

地震前之信息

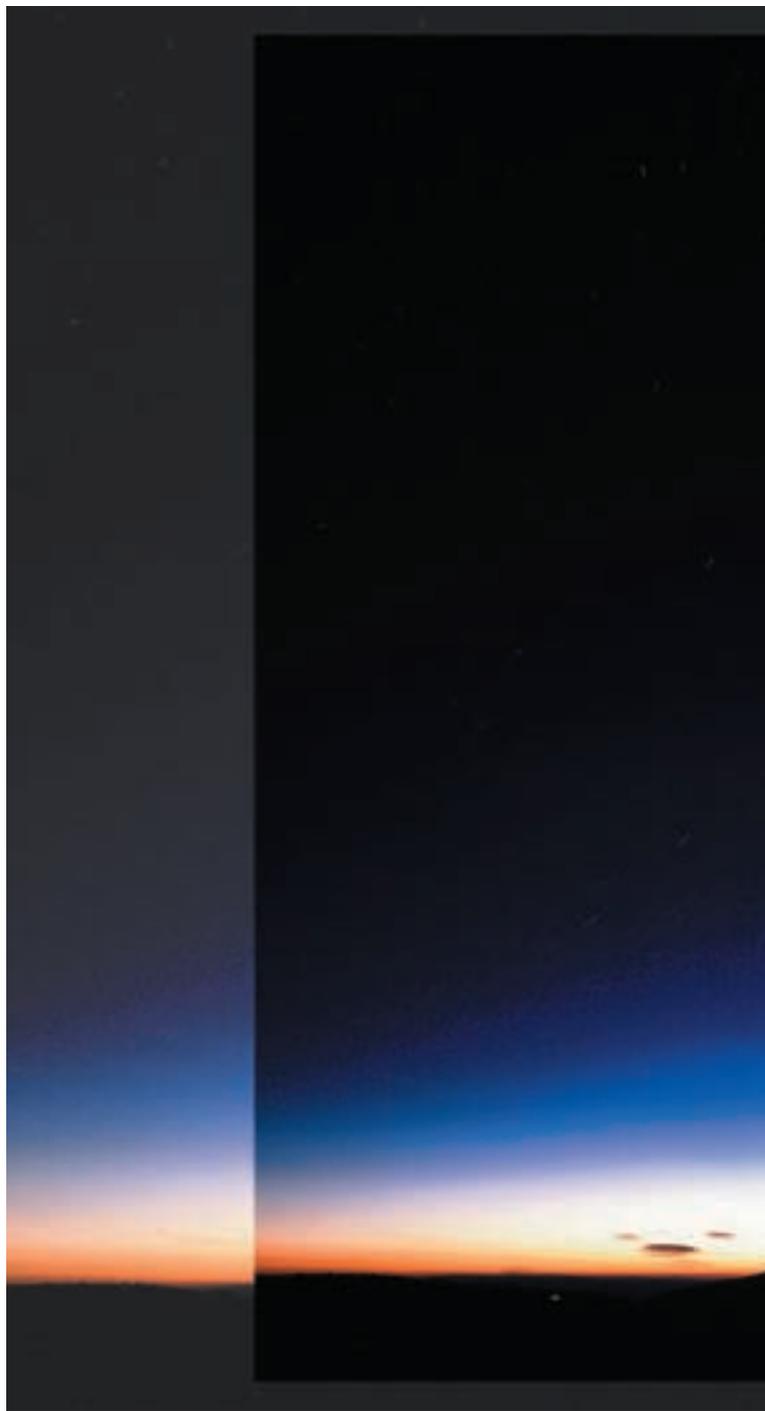
長久以來，地震就帶給人類極大的恐懼與災害。地震發生時所釋放的強大能量，不僅造成建築物毀損，也會造成地形、地貌乃至地理環境的劇烈變遷。人類在經歷一次又一次的大地震之後，不禁要問：「如此強大的能量釋放，難道事前真的一點徵兆都沒有？」翻開典籍，卻又有一大批關於地震前蟲、魚、鳥、獸大量遷徙及異常行為的報導。其它如水井水位異常、地溫、地裂、地鳴、地震光、地震雲 等的說法，更是不勝枚舉。

人類總是事後諸葛亮地在震後才猛然警覺到地震前似乎有些異常信息。然而，困難的是，每次地震前都可能有不同的異常現象出現，加上這些異象大多僅憑口耳相傳，沒有量化及確切之紀錄。即使出現了，亦不知何時？何地？以及有多大的地震將會發生？甚至，大多時候可能天下本無事，庸人自擾之。地震學家在經歷多次的失敗之後，對此一研究更為謹慎，且因經費減少，以致於有減緩相關的前兆科學研究的現象。

事實上，大陸、日本、俄國及美國有關地震前兆的研究不是進展有限，就是一再地失敗。其所以失敗可能有兩個原因：一為資料太少，另一則是資料沒有詳細量化。有些地方雖有大量資料，但地震發生的地點過於分散，以致就小地區平均而言仍是資料不足。由於科學家講求的是「實驗可以複製」，因此，許多地震集中發生在某一小區域，是地震前兆研究的先決條件。此外，科學研究工作需要有詳實的數據。從前有關地鳴、地光、動物異常行為等現象的記載，最大的缺點和困難即是沒有明確量化，以致進一步的地震前兆研究十分困難。因此，精確且長期之觀測紀錄，乃是從事地震前兆研究的必要條件。

地震電磁前兆

日本在一九九五年神戶大地震後即推動地震前兆研究計畫，六年來大量網羅世界各國科學家共同努力，並且蒐集相關研究經驗與成果。結果發現，地震前兆大多為地鳴、地熱（紅外線）地磁、地電乃至地



光等現象。這些現象隱約說明地震前所蓄積之能量，大多是以電與磁之型式外露和釋放。有些科學家甚至在實驗室中利用中低速子彈，轟擊約1尺見方地底下挖來的深層岩塊，使其振動來模擬大地震前之地殼微小振動及地鳴等，結果發現，振動的岩塊竟會釋放出強大之電磁波輻射與電荷。



高空電離層透露的訊息

地震發生時，釋放出強大的能量，
如此強大的能量釋放，難道事前真的一點徵兆都沒有？

劉正彥

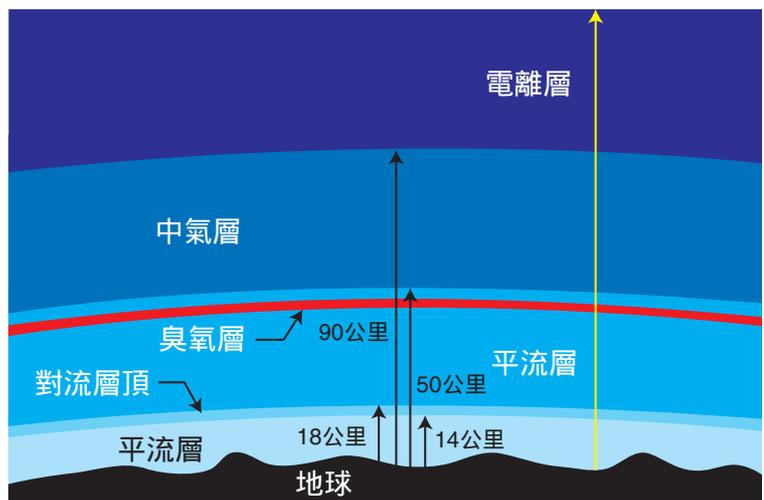
年	月	日	時	分	秒	緯度	經度	深度(公里)	規模	前兆
83	02	01	22	44	27.7	24.747	122.693	115.6	6.1	地震日前第6天
83	05	23	15	16	58.8	23.863	122.636	5.5	6.0	地震日前第1天
83	05	24	04	00	40.5	23.827	122.603	4.4	6.6	地震日前第1天
83	06	05	01	09	30.1	24.462	121.838	5.3	6.2	地震日前第1天
83	09	16	06	20	15.6	22.426	118.467	19.1	6.4	地震日前第3天
84	06	25	06	59	7.1	24.606	121.669	39.9	6.5	地震日前第3天
85	03	05	14	52	27.1	23.930	122.362	6.0	6.4	地震日前第1天
85	07	29	20	20	53.5	24.489	122.347	65.7	6.1	地震日前第2天
85	09	05	23	42	7.9	22.000	121.367	14.8	7.1	地震日前第1天
86	07	15	11	05	33.4	24.622	122.516	86.6	6.1	地震日前第1天
86	10	11	18	24	25.7	24.981	122.576	146.4	6.1	地震日前第2天
87	07	17	04	51	15.0	23.503	120.662	2.8	6.2	地震日前第3天
87	08	11	02	07	49.8	24.851	123.335	116.3	6.0	地震日前第4天
88	09	21	01	47	12.6	23.850	120.780	8.0	7.6	地震日前第4、3、1天

民國八十三年至八十八年，台灣地區集集大地震及之前規模 6.0 之地震，時間為中原標準時間。

如果電和磁是震前能量釋放之主要型式，欲從事相關地震前兆研究，則必須有精密的儀器能長久、準確地紀錄地震發生前後，相關電場及磁場之變化及其影響。

那什麼會對電場及磁場變化有立即且明顯的反應？答案是：帶電粒子。在自然界中何處有大量且敏感的帶電粒子？答案是：就在我們頭頂上方的地球大氣層中。大氣密度隨著高度上升而愈加稀薄，距地表50公里以上，則稀薄到太陽光中的X光、超紫外線及紫外線，能輕易地將中性的大氣分子和原子，游離成為帶有正電之離子及帶負電之電子。這些共同生存的正負帶電粒子（或稱為電漿）散佈於距地表50公里乃至數千公里之近地太空中（一般稱為電離層）。這些帶電粒子對大氣中之電場及磁場十分敏感。事實上，地球表面附近電漿（或電子）濃度最大的區域就是電離層，而全世界電離層電子濃度最大的地方則是台灣中壢到高雄這緯度的上空。

由於電離層會影響電波傳遞，為確保通訊、定位及導航的品質與安全，交通部電信總局自民國四十六年起即設立電離層觀測台，並利用電離層雷達持續監測台灣地區電離層（長達四十餘年，自九十年一月起，因電離層觀測台因經費短缺，暫時關閉）。由於台灣地區之大規模地震多而且集中，且又有詳實完整的



電離層的範圍距地表高50公里到數千公里，其中每立方公分最多可含有上百萬至上千萬顆帶電粒子，它與人們生活息息相關。例如，日常收聽的調幅廣播，即是利用電離層反射的原理，將廣播電台發射的電波，經過反射傳送至各地。由於電離層會影響電波傳播，因此它與人類的衛星通信、定位與導航的關係密不可分。

電離層電子濃度觀測紀錄，因此，十分適合進行大規模地震前兆之重複實驗和比對研究。

地震與電離層

電離層透露地震前信息之相關研究，可以說是一項「無心插柳」之作。原以為電離層在大地震的同時，一定會因釋放強大能量而有明顯的變化。然而，分析民國八十三年至八十六年四年內，百餘個規模5以上的地震，由其發生前後的電離層電子濃度變化，可發現電離層產生明顯的異常變化，且大多發生在這些地震前一至五天。

經逐一檢視，該四年期間每十五分鐘的電離層雷達約十四萬筆的紀錄資料，可進一步發現，異常日中午至傍晚時段之電離層最大電子濃度會大量減少。由於台灣地區平均約每十五天發生一起規模5以上之地震，為去除季節效應及避免其他地震之相互干擾，而以連續前十五天之中位數來建立統計參考。明確地說，如果某日下午時段觀測電子濃度顯著小於其對應前十五天的中位數，則視該時刻之電子濃度為異常。

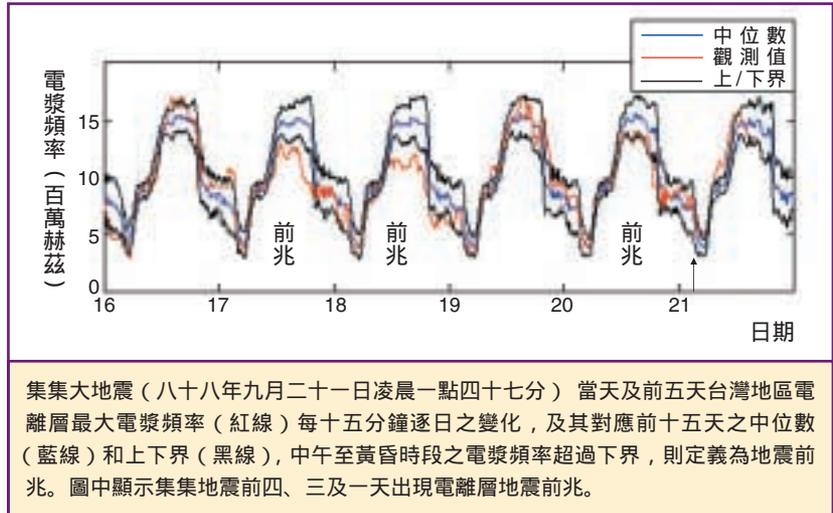
科學研究必須有嚴格的檢測與驗證程序，因此，復利用民國八十三年至八十八年六年期間，台灣地區規模6以上之地震來檢驗上述電離層電子濃度之變化現象。資料顯示，地震異常（前兆）日中午至黃昏時段之電離層電子濃度（電漿頻率）較其對應之參考日大量減少。同時，資料亦顯示，規模6以上之地震中，有一半於發震的前一天內即出現前兆，而有86%的地震於發震前三天內出現前兆。事實上，這些規模6以上的地震，在發生前六天內，皆出現上述之電離層電子濃度異常現象。

集集大地震之電離層時間與空間前兆

進一步針對民國八十八年九月二十一日凌晨一點四十七分發生規模7.6之集集大地震進行電離層前兆研

究。由資料可見於九月十七、十八及二十日（集集大地震前四、三及一天）電離層電漿頻率明顯地減少。值得注意的是，一般前兆大多出現於地震前五天之內之某一天。

但是，集集大地震或許是規模較大，震前釋放之

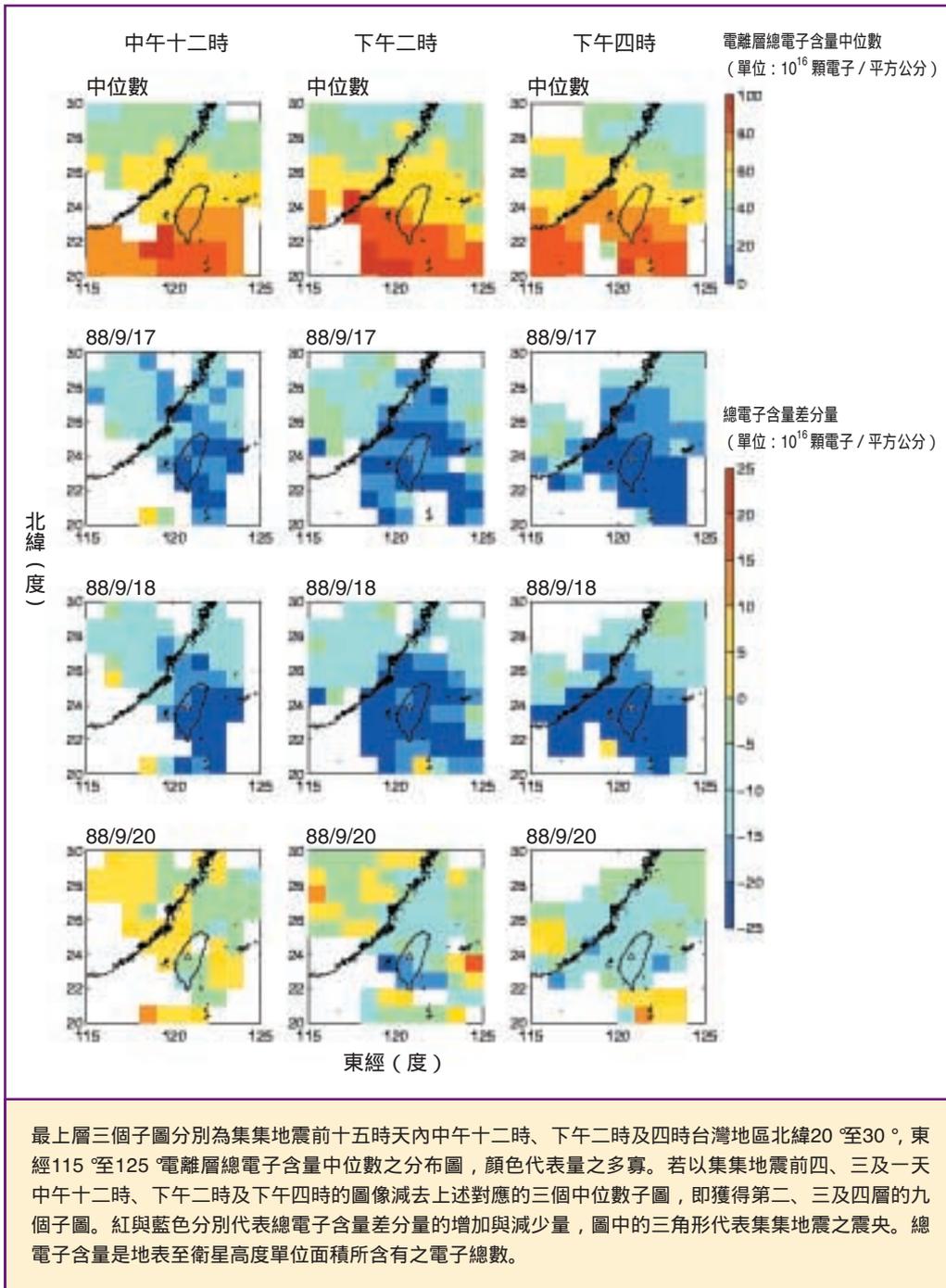


集集大地震（八十八年九月二十一日凌晨一點四十七分）當天及前五天台灣地區電離層最大電漿頻率（紅線）每十五分鐘逐日之變化，及其對應前十五天之中位數（藍線）和上下界（黑線），中午至黃昏時段之電漿頻率超過下界，則定義為地震前兆。圖中顯示集集地震前四、三及一天出現電離層地震前兆。

能量亦較大且頻繁，因此，於其前五天之內即出現了三次（即前四、三和一天）前兆。其中，於前四天及前三天出現之前兆強度，亦是近數年來最大的。截至目前為止，由電離層雷達觀測紀錄最大電漿頻率顯示，地震信息可能出現在大地震前五天內，而且最可能出現在前一天。這種信息是否能以其他儀器偵測到呢？

近年來，通信、定位、導航已進入衛星科技之太空時代，交通和國防大量仰賴全球定位系統。由於這些衛星運行於距地心約兩萬公里高之軌道中，其所發射之訊號必定行經電離層。據此，科學家可利用衛星訊號推估電波所行經之電離層總電子含量。由於一個地面接收機，即可同時接收來自四面八方五至十個全球定位系統衛星之訊號。若地面上有數個至十個接收機，則台灣上空瞬間將有上百個不同地點之電離層總電子含量資料。經由全球定位系統衛星及其地面接收機之間相互位置的關係，可以進行電離層拍照，獲得台灣附近東至西與南至北之二維電離層總電子含量分布圖像。

令人矚目的是，在集集大地震發生前四、三及一天，在震央附近之電離層總電子含量竟都大量減少，



震信息？科學家目前提出各種不同假設，其中以重力波、地殼化學及地電磁三種機制最為可能。重力波理論認為，地震前，地表微細變化常會引起大氣極低頻振動，並顯現於距地表80公里左右之電離層電子濃度變化中。地殼化學理論則假設，地震前，地殼會大量釋放出各種氣體而擴散於大氣中，並且進入電離層，而引起電子濃度之變化。至於地電磁場理論則認為，地震前，氣體、地殼擠壓或微小振動，會引起地電及地磁場的變化，產生的電磁場變化又會進一步感應大氣及電離層中之帶電粒子而引起異常。雖然真正的原因目前仍有待釐

尤其震央四周減少量最為明顯。這是否意味著藉由前兆空間分布可推估地震震央？由於目前台灣僅有十餘個全球衛星定位系統地面接收站，空間之解析度十分有限，而僅能提供有限且粗略的二維空間分布信息。因此，地震空間前兆研究工作仍有待進一步的努力與驗證。

或許有人不禁要問：什麼原因可能使高空透露地

清，各種地震信息研究仍處在未成熟階段，唯台灣集集大地震前電離層雷達紀錄之時間前兆、以及全球衛星定位系統電離層總電子含量之空間前兆、已為高空電離層與地震相關性之研究邁進了一步。

劉正彥

中央大學太空科學研究所

九十年傑出科學與技術人才

行政院自民國六十五年，每年選拔表揚傑出科學與技術人才，以鼓勵科技人才長期從事研究發展工作，獲取更輝煌之成果。

九十年經各界推薦六十二位候選人，由國科會經過嚴謹的評審程序，選出陳哲俊教授、劉丁仁先生及黃德富教授三位在科技研發上有傑出成就者頒授「傑出科技榮譽獎」及各頒發獎金新台幣六十萬元。



「資源衛星接收站」十三米大型天線。

陳哲俊教授於一九八七年開始，推動籌建資源衛星接收站。在國科會的支持與國內外學者專家共同努力下，於一九九三年創建了國內第一個資源衛星接收站。此接收站具有高靈敏度之十三米天線，可接收處理法國SPOT，美國Landsat、歐洲太空總署ERS及以色列EROS諸衛星，接收半徑約三千公里，並可擴充接收八種不同類型之衛星。該接收站即時衛星資料之處理與提供，不僅提升國內環境監測、土地管理、製圖、水資源、地質、森林及國防等方面之學術研究及應用，在促進國內遙測科技上更是貢獻良多，在跨領域整合及國際間合作，成果斐然，聲譽卓著。

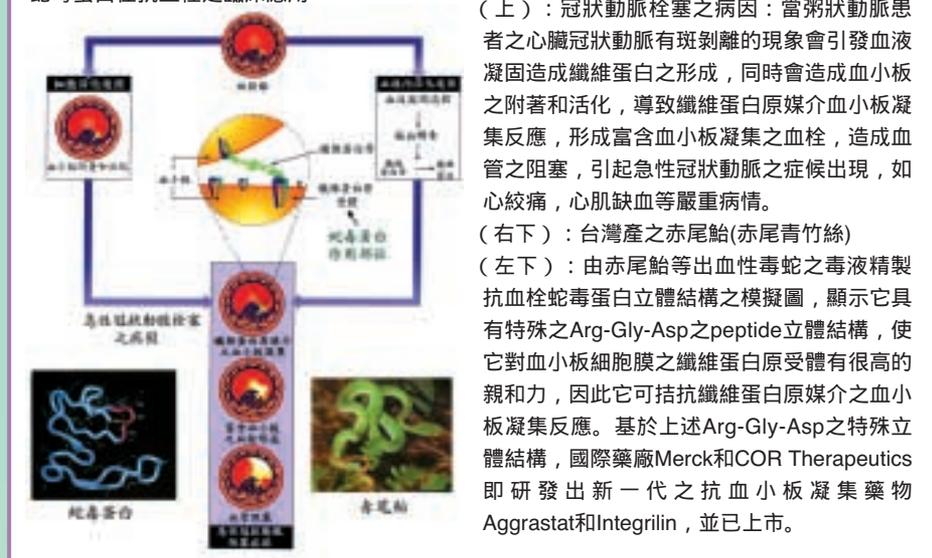
劉丁仁先生，紐約州立大學石溪分校電機工程研究所博士候選人，現為聯發科技公司執行副總經理。劉先生及其研發團隊領先全球完成數項性能最佳的光碟機晶片組，如56倍速CD-ROM、16倍速DVD-ROM、40倍速CD-R/RW與Combi晶片組。其個人並參與數項關鍵技術研發，對CD-ROM，DVD-ROM與CD-R/RW光碟機的讀寫倍速有突破性的發展。這些技術不僅讓聯發科技公司成為具有完整產品線的光儲存晶片組之世界級領導廠商，也讓台灣光碟機產業擺脫日商對晶片組的箝制而在世界擁有舉足輕重的地位，產值穩居全球第一位。

黃德富教授領導之實驗室長期從事蛇毒蛋白研究，以抗血栓蛇毒蛋白之研究最具代表性。黃教授更是國際上首位發現此類抗血栓蛋白（血小板纖維蛋白原受體拮抗劑）之科學家，並證實它在動物活體有強力抗血栓之活性。民國七十四年黃教授赴美天普大學血栓中心實驗室從事更深入的研究，帶動了世界各大藥廠投入蛇毒蛋白衍生物之研發。歷經漫長的毒理、臨床試驗後，此類藥物已成功應用於冠



(上) CD-R/RW晶片組。
(下) CD-R/RW展示用電路板。

蛇毒蛋白在抗血栓之臨床應用



狀動脈血栓之防治，並引進台灣，嘉惠國內病患。此外，此類蛋白亦可抑制內皮細胞之增生，拮抗腫瘤引發之血管新生，在腫瘤細胞之轉移治療策略上有其創新性和應用潛力。黃教授之蛇毒蛋白研究不但在學術上將台灣本土蛇毒研究再度發揚光大，且在新一代抗血栓藥物之開發方面扮演了前驅推動者，對於全球之醫藥界貢獻深遠。