



契約編號: 110-1403-10-23-01

經濟部標準檢驗局委辦計畫

110 年度期末報告

建立及維持國家時間與頻率標準(1/4)

全程計畫: 自 110 年 1 月至 113 年 12 月

本年度計畫: 自 110 年 1 月至 110 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 110 年 12 月

目 錄

壹、前言	10
一、 國家標準實驗室維持及性能增進研究.....	10
二、 時頻校核技術研究.....	11
三、 標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣.....	12
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.....	22
五、 計畫執行情形說明.....	24
(一) 實驗室維持及性能增進.....	24
(二) 時頻校核技術.....	52
(三) 標準時頻傳遞與計量知識拓散推廣.....	65
六、 遭遇困難與因應對策.....	97
七、 參考文獻.....	98
八、 實際執行與原規劃差異說明.....	98
參、執行績效說明	99
一、 人力運用情形.....	99
二、 經費運用情形.....	101
三、 計畫收入繳庫數.....	102
四、 重要成果統計.....	103
五、 重要成果說明.....	104
六、 設備採購與使用情形.....	105
肆、檢討與展望	106
伍、主要成果與重大突破統計(含量化 OUTPUT)(E003)	108
陸、主要成果之價值與貢獻度(OUTCOME)	113

一、 學術成就(科技基礎研究).....	113
二、 技術創新(科技技術創新).....	113
三、 經濟效益(經濟產業促進).....	114
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全).....	116
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).....	116
附 錄.....	118
(一)出國情形一覽表.....	118
(二)校正報告總覽表.....	119
(三)論文、技術文件與報告等一覽表.....	129
1. 論文一覽表.....	129
2. 技術文件與報告一覽表.....	130
3. 專利申請一覽表.....	130
4. 研討會/說明會與展示一覽表.....	131
5. 國家標準實驗室計畫國內受訓一覽表.....	131
(四)論文及技術報告成果摘要表.....	132
1. 論文(1).....	132
2. 論文(2).....	134
3. 論文(3).....	135
4. 論文(4).....	136
5. 技術報告(1).....	137
6. 技術報告(2).....	138
7. 技術報告(3).....	140
8. 技術報告(4).....	142
9.技術報告(5).....	143
10.技術報告(6).....	144
11.技術報告(7).....	145
12.技術報告(8).....	146
13.技術報告(9).....	147
(五)歷年量化成果統計.....	148
(六)標準系統能量與校正服務資料表(11月份止).....	149
(七)校正服務滿意度調查表(11月份止).....	151
(八)實驗室大事紀要.....	152
(九)專有名詞中英對照表.....	154

圖目錄

圖 1、110 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、2021 年 1 月~2021 年 10 月世界 G1 及亞洲主要實驗室	29
圖 4、2020 年 5 月~2021 年 5 月世界 G1 及亞洲主要實驗室頻 率穩定度	29
圖 5、三對荷姆霍茲線圈	35
圖 6、磁場均勻度模擬	36
圖 7、與工研院量測中心討論光鐘計畫推動事宜	37
圖 8、TL 光學實驗室目前的空間配置	40
圖 9、TL 光學實驗室未來環境規劃	41
圖 10、天花板及地板材料規劃	41
圖 11、微波頻率量測系統改良架構圖	46
圖 12、60~75 GHz 量測架構前後穩定度比較圖	46
圖 13、70 GHz 頻率穩定度量測結果	47
圖 14、60~70 GHz 頻率穩定度量測結果	48
圖 15、氫原子鐘與銣原子鐘 60~70GHz 頻率穩定度比較圖	49
圖 16、氫原子鐘與銣原子鐘 60~70 GHz 頻率準確度比較圖	49
圖 17、系統架構圖	53

圖 18、 衛星雙向時頻傳遞示意圖	58
圖 19、BIPM 公布 MJD59365~59395 比對結果.....	59
圖 20、MJD59384~59394 Carrier phase 的穩定度計算結果 ..	60
圖 21、 衛星地面站無線電台執照.....	61
圖 22、建置與 KRISS 比對之 SRS 第三通道	61
圖 23、與 NICT 時刻差結果(左圖)，頻率穩定度結果(右圖)	62
圖 24、載波相位比較結果.....	63
圖 25、國家標準時間同步服務示意圖	66
圖 26、本實驗室提供 NTP 服務架構圖	70
圖 27、110 年度網際網路校時服務每日次數統計	71
圖 28、110 年 1 月 1 日~110 年 10 月 31 日止網站服務量 (使 用©Google Analytics) 。	72
圖 29、移動銻鐘法時間校正示意圖	76
圖 30、TAF 現場評鑑實作(左)移動銻鐘系統於本地實驗室(右) 待校件於遠地實驗室	78
圖 31、以 ABS 材質的儀器設備箱，強化系統載運時的安全。	79
圖 32、移動銻鐘之線性內插概念圖	80
圖 33、GPS 上採樣共視法(UCV)的內插估值概念	81
圖 34、上採樣共視法(UCV)之結果。此圖為 TL 與 PTB 兩實 驗室時間比對的結果。	82

圖 35、TL 與 PTB 上採樣共視法(UCV)與全視法(AV)差異之頻率穩定度分析	82
圖 36、OP 與 PTB 上採樣共視法(UCV)與全視法(AV)差異之頻率穩定度分析	83
圖 37、能力試驗線上說明會議之畫面截圖	88
圖 38、完成活動畫面圖檔	90
圖 39、電信學院新進人員科普參訪	91
圖 40、ATF 2021 Workshop 線上會議畫面	95

表目錄

表 1、2021 年 10 月世界時頻實驗室佔 TAI 權重前 20 名排名	28
表 2、 導航衛星接收機.....	52
表 3、 時間量測不確定度分量表.....	55
表 4、 移動銫鐘法時間校正服務的量測範圍及能量.....	77
表 5、 ATF2021workshop 會議議程	93

經濟部標準檢驗局委辦計畫委員審查意見表

計畫名稱：110 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. 實驗室於經費緊縮下，110 年度仍能一本維護國家形象，滿足產業及社會需求之精神，努力參與維持世界協調時(UTC)及國際原子時(TAI)標準源，維繫我國時頻標準，並積極研究改良高精度頻率量測、衛星雙向時頻傳遞、新一代時頻傳送等技術，成果豐碩。在績效指標方面，本年度之技術報告 9 件、參與國際會議 5 次、校正服務 100 件，均較過去三年數量為多，誠屬不易。凡此表現，應予讚許。			感謝委員的肯定。
2. 對照 110 年度本案委辦業務工作項目內容，於健全全國時頻追溯體系項下，列有「規劃本年度通過國際同儕評鑑」工作，然期末報告未見相關敘述，如係因疫情關係導致評鑑人員前來不易，請說明。			感謝委員寶貴建議。本年度確實因為疫情而無法安排國際同儕評鑑，將於報告中補充說明。
3. 有關光鐘計畫之推動，實驗室曾報告於 110 年上半年已與工研院量測中心討論共同合作推動的可行性，後續實驗室將再針對光鐘計畫的推動方式進行研討，此部分有無新進展？			因實驗室以基本運轉(原子鐘維持及基本國際比對)作為整體計畫預算降低時的優先考量，推動光鐘計畫現由預算困窘的標準計畫來先投入前期資源來研發(包括設備與人力)，實力有未逮故尚無新的進展。建議能成立獨立計畫，方能具備資源繼續推動。
4. 科普教育推廣活動之辦理，期末報告指出係利用標準檢驗局「計量學習服務網」和「標準檢驗度量衡文物數位典藏網」作為學習平台，結合「SI 基本單位是蝦米？」影片及線			謝謝委員寶貴意見，將依委員意見於期末報告中增加相關說明。

審查委員意見	原頁數	修正後 頁數	受託單位回復
上即時問答遊戲 APP 方式進行。請補充說明該項活動之宣導方式、辦理期間、參加人數以及意見回饋等事項，並依辦理成效作為下一年度續辦科普教育推廣活動之參考。			
委員二：			
1. 時頻實驗室執行 110 年度之業務工作項目與目標均順利達成，某些項目績效甚至超過原訂目標，且顧客對時頻實驗室提供之校正服務均無不滿意情事，績效良好，應予以肯定。			感謝委員的肯定。
2. 本年度新增移動銜鐘時間量測系統效正項目的認證，並開始提供遠端效時服務，另並提出 GPS 上採樣共視法新技術，改善目前長距離 GPS P3 電碼傳時穩定度，成果豐碩。			感謝委員肯定，本案為同仁長期努力的成果。
3. 維持並精進國家時間頻率標準與參與國際比對，是時頻實驗室最核心的任務。由於多部銜鐘故障，110 年 10 月份時頻實驗室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 16 名，權重值為 1.692%，和去(2020)年 1 月的排名第 7 名和權重 4.571%相比，下降許多。目前時頻實驗室僅餘一部美製銜鐘可穩定運作，另一部瑞士製銜鐘因銜源即將耗盡，頻率發生漂移，調整困難。美製銜鐘在未來三年也可能發生銜源耗盡問題，未雨綢繆之計，建議相關單位應爭取預算經費，儘速規劃銜鐘添購與維修計畫，以維持我國時間頻率的國際標準和競爭力。			<p>謝謝委員意見，目前已請代理商進行銜鐘報價，若有額外經費即可於短時間內進行採購。若委辦單位增加預算支持，未來也可將銜鐘採購列入資本支出項目中。</p> <p>另故障銜鐘維修計畫已在進行中，111、112 年均有保留維修經費。若因疫情持續延宕，國外工程師無法來台，不得已情形下將以送回原廠維修再寄送回本實驗室啟動方式進行維修。</p>
4. 自 p. 59 起，本報告中所提的圖次與表次有錯位的筆誤，例如 p. 59 最後一行的”圖 23”應為”圖 22”之筆誤、p. 60			謝謝委員寶貴意見，將依委員意見修改。

審查委員意見	原頁數	修正後頁數	受託單位回復
文中的”圖 24”與”圖 25”應為”圖 23”與”圖 24”的筆誤，餘類推，直到 p.87 文中的”圖 39”應為”圖 38”止，請更正。			
委員三：			
1. 本計劃經費與人力資源運用妥善，計劃目標亦如期達成，值得嘉許			感謝委員的肯定。
2. 校正件數達 100 件（目標 55 件）遠超過預定目標，請分析 34 家送校廠商之產業別，並和 p13 圖二產業服務示意圖作比較，哪些產業（廠商）仍有拓展及推廣的空間			謝謝委員寶貴意見，圖二為 LAB 各種服務及其使用對象，校正只為其中之一。查校正客戶包含國防、電子製造、校正實驗室、儀器廠商、科研單位..等，與該圖顯示相符。
3. 三部俄製氫鐘故障問題短期內仍無法解決，應及早準備因應備案，避免影響標準時頻之傳遞			目前已洽原廠將故障元件寄回維修，再寄回本實驗室安裝。若成功可暫時恢復其中一部氫鐘運轉。其餘 2 部氫鐘因維修方式較為複雜，仍需待原廠工程師來台進行，但此二部氫鐘因使用壽年以高，不會擔任母鐘參考或參考之備援，不影響時頻傳遞。
4. 分年採購銻鐘的想法應及早做細部規劃，爭取預算的支持			謝謝委員意見，將提出規劃，爭取委辦單位預算支持
5. 光頻計劃短期內恐無法獲得經費支持，或許可將目標設定為人才培訓及論文發表，爭取國外專業領域的曝光度			謝謝委員指教，未來會考慮朝向委員提議方向努力及技術維持，避免損失前面幾年的研發成果。

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 110 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：

- 3.1 規劃穩頻雷射所需之光學實驗室環境：規劃穩頻雷射所需之光學實驗室環境以符合未來系統搬遷運作，新增光鐘計畫先期研究。
- 3.2 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，如校正遠端時間源及頻率源追溯。
- (5) 研發提升遠端時間校正服務之精確度及降低校正不確定度。
- (6) 開發遠端時頻校正服務之自動接收程序。

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。
- (3) 衛星雙向傳時新一代 SRS 接收機標準化程序建立。

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。
- (2) 新一代時頻傳送技術研究：研究新一代時頻傳送技術，探討應用需求及衍生技術。
- (3) 主辦及協辦重要之國際會議：主辦及協助辦理重要之國際會議，如: ATF 2021 workshop 等研討會，提升實驗室之國際知名度，及增進技術交流。

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。

本計畫之架構圖及子項執行情形如下(圖 1)：

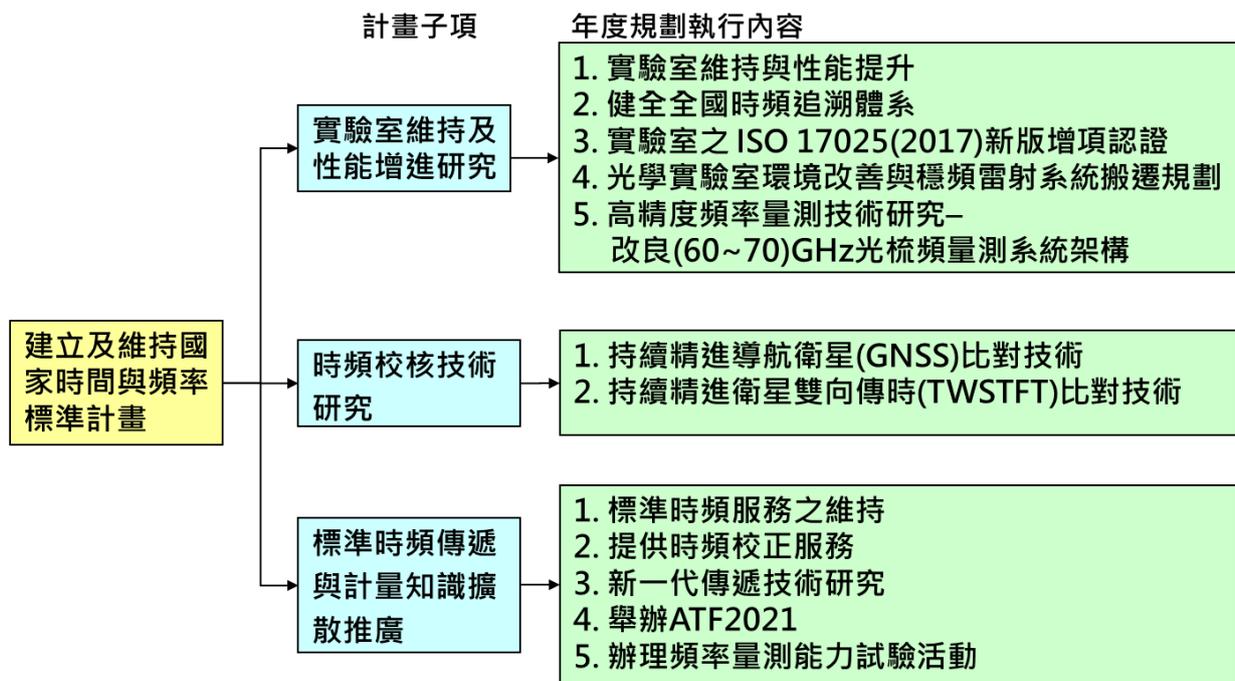


圖 1 、110 年度時頻標準實驗室計畫分項架構圖

時間的校正與傳遞

本實驗室提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。過去待校件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同步之目的，依此方式校正之振盪器及時鐘，其特性受到國家標準實驗室之監控，對環境變化等因素之影響將被偵測並加以補償，進而達到精準追溯至國家標準之目的，可省去運送往返之時間，且有助於提高設備的運用及競爭力。

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 2.7 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

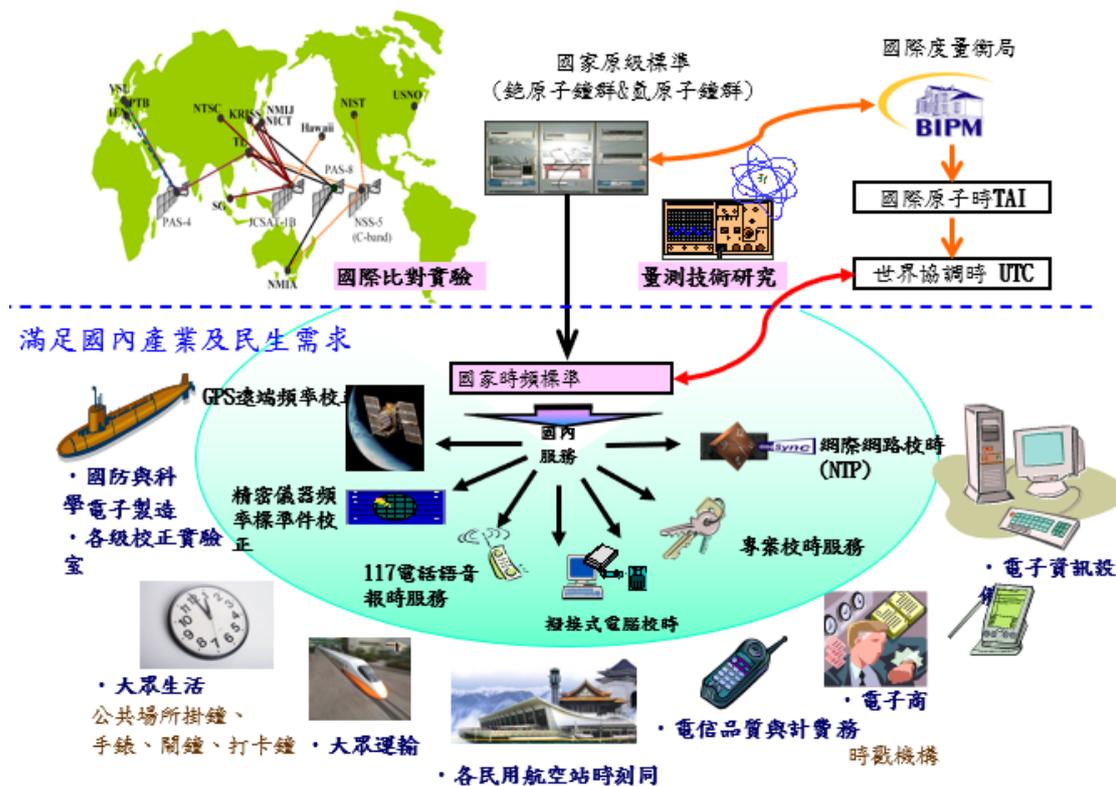


圖 2、我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖

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. 提供安全可靠的撥接式專線電腦校時服務，應用於公共電視、廣播電台、民航局近場雷達及塔台飛航管制等單位。
4. 專線式校時系統應用於電信公司，解決視訊網路時間誤差及計費問題。
5. 精準時頻技術的研究與推廣，合作對象包括中山科學研究院、國內各大學等。

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 (%)	110 年											截至 110 月 11 月止進度 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		23	<hr style="border: 2px solid red;"/>											(第四期進度：23.0%)
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		3	<hr style="border: 2px solid blue;"/>											工作內容如期於 12 月完成 總工作進度 3.0%
			0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	A1 0.1	0.2	0.2	0.2	0.75	0.7	
2. 保持與國際度量衡局之時刻差小於 35 奈秒		4	<hr style="border: 2px solid blue;"/>											工作內容如期於 11 月完成 總工作進度 4.0%
			0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	A2 0.5	0.25	0.25	0.25	0.95	A2 0.9	
3. ISO 17025 增項評鑑申請		2	<hr style="border: 2px solid blue;"/>											工作內容如期於 5 月完成 總工作進度 2.0%
			0.6	0.6	A3 0.8									
4. 光梳頻降頻系統架構改良		14	<hr style="border: 2px solid blue;"/>											工作內容如期於 6 月完成 總工作進度 14.0%
			2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	A6 3.0						
B. 時頻校核技術研究		40	<hr style="border: 2px solid red;"/>											(第四期進度：40.0%)
1. GNSS 遠端時間校正服務量測不確定度評估		6	<hr style="border: 2px solid blue;"/>											工作內容如期於 10 月完成 總工作進度 6.0%
			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	B1 0.75	0.6	0.6	0.6	0.95		
2. GNSS 國際比對資料送		12	<hr style="border: 2px solid blue;"/>											工作內容如期於 12 月完成總工作進度 12.0%

BIPM		0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	B2 1.0	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.0	
3. SRS 國際比對數據收集	14	<hr/>												工作內容如期於 11 月完成總工作進度 14.0%
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	B3 1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.7	
4. SRS 標準作業程序報告	8	<hr/>												工作內容如期於 11 月完成總工作進度 8%
		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	B4 0.8		
C.標準時頻傳遞與計量知識擴散推廣	33	<hr/>												(第四期進度：33.0%)
1. 累積完成校正服務 13 件	3	<hr/>												工作內容如期於 3 月底完成總工作進度 3.0%
		1.0	1.0	C1 1.0										
2. 提供上半年度平均每日 2.7 億次之校時服務能力	6	<hr/>												工作內容如期於 9 月完成總工作進度 6.0%
		0.3	0.6	0.6	1	1	C2 0.3	0.6	0.8	0.8				
3. 舉辦頻率量測能力試驗活動	13	<hr/>												2%+4%+4%+3%=13% 工作內容如期於 11 月完成總工作進度 13%
									2	4	4	3		
4. 移動銫鐘法時間校正之增項認證申請	4	<hr/>												工作內容如期於 6 月完成總工作進度 4.0%
		0.8	0.8	0.8	0.8	C5 0.8								
5. 完成辦理 ATF2021	7	<hr/>												工作內容如期於 12 月完成總工作進度 7.0%
								0.7	0.7	1.8	1.8	1.8		

D. 期中/期末報告	4												(第四期進度：4.0%)	
期中/期末報告	4												工作內容如期於6月完成總工作進度4.0%	
		0.05	0.05	0.05	0.3	0.3	0.45	0.05	0.05	0.1	0.8	1		0.8
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		31 人月			30 人月			30 人月			25 人月			累計 116 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	110.06	110.06	無
A2	保持與國際度量衡局之時刻差小於35奈秒	110.12	110.12	無
A3	ISO 17025 增項評鑑申請	110.06	110.05	無
A4	ISO 17043 內部稽核	110.12	110.12	無
A5	完成光學實驗室環境改善規劃	110.12	110.11	無
A6	光梳頻降頻系統架構改良	110.06	110.06	無
A7	60~70 GHz 光梳降頻系統的頻率穩定度達 1.0E-12	110.12	110.11	無
B1	GNSS 遠端時間校正服務量測不確定度評估	110.10	110.10	無
B2	GNSS 國際比對資料送 BIPM	110.12	110.12	無
B3	SRS 國際比對數據收集	110.06	110.06	無
B4	SRS 標準作業程序報告	110.12	110.11	無
C1	累積完成校正服務 13 件	110.03	110.03	無
C2	提供上半年度平均每日 2.7 億次之校時服務能力	110.06	110.06	無
C3	舉辦頻率量測能力試驗活動	110.10	110.10	無

編號	內容說明	預定 完成日期	實際 完成日期	差異說明
C4	年度累積完成校正服務 55 件	110.12	110.11	無
C5	移動鉅鐘法時間校正之增項認證申請	110.06	110.05	無
C6	藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時	110.12	110.11	無
C7	完成辦理 ATF2021	110.12	110.11	無

四、目標達成情形

計畫目標	達成狀況	差異檢討
1. 截至 11 月底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. ISO 17025 增項評鑑申請	A. 110 年 2 月，向 TAF 提出增項評鑑申請， B. 3 月份 TAF 完成資料審查，並安排於 3/30,31 進行現場評鑑 C. 5 月完成評鑑申請	無差異
3. 光梳頻降頻系統架構改良	A. 調整光梳頻降頻系統架構，並進行實驗 B. 比較 60~75GHz 原架構與改良架構(調整倍頻器、功率放大器)，經兩次改良後穩定度有明顯改善約下降 $2E-12$ 。 C. 利用低損耗 K-TYPE 的 CABLE 進行光梳訊號量測比對；比原先訊號增加約 3~5 dB，訊噪比也有小幅改善。 D. 完成系統架構改良報告一份	無差異
4. SRS 國際比對數據收集	A. 持續進行與日本及韓國的 SRS 衛星雙向傳時之比對 B. 韓國衛星傳時設備因斷電造成故障，維修後於 5 月恢復比對 C. 實驗室持續進行 SRS 比對資料之蒐集	無差異
5. 累積完成校正服務 55 件	A. 實驗室校正服務件數於 11 月份已達 100 件，提前達成 12 月指標。	無差異
6. 上半年度平均提供每日 2.7 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，截至 11 月底確認實驗室具備平均提供每日 2.7 億次之校時服務能力	無差異
7. 移動銻鐘法時間校正之增項認證申請	A. 3 月份進行現場評鑑，並於本院檢測實驗室安排遊校現場實作 B. 經兩天評鑑。最後以「無缺失」順利完成。 C. TAF 於 5 月份完成總結報告之審查作業，本案順利結案。	無差異

8. 完成光學實驗室環境改善規劃	A. 完成光學實驗室環境改善規劃報告。	無差異
9. 60~70 GHz 光梳降頻系統的頻率穩定度達 1.0E-12	A. 完成光頻降至微波頻 70GHz 之量測技術報告	無差異
10. GNSS 遠端時間校正服務量測不確定度評估	A. 進行 GNSS 遠端時間校正服務之量測不確定度評估之技術報告整理。 B. 進行行資料蒐集與數據計算，10 月份完成 GNSS 遠端時間校正服務之量測不確定度評估報告。	無差異
11. SRS 標準作業程序報告	A. 完成新一代 SRS 接收機標準化操作及數據上載系統報告	無差異
12. 舉辦頻率量測能力試驗活動	A. 規劃能力試驗說明會活動，並於 8 月 27 日完成舉辦能力試驗活動之線上說明會。 B. 9 月初開始進行能力試驗之巡迴量測活動，預計 10 月底結束。 C. 頻率量測能力試驗活動之巡迴量測自 9 月初進行至 10 月 21 日完成，並規劃於 11 月 5 日舉辦總結會議。 D. 完成舉辦總結會議於 11 月 5 日。	無差異
13. 藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時	A. 完成藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時報告(Improving long-baseline GPS time transfers by a new common-view method)	無差異
14. 完成辦理 ATF2021	A. 規劃舉辦 ATF 2021 workshop 相關事宜。 B. 進行 ATF 2021 Workshop 之準備及論文徵集工作，規劃會議於 11 月 11 日於線上舉辦。	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://jty.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：110/01~110/12)

本計畫於 2019 年 1 月 1 日正式以新演繹法取代舊演繹法，以銻原子鐘叢集評估氫原子鐘叢集之長期飄移率並即時修正，產生新台灣國際原子時 TA(TL)，作為 UTC 月報及 UTCr 週報公告空窗期間

UTC(TL)之調整依據。2019 年底本實驗室由智機專案經費挹注，添購銫原子鐘 2 部，2020 年再由相同經費來源添購銫原子鐘一部，2020 年 6 月後新購之銫鐘陸續開始貢獻 TAI 權重並加入銫鐘叢集，2020 年 6 月時雖再有一部銫原子鐘耗盡銫源，但因 2020 年新購銫鐘於 2021 年 8 月完全穩定後加入運算，銫鐘叢集仍由 6 部組成。TA(TL)之中、長期穩定度及 UTC(TL)中期穩定度可望於一段時間持續保持穩定。

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；另一部瑞士製氫鐘之氫氣壓力已顯示低壓告警，原廠評估其氫氣僅可用至 2021 年底至 2022 年初，但因今年疫情嚴重，政府實施嚴格之入境管制，原廠工程師無法來台。目前計畫將新購之俄製氫鐘倍頻模組拆下寄回原廠維修後再寄回安裝，若順利可於 2022 年上半年完成。其餘舊俄羅斯氫鐘及瑞士氫鐘則需待疫情緩和，政府重新開放入境管制後再維修，目前先請代理商接洽原廠進行估價，待各國政府開放邊境後可迅速進行維修。現較可靠之氫鐘僅餘美製氫鐘一部可正常運作。

(1.4)結果

本計畫 2020 年權重之排名因氫鐘陸續故障下降至第 16 名，2021 年因疫情影響，原廠工程師無法來台維修，僅剩 2 部氫鐘可貢獻權重 (其中一部之氫源亦即將耗盡)，2021 年 10 月權重保持第 16 名(表 1)。

在 UTC(TL)準確度方面，2021 年三月時因實施 GNSS 1001-2020 校正值，UTC(TL)稍有跳動約 1 ns，之後努力調整，整體 UTC-UTC(TL) 仍維持於-2.8 ~ 4.4 ns，至 2021 年 10 月止，UTC-UTC(TL)為+0.8 ns，預計 2021 年 UTC(TL)相位差可長期維護於 35 ns 以內之年度目標(圖 3)。

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 $1.04E-15$ 左右，2020 年 6 月後因新購銻鐘陸續加入銻鐘叢集，TA(TL)預測能力提升，但組成氫鐘叢集之另一部瑞士製氫鐘因其氫源即將耗盡，目前其頻率會有不定期飄移現象，調整較為困難，至 2021 年 10 月止，UTC(TL)之長期穩定度 $3.95E-16$ (圖 4)，可達成全年穩定度目標 $8E-15$ 以內之目標。

表 1、2021 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	平均%/總鐘 數
1	USNO	27.414	0.745/31	0.025/05	0.685/40
2	SU	13.475	1.037/13	-/00	1.037/13
3	SP	6.989	0.673/10	0.020/13	0.304/23
4	F	5.789	0.578/09	0.037/16	0.232/25
5	NIM	4.859	0.478/10	0.016/05	0.324/15
6	NICT	4.221	0.433/07	0.036/33	0.106/40
7	NTSC	3.959	0.335/10	0.032/19	0.120/33
8	NPLI	3.47	0.561/06	0.021/05	0.315/11
9	PTB	3.198	0.597/05	0.098/01	0.457/07
10	NIST	2.891	0.344/08	0.047/03	0.263/11
11	APL	2.584	0.801/03	0.061/03	0.431/06
12	PL	2.45	0.454/05	0.022/08	0.188/13
13	MIKE	2.211	0.553/04	-/00	0.553/04
14	ORB	2.11	1.050/02	0.010/01	0.703/03
15	CH	1.881	0.469/04	0.004/01	0.376/05
16	TL	1.692	0.776/02	0.023/06	0.211/08
17	IT	1.544	0.476/03	0.023/05	0.193/08
18	NMIJ	1.402	0.686/02	0.030/01	0.467/03
19	KRIS	1.182	0.294/04	0.004/02	0.197/06
20	JV	1.057	1.050/01	0.004/02	0.352/03

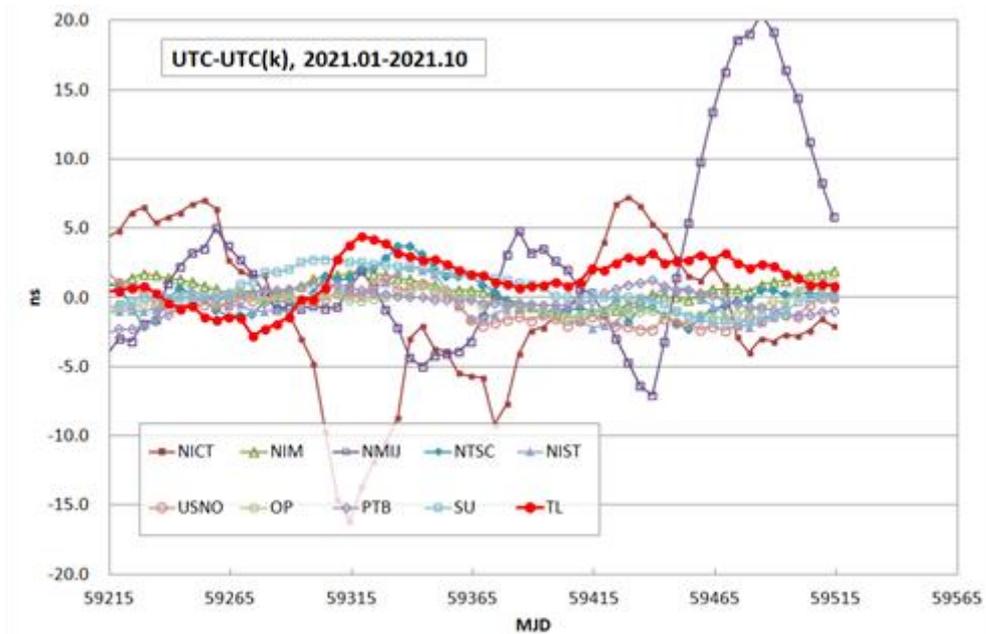


圖 3、2021 年 1 月~2021 年 10 月世界 G1 及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k)差值

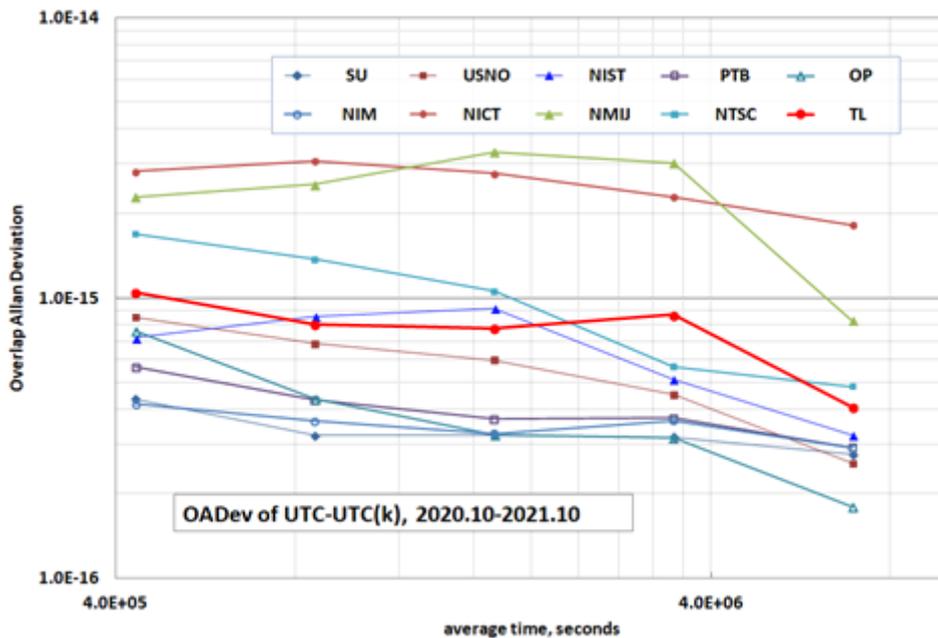


圖 4、2020 年 5 月~2021 年 5 月世界 G1 及亞洲主要實驗室頻率穩定度

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

2021 年銫鐘叢集有 6 部銫鐘運轉，現有銫鐘數量雖可滿足計算新演繹法及游校所需，但其中兩部已使用 9 年以上，一、兩年內隨時可能耗盡銫源，建議 2022、2023 年各採購一部銫鐘，之後保持每 2~3 年採購一部銫鐘，以維持 TA(TL)之長期穩定度及提供能力試驗及遊校之需求。

2019 年本實驗室尚有 5 部氫鐘可以正常運轉，但今年僅剩一部美國製氫鐘可以可靠運作。受國內外疫情影響，本實驗室故障或氫源耗盡之氫鐘無法由原廠工程師來台進行維修，惟指望若 2022 年疫情和緩，台灣重新開放邊境後再進行維修案。另外隱憂僅剩一部穩定運轉之美國製氫鐘亦已使用 7 年，未來三年內有氫源耗盡之風險，宜早規畫購置新氫鐘，以維持 UTC(TL)之穩定度及準確度

氫鐘之技術近年有所進步，美國、瑞士、俄羅斯之氫鐘廠商皆已有更高規格之產品，所提供之長、短期穩定度皆較標準版產品為高，價格亦貴上許多，本實驗室之長、短期穩定度於 4、5 年前尚可與歐、美、中等先進實驗室相比，近年其他實驗室多有進步，本實驗室則保持過往水準，建議新購氫鐘提高預算規模，以因應日漸提升之時頻校正精密度需求。

2. 健全全國時頻追溯體系

(2.1)達成項目

ISO 17025 增項評鑑申請

(2.2)執行內容(執行期間：110/01~110/12)

實驗室申請「移動銻鐘時間間隔量測法」新增校正項目的認證，使時間校正方法更為完備，適合不易安裝臨時 GPS 天線等特殊中心的时间校正使用。以確保實驗室所維持的品質系統與校正技術能力，符合 ISO/IEC 17025:2017 的規範。

原「規劃本年度通過國際同儕評鑑」工作，然因疫情關係導致評鑑人員前來不易，故取消相關活動。

(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. 高精度頻率量測技術研究-窄線寬穩頻雷射技術開發

(3.1)達成項目

穩頻雷射地磁隔離測試及光鐘計畫先期研究

(3.2)執行內容(執行期間：110/01~110/12)

雷射穩頻是將雷射頻率鎖在穩定頻率參考點的技術，目前最好的選擇是原子或分子的光譜，它所提供的譜線夠細而且重複性也高。2020 年底已成功將雷射鎖頻至銣原子 778 nm 雙光子頻率躍遷上，然而鎖頻時間目前只有 3~4 個小時，因此暫時無法量到較長時間($\tau \geq 1000$ (s))的穩定度。今年將持續改善系統設計以延長鎖頻時間，包括更有效的隔離地磁對銣泡的影響以及空氣分子滲入銣泡管壁等因素探討等。

此外，由於國際度量衡大會 CGPM 曾提到 2022~2026 年將實現新的時頻定義，目前許多性能優異光鐘的候選者已被接納為秒的第二定義，我們也將對本實驗室發展相關計畫的可行性進行評估。

(3.3)結果

去年穩頻雷射已可預鎖至自行設計之可調式共振腔(由壓電材料、低熱膨脹金屬及高反射率面鏡組成)進行雜訊抑制，之後將雷射信號分光至銣原子雙光子吸收光路，解調螢光信號強度後透過回溯控制外部共振腔內之壓電元件來穩定銣原子躍遷發生。當以光梳雷射(已參

考頻率至銻原子鐘 5071A)與其拍頻測試時，顯示穩頻雷射的性能已接近商用銻原子鐘的水準($\tau=1$ (s), $\sigma_y(\tau) \leq 5.0e-12$)。

由於鎖頻用到的 $^{85}\text{Rb } 5^2\text{S}_{1/2} |F = 3\rangle - 5^2\text{D}_{5/2} |F = 5\rangle$ 譜線係 BIPM 公告之一級長度及二級頻率標準，我們開始量測其絕對頻率(absolute frequency)並與國際上其他實驗室的結果互相比對以修自身的誤差。絕對頻率的量測條件其中之一是原子的譜線不受到外界磁場的影響所致的偏移，此效應稱為塞曼效應(Zeeman effect)。雖然之前我們已經使用隔磁金屬 mu-metal 包覆鈷泡以隔絕地磁影響，然而效果不夠好。因此今年我們重新設計架設在鈷泡周圍三對荷姆霍茲線圈(Helmholtz coil)，係以 3D 列印一體成型支架構成(圖 5)，磁場均勻度模擬如(圖 6)，以消除因殘餘的背景磁場造成躍遷頻率的偏移。

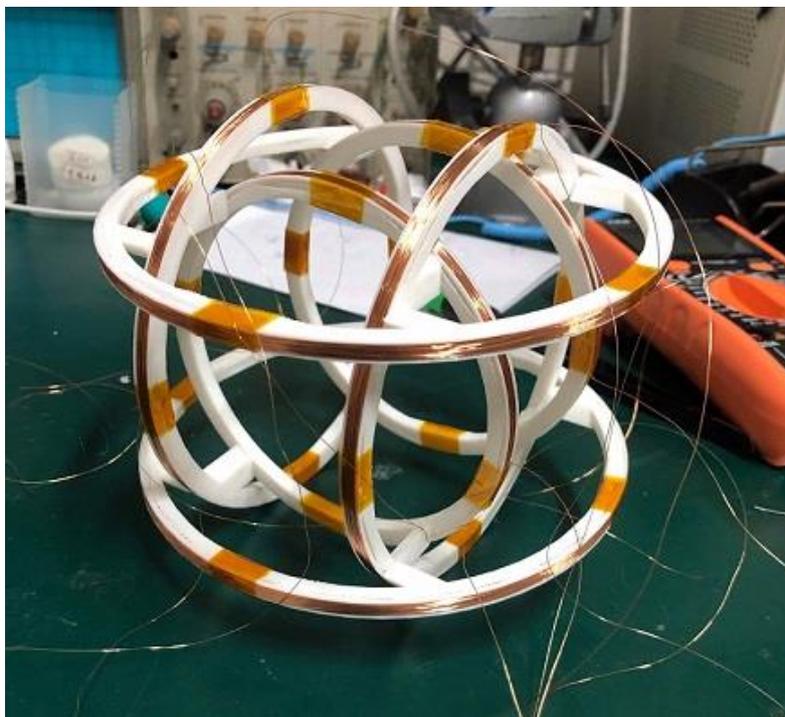


圖 5、三對荷姆霍茲線圈

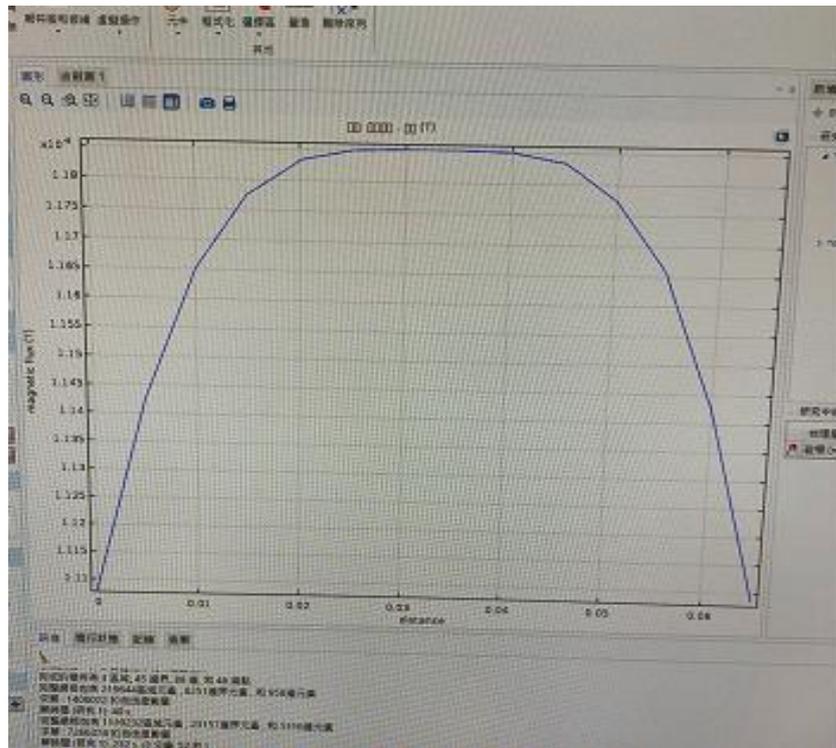


圖 6、磁場均勻度模擬

在光鐘計畫推動方面，我們在今年三月曾與工研院量測中心聯繫討論共同合作推動的可行性。該次討論係由工研院量測中心藍玉屏副執行長率同黃宇中經理、王仁杰經理及黃錦怡專案經理共四人拜訪中華電信研究院國家時頻標準實驗室(圖 7)，本實驗室出席人員包括廖嘉旭經理、張博程研究員、曾文宏研究員及邱紫瑜管理師共四人。

藍玉屏副執行長表示願意在技術上協助光鐘計畫推動，並建議由中華電信研究院主導。討論過程中分享了工研院於 2018 年更新四項 SI 計量標準預算過程，包括爭取提案、預算編列及結果效益評估等經驗。

感謝工研院量測中心蒞臨及寶貴的經驗分享，本實驗室將再針對光鐘計畫推動的方式進行研討，包括適合發展的作法、未來放置地點的準備、人才的培育的計畫進行規劃。



圖 7、與工研院量測中心討論光鐘計畫推動事宜

(3.4)應用及效益

(a)窄線寬穩頻雷射並非市面上購買即可使用之設備，其性能係由自行設計的鎖頻架構(含光路及回溯控制)所決定。目前初步測試其頻率穩定度在 $\tau=1\sim 100$ (s)範圍內非常接近商用銻原子鐘的水準，對於提升光頻量測技術以及建立光頻振盪器的研發能量具有相當的效益。

(b)日本 NTT 已準備未來 10 年將投入 6 G 通訊產業全光網路(all photonic network)相關研究，光學領域在未來將更形重要。

(3.5) 未來工作重點

(a)目前的工作已成功將雷射鎖頻至銣原子 778 nm 雙光子頻率躍遷上(包含以外部共振腔及 AOM 來消除高頻雜訊),然而鎖頻時間目前只有 3~4 個小時,因此暫時無法量到較長時間($\tau \geq 1000$ (s))的穩定度。接下來將持續改善系統設計以延長鎖頻時間,包括更有效的隔離地磁對銣泡的影響以及空氣分子滲入銣泡管壁等因素探討。

(b)由於鎖頻用到 $^{85}\text{Rb } 5^2\text{S}_{1/2} |F = 3\rangle - 5^2\text{D}_{5/2} |F = 5\rangle$ 譜線係 BIPM 公告之一級長度及二級頻率標準,我們未來將量測其絕對頻率 (absolute frequency) 並與國際上其他實驗室的結果互相比對以修正自身的誤差。

(3.6) 自評與建議

因為中大相關雷射光學設施及元件較齊備,本研究係與中央大學共同合作開發,有不少人力及設備需與對方彼此交流,目前鎖頻光路架構暫時建置於中大,未來將搬遷回中華電信研究院並且繼續給予支持。

4 高精度頻率量測技術研究 - 完成光學實驗室環境改善規劃

(4.1) 達成項目

完成光學實驗室環境改善規劃查核點報告一篇(110/12)

(4.2) 執行內容(執行期間：110/01~110/12)

目前本計畫所從事光學實驗使用的空間為一般電子儀器校正實驗室，其溫度與濕度環境條件皆有一定的要求。然而當其用途轉為精密光學實驗後，除原本溫濕度的條件符合外，環境對震動、灰塵、電源突波及室內光源隔離等相關設計皆需重新改善。需要如此的原因是許多精密光學實驗都是由鎖在光學桌的精密元件所組成，些微震動可能影響彼此元件之間相對位置而影響聚焦、灰塵附著在鏡面或元件接口不但會降低傳送效率也有可能造成局部加熱導致損害、電源突波可能會燒毀元件、漏光可能會干擾實驗結果。此外，目前僅有的一台光學桌已被光纖振盪器研究及光纖光梳雷射系統轉微波頻率應用研究兩個實驗架設所使用，沒有多餘空間。一旦與中央大學合作開發之穩頻雷射移回實驗室後，除了實驗室環境要達標外，必需額外增加另一台光譜級的光學桌。因此，我們參考了一些國內相關領域實驗室的設計並考量本身的環境條件制定了初步的環境改善作法，相關結果預計於12月完成查核點報告一篇，題目為『光學實驗室環境改善規劃』。

(4.3) 結果

圖 8 是 TL 光學實驗室目前的環境配置圖：室內牆面為水泥牆加一般塗漆，天花板為輕鋼架結構，地板是一般的拼接地磚，本身空間大小為 615*535*255 (cm)；門口外面是展示室通道；室內內側有一電箱，可提供兩路各 8 安培的電源給右側兩台分離式冷氣使用；電箱右邊有連續三個氣密窗；使用的光學桌(含儀器架)的大小為 280*120*225(cm)，其電源來自隔壁房間的電箱，有兩路各 20 安培；室內還有兩個工作桌與三個儀器櫃。

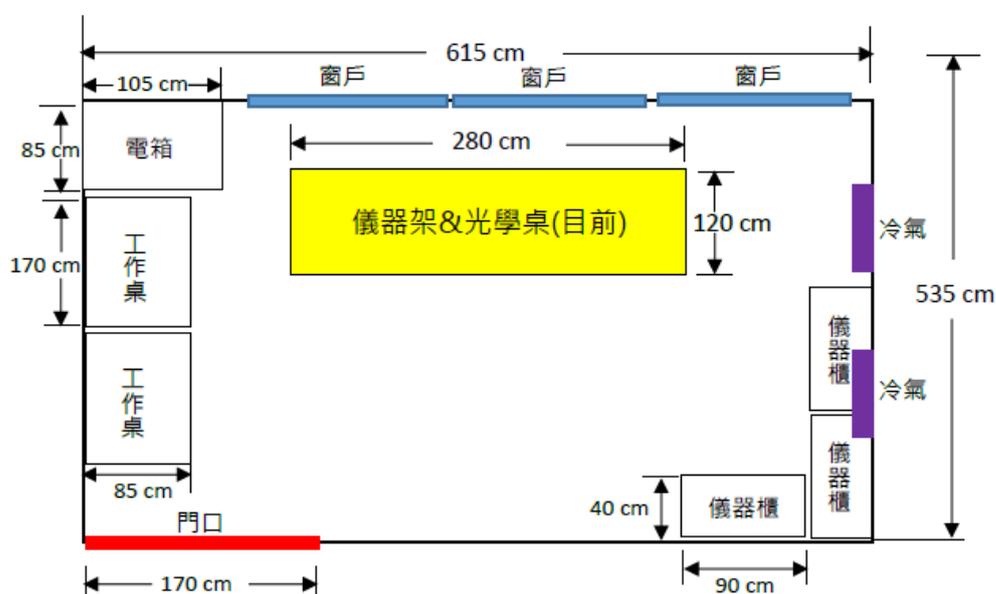


圖 8、TL 光學實驗室目前的空間配置

由於目前室內灰塵隔離度不佳，推測其原因應該是單層氣密窗無法有效阻止戶外灰塵侵入，另外室內的牆面因風化也會產生一定程度的粉塵。因此我們規劃將牆壁四周(含氣密窗)封上金屬庫板來解決上述問題，如圖 9 中的橘線所示。此外，為避免雷射傷害，需要將光學實驗的區域與一般工作區域加以區隔開，因此規劃於光學桌

周圍架設線架及可拉式門簾來加以分隔，如圖 9 中的綠線所示，此設計亦可降低冷氣出風口及開關門所引起氣流對實驗造成的不良影響。另外，因為天花板與外界有互通，因此需要加裝防塵板來阻絕此一灰塵來源，而地板則改為環氧樹脂(EPOXY)材料，此材料具有耐重壓超耐磨及耐久用壽命長等特點，如圖 10 所示。

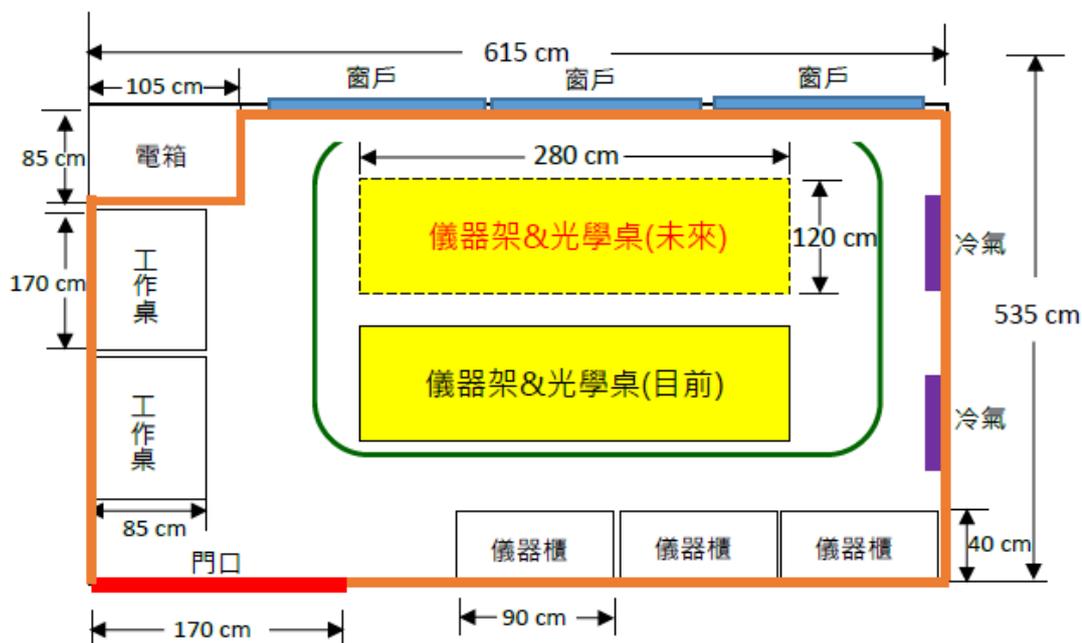


圖 9、TL 光學實驗室未來環境規劃

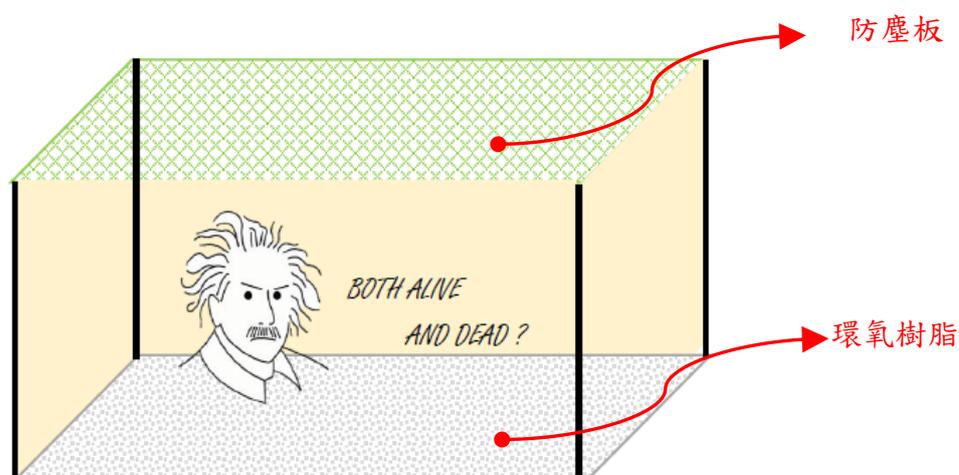


圖 10、天花板及地板材料規劃

至於未來要選購的光學桌要找光譜級光學桌(工業級的不夠好)，厚度越厚越好，因為在低頻(100-600 Hz)的防震效果較佳，桌板的動態變形量也較小，目前搜尋到 Newport 的 RS2000 及 RS4000 兩個型號都是不錯的選擇。此外，光學桌相關的空壓機、儀器架、包覆遮罩與門簾都是必要的附件。至於電源雜訊的隔離可以透過不斷電系統(6 kVA 以上)及穩壓器來達成，避免精密的儀器受到來自公司意外停電及後續復電所致突波的傷害。

(4.4) 應用及效益

建置精密光學實驗所需的實驗室環境將有利於未來穩頻雷射的搬遷與復原工作，其鎖頻光路係與中央大學合作設計並以各式各樣精密元件組合而成，目前在學校實驗顯示已具備接近商用銻鐘等級(~10-12)的潛能，甚至未來有機會逼近氫鐘的水平。除了可驗證所建立之光頻量測系統的性能外，對於提升光頻量測技術以及建立未來光頻振盪器的研發能量具有相當的效益。

日本 NTT 已準備未來 10 年將投入 6 G 通訊產業全光網路(all photonic network)相關研究，光學領域在未來將更形重要。

(4.5) 未來工作重點

- (a) 目前穩頻雷射鎖頻光路使用的聲光調變器 AOM 發生一階繞射光(diffraction)效率降低無法有效鎖頻的問題，正等待送修。近期先向中大借用類似設備以持續後續實驗，目前已完成

共振腔與原子頻率鎖定。

- (b) 上述初步鎖定之穩頻雷射已成功與中央大學光梳雷射進行比對(訊噪比需提升超過 40dB 才能量), 並與國外文獻進行比較以分析本身的頻率特性, 其絕對頻率的量測結果可用來修正自身的誤差。

5 高精度頻率量測技術研究 - 光頻降至微波頻段之高頻量測研究

(5.1) 達成項目

- (a) 完成光頻降至微波頻 60~75 GHz 架構改良技術報告。
- (b) 完成 75~100 GHz 混波器及倍頻產生器維修。
- (c) 完成光頻降至微波頻 60~70 GHz 量測技術報告。
- (d) 發表”利用光梳頻雷射產生高達 70 GHz 微波頻率”國際論文一篇。

(5.2) 執行內容(執行期間：110/01~110/12)

目前實驗室於 2020 年建置完成 60 GHz 以下的高頻微波量測架構。為了與高頻、高速及大規模連接的時代接軌，需建置光頻量測在商用毫米波雷達(輔助駕駛、自駕車、無人載具)及毫米波相關儀器等的追溯鏈。因 40 GHz 以上微波信號產生器價格昂貴，而實驗室內僅有 40 GHz 及 26 GHz 的頻率合成器，因此我們在去年將 40 GHz、26 GHz 頻率合成器、混波器及倍頻產生器模擬為一套待校件與光纖光梳雷射產生拍頻完成 40~60 GHz 微波頻率量測系統。

由於在進行 60 GHz 以上高頻量測時，訊號在傳遞的過程中強度衰減嚴重，導致訊噪比無法達到量測標準，因此在 2020 年底已陸續購買混波器、50~70 GHz 功率放大器、50~75 GHz 倍頻產生器及導波管，將原先量測架構進行改良並且根據量測紀錄值來計算其頻率準確度、穩定度及 phase noise，其量測頻率輸出範圍 60~70 GHz。

110 年進行的工作項目包含:

針對 60~70 GHz 頻率穩定度、準確度進行分析及架構改良前後效能比較，完成光頻降至微波頻 60~70 GHz 量測技術報告及光頻降至微波頻 60~70 GHz 架構改良技術報告。另外，在今年 11 月將光頻降至微波頻至 70 GHz 量測結果發表至 ATF 國際研討會。

年初購入 75~100 GHz 混波器及倍頻產生器，但在進行架構測試時並無訊號輸出，經與廠商溝通，將混波器送至美國原廠初步檢查認為係二極管被打穿所致，由於本實驗室內並無超過混波器規格範圍之功率輸出儀器，可確定此為靜電導致二極管損壞，排除人為疏失，因此廠商同意免費維修，並於五月中完成送回本院。

(5.3) 結果

經過原光頻量測架構測試後，若將待測頻率提高至 60 GHz 以上，訊號強度會衰減嚴重，訊噪比無法達到量測標準，因此我們在年初添購相關高頻儀件，改良原先微波頻率量測架構，來提升高頻量測品質。

如圖 11 微波頻率量測系統改良架構圖所示，加入低雜訊高頻放大器，可在傳輸光電轉換之 60 GHz 以上訊號以及第一次拍頻訊號(約 18 GHz)時提高傳輸功率，避免在拍頻及量測過程中，因訊號過於微弱或拍頻訊號強度差太多導致穩定度下降。加入 50~75 GHz 倍頻產生器提高待測頻率範圍；另外，將原先 V type 的傳輸線更換成導波管，

可降低傳輸損耗及減少因傳輸線導致的傳輸雜訊。以上改良及更換之儀件為圖 11 中藍色虛線方框中所標示。完成量測架構後，進行數據量測並評估改善前後之效益。

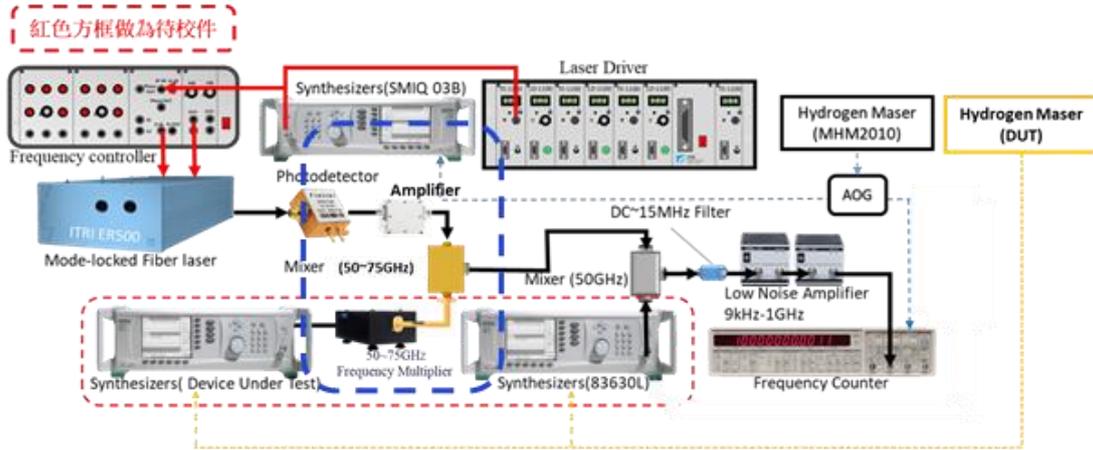
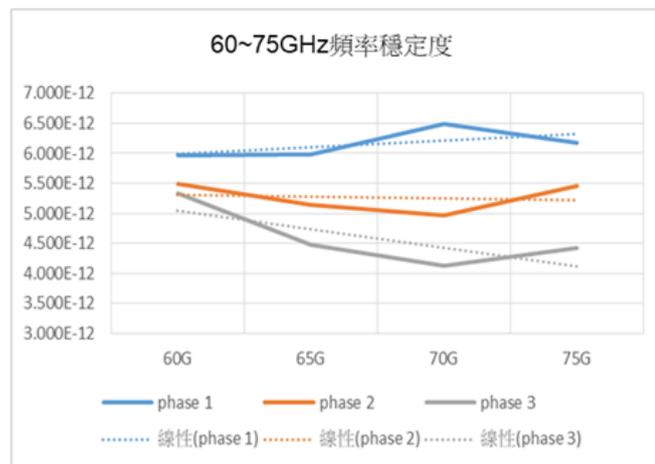


圖 11、微波頻率量測系統改良架構圖

以銫原子鐘(5071A)做為標準頻率源，量測範圍由 60G~75 GHz 每隔 5 GHz 檢測一次，每秒取樣一點，皆取 1000 點。比較 60~75 GHz 原先架構與改良架構之頻率穩定度差異：



Phase 1: 初始架構
 Phase 2: 加入新購之倍頻產生器及功率放大器
 Phase 3: Phase 2 加入波導管及更換低頻傳輸線

圖 12、60~75 GHz 量測架構前後穩定度比較圖

圖 12 所呈現係與初始量測架構及第一次改良之架構進行 60~75 GHz 穩定度比較的結果，經過兩次改良後之穩定度有明顯改善。與初始量測架構相比，改良後穩定度約改善 $2.0E-12$ 。

我們以氫原子鐘(5071A)做為標準頻率源，量測範圍由 60G~70 GHz 每隔 2 GHz 檢測一次，每秒取樣一點，皆取 1000 點。如圖 13、14 所示，經 STABLE 32 軟體計算後顯示 60~70 GHz 量測間距一秒的頻率穩定度 ADEV，60~70 GHz 頻率穩定度可達 $9.5E-13$ 以下，最高量測頻率 70 GHz 也可達到 $8.33E-13$ 。

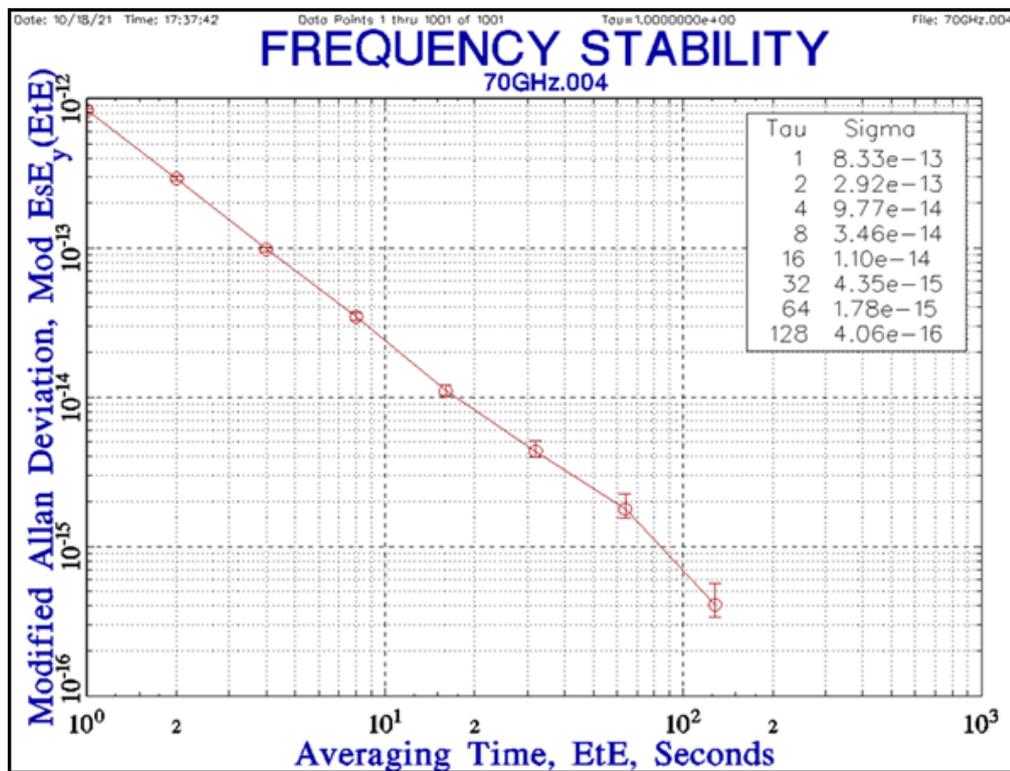


圖 13、70 GHz 頻率穩定度量測結果

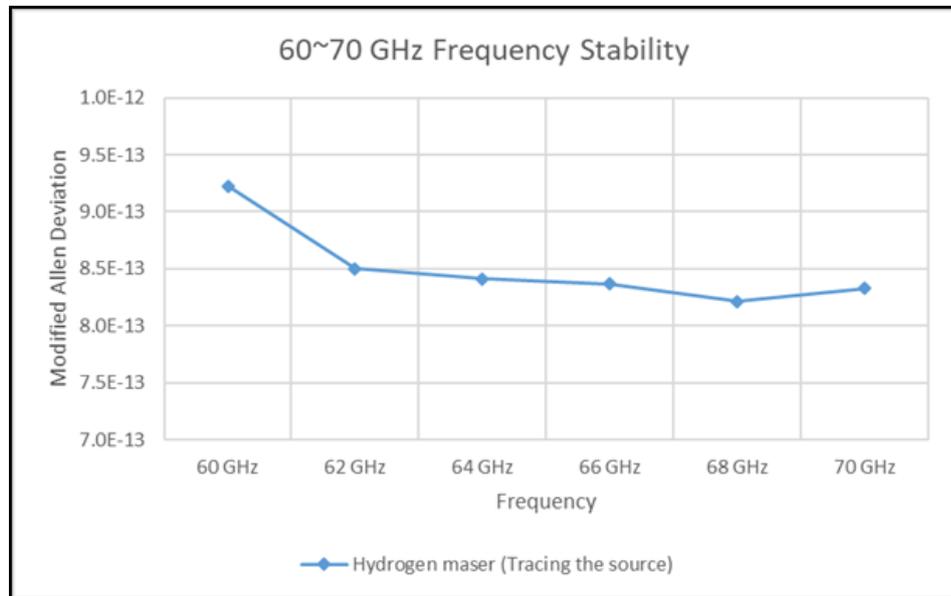


圖 14、60~70 GHz 頻率穩定度量測結果

比較待測件先後追溯不同的標準頻率源，量測範圍由 60~70 GHz 每隔 2 GHz 檢測一次，每秒取樣一點，皆取 1000 點。比較兩種標準頻率源之頻率穩定度、頻率準確度差異：

如圖 15，經 STABLE 32 軟體計算後顯示 60~70 GHz 量測間距一秒的頻率穩定度 ADEV。若待測件追溯的標準頻率源使用銫原子鐘，其 ADEV 皆在 4.4E-12~4.8E-12 範圍內，而使用氫原子鐘作為標準頻率源，ADEV 可降低至 8.3E-13~9.5E-13。由於氫原子鐘的短期頻率穩定度較佳，ADEV 量測結果約比銫原子鐘下降 3.6E-12 以上，且量測頻率由 60 GHz 增加至 70 GHz，氫原子鐘的 ADEV 變動量也比銫原子鐘小約 3.0E-13。

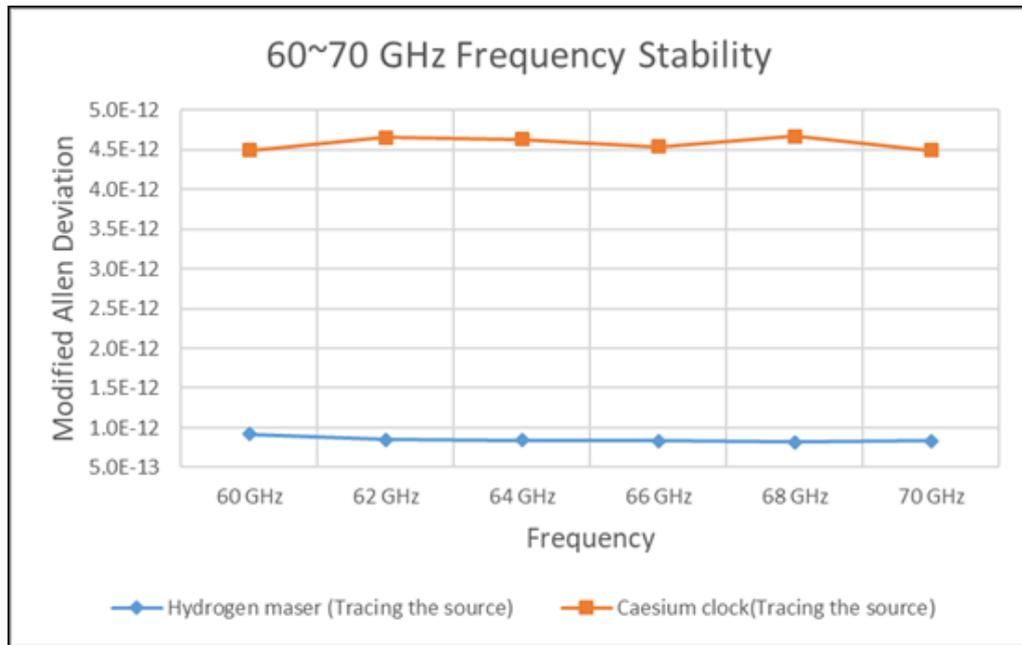


圖 15、氫原子鐘與銫原子鐘 60~70GHz 頻率穩定度比較圖

如圖 16 所示，氫鐘作為待校件標準頻率源的準確度可改善約 9.0×10^{-14} ，圖中可以更明顯的看出銫原子鐘的頻率準確度變動量相較於氫原子鐘大上許多。

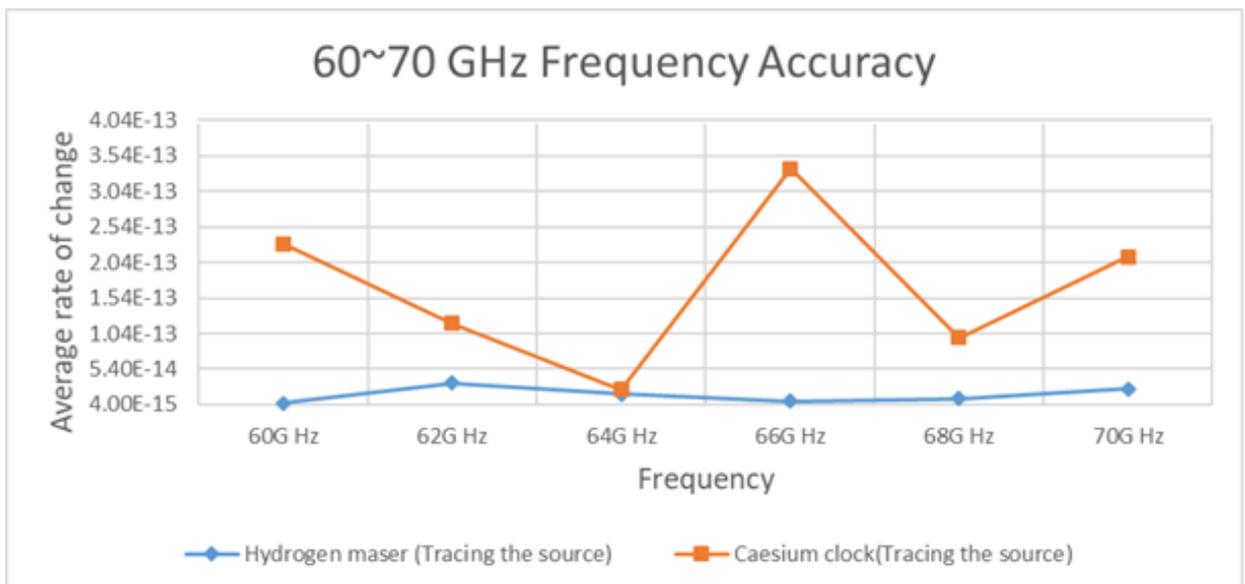


圖 16、氫原子鐘與銫原子鐘 60~70 GHz 頻率準確度比較圖

綜合以上頻率穩定度及頻率準確度分析，因兩種標準頻率源工作原理不同，導致輸出訊號的特性也有些許差異。氫原子鐘比起銫原子鐘作為短期頻率量測(頻率穩定度、準確度、不確定度)的追溯頻率源可提升量測品質，但兩者在 60~70 GHz 量測中頻率穩定度皆低於 $1.0E-11$ ，頻率準確度也低於 $1.0E-12$ 以下，也都符合微波量測系統的校正服務條件。

(5.4) 應用及效益

在先前的校正系統中，我們已經可以使用光梳頻降至微波頻的方法量測到 40~60 GHz 的訊號，且頻率穩定度可達到 $8.0E-12$ ，但為了與未來高頻產業接軌，我們必須極力開發 60 GHz 以上的校正系統，而商用毫米波雷達，應用於車用、海空領域，包括輔助駕駛、自駕車、無人載具等，其使用頻段甚至超過 60 GHz，因此在這次架構改良後，明顯改善因高頻而導致的衰減及雜訊問題。目前 60~70 GHz 在頻率穩定度、準確度已經達到提供校正服務的條件，經過相對組合量測不確定度計算也符合校正標準，預計在近期就會將實驗室提供的校正服務提高至 80 GHz。未來我們也期許自己能不斷得提高校正能量。雖然開發此系統面臨儀器上的頻率限制，但我們也蒐集許多國內外的參考文獻，設法解決問題並改良架構。

(5.5) 未來工作重點

- (a) 完成 70G~80 GHz 光梳頻轉微波頻之頻率並以氫原子鐘作為標準頻率源，量測頻率穩定度達到 $4.0E-12$ 以下。
- (b) 完成 70~80 GHz 量測架構及數據結果報告。

6. 子項綜合檢討

本子項執行情形良好，期中查核點及上半年 KPI 均已順利達成。2021 年銫鐘叢集有 6 部銫鐘運轉，現有銫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 年逐步採購一部銫鐘，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。光鐘建置的規劃部分，依據以往與中研院原分所、中央大學及工研院討論及評估，國內研提整合計畫，以完成光鐘建置的成功機會相當高。但由於建置經費相當高，因此亟需主管機關協助、指導及整體規劃推動。又光梳頻轉微波頻 60~70 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

1. 導航衛星時頻傳遞技術研究

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

(1.1)達成項目

- (a). 完成 110 年度 1 月至 6 月份 GNSS 國際比對資料送 BIPM
- (b). 完成 GNSS 遠端時間校正服務量測不確定評估
- (c). 參加 CCTF GNSS 工作組會議

(1.2)執行內容(執行期間：110.1~110/12)

本實驗室持續運轉四套導航衛星接收機如表 2 所示，具備測量導航衛星電碼與載波相位的能力，用來進行國際比對，以維持國家標準時間 UTC(TL)同步世界協調時 UTC。迄今已完成 110 年度 1 月至 11 月份量測數據上傳 BIPM 伺服器，BIPM 使用此數據得到國家標準時間與 UTC(PTB)國際比對的結果、藉此產生 TAI 及 UTC，最後發布 Circular T 校正 UTC(TL)。

表 2、導航衛星接收機

識別碼	TLT1	TLT2	TLT3	TLT4
廠牌	Ashtech	Piktime	MESIT	Septentrio
型號	Z12-T	TTS4	GTR50	PolaRx4TR Pro
BIPM 校正 識別碼	1001-2018	1001-2018	未校正	1001-2018

GNSS 遠端時間校正採用本實驗室 GNSS 參考站做為比對之基準，與攜出至客戶端之 GNSS 遠端時間校正系統進行時頻比對，並藉由 GPS 共視法來評估待校件時頻特性，上述 GPS 共視法作法如下：

使用兩具 GNSS 接收機共同觀測衛星(如圖 17)，接收來自衛星的廣播訊號，並由本實驗室與客戶端每日產生 CGGTTS 資料，來分析待校件信號源與本實驗室標準信號之相位差異，進而評估待校件時頻信號之特性。

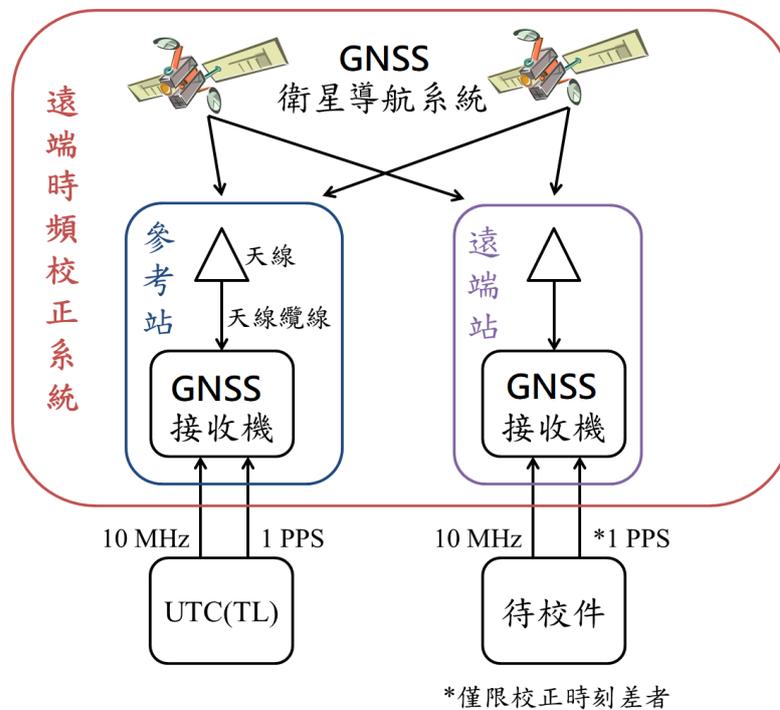


圖 17、系統架構圖

由 A 類評估與 B 類評估所得到的結果可以計算出組合量測不確定度為 7.01 (ns)(如表 3)。若欲使量測結果約有 95%的信賴水準，查詢 T 分佈得到涵蓋因子 k 等於 2，則擴充不確定度為：

$$7.01 \text{ (ns)} \times 2 \approx 14 \text{ (ns)}$$

為保險起見，將對外宣告的校正能量稍微放大，時間校正量測並評估不確定度為 20ns。

CCTF GNSS 工作組主席 Dr. Defraigne 邀請本實驗室於 5 月 25 日參與年度工作組會議，與會者包含各 BIPM、G1 NMI、以及國際專家，討論議題包含校正 G2 NMI 接收機的現況、如何使用 GPS 以外的導航衛星系統進行國際比對、BIPM 校正報告(Circular T)中如何納入伽利略及北斗導航衛星系統與 UTC 的時刻差、以及如何因應使用者透過導航衛星量測值追溯 UTC 的需求。

表 3、時間量測不確定度分量表

類型	項目	不確定度	涵蓋因子	機率密度分佈	量測不確定度	
量測不確定度	A	共視法量測平均時間為一天的 TDEV	2.0(ns)	1	視為常態	2.00(ns)
	B	本實驗室設備測量 UTC(TL) - GPS 的解析度	5.0(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	2.89(ns)
	B	遠端時頻設備測量 DUT - GPS 的解析度	5.0(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	2.89(ns)
	B	星曆資料的誤差	2.0(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	1.15(ns)
	B	設備受環境因素影響造成的延遲	3.0(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	1.73(ns)
	B	多路徑干擾造成的影響	2.0(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	1.15(ns)
	B	電離層雙頻觀測修正誤差	2.0(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	1.15(ns)
	B	對流層模型修正誤差	3.0(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	1.73(ns)
	B	UTC(TL)追溯至 UTC (Circular T)	2.4(ns)	1	視為常態	2.40(ns)
	B	UTC(TL) v.s. UTC (Circular T)不確定度	2.0(ns)	1	視為常態	2.00(ns)
	B	RG-58 纜線受溫度的影響(室內)	0.08(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	0.05(ns)
	B	LMR400 纜線受溫度的影響(室外)	1.05(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	0.61(ns)
	B	1PPS 分配放大器造成的時脈抖動 (Jitter)	0.1(ns)	1	視為常態	0.1(ns)
	B	其它未定義來源的時間偏移最大估計量	5.0(ns)	$\sqrt{3}$	矩形	2.89(ns)
	組合標準不確定度				7.01(ns)	

(1.3)結果

5月25日所參與的 CCTF GNSS 工作組年度線上會議，本實驗室以 G1 NMI 以及國際專家身分出席，德國 PTB 的 Dr. Andreas Bauch 為主席，本實驗室以兩個工作組成員的身分參加此任務組，盤點國內及 APMP 成員的需求，該會議目標為工作組提交指導手冊於 2022 CCTF 大會表決。

(1.4)應用及效益

- (a). 導航衛星時頻傳遞為本實驗室是本實驗室原子鐘納入 UTC 權重的主要方法，也是保持國家標準時間和 UTC 同步的方法。
- (b). 本實驗室校正 G2 NMI 提升國際標準的一致性，以提升國際知名度。
- (c). 本實驗室將獲 CCTF GNSS 工作組邀請參與標準制定討論及技術合作。

(1.5)未來工作重點

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。

2. 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

(2.1) 達成項目

- (a) 完成與日本 NICT 及韓國 KRISS 之 CRA 三方合作協議簽署，促進與日本、韓國在雙向傳時的技術合作機會。
- (b) 與日本 NICT 及韓國 KRISS 進行 SRS 比對並蒐集資料。
- (c) 與日本 NICT、韓國 KRISS 共同發表 SRS 雙向傳時國際論文一篇。
- (d) 完成標準化操作及數據上載系統及並產出技術報告(2021/12)。
- (e) 規劃老舊衛星地面站設備採購更新事宜。

(2.2) 執行內容(執行期間：110.1~110.12)

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。圖 18 為兩個機構架設衛星地面站，彼此使用時間碼收發機發射信號至通訊衛星，

通訊衛星將信號廣播至地面，當兩個機構測量對方信號的抵達時間，然後把這兩個的測量值相減除以二之後，就得到彼此的標準時間差。

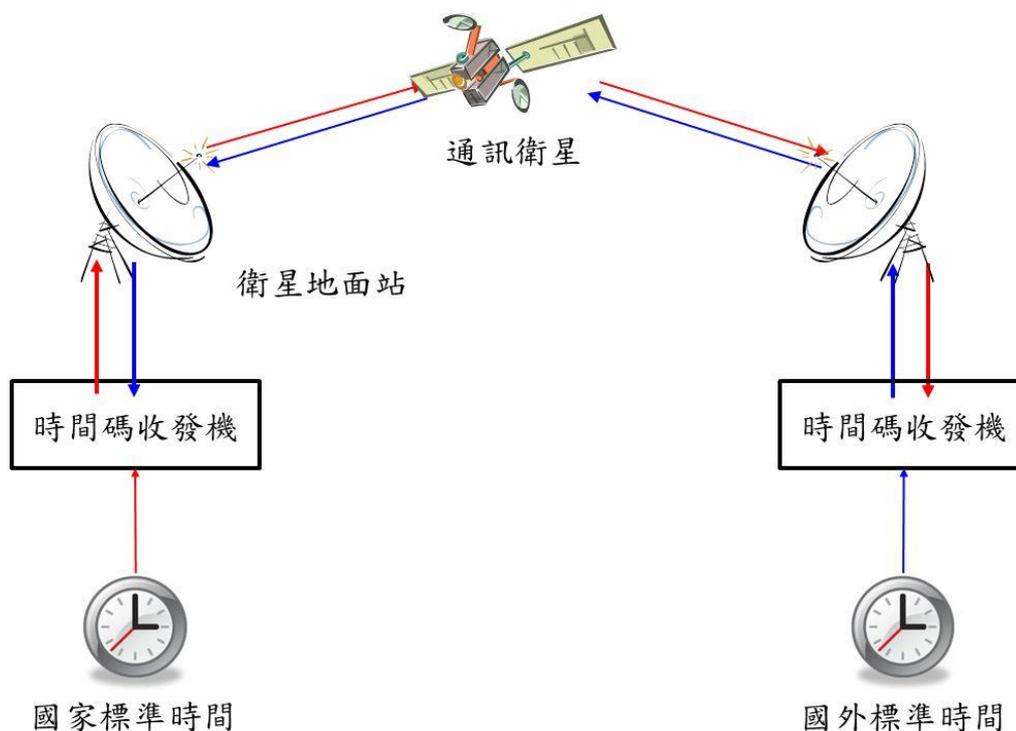


圖 18、 衛星雙向時頻傳遞示意圖

本實驗室參加 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。本次會議說明著重在 SRS 雙向傳時比對，SDR 以維持國際比對為主；另外，年初俄羅斯表示希望各國參與 Express-80 之歐洲比對鏈路，但由於目前 TL 對歐洲鏈路的衛星地面站設備老舊並未更新，暫時無法參與，因此在年底已連絡廠商執行地面站更換規劃並撰寫採購文件。

本實驗室在 2020 年完成 SRS 架設，在今年與日本 NICT 及韓國 KRISS 進行雙向傳時比對，制定衛星雙向傳時接收機 SRS 標準化程序，並完成 SRS 標準化操作及數據上載系統之報告。

(2.3)結果

圖 19 為 BIPM 發布簡化儒略日(MJD)59365~59395 國家標準時間與 UTC(NICT)國際比對的結果，包含時刻差、頻率穩定度(modified Allan deviation)以及時間穩定度(time deviation)；目前 SRS 在今年正常運作的情況 diurnal 皆維持在約 1~2ns，穩定度維持在約 5.0E-13。圖 20 所示，我們抓取 MJD59384~59394 計算載波相位(carrier phase)穩定度，計算結果每 100 秒穩定度約 3.0E-13。

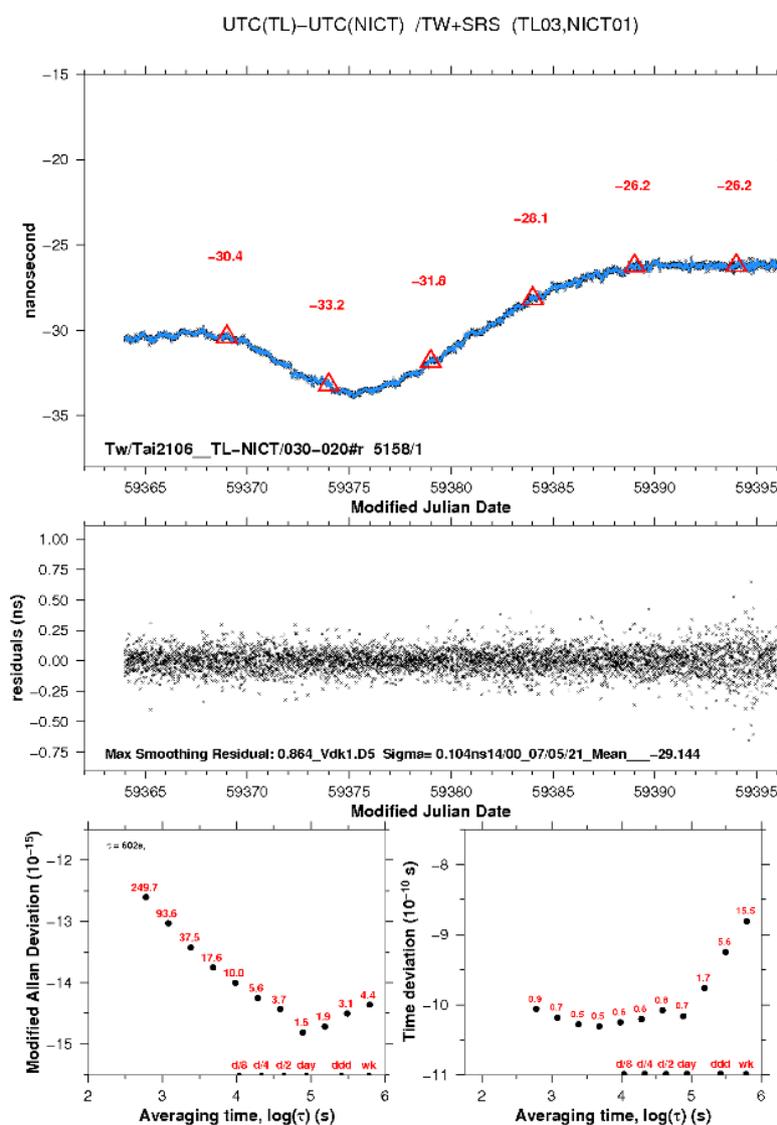


圖 19、BIPM 公布 MJD59365~59395 比對結果

FREQUENCY STABILITY

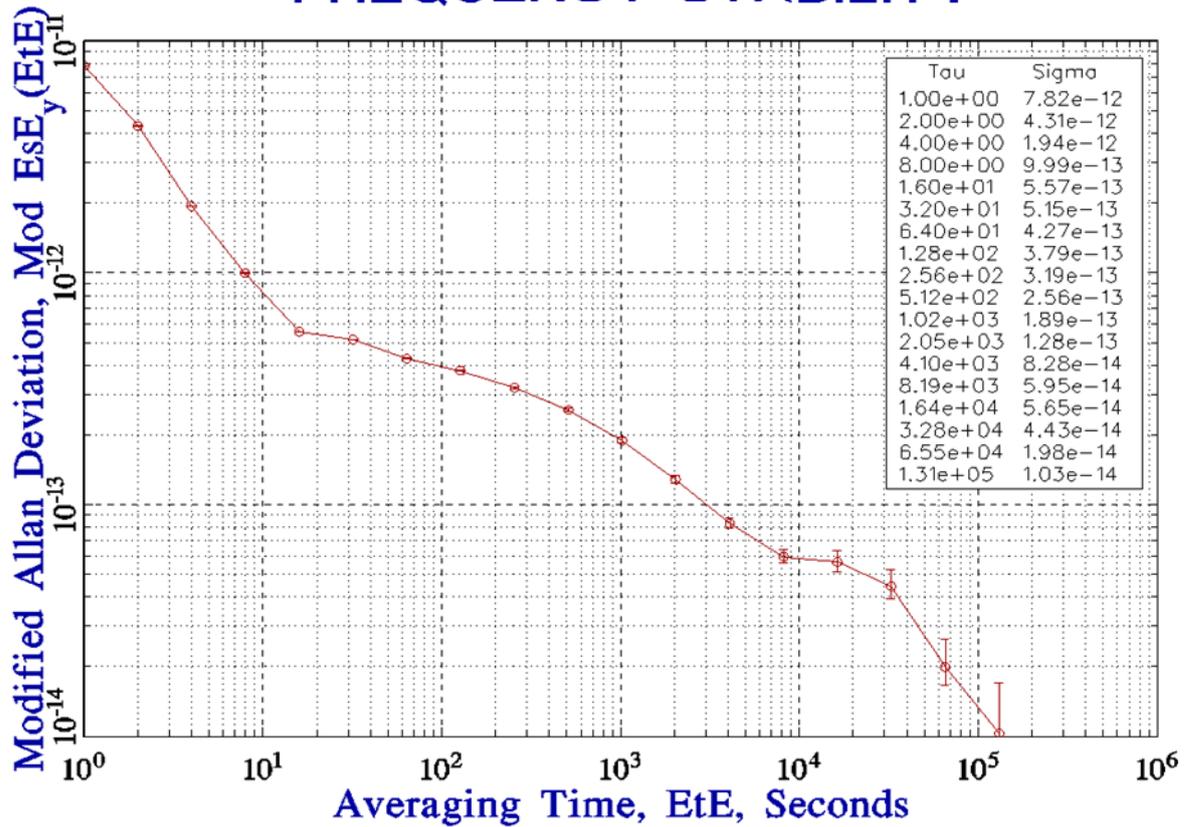


圖 20、MJD59384~59394 Carrier phase 的穩定度計算結果

由於本院衛星地面站執照效期屆滿，在今年年初向 NCC(國家通訊傳播委員會)申請並完成與日本雙向傳時比對之 TL03 衛星地面站執照展延，展延時限至 114 年 9 月，如圖 21。



圖 21、 衛星地面站無線電台執照

四月底完成與日本 NICT 及韓國 KRISS 之 CRA 三方合作協議簽署，並建置與韓國 KRISS 之 SRS 比對項目及第三連接通道，接收 KRISS 比對資料及自動產生新增與 KIRSS 的 SRS 比對報表，如圖 22。

Current Status	UPDATE
PN	3
Freq [Hz]	69999830
Status	LOCKED
Code delay [ns]	2.59295e+08
C/N0 [dBHz]	49.62
LEVEL [dB]	-28.43
ACQ 3	69999830.91439

圖 22、建置與 KRISS 比對之 SRS 第三通道

本實驗室與日本及韓國於7月在 IFCS-EFTF 國際研討會上共同發表一篇論文『Time and frequency links by a new digital TWSTFT modem』。韓國 KRISS、日本 NICT 和本實驗室已通過使用 SRS 建立時間與頻率鏈路，並進行性能評估。SRS 通過直接模數轉換來減少不需要的相位噪聲；此外，還通過代碼相位提供了測量結果的可重複性及適應時間傳遞的可能性。比對結果如圖 23，量測平均時間超過 600 秒的頻率穩定度可達到 $1.0E-13$ 以下；載波相位由時間碼收發機及衛星地面站的升降頻設備產生，為了量測相位差，雙方使用的收發機以及升降頻設備都必須和外部頻率源 10 MHz 鎖相，讓載波相位追溯當地的標準頻率源，如圖 24 為三個實驗室相互比較載波相位的量測結果，每 100 秒平均時間的穩定度可達 $2.0E-13$ 。

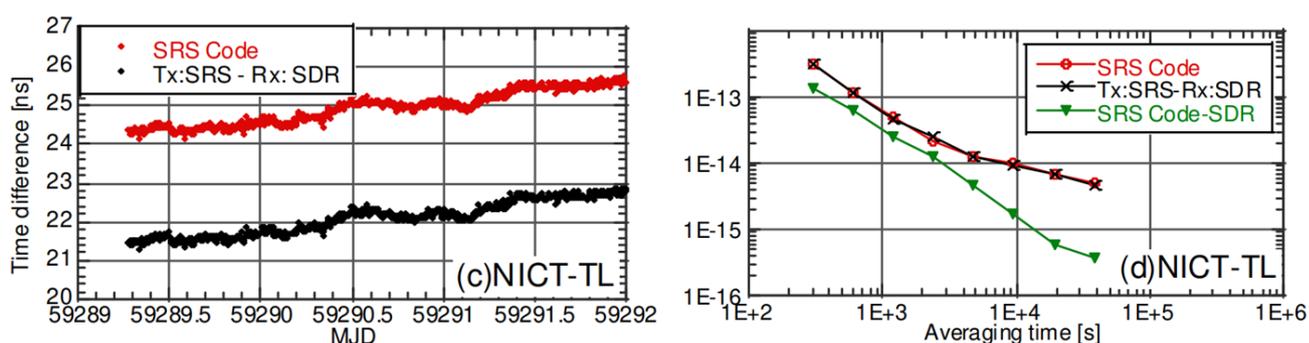


圖 23、與 NICT 時刻差結果(左圖)，頻率穩定度結果(右圖)

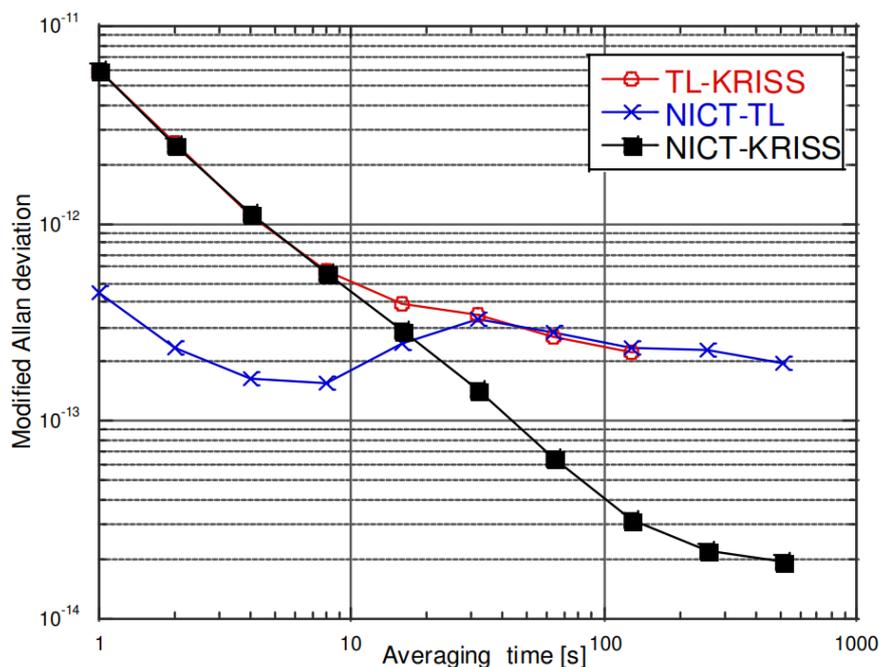


圖 24、載波相位比較結果

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，這些變動在更換衛星地面站升降頻設備後可望獲得改善。由於先前經費問題，TL03 所使用的功率放大器(BUC)及升降頻設備品質並不好，目前已編列預算以及連絡廠商進行地面站更換討論，規劃更換 BUC、升降頻設備、天線及重新布置線路，並準備採購相關文件。

(2.4)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。將地面站汰舊換新，提升相位雜訊量測品質及改善週日效應。

(2.5) 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) 完成地面站更新準備作業及設備採購。
- (d) TL、NICT 及 KRISS 三方 SRS 國際比對數據量測。

3. 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 國際比對及技術研發、參與 CCTF TWSTFT 工作組研提改善日本 NICT 與德國 PTB 之間周日效應的建議案，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 25)。

(1.2)執行內容(執行期間：110/01~110/12)

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

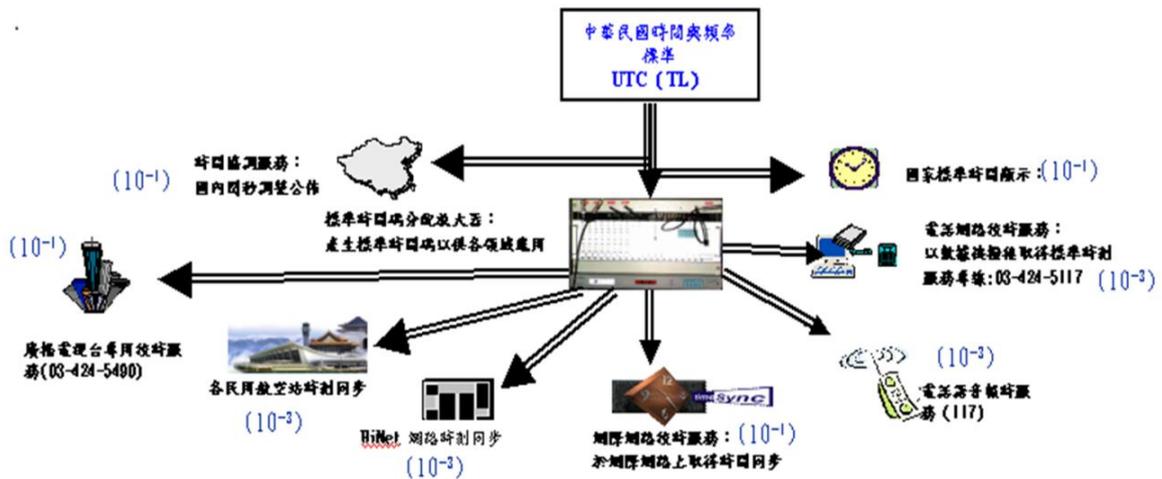


圖 25、國家標準時間同步服務示意圖

(1.3) 成果

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

(1.4) 應用及效益

本實驗室提供多項校時服務，如：撥接式電腦校時系統、網際網路校時服務等。服務範圍除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在全球及大陸地區之台商及研究機構等亦多所連結。此時間同步服務的需求量與日俱增，例如：專線式校時系統目前提供經濟部、標準檢驗局、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 2.7 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：110/01~110/12)

本年度送校廠商計有 34 家，所送件數計有 100 件，總收入為:新臺幣 1,442,500 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。

3. 網路時間同步服務運轉

(3.1)達成項目

提供每日 2.7 億次的網路時頻服務容量，以達成國內時頻標準一致的目標。

(3.2)執行內容(執行期間：110/01~110/12)

本實驗室提供網際網路校時服務，維持兩路 100M 光纖網路、兩部原級伺服器、五部網路伺服器以及一部監視電腦保持穩定運轉。本實驗室網際網路校時服務的架構如圖 26 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，首先和六部網路伺服器同步，藉由這些伺服器提供校時服務至網際網路。

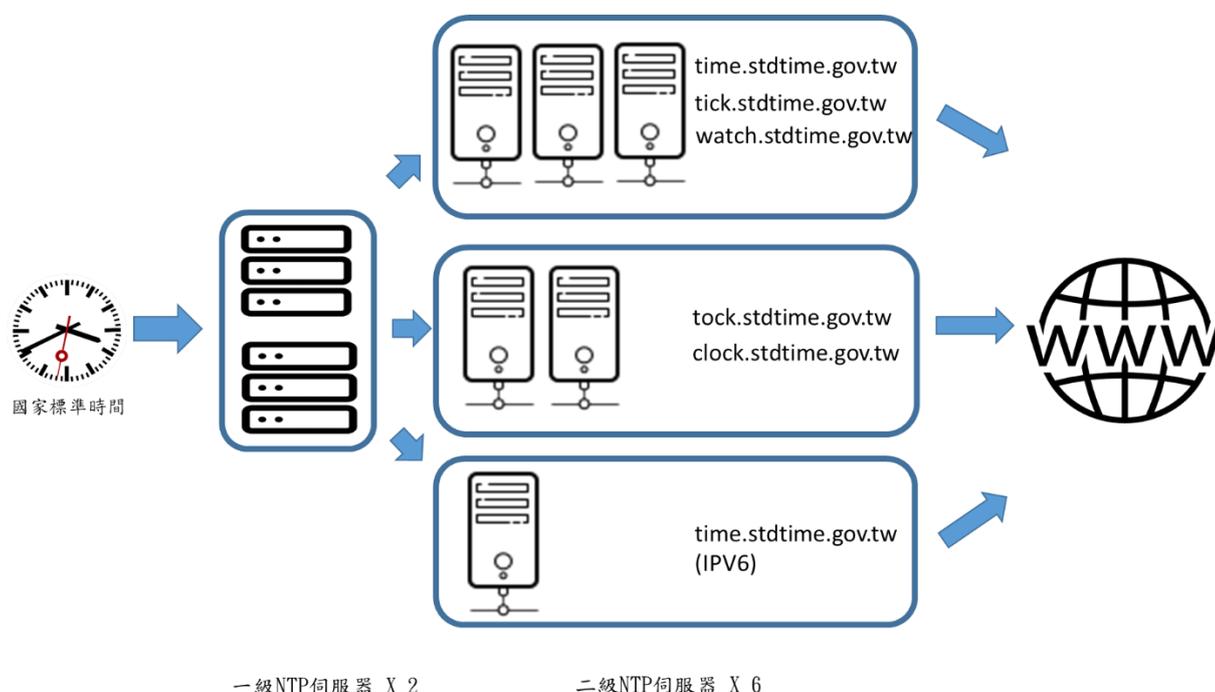


圖 26、本實驗室提供 NTP 服務架構圖

本實驗室公告這五部網路伺服器的網域名稱於網站首頁，讓民眾知悉，並且民眾可透過下載本實驗室提供之 NTP 客戶端軟體 NTPClient (<http://www.stdtime.gov.tw/chinese/exe/NTPClock.exe>)連上網路伺服器，來取得國家標準時間。圖 27 總列 110 年度 NTP 服務的校時次數，於 110 年上半年統計每日平均提供超過 2.7 億次(年度目標)服務。

因為 NPT 服務量十分龐大，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。

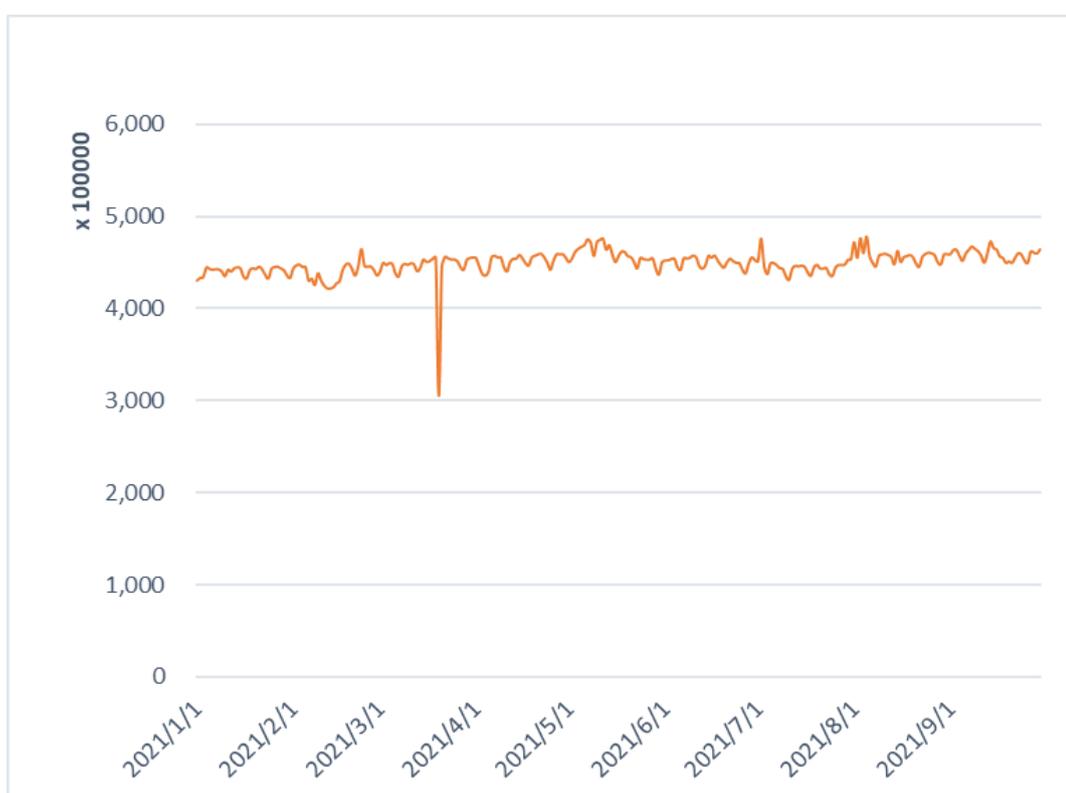


圖 27、110 年度網際網路校時服務每日次數統計

此外，由於網際網路的普及，原本提供網站服務之 512k 網路速率已不敷使用，因此本實驗室於 100 年申請一路聯外 4M 光纖網路，並於 101 年 3 月 7 日進行網域名稱異動。目前網站服務即為 4M 光纖網路，並且數據傳輸量明顯提高，圖 28 所示 110 年度每日造訪人次。

另外，本實驗室網頁將逐步更新內容，提供資訊以符合民眾預期：例如本實驗室榮譽、研究成果、本實驗室大事記、校正能量的擴充等。

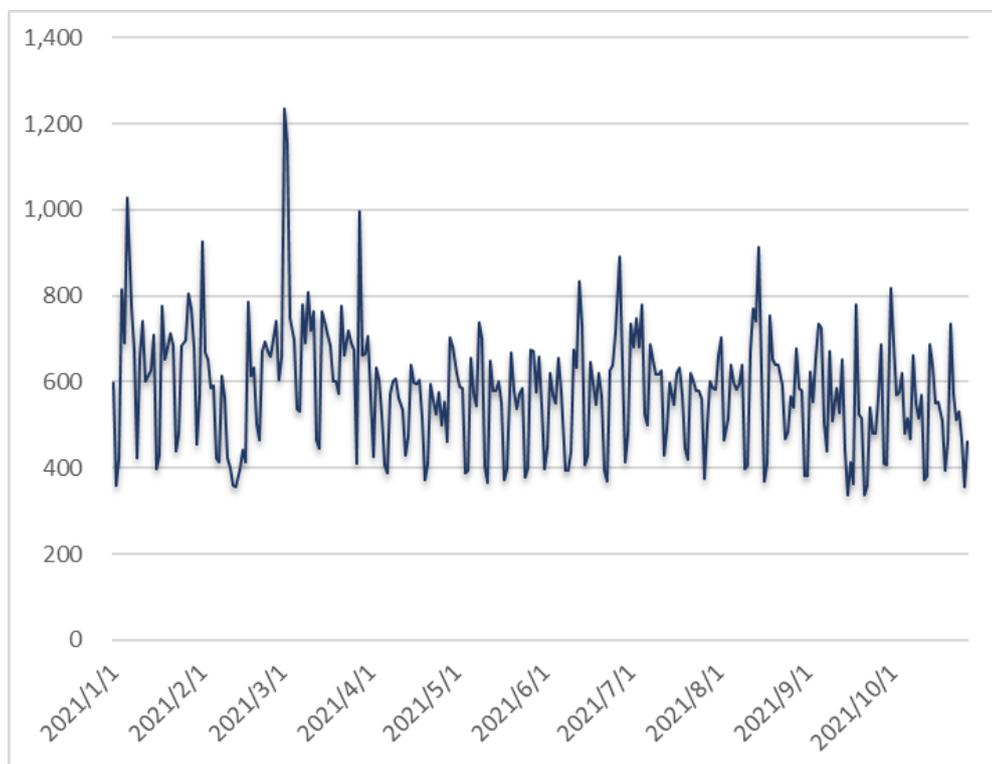


圖 28、110 年 1 月 1 日~110 年 10 月 31 日止網站服務量 (使用 ©Google Analytics)。

(3.3) 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。

實驗室也提供多項校時服務，如：撥接式電腦校時系統、網際網路校時服務等。服務範圍除涵蓋台灣地區之外，甚至在全球及大陸地區之台商及研究機構等亦多所連結。此時間同步服務的需求量與日俱增，例如：本實驗室提供標準信號源供 117 報時系統使用，簡化人工調校作業手續。

(3.4) 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。

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。預計今年增購時間同步相關設備，以增進維運的服務能量。在資安方面，則是定期進行 ISO 27001 資安查核，進行嚴密的把關。

(3.5) 自評與建議

實驗室提供超過計畫目標的每天 3 億次的服務，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，其服務量超過年度目標且範圍廣泛而影響深遠。為因應資安方面，則定期進行 ISO 27001 資安查核，進行嚴密的把關。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的不可或缺；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，使得維持服務的績效較無法彰顯，甚至資源的投入也被誤以為多餘。但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。

4. 新一代傳遞技術研究

(4.1)達成項目

(a).移動銫鐘法時間校正之增項認證申請

(b).藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時

(4.2)執行內容(執行期間：110/01~110/12)

(a). 移動銫鐘法時間校正之增項認證申請

本實驗室目前提供的遠端時間校正方法，是以 GPS 共視法為基礎的 GNSS 遠端時間校正。今年本實驗室申請「移動銫鐘時間間隔量測法」新增校正項目的認證，可使遠端時間校正方法更為完備，適合台灣證券交易所、IDC 雲端資料中心、台灣電力公司等具有國安議題，或不易安裝臨時 GPS 天線等特殊中心的時間校正使用。

此方法係利用一部可攜式銫原子鐘及計數器(SR620)，如圖 29 在不中斷電源且原子鐘穩定連續運轉的條件下，透過推車及汽車等工具運輸往返兩地，藉以量測遠端待校件與本實驗室標準件 1 PPS 信號之時間偏差值，根據一系列的記錄值計算其準確度及穩定度，達成時間遊校的目的。透過一些合理的限制，例如，30 小時內的往返歷時，確保原子鐘的漂移仍保持在一定範圍內。

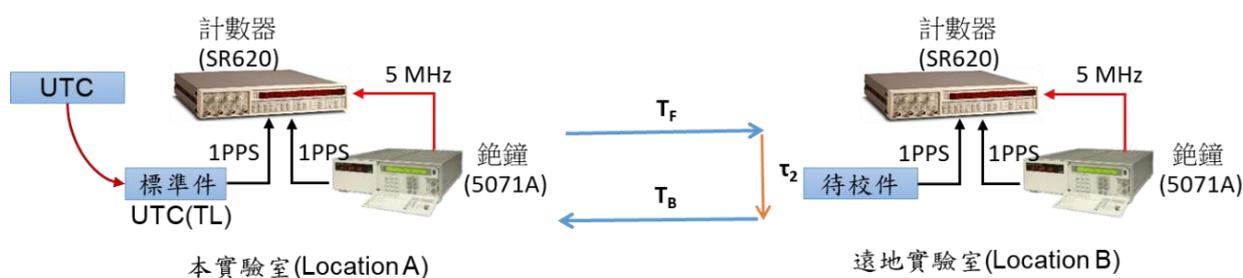


圖 29、移動銫鐘法時間校正示意圖

109 年我們利用執行智慧機械計畫的經費，已完成移動銫鐘法時間校正程序報告及量測不確定度評估報告的初版，同時整理相關測試數據撰寫成論文，發表在 109 年 IEEE IFCS-ISAF 國際會議上（題目 Remote Calibration of Time Scale Difference by Moving a Portable Cesium Clock）。

我們最早規劃的是 30 小時內的行程，讓遊校範圍可以包括台灣大部分的實驗室，也可以跨夜執行達 24 小時的量測活動，最遠可以達到高雄或宜蘭的實驗室；但考量有些客戶有更精密的時間校正需求，我們另外規劃 3 小時內的緊湊行程，比如從桃園到台北，或桃園到新竹，可在 3 小時以內完成量測活動。110 年 1~3 月完成的新增項認證正式文件，包括「移動銫鐘進行時間校正之程序報告」、「移動銫鐘時間量測系統不確定度評估報告」、「國家時頻標準實驗室移動銫鐘法時間校正作業手冊」以及 ISO 所需的品質文件與內部校正紀錄表等表單。

在新版的文件中，主要增加 3 小時以內的行程，並參考國際文獻與實際實驗數據，將不確定度進一步縮小到 3 奈秒的精度，以達到移

動銻鐘最佳的能力。如表 4 所列的校正能量，追溯至我國國家時間標準的移動銻鐘時間間隔量測不確定度，行程在 3 小時以內為 3 奈秒，一般行程在 30 小時以內為 6 奈秒；追溯至國際度量衡局發佈的 UTC 時間標準的移動銻鐘時間間隔不確定度為 10 奈秒。

表 4、移動銻鐘法時間校正服務的量測範圍及能量

系 統 名 稱	移動銻鐘時間量測系統	
服 務 範 圍	-0.5 s to 0.5 s	
量 測 不 確 定 度	追溯至國家時間標準且行程 3 h 以內	3.0 (ns)
	追溯至國家時間標準	6.0 (ns)
	追溯至 UTC 時間	10.0 (ns)
可 測 試 儀 器 名 稱	時間信號產生器 1. 銻或氫時間標準器 2. 鈷時間標準器或 GPS 接收機 3. 第二級待校件(恆溫式石英震盪器等級)	

移動銻鐘校時系統增項之 TAF 現場評鑑，已於 3 月 30 日及 31 日舉行。如圖 30，以異地實驗室鈷原子鐘為待校件，分別進行行程 1 小時及 26 小時之遊校量測實驗，兩者誤差小於 1.7 ns，並現場完成遊校 TAF log 校正報告交付評審，最終以無缺失順利通過 TAF 之增列評鑑。



圖 30、TAF 現場評鑑實作(左)移動銫鐘系統於本地實驗室(右)待
校件於遠地實驗室

當新系統建置完成後，實驗室即擬訂「移動銫鐘時間量測系統」新建量測系統查驗計畫，由標檢局及學、研、業界代表組成審查小組，進行系統文件的審查與現場評審，審查會議原定於 5 月 17 日召開，因疫情影響延期至 8 月 25 日舉辦。審查通過後已完成查驗報告並依委員意見強化本系統防撞抗震相關措施，如圖 31 將我們將本系統安裝於 ABS 材質的儀器設備箱內，再將工程車第二排椅背往前收折當作設備箱的底部緩衝抗震，再用綁帶將箱體固定於車上，以維護本系統移動過程的安全性與量測不確定度。



圖 31、以 ABS 材質的儀器設備箱，強化系統載運時的安全。

接著本實驗室準備規費送審資料，報請標檢局於 11 月 5 日召開「國家時間與頻率標準實驗室新增移動銫鐘時間量測系統 (KJ02-7) 校正規費說明會」，邀請近 20 家業界客戶參與。經會中說明及討論後，與會出席業界代表對新增「移動銫鐘時間量測系統 (KJ02-7) 校正規費」尚無修正意見，有部分業者於會後問卷已表達進行校正的意願。後續待相關行政程序完成後，將依規定完成公告程序後提供本系統的校正服務。

(b). 藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時

GPS 共視法(commom-view, CV)為最早也最基本的國際傳時比對技術，透過兩地同時接收同一顆衛星廣播的信號，進而計算兩地的時間差。當兩地的距離小於 3000 公里，分送到兩地的電波信號路徑延遲有高度的相似性，透過共同消除可以得到精準的比對結果。然而，當兩地距離拉長時，可共同觀測的衛星數目也會減少，造成 GPS 共視法精度隨距離增加而變差。為解決此問題，國際度量衡局(BIPM)的

Petit G 博士與 Jiang Z 博士於 2004 到 2008 年間，提出並推廣 GPS 全視法(all-in-view, AV)，突破了兩地時間比對的距離限制。計算全視法時，兩地不需要同時接收來自同一顆衛星的信號，而是先分別計算單站接收全部觀測到的 GPS 衛星資料，計算出該站與 GPS 參考時間的差，再計算兩地觀測站的時間差。因此，全視法能使用所有可觀測的 GPS 衛星資料，而獲得較佳的長距離比對精度。然而全視法受限於衛星星曆誤差與 GPS 參考時間誤差等因數，這幾年來精度無法再突破。台灣與歐美先進實驗室距離遙遠，若能突破此先天上的限制，可望提升國際時間比對的精度。

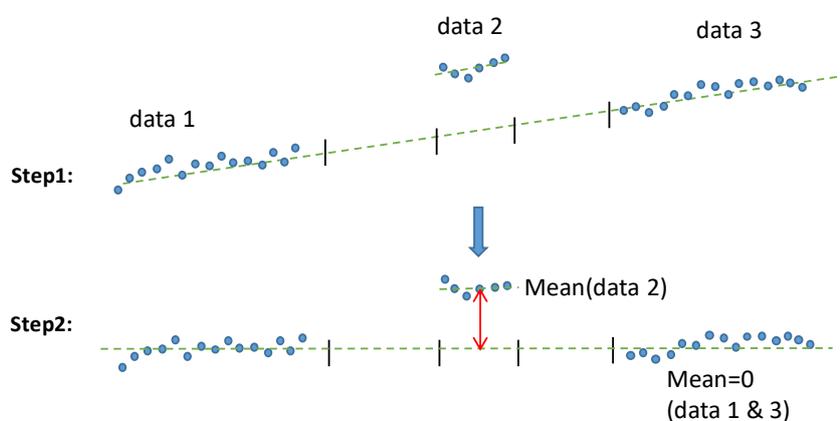


圖 32、移動銻鐘之線性內插概念圖

移動銻鐘之線性內插概念如圖 32，移動銻鐘法係利用線性內插的估計，預測銻鐘在外旅程的時間變化範圍，再與遠地待校時鐘及銻鐘的量測時間差做比較，間接得到本地參考時鐘與遠地待校時鐘的時間

差估值。我們仿效移動時鐘的「線性內插法」，把 GPS 衛星上的時鐘視為飛行的移動時鐘，間接估算兩地時鐘之時間差，圖 33 展示 GPS 上採樣共視法(UCV)的內插估值概念。上採樣技術則是近一步的資料擴展與優化，使得所有運作中的 GPS 衛星觀測資料都得以納入計算(大約有 28-31 顆運行中的 GPS 衛星)，藉以降低衛星星曆誤差與 GPS 參考時間誤差等因素。

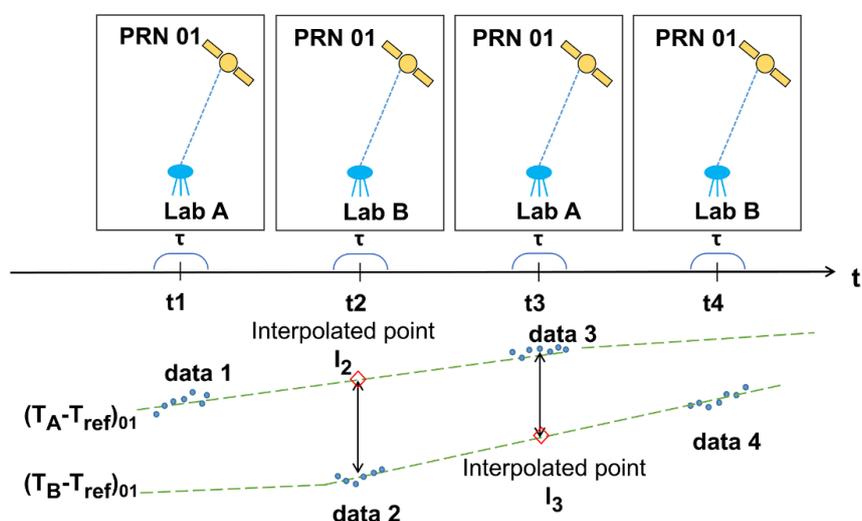


圖 33、GPS 上採樣共視法(UCV)的內插估值概念

我們的目標是改良長距離 GPS P3 電碼傳時的穩定度。本院 TL 與德國聯邦物理技術研究院(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)相距約 8383 公里，兩實驗室的 GPS 時間比對數據如圖 34，由我們提出的上採樣共視法(P3 UCV, upsampled common-view)得到的結果，其傳時雜訊低於現行的全視法(P3 AV) 結果，而更接近載波相位觀測 PPP (Precise Point Positioning)的結果。進一步分析 TL 與 PTB 上

採樣共視法(UCV)與全視法(AV)差異之頻率穩定度(modified Allan Deviation, MDEV), 如圖 35; 在一天平均時間兩者差異之 MDEV 為 1.1×10^{-15} , 而在一周平均時間之 MDEV 為 9.3×10^{-17} 。

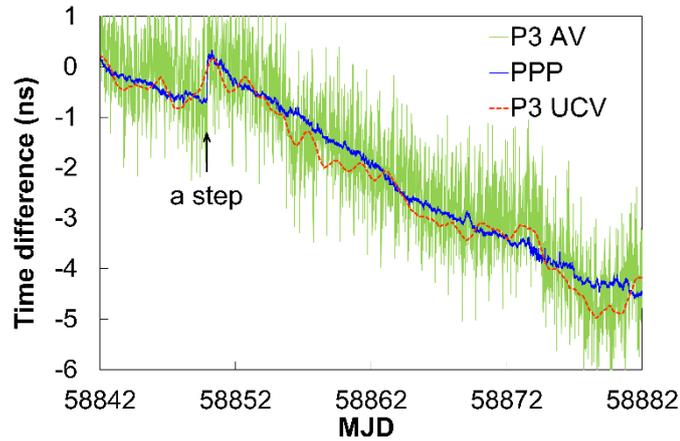


圖 34、上採樣共視法(UCV)之結果。此圖為 TL 與 PTB 兩實驗室時間比對的結果。

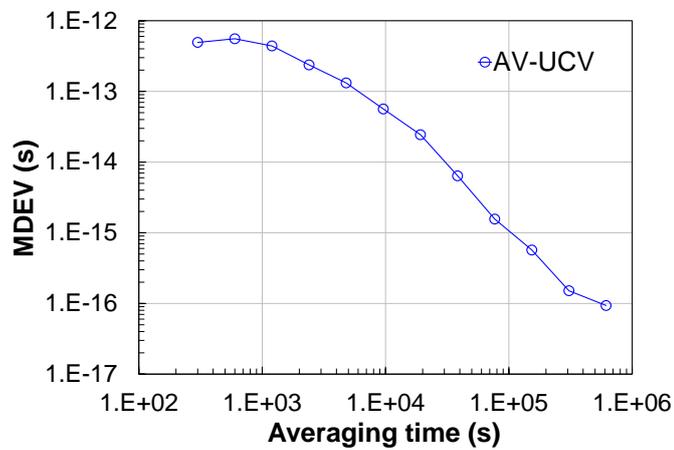


圖 35、TL 與 PTB 上採樣共視法(UCV)與全視法(AV)差異之頻率穩定度分析

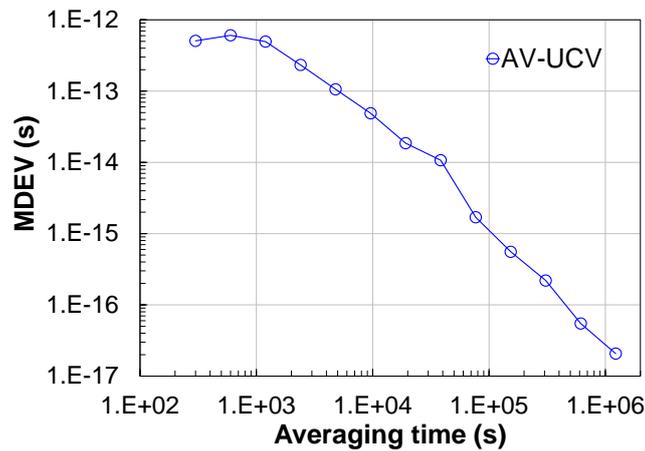


圖 36、OP 與 PTB 上採樣共視法(UCV)與全視法(AV)差異之頻率穩定度分析

我們取一短距離的傳時結果來比較，法國巴黎天文台 (Observatoire de Paris, OP)與 PTB 相距約 700 公里，分析 OP 與 PTB 上採樣共視法(UCV)與全視法(AV)差異之頻率穩定度，如圖 36；在一天平均時間兩者差異之 MDEV 為 1.28×10^{-15} ，而在 10 天平均時間之 MDEV 為 3.27×10^{-17} 。結果顯示，上採樣共視法無論長距離或短距離，在一天以上的平均時間和全視法都保持很高的一致性。

(4.3) 結論與自評(執行期間：110/01~110.12)

(a). 移動銫鐘法時間校正之增項認證申請：

「移動銫鐘時間間隔量測法」是應產業需求而規劃新增的項目，目的在使遠端校時方法更為完備。感謝執行經濟部智慧機械計畫的經費支持，得以利用銫原子鐘、計數器及不斷電系統等設備進行了遠端校正實驗，驗證該項技術的可行性，並完成校正程序報告及量測不確

定度評估報告。今年上半年已完成校正程序報告與量測不確定度評估報告的內容修訂，撰寫校正作業手冊以及 ISO 所需的品質文件，並且通過 TAF 之增列評鑑。下半年則完成新建量測系統查驗計畫並通過審查會議，也在標檢局指導下順利完成新增移動銫鐘時間量測系統校正規費說明會，待完成公告程序後即可提供本系統的校正服務。

技術方面，在分析系統量測不確定度時，我們對銫原子鐘遊校過程中內插預測的不確定度，是以半程時間間隔誤差 TIE(rms)來估計，為較簡化保守的估計，我們目前正進行銫原子鐘的兩年多實際量測數據的統計，分析量測盲區(模擬遊校時)的內插預測與實際量測結果的差異，將投稿到明年的國際會議；而相對效應若依實際案例計算則可視為修正項，進而降低不確定度的估值，這些部份可在累積更多實際移動銫鐘校正經驗後做修訂。我們也將配合產業需求持續精進移動銫鐘時間量測系統，並進行後續新系統的開發。

(b). 藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時：

我們運用移動銫鐘的線性內插估值法以及數位信號處理的上採樣(upsampling)技術，提出全新的 GPS 上採樣共視法(upsampled common-view, UCV)。我們先清楚定義此方法的細節與步驟，並撰寫國際期刊論文一篇，發表於 GPS solutions 2021 年的期刊。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，而在一

天以上的平均時間和全視法則保持高度的一致性。要進一步改善長基線 GPS 傳時結果，必須與載波相位觀測為主的 IPPP (integer ambiguity PPP technique) 技術做比較，並考慮修正長距離間不同地理位置效應，這部分進一步的數據分析與部分觀點，則發表在七月的 IEEE EFTF-IFCS 2021 國際會議上。

未來我們也將進行多個國家實驗室間的 GPS 上採樣共視法之特性評估，並研發衛星分群與濾波器技術，持續改良此技術。

5. 舉辦第七次校正領域之頻率量測能力試驗活動

(5.1) 達成項目

(a) 完成舉辦第七次校正領域之頻率量測能力試驗活動線上說明會

(圖 37)

(b) 完成舉辦第七次校正領域之頻率量測能力試驗活動

(c) 發出總結報告及參加證書

(5.2) 執行內容(執行期間：110/01~110/12)

為配合 ISO/IEC 17025 規範，及全國認證基金會(TAF)對國內校正實驗室間相互比對之要求。本實驗室訂於今(110)年舉辦「第七次校正領域之頻率量測能力試驗活動」，提供國內之時頻實驗室校正能力驗證的機會，進而健全全國時頻追溯體系。活動對象包括 TAF 已認證、申請中及其他有興趣參與之實驗室。

此活動係於 8 月 27 日舉辦線上說明會，接著自 9 月初起由本實驗室將待測件及一套完整的校正系統依序運送至參加實驗室。在參加實驗室依據其例行的校正方法進行量測，在此期間本校正系統亦同時進行量測，此兩組實驗之結果即可相互比對。待所有參與實驗室都完成量測後，再彙整計算各家的量測結果，完成總結報告。

(5.3) 結果

本次活動共有 21 家實驗室參加，其中 20 家實驗室的比對結果列入整體評估，另有一家因為校正範圍差異，改列為量測稽核。各實驗

室所得量測數據，均依據國際間執行校正領域能力試驗之評估方式，以 $|En|$ 值來評估實驗室之表現結果。

活動於 10 月中旬完成所有實驗室的巡迴量測後，隨即進行數據分析及報告撰寫，並於 11 月 5 日舉辦線上總結會議，並於會後寄發總結報告(因應新冠肺炎疫情)。本次參加能力試驗活動 20 家實驗室所得的 $|En|$ 值皆小於 1，因此皆順利通過本次能力試驗活動。活動的觀察事項和後續推動工作，均在總結會議中向與會代表說明。

(5.4) 應用及效益

舉辦能力試驗活動，提供次級實驗室校正能力相互比對的機會，以符合實驗室認證規範的要求，是健全我國時頻追溯體系工作中的要項。本實驗室自民國 92 年起，已陸續舉辦七屆的頻率量測及五屆轉速計校正之能力試驗活動。

本年度規劃及籌備第七屆頻率量測能力試驗活動，有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，符合認證規範的需求，進而延續認證資格並提昇產業的競爭力。



圖 37、能力試驗線上說明會議之畫面截圖

6. 科普教育推廣

(6.1) 達成項目

- (a). 運用標準檢驗局「計量學習服務網」、「標準、檢驗、度量衡文物數位典藏網」平台推廣。
- (b). 安排科普參訪

(6.2) 執行內容(執行期間：110/01~110/12)

為讓國家標準計量知識能夠擴散推廣。利用標準檢驗局「計量學習服務網」、「標準、檢驗、度量衡文物數位典藏網」作為學習平台，結合影片(SI 基本單位是蝦米?)以及線上即時問答遊戲APP，啟發對計量科學知識的興趣。

學員參考資料：

- i. 計量學習服務網 <https://metrology.bsmi.gov.tw/>
- ii. 標準、檢驗、度量衡文物數位典藏網
<https://asmi.nstm.gov.tw/home.aspx>

將參加者代碼、完成時間以及執行活動時的側拍畫面（可不用露臉如圖 38）郵寄電子信箱至 stdtime@gmail.com，並將主旨寫參加"時頻實驗室科普推廣教育"，將於活動結束後，參加者前 50 名將贈送小禮物。

另外安排電信學院新進人員參訪國家時間與頻率標準實驗室(如圖 39)，並於展示室介紹世界時頻歷史的演進及國家標準維持的現況及未來的發展。

(6.3) 結果

學員設定為國高中，以線上 LINE 傳遞活動訊息，活動相關照片資料如下。

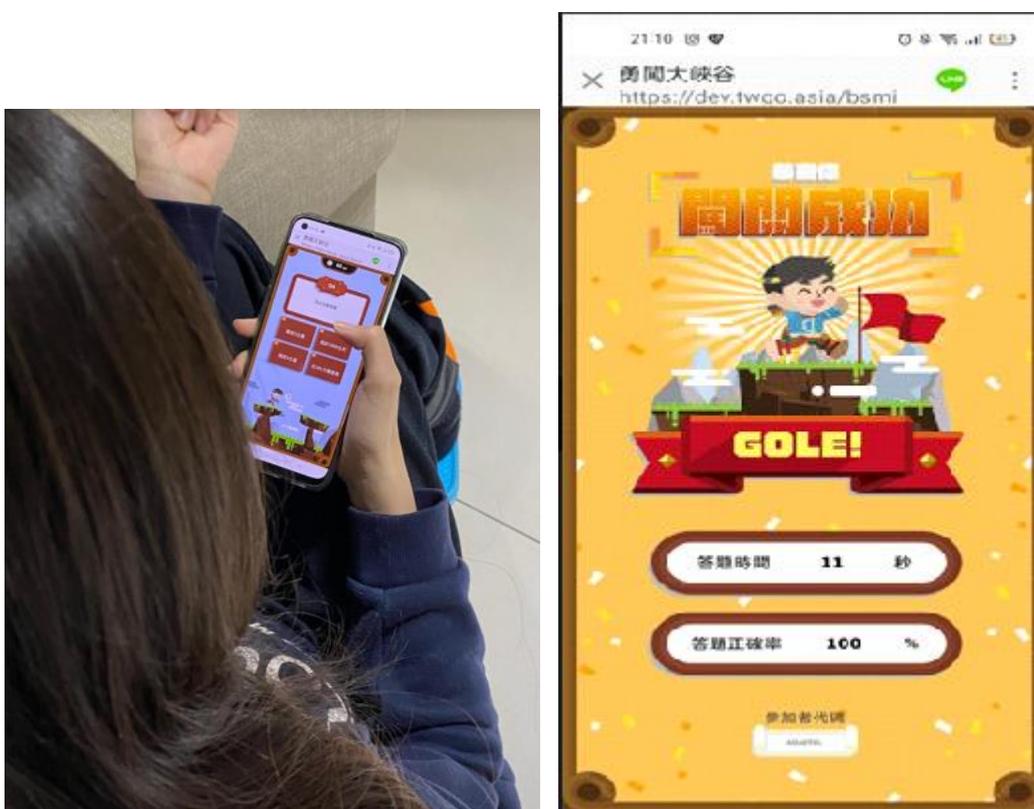


圖 38、完成活動畫面圖檔

電信學院新進人員參訪活動及同仁現場解說及問答相關活動照片如下。



圖 39、電信學院新進人員科普參訪

(6.4) 應用及效益

透過線上方式，觀賞淺顯易懂的動畫影片及線上即時問答遊戲 APP，另安排現場時頻領域科普介紹，提供全民對不同科學場域的學習機會，讓科學基礎知識普及推廣及全面扎根。

7. 國際研討會之舉辦

(7.1) 達成項目

完成舉辦線上 ATF 2021Workshop 研討會

(7.2) 執行內容(執行期間：110/01~110/12)

ATF workshop 是由亞太計量組織(APMP)時頻技術委員會(TCTF)舉辦的時頻國際研討會，目的在於讓 TCTF 參與實驗室的成員交換時頻技術最新發展趨勢與成果。因應國際間 COVID-19 疫情尚未穩定，今年的 ATF2021 研討會於民國 110 年 11 月 11 日以線上研討會方式舉辦。本次會議由林晃田博士擔任召集人(Chair of ATF Organizing Committee, ATF OC)，與 ATF OC 成員們密切溝通，並鼓勵 TCTF 成員們踴躍投稿，最後為 ATF 2021 Workshop 徵集 14 篇論文，會議之議程安排如下表所示。本次研討會參加人數達到 78 人，創下歷屆 ATF workshop 與會人數的新高。紀錄

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

表 5、ATF2021workshop 會議議程

Asia Pacific Workshop on Time and Frequency 2021 (ATF2021 On-line Workshop)

November 11, 2021 (01:00 ~ 08:15)

Opening		(01:00-01:05 UTC)
Dr. Huang-Tien Lin, TL		
Section-I Time and Frequency Dissemination and Calibration		
Chair: Dr. Michael Wouters, NMIA (01:05~ 03:45 UTC)		
01:05-01:25	1. THz Frequency Counter based on a Semiconductor-Superlattice Harmonic Mixer with 4-Octave Measurable Bandwidth and 16-Digit Precision <i>S. Nagano, M. Kumagai, H. Ito, Y. Hanado and T. Ido</i>	
01:25-01:45	2. Providing an auditing service with the OpenTTP <i>Ahmad Sahar Omar, E Louis Marais</i>	
01:45-02:05	3. Microwave Frequency Generation up to 70 GHz Using Er-Doped Fiber Optic Frequency Comb <i>Tien-Kuan Tseng, Po-Cheng Chang</i>	
Coffee Break (02:05~02:25, 20 min)		
02:25-02:45	4. Characterization and upgradation of indigenously developed telephone time dissemination system <i>Navraj Poudel, Suchi Yadav, Aishik Acharya, Vijay N. Ojha, Amitava S. Gupta, Poonam Arora</i>	
02:45-03:05	5. Timing Traceability Links between Two Timescales <i>Mahavir P.Olaniya, Suchi Yadav*, Preeti Kandpal, Ashish Agarwal</i>	
03:05-03:25	6. Novel approach to synchronize National Informatics Centre (NIC) network with IST over IOT framework <i>Pranalee Premdas Thorat, T Bhardwaj, P Kandpal, Ravinder Agarwal and D. K Aswal</i>	
03:25-03:45	7. Automatic Frame Selection for Calibration of Stopwatches based on Video Totalize Method <i>Cliff S.H. Wong, C.M. Tsui, Steven S.L. Yang,</i>	
Lunch Break (03:45 ~ 05:00)		
Section-II Time and Frequency Standard and T/F Transfer		
Chair: Dr. Tetsuya Ido, NICT (05:00~ 08:15 UTC)		
05:00-05:30	1. (Invited) A narrow-linewidth and frequency-stabilized laser at the telecom wavelength for the realization of an “optical H-maser” <i>Feng-Lei Hong</i>	
05:30-06:00	2. (Invited) Sr optical lattice clocks at NIM <i>Yige Lin, Qiang Wang, Tao Yang, Ye Li, Fei Meng, Bingkun Lu, Lin Zhu,</i>	

	<i>Baike Lin, Tianchu Li, Zhanjun Fang</i>
06:00-06:20	3. On-chip optical frequency reference with a self-stabilized soliton microcomb <i>Jae Hoon Lee, In Hwan Do, Hansuek Lee, Hyun-Gue Hong, Jungwon Kim, Kyoungsik Yu, Dai-Hyuk Yu</i>
06:20-06:40	4. Contribution to International Atomic Time by the nearly continuous operation of an Yb optical lattice clock <i>T. Kobayashi, D. Akamatsu, K. Hosaka, Y. Hisai, A. Nishiyama, A. Kawasaki, M. Wada, H. Inaba, T. Tanabe, F.-L. Hong, and M. Yasuda</i>
Coffee Break (06:40~07:00, 20 min)	
07:00-07:30	5. (Invited) The Navigation with Indian Constellation and its applications in Time Transfer <i>Amitava Sen Gupta</i>
07:30-07:50	6. Intercontinental frequency link via broadband very long baseline interferometry <i>Mamoru Sekido, Marco Pizzocaro, Nils Nemitz, Monia Negusini, Kazuhiro Takefuji, Hideki Ujihara, Tetsuro Kondo, Cecilia Clivati, Federico Perini, Hidekazu Hachisu, Julia Leute, Gerárd Petit, Davide Calonico, and Tetsuya Ido</i>
07:50-08:10	7. GNSS time transfers in the national positioning infrastructure <i>Thayathip Thongtan</i>
Closing	Dr. Huang-Tien Lin, TL

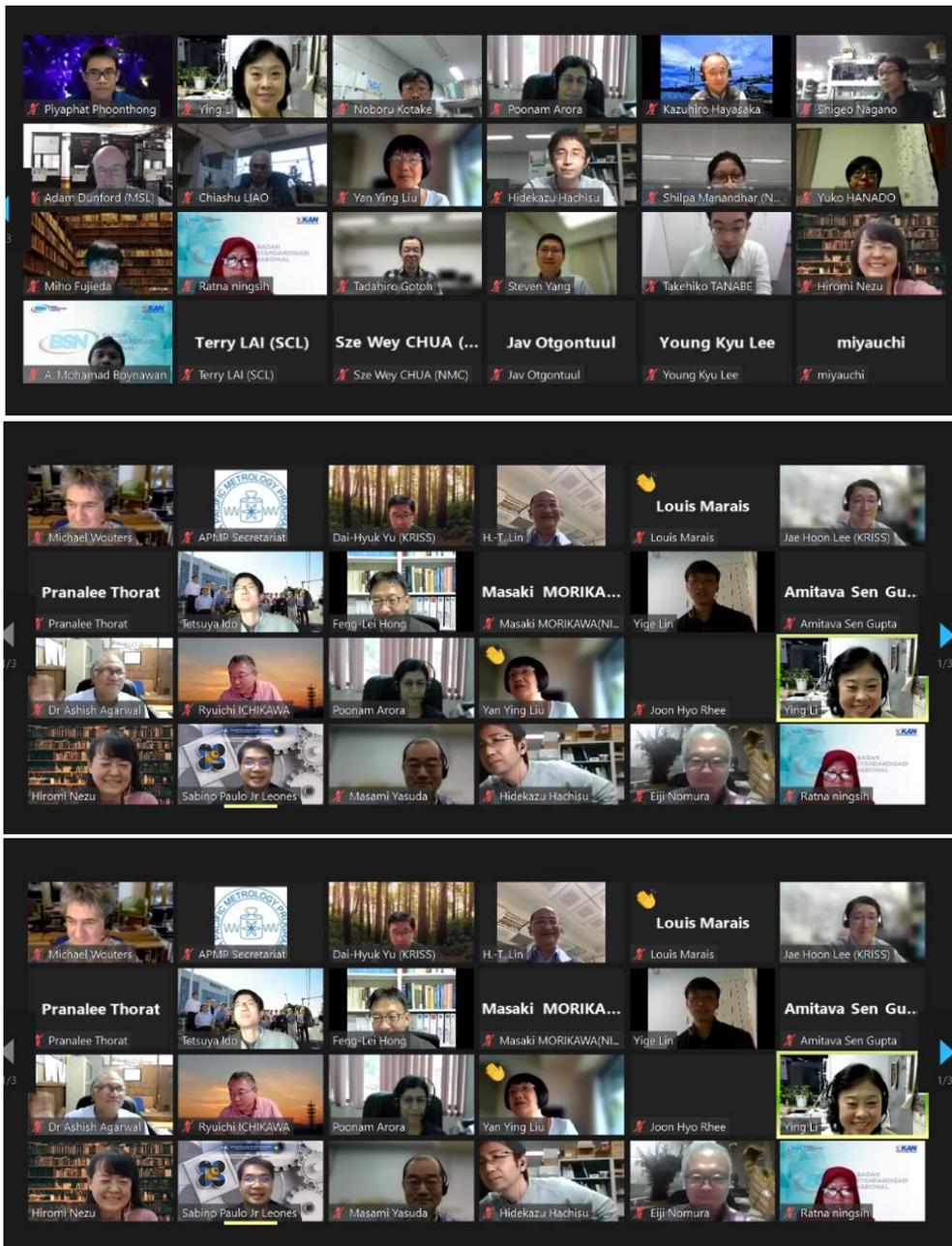


圖 40、ATF 2021 Workshop 線上會議畫面

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，11 月止查核點及 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。又如移動鉅鐘法時間校正通過 TAF 增項認證取得證書，影響相關資通新技術量測或新服務的發展，請支持續發展。提出全新的 GPS 上採樣共視法 (upsampled common-view, UCV) 的細節與步驟，並撰寫國際 SCI 期刊論文一篇，發表於 GPS solutions 2021 年的期刊。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，或需本實驗室負擔工程師於台灣及返國隔離期間的費用，不但維修的成本急遽上升，且維修期間將變得更長。

此外，計畫經費日益拮据，早已不敷實際運作之成本。這也影響計畫工作推展與研發規劃也相當不利，以及早謀求解決之道。

七、參考文獻

- (1) 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)
- (2) 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
- (3) 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)
- (4) 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)
- (5) 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)
- (6) 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)
- (7) 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		
(一)實驗室維持及行能增進研究	58	<ul 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。 ● 進行光梳頻降頻系統之架構改良，並完成技術紀錄一篇。 ● 原光梳頻降頻量測架構加入導波管、50~75 GHz 倍頻產生器、低雜訊功率放大器進行 40~60 GHz 穩定度量測。使用頻率分析儀量測結果顯示，phase noise 以及 SNR 皆有所改善。 ● 撰寫 40~60GHz 校正程序書及不確定度評估文件。 ● 進行銣原子(同位素 Rb85 及 Rb87)參考譜線線寬量測 ● 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	25	<ul 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。 ● 持續進行 SRS 衛星雙向傳時國際比對及資料蒐集。 ● 完成 TL03 地面站執照期限展延

		<p>(與日本進行雙向傳時比對用)，已核發電台執照，展延時限至115年。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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 ● 成參加 2021 年 CCTF Task Force on GNSS traceability meeting 工作組會議。 ● 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	26	<ul style="list-style-type: none"> ● 網際網路(NTP)校時服務每日服務之次數大於 2.7 億次。 ● 新一代 GPS 共視法(common-view)研究，初步結果發表在 GPS Solutions SCI 期刊。 ● 「移動銻鐘時間校正法」增列評鑑案以無缺失順利通過。 ● 累計至六月份完成高精度時頻校正服務 53 件。 ● 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 110 年 1 月 1 日至 110 年 11 月 30 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	19,972	17,960	17,960				17,960	100	
公費	980	898	898				898	100	
營業稅	1,048	942	942				942	100	
小計	22,000	19,800	19,800				19,800	100	
資本支 出									
機械設 備	0	0	0				0		
小計	0	0	0				0		
合計	22,000	19,800	19,800				19,800	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	1	1	
	論文 (篇數)	期刊	國內	0	0	技術引	博士	0	0
			國外	0	1		碩士	0	0
研討 會		國內	1	0	一般 技術 授權	件數	0	0	
		國外	3	3		項數	0	0	
業界 合作 (一) 合作 研究	件數	0	0	技術 服務		技術授權金	0	0	
	項數	0	0			權利金	0	0	
	配合款	0	0		其他	0	0		
	先期技術授權金	0	0	件數	55	100			
	權利金	0	0		項數	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	2		
促進投 資生產	項數	0	0	推廣 活動	人數	20	112		
	件數	0	0		金額	0	0		
宣導手 冊	數量	0	0	推廣 活動	場次	0	1		
	金額	0	0		金額	0	0		

註：累計至 110 年 12 月底之統計資料。

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	4	SCI 期刊論文 1 篇。 1. Improving long-baseline rapid GPS time transfers by a modified common-view method 2. Comparison of GNSS All-in-View (AV) and Upsampled Common-View (UCV) time transfers 3. Time and frequency links by a new digital TWSTFT modem 4. Microwave Frequency Generation up to 70 GHz Using Er-Doped Fiber Optic Frequency Comb
研究報告	8 篇	技術報告 8 篇 1. 移動銻鐘進行時間校正之程序報告 2. 移動銻鐘時間量測系統不確定度評估報告 3. 國家時頻標準實驗室移動銻鐘法時間校正作業手冊 4. 光頻降至微波頻 60~75GHz 架構改良報告 5. GNSS 遠端時間校正量測不確定度評估報告 6. 藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時(Improving long-baseline GPS time transfers by a new common-view method) 7. 新一代 SRS 接收機標準化操作及數據上載系統報告 8. 光頻降至微波頻 70GHz 之量測技術報告 9. 光學實驗室環境改善規劃
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

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。

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 2.7 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。

- (一) 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。
- (二) 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。
- (三) 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。

- (四) 民國 110 年度實驗室在人力、經費緊縮情況下，仍全力以赴，完成查核點及各項目標。

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	初級產出 量化值	實際 達成值	效益說明	重大突破
學術成就 (科技基礎研究)	A 論文	3 篇 (國際研討會 論文 3 篇)	國外期刊 1 篇 國外研討會 3 篇 合計共 4 篇	1. Improving long-baseline rapid GPS time transfers by a modified common-view method (SCI) 2. Comparison of GNSS All-in-View (AV) and Upsampled Common-View (UCV) time transfers (EI) 3. Time and frequency links by a new digital TWSTFT modem (EI) 4. Microwave Frequency Generation up to 70 GHz Using Er-Doped Fiber Optic Frequency Comb	
	B 研究團隊養成				
	C 博碩士培育	參與計畫執行之博、碩士生人數：1 人	1 人	中央大學物理所博士生	
	D 研究報告				

屬性	績效指標	初級產出 量化值	實際 達成值	效益說明	重大突破
	E 辦理學術活動	辦理國內、雙邊或國際之研討會 workshop、學術會議 symposium、學術研討會 conference、論壇 forum 次數。出版論文集數目	1 場次	ATF 2021 舉辦一場	
	F 形成教材				
	其他				
新) 整合 創 新(科技 技術創	G 專利				

屬性	績效指標	初級產出 量化值	實際 達成值	效益說明	重大突破
	H 技術報告	新技術開發 或技術升級 開發之技術 報告：3 篇	技術報告：9 篇	技術報告 9 篇 1. 移動銻鐘進行時間 校正之程序報告 2. 移動銻鐘時間量測 系統不確定度評估 報告 3. 國家時頻標準實驗 室移動銻鐘法時間 校正作業手冊 4. 光頻降至微波頻 60~75GHz 架構改良 報告 5. GNSS 遠端時間校正 量測不確定度評估 報告 6. 藉由新共視法改善 長基線 GPS 傳時 (Improving long-baseline GPS time transfers by a new common-view method) 7. 新一代 SRS 接收機 標準化操作及數據 上載系統報告 8. 光頻降至微波頻 70GHz 之量測技術 報告 9. 光學實驗室環境改 善規劃	
	I1.辦理技 術活動	辦理國內或 國際技術研 討會、技術說 明會：1 場	2 場次	1. 第 7 屆頻率量測能力 試驗說明會(35 人次) 2. 頻率量測能力試驗總 解會議暨新增移動銻 鐘時間量測系統 (KJ02-7)校正規費說 明會(40 人次)	
	I2.參與技 術 活動	發表於國內 外技術研討 會 (4 場次)	4 場次	2021 年 CCTF meeting session-II 線上會議 IEEE EFTF-IFCS 2021 線上國際研討會暨發表 論文 ATF2021workshop 線 上國際研討會 APMP GA meeting 線 上會議	

屬性	績效指標	初級產出 量化值	實際 達成值	效益說明	重大突破
	J 技術移轉				
	S 技術服務	高精度時頻標準器校正 55 件 (校正服務收入 70 萬)	校正 111 件 (校正服務收入 159.6 萬)	截至 12 月底送校廠商計有 34 家，所送件數計有 111 件，總收入為：新臺幣 1,596,000 元整。	
	其他				
經濟效益 (產業經濟發展)	L 促成廠商或產業團體投資				
	M 創新產業或模式建立				
	N 協助提升我國產業全球地位或產業競爭力	國際相互承認協議： <ul style="list-style-type: none"> ▶ 參與國際量測比對 3 項； ▶ 校正與量測能量項登錄於 BIPM 資料庫。 維持 CGPM 仲會員資格； 維持 APMP MOU：1 份；	1. 國際量測比對 3 項 2. 國際相互認可協定 1 項	參與國際量測比對 3 項。 維持全球相互認可協議；維持 CGPM 仲會員資格、維持亞太計量組織(APMP)之會員資格。	
	O 共通/檢測技術服務				
	T 促成與學界或產業團體合作研究				
	U 促成智財權資金融通				

屬性		績效指標	初級產出 量化值	實際 達成值	效益說明	重大突破	
		其他					
社會影響	民生社會發展	P 創業育成					
		Q 資訊服務	維運網站數：1 提供客服件數：提供網際網路校時(NTP) 服務平均 2.7 億次/天； 網站平均進站(10000 人/月)以上	維持網站數 1 站	提供平均網際網路校時服務 (Network Time Protocol, NTP)超過 2.7 億次/天。 更新及維護國家度量衡標準實驗室網站，平均每月使用網站人數 10,000 人次。		
		R 增加就業					
		W 提升公共服務					
		X 提高人民或業者收入					
		其他					
	環境安全永續	O 共通/檢測技術服務					
		V 提高能源利用率					
		Z 調查成果					
		其他					
	其他效益 (科技政策管理)	K 規範/標準制訂					
		Y 資料庫					
		AA 決策依據					
		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106-110年共發表期刊、論文、報告共88篇；國際性發表總數31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. 透過使用本實驗室自主研發之軟體接收機(SDR)技術，協同日本NICT及韓國KRISS(距離約2000公里)進行衛星雙向傳時比對實驗，完成確認主要之不穩定因素並有效改善周日效應達50%以上，備受到國際注目。
2. 國際度量衡局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)於民國105年1月成立SDR先鋒研究小組(Pilot Study Group, PSG)計畫，希望更多歐美實驗室共同參與SDR實驗以驗證此技術，並考量將此技術提交時頻技術諮詢委員

會(Consultative Committee for Time and Frequency, CCTF)審核，以正式應用於國際協調時(Temps universel coordonné, UTC)的計算。

3. 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。民國106年舉行之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。
4. 與日本NICT合作，完成全球首例之新一代雙PRN電碼衛星雙向傳時實驗；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。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的升級。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 109 年度及 110 年度執行 4 項國際比對，其相關資訊如下表所示。

109 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)	109.01~109.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	109.01~109.12	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	109.01~109.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
G1 GNSS 接收機巡迴校正	TL	BIPM、 日本 NICT、 台灣 TL	109.10~109.12	公佈於 BIPM Time Section 網站

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

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 110 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-2021-01-01-1	財團法人 國家實驗 研究院國 家地震工 程研究中 心	FT60 控制器與主 機 MTS/FT60/N/A	110.01. 08	110.01.2 1	8,500
2	FTC-2021-01-01-2	財團法人 國家實驗 研究院國 家地震工 程研究中 心	FT60 控制器與主 機 MTS/FT60/N/A	110.01. 08	110.01.2 1	8,500
3	FTC-2021-01-01-3	財團法人 國家實驗 研究院國 家地震工 程研究中 心	FT60 控制器與主 機 MTS/FT60/N/A	110.01. 08	110.01.2 1	8,500
4	FTC-2021-01-01-4	財團法人 國家實驗 研究院國 家地震工 程研究中 心	FT60 控制器與主 機 MTS/FT60/N/A	110.01. 08	110.01.2 1	8,500
5	FTC-2021-01-02	台達電子 工業股份 有限公司	銩頻率標準器 FE/5650A/09562	110.01. 08	110.01.2 7	16,000
6	FTC-2021-01-03	台灣是德 科技股份 有限公司	銩頻率標準器 HP/5071A/3249A 00522	110.01. 11	110.01.2 0	16,000
7	FTC-2021-01-04-1	儀寶電子 股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS725/65164	110.01. 18	110.02.0 3	16,000
8	FTC-2021-01-04-2	儀寶電子 股份有限 公司	石英晶體振盪器 FTS/1050A/0398	110.01. 18	110.02.0 3	8,500
9	FTC-2021-01-04-3	儀寶電子 股份有限	計頻器 AGILENT/53132	110.01. 18	110.02.0 3	8,500

		公司	A/MY40003244			
10	FTC-2021-01-04-4	儀寶電子股份有限公司	計頻器 AGILENT/53150 A/US40501620	110.01. 18	110.02.0 3	8,500
11	FTC-2021-01-05-1	安立知股份有限公司	銩頻率標準器 FE/5680A/12454	110.01. 18	110.03.1 2	16,000
12	FTC-2021-01-05-2	安立知股份有限公司	計頻器 MF/1601A/MT04 585	110.01. 18	110.03.1 2	8,500
13	FTC-2021-01-06-1	台灣檢驗科技股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS/1050A/407	110.01. 21	110.01.2 8	8,500
14	FTC-2021-01-06-2	台灣檢驗科技股份有限公司	計頻器 HP/5335A/3145A 15055	110.01. 21	110.01.2 8	8,500
15	FTC-2021-01-07	致茂電子股份有限公司	石英晶體振盪器 HP/105B/2848A0 1892	110.01. 26	110.03.2 2	8,500
16	TL-110FM MA-01	翔鋒有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.02. 17	110.03.1 0	16,000
17	FTC-2021-02-08-1	聯瑞科技股份有限公司	OSA 5565 STS(sync tester)/Oscilloquartz (ADVA)/OSA 5565 STS/336	110.02. 20	110.03.1 0	16,000
18	FTC-2021-02-08-2	聯瑞科技股份有限公司	OSA5430(銩頻率 標準 器)/Oscilloquartz (ADVA)/OSA543 0/LBADVA71190 400808	110.02. 20	110.03.1 0	16,000
19	FTC-2021-02-09-1	鼎瀚科技股份有限公司	銩頻率標準器 PTS GPS-10RBN/101 182	110.02. 23	110.03.2 9	16,000
20	FTC-2021-02-09-2	鼎瀚科技股份有限公司	銩頻率標準器 Pendulum 6689/011/378831	110.02. 23	110.03.2 9	16,000
21	FTC-2021-02-09-3	鼎瀚科技股份有限公司	計頻器 Keysight/53230A/ MY50010630	110.02. 23	110.03.2 9	8,500
22	FTC-2021-02-09-4	鼎瀚科技股份有限公司	計頻器 Keysight/53230A/ MY56410119	110.02. 23	110.03.2 9	8,500

23	FTC-2021-02-10-1	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/SM88 8781	110.02. 24	110.03.1 0	16,000
24	FTC-2021-02-10-2	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/SM88 8781	110.02. 24	110.03.1 0	16,000
25	FTC-2021-02-10-3	海軍戰鬥系統工廠 (儀寶電子股份有限公司代送)	計頻器 Fluke/PM6681/S M886710	110.02. 24	110.03.1 0	8,500
26	FTC-2021-02-10-4	海軍戰鬥系統工廠 (儀寶電子股份有限公司代送)	銩頻率標準計頻器 pendulum/CNT-8 1R/NC 9446 100 81676	110.02. 24	110.03.1 0	16,000
27	FTC-2021-02-10-5	海軍戰鬥系統工廠 (儀寶電子股份有限公司代送)	銩頻率標準計頻器 pendulum/CNT-8 1R/NC 9446 100 81676	110.02. 24	110.03.1 0	16,000
28	FTC-2021-03-11-1	國家中山科學研究院系統維護中心	銩頻率標準器 HP/5071A/3608A 01153	110.03. 04	110.03.2 4	16,000
29	FTC-2021-03-11-2	國家中山科學研究院系統維護中心	計頻器-銩頻率標準器 Pendulum/CNT-9 1-HP/5071A/1359 41-3608A01153	110.03. 04	110.03.2 4	25,000
30	FTC-2021-03-12	太一電子檢測有限公司(遠端頻率校正)	銩頻率標準器 SRS/FS-725/8491 3	110.03. 08	110.03.2 2	20,000
31	FTC-2021-03-13-1	財團法人台灣商品	銩頻率標準器-信號產生器	110.03. 12	110.03.2 4	16,000

		檢測驗證中心	Wavetek 909-keysight 33622A/SM00909 001747603-MY53 802677			
32	FTC-2021-03-13-2	財團法人 台灣商品 檢測驗證 中心	銩頻率標準器-信號產生器 Wavetek 909-keysight 33622A/SM00909 001747603-MY53 802677	110.03. 12	110.03.2 4	16,000
33	FTC-2021-03-14-1	宇正精密 科技股份 有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/6572 2	110.03. 24	110.05.1 2	16,000
34	FTC-2021-03-14-2	宇正精密 科技股份 有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/6572 2	110.03. 24	110.05.1 2	16,000
35	FTC-2021-03-14-3	宇正精密 科技股份 有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/6572 2	110.03. 24	110.05.1 2	16,000
36	FTC-2021-03-14-4	宇正精密 科技股份 有限公司	銩頻率標準器-計時器 SRS/FS-725_ESC ORT/EFC-3203A/ 65722_98110081	110.03. 24	110.05.1 2	8,500
37	FTC-2021-03-14-5	宇正精密 科技股份 有限公司	銩頻率標準器-計頻器 SRS/FS-725_keys ight/53230A/6572 2_MY58440115	110.03. 24	110.05.1 2	25,000
38	FTC-2021-03-15	台灣檢驗 科技股份 有限公司	閃頻器 MONARCH/Phas er-Strobe Pbx Kit 115/B2580213	110.03. 26	110.04.2 1	8,500
39	FTC-2021-03-16	財團法人 台灣商品 檢測驗證 中心	銩頻率標準器 WAVETEK/909/0 0909001747604	110.03. 31	110.04.2 0	16,000
40	FTC-2021-04-17-1	安立知股 份有限公 司	計頻器 MF2414C/620142 6642	110.04. 07	110.05.1 2	8,500
41	FTC-2021-04-17-2	安立知股 份有限公 司	信號產生器-計頻器 MG3633A-MF24 14C/6200046988- 6201426642	110.04. 07	110.05.1 2	8,500

42	FTC-2021-04-18	財團法人 工業技術 研究院- 量測技術 發展中心	銩頻率標準器 SRS/FS725/15825 8	110.04. 12	110.04.1 9	16,000
43	FTC-2021-04-19-1	內政部國 土測繪中 心(遠端 頻率校 正)	GPS 接收機-銩頻 率標準器 TRIMBLE/NET R9-STANDFORD RESEARCH SYSTEM/FS725/ 5419R48450-147 856	110.04. 12	110.04.1 4	20,000
44	FTC-2021-04-19-2	內政部國 土測繪中 心(遠端 頻率校 正)	GPS 接收機-銩頻 率標準器 TRIMBLE/NET R9-STANDFORD RESEARCH SYSTEM/FS725/ 5810R52155-147 855	110.04. 12	110.04.1 4	20,000
45	FTC-2021-04-20	正儀科技 股份有限 公司	銩頻率標準器 FEI/FE-5680A/08 03-1407005	110.04. 26	110.05.1 7	16,000
46	FTC-2021-05-21-1	全測儀器 科技股份 有限公司	銩頻率標準器 FLUKE/910R/384 936	110.05. 04	110.05.1 2	16,000
47	FTC-2021-05-21-2	全測儀器 科技股份 有限公司	計頻器 Agilent/53132A/ MY40007106	110.05. 04	110.05.1 2	8,500
48	FTC-2021-05-22-1	台証科技 股份有限 公司	銩頻率標準器-計 頻器 SRS PRS10-HP 53132A/031592-3 546A02654	110.05. 11	110.05.1 9	16,000
49	FTC-2021-05-22-2	台証科技 股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/PRS10/0315 70	110.05. 11	110.05.1 9	16,000
50	FTC-2021-05-23	財團法人 自行車暨 健康科技 工業研究 發展中心	計時器 BM-52(TS001)/0 02	110.05. 18	110.06.2 2	8,500
51	FTC-2021-05-24	內政部國 土測繪中 心(遠端 頻率校	GPS 接收機-銩頻 率標準器 Topcon/NetG3A- STANDFORD RESEARCH	110.05. 01	110.06.2 2	20,000

		正)	SYSTEM/FS725/ 618-00462-10744 8			
52	FTC-2021- 06-25	太一電子 檢測有限 公司	計頻器 Agilen/33250A/M Y40020433	110.06. 01	110.06.2 2	8,500
53	FTC-2021- 06-26	儀寶電子 股份有限 公司	信號產生器 AGILENT/33220 A/MY44006603	110.06. 17	110.06.3 0	8,500
54	FTC-2021- 07-27	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/5 A1212001	110.07. 01	110.07.2 7	8,500
55	FTC-2021- 07-28-1	固緯電子 實業股份 有限公司	頻率計數器-鈷頻 率標準器 keysight/53230A- Microsemi/8040C /MY58260118-18 1530101009	110.07. 12	110.08.0 2	25,000
56	FTC-2021- 07-28-2	固緯電子 實業股份 有限公司	頻率產生器-鈷頻 率標準器 keysight/N5171B- Microsemi/8040C /MY57281011-18 1530101009	110.07. 12	110.08.0 2	25,000
57	FTC-2021- 07-29	台灣是德 科技股份 有限公司	鈷頻率標準器 FLUKE/910R/499 762	110.07. 20	110.08.0 3	16,000
58	FTC-2021- 07-30	御射有限 公司	Model 36 Chronograph/Oeh ler/Model 36/FTUSHOT3	110.07. 22	110.07.2 7	8,500
59	FTC-2021- 07-31-1	海軍戰鬥 系統工廠 (凌華國 際有限公 司代送)	鈷頻率標準器 Fluke/910R/4657 46	110.07. 27	110.08.0 6	16,000
60	FTC-2021- 07-31-2	海軍戰鬥 系統工廠 (凌華國 際有限公 司代送)	鈷頻率標準器 Fluke/910R/4657 46	110.07. 27	110.08.0 6	16,000
61	FTC-2021- 07-32	財團法人 自行車暨 健康科技 工業研究 發展中心	落下試驗速度偵 測器/乙通 /A043/001	110.07. 29	110.08.2 0	8,500

62	FTC-2021-08-33	致茂電子股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS725/147569	110.08.19	110.09.27	16,000
63	FTC-2021-08-34	鴻齡科技股份有限公司	銩頻率標準器 RACAL-DANA-9475/RIC1913	110.08.20	110.09.11	16,000
64	FTC-2021-08-35	互動國際數位股份有限公司	PTP edge GM 設備 (PRTC-B)Microchip(Microsemi)/TP4100/SCA202300005-LF27720140053	110.08.31	110.09.27	16,000
65	FTC-2021-08-36	財團法人台灣商品檢測驗證中心	銩頻率標準器 SRS/FS-725/121109	110.08.31	110.09.22	16,000
66	FTC-2021-09-37	財團法人工業技術研究院	計時器 ITRI/Traffic-Time r/2020-01	110.09.17	110.10.01	8,500
67	TL-110FM MA-02	台灣檢驗科技股份有限公司	計頻器 keysight/53220A/MY50011603	110.09.24	110.11.09	16,000
68	TL-110FM PT-01	海軍戰鬥系統工廠	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	110.10.20	110.11.09	16,000
69	TL-110FM PT-02	昭俐科技檢測有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	110.10.20	110.11.09	16,000
70	TL-110FM PT-03	台灣是德科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	110.09.22	110.11.09	16,000
71	TL-110FM PT-04	財團法人工業技術研究院	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	110.09.17	110.11.12	16,000
72	TL-110FM PT-05	致茂電子股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	110.09.24	110.11.09	16,000
73	TL-110FM PT-06	台灣羅德史瓦茲有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	110.10.08	110.11.10	16,000
74	TL-110FM PT-07	安立知股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/134182	110.10.04	110.11.09	16,000
75	TL-110FM PT-08	正儀科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341	110.10.13	110.11.09	16,000

		公司	82			
76	TL-110FM PT-09	太一電子 檢測有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.09. 15	110.11.1 2	16,000
77	TL-110FM PT-10	儀寶電子 股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.10. 06	110.11.1 0	16,000
78	TL-110FM PT-11	國家中山 科學研究 院系統維 護中心	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.09. 08	110.11.0 9	16,000
79	TL-110FM PT-12	財團法人 台灣商品 檢測驗證 中心	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.09. 15	110.11.0 9	16,000
80	TL-110FM PT-13	財團法人 台灣商品 檢測驗證 中心	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.10. 13	110.11.0 9	16,000
81	TL-110FM PT-14	太克科技 股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.10. 08	110.11.0 9	16,000
82	TL-110FM PT-15	固緯電子 實業股份 有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.10. 04	110.11.0 9	16,000
83	TL-110FM PT-16	量測科技 股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.09. 17	110.11.1 0	16,000
84	TL-110FM PT-17	鼎瀚科技 股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.10. 01	110.11.0 9	16,000
85	TL-110FM PT-18	台証科技 股份有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.09. 22	110.11.0 9	16,000
86	TL-110FM PT-19	宇正精密 科技股份 有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.10. 01	110.11.1 0	16,000
87	TL-110FM PT-20	台灣科高 工程有限 公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/1341 82	110.09. 08	110.11.0 9	16,000
88	FTC-2021- 09-38	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 Agilent E8257D-Wavetek 909/MY45470469 -SM00909001747	110.09. 30	110.10.1 9	30,000

			603			
89	FTC-2021-10-40-1	在宥科技股份有限公司	SyncServer S600/Microchip/SyncServer S600/SCA212900045	110.10.06	110.10.26	16,000
90	FTC-2021-10-40-2	在宥科技股份有限公司	SyncServer S600/Microchip/SyncServer S600/SCA212900048	110.10.06	110.10.26	16,000
91	FTC-2021-10-41	台灣檢驗科技股份有限公司	Quartz Watch/Clock Analyzer/SIGMOT TEK/QWA-3A/267	110.10.13	110.11.12	8,500
92	FTC-2021-10-42	安立知股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/158757	110.10.18	110.11.01	16,000
93	FTC-2021-10-43	泰藝電子股份有限公司	銩頻率標準器 FRK-2/14474U	110.10.18	110.11.12	16,000
94	FTC-2021-10-44	昭俐科技檢測有限公司	銩頻率標準器-計 頻器 SRS/FS725-Agilent/53131A/121100	110.10.27	110.11.12	25,000
95	FTC-2021-10-45-1	翔鐸有限公司	銩頻率標準器 XH/FS-725/TMF01	110.10.28	110.11.10	16,000
96	FTC-2021-10-45-2	翔鐸有限公司	銩頻率標準器-計 頻器 XH/FS-725_Agilent/53220A/TMF01_MY50003605	110.10.28	110.11.10	8,500
97	FTC-2021-11-47-1	海軍戰鬥系統工廠 (凌華國際有限公司代送)	計頻器 Keysight/53220A/ MY61410237	110.11.08	110.11.12	8,500
98	FTC-2021-11-47-2	海軍戰鬥系統工廠 (凌華國際有限公司代送)	計頻器 Keysight/53220A/ MY61430432	110.11.08	110.11.12	8,500
99	FTC-2021-11-48	筑波科技股份有限公司	Rubidium Counter/SR625/5910	110.11.08	110.11.19	16,000

		公司				
100	FTC-2021-11-50	台灣檢驗 科技股份 有限公司	DIGIT MULTIMETER/ KEITHLEY/DM M7510/4445915	110.1 1.12	110.11.1 9	8,500
					小 計	1,442,500

(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 SCI 期刊	1	Improving long-baseline rapid GPS time transfers by a modified common-view method	01/27	曾文宏 林信嚴	GPS Solutions (SCI)	德國
國際研討會(EI) 已接受	2	Comparison of GNSS All-in-View (AV) and Upsampled Common-View (UCV) time transfers	07/12	曾文宏	IEEE EFTF-IFCS 2021 (EI)	美國
國際研討會(EI)	3	Time and frequency links by a new digital TWSTFT modem	07/12	M. Fujieda T. Gotoh S-W Hwang R. Ichikawa T. Ido R. Tabuchi 曾添冠、 曾文宏 S-H Yang	IEEE EFTF-IFCS 2021 (EI)	美國
國際研討會	4	Microwave Frequency Generation up to 70 GHz Using Er-Doped Fiber Optic Frequency Comb	11/11	曾添冠 張博程	ATF 2021	台灣 online

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	移動銫鐘進行時間校正之程序報告	110.03	7	中文	曾文宏
2	移動銫鐘時間量測系統不確定度評估報告	110.03	14	中文	曾文宏
3	國家時頻標準實驗室移動銫鐘法時間校正作業手冊	110.03	7	中文	曾文宏
4	光頻降至微波頻 60~75GHz 架構改良報告	110.06	7	中文	曾添冠
5	GNSS 遠端時間校正量測不確定度評估報告	110.10	7	中文	徐源正
6	藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時(Improving long-baseline GPS time transfers by a new common-view method)	110.11	15	英文	曾文宏
7	新一代 SRS 接收機標準化操作及數據上載系統報告	110.11	19	中文	曾添冠
8	光頻降至微波頻 70GHz 之量測技術報告	110.11	16	中文	曾添冠
9	光學實驗室環境改善規劃	110.11	18	中文	張博程

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

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	第7屆頻率量測能力試驗說明會	online	中華電信研究院	8/27	35	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	10/28	160	科普參訪
3	頻率量測能力試驗總結會暨新增移動鉅鐘時間量測系統(KJ02-7)校正規費說明會	online	中華電信研究院	11/5	40	說明會
4	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	11/11	160	科普參訪
5	ATF 2021	online	中華電信研究院	11/11	78	國際研討會

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

1. 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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	110年1月至 110年12月
主持人	楊文豪		協同 主持人	廖嘉旭
分項 主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Improving long-baseline rapid GPS time transfers by a modified common-view method		
撰寫人	曾文宏		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 110 年 01 月 7 日		撰寫語言及 頁數	英文/ 10 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GPS common-view, Time transfer, Time difference, All-in-view,			
	Interpolation, Upsampling, Precise point positioning (PPP)			
<p>內容摘要：</p> <p>We propose a new data analysis process that is referred to as the upsampled common-view (UCV) method, which evolved via the interpolation techniques of portable clock trips and digital signal processing. By interpolating the locally measured global positioning system (GPS) P3 code time offsets to obtain global visible common-view (CV)-like results, we increase the number of data points at each epoch; these points are not restricted to the epoch in which the observations occur. The time transfer results between two laboratories are obtained from a weighted average among all the visible GPS satellites. Daily files of GPS observation data were used in the study. We demonstrate the results of three long-baseline links among the</p>				

Telecommunication Laboratories (TL) in Asia, the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Europe and the United States Naval Observatory (USNO) in North America. The rapid UCV results provide time stability at the level of 100 ps at averaging times around 1 d, which is comparable to the P3 all-in-view (AV) results. Comparing the UCV results with precise point positioning (PPP), the root mean square (RMS) of the double differences for the TL-PTB, TL-USNO and USNO-PTB links are 0.29 ns, 0.38 ns and 0.34 ns, respectively, during a period of 40 d. The low RMS values show that the smooth UCV results are close to the PPP results.

2. 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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	110年1月至 110年12月
主持人	楊文豪		協同 主持人	廖嘉旭
分項 主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Comparison of GNSS All-in-View (AV) and Upsampled Common-View (UCV) time transfers		
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 110 年 07 月 30 日		撰寫語言及 頁數	英文/ 3 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GNSS, P3 code, time transfer,			
	All-in-view, upsampled common-view			
<p>內容摘要：</p> <p>This study compares the difference between the GNSS P3 code-based time transfer data of the all-in-view (AV) and the proposed upsampled common-view (UCV) methods. The results show that the modified Allan deviations (MDEVs) of the AV and UCV difference for the TL-PTB link are 1.1×10^{-15} at 1 day averaging time and 9.3×10^{-17} at 1 week averaging time. The difference distribution appears as a bell curve with a mean of -0.128 ns. For the OP-PTB link, the mean of the difference between the AV and UCV data is only 0.02 ns. The MDEVs of the difference are 1.28×10^{-15} at 1 day averaging time and 3.27×10^{-17} at 10-day averaging time.</p>				

3. 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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	110年1月至 110年12月
主持人	楊文豪		協同 主持人	廖嘉旭
分項 主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	Time and frequency links by a new digital TWSTFT modem		
撰寫人	Miho Fujieda		Tadahiro Gotoh	Sang-wook Hwang
	Ryuichi Ichikawa		Tetsuya Ido	Ryo Tabuchi
	曾添冠		曾文宏	Sung-hoon Yang
撰寫日期	中華民國 110 年 07 月 11 日		撰寫語言及 頁數	英文/ 33 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	SRS,TWSTFT,carrier phase, time transfer			
內容摘要：				
<p>Two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) is currently performed by using a code phase and adopted in time transfer network for calculation of international atomic time. The measurement precision is insufficient in comparison to stabilities of atomic clocks and limited due to the signal bandwidth, however. Aiming improvement of the precision, National Institute of Information and Communications Technology (NICT) developed frequency transfer technique by using carrier phase (named TWCP) with a measurement precision of sub ps over 1-s integration and a new digital TWSTFT modem called Software Ranging System (SRS) modem [1]. It mainly consists of digital devices and reduces unwanted phase noise by a direct analog-digital conversion. In addition, it equips repeatability in the measurement result by the code phase and possibility to be adapted to time transfer.</p>				

4. 論文(4)

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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	110年1月至 110年12月
主持人	楊文豪		協同 主持人	廖嘉旭
分項 主持人			連絡電話	(03)424-4931
成果名稱	中文			
	英文	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 110 年 11 月 11 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>				

5. 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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	110年1月至12月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	移動銫鐘進行時間校正之程序報告		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 110 年 3 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	移動銫鐘, calibration, 時間, UTC			
<p>內容摘要：</p> <p>利用一部可攜式銫原子鐘及計數器(SR620)，在不中斷電源且原子鐘穩定連續運轉的條件下，透過推車及汽車等工具運輸往返兩地，藉以量測遠端待校件與本實驗室標準件 1 PPS (pulse per second)信號之時間偏差值，根據一系列的紀錄值計算其準確度及穩定度。此方法適用於當遠端待校件無法搬運至本實驗室時可採用的時刻校正方式。本程序報告包括以下內容: 1.概述，2.校正儀具需求，3.準備事項，4.校正步驟，5.資料分析，6.校正報告，7.參考資料，及附件「移動銫鐘時間校正紀錄表」。</p>				

6. 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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	110年1月至12月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	移動銻鐘時間量測系統不確定度評估報告		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 110 年 3 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	移動銻鐘, calibration, 時間, UTC, 不確定度			
<p>內容摘要：</p> <p>校正實驗室依照 ISO 17025 之相關規定，對於所提供服務之客戶所出具之校正報告應包含量測不確定度評估。時頻國家標準實驗室目前可提供頻率與時間兩項校正服務。對於時間校正，其方式是比較待校件與標準信號兩者 1 PPS 輸出的時間間隔，並以 SR620 萬用時間差計數器作為量測設備。為提供不易安裝臨時 GNSS 天線之特殊場域的時間校正，使遠端校正方法更為完備，我們建立了移動銻鐘法時間校正技術並分析時間量測不確定度。利用一部可攜式銻原子鐘及計數器(SR620)，在不中斷電源且原子鐘穩定連續運轉的條件下，透過推車及汽車等工具運輸往返兩地，藉以量測遠端待校件與本實</p>				

驗室標準件 1 PPS 信號之時間偏差值，根據一系列的記錄值計算其準確度及穩定度。此方法適用於當遠端待校件無法搬運至本實驗室時可採用的時刻校正方式。由於目前 ISO 量測不確定度指引對於時頻領域沒有統一的評估標準，因此本實驗室根據對時頻信號特性的了解，配合 ISO 量測不確定度指引所提出的原則，自行評估本校正實驗室之能力。以上述時間校正為例，當受測量為 1 PPS 信號時間間隔，追溯至我國國家時間標準之移動銻鐘時間量測系統的擴充不確定度行程在 3 h 以內為 3.0 (ns)，一般行程在 30 h 以內為 6.0 (ns)。若受測量為追溯至國際度量衡局(BIPM)發佈的 UTC 時間標準，量測系統的擴充不確定度為 10.0 (ns)。(以上數值為涵蓋因子等於 2，信賴水準為 95% 所計算出的結果)。

7. 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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	110年1月至12月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	國家時頻標準實驗室移動銻鐘法時間校正作業手冊		
	英文			
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 110 年 3 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	移動銻鐘, calibration, time, UTC			
<p>內容摘要：</p> <p>為使國家時頻標準實驗室(以下簡稱本實驗室)之移動銻鐘法時間校正服務作業維持一致性及延續性，並與次級實驗室之送校業務(以下稱一般校正服務)流程有所區別，特訂定本手冊作為共同之依據。本手冊是依據 ISO/IEC 17025:2017 品質要求編撰而成。經實驗室主管核定後實施。</p> <p>本手冊可根據實際狀況檢討修訂，主要修訂的時機為</p> <p>a)相關規範或品質要求改變。</p> <p>b)作業手冊內容不符時宜。</p> <p>修訂程序依據本實驗室品質手冊之規定辦理。</p> <p>本手冊之規定，適用於顧客委託本實驗室執行之移動銻鐘法時間校正服</p>				

務。本項校正之能量如本手冊 3.4 節所示。本手冊包括以下內容: 1.概述，2. 能力試驗作業流程圖，3.能力試驗活動作業流程，4.文件與記錄管理，5.參考資料。

8. 技術報告(4)

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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	110年1月至 110年12月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	光頻降至微波頻 60~75GHz 架構改良報告		
	英文			
撰寫人	曾添冠			
撰寫日期	中華民國 110 年 6 月 20 日		撰寫語言及 頁數	中文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	時頻信號穩定度分析儀、頻率及相位比較器			
<p>內容摘要：</p> <p>頻率校正量測是指利用標準頻率儀器來取得測量儀器顯示的數值與真實數值之間的關係。利用標準頻率儀器進行校正，可確保測量儀器的可靠性。</p> <p>光頻量測的相關研究在近十幾年越來越重要的原因是光頻產生器在近年的快速發展。目前在國際上已有許多國家利用光頻技術來針對數十甚至數百 GHz 以上的頻率進行量測系統開發，而光頻量測對於光鐘也扮演著重要的角色，量測光鐘內高準確度的穩頻雷射需要利用到光頻量測系統來進行分析。為了與高頻、高速及大規模連接的時代接軌，建置光頻量測在商用毫米波雷達(輔助駕駛、自駕車、無人載具)及毫米波相關儀器等的追溯鏈。</p> <p>由於在去年的光頻量測架構下，當量測頻率提高至超過 60GHz 以上後，訊號強度衰減嚴重，訊噪比無法達到量測標準，因此我們在年初添購了導波管、低雜訊放大器、倍頻器及相關高頻元件，改良原先光頻量測架構，來提升高頻量測品質，最後比對前後架構之量測數據並評估改善效益。</p>				

9.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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	110年1月至12月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	藉由新共視法改善長基線 GPS 傳時		
	英文	Improving long-baseline GPS time transfers by a new common-view method		
撰寫人	曾文宏			
撰寫日期	中華民國 110 年 11 月 20 日		撰寫語言及頁數	英文 18 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GPS, common-view, code, all-in-view, time, satellite			
<p>內容摘要：</p> <p>We propose a new data analysis process called the upsampled common-view method, which evolved through the interpolation techniques of portable clock trips and digital signal processing. By interpolating the locally measured GPS P3 code time offsets to obtain global visible common-view-like results, we increase the number of data points at each epoch; these points are not restricted to the epoch in which the observations occur. Then, the time-transfer results between two laboratories are obtained from a weighted average among all the GPS satellites. The rapid upsampled common-view results provide time stability below 100 picoseconds at averaging times under 1 d, which are comparable to the precise point positioning (PPP) results. The rapid results obtained by our method are available with a delay of only 0.5 d. Better results are available for a delay of 1 d.</p>				

10.技術報告(6)

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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	110年1月至 110年12月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	光頻降至微波頻 70GHz 之量測技術報告		
	英文			
撰 寫 人	曾添冠			
撰寫日期	中華民國 110 年 11 月 20 日	撰寫語言及 頁數	中文 16 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	時頻信號穩定度分析儀、頻率及相位比較器、光梳頻雷射			
	光頻量測			
<p>內容摘要：</p> <p>頻率校正量測是指利用標準頻率儀器來取得測量儀器顯示的數值與真實數值之間的關係。利用標準頻率儀器進行校正，可確保測量儀器的可靠性。</p> <p>光頻量測的相關研究在近十幾年越來越重要的原因是光頻產生器在近年的快速發展。目前在國際上已有許多國家利用光頻技術來針對數十甚至數百 GHz 以上的頻率進行量測系統開發，而光頻量測對於光鐘也扮演著重要的角色，量測光鐘內高準確度的穩頻雷射需要利用到光頻量測系統來進行分析。為了與高頻、高速及大規模連接的時代接軌，建置光頻量測在商用毫米波雷達(輔助駕駛、自駕車、無人載具)及毫米波相關儀器等的追溯鏈。</p> <p>因 40 GHz 以上微波信號產生器價格昂貴，而實驗室內僅有 40 GHz 及 26 GHz 的頻率合成器，因此我們在去年將 40 GHz、26 GHz 頻率合成器、混波器及倍頻產生器模擬為一套待校件與光纖光梳雷射產生拍頻完成 40~60 GHz 微波頻率量測系統。</p> <p>由於在進行 60 GHz 以上高頻量測時，訊號在傳遞的過程中強度衰減嚴重，導致訊噪比無法達到量測標準，因此在 2020 年底已陸續購買混波器、50~70 GHz 功率放大器、50~75 GHz 倍頻產生器及導波管，將原先量測架構進行改良並且根據量測紀錄值來計算其頻率準確度、穩定度，其量測頻率輸出範圍 60~70 GHz。</p>				

11.技術報告(7)

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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	110年1月至 110年12月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	新一代 SRS 接收機標準化操作及數據上載系統報告		
	英文			
撰 寫 人	曾添冠			
撰寫日期	中華民國 110 年 11 月 30 日	撰寫語言及 頁數	中文 19 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	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，接著詳述如何進行 SRS 標準化操作程序制定及建立數據上載系統，將時刻差比對的結果按國際電信聯盟 (international telecommunication union, ITU)規範製表上傳國際度量衡局 (Bureau international des poids et mesures, BIPM)伺服器，並每月月中獲取 BIPM 時刻差比對報表</p>				

12.技術報告(8)

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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	110年1月至 110年12月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	光學實驗室環境改善規劃		
	英文			
撰 寫 人	張博程			
撰寫日期	中華民國 110 年 11 月 30 日	撰寫語言及 頁數	中文 8 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	緩衝區、金屬庫版、光譜級、環氧樹脂、減震器			
<p>內容摘要：</p> <p>目前本計畫所從事光學實驗使用的空間為一般電子儀器校正實驗室，其溫度與濕度環境條件皆有一定的要求。然而當其用途轉為精密光學實驗後，除原本溫濕度的條件符合外，環境對震動、灰塵、電源突波及室內光源隔離等相關設計皆需重新改善。需要如此的原因是許多精密光學實驗都是由鎖在光學桌的精密元件所組成，些微震動可能影響彼此元件之間相對位置而影響聚焦、灰塵附著在鏡面或元件接口不但會降低傳送效率也有可能造成局部加熱導致損害、電源突波可能會燒毀元件、漏光可能會干擾實驗結果。</p> <p>此外，目前僅有的一台光學桌已被光纖振盪器研究及光纖光梳雷射系統轉微波頻率應用研究兩個實驗架設所使用，沒有多餘空間。一旦與中央大學合作開發之穩頻雷射移回實驗室後，除了實驗室環境要達標外，必需額外增加另一台光譜級的光學桌。因此，我們參考了一些國內相關領域實驗室的設計並考量本身的環境條件制定了初步的環境改善作法，相關規劃內容於後面加以介紹。倘若未來預算充分的話亦可重新規劃為等級更高的實驗室，例如類似科學園區半導體廠的無塵室，如此對我們的實驗應該更有幫助。</p>				

13.技術報告(9)

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	110-1403-10-23-01			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	110年1月至 110年12月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	GNSS 遠端時間校正量測不確定度評估報告		
	英文			
撰 寫 人	徐源正			
撰寫日期	中華民國 110 年 10 月 18 日	撰寫語言及 頁數	中文 7 頁	
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	GNSS、遠端校正系統、共視法			
<p>實驗室依照 ISO 17025 (International Organization for Standardization, 國際標準化組織)之相關規定,對於所提供服務之客戶所出具之校正報告應包含量測不確定度評估。國家時間與頻率標準實驗室目前可提供時間校正服務,除了接受客戶自行送校外,本實驗室亦利用 GPS(Global Positioning System, 全球定位系統)共視法的原理開發出一套 GNSS(Global Navigation Satellite System, 衛星導航系統)遠端時間校正量測不確定度評估系統,可提供因搬運不便、需持續運轉或業務需求等因素無法送校的客戶另一種選擇。GNSS 遠端時間校正系統採用本實驗室 GPS 參考站做為參考基準,對攜出至客戶端之 GNSS 遠端時間校正系統,進行時頻比對,並藉由 GPS 共視法來評估待校件時頻特性。</p> <p>上述 GPS 共視法是:使用兩具 GPS 接收機共同觀測衛星,接收來自衛星的廣播訊號,並由本實驗室與客戶端每日產生 CGGTTS (CCTF Group on GNSS Time Transfer Standards)資料,來分析待校件信號源與本實驗室標準信號之相位差異,進而評估待校件時頻信號之特性。</p> <p>本實驗室根據對時頻信號特性的了解,配合 ISO 量測不確定度指引所提出的原則,自行評估本校正實驗室之能力。當待校設備需能輸出 1PPS 及 10MHz 信號,方能進行遠端時間校正。而追溯至 UTC 時,系統的擴充不確定度為 20 ns。</p>				

(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
107 年	6 篇 (國際 6 篇)		內部 博碩 士生：1		說明 會:1			5 件	參與 國際 研討 會 4 次					國際 比對 3 項			網路校 時:>2.3 億次/日		校正服 務:50 件;	
108 年	7 篇 (國際 6 篇)		內部 博碩 士生：1		說明 會:1			4 件	參與 國際 研討 會 4 次					國際 比對 4 項			網路校 時:>2.3 億次/日		校正服 務:89 件;	
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 目 標	3 篇		博碩 士生：1		說明 會:1			2 件	參與 國際 會議 3 次					國際 比對 3 項			網路校 時:2.7 億次/日		校正服 務:55 件;	
110 年 11 月 底	SCI 1 篇 (國際 3 篇)		博碩 士：1		說明 會:2			9 件	參與 國際 會議 5 次					國際 比對 3 項 (進 行 中)			網路校 時:>3 億次/日		校正服 務:100 件;	

(六)標準系統能量與校正服務資料表 (11 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		FY106	FY107	FY108	FY109	FY110	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	4	5	7	10	8	34	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)	43	48	32	33	52	208	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)	32	29	41	38	32	172	張博程	◎		
頻率及相位量測系統	KJ02-4	5, 10 MHz	5.0E-14	A7 frequency and phase comparator, H-maser (master clock)	2001.09	<input type="checkbox"/>		頻率信號產生器(銻原子鐘等級以上)	2	0	0	0	2	4	張博程	◎		此系統為本實驗室目前原子鐘群(含6部銻鐘及2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	2	4	3	4	15	徐 源 正	◎		此系統係本實驗室國際傳時追溯比對之重要設備其所衍生之量測能量，亦可對外提供校正服務。
微波 頻率 量測 系統	KJ02- 6	300 MHz to 40 GHz	6.0E-12	Microwave frequency generator, H-maser (master clock)	2014. 01	<input type="checkbox"/>	微波頻 率信號 產生器	1	1	5	2	2	11	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。

(七)校正服務滿意度調查表(11 月份止)

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	8	無	0	0
2	5	無	0	0
3	20	無	0	0
4	4	無	0	0
5	12	無	0	0
6	4	無	0	0
7	4	無	0	0
8	5	無	0	0
9	6	無	0	0
10	15	無	0	0
11	16	無	0	0
12				

(八)實驗室大事紀要

110 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
110.01.05	完成經濟部標準檢驗局 109 年度之委辦計畫期末審查會	
110.02.03		林信嚴參加 Meeting of CCTF WGNSS
110.02.23、 110.02.26		林信嚴、曾添冠參加 Meeting of the CCTF WGTWSTF
110.03.04~		林晃田參加 2021 年 CCTF WGMRA meeting 線上會議
110.03.11~12 110.03.18~19		廖嘉旭、林晃田參加 2021 年 CCTF meeting session-II 線上會議
110.03.15		林晃田代表 IEICE 台北分會參加 2021 年 IEICE All Sections meeting 線上會議
110.03.30~ 110.03.31	進行 TAF 之校正實驗室(ISO 17025: 2017)增項評鑑	
110.05.25、 110.07.06、 110.11.05		林晃田、林信嚴參加 2021 年 CCTF Task Force on GNSS Traceability 線上會議
110.06.01~ 110.06.03		曾文宏遠端參加 Optical Clock Comparison using VLBI 2021 workshop
110.06.15		廖嘉旭、林晃田參加 2021 年 CCTF WGTAI meeting 線上會議
<u>110.07.12~</u> <u>110.07.16~</u>		曾文宏參加 IEEE EFTF-IFCS 2021 線上國際研討會暨發表論文

110.07.17		林信嚴參加 Meeting of CCTF WGALGO
110.08.10		林信嚴參加 IGS Clock Product WG meeting
110.08.25	舉辦「移動銻鐘時間量測系統」新建量測系統查驗審查會	
110.08.27	舉辦 110 年度校正領域頻率量測能力試驗活動線上說明會	
110.11.05	「國家時間與頻率標準實驗室新增移動銻鐘時間量測系統 (KJ02-7) 校正規費說明會」	
109.11.09		林晃田參加 APMP TCQS 線上會議
109.11.11		主辦 ATF2021workshop 線上國際研討會
109.11.12		廖嘉旭、林晃田參加 APMP TCTF、TCQS meeting 線上會議
109.11.25~26		廖嘉旭、林晃田參加 APMP GA meeting 線上會議

(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

