



108 年度國家時間與頻率標準實驗室計畫期末執行報告

# 建立及維持國家時間與頻率標準(3/4)

全程計畫:自民國 106 年 1 月至 109 年 12 月止  
本年度計畫:自民國 108 年 1 月至 108 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 109 年 1 月

## 民國 108 年度計畫執行報告摘要紀錄表

計畫名稱	建立及維持國家時間與頻率標準			計畫編號	108-1403-05-05-01
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	03-4244920
協同主持人	廖嘉旭	電話	03-4244441	傳真	03-4244920
計畫分類	<input type="checkbox"/> 研究發展類 <input checked="" type="checkbox"/> 技術推展類 <input type="checkbox"/> 行政配合類				
執行期限	本年度計畫自 民國 108 年 1 月起至 108 年 12 月止				
	全 程計畫自 民國 106 年 1 月起至 109 年 12 月止				
經費概算	全程計畫經費		101,230 (千元)		
	本年度預算	22,189(千元)	實支數	22,189 (仟元) 實際與預算支用比 100 (%)	
計畫連絡人	邱紫瑜	電話	03-4244228	傳真	03-4244920
<p><b>計畫摘要：</b>本計畫之執行，旨在配合經濟部標準檢驗局因應國內工業發展及經濟持續成長之需求，建立及維持時間與頻率國家最高標準，確保量測的一致性與準確性，並與國際標準一致，提供國內量測校正之追溯依據，以達到促進產業升級及提升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與性能提升</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>					

# 目 錄

壹、基本摘要.....	1
貳、108 年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要.....	5
參、報告內容.....	6
一、執行績效檢討.....	6
(一) 與計畫符合情形.....	6
1. 進度與計畫符合情形.....	6
2. 配合計畫與措施.....	7
(二) 資源運用情形.....	8
1. 人力運用情形.....	8
2. 設備購置與利用情形.....	9
3. 經費運用情形.....	10
(三) 人力培訓情形.....	12
1. 國外出差人員一覽表.....	12
2. 國內受訓一覽表.....	15
(四) 標準維持情形.....	16
二、成果效益檢討.....	19
(一) 國家標準實驗室維持與性能提升.....	19
(二) 時頻校核技術研究.....	60
(三) 標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣.....	71
(四) 其他.....	84
三、結論與建議.....	91
肆、附件.....	92
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	93
(二) 各種報告(包括論文、技術報告、研討會)一覽表.....	94
(三) 研究成果統計表.....	98
(四) 審查意見表.....	119
(五) 標準系統能量與校正服務資料表.....	123
(六) 校正服務滿意度調查.....	125
(七) 專有名詞中英對照.....	126

# 壹、基本摘要

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準 審議編號：108-1403-05-05-01

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) 4244920

期程：106 年 1 月至 109 年 12 月

經費：

(全程)：101,230 仟元

(年度)：22,189 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)：22,189	實際(千元)：22,189	支用比率(%)：100%
年度經費 22,189 千元	年度 22,189 千元	100 %
總經費 101,230 千元	累計 77,684 千元	76.7%

主要執行內容：

108 年度計畫之推展，延續 107 年各項重要研究項目，如：高精度頻率量測技術、國際時頻校核技術與光纖傳時技術等方面之研究與精進。

各研究項目之目標摘要如下：

## (一) 國家標準實驗室維持與性能提升

此項目旨在國家時頻標準之建立、維持與系統性能之提升，其要點如下：

1. 標準檢驗局委託本院辦理之國家時間與頻率標準實驗室代表我國長期維持時間與頻率國家標準，並參與國際度量衡局(BIPM)共同維持協調世界時(UTC)及國際原子時(TAI)，在國際時頻機構擁有代表席位。

2. 中華電信研究院(TL)長期維持時間與頻率之國家標準，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 15 奈秒以內。所維持時頻標準之穩定度及準確度，與亞洲地區主要國家時頻實驗室相較，毫不遜色。
3. 完成配合 TAI 權重比重改變，修改本計畫現有之時間評量演繹法，加入氫鐘叢集提升 TA(TL)之穩定度，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。
4. 提供通行全球約百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。
5. 健全全國追溯體系，本年度配合 TAF 評鑑時程，完成 17 家實驗室評鑑，另協助 TAF 進行 6 家校正實驗室之評鑑總結報告審查工作。
6. 建立追溯至微波頻段頻率標準的精密光頻量測系統，以擴大實驗室之標準能量。

## (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. 進行 GPS(Global Positioning System, 全球定位系統) GPS 雙頻多通道全視法觀測(GPS AV)、GPS 載波相位觀測(GPS CP)、GPS P3 及 GPS PPP 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. 國家時間與頻率標準實驗室榮獲國際度量衡局(BIPM)選定為全球導航

衛星系統(GNSS)接收機校正之第一級(Group-1)實驗室，成為直接參加 BIPM 所舉辦 GNSS 接收機巡迴校正活動的亞太地區三個實驗室之一，主導規劃國際比對活動，協助亞太地區第二級(Group-2)實驗室之校正追溯活動。應用 TL 完成 BIPM G1 實驗室 107 年巡迴校正，校正完成後本實驗室 TAI link 之總不確定度繼續維持在 2 ns 之結果，為亞太地區之領先水準。

3. 獲選參加 BIPM 時間鏈路校正先鋒計畫、應邀參與 CCTF 相關工作小組會議、及擔任 APMP 重要職務等榮譽，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。
4. 更新於 BIPM 網頁公佈研發之 SDR 軟體、安裝及操作說明等資料，做為參與 SDR 先鋒研究小組其他標準時頻實驗室建置 SDR 之參考，促進國際標準時頻比對之技術發展。
5. 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、嘗試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實驗，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。

### (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. 維持國家時間同步校時服務，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. 提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務計 89 件，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。
3. 提供準確且穩定之校時(含網際網路校時服務)服務平均每日超過 2.3 億次，進行網站維持與訊息更新，每月超過 30000 次連結點閱。
4. 滿足亞太實驗室認證組織 (Asia Pacific Accreditation Coop., APAC)和國內 TAF 等單位，對於國際實驗室間傳時比對，及國內實驗室間能力試驗之要求
5. 舉辦技術比對活動及 ATF 國際研討會，以增進技術交流，並提升我國實驗室之知名度與重要性。

## 貳、108 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
107.05.01~ 108.04.30	完成校正 SDR 衛星雙向時頻傳遞，包含使用 GPS 校正 TL-NICT 以及研發 SDR 可攜站校正 OP-PTB	黃毅軍研究員赴國際度量衡局(BIPM)及巴黎天文台(OP)進行時頻標準及傳遞技術研究。
107.10~ 108.05		配合政府新南向政策，應印尼 RCM-LIPI 與斯里蘭卡 MUSSD 請求，執行標準時間鏈路校正，校正報告 1.2 版給 BIPM 獲准，BIPM 公布校正結果並採計報告內容計算 UTC
108.01.07	完成經濟部標準檢驗局 107 年度之委辦計畫期末審查會議	
108.01.10	順利通過全國認證基金會 TAF 之 ISO 17025 監督評鑑	
108.01.26~ 108.02.02		林信嚴研究員赴美國參加 2019 PTTI 研討會暨發表論文。出席會議期間並擔任 session P4a 主席
108.03.05	經濟部標準檢驗局舉辦 109 年綱要計畫書審查會議	
108.03.07~ 108.03.08		應 EURAMET TC-TF 主席之邀請，並獲 LNE-SYRTE 贊助旅費，於 3/7-3/8 赴英國 NPL 參加 2019 EURAMET TC-TF 會議
108.03.23~ 108.03.29		林晃田博士應邀赴澳洲國家計量研究院(NMIA)擔任國際同儕評鑑之技術評審
108.04.04		黃毅軍研究員獲 LNE-SYRTE 邀請，在巴黎天文台舉辦 SYRTE 時頻研討會(Séminaire Temps et Fréquence du SYRTE)，報告研究成果
108.04		協助審查亞太地區兩件 CMC 申請 (包括: 中國大陸(NIM) 及香港(GLHK))
108.04.14~ 108.04.21		曾文宏研究員赴美國參加



		2019 IFCS & EFTF 聯合研討會暨發表論文
108.08.15	經濟部標準檢驗局舉辦 108 年期中報告書審查會議	
108.08		TL 貢獻 TAI 權重排名為國際時頻標準實驗室之第 7 名
108.09.26	協助經濟部標準檢驗局總局舉行「國家時間與頻率標準實驗室」服務及產業應用說明會	
108.10.30~ 108.11.02		黃毅軍研究員參加衛星雙向時頻傳遞工作組會議
108.11.30		張博程研究員、林晃田博士參加 ATF 2019 並發表論文
108.12.02~ 108.12.03		張博程研究員、廖嘉旭博士參加 APMP TCTF 會議
108.12.02~ 108.12.03		林晃田博士參加 APMP TCQS 會議
108.12.04		廖嘉旭、林晃田參加 APMP Symposium
108.12.05~ 108.12.06		廖嘉旭、林晃田參加 2019 APMP GA
108.12.16~ 108.12.21		林晃田博士赴沙烏地阿拉伯國家量測校正實驗室 NMCC(National Measurement and Calibration Center laboratories)擔任國際同儕評鑑之技術評審

# 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 35 奈秒 (此精度為全球領先水準)	108.03	108.03	符合
➤ A2 年度累積完成校正服務 12 件	108.03	108.03	符合
➤ A3 第一季提供平均每日超過 2.3 億次之校時服務	108.03	108.03	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 $8 \times 10^{-15}$	108.06	108.06	符合
➤ B2 年度累積完成校正服務 24 件	108.06	108.06	符合
➤ B3 上半年提供平均每月超過 3 萬次之網頁連結服務	108.06	108.06	符合
➤ C1 使用雙向衛星時頻傳遞軟體定義接收機計算世界協調時	108.09	108.09	符合
➤ C2 年度累積完成校正服務 36 件	108.09	108.09	符合
➤ D1 提供本年度平均每日 2.3 億次之校時服務能力	108.11	108.11	符合
➤ D2 衛星移動下的都卜勒效應及同時性修正分析	108.11	108.11	符合
➤ E1 本年度繼續保持與國際度量衡局之時刻差小於 35 奈秒	108.12	108.12	符合
➤ E2 本年度維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 $8 \times 10^{-15}$	108.12	108.12	符合
➤ E3 協助 TAF 進行實驗室評鑑案 13 件	108.12	108.12	符合
➤ E4 可鎖頻至原子能階躍遷之穩頻雷射技術開發	108.12	108.12	符合
➤ E5 GNSS 比對資料上載 BIPM 網站	108.12	108.12	符合
➤ E6 年度累積完成校正服務 50 件	108.12	108.12	符合
➤ E7 完成協辦 ATF2019 國際研討會	108.12	108.12	符合

## 2. 配合計畫及措施

合作單位	合作計畫內容與成效	期間
	無委託研究案	

## (二)資源運用情形

### 1.人力運用情形

#### (1) 人力配置

主持人	分項計畫 (分項及主 持人)	子計畫 (主持人)	年度 人月	預定 人月	實際 人月	差異
楊文豪	廖嘉旭	林信嚴	40	40	36	
		林晃田	38	38	34	
		林清江	24	24	20	
合計			102	102	90	

#### (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	
108	預計	78	24				42	48		12		102
(人月)	實際	78	12				42	36		12		90

計畫運用人月數不足部分由同仁分攤，戮力完成以不負受 BSMI 委託使命。

## 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	
時間碼收發機	108.6	108.6	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	18,944.968	18,944.968	18,944.968				18,944.968	100	
公費	1,045	1,045	1,045				1,045	100	
營業稅	999	999	999				999	100	
小計	20,988.968	20,988.968	20,988.968				20,988.968	100	
資本支出									
機械設備	1,200.032	1,200.032	1,200.032			0	1,200.032	100	
小計	1,200.032	1,200.032	1,200.032			0	1,200.032	100	
合計	22,189	22,189	22,189				22,189	100	不足部分 由本院吸 收

## (2) 歲入繳庫情形

單位：千元

11 月止

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	1,311	校正件數 89 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	1,311	校正件數 89 件

### (三)人力培訓情形

#### 1.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 Reston 參加 2019 PTTI 研討會暨發表論文	美國	108.01.26~108.02.02	林信嚴	時間評量技術研究	<p>參加精密時間與時間間隔(Precise Time and Time Interval Meeting, PTTI)研討會並發表論文『The New TA(TL) Model Composited by Hydrogen Maser and Cesium Clock Ensembles』一篇，與先進實驗室同儕互相交流。</p> <p>精密時間與時間間隔(Precise Time and Time Interval Meeting, PTTI)研討會原為美國海軍天文台(US Navy Observatory, USNO)所主辦，針對頻率與時間前沿領域所召開之國際研討會，102年起與美國導航協會研討會(The Institute of Navigation, ION)合併舉辦，會議內容另增時頻領域於導航方面之應用。實際參與會議者除美國先進實驗室外，歐、亞、美等其他先進國家時頻實驗室之研究人員亦會與會參與討論。參加此會議發表論文可促進實驗室間相互合作關係，提昇本實驗室國際能見度及貢獻度。</p>



參加會議	赴國際度量衡局及法國巴黎天文台進行時頻標準及傳遞技術研究	法國 BIPM、 巴黎天文 研究所 OP	108.01.01~ 108.04.30	黃毅軍	時頻校核 技術研究	BIPM 與 OP 皆位於法國巴黎近郊，OP 除了長期和 UTC 保持同步在 10 奈秒內，更維持銻、鈷噴泉鐘、光鐘、長距離光纖、及高階量測設備，是全球頂尖的時頻標準機構，為推動量測技術，在 BIPM 與 OP 進行理論研討以及相關實驗，所產生的數據更具說服力。上述研究不僅可應用於提升國際協調時，並可提升國家標準時頻與時頻傳遞的精準度，對於提升我國之國際影響力、國內標準建置、研發能量及檢測技術提升等，均有很大的助益。
研究	赴國際度量衡局及法國巴黎天文台進行時頻標準及傳遞技術研究	法國	108.01.01- 108.04.30	黃毅軍	時頻校核 技術研究	BIPM 與 OP 皆位於法國巴黎近郊，OP 除了長期和 UTC 保持同步在 10 奈秒內，更維持銻、鈷噴泉鐘、光鐘、長距離光纖、及高階量測設備，是全球頂尖的時頻標準機構，為推動量測技術，在 BIPM 與 OP 進行理論研討以及相關實驗，所產生的數據更具說服力。上述研究不僅可應用於提升國際協調時，並可提升國家標準時頻與時頻傳遞的精準度，對於提升我國之國際影響力、國內標準建置、研發能量及檢測技術提升等，均有很大的助益。
參加會議	參加衛星雙向時頻傳遞工作組會	日本	108.10.30~ 108.11.02	黃毅軍	時頻校核 技術研究	衛星雙向時頻傳遞工作組係由國際度量衡局 (BIPM) 轄下時間與頻率諮詢委員會

	議					(CCTF) 各國家時頻標準實驗室所組成，固定召開年度會議以討論衛星雙向時頻傳遞技術研發、協調國際比對事務、制定標準程序，並分享資訊瞭解各國家在時頻領域的發展現況，藉以規劃本實驗室的發展方向。本實驗室為該工作組之正式成員，派員參加為本實驗室之權利與義務。
參加會議	參加 108 年度 APMP GA 大會等年度會議、與 108 年度 APMP TCTF workshop	新加坡	108.11.27~108.12.07	廖嘉旭 林晃田 張博程	時頻校核 技術研究	本實驗室為 APMP 之正會員，參加 108 年度 APMP 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

## 2.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
108 年度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	108.03.27	林晃田	品質主管、時間校核技術、協同主持人。	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。
108 年度 TAF 之校正領域資深評審員在職訓練	ISO 17025 新版條文內容及評鑑重點之說明	全國認證基金會 TAF	108.05.29	廖嘉旭 林晃田	實驗室主管、協同主持人。 品質主管、時間校核技術、協同主持人。	熟悉 ISO 17025 新版條文內容及評鑑重點，有助於後續評鑑案之進行。
內部進修	光電博士養成	國立清華大學	108.01.01~ 108.12.31	張博程	窄線寬穩頻雷射開發	建立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精確度由目前國家實驗室於微波段提升至光頻段(1200~1800nm)

(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 HP5061A, S/N 1712	90.10 參與國家時頻維持 2.5.19 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
2	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
3	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
4	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
5	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
6	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
7	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
8	銻束頻率標準器 Symmetricom,S/N 2910	100.10 新購驗收完成 101.04 參與國家時頻維持	BIPM
9	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 102.01 故障 102.12 修復驗收完成參與國家時頻維持 105.01 故障 105.05 修復驗收完成參與國家時頻維持 108.09 故障	BIPM
10	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 105.05 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
11	氫微射頻率標準器	99.06 新購驗收完成	BIPM

	T4-Science, S/N 0057	101.02 提供母鐘信號 104.06 停止提供母鐘訊號	
12	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 <b>104.06 提供母鐘信號</b>	BIPM
13	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	國家標準實驗室母鐘
14	SDI 5MHZ 分配器	供應標準頻率(5MHz)	國家標準實驗室母鐘
15	切換控制器	每日持續性監測	
16	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
17	時間差計數器,TimeTech 10409	107.07.01 更換舊系統，持續性監測	國家標準實驗室母鐘
18	ESA24K-1 CODAN-5900	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘
19	Ashtech/Z-XII3T Metronome, S/N RT919994504	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘
20	IRT FRU-1030 S/N 0206082	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘

說明：(參考圖 1 標準件追溯架構圖)

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。原級頻率或時間標準係指運作時無需外在校正(CCIR Recommendation 686 之定義)之頻率標準器，本實驗室所用之 Microsemi 5071A 是目前世界上穩定性最佳的商用化銫原子鐘，氫微射頻率標準器亦皆為世界主要廠商生產之高穩定性產品。目前本實驗室母鐘之時頻標準訊號由高穩定度之氫微射頻率標準器(目前使用 Microsemi, 序號 0100000311 的氫鐘)作為頻率參考源，經由原子鐘群時間評量演繹法獲得之 TA(TL)原子時、BIPM UTCr 週報、及 BIPM Circular T 月報比對結果微調相位微調器(13)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(17)與原子鐘群、GPS (19)接收信號比對，比對結果每日上傳至 BIPM，由 BIPM 計算各原子鐘與 UTC(BIPM)之時間差值、頻率偏移、權重，其結果每週及每個月由 BIPM 公佈於網站，本實驗室再根據 BIPM UTCr 週報、BIPM Circular T 月報及 TA(TL)微調相位微調器(13)，使

UTC(TL)緊密追溯國際時頻最高標準 UTC。

為使我國時頻最高標準與國際標準一致，民國 108 年度 11 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(83 個實驗室)	108.01~ 持續進行	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(83 個實驗室)	108.01~ 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	108.01~ 持續進行	公佈於 BIPM Time Section 網站
G2 GNSS 接收機巡 迴校正	TL	印尼 RCM-LIPI、 斯里蘭卡 MUSSD、 台灣 TL	107.10~108.5	公佈於 BIPM Time Section 網站

表 1 參與國際比對活動一覽表

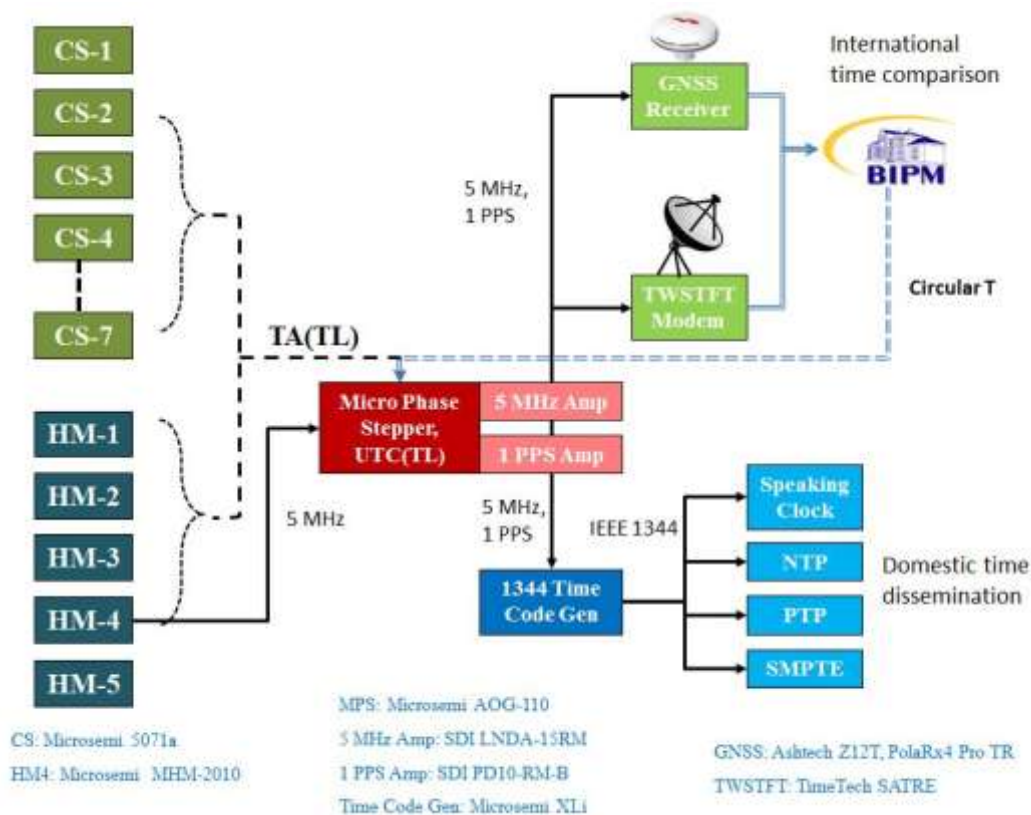


圖 1 標準件追溯架構圖

## 二、成果效益檢討

本計畫執行情形，依據計畫架構 (一)國家標準實驗室維持與性能提升、(二)時頻校核技術研究、(三)標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣及(四)其他，逐項說明如下：

### (一) 國家標準實驗室維持與性能提升

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 2。

#### 與國際標準協調一致、建立國際地位

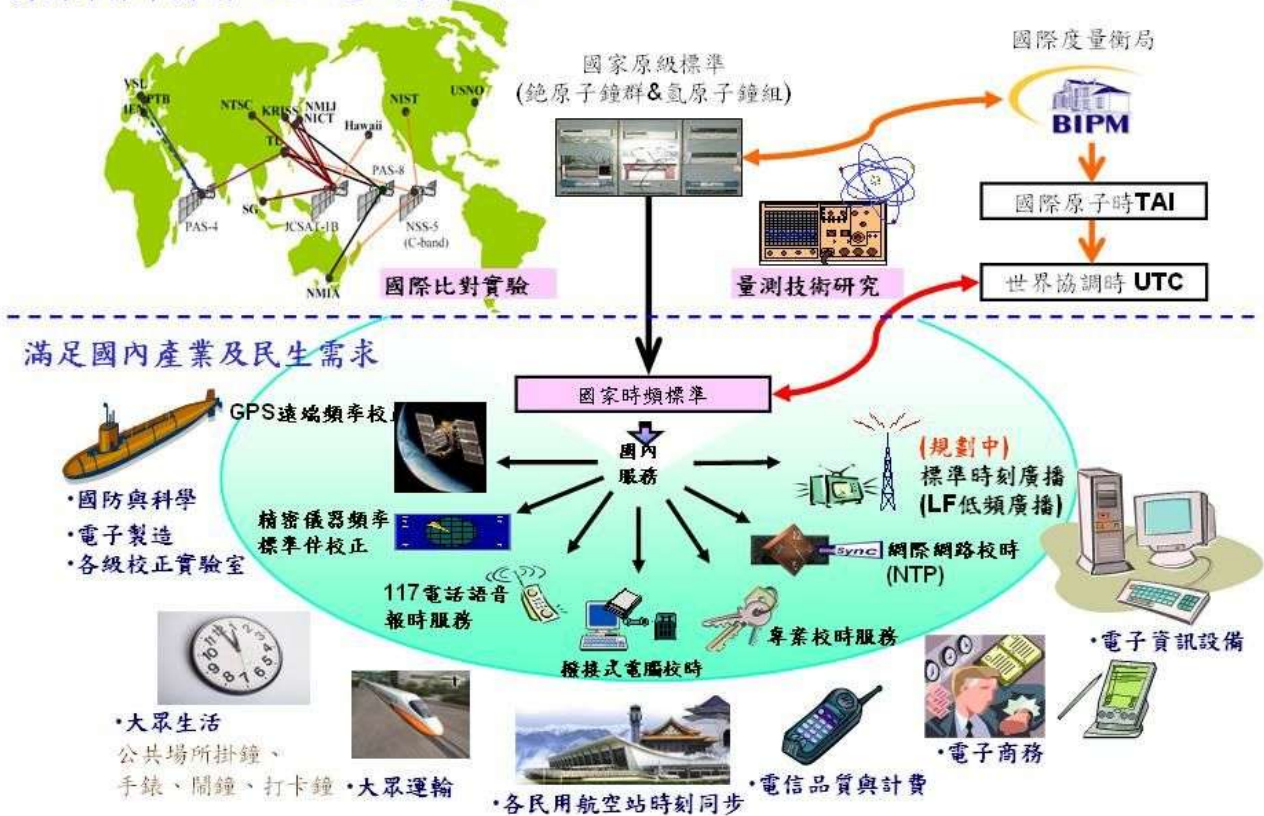


圖 2 我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖

## 服務產業與應用

1. 提供符合全球相互認可資格的精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。
2. 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。
3. 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。
4. 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。
5. 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

1. NTP 網際網路校時準確且便利，滿足資、通訊產業之需求。
2. 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。
3. 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：

1. 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。

2. 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。
3. 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  $\pm 40$  ns 左右。本計畫執行的情形如下：

## **(1.1)國家標準時間的維持及增進性能**

### **(1.1.1) 標準現況及品質、權重分析**

#### **(1.1.1.1) 執行項目**

國家標準時間的維持現況及其品質、權重分析

#### **(1.1.1.2)標準時間的維持工作概述**

目前國家時間主要由本實驗室所維持的銫原子鐘群(Agilent/HP 5071A)及氫原子鐘(Active H-masers)所產生。以高品質的氫原子鐘作為參考母鐘，所產生的頻率信號經相位微調器調整後產生標準時間，國際上的名稱是 UTC(TL)，短期

調整機制則是參考銫原子鐘群的統計值進行微調。我們透過 GPS 載波相位觀測 (GPSPPP)及 GPS P3 電碼全視法(GPS P3 All-in-view)與其他國家時頻標準實驗室進行比對，比對結果及本實驗室各原子鐘與 UTC(TL)相對相位差數據每日上傳 BIPM 以計算國際原子時 TAI，TAI 再依據國際地球自轉服務(IERS)發布之閏秒訊息調整產生國際標準時序「世界協調時 UTC」。

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

( NICT website : (<http://jij.nict.go.jp/mission/index-e.html>); Weights of Atomic Clocks(NICT) )

維持國家時間的每個環節，包括原子鐘的維持、訊號的傳送、時間量測以及國際比對實驗的進行，都需要仔細的管理與規劃，以確保時間的精準。原子鐘的維持是本實驗室的核心工作，目前運轉中的原子鐘群，包含銫鐘群、主動式氫鐘群，分別安置在一樓電磁隔離室中。隔離室必須保持恆溫恆濕空調維持於 $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、 $50 \pm 10\%$ 之溫溼度環境，並避免振動的發生。本實驗室原子鐘的比對記錄系統有兩套，105年利用本院預算進行汰換其中一套老舊系統，107年再利用本院預算進行汰換另一套老舊系統中。原子鐘必須均勻且連續的運轉，所以電力供應不容中斷，我們除了電信研究院的電力系統、大型不斷電系統(UPS)及柴油發電機外、還準備有直流電源(DC)，均經過濾波後才供應給原子鐘使用，原子鐘、比對記錄系統及相位微調器等重要設備，另配有專屬的機架型UPS，即

使這些備援電力都失效的情況，銫原子鐘內部還有電池，可再維持一段時間。總之，電力設備的維護與定期檢修更換，實為實驗室維持相當重要的環節。

原有比對記錄系統使用時間計數器(Time interval counter)量測每部原子鐘的時刻 1PPS(one pulse per second)信號與標準時間 UTC(TL)的差值，再儲存到電腦磁碟陣列中。目前每十分鐘整連續量測 6 筆資料，去除最大、最小值之後再取平均並記錄之，如此可有效減少量測的誤差。此系統所記錄原子鐘的長期變化值，是非常重要的資料，除了有一套備援系統外，實驗室也另外進行定期的資料備份，另 107 年再利用本院預算進行汰換另一套老舊系統。

另外，TL已參加由BIPM於100年規劃，並於101年1月1日開始試驗之「UTC rapid」先鋒計畫，此計畫內容為：

1. 為提高UTC發佈頻率，先建立一新的time scale，並每週公佈逐日計算結果(101年02月起每周三公佈計算結果)
2. 估計貢獻於TAI權重之鐘數，有60%以上納入參與計算，時間演繹法及計算細節則由BIPM處理
3. 原有Circular T每月報告持續發布，UTC仍為世界標準時間。每週發布之Rapid UTC簡稱UTCr，以表示與UTC之區別。

UTC rapid 先鋒計畫之報告已於 102 年 7 月起變更為正式報告，但 UTC 仍為世界時間標準。本實驗室因應 UTCr 計畫，已完成每日自動計算並上傳原子鐘及 TA(TL)的比對值。原子鐘比對值及 GPS、TWSTFT 比對資料更加密集，由以往每月上傳成為每日上傳，並持續觀察 UTCr 與 UTC 異同，以作為調整 UTC(TL)之依據。

在國際傳時比對方面，本實驗室標準國際比對系統包括 GPS 導航衛星時頻比對系統 4 套、IGS 衛星觀測系統 1 套，及衛星雙向傳時系統 3 套，與歐、美、日等其他國家時頻標準實驗室進行國際時頻比對並藉以追溯國際標準。兩種系

統皆以建立主/備援系統平行運轉，互相備援。近年基於國際導航衛星比對技術朝向多導航星系併行比對及衛星雙向傳時技術全數位方式改進，本實驗室亦已逐年編列預算採購新型接收機以因應此國際趨勢。近期進行雙通道及雙頻 GPS 接收機的傳時研究，GPS P3 電碼比對的國際巡迴校正、GPS 載波相位觀測及衛星雙向傳時等實驗，本實驗室的數據品質也大幅提升。其中衛星雙向傳時是目前最精準的傳時方法之一，其不確定度可優於 1 奈秒(ns)。自 91 年一月起，本實驗室(TL)與日本(NICT)之比對數據，正式提供 BIPM 作為計算世界原子時(TAI)的資料。94 年 5 月我們完成 BIPM 之 GPS P3 電碼比對的精準校正結果，接著於 95 年 3 月完成亞太地區第一個衛星雙向傳時地面站校正實驗。

自 96 年起，本實驗室逐漸提升實驗室環境，97 年全新的恆溫恆濕空調及 UPS、DC 電力系統正式運轉啟用，原子鐘穩定性大為增高。另外，因為 BIPM 採用本實驗室與德國 PTB 之 TAIPPP 比對結果作為 TAI 鏈路，以及 103 年本實驗室榮獲 BIPM 選定為全球 Group 1 級實驗室，國際傳時比對之 A、B 類不確定度分別由 0.5 ns 及 5 ns 降至 0.3 ns 及 2.0 ns，使本實驗室之短、長期穩定度進一步提升。

UTC(TL)之維持調整需參考 TA(TL)、UTC 及 UTCr，TA(TL)又相當倚靠銫、氫鐘群之短、長期特性及時間協調演繹法。本實驗室每日皆監測各原子鐘性能，視經費允可汰換或維修故障原子鐘及 GPS 接收機系統，降低比對不確定度；維持原子鐘電磁隔離室、國際時頻比對設備室之溫濕度環境；維持並持續研究改善 TA(TL)時間評量演繹法，以在盡量節約經費之限制下提升 UTC(TL)性能。

#### **(1.1.1.3)時頻標準維持之執行內容(執行期間：108/01~108/11)**

107 年起本實驗室銫原子鐘叢集即僅餘 4 部超齡使用之銫鐘可正常運轉，原有 TA(TL)之長、短期穩定度大受影響，不利 UTC(TL)調整；加以 BIPM 已將 TAI 權重以各原子鐘之預測錯誤率為權衡依據，TAI 權重占比往短期穩定度較佳之主動式氫鐘傾斜。本計畫於 107 年開始啟動將氫鐘叢集加入現有銫鐘叢集評量演

釋法之研究，結合銨鐘之長期穩定度及氫鐘之短期穩定度，並於 108 年 1 月 1 日正式以新演繹法取代舊演繹法，產生新台灣國際原子時 TA(TL)，作為 UTC 月報及 UTCr 週報公告空窗期間 UTC(TL)之調整依據。為防 TA(TL)長期性能繼續惡化，本實驗室已於本年度利用他案預算購置銨鐘兩部，並於 108 年 12 月交貨驗收完畢，預計 109 年起可稍提升 TA(TL)之長期性能。

108 年 2 月原有母鐘頻率源美製氫鐘之共振頻率與輸出級石英震盪器失鎖，改以新購俄羅斯製氫鐘做為母鐘參考源，瑞士氫鐘作為備援參考源，。美製氫鐘經調整後已恢復鎖定，若新購俄羅斯或瑞士氫鐘出現不穩現象，再考慮以美製氫鐘替換。

108 年 9 月時本實驗室所有之舊型俄羅斯氫鐘之一氫源耗盡，無法繼續運轉，已洽俄方原廠評估後確認可補充氫源後恢復運轉，已於 109 年度編列經費進行維修。

#### (1.1.1.4)時頻標準量測結果

108 年上半年起，本計畫 4 部氫鐘於全部正常運轉後權重逐步增加，108 年 10 月時權重排名為第 7 名，大致與德國 PTB、美國 NICT 實驗室相當(表 2)。

107 年進行之新演繹法研究以銨鐘叢集作為長期標準，據以評估氫鐘之飄移率，再根據氫鐘飄移率變化加權各氫鐘得出新 TA(TL)。由於兼具銨鐘叢集之長期準確及氫鐘叢集之短期穩定特性，新 TA(TL)短期穩定度遠較舊演繹法(純銨鐘叢集)為優，平均時間為一日之 Modified Allan Deviation 較舊演繹法得出之結果優於一個數量級，而長期穩定度則與銨鐘叢集相當(圖 3、圖 4)。本研究已於 108 PTTI 研討會發表論文『The New TA(TL) Model Compositied by Hydrogen Maser and Cesium Clock Ensembles』一篇。

配合新 TA(TL)，本計畫再依 UTCr 週報、UTC 月報調整 UTC(TL)，108 年 1-10 月 UTC(TL)保持於-5~5 ns 之間(圖 5)，全年 UTC(TL)準確度應可達成差值維持在±40 ns 以內之年度目標。

在 UTC(TL)穩定度方面，由於美製氫鐘於 2 月故障，母鐘參考源改用俄羅斯製氫鐘，更換期間內雖有不穩定，但新 TA(TL)及調整方法及時發揮，UTC(TL)之長期穩定度仍維持於約略小於 1.0E-15，僅落後於德國 PTB、美國 USNOT、俄羅斯 SU 等實驗室。至於短期穩定度則落後於德國 PTB 及法國 OP，較美、俄、日、中等國為優(圖 6)。若新母鐘參考原可保持穩定，UTC(TL)之穩定度或可稍許提升。

Rank	Lab	權重 %	氫鐘平均%/氫鐘數	銫鐘平均%/銫鐘數	每鐘平均%/總鐘數
1	USNO	27.16	0.698/32	0.022/14	0.543/50
2	SU	10.183	0.849/12	-/00	0.849/12
3	NTSC	7.926	0.809/08	0.061/24	0.248/32
4	NIM	7.438	0.545/13	0.051/07	0.372/20
5	NICT	6.986	0.677/07	0.080/28	0.200/35
6	SP	5.28	0.494/10	0.021/16	0.203/26
7	TL	4.421	1.080/04	0.025/04	0.553/08
8	PTB	3.973	0.780/05	0.000/01	0.497/08
9	NIST	3.814	0.468/08	0.017/04	0.318/12
10	MIKE	3.441	0.860/04	-/00	0.860/04
11	F	2.859	0.617/04	0.028/14	0.159/18
12	IT	2.544	0.808/03	0.030/04	0.363/07
13	NMIJ	2.321	1.127/02	0.067/01	0.774/03
14	NPLI	1.442	0.380/03	0.060/05	0.180/08
15	IFAG	1.415	0.564/02	0.072/04	0.236/06

表2 108年10月世界時頻實驗室佔TAI權重前15名排名一覽表

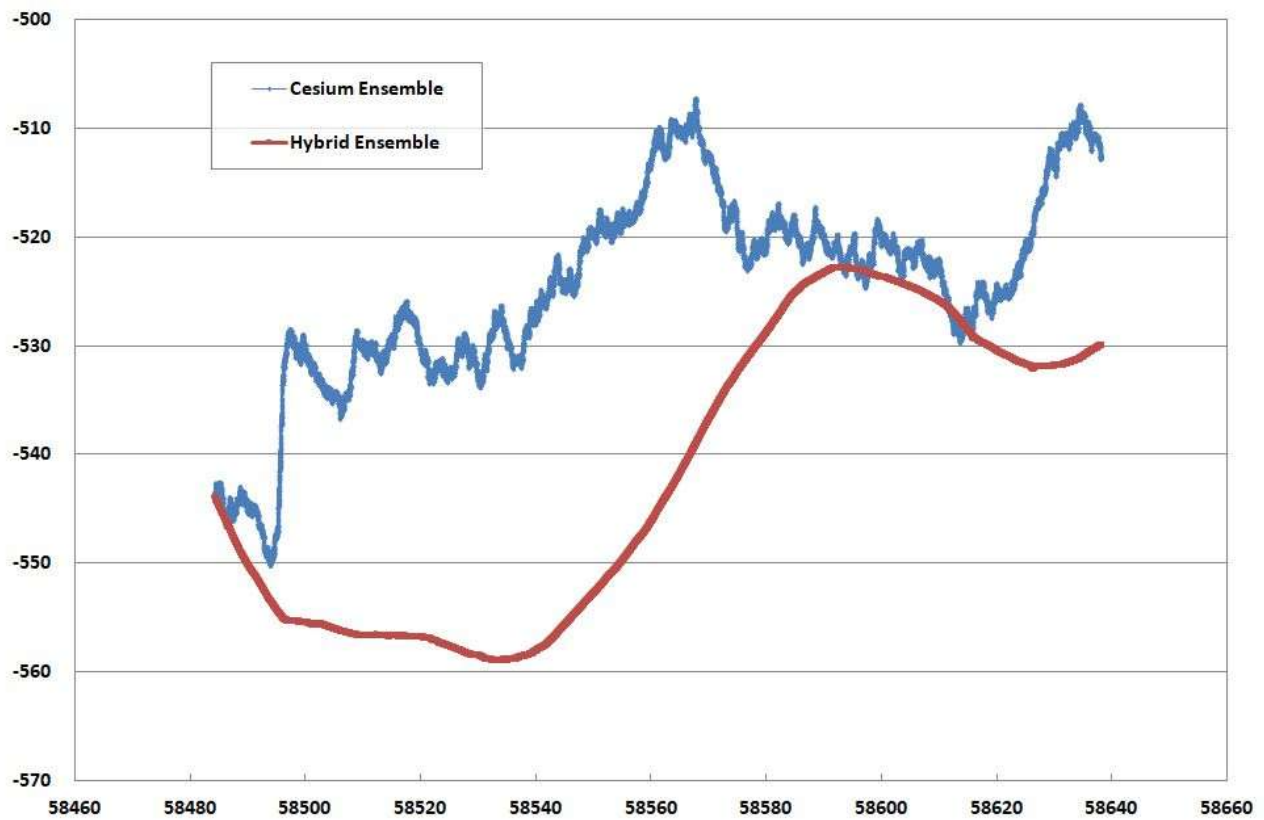


圖 3、108 年 1 月~108 年 5 月舊演繹法(Cesium Clock Ensemble)及新演繹法(Hybrid Ensemble)與 UTC(TL)之差值

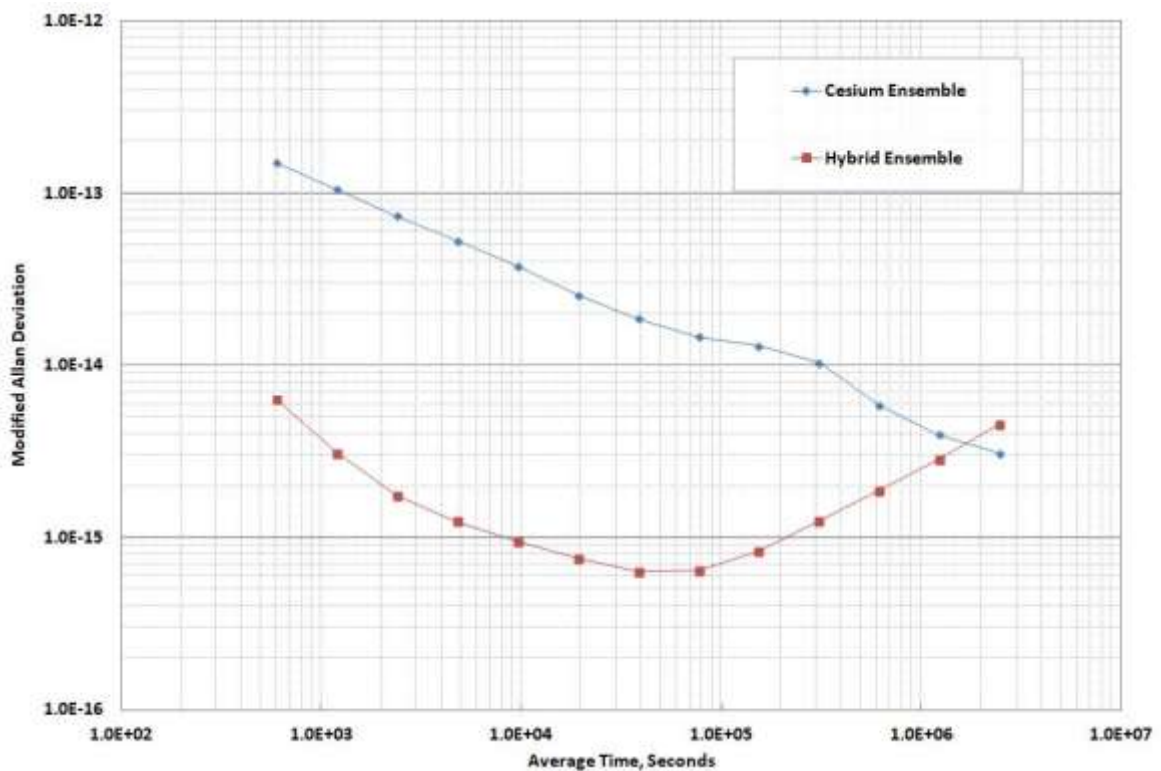


圖 4、108 年 1 月~108 年 5 月舊演繹法(Cesium Clock Ensemble)及新演繹法(Hybrid Ensemble)相較 UTC(TL)之穩定度

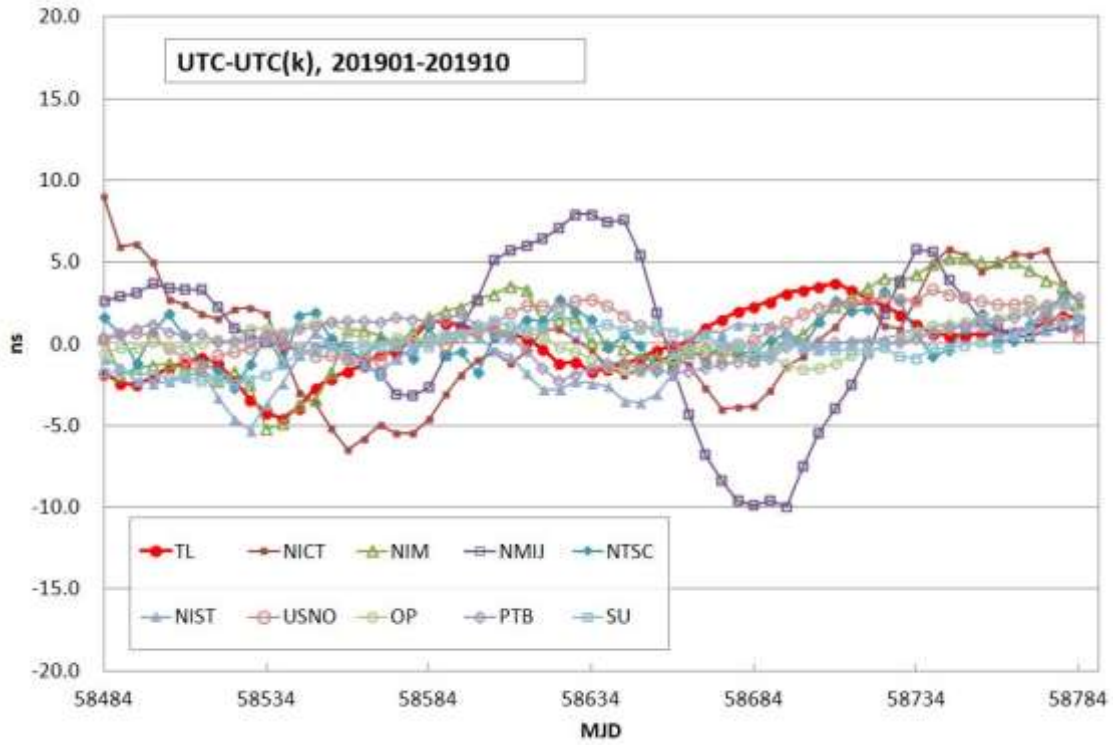


圖 5、108 年 1 月~108 年 10 月世界 G1 及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k)差值

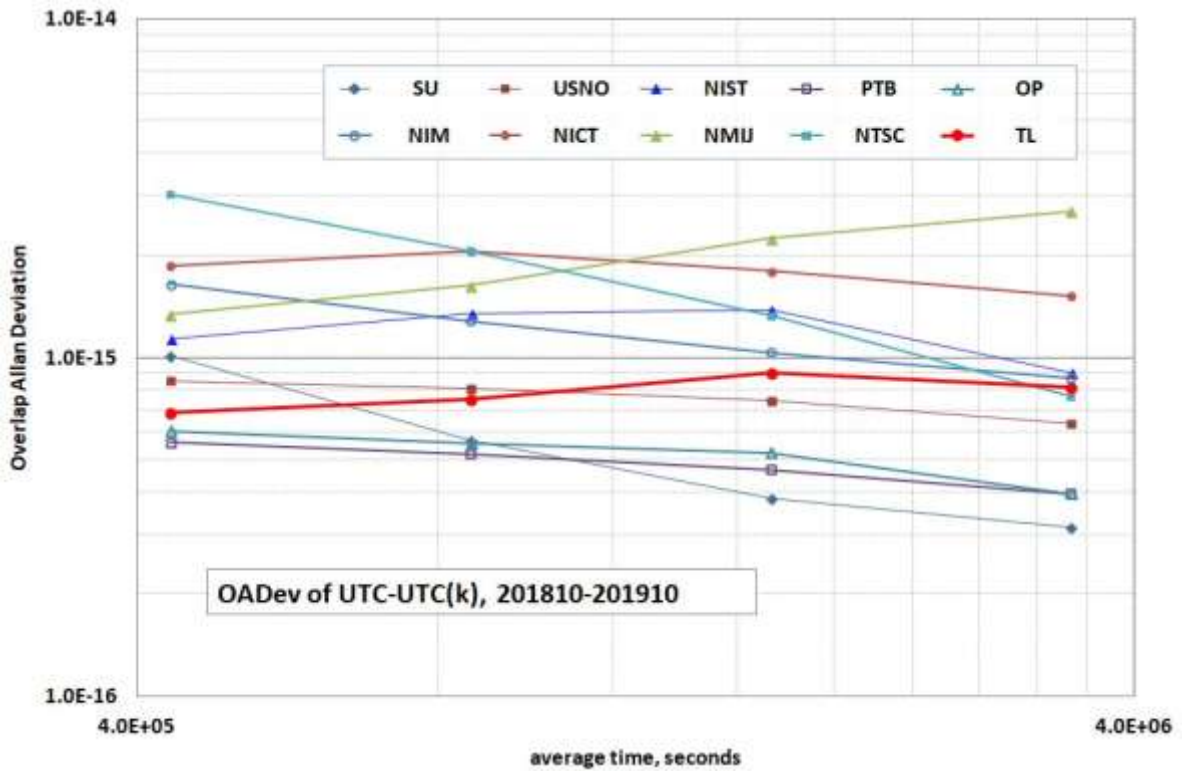


圖 6、107 年 10 月~108 年 10 月世界 G1 及亞洲主要實驗室頻率穩定度



### (1.1.1.5)結論

隨著定位導航及太空科技迅速發展，國際間時頻實驗室無不投入更多的資源，發展新一代的技術。新一波原子鐘的汰舊換新潮，從 94 年初展開，包括日本、美國、大陸、韓國、瑞士、波蘭等國家，都各自添購許多氫鐘及高性能銻原子鐘。這些鐘經過 BIPM 半年以上的穩定度評估後，將逐漸貢獻一定比例的權重值。另一方面，包括美國、日本、荷蘭、大陸、義大利、英國、韓國、馬來西亞等實驗室都在過去的十年內重新建置新的實驗室環境，以符合未來快速發展的需求。

為維持在國際上競爭力，我們近程仍將持續監控實驗室的整體環境，以維持性能，然而長遠之計，仍建議以建置新的實驗室為目標，方能因應未來更高精確度的需求。

107 年銻鐘叢集僅餘 4 部銻鐘運轉，為求有限經費之最大效益，未來本實驗室之購鐘經費將以氫鐘為優先。本實驗室 UTC(TL)之短、長期穩定度皆維持於  $1E-15$  左右，幾乎為氫鐘極限，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，未來將繼續朝此方向努力。

### (1.1.1.6)自評與建議

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

國際間所有時頻實驗室之標準時頻皆以 BIPM 每月公布之 UTC 月報為唯一標準，但 BIPM 公布月報時間約為次月之 12 日左右，因此當月至次月 BIPM 公布月報前，UTC(TL)並無絕對準確之調整依據，此空窗期可長達 40~45 天左右，

在此期間擁有穩定運轉噴泉式銻鐘之先進實驗室可以用噴泉式銻鐘之輸出作為輔助參考標準，有效提升各實驗室 UTC(k)之短期穩定度。USNO、PTB、SU、NIST 之 5 日短期穩定度已優於  $1E-15$ 。本實驗室並無噴泉式銻鐘，在可見之未來也無建置可能，穩定度欲超越歐美先進實驗室實有困難。目前是透過虛擬時鐘方式加強預測，外插推估母鐘參考氫鐘於空窗期內之行為再加以調整，此方法已有一定的成效，未來將繼續朝此方向努力。其次本實驗室規劃組成氫鐘叢集，將有助於推升 UTC(TL)穩定度。本實驗室 UTC(TL)之短穩定度可維持於  $1E-15$  左右，符合計畫目標，大約為商用型主動式氫鐘極限，長期穩定度可透過虛擬時鐘研究繼續加強，將持續進行 TA(TL)加入氫鐘叢集之研究，以期提升 UTC(TL)效能。107 年銻鐘叢集僅剩 4 部超齡銻鐘運轉，但新演繹法及遊校實驗皆須商用銻鐘方能進行，若新型原子鐘如光抽運型銻鐘、商用 Yb+光鐘仍未商品化，108 年起本實驗室已開始逐步補充新銻鐘，建議以每兩年汰換一部逾齡銻鐘之速度，將銻鐘叢集維持於 5~6 部左右，已維持 TA(TL)之長期穩定度，並提供能力試驗及遊校使用。

## (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 108.01~108.12)

108年度BIPM Circular T382(2019 NOVEMBER 07)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 382  
2019 NOVEMBER 07, 15h UTC

ISSN 1143-1393

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES  
THE INTERGOVERNMENTAL ORGANIZATION ESTABLISHED BY THE METRE CONVENTION  
PAVILLON DE BRETEUIL F-92312 SEVRES CEDEX TEL. +33 1 45 07 70 70 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\\_v0.2.pdf](ftp://ftp2.bipm.org/pub/tai/publication/notes/explanatory_supplement_v0.2.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 2019	0h UTC	SEP 28	OCT 3	OCT 8	OCT 13	OCT 18	OCT 23	OCT 28	Uncertainty/ns		
Notes	MJD	58754	58759	58764	58769	58774	58779	58784	uA	uB	u
Laboratory k									[UTC-UTC(k)]/ns		
AOS (Borowiec)		2.8	5.2	6.6	8.2	9.0	9.1	9.0	0.3	4.2	4.2
APL (Laurel)		5.4	6.6	5.8	3.4	-0.1	-1.3	1.2	0.3	11.1	11.1
AUS (Sydney)		-287.9	-299.1	-308.1	-328.5	-331.9	-340.9	-353.9	0.3	6.5	6.5
BEV (Wien)		-6.7	-20.2	-28.1	-24.5	-20.8	-20.2	-21.2	0.5	3.3	3.4
BIM (Sofiya)		11646.3	11688.4	11748.9	11752.3	11759.8	11799.5	11795.3	0.7	7.0	7.1
BIRM (Beijing)		1.8	-2.2	-6.3	-1.8	-4.0	-0.9	-	0.4	2.6	2.6
BOM (Skopje)		-2573.2	-2591.1	-2610.3	-2620.7	-2645.2	-2668.0	-2678.0	1.5	8.4	8.6
BY (Minsk)		-1.1	-3.3	-2.2	-1.6	-1.2	-0.9	-1.8	1.5	12.2	12.3
CAO (Cagliari)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CH (Bern-Wabern)		0.4	-1.3	-1.5	0.7	3.3	6.9	10.4	0.3	2.1	2.1
CNES (Toulouse)		5.6	1.6	1.5	1.1	1.3	0.9	0.5	0.3	2.8	2.8
CNM (Queretaro)		3.4	3.5	8.2	7.2	-0.6	9.8	-1.9	2.5	11.2	11.5
CNMP (Panama)		-8.9	-6.4	-3.7	5.4	8.1	11.0	-7.6	0.7	7.4	7.5
DFNT (Tunis)		12478.7	12695.9	12911.9	13105.7	13322.1	13515.1	13716.1	0.7	20.0	20.0
DLR (Oberpfaffenhofen)		1012.6	-	-	-	-	-	-	0.7	3.4	3.5
DMDM (Belgrade)		-	-	-	-	-	-5.0	-3.7	0.3	3.3	3.4
DTAG (Frankfurt/M)		-83.0	-82.7	-77.6	-79.4	-83.2	-89.1	-87.4	0.3	20.0	20.0
EIM (Thessaloniki)		9.8	4.9	8.2	10.8	-4.4	10.5	-2.3	3.0	11.2	11.6
ESTC (Noordwijk)		0.6	1.2	1.6	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	3.1	3.2
HKO (Hong Kong)		88.4	94.3	92.4	96.2	102.2	110.1	110.4	0.4	2.9	2.9
ICE (San Jose)		-40.3	-36.5	-41.6	-52.0	-71.9	-81.1	-60.9	5.0	20.0	20.6
IDN (Serpong-Tangerang)		1405.8	1423.3	1443.5	1453.7	1451.6	1462.7	1483.3	0.7	2.7	2.8
IFAG (Wetzell)		-914.3	-909.9	-889.9	-876.0	-862.3	-846.5	-817.8	0.3	5.2	5.2

IGNA (Buenos Aires)	-	-79.9	-99.6	-115.9	8.8	-3.3	-11.6	0.3	20.0	20.0
IMBH (Sarajevo)	2.2	0.8	4.3	4.6	1.2	1.5	2.5	0.3	2.6	2.6
INCP (Lima)	167.9	171.6	181.1	180.4	103.2	-9.2	118.3	5.0	20.0	20.6
(1)										
INM (Bogota D.C.)	-31.7	-54.0	-61.7	-78.1	-83.4	-98.3	-7.3	2.0	20.0	20.1
(2)										
INPL (Jerusalem)	-5.0	-0.5	-0.5	2.4	0.3	6.3	0.2	0.3	7.3	7.3
INTI (Buenos Aires)	6.5	0.9	76.1	82.7	95.2	69.6	85.6	2.5	20.0	20.2
INXE (Rio de Janeiro)	5.1	2.0	-3.1	-1.0	-14.8	-16.4	-18.0	0.3	20.0	20.0
IPQ (Caparica)	341.9	355.3	357.3	336.6	290.0	251.9	220.1	0.4	20.0	20.0
IT (Torino)	6.7	7.9	5.5	3.7	3.9	4.4	4.8	0.3	1.5	1.5
JATC (Lintong)	1.2	0.0	0.4	2.1	2.5	3.8	1.4	0.3	2.7	2.8
JV (Kjeller)	-5.0	-0.7	0.0	-3.4	-1.0	-7.3	-15.7	0.3	4.2	4.2
KEBS (Nairobi)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KRIS (Daejeon)	11.2	5.8	1.3	1.6	2.9	4.8	7.3	0.3	3.2	3.2
KZ (Astana)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LRTE (Sao Carlos)	-21.3	-35.1	-24.2	2.3	20.4	16.0	-6.7	0.3	20.0	20.0
LT (Vilnius)	930.7	951.0	945.4	949.4	950.2	966.4	958.7	0.3	2.8	2.8
LUX (Belvaux)	-17.1	-12.1	-9.7	-10.1	-6.9	3.2	0.2	0.3	2.9	2.9
MASM (Bayanzurkh)	-146.9	-173.1	-195.6	-224.0	-257.7	-285.5	-306.3	0.7	2.8	2.8
MBM (Podgorica)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIKE (Espoo)	2.2	1.6	1.2	0.7	0.9	1.3	0.9	0.3	4.6	4.6
MKEH (Budapest)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MSL (Lower Hutt)	412.5	403.3	409.3	415.6	420.2	411.5	421.6	1.5	20.0	20.1
MTC (Makkah)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAO (Mizusawa)	-766.6	-774.7	-789.1	-793.8	-804.1	-817.7	-823.4	2.0	19.9	20.0
NICT (Tokyo)	4.4	4.9	5.5	5.4	5.7	3.7	2.4	0.3	1.8	1.8
NIM (Beijing)	5.0	5.0	5.0	4.5	3.9	3.5	2.6	0.3	1.8	1.8
NIMB (Bucharest)	7090.3	7142.1	7189.2	7236.1	7284.1	7330.5	7377.4	0.4	7.5	7.5
NIMT (Pathumthani)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NIS (Cairo)	35.5	27.1	26.5	16.6	4.8	-1.6	-5.1	1.0	20.0	20.0
NIST (Boulder)	1.0	0.6	0.5	1.1	2.1	2.4	1.7	0.3	2.0	2.0
NMIJ (Tsukuba)	1.4	0.9	0.4	0.4	0.8	1.0	1.0	0.3	3.5	3.5
NMLS (Sepang)	-968.9	-1006.9	-1033.6	-1056.5	-1085.2	-1118.8	-1150.2	1.5	3.9	4.2
NPL (Teddington)	-0.9	-0.8	0.3	1.5	2.4	2.6	1.9	0.5	3.2	3.3
NPLI (New-Delhi)	1.6	-0.3	-1.7	-0.4	0.2	-0.5	-1.1	0.3	2.7	2.7
NRC (Ottawa)	-2.5	3.0	0.2	-9.3	-8.3	-7.4	-3.3	0.3	2.9	3.0
NRL (Washington DC)	13.9	6.0	2.5	11.8	12.4	-4.9	-1.8	0.3	20.0	20.0
NTSC (Lintong)	1.8	0.2	0.2	1.2	1.6	3.0	1.5	0.3	2.5	2.6
ONBA (Buenos Aires)	174.3	219.2	229.1	234.9	238.9	236.1	234.7	2.0	11.2	11.4
ONRJ (Rio de Janeiro)	-3.9	-4.2	-1.0	7.0	4.3	3.4	0.2	1.0	20.0	20.0
OP (Paris)	1.5	1.5	1.9	2.2	2.4	2.3	2.3	0.3	1.5	1.5
ORB (Bruxelles)	1.0	0.3	-0.3	-0.8	-1.3	-0.8	-1.1	0.3	3.1	3.1
PL (Warszawa)	20.4	17.1	13.5	9.5	5.9	2.6	-1.2	0.3	2.8	2.8
PTB (Braunschweig)	1.4	1.4	1.6	1.9	2.3	2.7	2.8	0.1	0.6	0.6
ROA (San Fernando)	-0.7	-2.0	-2.4	-2.3	-2.2	-2.3	-2.6	0.3	1.7	1.7
SASO (Riyadh)	-774.3	-788.4	-801.4	-817.5	-828.7	-841.4	-858.2	0.4	3.0	3.0
SCL (Hong Kong)	-16.8	-18.3	-	-	-22.9	-27.7	-28.1	1.0	2.9	3.0
SG (Singapore)	4.1	9.4	15.8	22.8	27.5	25.8	-	0.3	2.7	2.7
SIQ (Ljubljana)	35.5	47.6	78.5	93.2	103.7	112.9	122.7	0.3	7.6	7.6
SL (Colombo)	-	118.6	126.5	137.3	-	-	141.0	0.3	2.7	2.7
SMD (Bruxelles)	7.7	8.0	16.8	14.7	9.9	12.0	10.0	0.3	3.1	3.2
SMU (Bratislava)	-	-	-	-43.9	-42.2	-51.2	-55.6	1.5	12.2	12.3
SP (Boras)	1.6	1.2	1.5	2.7	3.0	3.5	3.7	0.3	1.4	1.5

SU	(Moskva)	0.1	-0.3	0.7	0.7	0.9	1.4	1.5	0.7	1.7	1.8
TL	(Chung-Li)	0.6	0.7	0.8	0.9	1.3	1.7	1.6	0.3	1.8	1.8
TP	(Praha)	14.3	17.0	20.3	23.7	28.7	35.6	30.5	0.3	4.2	4.2
UA	(Kharkov)	-5.1	-11.6	-13.1	-18.7	-15.9	-10.4	-13.5	1.5	9.3	9.4
UAE	(Abu Dhabi)	11.3	5.5	22.0	15.8	10.8	21.6	10.2	4.0	8.7	9.6
UME	(Gebze-Kocaeli)	-84.7	-113.8	-137.1	-157.3	-143.0	-117.7	-104.0	1.5	4.3	4.6
USNO	(Washington DC)	2.6	2.4	2.4	2.6	1.7	1.4	0.4	0.2	1.0	1.1
VMI	(Ha Noi)	-14.3	-14.1	-5.5	-10.9	-17.6	-21.4	-28.3	2.0	3.8	4.3
VSL	(Delft)	7.6	10.2	13.8	16.5	15.6	4.5	3.2	0.3	1.6	1.6
ZA	(Pretoria)	1.1	1.1	0.3	-15.2	-7.6	-1.1	1.4	0.3	2.7	2.7

(3)

- Notes on section 1:

(1) INCP : Apparent time step of UTC(INCP) of about -140 ns on MJD 58770.8.

(2) INM : Time step of UTC(INM) of -90 ns on MJD 58780.75.

(3) ZA : Time step of UTC(ZA) of +22 ns on MJD 58766.56.

## **(1.2) 健全全國時頻追溯體系**

### **(1.2.1)協助 TAF 完成實驗室評鑑案，健全全國時頻追溯體系**

#### **(1.2.1.1)達成項目**

協助財團法人全國認證基金會(TAF)，參與完成業界校正實驗室之評鑑案共 17 件。

#### **(1.2.1.2)執行內容(執行期間：108/01~108/12)**

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 17025:2017 的規範。

#### **(1.2.1.3)結果**

配合 TAF 安排時程，參與完成：[三杰科技顧問股份有限公司](#)、[佳世達科技股份有限公司](#)、[世界通全球驗證股份有限公司](#)、[財團法人台灣大電力研究試驗中心](#)、[台証科技股份有限公司](#)、[長榮航太科技股份有限公司](#)、[空軍第一後勤指揮部](#)、[台灣羅德史瓦茲有限公司](#)、[全測儀器科技股份有限公司](#)、[太克科技股份有限公司](#)、[台灣檢驗科技股份有限公司](#)、[財團法人台灣電子檢驗中心](#)、[精威機電有限公司](#)、[陸軍通信電子器材基地勤務廠](#)、[大同股份有限公司](#)及[固緯電子實業股份有限公司](#)等公司行號所屬之 16 家實驗室之現場評鑑。另外，協助 TAF 進行財團法人台灣電子檢驗中心、[昌捷科技股份有限公司](#)、[尚冠鎔有限公司](#)、[昭俐有限公司](#)、[量測科技股份有限公司](#)及[瑞正生醫科研有限公司](#)等 6 家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

提供產業界高精度之時頻校正服務，協助國內廠商校正件可追溯至國家標準。

### (1.2.2.2) 執行內容(執行期間：108/01~108/12)

本年度送校廠商計有 35 家，所送件數計有 89 件，總收入為:新臺幣 1,311,000 元整。

#### 結果

### 108 年 1 月至 12 月校正廠商名錄

(因應個資法之實施，本表僅顯示廠商之部分聯絡資訊)

序號	客戶名稱	送校編號	送校日期	地 區
1	財團法人工業技術研究院-量測技術發展中心	FTC-2018-09-28	107.09.14	新竹市光復路
2	台灣羅德史瓦茲有限公司	FTC-2018-11-37	107.11.27	台北市內湖區
3	加高電子股份有限公司	FTC-2019-01-01	108.01.03	高雄市大寮區
4	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2019-01-02	108.01.03	新北市五股區
5	台灣是德科技股份有限公司	FTC-2019-01-03	108.01.08	桃園市平鎮區
6	供宏科技有限公司	FTC-2019-01-04	108.01.09	高雄市鳳山區
7	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	FTC-2019-01-05	108.01.11	桃園市楊梅區
8	財團法人工業技術研究院-量測中心	FTC-2019-01-06	108.01.11	新竹市光復路
9	台達電子工業股份有限公司	FTC-2019-01-07	108.01.11	桃園市中壢區
10	儀寶電子股份有限公司	FTC-2019-01-08	108.01.21	桃園市楊梅區
11	安立知股份有限公司	FTC-2019-01-09	108.01.23	台北市內湖區
12	財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心	FTC-2019-02-10	108.02.13	台北市辛亥路
13	致茂電子股份有限公司	FTC-2019-02-11	108.02.21	桃園市龜山區
14	太一電子檢測有限公司	FTC-2019-02-12	108.02.25	新北市深坑區
15	世界通全球驗證股份有限公司	FTC-2019-03-13	108.03.04	桃園市蘆竹區
16	鼎瀚科技股份有限公司	FTC-2019-03-14	108.03.04	新北市三重區
17	國家中山科學研究院系統維護中心	FTC-2019-03-15	108.03.05	龍潭郵政
18	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2019-03-16	108.03.13	新北市五股區
19	財團法人台灣電子檢驗中心	FTC-2019-03-17	108.03.25	新竹市東區
20	太一電子檢測有限公司	FTC-2019-04-18	108.04.08	新北市深坑區
21	陸軍通信電子器材基地勤務廠(量測稽核)	TL-108FMMA-01	108.04.17	桃園市中壢區
22	財團法人台灣電子檢驗中心	FTC-2019-04-19	108.04.25	桃園市龜山區



23	全測儀器科技股份有限公司	FTC-2019-05-20	108.05.07	桃園市中壢區
24	內政部國土測繪中心	FTC-2019-05-21	108.05.14	台中市南屯區
25	儀校科技股份有限公司	FTC-2019-05-22	108.05.17	桃園市大溪區
26	台証科技股份有限公司	FTC-2019-05-23	108.05.23	新竹市科學園路
27	正儀科技股份有限公司	FTC-2019-05-24	108.05.24	新竹縣竹北市
28	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	FTC-2019-06-25	108.06.05	台中市工業區
29	絡達科技股份有限公司	FTC-2019-06-26	108.06.13	台北市內湖區
30	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2019-06-27	108.06.20	新北市五股區
31	擎宏電子企業有限公司	FTC-2019-06-28	108.06.21	台中市北屯區
32	財團法人工業技術研究院	FTC-2019-06-29	108.06.28	新竹市光復路
33	羽辰資訊有限公司	FTC-2019-07-30	108.07.10	新北市中和區
34	鴻齡科技股份有限公司	FTC-2019-07-31	108.07.19	新北市土城區
35	固緯電子實業股份有限公司	FTC-2019-07-32	108.07.19	新北市土城區
36	筑波科技股份有限公司	FTC-2019-07-33	108.07.24	新竹縣竹北市
37	儀寶電子股份有限公司	FTC-2019-07-34	108.07.26	桃園市楊梅區
38	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	FTC-2019-08-35	108.08.15	台中市西屯區
39	互動國際數位股份有限公司	FTC-2019-08-36	108.08.15	新北市五股區
40	固緯電子實業股份有限公司(量測稽核)	TL-108FMMA-02	108.08.23	新北市土城區
41	宇正精密科技股份有限公司	FTC-2019-08-37	108.08.29	新北市三重區
42	儀寶電子股份有限公司	FTC-2019-09-38	108.09.09	桃園市楊梅區
43	長榮航太科技股份有限公司	FTC-2019-09-3	108.09.10	桃園市大園區
44	加高電子股份有限公司	FTC-2019-09-40	108.09.17	高雄市大寮區
45	財團法人台灣電子檢驗中心	FTC-2019-10-41	108.10.14	新竹市東區
46	泰藝電子股份有限公司	FTC-2019-10-42	108.10.14	新北市樹林區
47	內政部國土測繪中心	FTC-2019-10-43	108.10.14	台中市南屯區
48	財團法人台灣電子檢驗中心	FTC-2019-10-44	108.10.16	桃園市龜山區
49	長榮航太科技股份有限公司	FTC-2019-10-45	108.10.23	桃園市大園區
50	計量企業有限公司	FTC-2019-10-46	108.10.29	台北市中山區
51	台灣是德科技股份有限公司	FTC-2019-10-47	108.10.30	桃園市平鎮區
52	財團法人台灣電子檢驗中心	FTC-2019-11-48	108.11.04	新竹市東區
53	財團法人工業技術研究院	FTC-2019-11-49	108.11.20	新竹市光復路
54	台灣羅德史瓦茲有限公司	FTC-2019-11-50	108.11.28	台北市內湖區

中華電信研究院 108 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-2018-09-28	財團法人工業技術研究院-量測技術發展中心	GPS 調校的鈷原子鐘 SRS/FS-725/107805	107.09.14	108.05.08	64,000
2	FTC-2018-11-37-1	台灣羅德史瓦茲有限公司	鈷頻率標準器 SYSTEM-2000/659	107.11.27	108.01.07	16,000
3	FTC-2018-11-37-2	台灣羅德史瓦茲有限公司	鈷頻率標準器 PTS GPS10RB/101016	107.11.27	108.01.07	16,000
4	FTC-2018-11-37-3	台灣羅德史瓦茲有限公司	計頻器 Agilent/53131A/MY47008331	107.11.27	108.01.07	8,500
5	FTC-2019-01-01	加高電子股份有限公司	鈷頻率標準器 SRS/FS725/133108	108.01.03	108.01.21	16,000
6	FTC-2019-01-02	台灣檢驗科技股份有限公司	Quartz Watch/Clock Analyzer/SIGMOTEK/QW A-3A/267	108.01.03	108.01.10	8,500
7	FTC-2019-01-03	台灣是德科技股份有限公司	銻頻率標準器 HP/5071A/3249A00522	108.01.08	108.01.16	16,000
8	FTC-2019-01-04-1	供宏科技有限公司	鈷頻率標準器 SRS/FS740/001223	108.01.09	108.01.30	16,000
9	FTC-2019-01-04-2	供宏科技有限公司	計頻器 HP/53181A/3418A00624	108.01.09	108.01.30	8,500
10	FTC-2019-01-05-1	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	GPS RECEIVER 鈷頻率標準器 Fluke/910R/SM888781	108.01.11	108.01.30	16,000
11	FTC-2019-01-05-2	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	GPS RECEIVER 鈷頻率標準器 Fluke/910R/SM888781	108.01.11	108.01.30	16,000
12	FTC-2019-01-05-3	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/SM886710	108.01.11	108.01.30	8,500
13	FTC-2019-01-05-4	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	鈷頻率標準計頻器 pendulum/CNT-81R/NC 9446 100 81676	108.01.11	108.01.30	16,000
14	FTC-2019-01-05-5	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電	鈷頻率標準計頻器 pendulum/CNT-81R/NC	108.01.11	108.01.30	16,000

		子股份有限公司代送)	9446 100 81676			
15	FTC-2019-01-06	財團法人工業技術研究院-量測中心	鈦頻率標準器 Symmetricom/8040C/11383 0101008	108.01.11	108.03.08	16,000
16	FTC-2019-01-07	台達電子工業股份有限公司	鈦頻率標準器 FE/5650A/09562	108.01.11	108.03.13	16,000
17	FTC-2019-01-08-1	儀寶電子股份有限公司	鈦頻率標準器 SRS/FS725/65164	108.01.21	108.02.13	16,000
18	FTC-2019-01-08-2	儀寶電子股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS/1050A/0398	108.01.21	108.02.13	8,500
19	FTC-2019-01-08-3	儀寶電子股份有限公司	計數器 AGILENT/53132A/MY400 03244	108.01.21	108.02.13	8,500
20	FTC-2019-01-08-4	儀寶電子股份有限公司	計數器 AGILENT/53150A/US4050 1620	108.01.21	108.02.13	8,500
21	FTC-2019-01-09-1	安立知股份有限公司	鈦頻率標準器 FE/5680A/SN12454	108.01.23	108.03.13	16,000
22	FTC-2019-01-09-2	安立知股份有限公司	計頻器 MF/1601A/SNMT-04585	108.01.23	108.03.13	8,500
23	FTC-2019-02-10-1	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	108.02.13	108.02.26	8,500
24	FTC-2019-02-10-2	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	108.02.13	108.02.26	8,500
25	FTC-2019-02-10-3	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	108.02.13	108.02.26	8,500
26	FTC-2019-02-10-4	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	108.02.13	108.02.26	8,500
27	FTC-2019-02-11	致茂電子股份有限公司	石英晶體振盪器 HP/105B/2848A01892	108.02.21	108.03.18	8,500
28	FTC-2019-02-12	太一電子檢測有限公司(遠端頻率校正)	鈦頻率標準器 SRS/FS-725/84913	108.02.25	108.03.25	20,000
29	FTC-2019-03-13-1	世界通全球驗證股份有限公司	鈦頻率標準器 Symmetricom/8040C/14403	108.03.04	108.04.03	16,000

		司	0101025			
30	FTC-2019-03-13-2	世界通全球驗證股份有限公司	計頻器 Keysight/53230A/MY50004089	108.03.04	108.04.03	8,500
31	FTC-2019-03-13-3	世界通全球驗證股份有限公司	ESG-D SERIES SIGNAL GENERATOR/E4433B/MY43350264	108.03.04	108.04.03	8,500
32	FTC-2019-03-14-1	鼎瀚科技股份有限公司	銩頻率標準器 PTS GPS-10RBN/101182	108.03.04	108.03.13	16,000
33	FTC-2019-03-14-2	鼎瀚科技股份有限公司	銩頻率標準器 Pendulum 6689/011/378831	108.03.04	108.03.13	16,000
34	FTC-2019-03-14-3	鼎瀚科技股份有限公司	計頻器 Keysight/53230A/MY50010630	108.03.04	108.03.13	8,500
35	FTC-2019-03-14-4	鼎瀚科技股份有限公司	計頻器 Keysight/53230A/MY56410119	108.03.04	108.03.13	8,500
36	FTC-2019-03-15-1	國家中山科學研究院系統維護中心	銩頻率標準器 HP/5071A/3608A01153	108.03.05	108.03.29	16,000
37	FTC-2019-03-15-2	國家中山科學研究院系統維護中心	計頻器-銩頻率標準器 Pendulum/CNT-91-HP/5071A/135941-3608A01153	108.03.05	108.03.29	25,000
38	FTC-2019-03-16-1	台灣檢驗科技股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS/1050A/407	108.03.13	108.03.25	8,500
39	FTC-2019-03-16-2	台灣檢驗科技股份有限公司	計頻器 HP/5335A/3145A15055	108.03.13	108.03.25	8,500
40	FTC-2019-03-17	財團法人台灣電子檢驗中心	訊號產生器-銩頻率標準器 Agilent E8257D-Wavetek 909/MY45470469-SM00909001747603	108.03.25	108.04.10	30,000
41	FTC-2019-04-18	太一電子檢測有限公司	銩頻率標準器-信號產生器 FE/5650A_R&S/SMP04/0602102293-100128	108.04.08	108.04.22	25,000
42	TL-108FMMA-01	陸軍通信電子器材基地勤務廠(量測稽核)	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	108.04.17	108.05.08	16,000
43	FTC-2019-04-19	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器 SRS/FS-725/121109	108.04.25	108.05.08	16,000
44	FTC-2019-05-20-1	全測儀器科技股份有限公司	銩頻率標準器 FLUKE/910R/384936	108.05.07	108.05.13	16,000
45	FTC-2019-05-20-2	全測儀器科技股份有限公司	計頻器 Agilent/53132A/MY40007106	108.05.07	108.05.13	8,500

46	FTC-2019-05-21-1	內政部國土測繪中心	GPS 接收機-鈷頻率標準器 Topcon/NetG3A-STANDFO RD RESEARCH SYSTEM/FS725	108.05.14	108.06.05	20,000
47	FTC-2019-05-21-2	內政部國土測繪中心	GPS 接收機-鈷頻率標準器 Trimble/NetR9-STANDFO RD RESEARCH SYSTEM/FS725	108.05.14	108.06.05	20,000
48	FTC-2019-05-22-1	儀校科技股份有限公司	鈷頻率標準器 JAY'S AUDIO/PTIRB 1/PTI195003	108.05.17	108.05.27	16,000
49	FTC-2019-05-22-2	儀校科技股份有限公司	計頻器 Agilent/53230A/MY500001 85	108.05.17	108.05.27	8,500
50	FTC-2019-05-23-1	台証科技股份有限公司	鈷頻率標準器-計頻器 SRS PRS10-HP 53132A/031592-3546A0265 4	108.05.23	108.06.04	16,000
51	FTC-2019-05-23-2	台証科技股份有限公司	鈷頻率標準器 SRS/PRS10/031570	108.05.23	108.06.04	16,000
52	FTC-2019-05-24	正儀科技股份有限公司	鈷頻率標準器 FEI/FE-5680A/0803-14070 05	108.05.24	108.06.03	16,000
53	FTC-2019-06-25	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	計時器 TS001/002	108.06.05	108.06.12	8,500
54	FTC-2019-06-26	絡達科技股份有限公司	MT3333 衛星接收機 MEDIATEK/MT3333 EVK V1/WS1790-006	108.06.13	108.07.03	16,000
55	FTC-2019-06-27	台灣檢驗科技股份有限公司	閃頻器 MONARCH/Phaser-Strobe Pbx Kit 115/B2580213	108.06.20	108.06.28	8,500
56	FTC-2019-06-28	擎宏電子企業有限公司	鈷頻率標準器 Stanford Research Systems/FS725/107367	108.06.21	108.07.05	16,000
57	FTC-2019-06-29-1	財團法人工業技術研究院	鈷頻率標準器 SRS/FS725/147358	108.06.28	108.07.23	16,000
58	FTC-2019-06-29-2	財團法人工業技術研究院	鈷頻率標準器 SRS/FS725/147358	108.06.28	108.07.23	16,000
59	FTC-2019-07-30	羽辰資訊有限公司	時間伺服器主機 Leo NTP/Yu-Chen/Yu-Chen001	108.07.10	108.07.17	8,500
60	FTC-2019-07-31	鴻齡科技股份有限公司	鈷頻率標準器 RACAL-DANA-9475/RIC1 913	108.07.19	108.08.05	16,000

61	FTC-2019-07-32-1	固緯電子實業股份有限公司	頻率計數器-鈷頻率標準器 keysight/53230A-Microsemi/8040C/MY58260118-181530101009	108.07.19	108.08.06	25,000
62	FTC-2019-07-32-2	固緯電子實業股份有限公司	頻率產生器-鈷頻率標準器 keysight/N5171B-Microsemi/8040C/MY57281011-181530101009	108.07.19	108.08.06	25,000
63	FTC-2019-07-33	筑波科技股份有限公司	Rubidium Counter SR625/5910	108.07.24	108.08.05	16,000
64	FTC-2019-07-34	儀寶電子股份有限公司	信號產生器 AGILENT/33220A/MY44006603	108.07.26	108.08.07	8,500
65	FTC-2019-08-35	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	108.08.15	108.09.21	8,500
66	FTC-2019-08-36	互動國際數位股份有限公司	第一階同步主參考鐘訊源設備 TimeCesium 4500/1926011723	108.08.15	108.08.26	16,000
67	TL-108FMMA-02	固緯電子實業股份有限公司 (量測稽核)	鈷頻率標準器 SRS/FS-725/134182	108.08.23	108.09.10	16,000
68	FTC-2019-08-37-1	宇正精密科技股份有限公司	鈷頻率標準器 SRS/FS-725/65722	108.08.29	108.10.16	16,000
69	FTC-2019-08-37-2	宇正精密科技股份有限公司	鈷頻率標準器 SRS/FS-725/65722	108.08.29	108.10.16	16,000
70	FTC-2019-08-37-3	宇正精密科技股份有限公司	鈷頻率標準器 SRS/FS-725/65722	108.08.29	108.10.16	16,000
71	FTC-2019-08-37-4	宇正精密科技股份有限公司	鈷頻率標準器-計時器 SRS/FS-725_ESCORT/EFC-3203A/65722_98110081	108.08.29	108.10.16	8,500
72	FTC-2019-08-37-5	宇正精密科技股份有限公司	鈷頻率標準器-計頻器 SRS/FS-725_Agilent/AG53131A/65722_(ISM1-A)	108.08.29	108.10.16	8,500
73	FTC-2019-09-38-1	儀寶電子股份有限公司	QUARTZ WATCH/CLOCK ANALYZER/TAI TIEN/QWA-3B/101	108.09.09	108.09.23	8,500
74	FTC-2019-09-38-2	儀寶電子股份有限公司	STROBOSCOPE/SHIMPO/DT-311N/A59A008	108.09.09	108.09.23	8,500
75	FTC-2019-09-39	長榮航太科技股份有限公司	Universal Counter/Keysight/5334B/2937A11092	108.09.10	108.10.30	8,500
76	FTC-2019-09-40	加高電子股份有限公司	鈷頻率標準器 SRS/FS725/133395	108.09.17	108.10.05	16,000

77	FTC-2019-10-41-1	財團法人台灣電子檢驗中心	Microwave counter/Analyzer-鈷頻率標準器 Pendulum/CNT-90XL 60G-Symmetricom/SA.22C/303807-SA22C#1	108.10.14	108.10.30	35,000
78	FTC-2019-10-41-2	財團法人台灣電子檢驗中心	Four Channel Digital Delay/Pulse Generator-鈷頻率標準器 SRS/DG535-Symmetricom/SA.22C/18042-SA22C#1	108.10.14	108.10.30	16,000
79	FTC-2019-10-42	泰藝電子股份有限公司	鈷頻率標準器 FRK-2/14474U	108.10.14	108.10.28	16,000
80	FTC-2019-10-43	內政部國土測繪中心	GPS 接收機-鈷頻率標準器 Trimble/NetR9-STANDFORD RESEARCH SYSTEM/FS725/5810R52155-107385	108.10.14	108.10.28	20,000
81	FTC-2019-10-44	財團法人台灣電子檢驗中心	鈷頻率標準器 WAVETEK/909/00909001747604	108.10.16	108.10.30	16,000
82	FTC-2019-10-45	長榮航太科技股份有限公司	QUARTZ WATCH/CLOCK ANALYZER/TAI TIEN/QWA-5A/A1708001	108.10.23	108.11.20	8,500
83	FTC-2019-10-46	計量企業有限公司	GNSS Synchronized Clock/Arbiter Systems, Inc./1202B/B00206	108.10.29	108.11.04	16,000
84	FTC-2019-10-47	台灣是德科技股份有限公司	鈷頻率標準器 Fluke/910R/286844	108.10.30	108.11.04	16,000
85	FTC-2019-11-48	財團法人台灣電子檢驗中心	Microwave counter/Analyzer-鈷頻率標準器 Pendulum/CNT-90XL 60G-Symmetricom/SA.22C/303807-SA22C#1	108.11.04	108.12.04	25,000
86	FTC-2019-11-49	財團法人工業技術研究院	計頻器 SR620/3836	108.11.20	108.12.10	8,500
87	FTC-2019-11-50-1	台灣羅德史瓦茲有限公司	鈷頻率標準器 SYSTEM-2000/659	108.11.28	108.12.18	16,000
88	FTC-2019-11-50-2	台灣羅德史瓦茲有限公司	鈷頻率標準器 PTS GPS10RB/101016	108.11.28	108.12.18	16,000
89	FTC-2019-11-50-3	台灣羅德史瓦茲有限公司	計頻器 Agilent/53131A/MY47008331	108.11.28	108.12.18	8,500
					小計	1,311,000

### **(1.2.2.3) 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。

### **(1.2.2.4) 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。

### **(1.2.2.5) 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) 窄線寬穩頻雷射技術開發

##### (1.3.1.2) 達成項目

可鎖頻至原子能階躍遷之穩頻雷射技術開發及查核點報告一篇(108/12)

##### (1.3.1.3) 執行內容(執行期間：108.01~108.12)

雷射穩頻是將雷射頻率鎖在穩定的頻率參考點上，頻率參考點有許多種產生方式，主要包括有兩種：對於頻率穩定度的要求不高，主要訴求製作容易且對環境變化有一定抵抗能力者，將雷射穩頻在 Fabry-Perot 光學標準具(etalon)的共振模上是一個不錯的選擇。雷射穩頻在 Fabry-Perot 標準具的共振模上還有一個好處，就是共振模是一系列等間距頻率，這些共振模的波長或者頻率可以靠改變雷射在標準具中經過的光學長度而改變。Fabry-Perot 標準具可因用途不同而有不同型式，例如在兩個高反射率反射鏡之間使用低熱膨脹係數材料作支撐，這種結構可以獲得的頻率穩定度較佳，可作為雷射線寬壓縮或建立頻率或波長標準預穩頻之用；另外的方法是在光學標準具兩面鍍上反射面，這也是容易製作且堅固的方法。另一個頻率參考點是原子或分子的光譜，它所提供的參考點譜線夠細而且重複性也高，因此雷射波長鎖到這些參考光譜線上可以獲得很高的波長或頻率的穩定度，同時可追溯至國際標準。

我們於 107 年已初步利用雷射掃頻方式觀測到 BIPM 建議之鉀原子 778 nm 雙光子能階躍遷所產生的螢光信號，同時也驗證了鉀泡品質與光電倍增管偵測螢光的功能。其方法係由一部信號產生器輸出週期性的電壓信號來驅動窄線寬雷射中的快速壓電調整功能(Fast Piezo Tuning)使其輸出雷射信號可以來回地掃過鉀原子頻率躍遷所需要的波長(778.1054 nm)；當以上雷射輸出入射至已加工包覆好的鉀泡時，光電倍增管可成功觀測到與國外論文類似的螢光信號，代表所需要的頻率躍遷已經發生，但因尚未開始處理鎖頻的問題所以因此穩頻所需的元件尚未安排於這個階段的實驗光路中共同協作。於 108 年進行的工作包括：

對溫控鈷泡進行隔磁包覆以提升螢光線寬的訊噪比，接著設計穩頻所需的光路並透過解調光電倍增管所偵測到的螢光訊號來控制窄線寬雷射相關參數以鎖頻至特定原子能階躍遷。由於初次鎖頻的效果沒有達到預期理想，推測是窄線寬雷射本身輸出的信號帶有多頻雜訊(jitter)，而這部分雜訊超過窄線寬雷射壓電調整功能所能處理的範圍。因此後來又設計一個可調式共振腔預計可將高頻雜訊消除來預穩雷射的輸出信號以優化後續的鎖頻效果，達成穩頻要求。相關的結果已於 11 月完成查核點報告一篇，題目為『可鎖頻至原子能階躍遷之穩頻雷射技術開發』。

#### (1.3.1.4)結果

去年我們為了固定鈷泡自行加工了一副銅製夾具及凹字型鐵氟龍(耐高溫、抗酸鹼)將其包住，最後安裝於鋁座並鎖在光學支架上端，如圖 7。其後利用雷射掃頻方式觀測到鈷原子 778 nm 雙光子能階躍遷所產生的螢光信號線寬約為 1.8 MHz 左右，而文獻的最佳值為 0.7 MHz，因此我們對鈷泡進行 mu-metal (一種高磁導率低磁滯的鎳基合金)隔磁包覆，如圖 8，最後將上述線寬改善至 1.5 MHz。塞曼效應係外界磁場引發原子能階再度分裂所造成的增寬，由於地磁本身的大小約為 0.5 G，加上光學桌因為擺放許多儀器造成金屬表面磁化(鈷泡的位置距離光學桌表面只有十幾公分)，因此降低磁場對鈷泡的影響變得很重要。我們先以高斯計對光學桌附近進行量測，得到數值約在 0.5~1.0 G 左右。將鈷泡以 mu-metal 包覆後，以高斯計再次測量鈷泡位置旁的磁場數值降低至 0.2 G。

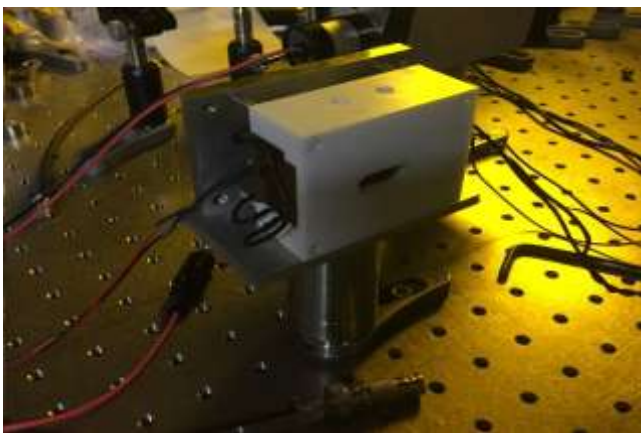


圖 7 未經隔磁包覆的鈷泡

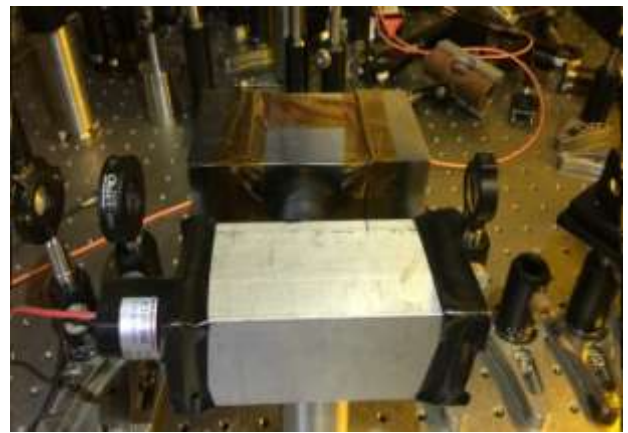


圖 8 mu-metal 隔磁包覆的鈷泡(內側)

鎖頻光路採用 iXblue 公司的 10 GHz 光纖相位調變器(NIR-MPX-800-LN-10)來調變雷射頻率，首先以 free space 方式將雷射信號耦合至光纖相位調變器使其通過效率達到 30% 以上以避免過度損耗。接著以頻率合成器來控制光纖相位調變器使通過雷射信號產生邊帶頻率。鎖頻光路的安排比單純偵測螢光的架構複雜不少，如圖 9 所示。雷射輸出經光隔離器、半波片板與極化分光器等一連串光學元件後到達圖中綠色虛線方框左邊的 PBS 時，垂直偏振分量會往上經光纖相位調變器後由鈷泡左側入射；水平偏振分量則會沿原路由鈷泡右側入射。這種由兩道雷射光在鈷泡左右對打產生的雙光子吸收可以抑制原子或分子因運動速度不同所造成的譜線變寬，又稱為都卜勒增寬。

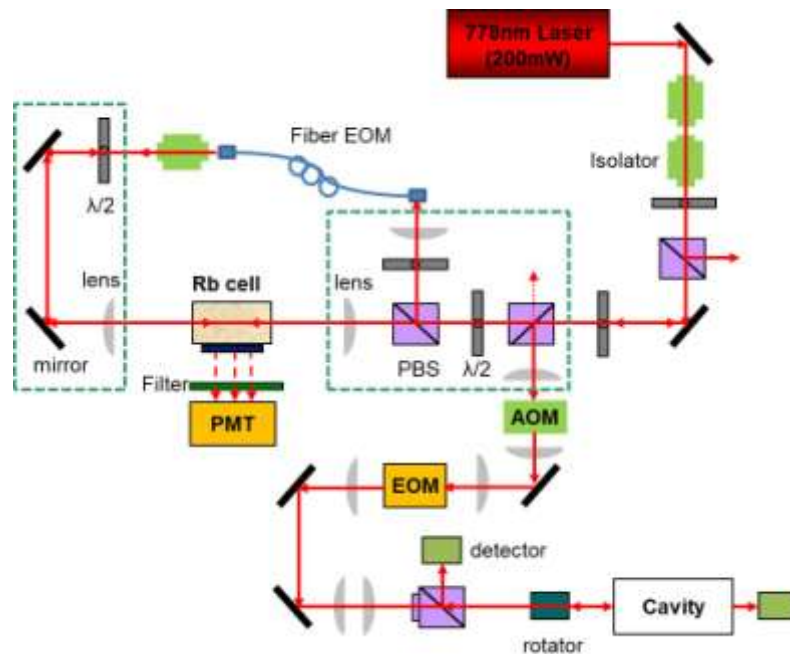


圖 9 穩頻雷射鎖頻光路架構設計

將經過前述鎖頻程序之光纖雷射信號與中央大學物理系之鈦藍寶石光梳雷射進行拍頻比對，並以頻譜分析儀觀察拍頻信號的形狀及抖動程度，發現其線寬與抖動程度都還在 MHz 等級，這與當初所預期的結果(~5 kHz)有相當距離。推測是窄線寬雷射本身輸出的信號帶有高頻雜訊(jitter)，而這部分雜訊超過窄線寬雷射壓電調整功能所能處理的範圍，因此後來又設計一個可調式共振腔先將高頻雜訊消除來處理。

共振腔分別由壓電材料、 Invar 金屬(1.3 ppm/°C)、高反射率 99.95%的平面鏡及曲率半徑為 20 公分的平凹面鏡共同組成。共振腔長為 15.2 cm，經由理論計算其 FSR 約為 986 MHz，再加上考慮兩側鏡子的反射率可計算出共振腔的精細度 $\mathcal{F}$ 約為 6281，因此共振腔內可以存在駐波的線寬約為 $\text{FSR}/\mathcal{F} = 156 \text{ kHz}$ 。由於外界環境的溫度變化會影響共振腔的腔長會導致鎖頻的不穩定，因此利用溫控器(Thorlabs TED 4015)、致冷片(TE cooler)以及散熱片組成溫控系統，將腔長保持固定，目前溫控溫度保持在 22.6 °C，如圖 10 所示。

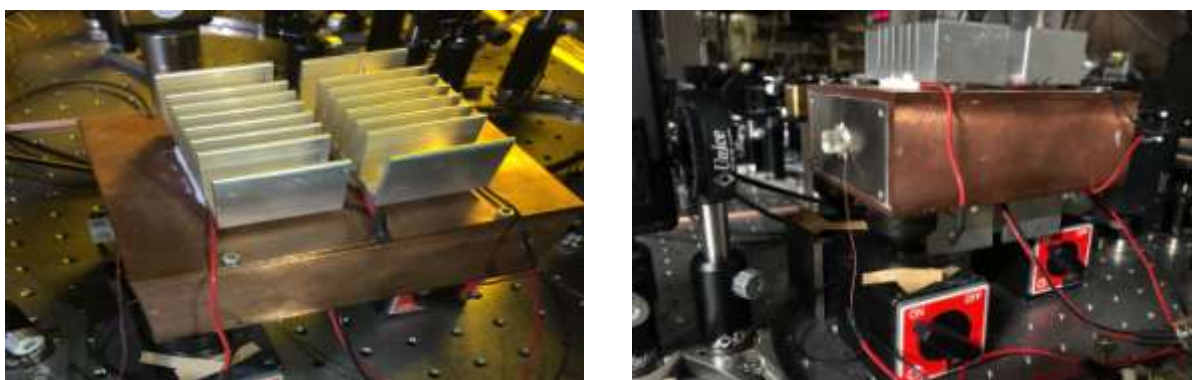


圖 10、Invar 金屬共振腔的上視(左)及側視(右)

### (1.3.1.5)應用及效益

(a)窄線寬穩頻雷射並非 turnkey 設備，相關穩頻架構所需的光路必需自行設計。

預計完成後其性能可達到商用銫原子鐘的水準，對於提升光頻量測技術以及建立未來光頻振盪器的研發能量具有相當的效益。

(b)日本 NTT 已準備未來 10 年將投入 6 G 通訊產業全光網路(all photonic network)

相關研究，光學領域在未來將更形重要。

(c)建立精細光譜的量測能力，探討雷射與原子或離子之間的交互作用，作為瞭解光鐘運作機制先期的基礎。

### **(1.3.1.6)未來工作重點**

由於初次鎖頻的效果沒有達到預期理想，推測是窄線寬雷射本身輸出的信號帶有高頻雜訊(jitter)，而這部分雜訊超過窄線寬雷射壓電調整功能所能處理的範圍。因此後來又設計一個可調式共振腔預計可將高頻雜訊消除來預穩雷射的輸出信號以優化後續的鎖頻效果，達成穩頻要求。目前已初步完成共振腔製作，接下來就要對鎖頻光路進行調整來測試相關的效果。

### **(1.3.1.7)自評與建議**

穩頻雷射開發係與本院附近的中央大學共同合作研究，因此有不少設備需要在兩地間互相支援使用。由於光路上的元件數量很多，一旦實驗開始進行為了避免移動影響光路效能大部分元件皆需長時間鎖在光學桌上，否則可能其中之一動到就會影響其他的元件需要重新調整。建議標檢局或是公司長官能夠在例行設備財產查核上給予適當彈性，以免時常搬遷影響工作進度。

### (1.3.2) 光頻降至微波頻段之高頻量測研究

#### (1.3.2.1)達成項目

完成 70GHz 微波訊號量測及分析。

#### (1.3.2.2)執行內容(執行期間：108.07~108.12)

在 108 年 8 月底由廠商交貨並進行產品驗收，發現光偵測器接頭規格不符合，使用轉接頭進行 60GHz 以下的驗收測試，9 月中旬退回原廠商，更換產品，又因光偵測器是從國外訂製的，加上中美貿易戰海關通關問題，直至 10 月底才收到更換後的產品。11 月初著手進行 60GHz~70GHz 兩段式差頻之頻率量測，由於購買的兩顆頻率混波器各自的適用頻率不一樣，因此設計兩種架構進行量測，最後利用示波器來測量輸出訊號強度，以及使用 SR620 計數器讀取訊號並評估量測誤差。

#### (1.3.2.3)結果

##### (a) 驗收新購設備

##### (a1)驗收架構說明

初步測試方法如圖 11，我們將光纖光梳雷射輸入至待測元件-光偵測器，由光偵測器將光梳頻轉換成微波頻訊號接至光譜分析儀做檢測，確認其輸出頻率。



圖 11 Photodetector 初步測試架構

由於原先實驗室內只有量測範圍到 20GHz 的頻譜分析儀，所以直接量測光偵測器的初步測試只能到 20GHz。但在近期內有借到量測範圍可達 50GHz 的頻譜分析儀，所以在先前我們所規劃的 20GHz、40GHz、50GHz 皆使用圖 11 的架構量測即可。

確定此光偵測器可在 50GHz 以下能正常工作後，利用另外一套架構如圖 12 來驗證 60GHz 的輸出頻率。我們透過光梳雷射頻率模態組合連接到光偵測元件 (Photodetector) 來產生 500MHz 倍數的微波頻率訊號，再與實驗室原有頻率合成器 (Frequency synthesizers) 40GHz 的訊號，分別連接至頻率混波元件 (Converter Mixer) 的兩個輸入端，差頻後得到 20GHz 的訊號，最後再輸出至頻譜分析儀 (Spectrum Analyzer) 做驗證。由於此頻譜分析儀量測範圍較高 (DC~50GHz) 且解析度也較佳，因此我們在做高頻驗證時，量測訊號頻率的儀器由計數器改為頻譜分析儀來做驗證。這樣的更改讓我們只需要經過一次差頻，且方便我們擷取圖片及測量其他高頻段的微波訊號。

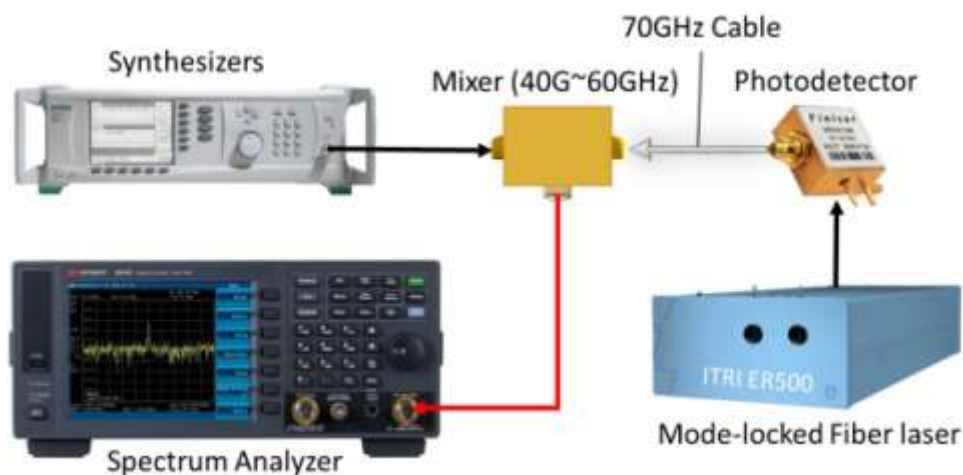


圖 12、光域頻轉微波頻段 60GHz 量測架構

#### (a2) 驗收結果

由於待測訊號受限於儀器的可量測頻率範圍，其最高量測頻率為 50GHz，所以我們先用圖 12 的架構來進行光偵測器 20GHz、40GHz、50GHz 的功能檢驗。測試結果如圖 13(a)(b)(c)所示，20GHz~50GHz 皆可以看到完整的訊號，但其功

率隨著頻率的上升也有明顯的下降，原本 20GHz 的訊號有大約 -28 dBm 左右，但上升到 50GHz 時，功率也衰減至 -50 dBm。

光偵測器 60GHz 的訊號我們是利用圖 12 的方式，將頻率合成器的 40GHz 訊號與光偵測器經過混波器後差頻出 20GHz 的訊號，再連接至頻譜分析儀來進行測量，用此方法來檢驗光偵測器在 60GHz 的訊號輸出。由圖 13(d)可以看出，經過混波器後，輸出頻率在 20GHz 處有明顯的訊號，且在 0~25GHz(受限於混波器差頻輸出 20GHz)皆有光梳雷射與頻率合成器差頻後，間格為 500MHz 的訊號。

經過上述兩種檢驗方法來驗證 20GHz~60GHz 訊號，並由檢驗結果可確認此光偵測器在頻率 60GHz 以下皆可得到完整的輸出訊號，符合產品所標示之規格。

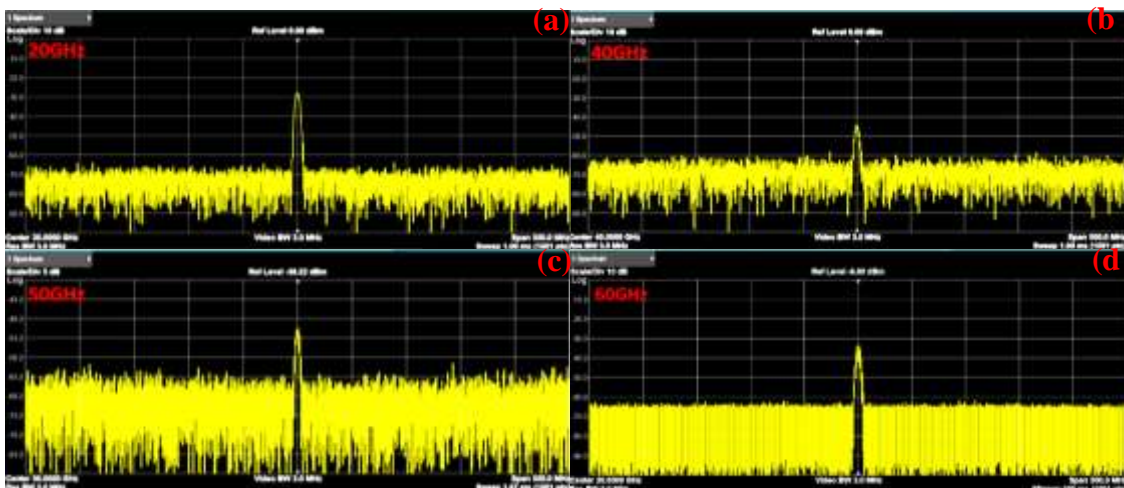


圖 13、光梳頻經由光偵測器後量測 20GHz、40GHz、50GHz、60GHz 之結果

(b) 使用新購設備進行 60G~70GHz 微波頻率量測

量測架構說明：

光纖光梳雷射經過光偵測器將光訊號轉電訊號後，再與兩台頻率合成器分別做第一次、第二次差頻，最後連接至 SR620 計數器及示波器來讀取高頻訊號，評估最高量測頻率、頻率解析度與訊號強度。



由於不同的混波器有各自的輸入輸出頻率限制，因此本次實驗以兩顆不同範圍的混波器分成兩種架構進行量測：

(b1) 採用 40G~60GHz 混波器量測方式

(b1.1) 架構說明

圖 14 所示，紅色方框為第一次差頻架構。光纖光梳雷射(1)經過光偵測器(2)轉成電訊號後，再由兩顆 40G~60GHz 微波放大器(3)將訊號放大並輸出至 40G~60GHz 混波器(4)與頻率合成器(5)進行第一次差頻。綠色方框為第二次差頻架構，第一次差頻後，輸出訊號經過兩顆 18G~40GHz 微波放大器(6)再做一次放大，放大後與第二台頻率合成器(7)經由 50GHz 混波器(8)做第二次差頻。經過兩次差頻後產生出計數器可讀取之 10MHz 頻率，由 15MHz 低通濾波器(9)保留 10MHz 訊號將其餘差頻訊號及排除其他雜訊，最後透過低頻訊放大器(10)放大後連接至 SR620 計數器(11)做讀取及紀錄數值。圖 15 為實際安裝之架構照片，圖中有標示與圖四對應之儀器編號。

測試兩次差頻後，將結果輸出至 SR620 計數器來測量最大極限頻率及使用示波器紀錄 60G~65G 高頻訊號強度。

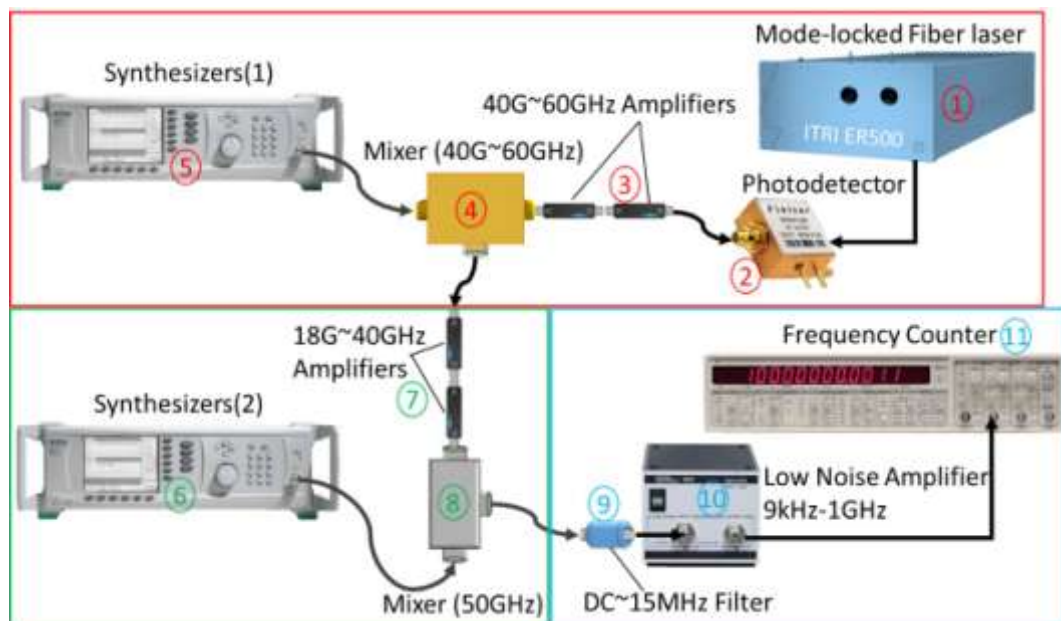


圖 14 使用 40G~60GHz 混波器進行高頻量測架構圖

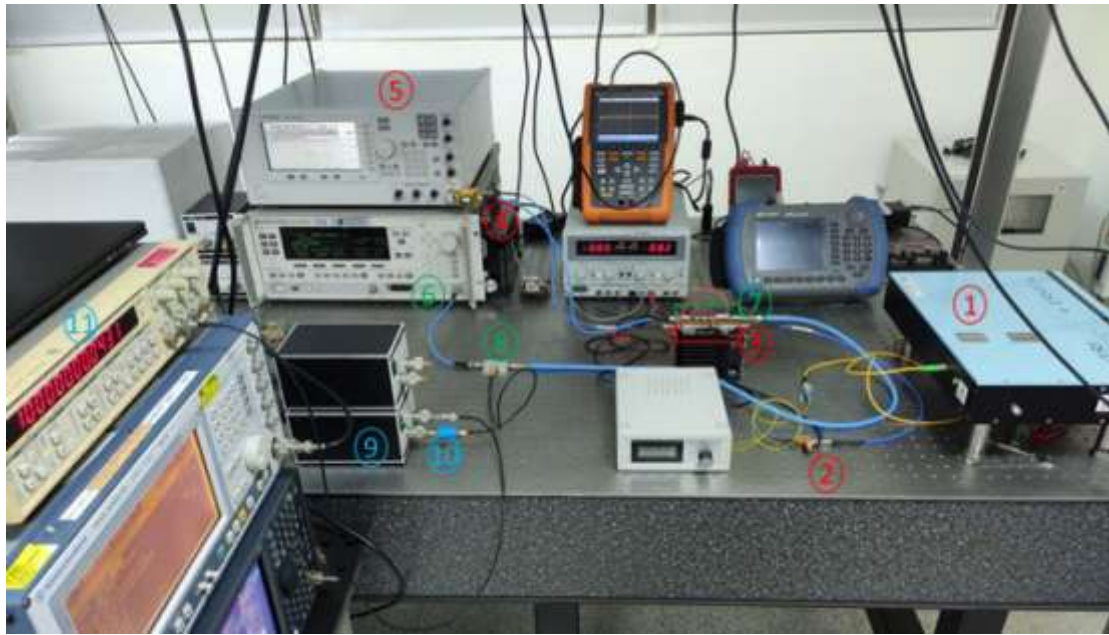


圖 15 使用 40G~60GHz 混波器進行高頻量測實體裝設照片

#### (b1.2)量測結果

由於頻率越高，訊號在光學元件中的衰減也會越嚴重，因此在進行 60G~70GHz 微波頻率量測時，必須在設計架構內高、中、低頻段加入微波放大器做訊號放大(圖 14 (3)、(7)、(9)的微波放大器)，以及使用低通過濾器(10)排除不必要的干擾訊號以利於計數器讀取訊號。

我們將第一次差頻之頻率合成器設定在 39.9GHz，其與光梳頻電訊號 40GHz 後每一根的光梳頻率做拍頻，因此會輸出差值 100MHz 且間格為 500MHz 的多脈衝頻率。圖 16 (1)是我們所挑選出差頻後為 20.1GHz 及 25.1GHz 的微波訊號，其對應原本的光梳頻率為 60GHz 及 65GHz；由於訊號經過光學元件後強度會大幅度衰減，因此增加兩顆頻率放大範圍在 18G~40GHz 的微波放大器，量測結果如圖 16 (2)，訊號強度約被放大了 30dB

。

第二台頻率合成器輸出之頻率則是設定在 20.09GHz 及 25.09GHz，與第一次差頻的輸出頻率 20.1GHz 及 25.1GHz 做第二次拍頻，拍頻結果如圖 16 (3)，在 10MHz 有明顯且精確的訊號，接著透過 32dB 的低頻放大器，再次放大低頻訊號，如圖 16 (4)，最後輸出之訊號強度在 65GHz 還有約 3.8dBm。

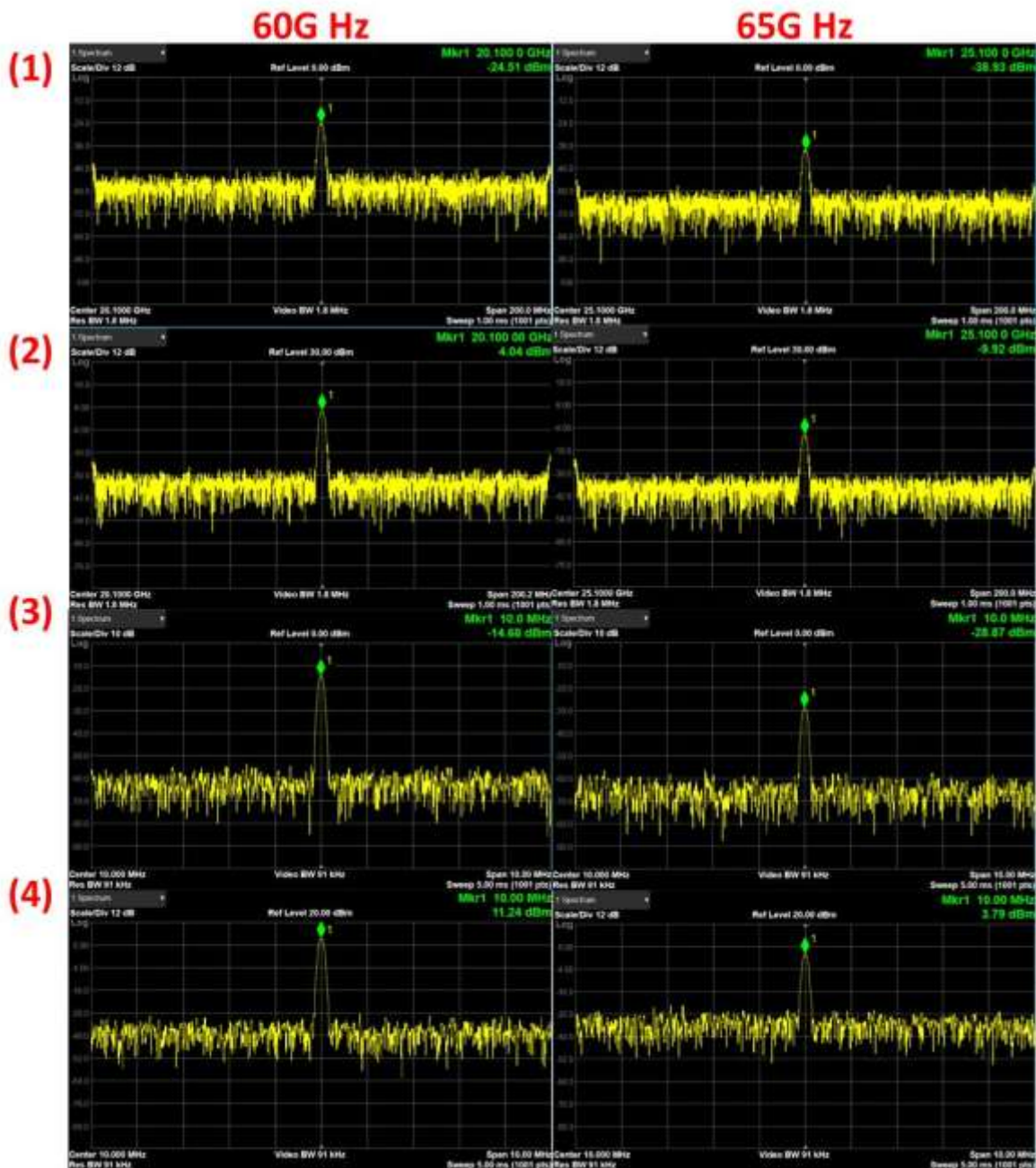


圖 16、(1)第一次拍頻輸出(2)第一次拍頻輸出並加入微波放大器  
(3)第二次拍頻輸出(4)第二次拍頻輸出並加入低頻放大器

將最後輸出訊號連接至 SR620 計數器初步評估 60~66GHz 的量測誤差。量測結果如下表：

待測頻率	60GHz	61GHz	62GHz	63GHz	64GHz	65GHz
量測誤差	1.67E-13	1.64E-13	1.61E-7	1.59E-13	1.56E-6	1.53E-8

由上表可知 63GHz 以下除了 62G 外，量測誤差可低於 1.7E-13 以下，其中 62GHz 量測誤差的增加是因為光梳頻電訊號經過微波放大器後，每一根間格為 500MHz 的光梳訊號強度會有些許差異，尤其在 62GHz 的光梳頻率最為明顯，若更換為 50dB 的低頻放大器，65GHz 以下皆可達到 1.7E-11 以下的量測誤差。

在目前使用 40G~60GHz 頻率混合器的架構下，最高量測頻率為 65GHz，而 65GHz 以上因訊躁比急遽衰減，計數器無法正確讀取 10MHz 訊號。

## (b2) 採用 50G~75GHz 混波器量測方式

### (b2.1) 架構說明

為了提高量測頻率至 65GHz 以上，我們將量測架構做調整，如圖 17 所示，將原本 40G~60GHz 的頻率混合器更換為輸入頻率範圍限制在 50G~75GHz 的頻率混合器圖 17 (4)。由於我們實驗室內的頻率合成器最高頻率限制在 40GHz，因此加入最高輸出頻率為 50GHz 的倍頻器圖 17 (12)，希望藉由拍頻後，可量測到 65GHz 以上的訊號。圖 18 為實際安裝之架構照片，圖中有標示與圖 17 對應之儀器編號。

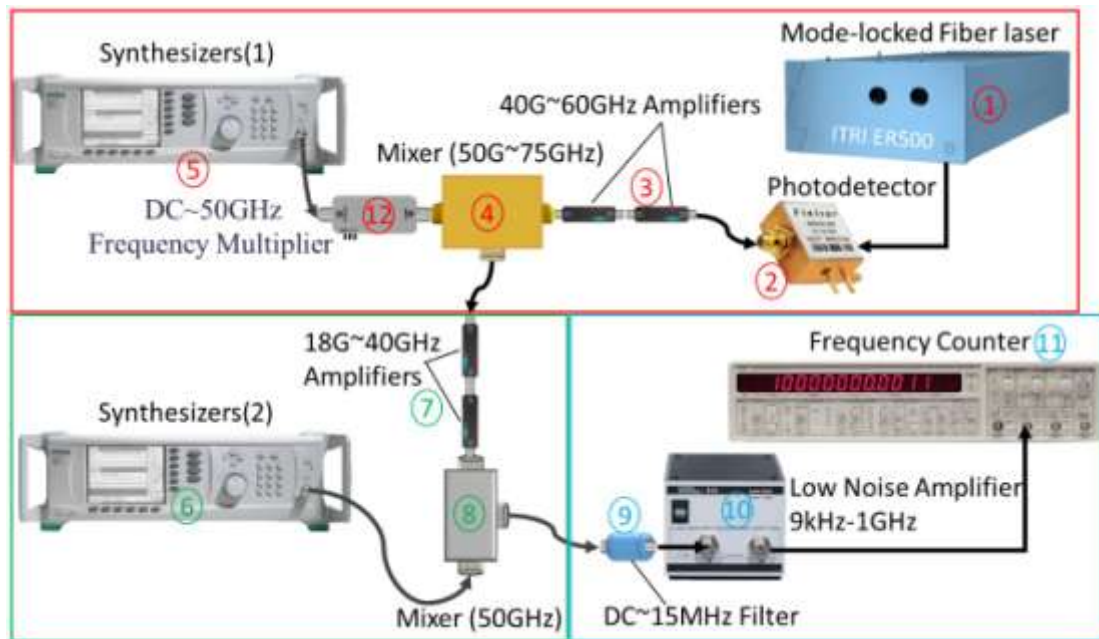


圖 17 使用 50G~75GHz 混波器進行高頻量測架構圖



圖 18 使用 50G~75GHz 混波器進行高頻量測實體裝設照片

### (b2.2)量測結果

我們將第一次差頻之頻率合成器設定在 22.95GHz，再利用倍頻器將頻率提高至 45.9GHz，其與光梳頻電訊號 46GHz 後每一根的光梳頻率做拍頻，因此會輸出差值 100MHz 且間格為 500MHz 的多脈衝頻率。

以 70GHz 為量測基準，針對每次差頻前後做頻率量測。如圖 19 (1)第一次差頻頻率我們鎖定在 24.1GHz，其對應原本的光梳頻率為 70GHz；同樣使用兩顆頻率放大範圍在 18G~40GHz 的微波放大器做訊號放大，量測結果如圖 19 (2)，訊號強度約被放大了 45dB。

第二台頻率合成器輸出頻率設定在 24.09GHz 與第一次差頻的輸出頻率 24.1GHz 做第二次拍頻，如圖 19 (3)，24.1GHz 與 24.09GHz 拍頻出 10MHz 低頻訊號。由於第二次差頻後的訊號強度已經剩下-28dBm 因此我們使用放大倍率更高的 50dB 低頻放大器，將低頻訊號做放大，如圖 19 (4)，其輸出訊號強度在 70GHz 的輸出可達 18.95dBm。最後連接至 SR620 計數器進行量測誤差檢測，初步評估 70GHz 以下量測誤差可達約  $1.5E-13$ 。

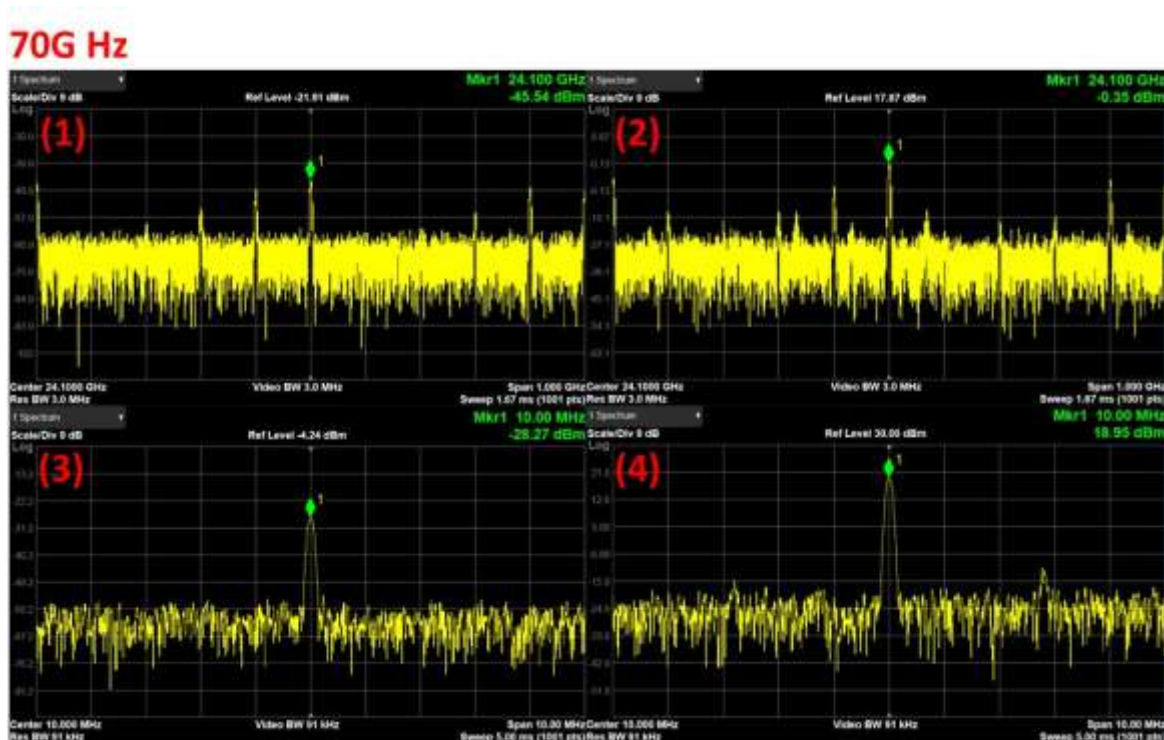


圖 19 (1)第一次拍頻輸出(2)第一次拍頻輸出並加入微波放大器  
(3)第二次拍頻輸出(4)第二次拍頻輸出並加入低頻放大器

#### **(1.3.2.4)應用及效益**

中華電信研究院於 107 年開始進行窄線寬穩頻雷射的開發，其目的為了驗證目前已建立之光頻量測系統的精確度。此外，光頻量測系統除了可與國內微波頻率標準建立追溯鏈外，同時有機會產生可涵蓋到 5G 通訊(約 60GHz)的範圍的標準信號。利用光梳雷射產生的微波頻率信號對於未來 5G 通訊系統的儀器校正將是一大助力，也是未來發展光鐘系統過程中量測能力不可或缺的一環。

光域降頻技術提升至 5G 通訊(60GHz 以上)為第三階段。前兩階段分別是:第一階段(104~105 年)光頻量測系統的建置以及與國內微波頻率標準之間追溯鏈的建立；第二階段(106~107 年)光纖雷射系統的開發、新型光頻振盪器的設計乃至於無線通訊拓展至兆赫波段等；第三階段(108~109 年)研發光域降頻之高頻段技術與 5G 通訊接軌。現在迎面而來的是 5G 通訊的時代，若可將光域降頻技術提升，在未來對於 5G 儀器設備的頻率校正預估每年使用次數不少於十次。

#### **(1.3.2.5)未來工作重點**

- (a) 由於目前架構下的頻率混合器輸入頻率(最高 75GHz)、混合器轉接頭(最高 65GHz)、頻率合成器(最高 40GHz)、倍頻器(最高 50GHz)、傳輸線(70GHz)等儀器及元件的限制，因此預計明年年初嘗試架構極限 70GHz 以上訊號的量測並分析穩定度及精確度。
- (b) 明年購買 70G~100GHz 所需之相關設備儀器。
- (c) 因為傳輸線在高頻訊號傳輸時會有嚴重的衰減，因此希望嘗試將傳輸線改為 wave guide 做訊號傳輸，來降低功率衰減及提高。

## (二) 時頻校核技術研究

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) 達成項目

與BIPM合作完成APMP G2機構導航衛星時間接收機巡迴校正活動，並彙整本實驗室使用GNSS時頻傳遞技術現況

#### (2.1.2) 執行內容(執行期間：108.1~108.12)

導航衛星共視法是時間傳遞的方法之一，也是國際機構之間進行時間比對的主要方法，如圖20，兩個機構架設接收站，接收機來自導航衛星的電碼信號之後，分別測量當地標準時間與導航衛星的時間差，然後把這兩個機構的測量值相減，就得到兩個機構的標準時間差。

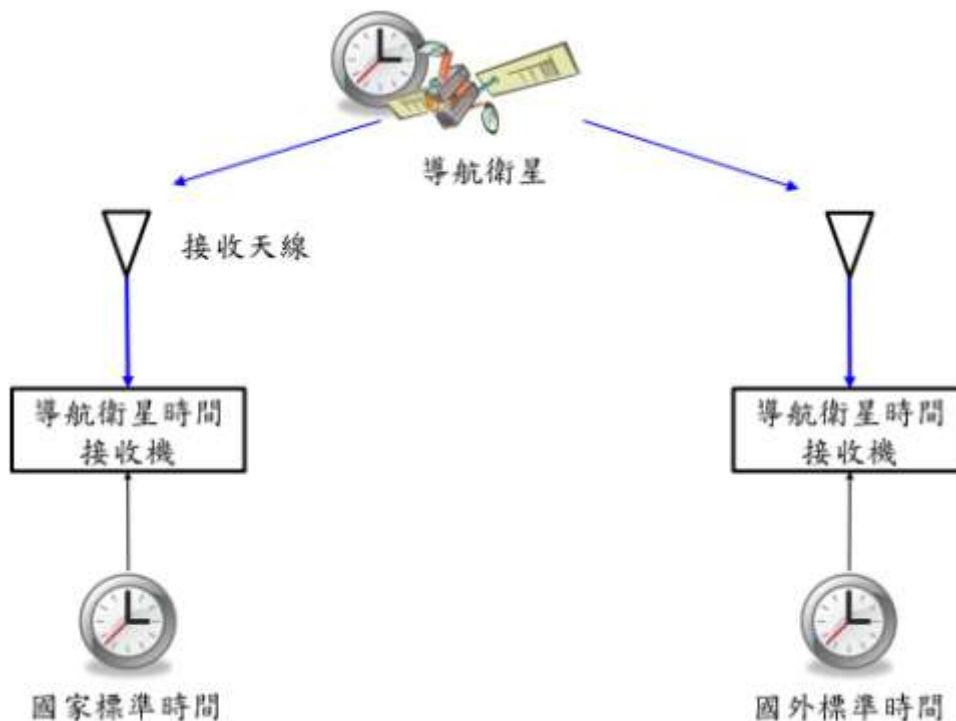


圖20 導航衛星共視法時間傳遞示意圖



由於接收機的信號延遲未知，需要進行校正，才能準確地測量時間差，依據BIPM指導手冊，本實驗室為APMP的G1機構，其接收站被BIPM標準件直接校正，而本實驗室有義務校正G2機構的標準時間接收機。

本實驗室維持運轉六套GPS接收機，其中三套代號TLT1、TLT2以及TLT4用來進行時間與頻率的國際比對，其延遲值於107年度被BIPM標準件直接校正，校正號1001-2018，不確定度為1.5奈秒。另外一套接收機代號TWTF提供國際導航衛星系統服務(IGS)，用來產生精確定位及定時的資料，並且做為內政部地政司衛星測量中心的一等衛星控制點。最後兩套接收機代號TRVL以及TLM1提供GPS遠端校正服務，用來校正國內機構的頻率以及時刻差、並且用來校正APMP G2機構的接收機延遲。

107-108年度本實驗室接獲APMP TCTF的請求，提供遊校件安排巡迴校正印尼RCM-LIPI及斯里蘭卡MUSSD，如圖21，讓印尼與斯里蘭卡的標準時間UTC(KIM)以及UTC(SL)透過本實驗室校正後提升與國際時間中心UTC(PTB)比對標準時間的準確性，以利降低它們和UTC時刻差的不確定性。



圖21 本次巡迴校正時程及路線

### (2.1.3) 結果

本次巡迴校正活動向BIPM取得校正號1017-2018，經同仁努力克服貨運、安裝遊校件、交換測量資料的困難，最後提交校正報告修正1.2版給BIPM於5/29獲准，BIPM採計報告內容公布接收機的延遲校正值，以及不確定度2.5奈秒，BIPM使用這個校正結果計算UTC，在BIPM本年度八月的校正報告CIRCULAR T 379之中公布印尼UTC(KIM)以及斯里蘭卡UTC(SL)的不確定度由原本20奈秒降低至2.7奈秒。

本實驗室撰寫詳細校正報告如下：

[ftp://ftp2.bipm.org/pub/tai/publication/gnss-calibration/group2/2018/1017-2018/report\\_1017-2018\\_v1.2.pdf](ftp://ftp2.bipm.org/pub/tai/publication/gnss-calibration/group2/2018/1017-2018/report_1017-2018_v1.2.pdf)

BIPM公布校正值如下：

[https://www.bipm.org/utils/common/TimeCalibrations/Current/1017-2018\\_GPSP3C1\\_KIM-LIPI\\_V1-0.pdf](https://www.bipm.org/utils/common/TimeCalibrations/Current/1017-2018_GPSP3C1_KIM-LIPI_V1-0.pdf)

### (2.1.4) 效益

本實驗室為APMP的G1機構，不僅有配合BIPM校正G2成員、指導成員使用時頻傳遞技術，為了維持校正一致性，更有G1機構之間的技术整合以及參與CCTF工作組會議的義務。為了拓展國際地位與維持國家標準時間的需求，本實驗室有深入了解使用導航衛星技術進行時頻傳遞之必要性。

### (2.1.5) 未來工作重點

由於目前的遊校件體積龐大，造成貨運進出口長達3個月，導致校正時程過長增加不確定性，而遊校件元件過於鬆散，曾遭國外海關拆解驗證，甚至發生過重新組裝後故障的情形。為了縮短校正時程，保持其不確定2.5奈秒，並有利將來維護，規劃使用模組開發遊校件，並封裝為單一設備，以簡化貨運進出口。

遊校件天線在巡迴後損毀，造成時間比對不確定性達5奈秒，將另購置天線，以保持校正不確定性2.5奈秒。

## (2.2) 衛星雙向時頻傳遞系統之建立及品質提昇

### (2.2.1) 達成項目

- 與 BIPM 合作校正日本 NICT 與本實驗室之衛星雙向時頻傳遞系統延遲，並彙整本實驗室使用 TWSTFT 時頻傳遞技術現況
- 與法國 LNE-SYRTE、德國 PTB 以及德國 Timetech 公司合作完成使用 SDR 可攜站校正 UTC(OP)與 UTC(PTB)的國際比對
- 引進 SRS 時間碼收發機，以維持時間國際比對，並規劃建立載波相位技術進行頻率比對

### (2.2.2) 執行內容(執行期間：108.1~108.12)

衛星雙向時頻傳遞(TWSTFT)是國際機構之間比對時間與頻率的方法之一，如圖 22，兩個機構架設衛星地面站，彼此使用時間碼收發機發射信號至通訊衛星，通訊衛星將信號廣播至地面，當兩個機構測量對方信號的抵達時間，然後把這兩個的測量值相減除以二之後，就得到彼此的標準時間差。

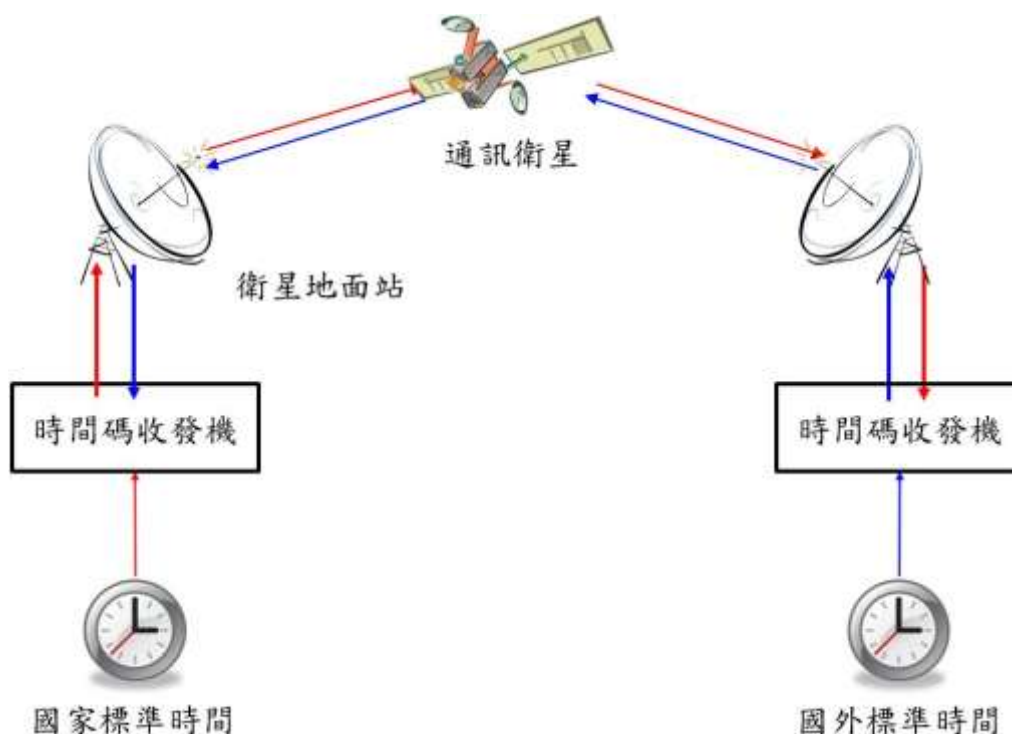


圖 22 衛星雙向時頻傳遞示意圖

本實驗室本年度維持一座衛星地面站運轉，天線指向 Eutelsat 172B 衛星，日本 NICT 向此衛星租借一個頻寬為 2.5 MHz 的轉頻器做為實驗用途，根據合作研究協議(CRA)本實驗室與日本 NICT 以及韓國 KRIS 在這個轉頻器上使用 TWSTFT 技術進行國際比對。引進日本 NICT 開發 SRS，目的使用載波相位技術比對光鐘頻率，NICT 與韓國比對結果穩定度達  $1.0e-17$ 。

TWSTFT 系統主要包含衛星地面站及時間碼收發機設備，由於設備的信號延遲未知，需要透過校正，方能進行國際比對。依據 BIPM 指導手冊，TWSTFT 系統可以用已經校正完畢的導航衛星標準件來校正，由於日本 NICT 皆為 G1 時間機構，因此本次校正活動是配合 BIPM 主導 107 年 APMP 的 G1 時間機構的巡迴校正活動時程(107 年 5-6 月)，使用 BIPM 的導航衛星時間傳遞標準件來進行。並配合 CCTF TWSTFT 工作組先鋒計畫校正 SDR 國際比對，以利 BIPM 計算 UTC。

### (2.2.3)結果

本次校正活動向 BIPM 取得校正號 0487-2018，經同仁努力克服貨運、安裝 BIPM 標準件、交換測量資料的困難，最後提交校正報告修正 1.8 版給 BIPM 於 108 年 4 月 5 日獲准，BIPM 採計報告內容公布 TWSTFT 系統延遲的校正值，及不確定度 1.7 奈秒。

校正報告如下：

[https://www.bipm.org/utils/common/TimeCalibrations/Current/0487-2018\\_TW\\_GPS-TL-NICT\\_v1-0.pdf](https://www.bipm.org/utils/common/TimeCalibrations/Current/0487-2018_TW_GPS-TL-NICT_v1-0.pdf)

國家標準時間 UTC(TL)與日本 UTC(NICT)使用 SDR TWSTFT 技術，在 108 年透過衛星 Eutelsat 172B 所進行的國際比對於本年 4 月完成校正，資料存放在 BIPM 檔案伺服器，國際比對結果呈現如圖 23。

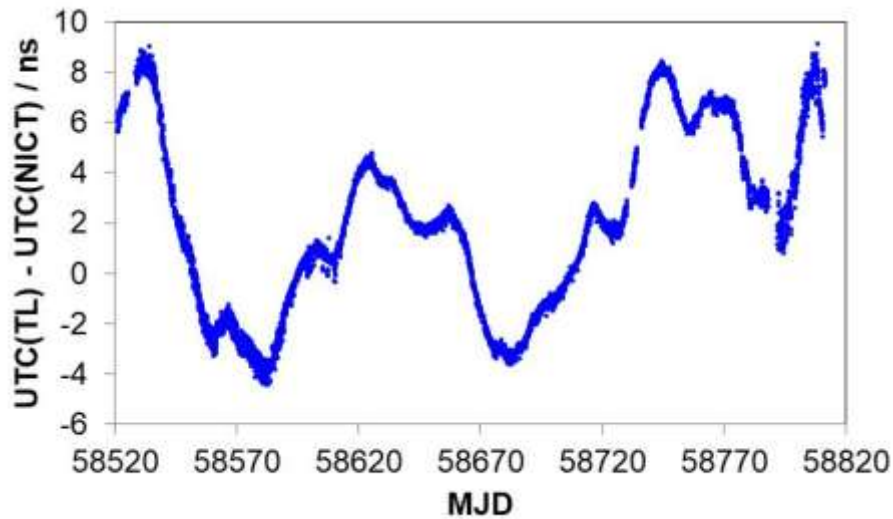


圖 23 國家標準時間與 UTC(NICT)進行國際比對的結果，彼此同步維持在±10 奈秒以內

另外，日本 UTC(NICT)與德國 UTC(PTB)使用 SDR TWSTFT 技術，在 108 年透過衛星 ABS-2A 所進行的國際比對結果，呈現如圖 24，可以發現比對結果經常出現 5 奈秒的周日效應，降低了精確度。另外，BIPM 將規劃校正活動，校正歐亞之間的國際比對。

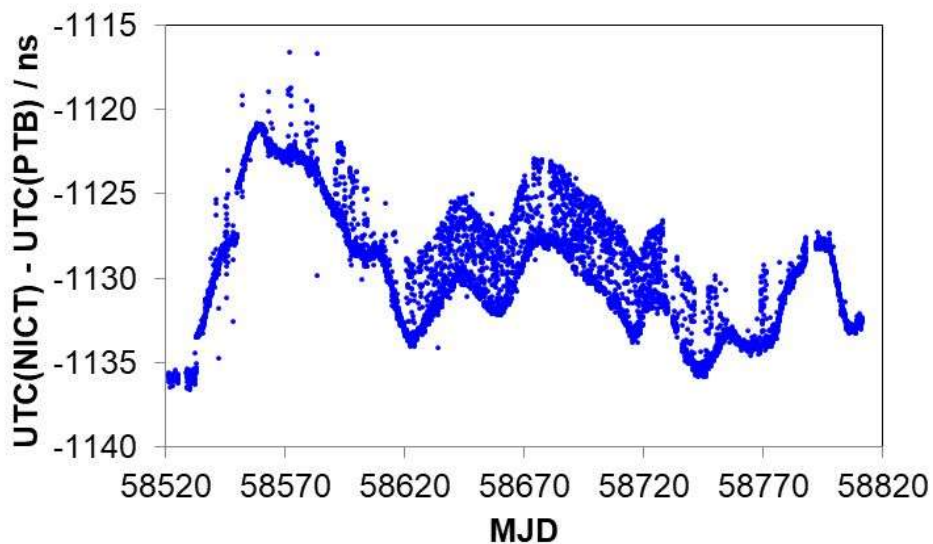


圖 24 UTC(NICT)與 UTC(PTB)國際比對結果，尚未校正，在 MJD 58620 與 58720 期間，比對結果經常出現 5 奈秒的周日效應

透過結合上述兩項國際比對，國家標準時間 UTC(TL)與德國 UTC(PTB)可以透過兩顆衛星 Eutelsat 172B、ABS-2A，以及日本 NICT 的中繼，間接進行國際比對，108 年結果呈現如圖 25，雖然結果尚未校正，但是可以發現這個比對結果和日本與德國之間的國際比對一樣，經常出現 5 奈秒的周日效應，影響了國際比對的精確度。

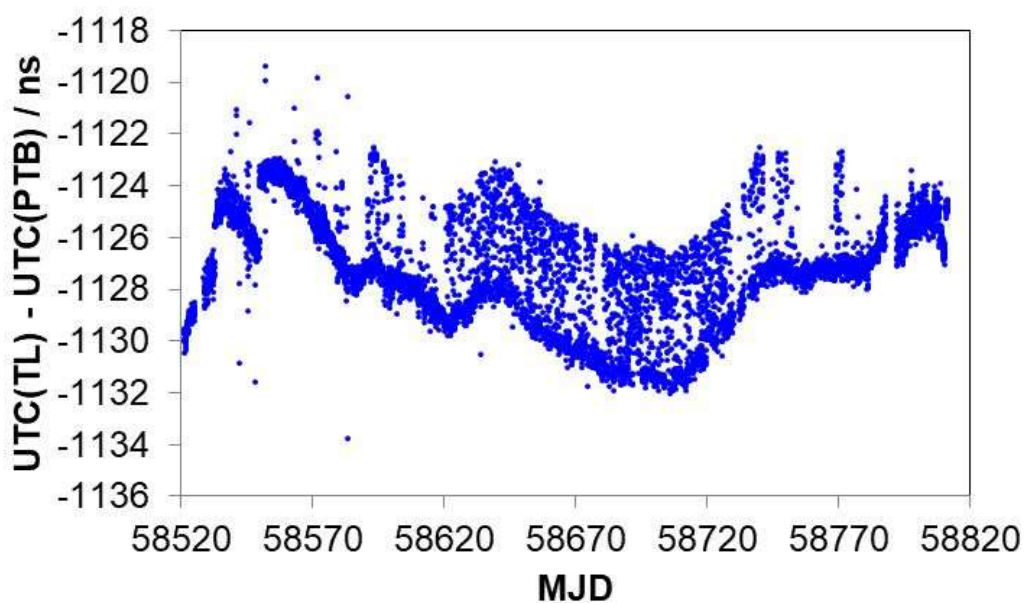


圖 25 國家標準時間透與 UTC(PTB)國際比對結果，尚未校正，比對結果經常出現 5 奈秒的周日效應

與法國 LNE-SYRTE、德國 PTB 及德國 Timetech 公司合作，配合 CCTF TWSTFT 工作組先鋒計畫完成使用 SDR 可攜站(圖 26)進行國際比對，以利 BIPM 計算 UTC，分析結果組合不確定度為 0.5 奈秒，優於傳統 TWSTFT 0.8 奈秒。另外以此成果完成發表國際會議論文、操作指引以及校正報告(圖 27)。

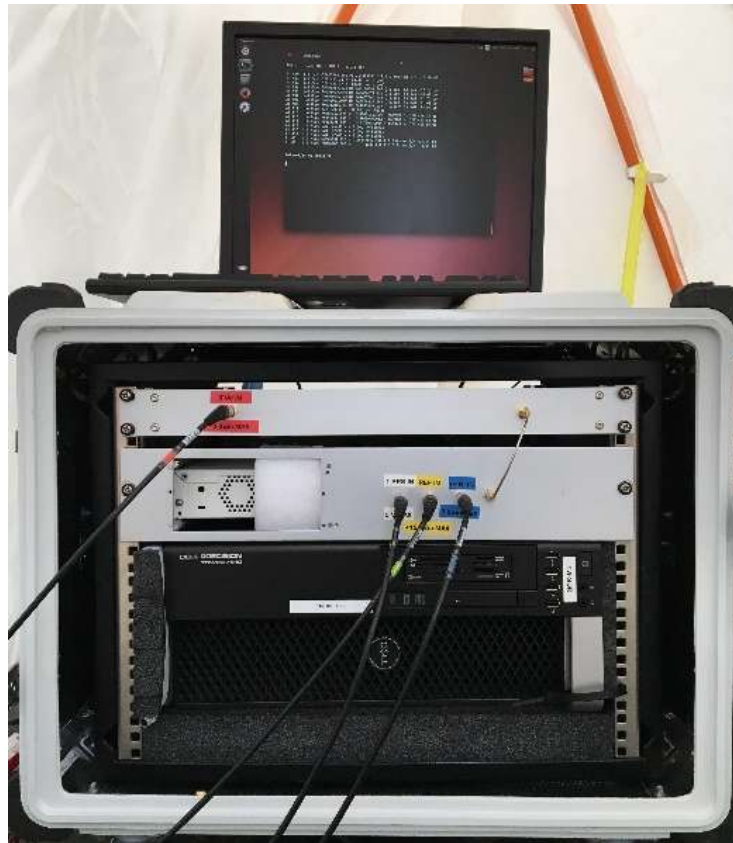


圖 26 SDR 可攜站

## First Calibration of the UTC TWSTFT Link between OP and PTB Using a Travelling SDR Receiver

--- Calibration Report ---

Joseph Achkar<sup>1</sup>, Yi-Jiun Huang<sup>1,2</sup>, Dirk Piester<sup>3</sup>, Egle Staliuniene<sup>3</sup>, Felicitas Arias<sup>4</sup>

<sup>1</sup>LNE-SYRTE, Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université  
61 avenue de l'Observatoire, 75014 Paris, France  
[joseph.achkar@observatoiredeparis.psl.eu](mailto:joseph.achkar@observatoiredeparis.psl.eu)

<sup>2</sup>TL, Telecommunication Laboratories, Chunghwa Telecom Co., Ltd.  
99 Dianyuan Road, Yangmei, 32661 Taoyuan, Taiwan

<sup>3</sup>PTB, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany

<sup>4</sup>SYRTE, Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, LNE  
61 avenue de l'Observatoire, 75014 Paris, France

圖 27 使用 SDR 可攜站進行 TWSTFT 論文發表

配合 CCTF TWSTFT 工作組先鋒計畫研發 SDR 接收機，通道數由 8 個提升到 20 個(圖 28)，有利於歐美 15 個機構之間同時進行國際比對。性能相容於 SRS 信號，可提升國家標準時間與 UTC(NICT)比對的穩定性(圖 29)。開發 PPS 輸出，可明確定義參考點，有助於未來開發 SDR 時間碼收發機。

```

time@op51: ~/twcdr
TWSTFT SDR Receiver OP51
PWR A: -1.72 dBm , PWR B: -11.76 dBm
A: #00 1.0 Mcps 70017528.812 Hz 262236336.572 ( 1.050) ns SNR -12.53 dB
A: #01 1.0 Mcps 70026471.861 Hz 262427330.608 ( 1.037) ns SNR -12.32 dB
A: #02 1.0 Mcps 70035372.466 Hz 263302840.751 ( 0.864) ns SNR -11.11 dB
A: #03 1.0 Mcps 70008584.278 Hz 265947143.890 ( 1.061) ns SNR -11.50 dB
A: #04 1.0 Mcps 70044745.081 Hz 264410746.628 ( 0.983) ns SNR -11.45 dB
A: #05 1.0 Mcps SNR -26.00 < -18.00, no signal
A: #06 1.0 Mcps 69999688.464 Hz 262395846.645 ( 0.966) ns SNR -10.49 dB
A: #07 1.0 Mcps 69981753.174 Hz 258027749.248 ( 0.606) ns SNR -9.90 dB
A: #09 1.0 Mcps 70030949.509 Hz 262744960.932 ( 1.008) ns SNR -12.08 dB
A: #11 1.0 Mcps SNR -25.67 < -18.00, no signal
A: #12 1.0 Mcps 70004115.061 Hz 263124604.991 ( 1.349) ns SNR -11.65 dB
A: #13 1.0 Mcps 70048694.880 Hz 263721004.224 ( 0.815) ns SNR -9.67 dB
A: #14 1.0 Mcps 70013057.410 Hz 263429621.446 ( 1.205) ns SNR -11.35 dB
A: #15 1.0 Mcps 70057978.690 Hz 262592942.406 ( 1.209) ns SNR -14.75 dB
A: #17 1.0 Mcps SNR -26.19 < -18.00, no signal
A: #18 1.0 Mcps SNR -26.11 < -18.00, no signal
A: #31 1.0 Mcps SNR -25.47 < -18.00, no signal
A: #54 1.0 Mcps 70044745.081 Hz 264410746.831 ( 0.646) ns SNR -7.86 dB
B: #00 1.0 Mcps 70016056.000 Hz 1566.109 ( 0.002) ns SNR 13.10 dB

2019-04-10T14:08:54 UTC

```

圖 28 使用 SDR 可攜站進行 TWSTFT 論文發表

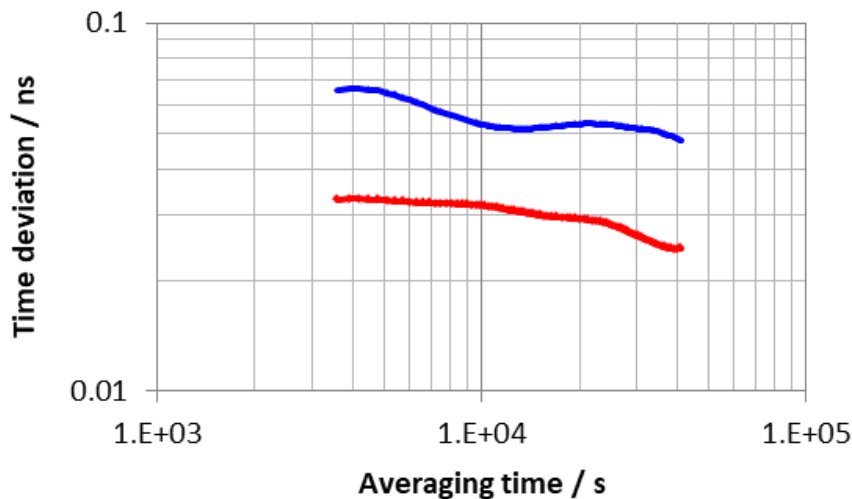


圖 29 國家標準時間與 UTC(NICT)使用不同信號進行國際比對的穩定度。

藍：傳統信號，66 ps / 1 h

紅：SRS 信號，33 ps / 1 h



配合 NICT 淘汰傳統設備，本院引進 SRS，以維持國家標準時間與 UTC(NICT) 以及 UTC(PTB) 進行國際比對，並規劃建立載波相位技術，完成使用 SDR 測量時間碼收發機載波相位準確度，傳統收發機僅達  $-1.2 \times 10^{-12}$  (圖 30)，而 SRS 能夠達到  $5.6 \times 10^{-15}$  (圖 31)。

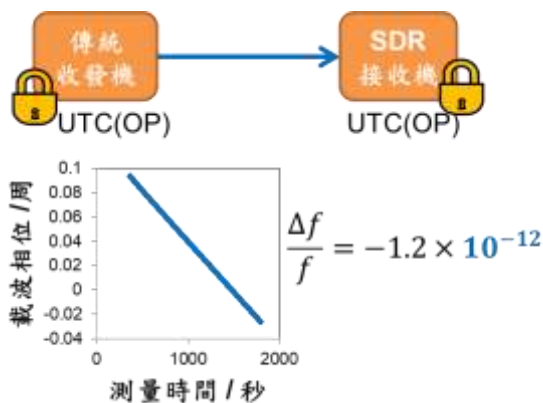


圖 30 傳統收發機模式

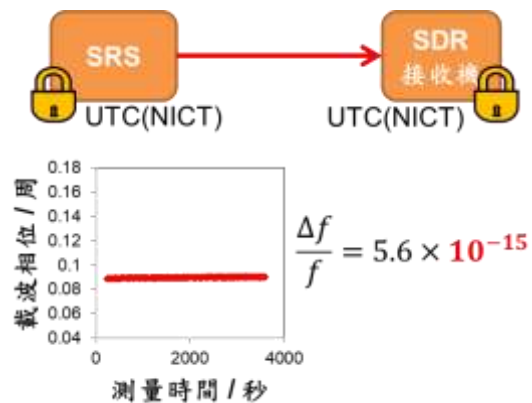


圖 31 SRS 收發機

#### (2.2.4) 效益

本實驗室加入 TWSTFT 活動，不僅在 CCTF 的 TWSTFT 工作組會議上享有發言權，曾在 APMP 擔任時頻技術委員會主席，現為 ATF 主席以及 TCTF 的 TWSTFT 工作組協調員，已成為世界重要實驗室之一。BIPM 與 CCTF 為了降低 UTC 的不確定性，目標為降低使用 TWSTFT 技術進行國際比對的不確定性，頻繁地進行國際比對有助於釐清不確定性的原因，因此，國際合作勢必相當重要。

完成發表國際會議論文、操作指引以及校正報告各一篇，校正報告目前在 CCTF 工作組與 BIPM 審查，待核准後即成為目前國際上正式時間校正技術之中最低不確定度者

#### (2.2.5) 未來工作重點

國家標準時間為了追溯 UTC，需要和國際時間中心 UTC(PTB) 進行國際比對，由於衛星涵蓋限制，本實驗室透過了日本 NICT 協助，透過兩顆衛星間接使

用 TWSTFT 進行 UTC(PTB)與國家標準時間的國際比對，未來將配合 BIPM 校正。另外，由於比對結果有 5 奈秒周日效應，降低了 UTC(PTB)與國家標準時間的國際比對精確度，因此未來將建議 CCTF 工作組探討如何提升國際比對的精確度。引進日本 NICT 開發 SRS，目的使用載波相位技術比對光鐘頻率，其穩定度可達  $1.0e-17$ 。

### (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：108/01~108/12)

- (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) 繼續提供專線式校時標準時間信號，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 32 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，例如：專線式校時系統目前提供經濟部、標準檢驗局、本院台北聯絡處、中華電信總公司等時間看板顯示國家標準時間使用。廣播電視專用校時服務則有公共電視、華視、TVBS 及中廣集團等廣播電視業者使用。撥接式電腦校時服務則有機場塔台等單位使用。另本實驗室提供標準信號源供 117 報時系統使用，簡化人工調校作業手續，而網際網路校時服務自 87 年 6 月正式對外開放至今，每日服務量已超過 2.3 億次。

### (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，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：108.1~108.12)

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。

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，並適時將本實驗室資源匯整上網供民眾閱覽，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

本實驗室提供網際網路校時服務，維持兩路 100M 光纖網路、兩部原級伺服器、五部網路伺服器以及一部監視電腦保持穩定運轉，以提供每日最高 2.3 億次的校時服務容量。本實驗室網際網路校時服務的架構如圖 33 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，首先和五部網路伺服器同步，藉由這五部網路伺服器提供校時服務至網際網路。

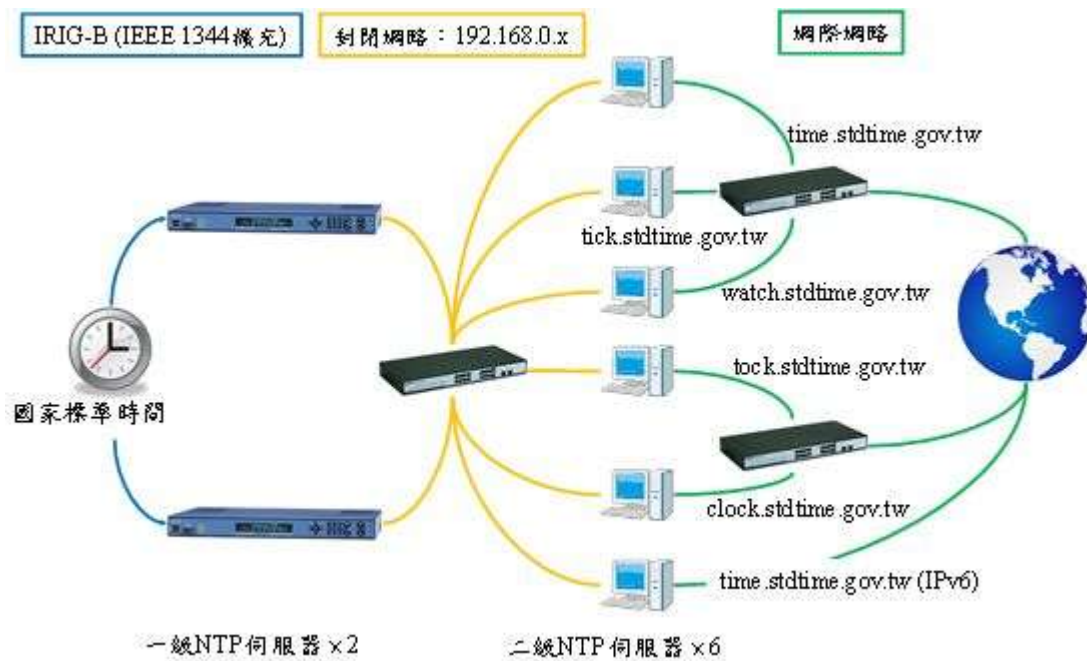


圖 33 本實驗室提供 NTP 服務架構圖

本實驗室公告這五部網路伺服器的網域名稱於網站首頁，讓民眾知悉，並且民眾可透過下載本實驗室提供之 NTP 客戶端軟體 NTPClient (<http://www.stdtime.gov.tw/chinese/exe/NTPClock.exe>) 連上網路伺服器，來取得國家標準時間。圖 34 總列 108 年度 NTP 服務的校時次數，於 108 年 10 月止統計每日平均提供約超過 2.3 億次服務。

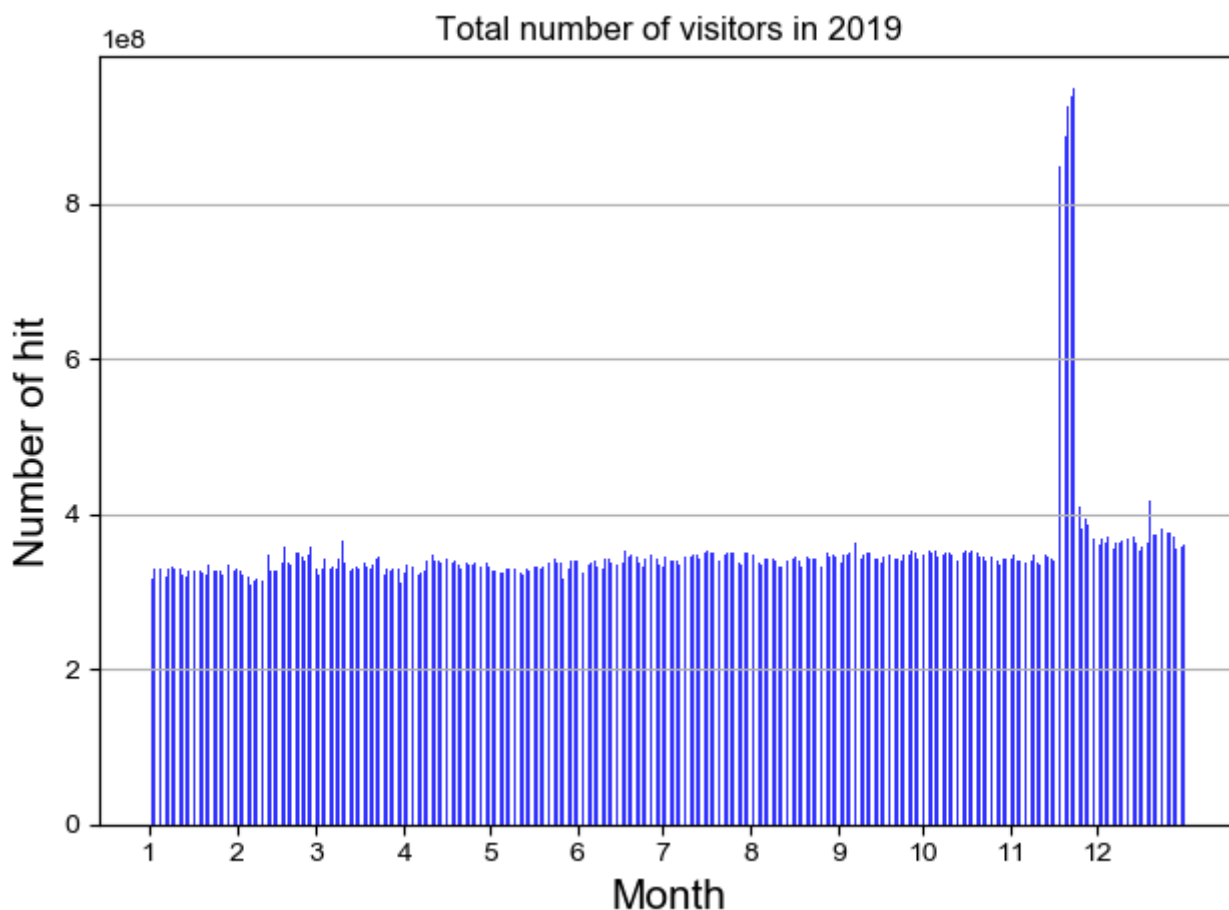


圖 34 108 年度網際網路校時服務每日次數統計

此外，由於網際網路的普及，原本提供網站服務之 512k 網路速率已不敷使用，因此本實驗室於 100 年申請一路聯外 4M 光纖網路，並於 101 年 3 月 7 日進行網域名稱異動。目前網站服務即為 4M 光纖網路，並且數據傳輸量明顯提高，圖 35 所示 108 年度 12 月止每月造訪人次。

另外，本實驗室年逐漸更新內容，提供資訊以符合民眾預期：例如本實驗室榮譽、研究成果、本實驗室大事記、校正能量的擴充等。

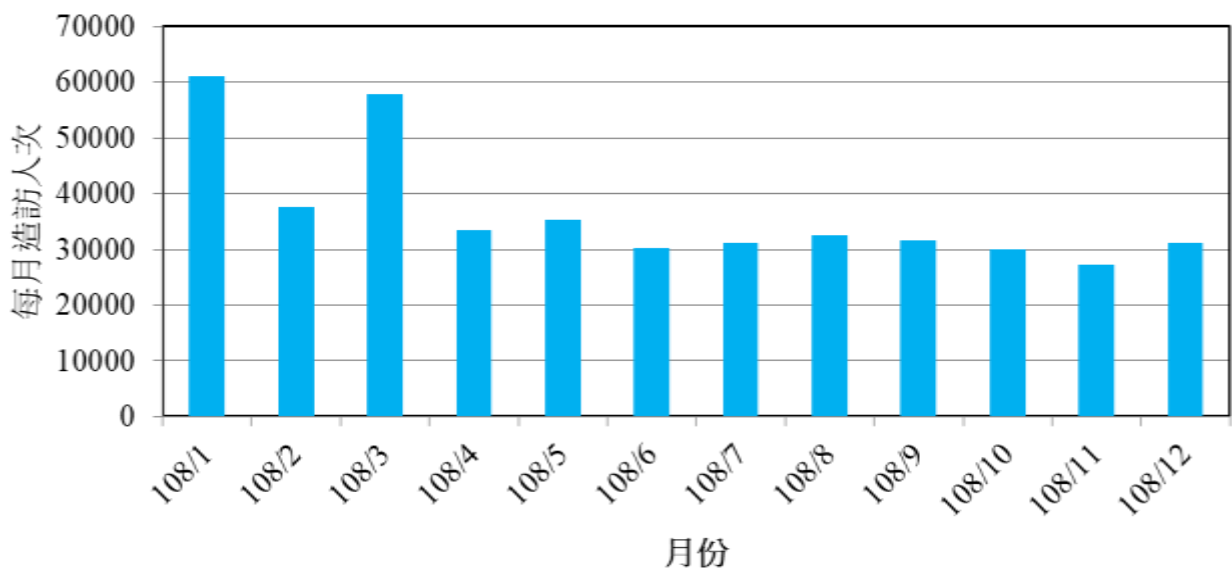


圖 35 108 年網站服務量 (使用© Google Analytics)。

#### (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。

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。藉此，本實驗室可將民眾寶貴的建議納入未來發展重點，以期未來提供民眾更好的時間頻率同步服務。

#### (3.2.5)未來工作重點

本實驗室資訊服務已逐漸與國人生活息息相關。由於網路安全議題受到重視，未來維持網際網路校時服務以及網站服務不僅要定期監看訊務流量，作為提升網路速度之依據，進行故障排除以期達到便民之目的，更重要的，必須架設防火牆、執行更新等維持資訊安全。



### (3.3) 新一代傳遞技術研究

#### (3.3.1) 進行項目

- (a) 衛星移動下的都卜勒效應及同時性修正分析(查核項目)
- (b) 國內金融產業標準時間同步需求探討
- (c) 參與國際先進時間與頻率傳送技術工作小組，關注新一代時頻傳送技術發展

#### (3.3.2)內容說明(執行期間：108.01~108.12)

同步衛星軌道微變動時，所對應的速度與加速度高次項，並分析對時間與頻率觀測結果的影響。本研究成功推導列出完整的 2 次項，有助於進一步改善載波相位觀測資料。

##### (a) 衛星移動下的都卜勒效應及同時性修正分析

時間與頻率傳送技術不僅用以傳遞時頻標準，也與精密的雷達測距和天文觀測息息相關，新一代衛星傳時技術，需要用到載波相位觀測資料，當衛星相對於固定地面站有速度的變化，在考慮都卜勒效應時，近期的研究並沒有妥善處理高次的修正項。本年度分析衛星移動下的都卜勒效應及同時性修正量，如圖 30 利用 NASA 在 1962-1967 時期發展的雷達分析方法，從分析信號的傳播延遲出發，推導當同步衛星軌道微變動時，所對應的速度與加速度高次項，並分析對時間與頻率觀測結果的影響。本研究成功推導列出完整的 2 次項，有助於進一步改善載波相位觀測資料。

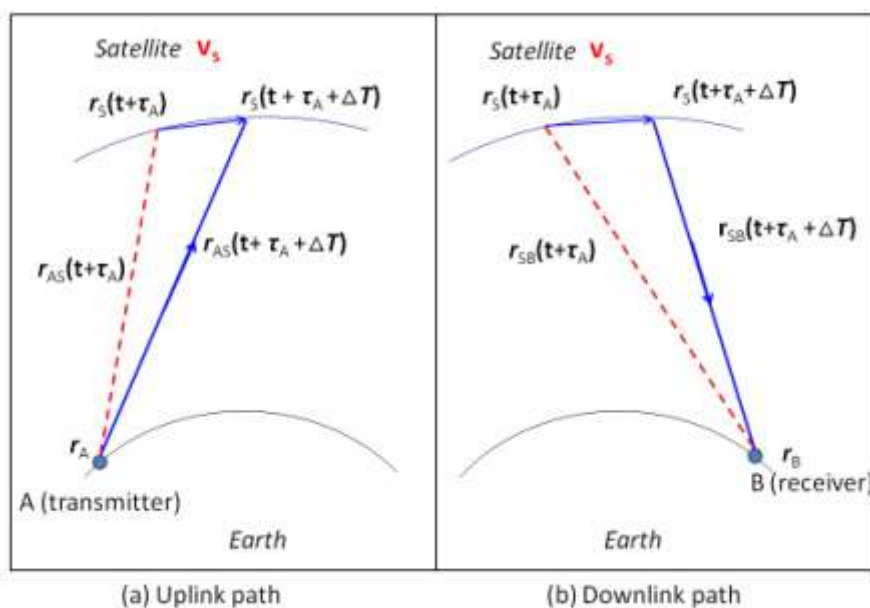


圖 36 小時間間隔之微波信號路徑改變幾何圖(a)上行路徑(b)下行路徑。

#### (b) 國內金融產業標準時間同步需求探討

傳統的金融交易活動通常使用秒為單位來記錄，然而透過高速電腦運算和光纖網路傳輸，電腦程式已具備以百萬分之一秒(微秒)進行交易的能力。高頻交易屬於程式交易的一種，透過電腦做分析與決策在短暫的時間(1 秒甚至 1 毫秒)內進行多次的買和賣交易。高頻交易雖引發不少爭議，卻也有提高市場流動性與效率等正面影響，如今高頻交易已成為市場運作重要的一部份。歐美金融監理單位為了追蹤並稽核交易行為，制定新的法規要求更嚴格的交易時間準確度與可追溯性。這些法規經過數年與交易所及其會員(例如券商)的研究會商取得共識，已修訂通過並陸續於近幾年生效。

台灣證券交易所為了與國際市場接軌並使交易更為透明，規劃實施逐筆交易制度，取代現行每五秒集合競價的交易。108 年 3 月已進行逐筆交易模擬測試，109 年 3 月 23 日將正式上線，其中交易時間可追溯至標準時間是可能的議題之一，因應國內金融交易市場對標準時間的潛在需求，國家實驗室於 107 年陸續蒐集及分析歐美金融市場標準時間同步的相關法規，並整理常用的標準時間追溯方法，本年度並撰寫投稿於標準、檢驗與計量雙月刊擬供讀者參考。

(c) 參與國際先進時間與頻率傳送技術工作小組 (CCTF-WGATFT ,  
(<https://www.bipm.org/en/committees/cc/wg/wgatft.html>):

持續參與國際高精度傳時技術之討論，分享並吸收相關理論與量測知識。本實驗室受到國際度量衡局(BIPM)推薦參與 CCTF 國際先進時間與頻率傳送技術工作小組(Advanced Time and Frequency Transfer Techniques, ATFT)，貢獻光纖傳時、衛星傳時等技術之經驗。目前先進時間與頻率傳送技術工作小組與單位技術諮詢委員會(Consultative Committee for Units)合作探索時間與頻率傳送技術的極限，將貢獻在秒定義的議題上。

### (3.3.3) 成果

#### (a) 衛星移動下的都卜勒效應及同時性修正分析

計算衛星移動時的傳輸延遲變化與分析都卜勒(Doppler)效應，精確考慮至 2 次項，即(v/c)^2。並採用簡化常規擾動衛星軌道模型(Simplified General Perturbations)，下載北美防空司令部(NORAD)衛星軌道參數(two-line element, TLE)數據，自主計算密集衛星星曆(每半小時一筆)，然後與國際比對數據做比較，結果發表在 Precise Time and Time Interval (PTTI)研討會上(圖 37)。

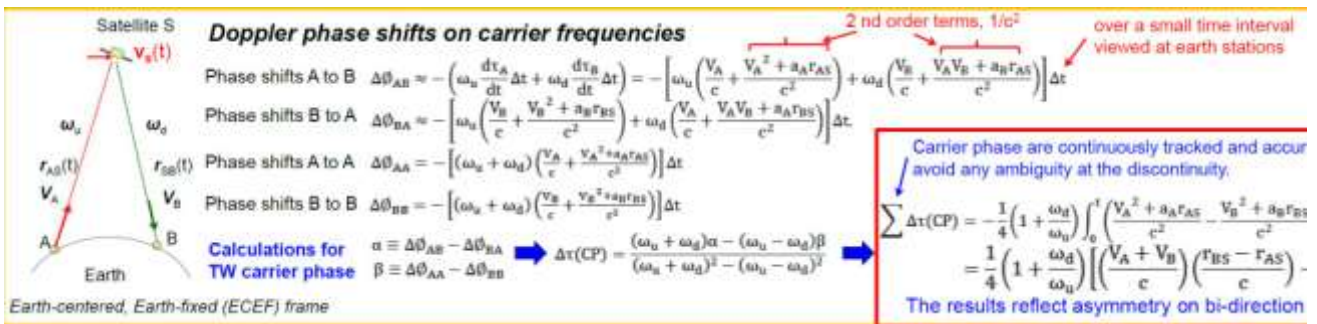


圖 37、PTTI 研討會的壁報截圖

另外，本實驗室 4 月在 IFCS-EFTF 國際研討會上發表一篇論文『Impact of Discrepancies between Received Delay and Carrier at Remote TWSTFT Stations Caused by Satellite Motion』，評估當衛星有些微相對速度時，分別會有傳播延遲變化、造成展頻電碼頻率及載波頻率的都普勒效應，而衛星轉頻器會使衛星

上行與下行載波頻率不同，造成電碼和載波頻率的都普勒效應產生差異，經過與實際數據比對，這些差異與觀測數據的變化有高度一致性，可能的原因是接收機內部設計上並沒有對這些差異分別處理造成干擾。該論文可提供相關技術後續的改善參考。

#### (b) 國內金融產業標準時間同步需求探討

完成「知識+」專欄稿件『標準時間同步對金融交易的重要性—淺談歐美國法規及校時同步方法』撰寫及投稿。分析高頻交易的關鍵除了處理大量信息的高速運算能力，還必須實現低延遲(Low-Latency)的交易環境。典型的交易活動可簡化為(1)詢價、分析、然後做交易決策，(2)執行下單(order)，(3)收單及撮合(Matching)，(4)成交確認，及(5)價格揭露等動作的循環，如圖 38 所示。每個動作在時間軸上有建立及完成的先後次序，可用事件(event)及時戳(timestamp)的方式記錄下來，作為後續分析價格變動與交易量的數據。這些交易活動涉及證券商資訊系統及交易所的交易系統，包含多部伺服器甚至上百部電腦組成的設備來執行業務，一般而言電腦所使用的振盪器不夠精準，導致電腦時間各異，必須定期透過內部連線校時同步至允許的規範內。最後，這些交易記錄，可以反映交易所的效能，一旦市場發生重大問題，這些記錄就能讓監理機關診斷問題的來龍去脈。對於證券商而言則要準備高速電腦來執行程式交易，同時縮短通訊延遲時間，來爭取交易的優勢。

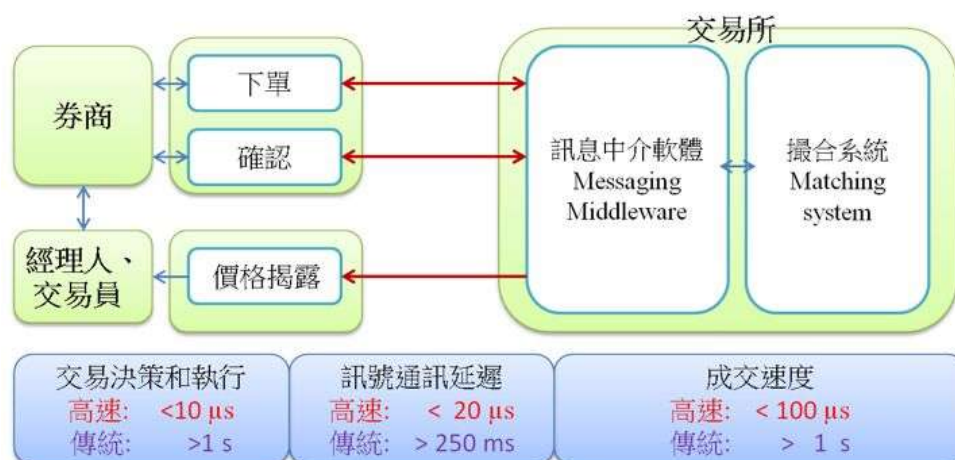


圖 38 交易活動及其延遲時間比較圖

市場交易的成員，包括交易所(如證券交易所、期貨交易所)及其會員(證券商)，其中證券商再與其客戶，透過電話語音、電腦連線、APP 手機連線等方式，委託代理交易下單及訊息回報。由於交易所、證券商及其客戶的時鐘並不相同，也必須時間同步，以避免程序上的問題與糾紛。而根據歐盟的規範，交易所及其會員應建立可追溯至世界協調時(UTC)的時間系統，須提供設計、運行與規格的文件，證明可追溯性。

對於交易所而言，應建立自己的主時鐘，作為內部資訊系統的時間源頭。再利用網絡時間協定 (Network Time Protocol, NTP)或精確時間協定(Precision Time Protocol, PTP)，將交易所內的資訊設備與電腦所使用的時間與主時鐘同步，台灣證券交易所表示目前已有妥善的規劃及準備。

對於證券商而言，因應逐筆交易，不管是網路設備、系統主機或是儲存設備，都要大幅提升效能，才能達到證交所要求券商須滿足每秒 1 萬筆交易量，每筆交易須 5 毫秒完成的基本要求。而機房也要搬到離證交所機房最近的地方，甚至租用交易所撮合主機旁的主機共置(co-location)機房，與集中及櫃買市場交易主機直接連線，達到更快速的網路傳輸，將下單時間縮小到千分之幾秒或百萬分之幾秒。因應逐筆交易，證券商需要升級網路、更新軟硬體，及租用雲端機房等準備，一般是採用統包解決方案(Turnkey Solution)。

而國家時間與頻率標準實驗室(例如美國 NIST)的角色，將扮演提供標準時間源、相關校時技術的諮詢、暨提供時間可追溯性之認證，同時滿足這些校時知識的需求，協助相關產業的升級。

(c) 108 年度先進時間與頻率傳送技術工作小組與單位技術諮詢委員會  
(Consultative Committee for Units)合作探索時間與頻率傳送技術的極限

今年 10 月 10 日於國際度量衡局(BIPM)舉辦一天的工作坊(Workshop)，邀請包括量子通訊領域的中國潘建偉博士，自由空間雷射時間同步的美國與德國

專家，特長基線干涉測量(Very long baseline interferometry, VLBI)的日本專家，同調光纖鏈路的時間或頻率傳送專家，及歐洲核子研究組織(CERN)研究 White Rabbit 時間同步技術的專家。希望時頻領域和不同領域的專家共同參與討論，開發較傳統方法更先進的下一代時間與頻率傳送技術。國家實驗室因旅費限制沒有派員參與工作坊，因此以電郵向主席請假並表示關注此技術前沿的內容，以及討論適合產業應用的遠端較時方法。

#### (3.3.4)自評與未來工作重點

1. 本年度研究衛星移動下的都卜勒效應及同時性修正量，理論推導當同步衛星軌道微變動時，其速度與加速度對時間與頻率傳送結果的影響，並與國際傳時比對數據進行比較，此研究可增進相關量測知識。後續將設計實驗模擬，測試現行衛星信號接收機的可能誤差。由於載波相位為連續的觀測結果，會累積高次項的誤差；分析鎖相迴路高次項效應的處理方法，有助於找出新發法以提升載波相位接收機的性能，改善長距離鏈路的周日效應問題。
2. 除了基礎研究外，我們也將持續關注公眾時間同步的需求，冀望推廣相關知識於下一代科技產業基礎建設，滿足 AI 無人技術、下一代無線通訊網路、智慧電網相位量測等同步需求。
3. 台灣證券交易所推動台股的逐筆交易機制，計畫取代現行每五秒集合競價交易。108 年 3 月已開始擬真平台上線測試，根據證交所電腦作業部的規劃，在 109 年 3 月 23 日正式上線前，還會作壓力測試及三次市場會測，對象包括證交所、櫃買中心以及證券商，可以發現問題解決問題。我們在 9 月 26 日的服務及產業應用說明會上，已與台灣證券交易所的專家正式交換過意見並瞭解其需求，後續將持續與相關金融產業保持聯繫，提供校時技術的諮詢及時間可追溯性之認證等服務。

受限於經費有限，與整個實驗室平均一年一案的年度資本資出採購案，實驗室的研發能量與進度，有許多先天的限制，能持續參與先進研究實屬不易。因此實驗室將重點放在標準的建立與維持上，其次才是利用出國機會觀察吸取國外實驗室的經驗，將適宜的技術或方法，導入國內產業界。從趨勢來看，精密時間與頻率的发展不僅是科學研究的利器，往往也是 3-5 年內下一代工業界會使用到的技術，例如高性能振盪器及 GPS 校時同步技術之於 5G 行動網路。近期參與的國際會議上觀察到許多尖端的新技術，包括冷原子微波鐘、極窄線寬穩頻雷射、微型光梳、光纖網路傳時接收器和相關量測儀器，都有商用設備陸續推出，產地包括美國和歐洲的廠商，其技術及研發人才主要來自各大國際頂尖實驗室，意味著這些尖端技術可望快速進入應用端，衍生龐大的創新技術。因此每次出國開會時特別專注搜集相關資訊，若台灣科學界或業界有相關需求，則可協助導入，做為新興技術發展的利器。

## (四) 其他

### (4.1) 「國家時間與頻率標準實驗室」服務及產業應用說明會

因應國內產業及民眾對國家標準時頻之需求，國家時間與頻率標準實驗室建立及維持我國時間與頻率國家最高標準，以確保全國量測的一致性與準確性，並追溯國際度量衡局(BIPM)之國際標準，提供國內量測校正追溯之來源。

實驗室除持續進行國家標準時刻傳遞服務及其精確度與安全性之提升，並提供網際網路校時服務(NTP)、精密網路校時服務(PTP)、衛星導航系統(GPS)遠端時頻校正服務，且關注國內電信網路、智慧電網及金融交易時間等新興時頻同步議題，提供國內相關產業技術諮詢。

為使社會各界瞭解實驗室的工作，於 108 年 9 月 26 日在經濟部標準檢驗局總局行政大樓舉辦國家時頻實驗室服務及產業應用說明會如圖 40、41，介紹實驗室的服務項目與時間同步對產業之應用，討論電信網路、智慧電網及金融交易等新興時頻同步議題，參與者包含台灣證券交易所、台灣期貨交易所、聯合信用卡中心、銀行業、台灣電力公司、內政部國土測繪中心、量測實驗室、振盪器廠商、工研院、亞太電信、中華電信及標檢局同仁等，約 60 多位貴賓與會。會後討論發言踴躍，尤其對於時間同步及精確時刻校時方法的討論交換許多寶貴意見，讓研發同仁更瞭解產業界同仁的期待與需求。



時間	主 題	主持人/主講人
13:30 ~ 14:00	來賓報到 (請惠賜名片報到)	
14:00 ~ 14:10	開場引言 楊所長	陳副局長、
14:10 ~ 15:20	國家時間與頻率標準實驗室 簡介及提供的服務內容  時間同步之產業應用 (1) 金融市場及高頻交易 (2) 電信網路 (3) 智慧電網	國家時頻標準實驗室 林信嚴 研究員  曾文宏 研究員
15:20 ~ 16:00	綜合討論	標準局、 國家時頻標準實 驗室

圖 39 服務及產業應用說明會議程



圖 40 服務及產業應用說明會



圖 41 服務及產業應用說明會會議討論

## (4.2) 參與國際研討會之舉辦

### (4.2.1) 達成項目

(a) 出版 IJEE(International Journal of Electrical Engineering 國際電機工程學刊)特刊

(b) 協助 ATF2019 Workshop 之論文徵稿及舉辦

### (4.2.2) 內容說明

(a) TCTF workshop 是由亞太計量組織(APMP)時頻技術委員會(TCTF)舉辦的時頻國際研討會，目的在於讓 TCTF 參與實驗室的成員交換時頻技術最新發展趨勢與成果。「標準時間與頻率在電信與金融的應用」研討會於 107 年 11 月 23 日在新加坡舉辦(圖 42)。會議共有 8 篇論文發表。

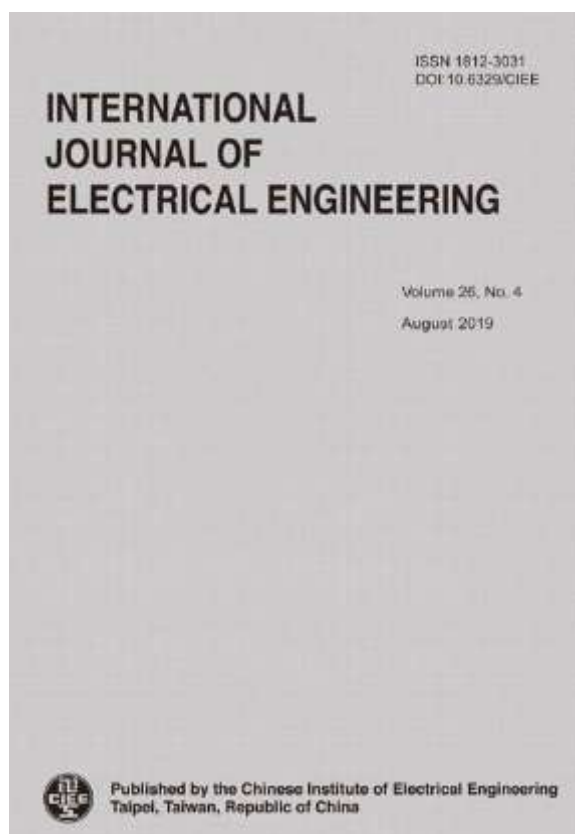


圖 42 IJEE 特刊封面

本實驗室與中國電機工程學會討論合作，將 TCTF2018 會議部分論文的全文集結出版 IJEE Special Issue，其後在 108 年 8 月份出刊，這是 TCTF workshop 舉辦以來的創舉。

(b) ATF2019 研討會已於今年 11 月 30 日在澳洲雪梨舉辦。由本實驗室林晃田博士擔任召集人(Chair of ATF Organizing Committee, ATF OC)與 ATF OC 成員們密切溝通，並鼓勵 TCTF 成員們踴躍投稿，最後為 ATF2019 Workshop 徵集 18 篇論文，會議議程安排如下所示(表三)。

藉由主辦或協辦國際會議，不僅可以加強實驗室同仁與國外專家之間的技術交流，更有機會參與期刊論文的編審與發行。讓研討會的品質與效益能提升到更高的層次，也有助於促進亞太地區的技術合作與交流。

**表 3 ATF2019 workshop 會議議程**

**Asia Pacific Workshop on Time and Frequency 2019 (ATF2019)**

**ICC International Convention Centre, Sydney, Australia**

**November 30, 2019**

<b>Opening (09:00-9:05)</b>	
Dr. Bruce Warrington, NMIA	
<b>Section-I National Time Scale, Time and Frequency Transfer</b>	
Chair: Dr. Michael Wouters, NMIA <span style="float: right;">(09:00~ 10:25)</span>	
09:05-09:25	<b>1. Generation and performance of atomic time scale UTC(NIM)</b> <i>A. Zhang, Y. Gao, Y. Wang, K. Liang, Z. Yang and W. Wang</i>
09:25-09:45	<b>2. Generation of UTC(k) with (UTC<sub>r</sub>-clock) data fitted to ARIMA model</b> Ho Seong Lee, Taeg Yong Kwon, Young Kyu Lee, Sung-hoon Yang, and Dai-Hyuk Yu
09:45-10:05	<b>3. Common-view with broadcast satellite signals</b> <i>Tadahiro Gotoh, Toshihiro Kubo'oka, and Jun Amagai</i>
10:05-10:25	<b>4. Development of a new digital TWSTFT modem</b> <i>Miho Fujieda, Ryo Tabuchi, and Tadahiro Gotoh</i>
<b>Coffee Break (10:25-10:55)</b>	
<b>Section-II Time and Frequency Measurement</b>	
Chair: Dr. Dai-Hyuk Yu, KRISS <span style="float: right;">(11:00~ 12:15)</span>	
10:55-11:15	<b>1. Evaluation of the TAI scale interval using an optical clock</b> <i>T. Ido, N. Nemitz, H. Hachisu, F. Nakagawa, T. Gotoh, and Y. Hanado</i>

11:15-11:35	<b>2. Microwave Frequency Generation Using Er-doped fiber optical frequency comb</b> Po-Cheng Chang and Chia-Shu Liao
11:35-11:55	<b>3. High-accuracy miniaturized optical frequency synthesizer for reliable frequency distribution</b> Jae Hoon Lee, Hyun-Gue Hong, Hansuek Lee, Jungwon Kim, Kyoungsik Yu, and Dai-Hyuk Yu
11:55-12:15	<b>4. Development of Er-doped fiber optical frequency comb with a narrow linewidth</b> <i>Shiyong Cao, Baike Lin, Fei Meng, Yige Lin, and Zhanjun Fang.</i>
<b>Lunch Break (12:15-13:30)</b>	
<b>Section-III Time and Frequency Standards</b> Chair: Dr. Tetsuya Ido, NICT <span style="float: right;">(13:30~ 15:10)</span>	
13:30-13:50	<b>1. Developments of a Cs fountain clock and an Yb optical clock at KRISS</b> <i>Dai-Hyuk Yu, Won-Kyu Lee, Huidong Kim, Myoung-Sun Heo, Chang Yong Park, Sang Eon Park, Sangmin Lee, Hyun-Gue Hong, Taeg Youg Kwon, Sang-Bum Lee, Young-Ho Park, and Kurt Gibble</i>
13:50-14:10	<b>2. Developing the Second Sr Optical Clock at NIM</b> <i>Tao Yang, Zhen Sun, Yige Lin, Qiang Wang, Ye Li, Baike Lin, Tianchu Li, and Zhanjun Fang</i>
14:10-14:30	<b>3. Progress Report of the Ytterbium Ion Clock in Thailand.</b> <i>Piyaphat Phoonthong, Thaned Pruttivarasin, and Tara Chalermongsak</i>
14:30-14:50	<b>4. Recent Progress of Optical Lattice Clocks at NMIJ</b> <i>D. Akamatsu, T. Kobayashi, Y. Hisai, T. Tanabe, H. Inaba, T. Suzuyama, F. -L Hong, K. Hosaka, and M. Yasuda</i>
14:50-15:10	<b>5. The research progress of NIM6 Cs atomic fountain clock</b> <i>Shaoyang Dai, Fang Fang, Chenwei Liang, Kun Liu, Nianfeng Liu, and T.Li</i>
<b>Coffee Break (15:10-15:30)</b>	
<b>Section-IV Time and Frequency Calibrations</b> Chair: Dr. Chia-Shu Liao, TL <span style="float: right;">(15:30~ 17:10)</span>	
15:30-15:50	<b>1. Calibration method for GPS-disciplined oscillators</b>

	<i>L. Marais, S. Quigg, and M. Wouters</i>
15:50-16:10	<b>2. Verifying stopwatches with the NMIA WebTimer</b> <i>M. Wouters, L. Marais and S. Quigg,</i>
16:10-16:30	<b>3. Development of Multi-Channel Frequency Calibration System Based on Dual Mixer Time Difference Measurement</b> <i>Yue Zhang, Yuzhuo Wang, Aimin Zhang</i>
16:30-16:50	<b>4. Investigation of Differences in Calibration Results for Electronic Clocks using the Time Base Method and the Totalize Method</b> Hau Wah Lai, Cho Man Tsui, Steven Shing Lung Yang, Kam Yuen Chan
16:50-17:10	<b>5. An Operator Reaction Time-Free Stopwatch Calibrator</b> Manuel M. RUIZ
<b>Closing</b>	Dr. Huang-Tien Lin, TL

### 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至極限。
- (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 2.3 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。另提供通行全球百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 108 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(包括論文、技術報告、研討會)一覽表
- (三) 研究成果統計表
- (四) 附則
- (五) 標準系統能量與校正服務資料表
- (六) 校正服務滿意度調查
- (七) 專有名詞中英對照表



(一)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 (千元)	數量	總價	備註
時間碼收發機	1. Transmission / reception frequency band: 70 MHz / 70 MHz 2. Number of transmitter channels: 2 physical channels 3. Number of receiver channels: 1 physical and 4 logical 4. Pseudorandom code type: L2C (M) 5. Number of codes: 32 6. Chip rate: 1 Mcps 7. Data rate: 50 bps 8. Data frame period: 10 s 9. Carrier phase precision: < 1.7e-4 cycle (loop-back test) 10. Code phase precision: < 0.5 ns (loop-back test)	1200	1	1200	

## (二) 各種報告(論文、技術報告、研討會) 一覽表

### 1. 論文一覽表

等級	編號	論文名稱	刊出日期	作者	期刊(會議)名稱	國家
國際期刊 (SCI)	1	Improving Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer with Redundant Links for UTC Generation	108.2	Zhileng Jiang、 Victor Zhang、 Thomas Parker、 Gérard Petit 黃毅軍、 Dirk Piester, Joseph Achkar	Metrologia	法國
國際會議 (EI reference)	1	The New TA(TL) Model Compositod by Hydrogen Maser and Cesium Clock Ensembles	108.1.31	林信嚴	2019 PTTI ION 研討會	美國
國際會議 (EI reference)	2	Asymmetry Effects of Satellite motion on Two-Way Time and Frequency Transfer	108.1.31	曾文宏、 林信嚴	2019 PTTI ION 研討會	美國
國際會議 (EI reference)	3	Impact of Discrepancies between Received Delay and Carrier at Remote TWSTFT Stations Caused by Satellite Motion	108.4.30	曾文宏	2019 IFCS & EFTF 聯合研討會	美國
國際研討會	1	First Calibration of the UTC TWSTFT Link between LNE-SYRTE and PTB Using a Travelling SDR Receiver	108.9.4-6	Joseph Achkar、 黃毅軍、 Dirk Piester、 Egle Staliuniene、 Felicitas Arias	7th Galileo Science Colloquium	瑞士
國際研討會	2	Use of a Standard Microwave Satellite Simulator for TWSTFT Earth Station Characterization	108.9.24-26	Joseph Achkar、 黃毅軍	19th International Metrology Congress	法國

國際研討會	3	Precise clock comparison by means of software-defined radio receiver	108.03.09~15	黃毅軍、 林晃田	Séminaire Temps et Fréquence du SYRTE	法國
-------	---	--	--------------	-------------	---------------------------------------	----

## 2.技術報告一覽表

編號	報告名稱	刊出日期	頁數	語言	作者
1	2018 Group 2 GPS Calibration Trip Cal_ID: 1017-2018	108.5	19	英文	黃毅軍 邱紫瑜 林晃田 黃章傑 廖嘉旭
2	使用雙向衛星時頻傳遞軟體定義接收機計算世界協調時	108.9	14	英文	黃毅軍
3	衛星移動下的都卜勒效應及同時性修正分析	108.11	15	英文	曾文宏
4	可鎖頻至原子能階躍遷之穩頻雷射技術開發	108.12	10	中文	張博程

### 3.研討會/說明會一覽表

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	國家時間與頻率標準實驗室服務及產業應用說明會	台北	經濟部標準檢驗局協辦：中華電信研究院	108.09.26	60	說明會
2	2019 Asia-Pacific Time and Frequency workshop 2019 Pacific Time and Frequency workshop	澳洲雪梨	澳洲 NMIA 台灣 TL	109.11.30	30	研討會

### (三)研究成果統計表

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
108年 目標	4篇 (國際 4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： >2.3億次/日	校正服務：50 件；
108年 實際	7篇 (國際 7篇)	內部進修：1 博碩士生：0	說明會：2		4件	參與國際研 討會4次	國際比對4項	網路校時： >2.5億次/日	校正服務：89 件；

## 1. 實際績效指標

	績效指標	年度目標產出	實際產出
學術成就	A 論文	數量： 國際研討會論文 4 篇	數量：國際期刊論文 1 篇 國際研討會論文 6 篇
	B 研究團隊養成		
	C 博碩士培育	內部培訓 1 博士生人。	有各大專院校博碩士生 0 人進行合作研究、內部培訓 1 博士生人。
	D 研究報告		
	E 辦理學術活動		
	F 形成教材		
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 3 項；	參與國際重要度量衡組織活動 4 項
	J 技術移轉		
	S 技術服務	技術服務： 高精度時頻標準器校正 50 件 (技術服務收入 60 萬)	技術服務： 高精度時頻標準器校正 89 件 (技術服務收入約 131.1 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 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紀錄之時間標示，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 2.3 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 30,000 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 30,000 人次以上；
	R 增加就業		
	Y 資料庫		
	Z 調查成果		
AA 決策依據			



## 2. 論文成果摘要

論文(1)

### 108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	108 年 1 月至 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	Improving Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer with Redundant Links for UTC Generation		
撰寫人		Zhiheng Jiang	Victor Zhang	Thomas Parker
		Gérard Petit	黃毅軍	Dirk Piester
		Joseph Achkar		
撰寫日期	中華民國 108 年 2 月 22 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	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer			
	Coordinated Universal Time			
	Software-Defined Radio			
<p>內容摘要：</p> <p>Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT) is a primary technique for the generation of Coordinated Universal Time (UTC). At present, more than 12 timing laboratories around the world use SATellite Time and Ranging Equipment (SATRE†) modems in TWSTFT operation and contribute data for the realization of UTC. The advantages of TWSTFT are its small calibration uncertainty (<math>\leq 1.0</math> ns if the link is calibrated with a TWSTFT mobile station) and its long-term link stability. However, the precision of SATRE TWSTFT in the operational networks is degraded by a daily variation pattern (diurnal) in the TWSTFT results. The diurnal with varying amplitude appears virtually in all SATRE TWSTFT links. The observed peak-to-peak variation of the diurnals can reach 2.0 ns in some cases. So far, studies on the sources of the diurnal have not provided conclusive understanding of the diurnal's dominant origin.</p> <p>Therefore, efforts have been made to reduce the impact of the diurnal variation in TWSTFT for UTC computation. The BIPM has been using the combination of SATRE TWSTFT results and</p>				

GPS carrier-phase Precise Point Positioning solutions (GPSPPP) for UTC computation since 2010. The combination adjusts the GPSPPP results to long-term averages of TWSTFT and is effectively free from the diurnal variations because the GPSPPP results contain almost no diurnal. Lately, the use of Software-Defined Radio receivers (SDR) in TWSTFT has shown one way of how to reduce the diurnal variations by a factor of two to three in most of the inner-continental SATRE TWSTFT links, and furthermore, how the short-term stability for all UTC SDR TWSTFT links can be improved. In addition, there has been research on the full use of the redundancy in the TWSTFT network to improve the TWSTFT link stability. Recent studies on evaluating indirect links revealed that it is possible to apply a simplified procedure to use the redundancy, in a most effective way, to reduce the diurnal variations in the Europe-to-Europe SATRE TWSTFT links by a factor of two to three.

The methods of the combination of SATRE TWSTFT and GPSPPP as well as the indirect SATRE TWSTFT links utilize the redundancy in the UTC time transfer network. The SDR TWSTFT can largely reduce the diurnal in SATRE TWSTFT, but noticeable residual diurnal remains. In this paper, we provide the analyses of using the combination of SDR TWSTFT and GPSPPP results, as well as using the indirect SDR TWSTFT links. This paper concludes that the use of SDR TWSTFT redundant links can further improve the stabilities of UTC TWSTFT links. In addition, the use of SDR TWSTFT indirect links is a pure TWSTFT solution. The independence of the TWSTFT results to GPS results can improve the robustness of UTC computation.

## 108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	108 年 1 月至 108 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4931	
成果名稱	中文			
	英文	The New TA(TL) Model Composited by Hydrogen Maser and Cesium Clock Ensembles		
撰寫人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 108 年 02 月 01 日	撰寫語言及頁數	英文/10 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	Time Scale, Hadamard Deviation, Allan Deviation, Clock ensemble			
<p>內容摘要：</p> <p>We design and evaluate 2 new independent atomic timescales of TL to adapt the composition change of the atomic clock ensemble from major cesium clocks into hydrogen masers. In response of the affiliation of hydrogen maser ensemble (ens(hm)) and to keep the phase accuracy of the 2 new timescales, the drift rate of each hydrogen maser is predicted and removed according to the cesium clock ensemble (ens(cs)) and the short term frequency jump of cesium clocks are corrected by ens(hm). The long term overlap Hadamard deviation and short term overlap Allan deviation are used for filtering out the occasional outlier clock data of hydrogen masers and cesium clocks separately. In the 250 days simulation test from March to November 2018, both 2 new timescale displayed more stable and accurate performance than the old TA(TL) timescale. Their modified Allan deviation could reach below 1E-15 and the time deviation is less than 1 ns after the average time 60 days with respect to TAI.</p>				

**108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表**  
**論文**

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	108 年 1 月至 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	Asymmetry Effects of Satellite motion on Two-Way Time and Frequency Transfer		
撰 寫 人	曾文宏	林信嚴		
撰寫日期	中華民國 108 年 1 月 28 日		撰寫語言及頁數	英文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer,			
	propagation delay, Doppler shift, dual pseudo-random noise codes,			
	carrier phase			
內容摘要：				
<p>This study analyzes the asymmetry effects of propagation delay measurements caused by the relative velocity between a satellite and ground stations. We provide the derivation of the basic equations for those asymmetry effects. In advanced TWSTFT techniques, such as dual pseudo-random noise (DPN) codes and TWSTFT carrier phase, the phase is continuously tracked and accumulated in measurements. Thus, the second-order terms for accumulated Doppler shift are also discussed. Ideally, the results of TWSTFT should reflect only the asymmetry on bi-direction propagation delays. Then, we compute the correction for two-way delay asymmetry, accumulated Doppler shift difference, and Sagnac effect through the derived equations. The calculated results are compared with the experimental TWSTFT data. The time deviations at the 12-hour averaging time are reduced from 66 ps to 60 ps after applying the correction to the raw DPN TWSTFT data in NICT-TL link.</p>				

## 108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	108 年 1 月至 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	Impact of Discrepancies between Received Delay and Carrier at Remote TWSTFT Stations Caused by Satellite Motion		
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 108 年 4 月 29 日		撰寫語言及頁數	英文 3 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer,			
	fractional carrier Doppler, receiver,			
	carrier tracking loops, code tracking loops			
<p>內容摘要：</p> <p>In this paper, we calculate the difference of carrier frequencies at remote stations with considering the satellite motion and evaluate its impact on the TWSTFT data. The results show that the diurnals in transatlantic TWSTFT links have a clear correlation with the difference of fractional carrier Doppler frequencies between two stations. We also correct the diurnals with a linear correlation coefficient of <math>1 \text{ ns}/10^{-9}</math> between two-way time transfer data and fractional carrier Doppler difference. The results show that time stabilities (TDEVs) at the 12h averaging time are reduced from 234 ps to 106 ps for the NIST-PTB link as the corrections are applied. The possible explanation is that the code and carrier tracking loops share the same correlators in receivers. Whenever there are discrepancies of change rates between delay and carrier in a receiver, residual error of a tracking loop may have an impact to the other.</p>				

## 108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	108 年 1 月至 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	First Calibration of the UTC TWSTFT Link between LNE-SYRTE and PTB Using a Travelling SDR Receiver		
撰寫人	Joseph Achkar	黃毅軍	Dirk Piester	
	Egle Staliuniene	Felicitas Arias		
撰寫日期	中華民國 108 年 9 月 4 日	撰寫語言及頁數	英文摘要 2 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer			
	Coordinated Universal Time			
	Software-Defined Radio			
<p>內容摘要：</p> <p>For more than 15 years, Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT) has been a main technique used continuously and regularly in about 20 laboratories worldwide for the generation of Coordinated Universal Time (UTC) and the results are published monthly in the BIPM KCDB (CCTF-K001.UTC) and the BIPM Circular T. The technique relies on a protocol for transmitting and receiving clock signals via a telecommunication satellite and using carrier frequencies in the Ku band. For this purpose, SATellite Time and Ranging Equipment (SATRE) modems, developed and marketed by TimeTech GmbH, are being operated in the earth stations of the contributing laboratories. The precision of TWSTFT as observed today is limited by an apparent daily variation pattern (diurnal) in the TWSTFT results. In consequence, calibrations using a mobile TWSTFT station are usually limited by the same effect. Recent developments of Software-Defined Radio (SDR) receivers for TWSTFT have demonstrated superior performance in terms of stability [Metrologia 55 (2018) 685-698], and thus the BIPM processes the SDR measurements of the TWSTFT link between LNE-SYRTE and PTB as a UTC backup link since the end of 2017. However, the accuracy in time remains limited to date because the SDR TWSTFT link is calibrated by alignment with the corresponding SATRE TWSTFT link. In this paper we present the first calibration of an SDR TWSTFT link using a travelling SDR receiver developed in LNE-SYRTE driven by a calibration software developed by LNE-SYRTE in</p>				

collaboration with TL. This work is aimed to improve the calibration accuracy and thus the uncertainty of operational time links, e.g. to improve the generation of UTC or the Galileo ground segment timing infrastructure. At the colloquium, we will present in detail the calibration method used, the calibration results and associated measurement uncertainties for the SDR TWSTFT link between LNE-SYRTE and PTB.

論文(6)

108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表  
論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	108 年 1 月至 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	
成果名稱	中文			
	英文	Use of a Standard Microwave Satellite Simulator for TWSTFT Earth Station Characterization		
撰寫人	Joseph Achkar		黃毅軍	
撰寫日期	中華民國 108 年 9 月 24 日		撰寫語言及頁數	英文海報 1 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer			
	Coordinated Universal Time			
	Software-Defined Radio			
<p>內容摘要：</p> <p>Significant progress has recently been made in the TWSTFT technique of comparing remote time scales with the development of SDR receivers. The accuracy of the TWSTFT method depends on the residual effects due to the incomplete reciprocity of the link (satellite delay difference, Sagnac corrections, Up/Dn links difference, earth stations delay difference). Our efforts here focus on determining, with the lowest uncertainty, the differential delay of the earth station equipped with SDR receiver and monitoring its instability, both parameters having a significant contribution to the link performance. We propose the use of an SMSS developed in LNE-SYRTE for earth station characterization. Two-way measurement were carried out, for the first time, using two distinct methods: Tx and Rx of two-way signals by a modem device (SATRE) and Rx of signals performed partially by software, developed in collaboration with TL, using an SDR receiver. The preliminary results are presented.</p>				



## 108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-19-01</b>			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	108 年 1 月至 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Precise clock comparison by means of software-defined radio receiver		
撰寫人	黃毅軍		林晃田	
撰寫日期	中華民國 108 年 3 月 09 日		撰寫語言及頁數	英文 2 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer,			
	propagation delay, Doppler shift, dual pseudo-random noise codes,			
	carrier phase			
<p>內容摘要：</p> <p>Two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) is one of the most accurate methods to compare two frequency sources that are far apart. The binary shift code keying (BPSK) signal synthesizing to the local frequency source will be generated by the time-transfer modem, and then transmit through earth station transmitter. The modem can also demodulate the signal transmitting from the counter-part station, and then get its time of arrival (TOA). To improve time comparison uncertainty, the signal propagation uncertainty should be reduced and the accuracy of TOA measurement should be ensured. TWSTFT is performed using the microwave communication on physical layer through geostationary satellites. According to the symmetrical property, the microwave signal propagation from an earth station to a satellite and is identical to that from the satellite to the station. Taking this advantage, the TWSTFT can offer a precision of one nanosecond for time comparison between two clocks over an intercontinental distance.</p> <p>The software-defined radio (SDR) method provides more computational resources and more flexible platform for digital signal processing (DSP) than existing analog modems. The key components of the SDR are an analog-to-digital (A/D) sampler, a signal generator, and DSP algorithms. The features that the A/D sampler has high sampling rate (50M samples per second) and the samples have uniform sampling interval could improve the accuracy of TOA measurement. We have developed a TWSTFT receiver based on SDR technique to measure TOA, and we have conducted several clock comparison activities among several institutes with the SDR receiver. As shown in Figure 1, the SDR receiver can provide higher precision than existing TWSTFT modem. Based on some encouraging results, the clock comparison by using TWSTFT with SDR receivers has been considered as an effective method for the UTC generation.</p>				

### 3.技術報告成果摘要

技術報告(1)

#### 108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 技術報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	108 年 1 月至 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	
成果名稱	中文	使用雙向衛星時頻傳遞軟體定義接收機計算世界協調時		
	英文			
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 108 年 9 月 30 日		撰寫語言及頁數	英文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	two-way satellite time and frequency transfer			
	software-defined radio			
	universal coordinated time			
內容摘要：				
<p>Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT) is a primary technique for the generation of Coordinated Universal Time (UTC). About 20 timing laboratories around the world continuously operate TWSTFT using SATellite Time and Ranging Equipment (SATRE†) modems for remote time and frequency comparisons in this context. The precision of the SATRE TWSTFT as observed today is limited by an apparent daily variation pattern (diurnal) in the TWSTFT results. The observed peak-to-peak variation have been found as high as 2 ns in some cases. Investigations into the origins of the diurnals have so far provided no complete understanding about the cause of the diurnals. One major contributor to the diurnals, however, could be related to properties of the receive part in the modem. In 2014 and 2015, it was demonstrated that bypassing the receive part and the use of Software-Defined Radio (SDR) receivers in TWSTFT ground stations (SDR TWSTFT) instead could considerably reduce the diurnals and also the measurement noise.</p>				

技術報告(2)

108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表  
技術報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	108 年 1 月至 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	
成果名稱	中文			
	英文	2018 Group 2 GPS Calibration Trip Cal_ID: 1017-2018		
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 108 年 5 月 29 日		撰寫語言及頁數	英文 19 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	global positioning system			
	universal coordinated time			
	calibration			
內容摘要： TL coordinated a calibration trip for GPS time transfer equipment of two G2 laboratories RCM-LIPI in Indonesia and MUSSD in Sri Lanka over nine months during 2018 and 2019. The GPS traveling equipment TRVL was developed by NMIA and prepared by TL. The equipment was sent from TL, circulated among RCM-LIPI and MUSSD, and finally back to TL for closure measurement.				

技術報告(3)

108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表  
技術報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>108-1403-05-05-01</b>			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	108 年 1 月至 108 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	衛星移動下的都卜勒效應及同時性修正分析		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 108 年 11 月 5 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	Satellite motion、delay、carrier phase、Doppler shift、time transfer			
<p>內容摘要：</p> <p>We provide the derivation of the equations for asymmetry effects due to the satellite motion. Ideally, the results of TWSTFT (both for code and carrier-phase based methods) should reflect only the tiny asymmetry on bi-direction propagation delays. Then, we compute the correction for two-way delay asymmetry, accumulated Doppler shift difference, and Sagnac effect through the derived equations. The calculated results are compared with the experimental TWSTFT data. The time deviations at the 12-hour averaging time are reduced from 66 ps to 60 ps after applying the correction to the raw DPN TWSTFT data in NICT-TL link. In advanced TWSTFT techniques, such as dual pseudo-random noise (DPN) codes and TWSTFT carrier phase, the phase is continuously tracked and accumulated in measurements. However, due to the difference of up/downlink frequencies, there are discrepancies between received code and carrier frequencies. Some additional error may be caused by the Doppler sensitivities on TW receivers. It is worth conducting further research on the impact of Doppler effects in the code and carrier tracking loops of receivers.</p>				

技術報告(4)

108 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表  
技術報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	104-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	104 年 1 月至 104 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	可鎖頻至原子能階躍遷之穩頻雷射技術開發		
	英文			
撰 寫 人	張博程			
撰寫日期	中 華 民 國 108 年 11 月 30 日		撰寫語言及頁數	中文 10 頁
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密		機密級	普通
關鍵詞	螢光、能階躍遷、壓電調整、共振腔、Fabry-Perot、jitter			
內容摘要：				
<p>雷射穩頻是將雷射頻率鎖在穩定的頻率參考點上，頻率參考點有許多種產生方式，主要包括有兩種：對於頻率穩定度的要求不高，主要訴求製作容易且對環境變化有一定抵抗能力者，將雷射穩頻在 Fabry-Perot 光學標準具(etalon)的共振模上是一個不錯的選擇。雷射穩頻在 Fabry-Perot 標準具的共振模上還有一個好處，就是共振模是一系列等間距頻率，這些共振模的波長或者頻率可以靠改變雷射在標準具中經過的光學長度而改變。Fabry-Perot 標準具可因用途不同而有不同型式，例如在兩個高反射率反射鏡之間使用低熱膨脹係數材料作支撐，這種結構可以獲得的頻率穩定度較佳，可作為雷射線寬壓縮或建立頻率或波長標準預穩頻之用；另外的方法是在光學標準具兩面鍍上反射面，這也是容易製作且堅固的方法。另一個頻率參考點是原子或分子的光譜，它所提供的參考點譜線夠細而且重複性也高，因此雷射波長鎖到這些參考光譜線上可以獲得很高的波長或頻率的穩定度，同時可追溯至國際標準。</p> <p>我們於 107 年已初步利用雷射掃頻方式觀測到 BIPM 建議之鉀原子 778 nm 雙光子能階躍遷所產生的螢光信號，同時也驗證了鉀泡品質與光電倍增管偵測螢光的功能。其方法係由一部信號產生器輸出週期性的電壓信號來驅動窄線寬雷射中的快速壓電調整功能(Fast Piezo Tuning)使其輸出雷射信號可以來回地掃過鉀原子頻率躍遷所需要的波長(778.1054 nm)；當以上雷射輸出入射至已加工包覆好的鉀泡時，光電倍增管可成功觀測到與國外論文類似的螢光信號，代表所需要的頻率躍遷已經發生，但因尚未開始處理鎖頻的問題所以因此穩頻所需的元件尚未安排於這個階段的實驗光路中共同協作。於 108 年進行的工作包括：對溫控鉀泡進行隔磁包覆以提升螢光線寬的訊噪比，接著設計穩頻所需的光路並透過解調光電倍增管所偵測到的螢光訊號來控制窄線寬雷射相關參數以鎖頻至特定原子能階躍遷。由於初次鎖頻的效果沒有達到預期的理想，推測是窄線寬雷射本身輸出的信號帶有高頻雜訊(jitter)，而這部分雜訊超過窄線寬雷射壓電調整功能所能處理的範圍，因此後來又設計一個可調式共振腔預計可將高頻雜訊消除來預穩</p>				

雷射的輸出信號以期能優化後續的鎖頻效果，達成穩頻要求。

## 5.出國報告成果摘要

出國報告(1)

### 108 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	108-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	108 年 1 月至 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	赴國際度量衡局及法國巴黎天文台進行時頻標準及傳遞技術研究		
	英文			
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 108 年 5 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 37 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer			
	Software-Defined Radio			
<p>內容摘要：</p> <p>本實驗室為 CCTF 觀察員，本次黃毅軍研究員獲 BIPM 及 OP 邀請，研究標準時頻及時頻傳遞技術，並進行相關實驗，期望降低國家標準時間與 UTC 的同步不確定性，以提升國家標準時間和 UTC 的品質。本次出國之研究主題包含：標準 SDR 接收機軟體開發與維護、研發新 SDR 接收機、配合歐陸校正活動研發 SDR TWSTFT 遊校件、衛星模擬器、歐亞 TWSTFT 國際時頻比對校正活動、獲 PTB 邀請進行國際時頻比對實驗、參與相關學術活動、以及參與國際會議等。黃員根據邀請函申請自 107 年 5 月 1 日至 108 年 4 月 30 日進行為期一年之研究行程，申請獲准後，根據經標四 10700512060 號函以及信人二 1070000335 號函執行此研究案。</p>				

出國報告(2)

108 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	108-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	108 年 1 月至 108 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文	『赴美國參加 2019 IFCS & EFTF 聯合研討會發表論文』出國報告		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 108 年 5 月 14 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	BIPM, CIPM, UTC, IEEE			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴美國奧蘭多參加 2019 IEEE 國際頻率信號控制研討會(International Frequency Control Symposium, IFCS)暨歐洲時頻論壇(European Frequency &amp; Time Forum, EFTF)聯合研討會，並發表論文一篇。出國時間自民國 108 年 04 月 14 日至 108 年 04 月 21 日，含行程共 8 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 &amp; 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。會議期間就各技術標準及新興計畫等議題與各大實驗室的同僚作研討，希望藉由參與會議掌握全球最新的量測技術發展趨勢，了解時頻標準制訂方向，並與其他實驗室建立互動關係。本次大會總計有來自 23 個國家投稿發表 300 篇論文。</p> <p>本實驗室在此次聯合研討會上發表論文『Impact of Discrepancies between Received Delay and Carrier at Remote TWSTFT Stations Caused by Satellite Motion』；其論文集為 EI 等級具國際能見度，可展現台灣時頻研究成果。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，詳述於本報告中。</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>				



出國報告(3)

108 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	108-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	108 年 1 月至 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		
成果名稱	中文	赴國際度量衡局及法國巴黎天文台進行時頻標準及傳遞技術研究		
	英文			
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 108 年 5 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 37 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer			
	Software-Defined Radio			
<p>內容摘要：</p> <p>本實驗室為 CCTF 觀察員，本次黃毅軍研究員獲 BIPM 及 OP 邀請，研究標準時頻及時頻傳遞技術，並進行相關實驗，期望降低國家標準時間與 UTC 的同步不確定性，以提升國家標準時間和 UTC 的品質。本次出國之研究主題包含：標準 SDR 接收機軟體開發與維護、研發新 SDR 接收機、配合歐陸校正活動研發 SDR TWSTFT 遊校件、衛星模擬器、歐亞 TWSTFT 國際時頻比對校正活動、獲 PTB 邀請進行國際時頻比對實驗、參與相關學術活動、以及參與國際會議等。黃員根據邀請函申請自 107 年 5 月 1 日至 108 年 4 月 30 日進行為期一年之研究行程，申請獲准後，根據經標四 10700512060 號函以及信人二 1070000335 號函執行此研究案。</p>				

出國報告(4)

108 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	108-1403-05-05-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	108 年 1 月至 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	
成果名稱	中文	參加衛星雙向時頻傳遞工作組會議		
	英文			
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 108 年 11 月 4 日		撰寫語言及頁數	中文 24 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer			
	Software-Defined Radio			
	Coordinated Universal Time			
<p>內容摘要：</p> <p>本院為 CCTF 觀察員以及 CCTF 衛星雙向時頻傳遞工作組的成員，今年工作組依慣例邀請本院參加年度會議，黃毅軍研究員根據邀請函向本公司以及經濟部標準檢驗局申請自 108 年 10 月 30 日至 11 月 02 日出席為期四天之國際會議，分別獲經標四字第 10800591170 號函以及研人駐一字第 1080000265 號函同意之後出國。</p> <p>本次會議由日本 NICT 主辦，地點在 NICT 的沖繩電磁波技術中心，19 個國際機構代表以及兩個廠商獲邀出席，會後由 NICT 帶領參觀相位陣列天線雷達。</p> <p>會議結論如下：工作組成員同意當 SDR TWSTFT 校正報告被 BIPM 批准後，法國 LNE-SYRTE 以及德國 PTB 在次年度 CCTF 大會前使用 SDR TWSTFT 的測量值不結合 GPSPPP 來計算 UTC；另外工作組鼓勵各成員開發或測試新型時間碼收發機，並歡迎成員向工作組尋求協助；最後工作組鼓勵各成員測量環境溫度、濕度或壓力，並將測量值上傳 BIPM。</p>				

#### (四) 審查意見表

##### 審查意見表

計畫名稱：108 年度「建立及維持國家時間與頻率標準計畫(3/4)」

□細部計畫審查

□期中報告

■期末執行報告

建議事項	說明
<b>A 委員</b>	
1. 基本摘要中各研究項目之目標摘要，P.2 提及維持並提升國家標準頻率之穩定度及準確度優於 2.0E-15，時刻差值與 BIPM 同步在 15 奈秒以內，其係目標值或實際值？此處表達法與期中報告所列者不同。	謝謝委員寶貴意見，P2 提及為年度執行實際值，而穩定度目標值為 8.0E-15，時刻差目標值為 35 ns。表達方式將再統一。
2. 貳之實驗室大事紀要，除國內各項會議及研究人員參與之國際活動外，本年 10 月 TL 貢獻 TAI 權重排名為第 7 名，建議列入，以展現同仁努力成就。	謝謝委員寶貴建議，擬依委員意見加入報告中
3. 三、P.8 人力配置表中，子計畫(名稱及主持人)欄位資料請更正。	謝謝委員寶貴意見，將修訂相關內容。
4. 預算中資本門有 1,200 千元，應為採購時間碼收發機用，P.10 預算執行情形表之備註記載「驗收中」。該機之採購時間為本年 6 月且運用情形優良，然迄今未完成驗收之原因為何？於報告之相關節次宜有適當說明。	謝謝委員寶貴意見，本案 11 月交貨，現已完成驗收，其性能表現優良
5. 整份報告內民國年與西元年混用，請一致。	謝謝委員寶貴建議，將依此修訂內容。
6. 六、穩頻雷射技術開發之自評與建議，建議標檢局或是公司長官能夠在	與大學進行實驗合作所需之相關設備已於去年期末查訪後向標檢局報備，惟今年後續實驗仍有需要，煩請主管

<p>例行設備財產查核上給予適當彈性，以免時常搬遷影響工作進度。此項建議去年即曾提出，問題似未改善。</p>	<p>機構能繼續給予支持，謝謝！</p>
<p><b>B 委員</b></p>	
<p>1. 總體而言，在國家標準實驗室維持與性能提升、時頻校核技術研究、標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣三個面向都達成預計的成果，在有限資源經費下，堪稱執行成效良好。</p>	<p>謝謝委員的肯定</p>
<p>2. page 97 頁的人才培育部份統計有 1 名內部進修，但 page 15 的人力培訓項目未明確和此統計有關聯，請進一步說明。又 page 8 的預計和實際間差了副研究員級 12 人月，請說明並評估是否有影響原訂任務之執行。</p>	<p>謝謝委員寶貴建議，將依此修訂計畫書內容。計畫運用人月數不足部分則由同仁分攤，戮力完成以不負受託使命。</p>
<p>3. 今年有另按預算購進之銻鐘兩部，及 9 月時舊型俄羅斯氫鐘之一氫源耗盡，明年會進行維修。是否記錄並於明年度說明這些原子鐘對 UTC(TL) 權重的定量說明，並作為將來爭取設備更新預算之依據。</p>	<p>依 BIPM 現行 ALGOS algorithm 計算，每部銻鐘之平均權重貢獻約 0.03-0.04%，新購兩部銻鐘預期不會對 TL 總權重有太大影響。而每部氫鐘之平均權重貢獻約為 0.5%，若舊型俄羅斯氫鐘維修後性能可達平均水準，即可提升 TL 總權重約 0.5%，可使 TL 總權重接近但仍不足超越排名第 6 之實驗室(瑞典 SP)。惟本計畫所有之舊型俄羅斯氫鐘使用壽年皆已 20 年，超過其 MTBF，若日後可再添購新氫鐘，將可更穩固本計畫總權重排名。</p>
<p>4. 有一些排版內容上的不妥或錯誤：  page 51, 內文夾雜進圖 10 與圖說中間  page 54, 內文中的圖號和實際提供的對不上，例如：本頁第三行的圖一倒數一、二行的圖一、圖三(a)(b)(c)  page 55, 第一、二行的功率單位應為 dBm；page 57, 61 的放大倍率單</p>	<p>謝謝委員寶貴建議，將依此修訂計畫書內容。</p>

<p>位才應為 dB。 page 84 議程字體大小不一</p>	
<p>5. 提供遊校件巡迴校正之服務，可提升國際參與度及貢獻度，是相當正面的事。唯設備的通關和期程等安排，應該事先且熟悉相關作業的配合單位(外館?)。以避免不順及設備可能的損壞。</p>	<p>謝謝委員寶貴建議，將依此檢討通關作業流程。設備損壞部分已有保險。</p>
<p><b>C 委員</b></p>	
<p>1. 時頻實驗室最關鍵核心的首要任務為維持並精進中華民國時間與頻率的準確度和穩定度，並與國際接軌等同。非常高興得知在 TL 實驗室同仁的努力下，至本(民國 108)年度 10 月止，時頻實驗室所維持的中華民國標準時間佔國際原子時(TAI)相對權重的國際排名為第 7 名，權重貢獻值為 4.421%，比去(107)年同期的第 10 名與權重值 2.882%，與前(106)年同期排名第 15 名，貢獻權重值 1.537%，有非常可觀的大幅躍升，並一舉超越美國 NIST 和德國 PTB，為國爭光，難能可貴，應予肯定與嘉勉。</p>	<p>謝謝委員的嘉勉</p>
<p>2. 時頻實驗室自去(107)年起啟動窄線寬穩頻雷射技術的開發，並投入光頻量測系統以及光域降頻至 60GHz 技術的提升，方向正確，對於未來發展自主光鐘系統，至關重要，應予鼓勵。</p>	<p>謝謝委員的支持與鼓勵</p>
<p>3. 在 KPI 量化成果方面，本年度發表國際 SCI 期刊論文 1 篇，國際研討會 EI 論文 3 篇，其他國際研討會論文 3 篇，技術報告 4 件，進行 4 項國際比對，校正服務 84 件，提供每天超過約 2.5 億次的網路校時服務，成效優異，值得肯定。</p>	<p>謝謝委員的肯定</p>

<p>4. P.69，圖 24 下方的圖表說明中”MJD 56820 與 58720 期間”，似乎為筆誤，是否應為”MJD 58620 與 58720 期間”，建請確認釐清。另，此種 SDR TWSTFT 國際比對過程中不時斷續產生的 5 ns 週日效應，目前是否已知原因，也請補充說明。</p>	<p>謝謝委員寶貴建議，將依此修訂筆誤。周日效應達 5 奈秒部分原因尚待研究。</p>
<p><b>D 委員</b></p>	
<p>1. 本計畫執行以下項目之研究工作：(1) 國家標準實驗室維持與性能提升；(2) 時頻校核技術研究；(3) 標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣，各項工作在執行單位推動之下，均有良好之推動成果。</p>	<p>謝謝委員的肯定</p>
<p>2. 本計畫人力運用預定為 102 人月，實際只運用 90 人月，然其人事費支用達 100%，請說明其原因。</p>	<p>因標準實驗室人員成為國際級專家需經多年的培養，與採用年輕研究人員平均薪資之估算方式相比，人事費用較高。</p>
<p>3. 本計畫期末報告第 20 頁提及服務產業與應用，包括網際網路校時，撥接式專線電腦校時服務，專線式校時系統應用等，然在(3.1)標準時間同步服務運轉項下，其執行內容卻僅提及維持撥接式電腦校時及網際網路電腦校時系統及廣播電視專用校時服務，而達成項目僅說明了(3.2)網際網路校時(NTP)及網站(WEB)服務，提供每日最高 2.3 億次的校時服務容量。請補充撥接式專線電腦校時服務，專線式校時系統應用及廣播電視專用校時服務之執行成效。</p>	<p>專線式校時系統目前提供經濟部、標準檢驗局、本院台北聯絡處、中華電信總公司等時間看板顯示國家標準時間使用。 廣播電視專用校時服務則有公共電視、華視、TVBS 及中廣集團等廣播電視業者使用。 撥接式電腦校時服務則有機場塔台、等單位使用，但因廣播電視專用校時服務及撥接式電腦校時服務兩系統之設備老舊，將逐步淘汰之。</p>

(五)標準系統能量與校正服務資料表

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		FY104	FY105	FY106	FY107	FY108	小計				
時間量測系統	KJ01-1	-1000 to 1000 s	1 ns	SR620 universal counter, H-maser(master clock)	90.09		☞	時間信號產生器	4	2	4	5	7	22	張博程	◎		
頻率量測系統	KJ02-2	1.0 Hz to 300 MHz	3.0E-12	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	90.09		☞	頻率信號產生器 (非原子鐘等級)	47	14	43	48	32	184	張博程	◎		
相位比較系統	KJ02-3	1, 5, 10 MHz	3.0E-13	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	90.09		☞	頻率信號產生器 (原子鐘等級)	26	14	32	29	41	142	張博程	◎		
頻率及相位量測系統	KJ02-4	5, 10 MHz	5.0E-14	A7 frequency and phase comparator, H-maser (master clock)	90.09		☞	頻率信號產生器 (銻原子鐘等級以上)	1	3	2	0	0	6	張博程	◎		此系統為本實驗室目前原子鐘群(含 13 部銻鐘及 3 部氫鐘)進行內部查核比對之重要設備。

遠端 頻率 校正 系統	KJ02-5	10 MHz	2.0E-13	GPS 時頻接收器 H-maser (master clock)	102.09		頻率信號 產生器	2	1	2	2	4	11	邱 紫 瑜	◎	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)	103.01		微波頻率 信號產生 器	1	0	1	1	5	8	張 博 程	◎	測量方式係以混頻技術將待測之高頻信號降頻至SR620計數器的量測範圍內，可達到1.0E-4 Hz的頻率解析度。
遠端 時間 校正 系統	KJ01-7	-0.5 to 0.5 s	35 ns	GPS 時頻接收器 H-maser (master clock)	102.09		時間信號 產生器	0	0	0	0	0	0	邱 紫 瑜	◎	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。



## (六)校正服務滿意度調查

108 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	13	無	0	100
2	8	無	0	100
3	17	無	0	100
4	2	無	0	100
5	8	無	0	100
6	6	無	0	100
7	7	無	0	100
8	5	無	0	100
9	3	無	0	100
10	14	無	0	100
11	1	無	0	100
12	5	無	0	100

### (七)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 Mesures(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	美國標準與技術研究

英文縮寫	英文全名	中文解釋
	Technology, USA	院
NMIA	National Measurement Institute, Australia	澳洲標準量測研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本獨立行政法人產業技術總和研究所
NPL	National Physical Laboratory, United Kingdom	英國國家物理實驗室
NRC	National Research Council of Canada	加拿大國家研究會
NTSC	National Time Service Center	中國大陸中國科學院 國家授時中心
NTP	Network Time Protocol	網路校時服務
OCXO	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

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

BSMI-TL-006-E403(108) 建立及維持國家時間與頻率標準民國 108 年度計畫期末執行報告中華電信研究院