



國家時間與頻率標準實驗室 94 年度計畫執行報告

# 建立及維持國家時間與頻率標準(4/4)

全程計畫: 自 91 年 1 月 至 94 年 12 月止  
本年度計畫: 自 94 年 1 月 至 94 年 12 月止

經濟部標準檢驗局委辦

執行單位: 中華電信研究所  
95 年 1 月

94 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	BSMI-TL-001-P10 4 (94)	
主辦單位	經濟部標準檢驗局	執行機構	中華電信研究所		
計畫主持人	廖嘉旭	電話	03-4244441	傳真	03-4245474
協同主持人	林晃田	電話	03-4244066	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 94 年 1 月起至 94 年 12 月止				
	全 程計畫自 91 年 1 月起至 94 年 12 月止				
經費概算	全程計畫經費		152,803 (千元)		
	本年度預算	35,074(千元)	本年度實支數	35,032(千元)	
計畫連絡人	許正茂	電話	03-4244447	傳真	03-4245474
<p>計畫摘要：本計畫之執行旨在配合經濟部標準檢驗局因應國內工業發展及經濟持續成長之需求，建立及維持時間與頻率國家最高標準，確保量測的一致性與準確性，並與國際標準一致，提供國內量測校正之追溯依據，以達到促進產業升級及提昇科技研究水準之目標，本年度進行以下項目之研究工作。</p> <p>(一) 國家標準實驗室維持及性能增進研究            (二) 時頻校核技術            (三) 能力試驗比對系統。</p>					

## 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	美國國家標準研究所
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
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
CNLA	Chinese National Laboratory Accreditation	中華民國實驗室認證體系
EUROMET	European Metrology Collaboration	歐洲量測組織
GPS	Global Positioning System	全球定位系統
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
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	日本國家資訊通訊研究院
NIM	National Institute of Metrology, Beijing, P. R. China	大陸北京計量研究院
NIST	National Institute of Standard and Technology, USA	美國標準與技術研究院

英文縮寫	英文全名	中文解釋
NMIA	National Measurement Institute, Australia	澳洲標準量測研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本國家計量研究院
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
NTP	Network Time Protocol	網路校時服務
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany	德國物理與技術研究院
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	台灣中華電信研究所
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
WGMRA	Working Group on Mutual Recognition Arrangement	相互認可協議工作小組

## 目 錄

壹、基本摘要.....	6
貳、九十四年度國家時間與頻率標準實驗室大事紀要.....	8
參、報告內容.....	10
一、執行績效檢討.....	10
(一) 與計畫符合情形.....	10
1. 進度與計畫符合情形.....	10
2. 工作執行情形.....	11
3. 配合計畫與措施.....	16
(二) 資源運用情形.....	17
1. 人力運用情形.....	17
2. 設備購置與利用情形.....	18
3. 經費運用情形.....	19
(三) 人力培訓情形.....	21
1. 國外出差人員一覽表.....	21
2. 國內受訓一覽表.....	25
(四) 標準維持情形.....	27
二、成果效益檢討.....	32
三、結論與建議.....	108
附件	
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	111
(二) 各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表.....	112
(三) 研究成果統計表.....	117
(四) 標準系統統計表.....	143
(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.....	144

## 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：94-1403-31-03  
主管機關：經濟部標準檢驗局 執行單位：中華電信研究所  
計畫主持人：廖嘉旭 聯絡人：許正茂  
聯絡電話：(03)424-4447 傳真號碼：(03)424-5474  
期程：91年1月至94年12月  
經費：(全程) 152,803千元 仟元 94(年度) 35,074 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：100%	100%	0%

二.經費支用：預定 35,074 (仟元) 實際 35,032 (仟元) 支用比率 99.88 (%)  
年度經費：35,074 (仟元)  
總經費：1 億 50,803 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國內產業發展及提昇量測、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。94年度主要工作內容包括以下各項：

### (一)國家標準實驗室維持及性能增進研究

此項目旨在國家時頻標準之建立、維持與系統性能之增進，要點為：

- (1) 維持並提昇國家標準之頻率穩定度及準確度達到優於  $3 \times 10^{-14}$ ，時刻差值同步在 0.1 微秒以內，並提供實驗室一級標準件之校正。
- (2) 持續參與國際度量衡局 (BIPM)，共同維持世界協調時(UTC)及國際原子時(TAI)等國際標準，在國際時頻機構擁有代表席位。
- (3) 利用本實驗室研發之頻率能力試驗系統，提供 CNLA 認證實驗室之精密儀器頻率校正服務，減少因儀器送校而造成實驗室工作停頓。
- (4) 進行時間評量(Time Scaling)技術研究，除理論探討外，並進行實體測試來提高 UTC(TL)之準確及穩定度，提昇本實驗室之技術水準。
- (5) 維持撥接式電腦校時系統及網際網路校時系統，以滿足全國資訊設備，對時間數位化對時之使用需求。
- (6) 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。
- (7) 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。
- (8) 瞭解國際時頻發展趨勢，與世界知名實驗室建立合作關係，並交換技術經驗，

促進本實驗室技術水準之提昇。

- (9) 標準時刻產生技術建立及模組製作，應用於國家標準時刻產生及建立自主性之技術。

## (二)時頻校核技術研究

此項目旨在國際間時頻標準之比對、追溯及國際合作關係之建立，要點為：

- (1) 進行 GPS 單頻道共同點觀測、GPS 雙頻多通道共同點觀測、GPS 載波相位觀測、BIPM GPS P3 觀測等，並將資料傳送 BIPM，來完成追溯及參與先鋒研究。
- (2) 建設與維持 GPS 載波相位傳時系統，與亞洲及歐美等先進國家交換及分析資料，提昇傳時技術與品質，拓展國際合作關係，及建立與國際同等級之分析技術。
- (3) 分析評估其他導航衛星系統在時頻比對的潛力，進行相關整合分析及先期研究，進以提昇傳時技術與品質，拓展國際合作關係，培養國際級之時頻專家。
- (4) 持續進行國際衛星雙向傳時實驗，含環太平洋衛星雙向傳時網路、與澳洲 NMIA 衛星雙向傳時實驗、與荷蘭 VSL 衛星雙向傳時實驗，並拓展與美洲標準實驗室之衛星雙向傳時之鏈路，增進國際合作關係，並深入探討衛星雙向傳時實驗之不確定度特性。

## (三)能力試驗比對技術研究

此項目旨在國家時頻標準之傳遞及推廣應用，要點為：

- (1) 滿足 APLAC 和 CNLA 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。
- (2) 能力試驗比對系統推廣及應用，提供國內次級實驗室校正追溯。
- (3) 利用 software radio 進行基頻解調處理並進程序控制，以期達成相位及頻率量測，與 GPS 衛星傳時系統之開發。
- (4) 利用與國家標準實驗室共同接收之 GPS 載波相位信號藉以訓練振盪器，使其可追溯國家標準。

## 貳、九十四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
93.12.22~94.05.03		舉行由澳洲 NMIA 主辦，TL 協辦之第三次 APMP GPS 接收機巡迴校正實驗，參與成員以亞洲各主要時頻實驗室為主體，包含台灣 TL、韓國 KRISS 及大陸 NIM、香港 SCL 以及澳洲 NMIA，並至美國 NIST 進行洲際比對
94.02.1	BSMI FY93 計畫期末審查	
94.2.1		擴展亞太地區衛星雙向傳時比對鏈路。使用多通道數據機與亞太地區實驗室: TL(台灣)、NICT(日本)、NMIJ(日本)、NTSC(大陸)、韓國(KRISS)、新加坡(SG)等 6 地共 15 條比對鏈路，每天進行一次以上的比對實驗。
94.02.4	完成 FY94 計畫議價	
94.3.19-94.3.26		本室助理研究員陳商銜赴法國 Besancon 參加 CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會及參加 EFTF 2005 研討會發表論文。
94.03.27-94.10.01		參與 BIPM 發起的 GPS P3 接收機巡迴校正實驗，此次巡迴校正實驗以亞洲各主要時頻實驗室為主體，包括台灣 TL、大陸 NTSC、日本 NICT 與 NMIJ、韓國 KRISS、澳洲 NMIA 以及泰國 NIMT 等實驗室
94.5.2	完成遠端頻率校正查驗工作	
94.5.27		彭新民博士獲中華民國計量工程學會所頒發之本年度傑出計量工程師獎
94.6.15	完成衛星模擬器安裝測試，開始進行衛星地面站穩定度分析	
94.07.18~94.12.29		舉行由澳洲 NMIA 主辦，TL 協辦之第三次 APMP GPS 接收機巡迴校正實驗，參與成員以亞洲各主要時頻實驗室為主體，包含泰國 NIMT、印度 NPLI、馬來西亞 SIRIM、印尼 KIM-LIPI、菲律賓 ITDI 以及越南 VMI、澳洲 NMIA 並送到法國 BNM-SYRTE 進行洲際比對

日期	技術成果與活動	人事與國際合作
94.8.15	完成衛星雙向傳時自動化操作系統及資料處理程序	
94.8.23	舉辦 94 年度時頻業務研討會	
94.9.2		本實驗室與荷蘭 VSL 的歐亞衛星雙向傳時鏈路增加比對密度為每天一次自動化的實驗
94.09.05~94.09.9		計畫主持人廖嘉旭、林晃田研究員參加於韓國 KRISS 舉辦之 21 <sup>th</sup> APMP General Assembly(GA)、Symposium、TC Meetings、及相關會議活動，並參觀韓國標準與科學研究院(KRISS)。
94.09.07		彭新民博士獲 APMP 所頒發之 IIZUKA Prize 2005 青年計量專家獎
94.9.13~94.09.14		彭新民博士參加於美國 Long Beach 舉辦之第 45 屆 CGSIC (Civil Global Positioning System Service Interface Committee)會議
94.9.22	完成衛星模擬器驗收結案，建立衛星地面站校正技術	
94.10.27	本校正實驗室通過全國認證基金會 (TAF)之 ISO 17025 監督評鑑	
94.11.10~94.11.11	經濟部標準檢驗局 94 年度科技經費財物審查	
94.11.11	經濟部審查 96 年新興中長程公共建設[低頻廣播電台設置]計畫	
94.11.15~94.11.16		林信嚴、曾文宏副研究員赴赴荷蘭 Delft 參加本年度 CCTF 衛星雙向傳時工作小組年度會議
94.12.04	參與完成總統府前舉辦之“創新科技、活力經濟”展示活動	

## 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
1. 94 年度累積完成校正服務 5 件。	94.03	94.03	符合
2. 完成 SBAS 傳時系統研究，並產出報告一篇。	94.05	94.05	符合
3. 「GPS 載波相位頻率同步系統」專利申請。	94.05	94.05	符合
4. 94 年度累積完成校正服務 12 件	94.06	94.06	符合
5. 完成短週期頻率穩定度量測技術之現況報告。	94.06	94.06	符合
6. 完成類比時間碼校時伺服系統研製規劃報告。	94.07	94.07	符合
7. 舉辦「頻時校正業務說明會」。	94.08	94.08	符合
8. 94 年度累積完成校正服務 17 件。	94.09	94.09	符合
9. 完成實驗室 ISO17025 品質系統內部稽核。	94.10	94.10	符合
10. 完成「環球傳時鏈路之建立與維持」報告。	94.11	94.11	符合
11. 94 年度累積完成校正服務 32 件。	94.12	94.12	符合
12. 完成短週期頻率穩定度量測技術之提昇報告。	94.12	94.12	符合
13. 完成類比時間碼校時伺服系統雛型。	94.12	94.12	符合
14. 完成建立自主性之 GPS 共視系統。	94.12	94.12	符合
15. 完成衛星雙向傳時自動化操作及分析報告。	94.12	94.12	符合
16. 完成開發高精度計數器之研究報告。	94.12	94.12	符合

## 2 工作執行情形

計畫目標	目標達成程度	差異檢討
<b>(一)實驗室標準維持及性能增進</b>		無
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>時頻標準維持與性能提昇</b></li> <li>■ 維持中華民國時頻標準</li> <li>■ 參與維持世界協調時及國際原子時</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>時頻標準維持與性能提昇</b></li> <li>■ 全年度維持中華民國時頻標準及持續參與維持世界協調時(UTC)與國際原子時(TAI)。</li> <li>■ 校正實驗室維持及執行 ISO17025 品質系統。</li> <li>■ 參與完成總統府前「創新科技,活力經濟」展示活動。</li> <li>■ 進行低頻廣播電台建置計畫之規劃。</li> <li>■ 完成論文”國家標準時間的維持”,發表於九十四年度國家時頻標準實驗室校正業務研討會。</li> <li>■ 進行實驗室網頁資料更新。</li> <li>■ 執行週期性之檢校品保作業。</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>健全全國時頻追溯體系</b></li> <li>■ 94 年度累積完成校正服務 32 件。</li> <li>■ 通過 TAF CNLA 監督評鑑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>健全全國時頻追溯體系</b></li> <li>■ 94 年度累積完成校正服務 37 件。</li> <li>■ 上半年度協助 CNLA,完成台灣檢驗科技、昭俐公司、台灣電檢中心及度量衡國家標準實驗室長度量室等 4 家實驗室評鑑。</li> <li>■ 完成“遠端頻率校正系統之標準作業程序(v.2.0)”技術文件修訂</li> <li>■ 完成“遠端頻率校正系統之不確定度評估(v.2.0)”技術文件修訂</li> <li>■ 實驗室通過 TAF CNLA 之 ISO/IEC 17025 監督評鑑。</li> <li>■ 完成論文”時頻校正原理與不確定度評估”,發表於九十四年度國家時頻標準實驗室校正業務研討會。</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>標準時間同步服務</b></li> <li>■ 持續提供 NTP 網路校時服務。</li> <li>■ 維持撥接式電腦校時系統正常服務。</li> <li>■ 提供一一七報時台標準時間信號。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>標準時間同步服務</b></li> <li>■ 持續提供 NTP 網路校時服務。</li> <li>■ 維持撥接式電腦校時系統正常服務。</li> <li>■ 提供一一七報時台標準時間信號。</li> <li>■ 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</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>高精度時鐘量測技術研究</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成短週期頻率穩定度量測技術之現況報告</li> <li>■ 完成短週期頻率穩定度量測技術之提昇報告</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成高性能原子鐘量測系統性能提昇研究。</li> <li>■ 完成微波段雜訊量測系統建設購案提出。</li> <li>■ 完成論文“Methods for Allan Variance Estimation and white phase Modulation”並發表於 IEEE FCS-PTTI 2005。</li> <li>■ 完成技術文件“短週期頻率穩定度量測技術之現況”。</li> <li>■ 完成「短週期頻率穩定度量測技術之提昇」技術報告。</li> <li>■ 完成論文“相位雜訊量測介紹”，發表於九十四年度國家時頻標準實驗室校正業務研討會。</li> <li>■ 完成論文“振盪器頻率穩定度與相位雜訊量測技術”發表於九十四年度中華民國計量研討會</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>時間評量技術研究</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成備援母鐘建設</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>時間評量技術研究</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成時間評量系統之維護與提昇。</li> <li>■ 完成 IFCS-PTTI 2005 研討會論文發表 “An Improvement of the Controlling Algorithm for Taiwans Time Scaling System”</li> <li>■ 完成備援母鐘建設計畫。</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>標準時刻產生技術建立</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成類比時間碼校時伺服系統研製規劃報告</li> <li>■ 完成類比時間碼校時伺服系統雛型</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>標準時刻產生技術建立</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成 IRIGS 系統 PSTN 介面雛型</li> <li>■ 完成撰寫 IRIGS 系統研製規劃報告。</li> <li>■ 完成發表 Europeau Frequency and Time Forum 2005 會議論文” Design and Implementation of a Standard Time Tracking and Keeping System for The Real Time clock”</li> <li>■ 完成「完成類比時間碼校時伺服系統雛型」報告。</li> </ul> </li> </ul>	

## (二)時頻校核技術

### ● 導航衛星傳送系統維持與資料分析

- 完成 SBAS 傳時系統研究
- 完成建立自主性之 GPS 共視系統

### ● 導航衛星傳送系統維持與資料分析

- 完成參與 APMP GPS 接收機 Calibration 第二次巡迴校正。
- 完成 EFTF 2005 會議論文 “Ionospheric Effects and Modeling on GPS Time Transfer”。
- 完成技術報告” SBAS 傳時系統分析”。
- 進行 GPS 共視法時頻比對系統開發。
- 完成參與 BIPM 雙頻 GPS 接收機 Calibration 亞太區巡迴校正。
- 完成「自主性 GPS 共視系統之建立」技術報告。
- 完成論文” Performance testing of time comparison using GPS smoothed P3 code and IGS ephemerides” 刊載於 IEEE Transaction on Instrument and Measurement(SCI)
- 完成論文” Concurrent study of digisonde Spread F and GPS phase fluctuation in the equatorial ionosphere during solar maximum” ，發表於 The 11<sup>th</sup> International System on Equatorial Aeronomy 會議。
- 完成論文” The climatology of ionospheric irregularities observed by using GPS phase fluctuations on the west side of South America” ，發表於 International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) 20005 會議。
- 完成論文” The Study of Spread F and GPS Phase Fluctuation at Taiwan” ，發表於 2005 AGU Fall meeting, American Geosciences Union (AGU)會議。

● **衛星雙向傳時系統之建立及傳時品質提昇**

- 完成環球傳時鏈路之建立與維持報告
- 完成衛星雙向傳時自動化操作及分析報告
- 完成參加 CCTF 衛星雙向傳時工作小組會議

● **衛星雙向傳時系統之建立及傳時品質提昇**

- 持續進行與日本 NICT 衛星雙向傳時實驗。
- 持續進行與荷蘭 VSL 之衛星雙向傳時歐亞比對鏈路實驗。
- 進行與德國 PTB 及美國 NIST 協調建立雙向傳時鏈路事宜。
- 完成衛星模擬器維修案之安裝工程。
- 完成衛星雙向傳時繪圖分析軟體。
- 進行 TWSTF 亞太區鏈路性能比對與分析。
- 完成 IFCS-PTTI 2005 研討會論文” The Calibration Device for TWSTFT station at TL ”。
- 完成衛星雙向傳時自動化測試。
- 完成「環球衛星傳時鏈路之建立與維持」技術報告。
- 完成「衛星雙向傳時自動化操作分析報告」技術報告。
- 完成赴荷蘭 Delft 參加 CCTF 衛星雙向傳時工作小組會議。

<b>(三)能力試驗比對系統</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 能力試驗比對系統之推廣與應用 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 舉辦「頻時校正業務說明會」</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 能力試驗比對系統之推廣與應用 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成遠端頻率校正系統之標檢局標準系統查驗工作。</li> <li>■ 完成遠端頻率校正論文一篇，刊載於標準與檢驗月刊。</li> <li>■ 完成 GPS 接收機發展材料採購事宜。</li> <li>■ 完成 EFTF 2005 會議論文 "Using DSP Technique to Average ADC Samples for Improving the Frequency Measurement Resolution"。</li> <li>■ 完成參加 APLAC 能力試驗課程。</li> <li>■ 完成舉辦實驗室「時頻校正業務研討會」。</li> <li>■ 完成「可信賴的分散式標準時間服務架構」論文一篇，投稿全國計算機會議 (National Computer System, NCS)</li> <li>■ 完成問卷調查及分析</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPS 振盪器製造 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 提出"種利用 GPS 訊號達成高精度頻率同步的方法"專利</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPS 振盪器製造 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 提出"種利用 GPS 訊號達成高精度頻率同步的方法"專利申請。</li> <li>■ 論文"The Effect of the pre-reversal EXB Drift, the EIA asymmetry, and magntic activity on the equational spread F during solar maximum" 刊載於 Annals Geophysicae SCI 期刊。</li> <li>■ 完成論文" Highly accurate real-time GPS carrier phase disciplined oscillator" 刊載於 IEEE Transaction on Instrument and Measurement(SCI)</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用 software radio 進行基頻處理技術 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成"開發高精度計數器"之研究報告</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用 software radio 進行基頻處理技術 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 完成技術文件"利用 Softwave radio 進行基頻處理技術報告"。</li> <li>■ 完成 EFTF 2005 會議論文 "Using DSP Technique to Average ADC Samples for Improving the Frequency Measurement Resolution"。</li> <li>■ 完成"開發高精度計數器"之研究報告</li> </ul> </li> </ul>
<b>(四)其他</b>	
	<p><b>論文審查</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 協助 IEE Proceeding: Control Theory and Applications. 審查期刊論文一篇。</li> </ul> <p><b>MRA CMC 審查</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 參與亞太區域 APMP 時頻領域 CMC 資料審查。</li> </ul>

### 3. 配合計畫及措施

合作單位	合作計畫內容與成效	期間
無		

## (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
廖嘉旭		國家標準實驗室維持及性能增進 (許正茂)	72	68	
		時頻校核技術 (林晃田)	54	52	
		能力試驗比對系統製作(陳商銜)	54	42	
合計			180	162	

#### (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	
94	預計	5	7	1		2	4	6	1	3	1	15
	實際	5	6.5			2	2.5	6	1	3	1	13.5

## 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	
無採購設備								

### 3.經費運用情形

#### (1) 預算執行情形

單位：千元

預算科目	預 算		決 算		差 異 說 明
	金額	百分比	金額	百分比	
一、經常支出					
1. 人事費	17,535	49.99	17,535	49.99	
2. 業務費	6,093	17.37	6,093	17.37	
3. 維護費	2,310	6.59	2,310	6.59	
4. 旅運費	720	2.05	679	1.94	
5. 管理及共同費	8,416	23.99	8,416	23.99	
經常支出小計	35,074	100.00	35,032	99.88	
二、資本支出					
1. 機械設備					
2. 資訊設備					
資本支出小計					
總計	35,074	100	35,032	99.88	

## (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	367,600	共提供 37 件校正服務
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	367,600	

(三)人力培訓情形

1. 國家標準實驗室計畫國外出差人員一覽表

計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
參加會議	赴韓國濟州島參加 21 <sup>th</sup> APMP General Assembly、Symposium, TC Meetings 及相關會議活動，並參觀 KRISS。  (NT\$125,542)	韓國  KRISS	94.09.04 ~ 94.09.10	廖嘉旭  林晃田	計畫主持人  時頻校核技術研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>● TCTF 會議首先由 MRA、GPS、TWSTFT 及 MRA under CCTF 等工作小組提出報告，其次進行 CMC 資料審查流程及時程的檢討。其他重要的議題還包括：未來衛星雙向傳時之衛星租金、舉辦時頻 Seminar、舉辦 ATF2006 等討論。TCQS 會議則是上午進行各項會務報告；下午舉辦 Workshop，討論議題為“Means of Reducing the Cost of Complying with APMP QS Requirements”，經熱烈討論後達成幾項建議，如：延長再評鑑的間隔時間，邀請專長領域較廣的技術評審等。會議中並改選下一屆 TCQS 主席，由泰國 NMIT 的 Ms. Ajchara Charensook 當選。</li> <li>● 參加 TC Meetings 會議，不僅瞭解各國標準實驗室發展現況，更就未來的技術合作及品質系統維持等事宜，進行面對面的討論以匯集共識，對於國際合作與相互認可事務之推動，有實質的幫助。參與 APMP GA 會議，則增進與亞太地區各標準實驗室間的互動和聯繫，並提升本實驗室在國際上的能見度與重要性。</li> <li>● 當晚並在濟州島的凱悅飯店舉行晚宴，晚宴中安排 APMP 技術貢獻獎及 IIZUKA Prize 頒獎儀式。今年本實驗室同仁<u>彭新民</u>博士獲頒 IIZUKA Prize 此一亞太計量界的殊榮，讓代領獎項的我們感到與有榮焉。</li> </ul>

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 CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會及參加 EFTF 2005 研討會發表論文  (NT\$106,474)	法國	94.03.19 ~ 94.04.26	陳商銜	助理研究員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會為國際度量衡委員會(CIPM)下之時間與頻率技術諮詢委員會，因為本實驗室參與衛星雙向傳時工作，故派員參加此討論會。與各國代表學習暨交換意見，提昇本實驗室之國際能見度。</li> <li>● EFTF(European Frequency and Time Forum)為一國際會議，主要目的為交換時間與頻率最新的發展趨勢與科技，會議通常在歐洲舉行。</li> <li>● 研討會上將發表三篇已接受之論文，故派論文作者助理研究員陳商銜前往發表，展現國家時頻實驗室研發成果，增進於國際學術實力，有助於提昇本實驗室知名度。</li> </ul>
參加會議	赴加拿大溫哥華參加2005 Joint IEEE International Frequency Control Symposium and Precise Time & Time Interval Systems & Applications Meeting 國際研討會暨發表論文，並參加國際原子時工作小組會議  (NT\$110,678)	加拿大	94.08.27 ~ 94.09.02	林信嚴	副研究員  時頻校核技術研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IEEE FCS(Frequency Control Society)，為一重要的國際性時頻技術研討會，此次與PTTI(Precise Time &amp; Time Interval)共同舉辦。參加該會可瞭解包括時頻在內的量測技術最新發展趨勢，有利於與先進實驗室建立互動關係。</li> <li>● 國際原子時工作小組會議(CCTF TAI SG meeting)為國際度量衡局時頻諮詢會議(BIPM CCTF)下其中之一工作小組，不定期召開工作小組會議。此次議程將包括是否採用新國際比對技術及國際原子時(TAI)比對鏈路重新規劃等重要議題，所得結論將為下屆CCTF大會之重要參考。參加會議有助於維護本實驗室之國際地位。</li> <li>● 研討會上將發表二篇已接受之論文，”An Improvement of the Controlling Algorithm for Taiwan’s Time Scaling System” 及”The Calibration Device for TWSTFT station at TL”。</li> </ul>

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
會議	赴荷蘭 Delft 參加 2005 衛星雙向傳時工作小組會議 (13th Meeting of the CCTF WG on TWSTFT)	荷蘭 NMI VSL	94.11.13 ~ 94.11.18	林信嚴  曾文宏	時間維持與傳遞技術研究 衛星雙向傳時研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本次參加的 15 個時頻實驗室佔有世界協調時 80% 以上的權重值，另有國際度量衡局 (BIPM) 負責時間事務及計算的成員、負責伽利略衛星時間中心的研究員、負責計算 IGS 時間的研究員、儀器廠商、美國國務院的科學顧問等人的參與。</li> <li>● 會議主題有幾個重點，包括未來世界協調時之產生方式、討論伽利略衛星計畫的需求、雙向傳時校正技術、如何進一步提升衛星雙向傳時的精確度至 <math>10^{-12}</math> 秒、與載波相位技術的合作、實驗操作與運作的技術研討以及報告各國實驗室現況。會議的最後一天下午安排參訪 VSL 以進行技術交流。</li> <li>● 此次會議本單位發表一篇校正技術的專題報告『Earth Station Delay Measurement by SATSIM』及一篇實驗室現況介紹『Status Report of TL』，皆獲得極大的迴響。主辦人 deJong 會後私下高興的表示，由於我們的報告所帶動大家對衛星模擬器校正技術的熱切討論以及建立歐亞鏈路之興趣，是他意料之外的驚喜。</li> <li>● 關於未來合作的議題方面，德國 PTB、法國 OP、義大利 IEN 都表示與我們合作的意願，未來將視地面站設備籌備的進度進行後續的實驗。亞洲方面繼日本 NICT 之後，中國大陸 NTSC 也有意加入歐亞衛星雙向傳時鏈路。夏威夷衛星地面站已選定在歐胡島上設置，然而尚有許多技術問題有待克服，可能會延遲實驗展開的時間。明年將計畫與日本 NICT 及荷蘭 VSL 進行雙向傳時的校正實驗。</li> <li>● 此次會議與其他國家時頻領域研究人員充分進行交流及研究心得交換，並透過會場上所收集的資訊以擬定未來研究方向，可助於提昇本室研究層次。</li> </ul>

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
會議	參加 CGSIC 會議及 ION GNSS 2005 研討會 (NT\$ 118,444)	美國	94.09.19 ~ 94.09.26	彭新民	時頻校核技術研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CGSIC (Civil Global Positioning System Service Interface Committee)會議旨在於提供一個公開的論壇以便民間 GPS 應用與 GPS 官方組織進行意見交流，議程第一天是共通議題討論，如 GPS 與 Galileo 兩系統未來發展趨勢及各國主要計畫現況，會議第二天則進行分組討論，上午為 International session 及 U.S. States and Localities session，下午為 Timing session 及 CORS user forum，透過參與此項會議，可掌握最新的 GNSS 相關訊息及發展，提升導航衛星時頻比對研究技術水準。</li> <li>● ION GNSS 2005 研討會是世界上導航衛星系統相關領域最大的研討會，會議期間主要參與的報告主題包括時頻與科學應用、大氣效應的影響、接收機內部設計及 GNSS 系統更新計畫。參與上述會議除了可和專家學者進行討論，並可以了解目前導航衛星系統發展及應用現況，進而因應未來的發展擬定適當的研究目標，對於本國家時間與頻率實驗室在導航衛星時頻傳送領域研究有著正面的幫助。</li> </ul>

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

## 2.國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
突破績效的人才管理研習班	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 以人為本的管理</li> <li>● 目標與方向設定</li> <li>● 賦能授權與溝通教導</li> <li>● 賞罰分明</li> </ul>	中華電信訓練所	94.08~ 94.11 (2日/人)	許正茂 林晃田 廖嘉旭 林清江  褚芳達	計畫連絡人 協同主持人 計畫主持人 時間碼產生器研究 GPS 時頻校核研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 增進主管管理能力,提昇執行力及團隊績效。</li> <li>● 瞭解主管所應扮演的角色及責任。</li> <li>● 熟悉管理人才的技巧。</li> <li>● 建構高效能團隊,發展行動方案,達成企業經營目標並建立共識。</li> </ul>
精密機械隔振技術研討會	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 被動式隔振基本理論介紹</li> <li>● 被動式隔振器性能測試</li> <li>● 被動式隔振設計實例介紹</li> <li>● 主動式隔振理論介紹</li> <li>● 主動式隔振技術介紹</li> <li>● 主動式隔振技術應用例</li> </ul>	工研院量測中心訓練部	94.07.13	曾文宏	時間維持與傳遞技術研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般而言振動是我們不願意見到之現象,因此希望透過各種方法隔離振動,以降低振動對人、建築物及儀器之影響。對於本實驗室之精密儀器(原子鐘等),我們希望有效隔離外來振動,來提高穩定度。</li> <li>● 這次研討會最大的心得在於了解振動與隔振的基本原理及參數,並與相關的專家和國內外廠商有適當的互動,知道如何有效的找到資源來解決振動的問題。</li> </ul>

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
能力試驗之應用研討會	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估與確認實驗室測試或校正能力</li> <li>● 加強實驗室內部的品保作業</li> <li>● 提昇執行機構(PT Provider)辦理能力試驗之成效與建立相關之公信力</li> </ul>	工研院量測技術發展中心	94.04.27 ~ 94.04.29	張博程	高精度時鐘量測技術研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 充分了解相關背景知識及其應用，提昇執行機構辦理能力試驗之成效與建立相關之公信力</li> </ul>
APLAC 能力試驗課程	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Overview of ISO17025 and ISO Guide 43.</li> <li>● Statistical Theory</li> <li>● Measurement Uncertainty</li> <li>● Testing and Calibration programs</li> <li>● Benefits of Proficiency testing, etc.</li> </ul>	APLAC	94.01.17~21	林晃田	協同主持人	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 熟悉 APEC 對於能力試驗之規範，有助於未來辦理國內時頻領域能力試驗活動，健全國內檢校體系。</li> </ul>
實驗室認證服務說明會	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 財團法人全國認證基金會(TAF)之認證業務說明，對認證規範最新修訂情形、認證領域與認證標章之變更，認證費用之調整等均有詳細介紹。</li> </ul>	財團法人全國認證基金會	94.03.02	林晃田	協同主持人	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 瞭解全國認證基金會對認證事務規定的變更，對未來實驗室再評鑑及對次級實驗室的評鑑作業均有幫助。</li> </ul>

(四)標準維持情形：

標準件校正日期及追溯來源詳如下表

標準件追溯架構如附圖

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	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 修復驗收完成參與國家時頻維持	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	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 修復驗收完成參與國家時頻維持	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	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
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	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	BIPM

編號	有關儀器標準件	校正日期	追溯來源
10	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	BIPM
11	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
12	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
13	SDI 5MHZ 分配器	供應標準頻率(5MHz)	國家標準實驗室 母鐘
14	切換控制器	每日持續性監測	國家標準實驗室 母鐘
15	HP75000, S/N E1421B	供應標準時間(1pps)	國家標準實驗室 母鐘
16	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
17	ESA24K-1 CODAN-5900	每週比對 7 次	
18	全球定位接收機 TTR-6, S/N 0231	本系統於 94 年 8 月 12 日停用	國家標準實驗室 母鐘
19	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)

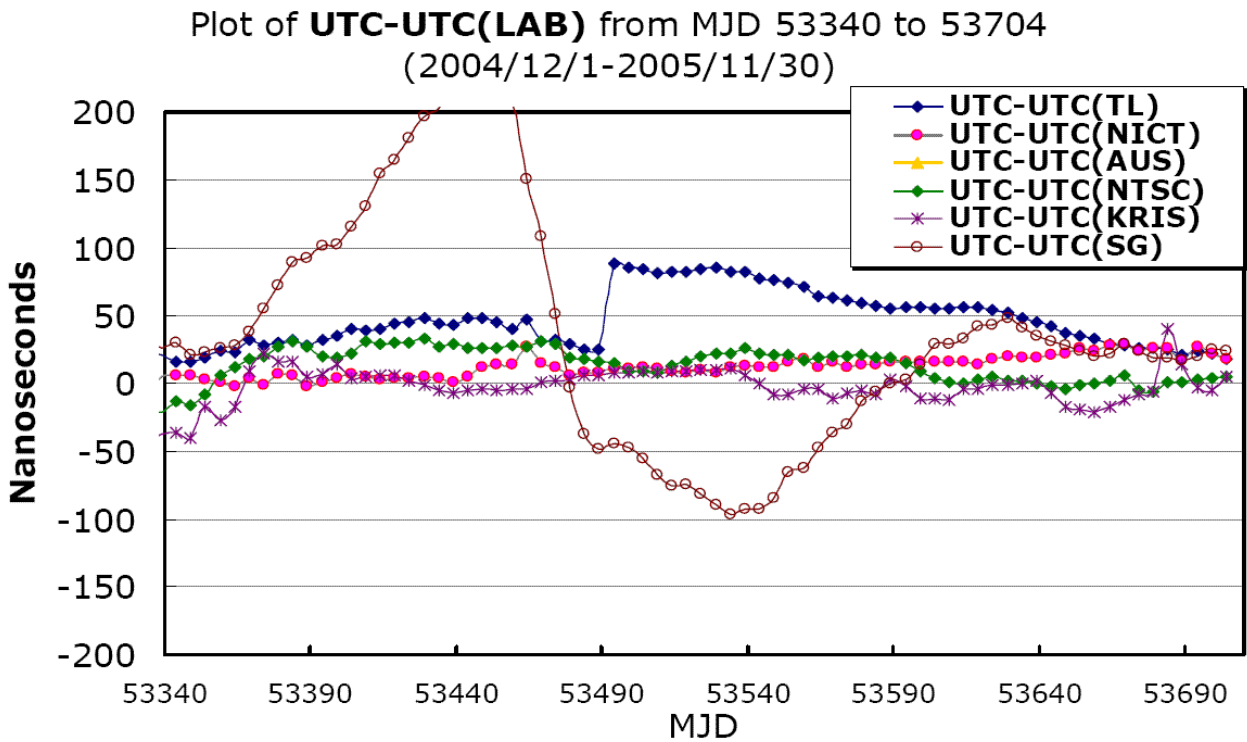
本所之時頻標準是經原級銫束頻率標準器及氫微射頻率標準器比對產生。所謂原級頻率或時間標準是在運作時不需提供外在校正(CCIR Recommendation 686 之定義)，其中所用 HP5071A 是目前世界上穩定性最好的商用化銫原子鐘，目前母鐘產生標準信號採用方式係在原子鐘群中長期仔細比對後找出最穩定之原子鐘當主鐘，(目前使用編號 HM76053 原子鐘)。主原子鐘之 5MHz 經相位微調器(12)，分配放大器(13)產生 5MHz 之國家標準頻率。5MHz 信號經時間碼產生器(12)產生中華民國標準時間 UTC(TL)，UTC(TL)經時間差計數器(16)與原子鐘群，GPS(18)接收信號比對。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，經本所分析所得結果用來決定相位微調器所需微調值，使本所產生之協調時緊密地追溯至 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之。

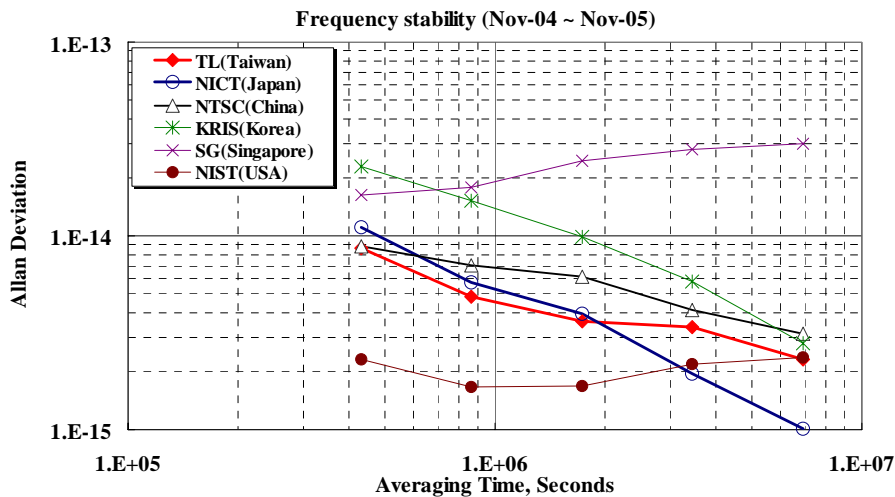
為使我國時頻最高標準與國際標準一致，本年度執行 5 項國際比對，如表所示。

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)	94.01~94.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 傳時比對	BIPM	BIPM(55 個實驗室)	94.01~94.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
TWSTFT 傳時比對	BIPM	日本 NICT 及 NMIJ、大陸 NTSC 台灣 TL	94.01~94.12	公佈於 BIPM Time Section 網站
GPS 接收機巡迴校正	BIPM	台灣 TL、大陸 NTSC、日本 NICT 及 NMIJ、韓國 KRISS、澳洲 NMIA 以及泰國 NIMT	94.04~94.08	資料送 BIPM 分析
APMP GPS 接收機巡迴校正	澳洲 NMIA 主辦，TL 協辦	台灣 TL、韓國 KRISS 及大陸 NIM、香港 SCL 以及澳洲 NMIA，並至美國 NIST	93.12~94.05	資料送 NMIA 分析

由 BIPM 所發佈 94 年度 UTC 與 UTC(亞洲主要實驗室)計算所得之時刻差值及頻率穩定度如下圖，由於 2005 年 4 月 BIPM 以 GPS 接收機巡迴校正後確定 TL-NICT TWSTFT 固定偏移 55ns，經與 BIPM 討論後於 Cirt 209(MJD 53494 後) 全面更正，徹底解決 GPSCV，GPSP3 與 TWSTFT 不同步之問題。

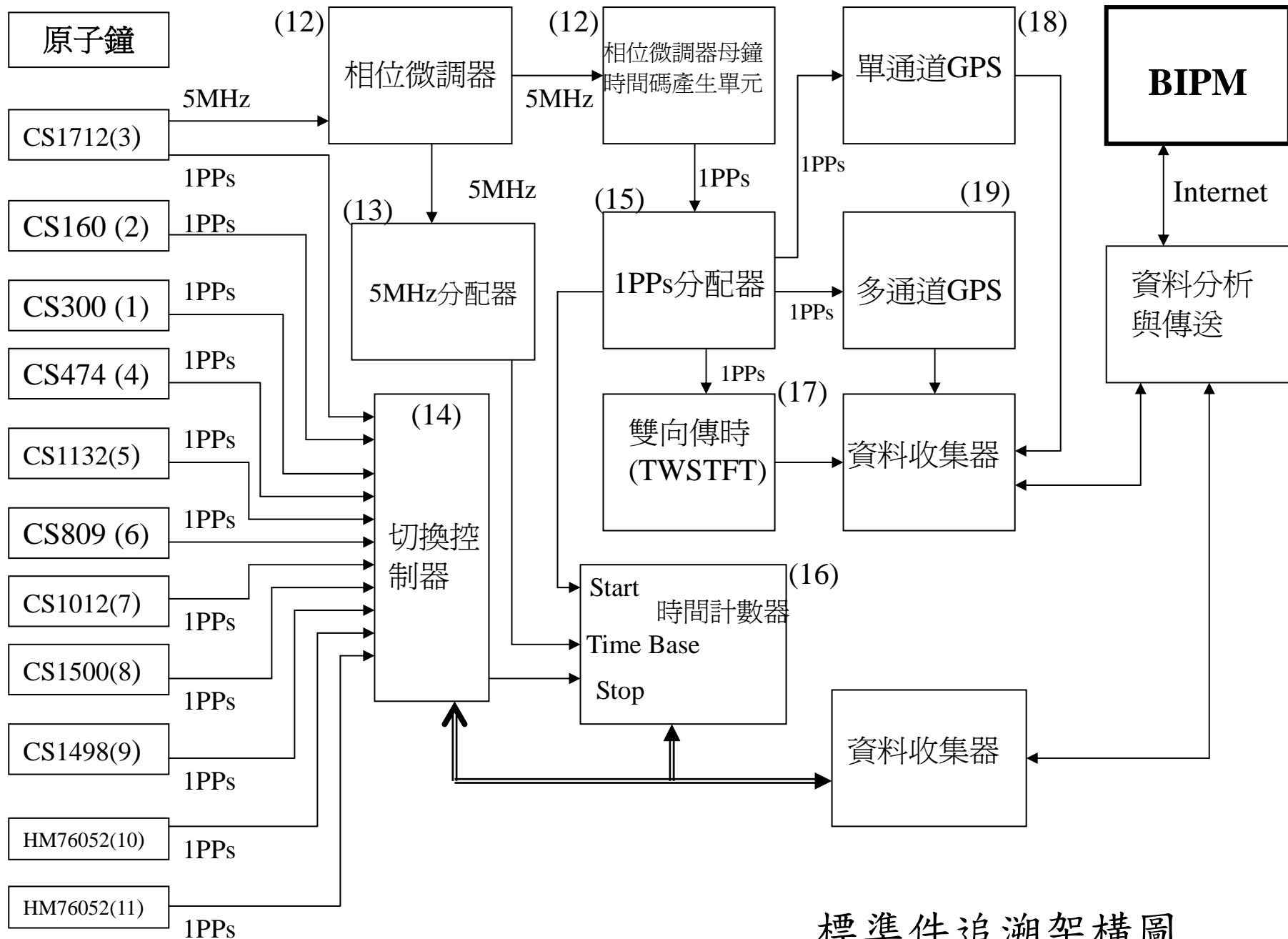


2005 年亞太實驗室維持之協調時與 UTC(BIPM)之差值



2005 年亞太實驗室維持協調時之頻率穩定度圖

在穩定度方面，由於本室已採用氫原子鐘作為頻率參考源，2005 年之長期穩定度可達  $2E-15$ ，中期穩定度也可達  $8E-15$ (平均週期五天)。較 2004 年之前大有進步，穩定度在亞洲各實驗室間居領先地位，和日本伯仲，略優於大陸與亞太其他諸國。



標準件追溯架構圖

## 二、成果效益檢討

### (1) 標準實驗室維持與性能增進

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與提供精密儀器頻率校正服務、各種時間服務外，亦進行提昇高精度時鐘量測技術研究、標準時刻產生技術建立、期能維持 UTC(TL)與 UTC 之相位差在 $\pm 100\text{ns}$  左右之時間評量技術研究。有關詳細執行情形如下所述：

#### (1.1) 國家標準時間的維持及性能增進

##### (1.1.A) 維持中華民國時頻標準並追溯國際時頻標準

###### (1.1.A.1) 達成目標

維持中華民國時頻標準及追溯國際時頻標準。

###### (1.1.A.2) 執行內容(執行期間：94/01~94/12)

時鐘由震盪器和計數器所構成，計數器累計週期性震盪的次數，產生時間。當震盪的週期發生改變，透過累計會造成時間持續的偏差。如何監測及預測時間的偏差量，並以和緩方式調校時間，是維持標準時間的關鍵技術。

時間的維持注重準確(accuracy)與穩定(stability)，必須倚賴高性能的原子鐘來達成。然而單一完美的鐘是不存在的，若有一群同是高性能的原子鐘，透過量測技術相互比對，比對數據再透過演繹法則（稱為Time scale algorithm）的計算，產生一個事後的時間，此時間可視為一群鐘(稱為clock ensemble)的統計值。假如演繹法所套用的model夠好的話，長期而言它的時間偏差可望比單一部鐘小，或者說更可信賴，可以用來預測和調校時間。

世界原子時(TAI)是個成功的例子，目前它是由世界各地五十八個國家實驗室的兩百八十多部原子鐘所共同維持，如圖1.1.A.1，實驗室定期將原子鐘資料提供給國際度量衡局(BIPM)，該局依各實驗室所維持原子鐘的穩定度給予一特定權數，經由演繹法則產生國際原子時(TAI)，加上潤秒調整後即為世界協調時(UTC)。UTC是個事後產生的虛擬時間，國際度量衡局於每箇月中旬會發佈上個月每個實驗室時間與UTC時間的差值，即UTC-UTC(LAB)。UTC(LAB)是各個實驗室所維持的時間，由一部實體鐘及一套調校的機制來實現。

目前的國家時間係由本實驗室所維持的九部銫原子鐘(Agilent/HP 5071A)及兩部氫原子鐘(Active H-masers, CH1-75)所產生，以一部穩定度最高的原子鐘作為母鐘參考源，參考的頻率信號經相位微調器調整後產生標準時間，國際上的名稱是UTC(TL)，短期調整的機制係參考一群鐘的統計值。我們透過衛星雙向傳時及GPS載波相位觀測法等國際實驗，與國外的實

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UTC。UTC是國際時間標準，也是我們調整標準時間的參考之一，其有助於維持國家時間的長期準確度。

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。原子鐘的維持是本實驗室的核心部分，目前運轉中的原子鐘有十一部，分別安置在地下室及一樓等的電磁隔離室，隔離室必須保持在恆溫恆濕的環境，且避免振動的發生。原子鐘的比對記錄系統有兩套，一套位於一樓，另一套備援系統則放在地下室。編號HM76053的氫原子鐘是目前的母鐘參考源(93/12/21更換)，它的頻率信號經過一樓的相位微調器調整斜率(frequency offset)後產生實驗室的標準時間。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及大型不斷電系統(UPS)外、還準備有柴油發電機及直流電源等，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，假如這些備援電力都失效的話，銻原子鐘內部還有電池，可以再維持一段時間。

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，去除最大最小值再取平均，然後記錄之。此系統長期記錄原子鐘的變化，除了有一套備援系統外，另外定期進行資料的備份。

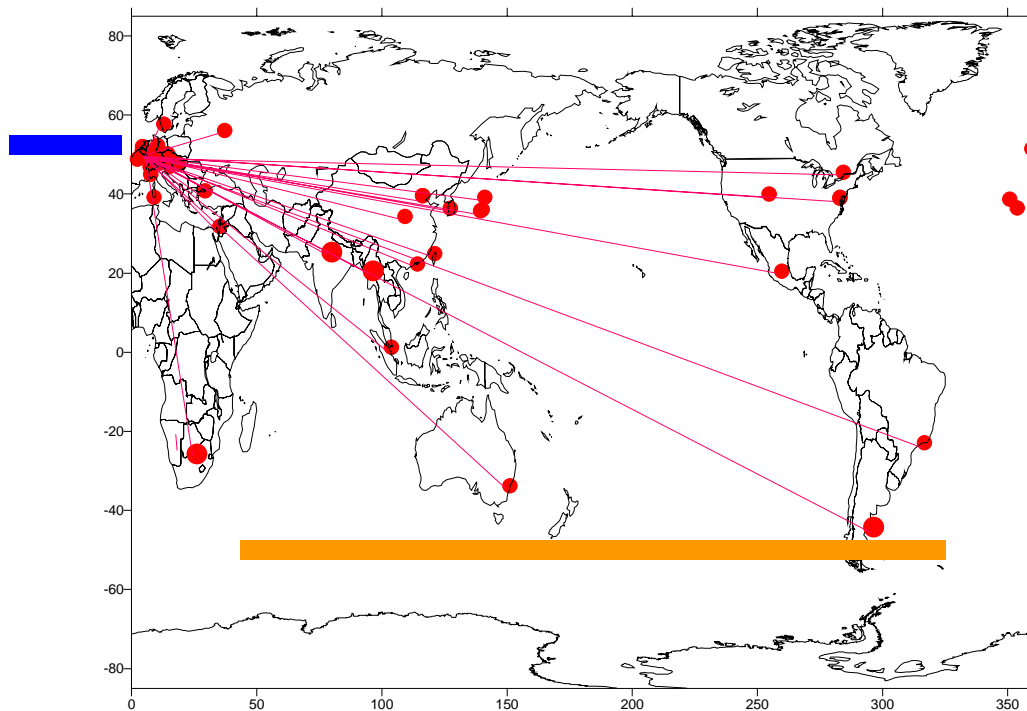


圖1.1.A.1、BIPM蒐集世界各地五十八個國家實驗室的原子鐘資料計算TAI

### (1.1.A.3) 結果

根據國際度量衡局(BIPM)所發佈的資料分析，2001年以前UTC(TL)與UTC之時刻差約在 $150\pm 300$  ns左右，如圖1.1.A.2所示。而最近兩年來UTC(TL)與UTC的差異均保持在 $\pm 100$ ns的範圍內，如圖1.1.A.3所示。由於2005年初BIPM以GPSCV巡迴校正後確定TL-NICT TWSTFT固定偏移55ns，經與BIPM討論後於Cirt 209(MJD 53494後)全面更正，徹底解決GPSCV，GPSP3與TWSTFT不同步之問題。UTC-UTC(TL)於MJD 53494約80ns，經半年多逐步調整，目前UTC-UTC(TL)約為20ns。圖1.1.A.4分析國家標準時間的頻率穩定度，結果顯示每年的穩定度都有逐步的提昇。

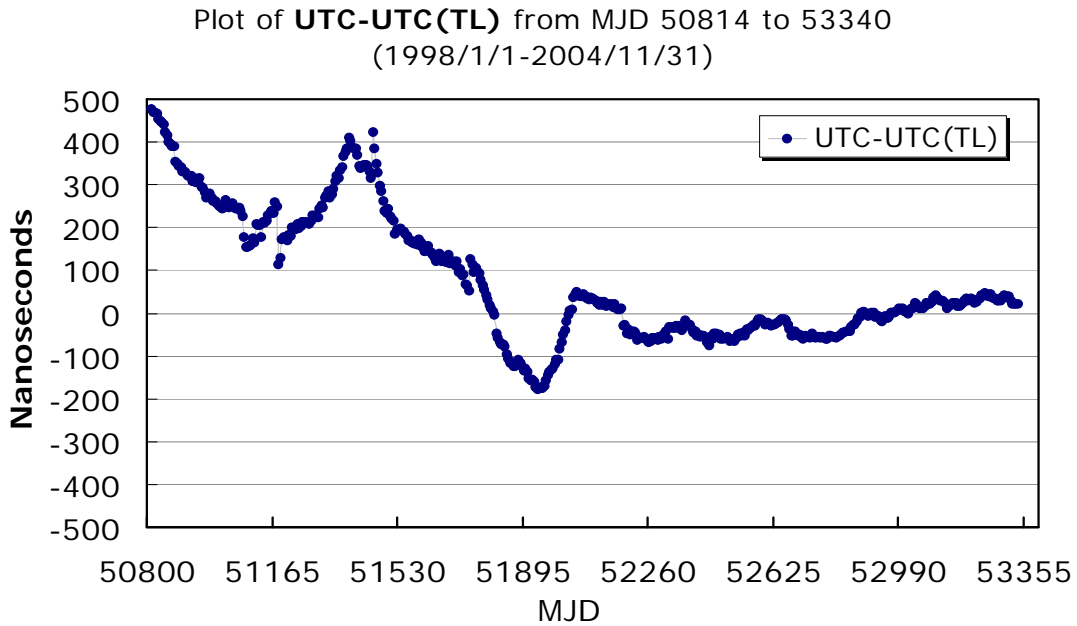


圖1.1.A.2、近六年來國家標準時間UTC(TL)與世界協調時UTC的差值

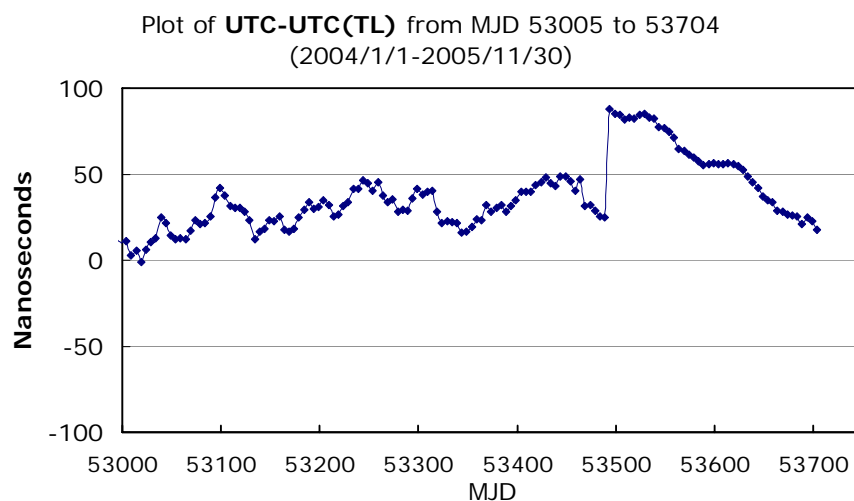


圖1.1.A.3、最近2年國家標準時間UTC(TL)與世界協調時UTC的差值

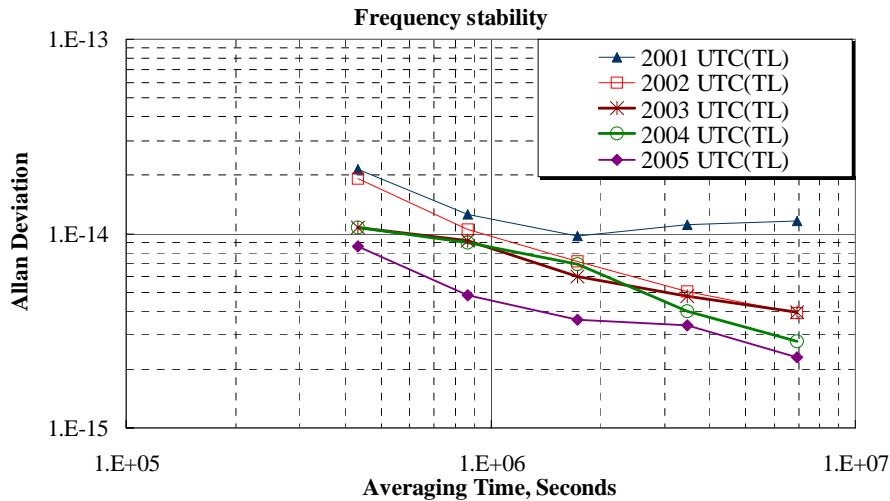


圖 1.1.A.4、國家標準時間的頻率穩定度分析

統計自BIPM發佈的資料[3] 自2004年11月~2005年11月份繪於表1.1.A.1，本實驗所維持的原子鐘佔國際原子時的平均權數達3.64%。

表1.1.A.1、 2004年11月~2005年11月份佔國際原子時平均比重的統計

Average (Nov-04~Nov-05)		
	Lab.	Weights (%)
1	USNO (USA)	40.757
2	F (France)	6.462
3	NICT (Japan)	6.111
4	NIST (USA)	4.311
5	TL (Taiwan)	3.644
6	PTB (Germany)	3.381
7	PL (Poland)	3.279
8	SP (Sweden)	2.709
9	NTSC (China)	2.527
10	NRC (Canada)	2.136

#### (1.1.A.4) 未來工作重點

若非隔離室恆溫空調故障，預計 TL 原子鐘群對 TAI 的權重應佔所有實驗室之 4% 以上，在經費允許的情況下，應將老舊之隔離室及恆溫空調作更新。另外適時更新與汰換性能較差之銫鐘、銫束管，也可增加本室權重。

#### (1.1.A.5) 自評與建議

國家標準時間的維持是本實驗室的核心工作，隨著國際比對精確度的提升，本實驗內部維持時頻標準的能力，變得更加透明，藉此我們獲得許多寶貴的經驗與資訊，而能夠更嚴謹的考量實驗室各個環節需要改進之處。此外，近幾年本實驗室積極參與國際上的時頻計

劃，透過合作向歐、美、日等先進實驗室，學習到許多經驗，讓維持時間(time keeping)的能力大幅提昇。

若非隔離室恆溫空調故障，預計 TL 原子鐘群對 TAI 的權重應佔所有實驗室之 4% 以上，在經費允許的情況下，應將老舊之隔離室恆溫空調作更新。另外適時汰換性能較差之銻鐘銻束管，也可增加本室權重。

有鑒於世界各實驗室陸續建設新的實驗室環境，以符合未來的維持標準的需求，本實驗室實有必要著手規劃環境更新時程。今年年底，國家母鐘的參考信號已從銻原子鐘換成氫原子鐘，可望提昇量測技術及國際比對實驗的精確度。然而，氫原子鐘長期準確度不如銻鐘容易預測，對本實驗室的 Time scale algorithm 和調校機制是一種考驗，這將是明年最大的挑戰之一。

目前國際間之時頻技術合作日益密切，IGS Time Scale 即以各實驗室穩定度為加權依據而得；歐洲之伽利略衛星導航系統亦將以各國鐘群加權作為伽利略衛星標準時間。在此趨勢之下，實驗室權重越大，穩定度越高，越有發言權，其重要性正逐年提升，值得本室注意。

(1.1.B) 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：94/01~94/12)

本年度BIPM Circular T215(2005 December 13)刊物中，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 215  
2005 DECEMBER 13, 14h UTC

ISSN 1143-1393

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 1999 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 32 s. From 2006 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 33 s.

Date 2005 MJD	Oh UTC	OCT 31	NOV 5	NOV 10	NOV 15	NOV 20	NOV 25	NOV 30	Uncertainty/ns Notes		
		53674	53679	53684	53689	53694	53699	53704	uA	uB	u
Laboratory k											
											[UTC-UTC(k)]/ns
AOS (Borowiec)		-8.7	-11.1	-10.1	-13.0	-7.7	3.5	-7.8	1.6	5.2	5.4
APL (Laurel)		70.2	71.4	55.8	57.5	50.9	36.2	25.6	1.6	5.2	5.4
AUS (Sydney)		-670.8	-678.1	-675.3	-705.3	-710.3	-722.9	-740.1	3.2	6.4	7.2
BEV (Wien)		1.2	8.7	6.4	5.3	3.8	1.7	1.6	1.6	5.2	5.4
BIRM (Beijing)		-971.5	-991.2	-	-1026.4	-1050.3	-	-	2.8	20.4	20.6
CAO (Cagliari)		-2176.8	-2137.6	-2124.2	-2093.9	-2084.2	-2038.7	-1994.5	1.6	7.1	7.3
CH (Bern)		-13.1	-18.0	-18.7	-14.4	-16.3	-16.7	-15.3	0.8	5.1	5.2
CNM (Queretaro)		29.1	31.3	23.2	19.2	18.7	20.7	16.6	5.0	20.4	21.0
CNMP (Panama)		-3833.6	-3852.4	-3890.7	-3914.6	-3955.3	-3973.6	-4008.7	4.0	7.1	8.2
CSIR (Pretoria)		3496.8	3428.0	3380.8	3316.3	3250.0	3201.6	3142.1	3.0	20.0	20.3
DLR (Oberpfaffenhofen)		-17.8	-21.1	-	-	-	-	-	0.8	5.2	5.3
DTAG (Darmstadt)		15.6	3.0	3.0	-7.6	-3.7	-3.4	-24.7	3.0	10.1	10.5
HKO (Hong Kong)		14.2	11.4	13.2	13.6	15.6	17.5	18.4	3.2	6.4	7.2
IEN (Torino)		-23.9	-26.6	-29.2	-27.2	-20.1	-12.3	-9.9	0.7	2.0	2.1
IFAG (Wetzell)		-87.4	-79.3	-82.4	-87.2	-87.4	-81.7	-91.8	0.8	5.2	5.2
IGMA (Buenos Aires)		413.4	416.3	415.3	400.5	394.9	394.1	395.8	5.0	20.1	20.7
INPL (Jerusalem)		72.4	98.6	113.2	131.6	151.1	161.8	184.5	4.0	10.1	10.9
JATC (Lintong)		3.3	4.3	8.1	10.3	8.8	6.6	8.9	2.7	21.0	21.1
JV (Kjeller)		-5586.6	-5614.8	-5612.6	-5604.4	-5589.7	-5587.3	-5532.0	5.0	20.0	20.6
KRIS (Daejeon)		-7.8	-5.6	39.8	13.7	-3.5	-5.3	4.7	2.8	6.4	7.0
LDS (Leeds)		3743.9	3776.2	3817.9	3857.7	3896.5	3923.6	3955.5	3.0	20.0	20.2
LT (Vilnius)		1370.7	1530.0	1672.2	1770.3	1828.4	1919.7	1982.8	1.6	5.2	5.4
MIKE (Espoo)		-	-354.7	-319.8	-295.9	-263.7	-222.9	-192.5	5.0	20.0	20.7
MSL (Lower Hutt)		56.5	48.6	40.9	23.3	32.6	35.8	24.8	2.3	20.4	20.5
NAO (Mizusawa)		125.4	120.4	136.0	144.6	151.0	166.9	182.4	3.2	20.1	20.4
NICT (Tokyo)		23.8	26.6	25.9	17.3	27.0	22.5	17.7	1.2	4.0	4.2
NIM (Beijing)		-58.3	-54.4	-54.4	-59.8	-64.7	-55.1	-48.0	3.2	20.3	20.6
NIMB (Bucharest)		-620.9	-626.8	-644.7	-670.3	-672.6	-662.9	-662.7	2.5	20.0	20.2
NIMT (Bangkok)		-383.9	-421.7	-455.0	-507.3	-536.6	-576.6	-627.5	1.6	20.4	20.5
NIS (Cairo)		-31.2	-22.4	-13.2	-14.2	-9.3	-11.3	-19.4	3.0	20.0	20.3
NIST (Boulder)		-7.8	-7.2	-5.1	-4.3	-1.1	0.1	0.6	0.6	4.9	5.0
NMC (Sofiya)		-4132.2	-	-	-3898.6	-3910.7	-3939.8	-3967.6	5.0	20.0	20.7
NMIJ (Tsukuba)		20.0	20.1	12.4	10.6	10.2	1.4	-0.9	1.4	6.4	6.5
NMLS (Shah Alam)		-298.8	-295.0	-292.8	-298.2	-289.2	-293.5	-290.7	3.2	20.4	20.6
NPL (Teddington)		56.6	62.4	69.0	71.0	75.8	69.9	64.3	1.5	5.1	5.3
NPLI (New-Delhi)		107.3	123.7	139.4	139.3	157.3	151.5	-86.2	2.5	7.1	7.6 (1)
NRC (Ottawa)		36.2	28.6	24.0	17.6	11.2	11.2	10.9	3.0	14.8	15.1
NTSC (Lintong)		-5.0	-6.3	1.5	1.4	2.7	4.0	4.7	2.7	6.3	6.9
OMH (Budapest)		10560.2	10579.8	10587.7	10616.1	10627.4	10625.0	10639.5	2.5	20.0	20.2
ONBA (Buenos Aires)		-3019.1	-3089.8	-3145.6	-3169.6	-3285.4	-3418.6	-3567.7	5.0	7.1	8.7
ONRJ (Rio de Janeiro)		4876.1	4934.2	4987.6	5034.4	5091.0	5146.7	5207.1	5.0	20.6	21.2
OP (Paris)		2.8	8.4	5.5	6.9	9.4	5.2	-0.3	0.6	2.0	2.1
ORB (Bruxelles)		-71.4	-67.4	-64.5	-64.7	-62.3	-61.8	-64.3	0.8	5.2	5.2

PL (Warszawa)	-16.6	-9.8	-2.2	0.0	-4.4	-5.8	-0.2	1.5	4.9	5.1
PTB (Braunschweig)	3.5	6.2	10.7	11.5	5.0	2.4	4.9	0.4	1.4	1.5
ROA (San Fernando)	-95.5	-88.6	-91.0	-89.6	-78.0	-72.3	-66.9	0.8	5.1	5.2
SCL (Hong Kong)	-25.7	-22.8	-16.0	-18.1	-15.7	-16.8	-23.8	4.1	10.6	11.4
SG (Singapore)	24.4	18.7	18.8	17.1	20.4	25.0	24.0	3.2	20.4	20.7
SMU (Bratislava)	-101.7	-93.3	-91.0	-82.4	-88.0	-102.2	-102.3	5.0	20.0	20.6
SP (Boras)	-5.3	-9.3	-8.5	-12.4	-4.6	-3.9	-6.4	0.8	9.8	9.8
SU (Moskva)	3.2	9.5	7.7	8.4	8.5	8.5	8.7	3.0	5.1	5.9
TCC (Concepcion)	-2017.0	-2053.9	-2075.5	-2101.3	-2130.4	-2162.1	-2167.3	5.0	20.6	21.2
TL (Chung-Li)	26.6	26.1	25.4	21.2	24.6	22.6	17.8	1.4	6.3	6.5
TP (Praha)	-37.9	-30.8	36.9	46.3	34.9	40.7	48.8	2.5	5.2	5.8
UME (Gebze-Kocaeli)	954.3	961.7	960.2	961.9	966.8	975.3	978.8	15.0	20.0	25.0
USNO (Washington DC)	-6.5	-5.6	-5.5	-5.7	-4.2	-5.3	-3.8	0.5	1.4	1.5
VSL (Delft)	-50.5	-58.8	-63.7	-67.9	-71.6	-71.4	-70.6	0.7	3.3	3.3

- Note on section 1:

(1) NPLI : Time step of UTC(NPLI) of about 240 ns on MJD 53703.

### (1.1.C) 完成實驗室內部稽核及通過 CNLA 外部稽核

#### (1.1.C.1) 達成項目

通過 CNLA 外部稽核(94/11)

#### (1.1.C.2)執行內容(執行期間：94/01~94/12)

為確保實驗室品質制度符合 ISO 9001 規範、檢校品保作業及標準系統比對符合國際 ISO 17025 及全球相戶認可協定(MRA)之要求，乃依據實驗室制定之品質系統要求，執行週期性之品保作業、標準系統間相互比對、舉辦內部稽核、管理審查會議及不定期進行校正程序書、不確定度評估報告修訂，使其滿足本所 ISO 9001 內部稽核及 TAF CNLA 校正領域之要求。

#### (1.1.C.3)結果

本年度順利通過本所 ISO 9001 內部稽核，及 TAF CNLA 之 ISO/IEC 17025 之監督評鑑。

#### (1.1.C.4)應用及效益

順利通過評鑑，證書得以延展，確保實驗室品質制度符合規範，有助於國內時頻追溯體系之健全及國際間相互認可事務之推動。此為本實驗室校正能量正式登錄於國際度量衡局(BIPM)之CMC Appendix-C最有力的後盾。

#### (1.1.C.5)未來工作重點

維持實驗室品質系統持續符合 ISO 17025 及全球相戶認可協定(MRA)之要求

#### (1.1.C.6)自評與建議

本年度 TAF CNLA 外部稽核實驗室獲無缺點通過，實是品質負責人帶領下同仁共同努力之結果，未來更應努力執行以滿足全球相戶認可協定(MRA)之要求。

## (1.2)健全全國時頻追溯體系

### (1.2.A) 提供時頻校正服務

#### (1.2.A.1) 達成項目：

94 年度提供時頻校正服務 37 件，符合 32 件的預定目標。

#### (1.2.A.2)執行內容(執行期間：94/01~94/12)

1. 藉由各種國際時頻校核系統，長期追溯國際度量衡局 (BIPM)之國際標準，提供國內量測校正追溯之來源。
2. 提供精密儀器頻率校正服務。
3. 提供頻率稽核系統(FAS)，供 CNLA 認證實驗室作遠端精密儀器頻率校正，建立次級實驗室最佳追溯校正模式。
4. 配合 CNLA 認證秘書處之作業,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。
5. 因 CCTF 尚未建立時頻不確定度之標準評估方式，故本實驗室將持續注意國際間有關時頻不確定度評估方式的最新進展，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.A.3)結果

持續各項時頻比對作業，並定期提供比對資料給 BIPM，與其他時頻實驗室共同維持國際時頻標準。國內校正方面，93 年度提供時頻校正服務 40 件，機構名稱、儀器廠牌型號詳如後附表 1.2.A.1，並完成中科院遠端頻率技術服務。此外，配合 CNLA 秘書處時程，參與時頻校正實驗室新申請及延展之評鑑案共五件。

#### (1.2.A.4)應用及效益

由於本項服務之提供，解決了業界追溯國家時頻標準的需求，間接促進了產製水準之提昇，有利於國際間標準之相互認可，減少國際間非關稅之貿易障礙，同時對中華民國實驗室認證體系之建立與推廣亦有所貢獻。除此，服務收入所得全數繳交國庫，充裕國家財政略盡棉薄之力。

#### (1.2.A.5) 未來工作重點

加強推廣及宣導時頻校正服務，敦促廠商及早送校，以滿足推展時頻校正服務之目標。

#### (1.2.A.6)自評與建議

國家標準實驗室之重要任務，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，並提供國內量測校正追溯之來源。除了提供時頻校正服務外，近年來本實驗室配合 CNLA 秘書處作業，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。將國際品質制度的要求，在國內次級實驗室中落實。

表 1.2.A.1 中華電信研究所 94 年度外界機構委託校正報告總覽表

### 中華電信研究所 94 年度 1-6 月外界機構委託校正報告總覽表

編號	報告編號	廠商	校正儀器 (廠商、型號、序號)	收件日期	完成日期	備註 件
1	FTC-2004-12-29 FTC-2004-12-29-1 FTC-2004-12-29-2	太克科技公司	銣頻率標準器 FE-5650A 計數器 53132A	93.12.14	93.12.16	二
2	FTC-2005-1-2	台達電子股份有限公司	銣頻率標準器 FE-5650A	93.1.11	94.1.17	一
3	FTC-2005-1-3	工研院量測中心	計數器 SR620	94.1.12	94.1.18	一
4	FTC-2005-1-1-1 FTC-2005-1-4-1 FTC-2005-1-4 FTC-2005-1-1	台灣羅德史瓦茲有限公司	銣頻率標準器 SYSTEM-2000 GPS10RB 計數器 credixFC-300	94.1.6 94.1.12 94.1.13	94.1.10 94.1.18 94.1.25	三
5	FTC-2005-2-5	宇正精密科技股份有限公司	計數器 AG-53131A	94.2.22	94.2.26	一
6	FTC-2005-3-6	台證科技股份有限公司	銣頻率標準器 FE-5650A	94.3.16	94.3.18	一
7	FTC-2005-4-8	中山科學研究院	銣頻率標準器 HP5071A	94.4.13	94.4.16	一
8	FTC-2005-4-7	財團法人自行車工業發展中心	計時器 TS001	94.4.10	94.4.11	一
9	FTC-2005-5-1	聯勤通基處	計時器 HP-53132A	94.5.10	94.5.17	一
10	FTC-2005-5-11	致茂電子	石英晶體振盪器 HP 105B	94.5.11	94.5.24	一
11	FTC-2005-5-9	工研院量測中心	銣頻率標準器 DATUM/8040A			一

94 年 1 月~6 月 30 日總校件 14 數，校正費總金額 135,800 元整。

中華電信研究所 94 年度 7-12 月外界機構委託校正報告總覽表

編號	報告編號	廠商	校正儀器 (廠商、型號、序號)	收件日期	完成日期	備註 件
12	FTC2005-6-12	台灣飛利浦建元 電子公司	銻頻率標準器 HP5071A3839A01346	93.12.14	93.12.16	1
13	FTC-2005-7-13	鴻海精密工業股 份有限公司	銻頻率標準器 RACAL-DANA-9475	93.1.11	94.1.17	1
14	FTC-2005-7-14	安捷倫科技股份 有限公司	石英振盪器 HP105A	94.1.12	94.1.18	1
15	FTC-2005-8-15	台灣檢驗科技股 份有限公司	石英振盪器 HP105A FTS-1050A+計數器	94.1.6 94.1.12 94.1.13	94.1.10 94.1.18 94.1.25	2
16	FTC-2005-9-20	台電股份有限公 司綜合研究所(浩 網科技股份有限 公司)	計數器(銻頻率) FLUKE/PM6685R	94.2.22	94.2.26	1
17	FTC-2005-8-18	泰藝電子股份有 限公司	銻頻率標準器 frk-L	94.3.16	94.3.18	1
18	FTC-2005-9-21	伯堅股份有限公 司	銻頻率標準器 計數器	94.4.13	94.4.16	2
19	FTC-2005-8-19	儀寶電子股份有 限公司	銻頻率標準器 計數器	94.4.10	94.4.11	2
20	FTC-2005-8-16	聯勤通基處	銻頻率標準器 計數器	94.5.10	94.5.17	1
21	FTC-2005-8-17	世界通全球驗證 股份有限公司	銻頻率標準器 datum8040B	94.5.11	94.5.24	1
22	FTC-2005-8-15	浩網科技股份有 限公司	差頻器 A300	94.9.21	94.9.28	1
23	FTC-2005-10-23	仲鼎科技股份有 限公司	石英晶體振盪器	94.10.14	94.10.21	2
24	FTC-2005-10-21	億泰電線電纜股 份有限公司	計數器 AG-53181A	94.10.21	94.10.23	1
25	FTC-2005-11-26	安立知股份有限 公司	銻頻率標準器	94.11.3	94.11.6	1
26	FTC-2005-10-25 FTC-2005-10-25-1 FTC-2005-10-25-2	同昱通訊限公司	銻頻率標準器	94.10.31	94.11.3	3
27	FTC-2005-11-27	台灣電子檢驗中 心	銻頻率標準器	94.11.10	94.11.13	1
28	FTC-2005-11-28	太一電子檢測有 限公司	計數器 AG-53181A	94.11.24	94.11.29	1

94 年 7 月~12 月 15 日總校件 23 數，校正費總金額 231,800 元整。

94 年 1 月~12 月 15 日總校件 37 數，校正費總金額 367,600 元整。

(1.2.B) 配合全國認證基金會協助評鑑作業，以達檢校分級

(1.2.B.1) 達成項目

協助 TAF CNLA 評鑑作業，以達檢校分級

(1.2.B.2)執行內容(執行期間：94.01~94.12)

配合財團法人全國認證基金會(TAF CNLA)安排的評鑑時程，協助評鑑作業。對國內時頻校正實驗室進行審查，以確保其所維持的品質系統與校正技術能力，符合 ISO 17025 的規範。

(1.2.B.3)結果

本年度完成台灣檢驗科技、昭俐公司、台灣電檢中心及度量衡國家標準實驗室長度量室等 4 家實驗室評鑑。

(1.2.B.4)應用及效益

國際相互認可活動方面，簽訂相互認可協議為國際趨勢。而藉由實驗室評鑑的執行，除肯定實驗室品質管理與技術能力符合相關規範要求外，更可排除產品於外銷通關時的標準品質檢定之貿易障礙，對拓展國際貿易有莫大助益。因此，本實驗室積極支持及配合 TAF CNLA 之認證業務。

(1.2.B.5)未來工作重點

因應未來國內時頻實驗室認證需求，將繼續支持及配合 TAF CNLA，協助評鑑作業。並維持標準件校正服務和舉辦能力試驗活動，以提供便利的追溯途徑。

(1.2.B.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，以健全我國時頻追溯體系及滿足國際相互認可的要求，是國家標準實驗室責無旁貸的義務。

### (1.3.A) 建立備用母鐘系統

#### (1.3.A.1) 達成項目：

- 監測氫原子鐘為母鐘頻率參考源之系統，進一步改善以時間協調處理演繹法，產生穩定之母鐘信號
- 建立備用母鐘系統

#### (1.3.A.2) 執行內容(執行期間：94/01~94/6)：

本實驗室自2004年12月將母鐘頻率參考源更換為氫原子鐘，並利用本室自行發展的Time Scaling技術校正其十日以內之frequency offset，長期穩定度則以BIPM Circular T月報為標準微調，以期與國際標準一致。

此外在地下室以另一部相位微調器AOG-110，做為備用母鐘系統，以期在緊急狀況下能以最快速度切換，使國家標準不至於中斷。

#### (1.3.A.3) 結果

我們利用GPS載波相位觀測法，比較今年1~6月，UTC(TL)與UTC(USNO)之相對頻率穩定度，短期穩定度可達 $6E-14$ ，長期穩定度(12天)更可達 $2E-15$ 的水準，相當於每月與USNO相位差可保持在約5 ns左右。去年同時期之短期穩定度(10 minutes)約 $3E-13$ ，長期穩定度(12天)為 $1E-14$ (圖 1.3.A.1)，可見改用氫原子鐘後長短期頻率穩定度都提升了幾乎一個數量級。這也證明本室之Time Scaling技術及調整技巧已有相當水準。

圖 1.3.A.2為與UTC(TL)之差，由於備用母鐘之頻率參考源為銫原子鐘，短期穩定度不如氫原子鐘，可以很明顯的發現其精確度在 $\pm 10\text{ns}$ 起伏，亦即當切換母鐘時，UTC(TL)之品質會大幅下降，若經費許可，可新購一部氫原子鐘置於地下室，作為備用母鐘頻率參考源，以解決此項問題。

#### (1.3.A.4) 應用與效益

在地下室以另一部相位微調器 AOG-110，做為備用母鐘系統，可在緊急狀況下能以最快速度切換，使國家標準不至於中斷。

#### (1.3.A.5) 未來工作重點

提昇實驗室性能是一件永無止境的工作，提供最穩定及精確的時頻訊號更是國家實驗室最基礎的義務。一般時頻實驗室使用的商用銫原子鐘 HP-5071A 十數年來皆未能進一步提升性能，故有效管理及採用原子鐘群組加上時間協調處理是目前電信研究所提升性能最有效的方法，而由上述來看，的確達到一定的效果，宜進一步改善以時間協調處理演繹法配合相位微調器及氫原子鐘，直接產生之國家標準時間，相信更能進一步提升國家時頻實驗室之性能。

(1.3.A.6) 自評與建議

五月時 TL 原子鐘群對 TAI 的權重約佔所有實驗室之 3.7%(如表 1.3.A.1)，落後於 USNO(美)，F(法)，NICT(日)及 NIST(美)之後，排名第五。由於今年原子鐘電源供應及環境空調設備多次故障，影響原子鐘長期穩定度，故權重由去年的>4%降低至今年的 3.7%。若重新檢討實驗室環境(包括電源、電磁隔離、溫濕度控制、震動控制等)，應可提升權重。

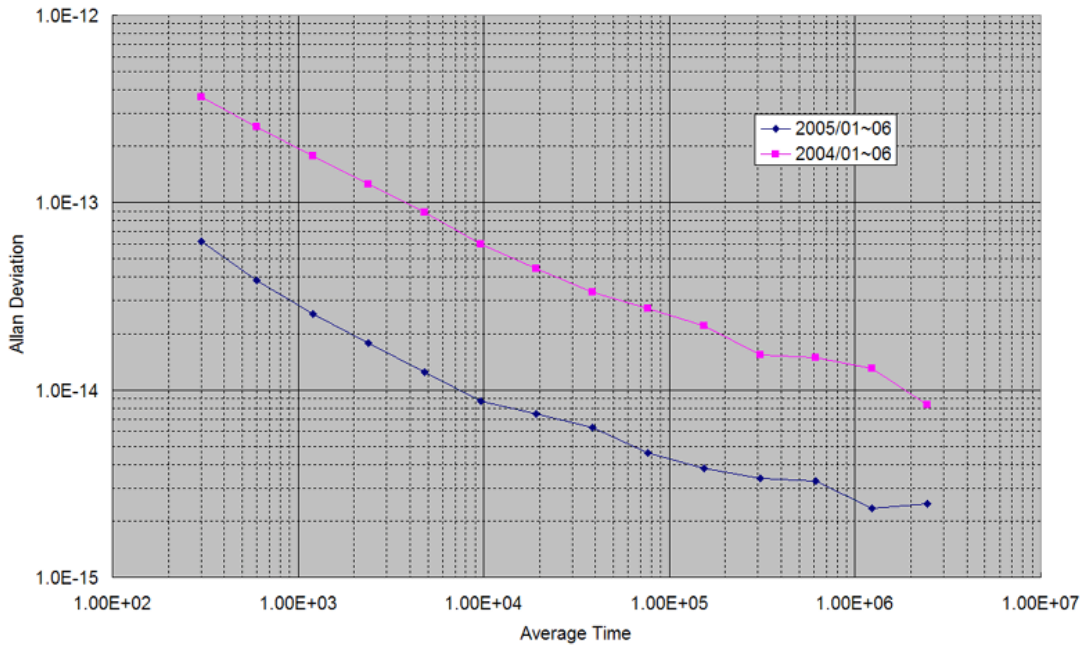


圖 1.3.A.1 UTC(TL)與UTC(USNO)之相對頻率穩定度

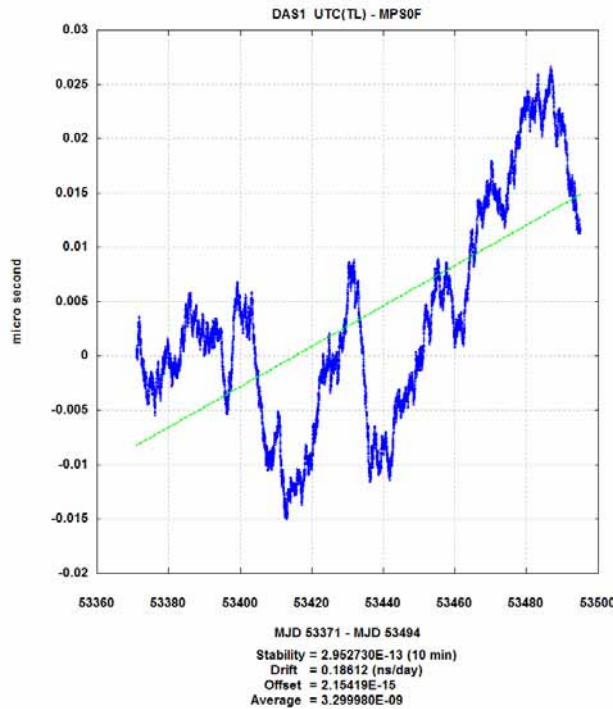


圖 1.3.A.2 與UTC(TL)之差

表 1.3.A.1 實驗室原子鐘群對 TAI 的權重

2005 05

排名	實驗室	佔 TAI 權重 %
1	USNO	40.893
2	F	6.430
3	NICT	4.801
4	NIST	4.306
<b>5</b>	<b>TL</b>	<b>3.770</b>
6	PTB	3.331
7	SP	2.595
8	PL	2.376
9	NAO	2.358
10	NTSC	2.305

### (1.3.B) 完成國家母鐘系統改善研究

#### (1.3.B.1) 達成項目

##### 完成國家母鐘系統改善(I)

#### (1.3.B.2) 執行內容(執行期間：94/01~94/12)：

時間與頻率國家標準實驗室已完成利用現有 9 部銫原子鐘組及量測設備，透過演繹法則產生 TL 原子時，TA(TL)。並以 TA(TL)與氫原子鐘(HM6052)為基準，透過相位微調器每 10 分鐘調整 HM6052 之 frequency offset，以此產生一性能與 TA(TL)相當之實體鐘。

然而此實體鐘有下列缺點：

- a. 原有系統短期穩定度受限於 TA(TL)，以本室僅有九部銫鐘之情況下，短於一日之穩定度較氫鐘相差約一個數量級。
- b. 每 10 分鐘需比較 TA(TL)與 HM6052 相位並控制 micro-phase-stepper 一次，運算控制過於頻繁，產生錯誤之機率相對提高。

改善之研究思考大致如下：

- 比較 TA(TL)與 HM6052，決定 Frequency offset 調整幅度及調整頻率。在 3 日以內，HM6052 之穩定度較佳。3 日以上 TA(TL)較穩定。(圖 1.3.B.1)
- 原有機制僅透過 proportional control mode 使實體輸出與 TA(TL)一致。基本思考完全以相位為主。
- 為保持氫鐘短期穩定度較佳之優點，同時考慮相位及頻率偏移作為控制量，新控制機制引進 derivate control mode，三日內以 HM6052 與 TA(TL)之相對斜率作為控制參數控制相位微調器。
- 另外每日比較 TA(TL)與 HM6052 之相位，以相位差為控制量，微調 derivate control 之誤差。
- 重新撰寫相位微調器控制程式。
- 透過 GPSCP 與 USNO 比較，評估實體輸出之性能。

#### (1.3.B.3) 結果

圖 1.3.B.2 顯示 TA(TL)、HM6052、MPS02 (實體輸出)與 USNO 透過 GPSCP 的比較，明顯可見 TA(TL)之長期穩定度較佳，而短週期內 HM6052 較穩定，MPS02 之短期穩定度與

HM6052 幾乎相同，在平均週期超過 1 日之後 MPS02 開始較 HM6052 穩定，長期趨勢基本與 TA(TL)一致。

相位輸出之比較可由圖 1.3.B.3 表示，HM6052 有相當大之二次項，而 TA(TL)與 MPS02 基本上為線性系統。在 70 天的實驗中 (MJD 53545~53615)，HM6052 與 USNO 之相位差在  $\pm 20\text{ns}$  左右，透過新的控制機制，MPS02 與 USNO 之相位差可控制在  $\pm 3\text{ ns}$  以內。

(1.3.B.4) 應用與效益

此機制已透過論文” An Improvement of the Controlling Algorithm for Taiwan’s Time Scaling System” 於 2005 IEEE FCS and PTTI Joint Meeting 研討會發表。

(1.3.B.5) 未來工作重點

繼續改善演繹法與撰寫相位微調器控制程式，提昇其短、中、長期穩定度。

(1.3.B.6) 自評與建議

對於 TL 而言，受限於經費問題，以最少的資源達到最大的效果為現階段努力之目標。此研究並未新購任何硬體設備，僅以修改軟體達成效能提升，幾可與歐、美、日等先進實驗室相較。然而此種提升仍有其極限，美國、法國、日本、德國等實驗室仍持續在硬體上改善其實驗室環境，甚至中國、南韓、波蘭、瑞典等國近年來在時頻實驗室之硬體投資也遠較台灣為高，持續下去台灣恐有被邊緣化的一天，值得我們警惕。

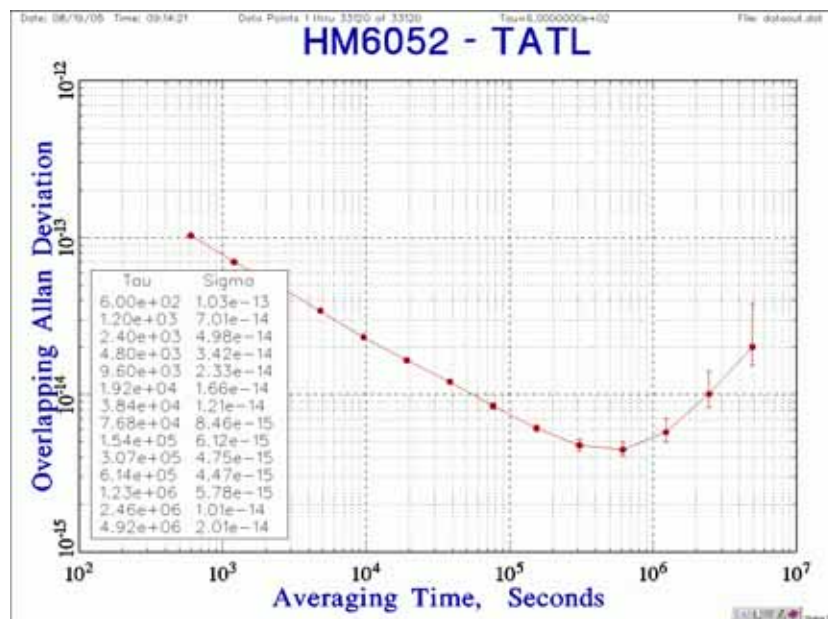


圖 1.3.B.1 穩定度圖

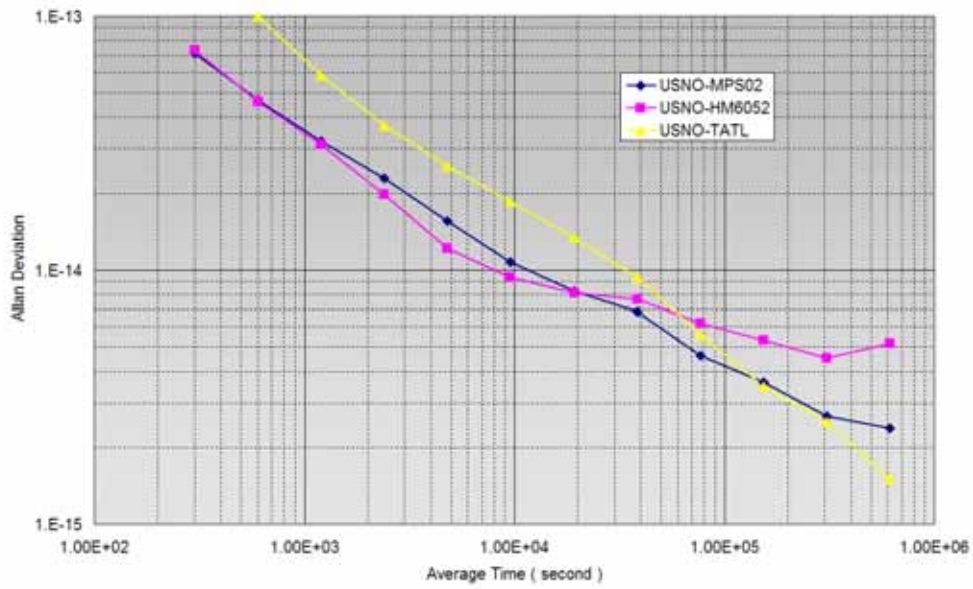


圖 1.3.B.2. TA(TL)、HM6052、MPS02 (實體輸出) 與 USNO 透過 GPSCP 的比較圖

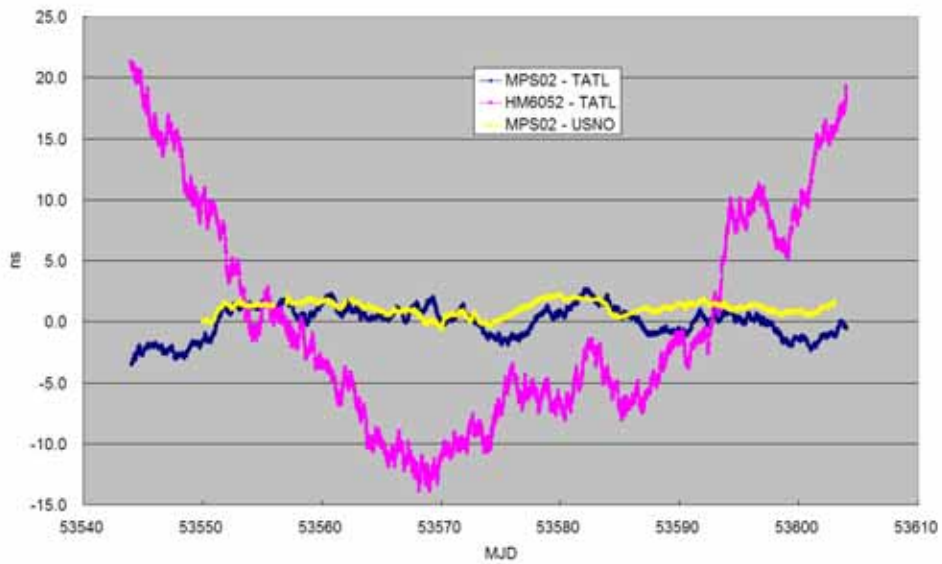


圖 1.3.B.3 相位輸出比較圖

#### (1.4) 標準時間同步服務運轉

##### (1.4.A.1) 達成項目

提供各項時間同步服務與社會大眾

##### (1.4.A.2) 執行內容(執行期間：94/01~94/12)

- 維持撥接式電腦校時系統及網際網路校時系統，滿足國內電腦設備自動化校時需求。
- 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。
- 利用專線式校時技術提供標準信號予機關辦公大樓顯示國家標準時間，以收宣傳及推廣之效用。

##### (1.4.A.3) 應用與效益

- 完成網際網路校時服務之推廣，網際網路校時服務於 87 年 6 月 15 日正式對外開放此項服務，試用期間每日服務量約二十萬次，開放初期每日服務量約四十萬次，推廣後目前每日服務量超過五百萬次。
- 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。
- 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。
- 利用專線式校時技術提供標準信號予本所及標準檢驗局辦公大樓國家標準時間室內顯示看板之顯示。
- 利用撥接式電腦校時技術提供標準信號予本所辦公大樓國家標準時間室內顯示看板。
- 專線式校時系統應用於數據通信分公司，解決視訊網路時間誤差問題，簡化人工調校作業手續。
- 專線式校時系統應用於北區電信分公司，並提供標準信號源供 117 報時系統使用，簡化人工調校作業手續，每日約有數十萬用戶撥接使用。
- 民航局飛航總台之航管時間同步系統設定撥接於本實驗室之撥接式電腦校時系統以校正其系統時間。

##### (1.4.A.4) 未來工作重點

標準時間同步服務維持之未來工作重點除繼續維持各項各項時間同步服務，以服務國人外，需續維發展滿足使用者需求之時頻服務並促進產業之各項應用。

#### (1.4.A.5) 自評與建議

本服務有國內外大量使用者使用，故實驗室除繼續維持各項時間同步服務外，另外更積極開發新的服務項目，例如 IRIG-B 伺服器的建立、低頻廣播電台的爭取設立等，以滿足國內目前或可預見未來各不同類型的需求。

## (1.5) 短週期頻率穩定度量測技術

### (1.5.A.1) 達成項目

完成短週期頻率穩定度量測技術之現況報告(94.06)

### (1.5.A.2) 執行內容(執行期間：94.01~94.06)

要評估一頻率信號的好壞時，在時域(Time Domain)上常用 Allan Deviation 的結果來表示其頻率穩定度，在頻域(Frequency Domain)上則有功率頻譜密度(Power Spectral Density, PSD)加以代表。由於時間間隔計數器(Time Interval Counter)本身發展上的限制，要在時域上得到取樣時距 $\tau$ 小於 0.5 秒的穩定度是比較困難的，不過由於頻域的功率頻譜密度與時域的 Allan Deviation 有一數學上的轉換關係存在，如此一來便可將相位雜訊量測的數據轉換為時域上的結果而不受到短週期取樣時距 $\tau$ 的限制，這對評估主被動元件頻率信號的優劣提供了另一條方向，其中數值積分法以及 Power-law model 兩種方式被採用於上述數學轉換的計算中。此外，由交流電源所引起的 60Hz 以及其諧頻等週期性雜訊也會對於計算的結果造成相當的影響，這些問題將會被考慮及探討。

### (1.5.A.3) 結果

在以實際的量測頻譜作為轉換的資料前，先自行產生五組不同雜訊型態的頻譜密度以上述兩種方式進行計算及比較，觀察兩者間是否具有的一致性。比較結果如於圖 1.5.A.1 所示，藍點及紅點分別表示數值積分及 Power-law model 的結果，取樣時距 $\tau$ 由 0.001 秒至 10 秒。可以看出對於 random walk frequency, flicker frequency, white frequency 三種型態的雜訊而言，在取樣時距 $\tau$ 小於 1 秒的範圍內，上述兩種方法計算的結果有很好的一致性。至於 flicker phase 與 white phase 兩種型態的雜訊，在 $\tau$ 由 0.001 秒至 10 秒的範圍內都有很好的一致性。

為了比較電源雜訊的有無對轉換所造成的影響，分別以原始的頻譜密度結果與將電源雜訊去除後的結果經適當的單位轉換後透過數值積分法計算出 Allan Deviation  $\sigma_y(\tau)$  的大小，取樣時距 $\tau$ 由 0.001 秒至 10 秒，如圖 1.5.A.2 所示。可以看出電源雜訊的效應相當明顯的影響到結果的計算，其 Allan Deviation  $\sigma_y(\tau)$  的大小會隨著取樣時距 $\tau$ 的增加而上下變化，這是因為在時域中，對於週期信號的靈敏度(Sensitivity)會隨著取樣時距而跟著改變。

接著以 Power-law model 計算 Allan Deviation 之值，不過要對含有電源雜訊的頻譜密度作線性迴歸求係數實有其困難之處，在此僅對已去掉電源雜訊的頻譜密度進行分析。將得到的 Allan Deviation 與前面數值積分的結果並列比較，如圖 1.5.A.3 所示。可以看出兩種方式在取樣時距 $\tau=0.001\sim 10$ (s)得到的 Allan Deviation 有很好的一致性，這是因為此一實驗數據的雜訊頻譜密度僅含 flicker phase 與 white phase 兩種雜訊型態，這與先前五組不同雜訊型態的測試結果一致。以上工作結果已整理為查核點報告一篇『短週期頻率穩定度量測技術之現

況』。

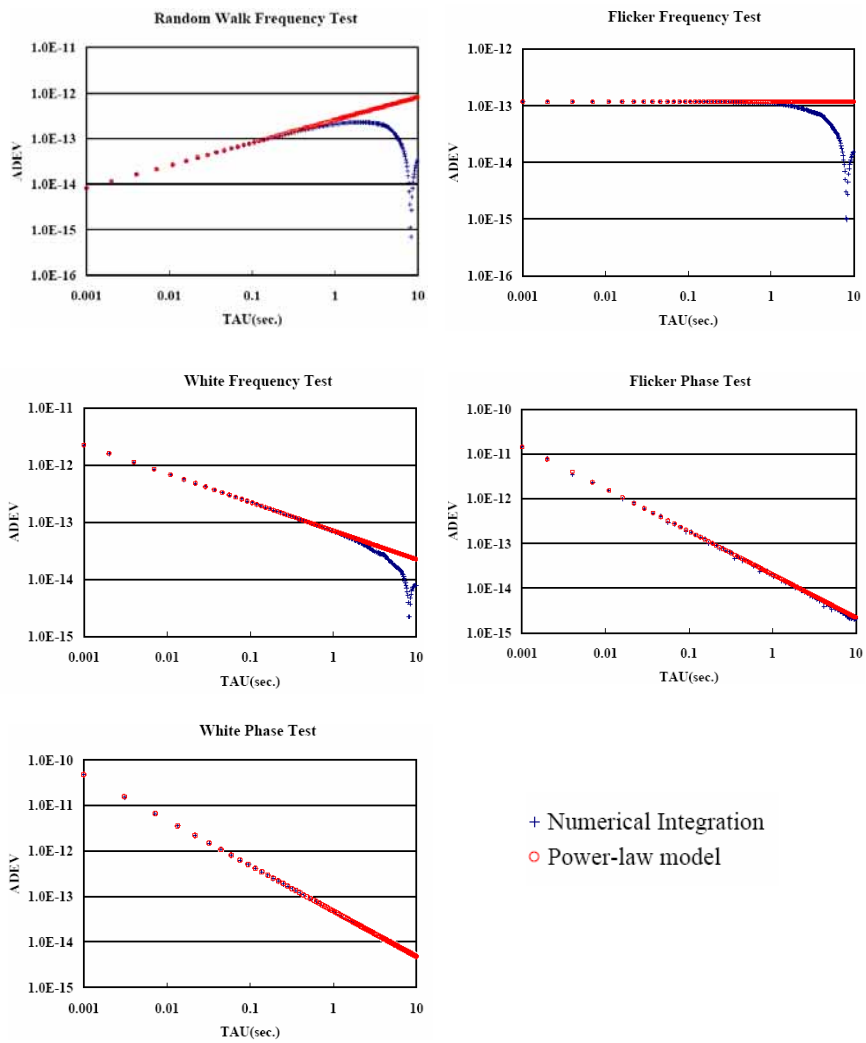


圖 1.5.A.1、五種雜訊型態分別以數值積分及 Power-law model 比較的結果

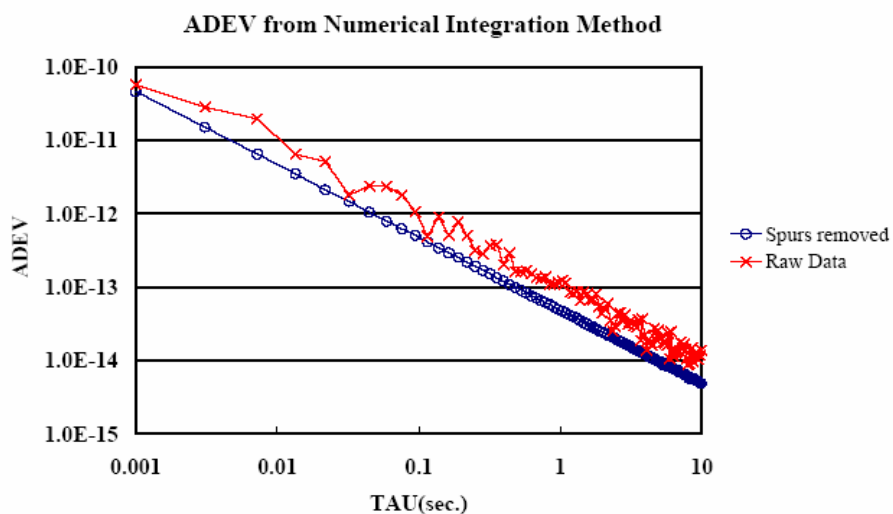


圖 1.5.A.2、電源雜訊(週期性雜訊)對 Allan Deviation  $\sigma_y(\tau)$  計算的影響

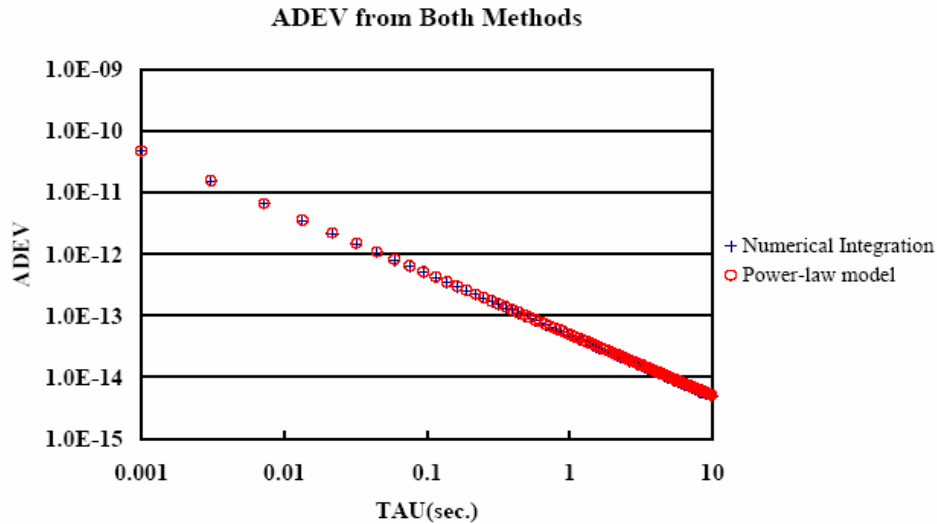


圖 1.5.A.3、已去掉電源雜訊的頻譜密度以數值積分及 Power-law model 比較的結果

#### (1.5.A.4)應用及效益

- 有鑒於目前的時間間隔計數器無法評估小於0.5秒的短週期頻率穩定度及被動式元件的優劣，利用數值積分法以及Power-law model 兩種方式處理頻域的功率頻譜密度轉換為時域的Allan Deviation之間的數學轉換式可有效解決上述問題。
- 由Power-law model計算短週期頻率穩定度可一併得出White PM, Flicker PM, White FM, Flicker FM 及 Random Walk FM五種雜訊型態的相關係數，進而了解雜訊可能來源並藉此改善實驗室環境及儀器設備以提昇國家實驗室整體的性能。
- 增進對時頻領域相關理論的了解，奠定未來深入研究的基礎。

#### (1.5.A.5)未來工作重點

透過頻域的功率頻譜密度計算時域的 Allan Deviation 基本的方法已經完成，未來將配合程式的撰寫使得量測系統能夠同時地顯示頻域與時域的量測結果。

#### (1.5.A.6)自評與建議

由於傅利葉分析儀在頻率取樣的分布影響(例如低頻取樣的頻寬較密而高頻取樣的頻寬較疏以及取樣點的設定)，以數值積分方式計算時可能會造成相當程度的誤差。舉例來說，

取樣時距  $\tau=0.004(\text{s})$ ，當  $f=n\times 250(\text{Hz})$ ， $\sin(\pi f\tau)=0$ ，其中  $n$  是整數。查看原始頻譜密度數據發現  $f=12500\sim 97500(\text{Hz})$  範圍內，取樣點都是  $250\text{Hz}$  的整數倍數，這表示此範圍內的數值積分都是  $0$ ，明顯地造成低估。要解決上述問題可以在取樣時距  $\tau$  下工夫，使得數值積分能避開頻率取樣分布的影響。另外可用內插法補齊所需的資料點再以數值積分加以計算求得，也是可以嘗試的方向。

### (1.5.B) 短週期頻率穩定度量測技術之提昇

#### (1.5.B.1) 達成項目

完成短週期頻率穩定度量測技術之提昇(94/12)

#### (1.5.B.2) 執行內容(執行期間：94/07~94/12)

要評估一頻率信號的好壞時，在時域(Time Domain)上常用 Allan Deviation 的結果來表示其頻率穩定度，在頻域(Frequency Domain)上則有功率頻譜密度(Power Spectral Density, PSD)加以代表。由於頻域的功率頻譜密度與時域的 Allan Deviation 有一數學上的轉換關係存在，如此一來便可將相位雜訊量測的數據轉換為時域上的結果。其中數值積分法是一相當簡明的方法，不但可以計算待測元件時域上的結果，亦可對待測元件本身特性之外的干擾，如交流電源所引起的60Hz及其諧頻的影響進行評估，這是另一種Power-law model所無法達到的。然而，由於快速傅利葉分析儀(Fast Fourier Transfer, FFT)在頻率取樣的某些特定值很可能造成數值積分法相當程度的誤差，其中的原因及解決的方式都會在隨後的內容中加以探討。

#### (1.5.B.3) 結果

為了簡化流程起見，這邊以量測系統本身的雜訊水準作為轉換公式計算的依據。由於電源雜訊常不可避免的混入量測的結果，為了比較電源雜訊的有無對轉換所造成的影響，分別以原始的頻譜密度結果與將電源雜訊去除後的結果透過數值積分法計算出 Allan Deviation 的大小，取樣時距  $\tau$  由 0.001 秒至 10 秒，如圖 1.5.B.1 所示。可以看出電源雜訊的效應相當明顯的影響到結果的計算，其 Allan Deviation  $\sigma_y(\tau)$  的大小會隨著取樣時距  $\tau$  的增加而上下變化，這是因為在時域中，對於週期信號的靈敏度(Sensitivity)會隨著取樣時距而跟著改變。

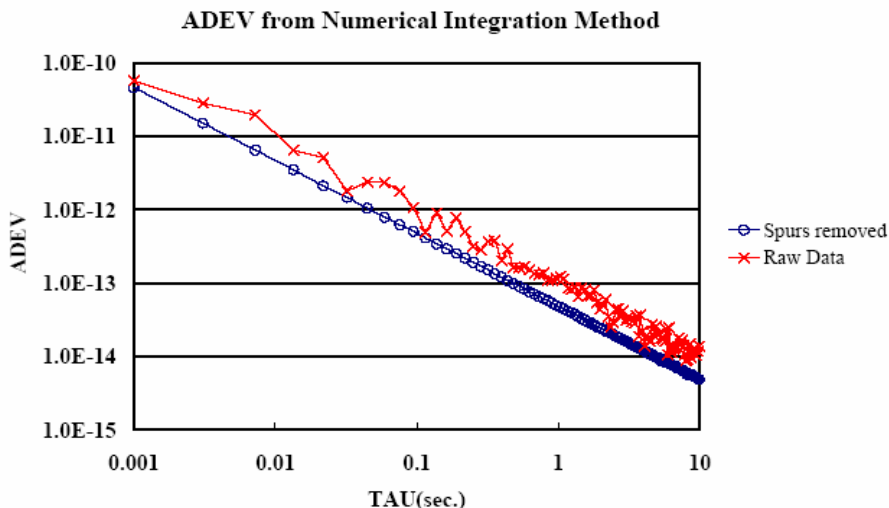


圖 1.5.B.1、電源雜訊(週期性雜訊)對 Allan Deviation  $\sigma_y(\tau)$  計算的影響

接著以 Power-law model 計算 Allan Deviation 之值，不過要對含有電源雜訊的頻譜密度作線性迴歸求係數實有其困難之處，在此僅對已去掉電源雜訊的頻譜密度進行分析。將得到的 Allan Deviation 與前面數值積分的結果並列比較，如圖 1.5. B. 2 所示。可以看出兩種方式在取樣時距  $\tau=0.001\sim 10(\text{s})$  得到的 Allan Deviation 有很好的的一致性。

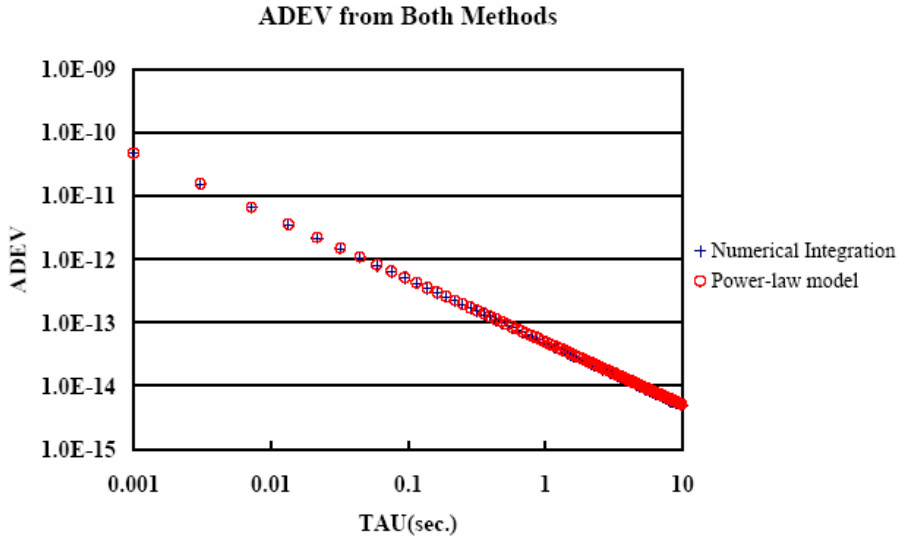


圖 1.5. B. 2、去掉電源雜訊的頻譜密度以數值積分及 Power-law model 計算的結果

然而，由於傅利葉分析儀在頻率取樣的某些特定值很可能造成數值積分法相當程度的誤差，這是在以此法作計算時所必須避免的。舉例來說，取樣時距  $\tau=0.004(\text{s})$ ，當  $f=n \times 250(\text{Hz})$ ， $\sin(\pi f \tau)$  等於 0，其中  $n$  是整數。查看原始頻譜密度數據發現  $f=12500\sim 97500(\text{Hz})$  範圍內，取樣點都是 250Hz 的整數倍數，這表示對  $\tau=0.004(\text{s})$  而言，此範圍內的數值積分都是 0，明顯地造成低估。這顯示若以傅利葉分析儀原來的頻率取樣點作計算時，某些取樣時距  $\tau$  的計算值可能造成低估，如圖 1.5. B. 3 所示。

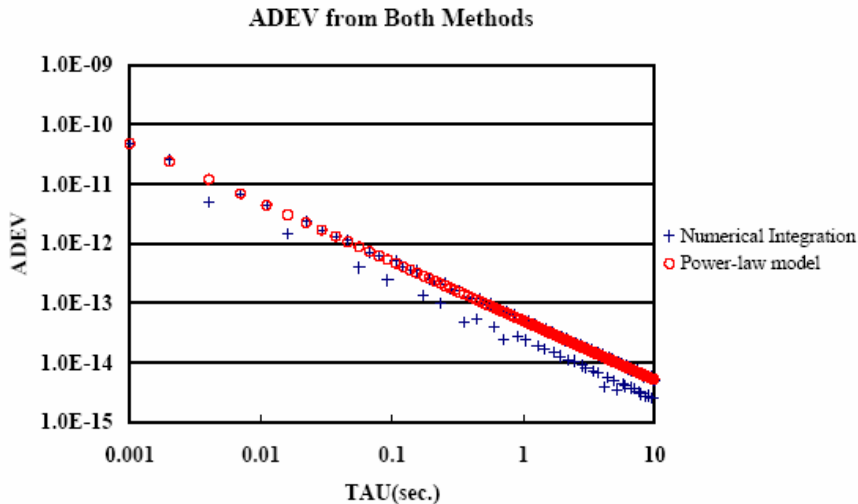


圖 1.5. B. 3、頻率取樣分布造成數值積分法的計算誤差

要解決上述問題可以在取樣時距 $\tau$ 下工夫，使得數值積分能避開頻率取樣分布的影響，例如令 $\tau=k \times \log_2(s)$ ， $k$ 是整數，上述圖 1.5.B.1 及圖 1.5.B.3 所用的數值積分皆採用此種方式。若不想取樣時距 $\tau$ 有所限制，另一個方法是用內插法補齊所需的資料點(傅利葉分析儀低頻取樣的頻寬較密而高頻取樣的頻寬較疏)，再以數值積分法加以計算，此法雖較為費時但數值積分法的結果則有大幅度的改善，以上工作結果已整理為查核點報告一篇『短週期頻率穩定度量測技術之提升』。

#### (1.5.B.4) 應用及效益

- 有鑒於目前的時間間隔計數器無法評估小於0.5秒的短期頻率穩定度及被動式元件的優劣，利用Frequency Domain功率頻譜密度的結果轉換為Time Domain下的Allan Deviation可有效解決上述問題。
- 評估電源雜訊(週期性雜訊)對量測結果的影響，由計算的結果可以發現，電源雜訊的存在確實相當程度地影響到頻率穩定度的量測，因此儘可能降低環境中的電源因素的干擾將有助於實驗室整體品質的提升。
- 以Power-law model計算短期頻率穩定度可以得出White PM, Flicker PM, White FM, Flicker FM 及 Random Walk FM五種雜訊型態的貢獻，分析特定雜訊型態的來源並加以改善將有助於實驗室性能的提升。
- 增進對時頻領域相關理論發展的了解，奠定未來深入研究的基礎。

#### (1.5.B.5) 未來工作重點

目前初步的做法是將量測到的頻域資料取出處理後加以計算分析，未來將把這些步驟整合在一起，使得量測系統能夠同時顯現時域與頻域的量測結果，並可評估週期性雜訊(如電源雜訊、週遭環境的振動等)對量測結果的影響，為高精度頻率信號的量測提供有力的工具。

#### (1.5.B.6) 自評與建議

以內插法補齊傅利葉分析儀量測取樣的資料點，再以數值積分法加以計算頻率穩定度，此法雖然使取樣時距 $\tau$ 不受限制，但是暴增的資料點以及冗長的處理時間也是未來要使量測系統同時顯示時域與頻域的量測結果所需要考量的。

### (1.5.C)次微波波段短期頻率穩定度量測技術建立

#### (1.5.C.1) 達成項目

完成次微波波段(~1.8GHz)短期頻率穩定度量測技術建立

#### (1.5.C.2)執行內容(執行期間：94/01~94/12)

中華電信研究所先前已建立一套單通道相位雜訊量測系統，其參考信號由美國 SpectraDynamics 公司所生產的低雜訊頻率標準 LNFR-400 所提供，系統本身的精度可達到  $-177\text{dBc/Hz}$  (5MHz PM, at Fourier Frequency 100 kHz)左右。隨後為了提高量測的精度，以 cross-correlation 量測技術配合雙通道快速傅利葉分析儀，可將系統內部的雜訊移除並提高量測精度約 20dB 左右。上述系統主要量測對象包括石英振盪器、銻鐘及銻鐘等頻率標準，可量測的頻率範圍為 1,5,10,100MHz。然而，若要對所內及外面的廠商提供服務，現有的量測範圍仍有太多侷限，原因是許多電子、通訊元件產生的頻率範圍多位於高頻波段或者位於上述頻率之外，因此建立一頻率範圍由低頻至高頻之量測系統實有其必要性。

#### (1.5.C.3)結果

本實驗室於 2005 年底購入 Aeroflex PN9000 系列產品，可量測頻率範圍為 2MHz~1.8GHz(最高可擴充至 140GHz)，分析傅利葉頻譜範圍由 1Hz 至 1MHz，系統精度(即雜訊水準 Noise Floor)在傅利葉頻率 10 kHz 時於 Std. Level 模式下可達到  $-168\text{dBc/Hz}$ ，在 High Level 模式下為  $-178\text{dBc/Hz}$ 。參考信號由本所儀器中心之 Anritsu MG3633A 頻率合成器(頻率範圍 10kHz~2700MHz)所提供，其具有 DC FM 輸入功能，可經由系統鎖相控制後對主動式元件(石英振盪器、銻鐘、銻鐘等)進行量測。此外，還另行增購 PN9845-04 模組，可對被動式元件(放大器、除頻器、倍頻器、纜線等)進行量測。

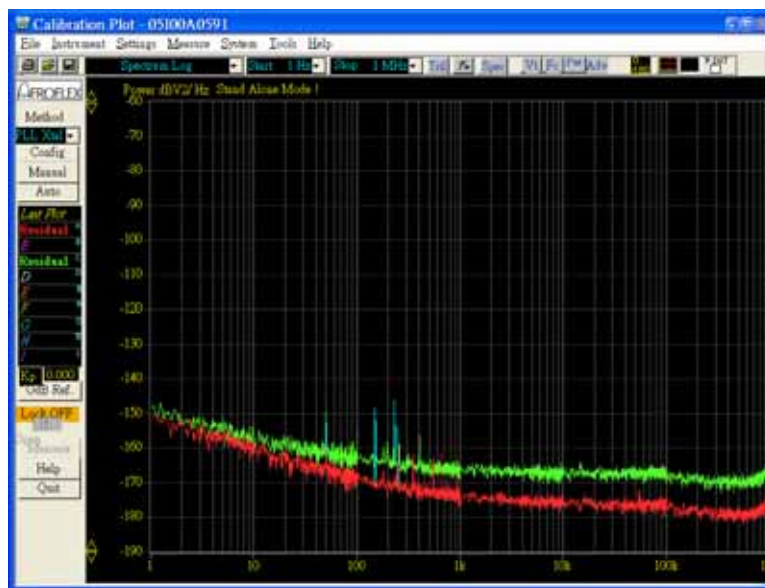


圖 1.5.C.1、Aeroflex PN9000 在 Std. Level 與 High Level 模式的量測精度

圖 1.5.C.1 中，綠線與紅線分別為 Std. Level 與 High Level 模式下的 Noise Floor。上述系統精度並不包含參考信號的雜訊影響，通常參考信號的雜訊比系統的雜訊還來的大，因此在實際量測時，參考信號的 Noise Floor 代表系統整體的精度。所以，視待校件的好壞慎選參考信號是很重要的，這表示若待校件的雜訊約略等同或小於參考信號的雜訊大小，系統無法量到正確的結果。

本系統所附軟體 WPN9000 除了可以記錄量測的結果並加以繪圖外，尚可將頻域量到的功率頻譜密度轉換為時域的 Allan Deviation，如圖 1.5.C.2 所示。

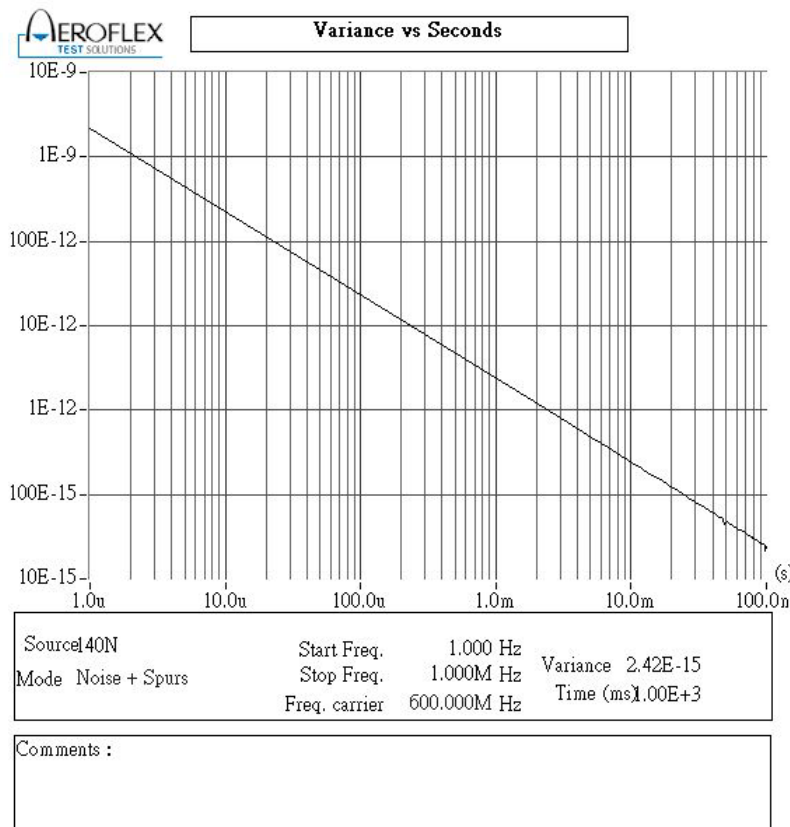


圖 1.5.C.2、WPN9000 軟體將功率頻譜密度轉換為 Allan Deviation

(1.5.C.4)應用及效益

- 國家標準實驗室既為國家標準的維持者，必須確保其線上運行的設備都能維持在良好的狀態。本設備的引進，可作為實驗室相關設備儀器性能測試之用，確保國際時頻比對與研究之品質。
- 現有量測的頻率範圍對於所內及外面廠商仍有太多侷限，原因是許多電子、通訊元件產生的頻率範圍多位於高頻波段或者本所原已建立之1,5,10,100MHz校正能

量之外，因此建立本系統實有其必要性。

#### (1.5.C.5)未來工作重點

本系統已於 2005 年 11 月底交貨，目前正進行驗收測試中，待完成後先從事實驗室內部設備的測試工作並將結果與之前的系統加以比較，接著要追溯至美國國家標準與技術院 NIST，使本系統成為國家雜訊量測標準以提供所內及外面廠商相關設備的校正服務。

#### (1.5.C.6)自評與建議

本系統所附之軟體具有將頻域量測值轉換為時域結果的功能，雖然其計算方式較為簡單，但仍可作為本實驗室將來進行軟體開發與系統整合時值得參考的依據。

## (1.6) 標準時刻產生技術

### (1.6.A) 類比時間碼校時伺服系統研製規劃

#### (1.6.A.1) 達成項目：

完成類比時間碼校時伺服系統研製規劃(94.07)

#### (1.6.A.2) 執行內容(執行期間：94.01~94.07)：

93 年度我們已發展完成標準時間信號轉 IRIG-B 碼的產生模組雛型，本年度即進行其伺服器的研製工作，最終目的在於應用 IRIG-B 時間碼格式傳送國家標準時間給遠方的使用者。基本上，我們將研製一套經由電話網路 PSTN 傳送 IRIG-B 時間碼的伺服系統，藉由 dial-up 方式，當使用者有需要時隨時 Access，取得即時的 IRIG-B 時間碼。本規劃將只涉及伺服器端所須具備有關功能模組的研發。

#### (1.6.A.3) 系統規劃結果：

本系統的主要功能大致可分為下列三大部分，以下加以說明：

##### A. 主模組功能

經由人機介面，針對系統作下列各種操作及設定：

- 時間碼產生器功能：須有一計時累積器累積內部經由 time base 自由運行所產生的時脈，由微秒到秒計時。
- 時間碼轉換功能：解碼來自外部的串列時間碼 IRIG-B 輸入，使變成控制器可處理的 BCD 格式。
- 同步產生器功能：正常情形下鎖定外部的 IRIG-B 碼產生輸出，如果外部輸入斷訊，則完全由內部 time base 掌控系統時間輸出。

##### B. PSTN 介面功能

系統準備好接受來自各地使用者要求 IRIG-B 時間碼的服務，首先規劃在鈴聲響 3 次後，系統能自動將電路接通(Hook-off)，這時表示雙方已完成建立通信鏈路，即伺服器端可開始傳送時間碼，連續強迫輸出 IRIG-B 時間碼於電話網路，而使用者端準備好接收資料。此時系統也須不斷的監視鏈路的情況，待使用者系統已同步伺服器端標準時間信號後，使用者端立即切斷鏈路，伺服系統發覺使用者端已斷線，則完全切斷該鏈路並紀錄相關訊息，準備好下次 CALL IN 的來臨，提供再一次的服務。

##### C. 管理紀錄功能

即時紀錄系統工作狀態，例如系統時間是否同步國家標準時間，當發覺有異狀時立即採取必要措施，如發出語音警報或在螢幕產生閃爍的訊息。另外紀錄每一個使用者來自於何處、何時及連線時間的長短，供日後進一步分析作為改善或增加服務能量的參考。

(1.6.A.4). 主模組規劃內容

歸納IRIG-B產生的圖樣總共有3種：5ms (binary1) , 2ms (binary0) , 8ms。因此在解碼電路的設計就必須針對這三種圖樣來做檢出的動作以BCD組合，判斷出確實傳送的時間資訊。基於上面所述的這3種圖樣，使用有限狀態機 (Finite State Machine) 來規劃實現檢出邏輯狀態及位置，電路描述方塊如圖1.6.A.1，內部當作是一個黑盒子 (Black-box) 經由圖2狀態圖來描述，最終經微處理器BCD格式整合及位置判斷解出正確的時間。有限狀態機可細分成兩大類：Moore及Mealy狀態機。在此使用Mealy狀態機是因為這種有限狀態機，其輸出的狀態是由目前的狀態及輸入訊號的狀態來決定。圖1.6.A.2輸入信號為經由載波解調過，留下的IRIG-B DC-Level，為一系列的脈衝信號，時鐘信號為1KHz方波，Reset信號可令系統目前狀態回到原點。輸出信號使用4條線來描述BCD格式的3種圖樣。5ms(binary1) , 2ms (binary0) , 8ms。因此在接收端電路的設計就必須針對這三種圖樣來做檢出的動作並以BCD組合。

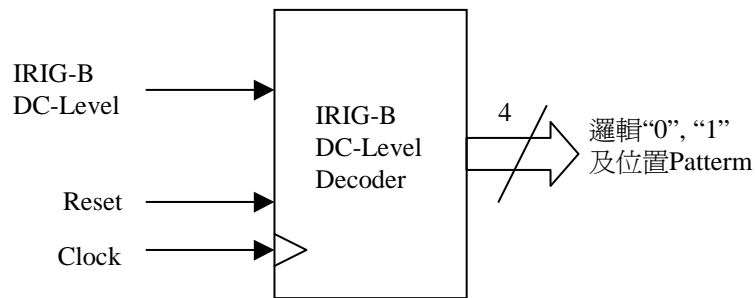


圖 1.6.A.1 IRIB-B 解碼器電路方塊圖

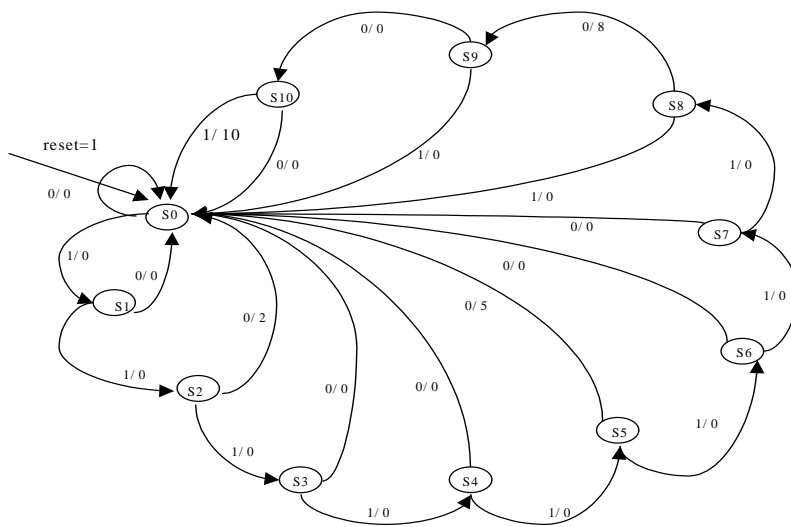


圖 1.6.A.2 IRIB-B 解碼器狀態圖

#### (1.6.A.5) 規劃工具

我們使用 SOPC (System On a Programmable Chip) 軟硬體整合設計技術，將硬體系統以及軟體設計，都放在單個可規劃晶片中，已達到系統積體化的目的。此種設計對於系統的再修改有很大的彈性，同時大量減少了元件及其互連之接線。使用 Altera 公司的 Quartus II 軟體對硬體描述語言原始程式進行邏輯電路合成及編譯，並配合使用 SignalTap Logic Analysis 進行電路分析的工作。為了確保軟硬體設計的正確性，當初步完成軟硬體設計之後，我們用 Quartus II 附屬的電路模擬程式進行必要的模擬。模擬一旦發現異狀，我們就回到硬體描述語言階段進行設計除錯，再回至電路模擬程式進行模擬，如此循環直至模擬結果符合需求為止。

#### (1.6.A.6) 自評與建議

我國家標準時頻實驗室與世界先進國家如歐、美、日一樣提供多種校時方法供大眾依不同的環境及設備特性做選擇。但目前，多種校時方法中獨缺撥號式 IRIG-B 碼時間伺服系統，使得目前擁有 IRIG-B 設備的用戶必須經由專線式的申請租用才能獲得 IRIG-B 碼的服務。有鑑於此，撥號式的 IRIG-B 碼時間伺服系統就因應而生。規劃階段，我們對於傳統 IRIG-B 傳送內容有些少許的變化，例如：在時、分、秒的欄位上刻意保持不變，為的是能夠相容舊有的 IRIG-B 碼系統（它們大部分來自歐、美等國），如常顯示正確的時間。但在日期的年份顯示上，歐、美的系統經常是只有兩位數，這會帶來許多的缺點，例如：使用者必須經由轉換程序，才能得到正確日期，因此我們直接使用四位數來表示，使能充分表達年份。另外，我們將傳統 IRIG-B 碼傳送內容的時間、日期二進位加強碼欄位給予去除，依過去使用的經驗，這似乎是多此一舉，但欄位暫時保留，萬一另有需要，仍然可加入，以避免浪費資源。以上種種規劃考慮，無非想建構一個實用、好用的系統。

## (1.6.B) 類比時間碼校時伺服系統雛型

### (1.6.B.1) 達成項目

完成類比時間碼校時伺服系統雛型(94/12)

### (1.6.B.2) 執行內容(執行期間：94/06~94/12)

下半年為實現上半年所規劃之目標，研發以串列的類比時間碼技術（亦即目前廣為工業界及軍方所使用的IRIG-B碼）為基礎，在國家時頻實驗室內，建立IRIG-B時間碼伺服系統雛型。另外須發展及修改部份單元，如IRIG-B輸入信號PLL模組及標準頻率輸入鎖定模組，使更符合類比時間碼校時伺服器所需。另外在IRIG-B碼時間產生模組方面，我們去除了以單晶片微處理機去產生時間碼，而直接以數位邏輯來產生，使得準確度更容易掌控。在系統雛型方面我們結合上述重要模組，初步可建構單通道伺服器供測試及進一步作為完成多通道伺服系統的基本模型。

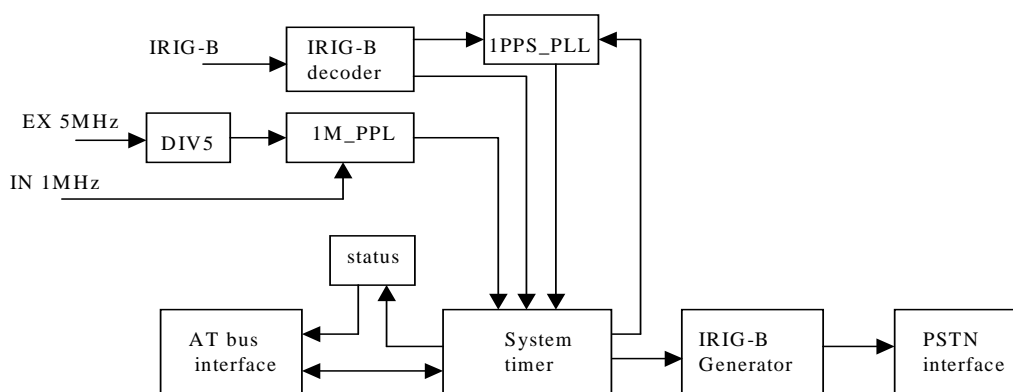


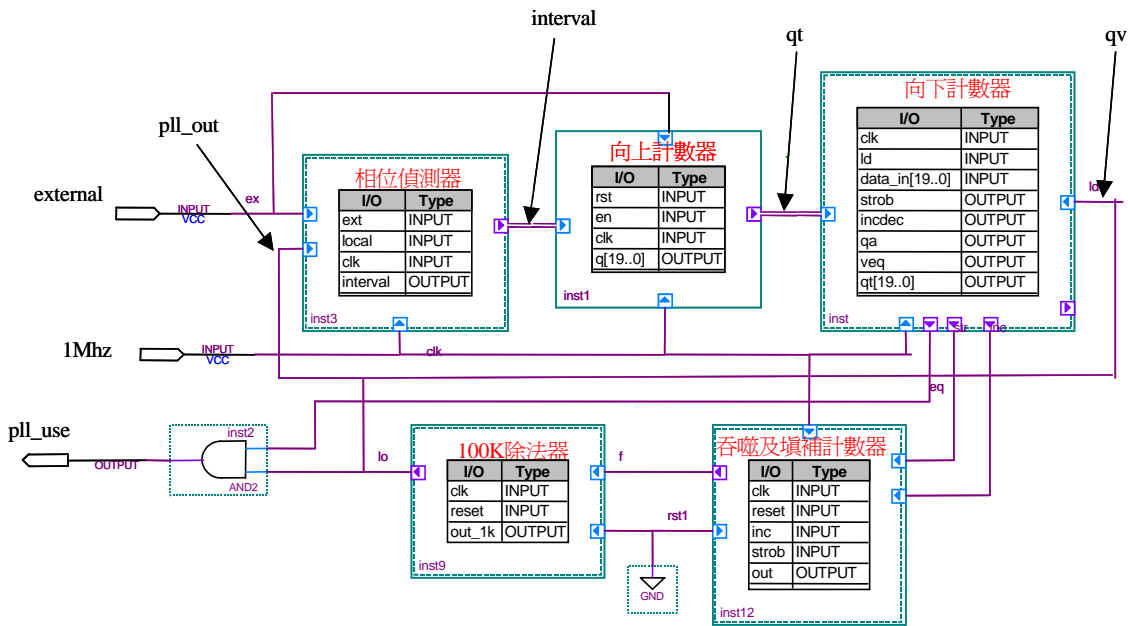
圖1.6.B.1 IRIG-B產生模組實現概念圖

圖1.6.B.1為本系統實現概念圖，使用數位邏輯HDL設計工具來進行系統的製作，主要構成部分有：IRIG-B偵測解碼單元、1MHz及1PPS的鎖相迴路單元，系統時鐘單元，IRIG-B產生器單元以及AT匯流排介面單元。本系統輸入有兩部分：一部分是IRIG-B時間信號輸入，來自實驗室標準IRIG-B時間碼系統，此部分負責時間標籤的同步工作；另一部分是來自實驗室的標準頻率，此部分負責基本計時頻率的同步工作，使計時不會逾走逾快或逾走逾慢。以上這兩者都需要設計鎖相迴路鎖住各不同輸入頻率。在實現IRIG-B時間碼產生模組方面，同樣使用數位邏輯HDL工具來進行研製，主要構成分部分有：BCD時間碼擷取模組、100x1及10x1多工模組、及圖樣比對單元。此部分負責直流準位的產生，當然還需要在直流準位之後加上1KHz正弦信號調變。BCD時間碼擷取模組，主要功能為在正確的時間拴住系統時鐘的BCD碼，送給

後端圖樣比對器，圖樣比對器根據輸入信號的3種情況：“1”，“0”，“P”輸出3種duty pattern。

(1.6.B.3) 結果。

目前在PLL相位鎖定上已有一些初步的成果，所完成的數位式鎖相迴路大致架構如圖1.6.B.2，由於所使用計數基本頻率為1MHZ，所以最小鎖住相位為 $360/1000000$ 度（1us），如果基本頻率更高，則可鎖住的相位可更小。圖1.6.B.3為調整相位差1us（預設）的時序模擬



擬圖，開始時相差402 us，經過4個cycle後收斂到預期1us。

圖 1.6.B.2 數位式鎖相迴路方塊

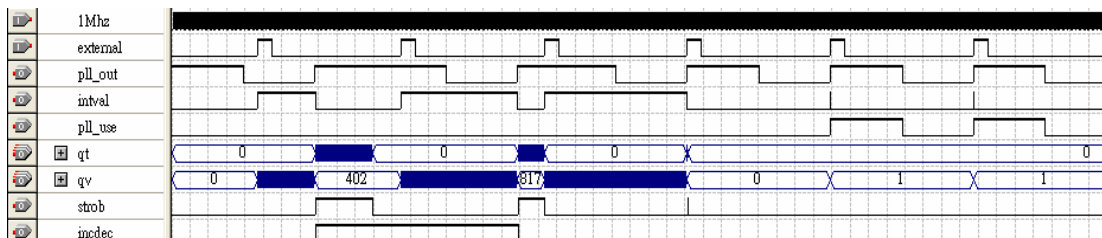


圖 1.6.B.3 鎖相迴路時序模擬

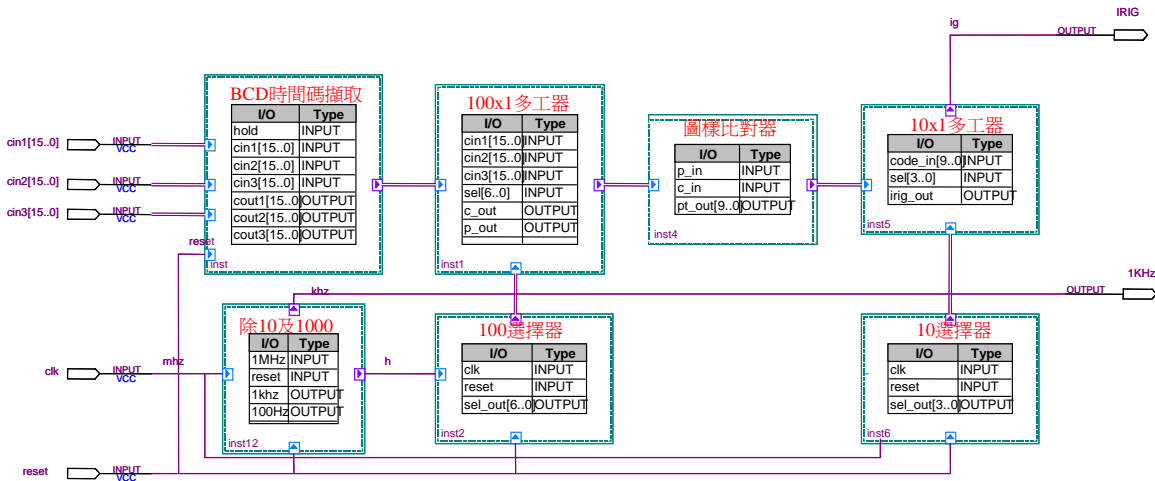


圖 1.6.B.4 IRIG-B 時間碼產生架構

圖 1.6.B.4 為實現 IRIG-B 時間碼產生模組的各各單元，分解 IRIG-B 碼的實際結構將其一步步實現。整合圖 1.6.B.1 所示的各模組，尤其是針對最後的 PSTN 介面模組，設計單一通道的控制軟體，在鈴聲響 3 次後系統自動將電路接通(Hook-off)，這時表示雙方已完成建立通信鏈路，此時將 IRIG-B 碼直接加在 PSTN 鏈路上，表示目前伺服端已完全準備好傳送時間碼，而使用者端可接收資料了。此時系統也須不斷的監視鏈路的情況，待使用者端之系統已同步後，立即中斷鏈路，伺服系統發覺使用者端已斷線則完全切斷該鏈路，準備好下次 CALL IN 的來臨，提供再一次的服務。

#### (1.6.B.4) 應用及效益

- (1) 完成本系統雛型之後將開發緊密相關之多路伺服器，同時能接受多通道的使用者要求服務。
- (2) 本系統所設計之 IRIG-B 編碼如前述圖 1.6.B.4 所示，同樣適用於 IRIG-H 時間碼的產生，未來如果有低頻的頻時廣播電台，我們對於廣播內容，將能充分掌控。
- (3) 同樣的本系統所設計的 PLL 鎖相迴路架構如圖 1.6.B.2 所示，也可適用 LF 廣播服務的接收機設計。

#### (1.6.B.5) 自評及建議

本系統在使用上必須建立管理機制，例如即時紀錄系統工作狀態，系統時間是否同步國家標準時間，當發覺有異狀時立即採取必要措施，發出語音警報或在螢幕產生閃爍的訊息。另外紀錄每一個使用者來自於何處、何時及連線時間的長短，供日後進一步分析作為改善或增加服務能量的參考。以上這些事情只有等來年加以一步步的實現

## (2) 時頻校核技術

本年度本工作項目主要是進行目前國際度量衡局所採用之國際比對的研究含 GPS 國際比對及衛星雙向傳時。有關詳細執行情形如下所述：

### (2.1) 導航衛星傳送系統維持與資料分析

#### (2.1.A) SBAS 傳時系統研究

##### (2.1.A.1) 達成項目

完成 SBAS 傳時系統研究技術報告(94/05)

##### (2.1.A.2)執行內容(執行期間：94/01~94/05)

星基增強系統(Satellite Based Augmentation System; SBAS)為衛星定位系統之輔助系統，目的在於提升 GPS 的準確度及可靠度以滿足航空界在導航及進場的需求，在架構上可類比為一個廣域的差分式全球定位系統，透過同步通信衛星廣播修正訊息。

在時間同步應用層面來看，SBAS 具有的效益可由兩方面來觀察。首先，在一般中、低價位 GPS 接收機應用場合下，SBAS 可提供 L1 電碼的電離層延遲修正值，由規格來看，在 SBAS 的幫助下使用者將可獲得兩倍標準差小於 25 奈秒的同步時間訊號；另一方面，在國際時頻比對項目上，由於 SBAS 將使用特定的同步衛星傳送數據，所以各個國家時頻實驗室可依據所屬區域連續觀測對應之同步衛星而不需要在不同導航衛星間作切換，可降低衛星所造成的誤差。雖然目前在亞洲地區的 SBAS 尚未進行建設，但可望於今年發射第一顆衛星，因此，我們可先針對 SBAS 架構進行了解，並透過歐美的分析資料了解其所能達到的傳時水準，以期在將來能儘快的將 SBAS 納入傳時比對的研究中，提高國家時頻實驗室在國際傳時比對的研究水準。

##### (2.1.A.3)結果

在亞洲部份的星基增強系統又稱為 Multifunctional transport satellite (MTSAT) Space-based Augmentation System (MSAS)，系統架構與美洲 WAAS 相似，在系統建構時程上，太空部分由日本負責發射兩顆 MTSAT，但由於第一次衛星發射失敗而截至目前為止尚未進行第二次發射，所以尚未能進行最終功能測試，系統所規劃的運行範圍如下圖 2.1.A.1 及 2.1.A.2，在系統規劃中以 L 頻段訊號提供使用者服務，而上行鏈路則以 Ku 及 Ka 頻段進行資料上傳。圖 2.1.A.2 為 MTSAT 對地面可視範圍，由於 MTSAT 無法對歐洲及美洲提供服務，所以當進行國際時頻比對時，此衛星僅可使用於亞太地區時頻實驗室。

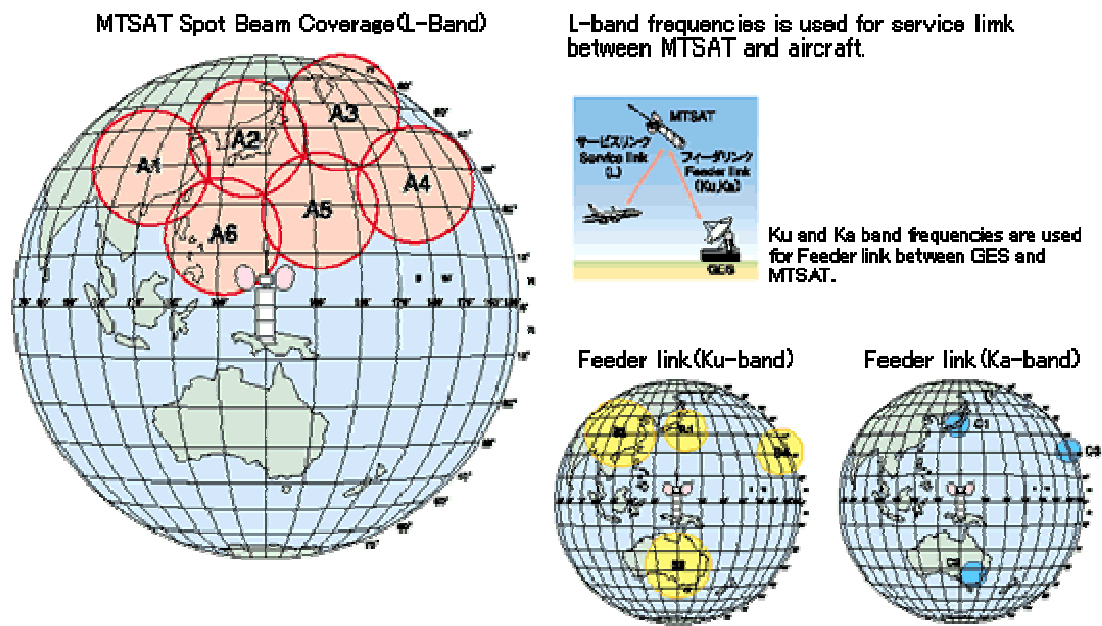


圖 2.1.A.1：MTSAT 功能覆蓋範圍

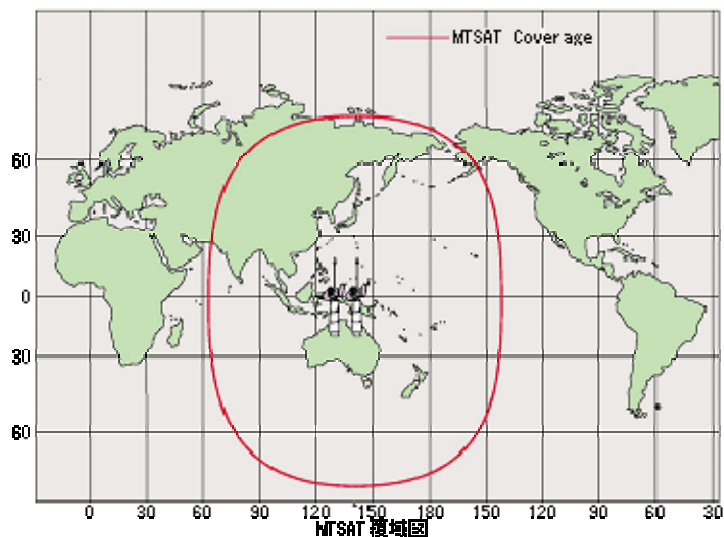


圖 2.1.A.2：MTSAT 可觀測範圍

在 SBAS 星基增強系統所能提供的數據中，對於時頻傳送最具幫助的項目就是電離層延遲的即時廣播了，在現有的星基增強系統中，美洲的 WAAS 已經可提供完整的服務，所以下面將以 WAAS 所提供的數據進行驗證，這一部分的數據，可以透過 FAA National Satellite Test Bed (NSTB, 網址：<http://www.nstb.tc.faa.gov>)取得 WAAS 的即時資料，為了進一步了解 SBAS 所能達到的精確度，可將 WAAS 所提供的即時數據與 Jet Propulsion Laboratory (JPL) 透過 IGS GPS 全球觀測站的數據所得出的後處理全球電離層延遲數據進行分析，以了解 WAAS 的估測誤差，JPL 的分析結果可由 NASA 的 CDDIS 資料中心下載，路徑為 <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/products/ionex/yyyy/doy>，其中 yyyy 為西元年，doy 為 day of year，

在 JPL 所提供的分析結果是以經度 5 度、緯度 2.5 度、二小時為一個間隔公佈一日的分析數據，而 WAAS 是以經度 5 度、緯度 5 度為間隔的即時數據，格點內的資料則需以內插法計算，由於此處我們僅是為了了解 WAAS 所提供的電離層延遲誤差，以下的分析將以經緯度各 5 度，每二小時為一單位進行分析。圖 2.1.3 為 MJD 53481 UTC 00:00 ~ UTC 24:00 的數據分別分析後加總所得的誤差分布圖，由圖中可看出整體系統的誤差分布曲線傾向一個估測誤差平均值為負值的隨機分布。

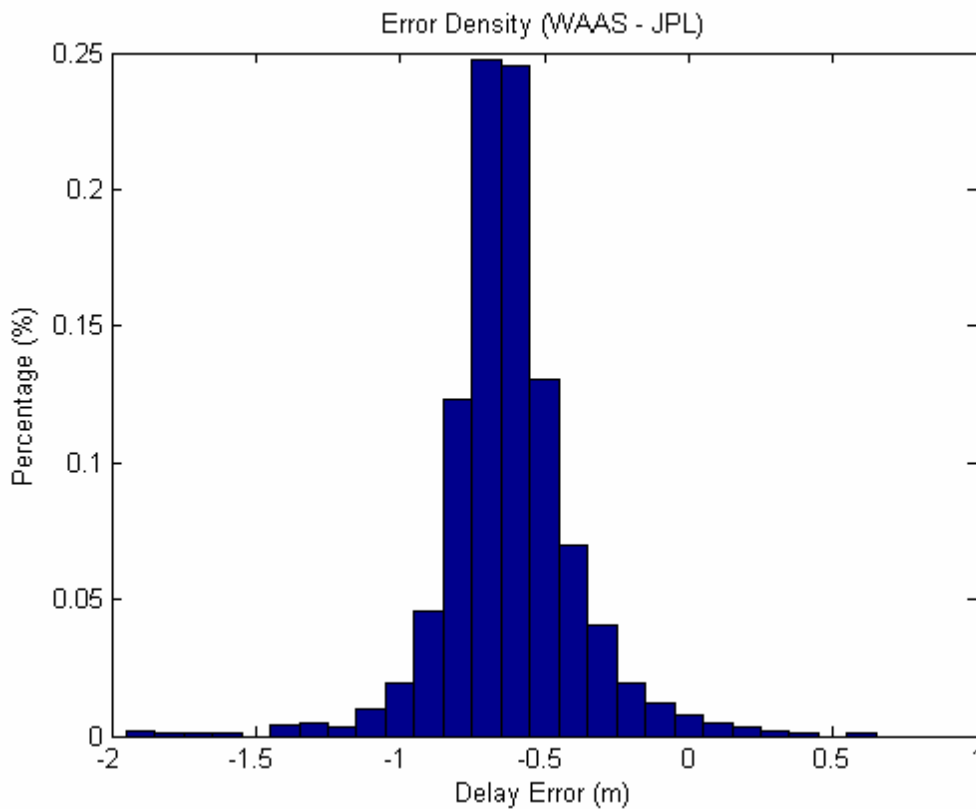


圖 2.1.A.3：MJD 53481 電離層延遲誤差分布圖

#### (2.1.A.4)應用及效益

根據星基增強系統的架構，我們可以分別針對同步時間信號的傳遞及國際時頻比對研究方面來分析其優點。在同步時間傳遞部分，使用者的目的在於獲得一個準確的時間同步信號，相較於現在最通用的 GPS，SBAS 可提供一個在準確度及強健性上更優異的輸出並與現有的 GPS 同步信號獨立。在國際時頻比對研究項目上，除了在表二中所提到的特點外，SBAS 還具有下列兩點較一般以導航衛星進行比對之優勢存在：

- 不同於一般導航系統使用的中軌道衛星，SBAS 利用同步衛星發射訊號。在使用導航衛星進行國際時頻比對時，因衛星對地球相對運動使各個觀測站無法持續鎖定一顆衛星進行比對，使得不同衛星間的誤差較難以消除，而 SBAS 提供一個可連續進

行觀測的衛星，此外，星基增強系統提供即時的電離層延遲估測，可幫助提高利用導航系統進行國際時頻比對的精確度。

- SBAS與其他的導航系統如GLONASS、GALILEO等均提供了一個獨立於GPS的時間同步比對機制，將可降低GPS單一系統對國際比對研究的影響，並可利用不同系統進行整合性觀測以了解不同系統間的差異及對精確度的影響。

#### (2.1.A.5)未來工作重點

由於亞洲部份的 MSAS 尚未發射衛星，在先期研究中主要以了解現在星基增強系統的發展，並以美洲的 WAAS 即時數據先進行分析，在分析中我們比較了 WAAS 所提供的即時電離層延遲預估量及 JPL 所提供的電離層觀測數據，由分析中可看出，在電離層預估上可將大部分誤差降低在 1 公尺以內，相對於時間信號則是 3.3 奈秒。由於美國本土電離層延遲效應比較不顯著，因此從分析結果來看可得到較佳的結果，但台灣地區由於屬電離層異常區，是否將來星基增強系統也可提供如此的效能改進尚無法進一步推估，將有待於日本建立 MSAS 後再進行觀測以了解系統所能達到的效能。

#### (2.1.A.6)自評與建議

星基增強系統的架構主要在於區域性輔助並增強全球性的定位系統（如 GPS）的定位效能，但在時頻同步及比對的應用上，SBAS 卻也提供了一個不同的管道改善精度。以時間同步而言，使用者通常不願負擔較昂貴的雙頻接收機，而單頻接收機則會因為電離層延遲誤差以至於無法達到高品質的時間同步功能，但輔以星基增強系統所提供的即時電離層估測，使用者可在不變更預算的情況下獲得精確度小於 25 奈秒的同步信號，對於時間同步應用具有相當大的貢獻。而在國際時頻比對項目上，作為 SBAS 發射載具的同步衛星同時也可做為一個可連續進行觀測的比對基礎，對於時頻比對研究也有相當大的價值。BIPM 已將 SBAS 的信號加入 GPS 共視傳時的標準輸出中，待亞洲地區衛星發射並正式服務後，實驗室可進行相關設備採購以提升國際時頻比對能力。

## (2.1.B) 電離層效應在時頻傳送的影響

### (2.1.B.1) 達成項目

完成論文 Ionospheric effects and modeling on GPS time transfer 發表於 19<sup>th</sup> EFTF, March, 2005

### (2.1.B.2) 執行內容(執行期間：93/09 ~ 94/03)

GPS 信號穿越大氣層時受到電離層效應的影響，產生與頻率平方倒數相關的延遲，此效應也與該地區的總電子容量有關。為了解電離層效應對時頻傳送的影響，研究中先針對 GPS 廣播星曆中的電離層模型及 IGS (International GPS Service)所公佈的 GIM (Global Ionosphere Map)來計算此類模型所得出的電離層延遲量，並與雙頻 GPS 接收機所得出的觀測量進行交互比對，以了解現有模型的特性及誤差。台灣地區由於地屬電離層異常區，由分析觀測數據可隻現有全球模型並不足以提供做為單頻接收機消除電離層效應，有鑑於此，我們以實驗室所建立 GPS 觀測站的電離層觀測量與 IGS 所公佈的全球模型 GIM 值之誤差進行分析並建立一個修正的機制，根據最終分析顯示，利用我們所提供的修正量可以建立區域內的電離層修正，使誤差能減低到 $\pm 1$  ns。

### (2.1.B.3) 結果

在本研究中，我們以日本 NICT 及台灣 TL 的 GPS 觀測量分別進行分析，這兩個觀測站的經緯度分別為 N 35.7068°，E 139.4885°及 N 24.9536°，E 121.1645°，圖 2.1.B.1 及 2.1.B.2 分別為電離層量測值與兩種模型間的誤差，可觀察到在 TL 週遭地區，由模型及觀測量處理分析所得出的電離層延遲與實際觀測量間還是具有數奈秒的誤差。

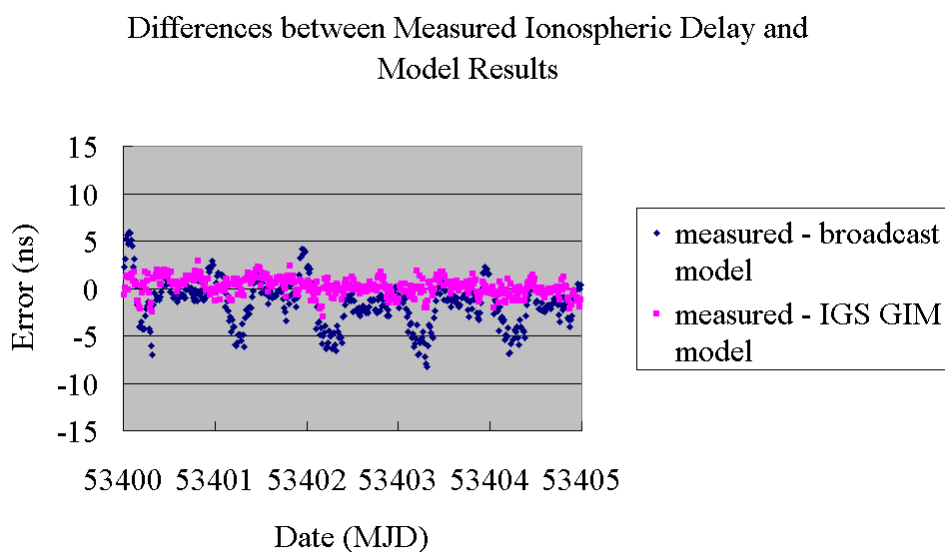


圖 2.1.B.1：NICT 電離層延遲測試誤差

### Differences between Measured Ionospheric delay and Model Results

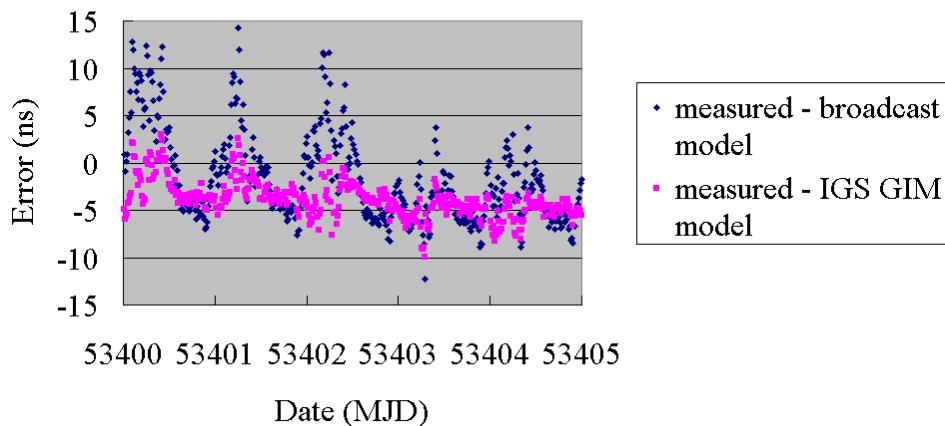


圖 2.1.B.2：TL 電離層延遲測試誤差

為降低此項誤差的影響，我們進一步將此誤差進行分解，可得出在不同頻率的誤差值，為了降低觀測量中隨機雜訊對此修正電離層誤差的影響，我們將高頻低振幅的誤差去除，做為區域內的電離層修正，所得結果如圖 2.1.B.3 所示，利用區域模型進行修正後，可將電離層延遲所造成的誤差降低到約  $\pm 1$  ns。

### Difference between Measured Ionospheric Delay and Modified Model Result

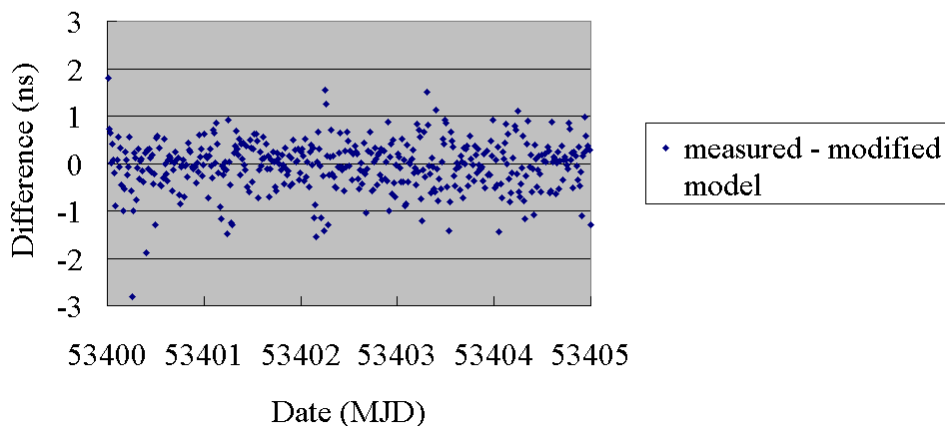


圖 2.1.B.3：電離層修正模型與實際觀測量間的誤差

#### (2.1.B.4)應用及效益

在民用領域以 C/A 電碼進行觀測時，電離層效應為最主要的誤差來源，GPS 所廣播的電離層修正僅能提供約 50%的修正，在電離層異常區如台灣，即使採用 IGS 所發布的後處理分析全球模型，依然會有數奈秒的誤差，而本實驗室所建立的 GPS 觀測站，可用來做為區域電離層修正的參考站使用，透過本站所提供的修正，可使模型的輸出與實際觀測量誤差

約小於 $\pm 1$  ns，在後處理的時頻分析中，可做為一個修正量以提高單頻接收機的傳時精度，在遠端時頻校正等應用上，使用者將可獲得更精確的時頻校正結果。

#### (2.1.B.5)未來工作重點

在第一階段，我們是以全球模型與實際觀測量間的誤差進行分析，此種途徑將限制我們做進行模型預測，所以未來的工作重點，應著重在建立一個獨立完整的模型以進行模型預估，將可使研究成果能夠推廣到即時應用上，進而推廣到全台灣地區的電離層預估工作。

#### (2.1.B.6)自評與建議

本研究為電離層模型建立的初期工作，先對現有的模型進行分析並了解其限制，並進一步針對 TL 區域計算一個電離層修正模型，以降低電離層效應對時頻比對的影響。

## (2.1.C)完成 APMP 及 BIPM 舉辦 GPS 接收機校正國際比對

### (2.1.C.1) 達成項目

完成 APMP GPS 接收機巡迴校正(Topcon/NML) , (94/01)

完成 BIPM GPS 接收機巡迴校正實驗(Ashtech ZXII-T) , (94/04~94/05)

### (2.1.C.2)執行內容(執行期間：94/01~94/5)

為維持國際時頻比對的準確性，TL 積極參與各項國際 GPS 巡迴校正活動，本年度預定參加的項目有亞太地區所發起的 APMP GPS 巡迴校正實驗及 BIPM 所舉辦的測量型 GPS 巡迴校正實驗。TL 在 93 年度 6 月份已參加 APMP 第一次巡迴校正實驗，但由於上次實驗時 GPS 觀測站受到不明信號干擾，所以決定在 94 年度再次參加 APMP GPS 巡迴校正實驗，此次參與實驗室為 TL、北京 NIM、韓國 KRISSE、香港 SCL、紐西蘭 MSL 及美國 NIST，參與校正設備為雙頻多通道 GPS 共視法接收機，型號為 Topcon/NML，TL 已於 94/01 月完成實驗。

BIPM 於本年度舉辦亞太地區測量型 GPS 巡迴校正實驗，主要是針對 Ashtech ZXII-T 機型進行校正以提供 P3 電碼傳時修正，參與實驗室計有 TL、日本 NICT、NMIJ、西安 NTSC、韓國 KRISSE、澳洲 NML 及泰國 NIMT，TL 於 94/04 至 94/05 進行實驗。

### (2.1.C.3)結果

94 年度 TL 預定參與兩次國際 GPS 巡迴校正實驗，在本年 1 月及 5 月已順利完成。在數據分析方面，APMP 於 5 月份結束巡校後尚未完成分析，預定下半年將會提供正式分析數據；BIPM 所舉辦的 GPS 巡迴校正實驗，由於此次數據將提供做為 P3 電碼傳時修正，BIPM 已將初步分析結果提供給 TL，接收機內部延遲為 304.3 ns (P1)及 315.6 ns (P2)，轉換成 P3 電碼後延遲量與 2002 年校正參數差異為 5 ns，此次校正完成將可提供正確的 P3 電碼傳時成果並用以校正雙向衛星傳時數據。

### (2.1.C.4)應用及效益

亞洲部份國際時頻比對目前皆以 GPS 巡迴校正實驗做為校正的基準，透過 GPS 接收機的校正，方能決定雙向衛星傳時的系統誤差，在本年度所進行的兩項校正分別針對實驗室的 Topcon/NML 及 Ashtech ZXII-T 接收機進行校正，希望能將實驗室中所採用的設備均完成相對校正工作，使本實驗室所維持的 UTC(TL)標準能更精確的將數據提供與 BIPM。

### (2.1.C.5)未來工作重點

目前 BIPM 所排定的巡迴校正活動通常是以歐美地區及亞太地區交互進行校正活動，平均兩年內會巡迴一次以了解設備的延遲變化，以提高時頻比對的準確度，由於 TL 自 2002 年已使用雙向衛星傳時做為國際時頻比對鏈路，GPS 巡迴校正實驗將做為此鏈路校正的基

礎，往後應密切注意校正活動舉辦訊息，使 TL 國際時頻比對的正確性能持續維持。

#### (2.1.C.6)自評與建議

實驗室所維持的 Topcon/NML 及 Ashtech ZXII-T 兩套 GPS 傳時設備所得觀測數據目前相差 0.92 ns，目前已作修正並希望能將兩套系統間誤差能完全消除，使 GPS 國際時頻比對數據的正確性獲得交互性的認證。此外，由於實驗室已計畫利用雙向衛星時頻傳送建立與歐洲及美國間的直接連線，唯有維持一個可信賴的 GPS 時頻比對標準，可進行雙向時頻比對的校正以建立環球鏈路比對成果。

## (2.1.D) 自主性 GPS 共視系統之建立

### (2.1.D.1) 達成項目

完成自主性 GPS 共視系統之建立(94/10)

### (2.1.D.2)執行內容(執行期間：94/06~94/10)

GPS 共視法傳時技術發展始於 1980 年代，系統最早是以單頻單通道 GPS 接收機進行國際比對研究，發展至今，目前的研究趨勢是以雙頻多通道設備進行比對，可將系統比對的誤差由 3~10 奈秒降至 1 奈秒內。在 TL 現有的 GPS 共視法國際比對設備中，分別為 ASHTECH Z12T GPS P3 電碼設備、TOPCON/NML 多通道雙頻 GPS 共視法設備以及 AOA TTR6 單頻單通道 GPS 共視法接收機，這些設備皆可用以達成遠端時頻比對的目的，隨著所使用的不同觀測量，系統的精確度由 1 奈秒到 10 奈秒。

為了建立 TL 的技術能力，我們進行了 GPS 共視系統的發展，建立此系統可進一步了解 GPS 共視系統的運行，並可根據特定需求進行改良，此外，此系統亦可做為我們在 GPS 傳時系統中的性能提升測試平台，對於 GPS 傳時性能提升研究有著極大的幫助。

### (2.1.D.3)結果

在我們所自行發展的系統中，採用的時間間格計數器元件為 Guide Technology, Inc. 所生產的 GT200 Universal Counter Card，而 GPS 接收機部份則採用 Trimble 公司所開發的 ThunderBolt™ GPS Disciplined Clock，配合 K6-266 的電腦及 Redhat Linux 9.0 版本為作業系統，全部程式以 C 語言撰寫並以 gcc 進行編譯，程式主體分為 GPS 接收機介面程式，GT200 時間間格計數卡介面程式及資料整合處理程式，程式在每天時刻為 UTC 00:05 進行資料處理並產生前一日之 GPS 共視數據。

為了驗證 TL 所發展的 GPS 共視系統，我們進行了從 9 月 11 日到 9 月 17 日共計一個星期的資料收集及分析，並將產生的數據與本所的 TOPCON/NML 系統進行同頻率源比對，根據所得數據可獲得如圖 2.1.D.1 的結果，圖 2.1.D.1 中紅色數據點為 TOPCON/NML 與自行發展的系統兩者的相位差，而藍色數據點為 TOPCON/NML 與 TWTF P3 電碼間的共頻率源比對結果，每一個數據點代表當時所有 GPS 通道資料的平均值，兩者的標準差分別為 2.66 奈秒及 0.97 奈秒。比較兩者的數據，可以得出自行發展的系統中，並沒有很明顯的周期誤差存在，而隨機雜訊的誤差則可能來自於 GT200 計數卡、GPS 接收機及電腦系統中。圖 2.1.D.2 則為 TOPCON/NML 系統與自行發展的系統間各時段多通道的資料，標準差為 5.82 奈秒，由圖 2.1.D.1 及圖 2.1.D.2 的結果顯示，多通道數據經由平均後可降低系統不確定度，在本例中約降低 2.2 倍。

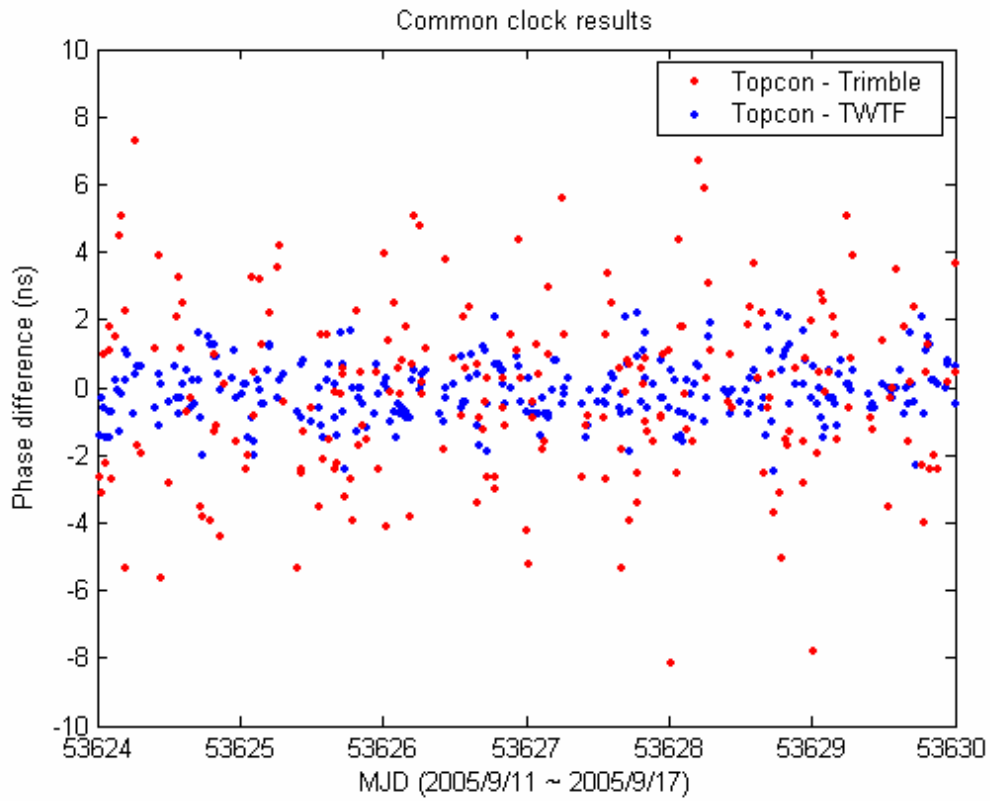


圖 2.1.D.1：共視法數據分析

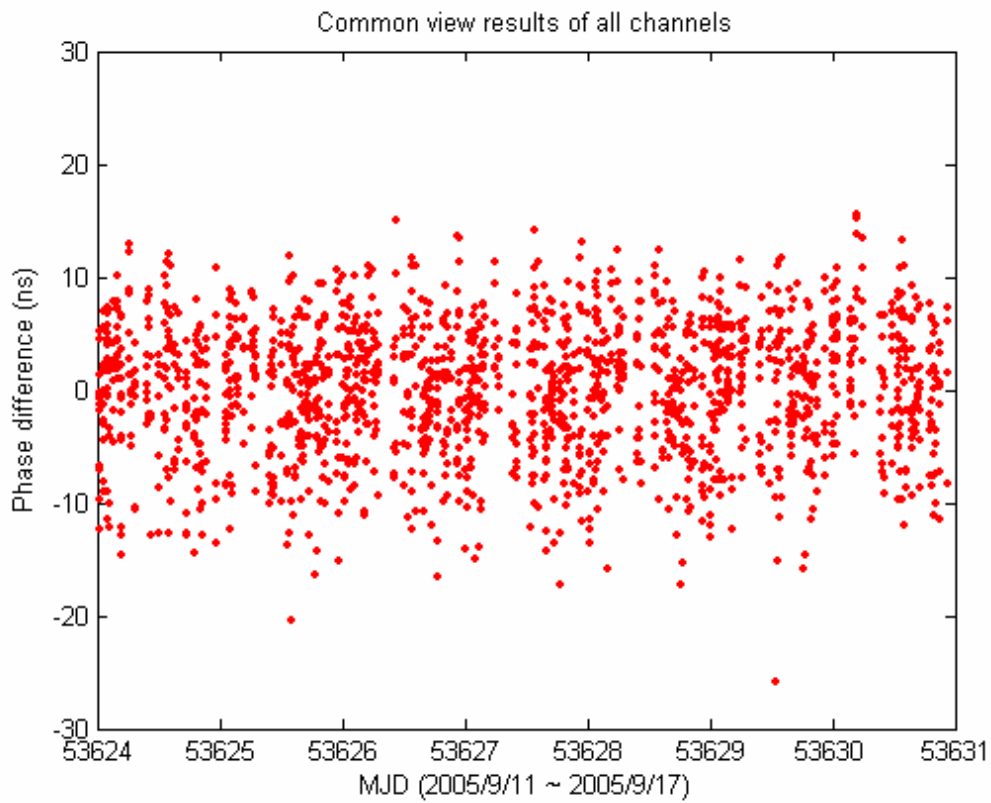


圖 2.1.D.2：Topcon/NML vs Trimble 多通道共視數據

(2.1.D.4)應用及效益

為了增進實驗室的技術能力，我們針對 GPS 共視系統進行設備發展工作，在此系統中我們以 Trimble 公司所生產的 ThunderBolt™ GPS Disciplined Clock 做為 GPS 接收機核心，Guild Technology, Inc. 的 GT200 計數卡做為時間間隔計數量測，並在 Linux 系統上成功發展了自製的 GPS 共視系統，其精確度已經達到 L1 C/A 電碼的可接受水準。在此基礎下，實驗室可進一步在此平台上進行 GPS 共視系統的性能增進研究，並逐步提升現有自製系統的精確度，此外，此系統亦可推廣至國內各次級實驗室使用，建立完整的國內時頻追溯鏈路。

#### (2.1.D.5)未來工作重點

目前所設計的 GPS 共視系統，在功能上已經能夠進行正常工作，但性能上尚有進一步改善的空間。在電離層修正量部分，目前系統是以廣播星曆所提供的參數進行修正，由於測試數據來自於短基線共頻率源架構，所以電離層延遲會在共視法技術下消除，但此延遲在長基線時會造成系統誤差增加。此外，日本 MSAS 系統已經於今年開始正式廣播信號，後續也可針對如何整合 GPS 及 SBAS 信號進行研究。

#### (2.1.D.6)自評與建議

TL 自行發展 GPS 共視系統對於將來在 GPS 時頻比對研究上具有非常正面的意義。在學術研究上，TL 可在自行發展的平台上進行性能增進測試，可提升 TL 研究水準。而在實務應用中，自行發展的系統可提供國內時間與頻率追溯用途，對於台灣地區時頻追溯體系具有正面的幫助。

## (2.2) 衛星雙向傳時系統之建立及傳時品質提昇

### (2.2.A) 國際比對實驗-衛星雙向傳時發展之現況與進展

#### (2.2.A.1) 達成項目：

亞太地區衛星雙向傳時網絡建設與維持

與荷蘭 VSL 之歐亞衛星雙向傳時鏈路維持與重新建設

與美國的衛星雙向傳時鏈路實驗計畫推動

#### (2.2.A.2) 執行內容(執行期間：94/01~94/12)：

衛星雙向傳時是目前最精準的時頻校核技術之一。今年度本實驗室透過此技術所進行之時間比對(如圖 2.2.A.1)，包括(1)與日本情報通信研究機構(NICT)之衛星雙向傳時例行比對，此資料已提供國際度量衡局作為計算國際原子時(TAI)的依據之一。(2)與荷蘭(VSL)之歐亞衛星雙向傳時鏈路。(3)亞太地區衛星雙向傳時網，包括澳洲國家量測實驗室(NMIA)、日本 NICT、日本 NMIJ、大陸 NTSC、韓國 KRISS、新加坡 SG 及本實驗 TL 等七個國家實驗室所組成共計 18 條雙向傳時比對鏈路。

今年度使用的地面站設備詳如表 2.2.A.1，其中地面站的 IF-Cable 皆已更換為相位穩定纜線。



圖 2.2.A.1 我國目前所參與的衛星雙向傳時鏈路

(實線為今年度進行的實驗,虛線為計畫中或處於暫停狀態的實驗)

表 2.2.A.1. 地面站設備

EQUIPMENT	EARTH STATION (1) (Ku-band)	EARTH STATION (2) (Ku-band)	EARTH STATION (3) (Ku-band)	EARTH STATION (4) (C-band)
Application	TL-NMIA (Pas-8) TL-NICT (Pas-8)	TL-NICT TL-KRISS TL-NTSC TL-NMIJ TL-SG (JCSAT-1B)	TL-VSL (PAS-4)	TL-NMIA TL-NIST (NSS-5)
Antenna	Prodelin 1.8 m (model 1194)	Andrew 2.4 m	Andrew 2.4 m	Andrew 4.6 m
Modem	SATRE (66)/ ATLANTICS 135	ATLANTICS 135 / NICT modem	SATRE (66)	SATRE (63)
Up- and Down Converter	CODAN 5900 (8W) (5908 SSPA, 5582 power supply unit)	CODAN 5900 (8W) (5908 SSPA, 5582 power supply unit)	CODAN 5900 (8W) (5908 SSPA, 5582 power supply unit)	EFDData CST-5000 Satellite terminal
IF-cable	Andrew SFJ1-50A	Andrew SFJ1-50A	Andrew SFJ1-50A	Andrew SFJ1-50A
Others	Satellite-simulator/ SATRE calibrator	-	-	-
Counter	Agilent/HP 5370 B			
Power splitter	Agilent/HP 11667 B			
Reference	UTC (TL), H-maser			

### (2.2.A.3)進展與結果

#### A. 亞太地區衛星雙向傳時網絡

我們採用日本 NICT 研發的新型調變機(底下稱為 NICT Modem)，經過長達兩年多的測試實驗與改良，於今年(2005)二月開始例行化的觀測，核心的觀測點為每週二和週五的 UTC 00:00 到 00:20，以這段時間的數據來產生符合 ITU-R TF.1153-2 Type 1 標準格式的數據報告，其他時間則用來進行測試性質的實驗。

實驗使用的衛星由日本 NICT 所租用，包括 JCSAT-1B(150°E, BW=2.5MHz)及 PAS-8(166°E, BW=2.5MHz)。由於 NICT modem 具有 8 個接收通道，可同時與多個實驗室進行實驗，目前參加的實驗室依衛星分成以下兩組：

JCSAT-1B: NICT, KRISS, NMIJ, TL, SPRING and NTSC.

PAS-8: NICT, KRISS and NMIA.

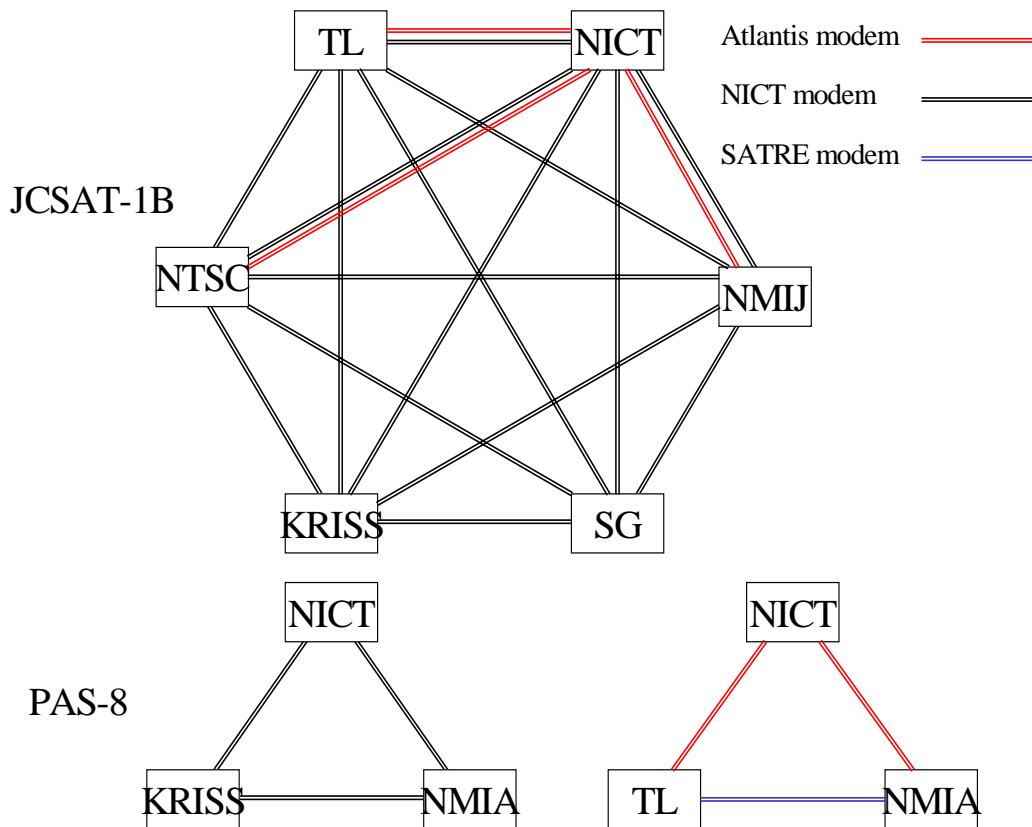


圖 2.2.A.2. 亞太地區衛星雙向傳時網絡

其中，大陸 NTSC 因為設備上的問題，於 3 月 15 日後重新加入實驗，新加坡則於 5 月 15 日之後才加入實驗。

圖 2.2.A.2 為目前亞太地區衛星雙向傳時網絡，對於 JCSAT-1B 這組傳時網絡，在同一時間內，可進行 15 組雙向傳時實驗，可算是一項紀錄。同一時間多個實驗室同時發射信號到同一個衛星轉頻器上，最令人擔心的問題是別人的信號可能成為干擾的雜訊，不過實驗得到不錯的結果，載波與雜訊比(C/N)約為 58 dB/Hz，每秒資料對其二次 fit 曲線之差量的 RMS 約為 0.4 ns~0.6 ns。

由於所有的實驗是同時進行的，因此傳時網絡間並不存在 clock drift 的問題，這是很有價值的。我們試著進行封閉誤差(closing errors)的分析。例如 TW(NICT-TL)，TW(TL-NMIJ) 和 TW(NMIJ-TL)形成一封閉鏈路，理論上它們的和應該是零。實際上，我們將非零的結果即稱為封閉誤差。圖 2.2.A.3 為 NICT-TL-NMIJ 衛星雙向傳時的封閉誤差，其平均為-1.43 ns，標準差 0.24 ns。非零的原因推測是不同接收模組間些微的差異所造成。再仔細看，於 MJD 53464 以後實驗的標準差為 0.18 ns，顯示實驗的性能經若干調整後有進一步的提升。

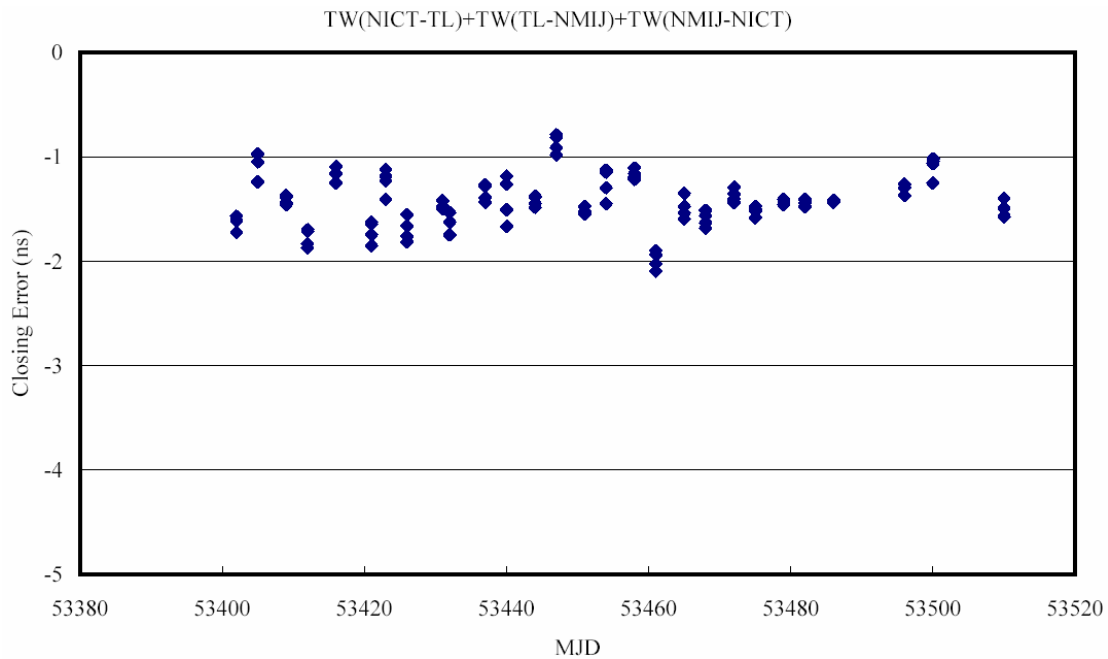


圖 2.2.A.3. NICT-TL-NMIJ closing error from MJD 53402 to MJD 53510

NICT modem 所進行的雙向傳時實驗，以二月到四月蒐集的數據進行校正工作(NTSC 和 SG 除外)，校正的結果由日本匯整寫成報告交給國際度量衡局(BIPM)，待 BIPM 確認後。NICT modem 將會取代 Atlantis Modem 正式應用於亞太地區的傳時網路中。由於該設備可自動化操作，除了可以減輕人員的負荷，未來更可望藉由提高比對實驗的密度來減少不確定度。

另外，我們與澳洲 NMIA 原本使用 SATRE modem 相容的數據機進行雙向傳時實驗，由於實驗需要 4MHz 左右的頻寬，超過日本目前所租用的轉頻器頻寬，所以在二月底暫停實驗，後續將陸續討論合作的事宜。

#### B. 與荷蘭 VSL 之歐亞衛星雙向傳時鏈路

針對歐洲鏈路方面，目前我們與荷蘭 VSL 持續進行衛星雙向傳時實驗。四月~五月間由於 VSL 進行實驗室搬遷及歐洲衛星雙向傳時切換衛星轉頻器的緣故，暫停了一陣子。五月底，VSL 於新大樓設置一固定地面站指向 PAS-4 衛星，重新開始與我們的實驗。

目前每次實驗前仍必須聯絡衛星公司進行信號品質的測試，然後再開始進行實驗。打電話聯繫的動作，需要人員操作。依泛美衛星公司的政策，地面站必須是認證過的固定地面站，才能省略信號測試的步驟，目前荷蘭 VSL 正準備申請地面站的認證，屆時可望可省略 access 的動作。

我們實驗室在自動化操作的部分，目前已完成所有分項功能的測試，包括 SATRE modem 的自動控制，線路切換器控制程式，Time interval counter 的控制與資料紀錄，以及自動產生 ITU-R 標準格式的程式以及排程程式等。目前進行全套自動化系統的整合、安裝及測試工作，估計可在七月中旬完成。

另外與德國 PTB 的合作計畫，也受到歐洲衛星雙向傳時切換衛星轉頻器的影響而耽擱，

等到歐洲方面完成轉頻器延遲校正與切換以後，可望進一步討論。

### C. 與美國的實驗計畫

與美國的衛星雙向傳時計畫是全球環路的重要一步，我們與美國國家標準與技術研究院 (NIST)、美國海軍觀測所 (USNO) 首先發起討論，打算在夏威夷基地設置衛星地面站來達成，由美國負責設置對美洲的地面站、台灣負責設置對亞洲的地面站。隨後，日本 NICT 以高度的意願加入此計畫，不久即備妥地面站相關設備，最近將派員前往 Kauai 島的 WWVH station 進行實地勘查，為下一步設站作準備。

本實驗室受到年度計畫經費刪減的影響，原先想以切換方式共用日本 NICT 的地面站以符合最經濟的原則，但因為我們打算使用與歐美系統相容的 SATRE modem，而日本方面傾向使用自行研發的 NICT modem，造成共用地面站的構想可能破局。所以，目前我們正積極籌備獨立的衛星地面站中，並將與美國進行更進一步的討論。

#### (2.2.A.4) 應用及效益

致力於環球傳時鏈路之建立，深入探討傳時技術之特性，分析數據及不確定度因素，可以充實理論基礎、提昇傳時技術及加強國際合作關係。

#### (2.2.A.5) 未來工作重點

未來，將陸續實現以下幾個目標：

- 提高亞太地區衛星雙向傳時比對的密度以減少不確定度。
- 與荷蘭 VSL 的例行實驗自動化並完成校正報告。
- 與美國實驗室建立衛星雙向傳時鏈路。
- 進行衛星地面站的校正工作。

#### (2.2.A.6) 自評與建議

本年度亞太地區衛星雙向傳時比對新加入韓國 KRISS 與新加坡 SPRING 兩實驗室，使本網路更加便利進行多國標準比對。四月~五月間由於 VSL 進行實驗室搬遷及歐洲衛星雙向傳時切換衛星轉頻器的緣故，TL-VSL 實驗暫停了一陣子。但於五月底，VSL 於新大樓設置一固定地面站指向 PAS-4 衛星，重新開始與 TL 的實驗，現正進行測試及自動化準備工作，希望能儘早納入 BIPM 例行國際比對網路中。

(2.2.B) 衛星雙向傳時自動化操作

(2.2.B.1) 達成項目

完成衛星雙向傳時自動化操作分析報告(94/12)

(2.2.B.2) 執行內容(執行期間：94/01~94/12)

衛星雙向傳時是目前最精準的時頻校核技術，本實驗室透過此技術與多個國家進行時間比對實驗。有鑒於日益頻繁的衛星雙向傳時實驗，為減少操作實驗的人力負荷，本實驗室於去年起乃積極規劃設計衛星雙向傳時自動化操作系統，購置需要的材料與設備，並撰寫相關控制程式及分析程式。

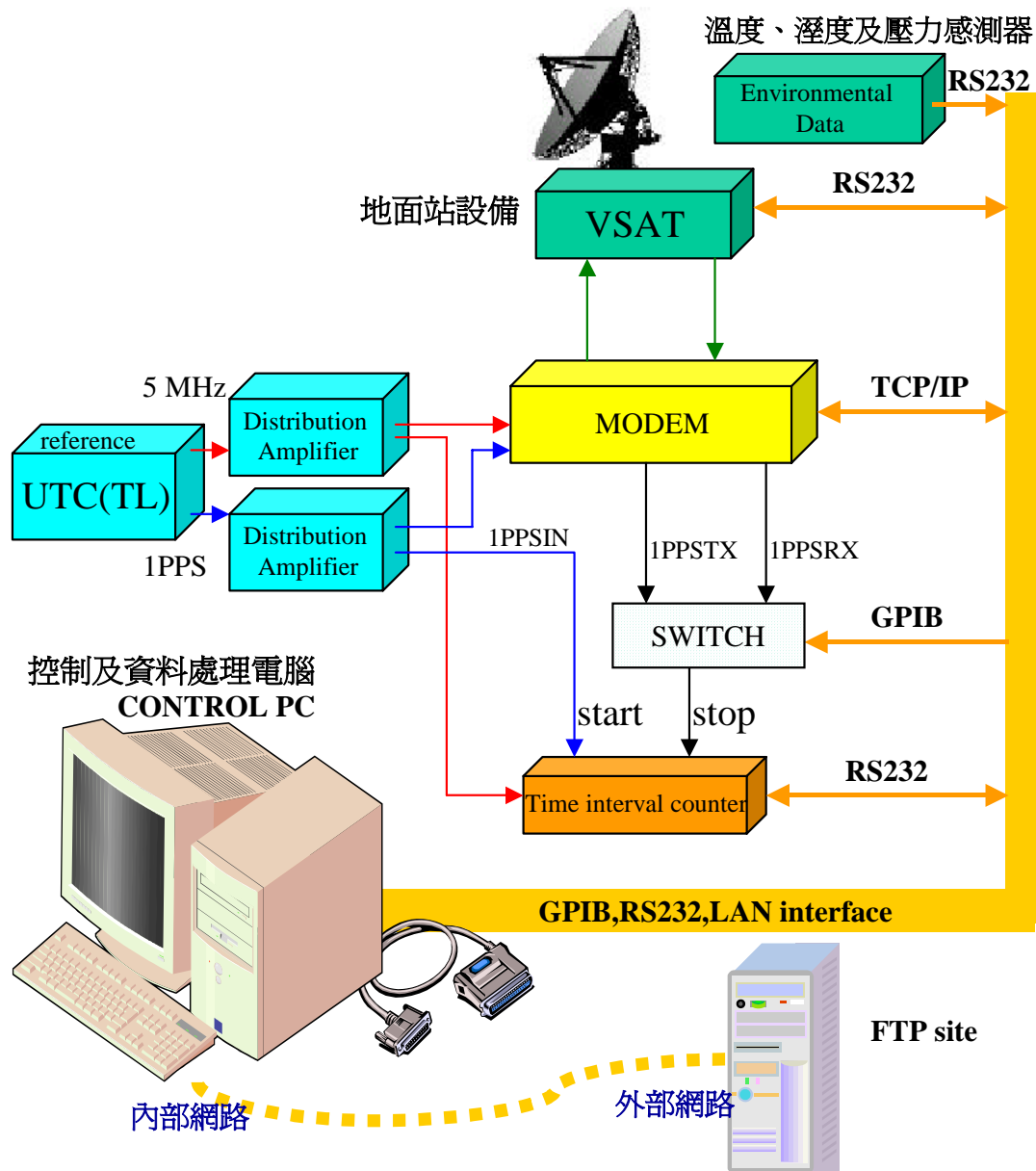


圖 2.2.B.1、自動化衛星雙向傳時的系統架構圖

圖 2.2.B.1 為自動化衛星雙向傳時的系統架構圖，為了完成例行實驗的自動化操作目

的，首先必須有標準的實驗操作程序，再利用電腦程式所控制的設備來分別實現各項實驗操作與數據收集，所有設備及數據可透過控制線或安全的內部網路來溝通，最後由一個總管的程式來進行排程及產生參數檔，用來控制個別程式按時依序動作。圖 2.2.B.2 為自行撰寫的排程式。

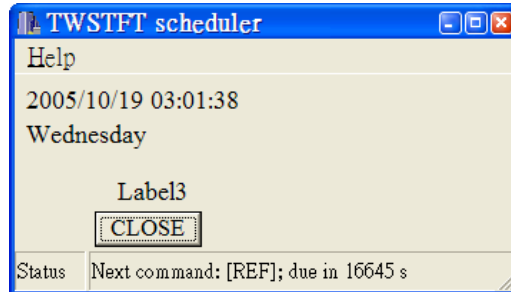


圖 2.2.B.2、TWSTFT scheduler 程式(顯示 UTC 時間)

圖 2.2.B.3 為 modem 的控制畫面，SATRE modem 含有專屬的控制電腦與作業系統，可以事先編輯好參數組態，再依排程式於指定的時間進行動作，關於 modem 的動作訊息和接收的資料，都可以記錄下來，而遠端的電腦在允許的狀態下可以透過網路控制 modem 及修改參數。

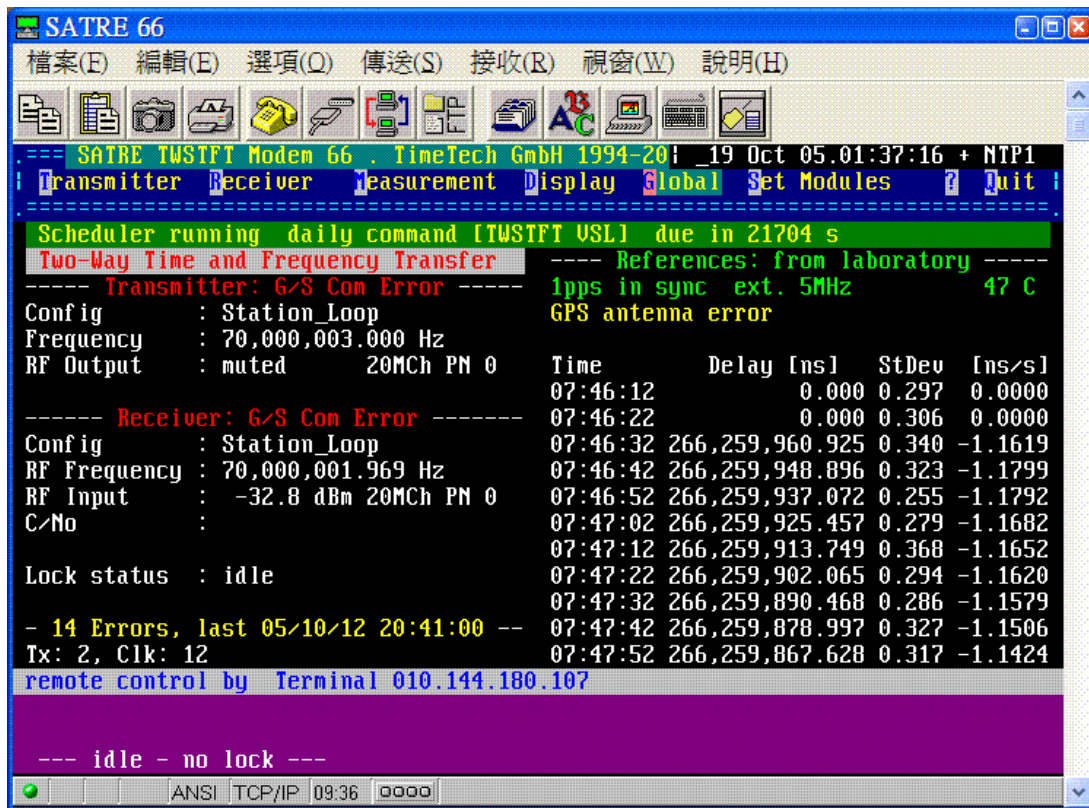


圖 2.2.B.3、SATRE modem scheduler 程式執行狀態

實驗過程中，時間計數器(TIC)所量測的值为: 1PPSTX-1PPSRX，每段實驗結束後需要更改 TIC 的接線，然後量測 UTC(TL)-1PPSTX 的值，取 20 秒的平均得到一筆數值，再繼續

進行下一段實驗。爲了進行自動化的量測，需要透過程式控制 switch，自動切換 TIC 的接線，然後量測上述的數值資料。

我們使用電腦透過串列通訊埠讀取 TIC 量到的資料，實驗數據為每秒一筆的資料，爲了確保其對應到正確秒數的時間標籤，紀錄電腦的時間必需經常校正，以保證紀錄之時間一致性。我們以 NTP 時間伺服器每兩分鐘進行一次校正，由於內部網路 NTP 校正的誤差約為 0.03~0.15 s，紀錄程式必需考慮到這個問題，以避免時間標籤錯誤。另外，實驗當時戶外環境的狀態，包括溫度、相對溼度和壓力，也需要以感測器量測並記錄在電腦資料庫中，當作參考。最後將量測的實驗數據(raw data)整理成 1S data 檔案。

正式的資料需符合 ITU-R TF.1153-2 的格式，包含表頭資料及數據內容兩部分，表頭資料簡述實驗室地理位置和衛星等資訊，數據內容包括時間資訊、二次曲線計算出的結果、線路延遲資訊、地面站線路的延遲變動量、地面站的校正數據及環境狀態等數據。我們撰寫的處理程式能依日期自動讀取電腦資料庫中的數據資料，產生符合格式的檔案。實驗產生的報告檔案最後要放在實驗室的 ftp 站上([ftp.stdtime.gov.tw/pub/twstft/](ftp://stdtime.gov.tw/pub/twstft/))，別的實驗室可以用 anonymous 帳號登入後下載數據，然後進行分析。由於實驗的所有數據與報告檔案都放在內部網路中，而本所的聯外網路與內部區域網路必須分隔開來，所以這部分需要人工來作。通常是每 1~3 天作一次將檔案放在 ftp 站上的工作，順道檢查實驗是否如期完成，並產生正確的檔案。而我們使用撰寫好的批次程式，當一個按鍵啟動程式，程式會自動以編輯器打開所有尚未上載的報告檔案，經同仁檢查判斷無誤且結束編輯器後，程式會自動將檔案複製到軟碟片上。待同仁將檔案攜帶到聯外網路電腦的磁碟機中，啟動另一個批次程式，該程式會判斷檔案是否為最新的報告，然後透過 SFTP 程式的批次功能自動將檔案上載至 FTP 站上，然後顯示完成上載的檔案名稱。所有的動作可在 2 分鐘內完成。

由於整個系統可以完全自動地進行實驗，即使於假日無人上班的時段也能順利進行實驗。如此一來，維護的同仁只需在上班的時間檢查數據是否正常無誤，將可大大減少實驗操作的繁瑣與等待的耗時。

### (2.2.B.3) 成果

歷經不斷的測試及修改，全套自動化操作系統已於今年 8 月完成系統測試，並於九月正式上線使用。之後持續作小部分的程式修改，且陸續完成自動資料分析程式，使系統的功能更為完善。

### (2.2.B.4) 應用及效益

由於自動化操作系統的成功使用，目前我們與荷蘭的實驗已經是每天一次自動化進行的實驗。使用迄今，此系統都能穩定地按照排定的時程進行衛星雙向傳時實驗，並產生數據資料。

自動化的實驗操作及資料處理系統，除了可以因應國際上日益頻繁的衛星雙向傳時實驗，還能避免人為操作的失誤。隨著自動化操作系統的應用，我們將有能力增加衛星雙向傳時的密度，對於進一步提昇我們與國際間時頻比對的精確度，會有很大的助益。

#### (2.2.B.5) 未來工作重點

持續作觀測與程式修改，陸續完成自動資料分析程式，使系統的功能更加完善。

#### (2.2.B.6) 自評與建議

自動化的實驗操作及資料處理系統，可因應國際上日益頻繁的衛星雙向傳時實驗，還能避免人為操作的失誤。隨著自動化操作系統的應用，將能增加衛星雙向傳時的密度，有助於提昇我們與國際間時頻比對的精確度。

## (2.2.C) 完成「環球傳時鏈路之建立與維持」報告

### (2.2.C.1) 達成項目

完成「環球傳時鏈路之建立與維持」技術報告(94/11)

### (2.2.C.2) 執行內容(執行期間：94/01~94/12)

衛星雙向傳時技術(Two Way Satellite Time and Frequency Transfer, TWSTFT)，是目前世界上主要的時頻校核技術之一。此技術的優點是傳時過程中的各項變動因素，如衛星位置、電離層與對流層所造成的傳時延遲…等，可視為互相抵銷而取得極佳的傳時精度。而由於衛星雙向傳時技術可得到精確度(precision)及準確度(accuracy)較高的比對結果，因此國際度量衡局(BIPM)於其 1989 年之 CCDS-Rec. S6 中，建議各標準時頻實驗室利用衛星雙向傳時技術進行時頻的校核；近年來，有越來越多國家的標準時頻實驗室便利用此技術進行標準時頻的校核工作，而 BIPM 也將衛星雙向傳時的比對資料，優先列為計算國際原子時(TAI)的依據。

為提昇傳時技術及拓展國際合作，近幾年來本實驗室積極規劃、設置衛星地面站，進而參與亞太地區標準實驗室之衛星雙向傳時合作計劃，及建立全球第一條歐亞衛星雙向傳時鏈路。未來將繼續拓展傳時鏈路至歐美其他先進國家，以期實現「建立環球傳時鏈路」的目標。

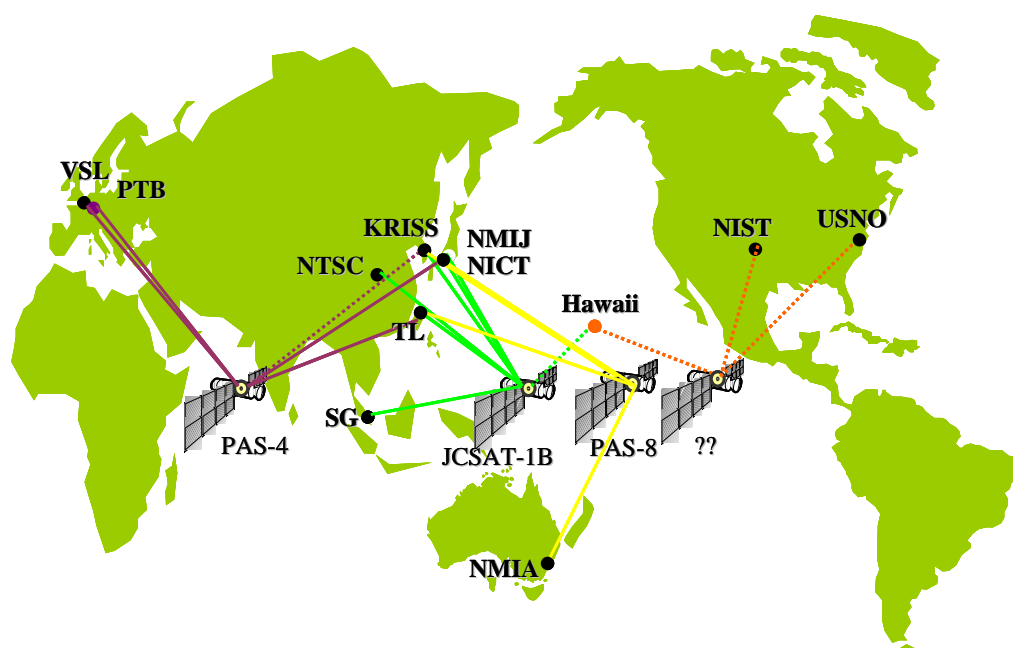


圖 2.2.C.1、本實驗室目前維持及規劃中的衛星傳時國際比對鏈路

### (2.2.C.3) 結果

目前本實驗室透過此技術所進行之時頻比對鏈路實驗，主要包括(1)與日本國家資訊通訊研究院(NICT, 前身為CRL)之衛星雙向傳時例行比對鏈路，此資料已提供國際度量衡局作為計算國際原子時(TAI)的依據之一；而由於多頻道NICT modem之引進，藉由參與此鏈路，TL亦同時與亞洲其他六個實驗室包括日本NICT及NMIJ、澳洲NMIA、韓國KRIS、大陸NTSC、新加坡SPRING等進行比對實驗。(2)與荷蘭標準量測研究院(VSL)之歐亞衛星雙向傳時鏈路。除此之外，積極洽談中的比對合作還包括：(1)與德國物理與技術研究院(PTB)、義大利IEN及法國OP的比對實驗、(2)與美國海軍觀測所(USNO)、美國標準與技術研究院(NIST)及日本NICT合作之亞-美比對實驗，及(3)與澳洲標準量測研究院(NMIA)和日本NICT合作之三方衛星傳時實驗。

### (2.2.C.4) 應用及效益

參與日本NICT所主導之亞洲衛星傳時鏈路，是本實驗室建立衛星雙向傳時技術的第一步。由於此鏈路之比對資料正式提供BIPM，作為計算TAI之重要依據，使實驗室的重要性大為提昇。其後推動與澳洲NMIA與美國NIST的實驗鏈路，雖過程中遭遇許多困難，然而透過國際間的合作與討論，累積許多寶貴經驗，更充分利用租用的衛星時段進行許多參數特性的測試，如PN-code相互干擾現象的研究等，瞭解許多影響實驗結果的因素，可謂獲益良多。

在對歐洲方面，TL-VSL的雙向傳時鏈路是歐亞間首次建立的連線，證實了架構環球雙向傳時網路的可行性，給予其他國家投入及建立類似鏈路的信心(如最近日本NICT與德國PTB間傳時鏈路之建立)，許多國家之標準實驗室均表示合作的意願，顯示這些努力的成果得到國際的肯定，亦有助於本實驗室成為亞洲傳時比對的據點。對美洲方面，目前規劃中，以Hawaii為中繼站所建立之TL/NICT - Hawaii - NIST/USNO之two-hop亞美衛星雙向傳時鏈路，則是完成環球衛星雙向傳時鏈路之最後關鍵，完成後預期將會有亞洲其他實驗室加入此一合作鏈路，環球鏈路對於世界時頻標準的貢獻也將更為顯著。

### (2.2.C.5) 未來工作重點

除現有傳時鏈路之維持及精度提昇外，仍將致力於歐美傳時新鏈路的拓展，以擴大本實驗室比對範圍及國際影響力。然而，目前本實驗室所維持之傳時地面站設備多已陸續達到使用年限，隨時可能因設備老舊故障造成比對品質劣化或鏈路中斷。因此，持續地留

意比對實驗的品質並適當編列維修經費，才能使這些時頻比對的成果延續下去。

#### (2.2.C.6) 自評與建議

近年來，本實驗室進行多項傳時比對的成果，結合實驗室環境設備改善所取得的標準信號品質提昇，使得本室技術能力與重要性逐漸受到國際矚目與肯定。遺憾的是，計畫研發經費屢遭刪除，不僅國際合作方面逐漸喪失主導的影響力，技術發展的規劃也大受影響。期望不久的將來，計畫推動、審查單位及預算主管機關能夠適當磨合而逐步朝著正向發展，如此，實驗室技術的提昇與國際合作的推動，才能真正充分發揮而獲致更高的成效。

### (3) 能力試驗比對系統

本年度本工作項目主要是遠端頻率校正系統之推廣與應用、Software radio 系統架構在時頻領域之研究等項目。有關詳細執行情形如下所述：

#### (3.1) 遠端頻率校正系統之推廣與應用

##### (3.1.A) 遠端頻率校正系統之推廣

###### (3.1.A.1) 達成項目

通過標檢局對遠端頻率校正系統校正業務審查 (94.8)

###### (3.1.A.2) 執行內容(執行期間：94.01~94.12)

國家時間與頻率標準實驗室進行遠端頻率校正系統之開發，已在今年五月二日完成認證工作並正式進行遠端頻率的量測工作。以往客戶必需將其頻率源運送至國家時間與頻率標準實驗室進行量測，量測時間需時一天，如此造成許多不便，運送過程中也可能造成許多誤差。如果使用遠端頻率校正系統，客戶端不需將其頻率待校件拿到標準實驗室進行校正工作，可直接在客戶端進行量測。其原理是以兩部 GPS 接收機分別架設在客戶端與國家時間與頻率標準實驗室，並同時接收 GPS 衛星廣播的信息，經過分析後可得到客戶端頻率源相對於國家標準之頻率差，如此可提高校正的可靠度並達到高精度量測的要求。本系統由民國九十一年開始研發，於今年認證通過。目前主要服務對象為次級時頻實驗室，並預定在年底前舉辦業務說明會，希望有頻率校正需求的單位都能參與。

###### (3.1.A.3) 結果

93 年通過 ISO17025 評鑑。

94 年通過標檢局新校正業務審查。

###### (3.1.A.4) 應用及效益

使用遠端頻率校正系統，客戶端不需將其頻率待校件拿到標準實驗室進行校正工作，可直接在客戶端進行量測。如此可以規劃自動化遠端頻率監控系統，定期查核客戶端的頻率源品質，也可利用本系統在有頻率同步需求的通訊產業中。

###### (3.1.A.5) 未來工作重點

於實驗室舉辦校正業務研討會中說明本系統，使客戶瞭解並採用本系統，也希望增加此一新校正業務，能使校正件數增加，增加校正業務收入。未來將建立自動化系統，並將技術轉移至廠商，以此技術開發更多應用。

###### (3.1.A.6) 自評與建議

本系統歷經研發，系統建立與不確定度評估，一直到 ISO17025 通過，已經可以對外正

式服務。但因為硬體設備之費用仍然偏高，校正費用也偏高，剛開始推廣業務可能會面臨校正業務較少的窘境，希望本實驗室其他量測方式之費用調整後能解決此問題。

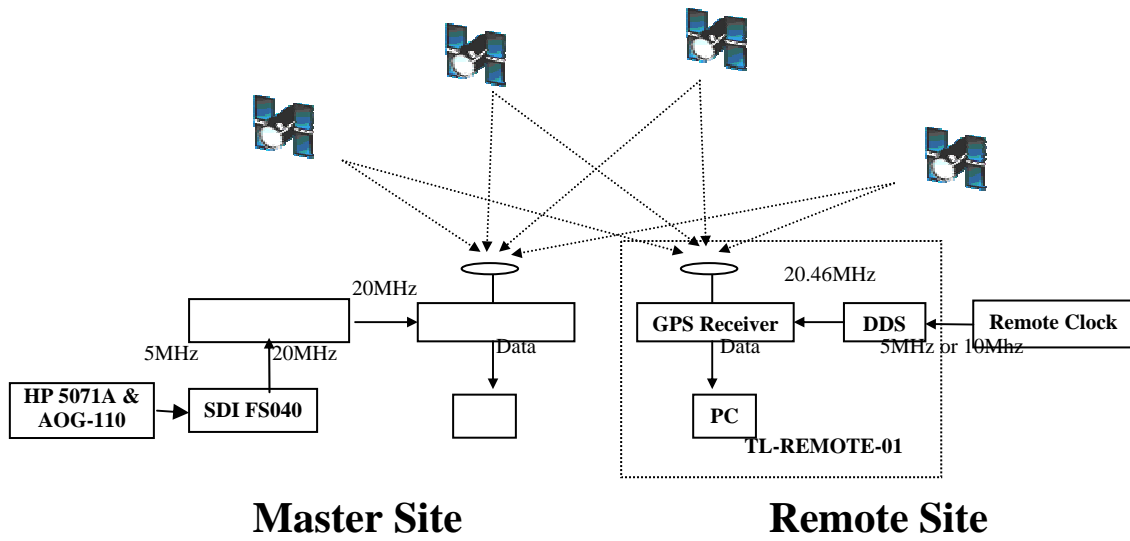


圖 3.1.A.1 遠端頻率校正系統方塊圖

### (3.1.B) 舉辦頻時校正業務研討會

#### (3.1.B.1) 達成項目

舉辦頻時校正業務研討會(94/8)

#### (3.1.B.2)執行內容(執行期間：94/01~94/9)

時間為七大基本量之一，其衍生之單位甚多，且對於各種量測標準之準確性影響深遠。目前國內所維持之度量衡標準中，時間標準是唯一直接參與維持國際度量衡局(BIPM)之標準者。

頻率與時間為一體兩面，應用範圍相當廣泛，無論在工業或民生方面，都有不同程度之需求及影響。為促進國內時頻量測技術之交流提昇，本實驗室乃規劃舉辦“國家時頻標準實驗室校正業務研討會”，會中將對各類時頻校正的原理、時頻校正之不確定度分析等主題作深入淺出的介紹，並且對未來時頻應用之推廣及需求進行溝通及討論。

#### (3.1.B.3)結果

校正業務說明會主要是向次級實驗室或相關的參與廠商說明本研究室目前之校正業務與運行現況。在說明會中，也將時頻相關的定義做說明。並將不確定度的計算與時頻校正原理做詳細的介紹。藉由此會議，也順便推廣新的校正業務—遠端頻率校正系統與相位雜訊量測。研討會於94年8月23日早上9點假經濟部標檢局四組舉辦。來賓包括來自次級實驗室的代表與相關業者計15個單位20人參加。並特別邀請財團法人全國認證基金會的黃鴻昌經理蒞臨指導。會議由本計畫主持人廖嘉旭先生擔任主席，議程安排陳商銜兄及張博程兄以技術專家身分，針對「時頻校正原理介紹」、「不確定度評估」、「遠端頻率校正服務」及「相位雜訊量測」做詳細的解說。黃鴻昌經理也將CNLA認證業務現況做一些說明。最後綜合討論由本實驗室人員、黃經理與四組許景行科長以及各實驗室代表進行意見交換，會議於中午13時圓滿結束。會議結束後，本實驗室會將來賓回覆之問卷彙整後，作為本實驗室未來發展的參考。會議時間表如下：

表 3.1.B.1、研討會時間表

時間	研討會內容		講師
0830 ~0900	報到		●黃鴻昌 經理 財團法人全國認證基金會 ●張博程 國家時頻標準實驗室 專案副研究員 ●陳商銜 國家時頻標準實驗室 專案副研究員
0900 ~0910	貴賓致詞		
0910 ~0930	國家時頻標準實驗室介紹		
0930 ~0950	CNLA 認證業務現況介紹		
0950 ~1030	時頻校正原理介紹 不確定度評估研討		
1030 ~1050	break		
1050 ~1130	遠端頻率校正服務及 相位雜訊量測介紹		
1130 ~1200	議題討論	*未來能力試驗活動規劃 *CNLA 認證相關事宜 *技術移轉討論 *問卷回覆	
1200 ~1230	綜合討論		

#### (3.1.B.4)應用及效益

在研討會中向次級實驗室或相關的參與廠商說明本研究室目前之校正業務與運行現況，可幫助本實驗室業務的推廣。而將不確定度的計算與時頻校正原理做詳細的介紹，可以使參與的廠商對此領域較為不了解的地方，獲得較為完整的認識，有助於提昇國內整體的校正能力。在推廣遠端頻率校正系統與相位雜訊量測方面，這是第一次在公開場合向各界介紹本室最新的校正業務，可助於新業務的推廣工作。

#### (3.1.B.5)未來工作重點

本次研討會十分成功，會中請廠商填寫問卷，也認為此說明會有助於校正領域的品質提昇，希望能以定期舉辦的方式來增進交流。本室也考慮規劃此說明會為定期召開的會議。會中也討論到 95 年度能力試驗比對的相關時程與技術問題，希望在明年能進行能力試驗比對工作。

#### (3.1.B.6)自評與建議

研討會中主要報告的人員大部份為本室同仁，希望以後能以邀稿或推薦的方式請其他在此領域傑出的廠商參與發表，分享校正領域的心得，廠商可互相觀摩，有助於彼此的交流。

### (3.1.C)問卷調查與分析

#### (3.1.C.1) 達成項目

完成問卷調查與分析 94/10

#### (3.1.C.2)執行內容(執行期間：94/01~94/10)

設計問卷，以設備送校之廠商為對象，於本年度辦理實驗室校正業務研討會之會場進行問卷調查，期能瞭解廠商之校正需求，使未來計畫之規劃與發展更能符合業界的期望。

#### (3.1.C.3)結果

問卷之內容與調查結果如下頁附表。

#### (3.1.C.4) 自評與建議

本年度時頻實驗室客戶服務問卷調查為試辦性質，目的是初步瞭解設備送校廠商之時頻信號精度需求，及對於目前本實驗室所提供時頻服務之意見。由調查結果可看出業界對時頻準確及穩定度之要求還是相當高的。然而，因為調查對象有限，調查結果之代表性不足，且未能確知廣泛而具體的需求。未來將以此試辦經驗為基礎，擴大調查範圍，以期對產業界的時頻信號需求進行廣泛而深入的瞭解。

#### (3.1.C.5)未來工作重點

未來將持續辦理問卷調查，並將調查之範圍擴大，以充分瞭解社會大眾對於國家時頻標準的需求，進而規劃發展出滿足民眾所需要的時頻服務。

#### (3.1.C.6) 自評與建議

本年度於辦理實驗室校正業務研討會之同時進行問卷調查，期能瞭解來校廠商之校正需求，未來將辦理問卷調查將把調查之範圍擴大，以充分瞭解社會大眾對於國家時頻標準的需求，進而規劃發展出滿足產業及民眾所需要的時頻服務。

◆問卷回收 17 份

國家時間與頻率標準實驗室 客戶服務問卷及統計資料

一、電話網路電腦校時服務(TCTS)服務

您是否曾使用 TCTS 服務? 是： 2 否： 15

您使用 TCTS 之週期為何? 每日數次、每日一次、每週一次、  
每週少於一次

您使用 TCTS 服務是否有失敗的情形? 經常、偶而、很少、沒有

目前 TCTS 服務之品質是否符合您的需求? 是、否

二、網際網路校時(NTP)服務

您是否曾使用 NTP 服務? 是： 4 否： 13

您使用 NTP 之週期為何? 每日數次、每日一次(1)、每週一次(1)、  
每週少於一次(2)。

您使用 NTP 服務是否有失敗的情形? 經常、偶而(1)、很少、沒有

目前 NTP 服務之品質(準確度、可靠性)是否符合您的需求? 是、否

三、貴單位是否有時頻標準器校正追溯之需求? 有： 16 無： 1(但客戶有需求)

四、貴單位時頻標準追溯，影響下游客戶之數量為何?

內部校正：1, 少：4, 200~500：3, 1000~1500：1, 非常大：1

五、您對於本實驗室目前所提供標準件校正服務或各類校時服務之改進或性能提昇的建議。

◆時間 1pps 校正是否可提供 EMI 量測 QP Pulse Generator 之追溯?

◆可加速落實遠端校正系統普及化。

六、您的工作領域為:

校正實驗室： 14 管理： 2 認證： 1

七、您工作所需要標準時頻信號之準確或穩定度為何?

10E-9 以下： 4 10E-10： 2 10E-11： 2 10E-12 以上： 5

八、您對於本實驗室新增時頻服務之建議?

◆基頻以外的服務，如：射頻、微波。

◆長期而言，可否保留有客戶可看到自己聯絡次數、日期、校時資料、數據之檔案。

九、其他建議? 無

### (3.2) Software radio 系統架構在時頻領域之研究

#### (3.2.A) Software radio 系統架構在時頻領域之研究

##### (3.2.A.1) 達成項目

完成 Software radio 系統架構在時頻領域之研究(94.12)

##### (3.2.A.2)執行內容(執行期間：94.01~94.12)

隨著時頻標準元件之穩定度與精確度之要求已達到  $1E-13$  的等級，其相關的量測設備也須隨之更新，以符合所需。本計劃希望以目前十分成熟的基頻通訊科技，來應用於相位與頻率之量測。利用 software radio 進行基頻解調處理並進行程序控制，預期可達成相位與頻率量測。因為目前基頻通訊科技已經發展出可程式控制之基頻處理系統—Software radio，其架構可使基頻端之解調與偵測相位差之工作以程式編寫的方式來完成，在設計上十分有彈性。以目前業界將通訊基頻設定在 20MHz 左右，有許多元件如數位取樣(A/D)與數位處理器(DSP)都已經能符合通訊基頻可程式控制之架構。而時頻標準元件所產生之頻率為 5MHz 與 10MHz 與目前通訊基頻之頻段相近，可利用現有的元件設備進行程式之編寫，以符合相位與頻率量測的需求。目前希望先進行相關的設備研究，並進行相關設備的採購，希望能進行相位量測方面的研究。

##### (3.2.A.3)結果

本實驗室研發高精度頻率計數器，已經成功研發出高精度的頻率量測設備，其原理是以高速類比轉數位轉換器(ADC)取樣，並經由數位信號處理器(DSP)計算後得出高精度頻率量測值。目前儀器廠商開發出的頻率量測備在 1 秒 GATE-TIME 的量測設定中，解析度約在  $1e-10$ 。本系統開發出的高精度計數器可在同樣的 1 秒 GATE-TIME 中，解析度可達  $3e-13$ 。本系統可量測小於 1 秒 GATE-TIME 的量測設定，其 GATE-TIME 最小設定為  $1\mu$  秒，如此可以方便評估其短時間的頻率特性。其量測解析度與 GATE-TIME 成三次方開根號反比，如此比一般計數器更為精確。

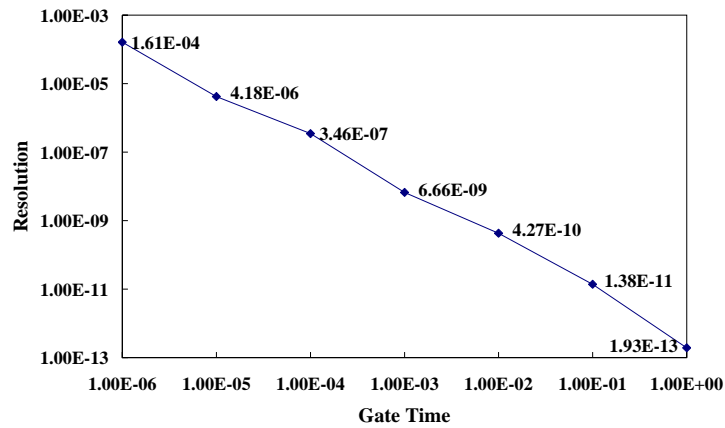


圖 3.2.A.1 System resolution in every gate time.

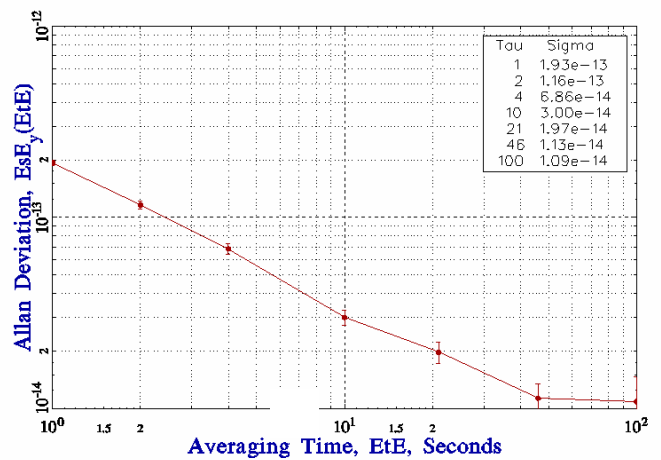


圖 3.2.A.2 Frequency stability in the 1s gate.

#### (3.2.A.4)應用及效益

利用 software radio 進行基頻解調處理並進行相位與頻率量測，其所需之設備費用較同等級之相位量測設備便宜許多。除此之外，數位積體電路使設備可小型化，並且數位取樣處理擁有不易受雜訊干擾的優點。

#### (3.2.A.5)未來工作重點

希望開發成時頻量測設備，以提昇本實驗室之量測水準，並將此技術推廣轉移至有需求之廠商。

#### (3.2.A.6)自評與建議

本系統已經完成雛型系統之架設，而系統以實驗量測最佳的解析度，也符合電腦模擬的結果。可依此架構開發時頻量測設備，如相位比較器與相位雜訊分析儀。

### (3.2.B) 開發高精度計數器之研究

#### (3.2.B.1) 達成項目

完成開發高精度計數器之研究技術報告(94/11)

#### (3.2.B.2) 執行內容(執行期間：94/01~94/12)

因為時頻標準元件之穩定度在一秒的區間已提昇至  $2 \times 10^{-11}$  到  $5 \times 10^{-12}$  之水準，而一般計數器解析度約在  $3 \times 10^{-10}$ ，在短區間之量測解析度已無法滿足量測需求。另一方面，隨著電子產品的發展，高速的數位信號處理器 DSP 與高速的類比與數位取樣器 ADC 在性能上有不錯的發展，在價位上也隨著技術成熟而降低。數位信號處理器與高速的類比與數位取樣器通常使用在基頻處理上，而基頻的主要頻譜約在 20MHz 左右，十分適合用在時頻元件的信號處理上。本研究以本實驗室之標準信號作為 ADC 之參考基頻，並直接以 ADC 取樣時頻元件的信號，再將數位化的資料傳給 DSP 處理，而 DSP 主要用來做大量資料平均的工作，如此可降低取樣的雜訊，並提高量測的解析度。因為以本實驗室之標準信號作為 ADC 之參考基頻，可以量測出待校件與標準信號之相位差異，如此可計算出頻率差，達到校正頻率源的目的。

在我們的系統中，我們使用了 ADC 取樣待校件的輸出信號，並先將資料儲存在 FPGA (Field Programmable Gate Array) 中，FPGA 的主要功能為資料處理的緩衝器。FPGA 將資料包裝成一頁一頁的封包，並將資料傳給 DSP 來處理。我們將頻率標準源作為 ADC 之參考頻率，如此可藉由取樣的資料評估出待校件與頻率源的頻率差。圖 3.2.B.1 為系統示意圖。

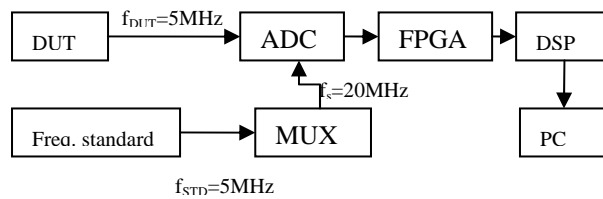


圖 3.2.B.1. 系統示意圖

我們以倍頻器將標準頻率信號從 5MHz 倍頻至 20MHz 並以此頻率作為 ADC 之取樣頻率。而待校件的輸出頻率為 5MHz，如此每個取樣點轉換成相位約相差  $90^\circ$ ，圖 3.2.B.2 為取樣之示意圖。

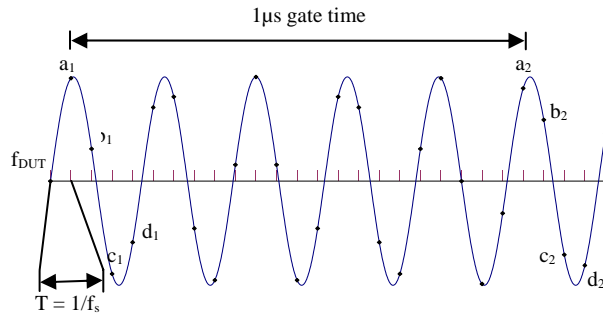


圖 3.2.B.2 取樣示意圖

DSP 平均 ADC 取樣資料，但是因為 DSP 處理速度的問題，無法處理 20MS/s 的資料，所以我們設定最小的 gate time 為 1µs。為了比較資料處理有平均與未平均的差別，我們先將未平均的取樣資料在各個 gate time 的處理情形表示如下。

在 1µs gate 時，取樣資料表示為  $S_{a,1\mu s}$ 、 $S_{b,1\mu s}$ 、 $S_{c,1\mu s}$ 、 $S_{d,1\mu s}$ ：

$$\begin{aligned} S_{a,1\mu s} &= \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_N\} \\ S_{b,1\mu s} &= \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_N\} \\ S_{c,1\mu s} &= \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_N\} \\ S_{d,1\mu s} &= \{d_1, d_2, d_3, \dots, d_N\} \end{aligned}$$

在 10µs gate 時，取樣資料表示為  $S_{a,10\mu s}$ 、 $S_{b,10\mu s}$ 、 $S_{c,10\mu s}$ 、 $S_{d,10\mu s}$ ：

$$\begin{aligned} S_{a,10\mu s} &= \{a_1, a_{11}, a_{21}, \dots, a_{10 \times N + 1}\} \\ S_{b,10\mu s} &= \{b_1, b_{11}, b_{21}, \dots, b_{10 \times N + 1}\} \\ S_{c,10\mu s} &= \{c_1, c_{11}, c_{21}, \dots, c_{10 \times N + 1}\} \\ S_{d,10\mu s} &= \{d_1, d_{11}, d_{21}, \dots, d_{10 \times N + 1}\} \end{aligned}$$

在 1s gate 時，取樣資料表示為  $S_{a,1s}$ 、 $S_{b,1s}$ 、 $S_{c,1s}$ 、 $S_{d,1s}$ ：

$$\begin{aligned} S_{a,1s} &= \{a_1, a_{10^6+1}, a_{2 \times 10^6+1}, \dots, a_{N \times 10^6+1}\} \\ S_{b,1s} &= \{b_1, b_{10^6+1}, b_{2 \times 10^6+1}, \dots, b_{N \times 10^6+1}\} \\ S_{c,1s} &= \{c_1, c_{10^6+1}, c_{2 \times 10^6+1}, \dots, c_{N \times 10^6+1}\} \\ S_{d,1s} &= \{d_1, d_{10^6+1}, d_{2 \times 10^6+1}, \dots, d_{N \times 10^6+1}\} \end{aligned}$$

將取樣資料轉換成相位差與頻率差表示如下：

相位差：

$$P_d(i) = \tan^{-1} \left( \frac{S_{a,Gt}(i) - S_{c,Gt}(i)}{S_{b,Gt}(i) - S_{d,Gt}(i)} \right) \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{4}{f_s} \cdot (-1) \dots \dots \dots (1)$$

頻率差：

$$y(i+1) = \frac{p_d(i+1) - p_d(i)}{Gt} \cdot (-1) \dots \dots \dots (2)$$

$i$  is an integer and  $1 < i < N$   
 Gt: Gate time  
 $f_s$ : sample frequency

在無平均處理與白雜訊的狀況下 1µs-gate 的解析度約為 1s-gate 的  $10^6$  倍。經過我們的

測試，1s-gate 的解析度約為  $2 \times 10^{-10}$ 。這與市面上的一般計數器的解析度相當。在我們的系統，我們以 DSP 作取樣資料的平均處理，平均處理表示如下。

在  $10\mu\text{s}$  gate 時，取樣資料表示為  $S_{a,10\mu\text{s}}$ 、 $S_{b,10\mu\text{s}}$ 、 $S_{c,10\mu\text{s}}$ 、 $S_{d,10\mu\text{s}}$ ：

$$S_{a,10\mu\text{s}} = \left\{ \sum_{n=1}^{10} a_n, \sum_{n=11}^{20} a_n, \sum_{n=21}^{30} a_n, \dots, \sum_{n=10(N-1)+1}^{10N} a_n \right\}$$

$$S_{b,10\mu\text{s}} = \left\{ \sum_{n=1}^{10} b_n, \sum_{n=11}^{20} b_n, \sum_{n=21}^{30} b_n, \dots, \sum_{n=10(N-1)+1}^{10N} b_n \right\}$$

$$S_{c,10\mu\text{s}} = \left\{ \sum_{n=1}^{10} c_n, \sum_{n=11}^{20} c_n, \sum_{n=21}^{30} c_n, \dots, \sum_{n=10(N-1)+1}^{10N} c_n \right\}$$

$$S_{d,10\mu\text{s}} = \left\{ \sum_{n=1}^{10} d_n, \sum_{n=11}^{20} d_n, \sum_{n=21}^{30} d_n, \dots, \sum_{n=10(N-1)+1}^{10N} d_n \right\}$$

在 1s gate 時，取樣資料表示為  $S_{a,1\text{s}}$ 、 $S_{b,1\text{s}}$ 、 $S_{c,1\text{s}}$ 、 $S_{d,1\text{s}}$ ：

$$S_{a,1\text{s}} = \left\{ \sum_{n=1}^{10^6} a_n, \sum_{n=10^6+1}^{2 \times 10^6} a_n, \sum_{n=2 \times 10^6+1}^{3 \times 10^6} a_n, \dots, \sum_{n=(N-1) \times 10^6+1}^{N \times 10^6} a_n \right\}$$

$$S_{b,1\text{s}} = \left\{ \sum_{n=1}^{10^6} b_n, \sum_{n=10^6+1}^{2 \times 10^6} b_n, \sum_{n=2 \times 10^6+1}^{3 \times 10^6} b_n, \dots, \sum_{n=(N-1) \times 10^6+1}^{N \times 10^6} b_n \right\}$$

$$S_{c,1\text{s}} = \left\{ \sum_{n=1}^{10^6} c_n, \sum_{n=10^6+1}^{2 \times 10^6} c_n, \sum_{n=2 \times 10^6+1}^{3 \times 10^6} c_n, \dots, \sum_{n=(N-1) \times 10^6+1}^{N \times 10^6} c_n \right\}$$

$$S_{d,1\text{s}} = \left\{ \sum_{n=1}^{10^6} d_n, \sum_{n=10^6+1}^{2 \times 10^6} d_n, \sum_{n=2 \times 10^6+1}^{3 \times 10^6} d_n, \dots, \sum_{n=(N-1) \times 10^6+1}^{N \times 10^6} d_n \right\}$$

相位差與頻率差可由 (1) 和 (2) 轉換。如此有平均處理後， $1\mu\text{s}$ -gate 的解析度為 1s gate 的  $10^9$  倍。經過測試後 1s-gate 的解析度約為  $2 \times 10^{-13}$ ，所以本系統的解析度遠高於市面上一般的系統。

### (3.2.B.3) 結果

我們測試了 gate-time 從  $1\mu\text{s}$  到 1s。在我們的測試中，我們以氫原子鐘為待校件也將其設為標準頻率來進行自我測試，因為氫原子鐘的一秒區間穩定度為  $2 \times 10^{-13}$ ，所以輸入至 ADC 作頻率基準的雜訊十分小。我們每個 gate time 紀錄 4000 筆資料，並將其轉換成相位與頻率差。我們將相位與頻率差在每個 gate time 之結果如圖 3.2.B.3。在圖中可以看出因為隨著 gate time 的時間變長，可以平均的取樣資料也隨著增加，如此可以改善取樣中的量化誤差，所以量測精確度也變的更好。在每個 gate time 的穩定度圖中，也可反映出平均的取樣資料增加，穩定度也會隨著提升。

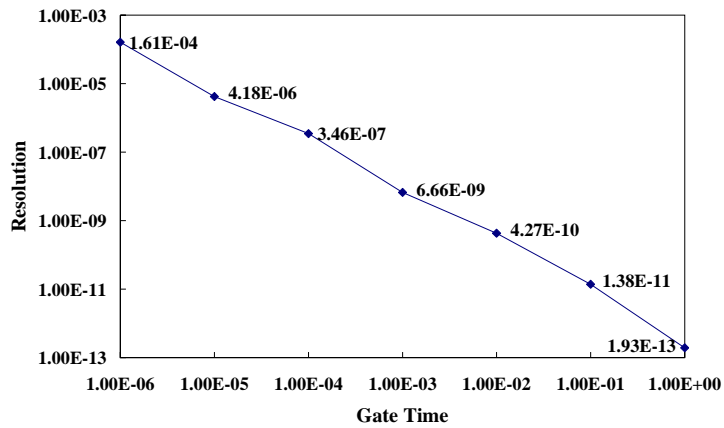


圖 3.2.B.3. 在每一個 gate time 之解析度

#### (3.2.B.4)應用及效益

我們設計了一套高精確度的相位與頻率量測儀器，解析度隨著 gate time 與取樣的數量開根號成反比。在我們的測試中，在 1s 的 gate time 約在  $1.93 \times 10^{-13}$ 。本系統的解析度遠高於市面上一般的系統，而且價位更為便宜。

#### (3.2.B.5)未來工作重點

在本系統仍然有一些技術問題需要克服，在 DSP 中的計算速度與記憶體容量關係著解析度的極限，隨著 DSP 技術的進步，我們將嘗試新的技術來提高量測解析度的極限。

#### (3.2.B.6)自評與建議

本系統已經完成雛型系統之架設，而系統以實驗量測最佳的解析度，也符合電腦模擬的結果。可依此架構開發時頻量測設備，如相位比較器與相位雜訊分析儀。本工作將於來年申請相關專利及尋求與廠商合作機會。

#### (4)其他工作

##### (4.1)低頻時頻廣播電台建置之規劃

###### (4.1.1) 達成項目

此為新興工作計畫，完成計畫書送經濟部審查。

###### (4.1.2)執行內容(執行期間：94.01~94.12)

整理低頻廣播相關技術資料，聯絡廠商進行經費、用地及建設時程等的評估，規劃並撰寫完成低頻時頻廣播電台建置計畫書，並將依據預算爭取之情況進行後續工作。

###### (4.1.3)結果

計畫書完成之後，擬向經建會或其他相關主管機關提出申請，期能爭取預算以進行電台建設，進而對社會大眾提供精準的無線時頻廣播服務。

###### (4.1.4)應用及效益

進行低頻時頻廣播服務之預期效益簡述如下：

- 低頻廣播的時間同步可優於 100  $\mu$ s(傳播延遲已知)。因此更準確的時間 信號可以廣泛的被運用，如自動校時的手錶、時鐘...等。不僅使用方便，更能為鐘錶業提供大量的商機。時間碼接收技術並不複雜，國外如：德、日、英、美等先進國家早有商品銷售。德國更有 20% 以上比例的鐘錶為此自動校時的產品。
- 許多公共場所的掛鐘，可透過低頻廣播的時間信號自動校正，不僅減輕繁瑣的調校、維護工作，民眾更能輕易地接收到準確的時間。
- 交通號誌、公共運輸及航空站等，均可透過接收標準時間信號，達到時間同步及準確控制的需求。
- 資訊設備、電子通信可透過無線方式校正內部時間，達到時間同步的需求。
- 低頻廣播頻率信號的準確度約為  $10^{-10}$ ~ $10^{-11}$ ，可提供儀器作自動校正的標準參考信號。
- 此外，電力公司、電視廣播公司、石油工業、大眾運輸工具等，均可透過接收低頻廣播信號，輕易取得標準時間而加以運用。

###### (4.1.5)未來工作重點

為提供社會大眾更準確、更便利的無線時間同步服務，此計畫未來工作重點是積極爭取建設經費，擬定詳細規格，嚴格要求施工品質，以完成性能優良低頻時頻廣播電台之建設。

###### (4.1.6)自評與建議

低頻廣播是世界先進國家發展多年的成熟技術，對目前快速發展的交通、資訊、通信

等產業，乃至日用民生各方面時間同步之需求，都有極大影響與助益，建請主管機關支持此一利國便民的建設計畫。

## (4.2) 爭取國家太空中心衛星地面站設置計畫

### (4.2.1) 達成項目

此為臨時工作計畫，完成合作評估。

### (4.2.2) 執行內容(執行期間：94.05~94.6)

NSPO (國家太空中心) 於 5/20 日公告「衛星地面站建站徵求合作計畫」，準備尋求建站合作單位並籌組衛星地面站操作維護團隊，執行福爾摩沙系列衛星與其它衛星之任務操控及地面站維護等相關工作。本實驗室與中華電信公司相關單位咸認為，競得本合作計畫有助於增加實驗室營收及提升衛星業務之廣度及深度。本實驗室利用多年衛星雙向傳時實驗技術，整理相關技術資料，進行經費、用地及建設時程等評估，進行爭取國家太空中心衛星地面站設置後續工作。

### (4.2.3) 結果

國家太空中心「衛星地面站建站徵求合作計畫」，尋求建站合作單位並籌組地面站操作維護團隊，執行福爾摩沙三號低軌道衛星之任務；其地面站總重 35 噸、仰角 10 度並須 360 度接收訊號，抗震程度為芮氏七級，平常維運需常態班，其設站與維運可能須延續二十年。經初步評估本實驗室團隊所建議之候選地點必須具備的基本條件之 8 項必要條件，及利於衛星任務運作或更能發揮地面站之整體效益之 4 項充分條件大都能符合。但因時間緊湊，來不及請結構技師精算建議候選地點之頂樓承載強度及抗震程度是否可抗芮氏七級等安全因素未明，故停止此與國家太空中心之建站合作計畫。

### (4.2.4) 應用及效益

進行衛星地面站建站合作計畫之預期效益簡述如下：可逐年編列系統維運收入，擴大實驗室衛星服務版圖，又可提升實驗室形象對參與 NSPO 後續計畫具有加分的作用。經本合作案可獲得低軌衛星之相關技術及維運經驗，作為提供國際 TT&C 及衛星操控等服務之籌碼。

### (4.2.5) 未來工作重點

實驗室應繼續提升衛星業務之廣度及深度，除能應用於國際比對外，亦能計畫提供社會大眾更準確、更便利的衛星無線時間同步服務，更能仿效歐、美、日國家時頻機構爭取與國家太空機構及國防機構之應用作準備。

### (4.2.6) 自評與建議

委員們多年來建議本實驗室尋求與國內研究機構之合作機會，本衛星地面站建站合作案係利用本實驗室發展多年衛星雙向傳時系統建設與維運經驗的成熟技術，後雖因故停止此與國家太空中心之建站合作計畫，但該中心對實驗室已稍有了解，未來若有適當合作機會，該中心應會通知本實驗室來加以爭取。

### 三、結論與建議

- (一) 本年度計畫之執行，承蒙標準檢驗局、各位評審委員之不吝指導及本所各級長官暨相關同仁的協助，工作符合原定目標，預算動支也順利約為 99.88 %。
- (二) TL 長期維持時間與頻率之國家標準，並善盡維持世界時頻標準之責任。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，於國際原子時之貢獻度與國際標準實驗室相較亦不惶多讓。
- (三) 本實驗室今年度進行全國認證基金會之 TAF CNLA 實驗室監督評鑑，現場評鑑之評審委員滿意本實驗室 ISO17025 之維持，沒有開出 NCR。此乃是同仁平日之努力及周詳之準備，獲評審委員肯定之結果。
- (四) 目前國際多數時頻實驗室是以 GPS 進行國家間時間與頻率信號的比對工作，因此傳時系統的巡迴校正工作將直接影響各實驗室間時間誤差量及不確定度，有鑒於此項工作的重要性，BIPM 與 APMP 會定期舉辦此類傳時系統之巡迴校正實驗，邀請各國家時頻實驗室參與，以維持國際原子時比對實驗的正確性及相互認可協議之要求。本年度本實驗室分別參加 BIPM 與 APMP 之巡迴校正，參與此類巡迴校正實驗，可提升本實驗室在國際間相關領域知名度，更可藉由參與此類活動提高本實驗室相關研究水準，提昇本實驗室地位。
- (五) 由於台灣所處的緯度適中，非常適合作為衛星雙向傳時實驗連接歐洲及美洲的據點。因此本實驗室除參加環太平洋實驗網路之外，也積極規劃建立與澳洲及歐、美標準實驗室的衛星鏈路，以實現建立環球傳時網路的目標。衛星雙向傳時工作小組每年舉辦一次小組成員會議，本年度於荷蘭 VSL 舉行，本實驗室以 TWSTFT 地面站校正實驗，在會場中進行報告並討論，結果獲與會專家之讚賞。這對傳時技術提昇之肯定及本國實驗室重要性之提高，均有助益。
- (六) 近年來，本實驗室進行多項傳時比對的成果，結合實驗室環境設備改善所取得的標準信號品質提昇，使得本室技術能力與重要性逐漸受到國際矚目與肯定。遺憾的是，計畫研發經費屢遭刪除，不僅國際合作方面逐漸喪失主導的影響力，技術發展的規劃也大受影響。期望不久的將來，計畫推動、審查單位及預算主管機關能夠適當磨合而逐步朝著正向發展，如此，實驗室技術的提昇與國際合作的推動，才能真正充分發揮而獲致更高的成效。

- (七)目前關於計畫執行，最另人感到挫折的是計畫同仁耗費心力與時間規劃方向，努力提升實驗室的技術能力及重要性，但預算卻逐年大幅刪減。而且總預算的刪減與計畫優劣毫不相干，不僅是計畫的推行上有很深的無力感，對技術發展的前景也很另人憂心，希望主管機關與委員們能在相關場合，適時大力地為標準計畫爭取資源。
- (八)中華電信已民營化，關於標準計畫的未來定位及發展，受限於實驗室位階太低，根本無力置喙，希望主管機關能站在主導的立場，將計畫歸屬及發展導引至適當的方向，使實驗室的技術專長充分發揮，才能展現出國家實驗室應有的規模與價值。

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
無一百萬元以上儀器設備					

(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	發表日期	作者	頁數	期刊(會議)名稱	國家
期刊 (SCI/EI)	1	Performance testing of time comparison using GPS smoothed P3 code and IGS ephemerides	94.04	彭新民 廖嘉旭 黃正光	4	IEEE Transaction on Instrument and Measurement, Vol. 54, No. 2	美國
期刊 (SCI/EI)	2	Highly accurate real-time GPS carrier phase disciplined oscillator	94.04	程佳龍 張帆人 涂昆源	6	IEEE Transaction on Instrument and Measurement, Vol. 54, No. 2	美國
期刊 (SCI/EI)	3	The effects of the pre-reversal ExB drift, the EIA asymmetry, and magnetic activity on the equatorial spread F during solar maximum	94.03	李建志 劉正彥 B. W. Reinisch 陳瑋陞 褚芳達	7	Annales Geophysicae, Vol. 23	法國
國際研討會	4	Design and Implementation of a Standard Time Tracking and Keeping System for The Real Time clock	94/3/24	林清江 廖嘉旭	5	Europeau Frequency and Time Forum 2005	法國
國際研討會	5	Using DSP Technique Average ADC Simples for Improving the Frequency Measurement Resolution	94/3/24	陳商銜 廖嘉旭	5	Europeau Frequency and Time Forum 2005	法國
國際研討會	6	The Calibration Device for TWSTFT station at TL	94/8/29~ 94/8/31	林晃田 曾文宏 林信嚴 廖嘉旭	4	IFCS-PTTI 2005	加拿大
國際研討會	7	Concurrent study of digisonde spread F and GPS phase fluctuation in the equatorial ionosphere during solar maximum	94.05.09-14	陳瑋陞 李建志 劉正彥 褚芳達 B. W. Reinisch	9	The 11th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA) 2005	中華民國
國際研討會	8	The climatology of ionospheric irregularities observed by using GPS phase fluctuations on the west side of South America	94.07.18-22	褚芳達 李建志 陳瑋陞 劉正彥	8	International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) 20005	法國

國際研討會	9	The Study of Spread F and GPS Phase Fluctuation at Taiwan	94/12/05-09	陳璋陞 劉正彥 李建志 褚芳達	5	2005 AGU Fall meeting, American Geosciences Union (AGU)	美國
國內期刊	10	遠端頻率校正	94.8	陳商銜	8	標準與檢驗	中華民國
國內研討會	11	國家標準時間的維持	94.8.23	曾文宏 林信嚴 廖嘉旭	7	九十四年度國家時頻標準實驗室校正業務研討會	中華民國
國內研討會	12	可信賴的分散式標準時間服務架構	94.12.15-16	丁培毅 徐家暉 倪行健 褚芳達	9	全國計算機會議 (National Computer Symposium, NCS)	中華民國
國內研討會	13	相位雜訊量測介紹	94.8.23	張博程 林信嚴 廖嘉旭	6	九十四年度國家時頻標準實驗室校正業務研討會	中華民國
國內研討會	14	振盪器頻率穩定度與相位雜訊量測技術 Frequency Stability of an Oscillator and Phase Noise Measurement Technique	94.8.23	張博程 廖嘉旭	9	九十四年度國家時頻標準實驗室校正業務研討會	中華民國
國內研討會	15	時頻校正原理與不確定度評估	94.12.23	張博程 林晃田 廖嘉旭	7	九十四年度中華民國計量研討會	中華民國

## 文件報告一覽表

編號	報 告 名 稱	作 者	刊出日期	頁數	語文	機密等級
1	SBAS 傳時系統研究	彭新民	94/6/15	11	中文	普通
2	GPS 載波相位頻率同步系統	涂昆源	94/6/15	15	中文	普通
3	短週期頻率穩定度量測技術之現況	張博程	94/7/15	7	中文	普通
4	類比時間碼校時伺服系統研製規劃報告	林清江	94/8/15	11	中文	普通
5	環球傳時鏈路之建立與維持	林晃田	94/12/15	5	中文	普通
6	短週期頻率穩定度量測技術之提昇	張博程	94/12/15	7	中文	普通
7	自主性 GPS 共視系統之建立	彭新民	94/12/15	7	中文	普通
8	衛星雙向傳時自動化操作分析報告	曾文宏	94/12/15	18	中文	普通
9	開發高精度計數器之研究	陳商銜	94/12/15	10	中文	普通
10	完成舉辦時頻校正業務研討會	陳商銜	94/08/25	11	中文	普通
11	完成類比時間碼校時伺服系統離型	林清江	94/11/20	4	中文	普通
12	完成國家時頻標準與性能增進與傳遞服務	褚芳達	94/11/21	19	中文	普通
13	遠端頻率校正系統之標準作業程序(v.2.0)	陳商銜	94.05	11	中文	普通
14	遠端頻率校正系統之不確定度評估(v.2.0)	陳商銜	94.05	5	中文	普通

### 研討會與展示一覽表

編號	研討會或展示名稱	地點	主辦單位	起迄日期	人次	型態
1	中山科學研究院電子系統研究所參訪	中壢	中華電信研究所	94.07.07	3	討論與展示
2	國立勤益技術學院電子工程系參訪	中壢	中華電信研究所	94.08.06	3	討論與展示
3	94年度國家時頻實驗室校正業務研討會	台北	中華電信研究所與標準檢驗局	94.08.23	20	研討會
4	海軍通信系統指揮部參訪	中壢	中華電信研究所	94.09.07	12	討論與展示
5	媒體記者參訪	中壢	中華電信研究所	94.09.13	12	展示
6	加拿大CRC總裁等人	中壢	中華電信研究所	94.09.30	3	展示
7	海軍通信系統指揮部參訪	中壢	中華電信研究所	94.09.07	5	討論
8	“創新科技、活力經濟”總統府前成果展	台北	經濟部	94.12.04	100	展示

### 專利申請一覽表

編號	專利名稱	撰寫人	國家	類別	申請日期	備註
1	利用GPS訊號達成高精度頻率同步系統	涂昆源	中華民國	發明	94.11	

## 技術創新一覽表

編號	技術創新名稱	開發者
1	自主性 GPS 共視系統之建立	彭新民
2	衛星雙向傳時自動化操作	曾文宏
3	開發高精度計數器	陳商銜
4	類比時間碼校時伺服系統雛型	林清江

(三) 研究成果統計表

成果項目 分項計畫名稱	年度	預算 (千元)	國際 比對 件/次	參與國 際會議 次	國際標準 比較 佔國際標 準權重	合作研 究 大學數 博士生	專利/ 著作 權 (項數) 申請	論文 (篇數)		技術 文件 (篇數)	技術 創新 (項數)	校時服 務 (次/日)	服務收 入(千 元)  (成長 比例)	技術 服務		說明會 展示		
								國內	國外 /SCI					項 數	廠 家	場 次	人 數	日 數
建立及 維持國 家時間 與頻率 標準	94	35,074	5	3	>3 %	1 1	1	5	10 3	14	4	>450 萬	367 -4%	37	22	8	158	8
	93	39,243	5	3	>3 %	2 1	1	3	11 2	14	6	>400 萬	382 15%	40	24	4	325	4
	92	39,243	4	4	>2.5%	2 1		5	8	14	6	>350 萬	330 0%	34	23	1	15	1
	91	39,243	3	3	>2%	2 1		4	8	13	6	>300 萬	331	37	22	3	37	4

註：(1)技術創新一欄中所調產品係指模型機、零組件、新材料等。

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Highly Accurate Real-Time GPS Carrier Phase-Disciplined Oscillator		
撰寫人	程佳龍		張帆人	
撰寫日期	中華民國 94 年 4 月 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	Atmospheric delay			
	disciplined oscillator			
	neuralwavelet			
<p>內容摘要：</p> <p>A low-cost highly accurate real-time GPS carrier phase disciplined oscillator system based on a single-frequency receiver is presented. In order to estimate the average frequency offsets of an oven-controlled crystal oscillator (OCXO) with respect to the GPS, the OCXO was connected to a modified GPS receiver to replace its original oscillator. Hence, the behavior of the OCXO was determined from the GPS carrier phase observations. The average frequency offsets of the OCXO with respect to the GPS could be estimated by performing difference operations on carrier phase observations of all satellites in view between two measurement epochs. To overcome the interference coming from the atmospheric delay, a real-time dynamic neural-wavelet forecasting filter was proposed. The parameters of the filter were obtained according to the results of a three-day experiment, in which the GPS carrier phase observations of a stand-alone configuration and a common-view configuration were compared. The compressed average frequency offsets were then used by the neural model predictive controller (MPC) for steering the OCXO via D/A converters. From our experiments, the normalized frequency offset of the disciplined OCXO could be improved from about two parts in 10<sup>9</sup> to about three parts in 10<sup>14</sup>, and the frequency stability (MDEV) could be improved from about eight parts in 10<sup>10</sup> to about four parts in 10<sup>14</sup> over 24 h.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Performance Testing of Time Comparison Using GPS-Smoothed P3 Code and IGS Ephemerides		
撰寫人	彭新民		廖嘉旭	黃正光
撰寫日期	中華民國 94 年 4 月 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	Global Positioning System,			
	P code			
	time transfer			
內容摘要：				
<p>In this paper, the characteristics of time transfer using global positioning system (GPS)-smoothed P3 code and International GPS Service (IGS) precise ephemerides are studied. Recently, GPS P3 code has been used in International Atomic Time (TAI) computation as a substitute for GPS C/A code; however, this observation still has large variations when satellites are at low elevation angles. For acquiring more stable time comparison results, we adopt a carrier smoothing technique to reduce this noise. The IGS precise ephemerides are also used to reduce satellite orbital errors in order to obtain better results. To test our program for use in international time transfer, we processed GPS data between various laboratories using the smoothed P3 code and IGS ephemerides. We then compared these results to those obtained using unsmoothed P3 code and broadcast ephemerides. This test shows that using the smoothed P3 code and IGS ephemerides can reduce the uncertainty of GPS time comparison.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	<b>Ionospheric Effects and Modeling on GPS Time Transfer</b>		
撰寫人	彭新民		褚芳達	廖嘉旭
撰寫日期	中華民國 94 年 3 月 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	ionospheric effects			
	GPS time transfer			
	GPS common-view technique			
<p>內容摘要：</p> <p>In this paper, the ionospheric effects on GPS time transfer and an improved model for this correction are studied. It is known that the stability of time transfer using GPS common-view technique in low latitude region, such as in Taiwan, is worse than that in other region. This phenomenon is mainly caused by the great ionosphere fluctuation within <math>\pm 20^\circ</math> of the equator. For demonstrating this effect, the ionospheric corrections obtained from broadcast ephemerides, Global Ionosphere Map (GIM) and from actual GPS measurements are computed and the GPS common-view data from several timing laboratories are analyzed. Based on our tests, the frequency stability is degraded by using the GIM correction in low latitude region. On the other hand, using the measure ionospheric delay, the frequency stability in low latitude region is as good as that in high latitude. To compensate the difference between GIM and the measure ionospheric delay, the higher-order ionospheric effects are tested and the satellite-dependent model is proposed. Using this new model, the ionospheric effects can be reduced; furthermore, this model can be adopted in local region to improve the frequency stability when only single frequency GPS receiver is used in frequency comparison.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)424-4441	
成果名稱	中文			
	英文	The effects of the pre-reversal ExB drift, the EIA asymmetry, and magnetic activity on the equatorial spread F during solar maximum		
撰寫人	李建志	劉正彥	B. W. Reinisch	
	陳瑋陞	褚芳達		
撰寫日期	中華民國 94 年 03 月 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	Ionospheric Irregularities			
	Equatorial Ionosphere			
	Digisonde Spread F			
	GPS phase fluctuations			
內容摘要：				
<p>We use a digisonde at Jicamarca and a chain of GPS receivers on the west side of South America to investigate the effects of the pre-reversal enhancement (PRE) in <math>\mathbf{E} \times \mathbf{B}</math> drift, the asymmetry (<math>I_a</math>) of equatorial ionization anomaly (EIA), and the magnetic activity (<math>Kp</math>) on the generation of equatorial spread F (ESF). Results show that the ESF appears frequently in summer and equinoctial months, but rarely in winter months. The seasonal variation in the ESF is associated with those in the PRE <math>\mathbf{E} \times \mathbf{B}</math> drift and <math>I_a</math>. The larger <math>\mathbf{E} \times \mathbf{B}</math> drift (<math>&gt;20</math> m/s) and smaller <math> I_a </math> (<math>&lt;0.3</math>) in summer and equinoctial months provide a preferable conditions to development the ESF. Moreover, the late reversal time of upward drift in summer also help the ESF onset. Conversely, the smaller <math>\mathbf{E} \times \mathbf{B}</math> drift and larger <math> I_a </math> are responsible for the lowest ESF occurrence in winter months. Regarding the effects of magnetic activity, the ESF occurrence decreases with increasing <math>Kp</math> in the E (March, April, September, and October) and J (May-August) months, but not in the D (November, December, January, and February) months. Furthermore, the larger and smaller <math>\mathbf{E} \times \mathbf{B}</math> drifts are presented under the quiet (<math>Kp &lt; 3</math>) and disturbed (<math>Kp \geq 3</math>) conditions, respectively. These results show that the suppression in ESF and the decrease in <math>\mathbf{E} \times \mathbf{B}</math> drifts are mainly caused by the decrease in the eastward electric field.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Concurrent study of digisonde spread F and GPS phase fluctuation in the equatorial ionosphere during solar maximum		
撰寫人	陳璋陞		李建志	劉正彥
	褚芳達		B. W. Reinisch	
撰寫日期	中華民國 94 年 05 月 日		撰寫語言及頁數	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	Digisonde			
	Equatorial Spread F			
	GPS			
	Phase Fluctuations			
內容摘要：				
<p>This work used digisonde and GPS receiver which located in Jicamarca (12.0°S, 76.9°W, dip latitude: 1.2°N) and Arequipa (16.5°S, 71.5°W, dip latitude: 3.2°S) Peru respectively to observe equatorial <i>F</i> region irregularity simultaneously during solar maximum (April 1999 - March 2000). The spread <i>F</i> came from digisonde and classified into five types to demonstrate its characteristic of height distribution. At the same time, GPS phase fluctuations were divided into three levels to represent irregularity strength. The analysis includes comparisons of seasonal and night time occurrence pattern. The results show that the disturbance range of spread <i>F</i> reflects the time evolution of irregularity and can be explained by <math>\mathbf{E} \times \mathbf{B}</math> drift time variation. The variation of GPS phase fluctuation in equinox and December solstice also can be described by <math>\mathbf{E} \times \mathbf{B}</math> drift time variation. Moreover, the comparison of spread <i>F</i> and GPS phase fluctuation indicate that disturbance height range might be an important factor which causes spread <i>F</i> and phase fluctuation variation unsynchronized.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	The climatology of ionospheric irregularities observed by using GPS phase fluctuations on the west side of South America		
撰寫人	褚芳達		李建志	
	劉正彥		陳瑋陞	
撰寫日期	中華民國 94 年 07 月 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	GPS			
	Phase Fluctuation			
	The Equatorial Anomaly			
內容摘要：				
<p>This work is the first to complete the comparison of nighttime temporal variations of GPS phase fluctuations occurred in both the magnetic equator and the equatorial ionization anomaly regions along the same longitude on the west side of South America. Ionospheric plasma irregularities observed during a period of a complete solar cycle (1994-2004) by two ground-based receivers of the global positioning system (GPS). One receiver is located near the magnetic equator and the other one is located near the equatorial anomaly crest. The results show that stronger GPS phase fluctuations relate well to solar activity variation in the both regions in equinoctial and local summer months, but they seem no dependence in local months. Furthermore, the results are consistent with those inferences of previous studies.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	The Study of Spread F and GPS Phase Fluctuation at Taiwan		
撰寫人	陳瑋陞		劉正彥	
	褚芳達		李建志	
撰寫日期	中華民國 94 年 12 月 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	Ionosonde			
	Spread F			
	GPS			
	Phase Fluctuations			
內容摘要：				
<p>This study focused on spread F and GPS phase fluctuations at Taiwan where is located in the north equatorial ionization anomaly (EIA) region. The data came from an ionosonde (24.95 °N, 121.23 °E) and a GPS receiver (25.17 °N, 121.57 °E) both setup at north of Taiwan and the observation period was during 1996 (solar minimum year) and 2000 (solar maximum year). The spread F were divided into two categories, range spread F and frequency spread F, and performed statistic analysis which includes monthly and nighttime variation. Analogously, GPS phase fluctuations were performed the same process as spread F. It is the first time to compare GPS phase fluctuations with ionosonde spread F in the EIA region, and the results of the comparison show that GPS phase fluctuations and range spread F have similar behavior during both low and high solar periods.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	可信賴的分散式標準時間服務架構		
	英文	Trusted Distributed Standard Time Source Architecture		
撰寫人	丁培毅		徐家暉	
	褚芳達		倪行健	
撰寫日期	中華民國 94 年 12 月 日		撰寫語言及頁數	中文 9 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	標準時間源			
	分散式架構			
	時間校正程序			
	代理簽章			
<p>內容摘要：</p> <p>在電子商務快速成長的今日，建立可信賴的標準時間源是刻不容緩的工作。在 2002 年 Datum 公司提出一種三層式的安全時戳服務系統架構，使用時間校正擴散標準時間到底層伺服器。由於此種架構中需要大量的參考時鐘，維護這麼多時鐘的頻率會造成系統管理上的困難，並且增加系統提供錯誤時間的機率。本文中提出一種階層式的標準時間源架構，透過取消第三層時間應用伺服器的參考時鐘，以降低校正大量時鐘的困難，以及增加稽核時間值的功能性。本系統中使用多重稽核機制防止各個伺服器可能的偽造，確定所提供時間的正確性。</p>				

## 94 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	TL-001-P104(94)			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	時頻校正原理與不確定度評估		
	英文			
撰寫人	張博程		林晃田	
			廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 94 年 8 月 23 日		撰寫語言及頁數	中文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	頻率標準、待校件、受測量、不確定度			
<p>內容摘要：</p> <p>時間為七大基本量之一，所謂七大基本量指的是時間、長度、質量、電流、溫度、物質與光強度。談到時間，我們先來看看什麼是一秒，根據 1967 年第 13 屆度量衡大會(General Conference on Weights and Measures)決議，秒的定義是：一基態銫 133 原子在兩個超細能階(Hyperfine levels)間過渡所致輻射週期之 9,192,631,770 倍為一秒。由於銫 133 原子在此情況下幾乎不受外力影響，因此可以產生極為精準的時間與頻率。頻率標準的基礎在於物理，時間標準的基礎在於頻率標準的週期計量，兩者間最大的差別是頻率可以複製，時間卻一去不返。此外，國際單位制(SI)要求頻率的單位應表示為赫茲(Hz)而時間為秒(s)。幾個基本量中，頻率量測具有最高的解析度(resolution)以及最小的不確定度(uncertainty)，經過一段時間的量測可以量到相當準確的平均頻率。一般來說，要達到兆分之一(1E-12)的準確度(accuracy)是相當容易的事。</p> <p>能夠產生已知頻率大小的設備稱為頻率標準，必須定期校正以確保其性能符合使用者所需。受校的頻率標準稱為待校件(DUT, device under test)，通常為石英振盪器、鈷鐘或銫鐘等。為了使量到的結果具有意義，作為比較的頻率參考源其性能應較待校件為佳。頻率標準可能產生 5MHz, 10MHz 及 1PPS(pulse per second)信號，國家時頻標準實驗室將 5MHz, 10MHz 信號的校正稱為頻率校正而 1PPS 信號的校正為時間校正。</p> <p>在量測的活動中，因受測量 (the Measurand) 之定義、方法、設備、環境與人員的影響，所量到的結果不是一個不變的常數。因此，如何將這些變異的量清楚地表達於校正報告中，以提供委託人足夠的資訊，是每一位從事校正與檢測活動的人員所必須面對的課題。我國實驗室認證體系所採用之國際實驗室認證規範 ISO/IEC 17025「測試與校正實驗室能力一般要求」、ISO 9000 系列或是 ISO 10012-1 等國際規範中，對於“應確知量測不確定度”一點皆有明確之規定，對於所認證之實驗室所出具的檢測、校正報告結果要求必須包含量測不確定度。</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	相位雜訊量測介紹		
	英文			
撰寫人	張博程		林信嚴	
			廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 94 年 8 月 23 日		撰寫語言及頁數	中文 6 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	頻譜分析、鎖相、互相關聯的、cross-correlation			
內容摘要：				
<p>要評估一振盪器頻率輸出的好壞除了可利用時間間隔計數器(Time Interval Counter, TIC)量測其一系列的頻率值並計算其頻率穩定度(常用 Allan Deviation)外,以頻譜分析方式量測振盪器輸出信號相位雜訊的大小亦是另一種可行的方式。中華電信研究所先前已建立之單通道(Single Channel)相位雜訊量測系統,其參考信號由美國 SpectraDynamics 公司所生產的低雜訊頻率標準(Low Noise Frequency Reference, LNFR-400)所提供,可在鎖相(phase locked)的情況下量測振盪器相位雜訊的大小,系統本身的精度由相位量測儀(Phase Detector)及緊隨的放大器(Amplifier)所決定,可達到-177dBc/Hz (5MHz PM, at Fourier Frequency 100 kHz)左右。</p> <p>為了提高量測的精度,安排兩套一樣的單通道量測系統同時對一待測件(Device Under Test, DUT)加以量測可得到兩路輸出雜訊。其中由待測件產生的雜訊是互相關聯的(correlated),也就是實驗真正想要量測的[1],而來自系統的隨機雜訊則為不互相關聯的(uncorrelated),透過雙通道(Dual Channel)快速傅利葉分析儀(Fast Fourier Transform, FFT)以 cross-correlation 方式計算可將後者的雜訊移除並提高量測精度約 20dB 左右。</p> <p>上述方式所建置之系統稱為 Cross-Correlation 量測系統,雜訊標準可追溯至美國國家標準與技術院(National Institute of Standards and Technology, NIST),可作為國內廠商有關方面量測的參考標準,對其效能提昇並增加產品附加價值具有相當的助益,目前已完成對外提供主被動式元件校正服務的準備。</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	振盪器頻率穩定度與相位雜訊量測技術		
	英文			
撰寫人	張博程		廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 94 年 8 月 31 日		撰寫語言及頁數	中文 9 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	高頻波段、雜訊水準、Allan Deviation、數值積分法、電源雜訊			
<p>內容摘要：</p> <p>中華電信研究所先前已建立之單通道相位雜訊量測系統，其精度可達到-177dBc/Hz (5MHz PM, at Fourier Frequency 100 kHz)左右。後續引進的 cross-correlation 量測技術將原有的系統精度再改善約 20 dB 左右，這對於主被動式元件在頻域上的精密量測提供了有力的工具，並可對所內及外面廠商提供校正服務，目前已建立完成 5,10,100MHz 標準頻率的量測能量。</p> <p>在實際應用上，許多電子、通訊元件產生的頻率信號分布在高頻波段或者本實驗室已建立之的量測範圍之外，因此儘速建立一量測範圍由低頻至高頻的完整量測校正系統實有其必要性。未來擬逐步添購可以處理上述頻段的相關設備。相關頻率參考源的選擇必須考慮其雜訊水準也是影響整個量測系統精度的重要因素，雜訊水準越低則系統的精度愈高。目前實驗室有一部頻率合成器(Frequency Synthesizer, HP8662A)，可輸出範圍為 10kHz~1280MHz 的頻率信號，未來將視情況採用更大頻段及雜訊水準更低的頻率合成器作為頻率參考源，以達成一頻率範圍由低頻至高頻(~ 18GHz)之完整的量測系統。</p> <p>此外，由於頻域的功率頻譜密度與時域的 Allan Deviation 有一數學上的轉換關係存在，如此一來便可將相位雜訊量測的數據轉換為時域上的結果而不受到較短週期的限制。本文以單通道量測系統本身的精度測試結果進行計算，包括數值積分及 Power-law model 兩種方式，在取樣時距 <math>\tau=0.001\sim 10(s)</math> 得到的 Allan Deviation 有很好的一致性。另外在數值積分法的計算中我們也發現電源雜訊的存在確實相當程度地影響到頻率穩定度的量測，因此儘可能降低環境中的電源因素的干擾將有助於實驗室整體品質的提升。</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	國家標準時間的維持		
	英文			
撰寫人	曾文宏		林信嚴	
			廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 94 年 8 月 23 日		撰寫語言及頁數	中文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	時間、time keeping、Time scale			
	國際度量衡局(BIPM)、世界協調時(UTC)、國際原子時(TAI)			
內容摘要：				
<p>時間是均勻且連續的，如何維持一個穩定且可靠的標準時間，是我們最重要的研究課題。本實驗室負責維持國家時頻標準並追溯國際標準，以滿足國內量測、校正之追溯需求。因此實驗內部各個環節都需要嚴謹的考量，以提升實驗室的性能。近幾年本實驗室積極參與國際上的時頻計劃，透過合作向歐、美、日等先進實驗室，學習到許多經驗，讓維持時間(time keeping)的能力大幅提昇。</p> <p>產生國家時間的每個環節，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。本篇論文透過下列的主題(一)國家標準時間的維持(二)增進性能的措施(三)近來的成果(四)如何追溯標準時間與頻率。介紹我國標準時間維持的現況，近幾年來所進行的改善措施及成果，提供有興趣者作為參考。</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林晃田
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 STANDARD TIME TRACKING AND KEEPING SYSTEM FOR THE REAL-TIME CLOCK		
撰 寫 人	林清江		廖嘉旭	
撰寫日期	中 華 民 國 94 年 月 日		撰寫語言及頁數	英文 頁
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密		機密級	普通
關鍵詞	IRTC : intelligent real-time clock			
	FSM : finite-state machine			
	SOPC : system-on-programmable chip			
<p>內容摘要：</p> <p>The purpose of this paper is to describe a development of an intelligent real-time clock (IRTC) based on system-on-programmable chip (SOPC) and single-chip microcomputer techniques. The whole project is conceptually composed of two parts. The first part is concerned with tracking and processing standard time signal from the Taiwan's computer time system (TCTS) through the telephone line [1]. The algorithm of their operation was investigated and implemented on a MCS-51 single-chip in C. Design and implementation of the timekeeping module on the field-programmable gate array (FPGA) device is the second part. We was using a finite-state machine (FSM) included state graphs and timing diagrams to describe the hardware operational processes, systematically. Some designs, such as offset adjustments, periodic phase modification, included in stuff/swallow counter were detailed to insure that the clock operations are always monotonic increasing and never run backwards. In addition, the practicable accuracy-keeping algorithm was also devised.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	The Calibration Device for TWSTFT station at TL		
撰寫人	林晃田		曾文宏	
	廖嘉旭		林信嚴	
撰寫日期	中華民國 94 年 9 月 15 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	TWSTFT 衛星雙向傳時			
內容摘要：				
<p>Because of the nanosecond time transfer capability of the Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer (TWSTFT), it is important to understand the quality of the delay difference between transmission and receiving (Tx/Rx) paths inside TWSTFT earth station. An effective technique using Satellite Simulator to separately calibrate the absolute Tx/Rx delays at each station was developed by VSL (de Jong and Polderman, 1994 and TUG (Kirchner et al., 1995).</p> <p>In order to investigate the rigorous calibration method in absolute mode, TL had installed a calibration device, the satellite simulator developed by TimeTech, on a Ku-band 1.8 m earth station. By using this device, we performed two serial measurements to obtain the delay values of some internal loops in earth station, and then calculated the difference of the transmission and receiving delays of the TWSTFT earth station. The system structure of the calibration device and the measurement results are illustrated in this paper.</p> <p>The measurement results show that the calibration device at TL is suitable to monitor the change of the Tx/Rx delay difference precisely. In order to have further understanding of the delay measurement of the TWSTFT earth station, more experiments would be performed at TL in the near future.</p>				

## 94 年度國家標準實驗室計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	建立及維持國家時間與頻率標準		
計畫編號	英文	The Maintenance and New Technology Establishment of National Standard for Time and Frequency		
計畫編號	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文			
	英文	Using DSP Technique to Average ADC Samples for Improving the Frequency Measurement Resolution		
撰寫人	陳商銜		廖嘉旭	
撰寫日期	中華民國 94 年 3 月 1 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	Counter			
	Frequency calibration			
	DSP			
內容摘要：				
<p>Most present common counters can't be used to measure the frequency by using the gate time less than 0.01 second. In addition, the frequency measurement resolution of common counters is about <math>3 \times 10^{-10}</math> in 1 second gate. In fact, the frequency resolution is inversely proportional to the gate time. For improving the frequency resolution, using the high-speed digital signal processor (DSP) to average the signal samples is created. We use analog-to-digital converter (ADC) to sample the device under test (DUT), and the frequency standard is used to be the reference clock. The DSP averages every ADC's sample to represent one of the DUT's measurements in the time interval of the gate time. Because it is able to average the samples and record the measurements in the time interval of each gate time that is specialized from 1 microsecond to 1 second, the DSP can measure the continuous samples of the DUT. Additionally, the measurement noise can be reduced and the measurement resolution can be improved by averaging the samples. According to the measurements, the frequency difference between DUT and frequency standard can be evaluated. Since the resolution in our design is inversely proportional to not only the gate time but also square of the number of the samples for averaging, it is better than that of common counters when gate time is larger. Additionally, the frequency stability less than one second is able to be evaluated in our measurement system.</p>				

## 94 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	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	開發高精度計數器之研究		
	英文			
撰寫人	陳商銜			
撰寫日期	中華民國 94 年 11 月 1 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	計數器			
	頻率校正			
	DSP			
內容摘要：				
<p>因為時頻標準元件之穩定度在一秒的區間已提昇至 <math>2 \times 10^{-11}</math> 到 <math>5 \times 10^{-12}</math> 之水準，而一般計數器解析度約在 <math>3 \times 10^{-10}</math>，在短區間之量測解析度已無法滿足量測需求。另一方面，隨著電子產品的發展，高速的數位信號處理器 DSP 與高速的類比與數位取樣器 ADC 在性能上有不錯的發展，在價位上也隨著技術成熟而降低。數位信號處理器與高速的類比與數位取樣器通常使用在基頻處理上，而基頻的主要頻譜約在 20MHz 左右，十分適合用在時頻元件的信號處理上。本研究以本實驗室之標準信號作為 ADC 之參考基頻，並直接以 ADC 取樣時頻元件的信號，再將數位化的資料傳給 DSP 處理，而 DSP 主要用來做大量資料平均的工作，如此可降低取樣的雜訊，並提高量測的解析度。因為以本實驗室之標準信號作為 ADC 之參考基頻，可以量測出待校件與標準信號之相位差異，如此可計算出頻率差，達到校正頻率源的目的。</p>				

## 94 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	TL-001-P104(94)			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	SBAS傳時系統研究		
	英文			
撰寫人	彭新民			
撰寫日期	中華民國 94 年 4 月 日		撰寫語言及頁數	中文 11 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	衛星定位技術			
	星基增強系統			
	國際傳時比對			

### 內容摘要：

自從衛星定位技術問世後，在定位導航及時間同步應用上均獲得了突飛猛進的發展。以時間同步技術而言，如何獲得一個準確的分散式同步時間信號為此技術的關鍵所在，利用衛星定位系統廣播訊號，使用者可自行解算本地振盪器的時間誤差並進一步獲得誤差小於300奈秒的同步時間，已可滿足大多數工業應用上之需求。但是，由於衛星所發送的訊號在穿過大氣層時會產生不等的延遲效應，如何降低此項誤差則成為提高衛星定位系統精確度的首要問題。星基增強系統(Satellite Based Augmentation System; SBAS)為衛星定位系統之輔助系統，目的在於提升GPS的準確度及可靠度以滿足航空界在導航及進場的需求，在架構上可類比為一個廣域的差分式全球定位系統，透過同步通信衛星廣播修正訊息。表一列出美國FAA所制定的導航需求與定位系統效能相關特性，其中可看出在進場時，WAAS可幫助GPS滿足CAT I 的降落標準，至於 CAT II 及 CAT III 標準則進一步需要機場建立陸基增強系統輔助。

在時間同步應用層面來看，SBAS具有的效益可由兩方面來觀察。首先，在一般中、低價位GPS接收機應用場合下，SBAS可提供L1電碼的電離層延遲修正值，由表一規格來看，在SBAS的幫助下使用者將可獲得兩倍標準差小於25奈秒的同步時間訊號；另一方面，在國際時頻比對項目上，由於SBAS將使用特定的同步衛星傳送數據，所以各個國家時頻實驗室可依據所屬區域連續觀測對應之同步衛星而不需要在不同導航衛星間作切換，可降低衛星所造成的誤差。雖然目前在亞洲地區的SBAS尚未進行建設，但可望於今年發射第一顆衛星，因此，我們可先針對SBAS架構進行了解，並透過歐美的分析資料了解其所能達到的傳時水準，以期在將來能儘快的將SBAS納入傳時比對的研究中，提高國家時頻實驗室在國際傳時比對的研究水準。

## 94 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	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成 果 名 稱	中文	自主性 GPS 共視系統之建立		
	英文			
撰 寫 人	彭新民			
撰寫日期	中 華 民 國 94 年 10 月 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	GPS 共視法			
	遠端時頻比對			
	GPS 共視系統			
<p>內容摘要：</p> <p>GPS 共視法傳時技術發展始於1980年代，系統最早是以單頻單通道GPS接收機進行國際比對研究，發展至今，目前的研究趨勢是以雙頻多通道設備進行比對，可將系統比對的誤差由3~10奈秒降至1奈秒內。在TL現有的GPS共視法國際比對設備中，分別為ASHTECH Z12T GPS P3電碼設備、TOPCON/NML多通道雙頻GPS共視法設備以及AOA TTR6單頻單通道GPS共視法接收機，這些設備皆可用以達成遠端時頻比對的目的，隨著所使用的不同觀測量，系統的精確度由1奈秒到10奈秒。</p> <p>為了建立TL的技術能力，我們進行了GPS共視系統的發展，建立此系統可進一步了解GPS共視系統的運行，並可根據特定需求進行改良，此外，此系統亦可做為我們在GPS傳時系統中的性能提升測試平台，對於GPS傳時性能提升研究有著極大的幫助。</p>				

## 94 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	TL-001-P104(94)			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	環球傳時鏈路之建立與維持		
	英文			
撰寫人	林晃田			
撰寫日期	中華民國 94 年 11 月 10 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	環球傳時鏈路			
內容摘要：				
<p>衛星雙向傳時技術(Two Way Satellite Time and Frequency Transfer, TWSTFT)，是目前世界上主要的時頻校核技術之一。此技術的優點是傳時過程中的各項變動因素，如衛星位置、電離層與對流層所造成的傳時延遲...等，可視為互相抵銷而取得極佳的傳時精度。而由於衛星雙向傳時技術可得到精確度(precision)及準確度(accuracy) 較高的比對結果，近年來有越來越多國家的標準時頻實驗室利用此技術進行標準時頻的校核工作，國際度量衡局(BIPM)於其 1989 年之 CCDS-Rec.S6 中，也建議各標準時頻實驗室利用衛星雙向傳時技術進行時頻的校核。</p> <p>為提昇傳時技術及拓展國際合作，近幾年來本實驗室積極規劃、設置衛星地面站。進而參與亞太地區標準實驗室之衛星雙向傳時合作計劃，並將陸續拓展傳時鏈路至歐美等先進國家，以期實現「建立環球傳時鏈路」的目標。</p> <p>目前本實驗室透過此技術所進行之時頻比對實驗，主要包括(1)與日本國家資訊通訊研究院(NICT, 前身為 CRL)之衛星雙向傳時例行比對鏈路，此資料已提供國際度量衡局作為計算國際原子時(TAI)的依據之一。(2)與荷蘭標準量測研究院(VSL)之歐亞衛星雙向傳時鏈路。而積極洽談中的比對合作還包括：(1)與德國物理與技術研究院(PTB)的比對實驗、(2)與美國海軍觀測所(USNO)、美國標準與技術研究院(NIST)及日本 NICT 合作之亞-美比對實驗，及(3)與澳洲標準量測研究院(NMIA)和日本 NICT 合作之三方衛星傳時實驗。本篇報告將介紹這些衛星雙向傳時鏈路建立的歷程、維持的現況及未來的展望。</p>				

## 94 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	TL-001-P104(94)			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成 果 名 稱	中文	衛星雙向傳時自動化操作分析報告		
	英文			
撰 寫 人	曾文宏			
撰寫日期	中 華 民 國 94 年 10 月 31 日		撰寫語言及頁數	中文 18 頁
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密		機密級	普通
關 鍵 詞	衛星雙向傳時、自動化			
內容摘要：				
<p>衛星雙向傳時是目前最精準的時頻校核技術，本實驗室透過此技術與多個國家進行時間比對實驗。有鑒於日益頻繁的衛星雙向傳時實驗，為減少操作實驗的人力負荷，本實驗室於去年起乃積極規劃設計衛星雙向傳時自動化操作系統，購置需要的材料與設備，並撰寫相關控制程式及分析程式。歷經不斷的測試及修改，於今年 8 月完成系統測試，九月正式上線使用。之後陸續完成自動資料分析及上傳程式。</p> <p>由於自動化操作系統的成功使用，目前我們與荷蘭的實驗已經是每天一次自動化進行的實驗。使用迄今，此系統都能穩定地按照排定的時程進行衛星雙向傳時實驗，並產生數據資料。自動化的實驗操作及資料處理系統，除了可以因應國際上日益頻繁的衛星雙向傳時實驗，還能避免人為操作的失誤。隨著自動化操作系統的應用，我們將有能力增加衛星雙向傳時的密度，對於進一步提昇我們與國際間時頻比對的精確度，會有很大的助益。</p> <p>本篇報告中說明自動化操作方法，包括基本的系統架構及實驗步驟、實驗設備、自動化程序及最近實驗結果的分析，供同仁後續對於系統的維護及設定作業的參考。</p>				

## 94 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	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖 嘉 旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	短週期頻率穩定度量測技術之現況		
	英文			
撰 寫 人	張博程			
撰寫日期	中 華 民 國 94 年 6 月 日		撰寫語言及頁數	中文 7 頁
解密期限	中 華 民 國 年 月 底 解 密		機密級	普通
關鍵詞	功率頻譜密度、Allan Deviation、數值積分法、Power-law model、轉換關係			
內容摘要：				
<p>要評估一頻率信號的好壞時，在時域(Time Domain)上常用 Allan Deviation 的結果來表示其頻率穩定度，在頻域(Frequency Domain)上則有功率頻譜密度(Power Spectral Density, PSD)加以代表。由於時間間隔計數器(Time Interval Counter)本身發展上的限制，要在時域上得到週期小於 0.5 秒的穩定度是比較困難的，不過由於頻域的功率頻譜密度與時域的 Allan Deviation 有一數學上的轉換關係存在，如此一來便可將相位雜訊量測的數據轉換為時域上的結果而不受到較短週期的限制，這對評估主被動元件頻率信號的優劣提供了另一條方向，成為精密時頻量測重要的課題。</p> <p>本文著重在以不同的分析方式來進行由快速傅利葉分析儀(Fast Fourier Transfer, FFT)所得到功率頻譜密度的轉換程序，包括數值積分法以及 Power-law model 兩種方式。此外，由於功率頻譜密度的準確性與否與計算結果息息相關，適度的修正一些待測元件本身特性以外因素所造成的頻譜誤差是非常有必要的，例如由交流電源所引起的 60Hz 以及其諧頻會對計算的結果造成很大的影響，這些都會在隨後的內容中加以探討。</p> <p>中華電信研究所先期已建立之單通道(Single Channel)相位雜訊量測系統，可量測被動元件至 -177 dBc/Hz (5MHz PM, at Fourier Frequency 100 kHz)左右。隨後建置的 Cross-Correlation 量測系統，可將前者的精度再提升約 20dB 左右，這對於頻域上精密的量測提供了有力的工具。此外，系統的雜訊標準可追溯至美國國家標準與技術院(National Institute of Standards and Technology, NIST)，可作為國內廠商有關方面量測的參考標準。</p>				

## 94 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	<b>TL-001-P104(94)</b>			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月
主持人	廖嘉旭		協同主持人	林晃田
分項主持人			連絡電話	(03)424-4441
成果名稱	中文	短週期頻率穩定度量測技術之提升		
	英文			
撰寫人	張博程			
撰寫日期	中華民國 94 年 12 月 日		撰寫語言及頁數	中文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	功率頻譜密度、Allan Deviation、數值積分法、Power-law model、轉換關係			
內容摘要：				
<p>要評估一頻率信號的好壞時，在時域(Time Domain)上常用 Allan Deviation 的結果來表示其頻率穩定度，在頻域(Frequency Domain)上則有功率頻譜密度(Power Spectral Density, PSD)加以代表。由於頻域的功率頻譜密度與時域的 Allan Deviation 有一數學上的轉換關係存在，如此一來便可將相位雜訊量測的數據轉換為時域上的結果。其中數值積分法是一相當簡明的方法，不但可以計算待測元件時域上的結果，亦可對待測元件本身特性之外的干擾，如交流電源所引起的 60Hz 及其諧頻的影響進行評估，這是另一種 Power-law model 所無法達到的。然而，由於快速傅利葉分析儀(Fast Fourier Transfer, FFT)在頻率取樣的某些特定值很可能造成數值積分法相當程度的誤差，其中的原因及解決的方式都會在隨後的內容中加以探討。</p> <p>中華電信研究所先期已建立之單通道(Single Channel)相位雜訊量測系統，可量測被動元件至-177 dBc/Hz (5MHz PM, at Fourier Frequency 100 kHz)左右。隨後引進的 Cross-Correlation 量測技術，可將前者的精度再提升約 20dB 左右，這對於頻域上精密的量測提供了有力的工具。此外，許多電子及通訊元件所適用的頻率範圍多位於高頻波段或者已建立之 5,10,100MHz 頻率範圍外，為擴增原有系統的量測範圍，目前正從事建置一頻率範圍由低頻至高頻之完整的量測系統。</p>				

## 94 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	TL-001-P104(94)			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	赴荷蘭 Delft 參加 2005 衛星雙向傳時工作小組會議		
	英文			
撰寫人	曾文宏	林信嚴		
撰寫日期	中華民國 94 年 11 月 29 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	衛星雙向傳時, TWSTFT, BIPM			

### 內容摘要：

本屆衛星雙向傳時工作小組會議(13th Meeting of the CCTF WG on TWSTFT)於 94 年 11 月 15、16 日在荷蘭 NMI VSL (Van Swinden Laboratorium)舉行會議。本次參加的 15 個時頻實驗室佔有世界協調時 80% 以上的權重值，另有國際度量衡局(BIPM)負責時間事務及計算的成員、負責伽利略衛星時間中心的研究員、負責計算 IGS 時間的研究員、儀器廠商、美國國務院的科學顧問等人的參與。

會議主題有幾個重點，包括未來世界協調時之產生方式、討論伽利略衛星計畫的需求、雙向傳時校正技術、如何進一步提升衛星雙向傳時的精確度至  $10^{-12}$  秒、與載波相位技術的合作、實驗操作與運作的技術研討以及報告各國實驗室現況。會議的最後一天下午安排參訪 VSL 以進行技術交流。

此次會議本單位發表一篇校正技術的專題報告『Earth Station Delay Measurement by SATSIM』及一篇實驗室現況介紹『Status Report of TL』，皆獲得極大的迴響。主辦人 deJong 會後私下高興的表示，由於我們的報告所帶動大家對衛星模擬器校正技術的熱切討論以及建立歐亞鏈路之興趣，是他意料之外的驚喜。

關於未來合作的議題方面，德國 PTB、法國 OP、義大利 IEN 都表示與我們合作的意願，未來將視地面站設備籌備的進度進行後續的實驗。亞洲方面繼日本 NICT 之後，中國大陸 NTSC 也有意加入歐亞衛星雙向傳時鏈路。夏威夷衛星地面站已選定在歐胡島上設置，然而尚有許多技術問題有待克服，可能會延遲實驗展開的時間。明年將計畫與日本 NICT 及荷蘭 VSL 進行雙向傳時的校正實驗。

此次會議與其他國家時頻領域研究人員充分進行交流及研究心得交換，並透過會場上所收集的資訊以擬定未來研究方向，可助於提昇本室研究層次。

## 94 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	TL-001-P104(94)			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	「赴韓國濟州島參加 21 <sup>th</sup> APMP General Assembly、TC Meetings 及相關會議活動，並參觀 KRISS。」出國報告摘要		
	英文			
撰寫人	林晃田	廖嘉旭		
撰寫日期	中華民國 94 年 10 月 11 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	APMP(Asia-Pacific Metrology Programme)亞太計量組織			
<p>內容摘要：</p> <p>本案主要為參加 21<sup>th</sup> APMP General Assembly(GA)、TC(Technical Committee) Meeting、及相關會議活動，會議第一天(09/05)主要進行 APMP TCTF 及 TCQS 年度會議。TCTF 會議首先由 MRA、GPS、TWSTFT 及 MRA under CCTF 等工作小組提出報告，其次進行 CMC 資料審查流程及時程的檢討。TCQS 會議則是上午進行各項會務報告；下午舉辦 Workshop，會議中並改選下一屆 TCQS 主席，由泰國 NMIT 的 Ms. Ajchara Charensook 當選。第二天之議程係舉辦 Symposium，精采的演說使大家對計量與現代生活的關係、及未來生活的展望都有更深入的瞭解。接著 09/07,08 兩天進行 APMP GA 議程，GA 首日上午主要是 APMP 會務的報告。下午則是關於 CIPM MRA、TC and ad-hoc Working Groups 及 other SRBs and APEC SCSC 相關報告。當晚在濟州島的凱悅飯店舉行晚宴，並安排 APMP 技術貢獻獎及 IIZUKA Prize 頒獎儀式。今年本實驗室同仁<u>彭新民</u>博士獲頒 IIZUKA Prize 此一亞太計量界的殊榮，讓代領獎項的我們感到與有榮焉。APMP GA 次日議程主要是 Executive Committee (EC) Members 的選舉及各領域 TC 主席的確認、來自其他區域 RMOs 的報告、各會員實驗室之現況簡報。本次會議前兩天的 TC Meetings 及 Symposium 是在濟州的國際會議中心舉辦，兩天後 GA 會議移至凱悅飯店舉行，KRISS 參觀則回到韓國「大田」進行。與會之各國代表分別住在濟州的四家飯店，其間則以密集的專車接駁，絲毫沒有不便之感。使大家對於 KRISS 主辦會議所投注的心力印象深刻。韓國舉辦這類大型國際會議的氣派及細心認真的態度非常值得學習。而參加本次會議，不僅瞭解各國標準實驗室發展現況，更就未來的合作及品質系統維持等事宜，進行面對面的討論以匯集共識，對於國際合作與相互認可事務之推動，有實質的幫助。參與 APMP GA 會議，則增進與亞太地區各標準實驗室間的互動和聯繫，並提升本實驗室在國際上的能見度與重要性。</p>				

## 94 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	TL-001-P104(94)			
執行單位	中華電信研究所	執行期間	94 年 1 月至 94 年 12 月	
主持人	廖嘉旭	協同主持人	林晃田	
分項主持人		連絡電話	(03)4244441	
成果名稱	中文	參加 CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會及參加 EFTF 2005 研討會發表論文		
	英文			
撰寫人	陳商銜			
撰寫日期	中華民國 94 年 4 月 1 日			
解密期限	中華民國 年 月底解密	機密級	普通	
關鍵詞	CCTF			
	EFTF			

**內容摘要：**

為執行標準局九十四年委辦計劃，本室助理研究員陳商銜赴法國 Besancon 參加 CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會及參加 EFTF 2005 研討會發表論文。本案係依據經濟部標準檢驗局委託本所「建立及維持國家時間與頻率標準」94 年度計劃辦理。出國時間預定自民國 94 年 3 月 19 日至同年 3 月 26 日，含行程共 8 天。CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會為國際度量衡委員會(CIPM)下之時間與頻率技術諮詢委員會，因為本實驗室參與衛星雙向傳時工作，故派員參加此討論會。與各國代表學習暨交換意見，提昇本實驗室之國際能見度。EFTF(European Frequency and Time Forum)為一國際會議，主要目的為交換時間與頻率最新的發展趨勢與科技，會議通常在歐洲舉行。研討會上將發表三篇已接受之論文。在 CCTF 衛星雙向傳時工作小組討論會中，討論的主題是歐洲鏈路更換的問題，並安排更換鏈路前各系統校正的問題，今年歐洲之衛星雙向傳時巡迴校正應會進行。在太平洋鏈路中，主要相關的實驗室為日本 NICT、美國 USNO 與台灣 TL，目前正在積極進行設備的架設。在論文的發表方面，在研討會上發表三篇論文主題為”Ionospheric effects and modelling on GPS time transfer”、“Using DSP technique to average ADC samples for improving the frequency measurement resolution”與”Design and Implementation of a standard time tracking and keeping system for the real-time clock”，在會議中與各國學者交換意見，並將本實驗室之研發成果與其他實驗室分享，其他各國實驗室對本實驗室之論文也給予高度的肯定，對本實驗室與他國之交流有相當的進展。

#### (四) 標準系統統計表

系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	預定驗證方法
時間量測系統	KJ01-1	-1000 to 1000 s	2 ns	SR620 universal counter, HP5071A (master clock)	維持 CNLA 認證
頻率量測系統	KJ02-2	1.0mHz to 300MHz	5.7E-12	SR620 universal counter, HP5071A (master clock)	維持 CNLA 認證
相位比較系統	KJ02-3	1, 5, 10 MHz	2.3E-12	SR620 universal counter, HP5071A (master clock)	維持 CNLA 認證
頻率及相位量測系統	KJ02-4	5, 10 MHz	2.0E-13	A7 frequency and phase comparator, HP5071A (master clock)	維持 CNLA 認證
遠端頻率校正系統	KJ02-5	5, 10 MHz	1.9E-11	GPS 時頻接收器 HP5071A (master clock)	維持 CNLA 認證

(實驗室)

(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

93.11.29 核定

一、基本資料：

- 1.計畫名稱：建立及維持國家時間與頻率標準
- 2.執行機關(單位)：中華電信研究所
- 3.經費：93(前)年預算數： 39,243 千元、簽約數： 39,000 千元  
 94(今)年預算數： 35,074 千元(較前年增減 -10.6 %)  
 94(今)年簽約數： 35,074 千元(較前年增減 -10.1 %)

二、評分表：

國家標準實驗室績效評估評分表

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
<b>一、共同指標</b>						<b>45%</b>		
<b>1.計畫作為</b>						<b>6%</b>		
(1)計畫目標之挑戰性	目標極具挑戰性。	目標甚具挑戰性。	目標具有挑戰性。	目標略具挑戰性，或與上年度相同。	目標不具挑戰性，或較上年度降低。	2%	100	2
(2)年度列管作業計畫具體程度	計畫內容均能具體、量化。	計畫內容大多能具體、量化。	計畫內容部分具體、量化。	計畫內容少部分具體、量化。	計畫內容未能具體、量化。	2%	100	2
(3)計畫之變更	核定之整體計畫、分項計畫均未修正。	核定之分項計畫曾修正，但未影響整體計畫之完成期限。	核定之分項計畫曾修正，致延長整體計畫之完成期限。	核定之整體計畫曾修正(或分項計畫曾修正二次以上)。	核定之整體計畫修正二次以上。	2%	100	2
評分說明	若依政府政策需要或本局要求變更計畫內容，該次修正得不列入績效評估。							
<b>2.計畫執行</b>						<b>15%</b>		
(1)進度控制情形	依管考週期，年度進度或總累積進度均符合預定進度。	依管考週期，年度進度或總累積進度曾落後在0%~3%以內者。	依管考週期，年度進度或總累積進度曾落後在3%~5%以內者。	依管考週期，年度進度或總累積進度曾落後在5%~10%以內者。	依管考週期，年度進度或總累積進度曾落後超過10%者。	5%	100	5
(2)各項查證改善	期中、期末及不定期等各項查證均依期限完成改善並回覆。	期中、期末及不定期等各項查證逾期10日以內完成改善並回覆。	期中、期末及不定期等各項查證逾期10~20日以內完成改善並回覆。	期中、期末及不定期等各項查證逾期20~30日以內完成改善並回覆。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	5%	100	5
(3)進度控制結果	年度終了累積進度符合預定進度，且如期完成預期之年度進度。	年終時年度進度落後在0%~3%以內者。	年終時年度進度落後在3%~5%以內者。	年終時年度進度落後在5%~10%以內者。	年終時年度進度落後超過10%者。	5%	100	5
<b>3.經費運用</b>						<b>12%</b>		
(1)預算控制情形	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支用比在97%~100%之間。	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支用比在97%~93%以內者。	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支用比在93%~88%以內者。	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支用比在88%~80%以內者。	預算執行嚴格控制，並有效節餘經費，依管考週期，年度經費支用比在80%以下者。	12%	100	12

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
(2)資本支出預算控制結果	依年終資本支出預算執行率給分。					8%		
評分說明	如計畫無資本門預算，則「資本支出預算控制結果」項目權數為0，而「預算控制情形」權數調整為12%，另2.計畫執行之「進度控制情形進度控制結果」、「各項查證改善」及「進度控制結果」三項權數分別調整為5%。							
<b>4.行政作業</b>						<b>12%</b>		
(1)各項計畫書及契約書	均能依限完成；且未有退件修訂者。	逾期5日以下完成者；或曾退件修訂1次。	逾期5~10日以內完成者；或曾退件修訂2次。	逾期10~15日以內完成者；或曾退件修訂3次。	逾期超過15日完成者；或曾退件修訂超過3次。	3%	100	3
評分說明	1.若依政府政策需要或本局要求變更各項計畫書及契約書內容，該次修正得不列入績效評估。 2.本項退件修訂係指本局正式函文通知者。							
(2)進度報表	各項進度報表依格式詳實填寫，且如期填送。	各項進度報表依格式詳實填寫，且填送平均逾期3日以下者。	各項進度報表尚能依格式詳實填寫，且填送平均逾期3~5日以內者。	各項進度報表依格式填寫，且填送平均逾期5~7日以內以下者。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	3%	95	2.9
(3)配合度	均能完全配合提供主管機關有關計畫之要求，且如期提供必要之資料或協助。	大多能完全配合提供主管機關有關計畫之要求，且平均逾期3日以下提供必要之資料或協助。	大多能完全配合提供主管機關有關計畫之要求，且平均逾期3~5日以內提供必要之資料或協助。	部分能完全配合提供主管機關有關計畫之要求，且平均逾期5~7日以內提供必要之資料或協助。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	3%	100	3
(4)各項執行報告	各項執行報告依格式詳實填寫，且如期填送。	各項執行報告依格式詳實填寫，且填送逾期5日以下者。	各項執行報告依格式詳實填寫，且填送逾期5~10日以內者。	各項執行報告依格式填寫且填送逾期10~15日以內者；或雖依格式填寫，但資料不詳實，且填送逾期10日以下者。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	3%	100	3
<b>二、個別指標</b>						<b>55%</b>		
<b>1.研發成果</b>						<b>9%</b>		
(1)期刊、論文、研究報告發表總數	期刊、論文、研究報告發表總數較前年增加10%以上；或其中列入SCI期刊超過總數10%以上；或國際性發表超過總數30%以上。	期刊、論文、研究報告發表總數較前年相同或增加0%~10%以內；或其中列入SCI期刊佔總數0%~10%以內；或國際性發表佔總數20%~30%。	期刊、論文、研究報告發表總數較前年減少0%~15%以內；或國際性發表佔總數15%~20%。	期刊、論文、研究報告發表總數較前年減少15%~30%以內；或國際性發表佔總數5%~15%。	期刊、論文、研究報告發表總數較前年減少30%以上；或國際性發表佔總數5%以下。	4% (2~4%)	100	4
評分說明(佐證)	1.93年：期刊、論文、研究報告發表總數： <u>28</u> 篇；其中國際性發表總數： <u>11</u> 篇(39.3%)；其中列入SCI期刊超總數： <u>2</u> 篇(7.1%)。 2.94年：期刊、論文、研究報告發表總數： <u>29</u> 篇(較前年增減 <u>3.6</u> %)；其中國際性發表總數： <u>10</u> 篇(34.5%)；其中列入SCI期刊超總數： <u>3</u> 篇(10.3%)。 3.上三項衡量指標得擇優評分。							

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
(2) 專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年增加5%以上者。	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年相同或增加 0%~5%者。	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年減少 0%~15%者。	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年減少 15%~30%者。	專利權核准數、專利權授權(應用)收入及新技術引進項數較前年減少 30%以上者。	2 % (2~4%)	95	1.9
評分說明(佐證)	1.93年：專利權核准數： <u>0</u> 件數；專利權授權(應用)收入： <u>          </u> 元；新技術引進總項數： <u>          </u> 項數。(申請專利數： <u>1</u> 件數) 2.94年：專利權核准數： <u>0</u> 件數(較前年增減 <u>      </u> %)；專利權授權(應用)收入： <u>          </u> 元(較前年增減 <u>      </u> %)；新技術引進總項數： <u>      </u> 項數(較前年增減 <u>      </u> %)。(申請專利數： <u>1</u> 件數) 3.上三項衡量指標得擇優評分。							
(3) 研發成果運用及移轉	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年增加5%以上者。	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年相同或增加 0%~5%者。	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年減少 0%~5%者。	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年減少 5%~10%者。	研發成果運用及移轉之件數、廠家數或實際收入金額較前年減少 10%以上者。	3% (2~4%)	100	3
評分說明(佐證)	1.93(前)年：研發成果運用及移轉之件數、廠家數： <u>      </u> 件數；其實際收入金額： <u>          </u> 元。(提供時間同步服務之平均日服務量： <u>400</u> 萬 件數) 2.94(今)年：研發成果運用及移轉之件數、廠家數： <u>      </u> 件數(較前年增減 <u>      </u> %)；其實際收入金額： <u>          </u> 元(較前年增減 <u>      </u> %)。(提供時間同步服務之平均日服務量： <u>450</u> 萬 件數) 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
<b>2.技術能力</b>						<b>15%</b>		
(1)技術發展	技術發展投入經費比率較前年增加5%以上者；或標準能量新建及擴建完成套(項)數較前年增加5%以上者。	技術發展投入經費比率較前年相同或增加 0%~5%者；或標準能量新建及擴建完成套(項)數較前年相同或增加 0%~5%者。	技術發展投入經費比率較前年減少 0%~10%以內者。	技術發展投入經費比率較前年減少 10%~20%以內者。	技術發展投入經費比率較前年減少 20%以上者。	3% (4~6%)	100	3
評分說明(佐證)	1.93(前)年：技術發展投入經費： <u>          </u> 元；標準能量新建及擴建完成套(項)數： <u>0</u> 套(項)。 2.94(今)年：技術發展投入經費： <u>          </u> 元(較前年增減 <u>      </u> %)；標準能量新建及擴建完成套(項)數： <u>1</u> 套/項(較前年增減 <u>100</u> %)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
(2)國際比對/能力試驗	參與國際比對/國際能力試驗項次前年增加5%以上者；或主辦國際比對/國際能力試驗2項次以上者。	參與國際比對/國際能力試驗項次前年相同或增加 0%~5%以上者；或主辦國際比對/國際能力試驗1項次者。	參與國際比對/國際能力試驗項次前年減少 0%~15%以內者。	參與國際比對/國際能力試驗項次前年減少 15%~30%以內者。	參與國際比對/國際能力試驗項次前年減少 30%以上者。	6% (4~6%)	95	5.7
評分說明(佐證)	1.93年：參與國際比對及國際能力試驗： <u>5</u> 項次；主辦國際比對及國際能力試驗： <u>      </u> 項次。 2.94(今)年：參與國際比對及國際能力試驗： <u>5</u> 項次(較前年增減 <u>0</u> 項次)；主辦國際比對及國際能力試驗： <u>      </u> 項次。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
(3)標準技術之研發	標準技術大多為國際領先群之地位，能提升實驗室研發能力，大多能建立獨立自主之國家原級標準。	標準技術部分為國際領先群之地位，能提升實驗室研發能力，大多能建立獨立自主之國家原級標準。	標準技術部分為國際追隨者之地位，部分能建立獨立自主之國家原級標準。	標準技術大多為國際為追隨者之地位，大多無法建立獨立自主之國家原級標準。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	6% (4~6%)	95	5.7
<b>3.技術推廣與服務</b>						<b>15%</b>		
(1)技術服務或移轉	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年增加 5% 以上者。	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年相同或增加 0%~5% 者。	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年減少 0%~15% 以內者。	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年減少 15%~30% 者。	技術服務或移轉之件數、廠家數或移轉權利金額較前年減少 30% 以上者。	4% (4~6%)	79	3.2
評分說明(佐證)	1.93(前)年：技術服務或移轉之件數、廠家數： <u>24</u> 家數；其移轉權利金額： <u>        </u> 元。 2.94(今)年：技術服務或移轉之件數、廠家數： <u>22</u> 家數(較前年增減 <u>-8.4</u> %)；其移轉權利金額： <u>        </u> 元(較前年增減 <u>        </u> %)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
(2)技術研討會與說明會之場次/人次	技術研討會與說明會之場次或人次較前年成長 5% 以上者。	技術研討會與說明會之場次或人次較前年相同或成長 0%~5% 以內者。	技術研討會與說明會之場次或人次較前年減少 0%~15% 以內者。	技術研討會與說明會之場次或人次較前年減少 15%~30% 以內者。	技術研討會與說明會之場次或人次較前年減少 30% 以外者。	6% (4~6%)	95	5.7
評分說明(佐證)	1.93(前)年：技術研討會/說明會之場次： <u>1</u> 場次；其參加總人次： <u>15</u> 人次。 2.94(今)年：技術研討會/說明會之場次： <u>1</u> 場次(較前年增減 <u>        </u> %)；其參加總人次： <u>19</u> 人次(較前年增減 <u>26</u> %)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
(3)校正服務	校正服務件數或收入金額較前年成長 5% 以上者。	校正服務件數或收入金額較前年相同或成長 0%~5% 以內者。	校正服務件數或收入金額較前年減少 0%~15% 以內者。	校正服務件數或收入金額較前年減少 15%~30% 者。	校正服務件數或收入金額較前年減少 30% 以外者。	5% (4~6%)	79	4.7
評分說明(佐證)	1.92(前)年：校正服務件數： <u>40</u> 件數；其收入金額： <u>        </u> 元。 2.93(今)年：校正服務件數： <u>37</u> 件數(較前年增減 <u>-7.5</u> %)；其收入金額： <u>        </u> 元(較前年增減 <u>        </u> %)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							
<b>4.資源運用</b>						<b>6%</b>		
(1)人力運用	計畫執行人力(經費)較前年減少 5% 以上者，但績效提升，執行工作(項目)增加。	計畫執行人力(經費)較前年相同或減少 0%~5% 以內者，但績效提升，執行工作(項目)增加。	計畫執行人力(經費)較前年增加 0%~10% 以內者，但執行工作(項目)無增加。	計畫執行人力(經費)較前年增加 10% 以上者，但執行工作(項目)無增加。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	4% (2~4%)	100	4
評分說明(佐證)	1.93(前)年：經費： <u>39000</u> 元；其計畫執行人力： <u>14.1</u> 人年。 2.94(今)年：經費： <u>35074</u> 元(較前年增減 <u>-10</u> %)；其計畫執行人力： <u>13.5</u> 人年(較前年增減 <u>        </u> %)。 3.上二項衡量指標得擇優評分。							

評估項目	衡 量 標 準					權數	自評 分數	加權 得分
	100-96 分	95-80 分	79-60 分	59-40 分	39-1 分			
(2)設備購置與有效利用	設備購置預算執行嚴格控制，並均能符合產業需求，有效利用，無閒置情形，且均依使用期限保固使用。	設備購置預算執行嚴格控制，並大多能符合產業需求，有效利用，無閒置情形，且均依使用期限保固使用。	設備購置預算執行嚴格控制，並大多能有效利用，且依使用期限保固使用。	設備購置預算執行嚴格控制，並分能有效利用，無法依使用期限保固使用，且需送修。	未在前四項衡量基準涵蓋範圍者。	2% (2~4%)	100	2
5.自訂項目	受託機關(單位)經考量各計畫屬性後，「共同指標」及「個別指標」各小項仍有不足之處，或有特殊之成效、表現、經濟效益、社會效益等非量化事績，可依實際需要自行訂定合適指標項目或說明，並予評分。					10%	95	9.5
評分說明(佐證)	<p>(請於本欄文字說明，文字以不超過 500 字為限)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 維持並提昇國家標準之頻率穩定度及準確度達到優於 <math>2 \times 10^{-14}</math>，時刻差值同步在 0.1 微秒以內，並提供實驗室一級標準件之校正。</li> <li>2. 持續參與國際度量衡局 (BIPM)，共同維持世界協調時(UTC)及國際原子時(TAI) 等國際標準。</li> <li>3. 維持撥接式電腦校時系統及網際網路校時系統，滿足全國資訊設備，對時間數位化對時之使用需求。</li> <li>4. 完成 2005 年除與日本(NICT、NMIJ)、澳洲(NMIA)及荷蘭(VSL)衛星雙向傳時比對，並增加韓國(KRISS)、新加坡(SPRING)、大陸(NTSC)三條比對鏈路。</li> <li>5. 實驗室品質系統通過 TAF CNLA 監督評鑑。</li> <li>6. 完成舉辦時頻業務研討會及問卷調查活動。</li> </ol>							
總 分						100%	97.3	

說明：1.個別指標各分項之小項指標權數，請依計畫性質於範圍內自行選定，惟其權數總和須等於該分項之權數。

2.自評分數請評至個位，加權得分請算至小數第一位。

