



國家時間與頻率標準實驗室 100 年度計畫執行報告

建立及維持國家時間與頻率標準(2/4)

全程計畫: 自 99 年 1 月至 102 年 12 月止

本年度計畫: 自 100 年 1 月至 100 年 12 月止

經濟部標準檢驗局委辦

執行單位: 中華電信研究所

101 年 1 月

100 年度計畫執行報告摘要記錄表

計畫名稱	建立及維持國家時間與頻率標準		計畫編號	100-1403-05-05-13	
主辦單位	經濟部標準檢驗局	執行機構	中華電信研究所		
計畫主持人	楊文豪	電話	03-4244931	傳真	03-4245474
協同主持人	廖嘉旭	電話	03-4244441	傳真	03-4245474
計畫分類	<input type="checkbox"/> 研究發展類 <input type="checkbox"/> 技術推展類 <input checked="" type="checkbox"/> 行政配合類				
執行期限	本年度計畫自 100 年 1 月起至 100 年 12 月止				
	全 程計畫自 99 年 1 月起至 102 年 12 月止				
經費概算	全程計畫經費		94,134 (千元)		
	本年度預算	18,754(千元)	實支數	18,754(千元) 實際與預算支用比 100 (%)	
計畫連絡人	林晃田	電話	03-4244066	傳真	03-4245474
<p>計畫摘要：本計畫之執行，旨在配合經濟部標準檢驗局因應國內工業發展及經濟持續成長之需求，建立及維持時間與頻率國家最高標準，確保量測的一致性與準確性，並與國際標準一致，提供國內量測校正之追溯依據，以達到促進產業升級及提昇科技研究水準之目標，本年度進行以下項目之研究工作：</p> <p>(一) 標準實驗室維持及性能增進</p> <p>(二) 時頻校核技術</p> <p>(三) 時頻傳遞及推廣研究。</p>					

專有名詞中英對照

英文縮寫	英文全名	中文解釋
ANSI	American National Standard Institute	美國國家標準研究所
APLAC	Asia Pacific Laboratory Accreditation Coop.	亞太實驗室認證組織
APMP	Asia-Pacific Metrology Programme	亞太計量組織
A*STAR	Agency of Science, Technology and Research, Singapore	新加坡科技研究局
ATF	Asia-Pacific Time and Frequency Workshop	亞太時頻論壇
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures(法文)	國際度量衡局
CCTF	Comite Consultatif du Temps et des Frequences(法文)	國際度量衡委員會時間與頻率諮詢委員會
CGPM	Conference Generale des Poids et Mesures(法文)	國際度量衡大會
CIPM	Comite International des Poids et Mesures(法文)	國際度量衡委員會
CMC	Calibration and Measurement Capability	校正量測能量
DPN	Dual pseudo-random noise	新一代雙電碼
EUROMET	European Metrology Collaboration	歐洲量測組織
GPS	Global Positioning System	全球定位系統
GPS AV	Global Positioning System All-in-view method	全球定位系統全視觀測法
GPS CP	Global Positioning System Carrier Phase method	全球定位系統載波相位觀測法
GPS CV	Global Positioning System Common-view method	全球定位系統共視法

英文縮寫	英文全名	中文解釋
IEN	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Italy	義大利國家電子研究院
ISO	International Organization for Standardization	國際標準化組織
KRISS	Korea Research Institute of Standard and Science, Rep. Of Korea	韓國標準與科學研究院
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫
MRAAC	Mutual Recognition Arrangement Advisory Committee	相互認可協議指導委員會
NICT	National Institute of Information and communications Technology, Japan	日本獨立行政法人情報通信研究機構
NIM	National Institute of Metrology, Beijing, P. R. China	大陸北京計量研究院
NIST	National Institute of Standard and Technology, USA	美國標準與技術研究院
NMIA	National Measurement Institute, Australia	澳洲標準量測研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本獨立行政法人產業技術總和研究所
NPL	National Physical Laboratory, United kingdom	英國國家物理實驗室
NRC	National Research Council of Canada	加拿大國家研究會
NTSC	NationalTimeServiceCenter	中國大陸中國科學院 國家授時中心
NTP	Network Time Protocol	網路校時服務
OCXO	Oven Controlled crystal Oscillator	溫爐控制晶體振盪器
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany	德國物理與技術研究院

英文縮寫	英文全名	中文解釋
TAF	Taiwan Accreditation Foundation	財團法人全國認證基金會
TAI	International Atomic Time (法文)	國際原子時
TCTF	Technical Committee on Time and Frequency	時間與頻率技術委員會
TL	Telecommunication Laboratories, CHT Co. Ltd., Taiwan	台灣中華電信研究所
TWSTFT	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer	衛星雙向傳時
USNO	U.S. Naval Observatory, USA	美國海軍觀測所
UTC	Coordinated Universal Time (法文)	世界協調時
VSL	Van Swinden Laboratorium, the Netherlands	荷蘭標準量測研究院
VCO	Voltage Controlled Oscillator	壓控振盪器
WGMRA	Working Group on Mutual Recognition Arrangement	時間與頻率技術委員會相互認可協議工作小組

目 錄

壹、基本摘要.....	1
貳、一百年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要.....	4
參、報告內容.....	6
一、執行績效檢討.....	6
(一) 與計畫符合情形.....	6
1. 進度與計畫符合情形.....	6
2. 配合計畫與措施.....	7
(二) 資源運用情形.....	8
1. 人力運用情形.....	8
2. 設備購置與利用情形.....	9
3. 經費運用情形.....	10
(三) 人力培訓情形.....	12
1. 國外出差人員一覽表.....	12
2. 國內受訓一覽表.....	15
(四) 標準維持情形.....	16
二、成果效益檢討.....	21
(一) 國家標準實驗室維持及性能增進研究.....	21
(二) 時頻校核技術研究.....	69
三、結論與建議.....	110
附件	
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	113
(二) 各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表.....	114
(三) 研究成果統計表.....	118
(四) 附則.....	144
(五) 標準系統統計表.....	148

壹、基本摘要內容

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準審議編號：**100-1403-05-05-09**
主管機關：經濟部標準檢驗局 執行單位：中華電信研究所
計畫主持人：楊文豪 聯絡人：林晃田
聯絡電話：(03) 424-4066 傳真號碼：(03) 424-5474
期程：99年1月至102年12月
經費：(全程) **94,134** 仟元 100 (年度) 18,754 仟元

執行情形：

一.執行進度：預定(%)	實際(%)	比較(%)
年度：100%	100%	0%
總進度：100%	100%	0%

二.經費支用：預定 18,754 (仟元)
實際：18,754 (仟元) 年度支用比率 100 (%)
預算：18,754 (仟元) 實際支用比率 100 (%)
總經費：0億94,134 千元

三.主要執行內容：(每行28字，2000字以內)

本計畫之執行目的係在因應全球相互認可協議、國內產業發展及提昇時頻標準、量測、通信技術、資訊服務之需要，並配合標準檢驗局推動實驗室認證制度，滿足國內對頻率及時間標準之追溯需求。有關一百年度各項重要研究項目及目標摘要如下：

(一)時頻標準實驗室維持與性能提昇

此項目旨在國家時頻標準之建立、維持與系統性能之提昇，其要點如下：

1. 維持並提昇國家標準之頻率穩定度及準確度達到優於 $1E-14$ ，且時刻差值與國際度量衡局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)同步在 50 奈秒以內(上述品質條件已達到全球先進國家的領先水準)，並提供國內實驗室一級標準件之校正服務。
2. 持續參與國際度量衡局，共同維持世界協調時(Coordinated Universal Time, UTC)及國際原子時(International Atomic Time, TAI) 等國際標準，在國際時頻機構擁有代表席位。
3. 提升時頻校正能量與系統自動化設計，並應用於 TAF(Taiwan Accreditation Foundation)認證實驗室之精密儀器校正服務，減少因儀器所造成實驗室工作誤差，降低其不確定度。
4. 目前 UTC(TL)之穩定度可達到 $4E-15(30 \text{ days stability})$ ，而精確度為 15 ns/month，皆已達相當先進水準。

5. 維持「時間源比較系統」正常運作，以提供正確、不中斷之服務品質。
6. 提供國內廠商主、被動式元件之短期穩定度量測服務，並進行相關研究，提昇量測技術及精度。
7. 瞭解國際時頻發展趨勢，與世界知名實驗室建立合作關係，並交換技術經驗，促進本實驗室技術水準之提昇。
8. 維持網際網路校時系統，以滿足全國資訊、通訊、控制設備，對於數位化對時之使用需求。
9. 辦理「國家度量衡標準實驗室發展策略會議」（國家時間與頻率）。

(二)時頻校核技術研究

此項目旨在進行國際間時頻標準之比對與研究，以達到維持與追溯國際標準之目標，及促進國際合作關係之建立。其要點為：

1. 進行 GPS(Global Positioning System, 全球定位系統)雙頻多通道共視法觀測(GPS CV)、GPS 雙頻多通道全視法觀測(GPS AV)、GPS 載波相位觀測(GPS CP)、GPS P3 觀測、BIPM TAIPPP 先鋒計畫觀測等，並將資料傳送 BIPM，進而完成追溯及參與先鋒研究。
1. 持續進行國際衛星雙向傳時實驗，包括：持續進行亞太地區之衛星雙向傳時網路、與歐洲德國 PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany) 、法國 OP(Observatoire de Paris, France)等衛星雙向傳時實驗，並拓展聯繫歐美重要時頻中心的雙向比對鏈路，以增進國際合作關係。並深入探討衛星雙向傳時特性，提昇傳時效能。
- 3.積極參與有關 CIPM CCTF(Comite Consultatif du Temps et des Frequences)之 TAI 貢獻實驗室代表大會、GPS 工作委員會及衛星雙向傳時技術之參與實驗室委員會，或國際時頻研討會，掌握國外技術發展趨勢及增進國際合作關係。

本年度執行 5 項國際比對，如下表所示。

比對項目	主辦單位	比對國家/機構	比對月份	比對結果
原子鐘頻率比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	100.01~100.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	100.01~100.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
亞太 TWSTFT 傳時比對	NICT	日本 NICT 及 NMIJ、台灣 TL、大陸 NTSC、新加坡 A-star、韓國 KRISS	100.01~100.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS PPP 傳時比對	BIPM	BIPM(約 26 個實驗室)	100.01~100.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
雙 PRN 電碼之衛星雙向傳時實驗	NICT	日本 NICT 及台灣 TL	100.11~100.12	比對分析中

貳、一百年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要

日期	技術成果與活動	人事與國際合作
100.01.05	經濟部標準檢驗局 99 年度委辦計畫期末審查會	
100.04.01	經濟部標準檢驗局舉辦 101 年綱要計畫書審查會	
100.05.01~100.05.07		廖嘉旭資深研究員及曾文宏研究員赴美國舊金山參加 2011 IEEE IFCS-EFTF 國際研討會暨發表論文
100.05.10	經濟部標準檢驗局 100 年度委辦計畫之財產查核	
100.05.16~100.05.20	經濟部標準檢驗局舉辦「100 年 520 世界計量日系列活動	
100.5.17	辦理第二屆轉速計校正能力試驗說明會	
100.06.06~100.06.13		黃毅軍助理研究員赴美國科羅拉多州國家標準研究院 (NIST) 參加第 36 屆時間與頻率量測研討會 (Time and Frequency Metrology Seminar)
100.06.14		日本 NMIJ 時頻處處長 Mr. Michito Imae 來實驗室參訪並洽談技術合作
100.06.15	辦理度量衡標準實驗室發展策略會議之時頻領域分組會議	
100.06.27		林晃田研究員應邀加入 CCTF ATFT (Advanced Time and Frequency Transfer Techniques) 工作小組
100.08.01	經濟部標準檢驗局舉辦國家度量衡標基礎建設精進計畫審查會議	
100.08.02	BSMI、NML、INER & TL 共同辦理度量衡標準實驗室發展策略會議	
100.08.19	本實驗室舉辦轉速計校正之能力試驗總結會議，完成本年度轉速計能力試驗系列活動	
100.09.11~100.09.14		曾文宏研究員及黃毅軍助理研究員赴日本參加衛星雙向傳時工作小組 2011 年度會議
100.09.13~100.09.18		林信嚴副研究員赴德國參加國際精確時鐘同步研討會
100.09.26	標檢局「101 年度建立及維持國家時間與頻率標準計畫」細部計畫審查會	
100.10.20~100.10.21		馬來西亞國家實驗室邀請林晃田研究員擔任 Peer Reviewer，以評鑑馬

		來西亞國家實驗室之技術能力
100.11.01~		與日本 NICT 重新進行 DPN(自主設備) TWSTFT 實驗
100.11.14		完成 EURAMET 會員國埃及 NIS 之相互認可申請案審查
100.11.14~ 100.11.19		林信嚴副研究員赴美國參加 PTTI 2011 國際研討會並發表論文
100.11.29~100.12.3		廖嘉旭研究員、林晃田研究員兩人赴日本東京參加 2011 APMP TCTF CMC WORKSHOP，林晃田研究員另獲邀於本會議發表第一場次之專題講演
100.12.4~100.12.9		廖嘉旭研究員、林晃田研究員兩人赴日本神戶參加 2011 APMP TCTF、TCQS 等 meetings
100.12.9		林晃田研究員獲 APMP GA 通過當選為 APMP TCTF 主席
100.12.13	經濟部標準檢驗局舉辦計量科技計畫 100 年度成果展	

參、報告內容

一、執行績效檢討

(一) 與計畫符合情形

1. 進度與計畫符合情形

預定工作進度查核點	預定完成日期	實際完成日期	進度是否符合
1. 年度累積完成校正服務 8 件	100.03	100.03	符合
2. 維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 1×10^{-14}	100.04	100.04	符合
3. 維持與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒 (此精度為全球領先水準)	100.05	100.05	符合
4. 年度累積完成校正服務 16 件	100.06	100.05	符合
5. 高精度雙頻電碼傳時比對技術分析報告	100.06	100.06	符合
6. 完成自主性 GPS 共視系統中長程追溯鏈路性能測試報告	100.08	100.08	符合
7. 年度累積完成校正服務 24 件	100.09	100.09	符合
8. 維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 1×10^{-14}	100.10	100.10	符合
9. 以 GPS 相位擾亂監測 GPS 訊號研究報告	100.10	100.10	符合
10. 繼續保持與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒	100.11	100.11	符合
11. 亞、美衛星雙向傳時鏈路之研究分析報告	100.11	100.11	符合
12. 年度累積完成校正服務 41 件	100.12	100.12	符合
13. 舉辦轉速計校正能力試驗一場	100.12	100.12	符合
14. 完成微波頻段時頻量測系統之規劃與建置報告	100.12	100.12	符合

2. 配合計畫及措施

合作單位	合作計畫內容與成效	期間
	本年度無委託學校計畫，但有多篇合作論文(SCI，EI)發表	100.01 ~100.12

(二)資源運用情形

1. 人力運用情形

(1) 人力配置

主持人	分項計畫(分項及主持人)	子計畫 (名稱及主持人)	預計 人月	實際 人月	差異
楊文豪	廖嘉旭	國家標準實驗室維持及性能增進 (林信嚴)	72	72	
		時頻校核技術 (林晃田)	54	54	
合計			126	126	

(2) 計畫人力

分類		職稱					學歷					合計
年度	狀況	研究 員級	副研 究員 級	助理 研究 員級	研究 助理 員級	研究 助理 員級 以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
100 (人月)	預計	49	48	24		5	37	72		17		126
	實際	49	48	24		5	37	72		17		126

2. 設備採購與利用情形

儀器設備名稱及數量金額 (單位：元)	採購時間		運用情形					備註
	預定	實際	優良	佳	尚可	稍差	不佳	
無設備採購								

3.經費運用情形

(1) 預算執行情形

單位：千元

科目	全年度 預算數	累計分 配預算 (1)	累計實 支數(2)	暫付款 (3)	應付款 (4)	保留數 (5)	合 計 (6)=(2) +(3)+ (4)+(5)	執行率 (6)/(1) %	備註
經常支出									
直接費用	16,993	16,993	16,993				16,993	100	
公費	821	821	821				821	100	
營業稅	940	940	940				940	100	
小計	18,754	18,754	18,754				18,754	100	
資本支出	0	0	0				0		
機械設備	0	0	0				0		
小計	0	0	0				0		
合計	18,754	18,754	18,754				18,754	100	因實際投入經費較委辦經費高，BSMI預算將全部執行完畢，不足部份將由 TL 吸收

(2) 歲入繳庫情形

單位：元

科目	實際發生數	說明
財產收入		
不動產租金		
動產租金		
廢舊物資售價		
技術移轉		
權利金		
技術授權		
製程使用		
其他		
罰金罰款收入		
罰金罰款		
其他收入		
供應收入— 資料書刊費		
服務收入— 教育學術收入 技術服務	685,000 元	校正件數 55 件
審查費		
業界合作廠商配合款		
收回以前年度歲出		
其他雜項		
合計	685,000 元	校正件數 55 件

(三)人力培訓情形

國家標準實驗室計畫國外出差人員一覽表

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
參加會議	參加 2011 IEEE IFCS-EFTF 聯合國際研討會暨發表論文	美國 舊金山	100.5.1 ~ 100.5.7	廖嘉旭 曾文宏	計畫主持人 時頻傳遞及量測技術研究	IEEE IFCS (IEEE International Frequency Control Symposium)及 EFTF (European Frequency and Time Forum) 為重要的國際性時頻研討會，目的為各國研究人員交換時頻最新的發展趨勢與科技，並展出最新之儀器，今年兩項會議聯合舉辦更顯重要。參加此研討會可學習最新技術，並與其他實驗室建立互動關係，本研討會上將發表四篇已接受之論文。
參加會議	赴美國 NIST 參加 Time and Frequency Metrology Seminar	美國 NIST	100.6.6 ~ 100.6.13	黃毅軍	時頻校核技術研究	參加 Time and Frequency Metrology Seminar，可充分了解目前時間與頻率量測技術的最新發展，並實質參與講師及與會同事間的討論，加強與各標準實驗室間的技術交流，並提升本實驗室在國際上的能見度與重要性。回國後與同事分享經驗及技術，對於實驗室量測、維持標準及國際比對技術的精進有莫大的助益。
參加會議	赴德國參加國際精確時鐘同步研討會	德國 慕尼黑	100. 9. 13 ~ 100. 9. 18	林信嚴	時頻標準技術及傳遞研究	國際精確時鐘同步研討會(International IEEE Symposium on Precision Clock Synchronization for Measurement, Control and Communication, ISPCS)係由 IEEE 所舉辦之

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
						國際研討會，會中討論及發表各種最新時鐘同步技術，主要集中於 IEEE 1588 協定，並有相關廠商展示最新產品。會議中將討論 IEEE 1588 協定未來發展，旁及電信應用、工業及動作控制應用、測試及量測應用等，參加此會議對於本實驗室瞭解如何透過乙太網路同步傳時將非常有助益，同時可了解未來其他時頻傳輸新技術之發展。
參加會議	參加衛星雙向傳時工作小組 2011 年度會議	日本筑波	100.9.11 ~ 100.9.14	曾文宏 黃毅軍	時頻量測技術研究 時頻傳遞技術研究	衛星雙向傳時工作小組是 BIPM 轄下時間與頻率諮詢委員會 (CCTF) 之工作小組。本實驗室為該小組之正式成員，參加會議為本室之權利及義務。此次會議內容討論各國實驗室最新現況及傳時技術，並參訪日本 NMIJ 的實驗室。我們在會中報告本實驗室最新狀況並發表 DPN 技術的完整傳時結果及應用討論，與國際先進共同研討，最後爭取到 2013 年該工作小組會議在台灣舉辦的優先權。
參加會議	參加 CCTF 雙向傳時工作小組討論會及 PTTI 2011 研討會並發表論文	美國 Long Beach	100.11.14 ~ 100.11.19	林信嚴	時頻標準技術及傳遞研究	PTTI 2011 研討會，此乃一高水準之國際性研討會，每年由美國海軍天文台 (US Naval Observatory, USNO) 舉辦。參加該會可瞭解國際時頻研究發展趨勢、並與先進國家建立關係，有利增進未來時頻國家標準之性能。另往年 CCTF 雙向傳時工作小組討論會亦在此期間召開，本實驗室為此工

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
						作小組參與實驗室，故派員參加此領域之討論。 為瞭解世界各國實驗室在時間與頻率相關領域之研究進展，及了解國際之發展趨勢，應用現況。並經由論文發表與討論，展現實驗室研發技術成果並厚植研究實力，故派員參加此會。
參加會議	參加 APMP 2011 年會、TCTF2011 相關等會議。	日本 東京、神戶	100.11.29 ~ 100.12.9	廖嘉旭 林晃田	負責計畫規劃及推動，且為 APMP TCTF 會員 負責本實驗室品質系統維持及衛星雙向傳時等研究，並為 APMP TCQS 會員	參加 APMP 2011 General Assembly 等會議，可加強與亞太地區各標準實驗室之間的技術交流，並提升本實驗室在國際上的能見度與重要性。參加 APMP TCTF 及 APMP TCQS 等年度會議，可了解各標準實驗室之技術發展與品質系統維持現況，更可就國際間相互認可資料之審查等事務匯集共識。對於技術交流與國際相互認可事務的推動，均有實質的助益。 林晃田博士並當選 APMP 時頻技術委員會主席，任期自明(2012)年起為期 3 年，以推動 APMP 國際間的時頻技術合作及相互認可等相關事務。

註：出差性質請依下列事由填寫- (1) 觀摩研習 (2) 受訓 (3) 參加會議

國家標準實驗室計畫國內受訓一覽表

訓練名稱	主要內容	訓練機構	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任工作	對本計畫之助益
TAF 舉辦之 2011 年校正領域報告簽署人在職訓練	TAF 實驗室認證服務資訊更新	全國認證基金會	100.07.18	林晃田	時間校核技術	了解 TAF 實驗室認證服務資訊更新，以利後續事務配合
TAF 資深評審員訓練	了解資深評審員工作重點及評鑑要項	全國認證基金會	100.10.24	林晃田 廖嘉旭	時間校核技術 協同計畫主持人	支持符合性評鑑及認證制度之推展 吸收各領域經驗，提昇本實驗室品質
TAF 年會及實驗室主管在職訓練	TAF 實驗室認證服務資訊更新	全國認證基金會	100.03.22	林晃田	時間校核技術	了解 TAF 實驗室認證服務資訊更新，以利後續事務配合
TAF 舉辦之 ISO 17025 Refresh 討論會議	ISO17025 認證規範深入探討	全國認證基金會	100.02.18	林晃田 廖嘉旭	時間校核技術 協同計畫主持人	深入了解 ISO 17025 之認證規範內容及細節詮釋。

(四)標準維持情形：

標準件校正日期及追溯來源詳如下表

編號	有關儀器標準件	校正日期	追溯來源
1	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 300	83.11 替代 CS160 提供母鐘信號 89.7.18 不穩定並重新啟動 89.7.27 送日本換銻束管 90.06.26 修復驗收完成參與國家時頻維持 91.06.28 替代 CS809 提供母鐘信號 92.5.19 頻率不穩定改由 CS1712 提供母鐘信號 98.04 故障待修中 98.12 送美國原廠維修 99.06.01 修復完成，現使用於遊校。	BIPM
2	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 160	83.11 故障送修，83.12 修護與 UTC(TL)持續比對；85.09 故障送修，86.04 修護與 UTC(TL)持續比對 89.7.10 送日本換銻束管 90.06.24 修復驗收完成。(目前故障待修)	BIPM
3	銻束頻率標準器 HP5061A, S/N 1712	90.10 成參與國家時頻維持 92.5.19 頻率不穩定改由 CS1712 提供母鐘信號 93.12.21 改由 HM76053 提供母鐘信號 99.11 故障待修中	BIPM
4	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 474	84.5.2 新購驗收完成參與國家時頻維持 89.8.11 故障送修 90.05.20 修復驗收完成。 99.11 故障待修中	BIPM
5	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1132	87.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 91.12.5 送日本換銻束管 92.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
6	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 809	85.05 新購驗收完成參與國家時頻維持 90.10.01 替代 CS1498 提供母鐘信號 91.06.28 故障並重新啟動 91.12.5 送日本換銻束管 92.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持 99.04. 故障	BIPM
7	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1012	86.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 92.10.13 故障送日本換銻束管 93.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM

編號	有關儀器標準件	校正日期	追溯來源
8	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1500	89.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 93.3.2 故障待修中 94.01.06 送日本換銻束管 94.8.1 參與國家時頻維持	BIPM
9	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1498	89.04 新購驗收完成參與國家時頻維持 89.12 替代 CS300 提供母鐘信號 97.08 故障待修中 98.03 參與國家時頻維持	BIPM
10	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1104	95.11.2 送美國換銻束管 96.2.5 修復驗收完成 96.2.16 參與國家時頻維持(新加入)	BIPM
11	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2365	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
12	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2366	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
13	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2367	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
14	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2368	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
15	銻束頻率標準器 Symmetricom, S/N 2630	99.08 新購驗收完成	BIPM
16	銻束頻率標準器 Symmetricom, S/N 2634	99.08 新購驗收完成	BIPM
17	銻束頻率標準器 Symmetricom, S/N 2636	99.08 新購驗收完成	BIPM
18	氫微射頻率標準器 KVARZ, S/N 76052	88.01 參與國家時頻維持 89.11 時間產生單元故障 90.02 修復驗收完成參與國家時頻維持 99.06 改由 HM76052 提供母鐘信號	BIPM
19	氫微射頻率標準器 KVARZ, S/N 76053	88.01 參與國家時頻維持 93.12.21 改由 HM76053 提供母鐘信號	BIPM
20	氫微射頻率標準器 T4-science, HM-0057	99.06 新購驗收完成	BIPM
21	相位微調器 AOG model 110 S/N 1804	90.10.04 參與國家標準實驗室母鐘維持 每日持續性監測 90.10.04 0.00004 ns/s Advance	國家標準實驗室母鐘
22	SDI 5MHZ 分配器	供應標準頻率(5MHz)	國家標準實驗室母鐘

編號	有關儀器標準件	校正日期	追溯來源
23	切換控制器	每日持續性監測	
24	HP75000, S/N E1421B	供應標準時間(1PPs)	國家標準實驗室母鐘
25	時間差計數器, SR620	83. 6. 27 更換損壞之 S/N 2410A00790 每日持續性監測 90.12 替代 HP5370 持續性監測	國家標準實驗室母鐘
26	ESA24K-1 CODAN-5900	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘
27	ASHTECH GPS RECEIVER SN:RT920012202	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘
28	IRT FRU-1030 S/N 0206082	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘

說明：(參考標準時頻系統維持及追溯方塊圖)

標準件追溯架構如附圖

本所之時頻標準是經原級銫束頻率標準器及氫微射頻率標準器比對產生。所謂原級頻率或時間標準是在運作時不需提供外在校正(CCIR Recommendation 686 之定義)，其中所用 HP5071A 是目前世界上穩定性最好的商用化銫原子鐘，目前母鐘產生標準信號採用方式係在原子鐘群中長期仔細比對後找出最穩定之原子鐘當主鐘，(目前使用編號 **HM76052 原子鐘**)。主原子鐘之 5MHz 經相位微調器(21)，分配放大器(22)產生 5MHz 之國家標準頻率。5MHz 信號經時間碼產生器(21)產生中華民國標準時間 UTC(TL)，UTC(TL)經時間差計數器(25)與原子鐘群，GPS(27)接收信號比對。比對結果送至 BIPM，由 BIPM 統計出所有原子鐘與 UTC(BIPM)時間差值、頻率偏移、權數，此數值每個月由 BIPM 公佈於網站，經本所分析所得結果用來決定相位微調器所需微調值，使本所產生之協調時能緊密地追溯至 BIPM。

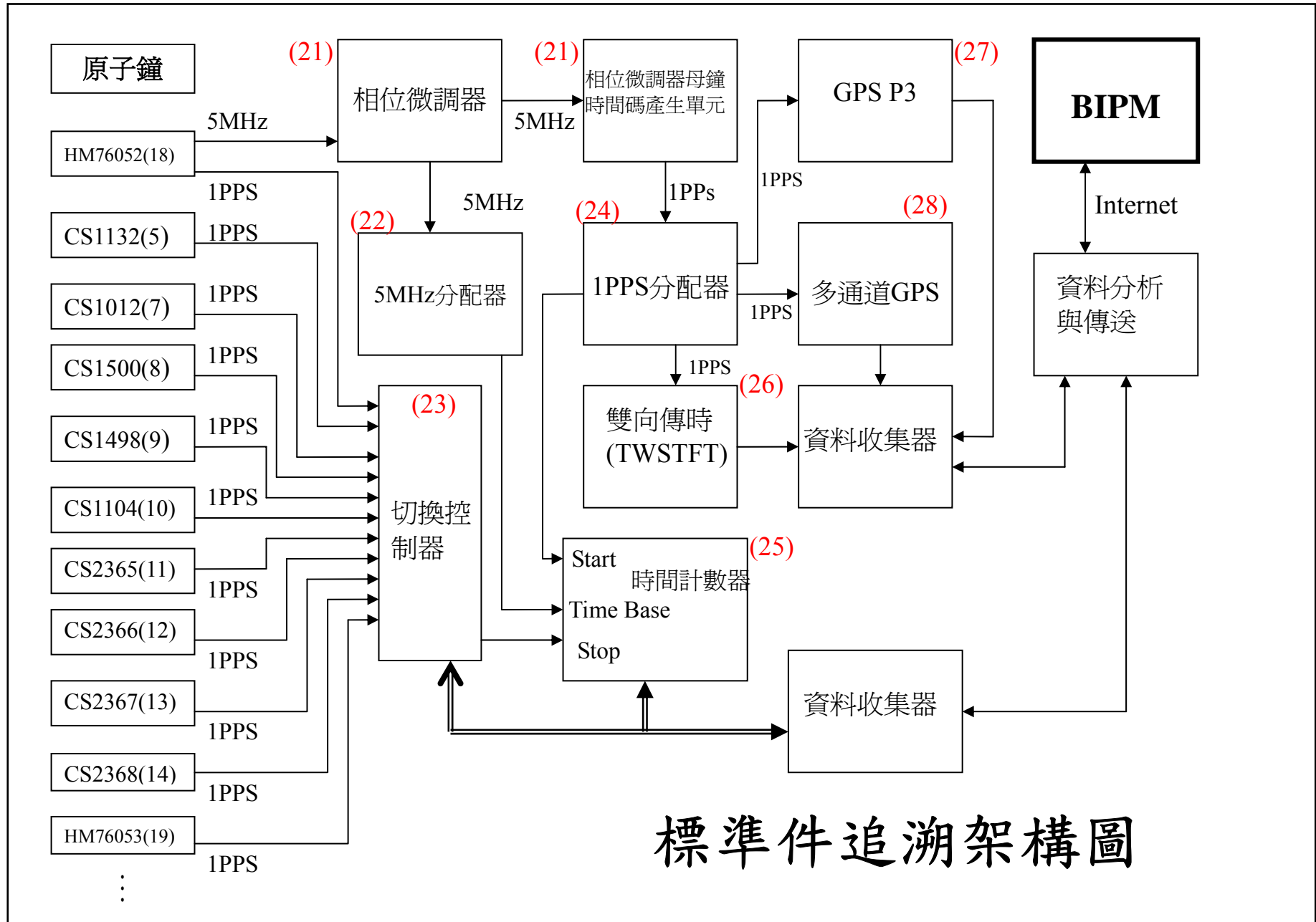
銫原子鐘本身為原級標準器，平常除需檢查各個工作指示燈初步判定其工作是否正常外，其工作性能則需時間差計數器之時間比對來分析之。

為使我國時頻最高標準與國際標準一致，本年度執行 5 項國際比對，其

相關資訊如下表所示。

比對項目	主辦單位	比對國家/機構	比對月份	比對結果
原子鐘頻率比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	100.01~100.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	100.01~100.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
亞太 TWSTFT 傳時比對	NICT	日本 NICT 及 NMIJ、台灣 TL、大陸 NTSC、新加坡 A-star、韓國 KRISS	100.01~100.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS PPP 傳時比對	BIPM	BIPM(約 26 個實驗室)	100.01~100.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
雙 PRN 電碼之衛星雙向傳時實驗	NICT	日本 NICT 及台灣 TL	100.11~100.12	比對分析中

依據 BIPM 統計資料所計算本實驗室維持時頻標準的特性，參見下一章「成果效益檢討」中之「標準實驗室維持與性能增進」一節。由於本實驗室採用自行發展之時間評量技術，並以氫原子鐘作為頻率之參考源，穩定度在亞洲各實驗室間居領先地位。



標準件追溯架構圖

二、成果效益檢討

(一) 標準實驗室維持與性能增進

本實驗室主要任務為：建立及維持國家時間與頻率的最高標準，並透過國際比對活動確保與國際標準的一致性。對外直接參與國際度量衡局，共同維持世界協調時(UTC)及國際原子時(TAI)；對內則提供國內產業時頻量測及校正之追溯源頭，並藉由資訊、通信等技術傳遞國家標準時間，以滿足社會大眾對標準時頻應用之需求。我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖如圖 1.1。

與國際標準協調一致、建立國際地位

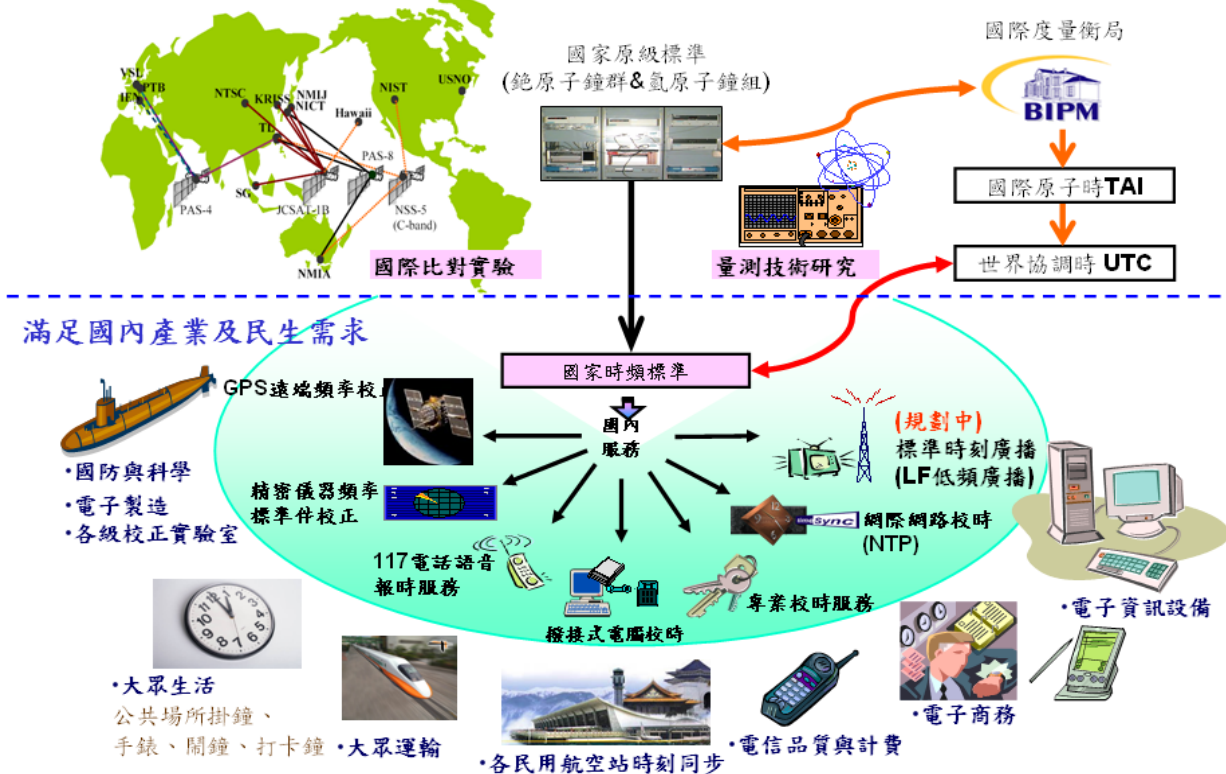


圖 1.1、我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖

服務產業與應用

- 提供具全球相互認可的精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。
- 透過 NTP 網際網路校時，提供電腦與資訊設備自動定期校時服務。
- 提供安全可靠的撥接式專線電腦校時服務，應用於民航局近場雷達及塔台飛航管制、公共電視等單位。
- 專線式校時系統應用於電信公司，解決視訊網路時間誤差及計費問題。
- 精準時頻技術的研究與推廣，合作對象包括中山科學研究院、國內各大學

等。

產業效益

- NTP 網路校時準確且便利，每天服務量超過 800 萬次以上。
- 提供電子資訊社會一個公正可信賴的時間，作為交易紀錄及通信計費等用途，以避免系統運作的混亂。
- 振盪頻率是現代電子設備的核心，攸關電信系統、導航設施，及許多精密電子產業的品質與精確性。

時間的維持：

國家時間的維持在於準確與可靠，因此實驗內部各個環節，包括原子鐘的維持、訊號的傳送、時間的量測以及國際比對實驗的進行，都需要良善的管理與規劃，以確保時間的精準。近幾年本實驗室積極參與國際的時頻計畫，透過合作向歐、美、日等先進實驗室，學習到許多經驗，使維持時間標準技術能力大幅提昇。

時間的傳遞：

- 本實驗室提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源，過去待校件需送至校正實驗室進行校正。一般而言，振盪器會因受環境或其他如開/關機與車船運送等因素之影響，不易確保振盪器之準確性及穩定性。於是本實驗室發展遠端頻率校核技術，利用觀測 GPS 載波相位達成頻率同步之目的，依此方式校正之振盪器，受到國家標準實驗室之監控，其受到環境變化等因素之影響將被偵測並加以補償，進而達到追溯至國家標準之目的，可省去運送往返之時間，且有助於提高競爭力。
- 為提供一般民眾所需的標準時刻，本實驗室於民國 87 年推出 NTP (Network Time Protocol) 網際網路校時服務，以計算網路上封包(Packet)的往返延遲(Round Trip Delay)估算待校計時器與標準源之時間差，作為修正依據。由於網際網路的普及，NTP 已成為一準確且便利的校時方法，保守估計目前一天的校正需求量已超過 800 萬次。
- 撥接式電腦校時服務，是以數據機撥接的方式，擷取本所時間伺服器的信號，透過補償網路時間延遲的方式，達成相當準確之校時目的，此服務不需透過網際網路故較為安全，主要使用在民航局塔台飛航管制等系統。

為維持標準實驗室之基本運轉與提昇國家標準之性能，除持續改善實驗室背景雜訊，提供精密儀器頻率校正及各項時間同步服務外，亦進行提昇高精度時頻量測技術研究、建立標準時刻產生技術及持續時間評量技術研究等，期能維持 UTC(TL)與 UTC 之相位差在 $\pm 50\text{ns}$ 左右。本計畫執行之情形如下：

(1.1)時頻標準維持及性能增進

(1.1.1)國家標準時間的維持及增進性能(含時間評量技術研究)

(1.1.1.1) 執行項目

國家標準時間的維持現況及其品質、權重分析

(1.1.1.2)執行內容(執行期間：100/01~100/12)

目前國家時間主要由本實驗室所維持的銫原子鐘(Agilent/HP 5071A)及氫原子鐘(Active H-masers)所產生。以高品質的氫原子鐘為參考母鐘，所產生的頻率信號經相位微調器調整後產生標準時間，國際上的名稱是 UTC(TL)，短期調整的機制則是參考銫原子鐘群的統計值。我們透過衛星雙向傳時及 GPS PPP 全視法(all-in-view)等比對實驗，與國外實驗室進行時間比對，並將比對的資料提供給國際度量衡局計算 TAI 及 UTC。

UTC 是國際標準時間，也是我們調整標準時間的參考之一，此調整有助於維持國家時間的長期準確度。BIPM 每月發佈的資料，放在該局的 FTP server 上 (<http://www.bipm.org/jsp/en/TimeFtp.jsp>)，而其中"Publications\Weights of clocks participating in the computation of TAI"目錄下的資料，即為每一部原子鐘當月的相對權重。原則上，單一部鐘必須有長期良好的穩定度才能獲得較高的權重，實驗室所有原子鐘的加總權重代表一個實驗室的影響力，為標準時頻實驗室的一項重要指標。例如：負責維持日本國家標準時間的 NICT 就把相對權重的統計資料放在網站上，作為實驗室的一項重要成績。

(NICT website : (<http://jty.nict.go.jp/mission/index-e.html>) ; [Weights of Atomic Clocks\(NICT\)](#))

維持國家時間的每個環節，包括原子鐘的維持、訊號的傳送、時間量測以及國際比對實驗的進行，都需要良善的管理與規劃，以確保時間的精準。原子鐘的維持是本實驗室的核心工作，目前運轉中的原子鐘群，分別安置在一樓電磁隔離室中。隔離室必須保持恆溫恆濕的環境，並避免振動的發生。本實驗室

原子鐘的比對記錄系統有兩套，氫原子鐘HM76053為母鐘參考源經過相位微調器調整斜率(frequency offset)後，產生本實驗室的標準時間。(另一部參考氫鐘HM6052因壽年將屆，穩定度不如以往，於調整UTC(TL)方面困難度提高；而新購的氫鐘尚未達到穩定狀態，暫時無法替代原有母鐘參考源。)原子鐘必須均勻且連續的運轉，所以電力供應不容中斷，我們除了電信研究所的電力系統、大型不斷電系統(UPS)及柴油發電機外、還準備有直流電源(DC)，均經過濾波後才供應給原子鐘使用，原子鐘、比對記錄系統及相位微調器等重要設備，另配有專屬的機架型UPS，即使這些備援電力都失效的情況，銻原子鐘內部還有電池，可再維持一段時間。總之，電力設備的維護與定期檢修更換，實為實驗室維持相當重要的環節。

原有比對記錄系統使用時間計數器(Time interval counter)量測每部原子鐘的時刻 1PPS(one pulse per second)信號與標準時間 UTC(TL)的差值，再儲存到電腦磁碟陣列中。目前每十分鐘整連續量測 6 筆資料，去除最大、最小值之後再取平均並記錄之，如此可有效減少量測的誤差。此系統長期記錄原子鐘的變化值，是非常重要的資料，除了有一套備援系統外，實驗室也另外進行定期的資料備份。

在國際傳時比對方面，過去本實驗室採用單通道單頻的 GPS 接收機，並以衛星共視法(common-view)進行國際比對。但因台灣位處電離層赤道異常區，造成較大的誤差。近年來本實驗室積極參與相關國際時頻比對實驗的研究，包括雙通道及雙頻 GPS 接收機的傳時研究，GPS P3 電碼比對的國際巡迴校正、GPS 載波相位觀測及衛星雙向傳時等實驗。隨著國際比對精度的進步，本實驗室的數據品質也大幅提升。其中衛星雙向傳時是目前最精準的傳時方法之一，其不確定度可優於 1 奈秒(ns)。自 2002 年一月起，本實驗室(TL)與日本(NICT)之比對數據，正式提供 BIPM 作為計算世界原子時(TAI)的資料。2005 年五月我們完成 BIPM 之 GPS P3 電碼比對的精準校正結果，接著於 2006 年三月完成亞太地區第一個衛星雙向傳時地面站校正實驗，這兩個獨立傳時方法的校正結果，彼此差異僅有 0.282 ns。

自 2008 年起，本實驗室逐漸提升實驗室環境，2009 年全新恆溫恆濕空調及 UPS、DC 電力系統正式運轉啟用，原子鐘穩定性大為增高。另外，也因為 BIPM

採用本實驗室與德國 PTB 之 TAIPPP 比對結果作為 TAI 鏈路，A、B 類不確定度分別由 0.5ns 及 5ns 降至 0.3ns 及 4.8ns，使本實驗室長、短期穩定度進一步提升。

2010 年起由於實驗室環境改善，全新恆溫恆濕空調及 UPS、DC 電力系統正式運轉啟用，同時近年來逐步增購 7 部之新高性能銫鐘，汰換已使用超過 15 年之老舊銫鐘，使 TL 原子時穩定度得以增進。然而母鐘參考源氫鐘 HM6052 因壽年將屆，穩定度不如以往，連帶 UTC(TL)之短期穩定度受到影響無法進一步提升。新購瑞士氫鐘於 2011 年 9 月維修後逐漸穩定，預計明年下半年起可為目前 HM6052 之備援，或直接取代 HM6052 為主要母鐘參考源。

(1.1.1.3)時頻標準維持現況之檢討

近幾年來透過基礎改善措施與校正實驗，有效提昇本實驗室維持標準時間的能力與信心，進而增進國家時間的準確度與穩定性。

2010 年 11 月~2011 年 10 月 TL 原子鐘群對 TAI 的權重約佔所有實驗室之 6.1%，落後於 USNO(美)，NICT(日)，F(法)、NTSC(中)，名列第 5(圖 1.2)。

在 UTC(TL)穩定度及準確度方面，TL 之 5 日穩定度約為 $4.0E-15$ 。長期穩定度透過 TA(TL)調整，約為 $1.5E-15$ 於亞洲各國中與日本 NICT、NMIJ 相當，整體表現仍有水準。(圖 1.3)

在準確度方面，2011 年 1 月~2011 年 10 月 UTC-UTC(TL) (圖 1.4) 皆保持在 ± 30 ns 之間，已達成全年維持在 ± 50 ns 以內的目標。UTC(TL)於 5、6 月份因母鐘參考源 HM6052 斜率突然變化，UTC-UTC(TL)+5 ns 上升至 +30 ns 左右，目前已穩定並逐步調整 UTC(TL)斜率，預計明年中以前將 UTC(TL)儘可能貼近 UTC。

Nov-10			Dec-10			Jan-11			Feb-11		
1	USNO(Washington DC)	27.746	1	USNO(Washington DC)	28.230	1	USNO(Washington DC)	27.678	1	USNO(Washington DC)	26.116
2	NICT(Tokyo)	11.560	2	NICT(Tokyo)	10.324	2	NICT(Tokyo)	10.137	2	NICT(Tokyo)	9.626
3	F(Paris)	7.932	3	F(Paris)	7.611	3	F(Paris)	7.712	3	NTSC (Lintong)	7.413
4	NTSC (Lintong)	5.862	4	NTSC (Lintong)	7.427	4	NTSC (Lintong)	7.069	4	F(Paris)	7.186
5	TL(Chung-Li)	4.572	5	TL(Chung-Li)	4.896	5	TL(Chung-Li)	4.537	5	TL(Chung-Li)	5.027
6	NIST(Boulder)	4.502	6	NIST(Boulder)	3.917	6	SP (Boras)	4.407	6	SP (Boras)	4.405
7	SP (Boras)	3.816	7	SP (Boras)	3.842	7	NIST(Boulder)	3.833	7	NIST(Boulder)	4.207
8	IT(Torino)	3.050	8	IT(Torino)	2.864	8	IT(Torino)	2.766	8	IT(Torino)	2.377
9	PTB(Braunschweig)	2.326	9	NRC(Ottawa)	2.226	9	NRC(Ottawa)	2.232	9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.246
10	NMIJ(Tsukuba)	2.119	10	PTB(Braunschweig)	2.100	10	PTB(Braunschweig)	2.118	10	PTB(Braunschweig)	2.246

Mar-11			Apr-11			May-11			Jun-11		
1	USNO(Washington DC)	27.778	1	USNO(Washington DC)	25.123	1	USNO(Washington DC)	22.758	1	USNO(Washington DC)	21.154
2	NICT(Tokyo)	9.788	2	NICT(Tokyo)	9.964	2	NICT(Tokyo)	10.747	2	NICT(Tokyo)	10.617
3	NTSC (Lintong)	7.268	3	NTSC (Lintong)	7.167	3	NTSC (Lintong)	7.407	3	TL(Chung-Li)	7.843
4	F(Paris)	6.188	4	TL(Chung-Li)	6.578	4	TL(Chung-Li)	7.217	4	NTSC (Lintong)	7.655
5	TL(Chung-Li)	5.587	5	F(Paris)	4.702	5	NIST(Boulder)	4.594	5	F(Paris)	5.408
6	NIST(Boulder)	4.576	6	SP (Boras)	4.572	6	SP (Boras)	4.412	6	NIST(Boulder)	4.960
7	SP (Boras)	4.575	7	NIST(Boulder)	4.565	7	F(Paris)	4.360	7	SP (Boras)	4.433
8	PL (Warszawa)	2.388	8	PTB(Braunschweig)	2.446	8	PTB(Braunschweig)	3.114	8	PTB(Braunschweig)	2.983
9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.284	9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.373	9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.548	9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.609
10	NRC(Ottawa)	2.211	10	NRC(Ottawa)	2.265	10	IT(Torino)	2.298	10	IT(Torino)	2.106

Jul-11			Aug-11			Sep-11			Oct-11		
1	USNO(Washington DC)	19.683	1	USNO(Washington DC)	19.083	1	USNO(Washington DC)	17.896	1	USNO(Washington DC)	20.783
2	NICT(Tokyo)	10.436	2	NICT(Tokyo)	10.690	2	NICT(Tokyo)	9.903	2	NICT(Tokyo)	9.620
3	NTSC (Lintong)	8.347	3	NTSC (Lintong)	7.350	3	F(Paris)	7.468	3	F(Paris)	7.588
4	TL(Chung-Li)	7.701	4	TL(Chung-Li)	6.180	4	TL(Chung-Li)	6.801	4	NTSC (Lintong)	6.731
5	F(Paris)	5.045	5	F(Paris)	5.672	5	NTSC (Lintong)	6.609	5	TL(Chung-Li)	6.308
6	NIST(Boulder)	5.035	6	SP (Boras)	5.011	6	NIST(Boulder)	4.349	6	SP (Boras)	4.310
7	SP (Boras)	4.841	7	NIST(Boulder)	4.402	7	SP (Boras)	4.187	7	NIST(Boulder)	3.915
8	PTB(Braunschweig)	2.928	8	PTB(Braunschweig)	3.078	8	ONRJ(Rio de Janeiro)	3.535	8	PTB(Braunschweig)	2.989
9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.845	9	ONRJ(Rio de Janeiro)	3.061	9	PTB(Braunschweig)	3.161	9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.316
10	ROA(San Fernando)	2.122	10	ROA(San Fernando)	2.145	10	KRIS(Daejeon)	2.087	10	KRIS(Daejeon)	2.052

Average	
1	USNO(Washington DC) 23.669
2	NICT(Tokyo) 10.284
3	NTSC (Lintong) 7.194
4	F(Paris) 6.406
5	TL(Chung-Li) 6.104
6	NIST(Boulder) 4.405
7	SP (Boras) 4.384
8	PTB(Braunschweig) 2.656
9	ONRJ(Rio de Janeiro) 2.396
10	IT(Torino) 2.296

USNO: USA	NPL: United Kingdom	NAO: Japan
F: France	VSL: The Netherlands	SCL: HongKong
NICT: USA	IT: Italy	BEV: Austria
NIST: Japan	IFAG: Germany	NTSC: China
TL: Taiwan	NIM: China	ONRJ: Brazil
PTB: Germany	ROA: Spain	KRIS: Korea
PL: Poland	NRC: Canada	SU: Russia
NMIJ: Japan	SP: Sweden	

圖 1.2、2010.11-2011.10 世界時頻實驗室佔 TAI 權重前十名排名 (NICT 製表)

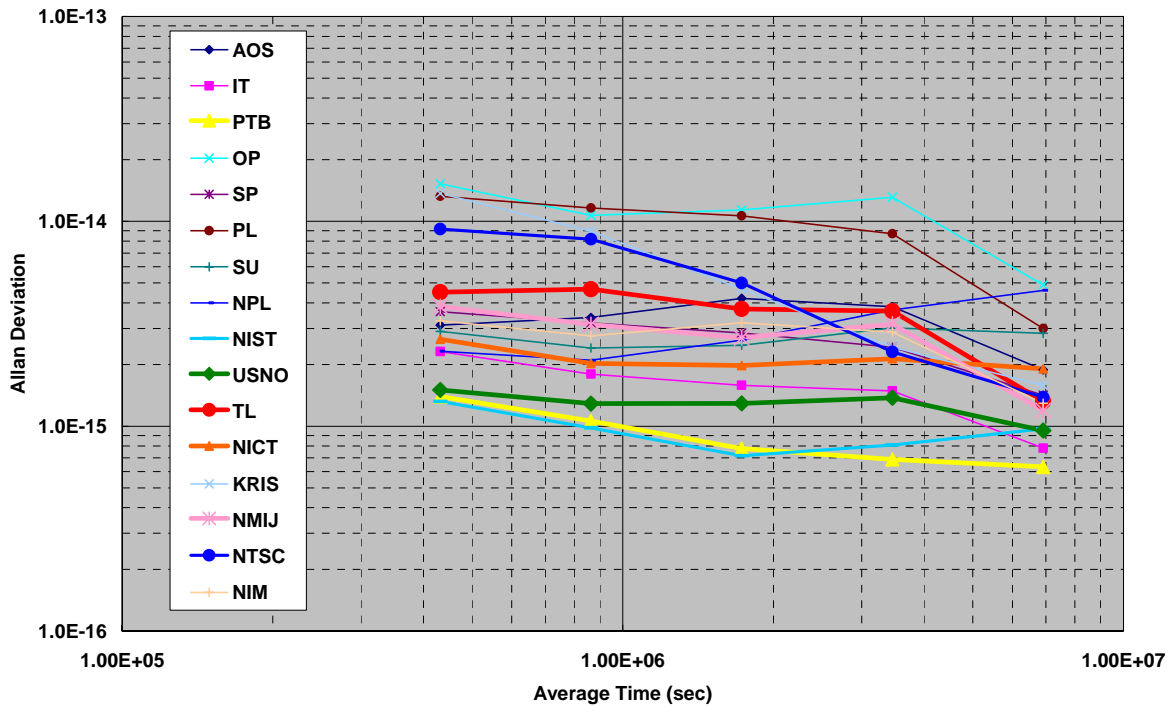


圖 1.3、2010 年 10 月~2011 年 10 月世界及亞洲主要實驗室頻率穩定度

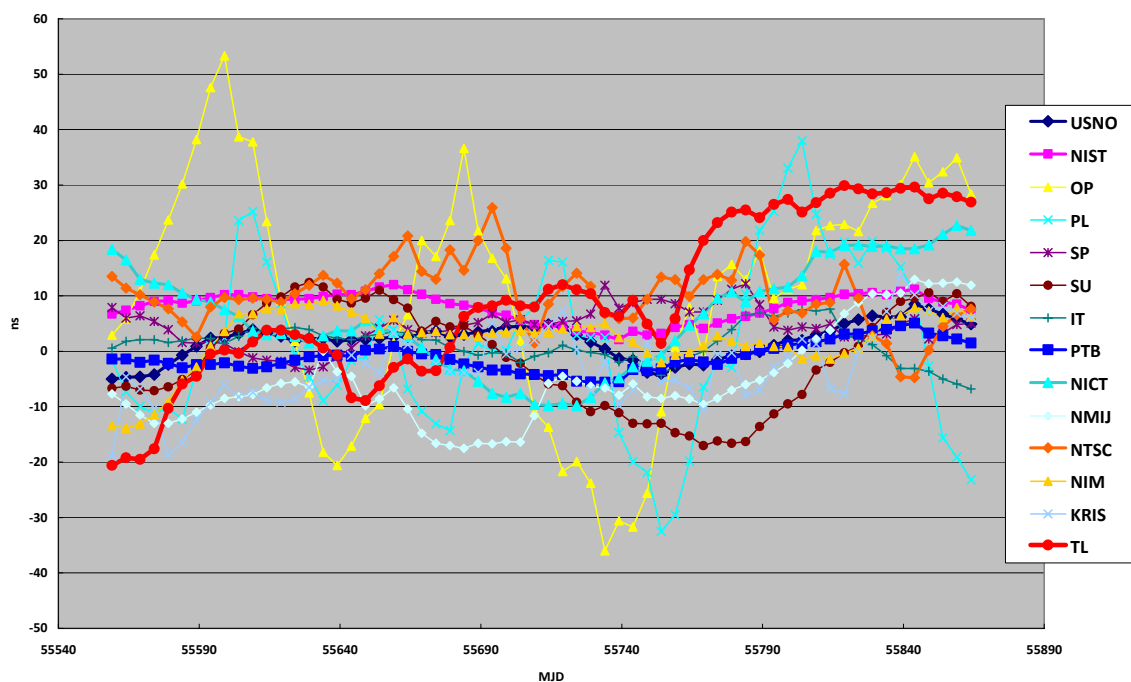


圖 1.4、2011 年 1 月~2011 年 10 月世界及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k) 差值

(1.1.1.4) 未來工作重點

國家時間的維持在於準確與可靠，因此實驗內部各個環節，包括原子鐘的維持、訊號的傳送、時間的量測以及國際比對實驗的進行，都需要完善的管理與規劃，以確保時間的精準。近幾年本實驗室積極參與國際上的時頻計劃，透過合作向歐、美、日等先進實驗室，學習到許多經驗，讓維持時頻標準的能力大幅進步，成為受矚目的新興實驗室。未來亦將透過此方式吸收優點，繼續精進實驗室之性能。

(1.1.1.5) 結論

隨著定位導航及太空科技的迅速發展，國際時頻實驗室無不投入更多的資源發展新一代的技術。新一波的原子鐘汰舊換新潮從 2005 年初展開，包括日本、美國、大陸、韓國、瑞士、波蘭等國家，都各自添購氫原子鐘及高性能的銫原子鐘。這些鐘經過 BIPM 半年以上的穩定度評估後，將逐漸分佔一定比例的權重值。另一方面，包括日本、荷蘭、大陸、義大利、英國等實驗室都在過去的兩年內重建新的實驗室環境，以符合未來的需求。

為維持在國際上競爭力，我們近程仍需持續監控實驗室整體的環境，而中、長程則應以建置新的實驗室為目標，以因應未來更高精確度的需求。

(1.1.1.6)自評與建議

目前本實驗室共有三部氫鐘，其中二部俄羅斯製氫鐘已運轉 12 年，氫氣源、腔壁 coating、ion pump 皆已達到使用年限(約 10~15 年)，其頻率輸出波型已失真，仰賴頻率產生器再產生頻率訊號勉強使用，短、中期穩定度大不如前，增加精進 UTC(TL)之困難度。原生產廠商俄羅斯國營公司 Kvarz 工程師大部分已跳槽至民營公司 Vremya-CH 公司，Kvarz 公司已無維修能力，維修機率渺茫。另外新購瑞士製氫鐘於二次維修後逐漸到達穩定狀態，於確認連續一年穩定表現後，預計可取代俄羅斯氫鐘擔任母鐘參考源。

由於高穩定之頻率參考源直接與 UTC(TL)穩定度、權重、GPS 及 TWSTFT 比對實驗穩定性相關，本實驗室必須維持至少一個高穩定之頻率備源參考源，已備隨時於主參考源故障時切換，建議於經費許可下另購置 1~2 部新氫鐘，與新購瑞士製氫鐘互為備援，以保持 UTC(TL)穩定度，來維持得來不易之成果。舊有俄羅斯氫鐘可用以產生 TAI 權重及加入 TA(TL)，以發揮最大利用價值。

(1.1.2) 標準時頻實驗室的維持及性能增進說明

(1.1.2.1) 達成項目

提高實驗室及原子鐘室之防震能力

(1.1.2.2) 執行內容(執行期間：100/01~100/12)

目前本實驗室原級頻率標準器群組，包含銫原子鐘及氫原子鐘，由此產生國家時間與頻率標準，並參與國際度量衡局 BIPM，共同建立國際之時間標準。這些原子鐘平均放置在 4 間隔離室內，我們吸取日本 311 地震的教訓，進一步加強實驗室防震能力，以期降低地震對國家標準時間與頻率可能造成的影響

(1.1.2.3) 執行結果

1. 為避免地震造成原子鐘室之重要儀器設備發生位移及毀損，直接影響國家標準時頻的服務，是以特別強化抗震能力。
2. 3 月 14 日針對本實驗室於隔離室地板使用膨脹螺絲固定設備的方式是否適當，詢問隔離室廠商專業人員，其表示對地面無影響，若是其它前後左右及上層隔離牆面則會有影響。
3. 3 月 17 日向本所行管室申請各間隔離室、時間同步服務實驗室及位於八樓之國際傳時實驗室設備防震固定等工程需求，並與施工人員討論施工方式及材料選擇。



4. 施工說明

4.1 設備底部採用 J 型 3mm 不鏽鋼片與膨脹螺絲與地面固定。

4.2 設備頂部以不鏽鋼片/管束固定。

4.3 母鐘隔離室設備頂部再以角鋼與上梁固定。

4.4 桌面上原子鐘以綁帶固定。

5. 3 月 18、21 及 22 三日進行監工並指導綁帶使用方式，施工完成如下





(1.1.2.4) 應用及效益

提高實驗室及原子鐘室防震能力，避免國家標準頻率與時間於地震來襲時發生位移及毀損。

(1.1.2.5) 未來工作重點

持續維持加強實驗室運轉，定期的檢修與維護保持系統之性能，以維持原子鐘輸出之穩定度。

(1.1.2.6) 自評與建議

原子鐘為國家標準時間與頻率之原級標準，也是標頻實驗室之核心基礎。若原級標準設備維護不當將會造成嚴重之影響。建立及用心維護原級標準環境是非常重要的。

實驗室管理人員對整個實驗室環境與系統應確實進行日常維護，並培養一定程度的技術能力，不能依賴廠商的例行保養。此外，在設備環境建置時，亦要考量爾後維修保養空間的方便性。

(1.1.3)標準件室特殊空調告警系統開發說明

(1.1.3.1) 執行項目

完成特殊空調電力告警系統開發(手機及 Email 簡訊)

(1.1.3.2) 執行內容(執行期間：100/01~100/12)

目前本實驗室的原級頻率標準器組包含了銫原子鐘及氫原子鐘來共同維持國家時間與頻率標準並緊密地追溯至國際度量衡局 BIPM。實驗室內特殊空調將溫度控制在 $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，而溼度控制在 $50\pm 10\%$ 。圖 1.5 顯示目前原子鐘隔離室電力系統架構圖，實驗室主要電力來源有市電、發電機、DC 及 UPS，當市電供應異常時，發電機、DC 及 UPS 等電源可做為原子鐘等重要設備之備援。然而當市電中斷且備援系統也發生異常時，將嚴重影響到國家標準時間與頻率之穩定性進而影響國際權重排名。有鑒於此，乃進行原子鐘及特殊空調電力監測之告警系統開發，當電力發生異常時能以手機簡訊及 Email 之方式即時通知相關維護人員並告知目前情形，以利相關人員立即進行故障排除。目前特殊空調電力告警系統提供之告警資訊有：市電中斷、市電回復、UPS 狀態、發電機啟動及障礙發生時間等訊息供系統維護人員瞭解目前特殊空調狀態以利進行故障原因判別與排除。

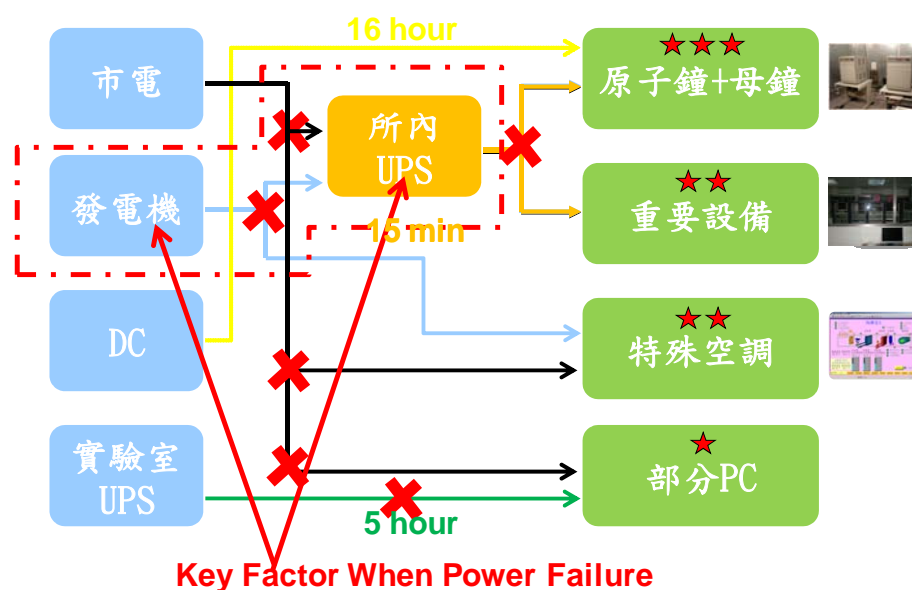


圖 1.5 原子鐘隔離室電力系統架構圖

圖 1.6 為原子鐘特殊空調電力監測告警系統架構，主要由配電盤、CT-Sensor、監控系統及簡訊發訊機組成。CT-Sensor 之功能為即時監測待測線路之功率 (Power)、電流(Amp)並將量測之資料傳送至監控系統中，利用 CT-Sensor 不同測點之數據組合可產生出不同之告警資訊，而監控系統會持續監測 CT-Sensor 的數據並進行判讀，當發覺電力有異常時，隨即進行電力告警手機簡訊及 Email 簡訊之發送，通知相關人員前往處理。

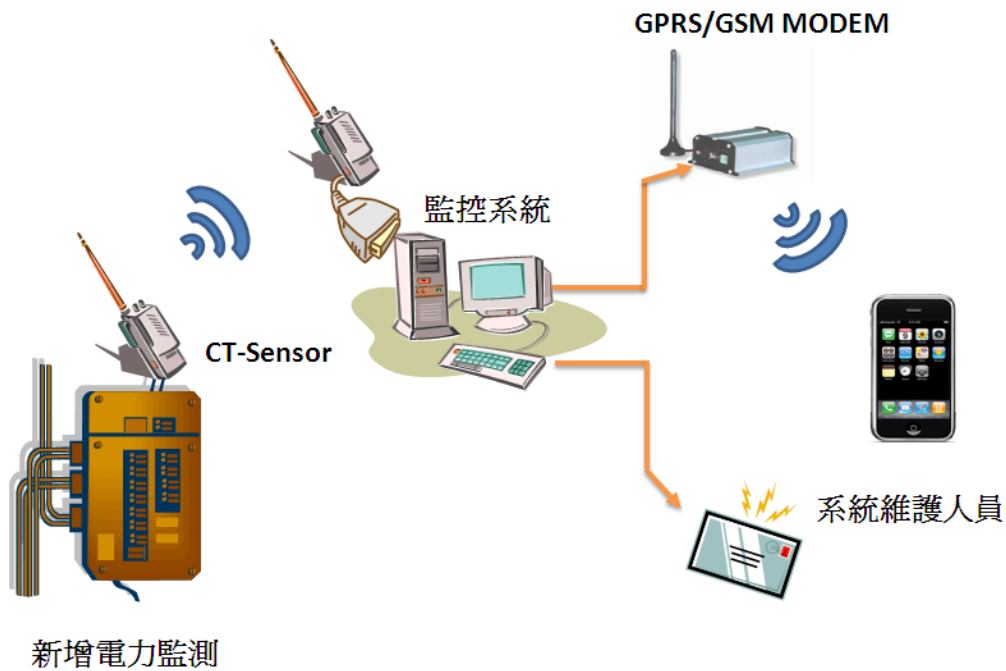


圖 1.6 原子鐘特殊空調電力監測告警系統架構

(1.1.3.3) 結果

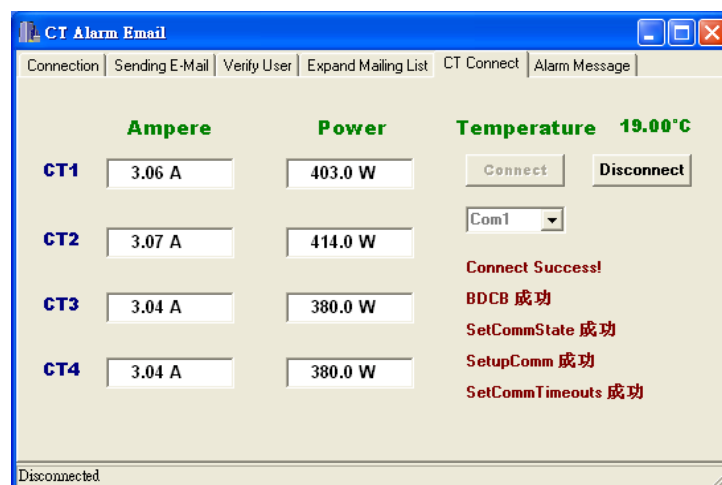
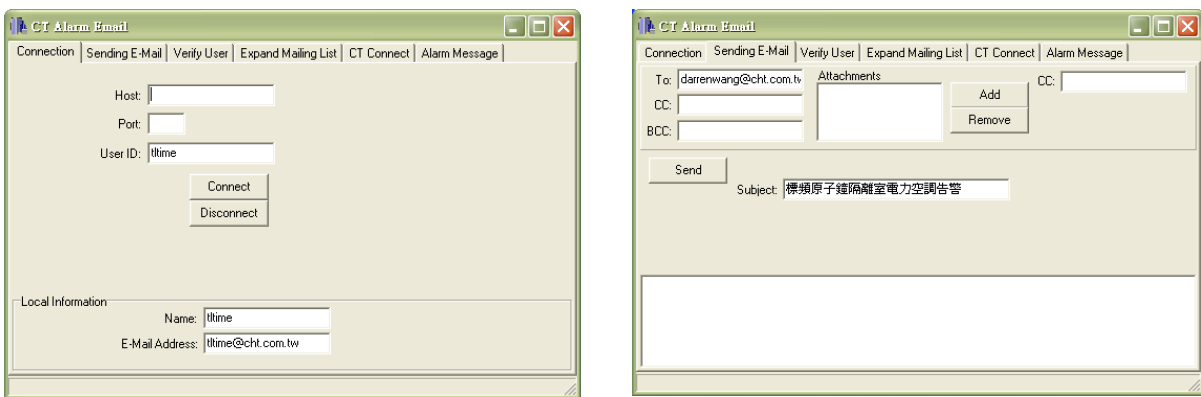


圖 1.7 CT Sensor 讀值 Monitor 畫面

圖 1.7 為原子鐘特殊空調電力監測告警系統程式監控畫面，程式會將 CT 之 4 個 sensor 之電流、功率及溫度之讀值顯示至程式之畫面中，方便使用者瞭解目前電力狀態。

當特殊空調電力出現異常時，如市電斷電、市電復電、發電機啟動、UPS 異常等，為使系統相關人員能即時得知系統狀態，因此進行 Email 告警之程式開發，程式畫面如圖 1.8 所示：

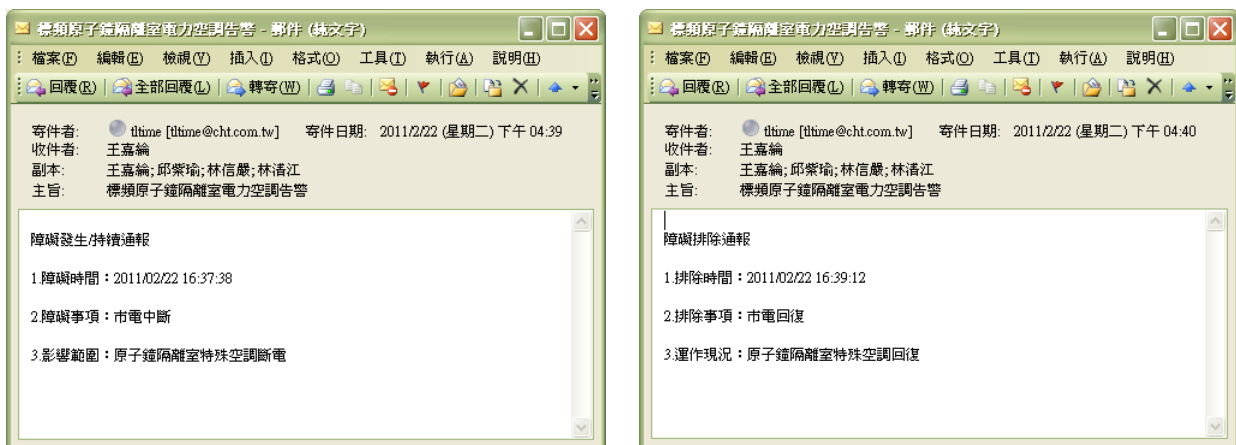


告警 Email Connection 設定

Email 內容設定

圖 1.8 Email 發送程式介面

Email 告警程式開發完成後乃與 CT Sensor Monitor 畫面進行整合，並進行斷電及復電測試，主要提供障礙發生時間、障礙事項及影響範圍等資訊。Email 告警測試畫面分別為市電中斷及市電回復告警資訊，如下圖 1.9 所示：



市電中斷告警 Email

市電回復告警 Email

圖 1.9 Email 市電中斷及回復告警測試

由於系統維護人員可能無法隨時進行 Email 信件接收，因此可能造成告警 Email 資訊無法即時讀取，因此遂進行簡訊機告警程式之開發，將發送手機簡訊與 Email 簡訊之功能進行整合使告警訊息能更加即時，讓系統維護人員能立即掌握異常發生原因並迅速排除問題進而提高實驗室設備運行之穩定性，手機簡訊告警整合畫面如 1.10 所示：

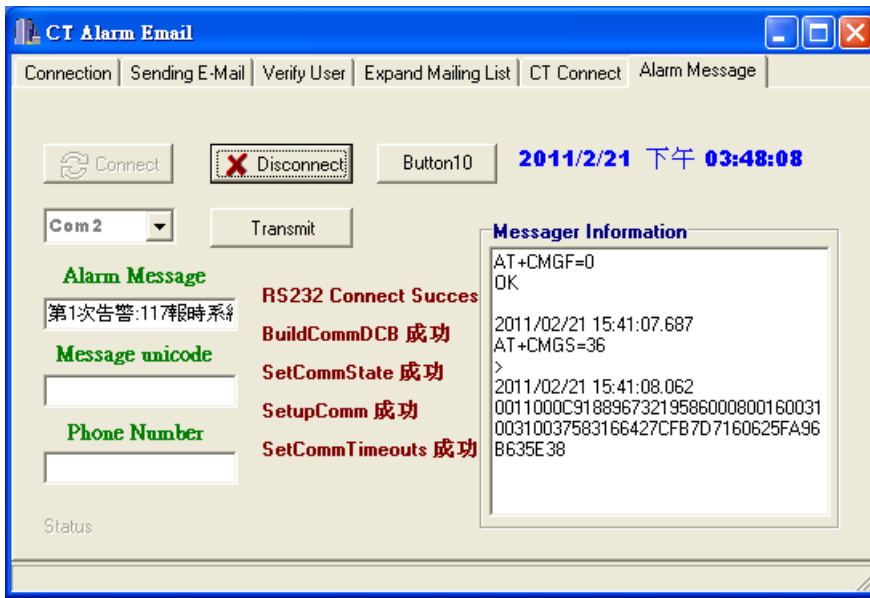


圖 1.10 CT Sensor 簡訊告警畫面

手機簡訊告警程式開發完成後乃與 CT Sensor Monitor 及 Email 畫面進行整合，並進行所有可能異常測試，測試結果顯示相關系統異常資訊皆能成功進行發訊。如下圖 1.11 所示為手機簡訊告警畫面：

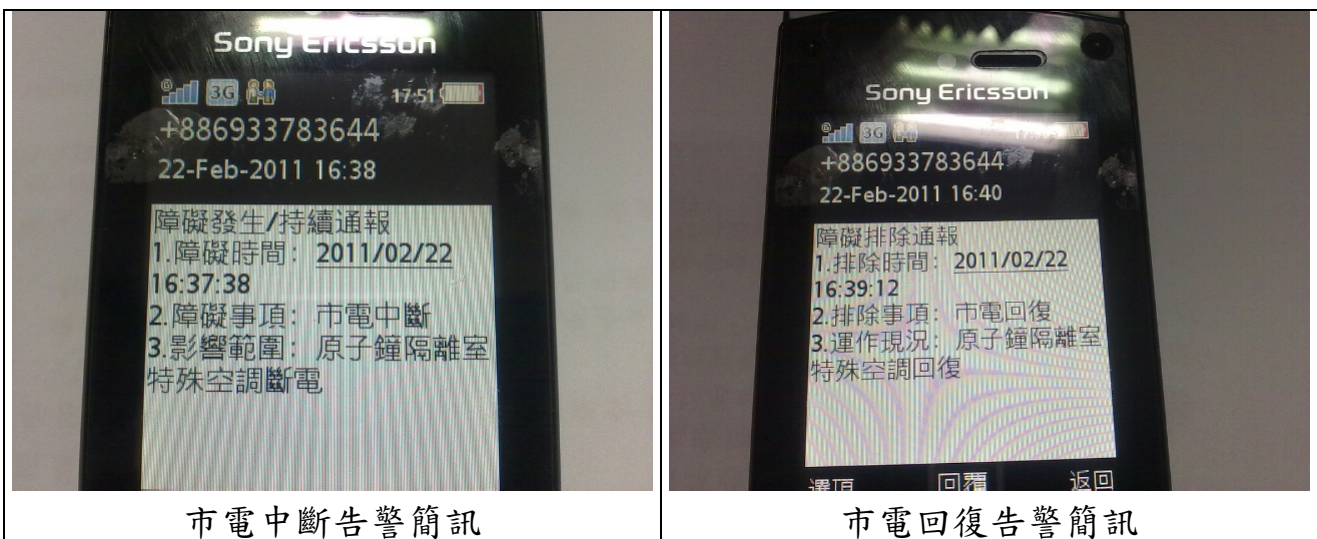


圖 1.11 手機簡訊告警實際測試

完成上線相關測試之後，將告警系統安裝至標頻主控室並上線進行運轉，告警系統即時監控特殊空調系統狀態，並於異常時發出告警訊息通知系統維護人員。告警系統相關硬體如圖 1.12 所示。

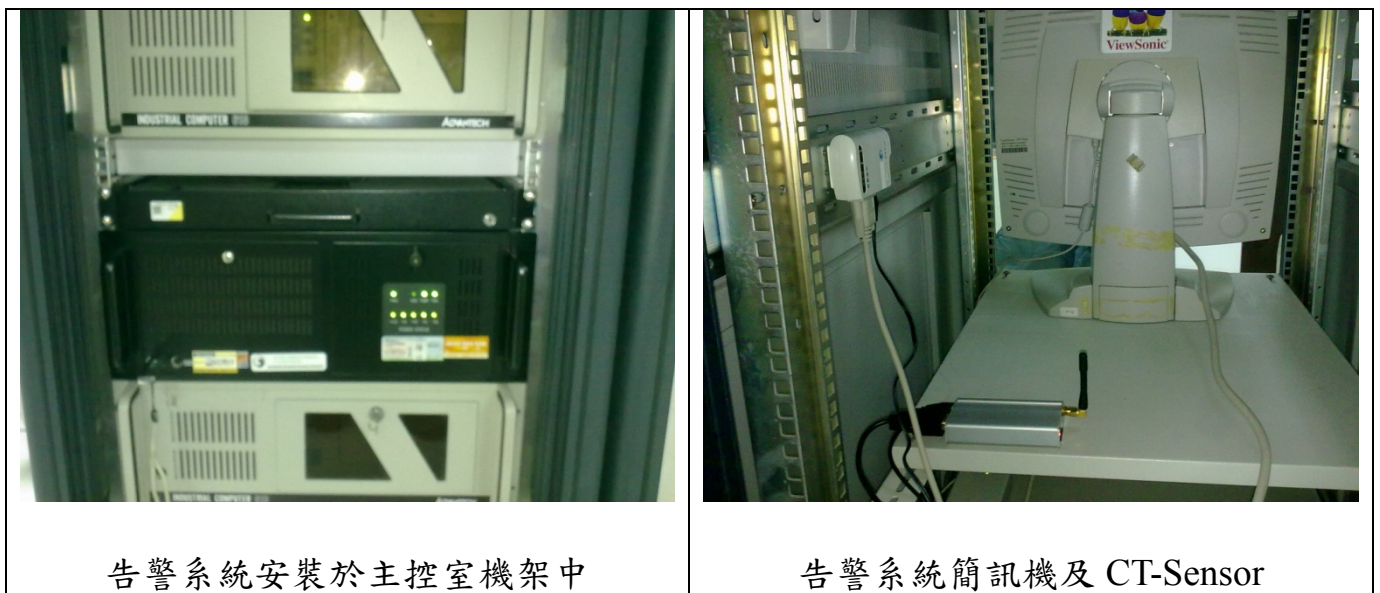


圖 1.12 原子鐘及特殊空調電力監控告警系統上線運行

(1.1.3.4) 應用及效益

原子鐘及特殊空調電力之監控，除了利用 Email 方式傳送告警訊息外，也利用手機簡訊之方式來進行告警訊息之傳送。利用兩種方式傳送告警訊息主要的好處是：當出差在外或是無法上網接收訊息時，還是可以透過手機接收到監控系統之告警訊息並做最適當之處理。另外系統也提供完整之資訊如障礙發生時間、障礙事項及影響範圍等資訊供系統維護人員評估並快速排除障礙之依據。

(1.1.3.5) 未來工作重點

除市電中斷及復電之偵測外，下半年度也新增了備源電源之偵測如發電機、UPS 等等，未來將評估開發系統異常預警之功能以期提供更多之資訊並有效之判斷發生問題之原因，以降低異常發生之風險進而提升原級標準運行之穩定度。

(1.1.3.6) 自評與建議

原子鐘為國家標準時間與頻率之原級標準，也是標頻實驗室之核心基礎，若原級標準維護不當將會造成嚴重影響。因此本實驗室建立了原級標準之空調及電力告警系統，此系統利用兩種方式進行系統異常訊息告知，一為發送 Email 的方

式，另一為發送手機簡訊之方式。利用 Email 及手機簡訊同時傳遞系統異常告警訊息之方式將使 miss 系統告警訊息的機率降低，進而達到實驗室即時監控之目標且降低系統異常所造成之風險。

(1.1.4)精確 PTP (Precision Time Protocol) 標準時間傳送協定研究

(1.1.4.1)執行項目

精確 PTP 標準時間傳送協定研究

(1.1.4.2)執行內容(執行期間：100/01~100/12)

在量測和控制系統中，準確的時序攸關即時資料及即時觸發信號的正確性，因此被廣泛的重視及應用。近年來由於網路的盛行，量測和控制系統不得不使用更多的分散式架構，與過去專屬的控制及量測回路（例如 GPIB 協定）相較之下，分散式架構對嚴格的時序要求，顯得較無能為力。為解決上述問題，PTP (Precision Time Protocol) 協定也就應運而生，此協定是規範包含即時時鐘的系統原件標準，使所有在系統中的即時時鐘能彼此精確同步，克服分散式架構所帶來的缺點。PTP 高精確時間同步協定於 2002 年制訂，目前已修訂到第二版 IEEE-1588 2008，使得經由 Ethernet 網路，達成次微秒等級的時間同步成為可能。因此國外許多知名公司及研究單位均積極投入研究與開發產品。本實驗室為國內建置時頻最高標準的國家實驗室，因此對於國內外相關傳時技術的發展更不能缺席。

PTP 的工作機制必須有網路卡（模組）來配合，如果要達到次微秒等級的精確度，只用傳統網路卡（模組）是無法達成的，必須經特殊設計的網路卡才能達成目的。我們針對這特殊的機制深入探討，試圖了解其全貌，並構想是否可用一傳統的網路卡，經由適當的修改，使能符合需求。以下為本研究之相關說明：

(1.1.4.3)內容

PTP 時間同步有賴主 (Master) 時鐘及從 (Slave) 時鐘之間送、收時戳的交換過程而精確評估。而次微秒等級高精確時間同步，則更必須在網路層架構的實體層及 MAC (Media Access Control) 間的介面，加入特殊硬體（時戳產生模組）支援，才能達到。此實體層及 MAC 間之介面如圖 1.13，稱之為 MII(Media Independent Interface)，定義在 802.3 u 的 Clause 22。這個介面主要是能夠提供簡單、廉價、容易完成連接為目的，所需硬體及經由此介面連接如圖 1.14 所示。基本上具下列主要特點：

- a. 經由 MII 介面提供 10Mb/s 及 100Mb/s 的資料傳送速率
- b. 資料及冗餘位元同步 MII 提供的時鐘
- c. 提供獨立的 4 位元送、收資料匯流排
- d. 提供 TTL 準位相容一般數位信號處理及簡易的控制介面
- e. 提供驅動能力在有限長度的電纜線

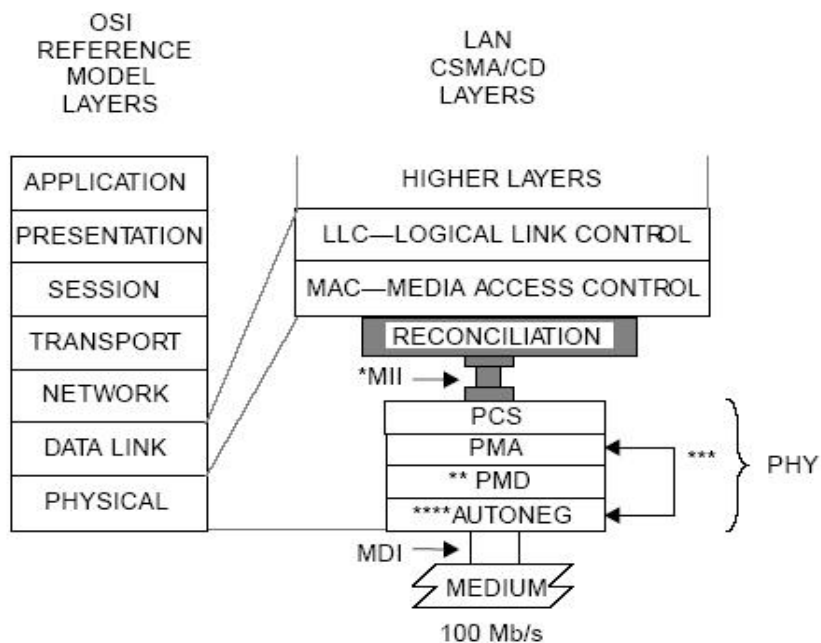


圖 1.13、協定堆疊中的 MII 位置

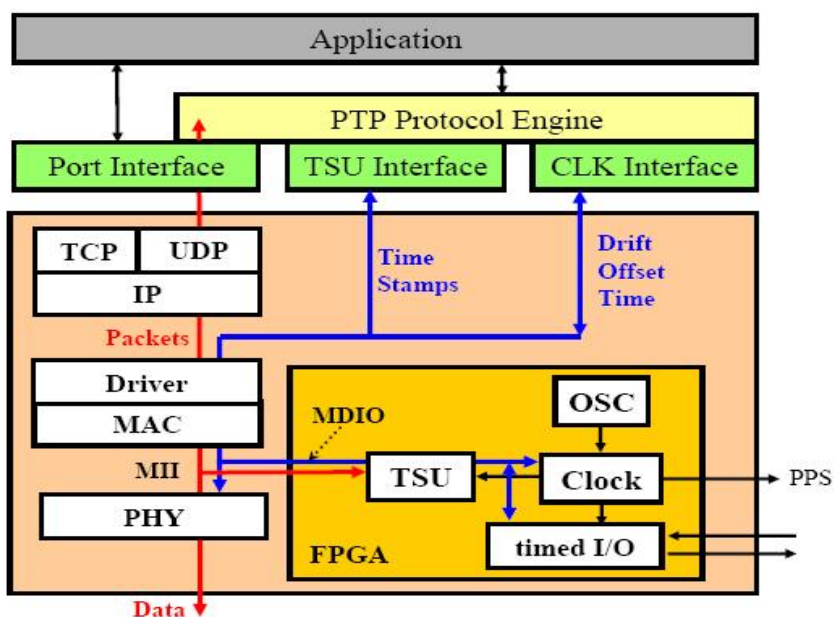


圖 1.14、特殊設計的網路卡結構

找尋市面上容易獲得的網路卡（本文採 D-Link 的 DFE-530TX REV-B1），內含有獨立的 PHYTER（實體層晶片）及獨立的 MAC 控制器，使用 wrapping 線連接之間的 MII 介面，將 MII 介面導引至 DB-25 連接器(如圖 1.15 所示)，方便日後進一步連接特殊的 FPGA 硬體設計。



圖 1.15、MII 導引至 DB-25 連接器

邏輯分析儀輸入連接到 DB-25 之 Data Bus b0, b1, b2, b3。測試由 MAC 送 PHYTER 之數據，過程是由 TCP/IP 之應用層寫一測試程式，送測試字元依序送出 F7F47 字元，由邏輯分析儀接收各位元之信號邏輯狀態，如圖 1.16 所示。最後所接收的信號符合送出的信號，表示將 MII 並接到 DB-25 連接器初步驗證是正確無誤。

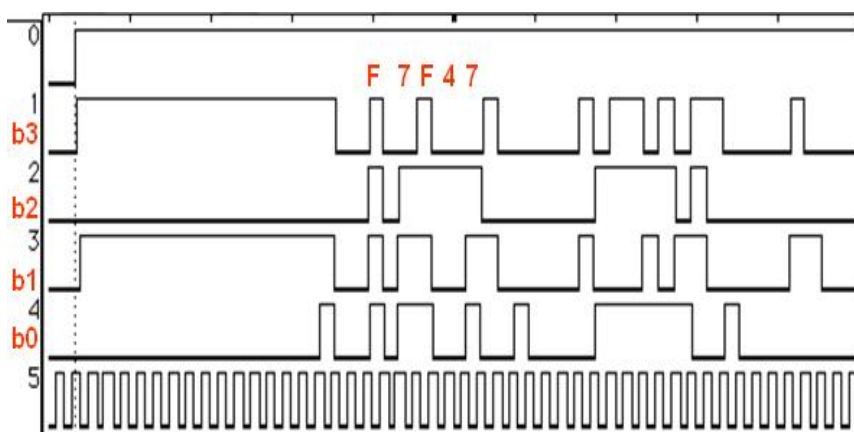


圖 1.16、MII 資料匯流排信號狀態

(1.1.4.4)應用效益

PTP 精確時間協定的目的在於於 Ethernet 網路的不同節點可取得時間同步。其應用如工廠的自動化、測試、度量及通信等需要高精確的時間同

步，此精確度為過去同步技術(如 NTP 網路校時)所無法達到的。因此可預測，PTP 精確時間協定應用於時間同步將越來越重要，尤其是在分散式的網路架構。

本實驗室近年來積極進行各種相關傳時技術的研究及應用，目的在滿足各行各業對準確校時的需求，促進相關產業的發展。

(1.1.4.5)未來工作重點

深入探討 PTP 協定的內涵，了解純軟體環境所無法達到的精確度，進一步應用適當的硬體以補償軟體之不足。

適度修改 PTPd2 軟體程式，使適合運作在一外加獨立的 TSU(Time Stamp Unit) 時間單元。對純軟體 PTPd2 運作環境與外加 TSU 環境下之性能進行比較，以了解其適合的應用範圍，並作為進一步改善性能的參考。

(1.1.5) 長期參與國際度量衡局(BIPM)，共同維持協調世界時(UTC)及國際原子時(TAI) (執行期間：100/01~100/12)

本年度BIPM Circular T286(2011 November 09)發佈資料中，所顯示共同參與維持協調世界時之標準時頻標準實驗室如下所示：

CIRCULAR T 286 ISSN 1143-1393
 2011 NOVEMBER 09, 11h UTC
 BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES
 ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE DE LA CONVENTION DU METRE
 PAVILLON DE BRETEUIL F-92312 SEVRES CEDEX TEL. +33 1 45 07 70 70 FAX. +33 1 45 34 20 21 tai@bipm.org

1 - Coordinated Universal Time UTC and its local realizations UTC(k). Computed values of [UTC-UTC(k)] and uncertainties valid for the period of this Circular.
 From 2009 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 34 s.

Date 2011	0h UTC	SEP 30	OCT 5	OCT 10	OCT 15	OCT 20	OCT 25	OCT 30	Uncertainty/ns Notes		
MJD		55834	55839	55844	55849	55854	55859	55864	uA	uB	u
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns									
AOS (Borowiec)		5.4	5.2	6.3	4.7	2.4	0.9	0.8	0.3	5.2	5.2
APL (Laurel)		-5.6	-6.3	-8.1	-9.3	-11.9	-12.3	-2.5	1.5	5.1	5.3
AUS (Sydney)		889.5	875.2	871.3	866.9	853.9	855.2	842.0	0.3	5.2	5.2
BEV (Wien)		5.4	6.0	0.2	-0.8	-8.7	-4.6	-16.7	1.5	3.3	3.6
BIM (Sofiya)		-5821.4	-5817.0	-5815.3	-5820.8	-	-	1328.0	2.0	7.1	7.4
BIRM (Beijing)		-2335.6	-2274.7	-2201.7	-2109.7	-2001.5	-1873.5	-1729.7	2.0	20.1	20.2
BY (Minsk)		40.1	45.2	48.1	54.1	58.0	57.4	56.7	2.0	7.1	7.4
CAO (Cagliari)		-5825.4	-5838.4	-5855.2	-5867.1	-5888.4	-5888.7	-5903.4	2.0	7.1	7.4
CH (Bern)		-0.5	-1.2	-2.0	-3.6	-4.5	-6.0	-8.0	0.3	1.7	1.8
CNM (Queretaro)		-14.3	-6.6	-4.6	2.1	8.3	6.0	6.3	2.5	5.2	5.8
CNMP (Panama)		15.1	16.0	4.2	31.5	13.2	19.3	40.7	3.0	5.2	6.0
DLR (Oberpfaffenhofen)		-2.0	0.2	-10.5	-13.2	-3.9	-8.4	-9.5	0.3	5.2	5.2
DMDM (Belgrade)		-16.2	-21.4	-31.2	-26.3	-16.3	-12.1	-0.6	2.0	7.1	7.4
DTAG (Frankfurt/M)		-11.4	-8.2	-4.6	2.6	4.2	8.1	7.7	0.3	10.1	10.1
EIM (Thessaloniki)		-	12.2	20.0	16.0	15.0	14.0	5.4	5.0	5.2	7.2
HKO (Hong Kong)		51.4	53.5	57.2	62.4	61.1	72.8	79.8	2.5	5.1	5.7
IFAG (Wetzell)		-459.5	-462.4	-473.1	-481.8	-487.0	-501.5	-505.1	0.3	5.1	5.1
IGNA (Buenos Aires)		4530.7	4593.9	4667.1	4738.5	4811.5	4880.5	4951.8	2.5	5.2	5.8
INPL (Jerusalem)		-291.8	-295.3	-295.9	-303.1	-310.0	-322.5	-327.2	1.5	20.0	20.1
INTI (Buenos Aires)		5.9	-6.6	-2.0	-4.7	-5.9	-7.3	1.8	4.0	20.1	20.4
IPQ (Caparica)		1.2	-21.1	13.8	-2.4	-12.8	-3.8	-8.0	0.4	7.1	7.1
IT (Torino)		-0.8	-3.1	-3.1	-3.6	-5.0	-5.9	-6.8	0.7	1.9	2.0
JATC (Lintong)		17.4	7.6	-0.2	-0.8	-7.9	-9.5	-14.3	1.4	5.0	5.2
JV (Kjeller)		14.5	-0.2	-2.7	-8.4	7.5	9.6	27.3	5.0	20.0	20.6
KIM (Serpong-Tangerang)		-175.9	-182.1	-187.5	-195.0	-184.4	-181.2	-181.4	3.0	20.0	20.3
KRIS (Daejeon)		7.2	13.9	10.2	7.2	8.1	6.9	6.1	0.3	5.1	5.1
KZ (Astana)		54.2	23.0	-6.7	-7.6	0.7	16.5	30.8	3.0	20.0	20.2
LT (Vilnius)		117.0	122.9	114.1	81.5	52.7	39.0	23.8	2.0	5.2	5.6
MIKE (Espoo)		-3.4	-3.3	-2.7	-4.1	-3.7	-3.6	-3.8	0.3	7.1	7.1
MKEH (Budapest)		-56436.6	-56637.6	-56847.1	-57051.7	-57247.8	-57448.0	-57647.3	2.0	20.0	20.1
Date 2011	0h UTC	SEP 30	OCT 5	OCT 10	OCT 15	OCT 20	OCT 25	OCT 30	Uncertainty/ns Notes		
MJD		55834	55839	55844	55849	55854	55859	55864	uA	uB	u
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns									
MSL (Lower Hutt)		-124.4	-137.0	-122.2	-102.7	-110.2	-116.7	-108.7	1.5	20.1	20.1
NAO (Mizusawa)		-26.0	-18.1	-14.6	-4.1	-7.5	1.6	-0.2	3.0	20.1	20.3
NICT (Tokyo)		19.0	18.5	18.5	19.2	21.1	22.7	21.8	0.3	4.7	4.7
NIM (Beijing)		5.8	6.4	7.9	7.3	6.1	7.9	6.2	0.7	5.2	5.2

NIMB (Bucharest)	-572.0	-582.4	-582.6	-581.2	-587.3	-586.8	-586.9	0.3	20.0	20.0
NIMT (Pathumthani)	182.2	199.2	223.5	-	-	-	-	1.0	20.1	20.1
NIS (Cairo)	-625.4	-625.2	-622.1	-625.1	-623.0	-634.5	-639.7	0.8	7.1	7.2
NIST (Boulder)	10.2	10.8	11.2	9.6	8.9	8.5	7.4	0.3	5.0	5.0
NMIJ (Tsukuba)	10.2	10.5	13.0	12.2	12.3	12.5	11.9	0.3	5.1	5.1
NMLS (Sepang)	-253.3	-278.5	-299.8	-312.0	-327.9	-333.4	-343.8	2.0	20.1	20.2
NPL (Teddington)	-8.5	-7.5	-5.8	-6.2	-4.4	-2.5	-0.9	0.3	5.1	5.2
NPLI (New-Delhi)	63.5	60.0	51.4	38.2	22.3	7.4	-4.7	2.5	7.1	7.6
NRC (Ottawa)	-19.9	-22.5	-28.0	-33.1	-29.0	-29.0	-28.2	0.3	5.2	5.2
NRL (Washington DC)	12.5	12.4	12.8	12.5	12.2	11.6	11.5	0.3	5.2	5.2
NTSC (Lintong)	1.4	-4.6	-4.8	0.2	4.5	6.6	7.6	1.4	4.9	5.1
ONBA (Buenos Aires)	-5256.6	-5284.6	-5291.7	-5307.7	-5324.5	-5341.2	-5353.7	4.0	5.2	6.6
ONRJ (Rio de Janeiro)	6.2	0.2	14.2	21.1	10.3	6.9	9.3	3.9	19.6	20.0
OP (Paris)	28.1	30.1	35.1	30.4	32.4	34.9	28.4	0.3	1.8	1.8
ORB (Bruxelles)	-23.5	-22.2	-29.2	-24.8	-24.1	-8.3	8.3	0.3	5.2	5.2
PL (Warszawa)	18.5	15.2	10.1	-2.7	-15.6	-19.1	-23.2	1.5	5.1	5.3
PTB (Braunschweig)	4.0	4.6	5.1	3.3	2.8	2.2	1.5	0.2	1.4	1.4
ROA (San Fernando)	10.6	12.0	13.9	13.8	14.7	14.0	12.2	0.3	5.1	5.1
SCL (Hong Kong)	73.4	72.6	64.9	61.6	65.5	72.8	74.5	3.0	10.0	10.4
SG (Singapore)	16.6	19.3	24.5	26.2	29.4	27.8	28.7	0.3	5.1	5.1
SIQ (Ljubljana)	-442.6	-472.3	-483.6	-504.2	-511.8	-506.8	-531.8	5.0	20.0	20.7
SMD (Bruxelles)	5.5	3.6	10.0	11.3	13.7	14.7	4.0	1.5	19.9	19.9
SMU (Bratislava)	-148.5	-135.8	-124.2	-118.6	-107.8	-102.2	-91.4	1.5	20.0	20.1
SP (Boras)	3.1	4.9	5.9	2.2	3.3	4.8	5.1	0.3	1.7	1.8
SU (Moskva)	7.0	9.0	9.6	10.6	9.0	10.4	8.1	1.2	5.2	5.3
TCC (Concepcion)	304.0	313.6	327.4	368.2	375.8	386.6	395.1	0.3	5.2	5.2
TL (Chung-Li)	28.6	29.4	29.6	27.5	28.5	27.9	26.9	0.3	4.9	4.9
TP (Praha)	0.9	-0.6	0.7	0.9	2.9	-4.1	-4.2	0.3	5.1	5.1
UA (Kharkov)	-16.9	-24.1	-26.8	-22.5	-16.3	-16.0	-17.6	1.5	19.9	19.9
UME (Gebze-Kocaeli)	548.5	599.5	640.4	682.0	727.8	772.6	810.3	1.3	7.0	7.1
USNO (Washington DC)	6.2	6.2	8.5	7.6	6.7	5.8	4.9	0.3	4.1	4.1
VMI (Ha Noi)	8.2	12.5	26.4	33.4	28.4	23.2	13.3	0.3	20.0	20.0
VSL (Delft)	-1.8	7.2	15.4	9.5	13.1	8.8	7.4	0.3	1.7	1.8
ZA (Pretoria)	3502.7	3461.5	3408.0	3369.4	3324.7	3290.3	3246.9	1.5	19.8	19.8

2 - International Atomic Time TAI and Local atomic time scales TA(k). Computed values of [TAI-TA(k)].

Date 2011	0h UTC	SEP 30	OCT 5	OCT 10	OCT 15	OCT 20	OCT 25	OCT 30
MJD		55834	55839	55844	55849	55854	55859	55864
Laboratory k		[TAI-TA(k)]/ns						
CH (Bern)		40261.2	40192.7	40125.0	40056.7	39988.1	39919.7	39851.2
F (Paris)		167705.4	167704.2	167703.1	167697.6	167696.9	167695.8	167693.8
IT (Torino)		106735.2	106835.3	104974.1	103876.8	102400.3	101043.6	99654.0
JATC (Lintong)		-50417.8	-50441.2	-50469.5	-50490.8	-50519.3	-50544.8	-50570.2
KRIS (Daejeon)		38299.3	38368.4	38420.0	38473.4	38532.5	38587.7	38643.3
NICT (Tokyo)		-126.7	-124.2	-118.4	-114.8	-107.3	-101.9	-96.7
NIST (Boulder)		-45367935.4	-45368124.8	-45368314.4	-45368505.8	-45368695.5	-45368884.9	-45369075.0
NRC (Ottawa)		26053.9	26030.2	26003.5	25977.4	25960.6	25939.5	25919.2
NTSC (Lintong)		12928.3	12957.5	12982.3	13014.0	13038.9	13066.6	13094.0
ONRJ (Rio de Janeiro)		-9973.7	-10013.8	-10038.7	-10059.4	-10087.4	-10107.9	-10135.7
PL (Warszawa)		-9392.6	-9414.5	-9440.9	-9471.9	-9496.6	-9519.0	-9547.6
PTB (Braunschweig)		-328739.5	-328727.5	-328714.3	-328698.5	-328685.7	-328681.1	-328673.1
SG (Singapore)		8084.6	8108.3	8134.5	8158.2	8185.4	8207.8	8232.7
SU (Moskva)		27277354.3	27277501.9	27277648.1	27277795.6	27277940.4	27278088.3	27278233.7
TL (Chung-Li)		-473.7	-476.2	-478.7	-480.1	-480.6	-484.9	-485.8
USNO (Washington DC)		-35094388.5	-35094680.6	-35094972.9	-35095267.2	-35095560.1	-35095852.7	-35096145.4

- Note on section 2:

(1) SU : Listed values are TAI-TA(SU) - 2.80 seconds.

(1.2) 健全全國時頻追溯體系

(1.2.1) 協助 TAF 完成實驗室評鑑案，健全全國時頻追溯體系

(1.2.1.1) 達成項目

協助財團法人全國認證基金會(TAF)，參與完成業界校正實驗室之評鑑案共 16 件。

(1.2.1.2) 執行內容(執行期間：100/01~100/12)

配合 TAF 評鑑申請案時程安排，進行評鑑案文件審查、現場評鑑及評鑑所發現不符合事項之複查等工作。以確保業界實驗室所維持的品質系統與校正技術能力，符合 ISO/IEC 17025 的規範。

(1.2.1.3) 結果

截至 100 年 12 月止，配合 TAF 安排時程，參與完成安立知公司、聯勤通信電子器材基地勤務廠、儀校科技有限公司、台灣檢驗科技股份有限公司、宇正精密科技股份有限公司、正儀科技股份有限公司、量測技術發展中心智慧計量系統校正實驗室、中山科學院儀校中心…等校正實驗室的評鑑案共 16 件。另協助 TAF 進行台灣電子檢驗中心、台灣電力股份有限公司綜合研究所等校正實驗室之評鑑總結報告審查工作。

(1.2.1.4) 應用及效益

健全我國時頻標準的追溯體系，間接促進了產製水準之提昇，有利於國際間時頻標準之相互認可，以減少非關稅之貿易障礙，同時對中華民國實驗室認證體系之建立與推廣亦有所貢獻。

(1.2.1.5) 未來工作重點

因應未來國內時頻實驗室認證之需求，將繼續支持及配合 TAF，協助評鑑作業，使我國時頻領域的認證制度更加健全。

(1.2.1.6) 自評與建議

國家標準實驗室之重要任務，為標準之追溯、維持及傳遞。本實驗室所維持之國家時頻標準，長期追溯國際度量衡局(BIPM)之國際標準，並提供國內業界量測校正之追溯源。除提供時頻校正服務外，近年來本實驗室亦配合全國認

證基金會(TAF)作業，積極推動國內之實驗室認證制度，提供合格的評審員，實地參與實驗室評鑑工作，將國際品質制度的規範要求，落實於國內次級實驗室中。在提昇校正技術及取得國際相互認可等方面，都有很大的助益。

(1.2.2) 精密儀器頻率校正服務

(1.2.2.1)達成項目：

本年度 1~12 月送校廠商計有 26 家，所送件數計有 55 件，達到全年的預定目標。總收入為：新臺幣 685,000 元整。

(1.2.2.2)執行內容(執行期間：100/01~100/12)

執行內容及具體方法如下：

- (a) 藉由各種國際時頻校核系統，長期追溯國際度量衡局 (BIPM)之國際標準，提供國內量測校正追溯之來源。
- (b) 提供精密儀器頻率校正服務。
- (c) 配合 TAF 之評鑑業務，在技術上輔導國內具有規模及投資意願之公私機構成立次級實驗室，達到檢校分級制度。
- (d) 本實驗室將持續關注國際間有關時頻不確定度評估方式的最新進展，即時加以運用以符合國際標準實驗室相互認可協議(Global MRA)之基本需求，並提供國內次級實驗室參考。

本年度 1~12 月送校之廠商共計 26 家，所送校正件總數為 55 件，總收入為：新臺幣 685,000 元整。

(1.2.2.3)結果

持續各項國際時頻比對實驗，並定期提供比對資料給 BIPM，與國際各時頻實驗室共同維持國際時頻標準，滿足追溯性之要求。在國內儀器校正服務方面，100 年 1~12 月送校校正件總數為 55 件。

(1.2.2.4)應用及效益

參與維持國際的時頻標準，健全全國時頻追溯體系，滿足次級時頻實驗室在標準追溯、品質系統認證及國際相互認可等方面的需求，有助於提昇國內工商產業發展。

(1.2.2.5) 未來工作重點

加強推廣及宣導時頻校正服務，敦促廠商定期送校，以滿足業界時頻校正服務之需求。

(1.2.2.6) 自評與建議

精密儀器頻率校正，是維持時頻追溯鏈完整重要的一環。國家時間與頻率標準實驗室提供校正服務以服務國內業者。未來將秉持著服務社會大眾之宗旨，持續提供國家標準時間與其應用，並開發新的校正能量，以滿足國內產業及社會大眾之需求。但是基於公益服務性質，以及與次級校正服務區隔等原因，此一部份的服務收入難以大幅增加。未來主管機關若能適時推動停車、通訊等收費計時機制成為法定計量，將有助於民眾公平交易，及提升時頻標準的重要性。

中華電信研究所 100 年度 1~12 月校正報告總覽表

編號	報告編號	廠商	校正儀器 (廠牌/型號)	收件日期	完成日期	實收金額
1	FTC-2010-12-37-1	台灣羅德史瓦茲 有限公司	銻頻率標準器 SYSTEM-2000/65 9	100.05.1 9	100.01.1 7	16,000
2	FTC-2010-12-37-2	台灣羅德史瓦茲 有限公司	計數器 CREDIX FC-300/590209050	100.05.1 9	100.01.1 7	8,500
3	FTC-2011-01-01	台灣羅德史瓦茲 有限公司	銻頻率標準器 GPS10RB	100.05.1 9	100.01.1 7	16,000
4	FTC-2011-01-02-1	太克科技 股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A/4000	100.05.1 9	100.03.2 1	16,000
5	FTC-2011-01-02-2	太克科技 股份有限公司	計數器 HP53132A/3404A0 0994	100.05.1 9	100.03.2 1	8,500
6	FTC-2011-01-03	工業技術研究 院	計數器 SR620/3836	100.05.1 9	100.02.1 4	8,500
7	FTC-2011-01-04-1	財團法人 台灣電子 檢驗中心	信號產生器 HP3325B/2847A14 291(1KHz)	100.05.1 9	100.02.1 8	8,500
8	FTC-2011-01-04-2	財團法人 台灣電子 檢驗中心	信號產生器 HP3325B/2847A14 292(32.768KHz)	100.05.1 9	100.02.1 8	8,500
9	FTC-2011-01-05	台達電子工業 股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A	100.05.1 9	100.02.2 5	16,000
10	FTC-2011-01-06	台灣安捷倫科 技 股份有限公司	銻頻率標準器 HP5071A/3249A00 522	100.05.1 9	100.02.2 4	16,000
11	FTC-2011-02-07	致茂電子 股份有限公司	石英晶體振盪器 /HP105B/2848A01 892	100.05.1 9	100.04.1 3	8,500

12	FTC-2011-02-08-1	儀寶電子股份有限公司	銩頻率標準器 FS-725/65164	100.05.1 9	100.04.1 8	16,000
13	FTC-2011-02-08-2	儀寶電子股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS1050A/0398	100.05.1 9	100.04.1 8	8,500
14	FTC-2011-02-08-3	儀寶電子股份有限公司	計數器 AG-53132A/MY40 003244	100.05.1 9	100.04.1 8	8,500
15	FTC-2011-03-09	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器 FE-5650A/04477	100.05.1 9	100.03.3 1	16,000
16	FTC-2011-03-10	工業技術研究院	銩頻率標準器 DATUM_8040/004 1005534	100.05.1 9	100.01.3 1	16,000
17	FTC-2011-03-11	臺北市立體育學院運動器材科技研究所(運動表面檢測實驗室)	音源接收器 TAG HEUER/CP 520	100.05.1 9	100.06.0 1	8,500
18	FTC-2011-03-12	正儀科技股份有限公司	銩頻率標準器 FS-725/84211	100.05.1 9	100.04.1 3	16,000
19	FTC-2011-03-13	太一電子檢測有限公司	銩頻率標準器 FE-5650A/0602102 293	100.05.1 9	100.04.2 5	16,000
20	FTC-2011-04-14	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器 WAVETEK/909/90 9001001747604	100.05.1 9	100.04.2 2	16,000
21	FTC-2011-04-15	銀宗企業股份有限公司	顯示界面控制箱 YIN-TSUNG/YT-3 20/LB320001	100.05.1 9	100.05.2 5	8,500
22	FTC-2011-04-16	陸軍飛彈光電基地勤務廠	銩頻率標準器 Symmetricom 5071A/US4538235 2	100.05.1 9	100.05.1 9	16,000
23	FTC-2011-04-17	工業研究院量測技術發展中心	銩頻率標準器 DATUM/8040A/02 13005334	100.05.1 9	100.05.1 8	16,000
24	FTC-2011-04-18-1	中山科學研究院	銩頻率標準器 HP5071A/3608A01 153	100.05.1 9	100.06.0 3	16,000
25	FTC-2011-04-18-2	中山科學研究院	銩頻率標準器 Symmetricom 5071A/US4538238 0	100.05.1 9	100.06.0 3	16,000
26	FTC-2011-05-19	陸軍飛彈光電基地勤務廠	計頻器 HP5345A OPT12/3103A1391 8	100.05.1 9	100.05.1 9	8,500
27	FTC-2011-05-20	儀校科技股份有限公司	轉速計數器 TICO 8730/960209-07	100.05.1 9	100.05.1 8	8,500
28	FTC-2011-05-21	玉山科技股份有限公司	GPS 時間源設備 Thales Time Source Master Clock/08-M17890-	100.05.1 9	100.05.1 8	8,500

N

29	FTC-2011-05-22	工業研究院	計數器 HP53132A/KR912 00946	100.05.1 9	100.06.2 2	8,500
30	FTC-2011-05-23-1	財團法人福爾 電氣研究發展 教育基金會	時間信號產生器 MUSASHI/6505/3 34739	100.05.1 9	100.06.1 3	8,500
31	FTC-2011-05-23-2	財團法人福爾 電氣研究發展 教育基金會	時間信號產生器 MUSASHI/6505/3 34739	100.05.1 9	100.06.1 3	8,500
32	FTC-2011-06-25-1	台灣檢驗科 技股份有限 公司	石英晶體振盪器 FTS1050A/407	100.06.1 7	100.07.2 0	8,500
33	FTC-2011-06-25-2	台灣檢驗科 技股份有限 公司	計數器 HP5335A/3145A 15055	100.06.1 7	100.07.2 0	8,500
34	FTC-2011-06-25-3	台灣檢驗科 技股份有限 公司	閃頻器 MONARCH/Phas er-Strobe Pbx Kit 115/B2580213	100.06.1 7	100.07.2 0	8,500
35	TL-MA100-01	陸軍飛彈光 電基地勤務 廠	信號產生器 Agilent 33250A	100.07.0 5	100.07.2 7	16,000
36	FTC-2011-07-26-1-1	宇正精密科 技股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/6572 2	100.07.1 1	100.09.0 7	16,000
37	FTC-2011-07-26-1-2	宇正精密科 技股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/6572 2	100.07.1 1	100.09.0 7	16,000
38	FTC-2011-07-26-2	宇正精密科 技股份有限 公司	計時器 ESCORT/EFC-32 03A/98110081	100.07.1 1	100.09.0 7	8,500
39	FTC-2011-07-26-3	宇正精密科 技股份有限 公司	銩原子鐘 /LPRO-101/4847 7	100.07.1 1	100.09.0 7	16,000
40	FTC-2011-07-28	台灣電力公 司	計數器 BK PRECISION 1823A/18231124 509010013	100.07.2 0	100.08.2 9	8,500
41	FTC-2011-07-29	鴻海精密工 業股份有限 公司	銩頻率標準器 /RACAL-DANA- 9475/RIC1913	100.07.2 7	100.07.2 8	16,000

42	FTC-2011-08-30	財團法人 自行車暨健 康科技工業 研究發展中 心	計時器 TS001/001	100.08.0 8	100.08.2 2	8,500
43	FTC-2011-09-32- 1	財團法人台 灣電子檢驗 中心	Loran-C Frequency standard/SRS FS-700/00678	100.09.0 5	100.10.3 1	8,500
44	FTC-2011-09-32- 2	財團法人台 灣電子檢驗 中心	Loran-C Frequency standard/SRS FS-700/00678	100.09.0 5	100.10.3 1	8,500
45	FTC-2011-09-33	昭俐有限公 司	銣頻率標準器 FS-725/65168	100.09.1 5	100.11.0 2	16,000
46	FTC-2011-09-34	泰藝電子股 份有限公司	銣頻率標準器 FRK-2/14474U	100.09.2 1	100.10.1 9	16,000
47	FTC-2011-09-35- 1	伯堅股份有 限公司	銣頻率標準器 PTF/PTF4211A/9 030006201	100.09.2 3	100.10.0 7	16,000
48	FTC-2011-09-35- 2	伯堅股份有 限公司	計頻器 Advantest R5373/13040085 6	100.09.2 3	100.10.0 7	8,500
49	FTC-2011-09-36	在宥科技股 份有限公司	銣頻率標準器 -GPS disciplined 接收機 Symmetricom 5071A US49352773/ SymmetricomTS C 4400 1656060711	100.09.2 0	100.11.0 4	16,000
50	FTC-2011-10-37- 1	空軍一指部 試裝廠	銣頻率標準器 Fluke 910R/105621	100.10.1 9	100.10.3 1	16,000
51	FTC-2011-10-37- 2	空軍一指部 試裝廠	計頻器 Fluke PM6681R/10588 7	100.10.1 9	100.10.3 1	8,500
52	FTC-2011-10-39	陸軍飛彈光 電基地勤務 廠	銣頻率標準器 HP 5071A/3249A006 82	100.10.2 8	100.11.1 4	16,000
53	FTC-2011-10-40	在宥科技股 份有限公司	網路時間分析儀 TimeSpy Elite/152	100.10.2 8	100.11.0 9	16,000
54	FTC-2011-10-38	香港商立德 國際商品試 驗有限公司	GPS RECEIVER- 銣頻率標準器 FLUKE-910R/S	100.10.2 9	100.11.2 2	16,000

桃園分公司 M950799

55	FTC-2011-10-41	內政部國土 測繪中心	GPS 接收機+銻 原子頻率標準 TOPCON NET-G3/STANF ORD RESEARCH SYSTEMS FS725	100.10.0 5	100.12.1 6	16,000
					小計	685,000

(1.2.3) 舉辦第二屆轉速計校正能力試驗活動

(1.2.3.1) 達成項目

完成舉辦轉速計校正能力試驗活動說明會一場(05/17)

完成轉速計校正能力試驗量測活動

完成舉辦轉速計校正能力試驗活動總結會議一場(08/19)

(1.2.3.2) 執行內容(執行期間：100/01~100/12)

為符合 ISO/IEC 17025 規範及財團法人全國認證基金會(TAF)對國內校正實驗室間相互比對之要求。本實驗室於今(100)年規劃舉辦國內第二次的校正領域轉速計校正能力試驗活動，以提供國內轉速計校正實驗室一個校正能力驗證的機會。

我們於 5 月 17 日在本所舉辦「100 年度轉速計校正之能力試驗說明會」，轉速計校正之能力試驗活動由此揭開序幕。參加對象包括「TAF 已認可及申請籌備中之轉速計校正實驗室」。活動進行方式是由本實驗室提供待測件：轉速計 Lutron DT-2236，各參加實驗室則依序傳遞此待測件並進行量測。量測活動的最後，再將待測件傳回到排序第一的實驗室進行量測，以確保活動的過程中其特性不變。目前各實驗室已將所得量測的數據回傳。本實驗室後續將依據活動說明會中討論的決議，把各實驗室量測值兩兩一組進行 $|En|$ 值計算，再以表格方式整理呈現試驗結果。最後再提供總結報告給各參加實驗室，並於 8 月 19 日在本所完成舉辦轉速計校正能力試驗活動總結會議，故本年度能力試驗活動全程於 8 月底完成。

(1.2.3.3) 結果

本試驗為國內轉速計校正唯一的比對活動，參加此一比對活動，為國內各校正實驗室符合認證要求所必需，其重要性不言可喻。目前已通過 TAF 認證的轉速計校正實驗室數量，由兩年前的 4 家增加為 6 家，另有 2 家參加實驗室亦正積極準備申請認證中。總計本次活動參加的轉速計校正實驗室為 8 家，較兩年前成長了一倍。由此可知轉速計校正越來越受到重視。

目前待校件傳遞及校正流程已結束，我們將彙整並完成數據分析，出具校正報告，八月完成舉辦本次能力試驗活動之總結會議。針對本次能力試驗活動規劃、進行過程及數據計算結果等相關議題，和參加實驗室代表進行

面對面的溝通討論，吸取經驗作為未來舉辦的參考。

(1.2.3.4) 應用及效益

舉辦能力試驗活動，提供次級實驗室校正能力相互比對的機會，以符合實驗室認證規範的要求，是健全我國時頻追溯體系工作中的要項。本實驗室持續規劃及舉辦各項校正之能力試驗活動，有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，符合認證規範的需求，進而延續認證資格並提昇產業的競爭力。

(1.2.3.5) 未來工作重點

持續舉辦能力試驗活動，滿足國內校正實驗室之認證需求，加強精密量測技術之輔導與落實，以提昇國內校正技術水準



圖 1.17、轉速計校正能力試驗說明會會場實況

(1.2.4) 辦理度量衡標準實驗室發展策略會議

(1.2.4.1) 達成項目

- 完成舉辦策略會議技術議題之時頻分組會議
- 協助完成策略會議大會之舉辦、資料整理提供及後續追蹤

(1.2.4.2) 緣起與執行內容(執行期間：100/01~100/12)

本實驗室自民國 83 至 96 年的 13 年間，委辦經費每年皆維持在三千餘萬上下，由於經費與人才匯集，研發之績效表現優異，累積厚實的技術能量，因而近年來能與國際先進之實驗室並駕齊驅。自民國 97 年起，國家時頻標準計畫之經費逐年刪減，截至民國 100 年經費已下降至一千八百萬（請參閱下圖），低於實驗室維運成本，嚴重影響國家標準實驗室之基本運轉與維持。

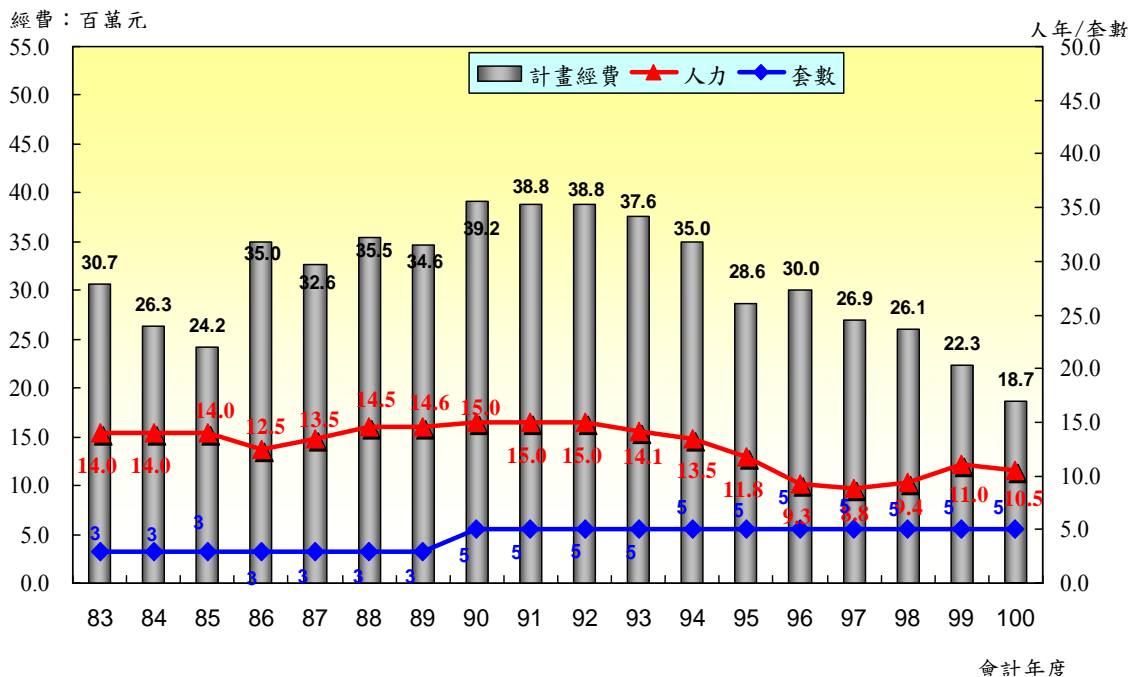


圖 1.18、國家時頻標準實驗室之經費、人力及校正系統套數趨勢圖

對於共同執行國家度量衡標準計畫的工研院量測中心及核能研究所，皆面臨上述計畫運作的困境，因此規劃於今年舉辦國家度量衡發展策略會議，期能研議出具體可行的解決方案，讓國家度量衡標準實驗室能永續發展，為國家的民生應用、科技、產業、國防，乃至尖端科學的研究，奠定堅實的基礎。

本次策略會議規劃分為兩大策略與技術發展兩大議題，策略議題由量測中心負責規劃及資料彙整，本實驗室協助辦理並提供相關資料。技術議題之時間與頻率領域則是由本實驗室主辦。我們邀請到產、官、學等各界共十一位專家

委員共襄盛舉，為實驗室未來發展提供寶貴的建議。

(1.2.4.3) 結果

本實驗室於6月15日完成舉辦策略會議技術議題之時頻分組會議，所邀請的產、官、學等各界委員共九位出席，會中針對目前實驗室業務推展的現況與未來計畫的推展進行熱烈討論。



圖 1.19A、國家度量衡標準發展策略會議技術議題時頻分組會議實況

會議決議列舉如下：

- (a) 對國家度量衡標準實驗室的組織定位，在策略會議中一定要討論。目前執行問題的癥結，在於標準實驗室用科技預算以計畫方式推動，易受科專計畫排序及經費縮減的影響，造成維持困難更遑論精進。度量衡是憲法層級所定義，代表國家主權。現階段應建議經濟部以公務預算框列經費來推動。
- (b) 建議標檢局推動停車、通訊等收費計時機制成為法定計量，有助於民眾公平交易，及提升時頻標準的重要性。
- (c) 請實驗室以淺顯方式說明，若國家實驗室停擺會導致何種嚴重後果(如：國家計量主權喪失、專業人才流失...)，讓政府高層及主管機關了解。
- (d) 請實驗室將需要汰舊換新的老舊設備排列出優先順序，以便將來有機會爭取到經費時，依序汰換。

- (e) 建議實驗室以科普、文宣等適當作為，讓民眾及政府高層了解標準時頻的重要性。
- (f) 目前防救災已提升到國安層級。應建議標檢局協助爭取預算，建置低頻廣播電台，以利透過廣播傳遞防救災的資訊，亦能擴大標準時頻效益，拓展國家標準實驗室對國家社會的服務及重要性。

策略會議大會則已於今年 8 月 2 日在台大醫院國際會議中心舉辦。各領域分組的委員齊聚一堂，就各分組的決議進行簡報並匯集共識。

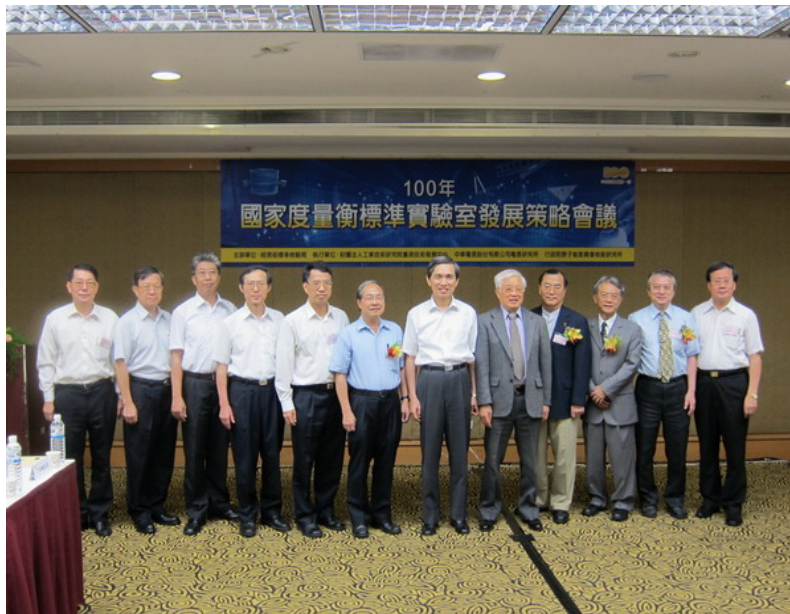


圖 1.19B、策略會議出席貴賓合照

(1.2.4.4) 應用及效益

透過舉辦策略會議，讓受邀的產、官、學界委員深入了解度量衡業務，並對實驗室的經費爭取及技術發展方向規劃提出建議，相信有助於計畫發展策略的擬定及業務的持續推動。目前針對此會議之決議，均定期追蹤其具體作法之推動結果，國家標準實驗室亦合作提出度量衡基礎精進之經建計畫，希望在短期內能汰換老舊設備，讓實驗室整裝之後，再以穩健的步伐出發。

(1.2.4.5) 自評與建議

度量衡業務是憲法層級所定義，為國家建設的重要基石，國家標準實驗室為全國最高計量標準及國家計量政策之提供者。攸關產品及研發的品質、校正標準之追溯基礎，民生福祉、乃至尖端科技的研發與精進。

然而因為度量衡業務是用科技預算以計畫方式執行，受制於預算審查，每年

遞減5%~10%，100年度預算更以15%以上大幅度刪減預算，長此以往，國家標準實驗室將無法運轉，國家長期培育之專業研發人才也勢必流失，歷經千辛萬苦突破國際困境所建立之國際聲譽與地位，將無法長遠維繫，實非國家人民之福。

舉辦策略會議，顯示主管機關與各執行單位改善現狀的企圖心，但仍需要度量衡領域同仁的齊心努力，共同擘劃出具有前瞻性與競爭力的願景。若規劃的思考與格局過於偏狹，則舉辦會議可能流於形式，不能產生實質的影響。

(1.3)高精度頻率量測技術研究

(1.3.1)微波頻段時頻量測系統之規劃與建置

(1.3.1.1)達成項目

完成『微波段頻率量測設備』第二期建置及驗收測試工作

(1.3.1.2)執行內容(執行期間:2011/01~2011/12)

關於國家時頻實驗室微波段頻率量測設備建置工作去年已完成第一期工作(2010年10月)，實驗室採購美國安捷倫公司所生產的微波信號產生器、微波計數器以及微波傳送所需的信號線及轉接頭等，透過基頻追溯至國家頻率標準UTC(TL)，我們可將目前實驗室最高的校正能量由300MHz提升至40GHz；另外，由於微波頻段量測設備的解析度較差，為了確保高頻信號量測的可靠性，實驗室將加入一部差頻器將微波信號輸出轉換至SR620計數器的頻率範圍內(0.001Hz~300MHz)，並比較直接微波量測與差頻量測的結果，用以評估系統的量測不確定度。

此外，實驗室現有的一套相位雜訊量測設備約為十年前所採購，原本可量測1,5,10,100MHz標準頻率信號，然而可能過於老舊，目前10MHz雜訊標準功能故障，且原廠已不存在無法提供維修服務，對於國家實驗室新購原子鐘或更換鉍束管驗收測試相當不便。因此除了前述的差頻器之外將一併採購微波雜訊量測設備以改善實驗室現有設備量測範圍不足及部分功能故障無法修復的問題，配合去年已建置的微波段頻率量測系統可將時域(Time Domain)乃至於頻域(Frequency Domain)的量測能量拓展至高頻電子及通訊元件產生的範圍。

(1.3.1.3)結果

相關設備已於八月底完成交貨並於九月底完成驗收及測試工作。其型號及規格如下：微波差頻器(Marki Microwave M400502LTV，RF/LO輸入端：~65GHz，輸出端：~300MHz)；微波雜訊量測系統(SpectraDynamics NMSC-2NM，量測範圍：2MHz~26GHz，FFT頻譜分析範圍：DC~40MHz，可

追溯至 NIST 之雜訊源頻段：1MHz~1GHz)。圖 1.20 為本微波段頻率量測系統設備連接圖，透過基頻追溯至國家頻率標準 UTC(TL)，我們可將目前實驗室最高的校正能量由 300MHz 提升至 40GHz；而紅色虛線部分(本次採購之微波差頻器)可將待校件微波信號輸出轉換至 SR620 計數器的頻率範圍，並比較直接微波量測與差頻量測的結果，用以評估系統的量測不確定度，圖中的 HP83630L 係作為差頻器 LO 端所需的差頻信號。實驗室於驗收時係以 Agilent E8257D 與 Agilent 83650B 分別輸出(a)1.0GHz 與 1.01GHz(b)10.0GHz 與 10.1GHz 至微波差頻器 RF/LO Port 兩端，其功率皆設定在 10dBm 左右，皆得到良好的差頻結果，如下表 1.1。

表 1.1、Marki Microwave 差頻器實測結果

RF 輸入頻率(GHz)	LO 輸入頻率(GHz)	差頻結果(MHz)	是否合格
1.0	1.01	9.999999996	OK
10.0	10.1	100.00000003	OK

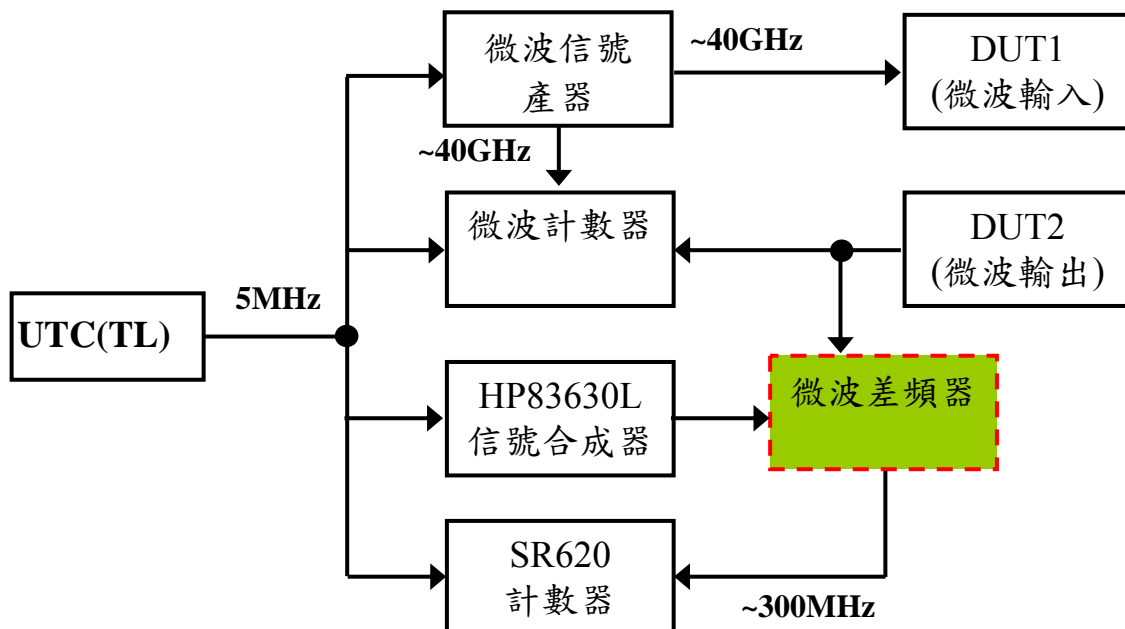


圖1.20 微波段頻率量測系統設備連接圖

至於微波雜訊量測系統的外觀如圖 1.21 所示，左半部是系統控制器(包含一

觸控式操作面板，並可外接螢幕、滑鼠及鍵盤及 USB 介面的隨身碟)，右半部是插槽式的工作模組，可依照使用者的需求加以組合安裝。本次所建置的系統包括一個 ND-1 雜訊量測模組(工作範圍：2MHz~1GHz)，一個 ND-3 雜訊量測模組(工作範圍：1GHz~26GHz)，兩個 NS-3 可追溯至 NIST 的雜訊源模組(雜訊校正點分別為 5,10,100MHz 及 250,500,1000MHz)還有一部 DL-1 外接式的延遲線組(被動式元件量測使用)。參考信號係由同一家 SpectraDynamics 公司所生產的低雜訊頻率標準 LNFR-100 或安捷倫公司所生產的微波信號產生器 E8257D 所提供，視待校件之頻率輸出範圍而定。無論是 ND-1 或 ND-3 雜訊量測模組都 RF1 及 RF2 兩個輸入端可提供待校件及所對應的參考信號輸入。

量測系統所提供的操作軟體附有多種的功能選擇及參數設定可由使用者自行決定所需的量測方式。以 FFT CALIBRATION 這項功能為例，本系統即提供包括 MANUAL、KD(beat frequency method)以及 NOISE 三種不同執行的方式。我們曾經以 5071A 銻原子頻率標準 5MHz 輸出為待測信號、LNFR-100 5MHz 輸出為參考信號分別以 KD 以及 NOISE 方式進行量測，所得到的結果相當一致，如圖 1.22 及圖 1.23 所示。



圖1.21 微波雜訊量測系統外觀

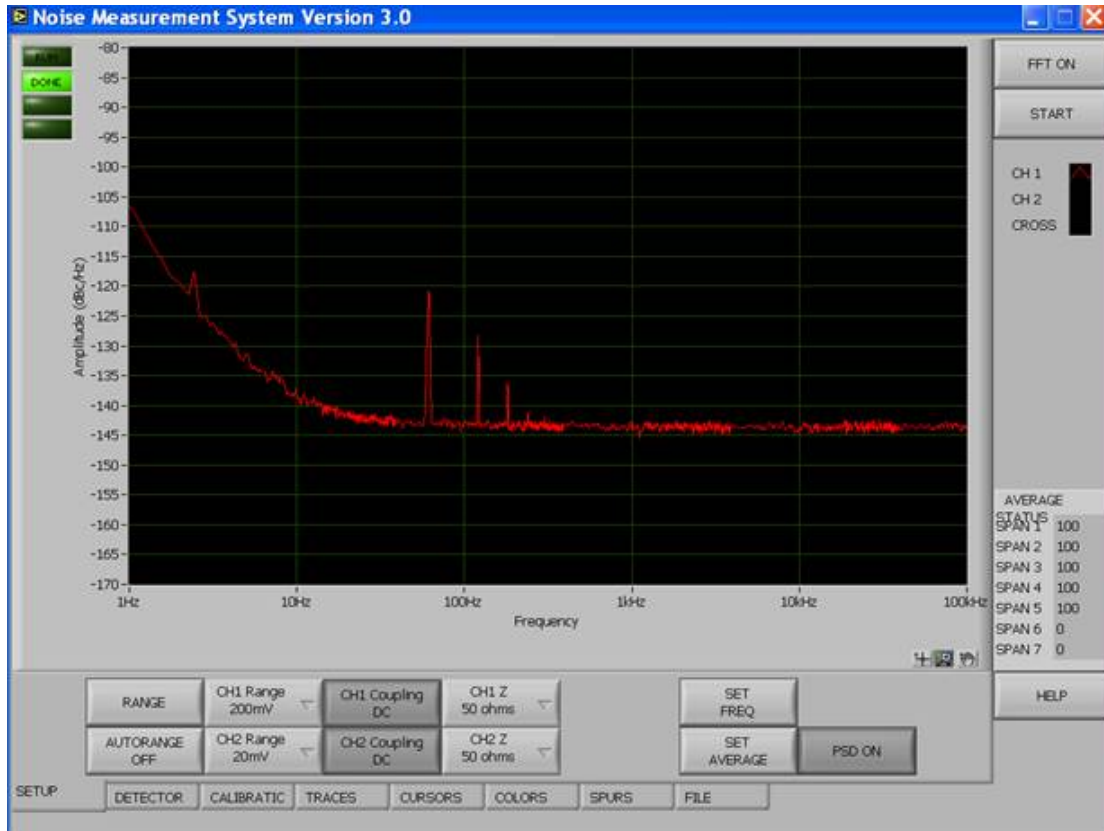


圖1.22 5071A鈾原子頻率標準 vs. LNFR-100量測結果(KD method)

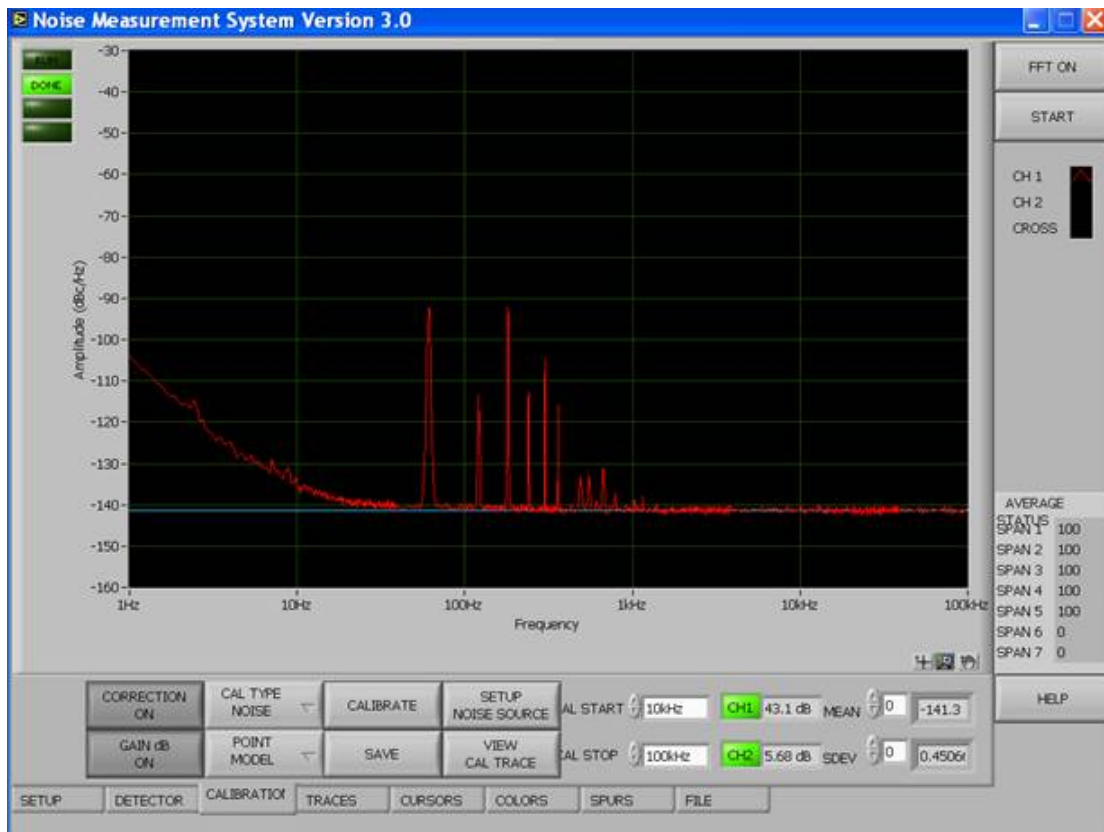


圖1.23 5071A銻原子頻率標準 vs. LNFR-100量測結果(NOISE method)

(1.3.1.4)應用及效益

- (a)由於全球相互認可(Mutual Recognition Arrangement, MRA)制度將逐漸普及於國際間的貿易活動，若國內實驗室無法提供相關追溯依據時則可能發生國內廠商為了出口貨品到國外，其本身的檢校設備或產品需經過他國具備能力之實驗室加以認可的情況，如此一來不但人力、物力成本增加且不利時效。
- (b)建置此一微波段頻率量測系統符合國家實驗室所應擔負提昇國內產業技術服務的任務並促進產業經濟活動，將校正能量推廣至國內二級實驗室，協助其建立相關校正能力進而解決國內廠商高頻元件及儀器檢修校正的追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升。
- (c)由於國內產業在通訊領域的蓬勃發展，許多廠商對於高頻元件及儀器檢修校正的需求越來越殷切，從幾個 GHz 到幾十個 GHz 的設備在通訊市場上已是基本配備，保守估計每年至少增加 50 件以上的待校件，若每一件收入以 2 萬元計算，則每年可增加國庫營收 100 萬以上。
- (d)未來無論是提供服務或是研究領域已不可能是傳統的 1,5,10MHz 標準頻率可以滿足的，建置此一範圍寬、精度高的量測設備對於推動時頻領域的前瞻研究，包括各類新型振盪器及傳時設備的研究開發或特性量測提供了很好的研究利器。

(1.3.1.5)未來工作重點

本系統第二期建置及驗收試工作已於今年九月底完成。由於微波雜訊量測系統的功能選項及參數設定項目較為繁多，目前正進行系統驗收項目以外的功能測試；此外也將陸續進行微波段頻率量測系統資料收集自動化等工作。

(1.3.1.6)自評與建議

世界各主要時頻實驗室的校正能量皆登載於 BIPM 網站資料庫中，其中多數歐美先進國家已具備提供微波頻段校正的服務。不可諱言的，上述機構大部分是度量衡實驗室，也就是不同基本量別之間的資源整合較為容易。在台灣，全國最高度量衡標準分別由中華電信研究所(時頻)、核能研究所(游離輻射)及工研院量測中心(其他量別)三個機構所維持，未來如何加強三者間的資源整合以提高效率，也是主管機關可以思考的方向。

(1.4) 標準時間同步服務運轉

(1.4.1) 目的

繼續維持各項時間同步服務以服務國人，以達成國內時頻標準一致的目標。

(1.4.2) 執行內容(執行期間：100/01~100/12)

- (a) 持續維持撥接式電腦校時及網際網路電腦校時系統，以提供優良品質的電腦校時服務，滿足國內電腦設備自動化校時之需求。
- (b) 維持廣播電視專用校時服務，以提供優良品質的廣播電視專用校時服務，滿足國內廣播電視業者校時需求。
- (c) 繼續提供標準時間信號，以維持經濟部及標準檢驗局辦公大樓國家標準時間之顯示看板。
- (d) 維持時間源比較系統正常運作，提供正確，不中斷之服務品質。本系統同時接受三個時間源，並即時互相比較，選擇出至少同時有兩個信息完全相同者，作為校時服務系統之時間來源，以確保送出去的信息是絕對正確。

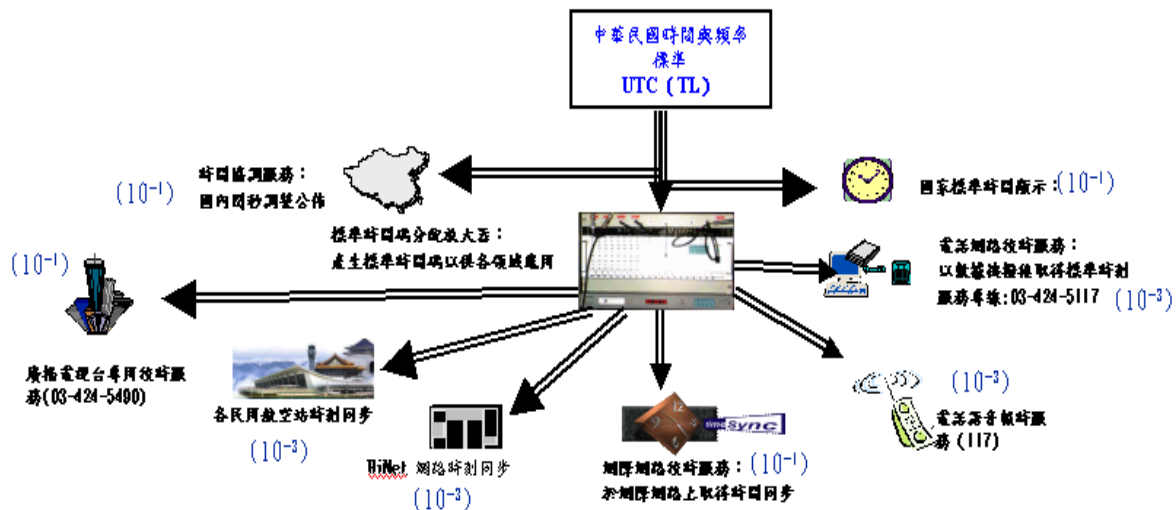


圖 1.24、國家標準時間同步服務示意圖

(1.4.3) 成果

提供多項校時服務，如：撥接式電腦校時系統、網際網路校時服務等。服務範圍除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在全

球及大陸地區之台商及機構等亦多所連結。

(1.4.4) 應用與效益

本實驗室提供多項校時服務，如：撥接式電腦校時系統、網際網路校時服務等。服務範圍除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在全球及大陸地區之台商及研究機構等亦多所連結。此時間同步服務的需求量與日俱增，例如：本實驗室提供標準信號源供 117 報時系統使用，簡化人工調校作業手續，而網際網路校時服務自 87 年 6 月正式對外開放至今，每日服務量已超過八百萬次。

(1.4.5) 未來工作重點

繼續維持各項優質的時間同步服務，滿足各界追溯標準時間的需求；並進行新技術之建立與服務(如低頻時頻廣播等)，提供社會大眾更精準、便利的標準時頻信號。

(1.4.6) 自評與建議

過去由於同仁持續的努力，開發出多項方便實用的時間同步服務，其服務範圍廣泛而影響深遠。然而時間就如同空氣一般，平時感覺不到它的存在，狀況出現時才體會到它不可或缺；在此情況下，標準時間服務的提供往往被視為簡單而理所當然，不僅是維持服務的績效無法彰顯，甚至資源的投入也被誤以為多餘。

我們認為服務的建立與維持是工作責任的擴大與延續，而這些確實有利於日惠民生的服務，應該受得到充分的肯定與持續的支持。

(1.5)標準時間推廣說明

(1.5.1) 達成項目：

持續進行國家標準時間推廣作業

(1.5.2) 執行內容：(100.01~100.12)

對於大眾的生活來說，時間是一種「約定的指標」，每個人從起床開始的一天活動都離不開時間所規範的次序，舉凡生活起居、交通運輸、商務交易等種種活動都深受影響。為進一步推廣國家標準時間，並提升國家時間與頻率標準實驗室科技形象，乃進行標準時間之推廣。目前國家時間與頻率標準實驗室所提供之標準時間服務之一，主要是提供用戶端數位時鐘同步於國家標準時間之應用。為使數位時鐘顯示之時間能與國家標準時間同步，實驗室透過網路取得 NTP 時間，並自行開發校時程式且透過 RS-422 介面將國家標準時間信號傳遞至各個子鐘。

本年度國家標準時間已推廣至多處機關，如新竹標準檢驗局、基隆標準檢驗局、中華電信總公司等。

(1.5.3) 結果

本年度國家標準時間推廣新增設三處地點，分別為新竹標準檢驗局、基隆標準檢驗局及中華電信總公司(如圖 1.8.2.1 所示)，由國家時間與頻率標準實驗室提供標準時間信號供各處標準時鐘使用。其主要校時方式係利用一部標準時間母鐘與國家標準時間同步，再透過母鐘統一對各路子鐘進行時間校時。目前新設置三處地點之標準時鐘皆已取得標準時間，與國家標準時間誤差在 200ms 以內，且於時鐘上標註國家標準時間字樣(如基隆標準檢驗局國家標準時間)，大大提升國家時間與頻率標準實驗室形象。



圖 1.25 國家標準時間應用推廣

(1.5.4)應用及效益

目前國家時間與頻率標準實驗室所提供之標準時間服務，利用實驗室所開發之校時技術及簡易之安裝方式，已將國家標準時間成功地推廣至各處標檢局及公司內部使用。其中部分時鐘設置於交通要道上並標註”國家標準時間字樣”，非常醒目，有助於提升國家時間與頻率標準實驗室之形象。未來亦可將此技術推廣至各企業、學校機關、或車站等等，使國內廣大民眾能方便取得國家標準時間。

(1.5.5)自評與建議

國家標準時間之服務目前已成功地推廣至許多機關使用並廣受好評，未來實驗室將持續提供高品質之標準時間信號供有需求之機關使用並提供相關技術支援與協助。有鑒於標準時間服務需求之提升，建議增加相關推廣經費及維護人力，以因應未來服務據點之增加及後續維護之問題。

(二) 時頻校核技術

本年度本工作項目主要是進行目前國際度量衡局所採用之 GPS 國際比對技術及衛星雙向傳時比對技術的研究。執行情形如下所述：

(2.1.1) 導航衛星時頻傳送技術研究

(2.1.1.1) 執行項目

導航衛星時頻傳送系統維持與技術研究

(2.1.1.2) 執行內容(執行期間：100/01~ 100/12)

本項目之目的，為維持及提昇各項 GPS 觀測以及國際比對實驗精度，並進行資料分析研究。參與國際度量衡局（BIPM）之 TAIPPP 等先鋒計畫，將時頻實驗室之 GPS 載波相位觀測資料經初步處理後，定期傳送 BIPM 以計算 TAI。參與 BIPM TAIPPP 計畫可拓展聯繫歐美重要時頻中心之比對鏈路，藉以增進國家時間的維持能力，及提高國際貢獻度，有助於爭取更多國際合作計畫。

主要執行內容包括：

- 每日進行 GPS 單頻道共同點觀測(GPSSC)、GPS 雙頻多通道共同點觀測(GPS CV)、GPS 載波相位觀測(GPS CP)、BIPM GPS P3 觀測等國際比對，並將比對數據資料定期傳送到 BIPM 或放置在本實驗室之 FTP 網站，供 BIPM 或其他機構擷取，建立台灣之 GPS AV 觀測站，進而完成追溯及國際先鋒研究之參與。
- 參與國際研討會，即時掌握國際技術發展趨勢，並增進國際合作關係。
- 參與 BIPM 的 TAIPPP 先鋒實驗計畫，此計畫以 carrier phase 技術為基礎，比對各參與實驗室之時間與頻率。

(2.1.1.3) 成果效益：

- 導航衛星時頻傳送具有高精度、低成本及易於校正等特性，雖然架構上受限為單向時頻傳送，但可針對各項誤差來源分別降低雜訊以提高最終時頻比對的精確度，並與雙向衛星傳時技術具有極佳的互補性，可提高實驗室在國際時頻比對研究的參與及貢獻。
- 建立導航衛星觀測站除可提供為國際時頻比對用外，亦可作為其他校正項目的基站並提供適當的觀測量，對於時頻、大地測量、大氣效應、地科研究等都具有資源共享的效益。

- 參與國際會議及國際研討會，可掌握國際發展技術及增進國際合作關係。
- 參與各項 GPS 國際比對活動，促進國際合作關係，進而提高國際聲譽。
- 國家時間與頻率標準實驗室目前與 BIPM 已建立 GPSSC、GPSP3、TWSTFT 三項正式傳時鏈路，並為 IGS Site 之一，提供 GPSCP 觀測值以產生 IGS time。持續進行 TAIPPP 計畫可與國際時頻實驗室加強連結，提升實驗室國際聲望。
- TAIPPP 已獲 BIPM 採用作為本實驗室與 PTB 之 TAI 鏈路，國際傳時鏈路的 A、B 類不確定度分別由 0.5ns 及 5ns 降至 0.3ns 及 4.8ns，使得本實驗室長、短期穩定度進一步提升。
- 未來 BIPM 計畫將 TAIPPP 技術與 TWSTFT 結合，藉由兩種技術相互比較或可將時頻比對技術向上提升。持續與 BIPM 合作進行 TAIPPP 計畫，可即時了解時頻界最新發展現況，提升時頻實驗室之技術能力。

(2.1.2)GPS Remote Time & Frequency Calibration System

(2.1.2.1) 執行項目

GPS 中、長程追溯鏈路測試(時頻標準實驗室-雲林 196.2 Km)

(2.1.2.2) 執行內容

GPS 共視法多年來一直為世界各國主要時頻實驗室用來進行高精度時頻比對方式之一。此方式非常適合用來進行國際時頻比對，以及遠端時頻校正之應用。採用 GPS 導航衛星進行傳時比對主要之優點，在於其架設方便且不需額外租用衛星訊號因此成本低廉；使用者只需在衛星信號強度良好之地點(line of sight)架設接收機並搭配相關後處理之軟硬體，即可進行兩地時頻比對以及校正追溯之應用。

以導航衛星而言，GPS 為主要代表系統，在使用 GPS 進行實驗室間遠端時頻比對時，通常採用共視法以提高精確度。GPS 共視法是利用 GPS 衛星之訊號作為共視法之參考訊號源進行相隔兩地實驗室時頻之比對。下圖 2.1 為導航衛星時頻比對示意圖，當實驗室 K1 及 K2 進行時頻比對時，實驗室通過接收機接收來自相同衛星的訊號，並將解算的結果與實驗室 UTC 相比，再經由資料交換可進一步分析 Clock(K1)與 Clock(K2)間的時間差，此架構我們稱為導航衛星共視比對架構。

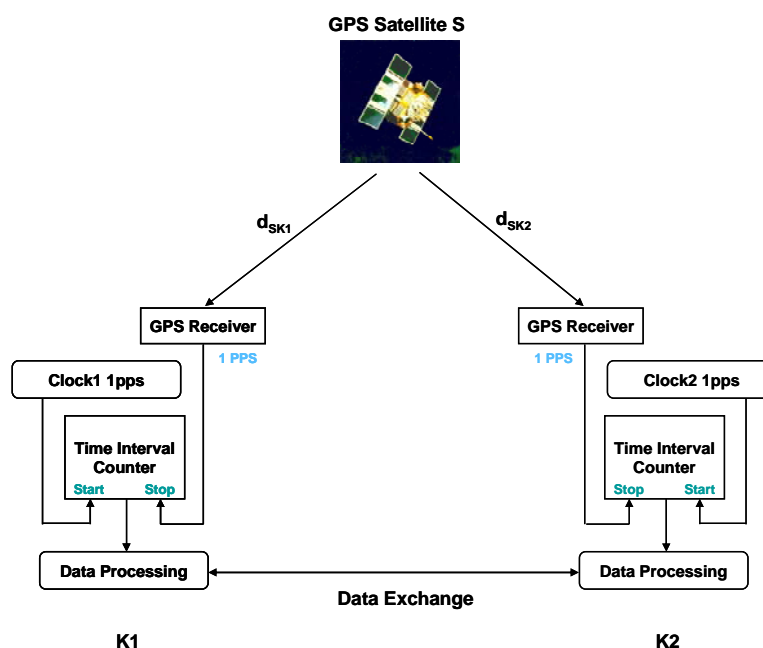


圖 2.1、導航衛星時頻比對

下圖 2.2 為在 GPS 共視系統中實驗室內系統組成，實驗室須具備一台 GPS 接收機並將天線安置於固定位置，此位置需精確定位且誤差為公分級以下，利用接收機所產生的 1PPS 信號與實驗室內 1PPS 信號進行比對，並將時間間隔計數器所得到的數據記錄，再經由分析 GPS 接收機所提供的觀測量以得出接收機 1PPS 訊號與 GPS 時間的誤差，綜合以上數據並配合 GPS 廣播星曆、電離層及對流層模型就可獲得標準 CGGTTS 格式輸出的 GPS 共視法比對資料。(如圖 2.3 所示)。最後蒐集整理相關之 CGGTTS 資料即可進行 GPS 共視法及全視法比對。

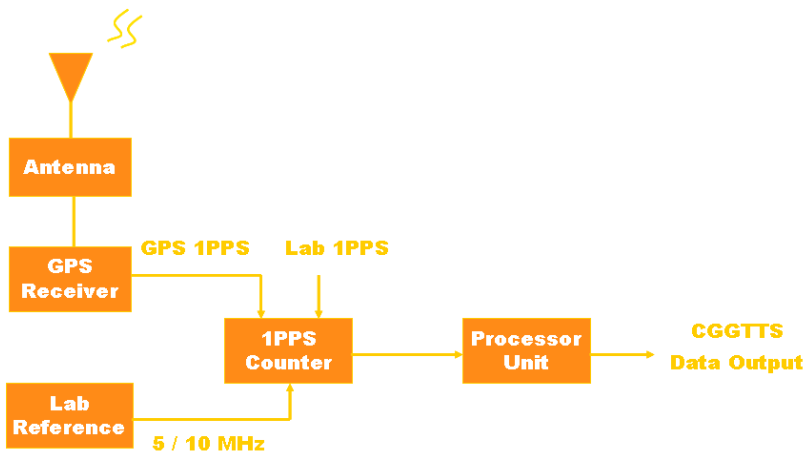


圖 2.2、GPS 共視法系統元件組成

```

1 CGGTTS GPS DATA FORMAT VERSION = 01
2 REV DATE = 2010-09-28
3 RCVR = Trimble ThunderBolt
4 CH = 8 (GPS)
5 IHS = 99999
6 LAB = TL
7 X = 24.95358 (GPS)
8 Y = 121.16458 (GPS)
9 Z = 196.09726 (GPS)
10 FRAME = ITRF
11 COMMENTS =
12 INT DLY = 0 ns (GPS P1), 0 ns (GPS P2)
13 CAB DLY = 79.5 ns (GPS)
14 REF DLY = 11.1 ns
15 REF = TLMs
16 CRCSUM = 00
17
18 PRN CL MJD STTIME TRKL ELV AZTH REFSV SRSV REFGPS SRGPS DSG IOE MDTR SMDT MDIO SMDI MSIO SMSI ISG FR HC FRC CK
19 hhhmmss s .1dg .1dg .1ns .1ps/s .1ns .1ps/s .1ns .1ns.1ps/s.1ns.1ps/s.1ns.1ps/s.1ns
20 5 FF 55350 000200 780 324 799 9999999999 999999 1627 6 37 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
21 9 FF 55350 000200 780 507 1721 9999999999 999999 1650 -39 48 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
22 15 FF 55350 000200 780 586 52 9999999999 999999 1623 -7 58 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
23 18 FF 55350 000200 780 226 3080 9999999999 999999 1875 -105 53 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
24 21 FF 55350 000200 780 376 3151 9999999999 999999 1740 -117 56 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
25 26 FF 55350 000200 780 652 3298 9999999999 999999 1630 70 46 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
26 27 FF 55350 000200 780 625 1495 9999999999 999999 1557 87 58 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
27 29 FF 55350 000200 780 236 2341 9999999999 999999 1673 68 71 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
28 5 FF 55350 001800 780 292 877 9999999999 999999 1652 68 43 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
29 9 FF 55350 001800 780 588 1689 9999999999 999999 1634 48 50 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
    
```

圖 2.3、自主性 GPS 共視系統 CGGTTS 格式輸出

為建立國內完整之時頻追溯鏈路，實驗室乃進行遠端時間與頻率校正系統之開發，以因應國內廠商及相關次級實驗室追溯至國家時頻最高標準之需求。遠端頻率校正系統，係利用衛星共視法，讓實驗室在不移動待校件(待校件可繼續正常運作)之狀況下，對其進行量測評估。

目前此系統主要有三部分，如圖 2.4 所示包含 GPS 接收機、時頻比對量測系統及資料後處理軟體等。為了驗證此系統之特性並期盼此系統鏈路之含蓋範圍能夠增加，使系統能推廣至國內各地次級實驗室使用，進而建立完整的國內時頻追溯鏈路，因此乃進行中長程追溯鏈路(mid-long baseline test)性能測試實驗(如圖 2.5 所示)，測試地點在雲林，距實驗室約 196.2 公里，相關量測數據將作為遠端時頻校正系統於中長程鏈路之性能評估。

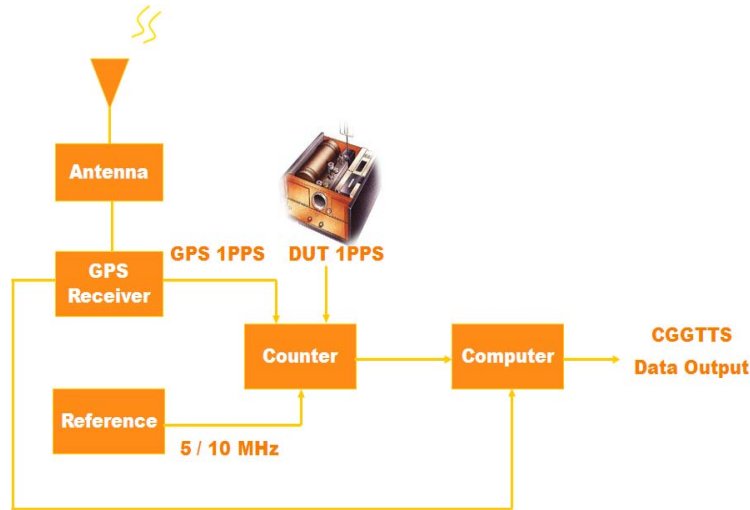


圖 2.4、遠端時頻校正系統架構圖

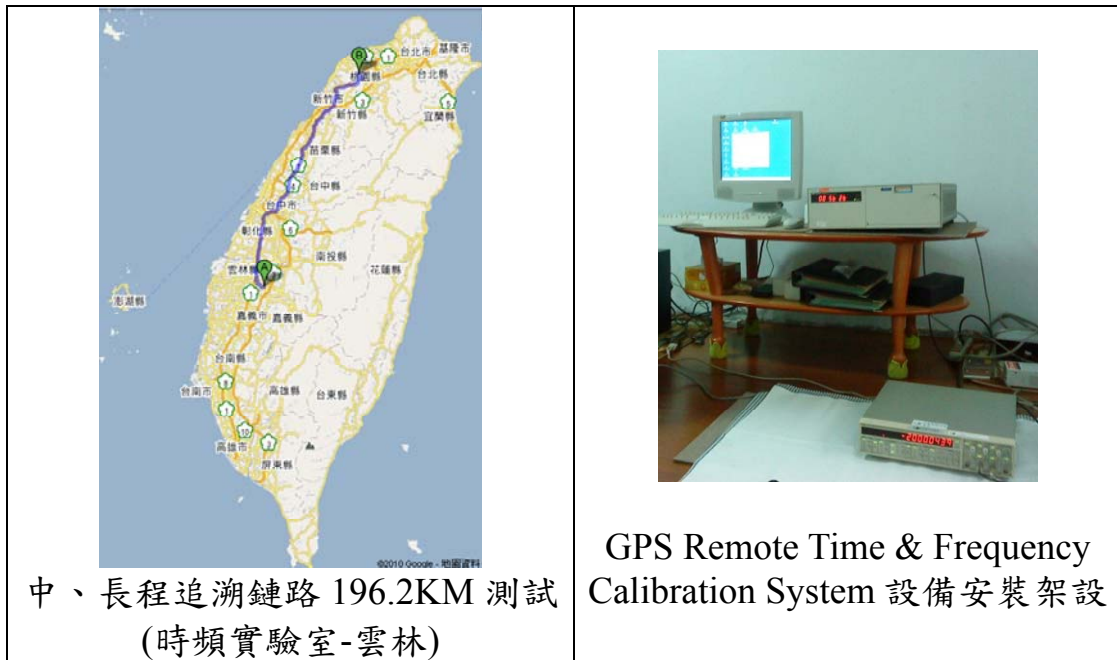


圖 2.5、中長程追溯鏈路測試(時頻實驗室-雲林)

(2.1.2.3) 結果

為評估自主性 GPS 共視系統之性能，實驗室乃選定雲林作為中長程追溯鏈

路之測試，為期九天。測試前針對選定之地點進行評估，評估其 GPS 接收地點之信號強度與衛星數量是否符合需求。圖 2.6 所示為自行開發之 GPS 資料接收軟體，此軟體提供及時 GPS 資訊供使用者參考並將相關資料數據紀錄下來，以供後續處理使用。圖 2.7 為 GPS 遠端時間與頻率校正系統於雲林測試九天之頻率穩定度(Frequency Stability)結果，頻率穩定度平均一天的值大約 9.3×10^{-14} 。為評估系統之頻率量測不確定度，需合併考量短程及中長程之量測結果：短程鏈路實驗量測時間約七天，所得到一天之頻率穩定度 $\sigma_y(\tau)$ 約 1.5×10^{-13} ；而中長程實驗量測時間約九天，所得到一天之頻率穩定度 $\sigma_y(\tau)$ 約為 9.3×10^{-14} 。若不區分距離因素對系統的影響，取其中較大者作為 A 類評估的來源： $u_A = \sigma_y(\tau) = 1.5 \times 10^{-13}$ 。而 B 類不確定度評估之分量表如表 2.1 所示，由 A 類評估與 B 類評估所得到的結果可以計算出相對組合量測不確定度為 5.12×10^{-13} 。

若欲使量測結果約有 95%的信賴水準，查詢 T 分佈得到涵蓋因子 k 等於 2，則相對擴充不確定度為： $(5.12 \times 10^{-13}) \times 2 = 1.0 \times 10^{-12}$ 。另外時間量測擴充不確定度經評估後得知為 100 ns。因此，以 GPS 共視法進行遠端時頻校正，其校正能量如下：頻率量測相對擴充不確定度為 1.0×10^{-12} ，時間量測之擴充不確定度為 100 ns，此能量已能滿足目前主要無線及行動網路技術所需之頻率與時間準確度要求。

表 2.1、量測不確定度分量表（遠端時頻量測系統-頻率量測）

Type	項目	相對不確定度	涵蓋因子	機率密度分佈	相對量測不確定度
B	追溯至 BIPM 頻率偏移	1.1E-14	$\sqrt{12}$	矩形	3.18E-15
B	追溯至 BIPM 不確定度	1.6E-15	1	視為常態	1.60E-15
B	氫微射頻率標準器溫度影響	1.6E-14	$\sqrt{12}$	矩形	4.62E-15
B	氫微射頻率標準器穩定度	3.0E-15	1	視為常態	3.00E-15
B	AOG 相位微調器溫度影響	1.0E-14	$\sqrt{12}$	矩形	2.89E-15
B	纜線溫度影響	5.0E-14	$\sqrt{12}$	矩形	1.44E-14
B	SDI 分配器影響(1)	3.0E-15	$\sqrt{12}$	矩形	8.66E-16
B	SDI 分配器影響(2)	3.0E-15	$\sqrt{12}$	矩形	8.66E-16
B	TL 端設備影響	1.2E-12	$\sqrt{12}$	矩形	3.46E-13
B	遠端設備影響	1.2E-12	$\sqrt{12}$	矩形	3.46E-13
A	頻率量測	1.5E-13	1	視為常態	1.50E-13
相對組合量測不確定度					5.12E-13

註：其中有關於因溫度變化造成的頻率偏移在此皆令每 1000 秒平均變化 1 °C 計算之。

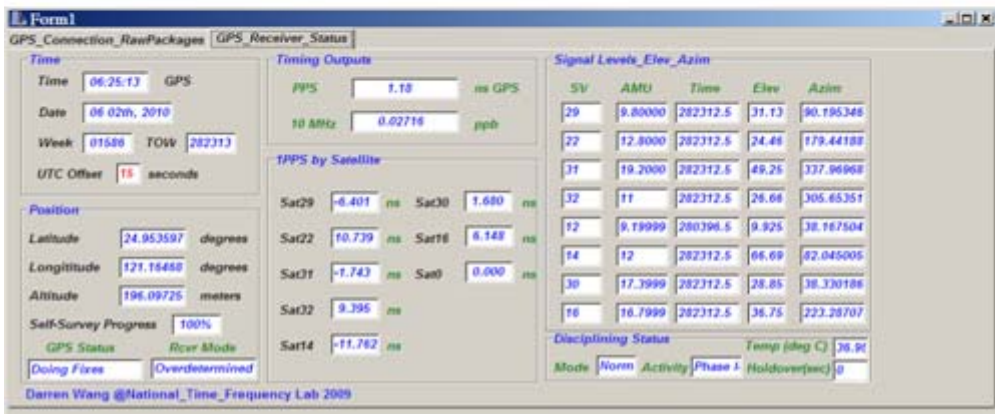
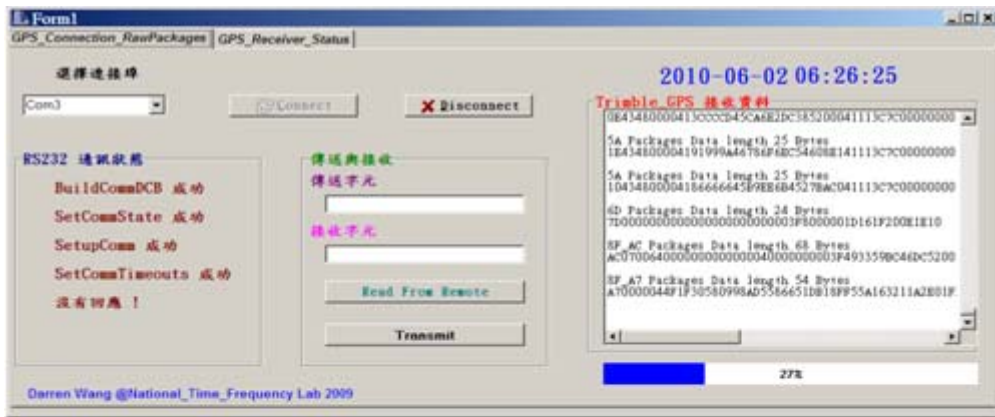


圖 2.6、GPS 資料接收軟體測試

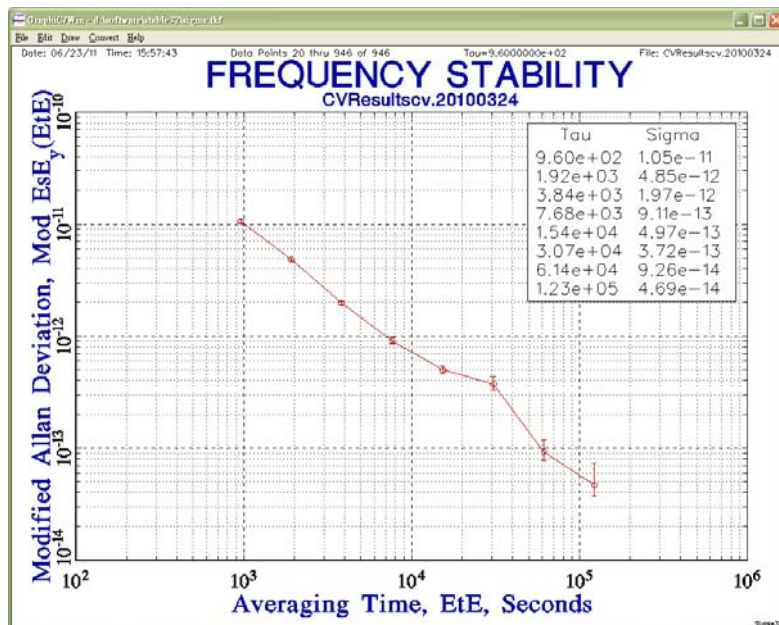


圖 2.7、GPS 遠端時間與頻率校正系統短程鏈路頻率穩定度

(2.1.2.4) 應用及效益

GPS 遠端時間與頻率校正系統，係藉由接收相同衛星傳送之 GPS 參考信號，

進行兩不同地點實驗室之傳時比對。由於現今 GPS 接收機硬體價格便宜且架設容易，只要接收得到 GPS 信號的地方皆可利用此系統進行時頻追溯比對。因此，此技術之建立，有助於推廣至國內各次級實驗室時頻追溯使用，並建立完整的國內時頻追溯鏈路。

(2.1.2.5) 未來工作重點

自主性 GPS 共視系統目前已在 TL 進行 Near Zero Baseline GPS Common View Common Clock 以及短程及中長程追溯鏈路之量測，未來將持續進行提升所開發自主性 GPS 共視系統鏈路之精度及穩定度。另外後續將針對 GPS 天線的座標、仰角角度、方位角及多路徑效應對於 GPS Common View Link 精度之影響進行相關研究。

此外，未來將購買多組 GPS Receiver Module 進行新系統之開發與測試，並與目前所開發之系統進行性能比對與分析。

(2.1.2.6) 自評與建議

目前 TL 已自行開發自主性 GPS 共視系統並在 TL 實驗室進行 GPS Common View Common Clock Link 以及短程追溯鏈路之性能分析，其精確度已經達到 L1 C/A 電碼的可接受水準。未來將進行新系統之開發並提升共視系統性能，以利於系統之推廣。此外，隨著各導航系統相繼之出現，如:Galileo、Glonass、Compass、QZSS 等，各國時頻實驗室也紛紛針對不同導航系統進行相關傳時性能之研究，希望藉由結合不同導航系統之特性進一步提升傳時比對之性能。未來希望能爭取相關經費，更新導航衛星接收機設備，保持技術以及設備性能與各國同步，進而提升實驗室傳時比對之能量。

(2.1.3) 國土測繪中心遠端追溯測試說明

(2.1.3.1) 達成項目：

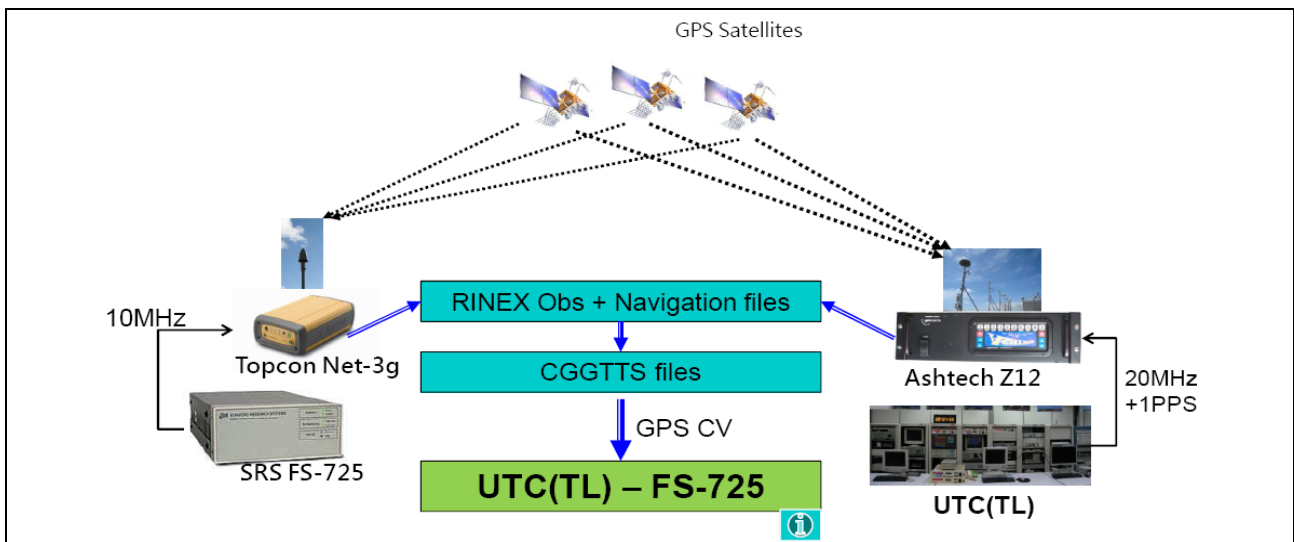
協助國土測繪中心完成遠端頻率追溯測試作業。

(2.1.3.2) 執行內容：(執行期間：100.01~100.12)

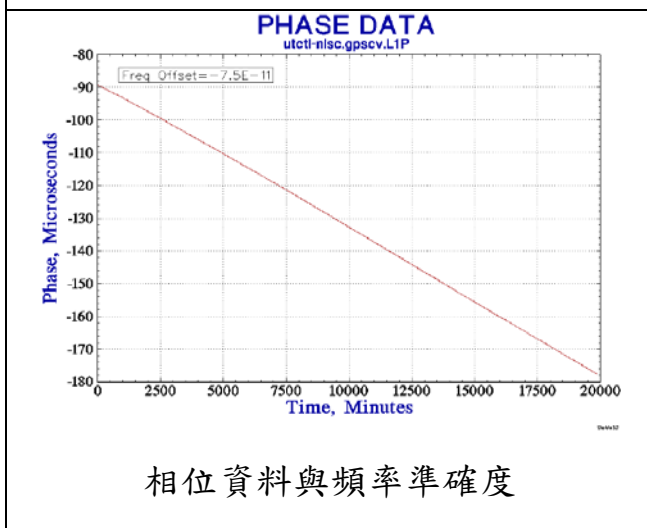
國土測繪中心目前負責辦理國家基礎測繪工作，建立全國性測繪成果並提供各界參考應用。有鑒於每年需定期將GPS定位設備進行送校且送校期間將中斷其校正業務2~3個月之久，非常不便。為解決此問題，本實驗室乃提供遠端頻率校正服務於國土測繪中心進行頻率標準件之追溯測試，滿足其在不移動待校件的情形下，進行連續地頻率追溯可行性。此外，其校正業務也毋須中斷，大大提升系統運行穩定性並節省許多人力及物力上之成本。過程中，本實驗室提供系統評估、頻率追溯方式及相關技術指導。

(2.1.3.3) 結果

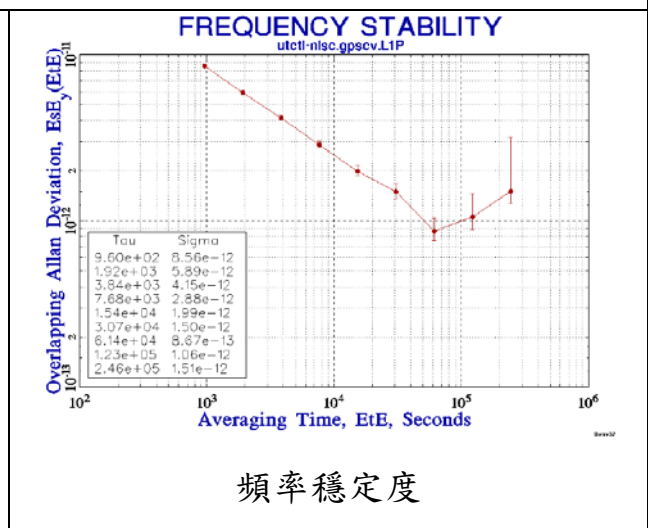
在系統評估與頻率追溯方式確定後，隨即與國土測繪中心進行遠端時頻追溯測試實驗。遠端頻率追溯主要透過GPS Common View之方式，進行國土測繪中心鈷頻率標準件(SRS FS-725)與國家時間與頻率原級標準比對追溯作業。比對時間為期二星期(100年10月5日~19日)，頻率準確度 $[(f_t - f_r)/f_r]$ 與頻率穩定度(1天)分別為 -7.5×10^{-11} 及 8.7×10^{-13} 。



國土測繪中心遠端頻率追溯測試架構圖



相位資料與頻率準確度



頻率穩定度

(2.1.3.4)應用及效益

本實驗室所提供之遠端時間與頻率校正服務測試，未來亦可將此技術推廣至各企業、次級實驗室及學術單位使用，使國內產業界皆能即時地追溯至國家時頻之最高標準，建立完整國內時頻追溯體系。

(2.1.3.5)自評與建議

目前遠端時頻校正服務已成功地推廣至國土測繪中心測試使用，使用單位也對該項測試服務給予正面之評價並希望未來能持續藉由此方式進行其頻率標準件之追溯。實驗室目前對遠端時頻校正系統仍持續地開發，台灣電力公司綜合

研究所、太一電子公司希望於明年與本實驗室進行遠端時頻校正測試;另外台灣大學電機系、明志大學電機系亦將利用此系統來進行其學術研究。故希望能更進一步提升系統量測精度及其運行之穩定度。然而系統之開發與推廣，需投入適當之人力與資源，方能使得系統及後續服務之推廣更加完善。

(2.1.4) GPS 相位擾亂研究

(2.1.4.1) 達成項目

以 GPS 相位擾亂監測 GPS 訊號研究報告

(2.1.4.2) 執行內容(執行期間：100.01~100.12)

大氣電離層的帶電粒子會使通過電離層的電磁波產生時間延遲，延遲量直接與電離層全電子含量 (total electron contents; TEC; 一平方米截面積沿著電磁波路徑所構成之圓柱體內的電子數目) 有關；而且，不規則的電子密度結構更使得電波產生振幅與相位閃爍 (scintillation)，不僅影響訊號傳送，也擾亂電磁波時間延遲，對通信系統與衛星導航系統造成衝擊。

低緯度地區的電離層不規則體通常以低密度電漿泡(plasma bubble) 出現，會對電波產生強烈散射。在此省略電漿泡的物理形成機制，只經由幾個例子直接掌握電漿泡的初步概念及其對電波的影響。以特高頻雷達電波觀測不規則體 (電漿泡) 就是著名的例子，觀測到的回波功率之層狀與羽毛狀空間結構隨著時間變化，常宛如一條舞爪翻騰的飛龍，如圖 2.8 所示。

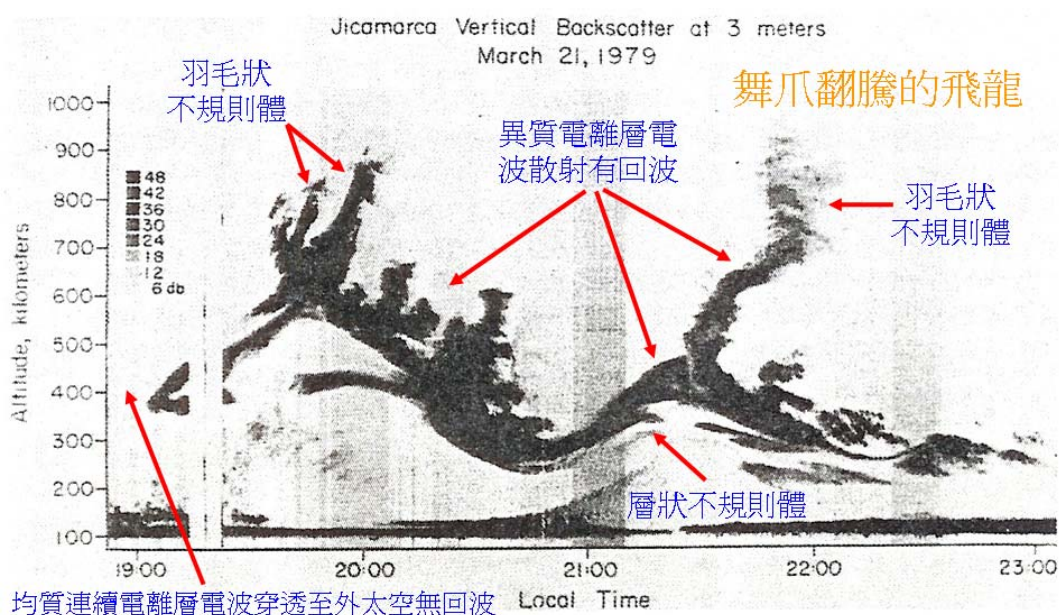


圖 2.8 電離層電漿泡的特高頻雷達回波功率圖。[摘自 *Nature*, 296(5853), 111, 1982]

羽毛狀結構若向上竄升得夠高，通常會很壯觀，其特寫如圖 2.9 所示，達到 1400 公里高度，可被一般低軌道衛星(例如 600 - 1000 公里)直接觀測。

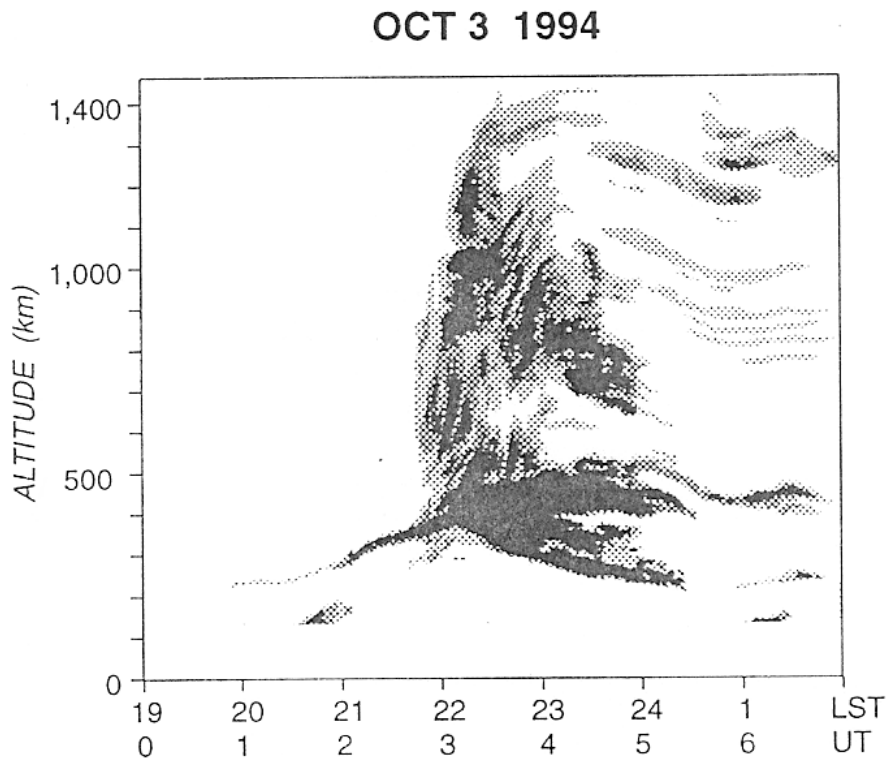


圖 2.9 羽毛狀電漿泡特寫。[摘自 *Journal of Geophysical Research*, **101**, 26854, 1996]

衛星也是觀測電離層的有用工具，除了直接量測軌道路徑上的電漿密度變化以偵測電漿泡之外，也可用光學方式對電離層做大片面積的電漿密度觀測，美國太空總署衛星上的 Global Ultraviolet Imager (GUVI) 觀測就是一個例子。電漿所發射特定頻率光子的強度與電漿密度成正比，因電漿泡的密度比週遭環境低，故光學觀測時會出現暗紋或暗帶。GUVI 觀測之照片組合圖如圖 2.10 所示。圖中貫穿東西向的白線是地磁赤道，其兩旁東西向高亮度帶是赤道異常區，特色為該帶上的電漿密度比地磁赤道上的大 (附註：台灣就座落於北邊的赤道異常區，過去關於電離層高電漿密度對電波影響之

研究中，已有不少文獻引用台灣地區의各種觀測資料)。圖中略呈西北東南走向的粗散型暗帶是每趟衛星掃描的邊界區域，無觀測資料，衛星前後次掃描的邊界間留有空隙而沒重疊。值得注意的是赤道異常區大片亮帶中會出現狹長細窄暗帶，這些狹長細窄暗帶就是電漿泡從地磁赤道沿著地磁線向南北兩方向延伸到低緯度地區。呈反 C 字形分布的狹長細窄電漿泡在南美洲、大西洋、非洲、與印度洋地區可看得很完整，如白色虛線橢圓內所示，至於太平洋地區因衛星軌道方向與地磁偏角不同相，只能看到反 C 字形的北半部或南半部，如圖中夏威夷附近地區的例子。

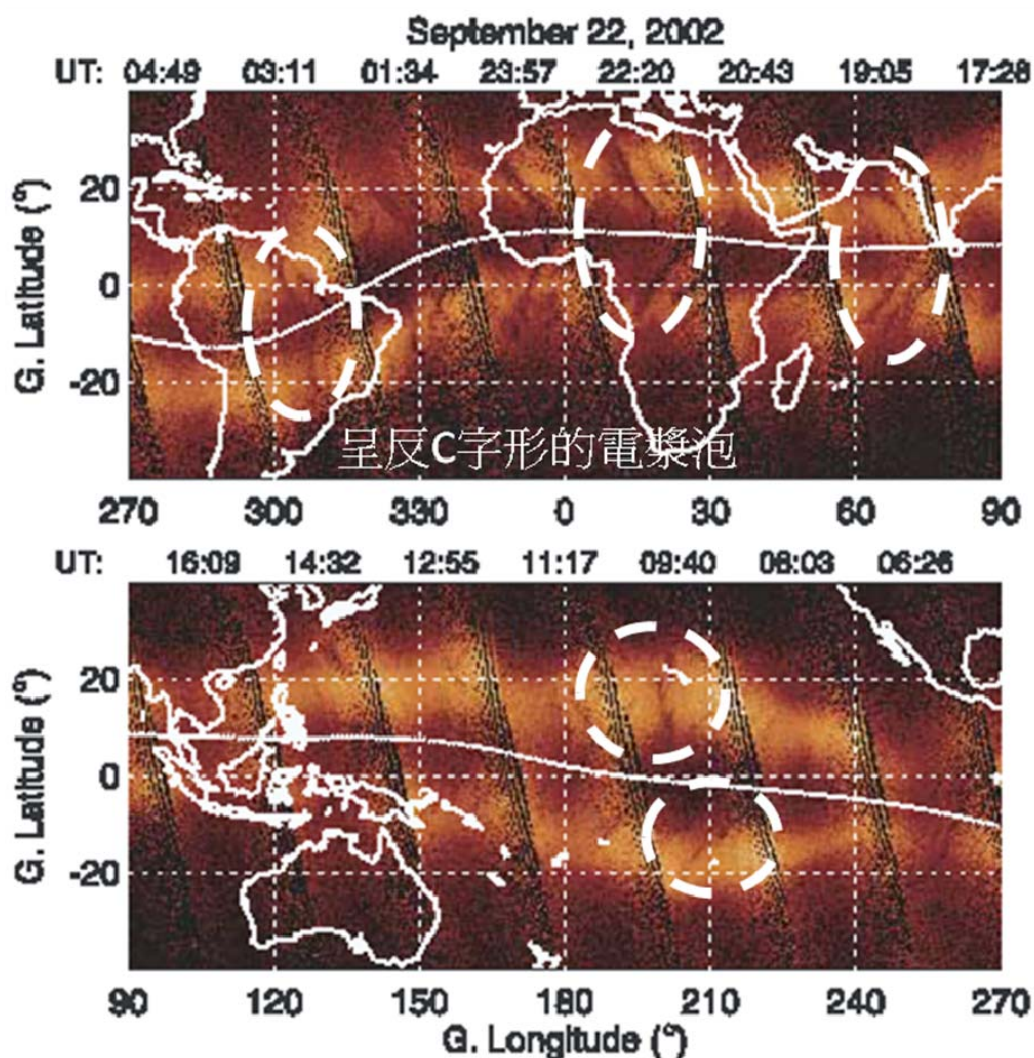


圖 2.10 Global Ultraviolet Imager 觀測電離層電漿泡。[摘自 *Geophysical Research Letters*, **30**(14), 1766(SSC 6-2), 2003]

在地面經由光學方式觀測大氣輝光 (例如 6300 埃 airglow), 亦可看到沿地磁線呈南北向的電漿泡, 如圖 2.11 所示。圖中照片(a)有明顯的電漿損耗 (depletion) 的暗帶, 從南向北延伸經過天頂, 照片中的小亮點是星星; 照片 (b)是遭受光害影響, 飛機飛行燈照亮天空, 照片中的白線是飛機凝結尾, 在天頂左右兩旁均隱約可見有暗帶存在。

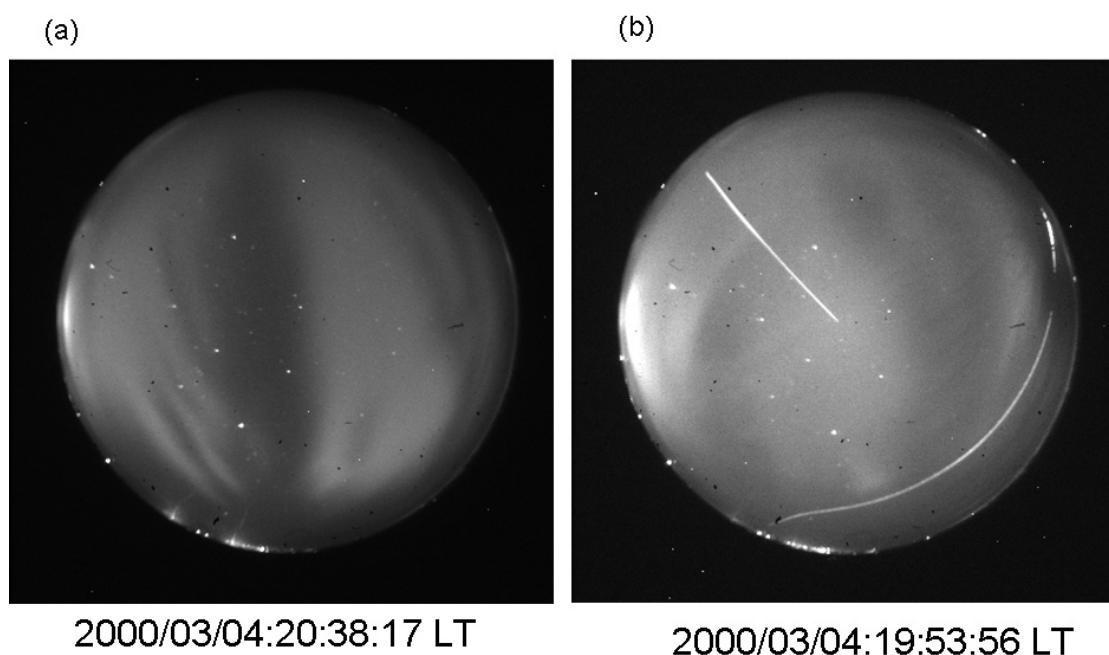


圖 2.11 電漿泡大氣輝光觀測照片。[中山大學周啟教授提供]

下面章節將敘述本研究自主研發的 GPS 相位擾亂觀測技術, 以監測 GPS 電波訊號通過電漿泡時受影響所產生的擾動。為了確認所發展相位擾亂觀測技術的有效性, 已找到 GPS 觀測資料與電漿泡大氣輝光觀測資料來做比對驗證。以 2000 年台灣地區實際案例來分析 GPS 相位擾亂觀測結果, 並與電漿泡大氣輝光損耗觀測結果做比較, 證實 GPS 相位擾亂觀測結果與電漿泡大氣輝光損耗觀測結果相符合。所以, 本研究顯示可以用 GPS 相位擾亂來

監測 GPS 訊號，提供 GPS 傳時比對實驗之訊號品質資訊。

(2.1.4.3)結果

GPS 相位擾亂分析方法如下：GPS 相位擾亂原是取垂直 GPS TEC 的時間變化差分運算，再經過高通濾波器去除緩慢變化趨勢 (de-trend) 的結果。一顆衛星的 15 分鐘中位數相位擾亂指標 f_p (15-min media phase fluctuation index) 是在 15 分鐘期間內的一分鐘相位擾亂資料 (ΔTEC) 取絕對值後的中位數。一個測站的每小時相位擾亂指標 F_p (hourly phase fluctuation index) 是在一小時期間內該測站附近出現的電離層不規則體 (電漿泡) 擾亂程度 (level)，是所有可接收衛星的 f_p 值的平均。

$$f_p(n, h, i) = \text{Median} \left| \frac{\Delta \text{TEC}}{\min} \right|$$
$$F_p(h) = \frac{\sum_n^{nsat} \left[\sum_i^k f_p(n, h, i)/k \right]}{nsat(h)} \cdot 1000$$

其中 n 表示衛星編號 ($PRN\#1 - PRN\#32$)， h 表示小時 (0 - 23)， i 表示一小時內的時刻 (0 - 3)， $nsat$ 是一小時內可接收訊號的衛星數目， k 是一小時內可用的 f_p 數目。

指標 F_p 區分為三個範圍： $F_p \leq 50$ 表示背景程度 (background level) 的不規則體； $50 < F_p \leq 200$ 表示有普通程度 (moderate level) 的不規則體； $F_p > 200$ 代表出現非常強烈程度 (strong level) 的不規則體。

另外，本研究建立的自主分析技術額外作了兩項改進。第一項改進為使用傾斜 TEC 來計算相位擾亂的新程序，使得 GPS 相位擾亂方法能夠擺脫儀器偏差的難題，可以直接應用到所有 GPS 觀測資料。第二項改進為檢查 f_p 值的合理性，選取真正有相位擾亂的 f_p 值來計算 F_p ；已移除緩慢變化趨勢後

的相位擾亂曲線應該是在零水平線上下振盪，要求相位擾亂曲線在 15 分鐘區間內至少要通過零水平線 3 次，也就是要求在零水平線上方與下方各至少要有兩個相位擾亂值，而且也要求在零水平線上方與下方各要有絕對值大於 f_p 的相位擾亂值，以排除過於偏單一方向的相位擾亂曲線 pattern。

本研究自主建立的 GPS 相位擾亂分析技術可普遍應用於 GPS 觀測資料。為了確認本研究的有效性，我們找到台灣地區 2000 年的大氣輝光觀測資料以供比較驗證。這裡以內政部 GPS 觀測網的雲林北港 PKGM 觀測站 (23.58°N , 120.31°E) 為例，說明 2000 年 3 月 4 日 (day of year 064; doy 064) 台灣地區發生強烈電離層不規則體 (電漿泡) 時的 GPS 相位擾亂觀測結果。

圖 2.12 是 PKGM 觀測站的 2000 年 doy 064 相對垂直 GPS 全電子含量 (TEC) 與 GPS 相位擾亂。台灣地區 $\text{LT} = \text{UT} + 8$ 小時，即世界時 00:00 UT 就是當地時間早上 08:00 LT。子圖(a)中不同顏色 (灰階列印為不同深淺) 線條是不同 GPS 衛星的相對垂直 TEC 曲線，11:00 - 16:00 UT (19:00 - 24:00 LT) 的曲線變化劇烈複雜，18:00 - 19:00 UT 有小擾動，其他時段的 TEC 曲線則較平滑。子圖(b)中不同顏色 (灰階列印為不同深淺) 線條是不同 GPS 衛星的相位擾亂曲線，11:00 - 16:00 UT 有明顯的相位擾亂，相位擾亂值可超過 1 TECU ($1 \times 10^{16} \text{ electrons}/\text{m}^2$)，18:00 - 19:00 UT 的相位擾亂較小，沒超過 1 TECU，其他時段則似乎僅是背景相位擾亂或是殘留的線性趨勢。

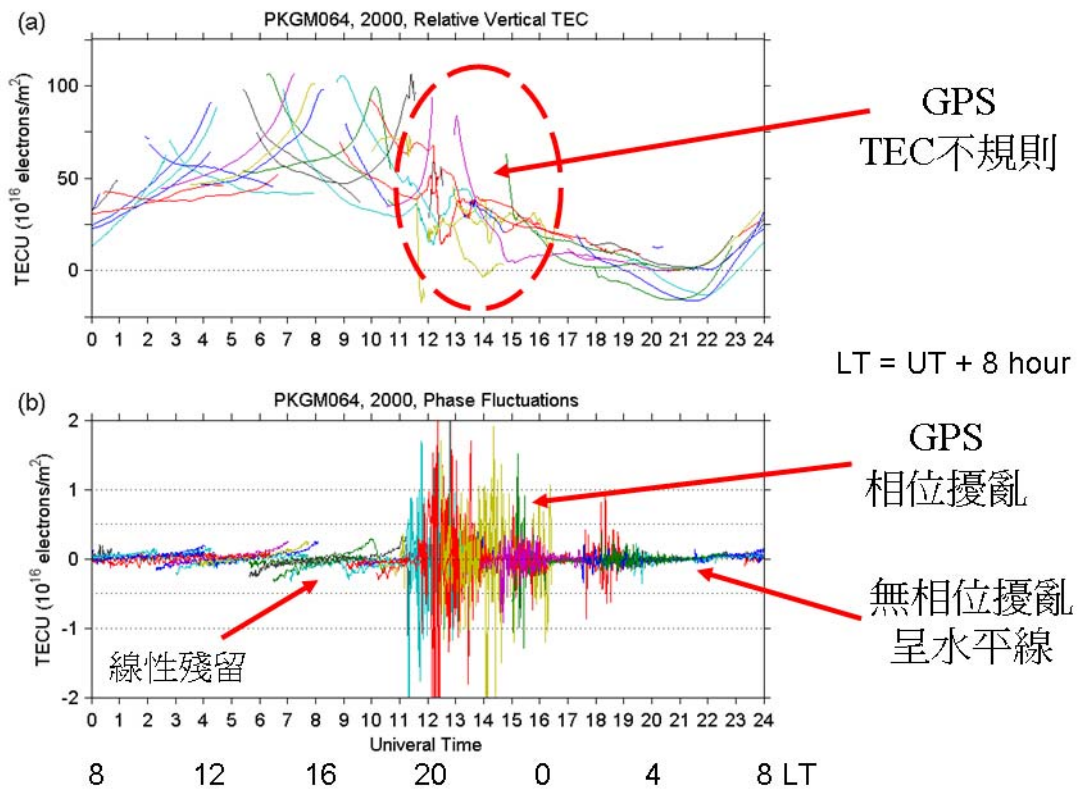


圖 2.12 GPS 相對垂直 TEC 與相位擾亂觀測結果。

圖 2.13 是 PKGM 觀測站的 2000 年 doy 064 相位擾亂指標。子圖(a)中每 15 分鐘中位數相位擾亂指標 f_p 在 11:00 - 16:00 UT 時較大, f_p 值大部分介於 0.1 - 0.8 TECU, 其中 12:15 UT 甚至接近 1.6 TECU, 18:00 - 19:00 UT 也有少數幾個值介於 0.1 - 0.3 TECU, 其他時段則無擾亂或小於 0.1 TECU。子圖(b)中每小時相位擾亂指標 F_p 在 12:00 UT 超過 200 (強烈不規則體); 在 11:00, 13:00 - 15:00 UT 超過 50 (一般不規則體); 在 16:00 與 18:00 UT 分別為 48 與 44, 相位擾亂程度亦接近 50。請留意到圖 2.12 子圖(b)中 12:00 - 13:00 UT 發生的強烈相位擾動造就了圖 2.13 子圖(a)中的高 f_p 與子圖(b)中的高 F_p 。下面將探討 12:00 - 13:00 UT 的不規則體相關細節。

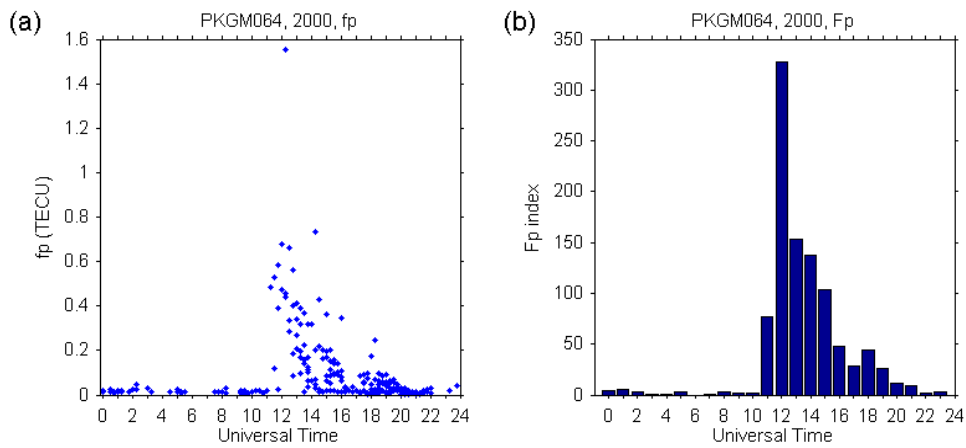


圖 2.13 GPS 相位擾亂指標觀測結果。

圖 2.14 畫出 PKGM 觀測站 2000 年 3 月 4 日 (doy 064) 12:00 - 13:00 UT (20:00 - 21:00 LT) 的 GPS 衛星在電離層的軌跡投影圖。粗紫色 (灰階列印為深灰) 線條為衛星在 400 公里高度處電離層的投影路徑，較長水平線表示 12:00 UT 位置，符號 x 表示 12:30 UT，較短水平線表示 13:00 UT，由較長水平線、符號 x、與較短水平線可知道衛星移動的方向。另外，衛星軌跡左邊的數字則標示 GPS 衛星的編號。實心三角形是內政部 GPS 觀測網雲林北港觀測站之位置。圍繞台灣上空附近的 GPS 衛星有 #4、#10、#13 與 #24，其中 #13 的軌跡在 12:00 - 12:30 之間有斷點，此為電離層不規則體造成 GPS 訊號脫鎖 (loss of lock) 所致。留意到訊號脫鎖，則台灣南方的 #7 與 #26 兩條軌跡更是斷斷續續地嚴重脫鎖，顯示有更強的不規則體。由此趨勢可猜測不規則體大致呈南北向分佈。

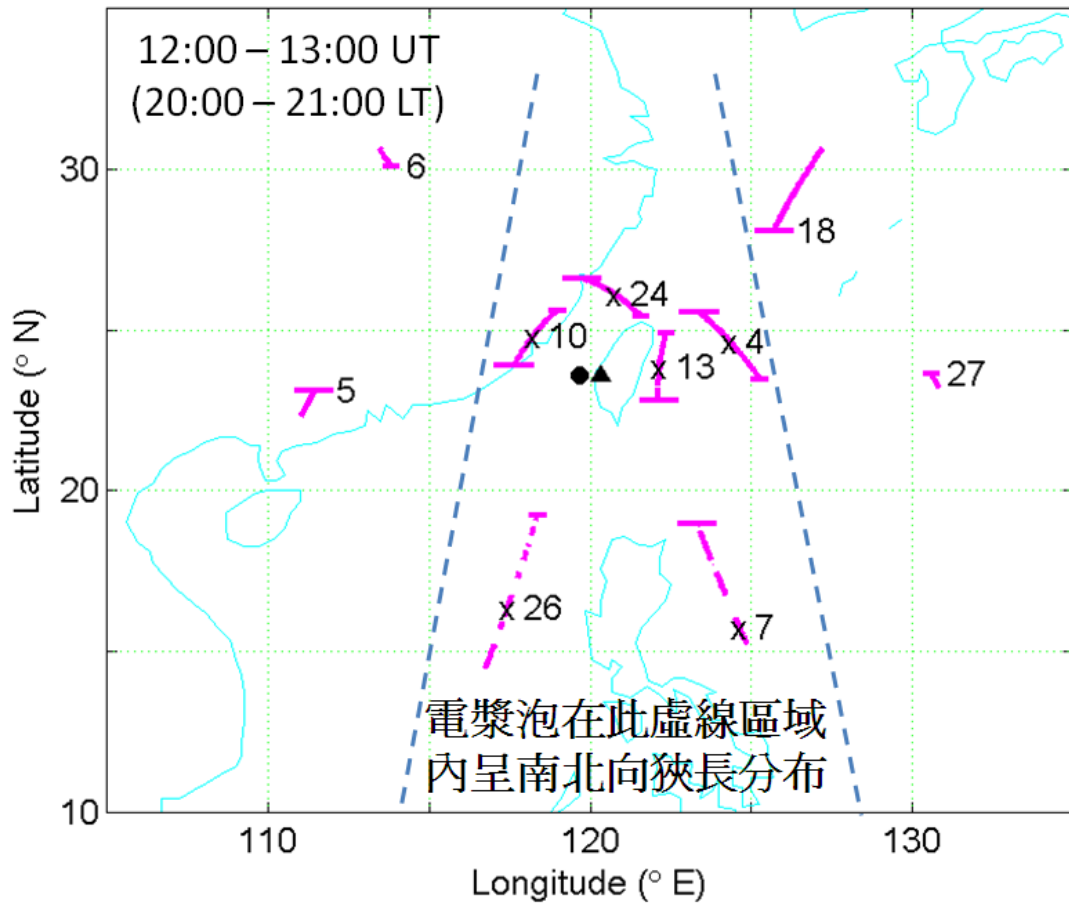


圖 2.14 GPS 衛星在電離層的軌跡投影圖。

圖 2.15 畫出 PKGM 觀測站 2000 年 3 月 4 日 (doy 064) 10:00 - 14:00 UT (18:00 - 22:00 LT) 上空附近各別 GPS 衛星的相對垂直 TEC 曲線。電離層不規則體造成的訊號脫鎖使得 #26 無法提供 13:00 UT 以前的 TEC，使 #7 於 11:40 - 12:30 間的 TEC 有漏失，也使 #13 在 11:30 與 12:00 附近 TEC 漏失。另一方面，在 11:30 - 12:00 UT 期間 #7 與 #13 的 TEC 分別從 100 與 75 TECU 急降到 25 與 -15 TECU，降幅達到 75 與 90 TECU；在 12:00 - 12:30 UT 期間 #10 的 TEC 也從 70 TECU 降到 15 TECU，降幅達到 55 TECU。而 #4 與 #24 在 12:00 UT 附近的降幅只分別為 25 與 10 TECU，相對小了很多。

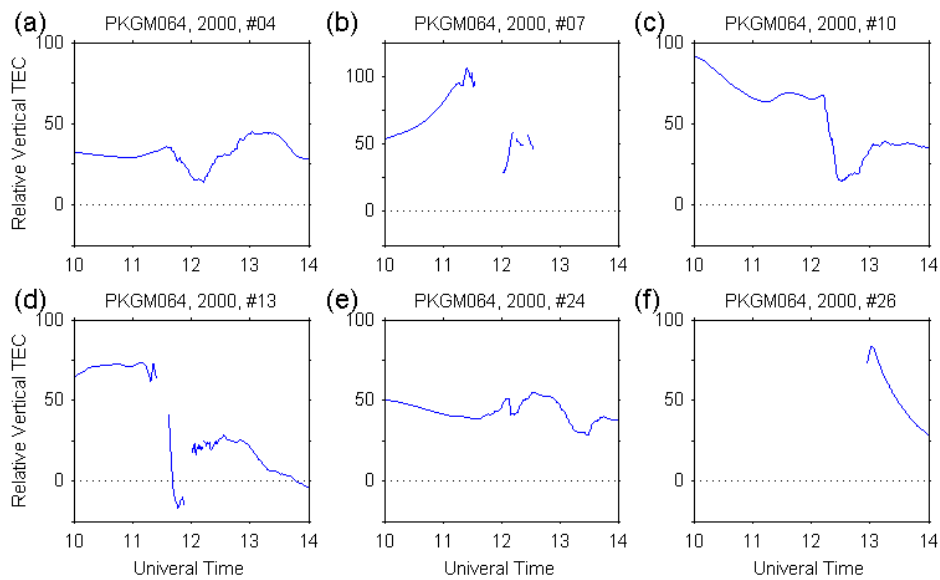


圖 2.15 GPS 衛星的相對垂直 TEC 曲線。

由圖 2.14 與圖 2.15，注意到 #7、#10、#13 與 #26 主要是南北向運動，TEC 降幅深且急，而 #4 與 #24 主要是東西向運動，TEC 降幅較淺緩，且位置較偏北。可推論密度不規則體是呈南北狹長型分佈，朝向地磁赤道端（南邊）的 TEC 水平梯度變化比遠離赤道端（北邊）的大且劇烈。當 GPS 衛星之電離層軌跡沿著南北狹長型不規則體（電漿泡）行進時，或者橫越不規則體（電漿泡）時，GPS 訊號就會受到衝擊造成 GPS 相位擾亂。

想實際看到電離層不規則體（電漿泡）之空間分佈的長相，最方便的技術是大氣輝光之光學觀測。從澎湖（見圖 2.11 的實心圓形位置； 23.58°N , 119.67°E ）2000 年 3 月 4 日所拍攝的 6300 埃大氣暉光照片組（例子見圖 2.11）發現，電漿泡大氣輝光損耗（照片上的暗帶或暗紋）先後共有四條，簡要整理如表 2.2 所示。

表 2.2 電漿泡大氣輝光損耗事件簡要整理

電漿泡大氣 輝光損耗事 件	出現-消失 時間 (LT)	橫越天頂兩 邊半個天空 時間	備註
(1)	19:00 - 21:00	19:30 - 20:10	有飛機光害干擾
(2)	19:30 - 22:00	20:15 - 21:00	暗度深 寬度大
(3)	21:00 - 00:40	22:20 - 23:50	23:30 起變模糊
(4)	02:00 - 03:00	(不易估計)	微弱模糊灰帶

第一條暗帶約 19:00 LT 出現在西方天邊，然後向東漂移橫過天空，21:00 LT 抵達東方天邊消失。第二條暗帶約於 19:30 - 22:00 LT 期間出現、橫過天空、消失，需注意的是 20:15 - 21:00 LT 暗帶橫過澎湖天頂附近的半個天空區域，暗度極深，帶狀的寬度也大，從照片的南端延伸到北端，如圖 2.3.4a 所示。第三條暗帶約 21:00 LT 出現，22:20 - 23:50 LT 橫過天頂附近的半個天空區域，但自 23:30 LT 起就轉弱變得模糊，約 00:40 LT 消失。第四條是微弱的模糊灰帶，約 02:00 - 03:00 LT 漂過天空。

從圖 2.14 可得電離層不規則體是呈南北狹長型分佈的推論。並且，圖 2.13 中 11:00 - 16:00、18:00 - 19:00 UT (19:00 - 24:00、02:00 - 03:00 LT) 有較大 f_p ，且 11:00 - 15:00 UT (19:00 - 23:00 LT) 有大於 50 甚至大於 200 的 F_p 與 16:00、18:00 UT (00:00、02:00 LT) 也有幾乎達到 50 的 F_p 。因此可確定 GPS 相位擾亂的觀測結果與電漿泡大氣輝光損耗的觀測結果相符合。

至此，本研究自主研發的 GPS 相位擾亂分析技術之有效性已獲得驗證。

(2.1.4.4) 應用及效益

(a) 將應用於衛星電波時頻傳送研究，以 monitor 電離層對電波時頻傳送之影響，增進可靠性與穩定性。

(b) 今年度已完成出版刊登 GPS 相位擾亂論文，共有 SCI 期刊論文一篇，以及 EI 會議論文兩篇，成果豐碩。

(2.1.4.5)未來工作重點

101 年將接續研發 GPS/GLONASS 雙導航衛星系統相位擾亂聯合觀測方法。

(2.1.4.6)自評與建議

(a) 本研究已完成 GPS 相位擾亂觀測技術，分析台灣地區實際個案的 GPS 全電子含量及相位擾亂觀測結果，並與電漿泡大氣輝光損耗觀測結果相符合。

(b) 本研究顯示可以 GPS 相位擾亂監測 GPS 訊號，提供 GPS 傳時比對實驗之訊號品質資訊。

(c) 現在重要的應用或研究大多採用 GPS/GLONASS 雙導航衛星系統，並且，以多重導航衛星系統為基礎的技術研發，已是必然趨勢。在 2011 年，提供 GPS 觀測資料給 IGS 的 360 個會員中(本實驗室亦是會員之一)，即有 120 個會員也提供 GLONASS 觀測資料，GLONASS 的資料觀測與應用已蔚為風氣。先進研究已普遍採用 GPS/GLONASS 雙導航衛星之雙頻資料，本實驗室相較之下對於 GLONASS 觀測資料收集與研究能量均欠缺。在本實驗室擁有 GLONASS 接收機並收集觀測資料之前，可先利用 IGS database 中的 GLONASS 觀測資料，發展相位擾亂等分析技術並培養研究能量。

(2.2.1) 衛星雙向傳時比對鏈路之維持及技術提升

(2.2.1.1) 達成項目

- 亞太衛星雙向傳時比對鏈路之維持
- 歐亞衛星雙向傳時比對鏈路之維持與新鏈路的建立
- 完成亞、美衛星雙向傳時鏈路之研究分析報告
- 高精度雙頻電碼(DPN)傳時比對效能分析

(2.2.1.2) 執行內容(執行期間：100.01~100.12)

衛星雙向傳時(Two Way Satellite Time and Frequency Transfer, TWSTFT)是目前最精準的傳時比對技術之一，透過此技術所進行的傳時比對數據，已成為國際度量衡局(BIPM)用來計算國際原子時(TAI)的主要資料。為確保國家時頻標準與國際標準的一致性，本實驗室積極參與相關國際合作計劃，我國目前參與的衛星雙向傳時鏈路如圖 2.16。今年度的最新進展說明如下：

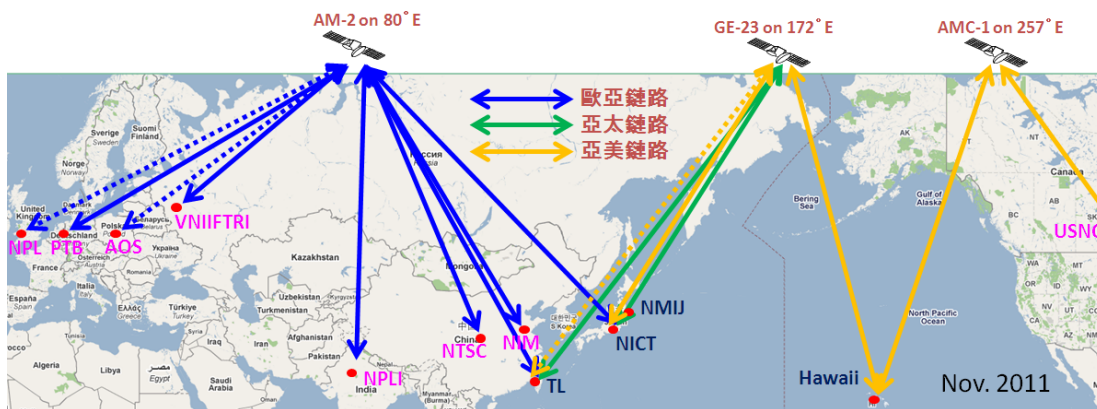


圖 2.16 我國目前參與的衛星雙向傳時鏈路，虛線為預定加入的實驗室

(1) 亞太衛星雙向傳時比對鏈路之維持

亞太地區衛星雙向傳時計劃，包括日本 NICT、大陸 NTSC、韓國 KRISS 及本實驗室 TL 等四個國家實驗室共同組成網狀的雙向傳時比對鏈路，進行每天連續的時間比對實驗。實驗採用多通道的 NICT modem，多個實驗室可同時進行比對實驗。由於 2011 年 3 月維持亞太鏈路的 IS-8 衛星突然除役，4 月緊急更換至 GE-23 衛星，本實驗室迅速將衛星地面站重新對位指向 GE-23，率先於 4 月完成上線測試，目前僅本實驗室與日本 NICT 實驗室及日本 LF 廣播站恢復雙向傳時比對鏈

路。韓國 KRISS 則正在申請發射許可，未來待 KRISS 加入後，即形成一網狀鏈路。由於 GE-23 未涵蓋大陸 NTSC，與 NTSC 的時間比對將用 AM-2 衛星鏈路來代替。

(2) 歐亞衛星雙向傳時比對鏈路之維持與新鏈路的建立

與歐洲重要時頻中心的雙向比對鏈路，除了可增進國際合作關係，並深入探討超長距離衛星傳時的特性。我國於 2008 年 3 月開始與德國 PTB 進行衛星雙向傳時比對，每小時進行一次實驗，按照 ITU-format 的規定以 300 秒的原始數據，取二次擬合曲線的中點產生一筆結果，並將結果報表每日上載於 BIPM ftp 站上。由於德國物理技術研究院(PTB)是國際原子時(TAI)的比對中心，雙方衛星雙向的合作，有助於提高我國標準時間與國際標準時間比對的精確度。2010 年 2 月 1 日，由於 IS-4 衛星故障失效，與德國 PTB、法國 OP 等實驗室合作之歐亞雙向傳時鏈路被迫中斷。我們於 2010 年 10 月與德國 PTB、日本 NICT、中國 NIM 及 NTSC 等實驗室合作，改用俄羅斯的 Express-AM-2 衛星，該衛星較老舊為節省能源，一天僅能服務 12 小時，初期 PTB 設備有些問題，經過微調後今年 2 月以後的數據品質相當良好。日本 NICT 由於與俄羅斯的政治因素，於 5 月底始取得發射許可開始正式加入實驗。俄國新型 Express-AM-4 衛星原訂於 2011 年 10 月取代 AM-2，但 8 月中旬發射後無法到達預定的靜止軌道，目前仍處於失聯狀態。由於俄國預計要到 2014 年才能完成替代的 AM4R 衛星的製造及發射，經各國實驗室共商後，將繼續租用 AM-2 衛星直到其除役為止。

俄國 VNIIFTRI 實驗室的兩座衛星地面站 SU01 及 SU02 分別於，2011 年 9 月 7 日及 11 月 16 日通過上線測試加入實驗。印度 NPLI 實驗室則於 10 月 13 日完成上線加入實驗。由於兩國的接收結果尚未上載至 BIPM，目前尚無法計算傳時結果。另外，波蘭 AOS 實驗室也正在籌設地面站以加入實驗。

國際度量衡局(BIPM)最新所提出之先鋒計畫“歐、亞時間比對鏈路校正計畫”，所挑選的代表實驗室，包括德國 PTB、法國 OP、日本 NICT 及本實驗室 TL。由 GPS 校正設備在法國的測試並不順利，預計 2012 年才能開始歐亞巡迴

校正。

(3) 亞、美衛星雙向傳時鏈路之現況

美國實驗室與亞洲主要實驗室幾乎是地球的兩端，很難找到可以同時涵蓋兩地實驗室的同步衛星。於是我們於 2005 年提議透過中繼站的方式來實現亞美鏈路，隨後我們利用亞太地區衛星雙向傳時網的數據，證明只要比對的時間夠接近，透過中繼站的介接仍然可以保有高精度的傳時比對結果。然而，夏威夷地面站的建設工作，包括選址、申請架設等工作困難重重，最後係由日本太空總署(JAXA)的準天頂導航衛星(QZSS)計畫的支持下得以完成。2010 年 7 月 20 開始，美國 USNO 透過夏威夷中繼站 KPGO 與日本 NICT 成功進行實驗，成為 GPS 及 QZSS 衛星導航系統的重要時間比對鏈路。今年本所地面站已取得 NCC 無線發射執照，我們將繼續與衛星代理商及衛星公司接洽，預期明年可望加入夏威夷計劃的實驗。

根據大家的協議，衛星雙向傳時調變機將採用歐、美常用的SATRE系統，所以日本NICT站及夏威夷站將使用新款之3 channel SATRE modem。我們將使用一部雙通道之衛星雙向傳時調變機，能與日本NICT及夏威夷地面站KPGO同時進行雙向比對實驗。如圖2.17。

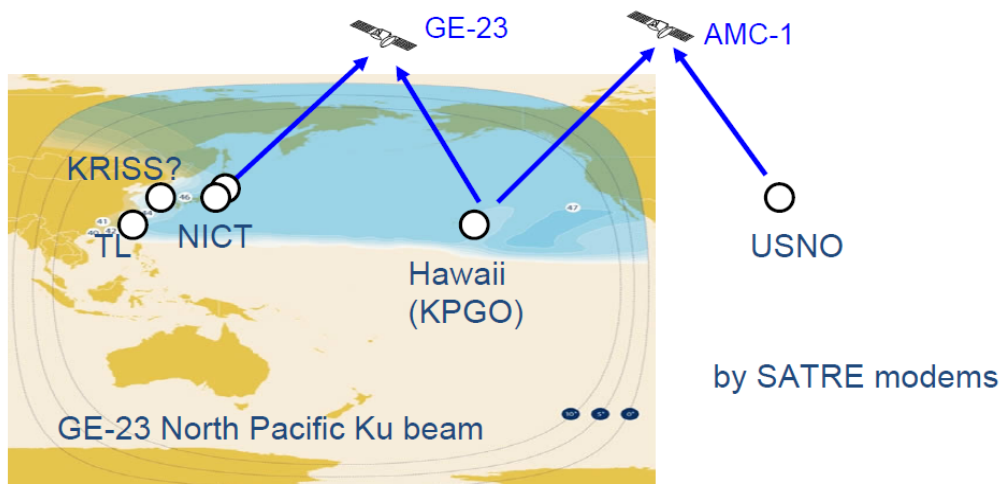


圖 2.17、夏威夷中繼站的示意圖

(4) 高精度雙頻電碼傳時比對現況

2010 年 3 月至同年 12 月我們與日本 NICT 合作，進行新一代雙頻電碼(dual pseudo-random noise, DPN)衛星雙向傳時實驗測試。DPN 技術是開發中的下一代傳時技術，目前的衛星雙向傳時技術使用單一的 pseudo-random noise (PRN)電碼，量測的精度受限於電碼所使用的頻寬，2 MHz 頻寬的電碼每秒所能達到的精度約為 0.5 ns。DPN 信號類似伽利略衛星所使用的 binary offset carrier (BOC) 信號，而副載波使用弦波取代方波。如圖 2.18 的 DPN 信號頻譜，每個 PRN 電碼的 chip rate 為 127.75 kHz，所使用的頻寬達 20MHz，因此 DPN 電碼每秒所能達到的精密度約為 50 ps。本實驗室除了提供地面站設備及氫原子鐘信號等支援，同時也參與 DPN 設備控制參數設計、資料處理及交換等合作研究。2011 年初分析 DPN 傳時比對的數據，與 GPS PPP 的傳時比對成果相互比較，DPN 傳時比對的穩定度可與世界上最精準的 GPS PPP 相當，此結果在 2011 IFCS-EFTF 會議發表時受各實驗室專家肯定實驗的結果及看好未來的發展。2011 年下半年以購入新一套設備，並展開與日本 NICT 實驗室恢復 DPN 實驗，朝更精準的時頻比對技術鑽研。

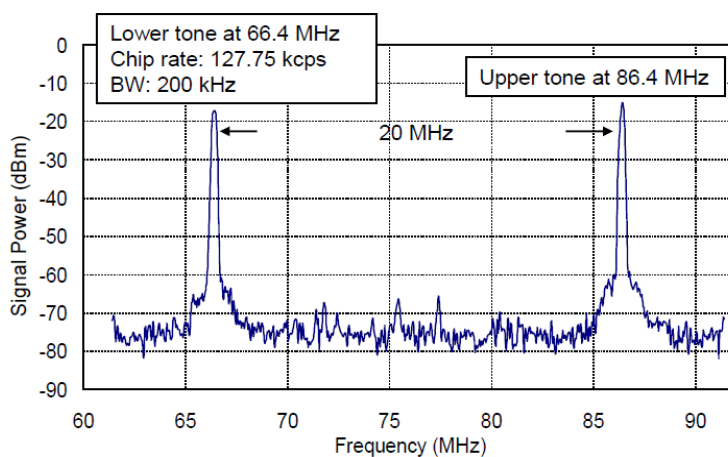


圖 2.18 2010/3 ~ 2010/12，DPN 傳時使用信號頻譜圖

從 2011 年 11 月起，我們與日本 NICT 恢復進行雙頻電碼傳時實驗。本次實驗與 2010 年雙頻電碼實驗最大的差異在於，我們和 NICT 彼此規範其頻率、DPN 信號碼速、傳輸頻寬以及碼代號，如表 2.3 所示，而其信號發射以及接收則是兩邊

獨力各自發展。目前使用 GE-23 同步衛星，並且傳輸頻率間隔改變為 31.7MHz，預計精密度將可優於 50ps。

表 2.3 2010 年期間，與目前進行之 DPN 實驗參數差異比較

	2011/11 起	2010/3 ~ 2010/12
衛星	GE-23 (172°E)	IS-8 (166°E)
頻寬	200kHz * 2	200kHz * 2
頻率間隔	31.7MHz	20MHz
碼速	204.6kcps	127.75kcps
資料量	4 點 / 15 分	1 點 / 1 秒

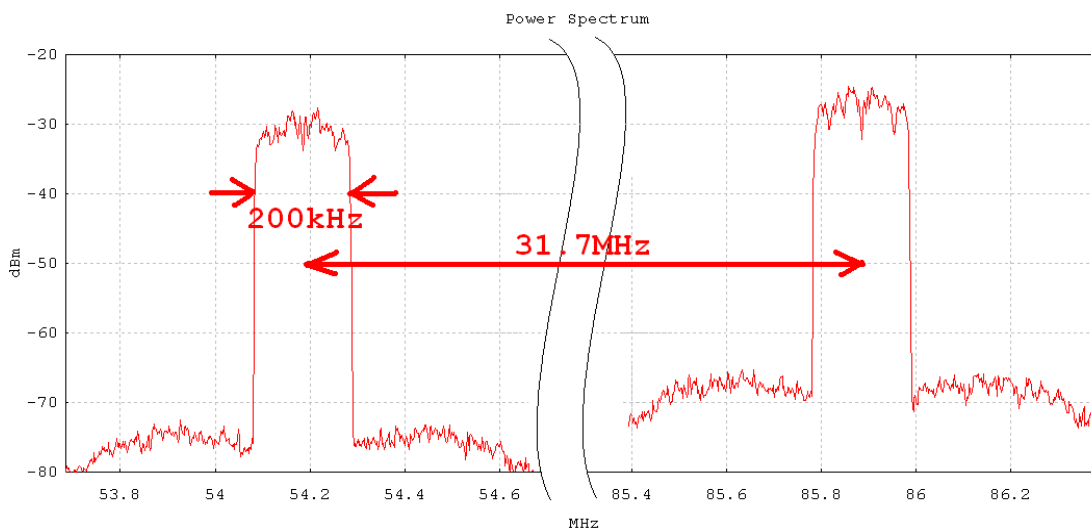


圖 2.19 2011 年 11 月起，DPN 使用信號頻譜圖

(1) 亞太衛星雙向傳時比對鏈路之維持

圖 2.20 顯示 TL 實驗室與日本 NICT 實驗室經由亞太鏈路的實驗結果。由於 4 月緊急更換至 GE-23 衛星後，日本有發生干擾現象，到了 6 月初數據才獲得改善，最近幾個月數據品質相當良好，每日週期現象並不明顯。

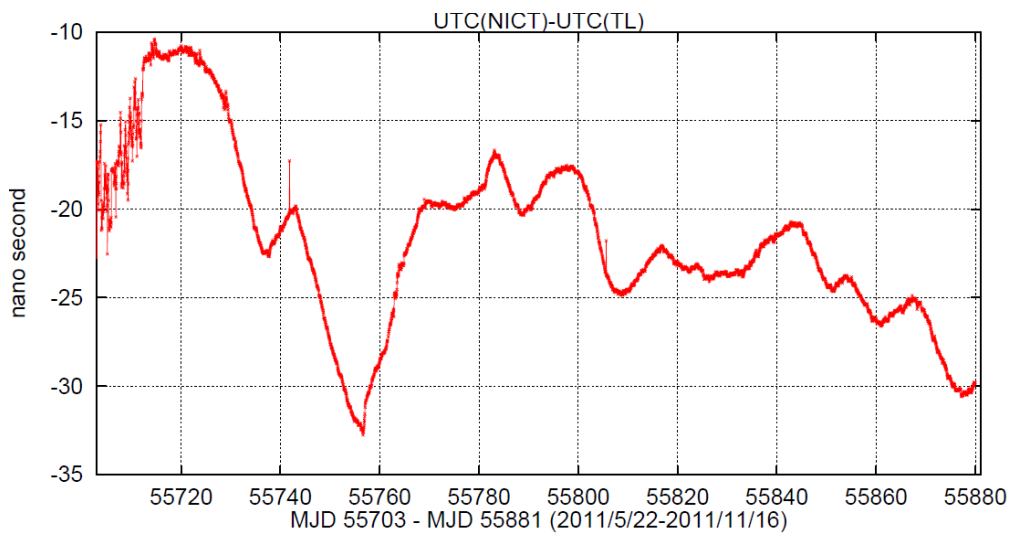


圖 2.20、我國與日本 NICT 的雙向傳時比對結果

(2) 歐、亞衛星雙向傳時比對鏈路之維持

歐、亞鏈路從 2010 年 10 月迄今皆使用 AM-2 進行歐亞鏈路實驗。由於 AM-2 衛星可使用單一轉頻器同時涵蓋相當廣的歐亞地區，所以我們可透過此衛星與亞洲實驗室進行比對，實驗係根據協定的時間表，分時接收不同實驗室的信號，以進行比對。圖 2.21 是歐亞鏈路的 Modified Allan deviation 分析，其中 TL 與 PTB 鏈路的結過是所有歐亞鏈路參與實驗室中，穩定度最好的。

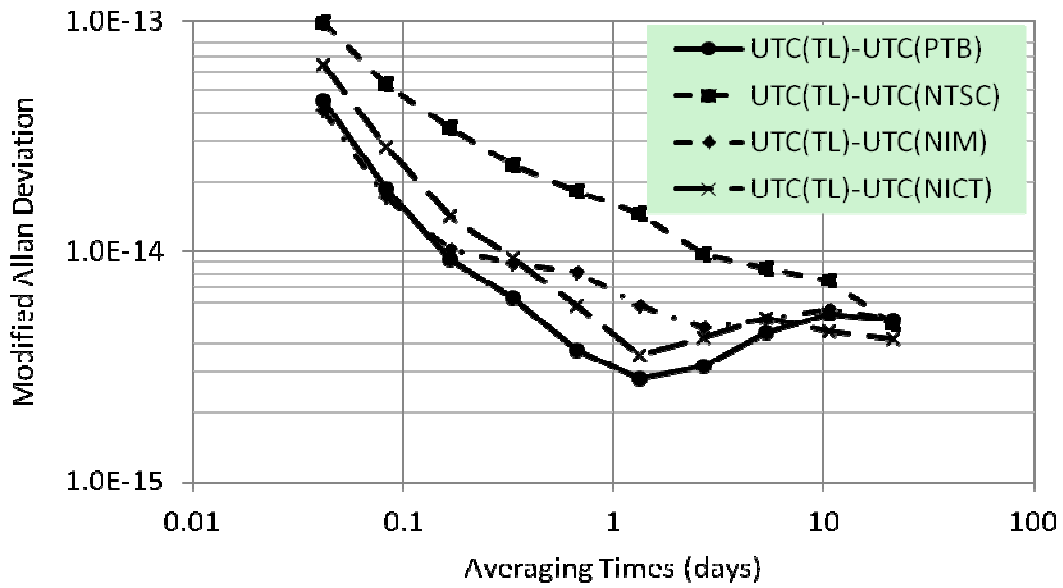


圖 2.21. 歐亞鏈路的 Modified Allan deviation 分析

圖 2.22 為 2011 年 4 月至 2011 年 5 月年度與德國 PTB 實驗室利用兩種不同的 PRN 碼速進行的傳時結果，此實驗在評估低碼速是否適合用於衛星雙向傳時，並降低成本。與 PTB 使用兩種不同的 PRN 碼速進行雙向傳時鏈路的穩定度 MDEV 分析顯示於圖 2.23，其中碼速會直接影響傳時比對結果，所以與 PTB 的比對資料中，高碼速擁有較佳的穩定度，但是使用低碼速雖然犧牲短期穩定度，但是並不會對原子標準的長期穩定度有明顯影響。

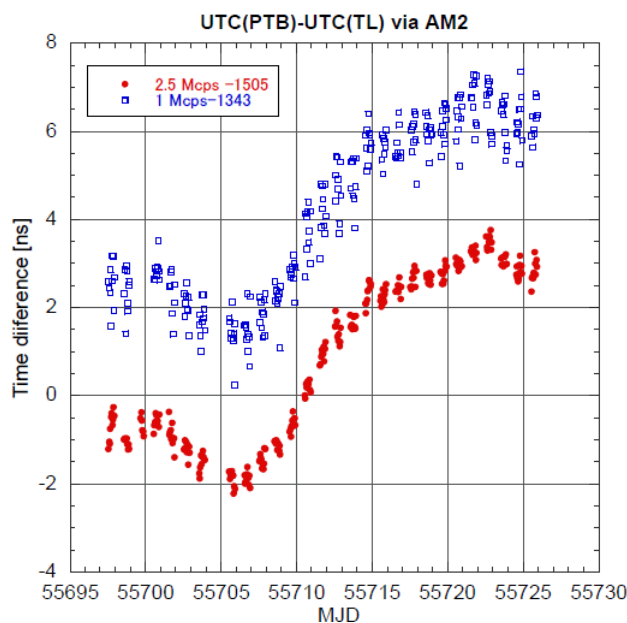


圖 2.22 2009/1-2010/1 TL-PTB 衛星雙向傳時結果

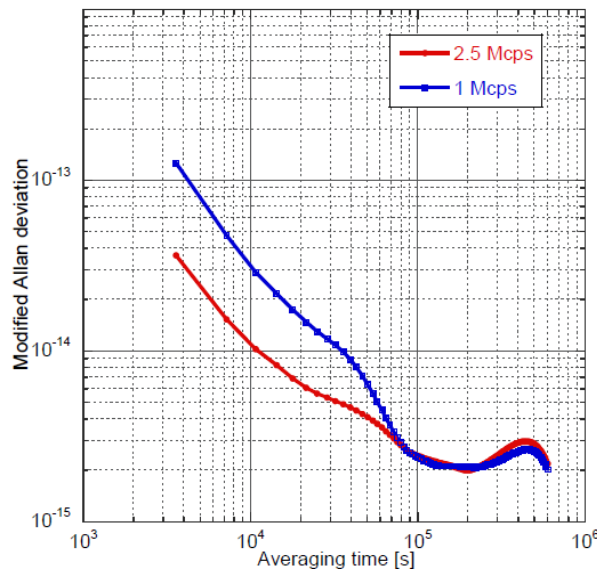


圖 2.23 TL 與 PTB 雙向傳時鏈路的穩定度 MDEV 分析

(3) 亞、美衛星雙向傳時鏈路之研究分析

目前日本 NICT 與夏威夷 KPGO 的衛星雙向傳時比對，透過 GE-23 衛星每小時進行一次實驗；而美國 USNO 與夏威夷 KPGO 則透過軍用 AMC-1 衛星，每兩小時進行一次實驗。由於夏威夷 KPGO 的時間源是一部氫原子鐘，短期漂移很小，可以透過 2 hop 方式計算 NICT 與 USNO 的時間比對結果。

圖 2.24 是衛星雙向傳時(TWSTFT)的結果以及與 GPS PPP 技術的比較。衛星雙向傳時與 GPS 傳時是兩種獨立的傳時技術，兩者的差異程度可代表兩者的相對不確定度。我們針對 NICT-USNO 亞、美鏈路檢驗這兩種技術的差異程度。圖 3(下圖)顯示衛星雙向傳時(TWSTFT)及 GPS PPP 兩種傳時結果的差值，兩者差異的 peak-to-peak 值大約是 5 ns。而衛星雙向傳時結果有較明顯的每日週期現象，可達 2 ns。

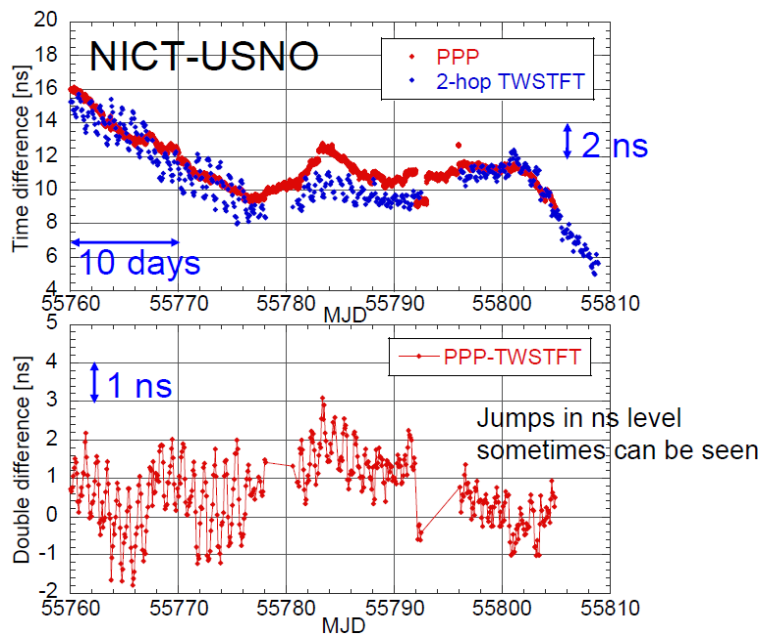


圖 2.24、日本 NICT 與美國 USNO 的衛星雙向傳時(TWSTFT)結果。

上圖為利用 2-hop 方式得到的 NICT-USNO TWSTFT 結果(藍色較疏的點)，紅色較密的點為 GPS PPP 的比對結果。下圖為 PPP-TWSTFT 的 double difference 結果。

目前雖然我們尚未正式加入與夏威夷站的比對，但由於 TL-NICT 的衛星雙向傳時結果非常精準，我們可以透過這條鏈路，間接計算 TL 與 USNO 的結果。亦即

$$TL-USNO = (TL-NICT) + (NICT-USNO)$$

圖 2.25 是 TL-USNO 亞、美鏈路的結果，間接得到的衛星雙向傳時(TWSTFT)及 GPS PPP 兩種傳時結果趨勢一致，兩者差異的 peak-to-peak 值大約是 4 ns，如圖 2.26，與 NICT-USNO 的數據品質相近。而衛星雙向傳時結果有較明顯的每日週期現象達 2 ns，主要是受到 NICT-USNO 鏈路的影響。

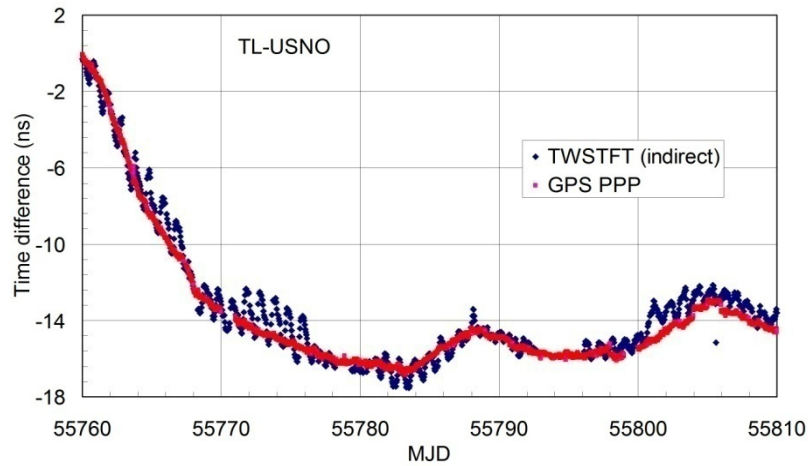


圖2.25、我國TL與美國USNO的衛星雙向傳時(TWSTFT透過NICT)及GPS PPP結果。TWSTFT結果為藍色較疏的點，GPS PPP的結果為紅色較密的點。

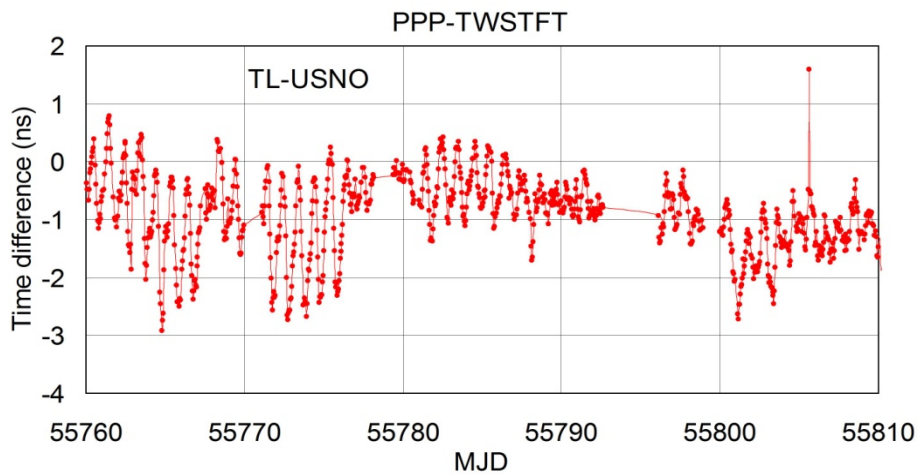


圖2.26、TL-USNO傳時鏈路PPP-TWSTFT(透過NICT)的double difference 結果

我們分析 NICT-USNO 亞、美鏈路的數據，再間接計算本實驗室 TL 與 USNO 亞、美鏈路的結果，最後與 GPS PPP 技術得到的傳時數據比較以分析其性能。由於亞、美鏈路屬超長基線的傳時比對鏈路，需透過夏威夷地面站來中繼，所以影響傳時不確定度的因素較複雜。目前 USNO 到夏威夷這段衛星雙向傳時結果的每日週期變化現象特別明顯，是影響亞、美衛星雙向傳時精度主要的問題。類似的問題亦出現在其地區的衛星雙向傳時數據上，例如歐、亞跨洲鏈路也有非常明顯的每日週期變化現象，相對來說亞太區域性的傳時結果每日週期性變化現象較小。

(4) 高精度雙頻電碼(DPN)傳時比對效能分析

我們與日本 NICT 合作的新一代高精度 DPN 傳時技術，陸續在 2011 年 IFCS-EFTF 國際研討會及雙向傳時工作小組會議上發表。此實驗已經在 2010 年陸續克服許多問題，諸如電源雜訊、雨衰以及設備開關導致時刻差不連續的問題，並在 2010 年底的實驗有相當高效能之結果。

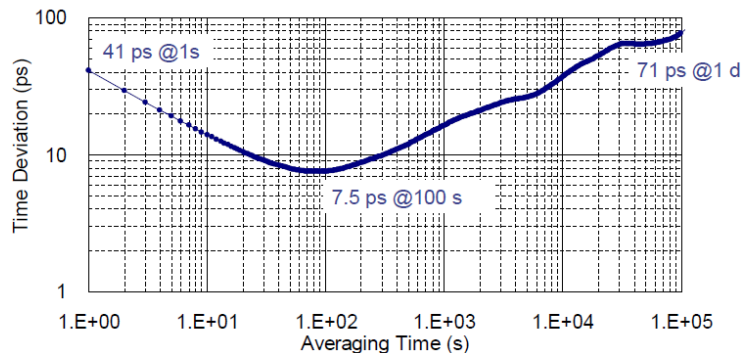


圖 2.27 DPN 技術雙向傳時比對結果的時間穩定度分析

圖 2.27 是利用 DPN 技術所實現的雙向傳時比對結果之時間穩定度。在 1 秒所達到的時間精度為 41 ps，在平均時間 100 秒附近達到最佳的時間精度(小於 10 ps)。至於長期穩定度則受到兩地氫原子鐘 clock drift 影響逐漸上升，在平均時間 1 天的時間穩定度仍有 71 ps。由圖可知 DPN 的結果有極佳的數據品質較佳，且沒有明顯的每日週期變化，是極具潛力的新一代技術。

從 2011 年 11 月起，本實驗室與日本 NICT 恢復進行 DPN 實驗。此實驗的主要目的是達到更高的傳時精度，並且要能克服之前 2010 年間 DPN 實驗遭遇的問題，包含：電源雜訊、可追溯性、無法預期的跳點以及傳輸功率的平衡（雨衰）等問題。在電源雜訊部分，我們使用 UPS 來降低用電尖峰時的電源不穩定情形；在可追溯性部分，我們使用信號產生器分出第二條信號，直接接上取樣器，以保持監看兩者之間的時刻差值；在無法預期的跳點的改善部分，本實驗室自主研發接收機時，改變信號解碼的流程，使得跳點不再出現，大幅提升量測精密度；最後，在傳輸功率平衡方面，由於 GE-23 電波涵蓋範圍廣，其 EIRP

小於前一顆衛星 IS-8，並且涵蓋台灣的程度也小於日本，導致傳輸信號的先天不良。我們使用防颱支撐架，將衛星碟面固定在水泥基座上，保持對位的精準，提升傳輸的訊噪比；另外使用 32Msps 取樣頻率進行運算，來降低取樣信號的折疊雜訊 (folding noise)，提升傳時精密度。

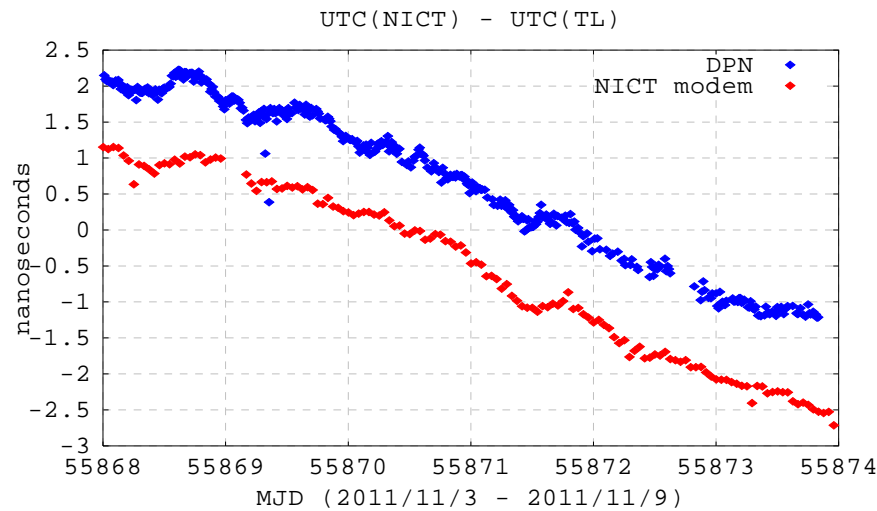


圖 2.28 使用目前 DPN 的實驗結果 (上) 與常規 NICT modem 的結果 (下) 比較，兩者呈現一致的變化

2011 年 11 月起與日本進行的 DPN 實驗，規範 15 分鐘進行一次，每次進行 4 秒傳時數據的比對。目前最大的挑戰在於如何提升計算速度，使得資料處理速度逼近即時。未來軟體開發將朝以下方向改進：

1. 增加運算積分時間，可減少傅立葉轉換的次數，提升運算速度；
2. 取樣資料的抽值處理。由奈奎斯特定理得知，取樣頻率只要大於 2 倍頻寬即可，因此理論上只需要 200ksps 的取樣頻率就可以還原信號，但是低速取樣會不會影響傳時精密度，是未來研究的課題；
3. 在線性運算方面，使用平行運算技術來達到最佳化，提升計算速度；
4. 使用執行緒實現管道 (pipeline) 技術，此技術將一支程式分割為數個區塊，每個區塊同時都在進行資料處理；不像傳統程式是從頭跑到尾，等到尾巴在處理資料，頭則是閒閒沒事；
5. 運算加入緩衝暫存器 (Ring Buffer)，使得當進行信號在接取 (acquisition) 階

段，導致電腦負載量大的時候，還能保持取樣資料連續不流失。

短期目標擬朝向 15 分鐘處理 300 秒數據的目標發展，期望能與目前衛星雙向傳時以及 GPS PPP 的技術互相競爭。

(2.2.1.4)應用及效益

●最精確可靠的傳時技術：

由於衛星雙向傳時無需使用複雜數學模型及衛星軌道作後處理，能夠提供即時精準的比對時間數據，可以確保國家時間與國際標準的一致性；技術方面，藉由持續參與相關技術討論並在重要期刊上發表結果，台灣已成為活躍於亞太與歐美社群的重要實驗室，我們在衛星雙向傳時技術上的經驗與意見，也愈能受到國際上的重視。

衛星雙向傳時實驗的進行，包括費用的分攤、實驗的聯繫、操作以及數據的交換與發表，必須透過國際互惠合作才能達成，可促進與國際實驗室更緊密的直接合作關係。近年來本實驗室直接與歐、美、日等先進實驗室合作，學習到許多經驗，有助於實驗室技術能力提升。

(2.2.1.5)未來工作重點

使用精度更高的下一代衛星雙向傳時技術，是本實驗的重要目標。我們與日本 NICT 合作進行雙電碼(DPN)技術的衛星雙向傳時實驗，由於該技術每秒精度可達 50 ps，可望進一步提升雙向傳時的精度，並藉由高精度的時間觀測，檢驗目前的物理現象與基礎理論。

此外我們也嘗試利用軟體無線電的方式，來進一步尋找衛星雙向傳時的關鍵不穩定來源，將可做進一步修正，提升短期穩定度，並且降低 diurnal 的問題。針對現有的傳時數據機，我們將持續分析其特性，研究接收延遲以及儀器不確定度等因素，以期進一步改善傳時比對數據的精度。

其他新技術方面，在今年衛星雙向傳時工作小組會議上，法國 OP、德國 PTB 及日本 NICT 皆發展精確度更高的載波相位技術，未來將提升目前衛星雙向傳時的

精確度，可能成為下一代的關鍵技術之一。本實驗室將進行地面站設備的頻率同步，與其他國家同時進行載波相位的觀測，提供數據及驗證其傳時比對的正確性。

(3.1) 榮譽與其他

(3.1.1)應邀擔任國際同儕評鑑之技術評審，赴馬來西亞國家標準實驗室
NML-SIRIM 進行 peer review 活動

(3.1.1.1)達成項目

順利完成實驗室評鑑工作，出具之評鑑報告將提供實驗室作為延展
認可證書之重要審核資料。

(3.1.1.2) 執行內容(執行期間：100/09~100/12)

本次國際同儕評鑑活動，係由亞太計量組織(APMP)時頻技術委員會(TCTF)推薦
本實驗室林晃田博士擔任技術評審，經實驗室來函邀請所安排進行之活動。評
鑑時程為 100 年 10 月 19 日至 10 月 22 日，含往返行程共計四天。評鑑前先針
對 NML-SIRIM 實驗室所提供之技術文件進行評鑑案文件審查，相關文件審查意
見先提供給實驗室作為修正之參考。

評鑑當天首先進行評鑑前協調會，參與人員包括

- ◆ Dr. Mohd. Nasirb. Zainal Abidin, Head of the Electrical Metrology Section
- ◆ Mr. Wan Aziz Wan Salleh, Quality manager, SIRIM
- ◆ Mr. Ahmad Sahar b. Omar, Metrologist, in Time and Frequency laboratory
- ◆ Ms. Siti Najihah bt. Mohamad Razali
- ◆ Ms. Maria bt. Awi @ Setapa

隨即進行為期近兩天的緊湊評鑑活動。



圖 3.1 赴馬來西亞國家標準實驗室 NML-SIRIM 評鑑現場實況

評鑑期間主要與 NML-SIRIM 的技術專家 Mr. Ahmad Sahar 進行校正技術交流、不確定評估細節之討論及校正報告與數據資料處理保存等程序查核。查核規範為 ISO/IEC 17025 與馬來西亞認證機構 SAMM 的認證規範文件。

(3.1.1.3) 結果

現場評鑑所發現幾項不符合事項及改善建議，均於評鑑第二天下午整理完成。總結會議中，國家實驗室接受各項修改建議，並承諾於後續一個月中完成各項缺失的改善。其後經過多次 Email 反覆討論及書面資料的補充，目前已完成改善措施，正式結案。

馬來西亞 NML-SIRIM 實驗室對於品質管理相當重視，因此評鑑期間不僅品質主管 Mr. Wan Aziz 常常在現場關切評鑑情況，現任的 APMP TCQS 主席 Mr. Yeoh Kew Huat 也特地前來討論，並對 APMP TCQS 的現況與議題交換意見。



圖 3.2 完成實驗室評鑑後與國家實驗室人員合影

(3.1.1.4) 應用及效益

國際同儕評鑑是推動國際相互認可的重要工作項目，所產出的評鑑報告，將作為受評實驗室校正能量登錄 BIPM 關鍵比對數據庫(KCDB)的重要依據。本實驗室同仁參加國外實驗室同儕評鑑，可現場了解國外校正實驗室發展情況、增進技術交流，提昇本實驗室之國際貢獻度與重要性。

(3.1.1.5) 自評與建議

應邀擔任國際同儕評鑑的技術評審，實為長期以來實驗室同仁們共同努力付出，辛苦建立起國際形象與影響力的展現。未來應持續積極參與並協助推動 APMP TCTF 各項工作小組的相關事務及活動，如此不僅能使亞太地區的時頻計量發展更為健全，為國際的計量領域做出貢獻，亦有助於本實驗室影響力的擴大及國際地位的提升。

三、結論與建議

- (一) TL 長期維持時間與頻率之國家標準，並善盡維持世界時頻標準之責任。雖標檢局委辦經費不足，幸在中華電信之支持下，所維持時頻標準之穩定度及準確度，與亞洲地區主要國家時頻實驗室相較，毫不遜色；而對於國際原子時之貢獻度，世界排名持續維持第 5 名，與國際標準實驗室相較亦不遑多讓。
- (二) 本實驗室所提供多項時間同步服務，廣受社會大眾重視與使用，尤其網路校時服務每日服務流量已超過 2 億次，服務對象除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在大陸地區之台商及國外機構等亦多所連結。提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。服務對象包括檢測實驗室、國防科技、電力公司、半導體產業、精密工業、電子產業、健康科技等產業。另提供通行全球七十餘國之全球相互認可的校正能量，並透過財團法人全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室傳遞國家量測標準，支援數億元檢測市場之規模。
- (三) 度量衡業務是憲法層級所定義，為國家建設的重要基石，國家標準實驗室為全國最高計量標準及國家計量政策之提供者。攸關產品及研發的品質、校正標準之追溯基礎，民生福祉、乃至尖端科技的研發與精進。舉辦策略會議，顯示主管機關與各執行單位改善現狀的企圖心，但仍需要主管機關與度量衡領域同仁的齊心努力，共同擘劃出具有前瞻性與競爭力的願景。
- (四) 國家標準時間之服務目前已成功地推廣至許多機關使用並廣受好評，實驗室未來將持續提供高品質之標準時間信號供有需求之機關使用並提供相關技術支援與協助。有鑒於標準時間服務需求之提升，建議增加相關推廣經費及維護人力，以因應未來服務據點之增加及後續維護之問題。

(五) 獲選為 BIPM 時間鏈路校正先鋒計畫、BIPM rapid UTC 計畫、應邀參與 CCTF ATFT 工作小組、擔任國際同儕評鑑的技術評審等榮譽，實為長期以來實驗室同仁們共同努力付出，辛苦建立起國際形象與影響力的展現。未來實驗室應持續積極參與並協助推動 APMP TCTF 各項工作小組的相關事務及活動，不僅能使亞太地區的時頻計量發展更為健全，為國際的計量領域做出貢獻，亦有助於我國計量與本實驗室影響力的擴大及國際地位的提升。

附件

- (一) 新台幣一百萬元以上儀器設備清單
- (二) 各種報告一覽表(包括技術報告、論文、研討會一覽表)
- (三) 計畫執行成果摘要表(包括技術報告、論文等)
- (四) 標準能量統計表
- (五) 經濟部標準檢驗局度量衡及認證類委辦科技計畫績效評估報告

(一)國家標準實驗室計畫新台幣一百萬元以上儀器設備清單

儀器設備名稱	主要功能規格	平均單價	數量	總價	備註
無採購設備					

(二) 各種報告(技術報告、論文、研討會、出國報告、技術創新)

論文一覽表

項次	編號	論文名稱	刊出日期	作者	期刊(會議)名稱	國家
期刊 (SCI)	1	Spread F, GPS phase fluctuations, and medium-scale traveling ionospheric disturbances over Wuhan during solar maximum	2011.03	陳瑋陞 李建志 褚芳達 蘇信一	Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics	英國
期刊 (SCI)	2	Sagnac Effect and Diurnal Correction on Two-Way Satellite Time Transfer	2011.07	曾文宏 馮開明 林晃田 林信嚴 黃毅軍 廖嘉旭	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	美國
期刊 (SCI)	3	A digital standard time dissemination architecture for trustworthy time stamping	2011.07	丁培毅 褚芳達 廖嘉旭 林晃田	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	美國
期刊 (SCI)	4	Full Utilization of TWSTT Network Data for the Short-Term Stability and Uncertainty Improvement	2011.07	林晃田 廖嘉旭 褚芳達 黃毅軍 曾文宏	IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement	美國
期刊 (SCI)	5	Formation of a Real-Time Time Scale with Asia-Pacific TWSTFT Data	2011.07	廖嘉旭 林晃田 褚芳達 黃毅軍 涂昆源 曾文宏	IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement	美國

國際研討會 (EI reference)	6	Characteristics of low latitude nocturnal ionospheric irregularities over India-Arab longitudes during solar maximum	2011.08	褚芳達 陳瑋陞 李建志 徐偉智 林晃田 廖嘉旭	The XXX General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science	土耳其
國際研討會 (EI reference)	7	Precise Monitoring of Opto-Electronic Oscillator Fiber Delay by a Probe-Signal Method	2011.05	曾文宏 馮開明	2011 joint IEEE IFCS/EFTF conference	美國
國際研討會 (EI reference)	8	The Dual Pseudo-Random Noise TWSTFT Time Transfer Experiment between NICT and TL	2011.05	黃毅軍 曾文宏 林信嚴 林晃田 廖嘉旭 馮開明	2011 joint IEEE IFCS/EFTF conference	美國
國際研討會 (EI reference)	9	Improvement of the Asia-Pacific TWSTFT Network Performance Utilizing DPN results	2011.05	林晃田 黃毅軍 廖嘉旭 褚芳達 曾文宏	2011 joint IEEE IFCS/EFTF conference	美國
國際研討會 (EI reference)	10	The occurrences of spread F and GPS phase fluctuations as well as medium-scale traveling ionospheric disturbances over Wuhan	2011.08	李建志 褚芳達	The XXX General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science	土耳其
國際研討會	11	The Multiple Access Interference Simulation on PRN-Based Two-Way Satellite Time Transfer	in press	黃毅軍 曾文宏 林信嚴 林晃田 褚芳達	2011 PTTI	荷蘭

文件報告一覽表

編號	報 告 名 稱	作者	刊出日期	頁數	語言	機密等級
1	高精度雙頻電碼傳時比對技術分析報告	黃毅軍	100.06	13	中文	普通
2	自主性 GPS 共視系統中長程追溯鏈路性能測試報告	王嘉綸	100.08	11	中文	普通
3	以 GPS 相位擾亂監測 GPS 訊號研究報告	褚芳達	100.10	24	中文	普通
4	亞、美衛星雙向傳時鏈路之研究分析報告	曾文宏	100.11	10	中文	普通
5	微波頻段時頻量測系統之規劃與建置報告	張博程	100.12	11	中文	普通

研討會/說明會與展示一覽表

編號	研討會、說明會或展示名稱	地點	主辦單位	起迄日期	人次	型態
1	轉速計校正能力試驗活動說明會	中壢	中華電信研究所	100.05.17	15	說明會
2	轉速計校正能力試驗活動總結會	中壢	中華電信研究所	100.08.19	13	說明會
3	國家度量衡標準實驗室發展策略會議時 頻分組會議	中壢	國立中央大學 中華電信研究所	100.06.15	17	研討會
4	經濟部標準檢驗局計量科技計畫 100年度成果展	台北	經濟部標準檢驗局	100.12.13	100	成果展

專利一覽表

編號	專利名稱	撰寫人	國家	類別	日期	備註
1	多通道標準時間碼傳送系統	林清江	中華民國	發明	100.10	獲得
2	一種應用相位分析技術於高解析頻率量測之方法及 系統	黃毅軍	中華民國	發明	100.10	申請

(三) 研究成果統計表

計畫類別/ 績效指標	A 論文	B 研究團隊 養成	C 博碩士 培育	D 研究 報告	E 辦理學術 活動	F 形成 教材	G 專利	H 技術報 告	I 技術活 動	J 技術移 轉	K 規範/標 準制訂	L 促成廠 商投資	M 創新產 業或模 式建立	N 協助提 升我國 產業全 球地位	O 共通/檢 測技術 服務	P 創業 育成	Q 資訊服 務	R 增加 就業	S 技術服 務	其它
95年	15篇 (國際 11篇)		內部進 修:3 博碩士 生:1		研討 會:1展 示:3		申請:2	15件	參與國 際研討 會6次					國際 比對 4項			網路校 時:>500 萬次/日		校正服務: 46件;	
96年	12篇 (國際9 篇)		內部進 修:3 博碩士 生:1		研討 會:1展 示:3		申請:1	11件	參與國 際研討 會6次					國際 比對 4項			網路校 時:>550 萬次/日		校正服務: 45件;	
97年	12篇 (國際8 篇)		內部進 修:1 博碩士 生:1		研討 會:1展 示:1			11件	參與國 際研討 會3次					國際 比對 4項			網路校 時:>600 萬次/日		校正服務: 47件;	
98年	10篇 (國際 10篇)		內部進 修:1 博碩士 生:2		論壇:1 說明會:3			9件	參與國 際會議 4次					國際 比對 4項			網路校 時:>700 萬次/日		校正服務: 67件;(含 能力試驗 15件)	
99年	9篇 (國際9 篇)		內部進 修:2 博碩士 生:2		研討會:1			7件	參與國 際會議 4次					國際 比對 4項			網路校 時:>800 萬次/日		校正服務: 53件;	
100年(實際)	11篇 (國際 11篇)		內部進 修:3 博碩士 生:2		說明 會:2 研討 會:1		獲證:1 申請:1	5件	參與國 際會議 4次					國際 比對 5項			網路校 時:>800 萬次/日		校正服務: 55件;	
100年 年度 目標	4篇		內部進 修:2 博碩士 生:1		研討 會:1			5件	參與國 際會議 3次					國際 比對 3項			網路校 時:>800 萬次/日		校正服務: 41件;	

實際的績效指標

	績效指標	年度目標產出	實際產出
學術成就	A 論文	數量：國際期刊論文 1 篇 國際研討會論文 3 篇	數量：國際期刊論文 5 篇 國際研討會論文 6 篇
	B 研究團隊養成		
	C 博碩士培育	每年有各大專院校博碩士生約 1 人進行合作研究、內部培訓 1 博士生人。	有各大專院校博碩士生約 2 人進行合作研究、內部培訓 3 博士生人。
	D 研究報告		
	E 辦理學術活動		
	F 形成教材		
	G 專利		
技術創新	H 技術報告	數量：技術報告 5 篇	數量：技術報告 5 篇
	I 技術活動	參與國際重要度量衡組織活動 3 項；	參與國際重要度量衡組織活動 4 項；參與國際研討會 4 次
	J 技術移轉		
	S 技術服務	技術服務： 高精度時頻標準器校正 41 件 (技術服務收入 37 萬)	技術服務： 高精度時頻標準器校正 55 件 (技術服務收入 68.5 萬)
	K 規範/標準制訂		
經濟效益	L 促成廠商投資		
	M 創新產業或模式建立		
	N 協助提升我國產業全球地位	參與國際量測比對 3 項； 校正與量測能量登錄於 BIPM 資料庫；	參與國際量測比對中 5 項； 校正與量測能量已登錄於 BIPM 資料庫
	O 共通/檢測技術服務		
	T 促成與學界或產業團體合作研究		

	績效指標	年度目標產出	實際產出
社會 影響	U 促成智財權資金融通		
	V 提高能源利用率		
	W 提升公共服務	撥接式電腦校時系統提供民航局各航空站航管系統之時間同步及資料記錄之時間標示，每日紀錄航管資料數萬筆。	撥接式電腦校時系統提供民航局各航空站航管系統之時間同步及資料記錄之時間標示，每日紀錄航管資料數萬筆。
社會 影響	X 提高人民或業者收入		
	P 創業育成		
	Q 資訊服務	提供網際網路校時服務(Network Time Protocol, NTP)平均 800 萬次/天； 更新及維護國家度量衡標準實驗室網站，平均每年進站人數 1,600 人次以上；	提供網際網路校時服務(Network Time Protocol, NTP)大於 800 萬次/天； 更新及維護國家度量衡標準實驗室網站，平均每年進站人數 1,600 人次以上；
	R 增加就業		
	Y 資料庫		
	Z 調查成果		
	AA 決策依據		

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文	Spread F, GPS phase fluctuations, and medium-scale traveling ionospheric disturbances over Wuhan during solar maximum		
撰 寫 人		陳瑋陞	李建志	褚芳達
		蘇信一		
撰寫日期	中華民國 100 年 1 月日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Spread F			
	GPS phase fluctuations			
	MSTIDs			
	Irregularities			
內容摘要：				
<p>This study employs a digisonde and a GPS receiver at Wuhan (30.5°N, 114.4°E), China to observe spread <i>F</i>, GPS phase fluctuations, and medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) at nighttime in 2000. The MSTIDs are derived from the perturbations of total electron content (TEC). In this study, we explored the seasonal and nighttime occurrence rates as well as the one-to-one correspondences for these phenomena. The results show that, for the seasonal variations, three phenomena all are highly active in summer, which confirms that irregularities over Wuhan mainly relate to MSTIDs. Moreover, all spread <i>F</i> types have a minor occurrence peak in winter but none for the MSTIDs and the GPS phase fluctuations. Besides, none of large GPS phase fluctuations event had occurred during observation periods, which indicates that the strength of irregularities related to MSTIDs are weaker than that of equatorial plasma bubbles. For the nighttime variations, the frequency spread <i>F</i> occurs earlier than other spread <i>F</i> types which implies that disturbances start at the altitude near the <i>F</i>-region peak. For the one-to-one correspondences, the occurrence rates of each spread <i>F</i> type and GPS phase fluctuations are low during MSTIDs occurred. This implies that smaller scale irregularities which are observed as spread <i>F</i> or GPS phase fluctuations may only appear in some phase of MSTIDs.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文	Sagnac Effect and Diurnal Correction on Two-Way Satellite Time Transfer		
撰 寫 人		曾文宏	馮開明	林晃田
		林信嚴	黃毅軍	廖嘉旭
撰寫日期	中華民國 100 年 1 月日		撰寫語言及頁數	英文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Doppler measurements, relativistic effects, satellite navigation systems,			
	satellite tracking, time measurement			
內容摘要：				
<p>Precision of two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) highly depends on the residual nonreciprocity delays; one of them is caused by the Sagnac effect. In this paper, we employ the satellite ephemeris data to compute the precise Sagnac effect and discuss the possible additive effect related to the Sagnac effect. We also describe a method to calculate the diurnal correction based on the time derivative of the Sagnac effect. Through the analysis of the link between the National Institute of Information and Communications Technology in Japan and the Telecommunication Laboratories in Taiwan, we demonstrate that the correction was useful to improve the TWSTFT data. The time deviation at an 8-h averaging time is reduced from 346 to 156 ps after the correction.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	A digital standard time dissemination architecture for trustworthy time stamping		
撰 寫 人	丁培毅		褚芳達	廖嘉旭
	林晃田			
撰寫日期	中華民國 100 年 2 月日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Time dissemination			
	Time measurement			
	Timing			
	Public key cryptography			
	Data security			
	Computer network security			
內容摘要：				
<p>In this paper, a reliable and accurate two-layer standard time dissemination architecture is proposed to implement direct digital time traceability. First, the system uses a clock calibration procedure based on two-way time transfer over a general dialup telephone modem and achieves a couple of milliseconds of accuracy. Second, a delegation time stamping mechanism is implemented with a forward-secure proxy signature scheme to provide digital time stamps with enhanced validity assurance and with digital time traceability to the national standard. The Request for Comments 3161 time stamp token is then extended to embed the standard time reading and necessary verification certificates. These features allow users to remove the blind trust on a commercial time stamping authority's clock handling procedure.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 期刊論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Full Utilization of TWSTT Network Data for the Short-Term Stability and Uncertainty Improvement		
撰 寫 人	林晃田		廖嘉旭	褚芳達
	曾文宏		黃毅軍	
撰寫日期	中華民國 100 年 07 月 日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	DPN			
	GPSPPP			
內容摘要：				
<p>The two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) is a precise time transfer technique and has being used to generate the TAI since 1999. Nowadays, TWSTFT links have formed a worldwide network and the large amount of TWSTFT data become highly redundant. To fully utilize the data of TWSTFT network and improve the TWSTFT results, a feasible method of processing data is proposed in this paper. According to the stability of each link, we assign a weighting value to each related equation and then solve the matrix equation with the weighted least squares method. We perform data analysis with practical time transfer data, and the results show that it is an effective method to improve the short-term stabilities and uncertainties of TWSTFT results.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Improvement of the Asia-Pacific TWSTFT Network Performance Utilizing DPN results		
撰 寫 人	林晃田		黃毅軍	廖嘉旭
	褚芳達		曾文宏	
撰寫日期	中華民國 100 年 5 月日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	DPN			
	GPSPPP			
內容摘要：				
<p>Two-way satellite time and frequency transfer is a precise time transfer method and has being used to generate the TAI since 1999. Nowadays, TWSTFT links have formed a worldwide network and the utilization of the highly redundant TWSTFT data become an important topic. In our pervious study, a feasible method has been proposed, with full time transfer network data, to improve the results of TWSTFT network.</p> <p>Besides, NICT has recently developed the software based two-way time transfer modems using the dual pseudo random noise (DPN) signal. The first DPN two-way time transfer experiments, using these modems, were performed between NICT(Japan) and TL(Taiwan) from March to December 2010 and its ability in improving the time transfer precision was approved on the Japan-Taiwan baseline. In compare with the conventional NICT-TL TWSTFT link, the DPN time transfer results have higher precision and less diurnals.</p> <p>Since the DPN results show better performance than the conventional TWSTFT time transfer, we would adopt the DPN results for the NICT-TL link, and solve the TWSTFT+DPN network solution by using our proposed method. The numerical results about how the DPN data can benefit the performance of TWSTFT network will be illustrated in the paper.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文	Precise Monitoring of Opto-Electronic Oscillator Fiber Delay by a Probe-Signal Method		
撰 寫 人	曾文宏	馮開明		
撰寫日期	中華民國 100 年 5 月日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	optoelectronic oscillator, long term, radio frequency transfer over fiber			
內容摘要：				
<p>Opto-electronic oscillators (OEOs) are based on a long optical fiber that acts as a high Q cavity. However, a long fiber is sensitive to the temperature fluctuation. The aim of this paper is to study the possibility of stabilizing the OEO cavity by employing the technology of radio frequency transfer over fiber links. We propose a scheme of a dual-loop OEO with a probe signal and experimentally demonstrate that the probe signal is useful for monitoring the fiber delay without observable interference. This paper will simulate the adjusting of the OEO optical cavity by a variable optical delay module and discuss its best long-term stability.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文	The Dual Pseudo-random Noise TWSTFT Time Transfer Experiment between NICT and TL		
撰 寫 人	黃毅軍	曾文宏	林信嚴	
	林晃田	廖嘉旭	馮開明	
撰寫日期	中華民國 100 年月日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	DPN			
	GPSPPP			
<p>內容摘要：</p> <p>A precise two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) data by using the Dual Pseudo-random noise (DPN) signal was correspondingly compared with the regular TWSTFT and GPS Precise Point Positioning (GPSPPP) between the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) and Telecommunication Laboratories (TL) in this study. Our result shows that the frequency stabilities of DPN are competitive with those of the GPSPPP. There was no obvious diurnal and boundary discontinuous in the DPN time transfer data. Since the DPN system has advantages of higher precision and lower bandwidth cost when compared with the regular TWSTFT, it is one of the most potential methods to improve the international time transfer links.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Improvement of the Asia-Pacific TWSTFT Network Performance Utilizing DPN results		
撰 寫 人	林晃田		黃毅軍	廖嘉旭
	褚芳達		曾文宏	
撰寫日期	中華民國 100 年月日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	DPN			
	GPSPPP			
內容摘要：				
<p>Two-way satellite time and frequency transfer is a precise time transfer method and has being used to generate the TAI since 1999. Nowadays, TWSTFT links have formed a worldwide network and the utilization of the highly redundant TWSTFT data become an important topic. In our pervious study, a feasible method has been proposed, with full time transfer network data, to improve the results of TWSTFT network.</p> <p>Besides, NICT has recently developed the software based two-way time transfer modems using the dual pseudo random noise (DPN) signal. The first DPN two-way time transfer experiments, using these modems, were performed between NICT(Japan) and TL(Taiwan) from March to December 2010 and its ability in improving the time transfer precision was approved on the Japan-Taiwan baseline. In compare with the conventional NICT-TL TWSTFT link, the DPN time transfer results have higher precision and less diurnals.</p> <p>Since the DPN results show better performance than the conventional TWSTFT time transfer, we would adopt the DPN results for the NICT-TL link, and solve the TWSTFT+DPN network solution by using our proposed method. The numerical results about how the DPN data can benefit the performance of TWSTFT network will be illustrated in the paper.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文	The Multiple Access Interference Simulation on PRN-Based Two-Way Satellite Time Transfer		
撰 寫 人	黃毅軍	曾文宏	林信嚴	
	林晃田	褚芳達	廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 100 年 11 月 17 日		撰寫語言及頁數	英文 8 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTT			
	Multiple Access Interference			
	Pseudorandom noise			
<p>內容摘要：Two-way satellite time transfer (TWSTT) employs pseudo-random noise (PRN) for operational use. To perform TWSTT, participants use PRNs to measure the propagation delay from the other site and exchange their measurements. When all participants transmit their PRNs at the same time, multiple access interference (MAI) will exist. The MAI may cause the error in delay measurement, and even may cause the diurnal effect when the geo-stationary satellite is in motion. We conduct numerical simulation to investigate the relation between ground station parameters and the diurnal effect. From simulation results, we find the diurnal effect is related to carrier frequency offset, chip rate, bandwidth and power difference. We also find the possibility of the diurnal effect is code-dependent and baseline-dependent.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文	Characteristics of low latitude nocturnal ionospheric irregularities over India-Arab longitudes during solar maximum		
撰 寫 人	褚芳達	陳瑋陞	李建志	
	徐偉智	林晃田	廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 100 年 3 月日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Irregularities			
	Equatorial irregularities			
	GPS phase fluctuations			
<p>內容摘要：</p> <p>This study investigated the low latitude nocturnal ionospheric irregularities at India-Arab longitudes using phase fluctuations of the global positioning system during solar maximum. The results showed that the low latitude irregularities in this region develop easier in equinoctial months and December-solstice months than in June-solstice months. In addition, the low latitude irregularities mainly come from the magnetic equator. Moreover, at the crest of equatorial anomaly the irregularities in June-solstice months maybe come from middle latitudes.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文	The occurrences of spread F and GPS phase fluctuations as well as medium-scale traveling ionospheric disturbances over Wuhan		
撰 寫 人	陳瑋陞	李建志	褚芳達	
撰寫日期	中華民國 100 年 3 月日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Spread F			
	GPS phase fluctuations			
	Traveling ionospheric disturbances			
內容摘要：				
<p>In this study, we analyzed the data from the digisonde and the GPS receiver at Wuhan, China (30.5°N, 114.4°E) to study spread F, GPS phase fluctuations, and Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbances (MSTIDs) at nighttime in 2000. The variations of seasonal and nighttime occurrence rate and the one-to-one correspondences of these phenomena were examined. The results show that all phenomena are highly active in summer, which confirms that irregularities over Wuhan mainly relate to MSTIDs. Moreover, none of large GPS phase fluctuations event had occurred during observations, which indicates that the strength of irregularities related to MSTIDs are weaker than that of equatorial plasma bubbles. Besides, the frequency spread F occurs first at nighttime which implies that disturbances start at the altitude near the F-region peak. Finally, the results of one-to-one correspondences implies that smaller scale irregularities which are observed as spread F or GPS phase fluctuations may only appear in some phase of MSTIDs.</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	高精度雙頻電碼傳時比對技術分析報告		
	英文			
撰 寫 人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 100 年 6 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 13 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	衛星雙向傳時比對			
	GPS 載波相位			
<p>內容摘要：</p> <p>國家時間與頻率標準實驗室，利用衛星傳時比對技術，與其他各國做時刻比對，將比對數據提供 BIPM 產生 UTC 及 TAI。衛星雙向傳時比對技術係利用衛星地面站，經由商用通訊衛星，互相收送信號，利用傳播路徑的高度對稱性，達到高精度的時刻比對技術。此文章將說明 TL 與日本 NICT 在 2010 年間共同進行高精度雙頻電碼傳時比對實驗的原理及過程，並與現行常規雙向傳時比對實驗，以及 GPS 載波相位的結果，做一系列的分析。最後討論此技術的可行性及發展性，做為未來努力的目標。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	以 GPS 相位擾亂監測 GPS 訊號研究報告		
	英文			
撰 寫 人	褚芳達			
撰寫日期	中華民國 100 年 10 月日		撰寫語言及頁數	<input checked="" type="checkbox"/> 中/英文 24 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Irregularities			
	Equatorial irregularities			
	GPS phase fluctuations			
<p>內容摘要：</p> <p>大氣電離層的帶電粒子會使通過電離層的電磁波產生時間延遲，延遲量直接與電離層全電子含量 (total electron contents; TEC; 一平方米截面積沿著電磁波路徑所構成之圓柱體內的電子數目) 有關；而且，不規則的電子密度結構更使得電磁波產生振幅與相位閃爍 (scintillation)，不僅影響訊號傳送，也擾亂電磁波時間延遲，對 GPS 傳時比對的效能造成衝擊。</p> <p>本文先敘述電離層的結構，以及日變化、季節變化、太陽活動變化、與地磁緯度變化等靜態電離層變化，再敘述散狀 F 層 (spread F) 電子密度不規則體 (irregularities) 的電離層擾動。隨後說明 GPS 電離層全電子含量觀測方法，以及探討電離層電子密度不規則體之 GPS 相位擾亂觀測技術研發與兩項改進。第一項改進為使用傾斜 TEC 取代垂直 TEC 來計算相位擾亂的新程序，即使不知道儀器偏差，也可以直接應用到所有 GPS 觀測資料。第二項改進為檢查相位擾亂的合理性，要求相位擾亂應該是適當跨越零水平線的振盪，並排除偏單一方向的相位擾亂線性趨勢。</p> <p>為了確認本研究的有效性，我們找到台灣地區 2000 年的大氣輝光觀測資料來做比較驗證。本研究以 2000 年台灣地區實際案例來分析 GPS 相位擾亂觀測結果，並與附近之大氣輝光觀測站的電漿泡 (plasma bubble) 輝光損耗 (airglow depletion) 觀測結果做比較，證實 GPS 相位擾亂觀測結果與電漿泡輝光損耗觀測結果相符合。本研究顯示可以 GPS 相位擾亂監測 GPS 訊號，提供 GPS 傳時比對實驗之訊號品質資訊。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文	亞、美衛星雙向傳時鏈路之研究分析報告		
	英文			
撰 寫 人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 100 年 10 月 25 日		撰寫語言及頁數	中文 10 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	衛星雙向傳時、時間			
內容摘要：				
<p>本篇報告介紹亞、美衛星雙向傳時鏈路之源起、現況及實驗結果。透過分析日本 NICT 與美國 USNO 的實驗數據，評估現有亞、美衛星雙向傳時鏈路之性能，再間接計算本所 TL 與 USNO 亞、美鏈路的結果，最後與 GPS PPP 技術得到的傳時數據比較以分析其性能。由於亞、美鏈路屬超長基線的傳時比對鏈路，需透過夏威夷地面站來中繼，所以影響傳時不確定度的因素較複雜。目前 USNO 到夏威夷這段衛星雙向傳時結果的每日週期變化現象特別明顯，是影響亞、美衛星雙向傳時精度主要的問題。類似的問題亦出現在其地區的衛星雙向傳時數據上，例如歐、亞跨洲鏈路也有非常明顯的每日週期變化現象，相對來說亞太區域性的傳時結果每日週期性變化現象較小且部份鏈路甚至不明顯。最後本篇報告也分析環球鏈路的數據，並討論未來的環球巡迴校正計畫，可作為本實驗室加入亞、美衛星雙向傳時鏈路之參考。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	GPS 共視系統中長程追溯鏈路性能測試報告		
	英文			
撰 寫 人	王嘉綸			
撰寫日期	中華民國 100 年 8 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GPS 共視法			
	GPS 全視法			
<p>內容摘要：</p> <p>GPS 共視法多年來一直為世界各國主要時頻實驗室用來進行高精度時頻比對方式之一。此方式非常適合用來進行國際時頻比對以及遠端時頻校正之應用。採用導航衛星進行傳時比對主要之優點在於其架設方便且成本低廉；使用者只需在衛星信號強度良好之地點架設接收機並搭配相關後處理之軟體，即可進行時頻比對以及校正追溯之應用。目前 TL 建立了一套自主性 GPS 共視系統，建立此系統除了可進一步了解 GPS 共視系統的運行外，還可根據特定需求進行改良。為了驗證此系統之特性並期盼此系統鏈路之含蓋範圍能夠增加，使系統能推廣至國內各地次級實驗室使用，進而建立完整的國內時頻追溯鏈路，因此乃進行中長程追溯鏈路(mid-long baseline test)性能測試實驗，測試地點在雲林，距實驗室約 196.2 公里，相關量測數據將作為遠端時頻校正系統於中長程鏈路之性能評估。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文	完成微波頻段時頻量測系統之規劃與建置報告		
	英文			
撰 寫 人	張博程			
撰寫日期	中華民國 100 年 12 月 15 日		撰寫語言及頁數	中文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	全球相互認可			
	微波降頻器			
	FFT CALIBRATION			
內容摘要：				
<p>目前國家時頻標準實驗室所提供校正服務且經全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)認可的頻率範圍為 0.001Hz~300MHz，使用的量測儀器為 SR620 時間間隔計數器，可採用頻率模式(frequency mode)加以量測，亦可在相位模式(phase mode)以及 1 PPS 模式針對不同的信號輸出進行量測；此外還有一部 Quartzlock A7 頻率及相位比較器，其設計採用差頻多工器(Frequency Difference Multiplier)的技術，可量測 5, 10MHz 兩種頻率信號並在解析度上有更優異的表現。然而由於國內產業在通訊領域的蓬勃發展，許多廠商對於高頻元件及儀器檢修校正的需求越來越殷切，從幾個 GHz 到幾十個 GHz 的設備在通訊市場上已是基本配備，明顯的超出本實驗室可提供的服務範圍。前幾年位於新竹的工研院量測中心已建立相關的微波設備校正能量，但其校正項目僅為微波功率、散射參數、阻抗、雜訊及電磁場強度量測，對於頻率本身的精度並無太多著墨，目前也還是如此。由於全球相互認可(Mutual Recognition Arrangement, MRA)制度將逐漸普及於國際間的貿易活動，若國內實驗室無法提供相關追溯依據時則可能發生國內廠商為了出口貨品到國外，其本身的檢校設備或產品需經過他國具備能力之實驗室加以認可的情況。如此一來不但人力、物力成本增加且不利時效。</p> <p>為改善這種狀況，本實驗室在 2010 年初開始規劃系統建置所需相關設備的採購以及與實驗室現有設備之間的整合問題，同時於 2010 與 2011 兩年分階段完成各項採購並於 2011 年底完成基本整合測試，希望不久的將來能向 TAF 申請增項評鑑，待通過認證後再經過相關的國際審查即可於登載於 BIPM 網站的資料庫上。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	赴美國舊金山參加 2011 IEEE IFCS-EFTF 國際研討會暨發表論文		
	英文			
撰 寫 人	廖嘉旭	曾文宏		
撰寫日期	中華民國 100 年 6 月 24 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	時間、頻率、震盪器、原子鐘			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴美國舊金山參加 2011 IEEE IFCS-EFTF 國際研討會並發表論文。本案係執行 100 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究所之『建立及維持國家時間與頻率國家標準』計畫，並奉信人二字第 1000000502 號函同意，准予參加會議。出國時間自民國 100 年 5 月 1 日至 5 月 7 日止，含行程共 7 天。</p> <p>IEEE IFCS (IEEE International Frequency Control Symposium) 為電子電機工程師學會 (IEEE) 所舉辦之大型之國際性時頻研討會，主要目的為各國學術機構研究人員交換時頻最新的發展趨勢與科技，同時結合相關廠商，展出最新研發之時頻儀器。EFTF (European Frequency and Time Forum) 為歐洲舉辦之時頻論壇，一般於每年 4、5 月舉辦，世界主要時頻實驗室皆會出席。今年兩項會議聯合舉辦，為本年度最重要之國際時頻研討會，本次大會總共發表三百三十篇論文。</p> <p>本實驗室在研討會上共發表四篇已接受之論文，其論文集為 EI 等級，且有機會轉投稿於 IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control (TUFFC) 特刊，藉以提昇論文能見度。本次會議與各國專家共同研討，學習最新技術，第二天並參加衛星雙向傳時實驗室會議(TWSTFT PS meeting)，會上討論實務議題並研究未來合作計畫。本文包含目的、過程、會議議程、成果分享、心得及建議等部分。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文			
撰 寫 人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 100 年 6 月 24 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	頻域雜訊及時域穩定度量測			
	原子及光頻標準建立及發展			
	時頻傳遞			
	時頻應用			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴美國科羅拉多州國家標準研究院 (NIST) 參加第 36 屆時間與頻率量測研討會 (Time and Frequency Metrology Seminar)，並參加會議期間舉辦的各項 tutorials。本會議共有 35 個主題，有多達餘篇論文發表，有近四十多位包括時頻專家以及實驗室代表參與，另有時頻設備供應商大廠參展並發表新產品。研討會方面，大略可分為五大議題討論：時頻標準及總結、頻域雜訊及時域穩定度量測分析、原子及光頻標準建立及發展、時頻傳遞及時頻應用。參加 NIST 主辦的時頻量測會議，不僅可以了解目前量測科技的發展，並帶回數份投影片及操作軟體。回國後舉行分享會議，與同仁分享在研討會上學習到的經驗，對於實驗室量測、維持標準及國際比對技術的精進有莫大的助益。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	赴日本筑波參加衛星雙向傳時工作小組 2011 年度會議		
	英文			
撰 寫 人	曾文宏	黃毅軍		
撰寫日期	中華民國 100 年 10 月 24 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	時間、頻率、衛星			

內容摘要：

本次出國之主要任務是赴日本參加 2011 年衛星雙向傳時工作小組會議。本案係執行 100 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究所之『建立及維持國家時間與頻率國家標準』計畫，並奉信人二字第 10000000956 號函同意，准予參加會議。出國期間自民國 100 年 9 月 11 日至同年 9 月 14 日止，含行程共 4 天。

衛星雙向傳時工作小組(CCTF Working Group on TWSTFT)是世界度量衡委員會(CIPM)時間與頻率諮詢委員會(CCTF)下其中一個工作小組，成員以參與衛星雙向傳時計畫的時頻標準實驗室為主。旨在推動國際間衛星雙向傳時技術及比對量測之合作事宜，並制定各項設備及傳時實驗之標準使用程序。此外亦討論各國實驗室現況及世界標準時之產生方式。本實驗室為工作小組之正式成員，並為歐、亞間傳時鏈路之重要實驗室，參加小組會議為本實驗室之義務及權利。此次會議於位於東京北方茨城縣筑波市之日本獨立行政法人產業技術綜合研究所之計量標準總合研究所(AIST/NMIJ)舉辦，一共進行兩天。會議內容討論各國實驗室現況、研討衛星雙向傳時實驗操作、運作的技術以及最新傳時技術，會議第二天的下午安排參訪 NMIJ 的時間與頻率實驗室及相關設備。此次會議我們報告本實驗室最新狀況並發表 DPN 技術的完整傳時結果及應用討論，與國際先進共同研討最新衛星雙向傳時的結果，洽談多個合作計畫，並爭取到 2013 年該工作小組會議的主辦權。本篇報告包含目的、過程、會議內容心得、成果分享、及建議事項等部分，整理會議重點及影響以茲分享。

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	CCTF 雙向傳時工作小組討論會及 PTTI 2011 研討會		
	英文			
撰 寫 人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 100 年 11 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	時間、頻率、衛星、TWSTFT			
<p>內容摘要：</p> <p>本次因公赴美參加 CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會及第 44 屆精密時間暨時距系統及其應用研討會 PTTI (Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting)，出國期間含行程自 100 年 11 月 14 日起至 100 年 11 月 19 日止，共計 6 日，除參與會議外並發表論文“The Multiple Access Interference Simulation on PRN-Based Two Way Satellite Time Transfer”一篇。</p> <p>本會議共有 66 篇論文發表，包括 46 篇 oral 以及 20 篇 poster，約有近百人參加 (不含廠商)。論文分佈方面，內容涵蓋 Synchronization, time scale, chip-scale atomic clock, space clock, time transfer 等。此次會議並邀請各國 LF 電台發表現狀報告及未來發展。</p> <p>於 CCTF TWSTFT ps 會議部分，主席 PTB Dr Piester 及 BIPM Dr. Lewandosky 報告歐、美 TWSTFT 傳時校正實驗，並邀請 TL 報告與 NICT DPN 實驗現況。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	2011 國際精確時鐘同步研討會		
	英文			
撰 寫 人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 100 年 12 月日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	時間、頻率、IEEE1588			
<p>內容摘要：</p> <p>本次出國之主要任務是赴德國慕尼黑參加 2011 「國際精確時鐘同步研討會(2011 ISPCS)」。本案係執行 100 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究所之『建立及維持國家時間與頻率標準』計畫，並奉研究所無五字第 1000000067 號函同意，准予參加會議。出國期間為民國 100 年 9 月 13 日至 100 年 9 月 18 日。</p> <p>國際精確時鐘同步研討會(International IEEE Symposium on Precision Clock Synchronization for Measurement, Control and Communication, ISPCS)係由 IEEE 所舉辦之國際研討會，會中討論及發表各種最新時鐘同步技術，主要集中於 IEEE 1588 協定，並有相關廠商展示最新產品。會議中將討論 IEEE 1588 協定未來發展，旁及電信應用、工業及動作控制應用、測試及量測應用等，參加此會議對於本實驗室瞭解如何透過乙太網路同步傳時將非常有助益，同時可了解未來其他時頻傳輸新技術之發展。此次會議一共舉辦三天，主要內容為 IEEE 1588 通訊協定之應用及第三版廣域延伸機制內容討論。宣讀及 Poster 論文則包括 IEEE 1588 安全機制、容錯機制測試、無線網路及電信、電力網路方面應用、同步時鐘之硬體支援、IEEE 1588 性能量測等。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱		赴馬來西亞國家標準實驗室進行校正實驗室同儕評鑑		
	英文			
撰 寫 人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 100 年 12 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	國際相互認可、同儕評鑑			
內容摘要：				
<p>本次出國案主要是應馬來西亞國家標準實驗室(National Metrology Laboratory-SIRIM Berhad; NML-SIRIM)的邀請，前往該實驗室進行時間與頻率校正能量的同儕評鑑工作。本案出國期間自民國 100 年 10 月 19 日至 10 月 22 日止，包括兩天評鑑活動及往返行程共 4 天。</p> <p>評鑑工作進行情況大致如下：第一天上午先由 Dr. Mohd. Nasir b. Zainal Abidin (Head of the Electrical Metrology Section) 召開評鑑前會議，隨後與實驗室的技術主管及校正人員進行晤談、品質文件與紀錄的查核、不確定度評估項目與內容討論等。第二天則安排校正方法與實驗室校正流程的現場查核，數據紀錄保存與出具校正報告的查核工作。兩天評鑑程序順利進行，最後根據評鑑現場的觀察整理完成評鑑報告一份，後續將可作為該實驗室延續認可資格及校正能量申請登錄國際關鍵比對資料庫的重要依據。</p> <p>國際同儕評鑑是推動國際相互認可事務中非常重要的一環。透過國際校正領域同儕間評鑑與技術交流的活動，可釐清雙方觀念及技術的差異，達到校正品質的一致性，其所出具的報告也才能在國際相同領域中獲得接受。就本實驗室而言，能夠受邀參加國際的同儕評鑑活動，是實驗室本身技術能力受到肯定的明證，同時亦可現場了解國外校正實驗室的發展現況、增進技術交流，並提昇本所之國際貢獻度。</p>				

100 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	100-1403-05-05-13			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	赴日本東京及神戶，參加 APMP TCTF technical Workshop on Guidelines for CMC 及 APMP 2011 TC meetings 等會議		
	英文			
撰 寫 人	林晃田	廖嘉旭		
撰寫日期	中華民國 100 年 12 月日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	時間、頻率、APMP、TCTF			
內容摘要：				
<p>本次出國案主要任務為：赴日本東京及神戶，參加 APMP TCTF technical Workshop on Guidelines for CMC 及 APMP 2011 TC meetings 等會議。會議情形大致如下：</p> <p>APMP TCTF CMC workshop：本次 workshop 約有 13 個經濟體、14 個實驗室，共 26 人參加。會議除四則邀請報告外，主要重點係是先由各實驗室準備之前言(preamble)1 篇、輔助指引(supplementary guideline)2 篇、不確定度例子 9 篇等內容作說明與討論，並對修正後資料將送 APMP TCTF 之重點結論進行討論。</p> <p>APMP TCTF meeting：本次會議共有 14 個經濟體、15 個實驗室，共 26 人參加。首先由主席報告過去一年的進度，接下來由各實驗室報告實驗室現況，其後為四個工作小組及遠端校正次工作小組(含：WG on OFM, WG on MRA, WG on TWSTFT, WG on GNSS, and Sub-WG on GNSS remote calibration)年度報告。主要討論 Promotion of R&D activities, Possible technical supports for developing economics, Actions for future meetings…等問題。</p>				

(四) 附則

審查意見表

計畫名稱：100 年度「建立及維持國家時間與頻率標準」

細部計畫審查

期中報告

期末報告

建議事項	說明
【A 委員】	
本計畫書為第二年之執行報告，經費執行達成 100%，重要工作為延續以往之工作，所提供標準時間，每日服務量已超過 2 億次。	感謝委員的支持與肯定，委員歷來之指導是我們精進之動力，我們將持續努力以不負所託。
【B 委員】	
1. 本計畫全程計畫自 99 年 6 月至 102 年 12 月，本年度計畫自 100 年 1 月至 100 年 12 月，綜觀本年度計畫之執行，就執行成果而言，值得肯定。	非常感謝委員的肯定。
2. 本年度計畫預期執行成果狀況與實際執行狀況可明確查核(第 6-8、10 及 117 頁)；本計畫參與總人力為 126 人月，實際參與人力為 126 人；年度預算為 18,754 仟元，實際支用為 18,754 仟元，支用率 100%，計畫預算執行極為良好。	非常謝謝委員的支持。
3. 依研究成果統計表(117 頁)，本計畫在論文、培育、學術活動、專利、國際比對及技術服務等，都超過預期成果。尤其國際論文高達 11 篇及獲得 1 項專利成果，成效甚為優良。唯技術報告實際較預期少了一篇。	非常感謝委員的肯定，本年度(截至 11 月止)研究成果大都超出年度預期，但技術報告有 1 篇其產出時間為 12 月，現已完成，故技術報告總數符合原定目標。
【C 委員】	
1. 年度績效指標多已達成或超越預定規劃，國家實驗室之頻率穩定度與時間精確度維持仍名列	感謝委員的肯定。技術報告最後 1 篇已於預定時間 12 月完成，技術報告

<p>前茅，計畫執行成效良好；惟技術報告數量未達成預定規劃，應予說明。</p>	<p>總數符合原定目標。</p>
<p>2. 微波頻段量測系統量測之準確度及不確定度，如何驗證？系統架構之理論值與實際值吻合否？建置完成後，如何成為標準認證組織？</p>	<p>方法一：透過基頻追溯至國家頻率標準 UTC(TL)，我們可將目前實驗室最高的校正能量由 300MHz 提升至至少 40GHz 並直接量測微波數據配合 ISO 17025 量測不確定度指引進行評估。</p> <p>方法二：透過微波降頻器將微波信號輸出轉換至 300MHz 以下，亦即已通過認證之 SR620 計數器的頻率範圍來進行評估。</p> <p>待完成標準建立後可向 TAF 提出增項需求，TAF 將安排相關領域的評審員(含國外技術專家)進行現場評鑑。</p>
<p>3. GPS 遠端時頻校正系統已有不錯成效，研究及推廣應予持續。</p>	<p>非常謝謝委員肯定，將依委員意見持續進行相關研究及推廣工作</p>
<p>【D 委員】</p>	
<p>1. 本計畫為四年計畫之第二年，計畫經費 18,754 千元，支用比例 100%，投入 126 人月，投入人月與支用比例符合進度規劃。</p>	<p>非常謝謝委員的支持。</p>
<p>2. 本計畫分兩大項，一為時頻標準實驗室維持與性能提升，另一為時頻校核技術研究。迄本年 11 月底止，論文產出 11 篇，參與國際會議 4 次，國際比對 5 次，網路校時 800 萬次，校正服務 53 次，成果與上一年度大致相當，相關工作項目及內容大致依合約執行，成果可予肯定。執行報告之撰寫期程至本年度 11 月止，查證會議時應報告全年度之成效。</p>	<p>非常謝謝委員肯定，依委員意見於期末查證會議上報告年度完整成果</p>
<p>3. 本計畫進行期末查證及驗收時，應將相關成果及報告進行實體展現，以便各委員現場查對。</p>	<p>謝謝委員意見，並擬依委員意見於期末查證會議上展現書面及實體成果</p>
<p>【E 委員】</p>	

<p>1.本計畫執行績效卓越，在國家時頻標準的建立維持與系統性能提升，時頻校核技術研究以及時頻技術擴散與校正服務上，均滿足原計畫之規劃，成效甚佳。特別是在國際化的表現上，時間頻率標準實驗室更是所有國家度量衡標準實驗室中國際化程度最深，國際排名最佳的單位，為國家爭取到極大的榮譽，十分難能可貴，值得嘉許。</p>	<p>非常謝謝委員的支持與嘉許。</p>
<p>2.在國際原子時(TAI)相對權重排名方面，今(100)年上半年(1-7月)時頻實驗室原子鐘所產生的中華民國標準時間佔國際原子時的相對權重約在 4.53%-7.2%之間，全球排名在第三到第五名之間，甚至比美國 NIST 排名還要超前，實在難能可貴。此為時頻實驗室所有同仁努力貢獻的成果，值得嘉獎勉勵。</p>	<p>非常謝謝委員的嘉許與支持。</p>
<p>3.在論文發表、國際比對、技術服務方面，成效良好，符合原先規劃目標</p>	<p>非常謝謝委員的支持。</p>
<p>4.但是目前國家時頻標準實驗室所提供之遠端時頻校正服務僅有之兩套系統設備老舊，且市面上相關機型已停產無法進行替換更新，相關服務以暫停。雖然時頻實驗室同仁自主開發 GPS 共視法新雛型系統，但相關之性能仍有待測試確認。建議及早完成開發與認證程序，重新提供遠端時頻校正服務。</p>	<p>謝謝委員建議，將持續進行新系統開發、測試並規劃相關認證程序，以期早日提供遠端時頻校正服務，建立國內完整之時頻追溯鏈路。</p>
<p>5.關於時頻實驗室規劃的下一代衛星雙向傳時比對技術，以及研發可靠的追溯機制，方向正確，與國際時頻比對技術發展方向一致，建議儘早完成規劃與開發，</p>	<p>謝謝委員的肯定。目前我們與國外實驗室保持密切合作，積極開發下一代衛星雙向傳時比對的技術，並規劃與 BIPM 所公佈的時間差保持中長期之特性一致為目標，以提升國際比對的</p>

以符合國際比對趨勢。	準確度。
6. 另外如何如何降低衛星雙向傳時不準度日變化(Diurnal Variation)的問題，亦請相關同仁邀請專家學者共同研提解決之道。	謝謝委員建議，將與國外專家 email 討論相關問題，若經費許可，將邀請國外學者進行學術研討與尋求改善之道。
【F 期末查證會議結論】	
1. 本年度實驗室成果豐碩，展示項目諸如:Digital Receiver、DPN 技術，及遠端校正系統的更新等，都有很好的進展。未來實驗室與標檢局是否考量在光頻標準發展和光鐘的建置方面作一些規劃，例如：考慮與中央大學鄭王曜教授、或與工研院量測中心進行技術合作，對於相關技術的提升和建立都有會很大的幫助。	非常謝謝委員的嘉許與支持。實驗室正逐步規劃進行光頻標準方面的技術發展，未來將會尋求機會與國內專家技術合作，來提升國家標準之能量
2. 遠端校正技術的運用方面，可考慮透過標檢局推動相關專案，使政府公務部門的時間標準化，對於便民及政府機構形象的提升上都很有助益。	謝謝委員建議，後續將再與標檢局協調討論如何有效推動公務部門時間標準化事宜。
3. 實驗室能因應環境變化進行實驗室防震的強化等措施，值得肯定。其它建議如下： (a) 簡報若能加上頁碼，將便於討論。 (b) 實驗室很難得能爭取到 2013 年相關國際會議在臺灣舉辦，建議可比照今年策略會議，邀請政府高階主管出席，將有助於計畫廣宣與推展。	謝謝委員的肯定與指正。未來簡報檔將加註頁碼。有關舉辦 2013 年國際會議事宜，將參酌委員建議，及標檢局與所內長官的指示來推動。

(五)國家時頻標準實驗室時頻校正之「標準系統能量與校正服務資料表」

系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	系統服務次數						負責人	第三者認證◎	改良※ 比對△	備註說明
						是	否		FY96	FY97	FY98	FY99	FY100	小計				
時間量測系統	KJ01-1	-1000 to 1000 s	1 ns	SR620 universal counter, H-maser(master clock)	2001.09	V		時間信號產生器	3	2	7	3	8	23	張博程	◎		
頻率量測系統	KJ02-2	1.0mHz to 300MHz	3.0E-12	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	2001.09	V		頻率信號產生器(非原子鐘等級)	10	9	11	15	19	64	張博程	◎		
相位比較系統	KJ02-3	1, 5, 10 MHz	3.0E-13	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	2001.09	V		頻率信號產生器(原子鐘等級)	21	22	22	27	27	119	張博程	◎		
頻率及相位量測系統	KJ02-4	5, 10 MHz	5.0E-14	A7 frequency and phase comparator, H-maser (master clock)	2001.09	V		頻率信號產生器(銻原子鐘等級以上)					-	-	張博程	◎		此系統為本實驗室目前原子鐘群(含 13 部銻鐘及 3 部氫鐘)進行內部查核比對之重要設備。
遠端頻率校正系統	KJ02-5	5, 10 MHz	2.E-12	GPS 時頻接收器 H-maser (master clock)	2004.09	V		頻率信號產生器					1	1	王嘉綸	◎		此系統係本實驗室國際傳時追溯比對之重要設備其所行

																		生之量測能量，亦可對外提供校正服務。目前已與中山科學院、太一電子及在臺灣北、中、南各地進行實地測試。
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

BSMI-TL-005-E202(100) 建立及維持國家時間與頻率標準 100 年度計畫執行報告中華電信研究所