



契約編號: 111-1403-10-27-01

經濟部標準檢驗局委辦計畫

111 年度期末報告

建立及維持國家時間與頻率標準(2/4)

全程計畫: 自 110 年 1 月至 113 年 12 月

本年度計畫: 自 111 年 1 月至 111 年 12 月

委辦機關: 經濟部標準檢驗局

執行單位: 中華電信研究院

中 華 民 國 111 年 12 月

目 錄

壹、前言	11
貳、計畫執行成果.....	13
一、計畫整體目標與效益	13
二、實際進度與預定進度比較	17
三、查核點說明.....	20
四、目標達成情形.....	21
五、計畫執行情形說明	23
(一) 實驗室維持及性能增進	23
(二) 時頻校核技術研究	38
(三) 標準時頻傳遞與計量知識拓散推廣	62
六、遭遇困難與因應對策	84
七、參考文獻.....	85
八、實際執行與原規劃差異說明	86
參、執行績效說明.....	87
一、人力運用情形	87
二、經費運用情形	89
三、計畫收入繳庫數.....	90
四、重要成果統計	91
五、重要成果說明	92
六、設備採購與使用情形.....	93
肆、檢討與展望.....	94
伍、主要成果與重大突破統計(含量化 OUTPUT)(E003).....	96
陸、主要成果之價值與貢獻度(OUTCOME)	104
一、學術成就(科技基礎研究).....	104
二、技術創新(科技技術創新).....	104
三、經濟效益(經濟產業促進).....	105
四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全).....	106

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等).....	106
附 錄.....	108
(一)出國情形一覽表.....	108
(二)校正報告總覽表.....	109
(三)論文、技術文件與報告等一覽表.....	121
1. 論文一覽表.....	121
2. 技術文件與報告一覽表.....	121
3. 專利申請一覽表.....	122
4. 研討會/說明會與展示一覽表.....	122
5. 國家標準實驗室計畫國內受訓一覽表.....	123
(四)論文及技術報告成果摘要表.....	124
論文 1.....	124
論文 2.....	126
論文 3.....	127
技術報告 1.....	128
技術報告 2.....	130
技術報告 3.....	131
技術報告 4.....	132
技術報告 5.....	134
會議報告 1.....	135
會議報告 2.....	137
(五)歷年量化成果統計.....	139
(六)標準系統能量與校正服務資料表(12 月份止).....	140
(七)校正服務滿意度調查表.....	142
(八)實驗室大事紀要.....	143
(九)專有名詞中英對照表.....	145

圖目錄

圖 1、111 年度時頻標準實驗室計畫分項架構圖.....	14
圖 2、我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖.....	15
圖 3、2022 年 11 月 13-14 日備援母鐘(頻率參考源為瑞士製氫鐘)之	28
圖 4、2022 年 1 月~2022 年 10 月世界 G1 及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k) 差值.....	28
圖 5、2021 年 10 月~2022 年 10 月世界 G1 及亞洲主要實驗室頻率穩 定度.....	29
圖 6、光頻轉微波頻 80 GHz 量測架構圖.....	34
圖 7、微波頻率信號穩定度測試(72, 74, 76, 78, 80 GHz).....	35
圖 8、TL GPS P3 資料.....	38
圖 9、TL PPP 資料.....	39
圖 10、TL-PTB 之 PPP 國際比對結果.....	39
圖 11、BIPM 分析之 TL-PTB PPP 穩定度.....	40
圖 12、TL-PTB 鏈路 AV、UCV 和 PPP 的 MDEV.....	44
圖 13、OP-PTB 鏈路的 AV 和 UCV 之差.....	45
圖 14、AV 和 UCV 差值的 Modified Allan deviation (MDEV).....	46
圖 15、OP-PTB 鏈路的 IPPP 和 UCV 之差.....	46
圖 16、UCV-IPPP 的 MDEV.....	47

圖 17、OP-PTB 鏈路 UCV 和 IPPP 的 MDEV.....	48
圖 18、上採樣內插法的數據處理示意圖.....	49
圖 19、6 小時空白區簡單線性內插法預測的不確定度.....	51
圖 20、CCTF 工作會議虛擬線上海報展示區.....	55
圖 21、CCTF 工作會議知本實驗室展示海報.....	55
圖 22、左圖為 MJD59656~59668 TL 與日本 NICT 時刻差結果.....	56
圖 23、MJD59658~59668TL 與韓國 KRISS Modified Allan Deviation 穩定度結果.....	57
圖 24、MJD59656~59668TL 與日本 NICT Modified Allan Deviation 穩定度結果.....	57
圖 25、MJD59580~59610 SDR、SRS 比對結果.....	58
圖 26、MJD59580~59610 穩定度計算結果.....	58
圖 27、衛星地面站 TL01 架構圖.....	59
圖 28、衛星地面站 TL01 施工照.....	60
圖 29、國家標準時間同步服務示意圖.....	63
圖 30、本實驗室提供 NTP 服務架構圖.....	69
圖 31、111 年度網際網路校時服務每日次數統計.....	70
圖 32、111 年 1 月 1 日~111 年 10 月 31 日止網站服務量 (使用©Google Analytics) 。.....	71
圖 33、2022 時頻校正技術訓練及業務說明會之線上會議截圖.....	75

圖 34、EI 期刊 2022 IJEE 時頻特刊之內容畫面.....	78
圖 35、線上啟始會議及現場實作.....	79
圖 36、線上總結會議.....	80
圖 37、3 月 16 日電信學院新人參訪.....	81
圖 38、11 月 16 日電信學院新人參訪.....	82
圖 39、8 月 10 日高階文官學院人員參訪.....	82

表目錄

表 1、2022 年 10 月世界時頻實驗室佔 TAI 權重前 20 名排名	26
表 2、不同平均時間的 AV、UCV 和 PPP 的 MDEV	45
表 3、不同平均時間的 AV、UCV 和 PPP 的 MDEV	48

經濟部標準檢驗局委辦計畫委員審查意見表

計畫名稱：111 年度「建立及維持國家時間與頻率標準計畫」委辦計畫

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
委員一：			
1. 時頻實驗室執行 111 年度之業務工作項目與目標均順利達成，預算經費亦按原訂規畫支用，執行 100%，表現優異。	無	無	感謝委員的支持與肯定
2. 本年度持續精進本實驗室自主開發的 GPS 上採樣全視法技術與計算程序，可改善目前國際長距離 GPS P3 電碼傳時穩定度，成果豐碩。繼兩年前本實驗室所自主開發的 SDR 技術被 BIPM 認可成為國際衛星雙向傳時比對新技術之後，本技術未來極有可能成為國際時頻領域新一代 GPS 共視法的新標準比對技術，為國爭光，值得期待。	無	無	感謝委員的支持與肯定，將繼續朝目標努力，並與國際同儕交流，使技術能推廣應用至國際社會。
3. 時頻實驗室於 111 年 10 月份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 20 名，權重值為 0.553%，和去(2021)年 10 月的排名第 16 名和權重 1.692%相比，又下降一些。這是由於多部氫鐘故障，目前時頻實驗室僅餘一部美製氫鐘可穩定運作所致。期待已修復的瑞士製氫鐘明年上半年開始正式運作服役，並且順利在今年另外購置新氫鐘一部並加入運作後，時頻實驗室的佔 TAI 權重和國際排名預期將可以大幅提升，以維持我國時間頻率的國際標準和競爭力。	無	無	謝謝委員寶貴意見，將持續努力爭取佳績
4. 時頻實驗室執行本年度計畫的多項工作項目績效超過原訂目標，且顧客對時頻實驗室提供之校正服務均無不滿意	無	無	實驗室仍與學校單位維持合作與技術交流關係，也有協助中央大學碩士生之研究，惟目前無同仁攻讀

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
情事，績效良好，應予肯定。惟與歷年不同，在人才培育項目中本年度未見成果，建請補充說明。			學位，故人才培育欄填無。
委員二：			
1. 計畫目標之達成與經費運用符合預期。	無	無	感謝委員支持。
2. 目前標準維持是依靠四部銻鐘及一部氫鐘，標準維持之穩定性有其風險，艱難期應會持續，請速擬解決之道，P22之說明不具太大意義。	無	無	目前維修完成之瑞士製氫鐘已接上備援母鐘做為其參考頻率源，並進行密切監測及試行斜率調整，於每日調整之前提下，相對於 UTC(TL)之每日精確度已可達到 1 ns 以內，預計 112 年三月應可穩定作為主要母鐘備援，可解燃眉之急。此外期望大部能持續經費支援，以充實本實驗室原子鐘群，釜底抽薪增加標準時間維持之穩定
3. P27 自述購置銻鐘/氫鐘礙於經費有限恐有困難，可否先由中華電信編列預算購置，再由計畫內逐年編列經費攤還。	無	無	之前已有此類案例，惟俄烏戰爭影響下，銻鐘/氫鐘交貨期變太長(約一年半)，在編列 TL 預算及採購上會產生困擾。建請委辦單位能寬籌預算，方為最佳解決方案。
4. 穩頻雷射/光頻技術之開發除發表論文外亦應尋求產業應用之可行性。	無	無	1. 光頻及微波技術可直接應用於大頻率範圍量測儀器的校正，產業連結性是計畫項目高的其中之一，預計明年可增加新服務能量一項(請參考期末報告 p33~34)。 2. 穩頻雷射目前請共同合作的中央大學協助維持，並由 TL 定期進行性能查核。
5. 重要成果表乏善可陳，應思考如何表達本計畫之價值與重要性。	無	無	計畫年度指標訂定，實際反映經費資源的情況。實驗室經費不敷運作成本的狀況已反應多年，老舊設備難以汰換，建議委辦單位正視及共尋解決之道

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
委員三：			
1. 本計畫 111 年度執行以下項目之研究工作：(1)國家標準實驗室維持與性能增進研究；(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，已建立良好之推動成果。	無	無	感謝委員的支持與肯定
2. 執行分項(1)實驗室維持與性能提升，現階段銨鐘叢集僅餘 4 部銨鐘，目前維修完成之瑞士製銨鐘已接上備援母鐘做為其參考頻率源，依據 BIPM 所發布之月報資料計算，2022 年均保持與國際度量衡局之時刻差小於 35 奈秒，符合年度目標。惟後續仍需實驗室繼續努力維持並提升參考頻率之穩定度及精準度。	無	無	謝謝委員寶貴意見，將持續努力以符合期許
3. 執行分項(2)健全全國時頻追溯體系，TAF 依據評鑑週期規定，安排於 111 年 5 月 25 日進行監督評鑑，確認實驗室品質制度持續符合 ISO 17025 及 TAF 規範要求，本分項以「無缺失」順利通過 ISO 17025 監督評鑑。	無	無	感謝委員的支持與肯定
4. 計畫工作分項「時頻校核技術研究」(1) 透過國際比對，確保持國家標準時間 UTC(TL)與 UTC 同步，提供更可靠的國內各級校正業務以及標準服務；(2) 國際合作研發提升精確度及降低校正不確定度；(3) 提供國內校正服務，校正遠端時間源及頻率源，111 年度本項任務確已順利達成。	無	無	感謝委員的支持
5. 計畫工作分項「標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣」，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，本年度送校廠商計有 39 家，所送件數計有	無	無	感謝委員的支持

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
<p>111 件，總收入為：新臺幣 1,501,500 元整，。提供每日超過 2.8 億次的時頻服務容量，維持各項時間同步服務以服務國人，達計畫標準時頻傳遞目標。執行單位同時辦理多項推廣活動，達知識擴散之效益。</p>			

註：包含委員書面審查意見及會議審查意見

壹、前言

國家時頻標準實驗室(以下簡稱本實驗室)執行業務之主要目的為建立、維持及傳遞國家最高時間與頻率標準，以滿足社會大眾之需求。為促進國內產業持續發展及提升量測技術水準，本實驗室乃延續標檢局委託前五期「建立及維持國家時間與頻率標準」中程計畫內容，進行國家時頻標準之維持、增進與傳遞推廣。

有關 111 年度規劃執行之各項重要研究項目及目標摘要如下：

一、國家標準實驗室維持及性能增進研究

1. 實驗室維持與性能提升：

透過提升時頻標準實驗室之性能，參與維持世界協調時(UTC)及國際原子時(TAI)標準源，強化國家時頻標準及實驗室之基礎性能。

2. 健全全國時頻追溯體系：

維持時頻國際標準，提供國內業界廠商追溯源頭；並輔導國內較具規模及發展潛力之實驗室，建立次級標準，健全全國時頻之追溯體系。

3. 高精度頻率量測技術研究：

光頻量測系統之高頻段微波訊號量測技術應用：因應 5G 通訊時代的來臨，透過光域降頻及量測技術，完成產生涵蓋到 5G 通訊、高頻監測設備的標準信號。

二、時頻校核技術研究

1. 導航衛星時頻傳遞維持及技術研究：國家時間與頻率標準實驗室

室利用導航衛星進行時頻傳遞，以達到：

- (1) 透過國際比對，確保持國家標準時間 UTC(TL)與 UTC 同步，提供更可靠的國內各級校正業務以及標準服務；
- (2) 國際合作研發提升精確度及降低校正不確定度；
- (3) 配合 BIPM、CCTF GNSS 工作組及 APMP TCTF 任務，完成巡迴校正 G2 NMI 的導航衛星接收機延遲；
- (4) 提供國內校正服務，校正遠端時間源及頻率源。

2. 衛星雙向時頻傳遞維持及技術研究：國家時間與頻率標準實驗室

室進行 TWSTFT 以達到：

- (1) TWSTFT 與導航衛星時頻傳遞是兩種獨立的國際比對技術，建立 TWSTFT 以確保持國家標準時間 UTC(TL)與世界協調時 UTC 的同步，並提供更可靠的國內各級校正業務以及標準時頻服務。
- (2) 完成國際合作提升精確度及降低校正不確定度。

三、標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣

1. 標準時頻服務之維持：維持各項標準時間與頻率服務，滿足民

眾校時需求，進而完成達到國內時頻標準一致化之目標。

貳、 計畫執行成果

一、 計畫整體目標與效益

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。

時間標準的維持

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，研發成果對國際計量領域也頗有貢獻。

本年度計畫之架構圖及子項執行情形如下(圖 1)：

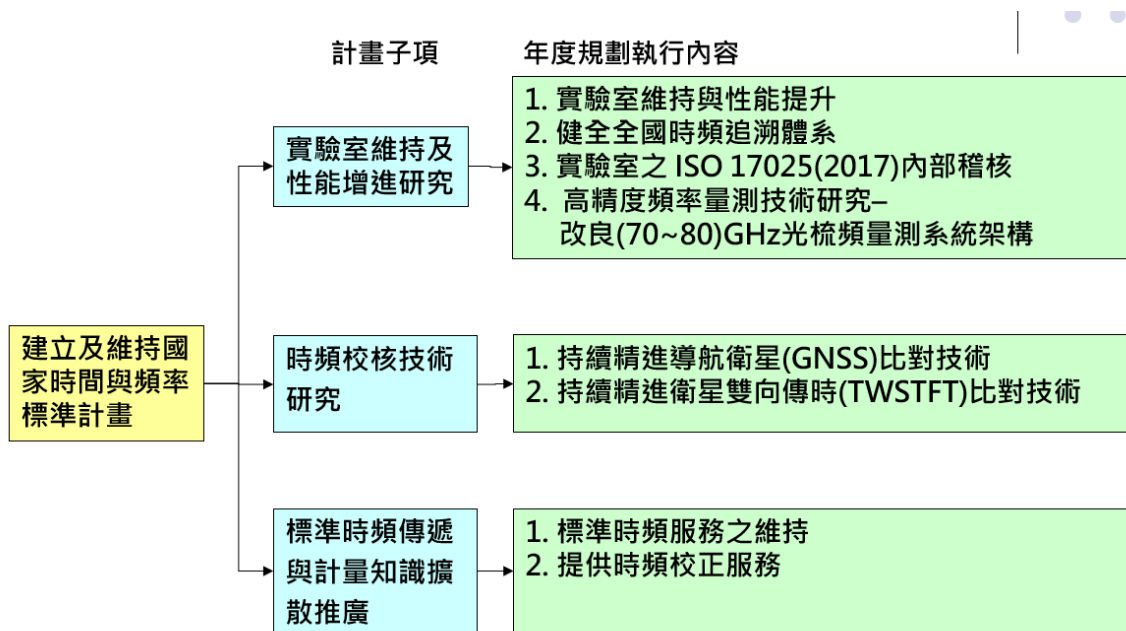


圖 1、111 年度時頻標準實驗室計畫分項架構圖

時間的校正與傳遞

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。過去待校件必需送至校正實驗室進行校正，因考量振盪器會因受環境或其他如開/關機與車輛運送等因素影響，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 GNSS 碼或載波相位達成時頻校正之目的，依此方式校正之振盪器及時鐘，其特性受到國家標準實驗室之監控，對環境變化等因素之影響將被偵測並加以補償，進而達到精準追溯至國家標準之目的，可省去運送往返之時間，且有助於提高設備的運用及競爭力。

此外，為了提供一般民眾所需的標準時刻，本實驗室自 1998 年起推出 NTP (Network Time Protocol) 網際網路校時服務，以計算網路

上封包(Packet)的往返延遲(Round Trip Delay), 估算待校計時器與標準源之時間差, 作為修正的依據。由於網際網路普及, NTP 已成為一項準確且便利的校時方法, 保守估計目前每天校正需求量, 超過 2.8 億次之年度目標。

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

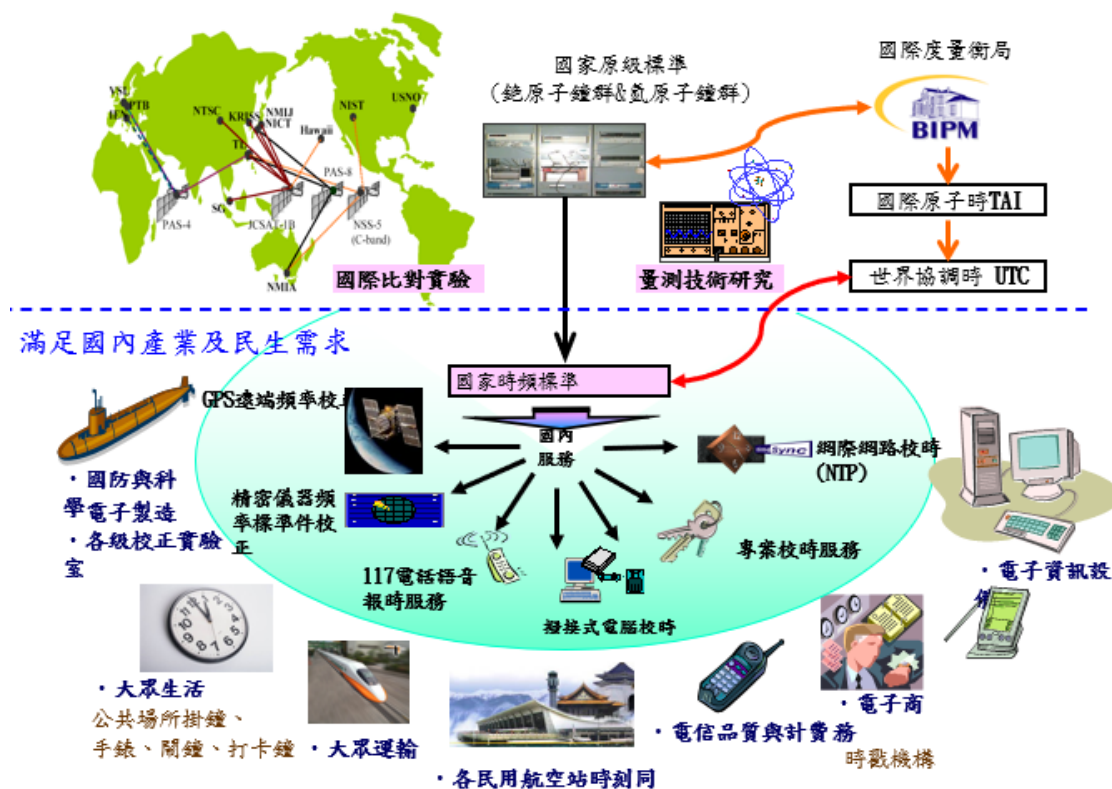


圖 2、我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖



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. 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。



二、 實際進度與預定進度比較

子項計畫	月 進度	預定 投入 比重 (%)	111 年											進度百分比計算說明	
			1 月~3 月			4 月~6 月			7 月~9 月			10 月~12 月			
A.實驗室維持及性能增進		36												(第二期進度：36.0%)	
1. 上半年維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 8.0E-15		15												1.25%*12=15.0% (工作內容如期於 12 月完成 總工作進度 15.0%)	
			1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	A1 1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	
2. 保持與國際度量衡局之時刻差小於 35 奈秒		6												0.5%*12=6.0% (工作內容如期於 12 月完成)	
			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	A2 0.5	
3. ISO 17025 及 17043 內部稽核		3												1.0%*3=3.0% (工作內容如期於 12 月完成 總工作進度 3.0%)	
												1.0	1.0	A3 1.0	
4. 光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告		6												0.3%*6+1.0*3+1.2=6.0% (工作內容如期於 11 月完成 總工作進度 6.0%)	
			0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.0	1.0	1.0	A4 1.2			
5. 完成穩頻雷射系統絕對頻率量測		6												0.5%*12=6.0% (工作內容如期於 12 月完成總 工作進度 6.0%)	
			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	A5 0.5	
B. 時頻校核技術研究		30												(第二期進度：30.0%)	
1. GPS 上採樣共視法之		6												1.0%*6=6.0%	

特性評估		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	B1 1.0								(工作內容如期於 6 月完成 總工作進度 6.0%)
2. GNSS 國際比對資料 送 BIPM	6	<hr/> <hr/>												0.5%*12=6.0% (工作內容如期於 12 月完成 總工作進度 6.0%)	
		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	B2 0.5	
3. SRS 國際比對三方量 測數據收集	6	<hr/> <hr/>												1.0%*6=6.0% (工作內容如期於 6 月完成總工 作進度 6.0%)	
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	B3 1.0								
4. TL、NICT 及 KRISS 三方 SRS 國際比對數據 量測結果報告	6	<hr/> <hr/>												1.0%*6=6.0% (工作內容如期於 12 月完成 總工作進度 6.0%)	
								1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	B4 1.0	
5. 完成地面站設備更新 調整	6	<hr/> <hr/>												1.0%*6=6.0% (工作內容如期於 12 月完成 總工作進度 6.0%)	
								1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	B5 1.0	
C.標準時頻傳遞與計量 知識擴散推廣	30	<hr/> <hr/>												(第二期進度：30.0%)	
1. 累積完成校正服務 13 件	5.55	<hr/> <hr/>												1.85%*3=5.55% (工作內容如期於 3 月底完成 總工作進度 5.55%)	
		1.85	1.85	C1 1.85											
2. 提供上半年度平均每 日 2.8 億次之校時服務 能力	6	<hr/> <hr/>												1.0%*6=6.0% (工作內容如期於 6 月完成總工 作進度 6.0%)	
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	C2 1.0								
3. 年度累積完成校正服 務 50 件	14.45	<hr/> <hr/>												1.85%*3+2.2%*3+2.3=14.45% (工作內容如期於 10 月完成總 工作進度 14.45%)	
					1.85	1.85	1.85	2.2	2.2	2.2	C3 2.3				
4. 完成網站介面優化	4	<hr/> <hr/>												0.1%*6+0.5*5+0.9=4.0%	

		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	C4 0.9	(工作內容如期於 12 月完成總 工作進度 4.0%)
D. 期中/期末報告	4													(第二期進度：4.0%)
期中/期末報告	4													0.3%*9+0.4%*2+0.5=4.0% (工作內容如期於 12 月完成總 工作進度 4.0%)
		0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	
進度百分比%(累進進度)		25%			50%			75%			100%			總累計進度 100.0%
預定投入人月		28 人月			27 人月			27 人月			20 人月			累計 102 人月

備註：

1.  代表預定進度， 代表實際進度，1個月為1個單位。
2. 工作量計算說明：本計畫共分為14項工作項目，依工作內容多寡分配工作量佔比，該佔比依其工作時間分配工作量，各工作項目依其分配之預定進度及實際工作進度計算實際工作進度百分比。
3. A1、B1...等代表季報中之各項查核點。

三、查核點說明

編號	內容說明	預定 完成日期	實際 完成日期	差異說明
A1	上半年維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 8.0E-15	111.06	111.06	無
A2	保持與國際度量衡局之時刻差小於35奈秒	111.12	111.12	無
A3	ISO 17025 及 17043 內部稽核	111.12	111.12	無
A4	光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告	111.10	111.10	無
A5	完成穩頻雷射系統絕對頻率量測	111.12	111.12	無
B1	GPS 上採樣共視法之特性評估	111.06	111.06	無
B2	GNSS 國際比對資料送 BIPM	111.12	111.12	無
B3	SRS 國際比對三方量測數據收集	111.06	111.06	無
B4	TL、NICT 及 KRISS 三方 SRS 國際比對數據量測結果報告	111.12	111.12	無
B5	完成地面站設備更新調整	111.12	111.12	無
C1	累積完成校正服務 13 件	111.03	111.03	無
C2	提供上半年度平均每日 2.8 億次之校時服務能力	111.06	111.06	無
C3	年度累積完成校正服務 50 件	111.10	111.10	無
C4	完成網站介面優化	111.12	111.12	無

四、目標達成情形

計畫目標	達成狀況	差異檢討
1. 上半年維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 $8.0E-15$	A. 維持實驗室環境條件，以降低環境因素對標準維持的干擾及影響 B. 持續進行原子鐘性能比對、GNSS 及衛星雙向傳時比對，並將數據上傳 BIPM 網站，符合參與關鍵比對之規範要求 C. 依據 BIPM 所發布之月報資料計算，確保實驗室頻率穩定度與準確度優於 $8.0E-15$	無差異
2. 保持與國際度量衡局之時刻差小於 35 奈秒	A. 依據 BIPM 所發布之月報資料計算，均保持與國際度量衡局之時刻差小於 35 奈秒。	無差異
3. ISO 17025 及 17043 內部稽核	A. 111 年 5 月 25 日通過 TAF 監督評鑑。 B. 12 月完成辦理校正實驗室內部稽核及管理審查。	無差異
4. 光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告	A. 完成查核點報告光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告撰寫	無差異
5. 完成穩頻雷射系統絕對頻率量測	A. 完成查核點報告完成穩頻雷射系統絕對頻率量測撰寫	無差異
6. GPS 上採樣共視法之特性評估	A. 完成 2022 國際導航協會 ION PTTI 會議論文撰寫及發表 (Uncertainty Analysis of Interpolation Prediction for the Blind Period: Using the Portable Clock Measurement as an Example) B. 完成線上參加 ION PTTI 國際會議報告一份 C. 完成 IEEE EFTF-IFCS 會議論文撰寫及發表 (Correcting for Site Displacement in GNSS all-in-view Time Transfer) D. 完成 GPS 上採樣共視法之特性評估報告乙篇 (中文 18 頁) E. 比較全視法 (AV) 與上採樣共視法 (UCV) 的差異，包括長距離及短距離鏈路 F. 比較上採樣技術的長期特性 G. 與 PPP 技術及 IPPP 做比較 H. 分析線性內插擴增數據的不確定度，找出對應的數學式 I. 後續精進技術的建議	無差異

7. GNSS 國際比對資料送 BIPM	A. 完成每月 GNSS 國際比對資料送 BIPM	無差異
8. SRS 國際比對三方量測數據收集	A. 完成建置衛星地面站採購案，並持續追蹤廠商交貨進度。 B. 完成「SRS 雙向傳時資料蒐集」報告。 C. 參加 CCTF(Consultative Committee for Time and Frequency) 國際工作小組會議，分享 TL 實驗室現況及發表雙向傳時研究成果。 D. 完成 SRS modem 之 CPU 及 FPGA 更新作業。	無差異
9. TL、NICT 及 KRISS 三方 SRS 國際比對數據量測結果報告	A. 持續進行與日本及韓國的 SRS 衛星雙向傳時之比對 B. 完成 TL、NICT 及 KRISS 三方 SRS 國際比對數據量測結果報告	無差異
10. 完成地面站設備更新調整	A. 完成建置衛星地面站採購案，並持續追蹤廠商交貨進度。 B. 完成地面站設備更新調整。	無差異
11. 累積完成校正服務 13 件	A. 實驗室校正服務件數於 2 月份已達 13 件，提前達成 3 月指標 B. 至 6 月止累計提供 64 件校正服務	無差異
12. 提供上半年度平均每日 2.8 億次之校時服務能力	A. 持續提供網際網路校時服務，並由系統記錄校時需求數量。 B. 依統計數據，確認實驗室具備平均提供每日 2.8 億次之校時服務能力	無差異
13. 年度累積完成校正服務 50 件	A. 累計提供 111 件校正服務 B. 累積收入 1,501,500 元	無差異
14. 完成網站介面優化	A. 完成網站介面優化。	無差異

五、計畫執行情形說明

(一) 實驗室維持及性能增進

1. 實驗室維持及性能提升

(1.1) 達成項目

國家標準時間的維持現況及其品質、權重分析

(1.2) 工作概述

國家時間主要由本實驗室所維持的銫原子鐘群(Agilent/HP 5071A)及氫原子鐘(Active H-masers)所產生。以高品質的氫原子鐘作為參考母鐘，所產生的頻率信號經相位微調器調整後產生標準時間，國際上的名稱是 UTC(TL)，短期調整機制則是參考銫原子鐘群的統計值進行微調。我們透過衛星雙向傳時及 GPS PPP 全視法(all-in-view)等比對技術，與國外實驗室進行時間比對，並將比對的資料提供給國際度量衡局(BIPM)計算 TAI 及 UTC。

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

標。例如：負責維持日本國家標準時間的 NICT 就把相對權重的統計資料放在網站上，作為實驗室的一項重要成績。

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

維持國家時間的每個環節，包括原子鐘的維持、訊號的傳送、時間量測以及國際比對實驗的進行，都需要仔細的管理與規劃，以確保時間的精準。原子鐘的維持是本實驗室的核心工作，目前運轉中的原子鐘群，分別安置在一樓電磁隔離室中。隔離室必須保持恆溫恆濕的環境，並避免振動的發生。

TL 參加由 BIPM 於 2011 年規劃，並於 2012 年 1 月 1 日開始試驗之「UTC rapid」先鋒計畫，UTC rapid 先鋒計畫之報告已於 2013 年 7 月起變更為正式報告，但 UTC 仍為世界時間標準。本實驗室因應 UTCr 計畫，已完成每日自動計算並上傳原子鐘及 TA(TL)的比對值。原子鐘比對值及 GPS、TWSTFT 比對資料更加密集，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。

(1.3)執行內容(執行期間：111/01~111/12)

本計畫於 2019 年以新演繹法取代舊演繹法後，UTC(TL)與 UTC 之差均維持於±5 奈秒以內，但新演繹法由氫鐘叢集與銫鐘叢集組合運算，必需維持一定數量之氫鐘與銫鐘，方能維持所產出之 TL 原子時

TA(TL)穩定。2022 年 4 月及 5 月本實驗室各有一部銻鐘耗盡銻源無法運轉，目前銻鐘叢集僅由 4 部銻鐘組成。氫鐘叢集部分，三部俄製氫鐘皆已故障，因烏俄戰爭爆發影響，目前無法維修，僅能靜待局勢變化。另一部瑞士製氫鐘之氫氣壓力於 2021 年即顯示低壓告警。今年動用本公司維護經費緊急維修，整部氫鐘運回瑞士原廠補充氫氣，並順道升級部分老舊元件。此維修案已於今年 10 月將維修完成後之氫鐘覆運回本實驗室重新安裝啟動。具以往經驗，重新啟動後之氫鐘內部參數尚需依環境影響進行細微調整，預計 2023 年 3 月前可恢復穩定運轉，目前進行密切監測(圖 3)，屆時本實驗室可有 1 部美製氫鐘及一部瑞士製氫鐘可以互為備援，提供更穩定之國家時間與頻率標準。

現階段銻鐘叢集僅餘 4 部銻鐘，2023 年瑞士製氫鐘穩定運轉前氫鐘叢集僅餘 1 部氫鐘，TA(TL)之中、長期穩定度預期將降低，UTC(TL)之調整將偏重由 UTCr 及 UTC 做為參考，以期度過此艱難時期。UTC(TL)及 TA(TL)之短期性能由氫原子鐘叢集決定，氫原子鐘叢集原有 5 部氫鐘組成，但其中兩部 1999 年購置之舊式俄製氫鐘中，兩部氫源皆已耗盡，2017 年新購之俄製氫鐘於 2020 年 9 月時倍頻模組故障，原洽俄羅斯原廠工程師來台一併檢修三部氫鐘；但因俄烏戰爭國際制裁，政府實施防疫入境管制，原廠工程師無法來台。現較可靠之氫鐘僅餘美製氫鐘一部可正常運作。

(1.4)結果

2022 年 9 月起 BIPM TAI 各鐘權重上限由 4/N 改為 6/N，穩定度佳之鐘將獲得更高權重，影響所及以往舊型氫鐘之權重將下降，新型高性能氫鐘之權重將加重。本實驗室隨瑞士製氫鐘尚未穩定運轉，美製氫鐘老舊，2022 年 10 月權重排名較 2021 年下降，為第 20 名(表 1)。

目前維修完成之瑞士製氫鐘已接上備援母鐘做為其參考頻率源，並進行密切監測及試行斜率調整，於每日調整之前提下，相對於 UTC(TL)之每日精確度已可達到 1 ns 以內(圖 3)。

在 UTC(TL)準確度方面，雖因 TA(TL)穩定度不如以往，但透過密集監測調整，2022 年 UTC-UTC(TL)仍維持於-5 ~ 1 ns，至 2022 年 10 月止，UTC-UTC(TL)為-1.1 ns (圖 4)，雖因原子鐘陸續故障，不穩定因素增加，但本實驗室透過努力監測調整，2022 年全年 UTC(TL)相位差應可維持於 35 ns 以內，符合年度目標。

在 UTC(TL)穩定度方面，由於母鐘參考源美製氫鐘尚稱穩定，UTC(TL)之短期穩定度維持於約略 $8.43E-16$ 左右，長期穩定度 $1.76E-16$ ，均較 2021 年略為進步(圖 5)，若美製氫鐘持續穩定運轉，預期可達成全年穩定度目標 $8E-15$ 以內之目標。

表 1、2022 年 10 月世界時頻實驗室佔 TAI 權重前 20 名排名

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	SU	19.934	1.661/12	-/00	1.661/12
2	USNO	18.936	0.451/30	0.012/02	0.526/36
3	NTSC	8.361	0.654/12	0.016/13	0.288/29
4	NIM	7.377	0.736/10	0.004/04	0.527/14
5	SP	6.843	0.968/07	0.013/05	0.570/12
6	NICT	6.817	0.783/08	0.016/34	0.162/42
7	F	5.565	0.410/13	0.015/15	0.199/28
8	PL	5.184	0.848/06	0.011/09	0.346/15
9	NPLI	3.603	0.588/06	0.015/05	0.328/11
10	PTB	3.31	0.654/05	0.019/01	0.414/08
11	BY	2.311	0.462/05	-/00	0.462/05
12	KRIS	2.283	0.563/04	0.014/02	0.380/06
13	NMIJ	2.064	1.032/02	-/00	1.032/02
14	ESA	1.233	0.219/05	0.034/04	0.137/09
15	MIKE	1.143	0.381/03	-/00	0.381/03
16	NIST	0.824	0.097/08	0.016/03	0.075/11
17	UME	0.697	0.585/01	0.022/05	0.116/06
18	IT	0.678	0.160/04	0.009/04	0.085/08
19	SMD	0.596	0.548/01	0.012/04	0.119/05
20	TL	0.553	0.497/01	0.014/04	0.111/05

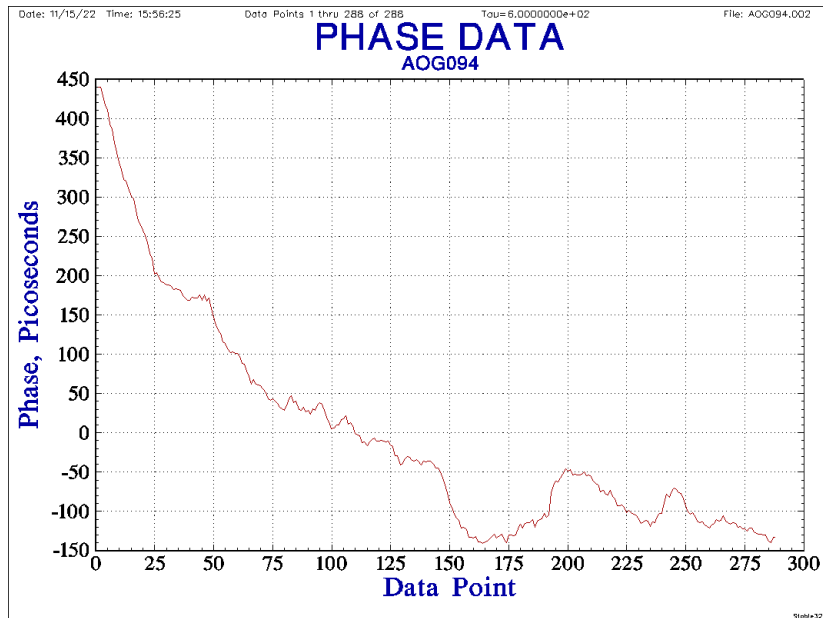


圖 3、2022 年 11 月 13-14 日備援母鐘(頻率參考源為瑞士製氫鐘)之
相對相位輸出

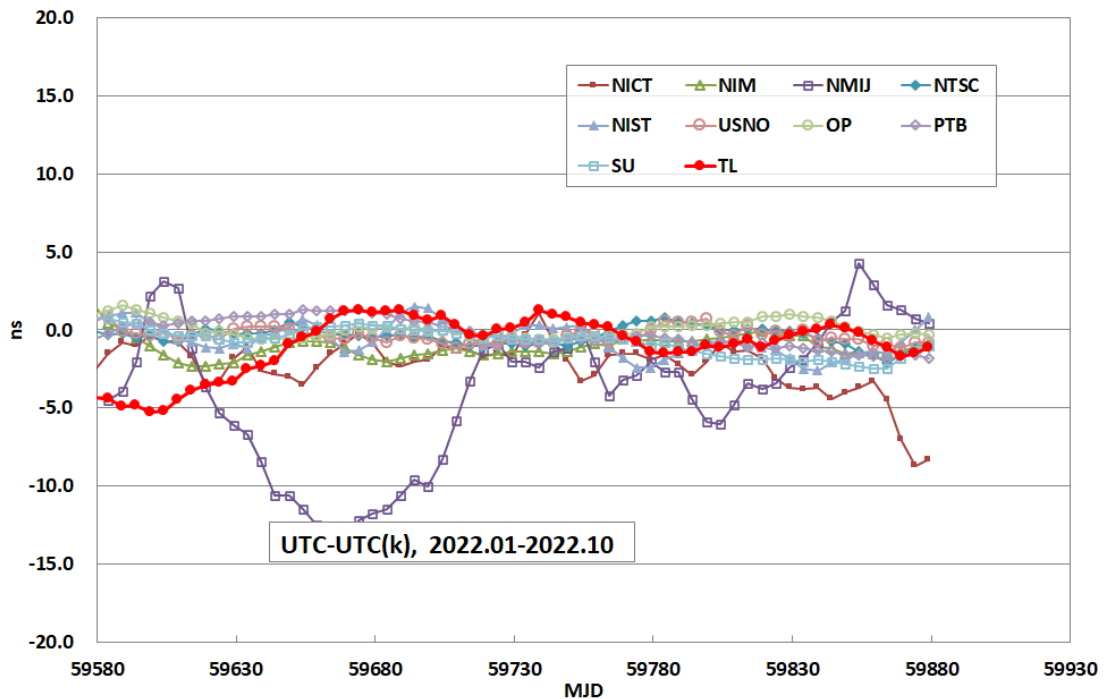


圖 4、2022 年 1 月~2022 年 10 月世界 G1 及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k)
差值

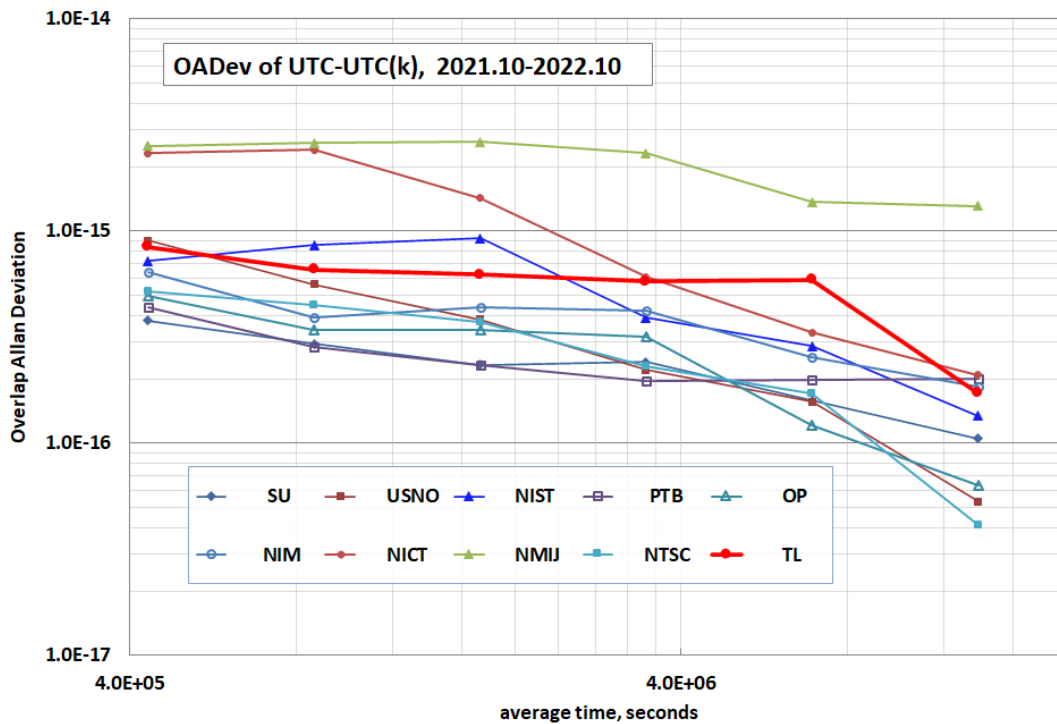


圖 5、2021 年 10 月~2022 年 10 月世界 G1 及亞洲主要實驗室頻率穩定度

隨著定位導航及太空科技迅速發展，國際間時頻實驗室無不投入更多的資源，發展新一代的技術。新一波原子鐘的汰舊換新潮，從 2005 年初展開，包括日本、美國、大陸、韓國、瑞士、波蘭等國家，都各自添購許多氫鐘及高性能銫原子鐘。這些鐘經過 BIPM 半年以上的穩定度評估後，將逐漸貢獻一定比例的權重值。另一方面，包括美國、日本、荷蘭、大陸、義大利、英國、韓國、馬來西亞等實驗室都在過去的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。

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。

(1.5)自評與建議

2022 年銻鐘叢集僅餘 4 部銻鐘運轉，且其中 1 部已使用 10 年，預計於 1 年內可能耗盡銻源，建議 2024、2025 年各採購一部銻鐘，之後保持每 2~3 年採購一部銻鐘，以維持 TA(TL)之長期穩定度及提供能力試驗及遊校之需求。

2022 年本實驗室僅剩一部美國製氫鐘可以運轉，2023 年預計瑞士氫鐘可加入運轉作為備援。受烏俄戰事影響，本實驗室故障或氫源耗盡之俄羅斯製氫鐘維修進度無法預期，為於氫鐘維修期間仍可保持主要母鐘及備援母鐘運轉，本實驗室於委辦經費支援下已規劃於 2023-24 年度分兩年添購一部氫鐘，目前已完成詢價作業，待預算通過後即可進行採購作業。

基於原子鐘群之置放環境溫度為影響其穩定度重要因素，且本實驗室之恆溫恆濕空調使用壽年已久，故障頻率逐漸增加，若因經費困難無法更新，建議增加維修預算，逐年大幅更新零配件，已使國家標準頻時繼續保持現有之穩定度及準確度。

2. 健全全國時頻追溯體系

(2.1)達成項目

以「無缺失」順利通過 ISO 17025 監督評鑑

(2.2)執行內容(執行期間：111/01~111/12)

標準實驗室(N0815) 於民國 2001 年通過 TAF 評鑑，成為 TAF 認可校正實驗室，並於 2020 年順利通過品質系統異動與延展之現場評鑑，延續認可資格。

TAF 依據評鑑週期規定，安排於 111 年 5 月 25 日進行監督評鑑，確認實驗室品質制度持續符合 ISO 17025 及 TAF 規範要求。實驗室同仁平時即落實品質要求，並於事前妥善準備，最後以「無缺失」順利通過評鑑。

(2.3)應用及效益

健全我國時頻標準追溯體系，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。

(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。

(2.5) 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。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。

3.開發光頻轉微波頻訊號量測技術及穩頻雷射性能驗證

(3.1)達成項目

- (a) 完成投稿 IJEE 論文一篇並獲得接受刊登
- (b) 完成首次 40~60 GHz 頻率量測對外服務並出具校正報告
- (c) 完成光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告(10 月份查核點)
- (d) 完成穩頻雷射系統絕對頻率量測技術報告(12 月份查核點)

(3.2)執行內容(執行期間：111/01~111/12)

利用光頻量測系統中的光纖光梳雷射，除了可精確地得到待測雷射信號的頻率值外，還可用來產生超越目前實驗室所宣告 40 GHz 的微波標準頻率，對於需要微波或高頻量測的相關產業有相當的助益。

然而，在進行光電轉換以及高頻信號傳遞的過程中，信號強度的衰減非常嚴重，導致信噪比(S/N, Signal to noise ratio)常無法達到量測標準，因此在 2020~2021 年實驗室陸續購買 50~70 GHz 功率放大器、50~75 GHz 倍頻產生器及導波管、100 GHz 光電二極體、70~100 GHz 混波器等來開發 70 GHz 以上量測架構。今年上半年我們發表了一篇國際期刊論文並以相關技術實際提供廠商校正服務；接著持續改良量測架構使得新的微波頻率標準提升至 80 GHz，於十月份完成查核點報告一篇。此外，我們目前也對放置於中央大學的穩頻雷射系統進行絕對頻率量測，於十二月份產出另一篇查核點報告。

(3.3)結果

今年初我們將先前 70 GHz 的實驗結果加入了系統量測不確定度評估，經整理後投稿至 2022 IJEE (International Journal of Electrical Engineering)國際期刊論文並獲得接受刊登；此外，今年二月底有國內廠商(財團法人台灣商品檢測驗證中心)要求以本實驗室的量測架構提供其待校件(鈷鐘&微波信號產生器&微波信號倍頻器) 40~60 GHz 頻率校正，此為本實驗室開發相關技術以來首次對外提供服務。

由於 TL 預計在 2023 年將以上述作法申請新的 BSMI 服務項目且範圍提升至 80 GHz，為了確認該頻率信號可以順利產生，我們設計一套量測方式加以驗證，如圖一所示。

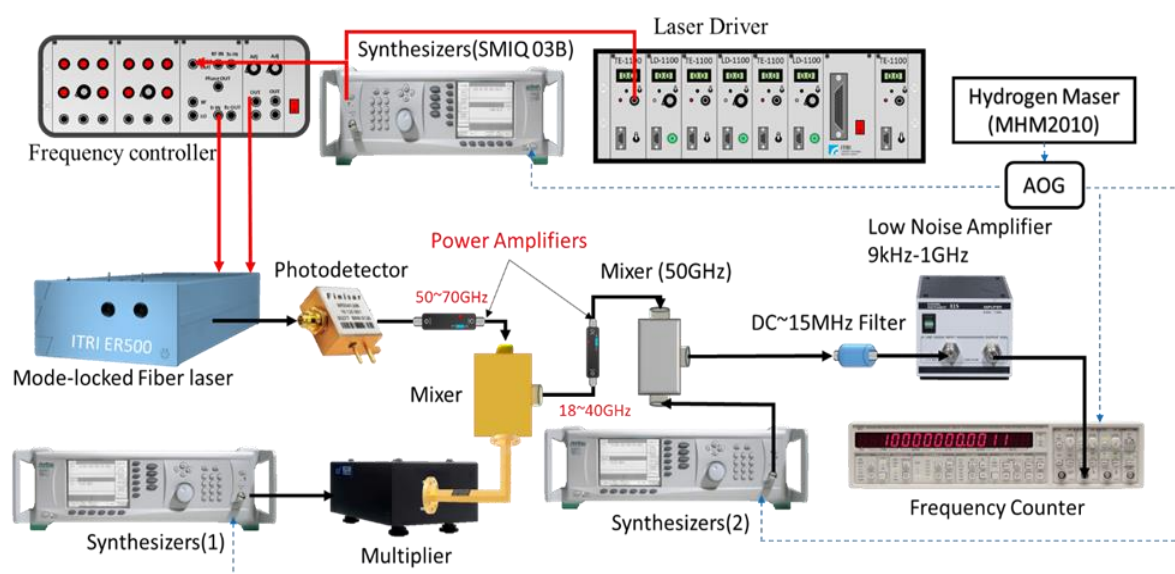


圖 6、光頻轉微波頻 80 GHz 量測架構圖

除了 80 GHz 信號之外，我們也針對 72, 74, 76, 78 GHz 四個不同頻率點進行量測，皆為每秒取樣一點，量測時間一小時。ADEV (Allan

Deviation)分析的結果如圖二所示，五個頻率點每一秒的穩定度都在 $1.0E-12$ 附近，詳細的實驗過程及數據分析可參見查核點報告。

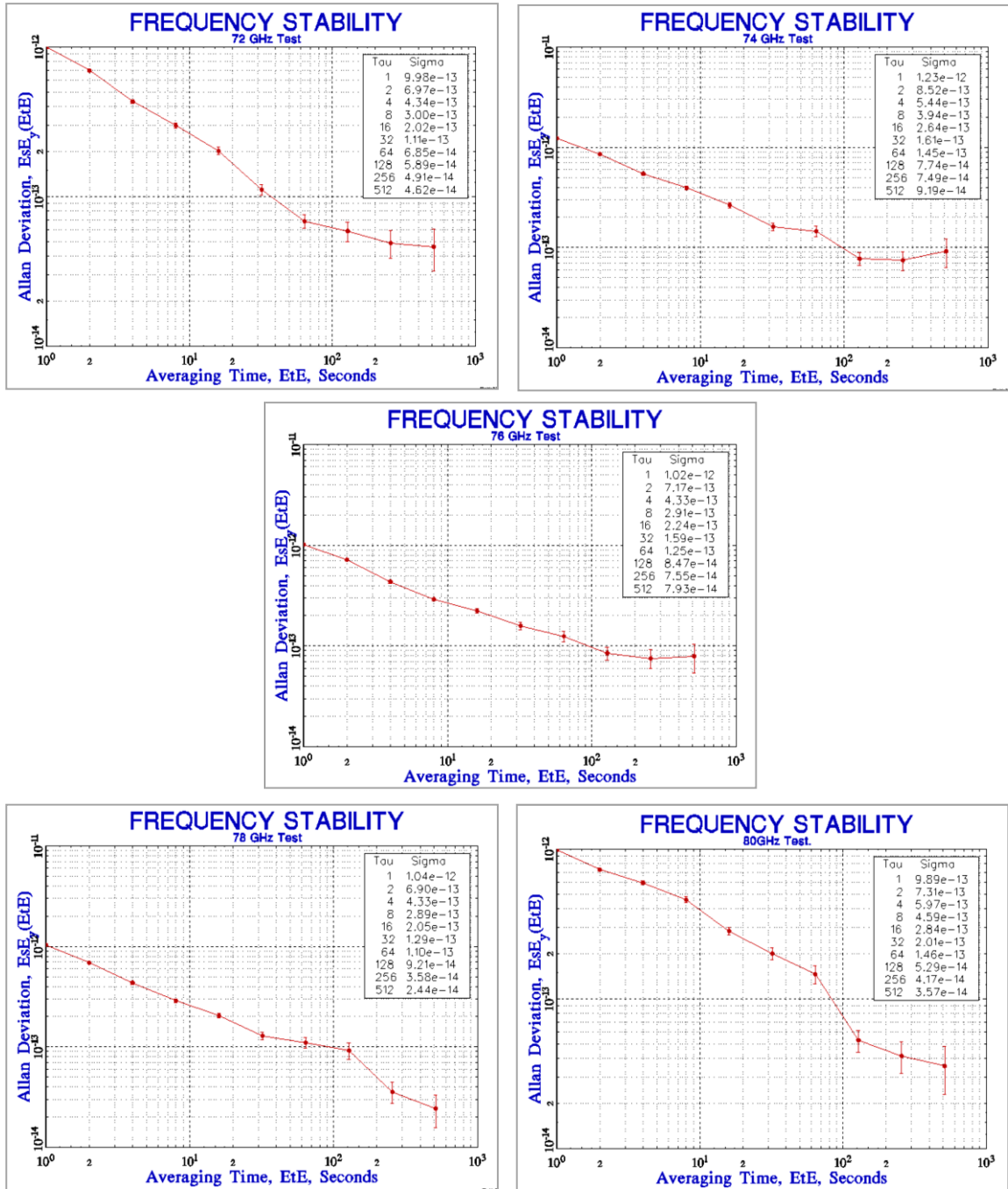


圖 7、微波頻率信號穩定度測試(72, 74, 76, 78, 80 GHz)

另外，先前所開發之穩頻雷射系統因為實驗室研究經費不足及優先順序列於後面，於今明兩年(111~112年)沒有列研發計畫，目前委請共同合作開發的中央大學協助維護運轉，並視需求由 TL 運送光頻量測系統至中大進行量測確認其是否正常運作，於今年十二月份亦產出另一篇查核點報告。

(3.4) 應用及效益

從以上的實驗，我們透過光電轉換方式將光頻梳轉換為微波頻段的頻率梳並設計可行的量測架構，確認了 70~80 GHz 這個範圍的頻率梳存在且具備成為頻率標準的素質(足夠好的信噪比)。在共鐘測試時，每秒的穩定度都在 $1.0E-12$ 附近(參考氫鐘及 5071A 銻鐘一秒的頻率穩定度分別為 $5.0E-13$ 及 $5.0E-12$)，這表示光電轉換過程中引入的雜訊大小與前述兩種原子鐘本身細微的擾動相較居於其間。雖然本次實驗所使用光二極體(XPDV3120R)的規格僅顯示 DC 到 75 GHz 的頻率響應範圍，不過由我們五個頻率點的實測結果來看，所引入的雜訊大小算是可以被接受的。透過這種產生微波頻率信號的方式，所建置的光纖光梳雷射除了光學領域之外，還可將能量擴展至微波頻率校正領域，所需添購的光頻及微波元件的價格也較傳統的微波信號產生器來的便宜許多，具有相當的效益。

(3.5) 未來工作重點

(a) 完成 BSMI 新建系統查驗事宜及相關技術文件以服務產業需求

(b) 完成建立量測~90 GHz 技術文件

4.子項綜合檢討

本子項執行情形良好，查核點及 KPI 均已順利達成。2022 年銻鐘叢集有 4 部銻鐘運轉，現有銻鐘數量應可滿足計算新演繹法及游校所需，但仍建議未來每 2~3 年逐步採購一部銻鐘，以維持 TA(TL)之長期穩定度及提供能力試驗及遊校之需求。又度量衡標準之追溯、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，提供一級時頻校正服務。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。又光梳頻轉微波頻~80 GHz 量測中頻率穩定度皆低於 $1.0E-12$ ，達成年度目標。

(二)時頻校核技術研究

1. 導航衛星時頻傳遞維持及技術研究

(1.1)達成項目

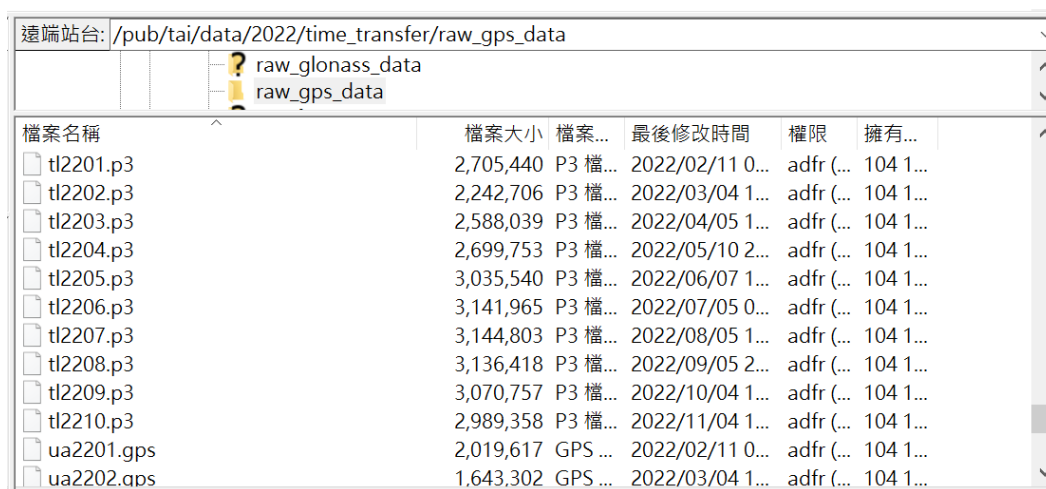
GNSS 國際比對資料送 BIPM

(1.2)執行內容(執行期間：111/01~111/12)

實驗室持續運轉多套導航衛星接收機，具備測量導航衛星電碼與載波相位的能力，並上傳比對數據至 BIPM 伺服器，BIPM 使用此國際比對數據產生 TAI 及 UTC，並且發布 Circular T 校正 UTC(TL)。

(1.3)結果

上載至 BIPM 伺服器的導航衛星接收機資料，如下面截圖，TL 之 GPS P3 電碼資料如圖 8，PPP 資料如圖 9。



檔案名稱	檔案大小	檔案...	最後修改時間	權限	擁有...
tl2201.p3	2,705,440	P3 檔...	2022/02/11 0...	adfr (...	104 1...
tl2202.p3	2,242,706	P3 檔...	2022/03/04 1...	adfr (...	104 1...
tl2203.p3	2,588,039	P3 檔...	2022/04/05 1...	adfr (...	104 1...
tl2204.p3	2,699,753	P3 檔...	2022/05/10 2...	adfr (...	104 1...
tl2205.p3	3,035,540	P3 檔...	2022/06/07 1...	adfr (...	104 1...
tl2206.p3	3,141,965	P3 檔...	2022/07/05 0...	adfr (...	104 1...
tl2207.p3	3,144,803	P3 檔...	2022/08/05 1...	adfr (...	104 1...
tl2208.p3	3,136,418	P3 檔...	2022/09/05 2...	adfr (...	104 1...
tl2209.p3	3,070,757	P3 檔...	2022/10/04 1...	adfr (...	104 1...
tl2210.p3	2,989,358	P3 檔...	2022/11/04 1...	adfr (...	104 1...
ua2201.gps	2,019,617	GPS ...	2022/02/11 0...	adfr (...	104 1...
ua2202.gps	1,643,302	GPS ...	2022/03/04 1...	adfr (...	104 1...

圖 8、TL GPS P3 資料

檔案名稱	檔案大小	檔案...	最後修改時間	權限	擁有...
tl2201.gpi	1,254,005	GPI ...	2022/02/11 0...	adfr (...)	104 1...
tl2202.gpi	1,078,442	GPI ...	2022/03/03 2...	adfr (...)	104 1...
tl2203.gpi	1,449,962	GPI ...	2022/04/05 2...	adfr (...)	104 1...
tl2204.gpi	1,264,202	GPI ...	2022/05/05 1...	adfr (...)	104 1...
tl2205.gpi	1,264,202	GPI ...	2022/06/07 2...	adfr (...)	104 1...
tl2206.gpi	1,264,073	GPI ...	2022/07/06 1...	adfr (...)	104 1...
tl2207.gpi	1,264,202	GPI ...	2022/08/10 1...	adfr (...)	104 1...
tl2208.gpi	1,264,202	GPI ...	2022/09/05 2...	adfr (...)	104 1...
tl2209.gpi	1,264,202	GPI ...	2022/10/04 1...	adfr (...)	104 1...
tl2210.gpi	1,264,202	GPI ...	2022/11/04 1...	adfr (...)	104 1...
to2201.gpi	1,253,386	GPI ...	2022/02/11 0...	adfr (...)	104 1...

594 個檔案. 總共大小: 729,263,367 位元組

圖 9、TL PPP 資料

2022 年 10 月份 TL-PTB 之 PPP 國際比對結果如圖 10，兩實驗室的時間差範圍從 -1.4 ns 到 0.0 ns，一天的頻率穩定度約為 $9E-16$ ，一天的時間穩定度為 40 ps，如圖 11。

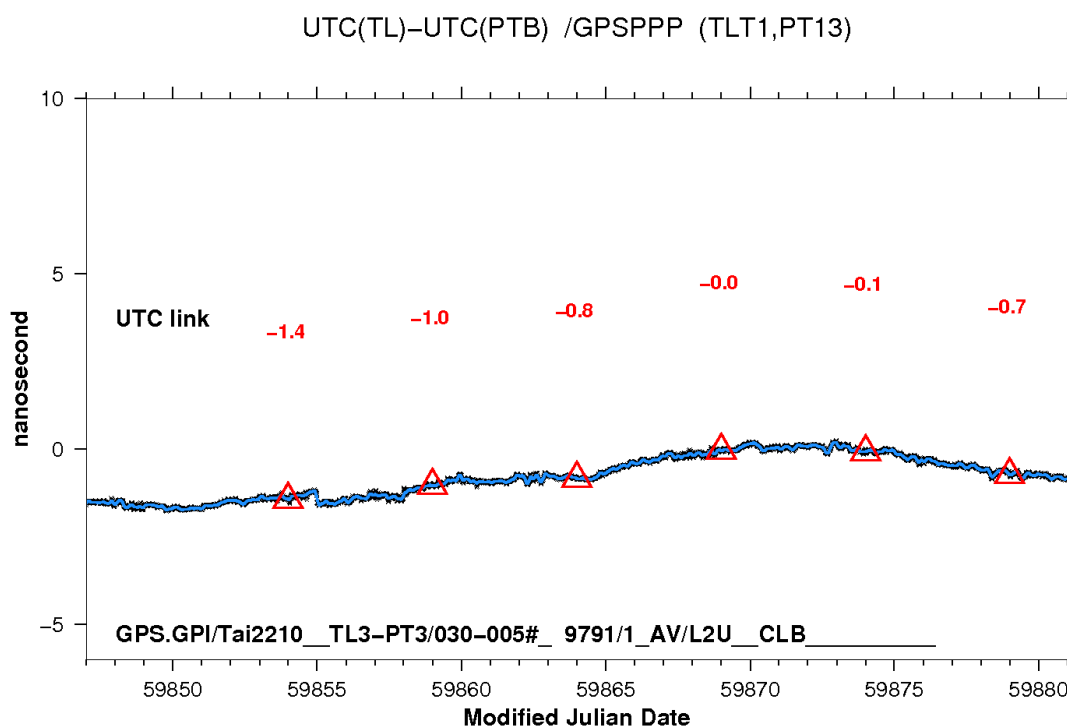


圖 10、TL-PTB 之 PPP 國際比對結果

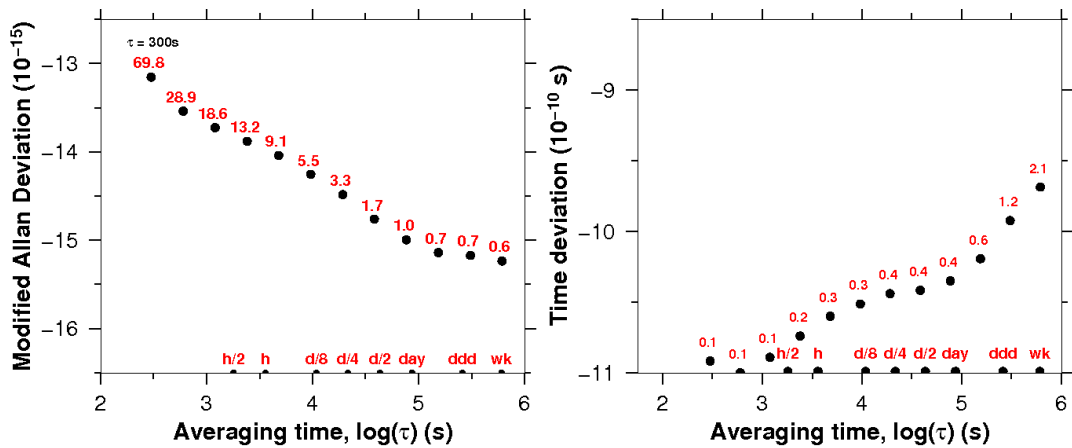


圖 11、BIPM 分析之 TL-PTB PPP 穩定度

(1.4) 成果及效益

(a).GNSS 國際比對資料為本實驗室維持國家標準時間與 UTC 的同

步之主要方法。

(b).本實驗室獲 CCTF GNSS 工作組邀請參與標準制定、技術合作及

分享。

(c).其他衍生效益包括，產生精確定位資料，為國內一級定位參考

點；提供國內廠商 GNSS 接收機校正等服務。

(1.5) 未來工作重點

持續運轉多套導航衛星接收機，配合 CCTF GNSS 工作組的任務，使用四大導航衛星系統、L5 頻率、新式電碼以及新式曆書來評估時頻傳遞的品質，確保接收天線安裝在遮蔽處依然能接收到四顆以上的衛星電碼以便進行時頻傳遞，並採自動化程序，以提高時頻傳遞的可靠度。

2. GPS 上採樣共視法研究

(2.1)達成項目

完成“GPS 上採樣共視法之特性評估”報告

(2.2)執行內容(執行期間：111.01~111/12)

最早用來比較兩地時鐘的 GPS 傳時技術，是以電碼為基礎的共視法(common-view, CV)。然而，當兩地距離越遠，兩地接收機所能夠同時觀測到的衛星就越少，共視法的效果就變差。全視法(all-in-view, AV)與兩地觀測站的距離相依性低，兩站不需要同時接收同一顆衛星的信號，而是先平均個別接收站觀測到的 GPS 衛星信號，計算與 IGS 共同參考時間的差異後，再去計算兩個站的時間差，透過共同參考時間的中介橋接，全視法不受距離的限制。全視法的主要問題在於依賴 IGS 發佈的資料作計算，而且短期雜訊較大。另外，由於全視法不同時間點採用不同群的衛星觀測結果做相差計算，所以穩定性較差，這點因素較難量化目前的文獻也缺乏更深入的討論。

於是，我們運用線性內插估值法及數位信號處理的上採樣技術，提出新的 GPS 上採樣共視法(upsampled common-view, UCV)。GPS 衛星每天在固定的軌道上繞行地球 2 圈，每經過一個恆星日(Sidereal Day)的周期，在同一時間、同一天空的位置，可以看到同一顆 GPS 衛星，這時的觀測資料即為一次理想的取樣量測。對同一顆 GPS 衛星而言，每日(指恆星日)僅有一次理想的取樣，因此需要依據原子鐘的特性作

資料的擴增。我們把 GPS 衛星上的時鐘視為可用內插預測的時鐘，間接估算兩地時鐘之時間差；再透過上採樣技術將資料擴展與優化，使得所有運作中的 GPS 衛星觀測資料都得以同時納入計算(通常有 28~31 顆良好運行的 GPS 衛星)，藉以降低導航衛星系統星曆誤差與時間誤差等因數。

之前論文的工作，主要聚焦於產生即時的結果，因此採用每日的觀測資料以及衛星廣播的時間與星曆位置。本年度的技術報告，目的是研究上採樣技術的長期特性，我們於是使用 IGS 精確修正後的時間與星曆資料，可進一步減低衛星時鐘與預測星曆的誤差。在技術報告中，我們比較上採樣技術的資料特性。包括，(1)比較全視法(AV)與上採樣共視法(UCV)的差異，分別以長距離的 TL-PTB 鏈路及短距離的 OP-PTB 鏈路，驗證 UCV 不僅在長距離能發揮效果，對於短距離的比對也具有良好的表現。(2)比較上採樣技術的長期特性。(3)我們也將 UCV 與載波相位為基礎的 PPP 與 IPPP 技術做比較。

精密單點定位(Precise Point Positioning, PPP)技術，係利用觀測 GPS 信號的載波相位，加上精密衛星軌道、衛星時鐘與地科因素的許多模型修正，所得到的時間與頻率比對數據。而 GPS 整周精密單點定位技術(integer precise point positioning, IPPP)則是 BIPM 發展的時間與頻率比對技術，在今年(2022)四月底的 EFTF 及 IFCS 聯合研討會上，BIPM 的 Dr. Gérard Petit 以『Continuous IPPP Links For UTC』為

題作報告，提到 GPS IPPP 技術能提供的頻率傳送穩定度在平均時間 10 天時可達 $1E-16$ ，在平均時間 20~30 天時可達幾個 $1E-17$ 。由於 IPPP 技術需要連續的相位量測資料，要產生連續幾個月的 IPPP 數據，同一實驗室需要有兩部以上的接收機以共鐘方式互相比對，來保證相位數據的連續性，避免數據空白或重新開機時出現的相位不確定，也因此 IPPP 比 PPP 條件嚴格，需要明確的週數以計算連續的時間比對結果，計算的複雜度與耗時也大幅增加。UCV 的演算法相對簡單，我們也比較了 UCV 與 IPPP 的差異。

技術報告也分析了上採樣內插估值的資料特性，並提出進一步改良上採樣共視法的方向。我們以銨原子鐘的長期觀測數據作實驗，統計線性內插擴增數據的不確定度，同時找出對應的數學式，可用在下一階段 UCV 加權平均的處理。

(2.3)結果

德國 PTB 到台灣 TL 的距離約為 8383 km，此距離並沒有可同時觀測的 GPS 衛星，只能計算全視法(AV)與上採樣共視法(UCV)的數據。我們比較從 MJD 59,362 至 MJD 59,395 (May-28-2021 to June-30-2021)區間的 TL-PTB 數據，所有數據都對應 960 秒一筆與 AV 相同的時間序列上。圖 12 是 TL-PTB 鏈路之 AV、UCV 和 PPP 個別

的傳時頻率穩定度 Modified Allan deviation (MDEV)，我們將這三種解繪製在一起比較。在平均時間 960 秒，PPP 的 MDEV 是 AV 的 33 分之一，而 UCV 的 MDEV 約是 PPP 的 15 分之一，不過 UCV 在平均時間半天以下，有明顯的平滑效益；在平均時間一天時，PPP 及 UCV 的 MDEV 相近約為 $1.1\text{E-}15$ ，是 AV MDEV 的一半；在平均時間一周時，PPP 的 MDEV 最小為 $2.5\text{E-}16$ ，而 UCV 及 AV 的 MDEV 都是 $2.8\text{E-}16$ ；在平均時間 10 天時，UCV 及 AV 的 MDEV 仍保持一致約為 $1.6\text{E-}16$ ，而 PPP 開始往上增加為 $3.4\text{E-}16$ 。PPP 是相位觀測資料，長期可能受到相位不連續而有邊界不確定的模糊性，進而影響長期穩定度，加上此數據在平均時間 10 天的取樣點數只有 3 點，可能有較大誤差，仍需長時間觀察。表 2 詳列出幾個不同平均時間的 AV、UCV 和 PPP 的 MDEV。

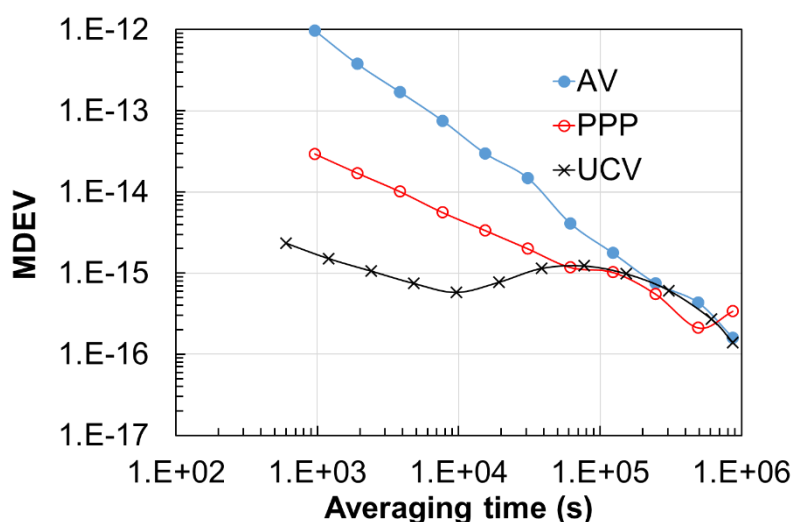


圖 12、TL-PTB 鏈路 AV、UCV 和 PPP 的 MDEV

表 2、不同平均時間的 AV、UCV 和 PPP 的 MDEV

平均時間	一天	一周	十天
AV	2.02E-15	2.8E-16	1.6E-16
PPP	1.13E-15	2.5E-16	3.4E-16
UCV	1.19E-15	2.8E-16	1.4E-16

德國 PTB 實驗室到法國巴黎天文台(Observatoire de Paris，OP)的距離約為 700 公里，OP-PTB 鏈路的 AV 和 UCV 之差，呈現如圖 13。我們比較了從 MJD 59,212 至 MJD 59,306 (December 29, 2020 – April 2, 2021)區間的數據。AV 和 UCV 差值的平均值與標準差分別為 0.02 ns 和 0.57 ns。

AV-UCV 差異的 MDEV 繪於圖 14。在平均時間一天的 MDEV 為 $1.28E-15$ ，在平均時間 10 天的 MDEV 為 $3.27E-17$ 。短距離的 OP-PTB 鍊路在平均時間較長的時候有好的穩定度。顯然，短距離鍊路有相似的地理條件，AV 與 UCV 都能得到好的結果。

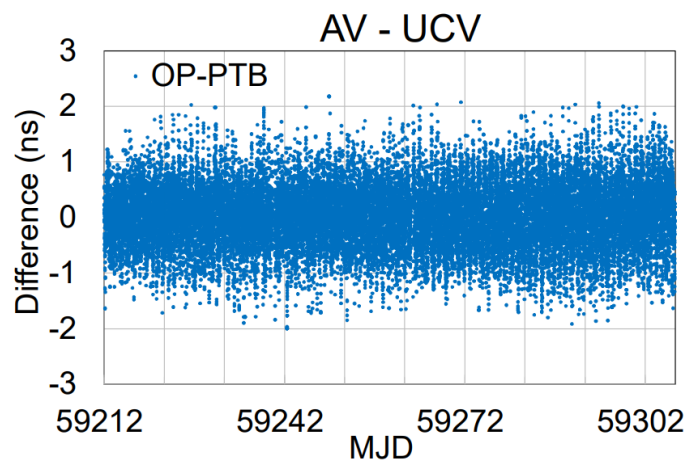


圖 13、OP-PTB 鏈路的 AV 和 UCV 之差

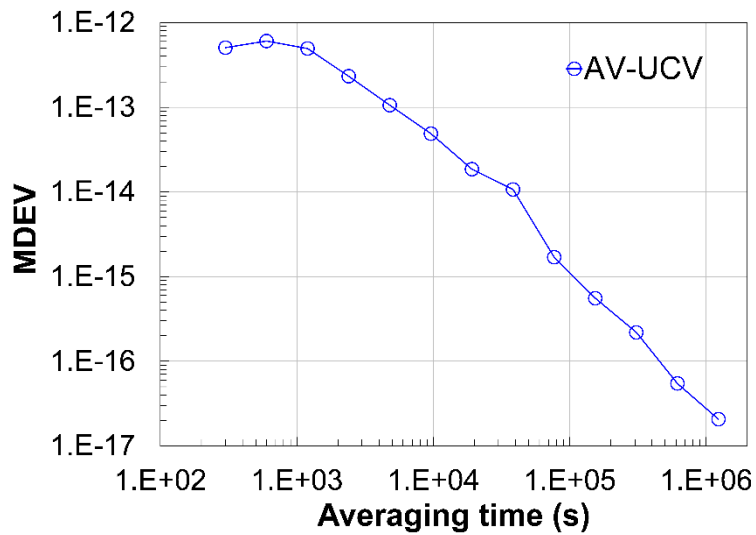


圖 14、AV 和 UCV 差值的 Modified Allan deviation (MDEV)

我們接下來比較 OP-PTB 鏈路的 IPPP 和 UCV 之差，呈現如圖 15。

IPPP 是以 PPP 觀測資料為基礎由 BIPM 計算的連續相位結果，而 UCV 是以 GPS 電碼的 P3 解為基礎的數據。圖上顯示在三個月的資料中兩者差異的 peak-to-peak 僅有 0.976 ns，而標準差也僅有 0.184 ns。圖 16 是 IPPP 和 UCV 差值的 MDEV 繪圖，在平均時間一天時的 MDEV 為 $1.19E-15$ ，在平均時間十天時的 MDEV 為 $2.6E-16$ 。

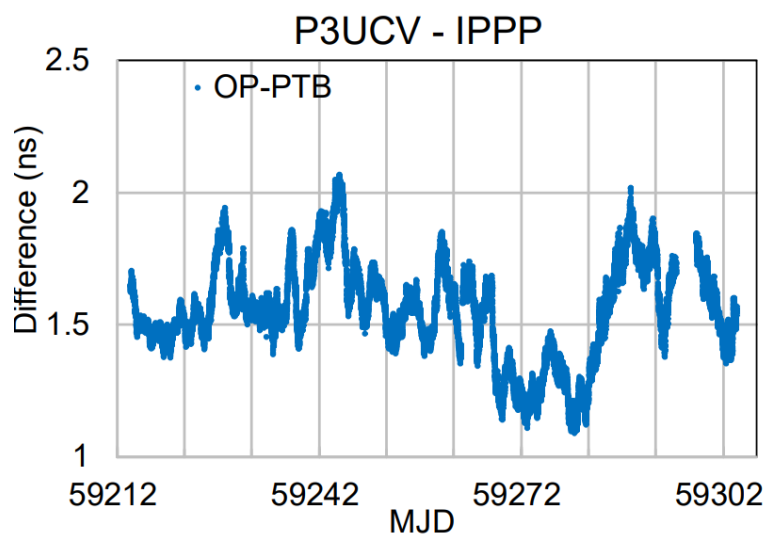


圖 15、OP-PTB 鏈路的 IPPP 和 UCV 之差

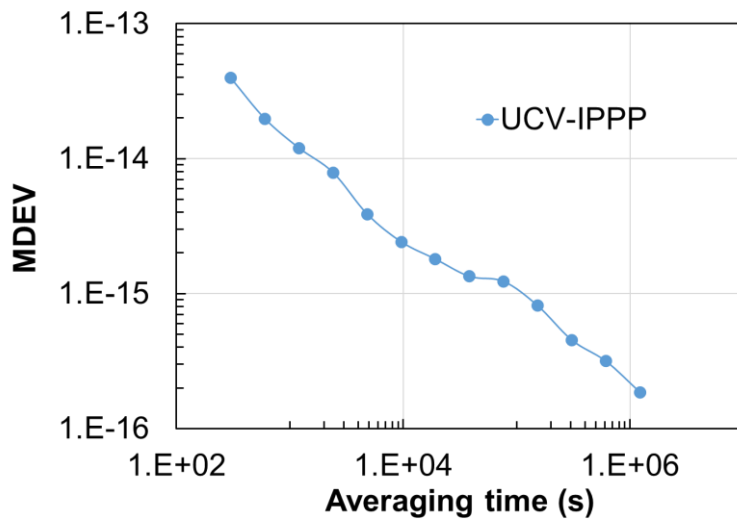


圖 16、UCV-IPPP 的 MDEV

我們將 OP-PTB 鏈路之 UCV 和 IPPP 個別的 MDEV，繪製在圖 2.2.6 方便比較。在平均時間 12 小時以下，UCV 的 MDEV 比 IPPP 小上許多，顯示 UCV 在平均時間半天以下，明顯具有平滑效益；當平均時間半天(12 h)時兩者幾乎相同，曲線呈線交叉；當平均時間一天以上時，UCV 的 MDEV 都略大於 IPPP 的 MDEV；在平均時間 10 天時，UCV 的 MDEV 是 2.9E-16，而 IPPP 是 2.3E-16，IPPP 仍優於 UCV，但兩者相去不大。圖 17 含有 OP 及 PTB 原子鐘的穩定度在裡面，一般評估 IPPP 傳時技術本身在平均時間十天時的 MDEV 可達 1E-16，以此推估 UCV 平均時間十天時的 MDEV 已可達 2.4E-16，略差於 IPPP 技術。表 3 詳列出不同平均時間 UCV 和 IPPP 的 MDEV。

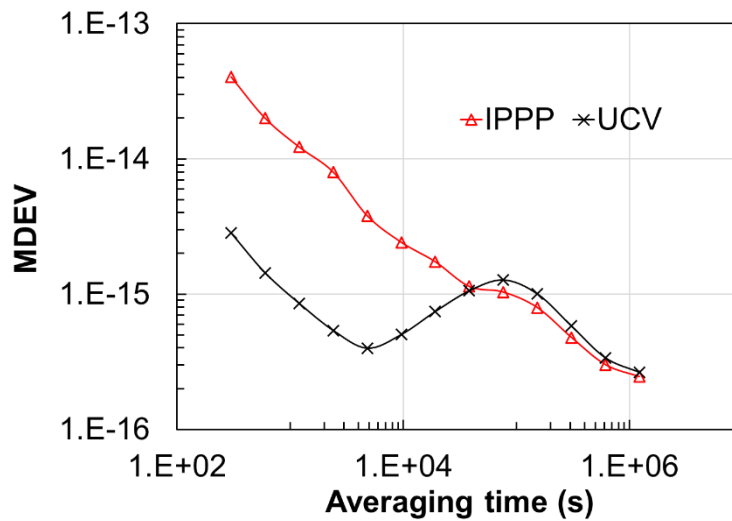


圖 17、OP-PTB 鏈路 UCV 和 IPPP 的 MDEV

表 3、不同平均時間的 AV、UCV 和 PPP 的 MDEV

平均時間	12 小時	一天	一周	十天
IPPP	1.1E-15	9.8E-16	2.9E-16	2.3E-16
UCV	1.1E-15	1.3E-15	3.4E-16	2.9E-16

上採樣內插估值係假設比較的兩部原子鐘足夠穩定，在兩筆實際觀測數據之間的空白區域滿足線性行為的假設。也因此上採樣的解抑制了一天以內的短期變化，產生了很強的數據平滑效果，這個效果可能會遮掉原子鐘的實際表現。如果能夠改進觀測空白區的資料填補 (Gap-filling) 方法，將可以進一步改良上採樣共視法。

我們計算上採樣數據採用以下的數學式(1):

$$(T_A - T_B)^{I-I}(t_i) = \sum_{n=1}^{32} w_n(t_i) * (T_A - T_B)_n^{I-I}(t_i) \dots\dots\dots(1)$$

對於 PRN 電碼編號為 n 的 GPS 衛星時間序列數據，我們給與 w_n 的權重。在原始論文中，我們採用簡單平均，也就是給予所有的時間序列相同的權重。這樣的計算比較簡單，但是不夠精細。如圖 18，紅色的點是 TL 實際接收 GPS PRN01 衛星的時間數據，而利用上採樣填補觀測空白區的數據如藍色部分，乃是利用直接線性內插來擴增數據。直覺來看，有實際觀測的時間點，不確定度最小(僅有量測不確定度，沒有預測不確定度)；越靠近實際觀測數據的時間點，不確定度越低；至於觀測數據中間處的不確定度最大。所以，給予所有的時間序列相同的權重(equal weighting)並不是最合理的方法。我們希望知道原子鐘內插資料的不確定度，然後用來做最佳化的加權平均。

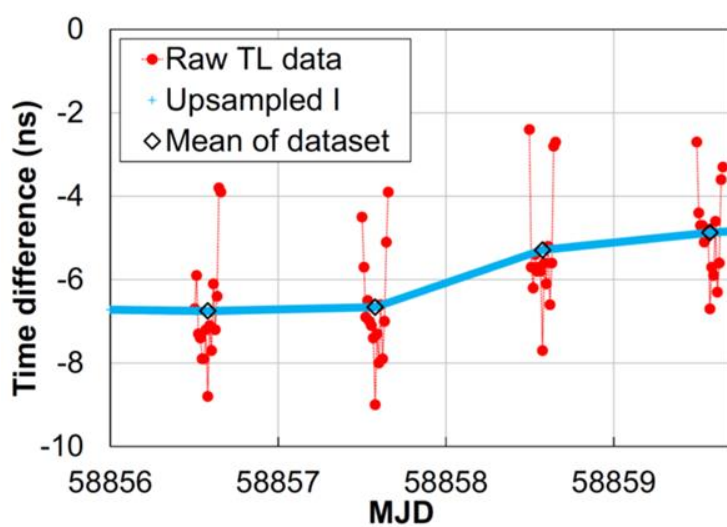


圖 18、上採樣內插法的數據處理示意圖

今年度我們以實驗室銫原子鐘和氫原子鐘的長期比對數據作實驗，利用 2 年的原子鐘觀測數據，模擬當數據出現空白的盲區時，以線性內插擴增空白區的數據，並統計線性內插擴增的誤差。我們在這個研究裡，利用統計分析找出對應的數學式，用來精準描述內差擴增的不確定度。詳細的論文發表在今年的 ION 2022 PTTI 會議論文[5]（題目:Uncertainty Analysis of Interpolation Prediction for the Blind Period: Using the Portable Clock Measurement as an Example），此論文是以可攜式時間量測為例，適用於銣原子鐘、銫原子鐘、氫原子鐘（短期）等精密時鐘的空白區預測。底下說明如何計算內差擴增數據的不確定度。

上採樣內插估值係採用簡單線性內插法，我們將先量數據的最後一點及後量數據的第一點，用直線連接，以此來計算並填補空白區的數值。圖 19 為簡單線性內插法預測的不確定度結果。我們以 6 小時空白區做實驗，實驗統計簡單線性內插(LI)預測的不確定度為藍色實心點，每一點間隔 10 分鐘，總共有 36 筆不確定度結果。在兩端臨靠實際量測數據的點有較低的不確定度，在中央的不確定度最大；圖上空心鑽石的點是我們採用公式以 Allan deviation (AD)預測的加權平均(weighted average)所得到的不確定度。

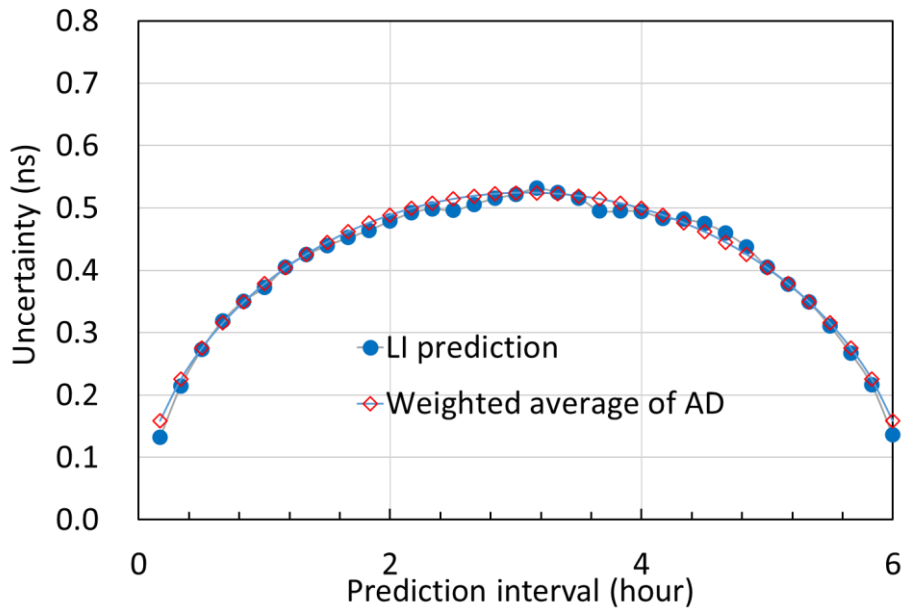


圖 19、6 小時空白區簡單線性內插法預測的不確定度

(2.4) 成果及效益

(a) 驗證 UCV 不僅在長距離能發揮效果，對於短距離的比對也具有
良好的表現。

(b) 上採樣共視法在一天以內的平均時間有優於全視法的降低雜訊
效果，而在平均時間一天以上和全視法則保持高度的一致性。

(c) 我們比較了 UCV 與 IPPP 的差異，UCV 當平均時間一天時，僅
略大於 IPPP；在平均時間 10 天時，UCV 的 MDEV 可達 2.4×10^{-16} 。
而 UCV 的演算法相對簡單，具有潛力。

(2.5) 未來工作重點

我們將提出對應的數學式估算衛星觀測資料的不確定度及預測數據的不確定度，並依此不確定度之平方反比作為加權數，將不同衛星的數值做加權平均，優化傳時數據。GPS 上採樣共視法數據處理程序是先由單顆衛星數據計算兩實驗室的時間差，然後採不同衛星間的加權平均；若有三方實驗室則數據將因權值各異而有差異，無法形成三角封閉關係。此時可採全視法處理程序，先處理不同衛星間的加權平均，再作任兩實驗室的時間差計算，則所有實驗室的傳時數據可形成封閉關係。因此 112 年我們將從事 GPS 上採樣全視法的技術開發。

(2.6) 自評與建議

GPS 上採樣技術使用既有的 GPS 電碼觀測資料，和依據原子鐘的特性預測觀測空白區的擴增數據，再以演算法將觀測及預測數據作結合，用來提升傳時比對數據的精確度及穩定度。接下來，我們將朝既定的改善目標優化演算法，精進長距離 GNSS P3 電碼傳時的穩定度。

3. 衛星雙向時頻傳遞技術研究

衛星雙向時頻傳遞系統之建立及品質提昇

(3.1) 達成項目

- (a) 完成 TL01 衛星地面站建置。
- (b) 完成「SRS 雙向傳時資料蒐集」報告。
- (c) 參加 CCTF(Consultative Committee for Time and Frequency) 國際工作小組會議，分享 TL 實驗室現況及發表雙向傳時研究成果。
- (d) 完成 TL、NICT 及 KRISS 三方 SRS 國際比對數據量測結果報告。
- (e) 完成 SRS modem 之 CPU 及 FPGA 更新及 TL03 衛星地面站極化隔離度優化。

(3.2) 執行內容(執行期間：111/1~111/12)

衛星雙向時頻傳遞(TWSTFT)是一種國際機構之間比對原子鐘時間與頻率的方法，也是 BIPM 產生 UTC 的方法，雖然在全球 400 多個維持標準時間的機構之中使用 TWSTFT 做為主要國際比對的機構僅僅 9 個，但是這 9 個機構所維持的原子鐘佔 UTC 權重達 50 %，若加上以 TWSTFT 做為備用國際比對的機構所維持的原子鐘，其佔權重達 75 %，可見 TWSTFT 技術對於標準時間的重要性。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。

本實驗室今年年中參加 CCTF 工作小組會議說明實驗室運作狀況及規劃參與 Express-80 之歐洲國際比對鏈路。

本所的四座衛星天線之中，目前僅 TL03 正在進行常規衛星雙向傳時比對（亞太鏈路），由於先前因經費問題，TL03 所使用的功率放大器(BUC)、低雜訊放大器(LNB)及升降頻設備品質並不好，而造成載波相位國際比對誤差的主要來源是升頻設備，其次是降頻設備，頻率升降的品質與內置振盪器的相位雜訊有關，這些變動在更換衛星地面站升降頻設備後可望獲得改善。在今年三月底已完成 TL01 衛星地面站採購案，並在 8 月開始執行 TL01 衛星地面站動工，預計明年年初開始進行傳時比對。

本實驗室在去年與日韓簽屬 CRA 三方國際傳時比對合作協議，今年本實驗室與日本 NICT 及韓國 KRISS 分別進行雙向傳時比對及計算量測結果，並完成「SRS 雙向傳時資料蒐集、三方 SRS 國際比對數據量測結果」報告。

(3.3)結果

如圖 20、21 所示，本次參加 5/20、5/27 CCTF TWSTFT 國際會議分享 TL 實驗室原子鐘維護情況，雙向傳時比對研發進度及比對結

果，並說明今年本實驗室 TL01 衛星地面站更新進度；此次會議增加
 虛擬線上海報展示區，各國代表可在展示區內進行視訊語音交流。

2022 年度 CCTF 工作小組會議主要討論歐亞鏈路 Express-80 量測
 結果，並且接下來會持續進行 Express-80 量測，今年 TL01 地面站建
 置完成後，將會進行 ABS-2a 衛星連接測試，期望能加入歐亞鏈路雙
 向傳時比對。

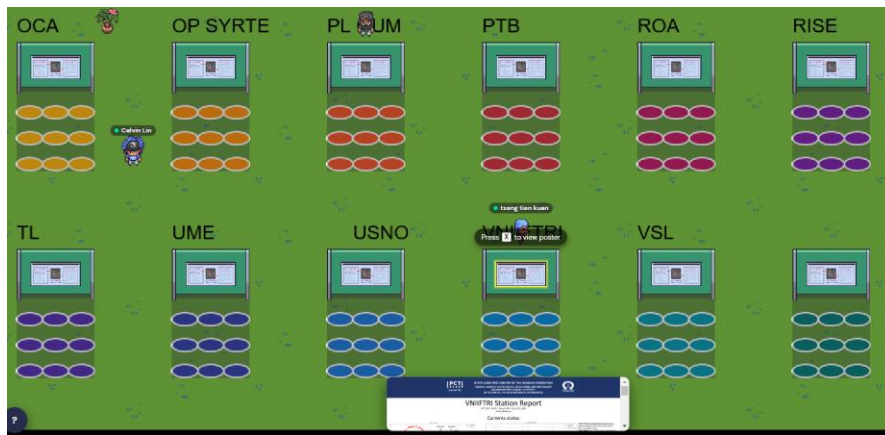


圖 20、CCTF 工作會議虛擬線上海報展示區

中華電信研究院
Chungwa Telecom Laboratories

CCTF WG on TWSTFT

Atomic clock usage status

TL's Reference clocks

- 5 Mikromet - 5971A custom clocks with high performance tubes
- 2 active Hydrogen masers
 - located in the 2 EM shielding chambers with stabilized temperature (23.1°C) and humidity (50±5%)
 - One of the hydrogen masers will be replaced this year.
 - It is expected to purchase another hydrogen maser next year.
- One micro-phase-stepper with mentioned clocks are used to generate UTC(TL)

Laboratory status

TL01 - TL04 : Unused

TL02 : Asia Link or Euro-Asian Link (waiting for update)

- Satellite : Eutelsat 172B (Ku band)
- Ant. aperture: 2.4m
- Modem: NICT's SRS - SDR

TL03 : Asia Link

- Satellite : Eutelsat 172B (Ku band)
- Ant. aperture: 1.8m
- Modem: NICT's SRS - SDR

TL station(TL03)

1.8 m

No Temperature stabilized

Block diagram showing: BUC (Label: New Japan Radio Model:RF-200), LNB, Frequency Up/Down converter, ATT, SRS modem, BPF, AMP, SDR, 10MHz, 1pps.

TL station(TL02)

2.4 m

No Temperature stabilized

Block diagram showing: BUC (Label: Anritsu Model: ZF-RF-200), LNA (Label: Gigaeye Microwave Model: AA-1000), Frequency Down converter, Up converter (Label: Gigaeye Microwave Model: UT-2017), ATT, SRS modem, BPF, AMP, SDR, 10MHz, 1pps.

Will replace T03 as primary two-way time comparison earth station.

圖 21、CCTF 工作會議知本實驗室展示海報

110 年本實驗室與日韓簽屬 CRA 三方國際傳時比對合作協議，開始與日本 NICT 及韓國 KRISS 進行雙向傳時比對。如圖 22 為國家標準時間 UTC(TL)分別與 UTC(NICT)及 UTC(KRISS)的時刻差比對結果，我們抓取簡化儒略日(MJD)59646~59668 來進行計算，結果顯示與 NICT 及 KRISS 週日變化皆維持在 1ns 左右。圖 23、圖 24 為頻率穩定度(modified Allan deviation)計算結果；以每 1000 秒進行平均，其穩定度約 $1.0E-13$ 以下。綜合以上三方傳時比對計算結果，皆符合量測預期。

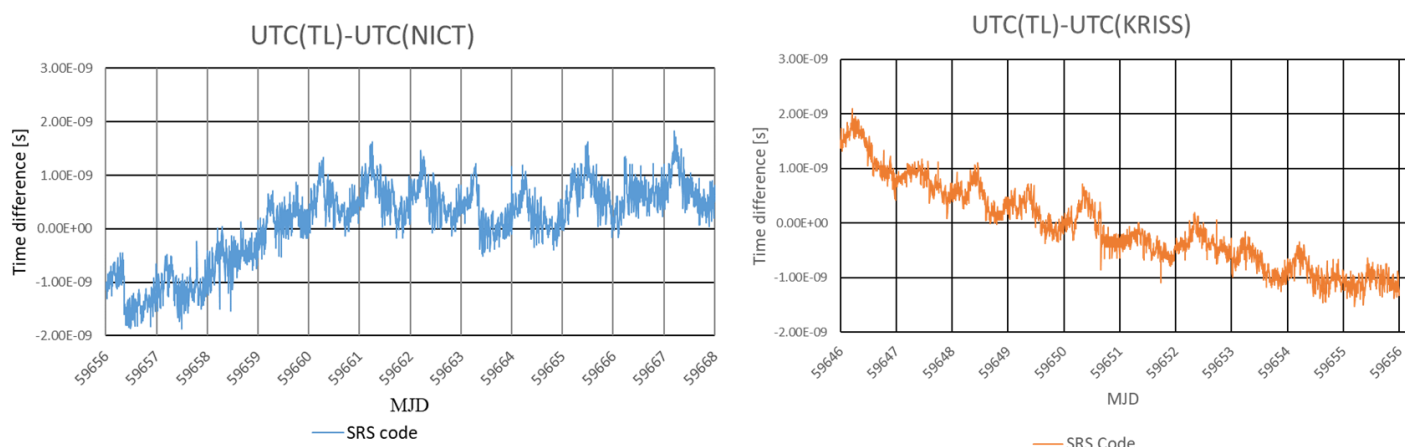


圖 22、左圖為 MJD59656~59668 TL 與日本 NICT 時刻差結果
右圖為 MJD59646-59656 TL 與韓國 KRISS 時刻差結果

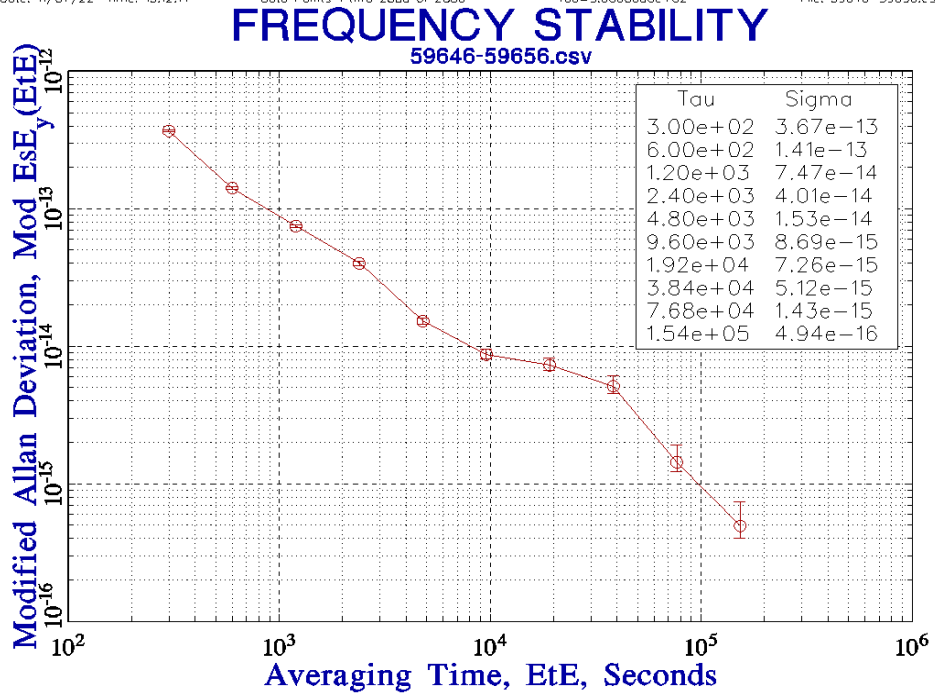


圖 23、MJD59658~59668TL 與韓國 KRISS Modified Allan Deviation 穩定度結果

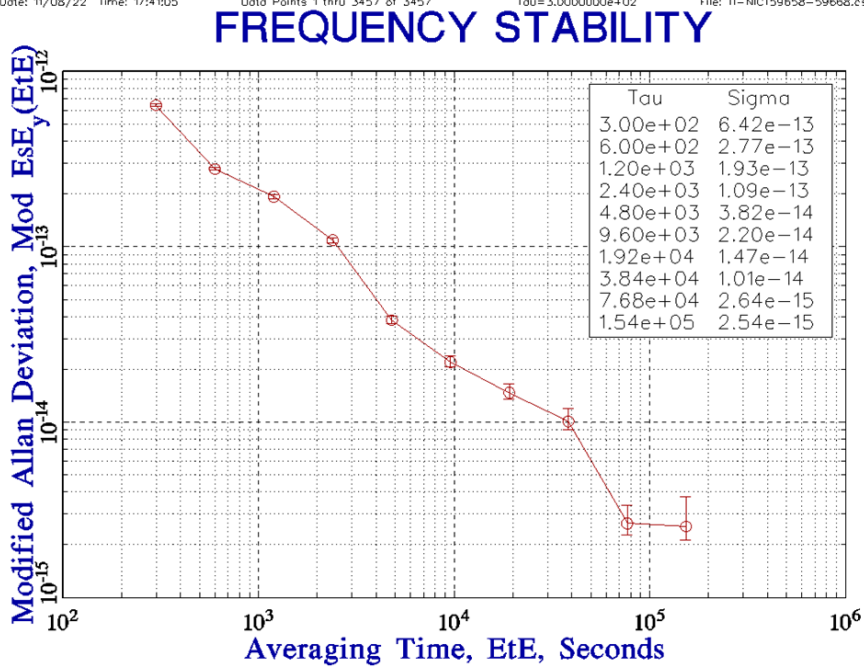


圖 24、MJD59658~59668TL 與日本 NICT Modified Allan Deviation 穩定度結果

目前 SDR 雙向傳時比對僅與 NICT 合作；將 SRS 與 SDR 進行傳時比較，圖 25、26 為簡化儒略日(MJD)59580~59605 國家標準時間與 UTC(NICT)的 SDR 及 SRS 國際比對計算時刻差及頻率穩定度(modified Allan deviation)的結果；結果顯示週日變化(diurnal)皆維持在約 1ns，以每 1000 秒進行平均，穩定度約 1.0E-13 以下，兩者在時刻差及穩定度上並無太大差異。

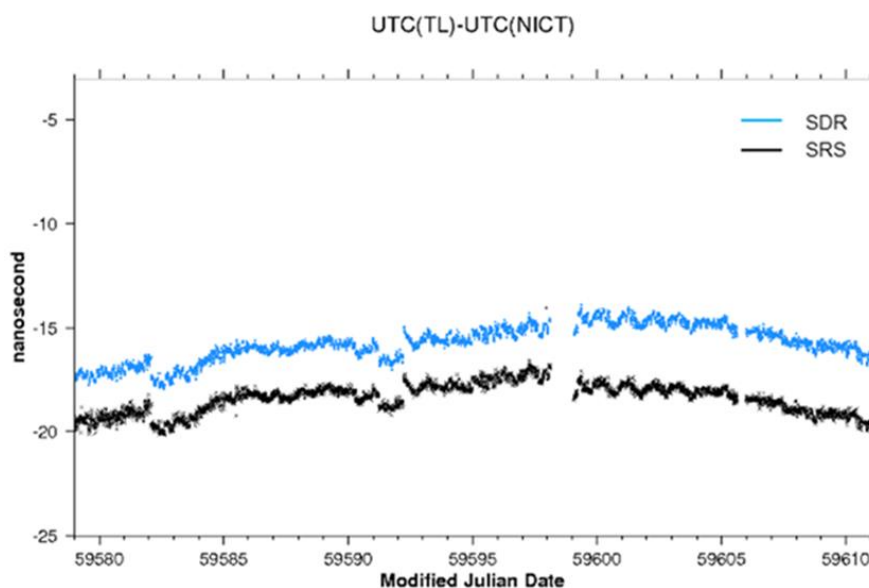


圖 25、MJD59580~59610 SDR、SRS 比對結果

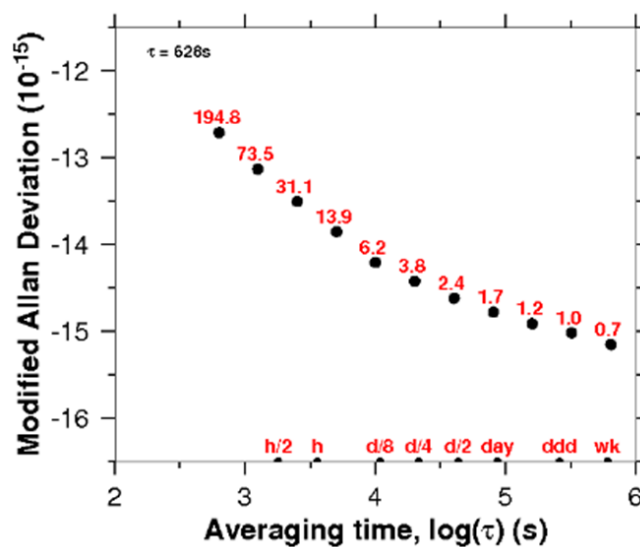


圖 26、MJD59580~59610 穩定度計算結果

造成載波相位國際比對誤差的主要來源是升頻設備，其次是降頻設備，而頻率升降的品質與內置振盪器的相位雜訊有關，這些變動在今年更換衛星地面站升降頻設備後可望獲得改善。圖 27 所示，此次更換了穩定度較好的升降頻器及室內外放大器，將降頻放大器改為室外型來避免接收訊號因頻率較高導致傳輸至 8 樓 SRS 系統的過程中損耗過大造成量測結果的不穩定，另外採用損耗更低的傳輸線減少訊號的衰減。

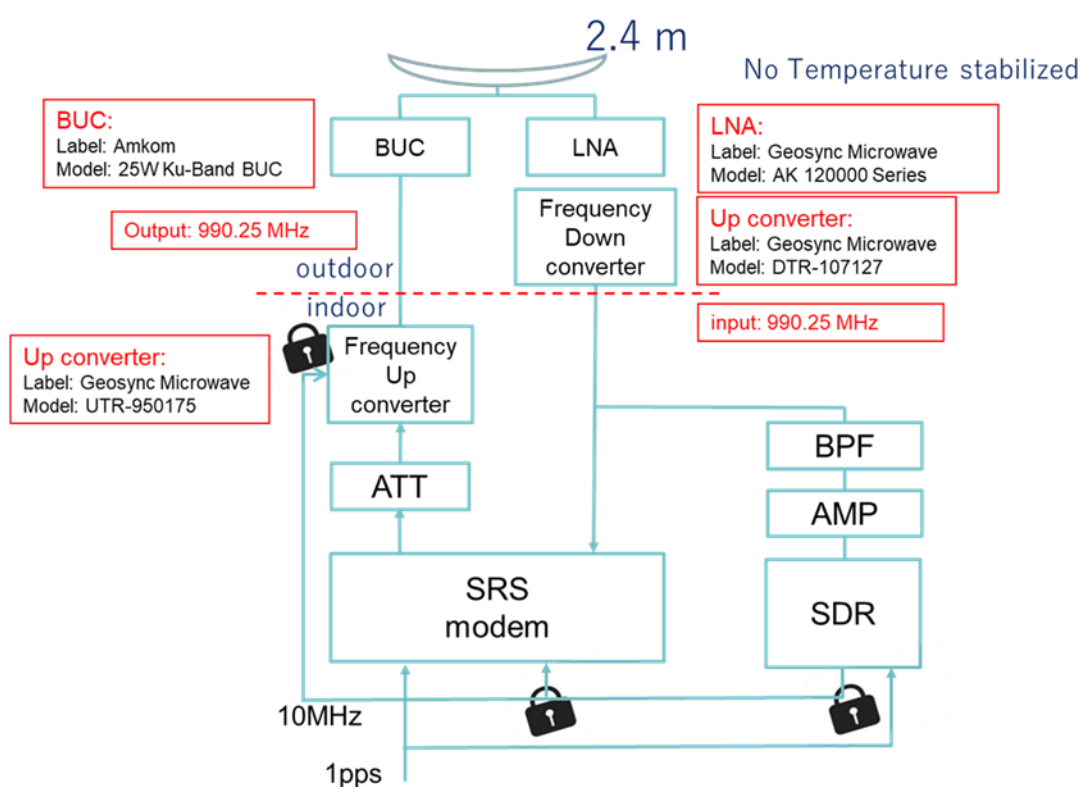


圖 27、衛星地面站 TL01 架構圖

在 8 月中完成衛星地面站地基施工、螺柱安裝以及分割 TL01 舊碟盤天線；9 月底完成新舊天線吊掛作業，將新碟盤天線進行安裝並把舊有天線放置設備儲藏室。如圖 28 所示，分別為新天線架、防颱設備箱。



圖 28、衛星地面站 TL01 施工照

(3.4)效益

TWSTFT 獨立於 GNSS 時頻傳遞，更進一步確保 UTC(TL)與 UTC 的同步並提升 UTC(TL)的準確度與穩定性；即時監控 UTC(TL)與國際標準時間差，維持 UTC(TL)的連續性；研發 TWSTFT 技術，提升本實驗室水準，促進國際技術合作機會。

(3.5) 未來工作重點

- (a) TWSTFT 獨立於導航衛星時頻傳遞，更進一步確保國家標準時間與 UTC 的同步的準確度與穩定度。
- (b) 開發 TWSTFT 技術提升國際比對精確度並降低校正不確定度，提升本實驗室國際能見度。
- (c) 將持續蒐集的 SRS 接收機實驗結果，與傳統 SDR 接收機及 GNSS PPP 比對結果做比較分析。
- (d) 進行新架設之衛星地面站雙向傳時比對量測及分析。
- (e) 建構 SRS 雙向傳時自動化數據比對程式。

4. 子項綜合檢討

本子項執行情形良好，期末查核點及 KPI 均已順利達成。維持導航衛星時頻傳遞正常運作，以持續本實驗室原子鐘納入 UTC 權重，並保持國家標準時間和 UTC 同步。於 TWSTFT 方面，持續進行 SRS 國際比對及技術改進、參與 CCTF TWSTFT 工作組研提改善日本 NICT 與韓國 KRISS 之間周日效應，提升 TL 國際比對的準確度。

(三)標準時頻傳遞與計量知識拓散推廣

1. 標準時間同步服務運轉

(1.1)達成項目

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(圖 29)。

(1.2)執行內容(執行期間：111/01~111/12)

- (a) 持續維持網際網路電腦校時系統，以提供優良品質的電腦校時服務，滿足國內電腦設備自動化校時之需求。
- (b) 維持廣播電視專用校時服務，以提供優良品質的廣播電視專用校時服務，滿足國內廣播電視業者校時需求。
- (c) 繼續提供標準時間信號，以維持經濟部及標準檢驗局辦公大樓國家標準時間之顯示看板。
- (d) 維持時間源比較系統正常運作，提供正確，不中斷之服務品質。
本系統同時接受 3 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。

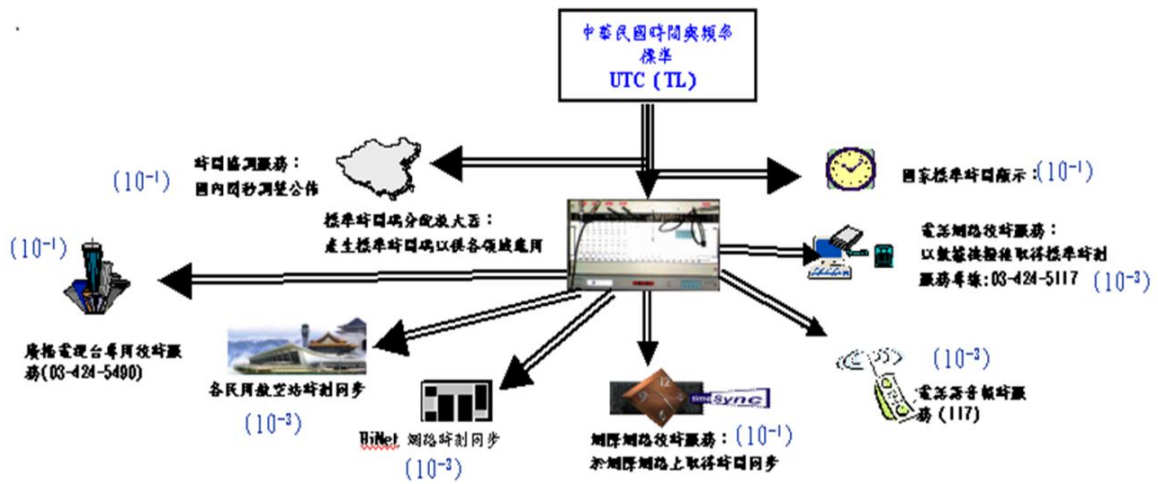


圖 29、國家標準時間同步服務示意圖

(1.3) 成果

提供多項校時服務，如：網際網路校時服務等。服務範圍除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在全球及大陸地區之台商及機構等亦多所連結。

(1.4) 應用及效益

本實驗室提供多項校時服務，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、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 2.8 億次。

(1.5) 未來工作重點

繼續提供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。

(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。

2. 精密儀器頻率校正服務

(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。

(2.2) 執行內容(執行期間：111/01~111/12)

本年度送校廠商計有 39 家，所送件數計有 111 件，總收入為：新臺幣 1,501,500 元整。

(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。

(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。

(2.5) 自評與建議

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。

111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	儀寶電子股份有限公司	FTC-2022-01-01	111.01.04	桃園市楊梅區
2	財團法人工業技術研究院	FTC-2022-01-02	111.01.04	新竹縣竹東鎮
3	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2022-01-03	111.01.05	台中市台中工業區
4	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2022-01-04	111.01.06	新北市五股區
5	昭俐科技檢測有限公司	FTC-2022-01-05	111.01.06	高雄市仁武區
6	台灣是德科技股份有限公司	FTC-2022-01-06	111.01.07	桃園市平鎮區
7	緯創資通股份有限公司	FTC-2022-01-07	111.01.07	新北市汐止區
8	台達電子工業股份有限公司	FTC-2022-01-08	111.01.10	桃園市中壢區
9	安立知股份有限公司	FTC-2022-01-09	111.01.17	台北市內湖區
10	儀校科技股份有限公司	FTC-2022-01-10	111.01.20	桃園市大溪區
11	致茂電子股份有限公司	FTC-2022-01-11	111.01.22	桃園市龜山區
12	台灣科高工程有限公司	FTC-2022-02-12	111.02.08	桃園市蘆竹區
13	太一電子檢測有限公司	FTC-2022-02-13	111.02.14	新北市深坑區
14	上尚科技股份有限公司	FTC-2022-02-14	111.02.17	竹北市東興路
15	鼎瀚科技股份有限公司	FTC-2022-02-15	111.02.22	新北市三重區
16	加高電子股份有限公司	FTC-2022-02-16	111.02.22	高雄市大寮區
17	財團法人台灣商品檢測驗證中心	FTC-2022-02-17	111.02.24	新竹市東區
18	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	FTC-2022-03-18	111.03.07	台中市西屯區
19	聯瑞科技股份有限公司	FTC-2022-03-19	111.03.15	台北市中山區
20	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2022-03-20	111.03.17	新北市五股區
21	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2022-03-21	111.03.31	新北市五股區
22	全測儀器科技股份有限公司	FTC-2022-04-22	111.04.13	桃園市中壢區
23	安立知股份有限公司	FTC-2022-04-23	111.04.13	台北市內湖區
24	奕閎科技有限公司	FTC-2022-04-24	111.04.14	台南市南區
25	內政部國土測繪中心	FTC-2022-04-25	111.04.18	台中市南屯區
26	正儀科技股份有限公司	FTC-2022-04-26	111.04.20	新竹縣竹北市
27	達發科技股份有限公司	FTC-2022-04-27	111.04.25	新竹市東區
28	財團法人台灣商品檢測驗證中心	FTC-2022-04-28	111.04.26	桃園市龜山區
29	財團法人台灣大電力研究試驗中心	FTC-2022-05-29	111.05.03	桃園市觀音區
30	台証科技股份有限公司	FTC-2022-05-30	111.05.03	新竹市東區
31	宇正精密科技股份有限公司	FTC-2022-05-31	111.05.04	新北市三重區
32	內政部警政署刑事警察局槍彈股(御射有限公司代送)	FTC-2022-05-32	111.05.17	臺北市信義區

33	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2022-06-33	111.06.10	新北市五股區
34	伯堅股份有限公司	FTC-2022-06-34	111.06.21	桃園市龜山區
35	儀寶電子股份有限公司	FTC-2022-07-35	111.07.06	桃園市楊梅區
36	奕閎科技有限公司	FTC-2022-07-36	111.07.06	台南市南區
37	固緯電子實業股份有限公司	FTC-2022-07-37	111.07.08	新北市土城區
38	財團法人工業技術研究院-儲能計量測試驗證實驗室	FTC-2022-07-38	111.07.11	新竹縣竹東鎮
39	致茂電子股份有限公司	FTC-2022-07-39	111.07.12	桃園市龜山區
40	台灣羅德史瓦茲有限公司	FTC-2022-07-40	111.07.15	台北市內湖區
41	海軍戰鬥系統工廠(凌華國際有限公司代送)	FTC-2022-07-41	111.07.21	左營郵政
42	台灣是德科技股份有限公司	FTC-2022-07-42	111.07.27	桃園市平鎮區
43	財團法人工業技術研究院-量測技術發展中心	FTC-2022-08-43	111.08.04	新竹市光復路
44	互動國際數位股份有限公司	FTC-2022-08-44	111.08.08	新北市五股區
45	財團法人工業技術研究院-量測中心	FTC-2022-08-45	111.08.16	新竹市光復路
46	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	FTC-2022-08-46	111.08.17	左營郵政
47	英研智能移動股份有限公司	FTC-2022-08-47	111.08.17	台北市士林區
48	量測科技股份有限公司-新竹服務部	FTC-2022-08-48	111.08.18	新竹縣竹東鎮
49	新加坡商鴻運科股份有限公司台灣分公司(有利科技股份有限公司代送)	FTC-2022-08-49	111.08.24	新北市土城區
50	財團法人工業技術研究院	FTC-2022-08-50	111.08.30	新竹市光復路
51	加高電子股份有限公司	FTC-2022-09-51	111.09.14	高雄市大寮區
52	財團法人台灣商品檢測驗證中心	FTC-2022-09-52	111.09.19	桃園市龜山區
53	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2022-09-53	111.09.23	新北市五股區
54	財團法人台灣商品檢測驗證中心	FTC-2022-10-54	111.10.04	新竹市東區
55	儀校科技股份有限公司(量測稽核)	TL-111FMMA-01	111.10.07	桃園市大溪區
56	翔鋒有限公司	FTC-2022-10-55	111.10.28	桃園市楊梅區
57	供宏科技有限公司	FTC-2022-11-56	111.11.02	高雄市鳳山區
58	財團法人工業技術研究院	FTC-2022-11-57	111.11.02	新竹市光復路
59	台灣是德科技股份有限公司	FTC-2022-11-58	111.11.14	桃園市平鎮區
60	伯堅股份有限公司(量測稽核)	TL-111FMMA-02	111.11.16	桃園市龜山區
61	台灣羅德史瓦茲有限公司	FTC-2022-11-59	111.11.21	台北市內湖區
62	台証科技股份有限公司	FTC-2022-12-60	111.12.01	新竹市科學園路
63	優力國際安全認證有限公司	FTC-2022-12-61	111.12.05	台北市北投區
64	優力國際安全認證有限公司(量測稽核)	TL-111FMMA-03	111.12.05	台北市北投區
65	台灣檢驗科技股份有限公司	FTC-2022-12-62	111.12.08	新北市五股區
66	長榮航太科技股份有限公司	FTC-2022-12-63	111.12.12	桃園市大園區

3. 標準時頻傳遞與計量知識拓散推廣

(3.1) 達成項目

提供每日超過 2.8 億次的時頻服務容量，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。

(3.2) 執行內容(執行期間：111/01~111/12)

(e) 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。

(f) 提供標準時間信號，以維持經濟部及標準檢驗局辦公大樓國家標準時間之顯示看板。

(g) 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 3 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符合預期，並將時間源提供 NTP 對外使用。

(3.3) 成果

本實驗室提供網際網路校時服務，維持兩路 100M 光纖網路、一路 100M 光纖網路、兩部原級伺服器、六部網路伺服器。本實驗室網際網路校時服務的架構如圖 30 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、1PPS 以及 10MHz 三種)，轉換為 NTP

封包後再與六部網路伺服器同步，藉由這些伺服器提供校時服務至國際網路。

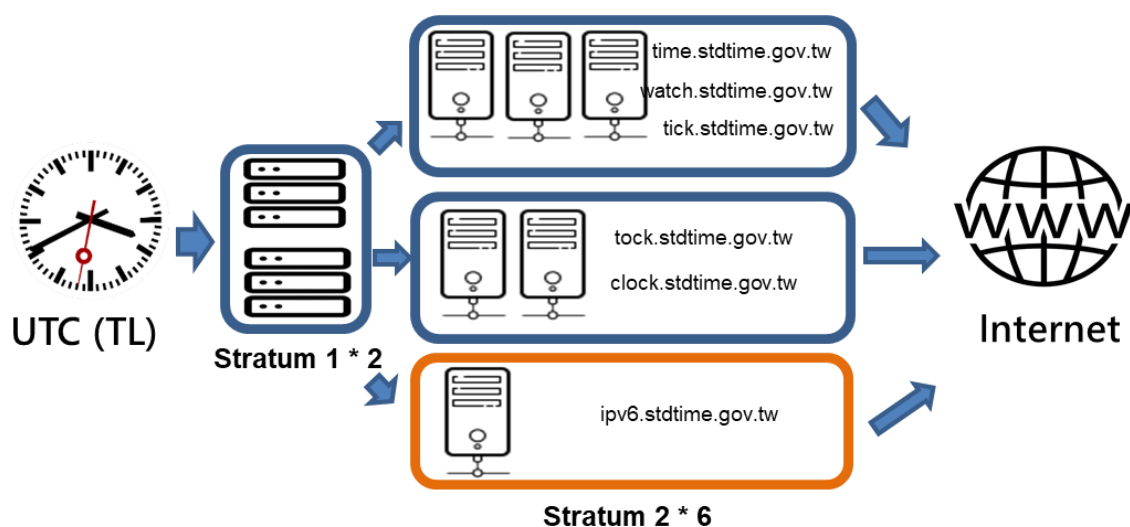


圖 30、本實驗室提供 NTP 服務架構圖

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，來取得國家標準時間，並依照產業需求建置純 IPV6 NTP 主機提供服務。

因為 NPT 服務量十分龐大如圖 31 所示，日常維運服務以及資安管控就相當重要，相關重大事件摘要如下。

- (a) 5/26 服務量大幅增加從原先的三億次服務量增加到三十五億次，導致全部 NPT 主機服務有延緩，緊急調用網通設備支援服務並進行系統微調，現已恢復正常運作。
- (b) 每半年進行主機弱點掃描以及相關資安查核。

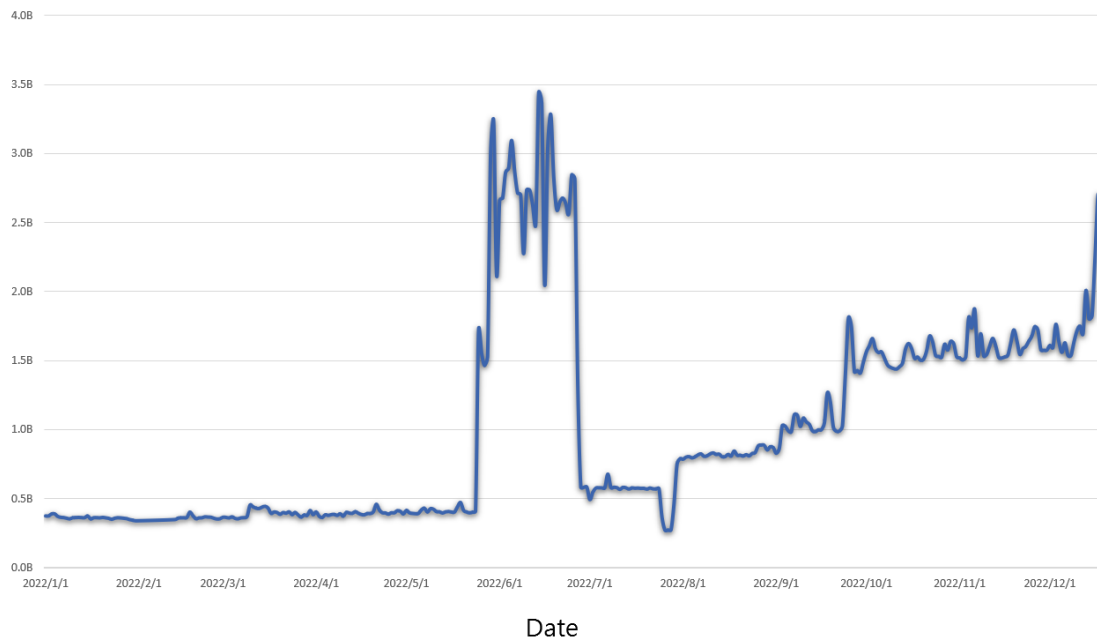


圖 31、111 年度網際網路校時服務每日次數統計

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，並且數據傳輸量明顯提高，圖 32 所示 111 年度年底為止每日造訪人次。並於 111 年度將光纖線路更新為 100M。

另外，本實驗室網頁將逐步更新內容，提供資訊以符合民眾需求。

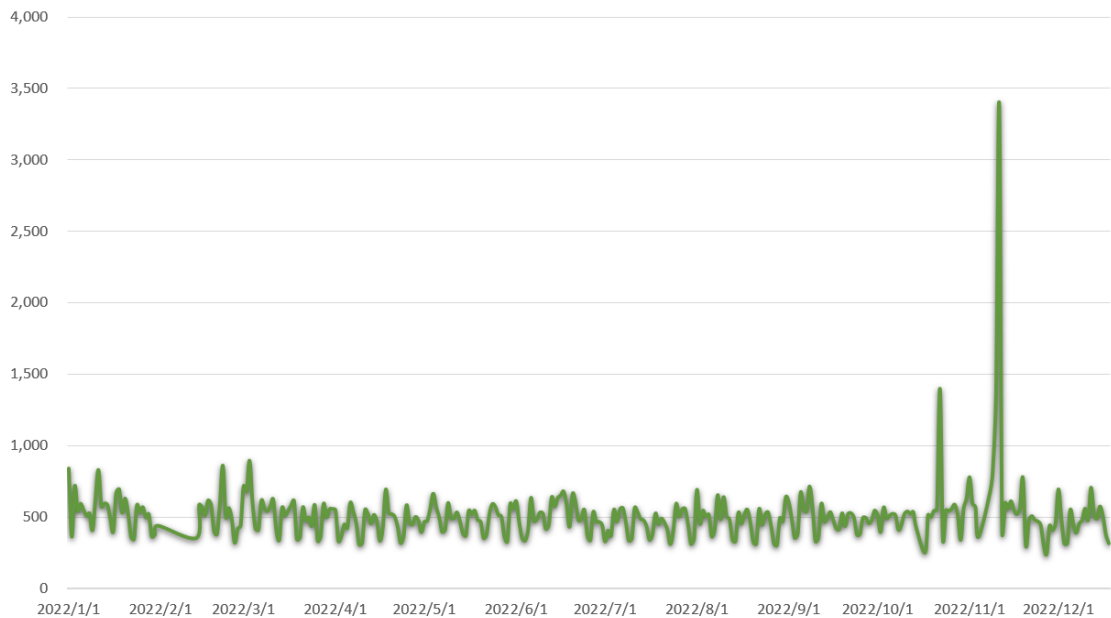


圖 32、111 年 1 月 1 日~111 年 12 月 16 日止網站服務量 (使用©Google Analytics)。

(3.4)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。

(3.5)未來工作重點

繼續提供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。也因如此本年度將 NTP 相關對外 IPV4 線路修正為一路光纖線路，一路電介面互相備援，並將相關線路相關設備納入網管系統維運。

本實驗室資訊服務與國人生活息息相關，尤其是 NTP 相關校時技術更被資訊系統所依賴著。隨著時間不斷的發展，維持穩定的服務將是目前的重心。然而在資安方面，則是定期進行 ISO 27001 資安查核，進行嚴密的把關。

(3.6)自評與建議

時頻對外服務設備，均已超過使用年限許多年且提供對外服務 3 億次的服務，其服務量超過年度目標且範圍廣泛而影響深遠。雖在資安方面有進行嚴密的把關。但因設備老舊，服務的可靠度就會降低，如遭遇到大量服務量就無法提供良好的服務。隨著資訊系統越來越普及以及複雜化，相關校時服務需求量也越來越大，未來如有預算將逐步汰換相關設備以滿足需求。

4. 舉辦時頻業務說明會

(4.1) 達成項目

完成舉辦 2022 時頻校正技術訓練及業務說明會 (111/06)

(4.2) 活動規劃(執行期間：民國 111/01~111/06)

為協助國內時頻校正實驗室提升技術能力及促進時頻領域技術交流，本年度規劃舉辦時頻校正技術訓練及業務說明會。

此說明會的主要內容在於介紹時頻校正技術及不確定度計算之原理說明，同時介紹近年來本實驗室開發的校正業務。透過舉辦線上說明會的方式，讓時頻校正相關領域的人員獲得時頻校正的相關訓練，及交流討論的機會。

(4.3) 執行內容

本實驗室於 6 月 20 日，以線上方式完成舉辦能力試驗說明會，總計有二十多家廠商實驗室、共四十多位學員參與。會議之議程如下。

2022 時頻校正技術訓練及業務說明會

111/06/20 (一) 13:30~16:00, Microsoft Teams [線上會議](#)

Opening (13:30 ~13:35)		廖嘉旭 博士
Section-I 時頻校正技術訓練		
13:35 ~13:55	時頻校正技術(頻率、相位、時間)	講師: 張博程
13:55 ~14:15	時頻不確定度介紹	講師: 張博程
Break (14:15-14:30)		
Section-II 時頻校正業務說明		
14:30 ~14:50	遠端時頻校正簡介及服務內容	講師: 林信嚴
14:50 ~15:10	移動銻鐘時間量測	講師: 曾文宏
15:10 ~15:30	微波(光學技術)校正技術介紹	講師: 曾添冠

議程的安排包括第一單元: 校正技術說明、量測不確定度計算之原理及案例分析。第二單元則是簡介近年來本實驗室開發完成的校正系統, 包括遠端時頻校正、移動銻鐘校正法, 及高頻段微波的校正服務。線上會議當天的畫面如圖 33:



圖 33、2022 時頻校正技術訓練及業務說明會之線上會議截圖

(4.4) 應用及效益

舉辦時頻校正技術訓練及業務說明會，宣導正確的校正觀念及本實驗室校正服務之能量，並提供次級實驗室技術交流的機會，有助於提升國內校正實驗室人員的技術能力，以期達到校正結果的一致性，及增進產業競爭力。

5. 時頻技術合作交流

(5.1) 達成項目

蒐錄 ATF2021 研討會論文全文，完成出版 2022 IJEE 時頻特刊 (111.08)

(5.2) 內容說明

ATF workshop 是由亞太計量組織(APMP)時頻技術委員會(TCTF)所舉辦的時頻國際研討會，目的在於讓 TCTF 參與實驗室成員交換時頻技術最新發展趨勢與成果。2021 ATF 研討會由本實驗室林晃田博士擔任召集人(Chair of ATF Organizing Committee)，統籌規劃並於民國 110 年 11 月 11 日以線上方式舉辦。會議共有 14 篇論文發表。

其後本實驗室與中國電機工程學會討論合作，向 ATF2021 會議作者邀集論文規劃 2022 IJEE(International Journal of Electrical Engineering)時頻特刊之出版，並於 2021 年 12 月中旬開始進行論文的徵稿工作，總計有 5 篇論文投稿。

(5.3) 結果

2021 年 11 月本實驗室完成舉辦 ATF 2021 Workshop, 並於 12 月中旬開始 IJEE(International Journal of Electrical Engineering)時頻特刊之徵稿，共有 5 篇論文投稿。經過三個多月的審稿及修訂後，終於在 6 月初完成論文審查，其中四篇通過亞太計量組織(APMP)之技術專家審查而獲接收，另有一篇論文因品質不佳而退稿，此特

刊已於於八月份順利出刊如圖 34。此特刊出版是本實驗室與中國電機工程學會的第三次合作。

(5.4) 效益

邀請 ATF workshop 研討會之論文作者投稿並發行期刊，有助於促進亞太地區時頻領域的技術交流，提升研討會議水準至 EI 等級，增進本實驗室之國際影響力。

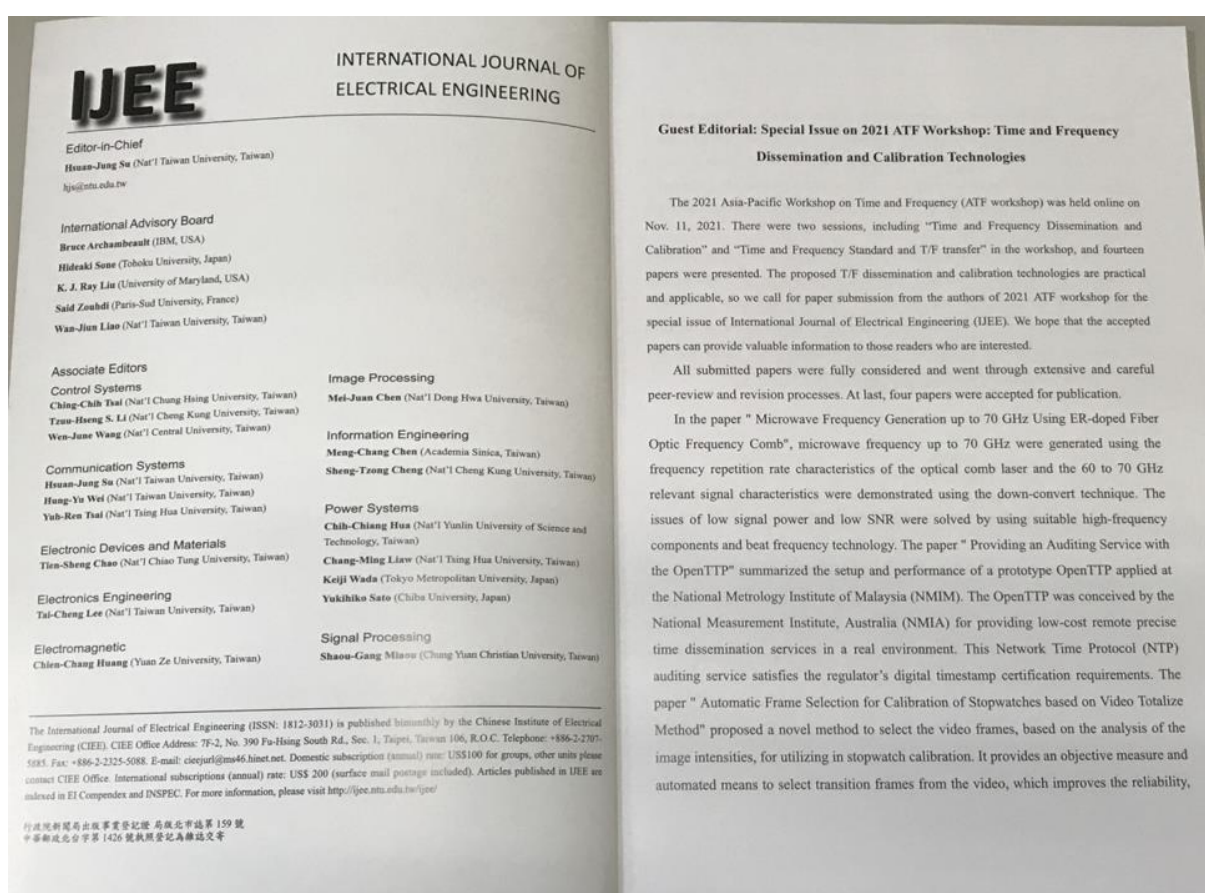


圖 34、EI 期刊 2022 IJEE 時頻特刊之內容畫面

6. 國際同儕評鑑事務

(6.1) 達成項目

實驗室同仁應邀擔任技術評審、完成阿聯酋國家計量研究院 (EMI) 時頻實驗室延展評鑑

(6.2) 內容說明

本實驗室林晃田博士於 2020 年接受阿聯酋國際認證中心(EIAC) 邀請，擔任阿聯酋國家計量院(EMI) 延展評鑑之技術評審，因國際新冠肺炎疫情影响，規劃之評鑑時程略有延誤。原調整於 2021 年以線上方式遠端評鑑，其後再因 EMI 實驗室搬遷而延期。

EMI 實驗室於 2021 年 6 月搬遷、9 月完成，隨即開始其時頻標準之追溯比對實驗以蒐集追溯資料，並規劃 2022 年 2 月進行評鑑。評鑑活動安排於 02/14-15 兩天以線上方式進行如圖 35，36，過程順利圓滿完成。

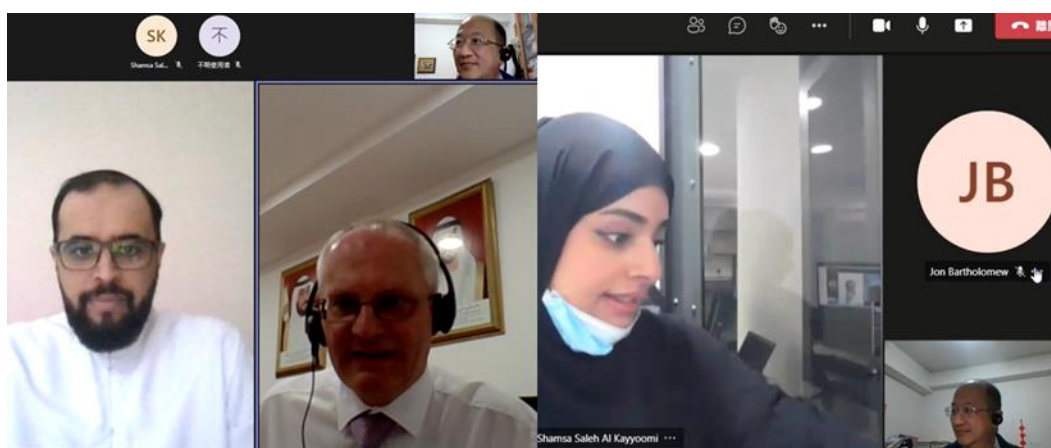


圖 35、線上啟始會議及現場實作



圖 36、線上總結會議

後續將待 EMI 實驗室依據評鑑結果進行相關缺失的改正，並提交矯正報告及修訂紀錄，通過資料審查之後，方可通過評鑑。

(6.3) 效益

應邀擔任同儕評鑑之技術評審，顯示實驗室技術能力獲得國際肯定。參與國際評鑑活動，是推動相互認可協議重要的一環。透過國際校正領域間的同儕評鑑與技術交流活動，可釐清雙方觀念及技術的差異，達到校正品質的一致性，彼此對所出具的報告更有信心，這是國際相互認可的關鍵要點。EMI 實驗室完成缺失改善後，再將校正能量提送區域內及跨區域的審查，通過後其校正能量方可登錄於 BIPM KCDB 資料庫中。

7. 科普知識推廣與宣導

(7.1) 達成項目

安排電信學院新人培訓及高階文官學院人員科普參訪

(7.2) 內容說明

為讓國家標準計量知識能夠擴散推廣，本實驗室安排電信學院及高階文官學院受訓人員參訪國家與頻率標準實驗室(如圖 37, 38, 39)，現場講師針對時頻領域科普知識作一系列淺顯易懂的介紹及解說，讓參訪人員了解基本時頻計量歷史演進，其應用更與全民生活是息息相關，充實宣導讓大家都收穫滿滿。



圖 37、3 月 16 日電信學院新人參訪



圖 38、11 月 16 日電信學院新人參訪



圖 39、8 月 10 日高階文官學院人員參訪

(7.3) 效益

透過講師生動活潑、深入淺出的說明，將深奧的理論變成淺顯易懂的常識，與大家分享時頻發展現況及趨勢，有助於增加對國家科技政策及產業發展了解，從現在扎根，廣布基礎科研的種子，啟發民眾投入科技領域，厚植未來產業發展的人才，為台灣科技願景擴大貢獻。

8. 子項綜合檢討

本準時頻傳遞與計量知識擴散推廣子項執行情形良好，查核點及 KPI 均已順利達成。綜整該子項：因網際網路校時服務應用範圍甚廣，建議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。另維持標準設備校正服務和舉辦能力試驗活動，是健全我國時頻追溯體系及滿足國際相互認可的方法。又如第五代移動通信世代(5G)的無線基地台網路同步，國際規範都已提到基地台微秒(μs)及參考鐘奈秒(ns)等級的時間同步要求，不僅攸關台灣未來的科技基礎建設，更影響相關資通新技術或新服務的發展，須持續發展。

六、 遭遇困難與因應對策

設備老舊，修理維護困難，尤其近來俄烏戰爭、疫情嚴重，國際間旅遊困難，重要設備如氫原子鐘之原廠工程師無法來台，不但維修的成本急遽上升，且維修期間將變得更長，不利標準的維持。又計畫經費日益拮据，早已不敷實際運作之成本，造成雪上加霜，也影響計畫工作推展與對研發規劃也相當不利。

七、 參考文獻

1. Wen-Hung Tseng, and Shinn-Yan Lin, “Uncertainty Analysis of Interpolation Prediction for the Blind Period: Using the Portable Clock Measurement as an Example,” Proceedings of the 53rd Annual Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting, Long Beach, California, January 2022, pp. 108-118.
2. D. W. Allan, “Time and Frequency (Time-Domain) Characterization, Estimation, and Prediction of Precision Clocks and Oscillators,” in IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 34, no. 6, pp. 647-654, Nov. 1987, doi: 10.1109/T-UFFC.1987.26997.
3. P. Defraigne et al, "Achieving traceability to UTC through GNSS measurements", 2022 Metrologia 59 064001.
4. W.-H. Tseng, S.-Y. Lin, “Improving long-baseline rapid GPS time transfers by a modified common-view method,” GPS Solutions, vol. 25, no. 2, pp. 1–10, 2021.
5. W. -H. Tseng, “Comparison of GNSS All-in-View (AV) and Upsampled Common-View (UCV) time transfers,” 2021 Joint Conference of the European Frequency and Time Forum and IEEE International Frequency Control Symposium (EFTF/IFCS), 2021, pp. 1-3.
6. G. Petit and Z. Jiang, “GPS all-in-view time transfer for TAI computation,” Metrologia, vol. 45, no. 1, pp. 35–45, 2007.
7. P. Defraigne and G. Petit, “CGGTTS-Version 2E: an extended standard for GNSS time transfer,” Metrologia, vol. 52, G1, 2015.
8. Zhiheng Jiang, et. al., “Improving Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer with Redundant Links for UTC Generation,” Metrologia, vol, 56, no. 2, Feb. 2019.(SCI, EI)
9. Wen-Hung Tseng and Shinn-Yan Lin, “ A survey of time transfer via a bidirectional fiber link for precise calibration services,” NCSLI Measure: The Journal of Measurement Science 06/2013; 8(2):70-77
10. Y.-J. Huang, H.-W. Tsao, H.-T. Lin, and C.-S. Liao, “Multiple Access Interference Suppression for TWSTFT Applications,” IEEE Trans. IM, vol. 66, no. 6, pp. 1337–1342, June 2017. (SCI, EI)
11. Zhiheng Jiang, et. al., “Use of SDR Receivers in TWSTFT for UTC Computation,” Metrologia, vol, 55, no. 5, pp. 685-698, June 2018.(SCI, EI)

12. Sammy Siu, Wen-Hung Tseng, Hsiu-fang Hu, Shinn-Yan Lin, Chia-Shu Liao, and Yi-Liang Lai , “In-Band Asymmetry Compensation for Accurate Time/Phase Transport over Optical Transport Network,” The Scientific World Journal, Volume 2014 (2014), Article ID 408613, 8 pages (SCI, EI)
13. H. T. Lin, C. S. Liao, F. D. Chu, Y. J. Huang, and W. H. Tseng, “Full utilization of TWSTFT network data for the short-term stability and uncertainty improvement,” IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement (IM), vol. 60, no. 4, pp.2564-2569, July 2011. (SCI, EI)
14. Huang-Tien Lin, Yi-Jiun Huang, Chia-Shu Liao, Fang-Dar Chu, and Wen-Hung Tseng, “Improvement of the Asia-Pacific TWSTFT Network Solutions by using DPN Results,” IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 59, no. 3, pp. 539–544, March, 2012. (SCI, EI)

八、實際執行與原規劃差異說明

無差異、部分項目成果提前達成或超越預期

參、執行績效說明

一、人力運用情形

工作要項	執行人員 (人月數)	工作內容/執行進度說明
建立及維持國家時間與頻率標準	102	
(一)實驗室維持及行能增進研究	55	<ol style="list-style-type: none"> 維持與國際度量衡局之頻率穩定優於 $8E-15$; 時間標準與國際度量衡局之時刻差小於 35 奈秒。 111 年 5 月 25 日通過 TAF 監督評鑑。12 月完成辦理校正實驗室內部稽核及管理審查。完成穩頻雷射系統絕對頻率量測 完成光頻轉微波頻 70~80 GHz 量測技術建立 發表光頻轉微波頻相關研究期刊論文一篇(EI) 完成參加 CCTF 2021 CCTF 大會 (Session-II) 完成參加 CCTF WGMRA 工作小組會議 完成參加 2021 年 CCTF WGTAI meeting 等工作組會議。 協助 APMP TCQS, 完成日本國家標準實驗室 NMIJ 之 CMC 申請資料的審查
(二)時頻校核技術研究	30	<ol style="list-style-type: none"> 持續運轉四套導航衛星接收機以及一套衛星雙向時頻傳遞設備, 與德國 PTB 及日本 NICT 進行國際比對, 並上傳比對數據至 BIPM 伺服器, 貢獻於國際時頻標準之產生。 持續運轉四套導航衛星接收機, 並上傳比對數據至 BIPM 伺服器, 貢獻於國際標準時間之產生; 產生精確定位資料, 為國內一級定位參考點; 提供國內廠商遠端校正服務。 精進導航衛星傳時技術, 發表兩篇 EI 國際研討會論文。

		<ol style="list-style-type: none"> 4. 完成兩份 GNSS G2 實驗室校正及報告(越南及泰國)。 5. 日本 SRS 比對 carrier phase 及穩定度：目前週日效應維持在 5ns 左右，每 100 秒穩定度維持在約 10E-13 6. 成參加 2021 年 CCTF Task Force on GNSS traceability meeting 工作組會議。 7. 完成與日本及韓國三方簽署 CRA 之流程，並將合約文件寄送至 NICT 及 KRISS 完成簽約。
(三)標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣	17	<ol style="list-style-type: none"> 1. 網際網路(NTP)校時服務每日服務之次數大於 2.8 億次。 2. 新一代 GPS 共視法(common-view) 研究，初步結果發表在 GPS Solutions SCI 期刊。 3. 「移動銻鐘時間校正法」增列評鑑案以無缺失順利通過。 4. 累計至六月份完成高精度時頻校正服務 53 件。 5. 完成 EFTF-IFCS 2021 國際研討論之論文壁報，並上載至會議系統。

二、經費運用情形

(一) 歲出計畫與預算實施狀況表

中華民國 111 年 1 月 1 日至 111 年 12 月 31 日止

執行單位：中華電信研究院

單位：新台幣千元

計畫名稱：建立及維持我國時間與頻率國家標準

全 1 頁第 1 頁

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	18,102	18,102	18,102				18,102	100	
公費	850	850	850				850	100	
營業稅	948	948	948				948	100	
小計	19,900	19,900	19,900				19,900	100	
資本支 出									
機械設 備	0	0	0				0		
小計	0	0	0				0		
合計	19,900	19,900	19,900				19,900	100	實際 不足 部分 由 TL 暫墊

註：1.本年度及前年度保留款均應按計畫逐一填列，執行率未達百之八十者應於備註欄詳細說明原因。

2. 暫付款：凡在法定預算範圍內暫付或依法墊付之薪津、旅費、各項補助費、定金、工程款及其他費用皆屬之。

3. 應付款係指權責已發生應付而未付之數。

4. 保留數指已簽訂契約承諾次季應支付之款項。

三、計畫收入繳庫數

科 目		金額 (新臺幣元)	備 註	
財 產 收 入	不動產租金	0		
	動產租金	0		
	廢舊物資售價	0		
	權	技術授權	0	
		權利金	0	
	利 售	先期技術授權	0	
		製程使用	0	
	其他	0		
罰金罰鍰收入		0		
其 他 收 入	供應收入— 資料書刊費	0		
	服務收入— 教育學術服務	0		
		技術服務	0	
	業界合作 廠商配合款結餘	0		
	收回以前年度歲出	0		
	其他什項	0		
合 計		0		

【備註】本表所列金額係指實際繳庫數，已扣除營業稅、印花稅...等必要支出。

四、重要成果統計

成果項目			年度 預定	實際 達成	成果項目		年度 預定	實際 達成	
專利權 (項數)	申請	國內	0	0	研究 報告 (篇數)	年度執行 報告	1	1	
		國外	0	0		技術 調查	3	9	
	獲得	國內	0	0		訓練	0	0	
		國外	0	0		出國	0	0	
	運用	國內	0	0		分包	0	0	
		國外	0	0	博碩士 培育	0	0		
	論文 (篇數)	期刊	國內	0	0	技術引	件數	0	0
國外			0	1	一般 技術 授權	件數	0	0	
研討 會		國內	0	0		項數	0	0	
		國外	2	2		技術授權 金	0	0	
業界 合作 (一) 合作 研究	件數		0	0	技術 服務	權利金	0	0	
	項數		0	0		其他	0	0	
	配合款		0	0		件數	55	111	
	先期技術授權金		0	0	項數	0	0		
	權利金		0	0	金額	0	0		
業界 合作 (二) 先期 參與	件數		0	0	分包 研究	學界	件數	0	0
	項數		0	0			金額	0	0
	技術服務費		0	0		業界	件數	0	0
	先期技術授權金		0	0			金額	0	0
	權利金		0	0	研討會 (座談 會、示範 觀摩會)	場次	1	1	
促進 投資生 產	項數		0	0	金額	人數	20	42	
	件數		0	0		金額	0	0	
宣 導	數量		0	0	推廣 活動	場次	0	5	
	金額		0	0		金額	0	0	

五、重要成果說明

成果項目及數量		重 要 成 果 說 明
技術突破	0 項	
廠商投資	0 仟元	
專 利	申請	0 件
	獲得	0 件
論文	3	EI 論文 3 篇。 1. Microwave Frequency Generation up to 70 GHz Using Er-Doped Fiber Optic Frequency Comb 2. Uncertainty Analysis of Interpolation Prediction for the Blind Period: Using the Portable Clock Measurement as an Example 3. Correcting Ocean Tide Loading Effect for Station Displacement in GNSS All-in-View Time Transfer
研究報告	9 篇	技術報告 9 篇 1. GPS 上採樣共視法之特性評估 2. 視訊參加 ION ITM/PTTI 2022 研討會發表論文之會議報告 3. 參加 2022 EFTF/IFCS 聯合研討會暨發表論文之會議報告 4. SRS 國際比對數據蒐集報告 5. 使用 SRS 進行日韓台頻率傳遞比對報告 6. 光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告 7. 穩頻雷射系統絕對頻率量測技術報告 8. 2022 Group 2 GNSS Calibration Report (VMI 越南) Cal_ID: 1011-2022 9. 2022 Group 2 GNSS Calibration Report (NIMT 泰國) Cal_ID: 1016-2022
技術授權	0 項	
	0 家	
業界合作	0 項	
	0 件	
推廣活動	0 場	
宣導手冊	0 冊	

六、設備採購與使用情形

新臺幣仟元

項次	計畫預定採購之設備名稱	預算金額	實際金額	採購方式	採購日期	使用狀況
	無					

肆、 檢討與展望

- 一 民國 111 年度實驗室在人力、經費緊縮情況下，同仁仍全力以赴，完成預訂查核點及各項目標。
- 二 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。標檢局委辦經費不足，在中華電信之支持下設備得以汰舊更新，但因公司計算成本而檢討經費而有刪減，幸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，且有下降的徵兆。
- 三 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 2.8 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。
- 四 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。

五 參加 CCTF 及相關工作小組，實為長期以來實驗室同仁們共同的努力付出，辛苦建立起國際形象與影響力的展現。

六 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。

伍、主要成果與重大突破統計(含量化 output)(E003)

填寫說明：

1. 績效指標之「原訂目標值」應與原計畫書一致。
2. 得因計畫實際執行增列指標項目以呈現計畫成果。
3. 如該績效指標類別之各項績效指標項目之目標值、達成值均為 0，請刪除該績效指標類別，以利閱讀。
4. 如績效指標有填列實際達成情形，均須附佐證資料。

屬性	績效指標類別	績效指標項目		111 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值		
學術成就 (科技基礎研究)	A. 論文	期刊論文	國內(篇)	2		1. Microwave Frequency Generation up to 70 GHz Using Er-Doped Fiber Optic Frequency Comb 2. Uncertainty Analysis of Interpolation Prediction for the Blind Period: Using the Portable Clock Measurement as an Example 3. Correcting Ocean Tide Loading Effect for Station Displacement in GNSS All-in-View Time Transfer	
			國外(篇)		1		
		研討會論文	國內(篇)				
			國外(篇)		2		
	專書論文	國內(篇)					
		國外(篇)					
B. 合作團隊(計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數						
	跨機構合作團隊(計畫)數						
	跨國合作團隊(計畫)數						
	簽訂合作協議數						
	形成研究中心數						
	形成實驗室數						
學術及延攬人才	C. 培育及延攬人才						
	博士培育/訓人數						
	碩士培育/訓人數						
	學士培育/訓人數						
		學程或課程培訓人數					

就 (科 技 基 礎 研 究)		延攬科研人才數					
		國際學生/學者交換人數					
		培育/訓後取得證照人數					
	D1. 研究報告	研究報告篇數					
	D2. 臨床試驗	新藥臨床試驗件數					
		醫療器材臨床試驗件數					
	E. 辦理學術活動	<u>國內</u> 學術會議、研討會、論壇次數					
		<u>國際</u> 學術會議、研討會、論壇次數					
		<u>雙邊</u> 學術會議、研討會、論壇次數					
		出版論文集數量					
F. 形成課程/教材/手冊/軟體	形成課程件數						
	製作教材件數						
	製作手冊件數						
	自由軟體授權釋出教材件數						
其他							
技 術 創 新 (科 技 技 術 創 新)	G. 智慧財產	申 請 中	<u>國內</u>	發明專利(件)			
				新型/設計專利(件)			
				商標(件)			
				品種(件)			
			<u>國外</u>	發明專利(件)			
				新型/設計專利(件)			
				商標(件)			
				品種(件)			
		已 獲 准	<u>國內</u>	發明專利(件)			
				新型/設計專利(件)			
				商標(件)			
				品種(件)			
			<u>國外</u>	發明專利(件)			
				新型/設計專利(件)			

							商標(件)			
							品種(件)			
							專書著作	國內(件)		
								國外(件)		
							與其他機構或廠商合作智財件數			
技術創新 (科技技術創新)	H. 技術報告及檢驗方法	新技術開發或技術升級開發之技術報告篇數	3	9	技術報告 9 篇					
		新檢驗方法數			<ol style="list-style-type: none"> 1. GPS 上採樣共視法之特性評估 2. 視訊參加 ION ITM/PTTI 2022 研討會發表論文之會議報告 3. 參加 2022 EFTF/IFCS 聯合研討會暨發表論文之會議報告 4. SRS 國際比對數據蒐集報告 5. 使用 SRS 進行日韓台頻率傳遞比對報告 6. 光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告 7. 穩頻雷射系統絕對頻率量測技術報告 8. 2022 Group 2 GNSS Calibration Report (VMI 越南) Cal_ID: 1011-2022 9. 2022 Group 2 GNSS Calibration Report (NIMT 泰國) Cal_ID: 1016-2022 					
	I1. 辦理技術活動	辦理技術研討會場次 辦理技術說明會或推廣活動場次 辦理競賽活動場次	1	1	時頻校正業務說明會 (42 人)					
I2. 參與技術活動	發表於國內外技術活動(包含技術研討會、技術說明會、競賽活動等)場次	3	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2022 年 CCTF meeting 線上會議 2. EFTF 2022 線上國際研討會暨發表論文 3. APMP GA meeting 線上會議 4. CGPM 2022 線上會議 						

	J1. 轉 與智財 授權	技 轉 或 授 權 件 數	技術(含先期技術) 移轉 國內 廠商或 機構件數			
			技術(含先期技術) 移轉 國外 廠商或 機構件數			
			專利授權 國內 廠 商或機構件數			
			專利授權 國外 廠 商或機構件數			
			自由軟體授權件 數			
			其他授權件數			
技 術 創 新 （ 科 技		技 轉 或 授 權 金 額	技術(含先期技術) 移轉 國內 廠商或 機構之授權或權 利金(千元)			
			技術(含先期技術) 移轉 國外 廠商或 機構之授權或權 利金(千元)			
			專利授權 國內 廠 商或機構之授權 或權利金(千元)			
			專利授權 國外 廠 商或機構之授權 或權利金(千元)			
			其他授權或權利 金(千元)			
技 術 創 新 （ 技 術	J2. 技術 輸入	引進技術件數				
		引進技術經費(千元)				
技 術 創 新 （ 工 業	S1. 技術 服務(含 委託案 及工業 服務)	技術服務件數				
		技術服務家數				
		技術服務金額(千元)				
技 術 創 新 （ 科 研	S2. 科研 設施建 置及服 務	設施建置項數				
		設施運轉穩定度(%)				
		設施運轉效率(%)				
		設施服務項目數				
		設施使用人次				
		設施服務件數				
		設施服務時數				
設施服務收入						
	其他					

經濟效益	L. 促成投資	促成廠商投資件數				
		促成生產投資金額(千元)				
		促成研發投資金額(千元)				
		促成新創事業投資金額(千元)				
		促成產值提升或新創事業所推出新產品產值(千元)				
經濟產業促進	M. 創新或建立產業模式	成立營運總部數				
		衍生公司家數				
		建立產業發展環境、體系或營運模式件數				
		參與產業發展環境、體系或營運模式之產業團體數				
		促成企業聯盟家數				
		創新模式衍生新產品上市項數				
		促成產值提升或創新模式衍生新產品產值(千元)				
經濟效益	N. 協助提升我國全球地位	建立國際品牌或排名提升			效益說明可包含相關產業(品)產值國際排名提升情形等。	
		相關產業產品產值世界排名提升				
		促成國際互惠合作件數				
		促進國際廠商在台採購(千元)				
		國際比對(項)	3	4	參與國際量測比對 4 項。	
		國際相互認可協定(國家/組織)	1	1	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。	
經濟產業促進	O. 共通/檢測技術服務	輔導廠商或產業團體技術或品質提升、技術標	件數		送校廠商計有 39 家, 所送件數計有 111 件。	
			廠商家數			

)	及輔導	準認證、實驗室認證、申請與執行主導性新產品及關鍵性零組件等	廠商配合款(千元)				
		技術、作業準則等教育訓練人次					
		提供國家級校正服務件數		55	111		
	P. 創業育成	新公司或衍生公司家數					
	T. 促成與學界或產業團體合作研究	媒合與推廣活動辦理次數					
		促成合作研究件數					
		廠商研究配合款金額(千元)					
		合作研究產品上市項數					
	U. 促成智財權資金融通	輔導診斷家數					
		案源媒合家數					
協助廠商取得融資家數							
協助廠商取得融資金額(千元)							
AC. 減少災害損失	開發災害防治技術與產品數						
	建立示範區域或環境觀測平台數						
	建築或橋梁補強數						
	輔導廠商建立安全相關生產或驗證機制之件數						
	預估降低環境危害風險或成本(千元)						
	其他						
社會影響	社會福祉	AB. 科技知識普及	科普知識推廣與宣導次數	1	3	學院 CHT 新人培訓參訪 3 場次 高階文官學院人員參訪 1 場次	
			科普知識推廣與宣導觸達人數				
			新聞刊登或媒體宣傳數量				
	Q. 資訊服務	維持網站數	1	1			
		提供客服件數					

升	務	知識或資訊擴散(觸達)人次				
		開放資料(Open Data)項數				
		提供共用服務或應用服務項目數				
		線上申辦服務數				
		服務使用提升率				
R. 增加就業	廠商增聘人數					
社會影響	W. 提升公共服務	旅行時間節省(換算為貨幣價值, 千元)				
		運輸耗能節省金額(千元)				
		減少二氧化碳排放量(公噸)				
	X. 提高人民或業者收入	受益人數				
		增加收入(千元)				
	XY. 提升人權及性別平等促進	人權、弱勢族群或性別平等促進活動場次				
		活動參與人數				
	其他					
	V. 提高能源利用率及綠能開發	技術或產品之能源效率提升百分比(%)				
		技術/產品達成綠色設計件數				
		減少二氧化碳排放量(公噸)				
		提升新能源及再生能源產出量				
Z. 調查成果	調查筆數					
	調查圖幅數					
	調查面積					
	影像資料筆數					
	調查物種數					
其他						
其	K. 規範/標準或	參與制訂政府或產業技術規範/標準件數				

他 效 益 (科 技 政 策 管 理 及 其 他)	政策/法 規草案 制訂	參與制訂之政策或法 規草案件數				
		草案被採納或認可通 過件數				
		草案公告實施或發表 件數				
	Y. 資訊 平台與 資料庫	新建資訊平台或資料 庫數				
		更新資訊平台功能項 目				
		更新或新增資料庫資 料筆數				
		資訊平台或資料庫使 用人次				
	AA. 決策 依據	新建或整合流程數				
		提供政策建議或重大 統計訊息數				
		政策建議被採納數				
		決策支援系統及其反 應加速時間(%)				
	其他					

陸、主要成果之價值與貢獻度(outcome)

(請說明計畫所達成之主要成就與成果，以及其價值與貢獻度。)

一、學術成就(科技基礎研究)

1. 民國106-111年共發表期刊、論文、報告共98篇；國際性發表總數34篇；列入SCI之期刊4篇。發表學術論文及進行技術交流，有助於貢獻研究成果並推廣計量技術。此外，藉由舉辦技術研討會、發佈技術資料等方式，提供專業技術與新知，推廣標準與應用觀念，促進國內產業之成長。
2. 長期維持時間與頻率之國家標準，並善盡維持世界時頻標準之責任。所維持時頻標準之穩定度及準確度，與亞洲地區主要國家時頻實驗室相較，毫不遜色。
3. 維持時頻標準之穩定及準確度優於 $8.0E-15$ ，UTC(TL)與UTC的差異均保持同步在35 奈秒以內，為亞太領先水準。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 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，而國家時頻標準實驗室亦開放自由修改軟體之權利，以促進國際標準時頻比對之技術發展。CCTF大會中，通過提案將SDR技術正式應用於國際標準時間的產生，此為我國時頻標準技術研發成果對國際社會做出具體貢獻。
2. 與日本NICT合作，完成全球首例之新一代SRS衛星雙向傳時實驗；經過9個月的測試與持續改良，達到目前世界最佳的長距離(>2000 km)高精度雙向傳時成果，其間隔300秒之穩定度達到100 ps。此實驗利用價格低廉的信號產生器，更有彈性地設計其他種類的時間信號；另外利用取樣器擷取時間信號，將資料經由USB送到繪圖晶片，以電腦撰寫程式進行資料處理。此作法可降低成本及提升傳時穩定性。實驗之結果發表獲得國際專家學者相當良好的迴響。初步成果已投稿期刊論文兩篇。

三、 經濟效益(經濟產業促進)

1. 提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。服務對象包括檢測實驗室、國防科技、電力公司、半導體產業、精密工業、電子產業、健康科技等產業。另提供通行全球約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。
2. 因應國內金管會於民國 107 年 9 月 3 日已拍板同意台灣證券交易所規劃的台股的逐筆交易機制的變革，取代現行每五秒集合競價的交易。民國 108 年 3 月將進行逐筆交易模擬測試，民國 109 年 3 月 23 日正式上線，其中交易時間可追溯至標準時間是必須準備好的配套之一。在目前的準備期間，不僅證交所包括各大券商及營業據點等，都必須投入資源進行軟硬體升級。另一方面，且因應金融交易的無人櫃台化、帳戶 APP 化(例如，e 電子下單、行動銀行、集保 e 存摺)的新興趨勢，預期國內相關產業也有時間同步的需求，宜做好相關準備。本團隊肩負(例如美國 NIST)的角色，配合提供標準時間源、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，協助相關產業升級。
3. 輔導台灣晶技股份有限公司建立多源頻率標準，台灣晶技股份有限公司為世界第三大頻率元件與感測元件供應商，主要業務為石英晶體相關諧振器(Crystal)、振盪器(Oscillator)等頻率元件之研發、設計、生產與銷售，產品廣泛使用於行動通訊、穿戴式裝置、物聯網、伺服器儲存設備、車用、電信等應用。該公司產值規模約為 90-100 億台幣。
4. 團隊提供上尚科技 IEEE 1588 相關知識諮詢，協助建立其 IEEE 1588 主時鐘架構，及針對各市場需求之設計建議，同時協助測試其設備性能及相容性。上尚科技股份有限公司成立於民國 78 年，主力產品為工廠自動化輔助系統、通訊整合系統等，近年將目標轉向雲端系列產品、主要目

標市場為東南亞之電力、電信網絡、工業自動化等特殊業務應用。其多功能電子標籤產品 AT503-4K 曾獲第 14 屆經濟部中小企業創新研究獎。

四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

本計畫維持國家一級量測標準與國際追溯，除了透過國家的追溯校正體系，將標準傳遞至全國外，並提供標準時間，用於各項校時服務，提供用戶端數位時鐘同步於國家標準時間之應用，為社會大眾所普遍採用，滿足各機關及民眾對時的需求。另網際網路校時每日需求量已突破 2.7 億次，且仍在快速成長中，用戶涵蓋各行各業，為日常生活帶來不少方便。透過各項通訊技術傳遞標準時刻，提供民眾的生活起居、交通運輸、商務交易等種種活動使用與追溯。包括一天約十餘萬通次的電話 117 語音報時、使用在飛航管制、公共電視等特殊用途的撥接式電腦校時服務等。以滿足民生及產業對標準時間同步的需求，有助於推動**資通安全、智慧 Taiwan、智慧城市**等建設。

五、 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

為使我國時頻最高標準與國際標準一致，民國 110 年度執行 3 項國際比對及 111 年度執行 4 項國際比對，其相關資訊如下表所示。

110 年度國際比對項目列表

比對項目	主辦單位	比對國家/機構	比對月份 (民國)	比對結果公佈處
原子鐘 頻率比對	BIPM	BIPM (55 個實驗室)	110.01~110.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM (55 個實驗室)	110.01~110.12	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	110.01~110.12	公佈於 BIPM Time Section 網站

111 年度國際比對項目列表

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(實驗室)	111.01~111.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(實驗室)	111.01~111.12	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	111.01~111.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
G2 GNSS 接收機 巡迴校正	TL	台灣 TL 越南 VMI	111.04~111.09	公佈於 BIPM Time Section 網站

附 錄

(一)出國情形一覽表

國家標準實驗室計畫國外出差人員一覽表
計畫名稱：建立及維持我國時間與頻率國家標準

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
	本年度因應疫情無國外出差之計畫					

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

(二)校正報告總覽表

中華電信研究院 111 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-2022-01-01-1	儀寶電子股份有限公司	銻頻率標準器 SRS/FS725/65164	111.01.04	111.01.18	16,000
2	FTC-2022-01-01-2	儀寶電子股份有限公司	計頻器 AGILENT/53132A/MY40003244	111.01.04	111.01.18	8,500
3	FTC-2022-01-01-3	儀寶電子股份有限公司	計頻器 AGILENT/53150A/US40501620	111.01.04	111.01.18	8,500
4	FTC-2022-01-01-4	儀寶電子股份有限公司	QUARTZ WATCH/CLOCK ANALYZER/TAI TIEN/QWA-3B/101	111.01.04	111.01.18	8,500
5	FTC-2022-01-02	財團法人工業技術研究院	Universal Counter/Agilent/5313 2A/MY47001971	111.01.04	111.01.18	8,500
6	FTC-2022-01-03	台灣檢驗科技股份有限公司	Quartz Watch/Clock Analyzer/TAI TIEN/QWA-5A/5A21 12001	111.01.05	111.02.15	8,500
7	FTC-2022-01-04-1	台灣檢驗科技股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS/1050A/407	111.01.06	111.01.18	8,500
8	FTC-2022-01-04-2	台灣檢驗科技股份有限公司	計頻器 HP/5335A/3145A150 55	111.01.06	111.01.18	8,500
9	FTC-2022-01-04-3	台灣檢驗科技股份有限公司	閃頻器 MONARCH/Phaser-St robe Pbx Kit 115/2582134	111.01.06	111.01.18	8,500
10	FTC-2022-01-05	昭俐科技檢測有限公司	銻頻率標準器 SRS/FS-725/133582	111.01.06	111.01.18	16,000

11	FTC-2022-01-06	台灣是德科技股份有限公司	銻頻率標準器 HP/5071A/3249A005 22	111.01.07	111.01.18	16,000
12	FTC-2022-01-07-1	緯創資通股份有限公司	400G 高速封包產生器 IXIA/Aresone 400G/US19290043	111.01.07	111.02.10	8,500
13	FTC-2022-01-07-2	緯創資通股份有限公司	多網速封包產生器 IXIA/XGS-12 100G/XGS12-J06802 89	111.01.07	111.02.10	8,500
14	FTC-2022-01-07-3	緯創資通股份有限公司	光模組測試儀 VIAVI/ONT-804/3078 0400RA0149	111.01.07	111.02.10	8,500
15	FTC-2022-01-08	台達電子工業股份有限公司	銻頻率標準器 FE/5650A/09562	111.01.10	111.01.26	16,000
16	FTC-2022-01-09-1	安立知股份有限公司	銻頻率標準器 FE/5680A/12454	111.01.17	111.02.09	16,000
17	FTC-2022-01-09-2	安立知股份有限公司	計頻器 MF/1601A/MT04585	111.01.17	111.02.09	8,500
18	FTC-2022-01-10-1	儀校科技股份有限公司	銻頻率標準器 EFRATOM/PRFS-202 /048	111.01.20	111.02.08	16,000
19	FTC-2022-01-10-2	儀校科技股份有限公司	銻頻率標準器 JAY'S AUDIO/PTIRB 1/PTI195003	111.01.20	111.02.08	16,000
20	FTC-2022-01-11	致茂電子股份有限公司	石英晶體振盪器 HP/105B/2848A0189 2	111.01.22	111.03.14	8,500
21	FTC-2022-02-12-1	台灣科高工程有限公司	銻頻率標準器 Symmetricom/8040C/ 144030101025	111.02.08	111.03.23	16,000
22	FTC-2022-02-12-2	台灣科高工程有限公司	計頻器 Keysight/53230A/MY 50004089	111.02.08	111.03.23	8,500

23	FTC-2022-02-12-3	台灣科 高工程 有限公司	ESG-D SERIES SIGNAL GENERATOR/E4433 B/MY43350264	111.02.08	111.03.23	8,500
24	FTC-2022-02-13	太一電 子檢測 有限公司(遠端 頻率校 正)	銩頻率標準器 SRS/FS-725/84913	111.02.14	111.03.14	20,000
25	FTC-2022-02-14-1	上尚科 技股份 有限公司	NTS7500-CPU-PTP (Grandmaster)/Atop Technologies/NTS750 0-CPU-PTP/1P1NTS7 5000001G	111.02.17	111.03.30	8,500
26	FTC-2022-02-14-2	上尚科 技股份 有限公司	NTS7500-CPU-PTP (Grandmaster)/Atop Technologies/NTS750 0-CPU-PTP/1P1NTS7 5000001G	111.02.17	111.03.30	8,500
27	FTC-2022-02-15-1	鼎瀚科 技股份 有限公司	銩頻率標準器 PTS GPS-10RBN/101182	111.02.22	111.04.08	16,000
28	FTC-2022-02-15-2	鼎瀚科 技股份 有限公司	銩頻率標準器 Pendulum 6689/011/378831	111.02.22	111.04.08	16,000
29	FTC-2022-02-15-3	鼎瀚科 技股份 有限公司	計頻器 Keysight/53230A/MY 50010630	111.02.22	111.04.08	8,500
30	FTC-2022-02-15-4	鼎瀚科 技股份 有限公司	計頻器 Keysight/53230A/MY 56410119	111.02.22	111.04.08	8,500
31	FTC-2022-02-16	加高電 子股份 有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS725/133108	111.02.22	111.03.14	16,000
32	FTC-2022-02-17	財團法 人台灣 商品檢 測驗證 中心	訊號產生器-銩頻率 標準器-Frequency Doubler Multiplier/Agilent E8257D-Wavetek 909-Marki D1550MN/MY45470 469-SM00909001747	111.02.24	111.03.09	25,000

			603-1013			
33	FTC-2022-03-18	財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心	電力計時器 BM-55(TS001)/001	111.03.07	111.03.16	8,500
34	FTC-2022-03-19-1	聯瑞科技股份有限公司	OSA 5565 STS(sync tester)/Oscilloquartz (ADVA)/OSA 5565 STS/336	111.03.15	111.04.12	16,000
35	FTC-2022-03-19-2	聯瑞科技股份有限公司	OSA5430(鈹頻率標準器)/Oscilloquartz (ADVA)/OSA5430/LBADVA71190400808	111.03.15	111.04.12	16,000
36	FTC-2022-03-19-3	聯瑞科技股份有限公司	OSA5430(鈹頻率標準器)/OSA5430/LBADVA71184400344	111.03.15	111.04.12	16,000
37	FTC-2022-03-19-4	聯瑞科技股份有限公司	OSA5421(鈹頻率標準器)/OSA5421/LBADVA71180901347	111.03.15	111.04.12	16,000
38	FTC-2022-03-20	台灣檢驗科技股份有限公司	閃頻器 MONARCH/Phaser-Strobe Pbx Kit 115/B2580213	111.03.17	111.03.24	8,500
39	FTC-2022-03-21	台灣檢驗科技股份有限公司	閃頻器 MONARCH/Phaser-Strobe Pbx Kit 115/2582134	111.03.31	111.05.17	8,500
40	FTC-2022-04-22-1	全測儀器科技股份有限公司	鈹頻率標準器 FLUKE/910R/384936	111.04.13	111.04.27	16,000
41	FTC-2022-04-22-2	全測儀器科技股份有限公司	計頻器 Agilent/53132A/MY40007106	111.04.13	111.04.27	8,500
42	FTC-2022-04-23-1	安立知股份有限公司	鈹頻率標準器 SRS/FS725/158757	111.04.13	111.04.22	16,000
43	FTC-2022-04-23-2	安立知股份有限公司	信號產生器-鈹頻率標準器 MG3633A-FS725/620	111.04.13	111.04.22	16,000

			0046988-158757			
44	FTC-2022-04-24	奕閱科技有限公司	計頻器 Agilent/53131A/MY4 0020093	111.04.14	111.04.20	8,500
45	FTC-2022-04-25	內政部 國土測繪中心 (遠端頻率校正)	GPS 接收機-鈷頻率 標準器 TRIMBLE/NET R9-STANDFORD RESEARCH SYSTEM/FS725/5419 R48486-147855	111.04.18	111.05.04	20,000
46	FTC-2022-04-26	正儀科技股份有限公司	鈷頻率標準器 FEI/FE-5680A/0803-1 407005	111.04.20	111.05.06	16,000
47	FTC-2022-04-27-1	達發科技股份有限公司	AG3335A 衛星接收 機/Airoha/AG3335 Timing L1 L5 Dual Band Receiver (L5 mainly mode)/001	111.04.25	111.05.17	16,000
48	FTC-2022-04-27-2	達發科技股份有限公司	AG3335A 衛星接收 機/Airoha/AG3335 Timing L1 L5 Dual Band Receiver/002	111.04.25	111.05.17	16,000
49	FTC-2022-04-28-1	財團法人台灣 商品檢測驗證 中心	鈷頻率標準器 SRS/FS725/121109	111.04.26	111.05.11	16,000
50	FTC-2022-04-28-2	財團法人台灣 商品檢測驗證 中心	Wave Generator-鈷頻 率標準器 Keysight/33500B-SRS /FS725/MY59001377(13051735-001)-12110 9	111.04.26	111.05.11	16,000
51	FTC-2022-05-29-1	財團法人台灣 大電力研究試 驗中心	時間伺服器主機 ELETCH/NTP100/20 03078	111.05.03	111.05.20	16,000
52	FTC-2022-05-29-2	財團法人台灣 大電力研究試 驗中心	時間伺服器主機 ELETCH/NTP100/20 03078	111.05.03	111.05.20	16,000
53	FTC-2022-05-29-3	財團法人台灣	時間伺服器主機 ELETCH/NTP100/20	111.05.03	111.05.20	16,000

		大電力 研究試 驗中心	03080			
54	FTC-2022-05-30-1	台証科 技股份 有限公司	銩頻率標準器-計頻 器 SRS PRS10-HP 53132A/031592-3546 A02654	111.05.03	111.05.17	16,000
55	FTC-2022-05-30-2	台証科 技股份 有限公司	銩頻率標準器-計頻 器 SRS PRS10-HP 53132A/031592-3546 A02654	111.05.03	111.05.17	16,000
56	FTC-2022-05-31-1	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65722	111.05.04	111.06.15	16,000
57	FTC-2022-05-31-2	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65722	111.05.04	111.06.15	16,000
58	FTC-2022-05-31-3	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65722	111.05.04	111.06.15	16,000
59	FTC-2022-05-31-4	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器-計時 器 SRS/FS-725_ESCOR T/EFC-3203A/65722_ 98110081	111.05.04	111.06.15	8,500
60	FTC-2022-05-31-5	宇正精 密科技 股份有 限公司	銩頻率標準器-計頻 器 SRS/FS-725_keysight/ 53230A/65722_MY58 440115	111.05.04	111.06.15	25,000
61	FTC-2022-05-32	內政部 警政署 刑事警 察局槍 彈股(御 射有限 公司代 送)	Model 36 Chronograph/Oehler/ Model 36/F36A1241	111.05.17	111.05.24	8,500
62	FTC-2022-06-33-1	台灣檢 驗科技 股份有 限公司	銩頻率標準器 SRS/FS725/158954	111.06.10	111.06.21	16,000
63	FTC-2022-06-33-2	台灣檢 驗科技	銩頻率標準器 SRS/FS725/158955	111.06.10	111.06.21	16,000

		股份有 限公司				
64	FTC-2022-06-33-3	台灣檢 驗科技 股份有 限公司	計頻器-鈷頻率標準 器 Keysight/53230A-SR S/FS725/MY6150024 8-158954	111.06.10	111.06.21	16,000
65	FTC-2022-06-34-1	伯堅股 份有限 公司	鈷頻率標準器 PTF/4211A/90300062 01	111.06.21	111.07.06	16,000
66	FTC-2022-06-34-2	伯堅股 份有限 公司	頻率標準器 Advantest/TR3110/50 480065	111.06.21	111.07.06	8,500
67	FTC-2022-06-34-3	伯堅股 份有限 公司	計頻器 Advantest/R5373/130 400856	111.06.21	111.07.06	8,500
68	FTC-2022-07-35	儀寶電 子股份 有限公 司	信號產生器 AGILENT/33220A/M Y44006603	111.07.06	111.08.03	8,500
69	FTC-2022-07-36	奕閱科 技有限 公司	石英鐘錶測試儀 TAI TIEN/QWA-5A/04220 5051	111.07.06	111.07.13	8,500
70	FTC-2022-07-37-1	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-Micr osemi/8040C/MY582 60118-181530101009	111.07.08	111.08.05	25,000
71	FTC-2022-07-37-2	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-Mic rosemi/8040C/MY572 81011-181530101009	111.07.08	111.08.05	25,000
72	FTC-2022-07-38	財團法 人工業 技術研 究院-儲 能計量 測試驗 證實驗 室	鈷頻率標準器 HP/5065A/2816A015 81	111.07.11	111.07.25	16,000
73	FTC-2022-07-39	致茂電 子股份 有限公 司	信號產生器-鈷頻率 標準器 Marconi/2024-SRS/FS 725/112239-072-1475 69	111.07.12	111.08.15	16,000
74	FTC-2022-07-40	台灣羅 德史瓦	鈷頻率標準器 FLUKE/910R/529780	111.07.15	111.07.26	16,000

		茲有限公司				
75	FTC-2022-07-41	海軍戰鬥系統工廠(凌華國際有限公司代送)	計頻器 KEYSIGHT/53220A/ MY62230244	111.07.21	111.08.03	8,500
76	FTC-2022-07-42	台灣是德科技股份有限公司	銩頻率標準器 FLUKE/910R/499762	111.07.27	111.08.17	16,000
77	FTC-2022-08-43	財團法人工業技術研究院-量測技術發展中心	數位電表 Agilent/34410A/MY4 7023474	111.08.04	111.08.23	8,500
78	FTC-2022-08-44	互動國際數位股份有限公司	PTP edge GM 設備 (PRTC-B)/Microchip TimeProvider 4100/PLX222100084- PLX21510030D	111.08.08	111.08.24	16,000
79	FTC-2022-08-45	財團法人工業技術研究院-量測中心	銩頻率標準器 Symmetricom/8040C/ 113830101008	111.08.16	111.09.02	16,000
80	FTC-2022-08-46-1	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	GPS RECEIVER 銩頻率標準器 Fluke/910R/SM88878 1	111.08.17	111.10.18	16,000
81	FTC-2022-08-46-2	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子股份有限公司代送)	GPS RECEIVER 銩頻率標準器 Fluke/910R/SM88878 1	111.08.17	111.10.18	16,000
82	FTC-2022-08-46-3	海軍戰鬥系統工廠(儀寶電子	計頻器 Fluke/PM6681/SM88 6710	111.08.17	111.10.18	8,500

		股份有 限公司 代送)				
83	FTC-2022-08-46-4	海軍戰 鬥系統 工廠(儀 寶電子 股份有 限公司 代送)	鈹頻率標準計頻器 pendulum/CNT-81R/N C 9446 100 81676	111.08.17	111.10.18	16,000
84	FTC-2022-08-46-5	海軍戰 鬥系統 工廠(儀 寶電子 股份有 限公司 代送)	鈹頻率標準計頻器 pendulum/CNT-81R/N C 9446 100 81676	111.08.17	111.10.18	16,000
85	FTC-2022-08-47	英研智 能移動 股份有 限公司	NC 系列視覺編碼器 AIMobile Co. Ltd./NC_U1/VC3554 AAAAAY	111.08.17	111.09.14	8,500
86	FTC-2022-08-48	量測科 技股份 有限公司-新竹 服務部	鈹頻率標準器 SRS/FS-725/158071	111.08.18	111.09.05	16,000
87	FTC-2022-08-49	新加坡 商鴻運 科股份 有限公司台灣 分公司 (有利科 技股份 有限公司 代送)	鈹頻率標準器 RACAL-DANA-9475 /RIC1913	111.08.24	111.09.16	16,000
88	FTC-2022-08-50	財團法 人工業 技術研 究院	計時器 ITRI/Traffic-Timer/20 20-01	111.08.30	111.09.05	8,500
89	FTC-2022-09-51	加高電 子股份 有限公 司	鈹頻率標準器 SRS/FS725/133395	111.09.14	111.10.07	16,000
90	FTC-2022-09-52	財團法 人台灣	鈹頻率標準器 WAVETEK/909/0090 9001747604	111.09.19	111.09.27	16,000

		商品檢 測驗證 中心				
91	FTC-2022-09-53-1	台灣檢 驗科技 股份有 限公司	Quartz Watch/Clock Analyzer/SIGMOTEK /QWA-3A/267	111.09.23	111.10.19	8,500
92	FTC-2022-09-53-2	台灣檢 驗科技 股份有 限公司	DIGIT MULTIMETER/KEIT HLEY/DMM7510/44 45915	111.09.23	111.10.19	8,500
93	FTC-2022-10-54	財團法 人台灣 商品檢 測驗證 中心	Microwave counter/Analyzer-鈷 頻率標準器 /Pendulum/CNT-90XL 60G-Symmetriom/S A.22C/303807-SA22C #1	111.10.04	111.10.19	35,000
94	TL-111FMMA-01	儀校科 技股份 有限公司(量測 稽核)	鈷頻率標準器 SRS/FS725/134182	111.10.07	111.10.18	16,000
95	FTC-2022-10-55	翔鋒有 限公司	鈷頻率標準器-計頻 器 XH/FS-725_Agilent/5 3220A/TMF01_MY50 003605	111.10.28	111.12.05	8,500
96	FTC-2022-11-56-1	供宏科 技有限 公司	鈷頻率標準器 SRS/FS740/001223	111.11.02	111.11.16	16,000
97	FTC-2022-11-56-2	供宏科 技有限 公司	計頻器 HP/53181A/3418A00 624	111.11.02	111.11.16	8,500
98	FTC-2022-11-57	財團法 人工業 技術研 究院	計頻器 SR620/3836	111.11.02	111.11.15	8,500
99	FTC-2022-11-58	台灣是 德科技 股份有 限公司	鈷頻率標準器 Fluke/910R/286844	111.11.14	111.12.05	16,000
100	TL-111FMMA-02	伯堅股 份有限 公司(量 測稽核)	計頻器 Keysight 53220A/MY50012053	111.11.16	111.12.05	16,000
101	FTC-2022-11-59-1	台灣羅	鈷頻率標準器	111.11.21	111.11.30	16,000

		德史瓦茲有限公司	SYSTEM-2000/659			
102	FTC-2022-11-59-2	台灣羅德史瓦茲有限公司	鈹頻率標準器 PTS GPS10RB/101016	111.11.21	111.11.30	16,000
103	FTC-2022-11-59-3	台灣羅德史瓦茲有限公司	鈹頻率標準器 FLUKE/910R/529780	111.11.21	111.11.30	16,000
104	FTC-2022-11-59-4	台灣羅德史瓦茲有限公司	計頻器 Agilent/53131A/MY4 7008331	111.11.21	111.11.30	8,500
105	FTC-2022-12-60-1	台証科技股份有限公司	鈹頻率標準器 SRS/FS725/158077	111.12.01	111.12.14	16,000
106	FTC-2022-12-60-2	台証科技股份有限公司	鈹頻率標準器 SRS/FS725/158077	111.12.01	111.12.14	16,000
107	FTC-2022-12-61	優力國際安全認證有限公司	微電腦石英鐘測試儀 TAI TIEN/QWA-5A/5A12 12001	111.12.05	111.12.28	8,500
108	TL-111FMMA-03	優力國際安全認證有限公司 (量測稽核)	信號產生器 Agilent 33250A/MY40001870	111.12.05	111.12.14	16,000
109	FTC-2022-12-62-1	台灣檢驗科技股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS/1050A/407	111.12.08	111.12.21	8,500
110	FTC-2022-12-62-2	台灣檢驗科技股份有限公司	計頻器 HP/5335A/3145A150 55	111.12.08	111.12.21	8,500
111	FTC-2022-12-63	長榮航太科技股份有限公司	QUARTZ WATCH/CLOCK ANALYZER/TAI TIEN/QWA-5A/A170 8001	111.12.12	111.12.20	8,500

	小計	1,501,500
--	----	-----------

(三)論文、技術文件與報告等一覽表

1. 論文一覽表

項次	編號	論文名稱	刊出日期	作者	期刊(會議)名稱	國家
國際EI期刊	1	Microwave Frequency Generation up to 70 GHz Using Er-Doped Fiber Optic Frequency Combd	08/30	曾添冠 張博程	IJEE 2022	台灣
國際研討會(EI)	1	Uncertainty Analysis of Interpolation Prediction for the Blind Period: Using the Portable Clock Measurement as an Example	02/15	曾文宏 林信嚴	ION ITM/PTTI 2022 (EI 會議)	美國
國際研討會(EI)	2	Correcting Ocean Tide Loading Effect for Station Displacement in GNSS All-in-View Time Transfer	05/24	曾文宏	IEEE EFTF-IFCS 2022 (EI 會議)	法國

2. 技術文件與報告一覽表

編號	報告名稱	刊出日期	頁數	語言	作者
1	GPS 上採樣共視法之特性評估	110.06	18	中文	曾文宏
2	視訊參加 ION ITM/PTTI 2022 研討會發表論文之會議報告	110.02	24	中文	曾文宏
3	參加 2022 EFTF/IFCS 聯合研討會暨發表論文之會議報告	110.05	30	中文	曾文宏
4	SRS 國際比對數據蒐集報告	111.06	9	中文	曾添冠
5	使用 SRS 進行日韓台頻率傳遞比對報告	111.11	9	中文	曾添冠
6	光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告	111.10	9	中文	張博程
7	穩頻雷射系統絕對頻率量測技術報告	111.12	13	中文	張博程

8	2022 Group 2 GNSS Calibration Report (VMI 越南) Cal_ID: 1011-2022	111.07	23	英文	林信嚴
9	2022 Group 2 GNSS Calibration Report (NIMT 泰國) Cal_ID: 1016-2022	111.11	27	英文	林信嚴

3. 專利申請一覽表

編號	專利名稱	撰寫人	國家	類別	日期	備註
	無					

4. 研討會/說明會與展示一覽表

編號	研討會、說明會或展示名稱	地點	主辦單位	起迄日期	人次	型態
1	時頻校正業務說明會	online	中華電信 研究院	6/20	42	說明會
2	學院CHT新人培訓：參觀TL	桃園	中華電信 學院 中華電信 研究院	3/26	150	科普參訪
3	高階文官學院人員參訪	桃園	中華電信 研究院	8/10	7	科普參訪
4	CHT 新世代成長營	桃園	中華電信 學院 中華電信 研究院	11/16	160	科普參訪
5	CHT 新世代成長營	桃園	中華電信 學院 中華電信 研究院	12/08	160	科普參訪
6	CHT 新世代成長營	桃園	中華電信 學院 中華電信 研究院	12/22	160	科普參訪

5. 國家標準實驗室計畫國內受訓一覽表

訓練名稱	主要內容	訓練機構	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任工作	對本計畫 之助益

(四)論文及技術報告成果摘要表

論文 1

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	111年1月至 111年12月
主持人	汪世昌		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	Uncertainty Analysis of Interpolation Prediction for the Blind Period: Using the Portable Clock Measurement as an Example		
撰寫人	曾文宏		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 111年 02月 7日		撰寫語言及 頁數	英文/ 11頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	interpolation, uncertainty, prediction, linear regression, clock			
<p>內容摘要：</p> <p>The interpolation is commonly used for increasing the data points of original time measurements for the cases of data missing or long empty sampling intervals. This study aims to understand how much error would be introduced by interpolation and how to evaluate its uncertainty. We take the procedure of the portable cesium clock measurement as an example to discuss the uncertainty of the interpolation prediction. The two-year measurement data of a cesium clock (5071A with a high-performance tube) were employed in our experiments. We masked the real measured data for a period to simulate the blind period. The values that we predicted by an interpolation method were compared with the clock data. We then calculated the root-mean-square (rms) of their differences to estimate the uncertainty. We designed and</p>				

conducted three experiments. In the first experiment, we employed the linear regression to predict the data and calculated the uncertainties in the midpoint of different blind periods of ranging from 1 hour to 30 hours. In the second experiment, we still employed the linear regression to predict the data but focused on the uncertainties of each time epoch in a blind period. In the last experiment, we used the simple linear interpolation to predict the data and calculated the uncertainties of each time epoch in a blind period. Our results show that the uncertainties of the linear regression prediction are slightly lower than those of the Allan deviation prediction. If we use the simple linear interpolation between the last point of pre-measured data and the first point of post-measured data to estimate the value of each time epoch in a blind period, the uncertainties will be much lower than that of the linear regression method, especially for the time epoch near the two ends of the blind period. The trends of the uncertainties for the three experiments were well studied in this paper. We also provide the best fit for each trend with equations.

論文 2

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	111 年 1 月至 111 年 12 月
主持人	汪世昌		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	Correcting Ocean Tide Loading Effect for Station Displacement in GNSS All-in-View Time Transfer		
撰寫人	曾文宏		林信嚴	
			曾子榜	
撰寫日期	中華民國 110 年 05 月 19 日		撰寫語言及 頁數	英文/ 5 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GNSS; PPP; time transfer; All-in-view; ocean tide loading			
<p>內容摘要：</p> <p>Station displacements caused by geodynamic activities, e.g., tectonic motions and geophysical effect, e.g., the ocean tide loading shall be taken into account for time transfer. In Taiwan, the impact of the ocean tide loading on positioning can be larger than 3 cm. Such a 3-cm impact on GNSS time transfer has to be taken into account, especially for a long baseline link. In this work, we assess the impact of the ocean tide loading on TL and PTB station displacements, in which the station coordinates are determined using the so-called precise point positioning (PPP) technique. The station displacements between the PPP solution with and without the ocean tide loading corrections are used to estimate time corrections in the TL-PTB link using GNSS all-in-view (AV) time transfer approach. The results show that the time transfer correction due to the ocean tide loading effect is relatively small compared to the noise level given by the AV time transfer results.</p>				

論文 3

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	111 年 1 月至 111 年 12 月
主持人	汪世昌		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	Microwave Frequency Generation up to 70 GHz Using Er-Doped Fiber Optic Frequency Comb		
撰寫人	曾添冠		張博程	
撰寫日期	中華民國 111 年 01 月 28 日		撰寫語言及 頁數	英文/ 26 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	microwave frequency, calibration measurement, comb laser,			
<p>內容摘要：</p> <p>Frequency calibration measurement refers to the use of a standard frequency instrument to obtain the relationship between the values delivered by a device under test with those of a frequency standard. The use of standard frequency instruments for calibration can ensure the reliability of measured results. The National Time and Frequency Standard Laboratory of Chunghwa Telecomm Laboratories has established an optical frequency measurement technology that can be traced back to the national frequency standard. The standard frequency measurement system is constructed by reducing the optical frequency to the microwave frequency, and the fiber comb laser is the main core equipment of this technology. The experimental results can be measured to 70 GHz.</p>				

技術報告 1

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	111 年 1 月至 12 月
主持人	汪世昌		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	GPS 上採樣共視法之特性評估		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 111 年 6 月 18 日		撰寫語言及頁數	中文 18 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GPS, 採樣, 時間, 共視法, 全視法, PPP, IPPP			
<p>內容摘要：</p> <p>本篇報告目的在研究上採樣技術的資料特性，我們使用 IGS 的修正時間與星曆，進一步減低衛星時鐘與預測星曆的誤差。我們也比較全視法(AV)與上採樣共視法(UCV)的差異，分別以長距離的 TL-PTB 鏈路及短距離的 OP-PTB 鏈路，以驗證 UCV 不僅在長距離比對能發揮效果，對於短距離的比對同樣具有優勢。我們也將 UCV 與載波相位觀測為基礎的精確單點定位(Precise Point Positioning, PPP)技術與整周精確單點定位技術(integer precise point positioning, IPPP)做比較。</p> <p>接者，我們分析上採樣內插估值的資料特性，並提出改善的方向。在最初論文中，我們利用直接線性內插來擴增數據，並採用簡單平均，也就是給予所有的時間序列相同的權重；這樣的計算比較簡單，但不是最合理的方法。如果能夠改進觀測空白區的資料填補(Gap-filling)方法，將可以進一步改良上採樣共</p>				

視法。我們以實驗銫原子鐘和氫原子鐘的長期觀測數據作實驗，模擬當數據出現空白時，以線性內插擴增空白區的數據，並統計分析線性內插擴增的誤差，同時找出對應的數學式，用來精準計算內差擴增的不確定度，可使用在下一階段加權平均的數據擴增。

在結論的部分，除了總結數據比較的結果，及上採樣共視法之特性評估，也提到如何考慮長距離間不同地理位置效應的修正，以供未來持續改良此技術之參考。

技術報告 2

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	111 年 1 月至 111 年 12 月	
主持人	汪世昌	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	SRS 國際比對數據蒐集報告		
	英文			
撰 寫 人	曾添冠			
撰寫日期	中華民國 111 年 05 月 30 日	撰寫語言及 頁數	中文 9 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	衛星雙向時頻傳遞、時間碼收發機、時刻差比對			
<p>內容摘要：</p> <p>本實驗室 109 年度引進衛星雙向時頻傳遞時間碼收發機軟體測距系統 (software ranging system, SRS) 與日本國家情報通信研究機構 (National Institute of Information and Communications Technology, NICT) 比對時刻差及頻率，時刻差的比對結果透過全球定位系統 (Global positioning system, GPS) 校正，以便之後用來產生世界協調時，並且找出衛星地面站造成頻率比對的不穩定原因。本文首先介紹 SRS 的特性及規格，並展示標準化操作程序及建立數據上傳系統，利用本系統進行日本 NICT 及韓國 KRIS 進行雙向傳時比對數據資料蒐集，再利用雙向傳時比對數據進行時刻差及載波相位等研究。</p>				

技術報告 3

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	111 年 1 月至 111 年 12 月
主持人	汪世昌		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	使用 SRS 進行日韓台頻率傳遞比對報告		
	英文			
撰 寫 人	曾添冠			
撰寫日期	中華民國 111 年 11 月 30 日		撰寫語言及 頁數	中文 9 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	衛星雙向時頻傳遞、時間碼收發機、時刻差比對			
<p>內容摘要：</p> <p>透過衛星雙向時頻傳遞時間碼收發機軟體測距系統(software ranging system, SRS)分別與日本國家情報通信研究機構(National Institute of Information and Communications Technology, NICT)、韓國標準科學研究院(Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS)比對時刻差及頻率。本文首先介紹 SRS 的特性、規格及 TL03 衛星地面站架構，利用先前建置完成的標準化操作程序及數據上載系統，進行與日本 NICT 及 KRISS 的雙向傳時比對數據資料蒐集，並計算時刻差及穩定度等量測結果，最後規劃 TL01 新衛星地面站架設及未來研究方向。</p>				

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	111 年 1 月至 111 年 12 月	
主持人	汪世昌	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	光頻轉微波頻之 70~80 GHz 量測技術報告		
	英文			
撰 寫 人	張博程			
撰寫日期	中 華 民 國 111 年 10 月 30 日		撰寫語言及 頁數	中文 9 頁
解密期限	中 華 民 國 年 月 底解密		機密級	普通
關鍵詞	光二極體、光纖光梳雷射、超短脈衝、截止頻寬、信噪比			
<p>內容摘要：</p> <p>中華電信研究院國家時頻標準實驗室已於 2015 及 2016 兩年完成建立可追溯至國家頻率標準的光頻段頻率量測技術，光纖光梳雷射(comb laser)為該技術主要的核心設備。由於光梳雷射模態(mode)彼此之間的頻率間隔，又稱為頻率重複率(repetition frequency, f_{rep})與整體系統的頻率偏移(offset frequency, f_o)已被鎖定在國家實驗室的微波頻率標準上，因此可將氫原子鐘等級的頻率穩定度(每秒約 10^{-13})由目前實驗室所宣告之 40 GHz 的量測能量傳遞至光頻段。</p> <p>當待測光頻信號位於該光纖光梳雷射之工作範圍內(wavelength: 1100~2200 nm)時，利用拍頻(beat note)的光學量測技巧將此信號與光纖光梳雷射中與其最靠近模態的差頻取出後，即可精確地得到該待測雷射信號的絕對頻率值。由於光梳雷射的信號本身就是一群等間距頻率信號的組合，不同模態之間的差頻值理論上也是可以被取出的。由 $c = f \times \lambda$ 公式及光纖光梳雷射的波長範圍可得出其頻率模態分佈範圍約在 136~272 THz。又因我們所建置之光纖光梳雷射的 f_{rep} 為 500 MHz，引用光梳頻率的公式 $f = n \times f_{rep}$，可計算出模態數 $n = 2.72 \times 10^5 \sim 5.45 \times 10^5$ (註：頻率偏移的影響可忽略)。因此透過適當的雷射頻率模態組合(不同頻率模態間彼此互相拍頻)可以產生 0.5 GHz、1 GHz、1.5 GHz、2 GHz...等 500 MHz 倍數的微波頻率信號。</p>				

根據上述技術，光纖光梳雷射可以成為實驗室新的微波頻率標準(先前的標準為微波信號產生器，目前量測能量僅達到 40 GHz)。TL 預計在 2023 年將以該作法申請為新的 BSMI 服務項目，同時服務範圍提升至 80 GHz。本篇報告係根據此一目標描述相關實驗架構設計及實驗結果，報告最後也會介紹當採用的元件工作範圍不足時所遇到的問題及處理方式，可作為將來進一步研究之用。

技術報告 5

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	111 年 1 月至 111 年 12 月
主持人	汪世昌		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	穩頻雷射系統絕對頻率量測		
	英文			
撰寫人	張博程			
撰寫日期	中華民國 111 年 12 月 02 日		撰寫語言及 頁數	中文 13 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
	荷姆霍茲線圈、真空系統、賽曼偏移、光強度偏移、碰撞偏移			
<p>內容摘要：</p> <p>自從 1967 年，國際單位制基於銫的性質定義了其時間單位，也就是秒。國際單位制將一秒定義為不受外場干擾的銫-133 的原子基態的兩個超精細結構能階間躍遷所對應的輻射的 9,192,631,770 個周期的持續時間，此輻射頻率屬於微波範圍。然而，近二十年來已經有越多國家及實驗室發展光鐘技術，將光頻率參考至某些更穩定的原子躍遷譜線上，其所能達到的精度比現行商用的微波鐘高出約 4~5 個數量級，這些年來秒定義更新因此成為國際時頻領域最熱門的討論議題。我們於 2018 年開始與國立中央大學合作發展二級光鐘(即本文提到的穩頻雷射)，以銣原子 $5S_{1/2} \rightarrow 5D_{5/2}$ 雙光子躍遷作為雷射頻率的參考標準，根據國際度量衡局(International Bureau of Weights and Measures, BIPM)所出版的文件，該躍遷的頻率建議值為 385,285,142,375 (kHz)。2020 年底我們曾利用隔磁金屬坡莫合金(permalloy)包覆銣泡(Rb cell)後進行穩頻雷射的絕對頻率量測，結果與 BIPM 的建議值有 30 kHz 左右的偏差，推測誤差來源可能是隔磁效果不好或是銣泡內部氣體不純。接下來設計了荷姆霍茲線圈(Helmholtz coil)製造無磁場環境並架設了一套真空系統，製造只有純銣原子之氣室。透過以上的改良的方式，今年下半年絕對頻率量測的實驗結果有很顯著的改善並與國際建議值相當接近。</p>				

會議報告 1

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	111年1月至12月	
主持人	汪世昌	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	視訊參加 ION ITM/PTTI 2022 研討會發表論文		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 111 年 2 月 18 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	精密時間, 導航, 應用, 衛星定位			
<p>內容摘要：</p> <p>本次任務是視訊參加 ION ITM/PTTI 2022 研討會，並發表論文一篇。今年國際導航學會(The Institute of Navigation, ION) 精密時間與時間間隔系統及其應用研討會(Precise Time and Time Interval Systems and Applications, PTTI)與國際技術會議(International Technical Meeting, ITM)合辦，於 1 月 25 日至 27 日以實體與線上併行方式舉辦，論文作者需於 1 月 4 日前完成會議註冊並於 1 月 20 日前上載發表的視訊內容，全文論文則於 2 月 7 日完成上載。</p> <p>本實驗室在此次研討會上發表一篇論文『Uncertainty Analysis of Interpolation Prediction for the Blind Period: Using the Portable Clock Measurement as an Example』；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。本次大會整理的論文集包含投影片，整理的相當有序，可提供與會者會後詳細參閱，彌補會議視訊不流暢缺點。此次 PTTI 會</p>				

議論文含 Plenary Session 有 30 篇；而 ITM 會議包含導航、遙感、衛星定位、無人機與自動駕駛等應用主題，約 100 篇論文，其中不少是參與 NASA 探月車導航等大型計劃的技術論文，值得有需要時詳細參閱。

會議報告 2

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	111-1403-10-27-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	111 年 1 月至 12 月	
主持人	汪世昌	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	參加 2022 EFTF/IFCS 聯合研討會暨發表論文		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 111 年 5 月 27 日	撰寫語言及頁數	中文 30 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	振盪器、時間維持、時間與頻率傳送、全球導航衛星系統、光學頻率標準			
<p>內容摘要：</p> <p>本次任務是參加 2022 EFTF/IFCS 聯合研討會，並發表論文一篇。今年歐洲時頻論壇 (European Frequency & Time Forum, EFTF) 與 IEEE 國際頻率信號控制研討會 (International Frequency Control Symposium, IFCS) 聯合舉行，於 4 月 25 日至 28 日以實體與線上併行方式舉辦，論文作者需於 4 月 1 日前完成上載發表的視訊內容或海報檔案，全文論文則需於 5 月 19 日前完成上載。</p> <p>本實驗室在此次聯合研討會上發表論文『Correcting for Site Displacement in GNSS All-in-View Time Transfer』；論文集上的全文論文題目則調整為『Correcting Ocean Tide Loading Effect for Station Displacement in GNSS All-in-View Time Transfer』，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。報告本文包含目的、過程、會議議程、心得</p>				

及建議等部分。此次會議是這三年來該會(EFTF 及 IFCS)首次以實體與線上併行方式舉辦，而且實體與會者約半數，以歐美人士為主。這意味隨著歐美疫情狀況趨緩，研討會及會議將漸漸回到過去實體會議的方式舉辦，建議明年度應該要酌編幾項出國預算，以順應此潮流回到正常模式，實體參與國際活動。

(五)歷年量化成果統計

計畫類別/ 績效指標	A 論文	B 研究 團隊 養成	C 博碩 士培 育	D 研究 報告	E 辦理學 術活動	F 形成 教材	G 專利	H 技術 報告	I 技術 活動	J 技術 移轉	K 規範/ 標準 制訂	L 促成 廠商 投資	M 創新 業模 式建 立	N 協助 提升 我國 產業 全球 地位	O 共通 /檢 測技 術服 務	P 創業 育成	Q 資訊 服務	R 增加 就業	S 技術 服務	其它
109 年	7 篇 (國際 6 篇)		內部 博碩 士生：1		說明 會:1			4 件	參與 國際 會議4 次					國際 比對 4 項			網路校 時:>2.3 億次/日		校正服 務:89 件;	
110 年	3 篇		博碩 士生：1		說明 會:1			4 件	參與 國際 會議5 次					國際 比對 3 項			網路校 時 >2.7 億次/日		校正服 務:110 件;	
111 年 目標	2 篇				說明 會:1			3 件	參與 國際 會議3 次					國際 比對 3 項			網路校 時：2.8 億次/日		校正服 務:55 件;	
111 年	EI 3 篇 (國際 3 篇)				說明 會:1			9 件	參與 國際 會議5 次					國際 比對 4 項			網路校 時：>3 億次/日		校正服 務:111 件;	

(六)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		FY107	FY108	FY109	FY110	FY111	小計				
時間量測系統	KJ01-1	-1000 to 1000 s	1 ns	SR620 universal counter, H-maser(master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		時間信號產生器	5	7	10	10	16	48	張博程	◎		
頻率量測系統	KJ02-2	1.0 Hz to 300 MHz	3.0E-12	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器 (非原子鐘等級)	48	32	33	55	45	213	張博程	◎		
相位比較系統	KJ02-3	1, 5, 10 MHz	3.0E-13	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器 (原子鐘等級)	29	41	38	37	44	189	張博程	◎		
頻率及相位量測系統	KJ02-4	5, 10 MHz	5.0E-14	A7 frequency and phase comparator, H-maser (master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器 (銻原子鐘等級以上)	0	0	0	3	1	4	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)	2013.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器	2	4	3	4	2	15	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。
微波頻率測量系統	KJ02-6	300 MHz to 40 GHz	6.0E-12	Microwave frequency generator, H-maser (master clock)	2014.01	□	微波頻率信號產生器	1	5	2	2	3	13	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。
移動銫鐘時間測量系統	KJ02-7	-0.5 s ~ 0.5 s	追溯至國家時間標準: 3 ns (行程3h以內) 6 ns (行程3h~30h) 追溯至UTC: 10 ns (行程30h以內)	銫鐘, SR620 counter, H-maser (master clock)	2022.03	□	時間信號產生器	0	0	0	0	0	0	曾文宏	◎			透過銫鐘作中介分段量測與本實驗室標準及遠地待校件之時間差，進而評估待校件與標準之時間差。

(七)校正服務滿意度調查表

月份	校正件數	顧客回饋不滿意數	不滿意度件數	不滿意度(%)
1	16	無	0	0
2	3	無	0	0
3	11	無	0	0
4	13	無	0	0
5	13	無	0	0
6	8	無	0	0
7	6	無	0	0
8	10	無	0	0
9	6	無	0	0
10	8	無	0	0
11	3	無	0	0
12	10	無	0	0

(八)實驗室大事紀要

111 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
111.01.25~01.27		曾文宏參加 ION ITM/PTTI 2022 研討會發表論文(視訊參加)
111.03.10		曾文宏、曾添冠參加 CCRI Webinar on Git for Metrology(視訊)
111.03.25~		林信嚴出席 International GNSS Service Clock Product 工作組線上會議
111.04.25~04.28		曾文宏參加 2022 EFTF/IFCS 聯合研討會暨發表論文(線上參加)
111.05.17~		林信嚴出席 CCTF WGALGOS 工作組線上會議
111.05.18~		林信嚴出席 CCTF WGGNSS 工作組線上會議
111.05.20 111.05.27		林信嚴出席 CCTF WGTWSTFT 工作組線上會議
111.5.25	無缺失通過 TAF ISO17025 監督評鑑	
111.06.20	舉辦時頻校正技術訓練及業務說明會	
111.06.24		曾文宏參加 2022 CCTF Working Group on ATFT
111.06.29~07.01		林晃田、廖嘉旭參加 2022 CCTF meeting 線上會議
111.09.20		林晃田、張博程參加 2022 CCTF WG on TAI 線上會議。

111.11.09~11.10		林晃田參加 2022 APMP TCQS 線上會議
111.11.15~11.16		林晃田、曾文宏、張博程參加 2022 APMP TCTF 線上會議
111.11.15~11.18		廖嘉旭 參加 2022 CGPM 線上會議
111.12.23		林晃田應邀撰寫 Springer Nature 書籍 「HANDBOOK OF METROLOGY AND APPLICATIONS」”Precise Time and Frequency Transfer Techniques”章節

(九)專有名詞中英對照表

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 method	全球定位系統全視觀測法
GPS CP	Global Positioning System Carrier Phase method	全球定位系統載波相位觀測法
GPS CV	Global Positioning System Common-view method	全球定位系統共視法
IEN	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Italy	義大利國家電子研究院
ISO	International Organization for Standardization	國際標準化組織
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

英文縮寫	英文全名	中文解釋
IGS	International GNSS Service	國際衛星導航服務
ION	The Institute of Navigation	美國導航協會研討會
KRISS	Korea Research Institute of Standard and Science, Rep. Of Korea	韓國標準與科學研究院
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫
METAS	Federal Institute of Metrology (CH)	瑞士聯邦量測研究所
MRAAC	Mutual Recognition Arrangement Advisory Committee	相互認可協議指導委員會
NICT	National Institute of Information and Communications Technology, Japan	日本獨立行政法人情報通信研究機構
NIM	National Institute of Metrology, Beijing, P. R. China	大陸北京計量研究院
NIST	National Institute of Standard and Technology, USA	美國標準與技術研究院
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

