



國家時間與頻率標準實驗室民國 104 年度計畫執行報告

建立及維持國家時間與頻率標準(2/4)

全程計畫: 自民國 103 年 1 月至 106 年 12 月止
本年度計畫: 自民國 104 年 1 月至 104 年 12 月止

經濟部標準檢驗局委辦

執行單位: 中華電信研究院

民國 105 年 1 月

民國 104 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	104-1403-05-05-01	
主辦單位	經濟部標準檢驗局	執行機構	中華電信研究院		
計畫主持人	楊文豪	電話	03-4244931	傳真	03-4245474
協同主持人	廖嘉旭	電話	03-4244441	傳真	03-4245474
計畫分類	<input type="checkbox"/> 研究發展類 <input type="checkbox"/> 技術推展類 <input checked="" type="checkbox"/> 行政配合類				
執行期限	本年度計畫自 民國 104 年 1 月起至 104 年 12 月止				
	全 程計畫自 民國 103 年 1 月起至 106 年 12 月止				
經費概算	全程計畫經費		137,074 (千元)		
	本年度預算	32,163(千元)	實支數	32,163 (仟元) 實際與預算支用比 100 (%)	
計畫連絡人	林晃田	電話	03-4244066	傳真	03-4245474
<p>計畫摘要：本計畫之執行，旨在配合經濟部標準檢驗局因應國內工業發展及經濟持續成長之需求，建立及維持時間與頻率國家最高標準，確保量測的一致性與準確性，並與國際標準一致，提供國內量測校正之追溯依據，以達到促進產業升級及提昇科技研究水準之目標，本年度進行以下項目之研究工作：</p> <p>(一) 國家標準實驗室維持及性能提昇</p> <p>(二) 時頻校核技術研究</p> <p>(三) 標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣</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 Coorp.	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 Measures (法文)	國際度量衡大會
CIPM	Comite International des Poids et Mesures	國際度量衡委員會
CMC	Calibration and Measurement Capability	校正量測能量
DPN	Dual pseudo-random noise	新一代雙電碼
EUROMET	European Metrology Collaboration	歐洲量測組織
GPS	Global Positioning System	全球定位系統
GPS AV	Global Positioning System All-in-view method	全球定位系統全視觀 測法
GPS CP	Global Positioning System Carrier Phase method	全球定位系統載波相 位觀測法
GPS CV	Global Positioning System Common-view method	全球定位系統共視法
IEN	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Italy	義大利國家電子研究 院

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

英文縮寫	英文全名	中文解釋
TAF	Taiwan Accreditation Foundation	財團法人全國認證基金會
TAI	International Atomic Time (法文)	國際原子時
TCTF	Technical Committee on Time and Frequency	時間與頻率技術委員會
TL	Telecommunication Laboratories, CHT Co. Ltd., Taiwan	台灣中華電信研究院
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、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.....	13
2. 國內受訓一覽表.....	15
(四) 標準維持情形.....	16
二、成果效益檢討.....	20
(一) 國家標準實驗室維持及性能增進研究.....	20
(二) 時頻校核技術研究.....	55
(三) 標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣.....	74
(四) 其他.....	93
三、結論與建議.....	97
附件	
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	100
(二) 各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表.....	101
(三) 研究成果統計表.....	106
(四) 附則.....	142
(五) 標準系統能量與校正服務資料表.....	147
(六) 校正服務滿意度調查.....	149

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：104-1403-05-05-01
主管機關：經濟部標準檢驗局 執行單位：中華電信研究院
計畫主持人：楊文豪 聯絡人：林晃田
聯絡電話：(03) 424-4066 傳真號碼：(03) 424-5474
期程：民國103年1月至106年12月
經費：(全程) 137,074 仟元 104 (年度) 32,163 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： 50%	50%	0%

二.經費支用：年度預算 32,163 (仟元)

實際：32,163 (仟元)	年度支用比率 100(%)
預算：32,163 (仟元)	實際支用比率 100 (%)

總經費：1億37,074 千元

三.主要執行內容：(每行28字，2000字以內)

國家時頻標準實驗室(以下簡稱本實驗室)執行業務之主要目的，為建立、維持及傳遞國家最高時間與頻率標準，以滿足社會大眾之需求。為促進國內產業持續發展及提昇量測技術水準，本實驗室乃延續標檢局委託前五期「建立及維持國家時間與頻率標準」中程計畫內容，進行國家時頻標準之維持、增進與傳遞推廣。標準檢驗局為研擬標準發展策略之需要，於民國100年8月舉辦國家度量衡標準實驗室發展策略第三次會議，本計畫書依據會議結論規劃，除繼續維持國家時頻標準及相關各項服務，並提昇其性能之外，更將積極拓展新的研究領域。近兩年計畫執行效益略述如下：

- (a) 為全球導航衛星系統(GNSS)接收機校正之第一級(Group-1)實驗室，為可直接參加 BIPM 所舉辦 GNSS 接收機巡迴校正活動的實驗室之一
- (b) TL 總不確定度由 5.0 ns 降為 1.8 ns，為亞太地區之最佳水準
- (c) 網際網路校時服務每日超過 2.1 億次。
- (d) 使用自主研发接收機技術，協同日本 NICT、及韓國 KRISS (距離約 2000 公里)進行衛星雙向傳時比對，有效改善周日效應達 50%，並找出比對之主要不穩定因素，受到國際注目。

有關 104 年度之各項重要研究項目及目標摘要如下：

國家標準實驗室維持與性能提升

此項目旨在國家時頻標準之建立、維持與系統性能之提升，其要點如下：

1. 維持並提升國家標準頻率之穩定度及準確度達到優於 $1.0E-14$ ，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)以及國際原子時(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，以提供 TAF 認可實驗室之精密儀器校正服務，減少因儀器所造成之量測誤差，降低其量測不確定度。
4. 近年來本實驗室協調時(Coordinated Universal Time (TL), UTC(TL))之穩定度維持在 $1.0E-14 \sim 3.0E-15$ (30 天之穩定度)，精確度約為 15 ns/month，皆已經達到國際先進水準。但所維持的 2 部俄羅斯製氫鐘皆已老舊故障，無法提供備援，僅剩一部瑞士製氫鐘作為母鐘參考源。一旦發生故障，必然降低 UTC(TL)之穩定度，並將使 UTC-UTC(TL)時刻差值變大。為避免此唯一可用的氫鐘故障，影響實驗室效能，乃至無法進行國際傳時比對及國內精密校正業務，已新購一部具有自動調整功能之主動式氫微射頻率標準器做為參考源，以增加實驗室所維持標準之可靠度。期待此新購氫鐘持續穩定，配合進行時間評量(Time Scaling)技術性能研究，以期在實驗室現有之時間評量系統基礎上，進一步提升 UTC(TL)之短、中期穩定度。
5. 維持「時間源比較系統」正常運作，以提供正確、不中斷之服務品質。
6. 提供國內廠商主、被動式元件之短期穩定度量測服務，並進行相關研究，以提升量測技術及精度。
7. 瞭解國際時頻發展趨勢，與世界知名的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升。

時頻校核技術研究

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

1. 持續進行全球定位系統(Global Positioning System, GPS)之雙頻多通道共視法觀測(Common view, CV)、GPS 雙頻多通道全視法觀測(All in View, AV)、GPS 載波相位觀測(Carrier Phase, CP)、GPS P3 觀測、及「BIPM TAIPPP」先鋒計畫觀測等，並將資料傳送至 BIPM，進而完成追溯及參與先鋒研究。
2. 持續推動國際衛星雙向傳時比對，包括：持續進行亞太地區之衛星雙向傳時網路、與歐洲德國物理與技術研究院(PTB)，及亞美之間建立衛星雙向傳時實驗，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。深入衛星雙向傳時特性探討及新技術研發，以提升傳時效能。
3. 積極參與國際度量衡委員會時頻技術諮詢委員會(Comite Consultatif du Temps et des Frequences, CCTF)TAI 貢獻實驗室代表大會、GPS 技術工作委員會及衛星雙向傳時技術參與實驗室委員會等，或參加國際時頻技術研討會，掌握國外技術發展趨勢及增進國際合作關係。

標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣

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

1. 維持網際網路校時系統，以滿足全國社會民生，及產業界之資訊、通訊、控制系統等設備，對於數位化校時之使用需求。
2. 留意並滿足亞太實驗室認證組織(Asia Pacific Laboratory Accreditation Coop.,APLAC)以及 TAF 對於國際實驗室間傳時比對、及國內實驗室間能力試驗之要求。
3. 開發新的時頻傳遞技術，舉辦技術比對活動及國內外之研討會，以增進技術交流，並提升實驗室之知名度與重要性。
4. 持續進行低頻系統於公共民生訊息傳播之應用推廣，爭取公部門對於低頻傳播系統建置經費的支持，早日完成低頻傳播系統建置。

貳、民國 104 年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要

日期(民國)	技術成果與活動	人事與國際合作
104.01.05	經濟部標準檢驗局 103 年度委辦計畫期末審查會	
104.01.29 ~		開發衛星雙向傳時比對接收機，協助日本 NICT 改善衛星雙向傳時比對穩定度。
104.03.20	經濟部標準檢驗局舉辦 105 年綱要計畫書審查會	
104.03.13		新版國家實驗室校正量測能量，新增 GPS 遠端時間校正及精密頻率校正範圍提升至 26.5 GHz，已通過亞太、歐、美、非洲等區域組織國際專家之審查，於 3 月正式登錄於國際度量衡局(BIPM)之關鍵比對資料庫(KCDB)。
104.04.10-04.18		曾文宏研究員赴美參加 IEEE IFCS-EFTF 2015 聯合研討會發表論文，及參加 CCTF 相關工作小組討論會
104.04.29-04.25		王嘉綸研究員赴美國參加 ION PNT 2015 研討會並發表論文
104.05.21	舉辦頻率量測能力試驗說明會，並於 6-7 月期間赴各參加實驗室進行量測比對	
104.06.05	曾文宏研究員榮獲中國工程師學會 104 年度「優秀青年工程師獎」	
104.09.14~104.9.15		廖嘉旭博士與林晃田博士參加於 BIPM 舉辦之 CCTF 多個工作小組會議
104.09.16		廖嘉旭博士與林晃田博士參加於 BIPM 舉辦之 TAI 貢獻實驗室代表大會
104.09.17~104.09.18		廖嘉旭博士與林晃田博士參加於 BIPM 舉辦之第 20 屆 CCTF 大會
104.10.01 ~		開發衛星雙向傳時比對接收機，協助韓國 KRISS 改善衛星雙向傳時比對穩定度，並協助與日本 NICT 進行載波相位衛星雙向傳頻比對。

104.10.13	經濟部標準檢驗局舉辦105細部計畫審查會	
104.10.19~23		林晃田博士應邀擔任國際同儕評鑑之技術評審，赴印尼國家實驗室(Puslit Metrologi-LIPI) 進行現場評鑑
104.10.31		與日本 NICT、大陸 NIM 共同舉辦 2015 APMP TCTF 之 ATF 2015 workshop
104.11.02~104.11.03		廖嘉旭博士與林晃田博士參加於北京舉辦之 APMP TCTF、APMP TCQS 年度會議
104.11.04~104.11.06		廖嘉旭博士與林晃田博士參加北京舉辦之 APMP symposium & GA 會議
104.12.25	林晃田博士榮獲中國電機工程師學會 104 年度「傑出電機工程師獎」	

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
➤ A1 第一季維持與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒 (此精度為全球領先水準)	104.03	104.03	符合
➤ A2 年度累積完成校正服務 11 件	104.03	104.03	符合
➤ A3 第一季提供平均每日超過 2 億次之校時服務	104.03	104.03	符合
➤ B1 上半年維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 1×10^{-14}	104.06	104.06	符合
➤ B2 年度累積完成校正服務 22 件	104.06	104.06	符合
➤ B3 完成網際網路校時服務升版作業	104.06	104.06	符合
➤ C1 前三季繼續保持與國際度量衡局之時刻差小於 45 奈秒	104.09	104.09	符合
➤ C2 年度累積完成校正服務 33 件	104.09	104.09	符合
➤ C3 完成於國家時間與頻率標準實驗室建置光梳頻率量測系統規劃報告	104.09	104.09	符合
➤ C4 完成 GNSS 遠端時頻校正系統時間追溯鏈路建立及不確定度評估	104.09	104.09	符合
➤ C5 光纖網路時間傳送非對稱因素分析	104.09	104.09	符合
➤ D1 本年度繼續保持與國際度量衡局之時刻差小於 45 奈秒	104.12	104.12	符合
➤ D2 本年度維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 9×10^{-15}	104.12	104.12	符合
➤ D3 年度累積完成校正服務 50 件	104.12	104.12	符合
➤ D4 微波 40GHz 量測系統完成 ISO 17025 再評鑑	104.12	104.12	符合
➤ D5 提供本年度平均每日 2.1 億次之校時服務	104.12	104.12	符合
➤ D6 低頻無線時頻傳輸系統應用推廣	104.12	104.12	符合
➤ D7 協助舉辦 ATF 2015 研討會	104.12	104.12	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
	無委託研究案	

(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)	年度 人月	實際 人月	差異
楊文豪	廖嘉旭	國家標準實驗室維持及性能增進 (林信嚴)	66	60	
		時頻校核技術 (林晃田)	41	42	
		時頻傳遞 (林清江)	31	30	
合計			138	132	

(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	
104	預計	48	70	8		12	48	70	20			138
(人月)	實際	48	70	2		12	48	70	14			132

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 (民國)		運用情形					備 註
	預定	實際	優良	佳	尚可	稍差	不佳	
無								

3.經費運用情形

(1) 預算執行情形

單位：千元

科目	全年度 預算數	累計分 配預算 (1)	累計實支數 (2)	暫 付 款 (3)	應 付 款 (4)	保 留 數 (5)	合 計 (6)=(2)+(3)+ (4)+(5)	執行率 (6)/(1) %	備註
經常支出									
直接費用	29,584	29,584	29,584				29,584	100	
公費	1,045	1,045	1,045				1,045	100	
營業稅	1,534	1,534	1,534				1,534	100	
小計	32,163	32,163	32,163				32,163	100	
資本支出									
機械設備	0	0	0				0		
小計									
合計	32,163	32,163	32,163				32,163	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	1,094,000	校正件數 81 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	1,094,000	校正件數 81 件

(三)人力培訓情形

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準

國家標準實驗室計畫國外出差人員一覽表

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期間(民國)	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
參加會議	赴美參加 2015 IEEE IFCS-EFTF 聯合研討會 發表論文暨相關工作 小組討論會	美國 丹佛市	104.04.10 至 104.04.18	曾文宏	研究員	IEEE 國際頻率信號控制研討會(International Frequency Control Symposium, IFCS)及歐洲時頻論壇(European Frequency & Time Forum, EFTF)皆為重要的國際性時頻研討會，今年兩項會議聯合舉辦更顯重要。本次會議完成 2 篇論文發表，並參加國際度量衡委員會時間與頻率諮詢委員會(CCTF)轄下 2 個工作小組會議，包括衛星雙向傳時工作小組及全球導航衛星系統工作小組會議。最後一天下午參觀美國國家標準技術研究院(NIST)。
參加會議	赴美國參加 ION PNT 2015 研討會並發表論文	美國 檀香山	104.04.19 至 104.04.25	王嘉綸	研究員	ION Pacific PNT 會議是由美國導航學會(Institute of Navigation; ION)所舉辦之國際研討會，為全球年度重要的導航會議。本次出國主要任務是口頭發表一篇已接受之論文『Time and Frequency Dissemination System for Synchronization Applications at TL』，其論文集為 EI 等級，論文能見度高。參與會議不僅可以發表自己的研究成果，並且與其他各界進行學術交流過程中，增加了與其他實驗室溝通的機會，有助於實驗室國際能見度的提升。
參加會議	參加第六屆時間評量演繹法研討會並發表論文，及順道出席國際度量衡委員會時間與頻率技術諮詢委員會	法國	104.09.05 至 104.09.13	林信嚴	時頻校核技術研究	Time Scales Algorithms Symposium，為針對各實驗室維護時間標準之相關演繹法所舉辦之最高水準研討會。每 5~8 年由 BIPM 及 CCTF-ALGO 工作小組主辦，各先進國家實驗室皆會派員參加，參加該會可接觸最新研究方向、並與先進國家實驗室研究人員

	衛星雙向傳時工作組 年度工作組會議					<p>交流，有助於提升未來國家標準時間與頻率之性能，瞭解世界各國實驗室於標準時頻維護之研究進展、發展趨勢及應用現況。本次參加此會議將發表一篇已接受論文『Steering UTC(TL) Toward The Cesium Clock Ensemble Time Scale of TL』，經由論文發表與討論，展現實驗室研發技術成果並增進研究實力。</p> <p>衛星雙向傳時小組工作會議 CCTF TWSTFT Working Group Meeting) 係由國際度量衡局 (BIPM) 轄下時間與頻率諮詢委員會 (CCTF) 各時頻國家標準實驗室所組成之工作小組，以推動國際間衛星雙向傳時技術及比對量測事宜，並制定各項設備及傳時實驗之標準使用程序。本實驗室為該小組之正式成員，本人此次獲 BIPM 正式邀請參加會議，以履行本室之權利及義務。</p>
參加會議	赴法國參加國際時頻 技術諮詢委員會 (CCTF)大會、TAI 貢獻 實驗室代表及相關之 工作小組系列會議	法國巴黎	104.09.07 至 104.09.20	廖嘉旭 林晃田	計畫主持人 時頻校核技術 研究	<p>CCTF 為國際度量衡委員會(CIPM)下之時間與頻率技術諮詢委員會，每兩至三年舉辦一次 CCTF 委員會會議，為各國時頻實驗室不容錯過的盛會。國際原子時實驗室代表大會為共同維持 TAI 之各國時頻實驗室間的重要會議。基於我國對國際原子時的貢獻，獲邀參與此會議，將可與各國代表面對面交流討論，有助於提昇實驗室之能見度。</p> <p>CCTF 相關工作小組系列會議是國際時頻技術領域的重要討論會，對於各項技術未來發展趨勢有很大的影響，本實驗室為各工作小組之參與實驗室，積極參加可和與會各國標準實驗室專家討論後續合作事宜。</p>
國際同儕 評鑑	赴印尼國家實驗室 (Puslit Metrologi-LIPI) 擔任國際同儕評鑑之	印尼	104.10.19 至 104.10.23	林晃田	時頻校核技術 研究	<p>國際同儕評鑑是推動國際相互認可事務非常重要的一環。透過國際校正領域間的同儕間評鑑與技術交流活動，可釐清雙方觀念及技術的差異，達到校正</p>

	技術評審					品質的一致性，彼此對所出具的報告更有信心，這是國際相互認可的關鍵要點。 受邀參加國際同儕評鑑活動，顯示本實驗室的技術能力受到肯定。未來實驗室的校正技術與能量，宜再持續精進提升，方能在亞太地區維持領先地位。
參加會議	參加 2015 年國際精確時鐘同步研討會發表論文並順道參訪中國計量科學研究院	大陸北京	104.10.12 至 104.10.17	林信嚴	時頻校核技術研究	國際精確時鐘同步研討會(International IEEE Symposium on Precision Clock Synchronization for Measurement, Control and Communication, ISPCS)係由 IEEE 所舉辦之國際研討會，會中討論及發表各種最新時鐘同步技術，主要集中於 IEEE 1588 協定及同步乙太網路，並有相關廠商展示最新產品。會議中將討論 IEEE 1588 協定未來發展，旁及電信應用、工業及動作控制應用、測試及量測應用等，參加此會議對於本實驗室瞭解如何透過乙太網路同步傳時將非常有助益，同時可了解未來其他時頻傳輸新技術之發展，有助於保持本實驗室在國內傳時技術之領先地位。 中國計量科學研究院為中國最高之計量科學研究中心及法定計量技術機構，並領導中國之計量技術前沿發展，於噴泉鐘及光頻研究有相當成果，參訪中國計量科學研究院可學習此方面之經驗。此外中國計量科學研究院及本實驗室皆為 BIPM GNSS 校正架構中第一群組成員，雙方將藉此交換經驗和想法，共同合作執行亞太區域校正事項。
參加會議	參加亞太計量組織大會及技術委員會議 (APMP 2014 GA, TC meetings, and Time & Frequency Workshop) 等會議	大陸北京	104.10.30 至 104.11.07	廖嘉旭 林晃田 黃毅軍	計畫主持人 時頻校核技術研究 時頻校核技術	本實驗室為 APMP 之正會員，參加 APMP 2014 GA 大會及技術委員會議，可讓亞太地區標準實驗室之間的合作更向前邁進，對於提升本實驗室在國際上的能見度與貢獻度有莫大的幫助。 本實驗室為 APMP TCTF 及 TCQS 的委員實驗室，藉由參與此次會議可掌握亞太地區最新的量測技術

					研究	發展趨勢、協調全球相互認可協議之工作、了解各國時頻標準制訂方向，促使我國相關資通業務發展與國際接軌。促進區域標準之一致，達成國際標準的相互認可，進一步增進亞太地區時頻技術發展與我國相關產業對區域經濟的貢獻與影響力。
--	--	--	--	--	----	---

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
2015 年 TAF 實驗室校正領域、土木工程測試領域暨醫學領域資深評審員在職訓練	評鑑團隊領導及合作溝通技巧訓練	全國認證基金會 TAF	104.05.22-23	廖嘉旭 林晃田	計畫經理、實驗室負責人 品質主管、時間校核技術	熟悉評鑑團隊領導及合作溝通技巧訓練，有助於計畫團隊之合作溝通及後續評鑑案之進行
2015 年 實驗室品質及報告簽署人在職訓練	TAF 實驗室認證規範更新說明及討論	全國認證基金會 TAF	104.6.26	林晃田	品質主管、時間校核技術	了解 TAF 實驗室之認證規範更新內容及實驗室品質維持要點
2015 年 TAF 實驗室校正領域資深評審員在職訓練	評鑑領導及合作技巧訓練	全國認證基金會 TAF	104.12.08	廖嘉旭 林晃田	計畫經理、實驗室負責人 品質主管、時間校核技術	熟悉評鑑領導及合作技巧訓練，有助於計畫團隊之合作溝通及後續評鑑案之進行

(四)標準維持情形：

標準件校正日期及追溯來源詳如下表

編號	有關儀器標準件	校正日期(民國)	追溯來源
1	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
2	TWSTFT 設備, ESA24K-1 CODAN-5900	每日持續性監測	國家標準實驗室 母鐘
3	ASHTECH GPS RECEIVER, SN:RT920012202	每日持續性監測	國家標準實驗室 母鐘
4	多通道 GPS 接收機, IRT FRU-1030 S/N 0206082	每日持續性監測	國家標準實驗室 母鐘
5	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 99.11 故障待修中 此部已更換銫管，目前使用中	BIPM
6	氫微射頻率標準器 T4-science, HM-0057	99.06 新購驗收完成 101.02 提供母鐘信號 104.05 母鐘信號改由 HM0311 提供	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 99.08. 故障 此部已更換銫管，目前使用中	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 94.01.06 送日本換銫束管 94.8.1 參與國家時頻維持	BIPM
9	銫束頻率標準器 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 98.03 參與國家時頻維持	BIPM
10	銫束頻率標準器 HP5071A, S/N 1104	95.11.2 送美國換銫束管 96.2.5 修復驗收完成 96.2.16 參與國家時頻維持(新加入) 此部作為游校用	BIPM

編號	有關儀器標準件	校正日期(民國)	追溯來源
11	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2365	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
12	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2366	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
13	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2367	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
14	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2368	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
15	銻束頻率標準器 Symmetricom,S/N 2630	99.08 新購驗收完成	BIPM
16	銻束頻率標準器 Symmetricom,S/N 2634	99.08 新購驗收完成	BIPM
17	銻束頻率標準器 Symmetricom,S/N 2636	99.08 新購驗收完成	BIPM
18	氫微射頻率標準器 KVARZ, S/N 76052	88.01 參與國家時頻維持 89.11 時間產生單元故障 90.02 修復驗收完成參與國家時頻維持 99.06 由 HM76052 提供母鐘信號 101.02 改由 HM-0057 提供母鐘信號 102.07 修復驗收完成	BIPM
19	氫微射頻率標準器 KVARZ, S/N 76053	88.01 參與國家時頻維持 93.12.21 改由 HM76053 提供母鐘信號 101.7 故障 此部送俄羅斯原廠維修中	BIPM
20	氫微射頻率標準器 Microsemi, HM-0311	102.07 新購驗收完成 104.05 提供母鐘信號	BIPM
21	相位微調器 AOG model 110 S/N 0042	90.10.04 參與國家標準實驗室母鐘維持 每日持續 性監測 90.10.04 0.00004 ns/s Advance	國家標準實驗室 母鐘
22	SDI 5MHZ 分配器	供應標準頻率(5MHz)	國家標準實驗室 母鐘
23	切換控制器	每日持續性監測	
24	HP75000, S/N E1421B	供應標準時間(1PPS)	國家標準實驗室 母鐘

說明：(參考標準時頻系統維持及追溯方塊圖)

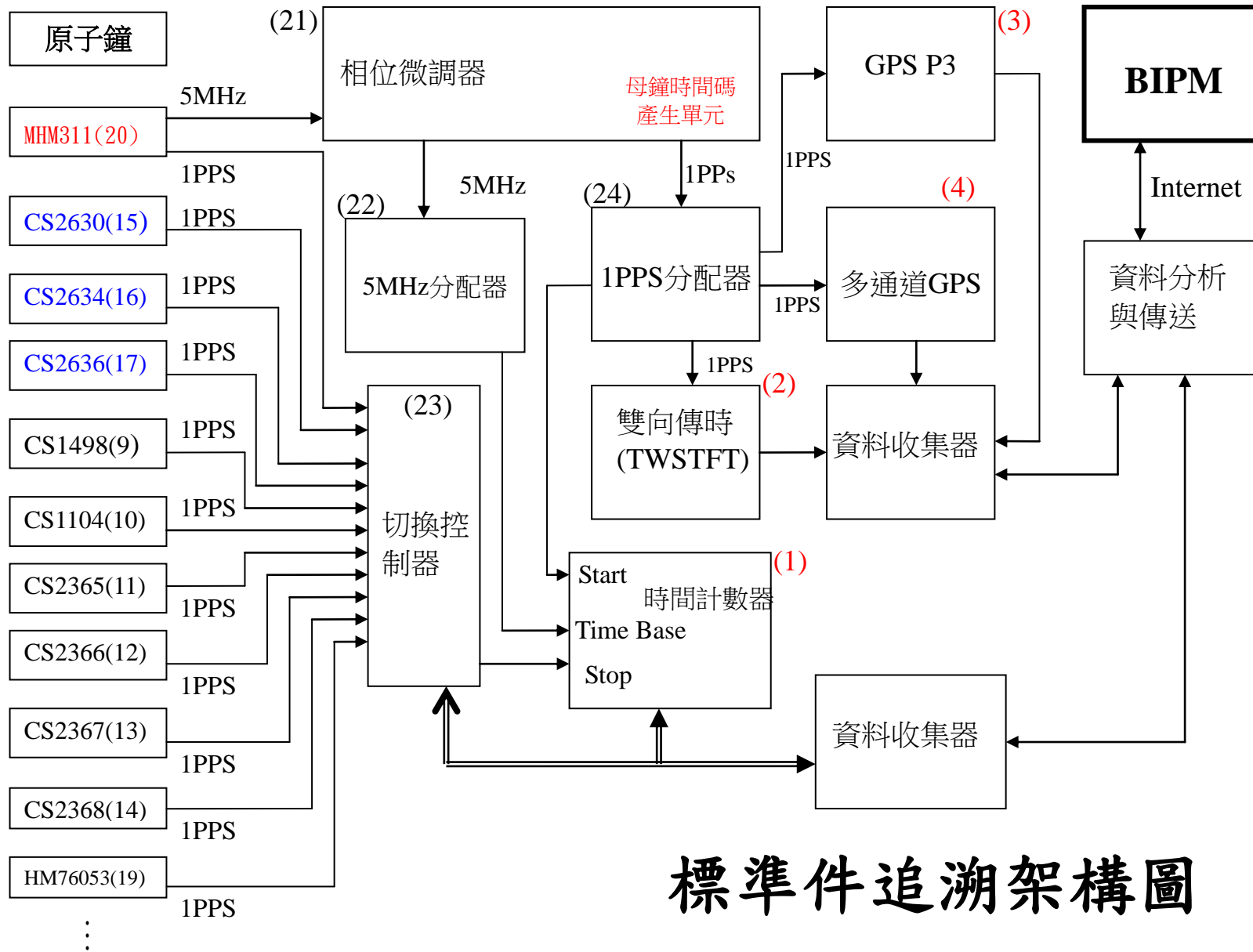
標準件追溯架構如 [p.19](#) 附圖

本實驗室之時頻標準是經原級銫束頻率標準器及氫微射頻率標準器比對產生。所謂原級頻率或時間標準是在運作時不需提供外在校正(CCIR Recommendation 686 之定義),其中所用 HP5071A 是目前世界上穩定性最佳的商用化銫原子鐘,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 **Microsemi**, , 編號 **HM-0311** 的氫鐘)。主原子鐘之 5MHz 經相位微調器(21),分配放大器(22)產生 5MHz 之國家標準頻率。5MHz 信號經相位微調器(21)之時間碼產生單元而產生中華民國標準時間 UTC(TL),UTC(TL)經時間差計數器(1)與原子鐘群、GPS(3)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)之時間差值、頻率偏移、權數,此數值每個月由 BIPM 公佈於網站,經本實驗室分析所得結果,用來決定相位微調器所需微調的值,使本實驗室產生之協調時能緊密地追溯至 BIPM。

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

為使我國時頻最高標準與國際標準一致,民國 104 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 (民國)	比對結果公佈處
原子鐘頻率比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	104.01~104.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	104.01~104.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
亞太 TWSTFT 之傳時比對	NICT	日本 NICT、台灣 TL、韓國 KRISS	104.01~104.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
亞美 TWSTFT 之傳時比對	NICT、USNO	日本 NICT、台灣 TL、韓國 KRISS、美國 KPGO、美國 USNO	104.01~104.12	公佈於 BIPM Time Section 網站



標準件追溯架構圖

二、成果效益檢討

本計畫執行情形，將依據計畫架構 (1)實驗室維持及性能增進、(2)時頻校核技術、(3)標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣及(4)其他，逐項說明如下：

(一) 標準實驗室維持與性能增進

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



圖一、我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖

服務產業與應用

- 提供具全球相互認可的精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。
- 透過 NTP 網際網路校時，提供電腦與資訊設備自動定期校時服務。
- 提供安全可靠的撥接式專線電腦校時服務，應用於民航局近場雷達、及塔台

飛航管制、公共電視等單位。

- 專線式校時系統應用於電信公司，解決視訊網路時間誤差及計費問題。
- 精準時頻技術的研究與推廣，合作對象包括中山科學研究院、國內各大學等。

產業效益

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

時間的維持：

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

時間的傳遞：

- 本實驗室提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源，過去待校件需送至校正實驗室進行校正。一般而言，振盪器會因受環境或其他如開/關機與車輛運送等因素之影響，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，其特性受到國家標準實驗室之監控，對環境變化等因素之影響已被偵測並加以補償，達到追溯至國家標準之目的，省去運送往返之時間，且有助於提高設備的運用及競爭力。
- 為提供一般民眾所需的標準時刻，本實驗室自民國 87 年起推出 NTP(Network Time Protocol)網際網路校時服務，以計算網路上封包(Packet)的往返延遲(Round Trip Delay)，估算待校計時器與標準源之時間差，作為修正的依據。由於網際網路普及，NTP 已成為一項準確且便利的校時方法，保守估計目前一天的校正需求量約 2.1 億次。

- 撥接式電腦校時服務是以數據機撥接方式，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，此服務不需要透過網際網路，因此較為安全，主要使用在民航局塔台飛航管制等系統。

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

(1.1)國家標準時間的維持及增進性能

(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

(1.1.2)執行內容(執行期間：104/01~104/12)

目前國家時間主要由本實驗室所維持的銫原子鐘群(Agilent/HP 5071A)及氫原子鐘(Active H-masers)所產生。以高品質的氫原子鐘作為參考母鐘，所產生的頻率信號經相位微調器調整後產生標準時間，國際上的名稱是 UTC(TL)，短期調整機制則是參考銫原子鐘群的統計值進行微調。我們透過衛星雙向傳時及 GPS PPP 全視法(all-in-view)等比對技術，與國外實驗室進行時間比對，並將比對的資料提供給國際度量衡局(BIPM)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依據之一，此調整有助於維持國家時間的長期準確度。BIPM 每月發佈的資料，放在該局的 FTP server 上 (<http://www.bipm.org/jsp/en/TimeFtp.jsp>)，而其中 "Publications\Weights of clocks participating in the computation of TAI" 目錄下的資料，即為每一部原子鐘當月的相對權重。原則上，單一部鐘需有長期良好的穩定度才能獲得較高權重，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://jiv.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，都需要仔細的管理與規劃，以確保時間的精準。原子鐘的維持是本實驗室的核心工作，目前運轉中的原子鐘群，分別安置在一樓電磁隔離室中。隔離室必須保持恆溫恆濕的環境，並避免振動的發生。本實驗室原子鐘的比對記錄系統有兩套，由於2010年起實驗室空調及UPS、DC電力系統全面改善，新購高性能銫鐘亦較老舊銫鐘穩定，TL原子鐘群穩定度已有顯著提升，而103年採購之美製氫鐘運轉情況穩定，目前為主要之母鐘參考源。原子鐘必須均勻且連續的運轉，所以電力供應不容中斷，我們除了電信研究院的電力系統、大型不斷電系統(UPS)及柴油發電機外、還準備有直流電源(DC)，均經過濾波後才供應給原子鐘使用，原子鐘、比對記錄系統及相位微調器等重要設備，另配有專屬的機架型UPS，即使這些備援電力都失效的情況，銫原子鐘內部還有電池，可再維持一段時間。總之，電力設備的維護與定期檢修更換，實為實驗室維持相當重要的環節。

由於氫鐘短期穩定度較佳，且 BIPM 修正 TAI 產生 algorithm 後，權重組成轉以氫鐘為主，2014 年 1 月起氫鐘占 TAI 權重比例較銫鐘大幅上升，世界各先進時頻實驗室已將鐘群組成逐漸側重氫鐘，本實驗室 UTC(TL)之調整策略亦轉以氫鐘之短期預測為主，目前銫鐘以產生 TA(TL)以為調整 UTC(TL)之依據及提供游校為主要任務。現有貢獻權重 13 部銫鐘中，7 部已屆壽年，可能於近期內耗盡銫源而故障。為求有限經費之最大效益，目前策略為(在可獲得足夠經費購買氫鐘前提下)於可貢獻權重之銫鐘少於 12 部時即開始進行購置或維修銫鐘，避免多部銫鐘於短時間內同時故障，使貢獻權重之銫鐘數量維持 10 部以上，以維持 TA(TL)之中期穩定性並提供遊校需要，同時將結餘經費用於氫鐘購置。

目前本實驗室共有 4 部氫鐘，原作為母鐘參考源之瑞士製氫鐘因易受環境影響，中期穩定度不佳，連帶增加 UTC(TL)調整困難度，使得 UTC(TL)穩定度無法提升。103 年採購之美製氫鐘於觀察 1 年後，因運轉情況穩定，於今年 5 月將其作為主要母鐘參考源。瑞士製氫鐘則於今年 9 月經原廠協助更換軀體，將俟累積足夠數據後再微調參數，以期明年可提升其穩定度。

其餘兩部皆為俄製氫鐘，其中一部於 103 年修復後目前做為備用母鐘參考源，另一部俄製氫鐘由於其真空狀態已破壞，原廠工程師於現場檢測後，因部分儀器及零件無法就地取得，建議運回原廠維修。惟台俄關係不佳，103 年時俄羅斯政府拒發此部氫鐘之再出口許可，故維修一案一直延宕。104 年俄羅斯經濟狀況不佳，拒發再出口許可立場鬆動，再次接觸後，獲俄羅斯政府允諾發出再出口許可，即於今年 8 月運回俄羅斯原廠維修。原預計今年 11 月底運回台灣安裝，但因原廠工程師估計錯誤，臨時告知無法於時限內完成維修，預計今年 12 月底方能完成安裝

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

另外，本實驗室已參加由BIPM於2011年規劃，並於2012年1月1日開始試驗之「UTC rapid」先鋒計畫，此計畫內容為：

- 為提高UTC發佈頻率，先建立一新time scale，並每週公佈逐日計算結果(2012年02月起每周三公佈計算結果)
- 預計涵括60%以上之TAI權重之鐘數，時間演繹法及計算細節皆由BIPM處理
- 原有Circular T每月報告持續發布，UTC仍為世界標準時間。每週發布之Rapid UTC簡稱UTCr，以表示與UTC之區別。

UTC rapid 先鋒計畫之報告已於 2013 年 7 月起變更為正式報告，但 UTC 仍為世界時間標準。本實驗室因應 UTCr 計畫，已完成每日自動計算並上傳原子鐘及 TA(TL)的比對值。原子鐘比對值及 GPS、TWSTFT 比對資料由以往每月上傳更加密集成為每日上傳，並持續觀察 UTCr 與 UTC 異同，以作為調整 UTC(TL)

之依據。

在國際傳時比對方面，過去本實驗室採用單通道單頻的 GPS 接收機，並以衛星共視法(common-view)進行國際比對。但台灣位處電離層赤道異常區，造成較大的誤差。近年來本實驗室積極參與相關國際時頻比對實驗的研究，包括雙通道及雙頻 GPS 接收機的傳時研究，GPS P3 電碼比對的國際巡迴校正、GPS 載波相位觀測及衛星雙向傳時等實驗。隨著國際比對精度的進步，本實驗室的數據品質也大幅提升。其中衛星雙向傳時是目前最精準的傳時方法之一，其不確定度可優於 1 奈秒(ns)。自 2002 年一月起，本實驗室(TL)與日本(NICT)之比對數據，正式提供 BIPM 作為計算世界原子時(TAI)的資料。2005 年 5 月我們完成 BIPM 之 GPS P3 電碼比對的精準校正結果，接著於 2006 年 3 月完成亞太地區第一個衛星雙向傳時地面站校正實驗，這兩個獨立傳時方法的校正結果，彼此差異僅有 0.282 ns。

自 2008 年起，本實驗室逐漸提升實驗室環境，2009 年全新恆溫恆濕空調及 UPS、DC 電力系統正式運轉啟用，原子鐘穩定性大為增高。另外，也因為 BIPM 採用本實驗室與德國 PTB 之 TAIPPP 比對結果作為 TAI 鏈路，A、B 類不確定度分別由 0.5ns 及 5ns 降至 0.3ns 及 4.8ns，使本實驗室之長、短期穩定度進一步提升。

(1.1.3)時頻標準維持現況分析

由於 2014 年元月起 BIPM 之 TAI 權重計算方式改變，氫鐘占 TAI 權重比例較銫鐘大幅上升，本實驗室 UTC(TL)之調整策略亦轉以氫鐘之短期預測為主。目前實驗室維持貢獻權重之 13 部銫鐘中有 7 部已屆壽年，可能於近期內會耗盡銫源而故障。銫鐘的運用以產生 TA(TL)作為調整 UTC(TL)之依據及提供游校為主要任務，為求有限經費之最大效益，少於 12 部時即開始進行購置或維修銫鐘，避免多部銫鐘於短時間內同時故障，使貢獻權重之銫鐘數量維持 10 部以上，以維持 TA(TL)之穩定性，並提供作為遊校之參考源。

氫鐘之短期穩定度較銫鐘為佳，目前為國家母鐘以氫鐘為參考源，並用 TA(TL)調整 UTC(TL)以兼顧 UTC(TL)之短、中、長期穩定度。為求 UTC(TL)穩

定及持續，必須維持至少兩部以上穩定運轉的氫鐘，以提供主要及備用的母鐘參考源。103 年採購之美製氫鐘於觀察 1 年後，運轉情況穩定，已將其作為主要母鐘參考源。99 年採購之瑞士製氫鐘易受環境影響，中期之穩定度不佳，備用母鐘參考源暫以維修後之俄製氫鐘取代，瑞士製氫鐘則用於進行時間評量演繹法研究為主。但由於俄製氫鐘壽年已超出其設計之平均無故障時間(Mean Time Between Failure, MTBF)，原廠工程師並不建議作為母鐘參考源用，故擬於 105 年再購置一部氫鐘，以維持穩定之主要及備用母鐘系統。

由於溫度變化對氫鐘性能影響較大。目前原子鐘之隔離室以溫度控制為優先，104 年前半年原子鐘隔離室溫度控制已可保持於 $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以內，三部氫鐘之中、長期穩定度亦稍有提升，有利於 UTC(TL)穩定性之維持。

(1.1.4)時頻標準量測結果

由於 BIPM 之 TAI 權重計算方式改變，氫鐘占權重比例較銫鐘大幅上升，氫鐘較多之實驗室排名往前挪移，2015 年 10 月本實驗室之權重排名暫時退居 13 名(Table 1.1)，與德國實驗室 PTB、英國 NPL 相當。

在 UTC(TL)穩定度及準確度方面，TL 之短期穩定度(5 日)約為 $4.5\text{E-}15$ ，長期穩定度約為 $2\text{E-}15$ ，仍維持過去水準，但因 2015 年 3 月時原作為母鐘參考源之瑞士製氫鐘不穩，其斜率之預測及調整不易，UTC(TL)之長期穩定度勉強維持於 $1.5\text{E-}15$ 左右。就長期穩定度而言已落後 PTB、USNO、NIST、OP 等實驗室，惟仍與 NICT、KRIS、NIM 等亞洲實驗室相當 (圖 1.1)。今年 5 月更換母鐘參考源後，穩定度有所提升，2016 年應會有較佳之展望。

在準確度方面，雖然瑞士製氫鐘於今年 3、4 月間呈現不穩定現象，但在同仁盡力調整下，2015 年 1 月至 2015 年 6 月 UTC-UTC(TL) (圖 1.2) 及 UTCr-UTC(TL) (圖 1.3)皆維持於 -20 ns 至 5 ns 之間，2015 年下半年則維持於 $0\sim 10\text{ ns}$ ，預期仍可達成全年差值維持在 $\pm 45\text{ ns}$ 以內之目標。

2015 年 10 月世界時頻實驗室佔 TAI 權重前 15 名排名

Rank	Lab	權重 %	氫鐘平均%/氫鐘數	銻鐘平均%/銻鐘數	每鐘平均%/總鐘數
1	USNO	28.423	0.599/30	0.126/51	0.334/85
2	SU	8.08	0.898/09	-/00	0.898/09
3	SP	6.825	0.612/08	0.102/19	0.253/27
4	NICT	5.995	0.337/03	0.166/30	0.182/33
5	F	5.86	1.010/04	0.096/19	0.255/23
6	NIST	5.394	0.697/05	0.191/10	0.360/15
7	NTSC	4.739	0.351/04	0.115/29	0.144/33
8	IT	3.476	0.758/04	0.112/04	0.435/08
9	APL	3.423	1.010/03	0.131/03	0.571/06
10	NIM	3.25	0.326/06	0.185/07	0.250/13
11	PTB	2.567	0.345/03	0.167/03	0.321/08
12	NPL	2.083	1.010/02	0.063/01	0.694/03
13	TL	1.926	0.163/03	0.111/13	0.120/16
14	PL	1.785	0.337/03	0.085/09	0.128/14
15	ONRJ	1.759	0.356/02	0.149/07	0.195/09

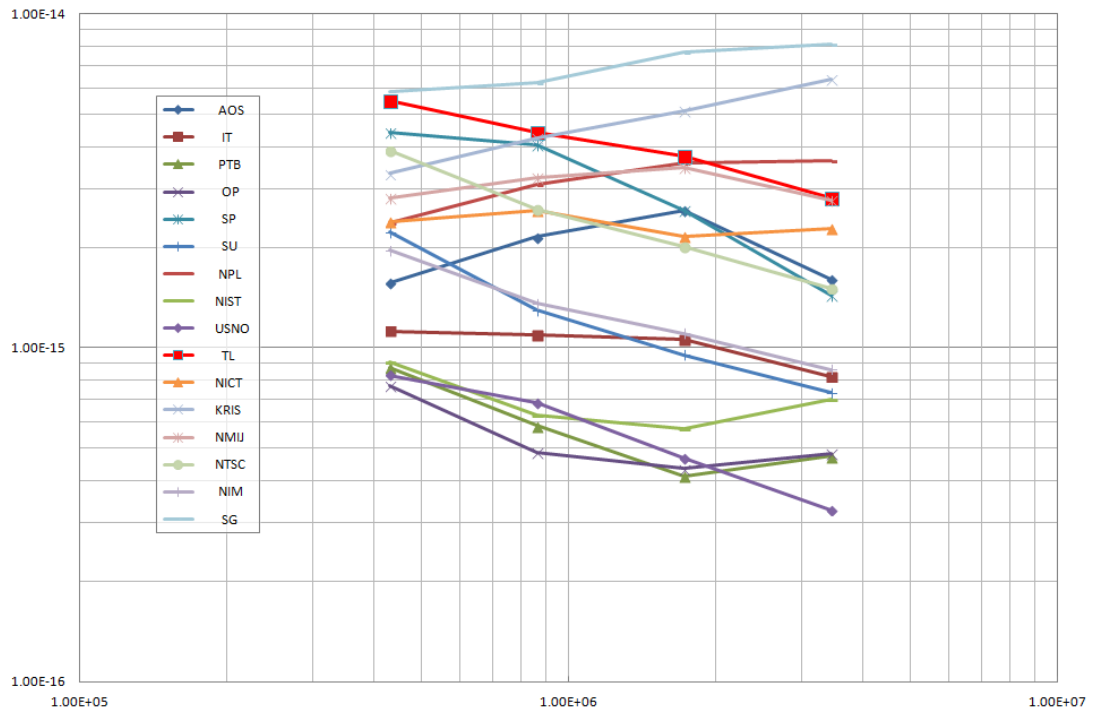


圖 1.1、2014 年 10 月~2015 年 10 月世界及亞洲主要實驗室頻率穩定度

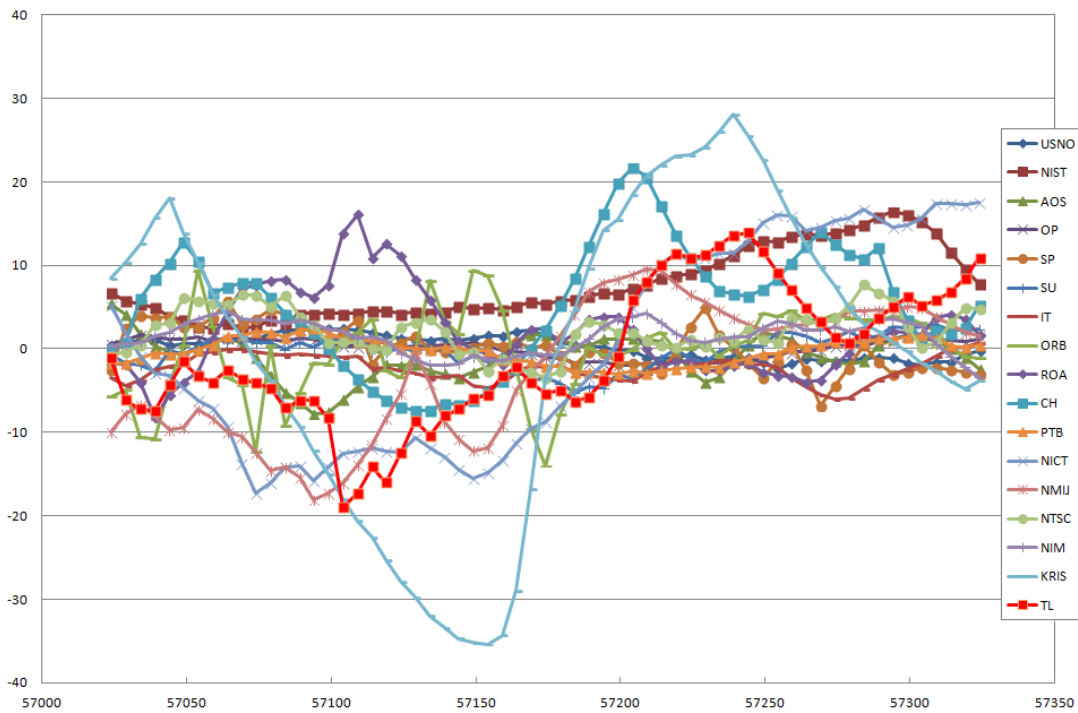


圖 1.2、2015 年 1 月~2015 年 10 月世界及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k)差值

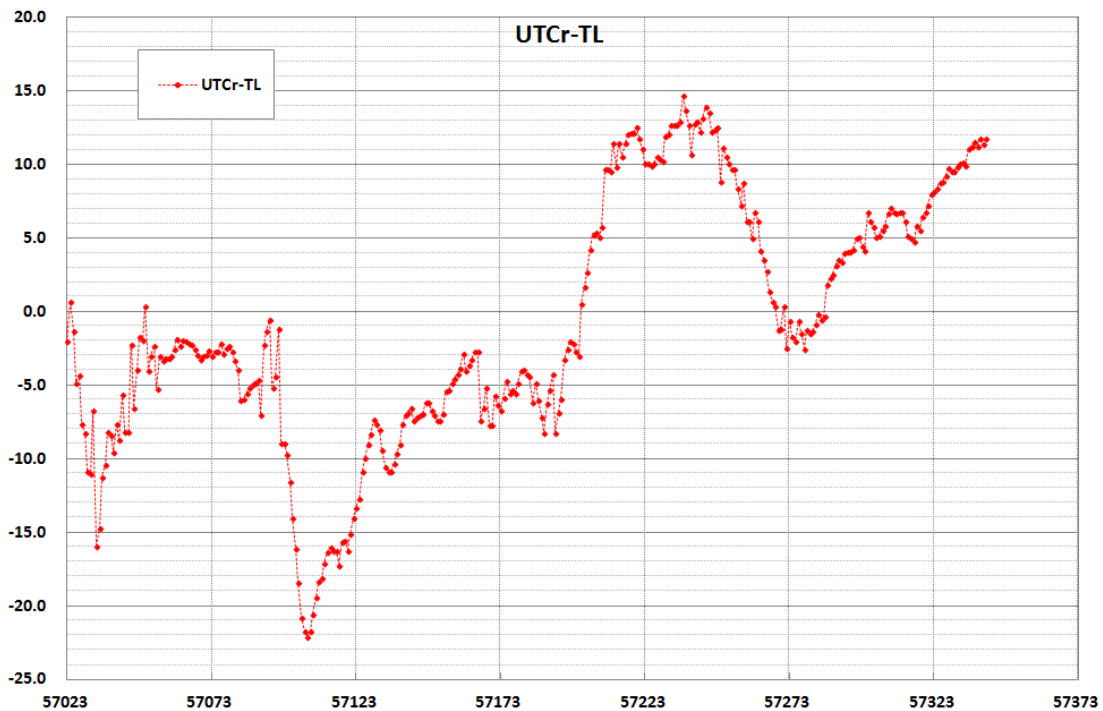


圖 1.3、2015 年 1 月~2015 年 11 月 UTCcr-UTC(TL)差值

(1.1.5) 結論

隨著定位導航及太空科技迅速發展，國際間時頻實驗室無不投入更多的資源，發展新一代的技術。新一波原子鐘的汰舊換新潮，從 2005 年初展開，包括日本、美國、大陸、韓國、瑞士、波蘭等國家，都各自添購許多氫鐘及高性能

銫原子鐘。這些鐘經過 BIPM 半年以上的穩定度評估後，將逐漸貢獻一定比例的權重值。另一方面，包括美國、日本、荷蘭、大陸、義大利、英國、韓國、馬來西亞等實驗室都在過去的五年內重建新的實驗室環境，以符合未來快速發展的需求。

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

(1.1.6)自評與建議

為增進國家標準時間之穩定度及準確度，就環境而言，目前實驗室環境維護已稍具規模，空調及 UPS、DC 電力系統皆已更新，短時間內將以維護保養既有設備為主。其次，因 BIPM 之 TAI 鏈路計算已更換為結合 TWSTFT 及 TAIPPP 之 TWPPP，A 類不確定度已降至 0.3ns，繼續改善空間有限，應朝向傳時系統重新校正，降低 B 類不確定度的方向努力。

在母鐘維持方面，由於氫鐘性能易受環境溫溼度影響造成穩定度不佳，目前經實驗室同仁努力改善空調系統，大致可將環境溫度維持於 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 內，濕度及壓力則未控制。長遠規劃還是建議編列預算採購氫鐘專用密閉溫箱，提供穩定溫溼度環境，進而提升母鐘輸出信號穩定度。

現有原子鐘資料紀錄系統已使用十年以上，舊有紀錄系統以單一的時間計數器切換輸入端以與 UTC(TL)比對，切換輸入耗時且往往引進雜訊，造成紀錄之短期穩定度劣化。另紀錄系統之工業電腦皆已超過使用壽年，且作業系統仍使用 Windows XP，由於微軟已不再對 Windows XP 進行更新，為長遠之計，本實驗室已開始針對紀錄系統進行更新研發，若有充裕之經費支援，可望於 2016 年開始使用新系統，以提升紀錄品質及安全。

2011 年起由 BIPM 於發起之 UTC rapid 先鋒計畫，並於 2013 年 7 月起由測試性質轉為正式性質，每週四公布於 BIPM 網站。目前其結果與 UTC 仍有相當差異，由 UTCr 與 UTC 比較可發現斜率及相位差，且因每月的調整造成 UTCr 有不連續性，不易作為 UTC(TL)調整依據。不過因 UTCr 可快速取得，易於掌握修正 UTC(TL)之時效性，針對 UTCr 預測性之研究，可為未來研究重點。

(1.1.2)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：民國 104.01~104.12)

104年度BIPM Circular T334(2015 NOVEMBER 10)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 334
2015 NOVEMBER 10, 11h 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 2015 July 1, 0h UTC, TAI-UTC = 36 s.

Date 2015	0h UTC	SEP 29	OCT 4	OCT 9	OCT 14	OCT 19	OCT 24	OCT 29	Uncertainty/ns	Notes	
MJD		57294	57299	57304	57309	57314	57319	57324	uA uB u		
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns									
AOS (Borowiec)		1.1	1.7	1.4	0.9	0.1	-1.0	-2.4	0.3	5.1	5.1
APL (Laurel)		4.1	3.5	3.5	4.0	0.2	0.5	1.8	0.3	4.9	4.9
AUS (Sydney)		-558.3	-528.3	-502.2	-484.3	-481.6	-461.4	-444.1	0.3	5.1	5.1
BEV (Wien)		-11.3	3.6	3.8	13.6	16.2	15.2	24.0	0.3	3.1	3.1
BIM (Sofiya)		2847.7	2870.5	2880.0	2881.3	2907.4	2938.6	2946.0	1.5	7.0	7.2
BIRM (Beijing)		-134.7	-138.2	-150.1	-170.1	-181.4	-190.6	-204.0	1.5	20.0	20.1
BY (Minsk)		8.1	8.1	11.1	6.1	5.4	2.3	4.7	1.5	7.0	7.2
CAO (Cagliari)		-8188.0	-8292.9	-8399.2	-8506.7	-8612.6	-8720.8	-8820.8	8.0	7.0	10.7
CH (Bern-Wabern)		6.8	3.5	1.2	2.2	1.9	2.5	5.2	0.3	1.2	1.3
CNM (Queretaro)		-1.8	-5.5	-8.8	-3.3	-1.5	0.0	4.2	3.0	5.0	5.8
CNMP (Panama)		0.3	14.3	0.5	4.6	2.0	-3.9	-12.7	3.5	5.1	6.1
DFNT (Tunis)		14028.6	14212.7	14388.6	14570.3	14752.2	14939.5	15123.3	0.3	20.0	20.0
DMDM (Belgrade)		-7.9	-13.9	-19.2	-28.1	-23.6	-23.2	-24.1	1.5	7.0	7.2
DTAG (Frankfurt/M)		95.5	93.8	94.6	94.6	94.1	93.3	93.6	0.3	10.0	10.0
EIM (Thessaloniki)		10.0	7.9	7.2	0.3	8.6	9.6	17.4	7.5	5.1	9.0
ESTC (Noordwijk)		1.6	4.0	1.5	5.4	10.0	7.1	6.7	0.4	5.0	5.0
HKO (Hong Kong)		6.0	2.9	5.4	9.0	7.0	17.3	15.1	0.3	5.0	5.1
IFAG (Wetzell)		-866.7	-862.9	-862.7	-854.4	-844.5	-854.7	-850.5	0.3	5.0	5.0
IGNA (Buenos Aires)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IMBH (Sarajevo)		111.0	122.0	143.1	236.5	344.8	428.8	476.6	0.3	7.0	7.0
INPL (Jerusalem)		83.0	91.8	92.2	91.5	90.7	100.2	102.4	0.5	7.0	7.0
INTI (Buenos Aires)		-4.8	-17.9	-15.1	-14.8	-32.1	-45.1	-51.0	2.5	20.0	20.2
INXE (Rio de Janeiro)		-23.6	-22.6	-26.3	-31.0	-27.7	-16.7	-7.0	0.3	20.0	20.0
IT (Torino)		-3.1	-2.4	-1.8	-0.9	0.0	0.2	0.8	0.3	1.2	1.2
JATC (Lintong)		5.6	2.4	1.0	1.8	3.9	5.7	5.6	0.4	4.9	4.9
JV (Kjeller)		-19.0	-22.9	-23.7	-25.3	-29.2	-28.8	-30.0	0.3	20.0	20.0
KEBS (Nairobi)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KIM (Serpong-Tangerang)		868.2	864.0	872.6	902.3	924.1	933.1	923.6	2.0	20.0	20.1
KRIS (Daejeon)		0.7	-0.3	-1.7	-2.7	-3.9	-4.8	-3.8	0.3	5.0	5.0
KZ (Astana)		-656.5	-641.7	-621.8	-610.4	-601.2	-587.4	-591.9	1.5	7.0	7.2
LT (Vilnius)		983.0	993.8	1005.8	1009.6	1028.1	1032.4	1035.2	2.0	5.0	5.4
MASM (Bayanzurkh)		-	-153.2	-	-	-	-255.0	-279.3	0.4	20.0	20.0
MBM (Podgorica)		-	-268.4	3.9	304.1	618.6	937.3	1241.2	5.0	20.0	20.6
MIKE (Espoo)		0.9	0.5	-0.3	-0.7	-1.1	-1.2	-1.2	0.3	6.9	6.9
MKEH (Budapest)		-36343.5	-36544.3	-36740.6	-36962.6	-37166.6	-37360.8	-37564.0	1.5	20.0	20.1
MSL (Lower Hutt)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MTC (Makkah)		256.9	-	271.0	267.3	275.3	279.1	279.7	0.3	7.0	7.0
NAO (Mizusawa)		47.7	40.4	35.0	23.4	8.0	-5.4	-4.3	2.0	20.0	20.1
NICT (Tokyo)		14.5	14.9	15.7	17.4	17.4	17.3	17.5	0.3	1.7	1.8
NIM (Beijing)		3.6	3.2	2.8	0.6	-0.9	-2.2	-3.4	0.3	1.8	1.8
NIMB (Bucharest)		998.2	1022.0	1029.1	1025.8	1040.2	1064.5	1057.4	4.5	20.0	20.5
NIMT (Patumthani)		0.3	-2.1	-8.8	-22.8	-19.9	-24.6	-24.3	1.0	20.0	20.0
NIS (Cairo)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NIST (Boulder)		16.4	16.0	15.2	13.9	11.6	9.6	7.8	0.3	4.8	4.8
NMIJ (Tsukuba)		4.6	5.1	5.0	3.8	2.9	1.9	1.6	0.3	1.8	1.9
NMLS (Sepang)		-202.9	-210.0	-215.8	-210.0	-211.4	-218.3	-226.4	1.0	20.0	20.0
NPL (Teddington)		37.9	37.4	36.6	37.0	37.1	34.1	28.3	0.3	6.9	6.9
NPLI (New-Delhi)		8.7	6.6	3.3	0.7	-0.6	0.3	2.8	0.3	7.0	7.0

NRC (Ottawa)	-8.1	-1.5	8.4	13.3	18.1	23.4	24.5	0.4	5.0	5.0
NRL (Washington DC)	-6.5	-20.5	-	-136.8	17.8	66.9	20.7	0.3	5.1	5.1
NTSC (Lintong)	5.7	2.6	0.2	0.7	3.1	4.9	4.8	0.3	4.8	4.8
ONBA (Buenos Aires)	-2745.0	-2762.8	-2773.5	-2776.9	-2781.0	-2801.5	-2797.3	2.5	5.0	5.6
ONRJ (Rio de Janeiro)	2.3	1.3	3.3	2.3	2.4	1.8	0.5	1.3	6.9	7.0
OP (Paris)	1.1	1.6	1.3	1.2	1.0	0.9	1.2	0.3	1.2	1.2
ORB (Bruxelles)	3.8	3.7	3.1	2.1	0.2	-0.9	-1.1	0.3	5.0	5.0
PL (Warszawa)	2.0	2.7	-4.6	-5.8	5.7	4.0	8.2	0.3	5.0	5.0
PTB (Braunschweig)	1.2	1.4	1.6	1.3	0.4	0.2	0.5	0.1	0.7	0.7
ROA (San Fernando)	2.1	2.0	1.7	3.7	4.1	3.6	1.7	0.3	1.2	1.3
SASO (Riyadh)	-205.7	-209.0	-209.3	-215.7	-216.0	-215.3	-217.1	0.3	7.0	7.0
SCL (Hong Kong)	-120.1	-121.0	-100.3	-98.2	-105.4	-102.5	-104.3	6.0	10.0	11.7
SG (Singapore)	13.7	14.8	15.0	15.5	17.3	16.3	19.1	0.7	5.0	5.1
SIQ (Ljubljana)	-1588.6	-1587.7	-1602.4	-1615.9	-1601.3	-1605.6	-1607.3	0.3	7.0	7.0
SMD (Bruxelles)	1.8	5.6	1.0	7.0	10.9	13.5	25.3	0.3	7.0	7.0
SMU (Bratislava)	-449.9	-451.3	-459.8	-474.5	-473.2	-479.3	-485.2	1.0	20.0	20.0
SP (Boras)	-3.1	-2.8	-2.2	-2.2	-2.5	-2.8	-3.0	0.3	1.2	1.2
SU (Moskva)	2.7	2.5	2.7	2.9	2.3	2.3	2.4	0.9	4.6	4.7
TL (Chung-Li)	5.0	6.3	5.2	5.8	6.8	8.4	10.9	0.3	1.8	1.8
TP (Praha)	-13.0	-5.3	6.7	3.9	-0.6	0.6	-3.3	0.3	5.1	5.1
UA (Kharkov)	-45.1	-37.0	-31.9	-27.8	-43.7	-68.1	-57.2	1.5	7.0	7.2
UME (Gebze-Kocaeli)	-915.5	-938.2	-954.0	-980.4	-1003.5	-1014.5	-1035.8	1.0	7.0	7.1
USNO (Washington DC)	-1.1	-1.7	-2.0	-1.6	-1.6	-0.8	-0.2	0.2	1.0	1.0
VMI (Ha Noi)	19.9	16.5	23.4	30.1	35.7	45.3	48.7	0.4	20.0	20.0
VSL (Delft)	-0.7	6.4	16.2	18.1	15.1	9.8	16.9	0.3	1.2	1.3
ZA (Pretoria)	2594.0	2561.1	2541.1	2510.2	2477.8	2433.7	2394.0	0.4	20.0	20.0

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

Date 2015	0h UTC	SEP 29	OCT 4	OCT 9	OCT 14	OCT 19	OCT 24	OCT 29
MJD		57294	57299	57304	57309	57314	57319	57324
Laboratory k		[TAI-TA(k)]/ns						
CH (Bern-Wabern)		18952.7	18898.3	18843.6	18790.1	18736.9	18684.6	18633.5
CNM (Queretaro)		-1186.8	-1229.9	-1252.7	-1268.8	-1288.2	-1306.4	-1325.7
F (Paris)		167617.4	167616.9	167617.3	167616.1	167615.6	167616.1	167615.0
JATC (Lintong)		-58313.5	-58336.5	-58359.3	-58381.3	-58402.1	-58423.4	-58446.7
KRIS (Daejeon)		46587.0	46604.6	46622.0	46639.7	46657.2	46675.0	46694.7
NICT (Tokyo)		1452.3	1456.4	1463.0	1468.2	1473.4	1477.9	1485.3
NIST (Boulder)		-45422849.4	-45423033.4	-45423217.2	-45423401.3	-45423585.6	-45423769.6	-45423953.4
NRC (Ottawa)		20866.3	20856.7	20830.1	20805.3	20786.5	20764.8	20752.0
NTSC (Lintong)		21995.8	22030.0	22066.8	22104.5	22143.2	22180.1	22217.3
ONRJ (Rio de Janeiro)		-23329.8	-23365.6	-23397.1	-23434.2	-23466.4	-23500.3	-23535.1
PL (Warszawa)		-7243.1	-7250.0	-7261.1	-7272.9	-7277.0	-7282.3	-7292.8
PTB (Braunschweig)		2004.8	2005.0	2005.1	2004.8	2004.2	2003.9	2004.4
SG (Singapore)		21363.7	21434.8	21495.0	21565.5	21627.3	21696.3	21759.1
SU (Moskva)		27291048.2	27291048.0	27291048.2	27291048.4	27291047.8	27291048.1	27291048.6 (1)
TL (Chung-Li)		14.4	17.8	20.0	22.4	20.2	21.9	22.7
USNO (Washington DC)		-35178626.5	-35178912.6	-35179200.4	-35179488.2	-35179775.6	-35180062.6	-35180350.2

- Note on section 2:

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

...

6 - Time links used for the computation of TAI and their uncertainties.

The time links used in the elaboration of this Circular T are listed in this section. The technique for the link is indicated as follows: GPS SC for GPS all-in-view single-channel C/A data; GPS MC for GPS all-in-view multi-channel C/A data; GPS P3 for GPS all-in-view multi-channel dual-frequency P code data; GPS PPP for GPS Precise Point Positioning technique; GPS GT for 'GPS time' observations; GLN MC for GLONASS common-view multi-channel C/A data; GPSGLN for the combination of GPS MC and GLN MC links; TWGPPP/TWGPP3 for the combined smoothing of TWSTFT and GPS PPP/GPS P3; INT LK for internal cable link and TWSTFT for two-way satellite time and frequency transfer data.

For each link, the following uncertainties are provided: uA is the standard uncertainty accounting for measurement noise and random effects with typical duration between 1 day and 30 days. uB is the estimated uncertainty of the calibration.

The calibration type of the link is indicated as: GPS EC for GPS equipment calibration; TW EC for two-way equipment calibration; LC (technique) for a link calibrated using 'technique'; BC (technique) for a link calibrated using 'technique' to transfer a past equipment calibration through a discontinuity of link operation. DIC is used for direct internal calibration.

The calibration dates indicate: the most recent calibration results for the two laboratories in the case of EC and the most recent calibration of the link in the case of LC and BC.

NA stands for not available, in this case estimated values are provided.

Link	Type	uA/ns	uB/ns	Calibration Type	Calibration Dates
AOS /PTB	GPSPPP	0.3	5.0	LC(GPS P3)	2011 Jun
APL /PTB	GPSPPP	0.3	5.0	LC(GPS MC)	2012 Sep
AUS /PTB	GPSPPP	0.3	5.0	GPS EC/GPS EC	2010 Oct/2015 Jun
BEV /PTB	GPSPPP	0.3	3.0	BC(GPS MC)	2012 Mar
BIM /PTB	GPS MC	1.5	7.0	GPS EC/GPS EC	2007 Nov/2006 Sep
BIRM/PTB	GPS MC	1.5	20.0	NA /GPS EC	NA /2006 Sep
BY /PTB	GPS MC	1.5	7.0	GPS EC/GPS EC	2008 Jun/2006 Sep
CAO /PTB	GPS MC	8.0	7.0	GPS EC/GPS EC	2004 Nov/2006 Sep
CH /PTB	TWGPPP	0.3	1.0	LC(TWSTFT)/BC(GPS PPP)	2008 Sep/2009 Aug
CNM /PTB	GPS MC	3.0	5.0	BC(GPS SC)	2008 May
CNMP/PTB	GPS MC	3.5	5.0	GPS EC/GPS EC	2004 May/2006 Sep
DFNT/PTB	GPSPPP	0.3	20.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun
DMDM/PTB	GPS MC	1.5	7.0	GPS EC/GPS EC	2007 Jan/2006 Sep
DTAG/PTB	GPSPPP	0.3	10.0	LC(GPS MC)	2009 Jul
EIM /PTB	GPS MC	7.5	5.0	GPS EC/GPS EC	2007 May/2003 Aug
ESTC/PTB	GPSPPP	0.4	5.0	GPS EC/GPS EC	2012 Nov/2015 Jun
HKO /PTB	GPSPPP	0.3	5.0	LC(GPS MC)	2013 Apr
IFAG/PTB	GPSPPP	0.3	5.0	GPS EC/GPS EC	2003 Jun/2015 Jun
IGNA/PTB	NA				
IMBH/PTB	GPSPPP	0.3	7.0	GPS EC/GPS EC	2014 Nov/2015 Jun
Link	Type	uA/ns	uB/ns	Calibration Type	Calibration Dates
INPL/PTB	GPSPPP	0.5	7.0	GPS EC/GPS EC	2009 Jun/2015 Jun
INTI/PTB	GPS MC	2.5	20.0	NA /GPS EC	NA /2006 Sep
INXE/PTB	GPSPPP	0.3	20.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun
IT /PTB	TWGPPP	0.3	1.0	TW EC	2014 Jun
JATC/NTSC	INT LK	0.2	1.0	DIC	/2006 Sep
JV /PTB	GPSPPP	0.3	20.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun
KEBS/PTB	NA				
KIM /PTB	GPS MC	2.0	20.0	NA /GPS EC	NA /2006 Sep
KRIS/PTB	GPSPPP	0.3	5.0	GPS EC/GPS EC	2005 Aug/2015 Jun
KZ /PTB	GPSGLN	1.5	7.0	GPS EC/GPS EC	2012 Dec/2006 Sep
LT /PTB	GPS MC	2.0	5.0	GPS EC/GPS EC	2006 Oct/2006 Sep
MASM/PTB	GPSPPP	0.4	20.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun
MBM /PTB	GPS MC	5.0	20.0	NA /GPS EC	NA /2006 Sep
MIKE/PTB	GPSPPP	0.3	7.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun
MKEH/PTB	GPS MC	1.5	20.0	NA /GPS EC	NA /2006 Sep
MSL /PTB	NA				
MTC /PTB	GPSPPP	0.3	7.0	GPS EC/GPS EC	2013 Aug/2015 Jun
NAO /PTB	GPS MC	2.0	20.0	NA /GPS EC	NA /2006 Sep
NICT/PTB	GPSPPP	0.3	1.7	GPS EC/GPS EC	2014 Mar/2015 Jun
NIM /PTB	GPSPPP	0.3	1.7	GPS EC/GPS EC	2014 Jun/2015 Jun
NIMB/PTB	GPS MC	4.5	20.0	NA /GPS EC	NA /2006 Sep
NIMT/PTB	GPS P3	1.0	20.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun
NIS /PTB	NA				
NIST/PTB	TWGPPP	0.3	5.0	LC(TWSTFT)/BC(GPS PPP)	2005 May/2009 Aug
NMIJ/PTB	GPSPPP	0.3	1.7	GPS EC/GPS EC	2014 Feb/2015 Jun
NMLS/PTB	GPS P3	1.0	20.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun
NPL /PTB	GPSPPP	0.3	7.0	LC(GPS P3)	2008 Sep/2009 Nov
NPLI/PTB	GPSPPP	0.3	7.0	LC(GPS P3)	2012 Jun
NRC /PTB	GPSPPP	0.4	5.0	GPS EC/GPS EC	2003 Nov/2015 Jun
NRL /PTB	GPSPPP	0.3	5.0	GPS EC/GPS EC	2002 May/2015 Jun
NTSC/PTB	GPSPPP	0.3	5.0	LC(TWSTFT)	2014 Nov
ONBA/PTB	GPS MC	2.5	5.0	GPS EC/GPS EC	2004 Jul/2006 Sep
ONRJ/PTB	GPS P3	1.3	7.0	GPS EC/GPS EC	2011 Dec/2015 Jun
OP /PTB	TWGPPP	0.3	1.0	TW EC	2014 Jul
ORB /PTB	GPSPPP	0.3	5.0	GPS EC/GPS EC	2012 Oct/2015 Jun
PL /PTB	GPSPPP	0.3	5.0	LC(GPS MC)	2012 Mar
ROA /PTB	TWGPPP	0.3	1.0	TW EC	2014 Jul
SASO/PTB	GPSPPP	0.3	7.0	GPS EC/GPS EC	2012 Nov/2015 Jun
SCL /PTB	GPS MC	6.0	10.0	LC(GPS SC)	1993 May
SG /PTB	GPS P3	0.7	5.0	GPS EC/GPS EC	2010 Mar/2015 Jun
SIQ /PTB	GPSPPP	0.3	7.0	GPS EC/GPS EC	2014 Aug/2015 Jun
SMD /PTB	GPSPPP	0.3	7.0	GPS EC/GPS EC	2011 Sep/2015 Jun
SMU /PTB	GPSGLN	1.0	20.0	NA /GPS EC	NA /2006 Sep
SP /PTB	TWGPPP	0.3	1.0	TW EC	2014 Jul
SU /PTB	GPSGLN	1.0	5.0	LC(TWSTFT)	2014 Nov
TL /PTB	GPSPPP	0.3	1.7	GPS EC/GPS EC	2013 Nov/2015 Jun
TP /PTB	GPSPPP	0.3	5.0	GPS EC/GPS EC	2009 Feb/2015 Jun

UA /PTB	GPS MC	1.5	7.0	GPS EC/GPS EC	2011 Mar/2006 Sep
UME /PTB	GPSGLN	1.0	7.0	GPS EC/GPS EC	2005 Dec/2006 Sep
USNO/PTB	TWGPPP	0.3	1.0	TW EC	2014 Jun
VMI /PTB	GPSPPP	0.4	20.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun
VSL /PTB	TWGPPP	0.3	1.0	LC(TWSTFT)/BC(GPS PPP)	2006 Mar/2009 Aug
ZA /PTB	GPSPPP	0.4	20.0	NA /GPS EC	NA /2015 Jun

=====

(1.2) 健全全國時頻追溯體系

(1.2.1) 協助 TAF 完成實驗室評鑑案，健全全國時頻追溯體系

(1.2.1.1) 達成項目

協助財團法人全國認證基金會(TAF)，參與完成業界校正實驗室之評鑑案共 27 件。

(1.2.1.2) 執行內容(執行期間：民國 104.01~104.12)

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

(1.2.1.3) 結果

本年度配合 TAF 安排時程，參與完成翔鋒有限公司、工研院國家化學標準實驗室(監評及延展評鑑)、樂利士實業股份有限公司、財團法人台灣電子檢驗中心、昭俐有限公司、陸軍飛彈光電基地勤務廠、太克科技股份有限公司、利諾科技有限公司、工研院量測中心智慧計量系統校正實驗室、宇正公司、優力公司、量測科技公司、大同公司等校正實驗室的評鑑案，共 27 件。

另外，協助 TAF 進行經濟部標準檢驗局臺中分局、財團法人工業技術研究院、守恆量測技術有限公司、財團法人台灣電子檢驗中心新竹校正實驗室、矽品精密工業股份有限公司等校正實驗室之評鑑總結報告審查工作。

(1.2.1.4) 應用及效益

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

(1.2.1.5) 未來工作重點

因應未來國內時頻實驗室認證之需求，將繼續支持及配合 TAF，協助評鑑作業，同時亦持續提升本實驗室之校正能量，使我國時頻領域的認證制度更加健全。

(1.2.1.6) 自評與建議

度量衡標準之追溯、維持及傳遞，是國家標準實驗室之重要任務。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，並且提供國內業界量測校正之追溯源頭。除提供時頻校正服務外，近年來本實驗室亦配合全國認證基金會(TAF)作業，積極推動國內之實驗室認證制度，提供合格的評審員，實地參與實驗室評鑑工作，將國際品質制度的規範要求，落實於國內次級實驗室中。在提昇校正技術及取得國際相互認可等方面，都有很大的助益。

(1.2.2) 精密儀器頻率校正服務

(1.2.2.1) 達成項目：

提供高精度儀器校正服務，協助國內廠商校正件追溯至國家標準。

(1.2.2.2) 執行內容(執行期間：民國104.01~104.12)

執行內容及具體方法如下：

藉由各種國際時頻校核系統，長期追溯至國際度量衡局 (BIPM)之國際標準，提供國內量測校正追溯之來源。

提供精密儀器頻率校正服務。

配合 TAF 之評鑑業務，在技術上輔導國內具有規模及投資意願之公私機構成立次級實驗室，達到檢校分級制度。

本實驗室將持續關注國際間有關時頻不確定度評估方式的最新進展，即時加以運用，以符合國際標準實驗室相互認可協議(Global MRA)之基本需求，並提供國內次級實驗室參考。

(1.2.2.3) 結果

本年度 1~12 月送校廠商計有 38 家，所送件數計有 81 件(含能力試驗 17 件)，總收入為:新臺幣 1,094,000 元整(含能力試驗 242,000 元)，仍超過預定目標。

(1.2.2.4) 應用及效益

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

(1.2.2.5) 未來工作重點

加強推廣及宣導時頻校正服務，敦促廠商定期送校，滿足業界時頻校正服務之需求。

(1.2.2.6) 自評與建議

精密儀器頻率校正，是維持時頻追溯鏈完整重要的一環。但是基於公益服務性質，以及與次級校正服務作區隔等原因，此一部份的服務收入難以大幅增加。未來主管機關若能適時推動各項收費計時機制(停車、通訊等)成為法定

計量，將有助於民眾公平交易，及提升時頻標準的重要性，校正收入更可望大幅增加（詳如下表）。

中華電信研究院 104 年度校正報告總覽表

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-2014-12-41	台灣是德科技股份有限公司	銻頻率標準器 FLUKE/910R/286844	103.12.05	104.01.13	16,000
2	FTC-2014-12-45	優力國際安全認證有限公司	微電腦石英鐘測試儀 TAI TIEN/QWA-5A/5A1212001	103.12.23	104.01.23	8,500
3	FTC-2014-12-47	財團法人工業技術研究院	計數器 SR620/3836	103.12.29	104.01.13	8,500
4	FTC-2015-01-01	台灣是德科技股份有限公司	銻頻率標準器 HP5071A/3249A00522	104.01.12	104.02.04	16,000
5	FTC-2015-01-02-1	供宏(群)科技有限公司	計數器 HP53181A/3418A00624	104.01.14	104.03.06	8,500
6	FTC-2015-01-02-2	供宏(群)科技有限公司	Signal Generator HP8672A/1711A00198	104.01.14	104.03.06	8,500
7	FTC-2015-01-03	台達電子工業股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A/09562	104.01.19	104.02.11	16,000
8	FTC-2015-01-04	台灣檢驗科技股份有限公司	Quartz Watch/Clock Analyzer/SIGMOTEK/QWA-3 A/267	104.01.21	104.01.28	8,500
9	FTC-2015-01-05-1	安立知股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5680A/SN12454	104.01.30	104.03.30	16,000
10	FTC-2015-01-05-2	安立知股份有限公司	計數器 MF-1601A/SNMT-04585	104.01.30	104.03.30	8,500
11	FTC-2015-02-06-1	財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心	FT60 控制器與主機 /MTS/FT60/N/A	104.02.02	104.03.11	8,500
12	FTC-2015-02-06-2	財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心	FT60 控制器與主機 /MTS/FT60/N/A	104.02.02	104.03.11	8,500
13	FTC-2015-02-06-3	財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心	FT60 控制器與主機 /MTS/FT60/N/A	104.02.02	104.03.11	8,500
14	FTC-2015-02-07	太一電子檢測有限公司	銻頻率標準器 FS-725/84913	104.02.03	104.03.18	16,000
15	FTC-2015-02-08	工業技術研究院	銻頻率標準器 Symmetricom/8040C/11383010 1008	104.02.26	104.03.06	16,000

16	FTC-2015-03-09	致茂電子股份有限公司	石英晶體振盪器 HP105B/2848A01892	104.03.03	104.03.25	8,500
17	FTC-2015-03-10-1	儀寶電子股份有限公司	銩頻率標準器 FS-725/65164	104.03.06	104.03.23	16,000
18	FTC-2015-03-10-2	儀寶電子股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS-1050A/0398	104.03.06	104.03.23	8,500
19	FTC-2015-03-10-3	儀寶電子股份有限公司	計數器 AG-53132A/MY40003244	104.03.06	104.03.23	8,500
20	FTC-2015-03-10-4	儀寶電子股份有限公司	計數器 AG-53150A/US40501620	104.03.06	104.03.23	8,500
21	FTC-2015-03-11-1	世界通全球驗證股份有限公司	銩頻率標準器 Symmetricom/8040C/144030101025	104.03.06	104.06.08	16,000
22	FTC-2015-03-11-2	世界通全球驗證股份有限公司	計頻器 Keysight/53230A/MY50004089	104.03.06	104.06.08	8,500
23	TL-104FM MA-01	海軍戰鬥系統工廠	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.03.12	104.03.30	16,000
24	FTC-2015-03-12	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	落下試驗 D5/001	104.03.18	104.03.30	8,500
25	FTC-2015-03-13	正儀科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/84211	104.03.23	104.04.01	16,000
26	FTC-2015-03-14-1	太克科技股份有限公司	銩頻率標準器 FE-5650A/4000	104.03.24	104.04.10	16,000
27	FTC-2015-03-14-2	太克科技股份有限公司	計數器 HP53132A/3404A00994	104.03.24	104.04.10	8,500
28	FTC-2015-03-14-3	太克科技股份有限公司	計數器 Agilent/53132A/MY40006538	104.03.24	104.04.10	8,500
29	FTC-2015-04-15-1	國家中山科學研究院系統維護中心	銩頻率標準器 HP5071A/3608A01153	104.04.08	104.05.06	16,000
30	FTC-2015-04-15-2	國家中山科學研究院系統維護中心	銩頻率標準器 Symmetricom 5071A/US45382380	104.04.08	104.05.06	16,000
31	FTC-2015-05-16	陸軍飛彈光電基地勤務廠	銩頻率標準器-計數器 Symmetricom 5071A-HP5345A OPT12/US45382352-3103A13918	104.05.11	104.05.27	16,000
32	FTC-2015-05-17	財團法人台灣電子檢驗中心	Microwave counter/Analyzer/Pendulum/CN T-90XL 60G/303807	104.05.13	104.06.08	35,000
33	FTC-2015-05-18-1	台灣檢驗科技股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS1050A/407	104.05.21	104.06.10	8,500
34	FTC-2015-05-18-2	台灣檢驗科技股份有限公司	計數器 HP5335A/3145A15055	104.05.21	104.06.10	8,500

35	FTC-2015-06-19	正儀科技股份有限公司	銩頻率標準器 FEI/FE-5680A/0803-1407005	104.06.08	104.06.22	16,000
36	FTC-2015-06-20	財團法人福爾電氣研究發展教育基金會	時間信號產生器 MUSASHI/6505/334739	104.06.16	104.07.08	8,500
37	FTC-2015-07-21-1	宇正精密科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65722	104.07.06	104.08.26	16,000
38	FTC-2015-07-21-2	宇正精密科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65722	104.07.06	104.08.26	16,000
39	FTC-2015-07-21-4	宇正精密科技股份有限公司	銩頻率標準器-計時器 SRS/FS-725_ESCORT/EFC-3203A/65722_98110081	104.07.06	104.08.26	8,500
40	FTC-2015-07-21-5	宇正精密科技股份有限公司	銩頻率標準器-計數器 SRS/FS-725_Agilent/AG-53131A/65722_(ISM1-A)	104.07.06	104.08.26	8,500
41	FTC-2015-07-22-1	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器-計數器 SRS PRS10-HP53132A/031592-3546A02654	104.07.13	104.09.02	16,000
42	FTC-2015-07-22-2	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS PRS10/031570	104.07.13	104.09.02	16,000
43	TL-104FM PT-01	量測科技股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.24	104.07.15	16,000
44	TL-104FM PT-02	致茂電子股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.03	104.06.17	16,000
45	TL-104FM PT-03	儀寶電子股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.07.08	104.07.15	16,000
46	TL-104FM PT-04	財團法人工業技術研究院量測技術發展中心	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.01	104.07.23	16,000
47	TL-104FM PT-05	台灣是德科技股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.29	104.07.06	16,000
48	TL-104FM PT-06	昭俐有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.02	104.07.13	16,000
49	TL-104FM PT-07	正儀科技股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.24	104.07.15	16,000
50	TL-104FM PT-08	安立知股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.07.01	104.07.29	16,000
51	TL-104FM PT-09	太一電子檢測有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.08	104.07.23	16,000
52	TL-104FM PT-10	世界通全球驗證股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.07.08	104.07.27	16,000
53	TL-104FM PT-11	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.10	104.07.15	16,000

54	TL-104FM PT-12	台灣檢驗科技股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.07.06	104.07.30	16,000
55	TL-104FM PT-13	台灣羅德史瓦茲有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.15	104.07.27	16,000
56	TL-104FM PT-14	宇正精密科技股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.07.06	104.07.29	16,000
57	TL-104FM PT-15	伯堅股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.03	104.06.29	16,000
58	TL-104FM PT-16	國家中山科學研究院系統維護中心	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.17	104.07.15	16,000
59	TL-104FM PT-17	太克科技股份有限公司	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.07.01	104.06.15	16,000
60	TL-104FM PT-18	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器 SA.22cLN/1008LN0247	104.06.15	104.07.06	16,000
61	FTC-2015- 07-23	鴻海精密工業股份有限公司新竹園區分公司	銩頻率標準器 RACAL-DANA-9475/RIC1913	104.07.29	104.09.18	16,000
62	FTC-2015- 07-24	昭俐科技檢測有限公司	銩頻率標準器 SRS FS-725/121100	104.07.31	104.09.02	16,000
63	FTC-2015- 08-25	台灣電力股份有限公司	計數器 BK PRECISION 1823A/18231124509010013	104.08.06	104.09.09	8,500
64	FTC-2015- 08-26	台灣檢驗科技股份有限公司	閃頻器 MONARCH/Phaser-Strobe Pbx Kit 115/B2580213	104.08.06	104.08.06	8,500
65	FTC-2015- 08-27	筑波科技股份有限公司	Rubidium Counter/SR625/5910	104.08.12	104.08.21	16,000
66	FTC-2015- 09-28	翔鋒有限公司	時間測定器 SOUKOU/CTS-1000/14C1100 15	104.09.03	104.10.07	8,500
67	FTC-2015- 09-29-1	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器-信號產生器 WAVETEK 909-HP3325B/ SM00909001747603-2847A14 291	104.09.17	104.09.30	16,000
68	FTC-2015- 09-29-2	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器-信號產生器 WAVETEK 909-HP3325B/ SM00909001747603-2847A14 291	104.09.17	104.09.30	16,000
69	FTC-2015- 10-30-1	伯堅股份有限公司	銩頻率標準器 PTF/PTF4211A/9030006201	104.10.05	104.10.19	16,000
70	FTC-2015- 10-30-2	伯堅股份有限公司	計頻器 Advantest R5373/130400856	104.10.05	104.10.19	8,500
71	FTC-2015- 10-31	儀寶電子股份有限公司	Quartz Watch/Clock Analyzer/TAI TIEN/QWA-3B/101	104.10.06	104.10.14	8,500
72	FTC-2015- 10-32	陸軍飛彈光電基地勤務廠	銩頻率標準器 HP5071A/3249A00682	104.10.07	104.10.26	16,000

73	FTC-2015-10-33	世界通全球驗證股份有限公司	ESG-D SERIES SIGNAL GENERATOR/E4433B/MY433 50264	104.10.12	104.11.09	8,500
74	FTC-2015-10-34	泰藝電子股份有限公司	銩頻率標準器 FRK-2/14474U	104.10.20	104.11.09	16,000
75	FTC-2015-10-35-1	凌華國際有限公司	銩頻率標準計頻器 pendulum/CNT-81R/NC 9446 100 81676	104.10.21	104.11.04	16,000
76	FTC-2015-10-35-2	凌華國際有限公司	銩頻率標準計頻器 pendulum/CNT-81R/NC 9446 100 81676	104.10.21	104.11.04	16,000
77	FTC-2015-10-36	內政部國土測繪中心	GPS 接收機+銩頻率標準器 TOPCON NET-G3/STANFORD RESEARCH SYSTEMS FS725/401-01651/107385	104.10.23	104.11.04	20,000
78	FTC-2015-11-37-1	昭俐科技檢測有限公司	GPS RECEIVER 銩頻率標準器 FLUKE/910R/SM888781	104.11.23	104.12.23	16,000
79	FTC-2015-11-37-2	昭俐科技檢測有限公司	GPS RECEIVER 銩頻率標準器 FLUKE/910R/SM888781	104.11.23	104.12.23	16,000
80	FTC-2015-11-37-3	昭俐科技檢測有限公司	計數器 FLUKE/PM6681/SM886710	104.11.23	104.12.23	8,500
81	FTC-2015-12-41	全測儀器科技股份有限公司	計數器 Agilent 53150A/US40500934	104.12.18	104.12.25	8,500
					小計	1,094,000

表 1.1、個資保護計畫執行查核表

查核項目	查核結果	備註
1. 有關顧客個人資料不得洩漏予本實驗室檢校業務以外的人員	本實驗室顧客個人資料對本實驗室檢校業務外之人員保密	
2. 校正結果之數據應妥善保管，不得任意傳輸予檢校業務無關人員	校正結果之數據皆妥善保管，並防止任意傳輸	
3. 顧客的資料應儲存於可上鎖的房間或櫃子內，除校正業務之相關人員因業務所需可取用，避免其他人員觀看與取得。	資料已置於特定檔案櫃	
4. 儀器若委由其他單位（個人）代為送校，委託者須簽名授權受委託者代為填寫相關表單，並提供委託者必要之個人資料	符合	

(1.3) 高精度頻率量測技術研究

(1.3.1) 微波量測系統頻率穩定度劣化因素排除，以及透過主動式元件升頻至 40 GHz 之性能測試

(1.3.1.2) 達成項目

本實驗室已成功透過微波倍頻放大器進行 40 GHz 微波頻率量測，並得到相關準確度與穩定度，然而近來在共鐘測試時會出現不少突波信號，使得頻率穩定度(一秒)的結果劣化至 $1.5E-12 \sim 3.0E-12$ ，我們成功找出該系統整體雜訊變大的因素，並將前述頻率穩定度改善至 $3.0E-13$ 以下。

(1.3.1.3) 執行內容(執行期間：104.01~104.06)

圖 1.5 是 40 GHz 微波量測系統工作原理示意圖，當查核件 HP83630L 的頻率輸出設定為 20 GHz 時，經由微波倍頻放大器可提升至 40 GHz，其輸出可與 E8257D 微波信號產生器進行微波降頻量測。透過此方式，我們可以評估 E8257D 微波信號產生器 26.5~40 GHz 頻率範圍的性能，這是先前所沒有辦法達到的。在共鐘測試中，當 SR620 計數器以直接頻率量測模式讀取數據時，量測系統一秒的頻率穩定度僅能達到 $1.5E-12$ ($f = 40$ GHz)。

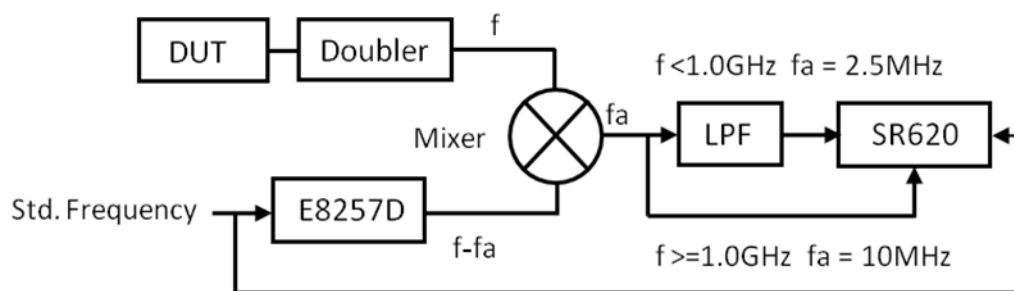


圖 1.5、40 GHz 微波量測系統工作原理示意圖

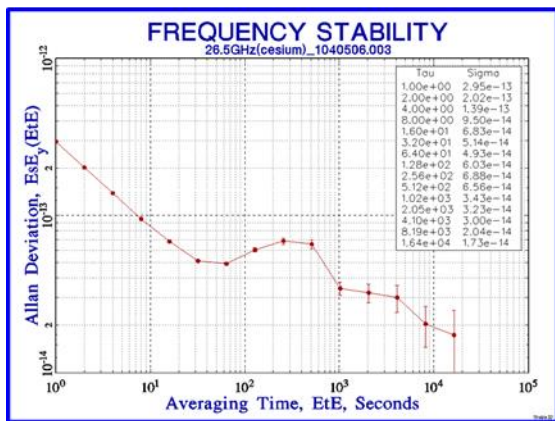
由於該數值較 2013 年 TAF 認證通過 26.5 GHz 的結果來的差(相關數值為 $3.5E-13$)，初步懷疑是微波倍頻放大器的造成系統雜訊變大所致，且實驗數據亦顯示時有突波產生。然而經後續對系統組成原件的反覆測試以及重新進行 26.5 GHz 與 40 GHz 的微波頻率量測，發現造成突波產生的因素並

非微波倍頻放大器的影響，而在於頻率計數器本身的問題，經過對其適當的調整，可以大幅減少突波造成的干擾。

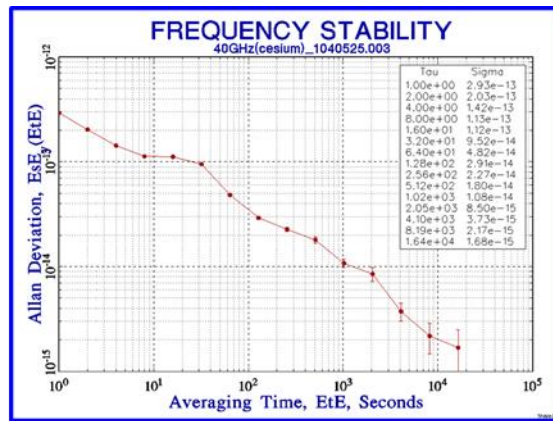
(1.3.1.4)結果

我們重新執行 26.5 GHz 待測頻率的共鐘測試，得出一秒的頻率穩定度為 $4.7E-13$ ，這個數值比先前得到的數值 $3.5E-13$ 稍大，如果選擇效果較好的區段來分析亦可勉強達到該水準，猜測頻率信號可能還受到微波倍頻放大器以外的因素所劣化。當執行 40 GHz 待測頻率的共鐘測試時，一秒的頻率穩定度還是只有 $2.0E-12\sim 3.0E-12$ ，且有許多突波發生。將共鐘測試的頻率源由氫鐘改為銨鐘後，實驗結果亦無明顯改善。後來，我們取來另外兩部同一廠牌的頻率計數器針對同樣的實驗架構進行實驗結果比對，發覺有的計數器發生的突波較少，頻率穩定度也較佳，至於原本產生突波較多的計數器，在執行完 auto calibration 動作後則可明顯抑制突波信號的產生。

將以執行過 auto calibration 動作的頻率計數器再度進行 26.5 GHz 與 40 GHz 待測頻率的共鐘測試，前者一秒的頻率穩定度為 $3.0E-13$ 而後者為 $2.9E-13$ ，如圖 1.6 所示。兩者間沒有明顯的差異且頻率穩定度皆有所改善。如此一來原先認為頻率信號可能受到劣化的推論並不正確，比較可能的因素是原來使用的頻率計數器逐漸老化導致突波增加，而這段期間正是實驗室將量測能量由 26.5 GHz 提升至 40 GHz，因此影響了判斷。此外，以氫鐘作為共鐘測試的頻率源原本稍差於銨鐘的結果，在更換頻率信號線後亦有明顯的改善，由此亦可知設備汰舊換新之必要。



(a)



(b)

圖 1.6、微波頻率量測系統頻率穩定度共鐘測試結果(a)26.5 GHz (b)40 GHz

(1.3.1.5)應用及效益

(a)建置此一 40 GHz 微波頻率量測系統，符合國家實驗室所應擔負提供國內產業技術服務的任務並促進產業經濟活動，進一步可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。

(b)在價格方面，目前市售微波計數器單價約在十幾萬至五、六十萬元的範圍(已知市售微波計數器在 40 GHz 尚無法達到解析度 1.0E-4 Hz)，若為了查核件頻率範圍不足而購買一部新的微波信號產生器(40 GHz 範圍)絕對要花費一百萬元以上。而本實驗室所開發的微波降頻量測技術，採用之低雜訊混波器等級最好的不過在六、七萬元上下之譜；微波倍頻放大器則大約在五、六萬元左右。因此本實驗室開發的微波頻率量測技術，不但與國際大廠產品相比毫不遜色，且具備提升量測技術水準以並符合經濟效益等優點，對科學發展乃至於產業界設備之檢測需求，均有相當的助益。

(1.3.1.6)未來工作重點

(a)本系統將於今年 8 月份進行 TAF 之增項現場評鑑，待評鑑後再將資料送

交相關國際組織進行文件審查，則本系統校正能量可望申請登載於 BIPM 之關鍵比對資料庫中。

(b)我們將參考工研院量測技術發展中心有關新系統查驗之作業流程，及相關作業表單規劃本實驗室微波量測系統的查驗計畫，包括外部顧問聘請、文件準備及流程安排等，待完成後即可正式對外提供服務。

(1.3.1.7)自評與建議

由於光頻技術的持續發展以及未來將作為頻率標準的趨勢相當明顯，如何將光頻傳遞至微波頻段的量測技術也越形重要，這將是本實驗室下一階段可以嘗試努力的目標，而前述精確的微波頻率量測能力，則可提供相當的助益。

(1.3.2)微波 40 GHz 頻率量測技術研究

(1.3.2.1)達成項目

- (1) 微波頻率量測系統不穩定度因素排除及透過主動式元件升頻至 40 GHz 之性能評估。
- (2) 微波 40 GHz 量測系統完成 ISO 17025 再評鑑。
- (3) 發表微波 40 GHz 頻率量測技術於 2015 ATF (Asia Pacific Workshop on Time and Frequency)會議。

(1.3.2.2)執行內容(執行期間：104.01~104.12)

- (1) 本實驗室已成功透過微波倍頻放大器進行 40 GHz 微波頻率量測並得到相關準確度與穩定度，然而近來在共鐘測試(common clock test)時會出現不少突波信號，使得頻率穩定度(一秒)的結果劣化至 $1.5E-12\sim 3.0E-12$ ，我們成功找出該系統整體雜訊變大的因素，並將前述頻率穩定度改善至 $3.0E-13$ 以下。
- (2) 在 2013 年底我們已經通過 26.5 GHz 微波頻率量測 ISO 17025 認證，並於今年下旬進一步將能量提升至 40 GHz。相關 ICT 和 MSVP 等技術文件撰寫工作已於 6 月中完成並向國內認證機構提出正式申請，接著邀請 BIPM 「時頻及重力」實驗室資深研究員江志恆博士擔任技術專家並於 2015/8/10~2015/8/14 偕同全國認證基金會 TAF(Taiwan Accreditation Foundation)評鑑委員蒞臨國家時間與頻率標準實驗室進行國際相互認可同儕評鑑。
- (3) 相關實驗結果已完成論文“40 GHz Microwave Frequency Measurement Using Down-Convert Technique at TL”一篇，並於今年 11 月發表於 2015 ATF Workshop 會議中。

(1.3.2.3)結果

- (1) 圖 1.7 是 40 GHz 微波量測系統工作原理示意圖，當查核件 HP83630L 的頻率輸出設定為 20 GHz 時，經由微波倍頻放大器可提升至 40 GHz，其輸出可與 E8257D 微波信號產生器進行微波降頻量測。透過這種方式我們可

以評估 E8257D 微波信號產生器 26.5~40 GHz 頻率範圍的性能，這是先前所沒有辦法達到的。在共鐘測試中，當 SR620 計數器以直接頻率量測模式讀取數據時，量測系統一秒的頻率穩定度儘能達到 $1.5E-12$ ($f = 40$ GHz)。

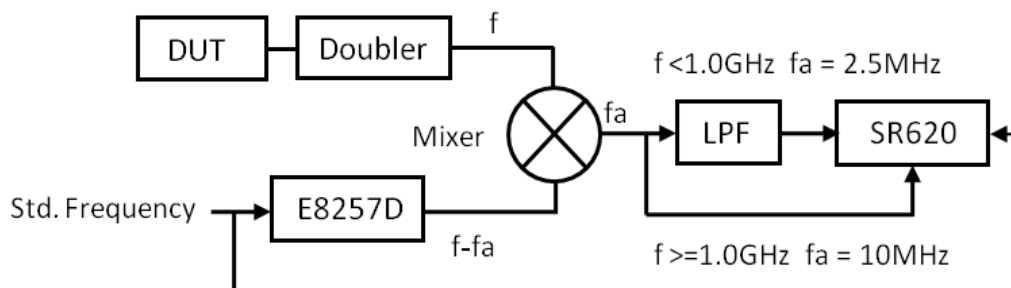
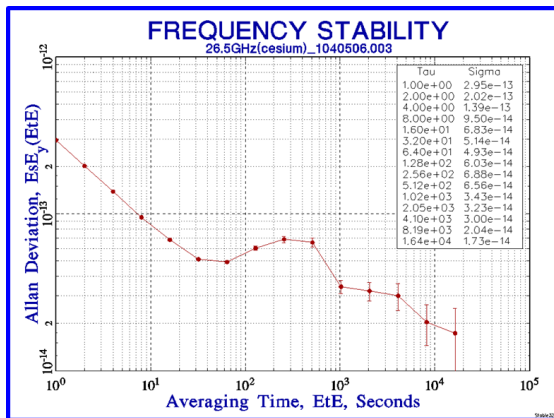


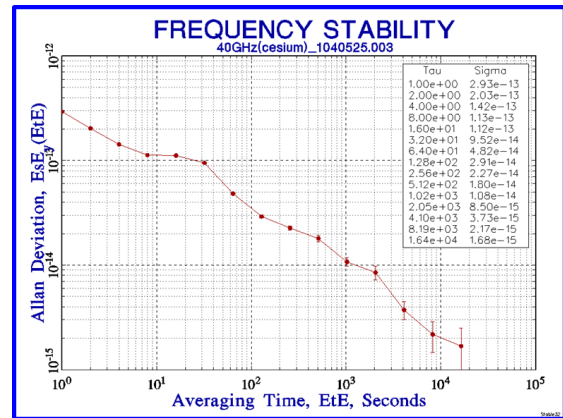
圖 1.7、40 GHz 微波量測系統工作原理示意圖

由於該數值較 2013 年 TAF 認證通過 26.5 GHz 的結果來的差(相關數值為 $3.5E-13$)，初步懷疑是微波倍頻放大器的造成系統雜訊變大所致，實驗數據亦顯示時有突波產生。然而經後續對系統組成原件的反覆測試以及重新進行 26.5 GHz 與 40 GHz 的微波頻率量測，發現造成突波產生的因素並非微波倍頻放大器的影響，而在於頻率計數器本身的問題，經過對其適當的調整，可以大幅減少突波造成的干擾。

將已執行過 auto calibration 動作的頻率計數器再度進行 26.5 GHz 與 40 GHz 待測頻率的共鐘測試，前者一秒的頻率穩定度為 $3.0E-13$ 而後者為 $2.9E-13$ ，如圖 1.8 所示。兩者間沒有明顯的差異且頻率穩定度皆有所改善。如此一來原先認為頻率信號可能受到劣化的推論並不正確，比較可能的因素是原來使用的頻率計數器逐漸老化導致突波增加，而這段期間正是實驗室將量測能量由 26.5 GHz 提升至 40 GHz，因此影響了判斷。此外，以氫鐘作為共鐘測試的頻率源原本稍差於銻鐘的結果，在更換頻率信號線後亦有明顯的改善。



(a)



(b)

圖 1.8、微波頻率量測系統頻率穩定度共鐘測試結果(a)26.5 GHz (b)40 GHz

- (2) 國家實驗室參與國際同儕評鑑，其目標在於確保國家時頻標準與國際標準等同並可藉以申請全球相互認可協定。藉由全球相互認可協定，可減少國際間非關稅的貿易障礙及重覆量測之經濟損失，對產業發展極其重要。由於本實驗室兩年前已經通過 26.5 GHz 微波頻率量測 ISO 17025 認證，今年的目標是將量測能量提升至 40 GHz，依規定需向 TAF 提出再評鑑的要求並提供相關國外技術專家的學經歷作為邀請依據。

BIPM「時頻及重力」實驗室資深研究員江志恆博士是本次國際同儕評鑑所邀請的技術專家，其於 2015/8/10~2015/8/14 偕同全國認證基金會 TAF 評鑑委員蒞臨國家時間與頻率標準實驗室進行國際相互認可同儕評鑑，評鑑過程中無論是現場實際示範或是技術文件內容皆獲得專家肯定同時獲得評鑑通過，其結果為未有不符合事項，因此本實驗室所開發之 40 GHz 微波頻率量測系統已順利通過 ISO 17025 再評鑑。

- (3) 所發表的論文“40 GHz Microwave Frequency Measurement Using Down-Convert Technique at TL”內容受到 2015 ATF 會議各國技術專家的熱烈回應。

(1.3.2.4)應用及效益

- (a) 建置此一 40 GHz 微波頻率量測系統符合國家實驗室所應擔負提供國內產業技術服務的任務並促進產業經濟活動。此外，進一步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，將有助於國內產業的持續發展與提升。
- (b) 在價格方面，目前市售微波計數器單價約在十萬至五、六十萬元附近(然而已知市售微波計數器在 40 GHz 尚無法達到 $1.0E-4$ Hz 之解析度)，而本實驗室所開發的微波降頻量測技術採用的低雜訊混波器等級最好的一顆不過約在六、七萬元上下；此外，目前所用的微波倍頻放大器一顆大約在五、六萬元左右，可將作為查核件的頻率由 26.5 GHz 提升至 40 GHz。若為了查核件頻率範圍不足去買一台新的 40 GHz 微波信號產生器恐需花費約兩百萬元左右。綜合以上，本實驗室所開發的微波頻率量測系統不但與國際大廠的產品性能相比毫不遜色且具備更優良的頻率解析度同時亦符合具備經濟效益等優點，對科學發展乃至於產業界設備檢測需求有相當的助益。
- (c) 目前已有財團法人台灣電子檢驗中心(新竹)等，透過微波降頻量測技術完成儀器校正，另有其他廠商已陸續提出校正需求，顯示建置此一微波段頻率量測系統完全符合協助國內二級實驗室建立相關校正能力以及追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升。
- (d) 對於本計畫而言，估計每年至少增加 40 件以上的待校件，若每一件收入以 2.5 萬元計算，則每年可增加國庫營收 100 萬以上。

(1.3.2.5)未來工作重點

- (a) 本系統已於今年 8 月份通過 ISO 17025 再評鑑，待經過相關國際組織進行文件審查後，本系統之校正能量即可登載於 BIPM 網站資料庫中。
- (b) 進行 40 GHz 以上頻率量測的可行性分析。先前於所購入的微波倍頻放大器有兩顆，最高可將 25 GHz 信號倍頻至 50 GHz，由於查核件 HP83630L 與 E8257D 微波信號產生器都可以輸出 25 GHz 頻率信號，透過這種方式理論上可進行 50 GHz 頻率量測(E8257D 微波信號產生器要進行微小調整使得與前者混波後產生固定頻率差值)，目前與相關同仁進行測試中。

(1.3.2.6)自評與建議

由於光頻技術的持續發展以及未來將作為頻率標準的趨勢相當明顯，如何將光頻傳遞至微波頻段的量測技術也越形重要，也是本實驗室下一階段可以嘗試努力的目標，精確的微波頻率量測能力將可提供相當的助益。

(1.3.3) TL 光頻量測技術建置規劃

(1.3.3.1)達成項目

完成『於國家時間與頻率標準實驗室建置光梳頻率量測系統規劃報告』查核點報告一篇。

(1.3.3.2)執行內容(執行期間：104.01~104.12)

傳統式的鈦藍寶石光梳雷射雖然具備功率高(數百 mW 以上)的好處，但其設備架構太龐大與複雜，若冒然引入國家實驗室而未能訓練足夠專業背景的操作人員恐不易進行維護，經評估並不適合轉移到中華電信研究院。另一種方式是向工研院量測中心購買摻鉕光纖光梳雷射(Erbium-doped fiber comb laser)，其展頻出來的信號在頻譜上分佈於 1200~1800 nm，符合通信波段的範圍，其功率亦可達到 100 mW。此一方案優點之一是光纖光梳雷射較鈦藍寶石光梳雷射所佔體積小且重量輕，在移動或搬運後不需花費太多時間重新調整；優點之二是該設備係國內廠商自行開發且是成熟商品，未來在維修或技術支援上有一定保障；優點之三是價格較國外同級品至少便宜三至四成。經後續討論決定採用此一方案建置本院之光梳頻率量測系統。於 2015 年初已提出以光纖光梳雷射為核心同時搭配相關光學&微波設備的光學拍頻量測架構，同時亦著手採購建置本系統所需的設備，目前已完成相關系統建置規劃查核點報告一篇。

(1.3.3.3)結果

圖 1.9 是本實驗室目前所規劃之光頻量測架構示意圖，藍字代表本實驗室已經有的設備而紅字則是待採購設備。本實驗室目前的 HP83630L 和 Agilent 8257D 兩部頻率合成器分別用來鎖住光纖雷射光梳(1)的偏差頻率 f_0 和重複頻率 f_{rep} ，由於兩部頻率合成器的外頻皆參考至國家標準頻率，如此一來我們就有一可追溯至微波標準的雷射光梳。

光纖雷射光梳展頻出來的信號在頻譜上分佈於 1200~1800 nm，符合通信波段的範圍，其功率大於 100 mW。另外亦可額外提供 778~884 nm 頻譜分佈，功率大於 10 mW 的選項以應用於未來其他方面的研究。光纖雷射光梳出來

的信號可用光譜儀(2)(3)來量測其頻譜分佈，至於功率大小可用光功率計來測量(9)。

示意圖中(4)代表待測的雷射，需要事先以波長儀(5)量測其概略的頻率值後來決定 $f_n = n \times f_{\text{rep}} + f_0$ 中的 n 值，因波長儀的解析度為 120 MHz，而重複頻率 f_{rep} 為 500 MHz，如此一來才不會誤判 n 值。接下來透過光路設計(13)讓光梳雷射與待測雷射進行拍頻，並以光偵測器(10)將光信號轉成電信號，由於該光偵測器對 1 GHz 以上的頻率不敏感，因此只會得到幾根拍頻的結果(可以對控制重複頻率的頻率合成器進行微調以確認哪一根拍頻是所需要的結果)，相關拍頻數值的變化可用頻率信號解析儀(6)來觀察。接著用適合的 RF 低通濾波器(13)濾掉不要的結果，再用 RF 放大器(13)將所要的拍頻功率放大，並用頻率波形分析儀(7)(8)進行相關結果的觀察。若要讀取精確的數據並分析待測雷射之頻率準確度與穩定度則需使用本實驗室的頻率計數器配合記錄電腦來讀取資料。實驗室的頻率計數器係 SR620，最高可量測頻率上限為 300 MHz。由於待測雷射跟光梳雷射拍頻一定有一個小於 250 MHz 的值，即光梳雷射頻率重複率 500 MHz 的一半，因此無需另外購買其他頻率計數器。因為本實驗室目前只有一張光學桌，而且沒有儀器架，隨著未來設備越多必需考慮桌面的有效利用，我們將訂製了適合的光學儀器架(12)來放置較大型的儀器設備。此外，我們亦打算購買一部頻率信號發生器(11)作為參考頻率之用。

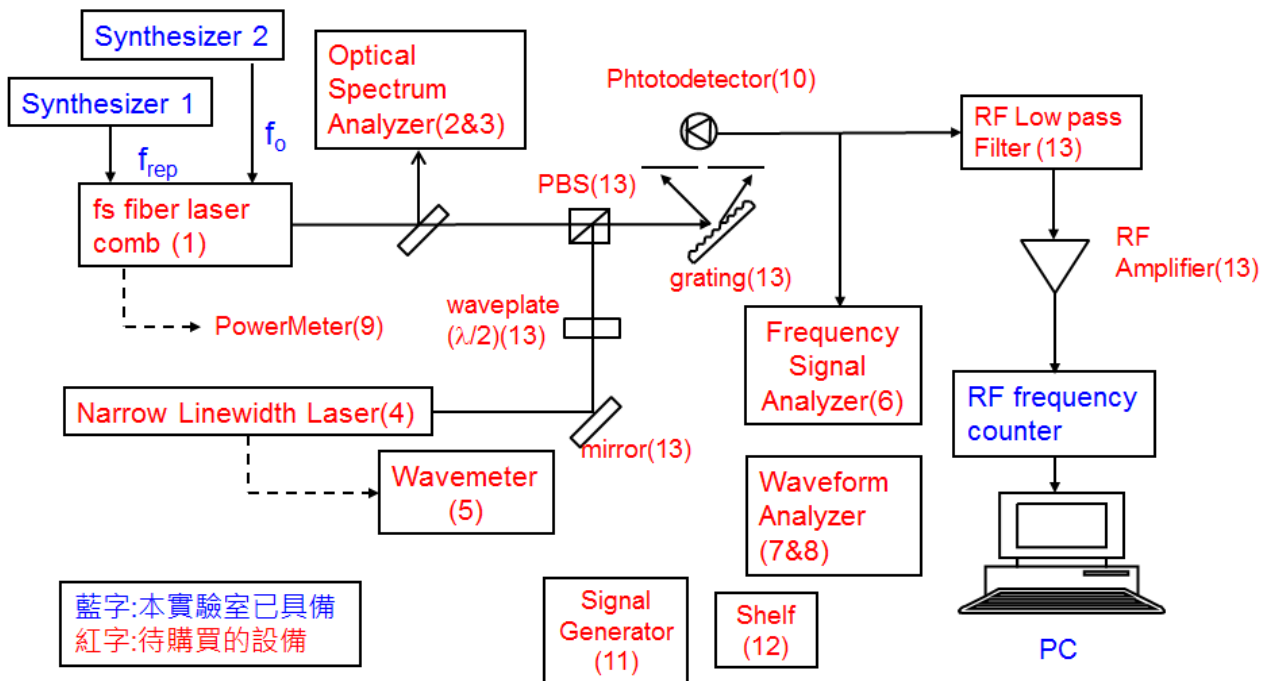


圖 1.9 實驗室規劃之光頻量測架構示意圖

(1.3.3.4)應用及效益

- 依前述規劃之光頻量測架構建立該系統後，將可完成光頻量測與目前微波標準之間的追溯鏈，使國家標準時頻實驗室除了提供目前微波標準的校正服務外，亦能成為為國內精密光學研究團隊的追溯中心。
- 接著將本實驗室最佳校正能量提升至光頻段，未來可登載於 BIPM 網站的資料庫上與國際主要時頻實驗室技術同步。
- 建立光頻研究的基礎，擴展相關研究領域如無線通訊拓展至 sub-THz 波段、光纖雷射系統的應用開發乃至於新型光頻振盪器的開發設計等。

(1.3.3.5)未來工作重點

透過光頻量測技術的建立將使得國家標準實驗室的光頻研究基礎更為落實，初期目標(1~2年)先進行光頻量測與國內微波頻率標準之間追溯鏈的建立以完成國內光頻量測系統的建置；中長期目標(3~5年)將擴展相關研究領域包括無線通訊拓展至 sub-THz 波段、光纖雷射系統的應用開發乃至於新型光頻振盪器的開發設計等。

(1.3.3.6)自評與建議

目前規畫將建置以光纖雷射光梳為核心的光頻量測系統，其他相關的設備還包括光譜儀、波長儀、頻率信號解析儀、光功率計、光偵測器與窄線寬待測雷射等。待建置完成該系統後將著手進行光頻量測與國內微波頻率標準之間追溯鏈的建立以完成國內光頻量測系統的建置。

值得一提的是，國內現階段具備雷射光梳量測能力的研究團隊並不少，主要分佈於中研院原分所、清華大學、成功大學、中央大學等學術機構，其用途多在原子或分子光譜的精確量測。這些專家學者所使用的頻率追溯源大多為鈷鐘或附加 GPS 控制相關設備，其準確度最優約為 1.0×10^{-12} ，與國家標準時頻實驗室目前所維持的能量差距約 1~2 個數量級。但若不儘早將自身的能量推廣至光頻段，未來國家實驗室的能力在此一範圍內恐有不如之虞。國家標準時頻實驗室目前所維持的原子鐘群精確度優於 1.0×10^{-14} ，待完成相關系統建置，即可在國內相關研究團隊中取得一定地位，憑藉此一基礎與前述研究機構合作，以利進行更廣泛與深入的研究。

(二) 時頻校核技術

本工作項目主要是進行 GPS 國際比對技術、衛星雙向傳時比對技術以及光纖傳時技術的研究，前兩者為目前國際度量衡局所採用的方法。執行情形如下所述：

(2.1) 導航衛星時頻傳送技術研究

(2.1.1) GNSS遠端時頻校正系統時間追溯鏈路建立

(2.1.1.1) 達成項目：

- 進行GNSS遠端時間追溯平台建立
- 遠端校正系統通過國際同儕評鑑及TAF認證
- 完成遠端時頻校正系統時間追溯鏈路建立及不確定度評估報告

(2.1.1.2) 執行內容：(104.01~104.12)

隨著行動通訊網路的普及與技術的快速演進，對於高精度時間(或相位)及更多同步信號可用性的需求與日俱增。因此如何評估網路中主要參考時鐘性能 (Primary Reference Time Clock, PRTC)及維持時間同步的追溯就顯得相當關鍵。目前國際行動通訊標準規範都已提及微秒(μs)等級的時間同步需求，在新一代行動通訊標準需求更達幾十奈秒(ns)等級以上精度。有鑒於此，實驗室乃進行 GNSS 遠端時頻校正系統時間同步追溯鏈路平台之建立如圖 2.1.1 所示，並對國內時間鏈路追溯的不確定進行評估。透過本實驗室時間追溯鏈路平台，可滿足國內通信產業對高精度時間追溯的需求。此外，客戶端或次級實驗室的待測標準件亦可透過此平台輕易地追溯至國家標準時間 UTC(TL)，並經由國家時頻實驗室追溯至國際 SI 單位。此方式將有助於國內產業時頻量測品質及技術能力提昇，並建立時間追溯鏈路之最高標準。初期目標是建構一時間追溯鏈路平台，期盼提供國內時間追溯鏈路之最高標準，滿足高精度時間同步及追溯的需求。

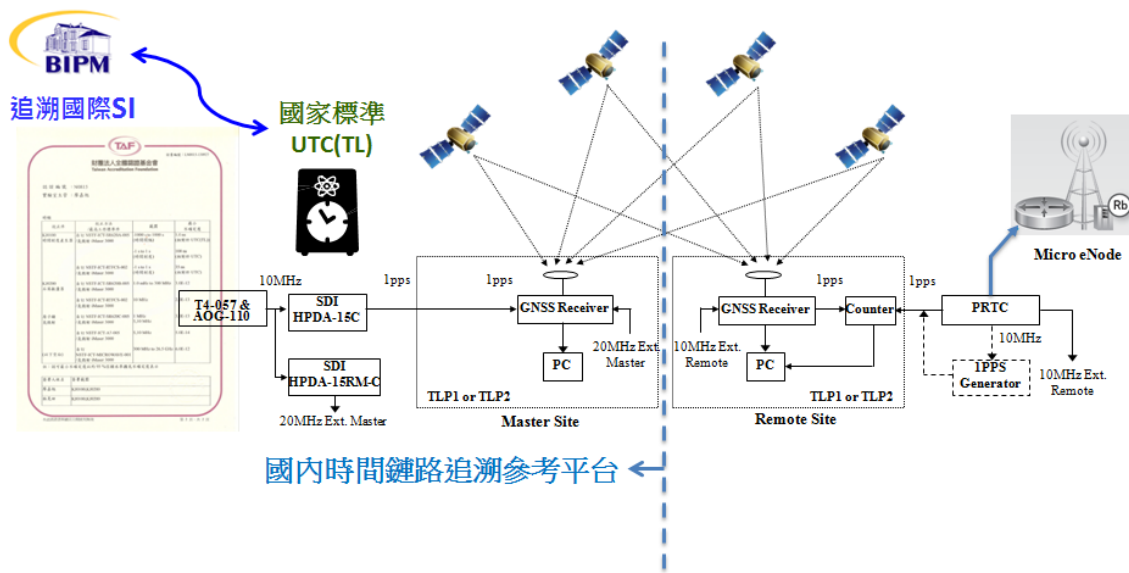


圖 2.1.1、GNSS 遠端時間追溯平台示意圖

(2.1.1.3) 結果

(a) 國內時間鏈路追溯之參考平台建立

目前實驗室採用自主開發之GNSS遠端校正系統來建置國內時間鏈路追溯之參考平台，滿足現今國內產業對於高精度時間同步的需求。圖2.1.2為國家實驗實驗室所建置的國內時間鏈路追溯系統，此參考平台是由Septentrio PolaRx4 PRO GNSS雙頻接收機、SR620時間間隔計數器及記錄電腦組成，每日自動產生標準CGGTTS(CCTF Group on GNSS Time Transfer Standards)傳時比對資料供時間追溯比對。如圖2.1.3所示為參考平台系統20天資料傳時比對的結果。此外，為提升與參考平台間短基線比對之穩定度與可靠性，實驗室於頂樓建置了一系列天線平台，可供客戶端或次級實驗室進行GNSS傳時設備追溯及校正使用(如圖2.1.4)。



圖2.1.2、國內時間鏈路追溯之參考平台

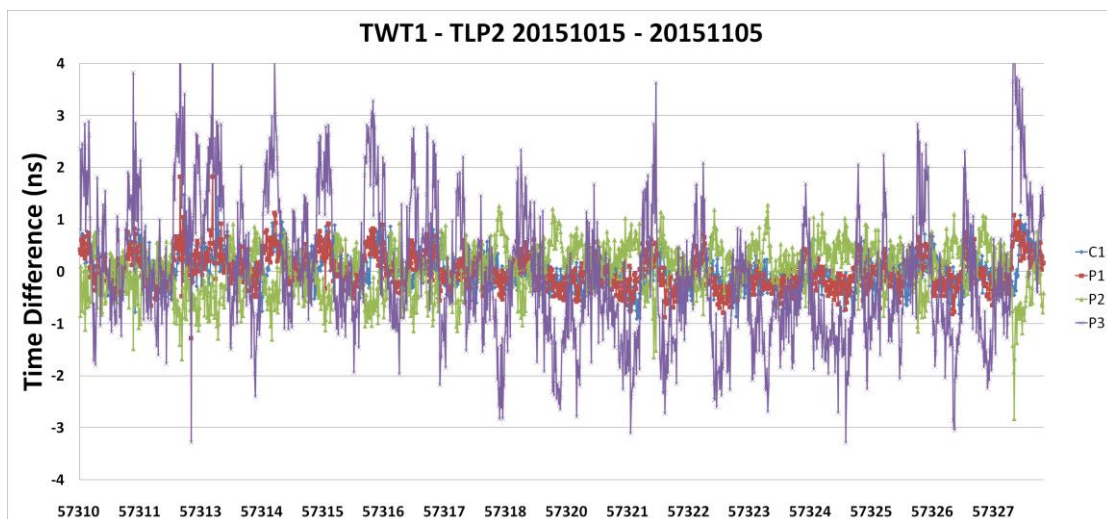


圖2.1.3、參考平台傳時比對結果



圖2.1.4、GPS天線平台

(b) 系統通過國際認證

本年度除了硬體平台建置規劃外，為健全國內追溯鏈路體系，追溯至國際SI單位並與國際標準保持一致，實驗室乃進行了一系列校正實驗並進行全球相互認可程序文件撰寫作業。文件審查的過程中，經過漫長諮詢、討論、修正，才於今年3月份順利通過國際CMC審查作業，TL自主開發的GNSS遠端時頻校正能量始能登錄BIPM KCDB (The BIPM key comparison database) 關鍵比對資料庫中，並獲得國際認可。如圖2.1.5所示為BIPM於網站公告TL校正能量新增之訊息。TL新增的校正能量為遠端時間校正，採用GPS共視法之傳時比對方式，資料庫所登錄的精度為35ns (擴充不確定度)，如圖2.1.6所示。

KCDB News

What's new ?

- Electricity and Magnetism - COOMET
15 March 2015
- Time and Frequency - Kazakhstan
13 March 2015
- All news

KCDB Newsletters

- Latest issue
- All issues

Subscribe Unsubscribe

Related links

- KCDB Statistics
- KCDB FAQs
- KCDB Reports
- CIPM MRA
- JCRB
- Find my NMI
- Metrologia

Select the time interval using the box below

Access news

Time interval: January - March 2015

15 March 2015

Electricity and Magnetism - COOMET
Publication of new and revised CMCs in Electricity and Magnetism declared by Cuba, Georgia, Russia and Ukraine via COOMET.

13 March 2015

Time and Frequency - Kazakhstan
Update of the CMCs declared in Time and Frequency by Kazakhstan via COOMET.

13 March 2015

Time and Frequency - Chinese Taipei
Update of the CMCs declared in Time and Frequency by Chinese Taipei via APMP.

圖2.1.5、TL遠端追溯能量通過國際認證並登錄BIPM KCDB資料庫

Calibration and Measurement Capabilities

Time and Frequency, Chinese Taipei, TL (Telecommunication Laboratories, ChungHwa Telecom Co. Ltd.)

Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range			Measurement Conditions/Independent Variable		Expanded Uncertainty					NMI Service Identifier	Comments
Quantity	Instrument or Artifact	Instrument Type or Method	Minimum value	Maximum value	Units	Parameter	Specifications	Value	Units	Coverage factor	Level of Confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?		
Time interval	Time difference source	Direct time interval measurement	-1000	1000	s	1 PPS amplitude	> 0.5 V (50 Ω)	1.0	ns	2	95%	No	NSTF-ICT-SR620A-005	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
Time scale difference	Local clock vs. UTC	Comparison against predicted UTC	-0.5	0.5	s	1 PPS amplitude	> 0.5 V (50 Ω)	100	ns	2	95%	No	NSTF-ICT-SR620A-005	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
Time scale difference	Remote clock vs. UTC	GPS common-view time transfer	-0.5	0.5	s	Averaging time	1 d	35	ns	2	95%	No	NSTF-ICT-RTFCS-002	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
Frequency	General frequency source	Direct frequency measurement	1	3.0E+08	Hz	Measurement time	86400 s	3.0E-12	Hz/Hz	2	95%	Yes	NSTF-ICT-SR620B-005	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
Frequency	Local frequency standard	Phase comparison	1	1	MHz	Measurement time	86400 s	3.0E-13	Hz/Hz	2	95%	Yes	NSTF-ICT-SR620C-005	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015

TL 新增遠端時間校正能量

圖2.1.6、TL新增的遠端時間校正能力

(c) 時間追溯鏈路不確定度的評估

時間信號不確定度評估方面，我們採用 time deviation $\sigma_x(\tau)$ 平均一天的結果作為 A 類不確定度評估。除了由一系列觀測量經過統計分析所得的 A 類評估外，不確定度的來源還包括由非統計方法得到的 B 類評估

(造成系統誤差可能的因素，如硬體規格、環境及溫度影響等)。A 類量測不確定度 u_a 可由上述的 $\sigma_x(\tau)$ 得到，而 B 類量測不確定度 u_b 則是以對事件即將發生的相信程度為依據的假設機率密度函數求出的，由各項量測不確定度平方和開根號即可求得組合量測不確定度 $U_c = K\sqrt{U_a^2 + U_b^2}$ ，其中 K 代表擴充係數，代表所需要的可靠度或信心水準，若 K 值指定 2，則表示量測結果 Y 約有 95% 信心水準，其可靠區間為 Y-Uc 至 Y+Uc。評估結果顯示實驗室建置之國內時間參考平台，其時間追溯鏈路追溯至國際 SI 單位如圖 2.1.7 的總不確定度約 35 ns，滿足現今高精度時間同步及追溯的需求。

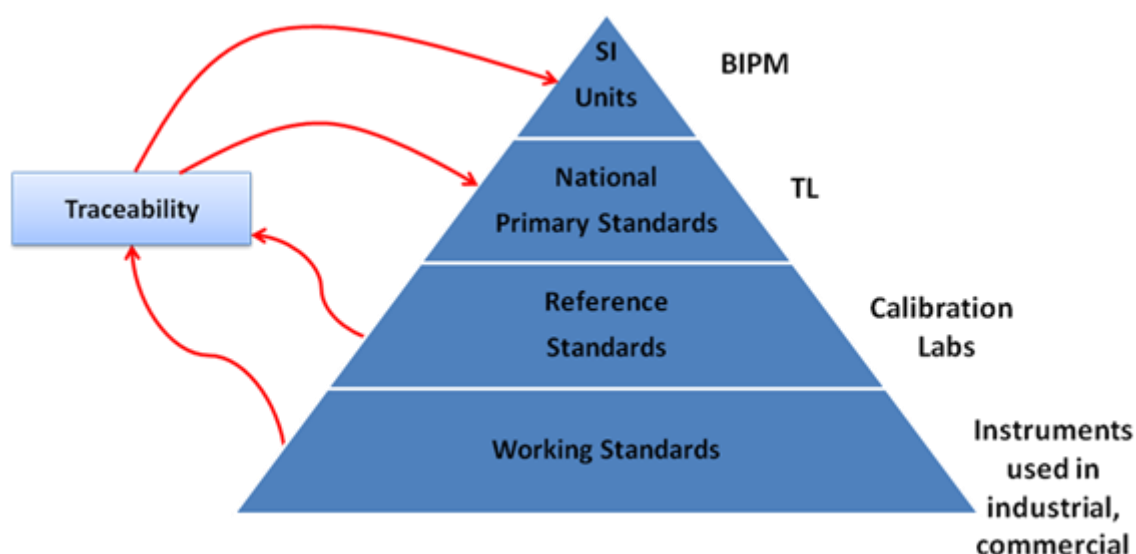


圖 2.1.7、TL 遠端時間追溯鏈路

(2.1.1.4) 應用及效益

為了與國際標準保持一致，健全國內時間追溯體系，滿足高精度時間同步及追溯的需求。TL 申請全球相互認可程序，並通過亞太區、歐洲及美洲等多國國際專家認可。能夠順利通過歐、美、日等國際專家的相互認可實屬不易，代表 TL 在 GNSS 遠端傳時比對技術上已受國際肯定。此外時間參考平台的建置亦可滿足相關時間同步應用的需求：

- 1、協助國內次級實驗室、電子及儀器設備商等，時頻量測品質及技術能力提升，有助於國際市場的競爭力。
- 2、遠端時間追溯平台(a)提供亞太地區時間比對參考點(b)建立國內產業時間

追溯鏈路之最高標準。

3、滿足現今及未來高精度時間同步及追溯的需求。

(2.1.1.5)未來工作重點

發展高精度 GNSS 傳時比對技術並健全國內時頻追溯鏈路，是本實驗室重要的目標。透過時間追溯鏈路參考平台，可將 GNSS 遠端時頻校正技術推廣至國內各次級實驗室、電子及儀器設備廠商使用，滿足其追溯至國際 SI 單位的需求並促進其產業升級。此外，因應未來高精度時間(或相位)及更多同步信號可用性的需求，如電信、通訊、智慧電網及科學研究等，時間追溯鏈路參考平台及 GNSS 遠端傳時扮演了極關鍵的角色，未來可將此技術應用在先進網路中(4G、5G)主參考時鐘性能(Primary Reference Time Clock)監測及時間同步的追溯。

(2.2) 衛星雙向傳時比對技術

(2.2.1) 衛星雙向傳時系統之建立及傳時品質提昇

(2.2.1.1) 達成項目

維持亞美衛星雙向傳時鏈路

(2.2.1.2) 執行內容(執行期間：民國 104.01~104.12)

國際上維持標準時頻的國家實驗室，定期測量彼此標準實驗室之間的時間差，稱為國際傳時比對，比對結果除了可用來確保國家標準時頻與國際標準的一致性之外，實驗室亦提供比對值給國際度量衡局(Bureau international des poids et mesures, BIPM)，用以計算國際原子時(Temps atomique international, TAI)。衛星雙向傳時(Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer, TWSTFT)是目前最精準的國際傳時比對技術之一，其測量穩定度可達奈秒級，並有即時性、獨立性等優點。其系統架構如圖 2.2.1 所示。

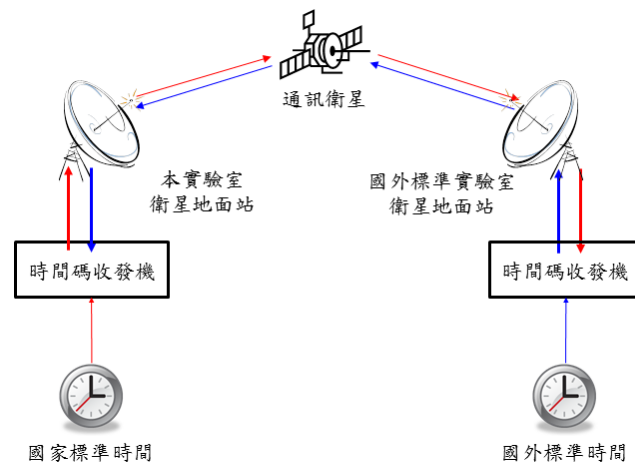


圖 2.2.1 使用 TWSTFT 技術進行國際比對之架構圖。主要利用時間碼收發機、衛星地面站以及通訊衛星頻道，彼此發射時間碼並且測量對方訊號的抵達時間，進而得到雙方時間差

作為重要的國際比對技術之一，TWSTFT 能夠在最短的時間內提供優越的穩定度，充分達到調整氫微射頻率標準器的要求，以確保 UTC(TL)與國際標準 UTC 的一致性。目前本實驗室已使用氫微射頻率標準器做為國家時頻標準，與傳統銻原子鐘比較，雖然短期穩定度(穩定度及準確度為 10^{-14} 水準)

和權重皆較高，但需要必要的維持成本，如果維持狀況不佳，氫微射頻率標準器的飄移將非常可觀，並且，維持 UTC(TL)需要許多設備，例如 5MHz 分配器、1PPS 分配器以及相位微調器等，只要其中一個設備毀損，都可能導致訊號瞬斷造成時間不連續，可能違反 ISO 標準，因此，必須持續進行國際比對來監控 UTC(TL)。欲得到比對數據，BIPM 發佈 Circular T 為 30-45 天，IGS 發佈 GPSPPP 比對結果為 2 天，在此期間我們完全無法得知國家標準時間的行為，而 TWSTFT 近乎即時發佈的特點，進行一個小時比對就能測得 10^{-14} ，相當充分。雖然國際比對使用 GPS P3 電碼也具即時性，但其一個小時比對也僅能提供 10^{-12} ，因此使用 TWSTFT 比對數據才能充分調整 UTC(TL)的飄移。

由於 TWSTFT 技術是基於電磁波在傳輸媒介中，雙向路徑變化幾乎相同(對稱性佳)，因此兩個時間差。本實驗室進行 TWSTFT，將標準時間藉由時間碼收發機產生時間碼訊號，藉由衛星地面站轉頻至 Ku 頻段後，輻射電磁波到既定的同步衛星上，同步衛星藉由轉頻器將訊號轉頻並且轉發至地面，最後，兩實驗室接收到訊號並且測量對方訊號的抵達時間，進而計算出時間差值。本實驗室持續進行衛星雙向傳時比對已有數年餘，今年度(2015)維持比對的實驗室以及使用的衛星地面站如圖 2.2.2 及圖 2.2.3。

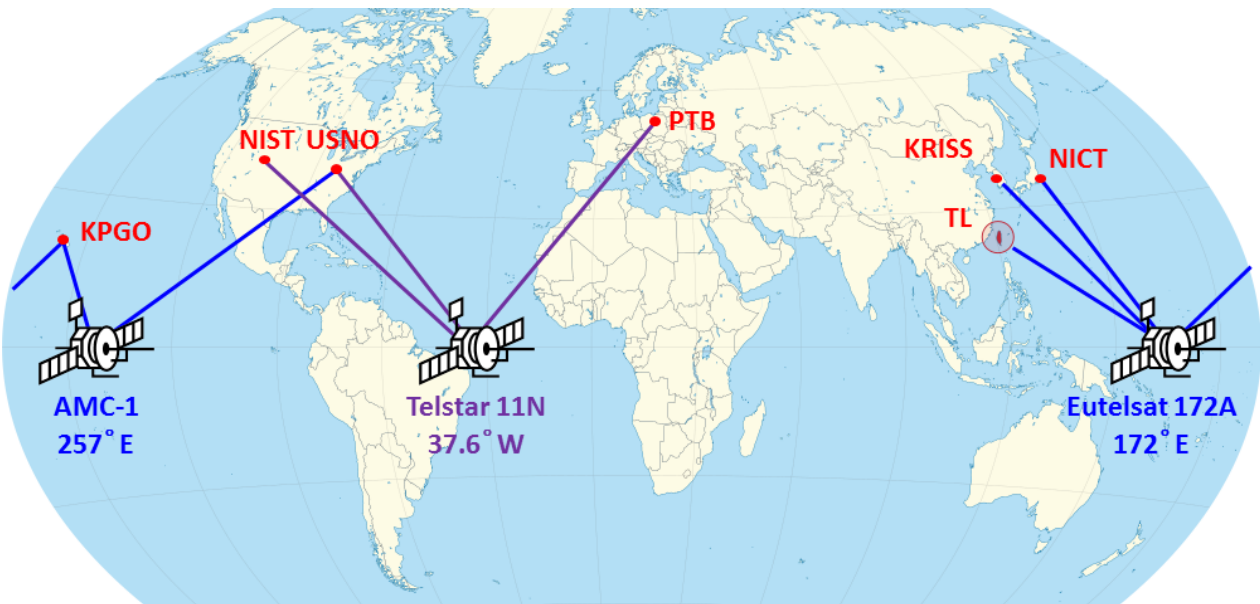


圖 2.2.2 我國 TL 目前參與的衛星雙向傳時鏈路(Eutelsat 172A 以及 AMC-1)



圖 2.2.3 本實驗室用來進行 TWSTFT 之衛星地面站室外設備

在建立與維持亞美鏈路方面，由於海軍天文台(United States Naval Observatory, USNO)為目前全世界維持最多原子鐘的實驗室，並且維持全球定位系統(Global Positioning System, GPS)時系，更是國際原子時權重貢獻最多的實驗室，因此與 USNO 建立比對鏈路可即時觀察時刻差，據以觀察 UTC(TL)之對於國際標準 UTC 的穩定度。然而，由於亞美距離甚遠，單顆

同步衛星難以同時涵蓋兩地，因此亞美間需要經過中繼站方能建立比對鏈路。在日本 NICT 的協助之下，本實驗室從 2012 年 3 月 27 日開始進行與美國 USNO 建立比對鏈路，透過夏威夷寇基國家公園地科天文台(Koike Park Geophysical Observatory, KPGO)做為中繼站，進行每日 24 小時傳時比對。

(2.2.1.3) 結果

亞美鏈路於 2012 年 3 月 27 日(MJD 56013)起在日本 NICT 和美國 USNO 的協助下建立，可即時與美國 USNO 傳時比對。由於本實驗室和美國 USNO 基線甚長，無法透過單一同步衛星建立鏈路，因此本鏈路是透過夏威夷 KPGO 站中繼轉發的方式達成。本實驗室使用於亞美鏈路的衛星地面站，是從 2013 年 4 月起更新升降頻器為 Comtech EF Data 公司製造的 KST-2000A，最大的特點是可以輸入外部頻率，藉此升降頻率可追溯至國家標準頻率；並且在更換升降頻器後，發現比對結果比以往來得更穩定。其傳時比對結果如圖 2.2.4 所示，此圖說明國家標準時間透過亞美鏈路，和美國 USNO 的時間差量測值(藍點)，與 BIPM 公布之實際值(紅點)，另外，圖 2.2.5 所示國家標準時間透過亞美鏈路，和日本 NICT 的時間差量測值(藍點)，與 BIPM 公布之實際值(紅點)，兩者約有差異 1~2 奈秒差異，最大可達 5 奈秒，這種歧異可能是因為 2015 起，BIPM 計算本實驗室的 TAI 是使用導航衛星技術的時頻比對值，文獻上記載導航衛星技術與 TWSTFT 比對結果會有數奈秒的歧異。2015 年 7 月起，韓國 KRISS 加入亞美鏈路，其結果如圖 2.2.6 所示。若實驗室僅進行單一技術比對(例如導航衛星)，其量測不確定性會增加。不同技術之間時間比對的歧異問題是目前進行國際時頻比對最需要深入了解的議題之一。

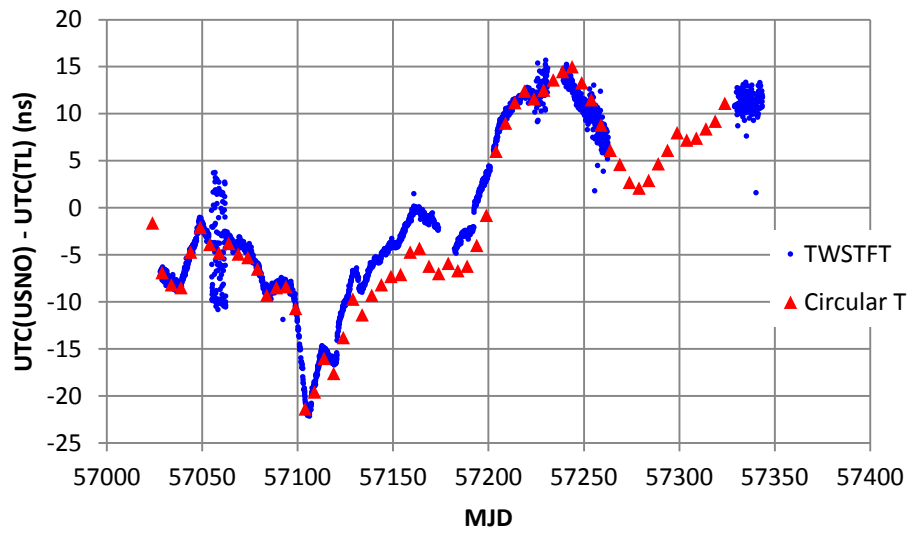


圖 2.2.4 2015 與美國 USNO 國際比對值(藍點)，以及 BIPM 公布之 Circular T(紅點)

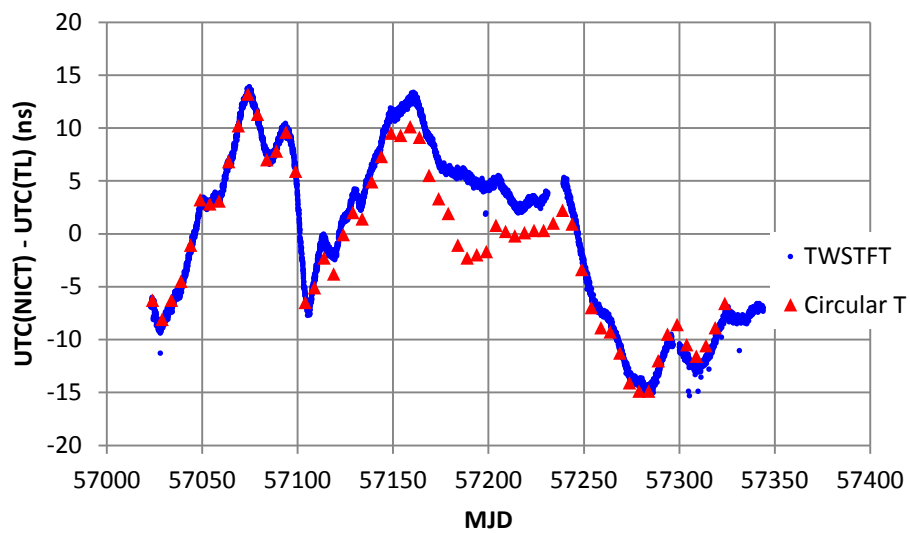


圖 2.2.5 2015 年與日本 NICT 國際比對值(藍點)，以及 BIPM 公布之 Circular T(紅點)

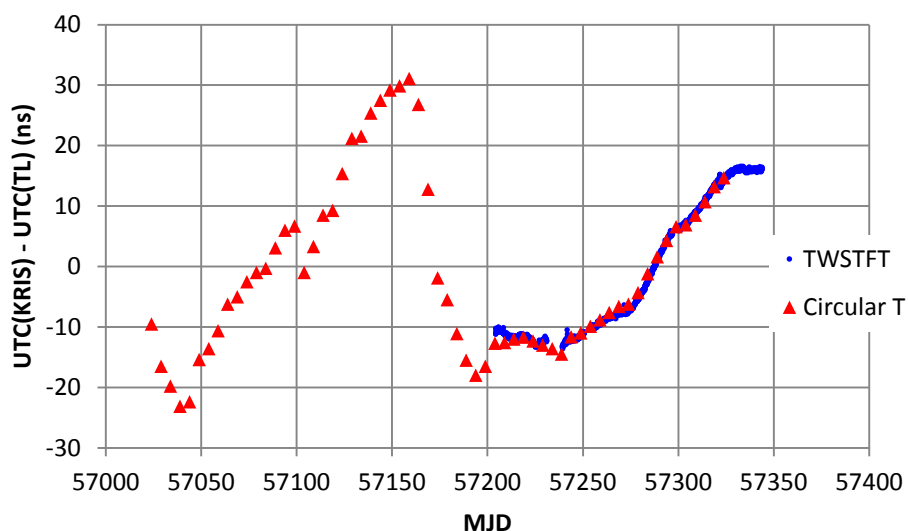


圖 2.2.6 2015 年與韓國 KRISS 時間差國際比對值(藍點)，以及 BIPM 公布之 Circular T(紅點)

(2.2.1.4) 應用及效益

從結果來看，TWSTFT 比對值和國際標準維持一致，進行 TWSTFT 不僅可即時監控 UTC(TL)，而且在 Circular T 尚未發佈的情況下，能精確地預測 UTC(TL)的偏差。目前本實驗室已使用氫微射頻率標準器做為國家時頻標準，在短期穩定度上相較於以往使用銫原子鐘已經進步了一個數量級，僅有導航衛星比對鏈路已不敷需求，必須使用 TWSTFT。

在校正應用上，BIPM 給予使用 TWSTFT 校正的實驗室 1 奈秒不確定度，優於使用導航衛星比對的 2 奈秒(使用總延遲)，所以為了維持高品質國家時頻標準，必須建立 TWSTFT 鏈路，不僅降低國際比對的不確定度，更能提升原子鐘權重。

本實驗室目前已成為活躍於亞太與歐美社群的重要實驗室，我們在衛星傳時技術上的經驗與意見，也愈能受到國際上的重視，針對衛星雙向傳時和導航衛星比對鏈路之間的歧異、不穩定來源、周日效應以及環球鏈路的一致性等議題，本實驗室歷年來已發表數篇 SCI 及 EI 國際論文並獲得引用。未來將透過維持 TWSTFT，提供並分析充分數據，不斷追求技術突破。

(2.2.1.5) 未來工作重點

發展高精準度的衛星雙向傳時技術，是本實驗的重要目標。本實驗室靠著長期累積的經驗，對於技術有一定程度的掌握：在精密度很高的衛星雙向傳時技術，對於電離層的影響必不可忽略，本實驗室致力發展電離層全電子含量觀測技術，以期改善高精密度衛星雙向傳時技術受到電離層的影響。再者，由於 TWSTFT 設備部分置於室外，室外環境條件的改變可能改變設備的特性，導致訊號通過設備的延遲改變，例如溫度升高可能讓設備熱漲，或是電纜、板材的介電常數下降，濕度升高讓導波管內的溼氣比例增加，也導致介電常數上升，影響微波訊號通過的延遲，緩慢的環境條件變化亦可能是 TWSTFT 與導航衛星技術比對值歧異的原因。

最後，本實驗室亦致力於衛星雙向傳時收發機的影響。收發機是信到抵達時間的測量設備，為衛星雙向傳時比對技術的核心元件，發射機可能對於溫度敏感，接收機解碼亦可能有 DCB(differential code bias)的效應存在，這些因素將可能導致精準度降低，未來擬致力探討並改善這些問題，以期提升精準度。

(2.2.1.6) 自評與建議

衛星雙向傳時技術工作小組每年固定舉辦的工作會議會議，已成為時頻標準界的一大盛事。會議討論包括轉頻器費用的分攤、實驗的聯繫及操作，以及數據的交換與發表等，都必須溝通合作才能建立比對鏈路。本實驗室加入 TWSTFT 鏈路後，不僅在 BIPM 工作小組會議上享有發言權，更在 APMP 擔任時頻技術委員會主席以及各工作小組的協調者，已成為世界重要實驗室之一。近幾年來本實驗室透過和許多國際實驗室建立 TWSTFT 鏈路，已累積相當程度的人脈和經驗，實為大幅進步的主因。因此，為了維持良好的國際關係，必須積極建立並維持 TWSTFT 鏈路。

(2.2.2) 光纖傳時技術研究

(2.2.2.1) 進行項目

- 利用光纖線路進行微波頻率傳送研究
- 光纖網路時間傳送非對稱因素分析

(2.2.2.2) 執行內容(執行期間：104.01~104.12)

- 光纖具有遠距離的傳輸能力，低雜訊以及不受外界電磁干擾的特性，成為傳送精準信號的最佳媒介。透過光纖傳送頻率信號，可以將原子鐘等級之信號幾無劣化的傳送至較遠的實驗室。2012 年於國際度量衡局(BIPM)舉辦的 CCTF 會議上，更確立利用光纖來傳遞信號已成為國際高精度傳時的主流發展趨勢。
- 相較於微波領域對於頻寬的限制，利用光纖來傳遞時間信號已成為高精度傳時應用的發展趨勢。在台灣對於精準時間(或相位)同步的需求日益增加，例如下一代 4G 的無線基地台網路同步，智慧電網相位同步量測以及金融高頻交易監控等。這些需求不僅攸關台灣未來的科技基礎建設，更會影響相關資通新技術或新服務的發展。
- 精準的時間與頻率的傳送，需要穩定的傳輸延遲，目前國外實驗室多採用點對點的方式，以專線或專用頻道作傳送。我們上半年使用購置之光電及微波(RF)元件，包括 1550 nm 波長雷射光發射器、光調變器、單模光纖、檢光器及微波放大器等元件，完成光電微波頻率傳送系統，可傳送 50 MHz-18 GHz 之微波頻率信號。我們使用功率計讀取功率減損數據，建立元件及線路的功率圖，再利用頻率計數器量測頻率穩定度，以優化光纖線路。在陸續改善微波頻段功率損耗等問題，於 4 月底透過 2 公里光纖線路完成單向微波頻率傳送最佳化實驗。

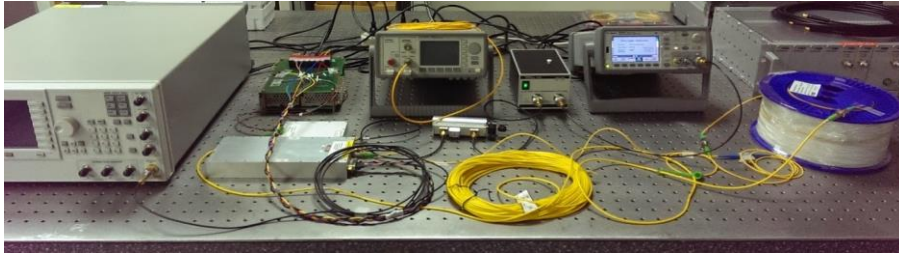


圖 2.2.7. 利用光纖線路進行微波頻率傳送研究實驗照片



圖 2.2.8. 光發射器、光接收器與搭配之直流電源驅動模組

- 在實際公眾電信網路傳遞標準時間，必須考慮網路上許多非對稱因素，例如在光通信網路，需考慮光纖路徑的不對稱性、不同波長色散效應對延遲的影響、環境物理因素的變動，及評估信號雜訊、調變技術等通訊因素的影響，以符合未來應用之需求。本期工作重點在分析電信光傳輸網路中的雙向延遲不對稱因素，並探討可行之補償機制。

(2.2.2.3) 成果

- 今年我們完成光電微波頻率傳送系統，可透過 35 公里距離內的光纖傳送 50 MHz-18 GHz 頻段之微波頻率信號。我們利用 2 公里單模光纖線路進行單向頻率傳送穩定度分析。1 月底時傳送 10 GHz 信號所能達到的頻率穩定度，短期 1 秒為 $9.0\text{E-}13$ ，長期 1 萬秒的頻率穩定度為 $1.1\text{E-}14$ ，如圖 2.2.9。經陸續改善微波頻段功率損耗等問題，優化後的系統在四月底進行的實驗，可達到短期 1 秒的頻率穩定度為 $7.0\text{E-}13$ ，長期 1 萬秒的頻率穩定度為 $6.5\text{E-}15$ ，如圖 2.2.10。

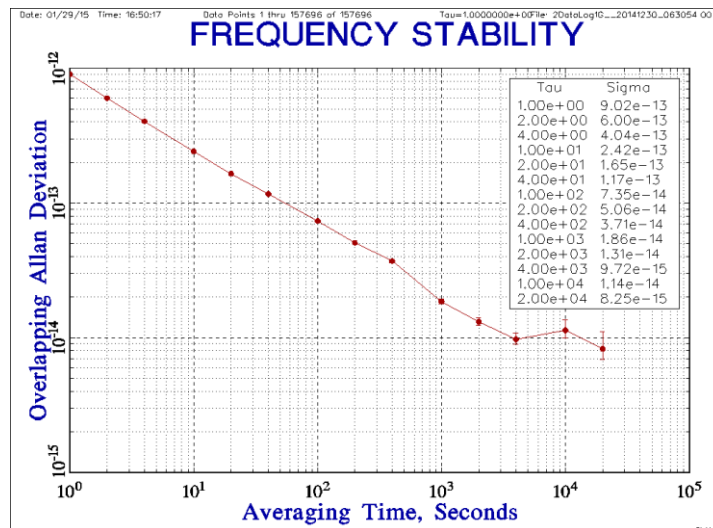


圖 2.2.9. 利用光纖線路進行微波頻率傳送穩定度分析(1 月)

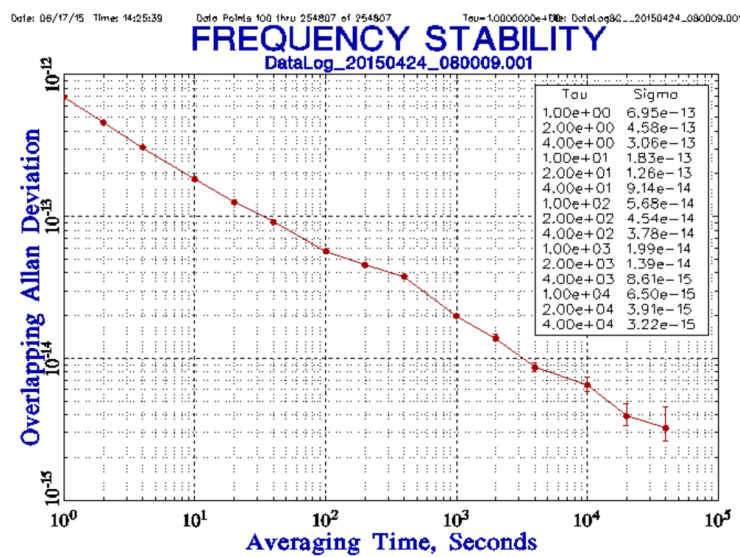


圖 2.2.10. 利用光纖線路進行微波頻率傳送穩定度分析(4 月)

- 進行光纖網路時間傳送非對稱因素分析及補償機制探討，並撰寫技術報告。報告已於 9 月完成，從點對點的專用光纖線路談起，我們採用雙向傳時的架構，來消除傳送路徑延遲受環境變化的影響，以 25 公里共同路徑光纖雙向傳時實驗為例，1 天的時間穩定度可優於 7 皮秒 (ps)，頻率穩定度達 1×10^{-16} ，傳時不確定度小於 200 皮秒。接著分析在電信光纖網路進行時間傳送的系統，我們探討利用 IEEE1588v2 電信邊界時鐘(T-BC)的輔助，採用雙向傳時的架構來進行時間傳送，並理論探討其中的主要非對稱因素，包括(1)雙向的光波長差，(2)邊界時鐘等網

路節點的內部延遲，(3)光纜及引線等延遲差。上述幾項因素皆可能造成數十至數百奈秒的傳時誤差，且隨者距離及網路節點的增加，誤差將會增加。以一個以時間同步為目的，經謹慎設計與佈線施工的電信網路為例，100 公里距離的雙向傳時誤差可望控制在 200 奈秒以內。我們並提出一個概念性的非對稱補償機制(圖 2.2.11)，透過電信網管系統把可量測的非對稱性誤差校正後，用以改善傳時結果的準確度。

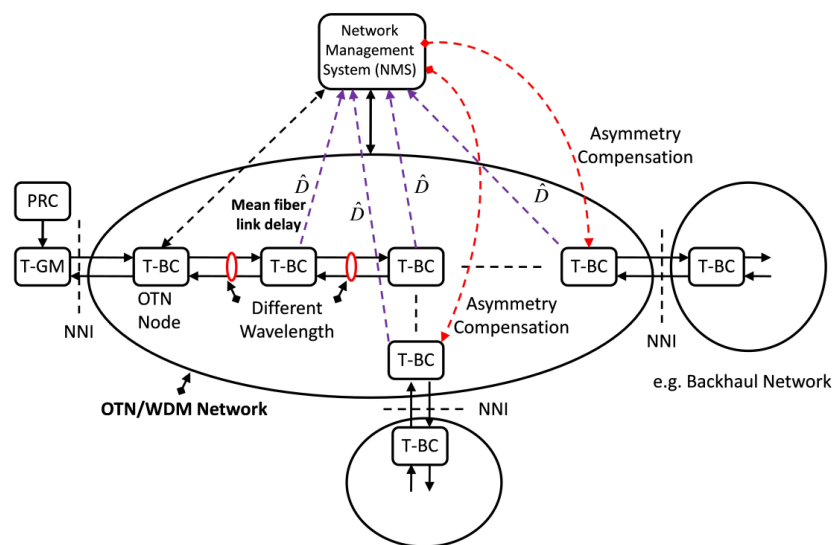


圖 2.2.11. 非對稱補償機制

- 於 IEEE IFCS-EFTF 2015 聯合研討會發表論文:利用未來電信網路作 UTC 時間傳遞的研究 (Precise UTC Dissemination Through Future Telecom Synchronization Networks)。

(2.2.2.5)未來工作重點

- 持續進行光纖系統時間與頻率傳送實驗，分析效能並探討不穩定來源，以提升傳時技術的能力。
- 未來擬以去回旅程(round-trip)或雙向(two-way)的架構，進行即時之比對與監控。並進行主動式光延遲補償技術實作，測試精準時頻信號傳遞與主動延遲補償機制。
- 光纖適合傳遞高頻信號，但超過 10 GHz 信號，往往受限於信號產生器的相位雜訊升高，劣化信號品質。為了進一步分析如瑞利散射等效應所

產生的影響，將來應進一步投資高頻量測儀器的研發或購置。

持續評估未來電信網路作時間傳遞的可能

(三) 標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣

(3.1) 標準時間同步服務

(3.1.1) 標準時間同步服務運轉

(3.1.1.1) 目的

繼續維持各項時間同步服務以服務國人，以達成國內時頻標準一致的目標。

(3.1.1.2) 執行內容(執行期間：民國 104.01~104.12)

- (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。

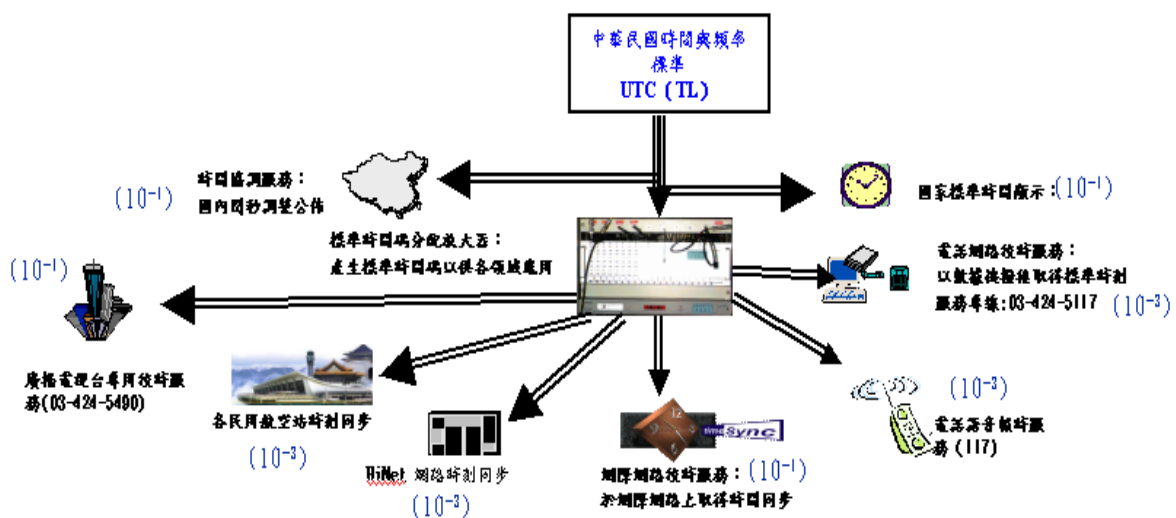


圖 3.1 國家標準時間同步服務示意圖

(3.1.1.3) 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。

(3.1.1.4) 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，每日服務量超過兩億一千萬次。

(3.1.1.5) 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。

(3.1.1.6) 自評與建議

由於同仁過去長期的努力，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，不僅造成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。

(3.1.2)網際網路校時(NTP)及網站(WEB)服務

(3.1.2.1)達成項目

網際網路校時服務及網站服務維運現況及分析

(3.1.2.2)執行內容(執行期間：民國 104.01~104.12)

為提供一般民眾所需的標準時間，本實驗室於民國 87 年 6 月起，正式對外提供網際網路校時服務，透過網際網路校時，民眾可使用電腦資訊設備取得國家標準時間。網際網路校時服務遵從 NTP(Network Time Protocol)協定，規範於 RFC 5905，此協定屬於網路架構之應用層，其校時原理如圖 3.1.1 所示，客戶端(client)將一個 NTP 封包送至國家標準時間伺服器端(server)，記錄其封包送出時間(T_1)以及抵達時間(T_2)，接著，server 回傳一個 NTP 封包至 client，亦記錄其封包送出時間(T_3)以及抵達時間(T_4)，在封包往返延遲相同的情況下，client 合併 $T_1\sim T_4$ 資訊即可得到與國家標準時間的差值，修正此差值後即完成與國家標準時間的校準。由於網際網路的普及，網際網路校時服務已成為一準確且便利的校時方法，由於其準確且便利性，每天服務量超過 800 萬次以上。

同時，為宣揚國家標準時頻、提供校正服務收費項目、並且簡介目前最新的時頻校核、同步以及測量技術等，本實驗室提供網站服務(網址：

<http://www.stdtime.gov.tw>)，將本實驗室資源匯整上網供民眾閱覽，並且提供電子郵件信箱供民眾反應意見，作為與民眾溝通交流的橋樑。

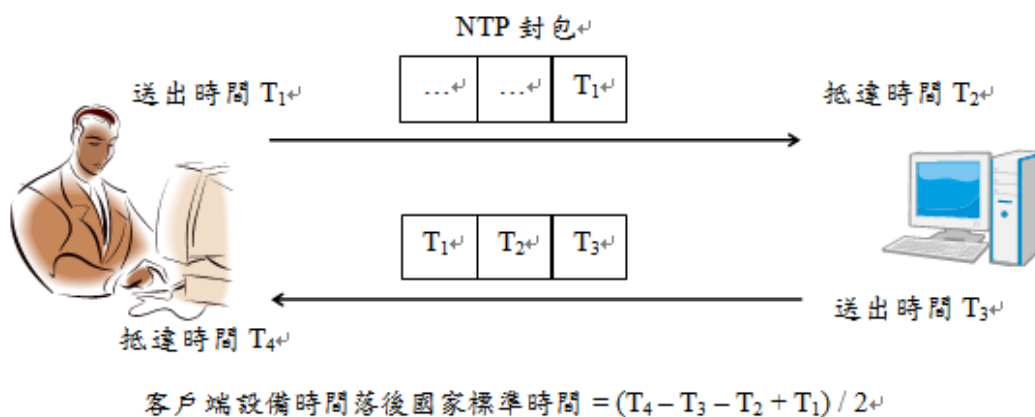


圖 3.1.1 網際網路校時原理示意圖

(3.1.2.3)結果

本實驗室提供網際網路校時服務，維持一路 4M 光纖網路、一路 2M 光纖網路、兩部原級伺服器以及五部網路伺服器穩定運轉。然而，在 103 年 1 月發現校時服務數量異常上升，如圖 3.3 所示，經查測後判斷為頻寬不足，肇因於當時全球多數 NTP 伺服器被攻擊，導致被攻擊的伺服器陸續關閉，數量大幅減少，根據 NTP 服務的方案，使用者被自動轉向可靠的伺服器校時，本實驗室維持安全的 NTP 系統，因此請求量突然大增。然而，由於原有網路頻寬不足，因此龐大的需求拖垮了所有使用者的校時權益，包含本國民眾，導致 NTP 服務準確度大幅降低。於此，本實驗室於 103 年 3 月升級光纖網路專線至 100M，以應付每日可達 25 億次的校時服務量，並申請一路 IPv6 網路提供服務，始能維持可靠且準確的 NTP 服務。

架構上，首先兩部原級伺服器接上國家標準時間訊號(目前有 IRIG-B、1PPS 以及 10MHz 三種)，轉換為 NTP 封包後，首先和六部網路伺服器同步，藉由這六部網路伺服器提供校時服務至網際網路。本實驗室公告這六部網路伺服器的網域名稱於網站首頁，讓民眾知悉，並且民眾可透過下載本實驗室提供之 NTP 客戶端軟體 NTPClient(<http://www.stdtime.gov.tw/chinese/exe/NTPClock.exe>)連上網路伺服器，來取得國家標準時間。圖 3.1.2 總列 104 年度 NTP 服務的校時次數，於 104 年 10 月統計每日約提供 2.5 ~ 5.3 億次校時請求。

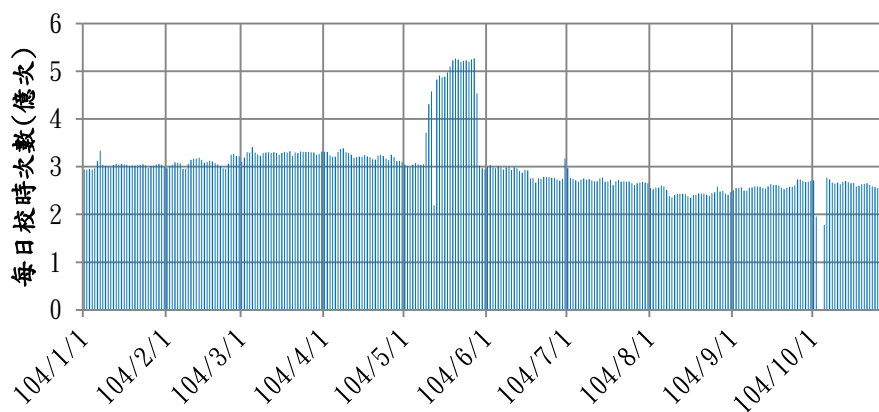


圖 3.1.2 104 年度網際網路校時服務每日次數統計，平常每日約 2.5~5.3 億次。

在維持網頁服務方面，本實驗室於 104 年逐漸更新內容，提供最新資訊以符合民眾預期：例如研究成果、本實驗室大事紀、校正能量的擴充等。其參訪人數由 101 年至今有上升趨勢，如圖 3.1.3 所示，顯示民眾有逐漸有此需求。另外，民眾透過網頁的意見信箱(stdtime (at) gmail.com)聯繫本實驗室的次數逐漸增加，多數民眾來信諮詢校正業務、另有部分民眾提出 117 報時與 NTP 校時結果為何不一致的問題，經本實驗室研究員專業解說解答民眾的疑惑，於此，本實驗室未來擬加強宣導 117 報時及 NTP 校時的訊息判讀。

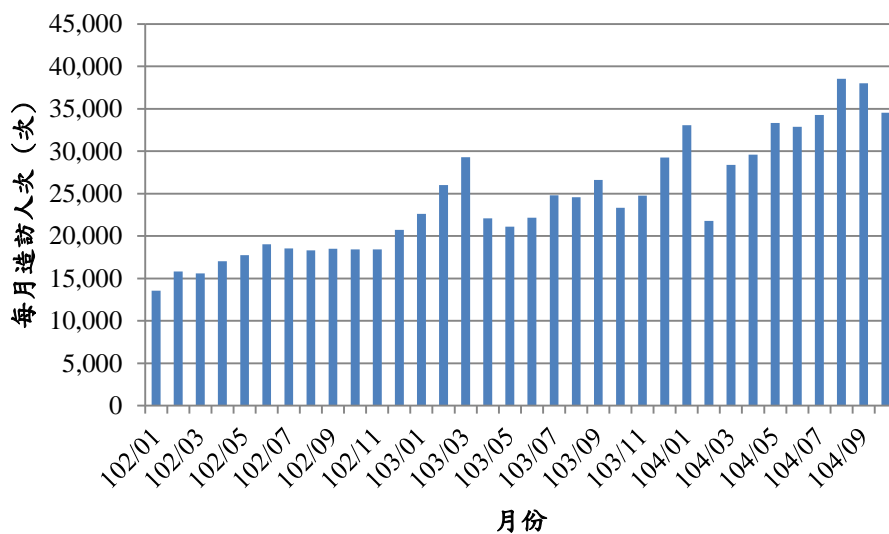


圖 3.1.3 本實驗室網站服務造訪人次統計，104 年度每月約 2~4 萬人次。

(3.1.2.4)應用及效益

網際網路校時服務應用範圍甚廣，本實驗室藉由提供網際網路校時服務，使民眾方便、準確並且快速地查詢國家標準時間。本實驗室今年度接獲台灣各大企業、機關以及學術單位等來電或來信詢問網際網路服務的相關維運議題，共有十餘件，透過維持網際網路校時服務的經驗，與民眾達成良好的互動。

本實驗室提供網站服務，可建立與民眾之間的溝通交流管道，並了解民眾在何種情況下有國家標準時頻的需求，就觀察網頁造訪次數與日俱增的現象，可說明越來越多民眾有了解標準時頻概念的需求。藉此，本實驗室可將民眾寶貴的建議納入未來發展重點，以期未來提供民眾更好的服務內容。

(3.1.2.5)未來工作重點

由於網路普及，網際網路校時服務以及網站服務與民眾生活息息相關，為維持服務品質，定期監看訊務流量，作為提升網路速度之依據，並且進行故障排除，以期達到便民之目的。另外，為維持良好民眾互動，在網頁維運方針上將持續更新網頁訊息以及答覆民眾常見的議題。

(3.1.3) 完成網際網路校時(NTP)服務升版作業

(3.1.3.1) 達成項目

完成網際網路校時(NTP)服務升版作業

(3.1.3.2)執行內容(執行期間：民國 104.01~104.12)

根據國際地球自轉組織(International Earth Rotation Service, IERS)公布的資訊，104年7月1日上午8時會有正閏秒事件，屆時將會多出一秒，可能對資訊系統造成影響。為了自動通知及調整閏秒，實驗室原有的服務必須升版，包括作業系統以及提供服務的軟體，因此，實驗室將原有的作業系統 Linux CentOS 5.5 升版至 6.11，並且將提供服務的伺服器軟體 NTPD 4.2.2 升版至 4.2.6。NTPD 4.2.6 提供了閏秒檔案索引的功能。伺服器使用此版本軟體，配合適當的設定值，可提供閏秒自動通知及調整的功能：在閏秒前一天至閏秒當下這段期間，由伺服器送出封包最前面 2 位元的閏秒指示(Leap Indicator, LI)欄位，將由 00 變成變成 01(正閏秒)或是 10(負閏秒)，指示伺服器即將於最後一秒調整伺服器時間。

原本 IPv6 校時服務由原級伺服器所提供，雖然原級伺服器時間源穩定，但是網路功能較一般伺服器差，若是每秒超過 3000 次請求校時，可能造成服務終止，因此，本次升版除了原有五部伺服器，另外為了提供更穩定的 IPv6 服務，再安裝一台網路功能較強之伺服器，取代現有架構。新版 NTPD 軟體提供強大的統計功能，不僅能統計校時次數，更能統計如來源 IP、伺服器之間的時間差、網路延遲以及伺服器之間的輪詢情況等，維運上更能了解服務效能。

由於 103 年初，國際上許多校時伺服器遭受惡意攻擊，導致服務中斷，迫使大量使用者轉向本實驗室維持良好的伺服器請求校時，本實驗室為了再提升其安全性，調整提供服務的系統架構，並且設定更嚴格的防火牆規則，讓每台伺服器僅提供單一服務、執行單一功能，在提供服務效能不變的情況下，大幅降低資訊安全危機。

標準時間同步部分，其架構如圖 3.1.4 所示，使用同軸纜線連接本實驗室之 IRIG-B(IEEE 1344 擴充)標準時序信號至兩台一級 NTP 伺服器，使伺服器提供 NTP 服務並同步國家標準時間。

內網部分，使用一台交換器連接 8 台設備 192.168.0.x mask 255.255.255.240，做為一、二級伺服器之間的網路同步。

外網部分，使用三個獨立網路設備群，包含兩個 IPv4 網路以及一個 IPv6 網路，讓二級伺服器能夠向網際網路使用者提供服務。

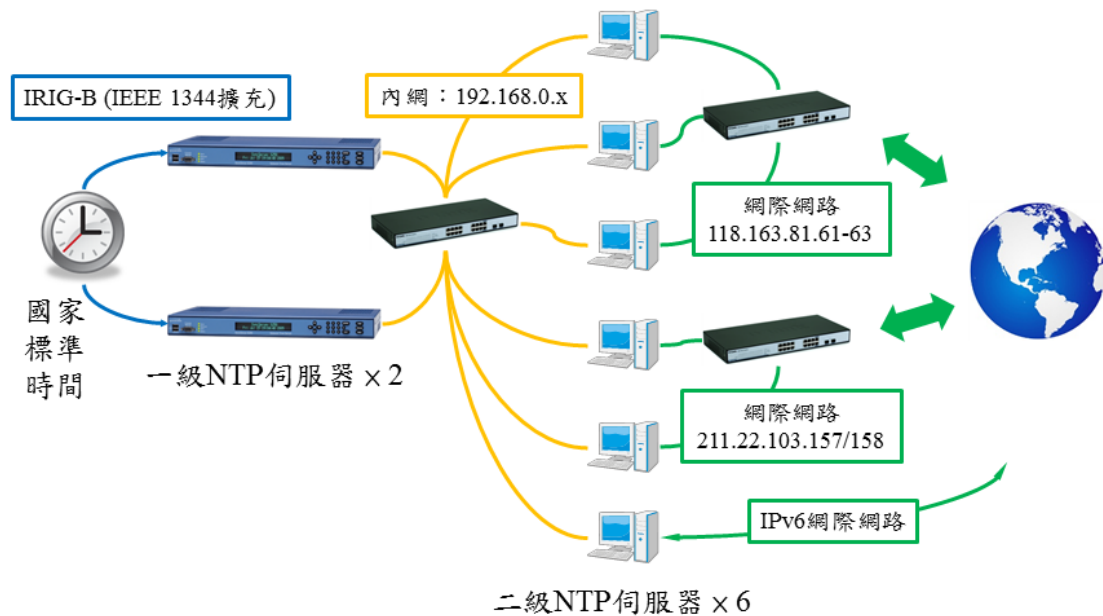


圖 3.1.4 NTP 服務網段劃分狀況

由於一級伺服器網路功能有限，大量校時恐造成伺服器當機。做網段劃分後，在密集校時的情況，使用者不會直接和一級伺服器校時，使用網路功能較好的二級伺服器提供服務並分散流量，可防止網路功能當機造成服務中斷。另外二級伺服器是由一般伺服器電腦與 Linux 作業系統組成，能夠進行標準化維運，並在伺服器毀損時及時備援。以下為二級伺服器的電腦昇版情形，詳細列於查核點報告內：

1. 安裝 Linux 作業系統 Cent OS 6 i686
2. 安裝必要 NTP 軟體
3. 開啟必要之服務
4. 設定網路
5. 設定防火牆
6. 設定 NTP 閏秒自動調整功能以及統計功能 (版本 4.2.6)，加入以下文字

7. 設定開機立即同步一級伺服器

為了瞭解 NTP 伺服器提供服務的性能，包含時間源穩定度、網路暢通情況和校時次數統計等，我們開啟自動統計功能，並且編寫排程表，定時回傳資料至本實驗室 FTP 伺服器，讓維運人員對於 NTP 運轉情形能夠一目了然，並針對異常之伺服器做必要之改善。

最後，試運轉及測試時程如下：

104 年 3 月 25 日：閏秒自動調整測試

104 年 4 月 24 日：升級 6 台伺服器 ntp 軟體至 4.2.6 版

104 年 6 月 1 日：設定防火牆，並自動化上傳統計資料

(3.1.3.3)結果

統計事件如圖 3.1.5 所示，可顯示每秒計次方便查測流量及伺服器運轉情形。

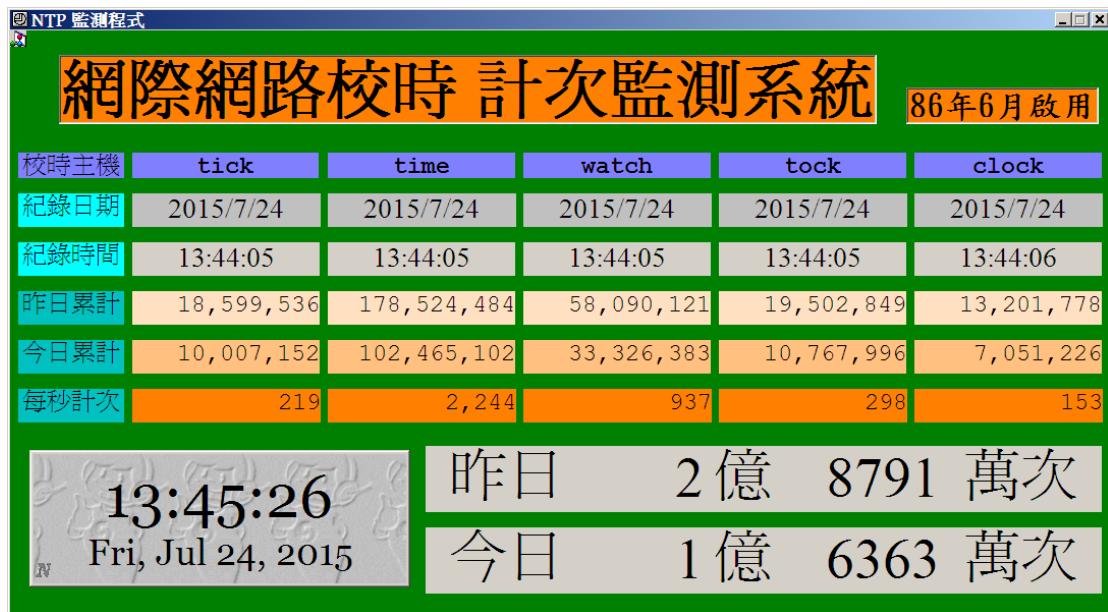


圖 3.1.5 監視程式畫面，次數統計為 2~3 秒更新一次，並顯示每秒計次監看伺服器服務量是否正常

於 104 年 7 月 1 日的自動閏秒事件順利執行如下列：

104 年 6 月 30 日：閏秒通告開啟，LI = 10

104 年 7 月 1 日：順利自動閏秒，其伺服器時序在閏秒前後依序為：

Wed Jul 1 07:59:58 2015 CST, LI = 10

Wed Jul 1 07:59:59 2015 CST, LI = 10

Wed Jul 1 08:00:00 2015 CST, LI = 10

(閏秒發生，但是伺服器無法顯示 60 秒，所以維持正常時序)

Wed Jul 1 08:00:00 2015 CST, LI = 00

(根據 NTP 設定的 leapfile，伺服器時序自動重複一次，並且讓 LI 歸零)

Wed Jul 1 08:00:01 2015 CST, LI = 00

Wed Jul 1 08:00:02 2015 CST, LI = 00

(3.1.3.4)應用及效益

同(3.1.2.4)。

(3.1.3.5)未來工作重點

NTP 服務已被廣泛運用於同步電子設備，其需求量與日俱增，我們提供 IPv6 服務，再者，因應本年度閏秒事件，為了使 NTP 服務維持不中斷，我們加入自動閏秒功能；並且加強防火牆，以阻隔惡意攻擊，降低資訊安全風險。為此，我們進行服務軟體升版。伺服器於閏秒前後無間斷運轉，並且能讓運人員能遵照此程序，在伺服器異常時及時更換，保持 NTP 服務的效能、安全性與穩定性。

(3.2) 舉辦第五屆頻率量測能力試驗活動

(3.2.1) 達成項目

- a. 完成舉辦第五屆頻率量測能力試驗說明會 (104.05)
- b. 舉辦總結會議、發出總結報告及參加證書 (104.08)

(3.2.2) 執行內容(執行期間：104.01~104.12)

為配合 ISO/IEC 17025 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。本實驗室訂於今(104)年舉辦「第五屆頻率量測能力試驗活動」，提供國內之時頻實驗室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。

(3.2.3) 現況

我們於 5 月 21 日在本院 D105 會議室完成舉辦能力試驗說明會，來賓則包括來自 17 家實驗室的二十位代表。參加家數略少於時頻認可實驗室的原因，主要是許多實驗室已依其本身的時程規劃，先行申請本實驗室之量測稽核服務。

在說明會中，我們針對活動進行方式、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項目。

接下來自 6 月初至 7 月底安排每週赴 2~4 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，確保量測之可靠性，現場量測的相關設備(含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，執行過程相當辛苦。最後於量測工作依序完成之後，我們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。

本活動於 7 月中旬完成所有實驗室的巡迴量測，數據分析及報告撰寫，並於 7 月 31 日舉辦總結會議。本次參加能力試驗活動 18 家實驗室所得的 20 個|En|值皆小於 1，因此皆順利通過本次能力試驗活動。活動的觀察事項和後續推動工作，也在總結會議中向與會代表說明。



圖 3.2.1、各實驗室代表出席能力試驗說明會之現場

(3.2.4) 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。本實驗室自民國92年起，已陸續舉辦四屆的頻率量測能力試驗活動。

本年度規劃及籌備第五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。

(3.2.5) 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，並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。

(3.2.6) 自評與建議

持續協助 TAF 之評鑑活動、維持標準件校正服務和舉辦能力試驗活動，是健全我國時頻追溯體系及滿足國際相互認可的方法，亦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 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，對提升產業界校正技術及取得國際相互認可等方面，都有很大的助益。

(3.3)參與國際研討會之舉辦

(3.3.1)達成項目

本實驗室參與舉辦 2015 IEEE IFCS-EFTF 聯合研討會、ATF 2015 workshop 等國際研討會

(3.3.2)內容說明

- a. IEEE 國際頻率信號控制研討會 (International Frequency Control Symposium, IFCS)及歐洲時頻論壇(European Frequency & Time Forum, EFTF)皆為重要的國際性時頻研討會，目的為各國學術界與產業界研究人員交換時頻技術最新發展趨勢與成果，並展出最新之時頻儀器。今年兩會議聯合於 4 月 12 至 16 日在美國丹佛市舉辦。研討會分六大主題進行探討，包括: 1.材料、濾波器及共振器; 2.振盪器、頻率合成器、雜訊及電路技術; 3.微波頻率標準; 4.感測器及換能器; 5.時間維持、時間與頻率傳送、全球導航衛星系統及應用; 以及 6.光學頻率標準等。

本次大會總計發表 360 篇論文，其中 160 篇為演講方式發表，200 篇為壁報方式，另外有 17 場邀請演講。本院同仁除有二篇論文發表(分別為演講及壁報方式發表)之外，林晃田博士及林信嚴研究員亦擔任會議技術委員會(Technical Program Committee)委員，參與完成會議前之論文審查計一百二十餘篇；會議期間亦參與國際度量衡委員會時間與頻率諮詢委員會(CCTF)轄下各工作小組的討論會議，對於後續參與工作的推展，有很大的助益。

- b. 在亞太時頻研討會(Asia Pacific Workshop for Time and Frequency)方面，去年由亞太計量組織(APMP)時頻技術委員會(TCTF)成立之組織委員會(ATF workshop organizing committee)開始規劃運作，後續並由日本 NICT 完成網頁 <http://www2.nict.go.jp/aeri/sts/ATF/2015/index.html> 之建置，並規劃 2015 ATF workshop 於 11 月份之 APMP 年度大會前夕舉辦。林晃田博士代表本實驗室擔任組織委員會委員，協助完成論文樣本及補助申請表等格式定稿，並協助論文及補助資格審查等工作，以持續推動亞太地區時頻領域的技術交流工作。



The screenshot shows the website for the Asia-Pacific Workshop on Time and Frequency. The header features a globe and the title "Asia-Pacific Workshop on Time and Frequency". The main content area is titled "Organizing Committee" and lists the following members:

Chair	
Yasuhiro Koyama	NICT, JAPAN
Member	
Huang-Tien Lin	TL, TAIWAN
Amitava SenGupta	NPLI, INDIA
Poonam Arora	NPLI, INDIA
Zhanjun Fanh	NIM, CHINA
Kazumoto Hosaka	NMIJ, JAPAN
Adriaan von Brakel	NMISA, SOUTH AFRICA
Chris Mathee	NMISA, SOUTH AFRICA
Feng Lei Hong	NMIJ/YNU, JAPAN
Dai Hyuk Yu	KRISS, KOREA
Hiromi Nezu	NICT, JAPAN

圖 3.2.2、ATF Workshop 組織委員會成員

ATF 2015 workshop 規劃於 APMP TCTF 前一週的週末(10 月 31 日)在北京計量院舉辦，與會者為 TCTF 會員實驗室代表，共計 50 多人參與。議程區分為五個單元，分別為：Advanced Time and Frequency Transfer、Optical Frequency Standards、Time Scale and Microwave Frequency Standards、Calibration 及 Poster Session 等。會中發表 24 篇論文，本實驗室林晃田博士受邀擔任“Calibration”主題之 Session Chair，同仁們共有四篇論文發表。舉辦此會議主要目的為 APMP 成員實驗室間的技術分享，其中包括許多重要的議題如：原級頻率標準如何提升銻原子之輸出穩定性、

改良低溫藍寶石振盪器穩定度、光頻標準的黑體輻射或感測溫度計之不確定度評估等。時間校核技術包含導航衛星和衛星雙向傳時等技術，日本已應用於光頻標準的量測實驗。另外如中國大陸的北斗導航時間系統、及南韓與電信公司 KT 間架設光纖監控時間差研究等，都有論文介紹。在時頻校正的應用方面，若廠商中斷其標準件運轉以送校，多少會影響服務，未來遠端校正可能逐漸成為趨勢，而香港開發之攝影計時器能有效判別錄影碼表指針(或電子錶顯示)跳動之間的模糊，有助於提升工作效率及降低不確定度。



圖 3.2.3、ATF 2015 Workshop 開會情形

(3.4) APMP TCTF 國際合作推廣現況說明

(3.4.1)達成項目

- 主導爭取 G1 校正實驗室成為 2016 APMP TC Initiative 計畫。

(3.5.2)說明

本標準實驗室於 2014 年榮獲國際度量衡局(BIPM)選定為 GNSS 接收機校正之一級(Group-1)實驗室，成為未來直接參加 BIPM 所舉辦 GNSS 接收機巡迴校正活動的全球八個實驗室之一(亞太地區僅我國、日本，與大陸獲選)，並可維持亞太地區最小的不確定度評估值。本實驗室亦將協助亞太計量組織 (APMP)時頻技術委員會(TCTF)，規劃舉辦亞太地區之區域巡迴校正活動，讓其他非屬於 Group-1 的亞太地區標準實驗室，能透過參加區域內之比對活動，實現全球時頻標準完整追溯鏈之建立。

今年 9 月參與 CCTF 大會及系列會議期間，我們與 BIPM 及亞太地區各會員實驗室有許多討論交流，特別是關於 GNSS 校正的一級實驗室角色及任務，有許多的意見交換。為使亞太地區的 GPS 接收機巡迴事務更順利的推動，BIPM 的 Dr. Jiang 特別在 CCTF 大會結束後，再邀集亞太區三個一級實驗室 (NICT, NIM 和 TL)的代表們，進行小型的討論會議。出席人員在會中對現任 APMP TCTF 主席 Dr. Michael Wouters 所規劃的初步校正計畫頗有異議。本實驗室則依據整體的考量與實際需要，提出三個 G1 實驗室先規畫進行比對實驗以驗證一致性的建議，此建議為與會代表所同意。

(3.5.3)結果

CCTF 會議之後，我們更積極以上述的規劃研提 2016 APMP 的 TC Initiative 計畫，並在 2015 年 APMP GA 大會期間通過執行委員會(EC)的審查取得經費補助。本計畫將獲補助 5,800 美元，主要使用於接收機設備之運費等。

(2.1.4.4)自評與建議

- 參加國際會議是快速取得國際合作訊息的方法，亦能迅速掌握有利時機進行溝通及爭取資源，對於國際合作事務及技術交流的推展很有助益。
- 獲選為國際度量衡局(BIPM) GNSS 接收機校正之一級(Group-1)實驗室，是

實驗室過去的表現與技術能力受到肯定，應該更主動積極思考及規劃，與 TCTF 會員之間多多聯繫，才能發揮有限的資源，並擴大實質的影響力。

TCI Decisions

Proposal ID	Request (US\$)	Adjust (US\$)	Approved (US\$)
TCI 2016-01- TCAUV	14900	(3400)	11500
TCI 2016-02-TCM	9700	(2000)	7700
TCI 2016-04-TCPR	12000	0	12000
TCI 2016-05-TCQM	11000	More discussion	
TCI 2016-06-TCTF	10000	(4200)	5800
Sum	57600	?	?

2015-11-24
APMP2015 GA, EC
16

➤ APMP 審查通過之 2016 年 TC initiative 計畫(摘至 APMP 主席簡報資料)

(3.6)低頻於時頻之推廣應用

(3.6.1)達成項目

低頻於時頻之推廣應用

(3.6.2)執行內容(執行期間：104.01~104.12)

低頻是時頻傳遞的技術一種，可結合高精度的國家標準時間，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間，並提供公共民生之應用服務。低成本且能輕易地接收國家標準時間的便利必能深植民心，引起廣泛應用。低頻無線時頻傳播系統滿足民生、通信、資訊、醫療、乃至環保之無線自動校時需求，並達到全國無線時頻同步的要求，進而提昇生活品質。

結合高精度的國家標準時間，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間，並提供公共民生之應用服務。低成本且能輕易地接收國家標準時間的便利必能深植民心，引起廣泛應用。低頻無線時頻傳播系統滿足民生、通信、資訊、醫療、乃至環保之無線自動校時需求，並達到全國無線時頻同步的要求，進而提昇生活品質。

(3.6.3)結果

本計畫於年度持續進行低頻技術與應用服務推廣，本年度主要包括下列活動：

104/2 更新電信研究院國家標準時頻電子看板跑馬燈內容以協助楊梅分局進行春安宣導，並校準國家標準時間。

104/5 針對台北榮總孫醫師提問關於建議醫院”日後院內會議室的時鐘一律優先考慮購買具備低頻自動校時”，回覆國內低頻無線時頻傳遞服務發展現況，建立未來推廣的機會。

104/6 提供低頻傳播系統發展現況予中華電信基金會執行長以在行政院賑災基金會的討論會議中爭取低頻商用電台後續相關的建置經費支持。

104/7 配合 2015 年閏秒調整活動，完成研究院大門口國家標準時間展示 LED 跑馬燈加入正閏秒工作。

(3.6.4) 未來工作重點

根據中華電信基金會執行長轉述在行政院賑災基金會的討論內容，提供低頻傳播系統發展現況，以爭取後續相關的支持。

(3.6.5) 自評與建議

本年度的研究，主要是基於去年的雛形系統研究成果，進一步設計一組四件的機構，包括發射機箱、濾波器箱、匹配箱及環形天線架，同時提升低頻發射機的穩定度，以提供接近商用化產品的低頻發射機雛形系統，可利於後續的應用推廣。

(四)其他

(4.1) 榮獲中國工程師學會 104 年度「優秀青年工程師獎」

(4.1.1)達成項目:

國家時間與頻率標準實驗室曾文宏博士榮獲中國工程師學會 104 年度「優秀青年工程師獎」。

(4.1.2)成果說明:

「中國工程師學會」自民國元年創立以來，長期以促進工程教育，提升工程技術及推動各項建設為目標，協助國家各專業技術的創新與發展。中國工程師學會為表揚在工程技術實務之研究發展上或工程服務上有具體成就之工程師，每年均舉辦相關獎項選拔，評選標準嚴格。其中「優秀青年工程師獎」表揚未滿四十歲的青年工程師，今年有來自土木、機械、電機、化工等各大領域共10位青年工程師獲此榮耀。

曾文宏博士參與建立及維持國家時間與頻率標準計畫，積極推動「衛星雙向傳時國際時間比對」國際合作計畫，在衛星雙向傳時及光纖傳時領域有關鍵性之技術貢獻。101年獲選為中華民國計量工程學會傑出計量工程師。累計發表國際期刊論文12篇，國際會議論文46篇及國內論文10篇，其光纖傳時技術成果，103年更獲得美國國家標準實驗室公會2013『NCSLI Measure Editor's Choice Award』論文獎。不僅確保我國國家時頻標準與國際標準的一致性，同時提升實驗室於國際的能見度與影響力。此次獲獎亦顯示本實驗室相關研究及專業工作受到肯定。

「中國工程師學會暨各專門工程學會104年聯合年會及慶祝工程師節大會」6月5日在高雄中鋼公司舉行，由吳副總統頒發獎章予獲獎者。包括中國工程師學會理事長李建中、前經濟部部長施顏祥、中鋼公司董事長鄒若齊、工程會前主委陳振川等貴賓、學者專家、會員共700多位人員出席。



圖 4.1 頒獎典禮與吳副總統合影

(4.2) 榮獲 104 年度中國電機工程師學會「傑出電機工程師獎」

(4.2.1) 達成項目:

本實驗室林晃田博士榮獲中國電機工程師學會「傑出電機工程師獎」。

(4.2.2) 成果說明:

中國電機工程師學會於民國 1934 年 10 月成立於上海，其宗旨為配合國家政策、發展工業及繁榮經濟。學會領域包含電力、電信、資訊及電子四大領域。會員大多為電機學術界、產業界及企業界之精英領導者。該學會為表揚優秀工程教授及優秀工程師會員，激勵電機工程之發展，設置「傑出電機工程教授獎」、「傑出電機工程師獎」、及「優秀青年電機工程師獎」等三獎，每年評選在工程研究發展上有傑出成就者頒獎以資鼓勵。今年共評選出 7 位工程師獲「傑出電機工程師獎」的榮耀。

林晃田博士擔任中華電信研究院「建立及維持國家時間與頻率標準」計畫副理多年，實驗室團隊致力於國家最高時頻標準之建立、維持及傳遞。深入國際傳時技術研究與精進，在國際傳時技術領域有關鍵性之技術貢獻，研發成果斐然。對於健全國內產業界的時頻追溯鏈，亦貢獻卓著；參與國內外標準實驗室評鑑、並協助各項時間同步服務與活動之推展，提供社會、民生及產業各界之時頻同步校準，影響深遠。

2011 年獲選為亞太計量組織(APMP)時頻技術委員會(TCTF)主席。三年任期中，積極推動國際合作、技術交流活動及相互認可事務等，如協同舉辦 2013 AP-RASC、2014 IEEE IFCS 等大型研討會、規劃於 2014 年在北京舉辦 MEDEA Workshop，為開發中國家之標準實驗室人員提供技術訓練。此外，於 2014 年籌組亞太時頻研討會(ATF Workshop)之組織委員會，並持續擔任 IEEE IFCS 及 EFTF 等國際研討會之審查委員，推動時頻領域之技術交流，其貢獻受到國際專家肯定，於 2014 年獲頒 APMP 技術貢獻獎，實質提昇國家的能見度與影響力。本次獲頒「傑出電機工程師獎」，顯示實驗室同仁共同努力合作的成果，再次受到肯定。

中國電機工程師學會之會員大會，將於 2015 年 12 月 25 日在高雄應用科技大學舉辦，屆時將由同仁出席與會及受獎。

中國電機工程師學會 函

機關地址：台北市 106 復興南路一段 390 號 7 樓之 2
聯絡人：游捷涵小姐
電話：(02) 2707-5885 分機 202
傳真：(02) 2325-5088
電子信箱：ciece@ms35.hinet.net

受文者：如正副本行文單位

發文日期：中華民國 104 年 11 月 3 日
發文字號：中電字第 104020 號
類別：普通
附件：如文

主旨：台端業經本會評選為 104 年「傑出電機工程教授獎」「傑出電機工程師獎」「優秀青年電機工程師獎」得獎人，特此致賀，敬請出席本會 104 年會員暨會員代表大會接受表揚並受獎，請查照。

說明：

一、頒獎儀式訂於 104 年 12 月 25 日（星期五）本會 104 年會員暨會員代表大會時舉行，請於當日下午 13 時 40 分前蒞臨高雄市建工路 415 號高雄應用科技大學中正堂受獎，煩請著正式服裝。

➤ 中國電機工程師學會「傑出電機工程師獎」獲獎通知公文



➤ 頒獎典禮與吳副總統合影

三、結論與建議

- (一) TL 長期維持時間與頻率之國家標準，並善盡維持世界時頻標準之責任。雖標檢局委辦經費不足，幸在中華電信之支持下設備得以汰舊更新，故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，不遑多讓。
- (二) 本實驗室所提供多項時間同步服務，廣受社會大眾重視與使用，尤其網路校時服務每日服務流量已超過 2.1 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。另提供通行全球約九十餘經濟體之全球相互認可的校正能量，並透過財團法人全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室傳遞國家量測標準，支援數億元檢測市場之規模。
- (三) 度量衡業務是憲法層級所定義，為國家建設的重要基石，國家標準實驗室為全國最高計量標準及國家計量政策之提供者。攸關產品及研發的品質、校正標準之追溯基礎，民生福祉、乃至尖端科技的研發與精進。
- (四) 獲邀參加 CCTF 及相關工作小組，實為長期以來實驗室同仁們共同的努力付出，辛苦建立起國際形象與影響力的展現。
- (五) 國家標準時間之服務目前已成功地推廣至許多機關使用並廣受好評，實驗室未來將持續提供高品質之標準時間信號供有需求之機關使用並提供相關技術支援與協助，但因本公司已民營化，在營運成本考量下無法像之前可投入大量經費挹注，未來建議由委辦機關增加相關推廣經費，以因應社會大眾之需求。
- (六) 民國 104 年度實驗室在人力、經費緊縮情況下，仍全力以赴，完成查核點及各項目標！於民國 100 年度時，標檢局與三個國家標準實驗室共同舉辦策略會議，顯示貴局與各執行單位改善現狀的企圖心，惠請貴局協

助爭取較充裕之資源，以利執行在策略會議中所共同擘劃，具有前瞻性與競爭力的願景與未來發展藍圖。

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
- (六) 滿意度統計

(一)國家標準實驗室計畫新台幣一百萬元以上儀器設備清單

儀器設備名稱	主要功能規格	平均單價	數量	總價	備註
無					

(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	Design and Evaluation of an Open-Loop Receiver for TWSTFT Applications	2015.6	黃毅軍 曹恒偉	IEEE Trans. IM 64(6)	美國
國際研討會 (EI reference)	1	Time and Frequency Dissemination System for Synchronization Applications at TL	2015.04	王嘉綸 廖嘉旭	2015 ION's Pacific PNT Conference	台灣
國際研討會 (EI reference)	2	An investigation of equatorial ionospheric irregularities under solar maximum in the 24th solar cycle in Middle and East Africa Using GPS	2015.07	褚芳達 陳璋陞 李建志	Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2015)	捷克
國際研討會 (EI reference)	3	Precise UTC Dissemination Through Future Telecom Synchronization Networks	2015.06	曾文宏 蕭師基 林信嚴 廖嘉旭	Proc. 2015 Joint Conference of the IEEE International Frequency Control Symposium & the European Frequency and Time Forum (2015 joint IFCS/EFTF conference)	美國
國際研討會 (EI reference)	4	Analysis of the Dynamic Time Error in a Chain of Cascading Telecom Boundary Clocks	2015.10	蕭師基 曾文宏 廖嘉旭 胡秀芳 林信嚴 賴怡良	IEEE ISPCS 2015	大陸
國際研討會 (EI reference)	5	Software-defined Radio Based Measurement Platform for Wireless Networks	2015.10	趙逸群 Kang B. Lee Richard Candell Frederick	IEEE ISPCS 2015	大陸

				Proctor Chein-Chung Shen 林信嚴		
國際研討會	1	40 GHz Microwave Frequency Measurement Using Down-Convert Technique at TL	2015.10	張博程 廖嘉旭	ATF 2015 Workshop	大陸
國際研討會	2	A Survivability Scheme against Link and Equipment Failures of the Telephone Speaking Clock	2015.10	林清江 廖嘉旭	ATF 2015 Workshop	大陸
國際研討會	3	Stability Improvement for Remote Frequency Measurement on TWSTFT applications by Utilizing L-Band Scheme	2015.10	黃毅軍	ATF 2015 Workshop	大陸
國際研討會	4	Report of TL's Proficiency Test on Frequency calibration in 2015	2015.10	林晃田 張博程 黃毅軍 廖嘉旭	ATF 2015 Workshop	大陸
國際研討會	5	Steering UTC(TL) Toward The Cesium Clock Ensemble Time Scale of TL	2015.09	林信嚴	VI international time scale algorithms symposium and tutorials	法國

文件報告一覽表

編號	報告名稱	刊出日期	頁數	語言	作者
1	完成網際網路校時服務升版作業	104.06	6	中文	黃毅軍
2	微波頻率校正之程序	104.07	5	中文	張博程
3	微波頻率量測系統不確定度評估報告	104.08	8	中文	張博程
4	SR620 時間量測系統不確定度評估報告	104.08	7	中文	張博程
5	GNSS 遠端時頻校正系統時間追溯鏈路建立及不確定度評估報告	104.08	14	中文	王嘉綸
6	於國家時間與頻率標準實驗室建置光梳頻率量測系統規劃報告	104.09	6	中文	張博程
7	光纖網路時間傳送非對稱因素分析	104.09	14	中文	曾文宏
8	低頻無線時頻傳輸系統應用推廣	104.11	30	中文	吳思賢 劉家宏

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 (民國)	人次	型態
1	明志科技大學電機系王得貴教授及邱機平教授率學生團參訪	中壢	TL	1/21	50	展示
2	2015年頻率量測能力試驗說明會	中壢	國家時頻標準實驗室	5/21	20	說明會 展示
3	2015年頻率量測能力試驗總結會議	中壢	國家時頻標準實驗室	7/31	25	說明會
4	科工館辦理經濟部標檢局數位典藏計畫標頻前輩陳德勝教授參觀	中壢	國家時頻標準實驗室	8/28	4	展示
5	中華民國科技管理學會『第十七屆科技管理獎』魏哲和、史欽泰等實地訪察	中壢	TL	10/28	3	展示
6	ATF 2015 workshop	大陸北京	NICT、TL、NIM	10/30	約 50	研討會

專利一覽表

編號	專利名稱	撰寫人	國家	類別	日期	備註
1	精確校時系統及方法	林清江	台灣	發明	2015/08	獲得

(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
101 年 實際	13 篇 (國際 13 篇)		內部進修:2 博碩士生:2		說明會: 2		獲得:1 申請:1	8 件	參與國際研討會 4 次					國際比對 4 項			網路校時:>900 萬次/日		校正服務: 77 件;	
102 年 實際	14 篇 (國際 14 篇)		內部進修:3 博碩士生:2		國際研討會:1 國際會議:1		獲得:1 申請:1	9 件	參與國際研討會 4 次					國際比對 5 項(進行中)			網路校時:>2000 萬次/日		校正服務: 62 件;	
103 年 實際	12 篇 (國際 2 篇)		內部進修:3 博碩士生:2		國際研討會:2 國際會議:1		獲得:1 申請:1	7 件	參與國際研討會 3 次					國際比對 4 項			網路校時:>2200 萬次/日		校正服務: 73 件;	
104 年 目標	10 篇 (國際 9 篇)		內部進修:2 博碩士生:1		國際研討會:1			6 件	參與國際研討會 3 次					國際比對 4 項			網路校時:>2 億 次/日		校正服務: 50 件;	
104 年 實際	11 篇 (國際 11 篇)		內部進修:3 博碩士生:1		說明會: 2 國際研討會:1		獲得:1	8 件	參與國際研討會 5 次					國際比對 4 項			網路校時:>2.2 億次/日		校正服務: 81 件;	

	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 8 篇 一般論文 1 篇	數量：國際期刊論文 1 篇 (投稿 2 篇) 國際研討會論文 10 篇
	B 研究團隊養成		
	C 博碩士培育	每年有各大專院校博碩士生約 1 人進行合作研究、內部培訓 2 博士生人。	有各大專院校博碩士生 1 人進行合作研究、內部培訓 3 博士生人。
	D 研究報告		
	E 辦理學術活動	說明會一場	說明會 2 場 國際研討會 1 場
	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 8 篇
	I 技術活動	參與國際重要度量衡組織活動 3 項；	參與國際重要度量衡組織活動 4 項
	J 技術移轉		
	S 技術服務	技術服務： 高精度時頻標準器校正 50 件 (技術服務收入 60 萬)	技術服務： 高精度時頻標準器校正 81 件 (技術服務收入 109.4 萬)
	K 規範/標準制訂		
經濟效益	L 促成廠商投資		
	M 創新產業或模式建立		
	N 協助提升我國產業全球地位	維持全球相互認可協議： ● 參與國際量測比對 3 項； ● 校正與量測能量 8 項登錄於 BIPM 資料庫； 維持 CGPM 仲會員資格、 維持亞太計量組織(APMP)之會員資格、	進行參與國際量測比對中 4 項； 校正與量測能量 9 項已登錄於 BIPM 資料庫。 維持全球相互認可協議： 維持 CGPM 仲會員資格、 維持亞太計量組織(APMP)之會員資格

	績效指標	年度目標產出	實際產出
社會 影響	O 共通/檢測技術服務		
	T 促成與學界或產業團體合作研究		
	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>十餘萬次</u> 撥接式電腦校時系統提供公共電視、廣播電台、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>2 億次/天</u> ； 更新及維護國家度量衡標準實驗室網站，平均每月進站人數 <u>8,000 人次</u> 以上；	提供平均網際網路校時服務 (Network Time Protocol, NTP) 超過 <u>2.2 億次/天</u> ；更新及維護國家度量衡標準實驗室網站，平均每月使用網站人數 <u>20,000 人次</u> 以上；
	R 增加就業		
	Y 資料庫		
	Z 調查成果		
	AA 決策依據		

成果摘要表

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Time and Frequency Dissemination System for Synchronization Applications at TL		
撰寫人	王嘉綸			
撰寫日期	中華民國 104 年 2 月 20 日		撰寫語言及頁數	中/英文 8 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Global Navigation Satellite System, Common-view method, All-in-view method,			
	Synchronization, Syntonization			
內容摘要：				
<p>In this paper, we propose a new generation of time and frequency dissemination system using Global Navigation Satellite System (GNSS) dual frequency receiver for the purpose of both time and frequency synchronization. The system can be used as a timing source, remote time and frequency calibration, and to monitor the characteristic of primary reference time clock in the telecommunication networks. A series of experiments, based on GPS common-view and all-in-view methods, were conducted to evaluate the performance of the system. The common-view common-clock test using hydrogen maser clock as reference was studied for the evaluation of the system noise level. The tests of short-baseline about 20 km between Chunghwa Telecommunication Laboratories (TL) and telecommunication facilities, and long-baseline around 10,000 km between TL and MSL (Measurement Standards Laboratory, New Zealand) were performed. Experimental results indicate that expanded time and frequency uncertainty of the proposed system with a coverage factor of $k=2$ are less than 26 ns and 1.1×10^{-13} (one day averaging), respectively. It also shows that both timing and frequency accuracy of the system conforms to ITU-T G.811 and G.8272 requirements as a Primary Reference Time Clock for phase, time and frequency synchronization applications.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Analysis of the Dynamic Time Error in a Chain of Cascading Telecom Boundary Clocks		
撰寫人	蕭師基		曾文宏	
	胡秀芳		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 104 年 10 月 15 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	telecommunication network topology, time measurement, IEEE 1588v2,			
	packet-based synchronization system, boundary clock			
<p>內容摘要：</p> <p>Time quantization error is the major component of dynamic time error which is caused by the time stamping. Both the constant and dynamic time error components contribute to the time error in a network, which limits the number of clocks, cascaded in a chain. Due to complex network topologies and different network technologies, the limit on the number of intermediate supporting clocks may not meet all the requirements for future systems. In order to ensure a minimum time error, it is important also to keep the dynamic time error low. One of the effective ways is to employ higher timestamp resolutions. In this paper, we analyze the dynamic time error in cascaded homogenous Telecom boundary clocks. The upper bound of the dynamic time error accumulation at the output of the Telecom-time slave clock (T-TSC) node is derived for homogenous time clocks. The effect of timestamp resolution is theoretically discussed. The measurement results in a mobile backhaul network indicate that a high timestamp resolution (e.g., 500 MHz) outperforms the conventional timestamp resolution based on the timestamp frequency of 125 MHz.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	An investigation of equatorial ionospheric irregularities under solar maximum in the 24th solar cycle in Middle and East Africa Using GPS		
撰寫人	褚芳達		陳瑋陞	
			李建志	
撰寫日期	中華民國 104 年 2 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	Equatorial ionosphere			
	Equatorial bubbles			
	Ionospheric irregularities			
	Global Positioning Satellite System			
內容摘要：				
<p>Ionospheric irregularities exert scintillations on electromagnetic waves when the waves pass through them. So they are interesting for satellite signal propagation in the ionosphere at the magnetic equator and low latitudes. The global navigation satellite system (GNSS) observations recorded at ground-based tracking sites have been a convenient database for investigating ionospheric irregularities. The irregularities over Africa during solar maximum years of 2013-2014 in the 24th solar cycle were investigated in this study by employing the Global Positioning System (GPS), which is a GNSS system. Six African GPS tracking sites of the International GNSS Service (IGS) network were adopted. First three sites were located at low latitudes close to the geomagnetic equator, in Middle and East Africa (from the Atlantic coast to the Indian coast). The other three were located at middle latitudes and at about the same longitudes as the aforementioned low-latitude sites. Equatorial irregularities were characterized by hourly GPS phase-fluctuation index. This index categorized irregularities into three levels: they are background, moderate, and strong irregularities. The important climatological results have been obtained as followings. First: The equinoctial irregularity occurrence rates over the three low-latitude sites decreased slowly from Middle to East Africa (90%, 89%, 83% and 87%, 73%, 64% for moderate and strong irregularities, respectively). Likewise, the June solstitial rates also decreased similarly (92%, 88%, 74% and 67%, 58%, 37%). However, the December solstitial rates decreased faster (55%, 24%, 28% and 26%, 10%, 7%). Thus, the equinoctial and June solstitial occurrence rates were also high in East Africa (83% and 64%; 74% and 37%), while the December solstitial one was low (only 28% and 7%). Second: Although moderate and strong irregularities occurred very frequently over the low</p>				

latitude sites (e.g., 94% and 87%), they over the three middle latitude sites all were nearly at the background level (i.e., nearly 0% and 0%). This indicates the irregularities did indeed come from the equator. Third: Although the equinoctial irregularities were dominant, the June solstitial irregularities also occurred frequently and their occurrence rates were comparable to the equinoctial ones, especially in Middle Africa. As for the December solstitial irregularities, they were obviously of minor importance when compared to both the equinoctial and June solstitial ones. The prominent June solstitial rates in Middle Africa may be due to the northward shifted geomagnetic equator (located in the northern hemisphere) and small declination angles.

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Design and Evaluation of an Open-Loop Receiver for TWSTFT Applications		
撰寫人	黃毅軍		曹恒偉	
撰寫日期	中華民國 104 年 6 月 1 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	two-way satellite time and frequency transfer			
	diurnal effect			
	software-defined radio receiver			
內容摘要：				
<p>The two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) technique provides uncertainty at the nanosecond level for time differences measured over an intercontinental baseline. The time-difference results occasionally reveal daily variations of a few nanoseconds due to multiple effects. These daily variations are called diurnals, and they increase the uncertainty of the time-difference measurements. Since a time difference is obtained by combining two time-of-arrival (TOA) measurements of two receivers, the receivers may contribute the diurnals if they are not reciprocal. To improve reciprocities, a TWSTFT receiver based on the open-loop (OL) method was proposed and implemented on a software-defined radio receiver (SDR). For evaluation, the OL-based SDR was compared with a conventional receiver in a short-baseline TWSTFT experiment. The experimental results indicate that the diurnals disappeared with the OL-based SDRs while a diurnal of ± 0.2 ns could be observed with conventional receivers. These results imply that the diurnals partially depend on TOA measurement methods used in the TWSTFT receiver.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Precise UTC Dissemination through Future Telecom Synchronization Networks		
撰寫人	曾文宏		蕭師基	
	廖嘉旭		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 104 年 4 月 10 日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	IEEE1588, Sync-E, UTC, network Synchronization			
內容摘要：				
<p>Precise time has become an essential service for most critical infrastructures. The development of telecommunication synchronization networks may facilitate the use of precise time, which will be a great benefit to a large number of devices connected to the Internet. This paper introduces our preliminary work to evaluate the dissemination of precise time reference through a potential telecom synchronization network. With synchronous Ethernet and IEEE1588v2 on-path support (including Telecom Boundary Clocks), time transfer can be accurate at the level of 100 ns. The other challenges of compensating network asymmetry and establishing traceability to Coordinated Universal Time (UTC) are discussed.</p>				

104 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	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Software-defined Radio Based Measurement Platform for Wireless Networks		
撰寫人	趙逸群		Kang B. Lee	Richard Candell
	Frederick Proctor		Chein-Chung Shen	林信嚴
撰寫日期	中華民國 104 年 10 月 15 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	Software-defined Radio, IEEE 1588 Precision Time Protocol, end-to-end latency,			
	hardware time-stamp, out-of-band method			
<p>內容摘要：</p> <p>End-to-end latency is critical to many distributed applications and services that are based on computer networks. There has been a dramatic push to adopt wireless networking technologies and protocols (such as WiFi, ZigBee, WirelessHART, Bluetooth, ISA100.11a, etc.) into time-critical applications. Examples of such applications include industrial automation, telecommunications, power utility, and financial services. While performance measurement of wired networks has been extensively studied, measuring and quantifying the performance of wireless networks face new challenges and demand different approaches and techniques. In this paper, we describe our work in progress of designing a measurement platform based on the technologies of software-defined radio (SDR) and IEEE 1588 Precision Time Protocol (PTP) for evaluating the performance of wireless networks.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Seasonal and temporal variation of GPS phase fluctuations at Tromso under conditions of low solar activity		
撰 寫 人	陳瑋陞		李建志	褚芳達
撰寫日期	中華民國 104 年 4 月日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 32 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	I rregularities			
	Global Positioning System			
	GPS phase fluctuations			
	Auroral oval			
內容摘要：				
<p>This study investigated Global Positioning System (GPS) phase fluctuations over the high-latitude site, Tromso, Norway (69.66°N, 18.94°E) during a year of low solar activity (2007). The phase-fluctuation index F_p was used to characterize GPS phase fluctuations. The objectives were to show the climatology of GPS phase fluctuations, the relation between GPS phase fluctuations, and geomagnetic activity, and the variation of the ionospheric electron density when GPS phase fluctuations occur. This study was the first to show and prove the general variation of GPS phase fluctuations at auroral latitudes. The main results are that the active GPS phase fluctuations ($F_p \geq 50$) occur frequently in all months, but highly active GPS phase fluctuations ($F_p \geq 200$) tend to occur in the equinox months. The $F_p \geq 50$ and $F_p \geq 200$ events are both concentrated in the 18-03 LT period. This implies that $F_p \geq 50$ is related to particle precipitation. The temporal variation of $F_p \geq 50$ is consistent with that of scintillations presented in previous studies, but the seasonal variation is not. The relation between F_p and K_p shows that the maximal F_p and the portion of $F_p \geq 200$ both increase as K_p increases. This links the intensity of GPS phase fluctuations to the geomagnetic activity. Finally, $F_p \geq 50$ occurs when the E region density quickly increases or the E region density structure extends upward. This implies that $F_p \geq 50$ occurs when intense particle precipitation proceeds. Moreover, when $F_p \geq 50$ occurs, irregularities are distributed from the E to the F region.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Longitudinal climatology of equatorial irregularities in Africa under high solar activity by using GPS and GLONASS dual constellations		
撰 寫 人	褚芳達		陳瑋陞	李建志
	徐偉志		丁培毅	
撰寫日期	中華民國 104 年 4 月日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 25 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Equatorial bubbles			
	Ionospheric bubbles			
	Ionospheric irregularities			
	Equatorial ionosphere			
內容摘要：				
<p>This study conducted a preliminary investigation for climatology of low-latitude nocturnal equatorial irregularities at African longitudes in 2013, a solar maximum year, by using ground-based observations for the Global Positioning System (GPS) and Global Navigation Satellite System (GLONASS) dual constellations. The method of GPS phase fluctuations for detecting equatorial irregularities is first applied to GLONASS in the same way; and then the incorporated phase fluctuations is proposed by using the joint GPS and GLONASS data. The results show that the capability of the incorporated phase fluctuations for detecting significant equatorial irregularities is better than that by individual GPS or GLONASS. The ideas of the incorporated phase fluctuations can be applied to all global navigation satellite systems (GNSS), and can be referred to GNSS phase fluctuations. The major climatology results over Africa are as follows. First, the equinoctial irregularity occurrence rate is very high (about 100%) in West Africa during solar maximum, it slowly decreases as eastward, but remains high rate (about 80%) in East Africa. Second, the December solstitial rate is very high (about 100%) in West Africa; it decreases as eastward, and is considerable low (<20%) in East Africa. Third, the June solstitial rate is low (about 30%) in West Africa. It increases as eastward, once shows its maximum on the boundary of Middle-East Africa (about 80%); and then it decreases again, remains high occurrence (about 70%) in East Africa. Fourth, the occurrence rate in West Africa shows a broaden pattern with a high ridge in both equinoctial and December solstitial seasons while with a deep trough in June solstitial season. By contrast, in East Africa, the occurrence pattern seems like a broaden pattern with a deep trough in December solstitial season while with a high ridge in the other seasons, or like a two-peak pattern with nonobvious peaks in equinoctial months. Fifth, the solstitial occurrence rate shows dramatic bipolar longitudinal</p>				

effect between West Africa and East Africa. Finally, the irregularities in West Africa tend to develop and reach the high altitude (e.g., 600 km) topside ionosphere.

104 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	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Steering UTC(TL) Toward The Cesium Clock Ensemble Time Scale of TL		
撰寫人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 104 年 9 月 11 日		撰寫語言及頁數	英文/2 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Time scale, algorithm, clock ensemble, UTC, TAI			
<p>內容摘要：</p> <p>A modified generating algorithm of the TA(TL) and the steering strategy of UTC(TL) was studied. We used a paper clock time scale generated from our 12-cesium-clock ensemble as the mid-term reference to steer UTC(TL). After investigated the noise patterns of each our cesium clocks (Microsemi 5071a with high performance tube), we found their noise were dominated by white noise when the average time was less than 30~40 days. Therefore we could average all clocks to get a relative stable paper clock within the average time less than 30 days. We developed a weighting procedure which weighted each clock according to the inversely exponential function of their Allan deviation; the weight of each cesium clocks in ensemble was approximately equal and had a rational upper limit. As the windows period of the BIPM Circular T monthly report may be as long as 45 days, to steer the hydrogen maser referenced UTC(TL), a modified paper clock time scale weighted after removing the linearized frequency drift of each cesium clock was used to extend the mid-term prediction ability. A steering strategy using both proportional and derivative control algorithm would let UTC(TL) toward the modified paper clock time scale. For our 12-cesium-clock ensemble, the phase error of the modified paper clock time scale is less than 10 ns in 45 days.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	40 GHz Microwave Frequency Measurement Using Down-Convert Technique at TL		
撰 寫 人	張博程		廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 104 年 10 月 29 日		撰寫語言及頁數	英文 2 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	down-convert technique, frequency resolution, low noise mixer, amplified doubler,			
	common clock experiments			
內容摘要：				
<p>In 2015, TL has upgraded its measurement capacity in microwave frequency from 26.5 GHz to 40 GHz with frequency resolution reaching to 1.0E-4 Hz, which is, to our knowledge, 1000~10000 times better than that of commercial microwave counters. This high frequency resolution is based on the down-convert technique adopted first time at TL in 2013 with a lower measurement upper limit of 26.5 GHz. A DUT (device under test) with frequency accuracy better than that of an OCXO may not be measured correctly using the above mentioned commercial ones due to their insufficient frequency resolution. For example, when carrier frequency is 1 GHz, a DUT with frequency accuracy better than 1.0E-9 may not be identified in meaningful way, and the value becomes 1.0E-10 when carrier frequency is 10 GHz.</p> <p>The SR620 time interval counter, well-used in T&F laboratories worldwide, is also adopted at TL for frequency measurement and calibration services. A low noise mixer and our Agilent E8257D microwave frequency generator then work together to down-convert a DUT's microwave output to the frequency range below 300 MHz, which is measurable for a SR620 one. Performance of the measurement system could be obtained by using common clock experiments. In actual tests, the Agilent E8257D one and the DUT, a HP83630L signal generator in this case, are fed with TL's national frequency standard (H-maser clock adjusted by micro-phase stepper) as their external frequency references, which improve frequency accuracy of them from the degree of an OCXO (1.0E-8) to that of an atomic clock (1.0E-13). An amplified doubler is also used to extend the DUT's highest frequency output (~26.5GHz) to 40 GHz required by the E8257D device. Frequency stability (Allan Deviation) of the whole system for a 40 GHz test at measuring interval of 1 sec could reach 3.1E-13, which is quite close to the result 3.5E-13 for the 26.5 GHz test in 2014 without influence of the amplified doubler at that time.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	A Survivability Scheme against Link and Equipment Failures of the Telephone Speaking Clock		
撰寫人	林清江		廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 104 年 10 月 13 日		撰寫語言及頁數	中/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	Speaking clock			
	Survivability scheme			
	Protecting system			
<p>內容摘要：</p> <p>In this research, a survivability scheme for the speaking clock was introduced. In Taiwan, the telephone speaking clock service provides hundreds of thousands of accesses daily. Due to the service popularity in daily uses, the interruption of service for even short periods of time may have serious results. That is, how to prevent service interruption, and reduce the loss of service becomes a critical issue. Therefore, developing a protecting system is valuable and necessary.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Stability Improvement of Remote Frequency Measurements for TWSTFT applications by Utilizing L-Band Scheme		
撰 寫 人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 104 年 10 月 30 日		撰寫語言及頁數	英文 1 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	two-way satellite time and frequency transfer			
	earth station variation			
內容摘要：				
<p>Currently, the operational two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) technique provides 1 ns uncertainty for measuring the time differences between two national metrology institutes (NMIs) over an international baseline. The uncertainty of 1 ns becomes inadequate since some NMIs maintaining ultra-stable clocks which have short-term stability much better than 1 ns. This uncertainty is mainly due to diurnal variations and it thus becomes a limitation of synchronization with coordinated universal time (UTC). To reduce the uncertainty of TWSTFT, this paper focuses on the updated scheme of earth station at Telecommunication Laboratories (TL). For the short-term stability of the carrier frequency measurements, old scheme shows $6.4e-11$ and proposed scheme provides $1.1e-12$ at 1s. For diurnal variations, proposed scheme shows unclear diurnals and similar stability at 1 h as the old scheme does. Since the proposed setup scheme provides better stability for short term, the unclear diurnals as previous scheme, it is suitable for NMIs to perform operational TWSTFT with more stable results.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Stability Improvement of Remote Frequency Measurements for TWSTFT applications by Utilizing L-Band Scheme		
撰 寫 人	林晃田		張博程	
	廖嘉旭			
			黃毅軍	
撰寫日期	中華民國 104 年 10 月 31 日		撰寫語言及頁數	英文 1 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Proficiency Test			
	En value			
內容摘要：				
<p>In order to support the calibration laboratories to meet the requirements of ISO/IEC 17025 and the demand of TAF (Taiwan Accreditation Body) for inter-laboratory comparisons, TL has organized a proficiency testing activities among frequency calibration labs during June and July in 2015. A Symmetricom/SA.22cLN Rubidium frequency standard was utilized as the DUT with its aging of 5.0E-12/day and temperature coefficient of 1.0E-11/ oC. According to the predetermined schedule, the DUT was transferred to each participating lab together with our calibration system, so the measurements were performed by the lab's calibration system and TL's portable one at the same time. Measurement results of both systems are then compared and analyzed. There are 18 participants in this activity, including 17 accredited labs and one under accreditation. The preparation details of this activity, the measurement results, and discussions about the findings will be reported in this paper.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	完成網際網路校時服務升版作業		
	英文			
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 104 年 6 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	網際網路校時服務			
內容摘要：				
<p>因應網路普及，國家標準時間與頻率實驗室提供網際網路校時服務，讓民眾隨時透過網路取得標準時間，並且提供電腦設備同步，滿足電子商務的需求。隨著網路技術進步以及安全性的議題，原有的校時服務未必滿足民眾需求，因此，實驗室本年度升版原有校時服務，以因應以下的問題：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 閏秒自動通知及調整 2. 提供 IPv6 服務及效能統計 3. 提升安全性 				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	GNSS 遠端時頻校正系統時間追溯鏈路建立及不確定度評估報告		
	英文			
撰寫人	王嘉綸			
撰寫日期	中華民國 104 年 8 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Allan Deviation、Coordinated Universal Time、GNSS、GPS Common-View、			
	Time deviation			
<p>內容摘要：</p> <p>校正實驗室依照 ISO 17025 之相關規定，對於所提供服務之客戶所出具之校正報告應包含量測不確定度評估。國家時間與頻率標準實驗室目前可提供時間與頻率兩項校正服務，除了接受客戶自行送校外，本實驗室亦利用 GPS 共視法的原理開發出一套遠端時頻校正系統，可提供因搬運不便、需持續運轉或業務需求等因素無法送校的客戶另一種選擇。遠端時頻校正系統採用本實驗室 GPS 參考站做為參考基準，對攜出至客戶端之遠端時頻校正系統(編號 TLP1 or TLP2 or 經 TL 認可或校正之設備)進行時頻比對，並藉由 GPS 共視法來評估待校件時頻特性。上述 GPS 共視法是：使用兩具 GPS 接收機共同觀測衛星，接收來自衛星的廣播訊號，並由本實驗室與客戶端每日產生 CGGTTS (CCTF Group on GNSS Time Transfer Standards)資料，來分析待校件信號源與本實驗室標準信號之相位差異，進而評估待校件時頻信號之特性。</p> <p>本實驗室根據對時頻信號特性的了解，配合 ISO 量測不確定度指引所提出的原則，自行評估本校正實驗室之能力。目前本系統遠端時間追溯鏈路方面，待校設備需能輸出 1 PPS 及 10 MHz 信號，方能進行遠端時間校正。量測範圍限定為 10MHz 與 1PPS 時頻信號，當涵蓋因子等於 2 時 (信賴水準為 95%)並將結果稍微放大，則量測系統追溯至 UTC 時，系統的擴充不確定度為 35 ns。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	微波頻率校正之程序		
	英文			
撰 寫 人	張博程			
撰寫日期	中華民國 104 年 7 月 3 日		撰寫語言及頁數	中文 5 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	混波器、降頻、計頻器、解析度			
內容摘要：				
<p>本實驗室利用一低雜訊混波器配合一部微波信號產生器及實驗室原有 SR620 計頻器即可進行微波段頻率量測，量測頻率輸出範圍 300 MHz~40 GHz。微波信號產生器需以本實驗室校正標準信號作為頻率基準，調整所輸出頻率信號與待校微波頻率保持固定頻率差值後，利用 SR620 計頻器直接量測兩者混頻後的頻率輸出值(高頻部分濾除)，最後根據一系列的記錄值計算其頻率準確度及穩定度。由於此種量測方式的量測解析度優於傳統的微波量測設備，因此可作為本實驗室校正作業程序的採用方式。</p> <p>待校件為可輸出正弦波之信號產生器，其電壓功率輸出需在 10~14 dBm 之間，頻率輸出範圍從 300 MHz 到 40 GHz。測量方式係以混頻技術將待測高頻信號降頻至 SR620 計數器的量測範圍內進行量測，其頻率基準以及降頻過程所參考的外頻皆為本實驗室校正標準信號，以下簡稱為標準信號，係為本實驗室氫微射頻率標準器經相位微調器調製而得。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	微波頻率量測系統不確定度評估報告		
	英文			
撰寫人	張博程			
撰寫日期	中華民國 104 年 8 月 11 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	頻率解析度、微波降頻、頻率穩定度、不確定度			
內容摘要：				
<p>校正實驗室依照 ISO 17025 相關規定，對於所提供服務之客戶所出具之校正報告應包含量測不確定度評估。市面上對於微波頻段的量測通常是以微波計數器作為量測工具，然而市售商品之的頻率解析度很少優於 0.1 Hz，與國家實驗室的需求有相當落差。為了改善解析度的影響，時頻國家標準實驗室採用微波降頻量測技術來解決這個問題，可量測待校件頻率範圍由 300 MHz 至 40 GHz，頻率解析度達到 1.0E-4 Hz (降頻至 10 MHz 或 2.5 MHz 並以 SR620 萬用時間差計數器作為頻率量測工具)，可取代市售微波計數器的相關功能。透過微波降頻方式並配合 ISO 量測不確定度指引的相關原則可以對本實驗室在頻率範圍 300 MHz 至 40 GHz 的最佳校正能力進行評估。我們選擇測試的頻率值包括 40、26.5、10、5、1 GHz 以及 500、300 MHz，實驗結果顯示上述頻率值在量測間距為一秒的頻率穩定度 (Allan Deviation, ADEV) 皆在 2.5E-12~6.0E-12 範圍內。以此作為 A 類評估的依據配合相關儀器設備規範及追溯資料可計算出系統相對組合標準不確定度，當涵蓋因子等於 2 時(信賴水準為 95%)，系統相對擴充不確定度可達到 6.0E-12。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	SR620 時間量測系統不確定度評估報告		
	英文			
撰寫人	張博程			
撰寫日期	中華民國 104 年 8 月 11 日		撰寫語言及頁數	中文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	時間間隔、時間標度、不確定度、信賴水準			
<p>內容摘要：</p> <p>校正實驗室依照 ISO 17025 之相關規定，對於所提供服務之客戶所出具之校正報告應包含量測不確定度評估。時頻國家標準實驗室目前可提供頻率與時間兩項校正服務。對於時間校正，其方式是比較待校件與標準信號兩者 1 PPS 輸出的時間間隔，並以 SR620 萬用時間差計數器作為量測設備。由於目前 ISO 量測不確定度指引對於時頻領域沒有統一的評估標準，因此本實驗室根據對時頻信號特性的了解配合 ISO 量測不確定度指引所提出的原則自行評估本校正實驗室之能力。以上述時間校正為例，當受測量為 1 PPS 信號時間間隔，量測系統的擴充不確定度可達到 1.0 (ns)。若受測量為追溯至 BIPM 的時間標度 (Time Scale)，量測系統的擴充不確定度為 25 (ns) (以上數值為涵蓋因子等於 2，信賴水準為 95% 所計算出的結果)。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	於國家時間與頻率標準實驗室建置光梳頻率量測系統規劃報告		
	英文			
撰寫人	張博程			
撰寫日期	中華民國 104 年 9 月 日		撰寫語言及頁數	中文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	光纖雷射光梳、微波標準、鈦藍寶石光梳雷射、重複率			
<p>內容摘要：</p> <p>以本院所維持之高性能銨鐘或氫鐘為追溯源，透過頻率合成器鎖定光梳雷射的重複率及偏移率建立以光梳雷射為核心的拍頻光路，可將原子鐘等級的精確度(1.0E-13)由目前國家實驗室的 40 GHz 的量測能量提升至光頻段。此外，無論是由光頻量測結果追溯至微波標準(銨鐘、氫鐘)亦或是不同光鐘進行互相比對，光梳雷射技術都是其中的關鍵基礎也是目前國外時頻實驗室採用的量測方式。由於光鐘的商用化道路並不再遙遠，目前已具備能力自行開發的國家無論是在實驗內進行比對亦或是透過光纖與其他國家進行國際比對皆是透過光梳雷射完成相關實驗。由於精密光學量測相當複雜，能夠先行完成相關系統建置並熟悉各種光學儀器的操作對國家標準實驗室未來由微波標準轉換至光頻標準絕對有正面的助益。</p> <p>我們於 2014 年下旬開始評估各種可行的做法，並向中央大學光梳雷射光譜實驗室鄭王曜教授提出有關諮詢。傳統式的鈦藍寶石光梳雷射雖然具備功率高(數百 mW 以上)的好處，但其設備架構太龐大與複雜，若冒然引入國家實驗室而未能訓練足夠專業背景的操作人員恐不易進行維護，經評估並不適合轉移到中華電信研究院。另一種方式是向工研院量測中心購買摻鉕光纖光梳雷射(Erbium-doped fiber comb laser)，其展頻出來的信號在頻譜上分佈於 1200~1800 nm，符合通信波段的範圍，其功率亦可達到 100 mW。此一方案優點之一是光纖光梳雷射較鈦藍寶石光梳雷射所佔體積小且重量輕，在移動或搬運後不需花費太多時間重新調整；優點之二是該設備係國內廠商自行開發且是成熟商品，未來在維修或技術支援上有一定保障；優點之三是價格較國外同級品至少便宜三至四成。經後續討論決定採用此一方案建置本院之光梳頻率量測系統。於 2015 年初已提出以光纖光梳雷射為核心同時搭配相關光學&微波設備的拍頻量測架構，同時亦著手採購建置本系統所需的設備。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	光纖網路時間傳送非對稱因素分析		
	英文	Analysis of asymmetric sources in time transfer over optical fiber network		
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 104 年 8 月 10 日		撰寫語言及頁數	英文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	time transfer; delay; instability, network			
內容摘要：				
<p>Due to the environmental sensitivity of the optical fiber, there can be variations in propagation delay that cause instability when performing the time and frequency transfer. In order to avoid the variations in propagation delay of the optical fiber, we often employ the bidirectional two-way time transfer technique to cancel them. However, the existing asymmetry of propagation delay over optical fiber network should be carefully determined and corrected. This report begins by introducing the principle of two-way time transfer. Following a brief introduction of time transfer over optical transport network, we discuss the impact of the use of different wavelengths in the two directions of a fiber link, and then analyze the asymmetry of nodes and links. We also propose the compensation scheme for the delay asymmetry.</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	低頻無線時頻傳輸系統應用推廣		
	英文			
撰寫人	吳思賢		劉家宏	
撰寫日期	中華民國 104 年 11 月 20 日	撰寫語言及頁數	中文 30 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	time transfer; delay; instability, network			
<p>內容摘要：</p> <p>低頻是時頻傳遞的技術一種，可結合高精度的國家標準時間，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間，並提供公共民生之應用服務。低成本且能輕易地接收國家標準時間的便利必能深植民心，引起廣泛應用。低頻無線時頻傳播系統滿足民生、通信、資訊、醫療、乃至環保之無線自動校時需求，並達到全國無線時頻同步的要求，進而提昇生活品質。</p> <p>結合高精度的國家標準時間，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間，並提供公共民生之應用服務。低成本且能輕易地接收國家標準時間的便利必能深植民心，引起廣泛應用。低頻無線時頻傳播系統滿足民生、通信、資訊、醫療、乃至環保之無線自動校時需求，並達到全國無線時頻同步的要求，進而提昇生活品質。</p> <p>本文介紹低頻發射機架構與雛形系統設計，文共分七章，除第一章之前言與第七章結論外；第二章說明本項工作之研究背景；第三章介紹低頻發射機之射頻模組設計；第四章介紹低頻發射機之基頻模組設計，第五章介紹低頻發射機雛形系統整合與分析比較，第六章介紹本年度低頻於時頻之推廣應用。</p>				

104 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 取得專利

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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	精確校時系統及方法		
	英文			
撰寫人	林清江		廖嘉旭	
取得日期	中華民國 104 年 08 月 1 日		撰寫語言及頁數	中/英文 15 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	精確校時			
	主從架構雙向校時			
	電話網路			
內容摘要：				
<p>一種精確的校時系統，其應用於主從架構校時之伺服端及使用端，而使用端接收伺服端的時鐘信號，伺服端也接收使用端的時鐘信號相互比對，使達到使用端時鐘精確同步伺服端時鐘為目的。該系統伺服端及使用端架構相似，且兩端發送器及接收器相互對應，該系統包含有：(一)時鐘，用以產生時間信號，伺服端時鐘與國家標準時間保持同步，而使用端時鐘則定期追溯伺服端時間，取得同步後，獨立運作 (Free-run)、(二)發送器，用以將伺服端 (或使用端) 之時鐘信號發送給使用端 (或伺服端)、(三)接收器，用以接收來自伺服端 (或使用端) 之時鐘信號、(四)切換器，用以切換系統何時發送或接收時間信號、(五)時間差量測器，用以量度本地時刻與接收器收到的時刻之差。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	赴美國參加 ION PNT 2015 研討會並發表論文		
	英文			
撰寫人	王嘉綸			
撰寫日期	中華民國 104 年 6 月 20 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	GPS, GNSS (Global Navigation Satellite System), ION (The Institute of Navigation), PNT (Positioning, Navigation and Timing)			
內容摘要：				
<p>全球衛星導航系統 GNSS(Global Navigation Satellite System)現今已成為日常生活中導航、定位及時間同步不可或缺的關鍵科技，並廣泛應用於軍事、民生、交通運輸、科學研究及農業生產等領域。目前 GNSS 系統可區分為兩類，一類為全球導航系統(Global Navigation System)，另一類為區域型導航系統(Regional Navigation System)。迄今可提供全球覆蓋率的導航系統有美國全球衛星定位系統 GPS(Global Positioning System)及俄羅斯全球導航衛星系統 GLONASS(Global Navigation Satellite system)，其它正在發展中的有歐盟的伽利略 Galileo 及中國的 Beidou 導航系統。此外為加強區域性定位之精度，各國紛紛發展區域性的導航系統供其國內使用，如印度 IRNSS(Indian Regional Navigational Satellite System)、日本 QZSS(Quasi-Zenith Satellite System)及法國 DORIS(Doppler Orbitography and Radio-positioning Integrated by Satellite)。隨著多系統 GNSS 時代的到來，多星系整合、抗干擾及創新技術應用研究儼然成為現今最熱門的研究主題，如 PNT Policy/Status Updates、Alternative and Collaborative Navigation、GNSS Signal Structures、GNSS Acquisition and Tracking Algorithms、Interference and Spectrum、Aviation Applications of GNSS、Time and Frequency Distribution 等。上述研究主題及導航系統最新發展現況，皆在本次國際研討會中進行發表與研究討論。</p> <p>本次職參加在美國檀香山 (Honolulu)舉行之 ION Pacific PNT 2015 國際會議，係執行 104 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究院之『建立及維持國家時間與頻率國家標準』計畫，並奉研人一字第 1040000045 號函同意，准予參加會議。出國時間自民國 104 年 4 月 19 日至 4 月 25 日止，含行程共 7 天。ION Pacific PNT 會議由美國導航學會(Institute of Navigation; ION)所舉辦，為全球年度重要的導航會議。本次出國另一項重</p>				

要任務是口頭發表一篇已接受之論文『Time and Frequency Dissemination System for Synchronization Applications at TL』，其論文集為EI等級，論文能見度高。參與會議不僅可以發表自己的研究成果，並且與其他各界進行學術交流過程中，增加了與其他實驗室溝通的機會，有助於實驗室國際能見度的提升。

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	『參加第六屆時間評量演繹法研討會並發表論文，及順道出席國際度量衡委員會時間與頻率技術諮詢委員會衛星雙向傳時工作組年度工作組會議』出國報告		
	英文			
撰寫人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 104 年 11 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	Time scale, algorithm, clock ensemble, UTC, TAI			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴法國 BIPM (Bureau international des poids et mesures) 總部 (位於巴黎近郊之 Sevres 市) 參加第六屆時間評量演繹法研討會 (VI Time Scale Algorithm Symposium, TSAS) 並發表論文，及順道參加國際度量衡委員會 (Comité international des poids et mesures, CIPM) 時間與頻率技術諮詢委員會 (Consultative Committee for Time and Frequency, CCTF) 衛星雙向傳時工作組 (Working Group on Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer, WG-TWSTFT) 年度工作組會議 (Working Group, WG Meeting)。本案係執行 104 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究院之『建立及維持國家時間與頻率標準』計畫，並奉經濟部標準檢驗局經標四字第 104400572480 號函核備，中華電信公司信人二字第 1040000830 號函同意，准予參加會議。出國期間自民國 104 年 09 月 05 日至同年 09 月 13 日止含行程共 9 天。</p> <p>此次出國任務於 TSAS 研討會中發表論文『Steering UTC(TL) Toward The Cesium Clock Ensemble Time Scale of TL』一篇。另因獲 BIPM 正式邀請，故順道參加於同地點舉辦之 TWSTFT 工作組會議。在工作組會議中，本人報告本實驗室現況及未來研究方向。並由大會邀請報告本實驗室發展之衛星雙向傳時軟體接收機『The Software-Defined Radio Receiver and the Resent Results』之發展現況及研究成果；及本實驗室經由夏威夷、USNO 連結 PTB 之衛星鏈路傳時結果『Status of TL-KPGO-USNO-PTB TWSTFT Links』。此外本次 TWSTFT 工作組會議之重點為討論並通過衛星雙向傳時校正規範『TWSTFT Calibration Guidelines for UTC Time Links』正式版本 (本人為共同作者之一)，往後將成為衛星雙向傳時校正之正式規範。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	『參加 2015 年國際精確時鐘同步研討會發表論文並順道參訪中國計量科學研究院』出國報告		
	英文			
撰寫人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 104 年 12 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	ISPCS, PTP, T-BC			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴中國北京參加 2015 年國際精確時鐘同步研討會 (International IEEE Symposium on Precision Clock Synchronization for Measurement, Control and Communication, ISPCS) 發表論文並順道參訪中國計量科學研究院。本案係執行 104 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究院之『建立及維持國家時間與頻率標準』計畫，並奉經濟部標準檢驗局經標四字第 10400598340 號函核備，中華電信研究院研人字第 1040000209 號函同意，准予參加會議。出國期間自民國 104 年 10 月 12 日至同年 10 月 17 日止含行程共 6 天。</p> <p>此次任務於研討會中發表論文『Software-defined Radio Based Measurement Platform for Wireless Networks』及『Analysis of the Dynamic Time Error in a Chain of Cascading Telecom Boundary Clocks』兩篇，並獲中國計量科學院邀請，參訪中國計量科學研究院為中國最高之計量科學研究中心及法定計量技術機構，並領導中國之計量技術前沿發展，於噴泉鐘及光頻研究有相當成果，參訪中國計量科學研究院可學習此方面之經驗。此外中國計量科學研究院及本實驗室皆為 BIPM GNSS 校正架構中第一群組成員，雙方將藉此交換經驗和想法，共同合作執行亞太區域校正事項。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	赴美國丹佛市參加 IEEE IFCS-EFTF 2015 聯合研討會發表論文暨相關工作小組討論會		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 104 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、同步、原子鐘、相位雜訊			
內容摘要：				
<p>IEEE 國際頻率信號控制研討會(International Frequency Control Symposium, IFCS)及歐洲時頻論壇(European Frequency & Time Forum, EFTF)皆為重要的國際性時頻研討會，目的為各國學術界與產業界研究人員交換時頻技術最新的發展趨勢與成果，並展出最新之時頻儀器，今年兩項會議聯合舉辦更顯重要。參加此研討會可交換學習最新技術，並與其他實驗室建立互動關係。本次大會總計發表 360 篇論文，其中 160 篇為演講方式發表，200 篇為壁報方式，另外有 17 場邀請演講。</p> <p>本實驗室在研討會上共發表兩篇已接受之論文『Precise UTC Dissemination Through Future Telecom Synchronization Networks』、『Uncertainty Evaluation of 2013 TL METODE Link Calibration Tour』；其論文集為 EI 等級。本次會議期間與各國專家共同研討，學習最新技術；並參與國際度量衡委員會時間與頻率諮詢委員會(CCTF)轄下兩個工作小組會議，包括衛星雙向傳時工作小組(CCTF TWSTFT working group)及全球導航衛星系統工作小組(CCTF GNSS working group)會議，就技術標準及新興計畫等議題作研討。會議最後一天下午參觀附近之美國國家標準技術研究院(NIST)之相關時頻實驗室，觀摩美國最新標準技術之發展。報告本文包含目的、過程、會議議程、成果分享、心得及建議等部分。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	赴法國參加國際時頻技術諮詢委員會(CCTF)大會、TAI 貢獻實驗室代表及相關之工作小組系列會議		
	英文			
撰寫人	廖嘉旭		林晃田	
撰寫日期	中華民國 104 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、同步、原子鐘、相位雜訊			
內容摘要：				
<p>本次出國案主要任務為赴法國參加國際度量衡大會(CIPM)時頻技術諮詢委員會(CCTF)會議及相關工作小組會議，議程主要包括(1)第六屆時間評量演繹法研討會(Time Scale Algorithm Symposium and Tutorials)、(2)相互認可工作小組(WG on MRA)、GNSS 傳時技術工作小組(WG on GNSS)，先進傳時技術工作小組(WG on ATFT)、TAI 貢獻實驗室代表會議(10th meeting of representatives of laboratories contributing to TAI)及第 20 屆 CCTF 大會等。會議情形大致如下：</p> <p>第六屆時間評量演繹法研討會及研討會(6th Time Scale Algorithm Symposium and Tutorials)於 9 月 9-11 日在位於法國賽佛爾(Sevres, France)的國際度量衡局(BIPM)舉行。在三天會議中，邀集了全球時頻標準實驗室對時間評量技術有豐富經驗的專家，針對相關技術的原理、評估方式及數據處理技巧，及其應用於維持國際時頻標準、傳時比對與導航等方面的實例作介紹，內容相當豐富。9 月 14 日的上、下午分別參加 WG on MRA 及 WG on GNSS 等工作小組的會議討論，9 月 15 日則參加 WG on ATFT 會議。</p> <p>第十屆 TAI 實驗室代表大會(10th meeting of representatives of laboratories contributing to TAI)於 9 月 16 日舉行。CCTF TAI 工作小組原任主席為澳洲 NMIA 的 Dr. Peter Fisk，但他因組織內部公務繁重而請辭。本屆會議討論主要由 CCTF 主席 Mr. Mr L. Erard 及 BIPM 時頻部門主管 Dr. Arias 共同主持。討論的內容皆為與 TAI 相關的主題，如：世界協調時(UTC、UTC_r)、國際原子時(TAI)的現況、計算所用 Algorithm 的改變、傳時鏈路現況的報告、不同傳時技術的比較、傳時鏈路校正技術，及各實驗室與其他組織相關活動報告等。因為參加此 TAI 實驗室代表大會的實驗室成員眾多，未來可能發展成為論壇(Forum)形式，對此議題在本屆會議中未作成決議。</p>				

第 20 屆國際度量衡委員會時間與頻率技術諮詢委員會會議(20th meeting of the CIPM CCTF)於 9 月 17、18 日舉行，會議係由 CCTF 主席 Mr. Mr L. Erard 主持，並邀請 BIPM 局長 Dr. Martin J.T. Milton 參加。會議議程含：各實驗室報告其所維持原級頻率標準器之現況、TAI 現況報告、TAI 與 UTC 之未來發展、Rapid UTC 推動情形、時頻校核技術、太空鐘計畫之推展現況、未來衛星導航系統、時頻領域之主要比對及相互認可協議、BIPM 工作報告與計畫、建議案討論等議題。在建議案部分，我們所參與的 GNSS、ATFT 等工作小組都依會議中之討論決議，提出相關的建議案。其他有關原級頻率標準及光頻部分的建議案，都可由 CCTF 相關網站查詢下載。

本實驗室雖非 CCTF 的正會員，但經過積極聯繫爭取而有此機會參加 CCTF 大會及相關工作小組會議，得以掌握 CCTF 運作之相關訊息，並報告近三年來，本實驗室技術研發及活動的推展情形。對於提升本院及實驗室在國際上的能見度與重要性，極有助益。本報告包括：目的、過程、會議內容、成果分享及心得與建議等部份。

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	擔任國際同儕評鑑之技術評審，赴印尼國家實驗室(Puslit Metrologi-LIPI) 進行現場評鑑		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 104 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	國際相互認可、同儕評鑑			
<p>內容摘要：</p> <p>本次出國案主要是接受印尼認證機構 KAN 之邀請，擔任印尼國家標準實驗室(Puslit Metrologi-LIPI)同儕評鑑之技術評審，對該實驗室之時頻校正相關技術進行評鑑，評鑑之報告將提供給全球各區域組織審查，做為評估該實驗室校正能力之重要依據。此資料通過審查後，該實驗室之校正能量方可登錄於國際度量衡局(BIPM)關鍵比對資料庫(KCDB)中。國際同儕評鑑是推動國際相互認可事務非常重要的一環。透過國際校正領域間的同儕間評鑑與技術交流活動，可以釐清雙方觀念及技術的差異，達到校正品質的一致性，彼此對所出具的報告更有信心，這是國際相互認可的關鍵要點。</p> <p>報告本文包含目的、過程、會議議程、成果分享、心得及建議等部分。</p>				

104 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	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	參加亞太計量組織大會及技術委員會等會議 (APMP 2015 GA, TC meetings, and ATF 2015 Workshop)等會議		
	英文			
撰寫人	廖嘉旭		林晃田	
撰寫日期	中華民國 104 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	APMP、TCTF、TCQS			
內容摘要：				
<p>本次出國案主要目的，是赴大陸北京參加 2015 ATF workshop 技術研討會、亞太計量組織大會(APMP GA)，及相關技術委員會(TC meetings)等會議。APMP 年會及各領域之技術委員會會議，是亞太計量組織的年度盛會。本實驗室為 APMP 之正會員，參加系列會議可加強與亞太地區各標準實驗室之間的技术交流及合作關係。</p> <p>本屆 ATF workshop 共有 TCTF 會員實驗室近 50 多人參與。議程區分為五個單元，同仁共發表四篇論文，林晃田博士受邀擔任「Calibration」主題之 Session Chair。TCTF 會議主要為 APMP 成員實驗室之議題討論，包含實驗室簡報以及巡迴校正等。TCQS meeting 的議程主要包括:相互認可事務討論、構思及準備未來發展之策略計畫書、及新版 ISO 17025 草案討論，並有各與會實驗室進行現況簡介。本實驗室主要有兩項更新訊息，即: 新版校正能量 CMC 通過全球區域組織審查，登錄於 BIPM KCDB 資料庫；以及通過 TAF 之延展認證，延續認可資格。各實驗室簡報過程中，最常被詢問的問題，是滿意度調查如何進行及顧客抱怨如何處理，會中有許多意見的交流。</p> <p>今年 Symposium 主題為: Metrology 2025-the Grand Challenges for Metrology，在開幕致詞之後，共安排五場演講。APMP GA 大會則通過多項人事案，量測中心藍玉屏組長當選為 EC 委員。</p> <p>報告本文包含目的、過程、會議議程、成果分享、心得及建議等部分。</p>				

(四) 附則

審查意見表

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準計畫 (2/4)

104 年度 細部計畫審查 期中報告 期末報告

建議事項	說明
A 委員	
<p>1. 計畫執行進度： 本計畫於 104 年進行國家標準實驗室維持及性能增進、時頻校核技術、標準時頻傳遞與計量知識推廣等三大分項，並且在本年各季的預定工作進度查核點，都於預定完成日期內確實完成，且工作執行分列說明完整，年度預訂進度 92%、實際進度 92%，各季間與最終年度計畫執行進度符合預期。</p>	<p>1. 謝謝委員的支持與肯定。統計至年終，年度計畫進度已順利完成。計畫 KPI 在論文、培育、學術活動、專利、技術活動、國際比對及技術服務等，都超過年度預期目標。</p>
<p>2. 人事、經費運用： 本計畫於本年間人力運用情形都在預計範圍之內，而經費運用部分於本年支出為 23196 千元，年度支用比率 72.12%、實際支用比率 100% 在預算之內，因此本計畫在本年於人力運用、設備採購還有經費運用符合計畫預期，使用得宜。</p>	<p>2. 謝謝委員的支持與肯定。</p>
<p>3. 研究方向與計畫成果： (1) 時間同步服務廣受社會大眾使用，網路校時服務每日流量超過 2.1 億，服務涵蓋台灣各公、私立機關、學校、銀行、公司行號等等。 (2) 本計畫在維持國家時間與頻率的標準有很大的貢獻，已推廣至許多機關使用，並且提供對國內產業時頻量測及校正之追溯源頭，並且利用資訊通訊來傳遞國家標準時間，以滿足對時頻應用之需求，對國內產業還有民生需求有很大的幫助。</p>	<p>3. 謝謝委員的支持與肯定。</p>

<p>4. 增加對學界的推廣及研究合作： 本計畫除了維持國家時間與頻率的最高標準，並且能夠提供國內產業和民生時頻量測及校正之源頭，其中包括電信品質與計費、電子商務、民用航空站時刻同步乃至大眾生活，此部分對本計畫給予高度肯定。但是除了提供同步服務、校時服務、參與研討會等等，於學界方面的推廣與研究合作的部分偏少，建議可以多舉辦研討會、出版資訊與網路媒體宣傳與推廣。</p>	<p>4. 謝謝委員的肯定與寶貴建議。 本實驗室於102及103年參與大型研討會(AR-RASC及IEEE IFCS)之規劃，連續兩年舉辦 ATF workshop，並主導於 APMP TCTF 內籌組 ATF workshop 之組織委員會，相關論文發表於 APMP 網頁。未來將會持續擴大與學界的合作，積極進行成果發表及廣宣。</p>
<p>5. 專利申請： 本計畫有許多服務產業的應用，且確實提升產業效益，所以其中包括了許多校正及傳遞時頻的技術，因此除了論文、研討會、技術報告之外，還可以進一步的提升專利申請的部分。</p>	<p>5. 謝謝委員的支持與肯定。實驗室將努力達成委員寶貴建議，另本公司也訂定了專利獲得者之激勵措施，將有助申請專利意願。</p>
<p>B 委員</p>	
<p>1.此計劃對於促進國內產業升級及提昇科研水準非常重要。</p>	<p>1. 謝謝委員的支持與肯定。</p>
<p>2.整體而言，執行成效良好。</p>	<p>2. 謝謝委員的支持與肯定。</p>
<p>3. 建議整理一下，並盤點執行二年來的實質效益。</p>	<p>3. 謝謝委員的建議。近年來計畫執行之量化成果請參見 p.107 之統計表，後續將於期末報告中補充實質效益之說明。現稍列之如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> (a)為全球導航衛星系統(GNSS)接收機校正之第一級(Group-1)實驗室，為可直接參加 BIPM 所舉辦 GNSS 接收機巡迴校正活動的實驗室之一 (b)TL 總不確定度由 5.0 ns 降為 1.8 ns，為亞太地區之最佳水準 (c)網際網路校時服務每日超過 2.1 億次。 (d)協同日本 NICT、及韓國 KRISS(距離約 2000 公里)，使用自主研发

	接收機技術，進行衛星雙向傳時比對，改善周日效應達 50%，並找出主要不穩定因素，受到國際注目。
C 委員	
<p>1. 計畫報告第4頁所載「新增GPS 遠端時間校正」，請說明其預期之具體績效為何？</p>	<p>1. 近年來通訊技術之快速發展(3G->4G->5G)，對於頻率以及時間準確度的要求與日俱增，尤其對於時間及相位之要求亦趨嚴格。TL 自主研發 GNSS 遠端時頻追溯系統，可滿足現今國內電信產業對高精度時間追溯的需求，進而促進產業升級。此外，在國際比對方面，國際度量衡局(BIPM)指定台灣 TL 為亞太區 Group 1 先鋒實驗室，協助國際 GPS 巡迴校正及亞太 RMO 區域性計量組織之國際比對活動。除強化 TL 於亞太地區時間與頻率領域領先基礎外，亦有助於提高 TL 在全球之影響力。</p>
<p>2. 請說明本年度繼續保持與國際度量衡局之時刻差小於 45 奈秒，是否已達成？</p>	<p>2. 煩請參見期末報告 Page 27, UTCr, UTC(TL) (圖 1.3)皆維持於 -20 ns 至 5 ns 之間，期末報告修正版本將述明已達設定目標</p>
<p>3. 請說明本年度維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 9×10^{-15}，是否已達成？</p>	<p>3. 煩請參見期末報告 Page 27，短期穩定度(5 日)約為 $4.5E-15$，長期穩定度約為 $2E-15$，期末報告修正版本將述明已達設定目標</p>
<p>4. 本年度將建置 40 GHz 微波頻率量測系統，預計每年至少增加 40 件以上的待校件，每年可增加國庫營收 100 萬以上。惟目前 26.5GHz 微波頻率量測系統每年之校正件數僅 1 件，請說明其預期效益之根據為何？</p>	<p>4. 大部分民間業者在本實驗室正式提供微波量測服務前的作法係以所送校之 5 or 10 MHz 頻率振盪器作為頻率參考源，外接至相關微波量測設備對外提供服務。由於這種作法已行之數年，但有其缺陷，未來將結合 TAF 認證組織逐步要求業者送校相關微波量測設備以取代原有的作法。</p>

<p>5.計畫報告第 92 頁所載「配合 2015 年閏秒調整活動，完成研究院大門口國家標準時間展示 LED 跑馬燈加入正閏秒工作。」，請說明其與低頻於時頻之推廣應用之關連性為何？</p>	<p>5. 研究院大門口之 LED 跑馬燈為當初配合台北花博活動所購買之設備，用以在台北花博高人氣活動中展示與推廣低頻傳播國家標準時間之服務。活動結束後，遷回研究院繼續進行國家標準時間之展示與推廣。看板上有標示”國家標準時間 National Standard Time”，故須配合過渡閏秒。</p>
<p>D 委員</p>	
<p>1.執行進度除了 12 月份外，其餘與預定進度吻合。</p>	<p>1. 謝謝委員的肯定，12 月份進度已順利達成。</p>
<p>2.時間同步服務，已累計 2.1 億次也應將總收入列出。</p>	<p>2. 網際網路校時服務提供一般民眾網路設備校時，為政府提供之最佳免費服務之一。</p>
<p>3.低頻傳輸系統之相關研究，也應有所著墨。</p>	<p>3.(a)本年度產出一篇”低頻無線時頻傳輸系統應用推廣”研究報告，煩請委員參閱之。 (b)本年度的研究主要是基於去年的雛形系統研究成果，進一步設計一組四件的機構，包括發射機箱、濾波器箱、匹配箱及環形天線架，同時提升低頻發射機的穩定度，以提供接近商用化產品的低頻發射機雛形系統，可利於後續的應用推廣。</p>
<p>E 委員</p>	
<p>1. 已經不再使用之儀器標準件且年代較久者可申請報廢，不再列表。例如：16 頁中的編號 1、2、4、5、6</p>	<p>1. 此表陳述本實驗室標準件(銻原子鐘及氫原子鐘)使用履歷狀態，期末報告將已不再表列之。</p>
<p>2. 18 頁中，文章敘述(目前使用 T4-Science，編號 HM-0057 的氫鐘當主鐘)，而表格中編號 20 是描述 104.05 母鐘信號改由 HM0311 提供，請確認清楚。表格內之編號請與圖內編號之說明一致，如 16-18 頁內之編號與 20 頁編號說明不一</p>	<p>2. 104 年 5 月以母鐘參考源改由 HM0311 提供，期末報告修正版已更正相關敘述</p>

致。	
<p>3. 文章前後描述鈹鐘與氫鐘的數量不一致。</p> <p>24 頁：13 部鈹鐘、維持 10 部鈹鐘，...4 部氫鐘。</p> <p>26 頁：14 部鈹鐘、維持 12 部鈹鐘。</p> <p>144 頁：13 部鈹鐘，...3 部氫鐘。</p>	<p>3. 本實驗室現有 14 部鈹鐘(13 部實際貢獻權重，1 部游校用)，4 部氫鐘(3 部實際貢獻權重，1 部維修中)。目前策略為維持 10 部左右可貢獻權重之鈹鐘。但本實驗室已屆齡鈹鐘中有 7 部購置時間相近，由於鈹鐘維修或購置往往需花費半年以上，購置預算並須於一年前編列，為避免近年多部鈹鐘於短期內同時故障，故於可貢獻權重之鈹鐘少於 12 部時即開始進行購置或維修鈹鐘，使貢獻權重之鈹鐘數量維持 10 部以上。原報告文中語意不清之處已於修正版本修正。</p>
<p>4. 108、109 頁表格中，第一列仍寫"上半年實際產出"，應改正。</p>	<p>4. 謝謝委員意見，筆誤部分已予更正。</p>
<p>5. 部分成果摘要表，未填寫計畫編號。如：110 頁、126 頁、134、136、137 頁。</p>	<p>5. 謝謝委員意見，漏填部分已予更正。</p>
<p>6. 此計畫甚為重要，應給予支持！</p>	<p>6. 謝謝委員的支持與肯定。</p>

(五) 國家時頻標準實驗室 時頻校正之「標準系統能量與校正服務資料表」

系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	系統服務次數						負責人	第三者認證◎	改良※ 比對△	備註說明
						是	否		FY100	FY101	FY102	FY103	FY104	小計				
時間量測系統	KJ01-1	-1000 to 1000 s	1 ns	SR620 universal counter, H-maser(master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		時間信號產生器	8	8	4	7	4	31	張博程	◎		
頻率量測系統	KJ02-2	1.0 Hz to 300 MHz	3.0E-12	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器 (非原子鐘等級)	19	16	26	28	47	136	張博程	◎		
相位比較系統	KJ02-3	1, 5, 10 MHz	3.0E-13	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器 (原子鐘等級)	27	29	30	33	26	145	張博程	◎		
頻率及相位量測系統	KJ02-4	5, 10 MHz	5.0E-14	A7 frequency and phase comparator, H-maser (master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器 (銻原子鐘等級以上)				2	1	3	張博程	◎		此系統為本實驗室目前貢獻權重之原子鐘群(含13部銻鐘及3部氫鐘)進行內部查核比對之重要設備。
遠端頻率校正系統	KJ02-5	10 MHz	2.0E-13	GPS 時頻接收器 H-maser (master clock)	2013.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器	1	2	2	2	2	9	王嘉綸	◎		此系統係本實驗室國際傳時追溯比對之重要設備其所衍生之量測能量，亦可對外提供校正服務。

																	目前已與台電、中山科學院、太一電子及在台灣北、中、南各地進行實地測試。
微波 頻率 測量 系統	KJ02-6	300 MHz to 40 GHz	6.0E-12	Microwave frequency generator, H-maser (master clock)	2014.01	<input type="checkbox"/>	微波頻率 信號產生 器	0	0	0	1	1	2	張 博 程	◎		測量方式係以混頻技術將待測之高頻信號降頻至SR620計數器的量測範圍內，可達到1.0E-4 Hz的頻率解析度。
遠端 時間 校正 系統	KJ01-7	-0.5 to 0.5 s	35 ns	GPS 時頻接收器 H-maser (master clock)	2013.09	<input type="checkbox"/>	時間信號 產生器	0	0	0	0	0	0	王 嘉 綸	◎		此系統係本實驗室國際傳時追溯比對之重要設備其所衍生之量測能量，亦可對外提供校正服務。

(七) 滿意度統計

104 年度 國家時間與頻率標準實驗室 校正顧客滿意度統計表

月份	校正件數	顧客回饋不滿意數	不滿意度件數	滿意度(%)
1	4	無	0	100
2	2	無	0	100
3	16	無	0	100
4	4	無	0	100
5	3	無	0	100
6	9	無	0	100
7	17	無	0	100
8	6	無	0	100
9	6	無	0	100
10	5	無	0	100
11	5	無	0	100
12	4	無	0	100

BSMI-TL-006-E102(104) 建立及維持國家時間與頻率標準民國 104 年度計畫執行報告中華電信研究院