



國家時間與頻率標準實驗室 101 年度計畫執行報告

建立及維持國家時間與頻率標準(3/4)

全程計畫: 自 99 年 1 月至 102 年 12 月止

本年度計畫: 自 101 年 1 月至 101 年 12 月止

經濟部標準檢驗局委辦

執行單位: 中華電信研究院

102 年 1 月

101 年度計畫執行報告摘要記錄表

計畫名稱	建立及維持國家時間與頻率標準		計畫編號	101-1403-05-05-09	
主辦單位	經濟部標準檢驗局	執行機構	中華電信研究院		
計畫主持人	楊文豪	電話	03-4244931	傳真	03-4245474
協同主持人	廖嘉旭	電話	03-4244441	傳真	03-4245474
計畫分類	<input type="checkbox"/> 研究發展類 <input type="checkbox"/> 技術推展類 <input checked="" type="checkbox"/> 行政配合類				
執行期限	本年度計畫自 101 年 1 月起至 101 年 12 月止				
	全 程計畫自 99 年 1 月起至 102 年 12 月止				
經費概算	全程計畫經費		108,496 (千元)		
	本年度預算	24,820(千元)	實支數	24,820 (仟元) 實際與預算 支用比 100 (%)	
計畫連絡人	林晃田	電話	03-4244066	傳真	03-4245474
<p>計畫摘要：本計畫之執行，旨在配合經濟部標準檢驗局因應國內工業發展及經濟持續成長之需求，建立及維持時間與頻率國家最高標準，確保量測的一致性與準確性，並與國際標準一致，提供國內量測校正之追溯依據，以達到促進產業升級及提昇科技研究水準之目標，本年度進行以下項目之研究工作：</p> <ul style="list-style-type: none"> (一) 標準實驗室維持及性能增進 (二) 時頻校核技術 (三) 時頻傳遞及推廣研究。 (四) 低頻無線時頻傳輸系統於國家標準時間之應用研究 (101 年併入本計畫)。 					

專有名詞中英對照

英文縮寫	英文全名	中文解釋
ANSI	American National Standard Institute	美國國家標準研究院
APLAC	Asia Pacific Laboratory Accreditation Coop.	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 (法文)	國際度量衡委員會
CMC	Calibration and Measurement Capability	校正量測能量
DPN	Dual pseudo-random noise	新一代雙電碼
EUROMET	European Metrology Collaboration	歐洲量測組織
GPS	Global Positioning System	全球定位系統
GPS AV	Global Positioning System All-in-view method	全球定位系統全視觀 測法
GPS CP	Global Positioning System Carrier Phase method	全球定位系統載波相 位觀測法
GPS CV	Global Positioning System Common-view method	全球定位系統共視法

英文縮寫	英文全名	中文解釋
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
KRISS	Korea Research Institute of Standard and Science, Rep. Of Korea	韓國標準與科學研究院
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫
MRAAC	Mutual Recognition Arrangement Advisory Committee	相互認可協議指導委員會
NICT	National Institute of Information and communications Technology, Japan	日本獨立行政法人情報通信研究機構
NIM	National Institute of Metrology, Beijing, P. R. China	大陸北京計量研究院
NIST	National Institute of Standard and Technology, USA	美國標準與技術研究院
NMIA	National Measurement Institute, Australia	澳洲標準量測研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本獨立行政法人產業技術總和研究院
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	NationalTimeServiceCenter	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
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany	德國物理與技術研究院

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

目 錄

壹、基本摘要.....	1
貳、101 年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要.....	4
參、報告內容.....	5
一、執行績效檢討.....	5
(一) 與計畫符合情形.....	5
1. 進度與計畫符合情形.....	5
2. 配合計畫與措施.....	6
(二) 資源運用情形.....	7
1. 人力運用情形.....	7
2. 設備購置與利用情形.....	10
3. 經費運用情形.....	10
(三) 人力培訓情形.....	11
1. 國外出差人員一覽表.....	11
2. 國內受訓一覽表.....	14
(四) 標準維持情形.....	15
二、成果效益檢討.....	20
(一) 國家標準實驗室維持及性能增進研究.....	20
(二) 時頻校核技術研究.....	60
(三) 標準時頻傳遞.....	93
(四) 低頻無線時頻傳輸系統於國家標準時間之應用研究.....	104
三、結論與建議.....	159
附件	
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	162
(二) 各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表.....	163
(三) 研究成果統計表.....	172
(四) 附則.....	203
(五) 標準系統能量與校正服務資料表.....	208

壹、基本摘要內容

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準審議編號：101-1403-05-05-09
主管機關：經濟部標準檢驗局 執行單位：中華電信研究院
計畫主持人：楊文豪 聯絡人：林晃田
聯絡電話：(03) 424-4066 傳真號碼：(03) 424-5474
期程：99年1月至102年12月
經費：(全程) 108,496 仟元 100 (年度) 24,820 仟元

執行情形：

一.執行進度：預定(%)	實際(%)	比較(%)
年度：100%	100%	0%
總進度：75%	75%	0%

二.經費支用：預定 24,820 (仟元)

實際：24,820 (仟元) 年度支用比率 100 (%)

預算：24,820 (仟元) 實際支用比率 100 (%)

總經費：1億 8,496 千元

三.主要執行內容：(每行28字，2000字以內)

本計畫之執行目的係在因應全球相互認可協議、國內產業發展及提昇時頻標準、量測、通信技術、資訊服務之需要，並配合標準檢驗局推動實驗室認證制度，滿足國內對頻率及時間標準之追溯需求。有關 101 年度各項重要研究項目及目標摘要如下：

(一) 時頻標準實驗室維持與性能提昇

此項目旨在國家時頻標準之建立、維持與系統性能之提昇，其要點如下：

1. 維持並提昇國家標準之頻率穩定度及準確度達到優於 1×10^{-14} ，且時刻差值與國際度量衡局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)同步在 50 奈秒以內(上述品質條件已達到全球先進國家的領先水準)，並提供國內實驗室一級標準件之校正服務。
2. 持續參與國際度量衡局，共同維持世界協調時(Coordinated Universal Time, UTC)及國際原子時(International Atomic Time, TAI) 等國際標準，在國際時頻機構擁有代表席位。
3. 提升時頻校正能量與系統自動化設計於 TAF(Taiwan Accreditation Foundation) TAF 認證實驗室之精密儀器校正服務，減少因儀器所造成實驗室工作誤差，提昇其不確定度。
4. 目前 UTC(TL)之穩定度可達到 $3e-15$ (30 days stability)，而精確度為 15 ns/month，皆已達相當先進水準。

5. 維持「時間源比較系統」正常運作，以提供正確、不中斷之服務品質。
6. 提供國內廠商主、被動式元件之短期穩定度量測服務，並進行相關研究，提昇量測技術及精度。
7. 瞭解國際時頻發展趨勢，與世界知名實驗室建立合作關係，並交換技術經驗，促進本實驗室技術水準之提昇。

(二) 時頻校核技術研究

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

1. 進行 GPS(Global Positioning System, 全球定位系統)雙頻多通道共視法觀測(GPS CV)、GPS 雙頻多通道全視法觀測(GPS AV)、GPS 載波相位觀測(GPS CP)、GPS P3 觀測、BIPM TAIPPP 先鋒計畫觀測等，並將資料傳送 BIPM，進而完成追溯及參與先鋒研究。
2. 持續進行國際衛星雙向傳時實驗，包括：持續進行亞太地區之衛星雙向傳時網路、與歐洲德國 PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany)、法國 OP (Observatoire de Paris, France)等衛星雙向傳時實驗，並拓展聯繫歐、美重要時頻中心的雙向比對鏈路，增進國際合作關係。並深入探討衛星雙向傳時特性，提昇傳時效能。
3. 積極參與有關 CIPM CCTF(Comite Consultatif du Temps et des Frequences)之 TAI 貢獻實驗室代表大會、GPS 工作委員會及衛星雙向傳時技術之參與實驗室委員會，或國際時頻研討會，掌握國外技術發展趨勢及增進國際合作關係。

(三) 時頻傳遞

此項目係針對國內校正實驗室及廠商進行國家時頻標準之傳遞與應用，其要點為：

1. 維持各項時間同步服務(例如：網際網路校時等)，以滿足全國資訊、通訊、控制設備，對時間數位化對時之使用需求。
2. 留意並滿足 APLAC(Asia Pacific Laboratory Accreditation Coop., 亞太實驗室認證組織)和 TAF 對國際實驗室間能力比對及國內實驗室間能力試驗之要求。

(四)低頻無線時頻傳輸系統於國家標準時間之應用研究

此項目之目標為結合高精度的國家標準時間，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間。其要點為：

1. 國家標準時間碼格式研究，包括(a)我國自訂時間碼之測試，驗證時間碼之可行性與正確性；(b)標準時間之傳送與接收測試，驗證接收機之正確校時功能。
2. 無線標準時頻信號傳遞的推廣，除了透過電話及電腦網路等有線方式之外，以無線方式傳遞標準時頻信號有其必要性。因此發展低頻無線時頻傳播實是兼具便利性、精準度及經濟效益，同時也是可追溯國家標準時頻的多元管道之一。

貳、101 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
101.01.02	經濟部標準檢驗局 100 年度委辦計畫期末審查會	
101.03.08		曾文宏博士 - 榮獲本年度之中華民國計量工程師獎
101.03.26	經濟部標準檢驗局舉辦 101 年綱要計畫書審查會	
101.4.21~101.4.29		林信嚴研究員赴瑞典哥特堡「參加 EFTF2012 國際研討會發表論文及參加 CCTF WG 雙向傳時工作小組討論會」
101.05.19~101.05.27		曾文宏研究員赴美國巴爾的摩參加 2012 IEEE IFCS 國際研討會暨發表論文
101.05.14~101.05.18	經濟部標準檢驗局舉辦「101 年 520 世界計量日系列活動	
101.5.16	辦理第四屆頻率量測之能力試驗說明會	
101.06.02~101.06.8		林晃田博士赴巴布亞新幾內亞參加 APMP mid-year meeting
101.7.1	國家時頻標準實驗室進行全球同步閏秒調整	
101.9.6~101.9.16		廖嘉旭博士及林晃田博士獲 BIPM 邀請，赴巴黎參加 CCTF 系列會議
101.9.28	辦理第四屆頻率量測之能力試驗之總結會議	
101.11.13		黃毅軍副研究員榮獲內政部役政署「100 年度績優研發替代役役男」
101.11.26~101.11.27		林晃田博士 - 主持於紐西蘭威靈頓舉辦之 APMP TCTF 年度會議
101.11.27		於紐西蘭 MSL 實驗室舉辦，由本實驗室規劃主導之 GNSS Receiver Calibration Exercise
101.11.28~101.11.30		林晃田博士 - 參加於紐西蘭威靈頓舉辦之 APMP GA 年度系列會議

參、報告內容

一、執行績效檢討

(一) 與計畫符合情形

1. 進度與計畫符合情形

預定工作進度查核點	預定完成日期	實際完成日期	進度是否符合
提供每日 900 萬次之校時服務	101.02	101.02	符合
年度累積完成校正服務 8 件	101.03	101.03	符合
維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 1×10^{-14}	101.04	101.04	符合
維持與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒 (此精度為全球領先水準)	101.05	101.05	符合
完成低頻展示平台標準時間源追溯技術報告	101.05	101.05	符合
年度累積完成校正服務 16 件	101.06	101.06	符合
使用雙頻電碼進行首次衛星雙向傳時國際比對探討報告	101.06	101.06	符合
完成自主性 GPS 共視系統國內全區追溯鏈路整體性能之評估報告	101.08	101.08	符合
提供每日 900 萬次之校時服務	101.08	101.08	符合
年度累積完成校正服務 25 件	101.09	101.09	符合
完成國家標準無線時頻雙模子母鐘接收架構研發	101.09	101.09	符合
維持與國際度量衡局之頻率穩定度與準確度小於 1×10^{-14}	101.10	101.10	符合
GPS 與 GLONASS 雙系統相位擾亂聯合觀測方法研究報告	101.10	101.10	符合
舉辦頻率量測能力試驗一場	101.10	101.10	符合
繼續保持與國際度量衡局之時刻差小於 50 奈秒	101.11	101.11	符合
以雙頻電碼數據改善衛星傳時網路特性之研究報告	101.11	101.11	符合
微波段頻率量測系統建置與高頻量測相關技術報告	101.11	101.11	符合
年度累積完成校正服務 46 件	101.12	101.12	符合
完成高精度時間間隔量測系統技術報告	101.12	101.12	符合
完成至少兩處無線標準時頻示範點之建置	101.12	101.12	符合

2. 配合計畫及措施

合作單位	合作計畫內容與成效	期間
	本年度無委託學校計畫，但有多篇合作論文(SCI，EI)發表	101.01 ~101.12

(二)資源運用情形

1. 人力運用情形

(1) 人力配置

主持人	分項計畫(分項及主持人)	子計畫 (名稱及主持人)	預計 人月	實際 人月	差異
楊文豪	廖嘉旭	國家標準實驗室維持及性能增進 (林信嚴)	60	59	曾麗梅調 離本計畫
		時頻校核技術 (林晃田)	53	52	曾麗梅調 離本計畫
		時頻傳遞 (林清江)	12	12	
		低頻無線時頻傳輸系統於國家標準時 間之應用研究 (劉家宏)	25	25	
合計			150	148	

(2) 計畫人力

分類		職稱					學歷					合計
年度	狀況	研究 員級	副研 究員 級	助理 研究 員級	研究 助理 員級	研究 助理 員級 以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
101 (人月)	預計	49	65	24		12	49	84		17		150
	實際	49	65	22		12	49	84		15		148

2. 設備採購與利用情形

儀器設備名稱及數量金額 (單位：元)	採購時間		運用情形					備 註
	預定	實際	優良	佳	尚可	稍差	不佳	
無設備採購								

3.經費運用情形

(1) 預算執行情形

單位：千元

科目	全年度 預算數	累計分 配預算 (1)	累計實 支數(2)	暫付款 (3)	應付款 (4)	保留數 (5)	合 計 (6)=(2) +(3)+ (4)+(5)	執行率 (6)/(1) %	備註
經常支出	24,820	24,820	24,820				24,820	100	
直接費用	22,594	22,594	22,594				22,594	100	
公費	1,045	1,045	1,045				1,045	100	
營業稅	1,181	1,181	1,181				1,181	100	
小計	24,820	24,820	24,820				24,820	100	
資本支出	0	0	0				0		
機械設備	0	0	0				0		
小計	0	0	0				0		
合計	24,820	24,820	24,820				24,820	100	因 TL 實際投入經費較委辦經費高，BSMI 預算將全部執行完畢，不足部份由 TL 吸收

(2) 歲入繳庫情形

單位：元

科目	實際發生數	說明
財產收入		
不動產租金		
動產租金		
廢舊物資售價		
技術移轉		
權利金		
技術授權		
製程使用		
其他		
罰金罰款收入		
罰金罰款		
其他收入		
供應收入— 資料書刊費		
服務收入— 教育學術收入 技術服務	1,044,500 元	校正件數 77 件
審查費		
業界合作廠商配合款		
收回以前年度歲出		
其他雜項		
合計	1,044,500 元	校正件數 77 件

(三)人力培訓情形

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準

國家標準實驗室計畫國外出差人員一覽表

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
參加會議	赴瑞典哥特堡「參加 EFTF2012 國際研討會發表論文及參加 CCTF WG 雙向傳時工作小組討論會」	瑞典	101.4.21 ~ 101.4.29	林信嚴	時頻校核技術研究	EFTF (European Frequency and Time Forum)為歐洲舉辦之時頻論壇，一般於每年 4、5 月舉辦，世界主要時頻實驗室皆會出席。為本年度最重要之國際時頻研討會之一，參加該會可瞭解國際時頻研究發展趨勢、並與先進國家建立關係，有利增進未來時頻國家標準之性能。 另 CCTF 雙向傳時工作小組討論會(CCTF TWSTFT ps meeting)亦在此期間召開，本實驗室為工作小組參與實驗室，故派員出席討論。會議主要討論內容為歐、美 TWSTFT 傳時校正實驗，亞洲方面則討論歐亞鍊路衛星現狀與討論進一步發展可能性。
參加會議	參加 2012 IEEE IFCS 國際研討會暨發表論文	美國 巴爾的摩	101.5.19 ~ 101.5.27	曾文宏	時頻傳遞及量測技術研究	IEEE IFCS (International Frequency Control Society)為重要的國際性時頻研討會，目的為各國研究人員交換時頻最新的發展趨勢與科技，並展出最新之時頻儀器。參加此研討會可學習最新技術，並與其他實驗室建立互動關係。本次研討會上發表兩篇已接受之論文。
參加會議	參加 APMP mid-year meeting	NISIT/ 巴布亞 新幾內亞	101.6.2 ~ 101.6.8	林晃田	聯絡人及時頻校核技術研究	APMP mid-year meeting 主要由 APMP 執行委員會(EC)委員、各領域技術(TC)主席及開發中國家(DEC)代表所共同參與之年會，以共同推動亞太地區計量領域活動，並審查國際相互認可相關規範之適切性，除可尋求讓亞太地區標準實驗室間的合作更向前邁進一步，對提升本實驗室在國際上的能見度與貢獻度，均有極大的幫助。

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
參加會議	赴美國 Nashville 「參加 CGSIC 年會與 ION2012 研討會」	美國	101.9.15 ~ 101.9.23	王嘉綸	時頻校核技術研究	本實驗室為 CGSIC(Civil GPS Service Interface Committee)成員，往年 CGSIC 年度會議在 ION 研討會期間舉行，本實驗室為成員應派員參加以瞭解國際上最新 GNSS 計畫之發展現況。ION GNSS 2012 研討會為美國導航協會針對 GNSS 應用領域所舉辦的國際性會議，此一會議為全球 GNSS 應用領域中規模最大的會議，參加此會議可對未來 GNSS 時頻比對及導航定位系統進行研究，對於 GNSS 應用於時頻領域之國際比對極有幫助。
參加會議	赴美國參加「CPEM 2012 研討會」並發表論文	美國	101.6.29 ~ 101.7.8	黃毅軍	時頻校核技術研究	CPEM (Conference on Precision Electromagnetic Measurements)為由 BIPM、IEEE、NIST 等五個單位永久主辦兩年一度之重要的國際性量測技術研討會，其論文集為 EI 等級。精密量測技術攸關國家下一代產業的發展，參加該會目的在發表論文，並瞭解國際上相關量測技術的最新發展趨勢，有利於掌握先機增加合作機會。並可投稿 IEEE Tran. IM 特刊，藉以提昇實驗室論文水準。
參加會議	赴法國參加 CCTF TAI 貢獻實驗室代表大會及衛星雙向傳時工作小組 (TWSTFT WG) 等會議	法國	101.9.05~ 101.9.16	廖嘉旭 林晃田	計畫經理 聯絡人及時頻校核技術研究	BIPM 為世界度量衡最高標準機構，CCTF 為國際度量衡委員會 (CIPM) 下之時間與頻率技術諮詢委員會，每兩至三年舉辦一次 CCTF 委員會會議，為各國時頻實驗室不容錯過的盛會。基於本實驗室對國際原子時的貢獻，獲邀參與此會議，與各國代表交流討論，有助於提昇實驗室之能見度及推動後續合作事宜。

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
參加會議	參加 APMP 2012 年會、TCTF meeting 等會議	紐西蘭威靈頓	101.11.23 ~ 101.12.1	廖嘉旭 林晃田 王嘉綸 黃毅軍	計畫經理，且為 APMP TCTF 會員 聯絡人及時頻校核技術研究 GNSS 時頻校核技術研究 TWSTFT 時頻校核技術研究	參加 APMP 2012 General Assembly 等會議，可加強與亞太地區各標準實驗室之間的技術交流，並提升本實驗室在國際上的能見度與重要性。參加 APMP TCTF 及 APMP TCQS 等年度會議，可了解各標準實驗室之技術發展與品質系統維持現況，更可就國際間相互認可資料之審查等事務匯集共識。對技術交流與國際相互認可事務的推動，均有實質的助益。 林晃田博士擔任 APMP 時頻技術委員會主席，任期自今(2012)年起為期 3 年，本次主持年度之 APMP TCTF 會議，並於紐西蘭 MSL 實驗室舉辦 APMP GNSS Receiver Calibration Exercise 活動，共同推動 APMP 國際間時頻技術之交流發展。
參加會議	赴美國 Reston 參加『CCTF 雙向傳時工作小組討論會及 PTTI 2012 研討會並發表論文』	美國	101.11.25 ~ 101.12.01	林信嚴	時頻校核技術研究	PTTI2012 研討會，此乃一高水準之國際性研討會，每年由美國海軍天文台 (US Naval Observatory, USNO) 舉辦。為瞭解世界各國實驗室在時間與頻率相關領域之研究進展，及了解國際之發展趨勢，應用現況。並經由論文發表與討論，展現實驗室研發技術成果，與先進國家建立關係，有利增進未來時頻國家標準之性能。另往年 CCTF 雙向傳時工作小組討論會與 CCTF GPS CGGTTS 工作小組分組討論會會在此期間召開，本實驗室為參與實驗室，故派員參加此二領域之討論，以增加本實驗室於相關領域之影響力。

註：出差性質請依下列事由填寫- (1) 觀摩研習 (2) 受訓 (3) 參加會議

國家標準實驗室計畫國內受訓一覽表

訓練名稱	主要內容	訓練機構	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任工作	對本計畫之助益
TAF 資深評審員訓練	了解資深評審員工作重點及評鑑要項	全國認證基金會	101. 10.23	林晃田 廖嘉旭	時間校核技術 協同計畫主持人	支持符合性評鑑及認證制度之推展，吸收各領域經驗，提昇本實驗室品質
TAF 年會及實驗室主管在職訓練	TAF 實驗室認證規範更新說明及討論	全國認證基金會	101.5.17	林晃田	品質主管、時間校核技術	TAF 實驗室認證服務資訊更新，以利後續事務配合
TAF 舉辦之電量領域線性評估討論會議	TAF 認證電量領域線性評估規範深入探討	全國認證基金會	101. 10.19	林晃田 廖嘉旭	時間校核技術 協同計畫主持人	深入了解 TAF 認證電量領域線性評估規範內容及細節詮釋。

(四)標準維持情形：

標準件校正日期及追溯來源詳如下表

編號	有關儀器標準件	校正日期	追溯來源
1	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 300	83.11 替代 CS160 提供母鐘信號 89.7.18 不穩定並重新啟動 89.7.27 送日本換銻束管 90.06.26 修復驗收 完成參與國家時頻維持 91.06.28 替代 CS809 提供母鐘信號 92.5.19 頻率不穩定改由 CS1712 提供母鐘 信號 98.04 故障待修中 98.12 送美國原廠維修 99.06.01 修復完成，現使用於遊校。	BIPM
2	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 160	83.11 故障送修，83.12 修護與 UTC(TL)持 續比對；85.09 故障送修，86.04 修護與 UTC(TL)持續比對 89.7.10 送日本換銻束管 90.06.24 修復驗收完成。(目前故障待修)	BIPM
3	銻束頻率標準器 HP5061A, S/N 1712	90.10 成參與國家時頻維持 92.5.19 頻率不 穩定改由 CS1712 提供母鐘信號 93.12.21 改由 HM76053 提供母鐘信號 99.11 故障待修中	BIPM
4	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 474	84.5.2 新購驗收完成參與國家時頻維持 89.8.11 故障送修 90.05.20 修復驗收完成。 99.11 故障待修中	BIPM
5	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1132	87.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 91.12.5 送日本換銻束管 92.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM
6	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 809	85.05 新購驗收完成參與國家時頻維持 90.10.01 替代 CS1498 提供母鐘信號 91.06.28 故障並重新啟動 91.12.5 送日本換銻束管 92.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持 99.04. 故障	BIPM
7	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1012	86.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 92.10.13 故障送日本換銻束管 93.6.30 修復驗收完成參與國家時頻維持	BIPM

編號	有關儀器標準件	校正日期	追溯來源
8	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1500	89.06 新購驗收完成參與國家時頻維持 93.3.2 故障待修中 94.01.06 送日本換銻束管 94.8.1 參與國家時頻維持	BIPM
9	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1498	89.04 新購驗收完成參與國家時頻維持 89.12 替代 CS300 提供母鐘信號 97.08 故障待修中 98.03 參與國家時頻維持	BIPM
10	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 1104	95.11.2 送美國換銻束管 96.2.5 修復驗收完成 96.2.16 參與國家時頻維持(新加入)	BIPM
11	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2365	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
12	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2366	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
13	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2367	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
14	銻束頻率標準器 HP5071A, S/N 2368	96.12 新購驗收完成 97.06 參與國家時頻維持	BIPM
15	銻束頻率標準器 Symmetricom,S/N 2630	99.08 新購驗收完成	BIPM
16	銻束頻率標準器 Symmetricom,S/N 2634	99.08 新購驗收完成	BIPM
17	銻束頻率標準器 Symmetricom,S/N 2636	99.08 新購驗收完成	BIPM
18	氫微射頻率標準器 KVARZ, S/N 76052	88.01 參與國家時頻維持 89.11 時間產生單元故障 90.02 修復驗收完成參與國家時頻維持 99.06 由 HM76052 提供母鐘信號 101.02 改由 HM-0057 提供母鐘信號	BIPM
19	氫微射頻率標準器 KVARZ, S/N 76053	88.01 參與國家時頻維持 93.12.21 改由 HM76053 提供母鐘信號	BIPM
20	氫微射頻率標準器 T4-science, HM-0057	99.06 新購驗收完成 101.02 提供母鐘信號	BIPM
21	相位微調器 AOG model 110 S/N 1804	90.10.04 參與國家標準實驗室母鐘維持 每日持續性監測 90.10.04 0.00004 ns/s Advance	國家標準實驗室母鐘
22	SDI 5MHZ 分配器	供應標準頻率(5MHz)	國家標準實驗室母

編號	有關儀器標準件	校正日期	鐘 追溯來源
23	切換控制器	每日持續性監測	
24	HP75000, S/N E1421B	供應標準時間(1PPs)	國家標準實驗室母鐘
25	時間差計數器,SR620	83.6.27 更換損壞之 S/N 2410A00790 每日持續性監測 90.12 替代 HP5370 持續性監測	國家標準實驗室母鐘
26	ESA24K-1 CODAN-5900	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘
27	ASHTECH GPS RECEIVER SN:RT920012202	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘
28	IRT FRU-1030 S/N 0206082	每日持續性監測	國家標準實驗室母鐘

說明：(參考標準時頻系統維持及追溯方塊圖)

標準件追溯架構如附圖

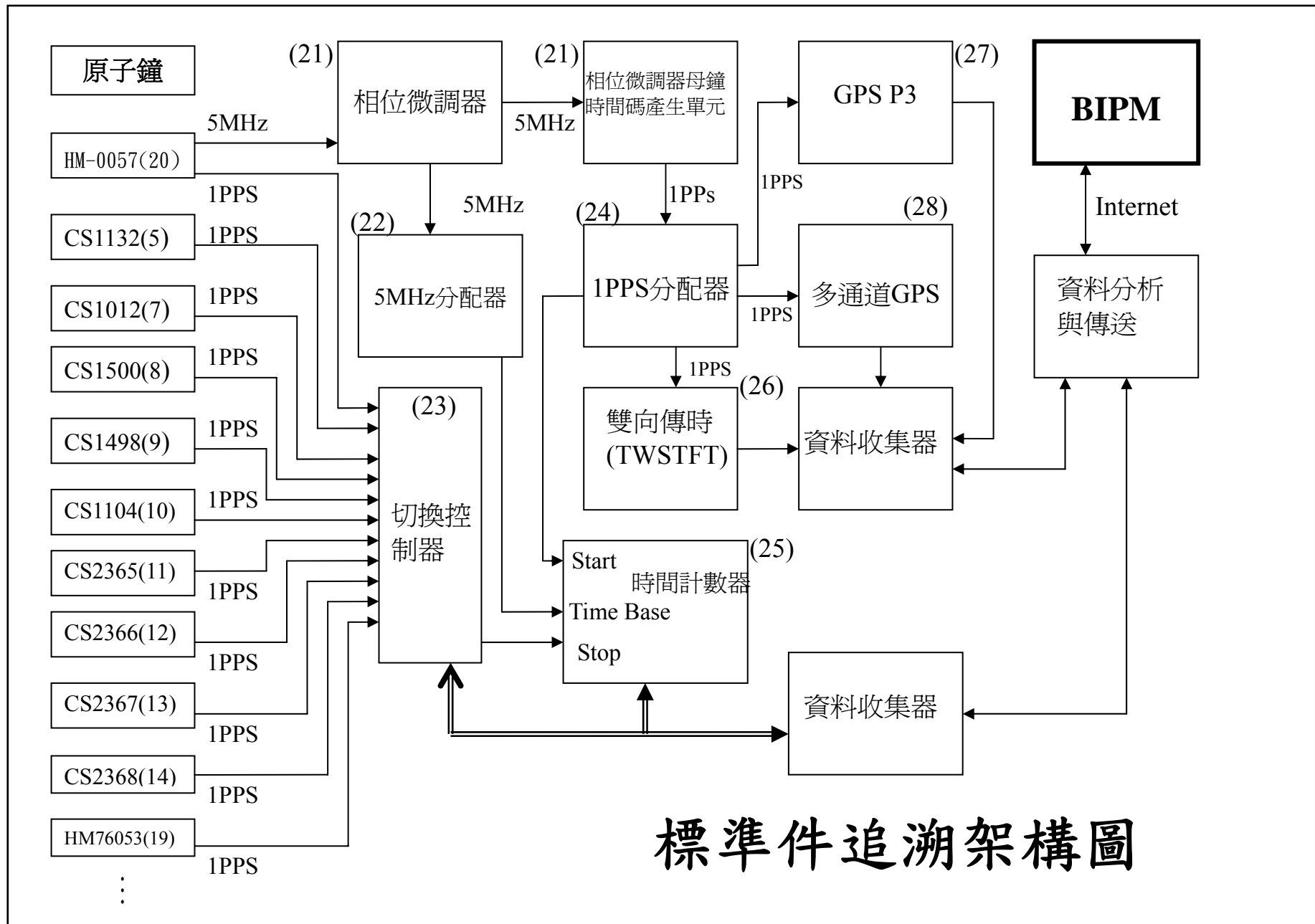
本實驗室之時頻標準是經原級銫束頻率標準器及氫微射頻率標準器比對產生。所謂原級頻率或時間標準是在運作時不需提供外在校正(CCIR Recommendation 686 之定義)，其中所用 HP5071A 是目前世界上穩定性最佳的商用化銫原子鐘，目前母鐘產生標準信號採用方式係在原子鐘群中長期仔細比對後找出最穩定之原子鐘當主鐘(目前使用 **T4-science**，編號 **HM-0057** 的氫鐘)。主原子鐘之 5MHz 經相位微調器(21)，分配放大器(22)產生 5MHz 之國家標準頻率。5MHz 信號經時間碼產生器(21)產生中華民國標準時間 UTC(TL)，UTC(TL)經時間差計數器(25)與原子鐘群, GPS(27)接收信號比對。比對結果送至 BIPM，由 BIPM 統計出所有原子鐘與 UTC(BIPM)時間差值、頻率偏移、權數，此數值每個月由 BIPM 公佈於網站，經本實驗室分析所得結果用來決定相位微調器所需微調值，使本實驗室產生之協調時能緊密地追溯至 BIPM。

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

為使我國時頻最高標準與國際標準一致，本年度執行 5 項國際比對，其相關資訊如下表所示。

比對項目	主辦單位	比對國家/機構	比對月份	比對結果
原子鐘頻率比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	101.01~101.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	101.01~101.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
亞太 TWSTFT 之傳時比對	NICT	日本 NICT、台灣 TL	101.01~101.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS PPP 傳時比對	BIPM	BIPM(約 26 個實驗室)	101.01~101.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
雙 PRN 電碼之衛星雙向傳時實驗	NICT	日本 NICT 及台灣 TL	101.02~101.04	比對分析中

依據 BIPM 統計資料所計算本實驗室維持時頻標準的特性，參見下一章「成果效益檢討」中之「標準實驗室維持與性能增進」一節。由於本實驗室採用自行發展之時間評量技術，並以氫原子鐘作為頻率之參考源，穩定度在亞洲各實驗室之間居於領先地位。



標準件追溯架構圖

二、成果效益檢討

(一) 標準實驗室維持與性能增進

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

與國際標準協調一致、建立國際地位



圖 1.1、我國時頻標準之國際接軌與產業服務示意圖

服務產業與應用

- 提供具全球相互認可的精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源。
- 透過 NTP 網際網路校時，提供電腦與資訊設備自動定期校時服務。
- 提供安全可靠的撥接式專線電腦校時服務，應用於民航局近場雷達及塔台飛航管制、公共電視等單位。
- 專線式校時系統應用於電信公司，解決視訊網路時間誤差及計費問題。

- 精準時頻技術的研究與推廣，合作對象包括中山科學研究院、國內各大學等。

產業效益

- NTP 網際網路校時準確且便利。
- 提供電子資訊社會一個公正可信賴的時間，作為交易紀錄及通信計費等用途，以避免系統運作的混亂。
- 振盪頻率是現代電子設備的核心，攸關電信系統、導航設施，及許多精密電子產業的品質與精確性。

時間的維持：

國家時間的維持在於準確與可靠，因此實驗內部各個環節，包括原子鐘的維持、訊號的傳送、時間的量測以及國際比對實驗的進行，都需要良善的管理與規劃，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，透過合作向歐、美、日等先進實驗室，學習到許多經驗，使維持時間標準技術能力大幅提昇。

時間的傳遞：

- 本實驗室提供精密儀器設備之頻率標準件校正服務，為國內各級時頻標準實驗室之追溯源，過去待校件需送至校正實驗室進行校正。一般而言，振盪器會因受環境或其他如開/關機與車輛運送等因素之影響，不易確保振盪器之準確性及穩定性。於是本實驗室發展遠端頻率校核技術，利用觀測 GPS 載波相位達成頻率同步之目的，依此方式校正之振盪器，其特性受到國家標準實驗室之監控，對環境變化等因素之影響將被偵測並加以補償，進而達到追溯至國家標準之目的，可省去運送往返之時間，且有助於提高設備的運用及競爭力。
- 為提供一般民眾所需的標準時刻，本實驗室於民國 87 年推出 NTP (Network Time Protocol) 網際網路校時服務，以計算網路上封包(Packet)的往返延遲(Round Trip Delay)，估算待校計時器與標準源之時間差，作為修正的依據。由於網際網路普及，NTP 已成為一項準確且便利的校時方法，保守估計目前一天的校正需求量約 2000 萬次。
- 撥接式電腦校時服務是以數據機撥接方式，擷取本所時間伺服器的信號，透

過補償網路時間延遲的方式，達成相當準確之校時目的，此服務不需要透過網際網路，因此較為安全，主要使用在民航局塔台飛航管制等系統。

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

(1.1) 時頻標準維持及性能增進

(1.1.1) 國家標準時間的維持及增進性能

(1.1.1.1) 執行項目

國家標準時間的維持現況及其品質、權重分析

(1.1.1.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

目前國家時間主要由本實驗室所維持的銫原子鐘群(Agilent 5071A)及三部氫原子鐘(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，國際上名稱是 UTC(TL)，短期調整的機制則是參考銫原子鐘群的統計值。我們透過衛星雙向傳時及 GPS PPP 全視法(all-in-view)等比對實驗，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的權重，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，都需要良善的管理與規劃，以確保時間的精準。原子

鐘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，並避免振動發生。本實驗室原子鐘的比對記錄系統有兩套，由於2010年起實驗室空調及UPS、DC電力系統全面改善，新購高性能銫鐘亦較老舊銫鐘穩定，TL原子鐘群之穩定度已有顯著提升。然原母鐘參考源兩部俄羅斯製氫鐘因壽年已屆，氫源耗盡，不得不於2012年2月以剛維修之瑞士製氫鐘上線，取代舊氫鐘為新母鐘參考源。原子鐘必須均勻且連續的運轉，所以電力供應不容中斷，我們除了電信研究所的電力系統、大型不斷電系統(UPS) 及柴油發電機外、還準備有直流電源(DC)，均經過濾波後才供應給原子鐘使用，原子鐘、比對記錄系統及相位微調器等重要設備，另配有專屬的機架型UPS，即使這些備援電力都失效的情況，銫原子鐘內部還有電池，可再維持一段時間。總之，電力設備的維護與定期檢修更換，實為實驗室維持相當重要的環節。

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

此外，TL已參加由BIPM於2011年發起，2012年1月1日開始試驗之「UTC rapid」先鋒計畫，此計畫內容為：

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

本實驗室因應 UTCr 計畫，已完成每日自動計算並上傳原子鐘及 TA(TL)的比對值。原子鐘比對值及 GPS、TWSTFT 比對資料由以往每月上傳增加為每日

上傳，並持續觀察 UTCr 與 UTC 異同，以作為調整 UTC(TL)之依據。

在國際傳時比對方面，過去本實驗室採用單通道單頻的 GPS 接收機，並以衛星共視法(common-view)進行國際比對。但因台灣位處電離層赤道異常區，造成較大的誤差。近年來本實驗室積極參與相關國際時頻比對實驗的研究，包括雙通道及雙頻 GPS 接收機的傳時研究，GPS P3 電碼比對的國際巡迴校正、GPS 載波相位觀測及衛星雙向傳時等實驗。隨著國際比對精度的進步，本實驗室的數據品質也大幅提升。其中衛星雙向傳時是目前最精準的傳時方法之一，其不確定度可優於 1 奈秒(ns)。自 2002 年一月起，本實驗室(TL)與日本(NICT)之比對數據，正式提供 BIPM 作為計算世界原子時(TAI)的資料。2005 年五月我們完成 BIPM 之 GPS P3 電碼比對的精準校正結果，接著於 2006 年三月完成亞太地區第一個衛星雙向傳時地面站校正實驗，這兩個獨立傳時方法的校正結果，彼此差異僅有 0.282 ns。

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

(1.1.1.3)時頻標準維持現況之檢討

近年來，透過基礎改善措施與比對校正實驗，有效提昇本實驗室維持標準時間的能力與信心，進而增進國家時間的準確度與穩定性。

在 UTC(TL)穩定及準確度方面，由於俄羅斯製氫鐘壽年已屆，增添預測困難度，TL 之 5 日穩定度約為 $4.0E-15$ 。長期穩定度約為 $2.5E-15$ 於亞洲各國中與日本 NICT、NMIJ 相當，整體表現水準仍高(圖 1.2)。預計更換母鐘參考源後將有進步空間。

在準確度方面，2012 年 1 月~2012 年 10 月 UTC-UTC(TL)皆保持在 ± 30 ns 之間(圖 1.3)。由於母鐘參考源已更換，2 月起日逐步調整 UTC(TL)斜率，並將 UTC(TL)儘可能貼近 UTC，5 月 BIPM circular T 月報發佈時 UTC-UTC(TL)約為 -5 ns。2012 年應順利可達成全年維持在 ± 40 ns 以內的目標。

在參加 UTCr 先鋒計畫方面，2012 年初始 UTCr-UTC(TL)之值大致與

UTC-UTC(TL)相符，2~5 月 UTCr 與世界主要實驗室差值如圖 1.4。但由於 UTCr 與 UTC 參與實驗室不同，目前為遷就少數實驗室未能每日及時上傳 TAIPPP 及 TWSTFT 比對資料，使用 GPSP3 電碼作為比對依據，UTCr-UTC(TL)之值與 UTC-UTC(TL)仍有 2~5 ns 左右差距，同時為求與 UTC 一致，UTCr 會根據 UTC 做相位及頻率調整，於圖 1.4 中可見明顯調整痕跡，本實驗室調整 UTC(TL)仍以 UTC 為主。

表 1-1 2011.11-2012.10 世界時頻實驗室佔 TAI 權重前十名排名(NICT 製表)

Weights of Clocks

Nov-11			Dec-11			Jan-12			Feb-12		
1	USNO(Washington DC)	21.101	1	USNO(Washington DC)	21.860	1	USNO(Washington DC)	22.823	1	USNO(Washington DC)	23.332
2	NICT(Tokyo)	9.937	2	NICT(Tokyo)	9.966	2	NICT(Tokyo)	9.946	2	NICT(Tokyo)	10.365
3	F(Paris)	8.879	3	NTSC (Lintong)	7.456	3	F(Paris)	7.840	3	F(Paris)	7.306
4	NTSC (Lintong)	7.269	4	F(Paris)	7.320	4	NTSC (Lintong)	6.963	4	NTSC (Lintong)	6.272
5	TL(Chung-Li)	5.346	5	TL(Chung-Li)	5.822	5	TL(Chung-Li)	5.466	5	TL(Chung-Li)	5.285
6	SP (Boras)	4.572	6	SP (Boras)	5.157	6	SP (Boras)	5.037	6	SP (Boras)	4.828
7	NIST(Boulder)	4.001	7	NIST(Boulder)	4.033	7	NIST(Boulder)	4.196	7	NIST(Boulder)	3.647
8	PTB(Braunschweig)	2.993	8	PTB(Braunschweig)	3.043	8	PTB(Braunschweig)	3.054	8	PTB(Braunschweig)	3.032
9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.352	9	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.553	9	KRIS(Daejeon)	2.638	9	UME(Gebze-Kocaeli)	2.572
10	KRIS(Daejeon)	2.323	10	KRIS(Daejeon)	2.375	10	ONRJ(Rio de Janeiro)	2.327	10	KRIS(Daejeon)	2.433
Mar-12			Apr-12			May-12			Jun-12		
1	USNO(Washington DC)	22.947	1	USNO(Washington DC)	26.023	1	USNO(Washington DC)	26.193	1	USNO(Washington DC)	25.878
2	NICT(Tokyo)	10.003	2	NICT(Tokyo)	9.433	2	NICT(Tokyo)	9.606	2	NICT(Tokyo)	10.297
3	F(Paris)	6.966	3	F(Paris)	6.600	3	F(Paris)	6.208	3	F(Paris)	5.629
4	NTSC (Lintong)	6.007	4	TL(Chung-Li)	5.418	4	TL(Chung-Li)	5.400	4	TL(Chung-Li)	5.482
5	TL(Chung-Li)	5.252	5	NTSC (Lintong)	5.195	5	NTSC (Lintong)	4.548	5	NTSC (Lintong)	4.667
6	SP (Boras)	4.688	6	SP (Boras)	4.686	6	SP (Boras)	4.389	6	SP (Boras)	4.384
7	NIST(Boulder)	4.275	7	NIST(Boulder)	4.094	7	NIST(Boulder)	3.835	7	NIST(Boulder)	4.324
8	PTB(Braunschweig)	2.983	8	PTB(Braunschweig)	3.157	8	PTB(Braunschweig)	3.074	8	PTB(Braunschweig)	3.013
9	UME(Gebze-Kocaeli)	2.644	9	UME(Gebze-Kocaeli)	2.496	9	KRIS(Daejeon)	2.503	9	KRIS(Daejeon)	2.613
10	PL(Warszawa)	2.149	10	NMIJ(Tsukuba)	2.416	10	UME(Gebze-Kocaeli)	2.446	10	PL(Warszawa)	2.175
Jul-12			Aug-12			Sep-12			Oct-12		
1	USNO(Washington DC)	27.399	1	USNO(Washington DC)	26.828	1	USNO(Washington DC)	26.033	1	USNO(Washington DC)	27.444
2	NICT(Tokyo)	10.883	2	NICT(Tokyo)	11.965	2	NICT(Tokyo)	11.912	2	NICT(Tokyo)	12.337
3	TL(Chung-Li)	5.480	3	F(Paris)	5.618	3	F(Paris)	7.339	3	F(Paris)	6.203
4	NTSC (Lintong)	5.204	4	NTSC (Lintong)	5.307	4	NTSC (Lintong)	4.863	4	NTSC (Lintong)	5.486
5	F(Paris)	4.879	5	TL(Chung-Li)	4.922	5	TL(Chung-Li)	4.838	5	TL(Chung-Li)	4.448
6	SP (Boras)	4.412	6	SP (Boras)	4.470	6	SP (Boras)	3.607	6	SP (Boras)	3.615
7	NIST(Boulder)	4.277	7	NIST(Boulder)	4.403	7	NIST(Boulder)	3.173	7	PTB(Braunschweig)	2.864
8	PTB(Braunschweig)	3.075	8	PTB(Braunschweig)	3.119	8	KRIS(Daejeon)	2.798	8	KRIS(Daejeon)	2.823
9	KRIS(Daejeon)	2.526	9	KRIS(Daejeon)	2.900	9	PTB(Braunschweig)	2.794	9	NIST(Boulder)	2.783
10	VSL(Delft)	2.309	10	TP(Praha)	2.275	10	PL(Warszawa)	2.141	10	IT(Torino)	2.283
Average											
1	USNO(Washington DC)	24.822									
2	NICT(Tokyo)	10.554									
3	F(Paris)	6.732									
4	NTSC (Lintong)	6.376									
5	TL(Chung-Li)	5.263									
6	SP (Boras)	4.487									
7	NIST (Boulder)	3.920									
8	PTB(Braunschweig)	3.017									
9	KRIS(Daejeon)	2.535									
10	PL(Warszawa)	2.107									

USNO: USA	NPL: United Kingdom	TP: Czech
F: France	VSL: The Netherlands	SCL: HongKong
NICT: Japan	IT: Italy	BEV: Austria
NIST: USA	IFAG: Germany	NTSC: China
TL: Taiwan	NIM: China	ONRJ: Brazil
PTB: Germany	ROA: Spain	KRIS: Korea
PL: Poland	NRC: Canada	SU: Russia
NMIJ: Japan	SP: Sweden	UME: Turkey

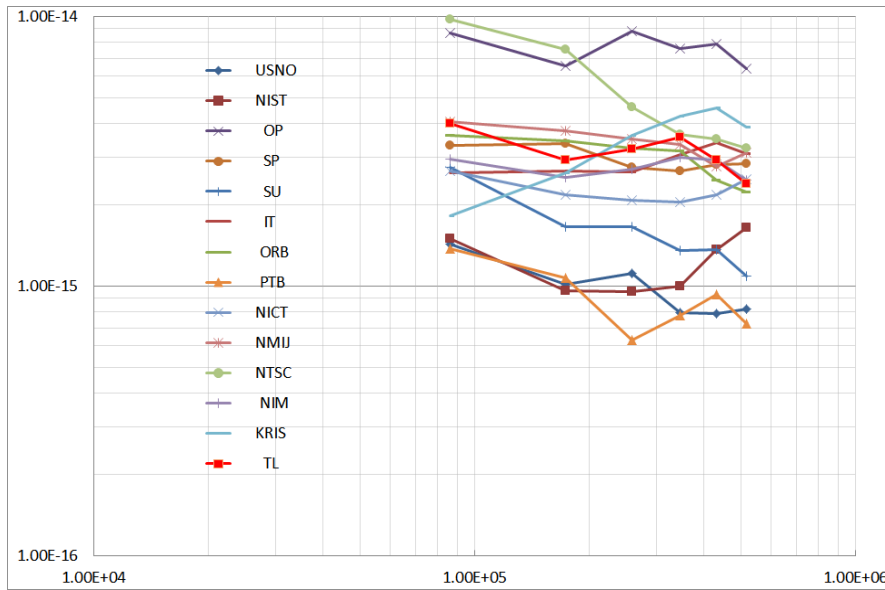


圖 1-2、2012 年 1 月~2012 年 10 月世界及亞洲主要實驗室頻率穩定度

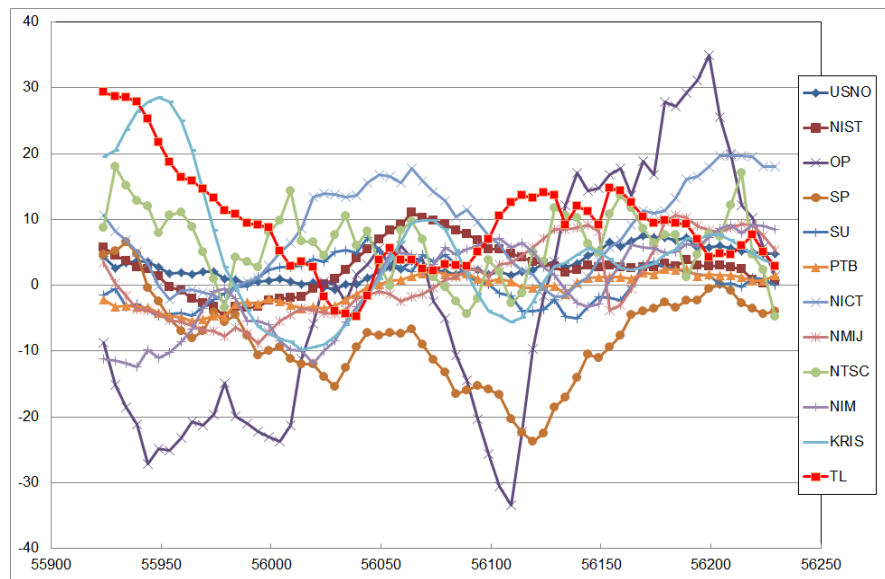


圖 1-3、2012 年 1 月~2012 年 10 月世界及亞洲主要實驗室 UTC-UTC(k)差值

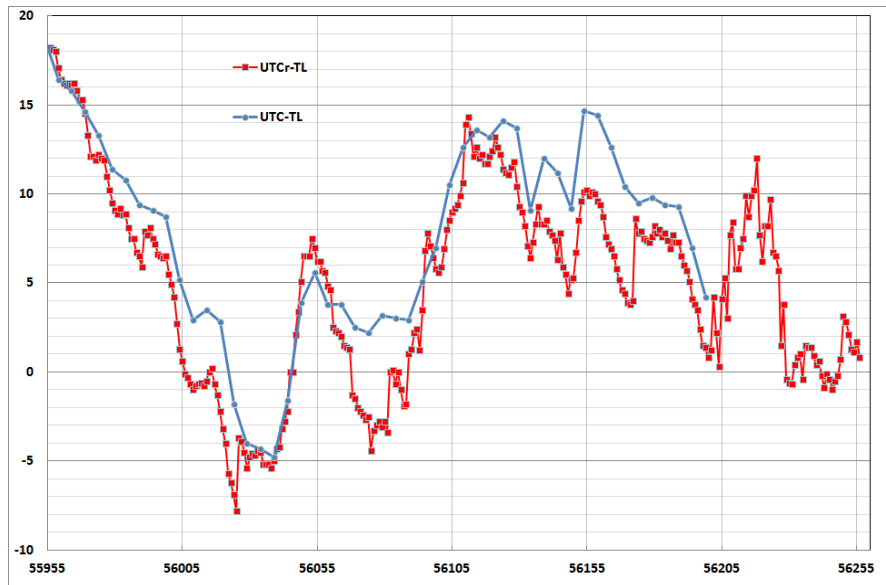


圖 1-4、2012 年 2 月~2012 年 10 月實驗室 UTCr-UTC(k)差值

(1.1.1.4)未來工作重點

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，都需要完善的管理與規劃，以確保時間的精準。近幾年本實驗室積極參與國際之時頻比對計畫，透過合作向歐、美、日等先進實驗室，學習到許多經驗，讓維持時頻標準能力大幅進步，成為受矚目的新興實驗室。未來亦將透過此方式吸收國外實驗室的優點，繼續精進實驗室之性能。

(1.1.1.5)結論

隨著定位導航及太空科技迅速發展，國際時頻實驗室無不投入更多的資源發展新一代的技術。從 2005 年初即展開新一波原子鐘的汰舊換新潮：包括日本、美國、大陸、韓國、瑞士、波蘭等國家標準實驗室，都各自添購氫鐘及高性能銻原子鐘。這些鐘經過 BIPM 半年以上的穩定度評估後，將逐漸貢獻一定比例的權重值。另一方面，包括日本、荷蘭、大陸、義大利、英國等實驗室在過去兩年內陸續開始重建新的實驗室環境，以符合未來快速發展的需求。

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

(1.1.1.6)自評與建議

為增進國家標準時間之穩定度及準確度，以實驗室環境而言，目前實驗室之環境維護已稍具規模，空調及 UPS、DC 電力系統皆已更新，短時間內以維護保養既有設備為主。TAI 鏈路更換為結合 TWSTFT 及 TAIPPP 之 TWPPP，uA 亦已降至 0.3ns，進一步改善空間有限，應該朝向傳時系統重新校正，以降低 uB 方向努力。BIPM 已有重新巡迴校正 TAI 鏈路計畫，本實驗室被選中參與第一波歐亞鏈路校正實驗(OP、PTB、NICT、TL)，若實驗順利推動，則本實驗室 TAI 鏈路的 uB 值將可下降 2~3ns。

目前較大隱憂為母鐘參考源，本實驗室共有三部氫鐘，其中二部俄羅斯製氫鐘已達使用年限(約 10~15 年)，一部已完全故障，另一部頻率輸出波型失真，無法再做母鐘參考源。由於高穩定之頻率參考源直接與 UTC(TL)穩定度、權重、GPS 及 TWSTFT 比對實驗穩定性相關，本實驗室至少必須維持多一部高穩定之頻率備用參考源，以備隨時於主參考源故障時切換。建議於經費許可之下儘快購置 1~2 部新氫鐘，與現有的瑞士製氫鐘互為備援，以保持 UTC(TL)穩定度。舊有的俄羅斯氫鐘則尋求低價維修之可能，若可維修，可用以產生 TAI 權重及加入 TA(TL)，以發揮最大利用價值。

(1.1.2) 長期參與國際度量衡局(BIPM)，共同維持協調世界時(UTC)及國際原子時(TAI) (執行期間：101.01~101.12)

本年度BIPM Circular T298(2012 November 07)發佈資料中，所顯示共同參與維持協調世界時之標準時頻標準實驗室如下所示：

CIRCULAR T 298										ISSN 1143-1393		
2012 NOVEMBER 07, 13h UTC												
BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES												
ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE DE LA CONVENTION DU METRE												
PAVILLON DE BRETEUIL F-92312 SEVRES CEDEX TEL. +33 1 45 07 70 70 FAX. +33 1 45 34 20 21 tai@bipm.org												
1 - Coordinated Universal Time UTC and its local realizations UTC(k). Computed values of [UTC-UTC(k)] and uncertainties valid for the period of this Circular.												
From 2012 July 1, 0h UTC, TAI-UTC = 35 s.												
Date 2012	0h UTC	SEP 29	OCT 4	OCT 9	OCT 14	OCT 19	OCT 24	OCT 29	Uncertainty/ns Notes			
MJD		56199	56204	56209	56214	56219	56224	56229	uA	uB	u	
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns										
AOS (Borowiec)		3.9	3.7	2.4	1.0	-0.2	-1.0	-2.3	0.3	5.3	5.3	
APL (Laurel)		-4.1	-4.5	-6.2	-0.8	0.3	3.0	-143.4	0.3	5.3	5.3	
AUS (Sydney)		458.6	454.4	460.6	444.3	439.5	425.4	423.5	0.3	5.2	5.2	
BEV (Wien)		37.2	26.9	14.6	4.0	16.5	24.7	26.7	0.3	3.4	3.4	
BIM (Sofiya)		1695.1	1702.3	1712.1	1713.9	1715.9	1722.8	1728.6	1.5	7.2	7.3	
BIRM (Beijing)		-148.2	246.1	252.3	252.4	250.5	253.1	248.1	1.5	20.1	20.1 (1)	
BY (Minsk)		44.7	45.9	52.8	55.7	47.9	39.7	35.0	1.5	7.2	7.3	
CAO (Cagliari)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CH (Bern)		-2.2	-1.3	-1.8	-2.9	-5.0	-4.5	-4.5	0.3	1.9	1.9	
CNM (Queretaro)		-8.6	-1.9	-	-	-	-	-	2.0	5.3	5.6	
CNMP (Panama)		11.6	23.0	36.1	44.1	42.3	50.4	48.3	3.5	5.2	6.3	
DLR (Oberpfaffenhofen)		-15.4	-8.8	-7.3	4.8	-1.4	4.4	15.3	0.7	5.3	5.3	
DMDM (Belgrade)		25.1	30.9	18.8	28.7	30.6	39.8	43.2	0.3	7.1	7.1	
DTAG (Frankfurt/M)		236.3	239.5	251.9	246.3	251.9	256.2	262.4	0.3	10.1	10.1	
EIM (Thessaloniki)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HKO (Hong Kong)		500.2	516.2	534.0	552.7	554.7	560.2	567.9	2.5	5.2	5.8	
IFAG (Wetzell)		-603.6	-598.9	-593.5	-595.1	-588.0	-588.6	-579.0	0.3	5.2	5.2	
IGNA (Buenos Aires)		9338.0	9399.3	9466.6	9536.9	9597.6	9655.9	9720.3	2.0	5.2	5.6	
INPL (Jerusalem)		31.9	33.4	27.7	18.1	16.1	4.8	-6.9	1.0	20.1	20.1	
INTI (Buenos Aires)		69.2	75.4	88.1	83.5	38.3	122.6	207.5	4.0	20.1	20.5	
INXE (Rio de Janeiro)		-5.2	-8.0	-10.7	-3.5	-0.3	2.1	2.0	1.0	20.1	20.1	
IPQ (Caparica)		-3.9	-5.7	-1.1	0.7	-	-	-	0.4	7.2	7.2	
IT (Torino)		13.8	13.0	10.8	8.1	5.5	2.6	2.3	0.3	2.0	2.0	
JATC (Lintong)		-0.8	-7.4	-12.5	-11.7	-28.0	-13.6	-11.1	0.5	5.1	5.1	
JV (Kjeller)		212.5	236.8	254.7	267.0	263.3	255.7	225.8	5.0	20.0	20.6	
KEBS (Nairobi)		13647.8	13754.0	-	-	14071.0	14160.3	14257.5	1.5	20.1	20.1	
KIM (Serpong-Tangerang)		148.3	151.2	127.7	144.0	148.3	162.9	180.0	2.0	20.1	20.2	
KRIS (Daejeon)		7.6	7.7	6.9	5.9	4.8	3.8	3.3	0.3	5.1	5.1	
KZ (Astana)		-191.0	-216.1	-196.8	-203.8	-225.6	-245.4	-244.9	2.5	20.0	20.2	
LT (Vilnius)		194.0	217.5	238.9	233.1	252.5	240.6	249.8	2.0	5.3	5.6	
Date 2012	0h UTC	SEP 29	OCT 4	OCT 9	OCT 14	OCT 19	OCT 24	OCT 29	Uncertainty/ns Notes			
MJD		56199	56204	56209	56214	56219	56224	56229	uA	uB	u	
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns										
MIKE (Espoo)		6.5	6.9	6.4	5.7	4.7	4.0	3.6	0.3	7.2	7.2	
MKEH (Budapest)		-71547.1	-71749.8	-71951.7	-72146.2	-72355.5	-72561.5	-72762.4	1.5	20.1	20.1	
MSL (Lower Hutt)		-312.9	-278.5	-260.7	-246.9	-223.0	-207.9	-175.1	1.5	20.1	20.1	
NAO (Mizusawa)		168.6	168.8	163.5	169.6	176.8	181.7	160.0	2.0	19.8	19.9	
NICT (Tokyo)		18.1	19.7	19.7	19.7	19.5	18.1	18.0	0.3	4.6	4.6	
NIM (Beijing)		7.2	8.6	9.1	7.9	9.1	9.0	8.5	0.7	5.2	5.3 (2)	
NIMB (Bucharest)		106.5	131.4	145.2	177.1	180.4	195.8	206.9	2.0	20.1	20.2	
NIMT (Pathumthani)		25.2	38.7	25.6	12.8	17.0	21.6	24.7	1.0	20.0	20.0	

NIS (Cairo)	-1003.9	-1014.7	-1010.8	-1017.5	-1029.4	-1033.7	-1028.7	0.8	7.1	7.2
NIST (Boulder)	2.9	3.0	2.8	2.5	0.8	0.3	0.5	0.3	5.1	5.1
NMIJ (Tsukuba)	8.3	8.0	8.8	9.3	9.2	7.5	5.4	0.4	5.2	5.2
NMLS (Sepang)	-707.0	-692.6	-677.4	-656.0	-625.6	-611.8	-585.3	1.5	20.1	20.1
NPL (Teddington)	-4.5	-4.8	-6.4	-6.7	-7.4	-7.2	-6.3	0.3	5.2	5.2
NPLI (New-Delhi)	189.0	187.9	188.1	186.4	185.2	186.4	191.9	0.3	7.2	7.2
NRC (Ottawa)	2.6	2.1	-0.9	-7.7	0.6	-6.1	-19.4	0.3	5.2	5.2
NRL (Washington DC)	214.4	172.7	128.7	89.0	59.2	34.4	18.9	0.3	5.3	5.3
NTSC (Lintong)	7.8	7.4	12.2	17.1	4.6	2.3	-4.8	0.5	5.0	5.0
ONBA (Buenos Aires)	-205.6	-223.3	-221.5	-230.5	-245.2	-259.1	-273.9	2.5	5.3	5.8
ONRJ (Rio de Janeiro)	3.7	0.3	0.2	5.4	-0.6	3.0	0.6	3.9	7.1	8.1
OP (Paris)	35.0	25.6	20.0	12.1	10.3	5.8	1.4	0.3	1.9	1.9
ORB (Bruxelles)	0.0	0.0	-0.2	0.6	0.6	1.9	3.4	0.3	5.2	5.2
PL (Warszawa)	38.1	34.3	-64.2	-72.1	-80.5	-87.8	-93.2	0.3	5.2	5.2 (3)
PTB (Braunschweig)	1.6	1.5	1.5	1.2	0.7	0.7	1.5	0.1	1.6	1.6
ROA (San Fernando)	5.6	8.0	11.0	13.2	14.6	16.2	17.4	0.3	5.2	5.2
SCL (Hong Kong)	-42.3	-44.6	-43.5	-47.9	-51.1	-52.0	-55.2	3.0	10.1	10.6
SG (Singapore)	50.3	55.5	49.8	40.7	36.7	30.8	23.4	0.4	5.3	5.3
SIQ (Ljubljana)	-603.4	-596.9	-591.5	-595.5	-603.8	-632.8	-645.1	4.0	20.0	20.4
SMD (Bruxelles)	3.5	-	-	-	-	-	-	1.5	20.1	20.1
SMU (Bratislava)	-76.3	-63.7	-58.5	-58.7	-53.4	-56.6	-64.0	2.5	20.0	20.2
SP (Boras)	-0.6	0.1	-0.8	-2.7	-3.5	-4.4	-3.9	0.3	1.9	1.9
SU (Moskva)	1.5	0.1	0.3	-0.2	1.1	1.0	0.0	1.0	5.3	5.3
TCC (Concepcion)	1528.1	1540.4	1563.0	1575.7	1587.7	1607.6	1619.7	0.3	5.2	5.2
TL (Chung-Li)	4.2	4.8	4.7	6.0	7.7	5.0	2.9	0.3	5.0	5.0
TP (Praha)	-22.7	-22.7	-23.7	-20.5	-19.7	-22.4	-26.8	0.3	5.2	5.2
UA (Kharkov)	42.9	39.8	26.7	35.8	26.2	27.2	19.8	1.5	7.1	7.3
UME (Gebze-Kocaeli)	315.3	312.2	315.8	329.6	349.2	351.2	352.8	1.0	7.1	7.1
USNO (Washington DC)	5.7	6.0	5.6	5.2	5.0	4.8	4.8	0.2	3.7	3.7
VMI (Ha Noi)	-15.3	-16.0	-12.6	-10.0	1.7	-1.0	-1.2	1.0	20.1	20.1
VSL (Delft)	5.8	10.5	7.9	8.3	11.0	12.9	14.5	0.3	1.9	1.9
ZA (Pretoria)	516.5	480.5	444.8	407.4	376.2	345.0	312.3	1.5	19.9	19.9

- Notes on section 1:

- (1) BIRM : Apparent time step of UTC(BIRM) of about -350 ns on MJD 56201.
- (2) NIM : Change of master clock and transfer to a new location on MJD 56214.
- (3) PL : Time step of UTC(PL) of +100ns on MJD 56208.58.

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

Date 2012	0h UTC	SEP 29	OCT 4	OCT 9	OCT 14	OCT 19	OCT 24	OCT 29
MJD		56199	56204	56209	56214	56219	56224	56229
Laboratory k		[TAI-TA(k)]/ns						
CH (Bern)		35213.2	35137.3	35060.6	34983.9	34905.6	34830.4	34754.4
F (Paris)		167604.0	167603.5	167603.9	167603.3	167604.1	167603.4	167602.7
JATC (Lintong)		-52196.8	-52235.6	-52262.1	-52282.7	-52313.8	-52341.8	-52371.6
KRIS (Daejeon)		42080.3	42124.3	42167.0	42209.1	42250.7	42292.2	42333.9
NICT (Tokyo)		428.8	440.4	449.9	461.1	471.7	483.6	493.6
NIST (Boulder)		-45381754.1	-45381942.5	-45382131.2	-45382320.0	-45382510.2	-45382699.2	-45382887.5
NRC (Ottawa)		24562.5	24545.2	24525.6	24501.9	24493.4	24469.9	24440.0
NTSC (Lintong)		15027.5	15059.2	15091.8	15126.3	15154.1	15183.9	15213.0
ONRJ (Rio de Janeiro)		-11810.2	-11832.8	-11853.3	-11862.7	-11875.8	-11892.7	-11908.0
PL (Warszawa)		-10634.8	-10638.3	-10654.6	-10672.6	-10687.3	-10702.6	-10718.1
PTB (Braunschweig)		2017.8	2017.0	2016.3	2017.1	2016.0	2016.4	2016.5
SG (Singapore)		10553.3	10605.3	10652.6	10695.1	10744.1	10790.9	10835.7
SU (Moskva)		27288273.3	27288424.4	27288577.1	27288729.0	27288882.8	27289035.5	27289188.2 (1)
TL (Chung-Li)		-453.5	-448.5	-438.4	-435.9	-430.6	-424.6	-421.6
USNO (Washington DC)		-35115603.8	-35115891.1	-35116178.7	-35116467.2	-35116754.6	-35117042.5	-35117329.8

(1.1.3)完成與全球同步之國家標準時間閏秒調整

(1.1.3.1) 達成項目：

完成與全球同步之國家標準時間閏秒調整及展示。

(1.1.3.2) 執行內容：**(執行期間：101.01~101.12)**

國際地球自轉組織IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service)於今年1月發佈閏秒訊息，本地時間民國101年7月1日07時59分59秒將有正閏秒。我國國家標準時間訂於本(101)年7月1日07時59分59秒與全球同步加上正閏秒1秒。除本實驗室提供之網路校時服務 (Network Time Service, NTP)、中華電信電話語音報時 (117) 及自動化數據機校時 (TCTS, 電話03-4245117) 服務均需配合作閏秒調整外，並於濟南路標檢局禮堂外國家標準鐘進行即時閏秒同步展示。

為使閏秒調整過程順利並配合標準檢驗局閏秒新聞訊息發布，並進行國家標準鐘閏秒調整現場展示，本實驗室事前準備相關事宜如下：

- 調整並測試 IRIG-B 產生器(NTP、117、TCTS 時間源)閏秒功能;估算 IRIG-B 產生閏秒至下游伺服器同步所需時間。
- 由於 IRIG-B 產生閏秒至下游伺服器同步約需 30 秒，為使閏秒調整於展示時即時顯示，乃進行閏秒顯示程式撰寫。
- 規劃突發狀況相因應之替代方案，於事前準備及測試備用 IRIG-B 產生器及測試閏秒現場展示關設備。
- 於 06.26、06.29 兩日至標準檢驗局總局進行閏秒展示設備安裝、閏秒調整及備用設備切換等模擬演練。

(1.1.3.3) 結果

經實驗室同仁連日來的努力以及反覆模擬測試與驗證，國家標準時間於 101 年 7 月 1 日 07 時 59 分 59 秒成功地與全球同步進行閏秒調整(加上正閏秒 1 秒)，此時台灣國家標準時間之輸出為 7 月 1 日 07 時 59 分 60 秒。

閏秒調整當天，TVBS、東森新聞及蘋果日報等媒體記者及採訪車競相前往

標檢局前之濟南路口進行採訪及拍攝，可見標準時間之重要性。



台灣國家標準時間閏秒畫面



採訪車及攝影師進行準備作業



記者現場進行直播拍攝

(1.1.3.4)應用及效益

閏秒調整的目的，是為了使協調世界時 UTC (Coordinated Universal Time)與平太陽時 (mean solar time)更為貼近，而閏秒調整對金融交易、電子文書交換、計時收費等系統影響甚大，民眾可於本 101 年 7 月 1 日 8 時後以 NTP、117 或 TCTS 查詢標準時間，使時間與國家標準時間同步。閏秒調整當日許多媒體以及記者前來進行採訪，可見標準時間對於一般民生應用之重要性。此外，相關之採訪與互動，不僅提高主管機關之形象，亦可達到廣宣的效益。

(1.1.3.5)自評與建議

本年度閏秒調整作業經過細心的規劃測試，過程相當順利，使國內產業界皆順利與國家標準時間進行同步。國外則有案例因為閏秒調整不當，造成若干時間不同步的問題發生，如 Reddit、Mozilla、Red Hat、Yelp、FourSquare、LinkedIn、Meetup、Gawker、及澳洲航空等多家網站因為未及時因應而發生當機事件，造成系統當機。原因推斷為 Linux System Time 無法判斷閏秒而認定「時間不準確」因此拒絕作業，或是閏秒檔案無法正確儲存所致。有此前車之鑑，建議未來主管機關應重視相關訊息的發布，並於下次閏秒調整之數月前即加強宣導，將可防止避免類似事件之發生。

(1.2) 健全全國時頻追溯體系

(1.2.1) 協助 TAF 完成實驗室評鑑案，健全全國時頻追溯體系

(1.2.1.1) 達成項目

本年度協助財團法人全國認證基金會(TAF)，參與完成業界校正實驗室之評鑑案共(16 件)。

(1.2.1.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

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

(1.2.1.3) 結果

本年度配合 TAF 安排時程，參與完成太克公司、台灣電子檢驗中心(ETC)、工研院太陽光電實驗室、太一公司、品客公司、台灣檢驗科技公司(SGS)、儀校科技公司等校正實驗室的評鑑案共 16 件。另協助 TAF 進行大同公司、矽品精密工業股份有限公司、中華航空公司修護工廠等校正實驗室之評鑑總結報告審查工作。

(1.2.1.4) 應用及效益

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

(1.2.1.5) 未來工作重點

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

(1.2.1.6) 自評與建議

度量衡標準之追溯、維持及傳遞，是國家標準實驗室之重要任務。本實驗室所維持之國家時頻標準，長期追溯國際度量衡局(BIPM)之國際標準，並且提供國內業界量測校正之追溯源頭。除提供時頻校正服務外，近年來本實驗室亦

配合全國認證基金會(TAF)作業，積極推動國內之實驗室認證制度，提供合格的評審員，實地參與實驗室評鑑工作，將國際品質制度的規範要求，落實於國內次級實驗室中。在提昇校正技術及取得國際相互認可等方面，都有很大的助益。

(1.2.2) 精密儀器頻率校正服務

(1.2.2.1) 達成項目：

提供高精度儀器校正服務，協助國內廠商校正件追溯至國家標準。

(1.2.2.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

執行內容及具體方法如下：

- (a) 藉由各種國際時頻校核系統，長期追溯至國際度量衡局 (BIPM)之國際標準，提供國內量測校正追溯之來源。
- (b) 提供精密儀器頻率校正服務。
- (c) 配合 TAF 之評鑑業務，在技術上輔導國內具有規模及投資意願之公私機構成立次級實驗室，達到檢校分級制度。
- (d) 本實驗室將持續關注國際間有關時頻不確定度評估方式的最新進展，即時加以運用以符合國際標準實驗室相互認可協議(Global MRA)之基本需求，並提供國內次級實驗室參考。

(1.2.2.3) 結果

本年度 1~12 月送校廠商計有 37 家，所送件數計有 77 件，總收入為：新臺幣 1,044,500 元整。本年度由於舉辦能力試驗等相關活動，因此校正收入較預估多出三十餘萬元。

(1.2.2.4) 應用及效益

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

(1.2.2.5) 未來工作重點

加強推廣及宣導時頻校正服務，敦促廠商定期送校，滿足業界時頻校正服務之需求。

(1.2.2.6) 自評與建議

精密儀器頻率校正，是維持時頻追溯鏈完整重要的一環。但是基於公益服務性質，以及與次級校正服務作區隔等原因，此部份的服務收入難以大幅增加。

未來主管機關若能適時推動各項收費計時機制(停車、通訊等)成為法定計量，將有助於民眾公平交易，及提升時頻標準的重要性，校正收入更可望大幅增加。本年度因為舉辦能力試驗等相關活動，故校正收入較預估多出三十餘萬元。(詳如下表)

中華電信研究院 101 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-2011-12-42-1	台灣羅德史瓦茲有限公司	銻頻率標準器 SYSTEM-2000/659	100.12.13	101.01.10	16,000
2	FTC-2011-12-42-2	台灣羅德史瓦茲有限公司	計數器 CREDIX FC-300/590209050	100.12.13	101.01.10	8,500
3	FTC-2011-12-42-3	台灣羅德史瓦茲有限公司	銻頻率標準器 PTS GPS10RB/101016	100.12.20	101.01.10	16,000
4	FTC-2011-12-43-1	安立知股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5680A/SN12454	100.12.15	101.01.10	16,000
5	FTC-2011-12-43-2	安立知股份有限公司	計數器 MF-1601A/SNMT-04585	100.12.15	101.01.10	8,500
6	FTC-2011-12-44-1	海軍戰鬥系統工廠(量測科技股份有限公司代送)	GPS RECEIVER 銻頻率標準器 FLUKE 910R/SM888781(5MHz)	100.12.16	101.01.16	16,000
7	FTC-2011-12-44-2	海軍戰鬥系統工廠(量測科技股份有限公司代送)	GPS RECEIVER 銻頻率標準器 FLUKE 910R/SM888782(10MHz)	100.12.16	101.01.16	16,000
8	FTC-2011-12-44-3	海軍戰鬥系統工廠(量測科技股份有限公司代送)	計數器 FLUKE PM6681/SM886710	100.12.16	101.01.16	8,500
9	FTC-2011-12-46	台灣恩智浦半導體股份有限公司	銻頻率標準器 HP5071A/3249A00735	100.12.22	101.02.22	16,000
10	FTC-2012-01-01	太一電子檢測有限公司	計數器 SR620/5028	101.01.05	101.02.08	8,500

11	FTC-2012-01-02	工業技術研究院	計數器 SR620/3836	101.01.06	101.02.01	8,500
12	FTC-2012-01-03	台灣安捷倫科技股份有限公司	銻頻率標準器 HP5071A/3249A00522	101.01.10	101.02.24	16,000
13	FTC-2012-01-04	台達電子工業股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A/09562	101.01.11	101.02.29	16,000
14	FTC-2012-01-05	祥正電機股份有限公司	GPS 接收機 HC/SCC2010/WHASJ04	101.01.13	101.01.30	8,500
15	FTC-2012-01-06-1	太克科技股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A/4000	101.01.17	101.03.06	16,000
16	FTC-2012-01-06-2	太克科技股份有限公司	計數器 HP53132A/3404A00994	101.01.17	101.03.06	8,500
17	FTC-2012-02-07	太一電子檢測有限公司	銻頻率標準器 FS725/84913	101.01.31	101.02.22	16,000
18	FTC-2012-02-08-1	儀寶電子股份有限公司	銻頻率標準器 FS-725/65164	101.02.20	101.06.25	16,000
19	FTC-2012-02-08-2	儀寶電子股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS1050A/0398	101.02.20	101.06.25	8,500
20	FTC-2012-02-08-3	儀寶電子股份有限公司	計數器 AG-53132A/MY40003244	101.02.20	101.06.25	8,500
21	FTC-2012-02-09	量測科技股份有限公司	銻頻率標準器 HP5065A/2340A01213	101.02.03	101.05.14	16,000
22	FTC-2012-02-10	致茂電子股份有限公司	石英晶體振盪器 HP105B/2848A01892	101.02.21	101.03.26	8,500
23	FTC-2012-03-11	台証科技股份有限公司	銻頻率標準器 FE-5650A/04477	101.03.07	101.04.03	16,000
24	FTC-2012-03-12	在宥科技股份有限公司	網路時間分析儀 TimeSpy Elite/102	101.03.07	101.03.12	16,000
25	FTC-2012-03-13	工業技術研究院	銻頻率標準器 DATUM/8040/12291-517	101.03.14	101.02.13	16,000
26	FTC-2012-03-14	正儀科技股份有限公司	銻頻率標準器 FS-725/84211	101.03.23	101.04.05	16,000
27	FTC-2012-04-15	工業技術研究院量測技術發展中心	Universal Counter Agilent 53132A/MY47001971	101.04.26	101.05.14	8,500

28	FTC-2012-04-16	中山科學研究院	銻頻率標準器 /HP5071A/3608A 01153	101.04.25	101.05.21	16,000
29	FTC-2012-05-17	量測科技股份有限公司	銻頻率標準器 /SRS FS725/107820	101.05.02	101.05.23	16,000
30	FTC-2012-05-18	財團法人台灣 電子檢驗中心	銻頻率標準器 /WAVETEK/909/0 0909001747604	101.05.07	101.05.30	16,000
31	FTC-2012-05-19	陸軍飛彈光電 基地勤務廠	銻頻率標準器-計 數器 /Symmetricom 5071A-HP5345A OPT12/ US45382352-3103 A13918	101.05.08	101.06.04	16,000
32	FTC-2012-05-20-1	宇正精密科技 股份有限公司	銻頻率標準器 /SRS/FS-725/6572 2(5MHz)	101.05.22	101.07.18	16,000
33	FTC-2012-05-20-2	宇正精密科技 股份有限公司	銻頻率標準器 /SRS/FS-725/6572 2(10MHz R)	101.05.22	101.07.18	16,000
34	FTC-2012-05-20-4	宇正精密科技 股份有限公司	銻頻率標準器-計 時器/ SRS/FS-725-ESC ORT/EFC-3203A 65722-98110081	101.05.22	101.07.18	8,500
35	FTC-2012-05-20-5	宇正精密科技 股份有限公司	計數器 /Agilent/AG-5313 1A/ISM1-A	101.05.22	101.07.18	8,500
36	FTC-2012-05-21	祥耀科技股份 有限公司	DAQ/NI PCI-6224/12F1D DD	101.05.23	101.06.06	8,500
37	FTC-2012-05-22-1	財團法人福爾 電氣研究發展 教育基金會	時間信號產生器 /MUSASHI/6505/ 334739	101.05.28	101.11.07	8,500
38	FTC-2012-05-22-2	財團法人福爾 電氣研究發展 教育基金會	時間信號產生器 /MUSASHI/6505/ 334739	101.05.28	101.11.07	8,500
39	FTC-2012-06-23-1	台灣檢驗科技 股份有限公司	石英晶體振盪器 FTS1050A/407	101.06.15	101.07.20	8,500
40	FTC-2012-06-23-2	台灣檢驗科技 股份有限公司	閃頻器 MONARCH/Phas er-Strobe Pbx Kit 115/B2580213	101.06.15	101.07.20	8,500

41	FTC-2012-07-24-1	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器-計數器 SRS PRS10-HP53132A/031592-3546A02654	101.07.16	101.09.05	16,000
42	FTC-2012-07-24-2	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS PRS10/031570	101.07.16	101.09.05	16,000
43	FTC-2012-07-25	鴻海精密工業股份有限公司	銩頻率標準器 RACAL-DANA-9475/RIC1913	101.07.30	101.07.30	16,000
44	FTC-2012-08-26	台灣電力公司	計數器 BK PRECISION 1823A/18231124509010013	101.08.07	101.09.27	8,500
45	TL-101FMPT-01	昭俐有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.06.11	101.08.13	16,000
46	TL-101FMPT-02	伯堅股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.06.13	101.08.13	16,000
47	TL-101FMPT-03	太克科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.06.15	101.07.16	16,000
48	TL-101FMPT-05	致茂電子股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.06.22	101.07.09	16,000
49	TL-101FMPT-06	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.06.25	101.08.13	16,000
50	TL-101FMPT-07	台灣羅德史瓦茲有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.06.27	101.08.13	16,000
51	TL-101FMPT-08	台灣檢驗科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.06.29	101.08.06	16,000
52	TL-101FMPT-09	台灣安捷倫科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.07.02	101.08.13	16,000
53	TL-101FMPT-10	宇正精密科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.07.04	101.08.13	16,000
54	TL-101FMPT-11	安立知股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.07.06	101.08.13	16,000
55	TL-101FMPT-14	中山科學研究院	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.07.13	101.10.01	16,000

56	TL-101FMPT-15	正儀科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.0716	101.08.13	16,000
57	TL-101FMPT-16	量測科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.0718	101.09.05	16,000
58	TL-101FMPT-17	台証科技股份有限公司	銩頻率標準器 SRS/FS-725/65010	101.07.20	101.09.05	16,000
59	TL-MA101-01	太一電子檢測有限公司	銩頻率標準器 SRS FS-725/65010	101.02.16	101.03.26	16,000
60	TL-MA101-02	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器 SRS FS-725/65010	101.03.08	101.03.19	16,000
61	TL-MA101-03	海軍戰鬥系統工廠	銩頻率標準器 SRS FS-725/65010	101.03.09	101.04.27	16,000
62	TL-MA101-04	空軍第一後勤指揮部	銩頻率標準器 SRS FS-725/65010	101.03.09	101.03.21	16,000
63	TL-MA101-05	聯勤通基廠	銩頻率標準器 SRS FS-725/65010	101.05.04	101.05.16	16,000
64	TL-MA101-06	台灣羅德史瓦茲有限公司	銩頻率標準器 SRS FS-725/65010	101.10.26	101.11.22	16,000
65	FTC-2012-08-27	振儀科技股份有限公司	空氣砲撞擊試驗機 VS-1016/0W01	101.08.27	101.09.12	8,500
66	FTC-2012-08-28	工業技術研究院量測技術發展中心	GPS RECEIVER 銩頻率標準器	101.08.30	101.10.27	16,000
67	FTC-2012-09-29-1	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器-信號產生器 /WAVETEK 909-HP3325B/009 09001747603-284 7A14291	101.09.06	101.10.15	8,500
68	FTC-2012-09-29-2	財團法人台灣電子檢驗中心	銩頻率標準器-信號產生器 /WAVETEK 909-HP3325B/009 09001747603-284 7A14291	101.09.06	101.10.15	8,500
69	FTC-2012-09-30-1	計量企業有限公司	GPS Clock/Arbiter/109 4B/B153	101.09.12	101.10.09	8,500

70	FTC-2012-09-30-2	計量企業有限公司	GPS Clock/Arbiter/109 4B/B152	101.09.12	101.10.09	8,500
71	FTC-2012-09-31-1	伯堅股份有限公司	銣頻率標準器 PTF/PTF4211A/9 030006201	101.09.25	101.10.09	16,000
72	FTC-2012-09-31-2	伯堅股份有限公司	計頻器 Advantest R5373/130400856	101.09.25	101.10.09	8,500
73	FTC-2012-09-32	陸軍飛彈光電 基地勤務廠	銻頻率標準器 HP 5071A/3249A006 82	101.09.28	101.10.22	16,000
74	FTC-2012-09-33	內政部國土測 繪中心	GPS 接收機+銣原 子頻率標準 TOPCON NET-G3/STANFO RD RESEARCH SYSTEMS FS725/401-01629/ 107385	101.09.05	101.11.07	16,000
75	FTC-2012-11-34	工研院量測技 術發展中心-智 慧計量系統實 驗室	銣頻率標準器 HP5065A/2816A0 1581	101.11.05	101.11.23	16,000
76	TL-101FMPT-04	工業技術研究 院	銣頻率標準器 SRS FS-725/65010	101.06.20	101.12.05	16,000
77	TL-101FMPT-13	太一電子檢測 有限公司	銣頻率標準器 SRS FS-725/65010	101.07.11	101.12.22	16,000
合計						1,044,500

(1.3)高精度頻率量測技術研究

(1.3.1) 微波頻段時頻量測系統之規劃與建置工作說明-A

(1.3.1.1.1)達成項目

進行微波頻段時頻校正技術驗證工作，完成撰寫系統操作程序及系統最佳校正能力等相關程序書初稿

(1.3.1.1.2)執行內容(執行期間：101.01~101.12)

國家時頻實驗室微波段頻率量測設備建置工作已於去年底完成，實驗室採購美國安捷倫公司所生產的微波信號產生器、微波計數器、微波差頻器以及微波傳送所需的信號線及轉接頭等，透過基頻追溯至國家頻率標準 UTC(TL)，我們可將目前實驗室最高的校正能量由 300MHz 提升至 40GHz；另外，由於微波頻段量測設備的解析度較差，為了確保高頻信號量測的可靠性，實驗室加入一部差頻器將微波信號輸出轉換至 SR620 計數器的頻率範圍內(0.001Hz~300MHz)，並比較直接微波量測與差頻量測的結果，用以評估系統的量測不確定度。此外，有關校正程序的工作流程書以及系統最佳校正能力的評估資料亦已完成初稿撰寫。

(1.3.1.1.3)結果

相關系統已於去年底完成整合工作。有關設備的型號及規格如下：微波信號產生器(Agilent E8257D PSG,輸出範圍:250kHz~40GHz;解析度:0.001Hz(CW);老化率: $\pm 3 \times 10^{-8}$ /YEAR)、微波信號計數器(Agilent 53149A,量測範圍:10Hz~46GHz;解析度:1Hz~1MHz;老化率: 1.5×10^{-8} /MONTH(OCXO))、微波差頻器(Marki Microwave M400502LTV,RF/LO輸入端:~65GHz,輸出端:~300MHz)以及高頻信號(DC~40GHz)傳送轉接頭四顆以及相關纜線一米長兩條。圖 1.5 為本微波段頻率量測系統設備連接圖，透過基頻追溯至國家頻率標準 UTC(TL)，我們可將目前實驗室最高的校正能量由 300MHz 提升至 40GHz；而紅色線條部分可將待校件微波信號輸出轉換至 SR620 計數器的頻率範圍，並比較直接微波

量測與差頻量測的結果，用以評估系統的量測不確定度。

舉例來說假設圖 1-5 中的 HP83630L 作為待校微波頻率設備，有兩種方式可以讀取其頻率值。第一種方式是直接以微波計頻器加以讀取並以後處理軟體計算其準確度及穩定度；第二種方式是將實驗室本身的微波信號產生器輸出一頻率信號，其頻率大小與前述 HP83630L 不超過 300MHz，兩者同時輸入差頻器的兩端。由於其差頻結果小於 300MHz 可符合實驗室原本所建置的服務能量，因此可提供第二種量測微波波段的方式。實際測試時以 Agilent E8257D 與 Agilent 83630L 分別輸出(a)1.0GHz 與 1.01GHz(b)10.0GHz 與 10.1GHz 至微波差頻器 RF/LO Port 兩端，其功率皆設定在 10dBm 左右，皆得到良好的差頻結果，如下表 1-2。將此差頻結果以數學公式轉換亦可得出待校件的準確度及穩定度。若以前述 HP83630L 來評估本實驗室最佳校正能量約在 $6.0E-8$ 左右。

表 1-2、Marki Microwave 差頻器實測結果

RF 輸入頻率(GHz)	LO 輸入頻率(GHz)	差頻結果(MHz)	是否合格
1.0	1.01	9.999999996	OK
10.0	10.1	100.00000003	OK

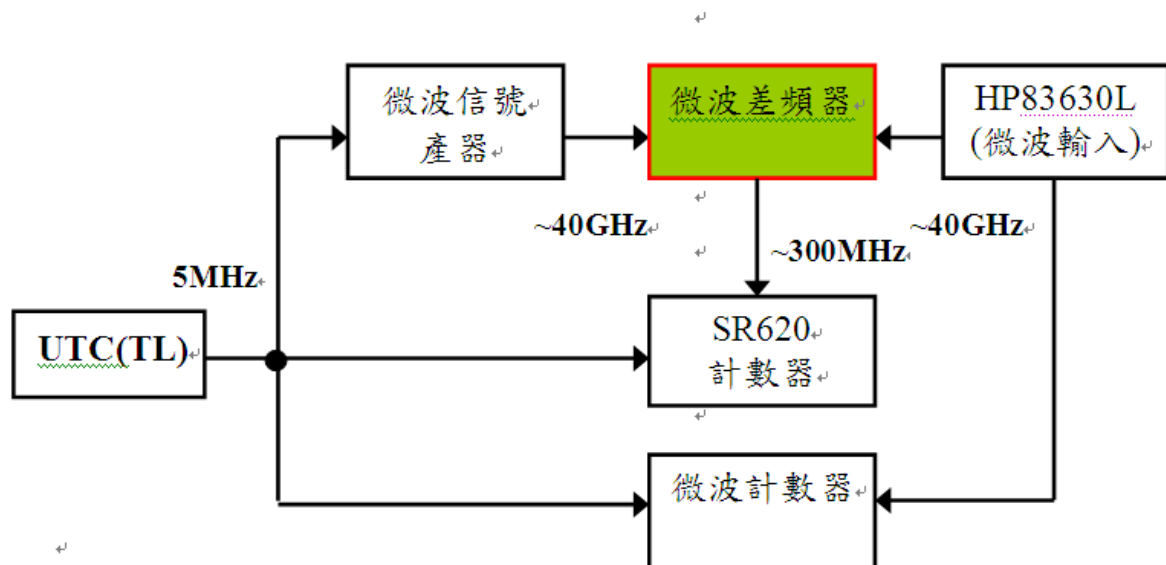


圖 1-5、微波段頻率量測系統設備連接圖

(1.3.1.1.4)應用及效益

- (a)由於全球相互認可(Mutual Recognition Arrangement, MRA)制度將逐漸普及於國際間的貿易活動，若國內實驗室無法提供相關追溯依據時則可能發生國內廠商為了出口貨品到國外，其本身的檢校設備或產品需經過他國具備能力之實驗室加以認可的情況，如此一來不但人力、物力成本增加且不利時效。
- (b)建置此一微波段頻率量測系統符合國家實驗室所應擔負提昇國內產業技術服務的任務並促進產業經濟活動，將校正能量推廣至國內二級實驗室，協助其建立相關校正能力進而解決國內廠商高頻元件及儀器檢修校正的追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升。
- (c)由於國內產業在通訊領域的蓬勃發展，許多廠商對於高頻元件及儀器檢修校正的需求越來越殷切，從幾個 GHz 到幾十個 GHz 的設備在通訊市場上已是基本配備，保守估計每年至少增加 50 件以上的待校件，若每一件收入以 2 萬元計算，則每年可增加國庫營收 100 萬以上。
- (d)未來無論是提供服務或是研究領域已不可能是傳統的 1,5,10 MHz 標準頻率可以滿足的，建置此一範圍寬、精度高的量測設備對於推動時頻領域的前瞻研究，包括各類新型振盪器及傳時設備的研究開發或特性量測提供了很好的研究利器。

(1.3.1.1.5)未來工作重點

本系統已完成整合測試等相關工作。由於明年將準備申請TAF認證，因此我們將持續運轉本系統來進行較長期的數據分析以進行不確定度評估工作。此外，相關認證所需的文件如系統操作程序以及系統最佳校正能力等相關程序書也已陸續完成撰寫。

(1.3.1.1.6)自評與建議

建置此一微波段頻率量測系統符合國家實驗室所應擔負提昇國內產業技術服務的任務並促進產業經濟活動，將校正能力推廣至國內二級實驗室，協助其建立相關校正能力進而解決國內廠商高頻元件及儀器檢修校正的追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升

(1.3.1) 微波頻段時頻量測系統之規劃與建置工作說明-B

(1.3.1.2.1)達成項目

完成微波降頻之量測技術開發與系統整合測試，相關系統架構已於 2012 年 12 月標檢局所舉辦之 101 年度計量科技成果展進行展覽，並預計於 2013 年向 TAF 申請增項認證。

(1.3.1.2.2)執行內容(執行期間：101.07~101.12)

本技術係以一低雜訊混波器配合微波信號產生器及實驗室原有 300 MHz 以下頻率量測範圍之計頻器即可取代市售微波量測設備的相關功能，可量測微波頻率信號輸出範圍~40 GHz。市售微波量測設備的頻率解析度僅為 0.1~1.0 Hz，本技術則將其推升至 1.0E-4(Hz)；在頻率穩定度量測方面，在量測時間間距為一秒時，輸入頻率為 1 GHz 時可達 2.0E-12，輸入頻率為 26.5 GHz 時達到 5.0E-13，顯示實驗結果完全不亞於商業化產品。由於市售微波量測設備單價約在數十萬元以上而本技術採用的低雜訊混波器等級最好的不過在數萬元以下，因此同時具備提升量測技術水準以及滿足經濟效益等優點，對科學發展乃至於產業界設備檢測需求有相當的助益。

(1.3.1.2.3)結果

相關系統包括一部微波信號產生器(Agilent E8257D PSG，頻率輸出範圍：250 kHz~40 GHz)、一部頻率計數器(SRS SR620，頻率量測範圍:1 mHz~ 300 MHz；解析度：Freq × 4 ps/Gate)、一顆低雜訊混波器(Marki Microwave M400502LTV，RF/LO 輸入端：~65 GHz，輸出端：~300 MHz)、一部 HP83630L 作為待校微波頻率設備、一台筆記型電腦進行資料收集以及相關轉接頭及纜線等，如圖 1-6 所示。

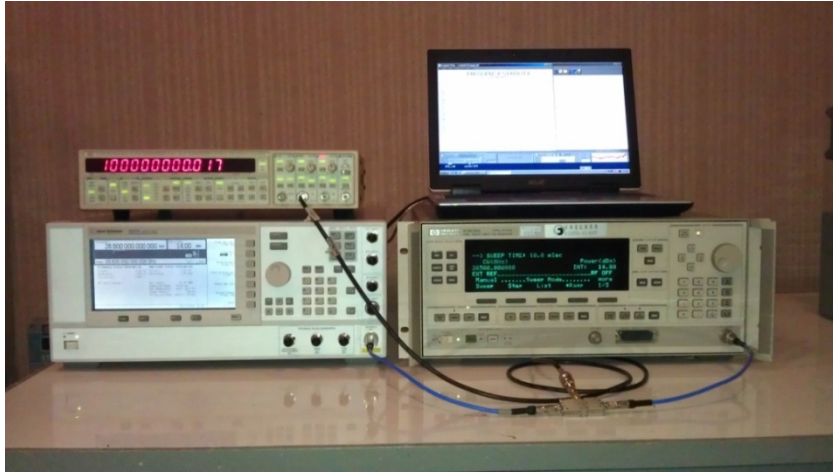


圖 1-6：微波降頻量測技術系統架構

為了測試本量測系統的精度，我們讓 Agilent E8257D 以及 HP83630L 皆由國家頻率標準 UTC(TL)作為外部頻率輸入以避免較差等級頻率振盪器的影響。兩者輸出的頻率信號同時輸入至低雜訊混波器 RF/LO Port 兩端，其功率皆設定在 10(dBm)左右並保持在 100(MHz)的頻率差。由 SR620 的解析度公式得知，當量測時距為一秒時，系統頻率解析度為 $4.0E-4$ Hz。由於 HP83630L 輸出最高頻率為 26.5 GHz，因此我們將 Agilent E8257D 輸出設定為 26.6 GHz。相關資料收集完畢後由 Stable32 軟體計算後如圖 1-7 所示，頻率穩定度於量測時距為一秒時可達到 $5.0E-13$ 。此外，當 HP83630L 輸出 1.0 GHz 時，相關結果亦可達到 $2.0E-12$ 。

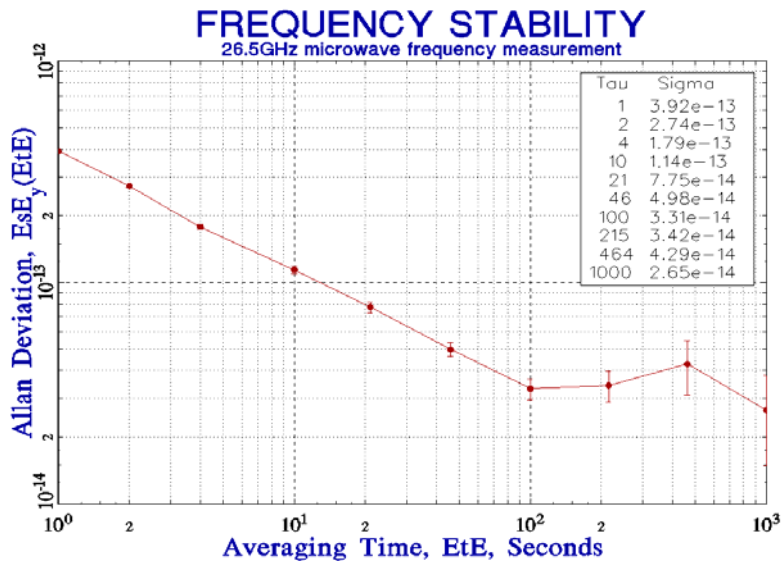


圖 1-7：當待校件輸出頻率為 26.5 GHz 時，系統於一秒量測時間間距的頻率穩定度可達到 $5.0E-13$

(1.3.1.2.4)應用及效益

- (a)市售微波量測設備的頻率解析度僅為 0.1~1.0 (Hz)，本技術則將其推升約三個數量級達至 1.0E-4 (Hz)。在量測時間間距為一秒時，輸入頻率為 1 GHz 時可達 2.0E-12，輸入頻率為 26.5 GHz 時達到 5.0E-13，顯示實驗結果完全不亞於商業化產品。
- (b)市售微波量測設備單價約在數十萬元以上而本技術採用的低雜訊混波器等級最好的不過在數萬元以下，因此同時具備提升量測技術水準以及滿足經濟效益等優點，對科學發展乃至於產業界設備檢測需求有相當的助益。
- (c)建置此一微波段頻率量測系統符合國家實驗室所應擔負提昇國內產業技術服務的任務並促進產業經濟活動。將校正能量推廣至國內二級實驗室，協助其建立相關校正能力進而解決國內廠商高頻元件及儀器檢修校正的追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升。
- (d)對於本計畫而言，保守估計每年至少增加 50 件以上的待校件，若每一件收入以 2 萬元計算，則每年可增加國庫營收 100 萬以上。

(1.3.1.2.5)未來工作重點

本系統已完成整合測試等相關工作。由於明年將準備申請TAF認證，因此我們將持續運轉本系統來進行較長期的數據分析以進行不確定度評估工作。此外，認證所需的文件準備如系統操作程序以及系統最佳校正能力等相關程序書也已完成初稿，將陸續進行細部修訂等相關工作。

(1.3.1.2.6)自評與建議

建置此一微波段頻率量測系統符合國家實驗室所應擔負提昇國內產業技術服務的任務並促進產業經濟活動。將校正能量推廣至國內二級實驗室，協助其建立相關校正能力進而解決國內廠商高頻元件及儀器檢修校正的追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升。世界各主要時頻實驗室的校正能量皆登載於BIPM網站資料庫中，其中多數歐美先進國家已具備提供微波頻段校正的服務，

也是本實驗室明年度所要達成的計畫目標。此外，由於光頻技術的持續發展以及未來將作為頻率標準的趨勢相當明顯，如何將光頻傳遞至微波頻段的量測技術也越形重要，精確的微波頻率量測能力將可提供相當的助益。

(1.3.2)高精度時間間隔計數器技術研究-A

(1.3.2.1.1)達成項目

高精度時間間隔計數器技術研究

(1.3.2.1.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.06)

用量測時間間隔的技術去決定頻率或時間的相對誤差一直被普遍的使用，因此時間間隔量測在標準時間及頻率的領域上扮演著關鍵性的角色。然而精確的時間間隔量測設備動輒數十萬，對於本實驗室極力想推廣國家標準時間及頻率應用於民間機構，因價格問題而受到一定程度的限制。有鑑於此，我們認為國家時頻實驗室掌握相關時頻設備技術有其重要性，若能規劃實現相對價廉且精確的量測時間間隔系統，並加強各相關實驗室的量測追溯能力，則將有利於國家時頻業務推廣落實於民間，促進國內產業的發展。

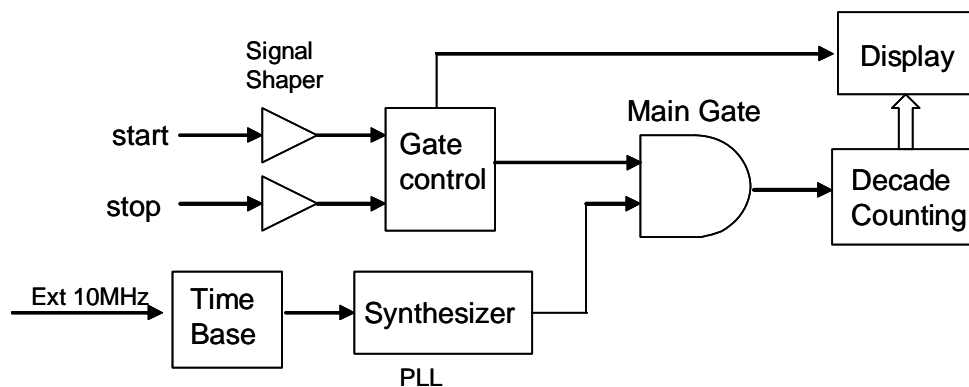


圖 1-8、時間間隔計數器基本原理方塊圖

典型的時間間隔計數器 (Time Interval Counter, TIC) 量測連接兩個不同頻率源信號，其中一個信號提供 Start 的脈沖，而另一個信號提供 Stop 的脈沖，而時間間隔計數器就是量測介於兩個脈沖間發生的事件 (event)。一般來說，時間間隔計數器在規格及設計細節上有很大的不同，但主要部份，大致離不開圖 1-8 方塊圖，因此本年度大致從這些方向應用微處理機及數位邏輯系統技術進行基本功能的實現。也就是說，應用規劃 FPGA (Field-Programmable Gate Arrays) 晶片的技術，可為微處理機功能及數位邏輯電路功能，使靈活實現時間間隔計

數器該有的基本功能，再進一步評估性能，作為改善的參考。

(1.3.2.1.3)執行內容

在實驗方面，我們儘可能減少應用傳統電路的方法，而盡量用新的軟硬體輔助工具包含 ALTERA 公司的 QUARTUS II (作 Verilog 語言的 edit 及 FPGA 功能實現的 place and rout 作時序模擬驗證)；也包含 NIOS，它是 ALTERA 提供的可配置微處理機，使用者可以任意添加自己所需要的介面，或內部功能模組單元，定義自己的處理器 (當然必須依規格所能提供者)；另外，還需要安裝 NIOS 開發環境 NIOS IDE (需與 QUARTUS II 相同的版本)，使用 C 語言作控制，使得內部的微處理機能與已定議的各介面模組，或特定功能模組作溝通達到所需的功能為目的。我們依圖 1-8 架構的基本功能方塊，設計如圖 1-9 所示的基本邏輯電路。

在圖 1-8 中的 Gate Control 方塊，是以兩個 P 模組分別在 Start 端及 Stop 端組成，P 模組各包含兩個 D flip-flop 如圖 1-9 所示。此電路可讓輸入信號一旦達到觸發準位，就立即保持在邏輯高準位的狀態，提供給下一級的互斥或閘 (Exclusive OR)。參考信號及待測信號分別在 Start 端及 Stop 端輸入，經由互斥或閘的真值 (truth table) 表判斷，輸出連接到大刻度計數器 (coarse counter) 的”允許” (enable) 輸入端。coarse counter 一旦獲得允許就開始計數 200MHz (自基頻(10MHz)倍頻 20 倍獲得) 的計次基本信號。

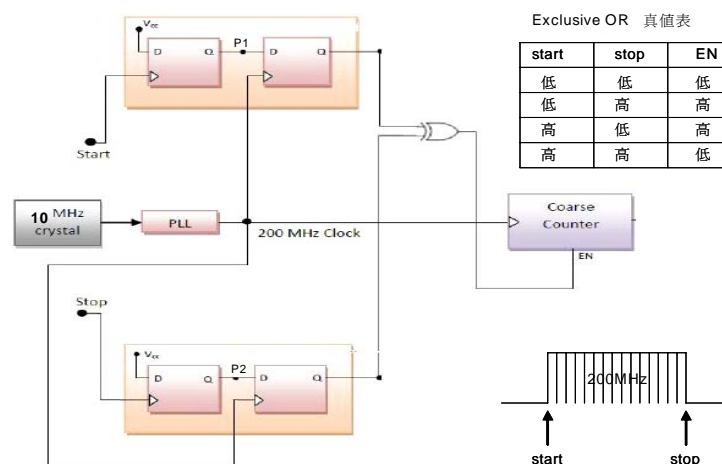
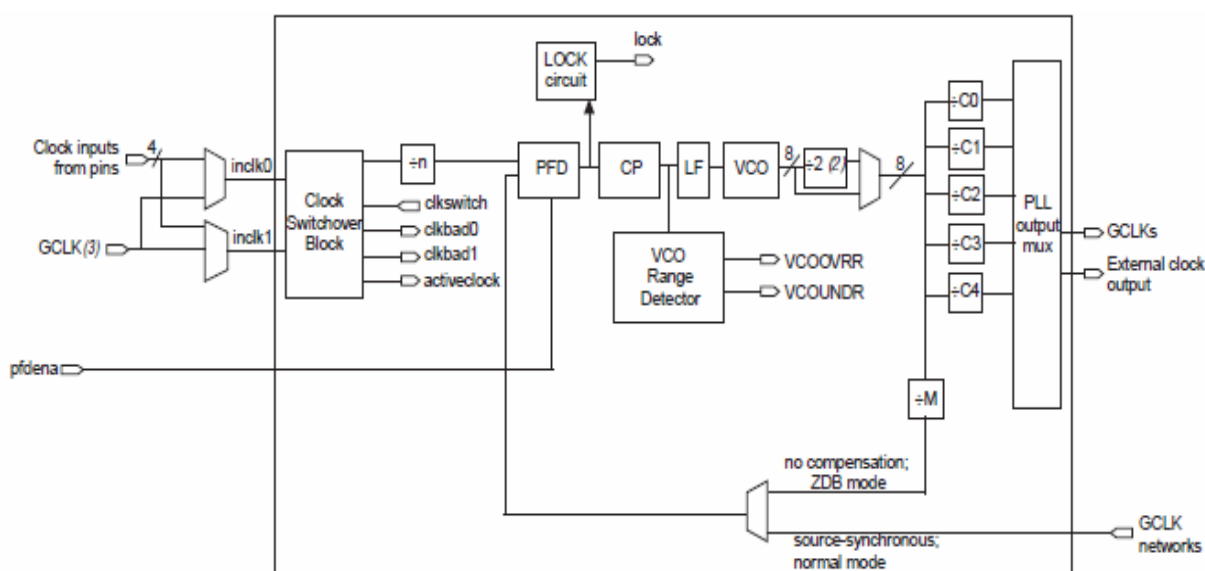


圖 1-9、信號偵測計數電路

FPGA 的規劃我們使用 ALTERA 晶片的 Cyclone III，圖 1-9 中的倍頻器就是使用 Cyclone III 內部的鎖相迴路（Phase locked-loop, PLL）模組來實現。由於 PLL 對於系統性能是重要關鍵因素之一，因此，對於內部提供的 PLL 我們會給予較多的關注。PLL 內部大致結構如圖 1-10 所示，其內部支援多個不同的時鐘（clock）回授模式，使得 clock 可作乘、除、相位偏調及工作期（duty cycle）的調整。每一個 PLL 提供 clock 合成作為輸出使用，是跟據 $M/(N * \text{post-scale counter})$ 刻度因子來調整。輸入時鐘被除，藉由 pre-scale 因子(N) 然後乘回授因子(M)，控制環路驅動電壓控制振盪器（Voltage Control Oscillator, VCO）去符合 $f_{in} \times (M/N)$ 。每一個輸出埠有一個唯一 post-scale counter 來除高頻的 VCO。每一個 PLL 都具備 pre-scale counter(N)，及倍率 counter (M)，其範圍從 1 到 512。N counter 不能用來控制工作期，只能用來作為頻率的除法器。每一個 PLL 具備 5 個 post-scale counter 來提供 GCLK 或外部的時鐘輸出。本實驗需將 10MHz 倍頻到 200MHz 是為了提高計數的解析度到 5ns，因為這類型計數器，其計數解析度會受限於時基(time base)的頻率。



(1.3.2.1.4) 應用效益

- 為了有效推廣國家標準時間及頻率的業務於民間機構，有鑒於實驗室型

的量測系統已逐漸無法滿足實際需求。因此自行開發相對低廉，性能不減的時間間隔量測設備，將是時勢所趨。如能完成將使本實驗室有更大的發展空間，由內而外的走出去。

- 熟習高精確度的時間間隔量測系統的理論與實務，在技術水準方面與國際時頻領域實驗室並駕齊驅，共同探討相關問題，提昇國內時頻實驗室研發技術能量。

(1.3.2.1.5)未來工作重點

- 探討各種不同類型的計數器實現高精度的方法包括：時間/幅度轉換器 (TAC)、數位延遲線(delay line)、旋波取樣法、時間/數位轉換器 (TDC) 基於傳統的 Nutt method 方法等等，考慮目前人力資源及物力資源的情況下，尋求最佳適合本實驗室的方法。
- 尋求驗證性能的量測設備及方法，使得能在實驗過程中，能對於方塊功能及性能獲得確認，使能進一步改善其精確度朝更高目標而前進。

(1.3.2)高精度時間間隔計數器技術研究-B

(1.3.2.2.1)達成項目

高精度時間間隔計數器技術研究(執行期間：101.07~101.12)

(1.3.2.2.2)說明

基本的 Coarse Counter 的閘控制是以兩個 P 模組(由兩個 D-Type flip-flop 組成)，分別用在 Start 端及 Stop 端組成。此電路可讓輸入信號一旦達到觸發準位，就立即保持在邏輯高準位的狀態，提供給下一級的互斥或閘。參考信號及待測信號分別在 Start 端及 Stop 端輸入，經由互斥或閘的真值表判斷，輸出連接到大刻度計數器。在此之前我們已經進行過大刻度計數器 (coarse counter) 的實驗，用 ALTERA 公司的 QUARTUS II 在 FPGA 晶片上做功能時序模擬驗證，也使用其提供的可配置微處理機 NIOS，使用者可以任意添加自己所需要的介面，或內部功能模組單元，定義自己所須的控制功能。以上是大刻度的量測，但解決外部 hit 信號與系統時鐘信號的非同步問題 (包括 start 及 stop) 所引起的誤差，才能對待測信號作最精確的解析。因此我們必須進一步了解其估算誤差的原理，及探討各種不同類型解決非同步誤差的方法，考量實際情況，尋求最佳適合本實驗室的方法。

(1.3.2.2.3)內容

一個數位對時間的轉換器 (TDC) 的性能經常是依一個單擊的精確度而定，亦即重覆量測一個固定間隔，其圍繞於平均值標準差的結果。估算測量時間間隔 T ，以整數的 Q 及分數的 F ($0 \leq F \leq 1$) 來表示。 $T = T_0 \times (Q + F)$ ，此處 T_0 為 TDC 的最小有效位元 (LSB) 解析度。在一個理想狀況有兩個可能的量測結果，當 F 不等於 0， Q 及 $Q+1$ 是依 F 而改變，這是已知的±改計數誤差，僅與量化誤差有關 (實際製作時，先產生內插的 bit 再量化變成讀值)。測量結果的標準偏差，即單擊精確度 σ 值大致估計如下：

$$\sigma = T_0 \times \text{估} F(1-F)$$

最大的單擊精確度 $0.5 \times T_0$ 能夠被測量，當 $F=0.5$ 。觀察圖 1-11，測量結果平均分佈到兩個最小有效位元。當 $F=0$ 或 $F=1$ ，單擊精確度是一個理想的 0 誤差，而量測結果收集到一個最低有效位元。一個 TDC 單擊精確度性能，自 T_0 擴展到 T_0+1 ，如果 F 小於 0.5 則就以 T_0 計，如果 F 大於等於 0.5 則以 T_0+1 計，四捨五入法，理想的單擊精確度有一個 RMS 值 T_0/MS 。

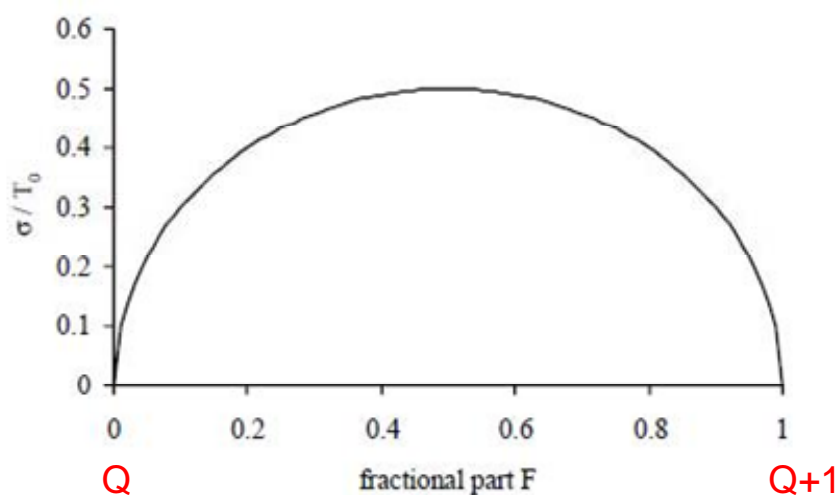


圖 1-11 理想的單擊精確度標準差

當評估及比較性能的時候，TDC 單擊 RMS 精確度是很重要的。用高解析度其 RMS 單擊精確度往往較理想的 T_0/MS 還差。因為單擊精確度受限於參考時鐘信號天生的擾動 (jitter)、衝擊 (hit)，及履行功能產生的遺失影響，例如電源雜訊、裝置不匹配及線的互相干擾等。一個實際的高解析單擊精確度，是基於一個計數器及內插器 (interpolator) 所決定，大部分可能的限制是在量測誤差，起因於內插器整體的非線性 (INL)。內插器的 INL 使得單擊精確度改變，當時間間隔被量測而掃瞄整個參考時鐘 (T_{clk}) 期間。時間間隔量測的精確度能夠藉由平均來改善，如果時間間隔被量測是重覆性的，及 hit 信號與量測的時基信號是非同步。無論如何，平均是一個緩慢的過程，當改善精確度時，比例於 \sqrt{N} 號，而 N 是單擊量測的數目，平均每一個量測的結果。因此在轉換時間及量測速率上，架構的選擇會有重大影響。大致上，如果時間間隔的量測平均值能夠被使用在應用上，則高解析度及高速率就能

加強其平均的效能。至於電力的消耗、佈線區域，所需的技術及處理費用，依架構而定。以下簡單說明三種較常使用的時間間隔量測架構：

(1) 時間幅度轉換器

時間間隔能夠被度量，使用高解析度的時間幅度轉換器 (TAC)，利用充放電電容原理，在度量期間 (start 與 stop 之間) 有一定電流充電，電容充電電壓是等比時間間隔。一個 TAC 能夠達到一個高解析度在一個有限的動態範圍，而動態範圍被

限制在非線性及漂移。使用一個類比數位轉換器度(AD)是有必要的，將電容電壓轉為數位字，變換時間由 AD 速度來決定。圖 1-12 為一雙重積分 A/D 變換方塊，由基準電源、積分器、比較器、振盪器、計數器所構成。基本工作原理為，首先將類比輸入電壓 V_{in} 與基準電源做雙重積分而求出數位輸出。其中有動用到 3 個 switch 作充放電控制。

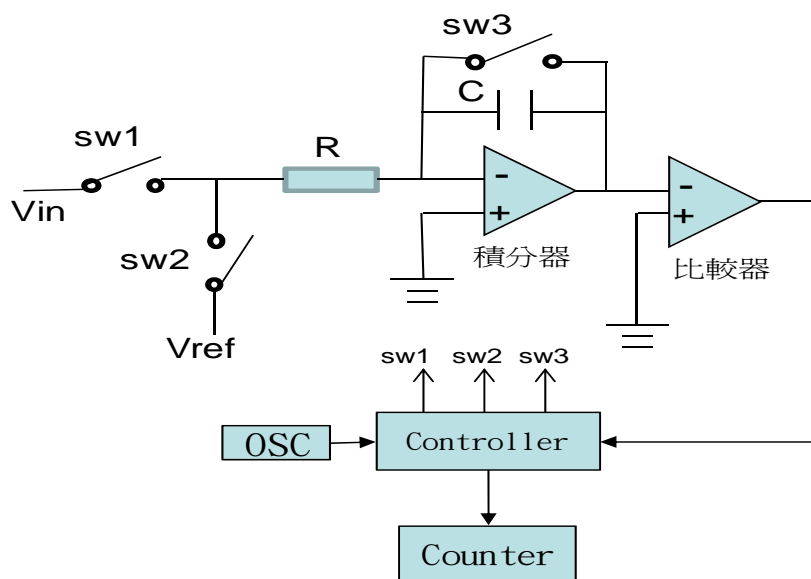


圖 1-12 時間幅度轉換器之雙重積分方式

(2) 游標尺度振盪器

基於兩個可啟動的振盪器用不同周期時間，用這兩個不同周期時間差定義量測的解析度。振盪器啟動開門使用 start 及 stop 信號。當 stop 振盪器周期較短時，stop 振盪器的相位漸漸趕上 start 振盪器的相位，藉由每一個周

期的一個最小有效位元(LSB)。雙游標振盪器的原理，有一個穩定的參考振盪器及兩個可啟動的振盪器用相同的周期時間於各別的 start 及 stop 的通道。在此狀況下，解析度被設定藉由周期時間的差，介於參考振盪器與可啟動振盪器之間。一個高動態範圍及高解析度用這種游標原理能夠同時達到。

(3) 數位延遲線

一個邏輯小單元(logic cell)的延遲能夠使用於時間數位化，一個最簡單的方式為，start 信號開始時在延遲線中傳導產生狀態，而 stop 信號結束則儲存延遲線的狀態到暫存器中。鑑別度則用 logic cell 的傳播延遲來實現。一個 TAC 在一個大的動態範圍是不可行的，起因於需求大量的 logic cell，及其非線性。好的穩定度是可以獲得的，藉由鎖住延遲線的傳播延遲達到一個穩定參考振盪器的周期，使用 PLL 或 DLL (delay-locked loop) 的結構可調整傳播延遲。這種方法其延遲線提供多重均勻間隔置入參考時鐘信號，藉由衝擊 (hit) 信號來取樣。暫存器已經設定好允許一個高的測量率轉換結果，這原理類比到一個快速的 AD 轉換器。例如，一個 8 通道的 TDC 用 64 個接頭 (tap) DLL，用 24MHz 時鐘頻率則會有 650ps 的解析度。

(1.3.2.2.4)應用效益

(1) 為了有效推廣國家標準時間及頻率的業務於民間機構，有鑒於實驗室型的量測系統已逐漸無法滿足實際需求。因此自行開發相對低廉，性能不減的時間間隔量測設備，將是時勢所趨。如能完成將使本實驗室有更大的發展空間，由內而外的走出去。

(2) 熟習高精確度的時間間隔量測系統的理論與實務，在技術水準方面與國際時頻領域實驗室並駕齊驅，共同探討相關問題，提昇國內時頻實驗室研發技術能量。

(1.3.2.2.5)結語

以上所提及的三種 TAC 的方法，第一種方法在經過實驗後，發現使用 FPGA 晶片，每經過 place 及 rout 之後的 logic cell 其傳播延遲變異大，因此不容易得到一個穩定的延遲量，因此作為單位延遲尺度不容易掌握。另外需大量的 logic cell 來支援，似乎有些浪費寶貴資源，且外在電路的連接線其延遲量不容易掌握，這些都會影響整體的性能。未來我們將構想利用 TAC 的方式，利用現成市售高性能且價格適中的雙積分 A/D 變換器來度量前述包括 start 及 stop 與時鐘間之非同步相位差，使能達到預期的低價且高精確度。

(二) 時頻校核技術

本工作項目主要是進行GPS國際比對技術及衛星雙向傳時比對技術的研究，此兩者為目前國際度量衡局所採用的方法。執行情形如下所述：

(2.1.1) 導航衛星時頻傳送技術研究

(2.1.1.1) 執行項目

導航衛星時頻傳送系統維持與技術研究

(2.1.1.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

本項目之目的，為維持及提昇各項GPS觀測以及國際比對實驗精度，並進行資料分析研究。參與國際度量衡局(BIPM)之TAIPPP等先鋒計畫，將時頻實驗室之GPS載波相位觀測資料經初步處理後，定期傳送BIPM以計算TAI。參與BIPM TAIPPP計畫可拓展聯繫歐美重要時頻中心之比對鏈路，藉以增進國家時間的維持能力，及提高國際貢獻度，有助於爭取更多國際合作計畫。

主要執行內容包括：

- 每日進行GPS單頻道共同點觀測(GPSSC)、GPS雙頻多通道共同點觀測(GPS CV)、GPS載波相位觀測(GPS CP)、BIPM GPS P3觀測等國際比對，並將比對數據資料定期傳送到BIPM或放置在本實驗室之FTP網站，供BIPM或其他機構擷取，建立台灣之GPS AV觀測站，進而完成追溯及國際先鋒研究之參與。
- 參與國際研討會，即時掌握國際技術發展趨勢，並增進國際合作關係。
- 參與BIPM的TAIPPP先鋒實驗計畫，此計畫以carrier phase技術為基礎，比對各參與實驗室之時間與頻率。

(2.1.1.3) 成果效益：

- 導航衛星時頻傳送具有高精度、低成本及易於校正等特性，雖然架構上受限為單向時頻傳送，但可針對各項誤差來源分別降低雜訊以提高最終時頻比對的精確度，並與雙向衛星傳時技術具有極佳的互補性，可提高實驗室在國際時頻比對研究的參與及貢獻。
- 建立導航衛星觀測站除可提供為國際時頻比對用外，亦可作為其他校正項目的基站並提供適當的觀測量，對於時頻、大地測量、大氣效應、地科研究等都具有資源共享的效益。

- 參與國際會議及國際研討會，將可掌握國際發展技術，並增進國際合作關係。
- 參與各項 GPS 國際比對活動，促進國際合作關係，進而提高國際聲譽。
- 國家時間與頻率標準實驗室目前與 BIPM 已建立 GPSSC、GPSP3、TWSTFT 三項正式傳時鏈路，並為 IGS Site 之一，提供 GPSCP 觀測值以產生 IGS time。持續進行 TAIPPP 計畫可與國際時頻實驗室加強連結，提升實驗室國際聲望。
- TAIPPP 已獲 BIPM 採用作為本實驗室與 PTB 之 TAI 鏈路，國際傳時鏈路的 A、B 類不確定度分別由 0.5ns 及 5ns 降至 0.3ns 及 4.8ns，使得本實驗室長、短期穩定度進一步提升。
- 未來 BIPM 計畫將 TAIPPP 技術與 TWSTFT 結合，藉由兩種技術相互比較或可將時頻比對技術向上提升。持續與 BIPM 合作進行 TAIPPP 計畫，可即時了解時頻界最新發展現況，提升時頻實驗室之技術能力。

(2.1.2) GPS 遠端時間與頻率校正系統研究

(2.1.2.1) 執行項目

GPS 全區追溯鏈路整體性能評估(實驗室-高雄林園 329 KM)

(2.1.2.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

GPS 共視法多年來一直為世界各國主要時頻實驗室用來進行高精度時頻比對方式之一。此方式非常適合用來進行國際時頻比對以及遠端時頻校正之應用。採用 GPS 導航衛星進行傳時比對主要之優點在於其架設方便且不需額外租用衛星訊號因此成本低廉；使用者在衛星信號強度良好之地點(line of sight)架設接收機並搭配相關後處理之軟硬體，即可進行兩地時頻比對以及校正追溯之應用。

遠端時頻比對以導航衛星而言，GPS 為主要代表系統，在使用 GPS 進行實驗室間遠端時頻比對時，通常採用共視法以提高精確度。GPS 共視法係利用 GPS 衛星之訊號作為共視法之參考訊號源進行相隔兩地實驗室時頻之比對(圖 2-1)。

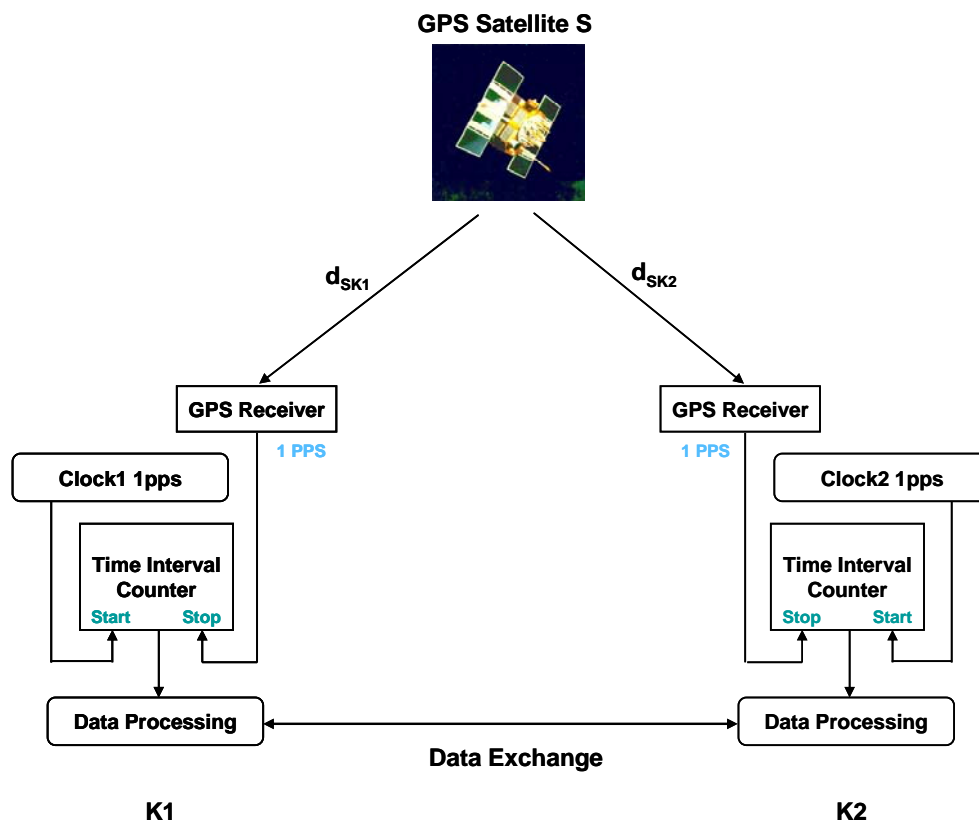


圖 2-1、導航衛星時頻比對

為建立國內完整之時頻追溯鏈路，實驗室乃進行遠端時間與頻率校正系統之開發，以因應國內廠商及相關次級實驗室追溯至國家時頻最高標準之需求。

遠端頻率校正系統，係利用衛星共視法，實驗室在不移動待校件(待校件可繼續正常運作)之狀況下，對其作評量。

目前此系統主要有三部分，如圖 2-2 所示包含 GPS 接收機、時頻比對量測系統及資料後處理軟體等。為了驗證此系統之特性並期盼此系統鏈路能夠涵蓋台灣全區，使系統能夠推廣至國內各地次級實驗室使用，進而建立完整的國內時頻追溯鏈路，因此乃進行長程追溯鏈路(long baseline test)性能之測試實驗(如圖 2-3 所示)，測試地點在高雄林園，距實驗室約 392 公里，相關量測數據將整合先期短中程測試結果作為遠端時頻校正系統全區追溯鏈路整體之性能評估。

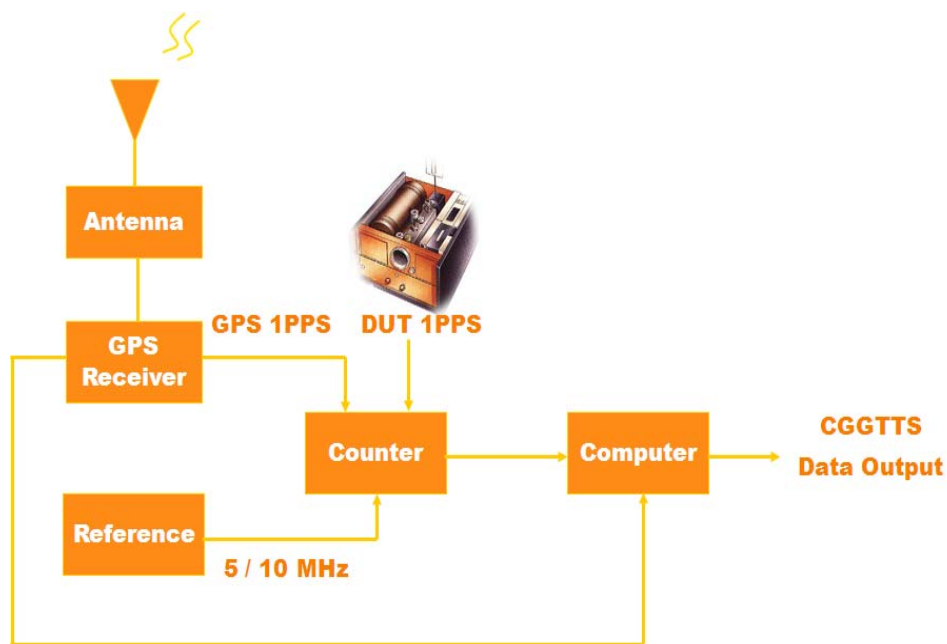


圖 2-2、遠端時頻校正系統架構圖

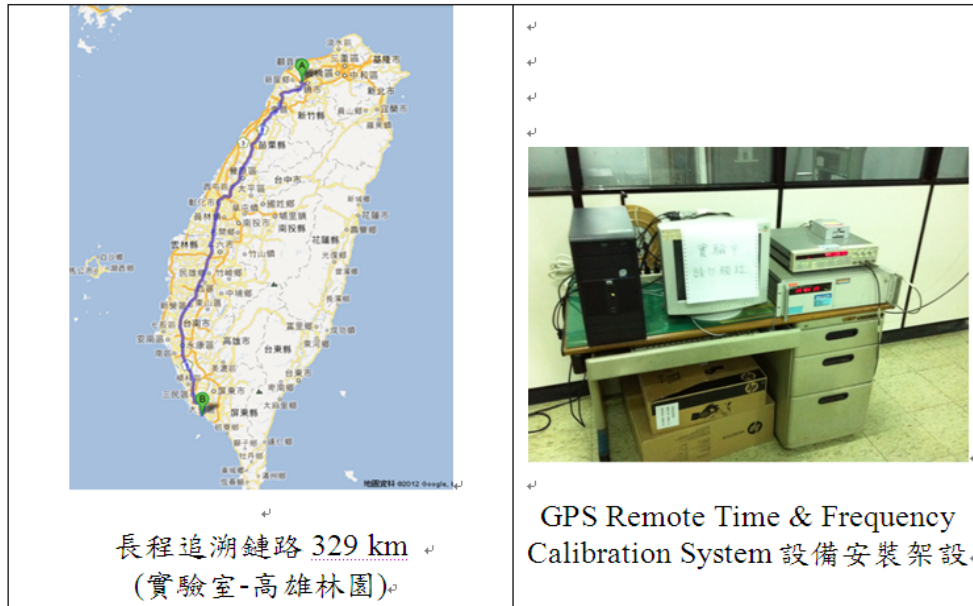


圖 2-3、長程追溯鏈路(實驗室-高雄林園)

為評估自主性 GPS 共視系統全區追溯鏈路整體之性能，實驗室乃選定高雄林園作為長程追溯鏈路之測試(為期九天)，並整合先期短中程測試結果進行全區之性能評估。測試前針對選定之地點進行評估，評估其 GPS 接收地點之信號強度與衛星數量是否符合需求。圖 2-4 所示為自行開發之 GPS 資料接收軟體，此軟體提供及時 GPS 資訊供使用者參考並將相關資料數據紀錄下來，以供後續處理使用。圖 2.5 與 2.6 為 GPS 遠端時間與頻率校正系統於高雄林園測試九天之相位量測及頻率穩定度(Frequency Stability)結果，頻率穩定度平均一天的值大約 $7.1E-14$ 。為評估系統之頻率量測不確定度，需合併考量短程及中長程之量測結果：短程鏈路實驗量測時間約七天，所得到一天之頻率穩定度 $\sigma_y(\tau)$ 約 $1.5E-13$ ；中長程實驗量測時間約九天，所得到一天之頻率穩定度 $\sigma_y(\tau)$ 約為 $9.3E-14$ ；長程實驗量測時間約九天，所得到一天之頻率穩定度 $\sigma_y(\tau)$ 約為 $7.1E-14$ 。若不區分距離因素對系統的影響，取其中較大者作為 A 類評估的來源： $u_A = \sigma_y(\tau) = 1.5 \times 10^{-13}$ 。而 B 類不確定度評估之分量表如表 2-1 所示，由 A 類評估與 B 類評估所得到的結果可以計算出相對組合量測不確定度為 $5.12E-13$ 。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，則相對擴充不確定度為： $(5.12E-13) \times 2 = 1.0E-12$ 。另外時間量測擴充不確定度經評估後得知為 100 ns。GPS 共視法宣告可提供頻率量測相對擴充不確定度為 $1.0E-12$ ，時間量測擴充不確定度為 100 ns，已能滿足主要無線及行動網路技術之頻率與時間準確度要求。

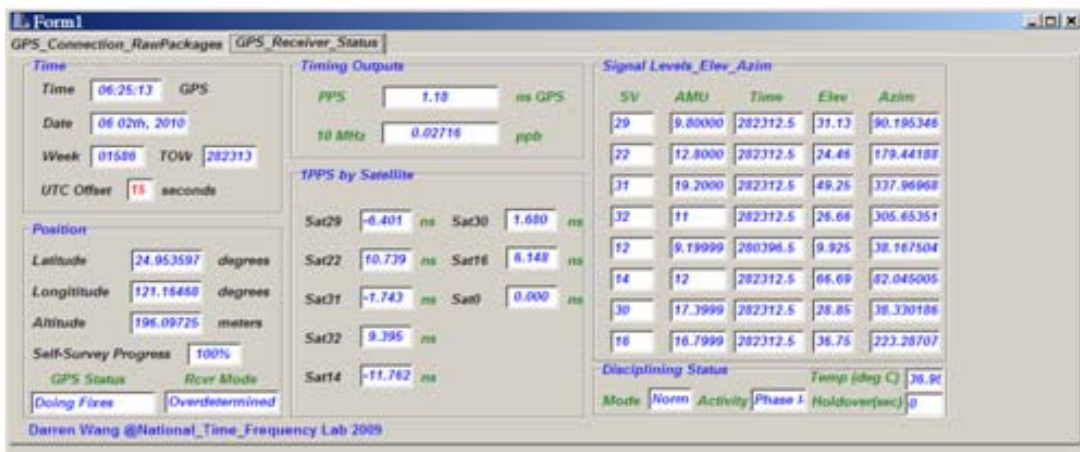
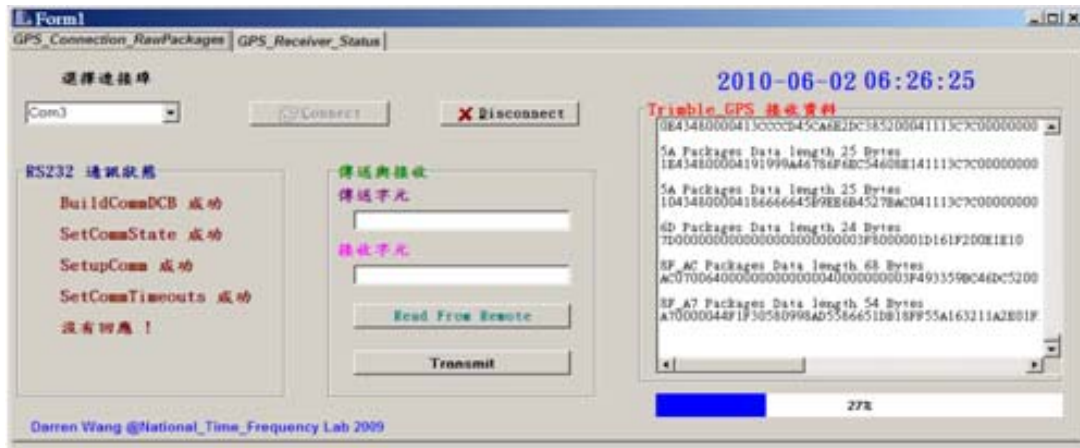


圖 2-4、GPS 資料接收軟體測試

表 2-1、量測不確定度分量表 (遠端時頻量測系統-頻率量測)

量測不確定度	Type	項目	相對不確定度	涵蓋因子	機率密度分佈	相對量測不確定度
	B	追溯至 BIPM 頻率偏移	1.1E-14	$\sqrt{12}$	矩形	3.18E-15
	B	追溯至 BIPM 不確定度	1.6E-15	1	視為常態	1.60E-15
	B	氫微射頻率標準器溫度影響	1.6E-14	$\sqrt{12}$	矩形	4.62E-15
	B	氫微射頻率標準器穩定度	3.0E-15	1	視為常態	3.00E-15
	B	AOG 相位微調器溫度影響	1.0E-14	$\sqrt{12}$	矩形	2.89E-15
	B	纜線溫度影響	5.0E-14	$\sqrt{12}$	矩	1.44E-14
	B	SDI 分配器影響(1)	3.0E-15	$\sqrt{12}$	矩形	8.66E-16
	B	SDI 分配器影響(2)	3.0E-15	$\sqrt{12}$	矩形	8.66E-16
	B	TL 端設備影響	1.2E-12	$\sqrt{12}$		
	B	遠端設備影響	1.2E-12	$\sqrt{12}$	矩形	3.46E-13
	A	頻率量測	1.5E-13	1	視為常態	1.50E-13
	相對組合量測不確定度					5.12E-13

註：其中有關於因溫度變化造成的頻率偏移在此皆令每 1000 秒平均變化 1 °C 計算之。

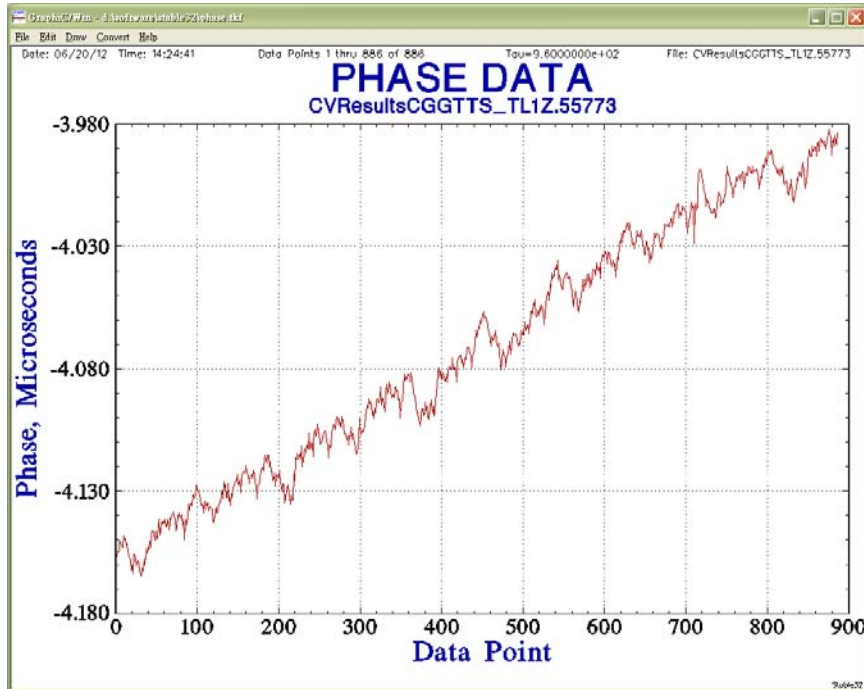


圖 2-5、GPS 遠端時間與頻率校正系統長程鏈路相位量測

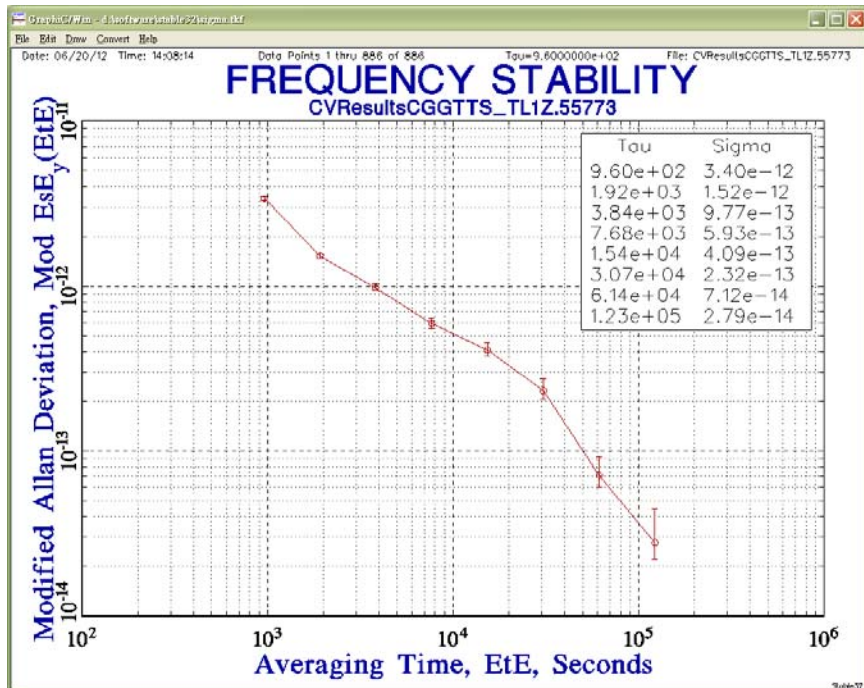


圖 2-6、GPS 遠端時間與頻率校正系統長程鏈路頻率穩定度

(2.1.2.4) 應用及效益

GPS 遠端時間與頻率校正系統之原理，係藉接收 GPS 衛星傳送之參考信號，

進行兩不同地點實驗室之傳時比對。由於現今 GPS 接收機硬體價格便宜且架設容易，只要接收得到 GPS 信號的地方皆可利用此系統進行時頻追溯比對。目前本雛型系統已完成台灣全區追溯鏈路整體之性能評估，其可提供頻率量測相對擴充不確定度為 $1.0E-12$ ，時間量測擴充不確定度為 100 ns，已能滿足主要無線及行動網路技術之頻率與時間準確度及各次級實驗室時頻校正之要求。此外，時頻校正半徑涵蓋範圍達 400 公里，可涵蓋國內本島全區，因此有助於推廣至國內各次級實驗室時頻追溯使用，建立完整的國內時頻追溯鏈路。

(2.1.2.5) 未來工作重點

未來將持續進行提升自主性 GPS 共視系統鏈路之精度及穩定度。另外後續將針對 GPS 天線的座標、仰角角度、方位角及多路徑效應對於 GPS Common View Link 精度之影響進行相關研究。

(2.1.2.6) 自評與建議

目前 TL 已自行開發自主性 GPS 共視系統，並完成台灣全區追溯鏈路整體之性能評估，其精確度已經達到 L1 C/A 電碼的可接受水準。未來將進行新系統之開發，並提升 GPS 共視系統性能，以利於校正系統之推廣。

(2.1.3) 導航衛星先進觀測技術研究

(2.1.3.1) 達成項目

研發 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星系統相位擾亂聯合觀測方法

(2.1.3.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

大氣介質中以電離層對電磁波的衝擊最為顯著。電離層的帶電粒子會使通過電離層的電磁波產生時間延遲，延遲量直接與電離層全電子含量 (total electron contents; TEC; 一平方米截面積沿著電磁波路徑所構成之圓柱體內的電子數目) 有關。而更嚴重的情況是電離層中若存在有不規則的電子密度結構，使得電磁波產生振幅與相位閃爍 (scintillation)，不僅影響電磁波時間延遲，也對通信系統與衛星導航系統造成衝擊。低緯度地區的電離層不規則體通常以低密度電漿泡 (plasma bubble) 出現，會對電波產生強烈散射。另外，電離層移行擾動 (traveling ionospheric disturbance; TID) 也會造成電磁波散射而影響電波傳送。

2012 年提供觀測資料給 IGS 的會員中 (本實驗室亦是會員之一)，即有超過三分之一會員數也同時提供 GLONASS 觀測資料，GLONASS 的資料觀測與應用已蔚成風氣。先進研究已普遍採用 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星之 GNSS 雙頻資料。相較之下，本實驗室對於 GLONASS 觀測資料收集與研究能量均較為欠缺。本實驗室曾進行 GPS 與 GLONASS 雙衛星系統接收機測試，測試期間也曾記錄到一些正常的觀測資料。本研究先利用已有的 GLONASS 資料，以及 IGS database 中的 GLONASS 資料，發展相位擾亂等分析技術並培養研究能量。

GPS 與 GLONASS 衛星資料分觀測資料與導航資料兩種，依 RINEX 格式以 ASCII 碼存檔就可彼此交流分享。從觀測資料檔案可以得到各特定時刻各衛星的虛擬距離觀測量與載波相位觀測量，而從導航資料可以得到各時刻各衛星的軌道參數。

GPS 與 GLONASS 的軌道參數形態不同，依各自之軌道演算法分別計算出衛星軌道座標。有了衛星軌道座標與觀測站天線位置座標，就可以得到 GPS 與 GLONASS 衛星訊號穿透薄殼電離層質心的電離層點 (在地面上的投影稱為亞電離層點) 座標，以及得到衛星相對於觀測站的仰角，並可進一步得到傾斜因子

(slant factor; SF)。

沿電波路徑的電離層全電子含量 (TEC) 可用虛擬距離觀測量 P_1 與 P_2 (以 meter 為單位) 由下面公式計算得到：

$$TEC_p = \frac{-1}{40.3} \frac{f_1^2 \cdot f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} \cdot (P_{1,j}^i - P_{2,j}^i - k^i - k_j),$$

$$k^i = d_1^{equip,i} - d_2^{equip,i},$$

$$k_j = d_{1,j}^{equip} - d_{2,j}^{equip},$$

其中 f_1 與 f_2 是兩個載波頻率， d_1 與 d_2 是設備延遲而 k^i 和 k_j 分別稱為衛星儀器偏差與接收儀器偏差 (Differential P_1 - P_2 Code Bias; DCB)，可以自行估算，而屬於 IGS 的觀測站則可由 IGS 的產品中得到這些值。公式中上標表示衛星，下標表示觀測站的接收機。

沿電波路徑的電離層全電子含量亦可用載波相位觀測量 Φ_1 與 Φ_2 (以 meter 為單位) 由下面公式計算得到：

$$TEC_L = \frac{1}{40.3} \frac{f_1^2 \cdot f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} \cdot (\Phi_{1,j}^i - \Phi_{2,j}^i - k^i - k_j - A_j^i),$$

$$A_j^i = \lambda_1 N_{1,j}^i - \lambda_2 N_{2,j}^i,$$

其中 N_1 與 N_2 是整數模稜值 (integer ambiguity)。

虛擬距離觀測量的準確度較好但精確度較差，而載波相位觀測量因有模稜值所以準確度較差但精確度較好。將虛擬距離觀測量得到的 TEC_p 與相位觀測量得到的 TEC_L 對準後，得到的沿電波路徑電離層全電子含量即兼具虛擬距離觀測量的準確度與載波相位觀測量的精確度。

GPS 是分碼多工，各衛星都用兩個相同的頻率，即 $f_1=1575.42$ MHz， $f_2=1227.60$ MHz。但 GLONASS 是分頻多工，除了對偶衛星外各衛星所使用的頻率不同。頻道數為 K 的衛星所使用的兩個頻率由下面式子決定：

$$f_{K1} = f_{01} + K\Delta f_1,$$

$$f_{K2} = f_{02} + K\Delta f_2,$$

$$f_{01} = 1602 \text{ MHz}; \Delta f_1 = 562.5 \text{ kHz},$$

$$f_{02} = 1246 \text{ MHz}; \Delta f_2 = 437.5 \text{ kHz}。$$

頻道數 K 的值可由導航資料中得到。至於對偶衛星因為分別位於地球相反的兩側，以地球作為電波的自然阻隔屏障而不會干擾，故可以使用相同頻率而具有相同頻道數 K 。

沿電波路徑的電離層全電子含量也稱為傾斜電離層全電子含量 (TEC_s)，經過傾斜因子 (SF) 修正後換算成亞電離層點上方的垂直電離層全電子含量 (TEC_v)，公式如下：

$$TEC_v = TEC_s / SF，$$

$$SF = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{R+h}{R+H} \cos e \right)^2}}，$$

其中 R 是地球半徑， h 是觀測站高度， H 是電離層高度， e 是衛星相對於觀測站的仰角。

GNSS 相位擾亂原是取垂直電離層全電子含量的時間變化差分運算，再經過高通濾波器去除緩慢變化趨勢 (de-trend) 的結果。一顆衛星的 15 分鐘中位數相位擾亂指標 f_p (15-min media phase fluctuation index) 是在 15 分鐘期間內的每分鐘相位擾亂資料 (ΔTEC) 取絕對值後的中位數。一個觀測站的每小時相位擾亂指標 F_p (hourly phase fluctuation index) 是在一小時期間內該測站附近出現的電離層不規則體擾亂程度 (level)，是所有可接收衛星的 f_p 值的平均。

$$f_p(n, h, i) = \text{Median} \left| \frac{\Delta TEC}{\min} \right|，$$

$$F_p(h) = \frac{\sum_n^{nsat} \left[\sum_i^k f_p(n, h, i) / k \right]}{nsat(h)} \cdot 1000，$$

其中 n 表示衛星編號， h 表示小時 (0–23)， i 表示一小時內的時刻 (0–3)， $nsat$

是一小時內可接收訊號的衛星數目， k 是一小時內可用的 f_p 數目。將 F_p 區分出三個範圍： $F_p \leq 50$ 表示背景程度 (background noise level) 的不規則體； $50 < F_p \leq 200$ 表示有普通程度 (moderate level) 的不規則體； $F_p > 200$ 代表出現非常強烈程度 (strong level) 的不規則體。

為了使 GNSS 相位擾亂方法能夠擺脫儀器偏差值 (DCB) 的難題，不論是否能夠得到儀器偏差值，都可以直接應用到所有觀測資料上，本研究先使用傾斜電離層全電子含量作時序差分運算，經過高通濾波器運算後，再經傾斜因子修正換算成觀測站上方的垂直擾動量；至於每小時相位擾亂指標 F_p 仍維持原運算方式。這是較好的 GNSS 相位擾亂分析程序。

本研究先利用 IGS database 中的 GPS 與 GLONASS 觀測資料，發展相位擾亂分析技術並培養研究能量。圖 2-7 是 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星聯合觀測示意圖。另外，本實驗室測試 GPS 與 GLONASS 雙衛星系統接收機時所記錄的觀測資料也一併進行相位擾亂分析。

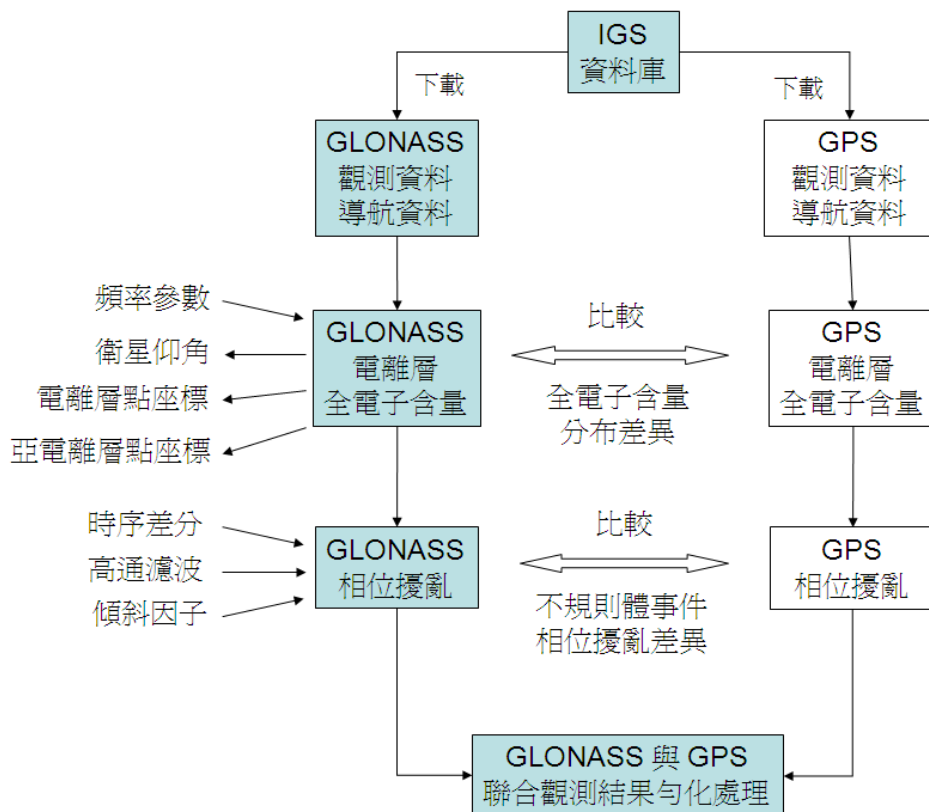


圖 2-7. GPS 與 GLONASS 雙導航衛星聯合觀測研究示意圖。

(2.1.3.3)結果

已從 IGS 資料庫下載數個觀測站的 GPS 與 GLONASS 聯合觀測資料，進行相位擾亂分析，其中觀測站 kour 很早就觀測 GLONASS。圖 2-8 是 kour 觀測 GPS 的結果，日期是 2012 年 1 月 12 日，即 day of year (doy) 第 12 天。圖中上方 panel 是相對垂直全電子含量 (TEC)，下方 panel 是相位擾亂 (phase fluctuations)。

每小時相位擾亂指標在此以數字 0 表示 $F_p \leq 50$ 的背景程度 (background noise level)，數字 1 表示 $50 < F_p \leq 200$ 的普通程度 (moderate level) 不規則體，數字 3 表示 $F_p > 200$ 的非常強烈程度 (strong level) 不規則體；這些數字同時標示在上方與下方 panels 中的對應時間上。

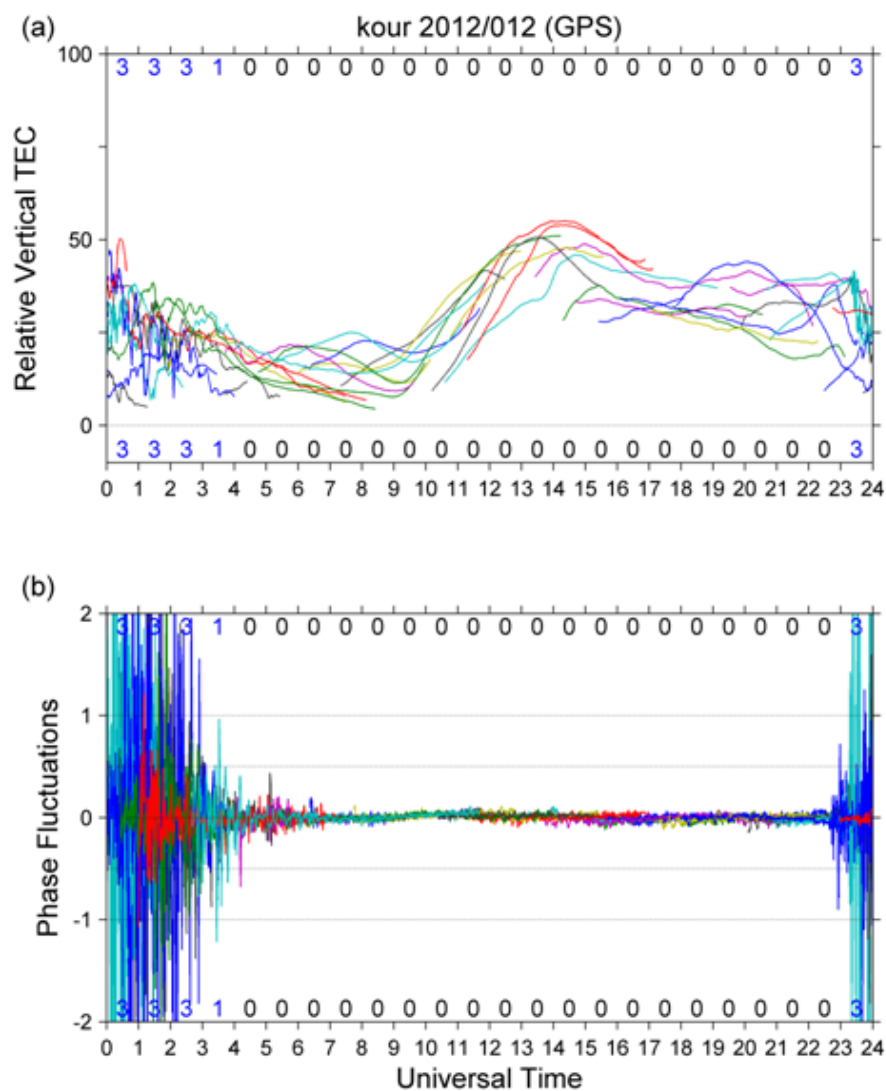


圖 2-8 kour 觀測到的 GPS TEC 與相位擾亂。

由於 GPS 普及觀測已歷經 20 餘年，衛星與接收機的性能都有隨著時間改進，在衛星訊號穩定度與接收機靈敏度上均已有良好表現。雖然 GPS 訊號覆蓋區以中緯度為主，但得益於衛星與接收機的進步，現在低緯度地區也常能同時接收到 8 顆以上衛星的資料 (仰角超過 15°)。

觀測站 kour 位於低緯度區，在南美洲北部法屬蓋亞那，時區為世界時 UT - 4，即當地時 $LT = UT - 4$ 。所在經度區的低緯度電離層特性為 December-solstice 月份非常容易發生顯著的電離層不規則體。同時 kour 亦位於赤道電漿噴泉的源區，因白天東向電場與地球磁場之作用而將赤道附近的離子與電子輸送到低緯度北端甚至更遠處，致使自身 TEC 減少，常在下午時段出現 TEC 的局部小值。

要計算 TEC 位準，除了 P_1 與 P_2 觀測量之外，還需要偏差值，即 Differential P_1 - P_2 Code Bias (DCB)，在此採用 the Center for Orbit Determination in Europe (CODE) 所估算的衛星與接收機之 DCB 值。垂直 TEC 的最低值一般出現在 04-06 LT，亦即此處的 08-10 UT，符合預期。赤道電漿噴泉效應降低 TEC 一般在 11-20 LT (即 15-24 UT) 期間較明顯，此處的下午 14-15 LT (18-19 UT) 果真出現 TEC 局部小值，符合預期。

夜間 18-06 LT (22-10 UT) 有電離層不規則體產生，所造成的影響已可使 GPS TEC 明顯擾動，而 GPS phase fluctuations 的擾動就更顯著。在 20-23 & 19 LT (00-03 & 23 UT) 有 $F_p > 200$ 的非常強烈程度不規則體，在 23-24 LT (03-04 UT) 有 $50 < F_p \leq 200$ 的普通程度不規則體，其它時間則是 $F_p \leq 50$ 的背景程度。

圖 2-9 是 kour 觀測 GLONASS 的結果，日期也是 2012 年 1 月 12 日，即 doy 第 12 天。GLONASS 衛星系統在 2011 年 11 月剛完成完整的衛星系統部署，在性能上可能還需一段調整適應期，尤其是接收機的性能需依賴新設計以提高靈敏度。雖然 GLONASS 訊號覆蓋區以中高緯度為主，但在低緯度地區應也能同時接收到 8 顆衛星的資料 (仰角超過 15°)。在此，可能是衛星訊號品質差或接收機的靈敏度差，大部分時間接收到的衛星數目明顯少於 8 顆。

GLONASS 垂直 TEC 的最低值出現在 04-06 LT (08-10 UT)，而赤道電漿噴泉效應造成垂直 TEC 局部小值出現在下午 14-15 LT (18-19 UT)，這些結果都與

GPS TEC 相符合。

GLONASS 相位擾亂在 20-23 & 19 LT (00-03 & 23 UT) 有 $F_p > 200$ 的非常強烈程度 (strong level) 不規則體，在 23-01 LT (03-05 UT) 有 $50 < F_p \leq 200$ 的普通程度不規則體，其它時間則是 $F_p \leq 50$ 的背景程度，這些結果都與 GPS 相位擾亂相符合。附帶一提，GLONASS 相位擾亂在 13-14 LT (17-18 UT) 處顯示有 cycle slip，也可以細心地在 GLONASS TEC 中找出對應的 jump，而 GPS 則無此問題。還有，此處 GLONASS 每小時相位擾亂指標 F_p 比 GPS 的大，很可能是因為參與平均以計算 F_p 的 GLONASS 衛星數目較少且都有明顯相位擾亂所導致。可預期當接收機性能提升而能順利接收更多衛星訊息時，GLONASS F_p 就能更接近 GPS F_p 。

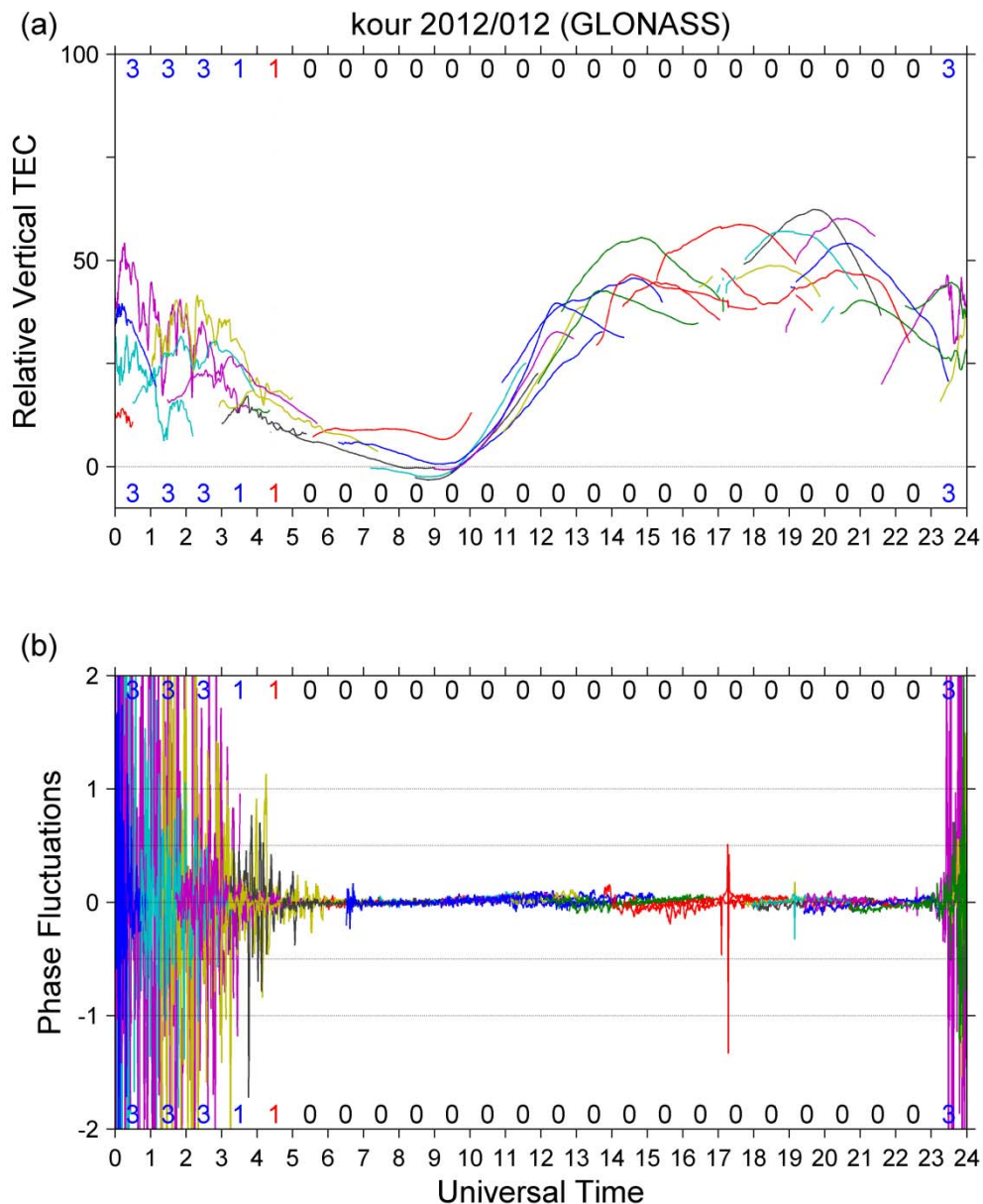


圖 2-9 kour 觀測到的 GLONASS TEC 與相位擾亂。

本實驗室測試雙衛星系統接收機 (暫時稱為觀測站 tltf) 時也曾記錄下一些正常的觀測資料，可進行相位擾亂分析。觀測站 tltf 位於低緯度區北端，時區為世界時 UT+8，即當地時 LT=UT+8。所在經度區的低緯度電離層特性為 equinoxes 月份常發生電離層不規則體，其次是 June-solstice 月份。

圖 2-10 是 tltf 觀測 GPS 的結果，日期是 2012 年 5 月 4 日，即 doy 第 125 天。GPS TEC 在 13-16 LT (05-08 UT) 有最大值，在 04-06 LT (20-22 UT) 有最小

值，符合預期。GPS 相位擾亂在 21-24 LT (13-16 UTC) 有 $50 < F_p \leq 200$ 的普通程度不規則體，其它時間則是 $F_p \leq 50$ 的背景程度。在普通程度的不規則體發生期間，相對應的 GPS TEC 也可看到有擾動情形。另外，因為觀測站 tltf 的資料未傳送到 IGS 資料庫進行分享，所以 CODE 沒有估算該接收機的 DCB 值。

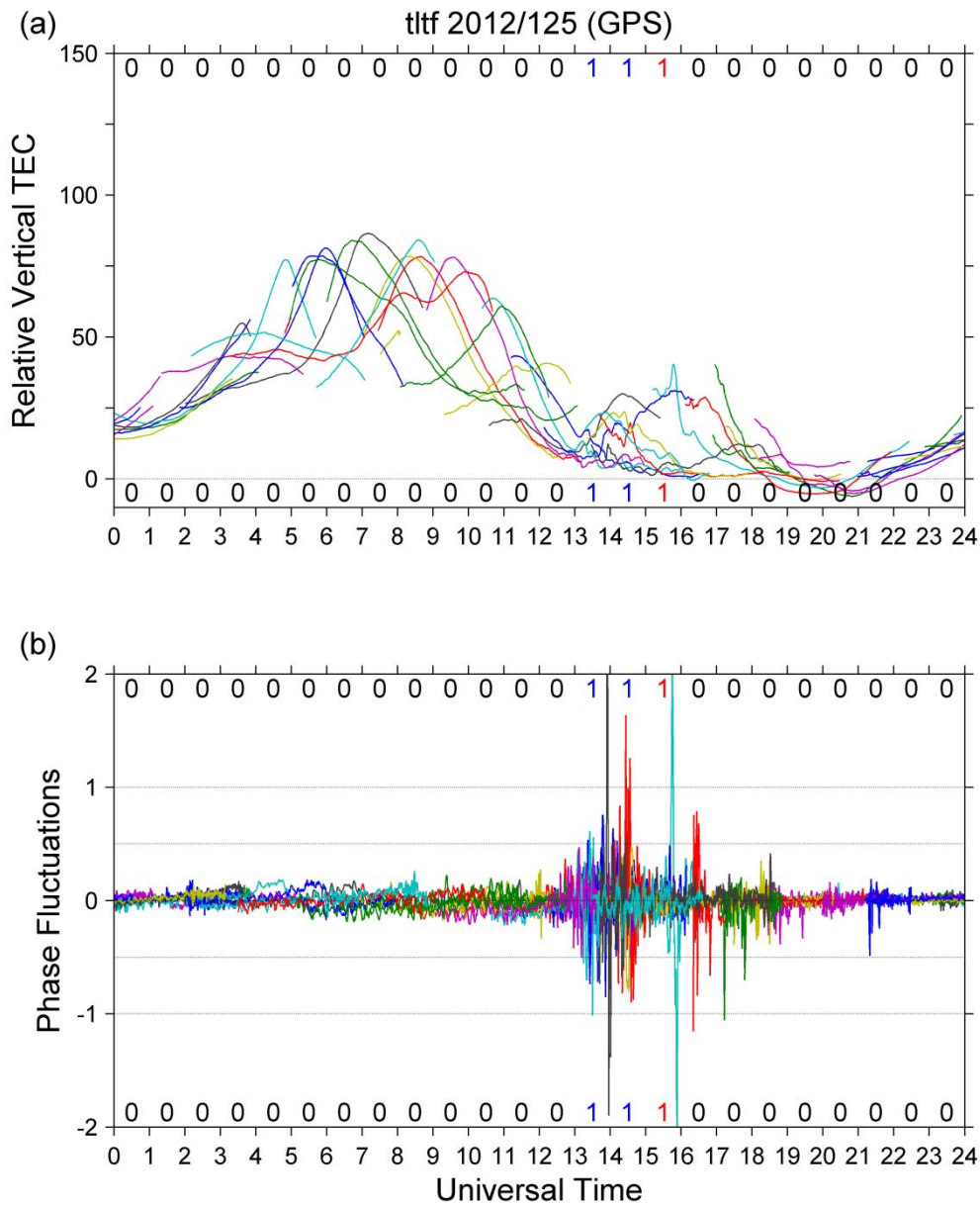


圖 2-10. tltf 觀測到的 GPS TEC 與相位擾亂。

圖 2-11 是 tltf 觀測 GLONASS 的結果，日期也是 2012 年 5 月 4 日，即 doy 第 125 天。GLONASS TEC 在 13-16 LT (05-08 UT) 有最大值，在 04-06 LT (20-22

UT) 有最小值，與 GPS TEC 符合。GLONASS 相位擾亂在 21-01 LT (13-17 UTC) 有 $50 < F_p \leq 200$ 的普通程度不規則體，其它時間則是 $F_p \leq 50$ 的背景程度，與 GPS 相位擾亂符合。在普通程度的不規則體發生期間，相對應的 GLONASS TEC 也可看到有擾動情形。此處 GLONASS 每小時相位擾亂指標 F_p 比 GPS 者大，可能原因是參與平均以計算 F_p 的 GLONASS 衛星數目較少且都有明顯相位擾亂所導致。

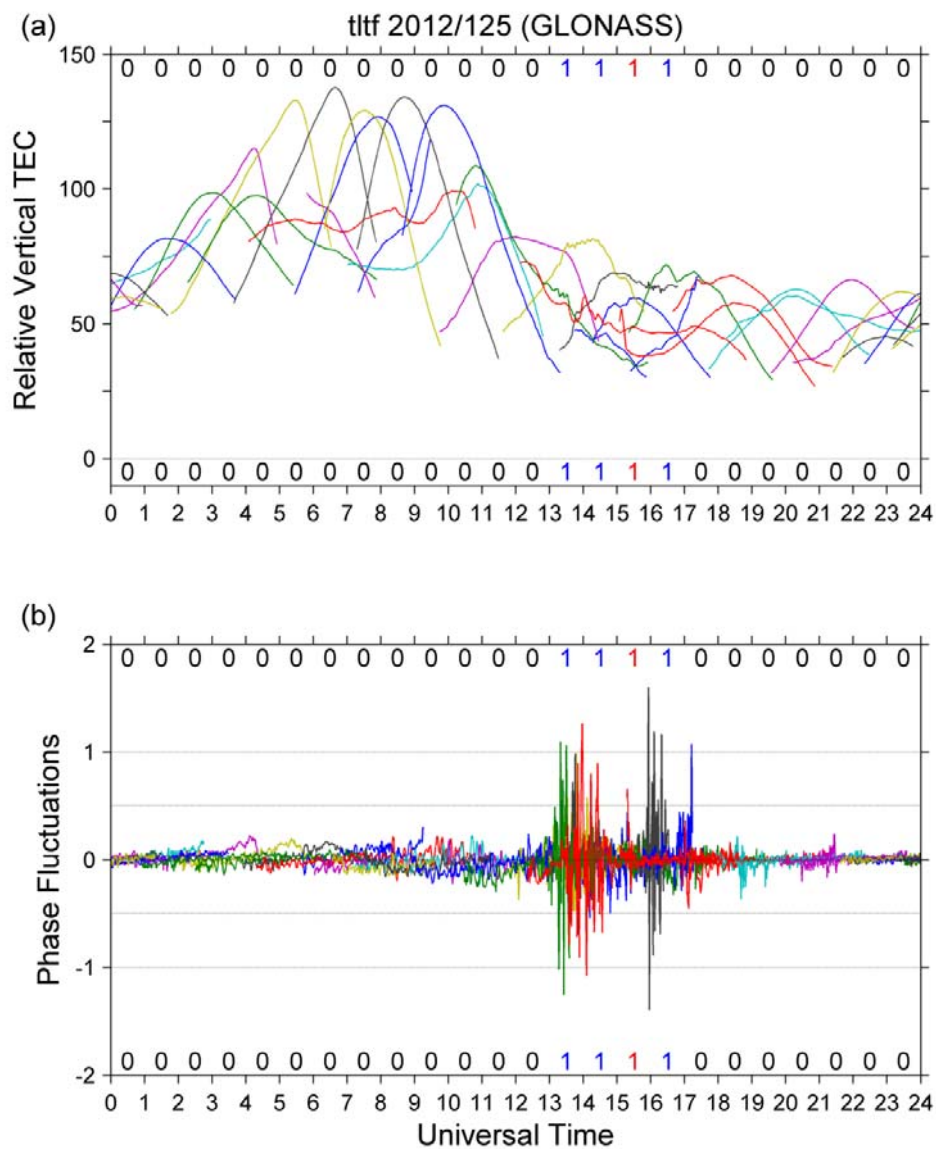


圖 2-11 tltf 觀測到的 GLONASS TEC 與相位擾亂。

還有，在 04-06 LT (20-22 UT) 的最低 TEC 期間，GLONASS TEC 平均值約為 50 TECU，而 GPS TEC 則約為 0 TECU，這顯示 GLONASS 與 GPS 的接收機 DCB 值頗有差距 (雖然都在同一部硬體裝置裡面)。

另外，關於上述結果的一些額外意涵，討論如下：

(a) GLONASS 是高角度繞極衛星，衛星軌道面與地球赤道面的夾角 (64.8°) 比 GPS 者 (55°) 大，衛星軌跡 (亞電離層點) 上垂直 TEC 隨緯度的梯度變化比 GPS 者大，所以上面圖中 GLONASS 的垂直 TEC 曲線比 GPS 者陡峭。但經由加權平均換算成觀測站上方的垂直 TEC，兩者是相接近的，所以都可以用來估算觀測站上方的垂直 TEC。

(b) 以前的 GLONASS 接收機性能較差，常會漏失衛星訊號 (最常見的情況是靈敏度不夠無法輸出 P_2 觀測量)，有效衛星數目常只介於 4 - 8 顆之間。當有電離層不規則體存在時，常使得參與計算 F_p 的衛星數目較少而結果較 GPS 者大。即使如此，在背景程度到普通不規則體這段範圍，GLONASS 的 F_p 值與 GPS 者相近，故仍可沿用 GPS 的判定標準來決定是否存在有普通不規則體程度以上的電離層擾動 (雖然強烈不規則體的判定標準可能不適用)。

(c) 現在的新型 GLONASS 接收機性能較好，有效的衛星接收數目會接近 GPS 者，亦即兩者的 F_p 值會相接近。所以可採用 GPS 的判定標準來決定背景程度不規則體、普通不規則體、與強烈不規則體，不需要其它特殊的勻化處理。

(d) 圖 2-9 中負值的 GLONASS TEC 表示接收機的 DCB 被低估。由 CODE 所估算的 GPS 接收機的 DCB 是 -11.508 ns，GLONASS 接收機的 DCB 是 -10.107 ns。因為 GLONASS 接收機的 DCB 被低估，所以真正的值應大於 -10.107 ns。若參考 IGS ionosphere map，則 GPS 接收機的 DCB 是 -12.281 ns，GLONASS 接收機的 DCB 是 -10.424 ns，仍與 CODE 的接近，且 GLONASS 接收機的 DCB 更低估。CODE 與 IGS ionosphere map 的 DCB 估算方式都是以分佈於全球的重點觀測站整體的最小方差法來決定，因為低緯度地區的觀測站數目相對較少，所以常有 DCB 估算較不準確的現象。由於接收機的 DCB 值決定了 TEC 的絕對值，是一個很重要的參數 (儘管本研究中計算相位擾亂時已經可以不需要它)，

所以將在明年做更進一步研究以謀解決。預期將嘗試發展單一接收機 DCB 值之簡易有效估算方法，以得到準確的全電子含量。如此，就能使用尚未加入 IGS 之其它觀測站的 GPS 與 GLONASS 觀測資料來計算 TEC。

(e) 圖 2-10 中相位擾亂有時會顯現線性趨勢的現象，這是高通濾波能力不足所致。由於線性趨勢的存在會影響相位擾亂指標的計算，所以也將在明年做更進一步研究以謀解決。預期將嘗試發展更強力的高通濾波以及其他去除趨勢的方法，以得到準確的相位擾亂。

(f) 值得一提的是，GPS 衛星的軌跡尚有很多空隙且有空間分佈不均勻的幾何強度不足問題，多了 GLONASS 衛星的軌跡，對改善這些問題將有很大幫助。例如，經由 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星系統相位擾亂聯合觀測，可描繪電離層不規則體各時刻的空間位置與分佈範圍，有助於追蹤不規則體的移動與消長等演變過程。

(2.1.3.4)應用及效益

(a) 擁有 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星系統相位擾亂聯合觀測能力。已完成 GPS 與 GLONASS 雙系統相位擾亂聯合觀測技術，可分析觀測資料得到 GPS 與 GLONASS 全電子含量及相位擾亂。並且，聯合觀測結果能有較均勻的衛星軌跡空間分佈與較佳的幾何強度。

(b) 取得電波傳時比對實驗之訊號優劣資訊。可用 GPS 與 GLONASS 相位擾亂監測 GPS 與 GLONASS 訊號，提供 GPS 與 GLONASS 傳時比對實驗之訊號品質資訊。

(c) 增進國家實驗室衛星傳時分析技術。研究成果將應用於 GNSS 傳時與雙向衛星時頻傳送研究，以提升可靠性與穩定性。

(d) 發表研究論文彰顯國際知名度。已完成 EI 級會議論文兩篇之發表，並準備投稿 SCI 期刊論文。

(2.1.3.5)未來工作重點

進一步的研發工作有二，一是發展簡易有效的方法估算單一接收機的 Differential Code Bias 值，以得到準確的全電子含量；另一為發展強力有效的方法去除相位擾亂的線性趨勢，以得到準確的相位擾亂。

(2.1.3.6)自評與建議

(a) 現在重要的應用或研究大多採用 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星系統，而且，以多重導航衛星系統為基礎的技術研發，已是必然趨勢。IGS 的會員除了提供 GPS 觀測資料外，已有超過 1/3 比例的會員也提供 GLONASS 觀測資料。GLONASS 的資料觀測與應用已蔚為風氣，重要性逐漸提升中，本實驗室宜儘早加入此行列。

(b) 先進研究已普遍採用 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星之雙頻資料，本實驗室相較之下對於 GLONASS 觀測資料收集與研究能量均欠缺。本研究先行利用 IGS database 中的 GLONASS 觀測資料與部分自行收集的觀測資料，發展相位擾亂分析技術並培養研究能量，已達成擁有 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星系統相位擾亂聯合觀測能力之目標。

(c) 建議後續研究方向為發展校正 GNSS 接收機 Differential Code Bias 之簡易有效方法，以及發展去除相位擾亂線性趨勢之高效能方法。之後，就能更進一步探討電離層折射型效應（與全電子含量有關），以及電離層繞射與散射型效應（與相位擾亂有關），掌握電離層對 GNSS 傳時與雙向衛星時頻傳送的影响。

(2.1.4) GNSS CALIBRATION EXERCISE

(2.1.4.1) 達成項目：

參加2012亞太計量組織(APMP)TCTF會議，並完成GPS Receiver Calibration Exercise 之技術展示活動。

(2.1.4.2) 執行內容：**(執行期間：101.01~101.12)**

APMP(Asia Pacific Metrology Programme)是亞太計量組織的年度盛會，主要會議包括，GA(General Assembly)、時頻技術委員會(TCTF)及品質系統(TCQS)委員會等會議。本年度初爭取到 APMP TC Initiative 計畫，規劃於 TCTF meeting 期間舉辦 GPS 接收設備校正之技術展示與交流。為因應本次展示活動之主辦，本實驗室投入相關人力進行溝通協調與活動規劃及設備裝運，總計四箱設備重達 180 公斤，於會議之前順利寄達紐西蘭 MSL。實驗室同仁在會議前一天到達實驗室進行架設安裝、會議中則安排現場實地量測及資料處理分析等技術展示。舉辦本活動有助於亞太地區時頻實驗室間傳時比對技術之提升。

(2.1.4.3) 結果

此次 GPS Receiver Calibration Exercise 技術展示規畫於 TCTF Meeting 期間舉辦，地點在紐西蘭計量標準研究院(MSL)時頻實驗室。實驗室同仁在會中報告 GPS Receiver Calibration 的程序，並對資料分析等技術議題進行交流、討論未來亞太地區巡迴校正之推動，最後於會上進行實機展示。



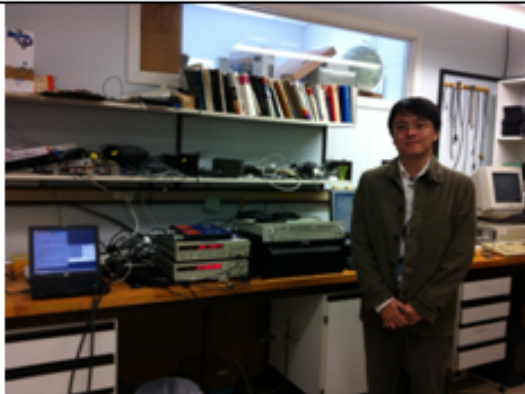
紐西蘭計量標準研究院(MSL)時頻實驗室



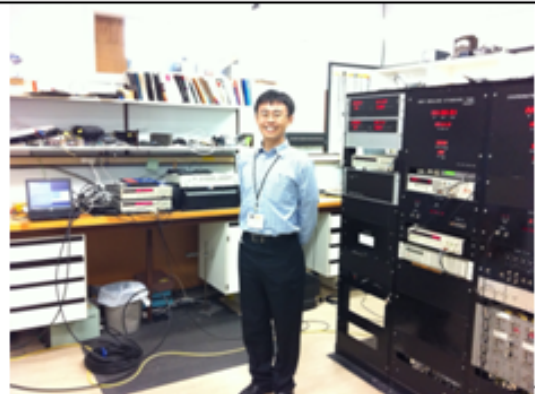
GPS Receiver Calibration System



現場展示 TL GPS Receiver Calibration System



實驗室展示同仁



實驗室展示同仁



Ref. from ministry of foreign affairs republic of CHINA (TAIWAN)

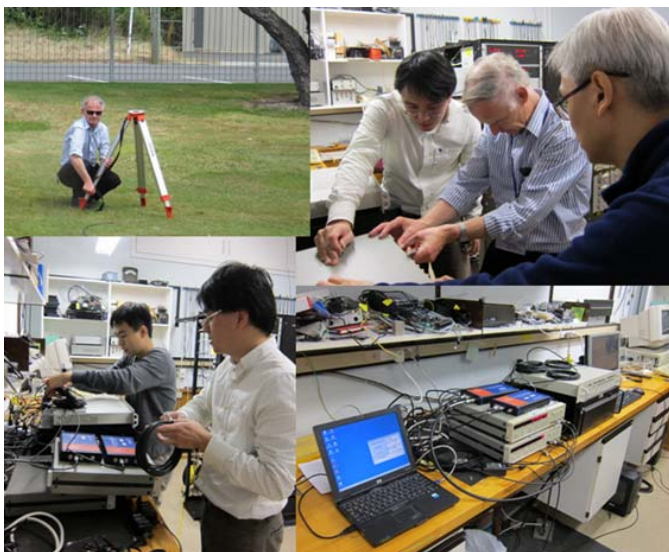
亞太區未來 Calibration Trip 示意圖

(2.1.4.4)應用及效益

本實驗室為 APMP TCTF 之會員實驗室，透過此 APMP TC Initiative 計畫的規劃推動，除可讓亞太地區的時頻實驗室間的合作更向前邁進一步，亦能參與討論、協調全球相互認可事宜，對於提升本實驗室在亞太地區的能見度與貢獻度有莫大的幫助。此行於會上進行 GPS Receiver 校正技術展示，會後的討論中各國實驗室都認為應積極舉辦後續的巡迴校正，並表達加入實驗比對的意願，在校正程序指導文件部分，也將在 GNSS 工作小組帶領下盡速完成，已準備提送國際時頻技術諮詢委員會(CCTF)討論及認可。

(2.1.4.4)自評與建議

此次 GPS Receiver Calibration Exercise 雖然過程中遭遇相關困難，但所幸皆能一一排除萬難並順利完成任務。目前設備還放置在紐西蘭計量標準研究院 (MSL)時頻實驗室持續與國家時頻實驗室(TL)進行比對實驗，除了傳統 BIPM 之 Differential Calibration 實驗外，也同步進行最新之 Link Calibration 實驗以評估其之可行性。時頻領域之 Calibration Trip 實驗是一項繁瑣且辛苦之工作，過程中除了尋求經費的支援外，設備的運送、安裝以及後續資料之處理與分析皆需耗費相當大的人力與經費。由此可看出國家時頻實驗室對於國際傳時技術交流所付出的努力與企圖，實在值得支持與肯定。



GPS 接收設備於 MSL 之安裝現場

(2.2.1) 衛星雙向傳時比對鏈路之維持及技術提升

(2.2.1.1) 達成項目

- (A) 亞太、歐亞以及亞美衛星雙向傳時比對鏈路之維持
- (B) 雙展頻碼衛星雙向傳時比對鏈路分析

(2.2.1.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

(A) 亞太、歐亞以及亞美衛星雙向傳時比對鏈路之維持

衛星雙向傳時(Two Way Satellite Time and Frequency Transfer, TWSTFT)是目前最精準的傳時比對技術之一，透過此技術所進行的傳時比對數據，已成為國際度量衡局(BIPM)用來計算國際原子時(TAI)的主要資料。為確保國家時頻標準與國際標準的一致性，本實驗室積極參與相關國際合作計劃，我國目前參與的衛星雙向傳時鏈路如圖 2-12。今年度的最新進展說明如下：

我國目前參與的衛星雙向傳時鏈路

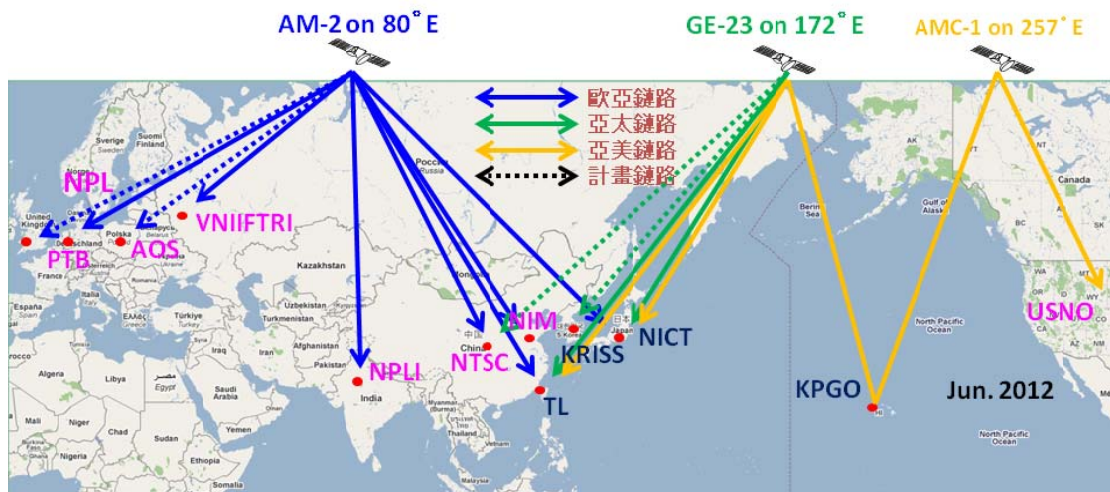


圖 2-12、我國目前參與的衛星雙向傳時鏈路 (虛線為籌備中)

在亞太鏈路方面，由於 2012 年 3 月維持亞太鏈路的 GE-23 衛星突然宣布更換轉頻器，4 月將更換至 GE-23 衛星，在所有其他實驗室皆手足無措的情況下，本實驗室因應轉頻器更換，迅速購買對應頻率的低雜訊放大器(Low Noise Block converter, LNB)，最先與日本恢復亞太鏈路，在其他實驗室尚未準備好的情況下，

目前僅本實驗室與日本 NICT 實驗室恢復合作亞太雙向傳時比對鏈路。亞太鏈路是全世界唯一全區採用多通道的 modem，可 24 小時同時進行實驗室間的雙向比對，未來待韓國 KRISS 加入後，即形成一網狀鏈路。亞太地區衛星雙向傳時數據品質相當優良，2009 CCTF TWSTFT 工作小組會議上，BIPM 表示 NICT-TL 是目前最精準的例行衛星雙向傳時鏈路。

在歐亞鏈路方面，與歐洲重要時頻中心德國 PTB 進行傳時比對鏈路，除了可直接降低傳時不確定度以外，並可深入探討超長距離衛星傳時的特性。歐亞鏈路目前使用俄羅斯的 AM-2 同步衛星以及其 Ku-Band 轉頻器，由於該衛星並非典型同步衛星，一天僅能服務 12 小時，且本實驗室位於涵蓋區的邊緣 EIRP level 小於 35dBW。為持續進行實驗，本實驗室已完成衛星重新指向，並向衛星公司登記，於 2010 年 10 月開始，與德國 PTB、日本 NICT、中國 NIM 及 NTSC 等實驗室合作進行相關測試實驗，並且保持相當優良的水準。其後俄羅斯 VNIIFTRI 以及印度 NPLI 等實驗室皆陸續加入歐亞鏈路，形成歐亞傳時比對網。

在亞美鏈路方面，由於美國 USNO 為目前全世界維持最多原子鐘的實驗室，並且維持 GPS 時系，更是國際原子時權重貢獻最多的實驗室，因此與 USNO 建立比對鏈路可即時觀察時刻差，調整 UTC(TL)，可直接提升 UTC(TL)之穩定度。由於亞美距離甚遠，單顆同步衛星難以同時涵蓋兩地，因此亞美間需要經過中繼站方能建立比對鏈路。在日本 NICT 的協助之下，本實驗室 2012 年 3 月 27 日開始進行與美國 USNO 建立比對鏈路，透過夏威夷 KPGO 中繼站，進行每日 24 小時傳時比對。

(B) 雙展頻碼衛星雙向傳時比對鏈路分析

2010 年 3 月至同年 12 月本實驗室與日本 NICT 合作，進行新一代雙展頻碼(Dual Pseudo-random Noise, DPN)衛星雙向傳時實驗。DPN 是開發中的下一代傳時技術，目前的衛星雙向傳時技術使用單展頻碼，量測的精度受限於單展頻碼所使用的頻寬，2 MHz 頻寬的展頻碼每秒所能達到的精度約為 0.5 ns。DPN 類似伽利略衛星所使用的 binary offset carrier (BOC)信號，而副載波使用弦波取代方波。

DPN 使用每個展頻碼的碼速為 204.6 kcps，副載波頻率為 10 MHz，所使用的頻寬達 31.7MHz。本實驗室除了提供地面站設備及氫原子鐘信號等支援，同時也參與 DPN 設備控制參數設計、資料處理及交換等合作研究。2011 年初分析 DPN 傳時比對的數據，與 GPS PPP 的傳時比對成果相互比較，DPN 傳時比對的穩定度可與世界上最精準的 GPS PPP 相當，此結果在 2011 IFCS-EFTF 會議發表後受到全場矚目，皆肯定實驗的結果及看好未來的發展。2012 年主要使用 DPN 傳時比對的結果，來探討傳時周日變化的原因，以期達到高精密度、高準確度的傳時比對技術。

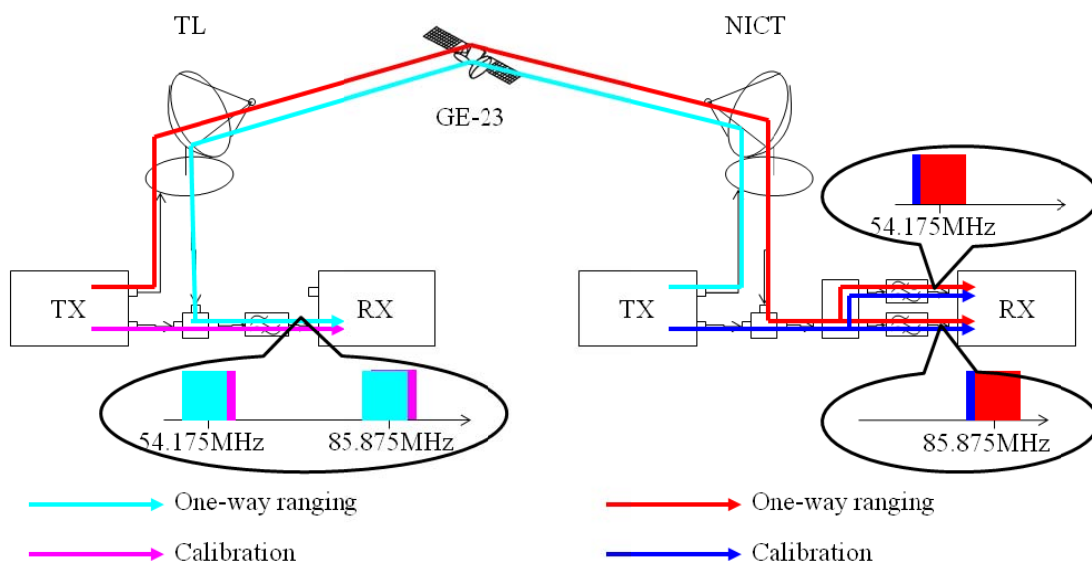


圖 2-13、2012 年 DPN 鏈路架構圖，包含地面站設備、衛星轉頻器以及 DPN

本實驗室 TL 以及日本 NICT 實驗室皆使用 1.8m Ku-band 碟型天線收發 DPN 信號，不同的是，日本 NICT 使用功率分配器及濾波器將 DPN 信號分為兩個單展頻碼分別解調變，而本實驗室直接將 DPN 信號解調變。

(2.2.1.3)結果

一、亞太、歐亞以及亞美衛星雙向傳時比對鏈路之維持

在亞太鏈路方面，使用亞太地區高品質的傳時數據，應用於相關的研究。如圖 2-14 顯示本實驗室與日本 NICT 經由亞美鏈路(紅色曲線)、歐亞鏈路(藍色曲線)、

亞太鏈路(紫色曲線)的實驗結果。可看出在 2012 年 3 月 27(MJD 56013)之後，亞太鏈路中斷，並於 2012 年 4 月 4 日(MJD 56021)重新連接，但重新連接後，日本 NICT 的衛星地面站出現不穩定的問題，目前對方正積極尋找原因，期望能盡快解決此問題。

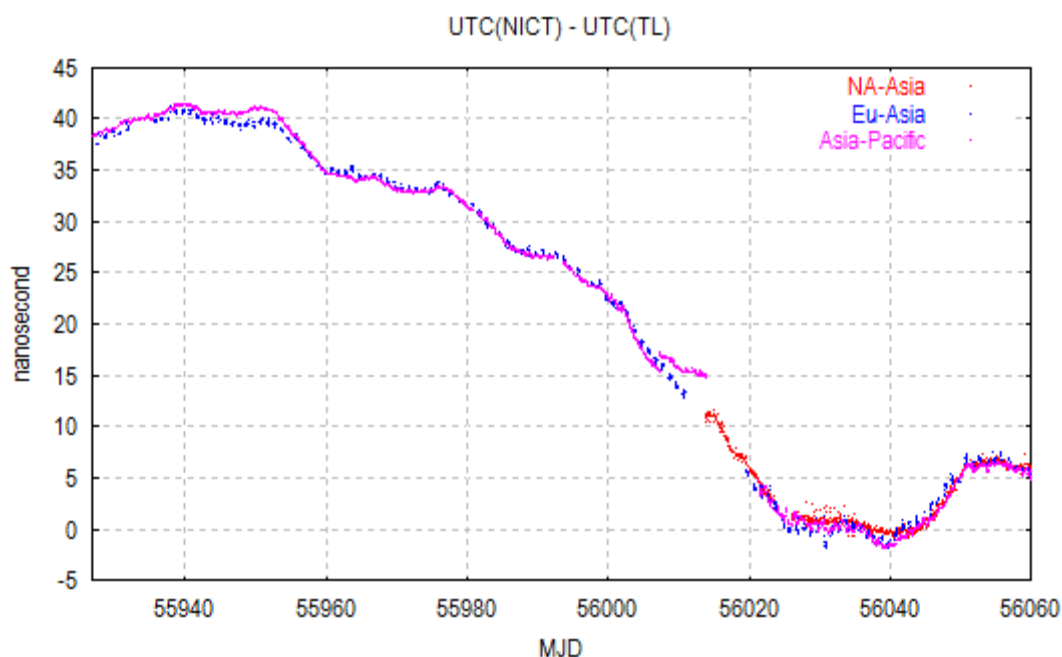


圖 2-14、2012 本實驗室(TL)與日本 NICT 衛星雙向傳時比對結果：紅色曲線、藍色曲線以及紫色曲線分別表示亞美鏈路、歐亞鏈路以及亞太鏈路結果。

表 2-2、節錄本實驗室(TL) TAI 鏈路之 TWGPPP 格式

Link	Type	uA/ns	uB/ns	Calibration Type	Calibration Dates
NICT/PTB	TWGPPP	0.3	5.0	LC(GPS P3)	2009 Jun
TL /PTB	TWGPPP	0.3	5.0	LC(GPS PPP)	2011 Dec
USNO/PTB	GPSPPP	0.3	5.0	GPS EC/GPS EC	2001 /2004 Aug

* 表 2-2 為節錄之 TWGPPP 型式，表示此鏈路結合衛星雙向傳時及 GPS PPP 兩種技術。

在歐亞鏈路方面，本實驗室與德國 PTB 之衛星雙向傳時比對鏈路從 2008 年 3 月開始，在 2010 年 2 月 IS-4 衛星失效後，2010 年 10 月迄今皆使用 AM-2 進行歐亞鏈路實驗。自 IS-4 衛星失效後，從 2010 年 10 月起迄今，歐亞鏈路使用 AM-2

衛星進行衛星傳時實驗，每日進行 10 小時實驗。2012 上半年本實驗室與德國 PTB 的傳時結果如圖 2-15 所示。由於本實驗室的 2.4 米天線轉向後，所收到的 AM-2 衛星信標信號相當良好，實驗結果也是所有歐亞鏈路參與之實驗室中，穩定度最佳者，因此於 2011 年 12 月，此鏈路已被 BIPM 接受為 TAI 鏈路。

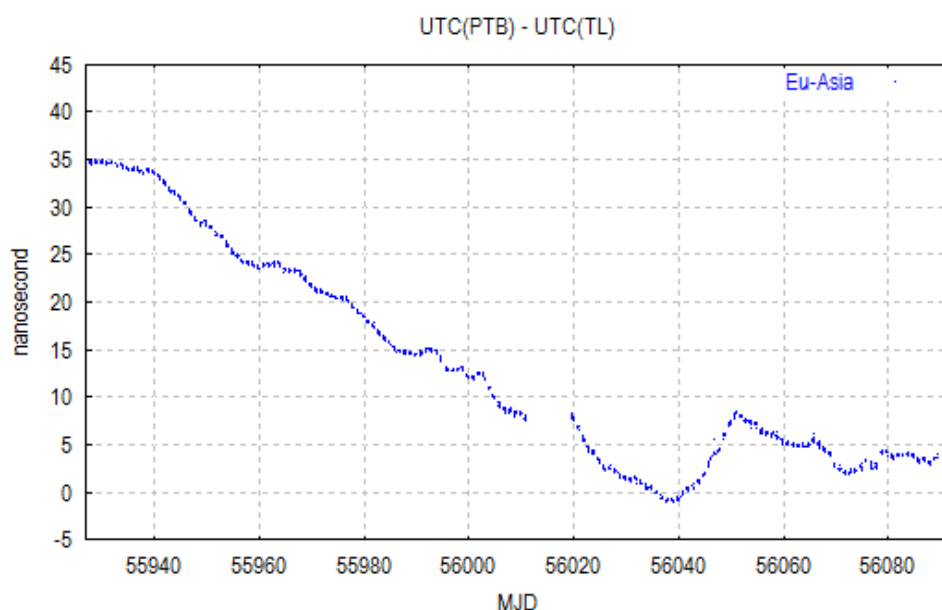


圖 2-15、2012 本實驗室(TL)與德國 PTB 經由歐亞鏈路衛星雙向傳時比對結果。
此鏈路於 2011 年 12 月正式成為 TAI 鏈路。

在亞美鏈路方面，於 2012 年 3 月 27 日(MJD 56013)起在日本 NICT 的協助下建立，可即時與美國 USNO 直接比對。但是，由於需經過夏威夷 KPGO 中繼，因此其量測不確定性(A 類不確定度)較直接鏈路來的差。在各位同仁努力配合之下，建立鏈路後三個月內本實驗室與美國 USNO 的時刻差皆保持在 ± 10 奈秒以內。

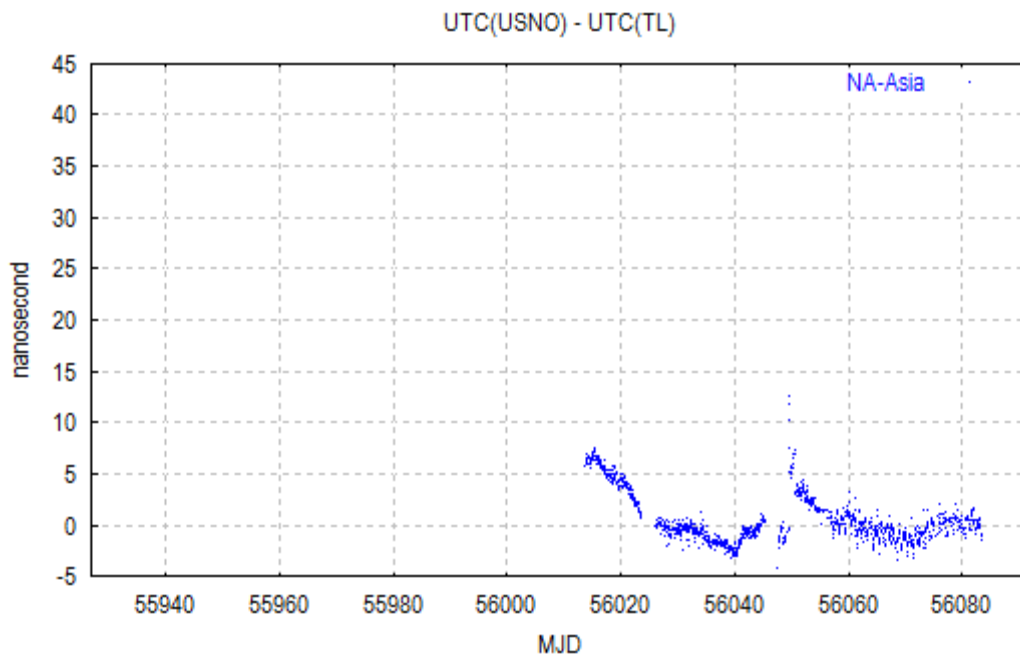


圖 2-16、2012 年本實驗室(TL)與美國 USNO 經由亞美鏈路衛星雙向傳時比對結果。此鏈路於 2012 年 3 月 27 日(MJD 56013)開始建立。

二、雙展頻碼衛星雙向傳時比對鏈路分析

本實驗室與日本 NICT 合作，在 2011 年 IFCS-EFTF 大會上，發表新一代雙展頻碼(DPN)衛星雙向傳時實驗的數據，此實驗已經在 2010 年陸續克服許多問題，諸如電源雜訊、雨衰，及設備開關導致時刻差不連續的問題，並在 2010 年底的實驗得到相當高效能之結果：我們希望先能有好的穩定度，再來追求準確度，前者仰賴先進的技術降低通訊頻道中的雜訊，後者則透過校正(calibration)來達到。在平均時間為一小時的情況下，DPN 技術的穩定度(Modified Allan Deviation, MDEV)為 $2.0E-15$ ，而例行的雙向傳時為 $1.3E-14$ ，這表示 DPN 技術的穩定度較佳。我們可以進一步解釋說，DPN 技術使用 31.7MHz 的頻寬，相較於例行雙向傳時的 2.5MHz，可大幅濾除某部分衛星通訊技術所引進的雜訊成份，所以得到短期穩定度較佳的結果。至於長期穩定度(平均時間超過一天)，取決於各實驗室維持標準時間頻率的品質(例如原子鐘飄移、校調標準時間的演算法等)。

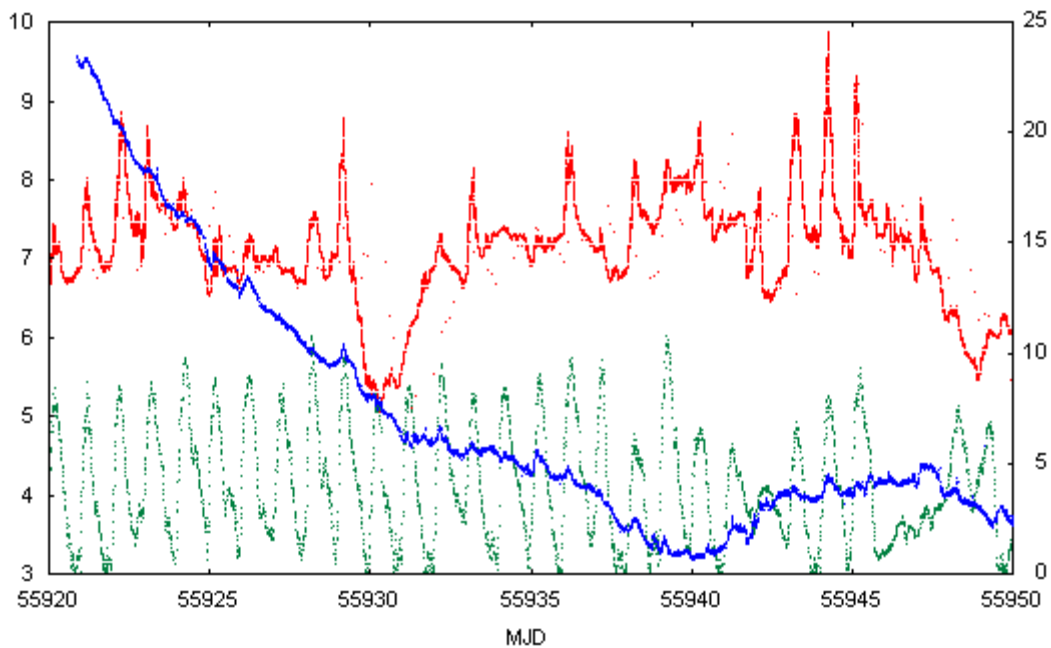


圖 2-17、2012 年 DPN 傳時比對結果與室外溫度比較圖

藍色曲線表示 DPN 結果 $UTC(TL) - UTC(NICT)$ ，縱軸對應左邊刻度，單位為奈秒(ns)；紅色取線與綠色取線各表示本實驗室與日本 NICT 的室外溫度，縱軸對應右邊刻度，單位為攝氏度(室外)。

在 2012 年，我們試著使用 DPN 技術，來探討周日變化的原因：圖 2.17 為 DPN 傳時比對結果 $UTC(TL) - UTC(NICT)$ ，與室外溫度比較圖，可看出傳時比對結果的周日變化時有時無，並且程度忽大忽小。日本 NICT 的戶外的每日溫度變化約為 ± 5 戶，而本實驗室約為 ± 3 而，雖然日本 NICT 的溫度變化較大，但日變化比較固定出現，相較於本實驗室的戶外溫度變化較小，但日變化則不固定出現，並且本實驗室戶外溫度變化較大時，相對地傳時比對結果也會出現較大的變化。由於日本 NICT 的升降頻器至於室內恆溫，而本實驗室經費，不許可無法購置室內型的升降頻器，因此推論當溫度變化時，升降頻器造成的路徑不對稱會導致傳時比對周日變化。

(2.2.1.4)應用及效益

最精確可靠的傳時技術：衛星雙向傳時能夠提供的極佳的比對精度，可以確保國家時間與國際標準的一致性，也可以作為其它比對方法的參考依據。衛星雙向傳時技術在過去幾年，除了比對鏈路的增加外，精確度亦有大幅的進步。相

較過去幾年，我們關心的是奈秒級的影響因素；而目前對於百皮秒等級的影響因素已是錙銖必較。技術方面，藉由持續參與相關技術討論並在重要期刊上發表結果，101 年度已完成技術報告「使用雙頻電碼進行首次衛星雙向傳時國際比對之探討報告」一篇，並發表有 SCI 期刊論文 3 篇，以及 EI 會議論文兩篇，研究成果豐碩。本實驗室目前已成為活躍於亞太與歐美社群的重要實驗室，我們在衛星雙向傳時技術上的經驗與意見，也愈能受到國際上的重視。展望未來，我們計劃透過夏威夷衛星地面站建立亞、美衛星雙向傳時鏈路計畫，並持續在新技術的發展上貢獻心力。

最直接的國際合作關係：衛星雙向傳時實驗的進行，包括費用的分攤、實驗的聯繫及操作，及數據的交換與發表，都必須透過雙方的溝通合作才能達成目的，也因此容易與合作夥伴建立深厚的友誼。近幾年來本實驗室透過合作向歐、美、日等先進實驗室，學習到許多經驗，實為技術能力大幅進步的主因。

(2.2.1.5)未來工作重點

使用精密度更高的下一代衛星雙向傳時技術，是本實驗的重要目標。本實驗室與日本 NICT 合作將進行改善雙展頻碼衛星雙向傳時技術，由於該技術每秒精度可達 50 皮秒，可望進一步提升雙向傳時的精度，並可藉由高精度的時間觀測，檢驗目前的物理現象與基礎理論。此外我們也嘗試探討大氣層所帶來的影響，來進一步尋找衛星雙向傳時的關鍵不穩定來源，將可做進一步提升短期穩定度，並且降低周日變化的問題。針對現有的傳時數據機及升降頻器，我們將持續分析其特性，研究接收延遲以及儀器不確定度等因素，以期進一步改善傳時比對數據的精度。

(三) 標準時頻傳遞

(3.1) 標準時間同步服務運轉

(3.1.1) 目的

繼續維持各項時間同步服務以服務國人，以達成國內時頻標準一致的目標。

(3.1.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

- (a) 持續維持撥接式電腦校時及網際網路電腦校時系統，以提供優良品質的電腦校時服務，滿足國內電腦設備自動化校時之需求。
- (b) 維持廣播電視專用校時服務，以提供優良品質的廣播電視專用校時服務，滿足國內廣播電視業者校時需求。
- (c) 繼續提供標準時間信號，以維持經濟部及標準檢驗局辦公大樓國家標準時間之顯示看板。
- (d) 維持時間源比較系統正常運作，提供正確，不中斷之服務品質。本系統同時接受三個時間源，並即時互相比較，選擇出至少同時有兩個信息完全相同者，作為校時服務系統之時間來源，以確保送出去的信息是絕對正確。

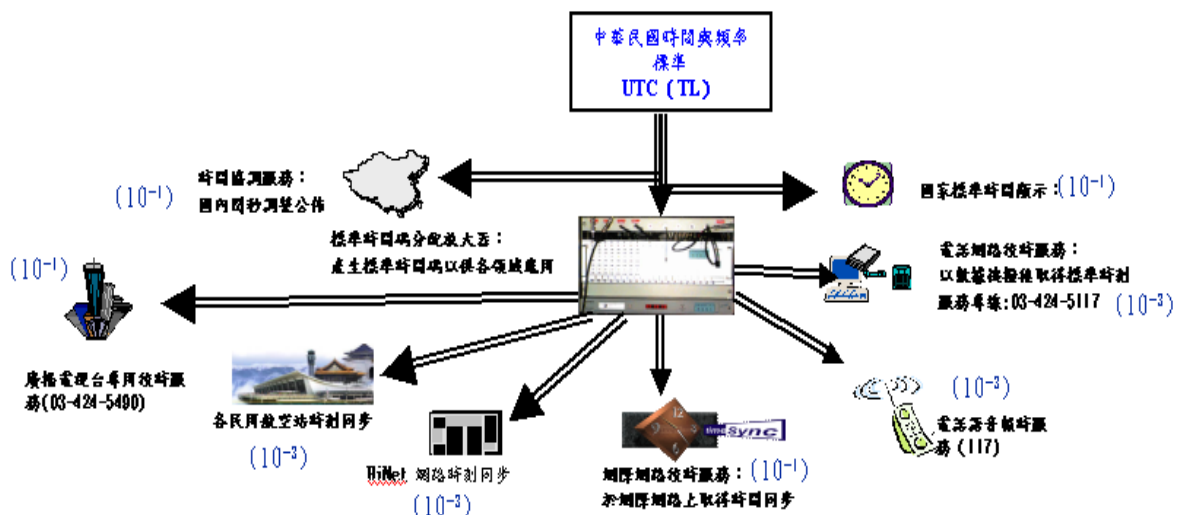


圖 3-1、國家標準時間同步服務示意圖

(3.1.3) 成果

提供多項校時服務，如：撥接式電腦校時系統、網際網路校時服務等。服

務範圍除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在全球及大陸地區之台商及機構等亦多所連結。

(3.1.4) 應用與效益

本實驗室提供多項校時服務，如：撥接式電腦校時系統、網際網路校時服務等。服務範圍除涵蓋台灣地區之公、私立機關、學校、銀行、公司行號外，甚至在全球及大陸地區之台商及研究機構等亦多所連結。此時間同步服務的需求量與日俱增，例如：本實驗室提供標準信號源供 117 報時系統使用，簡化人工調校作業手續，而網際網路校時服務自 87 年 6 月正式對外開放至今，每日服務量約兩千萬次。

(3.1.5) 未來工作重點

繼續維持各項優質的時間同步服務，滿足各界追溯標準時間的需求；並進行新技術之建立與服務(如低頻時頻廣播等)，提供社會大眾更精準、便利的標準時頻信號。

(3.1.6) 自評與建議

由於同仁過去長期的努力，開發出多項方便實用的時間同步服務，其服務範圍廣泛而影響深遠。然而時間就如同空氣一般，平時感覺不到它的存在，狀況出現時才體會到它不可或缺；在此情況下，標準時間服務的提供往往被視為簡單而理所當然，不僅造成維持服務的績效無法彰顯，甚至資源的投入也被誤以為多餘。我們認為服務的建立與維持是工作責任的擴大與延續，而這些確實有利於日用民生的服務，應該受得到充分的肯定與持續的支持。

(3.2)網際網路校時(NTP)及網站(WEB)服務

(3.2.1)國家標準時頻服務

(3.2.1.1)達成項目

網際網路校時(NTP)及網站(WEB)服務維運現況及分析

(3.2.1.2)執行內容(執行期間：101.01~101.12)

為提供一般民眾所需的標準時刻，本實驗室於民國 87 年 6 月起，正式對外提供網際網路校時(Network Time Protocol, NTP)服務，透過 NTP 網際網路校時，提供電腦與資訊設備自動定期校時服務。NTP 屬於網路架構之應用層，其校時原理為計算網路上封包(Packet)的往返延遲(Round Trip Delay)，估算終端設備時間與國家標準時間之差值，作為修正依據。由於網際網路的普及，NTP 已成為一準確且便利的校時方法，NTP 網路校時準確且便利，每天服務量超過 900 萬次以上。

為宣揚國家標準時間、提供一般民眾所需的時頻觀念以及校正經費及項目等，本實驗室提供網站(WEB)服務，將本實驗室資源匯整上網供民眾閱覽，並且提供電子郵件信箱，作為與民眾溝通的橋樑。

(3.2.1.3)結果

為提供 NTP 服務，本實驗室維持一路 4M 光纖網路、一路 2M 光纖網路、兩部原級 NTP 伺服器以及五部網路伺服器。首先這兩部原級 NTP 伺服器將標準時間訊號(目前有 IRIG-B、1PPS 以及 10MHz 等)轉換為 NTP 封包，透過同步五部網路伺服器之後，將網路伺服器的 Domain Name 公告於民眾，使民眾能透過 NTP 客戶端軟體(NTPClient)連上網路伺服器，進行設備同步。圖 3-2 表示 101 年度 NTP 服務的使用程度，可發現使用程度每日約 2~3.4 億次。

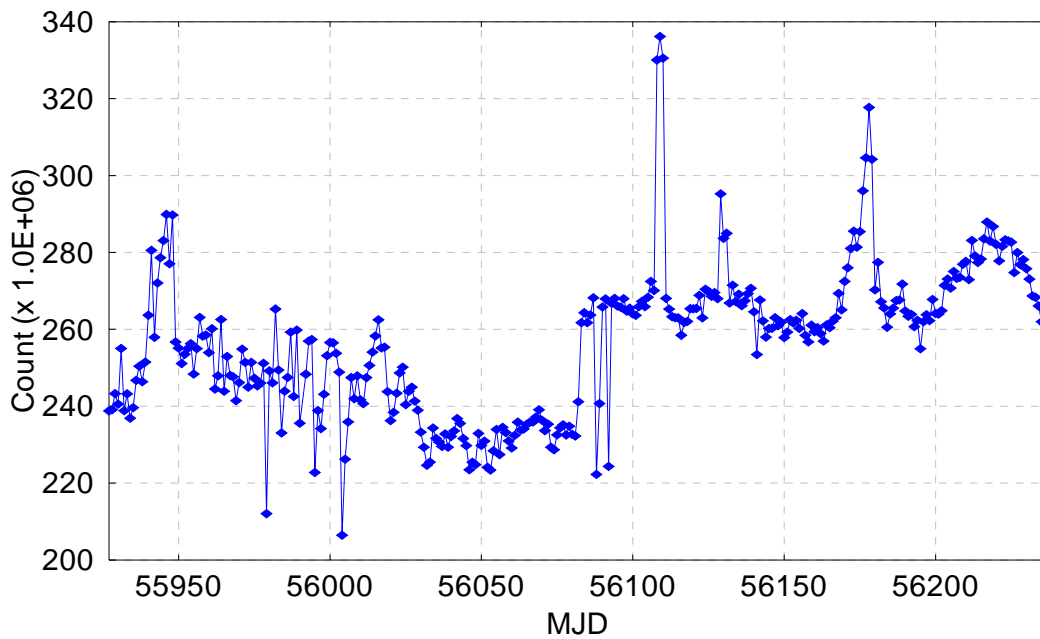


圖 3-2、101 年度網際網路校時(NTP)服務每日次數統計，可達約 2~3.4 億次。

由於網際網路的普及，原本提供 WEB 服務之 512k ADSL 其速率已不敷使用，本實驗室乃於 100 年申請一路聯外 4M 光纖網路，並於 101 年 3 月 7 日進行域名 (Domain Name) 異動。目前 WEB 服務已為 4M 光纖網路，圖 3-3 表示 101 年度 WEB 服務數據傳輸量，每日約 1.5~3.5GB，並且於 101 年 3 月 7 日(MJD 55993) 更換 4M 光纖網路後，數據傳輸量明顯提高；每日上線人數則約為 300~400 人。

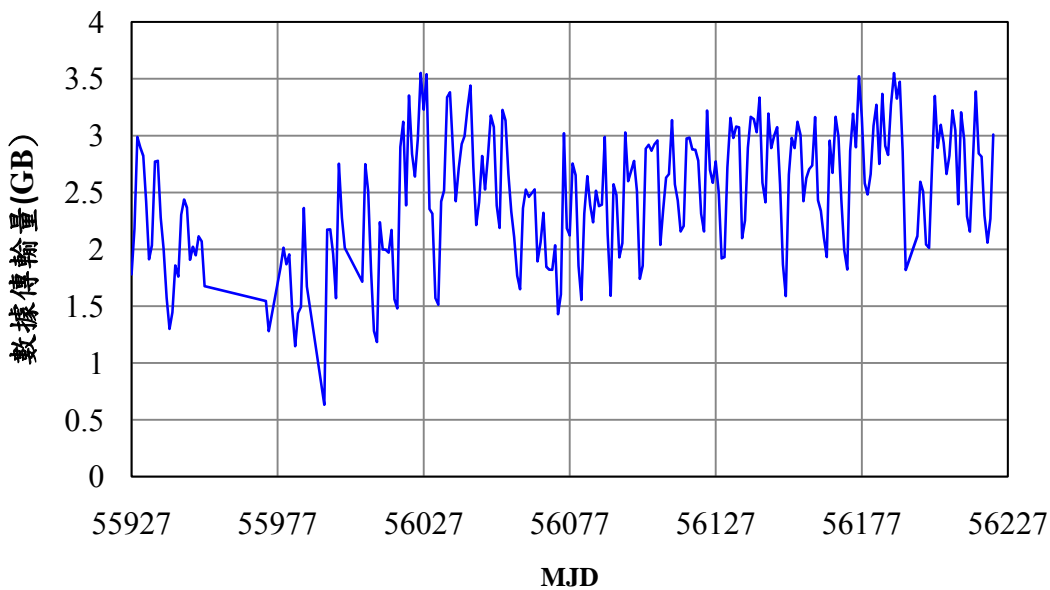


圖 3-3、本年度網站(WEB)服務每日數據傳輸量，每日約 1.5~3.5GB。

(3.2.1.4)應用及效益

NTP 服務應用範圍甚廣，若無 NTP 服務則民眾需仰賴國外伺服器方能查詢標準時間，但由於連上國外 NTP 伺服器不僅需要經過更長的封包傳輸路徑，導致對稱性降低，並且偶爾會發生路徑過長，導致封包到達存活時間而消失的情形，因此藉由國外 NTP 伺服器來校時極不方便，而本實驗室提供 NTP 服務將避免以上情形發生，使民眾方便且快速地查詢國家標準時間，目前民眾在許多場合已廣泛使用 NTP 服務，每日對時需求可達 2 億次。

再者，由於本實驗室提供 WEB 服務，每日約 300 人次上站，因此可建立與民眾之間的溝通管道，並了解民眾在什麼情況下，如何來同步標準時間。藉此，本實驗室可將民眾寶貴的建議納入未來發展重點，以期未來提供民眾更好的時間頻率同步服務。

(3.2.1.5)未來工作重點

由於網路普及，NTP 以及 WEB 服務與民眾生活息息相關。未來將定期監看訊務流量，作為提升網路速度之依據，並且進行故障排除，以期達到便民之目的。

(3.3) 本實驗室順利通過 TAF「能力試驗執行機構」及「時頻校正實驗室」兩項監督評鑑

(3.3.1) 達成項目

通過實驗室 TAF「能力試驗執行機構」之監督評鑑案

通過實驗室 TAF「時頻校正實驗室」之監督評鑑案

(3.3.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

近年來，全國認證基金會(TAF)基於校正實驗室與檢驗機構認證等作業之能力試驗需求，及因應國際認證趨勢，依據國際實驗室認證聯盟文件 ILAC G13 與 TAF 因認證考量所加入的特定要求，於 2008 年制定能力試驗執行機構認證規範，並積極推動相關業務。本實驗室亦配合 TAF 推動能力試驗執行機構認證業務，於 2009 年度首次通過 TAF 之能力試驗執行機構評鑑，成為國內第五家通過本項評鑑之實驗室。其後持續進行相關品質制度之維持，使舉辦之能力試驗活動更具公信力。

為因應國際認證規範由 ILAC G13 及 ISO/IEC Guide 43 轉換為 ISO/IEC 17043:2010，TAF 於 2011 年 6 月公告認可之執行機構需以 ISO/IEC 17043 為能力試驗執行機構認證規範，以提供認證服務。並要求已認可機構請於 2012 年 6 月 30 日前完成符合 ISO/IEC 17043 管理及技術要求之作業。為使認可執行機構完成證書轉換，TAF 乃安排監督評鑑活動，透過評鑑作業及認證決定之確認，完成證書中認證規範之轉換。以期於 2012 年 12 月 31 日前須完成所有認可執行機構之轉換。

此外，為因應本院 7 月改制之名稱異動，及確保校正實驗室持續滿足 ISO 17025 規範之要求，TAF 另安排於 7 月 30 日來本院進行校正實驗室之監督評鑑。

(3.3.3) 結果

本實驗室自去年陸續進行品質制度調整與文件修訂，並於今年 4 月 26 日接受 TAF 之「能力試驗執行機構」監督評鑑，以無缺失順利通過，符合之認證規範順利轉換至 ISO/IEC17043。7 月之校正實驗室監督評鑑亦已「無缺

失」順利通過，持續維持認證資格。

(3.3.4) 應用及效益

國家時頻標準校正實驗室是國內時頻校正追溯的龍頭。持續符合認證規範的要求，可確保時頻校正之追溯鏈健全無虞。而舉辦能力試驗活動，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，是本實驗室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，已陸續舉辦三屆的頻率量測及兩屆轉速計校正之能力試驗活動。

現配合TAF的規劃，進行籌備調整並通過能力試驗執行機構認證，使未來本實驗室所舉辦的能力試驗活動更有具公信力，並有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，進而符合認證規範的需求。

(3.3.5) 未來工作重點

積極籌備評鑑相關事務，以期能持續通過校正實驗室及能力試驗執行機構之評鑑案。後續亦將繼續舉辦能力試驗活動，滿足國內校正實驗室之認證需求。

(3.3.6) 自評與建議

配合 TAF 規劃及要求，籌備並通過「校正實驗室」及「能力試驗執行機構」認證，可確保本實驗室所建立時頻追溯鏈的完整健全，對未來舉辦的能力試驗活動更有具公信力，有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，進而符合認證規範的需求。



圖 3-4、TAF 認證經理進行「能力試驗執行機構」之現場。

(3.4) 舉辦第四屆頻率量測能力試驗活動

(3.4.1) 達成項目

舉辦第四屆頻率量測能力試驗說明會(101.05)

舉辦第四屆頻率量測能力試驗總結會議(101.09)

(3.4.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

為配合 ISO17025 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(101)年舉辦「第四屆頻率量測能力試驗活動」，提供國內之時頻實驗室校正能力驗證的機會，進而健全全國時頻追溯體系。活動對象包括 TAF 已認證、申請中及其他有興趣參與之實驗室。

活動進行方式是由本實驗室將待測件及一套完整的校正系統依序運送至參加實驗室。在各實驗室進行待測件量測期間，本校正系統亦同時進行量測，此兩組實驗之結果即可進行比對分析。待所有參加實驗室都完成量測後，將總結各組實驗結果，完成總結報告。

(3.4.3) 現況

我們於 5 月 16 日在本所 D105 會議室完成舉辦能力試驗說明會，來賓則包括來自 13 家實驗室的二十餘位代表。參加家數略少，主要是在今年初，有許多實驗室已先行申請本實驗室之量測稽核服務。

在說明會中，我們針對活動進行方式、技術要求及量測結果評估方法等，向參加實驗室說明並進行雙向溝通討論，最後並依據各實驗室所提適合的時間，安排現場量測的先後順序。本次能力試驗說明會之舉辦及會後的實驗室參觀活動，亦為配合標檢局之 520 世界計量日系列活動之項目。

接下來自 6 月初至 7 月底將安排每週赴兩家以上實驗室進行現場量測。為維持頻率參考標準器的電源不中斷以確保量測之可靠性，現場量測的相關設備(包括銫原子鐘與不斷電設備、時間間隔計數器、待測件 Counter 及數據記錄設備等)均由實驗室同仁親自擔任運送與量測的重任。出發前及返回後還需進行標準件的性能量測，過程相當十分辛苦。最後於量測工作依序完成之後，我們亦彙集量測資料進行分析比對，以評估各家實驗室的校正能力。整體活動在 9 月 28 日的總結會議舉辦之後圓滿落幕。



圖 3-5 TAF 楊植雄經理和各實驗室代表出席說明會之現場

(3.4.4) 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，已陸續舉辦三屆的頻率量測能力試驗活動。

本年度規劃及籌備第四屆頻率量測能力試驗活動，有助於滿足產業界參與公正、客觀、獨立的能力比對，符合認證規範的需求，進而延續認證資格並提昇產業的競爭力。

(3.4.5) 未來工作重點

持續舉辦能力試驗活動，滿足國內校正實驗室之認證需求，加強精密量測技術之輔導與落實，以提昇國內校正技術水準。

(3.4.6) 自評與建議

持續參與評鑑、維持標準件校正服務和舉辦能力試驗活動，是健全我國時頻追溯體系及滿足國際相互認可的方法，亦是國家標準實驗室責無旁貸的義務。國家標準實驗室之主要任務為標準之追溯、維持及傳遞。本實驗室所維持之國家時頻標準，長期追溯國際度量衡局(BIPM)之國際標準，並提供國內業界作為量測校正之追溯源。除了提供時頻校正服務外，近年來本實驗室配合 TAF 作業，更積極推動國內之實驗室認證制度，提供合格的評審員，實地參與實驗室評鑑工作，將國際品質制度的規範要求落實於國內次級實驗室中。在提昇校正技術及取得國際相互認可等方面，都有很大的助益。

3.5 標準時間推廣作業說明

(3.5.1) 達成項目：

進行國家標準時間支持續推廣作業。

(3.5.2) 執行內容：**(101.01~101.12)**

對於大眾的生活來說，時間是一種「約定的指標」，每個人從起床開始的一天活動都離不開時間所規範的次序，舉凡生活起居、交通運輸、商務交易等種種活動都深受影響。為進一步推廣國家標準時間，並提升國家時間與頻率標準實驗室科技形象，乃進行標準時間之推廣。目前國家時間與頻率標準實驗室所提供之標準時間服務，主要是提供用戶端數位時鐘同步於國家標準時間之應用。為了使數位時鐘顯示之時間能與國家標準時間同步，實驗室透過網路取得 NTP 時間，並自行開發校時程式且透過 RS-422 介面將國家標準時間信號傳遞至各個子鐘。

本年度國家標準時間已推廣至多處機關，如台北承德路標準檢驗局、中華電信**學院**等。

(3.5.3) 結果

本年度國家標準時間推廣新增設二處地點，分別為台北承德路標準檢驗局、中華電信**學院**。由國家時間與頻率標準實驗室提供標準時間信號供各處標準時鐘使用，目前兩處地點皆使用一部標準時間母鐘進行子鐘時間校時。新增設兩處之標準時鐘皆取得標準時間，與國家標準時間誤差在 200ms 以內，並於時鐘上標註國家標準時間字樣(如下圖所示)，大大提升國家時間與頻率標準實驗室形象。



標檢局七組一樓大廳



標檢局七組二樓會議室 2



校時程式母鐘



中華電信訓練所

(3.5.4)應用及效益

目前國家標準時間與頻率實驗室於中華電信研究院、中華電信學院、標準檢驗局及經濟部皆有設置一些數位時鐘並成功地將其同步於國家標準時間。根據現有的技術及其程式介面操作的靈活性，國家標準時間與頻率實驗室可將此技術推廣至各企業、學校機關、或車站等等，使國內廣大民眾能方便獲取準確時間。

(3.5.5)自評與建議

經上述討論得知，目前獲取標準時間的主要方式有 117 報時系統、電話網路電腦校時及網路校時(NTP)服務。而上述提供時間碼的方式是透過一台 PC 及一張 RS-422 介面卡搭配時間碼輸出程式以電話跳線進行數位時鐘時間同步控制，配合且其人性化之校時介面將使得推廣上更加容易。

(4.1.1) 低頻展示平台標準時間源追溯

(4.1.1.1) 達成項目

低頻展示平台標準時間源追溯技術報告

(4.1.1.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

低頻無線時頻傳播系統結合高精度的國家標準時間，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間。民眾藉由日常生活之電波鐘及電波錶，即可隨時隨地接收國家標準時間。低頻無線時頻傳播系統利用長波電波，單一平台廣播半徑可達 500 公里。結合低頻時頻技術與有線時頻技術，可減少有線時頻接收裝置建置的麻煩，並可方便地提供偏遠地區時頻服務。本計畫在桃園縣建置完成一座低頻展示平台以進行各式各樣低頻服務的推廣與驗證活動。

本計畫於桃園縣龜山鄉中華電信壽山岩機房站址建置低頻展示平台，規劃涵蓋半徑範圍約 25 公里(訊號強度 50 dB 園縣龜山以上)，如圖 4-1 所示，包含大台北都會區與大桃園都會區；主要用途為單向廣播標準時頻訊號以及試驗相關低頻民生應用，時間同步可優於 100 微秒(秒 0 及)。低頻展示平台系統架構如圖 4-2 所示，相關設備包括天線、天線匹配子系統、發射機子系統、時頻信號產生設備、公共民生服務資訊伺服器及國家標準時間信號等。本項工作重點即透過適當的標準時間源追溯技術校準時頻信號產生設備，以符合國家標準時間的水準。

時頻信號產生設備輸出時間碼格式為本院自主研發，委由德國 Meinberg 公司製造，型號為 GEN170CHT。前視圖如圖 4-3 可分為電源供應、GPS170(接收 GPS 訊號以產生標準時間信號)、GEN170(接收標準時間信號以產生 77.5kHz 載波與低頻時間碼)與 5MHz/10MHz 頻率轉換器等四大部分。時頻信號產生設備後視圖如圖 4-4。圖 4-4 中的藍圈 1 為電源線輸入端，藍圈 2~5 為 GPS170 之其他介面。圖 4-4 中的藍圈 6 是 GPS170 輸出時間信號的主要介面，包括有兩個 PPS(Pulse Per Second)與一個 10MHz 輸出訊號。在低頻展示平台尚未直接追溯國家標準時間源之前，本計畫將藍圈 6 的 GPS170 時間信號接至藍圈 7，如圖 4-4 中橫向虛線。藍圈 7 即為時頻信號產生設備接收外部標準時間信號之重要輸入介面。外部標準時間信號包含 PPS 與 10MHz 兩路信號，國家標準時間信號須以 PPS 與 10MHz 的方式輸入。考慮到頻率信號除了常用的 10MHz 外，也可能有 5MHz 的情況。如藍圈 8，時頻信號產生設備也配有 5MHz/10MHz 頻率轉換器，

以支援標準時間信號只有 5MHz 頻率信號的情況。藍圈 9 為 RS232 介面，時頻信號產生設備用以接收公共民生服務資訊伺服器傳來的公共民生服務資訊。藍圈 10 為時頻信號產生設備低頻時間碼輸出介面。藍圈 11 則為時頻信號產生設備 PPS 與 10MHz 輸出介面，其中 PPS 輸出介面由於目前無需要，已被設定為 77.5kHz 輸出介面。

圖 4-5 為時頻信號產生設備與周邊設備連接實體圖，左上方與左下方的訊號線分別輸出穩定的 77.5kHz 載波信號與低頻時間碼至發射機。紅框標示的 COM0 接收公共民生服務資訊伺服器輸出的公共民生資訊位元流，而紅框右邊的兩條線分別接至 GPS 時間源的 10MHz 與 PPS 輸出。

由上所述可以知道，低頻展示平台外部標準時間信號輸入介面為 PPS 與 10MHz 頻率源，因此只要將國家標準時間信號以 PPS 與 10MHz 頻率源的方式接至低頻展示平台，低頻展示平台即可追溯國家標準時間。由於時頻信號產生設備本身包含外部時間源 GPS，所以在 PPS/10MHz 介面事先已經充分設計，不會有電壓準位與波形的問題。在時頻信號產生設備要與國家時間信號整合的時候，便需要特別留意 PPS/10MHz 介面的問題。需要特別注意的是時頻信號產生設備 PPS/10MHz 的接頭均為 N-type 母頭，若國家時間信號是以 BNC 接頭輸出則需要有相應的轉接頭。

PPS/10MHz 的電氣信號輸入特性整理如表 4-1。為了保護時頻信號產生設備，若發現國家時間信號產生的 PPS/10MHz 準位與時頻信號產生設備輸入特性不符時，須搭配必要的信號準位轉換設備以避免時頻信號產生設備受損。



圖 4-1：低頻展示平台涵蓋範圍示意圖

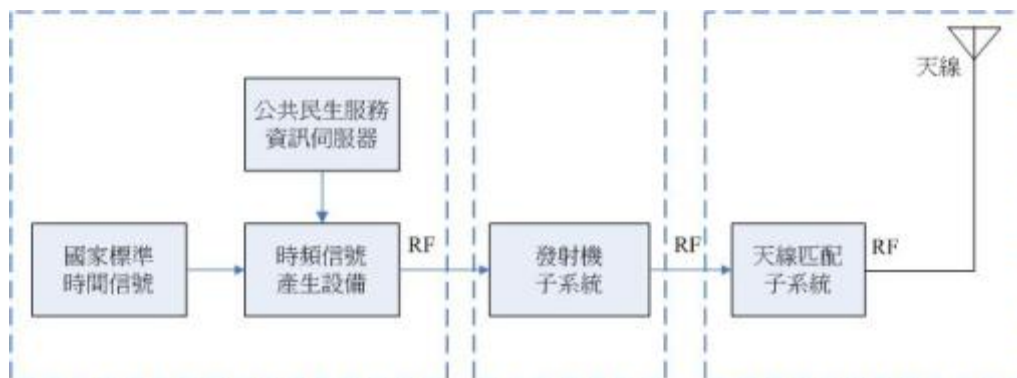
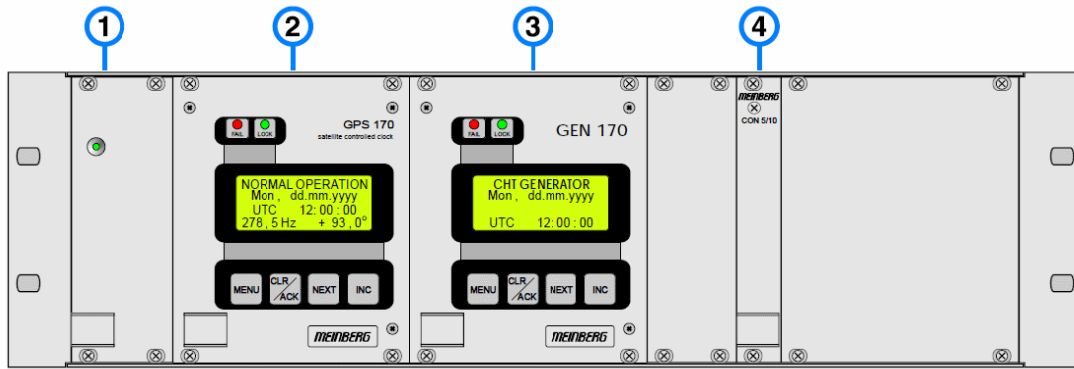


圖 4-2：低頻展示平台系統架構圖



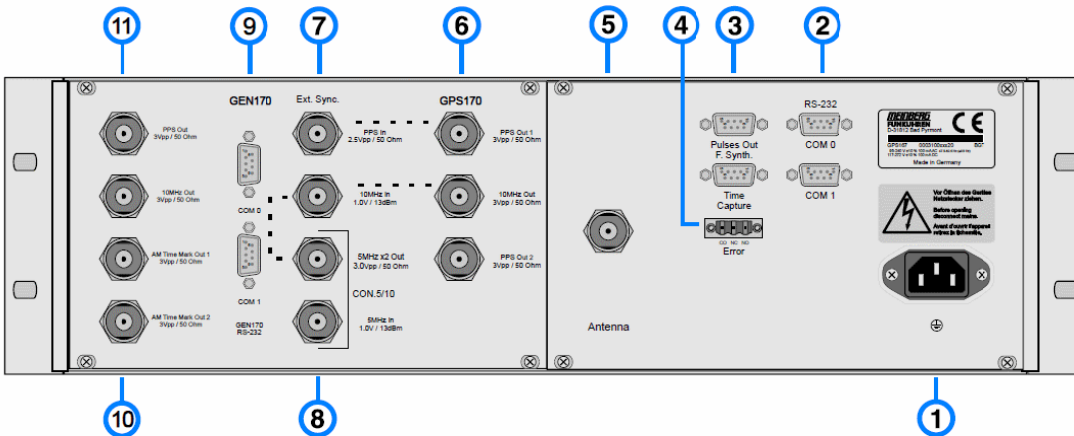
ENGLISH

1. Power supply (technical details)
2. GPS170 system:
 - LC Display, 4 x 16 characters
 - Function buttons: Menu, Ck/Ack, Next, Inc
 - Status LEDs: Fail, Lock
3. GEN170CHT:
 - LC Display, 4 x 16 characters
 - Function buttons: Menu, Ck/Ack, Next, Inc
 - Status LEDs: Fail, Lock
4. CON 5/10, Converter 5MHz to 10MHz

DEUTSCH

1. Netzteil (siehe technische Daten)
2. GPS170 System:
 - LC Display, 4 x 16 Zeichen
 - Funktionstasten: Menu, Ck/Ack, Next, Inc
 - Status LED: Fail, Lock
3. GEN170CHT:
 - LC Display 4 x 16 Zeichen
 - Funktionstasten: Menu, Ck/Ack, Next, Inc
 - Status LED: Fail, Lock
4. CON 5/10, Converter 5MHz auf 10MHz

圖 4-3：時頻信號產生設備前視圖



ENGLISH

1. Power supply connector (see chapter power supply)
2. GPS170 Serial COM0 / COM1 Port, RS232 9pin. D-SUB connector
3. GPS170 Pulses output (F.Synth) / Time Capture, 9pin. D-SUB
4. GPS170 Time Sync Error, relay output
5. GPS Antenna, type N connector
6. GPS170 PPS Out 1, PPS Out 2, 10MHz outputs, type N connector
7. GEN170 PPS In, 10MHz in, input, type N connector
8. Converter 5MHz x 2 Out (output), 5MHz In (input), type N connector
9. GEN 170 Serial COM0 / COM1 Port, RS232 9pin. D-SUB connector
10. GEN170 AM Time Mark 1 / 2 output, type N connector

DEUTSCH

1. Stromversorgungseingang (siehe Abschnitt Netzteile)
2. GPS170 Serielle Schnittstelle COM0/COM1, D-SUB 9pol. (GPS170)
3. GPS170 Impulsausgang F.Synth. / Time Capture, D-SUB 9pol.
4. GPS170 Stormelderelausgang
5. GPS Antenne
6. GPS170 PPS Out1, PPS Out2, 10MHz Out, N-Norm Buchse
7. GEN170 PPS In, 10MHz In, N-Norm Buchse
8. Converter 5MHz x 2 Out (Ausgang), 5MHz In (Eingang), N-Norm Buchse
9. GEN170 Serielle Schnittstelle COM0/COM1, D-SUB 9pol. (GEN170)
10. GEN170 AM Time Mark 1 / 2 Ausgang, N-Norm Buchse

圖 4-4：時頻信號產生設備後視圖

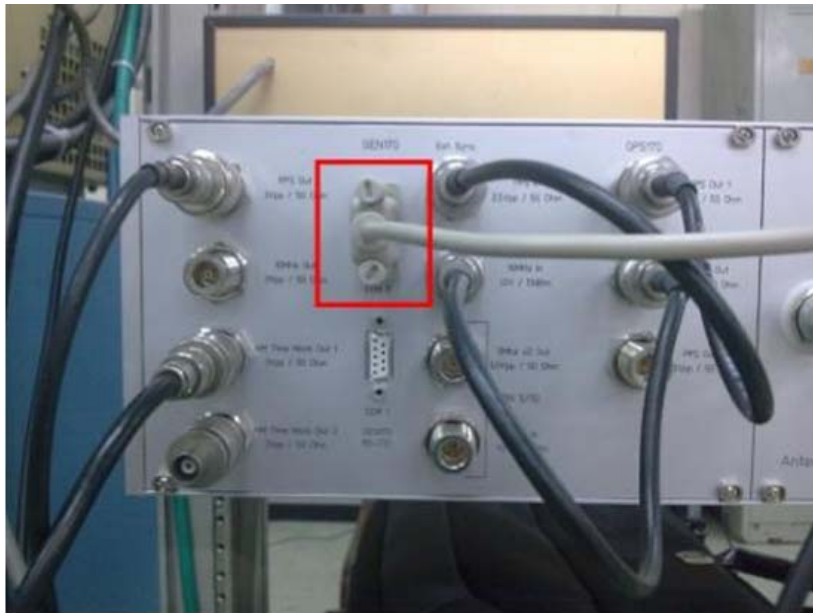


圖 4-5：時頻信號產生設備與周邊設備連接實體圖

表 4-1：時頻信號產生設備 PPS/10MHz 的電氣信號輸入特性

	振幅大小	阻抗	波形
PPS	2.5Vpp	50Ω	Pulse, Leading Edge
10MHz	3Vpp	50Ω	Sine Wave

(4.1.1.3)結果

低頻展示平台標準時間源追溯採用電話專線校時方法，電話專線校時在國家時間與頻率標準實驗室(A點)與低頻展示平台站址壽山岩機房(B點)兩點間建立電話專線，並在壽山岩機房安置校時設備接收國家標準時間之 IRIG-B 碼，以進行低頻展示平台追溯國家標準時間。由於 IRIG-B 格式為校時技術之常用時間碼格式，PPS/10MHz 亦是標準時間信號，故可輕易取得輸入 IRIG-B 輸出 PPS/10MHz 的校時設備。本次國家時間與頻率標準實驗室特別出借由 Symmetricom 公司所生產的 SyncServer S250i(以下簡稱為 S250i)，供本計畫進行相關測試實驗。

S250i 主要功能為第一階(Stratum 1)NTP Server，可支援多種時間源信號，依優先權排序為 IRIG-B、PPS 與 10MHz。亦可降級為第二階 NTP Server，以接收其他 NTP Server 傳來的時間資訊。參考 S250 的外觀如圖 4-6，S250i 相較於 S250 少了 GPS 功能。圖 4-6 前視圖(front view)最左邊是 USB 插孔，可用來進行設備軟體版本升級，也可進行設備組態的備份與回復；而 RS232 介面則是允許使用者以命令列介面(Command-Line Interface, CLI)存取設備狀態或是進行組態變更；

再來的四個燈號 Sync、Network、NTP 與 Alarm 的意義整理如表 4-2。

前視圖中的面板可顯示時間資訊、時間資訊來源與目前的工作狀態；最右邊的按鈕則可以讓使用者直接手動設定組態。後視圖中由左至右的三個 RJ-45 插座分別是 LAN1、LAN2 與 LAN3；後視圖的 RS232 是特別留給 IBM Mainframe Sysplex 系統的時間輸出；接下來的六個 BNC 母頭由左至右依續是 10MHz、PPS 與 IRIG，上排是輸入，下排是輸出；最右邊的則是電源插座(90-264 VAC, 47-63Hz) 與電源開關。設備與低頻展示平台追溯國家標準時間相關的兩個介面 10MHz 輸出與 PPS 輸出之電氣特性如表 4-3 所示。

經過前面的說明可以發現，只要將國家標準時間信號的 IRIG-B 接至 S250i 的 IRIG 輸入端，則 S250i 便可輸出 10MHz 與 PPS 信號至低頻展示平台時頻信號產生設備。本計畫申請兩路由國家時間與頻率標準實驗室到壽山岩機房低頻展示平台的電話專線，除了將國家標準時間信號的 IRIG-B 接至 S250i 的 IRIG 輸入外，如此便可將 S250i 產生的 IRIG-B 信號再傳回國家時間與頻率標準實驗室以供雙向時間比對。本計畫確認 IRIG-B 信號品質在專線經過的各個機房均能維持可辨識的水準。圖 4-7 顯示位於壽山岩機房的 S250i 與國家時間與頻率標準實驗室時間同步成功之實景圖。其中 Network 由於網路介面沒有接所以亮紅燈；因為沒有 NTP 相關資訊流，所以也沒有 NTP 燈號(熄滅)。

確認壽山岩機房到國家時間與頻率標準實驗室的電話專線無障礙後，本計畫進行追溯時間精準度的測試。國家標準時間追溯系統架構圖如圖 4-8。國家時間與頻率標準實驗室維持之國家標準時間信號 UTC(TL)(通常是 PPS 與 10MHz 的形式)連接至 master IRIG-B 產生器(generator)，經由市內電話專線傳送至壽山岩機房的 S250i，再將 S250i 產生的 IRIG-B 時間碼由另一路市內電話專線回傳至國家時間與頻率標準實驗室的時頻設備 XLi。國家時間與頻率標準實驗室使用時間間隔計數器(Time Interval Counter, TIC)來比較 UTC(TL)與 XLi 的時間差。UTC(TL)提供 TIC 運作需要的 5MHz 頻率源。TIC 比較由 UTC(TL)與 XLi 產生的 PPS 信號以輸出兩者的時間差。

UTC(TL)與壽山岩機房 IRIG-B 之間的來回時間(Round-Trip Time, RTT)包含有：

- UTC(TL)到 Master IRIG-B 產生器的延遲；
- Master IRIG-B 產生器到壽山岩機房 S250i 的線路延遲以及 S250i 的解碼

延遲；

- 壽山岩機房 S250i IRIG-B 輸出到國家時間與頻率標準實驗室 XLi 的線路延遲以及 XLi 的解碼延遲。

從約化儒略日 (Modified Julian Date, MJD)56021(即格林威治

時間 2012/4/4 00:00)至 56022.993(即格林威治時間 2012/4/5 23:50)的測試資料顯示 UTC(TL)到 Master IRIG-B 產生器的延遲的量測數據如圖 4-9，平均值約為 1.5845 微秒。圖 4-10 則是從約化儒略日 (Modified Julian Date, MJD)56007(即格林威治時間 2012/3/21 00:00)至 56018.993(即格林威治時間 2012/4/1 23:50)，UTC(TL)與壽山岩機房 IRIG-B 之間的來回時間。進一步分析其統計特性。求出量測資料的樣本平均數、樣本變異數 s^2 與樣本標準差 s 如下：

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 3.8156 \times 10^{-3} \\ s^2 &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 1.7441 \times 10^{-12} \\ s &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 1.3206 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

將誤差在 3 個標準差外的樣本排除後，可得到修正後的樣本平均數

$$\bar{x}' = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i = 3.8178 \times 10^{-3}$$

也就是說 UTC(TL)與壽山巖機房 IRIG-B 之間的來回時間約為 3.8178 毫秒。假設國家時間與頻率標準實驗室與壽山巖機房的兩對專線線路大致對稱，而 UTC(TL)到 Master IRIG-B 產生器的延遲平均值約為 1.5845 微秒(幾乎可以忽略)，則可估計本院國家時間與頻率標準實驗室至壽山岩機房的專線延遲約為 1.908 毫秒。

圖 4-11 為在 2012/3/21 00:00 至 2012/4/1 23:50(格林威治時間)期間內，UTC(TL)減去 XLi 時間再減掉 3.816 毫秒(3.8178-0.0015845)的變化圖，可以看到誤差量均小於 10 微秒。即在電話專線校時方式下，壽山岩機房與國家標準時間的誤差小於 10 微秒。此一結果將可符合商用系統時間準確度的要求。



圖 4-6：SyncServer S250 外觀

表 4-2：SyncServer S250 前視圖燈號意義列表

	紅燈	橘燈	綠燈	熄滅
Sync	設備沒有與外部時間源同步 NTP Stratum 16	設備與遠端 NTP Server 同步 NTP Stratum 4-15	設備與外部時間源同步 NTP Stratum 1	關機
Network	LAN1 連接失敗	LAN2 或 LAN3 連接失敗	所有連接埠均正常工作	關機
NTP	每秒大於 3200 NTP 封包	每秒大於 2000 NTP 封包	最近一秒有 NTP 資訊	最近一秒無 NTP 資訊
Alarm	重要告警	輕微告警	無告警	關機

表 4-3：PPS/10MHz 介面電氣信號輸出特性

	振幅大小	阻抗	波形
PPS	TTL	50Ω	Pulse, Rising Edge on-time
10MHz	>3Vpp & <7Vpp	50Ω	Sine Wave



圖 4-7：壽山岩機房的 S250i 與國家標準時間同步成功

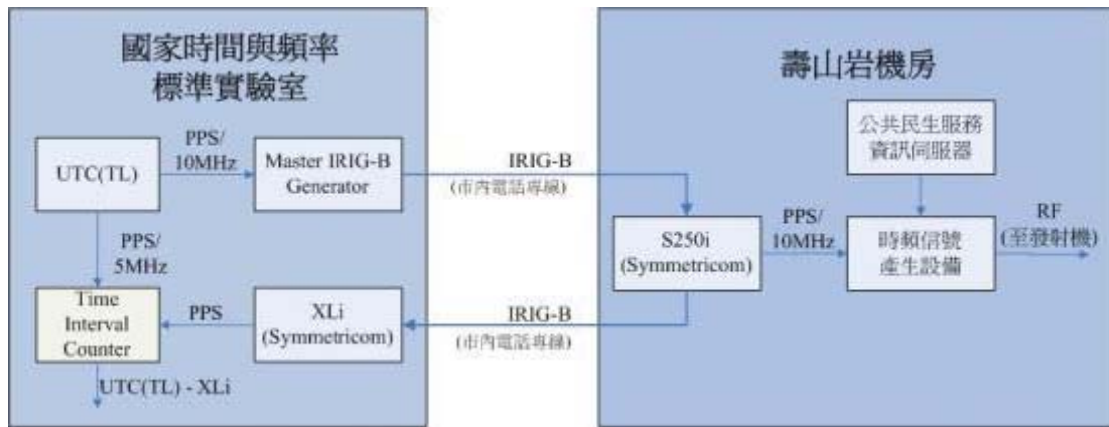


圖 4-8：國家標準時間追溯系統架構圖

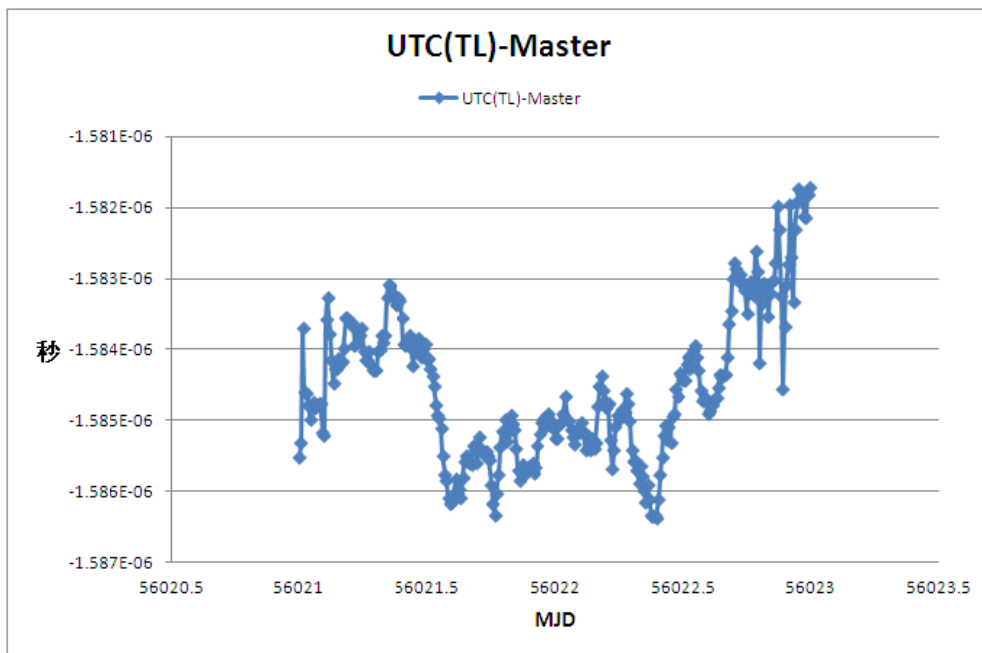


圖 4-9：UTC(TL)到 master IRIG-B 產生器的延遲的量測數據

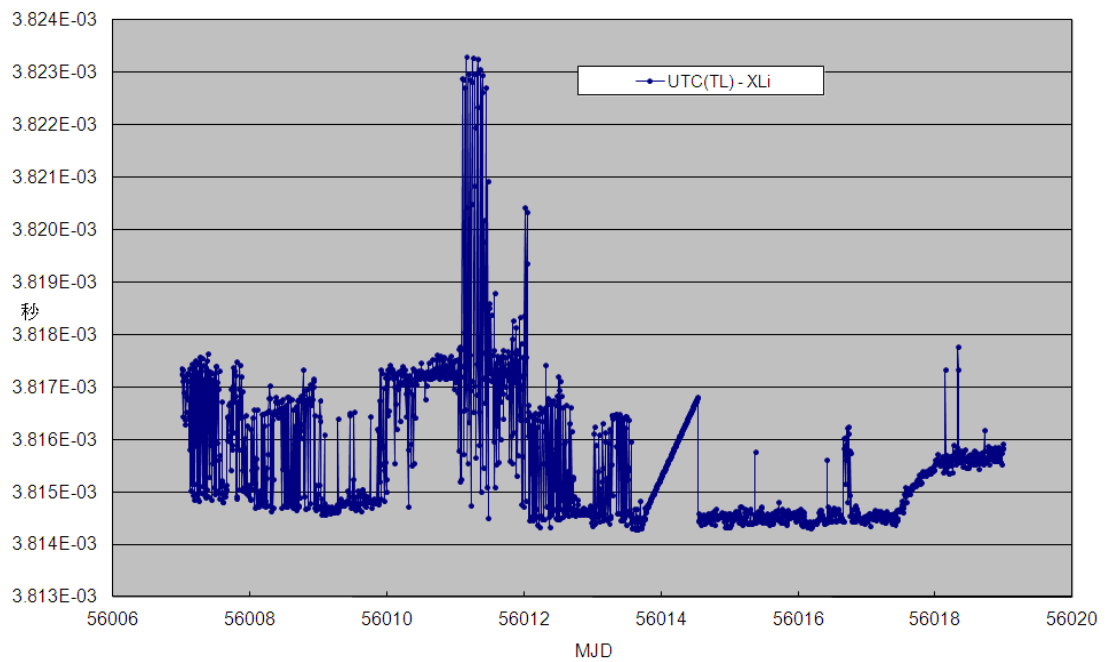


圖 4-10：UTC(TL)與壽山巖機房 IRIG-B 之間的的來回時間量測數據

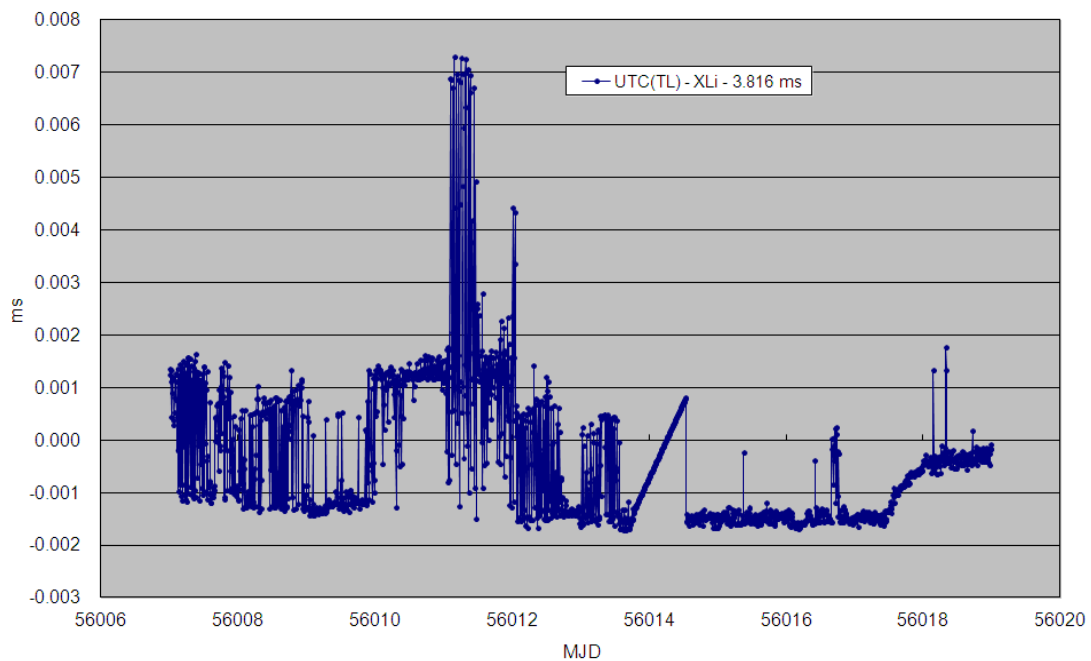


圖 4-11：在電話專線校時方式下，壽山岩機房與國家標準時間的誤差小於 10 微秒

(4.1.1.4)應用及效益

未來商用低頻系統的建置經費包含國家標準時間源追溯相關設備，故本地時頻標準可以採用銫原子鐘，再用電話專線比對方式追溯國家時間與頻率標準實驗室所維持的國家標準時間。如此可使商用低頻系統的時間輸入精準度達到數十微秒。

(4.1.1.5)未來工作重點

目前低頻展示平台暫以 GPS 作為時間源，每天不間斷地 24 小時發播時間與公共民生服務資訊。經過本次測試，確認以電話專線可追溯國家標準時間，修正固定專線延遲後的誤差優於 10 微秒。未來在計畫經費許可的情況下，可考慮購置 S250i 與 M600，以使低頻展示平台順利追溯國家標準時間。

(4.1.1.6)自評與建議

低頻無線時頻傳播系統擁有政府營運、系統架構簡單、廣大覆蓋範圍、低成本等優點。提供無所不在的國家標準時頻是進步社會的表徵，國家標準時頻可應用於網路、民生、交通運輸及社會安全等領域。本計畫目前以低頻展示平台進行各項民生服務應用測試，其中當然包含時間應用。因此低頻展示平台如何追溯國家標準時間便是一個重要議題。在上半年度，本計畫順利完成國家標準時間原追溯之架構規劃、實驗設計、概念驗證、資料收集、結果分析及未來工作規劃，對於未來商用系統營運做出重大的貢獻。期望在不久的將來，讓低頻國家標準時間信號涵蓋整個台灣，進而結合有線及無線方式提供國家標準時間，以最有效益的方式實現全國時間同步的願景。

(4.1.2) 國家標準無線時頻雙模子母鐘技術

(4.1.2.1) 達成項目

國家標準無線時頻雙模子母鐘接收架構研發技術報告

(4.1.2.2) 執行內容(執行期間：101.01~101.12)

低頻系統因其特殊的電波特性和傳播特性，包括相對應之天波與地波之傳播與繞射特性，會造成其在都市區域應用時易受到空中電纜、重電與電機設備之頻帶干擾。除此之外，智慧型手機等設備尚未與低頻接收器進行結合，於現時之普及應用亦有所設限。因此，本計畫進行相關的子母鐘系統架構，提供現行終端設備使用低頻服務。

(a) 低頻接收器架構簡介

時間資訊藉由現有之低頻接收設備，其工作架構如圖 4-12 所示。低頻接收設備藉由低頻接收天線，將低頻電波藕合為電訊號，經由 CME8000 接收 IC 進行 Demodulation 與 A/D 轉換後，即可由 ATMEL MCU 進行訊號控制與解碼，最後送往 NAND Buffer，提供後端 TTL/RS-232 設備進行資料接取。圖 4-13 所示，即分別為低頻天線實圖，以及低頻接收模組，該模組即包含上述之 CME8000 接收晶片、ATMEL MCU 控制器以及 NAND Buffer 緩衝器。



圖 4 - 12：接收終端 Block Diagram

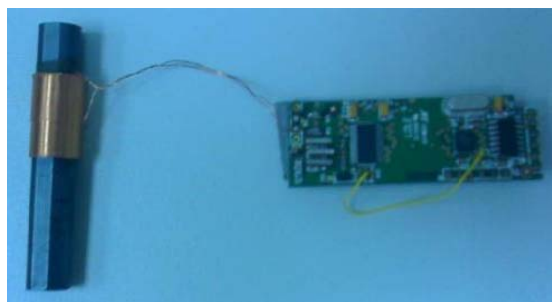


圖 4 - 13: 接收終端天線與模組



圖 4-14: 77.5kHz 場強儀於室內量測得高強度干擾訊號

(b) 低頻接收器限制

現有低頻實驗電台之涵蓋範圍如前小節所述。於台北與桃園區域戶外量測，因該實驗電台之 ERP 為 2.17W，故場強普遍落於 55-75dBuV/m 左右。然而，室內雜訊量測平均可達 50dBuV/m，進入室內後，因受電燈、電動機等設備影響，雜訊更易上升超過 90dBuV/m 之譜，如圖 4-14 所示，造成低頻電波不僅穿透室內不易，更易受到雜訊覆蓋而無法被正常接收。



圖 4-15：於信義區百貨商圈之東西向道路量測得場強 42dBuV/m；於同地點之南北向道路量測得場強 52dBuV/m

電波行進過程中，遇鋼筋混凝土等建築十分不易穿透，理由在於鋼筋混凝土結構易讓電波在其金屬結構上轉換為表面電流，因而反射或消耗，造成電波行進室內不易。而 77.5kHz 低頻電波之波長為 3870 公尺，遠高於一般建築物規模，受長波繞射特性影響，更易繞過建築物，沿道路行走，構成方向性，故較難進入室內，圖 4-15 即為在信義區商圈東西向之 77.5kHz 場強 42dBuV/m，明顯較南北向場強 52dBuV/m 為弱，達 10dB 之譜，即可說明繞射特性對場強之影

響。有鑑於此，如欲使低頻時間資訊進入室內，必須採行移頻策略，將載波於 77.5kHz 之時間資訊移頻至其他未受雜訊干擾之頻帶，進行區域性廣播，有效避免低頻雜訊干擾，致使低頻接收器無法正常運作之窘境。

低頻接收設備需要前節所述之額外硬體，然而台灣現行之手機、手表等隨身產品，並無支援接收 77.5kHz 低頻訊號之設備。雖然於鐘錶工業，諸如日本 CASIO、SEIKO、CITIZEN、台灣洲進等，均有低頻電波鐘錶之研發與耕耘。唯現行之市售電波鐘錶，均以日本電波 40kHz、60kHz 為主流規格，與台灣現行 77.5kHz 並不相容，且能涵蓋全台灣之商用電台因受政府預算刪減而無法建立，除台北桃園地區，全台各地並未受到現有實驗電波涵蓋，故廠商亦不能量產上市 77.5kHz 電波鐘錶，實屬憾事。

於鐘錶工業上之量產雖因市場因素，暫不可行，故另一選擇即透過現有之普及設備，近年風行的智慧型手機是一極佳發展平台，且智慧型手機之高度通訊整合特性，賦予其具低頻終端之整合能力，低成本特性，亦屬極具附加價值。惟各家智慧型手機製造業者，尚未將低頻終端接收電路納入標準設計。因此，欲使現行智慧型手機產品支援低頻訊號接收，必須採行外掛模組設計，使現有設備能透過外掛模組接收低頻資訊。

因此，經上述各方面條件之考量與推論，如欲使低頻設備能夠與現有之普及備介接，唯一而且可行性高的設計理念，便是透過子母鐘的概念，將低頻訊號予以接收後，再以現行智慧型設備可接受之無線通訊界面，進行資訊轉發，達成同步校時之功能。

(c) 雙模子母鐘平台概念

有鑑於現有低頻接收器之諸多限制，本院提出之解決方案，乃建立子母鐘系統，除能有效解決現有低頻實驗電台穿透能力不足之問題，亦能解決現有設備未整合低頻接收終端之窘境。故雙模子母鐘設計，為一介接低頻訊號與常規通訊界面之平台，其架構見圖 4-16。當母鐘低頻接收設備解出低頻發射基站所傳送之時間資訊後，得使用處理與轉發界面，將時間資訊轉發，廣播於涵蓋範圍內所有子鐘。對於子母鐘架構，本計畫諸多設計與驗證，探討數種雙模子母鐘之優劣之處，包含建置成本、終端成本、普及性、可靠度與可行性。



圖 4 - 16: 雙模子母鐘之運作架構

(4.1.2.3)結果

低頻展示平台標準時間源追溯採用電話專線校時方法，電話專線校時在國家時間與頻率標準實驗室(A點)與低頻展示平台站址壽山岩機房(B點)兩點間建立電話專線，並在壽山岩機房安置校時設備接收國家標準時間之 IRIG-B 碼，以進行低頻展示平台追溯國家標準時間。由於 IRIG-B 格式為校時技術之常用時間碼格式，PPS/10MHz 亦是標準時間信號，故可輕易取得輸入 IRIG-B 輸出 PPS/10MHz 的校時設備。本次國家時間與頻率標準實驗室特別出借由 Symmetricom 公司所生產的 SyncServer S250i(以下簡稱為 S250i)，供本計畫進行相關測試實驗。

(a) 藍芽子母鐘

圖 4-17 為低頻藍芽子母鐘之實現概念，低頻模組解出時間資訊後，以 TTL 訊號送達 2.4GHz 藍芽射頻模組，將時間資訊以 RS232 Packet Format 進行遞送。只要利用智慧型手持設備普遍具有的藍芽界面進行連線，搭配本院研發之軟體進行資料接取與呈現，即可將低頻時間資訊呈現於智慧型手持終端設備，本院亦在過去計畫年度實現本架構，提供具藍芽界面之大型看板顯示標準時間。本架構之優點如下：

- 低建置成本：建置成本除低頻接收終端之外，僅需額外標準藍芽發射模組，即可以藍芽通訊界面轉發低頻資訊。
- 體積極小：低頻模組與藍芽模組均為高度整合單晶片設計，本院實作成品，僅 13cm*8.5cm*3cm，十分適合狹小空間或隱密空間之佈建。

- 單電源架構：可使用單一 3.3V 電源供電，故不論變壓器供電或電池供電均可靈活決定使用。唯變壓器供電需透過本院研發之專屬 LDO 電源，隔離交流電網引入之雜訊，以及消除變動負載所造成的穩壓失調效應。

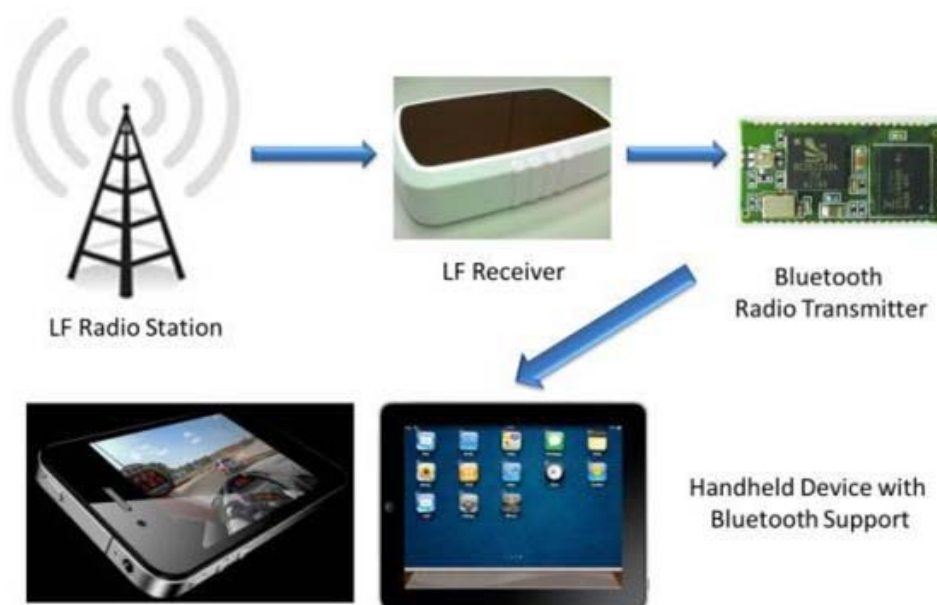


圖 4-17: 藍芽子母鐘架構

然而，本架構實非理想之子母鐘方案，其理由多為藍芽通訊界面之規格限制，使其於子母鐘實際應用上受限。本架構之缺點如下：

- 傳輸距離：藍芽界面為小功率無線設備，其標準傳輸距離僅為 10 公尺 (LOS)，如搭配放大器方可達 100 公尺(LOS)，考量障礙物阻隔，佈建上之實際應用範圍更小，使用者必須相當靠近藍芽母鐘，否則不易順利接收標準時間。
- 相容設定：藍芽界面如需使用廣播模式，必須使用特定廠商之 Proprietary 技術，其廣播協定並不與標準藍芽界面相容，需搭配對應之藍芽接收模組。已量產之商品如 hotlife HL-MD08R-C1AM 及 HL-MD09P-C1M，即一對四藍芽收發模組，經本院測試使用，如圖 4-18，其專利技術 MSPP(Multiple Series Port Profile)之特性，使發射器與接收器需予以配對使用，仿間常見藍芽設備無法與其相容，且廣播模式是以 Sequential Unicast 的方式來實現，故接收終端接取藍芽封包之時序並非同時，如終端數量設備較多，即會發生標準時間非同步接收之窘境，僅適合少量

終端設備之需求。



圖 4-18 採行 hotfile MSPP Solution 進行測試之藍芽子母鐘，因其為 USB 界面，故僅能搭配 Windows 終端使用

在藍芽母鐘之電源設計部分，我們也在本年度進行了一系列的研究。在大部分直流設備中，我們都習慣採用交直流變壓器進行供電。然而，當我們整併低頻接收終端與藍芽發射模組，完成藍芽母鐘的接線佈局，並予以交直流變壓器供電時，發現低頻接收終端無法正常接收；嗣後，我們將交直流變壓器更換，以 5V 之鋰電池予以供電時，其運作卻十分正常。故可將故障原因，歸因於交直流變壓器。經分析與調查後，發現主因源自於：

- 市電與變壓器本身的 EMI 干擾：造成低頻接收終端之 SNIR 大幅下降，而使低頻模組收不到正確的低頻訊號。通電後的變壓器移近低頻模組，即可清楚觀察到資料正確率，會因為變壓器的靠近而從 100%大幅下降至 70%以下。可用的解決方案為透過 π -型 CRC 濾波器予以濾波，此作法可消除差模電磁干擾(Differential EMI)；而市電雜訊經本院分析，共模電磁干擾(Common Mode EMI)為干擾之主成份，故需透過特製之共模電感予以消除。
- 藍芽電路本身是 Dynamic Load (變動負載)：造成 AC-DC 電源之輸出電

壓無法恆定，不斷跳動，而供電電壓的胡亂跳動，不為定值，自然造成整體電路無法正常作動，此現象可將普通 8V 輸出的 AC-DC 電路接上低頻模組後，以三用電錶量測，當藍芽模組未開啟時，電壓是恆定不變；開啟藍芽後，可以清楚觀察電壓會在 7.2V-8.4V 之間跳動。把電池接上低頻模組觀察，不論藍芽是否開啟，無上述現象，均為恆定 5V 輸出。這樣的現象乍看之餘，會感到詭異，理由是電池本身近於理想電壓源，輸出阻抗 R_S 幾乎為 0，由分壓定律得知， $V_O = V_S [R_L / (R_L + R_S)]$ ，因為 $R_S = 0$ ，使得 $V_O = V_S (R_L / R_L) = V_S$ ；相反的，交直流變壓器必然有輸出阻抗，此時 R_S 反的， V_O 就會因為變動負載 R_L 的變化，而造成 V_O 不固定。

由於負載 R_L 會不斷變動，使得 V_O 也變動，負迴授電路即為重要設計策略，當輸出電壓 V_O 上升或下降時，就會被扳回工作點。如此，就可以設計出近似於電池效能的電源，這種電源的設計在電力電子學叫做 LDO(Low-Drop-Out Regulator)，即圖 4-19 中三顆 2SD882 NPN BJT 構成之設計，由一對 NPN BJT 構成 Darlington 電晶體，提升 Beta 值；再由單顆 BJT 與一功率電阻進行負迴授控制，藉以在負載變動時，仍可保持輸出電壓。再搭配常見之 LM317 穩壓 IC，置於 LDO 電路前端，即可針對任意需求，接受不同輸入電壓。透過如此設計，本電源不僅具有 LDO 穩壓特性，亦可避免一般 LDO 穩壓 IC 高單價、輸入電壓與輸出電壓不得差距過大、易燒毀等問題。經計算實際其性能，Line Regulation 能力因藉助於 LM317 之特性，最高可達 0.01%/V。

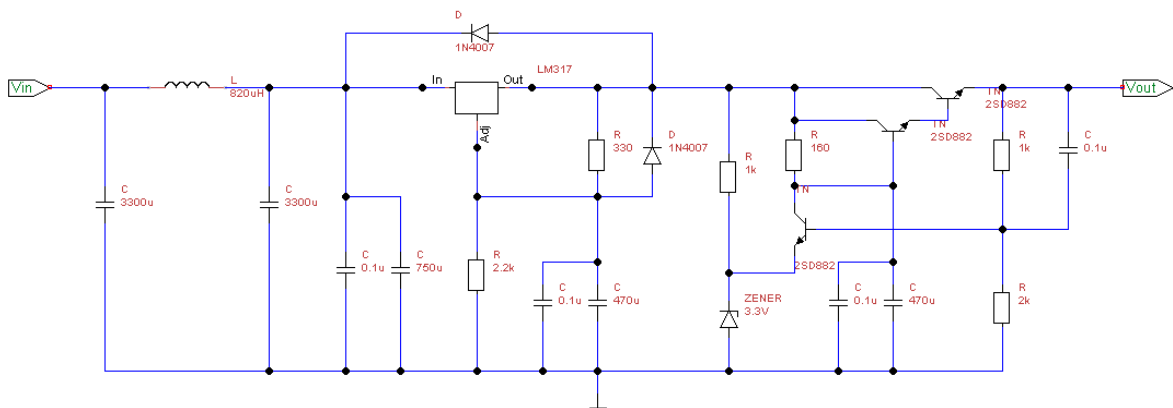


圖 4-19: 藍芽母鐘之 LDO 穩壓電源設計



圖 4-20: 藍芽母鐘之 LDO 穩壓電源成品

而對於低頻模組與藍芽模組之 Load Regulation 能力可由公式計算：

$$\text{Load Regulation} = (\text{Voltage}_{\text{maxload}} - \text{Voltage}_{\text{minload}}) / \text{Voltage}_{\text{nominal}}$$

得知 $\text{Load Regulation} = (3.227 - 3.223) / 3.3 = 0.0012 = 0.12\%$ ，而輸出電流能力，經實測可達 900mA，性能優異，足為藍芽母鐘供電所需，並且能在輸出端並接多種不同設備，無須任何隔離或多級穩壓，因此可大幅縮小空間。在後續研發不同種類之子母鐘時，本電源亦重覆使用於各個設計，極具應用之靈活特性。圖 4-20 即為本院下線成品。



圖 4-21: 置於中華電信研究院 C 棟頂樓之藍芽母鐘，搭配 LDO 電源



圖 4-22: 具藍芽接收端之大型 LED 子鐘

藍芽子母鐘之實測，採用標準 1 對 1 連線，母鐘之架構如圖 4-21 所示，棕色方盒內整合藍芽模組和低頻模組，透過戶外型 Cat5e 網路線進行 5V 電力傳輸，而 5V 電力來源即由左下角之 LDO 藍芽專用電源提供。圖 4-22 藍芽接收端之 LED 子鐘，將藍芽母鐘傳送之 RS232 資料格式予以解碼與顯示。

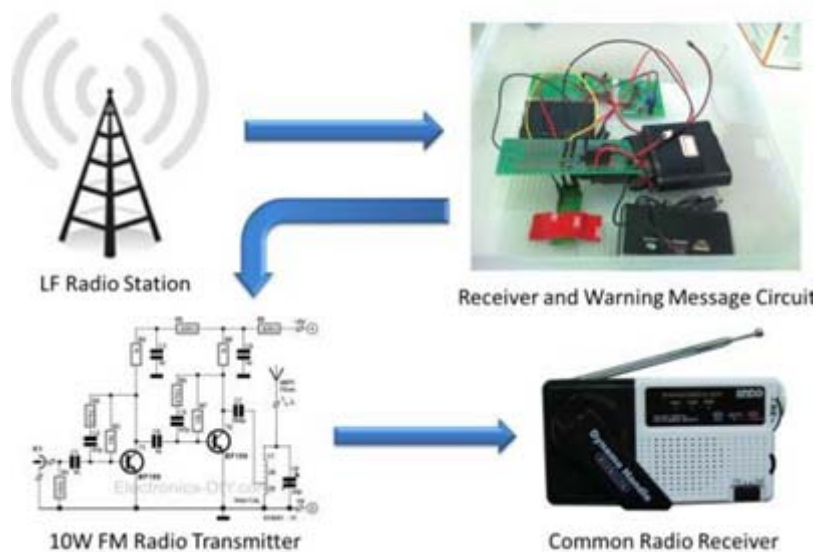


圖 4-23: FM 廣播子母鐘架構

(b) FM 廣播子母鐘

FM 廣播技術發展歷史悠久，收音機亦為家戶必備之電器用品，於山區等資訊接收不便之民眾而言，收音機甚至是對外資訊吸收的唯一媒介。有鑑於此，本院亦研製語音廣播子母鐘架構。圖 4-23 中之低頻接收器已整併語音訊號控制電路，以及預錄之語音訊息，經由常規之 FM 廣播發射設備，即可將低頻訊息

以語音訊息轉發，進而具有 FM 收音機之山區用戶，亦可收聽而進行校時。本架構之優點如下：

- 用戶端零成本：使用普通收音機進行時頻訊號接收，故山區用戶如經濟考量，並不需要購買相關設備。
- 營運成本低：於過往計畫書[1]亦有報告指出，各區站台如欲接收標準時間，標準工法為採取專線，方能減少網路封包延遲和時基抖動誤差。然而，如要求各廣播站台採用專線介接標準時間，勢必會因專線費用而推廣受阻。如以低頻站台取代專線，進行無線接取後再由各電台之 FM 母鐘進行中繼，解出語音訊號，即可與現有 FM 廣播電台共站，其成本優勢極佳。



圖 4-24: 低頻轉語音訊息電路，採用 LDO 電源簡化佈局

本架構之缺點如下：

- 需佔用特定頻段：FM 廣播需佔用特定頻段，如只用來進行時頻語音訊號之廣播，其效益將成為備受質詢的問題。
- 營運整合：除佔用頻段外，該技術架構亦需與廣播公司進行合作洽談，並非單方面即可進行推廣之業務。故營運整合、授權與合作細節，均需於後續進行推廣與實行。

鑑於 FM 發射頻段乃受 NCC 之控管，不能因實驗等因素任意進行蓋台，故本院實驗階段僅保留於低頻訊號接收後，成功控制觸發語音訊號撥放。當低頻訊號接收並解碼後，如為需以語音廣播之重要資訊，即產生一控制訊號（0 → VCC），由一 NPN BJT 進行 Pull-Down，導通繼電器，促使電源供應進入 MP3 撥放模組，觸發撥放控制訊號，使其得以撥放語音訊號，達成語音撥放之目的，圖 4-24 即為此電路之實際成品。是故只需將語音訊號 line in 至標準 FM 電台，即可進行語音標準時間廣播。

(c) WiFi 廣播子母鐘

廣播為現行計算機網路中之傳輸方式之一，目的是將封包藉由某一特定廣播位址，遞送至該網段上所有計算機終端。而計算機網路的廣播型式，並非是大量的 unicast 封包，而是單一封包送達 Layer-2 交換器時，由於廣播封包之目的 MAC address 編碼規則為[發出廣播封包的計算機 MAC 前四碼]:FF:FF，使得 Layer-2 交換器判定該封包為廣播用途，故根據其內建之 Mapping Table，在每個連接埠上 queue 進該封包，藉此向所有電腦發送相同封包，達成封包廣播目的。故藉由計算機網路之廣播技術，亦可使資料封包類似 FM 廣播的型式，進行時間資訊等訊息遞送。

而 WiFi 乃是根據 IEEE 802.11 標準所建立之無線區域網路架構，其本質為建立一無線環境的網路系統，故在 WiFi 網路結構中，仍然遵循標準 TCP/IP 或 OSI-7 網路模型，僅於 Layer-1 之訊號調變、錯誤更正以及 Layer-2 之訊框衝突避免、驗證、加密等底層技術實作上有所不同，對於 IP 層與應用層而言並無使用上的差異。

由於 WiFi 無線接取特質，提供任意使用者於任何時段連入 AP 進行身分驗證與使用網路，故 IP 的取得必須採取動態分配，方能避免該網段內 IP 衝突之問題，以及有效管控 IP 之歸屬與時間管理。有鑑於此，DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol 動態主機設定協定)為一重要且必備之 WiFi 配套技術，提供使用者之連網設備能自動取得正確之 IP，進行網路存取。而 DHCP 協定中，亦使用封包廣播技術，協助甫連入 AP 之連網設備，藉由廣播封包呼喊與尋找 DHCP 伺服器，請求 DHCP 伺服器提供一可使用之 IP 位址；同時亦使用廣播封包告知其他 DHCP 伺服器該設備已取得 IP，避免 IP 資源浪費。藉此技術，WiFi 網路在 IP 控管與使用便利性上獲得保障，方能便民，故台灣現行 WiFi 網路佈建，

亦實行 DHCP 技術，藉以發配 IP。

基於 DHCP 對於 WiFi 之重要性，廣播封包技術於 WiFi 佈建發展中形成不可或缺的地位，故本院得藉 WiFi 廣播技術，進行本節 WiFi 廣播子母鐘之技術發展。



圖 4-25: WiFi 子母鐘架構，整合 3G/WiFi 共站技術

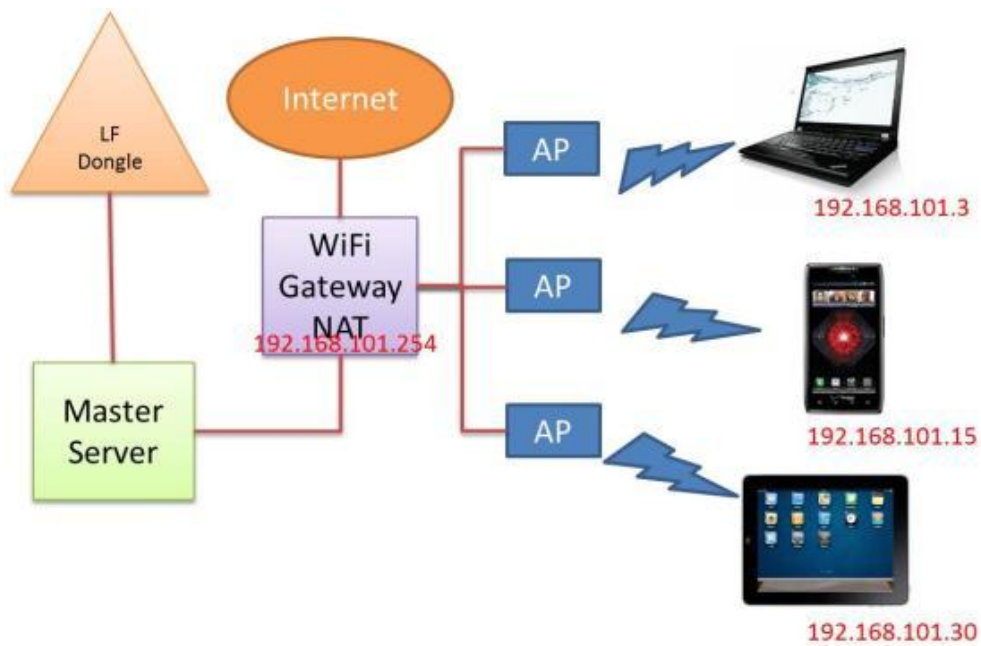


圖 4-26: WiFi 子母鐘運作網路示意圖

圖 4-25 為 WiFi 廣播子母鐘之示意圖，低頻接收模組解出時間資訊後，送往伺服器，進行封包轉發，透過 WiFi AP 進行廣播。由於頻段間隔明顯，沒有干擾議題，故低頻接收與轉發設備可採行 3G UMTS/WiFi 共站設計，省卻佈建尋找空間之議題。當智慧型設備在連接使用 WiFi 網路的同時，即可透過該路 AP，接收時間資訊廣播封包，並使用相應之應用程式進行解碼，最後顯示中央標準時間於使用者終端。

圖 4-26 實際詳述 Thin AP 範例，諸多智慧型、手持設備，透過各 AP 接取，連入一相同 WiFi 網段 192.168.101.x，閘道器為 192.168.101.254，而連接低頻接收器之伺服器可由 DHCP 配發落於 192.168.101.1-253 之間的 IP，建置上亦十分容易，無須太多額外設定。

本架構之優點如下：

- 用戶端低成本：現行支援 WiFi 無線網路之智慧型設備即可使用，毋須添購外加模組，具高度便利性。
- 深入都會區：都會區因市電之 EMI 干擾，以及高樓林立，造成現有實驗電台因低功率而無法有效穿透建築之問題，可藉高密度 WiFi AP 之佈建，將低頻時間資訊轉發至都會區，使都會區高普及之智慧型設備亦能接取中央標準時間。

本架構之缺點如下：

- UDP 封包遺失：TCP 封包建立於 Connection Oriented 概念，具有 ack 封包，告知 Server 其有無接收到封包，促使 Server 決定是否重新送出封包。然而 UDP 為 Connectionless 傳輸觀念，如封包傳送遺失，並不會進行重傳。
- 建置價格高：低頻接收伺服器須進行低頻訊號接收、解碼以及封包廣播之功能，因此至少必須為嵌入式系統，方能執行這類較為複雜之工作。
- 用戶需主動開啟 WiFi：由於 WiFi 目前計費方式較為繁多，並非所有現行方案均為免費；此外，使用者可能基於省電考量，移動時並不會特意開啟 WiFi，故智慧型設備端之應用程式之操作界面，應善意提醒使用者操作注意事項。



圖 4-29 : Android 子鐘，具顯示時間與氣象等民生公共資訊之功能

在 WiFi 廣播子母鐘系統實作結果部分，WiFi 子母鐘架構建設十分容易，除必備之低頻接收器與標準 PC 之外，僅需一台市售普通 WiFi AP 即可完成構建，如圖 4-27 所示，由 192.168.1.4 之母鐘進行低頻資訊接收與 UDP 封包化，透過具 DHCP 功能之 WiFi AP 進行廣播後，可同時由 192.168.1.2 之 Android 手機以及 192.168.1.3、192.168.1.5 之 Windows 平板 PC 進行接收，解出時間資訊格式。

WiFi 母鐘可採用普通 Windows/Linux PC 進行建置，運行本院研製之母鐘轉發程式，Master Clock，如圖 4-28 所示。本程式可藉由 Com Port 連接標準 USB/RS-232/Bluetooth 界面低頻接收器，解出時間資訊後，再根據 IP Address 欄位與 Server Port 之網路位址資訊，進行該網段之 UDP 封包遞送，封包派送週期，由低頻接收終端之更新速度控制，基於現行規格為每秒均會派送上一分鐘之時間資訊，故每秒母鐘程式均會送出一包含時間資訊之 UDP 封包。WiFi 子鐘以 Android 4.0 為發展平台，研製一 Android APP，使其得以接收由母鐘經 AP 廣播之時間資訊，本程式現有功能，包含顯示時間資訊以及氣象等公共民生資訊，如圖 4-29 所示，為當日不同時間之氣象狀況。

WiFi 子母鐘建立於 UDP 傳送架構，故可能有封包遺失的可能性，此外封包傳送的延遲影響，亦有可能造成時間資訊誤差，影響準確度。故實際運作效能分析層面，必須考量封包遺失機率，以及 delay 和 jitter 所造成時間誤差。封包遺失機率可由大量蒙地卡羅實驗進行估算，Server 與 Client 在收發封包時，分別各自計數發出封包個數，以及接收封包個數，最後兩數相除，即為接收成功機率。

表 4-4: WiFi 子母鐘封包延遲(Delay)與抖動(Jitter)

Device (unit: ms)	Average Delay	Minimal Delay	Offset by min delay	Deviation
Wired Desktop	1.74419	0.0001	1.74419	4.59331
ViewPad 10	22.24104	-35.7979	58.03894	30.65287
Thinkpad X220	35.13445	-29.1881	64.322552	31.99164

本架構經此方式驗證，即使在 WiFi AP 電波涵蓋之不佳應用範圍內，RSSI 約 -74dBm，進行為期約一小時半左右之統計，顯示接收封包個數為 4106，而發出封包個數為 5057，故封包接收成功率為 81.2%。基於低頻時間資訊完整接收，需耗時 1 分鐘，在每分鐘的第 40 秒解出時間資訊，故該分鐘每秒可重傳前一分鐘之時間資訊，不論接收終端是否收到。基於此重傳機制，WiFi 子母鐘的時間資訊接收成功率可經由 $1 - (1 - 0.812)^{60} = 1 - 2.81495175$ 端是否收 是否收-計算得知，故 WiFi 子母鐘因封包遺失而造成時間資訊漏接之情況，發生機率微乎其微。

於時間誤差探討，我們將伺服器 Desktop 以有線方式連入 WiFi AP 進行低頻時間資訊之轉換與廣播；一台平板電腦 ViewPad 10 以無線接取 WiFi AP；另一台筆記型電腦 Thinkpad X220 亦以無線接取 WiFi AP，而三部主機均以 NTP 已進行系統時間校正。本項實驗分析，乃於 Desktop 之母鐘程式內置入一 Timer，發送 UDP 封包同時，亦將當下時間寫入封包之 Payload 裡。當 Client 接收到 UDP 封包，即以該 Client 之接收時間與封包內紀錄之傳送時間相減，得到時間差。表 4-4 即實驗結果，因 Windows NTP 協定校時有一定誤差，最大可接近 2000ms，故需經由最小誤差平移，得知 WiFi 子母鐘廣播技術時間延遲誤差(delay)平均落於 60ms 左右，而 jitter 經參考 deviation，則約為 30ms。此項結果說明傳送時間誤差極小，甚至小於 Windows NTP 校時誤差，故低頻時間資訊藉由 WiFi 廣播之準確性極高，不受封包延遲所影響。

(4.1.2.4)應用及效益

藍芽子母鐘因其一對一連線特性，較適合單一終端顯示需求，例如大型 LED 看板；而 FM 廣播子母鐘十分適合與廣播電台整合，提供用戶平價之廣播語音校時服務；WiFi 廣播子母鐘之取向，為整合現有智慧型設備，在現有設備不需

額外添購或變更硬體的情況下，得以使用 WiFi 接取低頻時間資訊，因 WiFi 之頻寬甚為充裕，在智慧型設備大行其道同時，民眾對其依賴性與日俱增，是故 WiFi 廣播子母鐘之潛力極佳。然而建立於 UDP 架構之 WiFi 子母鐘，必須注意其封包遺失可能性，故重傳機制必須考量。而基於現今 WiFi 設備處理速度迅速，WiFi 廣播封包之傳送與接收延遲極低，小於 60ms，故不會對中央標準時間遞送延遲之準確性產生影響，為其一大優勢！

(4.1.2.5)未來工作重點

子母鐘之設計，乃期望低頻時間資訊能更加普及，亦能有效廣播各種民生公共資訊，民眾僅需使用現有智慧型手機等設備，即可接收低頻資訊。並額外提供公共資訊廣播機制，解決現有電信政策下，行動電話基地台廣播功能遭限制而無法使用之困境。在本項研究項目中，我們已經完成三項子母鐘架構的設計、研發、測試與驗證，在技術上確實可行。未來工作重點可以利用這三項子母鐘的研發成果，針對各項不同應用性質的推廣活動中提出客製化的解決方案

(4.1.2.6)自評與建議

本項研究提出之廣播子母鐘架構有三：藍芽子母鐘、FM 廣播子母鐘、WiFi 廣播子母鐘等技術，目的使低頻資訊能以其他頻段之載波進行轉發，解決該區域之特定頻帶受干擾而無法傳送低頻資訊之問題。此外，現有低頻終端因商用電台建設未果，因此遲於無法量產，普及民用設備。故低頻之發展策略，適合做為取代專線，成為時間資訊之骨幹網路，進行大範圍時間資訊廣播，再於各區域內進行子母鐘之中繼介接，得於保有 Low Jitter 之條件下減輕成本。

(4.1.3)無線標準時頻示範點之建置與無線標準時頻推廣

(4.1.3.1)達成項目

- 3/12~3/23 新北市無線標準時頻示範點之建置與消防局中央災害防救演習
- 3/27 桃園縣消防局指揮中心無線標準時頻示範點之建置與低頻災害告警展示
- 6/9 IEEE ICC 2012 低頻無線時頻技術介紹與防救災應用服務推廣。
- 6/19 桃園縣政府消防局本部無線標準時頻示範點之建置。
- 7/15 完成中國工程師學會論文一篇：「無線低頻傳時技術簡介與應用」可在工程界與學術界推廣低頻技術與服務。
- 7/27 宜蘭縣政府無線標準時頻示範點之建置與低頻防災通報服務推廣。
- 8/22 向日本 YRP 大森慎吾副會長兼所長一行人簡報「低頻防災技術」並尋求國際合作機會。
- 8/28 向中研院講座研究員張韻詩博士及台大施吉昇教授介紹低頻傳播技術並進行應用推廣。
- 11/15 與台灣大學網路與多媒體研究所施吉昇副教授以及其合作團隊就「災害緊急應變訊息通報系統」及「低頻時間碼格式」進行合作，可透過學界與研究界的力量進一步推廣低頻應用服務。

(4.1.3.2)執行內容(執行期間：101.01~101.12)

無線標準時頻信號傳遞的推廣，除了透過電話及電腦網路等有線的方式之外，以無線方式傳遞標準時頻信號有不可取代的必要性。因此發展低頻無線時頻傳播實是兼具便利性、精準度及經濟效益，同時也是可追溯國家標準時頻的多元管道之一。基於現有的低頻傳輸系統展示平台，規劃以北部政府機關或學校為推廣對象。

(4.1.3.3)結果

(a) 新北市無線標準時頻示範點之建置與應用服務推廣

本計畫分別於 1/12 及 2/2 拜訪新北市政府，進行無線標準時頻示範點建置、無線標準時頻推廣及防救災演習之研商。規劃展示地點為新北市的溪洲部落，展示時間自 3/12~3/23，展示項目包括：

- 精簡版跑馬燈 1 座
- 單色跑馬燈 1 座
- 電波桌鐘 x5
- Viewpad + LF USB Dongle 兩組

除了無線標準時頻應用服務之外，本計畫也同時配合新北市政府「101年中央災害防救演習」參與其預防性疏散演習，透過低頻廣播系統傳遞一級水位警戒及二級水位警戒的緊急訊息。期望能藉由這一次一年一度的大型全國性災防演習，增加低頻傳播系統的曝光度與能見度，以進一步爭取中央相關部門的支持。

為瞭解低頻實驗平台在新北市溪洲部落的涵蓋狀況，本計畫於 2/1 完成新北市溪洲部落的戶外實地勘查。勘查地點一為溪洲部落的部落聚會旁(新店區溪洲路 201 之 3)，並利用 HKW 場強計與低頻平板電腦進行接收測試。圖 4-30 為新北市溪洲部落地點一之測試實景，當下之測試結果接收正常，有效資料率可達 100%，訊號強度為 56dB 度為當下。勘查地點二為北二高安坑交流道捷運站對面，並利用 HKW 場強計與低頻平板電腦進行接收測試。圖 4-31 為新北市溪洲部落地點一之測試實景，當下之測試結果接收正常，有效資料率可達 100%，訊號強度為 54dB 度為當下。



圖 4-30:新北市溪洲部落地點一之測試實景



圖 4-31:新北市溪洲部落地點二之測試實景



圖 4-32:新北市溪洲部落低頻傳播示範點建置實景



圖 4-33:新北市溪洲部落精簡版跑馬燈

圖 4-32 為本次新北市的溪洲部落低頻傳播示範點建置實景，圖 4-33 為新北市溪洲部落精簡版跑馬燈，圖 4-34 為新北市溪洲部落單色跑馬燈，圖 4-35 為新北市溪洲部落電波桌鐘，圖 4-36



圖 4-34:新北市溪洲部落單色跑馬燈



圖 4-35:新北市溪洲部落電波桌鐘

為新北市溪洲部落 Viewpad + LF USB Dongle。圖 4-37 為本次新北市政府「101 年中央災害防救演習」之預防性疏散演練表，其中低頻廣播系統分別負責一級水位警戒及二級水位警戒的緊急訊息傳遞。圖 4-38 為本次新北市政府「101 年中央災害防救演習」的實景圖。



圖 4-36:新北市溪洲部落 Viewpad + LF USB Dongle

消防局 行政 負責人	消防局 協辦 人員	項次	演練項目	時間	主政單位	配合單位	配合人力及設備	備註		
44 高宗祺	黃宗軒 康城隆 許耀元 江明翰 黃上明 許鈞凱	1	灾情查報	0900-0904 (4分鐘)	警警局 原民局 新店區公所	(一)消防局: 1. 協勤車 1 部。 2. 人員 12 名。 3. 高音水喉 1 部。 4. 水筒 2 部。 5. 救災地圖 3 份。	(二)警警局: 1. 警車 1 部。 2. 人員 2 名。	(三)原民局: 1. 漢洲部落民衆 4(含會長)。	(四)新店區公所: 1. 協調查地界長。 2. 民政廣播設備。	消防局 警警局 新店區公所 漢洲部落民衆
		2	二級水位警戒訊 息發布	0904-0907 (3分鐘)	原民局 新店區公所 中華電信	(一)消防局: 1. 協勤車 1 部。 2. 人員 1 名。	(二)原民局: 1. 協調查地界長。 2. 民政廣播設備。	(三)新店區公所: 1. 協調查地界長。 2. 民政廣播設備。 3. 協調查地界長。 4. 協調查地界長。 5. 協調查地界長。	(四)中華電信: 1. LBS 測試系統訊 息傳遞。 2. 低頻廣播系統 訊息傳遞。	消防局 警警局 新店區公所 中華電信
		3	前進指揮所架設	0907-0909 (2分鐘)	新店區公所 警警局 國軍	(一)消防局: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。	(二)警警局: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。	(三)新店區公所: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	(四)國軍: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	消防局 警警局 新店區公所 國軍
		4	疏散小組集結	0909-0911 (2分鐘)	新店區公所 警警局	(一)消防局: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。	(二)警警局: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。	(三)新店區公所: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	(四)國軍: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	消防局 警警局 新店區公所
		5	勸導撤離	0911-0913 (2分鐘)	新店區公所 警警局	(一)消防局: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。	(二)警警局: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。	(三)新店區公所: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	(四)國軍: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	消防局 警警局 新店區公所
		6	民不自主撤離 (依視)	0913-0915 (2分鐘)	消防局 原民局 新店區公所	(一)消防局: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。	(二)警警局: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。	(三)新店區公所: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	(四)國軍: 1. 人員 10 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	消防局 警警局 新店區公所
		7	一級警戒水位訊 息發布	0915-0918 (3分鐘)	警警局 新店區公所 中華電信	(一)消防局: 1. 協勤車 1 部。 2. 人員 1 名。 3. 高音水喉 1 部。 4. 水筒 2 部。 5. 救災地圖 3 份。	(二)警警局: 1. 警車 1 部。 2. 人員 2 名。	(三)新店區公所: 1. 協調查地界長。 2. 民政廣播設備。 3. 協調查地界長。 4. 協調查地界長。 5. 協調查地界長。	(四)中華電信: 1. LBS 測試系統訊 息傳遞。 2. 低頻廣播系統 訊息傳遞。	消防局 警警局 新店區公所 中華電信
		8	疏散警戒區劃定	0918-0921 (3分鐘)	警警局 新店區公所 國軍	(一)消防局: 1. 人員 4 名。 2. 協勤車 2 部。	(二)警警局: 1. 人員 4 名。 2. 協勤車 2 部。	(三)新店區公所: 1. 人員 4 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	(四)國軍: 1. 人員 4 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	消防局 警警局 新店區公所 國軍
		9	警戒區域管制	0921-0924 (3分鐘)	警警局 新店區公所 國軍	(一)消防局: 1. 人員 4 名。 2. 協勤車 2 部。	(二)警警局: 1. 人員 4 名。 2. 協勤車 2 部。	(三)新店區公所: 1. 人員 4 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	(四)國軍: 1. 人員 4 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	消防局 警警局 新店區公所 國軍
		10	疏散民衆津貼、 運輸	0924-0928 (5分鐘)	警警局 原民局 新店區公所 國軍	(一)消防局: 1. 協勤車 1 部。 2. 人員 1 名。 3. 高音水喉 1 部。 4. 水筒 2 部。 5. 救災地圖 3 份。	(二)警警局: 1. 警車 1 部。 2. 人員 2 名。	(三)新店區公所: 1. 協調查地界長。 2. 民政廣播設備。 3. 協調查地界長。 4. 協調查地界長。 5. 協調查地界長。	(四)國軍: 1. 人員 2 名。 2. 協勤車 2 部。 3. 協勤車 2 部。 4. 協勤車 2 部。	消防局 警警局 新店區公所 國軍
		11	強制撤離	0928-0930 (2分鐘)	警警局 新店區公所 國軍	(一)消防局: 1. 人員 5 名。 2. 協勤車 1 部。	(二)警警局: 1. 警車 1 部。 2. 人員 2 名。	(三)新店區公所: 1. 人員 5 名。 2. 協勤車 1 部。 3. 協勤車 1 部。 4. 協勤車 1 部。	(四)國軍: 1. 人員 5 名。 2. 協勤車 1 部。 3. 協勤車 1 部。 4. 協勤車 1 部。	消防局 警警局 新店區公所 國軍

圖 4-37：新北市政府「101 年中央災害防救演習」之預防性疏散演練表



圖 4-38：新北市政府「101 年中央災害防救演習」實景

藉由本次新北市無線標準時頻推廣與消防局中央災害防救演習，我們

可以觀察與發現到下列幾點：

- 利用本次演習機會，將無線標準時頻與電波告警的服務概念介紹予新北市朱立倫市長、侯友宜副市長、行政院災防辦公室石增剛主任(前內政部消防署副署長)、陳伸賢秘書長(前經濟部水利署署長)、消防局長等長官知道。
- 本次預防性疏散演習時間約為 30 分鐘，低頻防救災通報服務在其中出現的時間超過 2 分鐘，約佔 6.7%。
- 根據正式展示與演習時司儀的介紹，新北市政府正在評估引進低頻防救災通報系統。本計畫也透過中華電信企客分公司，持續與新北市政府聯繫。

(b) 桃園縣無線標準時頻示範點之建置與應用服務推廣

除了前述新北市無線標準時頻推廣與消防局中央災害防救演習，本計畫也藉由桃園縣政府於 3/27 參訪電信研究院的參訪活動進行相關的推廣活動。在此活動中，本計畫簡報低頻無線時頻傳播系統並展示低頻於國家標準時頻與防救災之應用。圖 4-39 為桃園縣政府之低頻無線時頻示範與推廣實境圖。



圖 4-39：桃園縣政府之低頻無線時頻示範與推廣



圖 4-40：桃園縣政府消防局之低頻無線時頻示範與推廣

藉由本次桃園縣政府參訪電信研究院無線標準時頻與防救展示，我們可以觀察與發現到下列幾點：

- 桃園縣政府及消防局指揮中心肯定低頻無線時頻傳播系統與其於防救災通報之用途與效益。



圖 4-41：宜蘭縣政府 ICT 合作案計畫書時程表

- 桃園縣消防局指揮中心進一步詢問若桃園自建一座站台的價格及商業模式，顯示其對於低頻無線時頻傳播系統的興趣。

基於上述良好的展示效果，6/19 應桃園縣消防局之邀請前往消防局本部向謝景旭局長簡報與展示低頻傳播系統於防救災之應用。圖 4-40 為桃園縣消防局示範點與推廣實景圖。桃園縣消防局積極進行創新防救災技術之

引進，本計畫將持續以低頻防救災技術進行推廣。目前正由北分桃園營運處企課科業務經理做為對外聯絡窗口，與桃園縣政府保持聯繫。

(c) 宜蘭縣無線標準時頻示範點之建置與應用服務推廣

宜蘭縣政府積極進行縣內 ICT 相關應用的規劃案，因此與中華電信進行一系列的研商並提出八大項 ICT 應用服務，圖 4-41 為整個計畫書的時程表。

- 公務光纖建置應用
- 低碳城市智慧節能應用
- 資訊網路校園加值應用
- 智慧公車應用
- 低頻傳播防災應用
- 遠距醫療照護應用
- 精緻農業資訊應用



圖 4-42：宜蘭縣政府低頻應用服務示範

■ 公務雲端服務應用

為符合宜蘭縣政府之需求，本計畫針對宜蘭縣縣之地形進行分散式低頻系統之設計與規劃，並在北區分公司的指導下進行了數次的內部討論與客戶的需求訪談。計畫書的內容包括規劃目標、背景說明、專案目標、計畫內容、經費分析、可能合作方式說明、預估時程及效益。本計畫也針對本

次專案設置了無線標準時頻示範點與防救災應用服務之介紹，如圖 4-42 所示。

由於宜蘭縣政府對於低頻終端要求能朝向低價、低耗能、小尺寸、簡單功能等方向研製，以結合家戶防災包大量普及配發縣民使用。因此，本計畫與低頻終端供應商合作，共同規劃設計符合宜蘭縣政府需求之低頻接收終端 A/B 兩款，如圖 4-43 及圖 4-44 所示。A 款告警低頻終端主要功能包括：

- 同屏显示告警内容，时间讯息，闹钟讯息，萬年曆，日期，星期及电波讯号强度.
- 三个功能按键 SET、UP、DOWN 和一个复位键 RESET
- 100 年万年历(2000 年 1 月 1 日~2099 年 12 月 31 日).
- 鬧鐘功能. 鬧鐘响铃与告警响声不同（声响内容待商议）
- LCD 显示三种告警内容并伴有 LED 闪烁及外部与闹钟不同的告警警报声响（告警图标内容待商议）
- RF 为不停顿接收方式，每分钟更新一次数据，RCC 接收警告讯息与时间同步日期功能
- RCC 电波信号强度图标，随接收信号。每分钟更新一次状态.（便于使用者判断设备摆放位置能够接收到告警信号）
- 电池选用两颗 5# 电池

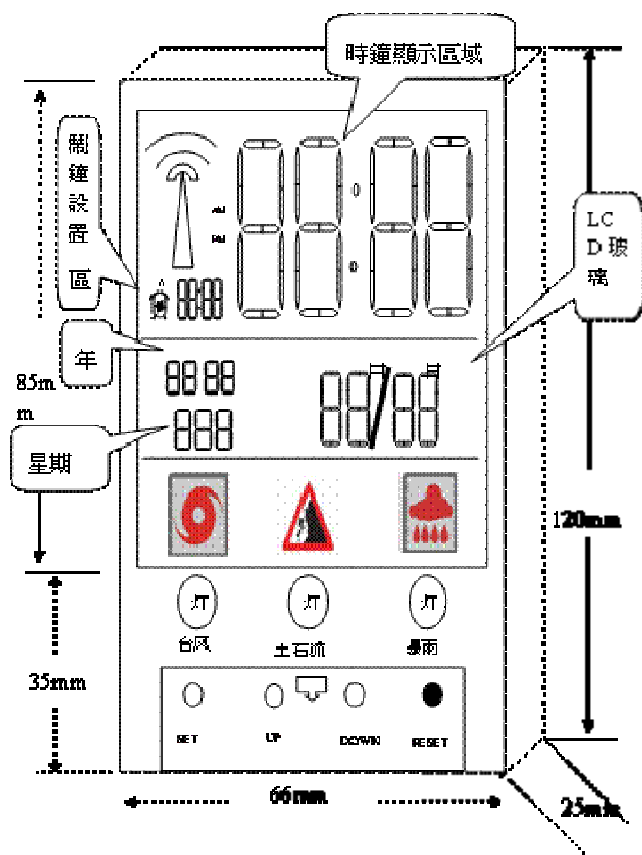


圖 4-43：宜蘭縣政府低頻終端 A 款

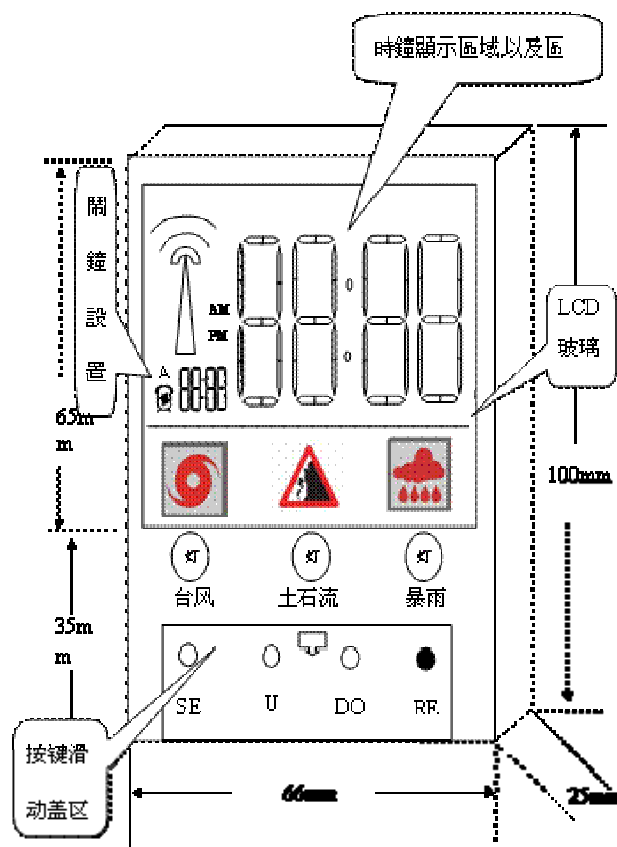


圖 4-44：宜蘭縣政府低頻終端 B 款

上述 A 款與 B 款的功能差異在於，B 款少了萬年曆、日期及星期。因此，B 款的尺寸為 100x66x25mm，較 A 款的 120x66x25mm 小一點。在單價部分，A 款與 B 款分別為 405 與 385 元。

雖然本案具備創新性及民眾有感，惟建置金額龐大，須由雙方共同向中央主管機關爭取經費後，始能有效進行後續推動作業。目前經洽詢中央機關(消防署)尚未相關補助經費計畫，後續仍將持續進行爭取。

(4.1.3.4)應用及效益

本項目之目標為研究低頻無線時頻傳輸系統於國家標準時間之應用，結合高精度的國家標準時間及公共民生廣播之創新服務，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間。民眾藉由日常生活之電波鐘及電波錶，隨時隨地接收國家標準時間。

(4.1.3.5)未來工作重點

將持續參與各項展示活動並與各個公部門、學界與產業界積極進行互動，爭取社會認同。此外，爭取其他部門的計畫與經費的支持也是未來工作的重點。

(4.1.3.6)自評與建議

由前述各項低頻應用服務推廣活動的成果觀之，本年度已經獲致不錯的成果。除增加曝光機會之外，參與各項展示更可彰顯本計畫對於國家重大活動參與、致力於防救災應用與前瞻技術研發的正面形象。未來建議委辦單位能持續編列預算支持本計畫後續的研發活動，以延續這幾年來累積的成果。

(4.1.4) 低頻地震狗-地震速報 POC 驗證

(4.1.4.1)達成項目

- 3/31 完成 30 處低頻接收終端驗證點資料收集
- 5/30 完成「地震狗-地震速報 POC 驗證結案報告」並於 6/19 上載至中華電信創新網
- 9/19 通過中華電信創新委員會審查，本案榮獲銀質獎章並予以結案。

(4.1.4.2)執行內容(執行期間：101.01~101.12)

根據日本的經驗，由於地震的速報時間可降低死亡率，2 秒鐘可降低 25%，5 秒鐘可降低 80%，如圖 4-45 所示。因此，低頻地震狗-地震速報服務可以讓民眾在地震來臨前可以如同小動物一般可以提早感知並採取必要的避難措施。主要執行內容包括：

- 由本團隊提供 MID 或平板電腦地震接收終端
- 低頻系統與中央氣象局地震測報中心介接，一旦地震測報中心發出震度 2 級以上的地震警報，即由低頻系統廣播給相關的試用對象
- 由本團隊研擬具體產品概念，概念構思訂為以電波鐘為終端產品，搭配低頻速報服務。利用上述概念問卷調查方式對消費者進行產品概念測試。問卷調查方式以網路問卷為主，利用本公司網路 e 點靈問卷系統
- 試用時間至 101 年 4 月底，累積足夠的使用經驗及測試各種不同的應用情境

(4.1.4.3)結果

(a) 低頻傳播系統接收理論效能分析

因應低頻地震狗-地震速報 POC 驗證，本計畫進一步分析低頻接收終端的理論效能，可做為未來民眾運用低頻終端做為地震速報應用之參考依據。圖 4-46 是分析低頻接收機演算法之理論效能，並與實際資料統計結果進行比對的流程圖。圖 4-47 是理論分析與地震速報結果鏈結流程圖。根據上述兩個分析流程圖，我們得到了下面的重要分析結果：

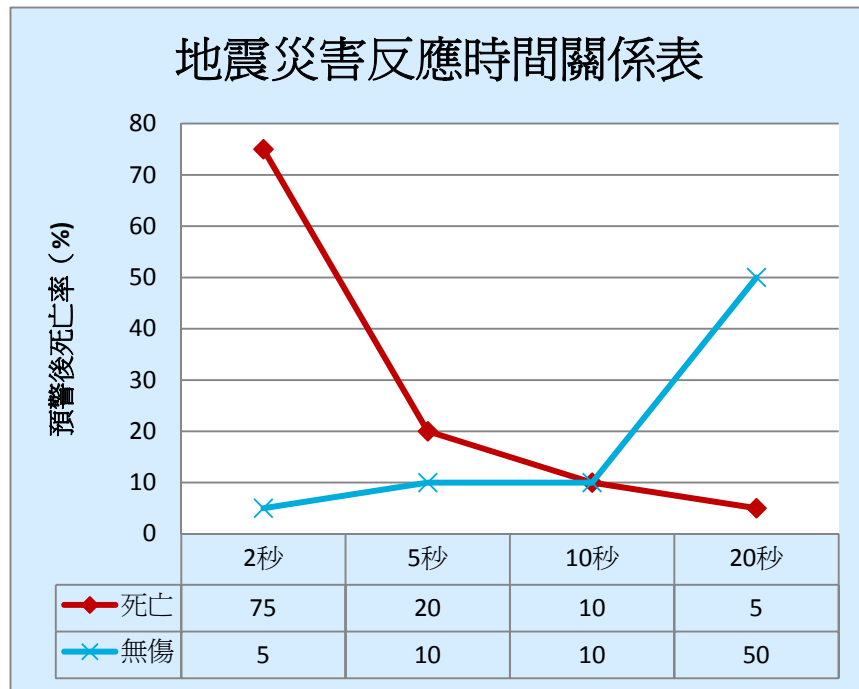


圖 4-45：地震速報效益圖

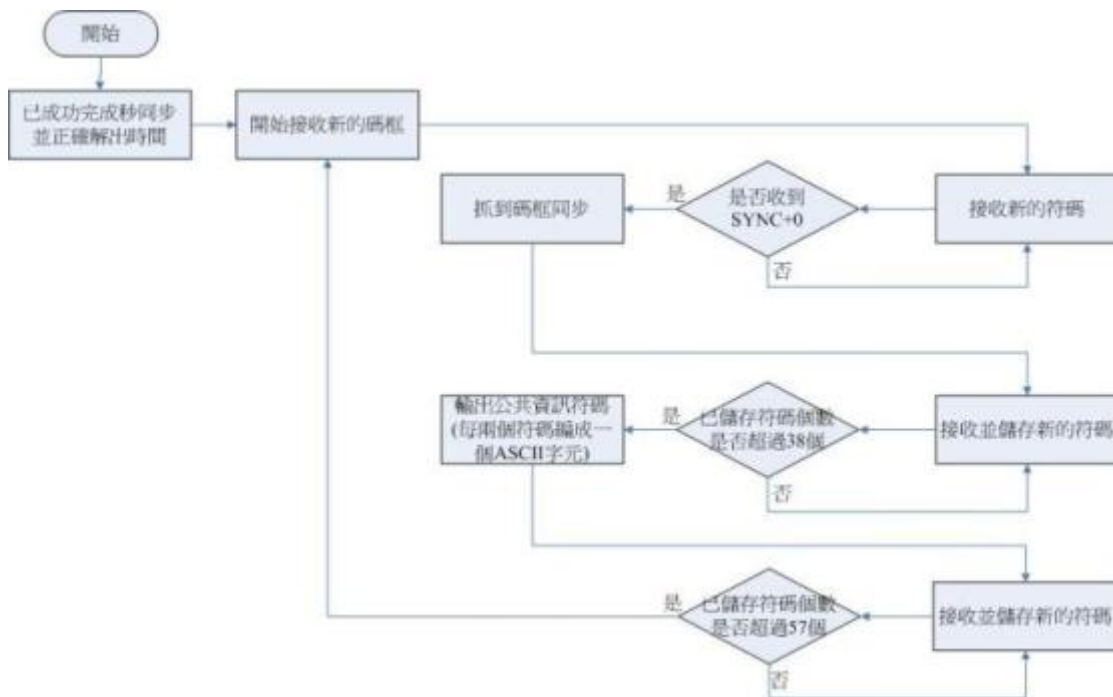


圖 4-46：低頻接收理論效能分析

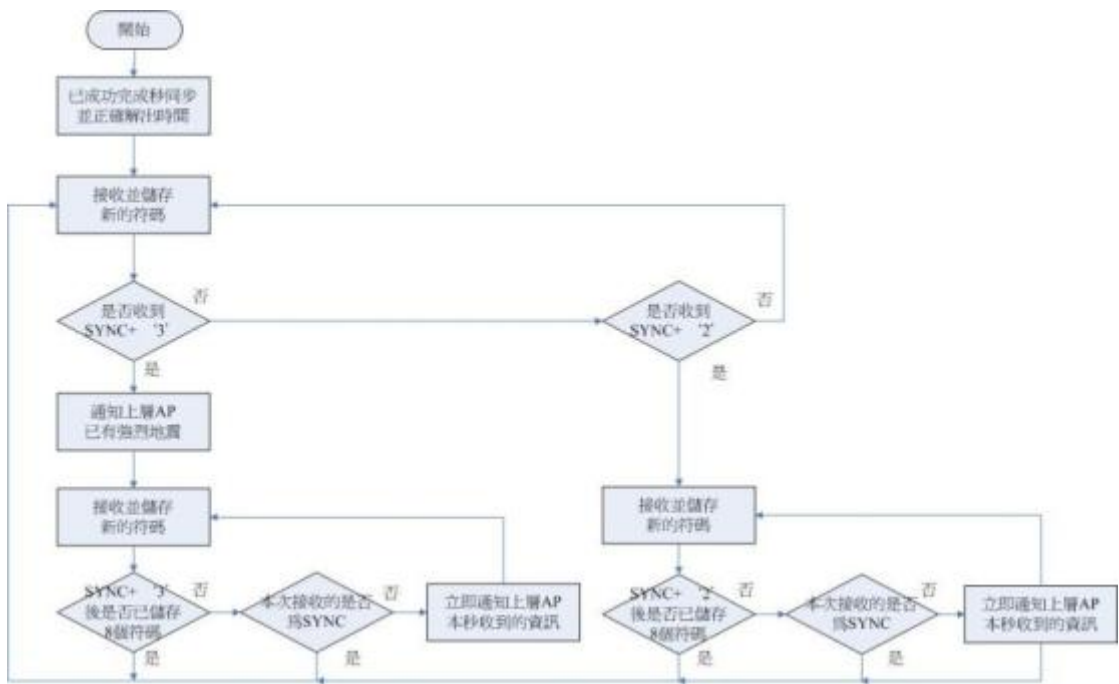


圖 4-47：理論分析與地震速報結果鏈結流程圖

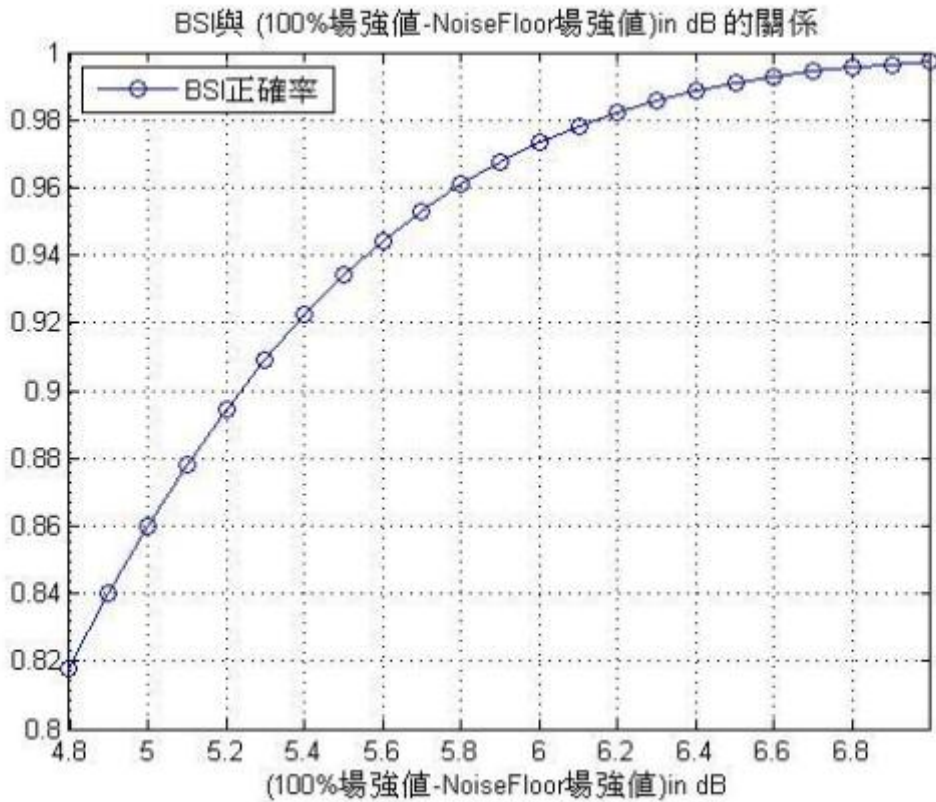


圖 4-48：BSI 與 SNR 關係圖

有效資料率(BSI)與 SNR 分析：由於受限於商用接收端模組的介面，BSI 是唯一可以計算與顯示於低頻終端的客觀參數。因此，我們建立 BSI 與 SNR 之間的 Mapping 關係，可做為民眾判斷低頻終端接收品質之依據。圖 4-48 為 BSI 與 SNR 之關係圖。由圖中可以看出，86%的 BSI 可對應

到 5dB，95%的 BSI 可對應到 5.7dB。因此，以 SNR=5dB 做為品質好壞之判斷標準，BSI 至少應達到 86%以上。

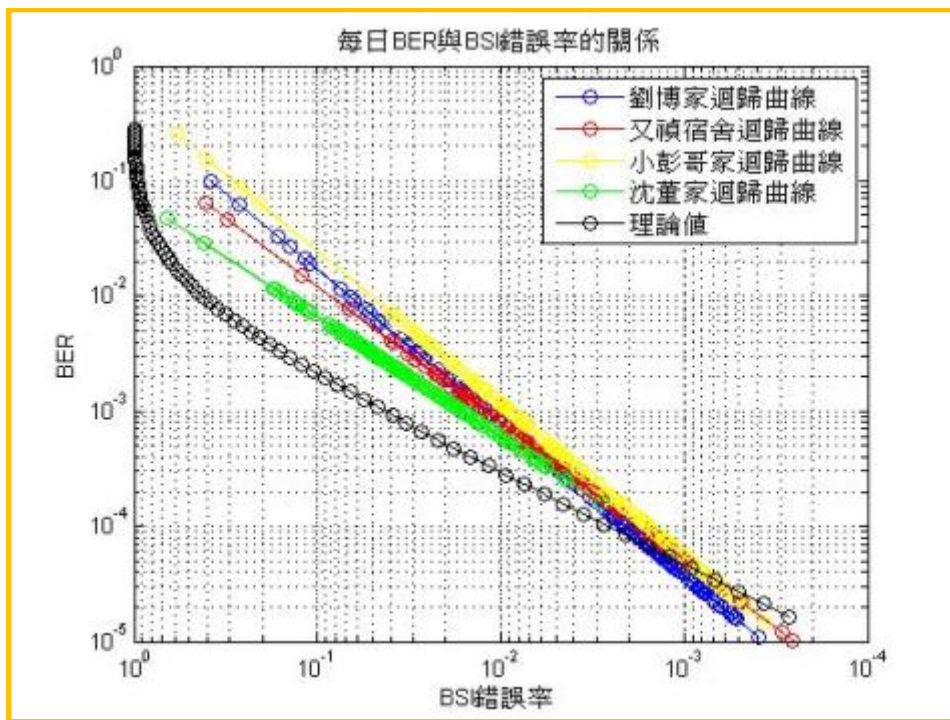


圖 4-49：BSI 與 BER 關係圖

- BSI 與 BER 之分析：本項研究進一步研究 BSI 與 BER 的關係，如圖 4-49 所示。由圖中可以看出，BSI=90%時 BER 約為 2×10^{-3} ，BSI=99%時 BER 約為 3×10^{-4} 。圖中還進一步比較理論值與實際值的差異，由結果可以看出兩者相差在 1dB 以內。可能誤差是因為雜訊來源不只有 AWGN，還有低頻接收晶片 AGC 誤差及接收機 MCU 時脈偏移等。
- BSI 與 Miss Detection 之分析：除了 SNR 與 BER 的品質指標之外，Miss Detection 也是一項重要的參數，用以評估民眾是否會發生資料遺失的問題，如圖 4-49 所示。由圖中可以看出，BSI=90%時 Miss Detection 約為 2×10^{-1} ，BSI=99%時 Miss Detection 約為 2×10^{-2} 。理論值與實際值相差也在 1dB 以內。

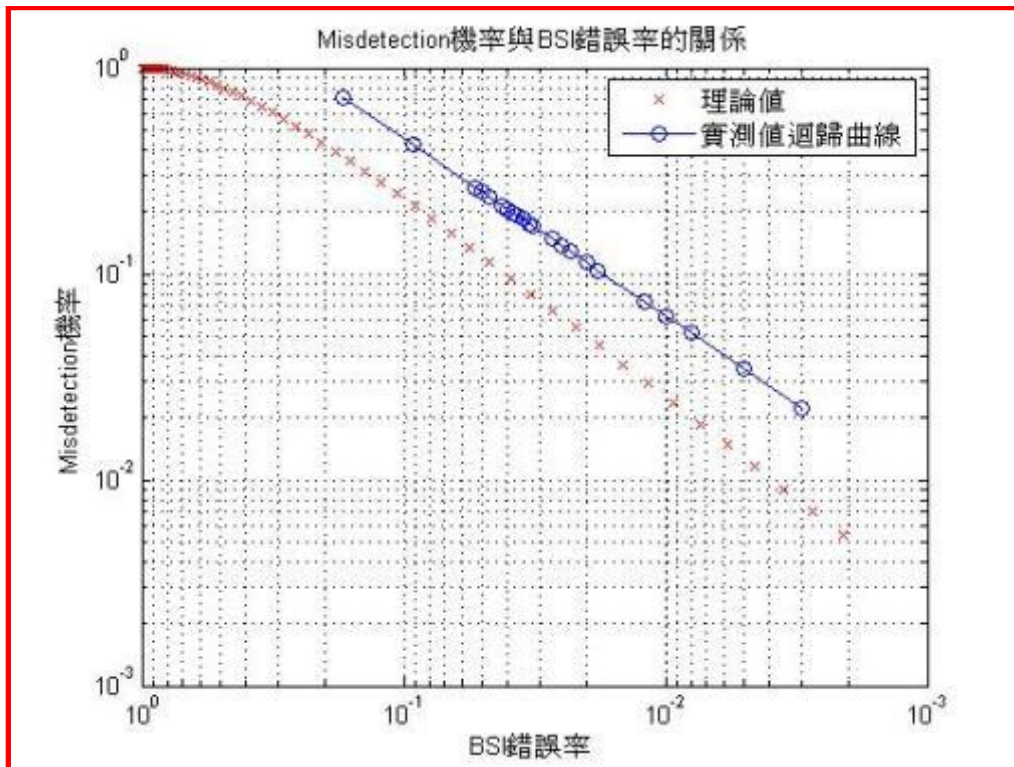


圖 4-50：BSI 與 Miss Detection 關係圖

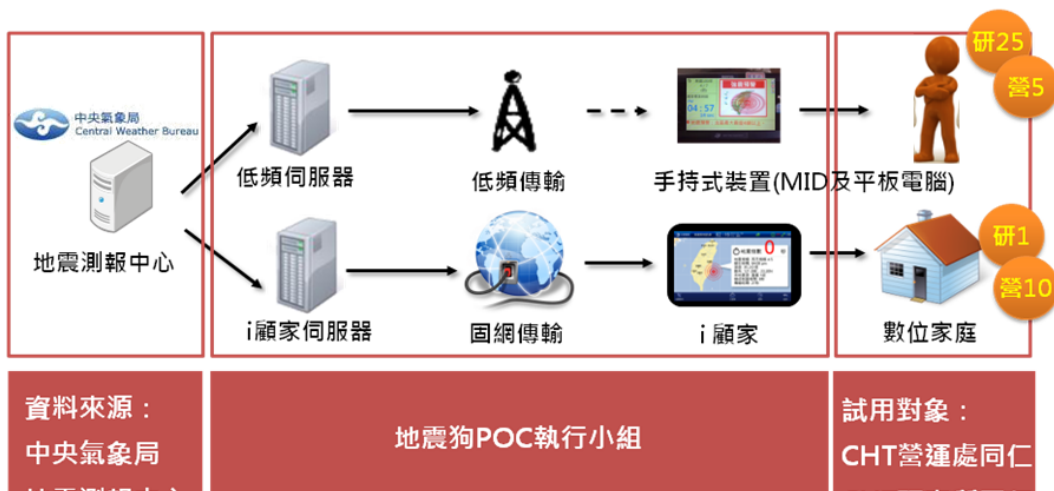


圖 4-51：低頻地震狗 POC 系統價構圖

(b) 低頻地震速報 POC 驗證結果

圖 4-51 為低頻地震狗 POC 系統架構圖，基於此一架構我們進行一系列的實驗。在本次 POC 實驗期間，地震速報的次數共計 80 筆，其中北台灣地區(台北市、新北市及桃園縣)的有感地震次數(2 級以上)共計 17 次，有效地震速報(台北地區告警秒數>0 秒)為 11 次。圖 4-52 為本次 POC 的實驗區域的示意圖。



圖 4-52：低頻地震狗 POC 實驗區域

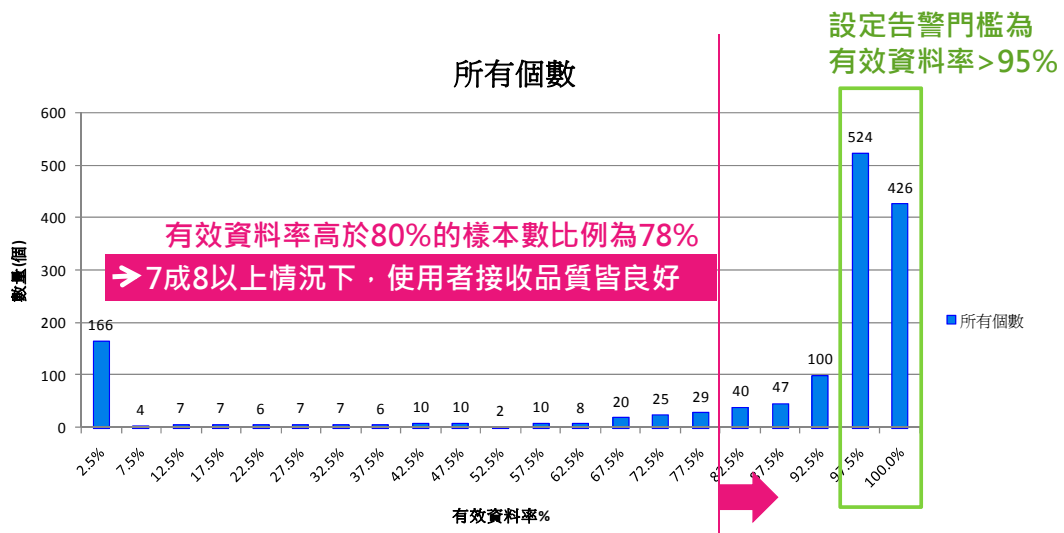


圖 4-53：低頻地震速報 POC 驗證樣本分析

在我們的分析中，獨立每次地震之每位使用者情形，共 1461 個事件，並定義一有效資料率作為接收訊號品質的參數「有效資料率 80%以上」為良好環境。圖 4-53 為低頻地震速報 POC 驗證樣本分析圖。根據該圖所示，本次 POC 實驗結果有 78% 的良好環境樣本。

圖 4-54 為速報傳遞成功率的統計圖。速報傳遞成功率的定義為終端有接收到與伺服器所有發送的比值。根據統計結果，當有效資料率的傳遞成功率率介於 80%~100% 時，平均速報傳遞成功率約為 99%。此一有效資料率將可提供民眾判斷該地點是否適合擺放地震速報終端裝置。

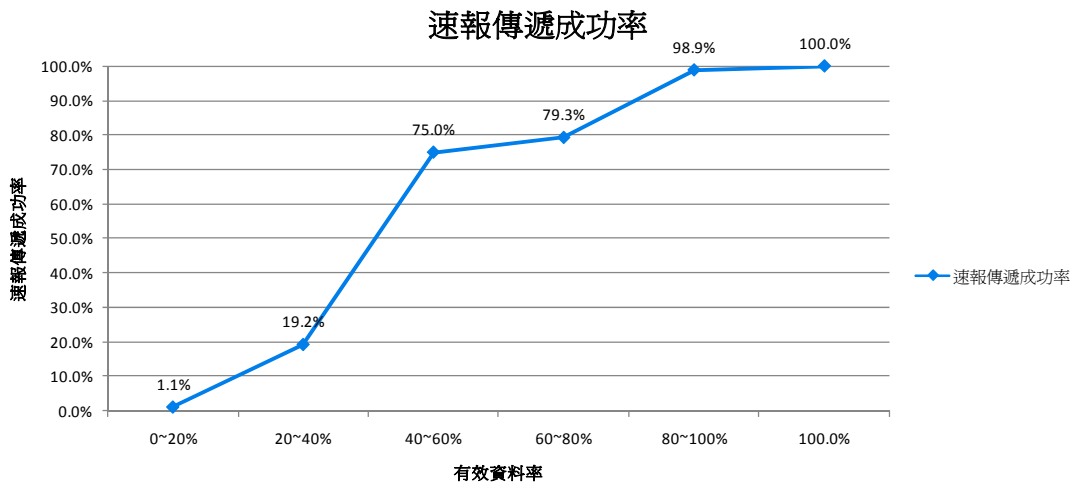


圖 4-54：速報傳遞成功率的統計圖

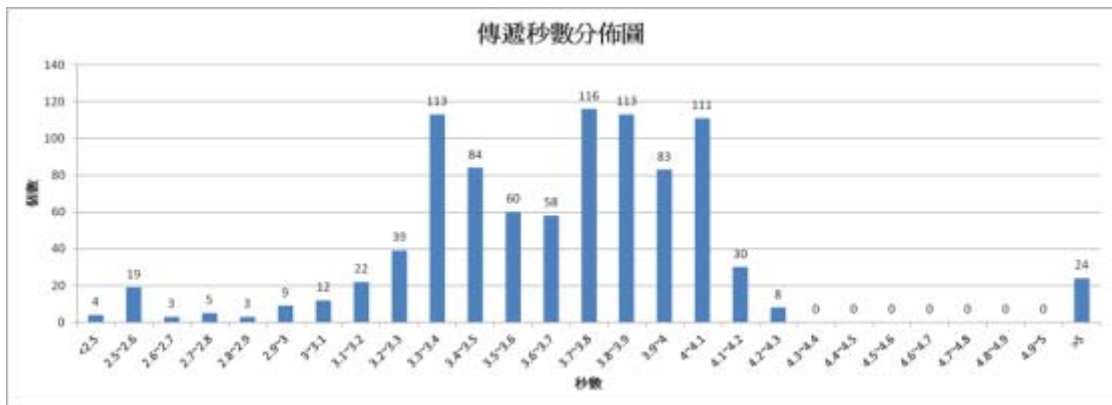


圖 4-55：速報傳遞成功率的統計圖

誤報率(單位:天,幾天會發生一次誤報)

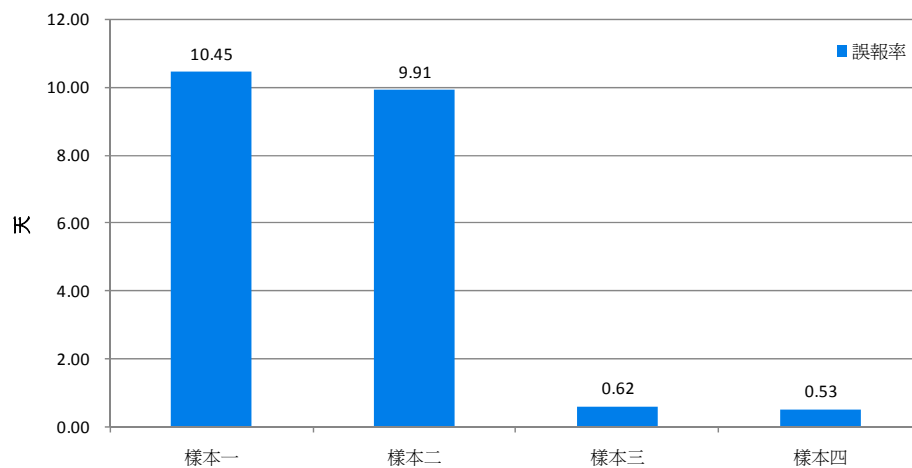


圖 4-56：速報誤報率的統計圖

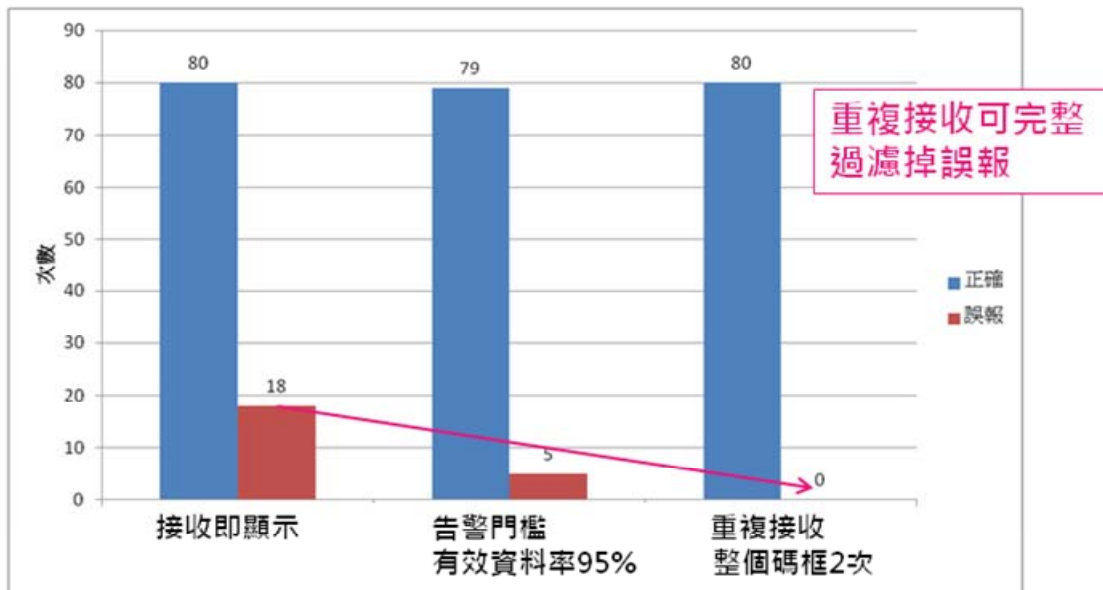


圖 4-57：零誤報率的統計圖

在低頻地震速報應用上，另一項重要的評估參數為傳遞時間。圖 4-55 為地震速報傳遞秒數分布圖。由圖中的分析可以知道符合告警門檻之傳遞時間平均約為 3.97 秒 (北台灣區域)，主要的時間延遲出現在低頻伺服器、低頻發射機與低頻接收終端的處理時間。

另一項重要的系統效能指標為誤報率(False Alarm)，指的是未發送告警但終端卻顯示告警，如圖 4-56 所示。根據統計結果，在半年實驗過程中，在良好的接收環境中，約 10 天出現一次誤報；但在接收環境不佳的地方其誤報率將高達一天兩次。這是由於試用環境的變化(例如出現冷/暖氣機、除濕機、洗衣機、電視等干擾源)使得誤報情況會發生。為達到零誤報率的設計，我們可以設計重複傳送地震訊息的機制，當連續接收到相同的地震訊息時才顯示地震訊息。因此，可以藉由延長接收時間以換取消除誤報可能，如圖 4-57 所示。此外，還可以進一步採用子母鐘架構解決涵蓋與終端不足的問題。

(c) 低頻速報使用者產品概念測試

藉由問卷調查，我們進一步瞭解民眾對於低頻地震速報服務的需求與看法：

- 目標客戶特性：透過客戶屬性做為未來目標市場及產品定位之建議及依據。
- 消費者功能需求：根據功能需求探討，做為產品研發的方向。

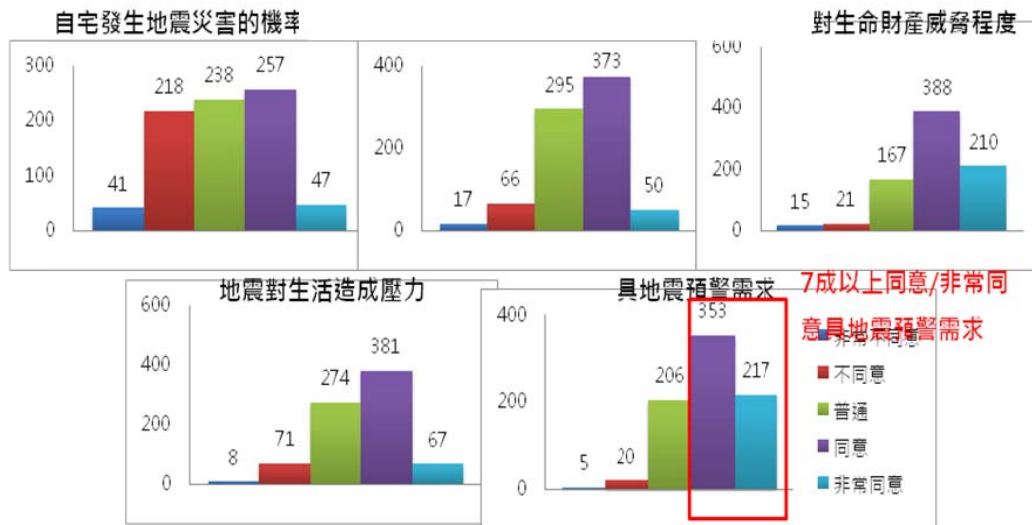


圖 4-58：低頻地震速報基本需求調查結果。

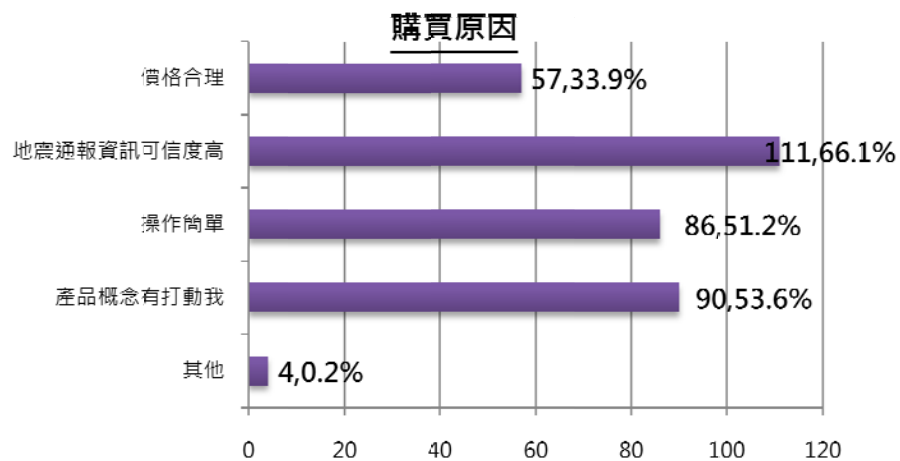


圖 4-59：低頻地震速報服務購買原因調查結果。

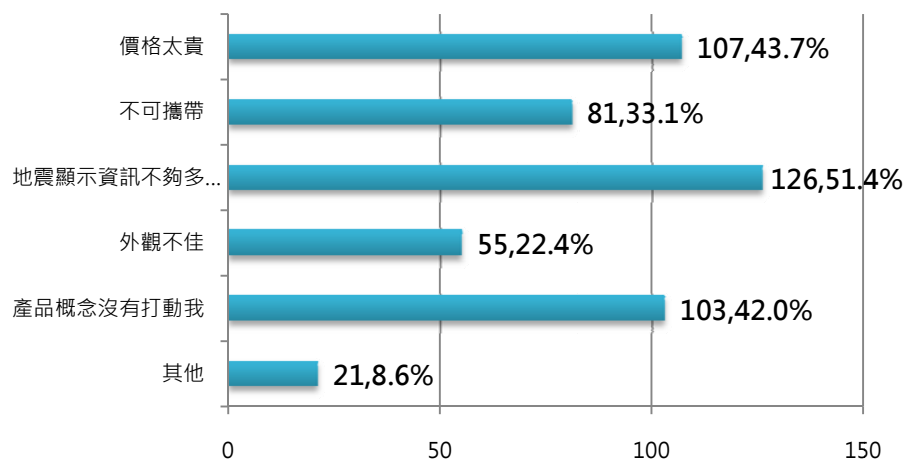


圖 4-60：低頻地震速報服務不購買原因調查結果。

■ 價格需求：做為產品定位的考量項目。

本次問卷發放採用電子郵寄問卷，對象為中華電信全體員工，總計 7,989 份問卷，有效樣本 801 份，有效樣本回收率為 10.03%

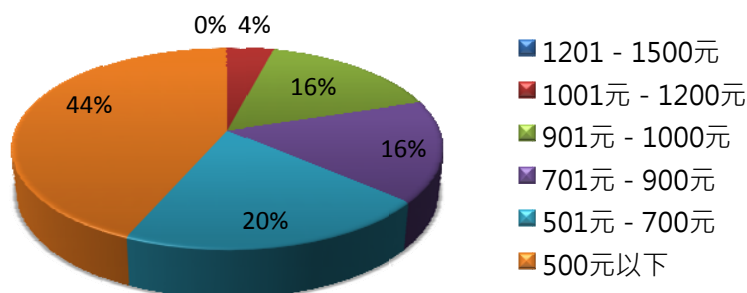


圖 4-61：低頻地震速報終端接受價格調查結果。

在 95%的信心水準下，抽樣誤差約為正負 3.41%。圖 4-58 為基本需求的調查結果，主要觀察如下：

- 受訪者雖認為地震會造成其生命財產威脅，並對生活造成風險壓力，但民眾仍有多數對於地震災害發生機率警覺度低。
- 受訪者認同防震措施能降低地震損害，但就其他觀察發現，民眾願實質支付於提高預防地震損害比率仍不高。
- 受訪者對於地震預警服務具一定需求。

圖 4-59、4-60 及 4-61 為深度需求的調查結果，主要觀察如下：

- 購買意願高於兩成，而從重要度和喜好度顯示，受訪者有通報需求，但產品未能有效吸引；產品價值認同度低，導致購買意願偏低
- 主要購買原因為【地震通報資訊可信度高】、【產品概念有打動我】、【操作簡單】
- 不購買之原因以【地震資訊不夠多元化】居首，比重超過半數
- 【價格太貴】為次要因素，合理價格區間為 500 元以下比重為 43.4%，501 元至 700 元區間為 20.2%，接受價格約等同於市售一般非精品鐘之價格，而電波鐘本身屬高單價產品，與一般鐘價差約為三至五倍
- 進一步限縮至有地震預警需求之受訪者，其有購買意願者僅為五成，仍需進一步思考民眾在地震通報服務未滿足之需求缺口為何

(4.1.4.4)應用及效益

在低頻地震速報服務的試用的期間，大部分試用者均持正面看法，其中有 3 位試用者親身感受到地震速報早於地震發生的經驗。因此，低頻傳播系統用於

地震速報之應用上確實有其效益，將可有效降低民眾生命財產損失。

(4.1.4.5)未來工作重點

低頻地震速報的推動仍有商用電台建置及終端普及等議題，建議仍應透過公部門專標案推行，並與中央氣象局、國家災害防救中心及學校學術單位尋求進一步的合作。

(4.1.4.6)自評與建議

地震速報服務已完成系統驗證，具可行性。低頻地震速報傳遞時間約 4 秒內，但易受干擾，可透過重複接收機制提高告警正確性，並透過子母鐘設計確認接收環境品質。依據內部員工調查結果，7 成受訪者有地震預警服務需求，主要不購買原因為終端價格。因此未來低頻終端價格宜低於 700 元，以增加民眾購買意願。

(五)其他

(5.1) APMP TCTF 國際合作推廣現況說明

(5.1.1)達成項目

- 爭取 APMP TC initiative 計畫，獲得 APMP 經費補助，辦理 GPS 接收機之校正展示活動。
- 完成韓國 KRISS、大陸 NIM、EURAMET 埃及與 COOMET 烏克蘭之校正量測能量(CMC)資料之審查。
- 完成參加「APMP mid-year meeting」，持續推動 APMP TCTF 之技術交流與相互認可事務。
- 應邀赴法國參加 CCTF 大會、CCTF TAI 貢獻實驗室代表大會，及衛星雙向傳時工作小組 (TWSTFT WG) 等會議。
- 赴紐西蘭威靈頓參加 APMP 大會(GA)及主持 APMP TCTF 會議。
- AP-RASC'13 TPC (Technical Program Committee)通過 ATF 2013 workshop 以 AP-RASC'13 commission A 之 joint sessions 辦理。

(5.1.2)執行內容(執行期間：101.01~101.12)

- 本實驗室自 2011 年底開始接任亞太計量組織(APMP) 時頻技術委員會 (TCTF) 相關工作，即規劃爭取 APMP TC initiative 計畫之經費補助，以期能推動亞太地區時頻之比對活動。最初希望爭取此經費，於 2012 年底舉辦 ATF workshop 同時進行 GPS 接收機校正之研習活動，然而 APMP 分配於 TC initiative 計畫的經費相當有限，僅約 40,000 美元，且不補助旅費及生活費，因此舉辦 workshop 形式的活動不易得到支持，經費爭取頗有難度。
- 區域組織內會員及區域組織之間的校正量測能量(CMC)資料審查，則是 TCTF 相互認可工作小組(WGMRA)的主要任務。本年度完成區域組織內的 CMC 審查兩件(韓國 KRISS 及大陸 NIM)，及區域組織間包括埃及 (EURAMET 會員)、烏克蘭(COOMET 會員)的 CMC 校正能量資料。
- 為推動使組織事務順利推動，APMP 於每年五、六月間均規劃舉辦 APMP

mid-year meeting。今年會議由巴布亞新幾內亞的首都摩爾茲比港召開，由該國國家實驗室 NISIT 主辦。系列會議包括各領域技術委員會主席(TC chair)的 meeting、及執行委員會(EC)與 TCC 的聯合會議、Symposium 與實驗室參觀，及 DEC Workshop 等活動。

- CCTF 及工作小組系列會議於今年九初月在巴黎舉行，系列會議包括衛星雙向傳時(TWSTFT)、GNSS 等工作小組，及 TAI 貢獻實驗室代表等會議。會中通過多項工作小組的建議案，對於時頻技術的未來發展影響頗大，值得持續關注。
- AP-RASC'13 TPC (Technical Program Committee)通過 ATF 2013 workshop 以 AP-RASC'13 commission A 之 joint sessions 辦理，因此與 commission A 協調溝通，現已完成 Session Topics 與相關 Conveners 的規劃及邀請。

(5.1.3)結果

- TCTF 所提 APMP TC initiative 計畫爭取到 5,000 美元。經與 TCTF 會員討論後決定，今年將經費集中於辦理 GPS 接收機校正之研習活動，ATF workshop 則將以 joint sessions 方式與 AP-RASC'13 聯合舉辦。
- 本年度已完成韓國 KRISST、大陸 NIM、埃及 NIS 與烏克蘭 UA 之 CMC 校正能量資料審查，其中 NIS 資料已登錄 KCDB，而 KRISST、NIM 及 UA 的 CMC 資料均已上傳 JCRB 網頁進行區域組織間的審查。
- APMP 為使組織事務順利推動，每年五、六月間均會規劃舉辦 APMP mid-year meeting。今年會議訂於 6 月 4~7 日，在巴布亞新幾內亞首都摩爾茲比港召開，由該國國家實驗室 NISIT 主辦。系列會議包括各領域技術委員會主席(TC chair)的 meeting，及執行委員會(EC)與 TCC 的聯合會議。較重要的議題討論集中於前兩天的議程，包括 JCRB 訊息宣佈、CMC 審查流程討論及 APMP 策略方向討論等，APMP 秘書的薪資問題，則是有待持續討論的議題。
- CCTF 及工作小組系列會議中通過多項工作小組的建議案，對於時頻技術的未來發展影響頗大，值得持續關注。本實驗室同仁在會中報告實驗室

現況及 APMP 區域組織活動等，相關訊息有助於歐美國家對亞太地區計量維持現況的瞭解。

- 目前已確定 ATF 2013 workshop 之 Session Topics 將包括 Calibration and dissemination in electromagnetic metrology、Microwave frequency standards、Time and frequency transfer、Optical frequency standards、Optical frequency 等五項，各 Session 的 Conveners 人選亦已完成聯繫確認。

(5.1.4)未來工作重點

APMP 時頻技術委員會的事務主要由四個工作小組負責推動，我們規劃由本實驗室主導相互認可 (WGMRA) 工作小組的工作，另外導航衛星(GNSS) 傳時、衛星雙向傳時(TWSTFT)及光頻(OFM)三個工作小組，則分別由澳洲 NMIA、日本 NICT 與 NMIJ 專家協助擔任 coordinator，本實驗室同仁亦擔任 sub-coordinator 協助推動相關事務。

本年度 TC initiative 計畫經費，是時頻技術委員會(TCTF)首次爭取到的活動補助經費，雖然金額不高，但是基於增進區域組織技術活動的目標，仍然全力以赴推動。本次所規劃 GPS 接收機校正之研習活動，係將實驗室兩部 GPS 接收機送到紐西蘭國家實驗室 MSL 進行現場觀測操作，並和與會技術專家討論草擬的相關校正指導文件。此現場操作研習和文件的討論修訂，對於開發中國家的技術提升，將有極大的助益。TCTF 會員決議將會議中的文件及拍攝的資料放在網頁上，讓有興趣的會員參考。我們亦將歸納總結本次活動舉辦的經驗，積極進行後續技術活動的規劃。

(5.1.5)自評與建議

本實驗室有機會主導亞太地區時頻領域之技術合作事宜，實為同仁們長期努力的成果，受到國際肯定所致。而推展相關的活動，則是現階段實力的展現。近年來，透過實驗室和主管機關的積極爭取，雖使實驗室經費較為穩定，不致因預算大幅刪減而捉襟見肘，但在有限資源下規劃國際合作或

技術交流活動，仍感覺難以推展，往往需要更多的溝通協調，才能使工作順利進行。若就新技術開發需求而言，現有資源更是遠遠不足，計量領域的技術發展如逆水行舟，不進則退，眼前我們所面臨的是國家度量衡業務的轉捩點，考驗著主管機關資源爭取配置與執行單位調整應變的智慧。



APMP mid-year meeting 與會者合影



CCTF 大會之現場



APMP TCTF 與會者合影



APMP GA 與會者合影

三、結論與建議

- (一) TL 長期維持時間與頻率之國家標準，並善盡維持世界時頻標準之責任。雖標檢局委辦經費不足，幸在中華電信之支持下，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；而對於國際原子時之貢獻度，世界排名持續維持第 5 名，與國際標準實驗室相較，亦不遑多讓。
- (二) 本實驗室所提供多項時間同步服務，廣受社會大眾重視與使用，尤其網路校時服務每日服務流量已超過 2 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。另提供通行全球八十餘國之全球相互認可的校正能量，並透過財團法人全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室傳遞國家量測標準，支援數億元檢測市場之規模。
- (三) 度量衡業務是憲法層級所定義，為國家建設的重要基石，國家標準實驗室為全國最高計量標準及國家計量政策之提供者。攸關產品及研發的品質、校正標準之追溯基礎，民生福祉、乃至尖端科技的研發與精進。舉辦策略會議，顯示主管機關與各執行單位改善現狀的企圖心，但仍需要主管機關與度量衡領域同仁的齊心努力，共同擘劃出具有前瞻性與競爭力的願景。
- (四) 國家標準時間之服務目前已成功地推廣至許多機關使用並廣受好評，實驗室未來將持續提供高品質之標準時間信號供有需求之機關使用並提供相關技術支援與協助。有鑒於標準時間服務需求之提升，建議增加相關推廣經費及維護人力，以因應未來服務據點之增加及後續維護之問題。
- (五) 獲選參加 BIPM 時間鏈路校正先鋒計畫、並執行 BIPM rapid UTC 計畫、

應邀參與第 19 屆 CCTF 會議及相關工作小組會議、及擔任 APMP 重要職務等榮譽，實為長期以來實驗室同仁們共同的努力付出，辛苦建立起國際形象與影響力的展現。

- (六) 光頻計量標準將是未來時頻技術發展的必然趨勢。國際間相關的研究發展已如火如荼地展開，今年的 CCTF 會議再通過三項「秒」的第二定義，而 CCTF ATFT 工作小組會議也建議各國發展光纖傳時技術。我們必需加緊腳步迎頭趕上，才能持續在日新月異的時頻技術發展中，仍能保持一席之地。
- (七) 101 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！100 年度貴局與三個國家標準實驗室共同舉辦策略會議，顯示貴局與各執行單位改善現狀的企圖心，惠請貴局協助爭取較充裕之資源，以利執行在策略會議中所共同擘劃，具有前瞻性與競爭力的願景與未來發展藍圖。
- (八) 實驗室目前隱憂為單一的母鐘參考源。因為高穩定之頻率參考源直接與 UTC(TL)穩定度、貢獻 TAI 權重，及國際比對結果高度相關，建議儘快購置新氫鐘，以保持 UTC(TL)穩定度與我國之國際貢獻度。
- (九) 實驗室未來應持續積極參與並協助推動 APMP TCTF 各項工作小組之相關事務及活動，使亞太地區時頻計量發展更為健全。此外，明年將舉辦 CCTF TWSTFT 工作小組會議、主協辦 AP-RASC'13 研討會、APMP 2013 GA 及相關會議等，為國際計量領域做出貢獻，亦有助於我國計量與本實驗室影響力的擴大及國際地位的提升。

附件

- (一) 新台幣一百萬元以上儀器設備清單
- (二) 各種報告一覽表(包括技術報告、論文、研討會一覽表)
- (三) 計畫執行成果摘要表(包括技術報告、論文等)
- (四) 標準能量統計表
- (五) 經濟部標準檢驗局度量衡及認證類委辦科技計畫績效評估報告

(一)國家標準實驗室計畫新台幣一百萬元以上儀器設備清單

儀器設備名稱	主要功能規格	平均單價	數量	總價	備註
無採購設備					

(二) 各種報告(技術報告、論文、研討會、出國報告、技術創新)

論文一覽表

項次	編號	論文名稱	刊出日期	作者	期刊(會議)名稱	國家
期刊 (SCI)	1	Enhancing long-term stability of the optoelectronic oscillator with a probe-injected fiber delay monitoring mechanism	2012.01	曾文宏 馮開明	Optics Express	美國
期刊 (SCI)	2	Improvement of the Asia-Pacific TWSTFT Network Solutions by using DPN Results	2012.03	林晃田 黃毅軍 廖嘉旭 褚芳達 曾文宏	IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control	美國
期刊 (SCI)	3	First International Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer Experiment Employing Dual Pseudo-Random Noise Codes	2012.03	曾文宏 黃毅軍 T. Gotoh T. Hobiger M. Fujieda M. Aida Tingyu Li 林信嚴 林晃田 馮開明	IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control	美國
期刊 (SCI)	4	Recent Development and Utilization of Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer	2012.04	林晃田 黃毅軍 曾文宏 廖嘉旭 褚芳達	MAPAN- Journal of Metrology Society of India	印度
期刊 (SCI)	5	Impact of fiber delay fluctuation on reference injection-locked optoelectronic oscillators	2012.9	曾文宏 馮開明	<i>Optics Letters</i> , vol. 37, no. 18, 15 Sep, 2012	美國

期刊 (EI reference)	1	On the Design of Low-Frequency Broadcasting System and Its Applications to Disaster Management	2012.6	劉家宏 沈俊銘 王中和 郭又禎 吳思賢	IEEE ICC 2012	加拿大
國際研討會 (EI reference)	2	A study of ionospheric delay corrections for next-generation two-way satellite time and frequency transfer	2012.05	褚芳達 曾文宏 黃毅軍 林晃田 廖嘉旭 徐偉智 丁培毅	2012 IEEE International Frequency Control Symposium	美國
國際研討會 (EI reference)	3	A study of ionospheric effects on next-generation two-way satellite time and frequency transfer	2012.07	褚芳達 廖嘉旭 曾文宏 黃毅軍 林晃田 徐偉智 丁培毅	2012 IEEE Conference on Precision Electromagnetic Measurements	美國
國際研討會 (EI reference)	4	Influence of Fiber Delay Fluctuation on a Reference Injection-Locked Optoelectronic Oscillator	2012.05	曾文宏 馮開明	2012 IEEE International Frequency Control Symposium	美國
國際研討會 (EI reference)	5	Design and Implementation of a High Resolution Phase Comparator	2012.07	廖嘉旭 黃毅軍 林晃田 褚芳達 林信嚴 林清江 涂昆源	2012 IEEE Conference on Precision Electromagnetic Measurements	美國

國際研討會	6	Absolute frequencies of ^{133}Cs $6S_{1/2}$ - $8S_{1/2}$ two-photon transition stabilized diode lasers	2012.04	吳建明 T.-W. Liu Y.-H. Chen 鄭王耀 林信嚴	2012 European Frequency and Time Forum (EFTF) conference	瑞典
國際研討會	7	A Voice Time Monitoring and Recording Sub-System for the Telephone Speaking Clock	2012.11	林清江 張博程 王嘉綸 邱紫瑜 林信嚴	2012 Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications meeting	美國
國際研討會	8	Two-way time transfer via a common-path fiber link	2012.12	曾文宏 林信嚴 黃毅軍 褚芳達 馮開明	44 th Annual Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting	美國

文件報告一覽表

編號	報 告 名 稱	作者	刊出日期	頁數	語言	機密等級
1	使用雙頻電碼進行首次衛星雙向傳時國際比對之探討報告	曾文宏	2012.05	14	英文	普通
2	低頻展示平台標準時間源追溯技術報告	王中和	2012.04	49	中文	普通
3	國家標準無線時頻雙模子母鐘接收架構研發報告	吳思賢	2012.09	32	中文	普通
4	完成自主性 GPS 共視系統國內全區追溯鏈路整體性能評估報告	王嘉綸	2012.08	15	中文	普通
5	GPS 與 GLONASS 雙系統相位擾亂聯合觀測方法研究報告	褚芳達	2012.10	11	中文	普通
6	以雙頻電碼數據改善衛星傳時網路特性之研究報告	林晃田	2012.11	14	英文	普通
7	微波段頻率量測系統建置與高頻量測相關技術報告	張博程	2012.11	18	中文	普通
8	高精度時間間隔量測系統技術報告	林清江	2012.11	16	中文	普通

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	新北市低頻廣播系統推廣會議(I)	新北市	新北市消防局	101.01.14	8	簡報與展示
2	低頻電台共站討論會議(I)	華視	中華電信研究院	101.01.31	4	討論會議
3	低頻電台共站討論會議(II)	央廣 淡水分 台	中華電信研究院	101.01.31	7	討論會議
4	新北市低頻廣播系統推廣會議(II)	新北市	新北市消防局	101.01.31	8	簡報與展示
5	防災雲端服務應用研討會	台北市	中華電信公司	101.03.09	100	研討會
6	101年中央災害防救演習	新北市	新北市政府	101.03.23	200	演習
7	國立中央大學職涯發展中心	中壢	中華電信研究院	101.03.23	40	實驗室展示
8	桃園縣消防局指揮中心參訪活動	中壢	中華電信研究院	101.03.27	30	簡報與展示
9	光鐘討論會	中央大 學	國立中央大學	101.03.28	20	討論會議
10	101年度<校正領域>頻率量測能力試驗活動 說明會	中壢	中華電信研究院	101.05.16	25	說明會
11	中華大學 電機系	中壢	中華電信研究院	101.06.04	40	實驗室展示
12	日本YRP大森慎吾副會長兼所長 參訪「低頻防災技術」	中壢	中華電信研究院	101.8.22	30	簡報
13	101年度<校正領域>頻率量測能力試驗活動 總結會議	中壢	中華電信研究院	101.09.16	22	說明會
14	101年度標準檢驗局科專技畫聯合成果展	台北	經濟部標準檢驗局	101.12.18	100	展示

專利一覽表

編號	專利名稱	撰寫人	國家	類別	日期	備註
1	一種利用GPS訊號訓練振盪器之系統	涂昆源 廖嘉旭	台灣	發明	101.6	獲得
2	差動主動式電容裝置	徐永珍 黃吉成 郭又禎	台灣	發明	101.3	申請
3	傳播路徑延遲之量測方法	黃毅軍	台灣	新型	101.11	申請

(三) 研究成果統計表

計畫類別/ 績效指標	A 論文	B 研究團隊 養成	C 博碩士 培育	D 研究 報告	E 辦理學術 活動	F 形成 教材	G 專利	H 技術報 告	I 技術活 動	J 技術移 轉	K 規範/標 準制訂	L 促成廠 商投資	M 創新產 業或模 式建立	N 協助提 升我國 產業全 球地位	O 共通/檢 測技術 服務	P 創業 育成	Q 資訊服 務	R 增加 就業	S 技術服 務	其它
98年 實際	10篇 (國際 10篇)		內部進 修：1 博碩士 生：2		論壇：1			9件	參與國 際研討 會3次					國際 比對 4項			網路校 時：>700 萬次/日		校正服務： 67件；	
99年 實際	9篇 (國際 9篇)		內部進 修：2 博碩士 生：2		研討 會：1			7件	參與國 際會議 4次					國際 比對 4項			網路校 時：>800 萬次/日		校正服務： 53件；	
100 年	4篇 (國際 4篇)		內部進 修：2 博碩士 生：2		策略會議 分組會議： 1 說明會： 1			5件	參與國 際研討 會3次					國際 比對 4項			網路校 時：>800 萬次/日		校正服務： 41件；	
101 年 目標	8篇 (國際 5篇)		內部進 修：1 博碩士 生：1					7件	參與國 際研討 會3次					國際 比對 3項			網路校 時：>900 萬次/日		校正服務： 46件；	
101 年	13篇 (國際 13篇)		內部進 修：2 博碩士 生：2		說明會： 2			8件	參與國 際研討 會4次					國際 比對 4項 (進行 中1 項)			網路校 時：>900 萬次/日		校正服務： 77件；	

實際	績效指標	年度目標產出	上半年實際產出
	學術成就	A 論文	數量：國際期刊論文 1 篇 國際研討會論文 4 篇 一般論文 3 篇
B 研究團隊養成			
C 博碩士培育		每年有各大專院校博碩士生約 1 人進行合作研究、內部培訓 1 博士生人。	有各大專院校博碩士生 2 人進行合作研究、內部培訓 2 博士生人。
D 研究報告			
E 辦理學術活動			
F 形成教材			
G 專利			
技術創新	H 技術報告	數量：技術報告 7 篇	數量：技術報告 8 篇
	I 技術活動	參與國際重要度量衡組織活動 3 項；	參與國際重要度量衡組織活動 2 項；參與國際研討會 4 次
	J 技術移轉		
	S 技術服務	技術服務： 高精度時頻標準器校正 46 件 (技術服務收入 37 萬)	技術服務： 高精度時頻標準器校正 77 件 (技術服務收入 1,044,500 元)
	K 規範/標準制訂		
經濟效益	L 促成廠商投資		
	M 創新產業或模式建立		
	N 協助提升我國產業全球地位	維持全球相互認可協議： ● 參與國際量測比對 3 項； ● 校正與量測能量 8 項登錄於 BIPM 資料庫； 維持 CGPM 仲會員資格、 維持亞太計量組織(APMP)會員資格、 維持與日本 NICT 合作備忘錄	進行參與國際量測比對中 4 項； 校正與量測能量 8 項已登錄於 BIPM 資料庫。 維持全球相互認可協議： 維持 CGPM 仲會員資格、 維持亞太計量組織(APMP)會員資格、 維持與日本 NICT 合作備忘錄

實際	績效指標	年度目標產出	上半年實際產出
社會 影響	O 共通/檢測技術服務		
	T 促成與學界或產業團體合作研究		
	U 促成智財權資金融通		
	V 提高能源利用率		
	W 提升公共服務		<p>提供標準時間信號供 117 語音報時服務，每日之服務量約<u>十餘萬次</u></p> <p>撥接式電腦校時系統提供民航局各航空站航管系統之時間同步及資料記錄之時間標示，每日紀錄航管資料數萬筆。</p>
社會 影響	X 提高人民或業者收入		
	P 創業育成		
	Q 資訊服務	<p>提供網際網路校時服務 (Network Time Protocol, NTP) 平均 <u>900 萬次/天</u>；更新及維護國家度量衡標準實驗室網站，平均每年進站人數 <u>1,800 人次</u>以上；</p>	<p>提供網際網路校時服務 (Network Time Protocol, NTP) 超過 <u>900 萬次/天</u>；更新及維護國家度量衡標準實驗室網站，平均 <u>每日使用網站人數 300 人次</u>以上；</p>
	R 增加就業		
	Y 資料庫		
	Z 調查成果		
	AA 決策依據		

(三) 成果摘要表

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表
論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Enhancing long-term stability of the optoelectronic oscillator with a probe-injected fiber delay monitoring mechanism		
撰寫人	曾文宏		馮開明	
撰寫日期	中華民國 101 年 1 月 5 日		撰寫語言及頁數	英文 11 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	optoelectronic oscillator, long term, radio frequency transfer over fiber			
內容摘要：				
<p>Optoelectronic oscillators (OEOs), based on optical fiber loops to act as a high-Q cavity, are capable of generating stable radio-frequencies (RF). The long-term frequency stability of the OEO is then limited by the cavity variation that is mainly induced by temperature sensitivity of the optical fiber. In order to actively stabilize the OEO cavity, we employ the technique of RF transfer over optical fibers. We propose and experimentally demonstrate a dual-loop-OEO scheme to enhance the long-term stability with an injected probe signal to monitor the phase variation in the fiber loops. The experimental results show that the resulting spread-spectrum signal is useful in monitoring the fiber delay without observable interference. The relationships between the measured frequency and the monitored delay are theoretically and numerically discussed. We also estimate the long-term stability of the proposed OEO scheme with the cavity phase correction. The corrected result shows the long-term frequency stability of the proposed OEO is within 8.4×10^{-10} at one day.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	Influence of fiber delay fluctuation on a reference injection-locked optoelectronic oscillator		
撰寫人	曾文宏		馮開明	
撰寫日期	中華民國 101 年 6 月 11 日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	optoelectronic oscillator, long term, injection locking			
<p>內容摘要：</p> <p>Optoelectronic oscillators (OEOs) are used to generate low phase noise microwave signals. A high performance OEO may act as a local oscillator that could lock the output of the absolute reference frequency, provided by the atomic transition. This study investigates the relationship between the phase shifts of a reference injection locked OEO and its fiber delay fluctuation. The impact of fiber delay fluctuation and the method to realize a good injection-locked OEO are discussed.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	First International Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer Experiment Employing Dual Pseudo-Random Noise Codes		
撰寫人	曾文宏	黃毅軍	T. Gotoh	
	林信嚴	林晃田	馮開明	
撰寫日期	中華民國 101 年 3 月 1 日		撰寫語言及頁數	英文 8 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Satellite Time and Frequency Transfer, GPS, TAI			
內容摘要：				
<p>Abstract—Two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) is one of the main techniques used to compare atomic time scales over long distances. To both improve the precision of TWSTFT and decrease the satellite link fee, a new software-defined modem with dual pseudo-random noise (DPN) codes has been developed. In this paper, we demonstrate the first international DPN-based TWSTFT experiment over a period of 6 months. The results of DPN exhibit excellent performance, which is competitive with the Global Positioning System (GPS) precise point positioning (PPP) technique in the short-term and consistent with the conventional TWSTFT in the long-term. Time deviations of less than 75 ps are achieved for averaging times from 1 s to 1 d. Moreover, the DPN data has less diurnal variation than that of the conventional TWSTFT. Because the DPN-based system has advantages of higher precision and lower bandwidth cost, it is one of the most promising methods to improve international time-transfer links.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Improvement of the Asia-Pacific TWSTFT Network Solutions by using DPN Results		
撰寫人	林晃田		黃毅軍	廖嘉旭
	褚芳達		曾文宏	
撰寫日期	中華民國 101 年 3 月 1 日		撰寫語言及頁數	英文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT; DPN; Network Solution			

內容摘要：

Two major time and frequency transfer techniques, TWSTFT and global navigation satellite systems (GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, etc.), are used for the UTC/ TAI. These time and frequency transfer links comprise a worldwide network and the utilization of the highly redundant time and frequency data is an important topic. In our previous study, we have proposed a feasible method, utilizing full time-transfer network data, to improve the results of TWSTFT network. The National Institute of Information and Communications Technology (NICT) has recently developed a software-based two-way time-transfer modem using a dual pseudo-random noise (DPN) signal. The first international DPN TWSTFT experiment, using these modems, was performed between NICT and TL, and its ability to improve the time transfer precision was demonstrated. In comparison with the conventional NICT-TL TWSTFT link, the DPN time transfer results have higher precision and lower diurnal effects. The estimation also shows that DPN is comparable to GPS precise point positioning (PPP). We adopted the DPN data for the NICT-TL link and solve the TW+DPN network solutions by using our proposed method. The concept of this application is similar to the so-called multi-technique-network T/Ftransfer. The encouraging results confirm that the TWSTFT network performance can benefit from DPN data by improving short-term stabilities and reducing diurnal effects. The results of TW+PPP network solutions are also illustrated.

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	Recent Development and Utilization of Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer		
撰寫人		林晃田	黃毅軍	廖嘉旭
		褚芳達	曾文宏	
撰寫日期	中華民國 101 年 4 月 15 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	TWSTFT; SATSIM; DPN; Multi-technique-network			
<p>內容摘要：</p> <p>TWSTFT (Two Way Satellite Time and Frequency Transfer) has been developed for a long time, and has become one of the most precise and accurate techniques for comparison of the frequency standards located at remote sites. Since 1999, TWSTFT has been used in TAI (International Atomic Time) generation. More than two-thirds of TAI clocks and almost all the primary frequency standards are transferred using TWSTFT. To increase the time transfer precision and stability, several calibration methods were developed and the possible instability sources were investigated. Due to the high redundancy of the time transfer links and quick developments of independent time transfer techniques (e.g. GPS), much utilization was proposed to enhance the robustness, to reduce the uncertainty, and to reduce the diurnal effect of TWSTFT. For example, one can adopt the concept of network time transfer to improve the short term stability, or combine the data of different time transfer techniques to take their advantages. The numerical results of network time transfer are very promising. For the future development, a newly developed DPN-based TWSTFT method shows competitive performance with the GPS PPP and much less diurnals than the conventional TWSTFT. It is a very promising method for the next generation TWSTFT. This paper will give an overview of the above topics.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	A Voice Time Monitoring and Recording Sub-System for the Telephone Speaking Clock		
撰寫人	林清江		張博程	
	邱紫瑜		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 101 年 11 月 26 日		撰寫語言及頁數	中/英文 12 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	speaking clock, monitoring system, recording system, interrupt,			
	UML, PCM, RIFF, WAVE, OTM			
<p>內容摘要：</p> <p>Previous research has developed a time source selecting and data monitoring system (TSMS) for the time synchronized speaking clock (TSSC) [1]. This developed includes two sub-systems. One is for multi-time signal source selecting and the other is for input status monitoring.</p> <p>In this research, the TSMS was extended to monitor the output of the TSSC on dedicated telephone line, called TSMS_A1. From this sub-system, an interrupt circuit with a Linux kernel driver was developed for capturing the rising edge of the on-time tone which is from TSSC output to produce an interrupt event. Through this event, the TSMS' controller was triggered immediately to measure the time error and record the announced voice program into an audio file. The audio recording procedures and a raw file converting from PCM (Pulse Code Modulation) into Waveform Audio File Format (WAVE) were studied. In the system design, Unified Modeling Language (UML) notation tools, such as user case diagram and activity diagram were used to express basic concepts of the system requirements and interactive behaviors.</p> <p>Finally, the data were analyzed from the on-time tone measured by setting three typical threshold levels. Comparing these results, optimum one was chosen as the input threshold for the TSMS_A1. Its time comparison error is within $\pm 100\mu s$ after the path delay has been removed. From this result, we could indeed monitor the output status of the TSSC and then could be providing more reliable voice time service for users.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	A study of ionospheric delay corrections for next-generation two-way satellite time and frequency transfer		
撰寫人	Fang-dar Chu (褚芳達)		Wen-Hung Tseng (曾文宏)	Yi-Jiun Huang (黃毅軍)
	Huang-Tien Lin (林晃田)		Chia-Shu Liao (廖嘉旭)	Wei-Chih Hsu (徐偉智)
	Pei-Yih Ting (丁培毅)			
撰寫日期	中華民國 101 年 3 月 20 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 5 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	Ionosphere			
	Ionospheric corrections			
<p>內容摘要：</p> <p>Time scale difference has been compared at nanosecond level so far by using two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT), benefiting from many signal delays are pretty canceled out due to the reciprocity of propagation path. For next-generation TWSTFT which compares time scale difference at sub-nanosecond level, further studies for signal delays are necessary. This work studies the impact of the ionospheric delay corrections on next-generation TWSTFT. The results demonstrate that the ionospheric corrections vary with both latitude and solar activity. At low latitudes and during moderate or high solar activity, they can reach 200 picoseconds, and thus can affect the time precision of sub-nanosecond next-generation TWSTFT.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	Impact of fiber delay fluctuation on reference injection-locked optoelectronic oscillators		
撰寫人	曾文宏		馮開明	
撰寫日期	中華民國 101 年 6 月 11 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	optoelectronic oscillator, long term, injection locking			
內容摘要：				
<p>We demonstrate that the phase shift of a reference injection-locked optoelectronic oscillator (OEO) varies as the change of its fiber delay over a long period of time. The dynamic variation of the fiber delay is monitored using an injected probe signal and is compared with the phase shift. With actively stabilized fiber delays according to the monitored data, the long-term frequency stability of the reference injection-locked OEO is evaluated.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	A study of ionospheric effects on next-generation two-way satellite time and frequency transfer		
撰寫人	Fang-dar Chu (褚芳達)	Chia-Shu Liao (廖嘉旭)	Wen-Hung Tseng (曾文宏)	
	Yi-Jiun Huang (黃毅軍)	Huang-Tien Lin (林晃田)	Wei-Chih Hsu (徐偉智)	
	Pei-Yih Ting (丁培毅)			
撰寫日期	中華民國 101 年 1 月 20 日		撰寫語言及頁數	中/ <input checked="" type="checkbox"/> 英文 2 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	TWSTFT			
	DPN			
	Satellite communication			
	Time measurement			
	Ionosphere			
<p>內容摘要：</p> <p>The next-generation two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT) is to compare clock difference at the sub-nanosecond level. However, many uncertainties, including ionospheric effects, still have to be much well studied for farther reduction. Now, there is a next-generation TWSTFT technique using dual pseudo-random noise (DPN) codes; it has high precision for clock comparison and can also provide opportunities to investigate the aforementioned uncertainties. This work investigated the influence of ionospheric uncertainties of both total electron content and post-sunset electric field prereversal enhancement on DPN-based TWSTFT.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Absolute frequencies of ^{133}Cs $6\text{S}_{1/2}$ - $8\text{S}_{1/2}$ two-photon transition stabilized diode lasers		
撰寫人	吳建明		Tze-Wei Liu	You-Huan Chen
	鄭王耀		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 101 年 月 日		撰寫語言及頁數	中/英文 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	two-photon transition, hyperfine transition, electro-optical modulation,			
	acoustic-optical modulator			
<p>內容摘要：</p> <p>In this report, we measured the absolute frequency of cesium atom 6S-8S hyperfine transition with one-order of magnitude better precision than previous result while different value was obtained. We found that different cesium atom container of different materials yielded different measurement results that might be the reason of the discrepancies of the three experiments.</p> <p>The approach of optical frequency measurement is as following: we first stabilized the laser frequency of an 822-nm diode laser system using the first order of the modulated laser beam after using an electro-optical modulation (EOM). The un-modulated laser beam was used to probe the other room-temperature cesium atoms. By tuning the EOM frequency step by step (100 kHz/step) in optical frequency and bridging the frequency back by an acoustic-optical modulator (AOM), we were able to sketch the whole spectral profile for determining the transition center with 700-Hz fitting uncertainty. During the EOM scanning, the laser frequency is constantly calibrated by a self-reference optical frequency comb laser in which the repetition rate was locked against a radio-frequency synthesizer where the time base was locked to a high performance Symmetricom 5071a cesium clock. High-accuracy cesium clock is vital in this experiment since the mode number is around 106. That is, even 0.5 mHz repetition rate instability over 100 MHz repetition rate could yield 500 Hz optical frequency instability. As this Symmetricom 5071a was calibrated by the National Time and Frequency Standard Laboratory of Taiwan, Telecommunication Laboratories (TL), using flying clock method and the uncertainty of frequency offset was less than 10^{-13}. Therefore the absolute frequency measurement could be controlled to have smaller than 1 kHz uncertainty. We will present the measured optical frequency of our cesium-stabilized diode laser in conference. We are aiming at building up a convenient, reliable optical clock using simply diode laser and cesium cell.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Design and Implementation of a High Resolution Phase Comparator		
撰寫人	廖嘉旭		黃毅軍	
	林晃田		林信嚴	
	涂昆源			
撰寫日期	中華民國 101 年 1 月 22 日		撰寫語言及頁數	英文 2 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Analog-to-digital sampler (ADS)			
	frequency measurement			
	numerical controlled oscillator (NCO)			
	phase comparator			
	software-defined radio (SDR)			
	stability			
<p>內容摘要：</p> <p>This paper describes a novel scheme for a high resolution phase comparator and its applications. The phase resolution of traditional universal counter, using zero-crossing technique to count measurand, is about 10^{-4} Hz. The proposed scheme utilities fast analog-to-digital sampler (ADS) to detect sinusoidal signal from device under test and its analyzed resolution could reach 10^{-6} Hz. This novel system is composed by two subsystems, including numerical controlled oscillator and integrate-and-dump subsystem.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	On the Design of Low Frequency Broadcasting System and Its Applications to Disaster Management		
撰寫人	劉家宏		沈俊銘	
	郭又禎		吳思賢	
撰寫日期	中華民國 101 年 2 月 6 日		撰寫語言及頁數	英文 5 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Low-frequency; pulse-width modulation; broadcasting;			
	hierarchical data structures, heterogeneous network			
內容摘要：				
<p>In this paper, we present a new and dependable disaster broadcasting network. The urgent information is broadcasted in the low-frequency band of 40-80kHz and modulated with reliable pulse width modulation(PWM). The coverage of one low-frequency broadcasting station is more than 500km. With excellent propagation characteristics, the low-frequency signal could penetrate into remote areas which are usually lack of telecommunication infrastructure. To promulgate the hazard information to general people of one specific area, the hierarchical data structure is proposed. A series of field measurement, test and theoretical comparisons are conducted to evaluate the performance of low-frequency system. It is shown from our experimental results that the low-frequency broadcasting network is a dependable and cost-effective solution in disaster management. Finally, a sustainable heterogeneous and layered ICT network designed for disaster management is drawn.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	Two-way time transfer via a common-path fiber link		
撰寫人	曾文宏	林信嚴	黃毅軍	
	褚芳達	馮開明		
撰寫日期	中華民國 101 年 12 月 10 日		撰寫語言及頁數	英文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	time transfer, fiber, two-way			
<p>內容摘要：</p> <p>In this paper, we present a preliminary experiment on two-way time transfer through a 25-km optical fiber link. The fiber link based on a common-path configuration can provide good reciprocity in both directions. Therefore, the propagation path delays in the fiber can be cancelled out almost entirely by employing two-way method. The resulting data exhibit the time deviation of less than 7 ps for the averaging times from one second to one day. The frequency stability of 1×10^{-16} at one day has been demonstrated.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	完成自主性 GPS 共視系統國內全區追溯鏈路整體性能評估報告		
	英文			
撰寫人	王嘉綸			
撰寫日期	中華民國 101 年 08 月 01 日		撰寫語言及頁數	中/英文 15 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GPS Common View、Long Baseline Test、CGGTTS			
<p>內容摘要：</p> <p>GPS 共視法[1]多年來一直為世界各國主要時頻實驗室用來進行高精度時頻比對方式之一。此方式非常適合用來進行國際時頻比對以及遠端時頻校正之應用。採用導航衛星進行傳時比對主要之優點在於其架設方便且成本低廉；使用者只需在衛星信號強度良好之地點架設接收機並搭配相關後處理之軟體，即可進行時頻比對以及校正追溯之應用。目前 TL 建立了一套自主性 GPS 共視系統，建立此系統除了可進一步了解 GPS 共視系統的運行外，還可根據特定需求進行改良。為了驗證此系統之特性並期盼此系統鏈路之含蓋範圍能夠增加，使系統能推廣至國內各地次級實驗室使用，進而建立完整的國內時頻追溯鏈路，因此乃進行長程追溯鏈路(long baseline test)性能測試實驗，測試地點在高雄林園，距實驗室約 392 公里，相關量測數據將作為遠端時頻校正系統全區追溯鏈路整體之性能評估。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 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	國家標準無線時頻雙模子母鐘接收架構研發報告		
	英文			
撰寫人	吳思賢			
撰寫日期	中華民國 101 年 9 月 15 日		撰寫語言及頁數	中文 32 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻、長波、國家標準時間、子母鐘、藍牙、WiFi			
<p>內容摘要：</p> <p>本研究提出之廣播子母鐘架構有三：藍芽子母鐘、FM 廣播子母鐘、WiFi 廣播子母鐘等技術，目的使低頻資訊能以其他頻段之載波進行轉發，解決該區域之特定頻帶受干擾而無法傳送低頻資訊之問題。此外，現有低頻終端因商用電台建設未果，因此遲於無法量產，普及民用設備。故低頻之發展策略，適合做為取代專線，成為時間資訊之骨幹網路，進行大範圍時間資訊廣播，再於各區域內進行子母鐘之中繼介接，得於保有 Low Jitter 之條件下減輕成本。</p> <p>藍芽子母鐘因其一對一連線特性，較適合單一終端顯示需求，例如大型 LED 看板；而 FM 廣播子母鐘十分適合與廣播電台整合，提供用戶平價之廣播語音校時服務；WiFi 廣播子母鐘之取向，為整合現有智慧型設備，在現有設備不需額外添購或變更硬體的情況下，得以使用 WiFi 接收低頻時間資訊，因 WiFi 之頻寬甚為充裕，在智慧型設備大行其道同時，民眾對其依賴性與日俱增，是故 WiFi 廣播子母鐘之潛力極佳。然而建立於 UDP 架構之 WiFi 子母鐘，必須注意其封包遺失可能性，故重傳機制必須考量。而基於現今 WiFi 設備處理速度迅速，WiFi 廣播封包之傳送與接收延遲極低，小於 60ms，故不會對中央標準時間遞送延遲之準確性產生影響，為其一大優勢！</p> <p>因此，子母鐘之設計，乃期望低頻時間資訊能更加普及，亦能有效廣播各種民生公共資訊，民眾僅需使用現有智慧型手機等設備，即可接收低頻資訊。並額外提供公共資訊廣播機制，解決現有電信政策下，行動電話基地台廣播功能遭限制而無法使用之困境。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 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	使用雙頻電碼進行首次衛星雙向傳時國際比對之探討報告		
	英文	Study report for the first international TWSTFT experiment by employing dual pseudo-random noise codes		
撰寫人	曾文宏		黃毅軍	
撰寫日期	中華民國 101 年 4 月 日		撰寫語言及頁數	英文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	DPN, TWSTFT, satellite time transfer			
內容摘要：				
<p>The first international DPN experiment has been successfully demonstrated. We compared the time transfer measurements among DPN, conventional TWSTFT and GPS PPP for the consecutive 17 days. The DPN shows an outstanding performance, which is competitive with the GPSPPP in the short term and consistent with the conventional TWSTFT in the long term. And, it is clear that DPN has much less diurnal variation than the conventional TWSTFT. Moreover, the DPN technology will enable the cost-effective utilization of the limited satellite bandwidth in TWSTFT systems. In 2010, the DPN-based TWSTFT system had reached a milestone that the TDEVs of the NICT-TL link were all below 75 ps for the averaging times from 1 s to 1 day. For the next decade, the time stability below 10 ps at 1 day has been a new goal.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	低頻展示平台標準時間源追溯技術報告		
	英文			
撰 寫 人	王中和			
撰寫日期	中華民國 101 年 5 月 3 日		撰寫語言及頁數	中文 49 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻、長波、國家標準時間、追溯技術			
<p>內容摘要：</p> <p>本院多年來執行經濟部標準檢驗局(標檢局)委託建置與維持「國家時間與頻率標準實驗室」，績效卓著。為有效推廣運用與國際接軌之國家時間與頻率標準，本院接受標檢局委辦「建立及維持國家時間與頻率標準科技發展-(3/4)」，本計畫負責其中之低頻無線時頻傳播系統於國家標準時間應用研究，101 年度為四年計畫之第三年。</p> <p>低頻無線時頻傳播系統結合高精度的國家標準時間，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間。民眾藉由日常生活之電波鐘及電波錶，即可隨時隨地接收國家標準時間。低頻無線時頻傳播系統利用長波電波，單一平台廣播半徑可達 500 公里。結合低頻時頻技術與有線時頻技術，可減少有線時頻接收裝置建置的麻煩，並可方便地提供偏遠地區時頻服務。</p> <p>由於商用低頻無線時頻傳播系統建置經費未獲政府支持，本計畫建置低頻展示平台以進行各式各樣低頻服務的推廣與驗證活動。</p> <p>本篇技術報告即針對低頻展示平台如何追溯國家標準時間作出完整的介紹。本文共分六章，除第一章之前言與第六章之結語外；第二章介紹低頻展示平台架構以及與時間源有關之介面參數；第三章則簡介常用之追溯國家標準時間源方式；第四章說明目前依實際經費與環境限制下，可行之最佳追溯方式，並附有實際量測數據。第五章描述未來低頻商用電台可能的國家標準時間源追溯方式。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	101 年 1 月至 101 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	GPS 與 GLONASS 雙系統相位擾亂聯合觀測方法研究報告		
	英文			
撰 寫 人	褚芳達			
撰寫日期	中華民國 101 年 10 月 日		撰寫語言及頁數	<input checked="" type="checkbox"/> 中/ 英文 12 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Phase fluctuations			
	GPS			
	GLONASS			
內容摘要：				
<p>導航衛星的訊號是調變在電磁波上，以電磁波當作訊號的載體。衛星發射的電磁波通過大氣介質時，會因所遭遇的介質狀態而產生延遲、閃爍、衰減等現象，影響接收端的訊號品質，進而影響應用端的性能。GPS 相位擾亂可以作為評估 GPS 接收端訊號品質的指標，以作為接收訊號品質好壞之判斷，以及資料分析時是否採用該資料之參考。</p> <p>先進研究已普遍採用 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星之 GNSS 雙頻資料。相較之下，本實驗室對於 GLONASS 觀測資料收集與研究能量均較為欠缺。本研究先利用 IGS database 中的 GPS 與 GLONASS 觀測資料，以及一部分測試 GPS 與 GLONASS 雙衛星系統接收機時所收集的觀測資料，發展相位擾亂等分析技術並培養研究能量。資料分析顯示，電離層的電子密度不規則體會影響電磁波的傳播，使 GPS 與 GLONASS 訊號產生相位擾亂。</p> <p>本研究已完成 GPS 與 GLONASS 雙系統相位擾亂聯合觀測技術，可分析觀測資料得到 GPS 與 GLONASS 全電子含量及相位擾亂，擁有 GPS 與 GLONASS 雙導航衛星系統相位擾亂聯合觀測能力。並且，聯合觀測結果能有較均勻的衛星軌跡空間分佈與較佳的幾何強度。將來可用 GPS 與 GLONASS 相位擾亂監測 GPS 與 GLONASS 訊號，提供 GPS 與 GLONASS 傳時比對實驗之訊號品質資訊。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	101 年 1 月至 101 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	以雙頻電碼數據改善衛星傳時網路特性之研究報告		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 101 年 11 月 22 日		撰寫語言及頁數	英文 11 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	衛星傳時網路 TWSTFT network			
	雙頻電碼 DPN			
內容摘要：				
<p>In recent years, the number of point-to-point TWSTFT links is growing, so the concept of network time transfer has been proposed and the utilization of the redundant data of each indirect link in the TWSTFT network becomes an important topic.</p> <p>On the other hand, National Institute of Information and Communications Technology (NICT) has recently developed software based two-way time transfer modems. Their ability to improve the time transfer precision by using a Dual Pseudo-random Noise (DPN) signal has been demonstrated on the Japan-Taiwan baseline.</p> <p>In our previous study, a method was proposed to solve for TW-only network solutions. The results show that better short-term stabilities and uncertainties of most links in the network can be obtained. In this paper, we would use time transfer data from the DPN experiment, instead of the data of single NICT-TL TW link, in the TW-only network. The results of TW+PPP network are also calculated and compared with those of TW+DPN network. We find that the multi-technique time transfer is indeed helpful to reduce the short term stabilities and diurnals. Besides, the solutions of TW+DPN network are comparable to those of TW+PPP network.</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月
主持人	楊文豪		協同主持人	廖嘉旭
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	微波段頻率量測系統建置與高頻量測相關技術報告		
	英文			
撰寫人	張博程			
撰寫日期	中華民國 101 年 11 月 22 日		撰寫語言及頁數	中文 10 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	微波段頻率			
	高頻量測			
內容摘要：				
<p>本技術係以一低雜訊混波器配合微波信號產生器及實驗室原有 300(MHz)以下頻率量測範圍之計頻器即可取代市售微波量測設備的相關功能，可量測微波頻率信號輸出範圍~40(GHz)。市售微波量測設備的頻率解析度僅為 0.1~1.0(Hz)，本技術則將其推升至 1.0E-4(Hz)；在頻率穩定度量測方面，在量測時間間距為一秒時，輸入頻率為 1(GHz)時可達 2.0E-12，輸入頻率為 26.5(GHz)時達到 5.0E-13，顯示實驗結果完全不亞於商業化產品。由於市售微波量測設備單價約在數十萬元以上而本技術採用的低雜訊混波器等級最好的不過在數萬元以下，因此同時具備提升量測技術水準以及滿足經濟效益等優點，對科學發展乃至於產業界設備檢測需求有相當的助益。</p> <p>建置此微波段頻率量測系統，符合國家實驗室所應擔負提昇國內產業技術服務的任務，並促進產業經濟活動。將校正能量推廣至國內二級實驗室，協助其建立相關校正能力進而解決國內廠商高頻元件及儀器檢修校正的追溯需求，有助於國內產業的持續發展與提升。世界各主要時頻實驗室的校正能量皆登載於 BIPM 網站資料庫中，其中多數歐美先進國家已具備提供微波頻段校正的服務，也是本實驗室明年度所要達成的計畫目標。此外，由於光頻技術的持續發展以及未來將作為頻率標準的趨勢相當明顯，如何將光頻傳遞至微波頻段的量測技術越形重要，精確的微波頻率量測能力將可提供相當的助益。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 研究報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	101 年 1 月至 101 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	高精確時間間隔量測系統技術報告		
	英文			
撰寫人	林清江			
撰寫日期	中華民國 101 年 12 月 14 日		撰寫語言及頁數	中/英文 16 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	interpolation, resolution, counter			
	INL: Integral Non-Linearity			
	DNL: Differential Non-Linearity			
內容摘要：				
<p>用量測時間間隔的技術去決定頻率或時間的相對誤差一直被普遍的使用，因此時間間隔量測在標準時間及頻率的領域上扮演著關鍵性的角色。設計高精確度的時間間隔量測系統最大的挑戰在於輸入信號(start 及 stop)相對於參考時鐘 (Reference clock) 的邊緣是未知及非同步的，但終究必須在輸入信號的整個動態範圍能提供立即且不模糊的測量結果。傳統的時間間隔計數器設計，其計數解析度(Resolution)受限於 Time Base 的頻率。為了改善上述情況，通常應用頻率合成器將 Time Base 倍頻到想要的計數解析度，但這種方法在頻率高的時候變得不易尋得可用元件且成本高，誤差大。因此就有了相位內插(Interpolation)方法，來獲得高精確的解析度。本文將介紹幾種常用的內插(Interpolation)方法及基本性能量測，選擇較適合本實驗室者，做為進一步實現的參考。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 專利

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 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	一種利用 GPS 訊號訓練振盪器的方法		
	英文			
撰寫人	涂昆源		廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 101 年 3 月 7 日		撰寫語言及頁數	中文 10 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	GPS、振盪器、頻率穩定度			
內容摘要：				
<p>GPS 振盪器 (GPS Disciplined Oscillator, GPSDO) 係目前 GPS 在頻率同步應用中最為典型者。傳統的 GPSDO 通常利用 GPS 電碼 (Code) 觀測量達成振盪器訓練之目的,然而,相較於 GPS 載波相位 (Carrier phase),電碼的解析度較低,因此,傳統 GPSDO 所能獲得之短期頻率穩定度並不高 (約10^{-8}~10^{-10}數量級),導致其應用受到限制。有鑑於此,本專利則提出一種振盪器訓練之系統,利用 GPS 載波相位觀測量,結合模糊 (Fuzzy) 控制器、頻率混合器及數位/類比轉換器等,訓練一般品質振盪器。結果顯示,本系統之性能優於傳統式 GPSDO 約 100 倍。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 專利

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院		執行期間	101 年 1 月至 101 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	差動主動式電容裝置		
	英文			
撰寫人	徐永珍		黃吉成	
			郭又禎	
撰寫日期	中華民國 101 年 3 月 7 日		撰寫語言及頁數	中文 10 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻、接收機、主動式電容、放大器			
內容摘要：				
<p>目前常見的接收機電路中(譬如光纖通訊中的光纖接收機,或是無線通訊中的高頻接收機和低频接收機),為了效能考量,其電路設計幾乎均以差動式架構為主體,會遭遇到無法避免的直流偏移問題,所以系統中必須加上直流偏移消除電路(DC Offset Cancellation Loop)。而直流偏移消除電路中必須使用到大容值的電容,但大容值電容因面積過大而無法整合於晶片中,必須採取外接式電容。除此之外,一般接收機需使用到約兩組濾波電路,濾波電路中的大電容也必須採用外接式電容。採用外接式電容也必須面臨因金屬打線(Wire Bonding)的電感效應所造成的額外雜訊干擾,因此造成設計難度提升。大量的採用外接式電容也使得系統成本提高。基於簡化設計與降低成本考量,本發明提出差動主動式電容電路(Differential Active Miller Capacitor, DAMC),以此設計概念而製成的電容面積很小,可以整合於晶片中,免除外接式電容。</p> <p>本發明以小面積的實體電容器搭配小面積的放大器主動電路,其電容值便可以等效於大面積實體電容器的電容值,可大幅降低晶片面積、達成系統高整合度、免除外接元件造成之額外雜訊干擾、和大幅的降低成本。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 專利

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	101 年 1 月至 101 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	傳播路徑延遲之量測方法		
	英文			
撰寫人	黃毅軍			
撰寫日期	中華民國 101 年 11 月 15 日		撰寫語言及頁數	中文 5 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	群延遲量測			
	多載波展頻調變訊號			
	訊號處理			
內容摘要：				
<p>一種傳播路徑延遲的量測方法，其量測延遲的訊號為在頻域上彼此互不重疊之多個載波的展頻訊號，發射端將此訊號注入媒介後，經過傳播路徑，由接收端收到訊號，首先估計每個載波的相位，之後利用權衡最小方差法求出每個載波相位對於頻率的斜率。由於群延遲定義為訊號相位響應對頻率的微分，因此求得之斜率根據定義即為群延遲，也就是傳播路徑的延遲。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖 嘉 旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	赴美國巴爾的摩參加 2012 IEEE IFCS 國際研討會暨發表論文		
	英文			
撰 寫 人	曾文宏			
撰寫日期	中 華 民 國 101 年 6 月 日			
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密	機密級	普通	
關鍵詞	時間、頻率、震盪器、原子鐘			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴美國巴爾的摩參加 2012 IEEE IFCS 國際研討會暨發表論文。本案係執行 101 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究院之『建立及維持國家時間與頻率國家標準』計畫。出國時間自民國 101 年 5 月 19 日至 5 月 27 日止，含行程共 9 天。</p> <p>IEEE IFCS (IEEE International Frequency Control Symposium) 為電子電機工程師學會 (IEEE) 所舉辦之大型之國際性時頻研討會，主要目的為各國學術機構研究人員交換時頻最新的發展趨勢與科技，同時結合相關廠商，展出最新研發之時頻儀器。本次大會總共發表三百一十篇論文。</p> <p>本實驗室在研討會上共發表兩篇已接受之論文『Influence of Fiber Delay Fluctuation on a Reference Injection-Locked Optoelectronic Oscillator』，『A Study of Ionospheric Delay Corrections for Next-Generation Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer』，其論文集為 EI 等級，論文能見度高。本次會議與各國專家共同研討，學習最新技術。本文包含目的、過程、會議議程、成果分享、心得及建議等部分。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	赴巴布亞新幾內亞 Port Moresby，參加 2012 APMP Mid-year Meetings 會議		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 101 年 6 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	時間、頻率、震盪器、原子鐘			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴巴布亞新幾內亞 Port Moresby，參加 2012 APMP Mid-year Meetings 會議。本案係執行 101 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究院之『建立及維持國家時間與頻率國家標準』計畫。出國時間自民國 101 年 6 月 2 日至 6 月 8 日止，含行程共 7 天。</p> <p>APMP Mid-year Meetings 系列會議是亞太計量組織(APMP)於每年度期中所舉辦的重要會議。參加人員包括：APMP 執行委員會之委員(EC members)，各領域技術委員會(TC)/工作小組(WG)主席，及 DEC(Developing Economies' Committee)的主席與會員等。系列會議中的 TCC(Technical Committee Chair)會議為 APMP 各技術領域主席之討論會議，其目的為協調亞太地區計量領域活動，並擬定規範以審查各實驗室國際相互認可資料。參加本會議，除推動亞太地區標準實驗室間持續合作外，對於提升本實驗室的國際能見度與貢獻度，也極有助益。此外，EC-TCC meeting 為討論 APMP 運作上的事務與現況，Symposium 則由多位貴賓發表演說，讓與會者獲益良多。</p> <p>本文包含目的、過程、會議議程、成果分享、心得及建議等部分。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 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		赴瑞典哥特堡「參加 EFTF2012 國際研討會發表論文及參加 CCTF WG 雙向傳時工作小組討論會」出國報告		
	英文			
撰 寫 人	林信嚴			
撰寫日期	中 華 民 國 101 年 7 月 日			
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密		機密級	普通
關 鍵 詞	EFTF, CCTF ps meeting, Two photon transition,			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴瑞典哥特堡參加歐洲時頻論壇 EFTF 2012 國際研討會發表論文及參加 CCTF WG 雙向傳時工作小組討論會。本案係執行 101 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究院之『建立及維持國家時間與頻率標準』計畫，並奉研究院研人一字第研人字第 1010000052 號函同意，准予參加會議。出國期間為民國 101 年 4 月 21 日至 101 年 04 月 29 日。</p> <p>EFTF (European Frequency and Time Forum)為歐洲舉辦之時頻論壇，一般於每年 4、5 月舉辦，世界主要時頻實驗室皆會出席。為本年度最重要之國際時頻研討會之一，參加該會可瞭解國際時頻研究發展趨勢、並與先進國家建立關係，有利增進未來時頻國家標準之性能。本次在研討會上發表論文『Absolute Frequencies of ^{133}Cs $6S_{1/2}$-$8S_{1/2}$ Two-Photon Transition Stabilized Diode Lasers』一篇。</p> <p>另外，CCTF 雙向傳時工作小組討論會(CCTF TWSTFT ps meeting)亦在此期間召開，本實驗室為工作小組參與實驗室，故派員出席討論。會議主要討論內容為歐、美 TWSTFT 傳時校正實驗，亞洲方面則討論歐亞鏈路衛星之現狀與討論進一步發展可能性。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	101 年 1 月至 101 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)4244441	
成果名稱	中文	赴美國參加 CGSIC 年會與 ION GNSS 2012 國際研討會		
	英文			
撰寫人	王嘉綸			
撰寫日期	中華民國 101 年 11 月 09 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	CGSIC、GPS、GNSS、ION			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴美國 Nashville 參加 CGSIC(Civil GPS Service Interface Committee)年會與 ION GNSS 2012 國際研討會。本案係執行 101 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究院之『建立及維持國家時間與頻率標準』計畫，並奉研究院研人一字第研人字第 1010020007 號函同意，准予參加會議。出國期間為民國 101 年 9 月 15 日至 101 年 09 月 23 日。</p> <p>CGSIC 年會 (Civil GPS Service Interface Committee)為全球導航系統重要研討會，本實驗室為成員應派員參加以瞭解國際上最新 GNSS 計畫之發展現況。該會一般於每年 9 月中舉辦並與 ION GNSS 會議合辦，世界主要 GNSS 專家學者皆會出席。參加該會除可瞭解目前全球導航衛星系統 GNSS(Global Navigation Satellite System)發展現況、國際導航技術研究發展趨勢及相關應用發展外，並可與先進國家建立關係，有利於增進未來時頻國家標準實驗室之研發能量。</p> <p>ION GNSS 2012 研討會為美國導航協會針對 GNSS 應用領域所舉辦的國際性會議，此一會議為全球 GNSS 應用領域中規模最大的會議。會議主要討論內容包含 GNSS 新技術發表、多星系系統整合、最新之應用及抗干擾相關議題等等…。此外，也順道參加 GNSS 設備廠商之聯合展覽(如 NovAtel、Topcon、JAVAD 等)，瞭解業界最新發表產品及相關創新應用，並索取產品 DM 及詢價，可做為未來實驗室 GNSS 研究發展採購之參考。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表

出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究院	執行期間	101 年 1 月至 101 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	CCTF TAI 貢獻實驗室代表大會及衛星雙向傳時工作小組(TWSTFT WG)等會議		
	英文			
撰寫人	林晃田	廖嘉旭		
撰寫日期	中華民國 101 年 11 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	時間、頻率、震盪器、原子鐘			
內容摘要：				
<p>一、BIPM 為世界度量衡最高標準機構；而 CCTF 為國際度量衡委員會（CIPM）下之時間與頻率技術諮詢委員會，每兩至三年舉辦一次 CCTF 委員會會議，為各國時頻實驗室不容錯過的盛會。</p> <p>二、國際原子時實驗室代表大會（Meeting of representatives of time laboratories contributing to TAI），為共同維持 TAI 之各國時頻實驗室間的重要會議。基於我國對國際原子時的貢獻，獲邀參與此會議，與各國代表交流討論，有助於提昇實驗室之能見度。</p> <p>三、衛星雙向傳時工作小組會議 (Meeting of the CCTF Working Group on Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer) 是國際雙向傳時領域的重要討論會，對技術未來發展趨勢有很大的影響，本實驗室為該工作小組參與實驗室，此行和與會的各國標準實驗室專家討論後續合作事宜，如歐亞鏈路衛星之選擇及經費分攤，亞美鏈路特性分析，及與日本 NICT 之 DPN 等技術合作事宜。</p> <p>四、本次會議期間，TAI 工作小組還安排一天的 Labs training 議程，對於實驗室維持、傳時技術和相互認可事務等議題都有深入淺出的介紹，讓與會者獲益良多。</p> <p>五、本次參加 CCTF WG on MRA 會議，對校正追溯的要求及國際相互認可事宜等議題，均有廣泛的討論及交換意見。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	赴美國參加『CCTF 雙向傳時工作小組討論會及 PTTI 2012 研討會並發表論文』出國報告		
	英文			
撰寫人	林信嚴			
撰寫日期	中華民國 101 年 12 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	PTTI, CCTF ps meeting, GNSS, CGGTTS, PPP			
內容摘要：				
<p>本次出國之主要任務是赴美國參加 CCTF 雙向傳時工作小組討論會及 PTTI 2012 研討會並發表論文。本案係執行 101 年度經濟部標準檢驗局委託中華電信研究所之『建立及維持國家時間與頻率標準』計畫，並奉研究所研人一字第研人字第 1010020086 號函同意，准予參加會議。出國期間為民國 101 年 11 月 25 日至 101 年 12 月 1 日。</p> <p>精密時間暨時距系統及其應用研討會 PTTI (Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting) 為高水準之國際性時頻研討會，CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會及第 44 屆精密時間暨時距系統及其應用研討會 PTTI 每年由美國海軍天文台 (US Naval Observatory, USNO) 舉辦。參加該會可瞭解國際時頻研究發展趨勢、並與先進國家建立關係，有利增進未來時頻國家標準之性能。本次會議共有 59 篇論文發表，包括 47 篇口述論文以及 11 篇海報論文，約有近百人參加 (不含廠商)。論文內容涵蓋 Synchronization, time scale, atomic clock, GPS clock, time and frequency transfer 等。除此之外，由於 CERN 曾發表微中子速度量測引發爭議，此次大會有一特別 session 討論 Neutrino Time of Flight Metrology。本次除參與會議外並發表口述論文『Two-Way Time Transfer via a Common-Path Fiber Link』及海報論文『A Voice Time Monitoring and Recording Sub-System for the Telephone Speaking Clock』一篇。</p> <p>另 CCTF 雙向傳時工作小組討論會(CCTF TWSTFT ps meeting)及第一次 GNSS 進傳時工作小組(GNSS WG)亦在此期間召開，本實驗室為工作小組參與實驗室，故派員出席討論。TWSTFT 會議主要討論內容為歐、美 TWSTFT 傳時校正實驗，亞洲方面則討論歐亞鍊路衛星現狀。GNSS 會議則討論 PPP, CGGTTS 格式更新，以及往後應用。</p>				

101 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	101-1403-05-05-09			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	101 年 1 月至 101 年 12 月	
主持人	楊文豪	協同主持人	廖嘉旭	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文	赴紐西蘭參加 2012 APMP GA、TCTF、TCQS 等會議，及舉辦 GPS 接收機校正展示。		
	英文			
撰寫人		廖嘉旭	林晃田	王嘉綸
		黃毅軍		
撰寫日期	中華民國 101 年 12 月 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	PTTI, CCTF ps meeting, GNSS, CGGTTS, PPP			
內容摘要：				
<p>APMP GA、時頻技術委員會(TCTF)及品質系統(TCQS)委員會等會議，是亞太計量組織的年度盛會。本實驗室為 APMP 正會員，可加強與亞太地區各標準實驗室之間的技術交流及合作關係。</p> <p>本實驗室為 APMP TCTF 及 TCQS 委員實驗室，參加相關之技術委員會議，除可讓亞太地區的時頻實驗室間的合作更向前邁進一步，亦能參與討論、協調全球相互認可事宜，對於提升本實驗室在亞太地區的能見度與貢獻度有莫大的幫助。此行將順道參觀紐西蘭計量標準研究院之時頻實驗室，了解其標準之發展現況、交換意見與尋求合作機會，促進相互合作關係。</p> <p>本年度初爭取到 APMP TC Initiative 計畫經費補助，本次於 TCTF meeting 期間舉辦 GPS 接收設備校正之技術展示，有助於亞太地區時頻實驗室間傳時比對技術之提升。</p>				

(四) 附則

審查意見表

計畫名稱：100 年度「建立及維持國家時間與頻率標準」

細部計畫審查

期中報告

期末報告

建議事項	說明
【A 委員】	
1. 計畫執行進度與規劃進度查核點一致，頻率穩定度與時間精確度維持符合計畫目標，研究成果亦有不錯成績，計畫執行績效良好；預算支用也與規畫一致；執行報告書撰寫詳實。	1. 謝謝委員支持與肯定。
2. 計畫對於導航衛星先進觀測技術、衛星雙向傳時比對技術及國際合作推廣等活動，成果斐然；但年度計畫之論文等學術成就績效指標宜於績效檢討(第 5 頁)具體量化陳述。	2. 謝謝委員的寶貴建議。 第 5 頁執行績效檢討表之目的為檢討執行狀況與承諾項符合情形。有關論文等學術成就詳見論文一覽表(第 162 頁)。
3. 低頻無線時頻傳輸計畫部分除完成預劃之時間源追溯、子母鐘架構等進度外，與相關單位亦積極洽談合作事宜，持續推廣無線時頻應用，值得肯定。	3. 感謝委員的肯定，在 102 年度本計畫仍將持續進行無線時頻應用之推廣。
4. 報告書 165 頁文件報告一覽表多項欄位資料填寫錯誤，請更正。	4. 此為筆誤，謝謝委員指正。將修正欄位資料。
【B 委員】	
1. 本計畫執行績效卓越，在國家時頻標準的建立維持與系統性能提升，時頻校核技術研究以及時頻技術擴散與校正服務上，均滿足原計畫之規劃，成效甚佳。特別是在國際化的表現上，時間頻率標準實驗室更是所有國家度量衡標準實驗室中國際化程度最深，國際排名最佳的單位，並主導亞太地區時頻領域技術合作事宜，為國家爭取到極大的榮	1. 謝謝委員支持與肯定。

<p>譽，十分可貴，值得嘉許。</p>	
<p>2. 在國際原子時(TAI)相對權重排名方面，前(100)年11月到去(101)年10月時頻實驗室原子鐘所產生的中華民國標準時間佔國際原子時的相對權重約在4.45%-5.82%之間，全球排名在第三到第五名之間，甚至比美國NIST排名還要超前，實在難能可貴。另外實驗室所維持的中華民國標準時間的穩定度與準確度方面，與世界及亞洲各國相比，亦維持高水準表現。此成果為時頻實驗室所有同仁努力貢獻的成果，值得嘉獎勉勵。</p>	<p>2. 謝謝委員支持與肯定。</p>
<p>3. 在論文發表、國際活動、技術服務方面，績效優異，特別在國際學術論文(發表12篇，其中5篇為SCI期刊論文)與技術服務(75件，服務收入超過百萬元)產出方面，比過去三年有大幅成長。另外亦首次獲得國際APMP經費補助，辦理GPS接收機校正展示活動。在政府補助經費有限的情形下，同仁仍有如此傑出表現，誠屬不易，十分難得。</p>	<p>3. 謝謝委員支持與肯定。</p>
<p>4. 針對太空環境電漿不規則體所產生的GPS與GLONASS訊號相位擾動現象，本年度已有初步結果。建議未來持續進行本研究，以進一步提高本實驗室執行衛星雙向時頻傳送的可靠度與穩定度。</p>	<p>4. 謝謝委員的寶貴建議。本實驗室將繼續深入相關研究及探討，以期有更進一步的成果發表。</p>
<p>5. 無線時頻傳輸系統之應用、研究與推廣方面，包括低頻展示平台標準時間源追溯、廣播雙模子母</p>	<p>5. 感謝委員的支持。</p>

<p>鐘技術、以及無線標準時頻示範點之建置與推廣等，亦取得重要進展，成效良好。</p>	
<p>【C 委員】</p>	
<p>1. 在服務產業與應用上，除了提供電腦網路校時的服務外，宜進一步推廣相關校時服務至無線行動裝置上，以因應未來行動裝置日漸多元的服務內容，並強化其在時間的準確性。</p>	<p>1. 謝謝委員的寶貴建議。將配合無線行動裝置之發展，規劃相關之無線校時服務。</p>
<p>2. 在俄製原子鐘已無法作為參考，以瑞士製原子鐘上線的目前階段。除了提出增購及嘗試維修舊有原子鐘之外，對於目前唯一維持正常運作之瑞士製原子鐘的殘餘年限以及其可靠度情況，宜作更進一步補充說明，以作為未來經費申請之參考。</p>	<p>2. 本實驗室之瑞士製氫鐘(iMaser 3000)為 99 年 7 月驗收後開始運轉，保固 7 年。 此氫鐘目前使用狀況尚可，只是對環境過於敏感，溫度係數約 $2\sim 3E-14/^{\circ}C$，超過預期。但因其為唯一母鐘參考源，除加強環境溫度控制外，無法對其作韌體調整或停機維修，如經費許可，長久之計，仍以新購為宜。</p>
<p>3. 有鑑於國外閏秒校時因系統問題產生判斷錯誤的當機情況，是否有可能在國內各官民機構發生，建議針對目前國內各官民機構所使用之系統相容性作相關的調查，以預防類似的情況發生。且對於此類狀況發生時，是否有相應的補救方案，也宜在未來補充說明。</p>	<p>3. 目前閏秒調整皆於假日進行，官民機構將可透過網際網路或是電話網路取得閏秒調整後之國家標準時刻。 國外報導有使用 RedHat 作業系統之伺服器因閏秒當機 (http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=74682)，國內則尚未聽聞有類似情形發生。 由於本實驗室並無權限可調查各官民機構之資訊系統，未來可行方法為廣泛測試各作業系統相容性，及加強閏秒宣導並於公告中提出建議，協助各機構預防。</p>
<p>【D 委員】</p>	

<p>1. 本計劃原規劃為兩大部份，即時頻分項與低頻傳輸分項。時頻分項進展與成果如預期，唯低頻傳輸分項，受限於經費及其他因素，似乎草草收場，實在可惜，為了維持辛苦建立之基礎，研究須有更主動之應變方式，甚到將時頻分項之經費減少，轉為低頻傳輸分項之研究。</p>	<p>1. 因應經費受限的問題，低頻傳輸分項將爭取 103 年度科專計畫的補助，以延續並發揚過去幾年的研發成果。 低頻計畫最初係為標準時頻傳遞之目的而規劃，近年來已取得許多寶貴的經驗。未來可思考結合新興的傳遞技術來推動。而標準時頻為應用服務的基礎與根本，則應努力維繫為宜。</p>
<p>【E 委員】</p>	
<p>1. 計畫經費之執行，在前 11 個月僅佔 70%，而最後一個月則佔 30%，似乎不太合理。</p>	<p>1. 謝謝委員的意見。 本計畫之經費，係以每季請撥方式支用，因此截至 11 月止之請撥數是前三季之經費累計，最後一個月所請撥，則為第四季費用。</p>
<p>2. 全程計畫經費是第 i 頁的 94134 千元亦或是第 1/202 頁的 108496 千元</p>	<p>2. 謝謝委員的指正。第 i 頁為筆誤，全程經費應為 108,496 千元。報告書中將作修正。</p>
<p>3. 低頻展示平台所採用的頻率 77.5kHz 是否已是標準?</p>	<p>3. 謝謝委員的指教。目前國際間商用低頻廣播系統所使用的頻率包括 40kHz(日本的本州)、60kHz(美國、英國及日本的九州)、68.5kHz(中國)及 77.5kHz(德國)，共計四個頻率在五個國家中使用。本計畫當初在規劃低頻的頻率時，一方面要避開中國的 68.5kHz，另一方面還要避開日本九州的 60kHz，而且 40kHz 有天線過高的問題，因此選擇德國的標準 77.5kHz。 在標檢局長官與本公司積極推動之下，77.5kHz 所屬頻段(72~84kHz)已於 99 年由 NCC 在我國頻率分配表中核定分配為標準頻率與時間信號(主)業務。</p>

【F 期末查證會議結論】	
1. 氫鐘品質影響時頻標準至鉅，應列為第一優先的要項，光頻標準亦為未來發展的必然趨勢，建議主管機關大力投入支持。	1. 謝謝委員的支持。
2. 國家度量衡標準計畫經費偏低，重要設備(如氫鐘)之增購不易，確為當前面臨的主要問題，期待後續有機會研提整合計畫讓經費能大規模提升，使國家標準業務能夠適當地調整與發展。	2. 謝謝委員的了解及支持。
3. 對外各項成果與展示可善用議題規劃，讓社會有感。如藉由閏秒調整的時機，宣導事前調整因應之道，也可讓民眾了解標準計畫的重要性。	3. 將持續關注社會上之相關議題，並積極配合主管機關規劃，進行廣宣及展示活動，讓民眾對標準的重要性有實質感受。
4. 如前面委員所提，網路校時之外行動裝置等方面是否能提供校時功能。	4. 謝謝委員的寶貴建議。目前手機可透過行動網路進行校時。至於是否有 app 服務需要應用到精準的時間，則可再進行了解。
5. 微波校正服務預計於本年度申請本局之驗證，約 103 年可對外服務。建議儘早評估收費辦法，以利後續校正服務之推展。	5. 謝謝委員的寶貴建議。將儘早評估收費辦法，並配合驗證時程，以期順利對外提供服務。
6. 在時頻應用方面，建議實驗室可對目前許多縣市推出的公車動態顯示系統與乘客手機查詢的機制進行了解，看看是否可能與標準時間傳遞作連結，將有助於服務之推展。	6. 謝謝委員的寶貴建議。將針對相關系統的運作機制進行了解，以評估其與標準時間連結之可行性。

(五)國家時頻標準實驗室時頻校正之「標準系統能量與校正服務資料表」

系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	系統服務次數						負責人	第三者認證◎	改良※ 比對△	備註說明
						是	否		FY97	FY98	FY99	FY100	FY101	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	V		時間信號產生器	2	7	3	8	8	26	張博程	◎		
頻率量測系統	KJ02-2	1.0mHz to 300MHz	3.0E-12	SR620 universal counter, H-maser (master clock)	2001.09	V		頻率信號產生器(非原子鐘等級)	9	11	15	19	16	66	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	V		頻率信號產生器(原子鐘等級)	22	22	27	27	29	123	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	V		頻率信號產生器(銻原子鐘等級以上)							張博程	◎		此系統為本實驗室目前原子鐘群(含13部銻鐘及3部氫鐘)進行內部查核比對之重要設備。
遠端頻率校正系統	KJ02-5	5, 10 MHz	2.E-12	GPS 時頻接收器 H-maser (master clock)	2004.09	V		頻率信號產生器				1	2	2	王嘉綸	◎		此系統係本實驗室國際傳時追溯比對之重要設備其所衍生之量測能量，亦可對外提供校正服務。

