



國家時間與頻率標準實驗室 98 年度計畫執行報告

## 建立及維持國家時間與頻率標準(4/4)

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

## 98 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	98-1403-05-05-07-04	
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	林信嚴	電話	03-4245483	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 98 年 1 月起至 98 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	26,118(千元)	實支數	26,118 實際與預算支用比 100 (%)	
計畫連絡人	曾文宏(1~9 月) 林晃田(10~12 月)	電話	03-4244066	傳真	03-4245474
<p><b>計畫摘要：</b>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
A*STAR	Agency of Science, Technology and Research, Singapore	新加坡科技研究局
ATF	Asia-Pacific Time and Frequency Workshop	亞太時頻論壇
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures(法文)	國際度量衡局
CCTF	Comite Consultatif du Temps et des Frequences(法文)	國際度量衡委員會時間與頻率諮詢委員會
CGPM	Conference Generale des Poids et Mesures(法文)	國際度量衡大會
CIPM	Comite International des Poids et Mesures(法文)	國際度量衡委員會
CMC	Calibration and Measurement Capability	校正量測能量
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
GPS	Global Positioning System	全球定位系統
GPS AV	Global Positioning System All-in-view method	全球定位系統全視觀測法
GPS CP	Global Positioning System Carrier Phase method	全球定位系統載波相位觀測法
GPS CV	Global Positioning System Common-view method	全球定位系統共視法
IEN	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Italy	義大利國家電子研究院
ISO	International Organization for Standardization	國際標準化組織

英文縮寫	英文全名	中文解釋
KRISS	Korea Research Institute of Standard and Science, Rep. Of Korea	韓國標準與科學研究院
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫
MRAAC	Mutual Recognition Arrangement Advisory Committee	相互認可協議指導委員會
NICT	National Institute of Information and communications Technology, Japan	日本獨立行政法人情報通信研究機構
NIM	National Institute of Metrology, Beijing, P. R. China	大陸北京計量研究院
NIST	National Institute of Standard and Technology, USA	美國標準與技術研究院
NMIA	National Measurement Institute, Australia	澳洲標準量測研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本獨立行政法人產業技術總和研究所
NPL	National Physical Laboratory, United kingdom	英國國家物理實驗室
NRC	National Research Council of Canada	加拿大國家研究會
NTSC	National Time Service Center	中國大陸中國科學院國家授時中心
NTP	Network Time Protocol	網路校時服務
OCXO	Ovened Controlled Crystal Oscillator	溫爐控制晶體振盪器
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany	德國物理與技術研究院
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
VCO	Voltage Controlled Oscillator	壓控振盪器
WGMRA	Working Group on Mutual Recognition Arrangement	時間與頻率技術委員會相互認可協議工作小組

## 目 錄

壹、基本摘要.....	1
貳、九十八年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要.....	4
參、報告內容.....	6
一、執行績效檢討.....	6
(一) 與計畫符合情形.....	6
1. 進度與計畫符合情形.....	6
2. 配合計畫與措施.....	7
(二) 資源運用情形.....	8
1. 人力運用情形.....	8
2. 設備購置與利用情形.....	9
3. 經費運用情形.....	10
(三) 人力培訓情形.....	12
1. 國外出差人員一覽表.....	12
2. 國內受訓一覽表.....	14
(四) 標準維持情形.....	15
二、成果效益檢討.....	19
(一) 國家標準實驗室維持及性能增進研究.....	19
(二) 時頻校核技術研究.....	63
(三) 時頻傳遞與推廣研究.....	84
三、結論與建議.....	121
附件	
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	124
(二) 各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表.....	125
(三) 研究成果統計表.....	129
(四) 標準系統統計表.....	157
(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.....	158
(六) 附則.....	163
(七) 一千萬以上科技計畫成果效益報告.....	168

## 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：98-1403-05-05-07-04  
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 仟元 98(年度) 26,118 仟元  
執行情形：

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

二.經費支用：預定 26,118 (仟元)  
實際：26,118 (仟元) 年度支用比率 100 (%)  
年度經費：26,118 (仟元) 實際支用比率 100 (%)  
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。有關九十八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  $9 \times 10^{-15}$ ，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 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、與荷蘭 VSL(Van Swinden Laboratorium) 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。
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)	98.01~98.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	98.01~98.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
亞太 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	98.01~98.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TAIPPP 先鋒計畫參與	BIPM	BIPM(約 26 個實驗室)	98.01~98.12	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、九十八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
98.01.01	依據國際地球自轉組織 IERS 閏秒通告調整順利完成	
98.03		建立與法國 OP 的衛星雙向傳時比對鏈路
98.04.02	經濟部標準檢驗局 98 年度綱要計畫書審查會	
98.04.28	在本所舉辦「98 年度時頻技術與推廣應用論壇~轉速計校正之實驗室比對技術研討」	
98.04.16		完成審查 COOMET 相互認可之申請，含歐盟國家實驗室含白俄羅斯 (BELGIM) 、烏克蘭 (NSCIM) 等申請全球相互認可案
98.04.24	完成 TAF 認可國家實驗室監督評鑑	
98.4.19~98.4.26		林信嚴專案副研究員及曾文宏專案副研究員赴法國 Besancon 參加 2009 IEEE EFTF-IFCS 研討會並發表論文
98.05.07	衛星地面站天線轉向，恢復亞太地區衛星雙向傳時比對實驗	
98.05.18~98.05.22	經濟部標準檢驗局特舉辦「98 年 520 世界計量日系列活動	
98.05.22	頻率量測能力試驗說明會	
98.06.01~98.06.07		林信嚴專案副研究員赴法國 Sevres 參加 2009 TAI 實驗室貢獻代表大會暨 CCTF 大會
98.06.08	通過 TAF 之「能力試驗執行機構認證」取得認證機構證書	
98.06.22~98.06.26	經濟部標準檢驗局 97 年度委辦計畫之財務查核	
98.06.19	舉辦轉速計校正能力試驗活動之總結會議	
98.07.16~98.07.26	完成國際賽事高雄世運各時鐘連結與顯示國家標準時間事宜	
98.08.23 ~ 98.08.25	完成 2010 年第四屆東亞盃足球錦標賽男子組準決賽所需國家標準時間連線	
98.09.04	頻率量測能力試驗總結會議	
98.09.05~98.09.15	完成國家標準時間連線國際賽事聽奧田徑場中控室及松山運動中心中控室	

98.10.12		完成 EURAMET 含歐盟國家實驗室含瑞典(SP) 、保嘉利亞(NCM) 、羅馬尼亞(NIMB) 、立陶宛(LT)、詩洛伐克(SMU)等申請全球相互認可案審查
98.10.18~98.10.23		曾文宏研究員赴波蘭 AOS 參加本年度 CCTF TWSTFT 工作小組會議
98.10.23	經濟部標準檢驗局 99 年度細部計畫書審查會	
98.11.15~ 98.11.22		張博程專案副研究員、王嘉綸專案助理研究員、兩人赴美國參加 PTTI2009 國際研討會並發表論文
98.11.26		完成審查 APMP 會員國越南 VMI 相互認可之申請案
98.12.01	經濟部標準檢驗局計量科技計畫 98 年度成果展	
98.12.13~98.12.18		廖嘉旭研究員、林晃田研究員兩人赴馬來西亞吉隆坡參加 APMP TCTF、APMP TCQS、APMP Symposim、2008APMP GA 等 meetings

## 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. 維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 $9 \times 10^{-15}$	98.03	98.03	符合
2. 年度累積完成校正服務 8 件	98.04	98.04	符合
3. 維持與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒	98.05	98.05	符合
4. 完成舉辦能力試驗說明會	98.05	98.05	符合
5. 實驗室新一代校正能量設計與規劃報告	98.06	98.06	符合
6. 提供每日 700 萬次之校時服務	98.06	98.06	符合
7. 年度累積完成校正服務 16 件	98.07	98.07	符合
8. 完成 GPS Common View Common Clock Calibration 報告乙篇	98.08	98.08	符合
9. 維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 $9 \times 10^{-15}$	98.10	98.10	符合
10. 年度累積完成校正服務 24 件	98.10	98.10	符合
11. 維持與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒	98.11	98.11	符合
12. 高精確度電話網路時間伺服器研製報告	98.11	98.11	符合
13. 利用數學方法改善雙向傳時數據之研究	98.11	98.11	符合
14. 年度累積完成校正服務 35 件	98.12	98.12	符合
15. 提供每日 700 萬次之校時服務	98.12	98.12	符合
16. 完成電子數位信賴時間之數位追溯機制研究報告	98.12	98.12	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><b>委託研究案：「高精度時間同步協定(IEEE 1588)之應用研究」</b></p> <p>目前本實驗室透過 NTP 傳時之精度約為 10 毫秒左右，此案研究成果可推升傳時精度至 10 微秒，較原有精度提升 1000 倍。若蒙經濟部經費支援，將於 99~102 年度之『建立及維持國家時間與頻率標準』中程綱要計畫中，時頻傳遞及推廣研究項下「提供標準時間同步服務、時頻傳遞推廣至國防、工業、資通、及民生等方面之應用」，加入 1588 同步應用，以增加本實驗室時頻傳遞能力及應用範圍。</p>	98.01.01~98.06.26
國立台灣海洋 大學資訊系	<p><b>委託研究案：「國家標準時間可信賴數位傳時與追溯方法之研究」</b></p> <p>電子文件數位時間追溯是尚未實現的一個重要環節，實現後可促進時間相關之數位內容產業之發展與符合其相關技術性法規。與海洋大學丁培毅教授合作進行相關研究可縮短國家時頻實驗室規劃與實作時程，並與學術界建立良好互動。本研究已完成一般數據機電話網路之主從式雙向傳時與同步雙向傳時的實作與比較，確認同步雙向傳時性能較優，可採用為電話網路數位傳時的最適用方法。本研究也完成基於 Krawczyk 前向安全簽章機制的數位授時追溯實作，結合前述數位傳時方法即可達成數位時間追溯之目的，建構符合 ANSI X9.95 標準的數位 Time Source Entity。成效如下：(a) 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。(b) 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 系統架構之數位內容出生訊息之遺空的填補，將有所貢獻。(c) 時間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間戳服務的數位時間追溯到國家標準時間。</p>	98.06.01~98.11.30

## (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	59	人員未補足
		時頻校核技術 (林晃田)	46	34	人員未補足
		能力試驗比對系統 (褚芳達)	20	20	
合計			132	113	

#### (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	
98 (人月)	預計	54	48	6	12	12	42	66		24		132
	實際	54	36	5	12	6	42	60		11		113

## 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	
實驗室直流電源系統相關設備與其建設	98.04	98.04	V					

### 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	
<b>一、經常支出</b>					
1. 直接費用：	21,699	83.08	21,699	83.08	
(1)直接薪資	13,050	49.97	13,050	49.97	
(2)管理費用	3,775	14.45	3,775	14.45	
(3)其他直接費用	4,874	18.66	4,874	18.66	
2. 公費	1,589	6.08	1,589	6.08	
3. 營業稅	1,230	4.71	1,230	4.71	
經常支出小計	24,518	93.87	24,518	93.87	
<b>二、資本支出</b>					
1.機械設備	1,600	6.13	1,600	6.13	
2.資訊設備	0				
資本支出小計	0				
總計	26,118	100	26,118	100	

## (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	869,500 元	校正件數 67 件(含能力試驗 15 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	869,500 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	赴法國 Besancon 參加 2009 IEEE EFTF-IFCS 研討會並發表論文	法國	98.4.19 ~ 98.4.26	林信嚴  曾文宏	協同主持人  傳時技術研究	IEEE IFCS 為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。EFTF 為歐洲舉辦之時頻論壇，一般於每年 4、5 月舉辦，世界主要時頻實驗室皆會出席。今年兩項會議聯合舉辦，為本年度最重要之國際時頻研討會。本實驗室在研討會上共發表二篇論文，與各國專家共同研討，同時了解時頻技術最新發展趨勢，和其他學術實驗室建立互動關係。最後一天順道參加衛星雙向傳時實驗室會議，會上討論實務性議題並研究未來合作計畫。
參加會議	赴法國 Sevres 參加 2009 TAI 實驗室貢獻代表大會暨 CCTF 大會	法國 Sevres	2009.06.01-06.07	林信嚴	協同主持人	國際原子時實驗室貢獻代表大會及時頻諮詢委員大會為 BIPM 時頻部門之最高會議，每 2~3 年由 BIPM 所舉辦，出席者皆為各實驗室代表，主要目的為討論時頻政策及訂定最新時頻標準。本實驗室為國際原子時實際貢獻實驗室，參與會議為本實驗室之義務與責任，並可瞭解世界各國實驗室在時間與頻率相關領域之研究進展、了解國際之發展趨勢及應用現況。

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	赴波蘭參加 2009 年衛星雙向傳時工作小組會議	波蘭	98.10.18 ~ 98.10.23	曾文宏	傳時技術研究	衛星雙向傳時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。此次會議於波蘭第五大城 Poznań 市舉辦，一共進行兩天。會議內容討論各國實驗室現況、研討衛星雙向傳時實驗操作、運作的技術以及最新傳時技術，會議第一天的晚上安排參訪位於附近的 AOS 實驗室，並實際觀看雷射衛星測距的實驗。此次會議我們報告本實驗室最新狀況並與國際先進共同研討最新衛星雙向傳時網的結果，並議定許多新的研究計畫。
參加會議	參加 Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting 及衛星雙向傳時討論會	美國	98.11.15~ 98.11.22	張博程  王嘉綸	精密時頻量測及相位雜訊分析  遠端頻率校正系統開發	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PTTI 2009 研討會乃一高水準之國際性研討會，每年由美國海軍天文台 USNO 舉辦。參加該會議可掌握世界各主要實驗室在時間與頻率相關領域之研究進展，及了解國際之發展趨勢和應用現況。</li> <li>2. 與國際時頻專家當面討論及經驗交流，且經由論文發表與討論，展現實驗室研發技術成果並厚植研究實力，藉此加強與先進國家的相互了解，有利於未來時頻國家標準之性能提升。</li> <li>3. 可與設備廠商進行現場討論，對於實驗室新空間之規劃與技術規格的要求，能有更深入的了解。</li> </ol>

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 APMP2009 年會、TCTF2009 及 TCQS 2009 meetings 等會議。	馬來西亞吉隆坡	98.12.13 ~ 98.12.18 (預定)	廖嘉旭  林晃田	負責計畫全盤規劃及推動,且為 APMP TCTF 會員 負責本實驗室品質系統維持及衛星雙向傳時等研究,並為 APMP TCQS 會員	參加 APMP 2009 General Assembly 等會議,可加強與亞太地區各標準實驗室之間的技術交流,並提升本實驗室在國際上的能見度與重要性。參加 APMP TCTF 及 APMP TCQS 等年度會議,可了解各標準實驗室之技術發展與品質系統維持現況,更可就國際間相互認可資料之審查等事務匯集共識。對於技術交流與國際相互認可事務的推動,均有實質的助益。

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

#### 國家標準實驗室計畫國內受訓一覽表

訓練名稱	主要內容	訓練機構	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任工作	對本計畫之助益
2009 校正領域年會暨實驗室主管在職訓練	TAF 年會及工作報告不符合事項分析報告與改善建議	全國認證基金會	96.05.06	林晃田	傳時技術與精密時頻校正技術研究	吸收各校正領域經驗,提昇本實驗室品質。瞭解不符合事項之趨勢與改善方法
2009TAF 校正領域報告簽署人在職訓練	TAF 對報告簽署人之要求、APLAC 評估之建議事項說明及不確定度評估指引之應用	全國認證基金會	98.8.05	林晃田	傳時技術與精密時頻校正技術研究	瞭解 TAF 對報告簽署人之要求、APLAC 評估建議事項說明及不確定度評估指引之應用

(四)標準維持情形：

標準件校正日期及追溯來源詳如下表

標準件追溯架構如附圖

編號	有關儀器標準件	校正日期	追溯來源
1	銫束頻率標準器 HP5071A, S/N 300	83.11 替代 CS160 提供母鐘信號 89.7.18 不穩定並重新啟動 89.7.27 送日本換銫束管 90.06.26 修復驗收完成參與國家時頻維持 91.06.28 替代 CS809 提供母鐘信號 92.5.19 頻率不穩定改由 CS1712 提供母鐘信號 98.04 故障待修中	BIPM
2	銫束頻率標準器 HP5071A, S/N 160	83.11 故障送修，83.12 修護與 UTC(TL)持續比對；85.09 故障送修，86.04 修護與 UTC(TL)持續比對 89.7.10 送日本換銫束管 90.06.24 修復驗收完成參與國家時頻維持 98.10 故障待修中	BIPM
3	銫束頻率標準器 HP5061A, S/N 1712	90.10 成參與國家時頻維持 92.5.19 頻率不穩定改由 CS1712 提供母鐘信號 93.12.21 改由 HM76053 提供母鐘信號	BIPM
4	銫束頻率標準器 HP5071A, S/N 474	84.5.2 新購驗收完成參與國家時頻維持 89.8.11 故障送修 90.05.20 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
5	銫束頻率標準器 HP5071A, S/N 1132	87.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 91.12.5 送日本換銫束管 92.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
6	銫束頻率標準器 HP5071A, S/N 809	85.05 新購驗收完成參與國家時頻維持 90.10.01 替代 CS1498 提供母鐘信號 91.06.28 故障並重新啟動 91.12.5 送日本換銫束管 92.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
7	銫束頻率標準器 HP5071A, S/N 1012	86.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 92.10.13 故障送日本換銫束管 93.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
8	銫束頻率標準器 HP5071A, S/N 1500	89.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 93.3.2 故障待修中 94.01.06 送日本換銫束管 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 HP5071A, S/N 1498	89.04 新購驗收完成參與國家時頻維持 89.12 替代 CS300 提供母鐘信號 97.08 故障待修中 98.03 參與國家時頻維持	BIPM
10	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1104	95.11.2 送美國換銻束管 96.2.5 修復驗收完成 96.2.16 參與國家時頻維持(新加入)	BIPM
11	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2365	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
12	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2366	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
13	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2367	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
14	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2368	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
15	氫微射頻率標準器 KVARZ, S/N 76052	88.01 參與國家時頻維持 89.11 時間產生單元故障 90.02 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
16	氫微射頻率標準器 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

說明：(參考標準時頻系統維持及追溯方塊圖)

本所之時頻標準是經原級銻束頻率標準器及氫微射頻率標準器比對

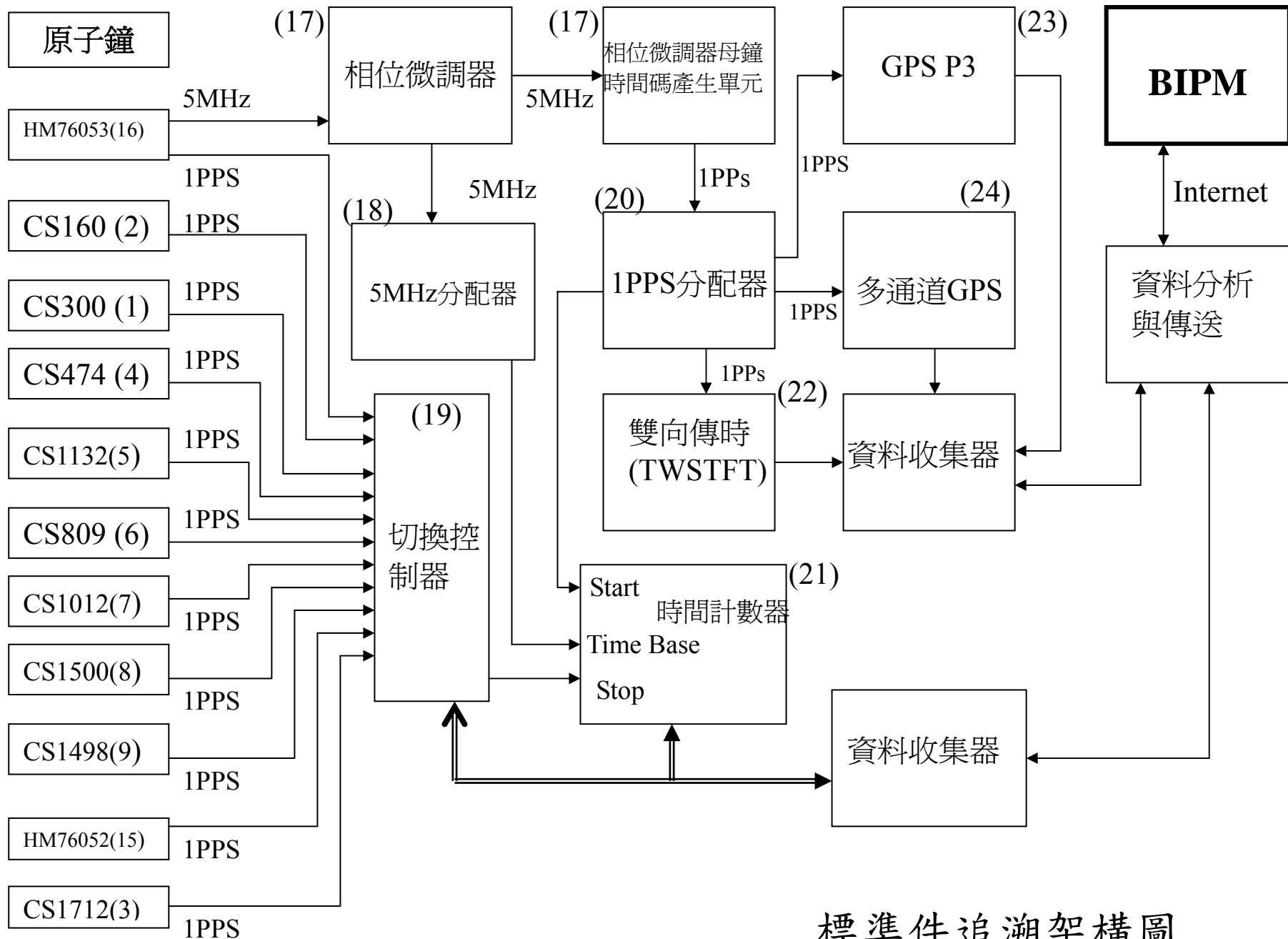
產生。所謂原級頻率或時間標準是在運作時不需提供外在校正(CCIR Recommendation 686 之定義)，其中所用 HP5071A 是目前世界上穩定性最好的商用化銫原子鐘，目前母鐘產生標準信號採用方式係在原子鐘群中長期仔細比對後找出最穩定之原子鐘當主鐘，(目前使用編號 HM76053 原子鐘)。主原子鐘之 5MHz 經相位微調器(8)，分配放大器產生 5MHz, 1MHz 及 0.1MHz 之國家標準頻率。5MHz 信號經時間碼產生器(10)產生中華民國標準時間 UTC(TL)，UTC(TL)經時間差計數器(9)與原子鐘群, GPS(11)接收信號比對。比對結果送至 BIPM，由 BIPM 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。

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

為使我國時頻最高標準與國際標準一致，本年度執行 4 項國際比對，其相關資訊如下表所示。

比對項目	主辦單位	比對國家/機構	比對月份	比對數據
原子鐘頻率比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	98.01~98.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	98.01~98.12	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	98.01~98.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TAIPPP 先鋒計畫參與	BIPM	BIPM(約 22 個實驗室)	98.01~98.12	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。由於本實驗室採用自行發展之時間評量技術並以氫原子鐘作為頻率之參考源，穩定度在亞洲各實驗室間居領先地位，與日本在伯仲之間。



標準件追溯架構圖

## 二、成果效益檢討

### (1) 標準實驗室維持與性能增進

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

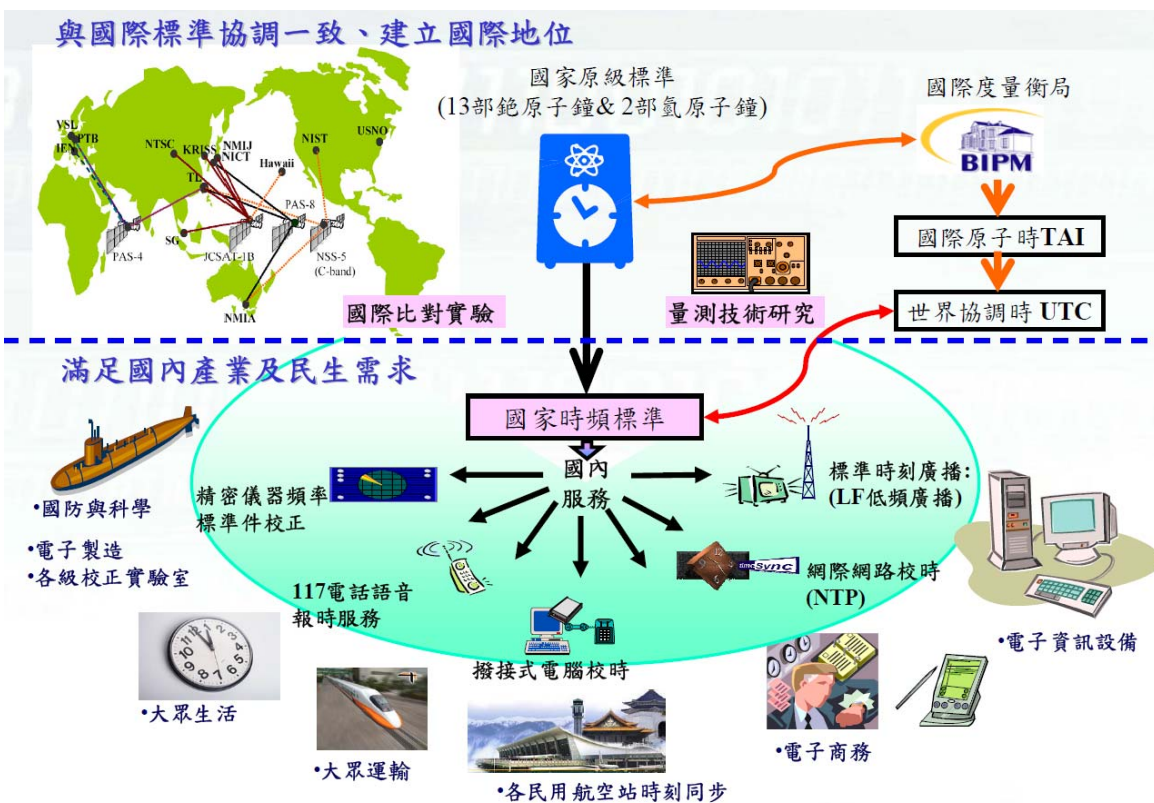


圖 1.1、我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖

### 服務產業與應用

- 提供具全球相互認可的精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。
- 透過 NTP 網際網路校時，提供電腦與資訊設備自動定期校時服務。
- 提供安全可靠的撥接式專線電腦校時，應用於民航局塔台之飛航管制、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，合作對象包括中山科學研究院、國內各大學等。

### 產業效益

- NTP 網路校時準確且便利，每天服務量超過 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。

### 時間的維持：

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

### 時間的傳遞：

- 本實驗室提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源，過去待校件需送至校正實驗室進行校正。一般而言，振盪器會因受環境或其他如開關機與車船運送等因素之影響，不易確保振盪器之準確性及穩定性。於是本實驗室發展遠端頻率校核技術，利用觀測 GPS 載波相位達成頻率同步之目的，依此方式校正之振盪器，受到國家標準實驗室之監控，其受到環境變化等因素之影響將被偵測並加以補償，進而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。
- 為提供一般民眾所需的標準時刻，本實驗室於民國 87 年推出 NTP (Network Time Protocol) 網際網路校時服務，以計算網路上封包(Packet)的往返延遲(Round Trip Delay)估算出待校計時器與標準源之時間差，作為修正依據。由於網際網路的普及，NTP 已成為一準確且便利的校時方法，保守估計目前一天的校正需求量超過 700 萬次。

- 撥接式電腦校時服務，乃是以數據機撥接的方式，擷取本所時間伺服器的信號，透過補償網路時間延遲的方式，達成相當準確之校時目的，此服務不需透過網際網路故較為安全，主要使用在民航局塔台飛航管制等系統。

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

(1.1) 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現況

(1.1.1.1) 執行項目

國家標準時間的維持現況及其品質、權重分析

(1.1.1.2)執行內容(執行期間：98/01~98/12)

目前國家時間係由本實驗室所維持的十三部銫原子鐘(Agilent/HP 5071A)及兩部氫原子鐘(Active H-masers)所產生，以高品質的氫原子鐘作為參考母鐘，參考的頻率信號經相位微調器調整後產生標準時間，國際上的名稱是 UTC(TL)，短期調整的機制則是參考一群鐘的統計值。我們透過衛星雙向傳時及 GPS P3 電碼全視法(all-in-view) 等比對實驗，與國外的實驗室進行時間比對，並將比對的資料提供給國際度量衡局計算 TAI 及 UTC。

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

維持國家時間的每個環節，包括原子鐘的維持、訊號的傳送、時間量測以及國際比對實驗的進行，都需要良善的管理與規劃，以確保時間的精準。原子鐘的維持是本實驗室的核心工作，目前運轉中的十五部原子鐘，分別安置在地下室及一樓等的電磁隔離室中。隔離室必須保持在恆溫恆濕的環境，並避免振動的發生。原子鐘的比對記錄系統有兩套，一套位於一樓，另一套備援系統則放在地下室。編號HM76053氫原子鐘的參考源經過一樓的相位微調器調整斜率(frequency offset)後產生實驗室的標準時間。原子鐘必須均勻且連續的運轉，所以電力供應不容中斷，我們除了電信研究所的電力系統及大型不斷電系統(UPS)及柴油發電機外、還準備有直流電源(DC)，均經過濾波後才供應給原子鐘使用，原子鐘、比對記錄系統及相位微調器等重要設備，另配有專屬的機架型UPS，假如這些備援電力都失效的話，銻原子鐘內部還有電池，可以再維持一段時間。電力設備的維護與定期檢修更換，是相當重要的環節之一。

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

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

2006年九月起，BIPM正式採用GPS all-in-view的資料，所以現階段本實驗室正式的國際比對資料，係透過GPS P3 AV技術(GPS all-in-view multi-channel dual-frequency P code data)與德國PTB(目前的虛擬時間中心)作直接比對的結果，國際度量衡局計算所得量測不確定度0.7 ns，加總的不確定度為5.0 ns。

(1.1.1.3)今年的成績檢討

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

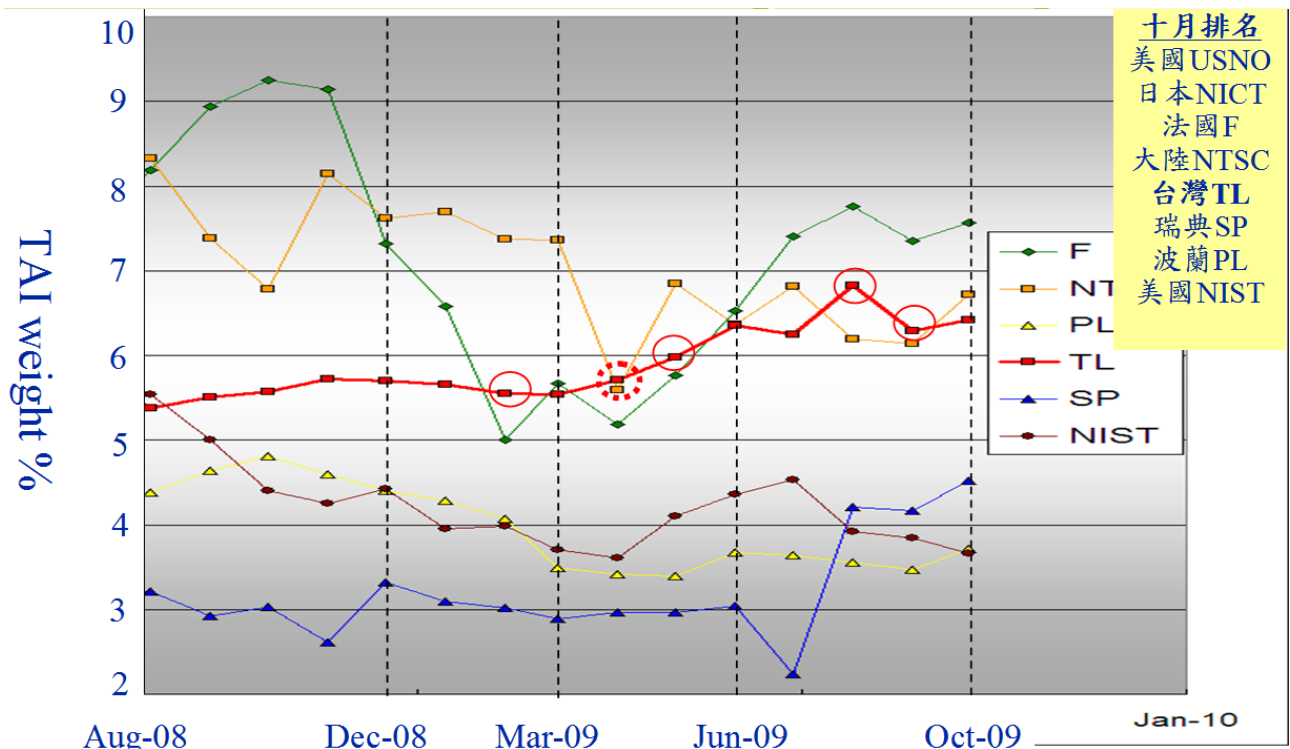


圖 1.2、 2008 年 8 月迄今之原子鐘權重排名

(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。但其他實驗室相繼擴充原子鐘數量，相對稀釋各別原子鐘之權重，本實驗室銫鐘 CS1498 又因銫源耗盡而必須維修。但長期而言，本實驗室權重排名於新購四部銫鐘加入 TAI 計算後緩步上升。

想要維持或進一步提高權重，應於空調設備更新後，進行電力供應系統之檢修，以提供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。

實驗室的改善與提昇，是永無止境的工作。為了維持國際上的競爭力，我們需進一步檢討整體實驗室環境，在因應未來更高精確度需求的同時，應該爭取更多人才、經費的投入，拓展基礎及應用領域的研發，厚植實力。另一方面，我們更應努力推廣時頻服務與相關應用，希望提供國人及產業最佳之時頻服務，滿足社會各界對標準時頻之需求，以利國家資源之爭取。

## (1.1.2) 實驗室直流電源系統相關設備與其建設

### (1.1.2.1) 達成項目

實驗室直流電源系統相關設備及上線使用(98.10)

### (1.1.2.2) 執行內容與結果(執行期間：98/01~98/12)

**緣起:**本實驗室的電力系統，主要仰賴台電市電及電信研究所提供之大型不斷電系統(UPS)結合ATS(Automatic Transfer Switch)與柴油發電機組，來達到電源不中斷的目的。此電源系統的妥善率達99.96%，但此系統有定期檢修需要切換電力的時候；且因其供應全所電力，無法全面兼顧所有機房。本實驗室肩負國家時間不容中斷之任務，必需減少電源出錯之機會，因此另外設有一套獨立的備用直流電源，提供給原子鐘及核心設備使用。

然而舊有直流電源系統的充電機從82年使用迄今已超過年限不易維護；再加上實驗室原子鐘等設備不斷擴充，舊有電池容量僅有500 AH，無法確保備載電源供應品質。故於前年規劃更新直流電源系統，去年爭取到98年經費後，於今年執行。

**規劃:**原子鐘的維持是本實驗室的核心部分，目前運轉中 14 部原子鐘(98 年 10 月資料)，放置在 E 棟一樓的電磁隔離室中，另外相位微調器等重要設備以及 F 棟 8 樓的國際比對實驗室設備，也需要備用電源。再加上為了提高實驗室核心設備運轉的穩定性及紀錄之完整性，因此規劃改善控制與記錄系統，來達成原子鐘比對資料紀錄、國家母鐘模型演算及資料備份等工作。

新設實驗室直流電源系統及相關設備如圖 1.3，說明如下。此系統為 24V 交換式直流供電系統，充電機容量為 300A 採雙電源模式。其中系統 A 部份如圖 1.4，提供 E 棟 1 樓 A、B、C、D 四間隔離室內預計 20 部原子鐘及紀錄實驗室 E 室 AOG 等核心儀器使用，電池容量為 1300AH，至少可獨立供電超過 16 小時。供電系統 B 部分如圖 1.5，主要提供 F 棟 8 樓國際比對實驗室 AOG 及時間產生器使用，由於 F 棟 8 樓設備較少，電池容量為 200AH，可獨立供電超過 16 小時。

**安裝:**充電機、蓄電池及相關設備，需先通過相關檢驗及原廠充放電測試，證明符合規格，才能進場安裝。電源施工包括設備安裝、電池架安裝，E棟1樓及F

棟8樓迴路配線，分電盤安裝等，已於今年9月完成。系統安裝完成後，進行輸出電壓檢驗，確認各端點電壓皆符合要求。隨即一部一部設備進行新舊備用電源切換，實驗室人員全程參與切換過程，確保實驗室及原子鐘之供電正常運作。設備上線後已連續24小時全天候備載。全案並於10月完成驗收工作。

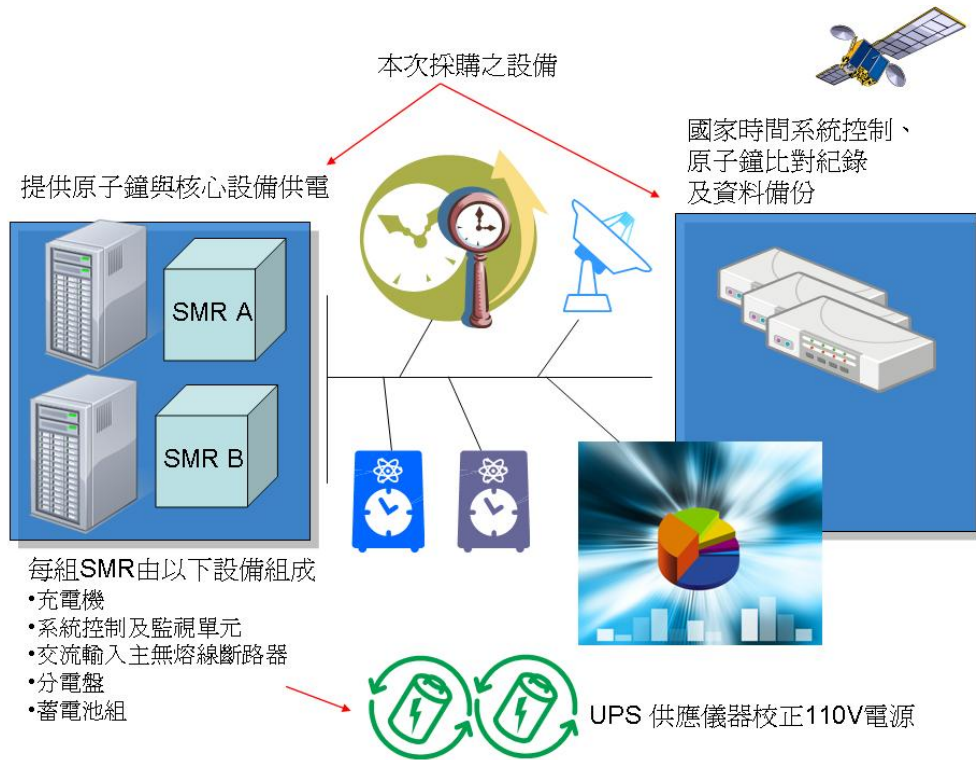


圖 1.3、系統架構圖

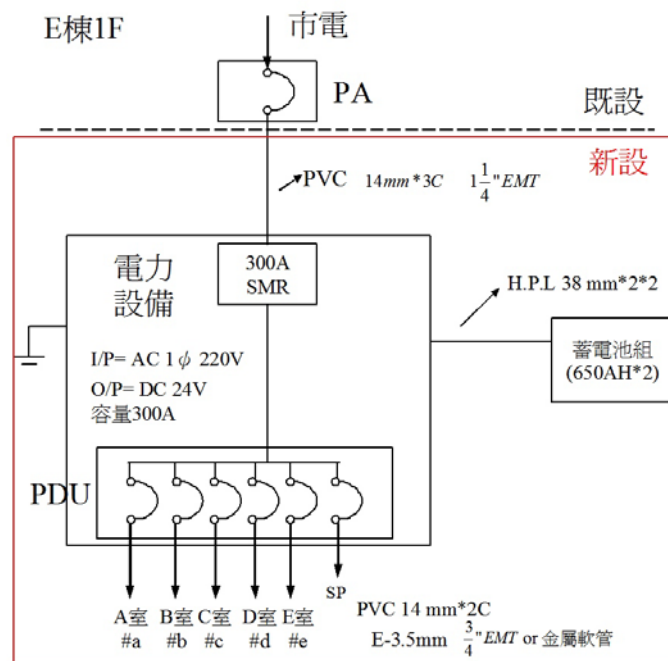


圖 1.4、系統 A 配線圖(E 棟 1 樓實驗室)

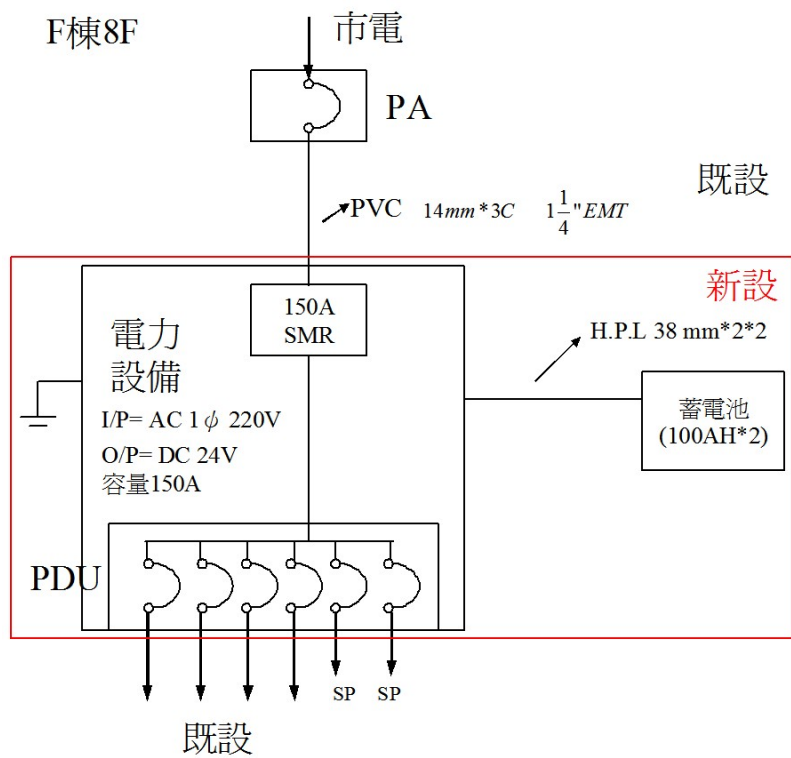


圖 1.5、系統 B 配線圖(F 棟 8 樓實驗室)



圖 1.6、實驗室直流電源系統電池組照片

**監控:**新直流電源系統，可使用電腦透過監控介面遠端監控電源狀態及告警等資料，圖 1.7 及圖 1.8 分別為系統的狀態及告警監控畫面。

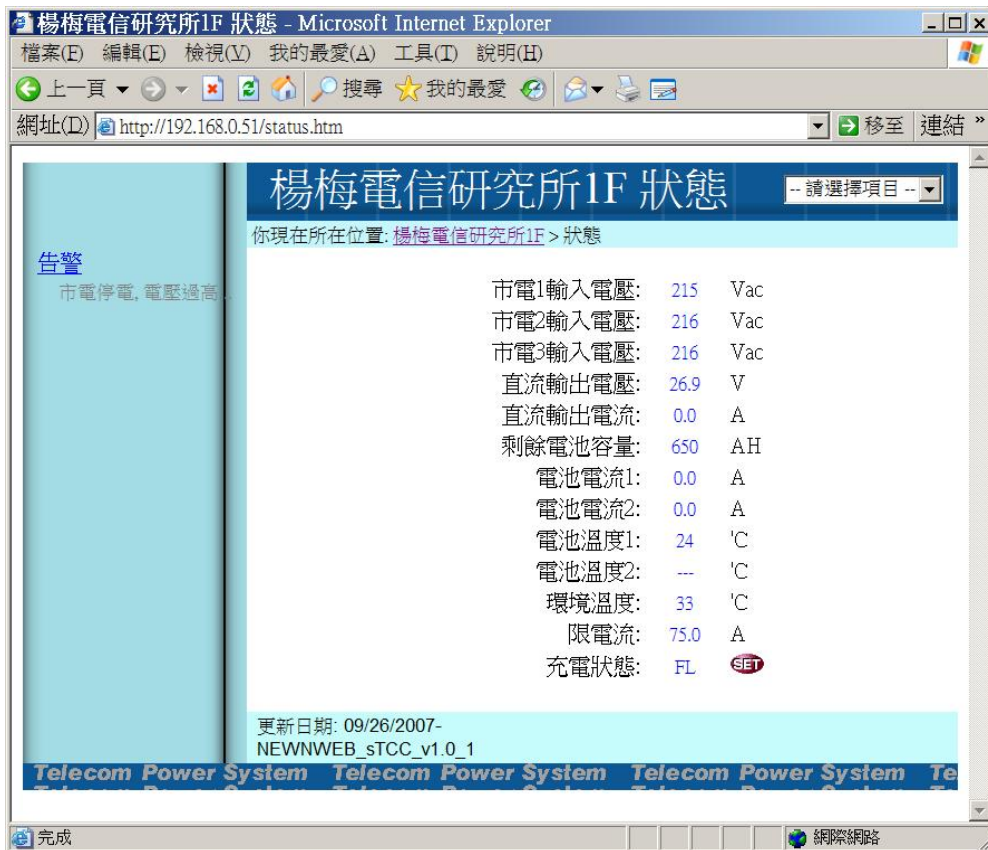


圖 1.7、直流電源系統的狀態



圖 1.8、直流電源系統的告警監控

#### (1.1.2.4) 效益與應用

目前實驗室已有 13 部銨鐘，2 部氫鐘，若不進行直流電源系統更新，將難以應付現況。新的直流電源系統，可以使用電腦遠端監控電源狀態並顯示告警狀態，易於維護及管理。

#### (1.1.2.5) 未來工作重點與自評

由於新購的電池組於 25°C 環境年平均溫度下使用壽年可達 15 年，我們在電池室加裝冷氣，使電池工作於 25°C 環境下，確保其性能。

#### (1.1.2.6) 自評與建議

時間的維持在於準確與可靠，因此實驗室內部各個環節，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。其中電源是所有基礎建設最重要的一環，唯有確保供電的品質，才能提供國人更可靠的服務。

(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：98/01~98/12)

本年度BIPM Circular T262(2009 October 12)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 262  
2009 NOVEMBER 12, 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 2009 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 34 s.

Date 2009	0h UTC	SEP 30	OCT 5	OCT 10	OCT 15	OCT 20	OCT 25	OCT 30	Uncertainty/ns Notes		
MJD		55104	55109	55114	55119	55124	55129	55134	uA	uB	u
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns									
AOS (Borowiec)		4.7	6.2	10.0	10.9	12.2	9.1	9.3	1.5	5.1	5.3
APL (Laurel)		-7.4	13.4	22.4	36.6	32.4	18.5	-0.7	1.5	5.1	5.3
AUS (Sydney)		969.9	942.2	923.9	896.6	879.5	857.7	838.0	1.5	5.1	5.3
BEV (Wien)		32.6	30.5	31.3	33.7	41.0	41.2	49.0	1.5	3.2	3.5
BIM (Sofiya)		-7038.9	-7022.7	-7007.8	-7004.1	-6995.1	-6996.2	-6983.0	2.0	7.1	7.4
BIRM (Beijing)		-8814.9	-8858.9	-8895.6	-8932.7	-8976.5	-9014.9	-9049.3	2.0	20.0	20.1
BY (Minsk)		42.6	43.0	43.9	45.5	43.3	43.6	54.7	2.0	7.1	7.4
CAO (Cagliari)		-3471.9	-3475.5	-3481.3	-3519.9	-3535.4	-3570.8	-3609.4	1.5	7.0	7.2
CH (Bern)		-3.7	1.8	4.9	9.6	13.8	9.9	10.0	0.5	1.4	1.5
CNM (Queretaro)		-21.3	-17.7	-22.9	-12.2	0.9	1.0	8.5	2.5	5.1	5.7
CNMP (Panama)		12.9	12.0	27.6	36.0	40.6	40.7	43.7	3.0	5.1	5.9
DLR (Oberpfaffenhofen)		32.8	43.8	51.6	57.7	65.6	74.7	72.9	0.4	5.1	5.1 (1)
DMDM (Belgrade)		5999.0	6028.9	6064.6	6107.3	6145.0	6172.9	6207.6	2.0	7.1	7.3
DTAG (Frankfurt/M)		-288.4	-296.7	-314.8	-335.9	-350.0	-350.6	-381.3	1.5	10.0	10.1
EIM (Thessaloniki)		1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HKO (Hong Kong)		4.6	8.7	13.9	17.5	12.2	15.1	23.4	2.5	5.1	5.7
IFAG (Wetzell)		-145.2	-157.7	-160.6	-149.9	-149.3	-151.6	-153.1	0.4	5.1	5.1
IGNA (Buenos Aires)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INPL (Jerusalem)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTI (Buenos Aires)		-10.6	-5.3	-14.4	-25.9	-7.4	-10.6	-3.5	4.0	20.0	20.4
IT (Torino)		-2.2	-2.9	-4.0	-3.7	-2.3	-2.6	-1.7	0.5	1.6	1.7
JATC (Lintong)		5.9	6.3	-0.1	-2.4	0.9	4.0	6.6	0.5	4.9	4.9
JV (Kjeller)		3941.5	4201.2	4455.4	4724.1	4961.4	5240.0	5522.6	5.0	20.0	20.6
KIM (Serpong-Tangerang)		-187.0	-204.5	-180.1	-149.0	-145.0	-166.1	-154.4	3.0	20.0	20.2
KRIS (Daejeon)		-17.4	-4.0	-1.9	-5.6	1.5	-3.8	-3.7	0.4	5.0	5.0 (1)
KZ (Astana)		-1527.7	-1571.7	-1610.5	-1651.5	-1690.5	-1735.3	-1774.6	2.0	20.0	20.1
LT (Vilnius)		804.7	811.6	809.0	795.7	813.8	812.9	820.5	2.0	5.1	5.5
LV (Riga)		3633.4	3651.5	-	-	-	-	-	1.5	7.1	7.2
MIKE (Espoo)		162.4	-5.5	-4.3	-4.5	-3.9	-3.3	-2.4	1.0	7.1	7.1 (2)
MKEH (Budapest)		-26058.2	-26268.1	-26464.1	-26676.6	-26886.2	-27101.0	-27303.6	2.5	20.0	20.2
MSL (Lower Hutt)		-46.5	-77.6	-99.4	-101.8	-103.3	-118.3	-126.3	1.0	20.0	20.0
NAO (Mizusawa)		77.5	80.5	86.5	91.5	102.8	109.6	113.3	3.0	19.7	19.9
NICT (Tokyo)		8.2	3.2	0.5	-0.2	-2.7	-2.6	-2.8	0.3	4.6	4.6
NIM (Beijing)		-17.2	-17.9	-17.8	-19.4	-17.8	-20.0	-20.5	1.0	20.0	20.0
NIMB (Bucharest)		-311.9	-305.0	-301.2	-304.9	-294.5	-301.6	-307.6	2.0	20.0	20.1
NIMT (Bangkok)		-564.3	-582.0	-598.2	-608.7	-627.6	-647.2	-664.3	1.0	20.0	20.1
NIS (Cairo)		15.2	11.3	13.7	11.3	9.7	7.4	11.6	1.5	7.1	7.2
NIST (Boulder)		-8.3	-5.2	-2.7	0.6	3.3	3.9	5.2	0.5	4.9	5.0
NMIJ (Tsukuba)		15.7	17.4	18.3	18.1	16.1	9.4	7.2	0.4	5.1	5.1 (1)
NMLS (Sepang)		-259.5	-282.4	-303.3	-333.7	-365.6	-397.9	-423.6	2.0	20.0	20.1

NPL (Teddington)	35.0	36.7	38.8	40.3	43.1	44.7	47.3	1.0	5.1	5.2
NPLI (New-Delhi)	5.4	-5.5	-1.3	-3.8	-8.8	-22.7	-40.4	2.5	7.1	7.5
NRC (Ottawa)	-68.6	-59.6	-63.1	-61.3	-57.3	-57.8	-60.4	0.4	5.1	5.1
NRL (Washington DC)	5.2	6.6	7.1	7.4	7.7	7.7	7.5	0.4	5.1	5.1 (1)
NTSC (Lintong)	9.8	10.7	15.8	8.3	7.6	8.5	9.1	0.5	4.8	4.8
ONBA (Buenos Aires)	-2402.5	-2420.1	-2438.5	-2465.5	-2495.2	-2515.3	-2532.5	2.5	5.1	5.7
ONRJ (Rio de Janeiro)	-9.9	-11.9	-5.9	-3.6	-6.2	-5.9	-13.7	3.9	19.7	20.0
OP (Paris)	-18.5	-20.0	-19.8	-22.9	-18.7	-10.3	-3.3	0.5	1.5	1.5
ORB (Bruxelles)	29.3	29.5	31.2	33.8	34.4	33.3	31.5	0.4	5.1	5.1 (1)
PL (Warszawa)	-31.7	-33.0	-20.1	-9.4	-6.7	-3.9	9.8	1.5	4.9	5.1
PTB (Braunschweig)	-12.5	-9.8	-7.2	-8.5	-5.4	-5.2	-0.2	0.2	1.1	1.1
ROA (San Fernando)	17.3	17.1	18.9	19.8	18.8	18.1	16.6	0.7	5.0	5.1
SCL (Hong Kong)	10.5	-0.6	-4.2	-5.8	-8.7	-4.1	-12.5	3.0	10.0	10.4
SG (Singapore)	17.7	16.6	16.3	13.1	9.6	8.2	2.8	0.7	5.1	5.2
SIQ (Ljubljana)	-541.2	-539.9	-531.2	-533.5	-512.8	-515.8	-523.0	5.0	20.0	20.6
SMD (Bruxelles)	33.2	30.1	26.7	26.5	24.5	16.7	13.7	1.5	19.6	19.7
SMU (Bratislava)	27.1	27.7	21.2	21.1	18.1	16.2	16.7	1.5	20.0	20.1
SP (Boras)	1.1	3.6	3.2	4.0	5.1	5.4	6.1	0.5	1.4	1.5
SU (Moskva)	8.4	8.0	11.1	9.6	10.1	7.1	9.1	1.5	5.1	5.3
TCC (Concepcion)	157.4	152.6	166.2	171.6	186.3	203.2	205.4	0.4	19.8	19.8
<b>TL (Chung-Li)</b>	<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>3.4</b>	<b>2.9</b>	<b>3.3</b>	<b>2.9</b>	<b>2.1</b>	<b>0.7</b>	<b>4.8</b>	<b>4.8</b>
TP (Praha)	9.4	5.0	14.8	9.8	12.8	12.2	4.4	0.7	5.1	5.1 (3)
UA (Kharkov)	-90.6	-97.0	0.6	-5.1	-5.5	-3.0	-0.2	2.5	6.1	6.6 (4)
UME (Gebze-Kocaeli)	177.4	174.9	171.3	164.8	158.3	152.1	154.5	1.5	7.1	7.2
USNO (Washington DC)	3.4	5.5	5.1	6.0	4.4	5.9	4.4	0.4	1.3	1.3
VMI (Ha Noi)	26.7	28.4	25.7	9.7	0.0	-0.1	-4.5	1.0	20.0	20.0
VSL (Delft)	-20.8	-10.8	4.8	4.6	-2.1	-9.7	-3.7	0.7	1.5	1.6
ZA (Pretoria)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- Notes on section 1:

(1) Erratum, corrected uncertainty values for Circular T 261:

uB/ns		u/ns	
DLR	: 5.1	5.1	
KRIS	: 5.0	5.1	
NMIJ	: 5.1	5.1	
NRL	: 5.1	5.1	
ORB	: 5.1	5.1	

(2) MIKE : Time step of UTC(MIKE) of about 169.7 ns on MJD 55105.5 due to change of receiver.

(3) TP : Time step of UTC(TP) of -16 ns on MJD 55113.58 due to change of calibration.

(4) UA : Time step of UTC(UA) of -100 ns on MJD 55109.38.

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

Date 2009	0h UTC	SEP 30	OCT 5	OCT 10	OCT 15	OCT 20	OCT 25	OCT 30
MJD		55104	55109	55114	55119	55124	55129	55134
Laboratory k		[TAI-TA(k)]/ns						
CH (Bern)		48562.8	48521.0	48476.3	48430.9	48387.5	48343.4	48297.9
F (Paris)		168030.7	168031.4	168028.3	168021.5	168022.0	168023.4	168022.0
IT (Torino)		86217.5	86359.7	86505.6	86648.1	86795.6	86941.2	87085.1
JATC (Lintong)		-46822.4	-46846.6	-46871.3	-46896.3	-46923.2	-46949.4	-46972.9
KRIS (Daejeon)		29477.7	29556.9	29625.6	29689.1	29762.8	29824.8	29892.0
NICT (Tokyo)		102.3	97.3	95.0	93.5	93.3	91.3	91.3
NIST (Boulder)		-45339865.2	-45340057.1	-45340249.6	-45340441.3	-45340632.6	-45340826.0	-45341018.7
NRC (Ottawa)		30081.6	30056.3	30021.0	29988.8	29958.8	29924.2	29887.9
NTSC (Lintong)		9201.0	9228.3	9253.4	9280.7	9305.0	9329.0	9355.4
ONRJ (Rio de Janeiro)		-5677.0	-5709.1	-5740.4	-5773.3	-5808.2	-5843.3	-5882.2
PL (Warszawa)		-5866.1	-5885.3	-5898.4	-5914.6	-5930.5	-5950.4	-5964.8
PTB (Braunschweig)		-356655.5	-356647.8	-356640.3	-356636.5	-356628.6	-356623.6	-356613.5
SG (Singapore)		6741.7	6740.6	6740.3	6737.0	6733.6	6732.1	6726.7
SU (Moskva)		27256977.4	27257098.9	27257223.8	27257344.1	27257466.9	27257586.1	27257710.4 (1)
<b>TL (Chung-Li)</b>		<b>-219.4</b>	<b>-228.5</b>	<b>-237.3</b>	<b>-247.0</b>	<b>-256.4</b>	<b>-265.2</b>	<b>-274.7</b>
USNO (Washington DC)		-35051067.4	-35051364.3	-35051663.7	-35051962.7	-35052262.4	-35052559.8	-35052859.3

- Note on section 2:

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

#### (1.1.4)實驗室環境監控執行情形說明

##### (1.1.4.1) 執行項目

增加實驗室環境監控告警功能(簡訊)

##### (1.1.4.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/12)

目前本實驗室的原級頻率標準器組包含了 13 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。為了加強原子鐘本身之穩定度，於去年進行了實驗室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  $50\pm 10\%$ 。另外在空調的監控上，除了遠端監控線上資訊外也能夠即時地提供 Email 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。除了空調 Email 告警之功能外，實驗室也增加了以手機簡訊告警方式通知相關維護人員，提供及時實驗室異常訊息，以利相關人員進行故障排除。此外，電力系統之穩定性對於原子鐘設備是非常重要的，一旦電力系統故障將造成原子鐘設備停止運轉甚至發生故障，如此將會影響到國家標準時間與頻率之穩定性並影響國際權重排名。有鑒於此，乃進行原子鐘設備電力系統狀態之監控，若電力系統發生異常時立即發出 Email 及簡訊告知相關人員前往處理。

##### (1.1.4.3) 結果

圖 1.9 為標頻原子鐘隔離室電力系統狀態圖，主要為監控原子鐘設備電力系統供電狀態，以圖示的方式來顯示(紅色代表動作)。並於發生異常時發出警報。

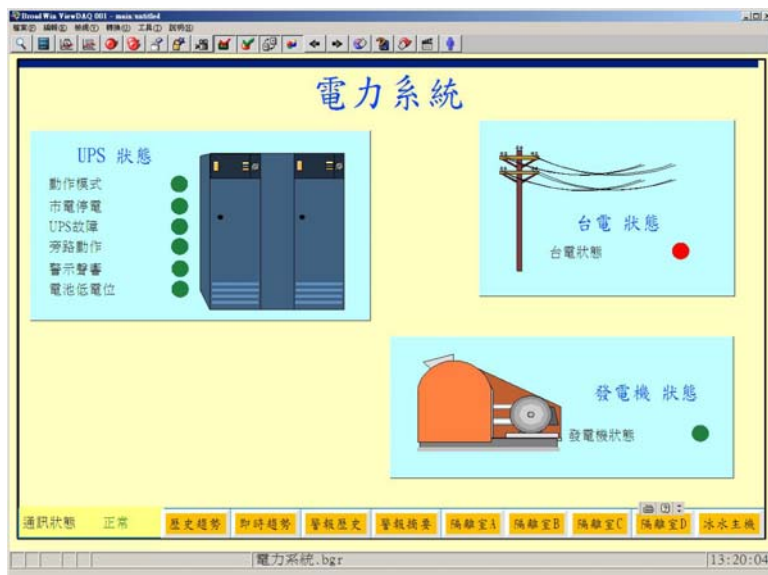


圖 1.9 原子鐘隔離室電力系統狀態圖

如圖 1.10 所示為原子鐘隔離室電力狀態監測系統裝設位置，系統主要為偵測原子鐘隔離室電力狀態，當設備有問題時立即通知相關人員前往處理。系統主要針對市電停電、發電機啟動、UPS 故障、UPS 一次測以及空調異常等狀態發出告警訊息，詳細告警訊息內容如圖 1.11 所示：

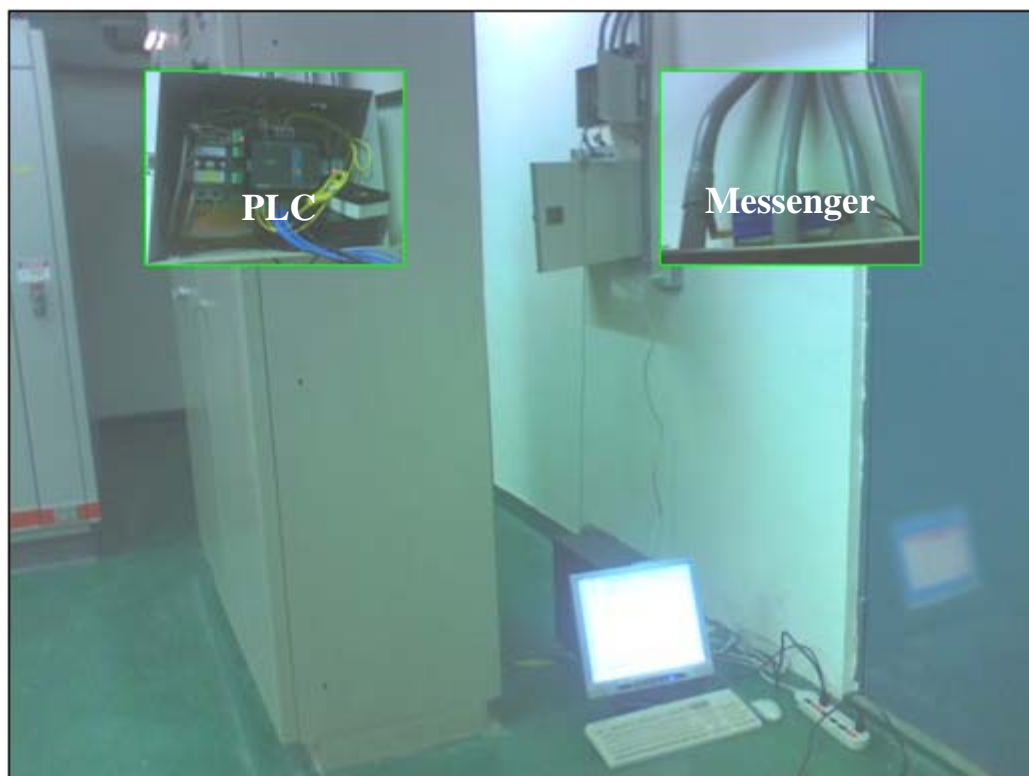


圖 1.10 原子鐘隔離室電力狀態監測系統

異常狀態	告警訊息
市電停電	目前標頻室系統狀態警報點(11)有市電停電請儘速處理。
發電機啟動	目前標頻室系統狀態警報點(12)有發電機啟動請速處理。
UPS 故障	目前標頻室系統狀態警報點(13)有 UPS 異常請速處理。

標頻空調告警	目前標頻室系統狀態警報點(14)有標頻空調異常速處理。
UPS 一次測	目前標頻室系統狀態警報點(15)UPS 一次斷電速處理。

UPS一次側為UPS輸入端而二次側為UPS之輸出端，UPS一次側主要是針對發電機電源輸入之監控，若發電機電源未進入UPS一次側即發出告警。

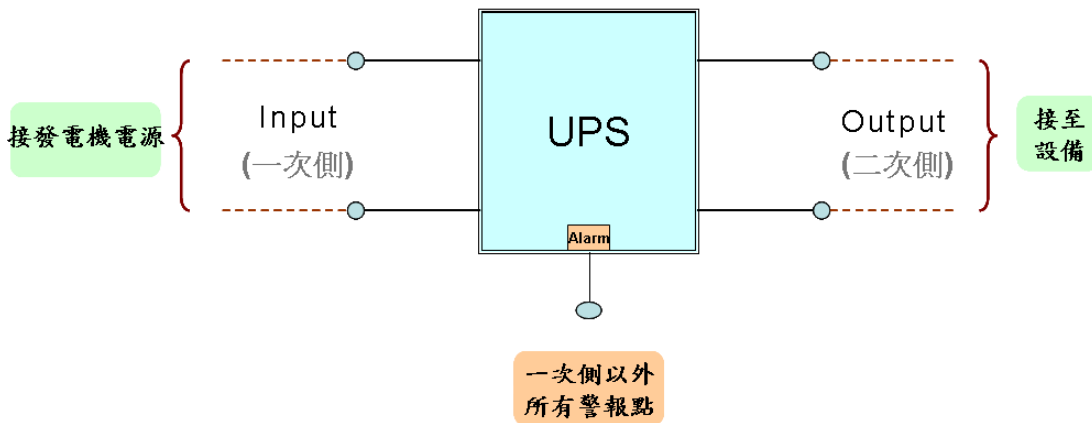


圖 1.11 原子鐘隔離室電力狀態監測系統告警訊息

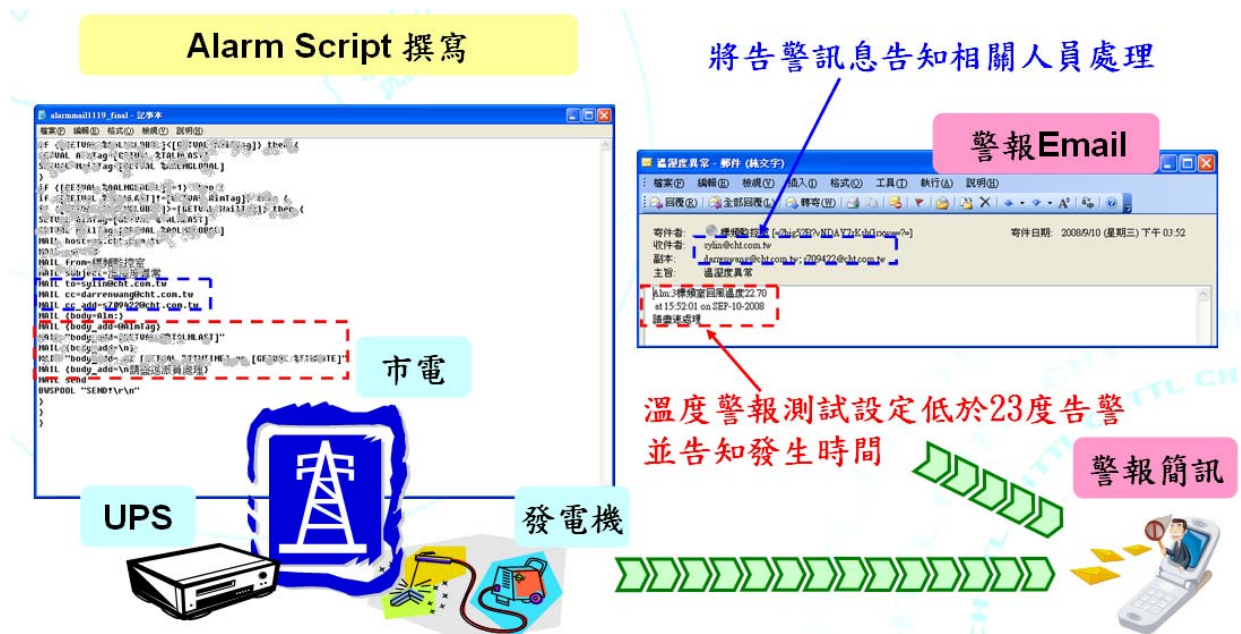


圖 1.12 原子鐘隔離室空調及電力狀態監測系統告警訊息(Email 及手機簡訊)

(1.1.4.4) 應用及效益

原子鐘標準件室空調系統之監控，除了利用 Email 方式傳送告警訊息外，也

利用手機簡訊之方式來進行告警訊息之傳送，如圖 1.12 所示。利用兩種方式傳送告警訊息主要的好處是當出差在外或是無法上網接收訊息時，還是可以透過手機接收到監控系統之告警訊息並做最適當之處理。此外在電力系統方面，實驗室針對斷電及復電進行監控，當電力系統發生異常時能夠針對異常之設備進行快速修復並降低損害，使得原子鐘標準件室之設備無論是在空調或是電力方面皆能保持運作正常並提升其穩定度。

#### (1.1.4.5) 未來工作重點

持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，也是標頻實驗室之核心基礎，若原級標準其維護不當將會造成嚴重之影響。因此實驗室建立了原級標準之空調及電力告警系統，其利用兩種方式進行系統異常訊息告知，一為利用Email的方式一為利用手機簡訊之方式。利用Email及手機簡訊同時傳遞系統異常告警訊息之方式將使系統告警訊息miss的機率降低，進而達到實驗室即時監控之目標且降低系統異常所造成之風險。

### (1.1.5) 原子鐘穩定性之提昇情形說明

#### (1.1.5.1) 執行項目

完成初步原子鐘穩定性之提昇

#### (1.1.5.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/12)

本實驗室自2008年起更新隔離室特殊空調後，實驗室環境大幅改善，原子鐘穩定性大為增高，加上藉由TA(TL)調整氫原子鐘斜率以產生UTC(TL)之技術日漸純熟，使得本實驗室長、短期穩定度進一步提升。

#### (1.1.5.3) 執行結果

2009年11月TL原子鐘群對TAI的權重約佔所有實驗室之6.3%，落後於USNO(美)，NICT(日)，F(法)，NTSC(中國)，名列第5，但於年中多次排名3、4名，基本上與法國、中國位列同一水準。

在UTC(TL)穩定度及精確度方面，TL之穩定度約為 $3E-15$ ，在亞洲各國中超越日本NICT。世界各國中僅次於USNO及NIST，勝過PTB(德)，列名世界一流水準。

在精確度方面，2009年1~10月UTC-UTC(TL)皆保持在 $\pm 15$  ns之間，目前約為 $+5$  ns左右。應順利可達成全年維持在 $\pm 50$  ns以內的目標。

#### (1.1.5.4)未來工作重點

目前各實驗室標準鐘(商用型5071a或實驗室級銫鐘)頻率輸出皆為微波波段，下一代以光頻波段原子鐘為主，已實作測試的有離子阱鐘(NIST, NPL, NICT)，及格阱鐘(東京大學，NMIJ)等，離子阱鐘已發展多年，CCTF目前已給出Yb<sup>+</sup>, Hg<sup>+</sup>, Sr<sup>+</sup>等離子之參考頻率標準，但受限於長時間連續運轉有困難，最樂觀估計十年後可能可以取代Cs作為新秒定義。本計畫限於人力及經費、空間，短期內無法自行研發下一代原子鐘，但於各會議舉辦時，皆相當注意其發展，若短時間內有購置或技術引進之可能時，將提出計畫購置及運作，以追上國際水準。

#### (1.1.5.5)自評與建議

本實驗室之空調設備已完成更新，亦完成全新 DC 電力供應系統，可提供更穩定之環境以維護原子鐘運轉。今年以來原子鐘權重排名穩定於前五名，穩定度及與 UTC 相位差亦保持世界一流水準。但目前 CS0160 及 CS0300 因銫源耗盡而必須更換銫束管；氫鐘已工作 10 年，進入風險期，此二項風險因素可望於維修銫鐘及新購氫鐘後暫時消除。

但長期而言，目前各實驗室標準鐘頻率輸出皆為微波波段，下一代原子鐘以光頻波段為主，已實作測試的有離子阱鐘(NIST, NPL, NICT)，及格阱鐘(東京大學, NMIJ)等，離子阱鐘已發展多年，CCTF 目前已給出 Yb<sup>+</sup>, Hg<sup>+</sup>, Sr<sup>+</sup> 等離子之參考頻率標準，但受限於長時間連續運轉有困難，最樂觀估計十年後可能可以取代 Cs 作為新秒定義。下一代(商用)原子鐘已有光抽運式 laser cooling 銫鐘，但僅供應美國軍方，一般民間無法取得。

本計畫限於人力及經費、空間，短期內無法自行研發下一代原子鐘，但於各會議舉辦時，皆相當注意其發展，若短時間內有購置或技術引進之可能時，將提出計畫購置及運作，以追上國際水準。

## (1.1.6) 標頻實驗室之更新規劃執行情形說明

### (1.1.6.1) 執行項目

完成標頻實驗室之更新規劃

### (1.1.6.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/12)

#### 緣起及考慮重點：

為維護標頻實驗室之資源需求、空間之重新調度以及重新裝潢，配合標頻實驗室門面設置、參觀動線規劃及未來空間需求，於2007年起即著手進行標頻實驗室之更新規劃。近年中華電信大力支援標頻基礎建設，使更新規劃有實現之可能。

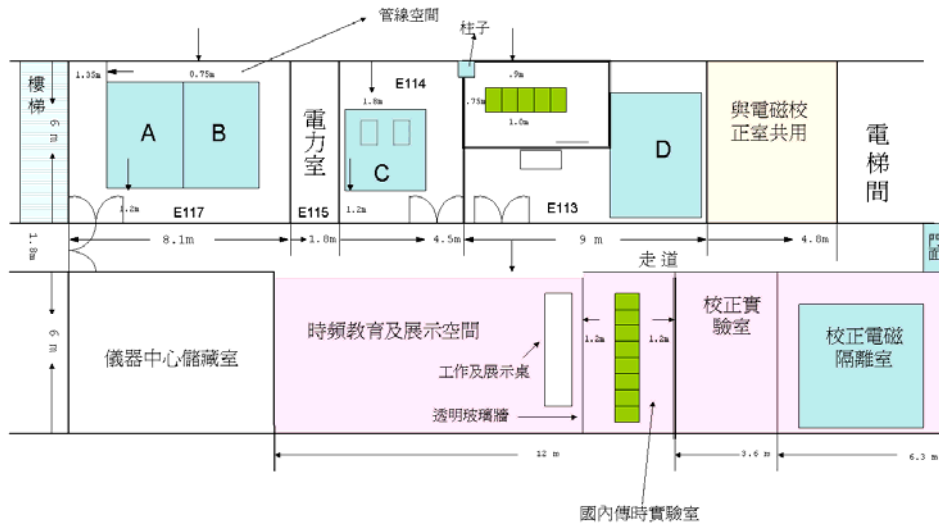
標頻實驗室現有空間包括F棟8F國際比對室、國內傳時實驗室、機房工作空間及辦公室；E棟1F原子鐘室及E棟地下室校正實驗室，空間擴充及更新規劃主要考慮下列原則：

1. 重要基本運轉設備（原子鐘、國際比對儀器）不移動，以免影響權重。
2. 盡量利用新近完成之資源如特殊空調、DC電力系統、訊號連結等，以避免重複投資。
3. 規劃門面區塊與展示區塊時，需考慮參訪者參觀動線
4. 保留未來擴充空間，以容納將來次世代原子鐘
5. 盡量利用所內現有較閑置空間，不影響需遷移單位之運作

### (1.1.6.3) 執行成果

#### 空間規劃：

依以上原則，目前擬以靠近E棟1F原子鐘室之原研服室電磁校正室及儀器中心為主要擴充空間，示意圖如下：



**空間規劃說明：**

1. 標頻實驗室門面擬利用 D 棟 1F 中庭，陳列標頻設備或造型時鐘，如瑞士 METAS 實驗室入口，並於電梯旁入口處放置”時間與頻率標準實驗室”招牌



瑞士 METAS 實驗室入口



NICT 大門入口



日本 NICT 實驗室入口簡介文件



2. 校正實驗室：利用原有電磁校正隔離室，進行頻率、斜率、相位雜訊校正，校正件置於電磁隔離室以降低環境影響，操作者於隔離室外執行校正業務。
3. 原檢測電磁校正室與檢測共用，(原子鐘隔離室 D 電源已設於此室)。
4. 原子鐘隔離室、母鐘控制室保持於原位置：母鐘及備援母鐘系統，原子鐘比對系統。
5. 標頻歷史及展示空間：歷史儀器陳列，或時頻知識簡介，方便於訪客來訪時，介紹重要研究，或對一般學生、民眾訪問時進行科普教育。



義大利 IEN 實驗室歷史陳列櫃



瑞士 METAS 歷史陳列室

6. 國內傳時設備室：容納 SMPTE，IRIG-B，117，Primary NTP，ACTS，PTP 伺服器；此空間將與 5 標頻歷史及展示空間連成一片，透過透明玻璃使參觀者可以看見即時運作狀況，近距離體驗標準時間。



日本 NICT 控制室



荷蘭 VSL 原子鐘室及控制室



日本 NICT LF 監視設備



日本 NICT 母鐘訊號分配器

#### 其他不移動部分：

1. 8F 國際比對室、屋頂 GPS 天線及 TWSTFT 天線位置受限於地理位置及各天線延遲量已經國際認證及校正，位置無法移動。
2. 8F 機房工作空間及 11 人（標檢局要求計畫規模）辦公室空間需盡量靠近工作地點，於未取得足夠空間前無法移動。

#### (1.1.6.4)未來工作重點

#### 國內傳時設備遷移：

英國 NPL、荷蘭 VSL、日本 NICT 之實驗室搬遷時程由建物完成起，至完成搬遷皆費時 2 年以上，雖然本次搬遷僅有 8F 國內傳時及地下室校正部分，由規劃起仍應非常小心謹慎，步步為營，即使延遲搬遷亦在所不惜，以不中斷國家標準時間，不中斷各項服務，維持現有 UTC(TL)之穩定度及準確度為最高原

則。地下室校正設備搬遷較易，基本並無涉及服務中斷問題。在國內傳時方面，為免於搬遷、安裝、確認運作正常等過程耗時過久，鑒於國內傳時服務不可中斷，嚴重影響服務品質引發民怨，建議可先購置全新系統，待運作順利後再切換至新系統，以將中斷時間降到最低，並可順勢汰換老舊儀器。舊有系統可為新系統之備份，於緊急時替代使用。粗估系統更新將需增購下列儀器，依重要順序為：

1. 19吋標準機架八組
2. 時間碼產生器三部
3. 117、ACTS、紀錄及控制工業PC及介面卡五套
4. 時間碼分配放大器一部
5. 1PPS分配放大器一部
6. 頻率分配放大器一部
7. 時間間隔計數器一部
8. 原級NTP伺服器三部
9. SMPTE伺服器一部
10. 機架用展示及普通展示用LCD螢幕五部

#### (1.1.6.5)自評與建議

建議可分階段逐年採購，並分批進行已採購系統切換，以兼顧預算規模及更新需求。

經濟部多位長官皆期望未來可邀請各國學者專家，於研究所舉辦國際性會議，然目前標頻實驗室並無整體規劃，裝潢老舊，無法突顯國家實驗室之特殊地位及貢獻，貿然邀請多位國際專家參觀恐無法彰顯國家時間與頻率標準實驗室及台灣之進步，若有一全新規劃之實驗室，除可滿足國家時間與頻率標準實驗室之需求外，當可於各國際專家及訪客心中留下台灣進步之形象。期望新實驗室完成後，可真正趕上國際水準，朝各位長官所期許：持續走向國際化，往提升本實驗室國際地位邁進。

## (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，並通過 TAF 之 ISO17025 監督評鑑

#### (1.2.1.2)執行內容(執行期間：98/01~98/12)

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，以期滿足現行 ISO 17025 規範及 TAF CNLA 對校正領域之要求。

#### (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。目前本實驗室之校正能量維持登錄於 BIPM 之 Appendix-C 中，而實驗室品質系統亦於今年 4 月再次順利通過 TAF 之 ISO 17025 監督評鑑。

#### (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：98/01~98/12)

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。以確保各實驗室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

配合 TAF 時程，參與完成量寶電子股份有限公司、太一電子檢測有限公司、宇正精密科技股份有限公司、昭俐有限公司、量測技術發展中心時頻校正實驗室、太平洋電線電纜股份有限公司校正實驗室、正儀科技股份有限公司校正實驗室、國防部軍備局規格鑑測中心、國家度量衡標準實驗室等實驗室的評鑑案共 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，近年來本實驗室亦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：

98 年度提供時頻校正服務 67 件，符合年度 35 件的預定目標。

#### (1.3.2.2)執行內容(執行期間：98/01~98/12)

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，98 年年度提供時頻校正服務 67 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。提供通行全球七十餘國之全球相互認可的校正能量，並透過財團法人全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室傳遞國家量測標準，支援數億元檢測市場之規模

#### (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 1.1 中華電信研究所 98 年度外界機構委託校正報告總覽表

中華電信研究所 98 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-2008-12-29-1	台灣羅德史瓦茲有限公司	銣頻率標準器 SYSTEM-2000	97.12.23	98.01.22	16000.00
	FTC-2008-12-29-2		計數器 CREDIX FC-300			8500.00
2	FTC-2008-12-30	仲琦科技股份有限公司	第一階同步主參考 鐘訊源設備 CXR Larus/TS2050-2	97.12.26	98.01.09	16000.00
3	FTC-2009-01-01-1	太克科技股份有限公司	銣頻率標準器 FE-5650A	98.01.06	98.02.11	16000.00
	FTC-2009-01-01-2		計數器 HP53132A			8500.00
4	FTC-2009-01-02	台灣羅德史瓦茲有限公司	銣頻率標準器 GPS10RB	98.01.06	98.01.22	16000.00
5	FTC-2009-01-03	工業技術研究院	計數器 SR620	98.01.07	98.02.04	8500.00
6	FTC-2009-01-04	台達電子工業股份有限公司	銣頻率標準器 FE-5650A	98.01.07	98.02.18	16000.00
7	TL-MA98-01	宇正精密科技股份有限公司	量測稽核	98.01.22	98.02.25	16000.00
8	FTC-2009-02-05	台灣安捷倫科技股份有限公司	銣頻率標準器 HP5071A	98.02.04	98.04.16	16000.00
9	FTC-2009-03-06	擎宏電子企業有限公司	銣頻率標準器 LUCENT/RFGRB	98.03.02	98.04.08	16000.00
10	FTC-2009-03-07	正儀科技股份有限公司	銣頻率標準器 FS-725	98.03.26	98.04.01	16000.00
11	FTC-2009-03-08	台証科技股份有限公司	銣頻率標準器 FE-5650A	98.03.11	98.04.10	16000.00
12	FTC-2009-03-09-1	量寶電子股份有限公司	銣頻率標準器 FS-725	98.03.13	98.05.18	16000.00
	FTC-2009-03-09-2		石英晶體振盪器 FTS1050A			8500.00
	FTC-2009-03-09-3		計數器 AG-53132A			8500.00
13	FTC-2009-03-10	太一電子檢測有限公司	銣頻率標準器 FE-5650A	98.03.26	98.04.03	16000.00
14	FTC-2009-04-11	致茂電子股份有限公司	石英晶體振盪器 HP105B	98.04.03	98.04.15	8500.00
15	FTC-2009-04-12-1	中山科學研究院	銣頻率標準器 HP5071A	98.04.06	98.04.21	16000.00

	FTC-2009-04-12-2		氫原子鐘 CH1-76			16000.00
16	FTC-2009-05-13-1	駿騏科技有限公 司	時間信號產生器 MUSASHI	98.05.08	98.06.19	8500.00
	FTC-2009-05-13-2		時間信號產生器 MUSASHI			8500.00
17	FTC-2009-05-14	儀校科技股份有 限公司	轉速計數器 TICO	98.05.14	98.05.19	8500.00
18	FTC-2009-05-15-1	宇正精密科技股 份有限公司	計數器 AG-53131A	98.05.18	98.06.24	8500.00
	FTC-2009-05-15-2		微波計頻器 HP-5350B			8500.00
	FTC-2009-05-15-3		計時器 ESCOR/EFC-3203A			8500.00
	FTC-2009-05-15-4		鈷頻率標準器 FS-725(5MHz)			16000.00
	FTC-2009-05-15-5		鈷頻率標準器 FS-725(10MHz)			16000.00
19	FTC-2009-06-16	台灣恩智浦半導 體股份有限公司	銻頻率標準器 HP5071A	98.06.12	98.06.29	16000.00
20	FTC-2009-06-17	健格科技股份有 限公司	GPS-24(健格科技)	98.06.08	98.06.16	8500.00
21	FTC-2009-06-18	財團法人自行車 暨健康科技工業 研究發展中心	計時器 TS001/001	98.06.15	98.06.26	8500.00
22	FTC-2009-07-19	鴻海精密工業股 份有限公司	鈷頻率標準器 RACAL-DANA-9475	98.07.10	98.07.24	16000.00
23	FTC-2009-07-20-1	台灣檢驗科技股 份有限公司	石英晶體振盪器 FTS1050A	98.07.10	98.08.13	8500.00
	FTC-2009-07-20-2		計數器 HP5335A			8500.00
	FTC-2009-07-20-3		閃頻器 MONARCH			8500.00
24	FTC-2009-07-21	威航科技股份有 限公司	SkyTraq Venus 634LPx-T	98.07.23	98.08.05	8500.00
25	FTC-2009-07-22	供宏科技有限公 司	信號產生器 HP8673A	98.07.24	98.08.19	8500.00
26	FTC-2009-07-23	計量企業有限公 司	GPS Clock	98.07.31	98.08.06	8500.00
27	FTC-2009-08-24	呈振企業股份有 限公司	計數器 BK PRECISION 1823A	98.08.04	98.08.24	8500.00
28	FTC-2009-08-25	泰藝電子股份有 限公司	鈷頻率標準器 FRK-2	98.08.27	98.09.14	16000.00
29	FTC-2009-09-26-1	伯堅股份有限公 司	鈷頻率標準器 PTF4211A	98.09.24	98.10.07	16000.00
	FTC-2009-09-26-2		計數器 R5373			8500.00
30	TL-MA98-03	聯勤通基廠	量測稽核	98.09.17	98.11.24	16000.00

	TL-MA98-04		量測稽核			16000.00
31	FTC-2009-10-27	昭俐有限公司	銣頻率標準器 FS-725	98.10.13	98.11.04	16000.00
32	FTC-2009-10-28	亞力通訊股份有限公司	GPS Synchronize Timer	98.10.21	98.10.28	8500.00
33	FTC-2009-10-29	臺北市立體育學院	音源接收器	98.10.21	98.11.24	8500.00
34	FTC-2009-11-30	健格科技股份有限公司	GPS-24(健格科技)	98.11.09	98.11.18	8500.00
35	FTC-2009-11-31	台灣電子檢驗中心	銣頻率標準器 WAVETEK/909	98.11.13	98.12.10	16000.00
36	FTC-2009-11-32-1	安立知股份有限公司	銣頻率標準器 FE-5680A	98.11.25	98.12.10	16000.00
	計數器 MF-1601A		8500.00			
37	FTC-2009-11-33	祥正電機股份有限公司	GPS 接收機 HC SCC2000	98.12.14	98.12.24	8500.00
38	TL-98FMPT-01	安捷倫科技股份有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
39	TL-98FMPT-02	海軍戰鬥系統工廠	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
40	TL-98FMPT-03	台灣檢驗科技股份有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
41	TL-98FMPT-04	安立知股份有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
42	TL-98FMPT-05	伯堅股份有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
43	TL-98FMPT-06	台灣羅德史瓦茲有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
44	TL-98FMPT-07	致茂電子股份有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
45	TL-98FMPT-08	中山科學研究院	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
46	TL-98FMPT-09	太一電子檢測有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
47	TL-98FMPT-10	正儀科技股份有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
48	TL-98FMPT-11	太克科技股份有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
49	TL-98FMPT-12	台灣電子檢驗中心	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
50	TL-98FMPT-13	量寶電子股份有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
51	TL-98FMPT-14	工業技術研究院	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
52	TL-98FMPT-15	昭俐有限公司	頻率量測能力試驗	98年6月 ~98年7月	98年8月	16000.00
				合計 67 件	小計	869500.00

### (1.3.3) 實驗室新一代校正能量設計與規劃工作說明

#### (1.3.3.1) 達成項目

完成“實驗室新一代校正能量設計與規劃報告”查核點報告一篇(2009/07)。

#### (1.3.3.2) 執行內容(執行期間：98.01~98.12)

目前國家時頻標準實驗室所提供校正服務且經全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)認可的頻率範圍為 0.001Hz~300MHz，使用的量測儀器為 SR620 時間間隔計數器，可採用頻率模式(frequency mode)加以量測，亦可在相位模式(phase mode)以及 1 PPS 模式針對不同的信號輸出進行量測；此外還有一部 Quartzlock A7 頻率及相位比較器，其設計採用差頻多工器(Frequency Difference Multiplier)的技術，可量測 5, 10MHz 兩種頻率信號並在解析度上有更優異的表現。

然而由於國內產業在通訊領域的蓬勃發展，許多廠商對於高頻元件及儀器檢修校正的需求越來越殷切，從幾個 GHz 到幾十個 GHz 的設備在通訊市場上已是基本配備，明顯的超出本實驗室可提供的服務範圍。前幾年位於新竹的工研院量測中心已建立相關的微波設備校正能量，但其校正項目僅為微波功率、散射參數、阻抗、雜訊及電磁場強度量測，對於頻率本身的精度並無太多著墨，目前也還是如此。由於全球相互認可(Mutual Recognition Arrangement, MRA)制度將逐漸普及於國際間的貿易活動，若國內實驗室無法提供相關追溯依據時則可能發生國內廠商為了出口貨品到國外，其本身的檢校設備或產品需經過他國具備能力之實驗室加以認可的情況。如此一來不但人力、物力成本增加且不利時效，為改善這種狀況，本實驗室以現有的量測技術基礎先行設計與規劃微波頻段的校正能量，希望不久的將來能逐步建置完成相關的量測系統。

#### (1.3.3.3) 結果

##### (A) 世界各主要時頻實驗室的現況

目前世界各主要時頻實驗室已通過國際度量衡局(International Bureau of Weights & Measures, BIPM)審核的校正能量可在其網站資料庫(The BIPM key

comparison database, KCDB)中的校正與量測能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMCs)項目中查到，相關結果如表一所示。可以看到多數歐美地區的時頻實驗室已具備微波頻段的校正能量，而亞洲地區相關的實驗室在這方面仍有不小的提升空間。TL 目前已登錄最高的校正頻率為 300MHz，擴充不確定度為 5.8E-12，此一數值在 2007 年實驗室的延展評鑑中已提升至 3.0E-12，其評估程序已通過亞太計量組織(Asia-Pacific Metrology Programme, APMP)下品質系統委員會(Technical Committee for Quality System, TCQS)的審理，目前已進入國際間其他地區計量組織相互審查的階段，最後還有國際度量衡大會與區域計量組織所組成之聯合委員會(Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and the BIPM, JCRB)的技術審核。

表 1.2、世界各主要時頻實驗室登錄於 BIPM 網站中的校正能量

國家	實驗室名稱	最高校正頻率	擴充不確定度 (95%)	通過時間
美國	NIST	110 (GHz)	1.0E-14	2007.05.31
俄羅斯	VNIIFTRI	37 (GHz)	2.0E-10	2006.11.27
澳洲	NMIA	40 (GHz)	2.0E-13	2005.08.31
德國	PTB	26.5 (GHz)	2.0 (Hz)	2005.04.21
英國	NPL	10 (MHz)	5.0E-14	2005.04.21
荷蘭	VSL	26.5 (GHz)	1.0 (Hz)	2005.04.21
瑞典	SP	2.7 (GHz)	5.0E-12	2005.04.21
瑞士	METAS	1.3 (GHz)	6.0E-13	2005.04.21
日本	NMIJ	100 (MHz)	3.0E-13	2005.08.31
韓國	KRISS	225 (MHz)	2.0E-12	2005.08.31
台灣	TL	300 (MHz)	5.8E-12	2005.08.31

註：擴充不確定度中沒有單位者為相對值

## (B)國內產業需求與因應方式

前面曾提到工研院量測中心所建立之微波設備校正能量並不含頻率項目，其原因可能是目前國內最高時頻標準係 TL 所維持，倘若量測中心僅以基頻(5, 10MHz)追溯至 TL 便推論其後續微波頻段的量測結果，其權威性將受到質疑。除非兩個機構間的業務將來作進一步整合，否則微波頻率的校正能量還是由本所來建立比較適當。

近年來無論是在所內執行校正業務或出外對廠商進行量測稽核時常會碰到客戶對微波頻段校正的詢問，例如今年 6 月赴高雄昭俐科技進行頻率量測能力試驗時相關技術主管曾表示只作基頻認證在業界的應用性不高；工研院量測中心通訊驗證實驗室主管亦表示最近將提出頻段範圍的認證；安立知股份有限公司時頻校正實驗室負責人以及太一電子檢測公司技術主管亦都來信或電話洽詢微波頻段校正的可能性。事實上，宇正精密科技股份有限公司曾於 2008 及 2009 年送校一批微波設備，包括合成信號產生器 HP8340B(10MHz~26.5GHz)及微波計頻器 HP5350B(200MHz~26.5GHz)等，由於實驗室並無相關設備，最後只能向儀器中心借用加以因應。

## (C)市售量測系統調查

由於所內相關設備借調不易再加上其體積龐大搬運費力，目前規劃採購市售量測儀器配合實驗室所維持之基頻標準來建置本系統，經初步市場調查後茲列舉安捷倫、羅德史瓦茲及安立知三家廠商所生產的儀器如下：

微波信號產生器有三種選擇，包括 Agilent E8257D PSG 類比信號產生器(輸出範圍:250kHz~67GHz；解析度:0.001Hz(CW)；老化率: $\pm 3 \times 10^{-8}$ /YEAR)、R&S SMF100A 微波信號產生器(輸出範圍:100kHz~43.5GHz；解析度:0.001Hz(CW)；老化率: $1 \times 10^{-6}$ /YEAR； $3 \times 10^{-8}$ /YEAR(with R&S SMF-B1 Option) )以及 Anritsu MG3690B 射頻 / 微波信號產生器 (量測範圍 :0.1Hz~67GHz；解析度:0.01Hz(CW))，如圖 1.13 所示。

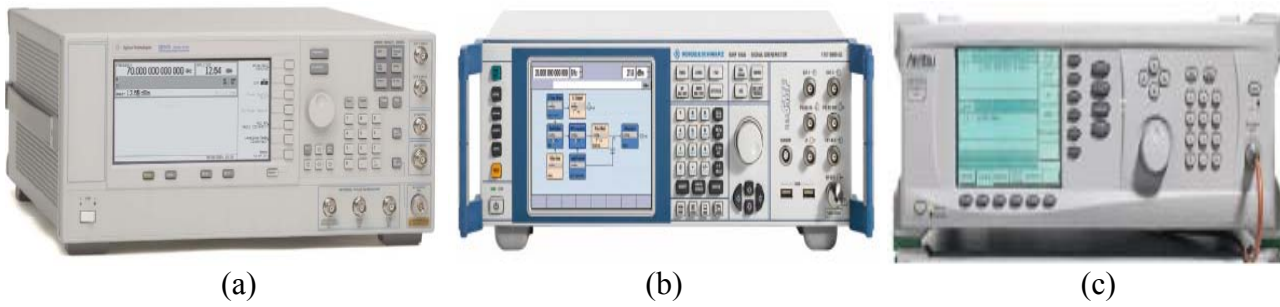


圖 1.13、微波信號產生器(a)Agilent E8257D (b)R&S SMF100A (c)Anritsu MG3690B

微波信號計數器方面有兩種選擇，包括 Agilent 53140 Series 微波計數器(量測範圍:10Hz~125MHz(ch1) / 50MHz~46GHz(ch2)；解析度:1Hz~1MHz；老化率: $1 \times 10^{-7}$ /MONTH(TCXO)； $1.5 \times 10^{-8}$ /MONTH(OCXO))及 Anritsu MF2400C Series 微波頻率計數器(量測範圍:600MHz~40GHz(Input 1) / 10MHz~1GHz(Input 2)；解析度:0.1Hz~1MHz；老化率: $\pm 8 \times 10^{-8}$ /YEAR)，如圖 1.14 所示。



圖 1.14、微波信號計數器(a) Agilent 53140 Series (b) Anritsu MF2400C Series

圖中所列的微波信號產生器及計數器皆是較頂級的機種，皆可達到 40GHz 以上。此外，還有其他頻率範圍的類似機型可供選擇，頻率範圍越寬價格就越高，可視預算多寡來決定。

#### (1.3.3.4)應用及效益

- (a)將本實驗室的校正能量提升至與世界一流實驗室相同的技術水準，通過國際間相關計量組織審查後將其登載於 BIPM 網站資料庫中，有效彰顯本實驗室的技術水準並提升國際知名度。
- (b)將校正能量推廣至國內二級實驗室，協助其建立相關校正能力進而解決國內廠商高頻元件及儀器檢修校正的追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升。

#### (1.3.3.5)未來工作重點

我們調查了市場上符合需求的產品，包括三種廠牌的微波信號產生器與計數器，皆可達到 40GHz 以上，配合實驗室目前所維持之基頻標準即可建置國家級的微波頻段量測標準。由於本實驗室同時也有門面整修及空間擴充的規劃，若能配合實驗室擴充爭取相關的預算來源即可逐步添置本系統所需的相關設備。

#### (1.3.3.6)自評與建議

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

#### (1.4) 標準時間同步服務運轉

##### (1.4.1) 高精確度電話網路時間伺服器研製

###### (1.4.1.1) 執行項目

###### 高精確度電話網路時間伺服器研製

###### (1.4.1.2) 內容(執行期間：98.01~98.12)

本系統採主從架構設計伺服器接收使用端的時鐘信號，採半雙工方式發送信號在相同的傳輸路徑上。路徑延遲經由 PTP (Precise Time Protocol) 演算法將其消除，最終達到使用端時鐘能精確同步伺服器時鐘為目的。本文目的在描述伺服器研製過程，應用 UML 物件導向分析方法，從找出系統案例開始，進入分析、設計、實現及佈署等階段。最後並收集實測資料，驗證系統性能。需求描述之表達主要是從使用者的觀點開始，並且繪製活動圖 (Activity Diagram) 如圖 1.15。

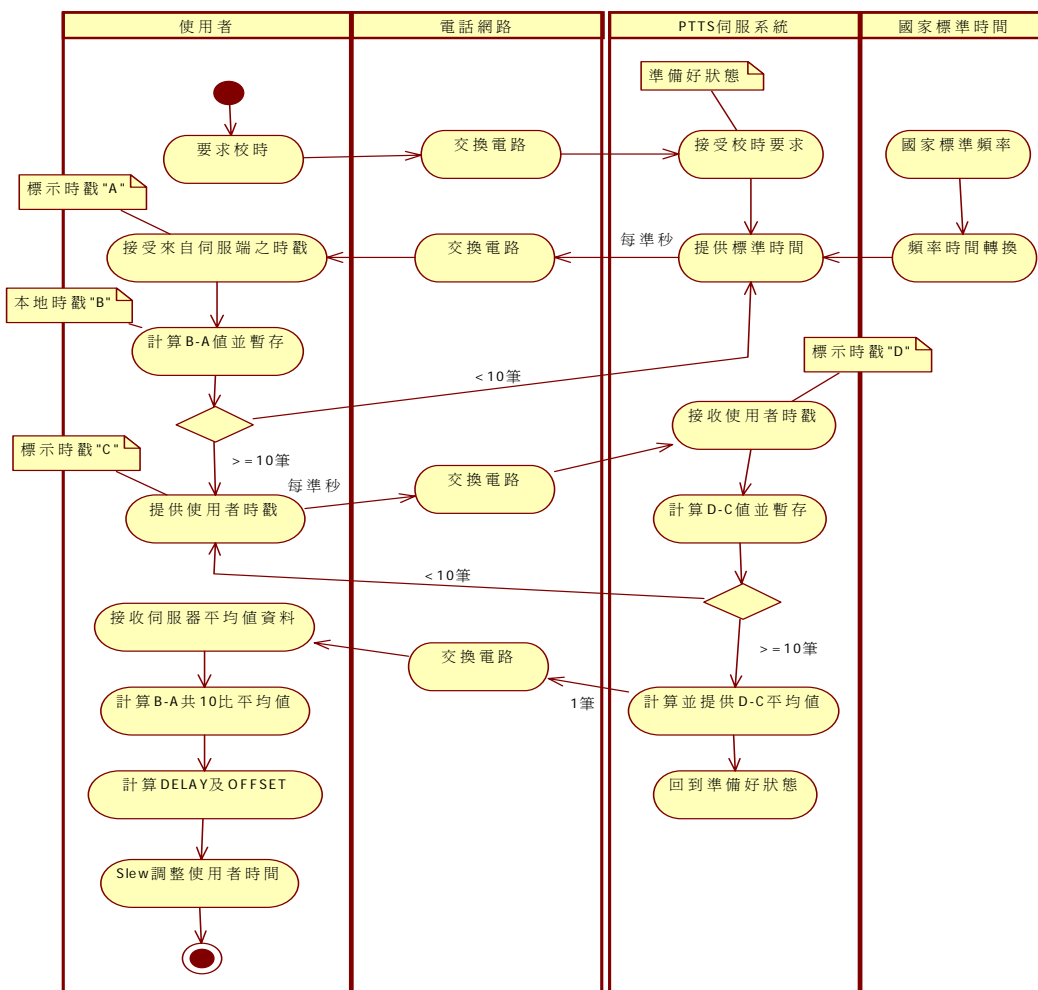


圖 1.15、取得準確時間流程活動圖

首先，由使用端撥特定號碼要求校時，經由電話網路交換到達伺服器端，而呼叫 PTTS 系統建立連線。完成鏈路建立後，伺服器端立即經由相同的路徑回應國家標準時間信號，這個國家標準時間信號是經由原子鐘所產生的標準頻率源經轉換而得到。完成上述企業需求流程分析之後，進入定義系統需求功能範圍階段，得出如圖 1.16 的系統功能範圍使用案例圖（user case）。

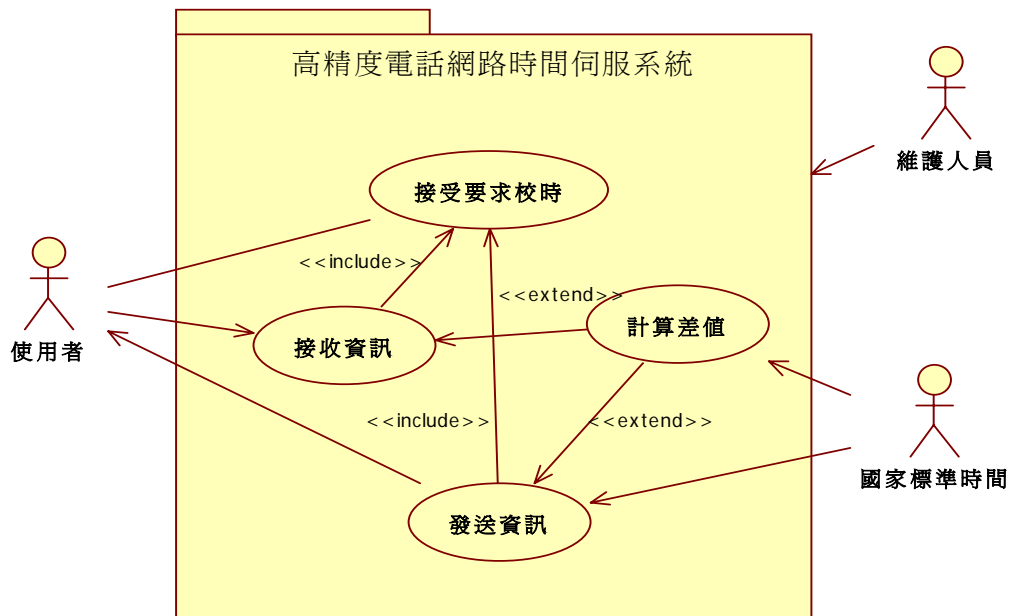


圖 1.16、分析一般流程所定義出的系統 UC 圖

接著建立概念模型幫助我們來補捉領域中有意義的感興趣的類別。為了進一步確保系統設計前需求分析結果之正確性，應先進行強韌分析（Robustness Analysis）。強韌圖分析是一種反覆的過程，從使用個案之文句描述或活動圖中找出系統之行為者之初步介面、控制與實體等三種不同型態之物件與關係。分析重點著重在不同種類的物件們如何合作來完成使用案例分析，以下說明本系統分析過程：首先使用者提出要求校時給系統，此時系統表示使用者所在的顯示為登入介面畫面。所以對於這一步驟，我們知道一個使用者是與一個使用者介面戶動。接著當使用者介面這個邊界物件接收到要求後，它會將使用者的請求傳送給相關的控制物件。控制物件負責處理跟校時要求有關的各項動作。當

控制物件得知使用者要求校時，則會建立一個新的實體物件叫作國家標準時間。同樣的，對於一個系統維護人員來說，此時系統表示維護人員所在的顯示為監視介面畫面，經由控制物件，建立一個狀態資料實體物件。

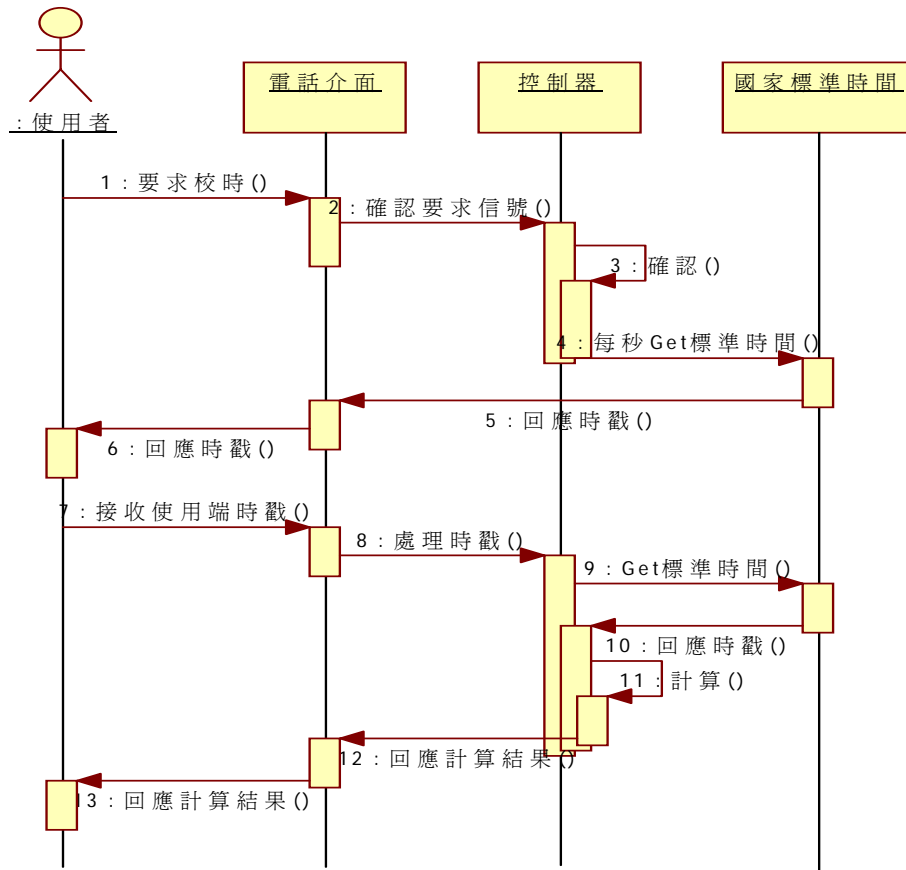


圖 1.17、三個層面循序圖

基於以上強韌分析，我們繪出系統循序圖，如圖 1.17。將系統分解成應用強韌分析所需的各項基本物件：邊界物件、控制物件、實體物件所謂的三層架構來組成，也就是說，使用者的每一次請求都會經歷這三個層面。經由以上的三個層面強韌分析得到最終精緻化的類別圖如圖 1.18 所示。

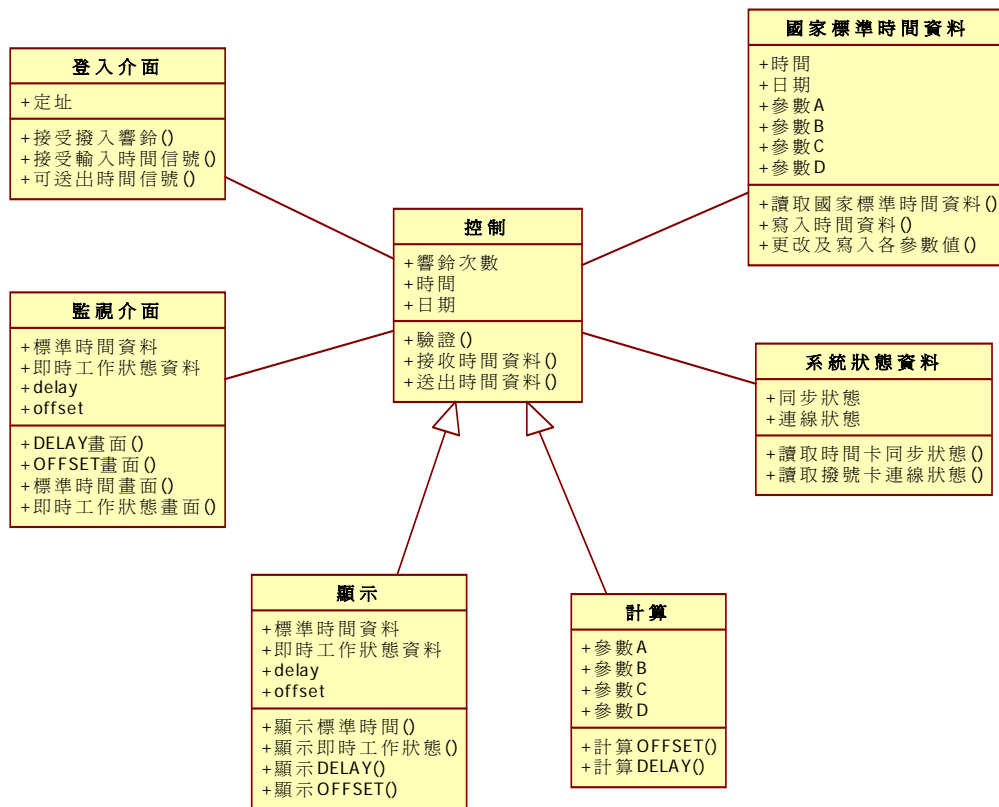


圖 1.18、系統設計類別圖

### (1.4.1.3) 結果

收集 Client-Server 半雙工之數據，在下列 2 種狀況下分析性能：

CASE 1：Server 端不接 IRIG-B 輸入同步信號，Server 及 User 端 time base 皆接 CS clock 10MHz。

CASE 2：Server 端接 IRIG-B 輸入同步信號，Server 及 User 端 time base 皆接 CS clock 10MHz。

以上測試數據同時分佈在 Client 及 Server 端，將數據集中經由 PTP 傳時演算法，評估兩鐘間之 offset 及 delay 是否符合預估值，判斷系統性能，作為改善的參考。基本上 Server 端 clock 使用國家標準時間，而 User 端 clock 其準確度也必須優於  $1 \times 10^{-7}$ （量測期間大約 30 秒，約偏差 3 微秒，此誤差可接受），避免由於資料收集期間誤差過大，而影響量測的準確性。

## 3.1 CASE 1 說明

作三次實驗，每次在 USER 端及 SERVER 端共連續記錄 10 次取平均值，其值及統計資料如表 1.3。

表 1.3、CASE 1 量測數據

USER node (B-A)	SERVER node (D-C)	Delay $((B-A) + (D-C))/2$	Offset $((B-A) - (D-C))/2$
938	3652	2295	-1357
942	3657	2299	-1358
935	3654	2295	-1340

### 3.2 CASE 2 說明

同樣作三次實驗，每次在 USER 端及 SERVER 端共連續記錄 10 次取平均值，其值及統計資料如表 1.4。

表 1.4、CASE 2 量測數據

USER node (B-A)	SERVER node (D-C)	Delay $((B-A) + (D-C))/2$	Offset $((B-A) - (D-C))/2$
944	3677	2311	-1367
948	3676	2312	-1364
940	3639	2290	-1350

以上其中 offset 為負值表示 user 端時鐘慢 server 端時鐘 offset 值，使用端可採漸進式調快，最終同步 server 端時間。綜合以上結果所測得多次 delay 及 offset 值其誤差範圍大致小於 20 微秒。

#### (1.4.1.4) 應用及效益

- (1) 本系統使用 PTP (Precision Time Protocol) 精確時間校時原理經由電話網路傳時，除了可獲得優於傳統電話網路的傳時能力外，另外可提昇國家時

頻實驗室精確傳時的研發能力。

- (2) 充實國家時頻實驗室能量，提供多元化的時間服務能力。由於各界需求時間服務的方式不一，因此須開發多種類傳時服務介面，滿足各界需求。

#### (1.4.1.5) 自評與建議

準確的時序在量測和控制系統中被廣泛的應用，近年來由於網路的盛行，這些量測和控制系統使用更多的分散式架構，因此對於時序的嚴格要求顯得較無能為力，因此 IEEE-1588 協定因應而生。此協定是規範包含即時時鐘的系統原件標準，使所有在系統中的即時時鐘能彼此精確同步，克服分散式架構所帶來的缺點。本系統在實驗室已經完成半雙工資料的傳送及接收，也確定消除路徑延遲的演算法是正確而且可行。未來我們希望本應用系統的技術，可以用在 IEEE-1588 系統的研製上，尤其是跨越區域網路上，將能更顯現其價值。

## (1.4.2) 標準時間同步服務運轉

### (1.4.2.1) 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。

### (1.4.2.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/12)

- (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。

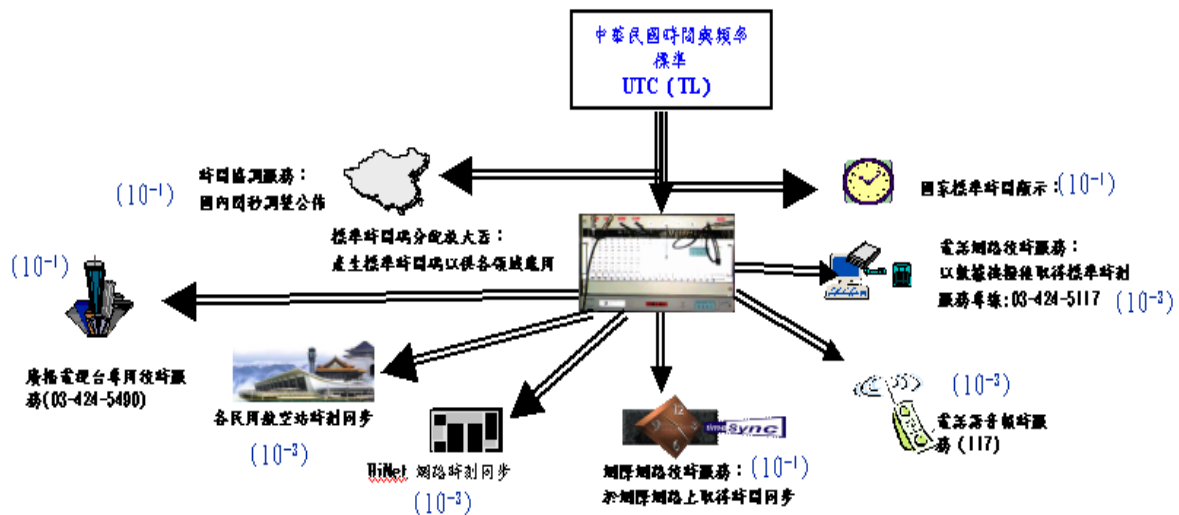


圖 1.19、國家標準時間同步服務示意圖

### (1.4.2.3) 成果

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

及大陸地區之台商及機構等亦多所連結。

#### (1.4.2.4) 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。

#### (1.4.2.5) 未來工作重點

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

#### (1.4.2.6) 自評與建議

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

我們認為服務的建立與維持是工作責任的擴大與延續，而這些確實有利於日用民生的服務，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) GPS Common View Common Clock Calibration

##### (2.1.1.1) 執行項目

GPS 共視法共鐘量測及校正

##### (2.1.1.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/12)

在進行國際時頻比對時，利用同步衛星及導航衛星可建立不同的時頻比對技術。以導航衛星而言，GPS 為主要代表系統，在使用 GPS 進行實驗室間遠端時頻比對時，通常採用共視法以提高精確度。GPS 共視法是利用 GPS 衛星之訊號作為共視法之參考訊號源進行相隔兩地實驗室時頻之比對，而兩地實驗室共視法系統須包含 GPS 接收機、時間間隔計數器、標準時間訊號等設備。如下圖 2.1 所示，當實驗室 K1 及 K2 進行時頻比對時，實驗室通過接收機接收來自相同衛星的訊號，並將解算的結果與實驗室 UTC 相比，再經由資料交換可進一步分析 Clock(K1)與 Clock(K2)間的時間差，此架構我們稱為導航衛星共視比對架構。

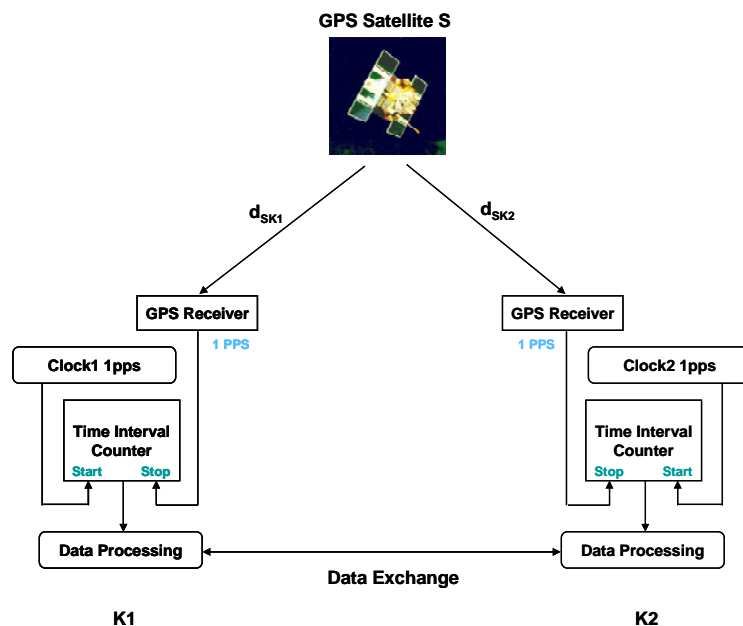


圖 2.1 導航衛星時頻比對

下圖 2.2 為在 GPS 共視系統中實驗室內系統組成，實驗室須具備一台 GPS

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

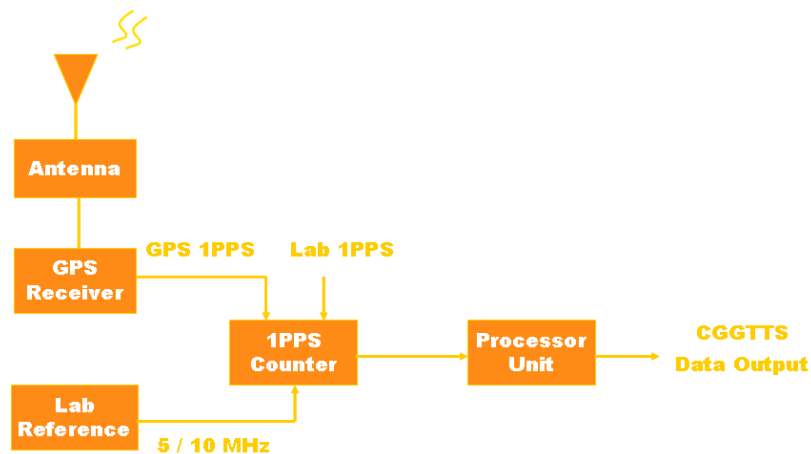


圖 2.2 GPS 共視法系統元件組成

```

CGTTS GPS/GLONASS DATA FORMAT VERSION = 02
/ DATE = xxxx-xx-xx
/R = Trimble ThunderBolt
= 8 (GPS)
} = 99999
} = TL
= 0 (GPS)
= 0 (GPS)
= 0 (GPS)
\ME = ITRF
\MEMENTS =
[ DLY = 0 ns (GPS P1), 0 ns (GPS P2)
} DLY = 0 ns (GPS)
? DLY = 0 ns
? = TLMS
\SUM = 00

# CL MJD STTIME TRKL ELV AZTH REFSV SRSV REFGPS SRGPS DSG IOE MDTR SMDT MDIO SMDI MSIO SMSI ISG FR HC FRC CK
hhmmss s .ldg .ldg .lms .lps/s .lms .lps/s .lms .lms .lps/s .lms .lps/s .lms .lps/s .lms
: FF 54931 000200 780 999 9999 999999999999 999999 862 8 6 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 000200 780 999 9999 999999999999 999999 870 -73 6 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 000200 780 999 9999 999999999999 999999 876 -30 6 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 000200 780 999 9999 999999999999 999999 870 -95 6 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 000200 780 999 9999 999999999999 999999 918 -186 4 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 000200 780 999 9999 999999999999 999999 848 -92 4 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 001800 780 999 9999 999999999999 999999 912 50 4 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 001800 780 999 9999 999999999999 999999 907 -12 5 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 001800 780 999 9999 999999999999 999999 909 73 6 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 001800 780 999 9999 999999999999 999999 880 47 6 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 001800 780 999 9999 999999999999 999999 927 -60 4 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF
: FF 54931 001800 780 999 9999 999999999999 999999 887 40 5 999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 999 0 0 L1C FF

```

圖 2.3 自主性 GPS 共視系統 CGTTS 格式輸出

為了驗證此系統(GPS Common View Link)之特性並期盼此系統能推廣至國內各次級實驗室使用且建立完整的國內時頻追溯鏈路，初期於 TL 實驗室內進行 GPS 共視法共鐘量測及校正(Common View Common Clock Calibration)實驗，將相關量測數據蒐集作為未來短中長程共視法量測參考之依據。

### (2.1.1.3) 結果

為了評估自行發展之自主性 GPS 共視系統之性能，實驗室採用 GPS 共視法共鐘量測方式來進行評估。圖 2.4 顯示 GPS 共視法共鐘量測之結果，結果顯示兩套系統共視法量測值之平均值差為-96.4ns，主要是來自於自行發展之自主性 GPS 共視系統未經校正之緣故，其未經校正之誤差項來自於 Cable Delay 及 Receiver Internal Delay 等誤差，因此我們可利用此量測平均值差對自主性 GPS 共視系統進行 Calibration。此外我們可以將此量測之結果記錄下來作為參考之基準，以便於未來進行中或長程 GPS Common View Link 性能評估與比較。圖 2.5 為 GPS 共視法共鐘量測頻率穩定度(Frequency Stability)之結果，頻率穩定度平均一天的值大約  $1.3 \times 10^{-14}$ 。圖 2.6 為 GPS 共視法共鐘量測時間穩定度(Frequency Stability)之結果，時間穩定度平均一天的值大約 0.48ns。

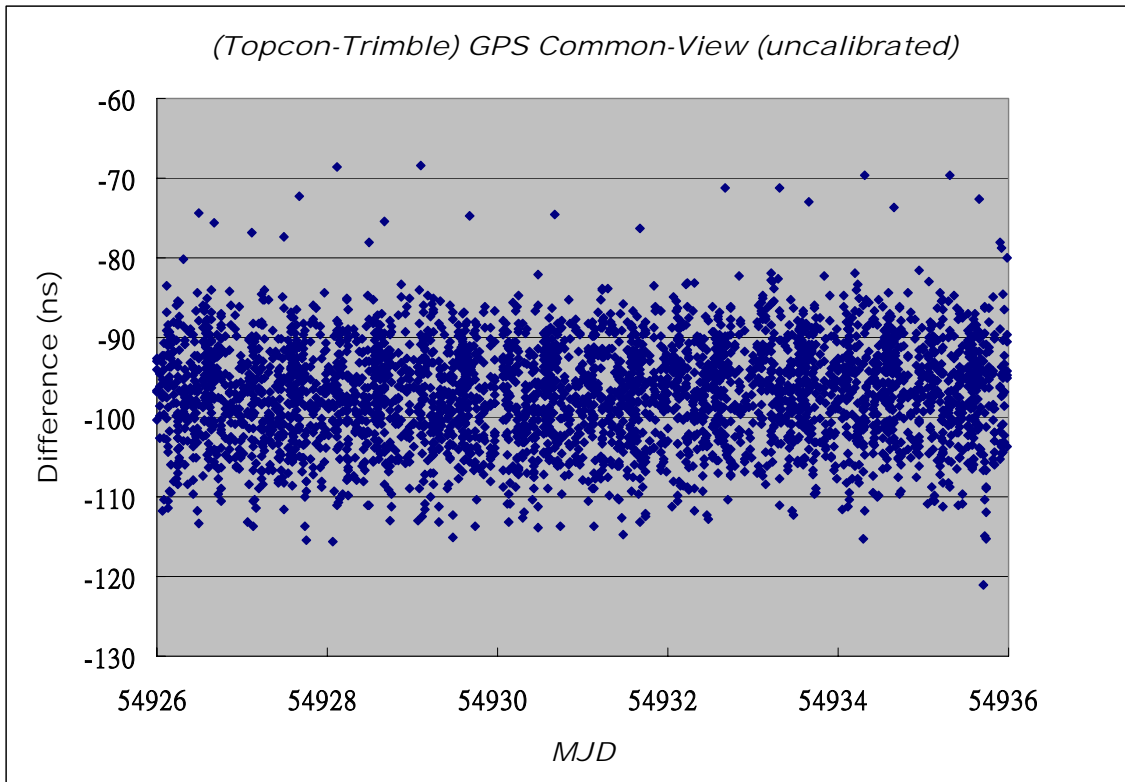


圖 2.4、(Topcon-Trimble) GPS 共視法共鐘量測結果(4/5~4/14)

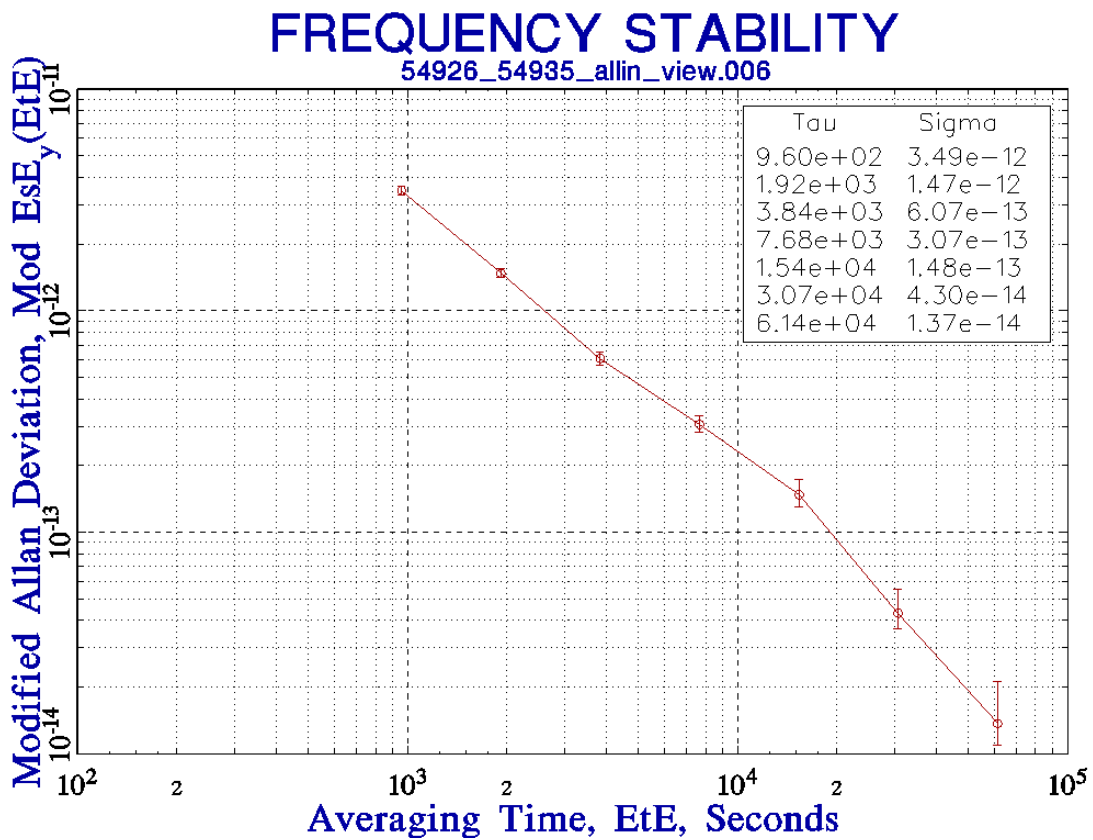


圖 2.5、GPS 共視法共鐘量測 Frequency Stability(4/5~4/14)

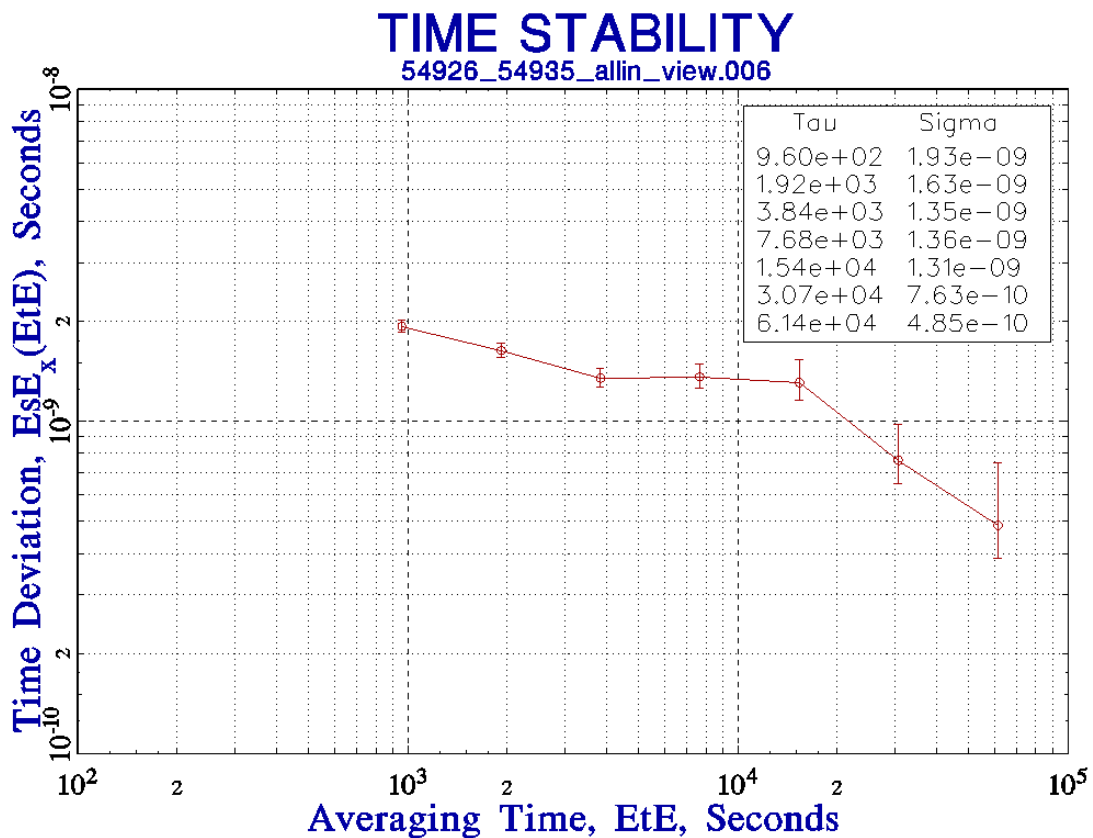


圖 2.6、GPS 共視法共鐘量測 Time Stability(4/5~4/14)

#### (2.1.1.4) 應用及效益

GPS 共視系統技術藉由接收相同衛星傳送之 GPS 參考信號，即可比較兩不同地點實驗室之時間標準差。GPS 共視系統技術之建立可推廣至國內各次級實驗室使用，建立完整的國內時頻追溯鏈路，

#### (2.1.1.5) 未來工作重點

目前自主性 GPS 共視系統已在 TL 進行 Near Zero Baseline GSP Common View Common Clock 量測，Common View Common Clock Link 之精度大約為 10ns 以下，由於兩套比對之 GPS 接收機系統並不相同因此造成些許不對稱，因此在精度上有改善空間。未來擬購買多組相同之 GPS Disciplined Clock 進行 Short 及 Long Term Baseline GPS Common View Measurement 並進行不同鏈路之性能比較與分析以提升所開發自主性 GPS 共視系統鏈路之精度。另外未來將持續針對 GPS 天線的座標、仰角角度、方位角及多路徑效應對於 GPS Common View Link 精度之影響進行相關研究。

#### (2.1.1.6) 自評與建議

目前 TL 已自行開發自主性 GPS 共視系統並在 TL 實驗室進行 GPS Common View Common Clock Link 之性能分析，其精確度已經達到 L1 C/A 電碼的可接受水準。未來將進行 Short 及 Long Term Baseline GPS Common View Measurement 並進行不同鏈路之性能比較與分析以提升所開發自主性 GPS 共視系統性能。在此基礎下，實驗室將持續在此平台上進行 GPS 共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，此系統亦可推廣至國內各次級實驗室使用，建立完整的國內時頻追溯鏈路。

## (2.2) 衛星雙向傳時系統建立及品質提昇

### (2.2.1) 歐、亞間衛星雙向傳時鏈路進展

#### (2.2.1.1) 達成項目

- 完成 IS-4 衛星租用費用分攤事宜協商(98.2)
- 建立與法國 OP (Observatoire de Paris) 衛星雙向傳時鏈路(98.03)
- PTB 鏈路的分析結果發表在 2009 EFTF-IEEE IFCS (EI conference) 上 (98.05)

#### (2.2.1.2) 執行內容與結果(執行期間：98.01~98.12)

為了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。我們於去年 3 月建立與德國 PTB 之衛星雙向傳時比對鏈路，圖 2.7 為 2009 年 3 月至 5 月的傳時結果，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，目前資料已每日上載於 BIPM ftp 站上。2009 年 2 月底，我們與法國 OP 也完成衛星雙向傳時比對鏈路的建立，傳時結果如圖 2.8，由於 OP 地面站的仰角小於 5 度信號品質較不穩定，圖上可發現有不少異常點發生。

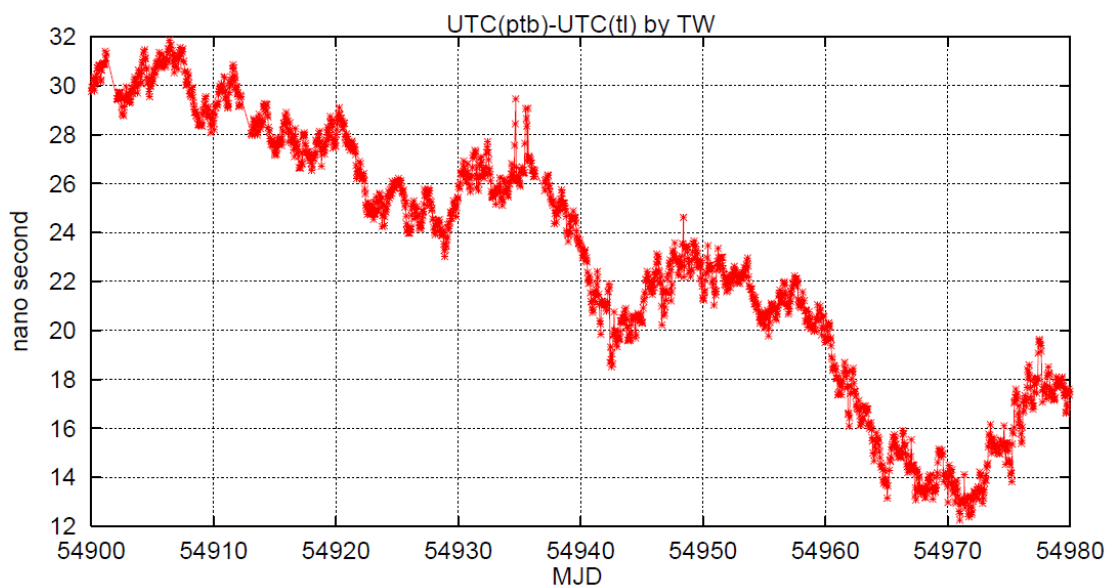


圖 2.7、PTB-TL 衛星雙向傳時結果

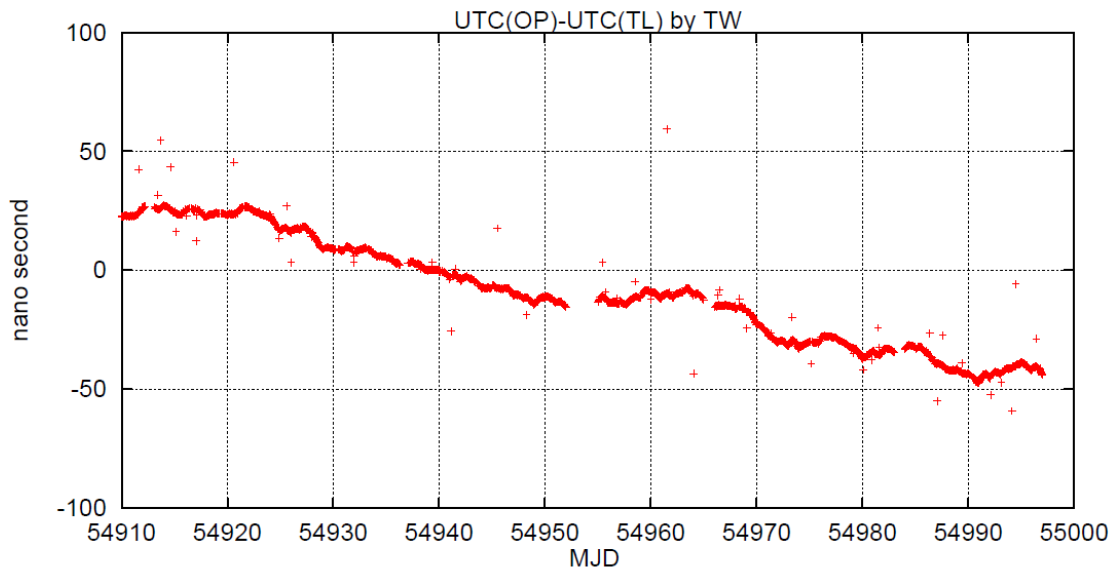


圖 2.8、OP-TL 衛星雙向傳時結果

歐亞鏈路使用 IS-4 衛星，從 2009 四月起由參與的 9 個實驗室共同分攤衛星租用費用(如下表 1) ，包括大陸 NTSC(國家授時中心)、大陸 NIM(中國計量科學研究院)、日本 NICT、日本 NMIJ、韓國 KRISS、德國 PTB、法國 OP、荷蘭 VSL 等實驗室。本實驗室負擔 9 月份的衛星租用費用，由於 IS-4 衛星將於 2011 年 3 月壽年到期，現階段正尋找新的衛星，並與各國實驗室商議後續合作辦法。

表 2.1: 同步衛星頻道租用費用分攤表

Year	2009										2010	
Month	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Payed by	NICT	NICT	NTSC	NTSC	AIST	TL	KRISS	PTB	NIM	VSL	AIST	OP
	Japan	Japan	China	China	Japan	Taiwan	Korea	Germany	China	Holland	Japan	France

本實驗室持續與歐洲重要時頻中心德國 PTB 維持雙向比對鏈路，為了評估此鏈路是否可以正式用在國際原子時(TAI)的計算上，我們作了詳細的分析，並將結果發表在本年度最重要的時頻國際研討會上。我們比較了衛星雙向傳時(TWSTFT)及 GPS 載波相位(Carrier phase)的傳時結果，發現 PTB-TL 鏈路衛星雙向傳時每日週期變化的現象極為明顯，其週期剛好為一天，大小約在 1~1.5 ns，如圖 2.9。而在這 130 天資料中，衛星雙向傳時與 GPS 的資料間有將近 5 ns 的時間漂移。圖 2.10 為國際度量衡局(BIPM)所評估幾種傳時技術的不確定度，GPS

技術的 type B 不確定度為 5 ns，衛星雙向傳時的不確定度為 1 ns，我們的結果仍落在不確定度的範圍內。

圖 2.11 是與法國 OP 之氫原子鐘比較結果(移除 drift)。也有明顯的每日週期變化，大小約在 0.6~1 ns。

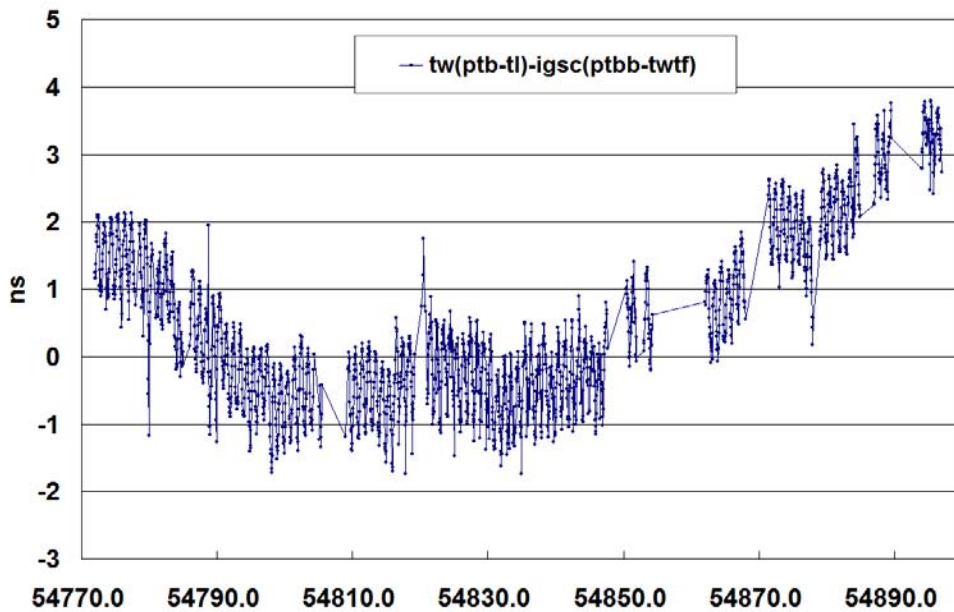


圖 2.9 衛星雙向傳時及 GPS 載波相位的 Double difference 結果。這裡採用的 GPS 資料來自於 IGS final 結果。

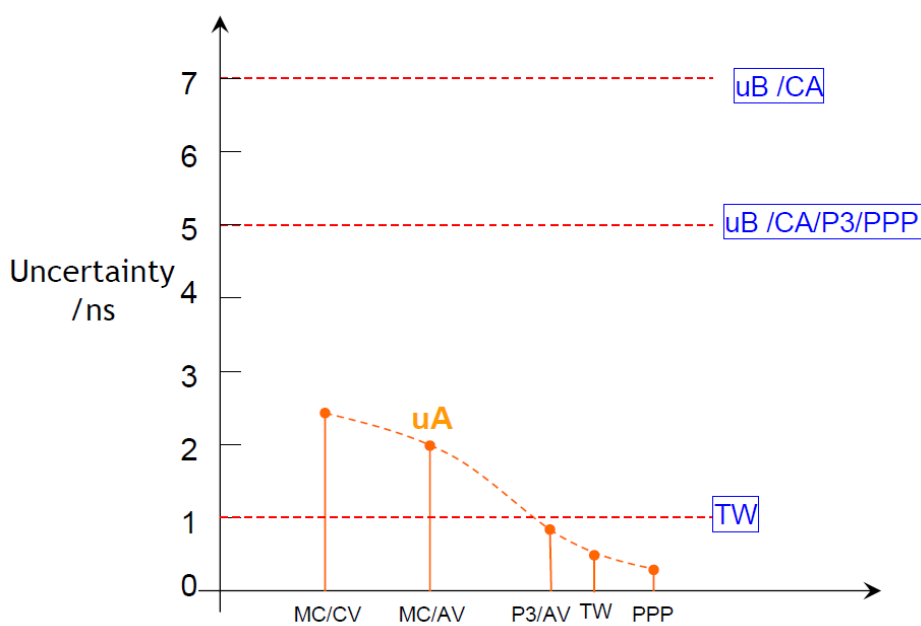


圖 2.10 BIPM 評估幾種(校正後)傳時比對技術的不確定度

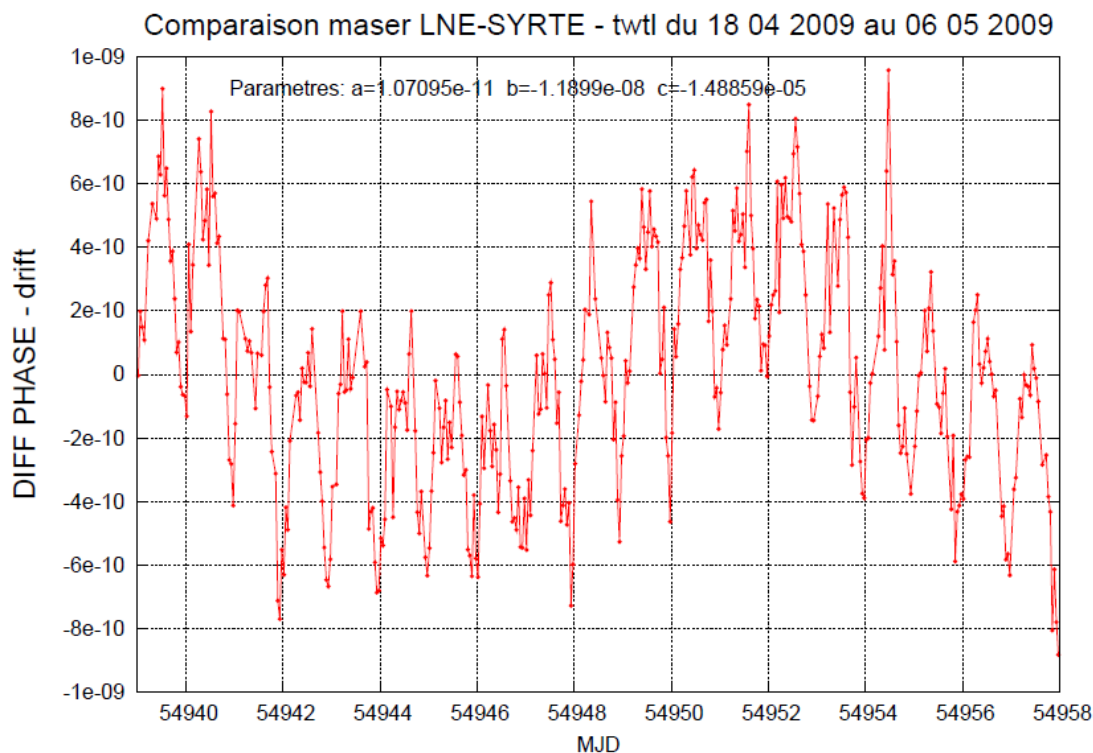


圖 2.11 與法國 OP 之氫原子鐘比較結果(移除 drift)。也有明顯的每日週期變化。

### (2.2.1.3)未來工作重點

分析我們與德國 PTB 以及法國 OP 的比對數據，結果顯示每日有將近 1 ns 的週期性變化現象。由於德國 PTB 與台灣 TL 地表距離非常遠(約為 8376 公里)，我們認為此鏈路除了有每日週期變化現象需要解決，仍要持續評估其準確性的問題。

類似的問題亦出現在其他國家的衛星雙向傳時數據上，例如亞太或歐洲區域鏈路的週期性變化現象較小(約 600 ps 以內)且時有時無，有可能是設備受環境影響所造成；而歐、亞跨洲鏈路非常明顯，則可能是衛星或地理位置的問題。未來我們希望和各國實驗室並肩努力解決相關問題。

#### (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 2008 及 2009 年 3 月分別建立與德國 PTB 及法國 OP 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) 衛星地面站天線轉向與維護工程

### (2.2.2.1)達成項目

完成衛星地面站天線轉向，恢復亞太地區衛星雙向傳時比對實驗(98.05)  
進行亞太地區衛星雙向傳時比對實驗(98.05~98.12)

### (2.2.2.2)執行內容(執行期間：98.01~98.12)

衛星雙向傳時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。原先與日本 NICT、NMIJ、中國 NTSC、韓國 KRISS、新加坡 A\*star 等實驗室合作之亞太區衛星雙向傳時，是透過 150°E 之 JCSAT-1B 衛星進行實驗。由於 JCSAT-1B 衛星壽年將屆，日本 NICT 決定從 2009 年 4 月起改向 IntelSat 公司租用 166°E 之 IS-8 衛星。配合此變動，本實驗室必須將碟型天線的指向轉到 IS-8 衛星。位於本所 F 棟 8 樓樓頂之 2.4 米衛星地面站設於 90 年 2 月。由於地面站天線為戶外型設備，長期日曬雨淋造成風化及鏽蝕等現象，支架生鏽腐蝕恐碟面承受不住颱風季之強陣風吹襲，且導波管及部分元件因多年來日曬雨淋，表面風化及鏽蝕的情形嚴重，恐導致水氣侵入影響性能。

此次衛星更換，亞洲各國實驗室都必須配合衛星公司進行相關測試作業，衛星雙向傳時實驗預計將中斷 20 天至 50 天。值此空檔進行本所地面站之維護工程，進行防颱支架及相關元件更新調整，以保障頂樓天線設備之安全。

### (2.2.2.3)結果

相關作業與 3 月開始規畫，4 月 15 日相關支架到貨後由技術人員進行 2.4 米地面站維護工程，包括 4 支防颱拉桿更新，WR75-48 導波管更新，並將容易鏽蝕之 Power Supply unit 移至室內(F808 室)，施作線徑 2.0 mm (含)以上之 DC 電源線連接戶外 solid state power amplifier (SSPA) unit。然後調整天線之衛星指向，使 IS-8(166°E)衛星之 beacon 信號達到最大之振幅，如(圖 2.12)，完成指向後重新固定地面站之支架。4 月 30 日完工後，旋即與 IntelSat

衛星公司進行並通過上線測試(Uplink Access Test)，如圖 2.13，使用 SATRE modem 發射調變信號，經過衛星送收後接收信號之  $C/N_0$  為 58.7 dBHz。最後與亞洲實驗室約定進行實驗測試，調整發射功率及接收衰減量使其達到最佳化，並於 5 月 7 日正式恢復例行衛星雙向傳時比對。圖 2.14 是重新恢復實驗以後的 NICT 與 TL 的衛星雙向傳時比對結果，其一天的頻率穩度達  $5E-15$ ，結果相當良好。目前與日本 NICT、中國 NTSC、韓國 KRISS 持續進行實驗。日本 NMIJ 因為衛星地面站未準備好尚未加入，新加坡 A\*star 因為地理位置不在 IS-8 衛星 spot beam 範圍內，無法繼續參與亞太地區的實驗計畫。

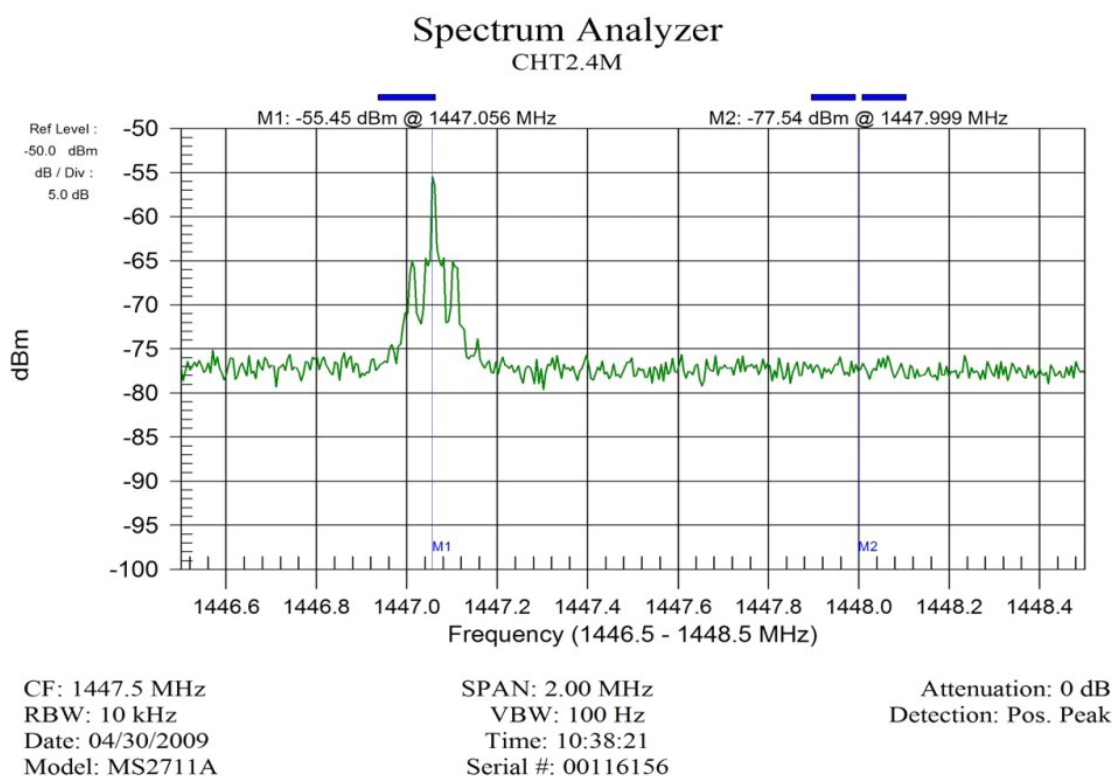


圖 2.12 衛星之信標(Beacon)頻譜。調整地面站碟型天線至最佳接收角度後，測試 IS-8(166°E)衛星之 beacon 信號，並記錄其頻譜強度。

```

=== SATRE TWSTFT Modem 63 TimeTech GmbH 1994-201_30 Apr 09.06:45:33 + NTP1
Tx Rcv1 Rcv2 Measurement Display Global Set Modules ? Quit !
-----
Module      : ----- Rx1 ok ----- Rx2 ok ----- Tx ok -----
Config      : 2.5MChip_Code1:0      2.5MChip_Code1:0      2.5MChip_Code1
PN-Code     : 2.5MCh PN 1           2.5MCh PN 1           2.5MCh PN 1
Frequency   : 70,757,918.728 Hz     69,999,997.906 Hz     70,750,000.000 Hz
Power       : -48.05 dBm, Signal     -36.86 dBm, Input     -15.0 dBm, On
Tuner       : 0 dB (sb inv)          0 dB (sb inv)
C/No       : 58.7 dBHz
LockStatus  : Code + Carrier
Lock Time   : 60 s/ 60 s
HiRate Id  : Id 63
-----
Clock offs.:
Clock Drift:
-----
General: OK Mode: from laboratory -----
1pps reference Frequency ref. Time reference Module temperature
in sync ext. 5MHz (OK) NTP1 +48.5 (OK)
remote control by Terminal 010.144.180.096
Rx1: 256,019,104.478 ns: /: 0.000 ns: s: 1.073 ns: v: + 0.0000 ns/s
Rx2: --- idle - no lock ---

```

2.13 SATRE modem 接收畫面。C/N<sub>0</sub> 為 58.7 dBHz。

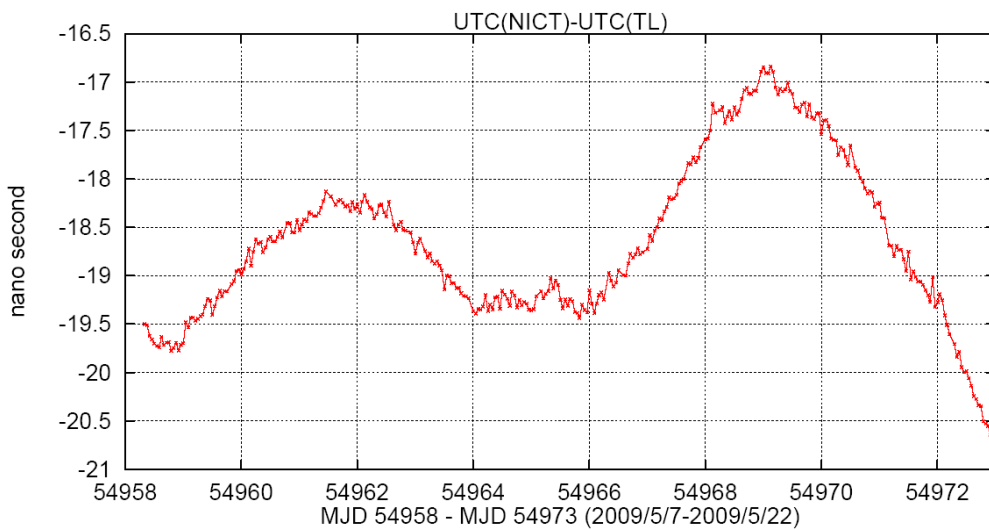


圖 2.14 恢復以後的衛星雙向傳時比對結果(NICT-TL 鏈路)

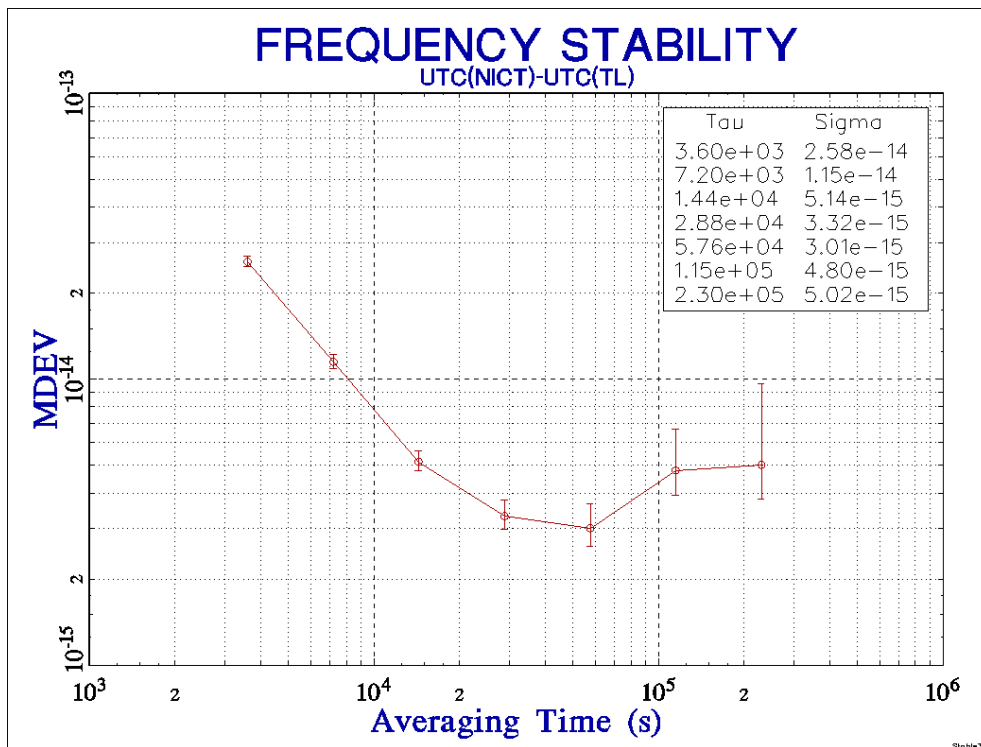


圖 2.15 NICT-TL 鏈路的頻率穩定度 MDEV(Modified Allan deviation)分析圖

#### (2.2.2.4)應用及效益

配合租用衛星的更換，本實驗室必須將碟型天線的指向轉到 IS-8 衛星。趁此時機順道進行地面站相關維護工程，更換鏽蝕之防颱支架及部份嚴重氧化之配件與線路，透過維修保養延續地面站壽年且保障頂樓天線設備之安全。我們亦將 Power Supply unit 移至室內，除了有不易鏽蝕的優點外，新的實驗結果顯示穩定度優於之前的實驗數據。

#### (2.2.2.5)未來工作重點

原本我們與日本的衛星雙向傳時結果，已於 2006 年利用可攜式衛星地面站往返日本與台灣兩地，完成絕對時間的校正。因為這次涉及衛星的更換，必須重新進行校正實驗，始能測得精確的時間延遲量。目前正在進行校正實驗合作計畫的洽商。

本實驗室目前有三座 Ku-band 衛星雙向傳時地面站，本次維修之 2.4 米衛星地面站用於亞太衛星雙向傳時鏈路，1.8 米衛星地面站用於即將進行測試之夏威夷鏈路，另有一座 2.4 米地面站用於與歐洲實驗室之衛星雙向傳時比對。用於歐洲鏈路這座地面站逐漸也有部份防颱支架鏽蝕及配件氧化的現象，將於明年進行維修作業，並將 Power Supply unit 移至室內。

#### (2.2.2.6) 自評與建議

本地面站完成轉向作業，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) 利用數學方法改善雙向傳時數據之研究

#### (2.2.3.1) 達成項目

完成技術報告一篇(98.10)

研究之成果發表在 2009 EFTF-IEEE IFCS (EI conference)上(98.05)

#### (2.2.3.2) 執行內容(執行期間：98.01~98.12)

衛星雙向傳時已是比較各國國家標準時間主要的方法。隨著越來越多例行的衛星雙向傳時比對實驗，原始點對點雙向傳時的觀念，已逐漸發展成整體網路的概念，如何有效的利用網路中的傳時數據，是近幾年有趣的研究課題。

另一方面，由於越來的越多的實驗室加入，當眾多實驗室的衛星地面站同時發射信號到衛星上，將提高背景雜訊並劣化載波雜訊比(C/No)，於是量測雜訊變成影響傳時數據很重要的因素。以歐洲的衛星雙向傳時網路為例，當 12 個實驗室同時發射訊號時，其量測雜訊比只有兩個實驗室進行雙向比對時高了 1.4 倍，而量測雜訊會讓傳時結果的短期穩定度劣化相似的數量級。當 2010 年伽利略衛星計畫的兩個時間控制中心將加入歐洲傳時網路，這個問題將更為嚴重。

國際度量衡局的 Jiang 博士與 Petit 博士，於 2006 年提出網路傳時的觀念，他們使用 global least squares solution 的方法來計算歐洲網路中任意兩實驗室的時間差，達到改善傳時數據短期穩定度的目的。

亞太地區的衛星雙向傳時網路，與歐洲傳時網路最大的不同，是亞太地區使用 8 個接收通道的衛星傳時數據機，所有的實驗室可同時進行雙向傳時比對實驗。我們與日本 NICT 合作，採用網路傳時的觀念，透過封閉迴路的模型，結合直接鏈路與非直接鏈路，有效的利用雙向傳時網路的訊息，來改善傳時數據的短期穩定度。

#### (2.2.3.3) 結果

圖2.16為亞太地區雙向傳時網路，當我們分析整個亞太衛星雙向傳時網路的數據時，發現有高達27%的間接鏈路有比直接鏈路更好的品質。我們藉由推導雙向傳時的基本原理與封閉迴路的模型，解釋同時進行的衛星雙向傳時實驗，量

測數據的關係。下式為一封閉迴路(A-B)+(B-C)+(C-A)的結果，上行路徑時延(TX)及sagnac effect修正量等都可以消除，許多具有相關性的量測雜訊也可以抵消。

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}(TW_{A,B} - TW_{B,A}) + \frac{1}{2}(TW_{B,C} - TW_{C,B}) + \frac{1}{2}(TW_{C,A} - TW_{A,C}) \\ & = \frac{1}{2}(RX_{A,B} - RX_{A,C}) + \frac{1}{2}(RX_{B,C} - RX_{B,A}) + \frac{1}{2}(RX_{C,A} - RX_{C,B}) \\ & \quad + \frac{1}{2}[(\delta_{A,B} - \delta_{A,C}) + (\delta_{B,C} - \delta_{B,A}) + (\delta_{C,A} - \delta_{C,B})], \end{aligned}$$

對於A-C的間接鏈路(A-B)+(B-C)而言，中繼站B的影響同樣有許多項得以消去。我們進一步統計所有實驗的原始數據及參數，發現當間接鏈路的量測數據有較佳的載波雜訊比意味著較低的量測雜訊，就有機會比直接鏈路有更好的品質。圖2.17為NICT-TL間接鏈路的例子。

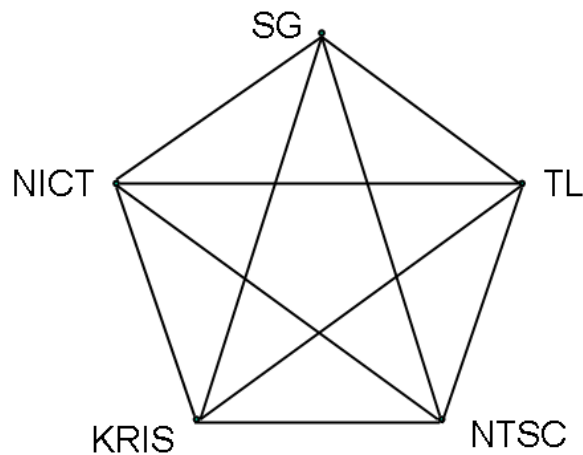


圖2.16、亞太地區雙向傳時網路。在MJD 54704到MJD 54817這段期間共有5個實驗室參與，所以網路共有10條直接鏈路。

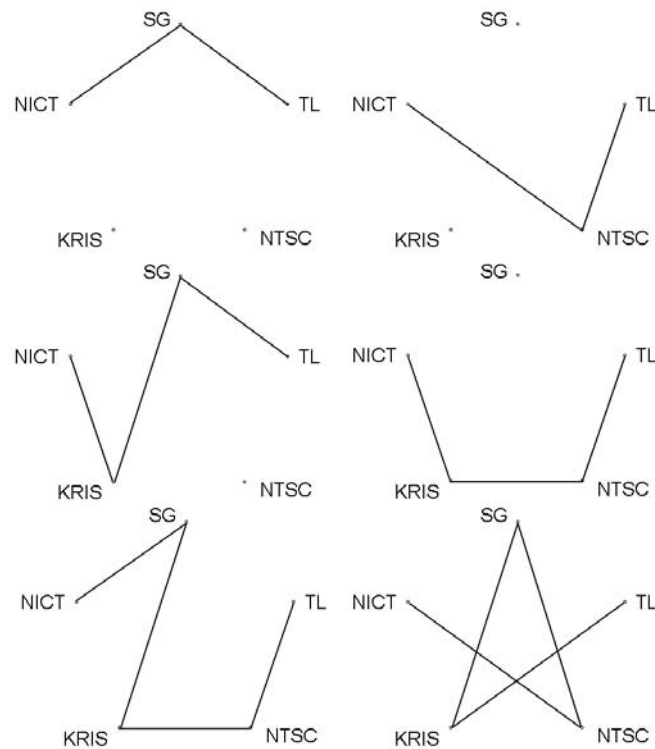


圖2.17、部分NICT-TL間接鏈路的例子。上: 透過一個中繼站的鏈路;中:透過兩個中繼站的鏈路;下:透過三個中繼站的鏈路。

得力於部分高品質的間接鏈路，我們藉由判別不同鏈路的品質給予差異性很大的平均權數，來得到網路傳時的結果。圖 2.18 及圖 2.19 是 NICT-TL 及 NICT-KRIS 鏈路時間穩定度(TDEV)的改善比較。結果顯示傳時數據的短期穩定度，可以有效的改善，對於使用氫原子鐘的雙向比對鏈路而言，一小時的時間穩定度(TDEV)平均的提升達到 22%，如表 2.3。因為傳時數據的長期穩定度主要反映原子鐘的特性，此方法並不會改變長期穩定度。

圖2.20為NICT-SG-KRIS-NTSC-TL封閉迴路的分析結果，結果顯示透過網路的計算，傳時的結果將趨於一致。

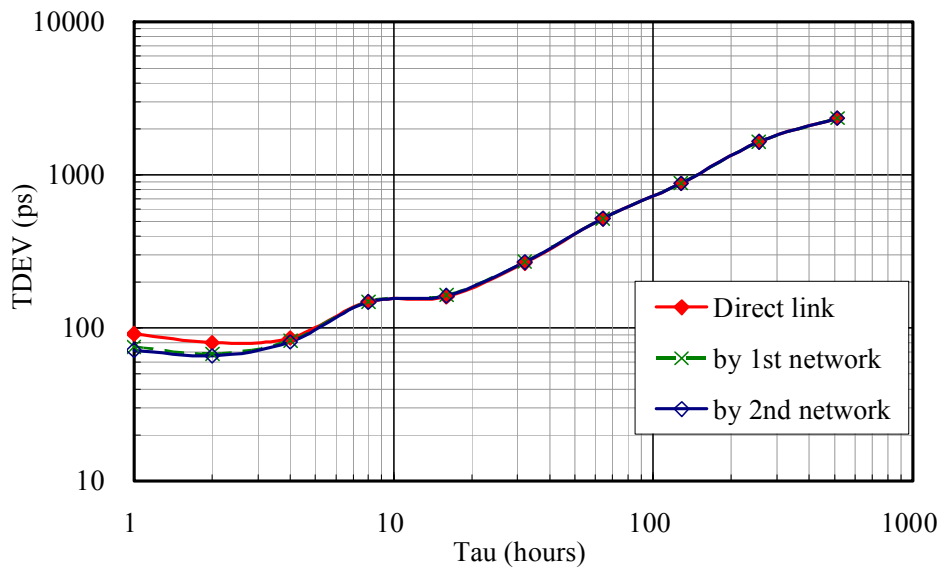


圖2.18、NICT-TL鏈路時間穩定度TDEV的比較。實心方塊為直接鏈路的結果，另外的曲線是1次及2次網路傳時計算的結果。

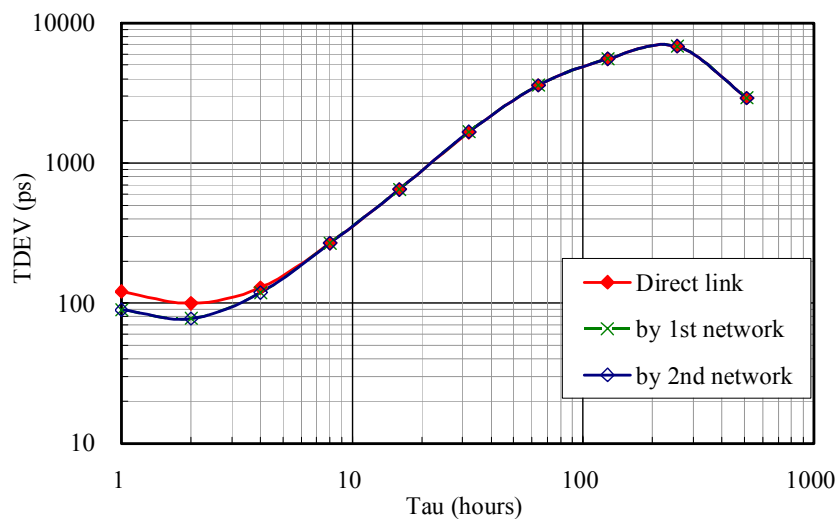


圖2.19、NICT-KRIS鏈路時間穩定度TDEV的比較。實心方塊為直接鏈路的結果，另外的曲線是1次及2次網路傳時計算的結果。

表2.13 氫原子鐘的雙向比對鏈路TDEV的比較

Link	TDEV(1 h) (ps)			Gain	
	<i>Direct</i>	<i>by 1st network</i>	<i>by 2nd network</i>	<i>by 1st network</i>	<i>by 2nd network</i>
NICT-TL	91	75.4	71.9	21%	27%
NICT-KRIS	88	87.4	84.8	1%	4%
TL-KRIS	121	89.4	89.7	35%	35%

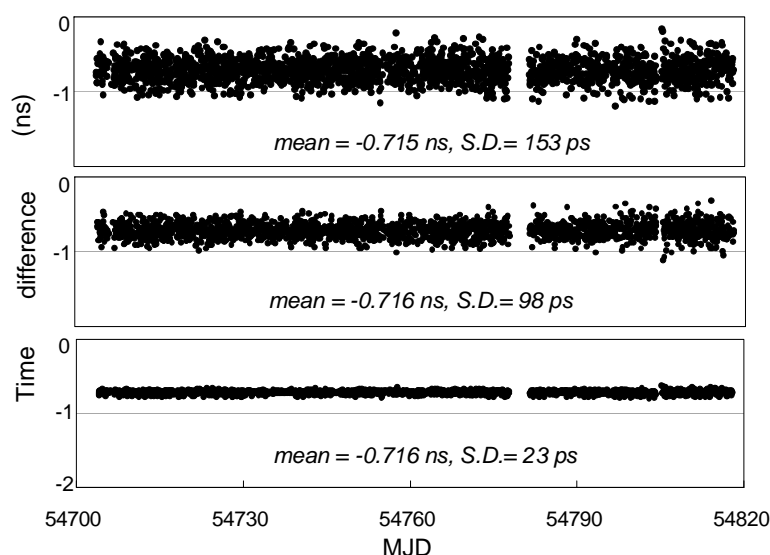


圖2.20、NICT-SG-KRIS-NTSC-TL鏈路封閉迴路的結果。直接鏈路(上)、1次網路計算(中)及2次網路計算(下)。

#### (2.2.3.4) 應用及效益

由於亞太地區雙向傳時網路使用多通道的傳時數據機，可以同時進行實驗，數據顯示部分間接鏈路有比直接鏈路更好的品質。我們透過封閉迴路的模型，結合直接鏈路與間接鏈路，利用傳時網路的全面數據。結果顯示傳時數據的短期穩定度，可以有效的改善。而傳時數據的長期穩定度主要反映原子鐘的特性，此方法並不會改變其特性。

#### (2.2.3.5) 未來工作重點

隨著越來越多實驗室加入雙向傳時網路，量測雜訊成為一個限制參與實驗室的因素。如果能有效使用傳時網路的數據，將可以改善短期穩定度減少量測雜訊的影響，可望允許更多實驗室同時進行雙向傳時實驗。

#### (2.2.3.6) 自評與建議

亞太地區的衛星雙向傳時網路，與歐洲傳時網路最大的不同，是亞太地區使用 8 個接收通道的衛星傳時數據機，所有的實驗室可同時進行雙向傳時比對實驗。我們與日本 NICT 合作，採用網路傳時的概念，透過封閉迴路的模型，結合直接鏈路與非直接鏈路，有效的利用雙向傳時網路的訊息，來改善傳時數據的短期穩定度。

### (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) 本實驗室通過 TAF 之能力試驗執行機構評鑑

###### (3.1.1.1) 達成項目

通過實驗室 TAF CNLA 能力試驗執行機構評鑑案

###### (3.1.1.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/06)

近年來，全國認證基金會(TAF)基於校正實驗室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業務，於去年度(97 年)開始進行品質制度與文件建立及評鑑案之申請工作。本年度接著完成文件審查意見之回覆、現場評鑑及評鑑審查意見複查等工作。

###### (3.1.1.3) 結果

本實驗室已順利於今(98)年 6 月順利通過 TAF 之「能力試驗執行機構」認證，並取得認可證書。

###### (3.1.1.4) 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，進行籌備、申請並通過能力試驗執行機構認證，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。

###### (3.1.1.5) 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。

#### (3.1.1.6) 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。

### (3.1.2)完成舉辦第一屆轉速計量測能力試驗活動

#### (3.1.2.1) 達成項目

完成舉辦第一屆轉速計量測能力試驗活動

#### (3.1.2.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/06)

為配合 ISO/IEC 17025 規範，及財團法人全國認證基金會(TAF)對國內校正實驗室間相互比對之要求。本實驗室自今(98)年初開始規劃舉辦國內第一次校正領域轉速計校正之能力試驗活動，以提供國內轉速計校正實驗室一個校正能力驗證的機會。

我們訂於 4 月 28 日在本所舉辦「98 年度時頻技術與推廣應用論壇~轉速計校正之實驗室比對技術研討」，轉速計校正之能力試驗活動由此揭開序幕。參加對象包括「TAF 已認可及申請籌備中之轉速計校正實驗室」。活動進行方式是由本實驗室提供待測件：轉速計 Lutron DT-2236，各參加實驗室則依序傳遞此待測件並進行量測。量測活動的最後，再將待測件傳回到排序第一的實驗室進行量測，以確保活動的過程中其特性不變。各實驗室所得量測數據回傳後，本實驗室依據本活動說明會中討論決議，將各實驗室的量測值兩兩一組進行 $|En|$ 值計算，再以表格方式整理呈現試驗結果。

#### (3.1.2.3) 結果

雖然目前通過 TAF 認證的轉速計校正實驗室數量不多，本次活動僅有 4 家轉速計校正實驗室參加。但本試驗為國內轉速計校正唯一的比對活動，舉辦參加此比對活動為符合認證要求所必需，其重要性不言可喻。

上述 4 月 28 日所舉辦「98 年度時頻技術與推廣應用論壇」為能力試驗活動的說明與討論會議。當量測流程結束，彙整並完成數據彙整分析，及出具校正報告整理之後，我們於 6 月 19 日舉辦轉速計校正能力試驗活動之總結會議。針對本次能力試驗活動規劃、進行過程及數據計算結果等相關議題，我們在會中和參加實驗室代表進行面對面的溝通討論，吸取經驗作為未來舉辦的參考。

#### (3.1.2.4) 應用及效益

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

#### (3.1.2.5) 未來工作重點

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

### (3.1.3) 舉辦第三屆頻率量測能力試驗活動

#### (3.1.3.1) 達成項目

舉辦第三屆頻率量測能力試驗說明會(98.05)

舉辦第三屆頻率量測能力試驗總結會議(98.09)

#### (3.1.3.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/09)

為配合 ISO17025 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。本實驗室於今(98)年舉辦「第三屆頻率量測能力試驗活動」，提供國內之時頻實驗室一個校正能力驗證的機會，進而健全全國時頻追溯體系。活動對象包括 TAF 已認證、申請中及其他有興趣參與之實驗室。

活動進行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。在各實驗室進行待測件量測期間，本校正系統亦同時進行量測，此兩組實驗之結果即可進行比對分析。待所有參加實驗室都完成量測後，將總結各組實驗結果，完成總結報告。

#### (3.1.3.3) 現況

我們於 5 月 22 日在本所 D105 會議室完成舉辦能力試驗說明會，來賓包括來自 16 家實驗室的 18 位代表。會中針對活動進行方式、技術要求及量測結果評估方法等，向參加實驗室說明並進行雙向溝通討論，最後並依據各實驗室所提適合的時間，安排現場量測的先後順序。本次能力試驗說明會之舉辦及會後的實驗室參觀活動，亦為配合標檢局之 520 世界計量日系列活動之「宣導與推廣」及「慶祝活動」項目。

接下來自 6 月初至 7 月底將安排每週赴兩家實驗室進行現場量測。為維持頻率參考標準器的電源不中斷以確保量測之可靠性，現場量測的相關設備(包括銫原子鐘與不斷電設備、時間間隔計數器、待測件 Counter 及數據記錄設備等)均由實驗室同仁親自擔任運送與量測的重任。出發前及返回後還需進行標準件的性能量測，過程相當十分辛苦。預計於量測工作依序完成之後，將可彙集量測資料進行分析比對，以評估各家實驗室的校正能力。8 月進行資料分析，9 月初完成舉辦第三屆頻率量測能力試驗總結會議。

#### (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。

本年度規劃及籌備第三屆頻率量測能力試驗活動，有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，符合認證規範的需求，進而延續認證資格並提昇產業的競爭力。

#### (3.1.3.5) 未來工作重點

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

#### (3.1.3.6) 自評與建議

持續參與評鑑、維持標準件校正服務和舉辦能力試驗活動，以健全我國時頻追溯體系及滿足國際相互認可的要求，是國家標準實驗室責無旁貸的義務。國家標準實驗室之主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。除了提供時頻校正服務外，近年來本實驗室配合 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中。在提昇校正技術及取得國際相互認可等方面，都有很大的助益。

### (3.2) 可信賴數位時間技術研發

#### (3.2.1) 達成項目

電子數位信賴時間之數位追溯機制研發

#### (3.2.2) 執行內容(執行期間：98/01~98/12)

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間戳稽核，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(時間戳)服務，滿足日本稅法與商業法中對於電子文件時間戳的相關規定。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。

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戳憑證的驗證。可信賴數位時間源架構如圖 3.1 所示，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，

### Trusted Time Source Architecture (Tracing Digital Time back to National Standard Time)

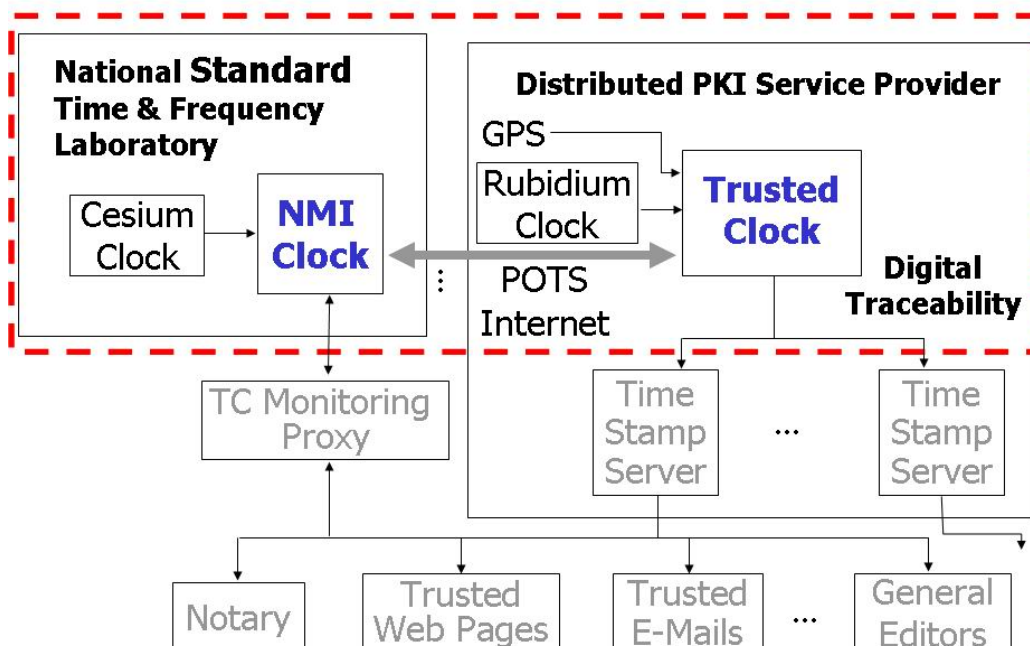


圖 3.1、 電子數位信賴時間源架構示意圖

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 的時間戳服務器 (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 98 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 年度完成。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如表 3.1 所示：

表 3.1 分年執行工作項目

97 年度	完成數位授時追溯所需的核心理論之學理探討，以及主從式校時方法改良電話網路一般數據機時間校正效能達 10 ms 等級。
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；並且以主從式雙向或傳統雙向傳時方法，繼續精進電話網路一般數據機時間校正效能，預期可穩定優於 10 ms。
99 年度	整合先前的數位追溯與數位校時技術成果以研發成為數位時間源實體 (Time Source Entity) 雛型系統，達到 ANSI X9.95 的架構，並開發 TC 時鐘與 TSS 伺服器之間的 middleware 軟體，實現數位信賴時間追溯能自終端使用者直抵國家時頻標準實驗室。

關於可信賴時間戳之管理與安全，美國國家標準局 (American National Standard Institute) 已制定 ANSI X9.95 標準，組織架構分成四個實體為 (1) Time Source Entity (時間源實體)、(2) Time Stamp Authority (TSA；時間戳簽發與管理者)、(3) Requestor 與(4) Verifier，如圖 3.2 所示。其中，Time Source Entities 對應到圖 3.1 的 NMI clock 和 Trusted clock，而 Time Stamp Authority 對應到圖 3.1 的 Time Stamping Server；另外，Requestor 為需要時間戳的應用服務或個人，Verifier 為公正第三者。

本研究的目標就是實現一種可直接數位追溯的 X9.95 Time Source Entities，以提供準確且可追溯的電子數位信賴時間服務。ANSI X9.95 標準比先前提出的

RFC 3161 與 ISO/IEC 18014 等標準進步，會是 RFC 與 ISO/IEC 日後修訂改版時的參考。

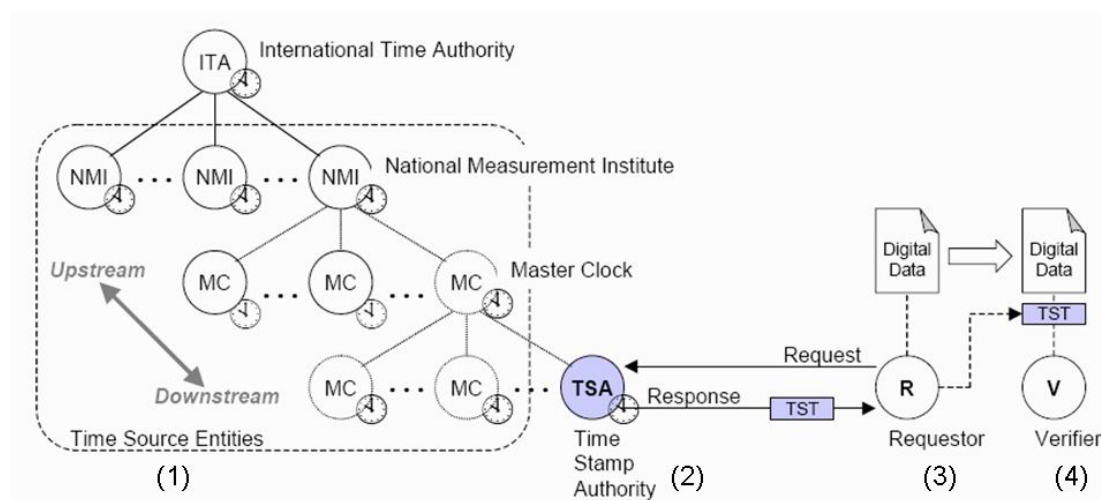


圖 3.2 時間戳四個實體 (摘自 ANSI X9.95)

### (3.2.3) 結果

圖 3.3 是電子數位信賴時間雛形流程架構，圖中將各模組分類為計量系統與資訊系統。本研究的對象為屬於計量系統的數位時鐘，包括 NMI clock、trusted clock 與數位通道校時追溯。圖中附帶顯示出可供選用的輔助性物理時鐘有銫原子鐘 (CS)、氫原子鐘 (HM)、銣原子鐘 (RU)、全球定位系統 (GPS)，以及 one pulse per second (1PPS)、Inter-Range Instrumentation Group (IRIG) 等時間訊號。數位校時目前是透過電話網路一般數據機校時，完成主從式雙向傳時的新版實作與同步雙向傳時的新創實作，在海洋大學環境做測試實驗，性能優於 10 ms，於 (3.2.3.1) 節中說明。而數位追溯流程連結 NMI、TC 與 TSS，達成授時、追溯與驗證等功能，已完成數位授時追溯流程規劃，並與海洋大學合作，完成實作與測試，於 (3.2.3.2) 節中說明。至於 TSS 與 Time Stamping Client 則不屬於本研究之範圍，在本研究中是採用 OpenTSA 這個 shareware 當作 TSS，以及自行撰寫 RFC 3161 compliant 的簡易 time stamping client。

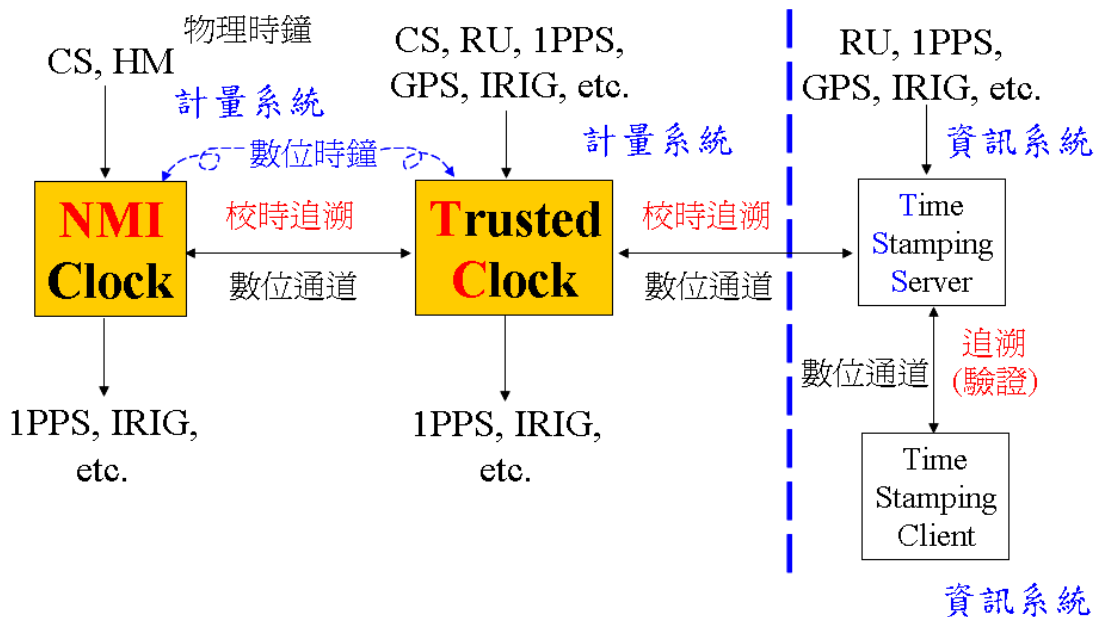
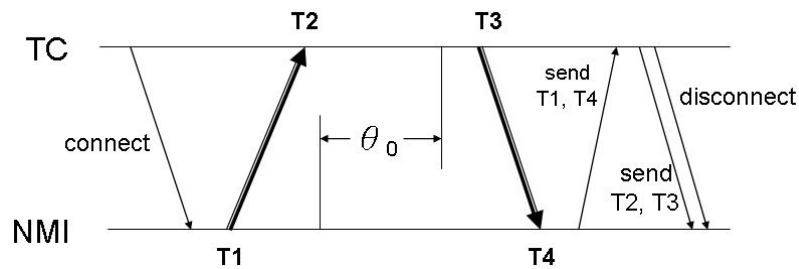


圖 3.3 實驗用電子數位信賴時間雛形流程架構圖

### (3.2.3.1) 電話網路一般數據機之時間校正效能

主從式雙向傳時方法如圖 3.4 所示。NMI 於  $T_1$  時刻送出校時訊號，此訊號抵達 TC 的時刻為  $T_2$ ，隨後，TC 再於  $T_3$  時刻送出校時訊號，而此訊號抵達 NMI 的時刻為  $T_4$ 。其中  $T_1$  與  $T_4$  是 NMI 時鐘的讀值， $T_2$  與  $T_3$  是 TC 時鐘的讀值，而 NMI 時鐘與 TC 時鐘之間存在有  $\text{offset } \theta_0$ 。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  $(T_4 - T_1) - (T_3 - T_2)$ ，以及彼此時鐘之間的 clock offset 估計值  $\theta$  為  $[(T_2 - T_1) + (T_3 - T_4)] / 2$ 。

當 NMI 與 TC 兩個時鐘同步，也就是  $\theta_0 = 0$  的情況下，量測實驗所得到的  $\theta$  值大小就能反映出此主從式雙向傳時方法的校時誤差程度。主從式雙向傳時的性能測試方法是使用 common clock，亦即真正的 clock offset  $\theta_0 = 0$ ，所以估計值  $\theta = [(T_2 - T_1) + (T_3 - T_4)] / 2$  就反映出誤差量。這誤差量包括線路長度、數據機發送與接收校時信號等 delays。



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 3.4 主從式雙向傳時示意圖

同步雙向傳時方法如圖 3.5 所示。NMI 於 Clock A 準秒時啟動時間間隔計數器 (Time Interval Counter; TIC) 開始計時並同時向 TC 傳送校時信號；另一方面，TC 亦於 Clock B 準秒時啟動 TIC 並向 NMI 傳送校時信號。NMI 的 TIC 收到從 TC 傳來的校時信號就停止 TIC 計時得到時間間隔讀值 R(A)；另一方面，TC 的 TIC 收到從 NMI 傳來的校時信號就停止 TIC 計時得到時間間隔讀值 R(B)。NMI 與 TC 彼此時鐘之間的 clock offset  $\theta$  為  $A - B = [R(A) - R(B)] / 2 + [d_{AB} - d_{BA}] / 2$ 。其中，R(A)與 R(B)為真正的量測值， $d_{AB}$  與  $d_{BA}$  是 trip delay。假設 trip delay (包括線路長度、數據機發送與接收校時信號等 delays)是可逆性對稱，亦即  $d_{AB} = d_{BA}$ ，則 clock offset  $\theta$  等於  $[R(A) - R(B)] / 2$ 。

同步雙向傳時的性能決定於 trip delay 具有多好程度的可逆性對稱，當 NMI 與 TC 兩個時鐘同步，也就是時鐘的偏差  $\theta_0 = 0$  的情況下，量測實驗所得到的  $[R(A) - R(B)] / 2$  之值的大小就能反映出此同步雙向傳時方法的校時誤差程度。測試方法是使用 common clock，亦即  $A = B$ ，所以  $[R(A) - R(B)] / 2$  就反映出誤差量  $- [d_{AB} - d_{BA}] / 2$ 。

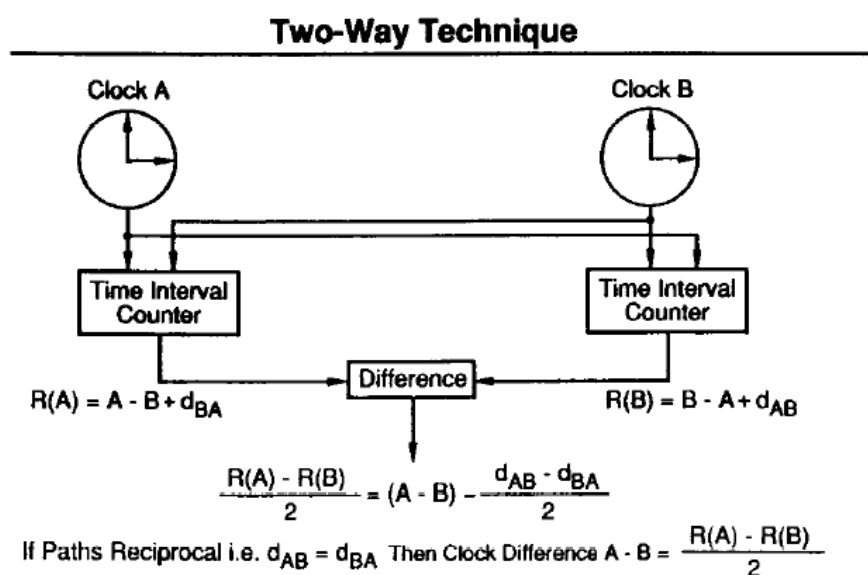


圖 3.5 同步雙向傳時示意圖

表 3.2 為一般數據機主從式雙向傳時與同步雙向傳時兩種數位傳時方法的性能實測結果，實驗在小型總機、大型總機與市話迴路等三種環境中進行。實驗結果顯示，在三種實驗環境中，同步雙向傳時的平均值與標準差均小於主從式雙向傳時，意指同步雙向傳時的性能(誤差程度)優於主從式雙向傳時。

表 3.2 電話網路一般數據機雙向傳時效能

環 境 方 法	小型總機		大型總機		市話迴路	
	平均值 (ms)	標準差 (ms)	平均值 (ms)	標準差 (ms)	平均值 (ms)	標準差 (ms)
主從式 雙向傳時	2.529	1.958	2.447	1.687	2.728	2.460
同步 雙向傳時	2.166	1.889	2.049	1.630	1.996	1.394

主從式雙向傳時曾於去(97)年實作，平均性能小於 10ms，但有少數實測值略大於 10ms；今(98)年完成主從式雙向傳時方法的改進，所有實測值均小於 10ms，亦即校時性能穩定優於 10ms。此外，同步雙向傳時是今年基於主從式雙向傳時經驗所實作的新方法，校時性能除了穩定優於 10ms 外，也優於主從式雙向傳時。同步雙向傳時將是本研究最終採用的一般數據機電話網路數位傳時方法。

### (3.2.3.2) 數位授時追溯

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 伺服器的時間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間戳服務，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。現在已完成基於 Krawczyk 前向安全簽章機制的數位授時追溯流程規劃與實作。

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。

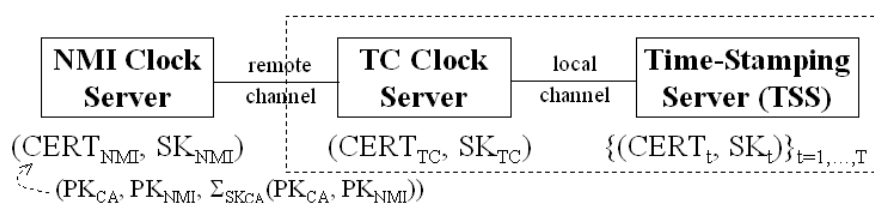


圖 3.6 前向安全代理簽章運作模型

圖 3.6 為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 時間戳伺服器進行時間戳服務時，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。

前向安全代理簽章機制如表 3.3 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。表 3.4 為運用 Advanced Encryption Standard (AES) 對稱式加密演算法實作的前向安全亂數產生器 FWPRG。

表 3.3 前向安全代理簽章機制

<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 <ol 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> </ol> </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> </ol>
---

5. Send  $\{CERT_t\}_{t=1,\dots,T}$  and  $CERT_{TC}$  to TSS

**Key updating (by TSS):**

1.  $(k_t, r_t) \leftarrow \text{FWPRG}(k_{t-1})$
2.  $(SK_t, PK_t) \leftarrow \text{KG}(\kappa, r_t)$
3. Retrieve  $CERT_t$ , verify  $\Sigma_{SK_{TC}}(PK_{TC}, t, PK_t)$  inside, verify  $PK_t$
4. Store secretly  $k_t$  and  $SK_t$  and erase  $k_{t-1}$

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

表 3.4 運用 AES 加密演算法實作的前向安全亂數產生器

Use 128 bit AES such that  $|\text{AES}_k(x)| = |k| = 128$

At each period  $t$ ,  $\text{FWPRG}(k_{t-1}) \rightarrow (k_t, r_t)$

compute  $k_t = \text{AES}_{k_{t-1}}(0)$  and erase  $k_{t-1}$

generate a pseudorandom sequence  $r_t$  of a specified length as

$$r_t = \text{AES}_{k_t}(1) \parallel \text{AES}_{k_t}(2) \parallel \text{AES}_{k_t}(3) \parallel \dots$$

值得注意的是，Krawczyk 系統必須假設在產生前向安全金鑰以及製作憑證  $CERT_t$  時系統沒有遭受入侵，一旦簽署用的密鑰  $SK_0$  被攻擊者取得則系統就不具備前向安全性了。在本研究中，TSS 所需用到的憑證  $\{CERT_t\}_{t=1,\dots,T}$  是由 TC 伺服器動態簽署，而不是 TSS 伺服器本身所簽署，如此便消除了 TSS 伺服器在更新憑證時所隱含的 Krawczyk 系統弱點。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原 Krawczyk 系統的弱點。

前向安全代理簽章機制已完成實作，主要模組之開發係採用 OpenSSL Library 這個發展工具來達成。主要模組包括前向安全金鑰產生與憑證請求、前向安全憑證產生、前向安全憑證驗證、前向安全憑證撤銷名單，各模組之流程與實作描述分別如表 3.5、表 3.6、表 3.7、表 3.8 所示。

表 3.5 前向安全金鑰產生與憑證請求

<p>Key and certificate request generation procedure:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Generate 2048 bits RSA key pair and assign it to RSA variable.</li> <li>-Assign RSA key pair to EVP_PKEY structure.</li> <li>-New X509 request structure.</li> <li>-Setting each blank in X509 request (i.e. version, subject name, public key and sign it with SHA1).</li> <li>-Encoding X509 request to PEM</li> </ul>
<p>Using OpenSSL functions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-RSA_generate_key(2048, e, keygen_cb, NULL);</li> <li>-EVP_PKEY_assign_RSA(*pkey, key);</li> <li>-X509_REQ_new();</li> <li>-X509_REQ_set_version();</li> <li>-X509_REQ_set_subject();</li> <li>-X509_REQ_set_pubkey();</li> <li>-X509_REQ_sign(req, pkey, EVP_sha1());</li> <li>-PEM_write_bio_X509_REQ(biofile, tc req)</li> </ul>

表 3.6 前向安全憑證產生

<p>Certificate generation procedure:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Decode X509 request.</li> <li>-GetX509 request.</li> <li>-Verify X509 request signature.</li> <li>-New X509 certificate structure.</li> <li>-Clear fields in X509 (i.e. version, subject name, issuer name, valid time, public key and sign it with SHA1).</li> <li>-Encode X509 certificate to PEM.</li> </ul>
<p>Using OpenSSL functions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-PEM_read_bio_X509_REQ();</li> <li>-X509_REQ_get_pubkey();</li> <li>-X509_REQ_verify();</li> <li>-X509_new();</li> <li>-X509_set_version();</li> <li>-X509_set_subject();</li> <li>-X509_set_pubkey();</li> <li>-X509_sign(cert, pkey, EVP_sha1());</li> <li>-PEM_write_bio_X509(biofile, cert);</li> </ul>

表 3.7 前向安全憑證驗證

<p>Certificate verification procedure:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-New X509 store structure.</li> <li>-Set verify call back function.</li> <li>-Add lookup to X509 store.</li> <li>-Load Certificate Revocation List.</li> <li>-Set untrust certificates.</li> <li>-New X509 context.</li> <li>-Set CRL check all flag.</li> <li>-Initialize X509 context, X509 store.</li> <li>-Verify X509 certificate (with CRL).</li> </ul>
---

Using OpenSSL functions:

- PEM\_read\_bio\_X509();
- X509\_STORE\_new();
- X509\_STORE\_add\_lookup(cert\_store, X509\_LOOKUP\_file());
- load\_untrusted();
- X509\_V\_FLAG\_CRL\_CHECK\_ALL;
- X509\_STORE\_set\_flags(cert\_store, vflags);
- X509\_STORE\_CTX\_init(context, cert\_store, tc\_cert, untrusted);
- X509\_verify\_cert(context);

表 3.8 前向安全憑證撤銷名單

CRL generation procedure:

- Read signer's certificate and key who want generate CRL.
- New X509 CRL structure.
- Setting each entry of X509 CRL (i.e. issuer name, valid time, version and signing it with MD5).
- Write it to file

Using OpenSSL functions:

- crl=X509\_CRL\_new();
- X509\_CRL\_set\_issuer\_name(crl, X509\_get\_subject\_name(cert));
- X509\_CRL\_set\_lastUpdate(crl, tmptm);
- X509\_CRL\_set\_nextUpdate(crl, tmptm);
- X509\_CRL\_set\_version(crl, 1); //version 0
- X509\_CRL\_sign(crl,pkey,EVP\_md5());

本研究所建構的前向安全代理簽章機制流程如圖 3.7 所示，已能運作。搭配相關的記錄檔，以及 TSS 端的時間追溯連結，就能進行追溯驗證。TSS 端的時間追溯連結是利用時間戳的 request 與 reply 擴充欄位來達成，此實作之 request 與 reply 擴充欄位的 ASN.1 (Abstract Syntax Notation one) 結構分別如圖 3.8 與圖 3.9 所示。

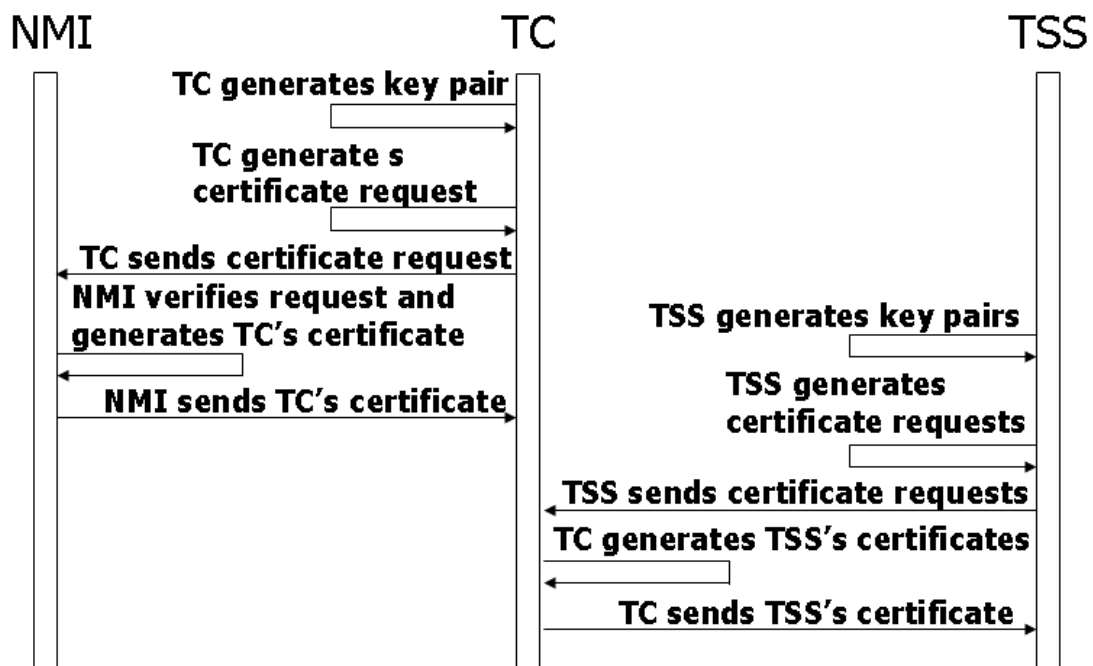


圖 3.7 前向安全代理簽章機制流程圖

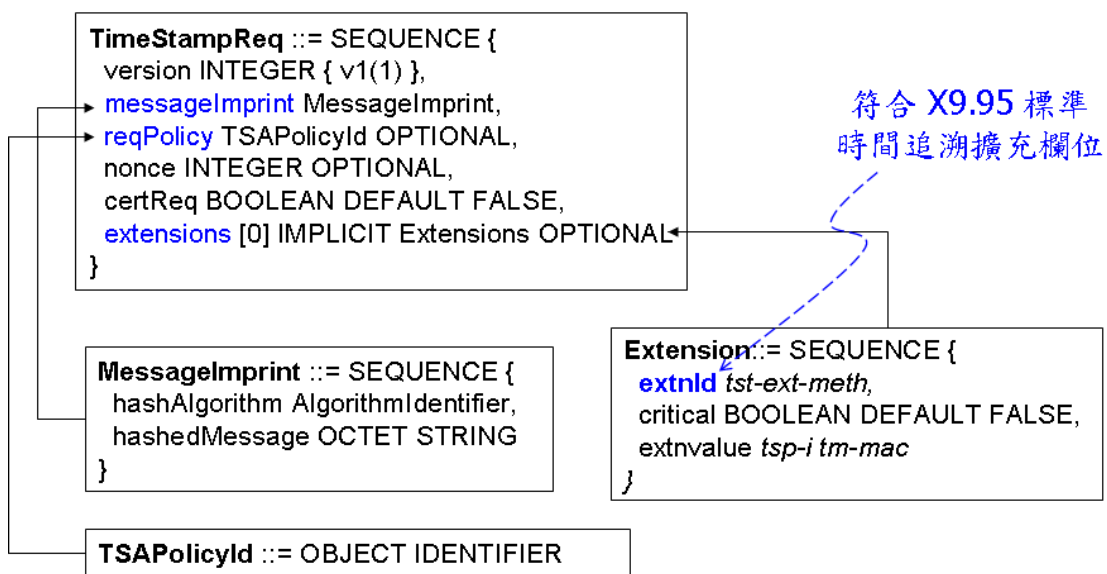


圖 3.8 數位時間追溯之 request 的 ASN.1 結構

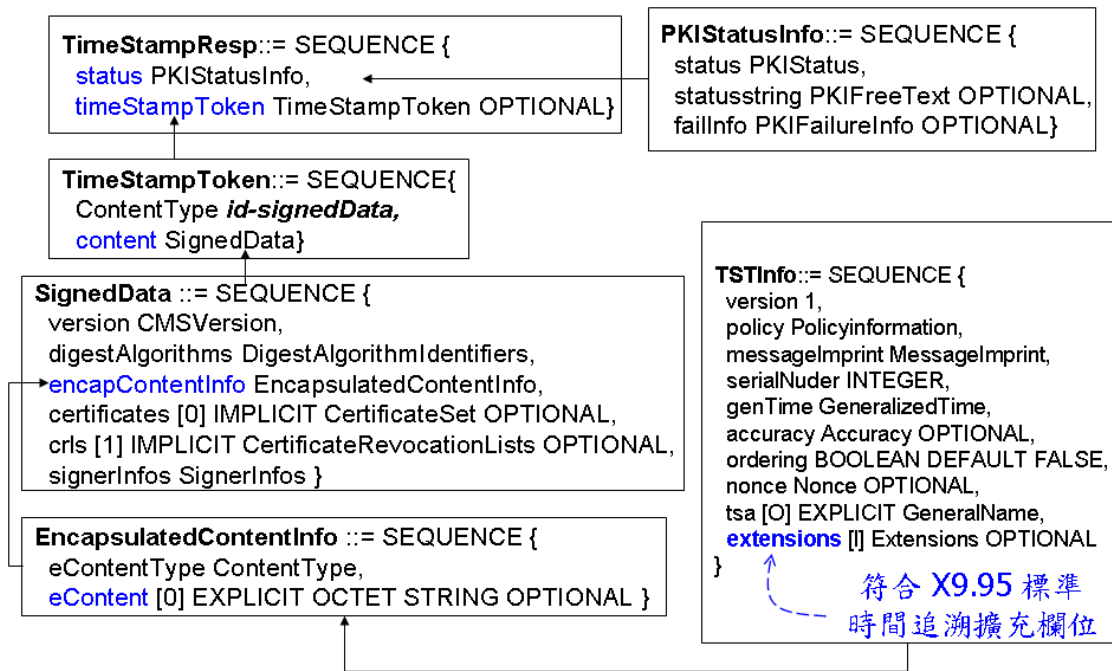


圖 3.9 數位時間追溯之 reply 的 ASN.1 結構

由於 TSS 不屬於本研究之範圍 (TSS 的技術核心是時間戳的快速簽發與大量儲存管理，且與 PKI service provider 的應用緊密連結)，而在本研究中是採用 OpenTSA 這個 shareware 充當 TSS，並完成 OpenTSA 的信賴時間追溯機制介接範例模組程式。明年(99 年)將整合數位追溯與數位校時技術成果以發展數位時間源實體 (Time Source Entity) 雛型系統，並發展供一般 TSS 介接的 middleware 軟體程式庫。

#### (3.2.4) 應用及效益

(a) 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。

(b) 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之遺空的填補，將有所貢獻。

(c) 時間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間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

明年(99年)將整合數位追溯與數位校時技術成果以研發 ANSI X9.95 時間源實體 (Time Source Entity) 雛型系統，並發展該時間源實體與一般 TSS 介接的 middleware 軟體程式庫。

### (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間戳伺服器 (time stamping server) 執行項目，探討時間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間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隨之減少，所以可投入信賴時間的資源與人力有限，影響研發工作進度。

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，並擬藉由制定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間戳伺服器 (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。

追溯國家標準時間的重要性可由下面例子說明之。在研考會的政府時戳政策研討會 (2008 年) 中，有位專家委員發言說，為了防止 referee 等中間人在審稿與出版過程中剽竊他所投稿論文的原始創意搶先發表，他想在投稿論文之前，先到中央研究院圖書館將他的 paper manuscript 數位檔案押上時間戳；但後來卻想明白了，想剽竊他論文原始創意的人，只要也找一家願意在抄襲作品數位檔案壓上比原創者更早時間的圖書館或機構或個人就行了？！事實上，會製作 time stamping server 的人，可隨意幫他人的數位文件簽發去年的、前年的、或任意年前任意時刻的時間戳憑證。這問題漏洞就出在 trusted time 如何實現。時間戳協定 RFC 3161 中係假設存在有 trusted time，ISO/IEC 18014 繼續保留這個假設，直至 ANSI X9.95 確定 trusted time 是追溯國家標準時間才堵住了這個漏洞。

國家時間與頻率標準實驗室會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

##### (4.1.1)支援世運及聽奧現況說明

##### (4.1.1.1) 執行項目

協助高雄世運會及台北聽奧主場館時間計數器校時至國家標準時間。

##### (4.1.1.2) 執行內容(執行期間：98/02~98/09)

2009 年台北聽障奧運以及高雄世運會皆為國際性之運動賽事，國家時間與頻率標準實驗室能夠參與及提供聽奧及世運主場館時間計數器校時之規劃和協助是實驗室之榮幸。初期以電話電訪之方式聯絡台北聽奧及高雄世運相關工作人員瞭解其場館所有時間計數器可能設置地點及時間同步之方式並詢問建置廠商之聯絡方式。在得知相關資訊後，隨即於 4 月份偕同標檢局 4 組與台北聽奧承包商前往台北聽奧主場館進行了解(如圖 4.1 所示)：



圖 4.1 台北聽奧主場館時間計數器設置地點及同步情形

經至現場了解後得知聽奧主場館除了兩座田徑場的大型時鐘外，場館內也設置 79 個中小型數位時鐘並統一由 1F 主控室之母鐘統一做校時控制。於 5 月份偕同標檢局高雄分局五課與高雄世運承包商前往高雄市政府及世運主場館進行了解(如圖 4.2 所示)：



圖 4.2 高雄市政府及世運主場館時間計數器設置地點及同步情形

至高雄後，偕同標準檢驗局高雄分局一同前往高雄市政府了解世運倒數計時器及世運場館內時間計數器校時情形。經至現場了解後得知高雄市政府倒數計時器並無校時機制。而世運主場館內設置了 87 個中小型數位時鐘並統一由 1F 主控室之母鐘統一做校時控制。雖然聽奧、世運主場館內皆由主控室之母鐘統一作校時，但由於校時之時間源並未追溯至國家標準時間，因此國家時間與頻

率標準實驗室乃對其母鐘校時之方式進行規劃，由國家時間與頻率標準實驗室提供校時模組並提供標準時間源，使台北聽奧及高雄世運場館內所有時間計數器皆能與國家標準時間對時，其系統架構規劃如圖 4.3 所示。此外國家時間與頻率標準實驗室也提供台北市政府廣場聽奧及高雄市政府中庭世運倒數計時器校時之協助，使主倒數計時器順利追溯至國家標準時間如圖 4.4 所示：

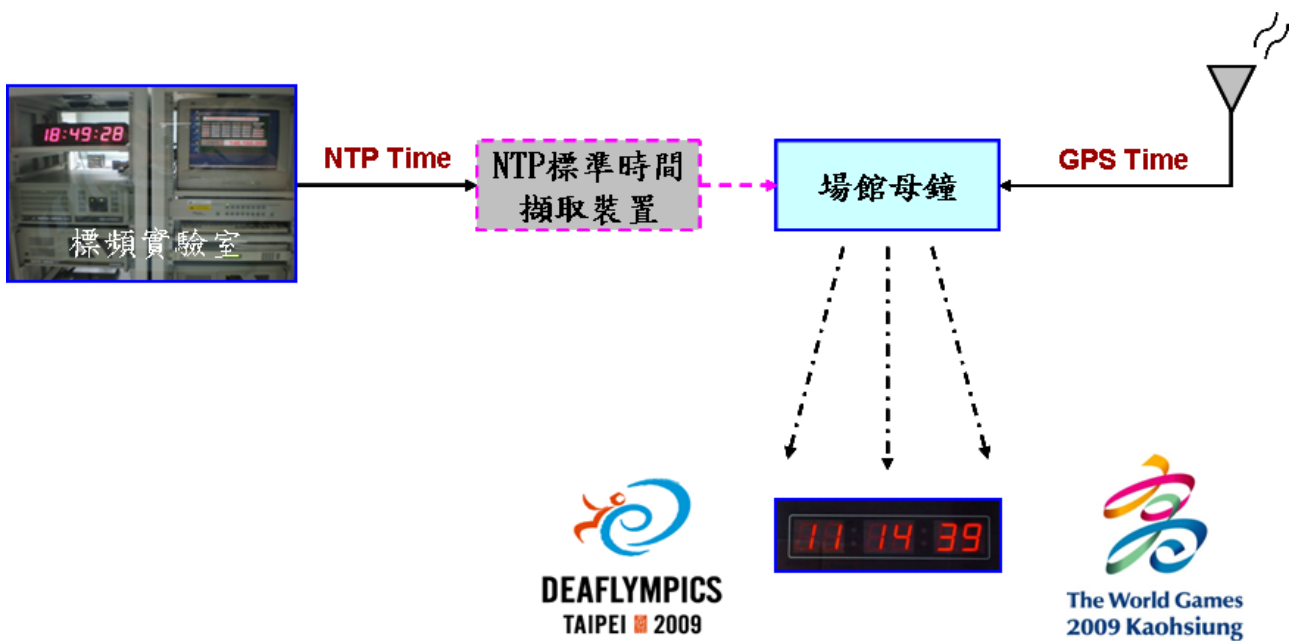


圖 4.3 聽奧及世運倒數計時器與國家標準時間對時系統架構圖



台北市政府廣場倒數計時器

高雄市政府世運倒數計時器追溯至國家標準時間

圖 4.4 台北市政府聽奧及高雄市政府世運倒數計時器校時情形

其於各處倒數計時器也皆與國家標準時間對時如圖 4.5 所示：



圖 4.5 各處倒數計時器

為使聽奧及世運官網計時時間能同步國家標準時間並提供正確之倒數計時，乃與聽奧及世運資訊部聯絡，由國家時間與頻率標準實驗室提供相關技術支援，以網路校時方式連結國家標準時間使聽奧及世運官網順利同步制國家標準時間。如圖 4.6 所示：



圖 4.6 世運及聽奧官網倒數計時器與國家標準時間同步

根據所規劃之標準時間校時架構，於聽奧及世運場館加裝 NTP 模組以追溯至國家標準時間，經安裝後，測試結果顯示聽奧場館內 79 個子鐘及世運場館之 87 個子鐘皆順利取得國家標準時間。於開幕前及賽事期間，皆前往場館進行測試，測試結果顯示賽事期間場館內所有子鐘皆順利取得國家標準時間如圖 4.7 所示，順利圓滿達成任務。世運場館更標示”系統採用國家標準時間”字樣。於世運賽事結束後，接著支援東亞盃足球賽取得國家標準時間，如圖 4.8 所示。



世運開幕時現場子鐘



世運開幕後賽事顯示幕



世運開幕後主場館大螢幕顯示



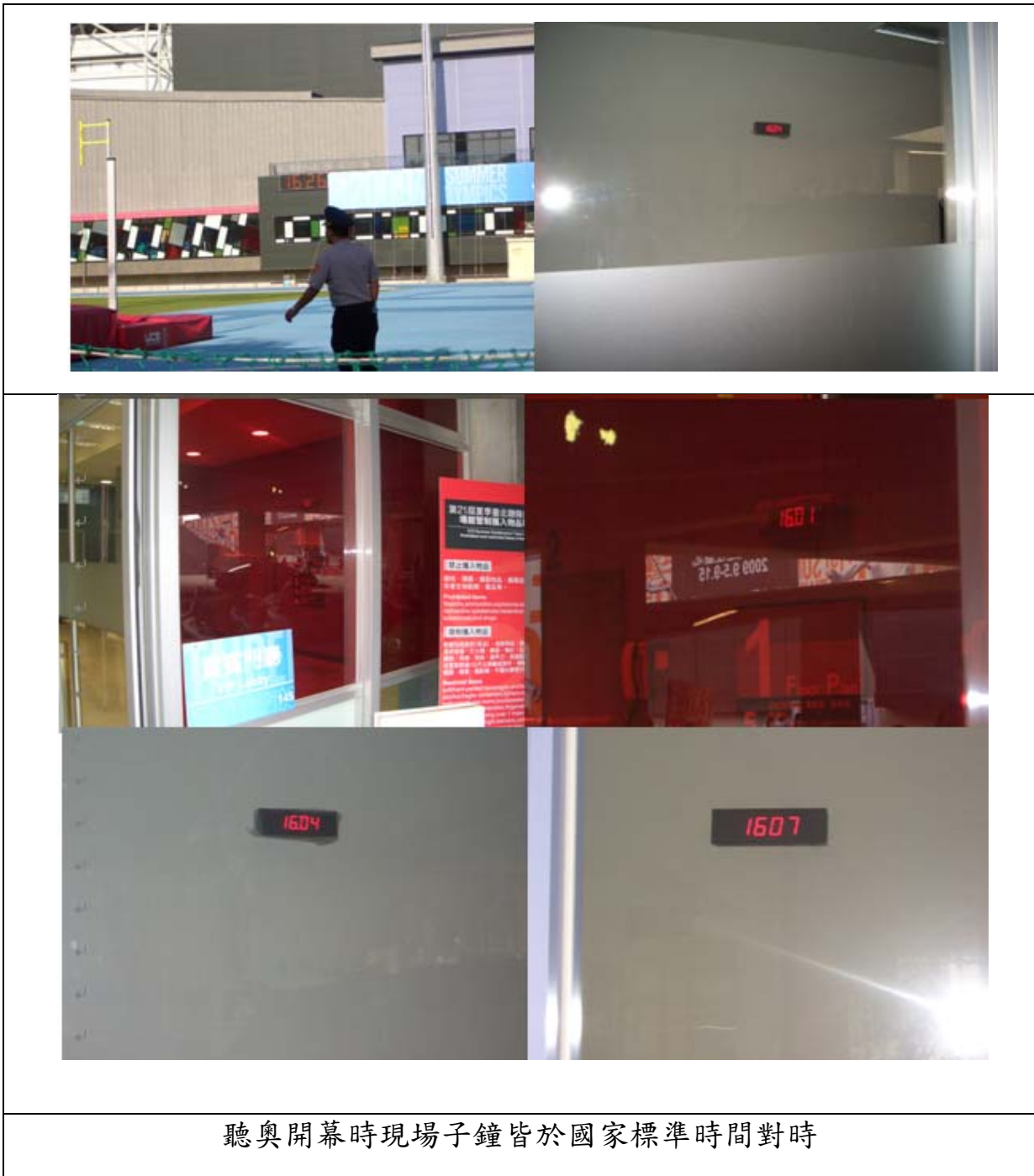


圖 4.7 聽奧及世運賽事期間場館內所有子鐘皆順利取得國家標準時間



高雄市政府世運倒數計時器追溯至國家標準時間

圖 4.8 2009 年東亞盃足球賽賽事期間場館內所有子鐘順利取得國家標準時間

#### (4.1.1.3) 應用及效益

台北聽奧及高雄世運順利圓滿落幕，賽事期間來自世界各地的頂尖運動員在台北聽奧及高雄世運一同競技，選手輝煌的戰績及精彩賽事內容吸引全世界的注目。而國家時間與頻率標準實驗室提供穩定標準時間源，讓聽奧場館 79 個及高雄世運場館 87 個時間計時器和其他各處賽事宣傳之舉辦日倒數計時器均透過網路追溯至「國家時間與頻率標準實驗室」，與國家標準時間保持同步，在此二盛會中能提供一己心力，實是與有榮焉。於國際賽事中提供國家標準時間，大大提升了中華電信研究所國家時間與頻率標準實驗室在國際的能見度與知名度。

#### (4.1.1.4) 未來工作重點

將持續進行國家標準時間之應用與推廣服務。

#### (4.1.1.5) 自評與建議

這次台北聽障奧運以及高雄世運會場館時間計數器皆由國家時間與頻率標準實驗室提供校時服務以順利取得國家標準時間。期間遭遇到不少困難，所幸

皆一一克服。未來國家時間與頻率標準實驗室將秉持著服務社會大眾之宗旨，持續提供國家標準時間與其應用之推廣，以滿足國內產業及社會大眾之需求。

## (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：98/01~98/12)

對於大眾的生活來說，時間是一種「約定的指標」，每個人從起床開始的一天活動都離不開時間所規範的次序，舉凡生活起居、交通運輸、商務交易等種種活動都深受影響。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，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：

設置地點	同步情形	控制器位置
E505 會議室	已同步	D 棟電話機房
D105 會議室	已同步	D 棟電話機房
D 棟大廳跑馬燈	已同步	D 棟收發室

D 棟電話機房	已同步	D 棟電話機房
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
E 棟 IDC 機房	已同步	D 棟電話機房
綜合教室	已同步	D 棟電話機房
大禮堂	已同步	D 棟電話機房
招標室	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

Figure 4.9 所示為現有數位式時鐘設置位置與同步情形現場實景：

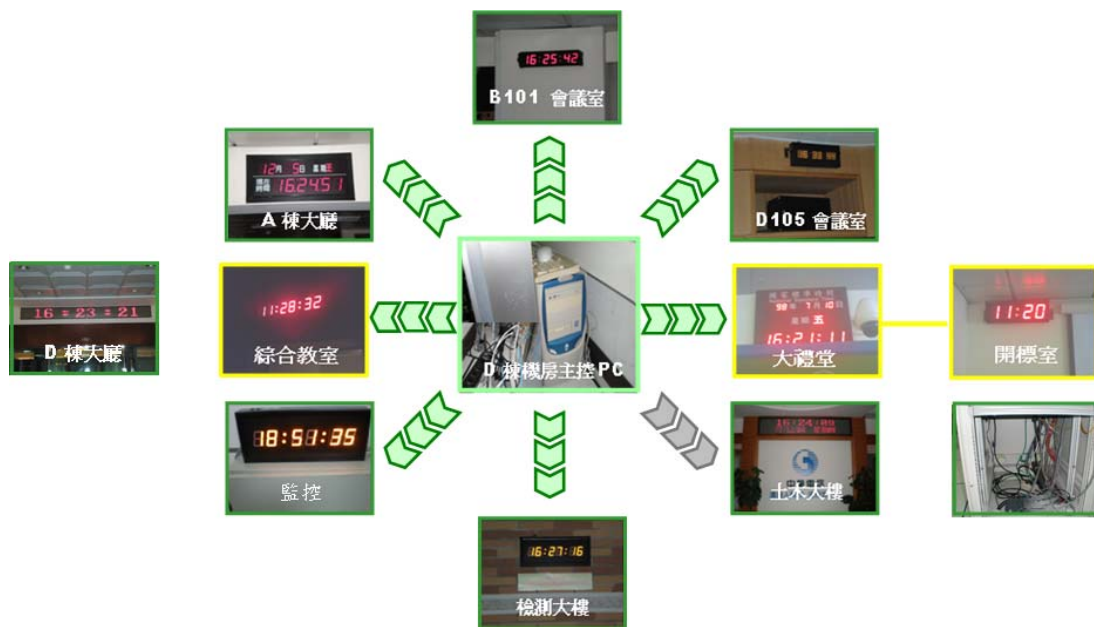


Figure 4.9、 數位式時鐘設置地點與同步情形現場實景

目前已同步時鐘除 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 D 棟電話機房之 PC 經 NTP 同步後，統一透過所內電話跳線以 RS-422 介面傳送同步訊號進行國家標準時間之傳遞。其校時之位置有 E505 會議室、D105 會議室、D 棟電話機房、A 棟大廳時鐘、B 棟 101 會議室、E 棟 IDC 機房、綜合教室、大禮堂、招標室、檢測大樓等地點。

Figure 4.10 及 Figure 4.11 分別為網路校時程式 NTP Clock 及台灣標準時間碼輸出視窗程式，其中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。



Figure 4.10、網路校時程式 NTP Clock



Figure 4.11、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、標準檢驗局及經濟部皆有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，配合且其人性化之校時介面將使得推廣上更加容易。

(4.3)委託研究計畫名稱：高精度時間同步協定(IEEE 1588)之應用

(4.3.1) 達成項目：

- 申請專利一件(申請中)：『一種快速達成高精度時間同步方法』
- 研究報告兩篇：
  - 高精度時間同步協定 (IEEE 1588) 之應用研究期中報告書
  - 高精度時間同步協定 (IEEE 1588) 之應用研究期末報告書

(4.3.2) 說明(執行期間：97/06~98/06)

原『高精度時間同步協定之應用研究』委託研究案之契約計畫執行時程為97年6月27日至98年6月26日，依據標準檢驗局期末查證會議結論第二部分第二條及委員審查意見「當年度預算於當年度執行」之原則，修訂為97年度(6月27日至12月31日)及98年度(1月1日至6月26日)二份新約，二份新約合併總金額及執行內容與原合約相同。

98年度新約於4月2日簽訂，配合新約修訂，已於5月6日及6月25日分別召開期中及期末檢討會議，此期研究重點為以模糊控制取代傳統PI控制，透過嵌入式系統測試參數，以增進高精度時間同步協定之效能，並以Fuzzy模型取代灰預測模型，最後得出結合PI控制與Fuzzy控制之修正模型。修正模型可有效降低暫態相對收斂時間，使client端縮短進入同步時間。報告內容相當詳實，且符合計畫內容「針對各種不同網路結構之PTP系統進行性能評估，並採用不同的控制演算法，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」之目標。

正培養碩士生(台大電機趙逸群)一名及博士生(台大電機王得貴)一名，其中碩士生趙逸群已考上台大電機博士班，並已於98年度暑期來本實驗室見習時間與頻率相關技術，不排除博士班畢業後進用之可能性。

(4.3.3)成果

論文 3 篇：

1. 灰色比例積分控制器應用於高精度時間同步協定, 2008 時頻技術與業務推廣

研討會，楊梅電信研究所, 2008 年 8 月

2. Remote Frequency Control via IEEE 1588,” *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement(IM)*, vol. 58, no. 4, pp.1263-1267, April 2009.
3. 嵌入式裝置於分散式子網路節點之精確時間同步, Proceedings of 2009 National Symposium on System Science and Engineering 台灣 淡江大學 Tamkang University, Tamsui, Taiwan, June 26, 2009

申請專利一件(申請中):『一種快速達成高精度時間同步方法』

研究報告兩篇:

1. 高精度時間同步協定 (IEEE 1588) 之應用研究期中報告書
2. 高精度時間同步協定 (IEEE 1588) 之應用研究期末報告書

(4.3.4)未來應用規劃:

目前本實驗室透過 NTP 傳時之精度約為 10 毫秒左右，此案研究成果可推升傳時精度至 10 微秒，較原有精度提升 1000 倍。

若蒙經濟部經費支援，將於 99~102 年度之『建立及維持國家時間與頻率標準』中程綱要計畫中，時頻傳遞及推廣研究項下「提供標準時間同步服務、時頻傳遞推廣至國防、工業、資通、及民生等方面之應用」，加入 1588 同步應用，以增加本實驗室時頻傳遞能力及應用範圍。

(4.3.5) 討論與自評

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，世界排名前 5，與國際標準實驗室相較亦不遑多讓。
- (二) 本實驗室所提供多項時間同步服務，廣受社會大眾重視與使用，尤其網路校時服務每日服務量已超過 2 億次，服務對象除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在大陸地區之台商及國外機構等亦多所連結。提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。服務對象包括檢測實驗室、國防科技、電力公司、半導體產業、精密工業、電子產業、健康科技等產業。另提供通行全球七十餘國之全球相互認可的校正能量，並透過財團法人全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室傳遞國家量測標準，支援數億元檢測市場之規模。
- (三) 完成協助兩大國際賽事 2009 高雄世運、2009 台北聽障奧運會及 2010 東亞盃足球高雄賽事時鐘連結至國家標準時間，於國際賽事中提供國家標準時間，可彰顯提供國家標準時間之重要性。
- (四) 通過能力試驗執行機構認證，將使未來舉辦之能力試驗活動更具有公信力。符合國家標準實驗室「維持與傳遞標準」之任務，維持國家時頻追溯體系之健全，更可符合 ILAC(國際認證聯盟)對 TAF 認可校正實驗室全球相互認可之要求，滿足產業界追溯之要求，其衍生效益為提供校正服務及業界爭取國際標案資格等
- (五) 實驗室本年度積極參與相關國際合作計劃，包括 BIPM 發起二十餘國參與之 TAIPPP 先鋒計畫；與日本 NICT、NMIJ、中國 NTSC、韓國 KRISS、新加坡 A-STAR 等實驗室合作的亞太地區衛星雙向傳時網；陸續拓展亞歐間比對鏈路至荷蘭 VSL、德國物理技術研究院 PTB (國際原子時 TAI 系統的比對中心)，2009 年 2 月，開始與法國巴黎天文台 OP 進行每小時進行一次衛星雙向傳時比對實驗。參與相關國際合作計劃，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與國際能見度。
- (六) 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成果或重要性毫不相干，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。

- (七) 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
實驗室直流電源系統相關設備與其建設	24V 交換式直流供電系統,採 A,B 雙電源模組,輸入單相 220V,直流輸出電壓 24V,浮充電壓設定於 27V。主系統容量 7.2KW (300A),電池組採 A 類蓄電池壽年至少 12 年(攝氏 25 度環境溫度時),共兩組,每組 12 只電池,系統於放電電流 75A 下 16 小時放電後中止電壓須大於 1.8V。副系統容量 3.6KW(150A),電池組採 B 類蓄電池壽年至少 8 年(攝氏 25 度環境溫度時),共兩組,每組 2 只電池,系統於放電電流 20A 下 8 小時放電後中止電壓須大於 1.8V。需符合相關安規及電信電力規範。監控單元具有 RS-232 及網路(RJ45)輸出埠,送出包括市電停電警告、市電輸入電壓、系統輸出電壓、系統輸出電流、系統過高溫警告等各項資訊。另含系統控制及資料備份功能。含安裝及電源配線施工。	1600000	1	1600000	原有直流電源系統使用多年需汰舊換新以維實驗室正常運轉

(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	Nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances detected by network GPS receivers in Taiwan	2009 in press	李建志 劉說安 大塚雄一 褚芳達 葉大綱 星野尾一明 松永圭左	Journal of Geophysical Research	美國
期刊 (SCI)	2	Remote frequency control via IEEE 1588	2009.04	涂昆源 廖嘉旭 林信嚴	IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement PP.1263-1267	美國
期刊 (SCI)	3	Frequency Calibration Based on Adaptive Neural-Fuzzy Inference System	2009.04	徐興旺 涂昆源 吳中實 廖嘉旭	IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement PP.1229-1233	美國
期刊 (SCI)	4	Spread F, GPS phase fluctuations, and plasma bubbles near the crest of equatorial ionization anomaly during solar maximum	2009 in press	李建志 褚芳達 陳璋陞 劉正彥 蘇信一 劉說安 余水倍	Journal of Geophysical Research	美國
國際研討會 (EI reference)	5	Improving TWSTFT short-term stability by network time transfer	2009.05	曾文宏 林信嚴 馮開明 M.Fujieda	<u>2009 Joint Meeting of the European Frequency and Time Forum and the IEEE International Frequency Control Symposium (2009 joint EFTF-IFCS</u>	法國

				H. Maeno		
國際研討會 (EI reference)	6	The comparison between TWSTFT and GPS time transfer result of PTB-TL link	2009.05	林信嚴 曾文宏 林晃田 馮開明 D. Piester	2009 Joint Meeting of the European Frequency and Time Forum and the IEEE International Frequency Control Symposium (2009 joint EFTF-IFCS)	法國
國際研討會	7	A long-term study of low-latitude ionospheric irregularities at African longitudes by ground-based GPS observations	2009.08	褚芳達 陳璋陞 李建志 劉正彥	The International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) 11th Scientific Assembly	匈牙利
國際研討會	8	The Timing Activities of The National Time and Frequency Standard Laboratory of The Telecommunication Laboratories, Cht Co. Ltd., Taiwan	2009.11	張博程 王嘉綸 林晃田 林信嚴 曾文宏 林清江 褚方達 廖嘉旭	41 <sup>st</sup> Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting	美國
國際研討會	9	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A TIME SOURCE SELECTING AND MONITORING SYSTEM FOR THE TELEPHONE SPEAKING CLOCK	2009.11	林清江 張博程 王嘉綸 林信嚴	41 <sup>st</sup> Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting	美國
國際研討會	10	Proficiency Testing Activities of Frequency Calibration Laboratories in Taiwan, 2009	2009.11	林晃田 張博程 王嘉綸 廖嘉旭	41 <sup>st</sup> Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting	美國

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	實驗室新一代校正能量設計與規劃報告	張博程	98.06	10	中文	普通
2	完成利用數學方法改善雙向傳時數據之研究	曾文宏	98.9	12	英文	普通
3	GPS 共視法共鐘校正	王嘉綸	98.06	14	中文	普通
4	高精度電話網路時間伺服器研製報告	林清江	98.11	19	英文	普通
5	國家時間與頻率標準實驗室能力試驗品質手冊(v.03)	林晃田	98.12	28	中文	普通
6	國家時頻標準實驗室能力試驗活動執执行程序書(v.03)	林晃田	98.12	21	中文	普通
7	頻率量測能力試驗活動總結報告	林晃田	98.12	16	中文	普通
8	轉速計校正能力試驗活動總結報告	林晃田	98.12	13	中文	普通
9	電子數位信賴時間之數位追溯機制研究	褚芳達	98.10	19	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	98年度時頻技術與推廣應用論壇~轉速計校正之實驗室比對技術研討	中壢	中華電信研究所	98.04.28	10	論壇說明會
2	頻率量測能力試驗說明會	中壢	中華電信研究所	98.05.22	18	說明會
3	轉速計校正能力試驗活動之總結會議	中壢	中華電信研究所	98.06.19	10	說明會
4	頻率量測能力試驗總結會議	中壢	中華電信研究所	98.09.04	16	說明會
5	低功率射頻電機審驗及測試能量說明會	台北	中華電信研究所	98.10.21	100	說明會
6	經濟部標準檢驗局計量科技計畫98年度成果展	台北	經濟部標準檢驗局	98.12.01	74	成果展

(三) 研究成果統計表

計畫類別/ 績效指標	A 論文	B 研究團隊 養成	C 博碩士 培育	D 研究 報告	E 辦理學術 活動	F 形成 教材	G 專利	H 技術報 告	I 技術活 動	J 技術移 轉	K 規範/標 準制訂	L 促成廠 商投資	M 創新產 業或模 式建立	N 協助提 升我國 產業全 球地位	O 共通/檢 測技術 服務	P 創業 育成	Q 資訊服務	R 增加 就業	S 技術服務	其它
95年	15篇 (國際 11篇)		內部進 修:3 博碩士 生:1		研討 會:1展 示: 3		申請:2	15件	參與國 際研討 會6次					國際 比對 4項			網路校 時:>500 萬次/日		校正服務: 46件;	
96年	12篇 (國際9 篇)		內部進 修:3 博碩士 生:1		研討 會:1展 示:3		申請:1	11件	參與國 際研討 會6次					國際 比對 4項			網路校 時:>550 萬次/日		校正服務: 45件;	
97年	12篇 (國際8 篇)		內部進 修:1 博碩士 生:1		研討 會:1展 示:1			11件	參與國 際研討 會3次					國際 比對 4項			網路校 時:>600 萬次/日		校正服務: 47件;	
98年 目標	7篇 (國際6 篇)		內部進 修:1 博碩士 生:2		論壇:1			7件	參與國 際研討 會3次					國際 比對 4項			網路校 時:>700 萬次/日		校正服務: 35件;	
98年	10篇 (國際 10篇)		內部進 修:1 博碩士 生:2		論壇:1 說明 會:3			9件	參與國 際會議 4次					國際 比對 4項			網路校 時:>700 萬次/日		校正服務: 67件;	

## 實際的績效指標

	績效指標	年度目標產出	實際產出
學術 成就	A 論文	數量：國際期刊論文 1 篇 國際研討會論文 6 篇	數量：國際期刊論文 4 篇 國際研討會論文 6 篇
	B 研究團隊養成		
	C 博碩士培育	每年有各大專院校博碩士生 約 2 人進行合作研究、內部 培訓 1 博士生人。	有各大專院校博碩士生約 2 人進 行合作研究、內部培訓 1 博士生 人。
	D 研究報告		
	E 辦理學術活動		
	F 形成教材		
	G 專利		
技術 創新	H 技術報告	數量：技術報告 7 篇	數量：技術報告 9 篇
	I 技術活動	參與國際重要度量衡組織活 動 3 項； 辦理國內論壇 1 場。	參與國際重要度量衡組織活動 4 項；參與國際研討會 3 次 辦理國內論壇 1 場。
	J 技術移轉		
	S 技術服務	技術服務： 高精度時頻標準器校正 35 件 (技術服務收入 37 萬)	技術服務： 高精度時頻標準器校正 67 件 (技術服務收入 86.95 萬)
經濟 效益	K 規範/標準制訂		
	L 促成廠商投資		
	M 創新產業或模式建 立		
	N 協助提升我國產業全 球地位	參與國際量測比對 3 項； 校正與量測能量登錄於 BIPM 資料庫；	進行參與國際量測比對中 4 項； 校正與量測能量已登錄於 BIPM 資料庫，進行能量更新申請中
	O 共通/檢測技術服務		

	績效指標	年度目標產出	實際產出
社會 影響	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 50 萬	合作研究 1 件、研究金額 70 萬
	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。	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。
社會 影響	X 提高人民或業者收入  P 創業育成		
	Q 資訊服務	提供網際網路校時服務 (Network Time Protocol, NTP) 平均 <u>700 萬</u> 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 <u>1,600</u> 人次以上；	提供網際網路校時服務(Network Time Protocol, NTP)大於 <u>700 萬</u> 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 <u>1,600</u> 人次以上；
	R 增加就業		
	Y 資料庫		
	Z 調查成果		
	AA 決策依據		

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances detected by network GPS receivers in Taiwan		
撰 寫 人	C.C. Lee (李建志)		Y.A. Liou (劉說安)	Y. Otsuka (大塚 雄一)
	F.D. Chu (褚芳達)		T.K. Yeh (葉大綱)	K. Hoshino (星野尾一明)
	K. Matunaga (松永 圭左)			
撰寫日期	中華民國 98 年 1 月 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Traveling ionospheric disturbances			
	Ionospheric irregularities			
	GPS phase fluctuations			
	Middle-latitude ionosphere			
內容摘要：				
<p>The nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) are detected by the network GPS receivers in Taiwan for the first time. The two-dimensional mapping technique (a spatial resolution of <math>0.05^\circ \times 0.05^\circ</math> in latitude and longitude with <math>5 \times 5</math> pixels smoothing) is applied on the data of TEC perturbations (TECp) and GPS phase fluctuations (<math>\Delta\text{TEC}/\text{min}</math>). The results show that the MSTIDs move southwestward to latitude of <math>20.5^\circ\text{N}</math> with a horizontal velocity between 100 and 160 m/s and a wavelength of about 500 km. The wave fronts of the MSTIDs are aligned along the northwest-southeast direction. Furthermore, the greater <math> \Delta\text{TEC}/\text{min} </math> values are corresponding to the wave peak and trough of TECp. This coincidence indicates that the MSTIDs play an important role for the generation of F-region irregularities in the low-latitude ionosphere.</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Spread F, GPS phase fluctuations, and plasma bubbles near the crest of equatorial ionization anomaly during solar maximum		
撰 寫 人	李建志		褚芳達	
	劉正彥		蘇信一	
	余水倍			
撰寫日期	中華民國 98 年 9 月 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 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			
<p>內容摘要：</p> <p>This work is the first attempt to concurrently study the occurrence probabilities of spread F, GPS phase fluctuations, and plasma bubbles near the crest of equatorial ionization anomaly (EIA). The data were observed by an ionosonde, a GPS receiver, and satellite ROCSAT-1 during 2000, the solar maximum year. Results show that the occurrences of the range spread F (RSF) differ from those of the frequency spread F (FSF). For the seasonal variation, the RSF occurrence has the maximum values in March and September; while the FSF occurrence peaks at June. For the nighttime variation, RSF and FSF peak at 2300 and 0300 LT, respectively. Regarding the GPS phase fluctuations, an index, <math>F_p</math>, is applied to characterize the irregularity strength. The similarity between the <math>50 &lt; F_p \leq 200</math> and RSF occurrences demonstrates that the characteristics of F-region irregularities forming <math>50 &lt; F_p \leq 200</math> are mainly related to RSF. The occurrence of <math>F_p &gt; 200</math> is almost absent. The rare event is also found in the observation of plasma bubbles by ROCSAT-1. Furthermore, the seasonal variations in GPS phase fluctuations at the EIA crest and the dip equator have similar trends. This indicates that the F-region irregularities of RSF and <math>50 &lt; F_p \leq 200</math> at the EIA crest are originated from the equatorial ionosphere. On the other hand, the seasonal variation in occurrence probability of FSF at the EIA crest is close to that of spread F at mid-latitudes. This suggests that the generation mechanisms of EIA FSF and mid-latitude spread F may be the same, but the further study is required.</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林信嚴
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 low-latitude ionospheric irregularities at African longitudes by ground-based GPS observations		
撰 寫 人	褚芳達		陳瑋陞	
	劉正彥		李建志	
撰寫日期	中華民國 98 年 8 月 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 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			
<p>內容摘要：</p> <p>This study investigated a long-term climatology of nocturnal low-latitude F-region irregularities at African (European) longitudes by ground-based observations of the global positioning system (GPS). The results of irregularity occurrence obtained by using GPS phase fluctuations showed that in both Central and East Africa (1) The distribution of the occurrence rate is a widely broaden pattern during high solar activity period or a two-peak pattern during low solar activity period, which peaks in equinox months and appears a shallow/deep dip in June solstice months /December solstice months; (2) the occurrence rates of irregularities are positively dependent on solar activity; (3) during some years of high solar activity period, the occurrence rates of moderate irregularities in June solstice months can surpass those in equinox months (especially in Central Africa) although the occurrence rates of strong irregularities still achieve maxima in equinox months. Likewise, in West Africa, the occurrence rate of irregularities is also positively dependent on solar activity and reaches maximum in equinox months. However, the occurrence rates in December solstice months are larger than those in June solstice months, which is quite different from the results in both Center and East Africa. There is an interesting longitudinal effect on solstice occurrences of irregularities, that is, ionospheric irregularities develop easier in June solstice months in both Central and East Africa but develop easier in December solstice months in West Africa during high solar activity period.</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林信嚴	
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		徐興旺	涂昆源	吳中實
		廖嘉旭		
撰寫日期	中華民國 98 年 1 月 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 5 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>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林信嚴	
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 98 年 1 月 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 5 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>				

## 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Improving TWSTFT Short-Term Stability by Network Time Transfer		
撰 寫 人	曾文宏		林信嚴	
	M. Fujieda		H. Maeno	
撰寫日期	中華民國 98 年 5 月 8 日		撰寫語言及頁數	英文 5 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT, time transfer, Asia-Pacific, time keeping			
內容摘要：				
<p>Two Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT) is one of the major techniques to compare the atomic time scales between timing laboratories. As more and more TWSTFT measurements are performed, large numbers of point-to-point two-way time transfer links have grown to be a complex network. For a future improvement of the TWSTFT performance, it is getting important to reduce measurement noise of the TWSTFT results. One of the methods is using the TWSTFT network time transfer.</p> <p>The Asia-Pacific network is an exceptional case of simultaneous TWSTFT measurements. Some indirect links through relay stations show better short-term stability than the direct link because the measurement noise may be neutralized in a simultaneous measurement network. In this paper, the authors propose a practicable method to improve the short-term stability by combing the direct and indirect links in the network. Through the comparisons of time deviation (TDEV), the results of network time transfer show clear improved short-term stabilities. For the links based on H-maser, the average gain of TDEV at 1h averaging times is 22%. As TWSTFT short-term stability can be improved by network time transfer, the network may allow larger number of simultaneously transmitting stations.</p>				

## 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	The Comparison Between TWSTFT and GPS Time Transfer Result of PTB-TL Link		
撰寫人	林信嚴		曾文宏	林晃田
	馮開明		D. Pieste	
撰寫日期	中華民國 98 年 5 月 8 日		撰寫語言及頁數	英文 3 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT, time transfer, time keeping, GPS			
<p>內容摘要：</p> <p>In this paper we compare the PTB-TL time transfer link data of TWSTFT and GPS carrier phase solutions. We investigated in detail the double difference between the time transfer data of TWSTFT and GPS IGSC/TAIPPP. Our results show the PTB-TL link has a conspicuously diurnal effect. The periodicity is almost exact 1 day and the peak-to-peak amplitude is about 1~1.5 ns. We also found a phase drift which is about 5 ns between TWSTFT and GPS data during a period of 130 days.</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	The Timing Activities of The National Time and Frequency Standard Laboratory of The Telecommunication Laboratories, Cht Co. Ltd., Taiwan		
撰寫人	張博程		王嘉綸	林晃田
	林信嚴		曾文宏	林清江
撰寫日期	中華民國 98 年 11 月 日		撰寫語言及頁數	英文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	UTC(TL)、TA(TL)、TWSTFT、GPS、NTP、TCTS、BIPM、117 time service			
	zero baseline common clock test			
內容摘要：				
<p>The Telecommunication Laboratories (TL) has provided timing for Taiwan since 1969. Its Master Clock (MC) is the source of UTC(TL), TL's realization of Coordinated Universal Time (UTC), which has stayed within 30 ns of UTC during these years and within 15 ns in the past 12 months. The data used to generate UTC(TL) and TA(TL) are based upon 14 cesium and 2 hydrogen maser frequency standards in 4 electro-magnetic wave shielding rooms and TL's time scaling algorithm. TL disseminates time via speaking clock, Taiwan's computer time service (TCTS), telecom lease line, Network Time Protocol (NTP), GPS, and Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT).</p> <p>To meet future needs of precision, accuracy, and robustness for UTC(TL), TL rebuilt the air conditioner system of clock rooms and their monitor system. The new system could maintain temperature and humidity of clock rooms within <math>23\pm 0.3^{\circ}\text{C}</math> and <math>50\pm 5\%</math>, respectively. This paper also describes some of the changes being made these years for international and domestic time transfer in future developments.</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A TIME SOURCE SELECTING AND MONITORING SYSTEM FOR THE TELEPHONE SPEAKING CLOCK		
撰寫人	林清江		張博程	
	林信嚴		王嘉綸	
撰寫日期	中華民國 98 年 11 月 01 日		撰寫語言及頁數	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	<b>Time Source Selecting</b>			
	Speaking Clock			
	<b>Time Source Monitoring</b>			
<p>內容摘要：</p> <p>As an added-on system of the time synchronized speaking clock (TSSC), the time source selecting and monitoring system (TSMS) together with its design and implementation are major concerns in this paper. Service offered by TSSC is generally called “117” time service and the telephone number “117” seems to be a symbol of the national standard time in Taiwan since it is used frequently by the public to calibrate their time machines. Due to its popularity in daily uses, it is very important to keep the system running smoothly and providing reliable time service.</p> <p>The paper describes how to construct TSMS including two sub-systems. One is for multi-time signal source selection and the other for data monitoring and recording, which would strengthen reliability of TSSC. Considering continuity of future development in TSMS, we chose UML (Unified Modeling Language) to express abstract concepts of the system behaviors and to generate its blueprint. Finally, TSMS has been successfully implemented according to this blueprint. At the present time, the system is in operation and actual monitoring data are collected and analyzed. Charts of round-trip delays and fluctuations of synchronized time signals could also be plotted. According to these results, we see that the system has indeed brought evident benefits to enhance reliability of the TSSC system.</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	PROFICIENCY TESTING ACTIVITIES OF FREQUENCY CALIBRATION LABORATORIES IN TAIWAN, 2009		
撰寫人	林晃田		張博程	
	廖嘉旭		王嘉綸	
撰寫日期	中華民國 98 年 11 月 01 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	<b>Taiwan Accreditation Foundation</b>			
	<b>PROFICIENCY TESTING</b>			
	<b>FREQUENCY CALIBRATION</b>			
	<b>DEVICE UNDER TEST</b>			
<p>內容摘要：</p> <p>In order to meet the requirements of ISO 17025 and the demand of TAF (Taiwan Accreditation Foundation) for calibration inter-laboratory comparisons, National Time and Frequency Standard Laboratory (TL) [1], playing the role of coordinating lab, has periodically organized the proficiency testing activities to provide the chances of capability comparisons for domestic frequency calibration laboratories. The latest two activities were performed in 2006 [2] and this year (2009). The “Device under Test” (DUT), together with TL’s calibration system, was transferred to each participant laboratories according to the predetermined schedule. The DUT was measured by participant lab’s and TL’s calibration systems simultaneously. The measured results from both systems were then analyzed and compared.</p> <p>There were 12 and 15 participant labs joined the activities performed in 2006 and 2009, respectively. All of them were TAF accredited laboratories. As usual, the En value was used to evaluate a lab’s capability of calibrating equipment within its accredited measurement uncertainty.</p> <p>In these two activities, the absolute En values of all labs were smaller than “1”, which means their calibration ability was all qualified. In this paper, the related details of these two activity and the result comparisons between activities in 2006 and 2009 are illustrated.</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	GPS 共視法共鐘校正		
	英文	GPS Common View Common Clock Calibration		
撰 寫 人	王嘉綸			
撰寫日期	中華民國 98 年 5 月 25 日		撰寫語言及頁數	中文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GPS 共視法、1PPS、CGGTTS、時頻追溯、Common Clock			
<p>內容摘要：</p> <p>GPS 共視法[1]多年來一直為世界各國主要時頻實驗室用來進行高精度時頻比對之方法之一。此一方式特別適合用來比對貢獻國際原子時 TAI(International Atomic Time)原子鐘間之比對。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。目前 TL 建立了一套自主性 GPS 共視系統，建立此系統除了可進一步了解 GPS 共視系統的運行外，還可根據特定需求進行改良。為了使此系統服務能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，初期於 TL 實驗室內進行 GPS 共視法共鐘量測及校正(Common View Common Clock)實驗，並將相關量測數據作為未來短中長程共視法量測參考之依據。</p>				

## 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	高精度電話網路時間伺服器研製報告		
	英文			
撰 寫 人	林清江			
撰寫日期	中 華 民 國 98 年 9 月 日		撰寫語言及頁數	中/英文 19 頁
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密		機密級	普通
關鍵詞	1. 單向傳時 (One-way)			
	2. 精確時間傳送協定 (PTP)			
	3. 統一塑模語言(UML)			
<p>內容摘要：</p> <p>國家時頻實驗室旨在建立及維持時間與頻率的國家最高標準。除提供國內產業時頻量測及校正外，並藉由各種通信技術，傳遞國家標準時間，以滿足大眾需求。目前實驗室所使用的電話網路傳送標準時間系統 (ACTS)，其路徑延遲修正的方法有單向 (One-way) 及折返 (Loop-back) 兩種模式。但這兩種方式，在準確度方面要達到次毫秒似乎不容易。因此，我們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，校時更準確，更進一步提供服務，滿足需求精準度較高的群眾。</p> <p>雙向傳時是校時技術的經典，本系統用在電話網路中採主從架構設計含伺服端及使用端，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，雙方採半雙工方式發送信號在相同的傳輸路徑。其中路徑延遲可經由 PTP (Precise Time Protocol) 演算法將其消除，最終達到使用端時鐘精確同步伺服端時鐘為目的。本文目的在描述伺服端伺服器的研製過程，應用 UML 物件導向分析方法，從找出系統案例開始，進入分析、設計、實現及佈署等階段。最後並收集實測資料，驗證系統性能。</p>				

## 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	實驗室新一代校正能量設計與規劃報告		
	英文			
撰 寫 人	張博程			
撰寫日期	中 華 民 國 98 年 7 月 3 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	TAF、MRA、全球相互認可			
<p>內容摘要：</p> <p>目前國家時頻標準實驗室所提供校正服務且經全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)認可的頻率範圍為 0.001Hz~300MHz，使用的量測儀器為 SR620 時間間隔計數器，可採用頻率模式(frequency mode)加以量測，亦可在相位模式(phase mode)以及 1 PPS 模式針對不同的信號輸出進行量測；此外還有一部 Quartzlock A7 頻率及相位比較器，其設計採用差頻多工器(Frequency Difference Multiplier)的技術，可量測 5, 10MHz 兩種頻率信號並在解析度上有更優異的表現。</p> <p>然而由於國內產業在通訊領域的蓬勃發展，許多廠商對於高頻元件及儀器檢修校正的需求越來越殷切，從幾個 GHz 到幾十個 GHz 的設備在通訊市場上已是基本配備，明顯的超出本實驗室可提供的服務範圍。前幾年位於新竹的工研院量測中心已建立相關的微波設備校正能量，但其校正項目僅為微波功率、散射參數、阻抗、雜訊及電磁場強度量測，對於頻率本身的精度並無太多著墨，目前也還是如此。由於全球相互認可(Mutual Recognition Arrangement, MRA)制度將逐漸普及於國際間的貿易活動，若國內實驗室無法提供相關追溯依據時則可能發生國內廠商為了出口貨品到國外，其本身的檢校設備或產品需經過他國具備能力之實驗室加以認可的情況。如此一來不但人力、物力成本增加且不利時效，為改善這種狀況，本實驗室以現有的量測技術基礎先行設計與規劃微波頻段的校正能量，希望不久的將來能逐步建置完成相關的量測系統。</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	國家時間與頻率標準實驗室能力試驗品質手冊(v.03)		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 98 年 11 月 25 日		撰寫語言及頁數	中文 28 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞				
內容摘要：				
<p>國家時頻標準實驗室(以下簡稱本實驗室)規劃以「能力試驗執行機構」角色，辦理能力試驗之相關活動，特訂定本手冊以為規範。本手冊係依據中華電信研究所品質手冊及 TAF 之「能力試驗執行機構之能力要求」編撰而成。本手冊經實驗室主管核定後頒佈施行。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 能力試驗品質手冊之定位 <ul style="list-style-type: none"> <li>本手冊定位於國家時頻標準實驗室之能力試驗業務。</li> </ul> </li> <li>- 能力試驗品質手冊之修訂 <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>主要修訂時機為： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 品質要求改變</li> <li>- 組織變更</li> <li>- 作業手冊內容不合時宜</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- 能力試驗品質手冊之分發 <ul style="list-style-type: none"> <li>本能力試驗品質手冊經核定之後，由實驗室主管、技術主管及品質主管各執一本。</li> <li>如因特殊需要應另提出申請，由實驗室主管核定後分發。</li> </ul> </li> </ul>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	國家時間與頻率標準實驗室能力試驗品質手冊(v.03)		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 98 年 11 月 25 日		撰寫語言及頁數	中/英文 21 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞				
<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。</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。</p> <p>本程序書可根據實際狀況檢討修訂，主要修訂的時機為</p> <p>a) 相關規範或品質要求改變。</p> <p>b) 作業手冊內容不符時宜。</p> <p>修訂程序依據本實驗室能力試驗品質手冊之規定辦理。</p> <p>本程序書之規定，適用於本實驗室舉辦之能力試驗活動。</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	頻率量測能力試驗活動總結報告		
	英文			
撰 寫 人	林 晃 田			
撰寫日期	中 華 民 國 98 年 11 月 25 日		撰寫語言及頁數	中/文 16 頁
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密		機密級	普通
關 鍵 詞	頻率量測能力試驗			
內容摘要：				
<p>為配合 ISO17025 規範及財團法人全國認證基金會(TAF)對國內校正實驗室間相互比對之要求。國家時間與頻率標準實驗室自今(98)年 6 月起，開始進行第三次校正領域頻率量測能力試驗活動，提供國內時頻實驗室一個校正能力驗證的機會，進而健全全國時頻追溯體系。</p> <p>此活動係由國家時頻標準實驗室主辦。參與對象包括「TAF 已認可、申請中，及其他有興趣之時頻實驗室」。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。在參加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，再彙整計算各家的量測結果，完成總結報告。</p> <p>本次活動共有 15 家實驗室參加，所有參加實驗室之結果皆列入整體評估。各實驗室所得量測數據，均依據國際間執行校正領域能力試驗之評估方式，以 En 值來評估實驗室之表現結果。</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	轉速計校正能力試驗活動總結報告		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 98 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	轉速計校正能力試驗			
<p>內容摘要：</p> <p>為配合 ISO/IEC 17025 規範及財團法人全國認證基金會(TAF)對國內校正實驗室間相互比對之要求。國家時間與頻率標準實驗室(以下稱本實驗室)於今(98)年 5 月，舉辦國內第一次校正領域轉速計校正之能力試驗活動，提供國內轉速計校正實驗室一個校正能力驗證的機會。</p> <p>本活動參與對象包括「TAF 已認可及申請籌備中之轉速計校正實驗室」。其作業方式是由本實驗室提供待測件：轉速計 Lutron DT-2236，各參加實驗室依序傳遞此待測件並進行量測。量測活動的最後，再將待測件傳回排序第一的實驗室進行量測，以確保活動的過程中其特性不變。各實驗室所得量測數據回傳後，依據本活動說明會中討論決議，將參加實驗室的量測值兩兩一組進行 En 值計算，再以表格方式整理呈現試驗結果。</p> <p>本次活動共有 4 家實驗室參加，所有參加實驗室之結果均列入整體評估。報告中將說明本次能力試驗活動之規劃、進行過程及數據計算結果，並對整體結果作簡要的討論。</p>				

## 98 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>98-1403-05-05-07-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	電子數位信賴時間之數位追溯機制研究		
	英文			
撰寫人	褚芳達		丁培毅	
撰寫日期	中華民國 98 年 10 月 日		撰寫語言及頁數	<input checked="" type="checkbox"/> 中/文 19 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			
	時間戳服務			
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 (98) 年的工作項目為電子數位信賴時間之數位追溯機制研究。文中說明實驗用電子數位信賴時間雛型的架構，相關研發工作分年執行 (97-99) 的工作項目內容，以及今 (98) 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，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>				

## 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林信嚴	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴法國 Besancon 參加 2009 IEEE EFTF-IFCS 研討會並發表論文出國報告		
	英文			
撰寫人	曾文宏		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 98 年 6 月 9 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	時間、頻率、IEEE、EFTF			
<p>內容摘要：</p> <p>IEEE IFCS (IEEE International Frequency Control Symposium) 為電子電機工程師學會 (IEEE) 所舉辦之大型之國際性時頻研討會，主要目的為各國學術機構研究人員交換時頻最新的發展趨勢與科技，同時結合相關廠商，展出最新研發之時頻儀器。EFTF (European Frequency and Time Forum) 為歐洲舉辦之時頻論壇，一般於每年 4、5 月舉辦，世界主要時頻實驗室皆會出席。今年兩項會議聯合舉辦，為本年度最重要之國際時頻研討會，本次大會總共發表三百多篇論文。</p> <p>本實驗室在研討會上共發表二篇論文『The Comparison Between TWSTFT and GPS Time Transfers of PTB-TL Link』、『Improving TWSTFT Short-Term Stability by Network Time Transfer』，與各國專家共同研討。最後一天參加衛星雙向傳時實驗室會議(TWSTFT PS meeting)，會上討論實務議題並研究未來合作計畫。本文包含目的、過程、會議議程、成果分享、心得及建議等部分。</p>				

# 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林信嚴	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	2009 TAI 實驗室貢獻代表大會暨 CCTF 大會		
	英文			
撰寫人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 98 年 11 月 26 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	時間、頻率、CCTF、TAI			
內容摘要：				
<p>本次派林信嚴法國 Sevres 參加 2009 TAI 實驗室貢獻代表大會暨 CCTF 大會，其重要事項摘要如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CCTF 出席人員皆為各國時頻實驗室或國際組織實際負責人，並須與會議中報告各實驗室或組織最新狀況與互動，為時頻界最高會議，必須參與。</li> <li>2. TL 不具 CCTF 會員資格，僅能參加 CCTF 下之 Working group meeting (TAI, CGGTTS, TWSTFT...)，參加 CCTF 會議需主席具名邀請，以 Guest 名義參加</li> <li>3. 重新定義 Leap second，(可能變為 leap hour)，仍需英國及中國 NTSC 於 ITU-R 會議中同意，是否取消 leap second 視今年或往後 ITU-R 會議而定。</li> <li>4. Galileo、GAGAN 發展停滯，COMPASS 僅有兩顆測試衛星，短期內 GPS 仍為唯一可靠之導航衛星系統</li> <li>5. AI time transfer link 將更多元，GLONASS 或其他國家 GNSS 也將列入 Time transfer link 方式</li> <li>6. TAI algorithm 可能更新，氫鐘權重將較目前提升</li> <li>7. 光鐘發展不如預期快速，不確定 2019 年光頻標準可成為新秒定義</li> </ol>				
建議事項：				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. TL 不具 CCTF 會員資格，僅能參加 CCTF 下之 Working group meeting (TAI, CGGTTS, TWSTFT...)，參加 CCTF 會議需主席具名邀請，以 Guest 名義參加，但仍應爭取參與每一屆會議，由例行參與進一步爭取觀察員資格。</li> <li>2. TAI algorithm 若更新，氫鐘重要性將較目前提升，若欲維持權重排名，宜考慮氫鐘購置</li> <li>3. 關於台灣 LF 頻段使用，台灣雖非 ITU-R 會員，但建議 LF 頻率仍應符合 ITU-R 規範，若欲使用 77.5KHz 頻段，可聯合美國 NIST 一同提出頻譜分配建議</li> <li>4. 光鐘取代鈹為下一代秒定義標準仍未可見，但本實驗室宜於商用光鐘或商用半成品光鐘於市場出現時涉入，以免落後於先進實驗室過多</li> </ol>				



## 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林信嚴	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴波蘭參加 2009 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 98 年 11 月 26 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	時間、頻率、CCTF、TWSTFT、衛星雙向傳時			
<p>內容摘要：</p> <p>本次出國之主要任務是赴波蘭參加 2009 年衛星雙向傳時工作小組會議。本案係執行 98 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 0980000083 號函同意，准予參加會議。出國時間自民國 98 年 10 月 18 日至同年 10 月 23 日止，含行程共 6 天。</p> <p>衛星雙向傳時工作小組(CCTF Working Group on TWSTFT)是國際度量衡局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)轄下時間與頻率諮詢委員會(CCTF)其中一個工作小組，成員以參與衛星雙向傳時計畫的時頻標準實驗室為主。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。此次會議於波蘭第五大城 Poznań 市舉辦，一共進行兩天。會議內容討論各國實驗室現況、研討衛星雙向傳時實驗操作、運作的技術以及最新傳時技術，會議第一天的晚上安排參訪位於附近的 AOS 實驗室，並實際觀看雷射衛星測距的實驗。此次會議我們報告本實驗室最新狀況並與國際先進共同研討最新衛星雙向傳時網的結果，並議定許多新的研究計畫。本篇報告包含目的、過程、心得、成果分享、及建議事項等部分。</p>				

## 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林信嚴
分項主持人			連絡電話	(03)4244441
成果名稱	中文	赴美國新墨西哥州 Santa Ana Pueblo 參加 2009PTTI 會議出國報告		
	英文			
撰寫人	張博程		王嘉綸	
撰寫日期	中華民國 98 年 12 月 31 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GNSS、ESA、RAFS、PHM、TWSTFT、SpectraTime、SDI			
內容摘要：				
<p>本次因公赴美參加第 41 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)，並參加會議期間舉辦的 tutorials，出國期間含行程自 98 年 11 月 15 日起至 98 年 11 月 22 日止，共計 8 日，奉派出國人員包括助理研究員張博程及王嘉綸二人，除參與會議外並發表論文三篇，包括“Proficiency testing activities of frequency calibration laboratories in Taiwan, 2009”以及“The timing activities of the national time and frequency standard laboratory of the telecommunication laboratories, cht co. Ltd., Taiwan”和“Design and implementation of a time source selecting and monitoring system for the telephone speaking clock”。</p> <p>本會議共有 60 篇論文發表，包括 50 篇 oral 以及 10 篇 poster，約有近百人參加 (不含廠商)。論文分佈方面，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。另外，除了目前為主流之導航系統 GPS 外，其他 GNSS (Global Navigation Satellite System) 系統之發展與建置，如:Galileo、Glonass、Compass、QZSS 等，相關實驗室亦於大會中發表目前發展之現況。目前 Glonass 導航系統將於 2010 年底前發射數枚新衛星將系統衛星數量補足至 24 顆，而 Galileo 系統目前已發射兩枚實驗用衛星，未來也將持續建置。隨著各導航系統相繼之出現，各國時頻實驗室也紛紛針對不同導航系統進行相關傳時性能之研究，希望藉由結合不同導航系統之特性進一步提升傳時比對之性能。由於各區域導航衛星系統的推動，不少歐美廠商</p>				

如 SpectraTime、TRAK MicroWave 以及 GPS Source, Inc.等均於此次會議中發表最新太空鐘及導航系統接收機的現況，本次出國期間亦與其洽談並帶回不少有用的資訊。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，明年實驗室將進行更新規劃，預計購置數台信號分配器，因此與廠商洽談並取得相關設備資料以供購置參考。瑞士 T4Science 公司於會上發表其新產品 iMaser 3000，其為實驗室明年將採購進所之新型氫鐘，於會場上與其 CEO 進行交談，瞭解目前所購置氫鐘相關資訊。在論文發表方面，所發表之內容含括實驗室技術發展現況、標準件追溯及傳時之應用，在會場上引起為數不少與會先進參與討論，顯示本實驗室之論文非常具吸引力及實用性。最後，參與會議過程中以及與各實驗室或廠商之間的討論可以了解該領域國際上最新的發展狀況與相關的合作機會。

## 98 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>98-1403-05-0507-04</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	98 年 1 月至 98 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林信嚴	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴馬來西亞吉隆坡參加 APMP 2009 GA, Symposium and TC meetings 等會議出國報告		
	英文			
撰寫人	林晃田	廖嘉旭		
撰寫日期	中華民國 99 年 1 月 14 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞				

**內容摘要：**

本次出國案主要任務為：赴馬來西亞吉隆坡參加 APMP 2009 GA, Symposium and TC meetings 等會議。會議情形大致如下：

APMP TCTF meeting: 11 個經濟體、12 個實驗室共 20 人參加。會中除了進行四個工作小組及遠端校正次工作小組年度報告及各實驗室發展現況報告外，並討論 Comparison of GNSS time transfer, TWSTFT link fee share, MRA CMC 審查, progress of optical frequency 等問題，及多項未來合作事宜。

APMP TCQS meeting：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。有 11 個經濟體、14 個實驗室，共 22 人參加。會議中有來自其他區域組織如 EURAMET、SIM、COOMET 的現況簡報，及 APMP 各實驗室品質系統維持現況及問題的簡報，並選出馬來西亞 SIRIM 品質主管 Mr. Kew Huat Yeoh 為新任 TCQS chair。

Symposium: 是為期半天的座談會。會中發表來自 BIPM、CIPM、Australia (NMIA)及 SIRIM Bhd. 等單位的四篇講題。下午則安排實驗室參觀行程。

APMP General Assembly (GA): 此為亞太計量組織(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。本年度主要決議事項為：北京計量院于亞東獲選為新任 APMP 主席、KRISS 的 Dr. M. Kim 與 NPLI 的 Dr. A. K. Bandyopadhyay 獲選為 EC member、馬來西亞成為 DEC member，另在 2010 年也將在 GA 期間舉辦 APMP NMI directors 會議。2010 及 2011 年 APMP 大會將分別在泰國 NIMT 及日本 NMIJ 舉辦。

(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：97(前)年預算數： 27,974 千元、簽約數： 27,974 千元  
 98(今)年預算數： 26,118 千元(較前年增減 -6.6 %)  
 98(今)年簽約數： 26,118 千元(較前年增減 -6.6 %)

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。	7%	95	6.7

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。					5%	100	5
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)	1.97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>8</u> 篇(____%)；其中列入SCI期刊超總數： <u>1</u> 篇(____%)。 2.98年：期刊、論文、研究報告發表總數： <u>22</u> 篇(較前年增減____%)；其中國際性發表總數： <u>10</u> 篇( <u>45.5</u> %)；其中列入SCI期刊超總數： <u>3</u> 篇( <u>18.7</u> %)。 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)	1.97年：專利權核准數： <u>0</u> 件數；專利權授權(應用)收入：____元；新技術引進總項數：____項數。 2.98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：____元(較前年增減____%)；新技術引進總項數：____項數(較前年增減____%)。 (本年度KPI指標專利要求為0件) 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)	1.97(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>600</u> 萬件數) 2.98(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)	1.97(前)年：技術發展投入經費： <u>3924</u> 千元；標準能量新建及擴建完成套(項)數： <u>0</u> 套(項)。 2.98(今)年：技術發展投入經費： <u>1168</u> 千元(較前年增減____%)；標準能量新建及擴建完成套(項)數： <u>0</u> 套/項(年度經費下降)。 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)	1.97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)(主辦能力試驗討論會： <u>1</u> 項次) 2.98(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。(主辦能力試驗說明會： <u>3</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%)	100	4
評分說明(佐證)	1.97(前)年：技術服務或移轉之件數、廠家數： <u>27</u> 家數；其移轉權利金額： <u>    </u> 千元。 2.98(今)年：技術服務或移轉之件數、廠家數： <u>29</u> 家數(較前年增減 <u>+7.4</u> %)；其移轉權利金額： <u>    </u> 千元(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%)	100	6
評分說明(佐證)	1.97(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。 2.98(今)年：技術研討會/說明會之場次： <u>3</u> 場次(較前年增減 <u>50</u> %)；其參加總人次： <u>228</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%)	100	5
評分說明(佐證)	1.97(前)年：校正服務件數： <u>47</u> 件數；其收入金額： <u>580500</u> 元。 2.98(今)年：校正服務件數： <u>62</u> 件數(較前年增減 <u>31.9</u> %)；其收入金額： <u>820500</u> 元(較前年增減 <u>41.3</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)	1.97(前)年：經費：27974元；其計畫執行人力：9.8人年。 2.98(今)年：經費：26118元(較前年增減-6.7%)；其計畫執行人力：9.5人年(較前年增減-4.1%)。 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%	100	10
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 $9 \times 10^{-15}$ ，時刻差值同步在0.05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5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>700萬次。 4. 本實驗室與法國OP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. 完成頻率量測能力試驗活動。 7. 完成轉速計能力試驗活動。 8. 協助APMP審查9個國際時頻實驗室申請GMRA CMC資料。 9. 完成閏秒發布及調整 10. 完成支援2009世運、2009聽奧等多項國際體育賽事之標準時間顯示							
總分						100%	96.8	

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：98 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. 本年度計畫執行成效值得肯定，階段成果表現相當良好。	1. 謝謝委員的肯定。
2. (第 121 頁)本計畫雖然於 99.01.01 起仍有後續年度之計畫經費之持續支持，然建議貴所應有自力營運之長遠規劃。	2. 謝謝委員的寶貴建議。度量衡標準為國內產業追溯的依據，實為國家重要的基礎建設。因此，除了所方全力支持外，仍懇請主管單位爭取穩定的經費支持，才能如 C 委員所關切，達到一勞永逸、永續經營之目的。
<b>【B 委員】</b>	
1. 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。	1. 本實驗室關於時頻不確定度的評估程序不但通過亞太計量組織 APMP 下品質系統委員會 TCQS 的審查、更進一步通過 APMP 與其他地區計量組織的相互審查以及國際度量衡大會與區域計量組織所組成之聯合委員會的技術審核，未來若有評估方式的更新，將配合加以修訂以符合國際標準實驗室相互認可協議之基本需求。
2. 我國與德國 PTB 以及法國 OP 比對數據中每日將近 1ns 的週期性變化的現象，相較於其他國家在歐、亞衛星雙向傳時鏈路的變化值偏大。	2. 今年的論文有愈來愈多的實驗室提到 diurnal 的問題。當使用氫原子鐘的實驗室互相比對時間，能夠觀測到約 1 ns 的 diurnal 現象(由於鐘的雜訊特別低)。2.歐美地區今年更換衛星之後，diurnal 問題也變得明顯，例如義大利 IT 與美國 NIST、美國 USNO 與德國 PTB 都有將近

	2 ns 明顯的 diurnal。此一現象對衛星雙向傳時的精確度產生很大的影響。3.我們目前正利用衛星模擬器，進行實驗。可望釐清造成 diurnal 的原因，是純粹物理上的時間延遲，或是由些微的時間延遲變化所造成的巨大 time tracking error。
3. 實驗室開發新穎的量測方法和分析技術，宜將成果申請成專利，做好相關專利之佈署。	3. 若在量測或分析方法能有所突破，本實驗室會積極進行專利申請。
<b>【C 委員】</b>	
<p>本計畫未四年計畫之最後一年，電信所以少數人力及有限之經費完成此計畫使我國之時頻標準達到國際水準確實不易。時頻標準之維持及發展為國家應長期支持之工作，雖以四年計畫執行，四年完畢後必須有後續計畫，報告書中亦已作後續計畫之準備，而實驗室之硬體為長久未能徹底解決之問題，政府應下決心建立一個符合國際水準之時頻標準實驗室。原有之實驗室雖經執行單位克難方式更新一些水電、房間之改裝等，但終究是老舊房子甚難變成國際水準之實驗室。</p> <p>建立一個新時頻標準實驗室(不包括儀器設備)雖然預算困難，但以政府整體而言，相信所需之預算不會比地方上一個「文化中心」或圖書館多多少，在此呼籲政府以專案方式編到預算，達到一勞永逸、永續經營之目的。</p>	非常謝謝委員的肯定與關切，懇請委員繼續惠予支持。
<b>【D 委員】</b>	
1. 執行報告撰寫詳實，績效具體，值得肯定。	1. 謝謝委員的肯定。
2. 參之一與參之二以下之內容章節符號不一致，請改善。	2. 謝謝委員指正，將依委員意見修正。
3. 執行年度計有二件研究委託案，然僅有	3. 委託研究案 "國家標準時間可信賴數位

<p>一件委託案於成果效益檢討有專頁篇幅敘述，請說明。</p>	<p>授時與追溯方法之研究" 係研發子題 " 可信賴數位時間技術研發"(詳 3.2 節) 之合作研發案，成果效益檢討請參考 3.2.3.2 節與 3.2.4 節 (pp: 96-102)。</p>
<p><b>【E 委員】</b></p>	
<p>1. 第 130 頁顯示年度成果皆能達成或超越目標，值得肯定。但自第 129 頁中顯示 98 年可能因經費人力緊縮，目標值訂的較為保守，雖達到預期目標，但造成 98 年在論文數低於往年，值得標檢局重視。</p>	<p>1. 謝謝委員的肯定與諒解。經費人力緊縮及設備老舊，確實是目標值訂定較為保守的主因。期望未來在委託與承辦單位的共同努力與合作，使經費與人力等方面皆日趨穩定。</p>
<p>2. 預算執行率至第三季可達 100%，預估至年底應可執行完畢。為人力預計使用 132 人月，實際使用 113 人月，人員未足額進用。</p>	<p>2. 未來在人力進用及配置方面，將再審慎調整，以期充分發揮效率。</p>
<p>3. 在國家標準實驗室維持及性能精進方面，表現相當不錯，TL 原子鐘對 TAI 的權重約佔 5.8%，名列世界第五，顯示實驗室空調設備更新，確有成效。本年度規畫更新直流電源設備，更能提申服務之可靠度。</p>	<p>3. 謝謝委員的肯定，未來會繼續進行改善提昇工作。</p>
<p>4. 實驗室積極參與國際合作計畫，與德國 PTB 及法國巴黎天文台 OP 皆有進一步發展，提升國際標準時間比對的精確度與國際能見度。</p>	<p>4. 謝謝委員的肯定。</p>
<p>5. 第 42 頁中說明，因實驗室無整體規劃、裝潢老舊，目前無法辦理國際性會議或邀請國際專家參觀，或許可以改變思維方式，舉辦後，可提升國家實驗室形象，更容易獲得標檢局經費支持。</p>	<p>5. 未來將參酌委員意見，適時邀請國際專家參觀或辦理國際性會議。</p>
<p>6. 支援高雄世運及台北聽奧主場時間計數器之國家標準時間及電子數位信賴時間皆是實際應用的績效，也可展現國家標準時間的重要性。</p>	<p>6. 謝謝委員支持，將繼續推廣國家標準時間於相關活動中顯示。</p>

<p>7. 委託合作研究執行成果相當不錯，有論文發表，建議論文發表作者對計畫工作應有實際參與，並要將技術留在國家實驗室。</p>	<p>7. 謝謝委員的寶貴建議。未來的委託研究計畫會以此為目標，將合作建立的技術保留於國家實驗室。</p>
<p>8. 第 131 頁中實際產出欄下，提供網際網路校時服務(121 頁中說明已有 2 億次)及實驗室網站，每天使用次數應提供具體數字，而非十餘萬次及 1,600 人次以上。</p>	<p>8. 目前 NTP 網路校時使用次數係考量系統校時反覆驗證機制的評估結果。未來將尋求資訊人員協助，對相關數字做更正確的評估。</p>
<p><b>【F 委員】</b></p>	
<p>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)以及法國觀測台(OP)建立衛星雙向傳時比對，十分難能可貴。惟國際雙向傳時比對所具有的日變化現象，值得進一步探討原因，作為日後提升國際傳時比對精進的基礎。</p>	<p>1. 面對衛星雙向傳時日變化現象的問題。除了使用衛星模擬器找出原因外。使用精度更高的下一代衛星雙向傳時技術，或許可以改善此問題。99 年 3 月，我們將與日本 NICT 合作進行 Dual PRN 調變技術的衛星雙向傳時長基線測試實驗。由於該技術短期穩定度可優於 50 ps，可望進一步瞭解這些特殊現象。</p>
<p>2. 報告中 p.21, p.29, p.32 關於原子鐘數目的說明，前後不一，應修正。</p>	<p>2. 謝謝委員指正，此為資料彙整時的筆誤。目前本實驗室維持 13 部銫原子鐘及 2 部氫原子鐘。執行報告已完成修正。</p>
<p>3. 本年度不論在論文發表，國際比對，資訊服務與技術服務方面，成績斐然，值得嘉許。</p>	<p>3. 謝謝委員的肯定。</p>
<p>4. 技術研發方向正確，尤其時戳的開發，更為未來政府與民間 e-化所不可或缺的基本服務項目。建議應加緊研</p>	<p>4. 謝謝委員肯定，擬加緊研發以滿足各方需求。</p>

發以滿足各方需求。	
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子時的相對權重2.8%左右(全球排名第十名)，到今年十月的6.4%(全球排名第五名)，有大幅度的進步，值得嘉獎勉勵。	5. 謝謝委員的肯定。
6. 標頻實驗室的更新，確有必要，應加速進行。建請經濟部標準檢驗局提撥相關經費，以利實驗室之更新，並滿足國內需求以及強化其國際競爭力。	6. 謝謝委員的支持，目前擬先向標檢局申請由中華電信出資購置相關儀器設備，核可後再由標檢局經費中以儀器使用費方式攤提，以達滿足國內需求以及強化其國際競爭力之目的。
<b>【G 委員】</b>	
1. 計畫書第8頁所載計畫人力之人員未補足，請說明對本計畫執行是否有影響，並請說明無法補足之原因？	1. 謝謝委員的關切。本年度中已補充人員三名(邱紫瑜,黃毅軍,曾麗梅)，略微影響計畫，但計畫原訂目標同仁均已盡力達成。
2. 請說明本計畫第四季之經費執行率。	2. 謝謝委員的關切。依據會計報表的統計結果，經費執行率可達100%。
3. 計畫書第129頁所載之研究成果統計95年至96年皆有專利申請，請說明為何98年度沒有申請專利？以前申請之專利是否已獲核准？計畫書第118頁所載之申請專利一件(申請中)是否已申請專利，並請說明申請及核准之專利是否有技術移轉或授權之價值。	3. 請參考E委員第一題之答覆。經費人力緊縮及設備老舊，確使目標值訂定及成果受到影響。過去所提申請有部分陸續取得專利。118頁所述專利也已提出申請。 原則上，度量衡標準之相關技術應以擴大應用為目標，未來將視情況對移轉或授權的價值進行評估。
4. 計畫書第156、157頁所載之投入經費金額之單位應為千元。	4. 謝謝委員指正，執行報告已完成修正。
5. 計畫書第1頁所載之維持並提昇國家標準之頻率穩定度及準確度達到優於9E-15與第158頁所載之優於1E-14不符，請說明其差異為何？	5. 謝謝委員指正，應為9E-15，執行報告已完成修正。

(七) 一千萬以上科技計畫成果效益報告...

## 科技計畫成果效益報告

(98 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

## ● 基本資料：

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準計畫(4/4)

主持人：廖嘉旭

審議編號：98-1403-05-05-07-04\_

計畫期間(全程)：95年1月至98年12月

年度經費：26,118千元 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

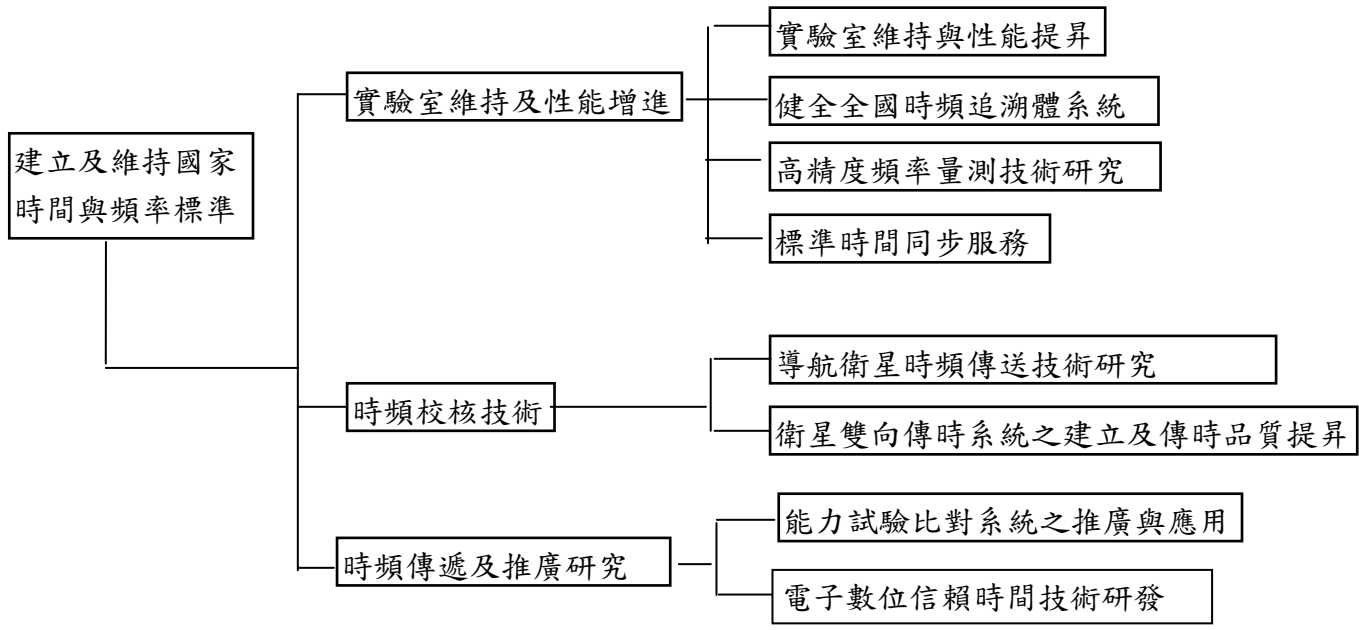
## ● 計畫目的、計畫架構與主要內容

### 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



## 主要內容

計畫目標	目標達成程度	差異檢討
<b>(一)實驗室標準維持及性能增進</b>		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>● 維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 <math>9 \times 10^{-15}</math></li> <li>● 維持與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒</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>● 完成國際地球自轉組織 IERS 閏秒通告調整順利完成大愛電視等新聞節目拍攝原子鐘與閏秒事宜</li> <li>● 完成經濟部標準檢驗局 FY97 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 99 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>● 赴法國 Sevres 參加 2009 TAI 實驗室貢獻代表大會暨 CCTF 大會</li> <li>● 參加於馬來西亞吉隆坡舉辦之 APMP TCTF Meeting 及 TCQS Meeting</li> <li>● 參加於馬來西亞吉隆坡舉辦之 25<sup>th</sup> APMP General Assembly(GA)、Symposium 等相關度量衡會議活動，並參觀馬來西亞吉隆坡國家量測研究院(NML, SIRIM)，並報告本實驗室精進與現況</li> <li>● 完成實驗室 ISO17025 品質系統內部稽核</li> <li>● 完成標頻實驗室之更新規劃</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>9 \times 10^{-15}</math> 之目標</li> <li>● 2009 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>● 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>● 經濟部標準檢驗局計量科技計畫 98 年度成果展</li> <li>● 更新實驗室直流電源系統相關設備與其建設</li> <li>● 完成直流電源系統，可以使用電腦遠端監控電源狀態並顯示告警狀態，易於維護及管理</li> <li>● 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)</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「The Timing Activities of The National Time and Frequency Standard Laboratory of The Telecommunication Laboratories, Cht Co. Ltd., Taiwan」論文發表於 41<sup>st</sup> Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting 研討會。</li> </ul>	

<p><b>健全全國時頻追溯體系</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 98年度累積完成校正服務 35 件。</li> <li>● 完成 TAF 認可國家實驗室監督評鑑</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 67 件。</li> <li>● 配合 TAF 時程，參與完成量寶電子股份有限公司、太一電子檢測有限公司、宇正精密科技股份有限公司、昭俐有限公司、量測技術發展中心時頻校正實驗室、太平洋電線電纜股份有限公司校正實驗室、正儀科技股份有限公司校正實驗室、國防部軍備局規格鑑測中心、國家度量衡標準實驗室等實驗室的評鑑案共 9 件。</li> <li>● 完成 TAF 認可國家實驗室監督評鑑</li> <li>● 完成「Frequency Calibration Based on Adaptive Neural-Fuzzy Inference System」論文發表於 IEEE Trans. on Instruments and Measurements 期刊。</li> <li>● 完成「Proficiency Testing Activities of Frequency Calibration Laboratories in Taiwan, 2009」論文發表於 41<sup>st</sup> Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting 研討會。</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> <li>● 完成高精確度電話網路時間伺服器研製報告一篇</li> <li>● 完成「DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A TIME SOURCE SELECTING AND MONITORING SYSTEM FOR THE TELEPHONE SPEAKING CLOCK」論文發表於 41<sup>st</sup> Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting 研討會。</li> <li>● 完成「Remote frequency control via IEEE 1588」論文發表於 IEEE Trans. on Instruments and Measurements 期刊。</li> </ul>	

高精度頻率量測技術研究

■ 實驗室新一代校正能量設計與規劃報告

高精度頻率量測技術研究

- 完成技術文件「實驗室新一代校正能量設計與規劃報告」乙篇
- 完成世界各主要時頻實驗室已通過國際度量衡局 (International Bureau of Weights & Measures, BIPM) 審核的校正能量的校正與量測能力 (Calibration and Measurement Capabilities, CMCs) 項目收集與分析。
- 規劃採購市售量測儀器配合實驗室所維持之基頻標準來建置頻率微波頻段系統，經初步市場調查有安捷倫、羅德史瓦茲及安立知三家廠商所生產的儀器並完成資料收集與建立可能性分析。

(二)時頻校核技術		無差異
<p data-bbox="196 221 568 300"><b>導航衛星傳送系統維持與資料分析</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="196 315 568 584">● 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> <li data-bbox="196 600 568 678">● 完成 GPS 共視法共鐘量測及校正</li> </ul>	<p data-bbox="592 221 1059 248"><b>導航衛星傳送系統維持與資料分析</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="592 264 1345 454">● 完成「Nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances detected by network GPS receivers in Taiwan」論文將發表於SCI 期刊Journal of Geophysical Research。</li> <li data-bbox="592 470 1345 660">● 完成「Spread F, GPS phase fluctuations, and plasma bubbles near the crest of equatorial ionization anomaly during solar maximum」論文將發表於SCI 期刊Journal of Geophysical Research。</li> <li data-bbox="592 676 1345 911">● 完成「A long-term study of low-latitude ionospheric irregularities at African longitudes by ground-based GPS observations」論文發表於The International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) 11th Scientific Assembly研討會。</li> <li data-bbox="592 927 1345 954">● 參與BIPM主辦之TAIPPP先鋒計畫。</li> <li data-bbox="592 969 1345 1160">● 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 data-bbox="592 1176 1345 1202">● 維持IGS/BIPM 衛星觀測站。</li> <li data-bbox="592 1218 1345 1245">● 完成各項GPS國際比對之維持與資料比對分析。</li> <li data-bbox="592 1261 1345 1406">● 完成參加The 24<sup>th</sup> IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics)國際研討會，並發表論文「The Occurrences of Ionosonde Spread F and GPS Phase Fluctuations in Taiwan」。</li> <li data-bbox="592 1422 1345 1449">● 完成「GPS共視法共鐘校正」技術文件乙篇。</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>● 利用數學方法改善雙向傳時數據之研究</li> <li>● 遠距離衛星雙向傳時數據與 GPS 數據之比較</li> <li>●</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, TL-MNIJ）。</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>● 完成 IS-4 衛星租用費用分攤事宜協商</li> <li>● 建立與法國 OP (Observatoire de Paris) 衛星雙向傳時鏈路</li> <li>● 完成「Improving TWSTFT short-term stability by network time transfer」論文乙篇，發表於2009 Joint Meeting of the European Frequency and Time Forum and the IEEE International Frequency Control Symposium (2009) joint EFTF-IFCS國際研討會。</li> <li>● 完成「The comparison between TWSTFT and GPS time transfer result of PTB-TL link」論文乙篇，發表於2009 Joint Meeting of the European Frequency and Time Forum and the IEEE International Frequency Control Symposium (2009) joint EFTF-IFCS國際研討會。</li> <li>● 完成技術報告「完成利用數學方法改善雙向傳時數據之研究」乙篇。</li> <li>● 完成衛星地面站天線轉向，恢復亞太地區衛星雙向傳時比對實驗</li> </ul>	
--	---	--

(三)能力試驗比對系統		無差異
<p>能力試驗比對系統之推廣與應用</p> <p>完成舉辦能力試驗說明會</p>	<p>能力試驗比對系統之推廣與應用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本實驗室已順利於今(98)年6月順利通過TAF之「能力試驗執行機構」認證，並取得認可證書</li> <li>● 本實驗室自今(98)年初開始規劃並於年度內舉辦國內第一次校正領域轉速計校正之能力試驗活動，以提供國內轉速計校正實驗室一個校正能力驗證的機會</li> <li>● 完成4月28日在本所舉辦「98年度時頻技術與推廣應用論壇~轉速計校正之實驗室比對技術研討」</li> <li>● 完成舉辦「第三屆頻率量測能力試驗活動」，提供國內之時頻實驗室一個校正能力驗證的機會，進而健全全國時頻追溯體系。</li> <li>● 完成「Proficiency Testing Activities of Frequency Calibration Laboratories in Taiwan, 2009」論文乙篇，發表於41<sup>st</sup> Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting 研討會。</li> <li>● 完成技術文件「國家時間與頻率標準實驗室能力試驗品質手冊(v.03)」乙篇。</li> <li>● 完成技術文件「國家時頻標準實驗室能力試驗活動執执行程序書(v.03)」乙篇。</li> <li>● 完成技術文件「頻率量測能力試驗活動總結報告」乙篇。</li> <li>● 完成技術文件「轉速計校正能力試驗活動總結報告」乙篇。</li> <li>● 完成5月22日在本所舉辦「頻率量測能力試驗說明會」</li> <li>● 完成6月19日在本所舉辦「轉速計校正能力試驗活動之總結會議」</li> <li>● 完成9月4日在本所舉辦「頻率量測能力試驗總結會議」</li> <li>● 完成參與10月21日在本所舉辦「低功率射頻電機審驗及測試能量說明會」</li> </ul>	

<p><b>電子數位信賴時間技術開發</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電子數位信賴時間之數位追溯機制研究報告</li> </ul>	<p><b>電子數位信賴時間技術開發</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成技術報告「電子數位信賴時間之數位追溯機制研究」乙篇。</li> <li>● 完成主從式雙向傳時的新版實作與同步雙向傳時的新創實作，在海洋大學環境做測試實驗，性能優於10 ms。</li> <li>● 數位追溯流程連結NMI、TC與TSS，達成授時、追溯與驗證等功能，已完成數位授時追溯流程規劃，並與海洋大學合作，完成實作與測試。</li> <li>● 規劃建構前向安全代理簽章機制流程已能運作。搭配相關的記錄檔，以及TSS端的時間追溯連結，就能進行追溯驗證。</li> <li>● 完成學界合作案 “<b>國家標準時間可信賴數位傳時與追溯方法之研究</b>”，並與海洋大學合作完成一般數據機電話網路之主從式雙向傳時與同步雙向傳時的實作與比較。</li> </ul>	
<p><b>其他</b></p>	<p><b>其他</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成 EURAMET 含歐盟國家實驗室含瑞典(SP)、保嘉利亞(NCM)、羅馬尼亞(NIMB)、立陶宛(LT)、詩洛伐克(SMU)等申請全球相互認可案審查</li> <li>● 完成所內數位時鐘同步於國家標準時間作業</li> <li>● 完成審查 APMP 會員國越南 VMI 相互認可之申請案。</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%
<b>一、經常支出</b>						
1.	直接費用：	21,699	0	21,699	83.08	
	(1)直接薪資	13,050	0	13,050	49.97	
	(2)管理費用	3,775		3,775	14.45	
	(3)其他直接費用	4,874	0	4,874	18.66	
2.	公費	1,589	0	1,589	6.08	
3.	營業稅	1,230	0	1,230	4.71	
經常支出小計		24,518		24,518	93.87	
<b>二、資本支出</b>						
1.	機械設備	1,600		1,600	6.13	
2.	資訊設備	0		0	0	
資本支出小計		0		0	6.13	
合計	金額	26,118	0	26,118	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	計畫連絡人 (9~12月) 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 (1~8月) 副研究員	12	學歷	碩士
			經歷	
			專長	光電工程
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	協同主持人 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
王嘉綸	助理研究員	12	學歷	碩士
			經歷	
			專長	電子電機工程
蕭師基	研究員	6	學歷	博士
			經歷	
			專長	電子電機工程

姓名	計畫職稱	投入人月數	學、經歷及專長	
曾麗梅	研究助理	6	學歷	學士
			經歷	
			專長	電子工程
邱紫瑜	副研究員	5	學歷	學士
			經歷	
			專長	電子工程

● 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										
F 形成教材										
G 專利										
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	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
績效指標										
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 4 篇 國際研討會論文 6 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 2 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			

	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			
	F 形成教材			
技術創新	G 專利			
	H 技術報告	數量：技術報告 9 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 4 項；參與國際研討會 3 次 辦理國內論壇 1 場。	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 67 件	技術服務收入 86.95 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			
	N 協助提升我國產業全球地位或產業競爭力	進行參與國際量測比對中 4 項； 校正與量測能量更新申請已登錄於 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			

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	T 促成與學界或產業團體合作研究	合作研究 2 件、研究金額 125 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。	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。	
	X 提高人民或業者收入			
社會影響	P 創業育成			
	Q 資訊服務	提供網際網路校時服務 (Network Time Protocol, NTP) 大於 <u>700 萬</u> 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 <u>1,600</u> 人次以上；	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。	
	R 增加就業			
	Y 資料庫			
	Z 調查成果			
	AA 決策依據			
	其他			

● 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>9 \times 10^{-15}</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. 2009 年 1~10 月 TL 原子鐘群對 TAI 的權重約佔所有實驗室之 5.8%，較去年之平均值進步，僅落後 USNO(美)、NICT(日)、F(法國)及 NTSC(中國)，雖名列第 5，但其中有 5 個月名列第 3 及第 4。綜觀本實驗室對國際原子時(TAI)的貢獻，近 6 年來排名都保持在全球前 10 名，對維持世界時間與頻率標準貢獻非常大，以實力大幅提升我國的國際形象。</p>
實驗室直流電源系統相關設備與其建設	<p>目前實驗室已有 14 部銻鐘，2 部氫鐘，若不進行直流電源系統更新，將難以應付現況。新的直流電源系統，可以使用電腦遠端監控電源狀態並顯示告警狀態，易於維護及管理。</p>
增加實驗室環境監控告警功能(簡訊)	<p>原子鐘標準件室空調系統之監控，除了利用 Email 方式傳送告警訊息外，也利用手機簡訊之方式來進行告警訊息之傳送，如圖 1.12 所示。利用兩種方式傳送告警訊息主要的好處是當出差在外或是無法上網接收訊息時，還是可以透過手機接收到監控系統之告警訊息並做最適當之處理。此外在電力系統方面，實驗室針對斷電及復電進行監控，當電力系統發生異常時能夠針對異常之設備進行快速修復並降低損害，使得原子鐘標準件室之設備無論是在空調或是電力方面皆能保持運作正常並提升其穩定度。</p>
完成初步原子鐘穩定性之提昇	<p>在 UTC(TL)穩定度及精確度方面，TL 之穩定度約為 <math>3E-15</math>，在亞洲各國中超越日本 NICT。世界各國中僅次於 USNO 及 NIST，勝過 PTB(德)，列名世界一流水準。</p> <p>在精確度方面，2009 年 1~10 月 UTC-UTC(TL)皆保持在 <math>\pm 15</math> ns 之間，目前約為 +5 ns 左右。應順利可達成全年維持在 <math>\pm 50</math> ns 以內的目標</p>
完成標頻實驗室之更新規劃	<p>英國 NPL、荷蘭 VSL、日本 NICT 之實驗室搬遷時程由建物完成起，至完成搬遷皆費時 2 年以上，雖然本次搬遷僅有 8F 國內傳時及地下室校正部分，由規劃起仍應非常小心謹慎，步</p>

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
	步為營，即使延遲搬遷亦在所不惜，以不中斷國家標準時間，不中斷各項服務，維持現有 UTC(TL)之穩定度及準確度為最高原則。地下室校正設備搬遷較易，基本並無涉及服務中斷問題。在國內傳時方面，為免於搬遷、安裝、確認運作正常等過程耗時過久，鑒於國內傳時服務不可中斷，嚴重影響服務品質引發民怨，建議可先購置全新系統，待運作順利後再切換至新系統，以將中斷時間降到最低，並可順勢汰換老舊儀器。舊有系統可為新系統之備份，於緊急時替代使用。
維持實驗室品質系統，並通過TAF之ISO17025監督評鑑	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。
健全全國時頻追溯體系	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，充裕國家財政略儘棉薄之力。
完成實驗室內部稽核	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，對充裕國家財政略儘棉薄之力。

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
實驗室新一代校正能量設計與規劃	<p>(a)將本實驗室的校正能量提升至與世界一流實驗室相同的技術水準，通過國際間相關計量組織審查後將其登載於 BIPM 網站資料庫中，有效彰顯本實驗室的技術水準並提升國際知名度。</p> <p>(b)將校正能量推廣至國內二級實驗室，協助其建立相關校正能力進而解決國內 廠商高頻元件及儀器檢修校正的追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升。</p>
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)	<p>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。</p> <p>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，2009 年前十一個月的觀測時間為五天的頻率定度<math>&lt;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。</p> <p>3. 另據國際度量衡局(BIPM)發佈的資料，最近六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。</p>
高精確度電話網路時間伺服器研製	<p>1. 本系統使用 PTP (Precision Time Protocol ) 精確時間校時原理經由電話網路傳時，除了可獲得優於傳統電話網路的傳時能力外，另外可提昇國家時頻實驗室精確傳時的研發能力。</p> <p>2. 充實國家時頻實驗室能量，提供多元化的時間服務能力。由於各界需求時間服務的方式不一，因此須開發多種類傳時服務介面，滿足各界需求。</p>

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
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	<p>本實驗室提供多項校時服務，如：撥接式電腦校時系統、國際網路校時服務等。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</p> <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>
(二) 時頻校核技術	
GPS 共視法共鐘量測及校正	<p>GPS 共視系統技術藉由接收相同衛星傳送之 GPS 參考信號，即可比較兩不同地點實驗室之時間標準差。GPS 共視系統技術之建立可推廣至國內各次級實驗室使用，建立完整的國內時頻追溯鏈路。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。</p>
歐、亞間衛星雙向傳時鏈路進展	<p>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 2008 及 2009 年 3 月分別建立與德國 PTB 及法國 OP 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</p>

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
	際社會貢獻技術能力。
完成衛星地面站天線轉向，恢復亞太地區衛星雙向傳時比對實驗	<p>1. 配合租用衛星的更換，本實驗室必須將碟型天線的指向轉到IS-8 衛星。趁此時機順道進行地面站相關維護工程，更換鏽蝕之防颱支架及部份嚴重氧化之配件與線路，透過維修保養延續地面站壽年且保障頂樓天線設備之安全。我們亦將 Power Supply unit 移至室內，除了有不易鏽蝕的優點外，新的實驗結果顯示穩定度優於之前的實驗數據。</p> <p>2. 本地面站完成轉向作業，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。</p>
利用數學方法改善雙向傳時數據之研究	由於亞太地區雙向傳時網路使用多通道的傳時數據機，可以同時進行實驗，數據顯示部分間接鏈路有比直接鏈路更好的品質。我們透過封閉迴路的模型，結合直接鏈路與間接鏈路，利用傳時網路的全面數據。結果顯示傳時數據的短期穩定度，可以有效的改善。而傳時數據的長期穩定度主要反映原子鐘的特性，此方法並不會改變其特性。
(三) 時頻傳遞及推廣應用	
通過實驗室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，已陸續舉辦兩屆的頻率量測能力試驗活動。現配合TAF的規劃，進行籌備、申請並通過能力試驗執行機構認證，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。
完成舉辦第一屆轉速計量測能力試驗活動	舉辦能力試驗活動，提供次級實驗室校正能力相互比對的機會，以符合實驗室認證規範的要求，是健全我國時頻追溯體系工作中的要項。本實驗室於今年首次規劃及舉辦的轉速計校正能力試驗活動，有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，符合認證規範的需求，進而延續認證資格並提昇產業的競爭力。
舉辦第三屆頻率量測能力試驗活動	舉辦能力試驗活動，提供次級實驗室校正能力相互比對的機會，以符合實驗室認證規範的要求，是健全我國時頻追

執行項目	主要成就及成果之價值與貢獻
	<p>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。</p> <p>本年度規劃及籌備第三屆頻率量測能力試驗活動，有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，符合認證規範的需求，進而延續認證資格並提昇產業的競爭力。</p>
<p>電子數位信賴時間之數位追溯機制研發</p>	<p>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。</p> <p>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之遺空的填補，將有所貢獻。</p> <p>時間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間戳服務的數位時間追溯到國家標準時間。</p>
<p>協助高雄世運會及台北聽奧主場館時間計數器校時至國家標準時間</p>	<p>台北聽奧及高雄世運順利圓滿落幕，賽事期間來自世界各地的頂尖運動員在台北聽奧及高雄世運一同競技，選手輝煌的戰績及精彩賽事內容吸引全世界的注目。而國家時間與頻率標準實驗室提供穩定標準時間源，讓聽奧場館79個及高雄世運場館87個時間計時器和其他各處賽事宣傳之舉辦日倒數計時器均透過網路追溯至「國家時間與頻率標準實驗室」，與國家標準時間保持同步，在此二盛會中能提供一己心力，實是與有榮焉。於國際賽事中提供國家標準時間，大大提升了中華電信研究所國家時間與頻率標準實驗室在國際的能見度與知名度。</p>
<p>完成所內數位時鐘同步於國家標準時間作業</p>	<p>目前國家標準時間與頻率實驗室於中華電信研究所、標準檢驗局及經濟部皆有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。</p>

## 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 67 件，較年度預計目標數 35 件次多，全年收入 869,500 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 2009 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以個別實驗室排名，名列第 5 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。

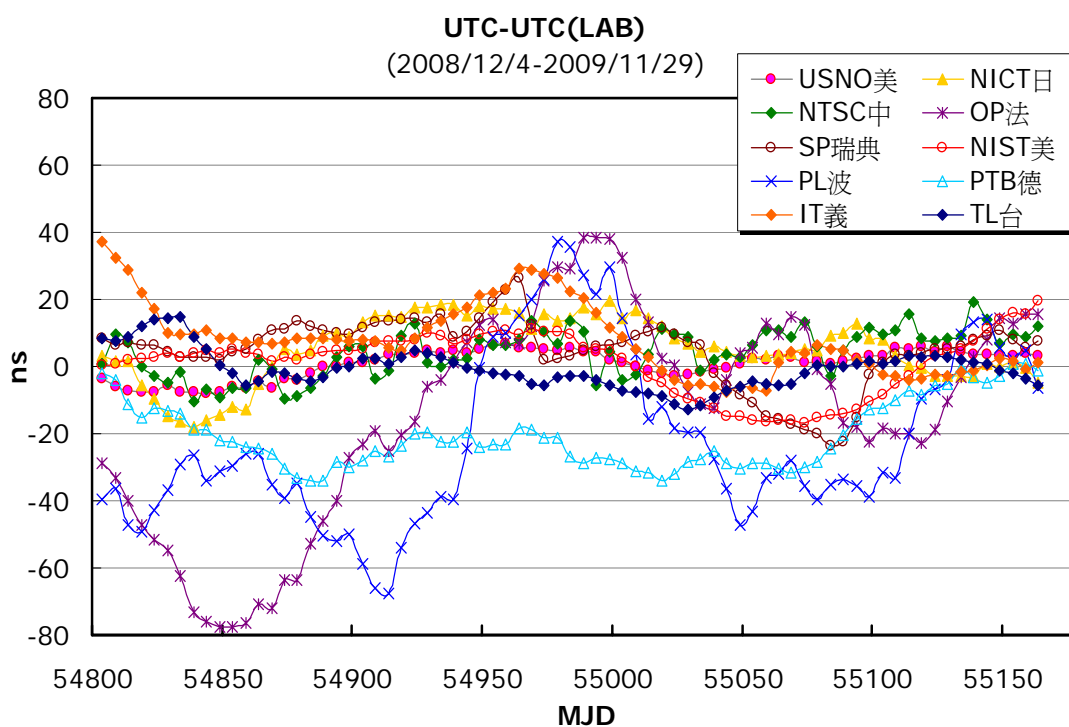


圖 1 最近一年國家標準時間 UTC(TL)與世界協調時 UTC 的差值

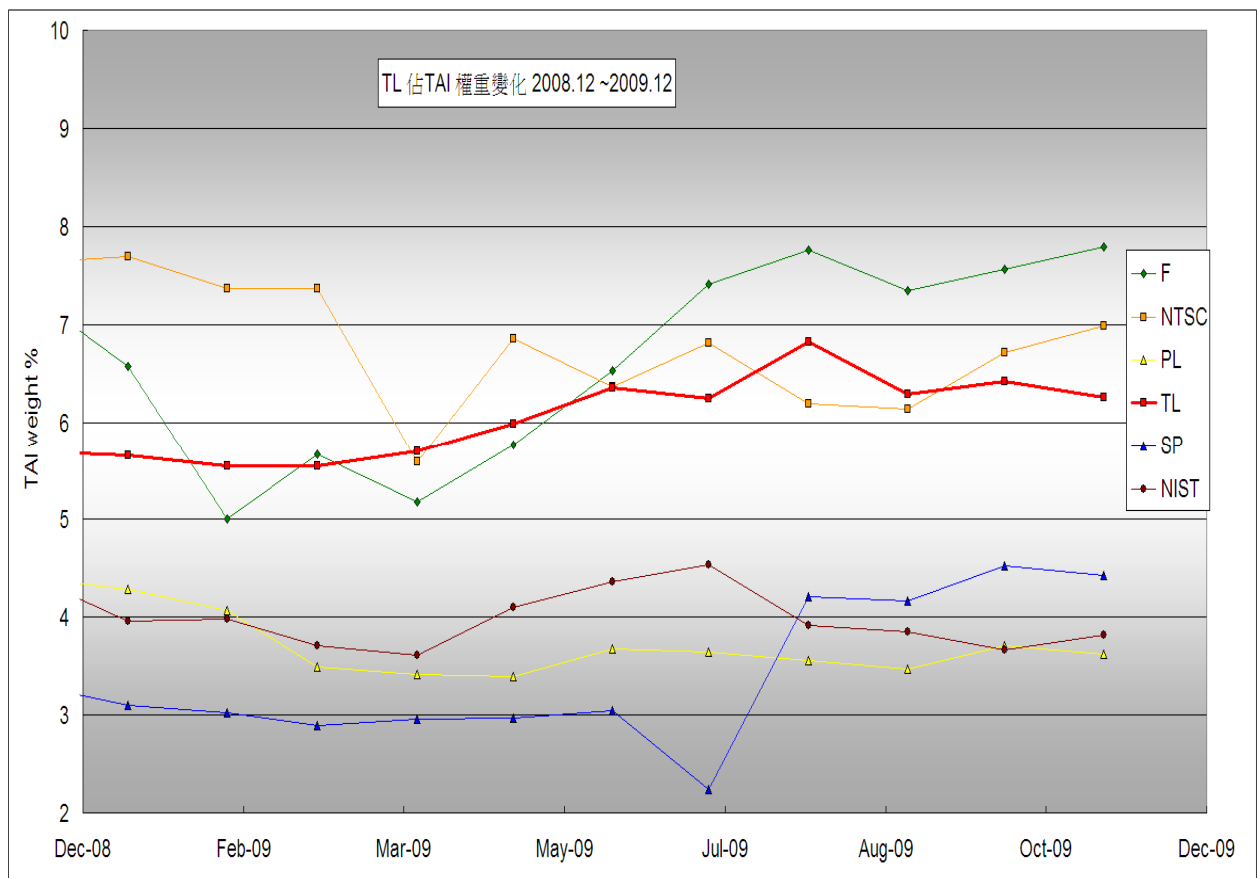


圖 2 國際實驗原子鐘所佔國際原子時比重排名之變化趨勢

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，98 年 3 月，我們建立與法國 OP 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 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，98 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)	98.01~98.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	98.01~98.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
亞太 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	98.01~98.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TAIPPP 先鋒計畫參與	BIPM	BIPM(約 26 個實驗室)	98.01~98.12	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，2009 年之長期穩定度可達  $4E-15$ ，中期穩定度也可達  $4E-15$ (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。

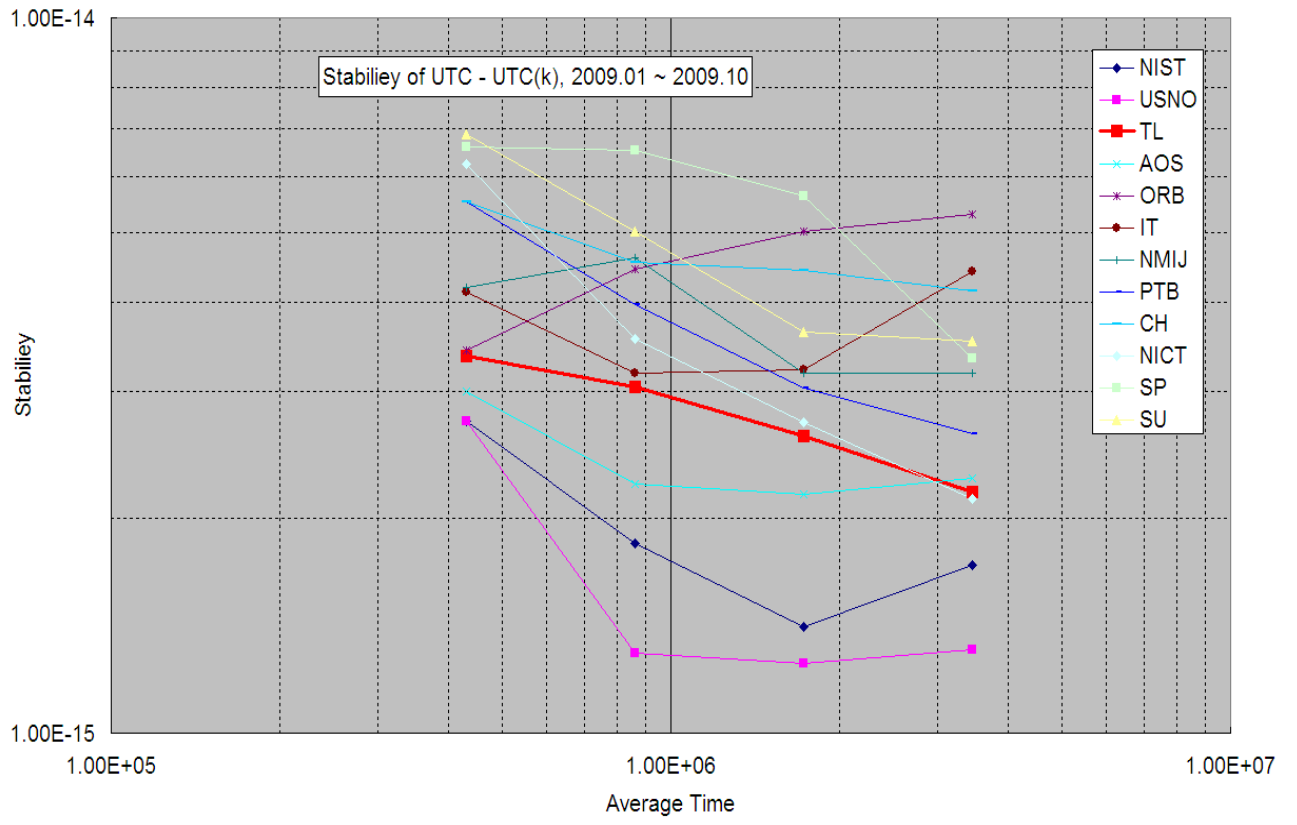


圖 3 頻率穩定度比較

● 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><b>委託研究案：「高精度時間同步協定(IEEE 1588)之應用研究」</b></p> <p>目前本實驗室透過 NTP 傳時之精度約為 10 毫秒左右，此案研究成果可推升傳時精度至 10 微秒，較原有精度提升 1000 倍。</p> <p>若蒙經濟部經費支援，將於 99~102 年度之『建立及維持國家時間與頻率標準』中程綱要計畫中，時頻傳遞及推廣研究項下「提供標準時間同步服務、時頻傳遞推廣至國防、工業、資通、及民生等方面之應用」，加入 1588 同步應用，以增加本實驗室時頻傳遞能力及應用範圍。</p>	98.01.01~98.06.26
國立台灣海洋大學資訊系	<p><b>委託研究案：「國家標準時間可信賴數位傳時與追溯方法之研究」</b></p> <p>電子文件數位時間追溯是尚未實現的一個重要環節，實現後可促進時間相關之數位內容產業之發展與符合其相關技術性法規。與海洋大學丁培毅教授合作進行相關研究可縮短國家時頻實驗室規劃與實作時程，並與學術界建立良好互動。本研究已完成一般數據機電話網路之主從式雙向傳時與同步雙向傳時的實作與比較，確認同步雙向傳時性能較優，可採用為電話網路數位傳時的最適用方法。本研究也完成基於 Krawczyk 前向安全簽章機制的數位授時追溯實作，結合前述數位傳時方法即可達成數位時間追溯之目的，建構符合 ANSI X9.95 標準的數位 Time Source Entity。成效如下：(a) 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。(b) 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 系統架構之數位內容出生訊息之遺空的填補，將有所貢獻。(c) 時間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間戳服務的數位時間追溯到國家標準時間。</p>	98.06.01~98.11.30

## ● 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：

- 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。
- 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。
- 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。
- 目前 UTC(TL)之穩定度可達到 3e-15(30 days stability)，而精確度為 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仍有改善空間，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、中期穩定度優於  $1e-14$ 。
- 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。
- 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。
- 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：

- 進行 GPS(Global Positioning System, 全球定位系統)雙頻多通道共視法觀測(GPS CV)、GPS 雙頻多通道全視法觀測(GPS AV)、GPS 載波相位觀測(GPS CP)、GPS P3 觀測、BIPM TAIPPP 先鋒計畫觀測等，並將資料傳送 BIPM，進而完成追溯及參與先鋒研究。
- 持續進行國際衛星雙向傳時實驗，包括：持續進行亞太地區之衛星雙向傳時網路、與歐洲德國 PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany)、法國

OP(Observatoire de Paris, France)等衛星雙向傳時實驗，並拓展聯繫歐美重要時頻中心的雙向比對鏈路，以增進國際合作關係。並深入探討衛星雙向傳時特性，提昇傳時效能。

- 積極參與有關 CIPM CCTF(Comite Consultatif du Temps et des Frequences)之 TAI 貢獻實驗室代表大會、GPS 工作委員會及衛星雙向傳時技術之參與實驗室委員會，或國際時頻研討會，掌握國外技術發展趨勢及增進國際合作關係。

### (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：

- 維持撥接式電腦校時系統及網際網路校時系統 ...等國家時間同步服務，以滿足全國資訊、通訊、控制設備，對時間數位化對時之使用需求。
- 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。
- 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。

## ● 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，世界排名前 5，與國際標準實驗室相較亦不遑多讓。
- 二、 本實驗室所提供多項時間同步服務，廣受社會大眾重視與使用，尤其網路校時服務每日服務量已超過 2 億次，服務對象除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在大陸地區之台商及國外機構等亦多所連結。提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。服務對象包括檢測實驗室、國防科技、電力公司、半導體產業、精密工業、電子產業、健康科技等產業。另提供通行全球七十餘國之全球相互認可的校正能量，並透過財團法人全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室傳遞國家量測標準，支援數億元檢測市場之規模。
- 三、 完成協助兩大國際賽事 2009 高雄世運、2009 台北聽障奧運會及 2010 東亞盃足球



