



國家時間與頻率標準實驗室 97 年度計畫執行報告

# 建立及維持國家時間與頻率標準(3/4)

全程計畫: 自 95 年 1 月 至 98 年 12 月止  
本年度計畫: 自 97 年 1 月 至 97 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  
98 年 1 月

## 97 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	97-1403-04-0301-04
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	廖嘉旭	電話	03-4244441	傳真	03-4245474
協同主持人	林晃田	電話	03-4244066	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 97 年 1 月起至 97 年 12 月止				
	全 程計畫自 95 年 1 月起至 98 年 12 月止				
經費概算	全程計畫經費		114,216 (千元)		
	本年度預算	27,974(千元)	實支數	26,926(千元)	
計畫連絡人	曾文宏	電話	03-4244185	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) 國家標準實驗室維持及性能增進研究</p> <p>(二) 時頻校核技術</p> <p>(三) 能力試驗比對系統。</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
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
CGGTTS	CCTF Group on GNSS Time Transfer Standards	CCTF GNSS 衛星時刻校核標準工作小組
CGPM	Conference Generale des Poids et Measures (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	校正量測能力
CNLA	Chinese National Laboratory Accreditation	中華民國實驗室認證體系
EUROMET	European Metrology Collaboration	歐洲量測組織
GNSS	Global Navigation Satellite Systems	全球導航衛星系統
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	全球定位系統共同觀測法
GPS P3	GPS P-code ionosphere-free method	全球定位系統 P3 觀測法
GPS SC	GPS single channel observation	全球定位系統單通道觀測

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
IRTC	Intellegent Real Time Clock	智慧型即時時鐘
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	日本國家資訊通訊研究院
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	日本國家計量研究院
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
NTP	Network Time Protocol	網路校時服務
PSTN	Public Switched Telephone Network	公眾交換電話網路
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany	德國物理與技術研究院
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

英文縮寫	英文全名	中文解釋
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
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.....	7
貳、九十七年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要.....	9
參、報告內容.....	10
一、執行績效檢討.....	10
(一) 與計畫符合情形.....	10
1. 進度與計畫符合情形.....	10
2. 配合計畫與措施.....	11
(二) 資源運用情形.....	12
1. 人力運用情形.....	12
2. 設備購置與利用情形.....	13
3. 經費運用情形.....	14
(三) 人力培訓情形.....	16
1. 國外出差人員一覽表.....	16
(四) 標準維持情形.....	19
二、成果效益檢討.....	23
(一) 國家標準實驗室維持及性能增進研究.....	23
(二) 時頻校核技術研究.....	60
(三) 時頻傳遞與推廣研究.....	83
三、結論與建議.....	112
附件.....	
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	114
(二) 各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表.....	115
(三) 研究成果統計表.....	119
(四) 標準系統統計表.....	148
(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.....	149
(六) 附則.....	154
(七) 一千萬以上科技計畫成果效益報告.....	162

## 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：97-1403-04-0301-04  
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：廖嘉旭 聯絡人：曾文宏  
聯絡電話：(03)424-4185 傳真號碼：(03)424-5474  
期程：95年1月至98年12月  
經費：(全程) 114,216千元 97(年度) 27,974 千元  
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 27,974 (千元)  
實際：請款 26,926 (千元) 支用比率 96.25 (%)  
年度經費：27,974 (千元)  
總經費：1 億 14,216 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。有關九十七年度各項重要研究項目及目標摘要如下：

### (一)國家標準實驗室維持及性能增進研究

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  $1 \times 10^{-14}$ ，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，並提供國內實驗室一級標準件之校正。
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於 TAF(Taiwan Accreditation Foundation) CNLA 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，提昇其不確定度。
4. 2006 年 UTC(TL)之穩定度已達到  $3e-15$ (30 days stability)，精確度 15 ns/month，皆已達相當先進水準。但於 5 日以內之短、中期穩定度與準確度則仍可改善，故進行時間評量(Time Scaling)技術性能研究，在本實驗室現有之時間評量系統基礎上，提升 UTC(TL)之短、中期穩定度。
5. 維持撥接式電腦校時系統及網際網路校時系統 ...等時間同步服務，以滿足全國資訊設備，對時間數位化對時之使用需求。
6. 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。
7. 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，以提昇量測技術及精度。
8. 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。

## (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，以期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)單頻道共同點觀測、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 之觀測，參與 BIPM 舉辦之 TAIPPP 先鋒計畫等，並將資料傳送 BIPM，進而完成追溯及參與先鋒研究。
2. 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，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 GPS 及衛星雙向傳時技術之工作委員會，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。
4. 本年度執行 4 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)	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TWSTFT 傳時比對	NICT	日本 NICT 及 NMIJ、大陸 NTSC、新加坡 A-star 韓國 KRISS、台灣 TL	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TAIPPP 先鋒計畫參與	BIPM	BIPM(約 22 個實驗室)	97.03~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站

## (三)時頻傳遞與推廣研究

此項目係針對國內校正實驗室及廠商進行國家時頻標準之傳遞及推廣應用，其要點為：

1. 留意並滿足 APLAC(Asia Pacific Laboratory Accreditation Coop.；亞太實驗室認證組織)，和 TAF CNLA 對國際實驗室間能力比對及國內實驗室間能力試驗之要求。
2. 研發一種電子數位時間校正與追溯機制，以建立可信賴、可稽核的國家標準時間追溯鏈。



## 貳、九十七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
97.03.19		建立與德國 PTB (國際時頻比對中心)的衛星雙向傳時比對鏈路
97.03.28	完成 FY97 計畫簽約	
97.04.14	經濟部標準檢驗局 98 年度綱要計畫書審查會	
97.05.18~97.05.23		林信嚴專案副研究員赴美國夏威夷參加 2008 IEEE FCS 國際研討會並發表論文
97.05.23	舉辦轉速計能力試驗討論會	
97.06.08-97.06.14		廖嘉旭專案研究員參加 CPEM 2008 國際研討會並發表論文兩篇
97.06.09~97.06.12	經濟部標準檢驗局 96 年度委辦計畫之財務查核	
97.06.30		與日本 NICT 完成簽署合作備忘錄
97.07.01	完成經濟部標準檢驗局全面使用條碼化之國庫收支應用書表	
97.08.28	舉辦 97 年度時頻技術與業務推廣研討會	
97.9.30~97.10.7		曾文宏研究員赴瑞典 SP 參加本年度 CCTF TWSTFT 工作小組會議
97.10.02	經濟部標準檢驗局 98 年度細部計畫書審查會	
97.10.29~ 97.11.07		廖嘉旭研究員、林晃田研究員兩人赴印尼雅加達參加 ATF2008、APMP Symposim、2008APMP GA 及 TC meetings 等會議
97.11.30~ 97.12.07		林信嚴專案副研究員、張博程專案副研究員兩人赴美國參加 PTTI2008 國際研討會並發表論文

## 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 7 件	97.03	97.03	符合
2.提供年平均 650 萬次/天之校時服務	97.04	97.04	符合
3.完成原子鐘記錄系統更新規畫報告	97.05	97.05	符合
4.年度累積完成校正服務 15 件	97.06	97.06	符合
5.完成 Bernese GPS Software 5.0 操作報告	97.07	97.07	符合
6.完成衛星雙向傳時夏威夷鏈路自動化操作規劃	97.08	97.08	符合
7.年度累積完成校正服務 24 件	97.09	97.09	符合
8.完成實驗室 ISO17025 品質系統內部稽核	97.10	97.10	符合
9.完成 IEEE 1588 伺服器設置規劃報告	97.11	97.11	符合
10.完成舉辦年度時頻技術與推廣應用研討會	97.11	97.11	符合
11.實驗室通過 TAF 之 ISO 17025 監督評鑑	97.12	97.12	符合
12.年度累積完成校正服務 35 件	97.12	97.12	符合
13.完成時頻校正系統自動化設計報告	97.12	97.12	符合
14.提供年平均 700 萬次/天之校時服務	97.12	97.12	符合
15.完成遠距離衛星雙向傳時數據與 GPS 數據之比較	97.12	97.12	符合
16.完成試製實驗用電子數位信賴時間離型報告	97.12	97.12	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
國立台灣大學 電機系	<p>委託研究案：「高精度時間同步協定(IEEE 1588)之應用研究」</p> <p>PTP 標準係一全新之高精度時間同步協定，可使區域網路校時精度由 NTP 的毫秒等級提升至微秒等級，標頻實驗室有必要進行了解並適時引進此項技術。委託台大電機系張帆人教授進行相關研究可縮短標頻實驗室規劃時程，並與學術界建立良好互動。目前計畫正在進行，完成後將轉移研究成果為實驗室初期規劃能量。</p>	97.06.01~ 97.12.31

(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
廖嘉旭		國家標準實驗室維持及性能增進 (林信嚴)	66	53	人員優退 未補足
		時頻校核技術 (林晃田)	46	34	人員優退 未補足
		能力試驗比對系統 (褚芳達)	20	19	人員優退 未補足
合計			132	106	

(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	
97 (人月)	預計	48	48	24		12	36	84			12	132
	實際	48	36	12		10	36	60			10	106

## 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	
無採購設備								

### 3.經費運用情形

#### (1) 預算執行情形(第三季止)

單位：千元

預算科目	年度預算		第三季止決算		差異說明
	金額	百分比	金額	預算總額百分比	
一、經常支出					
1.人事費	13,984	49.99	13,984	49.99	
2.業務費	7,698	27.52	6,650	23.77	
3.管理及共同費	6,292	22.49	6,292	22.49	
經常支出小計	27,974	100	26,926	96.25	
二、資本支出					
1.機械設備	0				
2.資訊設備	0				
資本支出小計	0				
總計	27,974	100	26,926	96.25	

## (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	590,500 元	校正件數 47 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	590,500 元	

(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	赴美國夏威夷參加 2008 IEEE International Frequency Control Symposium 並發表論文	美國	97.05.18 ~ 97.05.23	林信嚴	時間評量研究	IEEE FCS(IEEE International Frequency Control Society)為美國電子電機工程師學會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。 此次會議於美國夏威夷之 Hilton Hawaiian Village Hotel 舉辦，一共進行三天，會議討論內容涉及 sensor, oscillator 製作、Frequency Synthesizers 等工業級時頻元件製作，及 time transfer, optical clock, space clock 等實驗室時頻研究議題。本實驗室並在研討會上將發表論文『Analysis of the Asia-Pacific TWSTFT network』，和與會先進、專家共同研討，同時了解時頻界最新發展趨勢，與其他學術實驗室建立互動關係。
參加會議	赴美國科羅拉多參加 2008 CPEM 研討會並發表論文	美國	97.06.08 ~ 97.06.14	廖嘉旭	計畫主持人	CPEM (Conference on Precision Electromagnetic Measurements) 其五個永久發起單位為 BIPM, IEEE IM Society, NIST, NRC-CNRC of Canada 和 Union Radio Scientifique Internationale。為一重要的國際性電磁量測技術研討會，精密量測技術攸關國家下一代產業的發展，參加該會目的除發表論文外，並可了解國際上相關量測技術的最新發展趨勢，有利於掌握先機增加合作機會。 發表論文兩篇，且該論文可投稿 IEEE Tran. IM 特刊(SCI 期刊)，藉以提昇實驗室論文水準，與各國代表學習暨交換意見，提昇本實驗室之國際能見度。



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	赴瑞典參加 2008 年衛星雙向傳時工作小組會議	瑞典 SP	97.9.30 ~ 97.10.7	曾文宏	時間傳送研究	衛星雙向傳時(TWSTFT)工作小組會議係由國際度量衡局(BIPM)轄下時間與頻率諮詢委員會(CCTF)各國家標準實驗室所組成之工作小組。以推動國際間衛星雙向傳時技術及比對量測事宜，並制定各項設備及傳時實驗之標準使用程序。本實驗室為該小組之正式成員，參加此會議為本實驗室之權利及義務。該會議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。可與其他實驗室共同研討，瞭解時頻界最新發展趨勢。
參加會議	參加 APMP2008、TCTF2008 及 TCQS 2008 之年會，並參加兩年一度之 ATF2008 研討會及發表論文。	印尼 KIM-LIPI	97.10.29 ~ 97.11.07	廖嘉旭 林晃田	計畫主持人 時頻校核技術研究	參加 APMP GA 會議，可使亞太地區的標準實驗室間的合作與互動更加緊密，並提升本實驗室在國際上的能見度與重要性。而參加 APMP TC Meetings (TCQS 及 TCTF) 年度會議，可了解各標準實驗室技術發展及品質系統現況，更可就國際間相互認可相關之重要文件資料、審查程序，及不確定度評估方法等內容，匯集共識。同時配合 JCRB 會議時程進行相關的討論審查作業，在國際相互認可事務的推動方面，將有實質的助益。 ATF 為亞洲地區重要之時頻研討會，參加該會可瞭解亞太地區時頻研究發展狀況、並與相關國家建立合作關係，將有利於未來國際活動的推展。

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 PTTI 2008 研討會並發表論文	美國	97.11.30 ~ 97.12.07	林信嚴  張博程	原子鐘權重維持、國際傳時比對  時頻校核技術研究	PTTI 為一高水準之國際性時頻研討會，每年由美國海軍天文台（US Naval Observatory, USNO）舉辦。參加該會議可瞭解國際時頻研究發展趨勢、並與先進國家建立關係，有利於增進未來時頻國家標準之性能。往年 CCTF 雙向傳時工作小組討論會與 GPS 工作小組分組討論會，也會在此期間召開。

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

(四)標準維持情形：

標準件維護日期及追溯來源詳如下表

標準件追溯架構如附圖

編號	儀器標準件	維護日期	追溯來源
1	銻束頻率標準器(CS300) 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	BIPM
2	銻束頻率標準器(CS160) 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 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
3	銻束頻率標準器(CS1712) HP5061A, S/N 1712	90.10 完成參與國家時頻維持 92.5.19 因 CS300 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	BIPM
4	銻束頻率標準器(CS474) 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 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
5	銻束頻率標準器(CS1132) 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(CS809) 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	BIPM
7	銻束頻率標準器(CS1012) 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
8	銻束頻率標準器(CS1500) 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

編號	有關儀器標準件	校正日期	追溯來源
9	銻束頻率標準器(CS1498) 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 故障維修中	BIPM
10	銻束頻率標準器(CS1104) 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(CS2365) 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(CS2366) 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(CS2367) 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(CS2368) HP5071A, S/N 2368	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
15	氫微射頻率標準器 (HM76052) 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	BIPM
16	氫微射頻率標準器 (HM76053) KVARZ, S/N 76053	88.01 參與國家時頻維持 <b>93.12.21 改由 HM76053 提供母鐘信號</b>	BIPM
17	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
18	SDI 5MHZ 分配器	供應標準頻率(5MHz)	國家標準實驗室 母鐘
19	切換控制器	每日持續性監測	
20	HP75000, S/N E1421B	供應標準時間(1PPs)	國家標準實驗室 母鐘
21	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
22	ESA24K-1 CODAN-5900	每週比對 2 次	國家標準實驗室 母鐘
23	ASHTECH GPS RECEIVER SN:RT920012202	每日持續性監測	國家標準實驗室 母鐘
24	IRT FRU-1030 S/N 0206082	每日持續性監測	國家標準實驗室 母鐘

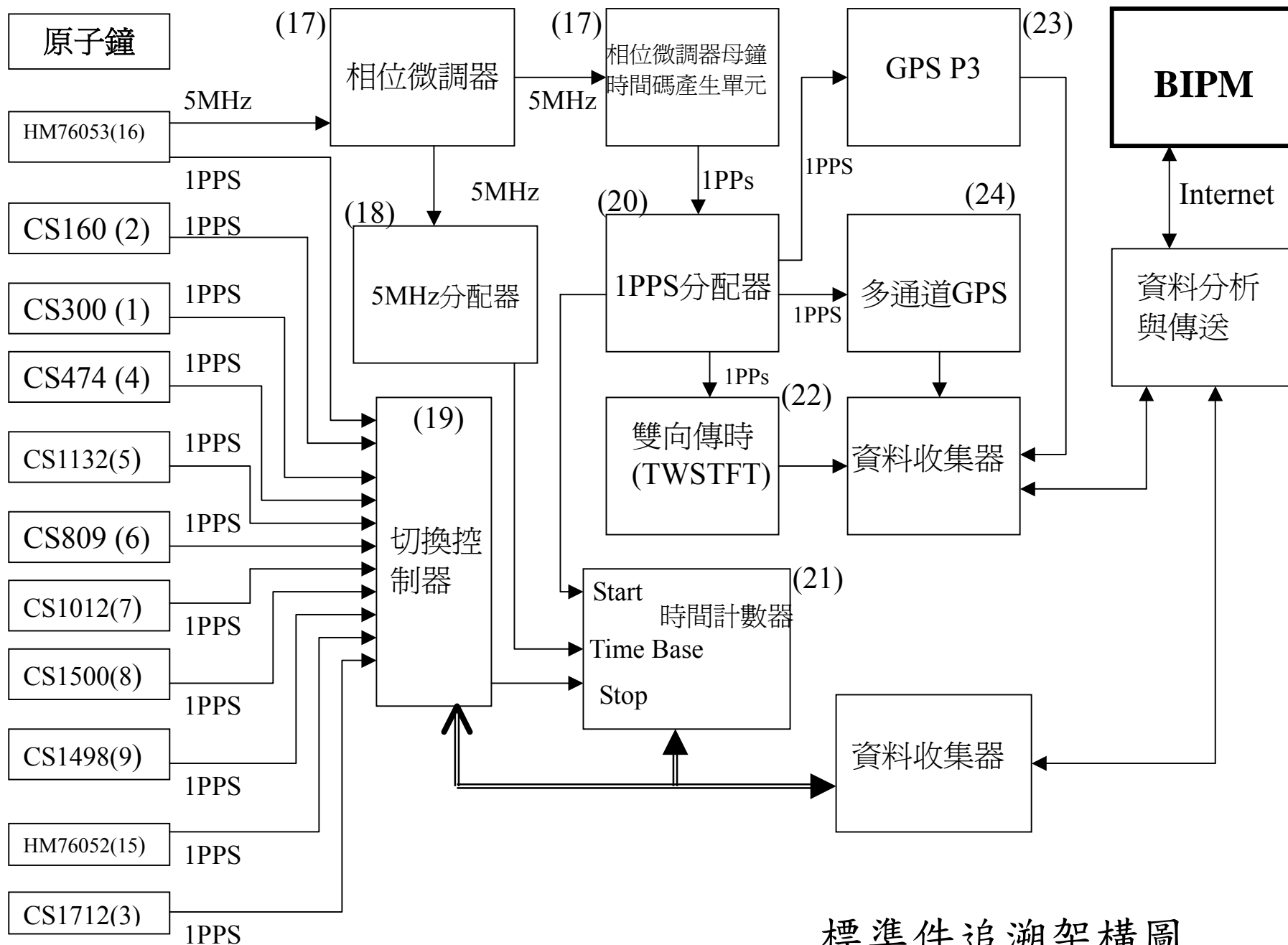
本所之時頻標準是經原級銫束頻率標準器及氫微射頻率標準器比對產生。所謂原級頻率或時間標準是在運作時不需提供外在校正(CCIR Recommendation 686 之定義),其中所用 HP5071A 是目前世界上穩定性最好的商用化銫原子鐘,而氫原子鐘短期穩定性又優銫原子鐘,唯其準確度稍差,故於目前母鐘產生標準信號採用方式係在原子鐘群中長期仔細比對後找出最穩定之原子鐘(目前使用編號 HM76053 原子鐘)當主鐘信號源,輔以相位微調器以調整其不準確。即主原子鐘信號源之 5MHz 經相位微調器(17),分配放大器(18)產生 5MHz 之國家標準頻率。5MHz 信號經時間碼產生器(17)產生中華民國標準時間 UTC(TL),UTC(TL)經時間差計數器(21)與原子鐘群、TWSTFT(22)、GPS(23)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緊密地追溯至 BIPM。

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。

為使我國時頻最高標準與國際標準一致,本年度執行 4 項國際比對,如表下所示。

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)	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TWSTFT 傳時比對	NICT	日本 NICT 及 NMIJ、大陸 NTSC、新加坡 A-star 韓國 KRISS、台灣 TL	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TAIPPP 先鋒計畫參與	BIPM	BIPM(約 22 個實驗室)	97.03~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站

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。由於本室已採用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,與日本在伯仲之間。

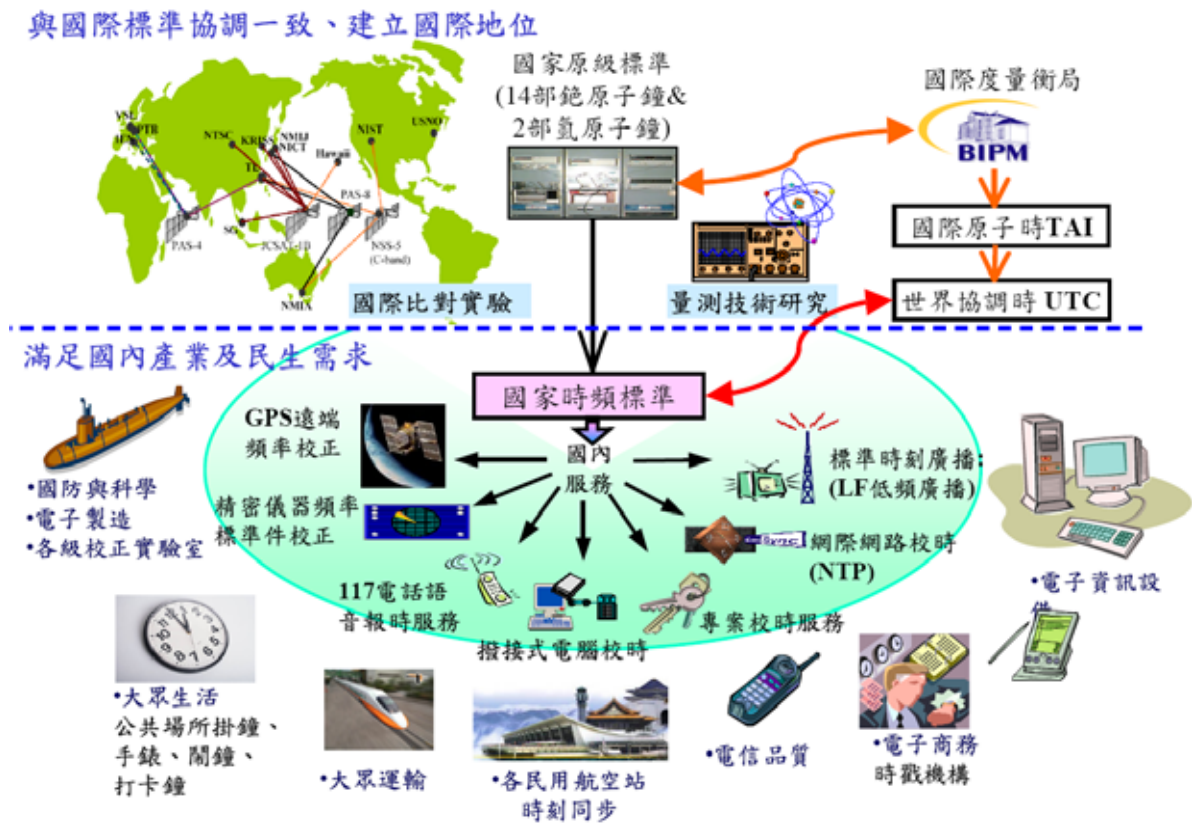


標準件追溯架構圖

## 二、成果效益檢討

### (一) 標準實驗室維持與性能增進

建立及維持國家時間與頻率最高標準，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。



#### A. 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。
- 安全可靠的撥接式專線電腦校時，應用於民航局塔台飛航管制、公共電視等。
- 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，合作對象中山科學研究院、國內各大學等。

## B. 產業效益

- NTP 網路校時準確且便利，每天服務量超過 700 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，以及許多精密電子產業的品質與精確性。
- 未來將透過低頻廣播電台以無線方式提供國內大眾最方便的時間校正，可以廣泛應用在手錶、時鐘、家電、交通號誌、電腦等需要時間的設備上。

## C. 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推動，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，讓維持時間的能力大幅提昇。

## D. 時間的散佈：

- 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，過去待校件需送至實驗室所在地進行校正，一般而言振盪器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。本實驗室於是新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，因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，進而產生追溯至國家標準之目的，可省去運送往返之時間，有助於提高競爭力。
- 對於一般民眾所需的標準時刻，本所於民國 87 年推出 NTP(Network Time Protocol)網際網路校時服務，計算網路上封包(Packet)的往返延遲(Round Trip Delay)並估算出待校鐘與標準源之時間差，作為修正依據。由於網際網路的普及，NTP 已成為準確且便利的校時方法，保守估計目前一天的校正需求量超過 700 萬次。



- 撥接式電腦校時服務，乃是以數據機撥接的方式，接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鐘量測技術研究、標準時刻產生技術建立及時間評量技術研究等，以期能維持 UTC(TL)與 UTC 之相位差在±50ns 左右。執行的情形如下所述：

### (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) 國家標準時間的維持及增進性能

##### (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(97.01~97.12)：

本實驗室自2001年起更新實驗室環境之後，實驗室硬體並無大規模更新。2004年底完成時間協調演繹法研究產生TA(TL)，並藉由TA(TL)調整氫原子鐘斜率以產生UTC(TL)，使得本實驗室長、短期穩定度進一步提升。

2007年起開始進行氫鐘加入TA(TL)計算之研究，藉由氫鐘較佳之短期穩定度以提升整體TA(TL)之性能，並由其研究結果產生新的調整依據，在BIPM Circular T未發佈前微調UTC(TL)之斜率，期使能進一步提升UTC(TL)之短期穩定度，並達成維持國家標準時刻與國際度量衡局之時刻差小於50奈秒，及穩定度小於 $1 \times 10^{-14}$ 之目標。

##### (1.1.1.3) 結果

2008年10月TL原子鐘群對TAI的權重約佔所有實驗室之5.574%，今年由於空調更新、新原子鐘貢獻權重及傳時技術精進，排名較去年進步，僅落後於USNO(美)，NICT(日)，F(法)，NTSC(中國)，名列第5(表1.1.1)。

由於2008年11、12月份BIPM的circular-T data尚未產生，我們計算2008年1月~10月之區間做穩定度分析。TL之五日短期穩定度約為 $3.5E-15$ ，長

期穩定度也可達  $1.5E-15$  (圖 1.1.1)。5 日穩定度在亞洲各國居領先地位，勝過 NICT(日本)、NTSC(中國)及 KRIS (南韓)。在世界其他國家中僅次於 USNO、NIST 及 SU(俄羅斯)，優於 PTB(德國)。於長期穩定度而言，除 USNO 與 NIST、SU 外，優於其他實驗室，列名世界一流水準。

綜合而言，2008 年 1~10 月 UTC-UTC(TL) (圖 1.1.2, 粗圓點) 雖偶有起伏，但都約保持在  $\pm 30$  ns 之間，可與世界其他先進時頻實驗室列於同一水準。今年 (97) 年本實驗室恆溫空調完工後，國家母鐘及參考源氫鐘穩定度可望增加，98 年將增購 DC 電力備源設備，可進一步確保各原子鐘連續運轉。希望 98 年後，UTC-UTC(TL) 可以持續維持於  $\pm 50$  ns 以內。

#### (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。未來亦擬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。

為了持續在國際上保持競爭力，我們近程需進一步改善整體實驗室的環境，中長程重建新的實驗室為目標，以應付未來更高精確度的需求。

#### (1.1.1.6) 自評與建議

本實驗室之空調設備已完成更新，今年以來原子鐘權重逐步穩定上升。但是

其他實驗室相繼擴充原子鐘數量，相對稀釋單一原子鐘權重，而 Cs1498 又因銨源耗盡而必須維修，但長期而言，本實驗室權重排名於新購四部銨鐘加入 TAI 計算後逐步上升。在空調設備更新完成後，於 98 年度可望完成全新 DC 電力供應系統，可提供更穩定之環境以維護原子鐘運轉，方可進一步消除不穩定因素，繼續保持 Top-10 權重排名。

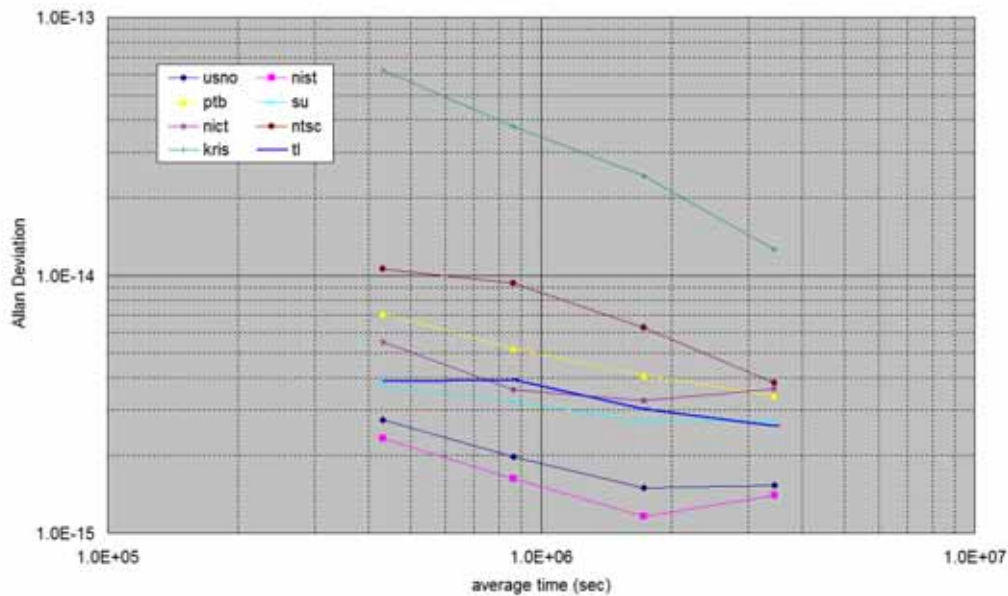


圖 1.1.1 2008 年 1 月~ 10 月世界及亞洲主要實驗室頻率穩定度，TL 已移除 8 月 spine 影響

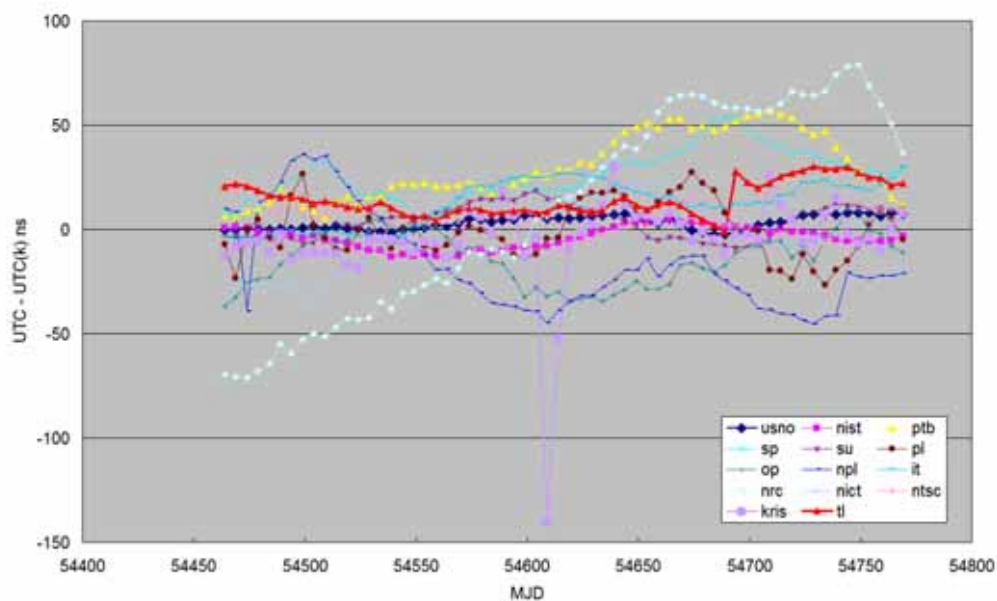


圖 1.1.2 2008 年 1-10 月世界及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k)

Table 1.1.1 2008.01-11 世界時頻實驗室佔 TAI 權重前十名排名

2008.01			2008.02			2008.03			2008.04		
1	USNO	27.913	1	USNO	27.527	1	USNO	29.225	1	USNO	28.792
2	NICT	11.36	2	NICT	11.358	2	NICT	12.039	2	NICT	11.911
3	NTSC	7.072	3	NTSC	7.242	3	NTSC	6.979	3	NTSC	7.452
4	F	5.778	4	SP	5.099	4	F	5.72	4	F	5.324
5	SP	5.061	5	F	4.679	5	NIST	4.604	5	NIST	4.827
6	NIST	4.302	6	NIST	4.413	6	SP	4.356	6	PL	4.475
7	PL	4.145	7	PL	4.106	7	PL	4.341	7	SP	3.782
8	PTB	3.217	8	ROA	3.311	8	PTB	3.249	8	<b>TL</b>	<b>3.326</b>
9	ROA	2.88	9	PTB	3.24	9	<b>TL</b>	<b>3.036</b>	9	PTB	3.218
10	<b>TL</b>	<b>2.795</b>	10	<b>TL</b>	<b>2.781</b>	10	ROA	2.722	10	ROA	2.887
2008.05			2008.06			2008.07			2008.08		
1	USNO	30.029	1	USNO	28.129	1	USNO	27.595	1	USNO	28.794
2	NICT	11.762	2	NICT	11.612	2	NICT	10.880	2	NICT	10.827
3	NTSC	7.374	3	NTSC	7.248	3	NTSC	8.018	3	NTSC	8.332
4	F	5.666	4	<b>TL</b>	<b>5.966</b>	4	F	7.488	4	F	8.184
5	NIST	4.902	5	NIST	5.707	5	<b>TL</b>	<b>5.772</b>	5	NIST	5.544
6	PL	4.574	6	F	5.314	6	NIST	5.663	6	<b>TL</b>	<b>5.374</b>
7	SP	3.699	7	PL	4.636	7	PL	4.000	7	PL	4.384
8	<b>TL</b>	<b>3.550</b>	8	SP	3.534	8	SP	3.220	8	SP	3.209
9	PTB	3.256	9	IT	2.880	9	IT	2.564	9	PTB	2.595
10	IT	3.012	10	PTB	2.517	10	PTB	2.551	10	ONRJ	2.565
2008.09			2008.10			2008.11			2008.12		
1	USNO	27.349	1	USNO	27.111	1	USNO	29.079	1		
2	NICT	11.222	2	NICT	10.266	2	NICT	10.404	2		
3	F	8.937	3	F	9.244	3	F	9.146	3		
4	NTSC	7.382	4	NTSC	6.781	4	NTSC	8.150	4		
5	<b>TL</b>	<b>5.503</b>	5	<b>TL</b>	<b>5.574</b>	5	<b>TL</b>	5.726	5		
6	NIST	5.002	6	PL	4.806	6	PL	4.591	6		
7	PL	4.461	7	NIST	4.402	7	NIST	4.254	7		
8	SP	2.918	8	SP	3.025	8	SP	2.613	8		
9	PTB	2.588	9	PTB	2.985	9	PTB	2.531	9		
10	ONRJ	2.480	10	ONRJ	2.718	10	ONRJ	2.393	10		

## (1.1.2) 原子鐘記錄系統更新規畫

### (1.1.2.1) 執行項目

原子鐘記錄系統更新規畫

### (1.1.2.2) 說明(97.01~97.12)：

在 91 年度時，本實驗室共維持 Cesium 9 部( HP-5071A High performance tube ) 及 Hydrogen Maser 2 部 ( 俄羅斯 Kvarz CH1-75 )，另外並監測實驗室母鐘 ( MPS01 )、地下室備援母鐘 ( MPS0F )、8F 國際比對母鐘 ( MPS8F )，共 13 channels ( 記錄系統共可容納 16 channels )。結構圖如圖 1.1.3

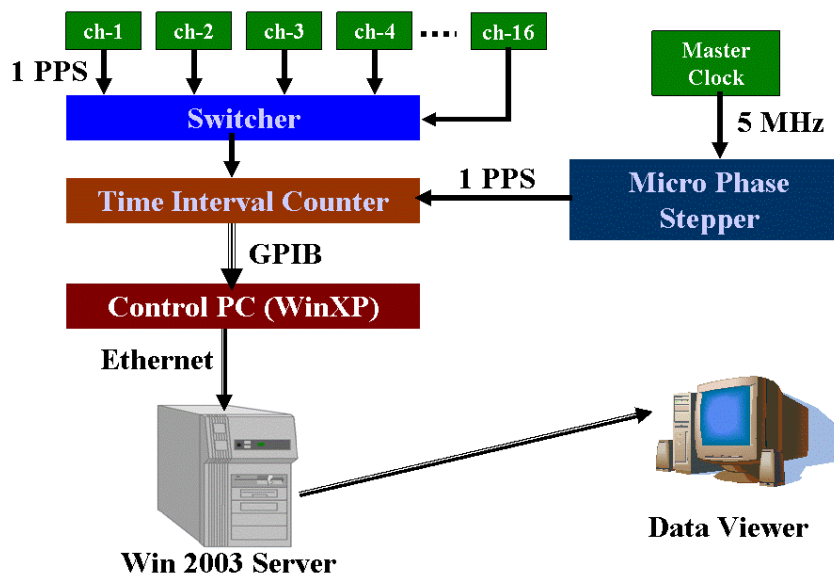


圖 1.1.3、舊原子鐘記錄系統

各原子鐘或設備輸出 1 PPS 至 Switcher，再接至 Time Interval Counter，每 10 分鐘由 Control PC 控制 Switcher 打開各 Channel 的 1 PPS，接到 Counter 上與母鐘( Master Clock, CS-300 經由 Micro Phase Stepper 微調以與 BIPM 時刻一致)輸出之 1 PPS 比較，其記錄時刻與差值分別存入控制 PC Local Disk 及 Win 2000 之檔案伺服器中。只要是在此檔案伺服器中擁有使用權者，都可查詢資料。

上述比對系統於 91 年中開始運作，由於每筆資料以平均值替代單次量測

值，可消除因纜線及溫度導致相位擾動引起之雜訊，資料可靠度大為提升。  
 每小時之 Stability 由  $1 \times 10^{-13}$  提升至  $1 \times 10^{-14}$ 。

### 軟硬體更新規劃

本實驗室於 95 及 96 年度新增數部銫原子鐘，連同原有之 11 部原子鐘，及三部母鐘系統，原有系統之切換器僅有 16 個信號通道早已不敷使用，目前暫時將 96 年度新購之銫原子鐘與三部母鐘系統分別於二記錄系統記錄。為長久計，本年度必須擴充信號通道。圖 1.1.4 為收集資料處理流程圖。另外基於 GPS 載波相位為每 5 分鐘比對一次，因此系統應增加每 5 分鐘比對之機制，若將來有比對需求時，可不需更改程式，直接取原始資料與 GPS 之資料比對。

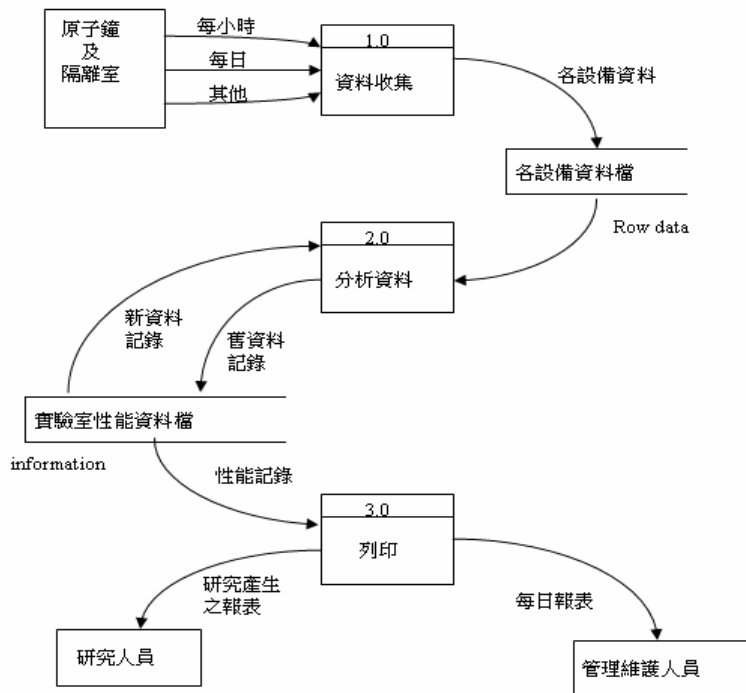


圖 1.1.4、收集資料處理流程

基於以上之新增需求，必須將目前運作之軟硬體作以下擴充：

- 切換控制器必須增加一個VHF的switch模組於mainframe的插槽內，共增加2組共8個通道，總channel數增加至24 channel，預計可容納原子鐘20部，母鐘4部（圖1.1.5）。
- 軟體控制上增加第5個插槽選擇，並於資料檔Raw data處擴充8個儲存目錄及檔案。

- 增加每小時記錄12次選項，以達到每5分鐘比對一筆之紀錄頻率。
- 由於溫溼度已由獨立軟體紀錄，原有溫溼度紀錄模組取消。

圖 1.1.6 為擬定的 24 通道螢幕顯示，原畫面之上半部 16 個顯示 Cell 保持不變，將原左下方顯示的溫度區域，更換為擴充的 8 個通道顯示區，右下方則為按鍵控制區。

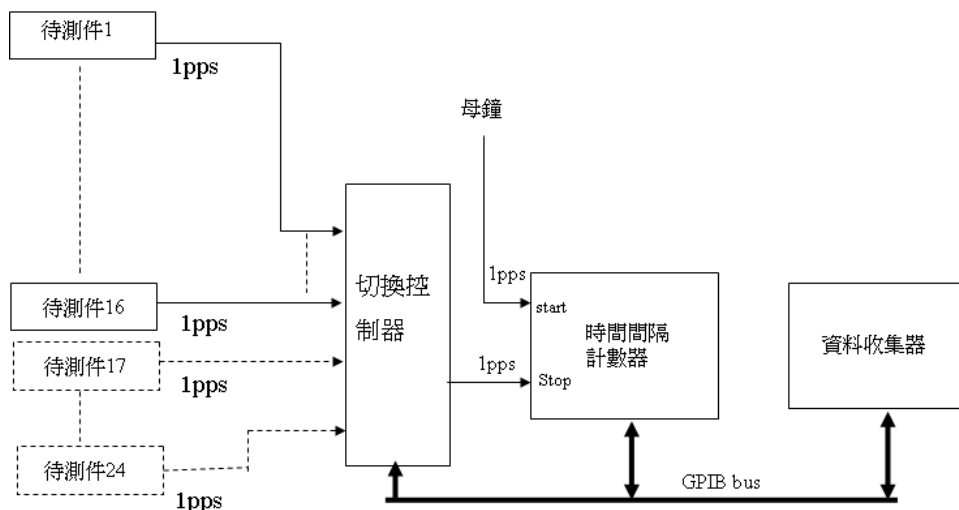


圖 1.1.5 擴充之系統架構圖



圖 1.1.6 擬定的 24 通道螢幕顯示

### (1.1.2.3) 執行內容與結果

由於原子鐘記錄系統更新包括硬體及軟體，硬體部分配合1F實驗室整建（重新隔間及空調汰換），將原先置放於地下室之備援母鐘系統移置1F整建後之空間；置於地下室內室之四部新銻鐘及三部舊銻鐘，亦配合隔離室C及D整建完成，上移至隔離室C及D。為求紀錄不中斷，搬遷規劃上必須按部就班，待前一步驟確認完成後，再進行下一步驟。主系統與備援系統交互更新，以確認更新過程中原子鐘紀錄不會中斷。搬遷順序進行如下：

- 完成『自動化切換控制器』購案，並以新購之自動化切換控制器作為測試平台，撰寫擴充程式。
- 新購置之四部銻鐘CS2365、2366、2367、2368移置隔離室C（搬遷日期選擇於當月BIPM報表計算完成之後，以免影響每月呈報BIPM之原子鐘紀錄連續性），並完成四部銻鐘之1PPS訊號與1F原有記錄系統連接。
- 四部銻鐘與1F記錄系統工作正常後，地下室備援母鐘(MPS0F)與紀錄系統再移置1F紀錄室，並重新連接各channel 1PPS訊號至備援系統。
- 1F記錄系統及由地下室移置之備援母鐘系統工作正常後，將CS0809、CS1012、CS1498移置隔離室D，完成所有1PPS訊號連接，並將1F記錄軟體更新為新紀錄軟體。
- 完成原子鐘記錄系統及備援系統更新。

### (1.1.2.4) 效益與應用

目前實驗室已有 14 部銻鐘，2 部氫鐘，若不進行原子鐘記錄系統更新，將難以應付現況。預估下一階段中程計畫原子鐘數量，可能擴充至 16 部銻鐘加上 4 部氫鐘，而新紀錄系統規劃 24 channel 將足以滿足此一需求。

### (1.1.2.5) 自評與建議

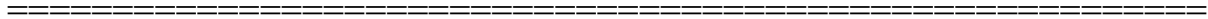
96、97 年度進行之標頻實驗室整建包括空調汰換、電力系統更新及 1F 紀錄室隔間，記錄系統更新可配合此次整建，增加系統可靠度及擴充量測能量。目前實驗室已有 14 部銻鐘，2 部氫鐘，未來即使擴充，新紀錄系統若有 16 部銻鐘加上 4 部氫鐘應足敷中程計畫需求，新紀錄系統設置 24 channel 足以



提供此一需求。若未來還有擴充需要，超過 24 channel 時，現有比對架構無法同時比對所有 channel 1PPS 訊號，屆時應另尋求解決方式，類似 NIST 或 NICT 等實驗室以頻率為基準的比對系統將為下次記錄系統更新目標。

(1.1.3) 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：97/01~97/12)

本年度BIPM Circular T250(2008 November 14)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 250  
2008 NOVEMBER 14, 13h UTC

ISSN 1143-1393

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 2006 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 33 s. From 2009 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 34 s.

CIRCULAR T 250  
2008 NOVEMBER 14, 13h UTC

ISSN 1143-1393

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 2006 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 33 s. From 2009 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 34 s.

Date 2008	0h UTC	SEP 30	OCT 5	OCT 10	OCT 15	OCT 20	OCT 25	OCT 30	Uncertainty/ns		
Notes	MJD	54739	54744	54749	54754	54759	54764	54769	uA	uB	u
Laboratory	k	[UTC-UTC(k)]/ns									
AOS (Borowiec)		15.6	15.1	14.3	13.8	14.1	12.9	14.0	0.6	5.1	5.1
APL (Laurel)		8.0	3.0	5.7	10.4	4.9	1.6	0.9	1.5	5.0	5.3
AUS (Sydney)		429.2	449.5	469.4	485.1	508.4	528.7	552.6	1.5	5.1	5.3
BEV (Wien)		-28.2	-27.3	-35.1	-38.4	-34.1	-36.3	-49.3	1.5	3.2	3.5
BIM (Sofiya)		-6718.1	-6729.4	-6750.4	-6739.3	-6748.6	-6759.2	-6753.8	2.0	7.1	7.4
BIRM (Beijing)		-6210.1	-6245.9	-6290.6	-6319.2	-6349.2	-6384.3	-6416.8	2.0	20.0	20.1
BY (Minsk)		37.1	24.7	63.2	74.1	84.9	111.4	135.1	7.0	20.0	21.2
CAO (Cagliari)		-2298.4	-2324.6	-2344.5	-2366.6	-2375.8	-2365.5	-2379.2	1.5	7.1	7.2
CH (Bern)		3.3	-3.2	-0.5	1.7	5.4	8.3	8.0	0.6	1.5	1.6
CNM (Queretaro)		-2.9	0.8	-9.0	-4.3	5.2	8.2	9.9	2.5	5.1	5.7
CNMP (Panama)		12.3	-6.0	-14.0	-5.5	-6.1	-0.5	-12.1	3.0	5.1	5.9
DLR (Oberpfaffenhofen)		-8.3	-7.5	-12.1	-19.9	-17.4	-11.6	-17.0	0.7	5.1	5.2
DTAG (Frankfurt/M)		28.3	33.4	46.5	58.2	64.2	43.5	45.2	4.0	10.0	10.8
EIM (Thessaloniki)		4.7	9.9	6.3	3.7	10.5	8.9	9.1	3.0	5.1	5.9
HKO (Hong Kong)		-54.7	-52.8	-58.4	-61.4	-61.6	-64.3	-58.3	2.5	5.1	5.6
IFAG (Wetzell)		-148.8	-152.5	-152.5	-150.4	-150.6	-148.0	-145.2	0.7	5.1	5.1
IGMA (Buenos Aires)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INPL (Jerusalem)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTI (Buenos Aires)		-	-152.5	-130.2	-171.7	-189.7	-182.0	-189.4	7.0	20.0	21.2
(1)											
IT (Torino)		20.7	20.9	19.7	18.6	22.0	24.3	30.0	0.5	1.4	1.5
JATC (Lintong)		7.9	4.8	-0.1	-2.0	-1.1	17.9	14.0	1.4	4.9	5.1
JV (Kjeller)		11961.8	12126.3	12179.3	12270.1	12374.4	12462.4	12533.5	5.0	20.0	20.6
KIM (Serpong-Tangerang)		-215.6	-206.5	-222.2	-235.6	-243.2	-236.9	-227.7	3.0	20.0	20.2

KRIS (Daejeon)	15.0	-2.2	-6.6	-4.0	-10.4	0.2	8.1	1.5	5.0	5.2	
LDS (Leeds)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LT (Vilnius)	556.8	545.1	547.5	553.0	571.8	566.4	584.4	1.5	5.1	5.3	
LV (Riga)	2184.6	2210.6	2232.4	2256.5	2282.4	2305.8	2324.1	2.0	7.1	7.4	
MIKE (Espoo)	-91.4	-93.2	-78.7	-76.0	-79.6	-70.3	-66.0	4.9	19.8	20.4	
MKEH (Budapest)	-10988.6	-11191.8	-11388.4	-11582.1	-11786.9	-11995.8	-12197.8	2.5	20.0	20.2	
MSL (Lower Hutt)	-816.0	-798.4	-786.3	-756.4	-721.2	-676.2	-636.6	1.0	20.0	20.0	
Date 2008	0h UTC	SEP 30	OCT 5	OCT 10	OCT 15	OCT 20	OCT 25	OCT 30	Uncertainty/ns		Notes
MJD		54739	54744	54749	54754	54759	54764	54769	uA	uB	u
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns									
NAO (Mizusawa)	16.8	20.9	18.6	-	-	-	-	3.0	20.0	20.3	
NICT (Tokyo)	-1.9	2.6	2.8	3.1	8.0	5.1	4.0	0.5	4.6	4.6	
NIM (Beijing)	-55.2	-69.3	-70.2	-78.0	-65.7	-69.3	-59.5	1.5	20.0	20.1	
NIMB (Bucharest)	-165.2	-158.9	-148.5	-144.2	-134.6	-148.9	-161.5	2.0	19.9	20.0	
NIMT (Bangkok)	387.6	382.0	375.0	373.3	358.1	344.3	339.9	1.0	20.0	20.1	
NIS (Cairo)	-15.5	3.4	7.6	16.6	21.9	29.0	37.2	1.5	7.1	7.2	
NIST (Boulder)	-4.7	-5.5	-5.4	-5.4	-5.7	-5.3	-3.3	0.5	4.9	4.9	
NMIJ (Tsukuba)	53.5	59.4	64.6	67.8	65.7	61.7	73.4	0.7	5.1	5.1	
NMLS (Sepang)	477.1	470.4	460.0	454.6	449.1	448.5	435.0	2.0	20.0	20.1	
NPL (Teddington)	-41.2	-20.8	-22.7	-23.6	-22.4	-22.2	-21.0	0.6	5.0	5.1	
NPLI (New-Delhi)	2.1	-4.6	-10.2	-10.0	-2.9	-8.0	-3.6	2.5	7.1	7.5	
NRC (Ottawa)	74.1	78.1	79.0	69.2	59.8	50.8	36.8	0.7	5.0	5.1	
NRL (Washington DC)	14.4	13.7	11.9	11.6	13.6	10.2	10.7	0.7	5.1	5.2	
NTSC (Lintong)	-3.2	1.7	13.1	10.1	9.7	10.1	8.0	1.4	4.8	5.0	
ONBA (Buenos Aires)	-1329.0	-1338.9	-1351.5	-1355.5	-1366.9	-1381.4	-1395.0	2.5	5.1	5.7	
ONRJ (Rio de Janeiro)	6.2	-8.7	13.1	0.7	-11.8	-12.2	-4.5	3.9	19.5	19.9	
(2)											
OP (Paris)	0.5	9.3	8.6	-0.4	-2.0	-7.8	-11.0	0.5	1.4	1.5	
ORB (Bruxelles)	9.8	17.7	17.3	15.6	14.6	12.0	9.3	0.7	5.1	5.1	
PL (Warszawa)	-19.4	-14.9	-8.1	2.3	8.2	5.5	-4.9	1.4	4.9	5.1	
PTB (Braunschweig)	39.2	34.2	28.5	25.0	24.4	15.4	11.7	0.2	1.1	1.1	
ROA (San Fernando)	101.1	102.6	93.2	78.0	91.4	94.8	92.8	0.7	5.0	5.0	
SCL (Hong Kong)	-24.6	-35.2	-35.4	-36.8	-41.3	-47.4	-51.9	3.0	10.0	10.4	
SG (Singapore)	1.0	1.4	4.1	1.0	-1.4	-9.6	-14.3	3.0	5.1	5.9	
SIQ (Ljubljana)	-490.0	-522.0	-527.0	-543.6	-599.0	-648.3	-636.0	5.0	20.0	20.6	
SMU (Bratislava)	44.3	47.6	54.9	42.9	47.4	62.0	46.3	5.0	20.0	20.6	
SP (Boras)	32.1	29.9	28.1	28.2	26.6	26.8	28.1	0.7	5.0	5.0	
SU (Moskva)	12.7	11.5	11.5	10.1	10.2	8.8	10.0	3.0	5.1	5.9	
TCC (Concepcion)	158.5	163.2	166.7	171.2	179.6	186.0	192.5	1.5	20.0	20.1	
TL (Chung-Li)	29.0	29.7	27.4	24.9	24.7	20.9	22.3	0.7	4.8	4.9	
TP (Praha)	10.1	19.6	22.1	26.2	27.7	24.6	23.7	0.9	5.1	5.2	
UA (Kharkov)	38.1	45.1	41.7	43.6	45.3	46.2	49.5	2.5	6.1	6.6	
UME (Gebze-Kocaeli)	244.9	249.2	258.9	260.6	261.5	264.9	263.4	1.5	7.1	7.2	
USNO (Washington DC)	7.2	8.0	7.8	7.9	6.3	8.0	7.4	0.4	1.3	1.4	
VMI (Ha Noi)	-69.2	-54.4	-49.9	-50.7	-59.9	-52.9	-45.5	1.0	20.0	20.1	
VSL (Delft)	49.1	59.0	58.2	57.6	58.2	59.7	57.2	0.6	1.5	1.6	
ZA (Pretoria)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ZMDM (Belgrade)	3832.9	3866.8	3890.3	3909.3	3938.4	3971.7	4006.2	2.0	7.1	7.3	

#### 1.1.4 標準件室特殊空調監控作業現況說明

##### (1.1.4.1) 達成項目：

完成標準件室特殊空調監控及空調異常告警作業。

##### (1.1.4.2) 執行內容：(97.01~97.12)

目前本國家標準時間與頻率實驗室的原級頻率標準器組，包含 14 部銫原子鐘及 2 部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。然而原子鐘本身之穩定度受環境本身溫濕度影響且度關係到權重大小進而影響國際排名。有鑒於過去實驗室特殊空調多次故障，造成原子鐘室溫度變化過大，以至原子鐘輸出不穩定造成原子鐘權重下滑影響國際排名，乃進行標準件室特殊空調更新，並依據本實驗室 ISO 17025 標準，溫度標準須為  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，溼度標準須為  $50\pm 10\%$ 。特殊空調更新工程於 2007 年 11 月決標，待全新特殊空調及備用空調系統完工後，屆時原子鐘之穩定度及權重將有近一步之提昇。另外在空調的監控上，除遠端監控線上資訊外，也能夠即時地提供相關告警資訊給相關的人員，作為故障排除之依據，並將風險降至最低。

##### (1.1.4.3) 結果

特殊空調更新工程於 2008 年 04 月完工，其相關設備如圖 1.1.7 所示。設備主要包括冰水主機、冷卻器、加熱器、加溼氣、鼓風機等。這些空調設備統一由 PLC 可程式控制器負責控制並搭配圖控軟體 Webaccess 負責監控相關設備運作之狀態。而圖 1.1.8、圖 1.1.9 分別為圖控軟體 Webaccess 所監控之冰水主機以及隔離室之溫溼度狀況。另外此圖控系統在使用上也非常方便，除了可以遠端監控目前空調的狀況外也可以根據使用者之需求顯示出所要觀測之測點即時狀況如圖 1.1.10 所示。另外在溫溼度異常的狀態下使用者也可以進行相關之設定，使得相關的維護者可以用 email 得知相關告警之訊息如圖 1.1.11 所示以作最迅速之故障排除將傷害降至最低。

如圖 1.1.12 所示為舊空調與新空調穩定時溫溼度之比較，從數字來看新空調在溫溼度的控制上較為穩定，相信原子鐘在新空調的環境下必定穩定的運轉且權重較舊有空調系統提昇。



圖1.1.7 本實驗室原子鐘隔離室空調設備

#### (1.1.4.4)應用及效益

新空調設備在運作上採用雙迴路系統，因此當一路系統發生故障後還有一路備援系統作為其備援，所以相關的維護人員可以有足夠的時間請相關的廠商來進行維護而不至於影響到原子鐘的運轉穩定度，想必原子鐘在此一穩定的環境下必定能維持其穩定之輸出。另外在異常告警方面，目前已藉由圖控軟體撰寫相關之告警 script 進行溫溼度異常告警，而告警方式是以 mail 通知想關維護人員，這樣的好處是當人員於出差或放假時可藉由收 mail 來得知此一告警訊息並做最適當的處理。

#### (1.1.4.5)未來工作重點

繼續維持空調設備之運轉正常，並與建置廠商簽訂維護合約，定期的檢修與維護保持空調系統之性能，以維持原子鐘輸出之穩定度。

#### (1.1.4.6)自評與建議

原子鐘為國家標準時間與頻率之原級標準，也是本實驗室之核心基礎，其運轉維護是相當重要的工作。然而本實驗室相關技術人員因退休等因素流失，增加維運上之負擔。希望未來能補充適當人力，厚實標頻實驗室之基

礎能量，才有機會以此基礎開枝散葉創造更大之能量，為國家及國際社會作出更大的貢獻。

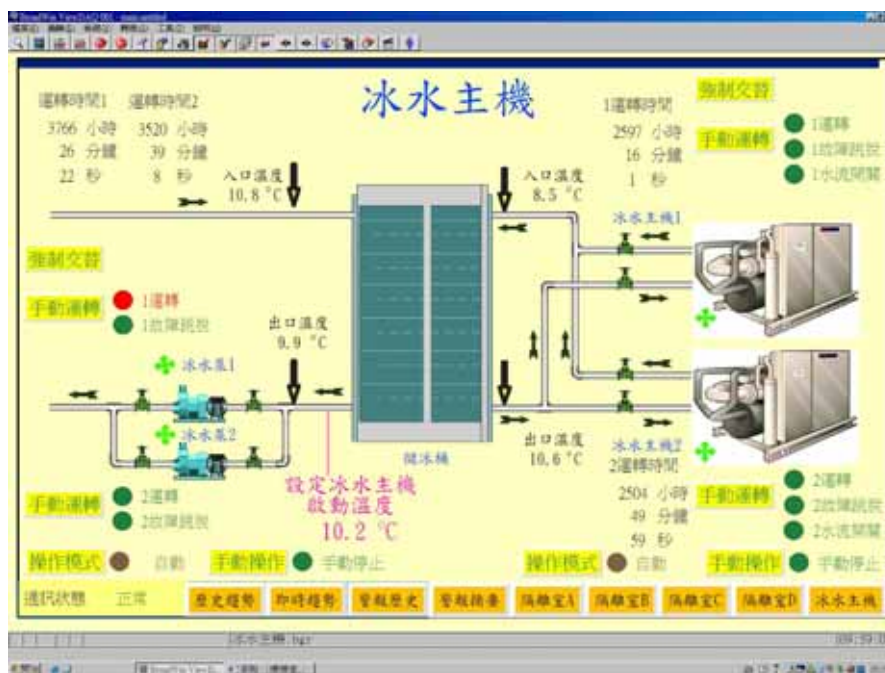


圖1.1.8 圖控軟體Webaccess所監控之冰水主機狀態畫面

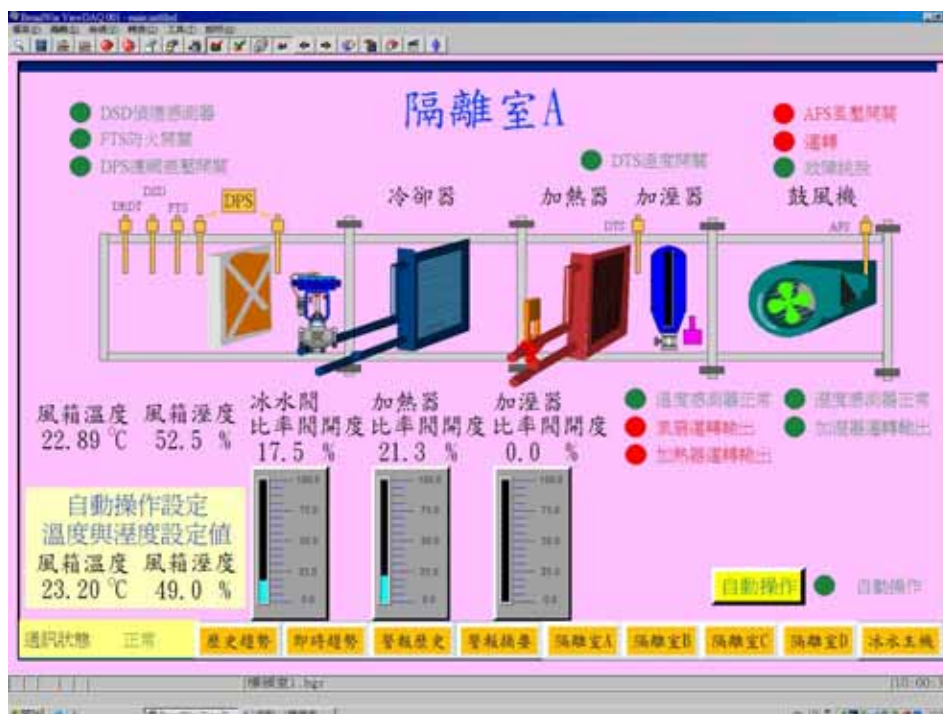


圖1.1.9 圖控軟體Webaccess所監控之隔離室狀態畫面

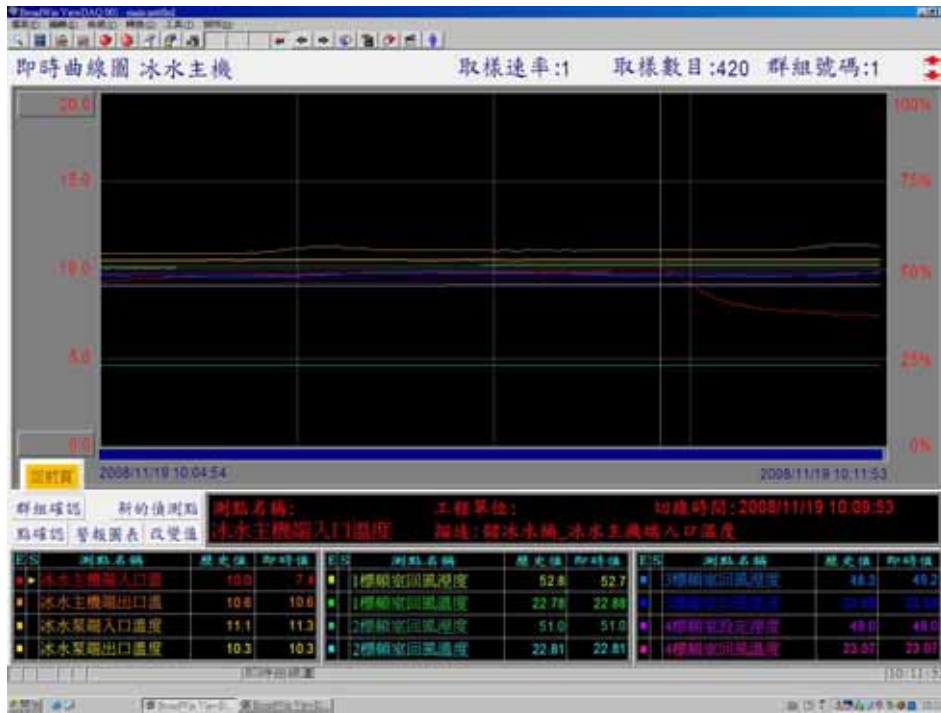


圖 1.1.10 圖控軟體Webaccess所監控之隔離室狀態畫面

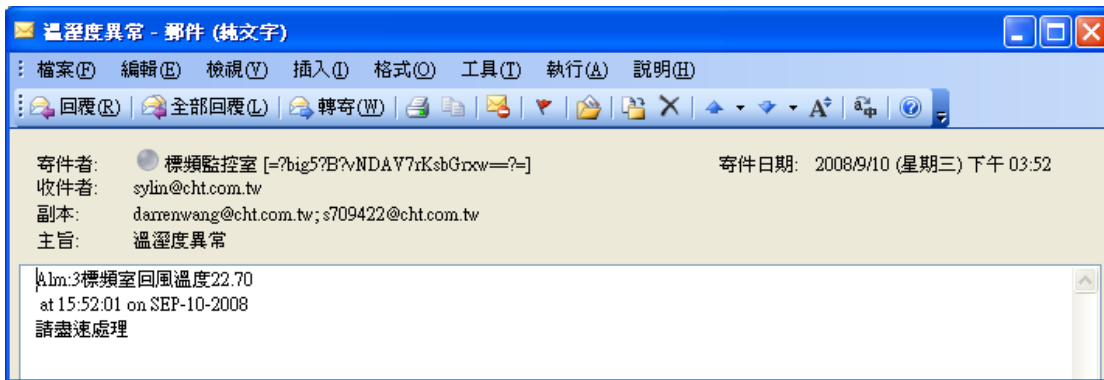


圖 1.1.11 圖控軟體Webaccess於警報時發出告警mail之畫面

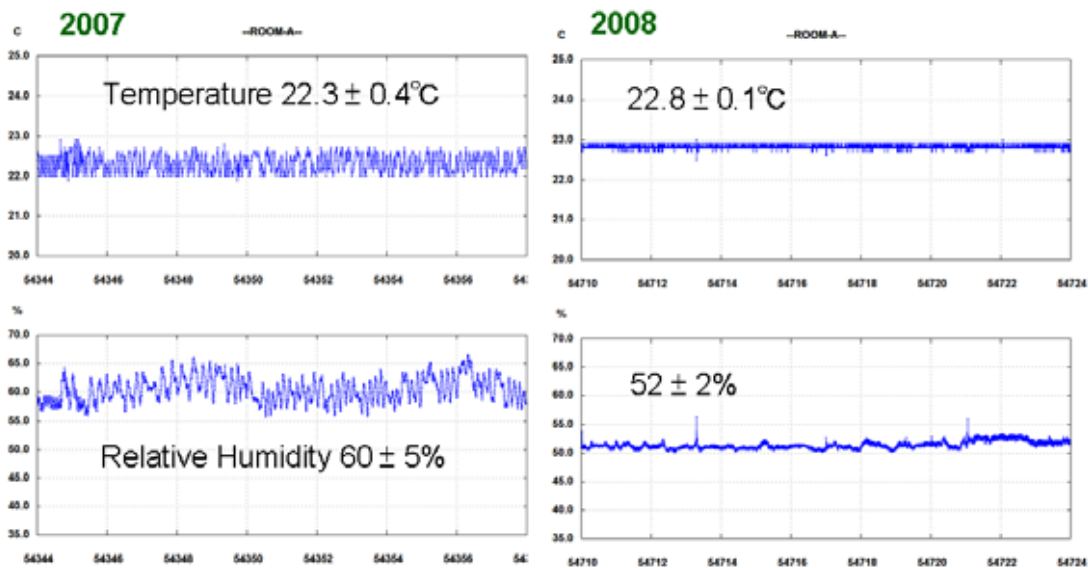


圖 1.1.12 舊空調與新空調溫溼度變化之比較

## (1.2)實驗室品質系統維持與提昇

### (1.2.1)維持實驗室品質系統說明

#### (1.2.1.1)執行項目

維持實驗室品質系統，以持續符合 TAF 之 ISO17025 監督評鑑需求(97.12)

#### (1.2.1.2)執行內容(執行期間：97/01~97/12)

為確保實驗室之品質制度、檢校品保作業及標準系統比對等，持續符合國際 ISO 17025 及全球相互認可協定(MRA)之要求，本年度仍依據實驗室制定之品質系統要求，執行週期性之品保作業、標準系統間相互比對，並將於預定時間舉辦內部稽核與管理審查會議，及不定期進行校正程序書、不確定度評估報告之修訂，使其滿足現行 ISO 17025 規範及 TAF CNLA 校正領域之要求。

#### (1.2.1.3)結果

透過工作人員之系統維護及更新空調系統等努力，提供品質更好的校正服務室，使實驗室持續滿足 TAF 之 ISO 17025 監督評鑑的要求。本實驗室之校正能量也維持登錄於 BIPM 之 Appendix-C 中

#### (1.2.1.4)應用及效益

維持品質制度正常運作，順利通過評鑑，使證書得以延展，並且確保實驗室品質制度符合規範，有助於國內時頻追溯體系之健全及國際間相互認可事務之推動。此為本實驗室校正能量正式登錄於國際度量衡局(BIPM)之 CMC Appendix-C有力的後盾。

#### (1.2.1.5)未來工作重點

維持實驗室品質系統持續符合 ISO/IEC 17025，及全球相互認可協定(MRA)之要求。

#### (1.2.1.6)自評與建議

維持品質制度正常運作，確保實驗室品質制度符合規範，將有助於國內時頻追溯體系之健全及國際間相互認可事務之推動。



### (1.3) 健全全國時頻追溯體系

#### (1.3.1) 協助 TAF 完成實驗室評鑑案

##### (1.3.1.1) 達成項目

參與完成次級時頻實驗室之評鑑案共 9 件。

##### (1.3.1.2) 執行內容(執行期間：97/01~97/12)

配合全國認證基金會(TAF)之評鑑申請案時程安排，進行評鑑案之文件審查、現場評鑑及評鑑所發現不符合事項之複查等工作。以確保其所維持的品質系統與校正技術能力，符合 ISO 17025 的規範。

##### (1.3.1.3) 結果

97 年度配合 TAF 時程，參與完成儀寶公司、中山科學院儀校組、台灣檢驗科技公司、工研院量測中心、台灣安捷倫科技公司、安立知公司，伯堅公司，儀寶電子及三杰科技顧問公司等校正實驗室的評鑑案共 9 件。

##### (1.3.1.4) 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。

##### (1.3.1.5) 未來工作重點

因應未來國內時頻實驗室認證需求，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。

##### (1.3.1.6) 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，並提供國內業界作為量測校正之追溯源。除提供時頻校正服務外，近年來本實驗室配合全國認證基金會(TAF)作業，更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。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。

### (1.3.2)精密儀器頻率校正服務

#### (1.3.2.1)達成項目：

97 年度提供時頻校正服務 47 件，符合 32 件的預定目標。

#### (1.3.2.2)執行內容(執行期間：97/01~97/12)

執行內容及具體方法如下：

1. 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。
2. 提供精密儀器頻率校正服務。
3. 配合 CNLA 認證秘書處之作業,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。
4. 因 CCTF 尚未建立時頻不確定度之標準評估方式，故本實驗室將持續注意國際間有關時頻不確定度評估方式的最新進展，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。

#### (1.3.2.3)結果

持續各項時頻比對作業，並定期提供比對資料給 BIPM，與其他時頻實驗室共同維持國際時頻標準。國內校正方面，97 年 1-12 月提供時頻校正服務 47 件。

#### (1.3.2.4)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。

#### (1.3.2.5) 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。

#### (1.3.2.6) 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。但是基於公益服務性質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。

未來主管機關若能在技術法規的制定上適當地推動，將有助於校正數量與收費的成長。

表 1.3.1 中華電信研究所 97 年度(1-12 月)外界機構委託校正報告總覽表

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-2007-11-27	供宏科技有限公司	計數器 HP53181A	96.11.20	97.1.8	8500.00
2	FTC-2007-12-30	台灣安捷倫科技股份有限公司	銻頻率標準器 HP5071A	96.12.20	97.3.3	16000.00
3	FTC-2008-01-01	工業技術研究院	計數器 SR620	97.1.2	97.1.25	8500.00
4	FTC-2008-01-02	台達電子工業有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A	97.1.4	97.1.18	16000.00
5	FTC-2008-01-03-1	太克科技股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A	97.1.7	97.2.29	16000.00
	計數器 HP53132A		8500.00			
6	FTC-2008-01-04	台灣羅德史瓦茲有限公司	銻頻率標準器 SYSTEM-2000	97.1.10	97.2.4	16000.00
	FTC-2008-01-05-1		銻頻率標準器 GPS10RB	97.1.22		16000.00
	FTC-2008-01.05-2		計數器 FC300			8500.00
7	FTC-2008-03-06	台証科技股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A	97.3.12	97.3.28	16000.00
8	FTC-2008-03-07	正儀科技股份有限公司	銻頻率標準器 FS-725	97.3.26	97.4.10	16000.00
9	FTC-2008-03-08	太一電子檢測有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A	97.3.26	97.4.9	16000.00
10	FTC-2008-03-09-1	儀寶電子股份有限公司	銻頻率標準器 FS-725	97.3.27	97.4.28	16000.00
	FTC-2008-03-09-2		石英晶體振盪器 FTS1050A			8500.00
	FTC-2008-03-09-3		計數器 AG-53132A			4500.00
11	FTC-2008-03-10	中山科學研究院	銻頻率標準器 HP5071A	97.3.31	97.5.19	16000.00
12	FTC-2008-04-11	致茂電子股份有限公司	石英晶體振盪器 HP105B	97.4.8	97.4.28	8500.00
13	FTC-2008-04-12	中山科學研究院	氫原子鐘 CH1-76	97.4.17	97.5.19	16000.00
14	FTC-2008-04-13-1	駿騏科技有限公司	時間信號產生器 MUSASHI	97.4.24	97.5.14	8500.00
	FTC-2008-04-13-2		時間信號產生器 MUSASHI			8500.00
15	FTC-2008-05-14	工業研究院量測技術發展中心	銻頻率標準器 DATUM/8040A	97.5	97.5.23	16000.00
16	FTC-2008-05-15-1	宇正精密科技股份有限公司	計時器 ESCOR/EFC-3230A	97.5.13	97.6.11	8500.00
	FTC-2008-05-15-2		計數器 AG-53131A			8500.00

	FTC-2008-05-15-3		微波計頻器 HP5350B			8500.00
	FTC-2008-05-15-4		合成信號產生器 HP3325A			8500.00
	FTC-2008-05-15-5		合成信號產生器 HP8340B			8500.00
	FTC-2008-05-15-6		銣頻率標準器 FS-725			16000.00
	FTC-2008-05-15-7		銣頻率標準器 FS-725			16000.00
17	FTC-2008-05-16	儀校科技股份有限公司	轉速計數器 TIC08730	97.5.13	97.5.19	8500.00
18	FTC-2008-06-17	台灣電力公司綜合研究所	銣頻率標準器 FLUKE/PM6685R	97.6.6	97.6.20	16000.00
19	TL-MA97-01	正儀科技股份有限公司	頻率量測稽核	97.6.13	97.6.18	16000.00
20	FTC-2008-06-18	台灣恩智浦半導體股份有限公司	銣頻率標準器 HP5071A	97.6.12	97.6.26	16000.00
21	FTC-2008-06-19	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	計時器 TS001	97.6.26	97.7.10	8500.00
22	FTC-2008-07-20	鴻海精密工業股份有限公司新竹園區分公司	銣頻率標準器 RACAL-DANA-9475	97.7.11	97.7.21	16000.00
23	FTC-2008-09-21	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	計時器 TS004	97.9.9	97.9.21	8500.00
24	FTC-2008-9-22-1	伯堅股份有限公司	銣頻率標準器 PTF4211A	97.9.19	97.9.30	16000.00
	計數器 R5373		8500.00			
25	FTC-2008-10-23	香港商立德國際商品試驗有限公司桃園分公司	GPS RECEIVER 銣頻率標準器	97.10.03	97.10.15	16000.00
26	FTC-2008-11-24	台灣電子檢驗中心	銣頻率標準器 WAVE TEK/909	97.11.05	97.11.24	16000.00
27	FTC-2008-11-25-1	海軍戰鬥系統工廠	銣頻率標準器 FLUKE-910R	97.11.14	97.11.24	16000.00
	銣頻率標準器 FLUKE-910R		16000.00			
	計數器 FLUKE-PM6681		8500.00			
28	FTC-2008-11-26-1	安立知股份有限公司	銣頻率標準器 FE-5680A	97.11.19	97.12.03	16000.00
	計數器 MF-1601A		8500.00			
29	FTC-2008-12-27	量測技術發展中心	銣頻率標準器 HP5065A	97.12.08	97.12.25	16000.00
30	FTC-2008-12-28-1	量測科技股份有限公司	銣頻率標準器 HP5065A	97.12.10	97.12.31	16000.00
	計頻器 5370B		8500.00			
					小計	590500.00

● 97年1月1日至12月31日總校件數47件，校正費總金額590,500元整。

#### (1.4.1) 本實驗室馬錶校正儀器工作說明

##### (1.4.1.1)達成項目

評估多款商用型馬錶量測設備之規格及性能，作為未來校正系統建置的參考依據。

##### (1.4.1.2)執行內容(執行期間：97/01~97/12)

國家時頻標準實驗室目前已具備直接比較法與總數合計法兩種校正馬錶的能力。關於直接比較法，現行的 117 報時服務系統即為本實驗室的同仁所開發，可提供良好及可追溯的時間間距標準作為比對之用。關於總數合計法，本實驗室有一台 HP 8662A 信號合成器(可外接國家頻率標準作為時間基準)和一台具備“TOTALIZE”功能的 HP 53132A 計數器可提供校正服務。至於時間基準法，目前搜尋到可行的設備包括瑞士 Witschi 公司的 Watch Expert III 及 Analyzer Q1、德國 Elma 公司的 Watch Master 以及日本 Troche 公司的 WT-2000，相關產品規格將簡述如下。

##### (1.4.1.3)結果

Witschi 公司的 Watch Expert III 適用於機械錶的校正，其本身時間基準的穩定度為 $\pm 0.08\text{s/day}$  ( $20\sim 40^{\circ}\text{C}$ )，老化率為 $\pm 0.03\text{s/day}$ ，另一款的 Analyzer Q1 則適用於石英錶的校正，本身時間基準的穩定度為 $\pm 0.004\text{s/day}$  ( $10\sim 40^{\circ}\text{C}$ )，老化率為 $\pm 0.03\text{s/day}$ ，兩者都具備 RS232 控制介面並可外接 GPS 信號來達到更高的精度，如圖 1.4.1 所示。



圖 1.4.1、Witschi 公司的 Watch Expert III(左)及 Analyzer Q1(右)

德國 Elma 公司的 Watch Master 可校正機械錶及石英錶，本身時間基準的穩定度為 $\pm 0.08\text{s/day}$  ( $20\sim 40^{\circ}\text{C}$ )，亦具備 RS232 控制介面並可外接 GPS 信號；日本 Troche 公司的 WT-2000 可校正機械錶及石英錶，其時間基準係來自日本低頻廣播電台的時間信號，精確度約  $0.01\sim 0.001\text{s/day}$ ，如圖 1.4.2 所示。



圖 1.4.2、Elma 公司的 Watch Master (左)及 Troche 公司的 WT-2000 (右)

#### (1.4.1.4)應用及效益

馬錶校正所需要的量測精度雖然不算高(與本實驗室原先校正的頻率振盪器相比)，然而許多實驗室及工業量測中經常還是以馬錶作為時間量測的依據，因此建立一套可靠並符合追溯性的校正方法除了可以拓展本實驗室校正業務的服務範圍外，也可作為其他次級實驗室參考的依據。

#### (1.4.1.5)未來工作重點

進一步了解上面幾款設備的規格及設計對本實驗室的適切性 (例如接收 GPS 信號的設備是外加還是內建、是否可以外接實驗室本身的時間基準作為參考信號、如何評估量測系統的不確定度)，待這些問題都澄清後，我們將盡速建立時間基準法的馬錶校正系統。

#### (1.4.1.6)自評與建議

馬錶校正所需要的量測精度雖然不算高，然而許多實驗室及工業量測中經常還是以馬錶作為時間評量的依據。故建立一套可靠並符合追溯性的校正方法除了可以拓展本實驗室校正業務的服務範圍外，也可推廣至其他次級實驗室。

## (1.4.2)時頻校正系統自動化設計工作說明

### (1.4.2.1)達成項目

撰寫“完成時頻校正系統自動化設計報告”一篇(97.12)

### (1.4.2.2)執行內容(執行期間：97/01~97/12)

國家時頻標準實驗室目前提供校正服務的量測儀器主要有 SR620 Time Interval Counter 及 Quartzlock A7 Frequency and Phase Comparator 兩種，前者的優點係量測的項目較多且頻率範圍較廣(0.001Hz~300MHz)，可涵蓋現行大部分的校正業務；而後者在設計採用差頻多工器(Frequency Difference Multiplier)的技術，因此在頻率解析度上具有更優異的表現。

然而 Quartzlock A7 當初購置時所搭配的 GT100/200 計數卡，其上面的韌體及相關的驅動程式僅支援早期 Windows 95 和 Windows NT 的操作環境，對目前 Windows XP 的操作介面時常有間歇性通信錯誤的訊息發生造成使用相當不便。

本設計以 SR620 來取代原本計數卡的角色，即將 Quartzlock A7 差頻後的信號直接輸出至 SR620 並配合其記錄程式來讀取資料，由於 Quartzlock A7 差頻技術所產生的乘數(multiplication)效應為已知，在以 Stable 32 計算穩定度及準確度時將此一效應考慮進去即可，此一方式不需花費額外金錢添置設備與重新開發軟體，其效能與原來搭配 GT100/200 計數卡的結果相比毫不遜色。

### (1.4.2.3)結果

下圖是經過整合後的量測架構。首先將待測件與參考源的頻率信號輸入 Quartzlock A7 後得到 A,B,C 三個輸出，接下來的有二，當 Quartzlock A7 在頻率模式時，將輸出 A(差頻後的 5MHz 信號)與輸出 C(鎖頻至參考源的 10MHz 信號)連接至 SR620 進行比對；若在相位模式下，則將輸出 A(差頻後的 1Hz 脈衝信號)與輸出 B(參考源除頻至 1Hz 的方波信號)連接至 SR620 進行比對。前者的乘數效應為  $10^3$ ，而後者為  $10^4$ ，在資料分析時需將此項因素考慮進去。



圖 1.4.3 量測系統架構圖

為了知道本系統所能達到的極限，可對其進行自我測試(selftest)，即以相同的頻率信號輸入量測系統後分析其結果，上述相同的頻率信號可使用 T 接頭、功率分離器(splitter)或頻率分配器(distribution amplifier)來得到，要注意所輸入信號的功率大小要在正確的範圍內，否則會使得量測的結果變差。圖 1.4.4 分別是在頻率模式及相位模式自我測試的結果(以頻率穩定度表示)。

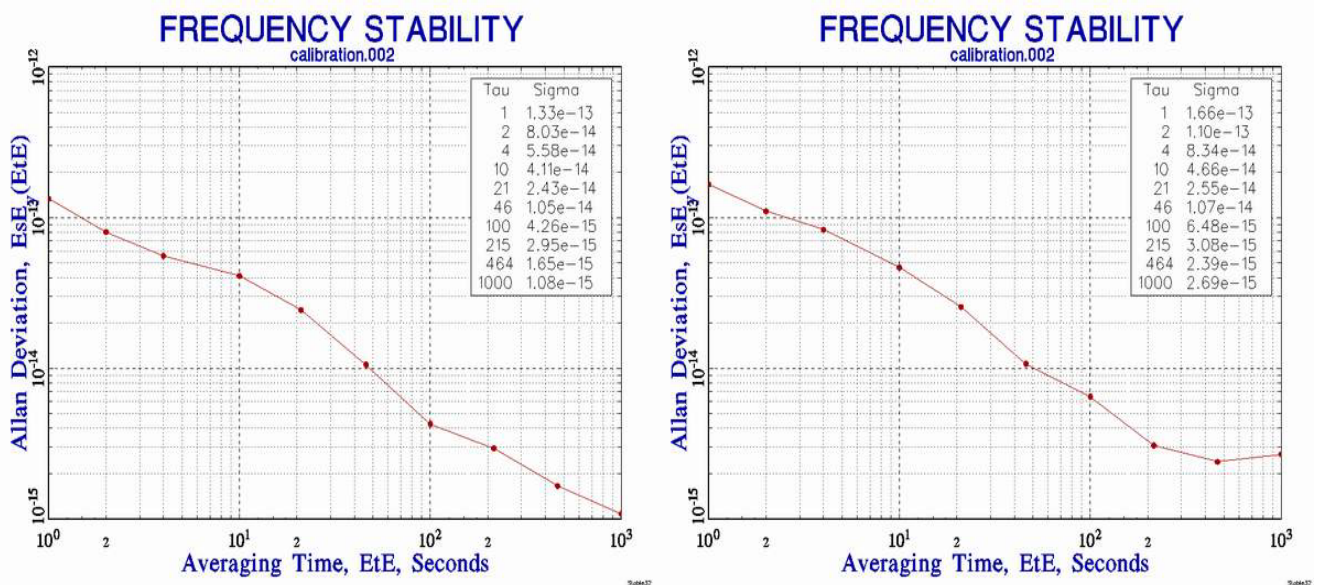


圖 1.4.4 系統頻率穩定度的測試結果(左)頻率模式(右)相位模式

為了做一個清楚的比較，茲將目前實驗室各種量測系統自我測試的結果以及銫頻率標準器&氫微射頻率標準器的規格列於下表：



表一、各種量測系統 & 頻率標準器穩定度比較

頻率穩定度	Quartzlock A7 & GT100/200	本系統 (頻率模式)	本系統 (相位模式)	SR620 SELFTEST	銻頻率標 準器規格	氫微射頻率 標準器規格
$\sigma_y(\tau=1S)$	1.40E-13	1.33E-13	1.66E-13	2.10E-11	5.0E-12	3.0E-13
$\sigma_y(\tau=10S)$	3.30E-14	4.11E-14	4.66E-14	1.93E-12	3.5E-12	3.0E-14
$\sigma_y(\tau=100S)$	4.20E-15	4.26E-15	6.48E-15	1.99E-13	8.5E-13	1.0E-14

註一、各類量測系統的穩定度皆為實驗值

註二、銻頻率標準器為高性能銻束管，氫微射頻率標準器的規格係為 cavity autotunig 狀態下的結果

可以看出本系統與 Quartzlock A7 搭配 GT100/200 計數卡的頻率穩定度在  $\tau = 1, 10, 100(s)$  的差異不大且無論在何種模式下皆明顯優於銻頻率標準器的規格；與氫微射頻率標準器的規格比起來也約在伯仲之間，在  $\tau = 10(s)$  稍微不足，在  $\tau = 1, 100(s)$  則較優。至於常用的 SR620，由於本身精度的限制，要量測氫微射頻率標準器以及銻頻率標準器 ( $\tau < 10s$ ) 的穩定度是有困難的。

#### (1.4.2.4) 應用及效益

(a) 本設計提供了一個有效的方法解決 Quartzlock A7 因 GT100/200 計數卡韌體及相關的驅動程式無法配合工業級電腦作業系統環境更新導致通信錯誤的問題。我們以 SR620 來取代原本計數卡的角色，無論在頻率或相位模式的實驗中都得到了可以媲美使用先前計數卡的結果。

(b) 對於等級較高的原子鐘，例如銻頻率標準器以及氫微射頻率標準器，也只有 Quartzlock A7 配合先前的 GT100/200 計數卡或是本次整合後的系統才有辦法精密量出其頻率穩定度，若以 SR620 作為量測設備，較短量測時距 ( $\tau < 10s$ ) 所得到的結果將受本身精度所限制。

#### (1.4.2.5) 未來工作重點

由於本系統的精度相當高，要利用自我測試來逼近系統的極限時，最好儘量降低其他因素的影響。例如使用氫鐘或銻鐘的輸出作為測試信號；信號連接線越短愈好；採用品質較好的 T 接頭、功率分離器或頻率分配器等。未來如果有機會，將持續針對各種可能因素進行分析，以期能發揮本系統最佳的功能。

## (1.5) 標準時刻產生技術建立

### (1.5.1.1) 執行項目

完成主從架構之電話網路校時系統研製規劃

### (1.5.1.2) 內容(執行期間：97/01~97/12)

圖 1.5.1 為主從架構之電話網路校時系統基本原理方塊圖，其應用於主從架構校時之伺服端及使用端，而使用端接收伺服端的時鐘信號，伺服端也接收使用端的時鐘信號相互比對，使達到使用端時鐘精確同步伺服端時鐘為目的。該系統伺服端及使用端架構相似，且兩端發送器及接收器相互對應，該系統包含有：(a) 時鐘，用以產生時間信號，伺服端時鐘與國家標準時間保持同步，而使用端時鐘則定期追溯伺服端時間，取得同步後，獨立運作(Free-run)、(b) 發送器，用以將伺服端(或使用端)之時鐘信號發送給使用端(或伺服端)、(c) 接收器，用以接收來自伺服端(或使用端)之時鐘信號、(d) 切換器，用以切換系統何時發送或接收時間信號、(e) 時間差量測器，用以量度本地時刻與接收器收到的時刻之差。

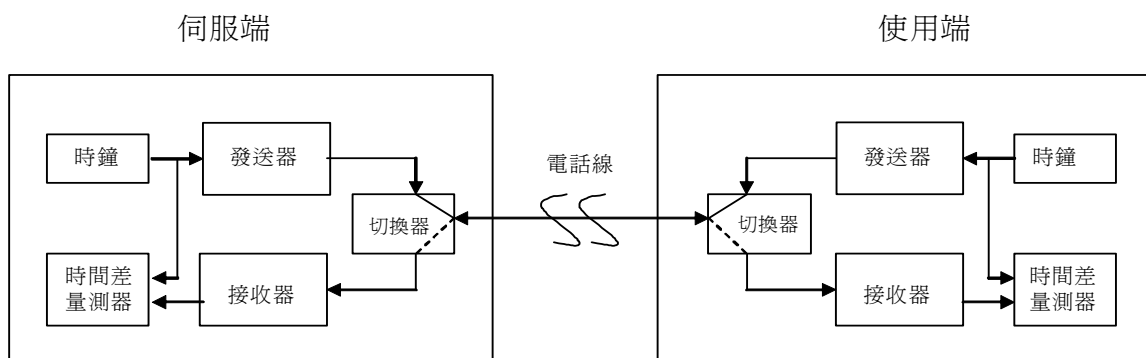


圖 1.5.1 主從架構之電話網路校時系統方塊圖

圖 1.5.2 說明本系統之主從架構時序互動圖。首先，由使用端撥號要求校時，而建立連線，完成鏈路建立後，伺服端立即回應信號，這個回應信號包含伺服端時鐘的即時時戳“A”，經由該連線送達使用端。當使用端接收到回應的時戳“A”時，立刻記錄該使用端時鐘之當時時刻，標示為時戳“B”，接著使用端記錄該使用端時鐘時刻，標示為時戳“C”，並立即經由該連線送回伺服端，當伺服端接收到“C”時戳時，立刻記錄該伺服端時鐘之當時時刻，標示為時戳

“D”，最後將“D”送回使用端，使用端因此得到四個時戳：“A”、“B”、“C”、“D”。

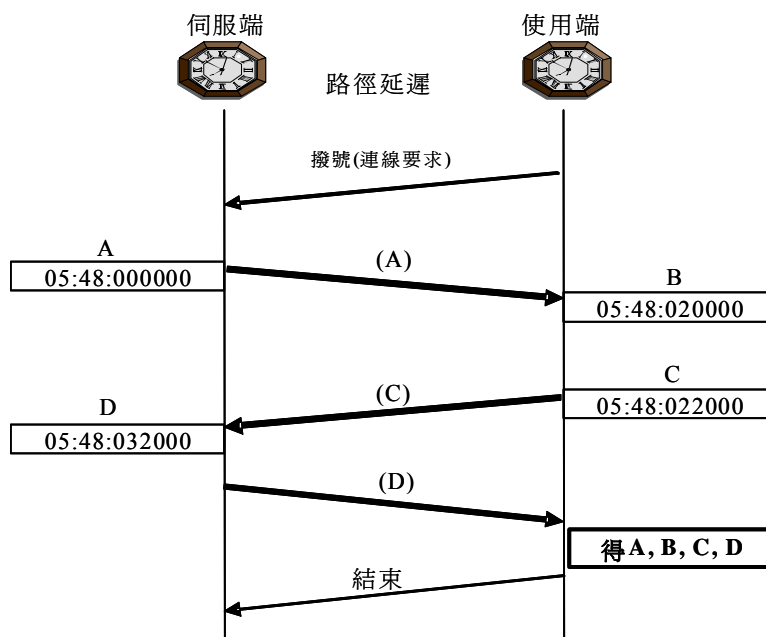


圖1.5.2 系統運作時序互動圖

圖1.5.2假設在理想狀況下，伺服端與使用端來回路徑延遲對稱，則在使用端可利用這四個時戳，經由下列計算過程而得到路徑延遲 (Delay) 值，如以下第 (3) 式所示，及兩鐘時刻差 (Offset) 值，如第 (4) 式所示，據以調整使用端時鐘：

$$CS\_difference = offset + delay1 = B - A \dots\dots\dots (1)$$

$$SC\_difference = -offset + delay2 = D - C \dots\dots\dots (2)$$

假設：

$$delay (one\ way\ delay) = delay1 = delay2$$

(1) 式+ (2) 式得：

$$offset - offset + delay1 + delay2 = (B - A) + (D - C)$$

$$delay = \frac{(B - A) + (D - C)}{2} \dots\dots\dots (3)$$

依 (1) 式得：

$$offset = (B - A) - delay$$

(3) 式代入得：

$$offset = (B - A) - \frac{(B - A) + (D - C)}{2}$$

$$= \frac{(B-A)-(D-C)}{2} \dots\dots\dots (4)$$

(1.5.1.3) 結果

完成規劃可行之方塊圖，系統之組成主要包括有：

- 基本頻率產生單元，用以產生基本頻率，伺服端用等級較高的振盪器，如銻原子振盪器，而使用端則用等級較差的振盪器，如石英振盪器。
- 時間產生單元，輸入頻率累積計數，轉換成時間。
- 系統狀態顯示單元，用以掃描各工作模組之即時工作狀態，並顯示在顯示器上供維護人員參考，當有不正常狀況時，並能即時發出警告。
- 時間碼產生單元，將時間信號調變成電話網路可接受頻帶的載波信號，藉以傳送標準時間。
- 呼叫信號產生單元，產生識別信號，控制中斷處理程式的執行，判別不同的呼叫信號識別。本模組可用市面上現有的 IC 來達成，如 CLARE 的 M-991，它是一個可聽的音調產生器，產生普遍使用的單一或配對的頻率，間隔及頻率的選擇使用數位化的控制。
- 撥號音產生及呼叫信號接收單元，接受控制器的控制，產生兩頻率混合的撥號音。本規劃擬使用 ZARLINK 廠牌 整合發送及接收功能的雙音多頻 (DTMF) 積體電路 (MT8888C)，具備微電腦控制介面使容易連接。
- 時間信號濾波及解碼單元，將來自鏈路接收到的調變時間信號，經由此單元濾除雜訊，提供純淨的調變時間信號給時間同步信號偵測單元，本模組擬規劃使用市面上容易購得的運算放大器 TL082 組合成低通濾波器，將高於角頻率的雜訊濾除，使得到純淨的時間信號。
- 時間同步信號偵測單元，此單元為數位化的鑑別器，在鑑別來自對方所發出的準確秒信號。產生每秒一個脈波信號 (1PPS) 藉由圖 1.5.3 簡易數位相關器來達成，時鐘信號為 100Hz。參考位元暫存器 1' 及 2' 固定放置邏輯"1"，因為當出現連續兩個"1"時視為每秒的開始；而圖樣信號檢出器輸出進入信號移位暫存器 (先進先出)，經由兩個互斥或匣與參考位元暫存器互

相比較。當移位暫存器連續輸入兩個邏輯”1”時，則相關器輸出邏輯”1”，表示已偵測出 1PPS 的時間同步信號。

- 電腦控制器，用以監視及控制各硬體單元之工作並負責收集相關數據以進行誤差正。此控制器規劃擬用無風扇式 800MHz 低功率消耗 CPU，的工業電腦來完成。

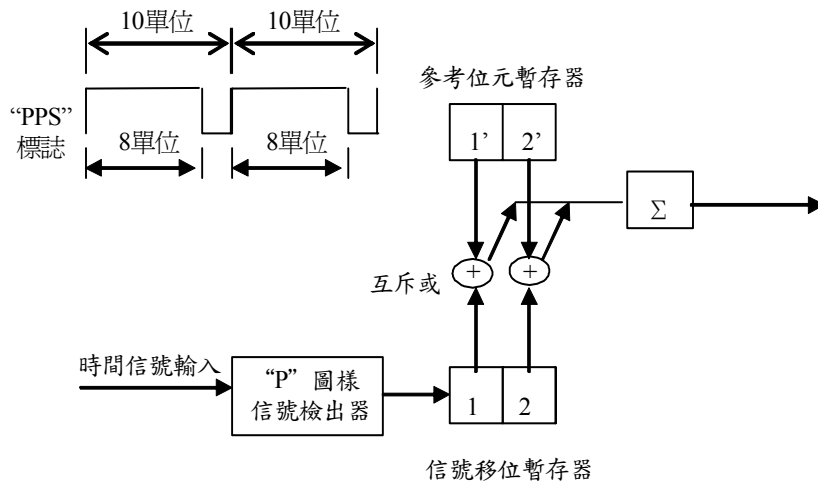


圖 1.5.3 時間同步信號偵測相關器

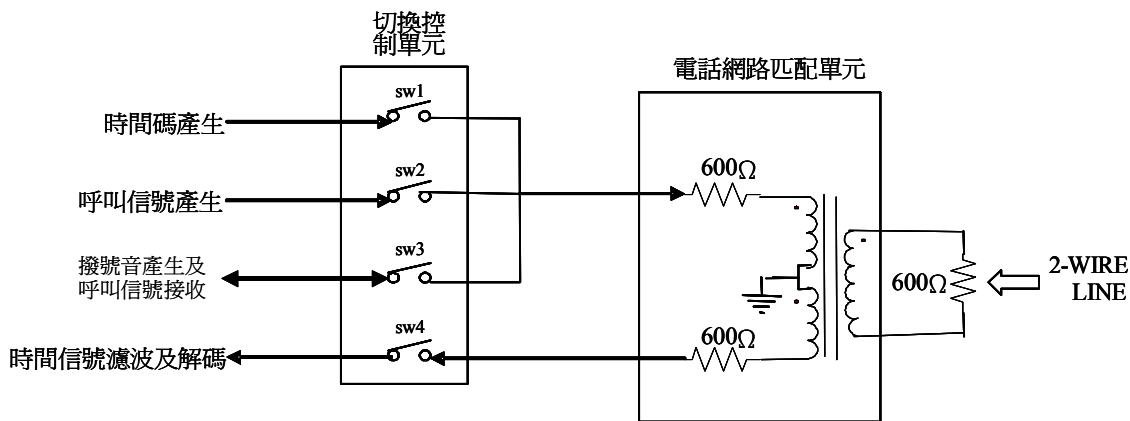


圖 1.5.4 電話網路匹配器

- 切換控制單元，在接受控制單元的控制信號，切換各主要功能單元，適時將各不同信號送出或接收。此切換器擬使用 MAXUM 的 DG202 類比開關，是一組 4 個單擲單投（single-pole-single-throw, SPST）的類比開關。為 CMOS 的結構，供電範圍±4.5V 到±18V。
- 電話網路匹配單元，為各單元傳送或接收信號與電話網路之間的介面，

匹配兩端的電氣信號，如圖 1.5.4。切換控制單元在控制至少三種輸出信號，及一種輸入信號，擬使用一專用於電話網路的匹配器 ST-71（阻抗匹配比 600：600CT）。同時間只能有一個輸入及輸出信號，由電腦控制器決定那一個 switch ON 或 OFF。

#### (1.5.1.4) 應用及效益

- 使用電話網路校時的 IRIG-B 時間碼使用者，可應用上述傳時技術獲得更精準的時間，改善傳統單向校時的缺點，並可提昇國內時間同步系統研發能力，促進相關技術的發展。
- 爲了降低國家時頻實驗室的 NTP 校時負荷，且可提高使用者校時的準確度，一個企業網路內的校時策略，如果儘量避開廣域網路，而在各自的區域網路內建構一個 NTP 時間伺服器，而這個 NTP 伺服器經由本系統的運作原理校時，則可避免網路遭受惡意攻擊，又可得到更準確的時間。

#### (1.5.1.5) 未來工作重點

- 進行伺服端系統軟硬體原型之製作，其中包括各信號產生及接收模組，如時間碼收發模組、呼叫信號收發模組以及 switch 模組等。
- 配合伺服端系統，進行使用端 DOS 測試環境的建立。收集數據，評估經由雙向校時演算法，得到兩鐘間之 offset 及路徑 delay，驗證性能。

#### (1.5.1.6) 自評與建議

本系統目前仍在研發中，目前進度可在單向模式運作。本系統最終希望在國家時頻實驗室內建立一個高精度的電話網路時間伺服系統，使能克服來自不同地區使用者的不同路徑延遲問題，不論其位於台灣何處，其校時準確度能提升到接近伺服端的程度。目前在系統原型方面，規劃設 4 個通道，先具備單向系統功能，並選擇其中的第 4 個通道，改裝具雙向的功能，待完成實驗，確定可行後，再進一步擴充成完整 4 個通道。至於在使用端，先在 DOS 環境下建立與伺服端的互動機制功能，含硬體及軟體，驗證應用雙向校時演算法於電話網路校時，確實可達到相對高準確性的目標。

## (1.5.2) 年度專利申請現況說明(執行期間：97/01~97/12)

### (1.5.2.1) 說明

本年度專利申請題目為：一種精確校時系統及方法。依本所規定須作相關專利檢索，本專利檢索檢索的 keyword：時間、傳時、時間傳送、電話傳時、電話網路傳時、雙向傳時、回路傳時。另外，須填列相關表格：專利申請表、貢獻度申請表、主管推薦表以及本室自行規定的專利佈局與申請輔助試行表。10月已提出申請，進入本所行政程序。針對本專利申請範圍，利用「中華民國專利資訊檢索系統」及「中華民國專利資訊網」檢索相關專利共 10 篇，其技術與本專利之差異歸納如下：(1)多數專利為針對系統時間進行設定與時間記錄技術，不同於本專利針對時間傳遞及校時技術。(2)有應用無線廣播系統來傳送時間的專利，其傳送方式為單向廣播，接收者只能被動接收，無法將路徑延遲消除，因此不同地點接收準確度都不一樣，不及本專利使用電話網路來傳送時間，又應用雙向傳時技術，經由特定演算法將路徑延遲大幅消除，使得傳時精度幾乎不受路徑距離影響。(3)有應用衛星定位來校正時間的專利，系針對以無線衛星定位校正時間的方法，與本專利申請技術針對在有線電話網路上明顯不同。總之，本發明係關於一種精確校時系統及方法，特別是一種應用主從架構的雙向校時技術，發送及接收信號採半雙工方式傳遞在相同的電話網路上，經由特定的校時演算法，將路徑延遲消除，使獲得兩端時鐘精確同步在 $\pm 50$  微秒範圍。本發明所使用的方法亦適用於在所有對稱性的網路（即信號送、收過程，所經路徑時間延遲相同，包含所用設備及線路）精確校時。

### (1.5.2.2) 發明摘要：

一種精確的校時系統，其應用於主從架構校時之伺服端及使用端，而使用端接收伺服端的時鐘信號，伺服端也接收使用端的時鐘信號相互比對，使達到使用端時鐘精確同步伺服端時鐘為目的。該系統伺服端及使用端架構相似，且兩端發送器及接收器相互對應，該系統包含有：(a) 時鐘，用以產生時間

信號，伺服端時鐘與國家標準時間保持同步，而使用端時鐘則定期追溯伺服端時間，取得同步後，獨立運作 (Free-run)、(b) 發送器，用以將伺服端 (或使用端) 之時鐘信號發送給使用端 (或伺服端)、(c) 接收器，用以接收來自伺服端 (或使用端) 之時鐘信號、(d) 切換器，用以切換系統何時發送或接收時間信號、(e) 時間差量測器，用以量度本地時刻與接收器收到的時刻之差。同時亦揭露一種精確校時的方法，該方法應用主從架構雙向校時原理，可大幅消除路徑延遲，使得校時精度可大幅度提昇。本發明可應用於任何具對稱性的網路，應用於 PSTN 其校時精確度可達 $\pm 50$  微秒 ( $\mu\text{s}$ ) 範圍。

#### (1.5.2.3) 發明內容

達成上述發明目的之精確校時系統及方法，應用主從架構於伺服端及使用端。伺服端為「主」連接國家標準時間，其時間準確度每年維持與國際標準時間差，於 $\pm 50$  奈秒 ( $1 \times 10^{-9}$  sec) 以內；使用端為「從」，其時鐘 (頻率準確度 $1 \times 10^{-6}$ ) 在追溯伺服端標準時間，於取得同步後，開始獨立運作。雙方皆必須同時具備發送與接收功能，採半雙工方式於 PSTN 網路上，發送或接收信號。主要係利用多個不同功能之信號產生單元及時間碼偵測單元經由控制切換器適時切換各功能單元，使產生及偵測出經由 PSTN 網路傳送或接收對方時間信號，再應用雙向校時演算法計算後，消除路徑延遲，使達成準確校時為目的。

#### (1.5.2.4) 應用及效益

- 適合推廣應用在區域內網路校時。因為，目前大部份的網路電腦校時，都直接連接到網際網路中的 NTP (Network Time Protocol) 時間伺服器，這至少會發生兩個主要問題：一為 NTP 網際網路校時會受網路環境複雜化而改變準確度，也就影響校時效果；另一為 NTP 網際網路校時，其時間傳遞經過眾多節點，任何節點都有可能遭受駭客入侵，而進行攻擊。如果我們避開網際網路，而是在區域網路內建立一個獨立的 NTP 時間伺服器，只供該區域內電腦校時，而此伺服器又經由 PSTN 管道，直接追溯國家標準時



間，則上述問題迎刃而解。

- 適合未來應用在低頻時間廣播電台所無法含蓋之區域，作為中繼器之標準時間來源，因為其準確度足夠應付低頻廣播電台所須。另外，僅只校時準確度來說，由於其校時採雙向校時方式，明顯優於低頻廣播電台的單向廣播方式，而單向廣播方式並無法針對個別使用者作路徑延遲修正，而本發明系統則可。如結合低頻發射器很適合推廣至鐘錶業者或其它應用電波錶的地方，例如電波錶零售商，只要架設一台低頻中繼發射器則其店內可立即輕易接收標準時間，不會有無法收到時間信號的困擾。

## (1.6)標準時間同步服務運轉

### (1.6.1)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性之目標。

### (1.6.2)執行內容(執行期間：97/01~97/12)

- (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。

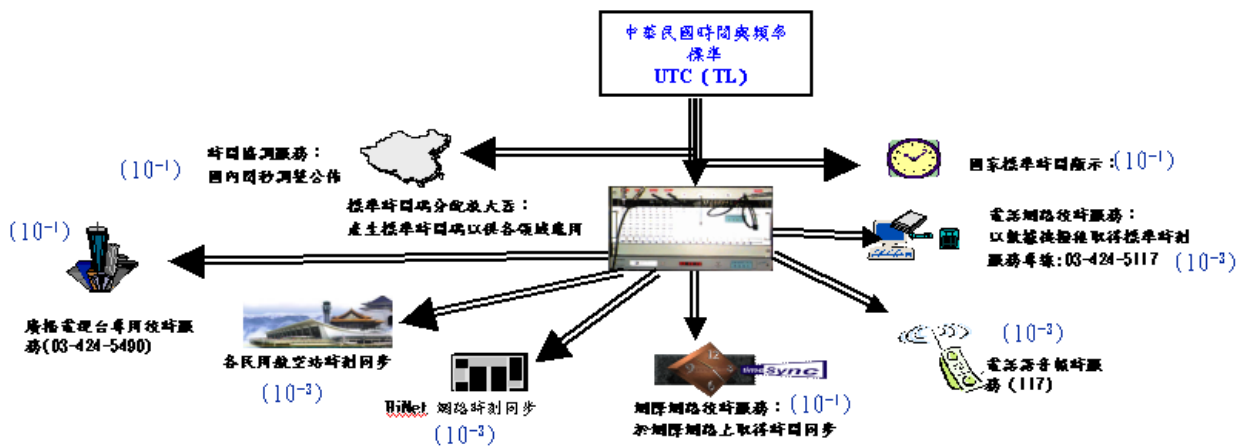


圖 1.6.1、國家標準時間同步服務示意圖

### (1.6.3)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。

#### (1.6.4) 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，每日服務量已超過七百萬次。

#### (1.6.5) 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。

#### (1.6.6) 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，狀況發生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用民生的服務，應該受得到充分的肯定與持續的支持。

## (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) 導航衛星傳送系統維持與資料分析

#### (2.1.1) 自主性 GPS 共視(All-in View, AV)系統建立

##### (2.1.1.1) 執行項目：

進行建立GPS AV觀測站系統升級說明。

##### (2.1.1.2) 執行內容：(執行期間：97/01~97/12)

時間與頻率為重要的基本物理量且互為一體的兩面，應用相當廣泛，科技愈發達其精確度要求愈高。GPS 共視法始於 1980 年代由美國標準與技術研究院(NIST)所開發出來的遠端時間與頻率比對技術，系統最早是以單頻單通道 GPS 接收機進行國際比對研究，發展至今，目前的研究趨勢是以雙頻多通道設備進行比對，可將系統比對的誤差由 3~10 奈秒降至 1 奈秒內。在 TL 現有的 GPS 共視法國際比對設備中，分別為 ASHTECH Z12T GPS P3 電碼設備、TOPCON/NMIA 多通道雙頻 GPS 共視法設備，這些設備皆可用以達成遠端時頻比對的目的，隨著所使用的不同觀測量，系統的精確度由 1 奈秒到 10 奈秒。

為了建立 TL 的技術能力，我們進行了 GPS 全視系統的發展，建立此系統可進一步了解 GPS 全視系統的運行，並可根據特定需求進行改良，此外，此系統亦可做為我們在 GPS 傳時系統中的性能提升測試平台，對於 GPS 傳時性能提升研究有著極大的幫助。此研究係彭新民博士離職後，其研究計劃之接續。目的在建立自主性 GPS 全視觀測站。彭博士原利用舊有之 Intel Pentium 100 PC，以 Linux 作業系統撰寫驅動程式，收集 Trimble Thunderbolt GPS Receiver 資料，並以 GT-200 Internal Time Interval Counter Card 紀錄 GPS 與 UTC(TL) 1PPS time difference，再以自行撰寫之分析程式產生標準 CGGTTS 格式檔案，以備與其他站台做比對。我們更新老舊之 Intel Pentium 100 PC，改以 Pentium II 350 作為平台，所有程式均重新編譯以加快處理速度。原有之分析程式 bug 過多，另以 perl 語言改寫部分程式，以產生較穩定之結果。除了上述之更新外，我們也正在建立一套以 Windows 作業系統

為平台的自主性 GPS 全視系統觀測站，此系統資料處理程式利用 Builder C++ 撰寫，其負責收集 Trimble Thunderbolt GPS Receiver 資料並配合 Time Interval Counter 之輸出產生標準 CGGTTS 格式檔案，以備與其他站台做比對。由於此視窗程式是以 Windows 作業系統平台下去撰寫，不論在操作上或後續功能的增加上都非常方便且有彈性，因此對於推廣至國內各次級實驗室使用及建立完整的國內時頻追溯鏈路，相信是非常有幫助的。

#### (2.1.1.3) 結果

目前所自行發展的系統中，所採用的時間間格計數器元件有兩種分別為 Guide Technology, Inc. 所生產的 GT200 Universal Counter Card 或是 HP 53132，而 GPS 接收機部份則採用 Trimble 公司所開發的 ThunderBolt™ GPS Disciplined Clock，而作業系統則分為 Redhat Linux 9.0 版本或以 Windows XP 為版本之作業系統，全部程式以 C 語言撰寫並以 perl 語言或 C++ 進行編譯，程式主體分為 GPS 接收機介面程式，GT200 時間間格計數卡介面程式及資料整合處理程式，程式在每天時刻為 UTC 00:05 進行資料處理並產生前一日之 GPS 觀測數據。圖 2.1.1 及圖 2.1.2 分別為以 Linux 及 Windows 作業系統為平台之硬體，圖中可見 PC 平台及(a) GT-200 Internal Time Interval Counter Card 或 HP Time Interval Counter，以及(b) Trimble Thunderbolt GPS Receiver，二者皆以 10MHz 標準信號鎖定。時間間隔計數器訊號的來源分別為 UTC(TL)及 Trimble Thunderbolt GPS Receiver 接收 GPS 訊號所產生。圖 2.1.3 為產生之 CGGTTS 標準格式檔作 GPS All in view 結果，在一星期內與 GPS 相位差值大約保持在 $\pm 15\text{ns}$ 左右，大致符合 UTC(TL)-GPS 的預期。

#### (2.1.1.4) 應用及效益

為了增進實驗室的技術能力，我們針對 GPS 全視系統進行設備發展工作，在此系統中我們以 Trimble 公司所生產的 ThunderBolt™ GPS Disciplined Clock 做為 GPS 接收機核心，Guild Technology, Inc. 的 GT200 計數卡做為時間間隔計數量測，並在 Linux 系統上成功發展了自製的 GPS 全視系統，其精確度已經達到 L1 C/A 電碼的可接受水準。在此基礎下，實驗室可進一步在此平台上進行 GPS 全視系統的性能增進研究，並逐步提升現有自製系統的精確度，此外，除了上述之系統外，我們也正在建立一套以 Windows 作

業系統為平台的自主性 GPS 全視系統觀測站，此系統資料處理程式利用 Builder C++ 撰寫，其負責收集 Trimble Thunderbolt GPS Receiver 資料(如圖 2.1.4 所示)並配合 Time Internal Counter 之輸出產生標準 CGGTTS 格式檔案，以備與其他站台做比對。由於此視窗程式是以 Windows 作業系統平台下去撰寫，不論在操作上或後續功能的增加上都非常方便且有彈性，因此對於推廣至國內各次級實驗室使用及建立完整的國內時頻追溯鏈路，相信是非常有幫助的。未來若 LF 廣播電台建置完成後，此一系統可應用於此作為標準時間之比對用，如圖 2.1.5 所示。

#### (2.1.1.5)未來工作重點

目前所設計的 GPS 全視系統，在功能上已經能夠進行正常工作，但性能上尚有進一步改善的空間。在電離層修正量部分，目前系統是以廣播星曆所提供的參數進行修正，由於測試數據來自於短基線共頻率源架構，所以電離層延遲會在全視法技術下消除，但此延遲在長基線時會造成系統誤差增加。此外，日本於 94 年開始正式廣播信號之 MSAS 系統，後續也可針對如何整合 GPS 及 SBAS 信號進行研究。另外再 Windows XP 平台上開發的 GPS 共視系統程式目前已可以收集到 Receiver 之資料，未來將持續進行以完成整個程式之撰寫並持續進行改進。

#### (2.1.1.6)自評與建議

TL 自行發展 GPS 全視系統對於將來在 GPS 時頻比對研究上具有非常正面的意義。在學術研究上，TL 可在自行發展的平台進行性能增進測試，以提升 TL 研究水準。而在實務應用中，自行發展的系統可提供國內時間與頻率追溯用途，對於台灣地區時頻追溯體系具有正面的幫助。但由於本實驗室 GPS 研究相關人員相繼離職，時間及人力限制皆使本實驗室無法突破，作更進一步的研發，期待未來來能增聘研究人力並施以一段時間之訓練，以推動時頻標準實驗室之 GPS 相關研究。



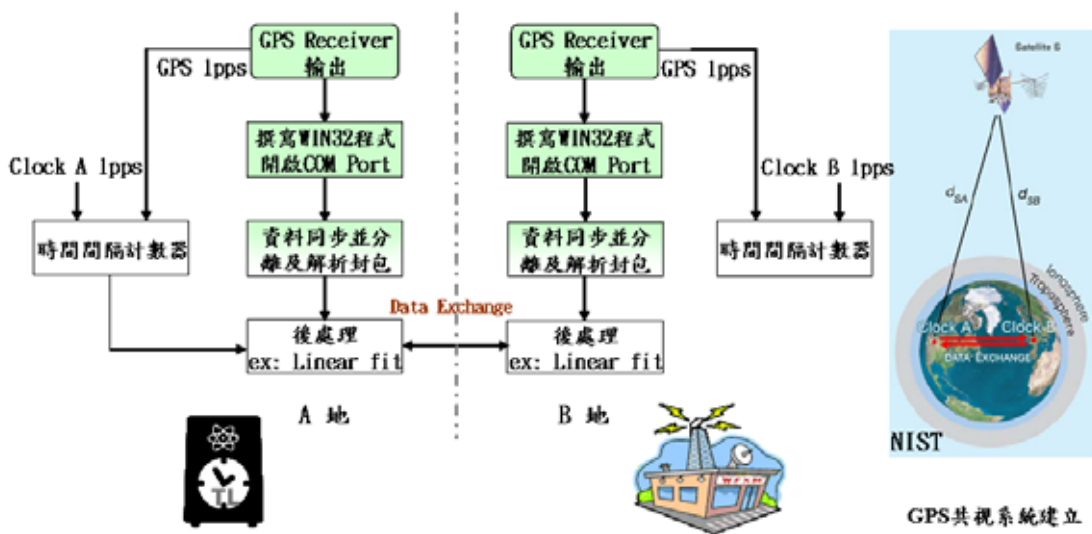
圖 2.1.1 GPS AV 觀測站以 Linux 為平台之硬體系統，  
(a) GT200 Time Interval Card, (b) Trimble Thunderbolt GPS Receiver



圖 2.1.2 GPS AV 觀測站以 Windows XP 為平台之硬體系統，  
(a) GT200 Time Interval Card、(b) Trimble Thunderbolt GPS Receiver







$$(\text{Clock A} - S) - (\text{Clock B} - S) = (\text{Clock A} - \text{Clock B}) + (d_{SA} - d_{SB})$$

圖 2.1.5 自主研发 GPS 遠端時間校時系統示意圖

## (2.1.2) Bernese GPS Software 5.0 操作工作說明

### (2.1.2.1)達成項目

撰寫“完成 Bernese GPS Software 5.0 操作報告”(97.07)

### (2.1.2.2)執行內容(執行期間：97/01~97/12)

GPS 載波相位觀測量為 GPS 衛星訊號中最為精確的測距信號，利用此觀測量可以使導航衛星時頻比對技術的精確度小於 1ns，載波相位時頻傳送技術是利用 PPP (precise point positioning) 的技術進行分析，使用 IGS 所提供的精確衛星軌道座標、雙頻 P1/P2 電碼估測電離層延遲以及地球自轉軸運動模型參數等數據，可計算出每一觀測站相對應 GPS 系統時間的本地振盪器誤差，並可進一步得出各個時頻實驗室間的參考頻率相位變化。目前常用的處理軟體包括由瑞士伯恩大學 (University of Bern) 所發展的 Bernese GPS Software 以及美國麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology) 所發展的 Gamit GPS Software。本實驗室先前購入的 Bernese GPS Software 4.2 僅能於 Linux 系統操作，隨著 Windows 版本的出現 (5.0 版本)，使用者的操作環境更加的便利，本篇報告擬藉由執行最基本的單點定位程序來熟悉此軟體的操作環境及功能。

### (2.1.2.3)結果

在安裝完 Bernese GPS Software 5.0 後，先執行範例操作。打開名稱為 GPSDATA 的資料夾，裏面應只有名稱為 EXAMPLE 的專案，由於範例操作所需要的檔案都包含在裡面，因此不需做任何更動，接著執行 Bernese 軟體，選擇 EXAMPLE 的專案，設定時序(session)，接著執行 PPP.PCF (精密點定位程序控制檔)，得到的定位結果如圖 2.1.6 所示。

PPP_021430		27-MAY-08 17:27				
LOCAL GEODETIC DATUM: IGS00			EPOCH: 2002-05-23 12:00:00			
NUM	STATION NAME	X (M)	Y (M)	Z (M)	FLAG	
1	BRUS 13101M004	4027893.7751	307045.7658	4919475.0690	A	
2	FFMJ 14279M001	4053455.8973	617729.6009	4869395.6576	A	
3	MATE 12734M008	4641949.5875	1393045.3614	4133287.4049	A	
4	ONSA 10402M004	3370658.5746	711877.0835	5349786.9125	A	
5	PTBB 14234M001	3844059.9766	709661.2499	5023129.4920	A	
6	VILL 13406M001	4849833.7186	-335049.0885	4116014.8863	A	
7	ZIMJ 14001M006	4331293.9545	567542.0772	4633135.6641	A	
8	ZIMM 14001M004	4331297.0871	567555.8146	4633133.8814	A	

圖 2.1.6 執行 PPP.PCF 精密點定位程序的結果

上述執行 PPP.PCF 對於精密點定位是一個快速而有效的方法，然而使用此一方法必須接受某些條件的限制，例如不可以對觀測站作任何的條件限制、觀測站接收的 GPS 資料需含雙頻電碼等。因此，若要固定某一觀測站的座標或是其中一觀測站使用 GPS 單頻資料，PPP.PCF 就不能用了。在這種狀況下，必須採用逐步操作並設定相關的參數才能達到精密點定位的目的。以下我們將開啟一個新的專案並分析來自 TWTF 及 TG12 兩個觀測站的 GPS 資料。產生一新專案 MYFIRST，接著將以下的檔案下載至新專案的子資料夾中，其中 www 是 GPS 星期，d 是 GPS 星期的第幾天，yyyy 是年(四位數)，yy 是年(二位數)而 mm 是每年的第幾月。

(a)由 ftp://igsb.jpl.nasa.gov/pub/product/www  
IGSwwwd.PRE → MYFIRST/ORB/  
IGSwww7.IEP → MYFIRST/ORB/  
IGSwwwd.CLK → MYFIRST/OUT/

(b)由 ftp://ftp.unibe.ch/aiub/bswuser/sta  
IGS\_00\_R.CRD → MYFIRST/STA/  
IGS\_00\_R.VEL → MYFIRST/STA/

(c)由 ftp://ftp.unibe.ch/aiub/code/yyyy  
CODwwwd.ION → MYFIRST/ATM/  
P1P2yymm.DCB → MYFIRST/ORB/  
P1C1yymm.DCB → MYFIRST/ORB/

最後將 TWTF 及 TG12 的觀測檔(RINEX 格式)放到 MYFIRST/RAW 中完成所需的資料準備，接下來開始進行定位程序，茲簡介如下。於"RINEX > RINEX utilities > Extract station information"取得觀測站資料；然後在"Campaign > Edit station files > Abbreviation table"下建立觀測站名稱縮寫表；在"Service > Coordinate tools > Extrapolate coordinates"下以外插法建立世界各主要觀測站於本次設定時序的瞬間座標；而後於"RINEX > Import RINEX to Bernese format > Observation files"將觀測檔由原來的 RINEX 格式轉為 Bernese 軟體可接受的格式；接下來在"Orbits/EOP > Handle EOP files > Convert IERS to Bernese format"下將地軸轉動資訊由原來的 IERS/IGS 格式轉為 Bernese 軟體可接受的格式，其中 IERS 是 International Earth Rotation & Reference Systems

Service 的縮寫；然後於"Orbits/EOP > Creat tabular orbits"將精確軌道由地球參考座標系轉為天體參考座標系；再於"Orbits/EOP > Creat standard orbits"將衛星軌道計算為標準格式；接著在"Processing > Code-based clock synchronization"下計算接收機時間的修正量；接著於"Processing > Baseline file creation"產生一次差觀測量；然後在"Processing > Phase preprocessing"下執行相位觀測量週波脫落偵測及補償；最後於"Processing > Parameter estimation"以相位二次差進行參數估算，由於我們打算固定觀測站 TWTF 原來的座標來推估觀測站 TG12 的位置，因此需在觀測站座標數據定義項目中選擇"Coordinates fixed"及"MANUAL"，如圖 2.1.7 所示。所有的參數設定好後便開始執行，觀測站 TG12 的座標經計算其結果如圖 2.1.8 所示。

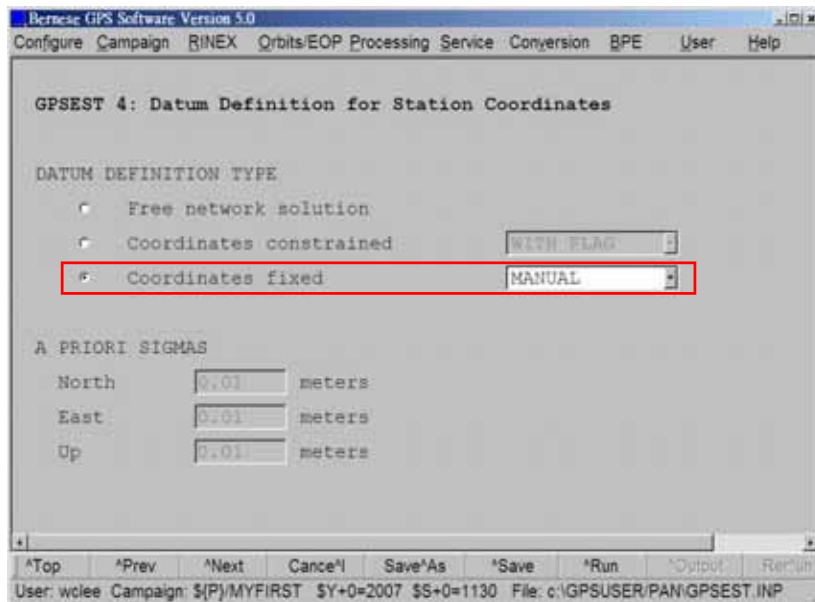


圖 2.1.7 手動選取欲固定座標的觀測站

TEST						02-JUL-08 15:33
LOCAL GEODETIC DATUM: IGS00						EPOCH: 2007-04-23 16:19:45
NUM	STATION NAME	X (M)	Y (M)	Z (M)	FLAG	
1	ALGO 40104M002	918129.3396	-4346071.2921	4561977.8658		
2	ASCI 30602M001	6118526.0459	-1572344.7483	-876451.0656		
3	AUCK 50209M001	-5105681.2495	461564.0374	-3782181.4462		
4	BAHR 24901M002	3633908.7400	4425275.5705	2799861.5379		
.						
.						
.						
.						
58	YARZ 50107M004	-2389026.0152	5043316.9315	-3078530.2195		
59	YELL 40127M003	-1224452.7190	-2689216.1545	5633638.2697		
60	ZWEN 12310M001	2886325.3153	2155998.5272	5245816.1758		
61	TG12	-2994432.3830	4951304.7360	2674493.3681	P	
62	TWTF 236035002	-2994428.0200	4951309.2800	2674496.9100	F	

圖 2.1.8 觀測站 TG12 座標的計算結果

#### (2.1.2.4)應用及效益

- (a)Bernese GPS Software 5.0 對於載波相位觀測量的分析具有強大的功能，可以估計並消除眾多變因的影響，如衛星軌道及時鐘誤差修正、建立大氣模型、相對論效應修正、衛星姿態效應、地理觀測站位置偏移及地球自轉軸偏移效應等。
- (b)本次無論是執行 BPE (Bernese Process Engine)下的 PPP.PCF 程序或是以逐步操作的方式選擇想要的條件參數 (如使用單頻機收機的資料&固定觀測站的座標) 都得到良好的定位結果。

#### (2.1.2.5)未來工作重點

Bernese GPS Software 5.0 的操作程序相當複雜，一開始許多問題係與本實驗室之前的同仁彭新民博士以及清雲科技大學的葉大綱博士討論後進而順利解決，未來將持續深入載波相位觀測量及各種修正量模型的了解，以期能發揮本軟體更大的功能。

#### (2.1.2.6)自評與建議

Bernese GPS Software 5.0 對於載波相位觀測量的分析具有強大的功能，可以估計並消除眾多變因的影響，如衛星軌道及時鐘誤差修正、建立大氣模型、相對論效應修正、衛星姿態效應、地理觀測站位置偏移及地球自轉軸偏移效應等。但其操作程序相當複雜，未來將持續深入載波相位觀測量及各種修正量模型的了解，以期能發揮本軟體更大的功能。

## (2.2) 衛星雙向傳時系統建立及品質提昇

### (2.2.1) 衛星雙向傳時歐、亞比對鏈路的進展與現況

#### (2.2.1.1) 達成項目

建立與德國 PTB (國際時頻比對中心)的衛星雙向傳時比對鏈路(97.03)

#### (2.2.1.2) 執行內容(執行期間：97/01~97/12)

衛星雙向傳時(TWSTFT)是目前最精準的傳時比對技術，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，包括與日本 NICT、NMIJ、中國 NTSC、韓國 KRISS、新加坡 SG 等實驗室合作的亞太地區衛星雙向傳時網，並陸續拓展比對鏈路至荷蘭 VSL 等國家實驗室。經過多年不斷的努力，我們於 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。由於德國物理技術研究院(PTB)是國際原子時(TAI)的比對中心，雙方衛星雙向傳時鏈路的建立，將可進一步提高我國標準時間與國際標準時間比對的精確度，並提昇實驗室的重要性。

本實驗室在歐、亞衛星雙向傳時比對鏈路的重要進展與里程碑：

- 2002 年 3 月，完成對歐洲 Ku-band earth station 的設置，然後尋找適合衛星及聯繫歐洲實驗室，並進行前置測試。
- 2003 年 3 月，我們成功建立全球第一條連接亞洲(台灣 TL)及歐洲(荷蘭 VSL)的衛星雙向傳時鏈路。維持一週兩次的例行比對實驗。
- 2005 年 7 月，日本 NICT 與德國 PTB 建立另一條歐、亞衛星雙向傳時鏈路。隨後 NICT 主動協助韓國 KRISS 設置衛星地面站建立與德國 PTB 的傳時鏈路。然而 NICT-PTB 的衛星雙向傳時資料，每日有約 1.5 ns 的周期性變化現象，尚無法解決。(台灣 TL 及荷蘭 VSL 提供 NICT 及 PTB 測試經驗上的協助)。
- 2005 年 9 月，本實驗室完成衛星雙向傳時自動化操作及資料處理系統，得以大量節省人力操作之負荷。我們於是提高實驗密度為一天一次。成功的實驗從 2005 年 9 月持續到 2006 年 2 月初。之後因租不到短期通訊衛星頻道，

實驗只好暫停。

- 2006 年 8 月，鑒於上行和下行不同極化的衛星轉頻器皆被租滿的狀況，我們升級地面站 MOT 解決極化的問題。
- 2007 年 9 月，我們借用日本 NICT 的衛星頻道進行實驗，恢復台灣 TL 與荷蘭 VSL 的傳時比對，每兩小時進行一次實驗。2008 年 4 月因 VSL 的地面站需重新認證而暫停。
- 2008 年 1 月，我們在日本 NICT 的協助下完成地面站的上線測試。
- 2008 年 3 月，我們建立與德國 PTB 的衛星雙向傳時比對鏈路，每小時進行一次實驗。



圖 2.2.1 衛星地面站照片





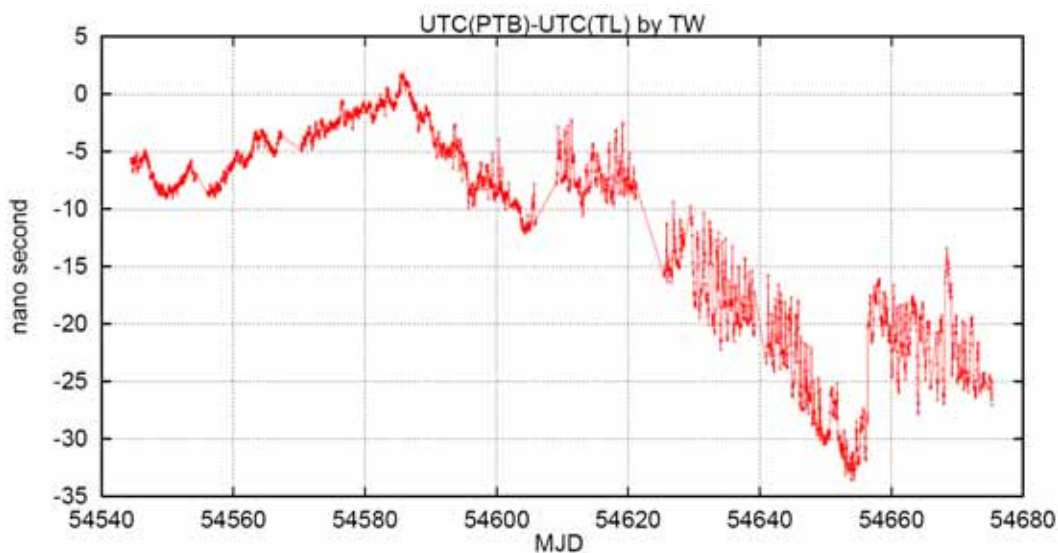


圖 2.2.3 與德國 PTB 的衛星雙向傳時結果

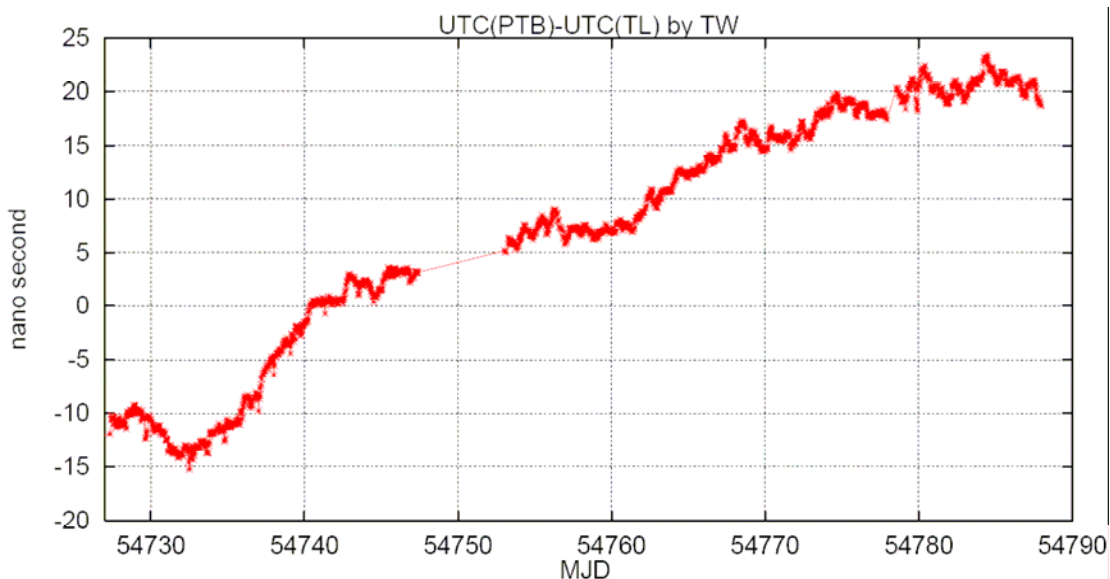


圖 2.2.4 與德國 PTB 的衛星雙向傳時結果(戶外設備更新後)

#### (2.2.1.4)應用及效益

- (a) 衛星雙向傳時能夠提供的極佳的比對精度，而德國 PTB 是國際時頻比對中心，能夠直接與 PTB 進行衛星雙向傳時比對，有助於國際比對精確度的提升，確保國家時間與國際標準的一致性。
- (b) 衛星雙向傳時實驗的進行，包括費用的分攤、實驗的聯繫及操作以及數據的交換與發表，都必須透過雙方的溝通合作才能達成目的，也因此容

易與合作夥伴建立深厚的友誼。能與德國 PTB 直接合作，有助於實驗室技術能力的進步。

- (c) 德國 PTB 是歐盟伽利略衛星計畫的重要成員之一。而伽利略計畫的時頻控制中心，計畫透過衛星雙向傳時技術與國際上重要的時頻實驗室進行時間比對，我們希望將來也有機會與伽利略計畫時頻控制中心進行時間比對。

#### (2.2.1.5)未來工作重點

分析我們與德國 PTB 的比對數據，每日有將近 1.5 ns 的周期性變化現象。此問題亦出現在他實驗室與 PTB 的實驗數據，我們希望能夠進一步解決此一問題。

目前有興趣參與歐、亞鏈路的實驗室，包括大陸 NTSC、大陸 NIM、日本 NICT、日本 NMIJ、韓國 KRISS、德國 PTB、法國 OP、荷蘭 VSL 等實驗室。由於衛星頻道租用費昂貴，且面臨上漲壓力，原本獨立負擔費用的日本 NICT 希望從 98 年 4 月起，各實驗室能以共同分攤的方式租用衛星頻道，初步的分攤表如表 2.2.1，細節仍在洽商中。

表 2.2.1 同步衛星頻道租用費用分攤表(NICT 分攤其餘月份，沒有列在表上)

Institute	Contribution	Institute	Contribution
OP	1 month/1 year	NIM	1 month/1 year
PTB	1 month/1 year	NMIJ	2 months/1 year
VSL	1 month/ 2 years	NTSC	2 months/1 year
KRISS	1 month/1 year	TL	1 month/1 year

最新的訊息指出 Intelsat 打算在明年 4 月將我們現階段使用的 IS-4 beam 切換到印度。所以目前正在找尋其他適合的衛星來連接歐、亞的鏈路。

#### (2.2.1.6)自評與建議

德國 PTB 是國際時頻比對中心，過去幾年我們積極聯繫 PTB 希望直接進行衛星雙向傳時比對，都未能順利推動。近兩年來情況逐漸改變，經雙方的

共同努力，終於在今年 3 月建立與德國 PTB 的衛星雙向傳時比對鏈路，且每小時進行一次時頻比對。這樣的轉變企機，一是亞洲實驗室貢獻的 TAI 權重越來越大，歐、亞時頻比對鏈路的重要性大增；另外一個原因，則是因為衛星租用費等經費，需要參與實驗室一起攤銷。國際合作講究互信與實質利益，人脈、技術能力與經費缺一不可。我們仍需持續努力，向國際社會貢獻技術能力。

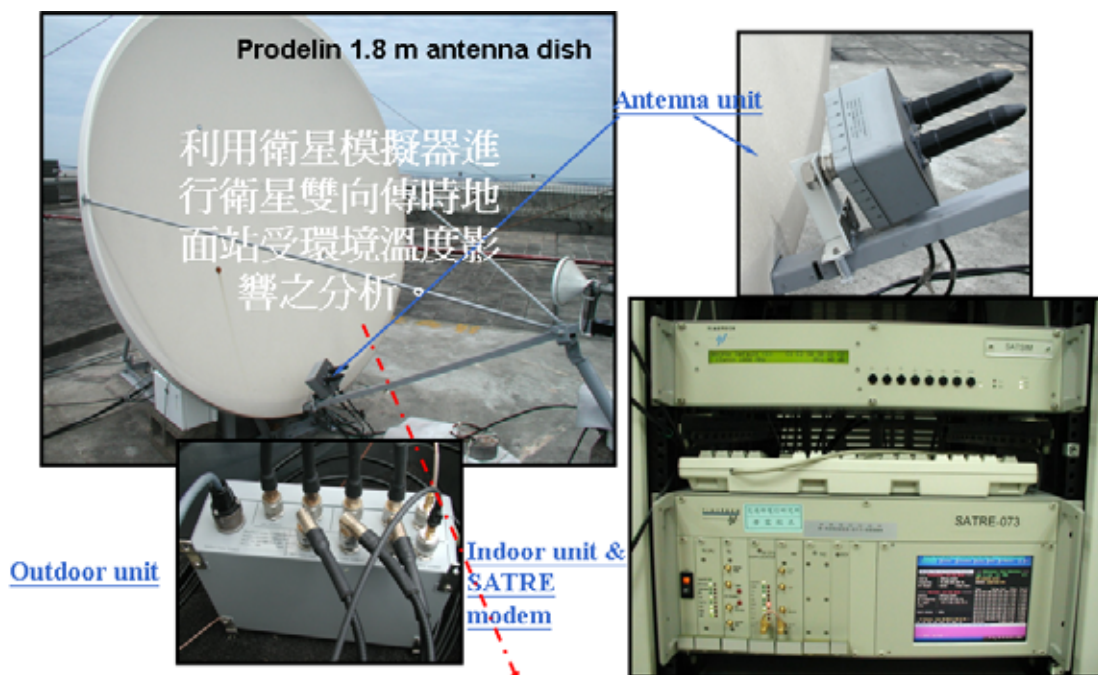
## (2.2.2) 衛星站維修現況說明

### (2.2.2.1) 執行項目

1.8 米衛星雙向傳時地面站維修工程，預計年底前完成維修

### (2.2.2.2) 執行內容(執行期間：97/01~97/12)

衛星雙向傳時是重要且精度極高的國際時頻比對方法，其傳時精確度可達 nano-second 的範圍。為確實掌握雙向傳時之技術特點，提高傳時效能，國家時頻標準實驗室於本所 F 棟 8 樓頂設置一座 1.8 米衛星雙向傳時地面站如圖 2.2.5 所示，並搭配衛星模擬器進行地面站設備之時間延遲分析的研究。現因 1.8 米 Ku-Band 碟型天線破損、ODU 設備老舊、支架生鏽等因素，致使性能變差，目前已請廠商進行天線維修、支架調整及配件更新，以恢復天線性能，並延續相關之傳時研究及提昇設備效能。



目前Antenna破損及Outdoor Unit故障

圖2.2.5 1.8米衛星雙向傳時地面站

### (2.2.2.3) 結果

1.8米衛星雙向傳時地面站設備現已請廠商進行設備之更新與維修，相關維修之設備目前已送至國家標準時間於頻率實驗室，預計於年底前完工並完成相關系統之測試。相關測試如下：

(a)將1.8米衛星天線及收發信機連接至本實驗室之傳時調變機，利用低功率信號進行各項功能測試，確定整體之搭配操作正常。

(b)測試租用衛星之信標(Beacon)信號，調整地面站碟型天線至最佳接收角度，如下表為PanAmSat satellites之Beacon frequencies。

**PanAmSat satellites - Beacon frequencies**

Satellite	C-band	Ku-band
Galaxy 12	No Beacon	No Beacon
Galaxy 13	4.1985 GHz (V)	
	4.1995 GHz (V)	
Galaxy 14	No Beacon	No Beacon
Galaxy 15	No Beacon	No Beacon
Intelsat 3	4.1985 GHz Linear (H)	11.699 GHz Circular (RH/LH)
	4.199 GHz Linear (H)	
Intelsat 4	4.199 GHz Linear (H)	12.5 GHz Circular (RH/LH)
	4.1995 GHz Linear (H)	
Intelsat 6B		11.2005 GHz Linear (H)
		11.201 GHz Linear (H)
Intelsat 7	3.698 GHz Linear (H)	11.457 GHz Linear (H)
		11.453 GHz Linear (H)
Intelsat 8	3.698 GHz Linear (H)	11.457 GHz Linear (H)
		11.453 GHz Linear (H)
Intelsat 10		11.699 GHz Linear (V)
		12.7495 GHz Linear (H)

(c) 如下圖2.2.6所示為Modulation Signal信號送收檢驗示意圖：首先以雙向傳時調變機(Modem)發送調變信號為-22.7 dBm之功率，測試量測點1及2是否符合如下圖預估之功率值範圍內，接著將所接收之下行信號接到Modem之接收端，測試量測點3是否符合如下圖預估之功率值範圍內並檢驗SATRE接收端C/N ratio是否達到 50dB/Hz以及是否能順利鎖住本身的信號。

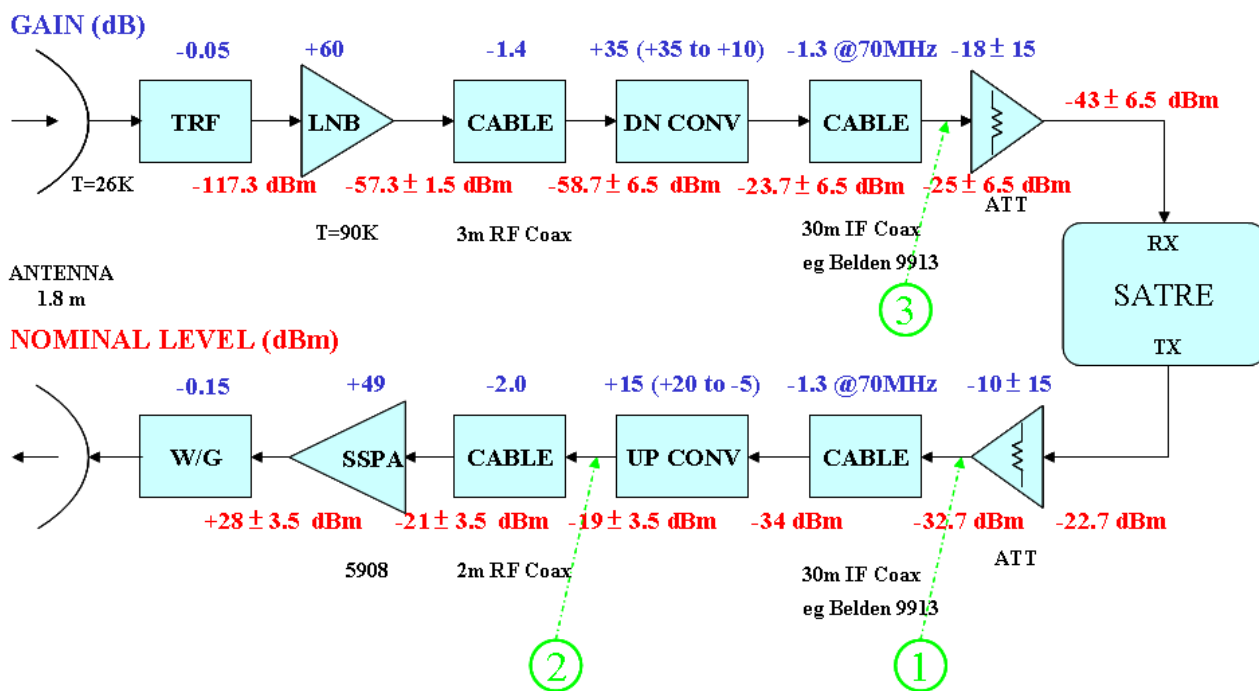


圖2.2.6 Modulation Signal信號送收檢驗示意圖

#### (2.2.2.4) 應用及效益

目前實驗室有三座Ku-band衛星雙向傳時地面站，其中僅有本次維修之1.8米衛星地面站上安裝衛星模擬器，可進行地面站送收傳時延遲相關之實驗研究。恢復設備傳時比對的性能，持續進行相關實驗研究。

本地面站維修及支架配件調整更新等，為確實掌握雙向傳時之技術特點，及繼續提高傳時效能之基礎。另對於繼續進行亞洲比對實驗，或未來與美洲間傳時鏈路之建立與維持，進而提昇本所國際能見度與重要性，都有很大的助益。

#### (2.2.2.5) 未來工作重點

持續深入對傳時特性及衛星模擬器的了解，維持與先進國家實驗室間密切的合作與互動，使實驗室的傳時技術精益求精。對 CCTF TWSTFT 工作小組衛星模擬器工作分組亦能提供相對貢獻，提昇本實驗室國際形象。

#### (2.2.2.6) 自評與建議

本地面站維修將於年底前完成完成維修作業，待維修作業完成後將持續進行傳時比對實驗之研究，提升本實驗室傳時技術能量進而國際能見度與重要

性。鑒於衛星雙向傳時數據的重要性，及更大量和精準的實驗數據不斷產生，我們已經完成自動化計算及繪圖程式，能夠每日更新數據。持續深入衛星模擬器的了解，維持與先進國家實驗室間密切的合作與互動，可提昇本實驗室國際形象。未來將搭配 GPS 數據進行資料分析比較，以便於遠距離 GPS 比對系統之建立參考。

### (2.2.3) 遠距離衛星雙向傳時數據與 GPS 數據之比較

#### (2.2.3.1) 達成項目

完成遠距離衛星雙向傳時數據與 GPS 數據之比較技術報告一篇(97.11)

#### (2.2.3.2) 執行內容(執行期間：97/01~97/12)

隨著亞太地區時頻實驗室對產生國際原子時(TAI)的貢獻愈來愈大，歐、亞跨洲傳時比對鏈路的重要性也愈來愈大，因為各個時頻實驗室的原子鐘資料都必須透過此傳時鏈路的聯繫才得以被 BIPM 採用。遠距離的時間傳送具有相當大的難度。近幾年來，衛星雙向傳時(TWSTFT，以下簡寫為 TW)與 GPS 是主要的遠距離傳時技術，重要的國家實驗室多有投注設備及心力在這兩項技術上。

TW 與 GPS 這兩項技術各有其優缺點，例如 GPS PPP (time transfer using the Precise Point Positioning technique)因為採用 GPS 載波相位(carrier phase)資訊，而具有絕佳的短期穩定度及精度不受鏈路距離影響的優點；但是它的準確度可能會有 bias、day boundary 不連續性以及長期擾動等問題，所以有相對較大的校正不確定度( $u_B \approx 5\text{ns}$ )。TW 的優勢在於精確的校正不確定度( $u_B \approx 1\text{ns}$ )及可信的長期穩定度；然而，最近的研究顯示 TW 有 diurnal variations 的現象，在長距離的比對鏈路中格外明顯，例如與亞太實驗室與德國 PTB 的鏈路，美國與歐洲實驗室的鏈路。

我們在 TW 與 GPS 數據的研究上，與 BIPM 的 Dr. Jiang 討論及合作，他利用 Vondrak-Cepek combined smoothing 的方法結合兩項技術的優點，產生一精確的傳時比對結果。此一結果與日本 NICT、韓國 KRISS 及德國 PTB 共同發表於 ATF 2008 的時頻研討會。

#### (2.2.3.3) 結果

以 Time Deviations (Tdev)分析 NICT-PTB 及 TL-PTB 的傳時實驗數據，如圖 2.2.7 及圖 2.2.8，包括衛星雙向傳時 TW 數據、GPS PPP 數據以及 TW+PPP combined 數據。可以發現 TW 的數據受到 diurnal 的影響，其短期穩定度比



GPS PPP 差一些，而 TW+PPP combined 的數據有最佳的結果 (Tdev 最低)。

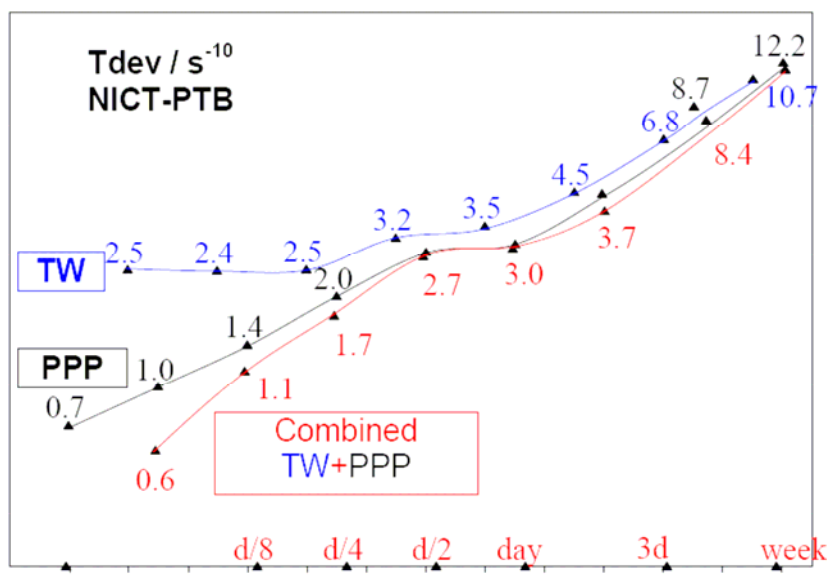


圖 2.2.7 以 Time Deviations 來比較不同的 NICT-PTB 傳時數據:包括衛星雙向傳時 TW、GPS PPP 以及 TW+PPP combined 數據。

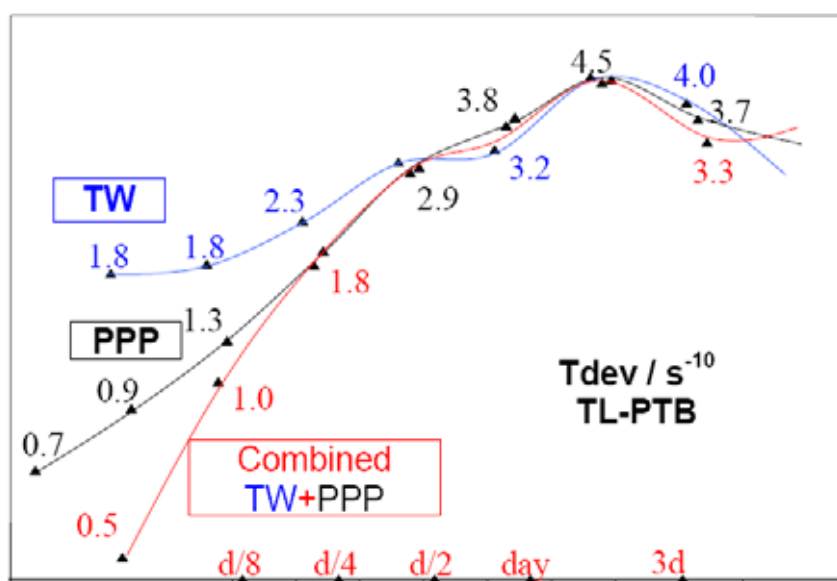


圖 2.2.8 以 Time Deviations 來比較不同的 TL-PTB 傳時數據:包括衛星雙向傳時 TW、GPS PPP 以及 TW+PPP combined 數據。

#### (2.2.3.4) 應用及效益

遠距離衛星雙向傳時數據，例如亞太實驗室與德國 PTB 的鏈路，含有明顯的 diurnal variations；而 GPS PPP 數據不含 diurnal 現象且有絕佳的短期穩定度，但是 GPS PPP 有 bias 及 day boundary 不連續性等問題。結合這兩項技術，可以有下列的優點: (a)提昇短期穩定度;(b)保持 TW 校正不確定度及長

期穩定度較佳的優點;(c)減少 TW 數據的 diurnal 干擾;(d)修正 TW 及 GPS 數據可能發生的 gaps, jumps, discontinuities and drift 現象。(e)偵測 TW 及 GPS 數據的明顯誤差。(f)產生更強固的傳時比對鏈路。

#### (2.2.3.5)未來工作重點

GPS PPP 數據有絕佳的短期穩定度,但是有 day boundary 不連續性的數學模型問題,結合衛星雙向傳時數據是一個合理的方法。亞太實驗室與德國 PTB 衛星雙向傳時鏈路的 diurnal variations, 目前仍是懸而未解的難題,利用 GPS 數據來改善 diurnal variations 也是合理的方法。

#### (2.2.3.6)自評與建議

今年我們嘗試結合兩種技術,得到不錯的數據。預期相關的研究,有助於提昇傳時比對數據的品質。未來將持續與國際實驗室合作,進一步發表相關的研究成果,以期數據能被科學界正式採用。

### (三) 時頻傳遞與推廣應用

本年度本工作項目主要包括：舉辦時頻業務研討會活動及電子數位信賴時間技術研發。執行情形如下所述：

#### (3.1) 時頻業務推廣活動

##### (3.1.1) 辦理轉速計校正能力試驗討論會事宜(97/05/23)

###### (3.1.1.1) 達成項目

完成辦理轉速計校正能力試驗討論會(97/05/23)

###### (3.1.1.2) 執行內容(執行期間：97.01~97.05)

為配合經濟部標準檢驗局之 520 世界計量日系列活動，並使後續能力試驗比對活動之規劃，符合 ISO17025 規範及全國認證基金會(TAF)對國內校正實驗室參加能力試驗活動的要求，本實驗室乃於 5 月 23 日在本所舉辦轉速計校正能力試驗活動討論會，邀請到全國認證基金會(TAF)、中山科學研究院、軍備局儀校所、儀校科技公司等單位的代表蒞臨指導。

討論會當日的議程主要包括兩部分：(a)TAF 能力試驗相關要求之簡介與討論；及(b)轉速計校正能力試驗事務及問題討論。與會人員對於轉速計能力試驗活動，踴躍提出了許多相關議題及寶貴的建議。會議結束後，即安排與會貴賓進行國家時頻標準實驗室參觀。

###### (3.1.1.3) 結果

會議中討論議題之一，是以其他型式舉辦此活動的可能性，如：以中科院扮演分包實驗室角色參加活動等。經實驗室代表將意見帶回，與上級長官討論後，認為受限於中科院內工作與人力調度較為困難，因此暫不考慮以此方式進行。因此，轉速計校正之能力試驗或邀約比對活動，仍需由本實驗室主辦。

為配合規範上對參與能力試驗活動的週期及時程要求，軍備局儀校所建議明年中辦理轉速計校正能力試驗。

###### (3.1.1.4) 應用及效益

由本次討論會之意見交流，使本實驗室人員及業界實驗室代表對於能力試

驗活動的要求及發展趨勢，有更清楚的了解。不僅化解了部份實驗室對於邀約比對實驗的困擾。同時對如何選擇及參與能力試驗活動，進而符合認證規範的要求達成了共識。

#### (3.1.1.5) 未來工作重點

未來將配合認證規範及 TAF 對於能力試驗執行機構的要求，申請及通過認證，使辦理之能力試驗活動更具公信力。其次，仍將按照原訂時程週期，舉辦頻率量測及轉速計校正之能力試驗或邀約比對活動，使我國時頻領域的認證制度更加健全。

#### (3.1.1.6) 自評與建議

雖然本實驗室目前並未提供轉速計校正服務，但基於維持時頻領域追溯的職責，並考量符合規範要求的正當性，未來由本實驗室舉辦轉速計校正之能力試驗或邀約比對活動，實屬責無旁貸。

### (3.1.2) 舉辦 97 年度時頻業務研討會

#### (3.1.2.1) 執行項目

完成舉辦「2008 時頻技術與業務推廣研討會」。(97.08)

#### (3.1.2.2) 執行內容(執行期間：97/01~97/09)

為精進時頻相關技術研發與推廣國家時頻實驗室之校正業務，並與校正客戶及產業界進行面對面溝通，以增進國內產業界對時頻技術研發與校正技術的認識，同時瞭解大眾對時頻校正與追溯的需求，本實驗室今年 8 月 28 日假中華電信研究所舉辦「時頻技術與業務推廣研討會」。主要執行內容包括：

- 會議籌備：進行的工作包括規劃會議事宜，建立聯絡清單，寄發會議通知與論文邀稿通知，投稿論文之審查、內容修正與接受(退稿)決策事宜，整理會議簡報資料。
- 編纂會議論文集：收錄集結所發表論文之全文印刷成論文集，供與會者參考，讓與會者除了會中聆聽精采簡報演講外，會後亦可回顧精讀論文細節。

本研討會發表論文主題如下：

論文主題	
1. 灰色比例積分控制器應用於高精度時間同步協定 李炳輝 <sup>1</sup> 、王得貴 <sup>2</sup> 、涂昆源 <sup>3</sup> 、張帆人 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 台灣大學、 <sup>2</sup> 明志科技大學、 <sup>3</sup> 萬能科技大學)	
2. 中頻廣播傳播系統對懸吊金屬體之電磁干擾研究 古家豪 <sup>1</sup> 、王蒼容 <sup>2</sup> 、楊成發 <sup>2</sup> 、葉律佐 <sup>3</sup> 、林晃田 <sup>4</sup> ( <sup>1</sup> 明志科技大學、 <sup>2</sup> 台灣科技大學、 <sup>3</sup> 親民技術學院、 <sup>4</sup> 中華電信研究所)	
3. 應用於時頻廣播之傘型頂端負載天線分析 甘堯江 <sup>1</sup> 、莊惠如 <sup>2</sup> 、金理祥 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 元智大學、 <sup>2</sup> 成功大學)	
4. 高精度主從架構之電話網路校時系統研發 林清江、廖嘉旭、徐漢 (中華電信研究所)	

<p>5. 台灣電離層電子密度不規則體之 GPS 相位擾亂觀測          褚芳達<sup>1</sup>、陳瑋陞<sup>2</sup>、張博程<sup>1</sup>、林信嚴<sup>1</sup>、林晃田<sup>1</sup>、廖嘉旭<sup>1</sup>          ( <sup>1</sup>中華電信研究所、<sup>2</sup>中央大學)</p>
<p>6. 西太平洋低緯度電離層不規則體之長期 GPS 觀測與經度效應          褚芳達<sup>1</sup>、陳瑋陞<sup>2</sup>、曾文宏<sup>1</sup>、李建志<sup>3</sup>、王嘉綸<sup>1</sup>、劉正彥<sup>2</sup>          ( <sup>1</sup>中華電信研究所、<sup>2</sup>中央大學、<sup>3</sup>清雲科技大學)</p>
<p>7. 台灣地區 GPS 與電離層探測儀及福爾摩沙一號衛星之電離層電子密度不規則體聯合觀測研究          陳瑋陞<sup>1</sup>、褚芳達<sup>2</sup>、李建志<sup>3</sup>、蘇信一<sup>1</sup>、劉正彥<sup>1</sup>          ( <sup>1</sup>中央大學、<sup>2</sup>中華電信研究所、<sup>3</sup>清雲科技大學)</p>
<p>8. 自主性 GPS 共視系統之建立          王嘉綸、林信嚴、廖嘉旭          (中華電信研究所)</p>
<p>9. 分散式可信賴標準時間源之校時準確度提昇研究          丁培毅<sup>1</sup>、胡家銘<sup>1</sup>、褚芳達<sup>2</sup>、徐漢<sup>2</sup>、林清江<sup>2</sup>          ( <sup>1</sup>台灣海洋大學、<sup>2</sup>中華電信研究所)</p>

### (3.1.2.3) 執行結果

「2008 時頻技術與業務推廣研討會」已於 8 月 28 日圓滿舉辦完畢，參加人員包括學界及產業界專家共四十多人，會中發表台灣大學、中央大學、海洋大學、元智大學、成功大學、台灣科大、明志科大、親民學院、清雲科大、萬能科大、以及本實驗室有關時頻技術與校正應用之精彩論文共 9 篇，會中發言踴躍而討論熱烈，頗具交換心得意見成效。

### (3.1.2.4) 應用及效益

如前所述，舉辦時頻業務研討會可增進國內產業界對時頻技術研發與校正技術的認識，同時也增進瞭解大眾對時頻校正與追溯的需求。對規劃實驗室將來發展的方向，亦極有幫助。

### (3.1.2.5) 未來工作重點

未來將持續舉辦說明會或論壇，以及問卷調查等方式，對社會大眾及產業界的時頻需求進行瞭解，使本實驗室所維持的時頻標準及提供的校時服務，能夠確實滿足國內各界的需求。

### (3.1.2.6) 自評與建議

本實驗室過去較著重於標準性能與技術的提昇，及參與國際合作研究以提昇實驗室的重要性。因而主要貢獻也在於維持優良的時頻標準，並在國際時頻實驗室間佔有一席之地。未來的發展，則將更深入瞭解國內產業的需求，讓時頻標準更貼近民眾的生活，以充分發揮標準維持的效益。

### (3.1.3)申請實驗室 TAF CNLA 能力試驗執行機構評鑑案

#### (3.1.3.1) 達成項目

申請實驗室 TAF CNLA 能力試驗執行機構評鑑案

#### (3.1.3.2) 執行內容(執行期間：97.01~97.12)

近年來，全國認證基金會(TAF)基於實驗室認證與檢驗機構認證等作業之能力試驗需求，與因應國際認證趨勢，依據國際實驗室認證聯盟文件 ILAC G13 與 TAF 因認證考量所加入的特定要求，制定能力試驗執行機構認證規範，並積極推動相關業務。

本實驗室配合 TAF 推動能力試驗執行機構認證之業務，擬於本年度進行品質制度與文件之建立、評鑑案之申請及後續文件審查、現場評鑑以及評鑑事項複查等工作。期望於 98 年初能順利通過 TAF「能力試驗執行機構」之認證。

#### (3.1.3.3) 結果

目前本實驗室已依據全國認證基金會之「能力試驗執行機構之能力要求」(TAF-CNLA-R09(1))等相關規範，完成評鑑案品質及技術文件撰寫工作，並依程序向 TAF 提出評鑑案之申請。

#### (3.1.3.4) 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，是本實驗室健全我國時頻追溯體系工作中的要項。

本實驗室自民國92年起，已陸續舉辦兩屆的頻率量測能力試驗活動。

現配合TAF的規劃，籌備、申請並通過能力試驗執行機構認證，將使未來本實驗室所舉辦的能力試驗活動更有具公信力，並有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，進而符合認證規範的需求。

#### (3.1.3.5) 未來工作重點

積極籌備評鑑相關事務，以期能順利通過能力試驗執行機構之評鑑案。並持續舉辦能力試驗活動，滿足國內校正實驗室之認證需求。

#### (3.1.3.6) 自評與建議



配合 TAF 的規劃，籌備、申請並通過能力試驗執行機構認證，將使未來本實驗室所舉辦的能力試驗活動更有具公信力，並有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，進而符合認證規範的需求。

### (3.2) 可信賴數位信賴時間技術研發

#### (3.2.1) 達成項目

電子數位時間校正與時間追溯機制之研發與改善

#### (3.2.2) 執行內容(執行期間：97/01~97/12)

準確且可信賴的時間源是建立電子商務、行動商務、電子化公文與電子化政府的核心技術，目前正逐漸落實為技術法規。美國 FDA Title 21 Code of Federal Regulations Part 11 (21 CFR Part 11) 技術法規中有規定電子紀錄與電子時戳稽核，以及電腦時間同步等要求。日本已提供基於日本國家時間的數位時間(時戳)服務，配合滿足稅法與商業法中對於電子文件時戳的相關規定。同時，我國行政院研考會也正進行制定政府電子時戳應用服務政策。

今年的工作項目在於初步研發一種電子數位時間校正與追溯機制，是可信賴數位時間技術研發的一部分。可信賴數位時間技術研發是發展一種電子數位時間授時追溯機制，以建立可信賴、可稽核的國家標準時間追溯鏈；使電子商務、行動商務與電子政府服務的終端使用者可直接經由這個追溯鏈進行時間校正憑證的驗證。可信賴數位時間源架構如圖 3.2.1 所示，

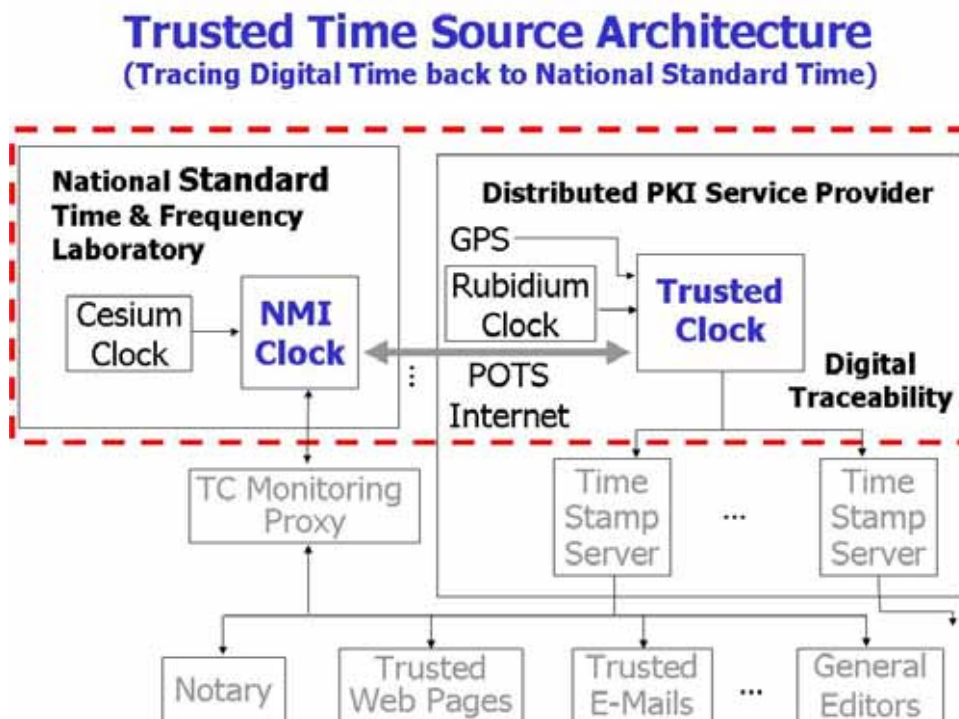


圖 3.2.1 電子數位信賴時間源架構示意圖

其中虛線框內即是可信賴數位時間技術研發所關心的重點。圖左上方(虛線框

左方)是 National Measurement Institute Clock (NMI Clock)，位於國家時間與頻率標準實驗室內，提供國家標準時間，亦稱為原級時間源。圖右上方(虛線框右方)是 Trusted Clock (TC)，分散於各 Public Key Infrastructure (PKI) Provider 的機房內，經由可靠校時管道追溯到國家標準時間，亦稱為次級時間源。因為要配合數位追溯，TC 與 NMI 之間須透過數位管道校時。Trusted Clock 透過 PKI provider 的時戳服務器 (time stamping server; TSS) 連接各種與時間相關的 PKI 電子化應用。

本工作項目是可信賴數位時間技術研發的一部分，亦即其 97 年度的工作內容。可信賴數位時間技術研發自 97 年度實際開始執行，預計 99 年度結束。考量將遭遇的問題及其相關解決方法的預期成熟時間，依先後順序之分年執行工作項目內容擬如下表所示：

97 年 度	完成試製實驗用電子數位信賴時間雛形系統一套，初步實作出各虛擬模組架構 (於後續年度相關技術開發成熟後，即可實作出實際模組來取代這些虛擬模組)，可做整體展示；並進行 NMI-TC 時間校正方法之改良，預期透過電話網路傳統電話服務 (Plain Old Telephone Service, POTS) 追溯標準時間可優於 10 ms，透過區域網際網路可優於 50 ms；另外也開始追溯機制之學理探討。
98 年 度	進行電子數位信賴時間之數位授時追溯機制 (digital traceability mechanism) 規劃、實作與測試，包括 NMI-TC 與 TC-TSS 共兩部分的數位授時追溯機制，以及 TC 數位監測機制 (TC monitoring mechanism)；另一方面，將再精進傳統雙向傳時或主從式雙向傳時方法，繼續改善校時精準度，預期透過電話網路一般數據機追溯標準時間可穩定優於 10 ms，而透過區域網際網路追溯標準時間亦可達到穩定優於 50 ms。
99 年 度	進行網路信賴時間標準雛型系統功能與服務能量之提昇，評估並嘗試達到上線服務所需之能力。

### (3.2.3) 結果

本研究已完成一個實驗用雛型系統，初步實作出各虛擬模組架構 (於後續年度相關技術開發成熟後，即可實作出實用模組來取代這些虛擬模組)，可做校時等基本功能與流程展示。

電子數位信賴時間系統樣板展示雛形分 NMI、TC、TSS 三個樣板模組，能在展示畫面上顯現出正在運作的流程。這些流程在展示畫面上順時針方向排列，正在運作的流程以黃底黑字方塊表示。

圖 3.2.2 與圖 3.2.3 分別是 NMI 與 TC 的運作流程展示畫面，運作流程由 TC 向 NMI 要求建立連線開始，歷經 NMI 驗證 TC 身分、TC 驗證 NMI 身分、執行時間校正、TC 向 NMI 要求授權書、NMI 將授權書傳送給 TC 等過程。圖 3.2.4 是 TSS 運作流程展示畫面，流程由收到使用者時戳要求開始，歷經向 TC 要求標準時間、簽章完成時戳、回傳時戳給使用者並製作稽核紀錄等過程。

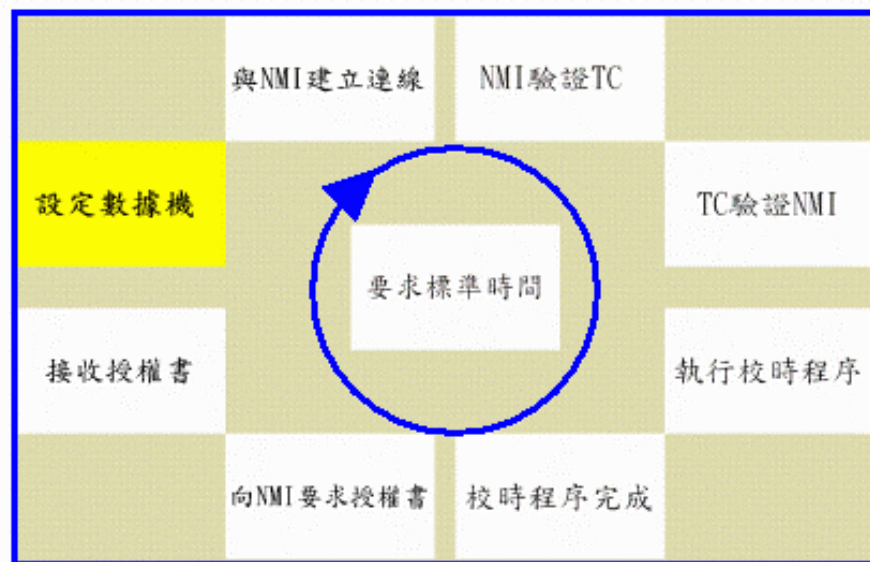


圖 3.2.2 NMI 運作流程展示畫面

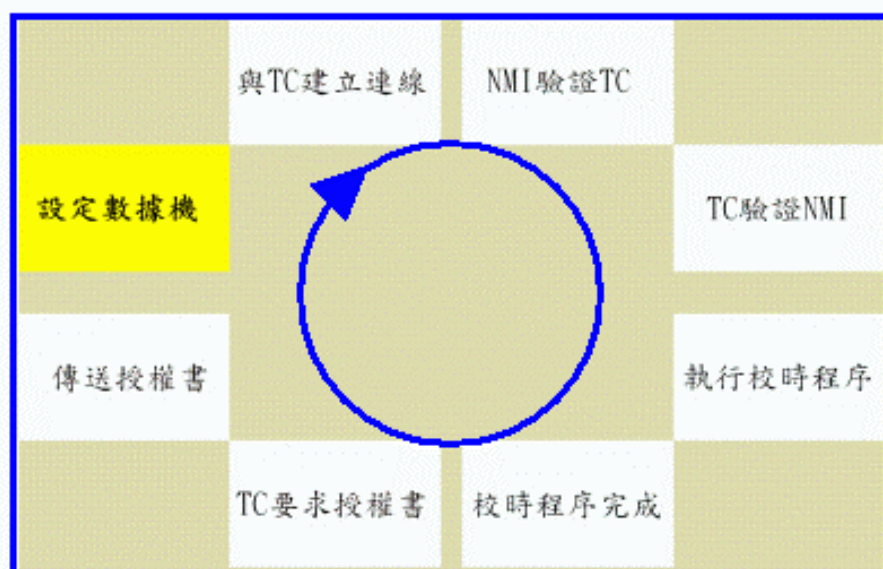


圖 3.2.3 TC 運作流程展示畫面

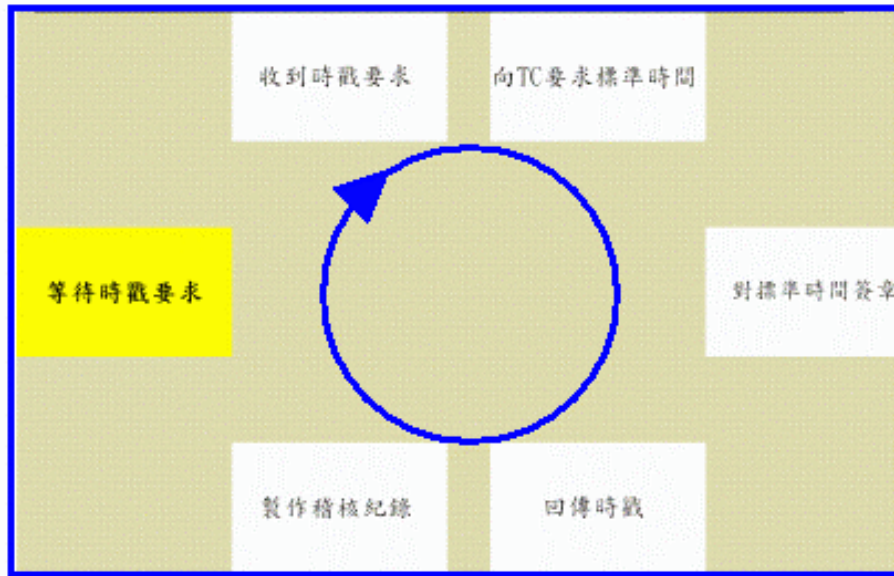


圖 3.2.4 時戳伺服器 TSS 運作流程展示畫面

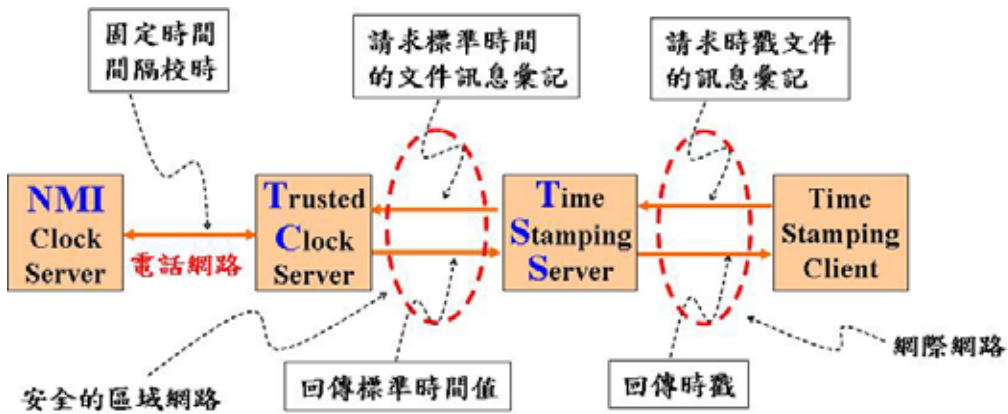


圖 3.2.5 實驗用電子數位信賴時間雛形流程架構圖

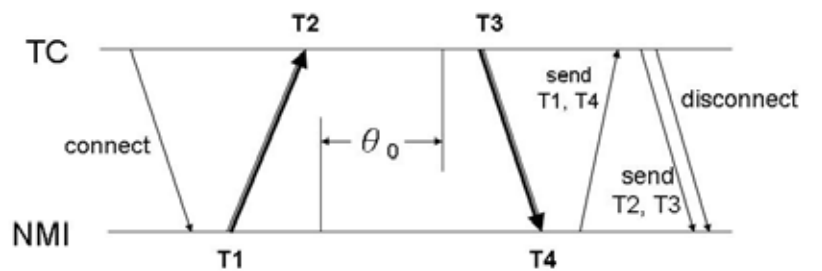
圖 3.2.5 是電子數位信賴時間樣板展示雛形流程架構，已能依功能流程運作，並當作實驗用 test bed 供後續實際實作出各模組與流程時的功能測試平台。圖中透過電話網路校時流程已完成實作（已取代實驗用雛型的第一塊樣板流程），採用主從式方法校時性能可優於 10 ms，於(3.2.3.1)節中簡要說明，另外，同樣採用主從式方法透過區域網際網路校時性能可優於 50 ms，就不再贅述。另外，也完成數位授時追溯 (digital traceability) 所需的核心理論探討，於(3.2.3.2)節中簡要說明。至於 TSS 本身與 TS client 則不屬於本研究之範

圍；在本雛型中是採用 OpenTSA 這個 freeware 當作 TSS，以及自行撰寫 RFC3161 compliant 的簡易 client。

### (3.2.3.1) 主從式校時方法改良電話網路一般數據機時間校正效能

數據機透過公眾交換電話網路的傳統校時方式為單方向傳時，因為傳輸路徑延遲通常無法獲知，這種方法的校時效能不能確定。一般數據機透過電話線單方向傳時的時間延遲約為 60 ms 甚至更多，是校時誤差的主要來源。本研究改研發主從式 (master/slave) 雙方向傳時方法，如圖 3.2.6 所示，由兩個相反方向的單方向傳時 (NMI to TC and TC to NMI) 構成。NMI 於 T1 時刻送出校時訊號，此訊號抵達 TC 的時刻為 T2，隨後，TC 再於 T3 時刻送出校時訊號，而此訊號抵達 NMI 的時刻為 T4。其中 T1 與 T4 是 NMI 時鐘的讀值，T2 與 T3 是 TC 時鐘的讀值，而 NMI 時鐘與 TC 時鐘之間存在有 offset  $\theta_0$ 。傳時結束後，NMI 與 TC 都能獨自計算出傳時通道的往返延遲量 (roundtrip delay)  $\delta$  為  $(T4-T1) - (T3-T2)$ ，以及彼此時鐘之間的 clock offset  $\theta$  為  $[(T2-T1) + (T3-T4)] / 2$ 。其中， $\delta$  為真正的量測值，而  $\theta$  則是主從式校時方法所得到的 clock offset 估計值。

圖 3.2.7 為電話網路 Master/Slave 雙方向傳時實驗結果。實驗中數據機設定調變為 V32B、使用硬體流量控制、關閉資料壓縮與錯誤更正功能。實驗迴路範圍從小到大依次為小型總機(PBX)、公司總機(交換機)、市內電話、長途電話。各迴路撥號接通次數為 100 次。圖中 bar 表示平均值，範圍線段表示標準偏差。結果顯示各迴路的平均校時誤差都優於 10 ms。其中長途電話的標準偏差較大 (5.4 ms)，但最大校時誤差值也僅 16 ms，且 100 個實驗數據中總共只有 9 個校時誤差值超過 10 ms。若再發展去返程延遲量接近程度的評估方法，就可排除較差的校時數據，使校時性能穩定優於 10 ms；另外，嘗試在電話線上實作真正的雙向傳時方法也能預期有好效能。這些都是明年努力的方向。當然，前面方法若再搭配專用數據機則效能將更優良。



Measuring delay and offset

roundtrip delay:  $\delta = (T4 - T1) - (T3 - T2)$

local clock offset:  $\theta = [(T2 - T1) + (T3 - T4)] / 2$

$\theta_0$ : the true offset of TC relative to NMI

圖 3.2.6 電話網路數據機主從式校時過程

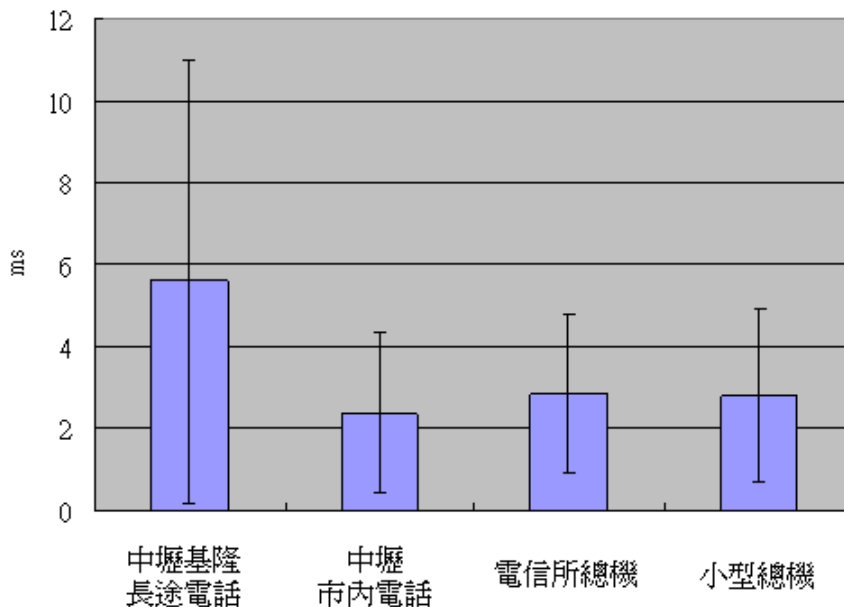


圖 3.2.7 電話網路數據機主從式雙方向傳時實驗結果

(3.2.3.2) 前向安全簽章機制應用於數位授時追溯之探討

NMI 伺服器、TC 伺服器、和 TSS 伺服器構成一組階層式的合作模型，當 NMI 伺服器檢查校正 TC 伺服器的時鐘、並且記錄 TC/TSS 伺服器的服務記錄以供稽核後，NMI 伺服器授權 TC 伺服器在下次時間校正期限前提供

標準時間服務，同時 TC 伺服器記錄信賴的 TSS 伺服器的時戳服務記錄資料後也授權 TSS 伺服器提供具有標準時間值的時戳服務，這些授時授權都以具有數位簽章的授權書來實現，在 NMI 伺服器對某一 TC 伺服器製作授權書時，NMI 伺服器會產生一組 TC 伺服器的金鑰對，並且對該金鑰對加以簽章，此金鑰對只在固定時間內有效 (例如 24 小時)，這種授權的方式是屬於授權書委託 (delegation-by-warrant) 代理簽章。

依據上述階層式授權書代理簽章架構，修改 Krawczyk 的前向安全簽章機制來得到具有前向安全性的代理簽章。Krawczyk 的簽章機制運用一個具有前向安全性的亂數產生器來實作，這種前向安全的亂數產生器 (forward-secure pseudo random generator) FWPRG 接受一個  $\kappa$  位元的亂數種子  $k_{t-1}$ ，產生  $\kappa$  位元的輸出  $k_t$  以及  $n$  位元的亂數  $r_t$ ，供代理簽章機制的金鑰產生器 (key generator)  $KG(\cdot)$  使用，隨後 FWPRG 又使用新產生出來  $k_t$ ，作為下一次執行時的亂數種子，如果某一個亂數種子  $k_t$  被攻擊者取得，攻擊者仍然沒有辦法猜得先前所產生出來的亂數  $k_{t-1}, k_{t-2}, \dots$ ，以及  $r_{t-1}, r_{t-2}, \dots$ 。

Krawczyk 系統中簽章者有一個主簽章密鑰 ( $PK_0, SK_0$ )， $PK_0$  需要透過憑證中心 (certificate authority ; CA) 認證， $SK_0$  則在製作完憑證 (certificate)  $CERT_1, CERT_2, \dots, CERT_T$  之後銷毀， $CERT_i$  是在第  $i$  時段所使用金鑰對 ( $PK_i, SK_i$ ) 的憑證，其中 ( $PK_i, SK_i$ ) 是由金鑰產生器  $KG(\cdot)$  以  $r_i$  作為亂數輸入時的輸出， $r_i$  則是前向安全的亂數產生器 FWPRG 第  $i$  次執行時的輸出亂數。這個系統必須假設在產生前向安全金鑰以及製作憑證  $CERT_i$  時系統沒有遭受入侵，一旦  $SK_0$  被攻擊者取得則系統就不具備前向安全性了。

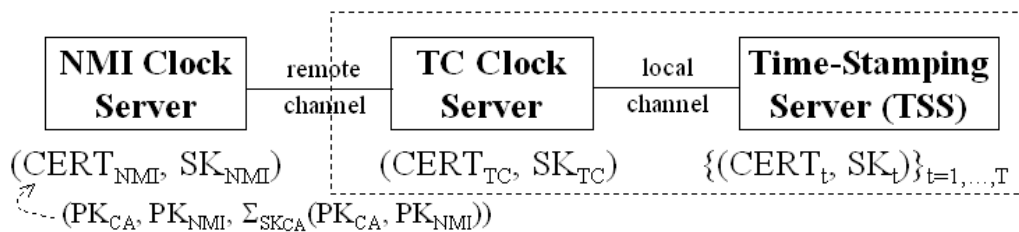


圖 3.2.8 授時追溯之前向安全代理簽章運作模型

圖 3.2.8 為本研究發展的授時追溯之前向安全代理簽章運作模型，整個前向安全的代理簽章機制裡主要有三種憑證，分別在三個階段中產生：一、NMI 時鐘伺服器的憑證  $CERT_{NMI}$  是由憑證認證中心發給的長期有效憑證，主要內



容包括  $(PK_{CA}, PK_{NMI}, \Sigma_{SK_{CA}}(PK_{CA}, PK_{NMI}))$ ，其中  $PK_{CA}$  是 CA 的公開金鑰， $PK_{NMI}$  是 NMI 的公開金鑰， $\Sigma_{SK_{CA}}(PK_{CA}, PK_{NMI})$  是 CA 運用其密鑰  $SK_{CA}$  對於憑證內容簽署的數位簽章， $SK_{NMI}$  是  $PK_{NMI}$  對應的簽章密鑰；二、在授權 TC 時鐘伺服器提供標準時間服務時，NMI 伺服器會產生代理公鑰  $PK_{TC}$ ，代理密鑰  $SK_{TC}$ ，以及授權憑證  $CERT_{TC}$ ，其中  $SK_{TC}$  必須透過祕密管道傳送給 TC 伺服器， $CERT_{TC}$  的主要內容包含  $(PK_{NMI}, PK_{TC}, \Sigma_{SK_{NMI}}(PK_{NMI}, PK_{TC}))$ ， $\Sigma_{SK_{NMI}}(PK_{NMI}, PK_{TC})$  是 NMI 伺服器對於授權書內容簽署的數位簽章；三、TC 時鐘伺服器在授權 TSS 時戳伺服器進行時戳服務時，必須產生 T 把前向安全的代理公鑰  $\{PK_t\}_{t=1, \dots, T}$ ，代理密鑰  $\{SK_t\}_{t=1, \dots, T}$ ，以及授權憑證  $\{CERT_t\}_{t=1, \dots, T}$ ，其中  $\{SK_t\}_{t=1, \dots, T}$  必須透過祕密管道傳送給 TSS 伺服器， $CERT_t$  的主要內容包含  $(PK_{TC}, PK_t, \Sigma_{SK_{TC}}(PK_{TC}, PK_t))$ ， $\Sigma_{SK_{TC}}(PK_{TC}, PK_t)$  是 TC 伺服器對於授權書內容簽署的數位簽章。

授時追溯之詳細前向安全代理簽章機制如下表所示，包括 NMI, TC 兩層的委託動作、TSS 金鑰的更新方法、TSS 的簽章方法及驗證方法，其中  $\kappa$  為密碼系統的安全參數， $KG(\cdot)$  為 RSA 金鑰產生演算法， $\Sigma_{sk}(\cdot)$  為簽章演算法， $sk$  為簽章私密金鑰， $FWPRG(\cdot)$  為前向安全的亂數產生器， $VER_{pk}(\cdot)$  為簽章驗證演算法， $pk$  為簽章驗證公開金鑰。

<p><b>Proxy delegation (by NMI server):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Choose a random seed <math>k</math></li> <li>2. <math>(PK_{TC}, SK_{TC}) \leftarrow KG(\kappa, k)</math></li> <li>3. <math>CERT_{TC} = (PK_{NMI}, PK_{TC}, \Sigma_{SK_{NMI}}(PK_{NMI}, PK_{TC}))</math></li> </ol> <p><b>Proxy delegation and forward-secure certificate generation (by TC server):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Choose a random seed <math>k_0</math></li> <li>2. For <math>t = 1</math> to <math>T</math> do <ul style="list-style-type: none"> <li><math>(k_t, r_t) \leftarrow FWPRG(k_{t-1})</math></li> <li><math>(SK_t, PK_t) \leftarrow KG(\kappa, r_t)</math></li> <li><math>CERT_t = (PK_{TC}, t, PK_t, \Sigma_{SK_{TC}}(PK_{TC}, t, PK_t))</math></li> </ul> </li> <li>3. Erase <math>k_t, r_t, SK_t</math> for <math>t=1, \dots, T</math></li> <li>4. Send <math>k_0</math> to TSS as the secret key</li> <li>5. Send <math>\{CERT_t\}_{t=1, \dots, T}</math> and <math>CERT_{TC}</math> to TSS</li> </ol> <p><b>Key updating (by TSS):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>(k_t, r_t) \leftarrow FWPRG(k_{t-1})</math></li> <li>2. <math>(SK_t, PK_t) \leftarrow KG(\kappa, r_t)</math></li> <li>3. Retrieve <math>CERT_t</math>, verify <math>\Sigma_{SK_{TC}}(PK_{TC}, t, PK_t)</math> inside, verify <math>PK_t</math></li> <li>4. Store secretly <math>k_t</math> and <math>SK_t</math> and erase <math>k_{t-1}</math></li> </ol>
--

**Signing (by TSS):**

1. Retrieve current certificate  $CERT_t$  and secret signing key  $SK_t$
2. Output the proxy signature  $s = (CERT_{NMI}, CERT_{TC}, CERT_t, \Sigma_{SK_t}(H(t||M)))$

**Verification:** on message  $M$ , time period  $t$ , and signature string  $s$

1. Let  $s = (CERT_{NMI}, CERT_{TC}, CERT_t, \sigma)$
2. Let  $CERT_{NMI} = (PK'_{CA}, PK_{NMI}, \sigma_1)$ , verify  $PK'_{CA} = PK_{CA}$ ,  $VER_{PK_{CA}}(\sigma_1) = \text{valid}$
3. Let  $CERT_{TC} = (PK'_{NMI}, PK_{TC}, \sigma_2)$ , verify  $PK'_{NMI} = PK_{NMI}$ ,  $VER_{PK_{NMI}}(\sigma_2) = \text{valid}$
4. Let  $CERT = (PK'_{TC}, t', PK_t, \sigma_3)$ , verify  $PK'_{TC} = PK_{TC}$ ,  $t' = t$ ,  $VER_{PK_{TC}}(\sigma_3) = \text{valid}$
5. Verify  $VER_{PK_t}(\sigma) = \text{valid}$

本研究所建構之前向安全代理簽章應用於授時追溯機制，在學理上為可行，並且應用時還可以消除了 Krawczyk 系統的弱點假設，此貢獻已寫成論文於 IEEE AINA 2008 研討會發表 (EI reference paper)

(3.2.4) 應用及效益

- a. 本研究所完成實驗用雛形將可作為可信賴數位時間技術研發過程中的功能測試樣板模型，並能作整體功能的流程展示。待完成可信賴數位時間技術研發（完成各年度工作項目內容以取代實驗用雛形的相對應樣板模組流程），就可建立國家實驗室的網路數位信賴時間度量衡標準系統，實現電子數位時間追溯到國家標準時間的標準認證追溯鏈。
- b. 已實作透過電話網路的一般數據機主從式雙方向時間校正方法（已取代實驗用雛型的第一塊樣板流程），校時效能可達 10 ms 等級，也完成將 Krawczyk 前向安全簽章機制應用於數位時間授時追溯核心技術的學理探討，並發表 EI reference 論文 1 篇。
- c. 在電子化政府、電子商務、行動商務的環境中，數位時間的應用愈來愈重要，需求量也愈來愈大。本研究主要探討如何建立分散式的標準時間源與維持時間的可信賴性，預期完成可信賴可追溯的數位時間服務，將大眾對於標準時間源的信賴延伸至 PKI 服務提供者，促進各種數位時間服務之實現。
- d. PKI 理論系統中一般只被印證關於電子文件的內容(What)與產出者(Who)，而關於文件的出生訊息(When)則仍有一大片空白。本研究對於 PKI 系統架構之文件出生訊息遺空的填補，將有所貢獻。
- e. 時戳服務協定的基本假設是存在有可信賴的時間，這個假設要落實到實體世界必須要藉助數位時間追溯技術創新，本研究這項技術創新可實現時戳服務的數位時間追溯到國家標準時間。

### (3.2.5) 未來工作重點

繼續進行電子數位信賴時間相關技術探討，並與學術單位(例如海洋大學)合作進行可信賴數位時間技術研發，最終目標是建置網路數位信賴時間度量衡標準系統並依管理辦法與行政程序辦理認證，對國人提供服務。

### (3.2.6) 自評與建議

本實驗室在經濟部標檢局 2001-2002 委辦計畫內曾列入時戳伺服器 (time stamping server) 執行項目，探討時戳協定與其雛型試作，進展順利，也獲得不少知識與經驗。但因經濟部遴聘的委辦計畫審查委員對於將時戳服務或是信賴時間列入計畫執行有不少反對意見，尤其是 2002 年經濟部第一次度量衡策略會議做出「國家標準實驗室(度量衡、時頻與游離輻射)應以維持國家一級標準、校正、國際比對與追溯為首要任務」之決議，於是標準時間在網際網路與 PKI 之研發項目已全部停止，原擬進一步的電子數位信賴時間研究沒有啟動機會並且停擺數年，錯失良機，甚是可惜。後來，資通領域專家已逐漸發現可信賴的時間在電子世界的重要意義。在 2004 年底經濟部第二次度量衡策略會議時，始有出席委員提議應重視標準時間在資通領域的研發，策略會議也做出「積極辦理時頻傳遞推廣至國防上、工業上、資通上及民生上之使用」之決議，真是可喜可賀。雖然經濟部也開始支持電子信賴時間研究，但不幸地，自 2005 年起因為國家科技預算遭到大幅刪減，標檢局給國家實頻實驗室的委辦計畫經費也嚴重短缺，所以沒有可投入信賴時間的資源，研發工作至今未能有效恢復。今(97)年完成實驗用電子數位信賴時間雛型系統，可展示數位信賴時間追溯的基本功能，並開始實作核心模組流程架構。過去因為對標準時間在電子數位世界的價值認同問題，以及現在經費短缺的困境，台灣尚未擁有這項基本服務，甚是遺憾。行政院衛生署與研考會國家檔案管理局是體會到電子資料應與時間結合的先驅者，並擬藉由技術法規來要求實現。然而，國家標準時間尚未能有效支援這些迫切的信賴時間需求。可預期未來幾年，各機構自行建置或購置的時戳伺服器(RFC3161 compliant machine)僅能以信賴度不高或有疑問的時間源來運作，未能真正實現上述技術法規所欲達到的目的。例如，藉由操弄時間源或竄改技術，仍有辦法在病人出院後才補填病歷，或是出了嚴重醫療事故後再回頭修改醫療紀錄得逞。

國家時間與頻率標準實驗室將儘快研發電子數位信賴時間，至於可趕在何時開始提供服務，則有賴經濟部標準檢驗局的實質支持。嚴謹的系統需要有完整的理論基礎、紮實的實作、以及妥善的架構與功能測試；原定的時程很緊湊，執行過程若遭逢預期外之困難，時程有可能延後。

#### (4)其他工作

##### (4.1) 條碼化之國庫收支應用書表軟體 GBA 安裝說明

###### (4.1.1) 執行項目

完成國庫收支應用書表條碼化作業

###### (4.1.2) 執行內容(執行期間：97/05~97/06)

因應經濟部標準檢驗局落實財政部 e 化政策，國家時間與頻率標準實驗室之國庫繳款得應於 97 年 7 月 1 日起全面使用條碼化之國庫收支應用書表。因此需配合該局來文之要求於 6 月 10 日前完成國庫繳款書條碼化之列印測試。

安裝政府歲計會計資訊管理系統出納子系統(圖 4.1.1 所示)之前，需先安裝 SQL Server 軟體以供 GBA 軟體建立 Database 用，因此洽詢標檢局是否有 SQL Server 軟體可供安裝使用，標檢局回應因版權問題需另外採購，預定統計有需求單位後由該局統一進行採購。為使該事務得以順利推動，於 5 月中查詢本所資訊中心軟體清單，發現本所已有 SQL Server 2005 軟體，因此回應標檢局此一訊息並著手進行 SQL Server 2005 軟體安裝，在安裝完 SQL Server 2005 軟體後進行 GBA 軟體安裝發生資料庫系統無法登入之問題，造成 GBA 軟體安裝失敗，先後詢問經濟部標檢局會計室及資訊室等單位後判斷 SQL Server 2005 需重新安裝，並需將安裝的登入驗證選項改為混合式驗證方解決此問題。故重新安裝 SQL Server 2005 軟體，並設定相關系統機關資料後完成 GBA 出納子系統之安裝。安裝完成後發生 GBA 系統因缺少一系統檔造成出納子系統無法成功執行，經詢問行政院主計處電子處理資料中心後，建議我們將安裝程式中的某一個檔案複製到 GBA 安裝路徑後此問題得以解決，GBA 出納子系統也能順利開啟。在正式使用 GBA 出納子系統軟體之前，需上行政院主計處電子處理資料中心下載相關更新程式、安裝共同性資料庫及 GBA 系統之國庫應用書表使用之條碼字型檔，另外還需根據經濟部標準檢驗局預算科目資料清單建立所需用到之款、項、目、節預算科目名稱及設定相關字軌資料等。設定好上述資料後順利在國家時間與頻率標準實驗室完成繳款書條碼化之列印測試如圖 4.1.1 所示。由於未來繳國庫款作業相關事宜將由本所出納負

責，因此於 6 月 12 日至本所出納協助安裝 GBA 出納子系統軟體，並完成相關之設定，並進行試用。預計於 7 月 1 日起將可正式上線，來配合經濟部標準檢驗局落實財政部之 e 化政策。

#### (4.1.3) 結果

順利於國家時間與頻率標準實驗室完成繳款書條碼化之列印測試，預計於 7 月 1 日起將可正式上線，來配合經濟部標準檢驗局落實財政部之 e 化政策。

#### (4.1.4) 應用及效益

為簡化庫款代收作業，符合當前科技潮流，利用資訊科技推動國庫收支應用書表條碼化作業，以提升財務管理效能。實施項目為繳款書、支出收回書、收入退還書、轉正通知書。對機關而言利用「政府歲計會計資訊管理系統」或自行設計會計資訊管理系統，直接列印各書表格式，可簡化處理流程，提高行政效率。且利用條碼化書表可減短人員於銀行等待時間，及減少人工處理錯誤率。對代庫銀行而言，透過條碼化書表與電腦化作業，可正確讀取庫款收支資料，減輕作業負擔且降低服務成本提高服務意願。

#### (4.1.5) 未來工作重點

目前政府歲計會計資訊管理系統(GBA 系統)已完成繳款書條碼化之列印測試作業，並於 6 月中旬試用已辦理多次繳庫事宜。預計於 7 月 1 日起將可正式上線，來配合經濟部標準檢驗局落實財政部之 e 化政策。未來也將持續維持系統正常運行及更新相關程式。

#### (4.1.6) 自評與建議

因應經濟部標準檢驗局落實財政部 e 化政策，國家時間與頻率標準實驗室於 97 年 7 月 1 日起全面使用條碼化之國庫收支應用書表。在安裝政府歲計會計資訊管理系統出納子系統期間遭遇到許多系統上及安裝上設定的相關問題，但相關問題並未在安裝說明中提及，造成安裝時程拉長及效率不佳。建議權責單位未來要求相關軟體之安裝時，應搭配完整之安裝說明以提昇相關作業人員之工作效率並減少相關研究人力的耗費。



繳 款 書 (01)				會計 年度 97	憑證 電繳9706 字 字號 第 000001號
中華民國 年 月 日					
收入科目名稱及代號	金 額	收入機關名稱及代號	對帳機關名稱及代號		
0526310101-0 審查費	\$16,000	263101-8 經濟部標準檢驗局	263101-8 經濟部標準檢驗局		
金額：新台幣壹萬陸仟元整					
備 註		填發機關		收 款 銀 行	
繳款人：台灣電力公司		中華電信股份有限公司 電信研究所			
款項所屬年月：97 年 06 月					
收據號碼：NO.00291					
繳存票據號碼：					
備註：		填發日期：97 年 06 月 06 日			
歲入類：_____ 號					

第三聯：收入機關存查

---

繳 款 書 (01)				會計 年度 97	憑證 電繳9706 字 字號 第 000001號
中華民國 年 月 日					
收入科目名稱及代號	金 額	收入機關名稱及代號	對帳機關名稱及代號		
0526310101-0 審查費	\$16,000	263101-8 經濟部標準檢驗局	263101-8 經濟部標準檢驗局		
金額：新台幣壹萬陸仟元整					
備 註		填發機關		收 款 銀 行	
繳款人：台灣電力公司		中華電信股份有限公司 電信研究所			
款項所屬年月：97 年 06 月					
收據號碼：NO.00291					
繳存票據號碼：					
備註：		填發日期：97 年 06 月 06 日			
歲入類：_____ 號					

第二聯：繳款人(機關)存查

※請繳款機關(人)先按虛線撕開





---

繳 款 書 (01)				會計 年度 97	憑證 電繳9706 字 字號 第 000001號
中華民國 年 月 日					
收入科目名稱及代號	金 額	收入機關名稱及代號	對帳機關名稱及代號		
0526310101-0 審查費	\$16,000	263101-8 經濟部標準檢驗局	263101-8 經濟部標準檢驗局		
金額：新台幣壹萬陸仟元整					
備 註		填發機關		收 款 銀 行	
繳款人：台灣電力公司		中華電信股份有限公司 電信研究所			
款項所屬年月：97 年 06 月					
收據號碼：NO.00291					
繳存票據號碼：					
備註：		填發日期：97 年 06 月 06 日			
歲入類：_____ 號					

第一聯：收款銀行存查

營業  
會計  
主管

※請至標示「國庫經辦行」之金融機構繳納

 01-097-000001	 -05263101010-	 16000.00	 2631018-2631018
條碼欄	認證欄	認證欄	認證欄

經辦  
第一聯：收款銀行存查  
營業  
會計  
主管

傳票編號：\_\_\_\_\_ 字 \_\_\_\_\_ 號 科目 \_\_\_\_\_  
對方科目 \_\_\_\_\_

圖 4.1.2、繳款書條碼化之列印測試



## (4.2) 所內數位時鐘系統同步工作現況說明

### (4.2.1) 達成項目：

完成所內數位時鐘同步於國家標準時間作業。

### (4.2.2) 執行內容：(執行期間：97/08~97/09)

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。而國家標準時間與頻率實驗室為使國內廣大民眾能方便獲取準確時間，本室自八十一年度起，陸續研發各種不同時間傳送技術以滿足各界不同須求，目前已完成並提供下列各項服務如 117 報時系統、電話網路電腦校時及網路校時(NTP)服務。

為了進一步推廣標準時間的服務與應用，國家標準時間與頻率實驗室於中華電信研究所所內進行數位時鐘同步於國家標準時間之應用。而目前裝置於中華電信研究所之數位時鐘其時間顯示控制之方式有兩種，一種為利用其內部的石英振盪器作為其頻率之參考源，另一種則利用數位訊號的方式進行時間控制。為了使數位時鐘顯示之時間能與國家標準與頻率實驗室之標準時間能夠同步，我們利用 PC 搭配自行撰寫之程式抓取 NTP 時間或 IRIG-B code 透過所內電話線跳線以 RS-422 介面傳送時間同步訊號，來達成電信研究所內數位時鐘同步於國家標準時間之目標。

### (4.2.3) 結果

現有數位式時鐘設置位置與同步情形如表 4.2.1 所示：

表 4.2.1 數位式時鐘設置地點與同步情形

設置地點	同步情形	控制器位置
E505 會議室	已同步	F808
D105 會議室	已同步	F808
D 棟大廳跑馬燈	已同步	D 棟收發室
D 棟電話機房	已同步	F808
A 棟大廳時鐘	已同步	D 棟電話機房
B 棟 101 會議室	已同步	D 棟電話機房
檢測大樓	已同步	D 棟電話機房
土木大樓大廳跑馬燈	未同步(通訊埠故障，待行管室請廠商修理)	D 棟電話機房

其中已同步時鐘除 D 棟大廳跑馬燈由收發室直接控制外，其餘皆由國家標準時間於頻率實驗室於 F 棟 808 室之兩部工業 PC 經 IRIG-B code 及 NTP 同步後，透過所內電話跳線以 RS-422 介面傳送同步訊號。而 A 棟大廳時鐘、B 棟 101 會議室、檢測大樓及土木大樓大廳跑馬燈之四部時鐘，目前由無線標頻實驗室提供一台 PC 及一張 4 埠 RS-422 介面卡放置於 D 棟電話機房搭配時間碼輸出程式及電話跳線進行時間同步控制。

如圖 4.2.1 所示為台灣標準時間碼輸出視窗程式，是利用 C++ 下去撰寫之視窗程式，其主要之功能為透過 RS232 埠進行標準時間碼之輸出，最多可同時驅動 10 組 RS232 埠進行輸出。另外標準時間碼輸出之間隔有 1 秒、1 分鐘及 1 小時之選項可供選擇以滿足不同應用之需求。而 RS232 之通訊狀態也顯示於視窗中讓使用者可以輕易的瞭解目前通訊狀態狀況。

目前電信研究所內數位時鐘之時間皆已同步，而土木大樓目前已完成線路連接，待相關故障排除後即可完成同步。



圖 4.2.1 台灣標準時間碼輸出視窗程式

#### (4.2.4)應用及效益

目前國家標準時間與頻率實驗室於中華電信研究所及經濟部標準檢驗局設置一些數位時鐘並成功地將其同步於國家標準時間。根據現有的技術及其程式介面操作的靈活性，國家標準時間與頻率實驗室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獲取準確時間。

#### (4.2.5)自評與建議

由以上討論得知，目前獲取標準時間的主要方式有 117 報時系統、電話網路電腦校時及網路校時(NTP)服務。而上述提供時間碼的方式是透過一台 PC 及一張 RS-422 介面卡搭配時間碼輸出程式以電話跳線進行數位時鐘時間同步控制。然而此一方式適合於少量時鐘設置，若時鐘數量一多將會造成配線及安裝上之困難，因此未來若要大量同步時鐘設置，建議待低頻廣播電台興建完成後，則可採用 LF 時鐘方式設置，亦可順勢為 LF 計畫宣傳。

### (4.3) IEEE 1588 伺服器設置規劃之現況說明

#### (4.3.1) 達成項目：

台灣大學委託研究案先期成果

#### (4.3.2) 說明(執行期間：97/06~97/12)

1588 為具未來性之校時協定，但尚未大量應用，標頻實驗室之策略為先進行先期研究，了解 1588 之特性，再考慮建立網路研究。目前已於 97 年 6 月起，委託台大電機系張帆人教授進行一年之先期研究。

台大張教授進行之 1588 協定研究，以先建立 1588 同步子網路，再進行系統測試與性能分析。另外考量 PTP 係一個全新的高精度時間同步協定，採用不同的控制法則、作業系統、網路結構、IC 晶片及整合方式等，其性能表現迥然不同，且各種應用設計之差異甚鉅，因此張教授團隊針對各種不同的控制演算法，控制調整客戶端時間同步於主參考時間，以期大幅提昇 PTP 系統性能。

目前張教授團隊以完成 PTP 子網路建立，目前針對控制演算法進行研究。透過優化精確時間同步協定軟體(Precision time synchronization protocol daemon, PTPd)之軟體架構，使典型測試與量測系統的網路拓樸能夠更穩定。

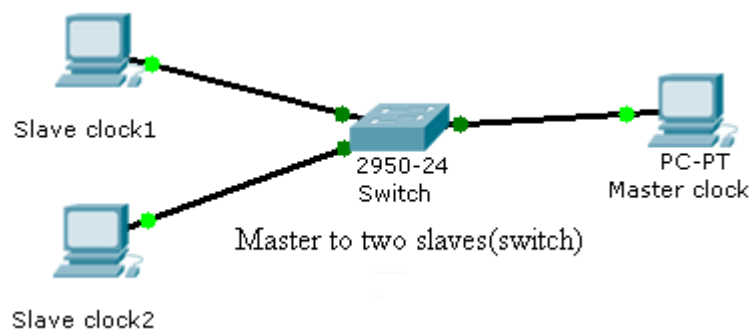
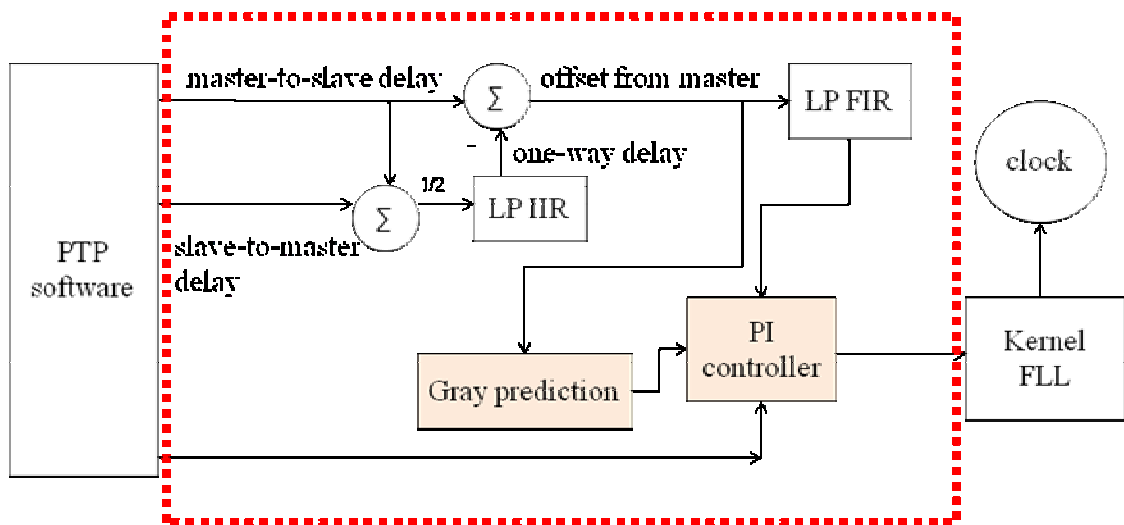


圖 4.3.1 網路連接拓樸

張教授團隊於時間伺服中，利用比例積分控制器對從時鐘時間補償之穩定度作控制，在參數上的設計為：比例項用來修正兩時鐘之間的時間差，積分項則用來消除穩態誤差。針對程式中的“Servo”(圖 4.3.2 之虛線框內)進行修改。利用灰色預測與比例積分器的結合，透過灰色預測得到補償趨勢進

而調節比例積分器的參數，使得比例積分器的性能更佳，進而減少暫態進入穩態所需時間。



LP FIR(Finite Impulse Response low-pass filter): Reducing high frequency noise.

$$\text{output}[n] = \text{input}[n] \cdot 2 + \text{input}[n-1] \cdot 2$$

LP IIR(Infinite Impulse Response low-pass filter): "s" increased, cutoff and phase decreased (Frequency response), but delay " increased.

$$s \cdot \text{output}[n] - (s-1) \cdot \text{output}[n-1] = \text{input}[n] \cdot 2 + \text{input}[n-1] \cdot 2$$

圖 4.3.2 軟體精確時間協定之 Servo 架構

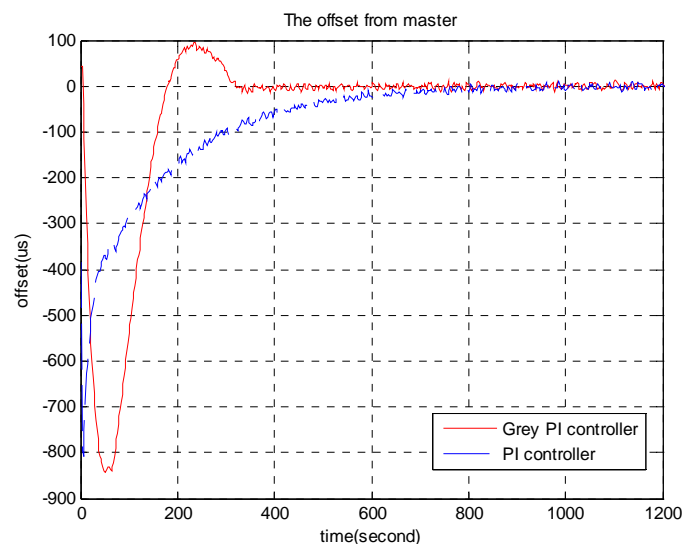


圖 4.3.3 時間補償與時間關係圖

張教授團隊初步成果如圖 4.3.3 所示，藍點為傳統 PI 控制器結果，紅點為加入灰預測之結果，明顯看出加入灰預測後之收斂速度優於傳統 PI 控制器，但有 overshoot 現象，不若傳統 PI 控制器，在長時間中相對保持穩態，此仍

為研究努力方向。

### (4.3.3) IEEE 1588 伺服器設置規劃

標頻實驗室之主控制紀錄室位於 E 棟 1F，而國際比對室位於 F 棟 8F，二者間利用光纖網路聯結，並由 Andrew FSJ cable 傳輸 1PPS 比對訊號，十分適合做 1588 測試平台，在經費許可下，可於 E 棟 1F 主控制紀錄室設置 1588 主時鐘，Client 端設於 F 棟 8F 國際比對室，透過光纖網路及 Switch Hub 連結如圖 4.3.4，Client 端訊號選擇可輸出 1PPS 以與 8F 國際比對室 1PPS 輸出比對。

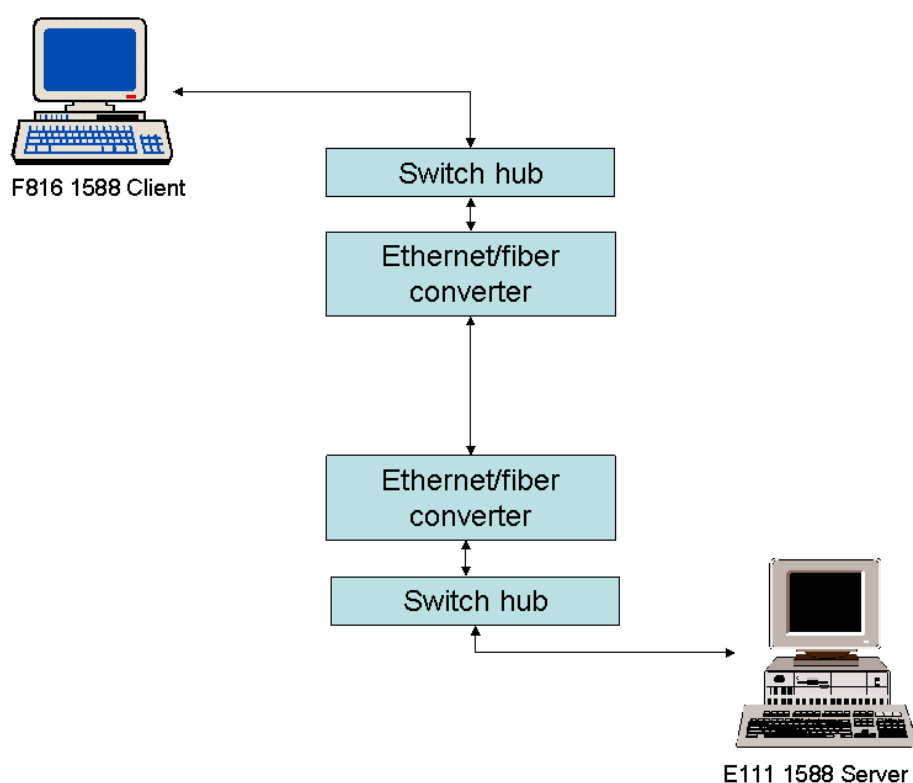


圖 4.3.4 標頻實驗室 1588 設置規劃示意圖

圖 4.3.4 僅為實驗網路，目的在熟悉 1588 設備及性能量測技術，未來若有應用可能時能以此為基礎進行測試實驗，可最短時間進入研發或推廣狀況。

### (4.3.4) 討論

PTP 為針對小型區域網路設計，目的在小區域內同步所有與網路連結之儀器設備，可取代類似以 IRIG code 之同步網路，其優點為因循網路架構，佈放成本低，管理成本也低。因先天架構關係，以 PTP 取代 NTP 同步全國時鐘並不容易，但可藉由 VPN 或專線架構，以 PTP 傳送國家標準時間至各機關、學校或公司廠房，達成精確傳時之目的。

另外 TL 亦可協助其他單位建立 Grand Master，再對其做校正，除擴大校正範圍外，另可協助工商業界提升其同步時鐘精確度，建議可採購 PTP 相關設備，作先期研究，以在業界有所需求時能提供協助，進一步提高國家標準時間之應用範圍。目前國內的相關研發尚未起步，有鑑於 PTP 之應用層面至為廣泛，市場潛力不容忽視，若國家時頻標準實驗室能掌握 PTP 相關技術，與學校合作進行元件及系統開發，所獲成果預期可刺激產業創造商機，有助競爭力提昇。此外國外 1588 研究單位少有各國國家時頻實驗室參予，其研究出發觀點往往以網路開發為主，在時頻量測經驗方面或有不足，國家時頻標準實驗室可由此點切入，為 1588 定量量測作出貢獻。

### 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。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，與國際標準實驗室相較亦不遑多讓。
- (二) 目前計畫執行上，最令人感到挫折的是計畫同仁耗費心力與時間規劃，努力提升實驗室的技術能力及重要性，然後近年來經費逐年大幅刪減，現行預算與國際實驗室比較，實是相形見絀，且預算的刪減與計畫之重要性毫不相干，使計畫推行上有很深的無力感。期望主管機關、審查委員們與受託機構長官能在相關場合，適時大力地為標準計畫爭取資源。
- (三) 計量標準為國家之最基礎架構之一，欲使計量標準得到社會大眾廣泛的重視，除了資源投入及國家標準實驗室本身的技術提昇之外，相關法規的引導與強制的力量實為主要關鍵。例如：例如法令上強制規定與時間相關的計費/服務系統必需由國家標準實驗室定期測試稽核。如此，不僅有助於提昇社會大眾對計量標準重要性的認知，更者對消費者的服務與權益也有可靠的保障。



## 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
無一百萬元以上儀器設備					

(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	A climatological study of nocturnal equatorial F-region irregularities at the west Pacific longitudes by using phase fluctuations of the global positioning system	in press	褚芳達 陳瑋陞 李建志 劉正彥	Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics	荷蘭
國際研討會 (EI reference)	2	Enhancing the security promise of a digital time-stamp	2008.03	丁培毅 褚芳達	The 22nd IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (IEEE AINA 2008)	日本
國際研討會 (EI reference)	3	Analysis of the Asia-Pacific TWSTFT network	2008.05	曾文宏 林信嚴 馮開明	2008 IEEE International Frequency Control Symposium	美國
國際研討會 (EI reference)	4	Frequency Calibration Based on Adaptive Neural-Fuzzy Inference System	2008.06	涂昆源 徐興旺 廖嘉旭	Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2008	美國
國際研討會 (EI reference)	5	Remote Frequency Control via IEEE 1588	2008.06	涂昆源 廖嘉旭 林信嚴	Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2008	美國
國際研討會	6	A long-term study of equatorial ionospheric irregularities at the African longitudes using global positioning system	2008.07	褚芳達 陳瑋陞 李建志 劉正彥	The 37th COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2008)	加拿大
國際研討會	7	The irregularity occurrences in Taiwan during solar maximum	2008.07	陳瑋陞 蘇信一 褚芳達 李建志 劉正彥	The 37th COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2008)	加拿大

國際研討會	8	Strengthen the Asia-Europe Time Links by Combining TWSTFT and GPS Data	2008.11	Z. Jiang (BIPM), W.H. Tseng (TL), S.Y. Lin (TL), M. Fujieda (NICT), H. Maeno (NICT), S.H. Yang (KRISS), D. Piester (PTB)	Asia-Pacific Workshop on Time and Frequency (ATF 2008)	印尼
國內研討會	9	台灣電離層電子密度不規則體之 GPS 相位擾亂觀測	2008.08	褚芳達 陳瑋陞 張博程 林信嚴 林晃田 廖嘉旭	2008 時頻技術與業務推廣研討會	台灣
國內研討會	10	西太平洋低緯度電離層不規則體之長期 GPS 觀測與經度效應	2008.08	褚芳達 陳瑋陞 曾文宏 李建志 王嘉綸 劉正彥	2008 時頻技術與業務推廣研討會	台灣
國內研討會	11	分散式可信賴標準時間源之校時準確度提昇研究	2008.08	丁培毅 胡家銘 褚芳達 徐漢 林清江	2008 時頻技術與業務推廣研討會	台灣
國內研討會	12	頻率量測能力試驗之執行與展望	2008.09	林晃田 張博程 徐漢 廖嘉旭	2008 符合性評鑑與認證論文發表會	台灣

## 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	完成原子鐘記錄系統更新規劃報告	林信嚴	97.05	10	中文	普通
2	完成 Bernese GPS Software 5.0 操作報告	張博程	97.07	8	中文	普通
3	完成衛星雙向傳時夏威夷鏈路自動化操作規劃	曾文宏	97.08	21	中文	普通
4	完成遠距離衛星雙向傳時數據與 GPS 數據之比較	曾文宏	97.11	17	英文	普通
5	主從架構之雙向電話網路校時系統研製規劃報告	林清江	97.12	16	中文	普通
6	自主性 GPS 共視系統之建立	王嘉綸	97.12	7	中文	普通
7	完成時頻校正系統自動化設計報告	張博程	97.12	4	中文	普通
8	GPS 電離層全電子含量與相位擾亂觀測	褚芳達	97.12	26	中文	普通
9	完成試製實驗用電子數位信賴時間離型研發報告	褚芳達	97.12	14	中文	普通
10	頻率量測能力試驗之品質手冊	林晃田	97.12	23	中文	普通
11	頻率量測能力試驗之活動執行程序	林晃田	97.12	13	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	轉速計能力試驗討論會	中壢	中華電信研究所	97.05.23	10	討論說明會
2	97年度時頻技術與業務推廣研討會	中壢	中華電信研究所與標準檢驗局	99.08.28	40	研討會
3						

### 專利申請一覽表

編號	專利名稱	撰寫人	國家	類別	申請日期	備註
1	一種精確校時系統及方法	林清江	中華民國	發明	97.10	
2						

(三) 研究成果統計表

成果項目	年度	預算 千元 (人年)	國際 比對 件/次	參與國 際會議 次	國際標竿 比較 佔國際標 準權重	合作研 究 大學數 博士生	專利/ 著作 權 申請 (項數)	論文 (篇數)		技術 文件 (篇數)	技術 創新 (項數)	校時服 務 次/日	服務收 入(千 元) 成長 比例	技術 服務		說明會 研討會 展示		
								國內	國外 (SCI)					項 數	廠家	場次	人 數	日數
建立及 維持國 家時間 與頻率 標準	97年 實際	27,974 (8.9)	4	5	>3.5%	1	1	4	8 (1)	11		>600萬	525	47	27	2	50	2
	97預定	27,974 (11)	4	6	>2.5%	1	1	3	7 (1)	11		>600萬	320	35	23	1	30	1
	96	30,062 (9.3)	4	6	~3.3%	1	1 (1)	3	9 (2)	11	3	>550萬	573 7.5%	45	23	4	91	4
	95	30,062 (11.8)	4	6	>3.5%	1 1	2	4	11 (2)	15	4	>500萬	533 45%	46	23	5	159	4
	94	35,074 (13.5)	5	3	>3%	1 1	1	5	10 (3)	14	4	>450萬	367 -4%	37	22	8	158	8
	93	39,243 (14.1)	5	3	>3%	2 1	1	3	11 (2)	14	6	>400萬	382 15%	40	24	4	325	4
	92	39,243 (15)	4	4	>2.5%	2 1		5	8	14	6	>350萬	330 0%	34	23	1	15	1
	91	39,243 (15)	3	3	>2%	2 1		4	8	13	6	>300萬	331	37	22	3	37	4

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	A climatological study of nocturnal equatorial F-region irregularities at the west Pacific longitudes by using phase fluctuations of global positioning system		
撰寫人	F.D. Chu (褚芳達)	W. S. Chen (陳瑋陞)	C.C. Lee (李建志)	
	J.Y. Liu (劉正彥)			
撰寫日期	中華民國 97 年 03 月 日	撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 9 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	Equatorial ionosphere			
	Ionospheric disturbances			
	Ionospheric irregularities			
	GPS Phase Fluctuations			
內容摘要：				
<p>This study investigated a long-term climatology of nocturnal equatorial F-region irregularities by using phase fluctuations of the global positioning system during the solar cycle of 1996-2006 at the west Pacific longitudes. The results showed that the distribution of the occurrence of irregularities is a two-peak pattern, which peaks in equinoxes with a shallow/deep dip in June/December solstice during high solar activity but with two about the same dips in magnitude in both June and December solstices during low solar activity. Moreover, the most interesting longitudinal effect in the area is in solstice occurrences of irregularities during high solar activity that the irregularities in December solstice months develop easier in the west area but those in June solstice months develop easier in the east area.</p>				



## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	Enhancing the security promise of a digital time-stamp		
撰寫人	P.Y. Ting (丁培毅)		F.D. Chu (褚芳達)	
撰寫日期	中華民國 97 年 03 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	Forward-secure signature			
	Time-stamping			
	National standard time			
內容摘要：				
<p>In this paper we present a trusted time-stamping service which issues time-stamps with enhanced security by a practical forward-secure proxy signature mechanism. This signature scheme provides a way to verify the validity of the delegation from the trusted time source through the common PKI certification hierarchy. The forward-security of this signature scheme provides better protection against key-exposure attack when a time-stamping server gets intruded. The design of this signature scheme is tied closely to the time-stamping service based on hierarchical distributed time sources. The signature scheme is implemented with standard RSA signature and verification algorithms. The computation of signing and verification in providing the forward-security feature is absorbed into the proxy scheme. Only delegation and key-updating require minor extra computation. In addition, one safety assumption made implicitly in Krawczyk's forward-secure signature scheme is identified and eliminated such that the security of our scheme outperforms its predecessor.</p>				

**97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	A long-term study of equatorial ionospheric irregularities at the African longitudes using global positioning system		
撰寫人	褚芳達		陳瑋陞	
	劉正彥		李建志	
撰寫日期	中華民國 97 年 07 月 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 11 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Equatorial ionosphere			
	Ionospheric disturbances			
	Ionospheric irregularities			
	GPS Phase Fluctuations			
內容摘要：				
<p>This study investigated a long-term climatology of nocturnal low-latitude F-region irregularities at African (European) longitudes. The results obtained by using phase fluctuations of Global Positioning System (GPS) during the solar cycle of 1996-2007 in East Africa showed that (1) the distribution of the occurrence of ionospheric irregularities is a two-peak pattern which peaks in equinox months with an obviously shallow/deep dip in June/December solstice months during high solar activity, and however, with a slightly shallow/deep dip in June/December solstice months during low solar activity; (2) the occurrence rate of irregularities is positively dependent on solar activity; (3) during high solar activity period, the occurrence rate of moderate irregularities in June solstice months can surpass that in equinox months although the rate of strong irregularities still achieves maximum in equinox months. Besides, by means of comparing the results with early studies that conducted in West Africa with other techniques, an interesting longitudinal effect can be found in solstice occurrences of irregularities, that is, ionospheric irregularities develop easier in June solstice months in East Africa but develop easier in December solstice months in West Africa during high solar activity period. This study facilitates the understanding of the effects of irregularities at African (European) longitudes and would help the designs of experiment of GPS time transfer.</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	The irregularity occurrences in Taiwan during solar maximum		
撰寫人	陳瑋陞	蘇信一	褚芳達	
	李建志	劉正彥		
撰寫日期	中華民國 97 年 07 月 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 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	Ionospheric bubble			
	Ionospheric disturbances			
	Ionospheric irregularities			
	GPS Phase Fluctuations			
內容摘要：				
<p>This study focused on the occurrences of ionospheric irregularities in Taiwan during solar maximum. We used the data obtained with ground-based ionosonde, ground-based GPS receiver, and satellite-born FORMOSAT-1/IPEI to observe the ionospheric irregularities during the year of 2000. The irregularities detected by ionosonde are called spread F, and which is further categorized into two types as range spread F (RSF) and frequency spread F (FSF). The GPS phase fluctuations, which caused by the irregularities, are divided into three levels (background, moderate and strong) to represent the strength of irregularities. Finally, the FORMOSAT-1/IPEI can detected plasma bubbles at 600 km altitude. In this study, the monthly occurrence rates of spread F, GPS phase fluctuations, and plasma bubbles in Taiwan during 2000 were compared, and then to interpret the sources of the irregularities. The results show that the ionospheric irregularities occur in equinox months in Taiwan mainly come from the magnetic equator, and however, those occur in summer should come from the midlatitude region. This study facilitates the understanding of the effects of irregularities in Taiwan and would help the designs of experiment of GPS time transfer.</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Analysis of the Asia-Pacific TWSTFT network		
撰寫人	曾文宏		林信嚴	馮開明
撰寫日期	中華民國 97 年 5 月 21 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	TWSTFT, time, relay station, closure, Asia-Pacific, time scale, two-way			
內容摘要：				
<p>Two Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT) is an important method to compare the atomic time scales between time keeping laboratories. The aim of this paper is to analyze the Asia-Pacific TWSTFT network, in which the measurements are performed synchronously by using multi-channel modems. As a result of the synchronous measurements, the clock drift and the majority path instabilities could be neutralized in the calculation of the closure links. This paper discusses what kinds of noise could be cancelled and what kinds of noise would still be kept in the result of the closure links by taking all three stations at the same time into account. From the re-examination of TWSTFT equations, we deduced that the time difference between two laboratories could be obtained via relay stations without debasing the stability in the synchronous TWSTFT measurements.</p> <p>The results show that the noises of the closure links in the Asia-Pacific TWSTFT network are very low. The smallest standard deviation of triangle closure is only 121 ps for the data over four months. The closing errors are closed to zero after removing calibration values. The analysis of Modified Allan Deviation confirms that the stability of data via relay station is in competition with the direct TWSTFT link. This paper also shows that the stability of TWSTFT could be improved by the weighted mean of the redundant TWSTFT links.</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	Strengthen the Asia-Europe Time Links by Combining TWSTFT and GPS Data		
撰寫人	Z. Jiang (BIPM)	W.H. Tseng (TL)	S.Y. Lin (TL)	
	M. Fujieda (NICT)	H. Maeno (NICT)	S.H. Yang (KRISS)	
	D. Piester (PTB)			
撰寫日期	中華民國 97 年 10 月 28 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	UTC, Time Transfer, TWSTFT, GPS, PPP, Time Deviation, Triangle Closure			
內容摘要：				
<p><b>The</b> time laboratories in the Asia-Pacific region actively contribute to the UTC/TAI generation, e.g. with increasing weights of the clocks and primary frequency standards. These data are introduced to UTC/TAI through the Asia-Europe intercontinental time/frequency (T/F) transfers. Very long distance T/F transfer is always a challenge. In the recent years, important investments have been made in GPS and TWSTFT (Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer, TW for short) facilities. Many laboratories operate both techniques. However, only one link, either TW or GPS, is presently used for UTC.</p> <p><b>In the paper</b>, we give first a brief recall of the state-of-the-art in the study of combining TW with GPS and then concentrate on the improvement of the very long distance Asia-Europe time transfer links. Although some of the Asia-Pacific TW laboratories are not linked <i>directly</i> to the PTB (the pivot of the UTC network), they are linked '<i>indirectly</i>' to PTB via the Asia pivot NICT. We show by numerical examples that the result of combining the indirect TW and PPP is as accurate as the direct TW combination in view of UTC/TAI T/F transfer. This implies that the indirect Asia-Europe TW links could be linked to PTB with the help of GPS PPP. <b>We</b> also prove that the combination GPS and TW can considerably improve the stabilities of time transfer.</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Frequency Calibration Based on Adaptive Neural-Fuzzy Inference System		
撰寫人	涂昆源		徐興旺	
撰寫日期	中華民國 97 年 6 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	frequency calibration			
	oven-controlled crystal oscillator (OCXO)			
	adaptive neural-fuzzy inference system (ANFIS)			
內容摘要：				
<p>A new scheme of frequency calibration based on adaptive neural-fuzzy inference system (ANFIS) is proposed in this paper. In normal mode, an oven-controlled crystal oscillator (OCXO) is steered by integrating time interval counter (TIC), fuzzy controller, D/A converter, etc., such that its frequency can follow a primary cesium atomic clock. In addition, the ANFIS is applied when the system enters holdover mode. Experimental results show that the frequency stability of the OCXO can be improved from a few parts in <math>10^9</math> to <math>10^{13}</math> for averaging times of one day, as well as the performance could be maintained within a few parts in <math>10^{10}</math> over one day in the holdover mode.</p>				

**97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Remote Frequency Control via IEEE 1588		
撰寫人	涂昆源		廖嘉旭	
			林信嚴	
撰寫日期	中華民國 97 年 6 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	remote frequency control			
	precision time synchronization protocol (PTP)			
	fuzzy controller			
	oven-controlled crystal oscillator (OCXO)			
<p>內容摘要：</p> <p>A new scheme of 1 based on the IEEE 1588 standards, a precision time synchronization protocol (PTP) is proposed in this paper. A remote oven-controlled crystal oscillator (OCXO) is steered by integrating the PTP system, fuzzy controller and D/A converter, such that its frequency can follow a primary cesium atomic clock used as the master clock of the PTP system. Experimental results show that for averaging times of one day, the frequency stability of the OCXO can be improved from a few parts in <math>10^9</math> to <math>10^{12}</math>.</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	台灣電離層電子密度不規則體之 GPS 相位擾亂觀測		
	英文			
撰寫人	褚芳達		陳瑋陞	張博程
	林信嚴		林晃田	廖嘉旭
撰寫日期	中華民國 97 年 08 月 日		撰寫語言及頁數	<input checked="" type="checkbox"/> 中/英文 10 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Equatorial ionosphere			
	Ionospheric disturbances			
	Ionospheric irregularities			
	GPS Phase Fluctuations			
內容摘要：				
<p>電離層的電子密度不規則體會影響電磁波的傳播，其中赤道地區夜間電子密度不規則體所引起的散狀 F 層 (equatorial spread F; ESF) 現象一直是重要的研究主題。本文除敘述大氣電離層的結構、變化、與擾動外，著重於使用全球定位系統 (global positioning system; GPS) 觀測電子密度不規則體的技術研發與改良。台灣地區實際案例分析顯示，GPS 相位擾亂技術能偵測到電離層電子密度不規則體，且與電漿泡大氣輝光的觀測結果相符合。</p>				



## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	西太平洋低緯度電離層不規則體之長期 GPS 觀測與經度效應		
	英文			
撰寫人	褚芳達		陳瑋陞	曾文宏
	李建志		王嘉綸	劉正彥
撰寫日期	中華民國 97 年 08 月 日		撰寫語言及頁數	<input checked="" type="checkbox"/> 中/英文 9 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Equatorial ionosphere			
	Ionospheric disturbances			
	Ionospheric irregularities			
	GPS Phase Fluctuations			
內容摘要：				
<p>電離層的電子密度不規則體會影響電磁波的傳播，赤道地區夜間電子密度不規則體所引起的散狀 F 層 (equatorial spread F; ESF) 現象一直是重要的研究主題。本研究使用全球定位系統 (global positioning system; GPS) 進行西太平洋低緯度地區電離層不規則體的長期觀測，以 GPS 相位擾亂來偵測 ESF，並統計其發生機率，以及探索 ESF 發生率隨太陽活動週期的逐年演進細節。研究結果顯示西太平洋 ESF 發生率呈雙峰分布，兩個峰值分別落在春季與秋季，在高太陽活動期淺谷值落在夏季而深谷值落在冬季，但在低太陽活動期則夏季與冬季差不多相同。而且，高太陽活動期每月的 ESF 發生率都比低太陽活動期者大，顯現出與太陽活動性呈明顯正相關。本研究最引人興趣的是高太陽活動期夏季與冬季不規則體發生率的經度效應，此即冬季不規則體在此區域的西端會比東端容易發展，且發生率可超過夏季者並追上春秋者，有扮演重要角色的趨勢；而夏季不規則體則是在此區域的東端會比西端容易發展，且發生率不僅超過夏季者也超過春秋者，有扮演重要角色的趨勢。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	分散式可信賴標準時間源之校時準確度提昇研究		
	英文			
撰寫人	丁培毅		胡家銘	褚芳達
	徐漢		林清江	
撰寫日期	中華民國 97 年 08 月 日		撰寫語言及頁數	<input checked="" type="checkbox"/> 中/英文 9 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Time transfer			
	Time stamping			
	National standard time			
內容摘要：				
<p>近年來在電子化政府、電子化醫療服務系統、公開金鑰基礎建設、電子商務應用快速發展的趨勢中，追溯至國家標準時間的需求快速浮現。本論文主要研發一套實用的分散式、可信賴、可追溯的標準時間源系統雛型，提出強化之時間校正程序，以提昇時間源之準確性，設計實驗量測時間訊號在數據機/傳統電信網路上之傳遞延遲，以符合全國認證基金會 (TAF) 量測追溯政策中連續的誤差量測與進行量測之能力證明，並運用主從式雙向傳時技術設計進階之時間校正機制，進一步提升系統之校時性能。實驗量測結果顯示，時間校正之誤差從單向傳時的大約 110 毫秒降低至主從式雙向傳時的大約 3 毫秒，效能改善超過了一個數量級。</p>				

# 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	頻率量測能力試驗之執行與展望		
	英文			
撰寫人	林晃田		張博程	
	廖嘉旭			
撰寫日期	中華民國 97 年 7 月 30 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	能力試驗、不確定度、 En 值			
內容摘要：				
<p>為配合 ISO17025 認證規範及全國認證基金會(TAF)對國內校正實驗室間相互比對之要求，國家時間與頻率標準實驗室(以下簡稱本實驗室)過去已舉辦兩屆校正領域頻率量測能力試驗活動。此活動提供國內之時頻校正實驗室一個能力驗證的機會；所總結的試驗結果，可作為實驗室校正能力的證明，並提供 TAF 作為實驗室評鑑的參考，進而健全全國時頻追溯體系。</p> <p>本實驗室辦理能力試驗活動的對象包括：TAF 已認證、申請中及其他有興趣參與之時頻實驗室。其作業方式是由本實驗室將待測件及一套完整的校正系統依序運送至參加實驗室，參加活動的實驗室依據其例行的校正方法進行量測，在此期間本校正系統亦同時進行量測，此兩組實驗之結果即可相互比對。待所有參與實驗室都完成量測後，再總結各家實驗結果，完成結果評估。參考第一屆活動辦理的經驗，我們在第二屆活動內容設計上作了一些調整，而對於不確定度分量的估算，也明訂改善的具體做法，因此取得更為合理的評估結果。本文內容將針對頻率量測能力試驗活動的作法及結果，進行完整描述與檢討。</p> <p>本實驗室未來仍將配合全國認證基金會(TAF)認證規範的要求，每三年舉辦一次能力試驗活動，並將於近期內申請能力試驗執行機構的認證，使活動之執行與評估結果更具有公信力。持續舉辦能力試驗活動，可以驗證及提升國內實驗室的校正能力，對我國時頻追溯體系的健全發展，有很大的助益。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	主從架構之雙向電話網路校時系統研製規劃報告		
	英文			
撰寫人	林清江			
撰寫日期	中華民國 97 年 11 月 日		撰寫語言及頁數	中/英文 16 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	單向模式			
	折返模式			
	主從架構			
<p>內容摘要：</p> <p>國家時頻實驗室對於發展優質的，經由電話網路提供標準時間的服務不遺餘力。因此，我們試圖應用雙向傳時的觀念來研發主從架構的電話網路校時系統，使得電話網路傳時技術更為精進。雙向方式是傳時技術的經典，使用者必須同時具備發送與接收機，雙方同時發送信號在相同的路徑上，如果路徑是完全對稱，則路徑延遲可經由一特定演算法將其消除。本文目的在規劃研製一個經由公眾電話交換網路 (Public Switched Telephone Network, PSTN)，主從 (Client-server) 架構的雙向校時系統雛型，說明所須具備基本功能方塊圖及其方法，及實現所用的各功能模組。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	完成原子鐘記錄系統更新規劃報告		
	英文			
撰 寫 人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 97 年 05 月 日		撰寫語言及頁數	中/英文 10 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	銻原子鐘、氫原子鐘、SWITCHER			
內容摘要：				
<p>本實驗室於 95 及 96 年度共新增五部銻原子鐘，連同原有之 11 部原子鐘及三部母鐘系統，原有系統之切換器僅有 16 個信號通道已不敷使用。另外基於 GPS 載波相位為每 5 分鐘比對一次，故系統應增加每 5 分鐘比對之機制，若將來有比對需求時，可不需更改程式，直接取原始資料與 GPS 資料比對。</p> <p>更新規劃將切換控制器增加一個 VHF 的 switch 模組於 mainframe 的插槽內，共增加 2 組共 8 個通道，總 channel 數增加至 24 channel，預計可容納原子鐘 20 部，母鐘 4 部，並可容許未來擴充至 32channel。軟體控制上增加第 5 個插槽選擇，並於資料檔 Raw data 處擴充 8 個儲存目錄及檔案。增加每小時記錄 12 次選項，以達到每 5 分鐘比對一筆之紀錄頻率。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	完成衛星雙向傳時夏威夷鏈路自動化操作規劃		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 97 年 7 月 31 日		撰寫語言及頁數	中文 21 頁
解密期限	中華民國 100 年 7 月底解密		機密級	保密[本文件限計畫內閱讀]
關鍵詞	衛星雙向傳時、夏威夷鏈路			
內容摘要：				
<p>本實驗室於 94 年自行開發完成衛星雙向傳時自動化操作系統。隨著自動化操作系統的應用，我們得以因應日益頻繁的衛星雙向傳時實驗，且能避免人為操作的失誤。此系統使用迄今，從 3 年前與荷蘭 VSL 每天 1 次的比對實驗，到今年與德國 PTB 每天 24 次的比對實驗，程式歷經多次改寫與修正，系統已相當穩定可靠。以此為經驗，我們進行夏威夷鏈路所需的衛星地面站規劃。</p> <p>本篇報告說明自動化操作方法，包括系統架構、設備的控制及自動化操作流程。本篇有幾項不同以往的新規劃，包括(1)使用新型多通道傳時調變機；(2)利用同一座衛星地面站在不同時段進行夏威夷鏈路及亞太區傳時比對實驗。因此必須改變地面站的設定，並使用切換器來轉換不同的線路；(3)規劃使用內部 counter 的資料，透過衛星通訊傳輸數據資料，然後解算傳時結果，每小時得到與 UNSO 及 NIST 的最新即時比對結果。</p> <p>我們與美國 NIST、USNO 及日本 NICT 合作，計劃透過夏威夷衛星地面站建立亞、美衛星雙向傳時鏈路，進而實現環球雙向傳時鏈路。後續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，都必須透過雙方的互惠合作才能達成目的。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	完成遠距離衛星雙向傳時數據與 GPS 數據之比較		
	英文	The comparison of long distance TWSTFT and GPS data		
撰寫人	曾文宏		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 97 年 11 月 13 日		撰寫語言及頁數	英文 17 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	UTC, Time Transfer, TWSTFT, GPS, PPP, Time Deviation, Triangle Closure			
內容摘要：				
<p>Asia-Europe intercontinental time transfers are the longest baselines in the UTC network. Recent years' developments in timing metrology in Asia-Pacific region require strengthening the time links of inter-Asia-Pacific and Asia-Europe.</p> <p>TW and GPS, both have their advantages and disadvantages. GPS PPP (time transfer using the Precise Point Positioning technique) is advantageous because of its short term stability assigned by the carrier phase information and the independence between the precision and the link distance. But its accuracy is subject to possible biases, discontinuities and long term disturbances, as well as its rather high calibration uncertainty <math>u_B \approx 5\text{ns}</math>; TW is characterized by its absolute calibration uncertainty <math>u_B \approx 1\text{ns}</math> and its long-term stability. However, studies have proven that TW is disturbed by diurnal variations up to nanoseconds, especially for the long distance links. Combining the two techniques is a reasonable solution.</p> <p>We also prove that the combination GPS and TW can considerably improve the stabilities of time transfer: reducing the influence of biases and gaps in the observations, and increasing the robustness employing the complete independence between TW and GPS.</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	GPS 電離層全電子含量與相位擾亂觀測		
	英文			
撰寫人	褚芳達			
撰寫日期	中華民國 97 年 11 月 日		撰寫語言及頁數	<input checked="" type="checkbox"/> 中/英文 26 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Equatorial ionosphere			
	Ionospheric disturbances			
	Ionospheric irregularities			
	GPS Phase Fluctuations			
內容摘要：				
<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，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。本文先說明電離層的結構，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，以及述電離層移行擾動、散狀 F 層電子密度不規則體等電離層擾動。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改進。本研究以台灣地區實際案例來分析 GPS 全電子含量與相位擾亂觀測結果，探討電離層不規則體的性質，並與附近之大氣輝光觀測站的電漿泡輝光耗損觀測結果做比較，證實 GPS 相位擾亂觀測結果與電漿泡輝光耗損觀測結果相符合。</p>				



## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	完成試製實驗用電子數位信賴時間雛型研發報告		
	英文			
撰寫人	褚芳達			
撰寫日期	中華民國 97 年 11 月 日		撰寫語言及頁數	<input checked="" type="checkbox"/> 中/英文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	國家標準時間			
	信賴時間			
	時戳服務			
內容摘要：				
<p>準確且可信賴的時間源是建立電子商務、行動商務、電子化公文與電子化政府的核心技術，目前正逐漸落實為技術法規。若沒有具公信力的可信賴時間源和一套完整且安全的數位時間追溯機制，就算在實務應用中所用時鐘的準確性可以達到客觀的要求，這樣子的時鐘仍無法成為實務系統例如時戳服務、存證服務、票證服務等之可信賴的時間來源。本文以國家標準時間做為信賴時間的源頭，進行可信賴數位時間技術研發，今 (97) 年的工作項目為試製實驗用電子數位信賴時間雛型。文中說明實驗用電子數位信賴時間雛型的架構，樣板 (template) 展示雛形概觀，相關研發工作分年執行 (97-99) 的工作項目內容，以及今 (97) 年度的實際研發成果。最後，也舉日本的類似系統作為比較討論。待完成各分年主要項目，以取代實驗用雛形的相對應樣板模組流程，就可建立網路數位信賴時間度量衡標準系統，實現電子數位時間追溯到國家標準時間的標準認證追溯鏈。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	完成 Bernese GPS Software 5.0 操作報告		
	英文			
撰寫人	張博程			
撰寫日期	中華民國 97 年 7 月 日		撰寫語言及頁數	中文 8 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	IGS、GPS 載波相位、電離層延遲			
<p>內容摘要：</p> <p>自從 1992 年 International GPS Services (IGS) 成立以來，世界 GPS 固定站網從最開始的二十多站，發展至 1995 年的八十多站，而至 2008 年 6 月則已有 386 站 (其中 339 站正常運作中)。世界各地的研究機構都體認到加入 IGS 觀測站的重要性，從 IGS 的服務中可以得到該觀測站的精密座標及其移動速度，這對於當作區域性的參考站，以支援區域性的 GPS 計畫與研究將有相當的幫助。國家時頻標準實驗室目前維持的觀測站已加入 IGS 組織並命名為 TWTF，所採用的 GPS 接收機為 Ashtech Z-XII3T，配合 ASH701945C_M 環形天線盤加上實驗室標準頻率為其參考信號每隔 30 秒記錄一筆資料，全年 365 天不間斷的接收 GPS 資料。</p> <p>GPS 載波相位觀測量為 GPS 衛星訊號中最為精確的測距信號，利用此觀測量可以使導航衛星時頻比對技術的精確度小於 1ns，載波相位時頻傳送技術是利用 PPP (precise point positioning) 的技術進行分析，使用 IGS 所提供的精確衛星軌道座標、雙頻 P1/P2 電碼估測電離層延遲以及地球自轉軸運動模型參數等數據，可計算出每一觀測站相對應 GPS 系統時間的本地振盪器誤差，並可進一步得出各個時頻實驗室間的參考頻率相位變化。目前常用的處理軟體包括由瑞士伯恩大學 (University of Bern) 所發展的 Bernese GPS Software 以及美國麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology) 所發展的 Gamit GPS Software。本實驗室先前購入的 Bernese GPS Software 4.2 僅能於 Linux 系統操作，隨著 Windows 版本的出現 (5.0 版本)，使用者的操作環境更加的便利，本篇報告擬藉由執行最基本的單點定位程序來熟悉此軟體的操作環境及功能。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	完成時頻校正系統自動化設計報告		
	英文			
撰 寫 人	張博程			
撰寫日期	中 華 民 國 97 年 12 月 日		撰寫語言及頁數	中文 4 頁
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密		機密級	普通
關鍵詞	差頻多工器、計數卡、SR620			
<p>內容摘要：</p> <p>國家時頻標準實驗室目前提供校正服務的量測儀器主要有 SR620 Time Interval Counter 及 Quartzlock A7 Frequency and Phase Comparator 兩種，前者的優點係量測的項目較多且頻率範圍較廣(0.001Hz~300MHz)，可涵蓋現行大部分的校正業務，目前有頻率模式(frequency mode)、相位模式(phase mode)以及 1 PPS 模式可針對不同等級的頻率振盪器或信號型態進行量測，並由實驗室自行發展的軟體進行原始資料收集；而後者在設計採用差頻多工器(Frequency Difference Multiplier)的技術，因此在頻率解析度上具有更優異的表現，對於頻率穩定度及準確度較優良的原子鐘，例如銨頻率標準器以及氫微射頻率標準器，可精確評估其頻率信號的極限。</p> <p>然而 Quartzlock A7 當初購置時係搭配一安裝在工業級電腦的 GT100/200 計數卡使用，其上面的韌體及相關的驅動程式僅支援早期 Windows 95 和 Windows NT 的操作環境。由於目前實驗室電腦的操作介面都已更新至 Windows XP(含)以上，導致該系統在操作時常有間歇性通信錯誤(intermittent communication errors)的訊息發生造成使用相當不便。要解決這個問題的方法有二：一是採購支援現行操作環境的計數卡並發展相關資料收集軟體，此一方式需要較多的時間與人力才能完成；二是以 SR620 來取代原本計數卡的角色，即將 Quartzlock A7 差頻後的信號直接輸出至 SR620 並配合其記錄程式來讀取資料，由於 Quartzlock A7 差頻技術所產生的乘數(multiplication)效應為已知，在以 Stable 32 計算穩定度及準確度時將此一效應考慮進去即可。此一方式不需花費額外金錢與重新開發軟體，僅需進行系統整合即可，本篇報告將對其設計與功能做一詳細的介紹。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	自主性 GPS 共視系統之建立		
	英文			
撰寫人	王嘉綸			
撰寫日期	中華民國 97 年 7 月 26 日		撰寫語言及頁數	中文 7 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、1PPS、CGGTTS、時頻追溯			
<p>內容摘要：</p> <p>時間與頻率為重要的基本物理量且互為一體的兩面，應用相當廣泛，科技愈發達其精確度要求愈高。GPS 共視法始於 1980 年代由美國標準與技術研究院(NIST)所開發出來的遠端時間與頻率比對技術，系統最早是以單頻單通道 GPS 接收機進行國際比對研究，發展至今，目前的研究趨勢是以雙頻多通道設備進行比對，可將系統比對的誤差由 3~10 奈秒降至 1 奈秒內。在 TL 現有的 GPS 共視法國際比對設備中，分別為 ASHTECH Z12T GPS P3 電碼設備、TOPCON/NMIA 多通道雙頻 GPS 共視法設備，這些設備皆可用以達成遠端時頻比對的目的，隨著所使用的不同觀測量，系統的精確度由 1 奈秒到 10 奈秒。</p> <p>為了建立 TL 的技術能力，我們進行了 GPS 共視系統的發展，建立此系統可進一步了解 GPS 共視系統的運行，並可根據特定需求進行改良，此外，此系統亦可做為我們在 GPS 傳時系統中的性能提升測試平台，對於 GPS 傳時性能提升研究有著極大的幫助。</p>				

# 97 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

## 技術報告

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	97-1403-04-0301-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	頻率量測能力試驗之品質手冊		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 97 年 11 月 25 日		撰寫語言及頁數	中文 23 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	能力試驗、品質手冊			

### 內容摘要：

能力試驗品質手冊之制訂，係依據中華電信研究所品質手冊及 ISO 17025(2005 年版)之品質要求編撰而成，再經實驗室主管核定後頒佈施行，本手冊定位於國家時頻標準實驗室之能力試驗活動之相關業務。其內容包括：組織、管理系統、文件管制、要求、標單及合約審查、採購、顧客服務、抱怨、不符合試驗與校正工作之管制、改進、矯正措施、預防措施、記錄管制、內部稽核、管理審查、人員、設施和環境條件、組織與計畫設計、方法或程序的選擇、能力試驗計畫的執行、資料分析與計畫結果的剖析、與參加者的聯絡、機密性、結果的串通與偽造等二十五個部份的規範與要求。

為維持實驗室管理系統的有效性與適合性，本手冊得視實際情況檢討修訂。主要修訂時機為：

- 品質要求改變
- 組織變更
- 作業手冊內容不合時宜

本手冊之修訂需由實驗室主管召集相關人員開會決定後，再由指定人員撰稿，經實驗室主管核定後施行。本手冊經核定之後，由實驗室主管、技術主管及品質主管各執一本。如因特殊需要應另提出申請，由實驗室主管核定後分發。

# 97 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

## 技術報告

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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	頻率量測能力試驗之活動執行情序		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 97 年 11 月 25 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	能力試驗、程序書			
<p>內容摘要：</p> <p>為使國家時頻標準實驗室(以下簡稱本實驗室)舉辦之能力試驗活動，維持一致性及符合相關規範之要求，特訂定本程序書作為共同之依據。其內容包括、概述能力試驗作業流程圖、能力試驗活動作業流程、文件與記錄管理、參考資料...等章節。</p> <p>本程序書是依據實驗室執行能力試驗之實務經驗，參照 TAF 訂定之「能力試驗執行機構之能力要求(TAF-CNLA-R09)」編撰而成。本程序書經實驗室主管核定後實施，並可根據實際狀況檢討修訂。其主要修訂的時機為</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 相關規範或品質要求改變。</li> <li>b. 作業手冊內容不符時宜。</li> <li>c. 修訂程序依據本實驗室能力試驗品質手冊之規定辦理。</li> </ol> <p>本程序書之相關規定，適用於本實驗室舉辦之能力試驗活動。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴美國夏威夷參加 2008 IEEE International Frequency Control Symposium 並發表論文出國報告		
	英文			
撰寫人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 97 年 06 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	CCTF, IEEE FCS, EFTF, GPS, Galileo, Time Scale, Atomic Clock			
<p>內容摘要：本次出國之主要任務是赴美國夏威夷參加 2007 IEEE FCS 研討會並發表論文。本案係執行 97 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，並奉研究所贍二字第 0970000026 號函同意，准予參加會議。原訂出國時間預定自民國 97 年 05 月 18 日至同年 05 月 23 日，含行程共 6 天。另奉准於 05 月 24 日及 05 月 25 日順道於夏威夷自費觀光，實際出國時間為自 97 年 05 月 18 日至同年 05 月 25 日，含行程共 8 天。</p> <p>IEEE FCS(IEEE International Frequency Control Society)為美國電子電機工程師學會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。此次會議於美國夏威夷之 Hilton Hawaiian Village Hotel 舉辦，一共進行三天，會議討論內容涉及 sensor, oscillator 製作、Frequency Synthesizers 等工業級時頻元件製作，及 time transfer, optical clock, space clock 等實驗室時頻研究議題。本實驗室並將在研討會上將發表論文『Analysis of the Asia-Pacific TWSTFT network』，與與會先進共同研討。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>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴美國科羅拉多參加 2008 CPEM 研討會並發表論文		
	英文			
撰寫人	廖嘉旭			
撰寫日期	中華民國 97 年 06 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	CCTF, IEEE FCS, EFTF, GPS, Galileo, Time Scale, Atomic Clock			
<b>內容摘要：</b>				
<p>本次奉派赴美國科羅拉多參加 CPEM 2008 研討會發表論文，本案係依據經濟部標準檢驗局委託本所「建立及維持國家時間與頻率標準」97 年度計劃出國計畫第六案辦理，出國時間自民國 97 年 6 月 8 日至同年 6 月 14 日，含行程共 7 天。CPEM (Conference on Precision Electromagnetic Measurements) 為全球計量領域兩年一度最重要的國際研討會，其五個永久發起單位為 Bureau Internationale des Poids et Mesures(BIPM), IEEE Instrumentation and Measurement Society(IEEE IM), National Institute of Standards and Technology(NIST), NRC-CNRC of Canada(CNRC), 和 Union Radio Scientifique Internationale(URSI)。參與此次研討會的人員主要是來自全球各國在計量領域的專家及 BIPM 的代表共約五百位人參加，共有三百餘篇文章被發表。本實驗室所發表的論文包括” Frequency Calibration Based on Adaptive Neural-Fuzzy Inference System”及” Remote Frequency Control via IEEE 1588”等兩篇論文，並將此兩篇論文投稿屬 SCI 期刊之 IEEE Trans. on Instrumentations and Measurements 特刊，藉以提昇實驗室論文水準。這些論文乃是本實驗室近期的研究成果，在會議期間亦引起與會各國專家的興趣，例如 PTB 時頻負責人 Dr. Bauch 對兩篇論文未來可應用於 networked distributed system, electrical power system, communication network and control system 等表示有趣。</p> <p>此次研討會的議程相當緊湊，不過在短短幾天的時間內，卻讓國際計量實驗室間的合作與相互瞭解更向前邁進一步。本次研討會所歸納出未來計量領域將由時頻及多個物理常數所主導，如長度、電量、質量、溫度、莫耳與時頻等標準將和物理常數相結合，對於提升時頻之重要性及未來實驗室在國際上的能見度與貢獻度有莫大的助益。這次由美國 NIST 負責舉辦 CPEM 2008 研討會，在籌備方面花了蠻大的心思，也辦得不錯，但因我國非 BIPM 正會員，實驗室亦非 IEEE IM 會員，無法爭取此國際性會議在台灣舉辦殊為可惜。</p>				



## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴瑞典參加 2008 年衛星雙向傳時工作小組會議		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 97 年 10 月 20 日			
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、頻率			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴瑞典參加 2008 年衛星雙向傳時工作小組會議。本案係執行 97 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，並奉研究所研無五字第 0970000077 號函同意，准予參加會議。</p> <p>衛星雙向傳時工作小組會議 (TWSTFT Working Group Meeting) 係由國際度量衡局 (BIPM) 轄下時間與頻率諮詢委員會 (CCTF) 各時頻國家標準實驗室所組成之工作小組。以推動國際間衛星雙向傳時技術及比對量測事宜，並制定各項設備及傳時實驗之標準使用程序。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。此次會議於瑞典 Boras 之 SP Technical Research Institute 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，會議最後一天的下午則安排參訪 SP 實驗室。此次會議我們報告本實驗室最新狀況並發表亞太地區衛星雙向傳時網的分析結果，與國際先進共同研討。</p> <p>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>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴印尼參加 ATF2008、2008APMP GA 及 TC meetings 等會議		
	英文			
撰寫人	廖嘉旭		林晃田	
撰寫日期	中華民國 97 年 12 月 10 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	APMP、GA、TC、ATF			
<p><b>內容摘要：</b></p> <p>本次出國案主要任務為：赴印尼雅加達參加 ATF 2008、APMP 2007 GA and TC meetings 等會議。會議情形大致如下：</p> <p><b>ATF 2008</b> – 於 10/30~11/01 舉行。會中各實驗室除了對於發展現況作簡報外，另有 Dissemination and Remote Calibration、Time and Frequency Transfer、Time Scale and Primary Frequency Standard、Special Session for Optical Frequency Metrology 等 session 的論文發表。本實驗室獲邀在會議中擔任兩個 session 的主持人。</p> <p><b>APMP TCQS meeting</b>：係亞太地區時頻實驗室間，商討相互認可相關事務的重要會議，會議中各實驗室均對品質系統維持現況及問題作簡報，並進行熱烈的討論。<b>APMP DEC-TCQS Workshop</b> 主題為：Process of Peer Evaluation，與會代表對相關議題有深入的探討。<b>APMP TCTF meeting</b>：17 個實驗室約 29 人參加，會中除有四個工作小組年度報告外，主要討論 Comparison of GNSS time transfer, TWSTFT link fee share, MRA CMC 審查, Remote frequency calibration &amp; traceability of GPSDO ... 等問題。</p> <p><b>Symposium</b> 是為期半天的演講及座談會。會中發表了來自 BIPM、NMIA、MOT of Indonesia 及印尼 KIM-LIPI 等組織及機構的多篇講題。</p> <p><b>APMP General Assembly (GA)</b> 為亞太計量組織(APMP)的年度盛會，議程中有組織的會務報告、各領域的技術委員會報告，其它區域組織及國際相互認可相關事務報告等。本年度新選出兩位 APMP 執行委員(EC)委員(分別為工研院量測中心段家瑞主任、及澳洲 NMIA 的 Dr. Angela Samuel)，為推動亞太地區計量領域合作繼續努力；俄國 VNIIM 成為 APMP full member；2009 及 2010 APMP 大會將分別在馬來西亞與泰國舉辦。</p> <p>參加本次會議，發現大陸及東南亞國家投入時頻之研究經費逐年增加，積極採購設備及發展高精準技術，令人稱羨。我國應增加資源及經費的投入，否則差距恐將越拉越大，值得警惕。</p>				

## 97 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	<b>97-1403-04-0301-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	97 年 1 月至 97 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴美國 Reston 參加第四十屆 PTTI (Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting) 研討會返國報告		
	英文			
撰寫人	張博程		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 97 年 12 月			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	太空鐘、建築設計、TWSTFT Triangle Closures			
內容摘要：				
<p>本次因公赴美參加第 40 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)，並參加會議期間同時舉辦的衛星雙向傳時工作小組，出國期間含行程自 97 年 11 月 30 日起至 97 年 12 月 07 日止，共計 8 日，奉派出國人員包括助理研究員林信嚴及張博程二人，除參與會議外並發表論文兩篇，包括“The Analysis of the Triangle Closures in Asia-Pacific TWSTFT Network”以及“Remote Frequency Calibration Using GPS Carrier Phase Observation Measurement at TL”。</p> <p>本次會議共有 71 篇論文發表，包括 50 篇 oral 以及 21 篇 poster，約有近百人參加。有關先進時鐘的最新發展以及時頻傳送技術的研究仍是時頻領域研究方向的主流，兩者合計約超過二分之一強。由於歐洲太空總署 (European Space Agency, ESA) 在 Galileo 衛星系統的推動，不少歐美廠商如 SpectraTime 以及 Frequency Electronics, Inc. 等均於此次會議中發表最新太空鐘的現況，本次出國期間亦與其洽談並帶回不少有用的資訊。此外，USNO 的 Dr. Warren Walls 介紹其實驗室新近完成用來放置原子鐘的建築設計，室內環境溫度可控制在 <math>\pm 0.1^{\circ}\text{C}</math>，其建築考量及線路設計可作為本實驗室將來環境改善的參考依據。於廠商展覽現場，SDI (SpectraDynamics, Inc) 展示各類型的信號分配器及新開發的相位雜訊量測系統，由於其精度頗高且價格不貴，先前本實驗室的相關設備大多向其購買，未來若進行新一代實驗室建置規劃，該廠商亦是重要的合作夥伴。關於 TWSTFT Triangle Closures 的分析除本實驗室發表相關論文外，BIPM 的 Dr. W. Lewandowski 及 USNO 的 Dr. D. Matsakis 亦發表同樣主題的研究，顯示本實驗室在該領域已位於領先者群。最後，本實驗室為衛星雙向傳時工作小組小組成員之一，故派員參加與討論可了解國際最新的發展狀況與相關的合作機會。</p>				

#### (四) 標準系統統計表

系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	驗證方法
時間量測系統	KJ01-1	-1000 to 1000 s	1ns	SR620 universal counter, H-maser(master clock)	維持 TAF CNLA 認證
頻率量測系統	KJ02-2	1.0mHz to 300MHz	3.0E-12	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	維持 TAF CNLA 認證
相位比較系統	KJ02-3	1, 5, 10 MHz	3.0E-13	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	維持 TAF CNLA 認證
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)	維持 TAF CNLA 認證
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)	維持 TAF CNLA 認證

(實驗室)

(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(初稿)

95.09.15 核定

一、基本資料：

- 1.計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準
- 2.執行機關(單位)：中華電信研究所
- 3.經費：96(前)年預算數： 30,062 千元、簽約數： 30,062 千元  
 97(今)年預算數： 27,974 千元(較前年增減 %)  
 97(今)年簽約數： 27,974 千元(較前年增減 %)

二、評分表：

國家標準實驗室績效評估評分表

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
<b>一、共同指標</b>						<b>45%</b>		
<b>1.計畫作為</b>						<b>6%</b>		
(1)計畫目標之挑戰性	目標極具挑戰性。	目標甚具挑戰性。	目標具有挑戰性。	目標略具挑戰性，或與上年度相同。	目標不具挑戰性，或較上年度降低。	2%	95	1.9
(2)年度列管作業計畫具體程度	計畫內容均能具體、量化。	計畫內容大多能具體、量化。	計畫內容部分具體、量化。	計畫內容少部分具體、量化。	計畫內容未能具體、量化。	2%	95	1.9
(3)計畫之變更	核定之整體計畫、分項計畫均未修正。	核定之分項計畫曾修正，但未影響整體計畫之完成期限。	核定之分項計畫曾修正，致延長整體計畫之完成期限。	核定之整體計畫曾修正(或分項計畫曾修正二次以上)。	核定之整體計畫修正二次以上。	2%	95	1.9
評分說明	若依政府政策需要或本局要求變更計畫內容，該次修正得不列入績效評估。							
<b>2.計畫執行</b>						<b>15%</b>		
(1)進度控制情形	依管考週期，年度進度或總累積進度均符合預定進度。	依管考週期，年度進度或總累積進度曾落後在0%~3%以內者。	依管考週期，年度進度或總累積進度曾落後在3%~5%以內者。	依管考週期，年度進度或總累積進度曾落後在5%~10%以內者。	依管考週期，年度進度或總累積進度曾落後超過10%者。	5%	95	4.5
(2)各項查證改善	期中、期末及不定期等各項查證均依期限完成改善並回覆。	期中、期末及不定期等各項查證逾期10日以內完成改善並回覆。	期中、期末及不定期等各項查證逾期10~20日以內完成改善並回覆。	期中、期末及不定期等各項查證逾期20~30日以內完成改善並回覆。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	5%	95	4.5
(3)進度控制結果	年度終了累積進度符合預定進度，且如期完成預期之年度進度。	年終時年度進度落後在0%~3%以內者。	年終時年度進度落後在3%~5%以內者。	年終時年度進度落後在5%~10%以內者。	年終時年度進度落後超過10%者。	5%	95	4.5
<b>3.經費運用</b>						<b>12%</b>		
(1)預算控制情形	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支出比在97%~100%之	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支出比在97%~93%以內	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支出比在93%~88%以內	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支出比在88%~80%以內	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支出比在80%以下者。	12%	98	11.8

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
	間。	者。	者。	者。				
(2)資本支出預算控制結果	依年終資本支出預算執行率給分。					0%		
評分說明	如計畫無資本門預算，則「資本支出預算控制結果」項目權數為0，而「預算控制情形」權數調整為12%，另2計畫執行之「進度控制情形進度控制結果」、「各項查證改善」及「進度控制結果」三項權數分別調整為5%。							
<b>4.行政作業</b>						<b>12%</b>		
(1)各項計畫書及契約書	均能依限完成；且未有退件修訂者。	逾期5日以下完成者；或曾退件修訂1次。	逾期5~10日以內完成者；或曾退件修訂2次。	逾期10~15日以內完成者；或曾退件修訂3次。	逾期超過15日完成者；或曾退件修訂超過3次。	3%	100	3
評分說明	1.若依政府政策需要或本局要求變更各項計畫書及契約書內容，該次修正得不列入績效評估。 2.本項退件修訂係指本局正式函文通知者。							
(2)進度報表	各項進度報表依格式詳實填寫，且如期填送。	各項進度報表依格式詳實填寫，且填送平均逾期3日以下者。	各項進度報表尚能依格式詳實填寫，且填送平均逾期3~5日以內者。	各項進度報表依格式填寫，且填送平均逾期5~7日以內以下者。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	3%	95	2.9
(3)配合度	均能完全配合提供主管機關有關計畫之要求，且如期提供必要之資料或協助。	大多能完全配合提供主管機關有關計畫之要求，且平均逾期3日以下提供必要之資料或協助。	大多能完全配合提供主管機關有關計畫之要求，且平均逾期3~5日以內提供必要之資料或協助。	部分能完全配合提供主管機關有關計畫之要求，且平均逾期5~7日以內提供必要之資料或協助。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	3%	95	2.9
(4)各項執行報告	各項執行報告依格式詳實填寫，且如期填送。	各項執行報告依格式詳實填寫，且填送逾期5日以下者。	各項執行報告依格式詳實填寫，且填送逾期5~10日以內者。	各項執行報告依格式填寫且填送逾期10~15日以內者；或雖依格式填寫，但資料不詳實，且填送逾期10日以下者。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	3%	95	2.9
<b>二、個別指標</b>						<b>55%</b>		
<b>1.研發成果</b>						<b>9%</b>		
(1)期刊、論文、研究報告發表數	期刊、論文、研究報告發表總數數較前年增加10%以上；或其中列入SCI期刊超過總數10%以上；或國際性發表超過總數30%以上。	期刊、論文、研究報告發表總數數較前年相同或增加0%~10%以內；或其中列入SCI期刊佔總數0%~10%以內；或國際性發表佔總數20%~30%。	期刊、論文、研究報告發表總數數較前年減少0%~15%以內；或國際性發表佔總數15%~20%。	期刊、論文、研究報告發表總數數較前年減少15%~30%以內；或國際性發表佔總數5%~15%。	期刊、論文、研究報告發表總數數較前年減少30%以上；或國際性發表佔總數5%以下。	4% (2~4%)	100	4

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
評分說明(佐證)	1.96年：期刊、論文、研究報告發表總數： <u>23</u> 篇；其中國際性發表總數： <u>9</u> 篇(____%)；其中列入SCI期刊超總數： <u>2</u> 篇(____%)。 2.97年：期刊、論文、研究報告發表總數： <u>23</u> 篇(較前年增減____%)；其中國際性發表總數： <u>8</u> 篇(____%)；其中列入SCI期刊超總數： <u>1</u> 篇(____%)。 3.上三項衡量指標得擇優評分。							
(2) 專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年增加5%以上者。	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年相同或增加0%~5%者。	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年減少0%~15%者。	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年減少15%~30%者。	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年減少30%以上者。	2 % (2~4%)	95	1.9
評分說明(佐證)	1.96年：專利權核准數： <u>0</u> 件數；專利權授權(應用)收入： <u>_____</u> 元；新技術引進總項數： <u>_____</u> 項數。(申請專利數： <u>1</u> 件數) 2.97年：專利權核准數： <u>0</u> 件數(較前年增減____%)；專利權授權(應用)收入： <u>_____</u> 元(較前年增減____%)；新技術引進總項數： <u>_____</u> 項數(較前年增減____%)。(申請專利數： <u>1</u> 件數) 3.上三項衡量指標得擇優評分。							
(3) 研發成果運用及移轉	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年增加5%以上者。	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年相同或增加0%~5%者。	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年減少0%~5%者。	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年減少5%~10%者。	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年減少10%以上者。	3% (2~4%)	100	3
評分說明(佐證)	1.96(前)年：研發成果運用及移轉之件數、廠家數： <u>_____</u> 件數；其實際收入金額： <u>_____</u> 元。(提供時間同步服務之平均日服務量： <u>550</u> 萬件數) 2.97(今)年：研發成果運用及移轉之件數、廠家數： <u>_____</u> 件數(較前年增減____%)；其實際收入金額： <u>_____</u> 元(較前年增減____%)。(提供時間同步服務之平均日服務量： <u>&gt;700</u> 萬件數) 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
<b>2.技術能力</b>						<b>15%</b>		
(1) 技術發展	技術發展投入經費比率較前年增加5%以上者；或標準能量新建及擴建完成套(項)數較前年增加5%以上者。	技術發展投入經費比率較前年相同或增加0%~5%者；或標準能量新建及擴建完成套(項)數較前年相同或增加0%~5%者。	技術發展投入經費比率較前年減少0%~10%以內者。	技術發展投入經費比率較前年減少10%~20%以內者。	技術發展投入經費比率較前年減少20%以上者。	4% (4~6%)	95	3.8
評分說明(佐證)	1.96(前)年：技術發展投入經費： <u>4510</u> 元；標準能量新建及擴建完成套(項)數： <u>0</u> 套(項)。 2.97(今)年：技術發展投入經費： <u>3924</u> 元(較前年增減____%)；標準能量新建及擴建完成套(項)數： <u>0</u> 套/項(較前年增減____%)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
(2) 國際比對/能力試驗	參與國際比對/國際能力試驗項次前年增加5%以上者；或主辦國際比對/國際能力試驗2項次以上者。	參與國際比對/國際能力試驗項次前年相同或增加0%~5%以上者；或主辦國際比對/國際能力試驗1項次者。	參與國際比對/國際能力試驗項次前年減少0%~15%以內者。	參與國際比對/國際能力試驗項次前年減少15%~30%以內者。	參與國際比對/國際能力試驗項次前年減少30%以上者。	5% (4~6%)	95	4.8

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
評分說明(佐證)	1.96年：參與國際比對及國際能力試驗： <u>4</u> 項次；主辦國際比對及國際能力試驗： <u>    </u> 項次。 (主辦能力試驗： <u>0</u> 項次) 2.97(今)年：參與國際比對及國際能力試驗： <u>4</u> 項次(較前年增減 <u>0</u> 項次)；主辦國際比對及國際能力試驗： <u>    </u> 項次。(主辦能力試驗討論會： <u>1</u> 項次) 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
(3)標準技術之研發	標準技術大多為國際領先群之地位，能提升實驗室研發能力，大多能建立獨立自主之國家原級標準。	標準技術部分為國際領先群之地位，能提升實驗室研發能力，大多能建立獨立自主之國家原級標準。	標準技術部分為國際追隨者之地位，部分能建立獨立自主之國家原級標準。	標準技術大多為國際為追隨者之地位，大多無法建立獨立自主之國家原級標準。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	6% (4~6%)	95	5.7
<b>3.技術推廣與服務</b>						<b>15%</b>		
(1)技術服務或移轉	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年增加5%以上者。	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年相同或增加0%~5%者。	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年減少0%~15%以內者。	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年減少15%~30%者。	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年減少30%以上者。	4% (4~6%)	95	3.9
評分說明(佐證)	1.96(前)年：技術服務或移轉之件數、廠家數： <u>23</u> 家數；其移轉權利金額： <u>    </u> 元。 2.97(今)年：技術服務或移轉之件數、廠家數： <u>27</u> 家數(較前年增減 <u>17</u> %)；其移轉權利金額： <u>    </u> 元(較前年增減 <u>    </u> %)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
(2)技術研討會與說明會之場次/人次	技術研討會與說明會之場次或人次較前年成長5%以上者。	技術研討會與說明會之場次或人次較前年相同或成長0%~5%以內者。	技術研討會與說明會之場次或人次較前年減少0%~15%以內者。	技術研討會與說明會之場次或人次較前年減少15%~30%以內者。	技術研討會與說明會之場次或人次較前年減少30%以外者。	6% (4~6%)	95	5.7
評分說明(佐證)	1.96(前)年：技術研討會/說明會之場次： <u>2</u> 場次；其參加總人次： <u>87</u> 人次。 2.97(今)年：技術研討會/說明會之場次： <u>2</u> 場次(較前年增減 <u>0</u> %)；其參加總人次： <u>50</u> 人次(較前年增減 <u>263</u> %)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
(3)校正服務	校正服務件數或收入金額較前年成長5%以上者。	校正服務件數或收入金額較前年相同或成長0%~5%以內者。	校正服務件數或收入金額較前年減少0%~15%以內者。	校正服務件數或收入金額較前年減少15%~30%者。	校正服務件數或收入金額較前年減少30%以外者。	5% (4~6%)	95	4.8
評分說明(佐證)	1.96(前)年：校正服務件數： <u>45</u> 件數；其收入金額： <u>    </u> 元。 2.97(今)年：校正服務件數： <u>47</u> 件數(較前年增減 <u>+4</u> %)；其收入金額： <u>    </u> 元(較前年增減 <u>    </u> %)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
<b>4.資源運用</b>						<b>6%</b>		
(1)人力運用	計畫執行人力(經費)較前年減少5%以上者，但績效提升，執行工作(項目)增加。	計畫執行人力(經費)較前年相同或減少0%~5%以內者，但績效提升，執行工作(項目)增加。	計畫執行人力(經費)較前年增加0%~10%以內者，但執行工作(項目)無增加。	計畫執行人力(經費)較前年增加10%以上者，但執行工作(項目)無增加。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	4% (2~4%)	100	4



評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
評分說明(佐證)	1.96(前)年：經費：30062 元；其計畫執行人力：9.8 人年。 2.97(今)年：經費：27974 元(較前年增減 -6.9%)；其計畫執行人力：8.9 人年(較前年增減 -12.6%)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
(2)設備購置與有效利用	設備購置預算執行嚴格控制，並均能符合產業需求，有效利用，無閒置情形，且均依使用期限保固使用。	設備購置預算執行嚴格控制，並大多能符合產業需求，有效利用，無閒置情形，且均依使用期限保固使用。	設備購置預算執行嚴格控制，並大多能有效利用，且依使用期限保固使用。	設備購置預算執行嚴格控制，並分能有效利用，無法依使用期限保固使用，且需送修。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	2% (2~4%)	100	2
5.自訂項目	受託機關(單位)經考量各計畫屬性後，「共同指標」及「個別指標」各小項仍有不足之處，或有特殊之成效、表現、經濟效益、社會效益等非量化事績，可依實際需要自行訂定合適指標項目或說明，並予評分。					10%	95	9.5
評分說明(佐證)	(請於本欄文字說明，文字以不超過 500 字為限) 1. 維持並提昇國家標準之頻率穩定度及準確度達到優於 $1 \times 10^{-14}$ ，時刻差值同步在 0.03 微秒以內，並提供實驗室一級標準件之校正。 2. 持續參與國際度量衡局 (BIPM)，共同維持世界協調時(UTC)及國際原子時(TAI) 等國際標準。TL 原子鐘群對 TAI 的年平均權重約佔所有實驗室 >4%，排名前十名內。 3. 維持撥接式電腦校時系統及網際網路校時系統，滿足全國資訊設備，對時間數位化對時之使用需求，每日服務次數>1000 萬次。 4. 本實驗室與德國 PTB 合作，完成亞歐間衛星雙向傳時實驗 5. 實驗室品質系統通過 TAF CNLA 監督評鑑。 6. 完成舉辦時頻技術與業務推廣研討會。 7. 完成轉速計能力試驗討論會活動。 8. 協助 ATF2008.審查國際研討會論文摘要計五十餘篇。							
總 分						100%	95.8	

說明：1.個別指標各分項之小項指標權數，請依計畫性質於範圍內自行選定，惟其權數總和須等於該分項之權數。

2.自評分數請評至個位，加權得分請算至小數第一位。

(六) 附則

## 審查意見表

計畫名稱：97 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
<b>【A 委員】</b>	
1. 本計畫執行進度符合原計畫預定進度。	1.敬悉。
2. 本計畫執行經費及人力尚符合原計畫預定經費與人力。	2.敬悉。
3. 技術研討會與說明會舉辦 2 場，參加總人數才 45 人，每場平均 22.5 人。此似太少，應檢討原因改善。	3.目前通過 TAF 轉速計認證僅有 3 家實驗室，故參與能力試驗說明會為 10 人，但此為維持標準追溯制度之重要且必需的活動。另一研討會約有 40 人與會。
4. 可同意本計畫結案。	4.敬悉。
<b>【B 委員】</b>	
1. 實際進度與計劃比較僅到 97 年 11 月，全期執行情形，宜在簡報中顯現出來。	1.敬依委員建議於期末評審會議簡報中加以說明。
2. 合作單位似乎有很多單位，但僅列出台灣大學之內容與成效，其他單位之內容及成效如何？	2.與台大簽約之合作案與本計畫直接相關，其他合作案雖屬低頻計畫，本計畫亦協助辦理。
3. 預算執行到第三季僅佔 60.8%，全年之執行情形，宜在簡報中顯現出來。	3.敬依委員建議於期末評審會議簡報中加以說明。
<b>【C 委員】</b>	
1. 預算支用比例截至第三季為 60.81%，執行成效有待加強，第 12 頁中人力運用狀況，截至 11 月 30 日，僅 98 人月，如果按比例計算，顯示計畫人力截至 12 月底未達當初規劃之 132 人月。退休人力應儘速補齊，以免影響計畫經費獲得及計畫成效。	1.除請研究室人力(無掛名)支援外，亦擬依委員建議，繼續向承辦及委辦單位爭取人力補充。
2. 各分項工作皆有進展，資料顯示技術已	2.謝謝委員肯定，並請協助實驗室向委辦單

有國際競爭力，由第 28 頁顯示世界時頻實驗室佔 TAI 權重前十名排名中，今年有相當好的成績，值得肯定。	位爭取足夠預算，以維持於世界時頻界之好成績與國際聲譽。
3. 過去幾年實驗室原子鐘之穩定性受環境本身溫、濕度影響造成原子鐘排名下滑，今年實驗室由於特殊空調更新工程完成，已解決此問題，原子鐘權重排名應更能提升。	3. 謝謝委員支持與期望，本年度除新空調建立完成外，新紀錄系統、標準件搬遷、新直流備源系統規劃、告警系統規劃等，均是提高原子鐘穩定性之必要工作。
4. 與德國 PTB 直接進行衛星雙向傳時比對，也傳佳績，終於在今年 3 月建立與德國 PTB 的衛星雙向傳時比對鏈路，努力亦值得肯定。	4. 謝謝委員肯定，並請繼續惠予支持。
5. 第 119 頁中，量化績效充分顯示今年各項成果豐碩，但技術創新掛零是美中不足的地方。	5. 謝謝委員肯定，不足之處將為後續努力之目標。
6. 目前實驗室已有 14 部銻鐘及 2 部氫鐘，下一步即將擴充至 16 部銻鐘及 4 部氫鐘，所需購買之新紀錄系統應做長遠完整規畫，一次到位解決，也請主管機關大力支持。	6. 謝謝委員支持與遠見，並擬請協助向委辦機關爭取足夠的預算，以維持好成績與國際聲譽。
7. 未來透過低頻廣播電台以無線電提供服務，更能彰顯本計畫效應。	7. 同仁亦希望低頻廣播電台能及早順利建置完成與提供服務，來彰顯時頻標準之效益，以利後續計畫之爭取與推動。
<b>【D 委員】</b>	
1. (第 21 頁) 貴所指出 “……HP5071A 是目前世界上穩定性最好的商用化銻原子鐘，而氫原子鐘短期穩定性又優銻原子鐘，唯其準確度稍差，故於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 (目前使用編號 HM76053 原子鐘) 當主鐘信號源……”，氫原子鐘短期穩定性佳，準確度稍差，卻又是最穩定之原子鐘敘述似乎有澄清之必要。	1. 主動式氫原子鐘之短期穩定度(stability)較佳，但長期而言，其斜率會逐漸朝某一方向偏移造成準確性(accuracy)偏差，但對 5071A 銻原子鐘而言，其長期平均斜率大致能保持在一範圍內，唯五日內之斜率起伏較大(accuracy 較佳，但短期 stability 較差)。目前本實驗室母鐘係採用氫鐘為參考源，再以銻原子鐘叢集加權所得之 Time Scale 調整氫鐘斜率，可兼顧短期穩定及長期準確度。
2. (第 27 頁) 貴所指出 “……其他實驗室相繼擴充原子鐘數量，相對稀釋單一原子鐘權重，……權重排名於新購四部銻鐘加入 TAI 計算後逐步上升。……繼續保持 Top-10 權重排名。” 針對現行國家	2. 新購置之四部銻鐘，係準備為低頻廣播計畫之用，非為增加權重而購置。未來維持及發展除將考慮國家經濟狀況外，仍需考量原子鐘之壽年與性能，於經費有

經濟狀況，宜檢討實質的效益，以作為未來維持與發展之方向	餘裕時考慮購置新的銫原子鐘。
3. 第 32 頁)貴所目前已有 14 部銫原子鐘及 2 部氫原子鐘，下一階段可能擴充至 16 部銫原子鐘及 4 部氫原子鐘。銫原子鐘與氫原子鐘是否作過以壽期觀點(包括後續維修更換費用)檢討之效益評估，以作為後續長期投資之方向。 (如為 16 部高功能之銫原子鐘 HP5071A，每部每 3 年須更換銫核心，16 部平均每年須更換 5 組銫核心，以每支銫核心以新台幣 200 萬元計，每年至少須 1000 萬之銫核心更換費用)。	3.本實驗室氫鐘已使用 10 年以上，且為母鐘參考源，未來宜購置新的氫鐘以為備源。否則若氫鐘故障，UTC(TL)短期穩定度將下降一個數量級，除損及國際聲望外，將影響國外實驗室與本實驗室合作意願，並影響本實驗室國際相互認可校正之精密度。 目前新型銫束管使用壽年約在 7 年以上，更換頻率已較以往為少，若欲維持目前之權重、國際聲譽及 UTC(TL)穩定度，宜至少維持目前規模，將來再視經費情況進行擴充。
<b>【E 委員】</b>	
1. 各項工作如期完成，期末報告撰寫詳盡，也相當用心地提出自評及建議，值得嘉許。	1.謝謝委員肯定與嘉許。
2. 建立與德國 PTB 衛星雙向傳時比對，有助於國家時間精確度之提高，亦可為未來與歐洲伽利略計畫合作之基礎，成果良好。	2.謝謝委員支持與肯定，同仁們會繼續努力。
3. 委託研究案應及早規劃及洽談，盡量避免延至下年度執行。	3.委託研究案的執行因審核作業與採購作業流程而難免有所延遲，後續將設法改善，盡量在年度內執行完畢。
4. 本計畫經費成長不易，如人力使用未如預期，更會降低資源運用效率，後續請改善。	4.謝謝委員提醒，後續會改善。
5. 預算執行情形僅提供至第 3 季，會計作業配合不夠及時，效率可再提升。	5.本計畫現行採用之制度為墊付款制，故需每執行完一季之次月才能向委辦單位請款。第四季請款需於 12 月底本所結帳確認帳目之後方能為之，而本執行報告需於 12 月初送至委辦單位，故會計帳會有時間差，並非會計作業效率問題。敬請委員諒查。
<b>【F 委員】</b>	
1. 我國頻時實驗室的穩定度在世界各國能居領先地位，其關鍵原因請加以說明	1. 本實驗室掌握了以下的關鍵因素(a)本實驗室建立的 Time scale model 經過十多

	<p>年來的演進已相當成熟;(b)2004年10月1日建立獨立的原子時TA(TL)作為調整母鐘的參考依據。(目前全球只有15個獨立的實驗級原子時);(c)本實驗室每小時都與國際重要實驗室進行密集的時間比對。隨著國際比對實驗精確度的提升，本實驗內部維持時頻標準的能力，變得更加透明，藉此我們獲得更多改善Time scale model的經驗與資訊。(d)本年度更新實驗室空調，完成新的原子鐘紀錄系統、環境監測告警系統等。以上均是提高穩定度之重要原因。</p>
<p>2. 要使頻時實驗室的能力再更加精進，需要再進行那些投資?</p>	<p>2.(1)現職研究人員負擔維持國家實驗室正常運轉，提供國內廣大使用者校時服務，進行國際比對等例行事務繁重。需配置助理及秘書等人員來分攤管考及例行維護工作。</p> <p>(2)是否能扶植新一代的技術能力，為實驗室精進的關鍵因素，包括：</p> <p>(a)隨著2010年以後太空鐘(space clock)的發射、歐盟Galileo衛星系統正式運轉，利用同步或導航定位衛星的時間信號，來修正時鐘的時間或頻率偏移，將成為主要的解決方法之一。屆時國家標準時頻實驗室將持續參與國際時間的維持，擔任全球衛星雙向傳時比對鏈路的節點地面站；對內則負責觀測GPS(或space clock、Galileo等)資料，發佈本地的電離層修正資訊，並提供遠端校正的服務。這些轉型工作必需先有適當的準備。</p> <p>(b)建立光頻至微波頻全波段的頻率標準。2005年諾貝爾物理學獎得主與「雷射精密光譜學及光頻梳」的研究學者，揭開了全波段的頻率標準將是未來發展的趨勢。基於國家標準的發展，我們必須掌握此技術，否則對國家實驗室發展將有不利之影響。</p> <p>(c)與國內學界交流的機會太少，本實驗室</p>

	在國際上固然有很多合作的對象與能見度，但與國內學術單位的合作仍顯不足。因應之道請委辦機構多編列產學合作經費，及針對台大、清大、交大、中央等著名大學多進行合作交流，吸收優秀研究人才以及多參與國內研討會發表論文。
<b>【G 委員】</b>	
1. 本年度計畫三項重點目標：國家標準實驗室維持及性能增進、時頻校核技術及時頻傳播技術與推廣，皆有不錯研究成效。	1. 謝謝委員肯定。
2. 研究人力日漸萎縮，本年度雖可因計劃執行人力減少而增加績效(頁 151 資源運用部份)，但人事預算是否有相對的減少？研究中的遠端校核及傳播技術可否彌補往後人力不足之現象？	2. 謝謝委員支持與肯定，人事預算比起往年已有減少。遠端校核及傳播技術為新發展技術與業務，更需額外人力投入，若無新的人力補充，現有人力不足的現象將更形窘迫。
<b>【H 委員】</b>	
1. 建議說明書中第 23 頁至第 111 頁所載之「成果效益檢討」於目錄中列明其各分項之標題，以利檢索。	1. 將參酌委員意見，作為後續撰寫之參考。
2. 請說明經費實際運用之情形？計畫書中只列到第三季。	2. 將依委員建議於期末評審會議簡報中加以說明。
3. 報告第 10 頁及第 44 頁中之所載之完成校正服務 42 件與第 151 頁中之完成校正服務 45 件並不一致。又第 151 頁所載之 97 校正服務 45 件較 96 校正服務 42 件，為何減少 6.9%？	3. 完成校正服務至 11 月底(撰寫期末報告時)確實為 42 件，若至 12 月底則為 47 件。經查 151 頁所載之校正服務數，應為 96、97 兩年度資料誤填顛倒，將修正之。
4. 計畫書第 119 頁中所載每年申請專利之件數為 1 或 2 件，請說明所申請之專利其獲核准之專利件數及是否有具體之效益？	4. 自 93 年起，每年有專利 1 或 2 件申請，惟截至目前止，僅 96 年獲得核准專利 1 件，其他尚在審查中。
5. 請說明原規劃增聘 5 人，人力為 11 人，而實際人力為 8.9 人，原編列 11 人之人事費如何運用？	5. 實際執行情形，將於期末評審會議簡報中加以說明。
<b>【I 委員】</b>	
1. 報告撰寫上詳實，主要工作三大項：國	1. 謝謝委員肯定。

家標準實驗室維持即性能增進，時頻校核技術研究即時頻傳遞與推廣應用，均能按時程完成計畫目標，成果尚優。	
2. 人力經費使用情形良好，投入產出合理。今年服務與技術擴散比去年表現更佳可以肯定。	2. 謝謝委員支持與肯定。
3. 國際比對，參與國際組織及活動，論文發表表現良好。	3. 謝謝委員肯定。
4. 去年四項國際比對成績尚佳，為非主辦國，有機會應爭取主辦國。	4. 擬依委員意見作規劃，盡力爭取成為國際比對之主辦國。但本年度參加四項國際比對中有三項為國際度量衡局所主辦，屬於無法爭取之國際比對項目。
5. 再第七頁，壹、基本摘要內容中之三、主要執行內容中宜將國際比對情形列入。	5. 擬依委員意見加入於相關章節。
6. 論文、技術報告及專利產出，表現尚優。	6. 謝謝委員肯定。
7. 真正專利技轉收入歷年來都很少，宜有具體規劃加強落實技轉，主辦單位擬有要求與規範。	7. 本計畫自 93 年起，每年均有專利申請，惟截至目前止，僅 96 年獲專利 1 件，其他尚在審查中。
8. 時頻標準維持與精進尚稱良好，國際時頻標準權重排名良好應與肯定。	8. 謝謝委員支持與肯定。
9. 未來工作規劃重點各分項工作雖有說明，宜有一專頁或章節整合，並與建議事項呼應。	9. 擬依委員意見於後續撰寫執行報告時酌增相關章節，以利報告之整體性與可看性。
<b>【J 委員】</b>	
1. 建議作好研究成果相關專利之申請及技術服務，期望讓時頻標準更能確實應用於產業及民眾需求。	1. 委員意見亦為本實驗室之目標，將酌增於未來工作中。
2. 建議確實維持實驗室環境之穩定度，已使誤差最小化。並建立完善之軟硬體設施，確實紀錄誤差之產生來源。	2. 謝謝委員之支持，並擬請委員協助爭取足夠預算以利維持實驗室最佳狀態。另外，委員建議誤差來源之紀錄與分析，確為實驗室重要工作及未來之工作重點。
3. 持續針對電離層不規則體成長週期觀測，已建立量化結果，期能解決電離層不規則電子密度所造成之電磁波傳播問題。	3. 擬依委員建議，將持續研究電離層不規則體，以解決電離層不規則電子密度所造成之電磁波傳播問題。

【K 委員】	
1.報告撰寫詳盡，成果豐碩，值得肯定，顯示計畫經費非計畫成功唯一關鍵，團隊士氣更為重要。	1. 謝謝委員支持與肯定。
2.至第三季經費支用率僅達 60.81%，應留意經費控制。	2.將依委員建議於期末評審會議簡報中加以說明
3.目前開發之成品中，有甚多可商業化，如可信賴數位時間技術，IEEE1588 伺服器，應先作好 Business Model 規劃，及如何使技術上市。必要時應連同使用者端之環境也需一併開發，供使用者 download 及建置，才能成功及迅速收益。	3.謝謝委員提醒，將於進行技術開發時注意委員寶貴建議。
【L 委員】	
1. 本計畫執行進度掌握良好，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，績效甚佳。特別是在國際化的突破上，時頻實驗室能與歐洲伽利略計畫成員德國物理與技術研究院(PTB)建立衛星雙向傳時比對，十分難能可貴。另外該實驗室亦在人力緊縮與經費不足的情形下，主動進行電子數位信賴時間技術的研發，並有初步成果，值得嘉許。	1. 謝謝委員支持與肯定。
2. 至第三季為止，計畫經費支用比率為 60.81%，較 75%的原定目標，略有不足，此點有待加強。	2. 將依委員建議於期末評審會議簡報中加以說明
3. 在 SCI 期刊論文發表與技術文件的完成方面，篇數比過去數年略有下降，此方面有進步空間。	3. 論文發表與技術文件篇數比過去數年略有下降，主因為計畫投入人年下降，但整體產出比率而言卻有相對提升，同仁們將繼續努力以赴，以求得更好成績。
4. 在辦理學術活動，專利申請，國際比對以及資訊服務上，時頻實驗室成果良好。而在校時服務，技術服務與參與國際研討會方面的績效，則比過去數年均有顯著提升，成果豐碩，值得勉勵。	4. 謝謝委員支持與肯定。
5. 在國際原子時相對權重排名方面，已由 97 年初的時頻實驗室原子鐘佔國際原	5. 謝謝委員支持與肯定。



<p>子時的相對權重 2.8%左右(全球排名第十名)，到年底的 5.574%(全球排名第五名)，有大幅度的進步，值得嘉獎勉勵。</p>	
<p>6. 本年度計畫人力配置比原定人力少了 27.4%，顯示本計畫研究人力流失的嚴重性，對時頻實驗室目前與未來的計畫執行造成重大威脅。建議標準檢驗局與中華電信研究所正視此嚴重問題，並迅謀改善解決之道，以確保時頻實驗室所建立的時頻標準與未來的發展能滿足國家社會的需求。</p>	<p>6. 謝謝委員提醒及支持，後續會持續改善。</p>
<p><b>【M 委員】</b></p>	
<p>1. 經查本年度計畫預算金額為 27,974 千元，實際至 97 年 9 月底實支數為 17,012 千元，計有 10,962 千元未執行、執行率 60.81%，請說明執行率偏低情形？在經費有限之下，應避免如同 95 年度計有 1,416 千元預算繳回之情況。(P.2)</p>	<p>1. 將依委員建議於期末評審會議簡報中加以說明。</p>
<p>2. 在 97 年度中，人力配置預計 132 人月，但實際至 11 月止只有 98 人月，有關人員優退未補足，請說明，以利計畫進行。(P.12)</p>	<p>2. 將依委員建議於期末評審會議簡報中加以說明。</p>
<p>3. 有關今(97)年由於空調更新、新原子鐘貢獻權重及傳時技術精進，排名較去(96)年進步，並於 97 年 10 月份，TL 原子鐘群對 TAI 的權重約佔所有實驗室之 5.574%，名列第 5，請繼續保持。(P.25)</p>	<p>3. 謝謝委員之肯定，並擬請協助爭取足夠預算以利維持好成績。</p>
<p>4. 目前有關國家標準時間已在 貴所廣為應用，並有一些績效，請繼續研議及推廣更多標準時間的服務與應用。(P.105)</p>	<p>4. 擬依委員意見，繼續研議及推廣標準時間的服務與應用。</p>
<p>5. 有關 97 年度預計國際期刊論文 1 篇、國際研討會論文 6 篇、國內研討會論文 3 篇；實際有國際期刊論文 1 篇、國際研討會論文 7 篇、國內研討會論文 4 篇，符合預定目標，請繼續保持，以增加實驗室知名度。(P.116、97 年度細部計畫書 P.99)</p>	<p>5. 謝謝委員之支持與肯定，並擬請協助爭取足夠預算以增加實驗室知名度。</p>

(附件七)

一千萬以上科技計畫成果效益報告  
(九十七年度)

主管機關：經濟部標準檢驗局

執行機關：中華電信股份有限公司電信研究所

# 科技計畫成果效益報告

(97 年度科技計畫經費一千萬元以上)

(請由計畫主持人、執行人填寫)

## 目錄

壹、基本資料：

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

參、計畫經費與人力

肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

(請以學術或技術成就、經濟效益、社會效益以及其它效益等項目詳述)

陸、與相關計畫之配合

柒、後續工作構想之重點

捌、檢討與展望

## 壹、基本資料：

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準計畫(3/4)

主持人：廖嘉旭

審議編號：97-1403-04-03001-04\_

計畫期間(全程)：95年1月至98年12月

年度經費：27,974千元 全程經費規劃：114,216千元

執行單位：中華電信股份有限公司電信研究所

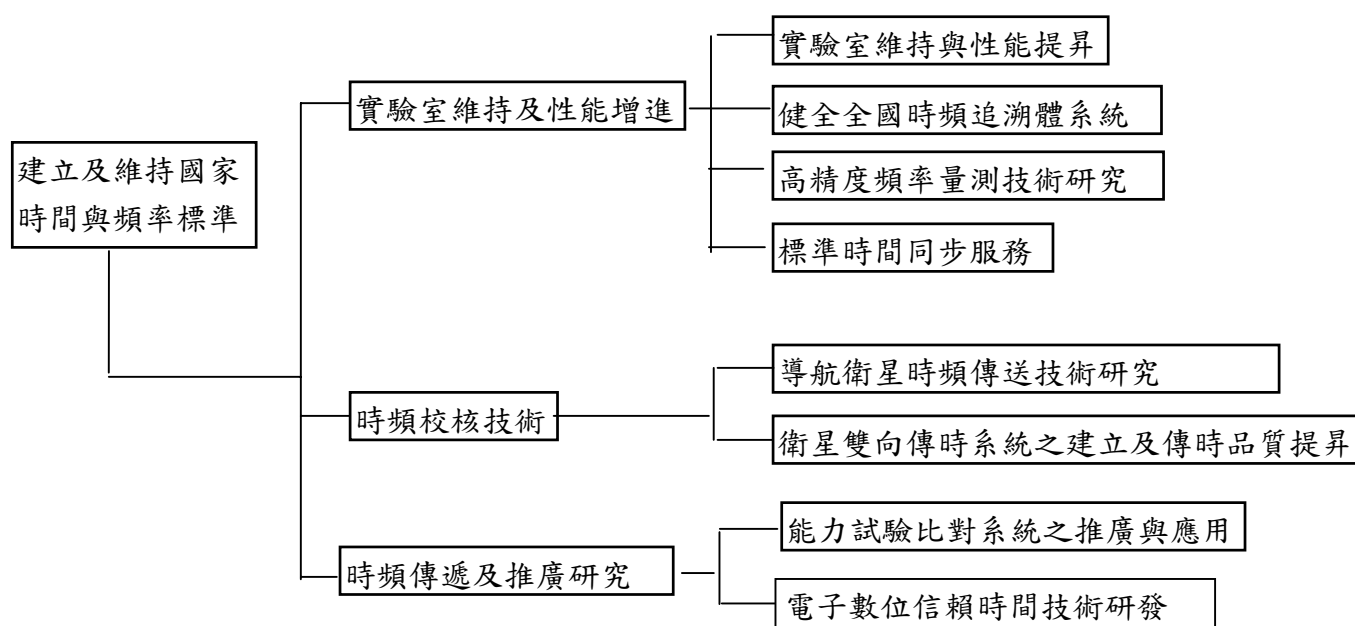
## 貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

### 一、計畫目的

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準之目標。本年度進行以下項目之研究工作。

- (一) 國家標準實驗室維持及性能增進研究
- (二) 時頻校核技術
- (三) 能力試驗比對系統。

### 二、計畫架構



### 三、主要內容

計畫目標	目標達成程度	差異檢討
(一)實驗室標準維持及性能增進		無差異
<p><b>時頻標準維持與性能提昇</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 維持中華民國時頻標準</li> <li>● 參與維持世界協調時及國際原子時</li> <li>● 完成實驗室 ISO17025 品質系統內部稽核</li> <li>● 完成原子鐘記錄系統更新規畫報告</li> </ul>	<p><b>時頻標準維持與性能提昇</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 維持中華民國時頻標準，持續參與維持世界協調時(UTC)及國際原子時(TAI)。校正實驗室維持及執行 ISO17025 品質系統。</li> <li>● 完成經濟部標準檢驗局 FY96 計畫期末審查會。</li> <li>● 完成校正系統之年度比對查核。</li> <li>● 配合完成標檢局 97 年中綱計畫書。</li> <li>● 完成審查及年度計畫書修訂與簽約。</li> <li>● 參加於印尼雅加達舉辦之 APMP TCTF Meeting 及 TCQS Meeting</li> <li>● 參加於印尼雅加達舉辦之 24<sup>th</sup> APMP General Assembly(GA)、Symposium 等相關度量衡會議活動，並參觀印尼國家量測研究院(KIM-LIPI)</li> <li>● 參加於印尼雅加達舉辦之亞太時頻研討會(ATF2008)，並發表本實驗室精進與現況論文一篇</li> <li>● 完成實驗室 ISO17025 品質系統內部稽核</li> <li>● 邀請國際知名時頻專家，日本 NICT 時頻部門主管 Dr. Mizuhiko Hosokawa，來實驗室指導。</li> <li>● 完成原子鐘記錄系統更新規劃報告</li> <li>● 完成標準件室新空調系統設置</li> <li>● 達成維持國家標準時刻與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒，及穩定度小於 <math>1 \times 10^{-14}</math> 之目標</li> <li>● 2008 年 1 月~10 月之區間做穩定度分析，本實驗室維持之國家標準頻率之五日短期穩定度約為 <math>3.5E-15</math>，長期穩定度也可達 <math>1.5E-15</math></li> <li>● 完成每月原子鐘時間差值比對資料之搜集分析，寄送 BIPM。</li> <li>● 本實驗室今年以來原子鐘權重逐步穩定上升，繼續保持 Top-10 權重排名。</li> <li>● 完成原子鐘記錄系統更新</li> <li>● 完成置於地下室內室之四部新銻鐘及三部舊銻鐘，亦配合隔離室 C 及 D 整建完成，搬遷至隔離室 C 及 D</li> <li>● 完成標準件室特殊空調監控及空調異常告警作業</li> <li>● 完成大愛電視新聞節目拍攝原子鐘與閏秒事宜。</li> </ul>	

<p><b>健全全國時頻追溯體系</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 97年度累積完成校正服務 35 件。</li> <li>● 完成 Bernese GPS Software 5.0 操作報告</li> </ul>	<p><b>健全全國時頻追溯體系</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 年度完成校正服務 47 件。</li> <li>● 配合財團法人全國認證基金會(TAF CNLA)，配合 TAF 時程，參與完成儀寶公司、中山科學院儀校組、台灣檢驗科技公司、工研院量測中心、台灣安捷倫科技公司、安立知公司，伯堅公司，儀寶電子及三杰科技顧問公司等校正實驗室的評鑑案共 9 件。</li> <li>● 完成「Frequency Calibration Based on Adaptive Neural-Fuzzy Inference System」論文發表於2008 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2008)研討會。</li> <li>● 完成「LOW COST GPS TIME AND FREQUENCY CALIBRATION SYSTEM」論文發表於2008 Asia-Pacific Workshop on Time and Frequency (ATF 2008)研討會。</li> <li>● 完成 Bernese GPS Software 5.0 操作報告一篇</li> </ul>	
<p><b>標準時間同步服務運轉</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 持續提供 NTP 網路校時服務。</li> <li>● 提供年平均 650 萬次/天之校時服務</li> <li>● 維持撥接式電腦校時系統正常服務。</li> <li>● 提供 117 報時台標準時間信號。</li> </ul>	<p><b>標準時間同步服務運轉</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 持續提供 NTP 網路校時服務，目前使用者每日之使用量超過 700 萬次。</li> <li>● 維持撥接式電腦校時系統正常服務。目前 ACTS 使用者較少，多為對網路安全有疑慮之機構，目前已知有民航局、公共電視等單位使用。</li> <li>● 提供 117 報時標準時間信號。</li> <li>● 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。</li> <li>● 維持「時間源比較系統」之正常運作，提供正確、不中斷之服務品質與社會大眾。</li> <li>● 繼續提供標準時間信號，以維持行政院、經濟部及標準檢驗局辦公大樓國家標準時間之顯示看板。</li> <li>● 繼續提供標準時間信號，以維持本所辦公大樓國家標準時間之顯示看板。</li> </ul>	
<p><b>高精度頻率量測技術研究</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成時頻校正系統自動化設計報告</li> </ul>	<p><b>高精度頻率量測技術研究</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成技術文件「完成時頻校正系統自動化設計報告」乙篇</li> <li>● 評估多款商用型馬錶量測設備之規格及性能，作為未來校正系統建置的參考依據。</li> <li>● 完成設計提供了一個有效的方法解決 Quartzlock A7 因 GT100/200 計數卡韌體及相關的驅動程式無法配合工業級電腦作業系統環境更新導致通信錯誤的問題。</li> <li>● 完成實驗室各種量測系統自我測試的結果以及銻頻率標準器&amp;氫微射頻率標準器的規格測試。</li> </ul>	

<p><b>標準時刻產生技術建立</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成主從架構之電話網路校時系統研製規劃</li> </ul>	<p><b>標準時刻產生技術建立</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成主從架構之電話網路校時系統研製規劃</li> <li>● 完成基本頻率產生單元規劃，用以產生基本頻率，伺服端用等級較高的振盪器，如銻原子振盪器，而使用端則用等級較差的振盪器，如石英振盪器</li> <li>● 完成時間產生單元規劃，輸入頻率累積計數，轉換成時間。</li> <li>● 完成系統狀態顯示單元規劃，用以掃描各工作模組之即時工作狀態，並顯示在顯示器上供維護人員參考，當有不正常狀況時，並能即時發出警告。</li> <li>● 完成時間碼產生單元規劃，將時間信號調變成電話網路可接受頻帶的載波信號，藉以傳送標準時間。</li> <li>● 完成呼叫信號產生單元規劃，產生識別信號，控制中斷處理程式的執行，判別不同的呼叫信號識別。</li> <li>● 完成撥號音產生及呼叫信號接收單元規劃，接受控制器的控制，產生兩頻率混合的撥號音。</li> <li>● 完成時間信號濾波及解碼單元規劃，將來自鏈路接收到的調變時間信號，經由此單元濾除雜訊，提供純淨的調變時間信號給時間同步信號偵測單元</li> <li>● 完成時間同步信號偵測單元規劃，此單元為數位化的鑑別器，在鑑別來自對方所發出的準確秒信號。</li> <li>● 完成「一種精確校時系統及方法」專利申請。</li> <li>● 完成台大電機系委託研究案：「高精度時間同步協定(IEEE 1588)之應用研究」</li> <li>● 完成論文「高精度主從架構之電話網路校時系統研發」乙篇，並發表於2008時頻技術與業務推廣研討會。</li> <li>● 完成「Remote Frequency Control via IEEE 1588」論文發表於Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2008 (CPEM 2008)研討會。</li> </ul>	
--	--	--

(二)時頻校核技術		無差異
<p data-bbox="196 219 571 302"><b>導航衛星傳送系統維持與資料分析</b></p> <ul data-bbox="196 313 571 593" style="list-style-type: none"> <li>● 每日進行 GPS 國際比對，並將資料定期傳送 BIPM 或放置於本所 ftp 網站供 BIPM 或其他機構擷取，來完成追溯及參與共同研究。</li> </ul>	<p data-bbox="587 219 1066 257"><b>導航衛星傳送系統維持與資料分析</b></p> <ul data-bbox="587 264 1345 1400" style="list-style-type: none"> <li>● 完成「A climatological study of nocturnal equatorial F-region irregularities at the west Pacific longitudes by using phase fluctuations of the global positioning system」論文將發表於 SCI 期刊 Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics。</li> <li>● 完成「A long-term study of equatorial ionospheric irregularities at the African longitudes using global positioning system」論文發表於The 37th COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2008)研討會。</li> <li>● 完成「The irregularity occurrences in Taiwan during solar maximum」論文發表於The 37th COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2008)研討會。</li> <li>● 參與BIPM主辦之GPSPPP先鋒計畫。</li> <li>● 每日進行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，並將資料定期傳送BIPM或放置於本所 ftp網站供BIPM或其他機構擷取，來完成追溯及參與共同研究。</li> <li>● 維持IGS/BIPM 衛星觀測站。</li> <li>● 完成各項GPS國際比對之維持與資料比對分析。</li> <li>● 完成論文「台灣電離層電子密度不規則體之GPS相位擾亂觀測」乙篇，並發表於2008時頻技術與業務推廣研討會。</li> <li>● 完成論文「西太平洋低緯度電離層不規則體之長期GPS觀測與經度效應」乙篇，並發表於2008時頻技術與業務推廣研討會。</li> <li>● 完成論文「自主性GPS共視系統之建立」乙篇，並發表於2008時頻技術與業務推廣研討會。</li> </ul>	



<p><b>衛星雙向傳時系統建立及品質提昇</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 衛星雙向傳時夏威夷鏈路自動化操作規劃</li> <li>● 遠距離衛星雙向傳時數據與 GPS 數據之比較</li> </ul>	<p><b>衛星雙向傳時系統之建立及傳時品質提昇</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 持續進行亞太地區衛星雙向傳時比對(每天24次包括TL-NICT, TL-NTSC, TL-KRISS, TL-SG鏈路)。</li> <li>● 完成亞太地區衛星雙向傳時網狀鏈路分析,可利用網狀結構的數據資料改善單一鏈路的精確度。</li> <li>● 與BIPM、日本NICT、韓國KRISS及德國PTB共同合作完成「Strengthen the Asia-Europe Time Links by Combining TWSTFT and GPS Data」論文乙篇,發表於2008 Asia-Pacific Workshop on Time and Frequency (ATF 2008)國際研討會。</li> <li>● 完成「Analysis of the Asia-Pacific TWSTFT network」論文乙篇,發表於2008 IEEE International Frequency Control Symposium (IFCS 2008)國際研討會。</li> <li>● 完成技術報告「完成遠距離衛星雙向傳時數據與GPS數據之比較」乙篇。</li> <li>● 完成技術報告「完成衛星雙向傳時夏威夷鏈路自動化操作規劃」乙篇。</li> <li>● 參加於瑞典舉辦之年度TWSTFT工作小組會議,本實驗室於會議中發表報告,並和與會學者專家討論後續合作事宜。</li> <li>● 建立與德國PTB (國際時頻比對中心)的衛星雙向傳時比對鏈路</li> <li>● 完成1.8米衛星雙向傳時地面站維修工程,恢復天線性能,並延續相關之傳時研究及提昇設備效能。</li> <li>● 歷經數年的協調,我們與美國NIST、USNO及日本NICT共同發起透過夏威夷衛星地面站建立亞、美衛星雙向傳時鏈路計畫。</li> </ul>	
--	--	--

<b>(三)能力試驗比對系統</b>		無差異
<b>能力試驗比對系統之推廣與應用</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 舉辦年度時頻技術與推廣應用研討會</li> </ul>	<b>能力試驗比對系統之推廣與應用</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本實驗室於5月23日在本所舉辦轉速計校正能力試驗活動討論會，邀請到全國認證基金會(TAF)、中山科學研究院、軍備局儀校所、儀校科技公司等單位的代表蒞臨指導。</li> <li>● 完成舉辦「2008 時頻技術與業務推廣研討會」於8月28日圓滿舉辦完畢，參加人員包括學界及產業界專家共四十多人，會中發表台灣大學、中央大學、海洋大學、元智大學、成功大學、台灣科大、明志科大、親民學院、清雲科大、萬能科大、以及本實驗室有關時頻技術與校正應用之精彩論文共9篇</li> <li>● 提供「2008 時頻技術與業務推廣研討會」與會者正確的會議資訊，並使一般標準時頻使用者瞭解完整的實驗室現況，完成逐步更新網頁資料及公佈會議相關訊息。</li> </ul>	
<b>電子數位信賴時間技術研發</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電子數位信賴時間雛型系統規劃報告</li> </ul>	<b>電子數位信賴時間雛型系統之規劃</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成「分散式可信賴標準時間源之校時準確度提昇研究」論文乙篇，發表於2008時頻技術與業務推廣研討會。</li> <li>● 完成「Enhancing the Security Promise of a Digital Time-Stamp」論文乙篇，發表於IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications研討會。</li> <li>● 完成技術報告「完成試製實驗用電子數位信賴時間雛型研發報告」乙篇。</li> <li>● 完成主從式校時方法改良電話網路一般數據機時間校正效能探討。</li> <li>● 完成前向安全簽章機制應用於數位授時追溯之探討。</li> <li>● 完成完成實驗用雛形將可作為可信賴數位時間技術研發過程中的功能測試樣板模型。</li> <li>● 完成學界合作案“可追溯性分散式標準時間源服務機制研究”，並與海洋大學合作進行試驗用電子數位信賴時間雛型系統之建立。</li> </ul>	
<b>其他</b>	<b>其他</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成國庫收支應用書表條碼化作業</li> <li>● 完成所內數位時鐘同步於國家標準時間作業</li> <li>● 協助 ATF2008 審查國際研討會論文摘要計五十餘篇。</li> </ul>	

## 計畫經費與人力

### 一、計畫經費

會計科目	項目	預算數			備註	
		主管機關預算 (委託、補助)	自籌款	合計		
				金額(元)		占總經費%
一、經常支出		27,974	0	27,974	100	
1.人事費		13,984	0	13,984	49.99	
2.業務費		7,698	0	7,698	27.52	
3.管理及共同費		6,292		6,292	22.49	
小計		27,974	0	27,974	100	
二、資本支出		0	0	0	0	
小計		0	0	0	0	
合計	金額	27,974	27,974	27,974	100	
	占總經費%					

### 二、計畫人力

姓名	計畫職稱	投入人月數	學、經歷及專長	
廖嘉旭	計畫主持人 (研究員)	12	學歷	博士
			經歷	
			專長	電機工程、地球科學
林晃田	協同主持人 (研究員)	12	學歷	博士
			經歷	
			專長	電子電機工程
曾文宏	計畫連絡人 副研究員	12	學歷	碩士
			經歷	
			專長	光電工程

姓名	計畫職稱	投入人月數	學、經歷及專長	
褚芳達	研究員	12	學歷	博士
			經歷	
			專長	太空科學
林清江	研究員	12	學歷	碩士
			經歷	
			專長	電子電機工程
林信嚴	副研究員	12	學歷	碩士
			經歷	
			專長	物理
張博程	副研究員	12	學歷	碩士
			經歷	
			專長	物理
徐 漢	技術員	10	學歷	高工
			經歷	
			專長	電子維修
王嘉綸	助理研究員	12	學歷	碩士
			經歷	
			專長	電子電機工程

**參、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output)**

(如論文篇數、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、專利項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分，請將本計畫之實際產出績效項目先勾選表一，再依序填寫已勾選之各項績效成果，填寫說明詳如表二，本作業可至政府研究資訊系統《網址：<http://www.grb.gov.tw>》填報績效表格，選取列印後將產出表格貼入)

表一 科技計畫之績效指標(請依計畫性質勾選項目，色塊區為必填)

計畫類別 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術研究	創新前瞻	技術發展(開發)	系統發展(開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃(制訂)	研發環境建構(改善)	人才培育(訓練)	研究計劃管理	研究調查	其他
A 論文			v							
B 研究團隊養成										
C 博碩士培育			v							
D 研究報告										
E 辦理學術活動			v							
F 形成教材										
G 專利			v							
H 技術報告			v							
I 技術活動			v							
J 技術移轉										
S 技術服務			v							
K 規範/標準制訂										
L 促成廠商或產業團體投資										
M 創新產業或模式建立										

計畫類別 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術研究	創新前瞻	技術發展 (開發)	系統發展 (開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃 (制訂)	研發環境建構 (改善)	人才培育 (訓練)	研究計劃管理	研究調查	其他
N 協助提升我國產業全球地位或產業競爭力			V							
O 共通/檢測技術服務										
T 促成與學界或產業團體合作研究			V							
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			V							
X 提高人民或業者收入										
P 創業育成										
Q 資訊服務			V							
R 增加就業										
Y 資料庫										
Z 調查成果										
AA 決策依據										

表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破(填寫說明如表格內容)

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就	A 論文	數量：國際期刊論文 1 篇 國際研討會論文 7 篇 國內研討會論文 4 篇	總結研究成果，發表論文，與國際專家進行交流，提昇實驗室之技術能力、知名度與重要性。	
	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。	與學界進行交流，培育未來計量方面的人才。	
	D 研究報告	數量	引用	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	E 辦理學術活動	辦理國內 1 場研討會、1 場討論會。出版討論會集 1 本，研討會論文集 1 本	與學界、業界進行交流，培育計量方面人才的能力。	
	F 形成教材			
技術創新	G 專利	一種精確校時系統及方法專利申請一件	一種精確的校時系統，其應用於主從架構校時之伺服端及使用端，而使用端接收伺服端的時鐘信號，伺服端也接收使用端的時鐘信號相互比對，使達到使用端時鐘精確同步伺服端時鐘為目的。 本發明使用端不需專線 24 小時連接，使用端視需要隨時隨地皆可校時，使用彈性大。 本發明可降低使用端系統配置成本，利用現成電話線路容易安裝，不但迅速且效率高，其經濟效益非常明顯。	
	H 技術報告	數量：技術報告 11 篇	建立自主的時頻相關技術，厚植實驗室之技術能力，有利於傳承與推廣。	
	I 技術活動	參與國際重要度量衡組織活動 6 項；	參加亞太計量組織 (APMP)、國際度量衡大會 (CGPM)、國際實驗室認證聯盟 (ILAC) 等重要國際組織活動，爭取參與決策之機會，並與各國家標準實驗室進行交流。	
	J 技術移轉			
	S 技術服務	技術服務： 高精度時頻標準器校正 47 件	技術服務收入 59.05 萬	
經濟效益	K 規範/標準制訂			
	L 促成廠商或產業團體投資			
	M 創新產業或模式建立			

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	N 協助提升我國產業全球地位或產業競爭力	參與國際量測比對 4 項； 校正與量測能量登錄於 BIPM 資料庫；	完成國家標準的國際追溯，提升國家標準實驗室之國際地位，增進我國檢校報告的國際公信力。 致力於將校正與量測能量 (calibration and measurement capabilities ,CMC)登錄於國際度量衡局(BIPM)資料庫，使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受，	
	O 共通/檢測技術服務			
	T 促成與學界或產業團體合作研究	合作研究 1 件、研究金額 40 萬	與大學及其他國家標準實驗室互訪、合作研究等方式來加強與學界、業界之交流。	
	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	提供標準時間信號供 117 語音報時服務，每日之服務量約 <u>十餘萬</u> 次  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。	間接協助維持每日數以萬計飛航大眾之人身財產安全及社會大眾 方便取得國家標準時間。	
	X 提高人民或業者收入			
社會影響	P 創業育成			



績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
Q 資訊服務	<p>提供網際網路校時服務 (Network Time Protocol, NTP) 平均&gt;700 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&gt;1,500 人次以上；</p>	<p>滿足廣大社會民眾對於標 準時間的需求，以達到全國 時間一致的目標。 更新實驗室網站內容，維持 即時性及正確性，並回覆網 友有關度量衡相關問題。 接待 NML 國內外訪客，推廣 國家實驗室存在之功能，促 進國人對標準的認知與需 求，建立良好的互動關係。</p>	
R 增加就業			
Y 資料庫			
Z 調查成果			
AA 決策依據			
其他			

## 肆、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

(請以學術成就或技術創新、經濟效益、社會影響以及其它效益等項目詳述)

### 一、學術成就或技術創新

表三 本年度主要成就及成果之價值與貢獻

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
(一) 標準實驗室維持與性能增進	
國家標準時間的維持及性能增進	<p>1. 長期維持頻率與時間國家標準並追溯國際度量衡標準，全年頻率穩定度維持優於 <math>1 \times 10^{-14}</math>，時刻差同步在 50 奈秒以內，提供國內量測校正追溯之來源。</p> <p>2. 本實驗室所維持的原子鐘佔國際原子時比重近幾年來的變化從趨勢上可以發現自 2002 年以後所佔的比重越來越高，顯示本實驗室所維持的原子鐘就 BIPM 的分析而言，有相當好的穩定度表現。</p>
原子鐘記錄系統更新	<p>目前實驗室已有 14 部銫鐘，2 部氫鐘，若不進行原子鐘記錄系統更新，將難以應付現況。預估下一階段中程計畫原子鐘數量，可能擴充至 16 部銫鐘加上 4 部氫鐘，而新紀錄系統規劃 24 channel 將足以滿足此一需求。</p>
完成標準件室特殊空調監控及空調異常告警作業	<p>新空調設備在運作上採用雙迴路系統，因此當一路系統發生故障後還有一路備援系統作為其備援，所以相關的維護人員可以有足夠的時間請相關的廠商來進行維護而不至於影響到原子鐘的運轉穩定度，想必原子鐘在此一穩定的環境下必定能維持其穩定之輸出。另外在異常告警方面，目前已藉由圖控軟體撰寫相關之告警 script 進行溫溼度異常告警，而告警方式是以 mail 通知相關維護人員，這樣的好處是當人員於出差或放假時可藉由收 mail 來得知此一告警訊息並做最適當的處理。</p>
健全全國時頻追溯體系	<p>由於本項服務之提供，解決了業界追溯國家時頻標準的需求，間接促進了產製水準之提昇，有利於國際間標準之相互認可，減少國際間非關稅之貿易障礙，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。除此，服務收入所得全數繳交國庫，充裕國家財政略盡棉薄之力。</p>
完成實驗室內部稽核	<p>維持品質制度正常運作，順利通過評鑑，使證書得以延展，並且確保實驗室品質制度符合規範，有助於國內時頻追溯體系之健全及國際間相互認可事務之推動。此為本實驗室校正能量正式登錄於國際度量衡局(BIPM)之CMC Appendix-C最有力的後</p>

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
	盾之一。
協助 TAF CNLA 完成實驗室評鑑案	參與實驗室評鑑工作是檢校制度健全發展及推動國際相互認可制度重要的一環。協助TAF完成實驗室評鑑案，主要目的在於健全我國時頻標準追溯體系，間接促進產製水準之提昇，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，對於提昇國內實驗室技術水準和滿足業界品質認證的需求上，有很大的幫助，本年度共有9家通過評鑑取得認證資格。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。
精密儀器頻率校正服務	由於本項服務之提供，解決了業界追溯國家時頻標準的需求，間接促進了產製水準之提昇，有利於國際間標準之相互認可，減少國際間非關稅之貿易障礙，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。除此，服務收入所得全數繳交國庫，對充裕國家財政略盡棉薄之力。
評估多款商用型馬錶量測設備之規格及性能，作為未來校正系統建置的參考依據	馬錶校正所需要的量測精度雖然不算高(與本實驗室原先校正的頻率振盪器相比)，然而許多實驗室及工業量測中經常還是以馬錶作為時間量測的依據，因此建立一套可靠並符合追溯性的校正方法除了可以拓展本實驗室校正業務的服務範圍外，也可作為其他次級實驗室參考的依據。
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)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 持續參與國際度量衡局(BIPM)，共同維持協調世界時(UTC)及國際原子時(TAI)，善盡維持世界時頻標準之責任，提升國家地位。</li> <li>2. 根據 BIPM 五天一點的資料所作的 UTC(TL)頻率穩定度分析。過去幾年國家時間的頻率穩定度持續在進步，2007 年前十個月的觀測時間為五天的頻率定度為 <math>5 \times 10^{-15}</math>，比 2005 年進步許多，這是由於本年度皆使用氫原子鐘作為母鐘。這樣的穩定度，已能與歐美先進實驗室並駕齊驅。</li> <li>3. 另據國際度量衡局(BIPM)發佈的資料，最近三年本實驗所維持的原子鐘佔國際原子時的相對權重均能維持在前 10 名。</li> </ol>
時頻校正系統自動化設計	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本設計提供了一個有效的方法解決 Quartzlock A7 因 GT100/200 計數卡韌體及相關的驅動程式無法配合工業級電腦作業系統環境更新導致通信錯誤的問題。我們以 SR620 來取代原本計數卡的角色，無論在頻率或相位模式的實驗中都得到了可以媲美使用先前計數卡的結果。</li> <li>2. 對於等級較高的原子鐘，例如銨頻率標準器以及氫微射頻率標準器，也只有 Quartzlock A7 配合先前的 GT100/200 計數卡或是本次整合後的系統才有辦法精密量出其頻率穩定度，若以 SR620 作為量測設備，較短量測時距(<math>\tau &lt; 10s</math>)所得到的結果將受本身精度所限制。</li> </ol>

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
完成主從架構之電話網路校時系統研製規劃	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用電話網路校時的 IRIG-B 時間碼使用者，可應用上述傳時技術獲得更精準的時間，改善傳統單向校時的缺點，並可提昇國內時間同步系統研發能力，促進相關技術的發展。</li> <li>2. 爲了降低國家時頻實驗室的 NTP 校時負荷，且可提高使用者校時的準確度，一個企業網路內的校時策略，如果儘量避開廣域網路，而在各自的區域網路內建構一個 NTP 時間伺服器，而這個 NTP 伺服器經由本系統的運作原理校時，則可避免網路遭受惡意攻擊，又可得到更準確的時間。</li> </ol>
標準時間同步服務之維持	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 持續網際網路校時服務之推廣，網際網路校時服務於 87 年 6 月 15 日正式對外開放此項服務，試用期間每日服務量約二十萬次，開放初期每日服務量約四十萬次，推廣後目前每日服務量超過七百萬次，滿足社會大眾資訊設備校時需求。</li> <li>2. 利用專線式校時技術提供標準信號予本所及標準檢驗局辦公大樓國家標準時間室內顯示看板之顯示。</li> <li>3. 專線式校時系統應用於數據通信分公司，解決視訊網路時間誤差問題，簡化人工調校作業手續。</li> <li>4. 專線式校時系統應用於北區電信分公司，並提供標準信號源供 117 報時系統使用，簡化人工調校作業手續，每日約有數十萬用戶撥接使用。</li> <li>5. 提供民航局飛航總台及各航站之航管時間同步系統校時服務，滿足追溯國際時間標準需求，促進飛航安全。</li> </ol>
執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
(二) 時頻校核技術	
自主性GPS共視 (All-in View, AV)系統建立	<p>爲了增進實驗室的技術能力，我們針對 GPS 全視系統進行設備發展工作，在此系統中我們以 Trimble 公司所生產的 ThunderBolt™ GPS Disciplined Clock 做為 GPS 接收機核心，Guild Technology, Inc.的 GT200 計數卡做為時間間隔計數量測，並在 Linux 系統上成功發展了自製的 GPS 全視系統，其精確度已經達到 L1 C/A 電碼的可接受水準。在此基礎下，實驗室可進一步在此平台上進行 GPS 全視系統的性能增進研究，並逐步提升現有自製系統的精確度，此外，除了上述之系統外，我們也正在建立一套以 Windows 作業系統為平台的自主性 GPS 全視系統觀測站，此系統資料處理程式利用 Builder C++ 撰寫，其負責收集 Trimble Thunderbolt GPS Receiver 資料(如圖 2.1.4 所示)並配合 Time Internal Counter 之輸出產生標準 CGGTTS 格式檔案，以備與其他站台做比對。由於此視窗程式是以 Windows 作業系統平台下去撰寫，不論在操作上或後續功能的增加上都非常方便且有彈性，因此對於推廣至國內各次級實驗室使用及建</p>

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
	立完整的國內時頻追溯鏈路，相信是非常有幫助的。未來若 LF 廣播電台建置完成後，此一系統可應用於此作為標準時間之比對用。
完成Bernese GPS Software 5.0操作報告	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bernese GPS Software 5.0 對於載波相位觀測量的分析具有強大的功能，可以估計並消除眾多變因的影響，如衛星軌道及時鐘誤差修正、建立大氣模型、相對論效應修正、衛星姿態效應、地理觀測站位置偏移及地球自轉軸偏移效應等。</li> <li>2. 本次無論是執行 BPE (Bernese Process Engine) 下的 PPP.PCF 程序或是以逐步操作的方式選擇想要的條件參數 (如使用單頻機收機的資料&amp;固定觀測站的座標) 都得到良好的定位結果。</li> </ol>
建立與德國PTB (國際時頻比對中心)的衛星雙向傳時比對鏈路	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 衛星雙向傳時能夠提供的極佳的比對精度，而德國 PTB 是國際時頻比對中心，能夠直接與 PTB 進行衛星雙向傳時比對，有助於國際比對精確度的提升，確保國家時間與國際標準的一致性。</li> <li>2. 衛星雙向傳時實驗的進行，包括費用的分攤、實驗的聯繫及操作以及數據的交換與發表，都必須透過雙方的溝通合作才能達成目的，也因此容易與合作夥伴建立深厚的友誼。能與德國 PTB 直接合作，有助於實驗室技術能力的進步。</li> <li>3. 德國 PTB 是歐盟伽利略衛星計畫的重要成員之一。而伽利略計畫的時頻控制中心，計畫透過衛星雙向傳時技術與國際上重要的時頻實驗室進行時間比對，我們希望將來也有機會與伽利略計畫時頻控制中心進行時間比對。</li> </ol>
衛星雙向傳時夏威夷鏈路之進展	<p>本實驗室目前是時間與頻率諮詢委員會(CCTF)之衛星雙向傳時工作小組之成員。該小組是目前國際時頻界最活躍的工作小組，參與的時頻實驗室佔有國際原子時 80%以上的權重值，並包括國際度量衡局(BIPM)負責時間事務的專家、負責歐盟伽利略衛星時間中心的研究員、GPS 時間中心的研究員、衛星廠商、美國國務院的科學顧問等成員。</p> <p>未來隨著國際上數個重大的時頻計畫陸續實現，將改變軍事、科技的平衡並深遠地影響人類的生活。包括：太空鐘、歐盟伽利略衛星、美國新一代GPS 導航衛星、日本準天頂導航衛星(QZSS)的發射、俄國及大陸等的導航衛星系統。為因應這項趨勢，各計劃的時間中心需仰賴另一套獨立的技术來相互比對，達成時間同步的目的。而衛星雙向傳時正是其中最主要的技術之一。</p>
國際比對實驗-衛星雙向傳時發展之現	衛星雙向傳時是目前最精準的時頻校核技術之一。今年度本實驗室透過此技術所進行之時間比對，亞太地區衛星雙向傳時

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
況與進展	網，包括日本NICT、日本NMIJ、大陸NTSC、韓國KRISS、新加坡SG及本實驗室TL等六個國家實驗室所組成共計15條雙向傳時比對鏈路。致力於環球傳時鏈路之建立，深入探討傳時技術之特性，分析數據及不確定度因素，可以充實理論基礎、提昇傳時技術及加強國際合作關係。
衛星雙向傳時地面站維修	目前實驗室有三座Ku-band衛星雙向傳時地面站，其中僅有本次維修之1.8米衛星地面站上安裝衛星模擬器，可進行地面站送收傳時延遲相關之實驗研究。恢復設備傳時比對的性能，持續進行相關實驗研究。 本地面站維修及支架配件調整更新等，為確實掌握雙向傳時之技術特點，及繼續提高傳時效能之基礎。另對於繼續進行亞洲比對實驗，或未來與美洲間傳時鏈路之建立與維持，進而提昇本所國際能見度與重要性，都有很大的助益。
遠距離衛星雙向傳時數據與GPS數據之比較	遠距離衛星雙向傳時數據，例如亞太實驗室與德國PTB的鏈路，含有明顯的diurnal variations；而GPS PPP數據不含diurnal現象且有絕佳的短期穩定度，但是GPS PPP有bias及day boundary不連續性等問題。結合這兩項技術，可以有以下的優點：(a)提昇短期穩定度；(b)保持TW校正不確定度及長期穩定度較佳的優點；(c)減少TW數據的diurnal干擾；(d)修正TW及GPS數據可能發生的gaps, jumps, discontinuities and drift現象。(e)偵測TW及GPS數據的明顯誤差。(f)產生更強固的傳時比對鏈路。
執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
(三) 時頻傳遞及推廣應用	
辦理轉速計校正能力試驗討論會	由本次討論會之意見交流，使本實驗室人員及業界實驗室代表對於能力試驗活動的要求及發展趨勢，有更清楚的了解。不僅化解了部份實驗室對於邀約比對實驗的困擾。同時對如何選擇及參與能力試驗活動，進而符合認證規範的要求達成了共識。
完成舉辦「2008時頻技術與業務推廣研討會」	「2008時頻技術與業務推廣研討會」已於8月28日圓滿舉辦完畢，參加人員包括學界及產業界專家共四十多人，會中發表台灣大學、中央大學、海洋大學、元智大學、成功大學、台灣科大、明志科大、親民學院、清雲科大、萬能科大、以及本實驗室有關時頻技術與校正應用之精彩論文共9篇，會中發言踴躍而討論熱烈，頗具交換心得意見成效。舉辦時頻業務研討會可增進國內產業界對時頻校正技術的認識，同時瞭解大眾對時頻校正與追溯的需求。對規劃實驗室將來發展的方向，亦極有幫助。
申請實驗室TAF CNLA能力試驗執行機構評鑑案	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，是本實驗室健全我國時頻追溯體系工作中的要項。本實驗室自民國92年起，已陸續舉辦

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
	<p>兩屆的頻率量測能力試驗活動。</p> <p>現配合TAF的規劃，籌備、申請並通過能力試驗執行機構認證，將使未來本實驗室所舉辦的能力試驗活動更有具公信力，並有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，進而符合認證規範的需求。</p>
<p>電子數位時間校正與時間追溯機制之研發與改善</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究所完成實驗用雛形將可作為可信賴數位時間技術研發過程中的功能測試樣板模型，並能作整體功能的流程展示。待完成可信賴數位時間技術研發（完成各年度工作項目內容以取代實驗用雛形的相對應樣板模組流程），就可建立國家實驗室的網路數位信賴時間度量衡標準系統，實現電子數位時間追溯到國家標準時間的標準認證追溯鏈。</li> <li>2. 已實作透過電話網路的一般數據機主從式雙方向時間校正方法（已取代實驗用雛型的第一塊樣板流程），校時效能可達 10 ms 等級，也完成將 Krawczyk 前向安全簽章機制應用於數位時間授時追溯核心技術的學理探討，並發表 EI reference 論文 1 篇。</li> <li>3. 在電子化政府、電子商務、行動商務的環境中，數位時間的應用愈來愈重要，需求量也愈來愈大。本研究主要探討如何建立分散式的標準時間源與維持時間的可信賴性，預期完成可信賴可追溯的數位時間服務，將大眾對於標準時間源的信賴延伸至 PKI 服務提供者，促進各種數位時間服務之實現。</li> <li>4. PKI 理論系統中一般只被印證關於電子文件的內容(What)與產出者(Who)，而關於文件的出生訊息(When)則仍有一大片空白。本研究對於 PKI 系統架構之文件出生訊息遺空的填補，將有所貢獻。</li> <li>5. 時戳服務協定的基本假設是存在有可信賴的時間，這個假設要落實到實體世界必須要藉助數位時間追溯技術創新，本研究這項技術創新可實現時戳服務的數位時間追溯到國家標準時間。</li> </ol>
<p>完成國庫收支應用書表條碼化作業</p>	<p>為簡化庫款代收作業，符合當前科技潮流，利用資訊科技推動國庫收支應用書表條碼化作業，以提升財務管理效能。實施項目為繳款書、支出收回書、收入退還書、轉正通知書。對機關而言利用「政府歲計會計資訊管理系統」或自行設計會計資訊管理系統，直接列印各書表格式，可簡化處理流程，提高行政效率。且利用條碼化書表可減短人員於銀行等待時間，及減少人工處理錯誤率。對代庫銀行而言，透過條碼化書表與電腦化作業，可正確讀取庫款收支資料，減輕作業負擔且降低服務成本提高服務意願。</p>

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
完成所內數位時鐘同步於國家標準時間作業	目前國家標準時間與頻率實驗室於中華電信研究所及經濟部標準檢驗局設置一些數位時鐘並成功地將其同步於國家標準時間。根據現有的技術及其程式介面操作的靈活性，國家標準時間與頻率實驗室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獲取準確時間。



## 二、經濟效益

- 1、維持國家時間與頻率最高量測標準，確保量測一致性及準確性，促使檢校儀器追溯國際標準，產品符合國際標準及規範。提供一級校正服務，進行時頻標準國際比對，以確保國內標準追溯管道暢通。並推廣時頻標準及量測技術，培育國內計量人才。
- 2、完成標準校正服務數為 47 件，較年度預計目標數 32 件次多出 15 件，全年收入 590,500 元繳交國庫。
- 3、根據 CIPM 秘書長 Dr. Robert Karris 之 “Evolution Needs of Industry and Society” 報告中統計，全球與量測及其相關活動約佔該經濟體 GDP 之 3 至 6%，有些甚至高達 15%。以歐盟為例，其每年從事量測活動至少有八百三十億歐元。美國 NIST 的研究則顯示，減少不當之量測浪費每年可節省約一百到三百億美元，於德國則可節省之金額大於十五億歐元。由此可窺知維持國家計量標準及全球相互認可之重要性。國家時頻標準實驗室的任務在建立與維持國家最高標準，並透過 TAF 認可之實驗室，將標準傳遞至業界，其屬間接效益，國際度量衡局前局長 Dr. T. J. QUINN 曾提及：「國家標準是相當重要，但不易顯現的」。以美國 NIST 調查其國家實驗室所產生之效益，主要也是屬於 NMI 透過認證體系傳遞標準所產生之加乘效益；就此方面而言，統計國家標準實驗室所延伸的校正檢測已由 86 年的 1:135 增加到 95 年的 1:1254，足以顯示國家度量衡標準實驗室的加乘效益日益顯著。

## 三、社會影響

本計畫維持國家一級量測標準與國際追溯，除了透過國家的追溯校正體系，將標準傳遞至全國外，所提供之各項校時服務更為社會大眾所普遍採用，尤其網際網路校時每日需求量已突破 700 萬次，且仍在快速成長中，用戶涵蓋各行各業，為日常生活帶來不少方便。

國家時間與頻率標準實驗室除維持國家標準時刻外，也肩附傳佈國家標準時間與頻率之任務，目前對外公開之時刻傳佈服務有撥接式電腦校時系統(ACTS)，網際網路校時系統(NTP)，117，IRIG-B 等，可經由電話網路、網際網路、電話專線等媒介取得國家標準時間。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。甚至在大陸地區之台商及研究機構等亦多所連結。本實驗室目前擁有與世界先進國家一致的時頻傳遞技術，結合實驗室同仁紮實

的理論基礎，我們相信善用這些技術將可以達成統一全國時頻的目標，另外，有鑑於標準時頻應用日趨廣泛，通訊領域對標準源的需求也與日俱增，為避免由於時間或頻率的不一致所可能衍生的問題，未來將朝著維持優良的服務品質、推廣應用和技術擴散的目標繼續努力。目前標準傳遞成果摘要如下：

- 完成網際網路校時服務之推廣，目前每日服務量超過七百萬次。
- 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，間接協助維持每日數以萬計飛航大眾之人身財產安全。
- 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。人民於電信如大哥大、市內、國際等通訊，2003年使用量超過700億分鐘，且現代通訊講究以秒計費，若電信公司使用國家時頻信號，其公信力將無庸置喙，且可符合公平交易之要求。
- 利用專線式校時技術提供標準信號予經濟部、標準檢驗局辦公大樓及本所國家標準時間室內顯示看板之顯示。
- 利用撥接式電腦校時技術提供標準信號予本所辦公大樓國家標準時間室內顯示看板。
- 專線式校時系統應用於北區電信分公司，並提供標準信號源供117報時系統使用，簡化人工調校作業手續，每日約有十數萬用戶撥接使用。
- 標準檢驗局基隆、台南、台中、高雄分局以NTP方式校時，再顯示標準時間於外牆及各辦公室，以達顯示標準時間及業務宣傳目的。

#### 四、其它效益

本實驗室除長期維持時間與頻率之國家標準外，並持續參與國際度量衡局(BIPM)共同維持協調世界時(UTC)及國際原子時(TAI)，善盡維持世界時頻標準之責任，提昇國家地位。適時派員出席各項國際活動並發表論文增加我國之國際能見度，有益國家良好形象之維持。

所維持時頻標準之穩定度及準確度，與亞洲地區各主要國家時頻實驗室相較，毫不遜色。在國際活動方面，參與BIPM與APMP舉辦之GPS國際比對、GPS遊校實驗、CIPM CCTF 委員會議、貢獻TAI標準實驗室代表大會、CCTF 衛星雙向傳時工作小組、GPS CGGTTS 工作小組、APMP(TCTF)時頻技術委員會、APMP(TCQS)品質技術委員會、APMP TCTF WGMRA 工作小組，積極舉辦或參與國際會議並發表論文，建立傳時鏈路進行國際比對(包括GPS載波相位研究、

參與 BIPM GPSP3 計畫、加入亞太衛星雙向傳時計畫、成功建立第一條歐亞間衛星雙向傳時鏈路、協助澳洲 NMIA 舉辦 APMP GPS 遊校實驗等)，不僅拓展國際合作關係，技術能力亦逐漸受到國際重視。在國內產業方面，滿足時頻量測、校正之追溯需求。所提供各項時間同步服務，廣為社會大眾重視與應用。各項時頻校核技術及能力試驗系統等方面之研究，範圍廣泛且深入，近年來更深受國際及來訪專家學者的稱許。

近幾年來隨著我們逐步改善實驗室環境，提昇國際比對技術等工作，伴隨而來的成果是國家時頻標準之準確度與穩定性的顯著提升及獲得國際上的肯定。最近四年，我國標準時間與世界協調時(UTC)的差異均保持在 $\pm 100\text{ns}$ 的範圍內，圖 1 為最近一年國家標準時間 UTC(TL)與世界協調時 UTC 的差值。利用國際度量衡局(BIPM)發佈的 2008 年資料作統計，本實驗所維持的原子鐘，佔國際原子時的相對權數達 4.49%，以個別實驗室排名，名列第 6 位，僅次於美國 USNO、日本 NICT、法國 F 等 5 個實驗室。圖 2 為國際實驗原子鐘所佔國際原子時比重排名之變化趨勢。

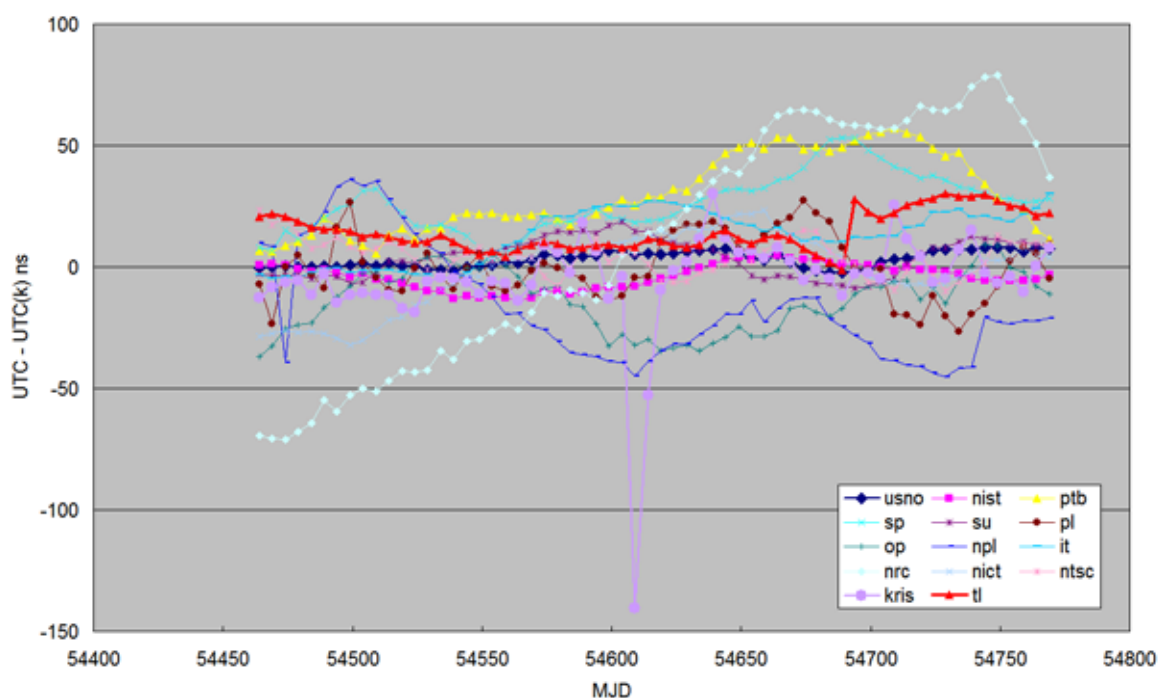


圖 1 最近一年國家標準時間 UTC(TL)與世界協調時 UTC 的差值

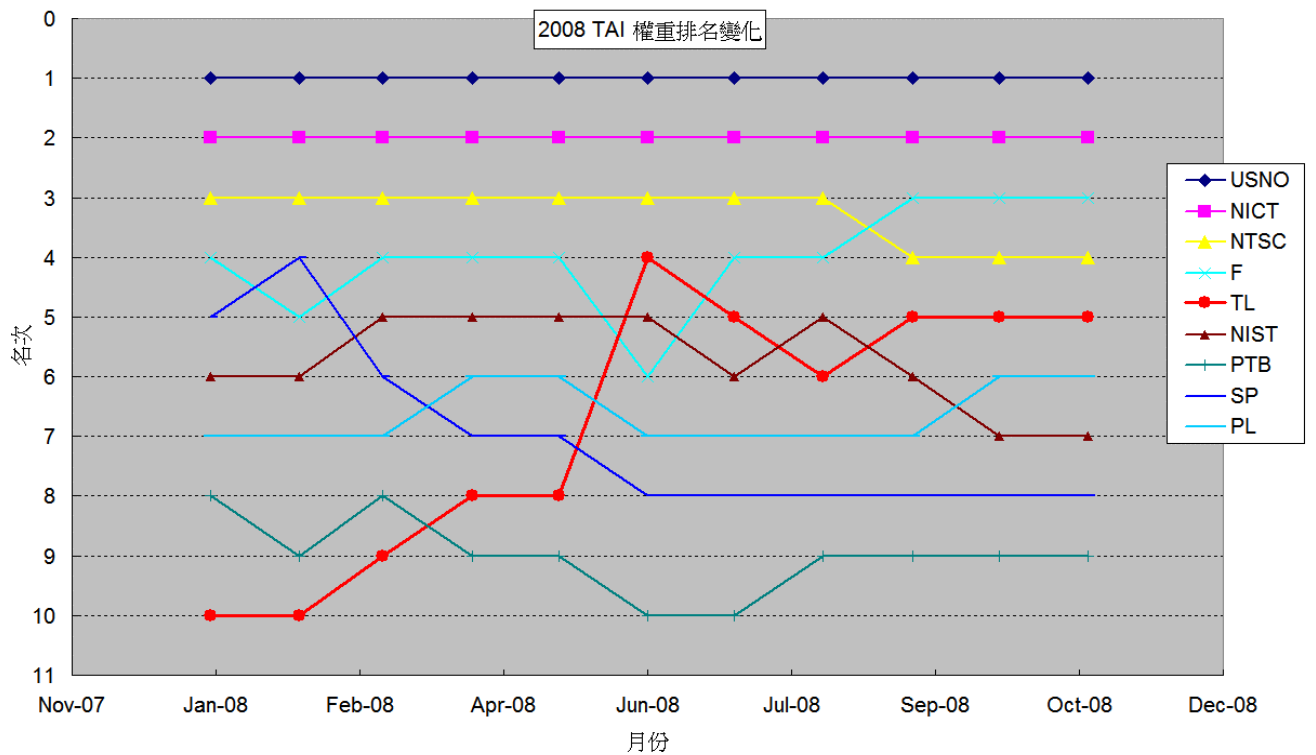


圖 2 國際實驗原子鐘所佔國際原子時比重排名之變化趨勢

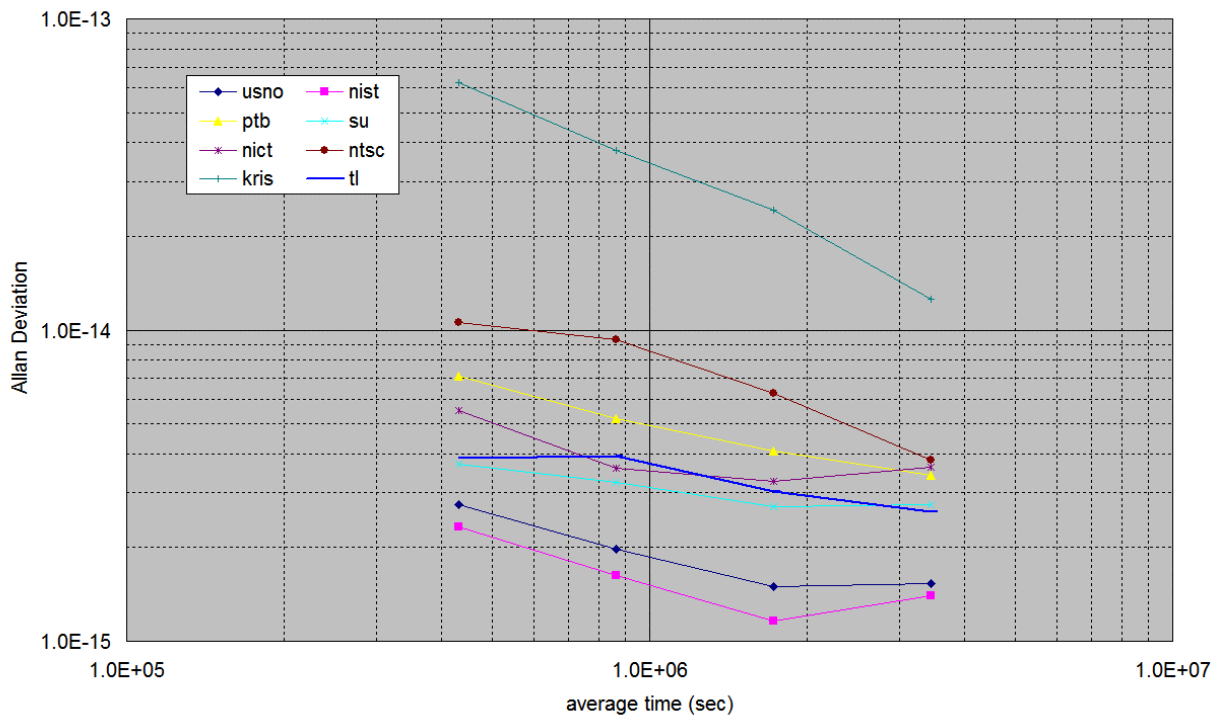
在國際比對實驗上，我們與日本 NICT 使用 JCSAT 衛星進行衛星雙向傳時實驗，且自 2002 年開始取代 GPS C/A 電碼共視法成為我們參與國際原子時(TAI)的計算依據，2003 年起改善了部分地面站問題，使每秒原始數據之 RMS 值由 0.3~1.0 ns 提升至 0.1~0.25 ns。此精準的時頻比對能力，受到國際的肯定與重視。2005 年因 NICT 採用自製之新 NICT MODEM 不夠穩定之影響，BIPM 改以 GPS P3 電碼共視法來計算 NICT 與本實驗室間之時間鏈路。

我們與荷蘭 VSL 於 92 年 3 月起所建立的第一條歐、亞間衛星雙向傳時鏈路，目前數據均以 ITU-R TF.1153-2 標準格式公佈於 FTP 網站上，其結果與 BIPM 發佈的 circular T 資料比較，趨勢相當一致，未來此鏈路資料有機會用以改善 circular T 的準確度。97 年 3 月，我們建立與德國 PTB 的衛星雙向傳時比對鏈路，每小時進行一次實驗。目前本實驗室正積極與美國 NIST、USNO，法國 OP 等知名實驗室聯繫，可望拓展國際比對鏈路，進而成為國際比對之重要節點。

此外，為使我國時頻最高標準與國際標準一致，97 年度執行 4 項國際比對，如表所示。

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)	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TWSTFT 傳時比對	NICT	日本 NICT 及 NMIJ、大陸 NTSC、新加坡 A-star、韓國 KRIS、台灣 TL	97.01~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TAIPPP 先鋒計畫參與	BIPM	BIPM(約 22 個實驗室)	97.03~97.12	公佈於 BIPM Time Section 網站

在穩定度方面(如下圖 3)，由於本室已採用氫原子鐘作為頻率參考源，在穩定度方面，由於本室已採用氫原子鐘作為頻率參考源，2008 年之長期穩定度可達  $4E-15$ ，中期穩定度也可達  $5E-15$ (平均週期五天)。較 2005 年之前大有進步，穩定度在亞洲各實驗室間居於領先地位。



### 圖 3 頻率穩定度比較

## 伍、與相關計畫之配合

與國內外大學或研究機構合作情形

合作單位	合作計畫內容與成效	期間
國立台灣大學電機系	<p>委託研究案：「高精度時間同步協定(IEEE 1588)之應用研究」</p> <p>PTP 標準係一全新之高精度時間同步協定，可使區域網路校時精度由 NTP 的毫秒等級提升至微秒等級，標頻實驗室有必要進行了解並適時引進此項技術。委託台大電機系張帆人教授進行相關研究可縮短標頻實驗室規劃時程，並與學術界建立良好互動。目前計畫正在進行，完成後將轉移研究成果為實驗室初期規劃能量。</p>	97.06.01~ 97.12.31

## 陸、後續工作構想之重點

### (一)國家標準實驗室維持及性能增進研究

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  $9 \times 10^{-15}$ ，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，並提供國內實驗室一級標準件之校正。
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於 TAF(Taiwan Accreditation Foundation) CNLA 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，提昇其不確定度。
4. 2006、2007 年 UTC(TL)之穩定度可達到  $3e-15$ (30 days stability)，精確度 15 ns/month，皆已達相當先進國家水準。但於 5 日以內之短、中期穩定度與準確度則仍可改善，故進行時間評量(Time Scaling)技術性能研究，在本實驗室現有之時間評量系統基礎上，提升 UTC(TL)之短、中期穩定度。
5. 維持撥接式電腦校時系統及網際網路校時系統 ...等時間同步服務，以滿足全國資訊設備，對時間數位化對時之使用需求。
6. 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。
7. 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。
8. 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。

### (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)單頻道共同點觀測、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，並將資料傳送 BIPM，進而完成追溯及參與先鋒研究。
2. 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、與德國 PTB 之衛星雙向傳時實驗，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 GPS 及衛星雙向傳時技術之工作委員會，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。

### (三)時頻傳遞與推廣研究

此項目係針對國內校正實驗室及廠商進行國家時頻標準之傳遞及推廣應用，其要點為：

1. 留意並滿足 APLAC(Asia Pacific Laboratory Accreditation Coop.,亞太實驗室認證組織)和 TAF CNLA 對國際實驗室間能力比對及國內實驗室間能力試驗之要求。
2. 研發一種電子數位時間校正與追溯機制，以建立可信賴、可稽核的國家標準時間追溯鏈。

## 柒、檢討與展望

- 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。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，與國際標準實驗室相較亦不遑多讓。
- 二、 目前計畫執行上，最令人感到挫折的是計畫同仁耗費心力與時間規劃，努力提升實驗室的技術能力及重要性，然後近年來經費逐年大幅刪減，現行預算與國際實驗室比較，實是相形見絀，且預算的刪減與計畫之重要性毫不相干，使計畫推行上有很深的無力感。期望主管機關、審查委員們與受託機構長官能在相關場合，適時大力地為標準計畫爭取資源。
- 三、 計量標準為國家之最基礎架構之一，欲使計量標準得到社會大眾廣泛的重視，除了資源投入及國家標準實驗室本身的技術提昇之外，相關法規的引導與強制的力量實為主要關鍵。例如：例如法令上強制規定與時間相關的計費/服務系統必需由國家標準實驗室定期測試稽核。如此，不僅有助於提昇社會大眾對計量標準重要性的認知，更者對消費者的服務與權益也有可靠的保障。

填表人：廖嘉旭 聯絡電話：03-4244441 傳真電話：03-4245474

主管簽名：\_\_\_\_\_

