



國家時間與頻率標準實驗室民國 106 年度計畫執行報告

建立及維持國家時間與頻率標準(4/4)

全程計畫：自民國 103 年 1 月至 106 年 12 月止
本年度計畫：自民國 106 年 1 月至 106 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 107 年 1 月

民國 106 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	106-1403-05-05-01	
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 106 年 1 月起至 106 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		127,186 (千元)		
	本年度預算	31,711(千元)	實支數	31,711 (千元) 實際與預算支用比 100 (%)	
計畫連絡人	邱紫瑜	電話	03-4244228	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
AOS	Astrogeodynamical Observatory, Space Research Centre P.A.S.	波蘭天文地球動力天文台太空研究中心
ANSI	American National Standard Institute	美國國家標準研究所
APLAC	Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation.	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-Nandom noise	新一代雙電碼
EFTF	European Frequency and Time Forum	歐洲時頻論壇
ESA	European Space Agency	歐洲太空總署
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	全球定位系統全視觀測法

英文縮寫	英文全名	中文解釋
	method	
GPS CP	Global Positioning System Carrier Phase method	全球定位系統載波相位觀測法
GPS CV	Global Positioning System Common-view method	全球定位系統共視法
IEN	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Italy	義大利國家電子研究院
ISO	International Organization for Standardization	國際標準化組織
iFCS	IEEE International Frequency Control Symposium	國際電機電子工程師協會國際頻率信號控制研討會
IGS	International GNSS Service	國際衛星導航服務
ION	The Institute of Navigation	美國導航協會研討會
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
METAS	Federal Institute of Metrology (CH)	瑞士聯邦量測研究所
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

英文縮寫	英文全名	中文解釋
NMIA	National Measurement Institute, Australia	澳洲標準量測研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本獨立行政法人產業技術總和研究所
NPL	National Physical Laboratory, United Kingdom	英國國家物理實驗室
NRC	National Research Council of Canada	加拿大國家研究會
NTSC	National Time Service Center	中國大陸中國科學院 國家授時中心
NTP	Network Time Protocol	網路校時服務
OCXO	Oven Controlled crystal Oscillator	溫爐控制晶體振盪器
OP	Observatoire de Paris (LNE-SYRTE)	巴黎天文台
ORB	Observatoire Royal de Belgique	比利時皇家天文台
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany	德國物理與技術研究院
PTTI	Precise Time and Time Interval Meeting	精密時間與時間間隔 研討會
ROA	Real Instituto Observatorio de la Armada en San Fernando	西班牙皇家天文台
SDR	Software Define Receiver	軟體接收機
SGOF	Study Group on Optical Fibre Links	光纖傳時研究小組
SP	Technical Research Institute of Sweden	瑞典國家技術研究所
SU	Institute of Metrology for Time and Space	俄羅斯聯邦太空與時間量測研究所
TAF	Taiwan Accreditation Foundation	財團法人全國認證基金會

英文縮寫	英文全名	中文解釋
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
WGGNSS	Working Group on GNSS Time Transfer	導航衛星傳時工作組
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.....	7
一、執行績效檢討.....	7
(一) 與計畫符合情形.....	7
1. 進度與計畫符合情形.....	7
2. 配合計畫與措施.....	8
(二) 資源運用情形.....	9
1. 人力運用情形.....	9
2. 設備購置與利用情形.....	10
3. 經費運用情形.....	11
(三) 人力培訓情形.....	13
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.....	21
(一) 國家標準實驗室維持與性能增進.....	21
(二) 時頻校核技術.....	52
(三) 標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣.....	78
(四) 其他.....	102
三、結論與建議.....	107
肆、附件.....	108
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	109
(二) 各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表.....	111
(三) 研究成果統計表.....	116
(四) 附則.....	140
(五) 標準系統能量與校正服務資料表.....	144
(六) 校正服務滿意度調查.....	146

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：106-1403-05-05-01

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：邱紫瑜

聯絡電話：(03) 4244228

傳真號碼：(03) 4245474

期程：103 年 1 月至 106 年 12 月

經費：

(全程)：133,722 仟元

(年度)：31,711 仟元

執行情形：年報

1. 執行進度：預定 (%)	實際 (%)	比較 (%)	
年度：100	100	0	
總年度：100	100	0	
2. 經費支用：預定(千元)：31,711	實際(千元)：31,711	支用比率(%)：100%	
年度經費 31,711 千元	年度 31,711 千元	100 %	
總經費 127,186 千元	累計 126,992.7 千元	99.8%	

3. 主要執行內容：有關 106 年度之各項重要研究項目及目標摘要如下：

(一)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 $8.0E-15$ ，時刻差值與國際度量衡局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)同步在 45 奈秒以內，並提供國內實驗室一級標準件之校正。
2. 持續參與國際度量衡局，共同維持世界協調時(Coordinated Universal Time, UTC)及國際原子時(International Atomic Time, TAI) 等國際標準，在國際時頻機構擁有代表席位。
3. 提升時間與頻率校正能量及系統自動化設計，提供 TAF(Taiwan Accreditation Foundation) 認可實驗室精密儀器之校正服務，減少因儀器所造成實驗室工作誤差，並降低其量測不確定度。

4. 近來本實驗室 UTC(TL)之穩定度維持在 $1.0E-14 \sim 3.0E-15$ (30 days stability), 精確度約為 15 ns/month, 皆已經達到國際先進水準。但現有四部氫鐘中, 兩部俄羅斯製氫鐘皆已老舊, 後續保養維修困難, 一部瑞士製氫鐘常受溫、濕度變化影響, 發生不易調整現象, 目前已將母鐘參考源更換為穩定運轉之新購美製氫鐘, 而以瑞士製氫鐘作為備援。因考量一旦母鐘發生故障, 必然降低 UTC(TL)之穩定度, 並使時刻差值(UTC-UTC(TL))變大。為避免影響實驗室效能, 乃至造成國際傳時比對及國內精密校正業務中斷, 106 年度擬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。預計在新購氫鐘穩定後, 持續進行時間評量(Time Scaling)技術性能研究, 可在本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. 建立追溯至微波頻率標準的精密光頻量測系統, 以擴大本實驗室之頻率標準量測能量。
8. 瞭解國際時頻發展趨勢, 與世界知名實驗室建立合作關係, 並交換技術經驗, 促進本實驗室技術水準之提升。

(二)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, 以達到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 GPS(Global Positioning System, 全球定位系統)雙頻多通道共視法觀測(GPS CV)、GPS 雙頻多通道全視法觀測(GPS AV)、GPS 載波相位觀測(GPS CP)、GPS P3 觀測、IGS 計畫觀測等, 並將資料傳送 BIPM 及 IGS, 進而完成追溯及參與先鋒研究。
2. 持續進行擴展國際衛星雙向傳時實驗, 包括: 持續進行亞太地區之衛星雙向傳時網路、伺機重新建立與歐洲德國物理與技術研究院(PTB), 及亞美之間的衛

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 CIPM CCTF 之 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，以掌握國外技術發展趨勢及增進國際合作關係。

(三)標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣

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

1. 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)和國內 TAF 等單位，對於國際實驗室間的傳時比對，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。

貳、106 年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要

日期	技術成果與活動	人事與國際合作
106.01.01 ~		本實驗室協助俄羅斯 VNIIFTRI、瑞士 METAS、義大利 INRiM、波蘭 AOS、以及西班牙 ROA 建立 SDR 接收機，提升國際時頻傳遞穩定性
106.01.01 ~ 09.30		協助泰國 NIMT、馬來西亞 NMIM 以及越南 VMI 校正 GPS 時頻傳遞標準件，不確定性達 2.5 奈秒。
106.01.05	經濟部標準檢驗局 105 年度委辦計畫期末審查會	
106.02.08		本實驗室所主導 MDEA 計畫系列活動之實驗室比對開始進行，GPS 接收設備運至泰國 NIMT 進行量測，後續再送到馬來西亞 NMIM 與越南 VMI，將於六月初運回本實驗室，以完成巡迴校正活動。
106.02.20 ~02.24		獲中國大陸 NIM 邀請，指導使用軟體定義無線電接收機，改善雙向衛星時頻傳遞穩定性。
106.03.17~03.21	經濟部標準檢驗局舉辦 107 年綱要計畫書審查會	
106.03.13~03.16		林晃田博士應邀赴馬來西亞國家計量研究院(NMIM)擔任國際同儕評鑑之技術評審。
106. 4. 17~04.20		黃毅軍研究員赴中國大陸陝西參加衛星雙向傳時工作小組會議
106.04.17~04.21		林晃田博士應邀赴韓國標準與科學研究院(KRISS)擔任國際同儕評鑑之技術評審
106.04.30		完成 BIPM 合作技術報告 TM267:Status of the pilot study on the TWSTFT SDR for UTC time links
106.04.30~05.06		曾文宏研究員赴美國參加 ION PNT 2017 研討會並發表論文

106.05.16		MDEA 計畫系列活動實驗室比對完成量測，GPS 接收設備已運回本實驗室，並整理校正報告一份，提送 BIPM 審閱。
106.05.19		CCTF 雙向衛星時頻傳遞工作組通過 SDR 接收機為產生 UTC 之技術之一
106.05.31		完成 BIPM 合作技術報告 TM268：BIPM 2017 TWSTFT SATRE/SDR calibrations for UTC and Non-UTC links
106.06.6		林晃田主任研究員至 BIPM 參加 CCTF WGMRA 工作小組會議
106.06.6		廖嘉旭至 BIPM 參加 CCTF WGGNSS 工作小組會議
106.06.7		廖嘉旭及林晃田主任研究員至 BIPM 參加貢獻 TAI 實驗室代表大會
106.06.8~06.9		廖嘉旭及林晃田主任研究員至 BIPM 參加第 21 屆 CCTF 大會
106.07.07	舉辦第四屆轉速計校正能力試驗說明會	
106.07.07~07.15		林信嚴研究員與曾文宏研究員赴法國參加 2017 EFTF&IEEE IFCS 聯合研討會發表論文
106.07.10~07.14		獲印尼 RCM-LIPI 邀請，指導 GPS 時頻遠端校正技術。
106.08.13~08.19		林晃田博士應邀赴阿聯酋國家計量院(EMI)擔任國際同儕評鑑技術評審
106.08.25	BSMI 舉辦 106 年度時頻計畫期中報告審查會議	
106.09.01	舉辦第四屆轉速計校正能力試驗總結會議	
106.10.25~10.26		完成主辦 MEDEA 系列活動之總結會議
106.10.27	BSMI 舉辦 107 年時頻細部計畫書審查會議	
106.11.04		獲 BIPM 通知本實驗室通過 CIPM 核可成為 CCTF observer

106.11.25		廖嘉旭、林晃田及黃毅軍三員赴印度新德里參加 2017 ATF workshop 發表論文，廖嘉旭並擔任 section chair
106.11.27~12.01		廖嘉旭、林晃田及黃毅軍三員赴印度新德里參加 APMP GA 大會及技術委員會會議等系列會議

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 45 奈秒 (此精度為全球領先水準)	106.03	106.03	符合
➤ A2 年度累積完成校正服務 12 件	106.03	106.03	符合
➤ A3 第一季提供平均每日超過 2.2 億次之校時服務	106.03	106.03	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 8×10^{-15}	106.06	106.06	符合
➤ B2 年度累積完成校正服務 24 件	106.06	106.06	符合
➤ B3 上半年提供平均每月超過 2 萬次之網頁連結服務	106.06	106.06	符合
➤ C1 新購氫鐘架設	106.09	106.09	符合
➤ C2 年度累積完成校正服務 36 件	106.09	106.09	符合
➤ C3 完成衛星雙向傳時接收機提升國際時頻比對精密度	106.09	106.09	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	106.12	106.12	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 8×10^{-15}	106.12	106.12	符合
➤ D3 年度累積完成校正服務 50 件	106.12	106.12	符合
➤ D4 透過光纖光梳雷射頻率模態組合產生微波頻率信號之可行性分析	106.12	106.12	符合
➤ D5 提供本年度平均每日 2.2 億次之校時服務能力	106.12	106.12	符合
➤ D6 雙光纖迴路光電振盪器的改善研究	106.12	106.12	符合
➤ D7 協助舉辦 ATF 2017 研討會	106.12	106.12	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(截至 12 月止)

(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	預定 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)	58	58	56	
		時頻校核技術 (林晃田)	45	45	34	人力未補足
		時頻傳遞 (林清江)	29	29	22	人力未補足
合計			132	132	112	

(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	
106	預計	35	85			12	37	71		24		132
(人 月)	實際	34	66			12	38	50		24		112

2. 設備購置與利用情形

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	
主動式氫鐘 (6,850,000 元)	106.10	106.08	V					
氫微射頻率標準器訊號偏調分配設備 (1,025,000 元)	106.10	106.09	V					
氫鐘維運用電腦設備 (191,509 元)	106.09	106.10	V					

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	21,473.563	21,473.563	21,473.563				21,473.563	100	
公費	1,045	1,045	1,045				1,045	100	
營業稅	1,125.928	1,125.928	1,125.928				1,125.928	100	
小計	23,644.491	23,644.491	23,644.491				23,644.491	100	
資本支出									
機械設備	8,066.509	8,066.509	8,066.509				8,066.509	100	
小計	8,066.509	8,066.509	8,066.509				8,066.509	100	
合計	31,711	31,711	31,711				31,711	100	不足部分由本院吸收

(2) 歲入繳庫情形
(截至 12 月止)

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	1,057,000	校正件數 84 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	1,057,000	校正件數 84 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	赴美國參加 ION PNT 2017 研討會並發表論文	美國檀香山	106.04.30~ 106.05.06	曾文宏	研究員	PNT 研討會為美國導航協會(Institute of Navigation, ION)所主辦之國際研討會，針對定位、導航及時間領域之技術發展與應用開發進行研討。包括美、日、中、韓、澳等地先進實驗室，及其他如各國天文機構與知名大學之研究人員等與會。參加此會議可促進實驗室間相互合作關係，並交換最新技術。本實驗室在此研討會上發表一篇論文，其論文集為 EI 等級，能見度高。會議期間與跨領域的專家，就定位、導航及傳時技術作研討，並學習無人機及新式導航等新興應用發展趨勢。
參加會議	赴中國大陸參加衛星雙向傳時工作小組會議	中國大陸	106.04.17~ 106.04.20	黃毅軍	時頻校核技術研究	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，此次獲 BIPM 正式邀請參加會議，以履行本室之權利及義務。

參加會議	赴美國參加 ION PNT 2017 研討會並發表論文	美國檀香山	106.04.30~ 106.05.06	曾文宏	研究員	PNT 研討會為美國導航協會(Institute of Navigation, ION)所主辦之國際研討會，針對定位、導航及時間領域之技術發展與應用開發進行研討。包括美、日、中、韓、澳等地先進實驗室，及其他如各國天文機構與知名大學之研究人員等與會。參加此會議可促進實驗室間相互合作關係，並交換最新技術。 本實驗室在此研討會上發表一篇論文，其論文集為EI 等級，能見度高。會議期間與跨領域的專家，就定位、導航及傳時技術作研討，並學習無人機及新式導航等新興應用發展趨勢。
參加會議	赴法國參加 2017 EFTF& IEEE IFCS 聯合研討會發表論文	法國貝桑松	106.07.07~ 106.07.15	林信嚴 曾文宏	研究員 研究員	IEEE 國際頻率信號控制研討會(IFCS)及歐洲時頻論壇(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。
參加會議	參加 2017 APMP GA 大會等年度會議、與 2017 ATF workshop	印度新德里	106.11.24~ 106.12.02	廖嘉旭 林晃田 黃毅軍	時頻校核技術 研究	本實驗室為 APMP 之正會員，參加 APMP2017 系列會議，可尋求讓亞太地區的標準實驗室間的合作更向前邁進一步，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。

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
2017年校正領域實驗室主管在職訓練	TAF實驗室認證規範更新說明及討論	全國認證基金會 TAF	106.07.18	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
2017年TAF之校正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	106.11.21	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

(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	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 300	83.11 替代 CS160 提供母鐘信號 89.7.18 不穩定並重新啟動 89.7.27 送日本換銻束管 90.06.26 修復驗收完成參與國家時頻維持 91.06.28 替代 CS809 提供母鐘信號 92.5.19 頻率不穩定改由 CS1712 提供母鐘信號 98.04 故障 98.12 送美國原廠維修 99.06.01 修復完成，現使用於遊校。 102.06 故障除役	BIPM
2	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 160	83.11 故障送修，83.12 修護與 UTC(TL)持續比對；85.09 故障送修，86.04 修護與 UTC(TL)持續比對 89.7.10 送日本換銻束管 90.06.24 修復驗收完成。 98.09 故障除役	BIPM
3	銻束頻率標準器 HP5061A, S/N 1712	90.10 成參與國家時頻維持 92.5.19 頻率不穩定改由 CS1712 提供母鐘信號 93.12.21 改由 HM76053 提供母鐘信號 99.11 故障待修中 102.04 修復驗收完成	BIPM
4	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 474	84.5.2 新購驗收完成參與國家時頻維持 89.8.11 故障送修 90.05.20 修復驗收完成。 99.11 故障除役	BIPM
5	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1132	87.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 91.12.5 送日本換銻束管 92.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持 102.06 故障除役	BIPM
6	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 809	85.05 新購驗收完成參與國家時頻維持 90.10.01 替代 CS1498 提供母鐘信號 91.06.28 故障並重新啟動 91.12.5 送日本換銻束管 92.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持 99.04. 故障	BIPM

編號	有關儀器標準件	校正日期(民國)	追溯來源
7	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1012	86.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 92.10.13 故障送日本換銻束管 93.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持 99.08. 故障除役	BIPM
8	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1500	89.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 93.3.2 故障 94.01.06 送日本換銻束管 94.8.1 參與國家時頻維持	BIPM
9	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1498	89.04 新購驗收完成參與國家時頻維持 89.12 替代 CS300 提供母鐘信號 97.08 故障 98.03 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
10	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1104	95.11.2 送美國換銻束管 96.2.5 修復驗收完成 96.2.16 參與國家時頻維持(新加入) 101.05 轉為遊校用 105.09 故障除役	BIPM
11	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2365	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
12	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2366	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
13	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2367	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
14	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2368	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
15	銻束頻率標準器 Symmetricom, S/N 2630	99.08 新購驗收完成 101.02 參與國家時頻維持	BIPM
16	銻束頻率標準器 Symmetricom, S/N 2634	99.08 新購驗收完成 101.02 參與國家時頻維持 105.09 轉為遊校用	BIPM
17	銻束頻率標準器 Symmetricom, S/N 2636	99.08 新購驗收完成 101.02 參與國家時頻維持	BIPM
18	銻束頻率標準器 Symmetricom, S/N 2853	99.11 新購驗收完成 101.05 參與國家時頻維持	BIPM
19	銻束頻率標準器	100.10 新購驗收完成	BIPM

	Symmetricom, S/N 2910	101.04 參與國家時頻維持	
編號	有關儀器標準件	校正日期(民國)	追溯來源
20	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 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
21	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 105.03 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
22	氫微射頻率標準器 T4-Science, S/N 0057	99.06 新購驗收完成 101.02 提供母鐘信號 104.06 停止提供母鐘訊號	BIPM
23	氫微射頻率標準器 Microsemi, S/N 01000000311	103.09 新購驗收完成參與國家時頻維持 104.06 提供母鐘信號	BIPM
24	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
25	SDI 5MHZ 分配器	供應標準頻率(5MHz)	國家標準實驗室母鐘
26	切換控制器	每日持續性監測	
27	SDI PD-10-RM-B, S/N 13AR13-07	供應標準時間(1PPS)	國家標準實驗室母鐘
28	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
29	ESA24K-1 CODAN-5900	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘
30	Ashtech/Z-XII3T Metronome, S/N RT919994504	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘
31	IRT FRU-1030 S/N 0206082	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘

說明：(參考標準時頻系統維持及追溯方塊圖)

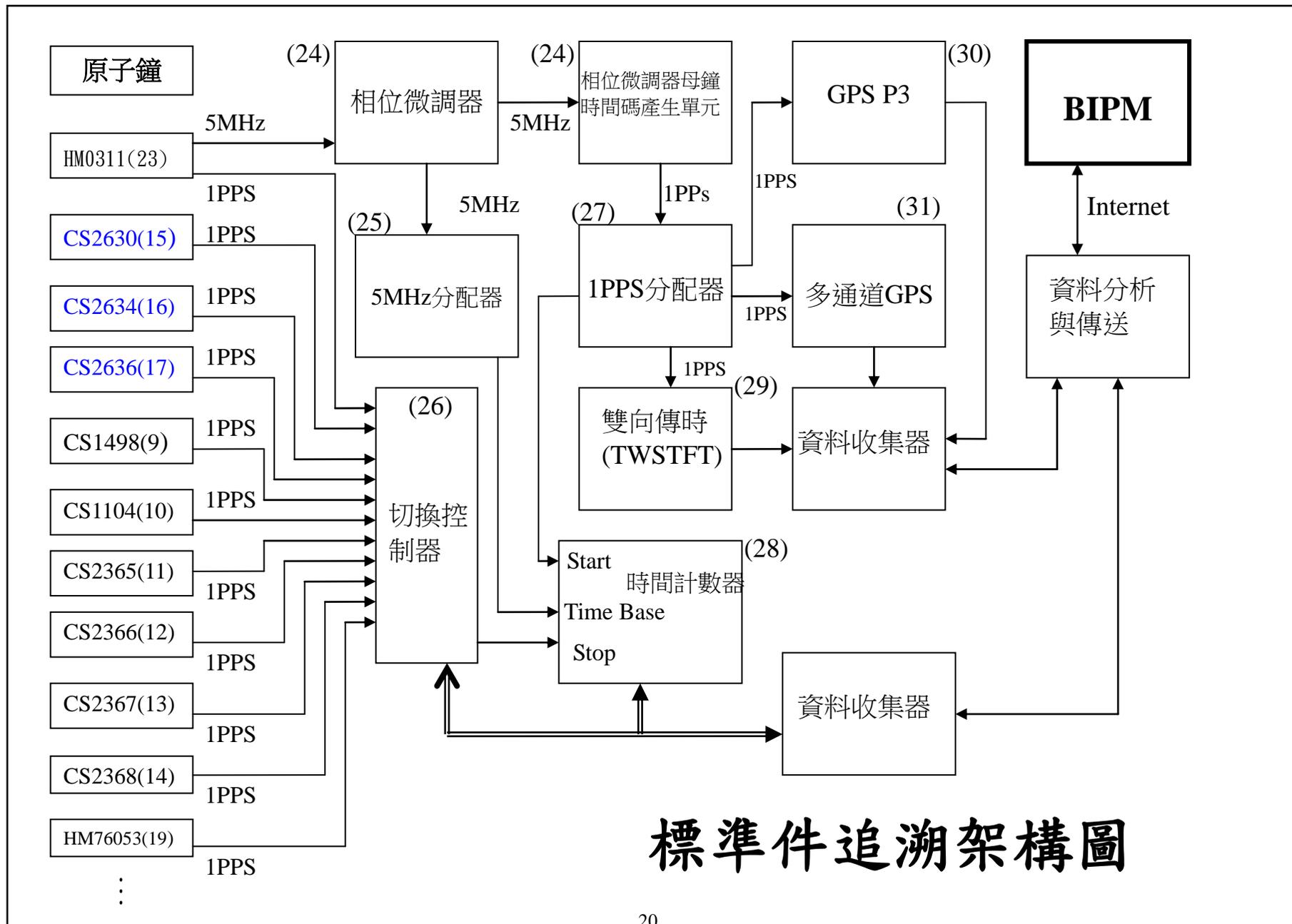
標準件追溯架構如附圖

本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 HP 5071A 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母鐘訊號參考源(目前使用 Microsemi, 序號 0100000311 的氫鐘)，經相位微調器(24)微調後產生台灣國家標準頻率(5 MHz)及標準時刻 UTC(TL), UTC(TL)經時間差計數器(28)與原子鐘群、GPS (30)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、權重。計算結果每個月由 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 106 年度 12 月止執行 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)	106.01~持續進行	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	106.01~持續進行	公佈於 BIPM Time Section 網站
亞太 TWSTFT 之傳時比對	NICT	日本 NICT、韓國 KRISS、台灣 TL	106.01~持續進行	公佈於 BIPM Time Section 網站
G2 GNSS 接收機巡迴校正	TL	泰國 NMIT、馬來西亞 NMIM、越南 VMI、台灣 TL	106.01~106.06	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)國家標準實驗室維持與性能增進、(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) 國家標準實驗室維持與性能增進

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

與國際標準協調一致、建立國際地位

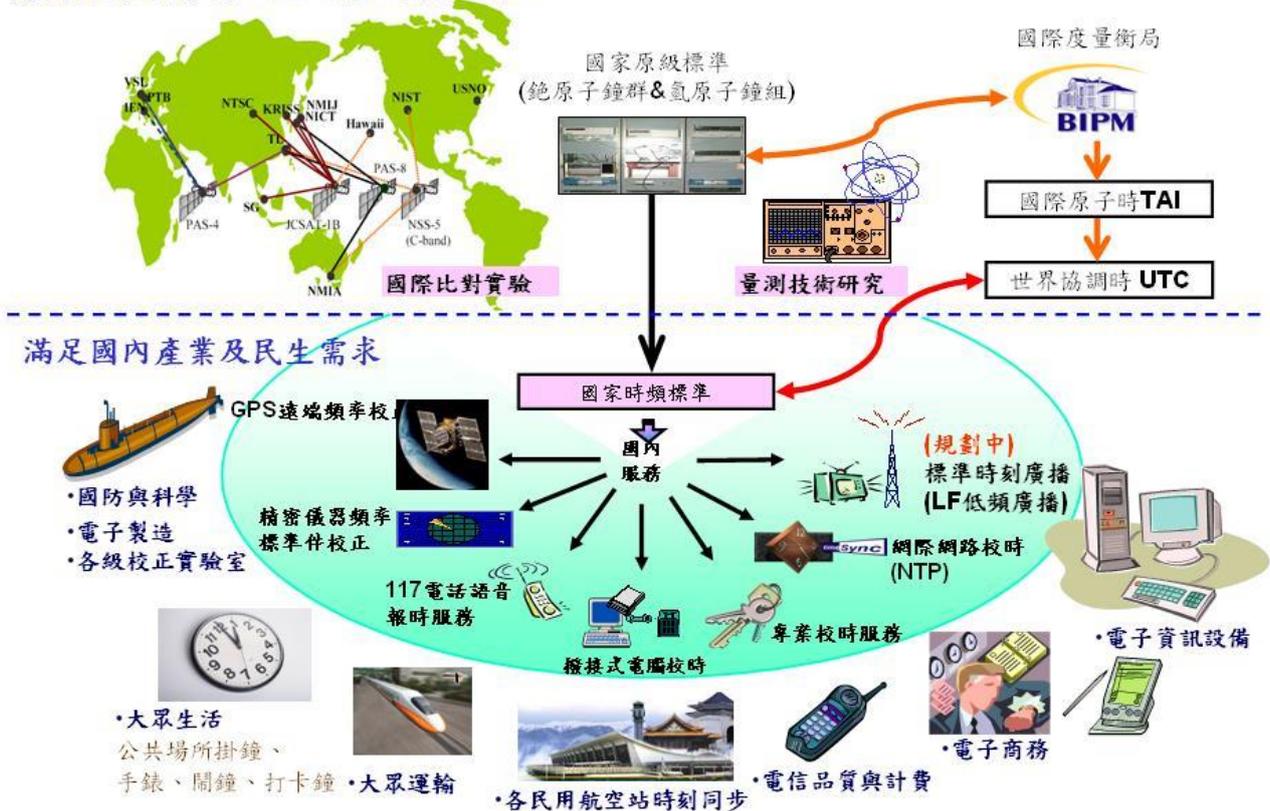


圖 1.1、我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖

服務產業與應用

- 提供符合全球相互認可資格之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(Network Time Protocol) 網際網路校時，提供電腦與資訊設備等自動定期校時服務。
- 提供安全可靠的撥接式專線電腦校時服務，應用於公共電視、廣播電台、民航局近場雷達及塔台飛航管制等單位。
- 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，滿足資、通訊產業之需求。
- 提供電子資訊社會一個公正可信賴的時間，作為交易紀錄及通信計費等用途，以避免系統運作的混亂。
- 標準頻率是現代電子設備的核心，攸關電信系統、導航設施，及許多精密電子產業的品質與精確性。

時間的維持：

國家時間的維持在於準確與可靠，因此實驗內部各個環節，包括原子鐘的維持、訊號的傳送、時間的量測以及國際比對實驗的進行，都需要良善的管理與規劃，以確保時間的精準。近幾年本實驗室積極參與國際的時頻比對計畫，透過技術合作向歐、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升，漸漸的累積後，目前實驗室對國際也可以有些許貢獻。

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時頻校核技術，利用觀測 GPS 碼或載波相位達成時頻同步之目的，依此方式校正之振盪器及時鐘，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將被偵測並加以補償，進而達到精準追溯至國家標準之目的，可省去運送往返之時間，且有助於提高設備的運用及競爭力。

- 為了提供一般民眾所需的標準時刻，本實驗室於民國 87 年推出 NTP (Network Time Protocol) 網際網路校時服務，以計算網路上封包(Packet) 的往返延遲(Round Trip Delay)，估算待校計時器與標準源之時間差，作為修正的依據。由於網際網路之普及，NTP 已成為一項準確且便利的校時方法。
- 撥接式電腦校時服務是以數據機撥接方式，擷取本院時間伺服器信號，並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升國家標準之性能，除持續改善實驗室背景雜訊，及提供精密儀器頻率校正及各項時間同步服務外，亦進行提升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 ± 45 ns 左右。本計畫執行之情形如下：

(1.1) 國家標準時間維持及性能增進

(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：民國 106.01~106.12)

隨 BIPM 於 2013 年啟用新 TAI 時間評量演繹法，本實驗室 UTC(TL) 之調整策略已轉以氫鐘之短期預測為主。每月月中 BIPM 公布 UTC 與 UTC(TL) 差值後依據 BIPM 計算結果評估母鐘之參考氫鐘斜率，於公布空窗期間則以現有銨鐘叢集之時間評量結果產生之虛擬時鐘 TA(TL) 作為調整依據。

本實驗室之新銨鐘叢集評量演繹法及調整方法已於 2016 年起實施，配合 2015 年新購美製氫鐘逐漸穩定，2017 年 UTC(TL)之穩定度及準確度均較 2016 年為佳。

2016 年底止本實驗室共有 4 部氫鐘(美製編號 HM0311、俄製編號 HM6052、HM6053，瑞士製編號 HM0057)，故障之 HM6053、HM0057 已於今年維修完畢。由於 HM6052、HM6053 使用壽年已屆，目前由 HM0311 作為主要母鐘參考源，修復後之 HM0057 為備援，做最低限度之維持。2017 年 7 月新購置一部俄製新型氫鐘(編號 HM4002)已安裝驗收完畢，由於 HM0057 及 HM4002 參數調整自由度較本實驗室其他氫鐘大，安裝前期以觀察性能調整參數為主，之後可視狀況參與氫鐘叢集參與進行新時間評量演繹法研究。

本實驗室銨鐘叢集至 2017 年止又有 4 部耗盡銨源故障，銨原子鐘叢集僅剩 9 部運轉。但因本實驗室經費短缺，為求有限經費下之最大效益，擬於銨鐘數量過少(少於 9 部)時以逐年更換銨管或新購方式維持，避免多部銨鐘於短時間內同時故障，以保持 TA(TL)之穩定性並提供遊校需要。

(1.1.3) 結果

由於 TAI 採用新權重計算方式，2015 年 1 月起氫鐘占權重比例較銨鐘大幅上升，本實驗室之 5 部氫鐘中，有 HM6053、HM0057 於年中方維修完畢，HM0311 為新安裝氫鐘，皆無法提供權重。2017 年 10 月時本實驗室於 TAI 權重貢獻排名為第 15 名(Table 1)。HM0057 及 HM4002 年分較新，有較大參數調整空間，於運作數月後經調整，其長期 Hardward Deviation(去除 linear frequency drift 影響)可達 $6E-16$ ，預期將來本實驗室之 TAI 權重將會隨 HM0057 及 HM4002 開始貢獻權重後緩步上升。

在 UTC(TL)穩定度及準確度方面，由於母鐘參考源美製氫鐘可預測性較高，加以新評量演繹法及調整方法運作良好，TL 之 5 日穩定度保持在 $1.0E-15$ ，

左右，較 2016 年之穩定度 $1.5E-15$ 左右又有提升，僅落後於德國 PTB、美國 USNO 實驗室。長期穩定度則突破 $1.0E-15$ ，到達 $8.8E-16$ 左右，領先 NICT、NIM、NMIJ 等亞洲實驗室。

在準確度方面，隨新母鐘參考源美製氫鐘逐漸穩定，本實驗室持續長期以 BIPM 月報、中期以虛擬時鐘、短期以氫鐘特性調整之架構調整，2016 年 11 月~2017 年 10 月 UTC-UTC(TL)維持於 $-3\sim 10$ ns 間，及 UTCr-UTC(TL)維持於 $-3\sim 12$ ns 間，達成全年差值維持在 ± 45 ns 以內之目標。

(1.1.4) 自評與建議

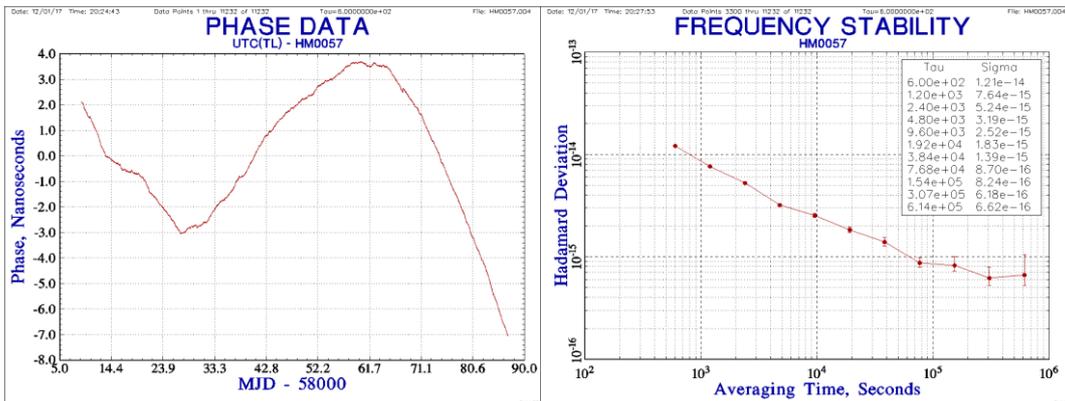
本實驗室 UTC(TL)之短、長期穩定度皆維持於 $1E-15$ 左右，幾乎為商用型氫鐘之極限，足見目前透過虛擬時鐘方式加強預測方法外插推估母鐘參考氫鐘於空窗期內之行為再加以調整相當有成效，隨 HM6053、HM0057、HM0311 加入運轉，若持續保持穩定，將可組成氫鐘叢集，未來將持續進行氫鐘時間評量演繹法研究，進一步降低 UTC(TL)之中、長期穩定度。

2017 年銻鐘叢集僅於 9 部銻鐘運轉，但為求有限經費之最大效益，本實驗室之購鐘經費將以氫鐘為優先。另隨原子鐘技術發展，已有廠商宣稱光抽運型銻鐘即將上市，其長期穩定度可達 $1E-15$ 。同時商用光鐘亦有傳聞將於 2018 年上市，本實驗室將注意其發展現況及同儕使用經驗，適時引進以提升本實驗室 UTC(TL)之水準。

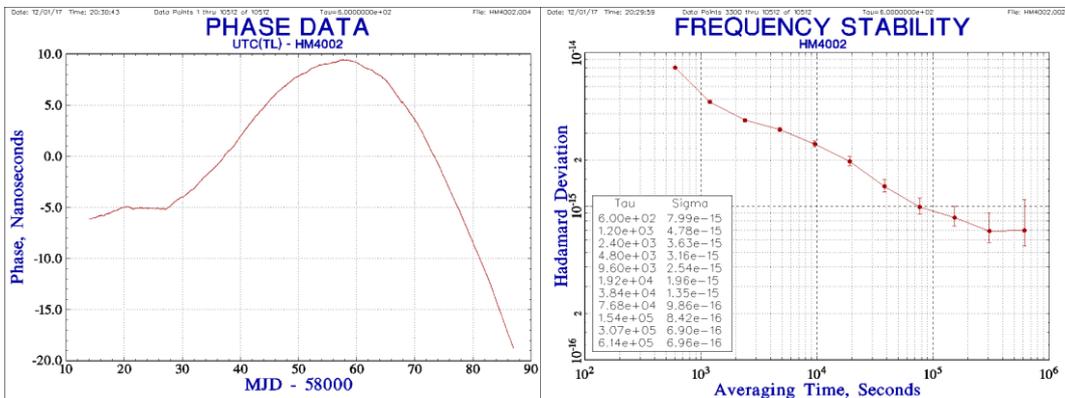
本實驗室原子鐘相位記錄有主系統及備援系統各一套，主系統為舊系統，並無 DC 備援，且採輪詢紀錄模式，容易引進母鐘及記錄系統雜訊。目前新備援系統運轉良好，將持續觀察其長期結果，若與主系統一致，將以備援系統為主系統，舊系統為備援系統，若本實驗室經費有餘裕，將汰換舊相位記錄系統，使本實驗室紀錄系統更為強固。

Table 1. 2017年10月世界時頻實驗室佔TAI權重前16名排名

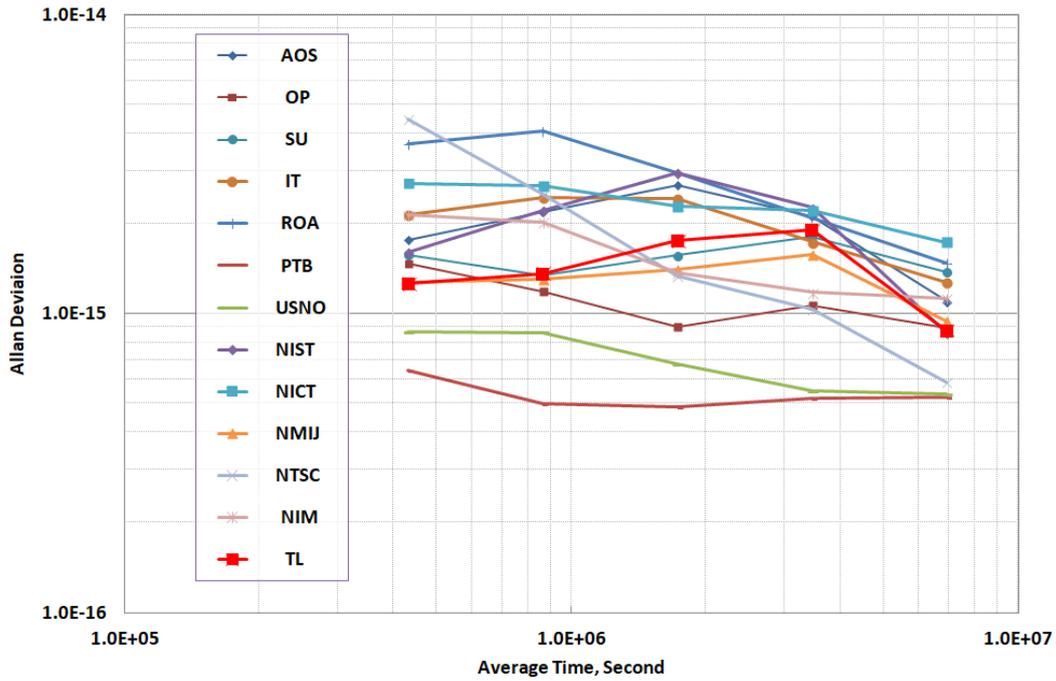
Rank	Lab	權重 %	氫鐘平均%/氫鐘數	銻鐘平均%/銻鐘數	每鐘平均%/總鐘數
1	USNO	26.001	0.686/30	0.049/34	0.382/68
2	SU	14.019	0.935/15	-/00	0.935/15
3	SP	7.57	0.819/08	0.054/19	0.280/27
4	NICT	6.952	0.675/06	0.091/32	0.183/38
5	NIST	5.231	0.495/09	0.086/09	0.291/18
6	F	5.038	0.937/04	0.059/22	0.194/26
7	NTSC	3.945	0.210/07	0.085/29	0.110/36
8	NIM	3.188	0.470/06	0.052/07	0.245/13
9	IT	3.179	0.705/04	0.089/04	0.397/08
10	APL	2.908	0.939/03	0.045/02	0.582/05
11	NMIJ	2.508	0.526/04	0.134/03	0.358/07
12	PTB	2.35	0.515/04	0.101/02	0.294/08
13	MIKE	1.889	0.626/03	0.011/01	0.472/04
14	CNM	1.566	0.939/01	0.157/04	0.313/05
15	TL	1.537	0.235/04	0.060/10	0.110/14
16	NPL	1.459	0.665/02	0.129/01	0.486/03



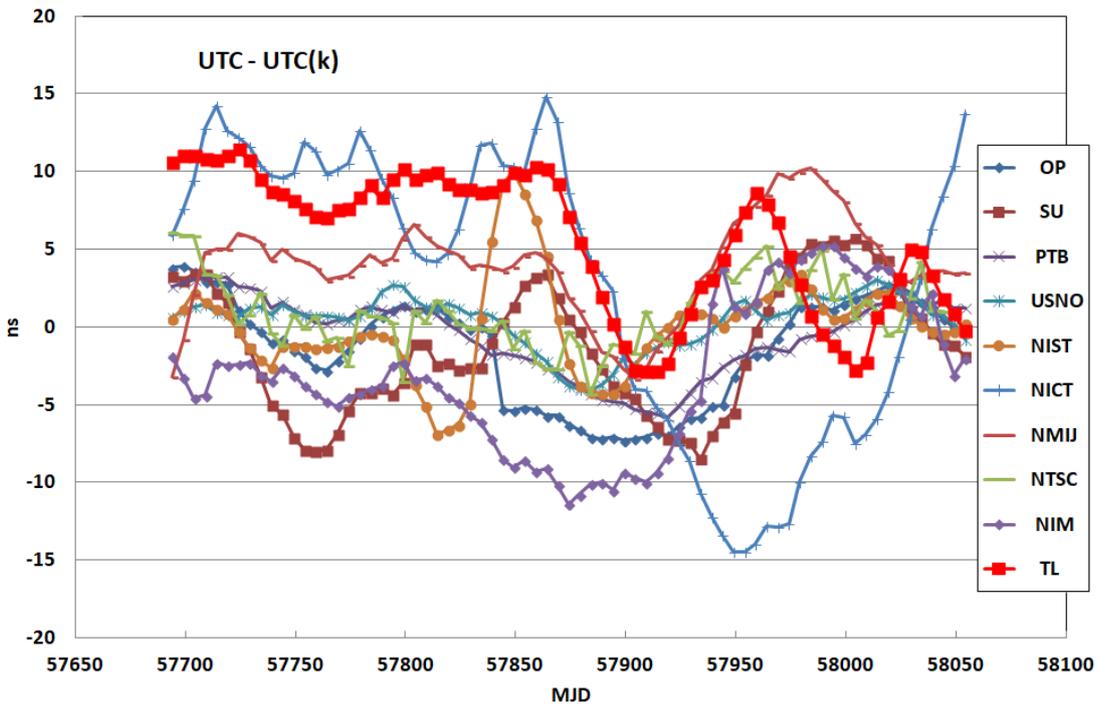
維修後氫鐘 HM0057 相位變化(已去除 frequency offset)及 Hadamard Deviation



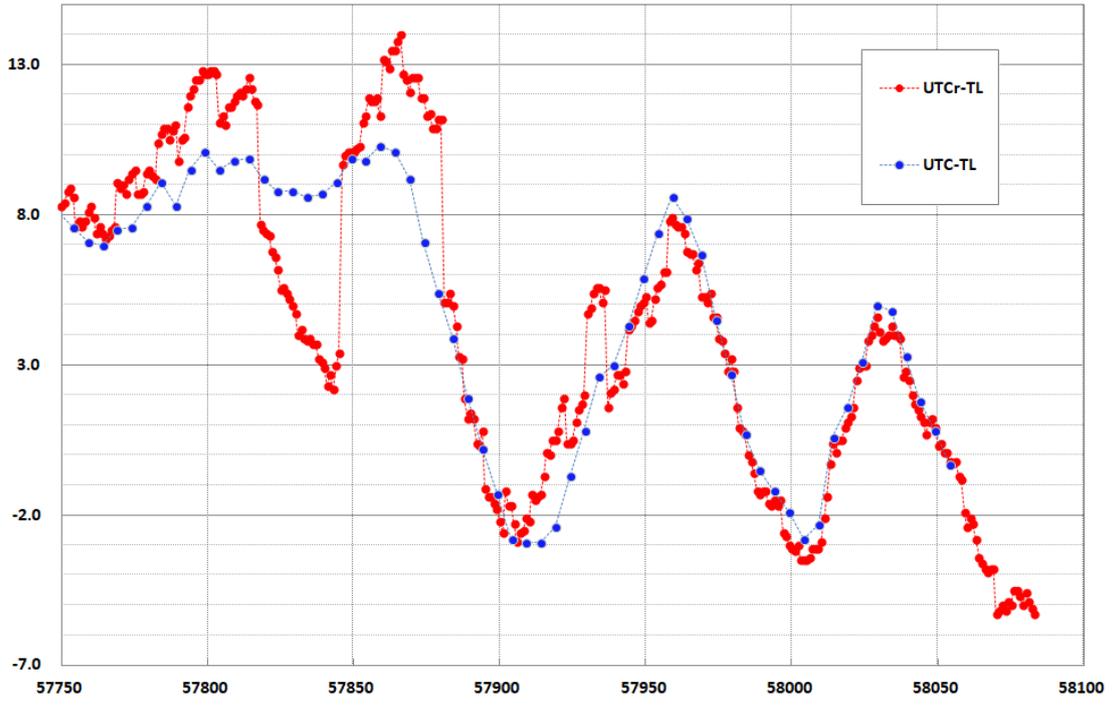
新購氫鐘 HM0311 相位變化(已去除 frequency offset)及 Hadamard Deviation



2016年6月~2017年6月世界G1及亞洲主要實驗室頻率穩定度



2016年6月~2017年6月世界G1及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k)差值



2016年6月~2017年6月 UTCr-UTC(TL)差值

(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 106.01~106.12)

106年度BIPM Circular T358(2017 NOVEMBER 14)發佈資料中，所顯示共同參與維持協調世界時之標準時頻標準實驗室如下所示：

=====

CIRCULAR T 358 ISSN 1143-1393
 2017 NOVEMBER 14, 10h UTC

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES
 ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE DE LA CONVENTION DU METRE
 PAVILLON DE BRETEUIL F-92312 SEVRES CEDEX TEL. +33 1 45 07 70 70 FAX. +33 1 45 34 20 21 tai@bipm.org

The contents of the sections of BIPM Circular T are fully described in the document "Explanatory supplement to BIPM Circular T" available at ftp://ftp2.bipm.org/pub/tai/publication/notes/explanatory_supplement_v0.1.pdf

1 - Difference between UTC and its local realizations UTC(k) and corresponding uncertainties.
 From 2017 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 37 s.

Date 2017	0h UTC	SEP 28	OCT 3	OCT 8	OCT 13	OCT 18	OCT 23	OCT 28	Uncertainty/ns Notes		
MJD		58024	58029	58034	58039	58044	58049	58054	uA	uB	u
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns									
AOS (Borowiec)		-4.1	-3.7	-3.8	-4.1	-4.3	-4.3	-4.5	0.5	2.9	3.0
APL (Laurel)		-2.7	-2.2	-1.8	-1.4	0.2	1.9	2.8	0.4	10.9	10.9
AUS (Sydney)		387.6	391.1	392.1	388.6	380.1	368.8	358.8	0.4	5.9	5.9
BEV (Wien)		11.1	8.3	1.9	7.4	4.5	1.8	4.0	0.4	2.9	3.0
BIM (Sofiya)		7137.2	7193.6	7224.9	7281.5	7290.2	7331.7	7355.7	0.7	2.9	3.0
BIRM (Beijing)		30.3	24.7	21.9	18.7	13.3	10.0	8.3	0.7	2.8	2.9
BOM (Skopje)		-842.1	17.0	17.1	22.5	27.3	35.8	39.8	0.4	2.9	3.0 (1)
BY (Minsk)		3.6	2.4	0.1	-0.8	-6.0	-7.4	-8.0	1.5	9.3	9.4
CAO (Cagliari)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CH (Bern-Wabern)		27.9	34.2	24.3	17.0	12.1	5.6	1.9	0.4	2.1	2.1
CNES (Toulouse)		23.2	20.2	15.7	2.4	0.6	-4.3	-6.0	0.4	4.3	4.3
CNM (Queretaro)		-0.4	1.7	-4.0	-9.3	-7.8	-4.5	2.1	2.5	11.1	11.4
CNMP (Panama)		21.3	17.0	28.6	27.8	27.9	27.1	35.9	0.6	7.2	7.2
DFNT (Tunis)		21007.3	21217.7	21425.0	21608.4	21796.4	21969.8	22177.3	0.7	20.0	20.0
DLR (Oberpfaffenhofen)		285.0	414.9	651.0	-	-	712.4	493.3	0.7	2.9	3.0
DMDM (Belgrade)		13.8	13.9	10.2	-3.7	4.3	-8.8	-10.2	0.4	2.9	3.0
DTAG (Frankfurt/M)		21.5	17.7	14.6	7.6	-1.4	-3.4	-9.8	0.4	2.8	2.8
EIM (Thessaloniki)		8.6	4.4	14.8	4.5	10.4	-1.8	35.7	4.0	11.3	12.0
ESTC (Noordwijk)		5.0	2.8	1.6	1.7	0.4	-0.5	-3.0	0.4	2.8	2.8
HKO (Hong Kong)		1125.8	1143.2	1153.5	1161.2	1165.2	1180.4	1198.0	0.4	7.4	7.4
ICE (San Jose)		2.5	-	-	-	-	-	-	0.4	7.2	7.2
IFAG (Wettzell)		-935.3	-926.2	-928.6	-920.0	-932.7	-940.3	-935.9	1.0	5.9	6.0
IMBH (Sarajevo)		2.7	4.6	3.0	8.2	1.3	2.1	7.6	0.4	7.1	7.1
INCP (Lima)		117.7	108.3	102.8	83.6	91.9	77.5	80.6	5.0	20.0	20.7
INM (Bogota D.C.)		12.1	12.9	17.1	3.8	4.6	12.4	-1.4	2.5	20.0	20.2
INPL (Jerusalem)		-51.9	-54.4	-55.6	-57.1	-64.8	-74.2	-80.1	0.4	7.1	7.1
INTI (Buenos Aires)		23.7	8.7	10.1	24.7	42.1	36.7	37.8	2.5	20.0	20.2
INXE (Rio de Janeiro)		-7.0	-13.9	-13.9	-12.9	-6.5	1.0	5.0	0.4	20.0	20.0
IT (Torino)		-2.9	-2.3	-3.0	-3.9	-4.8	-4.1	-4.6	0.5	1.8	1.9
JATC (Lintong)		2.6	5.3	7.5	4.3	3.9	4.1	2.7	0.4	10.2	10.2
JV (Kjeller)		-19.6	-11.0	2.0	10.0	14.6	15.6	9.9	0.4	20.0	20.0
KEBS (Nairobi)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KIM (Serpong-Tangerang)		173.8	176.0	173.8	185.2	197.4	190.6	199.7	2.0	20.0	20.1

KRIS (Daejeon)	52.9	52.1	47.5	38.3	25.4	8.2	-6.4	0.4	11.1	11.1
KZ (Astana)	-301.0	-288.2	-285.1	-272.2	-267.1	-257.5	-241.1	1.5	9.3	9.4
LT (Vilnius)	181.8	176.5	155.8	174.4	180.1	179.0	173.8	2.0	11.3	11.4
MASM (Bayanzurkh)	-60.0	-84.9	-104.0	-122.7	-139.4	-156.6	-167.5	0.7	20.0	20.0
MBM (Podgorica)	53658.6	53937.4	54246.7	54576.1	54882.4	55202.5	55517.7	1.5	20.0	20.1
MIKE (Espoo)	-0.7	-1.2	-1.8	-2.5	-2.6	-2.9	-2.6	0.7	4.2	4.3
MKEH (Budapest)	-66237.0	-66429.2	-66633.1	-66843.2	-67041.8	-67243.1	-67440.5	1.5	20.0	20.1
MSL (Lower Hutt)	321.8	292.9	318.9	322.5	330.0	323.4	313.2	1.5	20.0	20.1
MTC (Makkah)	1187.0	1206.0	1218.5	1227.7	1238.9	1245.7	1253.4	1.7	7.7	7.9
NAO (Mizusawa)	75.7	77.6	84.7	82.7	74.8	76.8	77.5	2.0	20.0	20.1
NICT (Tokyo)	-1.9	0.5	3.1	6.3	8.4	10.4	13.7	0.4	2.2	2.2
NIM (Beijing)	2.9	1.3	0.7	2.2	-1.1	-3.1	-2.0	0.7	2.1	2.2
NIMB (Bucharest)	1808.5	1795.9	1831.0	1828.0	1823.5	1850.0	1891.3	0.4	7.2	7.2
NIMT (Pathumthani)	221.5	221.4	222.7	228.8	228.7	226.0	229.7	1.0	20.0	20.1
NIS (Cairo)	-55.3	-41.6	-22.4	4.0	30.2	43.3	49.7	1.6	20.0	20.1
NIST (Boulder)	1.4	0.6	0.1	-0.3	-0.4	-0.3	0.2	0.4	2.1	2.1
NMIJ (Tsukuba)	3.0	2.9	3.3	3.5	3.6	3.4	3.5	0.4	2.8	2.8
NMLS (Sepang)	829.3	887.0	941.5	996.8	1049.9	1100.6	1155.7	1.0	20.0	20.1
NPL (Teddington)	3.1	3.5	4.5	4.9	4.2	3.4	3.1	0.4	2.7	2.8
NPLI (New-Delhi)	9.7	5.7	3.0	2.4	0.3	-5.1	-4.2	0.4	19.9	19.9
NRC (Ottawa)	44.7	41.9	45.1	46.1	40.4	43.2	47.5	0.4	2.8	2.8
NRL (Washington DC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NTSC (Lintong)	-0.2	1.9	4.2	1.1	1.0	0.8	-0.2	0.4	2.0	2.0
ONBA (Buenos Aires)	-2225.0	-2230.0	-2228.4	-2239.3	-2230.9	-2232.7	-2235.0	2.5	11.3	11.5
ONRJ (Rio de Janeiro)	1.7	-0.9	1.6	4.0	-1.3	0.1	4.5	1.0	7.6	7.7
OP (Paris)	2.7	2.2	1.6	1.3	0.5	0.0	-0.3	0.4	1.6	1.7
ORB (Bruxelles)	1.9	0.8	0.8	0.2	0.2	0.0	-0.2	0.4	2.7	2.8 (2)
PL (Warszawa)	10.8	8.4	5.0	9.5	3.5	5.8	-5.0	0.4	3.4	3.4
PTB (Braunschweig)	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1.2	1.2	0.2	1.2	1.2
ROA (San Fernando)	0.5	0.8	0.8	1.7	0.1	-1.3	-2.9	0.4	1.8	1.8
SASO (Riyadh)	-621.9	-632.5	-630.8	-634.9	-643.3	-648.3	-653.0	0.4	7.4	7.4
SCL (Hong Kong)	21.5	25.4	32.6	41.8	45.9	51.4	55.0	5.0	14.1	15.0
SG (Singapore)	3.1	5.0	5.0	2.2	3.6	5.5	7.3	0.7	5.9	5.9
SIQ (Ljubljana)	323.9	318.1	303.8	314.9	290.4	303.3	279.1	0.4	7.4	7.4
SMD (Bruxelles)	2.5	4.0	10.6	2.2	1.7	7.1	4.0	0.4	7.7	7.7
SMU (Bratislava)	-1449.4	-1460.0	-1467.7	-1482.0	-1488.8	-1493.2	-1488.5	1.5	12.3	12.4
SP (Boras)	0.9	0.6	0.1	-0.6	-1.0	-1.5	-1.8	0.4	1.7	1.7
SU (Moskva)	2.5	1.1	0.6	-0.4	-1.1	-1.2	-1.9	1.3	6.1	6.3
TL (Chung-Li)	3.1	5.0	4.8	3.3	1.8	0.8	-0.3	0.4	2.1	2.2
TP (Praha)	-5.2	-3.1	1.6	-0.2	12.1	12.4	17.0	0.4	6.5	6.5
UA (Kharkov)	-1.1	-1.9	-3.6	-1.4	-1.7	7.1	5.1	1.5	8.7	8.8
UAE (Abu Dhabi)	19.1	24.1	26.4	20.0	21.4	26.1	32.8	4.0	8.2	9.1
UME (Gebze-Kocaeli)	-2560.9	-2608.5	-2666.4	7.7	5.3	9.6	9.2	0.7	2.9	3.0 (3)
USNO (Washington DC)	2.2	2.1	1.6	0.8	0.8	0.1	-0.8	0.3	1.5	1.6
VMI (Ha Noi)	-14.0	-22.7	-48.5	-60.1	-53.4	-58.7	-59.5	1.3	2.8	3.1 (4)
VSL (Delft)	13.3	9.6	-2.5	1.8	9.2	0.9	-3.2	0.4	1.8	1.9
ZA (Pretoria)	7.5	8.9	8.4	5.5	1.1	-1.2	0.1	0.4	4.2	4.2

- Notes on section 1:

- (1) BOM : Time step of UTC(BOM) of -850 ns on MJD 58025.38
(2) ORB : Time step of UTC(ORB) of about 1.4 ns on MJD 58026 due to calibration
(3) UME : Time step of UTC(UME) of -2700 ns on MJD 58037.50
(4) VMI : Time step of UTC(VMI) of about 25 ns on MJD 58031 due to calibration

2 - Difference between the normalized frequencies of EAL and TAI.

	Interval of validity	f(EAL)-f(TAI)	
Steering correction	58024 - 58054	6.501x10 ^{**} -13	(2017 SEP 28 - 2017 OCT 28)
New correction	58054 - 58084	6.501x10 ^{**} -13	(2017 OCT 28 - 2017 NOV 27)
New correction foreseen	58084 - 58114	6.501x10 ^{**} -13	(2017 NOV 27 - 2017 DEC 27)

3 - Duration of the TAI scale interval d.

Table 1: Estimate of d by individual PSFS measurements and corresponding uncertainties. All values are expressed in 10**-15 and are valid only for the stated period of estimation.

Standard	Period of Estimation	d	uA	uB	ul/Lab	ul/Tai	u	uSrep	Ref(uS)	Ref(uB)	uB(Ref)	Steer	Note
PTB-CS1	58024 58054	-6.13	6.00	8.00	0.00	0.13	10.00	PFS/NA	T148	8.		Y	(1)
PTB-CS2	58024 58054	-3.54	3.00	12.00	0.00	0.13	12.37	PFS/NA	T148	12.		Y	(1)
NIM5	58009 58024	-0.55	0.30	0.90	0.20	0.85	1.29	PFS/NA	T340	1.40		Y	(2)
PTB-CSF1	58024 58054	-0.34	0.06	0.39	0.02	0.13	0.42	PFS/NA	T162	1.40		Y	(3)
PTB-CSF2	58024 58054	-0.43	0.10	0.20	0.03	0.13	0.26	PFS/NA	T287	0.41		Y	(3)
SU-CsFO2	58024 58054	0.04	0.29	0.24	0.11	0.85	0.93	PFS/NA	T315	0.50		Y	(4)

Notes:

- (1) Continuously operating as a clock participating to TAI
- (2) Report 14 OCT. 2017 by NIM
- (3) Report 02 NOV. 2017 by PTB
- (4) Report 31 OCT. 2017 by SU

Table 2: Estimate of d by the BIPM based on all PSFS measurements identified to be used for TAI steering over the period MJD57664-58054, and corresponding uncertainties.

Period of estimation	d	u
58024-58054	-0.35x10**-15	0.20x10**-15 (2017 SEP 28 - 2017 OCT 28)

4 - Relations of UTC and TAI with predictions of UTC(k) disseminated by GNSS.

$$[UTC-UTC(USNO)_GPS] = C0', \quad [TAI-UTC(USNO)_GPS] = 37 \text{ s} + C0'$$

$$[UTC-UTC(SU)_GLONASS] = C1', \quad [TAI-UTC(SU)_GLONASS] = 37 \text{ s} + C1'$$

For this edition of Circular T, $S0' = 0.9 \text{ ns}$, $S1' = 6.5 \text{ ns}$

2017	Oh UTC	MJD	C0'/ns	N0'	C1'/ns	N1'
	SEP 28	58024	-2.4	89	20.6	89
	SEP 29	58025	-1.7	90	19.6	88
	SEP 30	58026	-1.9	89	20.5	89
	OCT 1	58027	-1.4	89	23.2	85
	OCT 2	58028	-1.4	89	24.4	89
	OCT 3	58029	-2.1	90	25.8	79
	OCT 4	58030	-1.7	89	26.4	82
	OCT 5	58031	0.2	89	24.1	89
	OCT 6	58032	-1.5	89	23.5	89
	OCT 7	58033	-2.0	90	23.4	88
	OCT 8	58034	-2.5	89	19.5	88
	OCT 9	58035	-2.1	87	16.3	81
	OCT 10	58036	-3.8	89	15.6	86
	OCT 11	58037	-3.6	90	13.7	87
	OCT 12	58038	-2.9	89	10.0	82
	OCT 13	58039	-2.7	89	8.4	89
	OCT 14	58040	-3.0	89	9.3	89
	OCT 15	58041	-2.6	90	12.0	85
	OCT 16	58042	-2.7	89	13.6	88
	OCT 17	58043	-2.7	89	13.6	83
	OCT 18	58044	-2.5	89	15.9	88
	OCT 19	58045	-1.5	90	17.5	89
	OCT 20	58046	-2.5	89	16.9	77
	OCT 21	58047	-2.6	89	18.2	87
	OCT 22	58048	-3.3	89	20.1	89
	OCT 23	58049	-3.2	90	20.3	90
	OCT 24	58050	-1.0	89	21.5	73
	OCT 25	58051	-3.1	89	21.2	58
	OCT 26	58052	-3.5	89	17.5	87
	OCT 27	58053	-4.0	90	12.0	76

5 - Time links used for the computation of TAI, calibrations information and corresponding uncertainties.

Link	Type	Equipment	Cal_ID1/Cal_ID2	uStb/ns	uCal/ns	uAg/ns	Al/ns	YYMM
APL /PTB	GPSPPP	AP02 /PT02	NA_A1 /1001-2016	0.3	11.2	10	24.3	1511
AUS /PTB	GPSPPP	AU01 /PT02	1002-2010/1001-2016	0.3	5.8	3		
BEV /PTB	GPSPPP	BE1_ /PT02	1012-2016/1001-2016	0.3	2.7	1		
BIM /PTB	GPS P3	BM37 /PT02	1011-2016/1001-2016	0.7	2.7	1		
BIRM/PTB	GPS P3	BI01 /PT02	1015-2016/1001-2016	0.7	2.5	0		
BOM /PTB	GPSPPP	MABM /PT02	1011-2016/1001-2016	0.3	2.7	1		
BY /PTB	GPS MC	BY46 /PT07	NA /1001-2016	1.5	9.2	6		
CAO /PTB	NL							
CNES/PTB	GPSPPP	CS22 /PT02	1101-2016/1001-2016	0.3	4.1	1		
CNM /PTB	GPS MC	CN00 /PT07	NA_A1 /1001-2016	2.5	11.2	10	-27.3	0804
CNMP/PTB	GPSPPP	MP1_ /PT02	NA_A1 /1001-2016	0.5	7.1	1	41.7	1607
DFNT/PTB	GPS P3	DN__ /PT02	NC_A1 /1001-2016	0.7	20.0		10.3	1507
DLR /PTB	GPS P3	DL05 /PT02	1012-2016/1001-2016	0.7	2.7	1		
DMDM/PTB	GPSPPP	ZM68 /PT02	1011-2016/1001-2016	0.3	2.7	1		
DTAG/PTB	GPSPPP	DT04 /PT02	1015-2017/1001-2016	0.3	2.5	0		
EIM /PTB	GPS MC	EI__ /PT07	1011-2007/1001-2016	4.0	11.2	10		
ESTC/PTB	GPSPPP	ES04 /PT02	1019-2016/1001-2016	0.3	2.5	0		
HKO /PTB	GPSPPP	HK01 /PT02	NA_A1 /1001-2016	0.3	7.3	2	+15.9	1304
ICE /PTB	GPSPPP	CE__ /PT02	NA_A1 /1001-2016	0.3	7.1	1	27.6	1709
IFAG/PTB	GPS P3	IF19 /PT02	NA_A1 /1001-2016	1.0	5.8	3		
IMBH/PTB	GPSPPP	BH01 /PT02	2004-2016/1001-2016	0.3	7.0	0		
INCP/PTB	GPS MC	CP__ /PT07	NC /1001-2016	5.0	20.0			
INM /PTB	GPS MC	IC__ /PT07	NC /1001-2016	2.5	20.0			
INPL/PTB	GPSPPP	IL05 /PT02	2002-2016/1001-2016	0.3	7.0	0		
INTI/PTB	GPS MC	IN__ /PT07	NC /1001-2016	2.5	20.0			
INXE/PTB	GPSPPP	NXRA /PT02	NC /1001-2016	0.3	20.0			
JV /PTB	GPSPPP	JV01 /PT02	NC_A1 /1001-2016	0.3	20.0		130.0	1509
KEBS/PTB	NL							
KIM /PTB	GPS MC	KI02 /PT07	NC_A1 /1001-2016	2.0	20.0		-30.6	0901
KRIS/PTB	GPSPPP	KR01 /PT02	1003-2005/1001-2016	0.3	11.2	10		
KZ /PTB	GPS MC	KZ01 /PT07	2002-2008/1001-2016	1.5	9.2	6		
LT /PTB	GPS MC	LT01 /PT07	1007-2006/1001-2016	2.0	11.2	10		
MASM/PTB	GPS P3	MN__ /PT02	NC /1001-2016	0.7	20.0			
MBM /PTB	GPS MC	MEBM /PT07	NC /1001-2016	1.5	20.0			
MIKE/PTB	GPS P3	MI04 /PT02	1102-2015/1001-2016	0.7	4.1	1		
MKEH/PTB	GPS MC	MK01 /PT07	NC /1001-2016	1.5	20.0			
MSL /PTB	GPS P3	MS0_ /PT02	NC /1001-2016	1.5	20.0			
MTC /PTB	GPS MC	MC02 /PT02	2001-2013/1001-2016	1.7	7.6	3		
NAO /PTB	GPS MC	NAT2 /PT07	NC /1001-2016	2.0	20.0			
NICT/PTB	GPSPPP	NC01 /PT02	1001-2016/1001-2016	0.3	2.0	1		
NIM /PTB	GPS P3	IM06 /PT02	1001-2016/1001-2016	0.7	1.8	1		
NIMB/PTB	GPSPPP	MB02 /PT02	NA_A1 /1001-2016	0.3	7.1	1	32.2	1611
NIMT/PTB	GPS P3	MTTO /PT02	NC /1001-2016	1.0	20.0			
NIS /PTB	GPS P3	IS__ /PT02	NC_A1 /1001-2016	1.6	20.0		+16.4	1303
NMIJ/PTB	GPSPPP	NMOD /PT02	NA_A1 /1001-2016	0.3	2.6	2		
NMLS/PTB	GPS P3	LSM1 /PT02	NC_A1 /1001-2016	1.0	20.0		+3.3	1311
NPL /PTB	GPSPPP	NPL2 /PT02	1014-2017/1001-2016	0.3	2.5	0		
NPLI/PTB	GPSPPP	LI2P /PT02	NC /1001-2016	0.3	20.0			
NRC /PTB	GPSPPP	NRC4 /PT02	1017-2016/1001-2016	0.3	2.5	0		
NRL /PTB	NL							
NTSC/PTB	GPSPPP	NTP3 /PT02	1001-2016/1001-2016	0.3	1.7	0		
ONBA/PTB	GPS MC	ON__ /PT07	1002-2004/1001-2016	2.5	11.2	10		
ONRJ/PTB	GPS P3	RJ01 /PT02	NA_A1 /1001-2016	1.0	7.6	3	+5.6	1302
ORB /PTB	GPSPPP	ORIZ /PT02	1018-2017/1001-2016	0.3	2.5	0		
PL /PTB	GPSPPP	PL_3 /PT02	1101-2013/1001-2016	0.3	3.2	2		
SASO/PTB	GPSPPP	SA00 /PT02	NA_A1 /1001-2016	0.3	7.3	2	32.8	1505
SCL /PTB	GPS MC	SC__ /PT07	1001-1993/1001-2016	5.0	14.1	10		
SG /PTB	GPS P3	SG2P /PT02	1001-2010/1001-2016	0.7	5.8	3		
SIQ /PTB	GPSPPP	SI01 /PT02	2002-2014/1001-2016	0.3	7.3	2		

SMD	/PTB	GPSPPP	SD21	/PT02	2002-2011/1001-2016	0.3	7.6	3		
SMU	/PTB	GPS MC	SM00	/PT07	NA_A1 /1001-2016	1.5	12.2	10	57.8	0908
SU	/PTB	GPS MC	SU19	/PT07	NA_A1 /1001-2016	1.5	7.1	5	-7.8	1411
TL	/PTB	GPSPPP	TLT1	/PT02	1001-2016/1001-2016	0.3	1.8	1		
TP	/PTB	GPSPPP	TP04	/PT02	1002-2009/1001-2016	0.3	6.4	4		
UA	/PTB	GPS MC	UA04	/PT07	2003-2011/1001-2016	1.5	8.6	5		
UAE	/PTB	GPS MC	AE__	/PT07	2001-2016/1001-2016	4.0	8.1	4		
UME	/PTB	GPS P3	UM01	/PT02	1011-2016/1001-2016	0.7	2.7	1		
VMI	/PTB	GPS P3	VM__	/PT02	1013-2017/1001-2016	1.3	2.5	0		
ZA	/PTB	GPSPPP	ZA02	/PT02	1102-2016/1001-2016	0.3	4.0	0		

Link	Type	Equipment	Cal_ID	uStb/ns	uCal/ns	uAg/ns	Al/ns	YYMM
AOS	/PTB	TWGPPP	AOS01 /PTB05	0449-2017	0.4	2.7	0	
CH	/PTB	TWGPPP	CH01 /PTB05	NA_A1	0.3	1.7	1	+1.2 1710
IT	/PTB	TWSTFT	IT02 /PTB05	NA_A1	0.5	1.4	0	+1.2 1710
JATC/NTSC	INT LK	INTDLY			0.2	10.0	10	
NIST/PTB	TWGPPP	NIST01/PTB05	NA_A1		0.3	1.8	0	+1.2 1710
OP	/PTB	TWGPPP	OP01 /PTB05	NA_A1	0.3	1.2	0	+1.2 1710
ROA	/PTB	TWGPPP	ROA01 /PTB05	NA_A1	0.3	1.3	0	+1.2 1710
SP	/PTB	TWGPPP	SP01 /PTB05	NA_A1	0.3	1.3	0	+1.2 1710
USNO/PTB	TWGPPP	USNO01/PTB05	NA_A1		0.3	1.4	0	+1.2 1710
VSL	/PTB	TWGPPP	VSL01 /PTB05	NA_A1	0.3	1.4	0	+1.2 1710

=====

(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

上半年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 17 件。

(1.2.1.2) 執行內容(執行期間：民國 106.01~106.12)

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

(1.2.1.3) 結果

截至本年度 12 月為止，配合 TAF 安排之時程，參與完成：參與完成：台灣檢驗科技股份有限公司、世界通全球驗證股份有限公司、陸軍飛彈光電基地勤務廠、財團法人工業技術研究院、利諾公司、中山科學院、台電綜合研究所、新竹電子檢驗中心、正儀公司、固緯公司、華航航空、是德公司及長榮航空等 17 家實驗室之現場評鑑。另外，協助 TAF 進行京元電子股份有限公司、長榮航太科技股份有限公司、國研院太空中心、以及台電大電力研究試驗中心等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，間接促進產製水準之提升，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。在提升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106.01~106.12)

本年度送校廠商計有 34 家，所送件數計有 84 件，總收入為：新臺幣 1,057,000 元整。

執行內容及具體方法如下：

- (a) 藉由各種國際時頻校核技術，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。
- (b) 提供高精度之儀器頻率校正服務。
- (c) 配合 TAF 之評鑑業務，在技術上輔導國內具有規模及投資意願之公私機構成立次級實驗室，達到檢校分級制度。
- (d) 本實驗室將持續關注國際間有關時頻不確定度評估方式的最新進展，即時加以運用，以符合國際標準實驗室相互認可協議(Global MRA)之基本需求，並提供國內次級實驗室作為參考。

(1.2.2.3) 結果

本年度送校廠商計有 34 家，所送件數計有 84 件，總收入為：新臺幣 1,057,000 元整如下：

中華電信研究院 106 年度 1~12 月校正報告總覽表

編號	報告編號	廠商	校正儀器(廠牌/型號)	收件日期	完成日期	實收金額
1	FTC-2016-12-40-1	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司)	GPS RECEIVER 鈞 頻率標準器 Fluke/910R/SM8887 81	105.12.15	106.01.11	16,000

		代送)				
2	FTC-2016-12-40-2	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	GPS RECEIVER 鈹 頻率標準器 Fluke/910R/SM8887 81	105.12.15	106.01.11	16,000
3	FTC-2016-12-40-3	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	計頻器 Fluke/PM6681/SM8 86710	105.12.15	106.01.11	8,500
4	FTC-2016-12-41	財團法人工業技術研究院	計頻器 SR620/3836	105.12.21	106.01.16	8,500
5	FTC-2017-01-01-1	供宏科技有限公司	Signal Generator/HP/8672 A/2132A02111	106.01.06	106.01.25	8,500
6	FTC-2017-01-01-2	供宏科技有限公司	計頻器 HP/53181A/3418A0 0624	106.01.06	106.01.25	8,500
7	FTC-2017-01-02	台灣檢驗科技股份有限公司	Quartz Watch/Clock Analyzer/SIGMOTE K/QWA-3A/267	106.01.11	106.01.19	8,500
8	FTC-2017-01-03	台灣是德科技股份有限公司	鈹頻率標準器 HP/5071A/3249A00 522	106.01.11	106.01.18	16,000
9	FTC-2017-01-04	星網通訊股份有限公司	微小時距產生模組 MT-001/V.001	106.01.11	106.01.18	4,500
10	FTC-2017-01-05	台達電子工業股份有限公司	鈹頻率標準器 FE/5650A/09562	106.01.16	106.02.13	16,000
11	FTC-2017-01-06	翔鋒有限公司	頻率錶 GOSSEN METRAWATT/M23	106.01.18	106.02.15	8,500

			OBXJ2146			
12	FTC-2017-01-07-1	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	106.01.20	106.02.13	8,500
13	FTC-2017-01-07-2	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	106.01.20	106.02.13	8,500
14	FTC-2017-01-07-3	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	106.01.20	106.02.13	8,500
15	FTC-2017-01-07-4	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	106.01.20	106.02.13	8,500
16	FTC-2017-01-08	財團法人工業技術研究院-量測中心	銩頻率標準器 Symmetricom/8040 C/113830101008	106.02.03	106.02.13	16,000
17	FTC-2017-01-09-1	安立知股份有限公司	銩頻率標準器 FE/5680A/SN12454	106.02.03	106.02.13	16,000
18	FTC-2017-01-09-2	安立知股份有限公司	計頻器 MF/1601A/SNMT-0 4585	106.02.03	106.02.13	8,500
19	FTC-2017-02-10-1	儀寶電子股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65164	106.02.16	106.03.06	16,000

		司				
20	FTC-2017-02-10-2	儀寶電子股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS/1050A/0398	106.02.16	106.03.06	8,500
21	FTC-2017-02-10-3	儀寶電子股份有限公司	計頻器 Agilent/53132A/MY 40003244	106.02.16	106.03.06	8,500
22	FTC-2017-02-10-4	儀寶電子股份有限公司	計頻器 Agilent/53150A/US 40501620	106.02.16	106.03.06	8,500
23	FTC-2017-03-11-1	鼎瀚科技股份有限公司(同昱通訊有限公司代送)	銩頻率標準器 PTS GPS-10RBN/101182	106.03.01	106.03.23	16,000
24	FTC-2017-03-11-2	鼎瀚科技股份有限公司(同昱通訊有限公司代送)	銩頻率標準器 Pendulum 6689/011/378831	106.03.01	106.03.23	16,000
25	FTC-2017-03-12	致茂電子股份有限公司	石英晶體振盪器 HP/105B/2848A018 92	106.03.02	106.03.20	8,500
26	FTC-2017-03-13-1	國家中山科學研究院系統維護中心	銩頻率標準器 HP/5071A/3608A01 153	106.03.07	106.03.29	16,000
27	FTC-2017-03-13-2	國家中山科學研究院系統維護中心	信號產生器-銩頻率 標準器 HP/33120A-HP/507 1A/US36008354-36 08A01153	106.03.07	106.03.29	16,000
28	FTC-2017-03-13-3	國家中山科學	高頻信號產生器-銩 頻率標準器	106.03.07	106.03.29	25,000

		研究院系統維護中心	Agilent/E8257D-HP/5071A/MY46130862-3608A01153			
29	FTC-2017-03-14-1	鼎瀚科技股份有限公司(克達科技股份有限公司代送)	計頻器 Keysight/53230A/MY50010630	106.03.08	106.03.23	8,500
30	FTC-2017-03-14-2	鼎瀚科技股份有限公司(克達科技股份有限公司代送)	計頻器 Keysight/53230A/MY56410119	106.03.08	106.03.23	8,500
31	FTC-2017-03-15	正儀科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/84211	106.03.20	106.03.29	16,000
32	FTC-2017-03-16-1	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/SM00909001747603-2847A14291	106.03.23	106.04.10	16,000
33	FTC-2017-03-16-2	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/SM00909001747603-2847A14291	106.03.23	106.04.10	16,000
34	FTC-2017-03-17	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器-Four Channel Digital Delay/Pulse Generator/SM00909001747603-18042	106.03.23	106.04.10	16,000
35	FTC-2017-03-18	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 DATUM/8040A/0213005334	106.03.31	106.05.03	16,000

36	FTC-2017-04-19	陸軍飛彈光電基地勤務廠	銻頻率標準器-計頻器 Symmetricom 5071A-HP 5345A OPT12/US45382352-3103A13918	106.04.10	106.04.26	16,000
37	FTC-2017-04-20	財團法人台灣電子檢驗中心	銻頻率標準器 WAVETEK/909/009 09001747604	106.04.11	106.05.03	16,000
38	TL-106FMMA-01	鼎瀚科技股份有限公司	銻頻率標準器 SRS/FS-725/134182	106.04.14	106.04.27	16,000
39	FTC-2017-04-21	太一電子檢測有限公司	銻頻率標準器 SRS/FS-725/84913	106.04.14	106.05.15	20,000
40	FTC-2017-04-22-1	台灣檢驗科技股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS/1050A/407	106.04.21	106.05.08	8,500
41	FTC-2017-04-22-2	台灣檢驗科技股份有限公司	計頻器 HP/5335A/3145A15 055	106.04.21	106.05.08	8,500
42	FTC-2017-05-23	儀校科技股份有限公司	轉速計數器 TICO 8730/960209-07	106.05.02	106.05.08	8,500
43	FTC-2017-05-24-1	全測儀器科技股份有限公司	銻頻率標準器 FLUKE/910R/38493 6	106.05.15	106.05.22	16,000
44	FTC-2017-05-24-2	全測儀器科技股份有限公司	計頻器 Keysight/53230A/M Y50003391	106.05.15	106.05.22	8,500
45	FTC-2017-05-25	振儀科技股份有限公司	空氣砲撞擊試驗機 VS-1016/0W01	106.05.17	106.05.24	8,500
46	FTC-2017-05-26	正儀科技股份有限公司	銻頻率標準器 FEI/FE-5680A/0803-1407005	106.05.26	106.06.07	16,000

		司				
47	FTC-2017-06-27	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	落下試驗速度偵測器/乙通/A043/001	106.06.13	106.06.21	8,500
48	FTC-2017-06-28	全測儀器科技股份有限公司	計頻器 Agilent/53132A/MY 40007106	106.06.14	106.06.21	8,500
49	FTC-2017-07-29-1	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器-計頻器 SRS PRS10-HP 53132A/031592-354 6A02654	106.07.07	106.07.17	16,000
50	FTC-2017-07-29-2	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/PRS10/031570	106.07.07	106.07.17	16,000
51	FTC-2017-07-30	昭俐科技檢測有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/121100	106.07.12	106.07.19	16,000
52	TL-106FMMA-02	全測儀器科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	106.08.11	106.08.22	16,000
53	TL-106FMMA-03	中華航空公司修護工廠	計頻器 Keysight/53220A/M Y50011446	106.08.11	106.09.04	16,000
54	FTC-2017-08-31	台灣檢驗科技股份有限公司	閃頻器 MONARCH/Phaser- Strobe Pbx Kit 115/B2580213	106.08.02	106.08.23	8,500
55	FTC-2017-08-32-1	長榮航太科技股份有限公司	Universal Counter/Keysight/53 34B/2937A11092	106.08.07	106.10.20	8,500
56	FTC-2017-08-32-2	長榮航太科技股份有	Multifunction Synthesizer/Keysigh t/8904AOPT006/294	106.08.07	106.10.20	8,500

		限公司	8A06862			
57	FTC-2017-08-32-3	長榮航 太科技 股份有 限公司	Multifunction Synthesizer/Keysigh t/8904AOPT006/294 8A06862	106.08.07	106.10.20	8,500
58	FTC-2017-08-32-4	長榮航 太科技 股份有 限公司	Multifunction Synthesizer/Keysigh t/8904AOPT006/294 8A06862	106.08.07	106.10.20	8,500
59	FTC-2017-08-32-5	長榮航 太科技 股份有 限公司	Multifunction Synthesizer/Keysigh t/8904AOPT006/294 8A06862	106.08.07	106.10.20	8,500
60	FTC-2017-08-33	筑波科 技股份 有限公 司	Rubidium Counter/SR625/591 0	106.08.08	106.08.16	16,000
61	FTC-2017-08-34	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-947 5/RIC1913	106.08.25	106.08.31	16,000
62	FTC-2017-09-35-1	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65722	106.09.01	106.10.25	16,000
63	FTC-2017-09-35-2	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65722	106.09.01	106.10.25	16,000
64	FTC-2017-09-35-3	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65722	106.09.01	106.10.25	16,000
65	FTC-2017-09-35-4	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器-計時 器 SRS/FS-725_ESCO RT/EFC-3203A/657 22_98110081	106.09.01	106.10.25	8,500
66	FTC-2017-09-35-5	宇正精 密科技	銩頻率標準器-計頻 器	106.09.01	106.10.25	8,500

		股份有 限公司	SRS/FS-725_Agilen t/AG53131A/65722 _(ISM1-A)			
67	TL-106FMMA-04	陸軍飛 彈光電 基地勤 務廠	計頻器 Keysight/53220A/M Y50011446	106.09.15	106.09.29	16,000
68	TL-106FMMA-05	長榮航 太科技 股份有 限公司	信號產生器 Agilent/33250A/MY 40001870	106.09.15	106.09.29	16,000
69	FTC-2017-09-36-1	世界通 全球驗 證股份 有限公 司	銣頻率標準器 Symmetricom/8040 C/144030101025	106.09.18	106.11.06	16,000
70	FTC-2017-09-36-2	世界通 全球驗 證股份 有限公 司	計頻器 Keysight/53230A/M Y50004089	106.09.18	106.11.06	8,500
71	FTC-2017-09-36-3	世界通 全球驗 證股份 有限公 司	ESG-D SERIES SIGNAL GENERATOR/E443 3B/MY43350264	106.09.18	106.11.06	8,500
72	FTC-2017-09-37-1	儀寶電 子股份 有限公 司	QUARTZ WATCH/CLOCK ANALYZER/TAI TIEN/QWA-3B/101	106.09.25	106.09.29	8,500
73	FTC-2017-09-37-2	儀寶電 子股份 有限公 司	STROBOSCOPE/S HIMPO/DT-311N/A 59A008	106.09.25	106.09.29	8,500
74	FTC-2017-09-38	陸軍飛 彈光電 基地勤 務廠	銣頻率標準器 HP/5071A/3249A00 682	106.09.29	106.10.13	16,000
75	FTC-2017-10-39	泰藝電 子股份 有限公 司	銣頻率標準器 FRK-2/14474U	106.10.06	106.11.03	16,000
76	FTC-2017-10-40	財團法 人台灣	銣頻率標準器 SRS/FS-725/121109	106.10.18	106.11.13	16,000

		電子檢 驗中心				
77	FTC-2017-10-41-1	伯堅股 份有限 公司	銩頻率標準器 PTF/PTF4211A/903 0006201	106.10.24	106.11.22	16,000
78	FTC-2017-10-41-2	伯堅股 份有限 公司	計頻器 Advantest R5373/130400856	106.10.24	106.11.22	8,500
79	FTC-2017-10-42	內政部 國土測 繪中心	GPS 接收機-銩頻率 標準器 TOPCON/NET G3-STANDFORD RESEARCH SYSTEM/FS725/40 1-01651 - 107385	106.10.31	106.11.08	20,000
80	TL-106FMMA-06	財團法 人台灣 電子檢 驗中心	銩頻率標準器 SRS FS-725/134182	106.11.10	106.11.20	16,000
81	FTC-2017-11-44-1	台灣羅 德史瓦 茲有限 公司	銩頻率標準器 SYSTEM-2000/659	106.11.27	106.12.11	16,000
82	FTC-2017-11-44-2	台灣羅 德史瓦 茲有限 公司	銩頻率標準器 PTS GPS10RB/101016	106.11.27	106.12.11	16,000
83	FTC-2017-11-44-3	台灣羅 德史瓦 茲有限 公司	計頻器 Agilent/53131A/MY 47008331	106.11.27	106.12.11	8,500
84	FTC-2017-12-45	財團法 人工業 技術研 究院	計頻器 SR620/3836	106.12.06	106.12.18	8,500
					小計	1,057,000

(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，以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，有助於促進國內工商產業之發展。

(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。未來將秉持著服務社會大眾之宗旨，持續提供國家標準時間與其應用，並開發新的校正能量，以滿足國內產業及社會大眾之需求。

(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(如停車、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。

(1.3)高精度頻率量測技術研究

(1.3.1)執行項目

透過光纖光梳雷射頻率模態組合產生微波頻率信號之可行性分析及查核點報告一篇(2017/12)。

(1.3.2)執行內容(執行期間：民國 106.01~106.12)

中華電信研究院國家時頻標準實驗室已於 2015 及 2016 兩年完成建立可追溯至國家頻率標準的光頻段頻率量測技術，光纖光梳雷射為該技術主要的核心設備。由於光梳雷射模態彼此之間的頻率間隔，又稱為頻率重複率(repetition frequency)與整體系統的頻率偏移(offset frequency)已被鎖定在國家實驗室的微波頻率標準上，因此可將原子鐘等級的頻率穩定度(每秒約 10^{-13})由目前實驗室所宣告之 40 GHz 的量測能量提升至光頻段。

當待測光頻信號位於該光纖光梳雷射之工作範圍內(wavelength：1100~2200 nm)時，將此信號與光纖光梳雷射中最靠近模態(comb mode)之差頻取出後，我們就可以很精確地得到該待測雷射信號的頻率值。此外，不同模態之間差頻值也是有機會被取出的。由 $c = f \times \lambda$ 公式及光纖光梳雷射的工作範圍可得出其頻率模態分佈範圍約在 136~272 THz。又因我們所建置之光纖光梳雷射模態間的頻率間隔為 500 MHz，引用光梳頻率的公式 $f = n \times f_{\text{rep}}$ ，可計算出模態數 $n = 2.72 \times 10^5 \sim 5.45 \times 10^5$ (註：頻率偏移的影響較小，可忽略)。理論上應該可以透過適當的雷射頻率模態組合產生 0.5 GHz、1 GHz、1.5 GHz、2 GHz...等 500 MHz 倍數的微波頻率信號。

要得到前述之結果必需設計一套規劃良好的光學拍頻量測架構，至少包括光電轉換元件、微波元件及各種光學及微波量測設備等。上述最重要的元件是光二極體(photodiode)，其頻率響應範圍、各種雜訊大小、飽和吸收度等特性對產生的微波頻率信號有很大的影響，相關的分析研究已撰寫於今年 12 月的查核點報告，題目為『透過光纖光梳雷射頻率模態組合產生微波頻率信號之可行性

分析』。

(1.3.3)結果

當光纖光梳雷射的光源照射在光二極體上，不同模態所造成的整體電場為 $E_T = \sum E_n \exp(i\omega_n t)$ ，而所輸出的電流大小 $I_T = E_T \cdot E_T^*$ 。因此所輸出的電流(或電壓)會包含不同模態頻率差值的訊息。從時域(Time Domain)上來看，光頻梳的光源即是等間距的雷射超短脈衝(pulse)信號，當被光二極體吸收後會釋放出對應的脈衝電流，即轉換為具有相同頻率間隔的微波頻率信號。因此光二極體本身的特性，包括頻率響應範圍、引入的雜訊大小、飽和吸收度等皆會造成光電轉換前後性質發生改變，若改變的幅度太大，可能會造成系統頻率穩定度下降。光二極體將入射光子藉由內部的半導體材料轉換為電流信號，其內秉的相位雜訊(phase noise)及振幅雜訊(amplitude noise)主要來自兩個現象：散粒雜訊(shot noise)及熱雜訊(thermal noise)。散粒雜訊來自入射光子流(photon stream)的混亂程度(randomness)，而熱雜訊來自光二極體內部電阻元件造成的電流擾動影響。

以美國 Discovery Semiconductors(DSC)公司所生產的兩款 PIN 型高速(>10 GHz)砷化鎵銻(InGaAs)光二極體為例，PD1 是套裝光二極體耦合至單模光纖(single mode fiber)，PD2 是整合式套裝光二極體含梯度折射率(graded-index, GRIN)透鏡耦合至單模光纖，兩者在波長 1550 nm 附近皆有最好的工作效率。美國國家標準技術研究所(NIST)兩位學者 Jennifer A. Taylor 及 Scott A. Diddams 曾於 2009 年對其進行散粒雜訊與光電流(photocurrent)大小關係的研究，使用的入射光源雖然與本院所建置的光纖光梳雷射不同，係鈦藍寶石(Ti:sapphire)光梳雷射，頻率間隔為 1 GHz，但仍然有相當的參考性。取樣微波頻率設定為 10 GHz，相關結果如圖 1.2：

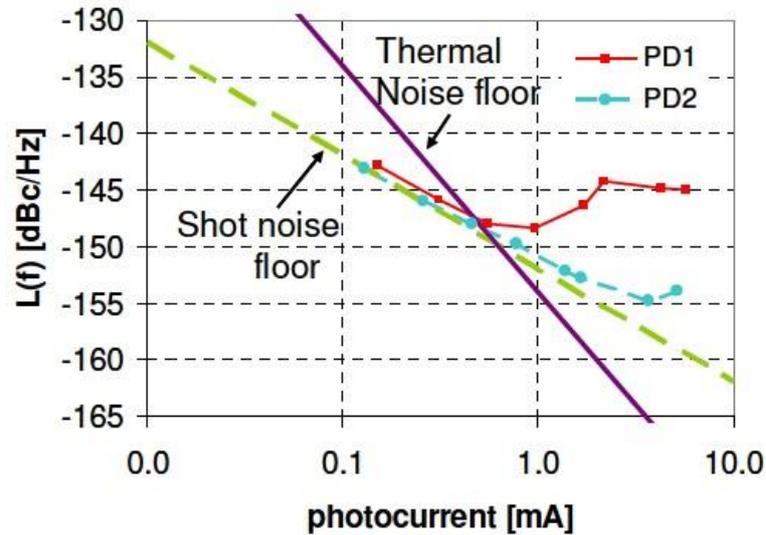


圖 1.2、兩種光二極體散粒雜訊的實測結果，同時與數學模型(散粒雜訊及熱雜訊)進行比較

當光電流小於 0.6 mA 時，PD1 與 PD2 皆由熱雜訊主導，之後散粒雜訊會大於熱雜訊。PD1 同時在 0.6 mA 附近開始飽和，之後 10 GHz 信號的功率會減小而散粒雜訊的功率卻持續增加，因此所對應相位雜訊 $L(f)$ 也會增加；相反的 PD2 依然保持線性關係至 6 mA 左右，在這個位置其雜訊水準(noise floor)會優於 PD1 約 10 dB 左右。

另一種觀察到的現象是當入射光源的強度增加，光二極體產生的電流脈衝也會變寬。其原因是當入射光源變強，光二極體內半導體材料的光載流子(photocarrier)也會變多，這些光載流子之間的交互作用力會在區域內形成一個與光二極體偏壓方向相反的電場，導致光載流子的穿越時間(transit time)增加，造成產生的電流脈衝變寬。這種效應解釋了入射光源若帶有振幅雜訊會導致產生

電流相位雜訊的增加。

圖 1.3 是 PD1 與 PD2 相關的研究結果。(a)(b)是相位對入射光源強度的關係；(c)(d)是電流脈衝半高全寬(full width at half max, FWHM)對入射光源強度的關係；(e)(f)是功率對相位轉換因子(power-to-phase conversion factor, PPC)對入射光源強度的關係。由這些圖形可以看出 PD2 對入射光源強度較不敏感。

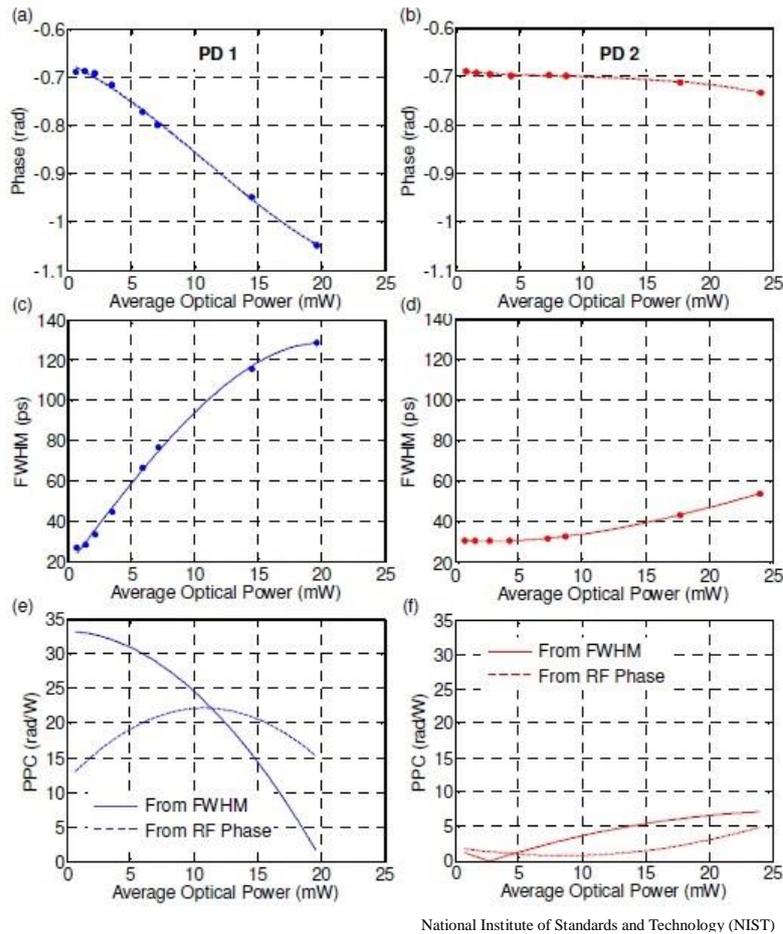


圖 1.3、兩種光二極體之相位及電流脈衝寬度與入射光源強度的關係

從以上的討論我們得知未來選擇光二極體除了要考慮頻率響應範圍外，飽和吸收度、對入射光源強度的敏感性及雜訊大小都是需要考慮的依據。前述生產 PD1 與 PD2 的 DSC 公司目前最快的 PIN 型砷化鎵銻光二極體已達到 60 GHz；另一家美國 Finisar 公司據稱已開發出 100 GHz 的產品。因此透過光纖光梳雷射產生 40 GHz 以上，間距 500 MHz 且可追溯至原子鐘等級的微波頻率信號應該

相當有機會，除了可以持續將微波頻率校正服務的能量往上提升外，未來不再需要花大錢購買昂貴的微波信號產生器。

(1.3.4)應用及效益

(a)透過光電轉換機制，可透過追溯至原子鐘等級的光纖光梳雷射產生微波頻率，除了有機會將微波頻率校正服務的能量往 40 GHz 以上提升外，同時不再需要花大錢購買昂貴的微波信號產生器。

(b)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、穩頻雷射系統的開發乃至於新型光頻振盪器的設計等。

(1.3.5)未來工作重點

以光纖光梳雷射為核心之精密光頻量測系統，可將原子鐘等級的頻率穩定度由目前國家實驗室微波段量測能量 40 GHz 提升至光頻段(1100~2200nm 及小部分可見光)。然而目前用於通訊範圍 1550 nm 左右的商用雷射(不具備穩頻功能)的頻率穩定度與所建立之量測系統差距尚有 2~3 左右的數量級。為了驗證所建立之系統的光頻量測能力，發展與建置可鎖頻至原子能階躍遷之穩頻雷射成為光頻量測領域能夠繼續推展的重點，否則無法以直接量測待校件的方式確認光梳頻率量測系統真正的能力。

(二) 時頻校核技術

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

(2.1) 導航衛星時頻傳遞技術研究

(2.1.1) 導航衛星時頻傳遞系統之建立及品質提昇

(2.1.1.1) 達成項目

配合 MEDEA 計畫國際實驗室比對(Inter-Laboratory Comparison, ILC)活動，完成 BIPM Group 2 校正

(2.1.1.2) 執行內容(執行期間：民國 106.01~106.12)

國家時間與頻率標準實驗室透過全球導航衛星(Global Navigation Satellite Service, GNSS)進行時頻傳遞，以達到以下目的：

- (一) 確保持國家標準時間 UTC(TL)與國際協調時(UTC)的同步，以提供更可靠的國內各級校正業務以及標準時頻服務。
- (二) 國際合作技術研發提升導航衛星傳時比對穩定性。
- (三) 參與 BIPM CCTF 以及 APMP TCTF 等國際組織活動。

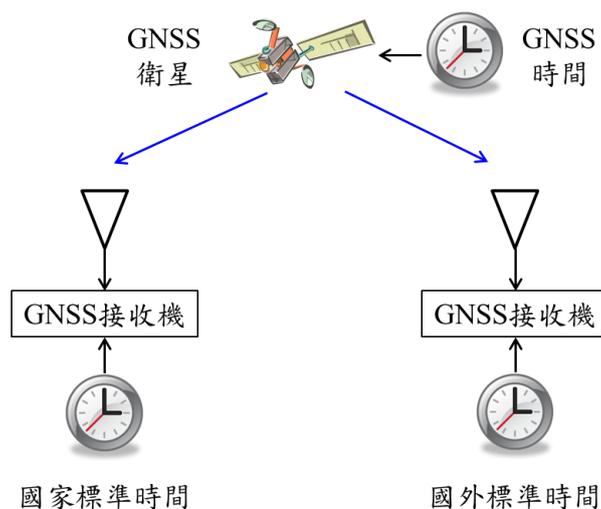


圖 2.1 GNSS 時頻傳遞示意圖

為了提升 UTC 成員實驗室的校正執行效率，BIPM 將成員實驗室依區域組織從中挑選先進實驗室，稱為 Group 1 (G1)，其他成員稱為 Group 2 (G2)。G1 之間有義務維持良好的時頻標準與巡迴校正設備，並整合巡迴校正活動，以校正 G2 成員實驗室的標準時間。本實驗室與日本 NICT、中國大陸 NIM 為 APMP 區域組織的 G1 成員，由於 APMP 區域組織成員大部分使用 GNSS 維持標準時間，因此本實驗室有研究 GNSS 時頻傳遞技術的需求，藉此爭取合作機會與經費執行校正，並輔導 G2 成員使用導航衛星傳時比對設備。

(2.1.1.3) 結果

106 年 1 月至 6 月，傳遞本實驗室的 GPS 時頻傳遞游校件 TRVL 至泰國 NIMT、馬來西亞 NMIM 以及越南 VMI，最後回到本實驗室。



圖 2.2 本實驗室與澳洲 NMIA 合作開發之 GPS 時頻傳遞游校件 TRVL

Table 1. Final P1/P2/C1 INTDLY values from the 1013-2017 trip. Values of REFDLY (with respect to the indicated REF) and CABDLY during the calibration and the resulting P3 Total delay TODLY are also indicated for reference (all values in ns). “Meas. Date” refers to the first day of the differential calibration, to which the calibration results can be applied.

System	BIPM	Meas. date	INTDLY P1	INTDLY P2	INTDLY C1	REF	REFDLY	CABDLY	Note	TODLY P3	ΔU_{CAL}
MTTO	MTTO	2017/01/30	NA	NA	31.2	UTC(NIMT)	7.1	165.4		NA	0.0
LSM1	LSM1	2017/03/24	NA	NA	35.1	UTC(NMLS)	10.8	155.4		NA	0.0
LS2P	LS2P	2017/03/24	219.1	220.0	222.4	UTC(NMLS)	259.1	157.5		116.1	0.0
VM__	VM__	2017/04/24	NA	NA	16.2	UTC(VMI)	33.9	256.8		NA	0.0
VN3P	VM12	2017/04/24	49.0	51.6	48.9	UTC(VMI)	243.9	124.3		-74.6	0.0

圖 2.3 BIPM 給予五座 GNSS 時頻傳遞標準件的校正值

(2.1.1.4) 應用及效益

本實驗室使用 GNSS 時頻傳遞做為維持 UTC 的標準方法，改善時頻傳遞誤差將會降低 UTC(TL) 的不確定性。另外本實驗室身為 APMP 的 G1 成員，須配合 BIPM 的 G1 實驗室校正活動，校正 G2 成員、指導成員時頻傳遞的任務，為了維持校正一致性，更有 G1 成員之間的技术整合並向 BIPM 建議的義務。為拓展國際知名度，以爭取國際經費，進行研發及維持 UTC(TL) 的需求，本實驗室有深入了解 GNSS 時頻傳遞技術之必要性。

(2.1.2) Group 1 實驗室 GNSS 接收機校正系統評估

(2.1.2.1) 執行內容(執行時間：民國106.01~106.12)

GNSS 傳時為目前全球最精確的時頻比對技術之一，此技術可應用於國際傳時比對及提供國內產業時頻追溯之服務。在國際比對方面，相關比對結果已成為現今國際原子時(International Atomic Time, TAI)及世界協調時(Coordinated Universal Time, UTC)計算的重要依據。在國內時頻追溯方面，實驗室自主研發之 GNSS 遠端時頻校正系統亦建立了國內完整的時頻追溯體系，提供精密儀器量測及高品質的時頻校正服務。

採用導航衛星進行傳時比對之特點在於毋須租用衛星且架設方便；使用者僅需在衛星信號強度良好之地點安裝天線及接收機設備，並搭配相關衛星觀測資料後處理之演算法，即可進行遠端時頻比對並追溯國家標準。同時，隨著所使用觀測量的不同，GNSS 傳時比對系統的精確度範圍由 1 奈秒到 10 奈秒不等(不確定度 < 5 ns)。

以 GNSS 導航衛星而言，GPS 為主要代表系統，在進行遠端時頻比對時，通常於短基線的範圍內(< 1000 km)採用共視法(Common-View)觀測可有效的消除信號傳遞路徑中共同的誤差量，以提高精確度。GPS 共視法係利用 GPS 衛星做為參考時間源，來進行異地實驗室間之時頻比對，此方式可滿足客戶因時頻標準件搬運不便、需持續運轉或業務需求等因素無法送校的需求。圖 2.4 為導航衛星時頻比對示意圖，當實驗室 K1 及 K2 進行時頻比對時，實驗室透過接收機接收來自相同衛星的訊號，並將解算的結果與實驗室 UTC(TL)時間相比，再經由資料交換可進一步分析 Clock(K1)與 Clock(K2)間的時間差，此架構我們稱為導航衛星共視比對架構。

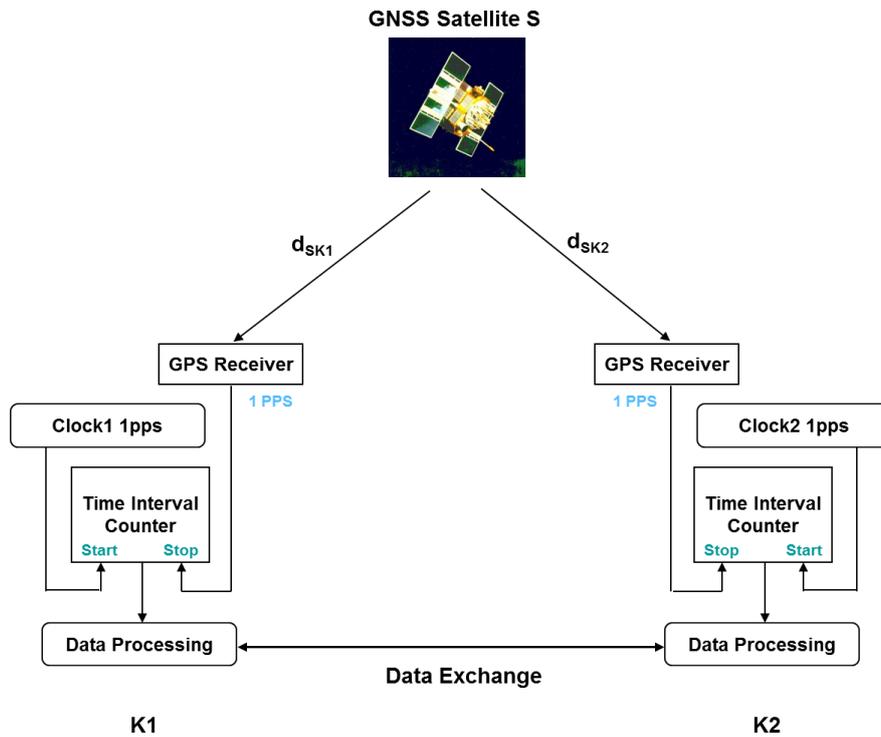


圖 2.4、導航衛星時頻比對示意圖

伴隨著多星系 GNSS 時代的來臨(如：美國 GPS、俄羅斯 GLONASS、歐盟 Galileo、中國的 Beidou)，GNSS 系統提供更多星系觀測資料及現代化信號，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。許多重要應用及研究多使用多星系導航系統來達成。因此以多星系導航系統為基礎的 GNSS 技術研發，已是必然的趨勢，本實驗室亦將持續更新及建置多星系傳時比對系統，以期提升實驗室國際比對能力並維持國內時頻追溯的最高標準。本實驗室自 2012 年起陸續進行 GNSS 傳時比對系統(TTS4、GTR50、PolaRX4)建置與更新，2017 年維持的 GNSS 傳時比對系統及天線陣列設備如圖 2.5。



TTS4



GTR50



PolaRx4



圖 2.5、實驗室傳時 GNSS 傳時比對系統及天線陣列

為了維持國內時頻鏈路的可追溯性(如圖 2.6、圖 2.7)並與國際標準保持一致，定期且持續性的校正及評鑑是有必要的。實驗室自 2013 年起，GNSS 遠端時頻校正系統陸續通過全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation)及國際專家評鑑，並將實驗室 GNSS 遠端時頻校正能力登錄於國際度量衡局(Bureau international des poids et mesures, BIPM)關鍵比對資料庫中(key comparison database, KCDB)，符合國際 ISO/IEC 17025 規範及全球相互認可協定(Mutual Recognition Arrangement)之要求。2015 年起新增遠端時間校正量別，系統登錄 BIPM KCDB 的擴充不確定度為 35 ns(信賴水準為 95%)。標準頻率追溯方面，系統遠端頻率校正的相對擴充不確定度持續維持在 2.0E-13 水準。國家時間與頻率

標準實驗室遠端時頻校正能量之建立，提供國內產業優質的標準時頻追溯鏈路，滿足精密儀器量測及高品質的遠端時頻校正之需求。

現今無線通訊技術的快速發展，對於頻率以及時間準確度的要求與日俱增，且隨著即時服務與高速可靠資料傳輸需求的增加，精確時間與頻率的同步對於電信網路的效能扮演極重要的角色。因為精確的時頻同步可確保系統能正確地傳送及接收資料，否則當網路同步失效時將導致整個頻譜無效和更廣泛的服務降級。圖 2.5 為通信網路對於時間與頻率同步的需求。在 CDMA、WIMAX-TDD、LTE-TDD 及 Smart Grid PMU(Phasor Measurement Unit)系統中，同步的需求大約在微秒等級(micro-second)。目前電信網路主要的同步方式有四種：TDM (Time Division Multiplexing) link、GPS, SYNC-E (Synchronous Ethernet) link 及 IEEE 1588 PTP。其中 GPS 為實現同步最有效的方法之一，採用此方式之優點在於系統可輕易達成微秒等級的同步需求。因應國內產業時間同步及追溯的需求，實驗室乃進行 GNSS 遠端時頻校正系統時間追溯網路建立，並持續降低國內時頻追溯鏈路之不確定度。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。透過時頻追溯鏈路參考平台，可將 GNSS 遠端時頻校正技術推廣至國外 Group 2 時頻實驗室、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，時頻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。

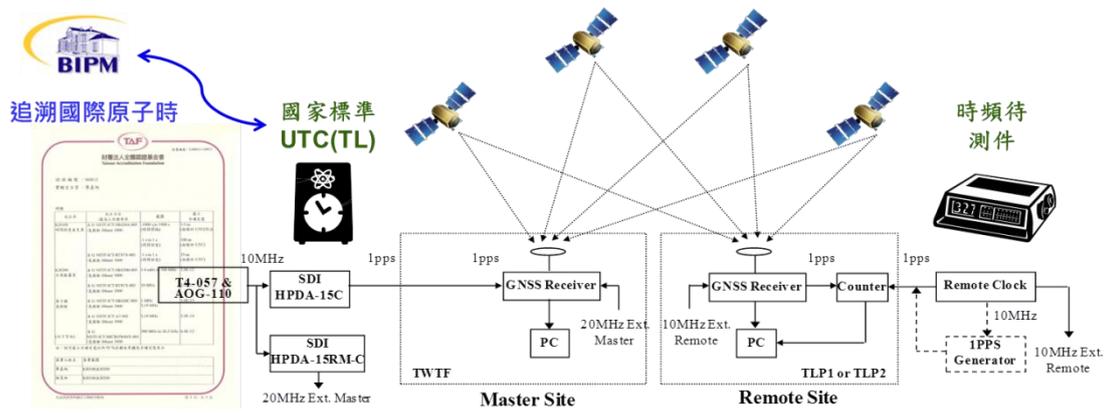


圖 2.6、GNSS 導航衛星時頻比對追溯示意圖

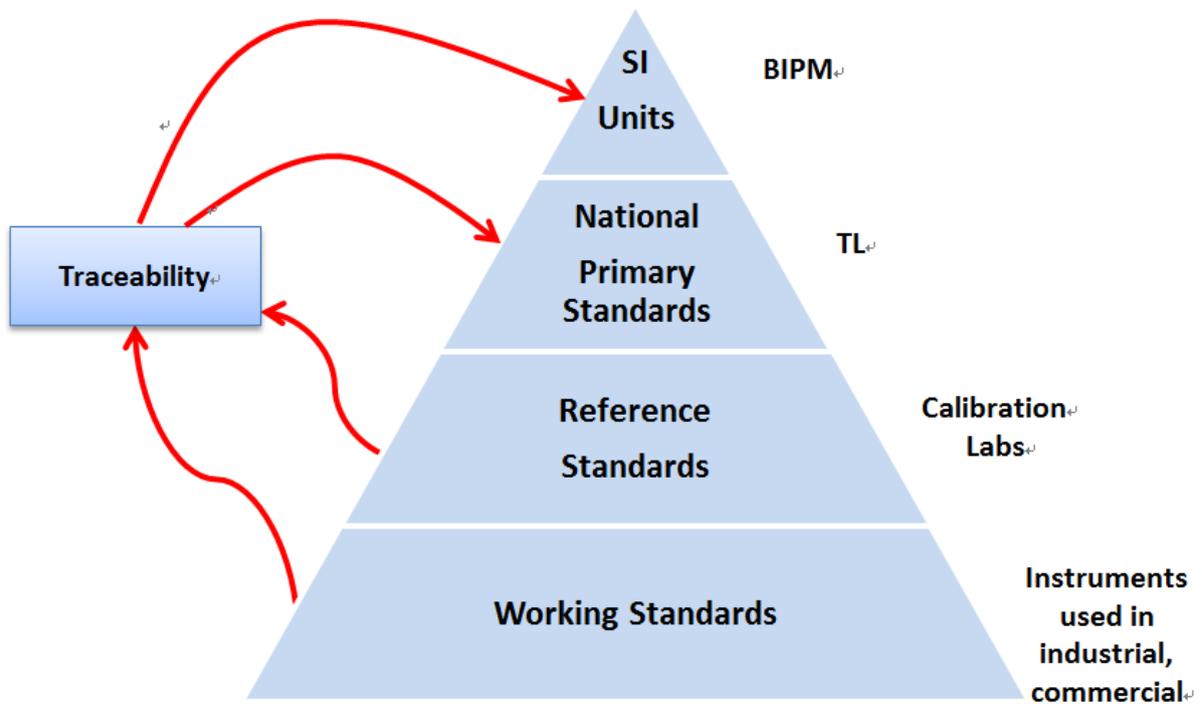


圖 2.7、TL 遠端時間追溯鏈路

Application	Frequency Accuracy	Time accuracy
GSM	5×10^{-8}	N/A
CDMA	5×10^{-8}	$1 \mu s(10 \mu s \text{ holdover})$

WiMAX (FDD mode)	5×10^{-6}	N/A
WiMAX (TDD mode)	5×10^{-6}	$1 \mu s (25 \mu s \text{ holdover})$
LTE (FDD mode)	5×10^{-8}	N/A
LTE (TDD mode)	5×10^{-8}	$3 \mu s \text{ inter-cell}$
Smart Grid DME	N/A	1ms
Smart Grid PMU	N/A	$<1 \mu s$

圖 2.8、通信網路時間與頻率同步需求

(2.1.2.2) 結果

(a) 國內時間鏈路追溯之參考平台比對能量維持與提供遠端校正服務

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	$> 0.5 \text{ V } (50 \Omega)$	1.0	ns	2	95%	No	NSTF-ICT-SR620A-005	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
						Measurement time	86400 s							
						Slew rate	$> 0.5 \text{ V/ns}$							
Time scale difference	Local clock vs. UTC	Comparison against predicted UTC	-0.5	0.5	s	1 PPS amplitude	$> 0.5 \text{ V } (50 \Omega)$	100	ns	2	95%	No	NSTF-ICT-SR620A-005	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
						Measurement time	86400 s							
						Slew rate	$> 0.5 \text{ V/ns}$							
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
						baseline length from TL	$< 1000 \text{ km}$							
Frequency	General frequency source	Direct frequency measurement	1	$3.0\text{E}+08$	Hz	Measurement time	86400 s	$3.0\text{E}-12$	Hz/Hz	2	95%	Yes	NSTF-ICT-SR620B-005	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
						Amplitude	$> 0.5 \text{ V } (50 \Omega)$							
Frequency	Local frequency standard	Phase comparison	1	1	MHz	Measurement time	86400 s	$3.0\text{E}-13$	Hz/Hz	2	95%	Yes	NSTF-ICT-SR620C-005	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
						Amplitude	$> 0.5 \text{ V } (50 \Omega)$							
Frequency	Remote frequency standard	GPS common-view	10	10	MHz	Averaging time	1 d	$2.0\text{E}-13$	Hz/Hz	2	95%	Yes	NSTF-ICT-RTFCS-002	Included best DUT's effect Approved on 10 March 2015
						baseline length from TL	$< 1000 \text{ km}$							

The BIPM key comparison database.

1/2

圖2.9、TL維持登錄BIPM KCDB資料庫中之遠端追溯能量

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。此參考平台由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。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，可供傳時設備追溯使用。本年度除了保持國內追溯鏈路體系的健全外，系統亦追溯至國際SI單位與國際標準保持一致，並維持登錄BIPM KCDB (The BIPM key comparison database)關鍵比對資料庫中遠端時頻校正能力，如圖2.9。

2016~2017年執行TCI GNSS Group1接收機比對計畫，其架構如圖2.10，NIM設備如圖2.11，天線架設如圖2.12

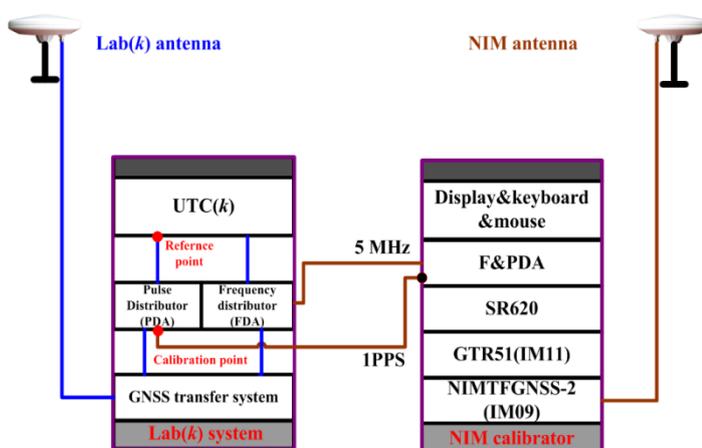


圖2.10 TCI計畫設備架構



圖2.11 TCI計畫NIM運至TL之設備



圖2.12 TCI計畫NIM天線在TL之架設

與NIM比對結果如下：

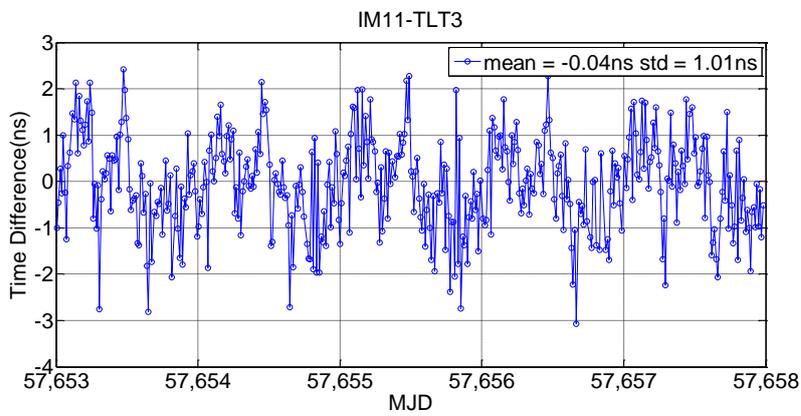
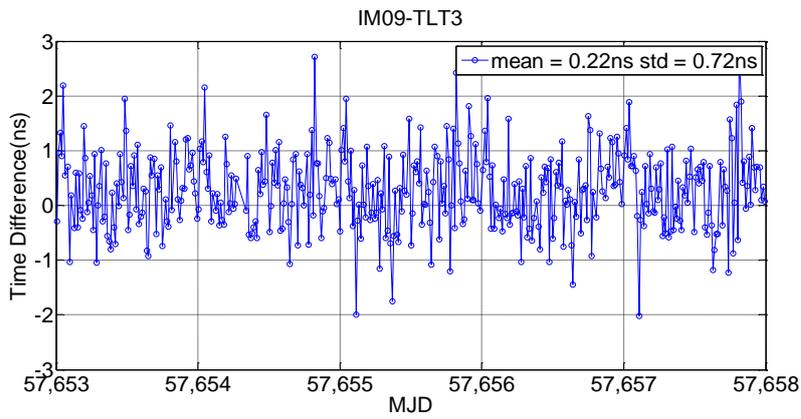
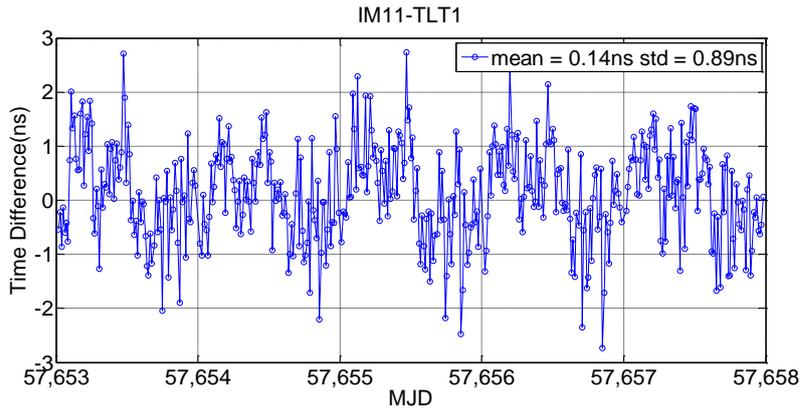
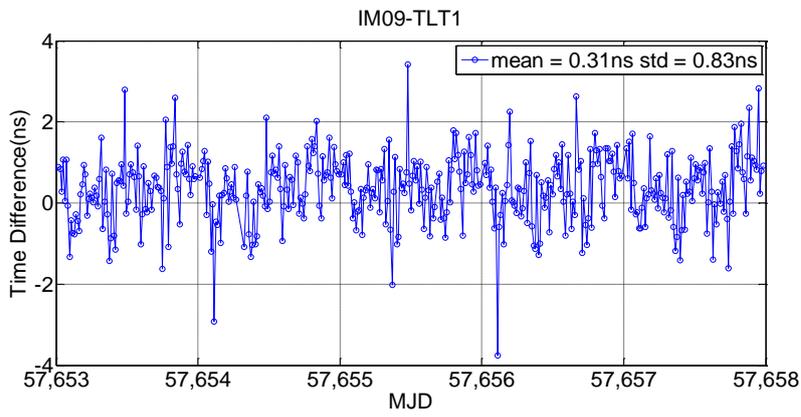


圖2.13、TL與NIM Group 1 接收機比對結果

(b) 電信網路基準主時鐘 PRTC(Primary Reference Time Clock)監測

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)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皆已提及微秒(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。如圖 2.14 電信網路基準主時鐘 PRTC 遠端監測示意圖，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。依據 ITU-T G.8272 中定義適用於 PRTC 輸出的時間誤差的要求，其中，基準主時鐘 PRTC 的時間輸出相對於經認可的時間標準(如：UTC)應準確至 100 奈秒以內。本年度透過本實驗室自主開發之時間追溯鏈路平台，針對目前電信基準主時鐘 PRTC 進行遠端時間監測實驗，其結果如圖 2.15、2.16 所示，實驗結果顯示該 PRTC 時間輸出相對於經認可的時間標準 UTC(TL)至 40 奈秒以內，相當不錯，符合 ITU-T 規範之需求，也代表實驗室自主開發之遠端時間追溯系統能應用於電信網路時間同步之監測，後續可更進一步對網路同步進行分析與預測，提供更完整的同步相關資訊。此外，客戶端或次級實驗室待測標準件亦可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。

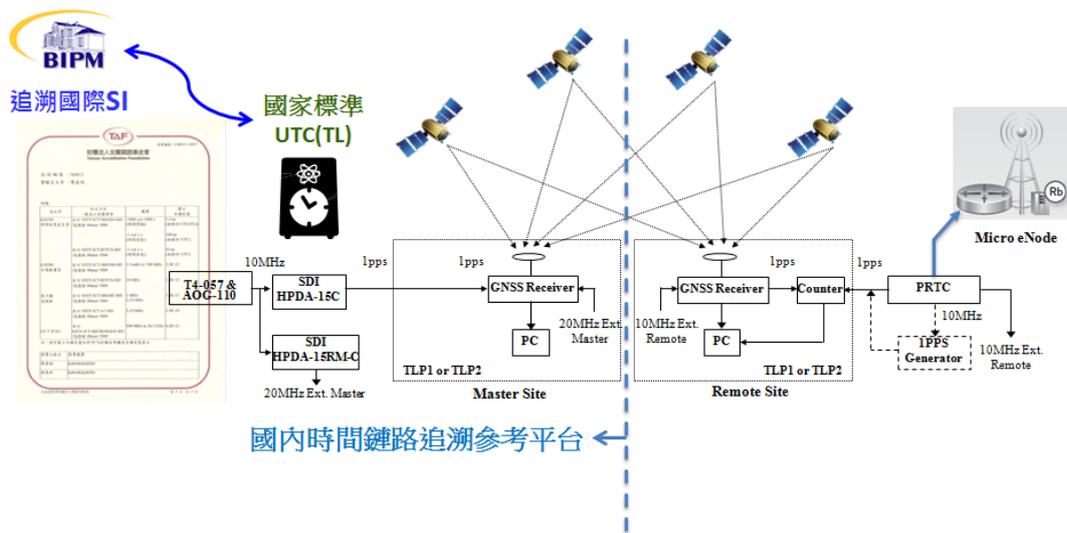


圖 2.14、電信網路基準主時鐘 PRTC 遠端監測示意圖

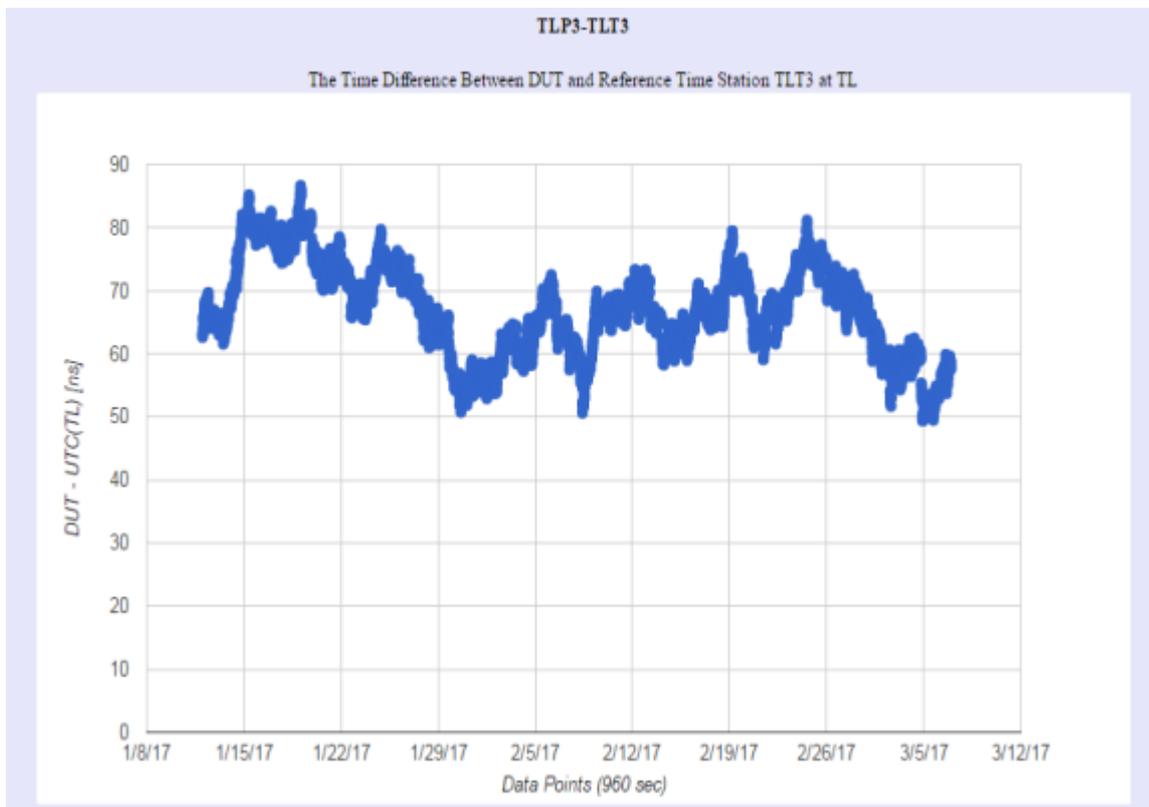


圖 2.15、電信網路基準主時鐘 PRTC 遠端監測結果

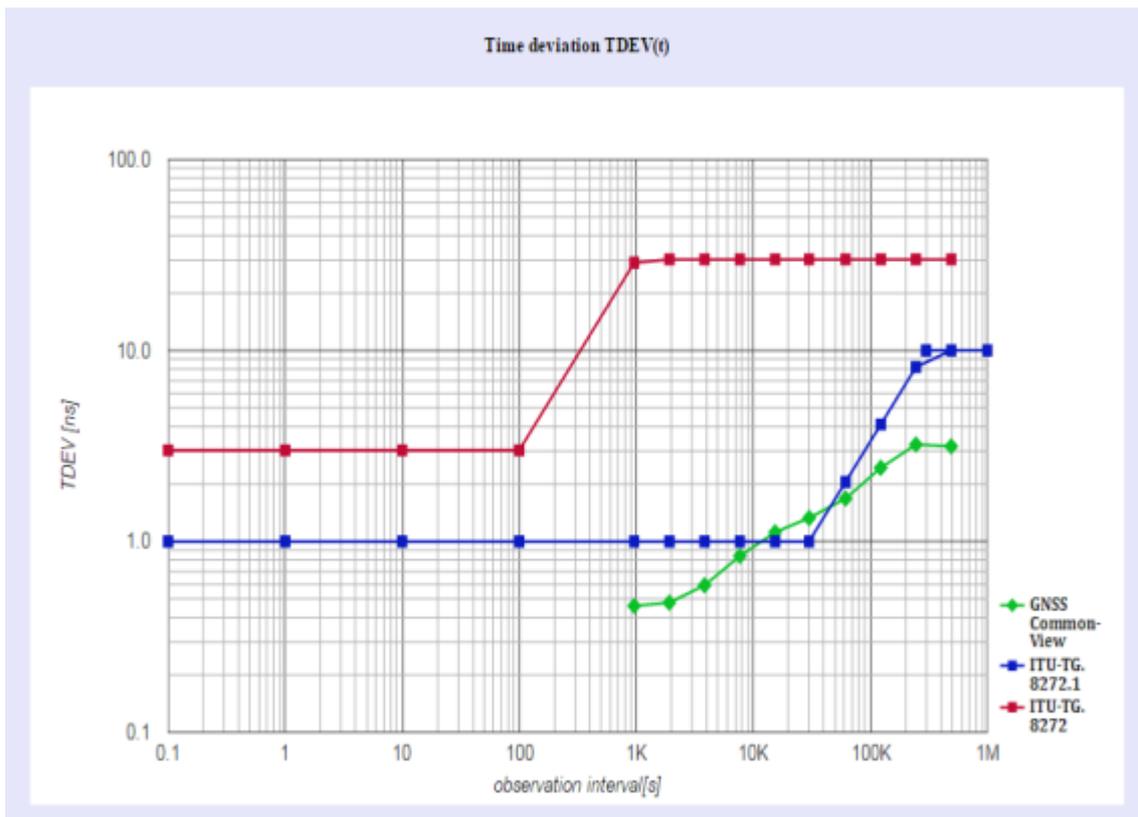


圖 2.16、電信網路基準主時鐘 PRTC 遠端監測之 TDEV

(2.1.2.3)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。此外時間與頻率參考平台的建置亦可滿足相關時間同步應用的需求，其效益如下：

- 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。

(2.1.2.4)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 Goup 1 實驗室間接收間比對，有利後續 Group 實驗室之追溯校

正，另利用時頻追溯鏈路參考平台，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，標準時間與頻率追溯鏈路參考平台及 GNSS 遠端傳時扮演了極關鍵的角色，未來將應用此技術在先進網路中(4G、5G)主參考時鐘性能(Primary Reference Time Clock)監測及時間同步的追溯，期盼能進一步對網路同步進行監測及提升網路整體效能。

(2.2) 衛星雙向時頻傳遞技術研究

(2.2.1) 衛星雙向時頻傳遞系統之建立及品質提昇

(2.2.1.1) 達成項目

研發衛星雙向時頻傳遞軟體無線電接收機

(2.2.1.2) 執行內容(執行期間：民國 106.01~106.12)

國際上維持標準時頻的國家級或指定機構，須測量彼此標準時頻之間的時間差，稱之為時頻傳遞，除了滿足 CCTF-UTC.001 關鍵比對要求，用來確保標準時頻與國際標準的一致性之外，並提供測量值給國際度量衡局(Bureau international des poids et mesures, BIPM)，用以計算國際原子時(Temps atomique international, TAI)。衛星雙向時頻傳遞(Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer, TWSTFT)是目前最精準的遠距時頻傳遞技術之一，其測量不確定度可達 1.0 奈秒，並有即時性、獨立性等優點。其系統架構如圖 2.17 所示。

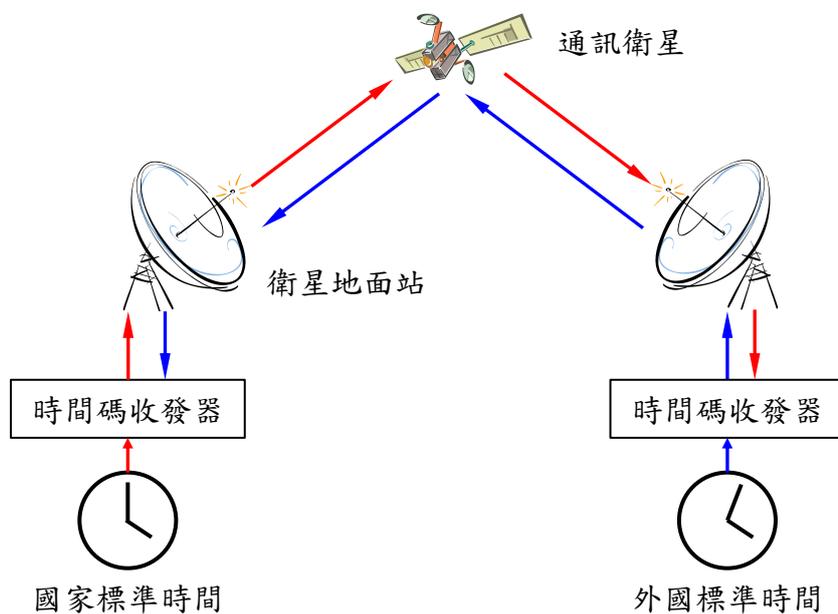


圖 2.17 TWSTFT 技術測量標準時間差之系統架構圖，主要利用時間碼收發機、衛星地面站以及通訊衛星頻道，彼此發射時間碼並且測量對方訊號的抵達時間，藉此得到雙方時間差

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)，因此可測得非常精準的時間差。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。

為提升比對穩定度，本實驗室著手改善時頻傳遞接收機，使用類比數位轉換器以及個人電腦發展軟體接收機(software-defined receiver, SDR)，用以量測信號抵達時間。其架構如圖 2.18，在時間碼收發機(Modem)的接收(Rx)端插入一個功率分配器，分配器的一個輸出連接原本的時間碼接收機，另一個輸出連接類比數位轉換器。轉換器將接收波形 $x(t)$ 等間隔取樣成數位電壓值 x_i ，電腦收到 x_i 之後計算出信號抵達時間。圖 2.19 所列為 SDR 設備，其 ADC 為 National Instrument USRP N210，取樣頻率為 50MHz，其電壓解析度為 8bits，並且其 PC 使用研華電腦。

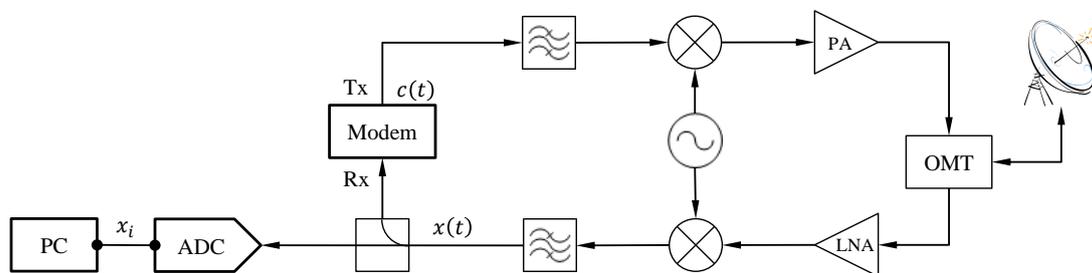


圖 2.18 使用類比數位轉換器(analog-to-digital converter, ADC)以及個人電腦(personal computer, PC)做為軟體接收機用以接收時間碼，並計算出信號抵達時間

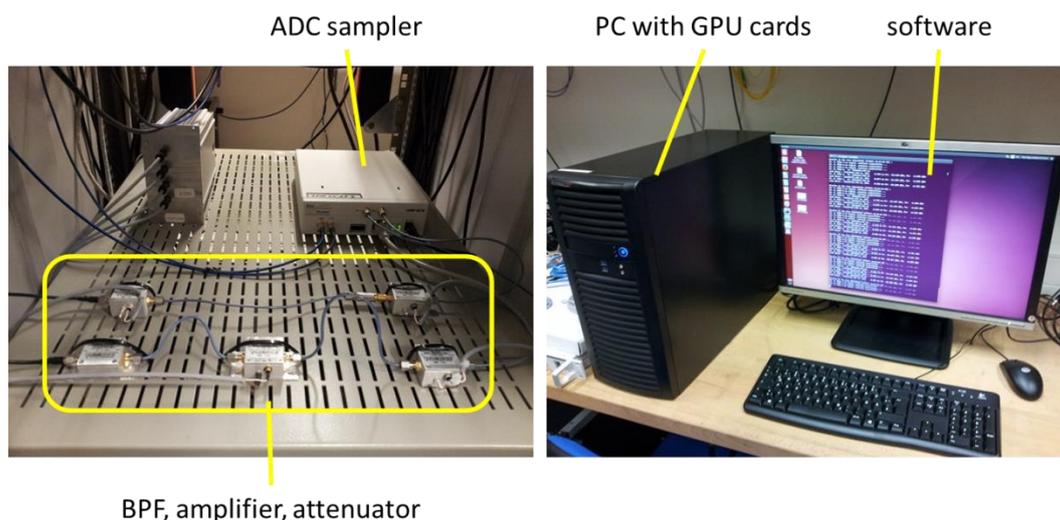


圖 2.19 德國 PTB 的軟體接收機設備，包含 ADC、RF 元件以及搭配圖形運算單元 (GPU) 的個人電腦

鑒於 SDR 接收機於亞洲時頻傳遞相當成功，且甚多實驗室有意願引進此技術，BIPM 於 2016 年 1 月成員會議時發起 SDR 先鋒研究小組 (SDR Pilot Study Group, SDR PSG) 計畫，希望通過擴大參與建立 SDR 接收機，由更多實驗室共同驗證後，將 SDR 接收機提交 2017 年 CCTF 大會認可，成為 UTC 技術之一。表達意願參加 SDR 先鋒研究小組之各國標準時頻機構，除本實驗室以及原已參與時頻傳遞的 NICT 及 KRISS 之外，尚有中國大陸 BIRMM, NIM, NTSC, 義大利 INRIM, 葡萄牙 IPQ, 瑞士 METAS, 美國 NIST, USNO, 英國 NPL, 法國 OP, 波蘭 AOS, 德國 PTB, 西班牙 ROA, 瑞典 RISE, 俄羅斯 VNIIFTRI 等共 18 個標準時頻機構願意加入先鋒研究小組建立 SDR 接收機。由於參與機構眾多，由本實驗室一一協助指導需時甚久，不切實際，且歐洲 TWSTFT 網路中所使用之頻帶與交換碼與亞洲略有不同，亞洲版 SDR 軟體無法直接於歐洲、歐美 TWSTFT 網路中使用。CCTF TWSTFT 工作組主席 Mr. Victor Zhang、秘書 Dr. Zhiheng Jiang 於 2016 EFTF TWSTFT 成員會議空檔時間與本實驗室討論後，向各 PSG 參與成員建議採下列步驟推廣及驗證

一、由本實驗室針對歐洲 TWSTFT 開發 SDR 接收機軟體

二、先由本實驗室協助訪問 PTB、OP、NTSC、NIST 安裝 SDR 軟硬體，並於歐洲、歐亞、歐美 TWSTFT 網路環境中測試，測試成功後由 BIPM 公布 SDR 軟體、安裝及操作說明，供其他標準時頻機構再複製軟、硬體安裝經驗以於歐洲、歐亞、歐美等 TWSTFT 網路中建立 SDR 鏈路。

三、各參與 SDR PSG 之機構必須把資料上載至 BIPM，供 PSG 工作組成員檢視及使用。

四、軟體將循 CCTF GNSS 工作組維持 R2CGGTS 軟體的模式，由本實驗室負責維護，並由 BIPM 公布正式版本，參與機構基於學術研究上可自由修改運用，並送本實驗室參考。

本實驗室開發最新的 SDR 軟體版本為 v2017.2，由 BIPM 與本實驗室共同維持，軟體包含程式碼、ReadMe、昇版程序、操作手冊以及安裝手冊，如圖 2.20，CCTF 工作組將軟體公布於 BIPM 網站，並限制其成員取用。圖 2.21 指出今年度(2017)目前使用本實驗室開發的 SDR 接收機的國際時頻標準機構。

The screenshot shows the BIPM website interface. At the top, there is a search facility and navigation links for 'Site map', 'News', and 'Contact us'. Below the navigation bar, the page title is 'CCTF/WGTWSTFT working documents (Restricted access area)'. The main content area is divided into two sections: 'SDR (TWSTFT)' and 'Meetings'. The 'SDR (TWSTFT)' section contains a table with the following data:

File	Title	Author	Latest update	File type/size
WGTWSTFT/16-2016-01	ReadMe_SDR_V2016.7	BIPM/TL	2016/09/30	PDF 13 kbytes
WGTWSTFT/16-2016-02	Hardware_installation_guide_SDR_V2016.7	TL	2016/09/30	PDF 791 kbytes
WGTWSTFT/16-2016-03	software_installation_guide_SDR_V2016.7	TL	2016/09/30	PDF 74 kbytes
WGTWSTFT/16-2016-4	SDR-Software	TL	2016/09/30	Other 17 kbytes
WGTWSTFT/16-2017-01	ReadMe_SDR_V2017.2	TL/BIPM	2017/03/08	PDF 280 kbytes
WGTWSTFT/16-2017-02	installation_V2017.2	TL	2017/03/08	PDF 378 kbytes
WGTWSTFT/16-2017-03	upgrade_procedure_V2017.2	TL/BIPM	2017/03/08	PDF 107 kbytes
WGTWSTFT/16-2017-04	operation_V2017.2	TL	2017/03/08	PDF 688 kbytes
WGTWSTFT/16-2017-05	SDR-Software8V2017.2	TL	2017/03/08	Other 21 kbytes

The 'Meetings' sidebar lists various meetings and publications, including 'Publication_and_Document (TWSTFT)', 'WG_23rd_Meeting (Sept 2015 BIPM)', 'WG_22nd_Meeting (Sept 2014, Mendeleevo)', 'WG_21st_Meeting (Sept 2013, Taipei)', 'WG_20th_Meeting (Sept 2012, BIPM)', 'PS_EFTF_Goteborg_2012 (April 2012, EFTF)', 'PS_PTTILong_Beach_2011', 'WG_19th_Meeting', 'PS_PTTI_Reston_2010_Informal (Informal)', 'WG_18th_Meeting', 'Satellites (Europe - N.America)', 'Schedules', and 'Time links'.

圖 2.20 BIPM 網站上以限制性方式公開本實驗室開發的 SDR 接收機軟體

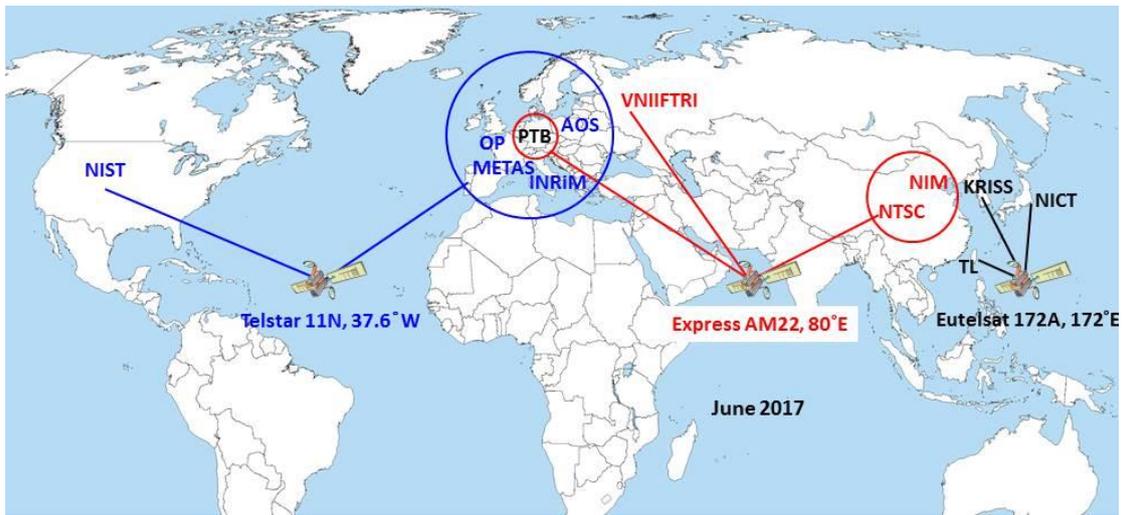


圖 2.21 截至 106 年 9 月已安裝 SDR 接收機之衛星雙向時頻傳遞

(2.2.1.3) 結果

本實驗室與 BIPM 上半年度完成了一篇技術備忘錄(technical memorandum, TM)，探討 SDR 接收機先鋒計畫現況(Status of the pilot study on the TWSTFT SDR for UTC time links, TM267)。

許多亞太、歐亞以及歐美標準時頻機構在本實驗室的協助下，已持續使用 SDR 接收機進行 TWSTFT 時頻傳遞，在 TM267 我們呈現了這些機構的標準時間差，摘錄如圖 2.22 至圖 2.28，可以發現，相較於傳統接收機，所有測量結果的穩定性皆有明顯地提升，不僅如此，在歐洲一些機構之間的測量結果，如 PTB-OP 以及 PTB-INRiM 等，其周日效應(按：測量值呈現以日為周期的不穩定變動現象)皆有明顯的改善。

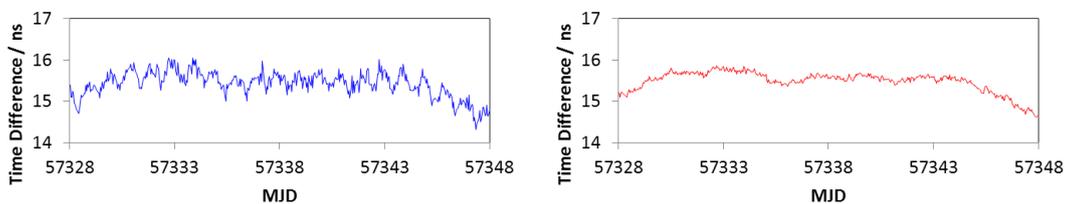


圖 2.22 本實驗室 TL 與韓國 KRISS 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

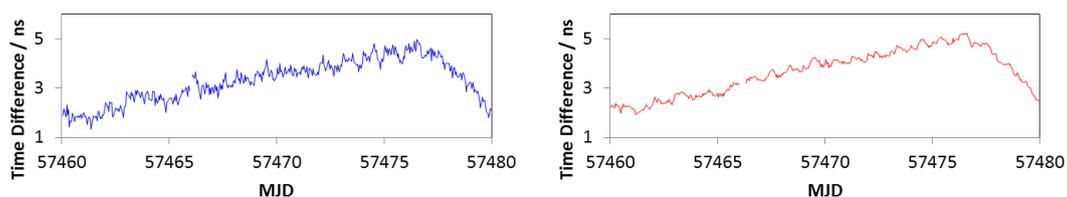


圖 2.23 本實驗室 TL 與日本 NICT 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

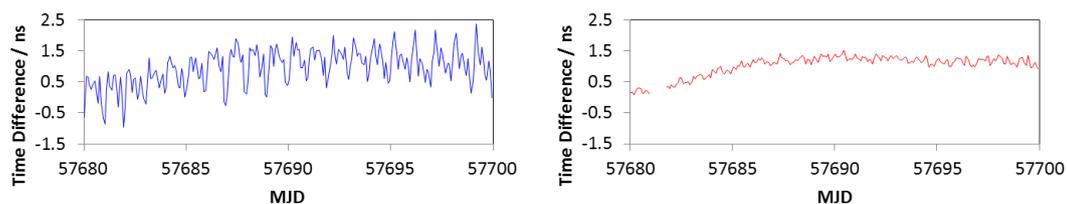


圖 2.24 德國 PTB 與法國 OP 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

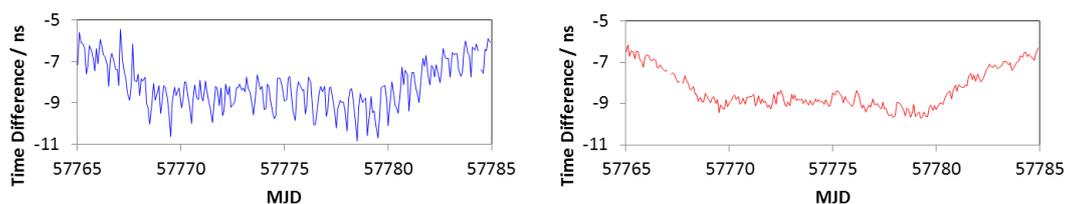


圖 2.25 德國 PTB 與義大利 INRiM 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

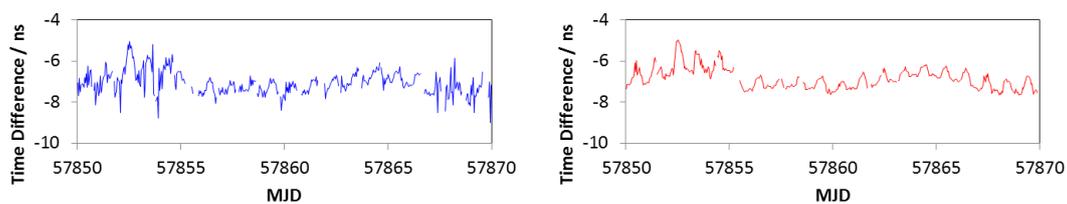


圖 2.26 德國 PTB 與中國大陸 NIM 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

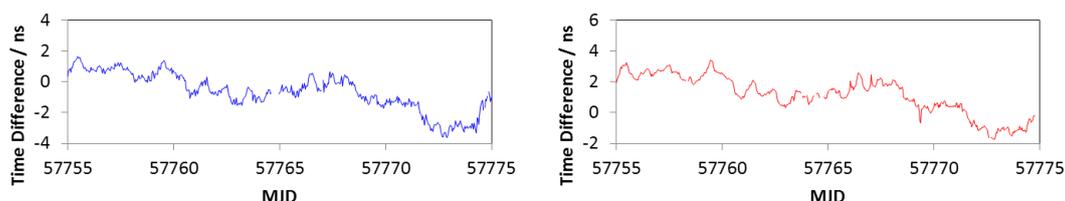


圖 2.27 德國 PTB 與中國大陸 NTSC 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

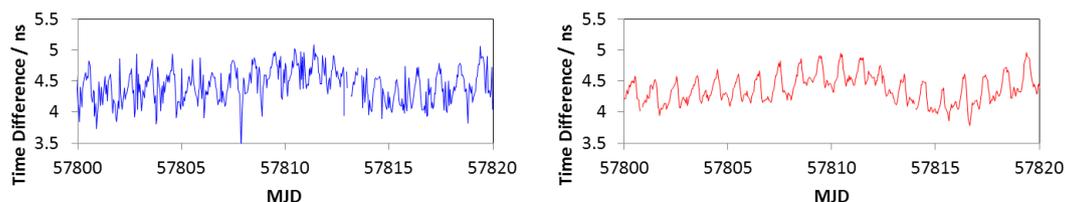


圖 2.28 德國 PTB 與俄羅斯 VNIIFTRI 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

然而，在與美國 NIST 的時頻傳遞結果中，不論使用傳統接收機還是 SDR 接收機，其周日效應依然存在，如圖 2.29 及圖 2.30，我們猜測這可能是歐美之間的 TWSTFT 是透過衛星 Telstar 11N 使用兩個轉頻器所造成，原因是兩個轉頻器的電路不同，其行波延遲就不同，並且可能隨時間變化。有鑑於此，BIPM 積極與美國 USNO 溝通盡速建立 SDR 接收機，以驗證是否為兩個轉頻器的問題，另外，歐亞鏈路傾向使用單一轉頻器衛星，雖然候選衛星非常有限，但是能避免使用兩個轉頻器可能造成的誤差。

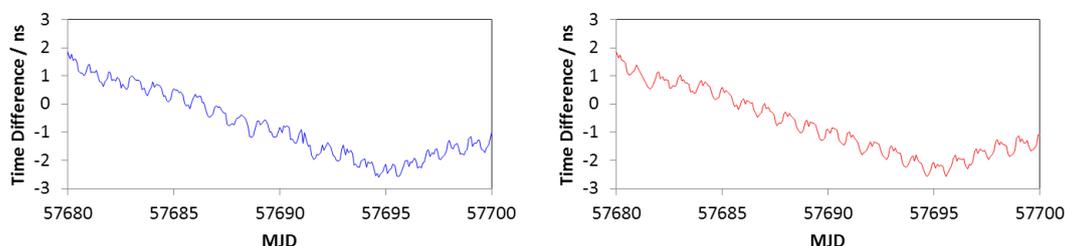


圖 2.29 美國 NIST 與德國 PTB 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

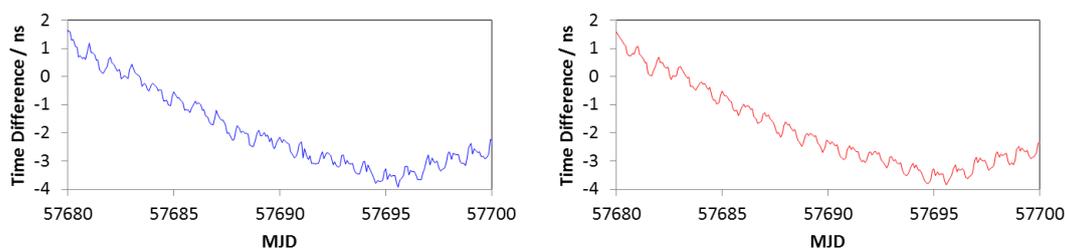


圖 2.30 美國 NIST 與法國 OP 使用傳統接收機(左)與 SDR 接收機(右)測量標準時間差結果

(2.2.1.4) 應用及效益

在 BIPM 的立場，產生 UTC 不僅需要各標準時頻機構運轉原子鐘，更需要國際時頻傳遞技術，由於目前 UTC 最主要的不確定性就是國際傳遞技術的不確定度[Lewandowski, Metrologia, 2006]，降低 UTC 的不確定性是 BIPM 的主要任務之一，除了 BIPM 持續關注國際時頻傳遞的相關技術，CCTF 亦頻繁召開 TWSTFT 工作組年會，以提升時頻傳遞的穩定性。本實驗室近年來積極配合 BIPM 以及 CCTF 工作組的活動，指導國際標準時頻機構建立及使用 SDR 接收機已提升許多時頻傳遞的穩定性，持續配合活動能夠彰顯本實驗室的技術及效率。

在標準維持的立場上，維持 UTC(TL)的條件是需具備原子鐘，由於學術及國防需求，促使製鐘技術的發達，使得原子鐘越來越穩定，商品化的氫鐘也越來越普遍，早期以銫鐘做為 UTC(TL)，其單日穩定性約 5×10^{-14} ，使用 TWSTFT 測量 5 分鐘就足以測得銫原子鐘的特性，而氫鐘的每日穩定度可高達 10^{-15} 。由於氫鐘相對於銫鐘穩定，並且能夠長期持續運轉，因此本實驗室持續購買高穩定性的氫鐘做為 UTC(TL)以及其備援，能比銫鐘準確同步 UTC，這樣一來，能夠降低校正客戶的振盪器不確定性，使得校正結果更準確。從效率面來看，以往使用銫鐘做為頻率源校正的客戶振盪器，每次歷經數分鐘到數小時不等，由於氫鐘的短時間的穩定性比銫鐘還要好一個檔次，在相同的測量期間內用氫鐘測量會比用銫鐘還要穩定，使得校正時間可以縮短，或是在相同的校正時間之下得到更

精密的測量值。在這個情況下，使用 TWSTFT 就需要花更長的時間才能測得氫鐘的特性，而提升 TWSTFT 穩定性將可以越快了解本實驗室氫鐘的偏差。

本實驗室使用原子鐘叢集維持 UTC(TL)。原子鐘叢集是指 UTC(TL)和數台原子鐘的集合運轉，主要由銨鐘構成，通常放在一間大樓內，用時間間隔計數器 (time interval counter, TIC)測量原子鐘之間的時間差，藉此判斷 UTC(TL)是否異常，這種方法具備即時、無空窗期的特性，並且 TIC 又比 TWSTFT 穩定，是維持 UTC(TL)的方法之一。實際上，大部分原子鐘群共享電力及空調設備，可能因為共用空調導致 UTC(TL)的頻飄與原子鐘叢集一致，無法藉由原子鐘叢集測得 UTC(TL)的頻飄，或是可能因為斷電導致所有原子鐘停擺，降低原子鐘叢集的參考價值，而個別原子鐘使用獨立電力或空調系統亦耗費成本，務實性低。另外，維持 UTC(TL)連續運轉需要許多設備串接而成，諸如頻率分配器、脈衝分配器以及相位微調器等，只要其中一個設備毀損，或是大規模的停電，都可能導致訊號不穩定，或是所有原子鐘停擺，造成 UTC(TL)時偏、頻偏或是頻飄而無法挽回等情形，這時，必須使用時頻傳遞技術如導航衛星或是 TWSTFT 測量 UTC(TL)與其他國家標準時頻的差異，判斷 UTC(TL)的異常程度並橋接回來，才能保持與 UTC 的同步，或是將此異常值記錄在日誌上，以維持校正的品質與追溯性。

衛星雙向時頻傳遞的進行，包括費用的分攤、與衛星公司的聯繫、測試及操作，數據的交換與發表等，都必須透過雙方的溝通合作才能達成目的，也因此容易與合作夥伴建立深厚的友誼，是最直接的國際合作關係。近幾年來本實驗室透過合作向國際各先進實驗室學習到許多經驗，實為技術能力大幅進步的主因。

(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，對於技術瓶頸有一定程度的掌握：在精密度很高的衛星雙向傳時

技術，對於衛星地面站設備的影響無法忽視，長久以來本實驗室觀察到地面站設備諸如放大器、纜線以及RF元件如功率分配器等，其特性與環境溫度有密切的關係。未來將開發衛星模擬器，配合SDR接收機的精密性，期能有效補償時頻傳遞的誤差，使TWSTFT更穩定

(三) 標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣

(3.1) 標準時間同步服務運轉

(3.1.1) 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。

(3.1.2) 執行內容(執行期間：民國 106.01~106.12)

- (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。

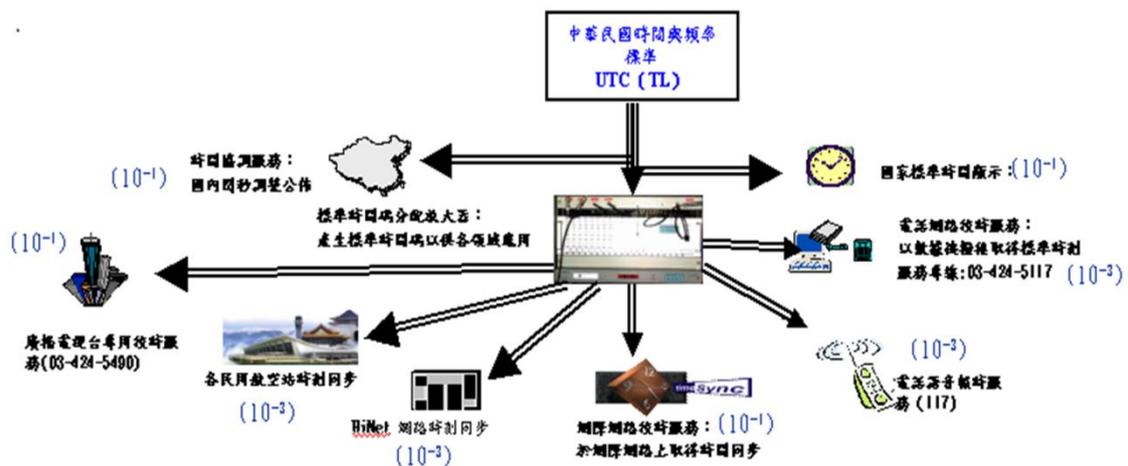


圖 3.1、國家標準時間同步服務示意圖

(3.1.3) 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。

(3.1.4) 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。

(3.1.5) 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。

(3.1.6) 自評與建議

過去由於同仁持續的努力，開發出多項方便實用的時間同步服務，其服務範圍廣泛而影響深遠。然而時間就如同空氣一般，平時感覺不到它的存在，狀況出現時才體會到它不可或缺；在此情況下，標準時間服務的提供往往被視為簡單而理所當然，不僅使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，而這些對日用民生有實質幫助的服務，應該得到充分的肯定與持續的資源支持。

(3.2) 網際網路校時(NTP)及網站(WEB)服務

(3.2.1) 達成項目

網際網路校時服務及網站服務維運現況及分析

(3.2.2) 執行內容(執行期間：民國 106.01~106.12)

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，民眾可使用電腦與資訊設備取得國家標準時間。網際網路校時服務以 NTP(Network Time Protocol)協定為基礎(RFC)，此協定屬於網路架構(OSS)之應用層(Application Layer)，其校時原理是在假設客戶端(client)以及國家標準時間伺服器端(server)之間封包來回傳遞的延遲為相等的情況下，測量封包的往返延遲，計算出客戶端設備時間與國家標準時間之差值，並藉由此差值修正客戶端時間即可得到國家標準時間。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，每天服務量非常龐大。

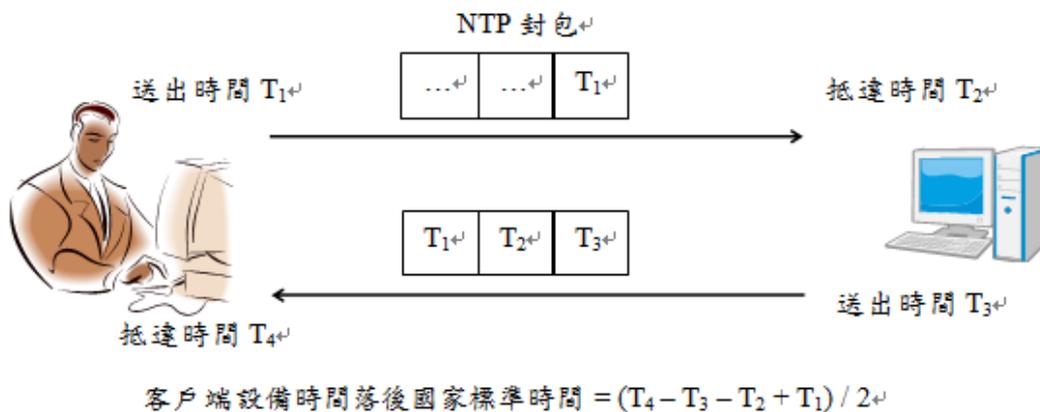


圖 3.2 網際網路校時原理示意圖

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，以應付每日高達 25 億次的校時請求，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。目前網際網路校時服務如圖 3.3 所示，包含兩部原級伺服器、六部網路伺服器、三部交換器、以及一部監視電腦保持穩定運轉。本實驗室網際網路校時服務的架構如圖一所示，首先兩部原級伺服器接上國家標準時間訊號(目前有 IRIG(IEEE 1344 擴充)、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。

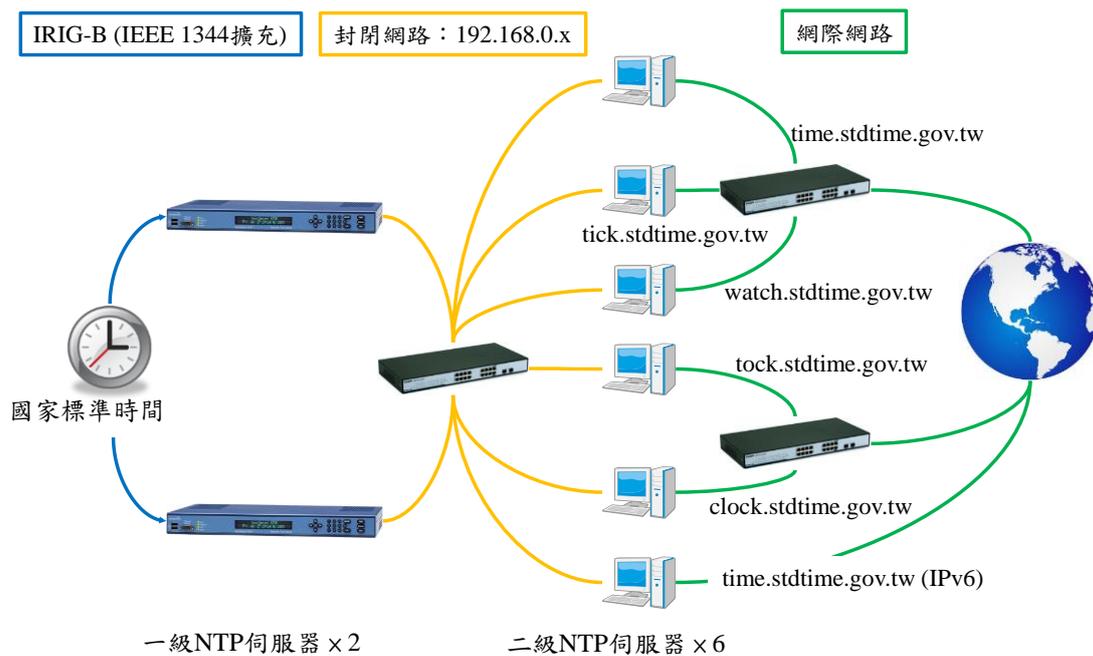


圖 3.3 本實驗室提供 NTP 服務架構圖

根據國際地球自轉組織(International Earth Rotation Service, IERS) 公布的資訊，106 年 1 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，以及因應 2038 年使用 32bit

伺服器可能發生的溢位問題，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，實驗室添購數部 64bit 伺服器，將原來老舊的 32bit 伺服器汰舊換新，並且將原有的作業系統 Linux CentOS 6.11 升版至 7。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。

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 3.3 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。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。

本實驗室提供網站服務，以宣揚國家標準時頻、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說明內容，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。

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。

(3.2.3)結果

圖 3.4 總列 106 年度 NTP 服務的校時次數，每日約提供 2.5 億次校時請求。

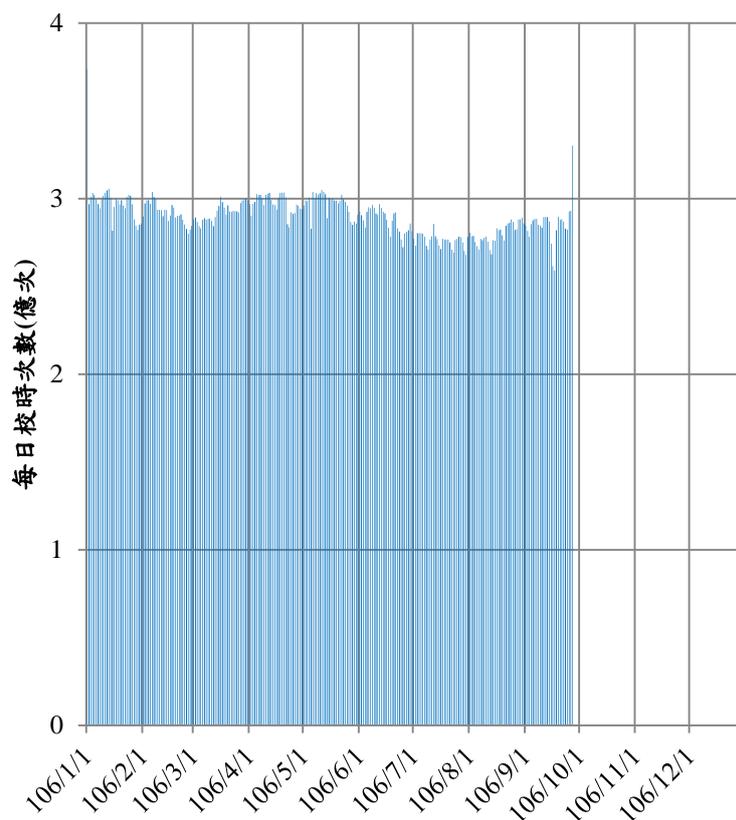


圖 3.4 106 年度網際網路校時服務每日次數統計，平常每日約 2~3 億次。

在維持網頁服務方面，本實驗室於 106 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。其參訪人數有逐年上升的趨勢，如圖 3.5 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。

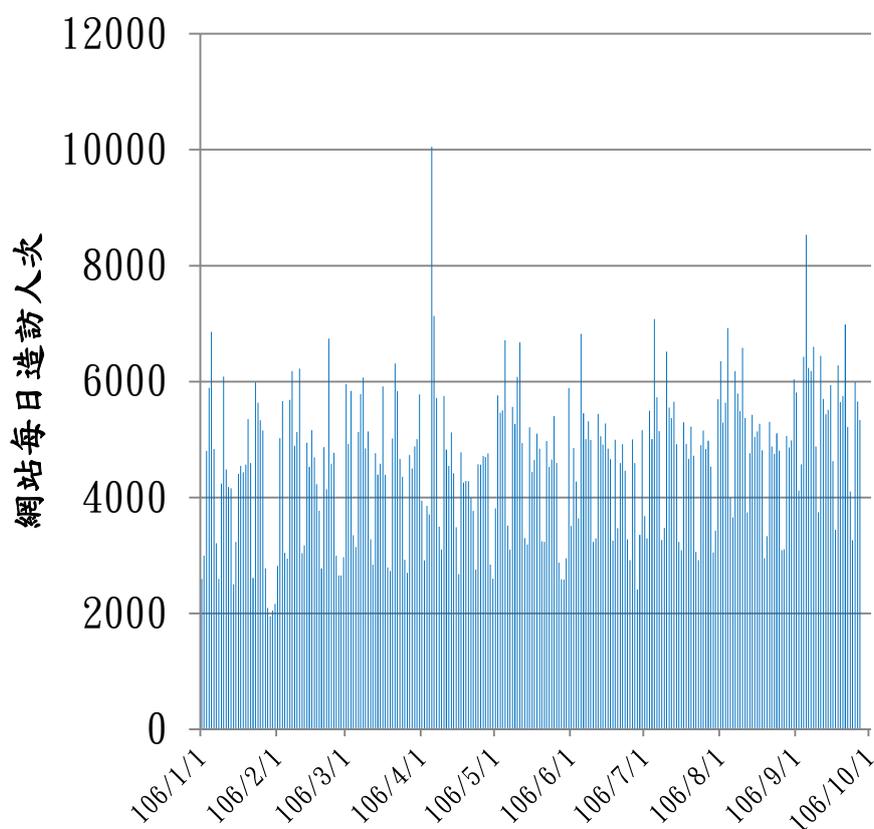


圖 3.5 本實驗室網站服務造訪人次統計，106 年度每月約 5 萬人次。

(3.2.4) 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，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，網站上並提供聯絡資訊，106 年度接獲各企業行號、公司部門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，藉此，本實驗室可將民眾寶貴的建議以及業界需求納入未來發展重點，以期未來提供民眾更好

的服務品質。

(3.2.5)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。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，我們進行硬體汰舊換新，加入自動閏秒功能；並且導入新式防火牆，以阻隔惡意攻擊，降低資訊安全風險。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。

(3.3) 光纖及相關傳時技術研究

(3.3.1) 進行項目

- 利用光纖線路進行微波頻率傳送及光電振盪器研究
- 持續關注國際光纖傳送時頻技術發展

(3.3.2) 執行內容(執行期間：民國 106.01~106.12)

- 光纖具有長距離的傳輸能力，低雜訊以及不受外界電磁干擾的特性，成為傳送標準信號的最佳媒介。國際度量衡局(BIPM)於 2012 年 CCTF 會議上，確立利用光纖來傳遞時頻信號已成為國際高精度傳時的重要發展趨勢。
- 實驗室已開發的時間傳送技術上，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)，傳時不確定度小於 200 皮秒。
- 在微波頻率傳送技術上，我們目前擁有的設備可透過光纖傳送 50 MHz-18 GHz 頻段之微波頻率信號。2015 年實驗室以 2 公里光纖線路進行 10 GHz 頻率信號傳送實驗，短期 1 秒的頻率穩定度為 $7.0E-13$ ，長期 1 萬秒的頻率穩定度為 $6.5E-15$ ，目前實驗室內測試的距離最長達 56 公里。
- 上述穩定且低雜訊的光纖延遲線路，除了傳遞信號外，也可衍生多種量測科技，例如雷射光譜量測、高頻相位雜訊量測及高頻微波信號產生等。其中高性能微波信號產生，對於衛星導航、雷達系統及精密科學量測等用途上，都扮演關鍵的角色。我們目前已有的基礎包括光電振盪器技術。
- 光電振盪器是一種延遲線振盪器(delay line oscillator)，其係利用一段長

距離光纖提供光與微波混合回授路徑中的長時間延遲，以產生高品質因子(Q-factor)共振為目的。我們曾採用光纖傳時技術的方法，透過觀測信號監測並補償光纖共振迴路的時間延遲變化量，研究改善光電振盪器的長期穩定度的方法。相關技術及量測方法的建立，不僅可累積高頻振盪器基礎，也可增進頻率同步技術、光纖傳時及精密頻率量測等研發能量。

- 傳統雙迴路光電振盪器如圖 3.6，係利用長光纖提供高品質因子振盪迴路，再利用短光纖迴路較分散的共振模態(mode)來選取振盪頻率。而我們提出的方法如圖 3.7，則採用一段長距離的光纖作為共同路徑，再分成兩道些許長度差異的路徑，如此一來兩個迴路都是高品質因子但密集的模態結構，而些許的長度差異能造成游標尺效果，達到良好的濾波效果。此架構的好處在於共同路徑的長光纖有助於維持高品質因子，並方便作時間延遲調控。詳細原理請參考技術報告「雙光纖迴路光電振盪器的改善研究」。

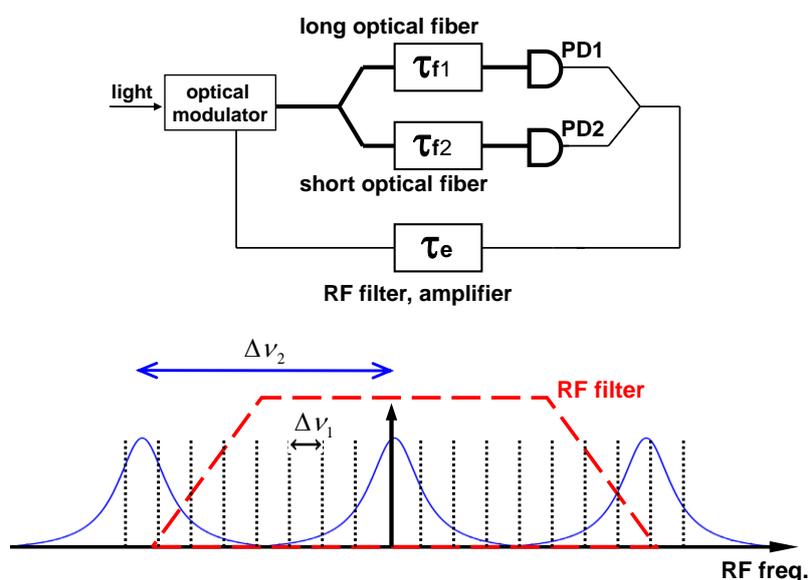


圖 3.6 傳統雙迴路光電振盪器架構(上)及振盪頻率選取示意圖(下)

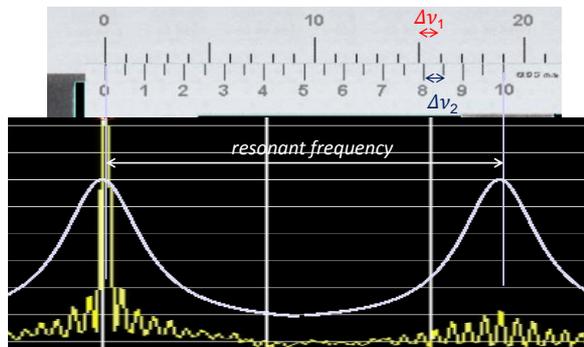
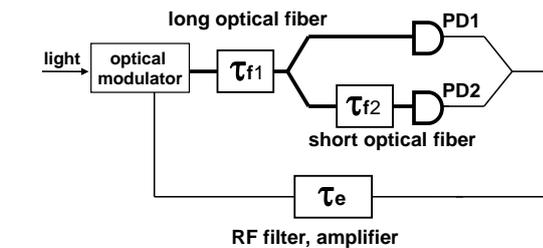


圖 3.7 改良雙迴路光電振盪器架構(上)及振盪頻率選取示意圖(下)

(3.3.3) 成果

本年度我們探討純光纖線路架構下的雙迴路光電振盪器原理及改善機制，圖 3.8 為實驗架構，圖 3.9 為量測系統架構，圖 3.10 為雙光迴路光電振盪器輸出信號之相位雜訊量測數據，結果顯示靠近主振盪模態的其他模態可被壓抑在 -115 dBc/Hz 之下。由於光纖線路受到環境變化(例如，溫度)會改變延遲進而影響輸出振盪頻率的穩定度，我們利用主動式光延遲補償機制使延遲維持穩定，可使光電振盪器輸出信號之頻率穩定度維持在 $1E-9$ ，如圖 3.11 之頻率穩定度分析。

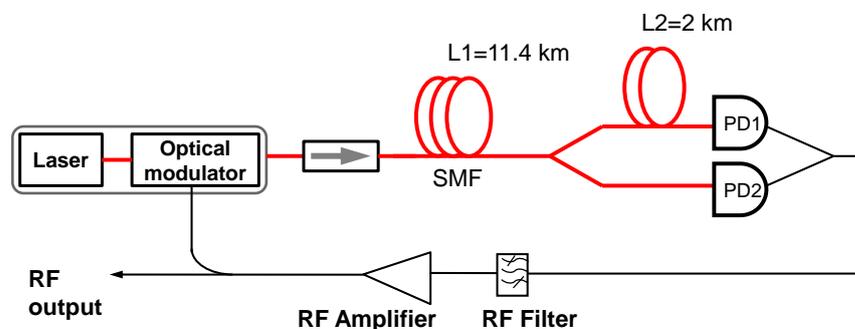




圖 3.8 雙光迴路光電振盪器實驗架構圖及照片

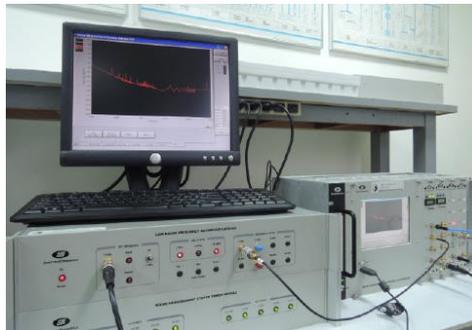
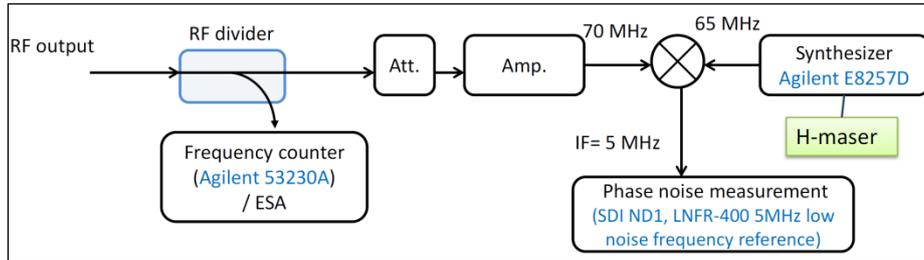


圖 3.9 量測系統架構及相位雜訊量測設備照片

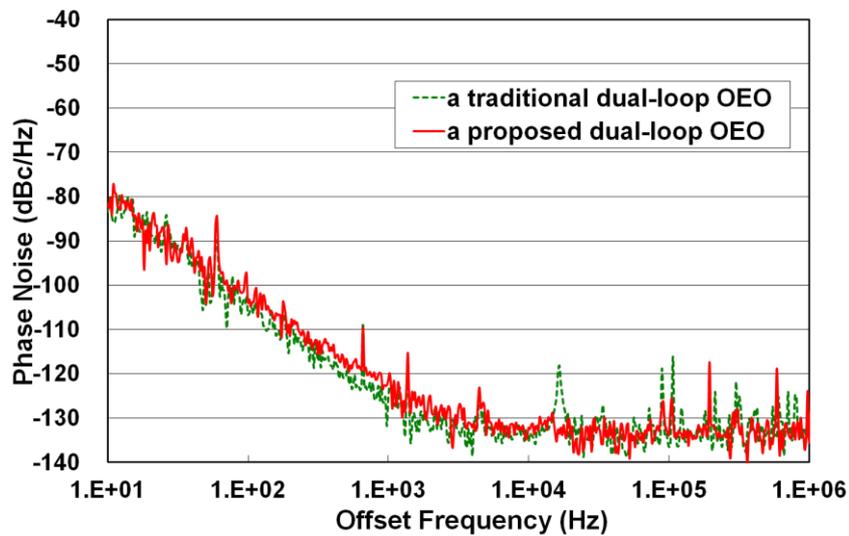


圖 3.10 雙光迴路光電振盪器輸出信號之相位雜訊量測數據

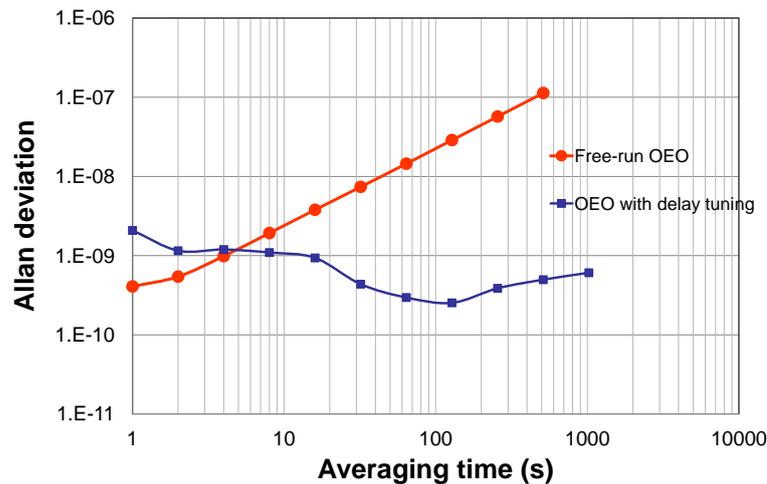


圖 3.11 光電振盪器輸出信號之頻率穩定度分析

(3.3.4) 自評與未來工作重點

- 我們發現適當延遲差異的振盪迴路，有助於壓抑其他不需要的模態，並仍維持高品質因子。而光纖線路的研究還是整體技術的重要基礎，尤以傳送 10 公里以上光纖線路會累積瑞利散射(Rayleigh scattering)等非線性效應產生的雜訊，是光電振盪器與光纖傳頻所共同面臨且待解決的問題。
- 雙迴路光電振盪器不同模態之間存在動態的壓抑與拉扯非線性效應，要再進一步改善相位雜訊結果具有相當難度。主動式光延遲補償技術上，我們目前採用可調式光纖延遲模組來實現，由於僅能粗調所以造成短期穩定度變差，未來仍有改善空間。
- 當光纖線路作為光電振盪器的共振腔，需視為連續的光程；受到地球自轉(桑亞克(Sagnac)效應)及公轉等效應的影響約為 1E-9 數量級，因此需要進行相關理論的檢驗。
- 光電振盪器近年來國際發展的趨勢，除產生高頻微波信號外，亦可作為多種用途的感測器使用。例如，利用其輸出的頻率對長度延遲極為靈敏的特性，可作為長度感測器。
- 明年 107 年度受到整體計畫經費刪減的影響，此部分研究將暫時告一段

落。後續工作調整為分析歐美金融產業標準時間同步相關法規，並整理對應精度的標準時間追溯方法，供國內金融機關與產業參考。



(3.4) APMP TCTF 國際合作推廣現況說明

(3.4.1) 主導研提及推動 2016 APMP TC Initiative 計畫

(3.4.1.1) 達成項目

2016 APMP TC Initiative 計畫~「亞太地區三個 GPS 一級校正實驗室間之比對實驗」之推展。

(3.4.1.2) 說明

- 本實驗室於 2014 年榮獲國際度量衡局(BIPM)選定為全球導航衛星系統(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。
- 2015 年 9 月實驗室同仁參與 CCTF 大會及系列會議期間，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 GNSS 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(日本 NICT,大陸 NIM 和本實驗室)的代表們，進行小型的討論會議。本實驗室依據亞太地區 GNSS 接收機校正現況的考量與實際需要，提出三個一級實驗室先規劃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。
- 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(以下簡稱 TCI 計畫)，並在 2015 年 APMP 年度大會期間通過執行委員會(executive committee, EC)審查而取得經費補助。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。

(3.4.1.3)目前辦理情形

- 本 TCI 計畫原訂於 2016 年初開始進行 GNSS 接收機比對實驗，但因 BIPM 恰好在年初開始推動亞太地區一級實驗室間的比對活動，經與日本 NICT 及大陸 NIM 討論後，決定將此 TCI 計畫略微延後，等待 BIPM 比對活動結束，再著手 TCI 之比對實驗，而 BIPM 活動所得之數據，亦可與 TCI 計畫之比對結果相互比較參考。
- 依據上述修訂計畫，NIM 的 GPS 接收系統於 2016 年 8 月初運送至本實驗室，十月初完成量測後送回大陸。2016 年底再由 NIM 送至日本 NICT(如圖 3.12)進行比對。上述設備運送的費用，將由本實驗室申請獲准之國際合作計畫的經費支付。此 TCI 比對計畫量測結果與 BIPM 巡迴校正結果相當吻合(如表 3.1)，已整理成論文將於 2017 EFTF 研討會中發表，並在 APMP 大會及時頻技術委員會(TCTF)中作成果報告。
- 此 TCI 計畫之推動，有助於後續亞太計量組織(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，透過參加區域內比對活動，實現全球時頻標準完整追溯鏈之建立。此亦為兩岸時頻之技術合作項目之一



圖 3.12 北京計量院(NIM) GPS 量測系統在 TL 及 NICT 進行量測

表 3.1、 APMP TCI 計畫之量測結果彙整

量測實驗室	接收系統	量測結果 (ns)	2016 BIPM 校正結果
		P3	P3
TL	TLT1(2)	401.0	400.9
	TLT3	-41.7	-42.1
NICT	NC01	211.3	212.0
	NC4C(2)	-41.3	-41.6

(3.4.1.4)自評與建議

- 參加 APMP 年會等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。
- 本實驗室獲得 BIPM 選定為 GNSS 接收機校正一級(Group-1)實驗室，歸功於實驗室歷來的表現與技術能力受到肯定。後續需更主動積極思考及規劃，加強與 TCTF 會員之間交流聯繫，才能在有限的計畫資源下，擴大實質的國際合作及影響力。

(3.4.2) 主導研提及推動 PTB 經費支持之 MEDEA 系列活動

(3.4.2.1) 達成項目

- 主導提案通過 MEDEA 審查小組之審查，獲德國物理與技術研究院(PTB)經費支持，主辦 2016 年 MEDEA-Kickoff workshop 系列活動。
- 2017 上半年規劃完成泰國 NIMT、馬來西亞 NMIM，與越南 VMI 等三個實驗室的 GPS 巡迴校正。

(3.4.2.2) 說明

- 本案緣起為德國 PTB 提供經費資源，規劃在 2014 至 2017 年推動 MEDEA (Metrology-Enabling Developing Economies in Asia) project，以期結合亞太計量組織(APMP)及亞太法定計量論壇(APLMF)共同推展訓練活動，協助亞太地區開發中國家提升計量方面之技術能力。
- 本實驗室於 2016 年初主導「GPS 傳時技術訓練系列活動」之統籌規劃，並透過 APMP TCTF 向德國 PTB 提出申請，獲得 MEDEA 計畫審查小組審核通過，將由德國 PTB 全額補助辦理此活動。
- 系列活動主要包括: a) 2016 年 9 月 27 日至 29 日在本院舉辦三天技術訓練、b) 2016 年下旬至 2017 年 6 月間進行數個亞太實驗室間巡迴比對，及 c) 2017 下半年於本院舉辦兩天總結會議以檢討巡迴比對之結果。
- 2016 年已完成系列活動中訓練研討會之舉辦，2017 年上半年的目標是完成泰國 NIMT、馬來西亞 NMIM，與越南 VMI 等三個實驗室(如圖 3.11)的 GPS 巡迴校正。

(3.4.2.3) 目前辦理情形

- 2017 年自 2 月中旬至 5 月底，本實驗室透過貨運公司的協助，將設備依序運送至泰國 NIMT、馬來西亞 NMIM，與越南 VMI 等三個實驗室，並以密集的 email 聯繫，協助處理及解決 GPS 設備安裝與量測的問題。

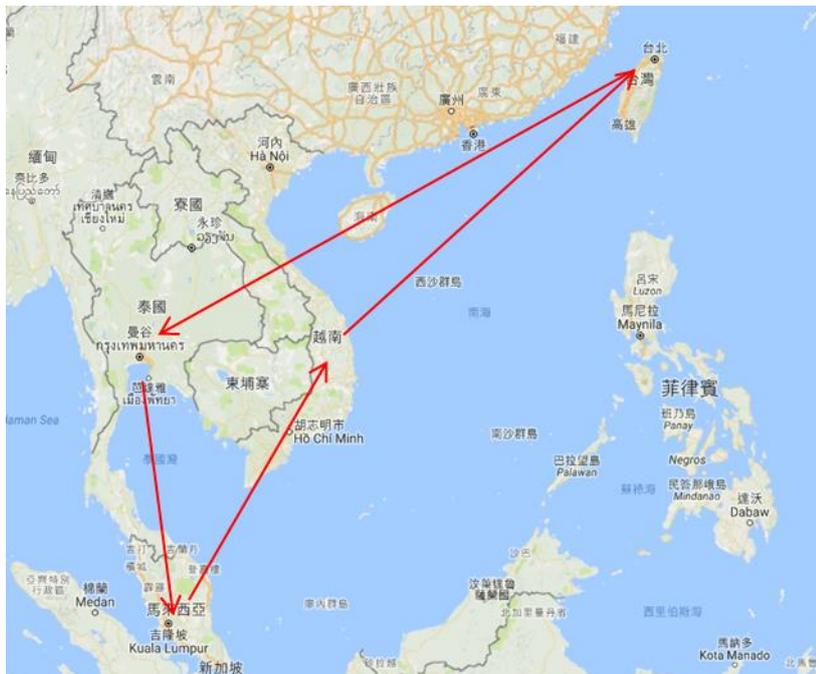


圖 3.13、MEDEA 計畫之 GPS 接收機巡迴校正路線

表 3.2、MEDEA 計畫 GPS 接收機巡迴校正之時程及設備資訊

Institute	Status of equipment	Dates of measurement	Receiver type	BIPM code	RINEX name
TL	Traveling	57745 – 57758, 57897 – 57910	NMIA Topcon/Javad Euro-80 HE_GD	TRVL	TRVL
TL	G1 reference	57745 – 57758, 57897 – 57910	Ashtech Z12T	TLT1	TLT1
NIMT	G2 reference	57783 – 57819	NMIA Topcon/Javad Euro-80	MTTO	-
NMIM	G2 reference	57836 – 57854	NMIA Topcon/Javad Euro-80	LSM1	-
NMIM	G2 backup	57836 – 57854	Septentrio PolaRx2e TR	LS2P	LS2P
VMI	G2 reference	57867 – 57881	NMIA Topcon/Javad Euro-80	VM__	-
VMI	G2 backup	57867 – 57881	Septentrio Polarx3e TR	VN3P	VN3P

上述巡迴量測全程如期於 6 月結束，量測報告完成後寄送 BIPM 審閱。

- 上半年專家參訪之安排，包括澳洲專家赴斯里蘭卡、日本專家赴菲律賓，及大陸專家赴印尼。本實驗室同仁亦獲邀於上半年赴印尼指導，惟其經費是來自 MEDEA 以外的計畫。
- 總結會議如期於 10/25-26 舉辦兩天，共有來自印度、印尼、菲律賓、越南、泰國、蒙古、馬來西亞、斯里蘭卡、哈薩克斯坦等 9 國 12 位人員接受訓練（巴

基斯坦代表未能完成出國申請而取消)。與會指導的四位技術專家則分別來自台灣、澳洲、日本及中國大陸。

- 總結會議中除了實驗室報告一年來的進展之外，兩大主軸分別為(1)專家實驗室參訪成果、及(2)巡迴比對結果及經驗分享。透過申請獲得專家參訪及現場指導的實驗室均表示成果豐碩，尤其是斯里蘭卡在專家參訪期間向 BIPM 申請 UTC(SL)登錄於 BIPM 獲得通過，是最成功的案例。
- BIPM 於 9 月底來信確認巡迴比對的結果已通過審查，將運用於 10 月後之 Circular-T 月報資料，參加本活動之 G2 實驗室，其時間標準不確定度可實質降低，這是許多 G2 實驗室經多年爭取而未能實現的成果。因此參與巡迴校正的實驗室代表在會中多次向本實驗室及 PTB 表示感謝。

(3.4.2.4)自評與建議

- 由於德國 PTB 規劃在 2014 至 2017 年推動 MEDEA (Metrology-Enabling Developing Economies in Asia) project，提供相當可觀的經費資源給亞太地區國家運用，是推展國際合作與技術推廣的難得機會。
- 本實驗室積極參加 APMP 年會等國際會議，以快速取得國際合作訊息，亦能迅速掌握有利時機進行技術交流及爭取資源，對於國際合作事務及技術交流的推展很有助益。
- TL 獲 BIPM 選定為 GNSS 接收機校正一級(Group-1)實驗室，並成功爭取 MEDEA 系列計畫，歸功於 TL 歷來的表現與技術能力受到肯定。後續仍需更多資源投入以提升技術，厚植實力，方有機會持續規劃及加強與 TCTF 會員之間交流聯繫，以期能在有限的計畫資源下，擴大實質的國際合作及影響力。





(3.5)舉辦第四屆轉速計校正能力

(3.5.1) 達成項目

- a. 完成舉辦第四屆轉速計校正能力試驗說明會 (106.07)
- b. 舉辦總結會議、發出總結報告及參加證書 (106.09)

(3.5.2) 執行內容(執行期間：民國 106.07~106.09)

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(106)年舉辦「第四屆轉速計校正能力試驗活動」，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，是將待測轉速計依序傳遞至各參加實驗室。本次活動順序為：太一電子檢測有限公司、宇正校正實驗室、中山科學院、儀校科技股份有限公司、三杰科技顧問股份有限公司、中華航空公司修護工廠、台灣檢驗科技股份有限公司、優力國際安全認證有限公司、財團法人台灣電子檢驗中心、財團法人台灣電子檢驗中心、量測科技新竹服務部校正實驗室、昭俐有限公司，最後再傳回到本實驗室進行重覆量測，以確保傳遞的過程未造成待測件特性的改變。

(3.5.3) 現況

我們於 7 月 7 日在本院 D107 會議室完成舉辦能力試驗說明會，隨後即開始待測件之傳遞量測活動。

本次量測點標稱值為：600、1200、6000、9600 及 13200 rpm。每一個量測點均重覆量測 10 次，並要求參加實驗室於完成量測後三日內需將量測原始數據與不確定度計算資料、量測結果表正本及校正報告寄回本實驗室。本實驗室彙整計算所蒐集之數據資料後，再整理能力試驗個別報告。

本活動於 8 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 9 月 1 日舉辦總結會議。本次參加能力試驗活動 12 家實驗室所得的|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 3.14、各實驗室代表出席能力試驗總結會議之現場

(3.5.4) 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及三屆轉速計校正之能力試驗活動。

本年度規劃及籌備第四屆轉速計能力試驗活動，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。

(3.5.5) 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。

(四) 其他

(4.1) 輔導內政部國土測繪中心調整測距設備及定位參考頻率源

(4.1.1) 背景

內政部國土測繪中心負責辦理台灣國家基礎測繪工作，為台灣測繪最高執行機關，掌理事項涵蓋測繪方案、測繪法令及測量基準之研擬；基本測量之執行及成果管理維護；衛星基準站即時定位系統之規劃、建置、營運及管理維護；全國性地籍測量、地形測量、海洋測量之執行及成果管理維護；國土測繪資料庫之規劃、建置、管理維護及整合流通；其他有關國土測繪事項亦由該中心負責。全國之地籍量測、座標制定皆以該中心為標準，為國家內政建設中極重要之環節。

本實驗室 IGS 參考站 TWTF 已為該中心制定之台灣大地基準及一九九七坐標系統之一等衛星控制站之一，並以 TWTF 參考數據為依據追溯至 IGS 定位。由於台灣另一 IGS 參考站數據不如 TWTF 穩定，本實驗室之 TWTF 參考站多數時間實際上為內政部國土測繪中心唯一定位參考追溯標準。

該中心為維護 GPS 相對測距系統及作為測距設備參考頻率，自 100 年起購置鈷原子鐘二部，並以遠端頻率校正方式與國家時間與頻率標準實驗室進行頻率追溯(圖 4.1)。使用鈷原子鐘並進行遠端頻率校正後，該中心 PPP 定位精度有明顯提升，平面方向約提升 3 倍、高程方向約提升 5 倍，可使 GPS 相對測距系統提供更精確之服務。

(4.1.2) 執行內容:

本實驗室於今年對該中心執行遠端頻率校正時，發現該中心之鈷原子鐘穩定度及精確度均劣化，建議該中心負責人員進行參數調整。由於該中心並無調整鈷鐘之能力，本實驗室人員親赴國土測繪中心協助。經調整鈷鐘長期參考依據輸入端及 frequency offset 參數後，鈷原子鐘輸出穩定性大增，基本上恢復正常

運轉(圖 4.2)。本實驗室人員並輔導該中心研究人員銣原子鐘調整技術，並提供原子鐘運作環境建置建議。



圖 4.1. 國土測繪中心之標準量角儀器及銣原子頻率標準

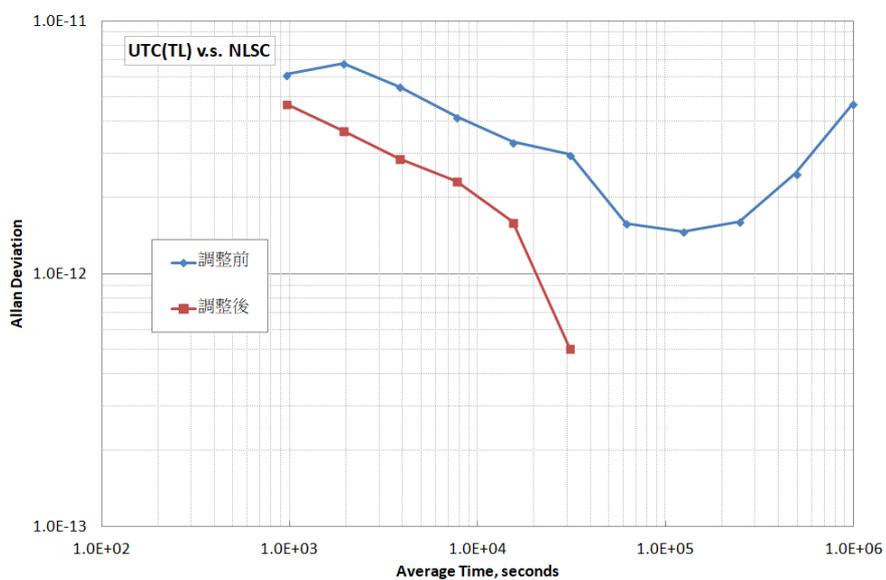


圖 4.2. 國土測繪中心銣鐘調整前後之穩定度

(4.2)輔導台灣晶技股份有限公司建立多源頻率標準

(4.2.1)執行內容：

台灣晶技股份有限公司為世界第三大頻率元件與感測元件供應商，主要業務為石英晶體相關諧振器(Crystal)、振盪器(Oscillator)等頻率元件之研發、設計、生產與銷售，產品廣泛使用於行動通訊、穿戴式裝置、物聯網、伺服器儲存設備、車用、電信等應用。2016年止該公司產值規模約為90-100億台幣。

該公司已採用GPS+鈷原子鐘作為頻率標準，並建立頻率分配系統分配至各製造廠房。2017年應客戶要求，除GPS外另需建立即時頻率參考標準以為備援，以持續生產符合標準之震盪器。因該公司並無相關知識及技術，國家時間與頻率標準實驗室協助規劃該公司建立新一代GNSS頻率同步源及頻率分配系統，同時持續每兩年對該公司鈷原子鐘進行校正以使該公司之所有產品可以追溯世界頻率標準。

該公司客戶群將拓展業務至5G及其他高速通訊，國家時間與頻率標準實驗室將繼續提供該公司時頻量測、同步等基礎知識諮詢單位，以利相關產業發展



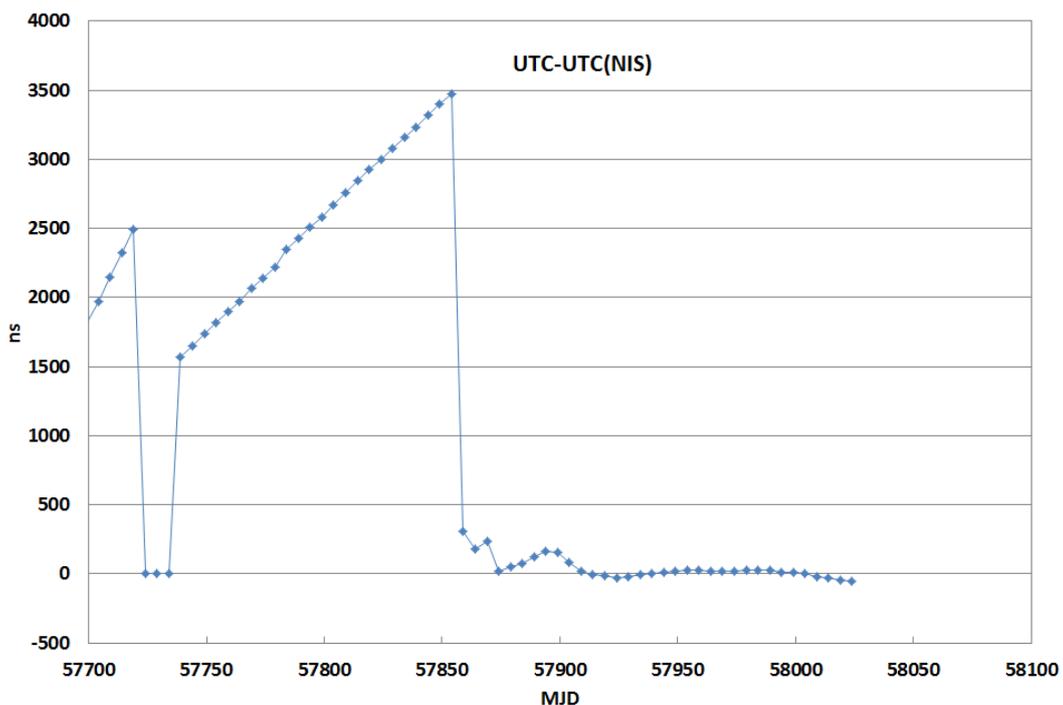
(4.3) 輔導埃及國家標準研究所(National Institute of Standards, Egypt)調整埃及國家時間與頻率標準 UTC(NIS)

(4.3.1) 執行內容:

埃及國家標準研究所(National Institute of Standards, NIS)負責埃及標準追溯與量測業務，其時間與頻率標準直接追溯至 UTC，為海灣國家計量組織(Gulf Association for Metrology, GULFMET)及 APMP 之仲會員。NIS 擁有 4 部 5071A 商用型銻原子鐘，並以 GPS 雙頻接收機與國際各實驗室進行比對。

因埃及政經因素，NIS 缺乏經費及研究人力，加上並無相關技術經驗，本實驗室研究員林信嚴(BIPM 時間評量工作組成員)應 NIS 請求，輔導 NIS 調整其國家標準 UTC(NIS)至應有水準。林員了解 NIS 相關設備後，規劃 NIS 建立以 UTCr 為主要參考，UTC 及 GNSS 比對值為輔助參考，透過 5071A 內建之相位微調器調整 UTC(NIS)頻率及相位，至 2017 年 10 月止，UTC-UTC(NIS)已由 3500 ns 降至 ± 50 ns。

目前 NIS 持續由林員輔導中，已建議 NIS 購置相位微調器，之後將輔導 NIS 建立由 3-5 部銻鐘組成之時間協調演繹法，以更精細調整 UTC(NIS)。



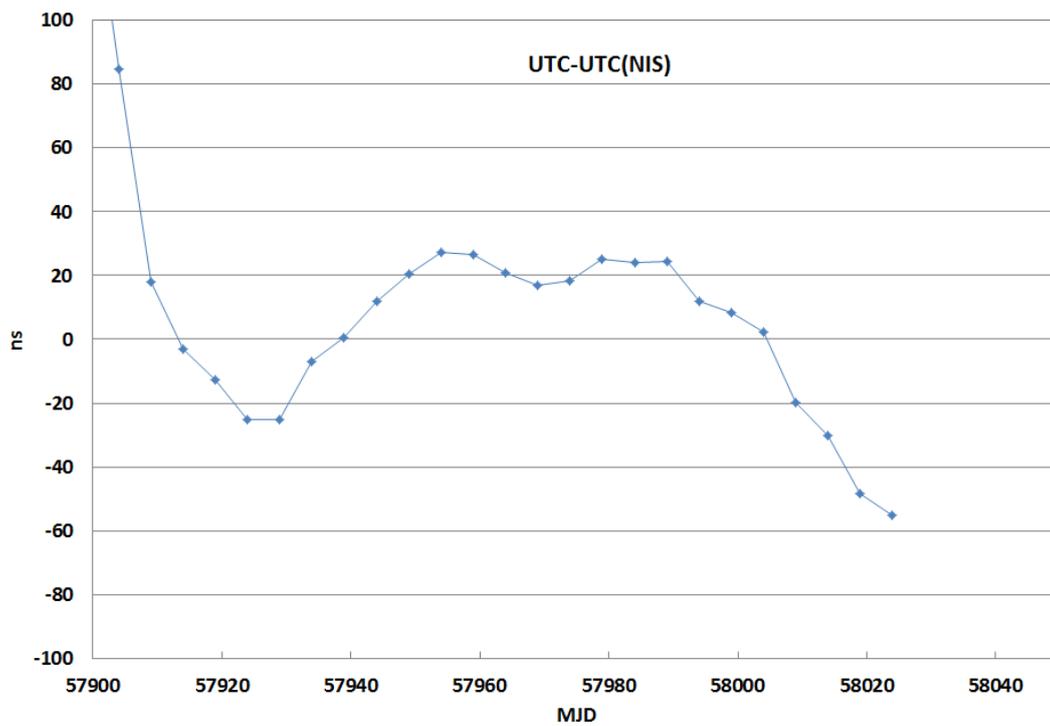


圖 4.3 2017 年 4 月之前 UTC-UTC(NIS) 高達 3500 ns，輔導之後降至 ± 50 ns

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，雖不遑多讓但吃力感已日重。
- (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 2.5 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) 參加 CCTF TWSTFT pilot study 及 CCTF 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，以因應社會大眾之需求。
- (六) 民國 106 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！

肆、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
主動式氫鐘	<ol style="list-style-type: none"> 1. Active Hydrogen Maser with self-cavity-auto-tuning function 2. Overlap Allan Deviation) of 5 MHz outputs: $\leq 2 \times 10^{-13}$ 3. Temperature coefficient: $\leq 1 \times 10^{-14}/^{\circ}\text{C}$ 4. Magnetic field sensitivity: $\leq 3 \times 10^{-14}/\text{Gauss}$ 5. on site (at TL) un-package and setup, and verify the operation of maser by specialist from original manufacturer 6. 7 years on site (TL) warranty, must be maintained by specialist from original manufacturer. 	6,850,000元	1	6,850,000元	

<p>氫微射頻率標準器訊號 偏調分配設備</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Micro phase stepper 2. Input frequency: 5 MHz sine wave 3. Time step resolution: ≤ 0.3 ps 4. Frequency step resolution $\leq 5 \times 10^{-19}$ 5. Frequency tuning range: $\geq 2 \times 10^{-7}$ 6. Internal Oscillator aging (after 30 days operation): $\leq 1 \times 10^{-10}$/day 7. Overlap Allan Deviation of 5 MHz output, referred to 5 MHz input : $\leq 2.1 \times 10^{-13}$ @ 1 second 	<p>1,025,000元</p>	<p>1</p>	<p>1,025,000元</p>	
------------------------------	--	-------------------	----------	-------------------	--

(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	Multiple Access Interference Suppression for TWSTFT Applications	2017.6	黃毅軍、 曹恒偉、 林晃田、 廖嘉旭	IEEE Trans. IM 66(6)	美國
國際研討會 (EI reference)	1	A Study on Using the SDR Receiver for the Europe-to-Europe and Transatlantic TWSTFT Links	2017.1	Victor Zhang、 Joseph Achkar、 黃毅軍、 Zhileng Jiang、 林信嚴、 Tom Parker、 Dirk Piester	2017 PTTI	美國
國際研討會 (EI reference)	2	Accurate TWSTFT Time Transfer with Indirect Links	2017.1	Zhiheng Jiang、 Victor Zhang、 Tom Parker、 Jian Yao、 黃毅軍、 林信嚴	2017 PTTI	美國
國際研討會 (EI reference)	3	Propagation Time Correction on Earth's Orbital Motion for Two-way Satellite Time and Frequency Transfer	2017.06	曾文宏	ION Pacific PNT 2017 Conference	美國
國際研討會 (EI reference)	4	The possibility of testing the Einstein Equivalence Principle (EEP) using two way satellite time and frequency transfer (TW) and a software defined receiver (SDR)	2017.07	曾文宏、 Demetrios Matsakis	2017 Joint Conference of the European Frequency and Time Forum and IEEE	法國

					International Frequency Control Symposium (EFTF/IFC)	
國際研討會 (EI reference)	5	Fully and optimally use the redundancy in a TWSTFT network for accurate time transfer	2017. 07	Zhiheng JIANG、 林信嚴、 曾文宏	2017 Joint Conference of the European Frequency and Time Forum and IEEE International Frequency Control Symposium (EFTF/IFC)	法國
國際研討會 (EI reference)	6	GPS All in View Time Comparison using Multi-receiver Ensemble	2017. 07	林信嚴、 Zhiheng JIANG	2017 Joint Conference of the European Frequency and Time Forum and IEEE International Frequency Control Symposium (EFTF/IFC)	法國
國際研討會 (EI reference)	7	UTC time link calibration in the frame of APMP Campaigns in 2014-2016	2017. 07	Kun LIANG、Aimin ZHANG、 Zhiqiang YANG、Jia-lun WANG 王嘉綸、 Huang-tien Lin 林晃田、 Ye WANG、 Tadahiro Gotoh、 Zhiwu CAI、 Zhiheng JIANG	2017 Joint Conference of the European Frequency and Time Forum and IEEE International Frequency Control Symposium (EFTF/IFC)	法國
國際研討會	1	Report of the GPS calibration trip among NIMT, NMIM, and VMI in 2017	2017. 11	Yi-Jiun Huang, Tzi-Yu Chiu, Huang-Tien Lin, Chia-Shu Liao	ATF2017	印度

兩岸研討會	1	2017 時頻領域之轉速計校正能力試驗活動	2017.12	邱紫瑜、林晃田、黃章傑 廖嘉旭	2017 MCTE—運輸與能源 計量研討會	台灣
-------	---	-----------------------	---------	--------------------	--------------------------	----

文件報告一覽表

編號	報告名稱	刊出日期	頁數	語言	作者
1	Status of the pilot study on the TWSTFT SDR for UTC time links (BIPM 合作技術報告 TM267)	2017.04	25	英文	Z. Jiang 黃毅軍 黃毅軍
2	BIPM 2017 TWSTFT SATRE/SDR calibrations for UTC and Non-UTC links (BIPM 合作技術報告 TM268)	2017.05	27	英文	Z. Jiang 黃毅軍 V. Zhang D. Piester
3	完成衛星雙向傳時接收機提升國際時頻比對精密度	2017.09	15	英文	黃毅軍
4	雙光纖迴路光電振盪器的改善研究	2017.11	13	英文	曾文宏

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	台灣科技大學電子系暨光電所師生參觀標頻展示室	中華電信研究院	中華電信研究院	106.07.07	20	參觀
2	舉辦第四屆轉速計校正能力試驗說明會	中華電信研究院	中華電信研究院	106.07.07	15	說明會
3	主辦2017年MEDEA-concluding workshop系列活動	中華電信研究院	中華電信研究院	106.10.25~ 106.10.26	20	國際訓練
4	舉辦第四屆轉速計校正能力試驗總結會議	中華電信研究院	中華電信研究院	106.09.01	12	說明會

(四) 研究成果統計表(截至 12 月)

計畫類別/ 績效指標	A 論文	C 博碩士培育	E 辦理學術活動	G 專利	H 技術報告	I 技術活動	N 協助提升我國產 業全球地位	Q 資訊服務	S 技術服務
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 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 億次/日	校正服務：81 件；
105 年 實際	11 篇 (國際 9 篇)	內部 博碩士生：2	國際訓練:1		7 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：62 件；
106 年 目標	7 篇 (國際 5 篇)	內部 博碩士生：1			3 件	參與國際研 討會 4 次	國際比對 3 項	網路校時： >2.2 億次/日	校正服務：50 件；
106 年 實際	10 篇 (國際 10 篇)	內部進修：2 博碩士生：0	國際研討會:1 國際訓練:1 說明會:2		4 件	參與國際研 討 4 次	國際比對 4 項	網路校時： >2.5 億次/日	校正服務：84 件；

實際的績效指標(12月止)

	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 4 篇 一般論文 2 篇	數量：國際期刊論文 1 篇 國際研討會論文 8 篇 兩岸研討會論文 1 篇
	B 研究團隊養成		
	C 博碩士培育	內部培訓 <u>1</u> 博士生人。	有各大專院校博碩士生 <u>0</u> 人進行合作研究、內部培訓 <u>2</u> 博士生人。
	D 研究報告		
	E 辦理學術活動		
	F 形成教材		
技術創新	G 專利		
	H 技術報告	數量：技術報告 3 篇	數量：技術報告 4 篇
	I 技術活動	參與國際重要度量衡組織活動 <u>4</u> 項；	參與國際重要度量衡組織活動 <u>5</u> 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 84 件 (技術服務收入約 105.7 萬)
經濟效益	K 規範/標準制訂		
	L 促成廠商投資		
	M 創新產業或模式建立		

	績效指標	年度目標產出	實際產出
經濟 效益	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 10 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
	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		
社會 影響	V 提高能源利用率		
	W 提升公共服務		撥接式電腦校時系統提供公共電視、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。
	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 2.2 億次/天； 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 20,000 人次以上；	提供平均網際網路校時服務 (Network Time Protocol, NTP) 超過 2.5 億次/天；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 50,000 人次以上；
	R 增加就業		
	Y 資料庫		
	Z 調查成果		
AA 決策依據			

成果摘要表

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 年 6 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	Multiple Access Interference Suppression for TWSTFT Applications		
撰寫人	黃毅軍		曹恒偉	
	廖嘉旭		林晃田	
撰寫日期	中華民國 106 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	Calibration			
	code division multiple access (CDMA)			
	satellite communication,			
	time dissemination			
	time of arrival (TOA) estimation			
<p>內容摘要：</p> <p>Multiple access interference (MAI) is one of the unstable sources of the two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT), and causes an estimation error of the signal arrival time. To suppress MAI, the successive interference cancellation (SIC) procedure is implemented on the software-defined receiver. It generates MAIs and subtracts them from the received signal to become an interference-free signal. By performing TWSTFT with SIC, the short-term stability of the UTC(TL)–UTC(KRIS) was improved so that the time deviations were reduced from $0.67\tau^{-1/2}$ to $0.48\tau^{-1/2}$ ns, and the long-term measurement results were consistent with those obtained by the conventional receiver.</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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 Study on Using the SDR Receiver for the Europe-to-Europe and Transatlantic TWSTFT Links		
撰 寫 人	Victor Zhang		Joseph Achkar	黃毅軍
	Zhileng Jiang		林信嚴	Tom Parker
	Dirk Piester			
撰寫日期	中華民國 106 年 1 月 30 日		撰寫語言及頁數	英文 13 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	SDR			
<p>內容摘要：</p> <p>The International Bureau of Weights and Measures and the Consultative Committee for Time and Frequency Working Group on Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT) have stimulated a pilot study on using software defined radio (SDR) receivers for TWSTFT in the framework of the realization of Coordinated Universal Time. The SDR receivers based on a software developed by TL have been set up at PTB, OP and NIST during the summer and fall of 2016. Continuous SDR TWSTFT measurements have been established for the OP/PTB, NIST/OP and NIST/PTB links. From the SDR TWSTFT clock comparison results (TWSTFT difference), we observed that the commonly present but undesired diurnal pattern in the OP/PTB SDR TWSTFT difference is greatly reduced compared to the diurnal pattern in the difference obtained from the regular (non-SDR) TWSTFT equipment. However, the diurnal reduction in the NIST/OP and NIST/PTB SDR TWSTFT differences is not as significant as in the OP/PTB link. This is a strong indication that the application of SDR receivers has the ability to significantly improve the stability of some TWSTFT links, but is not a solution for all links. In this paper, we will analyze the diurnal reduction using the SDR receivers for the three links and study the dominant causes for the diurnal effect in the Europe-Europe and transatlantic TWSTFT links.</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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	Accurate TWSTFT Time Transfer with Indirect Links		
撰寫人	Zhiheng Jiang		Victor Zhang	Tom Parker
	Jian Yao		黃毅軍	林信嚴
撰寫日期	中華民國 106 年 1 月 30 日		撰寫語言及頁數	英文 12 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	SDR			
<p>內容摘要：</p> <p>The conventional wisdom suggests that a direct Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT or TW) time link should result in a smaller uncertainty than that of an indirect TW link over the same baseline [12]. This is why all Coordinated Universal Time (UTC) TW links are direct and therefore assumed to be the most precise. This paper shows an exception to this logic. Following the use of the Global Positioning System (GPS) all-in-view [1], the UTC links, including Global Navigation Satellite Systems (GNSS) and TWSTFT, became the direct links between Lab(k) and the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany), which is the single pivot laboratory of the international UTC network. Currently, the daily variation (diurnal) in TW differences is the dominant source of instability in TWSTFT. This, at least in the case of the inner-European network, may be significantly reduced by an indirect link through a third intermediate laboratory in the USA, acting as a relaying laboratory [2, 3]. In this study, we examined the direct and indirect Europe-Europe TW links with data collected by SATRE modems and using the NIST (National Institute of Standards and Technology) or the USNO (US Naval Observatory) laboratory as an intermediate laboratory. We applied the Time deviation (Tdev), triangle closures, and the gains obtained by comparing with the results of the GPS Precise Point Positioning (GPSPPP) [4] and the TW software-defined radio (SDR) receiver [5, 6, 7] as indicators to verify the improvements in the indirect links versus the direct links. Considerable improvements were obtained by a factor of two or three. On the same TW baselines, we further investigated the TW SDR indirect links and gains continued to be observed.</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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	Report of the GPS calibration trip among NIMT, NMIM, and VMI in 2017		
撰 寫 人	Yi-Jiun Huang		Tzi-Yu Chiu	
	Chia-Shu Liao		Huang-Tien Lin	
撰寫日期	中華民國 106 年 1 月 30 日		撰寫語言及頁數	英文 12 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	SDR			
<p>內容摘要：</p> <p>According to the GNSS calibration guideline provided by BIPM, the G1 labs are responsible to organize calibration campaigns for time scale calibration in their RMO [1]. In APMP, a calibration trip was conducted by TL, started from January and ended in June 2017. This trip covered one G1 lab, TL, and three G2 labs, NIMT, NMIM and VMI, in APMP. The paper will describe the details of the calibration.</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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	Propagation Time Correction on Earth's Orbital Motion for Two-way Satellite Time and Frequency Transfer		
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 106 年 4 月 30 日		撰寫語言及頁數	英文 10 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Earth's orbital motion, TWSTFT, effect of aberration, second-order Doppler effect			
<p>內容摘要：</p> <p>This paper presents a propagation time correction for considering the effect of the Earth's orbital motion. For a geostationary satellite based two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT), the calculated time delay corrections for individual up or down paths have daily cycles with amplitude of about 1.4 ns, which have the same order with the amplitude of TWSTFT diurnals for TL-PTB link via IS-4 satellite. The second-order terms (e.g. geometric propagation time and second-order Doppler effect) exist in individual one-way paths, and may not exactly be cancelled out in the two-way link. Accordingly, a link correction is proposed for effectively reducing the diurnals. The evaluation and application to TWSTFT observations are discussed.</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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	The possibility of testing the Einstein Equivalence Principle (EEP) using two way satellite time and frequency transfer (TW) and a software defined receiver (SDR)		
撰寫人	曾文宏		Demetrios Matsakis	
撰寫日期	中華民國 106 年 7 月 9 日		撰寫語言及頁數	英文 5 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Clocks, Earth, Satellites, Sagnac interferometers, Time-frequency analysis,			
	Sun, Frequency modulation, General Relativity, Equivalence Principle,			
	Software Defined Receiver, Two Way Satellite Time Transfer			
內容摘要：				
<p>The Einstein Equivalence Principle (EEP) requires that clocks in free fall, when observed by other clocks in free fall, show no frequency variations. To some approximation, clocks on the surface of the Earth can be considered freely falling in the solar gravitational potential, and one would expect to find no frequency variations between the clocks as the Earth's rotation modulates the potential experienced by each clock. A previous study [1] using GPS satellites yielded an upper limit to an EEP violation of $>1E-3$, parameterized as a fraction of the expected differential gravitational redshift of a clock pair not in free fall. Upper limits were also found using TW, but these were much higher than with GPS. We investigate the attainable limits of a search for EEP-violation using SDR-enhanced TW, and find a three-sigma uncertainty slightly higher than $1E-4$ may be achievable, using optimistic assumptions.</p>				

106 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	106 年 1 月至 106 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	GPS All in View Time Comparison using Multi-receiver Ensemble		
撰寫人	林信嚴		Zhiheng JIANG	
撰寫日期	中華民國 106 年 7 月 13 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	GPSTT, TWSTFT, long term discrepancy			
<p>內容摘要：</p> <p>we proposed a virtual GPS receiver model generated from a multi-receiver ensemble. The time difference between local reference and the realization GPS time (REFGPS) of the virtual receiver is the weighted REFGPS results of all calibrated receivers in ensemble. Depending on the numbers of receivers in ensemble, the measurements of the virtual GPS receiver in each epoch are got from different receivers and the quantity is several times than physical receivers. A long base line test showed the virtual receiver is more stable and robust and is potential to have better long term performance with respect to TWSTFT.</p>				

106 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	106 年 1 月至 106 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	Fully and optimally use the redundancy in a TWSTFT network for accurate time transfer		
撰寫人	Zhiheng JIANG	林信嚴	曾文宏	
撰寫日期	中華民國 106 年 7 月 13 日	撰寫語言及頁數	英文/5 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	TWSTFT, redundancy, time transfer, link transfer, network transfer,			
	diurnal, uncertainty			
<p>內容摘要：</p> <p>Two-way Satellite Time and Frequency transfer (TWSTFT) is a primary technique for UTC generation [1]. Only the direct link, the so called UTC link between a Lab(k) and PTB, is used for UTC generation. The numerous redundant links are measured but never used. The concept of the TWSTFT network time transfer has been discussed by several authors [2,3,4,10]. [5,6] are examples of the very first use of redundancy (Triangle Closure Calibration) in the TW network for the time link calibrations. It is based on using all the direct UTC and redundant links (Fig. 1) and the hypothesis that the TWSTFT measurement errors obey the normal distribution with an homogeneous distribution over the whole network. However [7,8] proved that the hypothesis may not be held. Considerable biases exist, such as the diurnals, which cannot be fully averaged out by increasing the measurement quantity or eliminated in a simple least square (LSQ) network adjustment [3]. The maximised gains in uncertainty depend on the optimal use of the redundancy in the TWSTFT network but the maximum number of the measurements to be used. We first discussed the weak points of the equal-weight network time transfer and then proposed our solutions: (1) Weighting each link according to its uncertainty estimate; (2) Using the GPSPPP to strengthen or replace the errored TWSTFT links in the network adjustment. Obviously, unequal weighting is necessary; (3) The above solutions can be extended to use all types of observations, such as the TWOTFT (Two-Way Optical fibre Time and Frequency Transfer) etc. The global network adjustment takes the link measurement to establish its observation equation. Therefore, there are theoretically not limits in the types and the numbers of the observations (GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, TWOTFT, TWSTFT/SDR [13] etc.) on any baseline in the network T/F transfer. Such all the redundancy is used. This is called the multi-technique network T/F transfer [9].</p>				

106 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	106 年 1 月至 106 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	2017 時頻領域之轉速計校正能力試驗活動		
撰寫人	邱紫瑜		林晃田	
	廖嘉旭		黃章傑	
撰寫日期	中華民國 106 年 12 月 13 日		撰寫語言及頁數	中文 3 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	能力試驗			
	、En 值			
<p>內容摘要：</p> <p>轉速計校正是時頻領域重要的校正服務項目之一。為配合ISO/IEC 17025規範及財團法人全國認證基金會(TAF)對國內校正實驗室間相互比對之要求。國家時間與頻率標準實驗室於今(106)年7月，舉辦國內第四次轉速計校正能力試驗活動，提供國內轉速計校正實驗室之校正能力驗證的機會。所總結的試驗結果，可作為實驗室校正能力的證明，並提供TAF作為實驗室評鑑的參考，進而健全全國時頻追溯體系。</p> <p>本活動參與對象包括TAF已認可或具校正能量之轉速計校正實驗室。其作業方式是以轉速計 Lutron DT-2236作為待測件，各參加實驗室依序傳遞此待測件並進行量測。量測活動的最後，再將待測件傳回本實驗室進行量測，以確認活動過程中其特性不變。試驗結果整理完成後，並於今年9月完成舉辦總結會議。</p> <p>為使活動執行與評估結果具有公信力，本實驗室已經申請通過全國認證基金會(TAF)之能力試驗執行機構評鑑。未來將持續(TAF認證規範的要求，每三年舉辦一次能力試驗活動，以驗證及提升國內實驗室的校正能力，對我國時頻追溯體系的健全發展，有很大的助益。</p> <p>本論文內容包括轉速計能力試驗之活動舉辦經驗分享、數據分析方法介紹與比對結果討論等。</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	106 年 1 月至 106 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	雙光纖迴路光電振盪器的改善研究		
	英文	Study on improving Dual-loop fiber-based Optoelectronic Oscillator		
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 106 年 11 月 30 日	撰寫語言及頁數	英文 13 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	radio frequency; oscillators; optoelectronics; microwave photonics; quality factor			
<p>內容摘要：</p> <p>A conventional dual-loop optoelectronic oscillator (OEO) usually employs a long and a short optical fiber loops. The equivalent quality factor of a dual-loop OEO acts as an average of the long-loop's high Q and the short loop's low Q. Then, the quality factor of a dual-loop OEO is affected by the short loop. In this paper, we introduce a new structure for the dual-loop OEO. The experimental results show that the proposed OEO can generate microwaves with lower phase noise and adequate suppression of the spurious modes. Because of the use of long optical fiber as the common path, the new proposed OEO is much adapted for a feedback control scheme to keep the long-term frequency stability.</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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	Status of the pilot study on the TWSTFT SDR for UTC time links		
撰 寫 人	Zhiheng Jiang(BIPM)		黃毅軍	
撰寫日期	中華民國 106 年 4 月 30 日		撰寫語言及頁數	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	UTC, TWSTFT, SDR, uncertainty, diurnal signature, GPSPPP			
<p>內容摘要：</p> <p>The Software-Defined Radio (SDR) receiver [1-5], has been developed at the Telecommunications Laboratory (TL, Chinese Taipei) for implementation in two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT/TW) Earth stations, aiming at improving the stability of TW time transfer, with particular impact on the diurnal signature present in almost all the links, which is the major uncertainty source in TW time links. The BIPM and the Consultative Committee for Time and Frequency (CCTF) Working Group on TWSTFT launched in February 2016 a pilot study for validating the SDR receiver in view of its implementation for use in UTC time links [6]. Participants to this pilot study are the laboratories contributing to UTC which intent to install the SDR receiver and the BIPM Time Department. Goals of the pilot study are first, to validate the efficacy of the SDR receiver for improving the TWSTFT uncertainty and significantly reduce the diurnal effects; second to implement routine TW code measurement data through SDR receiver to improve the UTC time comparisons.</p> <p>In the frame of the pilot study, the SDR receiver has been installed and operational by now at TL, NICT, KRIS, NTSC and NIM in Asia, PTB, OP, SU, IT, CH and AOS in Europe and NIST in the US. The project to install the SDR receiver in all the TW laboratories is ongoing.</p> <p>We present the results obtained at the BIPM Time Department in the preliminary steps of the analysis and validation of the SDR measurement data by using different methods, such as the</p>				

TDev, the triangle closures, comparison with GPSPPP [7]. We analysed all the data obtained from the pilot study and in the all links there is an improvement. The gain factor varies from 1.1 to 3.7 and 2 on average in SDR versus the Satre modem. The only exception is a link of which the gain factor is 1.03. There are open points, such as the calibration, that however can be solved by establishing new convention in the TWSTFT community. In conclusion, it is suggested to apply the SDR receiver in the future UTC time link computation.

We study also the potential methods to further improve the TWSTFT SDR by its combination with [8] and the SDR indirect links [9,10]. For the inner-European SDR links, a gain factor of 1.8 is further obtained.

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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	BIPM 2017 TWSTFT SATRE/SDR calibrations for UTC and Non-UTC links		
撰寫人	Zhiheng Jiang(BIPM)		黃毅軍	Victor Zhang(NIST)
	Dirk Piester(PTB)			
撰寫日期	中華民國 106 年 5 月 31 日		撰寫語言及頁數	英文 27 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	UTC, TWSTFT, SDR, uncertainty, diurnal signature, GPSPPP			
內容摘要：				
<ul style="list-style-type: none"> ● The TCC technique was approved by the CCTF WG on TWSTFT in 2015 and the SDR TWSTFT is under validation; ● A SDR link calibration is obtained by aligning it to the corresponding SATRE link of the same baseline; ● The conventional u_A of SATRE and SDR links are 0.5 ns and 0.3 ns; ● The uncertainty of SDR is the combination of the calibration uncertainty (not the conventional ones but the true values in the Calibration Report) of SATRE and SDR links. Because the number of the common points of SATRE and SDR is big (~ 360 per month), measurement noise is averaged out and the influence of u_A are negligible. The conventional calibration uncertainty of SDR link equals to that of the SATRE link, that is, 1.0 ns, 1.5 ns and 2.0 ns for the calibrations using the TW MB station, the GPS calibrator and the TCC respectively; ● The CALR values are given in Tables 4.1.2, 4.2.1 and 4.2.1b. The date of the implementation of this new calibration result is proposed on the MJD 57936 or the 2 July 2017 at 0h UTC; ● Comparisons between the calibrated TW and GPS links are made. 				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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	完成衛星雙向傳時接收機提升國際時頻比對精密度		
	英文			
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 106 年 9 月 30 日		撰寫語言及頁數	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	UTC, TWSTFT, SDR receiver, uncertainty, diurnal signature			
<p>內容摘要：</p> <p>To keep national time accurately coherent with universal coordinated time (UTC), many national metrology institutes (NMIs) use two-way time and frequency transfer (TWSTFT) to continuously measure the time difference with other NMIs over an international baseline. Some NMIs have ultra-stable clocks with stability better than 10^{-16}. However, current operational TWSTFT can only provide frequency uncertainty of 10^{-15} and time uncertainty of 1 ns, which is inadequate. The uncertainty is dominated by the short-term stability and the diurnals, i.e. the measurement variation with a period of one day. The aim of this work is to improve the stability of operational TWSTFT systems without additional transmission, bandwidth or increase in signal power. A software-defined receiver (SDR) comprising a high-resolution correlator (HRC) and successive interference cancellation (SIC) associated with open-loop configuration as the TWSTFT receiver reduces the time deviation from 140 ps to 73 ps at averaging time of 1 h, and occasionally suppresses diurnals. To study the source of the diurnals, TWSTFT is performed using a 2×2 earth station (ES) array. Consequently, some ESs sensitive to temperature variation are identified, and the diurnals are significantly reduced by employing insensitive ESs. Hence, the operational TWSTFT using the proposed SDR with insensitive ESs achieves time deviation to 41 ps at 1 h, and 80 ps at averaging times from 1 h to 20 h.</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	106 年 1 月至 106 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	赴中國大陸參加衛星雙向傳時工作小組會議		
	英文			
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 106 年 6 月 30 日		撰寫語言及頁數	中文 9 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	BIPM			
	CCTF			
<p>內容摘要：</p> <p>本案係執行 106 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，奉經濟部標準檢驗局經標四字第 10640503790 號函，以及中華電信研究院研人一字第 1060000097 號函同意，准予出國。</p> <p>TWSTFT 工作組一年召開一次年會，本年度為第 25 屆年會，目的除了總結各工作組 NMI 成員的工作內容、協調衛星使用與租金分攤，並表決議案至 CCTF，由 BIPM 執行決議，並成為工作組未來發展的目標，電信研究院(TL)為工作組成員之一，本次 TL 指派黃毅軍研究員與會，報告 TL 本年度工作成果以及代表 TL 表決本次工作組之提案。</p> <p>根據第 24 屆 TWSTFT 工作組年會決議，第 25 屆年會於大陸西安 NTSC 舉辦，NTSC 位於大陸西安市，為 UTC 貢獻實驗室之一，負責中國大陸標準時間的產生、保持和發播任務，也監控北斗導航系統的標準時間，NTSC 對於維持標準時間的方法、時間頻率測量與控制、時間傳遞與同步、新的時間服務手段拓展、國際間遠距離高精度時間傳遞與比對，時間評量與頻率標準、使用者時間系統終端研製與開發等方面等皆有進行基礎與應用研究工作，目前該中心建有 TWSTFT 及 GNSS 國際時間比對鏈路，會議結束後由 NTSC 安排各項參訪行程。</p>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	106 年 1 月至 106 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 2017 研討會並發表論文		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 106 年 6 月 28 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	時間與頻率傳送、全球衛星導航系統、定位			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴美國檀香山參加 ION PNT 2017 研討會並發表論文。本案係執行 106 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 1060000091 號」及「經標四字第 10640503790 號」同意，准予參加會議。出國時間自民國 106 年 4 月 30 日至 5 月 6 日止，含行程共 7 天。</p> <p>ION PNT (Positioning, Navigation and Timing technology and applications)會議為導航協會(Institute of Navigation, ION)重要的系列會議，每兩年舉辦一次，目地為強化東西方在定位、導航及傳時技術的全球化合作並促進發展。本次會議約有 170 位 GNSS 相關專家及學者出席。共收錄了 125 篇論文，分別於 19 個分項議程進行報告。</p> <p>本實驗室在研討會上發表一篇已接受之論文『Propagation Time Correction on Earth's Orbital Motion for Two-way Satellite Time and Frequency Transfer』；其論文集為 EI 等級，能見度高。本次會議期間與各國專家共同研討，學習最新技術及新興議題等。本屆熱門的應用議題包括，無人飛機系統的自動導航駕駛技術、禁航區管制及飛航限高、GNSS 信號干擾與防欺偽(anti-spoofing)等。隨著 GNSS 導航應用相關消費性展品的推陳出新，台灣廠商及標準制定者也需持續關注相關技術發展。</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>				

106 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				
執行單位	中華電信研究所	執行期間	105 年 1 月至 105 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文	赴法國參加 CCTF 大會、TAI 貢獻實驗室代表及相關工作小組系列會議		
	英文			
撰 寫 人	廖嘉旭		林晃田	
撰寫日期	中華民國 106 年 6 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	CCTF, BIPM, TWSTFT, SDR, UTC			
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：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(11st meeting of representatives of laboratories contributing to TAI)及第 21 屆 CCTF 大會等。會議情形大致如下：</p> <p>6 月 6 日上、下午分別參加 WG on MRA 及 WG on GNSS 等工作小組的會議討論，6 月 7 日參加 TAI 貢獻實驗室代表會議，下午 17:00 至 19:00 則參加 WG on ATFT 會議。</p> <p>第十一屆 TAI 實驗室代表大會(11st meeting of representatives of laboratories contributing to TAI) 於 6 月 7 日舉行。本屆會議討論主要由 CCTF 主席 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、UTCr)、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。</p> <p>第 21 屆國際度量衡委員會時間與頻率技術諮詢委員會會議(21st meeting of the CIPM CCTF)於 6 月 8、9 日舉行，會議由 CCTF 主席 Mr. L. Erard 主持，並邀請 BIPM 局長 Dr. Martin J.T. Milton 參加。會議第一天依各技術主題研發的進展及相關工作小組現況進行報告。大致順序是：頻率標準研發現況、Time scale UTC 及 TAI、時頻校核技術、新標準與</p>				

精密傳時方法等。接著報告 CIPM MRA 相關議題。因為今年適逢“原子秒定義採用五十周年”，由 International Astronomical Union (IAU)代表 Dr. Dennis Mc Carthy 發表一場演講、介紹「秒的歷史」。會議第二天首先進行 MRA 工作小組報告，接著是各區域組織的活動報告，Spac-time、廣義相對論及國際組織的報告，BIPM 時間部門及 CCTF 工作小組策略計畫及新的工作小組主席交接等。目前 BIPM 時頻部門主管 Dr. Elisa Felicitas Arias 將於 11 月份退休，後續將由義大利 INRIM 的 Dr. Patrizia Tavella 接任。。

本次會議中我們提出正式觀察員資格的申請，並透過簡報呈現本實驗室技術研發與國際合作活動的豐碩成果，與會實驗室代表對此申請案均無反對意見，亦有實驗室代表私下表示肯定與支持。此申請將提送年底 CIPM 大會作成決議。

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分。

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	106 年 1 月至 106 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 2017 EFTF&IEEE IFCS 聯合研討會發表論文		
	英文			
撰寫人	曾文宏	林信嚴		
撰寫日期	中華民國 106 年 9 月 14 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	共振器電路、振盪器、頻率合成器、微波頻率標準、			
	時間維持、時間與頻率傳送、全球導航衛星系統、光學頻率標準			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴法國貝桑松參加 EFTF&IEEE IFCS2017 研討會並發表論文。本案係執行 106 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 1060000128 號」及「經標四字第 10600551980 號」同意，准予參加會議。出國時間自民國 106 年 07 月 07 日至 106 年 07 月 15 日，含行程共 9 天。</p> <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。</p> <p>本實驗室在研討會上發表 2 篇已接受之論文『GPS All in View Time Comparison Using Multi-Receiver Ensemble』、『The possibility of testing the Einstein Equivalence Principle (EEP) using Two Way Satellite Time and Frequency Transfer (TW) and a Software Defined Receiver (SDR)』；其論文集為 EI 等級，能見度高。本次會議期間與各國專家共同研討，學習最新技術及新興議題等。</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>				

106 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	106-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	106 年 1 月至 106 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 2017 亞太計量組織大會及技術委員會系列會議		
	英文			
撰寫人	廖嘉旭	林晃田	黃毅軍	
撰寫日期	中華民國 106 年 9 月 14 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	共振器電路、振盪器、頻率合成器、微波頻率標準、			
	時間維持、時間與頻率傳送、全球導航衛星系統、光學頻率標準			
內容摘要：				
<p>本出國案主要任務為：赴印度新德里，參加 2017 年亞太計量組織(APMP)時頻技術委員會會議(TCTF meeting)、品質系統技術委員會會議(TCQS meeting)、ATF Workshop、Symposium 及 APMP 大會(General Assembly, GA)大會等會議。會議及相關活動情形大致如下：</p> <p>2017 ATF Workshop 研討會：有來自 12 個實驗室約 24 人參與，發表論文共 12 篇。所發表論文主題分為時頻標準維持、光鐘研究及國際傳時技術三大類。本實驗室有一篇論文發表，同仁並擔任其中「國際傳時技術」session 的主席。</p> <p>APMP TCTF meeting：首先由主席 NMIA 的 Dr. Michael Wouters 報告，提到 TL 成功執行 MEDEA 計畫之 GPS 巡迴校正、安排專家參訪及舉辦總結會議，並說明 TC Chair 之年中會議的討論事項。接著由各實驗室依序報告實驗室現況、進行 TCTF 四個工作小組(含 WG on MRA, WG on GNSS, WG on TWSTFT, Joint WG on OFM)年度報告。主要討論議題包括新的時頻技術委員會組織架構、ATF Workshop 研討會事務及 G2 實驗室 GPS 接收機校正規劃…等議題。</p> <p>APMP TCQS meeting：本次會議共有 12 個實驗室，共 22 人參加。除了與會實驗室進行現況報告外，主要關切議題包括如何加速 CMC (Calibration and Measurement Capability) 資料審查，ISO 17025 版本更新議題討論，及明年度 TCQS 主席交接等議題。</p> <p>Symposium：會中邀請到幾位貴賓，針對主題「Indian Strategy on Quality Infrastructure」發表演說。下午則依與會者報名，提供 City tour 行程安排。</p> <p>APMP 年度大會(GA): APMP 主席、執行委員會委員、各會員實驗室的主管及各技術領域主席等齊聚一堂，共同對 APMP 相關事務以及未來的發展，進行面對面的溝通討論。</p>				

近年來參加 APMP 年會及系列會議，都可感受到日、韓、大陸，及東南亞國家對於時頻計量領域的重視與投入，積極採購設備及更新實驗室，成績斐然。日、韓、大陸在實驗室級原子鐘及光頻標準研究上，均有持續投入及發展。韓國的低頻電台建置計畫及泰國光鐘的初期計畫亦都持續進行中。即便在我們印象中貧窮落後的地主國印度，物理實驗室(NPLI)對於噴泉式銫鐘與光鐘亦已投入多年，目前更為時間標準推廣之相關立法積極準備中。我國主管機關對於計量發展實應有整體長遠的規劃，重視人才培育及維持穩定的資源投入，方能保有不落後的實力。

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 (4/4)
106 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	
1. 國家時頻標準非常重要，提供平均網際網路校時服務超過 2.5 億次/天，且更新及維護國家度量衡標準實驗室網站，使得每月使用網站人數達 50,000 人次以上。	1. 謝謝委員的肯定與支持。
2. 本年度成果非常豐碩且績效卓著。	2. 謝謝委員的肯定與支持。
3. 在經費與實驗室人力非常緊縮的情況下，本計畫仍能完成並超越各項目標與查核點，值得大力稱許。	3. 謝謝委員的肯定與支持。
B 委員	
1. 時頻實驗室所維持的中華民國標準時間佔國際原子時(TAI)的相對權重國際排名，至本(106)年度10月止，仍維持在第15名，惟權重值為1.537，較去年同期增加0.2。另外在國家時間標準的準確度方面 UTCUTC(TL)為-3 - 10ns 之間，而長期穩定度則突破 1.0×10^{-15} 的門檻，提升到 8.8×10^{-16} ，領先亞洲各實驗室，達先進國家之列，至為難得。	1. 謝謝委員的肯定與支持。
2. 本實驗室的國際影響力在今年度有進一步提升，除於2014年由國際度量衡局(BIPM)選定為全球八個GNSS接收機校正一級實驗室之一，持續推動由TL實驗室所主導的亞太計量組織APMP的TCI計畫之外，並在今年將自主開發出的	2. 謝謝委員的肯定與支持。

<p>SDR 接收機技術輸出到世界主要國家時頻實驗室中，包括美國、蘇俄、德國、中國大陸、日本、南韓等，並公布於 BIPM 網站供全球各時頻實驗室使用，以改善 TWSFTF 時間傳時的週日效應誤差，同時輔導埃及國家標準研究所(NIS)調整埃及國家時間與頻率標準，大幅提升埃及國家時間標準準確度 UTC-UTC(NIS)由原先的 3500ns 至 -50ns，難能可貴，值得嘉勉。</p>	
<p>3. 本實驗室所負責的網路校時服務，每日服務流量由民國 102 年度的每日 2 千多萬次，急遽上升到今年的每日超過 2.5 億次，短短四年提升超過十倍以上，顯示網路校時極高的社會需求性，本項服務的社會影響與貢獻，值得肯定。</p>	<p>3. 謝謝委員的肯定與支持。</p>
<p>4. P.103，第二段，2007 年 10 月應為 2017 年誤植，請更正。</p>	<p>4. 謝謝委員的指正，筆誤之處將予以修正。</p>
<p>C 委員</p>	
<p>1. 維持國家時間及頻率標準，是國家基礎設施，TL 在這方面長期努力，已有很好的規模，也在國際建立良好的地位，各項預定目標均尚能如期達成。</p>	<p>1. 謝謝委員的肯定與支持</p>
<p>2. 計畫在建立國家時頻標準之準確度及穩定度上均能維持國際標準。與國際時頻知名實驗室亦能維持良好關係，且在國際組織上逐漸參加技術工作委員會及實驗室委員會，是可喜之發展。</p>	<p>2. 謝謝委員的肯定與支持</p>
<p>3. 計畫在知識擴散推廣方面，已有動安排並積極爭取到各校及國內</p>	<p>3. 謝謝委員的肯定與支持</p>

各研討會演講等，增加學界及民眾對本計畫相關科技發展的了解，值得肯定。	
4. 業界投校總收入是重要指標，參考先進國家作法，增加政府收入來源，以上向回饋本計畫經費之增加，未來宜持續加強。	4. 謝謝委員寶貴的建議，未來將朝此方向繼續努力。
D 委員	
1. TL 在經費與人力皆不太充裕狀況下，仍然能夠長期維持國家時間與頻率之標準並善盡共同維持世界時頻標準責任，本年度執行的績效大致符合預期。但是總年度執行進度何以僅 73%？第 1 頁中所列數字是否誤植？	1. 謝謝委員的肯定與支持。也謝謝委員的指正，筆誤之處將予以修正。
2. 人力配置與實際參與之人月皆不足，有何原因？請予補充說明。	2. 謝謝委員的指正。 實驗室雖亟需人力，但因本院員額控管極嚴，非電信領域之研究一時難以補足。未來將持續爭取人力及資源的投入。
3. 5G 與 IOT 的國際標準即將訂定，對於時頻的精準度要求將更嚴苛。TL 任重道遠，責無旁貸。應持續努力。	3. 謝謝委員寶貴的建議和期許。 實驗室同仁將因應相關規範要求，繼續努力。
E 委員	
1. 計畫執行進度及經費支用正常，執行成果符合預定目標。	1. 感謝委員支持
2. 計畫持續精進光頻段頻率量測技術及擴大衛星時頻傳遞之 SDR 接收機技術成效，值得肯定。	2. 感謝委員肯定與支持
3. 年初細部計畫書提及瑞士氫鐘 HM0057 易受溫濕度影響，調整不易(頁 2)及壽期已屆的俄製氫鐘 HM6053 皆於年中維修(頁	3. 俄羅斯氫鐘維修為原廠技師於安裝新氫鐘時”免費”維修。瑞士氫鐘為動用關係商請原廠技師於維修日本氫鐘時”順道”來台維

23)，其維修效益為何？	修，本計畫均未負擔任何費用，該鐘目前持續運轉中。
4. 計畫執行預期人力與實際人力有顯著落差(頁8)，亦無法補足，如何因應後續計畫執行？	4. 謝謝委員的指正。 未來將以適度調整工作配置以及持續爭取人力資源來因應。

(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」(12月份止)

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		FY102	FY103	FY104	FY105	FY106	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	—		時間信號產生器	4	7	4	2	4	21	張博程	◎		繼續服務。
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	—		頻率信號產生器 (非原子鐘等級)	26	28	47	14	43	158	張博程	◎		繼續服務。
相位比較系統	KJ02-3	1, 5, 10 MHz	3.0E-13	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	2001.09	—		頻率信號產生器 (原子鐘等級)	30	33	26	14	32	135	張博程	◎		繼續服務。
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	—		頻率信號產生器 (銻原子鐘等級以上)	0	2	1	3	2	8	張博程	◎		繼續服務。 此系統為本實驗室目前原子鐘群(含 13 部銻鐘及 3 部氫鐘)進行內部查核比對之重要設備。

遠端 頻率 校正 系統	KJ02-5	10 MHz	2.0E-13	GPS 時頻接收器 H-maser (master clock)	2013.09	—	頻率信號 產生器	2	2	2	1	2	9	邱 紫 瑜	◎	繼續服務。 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。
微波 頻率 量測 系統	KJ02-6	300 MHz to 40 GHz	6.0E-12	Microwave frequency generator, H-maser (master clock)	2014.01	—	微波頻率 信號產生 器	0	1	1	0	1	3	張 博 程	◎	繼續服務。 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	—	時間信號 產生器	0	0	0	0	0	0	邱 紫 瑜	◎	繼續服務。 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。

校正服務滿意度調查

106 年度 國家時間與頻率標準實驗室 校正顧客滿意度統計表(12 月止)

月份	校正件數	顧客回饋不滿意數	不滿意度件數	滿意度(%)
1	9	無	0	100
2	9	無	0	100
3	14	無	0	100
4	5	無	0	100
5	8	無	0	100
6	3	無	0	100
7	4	無	0	100
8	3	無	0	100
9	5	無	0	100
10	12	無	0	100
11	8	無	0	100
12	4	無	0	100

