年在中美地震預測合作研究計畫下，美方提供一套 HP3808A 中距離 (10 公里) 紅外線電子測距儀，使本所有機會開始進行測地學研究工作。首先在花蓮縣玉里國小佈設一個小型三邊測量網，監測 1951 年玉里地震斷層之潛移現象。1981 年起陸續在板塊縫合帶的花東縱谷北、中、南段分別設置花蓮、玉里及台東等三個三邊測量網，隨後增設宜蘭、瑞穗、池上等測網；並添購大地經緯儀與精密水準儀，每年定期實施精密三角三邊與水準測量，分別觀測地殼之水平與垂直變形。其間本人曾於 1982 年奉派至美國地質調查所(USGS)，隨 Drs. J. C. Savage 及 W. H. Prescott 研習精密三邊測量觀測作業及嚴謹之資料修正與分析方法；並引進美、日等國之穩固測量標埋設方式，對國內基本控制及地殼變形測量有重大影響。1985 年劉啟清博士從美國加州大學洛杉磯分校學成返國，加入本所測地學研究行列，主要負責精密水準測量及驗潮資料分析研究工作。

橫跨花東縱谷的三邊與水準網定期觀測資料，使我們獲知板塊縫合帶的地殼變形與縱谷斷層的快速無震滑移現象。但因地形崎嶇及儀器能力的限制，無法將此項觀測研究延伸至整個台灣造山帶。新近發展的全球衛星定位系統(GPS)可同時觀測三維變形，且較不受地形與天候影響，恰可彌補此一缺憾。

1989 年本所建立一個約 100 測點組成，涵蓋台灣全島及附近各主要離島的「台灣 GPS 測網」，並於 1990 年 3 月實施首次觀測。當時由於中研院的五年發展計畫及所方全力支持，才得以進行此項大規模研究計畫，並逐年增加測點及 GPS 測量儀器。根據數年的多次觀測成果，獲知台灣現今地殼運動速度場及變形全貌，提供活動構造、地體動力學研究及地震危害度評估之重要基本資料。1999 年集集大地震發生後，配合其他機構之觀測資料，獲得寶貴之同震與震後變形資料，對於震源與斷層力學之研究有極大貢獻。本所許雅儒博士在研讀博士學位期間開始建立斷層運動學模型，了解集集地震之同震及震後斷層量錯動分布，並於 2006 年底正式加入地球所，繼續有關斷層帶之力學模型及數值模型研究。

集集地震後，在國科會推動之「地震及活斷層研究」跨部會重大計畫下，本所與

***本所研究員**

中央氣象局地震測報中心合作建立一個密集的「台灣 GPS 連續觀測網」，新設 150 個測站，連同各機關原有約 50 個測站，自 2006 年起已有 200 個 GPS 連續站，至今有超過 350 個 GPS 連續站運轉中。可即時掌握台灣地區地殼應變累積的時空變化，當有大地震發生時，更可快速獲知精確的同震與震後變形。此外，本所也與美國卡內基研究院合作，自 2000 年起在臺灣東部設置高靈敏度的井下應變儀陣列，觀測不同活動週期之地殼變形。目前已設置 11 組井下應變儀，其中三組為三分量井下應變儀，其它則為體應變儀。井下應變儀主要用於觀測頻率由數小時至數月之間的地殼變形，其解析度介於地震儀和 GPS 之間，尤其適合觀測慢震或斷層暫態滑移。藉助於豐富的觀測資料，本所結合各大學及中央氣象局的相關研究人力，共同進行「台灣板塊邊界觀測」(Plate Boundary Observatory in Taiwan, PBOT)計畫，期望對台灣造山帶與板塊邊界的變形特性與機制有更多的了解。

PBOT 計畫的主要目標為結合地殼應變率的各種量測工具，觀測板塊邊界上不同時間與空間尺度的地殼變形，以充分掌握四維(空間三維及時間)的板塊邊界變形現象與成因。這些工具包括地震學、GPS、合成孔徑雷達差分干涉法(InSAR)、井下應變儀和地震地質學等方法。主要包括下列研究項目：

(1) 地表地殼變形觀測及模式研究

地表變形為建立四維板塊邊界模型的最基本資料。GPS 與 InSAR 能在數天的觀測時間內，達到應變率 10^{-10} 左右之敏度，數年之觀測則可以將靈敏度提升到 10^{-12} 至 10^{-14} 。台灣地區先前已有約 50 個 GPS 連續觀測站；在國科會推動的「地震及活斷層研究」跨部會重大計畫下，於 2001—2005 的五年內，將台灣 GPS 連續觀測網擴充為 200 站。儀器設備主要由國科會及中央氣象局投資，觀測及研究由中央氣象局、中研院地球所及各大學共同參與。InSAR 對地殼變形之監測靈敏度與 GPS 大致相同，但對地表之變化，尤其是地震前後之地形、地貌的改變，能提供大尺度的全景。GPS 與 InSAR 所觀測的地表變形全貌，可成為地震後應力重分配及餘震發生之模式分析的重要邊界條件。

(2) 井下應變觀測與地震物理

地殼內數百公尺深的應變，記錄著地殼受力的歷史。井下應變儀直接量取地殼內的應變而具備探測 10^{-12} 至 10^{-14} 應變率的靈敏度，故不需要靠長時間的觀測來累積足以分辨的應變量。因此，應變儀對各種時間尺度的變化具備相似的解析能力。PBOT 使用井下應變儀來監測數十秒至半年尺度地殼內的些微應變。應變儀能精確地掌握地震前後之地殼內應力變化，有能力偵測出緩慢釋放應變能量的所謂“慢震”，為地震物

理的研究提供新的觀測資料。過去對慢震釋放變形能量的監測不夠，許多期待發生而未發生的地震，有可能是因為累積能量以此種方式釋放，今後有希望解決這些「失蹤」地震的謎團。目前中研院地球所與美國卡內基研究院合作，初步研究中發現從 2003 年 8 月到 2007 年 8 月之間，共偵測到數十個慢震，並發現其中有 11 個慢震是和颱風同時發生的，而每次的變形持續數小時至數十小時。根據所蒐集到的氣壓與地震的資料，推測颱風可能引發慢震（Liu et al., Nature 2009）。

(3) 長時間尺度觀測與地震地質學

在 PBOT 的第四維—時間上的觀察方面，地震儀對應的是「秒」，應變儀是「天」，GPS 和 InSAR 則是「年」，「百年」之上則由地震地質學提供更長時間尺度的觀測能力。藉著槽溝開挖、地質學觀察以及定年方法，我們希望了解同一斷層系統中地震重複發生的週期及錯動量在時間上的分布。對斷層如此「長期」的監測有助重建板塊邊界變形—地震的交互發展歷史，是 PBOT 不可或缺的一環。在更長的時間尺度上，地質學提供了整個板塊邊界演化的歷史，「地震地質」研究群將致力於此項研究工作。

GPS 連續觀測資料有良好的時間解析度，但無法提供極高的空間密度；反之，InSAR 的時間取樣密度不足，但有連續的空間解析度，故 GPS 與 InSAR 有極佳的互補性。井下應變儀測站或附近地區亦將設置 GPS 連續觀測站及寬頻地震站，使三種觀測資料可互相比對分析。

李水信

我的工作：三個地震活斷層

李建成*

前言

在這慶祝地球所成立三十年之際，自我考量，我不是元老級的研究人員，也不算是年輕剛加入不久的新血，算是不上不下的中生代吧。我 1995 年(民國 84 年)進入地球所迄今轉眼也過了十七年，算是參與了地球所三十年來一半的歷程。要寫些什麼來慶祝三十週年呢？我想那就寫一些加入地球所研究行列以來，我做了的幾個研究項目下有趣的內容。這些工作，不敢說自豪，但我覺得算是有點不錯的成果，也算是不愧對中央研究院這個台灣最高研究學府吧！

九二一大地震

這個地球科學界的正式科學名稱叫做“集集地震”的大事件，不只是影響台灣民生社會的一個大災害事件，也是全球科學界一個重要的事件。回想九二一地震前，我其實就對於斷層的研究(包括活斷層)特別有興趣。也跑過不少野外(有台灣、越南、新疆、西藏、阿爾卑斯山等)，對台灣幾個重要斷層的野外露頭也著實看了不少。但是在當時自己十幾年來的斷層研究經驗中，從來沒有經歷過活斷層錯動造成之大地震及產生清楚可見之地表斷層斷裂。事實上，台灣從民國四十年東部花蓮地震、玉里地震後，有四、五十年沒有發生過地表山崩地裂的大地震。總覺得大地震是歷史事件，是教科書的案例，是學術論文的研究題材，看不到和自己研究的斷層有立即的密切關連。九二一的前一兩年，我還常常流連忘返於彰化、車籠埔、雙冬斷層地區，觀察紀錄地表斷層變形構造、分析斷層古應及相應之斷層構造作用。九二一地震就像是青天霹靂一樣敲醒了我！(我想應該不只是我受啟發，也包括了一些和我的研究類似的台灣學者。)活斷層不是只是個很有趣的研究題材而已，它是真的會自己周邊的環境發生大地震的；活斷層地震危害不只是個學術研究的題目，它是對社會會有很大影響的真實事件。

九二一發生時，我算是所裡當時最年輕的助研究員之一。身為中研院地球所少數的野外構造地質學的研究人員之一，自然有赴野外調查地震斷層斷裂破壞的責任，而且自己想要實地看看的好奇心也是很強烈的。但是地震發生後的一兩天，事實上由於電力系統受損，電訊也不是那麼暢通，震央及斷層破裂地區的交通狀況未明，我們中

*本所研究員

研院野外地質斷層研究團隊(其實也只有詹瑜璋和我兩個人吧),在第一時間未敢冒然出發。在一方面準備野外行前工作並收集資料之際,幾個常常聚在一起討論聊天的地球所研究同仁(例如林正洪、沈君山、王佩玲、詹瑜璋等(王、詹兩人當時為博士後))也談到我們身為地球科學家,在這非常時刻是否能夠為社會做一點什麼事?我那時對於網頁設計很有興趣,自己也有了一個個人網頁(當時還沒有流行個人部落格),放自己研究的東西和一些個人資料。因此我提議我們可以用中研院地球所的名義,設立一個九二一地震的專屬學術網站,放置相關或即時的資訊,供有興趣的人士參考。我自告奮勇地在一兩天內把網站設置起來,剛開始先放了集集地震有關的地質背景,如地體構造圖、地質圖、地質構造剖面圖、震央及震源位置,及簡單的中英文說明。網址一開始也先寄放在我個人網站底下(在地球所主機伺服器下)。幾天後,我和瑜璋前去野外調查後,網站交由佩玲負責管理及維護,也陸續在網頁中加入一些地震科學訊息及初步成果。沒想到這個網頁,很快地熱門起來,點閱率迅速攀升,一時之間成了國內外想知道台灣九二一地震學術資訊的入門網站。我們在網頁上放的台灣地體構造圖及集集地震地區地質圖,也在一時之間成了許多國內外學者在討論集集地震時,引用最多的地圖之一。我們隨後在王品秀、姚秀寬的協助下,將網址移到院內資訊中心下,也加入了互動問答等討論區。國內對地震學術資訊有興趣的一般民眾或學生,也有許多光臨此網頁,並留下有趣的問題及意見。



九二一地震造成地表斷層帶之斷層崖隆起,照片(左圖)為著名之霧峰光復國中操場斷層崖。

我個人覺得這個九二一學術專業網站,在地震隨後的一兩年間,應該提升了一些我們地球所的知名度,無論在台灣國內或是國際學術界,好像都增加了些地球所的曝光度。雖然我個人在集集地震的相關的研究上,也有一些發現及成果,也發表了幾篇研究論文,但是這個曾經是我們幾個當時算是毛頭小子建立起來的網頁,讓我覺得在個人學術研究之外,也對學術界、一般社會大眾、地球所、中研院,有其他的一些小

小的貢獻。當然隨著時間過去，九二一地震的衝擊逐漸遠離，這個網頁的瀏覽也慢慢不再那麼頻繁，也慢慢被人淡忘。然而電腦網頁資訊的無遠弗屆及覆蓋層面之廣泛，在十多年前即可見一斑，今日電腦網站資訊普及與應用的範圍更是不可同日而語，我們地球所是否可以再創造一些什麼有意思的新東西來吸引大眾的目光或對社會有些學術論文外的貢獻呢？

池上斷層及花東縱谷

池上斷層及花東縱谷斷層的研究，可以說是我在地球所這 17 年來投入最多心血的課題，也是成果最豐碩的項目。這是我 1995 年進入地球所沒多久就開始著手的研究課題，但其實主要的靈感及想法，也還是延續我博士班階段在花東縱谷地區(特別是在池上斷層)，所開始的地表活斷層調查及露頭的位移量測工作。早期的工作可以說是出自法國學者安朔葉教授(也是我的博士班指導教授)的點子與想法。

我在所裡的早期工作是從佈設潛變儀(即所謂之 *creep meter*)開始的，目的是要精確量測到池上斷層地表破裂帶的斷層位移量及其隨時間的變化。經過一番有關潛變儀文獻的閱讀，大多數是美國加州聖安德列斯大斷裂的斷層位移量測，也和所內外相關科學家討論，我發現這些正在使用的潛變儀的造價恐怕不低。我從原本預計準備想辦法購買商用儀器，轉變成傾向自行研發較低成本之儀器，如此我才能負擔得起此研究費用。原始設計概念經過好幾個貴人的指導和協助，包括安朔葉教授、中央地質調查所朱倣祖教授、台大土木系鄭富書教授、製造商胡經理等，我們自行設計製造的潛變儀就這樣在 1998 年誕生了。我也立即在池上斷層沿線找了兩個適當的地點(大坡國小和錦園村)佈設了五部潛變儀。我們自製的潛變儀運作非常順利，在隨後的幾年中得到預期的斷層位移紀錄，也不預期的發現斷層地表滑移有明顯季節性的變化，而且和降雨似乎有直接的關連！

潛變儀計劃超過預期的成功，讓我信心大增，也讓我覺得池上斷層的研究大有可為。我擴大了研究工作範疇，在池上斷層幾個地表破裂露頭明顯的地點佈設了近斷層測量樁網，實施每年定期的大地測量(包括水準、GPS、雷射測距測角)。我非常感謝本所在這方面給予我很大的協助，特別是余水倍先生和他領導的測量團隊，提供不少實質的測量儀器、人員支援及技術上的指導，讓我可以盡情發揮地質學家的想像力。大地測量網的每年一到兩次的野外工作費時費力，而且需要一些人力。那幾年我和助理、學生們在野外颶風下雨下有使命必達的共業，有很多難忘的回憶。另外，不少國內外一起共同參與的其他同仁，也幫了許多忙；特別是地調所的朱倣祖教授、台東國小退休老師姜國彰，在野外露頭的尋找及測量工作的協助上，居功厥偉！沒多久，這數個近斷層大地測量網的測量，在 2003 年成功地震時，發揮了關鍵性的作用，提供了很重

要的觀測資料，讓我們不但清楚地觀察到斷層近地表震後滑移的現象，而且有定量的
時序資料紀錄。這又是一個我原本完全不預期而得到的科學成果！

從位移紀錄資料中發現的斷層近地表之乾季鎖定、雨季滑移現象，也隨後讓我興
起研究斷層帶的水文力學，以及其與斷層滑移或鎖定的關連。在因緣際會下，我認識
了中央大學的董家鈞教授，也在安朔葉教授的引薦下，我們和法國水文力學專家
(Guglielmi)建立了合作關係。同時在所裡經費的大力支持下，2007–2009 年間在錦園
村我們建立的所謂「池上活斷層監測中心」，鑽了四口幾十公尺到一百公尺深的井，除
了分析岩芯的地質岩性構造，建立斷層地下地層及斷層幾何構造特性外，也設立了一
系列的地下水觀測井。同時也在監測中心方圓數公里內佈設了數個高精度傾斜儀站，
來同時紀錄水文、斷層滑移、地表變形的時間序列變化。目前這個計劃正在進行中，
應該不久的將來可以得到一些成果。



**法國學者巴黎居禮大學安朔葉 (Angelier) 教授與本所合作進行
活動斷層地表變形測量，地點：台東池上地區，1998 年。
照片中人物：由左至右，胡植慶 (當時為本所博士後)、安朔葉、
李建成 (本所助研究員)、張翠玉 (居禮大學博士生)。**

在池上斷層的研究經驗，也讓我很自然地把相關的地表變形測量方式應用到花東
縱谷斷層的其他活斷層區段。在 2005 年隨後的數年，我們原本的池上研究團隊，陸續
在台東、花蓮地區佈設大地測量網，並持續實施定期的野外測量觀測工作，主要還是
以水準、GPS、雷射測距測角等為基本測量工具及方式。我個人的研究區域的擴展，
也慢慢和所內原本在花東地區的測量計劃有點部分重疊，但經由協調後，我們的整體
工作內容及能量我覺得又提升了一步，從地質調查、現地測量、資料分析、數值模擬
等可以很緊密地串連起來。也在隨後的幾年中，和所內同仁(陳宏宇、余水倍、許雅儒
等)一起發表了一些花東地區地殼變形的研究成果論文。

最後還值得一提的事，是科研以外的收穫。在池上地區十幾年來持續的斷層地質調查及地表監測，我們結識了不少在地熱心人士。每年拜訪斷層地表破壞的人家，我們變成熟客。透過池上大坡國小前校長張勝雄，我們結識了熱心的姜國璋老師，也找到熱心幫我們做潛變儀紀錄的曹音鵬主任和盧美錡小姐，我們也認識了當地鄉土自然環境解說學會，和對池上斷層持續快速活動有興趣的鄉民。最近幾年，池上鄉公所想要積極發展地自然資源及發揚在地特色，也在地方人士的牽線下，和我們取得聯絡，讓我們有機會可以將學術研究的成果，回饋給一般社會大眾。我們在池上當地舉辦了幾次科普演講，帶領大家在野外實地勘察池上斷層，講解它的地質特色、活動狀況、及科學家怎麼看待活斷層與大地震的關連及科學證據及論證。我們大家不但成為好朋友，也一起共同為如何讓更多人認識池上斷層、板塊碰撞來努力，也一起來維護可貴的池上斷層露頭，使得科學觀測、實驗可以持續下去，期待能解開一些斷層與地震的科學之謎。這一兩年來，池上鄉公所推展池上斷層教育公園的構想及計劃，我也幫忙設計介紹斷層露頭的解說牌，算是對社會的回饋吧！

山腳斷層與台北都會區地震潛在危機

台灣地處環太平洋地震帶，地震的威脅對居住在這裡的我們並不陌生。而台北都會區是台灣的政經中心，也是人口最密集的城市。自然地，台北都會區是否有發生大地震，甚至活斷層地震斷裂的潛在危險？是個關係民生社會很重要的科學問題。大約從 80 年代起，台北盆地西緣可能存在有活動斷層的說法及理論，就開始在學術界陸續被討論，不少研究計劃也著眼在此可能的斷層上。這個被命名為山腳斷層的可能活斷層，也似乎在歷史文獻中略有所述。其中最被大家提出討論的莫過於清朝郁永河的「裨海紀遊」，文中提到西元 1697 年台北地區的地震綿綿不休，及可能是地震而引發的大湖變大變深。這似乎和我們今日提到山腳斷層若發生地震錯位，造成斷層上盤(亦即台北盆地)產生陷落，導致海水入侵讓台北盆地陷入一片汪洋大水之中的假設影像，有點類似。80 年代學術上的研究成果，讓學界認識了山腳斷層，但是對它發生的地震潛在可能，卻一直沒有一致性的共識。一直到 90 年代末期，山腳斷層古地震的證據還是有點薄弱、斷層地表出露位置不確定、也沒有清楚的地形特徵、更別說斷層露頭付之闕如。

在這種不確定的氛圍下，在九二一地震後的幾年間，也許也是受到大地震災害的啟發，我開始對山腳斷層產生了研究的興趣。我的切入點，是嘗試找出斷層的地表斷層跡。我決定從地表地形崖的分析開始。在和幾個暑期生共同努力的野外實地測量及電腦上數值地形的分析下，我們觀察到在台北盆地西緣，沿著林口台地山腳下，確實有一系列不凸顯、斷斷續續，但是卻很清楚存在的地形崖。我們當時也配合沿線好幾

口地下鑽井的資料，將這些地形崖歸納為山腳斷層的地表出露位置之斷層跡。當時參加這個計劃的暑期生之一陳致同，對山腳斷層的研究也特別有興趣。隨後在其博士班的研究中，也陸續和我一起共同從事了幾個和山腳斷層相關的研究題目，例如利用長期水準資料並結合地下水停抽水回彈的理論來推求台北盆地近三十年來的沈降紀錄，最終探討山腳斷層造成上盤下降帶來的效應及估計斷層滑移速率。我們也利用五股地區的三口地下鑽井資料，來分析山腳斷層的確實位置及末次間冰期高峰以來斷層滑移速率的變化。我們的研究發現我們早期所繪製的斷層地表斷層跡的位置，其實並不完全正確，這些地形崖反映的是一個次要的斷層分支，主要斷層分支(長期位移量更重要)應該還要更東邊一些。最近，我們又再次利用更多的地下鑽井資料，這次包括了廣布在台北盆地的捷運工程地質鑽探井。我們建立了末次間冰期高峰沈積地層(亦即松山層與景美層的界限)的等深線圖。並用此指準層的沈降量分佈來進行斷層錯位彈性力學變形數值模擬，來反推山腳斷層地下幾何。也初步得到一些不錯的有趣結果。

另外在這段期間，地球所的同儕詹瑜璋利用光達技術，製成了大台北地區的高精度數值地形，也進行了台北都會區活斷層的構造地形分析。原先我們期待這個算是跨時代的高精度數值地形應該可以讓我們將山腳斷層的地表斷層跡更凸顯出來，然後可以描繪更清楚。但結果不然，山腳斷層的構造地形崖似乎被地表的外在營力(河流堆積)及人為作用給抹滅得差不多了，雖然部分留下來，但我們無法根據這些殘餘地形有系統地把主要斷層跡給描繪出來。但卻有另一個令人鼓舞的新發現！在山腳斷層延伸向北進入大屯山地區後，過去雖然也有一些學者認為斷層往北繼續有活動的可能，也提出一些地形上的特徵，但卻不是那麼令人信服，另一個主要原因也是山區植被茂密，地形特徵不易顯現清楚，野外調查特別困難。光達的高精度數值地形，經過光波的特性處理，可以把樹木等植被及人為建物移除，讓大屯山的地形構造重新揭露出來。瑜璋發現在大屯山區裡有一系列類似正斷層的斷裂地形崖，而且它們大致上可以連成一條清楚的斷層線，並且是與山腳斷層的走向接近的。這個發現讓台北都會區的地震危害度評估有了新的看法。山腳斷層如果可以發生地震，而其地震斷裂面若可以持續再往北延伸，其地震破裂斷層面的長度將更長，伴隨的地震規模也可以更大，對台北都會區的威脅勢必不可輕忽。



台北大都會區受山腳斷層地震錯動造成上盤三米沉降之模擬可能淹水區之示意圖。黑色虛線框出之淺藍色地區為模擬低於海平面之區域，有海水倒灌之虞。

山腳斷層及台北都會區活斷層及地震危害度評估的工作難度很高，而其應用上對民生社會也非常敏感。我們如何繼續進行更深度的學術研究探討，並在適當時候提出適切的科學看法？恐怕還是個我們要努力的課題。

李建成

在地球所的日子

汪中和*

人生沒有多少個 30 年，然而我來到地球所已經邁過 28 年了。34 歲以前，除了學前的日子及在軍中服役外，其餘的時間都是在學校裡渡過。34 歲以後，經葉學文老師推介進入地球所，開始了人生另一個階段。其實，在中研院服務，可以說是在一個形式十分特殊的學校繼續學習成長，沒有止境。

回顧過去在地球所的日子，有一些難以忘懷的事情，也有生命中的重要的轉折，藉著紀念地球所的 30 周年，提筆記下這些點滴。

初進地球所

1984 年 7 月 3 日，我正式到位在台大海研所旁的地球所服務。由於當時恰好沒有多餘的研究室可以用，而蔡義本先生又正在美國公出三個月，我就暫借所長室棲身，直到 9 月 11 日陳培源教授轉到師大地科系任職，我才搬進後棟三樓的研究室。

當時所長室位在前棟二樓與後棟二樓相接走廊的旁邊，人來人往很是熱鬧，卻是觀察全所的樞紐地帶，當年蔡先生選了此處作為所長室，實在有所深意。

建立實驗室

剛到地球所時，地化組穩定同位素實驗室只有一台 MM602E 的質譜儀，可以分析氫、碳、氧的同位素組成，大家必須排班輪流著用，同時還要支援國內其他機構相關的分析工作，任務十分吃重繁忙，也頗為辛苦。

1986 年 9 月，所裡爭取到經費，添購了一台英國 VG 公司的 SIRA10 質譜儀，有 20 個標本進氣口，可以自動進樣分析，頓時成為新寵，不但增加分析的能力，節省實驗的時間與人力，分析的結果也讓我們非常滿意。這台質譜儀一直到如今都還在我們實驗室服務，如今已是祖父級的儀器了。

升任研究員，領取終身聘書

1990 年 10 月升等為研究員，剛好碰到中研院開始實施研究員長期聘用制，因此

*本所研究員

領到一張聘期到 65 歲的聘書。這個研究員可以長聘的制度，是國內的創舉。

當時吳大猷院長特別勉勵我們說：長聘的制度是要我們專心研究，不要為顧慮續聘而擔憂。更重要的，希望我們因為沒有後顧之憂，而從事難度高、科學性強、需要長期投入的研究課題。長聘制度不是要我們鬆懈怠惰，而是讓我們更能放手去做別人不敢做、不能做的研究。

這番話，我一直記在心裡，也一直努力朝這個方向去做我自己的研究。

擔任副所長職務

蒙前所長葉永田及葉義雄二位先生的抬愛，我有了二次擔任副所長的行政經歷，然而這二次的服務經驗卻完全不同。

第一次接任副所長工作時，剛好是南港院區的地球所新大樓開始發包興建，葉永田先生要我負責監工的工作。因此，我與劉學榆、劉文相、程原祥輪流到工地監督，幾乎大半的時間都在南港度過。當時地球所在台大公館校區、工地在南港、我自己住新店，三地奔波，體力及時間都耗損甚大，只好寫簽呈給院長，申請借用宿舍，同時也在研究院路訂購一戶預售屋，這才解決往返奔波之苦。

第二次回鍋擔任副所長工作時，地球所已全部搬進南港新大樓，一切漸入軌道，沒有外在工程的分心，可以全力協助葉義雄先生處理所務，並幫忙管理所裡的預算及開支，工作相對輕省順手，也把我前一任耽誤的研究工作慢慢趕回來。

行政的業務往往十分繁瑣，葉永田及葉義雄二位先生都給我完全的信任與支持，包容我的犯錯，使我能盡心竭力的去做我份內的工作，當然也非常感謝二位葉先生給我這樣難得的服務機會；也因為這樣的因緣，而與行政的同仁建立了革命的感情。

研究主題的轉折

剛進地球所時，很自然的延續我在夏威夷大學的古氣候與古海洋方面的研究。然而當時國內海洋岩芯非常稀少，又難以獲得與國外合作的機會，因此轉而探討台灣第四紀後期的古環境議題。

1989 年 10 月，工研院能礦所請我們去為他們測量澎湖地區地下水的同位素組成，他們希望知道澎湖地下水的年齡有多老？這些地下水是從何處來的？這些水在地底下會如何流動？我自此開始接觸地下水同位素的測定研究。這個研究的結果給我帶來非常大的震撼，也清楚的體會「水」對人類的生活而言是一個極重要的議題。很快的，我就開始將重心放在運用同位素做水文方面的研究。我希望利用同位素來研究台灣

「水」的問題，記錄台灣的雨水、地表水及地下水的同位素信號，了解台灣的水文環境變化，好幫助我們做最適當的水資源規劃與利用。

1992年，經濟部水資源局開始推動地下水觀測網計畫，將台灣的地下水分為九區，再加上澎湖，總共是十個區域，以期透過系統的觀測工作能深入了解台灣的地下水資源分布現況。我們相繼與台糖公司、自來水公司及水資源局合作，一年一個地區的進行調查，經過十年的採樣分析，將整個台灣、澎湖的地下水區都走了一遍，獲得了基本的氫氧同位素水文數據，再配合降雨量、氣溫、水質、水位、碳十四的分析結果，對台灣的水文環境作了基本的體檢。

2001年9月的超級怪颱納莉在台灣滯留50個小時，給台北、汐止、基隆地區帶來空前嚴重的淹水災情，地球所地下室也慘遭滅頂，大家苦苦的挨過二個多月沒電缺水的日子。在痛定思痛後，我開始探討氣候變遷與水文極端性的關係，因此又一腳邁入氣候暖化對環境衝擊的課題，並且越做越有興趣，直到如今。

另外一個無心插柳的研究課題是「地震前兆」。1999年9月21日清晨，台灣發生了集集大地震，不但是國內地球科學界的百年大事，也帶領我進入一個從來沒有想過的研究領域。原來在1997年，水資源局已經在濁水溪沖積扇完成地下水觀測網的建置，開始以小時為頻率的水位觀測作業。在集集地震發生多年後，回頭重新檢視這些珍貴的水位記錄，居然發現集集地震發生前，絕大部分的地下水位變化幅度都有異常的表現，與慣常的季節性變化完全不一樣。這個偶然的發現，開啟了我自己與陳界宏博士的合作，運用黃鏐教授的 Hilbert Huang Transform，把地震所發生的水位異常與季節性的水位變化區分出來。

除了地下水位的變化外，我們接著又擴展到全球衛星定位系統觀測資料所推導的地表變形、地磁場異常等信號，彙整在一個平台裡相互驗證，這是第一個結合多重指標的地震預警實驗室。我們的目標是：利用不同物理量觀測資料的截長補短功能，將地震發生的時間、震央的位置、可能的規模及震源的深度，在地震發生前作出有效的預測，為台灣地區的地震防災工作帶來實質的助益。

感恩與感謝

進入地球所服務，是我人生中最幸運的事情之一。這裡提供了穩定的經費，完善一流的儀器，小而美的圖書館，熱忱的行政同仁，完全自由的研究風氣，和諧的人際關係，互相包容的胸懷，就像一個強力的磁場，把我牢牢的套在這裡，渡過我人生的後半歲月。

荀子的解蔽篇說，作學問要特別注意三件事：虛、壹、靜。在地球所的研究歲月，看到世界級大師的風範，科學飛躍的進展，知道人上有人，天外有天，教我學習了謙虛與不斷追求進步的功課。地球所優質自由的開放環境，使我能專一的從事自己的研究。中研院獨特的地理位置，不受干擾的特性，使我能心無旁騖的安靜學習。回首卻顧所來徑，我心裡真是有無限的感恩與感謝。

在這裡要對後進的同仁說，要好好珍惜這樣的環境，常懷感恩的心，努力的做好自己的研究，將來必有滿滿的收穫！

汪中和

2012-10-4

海底地震儀計劃第一個十年

郭本垣*

WHOI 的基因

啟動一項大計劃時，別知道太多。我啟動海底地震儀 (Ocean-Bottom Seismometer, OBS) 計劃前，只在檔案中看過 OBS 的模樣。好在當時所長李太楓給了我很多啟發，由他身上，我見識到了「科學行政」中深厚的「科學」底蘊。同時，我的海外「智庫」也提供了很多建言。2002 年，我邀請 Spahr Webb (LDEO) 這位 OBS 研究與創新大師來訪，宣告 OBS 計劃正式上馬。2003 年，Webb 和我共同主持在地球所召開的 OBS 國際研討會，廣邀 LDEO、德州大學、WHOI、Geomar、IFREMER、JAMSTEC 以及 HIG 的關鍵人物，為台灣的 OBS 發展把脈。

雖然我們一路摸索著，但兩項原則在我心中早已定案。一是寬頻，因為我的首要目標是地幔；二是技術紮根，我不會再走採購成品的老路，而是要藉著中研院的力量，建立自己的技術和品牌，擺脫長年來仰人鼻息的窘境，於是我規畫了一條看似比較慢的路。2003 年 9 月，我、劉忠智、和林慶仁訪問 WHOI，談成合作方式。2004 年 5 月，地球所與 WHOI 簽定 MOU，由雙方工程師在 WHOI 實驗室共同為地球所製造 4 組寬頻 OBS。這項重責大任交付在林慶仁的手中。慶仁和戚務正於 2005 年 1 月先去夏威夷參加美國的 PLUME 計畫，學習佈放作業。2005 年 4 月和 9 月，慶仁和助理兩度赴 WHOI 實驗室製作 OBS。慶仁老婆車禍住院，他也無暇趕回。戚務正也參加了第一次任務，協助實驗室內外大小事。在 2005 年 12 月 AGU 秋季大會的同時，我和慶仁前往 WHOI 驗收成品，在鱈魚角冬季的凜冽強風下，體驗了海上作業的折磨和痛苦。此時回頭已是太晚。

接下來，WHOI 的首席工程師 Ken Peal 來台指導第一次佈放，由戚務正選定四個站位。2006 年 9 月 1 日，海研 1 號由高雄出發，在花東海盆東緣水深 4800 m 的第一站進行定位就花了 9 小時，這已預告了未來儀器的音鼓問題。事後我們逐漸了解，為了節省成本，慶仁當初在 WHOI 實驗室中修復了舊型的音鼓電路板，儘管測試效果良好，但任何儀器待在海底十個月後，先天的些微缺陷就可能放大成災難。

*本所研究員

2007 年，我們深入釣魚台海域，在釣魚台和石垣島之間佈放兩組 OBS，好在於 2008 年順利回收了儀器後，海研一號才遭受日本防衛廳鑑艇的干擾。2006 年以來，張翠玉、洪淑蕙、張午龍、趙里等人參加了多個航次。這些年在台灣外海收集的資料，讓我們不但「殺」了一個假說，也第一次看到硫球隱沒帶在接近台灣時發生的戲劇性變化。

庭園鳥

打從與 WHOI 簽約的第一天起，我們便無時無刻不想著自製的問題，但也很快地認清，自製的障礙來自於地球所缺乏正宗的「海洋性格」和「工程性格」，尋找夥伴便成了我的日常工作。2005 年 11 月氣象局在宜蘭礁溪主辦「物理海洋及地體構造」研討會，會中我第一次遇到中山大學海下技術所的王兆璋，我和他對海洋研究應有的自主技術紮根和科學引導工程的觀念不謀而合，後來我和慶仁參觀他與陳信宏的實驗室，毫不遲疑地決定這就是我們需要的人。因緣際會，當時海洋中心(TORI)災防組組長林慧玲正在張羅該組的未來計畫，兆璋便提出一起投入 OBS 研發的構想，新的研發團隊才逐漸成形，TORI 後來的主任高家俊和組長田蓉禮也全力支持。TORI 的工程師充滿創意，又有團隊精神，地球所有幸能和海下所與 TORI 共同挑戰這項創新工程。

經過兩年的磨合，研發計劃在 2008 年有了藍圖。自主開發的 OBS 「庭園鳥」(Yardbird)，由地球所設計感震器，慶仁牛刀小試，將 geophone 的頻帶由 4.5 Hz 延伸到 3 s，海下所和 TORI 設計平衡機構與記錄器，TORI 負責測試。這幾年，我見識到了兆璋主導的工程管理的威力，三方磨合出的工作模式與團隊紀律，也一直延續至今。2010 年，五部庭園鳥的小型陣列佈放在沖繩海槽緊貼在 122.5 °E 暫定執法線上。三個月的先導實驗，記錄到的 S 波形漂亮到讓人驚喜。這一次實驗，讓我們吃了第一個定心丸。第二代的庭園鳥在 2012 年已進化到 20 s，外購的 100 s 寬頻感震器 (trillium compact) 也併入研發藍圖中。庭園鳥在提供高品質波形上早已超越許多昂貴的進口貨。

從 2002 年到 2012 年，十年的時間，因為有前期的慶仁和 WHOI 磨技術，學經驗，以及 2007 年起中山海下所與 TORI 的陸續加入，才有後來的看似水到渠成。對照當年慶仁第一次準備去 WHOI 前我腦海裏的一片空白，不禁倒噓了一口氣，好運總是在努力後適時出現。

然而，庭園鳥經歷的最大考驗是到國外佈放。在 2010 年 6 月 WPGM 期間，本所陳國誠過去的韓國博士後向他提及監測韓國外海地震的事，陳國誠便建議他去找慶仁了解本所 OBS 計劃的現況。在看過庭園鳥的波形後，這位任職於 KIOST (前身為

KORDI) 的地震學家便積極爭取我們的支援。2011 年 11 月~2012 年 5 月，四組庭園鳥佈放在韓國東海(日本海)。又是一個北國的冬季，當夜烏雲籠罩，後甲板刺眼的探照燈憑添了一種無法言喻的未知與緊繃的氣氛，這是一艘沒有電儀室的氣象船，TORI 工程師張旭光、張家溥、陳柏棋在後甲板上搭起野戰帳篷，頂著 5 °C 的海風，幾乎憑直覺的徹夜完成任務。因為物超所值，KIOST 表達採購五套庭園鳥的意願，以延續實驗。「採購」？好熟悉的字眼。如果當時不堅持研發，怎麼可能有現在的整套儀器供人採購？韓國實驗的成功，讓我們對於庭園鳥的穩定性與功能再無懸念。

夢想工程

庭園鳥計畫還沒完，下一步是技轉和量產，以建立一個自給自足的迷你型工業。這是我的「夢想工程」。海洋儀器少量、多樣、卻因為單價高，很多國家都想嚐試。只要有科學引導工程的適當作法，台灣沒理由做不好，但是比起研發，產業化這一步更是磨人：工程師醉心設計，科學家忙著數豆子，採購法五花大綁，產業化的確是另一番境界。

回顧十年，除了太楓的啟發，另一位老所長葉義雄更是不吝以院的高度提供諮詢與幫助。地球所的魔術師劉學榆與行政團隊總能在關鍵時刻演出“make it happen”的戲碼。WHOI 的林間、黃可蘭夫婦，和在麻省的王唯中，這些我的老戰友們，對地球所團隊悉心照顧。黃有志支援多次作業，成為 TORI 加入之前的得力幫手。海研所張翠玉和貴儀中心曾獨立發展自己的系統，但在科學上仍與地球所密切合作。TORI 對 OBS 計畫的產業化目標寄予厚望，所幸目前進度仍不至於落後太多。此時，我驚訝的發現，在這十年的探索中，有無數人拉了我們一把，那怕是一句話，一張圖，都為這個計劃累積了能量。2014 年，我準備聯合琉球大學與 JAMSTEC，佈放 40 套寬頻，橫跨沖繩海槽與琉球海溝，希望一次探討多個隱沒帶的構造演化與動力學問題。好戲才要登場。



圖 1、庭園鳥收到回收信號後，擺脫底錨，以 0.8 m/s 的速度浮向海面，拖在尾巴的是感震器。感震器外掛，源自 WHOI 的基因。WHOI 精緻優游的工程文化，也多少傳給了 OBS 團隊。



圖 2、即將離開釜山港，韓國工程人員檢視著 4 部庭園鳥。這一刻，誰也無法逆料，半年後這些來自台灣的儀器能帶來什麼結果。回收多少套？資料品質如何？畢竟，我們不是 WHOI，庭園鳥也才初試啼聲，韓國也不是多震的國家，雙方因此都冒了相當的風險。但我們知道，這一步棋非走不可，因為通往日本最近的路，是繞道韓國。

郭幸垣

地球所資料管理中心回顧

梁文宗*

草創時期

地球所資料管理中心(Data Management Center, DMC-IES)是在 2001 年由當時的副所長郭本垣提案，建議由高弘負責，並獲所務會議通過後正式成立。創立 DMC 最主要的目標是有效管理所有地球所負責收集的資料，工作內容包括資料的典藏、品管與流通。最早的常設人員為我本人和劉育華，而首要的挑戰就是處理日益擴充的「台灣寬頻地震觀測網(BATS)」所記錄的連續地震波形資料，同時運用中央地震矩張量(CMT)逆推的技術，快速解算台灣地區所有有感地震的震源機制，立即對外發布，並且成立 BATS 的官網(<http://bats.earth.sinica.edu.tw>)。其他也包括如針對遠震和近震製作事件波形資料(event waveform data)光碟分送相關學術單位及提供儀器參數等工作，服務的對象也不僅限於所內同仁。為了充分體驗 BATS 的實際運作狀況，這一年我跟著侯財源和吳嘉龍上山下海，到數個 BATS 測站作例行維護，幾乎繞行台灣一圈，真正見識到地球所電子室同仁打死不退、見招拆招的能耐，我一直很慶幸能和這樣的精神團隊一起工作。



摸索時期

當年在資料管理的觀念和技術上都缺少實務經驗，只能根據少許從親朋好友或者網路上獲得的片段知識慢慢拼湊，我們的角色從資料使用者轉換成管理者，既新鮮又戒慎恐懼。2002 年高弘邀我一同參加在夏威夷舉辦的 IRIS 與 FDSN 年會，當時 BATS 已經是 FDSN 的會員網，地球所也已加入 IRIS 成為國際會員。在這個會議裡，我們和其他國家地震中心的同仁交流，體認分享寬頻地震資料的重要性，也見識到一個資料中心應該或可以扮演的角色，回來後我瀏覽過無數國外的地球科學資料中心網站，整理地球所與國內外常用的資訊，建立資料中心網頁(<http://dmc.earth.sinica.edu.tw>)。同年地球所的諮詢委員會議在阿里山舉行，每個人都是英文口頭報告，我報告 DMC 進度結束後回到座位，Sean Solomon 和 Jean-Philippe Avouac 都轉過頭來對我說「good talk」，那的確是很棒的經驗。



*本所研究副技師

接著在 2003 年參加 IRIS 在西雅圖舉辦的後設資料(metadata)管理軟體(PDCC)工作坊，從此之後總算能自己建立可靠的測站資訊和儀器響應。2004 年黃柏壽加入陳望平教授在西藏的 Hi-CLIMB 地震觀測計畫，DMC 協助這組資料的處理與資料庫的建立，與 IRIS 及 PASSCAL 有了更多的接觸，雖然使用的是 PASSCAL 舊版的資料管理工具，但是對於標準資料的觀念更加清晰。2006-2009 年間，台灣學界與吳大銘教授領軍的美國團隊合作進行「台灣地體動力學整合研究(Taiwan Integrated Geodynamics Research, TAIGER)」的大型地震觀測計畫，國內各研究單位齊心協力在台灣地區佈署了上千部的寬頻與短周期地震儀，並且分別在 2008 與 2009 年分別進行陸地的高爆實驗與海陸聯測，資料量與資料種類十分龐大且多樣，前所未見，雖然整個 DMC 花了不少力氣，但是經過這次的密集操演，我們對地震資料特性的掌握已經不可同日而語。

研發時期

至於資料公開的網路介面，我們在 2002 年間曾經與東京大學地震學研究所合作，使用它們所開發的 NINJA 系統當作資料流通的介面，但是由於一些技術問題，我們逐漸有自行開發網路服務系統的念頭。2005 年地科學門成立「台灣地震科學中心(TEC)」之後，我們終於獲得國科會的奧援也成立「台灣地震科學資料中心(TECDC)」，網羅了蔡青霖加入團隊，雖然他當時甫自資工系畢業，經驗不足卻是潛力無窮，我們計畫按照測站資訊、地震目錄系統與波形資料服務系統三個項目，逐步開發資料庫，一方面累積資料管理中心在網路服務的實戰經驗，一方面參考其他單位陸續推出新的服務系統。特別是地震波形服務，我們開發的系統是參照資料公開辦法，以使用的便捷性與資料的正確性為考量，設計友善的使用者介面，讓使用者能在任何時間、任何地點使用這些資料庫 (<http://tecdc.earth.sinica.edu.tw>)。



這期間也配合黃柏壽與劉忠智的工作，進一步與國際交換資料，也因此 BATS 在無形中擴大了涵蓋區域。2007 年參加 IRIS 在馬來西亞吉隆坡舉辦的後設資料(metadata)管理研討會之後，陸續與馬來西亞及其他國家進行即時波形資料交換。在眾人的努力之下，目前與地球所即時交換資料的單位計有：IRIS、NIED、JAMSTEC、MMD、GEOFON、VAST、PHIVOLCS、福建地震局等，這些即時資料由電子室的資料蒐集系統處理後，典藏在資料中心的儲存系統內，虛擬的南海地震觀測網已儼然成形。

十年樹木

BATS 的即時資料除了進入電子室的收集系統內做地震定位之用外，也提供波形由 DMC 進行 CMT 的震源解的逆推，從 1995 年至今已



解算超過 1800 個地震，對於台灣地區的孕震構造以及大地應力的分布等研究提供基本資訊，國內外學者據此已發表多篇文章。另外趙里、李憲忠和法國尼斯大學的 Bertrand Delouis 分別使用不同的理論和技術開發即時震源機制解的系統，DMC 提供前端資料處理的技術支援，這些系統(gCAP, FMNEAR 和 RCMT)的運作已臻穩定，測試結果令人滿意。即時地震學的技術支援仍有其他應用，諸如重複地震、地顫(tremor)及噪訊交相關 (ambient noise cross correlation) 的監測等，這會是 DMC 未來還要努力的方向之一。

自從儀器中心在 2007 年採購 Antelope 軟體平台以來，DMC 也擔負起大型地震觀測計畫的資料處理工作，諸如 TAIGER、TCDP、ATSEE、OBS 等大型計畫的眾多資料庫，還有各單位依計畫逐年建立的無數的小型資料庫等。並且從 2008 年開始，經由 TEC 協助在地球所陸續開辦了六次 Antelope 的工作研討會，促進國內各學術單位更有效率地管理資料，這期間中央大學博士生史旻弘先生提供不少協助。除了地球所之外，中央大學、中正大學、台灣大學、台灣海洋大學以及成功大學等數個實驗室已經能獨立使用 Antelope 處理各自的地震觀測資料，我們也成立台灣地區 Antelope 使用者社群，提供線上教材與輔助程式。2011 年八月我與劉忠智在地球所內主辦亞洲地區的 Antelope 使用者社群大會(Asia Antelope User Group Meeting)，來自台、美、日、中、澳、韓、港等地的多位同仁與會，互相交流並提供資料收集與處理的心得。同年，我獲邀成為 FDSN 第一工作小組(WG-I)的成員，這表示地球所過去幾年的努力受到國際的肯定。



雖然歷經劉育華離職，也更換過幾位優秀的助理，幸好 DMC 根據累積的經驗，對於資料標準化與品管自動化的開發工作不遺餘力，總算能在人力有限的條件下不辱使命，服務與合作的對象已從國內擴展至國際之間。從 2001 年初接 DMC 到現在十年之後稍見成果，回顧筆路藍縷，點滴在心頭。

百年樹人

資料中心因任務而存在，因需求而改進。期望將來能由國內的資料使用者成立使用者社群，針對公開資料的品管與分享提出意見，無論研究人員或學生都能透過網路服務輕易上手，將地震觀測的技術與知識無縫傳承。也期待資料公開的觀念能更普遍、成熟，無數付出所取得的資料，應該依據標準流程建立資料庫，廣為流傳，千萬不能讓它埋沒荒草而無人聞問，否則真是暴殄天物了。



此外，好人才是提升科學成果的關鍵基礎，地震科學教育是目前 DMC 規畫的下

一個重點任務，目前我們採用「捕震網(Quake-Catcher Network)」的技術，提供國內中小學教師小型的微機電加速度地震儀，成立「台灣地震教育觀測網」，並與師範大學、網格中心及蘭陽女中合作，開發高中課程，同時製作地震科學教育的雲端學習平台，讓地震科學、地震教育與地震減災工作向下紮根。在台灣地球科學的發展道路上，DMC 還有好長的路要走。



2011 年是 DMC 創立十周年的紀念，筆者與郭本垣、陳榮裕及歷任助理和學生聚餐慶祝(第一排左起：廖哲緯、郭本垣、方慧圓、尹一帆、陳榮裕、筆者；第二排左起蘇進財、蕭新維及蔡青霖)。

辛文年

Paris-Taipei Express (巴黎-台北特快車)

Frédéric Deschamps (戴夏飛)*

I joined the Institute of Earth Sciences too recently (precisely, in November 2011) to have interesting stories to tell about the IES and its history. Regarding the history of the scientific policy followed by the IES, my hiring illustrates the recent will of the IES to extend its activities to the deep Earth structure and dynamics (the recruitment of Dr. Eh Tan (譚諤), in July 2012, points towards the same direction). I thought a more original contribution to this IES anniversary monograph would be to briefly retrace the history of the link that exists between Earth Science communities from my home country (France) and from Taiwan since about 30 years. I also found that it would be interesting to travel more than 200 years backward in time for a (not that) short historical digression.

A Franco-Taiwanese connection

The tectonic context in Taiwan is unique. This has attracted the attention of many geologists and geophysicists around the world, triggering in turn international collaborations. Among others, came French geologists and geodynamicists. What's more remarkable is that the partnerships developed by the Taiwanese and French researchers in Earth Science proved to be particularly strong and successful ones, since collaborations have been continuously running for more than 30 years, leading to many PhD theses, publications (including special volumes in the international journal *Tectonophysics*), and symposiums (Figure 1). In 2007, the Franco-Taiwanese partnership in Earth Sciences was promoted to a LIA (Associated International Laboratory), to which the IES is actively participating. All along these three decades, researches focused on understanding the system of plate convergence that developed around Taiwan, the orogenic processes associated with this tectonic context. Since a few years, scientific collaborations between Taiwanese and French laboratories have extended to other topics, including deep Earth studies.

*本所助研究員

The Franco-Taiwanese partnership in Earth Sciences was initiated in the early 1980s. Following the invitation of Prof. Chun-Sun Ho (何春蓀, who compiled the first geological map of Taiwan), from the Central Geological Survey of Taiwan (MOEA), geodynamicist Xavier LePichon (who proposed the first global model of plate tectonics in 1968), and geologists Jean Aubouin and René Blanchet, came in Taiwan in 1981 to attend a US/Taiwan meeting. All three returned to France with the idea that there was here an excellent opportunity for a long term collaboration with Taiwan. Soon after, in 1982, Jacques Angelier, who was then professor at the University Pierre and Marie Curie (Paris 6, UPMC), started a series of field trip in Taiwan together with his student, Eric Barrier. In 1986, Eric Barrier defended his PhD, entitled "*Tectonic of an active collision belt: Taiwan*". This was to be the first a long series (25 as of 2012) of PhD thesis conducted in the frame of the Franco-Taiwanese partnership. Prof. Angelier collaborated with several laboratories in Taiwan. In IES, he more closely worked with Prof. Yih-Hsiung Yeh (葉義雄) to better

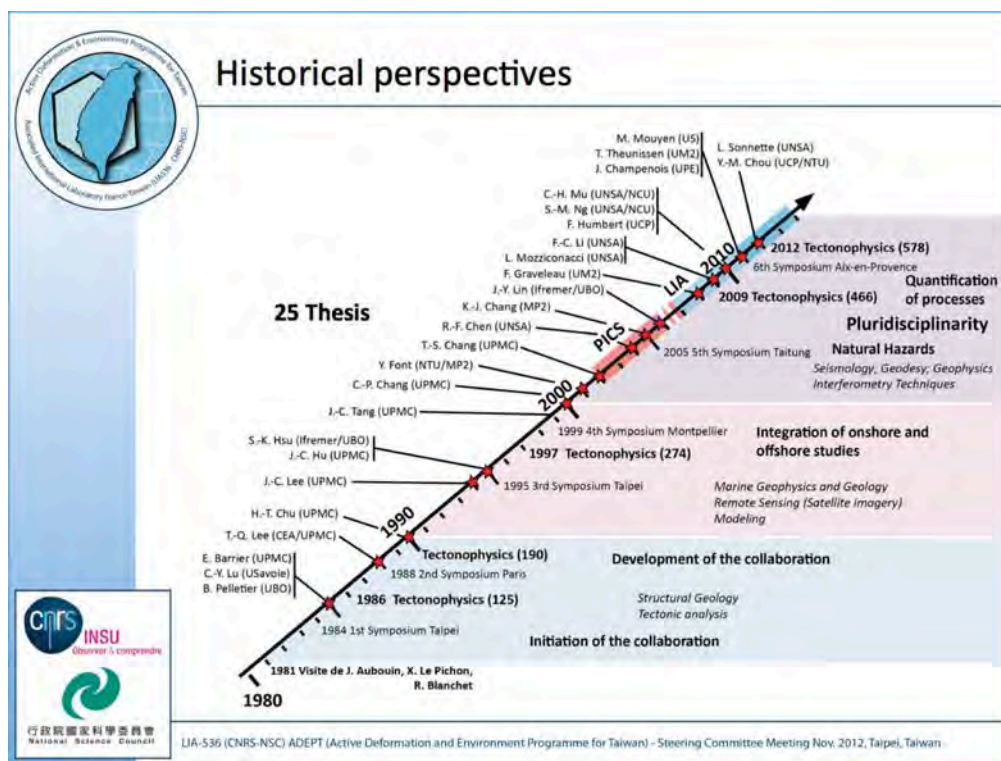


Figure 1. A historical view of the partnership between Taiwanese and French communities in Earth Sciences. Collaborations started in the early 1980s, and have been continuously running since then. Institutes involved in Taiwan include IONTU, NCU, NTOU, NCKU, and of course IESAS. On the French side, Earth Sciences laboratories from University Pierre et Marie Curie (Paris 6), Montpellier, Nice, Aix-en-Provence, and the Centre des Faibles Radioactivités are the main partners. As of 2012, this collaboration led to 25 PhD theses, the organization of 6 symposiums, and the publication of 6 special volumes in the review *Tectonophysics* (a volume published in 2001 is missing on this plot). Document kindly provided by Serge Lallemand.

constrain the seismo-tectonics of Taiwan. Other IES researchers were indirectly implied in this collaboration through their own work. This is for instance the case of Shui-Beih Yu (余水倍), whose trilateration measurements obtained in the early 1980s were used by Eric Barrier for his PhD thesis. Another activity that started during the 1980s is paleomagnetism and its application to the tectonics of Taiwan. Teh-Quei Lee (李德貴), originally a seismologist, switched his research topics to paleomagnetism. In 1985, he started a PhD, which focused on the reconstructing the tectonic of the Taiwan Coastal Range, with both Carlo Laj and Catherine Kissel, from the *Centre des Faibles Radioactivités* (CFR, in Gif-sur-Yvette, a southern suburb of Paris), and Jacques Angelier and Eric Barrier in UPMC. Teh-Quei defended his PhD ("*Southward propagated diachronic clockwise rotation of the coastal range*") in early 1989. With the PhD thesis of Hao-Tsu Chu (朱傲祖), in 1990, ended the first phase of the Franco-Taiwanese partnership in Earth Sciences, which so far focused on the geology and tectonics of Taiwan.

The second phase of this partnership, starting at the beginning of the 1990s, would be marked by an extension of scientific interests towards marine geophysics and geology. Following a demand from Jacques Angelier, Serge Lallemand, professor at the University of Montpellier, developed a full research program of marine geophysics to explore the subduction zones around Taiwan, similar to the KAIKO project developed by Japan and France in the previous decade. The long term (and still running) goal of these marine researches is to finely map the structure of subduction zones around Taiwan and constrain their dynamics, by collecting and analyzing a variety of geophysical data (seismic reflection, bathymetry, gravity anomalies, kinematic data, earthquake focal mechanisms). Serge Lallemand mainly worked with Char-Shine Liu (劉家瑄), from IONTU, Chao-Shing Lee (李昭興), from NTOU, and S.-K. Hsu (許樹坤), from NCU. His collaborations with IES are more recent, starting in the mid 2000s. They concerned marine seismology, including the deployment of OBS, and implied Ban-Yuan Kuo (郭本垣) and Wen-Tzong Liang (梁文宗). In the meantime, collaborations on inland topics intensified. Teh-Quei Lee (李德貴) continued his collaborations with Jacques Angelier, and Carlo Laj and Catherine Kissel. Works included paleomagnetic measurements in various regions of Taiwan, and also measurements of anisotropy in magnetic susceptibility mainly in the south-west and north-east of Taiwan. Needless to say that researches on the tectonics of Taiwan continued to play a central role, as illustrated by the PhD thesis of Jian-Cheng Lee (李建城), defended in 1994, and which addresses the structure and active deformation of the Taiwan orogen

using various data sets. After his PhD Jian-Cheng maintained a strong collaboration with Jacques Angelier and his group, first as a postdoc in IES, then as a research fellow, still in IES.

With the third phase of the partnership, covering the years 2000s, new actors appeared, inducing a diversification of the research topics. More disciplines, not necessarily related to the geology of Taiwan, were integrated in the partnership. In seismology, Ban-Yuan Kuo (郭本垣) conducted a study on the Australia/Antarctic discordance together with Eric Debayle, from the EOST Strasbourg. Also from EOST, Maxime Mouyen performed several gravity transects across the Taiwan high chain during the late 2000s, in the frame of his PhD thesis. After his PhD, Maxime joined NCKU to work with Cheinway Huang (黃金維), and he has just joined the IES (January 2013) as a postdoc to work on the Taitung volcano project. The tectonics of Taiwan and marine geology remained favorite topics during the 2000s. Most recent works in marine geophysics, still initiated by Serge Lallemand, focused on coring the sea bottom around Taiwan. The analysis of the physical properties of the cores involves the multi-sensor logging system of the IES, Teh-Quei Lee (李德貴) being implied in this last step. Collaborations with the University of Nice (UNSA), where Jacques Angelier moved in 2003, started the same year. These works include the PhD thesis of Rou-Fei Chen (陳柔妃), now an assistant professor at Chinese Culture University and visiting scholar at IES, and of Laetitia Mozziconacci (雷蒂夏), now a postdoc at IES. Rou-Fei started her PhD at UPMC and more specifically studied the neotectonics and geomorphology of western Taiwan, whereas the PhD of Laetitia, co-advised by Bor-Shouh Huang (黃柏壽) and Bertrand Delouis (UNSA), focused on the seismo-tectonics of Taiwan. New collaborations also started with the CEREGE (University of Aix-Marseille), particularly with Lionel Siame, who applies cosmogenic nucleides datation methods to tectonic deformations. A key event of the decade 2000-2010 was the creation of the LIA ADEPT (Associated International Laboratory on Active Deformation and Environment Program for Taiwan) initiated in 2007 and renewed in 2011 which offered additional facilities for visits and exchange of researchers. This decade, however, ended sadly, with the death of Jacques Angelier in January 2010.

Interestingly, the most recent wave Franco-Taiwanese collaborative researches in Earth sciences developed independently from the historical link. Maryline LeBéon (波玫琳), who did her PhD at IPG Paris, started a postdoc with Jian-Cheng Lee (李建成) on the kinematics of active faults during the late Quaternary. With new ramifications, scientific interests have

also shifted to new topics, in particular towards deep Earth studies. Li Zhao (趙里), whose research interests include the seismic imaging of the Earth's mantle, developed a collaboration with Prof. Sébastien Chevrot, from University of Toulouse. Aside this collaboration, Cédric Legendre (賽德利克) started a postdoc with Li Zhao, aiming to build a detailed surface-wave tomography of Asia. Since my arrival in IES, I (戴夏飛) have worked on developing new collaborations to study the structure and dynamics of the Earth mantle, in particular with Prof. Yves Rogister from EOST Strasbourg, whose expertise focuses on the dynamics of the Earth's core.

A cultural link

Reading again the lines above, I have the feeling that what maintained the link between Taiwanese and French research teams so strong for such a long time is much more than a simple interest for the tectonics of Taiwan. There must be some deeper reasons, including cultural ones. In 1998 and 1999 held in Paris an unprecedented exhibition, "*Memory of the Empire: Treasures of the National Palace Museum, Taipei*". More than 100 masterpieces from the National Palace Museum, including ceramics, bronzes, and paintings, were exposed in the Grand Palais. Academia Sinica played a significant role in the organization of this event. In response, a special exhibition, "*From Poussin to Cézanne: 300 years of French paintings*", was organized in Taipei from November 2001 to February 2002, gathering 80 paintings and drawings from 27 institutions and museum in France. Both exhibitions have attracted thousands of visitors, underlying a mutual attraction of the Taiwanese and French people for each other culture. One may object that the collection of the National Palace Museum came in Taiwan with Chang Kai-Chek (蔣介石). True! Nevertheless these pieces are in Taipei now, which is what matters. And with a slight touch of provocation, I would even say that it is what saved them. I had the chance to attend the "*Memory of the Empire*" exhibition, which made a strong impression on me. (although I didn't have any connections with Taiwan at that time). Among the pieces that impressed me the most were jade bi (玉璧) and cong (玉琮) from the Neolithic age (Figure 2), whose supposed function was to communicate with the sky and the Earth. If this interpretation is correct, jade bi and cong would, in some way, be among the first tools used by humans to investigate the Earth, although the questions asked by Neolithic people may have been radically different from the ones geoscientists ask today. Another piece from the National Palace Museum collection that I appreciate a lot is the "*Drunken Celestial*", a 13th century painting in splashed ink from Liang Kai (梁楷). I'm still wondering why "*drunken*", and

indeed neither the Chinese name (潑墨仙人圖), nor the French one (that can be translated to "*The hermit*") mention this detail. For me the celestial represented by Liang Kai is just expressing some intense inner happiness. The kind of happiness a scientist feels when he or she has just solved a difficult problem. I will let the reader decide whether or not a cultural link has facilitated the collaboration between Taiwanese and French researchers, since this is mostly a matter of feeling. What is certain, however, is that historical links exist.



Figure 2. Three masterpieces of the National Palace Museum of Taipei. Left: a jade cong tube (玉琮) from Liang-chu culture (late Neolithic age, ca. 3300-2000 B.C.). Middle: a jade bi disc (玉璧) from Liang-chu Culture (late Neolithic age, ca. 2900-2200 B.C.). Right: *Drunken Celestial* in splashed ink (潑墨仙人圖), early 13th, by Liang Kai (梁楷) (The above three pictures are from the National Palace Museum.)

A short historical digression

The presence of French scientists in Taiwan may, in a way, be traced back as early as the end of the 18th century, and the brief visit made by the navigator Jean-François de LaPérouse and his expedition. The LaPérouse expedition was, like that of James Cook, a true scientific enterprise, with detailed scientific goals in terms of physical geography, botany, and ethnology (let's be honest, it also had some economical goals, as illustrated below). The program designed by LaPérouse and king Louis XVI (who was well aware of geographical problems of his time, and keen to finance expeditions to solve them) was more particularly focused on the exploration of the Pacific region (Figure 3). To complete the expedition, LaPérouse was granted two frigates, *L'Astrolabe* and *La Boussole* (*The*

Astrolabe and *The Compass*). The scientific crew included an astronomer, a mathematician, a physician, three biologists, a meteorologist, three illustrators, and a watchmaker. The presence of a watchmaker is not surprising: one may not forget that the precision of the measurements of longitudes, a key issue in achieving accurate geographical maps, relied on the precision of the clocks taken on board. To measure longitudes, the expedition employed the method designed by James Cook, which was based on the angular distance between the Sun and the Moon at a given time. Comparison with ephemerides calculated for the Greenwich meridian then gives, after tedious calculations, the longitude at the location of the measure. Combined with this method, triangulations along the coast allowed drawing accurate maps of the shores of the continents and islands explored. The results obtained by LaPérouse in that field would definitively prove the accuracy of this method, as illustrated by the high precision map drawn for the western shore of North-America. During the preparation phase, Paul Monneron, chief engineer of the expedition, traveled to England to get detailed feedback and advices from the three voyages of Cook (1768-1779). He collected important information, in particular on the way to avoid scurvy. Monneron also bought the scientific instruments needed by the expedition in England, reputed at that time for the accuracy of these instruments. Interesting detail, the Royal Society lent, on the recommendation of Joseph Banks, two inclination compasses to the expedition.

L'Astrolabe and *La Boussole* left Brest (France) on August 1st 1785, and during the next year and a half explored the southern tip of South America, the south-eastern Pacific (including Easter island, where the expeditions performed various observations and measurements on the famous Moai statues), Hawaii, the western shores of northern America, and finally the Philippines. After a two-month stop in Manilla (needed, in particular, for reparations on the frigates) the expedition headed northwards on April 10th and reached the southern tip of Formosa (as Europeans called Taiwan at that time, and until recently) on April 22nd 1787. LaPérouse anchored his two ships at the entrance of the bay of the fort of Zeelandia (now Fort Anping, 安平古堡, or 熱蘭遮城), where stands the city of Taywan (now Tainan, 臺南市). At that time, Taywan was the capital city of Formosa and sheltered the largest Chinese settlement of the island. The presence of sand banks all along the coast prevented *L'Astrolabe* and *La Boussole* from approaching too close to the coast. In addition, the two frigates could not enter the harbor of Taywan, whose waters are too shallow for large ships. LaPérouse did not send any boat on shore, a decision motivated by the political situation. In April 1787, Taiwan was still experiencing the Lin Shuang-Wen (林爽文)

rebellion, and LaPérouse feared that his visit would be misinterpreted, either by the rebels or by the Chinese garrison settled in the Penghu islands. Because the frigates could not enter the harbor or even approach the coast, they would not have been able to protect a small boat and its crew sent on shore, in case this boat would have run in troubles. A major economical concern of Europeans governments, in the end of the 18th century, was to open (this is an euphemism) trade with China. From that purpose, Taiwan was often seen as a key location to control. LaPérouse is very clear on that point: "*The island of Formosa is of great importance, and any nation possessing it [...] by keeping a strong garrison there, with a marine at the Pescadores Islands, would obtain by fear everything they might demand of the Chinese*".

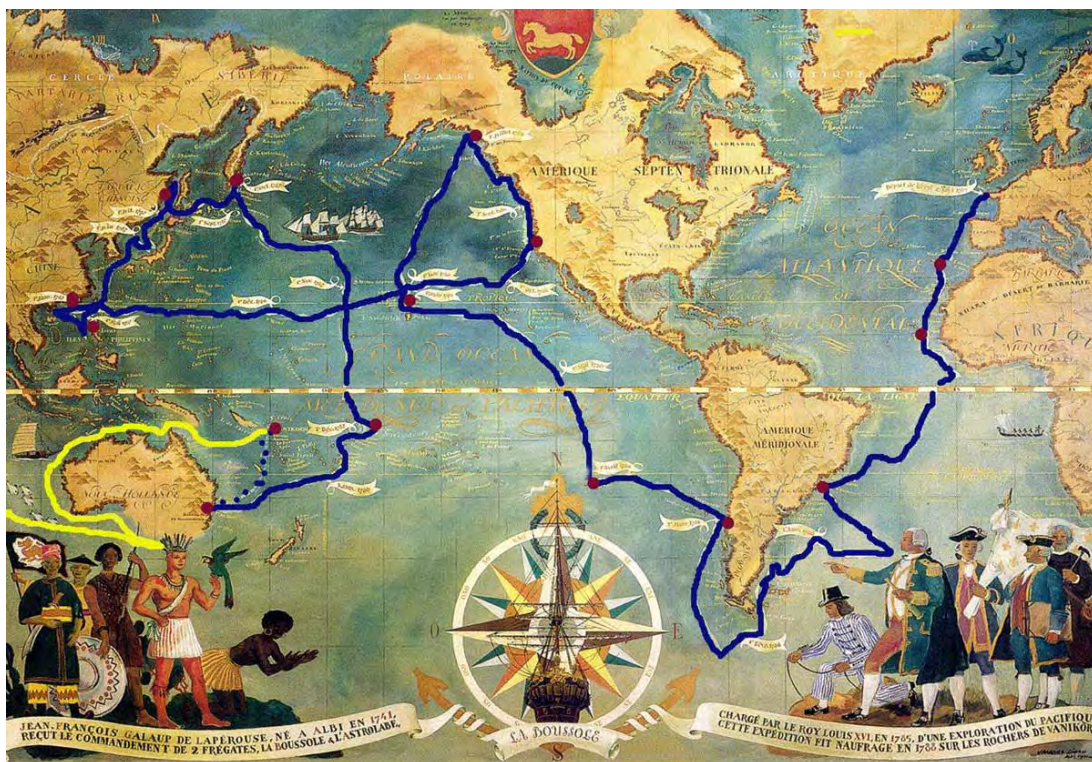


Figure 3. The route of the LaPérouse expedition around the world. The plain blue line indicates the route followed by the expedition from its start in Brest (August 1st 1785) to its stop at Botany Bay (January-March 1788). The expedition briefly passed by Taiwan in April 1787. The dashed blue line shows the supposed route of the expedition between Botany Bay and the Vanikoro island, where the two frigates of the expeditions wrecked. The yellow line indicates the route originally planned by the expedition after its passage in the Solomon islands (© 2008 - 2013 Lapérouse Albi France, <http://www.laperouse-france.fr/spip.php?rubrique26>)

He pointed out that the conquest of Taiwan should start with "*gaining possession of the Pescadore islands, where there is a good harbor to shelter the fleet*" and from where "*it would not require more than five to six hours to cross the channel which separates these islands from Formosa*". LaPérouse however concludes that it is not clear whether the benefits of maintaining a settlement there would overflow the costs needed to entertain this settlement.

L'Astrolabe and *La Boussole* then sailed towards the Pescadores islands (Penghu, 澎湖群島), carefully sounding the narrow canal between the north-eastern tip of the Pescadores and the sand banks of Taiwan. In the Pescadores, he observed different types of rocks, some of which looked like they were "*cut by human hands*". One may speculate that the rocks LaPérouse described here are one of the columnar basalts that are dispatched throughout the shores of the Penghu islands. The expedition then doubled the southern tip of Formosa, and reached the Tabaco-xima island (now Orchid island, or Lan Yu, 蘭嶼), of which LaPérouse noticed that the upper part is covered by forest. It then sailed to the N.N.E. and reached the Kumi island (today, Yonaguni-Shima, 與那國島) on May 5th. The crew performed many soundings but could not reach the ocean bottom, even at 2 km from the coast, an indication that the depth of the seafloor in this region dramatically increases southwards. No wonder, we know today that Kumi island is part of a subduction arc (the Ryukyu arc). The communications between the crew and the inhabitants of the Kumi island were restricted to exchange of presents. Would the expedition have included an interpreter, La Pérouse may have learnt, from the inhabitants, the disaster that stroke their island just 16 years ago. On April 24th 1771, a tsunami destroyed the Ishigaki island (North-East of Yonaguni-Shima), and to a lesser extent the island of Yonaguni-Shima itself.

Next on the expedition's route were Japan, the Kouriles Islands, The Katchamka peninsula, and a north-south transit of the Pacific Ocean towards Australia with stops in Tonga and Samoa Islands. The LaPérouse expedition, however, ended tragically. On March 15th, 1788, the *La Pérouse* and his crew left Botany Bay (Australia), where they had rested for about three months. That was the last time the expedition was seen. Luckily boards, drawings, and samples collected so far were sent to France (where they arrived safely) during the Australian stop. The detailed fate of LaPérouse and its expedition remains largely enigmatic, even today, more than 220 years after its disappearance. In 1826, the merchant Peter Dillon found the bell of *L'Astrolabe* on Vanikoro island (Solomon Islands) located north of the Vanuatu. The inhabitants told Peter Dillon that two ships had wrecked there a few decades ago. They also mentioned that some crew members survived the disaster, and that part of the survivors built a small boat and left on sea again (where they disappeared). The other survivors stayed on the island, and the last one may have died around 1820. Only recently the wrecks of *L'Astrolabe* and *La Boussole* were clearly identified in the lagoon of Vanikoro. Archeological researches started in the 2000s also confirmed that a few crew members survived the wreckage and established a small fort on the island.

Mapping the Earth's interior

The navigators of the 17th and 18th centuries, of which Jean-François de LaPérouse and James Cook are two brilliant examples, had one main goal: mapping the world. Mapping should be understood in a broad sense: physical geography, ethnography, biodiversity. Around Taiwan, the LaPérouse and his expedition drew maps of the Lan Yu (蘭嶼) and Yonaguni-Shima islands (與那國). The governments that supported these expeditions had of course economical afterthoughts: a refined map of the world and a good knowledge of the peoples that inhabited it were essential to establish long term trades. The idea, widely shared among the 18th century Europeans (including LaPérouse), that Taiwan was a key for establishing and controlling trade with mainland China is a perfect illustration of this. Nevertheless, scientific achievements of these expeditions are real. To the ones previously cited should be added embryos of atmospheric (meteorological records), oceanographic (sounding sea bottoms), and geophysical (measurements of the direction of magnetic field) researches, which today constitute part of the activities and interests of institutes like the IES. Also today, the collected data are used to map various aspects and properties of the Earth interior at different levels (sub-surface, crustal, or deeper in the mantle) and with different precisions. In that respect, IES and other institutes of Earth Sciences around the world are doing nothing else than continuing a way traced by Ferdinand Magellan, Abel Tasman, James Cook, Jean-François de LaPérouse, and many more.

The future

What do the stories of LaPérouse and of the partnership between the Taiwanese and French communities in Earth Sciences teach us (in addition, of course, to scientific knowledge)? To my opinion, an important lesson is that broadening one's point of view is a key ingredient for a successful and long lived enterprise. There is no doubt that the expedition of LaPérouse achieved important scientific goals, by solving some geographical issues and performing careful researches (as, for instance, in Easter island). It achieved this because it was meticulously prepared, using the knowledge available at that time, and with curiosity as a motivation. If the expedition ended as a disaster, it is mostly due to bad luck (luck is, indeed, another key for success, but is more difficult to control). It is also clear that the quality of the research performed by the Franco-Taiwanese partnership benefited a lot from bringing people with different expertise and culture to work together, which may in turn have partly been motivated by mutual curiosity. Since its creation, the IES has

constantly extended its field of expertise (the most recent one being the dynamics of the lithosphere and of the mantle), and it is likely that more fields will be covered in the future. From this point of view, the IES is doing a very good job. Another strategy, that, so far, was not yet fully employed by IES is to broaden the cultural background of IES members. Hiring more females and foreign scientists will increase the diversity of the IES, which is likely to give a strong advantage in continuing to perform high quality scientific research.

Acknowledgements

I am grateful to many actors of the Franco-Taiwanese Earth Sciences connection who provided me with invaluable details and documents about the history of this connection. In alphabetical order, Bor-Shouh Huang (黃柏壽), Ban-Yuan Kuo (郭本垣), Serge Lallemant, Jian-Chen Lee (李建成), Teh-Quei Lee (李德貴), and Shui-Beih Yu (余水倍). I am also grateful to Ja-Ren Lin (林佳人) finding Chinese (中文) names, and for re-reading and commenting this manuscript.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Joshua S', is positioned to the left of a red square seal. The seal contains Chinese characters in a stylized seal script.

我在地球所的研究：以落塵放射核種作示蹤劑探討地表過程

Fallout radionuclides as tracers for Earth surface processes

扈治安*

楔子 當世界文明從二十世紀跨入二十一世紀之時，人為活動所導致的溫室效應及全球變遷已明顯擾動(或威脅)地表環境，成為一個攸關人類生存與福祉、不得不正視的國際政治性議題，「蓋婭假說」(Gaia hypothesis)蔚為風潮，「永續發展」成為普世價值及經濟活動的前題。在此氛圍下，地球科學與環境科學有融合之勢，「地表過程研究」(Earth surface processes)於焉快速發展，促使地球科學上頗具指標意義的期刊 *JGR* 於 2003 年增設 “Earth Surface” 為其第六個子期刊，創刊十年來逐年刊載文章數目成長十倍。此外，Elsevier 與 Copernicus Publications 不約而同地於今(2013)年發行新期刊，名稱分別為 *Anthropocene* (人類世)及 *Earth Surface Dynamic*，俱以人為活動對地表環境系統之影響為報導焦點。此新興領域日漸增加的重要性，多端可見。

人生到處知何似

我的學術生涯在時間上有個分水嶺，前面一半在國外渡過，後面一半從 1996 年夏加入地球所算起，時已年逾不惑。

歲月如梭，自從成為本所的一員，已歷經四位(六任)所長，見證了本所從「吾十有五」到「三十而立」的歷史，個人則在研究員崗位上，倏然渡過「知天命」及「耳順」的年頭。雖自認在地球所工作的時間並不短，距退休之齡亦不遠，仍難望所裡諸多先進之項背；渠等堅守崗位，與本所一路走來，幾乎窮其生涯，篳路藍縷之功，值得感佩。

此紀念專刊收集了本所學術諮詢委員、歷任所長及同仁們回顧本所從“古生代”伊始的一些故事(見本刊鄧文¹)，私底下則曾聽聞本所曾經過「軍政」、「訓政」、「憲政」的發展階段。若融匯舊聞與新語(如本刊吳²、蔡³及其他諸文)，交叉考據、仔細推敲，倒也能揣摩出本所成長過程的一些端倪。

在地球所，我好比天外飛來的「菜鳥」，孤陋寡聞，本身無軼聞趣事可談，所裡的人、事、物也輪不到一隻菜鳥來置喙；當麗美為本專刊張羅稿件，找到我時，我空空

*本所研究員

如也，一時不知何以回應，幾經思量，索性決定自曝於本所工作的心路歷程，兼談對國內(台灣)研究環境的一些看法，藉此踏下雪泥鴻爪(或留下一點「菜鳥」之跡)，或許也算聊備一格？

自然之道一以貫之

就工作的內容而言，我的學術生涯同樣有個分水嶺，將回國前後殊異的內容分開來；在國外教學與研究兼籌並顧，回國後則以研究為重。鑒於國內外環境大不同，我回台後因地制宜，規劃新的研究方向，積極投入國內的地球科學研究並指導研究生及博士後研究。在本所十六年來的工作，可以本文標題涵蓋其中十之五六。

我在本所的研究工具包括(但不限於)宇宙源的 ^7Be ，天然放射系列的 ^{210}Pb 、 ^{210}Po ，及人造核種 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 等示蹤劑(tracers)；探討的議題包括陸地侵蝕⁴⁻⁵、海域沉積⁶⁻¹⁸及大氣傳輸^{19-22, 28-30}等地表作用(圖一)。乍看之下，似天馬行空，包山包海，還膽大包天，竟敢陸海空通吃？其實，我是費盡心思，希望透過邏輯思維來擴大視野，避免見樹不見林。謹簡要說明如下。



圖一、落塵放射核種在地圈(T)、氣圈(A)、水圈(O)之分佈與遷移環環相扣，有道可循，可作為研究地表過程的示蹤劑。

根據質量守恆定律，土石有源(source)必有匯(sink)，陸地侵蝕必導致海域沉積，它們是一體的兩面。至於瀰漫於空中的落塵核種，不論源自何處，顧名思義，它們會隨大氣微塵(即氣溶膠)風飛雲會，終而落至陸地或水面。換言之，此等核種在地圈、氣圈、水圈的遷移息息相關、環環相扣，儘管其過程與關係錯綜複雜，但有跡可循，可藉基礎科學的定律來反演。若整合數(學)、(物)理、(生)物、(地)質、(化)學五科，耦合地、水、氣三圈，融會貫通，或能釐清各示蹤劑及其載體(carrier)的來龍去脈與傳輸

途徑，有助於瞭解大自然運行之道(TAO)。

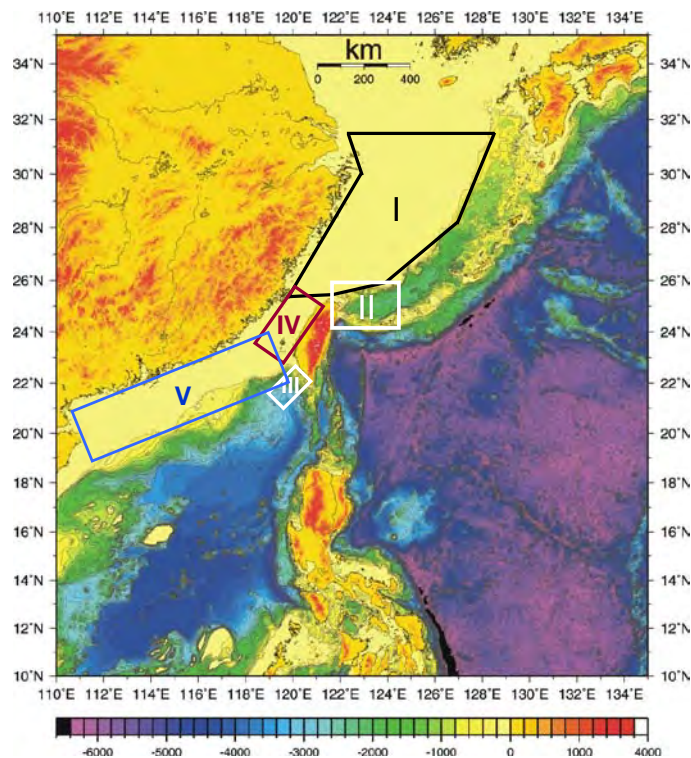
在世界地圖上，台灣是個彈丸之地，但它在地圈、氣圈及水圈俱位居要衝。在地體構造上，台灣位於活躍的造山帶與地震帶，有全世界最高的侵蝕速率；在洋流格局上，它緊傍流量最高的太平洋西方邊界流—黑潮；在大氣環流上，它亦風雲際會，既處於環繞北半球的西風帶的南緣，也受東亞季風及西太平洋颱風的影響。如此獨特的佈局與條件使台灣成為研究地表過程的寶地，也使我在本所的工作取得了些微成績，聊舉數端如下。

建立今為古鑑的智識庫

台灣是全世界研究異重流(hyperpycnal flow)獨一無二的地方⁶(請續閱以下「[立足台灣，放眼世界](#)」一節)。儘管如此，在我回國之前，這裡不但沒有任何和異重流有關的研究，即便周遭海域現代(百年內)沉積的背景資料亦極其匱乏。上世紀七十至八十年代美國學者K. O. Emery及Sam Boggs等人曾來台做過一些粗略的調查，其結果一直被奉為圭臬，足令國人汗顏。有鑒於此，我回國後即訂下一個目標：希望與國內學界及本所同仁合作，利用兩個年代紀的時間，建立台灣周遭海域現代沉積(包括人為活動)的資料庫。十六年來，依序調查了東海大陸棚⁷⁻⁹、夾在東海大陸棚與琉球島弧間的南沖繩海槽¹⁰⁻¹²、台灣西南外海以高屏峽谷為主軸的棚坡體系¹³⁻¹⁶及台灣海峽¹⁷⁻¹⁸，目前則以南海北部陸棚為研究目標(圖二)。這些調查近乎地毯式，不以文章產出之多寡快慢為意，惟力求資料詳盡，經得起反覆的驗證，為爾後全面且深入探討該等區域沉積物從源至匯的傳輸、沉積作用及盆地分析奠下「今為古鑑」(The present is a key to the past)的基礎。

近水樓台先得月

利用放射核種，我們建立了現代沉積物年代學，進而探討沉積動力，發現南沖繩海槽埋藏著一系列縱橫交錯的地震濁流層(seismo-turbidites)，其時空分佈與近百年來台灣東部外海的海底大地震($M_L > 6.8$)有良好的對應¹⁰⁻¹²，而夾於這些濁流層中的半遠洋沉積物(hemipelagic sediments)則記錄了環境變遷(及人為活動)的過程，包括上世紀中葉以降，來自平流層和自由對流層(free troposphere)的全球落塵(global fallout)以及美國在北赤道洋流(即黑潮前身)的上游進行核爆的歷史¹²。可想而知，屬於(弧後)擴張盆地的南沖繩海槽是海陸折衝的要津與樞紐，近有陸源物質的輸入及菲律賓海洋板塊(於弧前)的隱沒，



圖二、十六年來(1996-2012)依序調查的海域範圍：I 東海陸棚，II 南沖繩海槽，III 台灣西南外海的高屏棚坡峽谷體系，IV 臺灣海峽，V 南海北部陸棚。

遠有黑潮傳來的大洋訊息。埋藏在那裡的沉積物猶如一部封存於海底的史冊，忠實地記載著大地之母歷經滄桑的片段，等待有心人去探索。本於前述「今為古鑑」及「古今均一說」(Uniformitarianism)的信條，和台灣近水樓台的南沖繩海槽誠為探討古海洋、古氣候及古地震的地質寶庫。本地學者宜就地取材，善加利用。

放射核種半衰期一定是常數嗎？

在利用 ^7Be 作為平流層及對流層上部氣團之示蹤劑的同時，我福至心靈，以實驗方法量測出 ^7Be 半衰期隨其存在之化學型態的不同而有超過 1% 之差異。結果於 1999/9/15 以『快訊』(Express Letter)發表於 *Earth and Planetary Science Letters*²³。一個月後(1999/10/29)，*Science* 雜誌在該期之『本週新聞』(News of the Week)專欄報導²⁴ (續於本文末節：「[眾裡尋它千百度](#)」)。緊接著，我與本所劉玲根特聘研究員合作，研究 ^7Be 之衰變速率受壓力變化之影響，發現從常壓增加到 440 Kbar (相當於上部地函的靜水壓)， ^7Be 之衰變速率增加約 1%，呈非線性關係²⁵。

Be-7 是以電子捕獲(electron capture)進行衰變之最輕核種，我們以它為例，用實驗證明這類放射核種之「衰變常數」(decay constant)並非真正的物理“常數”，而會隨

物理及化學條件之不同而改變。鑒於有些地質定年計(如 ^{26}Al 、 ^{40}K 、 ^{92}Nb)亦會以電子捕獲進行放射衰變，以之進行絕對定年，準確度有多高？這一點或許值得吹毛求疵的地質學家繼續鑽研²³⁻²⁵。

嗅出火山爆發前的氣息

自我加入地球所以來，即於本所樓頂收集雨水樣本，連續監測落塵核種沉降通量¹⁹⁻²⁰，創下這類資料時間序列最長(16年)的紀錄。值得一提的是：在1999-2001年夏季，當西南季風盛行期間，我和研究生蘇志杰(現為台大海研所副教授)觀察到非比尋常的 ^{210}Po 高通量及 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 高活度比。由於該期間適逢菲律賓馬揚(Mayon)火山活動頻仍，且 ^{210}Po 揮發性較其他鈾系核種(如 ^{210}Pb)為高，從熔岩中循裂隙逃逸較快，我們因而推論瀰漫於大氣中罕見的 ^{210}Po 的異常高值可能為火山爆發之前兆。此研究結果發表於 *Geophysical Research Letters*²² 後，旋被 *Nature*²⁶ 及美國有線電視網 CNN²⁷ 報導。

我認為這個議題很值得繼續探討，惟台灣並非最佳地點；就東亞地區而言，太平洋火環帶上的日本、菲律賓及印尼，因有活火山分佈，才是首選之地。

福島核災啟示錄

2011年3月11日，日本發生該國史上最大的東北地震，招致海嘯與核災接踵而至，是空前的三合一災變。我們充分掌握了天時與地利，分析許世傑(本院環境變遷研究中心副研究員)在台灣及外島各空氣測站(包括彭佳嶼、台北、鹿林山及東沙島)所採集的每日樣本，量測由福島所釋出的核分裂核種(^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs)，得到這些人造核種在各地的初始抵達時間(first arrival time)及之後的時間序列。我的另一位合作夥伴林傳堯(本院環境變遷研究中心副研究員)藉 NCEP-GFS 氣象資料驅動 WRF/Chem tracer 模式來模擬輻射塵的傳送，結果顯示源自福島的放射核種由日本飄到台灣，有高度及方向上截然不同的兩個途徑。其一屬低空傳送，係在行星邊界層(planetary boundary layer)被東北季風攜載，從日本朝西南行進，於3月24日抵沖繩，25日到台灣，27日達香港，28日籠罩南海北部²⁸；另一則屬高空傳送，在自由對流層被西風挾帶，繞地球往東傳播，於3月29日抵台灣中央山脈高山區²⁹⁻³⁰。我們在各地觀測到的時間序列完全支持上述模式模擬結果。

福島核災猶如一場意外的示蹤劑實驗(non-purposeful tracer experiment)，為北半球春季的大氣傳輸提供意義重大的資料，對研究大氣模型及污染物傳送有啟示作用。

立足台灣，放眼世界

從以上寥寥幾例，就足以窺知台灣在地表過程研究上的絕佳條件，國內同仁一定還

有不勝枚舉的例子。早期學界曾有如是說：「國內同仁的研究若多侷限在台灣的範圍，其結果恐難發表於國際上高影響力的期刊」，這種無端觀點現已鮮少聽聞了。在有些議題上，我們可「立足台灣，放眼世界」(Act local, think global)，頗有揮灑的空間。例如，前已提及：在沉積物由源到匯傳輸的研究上，台灣的優勢地位獨步全球⁶，輒吸引深諳門道的外國學者前來探津，時而拔得頭籌，令吾輩扼腕頓足、懊惱不已。近年來，國內地科及海洋學界的研究專長及人力已達到一定的質與量，具有相當程度的軟實力，而我們許多的硬體設備較之國外，亦毫不遜色，足以自力從事前緣研究，切毋妄自菲薄。其實，國外同業萬里迢迢來台“挖寶”，人生地不熟，有賴我方加持處猶多；我們占天時地利，對自己的「後院」理應摸得最透徹。是以，開疆闢土，展現本土自主性的研究能量，舍我其誰？除非力有未逮，實毋庸援引外人前來喧賓奪主、指點江山，置我方於群龍無首、落為牛後的難堪之境。古有明訓：「天時不如地利，地利不如人和」，國內同仁若能集思廣益，充分利用我們豐沛的資源，同心協力的合作，必可眾志成城，締造新猷。

眾裡尋它千百度

高弘在其文「緣起緣滅：憶在地球所的日子」³¹借用詞話「驀然回首，那人卻在燈火闌珊處」來自况心境。我不憚淺陋，逆向用「眾裡尋它千百度」也隨手拈來一段。

自加入本所後，我與院內及所內同仁幾度投稿到 *Nature* 及 *Science*，雖曾有所進展，惜未能竟其全功。俟文章於其他期刊付梓中或發表後，反引起 *Nature* 及 *Science* 的驀然回首，注意到我們的言論。猶憶 1999 年 9 月 21 日，夜幕低垂時，獨自在燈火闌珊的研究室接受 *Science* 雜誌資深科學作家 Richard Kerr 的越洋電話專訪—或許由於那是集集大地震發生的當天，我對這件事的記憶比較深刻，Kerr 隨後以“Tweaking the clock of radioactive decay”²⁴ 為題，對我發表於 *EPSL* 的快訊“Dependence of the decay rate of Be-7 on chemical forms”²³ 做了第二手的報導及評論。這件事使我覺得既諷刺又感慨，卻無從反思。

值地球所成立三十週年之際，本所西側前方入口意象區有些新擺設與文物，包括翁玉林院士的題詞及他和翁夫人的落款，期勉吾等日乾夕惕、再接再勵。其實，地球所不乏經常挑燈夜戰、孜孜不倦地埋首研究的同仁，有人每天帶兩個便當上班。和我同在六樓東側的俞震甫，是我的大學同學，他治學嚴謹，在礦物與岩石學上造詣高深，且為人處世四平八穩，值得學習，很慶幸能與他從四十多年前的同學成為日後的同事。高弘的業師—陳望平教授—也是那些年，我們在台大地質系的同班同學，如今他們在各自的領域都有卓越的成就，我與有榮焉。

在我心目中，高弘年富力強，後生可畏，可惜本所留不住他。我和高弘不同的是：他發於地球所，我則止於此；雖背道而馳，但心有戚戚焉，在地球所任職俱為“a piece of

furniture”³¹ (案牘勞形)，每當午夜夢迴，捫心自問(是否無負國家社會)，都希望能無愧於心。人同此心、心同此理，願共勉之。

扈治安

謹誌於中華民國 102 年 4 月 23 日

相關文獻

1. 鄧大量：地球所的古生代，三十而立：中央研究院地球科學研究所成立三十週年紀念專刊(即本專刊), 116-134 頁。
2. 吳大銘：一個好的開始。。。。。，三十而立：中央研究院地球科學研究所成立三十週年紀念專刊(即本專刊), 135-140 頁。
3. 蔡義本：地球所籌備經過之回憶，三十而立：中央研究院地球科學研究所成立三十週年紀念專刊(即本專刊), 91-100 頁。
4. Huh, C.-A. and Su, C.-C. (2004) Distribution of fallout radionuclides (^7Be , ^{137}Cs , ^{210}Pb and $^{239,240}\text{Pu}$) in soils of Taiwan. **Journal of Environmental Radioactivity**, **77**, 87-100.
5. Horng, C.-S., Huh, C.-A., Chen, K.-H., Lin, C.-H. and Hsiung, K.-H (2012) Pyrrhotite as a tracer for denudation of the Taiwan orogen. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **13**. doi: 10.1029/2012GC004195.
6. Liu, J. T., Kao, S.-J., Huh, C.-A. and Hung, C.-C. (2013) Gravity flows associated with flood events and carbon burial: Taiwan as instructional source area. *Annual Review of Marine Science*, **5**, 47-68.
7. Huh, C.-A. and Su, C.-C. (1999) Sedimentation dynamics in the East China Sea elucidated from Pb-210, Cs-137 and Pu-239, Pu-240. *Marine Geology*, **160**(1-2), 183-196.
8. Su, C.-C. and Huh, C.-A. (2002) ^{210}Pb , ^{137}Cs and $^{239,240}\text{Pu}$ in East China Sea sediments: sources, pathways and budgets of sediments and radionuclides. *Marine Geology*, **183**, 163-178.
9. Huh, C.-A. and Chen, H.-Y. (1999) History of lead pollution recorded in East China Sea sediments. *Marine Pollution Bulletin*, **38**(7), 545-549.
10. Huh, C.-A., Su, C.-C., Liang, W.-T. and Ling, C.-Y. (2004) Linkages between turbidites in the southern Okinawa Trough and submarine earthquakes. *Geophysical Research Letters*, **31**, L12304, doi:10.1.
11. Huh, C.-A., Su, C.-C. Wang, C.-H. Lee, S.-Y. and Lin, I.-T. (2006) Sedimentation in the Southern Okinawa Trough - Rates, turbidites and a sediment budget. *Marine Geology*, **231**, 129-139.
12. Lee, S.-Y., Huh, C.-A., Su, C.-C. and You, C.-F. (2004) Sedimentation in the Southern Okinawa Trough: enhanced particle scavenging and teleconnection between the

- equatorial Pacific and western Pacific margins. *Deep-Sea Research Part I*, 51(11), 1769-1780.
13. Huh, C.-A., Lin, H.-L., Lin, S. and Huang, Y.-W. (2009) Modern accumulation rates and a budget of sediment off the Gaoping (Kaoping) River, SW Taiwan: A tidal and flood dominated depositional environment around a submarine canyon. *Journal of Marine Systems*, 76, 405-416.
 14. Huh, C.-A., Liu, J. T., Lin, H.-L. and Xu, J. P. (2009) Tidal and flood signatures of settling particles in the Gaoping submarine canyon (SW Taiwan) revealed from radionuclide and flow measurements. *Marine Geology*, 267, 8-17.
 15. Horng, C.-S., Huh, C.-A., Chen, K.-H., Huang, P.-R., Hsiung, K.-H. and Lin, H.-L. (2009) Air pollution history elucidated from anthropogenic spherules and their magnetic signatures in marine sediments off southwestern Taiwan. *Journal of Marine Systems*, 76, 468-478.
 16. Hung, J.-J., Yeh, Y.-T. and Huh, C.-A. (2012) Efficient transport of terrestrial particulate carbon in a tectonically-active marginal sea off southwestern Taiwan. *Marine Geology*, 315-318, 29-43.
 17. Huh, C.-A., Chen, W., Hsu., F.-H. Su, C.-C., Chiu, J.-K., Lin, S., Liu, C.-S. and Huang, B.-J. (2011) Modern (<100 years) sedimentation in the Taiwan Strait: rates and source-to-sink pathways elucidated from radionuclides and particle size distribution. *Continental Shelf Research*, 31(1), 47-63.
 18. Horng, C.-S. and Huh, C.-A. (2011) Magnetic properties as tracers for source-to-sink dispersal of sediments: A case study in the Taiwan Strait. *Earth and Planetary Science Letters*, 309, 141-152.
 19. Su, C.-C., Huh, C.-A. and Lin, F.-J. (2003) Factors controlling atmospheric fluxes of ^7Be and ^{210}Pb in northern Taiwan. ***Geophysical Research Letters***, 30(19), 2003GL018221, doi:10.1029/2003GL018221.
 20. Huh, C.-A., Su, C.C. and Shiau, L.-J. (2006) Factors controlling temporal and spatial variations of atmospheric deposition of ^7Be and ^{210}Pb in northern Taiwan. ***Journal of Geophysical Research-Atmospheres***, III, D16304, doi:10.1029/2006JD007180.
 21. Su, C.-C. and Huh C.-A. (2006) Measurements of ^7Be and ^{210}Pb in cloudwaters: Towards a better understanding of aerosol transport and scavenging. *Geophysical Research Letters* 33, L04807, doi:10.1029/2005GL025042.
 22. Su, C.-C. and Huh, C.-A. (2002) Atmospheric ^{210}Po anomaly as a precursor of volcano eruptions. *Geophysical Research Letters*, 29(5), 10.1029/2001G.
 23. Huh, C.-A. (1999) Dependence of the decay rate of Be-7 on chemical forms. *Earth and Planetary Science Letters*, 171(3), 325-328.
 24. Kerr, R. A. (1999) Tweaking the clock of radioactive decay. *Science*, 286, 882-883. <http://www.sciencemag.org/content/286/5441/882.full>
 25. Liu, L. and Huh, C.-A. (2000) Effect of pressure on the decay rate of ^7Be . *Earth and Planetary Science Letters*, 180(1-2), 163-167.
 26. Ball, P. (2002) Danger in the air. *Nature Science Update* report on May 22, 2002.

- <http://www.nature.com/news/2002/020320/full/news020318-4.html>
27. Easen, E. (2002) Sniffing out volcanic eruptions. *CNN News* report on April 26, 2002. <http://asia.cnn.com/2002/WORLD/asiapcf/east/04/25/taiwan.volcano>
 28. Huh, C.-A., Lin, C.-Y. and Hsu, S.-C. Regional dispersal of Fukushima-derived fission nuclides by East Asia monsoon: A synthesis and review. *Aerosol and Air Quality Research* 13, 537-544.
 29. Huh, C.-A., Hsu, S.-C. and Lin, C.-Y. (2012) Fukushima-derived fission nuclides monitored around Taiwan: Free tropospheric versus boundary layer transport. *Earth and Planetary Science Letters*, 319-320, 9-14.
 30. Hsu, S.-C., Huh, C.-A. , Chan, C.-Y., Lin, S.-H., Lin, F.-J and Liu, S.-C. (2012) Hemispheric dispersion of radioactive plume laced with fission nuclides from the Fukushima nuclear event. *Geophysical Research Letters*, doi:10.1029/2011GL049986.
 31. 高弘: 緣起緣滅: 憶在地球所的日子, 三十而立: 中央研究院地球科學研究所成立三十週年紀念專刊(即本專刊), 164-166 頁。

放射性同位素地球化學實驗室沿革

沈君山*

本所於民國七十年在首任所長蔡義本先生的帶領下，決定建立同位素地球化學的研究，並於同年在諮詢委員謝越寧先生的推薦下，聘任劉康克先生由 UCLA 返國服務（劉先生現任職於中央大學水文科學所教授）。劉先生的主要任務乃利用氫、碳及氧三種穩定同位素來研究台灣地區水的循環及對土壤之溶蝕作用，故早期研究目標放在台灣的雨水、河川水、板岩中的有機碳及鋁礫土等素材上。之後，於民國七十三年特聘李太楓先生從加州理工學院回國服務（李先生於民國八十八年當選為中央研究院院士，現任本所特聘研究員），主要借用李太楓先生在質譜儀研究上的長才，以建立本土放射性同位素地球化學的研究。

放射性同位素地球化學研究在台灣的成長，主要可分為三個時期。一、草創階段：從民國七十三年至八十二年，地球所位於台灣大學院本部。本所的放射性地球化學實驗室獨立引導該學門進入台灣的學術界。二、蓬勃發展階段：從民國八十二年地球所搬遷到現址至民國九十年納莉颱風引發洪水重創地球所。台灣各大學地球科學相關學門，紛紛建立各自的放射性同位素地球化學實驗室。本所於此蓬勃發展階段，無條件提供各項技術支援及研究經驗予各相關研究單位。三、研究成熟階段：從民國九十年重建經洪水重創後的地球所後至今。本所重新檢討放射性同位素地球化學的研究方向及儀器設備後，據此擴充各項研究儀器以涵蓋同位素地球化學上之各研究領域。

1、草創階段：

李先生回國後於民國七十三年找了本人擔任第一個幫手，以協助其在舊地球所內（台大院區，現今全球環境變遷中心）建立無塵化學實驗室及質譜儀實驗室。並於同年延攬藍晶瑩小姐（現任本所研究員），以建立變質岩同位素地球化學系統的研究。之後，在民國七十五年陳中華先生由穩定同位素實驗室轉至本實驗室（現任本所研究員兼任副所長），以建立火成岩同位素地球化學系統的研究。再於民國七十六年聘任陳正宏先生（現任實踐大學高雄院區教務長）以建立超基性岩及沈積岩之同位素地球化學系統的研究。至此，本所在固態地球的同位素化學研究上有了初步的規模及完整性。在這草創期間，我們共建立了 class 10000 無塵化學實驗室一間（即每立方英尺，

*本所退休副研究員

直徑大於 0.5 micron 的微塵數少於一萬顆)，並於七十三年底購進 VG 354 固態熱游離質譜儀一台，再於七十九年購進 Finnigan MAT 262 固態熱游離質譜儀一台。VG 354 原為單一接收器之質譜儀，後改良為多接收器型式，其工作效率略差於 Finnigan MAT 262 可調式多接收器質譜儀，直到民國八十九年因接收器損壞無法修復而送進博物館展覽。在這一段引進同位素概念於台灣地球科學界的期間，藍晶瑩小姐完成了台灣片麻岩的同位素研究；陳中華先生提出台灣北部陸上及海上火山帶的成因及活動歷史的新模式；楊燦堯先生完成菲律賓至台灣呂宋島弧火山岩漿隨時空的演化與弧陸碰撞關連的研究；陳正宏先生首先研究台灣沈積岩之同位素及菲律賓呂宋島弧火山岩中超基性捕獲岩；本人提出了鐳同位素和太陽系形成關係的模式；陳心維先生更獨步全球利用質譜儀首先看到核爆生成的 ^{135}Cs 同位素，並以此作為現生環境沈積速率及侵蝕速率的指標。

2、蓬勃發展階段：

李太楓先生與徐遐生院士（曾任清華大學校長）共同發表 X-wind 模式，以解釋太陽系初期形成之機制。並以此機制成功解釋隕石形成之原因，於民國八十五年將此研究成果發表於 Science 期刊。

藍晶瑩小姐於民國七十九年至八十三年期間，與韓國延世大學 Sung-Tack Kwon 教授合作，多次前往南韓採集花崗岩的樣品，以印證南韓可對比南中國陸塊，而非一般認為的對比北中國陸塊。此外，從民國八十五年至今，藍小姐數次深入中南半島採集樣品，在越南發現太古代之南中國陸塊，以此證明南中國陸塊的演化史可追溯至晚太古代。而印支陸塊之最早演化史尚不達太古代。此外，於民國八十四年藍晶瑩小姐與台大王執明教授合寫台灣片麻岩一書，由經濟部中央地質調查所編印。

陳中華先生於民國八十到八十二年至美國加州大學柏克萊分校從事超微標本的分析研究，返國後適逢地球所從台大院區遷返至中央研究院本部，故陳先生歸國後隨即投入第二代無塵化學實驗室的建立及第一代岩石礦物標本前處理實驗室。之後，陳先生的足跡遍及環太平洋島弧帶，從阿拉斯加、堪察加半島、日本、菲律賓、印尼、紐西蘭以研究火山岩漿隨時空演化的機制。此外，於民國八十二年至今，陳先生與日本東京大學的研究團隊，共同研究日本櫻島火山及雲仙火山之噴發，陳先生成為世界上第一個成功利用 Nd 同位素變化，預測火山噴發量的研究，發表於 Nature 期刊。

陳正宏先生於民國八十二年購進電子微探儀（EPMA "JEOL JXA-8900R"）一台，設立於本所現今 217 實驗室從事礦物化學之定點精密分析。民國八十七年，陳先生離開本實驗室。後續工作由當時的博士後研究人員飯塚義之先生（日本籍）接手至今。

本人於民國八十三年到八十四年前往美國加州理工學院從事銻-鐵同位素在隕石學上的研究。返國後隨即於民國八十五年將本所現有 Finnigan MAT 262 質譜儀改裝成具有負離子源功能之儀器，以便研究銻、鐵及硼同位素在地球科學上的應用。並實際將此研究用在台灣北部金瓜石礦區之地球科學研究。

3、研究成熟階段：

本實驗室同仁在本所經洪水重創後，深感外界競爭的腳步與不進則退的壓力，經反覆討論後，決定下列四個方針，以持續本所同仁在同位素地球科學的範疇上，不論在國內甚至在全亞洲皆能居領先地位。方針一：廣納年輕學者。方針二：更新儀器設備。方針三：採專業經理人制，實際負責各實驗室的運轉。方針四：拓展各項新的研究領域，使本實驗室具有世界級的競爭力。經實際執行結果敘述如下：

A. 廣納年輕學者：鑑於 ICP-MS 在地球科學研究上的應用日趨廣泛，特於民國九十一年延攬李德春博士從瑞士返國工作，主要借重李先生在 ICP-MS 研究上的長才。李先生的研究方向是以同位素為主，但興趣卻涵蓋了地球化學、海洋化學、宇宙以及行星化學等多方面的題目。現階段著重於利用數種短半衰期同位素來探討太陽系的起源與演化的歷史。此外，李先生也對海洋中矽藻之演化與放射性同位素在河川沈積物的演化充滿興趣。本所亦於民國九十四年，延攬王國龍博士從澳洲返國工作，王先生的研究內容主要是研究地函捕擄岩的地球化學性質，配合地震觀測資料所顯示岩石圈地函的地球物理性質，深入探討岩石圈地函的地球化學性質演化。藉由新近所發展出高精度的雷射技術應用於銻鐵同位素系統，得以原位分析地函捕擄岩樣本以測定岩石圈地函形成或受交代變質作用的鐵同位素模式年代，作為研究其演化在時間上重要的制約；配合其地球化學性質，得以顯示岩石圈地函地球化學性質隨時間與構造作用的變化。同年本所亦延攬柴吉歐博士（德國籍）來台加入本研究團隊，柴先生的研究目標為結合野外與實驗室工作，來探討隱沒帶地函中岩漿的形成與遷移的速率及過程，並深入了解岩漿庫的演化。

B. 更新儀器設備：陳中華先生於民國九十年，重建第二代岩石礦物標本前處理實驗室，於現今 105 及 108 室，以取代遭洪水淹沒之第一代岩石礦物標本前處理實驗室。李德春先生於民國九十一年主導購進液態感應偶合電漿質譜儀（Nu plasma MC-ICP-MS）一台，設立於現今 218 實驗室，以補固態熱游離質譜儀（TIMS）在地球科學研究上的不足。飯塚義之先生於民國九十二年，購進電子顯微鏡一台（SEM "JEOL JSM-6360LV" + EDS "Oxford INCA-300"），設立於現今 217 實驗室，以補強電子微探儀對微小樣品顯像功能之不足。民國九十三年再加裝 Cathodoluminescence (CL "Gatan Mini-CL")。本人於民國九十二年在現今 B10 室，設置超純酸蒸餾實驗室。李

太楓先生於民國九十二年至今設立飛行時間式質譜儀實驗室於現今 B08 室，分析彗星微塵之各種同位素，以深入研究星球內部核合成的過程及印證 X-Wind Model 對太陽系形成模式的假設。李德春先生有感於第二代無塵化學實驗室之空間及乾淨等級度不足，無法應付海水及隕石中部份微量元素之含量及其同位素組成之研究，故於民國九十三年，增建第三代海洋化學無塵實驗室一間，於現今 A211 實驗室。民國九十三年，本實驗室與本院生物多樣性中心合作，共同研究硫同位素在生物化學上的應用。在該中心支助下購進 Thermo Finnigan MAT 253 硫同位素質譜儀一台，地球所也配合籌建 A212 實驗室，並邀請台大海洋研究所副教授王佩玲博士主持，形成一跨所際合作研究之典範。由於新進人員日多，現有之無塵化學實驗室不敷使用，特邀王國龍先生於民國九十五年，增建第三代無塵化學實驗室一間，於現今 214 實驗室。本人及李德春先生鑑於本實驗室現有之質譜儀無法進行需高精確同位素比值之研究及岩石礦物中微量元素組成之快速分析，在所方、國科會及院方深耕計劃的大力支持下，於民國九十五年購進 Thermo Finnigan Triton 熱游離質譜儀一台，設立於現今 118 實驗室；及 Thermo Finnigan Element II ICP-MS 質譜儀一台，設立於現今 218 實驗室，以再增加本組高精度分析能力。除了高精度溶液進樣分析之設備外，本所亦積極購置固態進樣的雷射燒蒸系統，發展精確且快捷的原位分析技術，目前計有 213 奈米波長的鈹鉛榴石固態雷射兩部和一部 193 奈米波長氣態準分子雷射。

C. 採專業經理人制：民國九十三年，聘任陳春燕博士為本所研究助技師（現為本所研究副技師），專責設計及製造雷射游離二次中性粒子飛行時間式質譜儀，以滿足彗星微塵樣品之分析的需求。同年聘任飯塚義之博士為本所研究助技師（現為本所研究副技師），專門負責電子微探儀及電子顯微鏡的運作。另將許文昱先生由研究助理委任為實驗室專任經理人，總管各質譜儀及各實驗室之正常運作。

D. 拓展各項新的研究領域，使本實驗室具有世界級的競爭力：

本院於民國九十二年通過李太楓先生所提之主題計畫，建立一台雷射游離二次中性粒子飛行時間式質譜儀，以分析彗星微塵的標本。此計畫希望研究美國太空總署於 2006 年初從彗星 Wild-2 攜回的微塵標本，每個標本約只有 10^{-12} 克，借著該質譜儀，希望能測得從元素碳到元素鐵之間的所有元素的同位素比值，用以推測形成太陽系的原始物質，與各恆星的關係。

陳中華先生於民國九十一年到九十二年間受聘至日本京都大學當客座教授一年。並於民國九十年，由陸路轉戰海洋，開始從事深海岩蕊中火山灰與古環境的研究，並前往印尼蘇門答臘 Toba 火山區及印度半島，找尋其蛛絲馬跡。在外游蕩多年後，重新省視台灣大屯山，發現噴發年紀遠較以往所認知年輕，正式認定其為“活”火山。

本院贊助李德春先生於民國九十四年新興計畫及民國九十五年深耕計畫各一筆，新興計畫主要是用來添購一台高解析度電漿離子源質譜儀，此儀器主要的功能是提供岩石、水文以及生物標本中之主要與微量元素分析之用。至於深耕計畫的研究內容是著重在利用多種穩定及放射性同位素來探討太陽系的組成及早期行星之形成與演化的歷史。

在 213 奈米波長的鈹鋁榴石固態雷射於九十六年完成交運測試後，王國龍先生即著手進行雷射分析單顆鈳石中鈳同位素組成、單顆矽酸鹽類礦物中的微量元素含量和鈳石鈾鉛定年方法的建立。有別於傳統溶液進樣的分析方式，此方法將提供另一快速、精確的固態進樣分析方式。其中單顆鈳石中鈳同位素組成的分析方法已廣泛運用於台灣花嶼、台灣中央山脈及雪山山脈、中國峨嵋山大型火成岩區、中南半島、中亞造山帶和日本等地區地殼演化及越南古地理位置的研究。目前更積極藉由新購置的 193 奈米波長氣態準分子雷射，發展同時連結兩感應耦合電漿質譜儀，以同時量測單顆鈳石中鈳同位素組成和鈾鉛定年方法。

另外，王國龍先生在與本人的合作下，利用新進的 Thermo Finnigan Triton 熱游離質譜儀，未來將發展高精度的鐵同位素與鈹同位素分析，精確分析古老高溫岩樣（如科瑪提岩等）中的 ^{186}Os 、 ^{187}Os 與 ^{142}Nd 比值，以探討原始地函是否在地球形成極早期即發生化學分異的現象與地核和地函的交互作用。

柴吉歐博士除了持續對年輕火山岩中結晶成長的年代學研究外，並從火山岩中液態包裹體。來定量探討古岩漿與氣體間的演化。

本人則曾花相當心力於開發海水中 $[\text{CO}_3^{2-}]$ 的代用指標，並與台大魏國彥教授合作，希望能更進一步探討二千萬元來的氣候變化。

飯塚義之博士除了照顧 EPMA 及 SEM，更利用空檔從事魚耳石及古玉的研究，在生物界與考古界闖出一片天。

陳春燕研究副技師花了十年功夫，基於美國阿岡國家實驗室 (Argonne National Laboratory) 的設計，在本所建造一台雷射游離二次中性粒子飛行時間式質譜儀 (SNMS)，不過後續經由實驗測試發現此質譜儀在靈敏度及質量解析度方面，不盡能符合我們的需求，另外當時該儀器設計的目的是為了量取彗星中灰塵的同位素組成變化，在過去一般都認為彗星中的灰塵都是從別的恆星大氣中各自形成的，因此應該記錄了其形成的來源星球不同的組成。不過目前看來彗星中耐熱的灰塵絕大部分都是在太陽系的內側很接近太陽的地方形成的，因此同位素比值都很接近，所以此質譜儀就失去了當初設計分析的對象，但我們也從此過程獲得了儀器開發設置的寶貴經驗及訓

練。日後我們準備將此儀器封存起來，我們從此儀器也得到一個教訓，這台儀器的時代尚未來到，我們採用的時間太早，應該要等相關技術發展更成熟，或我們有足夠優質的工程技術人員先進行必要的研發。聽說美國太空總署已同意支援芝加哥大學與 Argonne National Laboratory 合作發展類似儀器。

4、嶄新的研究方向：同位素地化組 - Nano SIMS

二〇一〇年李太楓院士就開始推動 Nano SIMS 實驗室的建立，其目的是為了利用最新型的儀器，增強地球科學的研究實力，維持我國在該學門的競爭力。二〇一一年年底終於獲得院方肯首，地球所、天文所及環變中心為主要的使用單位。該機的建造極為複雜，預計二〇一三年四月才會運到台灣，目前該儀器製造過程還算順利，已進入最後組裝階段，本院已派本所陳春燕研究副技師及天文所助研究員劉名章赴法國原廠參與此部份組裝工作，作為驗收之一部份。

Nano SIMS 的特長是能夠分析小於 50 奈米的極小區域中物質的同位素化學組成，是目前世界上唯一有此能力的儀器，相較之下，普通的 SIMS 最小只能分析大於 2-3000 奈米的區域，Nano SIMS 在用來搜索隕石中由別的星球來的微塵時，其解析度是一般 SIMS 的 2500 倍，所以可以看到別人無法看到的現象。目前世界上只有二十台左右的 Nano SIMS，其中有一半是用來分析宇宙化學的標本，另一半則用在研究作細胞內部的結構，所以長期來看，該儀器在生命科學的研究上也應該會有很大的潛力。

自從江博明二〇〇四年到職以後，本所對大陸地殼演化及相關的題目，如大陸深隱沒、超高壓變質作用、岩漿作用....等等都重新起飛。“亞洲大陸的增生與演化：增積造山帶 (Accretionary orogens；以中亞與東亞為代表) 與碰撞造山帶 (collisional orogens；以喜馬拉雅山和青康藏高原為代表) 的佐證” 研究子題，更經教育部核可為第二期追求學術卓越計畫之一。此項研究將對亞洲大陸不同陸塊拼合的機制作一全面的了解。



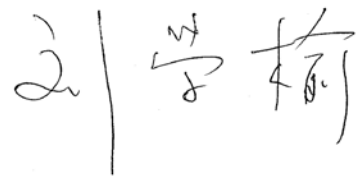
三十年前的地震定位

劉學榆*

經國先生的名言：今天不做，明天就會後悔。如果不是四十年前，有一位先知灼見的吳大猷先生加上初生之犢的三人幫(鄧大量，吳大銘，蔡義本)，開啟了台灣的現代地震觀測與研究。怎麼會有現在在地震發生後不到一分鐘後，就可以知道震央的位置。

我在 1978 年 10 月到地球所服務，當時地球所與中央氣象局合作地震測報，我為了多賺點錢而接了地球所的夜間值班，最重要也是最痛苦的工作是整夜隨時要警覺氣象局值勤人員打電話來要求定地震震央，因地球所的地震儀器比氣象局新，還有李泮鑑教授發展的定位程式快又準。所以在當時氣象局的地震消息發佈資料泰半是地球所提供的。當地震一發生，我必需在十八個地震站記錄上先找到最早進記錄的三至五個站(因三點定位，必需要有三個以上記錄才可計算出震央位置)，先算出 P 波 S 波到達時間，波形上動或下動，震波全部時間，把這些資料先用紙帶打字機(TTY)打出記錄紙帶，因那年代的電腦沒有 Monitor、Keyboard，必需用打孔紙帶輸到電腦中(打孔紙帶比更早期的打孔卡片進步了)。然後再開啟 HP2100 電腦主機，這時就用到我這一輩子忘都忘不了的開機密碼 1-0-10-0-111-111 (102077)，插入大磁碟，輸進紙帶記錄，由電腦計算出震央位置，平均一個地震要 20 分鐘作業時間才能算出震央和地震規模。這已是我自認是高手才能達到的最快時間。1983 年台灣掀起 Apple II 旋風，地球所也買了一套，由當時研究助理秦葆珩(後來得到麻省理工學院地震學博士，Aki 教授高徒)寫定位程式，用 Apple II 電腦計算定位，時間縮短到十分鐘以內，三十年來進步到一分鐘之內，這就是科技一步步累積的成果。

今年是地球所成所三十週年，趙所長囑我協助陳麗美小姐整理地球所過去的歷史資料。我雖不是地球所元老，但因負責行政事務三十多年，經管地球所全部公文，採購，財產檔案，我覺得責無旁貸的將地球所的歷史用這些檔案做個交代。



*本所簡任編審

百聞不如一見—2012 年 Open house 參觀地球所心得

林佑柔*

2012 年 10 月 27 日一早，當所有工作人員都還在忙著準備當天要展示的東西時，我就拿著導覽手冊研究要去哪些研究所參觀。首先，我選的是「地球科學研究所」，我看到了一個非常特別的東西——月岩。這是 1969 年阿姆斯壯登陸月球時帶回來的標本，在之前美國和臺灣還有邦交時送給臺灣的禮物，和我們分享著他們的榮耀。雖然只有小小的四塊，但是卻也代表著人類向太空研究的一大步。

之後，我又到地球所外面，坐上地震體驗車，身歷其境體驗六級地震的威力，體會地震發生時那種天搖地動的情形；參觀海底地震儀展示，聽了專家的解說並填寫 OBS 趣味問答題目，瞭解到原來我們居住的台灣東部和東北部一帶海域底下，有很多板塊碰撞引起的地震活動可能給本島帶來安全的疑慮，而這些海底地震活動有很多是安裝在陸上的地震儀器所難以偵測的，科學家必須依靠長期部署在海床上的海底地震儀收取大量的地震波和水壓信號資料，才能把這些地震產生的機制和地殼特性弄清楚。看到國內已經有能力自己製造海底地震儀，甚至可以外銷到韓國，也為這些科學家感到驕傲。再到室內的中庭參觀地球所展示的大屯火山模型，瞭解到萬一有一天大屯山或七星山的火山又爆發，天母一帶將首當其衝面臨災難的威脅。

地球所雖然安排了很多項參觀活動，我只看了隕石、海底地震儀、火山和乘坐地震體驗車就已經幾乎耗費了我一整天的時間。經過了一整天的參觀活動，雖然覺得很累、很疲倦，但是能讓我學到許多課本上沒有的知識，還能親手操作實驗、親眼看到神奇的景像，真的覺得收穫很多。以前曾經聽人說過，教我千百遍，不如讓我實際操作一次。在這次的參觀體驗中，讓我很佩服這個人，說出我的心聲。我覺得很多基礎科學是從做中學，透過不斷的實驗過程和科學家的獨有創見，可以發現更多的真理，而學生也從中得到深刻的印象。古人說：「百聞不如一見。」透過火山模型，讓我看到類似火山爆發的情況。利用紅墨水、肥皂泡和乾冰，製造火山爆發，真是太奇妙了！身為地球人的我們，對於地球有多少了解呢？透過模型、體驗、解說，先從身邊的事物開始了解他吧！這天，真是熱鬧又豐富的一天。

*南山高中學生

林佑柔

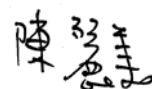
編輯感言

陳麗美*

2012年5月我很榮幸被趙所長指派編輯本所「成立三十週年紀念專刊」，並兼稿件收集聯絡窗口，我當時沒考慮到這是個艱鉅的任務。地球所從1969年4月三位旅美地震學者鄧大量、吳大銘及蔡義本聯名向當時的國科會主委吳大猷先生提出「台灣地震研究」的構想迄今，歷經1971年9月底正式成立「行政院國家科學委員會地震專案小組」，1973年4月「地震專案小組」改隸「中央研究院物理所地震組」，1976年7月成立「地球科學研究所籌備處」，並於1982年8月正式成立「中央研究院地球科學研究所」，至2012年已歷經四十餘個年頭了。

第一任所長蔡義本先生2012年5月16日到所裡演講，以回顧台灣的地震學發展，他要我幫他收集一些資料，我想到「中央研究院週報」及「院訊」對全院及各所、處及中心的活動有很詳實的報導，那是我提供蔡前所長資料及編輯三十週年紀念專刊的來源及寶庫，也感謝所裡歷任的週報及院訊編輯委員提供資料給院方，才能將所裡的重要歷史事件以文字方式保留下來。

本專刊得以完成，除感謝歷任主任/所長、諮詢委員及所內同仁的投稿外，也感謝國內地球科學界相關單位首長的祝賀。並感謝提供編輯意見及協助的蔡義本、葉永田、葉義雄前所長、創所諮詢委員鄧大量教授、王錦華特聘研究員及扈治安、郭本垣及趙里研究員等；提供部分文字資料及照片的劉忠智研究技師、黃文紀研究副技師、劉文相技正、劉學榆編審、姚秀寬小姐、宋鳳龍小姐、邱慧芬小姐及李毅翔先生等人；也要感謝我的工作夥伴陳怡君小姐協助整理資料，並將本所歷史從1969-2012以power point檔呈現在所內網頁；最後，感謝趙所長給我這個機會來編輯此專刊，為本所歷史留下紀念與記錄。



*本所編審

賀詞

賀地球所三十週年慶	翁玉林	267
賀中央研究院地球科學研究所成立三十週年	陳汝勤	268 -269
慶賀地球科學研究所成所三十週年	劉紹臣	270
中央研究院地球科學研究所成立三十週年誌慶	辛在勤	271
攜手共進合作無間—記中研院地球所與中央大學	王乾盈	272 -273
中央研究院地球科學研究所三十週年 頂尖精進 締造新境	劉說安	274
慶賀中央研究院地球科學研究所成立三十週年	林朝宗	275

賀地球所三十週年慶

翁玉林*

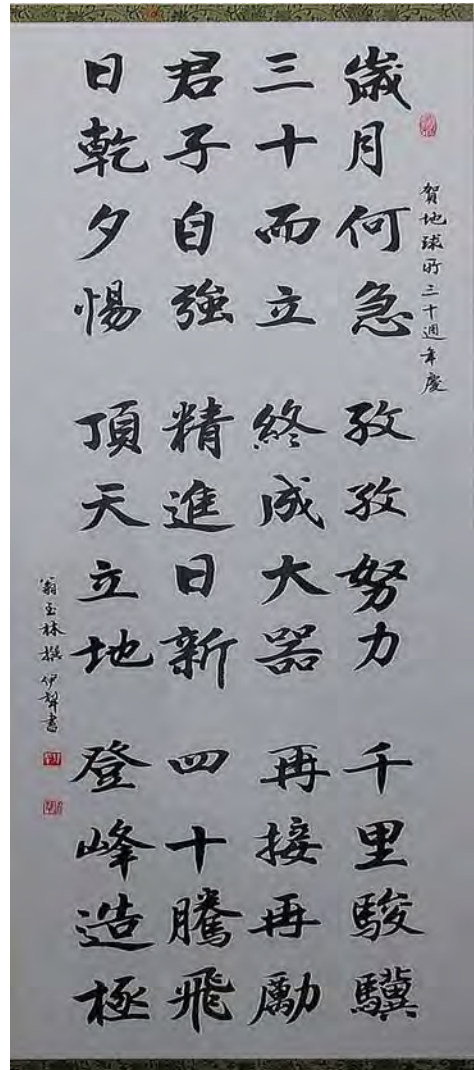
歲月何急	三十而立 ¹
君子自強	日乾夕惕 ²
孜孜努力	終成大器
精進日新	頂天立地 ³
千里駿驥	再接再勵
四十騰飛	登峰造極

註 1： 論語為政篇：“三十而立”。

註 2： 易經乾卦：“君子自強不息”，
“君子終日乾乾，夕惕若厲，無咎”。

註 3：“天”： GPS，“地”： 地震儀。

翁玉林



*美國加州理工學院地質與行星科學系教授
本所諮詢委員
中央研究院院士
書者伊犁女士（旅美作家）、翁玉林夫人



賀中央研究院地球科學研究所成立三十週年

陳汝勤*

中央研究院地球科學研究所是國內地球科學界的重鎮，多年來在地震學、地體構造物理學、地球化學及礦物岩石物理學研究方面均有傑出的表現與貢獻，在很多領域如強地動地震學、穩定同位素、放射同位素、古地磁方面均開國內研究之先河。1997年中研院地球所完成台灣新地體構造型態圖（Morphoneotectonic map of Taiwan）由中央地質調查所印製發行，其後又實施台灣-呂宋地區地殼變形之 GPS 觀測及數值模式研究，均有優異之成果。此外對台灣地區氫氧同位素水文變化亦多所貢獻，並由穩定同位素資料推論台灣地下水區遭海水入侵之情況。

中研院地球所十分重視國際合作與兩岸合作，在中南半島曾完成其基盤岩之地球化學研究，與美國卡內基研究院合作在臺灣東部設置高靈敏度的井下應變儀陣列，觀測慢地震及斷層暫態滑移計畫。與俄羅斯科學院合作進行中亞造山帶新生地殼和岩石圈地函演化的研究，及貝加爾湖湖泊沈積物的非傳統穩定同位素成分的研究。此外與美國 Woods Hole 海洋研究所合作進行海底地震儀（OBS）研究，並執行中國蘇魯超高压變質區之氫氧同位素異常之研究。

中研院地球所經常舉辦學術研討會與學術演講，來台訪問之國外學者常在地球所發表演講。現附上相片兩張作為祝賀之意，一為 1984 年中法板塊構造研討會與會者之合照（攝於台大校園內地球所舊址，第 2 排左起第 8 人為地球所蔡所長義本）（圖一），另一為 1993 年第 10 次學術諮詢會議與會者之留影（攝於南港中研院地球所大門前，前排右起第 5 人為當時地球所所長葉永田博士，前排左起第 6 人為吳主任委員吳大猷）（圖二）。更希望中研院地球所百尺竿頭更進一步。



圖一、一九八四年中法板塊構造研討會與會者之合照
(攝於台大校園內地球所舊址，第2排左起第8人為地球所蔡所長義本)。



圖二、一九九三年第十次學術諮詢會議與會者之留影
(攝於南港中研院地球所大門前，前排右起第5人為當時地球所
所長葉永田博士，前排左起第6人為吳主任委員大猷)。

陳汝勤 2012.8.

*國立台灣大學海洋研究所名譽教授



中央研究院

環境變遷研究中心

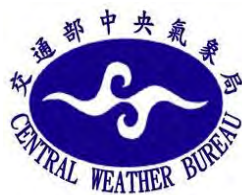
慶賀地球科學研究所成所三十週年

劉紹臣*

十年樹木，百年樹人，地球科學研究所成所三十週年，不僅培育了傑出的地球科學研究人材，更扶植了環境變遷研究中心的研究人員，為台灣地球科學、環境科學、氣候變遷的研究做出重要貢獻。

2012. 10. 16

*本院環境變遷研究中心特聘研究員兼主任
本所諮詢委員
中央研究院院士



交通部中央氣象局

中央研究院地球科學研究所成立三十週年誌慶

辛在勤*

卅載耕耘 福國利民

追根究底 專業典範

承先啟後 廣栽才俊

學術先鋒 再創新猷

辛在勤

敬賀

*中央氣象局局長
本所兼任研究員



攜手共進合作無間-記中研院地球所與中央大學

王乾盈*

中央研究院地球科學研究所慶祝 30 週年，而中央大學地球物理研究所於 2012 年也剛過完 50 歲生日，兩個單位成長過程中一直互相扶持，攜手共進，為台灣地球科學研究工作奉獻。

1998 年在劉兆漢校長扶持下，中大地科院從理學院分出，獨立成院，第一任正式院長是蔡義本教授，蔡教授也是 1970~80 年代地球所所長。蔡教授治軍嚴謹，視野遼闊，為地球所立下堅實基礎，早年在中大上地震學，都要到中研院訪問實習，名之朝聖，看到中研院滿坑滿谷的儀器，令人羨慕。蔡教授也在中大地科院創立典範，建立制度源流至今。近年，中大地科院趙丰院長轉任地球所所長，二單位之密切交流，更是有跡可尋。

中大培育的優秀畢業生很多都進中研院服務，而中研院學者到中大兼任授課，亦極平常。早年地球所設立兩套系統，對台灣地球科學研究影響深遠，一是遙記式地震觀測網 TTSN，承擔 1970~1990 年代台灣地震觀測重任，更重要的，該網在地球所睿智推動下，1990 年移棲到氣象局，合編成為現今的 CWBSN，對台灣地震觀測建立分工架構，使得後來各單位間的地震研究合作，密切無間。另一為設立全島地震預測觀測網，除了地震的部分，也採用地球物理方法，包括重磁、地形變等，雖然後來該網部分工作未能持續，但培育的人才轉到中大，對中大幫助很大。

九二一地震是台灣地震界大事，在地球所主導的國科會計畫，許多研究都是兩單位合作進行，甚至持續到現今的鑽井的 TCDP 計畫、台灣板塊的 TAIGER 計畫或兩岸計畫。近年，兩單位合作推動 TIGP 國際學生學程，教學主要在中研院，行政工作則由中大來做，更是教研合作範例。每年中大大學部學生競相到地球所暑期實習，研究生做論文，也是學生間的盛事。有件事或許值得一提，2001 年九月納莉颱風，地球所「水淹金山寺」，中大派了幾十位學生前來幫忙清除地下室污泥，雖是小事，但兄弟有難，理當相助。

今年祝賀地球所 30 年所慶，緬古懷今，感謝兩單位傳統的合作無間，也希望未來能攜手共進，再創新局。

A handwritten signature in blue ink, consisting of three characters: '王' (Wang), '勉' (Mian), and '曼' (Man).

* 中央大學地球科學系教授
中央大學地球科學院院長



中央研究院地球科學所三十週年

頂尖精進 締造新境

劉說安*

隨著科技日新月異的二十一世紀到來，面對全球暖化日益惡化、氣候異常現象日益頻繁，以及環境更加惡化，為避免災害擴大及減災，地球科學研究所專家先進，莫不戮力投入科研，發揮各項專業於極致，諸如地磁學、測地學、全球衛星定位系統和重力研究、放射性和穩定性同位素分析、地質和宇宙礦物學、火山和地體構造學等，充分運用地球環境儀器及設備監測台灣周遭環境狀況，適時提供政府單位進行防災及減災決策的參考，成為國土安全維護與進步的重要推手。尤其是台灣位於環太平洋地震帶上，地震頻繁，周遭環境的觀測與研究，對於人口稠密的台灣而言，顯得格外重要。貴所在地球科學研究方面的卓越成果，讓我們國民在地震前做好更完善的準備，在地震時更能應對，在地震後更能調適，著實將地震災害程度減至最低，是住在這塊土地全民的福祉。此外，貴所不遺餘力地與各產官學研單位合作，推廣地球科學知識普及、提升高等教育水準與協助培育專業人才，亦是不斷注入活力與創新知識的關鍵力量！

*國立中央大學太空及遙測研究中心教授
台灣地球觀測學會理事長



經濟部中央地質調查所
Central Geological Survey

慶賀中央研究院地球科學研究所成立三十週年

林朝宗*

地球科學研究所三十年來在地球構造演化、板塊觀測、地震活動、火山活動、全球環境變遷及其他地球科學各方面的研究成果，不但為國內相關領域的應用研究奠定深厚的基礎，並為國際社會所肯定。祝地球科學研究所永續發展，再創佳績。

*經濟部中央地質調查所所長

附錄

歷任主任/所長大事記
獎項與榮譽

279 -291
293 -296

歷任主任/所長大事記

游世高/主任(1971.9~1973.4) 行政院國家科學委員會地震專案小組		
西元	月份	大事記
1971年	9月	● 國科會第九次委員會議，通過「行政院國家科學委員會地震專案小組簡則」，正式成立「地震專案小組」。
1972年	12月	● 1972年開始設置臺灣遙記式地震網 (TTSN)，12月開始運作。
游世高/主任(1973.4~1973.5) 中央研究院物理所地震組		
西元	月份	大事記
1973年	4月	● 國科會地震專案小組改隸本院「物理所地震組」。
1973年	5月	● 舉行「中美科學合作計畫」下之「中美地震科學研討會」。
蔡義本/主任(1973.6~1976.6) 中央研究院物理所地震組		
西元	月份	大事記
1973年	7月	● 開始將台灣遙記式地震網觀測結果，以每三個月定期編印成「台灣地震紀錄」，一直持續至1991年為止。這些地震活動資料提供釐清台灣地區板塊構造輪廓之依據。
1973年	8月	● 前棟二層地震研究大樓在台大校區動工興建。於1975年1月完工啟用。
1974年	1月	● 開始在全台各地陸續設置SMA-1強震儀，蒐集本土強震資料，供作工程耐震設計之應用。並利用十部可攜型地震儀進行微震活動調查，供作重大工程場址地震安全性評估之依據。
1974年	12月	● 本院評議會就1974年7月院士會議之建議，于1974年12月28日第八屆評議員第五次會議，決議“以物理所地震組為基礎，在本院設置「地球科學研究所」，先行設立籌備處”。
1975年	2月	● 與中國地質學會合辦「台灣大地構造問題座談會」。綜合最新海域、陸上及地下地質與地球物理資料，對台灣大地構造問題，進行研討。
1975年	4月	● 美國駐華大使安克志先生及駐台協防司令史奈德中將蒞臨參觀訪問，由錢思亮院長及台大閻振興校長親臨接待。

1975 年		● 與工業技術研究院礦業研究所合作，完成台北大屯山及宜蘭土場地熱區之微震調查，供作地熱能源評估之參考。
1975 年 1976 年	10 月 5 月	● 舉辦「台灣區域地質」系列專題演講。敦請國內資深地質、地球物理及礦業專家、學者擔任主講人，就各自專精領域，進行深入演講。
1976 年	2 月	● 與美國地質調查所合作，完成設置最新式的 TATO 地震研究觀測站 (Seismic Research Observatory)，與全球地震觀測接軌。
蔡義本/主任(1976.7~1982.7) 中央研究院地球科學研究所籌備處		
西元	月份	大事記
1976 年	7 月	● 奉總統府核准自 7 月 1 日起成立「地球科學研究所籌備處」。
1976 年	7 月	● 地球所設所諮詢委員會成立，為設所籌備時期之決策組織。由錢思亮院長敦聘十二位國內外專家學者擔任委員，吳大猷先生為主任委員。
1976 年	7 月	● 行政院李國鼎政務委員蒞臨訪視，作為評估本所五年發展計畫之參考。
1976 年	9 月	● 美國柏克萊加州大學地震研究所所長 Bruce Bolt 教授來訪，洽談推動中美合作「台灣地區大型強震儀陣列研究計畫」事宜。
1976 年	10 月	● 美國地質調查所 Jack F. Evernden 博士來訪，就推動中美合作「台灣地震預測研究計畫」，交換意見。
1977 年	1 月	● 本處接受中油公司台灣油礦探勘總處委託，進行宜蘭縣清水及土場地熱區微震調查，作為評估地熱潛能之參考。另接受台北市自來水事業處委託，進行翡翠水庫壩址地震研究，提供大壩耐震設計參考資料。
1977 年	8 月	● 國際大地測量及地球物理學聯合會 (IUGG)非常會員大會在英國德拉姆 (Durham)舉行，黃春江將與蔡義本主任代表與會。
1977 年	12 月	● 本處與內政部營建司共同主辦「台灣工程基礎問題研討會」，此研討會促成山坡地開發工程基礎設計法規之研修及「中華民國工程環境學會」之成立。
1978 年	6 月	● 本處為慶祝中央研究院成立五十週年，舉辦「台灣區域

1979年	8月	<p>地球物理研討會」。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本處與美國南加州大學與加州大學河邊分校合作進行之「台灣地震預測研究計畫」正式啟動。本計畫分別由美國地質調查所與我國國科會補助經費。多項貴重儀器及人員交流對本所研究領域之拓展發揮關鍵性作用。
1980年	4月	<ul style="list-style-type: none"> ● 美國國家科學基金會 Donald Senich 及劉師琦博士來訪，就中美合作「台灣地區大型強震儀陣列研究計畫」交換意見。
1980年	6月	<ul style="list-style-type: none"> ● 新購置之 Micromass 602E 型質譜儀完成安裝，正式展開穩定同位素地球化學研究。
1980年	8月	<ul style="list-style-type: none"> ● 奉准增建後棟四層研究大樓正式開工，於 1982 年 7 月完工啟用。
1980年	8月	<ul style="list-style-type: none"> ● 與美國柏克萊加州大學的 Bruce Bolt 與 Joseph Penzien 教授合作進行之「台灣地區大型強震儀陣列研究計畫」野外設站開始。本計畫分別由美國國家科學基金會及我國國科會補助經費。
1980年	9月	<ul style="list-style-type: none"> ● 第十八屆國際科學聯合會總會(ICSU)會員大會在荷蘭阿姆斯特丹舉行，我方代表為吳大猷院士、郝履成、蘇仲卿、王紀五先生及蔡義本主任。
1981年	9月	<ul style="list-style-type: none"> ● 舉辦「中美強震儀陣列專題研討會」，就先進儀器設計、運作、記錄處理，以及記錄資料在地震學與工程學上之應用等議題進行研討。
1981年	12月	<ul style="list-style-type: none"> ● 中央研究院地球科學研究所集刊 (年刊，以英文發行)，第一卷於 1981 年 12 月出版，至 2000 年停刊，共出版二十卷。
1982年	5月	<ul style="list-style-type: none"> ● 榮獲兩次諾貝爾物理獎之美國伊利諾大學 John Bardeen 教授夫婦蒞臨訪問。
1982年	7月	<ul style="list-style-type: none"> ● 舉辦「同位素地質研討會」，加速本所在此領域之發展。
<p>蔡義本/所長(1982.8~1985.7)</p> <p>中央研究院地球科學研究所</p>		
西元	月份	大事記
1982年	8月	<ul style="list-style-type: none"> ● 本所正式成立，蔡義本先生擔任首任所長，葉永田先生擔任副所長；同時成立學術諮詢委員會，由鄧大量先生擔任主任委員。
1982年	9月	<ul style="list-style-type: none"> ● 第十九屆國際科學聯合會總會(ICSU)會員大會在英國劍橋

1982年	11月	<p>大學舉行，吳大猷院長、蔡義本所長及王紀五、蘇仲卿、周昌弘先生代表我方出席。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 古地磁實驗室成立。美國夏威夷大學徐文達博士應邀來所三個月，指導安裝及測試古地磁儀器。
1983年	5月	<ul style="list-style-type: none"> ● 學術諮詢委員、美國南加州大學鄧大量教授為中美合作「台灣地震預測研究計畫」，攜來多套「氬氣連續記錄儀」，先後設置於烏來、金山、礁溪、蘇澳、安通等地，對溫泉含氬量進行觀測。
1983年	8月	<ul style="list-style-type: none"> ● 第十八屆國際大地測量及地球物理學聯合會 (IUGG)大會在德國漢堡舉行，阮維周院士、本所蔡義本、葉永田、王錦華及黃春江、陳正宏、黃胤年、梁乃匡、王時鼎、顏清連先生等代表與會。
1984年	1月	<ul style="list-style-type: none"> ● 李太楓博士應聘到所，籌建固離子源質譜儀實驗室，啟動本所放射性同位素地球化學及天文研究。
1984年	1月	<ul style="list-style-type: none"> ● 「第一屆中美防災科技研討會」，於1月16至19日於成功大學舉行，本所蔡義本所長與葉永田副所長等與會。
1984年	4月	<ul style="list-style-type: none"> ● 由我國國科會與法國文化科技協會主辦，本所與經濟部中央地質調查所協辦，在本所舉行「中法板塊構造研討會」，除中、法學者外，另邀請美、英、德、日、菲律賓及印尼學者參加，會後並安排地質旅行。
1984年	9月	<ul style="list-style-type: none"> ● 第二十屆國際科學聯合會總會(ICSU)會員大會在加拿大渥太華舉行，代表出席者有王紀五、蘇仲卿、沈君山、蔡義本所長及周昌弘等。
1985年	1月	<ul style="list-style-type: none"> ● 本所與美國電力研究所及台灣電力公司於1985年1月起合作進行「羅東大比例尺模型震測計畫」。
1985年	3月	<ul style="list-style-type: none"> ● 「中日防災科技研討會」，由國科會與日本交流協會主辦，於3月20至25日在本所及臺大地震工程中心舉行。
1985年	4月	<ul style="list-style-type: none"> ● 本所與中央氣象局合辦「一九三五年新竹、台中地震紀念研討會」，會後並至當年震災區進行野外地質考察。
1985年	5月	<ul style="list-style-type: none"> ● 本所與台大海洋研究所、夏威夷大學地球物理研究所共同執行「台灣東部及東方海陸聯合地震觀測與折射」合作研究計畫，對該區域之地震活動、地殼構造及板塊運動進行綜合性研究。

葉永田/代理所務(1985.8~1987.7) 中央研究院地球科學研究所		
西元	月份	大事記
1985年	8月	● 蔡義本所長請辭赴美，由葉永田副所長代理所務。
1985年	11月	● 澳洲國立大學研究員劉玲根博士，受聘為本所國科會客座專家，主持「Investigation of Deep-Focus Earthquake Mechanism」之研究計畫，並主持「高壓相變系列演講」，為本所高溫高壓實驗室之開端。
1986年	8月	● 王錦華副研究員主持國科會自然處的第一件大型整合計畫：「地震波傳遞與強地動研究計劃」。
1986年	9月	● 第二十一屆國際科學聯合會總會(ICSU)會員大會在瑞士伯恩大學舉行，代表我國出席者有蘇仲卿、沈君山、周昌弘、葉永田代所長。
葉永田/所長(1987.8~1993.7) 中央研究院地球科學研究所		
西元	月份	大事記
1987年	8月	● 葉永田先生獲聘為本所所長，李太楓先生為副所長。
1987年	8月	● 第十九屆國際大地測量學及地球物理學聯合會 (IUGG)大會在加拿大溫哥華舉行，阮維周院士、本所葉永田、葉義雄、李太楓、邱宏智、劉啟清及溫國樑先生等出席與會。
1987年	9月	● 更新臺灣遙記式測震網，引進最新由南加州大學研發之大動態範圍傳播系統(OTS)，改以計算機為基礎的數位化記錄。
1988年	1月	● 舉行「第二屆強震儀陣列」研討會，會議第三天，安排參觀位於羅東境內之 SMART-1 陣列及羅東陣列。
1988年	4月	● 由國科會與美國國家科學基金會共同主辦，本所、台大土木工程研究所及美國密蘇里大學協辦之「第二屆中美防災科技研討會」，於4月11至15日在台大思亮館國際會議廳舉行。
1988年	7月	● 葉永田所長7月9日至24日前往日本訪問考察防災科技研究與防災體系，並參加「中日防災科技研討會」。
1988年	9月	● 第二十二屆國際科學聯合會總會(ICSU)會員大會在北平舉行，蘇仲卿、周昌弘先生及葉永田所長代表與會。
1989年		● 開始臺灣 GPS 大地測量。

1989年	3-12月	● 舉辦一系列「碰撞帶」演講。
1989年	7月	● 美國普渡大學謝越寧教授在本所舉辦「穩定同位素地質」系列演講。
1989年	8月	● 中央氣象局成立地震測報中心，本所兼任副研究員辛在勤任首任主任。
1990年	4月	● 葉永田所長3月28日至4月11日隨同行政院國科會「中美防災合作計畫」考察團赴美國商討計畫作業構想，並訪問防災機構及蒐集資料。
1990年	6月	● 本所在南港院本部之地球科學研究大樓，完成工程招標，於6月27日破土開工。
1990年	9月	● 第二十三屆國際科學聯合會(ICSU)會員大會於9月27日至10月9日在保加利亞舉行，蘇仲卿、周昌弘、葉永田所長與動物所所長吳金洌先生代表我國出席。
1990年	7月	● 鄧大量先生當選中央研究院第十八屆院士。
1990年	11月	● 汪中和研究員獲聘為副所長。
1990年	12月	● 由國科會及中央研究院共同贊助，著手 SMART-II 陣列之規劃。此陣列在1990年12月初開始安裝，陣列設置於花蓮地區，包含40個自由場測站及4個井下地震儀。
1991年		● 本所臺灣遙記式測震網 TTSN 併入中央氣象局地震觀測網。
1992年		● 開始氣象局之臺灣強震觀測計畫 (TSMIP)，廣設自由場及結構物強震儀系統。本所成立台灣寬頻地震觀測網 (BATS)。
1992年	5月	● 葉永田所長及研究員葉義雄及兼任研究員辛在勤參加於1992年5月6-8日在北京舉行之「第一屆兩岸地震學術討論會」，由中國地震學會與兩岸發展研究基金會主辦。此為正式經政府同意，兩岸地震界和地震工程界專家和學者的首次會議，也是開展直接交流的開端。
1992年	7月	● 全所進行搬遷作業，行政室、電子室、圖書室及地震組，於12月底完成搬遷，各實驗室於1993年9月全部搬遷完成。
1993年	8月	● 1993年8月1日葉永田所長任期屆滿，聘俞震甫研究員為副所長代理所務，聘期自1993年8月1日起至1994年7月31日。

吳大銘/代所長 (1993.9~1994.7) 中央研究院地球科學研究所		
西元	月份	大事記
1993 年	9 月	● 吳大銘先生獲聘為研究員兼代所長，葉義雄研究員為副所長。
1993 年	10 月	● 第二十四屆國際科學聯合會(ICSU)會員大會於 10 月 4 日至 9 日在智利聖地牙哥舉行，蘇仲卿、周昌弘、吳金洌先生及本所葉永田研究員等 4 人代表我國與會。
1993 年	10 月	● 舉辦一系列「臺灣造山運動」演講與討論會。
1994 年	7 月	● 毛河光教授當選中央研究院第廿屆院士。
葉義雄/所長 (1994.8~2000.7) 中央研究院地球科學研究所		
西元	月份	大事記
1994 年	8 月	● 吳大銘先生代理所長任期屆滿返美，葉義雄研究員獲聘為所長，汪中和研究員獲聘為副所長。
1995 年	2 月	● 「第二屆兩岸地震學術研討會」2 月 21-23 在本院學術研究中心舉行，此次會議計有兩岸地震界和地震工程界專家和學者五十六人參加。
1995 年	7 月	● 第二十一屆國際大地測量學及地球物理學聯合會 (IUGG) 大會 7 月 2-14 日在美國科羅拉多州 Boulder 舉行，由氣象局局長蔡清彥領隊，本所葉永田研究員等代表與會。
1995 年	8 月	● 全球最大的專業震測研究船—美國哥倫比亞大學「尤英號」於八月二十三日從基隆港出發，在台灣周圍海域以高能量的「高壓空氣槍陣列」，進行台灣歷年來最有系統、最大規模的海域及陸地深部地殼探測計畫。參與者包括本所、台大、中央氣象局、中央大學、中正大學、海洋大學及中油等數十位國內海洋及地球科學界的研究人員。本所葉義雄所長負責陸上觀測的協調事宜。
1996 年	4 月	● 余水倍研究員與菲律賓火山與地震研究所合作進行的「台灣—呂宋地區板塊速度及呂宋島弧內部變形研究計畫」，完成了首次台灣呂宋地區之 GPS 觀測作業，對台灣呂宋地區地殼板塊運動的觀察研究有極大的助益。
1996 年	4 月	● 與中國地質學會合辦「東亞岩石圈動力學研討會」，研討主題包括：東亞地質資源、東亞岩石圈與地函動力、華南

		板塊運動與地殼演化，計有來自東亞地區的學者專家約一百五十餘人與會。
1996年	8月	● 副所長汪中和任期屆滿，由研究員藍晶瑩接任。
1996年	9月	● 李太楓研究員自9月1日起代理天文及天文物理研究所主任，任期至1997年5月21日止。
1996年	10月	● 舉辦「台灣碰撞模式的來龍去脈」研討會。
1997年	8月	● 研究員兼所長葉義雄先生，獲聘續任所長，聘期自1997年8月1日起至2000年7月31日止。
1997年	9月	● 舉辦「全球變遷在台灣」研討會，結合大氣、海洋、地質及陸生環境的學者，以不同的專業與角度，共同探討全球變遷在台灣的重要課題。
1998年	6月	● 舉辦「台灣地殼構造研討會」。
1998年	7月	● 一九九八年西太平洋地球物理會議 (1998 Western Pacific Geophysics Meeting-WPGM)在台北市信義路的國際會議中心舉行。
1998年	11月	● 葉永田研究員應李遠哲院長指示規畫本院「環境變遷(或永續發展)研究中心」，於11月11日至24日分赴美國加州大學河濱校區和亞利桑納大學 (Tucson, Arizona) 訪問。
1998年	12月	● 由本所、中國地球科學學會、中國地球物理學會主辦召開「環境地球科學研討會」。研討會由葉永田研究員主持，邀請扈治安研究員、金恆鏞先生 (台灣省林業試驗所)及劉紹臣教授 (喬治理工學院)演講。
1999年	1月	● 1月29日「國際科學理事會中華民國委員會」，於本院召開第一次會議。會中通過「國際科學理事會中華民國委員會會章」，並按規章選舉常務委員，葉永田研究員當選九位常務委員之一。
1999年	2月	● 舉辦「深部地球：地核研究的新發展」研討會。
1999年	5月	● 李太楓研究員生當選美國人文及科學院 (American Academy of Arts and Sciences) 「國外榮譽院士」 (Foreign Honorary Member)。
1999年	7月	● 第二十二屆國際大地測量學及地球物理學聯合會 (IUGG) 大會7月19-30日在英國伯明罕舉行，葉義雄所長等八人參加。
1999年	8月	● 「第三屆海峽兩岸地震科技學術研討會」，8月23日至26

1999 年	9 月	<p>日於大陸西安舉行，我方由本所主辦、兩岸發展研究基金會及中央氣象局協辦。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 9 月 21 日凌晨一點四十七分，發生芮氏規模七點三的大地震，震央在南投縣集集鎮，造成全臺灣廣大區域停電，中部各縣市嚴重受損，災情遍及全台。
1999 年	10 月	<ul style="list-style-type: none"> ● 集集大地震後，王錦華研究員主持國科會「地震及活動斷層跨部會重大科技計劃」，為期 5 年。
1999 年	11 月	<ul style="list-style-type: none"> ● 新聘劉紹臣先生為特聘研究員，主持本院環境變遷主題研究計畫，並為本院籌劃設立環境變遷研究中心。
2000 年	7 月	<ul style="list-style-type: none"> ● 李太楓研究員，當選中央研究院第二十三屆數理組院士。
<p>李太楓/所長(2000.8-2004.8) 中央研究院地球科學研究所</p>		
西元	月份	大事記
2000 年	8 月	<ul style="list-style-type: none"> ● 葉義雄所長任期屆滿，李太楓院士獲聘為所長，研究員余水倍、郭本垣獲聘為副所長。
2000 年	10 月	<ul style="list-style-type: none"> ● 成立特別委員會 (Ad-hoc Committee)，以 UC Berkeley 之 Don dePaolo 教授為主席，邀請國內外專家學者共九人，討論適合臺灣發展的研究方向。
2001 年	1 月	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 月 30 日舉辦「板塊邊界觀測站研究計畫」研討會，邀請 Paul Silver 教授介紹美國 PBO 計畫籌劃現況，並請國內相關領域地科研究人員共同討論 PBO 概念在台灣的可行性。
2001 年	4 月	<ul style="list-style-type: none"> ● 舉行「Taiwan Continental Dynamics Workshop」，與會學者除了本所同仁及國內相關大學及單位的學者專家外，並有來自美國的數位地球科學家（如紐約州立大學的吳大銘教授、康乃爾大學的 Larry Brown 教授、德州大學的 Y. Nakamura 教授等人）。會中曾就中美合作計畫--台灣地體動力及地震研究（Taiwan Geodynamical and Earthquake Research, TiGER）--進行雙方之報告及討論。並達成初步決議，進行台灣本島及附近海域的炸測研究，海上部份則與國立台灣大學海洋研究所進行合作研究。
2001 年	9 月	<ul style="list-style-type: none"> ● 遭納莉颱風侵襲，本所地下整層遭四分溪暴漲河水淹沒，大樓機電空調設備、古地磁實驗室、高壓實驗室、拉曼光譜實驗室、地震儀器室、珈瑪實驗室、膠實驗室、微量氣

2001年	10-11月	<p>體實驗室、地震記錄檔案儲存室、岩樣儲存室及冰庫等，全部毀損，損失上億。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 10月29-31日在本所舉行「板塊邊界觀測站研究計畫 -臺灣 (Plate Boundary Observatory-Taiwan Workshop)」研討會 (Paul Silver和余水倍主持)，會後於11月1日至2日到花東縱谷地質考察。
2002年	5月	<ul style="list-style-type: none"> ● 本所與國科會「地震及活斷層研究」跨部會重大科技計畫辦公室於5月1日在本所主辦「331花蓮外海地震研討會」。
2002年	6月	<ul style="list-style-type: none"> ● 為慶祝本所成立二十週年及回顧本所以往發展之脈絡並展望未來地球科學之研究，邀請本所九十年新聘之學術諮詢委員及國內外知名研究學者，就台灣未來之地球科學發展方向舉行「地球科學的前緣」國際研討會及學術諮詢會議，以共同擘劃本所未來研究藍圖。
2002年	10月	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球所二館正式啟用。完成後棟鋼骨結構建築，地下室設立機電設備，一樓為停車場，二樓為實驗室。
2002年	11月	<ul style="list-style-type: none"> ● 2002年11月11日南京大學張萬春、徐夕生、高抒、李滿春及徐建剛教授，於第四屆尖端科學研討會後來訪。
2002年	11月	<ul style="list-style-type: none"> ● 2002年11月20日四川科學技術學會，由中國科學院院士劉寶珺帶領曾祥煒、張慶成、張林祥、侯建平、馬睿教授來訪。
2002年	11月	<ul style="list-style-type: none"> ● 「台灣之第四紀」第九次研討會於11月22-23日在本所舉辦。
2002年	11月	<ul style="list-style-type: none"> ● 11月28-29日舉辦「The 2002 APEC Symposium on Confronting Urban Earthquake/Seismic Early Warning」，野外地質旅行：The Chelungpu Fault in Central Taiwan。
2003年	3月	<ul style="list-style-type: none"> ● 3月4日至5日本所舉辦「Ocean Bottom Seismometers (OBS) , Technology and Opportunities」研討會，由郭本垣及 Spahr Webb (Lamont-Doherty Earth Observatory) 主持。
2003年	8月	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究員李太楓，經核定續聘兼任所長，研究員余水倍及郭本垣，經核定兼任副所長，聘期自2003年8月1日起至新任所長到職日止。
2003年	9月	<ul style="list-style-type: none"> ● 9月10日本所與「地震及活斷層研究跨部會重大科技計

2003 年	10 月	● 10 月 7 日舉辦「Search for Talent, II」研討會。
2003 年	12 月	● 研究員葉義雄先生經院長核聘接任本院總辦事處處長，聘期自 92 年 11 月 28 日起至 95 年 11 月 27 日止。
2004 年	1 月	● 環境變遷研究中心成立，特聘研究員劉紹臣奉核定兼任該中心主任。
2004 年	4 月	● 4 月 6 日至 8 日由本所與國科會「地震及活斷層研究跨部會重大科技計畫」辦公室聯合主辦「Seismic Hazard Assessment in the Taipei Basin Workshop」，計有來自國內外專家、學者六十餘人參加。會後並參觀 101 大樓及陽明山文化大學體育館的防震減災建築結構。
2004 年	5 月	● 研究員王錦華先生獲九十四年度新增主題整合研究計畫：台北都會區強地動、活斷層及地震研究，此計畫包括四個子題：(一) 台北都會地震活動特性；(二) 台北都會區地下岩圈構造；(三) 台北都會區強地動特性；(四) 建置台北都會區井下地震儀陣列。有助於台北都會區之地震防災和減災工作。
江博明/所長 (2004.8~2010.7) 中央研究院地球科學研究所		
西元	月份	大事記
2004 年	8 月	● 特聘研究員江博明奉核定兼任所長，研究員俞震甫及黃柏壽奉核定兼任副所長，聘期均自 93 年 8 月 12 日起至 94 年 8 月 31 日。
2004 年	11 月	● 在前任所長李太楓的推動下，促成本所由院長具名與加州理工學院簽署合作備忘錄 (MOU)，目的在共同研究臺灣構造。
2005 年	3 月	● 特聘研究員劉玲根博士發現的地幔礦物 (Na,Ca)AlSi ₃ O ₈ ，3 月獲國際新礦物與礦物命名委員會之核可，命名為玲根石 (Lingunite)。
2005 年	9 月	● 諮詢委員毛河光院士榮獲國際 Balzan 基金會 2005 年 Balzan Prize (The Balzan Prize for 2005 in Mineral Physics)，此為全球學界最高的榮譽獎項之一。
2005 年	9 月	● 特聘研究員江博明奉核定續兼任所長，研究員俞震甫及黃

2005年	10月	● 柏壽奉核定兼任副所長，聘期皆自 94 年 9 月 1 日至 95 年 8 月 31 日。
2006年	1月	● 10月3日至7日舉辦學術諮詢委員會及野柳地質考察。 ● 特聘研究員兼所長江博明1月獲聘為國際地球科學期刊“Journal of Asian Earth Sciences” (Elsevier Publishers) 總主編暨國際岩石圈計畫 (International Lithosphere Program, ILP) 轄下之亞洲岩石圈委員會 (Commission for the Asian Lithosphere) 主席。
2006年	3月	● 江博明特聘研究員兼所長，榮獲 The Geochemical Society 及 The European Association for Geochemistry 評選為「地球化學會士 (Geochemistry Fellow)」，表彰其多年來在地球化學領域之卓越貢獻。該會每年至多選出十名傑出科學家，本院毛河光院士亦曾獲此殊榮。
2006年	3月	● 3月19-26日在本所舉行海峽兩岸學術研討會「亞洲大陸增生與造山作用」，由本所、國科會、台大地質系、中央地質調查所合辦。
2006年	9月	● 特聘研究員江博明奉核定續兼任所長，聘期自 95 年 9 月 1 日至 96 年 8 月 11 日。
2007年	4月	● 4月22-27日，於本所舉辦「International Conference on Evolution, Transfer and Release of Magmas and Volcanic Gases」研討會；4月25-27日為野外地質考察。
2007年	7月	● 第二十四屆國際大地測量學及地球物理學聯合會 (IUGG) 大會在7月2-13日在義大利 Perugia 舉行，本院葉義雄處長及研究員黃柏壽代表等共九人與會。
2007年	8月	● 特聘研究員江博明奉核定續兼任所長，聘期自 96 年 8 月 12 日至 97 年 8 月 31 日止。
2008年	10-11月	● 江博明所長帶領本所 10 人，於 10 月 25 日至 11 月 1 日參訪北京五個研究單位並洽談合作事宜，參觀單位為中國科學院地質與地球物理研究所、中國地質科學院地質所、北京大學地球與空間科學學院、中國地震局地球物理研究所、中國地質大學。
2009年	8月	● 8月31日舉辦江博明特聘研究員兼所長榮退學術研討會。

趙丰/所長(2010.9~2013.8)

中央研究院地球科學研究所

西元	月份	大事記
2010年	9月	● 特聘研究員趙丰先生，奉核定兼任本所所長，聘期自 99年9月1日至102年8月31日止。
2010年	11月	● 11月17-18日在宜蘭棲蘭山莊舉辦 Retreat，參與人員為研究人員、研究技術人員、博士後研究及訪問學者。
2011年	5月	● 特聘研究員兼所長趙丰先生獲101年度本院新增主題整合型研究計畫：「大屯火山群: 整合分析地球物理、地球化學、測地學之觀測」。另五個子計畫分別為：(一)大屯火山群整合性地殼變形監測 (本所研究員林正洪主持)；(二)由流體/氣體地球化學研究與火山氣體通量之估算探討大屯火山群可能岩漿庫之活動性 (楊燦堯，國立台灣大學地質科學系)；(三)以地面重力測量監測大屯火山群質量轉移及地表變形 (黃金維，國立交通大學土木工程系)；(四)以空載光達資料重新分析大屯火山群的火山地形與地表變動 (本所副研究員詹瑜璋主持)；(五) 探討大屯火山群最新火山噴發及北台灣氣候改變 (本所研究員陳中華主持)。
2012年	5月	● 為慶祝本所三十週年慶，於2012年5月16日邀請第一任所長蔡義本先生來所演講。
2012年	6月	● 諮詢委員會主任委員翁玉林教授 (現任美國加州理工學院地質與行星系教授) 當選美國人文與科學院院士。
2012年	7月	● 前所長江博明先生 (目前為國立臺灣大學特聘講座教授、本所通信研究員) 當選中央研究院第29屆院士。
2012年	11月	● 11月18至21日舉辦針對中央研究院、中國科學院及NASA三方的研討會「Academic Workshop on Earth Sciences」，討論台灣地區地球物理及地球化學的三邊合作進展。18、19日以磁場研究之議題為主，透過這次的研討會期能整合台灣從天到地的磁場研究 (包括岩石圈的磁場、環境變遷造成的磁物質沉積物、電離層磁場變化和地震發生的相關性、地磁對於GPS信號的影響以及日地關係的磁場動力變化等)。20、21日舉行陽明山火山群野外考察。

獎項與榮譽

學術獎項與榮譽		
年度	姓名	獎項
1979	蔡義本	3 月 當選中華民國十大傑出青年
1981	劉忠智	3 月 獲中國青年反共救國團青年獎章
1982	蔡義本 葉永田 葉義雄 余水倍 王正松 劉忠智	12 月 獲行政院頒七十一年傑出科技人才獎
1985	王錦華	4 月 獲日本松前國際基金會(Matsumae International Foundation) 研究會士 (Research Fellow)
1987	葉永田	榮膺中國地質學會在台復會第三十一屆理事長
1988	陳中華	3 月 獲中國青年反共救國團青年楷模獎
1988	王錦華	5 月 獲中國地質學會第一屆「馬廷英青年論文獎」
1988	葉永田	12 月 獲國科會七十七學年度傑出研究獎
1989	葉義雄	11 月 獲國科會七十八學年度傑出研究獎
1990	鄧大量	7 月 諮詢委員鄧大量先生當選中央研究院第十八屆院士
1991	葉永田	榮膺中國地球物理學會理事長
1991	俞震甫	5 月 獲中地質學會馬廷英青年論文獎
1992	劉康克	2 月 獲國科會八十學年度傑出研究獎
1992	俞震甫	2 月 獲國科會八十學年度傑出研究獎
1992	李德貴	5 月 獲頒中華民國地質學會「王漢卓學術論文獎」
1993	葉義雄	榮膺中國地球物理學會理事長 (1993.1 ~ 1994.1)
1993	汪中和	1 月 獲國科會八十一學年度傑出研究獎
1993	劉忠智	交通部研究成果優等獎
1993	李德貴	12 月 獲國科會八十二學年度傑出研究獎
1994	毛河光	7 月 諮詢委員會毛河光當選中央研究院第廿屆院士
1994	王錦華	12 月 獲國科會八十三學年度傑出研究獎
1994	郭本垣	12 月 獲國科會八十三學年度傑出研究獎
1996	陳中華	1 月 獲 1996 年中央研究院年輕研究人員著作獎
1996	俞震甫	5 月 獲八十四年度國科會傑出研究獎

1997	高弘	1 月 獲 1997 年中央研究院年輕研究人員著作獎
1997	葉永田	1 月 榮膺中華民國地球科學學會第三屆理事長，任期二年 (1997.2-1999.2)
1997	黃柏壽	3 月 獲中國地質學會八十五年度「馬廷英青年論文獎」
1997	黃柏壽	5 月 獲國科會八十五學年度傑出研究獎
1998	郭本垣	5 月 獲國科會八十六學年度傑出研究獎
1998	李太楓	7 月 獲選為國際隕石學會 “Fellow”
1998	林正洪 葉義雄 黃柏壽 陳國誠	11 月獲中華民國地球物理學會「中華民國 87 年度優良論文獎」
1999	李太楓	5 月 當選美國人文及科學院 (American Academy of Arts and Sciences) 「國外榮譽院士」 Foreign Honorary Member)
1999	高弘	5 月 獲國科會八十七學年度傑出研究獎
2000	王錦華	5 月 獲國科會八十八學年度傑出研究獎
2000	扈治安	5 月 獲國科會八十八學年度傑出研究獎
2000	李太楓	7 月 當選中央研究院第二十三屆數理組院士
2001	高弘	3 月 獲頒中國青年救國團九十年年度青年獎章
2001	李德春	5 月 獲九十年度「李氏傳統基金會獎」
2001	高弘	6 月 獲國科會八十九學年度傑出研究獎
2002	李羅權	7 月 當選中央研究院第二十四屆院士
2002	藍晶瑩	榮獲中國地質學會「王漢倬學術論文獎章」
2002	李建成	榮獲中地質學會九十一年度「馬廷英青年論文獎」
2002	黃柏壽	11 月獲國科會九十一年度傑出研究獎
2004	葉義雄	擔任「國際大地測量學與地球物理學聯合會(IUGG)」中華民國委員會主任委員 (2004.1~2007.12)
2004	林正洪	榮獲中國地質學會「王漢倬學術論文獎章」
2004	江博明	11 月當選美國地質學會及美國礦物學學會 Fellow
2005	江博明	2 月 當選中華民國地球科學學會第七屆理事長，任期三年 (2005.2~2008.2)
2005	劉玲根	3 月 獲國際新礦物與礦物命名委員會之核可，命名其發現之新礦物(Na,Ca)AlSi ₃ O ₈ 為玲根石 (LINGUNITE)
2005	毛河光	9 月 獲國際 Balzan 基金會 2005 年 Balzan Prize
2005	李德春	10 月獲本院 2006 年數理科學組「深耕計畫」補助

2005	李羅權	12 月獲頒「總統科學獎」
2006	江博明	3 月 榮獲 The Geochemical Society 及 The European Association for Geochemistry 評選為「地球化學會士 (Geochemistry Fellow)」
2006	李羅權	9 月 獲發展中世界科學院(TWAS)院士
2006	扈治安	榮獲 2003-2004 年出刊之文章優良審查人獎 (地球科學集刊)
2006	陳宏宇 郭隆晨 余水倍	榮獲 2003-2004 年出刊之文章優良論文獎 (地球科學集刊)
2007	李太楓	11 月獲發展中世界科學院(TWAS)天文太空學門院士
2007	汪中和	11 月獲中華民國環境工程學會學術期刊優秀論文獎
2007	毛河光	12 月榮獲美國地球物理聯盟(AGU)英奇萊曼 (Inge Lehmann) 獎章
2008	江博明	獲 Lithos 期刊 Most Cited Paper 2003-2007 Award
2008	趙丰	2 月 當選中華民國地球科學學會第八屆理事長，任期三年 (2008.2~2011.2)
2008	毛河光	5 月 獲選為英國倫敦皇家學會 (Royal Society) 海外院士
2008	江博明	6 月 獲法國教育部贈勳「法國教育部騎士勳章」
2008	王錦華	榮獲 2005-2006 年出刊之文章優良論文獎 (地球科學集刊)
2008	林正洪	榮獲 2005-2006 年出刊之文章優良論文獎 (地球科學集刊)
2008	葉義雄 林正洪 黃柏壽	榮獲 1998-2007 年被引用次數最多之論文獎 (地球科學集刊)
2009	趙里	1 月 獲本院數理科學組「前瞻計畫」獎
2010	黃柏壽	6 月 當選中華民國地球物理學會第十一屆理事長，任期兩年
2010	許雅儒	6 月 獲 2010 年本院「年輕學者研究著作獎」
2010	翁玉林	7 月 諮詢委員翁玉林先生當選本院第二十八屆院士
2010	王錦華	榮獲 2007-2008 年出刊之文章優良審查人獎 (地球科學集刊)
2010	藍晶瑩 俞震甫 江博明	榮獲 2007-2008 年出刊之文章優良論文獎 (地球科學集刊)
2010	李德貴	榮獲 2007-2008 年出刊之文章優良論文獎 (地球科學集刊) (共同作者)

2011	林正洪	2月 獲頒國科會九十九年度傑出研究獎
2011	翁玉林	6月 當選美國人文與科學院院士
2011	李憲忠	8月 獲國科會 100 年度「吳大猷先生紀念獎」
2011	江博明	11月前所長、通信研究員江博明先生榮獲傑出人才基金會 100年度第1期傑出人才講座
2012	沈君山 李德春 梁文宗	榮獲 2009-2010 年出刊之文章優良論文得獎 (地球科學集刊)
2012	李建成 詹瑜璋	榮獲 2009-2010 年出刊之文章優良論文得獎 (地球科學集刊) (共同作者)
2012	蔡義本	5月 前所長蔡義本教授獲頒中華民國地質學會及中華民國地球物理學會貢獻獎章
2012	江博明	7月 前所長江博明先生當選本院第二十九屆院士
2012	許雅儒	8月 獲國科會 101 年度「吳大猷先生紀念獎」
2012	李憲忠	12月獲本院 102 年度數理科學組「深耕計畫」補助
行政與技術人員獎項與榮譽		
1992	劉學榆	5月 獲選中央研究院第一屆模範公務人員
1993	程原祥	5月 獲選中央研究院第二屆模範公務人員
1995	劉文相	7月 獲選本院 83 年度工作績優行政技術人員
1996	陳麗美	6月 獲選本院 84 年度工作績優行政技術人員
1998	侯財源	5月 獲選中央研究院第六屆模範公務人員
2005	張星衛	5月 獲選中央研究院第十三屆模範公務人員
2006	宋鳳龍	5月 獲選本院 94 年度工作績優人員
2010	王品秀	6月 獲選本院 98 年度工作績優人員
2011	林國裕	7月 獲選本院 99 年度工作績優人員
2012	黃淑華	8月 獲選本院 100 年度工作績優人員

註：1、中國地質學會：2006年更名為中華民國地質學會

2、中國地球物理學會：2008年更名為中華民國地球物理學會

3、中國地球科學學會：1993年更名為中華民國地球科學學會

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

三十而立：中央研究院地球科學研究所成立三十週年紀念專刊 / 趙丰主編. -- 臺北市：中研院地球所, 2013.10

面；公分

ISBN 978-986-03-8473-4(平裝)

1.中央研究院地球科學研究所 2.歷史

350.61

102021228

**三十而立：
中央研究院地球科學研究所
成立三十週年紀念專刊**

主編：趙丰

執行編輯：陳麗美

助理編輯：陳怡君

出版／發行者：中央研究院地球科學研究所

地址：115 台北市南港區研究院路二段 128 號

郵政信箱：台北市南港郵政 1-55 號信箱

網址：<http://www.earth.sinica.edu.tw>

電話：02-2783-9910

印刷：文匯印刷資訊處理有限公司

地址：108 台北市萬華區環河南路二段 211 號

電話：02-2302-1170

ISBN 978-986-03-8473-4 (平裝)

出版日期：2013 年 10 月

三十而立：中央研究院 地球科學研究所成立三十週年紀念專刊



中央研究院
地球科學研究所

115台北市南港區研究院路二段128號

電話：02-2793-9916 <http://www.earth.sinica.edu.tw>



中央研究院 地球科學研究所 1969~2012