

112 年度臺灣地區 GNSS 連續觀測站 整合國際框架委託研究

成果報告

The study on the estimation of GNSS CORS
intergrading to ITRF in Taiwan, 2023

內政部國土測繪中心委託研究
中華民國 112 年 11 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

112 年度臺灣地區 GNSS 連續觀測站 整合國際框架委託研究

成果報告

The study on the estimation of GNSS CORS
intergrading to ITRF in Taiwan, 2023

委託機關：內政部國土測繪中心

受委託單位：國立臺北大學

主要研究人員：陳國華 教授

研究期程：中華民國 112 年 2 月至 112 年 11 月

研究經費：新臺幣 87.6 萬元

內政部國土測繪中心委託研究
中華民國 112 年 11 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目 錄

第一章 研究主旨	1
1.1 研究主題	1
1.2 研究緣起	1
1.3 研究預期目標	3
第二章 文獻回顧	7
2.1 地表變形的型態	7
2.2 各類國家大地基準的介紹	8
第三章 研究說明	11
3.1 研究技術原理	11
3.2 研究蒐集資料	24
3.3 研議雙框架策略	26
第四章 研究成果	27
4.1 研究蒐集資料品質與衛星定位連續站解算成果	27
4.1.1 研究蒐集資料品質	27
4.1.2 連續站的坐標估計精度分析	29
4.1.3 衛星定位連續站解算成果	39
4.2 研究成果 e-GNSS[2023]之比較分析	42
4.3 辦理教育訓練與成果投稿發表	50
4.4 研議一九九七歷次坐標系統與國際地球參考框架轉換之可行性	52
第五章 成果結論	57
5.1 即時動態定位系統 e-GNSS[2023]解算成果	57
5.2 衛星連續站資料解算成果	57
5.3 一九九七坐標系統與國際地面參考框架轉換之研議成果	59
5.4 未來發展建議	60
參考文獻	61
附件一 每月進度報告格式(範例)	63
附件二 需求訪談會議紀錄	65

附件三	工作會議紀錄	69
附件四	工作查核會議紀錄	73
附件五	e-GNSS[2021]與 e-GNSS[2023]基準站坐標比較表	79
附件六	主要衛星連續站時間序列圖	87
附件七	衛星連續站速度估計成果	115
附件八	第 41 屆測量及空間資訊研討會發表內容	127
附件九	期中審查意見廠商修正辦理情形	131
附件十	期末審查意見廠商修正辦理情形	135

圖目錄

圖 1.1 本研究案執行步驟.....	6
圖 2.1 地震循環示意圖.....	7
圖 2.2 動態基準之示意圖.....	9
圖 2.3 半動態基準之示意圖.....	9
圖 3.1 參與計算之鄰近 7 個國際 IGS 站.....	14
圖 3.2 國內 9 個共同聯測站分布圖.....	15
圖 3.3 本案解算軟體 Bernese 之計算流程圖.....	16
圖 3.4 連續站觀測資料計算分區圖(1).....	19
圖 3.5 連續站觀測資料計算分區圖(2).....	20
圖 4.1 資料品質正常 GNSS 連續站之資料示意.....	28
圖 4.2 資料品質不佳 GNSS 連續站之資料示意.....	29
圖 4.3 精度不佳之連續站分布圖.....	33
圖 4.4 擬合重大地震事件之連續站坐標精度統計圖.....	34
圖 4.5 臺灣地區連續站坐標 N 分量之精度空間分布圖.....	35
圖 4.6 臺灣地區連續站坐標 E 分量之精度空間分布圖.....	36
圖 4.7 臺灣地區連續站坐標 U 分量之精度空間分布圖.....	37
圖 4.8 臺灣地區連續站坐標水平分量之精度空間分布圖.....	38
圖 4.9 2018-2023 年臺灣平面速度場(相對金門).....	40
圖 4.10 2018-2023 年臺灣垂直速度場(相對金門).....	41
圖 4.11 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]較差統計圖.....	43
圖 4.12 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021] N 分量之較差空間分布圖.....	44
圖 4.13 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021] E 分量之較差空間分布圖.....	45
圖 4.14 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021] U 分量之較差空間分布圖.....	46
圖 4.15 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]水平分量之較差空間分布圖.....	47
圖 4.16 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]較差圖(水平分量).....	48
圖 4.17 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]較差圖(垂直分量).....	49
圖 4.18 教育訓練上課情況(112.9.21).....	51

圖 4.19 發表於第 41 屆測量及空間資訊研討會.....	52
圖 4.20 建立雙框架坐標之流程.....	55

表目錄

表 3.1 本研究案採用的國際地面參考框架 ITRF2020@2015.0 資訊	13
表 3.2 連續站觀測資料計算分區統計	20
表 3.3 各單位 GNSS 連續觀測站統計(2022.10.01 ~ 2023.09.30)	24
表 3.4 約制國際 IGS 站之比率統計(2022.10.01-2023.09.30)	25
表 3.5 本年度新增測站與對應分區表(2022.10.01-2023.09.30).....	25
表 4.1 資料品質不佳之 GNSS 連續站統計.....	27
表 4.2 2003 年至 2023 年之重大地震事件.....	30
表 4.3 剔除精度不佳之連續站.....	32
表 4.4 教育訓練課程規劃表.....	50

摘要

今(112)年度的期末報告裡，本團隊以 Bernese 5.2 計算軟體完成 111 年 10 月 1 日至 112 年 9 月 30 日之 446 個 GNSS 連續站資料解算，並比較 e-GNSS[2021] 與 e-GNSS[2023] 坐標成果之差異，得到兩者較差的標準差在 N、E、U 方向分別為 ± 0.083 m、 ± 0.088 m 以及 ± 0.081 m，顯示各基準站的坐標已有修正之需要；同時估計 107 年 1 月 1 日至 112 年 9 月 30 日，總計 403 個 GNSS 連續站速度量，藉由各連續站的每日坐標的時間序列擬合，獲得國內連續站最小約制於金門連續站 KMNM 的坐標時間序列擬合精度，在 N、E、U 方向的平均值分別是 ± 0.309 mm/yr、 ± 0.436 mm/yr 以及 ± 0.791 mm/yr，最後提出 TWD97 坐標系統與國際地面參考框架轉換可行性的研議成果，以及未來發展建議。

關鍵字：全球定位系統、連續站、電子化全球衛星即時動態定位系統。

Abstract

In this final report, we have finished the estimation for the near 446 GNSS CORS observations from 2022/10/1 to 2023/9/30 by using the Bernese 5.2 software. By comparing the coordinate differences between e-GNSS[2021] and e-GNSS[2023], the standard deviation of coordinate differences are ± 0.083 m in N component, ± 0.088 m in E component, and ± 0.081 m in U component, respectively. The results showed that the coordinates of the base GNSS stations in e-GNSS have to be corrected necessarily. The GNSS CORS velocity constrained to the KMNM are also obtained by means of the time serial analysis from 2018/1/1 to 2023/09/30. The average standard deviation of the velocity estimations are ± 0.309 mm/yr in N component, ± 0.436 mm/yr in E component, and ± 0.791 mm/yr in U component, respectively. Finally, the transformation method between the TWD97 and the ITRF2020 was discussed and some suggestions are also showed in this report.

Keywords: GNSS, CORS, e-GNSS.

第一章 研究主旨

1.1 研究主題

本研究的主題為利用嚴謹的測量平差法數學理論模式，以科學計算軟體 Bernese 5.2 解算臺灣地區 GNSS 連續觀測站的資料(本案主要解算 GPS 資料)，並約制於目前最新的國際參考框架 ITRF2020@2015.0 之下，獲得各 GNSS 連續觀測站於 ITRF2020 框架的坐標與速度值，同時解算 e-GNSS[2023]坐標成果，並與 e-GNSS[2021]坐標成果進行分析比較。

1.2 研究緣起

內政部為建立統一的國家坐標系統，自 82 年度起，陸續執行「應用全球定位系統實施臺閩地區基本控制點測量計畫」、「國家基本測量控制點建立及應用計畫」以及「國家基本測量發展計畫」等全國性測繪計畫，並於 1998 年 3 月 17 日訂定臺灣 1997 大地基準(TWD97)及參考坐標系統，公布 GNSS 連續觀測站(或稱衛星追蹤站) 8 站、一等衛星控制點 105 點以及 621 個二等衛星控制點等坐標。因受九二一地震影響，於 2001 年 5 月發布改為使用 TWD97 坐標系統，同時，內政部國土測繪中心(以下簡稱測繪中心)接續將 1995 至 2003 年度測得的三等控制點歸算至 TWD97 坐標系統下，總計 4,710 點，以建立全國統一且高精度的衛星控制點資料。

由於臺灣位處活躍板塊之邊界(Yu *et al.*, 1997; Yu *et al.*, 1999; Yu and Kuo, 2001)，區域內的地殼應變速率大(Bos *et al.*, 2003; Chang *et al.*, 2003;

Hsu *et al.*, 2009)。近年來，為因應並修正臺灣區域逐漸累積的板塊影響以及因地震、風災、水災所產生的位移量，內政部於 2009 年 10 月起邀集專家學者召開「大地基準及坐標系統更新維護機制」5 次會議討論，並於第 2 次會議決議點位成果及基準框架繼續採用一九九七坐標系統 (TWD97)，坐標成果為一九九七坐標系統 2010 年成果(簡稱為 TWD97[2010])。配合前述會議決議交由測繪中心辦理 GNSS 連續觀測站資料之分析及解算，另納入 2010 年至 2011 年基本控制點檢測成果後，計算完成 TWD97[2010]坐標值，經測繪中心陳報內政部相關成果，於 2012 年 3 月 30 日公告 18 個衛星追蹤站、並增選 219 個 GNSS 連續觀測站視為一等衛星控制點使用、併同原有 105 個一等衛星控制點、569 個二等衛星控制點，另再新加入 2,102 個三等衛星控制點，共計 3,013 點成果(內政部國土測繪中心，2012)。

測繪中心自 2013 年開始委託本團隊辦理「102 年度建置現代化 TWD97 國家坐標系統變位模式」之前期研究工作，奠定現代化 TWD97 國家坐標系統變形模式的基礎；期間分別辦理「103 年度臺灣地區 GPS 連續觀測站資料解算工作」與「104 年度臺灣地區 GPS 連續觀測站資料解算工作」，並接續於 2016 年辦理「105 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統變位模式」採購案，以整合精進並提升 102 年計畫案成果，同時研提國土測繪基準更新與維護之策略，辦理成果的使用推廣與學術研討，期間亦針對使用的 GNSS 解算軟體 Bernese 5.2 版軟體，規劃設計其自動解算功能，以及設計提供使用者操作變形模式的介面軟體；在 2017 年辦理的「106 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統變位模式」採購案中，除了再持續精進「速度網格模型」外，並延續於 2018 年的「107 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統變位模式」採購案裡，陸續納入 2010 年

之後主要地震的「同震位移網格模型」，以建立臺灣半動態基準所需的完整「地表變形模式」，除了辦理水平速度網格模型的持續精進之外，亦完成同震位移網格模型更新時機的研究分析。近年，本團隊於 2019 年完成「108 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統變位模式」，總計完成自 2003 年 1 月 1 日至 2019 年 9 月 30 日之臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料的解算(約 400 站)，提供建置臺灣地區之地表變形模式使用，後續亦自 2020 年開始辦理 2 年的「109 年及 110 年臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料解算工作」，解算 109 年 10 月 1 日至 110 年 9 月 30 日總計 429 個連續觀測站資料，並利用自行設計的 Python 程式進行解算成果統計與分析，得到 GNSS 資料的各項統計結果，以有效掌握資料與成果的品質，並接續解算 GNSS 連續站資料至 111 年 9 月 30 日。(內政部國土測繪中心，2013 ~ 2022)

另一方面，測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統亦自 103 年 1 月 1 日開始以最新公告的 TWD97[2010]坐標系統作為參考依據，陸續建置 e-GNSS[2013]、[2015]、[2017]、[2019]、[2021]坐標系統，並納入桃園/新竹的 TWTF 與 TNML 及 TCMS 等 3 個 IGS 國際站參與計算，以測繪中心 LSB0 的 TWD97[2010]公告坐標為最小約制，提供 e-GNSS 基準站坐標，以精進 e-GNSS 之服務品質(內政部國土測繪中心，2013 ~ 2022)。

1.3 研究預期目標

本案執行期間自決標次日(112 年 2 月 17 日)起至 112 年 11 月 30 日，研究的預期目標為對臺灣地區約 450 個連續站比照 TWD97[2010]的解算策略，以 Bernese 5.2 進行資料解算與分析，並估計測站速度值以及地震監測機制，以利後續應用，據此，本案的工作項目(預期完成目標)如下：

一、需求訪談：已於 112 年 2 月 24 日至測繪中心辦理需求訪談，並據以編撰作業計畫書，如附件二。

二、辦理臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料處理解算

(一) 以 Bernese 軟體辦理國內 GNSS 連續觀測站約 450 站(實際站數以測繪中心提供為主)及臺灣鄰近國際站 5 站(含)以上之基線解算工作，資料自 111 年 10 月 1 日至 112 年 9 月 30 日止之 GNSS 連續觀測資料。國內 GNSS 連續觀測站之觀測資料由測繪中心提供，國際站之資料由本團隊自行下載。並以最新 ITRF 國際地面參考框架為基準，計算上述連續觀測站之基線解算成果，均已上傳至 Ftp 站。

(二) 每日坐標解算：解算相對於金門站(KMNM)之每日坐標成果，提供包含最小約制坐標檔(CRD)、法方程式檔(NQ0)、解算成果檔(OUT)及每日解基線成果檔(SINEX)，均已上傳至 Ftp 站。

(三) 速度場解算：解算相對於金門站(KMNM)之速度場成果，如附件六。

(四) 每週坐標解算：解算於最新 ITRF 國際地面參考框架之每週坐標成果，提供包含最小約制坐標檔(CRD)、法方程式檔(NQ0)、解算成果檔(OUT)及每週解基線成果檔(SINEX)，均已上傳至 Ftp 站。

(五) 解算 e-GNSS[2023]坐標成果：解算 e-GNSS 系統基準站 e-GNSS[2023]坐標成果，以(一)(二)之基線解算成果，取 111 年 12 月 1 日至 112 年 1 月 31 日計 62 天，平差最小約制在測繪中心站(LSB0)之 TWD97[2010]成果，如附件五。

(六) 研議一九九七歷次坐標系統與國際地面參考框架成果轉換之可行性，詳第 4.4 節內容。

三、教育訓練：於 112 年 9 月 30 日(含)前提供至少 6 小時 15 人次之資料處理解算教育訓練，上課人數及地點由機關指定，辦理教育訓練所需場地、教材、出席人員午餐及講師鐘點費等相關費用由廠商自行負擔，已於 9 月 21 日辦理完成(詳 4.3 節)。

四、編撰成果報告：

(一) 作業計畫書：依訪談後之機關需求編撰作業計畫書，並已於 3 月 31 日繳送。

(二) 期中報告：依作業計畫書各期成果進度撰寫期中報告，資料已解算自 111 年 10 月 1 日至 112 年 4 月 30 日(期中進度)。

(1) 工作項目二(一)基線解算。

(2) 工作項目二(二)每日坐標解算。

(3) 工作項目二(四)每週坐標解算。

(三) 期末報告：依作業計畫書各期成果進度撰寫期末報告，內容應包含：

(1) 工作項目二：臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料處理解算成果。

(2) 工作項目三：教育訓練。

本研究案的主要工作項目如下，並規劃步驟如圖 1.1。

- (1)辦理國內 GNSS 連續觀測站之基線解算工作。
- (2)估計相對於金門站(KMNM)之速度場。
- (3)計算 e-GNSS[2023]坐標成果。
- (4)研究成果發表。

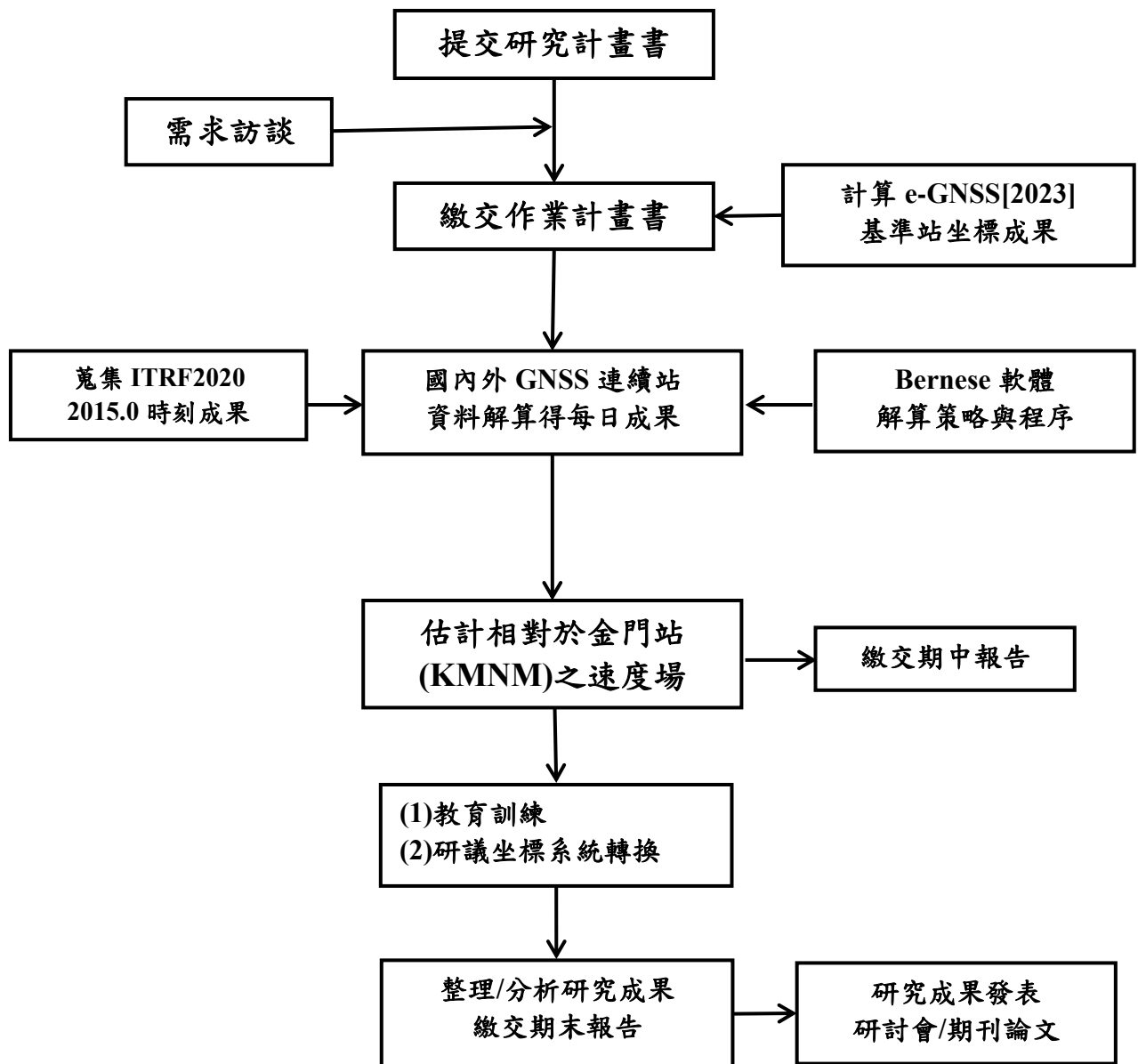


圖 1.1 本研究案執行步驟

第二章 文獻回顧

2.1 地表變形的型態

板塊運動與斷層錯動引起的地表變形，可透過地震循環(earthquake cycle)來描述，包含了震間變形(interseismic deformation)、同震變形(位移)(coseismic deformation)與震後變形(postseismic deformation)。震間變形為大地震發生前，板塊長時期的相對位移行為以及斷層鎖定之間的交互作用(McCaffery, 2002)；同震位移為地震發生時，造成地表的突發性位移；震後變形則為大地震發生之後，伴隨著持續且非線性變化的地表位移，其將延續一段時期或是更長的時間 (Nur and Mavko, 1974; Thatcher and Rundle, 1984; Tse and Rice, 1986; Roeloffs, 1996; Peltzer *et al.*, 1996)，如圖 2.1。

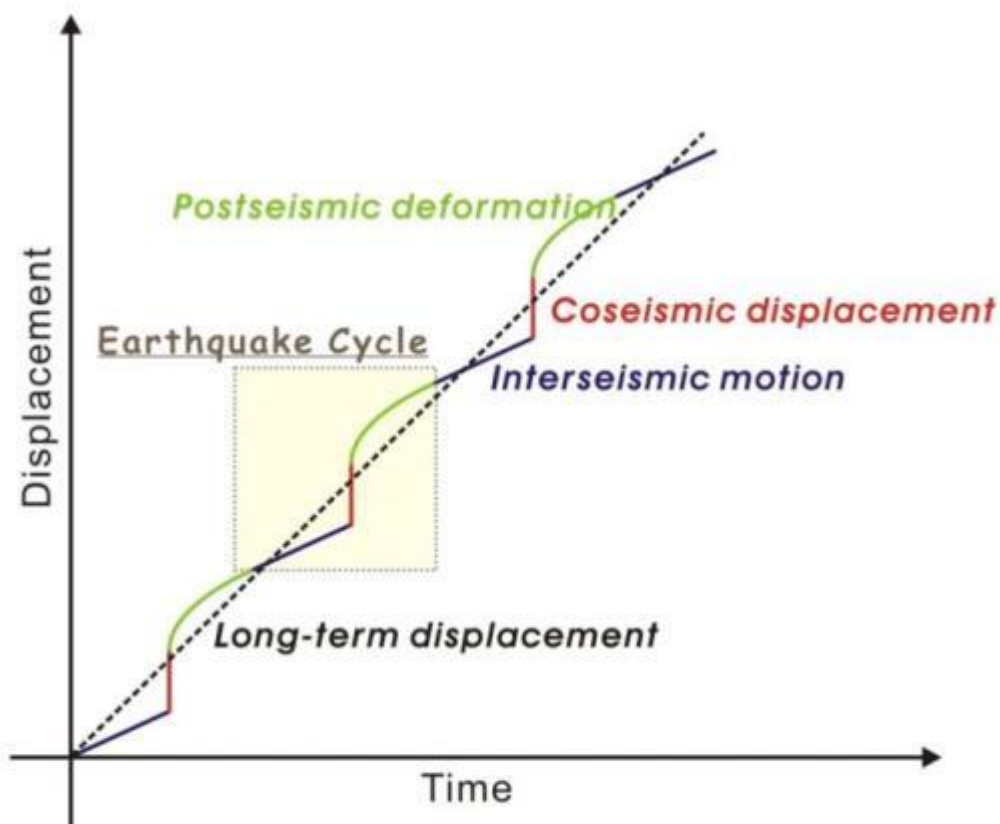


圖 2.1 地震循環示意圖

2.2 各類國家大地基準的介紹

大地基準為測量歸算的依據，因此，建立並且維護高精度的大地基準非常重要。國家大地基準可分為三種型態，靜態基準、動態基準以及半動態基準，說明如下(Grant *et al.*, 1999)。

1. 靜態基準 (static datum)

經由長時間的觀測，可以獲得在特定參考時刻下高精度的基準站坐標，並由數個基準站的坐標值及幾何關係定義大地基準，稱為靜態基準。在靜態基準中，坐標值固定，不會隨著時間而改變。

2. 動態基準 (dynamic datum)

在實務上，受到板塊運動影響，基準站的坐標並非固定不變，因此，為考慮板塊運動造成的基準站變位，建立一個變形模型以推估區域點位的變位值。亦即利用變形模型以時間為函數將基準站坐標更新至現在時刻，或經由連續之觀測達到更新坐標的目的，如圖 2.2。簡言之，動態基準是一個坐標隨時間函數改變的基準。由於基準坐標不斷更新至現在時刻，因此，動態基準為一完全的四維基準，包含了三維坐標以及時間，乃為其特色。

3. 半動態基準 (semi-dynamic datum)

在基準中，納入一個變形模型來模擬區域點位的變位量，透過變形模型可推估點位在任意時刻的坐標，至此與動態基準的概念相同。而半動態基準與動態基準主要的差別為，在半動態基準中，所有的坐標成果均參考至特定時刻或參考時刻，如圖 2.3 所示，在動態基準中，透過變形模型將特定(或參考)時刻的點位坐標推估至現在時刻，最後的坐標成果為現在時刻的坐標，但在半動態基準中，點位坐標最後均參考至特定

時刻或參考時刻，最後的坐標成果為特定(或參考)時刻的坐標；因此，半動態基準不似動態基準是四維的，它的坐標成果固定於特定的時刻，與靜態基準一樣是三維的。所以，亦可以說半動態基準在本質上是一個靜態基準，並藉由變形模型修正地表的變位置。

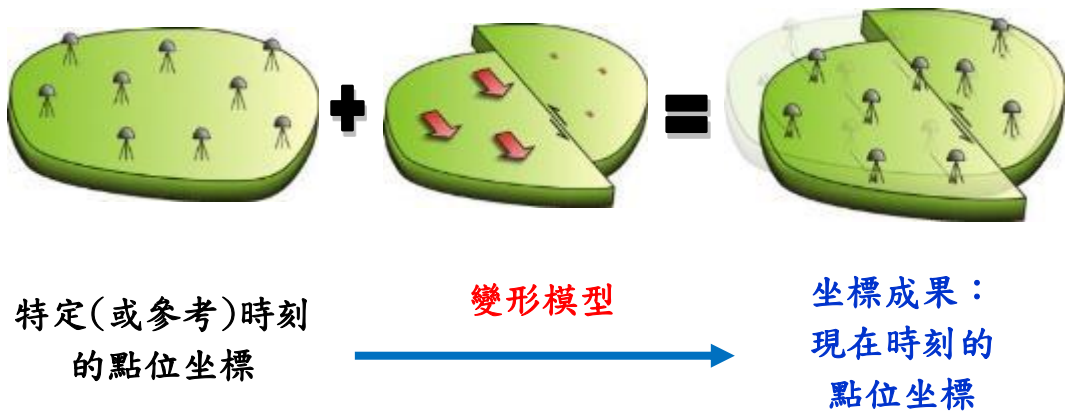


圖 2.2 動態基準之示意圖

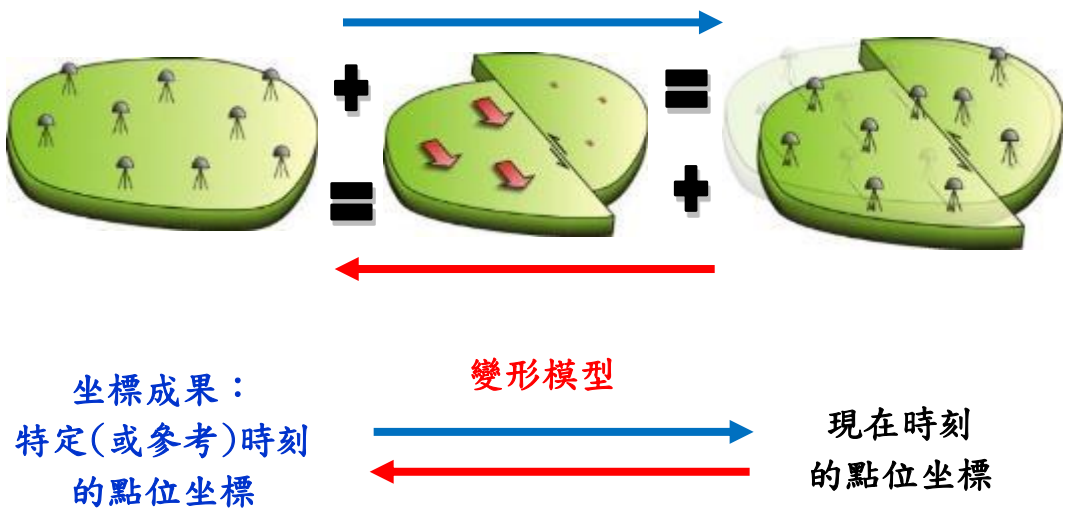


圖 2.3 半動態基準之示意圖

經由定義大地基準與國際坐標參考框架 (International Terrestrial Reference Frame, ITRF) 在某參考時刻下的相對關係，即可建立一靜態基準，而為保持大地基準與 ITRF 之間的相對關係，並顧及大地基準站之間的相對關係不致受到板塊運動的影響，採用動態基準或半動態基準的作法，為一個可有效維護國家基準的方式，其亦將儘可能地完善考慮區域內板塊運動的效應。

在實務上，由於動態基準包含時間變數，使得基準隨著時間而改變，將造成測量(或坐標)成果的管理困難，且從資料整合、共享的觀點來看，不同時刻的坐標成果需轉換至相同時刻才能一起使用，亦將造成使用者的困擾，因此，半動態基準的作法，可兼具反映板塊運動引起的變位量，以及便於測繪成果管理等優點。

小結：

目前，臺灣地區的國家大地控制網更新週期約為 10 年，現今使用的成果為靜態式帶有坐標、速度值的 TWD97[2020]基準及其點位坐標，此項基準成果約制於 ITRF2014[2010.0]框架之下。為有效維護在使用週期內的點位坐標精度，建立區域性的變形修正模式為其中的一個選擇方式，而建立區域變形模式的重要工作之一，即為建立並估算各控制點位的穩定速度值，藉以推估在使用週期的時間範圍內所對應的控制點位坐標，以減少區域內板塊運動的影響。因此，本研究案獲得的各 GNSS 連續站速度值，將可有效作為其他控制點坐標因時間而變位的修正量，進而維護使用週期時間範圍內的最新國家大地基準的精度。

第三章 研究說明

本研究案辦理臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料之解算，工作時程自決標次日(112 年 2 月 17 日)起至 112 年 11 月 30 日，研究技術原理及蒐集資料說明，分別如下：

3.1 研究技術原理

為辦理 GNSS 連續觀測站資料之解算，本團隊以 Bernese 5.2 軟體計算 111 年 10 月 1 日至 112 年 9 月 30 日，大約 450 個 GNSS 連續觀測站與臺灣鄰近國際站 5 站(含)以上資料，評估可供挑選的國際站計有 TSKB、BJFS、SHAO、CUSV、COCO、PIMO 以及 GUAM 等站如圖 3.1，本研究團隊視各站的資料品質納入至少 5 站(含)共同解算。另外，為了提高解算以及除錯效率，本研究案將進行分區解算，分區原則為：(1)依據資料管理單位劃分；(2)依據空間分布劃分，網型以方形均勻分布為原則，並於各計算區加入共同聯測站(KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、TWTF、TNML 及 TCMS 等 9 站)，分布情形如圖 3.2，GNSS 資料解算的品質管制與解算策略如下：

(1)品質管制

包括品質管制與資料檢核兩項。GNSS 連續站資料載入 Bernese 軟體之前，應進行下列品質之管制與資料檢查：

1. 每日各站 RINEX 觀測資料的完整性與連續性是否正常。
2. 每日各站 RINEX 觀測資料的信噪比(S/N)是否正常。
3. 天線盤、儀器位置是否異動或更換。
4. 天線盤相位中心資訊、天線盤型式、天線高等資訊是否正確。
5. 雙頻(L1、L2)資料之成對比例是否偏低。

載入 Bernese 軟體計算後，則應檢視：

1. Bernese 各計算步驟之輸出結果的篩選指標是否正常。
2. 各二次差觀測量的整數週波未定值求解成功率是否偏低。
3. 每日坐標解之精度指標與誤差橢圓是否出現異常。
4. 週、月、季、年等時間序列成果是否出現異常跳動。
5. 每日是否能夠順利整合成相應的法方程式矩陣檔案。

當出現觀測品質不佳、異動或計算成果異常情況時，將檢視分析其原因，並評估是否參與分析使用。透過各項成果檢查項目，可以有效控制本項工作的成果品質，確保其穩定性與精確性。在本案執行期間，除了配合測繪中心召開的工作會議之外，針對實際工作進度、工作協調事項及工作遭遇困難等，本團隊將於每月 10 日前提出前一個月工作執行情形報告(以電子郵件寄送，如附件一範例)。

(2)靜態定位解算策略

首先，選取鄰近臺灣之 IGS 站(如圖 3.1)以及國內共同聯測站(如圖 3.2)參與各分區之聯合計算，各解算時段最小約制於金門站(KMNM)在 ITRF2020@2015.0 框架下的公告坐標如表 3.1 所示(註：每日的金門站坐標固定不動，如附件二、需求訪談會議之決議。)，以得到各分區各時段的每日解算成果，Bernese 軟體的計算流程如圖 3.3。

表 3.1 本研究案採用的國際地面參考框架 ITRF2020@2015.0 資訊

編號	站名	X (m)	Y (m)	Z (m)
		Vx (m/yr)	Vy (m/yr)	Vz (m/yr)
1	BJFS	-2148744.3966	4426641.2008	4044655.8426
		-0.03238	-0.00603	-0.00714
2	COCO	-741950.8382	6190961.6960	-1337767.6548
		-0.04460	0.00464	0.05126
3	GUAM	-5071312.6958	3568363.6027	1488904.3791
		0.00542	0.00565	0.00418
4	KMNM	-2761838.0176	5110347.0969	2625150.9065
		-0.03101	-0.01046	-0.01065
5	CKSV	-2956619.2785	5075902.1678	2476625.5707
		-0.01942	-0.00378	-0.01074
6	PIMO	-3186293.6640	5286624.3574	1601158.3581
		0.02257	0.01405	0.00581
7	SHAO	-2831733.8152	4675665.8203	3275369.3034
		-0.03025	-0.01233	-0.01100
8	TSKB	-3957199.5651	3310199.3016	3737711.5937
		-0.01054	0.00635	-0.00415
9	CUSV	-1132914.8653	6092528.5694	1504633.2130
		-0.02431	-0.00564	-0.01052
10	TWTF	-2994428.4372	4951309.1113	2674496.7530
		-0.03343	-0.00971	-0.00940
11	TNML	-2982779.4139	4966662.5013	2658805.6267
		-0.02791	-0.01263	-0.00860
12	TCMS	-2982783.2278	4966659.9768	2658809.3599
		-0.02791	-0.01263	-0.00860

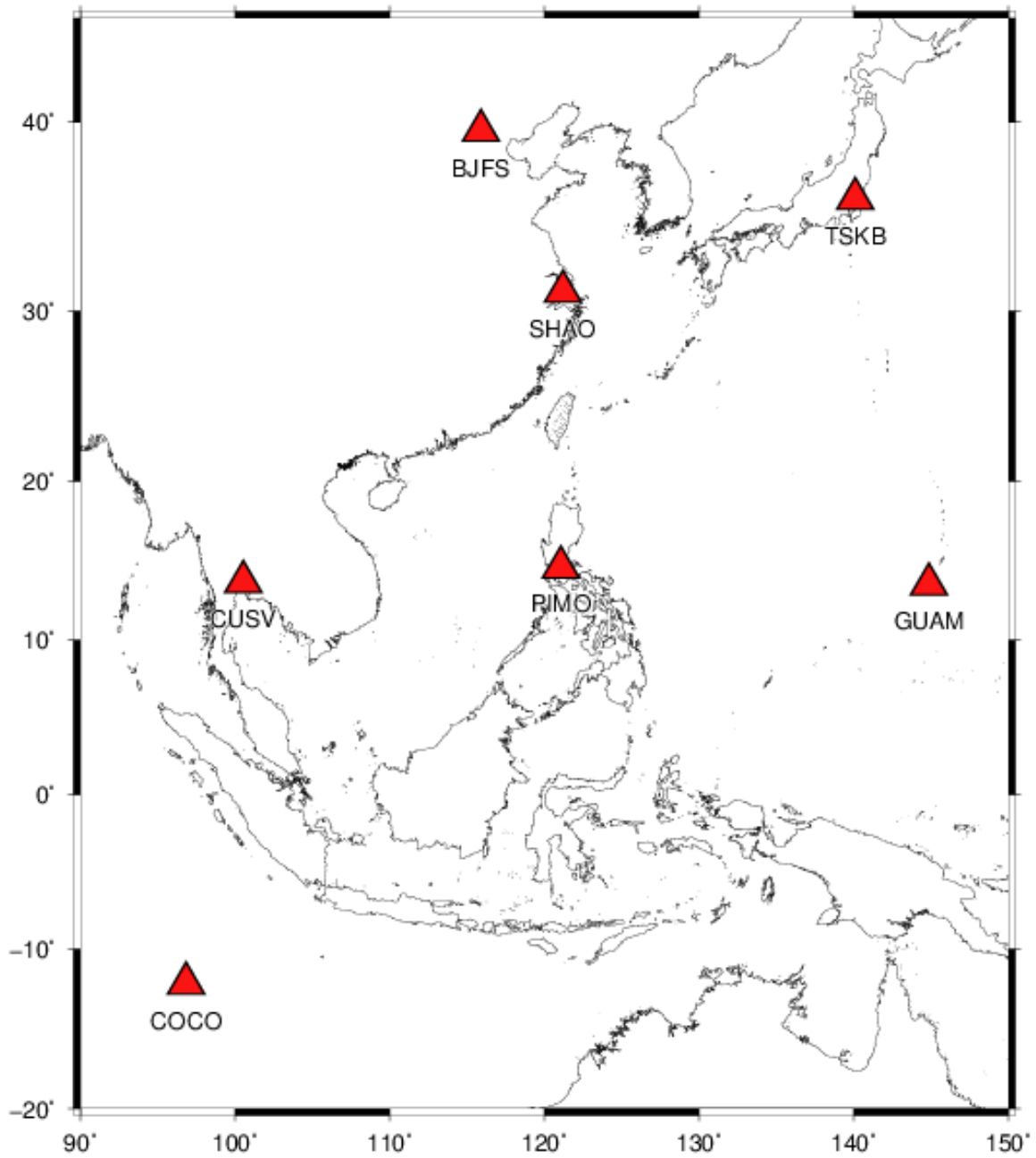


圖 3.1 參與計算之鄰近 7 個國際 IGS 站

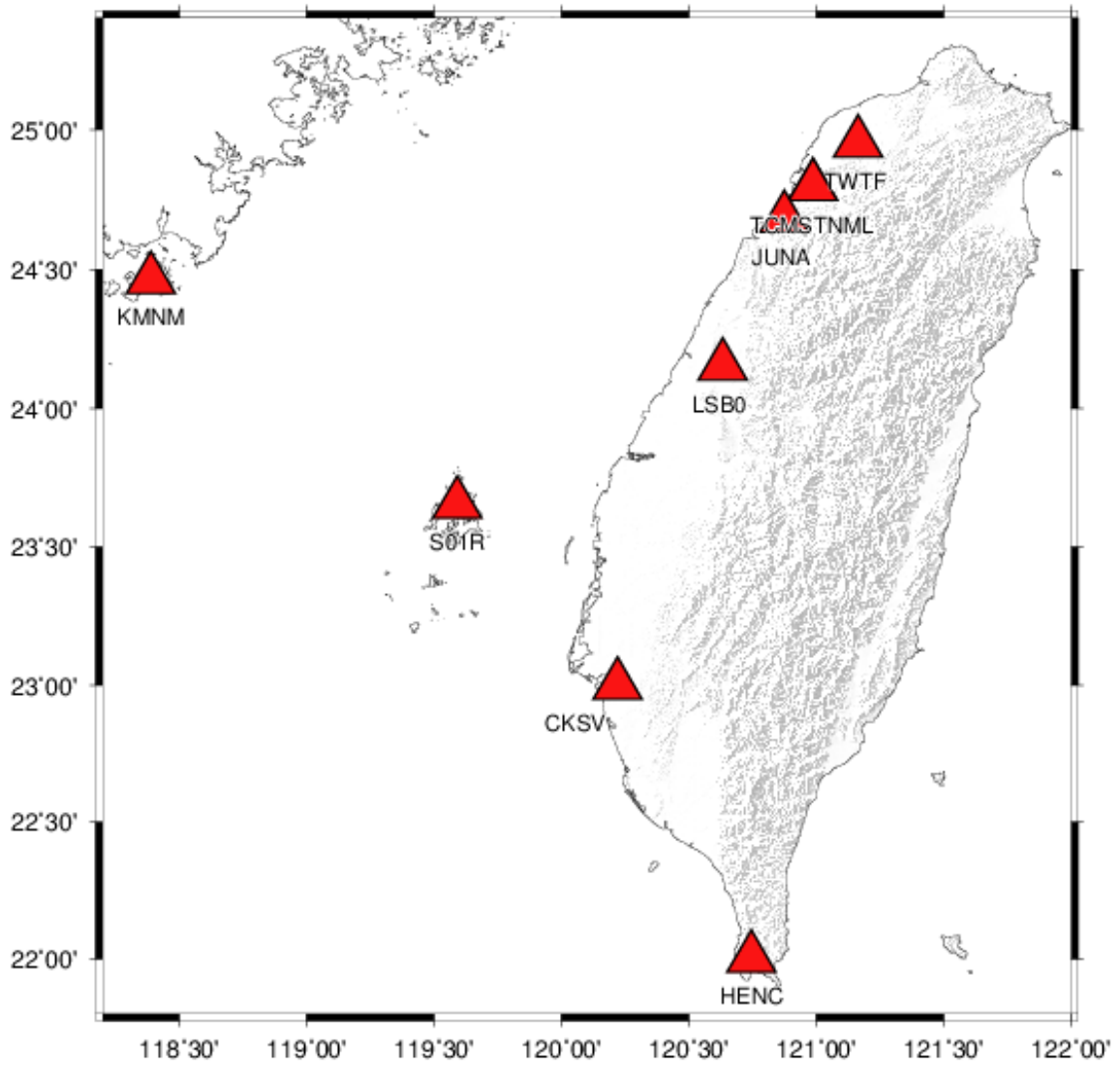


圖 3.2 國內 9 個共同聯測站分布圖

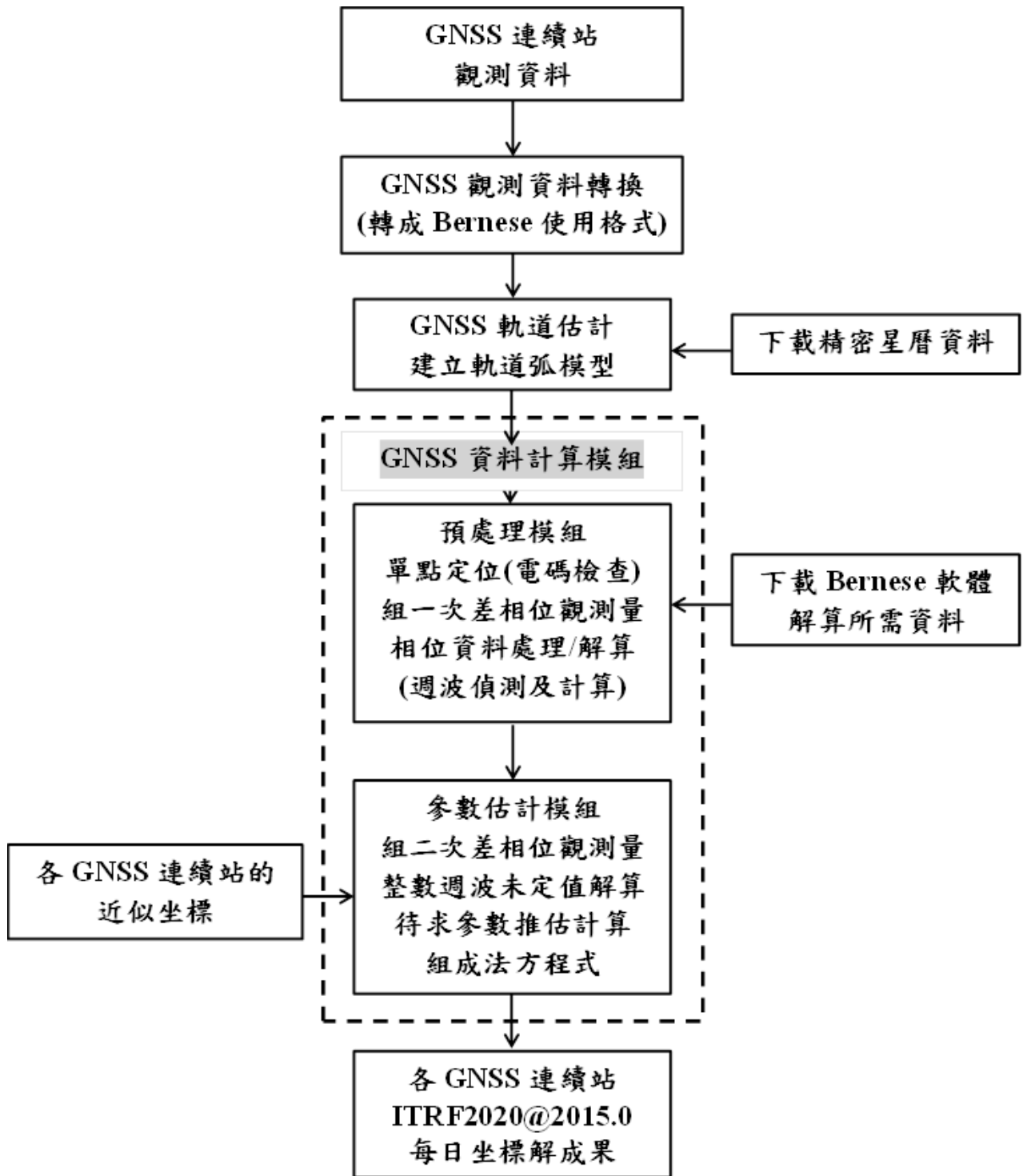


圖 3.3 本案解算軟體 Bernese 之計算流程圖

GNSS 資料解算時，將進行下列相關資料之蒐集與更新：

- (a) IGS(International GPS Service)提供之最終精密星曆(sp3 格式)。
- (b) 地球每天的自轉參數檔案(erp 與 eph 檔)。
- (c) GNSS 天線盤的相位中心偏移量以及相位中心變化量檔案。
- (d) 衛星的健康狀態檔案 (Sat_****.crx；****表西元年)。
- (e) 衛星的重量、天線盤傾角等相關資訊檔 (Satellit.ttt)。
- (f) 天線盤資料檔(station.info)。

GNSS 資料處理步驟簡要說明如下：

1. 將標準交換格式(Rinex)檔案轉成 Bernese 格式。
2. 自精密星曆中取出各衛星之時錶修正量。
3. 將精密星曆轉成表列型式。組軌道之原則為利用每天之精密星曆，組成 24 小時之軌道，包括 6 個克卜勒軌道元素和 2 個 ROCK4/42 模式之太陽輻射參數。
4. 進行電碼資料之檢查，剔除錯誤觀測量。
5. 利用電碼資料進行單點定位，計算測站導航坐標及接收儀時間誤差量，並將時間修正於載波相位資料中。
6. 組成獨立的基線網一次差觀測量。
7. 利用精密星曆與衛星時錶資料進行資料之修編、週波脫落之補正(cycle slip editing)、時錶差修正...等。
8. 對流層折射改正：採用 Hopfield 模式，以海平面標準氣象資料，溫度 25°C，相對溼度 70%，大氣壓力 1013.25mbar，推求各測站的對流層改正起始值，並進行對流層附加參數的解算，以吸收殘留的對流層折射誤差。

9. 採用 QIF(Quasi Ionosphere-Free)解算方法，求得 L_1 和 L_2 的整數週波未定值，再組成無電離層(ionosphere free)效應觀測量 L_3 ，並將解得 L_1 和 L_2 的整數週波未定值代入 L_3 觀測方程式中，以求解坐標參數。
10. 各時段輸出法方程式矩陣，最後合併所有時段法方程式矩陣進行整體平差，採用循序(sequential)最小二乘估計方式進行所有法方程式的合併求解。

據此，本團隊進行國內各 GNSS 連續站的分區計算，以得到各 GNSS 連續站的每日坐標解。計算分區如圖 3.4、圖 3.5，分區站名如表 3.2 所列，總計 26 個分區。若當日沒有 KMNM 的觀測資料，則依據前一日最小約制於 KMNM 的 LSB0 坐標進行最小約制，若當日仍沒有 LSB0 觀測資料時，則依序以 JUNA、CKSV、S01R 以及 HENC 等順序作為當日計算的最小約制站。

最後，Bernese 軟體輸出每日 GNSS 連續觀測站的最小約制坐標檔(CRD)、法方程式檔(NQ0)、解算成果檔(OUT)及每日解基線成果檔(SINEX)等資料，作為分析國內 GNSS 連續站相對於金門站之速度場分析使用，速度場估計與分析的策略參考「108 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統變位模式工作總報告」內容([國土測繪中心，2019](#))。

另外，本團隊將取 111 年 12 月 1 日至 112 年 1 月 31 日計 62 天，最小約制於 LSB0 站之 TWD97[2010]坐標，得到 e-GNSS[2023]成果(如附件五)。

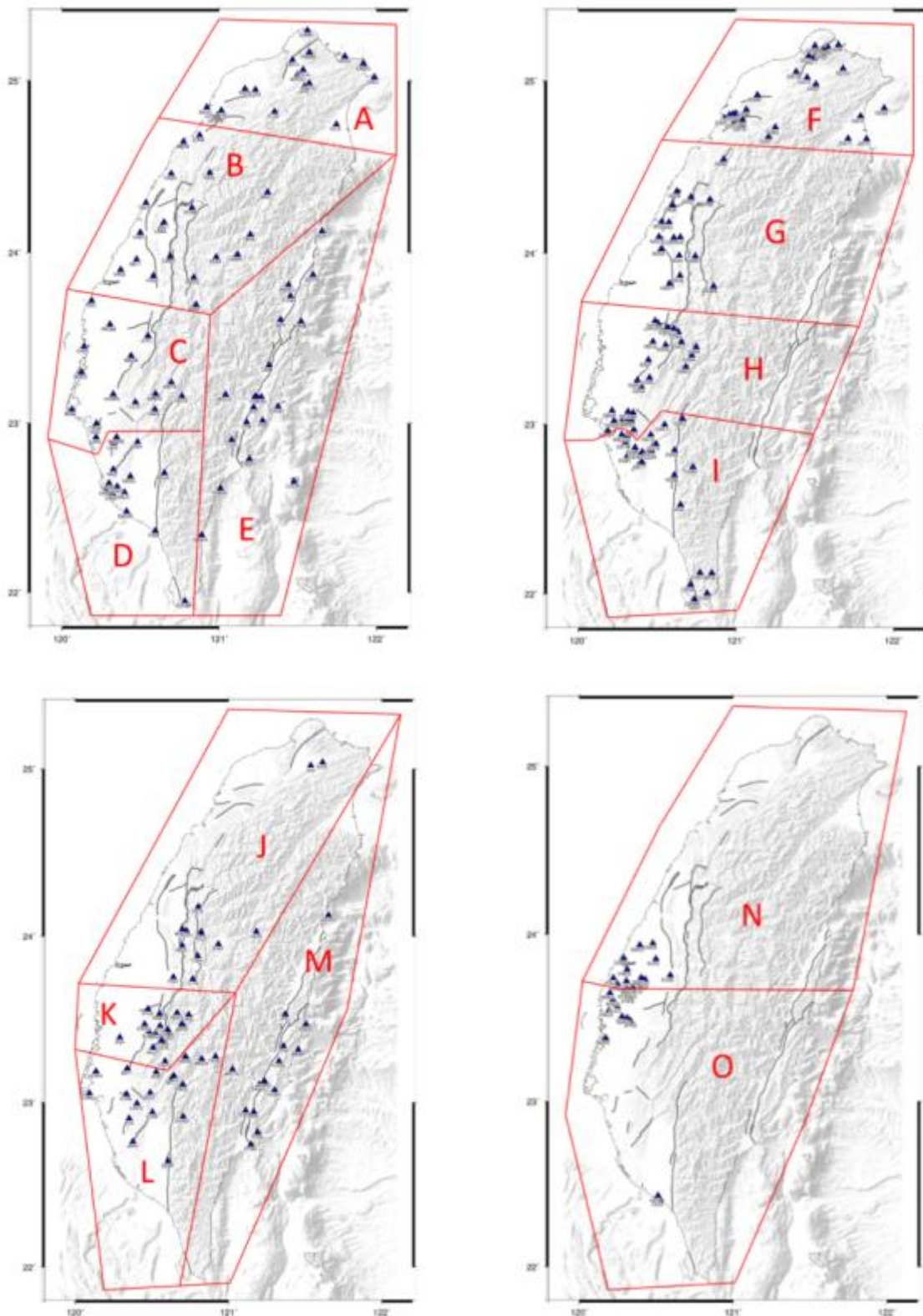


圖 3.4 連續站觀測資料計算分區圖(1)

A-E 區測站提供單位為測繪中心(NLSC)，包含臺北市政府(TPE)；F-I 區測站提供單位為經濟部地質調查及礦業管理中心(CGS)；J-M 區測站提供單位為中研院地球所(IES)；N、O 區測站提供單位為經濟部水利署

(WRA)。

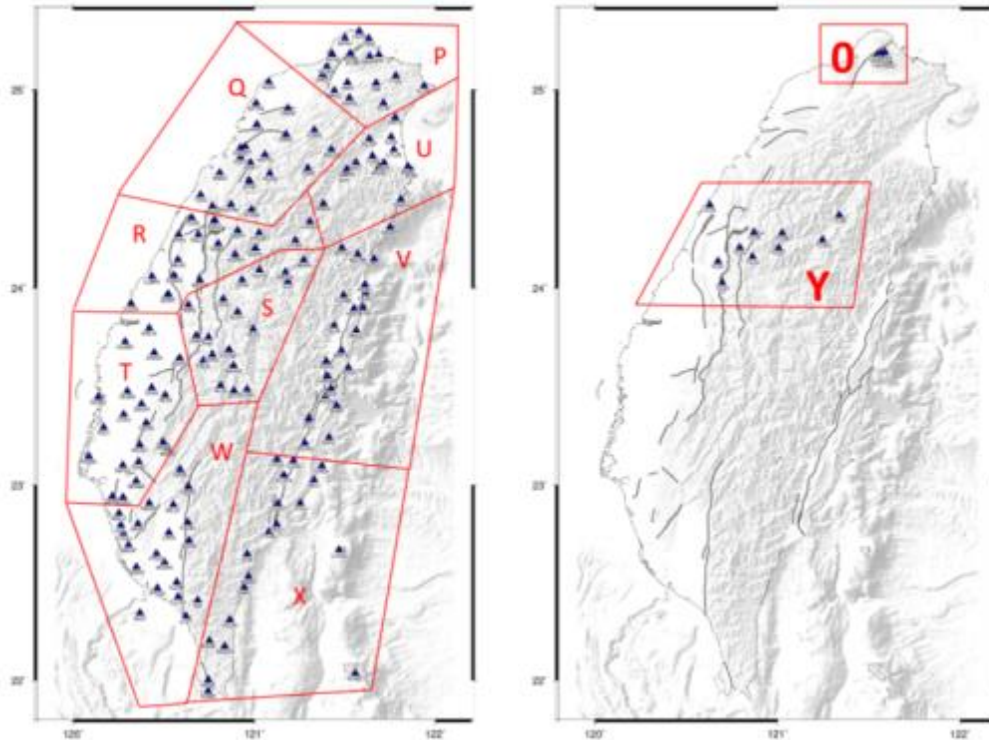


圖 3.5 連續站觀測資料計算分區圖(2)

P-X 區測站提供單位為中央氣象署(CWB)；Y 區測站提供單位為臺中市政府(TAICHUNG)；0 區為大屯活山(TVO)群 GNSS 連續站監測網。

表 3.2 連續站觀測資料計算分區統計

A	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、BEGN、DONY、FUSI、GOLI、HCHG、HCHM、JYGU、LND2、MZUM、SHJU、SHMN、TCYU、TWVD、YILN、YMSM、LND0、SIND、CSLA、GDH1、NCCU、WHDO、BEG2、NTPU
B	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CAOT、DOSH、FB02、G811、GGDS、HL01、KFN2、LSBA、PLIM、SINY、TACH、TASO、TIAN、VR01、VR02、VR03、WULI、FCU1、HLIM、KAFN、LS08
C	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、

	BKBL、CHYI、CIME、DJES、HUSI、JHCI、JIBE、JNHU、JNSA、KAWN、KLAB、LEYU、NJES、PKGGM、SCES、TASI、WIAN、NAGA、CHIK、CK01
D	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CHIE、CISH、DALO、DASU、FALI、FONG、KASH、KDNM、LIAN、MAJA、MAYA、NAZI、RFES、SAME、SANW、TAYN、WHES、XIAN、YJLO、LAFO、WNHD、LAN2、WHE2
E	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CHGO、DAWU、FLNM、FONB、FUGN、JULI、LUDA、SICH、SOFN、TMAM、WARO、WULU、T109、T104、T103、T105、T107、T110、GUFU、T102、LAYU、LDJH、FUG2
F	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、GS01、GS03、GS08、GS09、GS10、GS11、GS12、GS13、GS15、GS16、GS19、GS20、GS61、GS62、GS70、GS71、GS72、GS86、GS90、GS93、GS94、GS19
G	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、GS14、GS21、GS22、GS23、GS24、GS25、GS26、GS27、GS36、GS37、GS38、GS39、GS40、GS82、GS83、GS84、GS87、GS91、GS92、GS02、GS96、GS97、CG01、CG02、CG03、CG04
H	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、GS05、GS06、GS07、GS17、GS18、GS28、GS29、GS30、GS31、GS32、GS33、GS41、GS42、GS43、GS44、GS63、GS64、GS66、GS67、GS68、GS73、GS88、GS89、GS04
I	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、GS34、GS35、GS45、GS46、GS51、GS52、GS53、GS55、GS56、GS57、GS58、GS59、GS60、GS74、GS75、GS76、GS77、GS78、GS79、GS80、GS81、GS85、GS54、GS47
J	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、FNGU、FUQE、KZN1、LSAN、PINT、S016、S167、WUFN、

	YUNL、KZON、TAIW、GANK、S170、S101
K	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、8118、C001、C002、CHUK、CWEN、JONP、KLN2、LAIG、LOYE、S103、SJPU、TAPU、W021、W029、CHNL、W030、KULN、CHYN、BYRS
L	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CHKU、DONA、HOKN、LNCH、MESN、MIN2、MINS、PAOL、S011、S012、S106、S169、S23R、TENC、WLIP、SILN、TSHO、YENC、S092
M	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、FUDN、JPEI、JPIN、KNKO、MOTN、PING、S104、S105、SCHN、SHAN、TAPE、TAPO、TTSH、TUNH、S058、ERP
N	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CHSG、FRES、GFES、HLES、HNES、LNJS、NTUH、SJES、SSES、TKJS、YSSL、ANES、LYES、JMES、JJES、RHES、TCKK
O	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、BDES、DLIO、KTES、LBSJ、MDES、SLES、STES、WNES、YCES、YWJS、NGES、SNES、TCBS、XPES、JHES、CYGL、JSES、CLES、KPWR、LGES
P	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、ANBU、ANK2、ANKN、BANC、FIVE、FLON、HERI、LNKO、MATZ、PLIN、PNCY、SANJ、TAN2、TSHI、WAN2、WUKU、ZUZH、CWBN、TAIP、WANL、TANS、LNK2、WALI
Q	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、BALN、DAHU、FUSN、HSIN、KSHI、KYIN、MIAO、PAO2、PLA2、SAN2、SFON、SONA、STA1、THAI、TOFN、TSIO、WIPN、YAME、PLAN、PENL、PAOS、SANI、KYI2、PNLA、KSH2、BAL2
R	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、

	TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CHIN、CHUA、FUNY、GUK2、HNSN、HOPN、HSUE、JYAN、LIYU、LUKN、NSHE、PUS2、SGUN、SHLU、SUC2、TEGS、WFEN、SUCH、GUKW、PUSN、LIY2
S	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CHIU、DPIN、FKD2、FKDO、HLIU、HUAN、HUYS、JSAN、MFEN、PAKU、SANL、SUN1、TATA、TSLN、WANS、YUSN、LUGU、LUSN、ALIS
T	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CHIA、DANI、DNAN、DOJI、ERLN、GUKN、HUWE、ICHU、JWEN、KIMN、NANK、NCKU、PANG、PEI1、RENI、SHWA、SSUN、SUAN、TUNS、WANC、WUST、YSAN、ZEND、DOSE
U	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、CLAN、HANS、ILAN、LTUN、NAAO、NIUT、NSAN、SLNP、SUA2、YLSS、YNTS、SUAB、TUCN、SUAO、HAN2、JSU2
V	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、BLOW、CHNT、CHUN、DCHU、DNFU、DSIN、FENP、HRGN、HUAL、HUAP、JSUI、NDHU、PEPU、SHUL、SLIN、SPAO、TUNM、YENL、YUL1、YULI、NHSI、NIPU
W	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、AKND、BANP、CLON、CTOU、GAIS、JLUT、KASU、KHLZ、LGU2、LIKN、LIU2、MLO1、NEMN、NJOU、PTDG、PTUN、SAND、SGAN、WDAN、LAOL、MITO、LGUE、LIUC
X	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、BIMO、CHEN、CHIH、CHUL、DAJN、DANL、DAS1、DULI、KUA2、KUAN、LANY、LONT、LUDO、MUDA、PEIN、SINL、TTCS、TTUN、LANB、TMAL、DASI、S102、HOBE
Y	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、TC21、TC31、TC32、TC33、TC34、TC35、TC36、TC37、TC38、TC39、TC13

Z	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC
0	BJFS、COCO、GUAM、PIMO、SHAO、TSKB、CUSV、TCMS、TNML、TWTF、KMNM、LSB0、JUNA、CKSV、S01R、HENC、YM02、YM03、YM05、YM06、YM07、YM08、YM09、YMN4、YMN2

3.2 研究蒐集資料

本團隊蒐集統計國內各單位提供之 GNSS 連續站資料，計有國土測繪中心(包含臺北市、臺南市政府)、中央氣象署、中研院地球所、經濟部地質調查及礦業管理中心、經濟部水利署、臺中市政府以及大屯火山群等。表 3.3 為 2022 年 10 月 1 日至 2023 年 9 月 30 日蒐集的 GNSS 資料統計，共計 446 站。

表 3.3 各單位 GNSS 連續觀測站統計(2022.10.01 ~ 2023.09.30)

設立/管理單位	單位縮寫	原始資料站數	問題站數 (觀測時間少於半年)
國土測繪中心(含臺北市、臺南市政府)	NLSC (含 TPE、TAN)	83	5 (FUGN, HCHM, LDJH, PANG, TIAN)
中央氣象署	CWB	154	10 (BANP, HRGN, HSUE, MUDA, NEMN, PAKU, PEIN, SINL, THAI, YUSN)
中研院地球所	IES	52	2 (BYRS*, MSN2)
經濟部地質調查及礦業管理中心	CGS	84	5 (CG01*, CG02*, CG03*, CG04*, GS33)
經濟部水利署	WRA	38	6 (CLES, KPWR*, LGES*,

			MDSE, TCCK, YSLL)
臺中市政府	TAICHUNG	11	3 (TC13, TC21, TC36)
大屯火山群	TVO	8	
約制 IGS 站	IGS	10	
約制國內站		6	
總計		446	31

*紅字表示本年度新測站

本團隊亦統計本年度約制國際 IGS 站的比率，如表 3.4 所示為 2022 年 10 月 1 日至 2023 年 9 月 30 日之國際 IGS 站使用比率(註：等同於國際 IGS 站的觀測資料成功蒐集率)，3.4 表中使用比率偏低的主要原因為未能成功蒐集觀測資料，以致無法參與解算，因此未能予以約制。

表 3.4 約制國際 IGS 站之比率統計(2022.10.01-2023.09.30)

BJFS	COCO	CUSV	GUAM	PIMO	SHAO	TSKB	TCMS	TNML	TWTF
100%	94%	98%	68%	100%	57%	97%	41%	42%	100%

另亦統計本年度新增的測站，如表 3.4 所示為 2022 年 10 月 1 日至 2023 年 9 月 30 日之新測站統計表

表 3.5 本年度新增測站與對應分區表(2022.10.01-2023.09.30)

單位	測站	起始日期	經度坐標	緯度坐標	分配群組	備註
CGS	CG01	23.07.13	121.6170	24.0078	G 群組	新測站
CGS	CG02	23.07.13	121.6147	24.0084	G 群組	新測站
CGS	CG03	23.07.13	121.5179	23.8857	G 群組	新測站
CGS	CG04	23.07.13	121.5567	23.8688	G 群組	新測站
IES	BYRS	23.05.09	120.5240	23.5896	K 群組	新測站
NLSC	NTPU	22.11.30	121.3722	24.9456	A 群組	新測站
WRA	KPWR	23.05.04	120.4362	22.6888	O 群組	新測站
WRA	LGES	23.05.03	120.4953	22.7810	O 群組	新測站
WRA	TCCK	23.05.05	120.6492	24.1963	N 群組	新測站

3.3 研議雙框架策略

為了與國際接軌，本研究參考國際上亦位於板塊運動頻繁地區的國家(例如：紐西蘭與日本)之作法辦理臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料之解算，並研議一九九七歷次坐標系統與國際地面參考框架成果之間的轉換，並以澳洲作法為參考，擬定雙框架策略的作法，新增與 ITRF 國際框架同步的臺灣時變參考框架(Taiwan Time-dependent Reference Frame, TTRF)，並建立 TWD97 與 TTRF 之間的轉換模式；在雙框架下，使用者可“彈性”運用 TTRF 與 TWD97，不受到框架變形影響的地籍測量、工程測量等業務可沿用法定的 TWD97 框架，而受到影響的大範圍測繪業務及學術研究則可使用 TTRF 框架，並經由轉換模式得到 TWD97 坐標，在雙框架的結構下，精密單點定位(PPP)的使用者也可將其 ITRF 坐標(其與 TTRF 框架一致)，經轉換模式轉換至 TWD97 系統之下。

第四章 研究成果

針對表 3.3 蒐集的觀測資料，本團隊運用 Bernese 5.2 軟體以第三章所述的解算策略進行解算，得到初步研究成果如下。

4.1 研究蒐集資料品質與衛星定位連續站解算成果

4.1.1 研究蒐集資料品質

本團隊使用 4 個 Python 程式，其功能分別為統計原始觀測資料之完整性、統計解算前使用 o 檔之完整性、統計解算後匯出 out 檔之完整性、均方根 RMS 檢查程式(可自行輸入設定的 RMS 門檻)，主要用來統計觀測資料之缺漏。表 4.1 列出資料品質不佳之 GNSS 連續站統計，主要目的為檢查從各區各天 out 檔產製各站時間序列(dat 檔)之資料是否具有問題；理論上 dat 資料為各站在三方向之坐標值，但這裡先進行平均數平移，以差值表示，一旦資料有問題，其值以*表示過大而不顯示數值，圖 4.1 為一般測站正常資料示意(以 AKND 為例)，圖 4.2 則為問題測站資料示意(以 DAS1 為例)，可看出三方向無數值。資料期間為 2018-2023 年，統計得知：資料缺失之站數佔總資料比例約 5%，如表 4.1 所示，因為沒有觀測數值無法解算，因此直接移除，建議提供該觀測站所屬維護單位定期確認測站狀況，以利追蹤監測與後續解算。

表 4.1 資料品質不佳之 GNSS 連續站統計

單位	站名	經度	緯度	區域	不列入解算原因
CWB	HANS	121.6871	24.6095	宜蘭	沒有 DAT 檔
CWB	DAS1	120.9433	22.4770	臺東	沒有 e,n,u 差值
CWB	LIYU	120.7818	24.3431	苗栗	觀測天數過少
CWB	LNK2	121.3771	25.0776	新北	沒有 e 差值
CWB	NJOU	120.5714	22.5039	屏東	沒有 n 差值
CWB	PEIN	121.1231	22.8011	臺東	沒有 e,n,u 差值

CWB	SAND	120.6406	22.7173	屏東	沒有 e,n 差值
CWB	SUA2	121.8477	24.6158	宜蘭	沒有 n 差值
CGS	GS93	121.5585	25.1655	臺北	沒有 e 差值
CGS	GS94	121.5586	25.1771	臺北	沒有 e,n 差值
NLSC	JNHU	118.4474	24.4171	金門	沒有 e,n 差值
NLSC	KLAB	118.334	24.4505	金門	沒有 e,n 差值
NLSC(TPE)	NCCU	121.5735	24.9863	臺北	沒有 n 差值
NLSC(TPE)	WHDO	121.4997	25.0349	臺北	沒有 e 差值
Taichung	TC13	120.7934	24.2058	臺中	觀測天數過少
WRA	LYES	120.3067	23.7227	雲林	沒有 e,n 差值
WRA	MDES	120.1999	23.6526	雲林	沒有 e,n 差值
WRA	WNES	120.3119	23.5008	嘉義	沒有 e,n 差值
WRA	XPES	120.3333	23.4843	嘉義	沒有 e,n 差值

1	year	doy	hr	dn	sn	de	se	dh	sh (unit: mm)
2	2018	1	0.0000	30.33	2.00	125.13	2.00	14.09	4.50
3	2018	2	0.0000	30.27	2.00	126.44	3.00	16.79	5.00
4	2018	3	0.0000	30.45	2.00	123.68	3.00	10.99	5.50
5	2018	4	2.0667	29.03	2.00	126.38	3.00	8.39	5.00
6	2018	5	2.0417	29.99	2.00	123.28	3.00	12.29	5.50
7	2018	6	1.0750	31.01	2.00	123.11	3.00	12.89	5.00
8	2018	7	1.0833	30.61	2.00	122.85	3.00	16.19	5.00
9	2018	8	1.0750	30.98	2.00	122.48	3.00	12.39	5.50
10	2018	9	0.0000	23.80	2.00	122.99	3.00	6.69	5.00
11	2018	10	1.6000	28.81	2.00	123.59	3.00	11.59	5.00
12	2018	11	0.0000	29.22	2.00	122.91	2.00	12.69	4.50
13	2018	12	0.0000	30.05	2.00	121.82	3.00	12.39	5.00
14	2018	13	0.0000	29.03	2.00	122.45	2.00	11.69	4.50
16	2018	14	0.0000	29.62	2.00	123.36	2.00	9.69	4.50
16	2018	15	0.0000	28.81	2.00	123.70	3.00	12.69	5.00
17	2018	16	0.0000	27.92	2.00	123.45	3.00	5.19	5.00
18	2018	17	3.5083	31.66	30.00	126.27	58.00	5.09	32.50
19	2018	18	0.0000	30.64	2.00	120.77	2.00	13.59	4.50
20	2018	19	1.3917	29.15	2.00	120.00	2.00	10.59	4.50
21	2018	20	0.0000	29.03	2.00	121.65	2.00	9.59	5.00

圖 4.1 資料品質正常 GNSS 連續站之資料示意
(以 AKND 為例，有 e,n,u 差值)

1	year	doy	hr	dn	sn	de	se	dh	sh (unit: mm)
2	2018	5	2.6167	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
3	2018	6	0.0000	*****	2.00*****	3.00*****	5.50		
4	2018	7	0.0000	*****	3.00*****	4.00*****	7.00		
5	2018	8	0.5583	*****	3.00*****	4.00*****	7.50		
6	2018	9	1.8333	*****	3.00*****	4.00*****	7.00		
7	2018	10	0.0000	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
8	2018	11	1.0500	*****	2.00*****	3.00*****	6.00		
9	2018	12	0.0000	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
10	2018	13	0.5167	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
11	2018	14	0.3917	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
12	2018	15	0.4417	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
13	2018	16	0.4333	*****	3.00*****	4.00*****	7.50		
14	2018	17	3.5083	*****	3.00*****	4.00*****	7.00		
15	2018	18	0.0000	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
16	2018	19	0.0000	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
17	2018	20	1.9417	*****	2.00*****	4.00*****	6.50		
18	2018	21	0.0000	*****	3.00*****	4.00*****	7.00		
19	2018	22	1.0333	*****	3.00*****	4.00*****	7.00		
20	2018	23	6.4167	*****	2.00*****	3.00*****	6.50		
21	2018	24	0.3917	*****	3.00*****	4.00*****	7.00		

圖 4.2 資料品質不佳 GNSS 連續站之資料示意
(以 DAS1 為例，沒有 e,n,u 差值)

4.1.2 連續站的坐標估計精度分析

由測站坐標時間序列圖可以發現測站坐標劇烈變化皆集中在地震事件發生之時期，因此參考中央氣象署地震預報中心網頁的歷史地震資訊，篩選出 2003 至 2023 年間，芮氏規模大於 6 且震央位於臺灣內陸與近海的地震，震源深度隨著芮氏規模增加依序為 5 km 至 70 km，在極淺地震(0~30 km)、淺層地震(30~70 km)範圍內之地震作為擬合重大地震事件的參考，如表 4.2 所示，以重大地震事件逐一檢視所有連續站的每日坐標成果藉以進行坐標時間序列參數事件之擬合。此次報告範圍解算區間為 2018-2023 年，故採用區間內地震事件配合各連續站進行人工擬合速度判斷，然而，短短 6 年間是否有需要列入 6 個地震擬合?未來下一階段仍有探討之必要。

表 4.2 2003 年至 2023 年之重大地震事件

地震事件	發生時間	經度	緯度	規模 ML	深度 (km)	位置
台東成功地震	2003/12/10 12:38	121.4	23.07	6.4	17.7	台東成功地震站東南方 4.3 公里
蘇澳地震	2005/3/6 03:06	121.84	24.65	5.9	6.4	宜蘭蘇澳地震站北偏西 方 5.5 公里
	2005/3/6 03:08	121.8	24.65	6	7	宜蘭蘇澳地震站西北方 8.0 公里
台東市地震	2006/4/1 18:02	121.08	22.88	6.2	7.2	台東市地震站北偏西方 16.4 公里
恆春地震	2006/12/26 20:26	120.56	21.69	7	44.1	屏東恆春地震站南偏西 方 40.2 公里
	2006/12/26 20:34	120.42	21.97	7	50.2	屏東恆春地震站西方 33.9 公里
花蓮地震	2009/12/19 21:02	121.66	23.79	6.9	43.8	花蓮市地震站南偏東方 21.4 公里
甲仙地震	2010/3/4 08:18	120.71	22.97	6.4	22.6	高雄甲仙地震站東南方 17.1 公里
南投地震	2013/3/27 10:03	121.05	23.9	6.2	19.4	南投縣政府東方 36.9 公 里
6 月南投地震	2013/6/2 13:43	120.97	23.86	6.5	14.5	南投縣政府東方 29.3 公 里(位於南投縣魚池鄉)
瑞穗地震	2013/10/31 20:02	121.35	23.57	6.4	15	花蓮縣政府南偏西方 54.6 公里(位於花蓮縣 萬榮鄉)
台東外海地震	2015/2/14 04:06	121.4	22.66	6.3	27.8	臺東縣政府東偏南方 27.4 公里(位於臺灣東 部海域)
美濃地震	2016/2/6 03:57	120.54	22.92	6.6	14.6	屏東縣政府北偏東方 27.1 公里(位於高雄市 美濃區)
宜蘭地震	2016/5/12 11:17	121.98	24.69	6.1	8.9	宜蘭縣政府東方 22.4 公 里

地震事件	發生時間	經度	緯度	規模 ML	深度 (km)	位置
花蓮地震	2018/2/6 23:50	121.73	24.1	6.2	6.3	花蓮縣政府東北方 16.5 公里(位於臺灣東部海域)
宜蘭外海	2019/08/08 05:28	121.91	24.44	6.2	24.2	宜蘭縣政府南偏東方 35.9 公里 (位於臺灣東部海域)
花蓮壽豐	2021/04/18 22:14	121.48	23.86	6.2	14.4	花蓮縣政府西南方 20.4 公里 (位於花蓮縣壽豐鄉)
宜蘭南澳	2021/10/24 13:11	121.78	24.53	6.5	65.6	宜蘭縣政府南方 21.9 公里 (位於宜蘭縣南澳鄉)
花蓮豐濱外海	2022/03/23 01:41	121.61	23.40	6.7	25.7	花蓮縣政府南方 65.6 公里 (位於臺灣東部海域)
臺東關山	2022/09/17 21:41	121.16	23.08	6.6	8.6	臺東縣政府北方 36.4 公里 (位於臺東縣關山鎮)

整理自：(中央氣象署地震預報中心網頁，2023)

在擬合重大地震事件之坐標時間序列下，將所有 GNSS 連續站移除重大地震事件得到的殘差值進行整體平均，並以 3 倍標準差剔除精度不佳之 10 個測站，資料與分布如表 4.3、圖 4.3 所示，最後整體 GNSS 連續站的平均精度，在 E、N、U 方向分別為 ± 5.0 mm、 ± 3.2 mm、 ± 10.8 mm，水平方向為 ± 6.0 mm，連續站坐標精度統計如 4.4 所示。依據我國「基本測量實施規則」規定，對於控制點坐標精度乃以基線長度較差之 95 % 信心區間為規範，因此，為了解測站坐標精度在全臺的空間分布情況，本節以 GNSS 連續站的兩倍精度(95 % 信心區間)繪製 E、N、U 以及水平方向之測站坐標精度空間分布如圖 4.5 至圖 4.8。

表 4.3 剔除精度不佳之連續站

站名	經度	緯度	位置	E(±mm)	N(±mm)	U(±mm)	水平(±mm)
FENP	121.5194	23.5985	花蓮	81.6	40.2	143.5	91.0
HCHM	120.9846	24.7925	新竹	106.8	82.3	426.6	134.8
LAYU	121.5624	22.0193	蘭嶼	22.5	15.9	57.6	27.5
NCKU	120.2758	22.9385	台南	50.2	31.7	159.5	59.4
SHLU	120.5783	24.1445	台中	51.5	21.8	101.9	56.0
CLES	120.3714	23.6067	嘉義	14.2	4.7	21.2	14.9
LUDA	121.4759	22.6581	綠島	25.0	6.7	30.8	25.9
SLIN	121.4414	23.8119	花蓮	14.1	18.3	23.1	23.1
SHUL	121.5627	23.7876	花蓮	14.1	5.5	13.9	15.1
TC39	121.2458	24.2451	臺中	20.0	11.6	13.9	23.2

觀察臺灣地區連續站於 E 方向在西南部山麓地區、東部地區有較大的誤差，多數點位大於±10 mm 以上，最高達±20 mm，資料品質較差；而 N 方向整體大致小於±10 mm，N 方向精度明顯優於 E 方向精度，此特性與板塊擠壓方向以及臺灣水平速度場方向一致；高程方向在全臺各地區皆有相當大的誤差，精度多數大於±30 mm，最高有約±50 mm 的誤差，高程資料品質較不穩定，此結果與 GNSS 儀器天線遮蔽、GNSS 儀器更新、天線高設定是否正確有關，故未來在垂直速度場的應用方面，應納入其他獨立觀測之資料，如精密水準測量資料，以提升高程方向坐標之精度。在內政部於 2012 年公告一九九七坐標系統 2010 年的成果中，以 Bernese 與 GAMIT 軟體解算平差，其公告一、二、三等衛星控制點的平差成果在經度、緯度及高程方向之標準誤差平均值分別為±4 mm、±4 mm 及±15 mm，亦與本計畫解算之坐標成果相近。

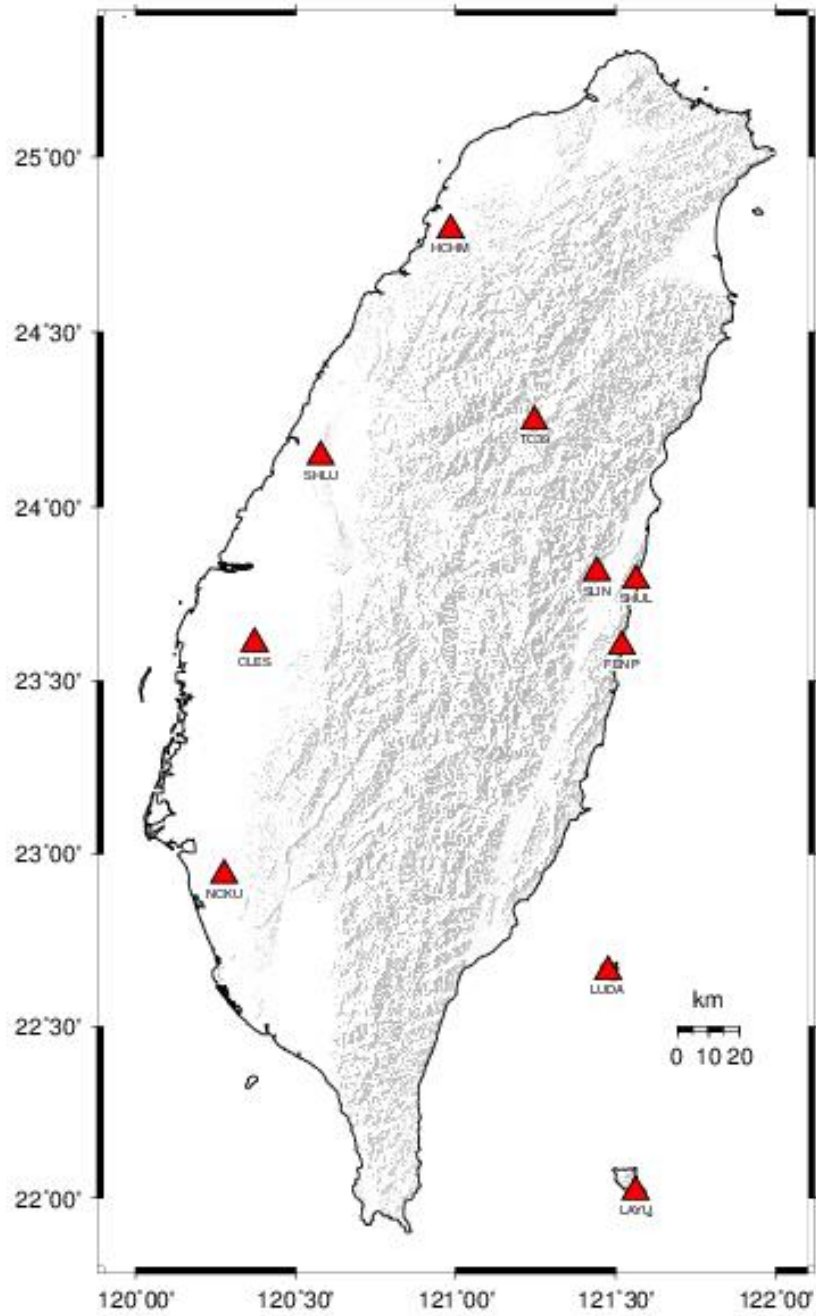


圖 4.3 精度不佳之連續站分布圖

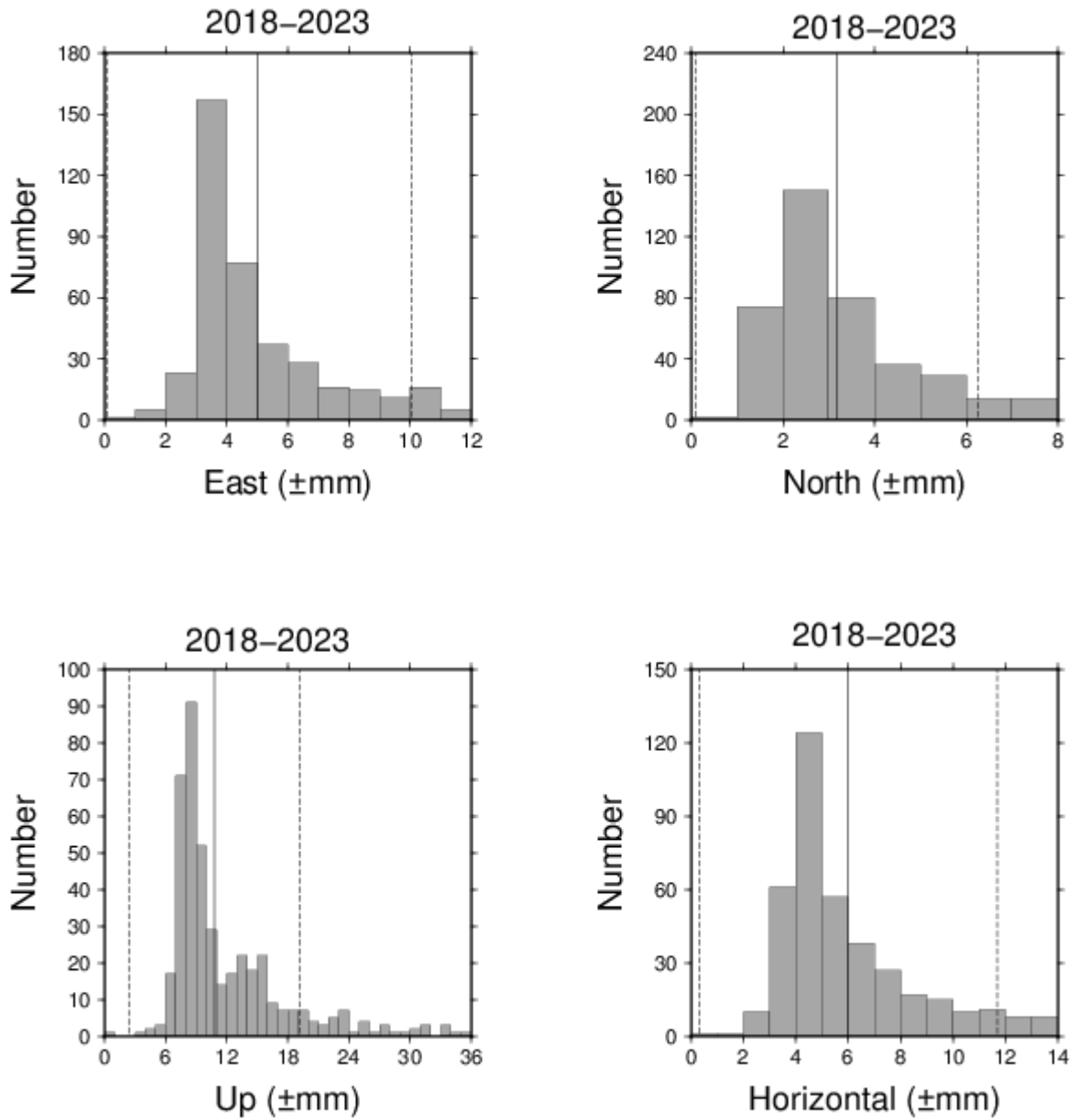


圖 4.4 擬合重大地震事件之連續站坐標精度統計圖
說明：黑色實線為精度平均，虛線為 95 %信心水準範圍

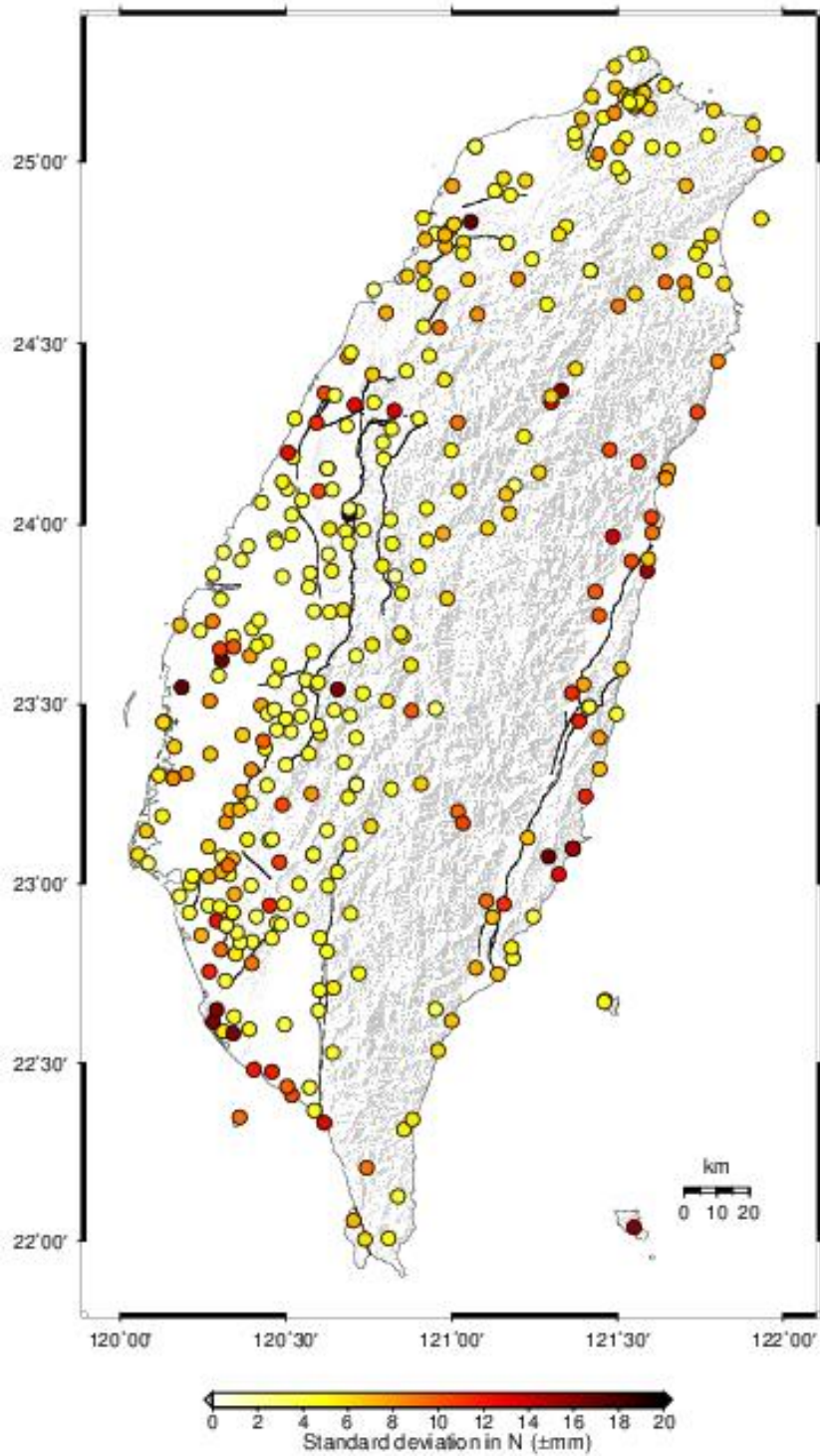


圖 4.5 臺灣地區連續站坐標 N 分量之精度空間分布圖

說明：圓圈為測站位置，圓圈內顏色為測站站標之兩倍精度值

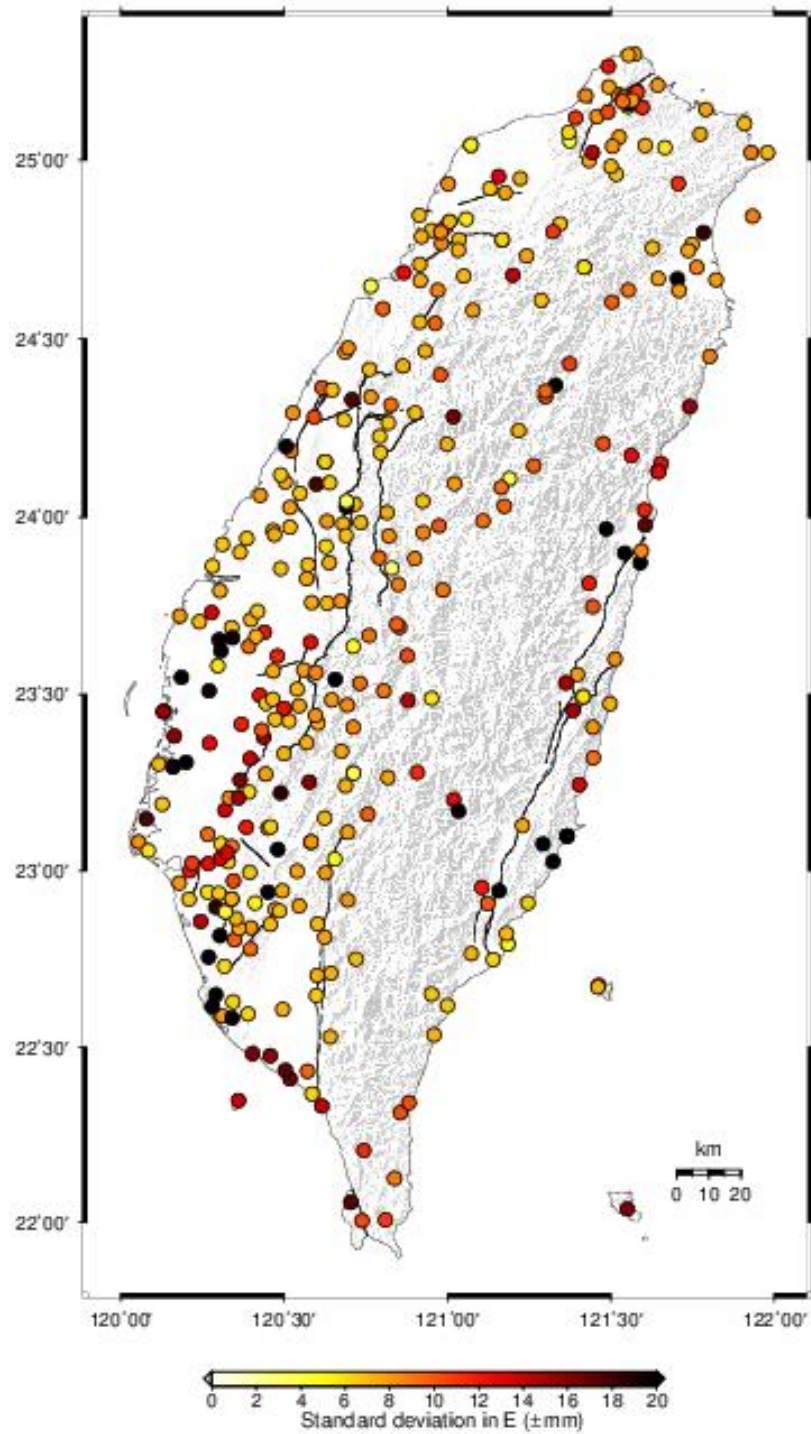


圖 4.6 臺灣地區連續站坐標 E 分量之精度空間分布圖

說明：圓圈為測站位置，圓圈內顏色為測站站標之兩倍精度值

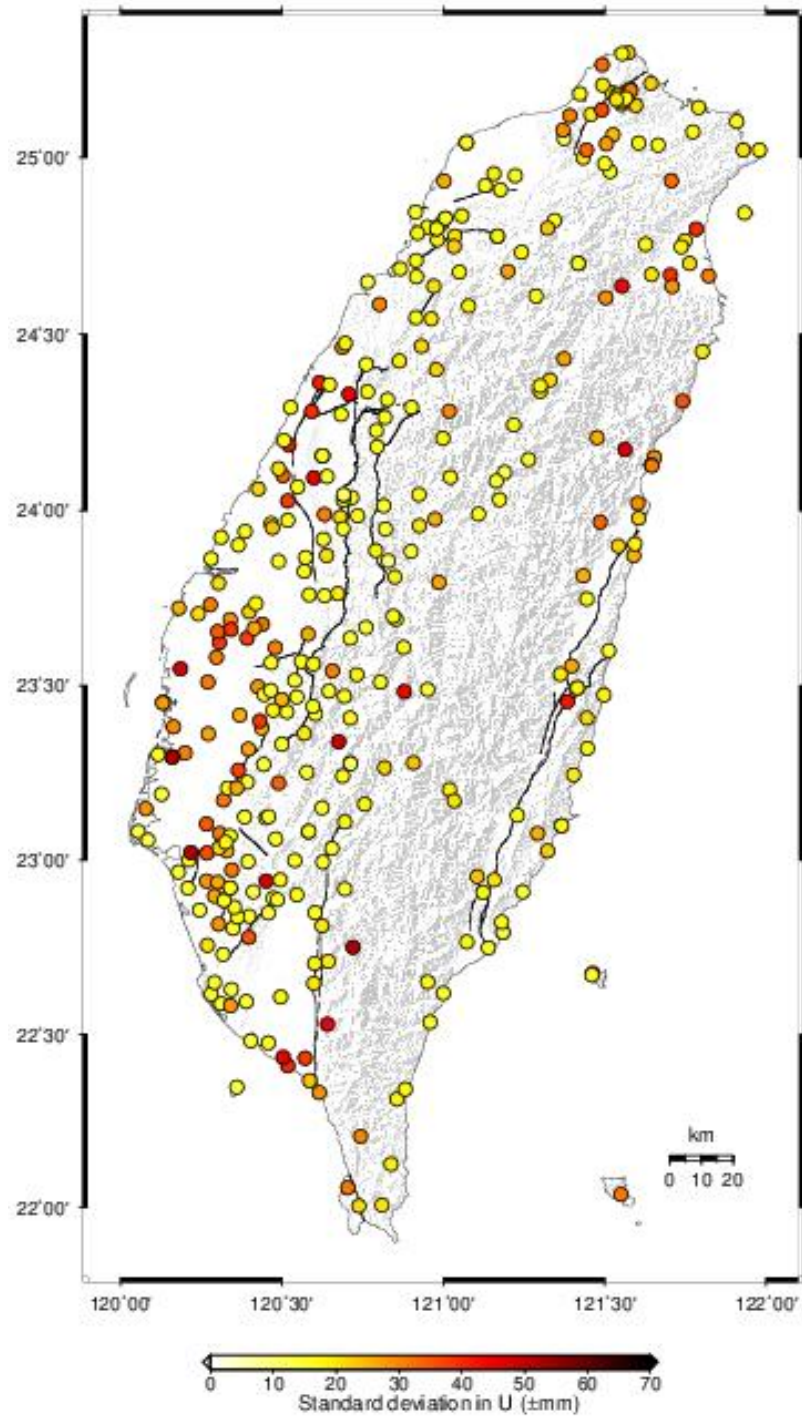


圖 4.7 臺灣地區連續站坐標 U 分量之精度空間分布圖

說明：圓圈為測站位置，圓圈內顏色為測站站標之兩倍精度值

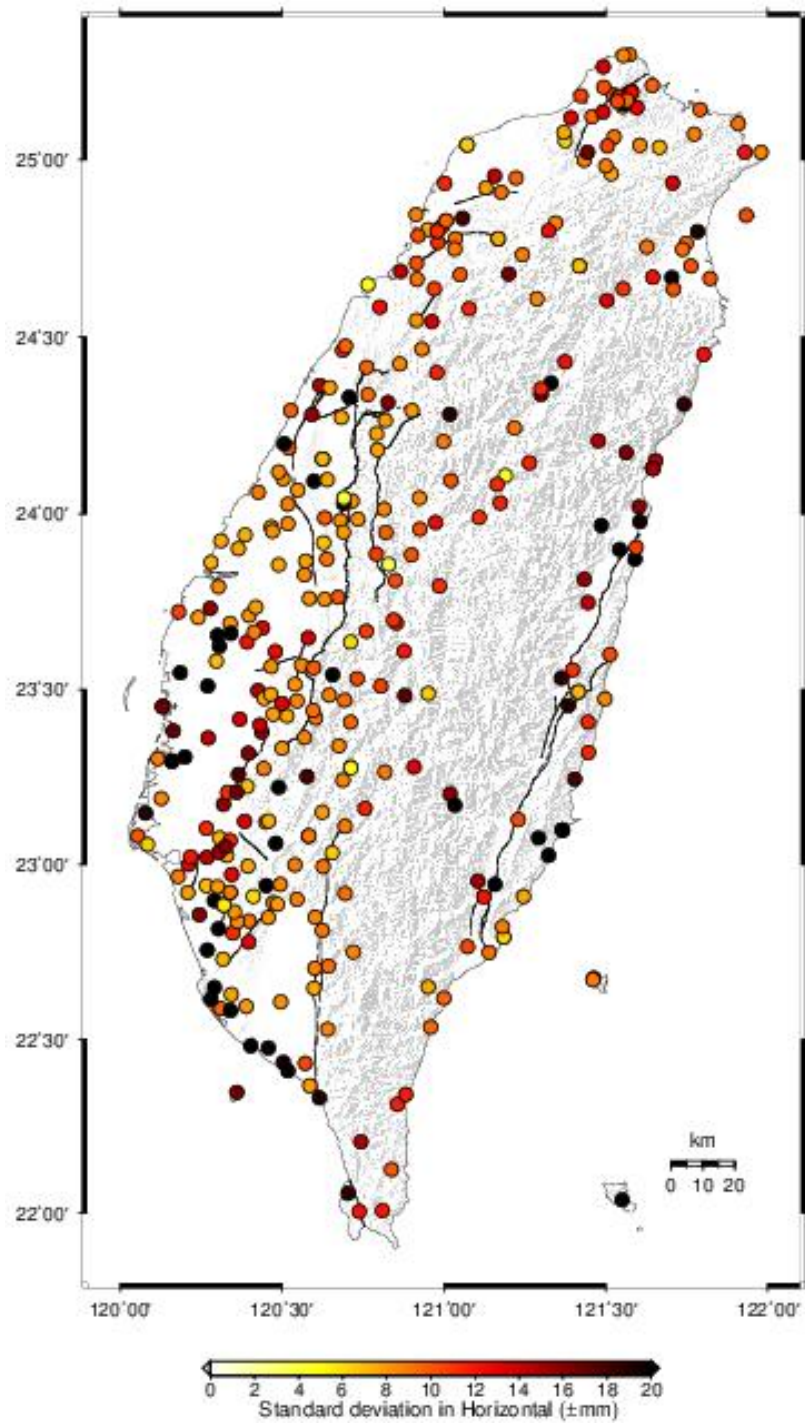


圖 4.8 臺灣地區連續站坐標水平分量之精度空間分布圖

說明：圓圈為測站位置，圓圈內顏色為測站坐標之兩倍精度值

4.1.3 衛星定位連續站解算成果

今(112)年度，本團隊以每日每分區時段均聯合國際框架站之解算策略，利用 Bernese 5.2 軟體解算 107 年 1 月 1 日至 112 年 9 月 30 日總計 403 個 GNSS 連續站觀測資料，並利用自行設計的 4 個 Python 程式進行成果統計分析，以有效掌握資料與解算成果品質。藉由各連續站的坐標時間序列擬合，獲得國內連續站最小約制於金門連續站 KMNMM 的坐標時間序列擬合精度，在 E、N、U 方向的平均值分別是 ± 0.436 mm/yr、 ± 0.309 mm/yr 以及 ± 0.791 mm/yr。

由擬合重大地震事件之坐標時間序列成果發現，地表速度改變的時間點大多集中在重大地震事件發生的時間以及震央附近區域，其與地震事件具有一致性。由於擬合重大地震事件後之測站速度以最近時期表示，而最近期地震事件為 2022 年 9 月的臺東關山地震事件。其實東部測站速度未必進入穩定階段，特別是相較歷年成果；不過臺灣整體測站趨勢的速度量值與速度方向大致與往年一致，平面速度場與垂直速度場如圖 4.9 與 4.10。平面速度場：北部與中部移動量較小，東部與西南的移動量較大；東部速度方向以西北為主、東北速度方向以東南為主、西南速度方向以西南為主；垂直速度場：以東部與雲嘉一帶變化量較大，雲嘉一帶主沉陷，而東部明顯在斷層左右側有抬升與下沈移動。

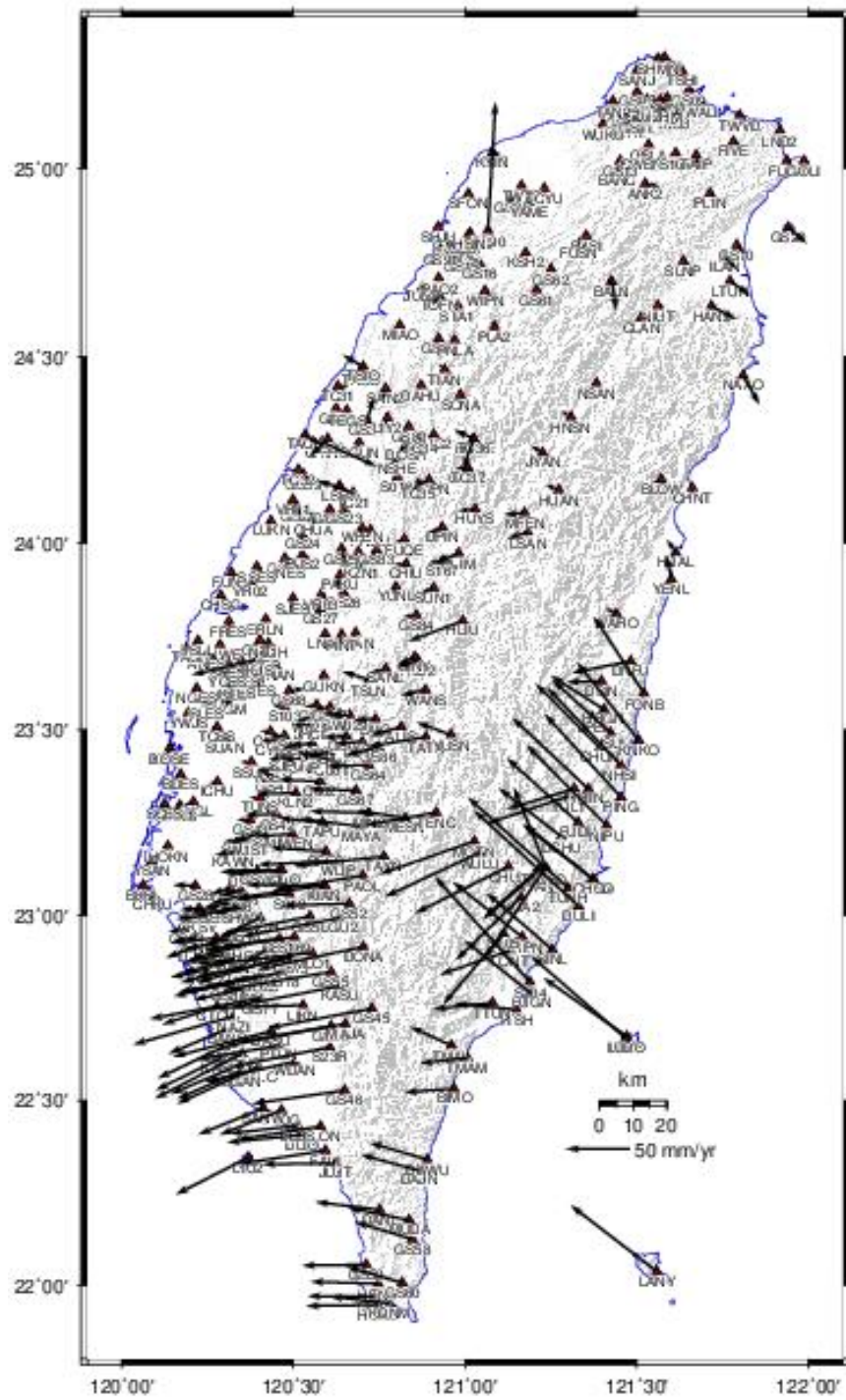


圖 4.9 2018-2023 年臺灣平面速度場(相對金門)

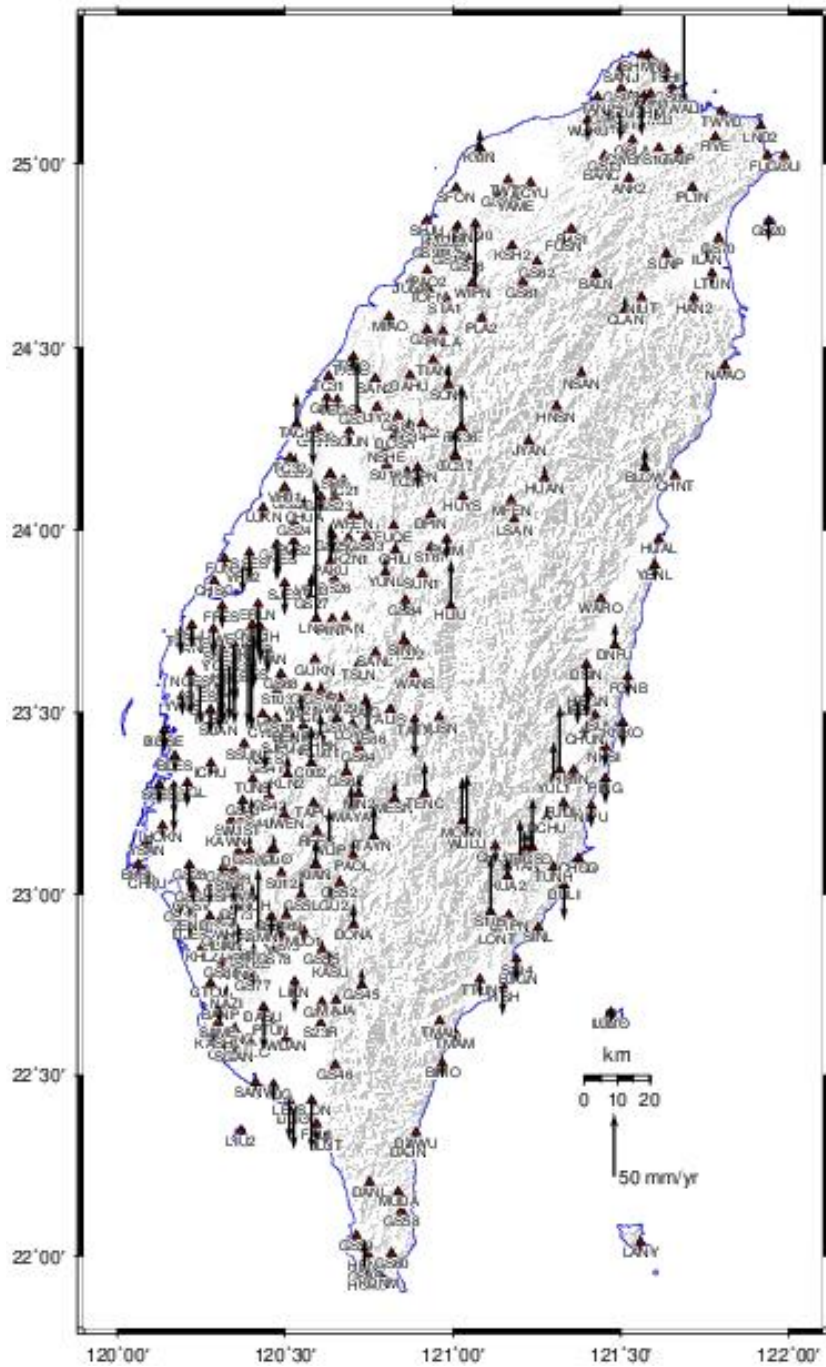


圖 4.10 2018-2023 年臺灣垂直速度場(相對金門)

4.2 研究成果 e-GNSS[2023]之比較分析

本計畫以 4.1.3 節的解算策略計算 111 年 12 月 1 日至 112 年 1 月 31 日國內各 GNSS 連續站觀測資料，並納入位於桃園/新竹地區的 TWTF、TNML 與 TCMS 之 IGS 國際站參與計算，以測繪中心頂樓觀測站 LSB0 站的 TWD97[2010]公告坐標為最小約制資訊，解算 112 年 1 月 1 日 e-GNSS 的基準站坐標，並與 e-GNSS[2021]坐標進行比較分析，如附件五，得到兩者較差的標準差在 N、E、U 方向為 $\pm 0.083\text{m}$ 、 $\pm 0.088\text{m}$ 以及 $\pm 0.081\text{m}$ ，與以往相較，顯示各基準站的坐標已有修正之需要。

各測站較差精度之直方圖統計如圖 4.11 所示。此外，為了解測站較差在全臺的空間分布情況，以較差的兩倍精度(95 % 信心區間)繪製 N、E、U 以及水平方向之測站較差精度空間分布如圖 4.12 至圖 4.15。由圖可知，成果具有一致性，較差變化較大的區域落在東部與西南部。

分別由圖 4.16(水平分量)與圖 4.17(垂直分量)之較差搭配速度場成果可以顯示，在水平分量方面，臺灣的東半部地區以及西南部地區，具有較大的坐標較差量，其與臺灣地區的地表速度場趨勢一致，亦即為維護 e-GNSS 系統運作的精準度，應修正其基準站的相對坐標精度；而就垂直分量部分，呈現西南部地區為沉陷區域，山區及東部的大部分地區為抬升現象，突顯出西南沿海地層下陷的情況，在高程資訊的相關應用中，應予以相對之修正，而能確保成果的品質。

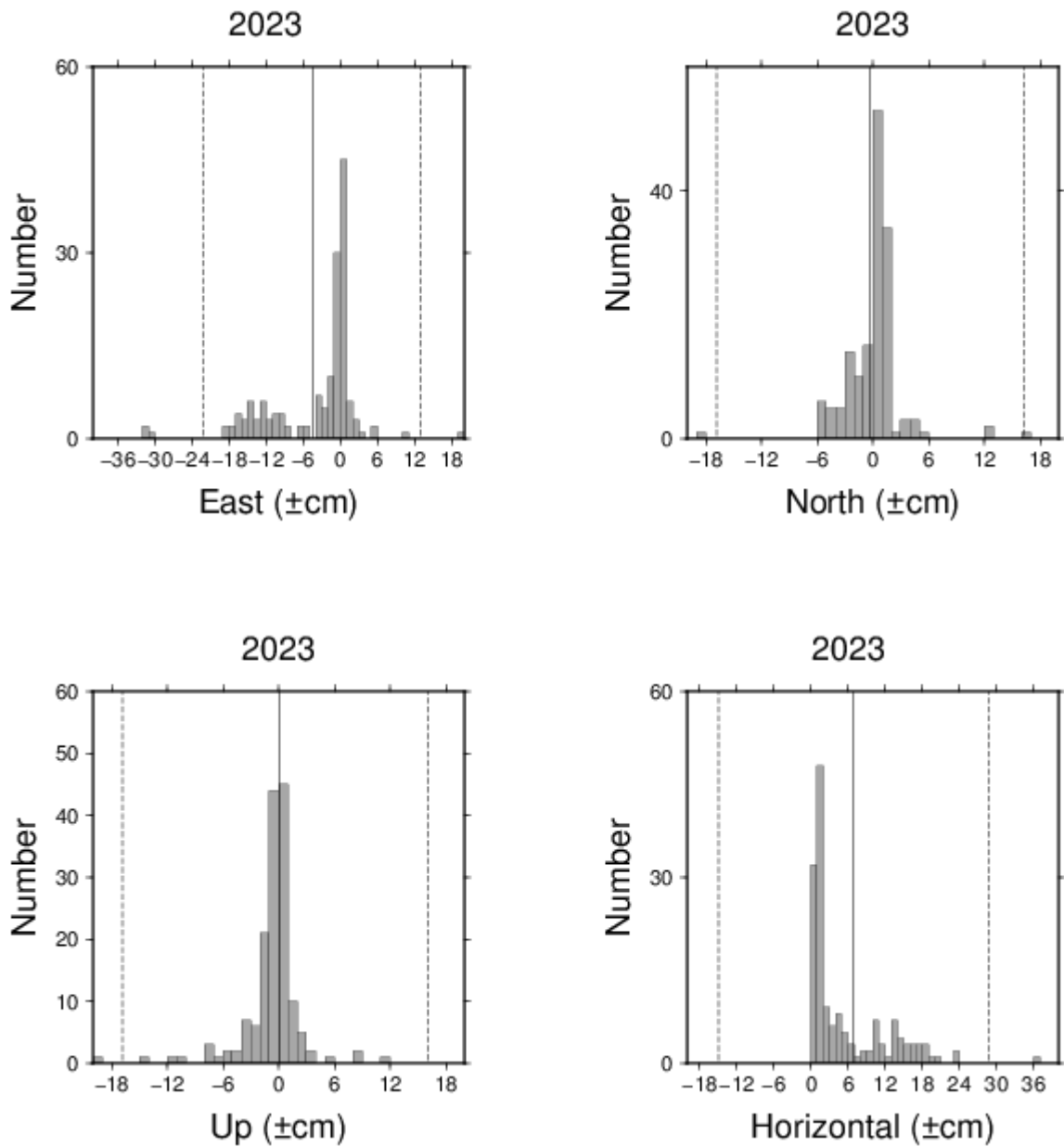


圖 4.11 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]較差統計圖
說明：黑色實線為較差平均，虛線為 95 %信心水準範圍

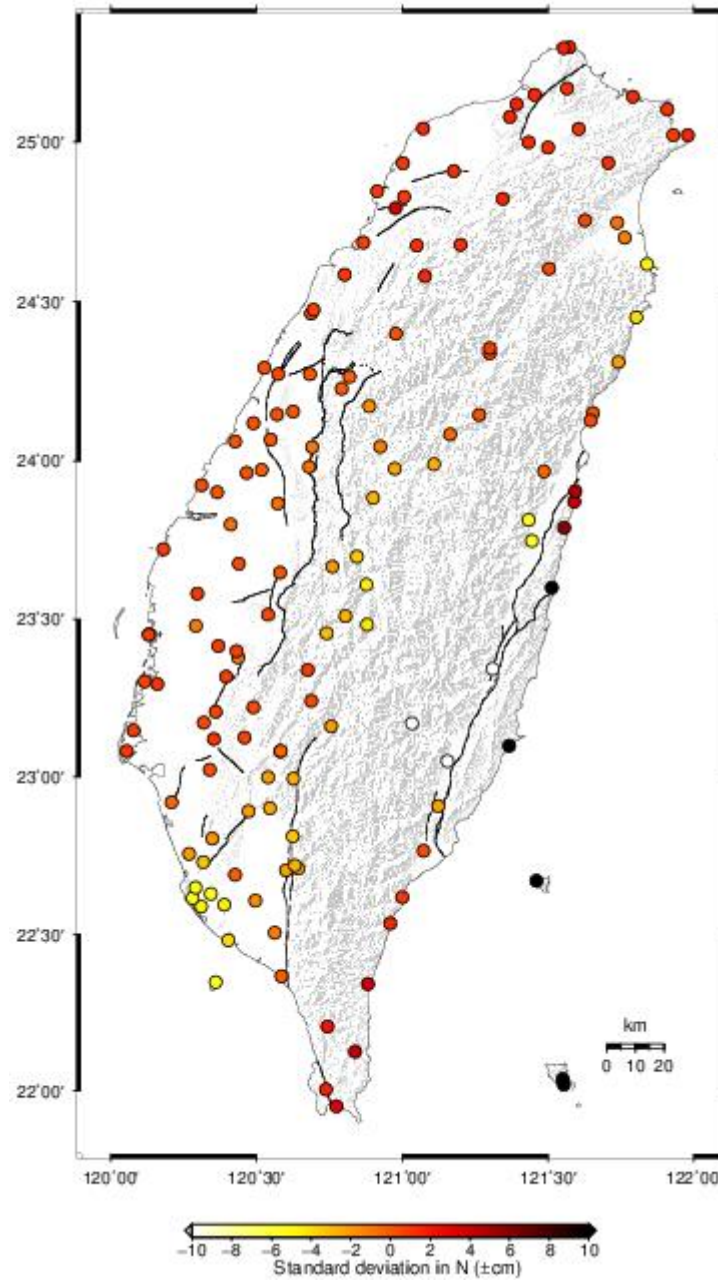


圖 4.12 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021] N 分量之較差空間分布圖
說明：圓圈為測站位置，圓圈內顏色為較差之兩倍精度值

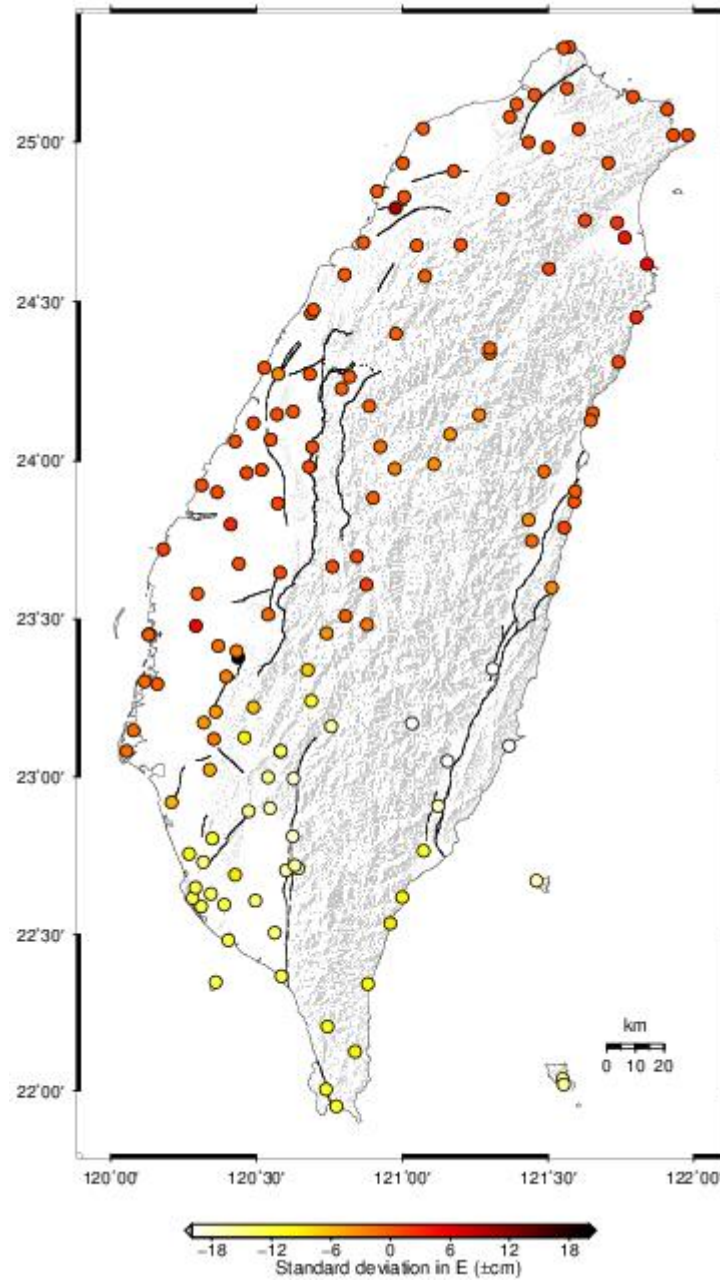


圖 4.13 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021] E 分量之較差空間分布圖
說明：圓圈為測站位置，圓圈內顏色為較差之兩倍精度值

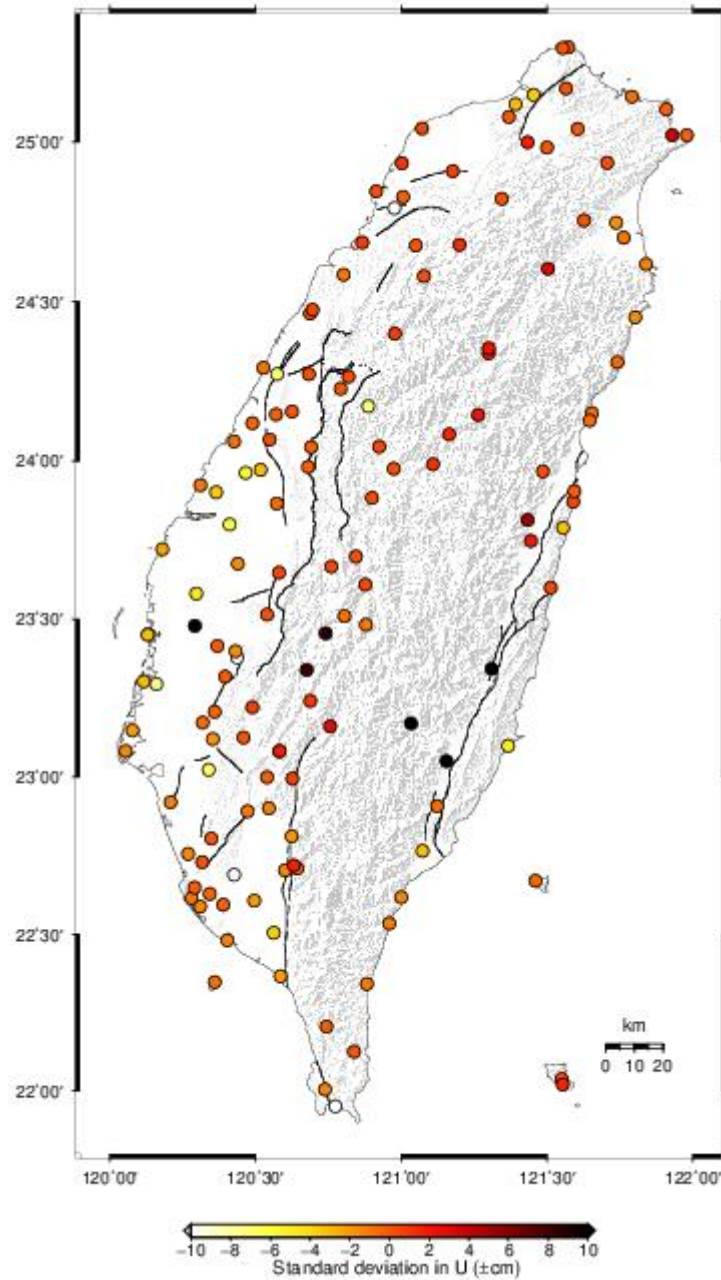


圖 4.14 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021] U 分量之較差空間分布圖
說明：圓圈為測站位置，圓圈內顏色為較差之兩倍精度值

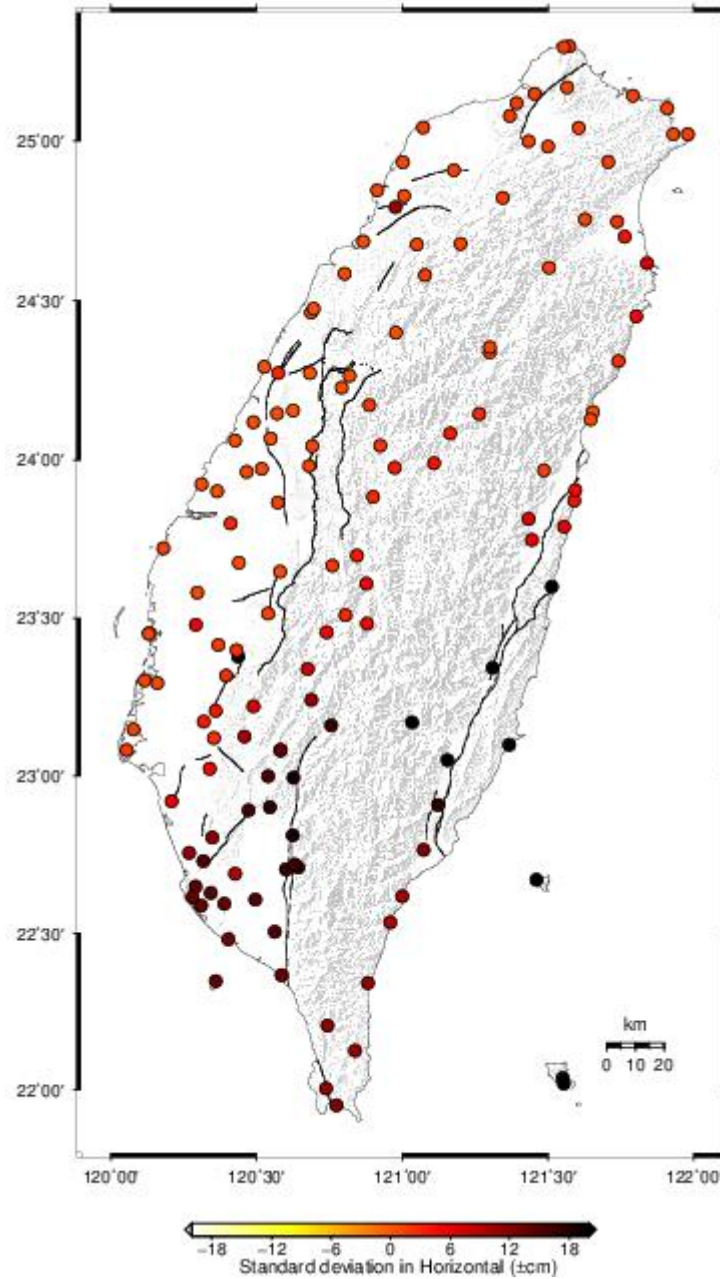


圖 4.15 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]水平分量之較差空間分布圖
說明：圓圈為測站位置，圓圈內顏色為較差之兩倍精度值

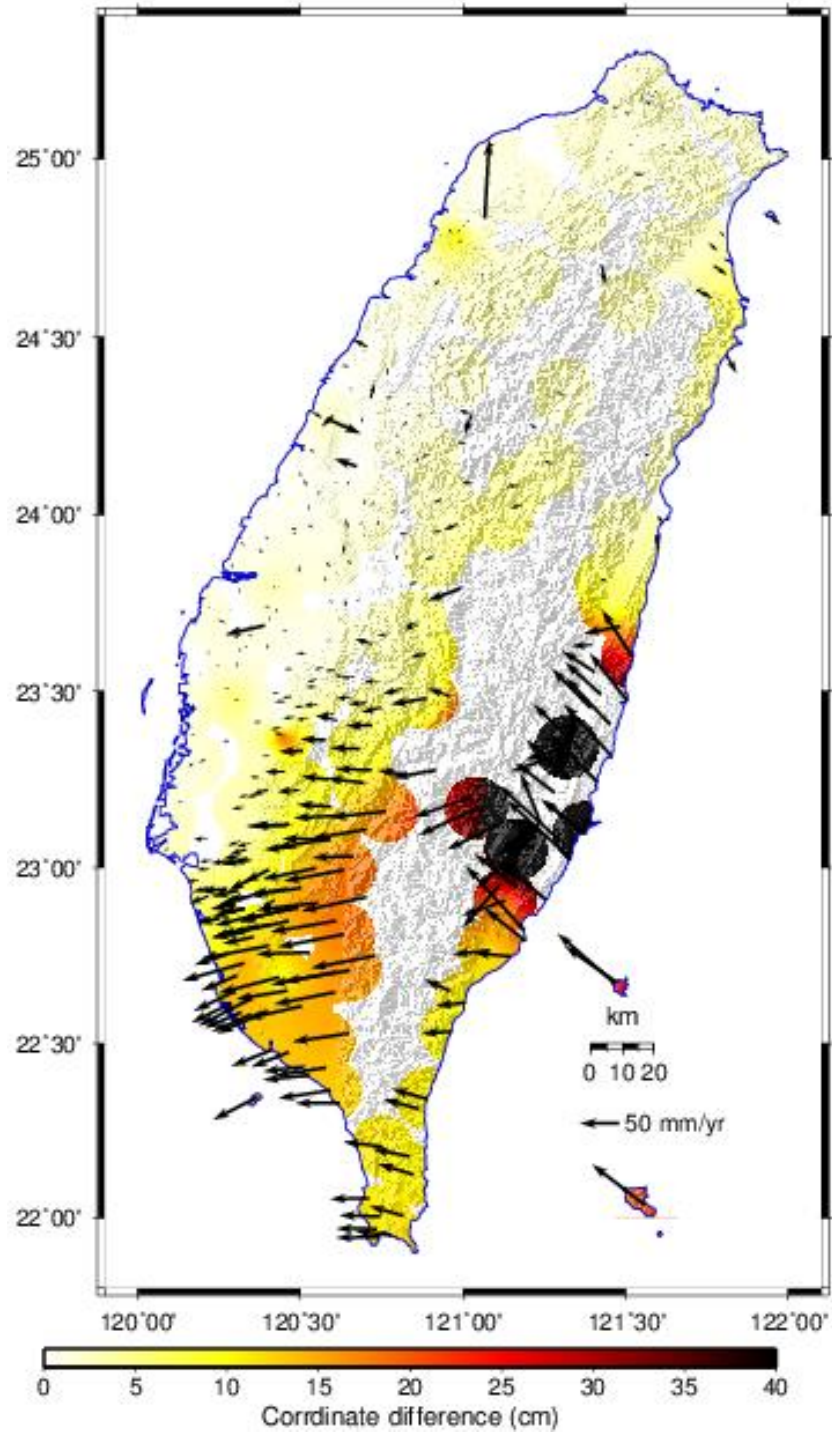


圖 4.16 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]較差圖(水平分量)

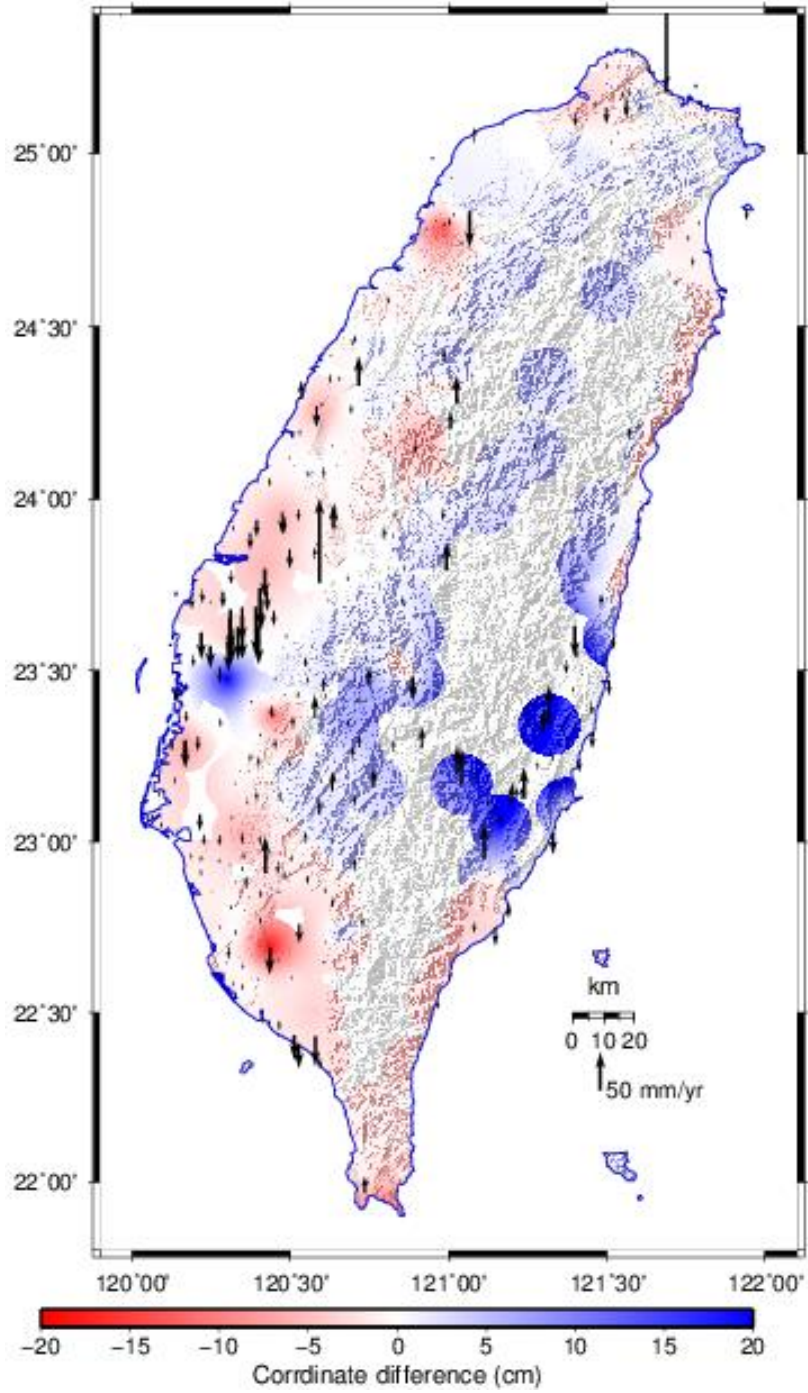


圖 4.17 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]較差圖(垂直分量)

4.3 辦理教育訓練與成果投稿發表

(一)辦理教育訓練

為加深 GNSS 資料解算的概念與技巧，本團隊於 112 年 9 月 21 日在國土測繪中心電腦教室辦理 20 人次 Bernese 5.2 GNSS 資料處理解算教育訓練，課程內容包括自動化解算操作、成果品質除錯、分析，並與學員現場交流、討論，教育訓練的課表如表 4.4，上課情形如圖 4.18。

表 4.4 教育訓練課程規劃表

課程時間	課程內容	備註
9:00 ~ 10:00	坐標參考框架(含雙框架)、GNSS 資料處理等概念	
10:00 ~ 11:00	軟體介紹與操作介面安裝	
11:00 ~ 12:30	資料前處理、BPE 程序介紹	
午 休		
13:30 ~ 14:30	基線計算、成果資料分析	含國內/外的國際站資料
14:30 ~ 16:00	國際網整體平差計算(結合國際 SINEX 資料)、綜合討論	整合 ITRF 先驗資料與國際 SINEX 檔
賦 歸		



圖 4.18 教育訓練上課情況(112.9.21)

(二) 成果投稿發表

最後，為提升本案成果之能見度，落實相關發展與應用，本團隊整理本案相關成果發表於 9 月 1 日第 41 屆測量及空間資訊研討會，如圖 4.19 簡報封面所示(簡報內容詳附件八)；另依契約規定，本案結案後 6 個月內應公開發表研究成果，將於期限內辦理相關之公開發表。



圖 4.19 發表於第 41 屆測量及空間資訊研討會

4.4 研議一九九七歷次坐標系統與國際地球參考框架轉換之可行性

臺灣位處歐亞板塊與菲律賓海板塊交界處，中央山脈及海岸山脈坐落於板塊邊界兩側，斷層遍布且地震頻繁，致各地區之地表位移型態複雜。經比較 TWD97 與 TWD97[2010]坐標成果及歷年基本控制點檢測結果可知，部分地區點位因不敷測繪作業之精度需求必須重新測定公告；

有鑒於此，內政部於「大地基準及坐標系統更新維護機制」第 2 次會議時，研究朝向將原有固定式之坐標系統定義中增加一參考時間點，使得基本控制點間維持其一定之精度，以維護國家坐標系統的精確性。

針對此議題，本團隊分為 3 個部分進行說明與分析，分別如下為(1)資料之準備；(2)動態框架的維護；(3)靜態(法定)框架的轉換。處理流程如圖 4.20 所示。

(1)資料之準備

此步驟的主要目的為獲得正確的臺灣區域框架資訊，提供雙框架處理、維護以及轉換的依據，因此，由每日的原始觀測資料進行解算，藉由最小約制的成果以評估成果正確性，接續合併每日的成果而成為每週解結果，以能與國際公告的每週 SINEX 結果合併，而能與國際網聯合平差計算獲得臺灣 TTRF 動態框架平差成果，因此，資料準備步驟如下：

- (a)由各分區每日最小約制 KMNM 之每日解評估解算成果的正確性。
- (b)將各正確的每日解算成果組成每週解成果，時刻為當週起始時刻，即各週日的零時(GPS Time)。
- (c)下載國際 IGS 站的每週解 SINEX 檔案。
- (d)下載國際 ITRF 框架的約制資訊。

(2)動態框架的維護

此步驟的主要目的為整合臺灣地區每週解的 SINEX 資訊以及國際 ITRF 框架的每週解 SINEX 檔案，運用 ITRF 公告的約制資訊，將臺灣的每週框架解算成果與國際 ITRF 框架一併進行整體平差計算以獲得臺灣 TTRF 的每週動態框架平差成果，使得 TTRF 可以與國際 ITRF 同步。

(3) 靜態(法定)框架的轉換

此步驟主要為建立臺灣靜態框架與前述第(2)步驟獲得的已套合於國際 ITRF 框架的臺灣 TTRF 動態框架之間的轉換方式，動態、靜態框架之間的坐標修正(或稱轉換)，通常可採運用變形模式、變位模式或坐標差修正模式的概念，變形模式包括地表速度模型、地表同震位移模型，變位模式則是比較選定的兩個公告時間點，據以計算共同點位的坐標差異量，進內插計算獲得修正網格，依該網格進行點位坐標的修正，而坐標修正模式類似變位模式，如同臺灣 e-GNSS 系統使用 TTG 修正模式的做法。以上各方式均需藉由長期的地表 GNSS 觀測站監測，而能獲得地表面的位移樣態。

本案建議可採行建立地表變形模式以及坐標修正模式等方式作為臺灣 TTRF 動態框架與靜態(法定)框架之間的轉換，兩個方式最後均建立對應的修正網格模型，因此，可針對修正網格模型的建立過程來考慮下列因素：

- (a) 歷次公告坐標(靜態法定框架)與臺灣時變動態參考框架(Taiwan Time-dependent Reference Frame, TTRF)之間的轉換時間點。
- (b) 於約定的轉換時間點上，各修正網格點的修正資訊更新頻率應如格？以及網格的最適密度(此與已知共同點的分佈有關)。

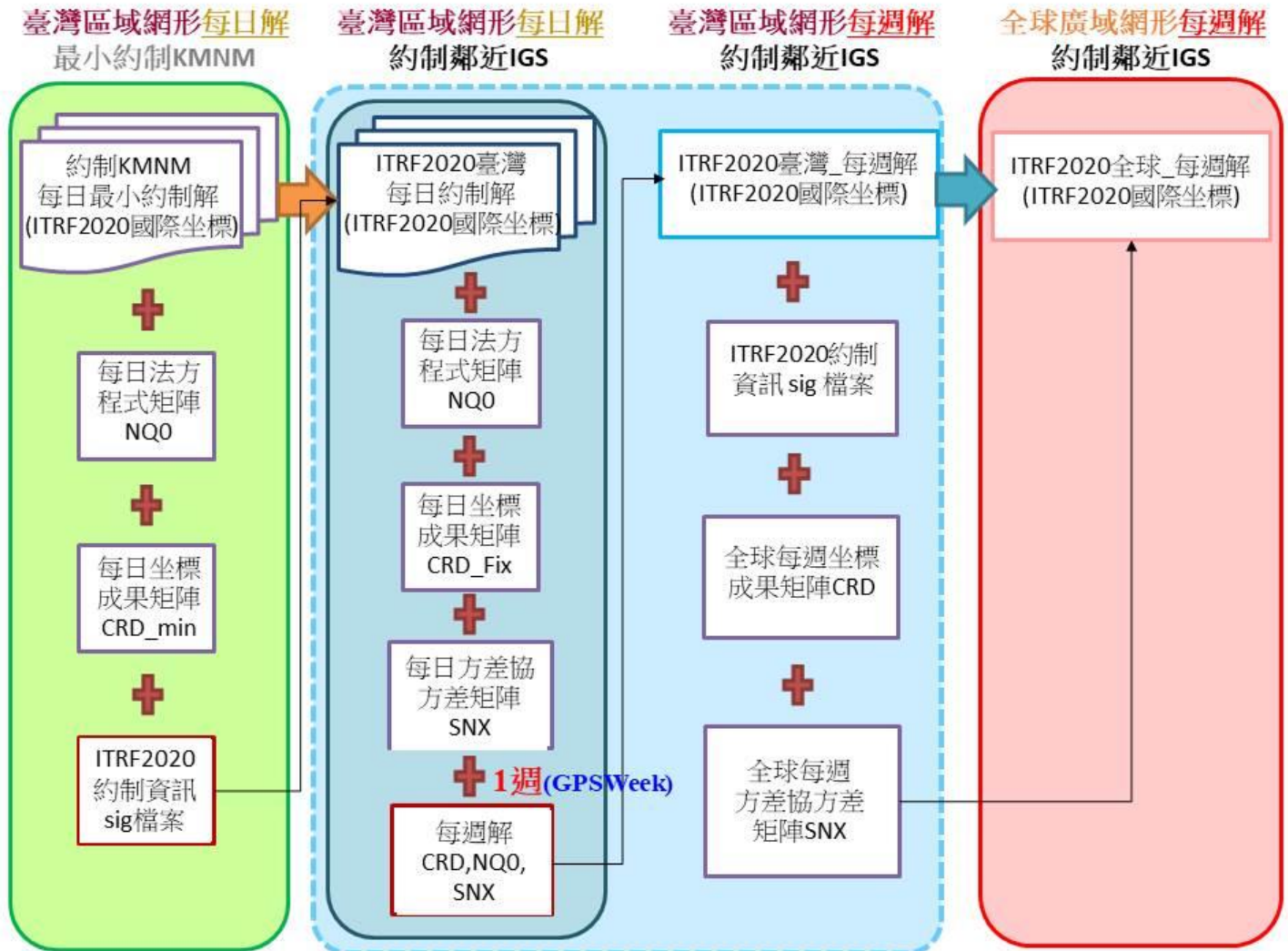


圖 4.20 建立雙框架坐標之流程

第五章 成果結論

本(112)年度，依據合約及作業計畫書內容，主要完成(1) 即時動態定位系統 e-GNSS[2023]之解算；(2)解算 GNSS 衛星連續站資料；(3)研議一九九七坐標系統與國際地面參考框架轉換。分述如下：

5.1 即時動態定位系統 e-GNSS[2023]解算成果

依據本研究案規劃辦理之第二項作業項目(五)解算 111 年 12 月 1 日至 112 年 1 月 31 日，計 62 天，網形平差最小約制於測繪中心站(LSB0)的 TWD97[2010]坐標成果，獲得 e-GNSS[2023]基準站成果，將此成果與已公告的 e-GNSS[2021]坐標進行比較分析如附件五，得到兩者坐標較差的標準差在 N、E、U 方向分別為 ± 0.083 m、 ± 0.088 m 以及 ± 0.081 m，顯示各基準站的坐標已有修正之需要。

在較差的水平分量方面，臺灣的東半部地區以及西南部地區，具有較大的坐標較差量，其與臺灣地區的地表速度場趨勢一致，亦即為維護 e-GNSS 系統運作的精準度，應修正其基準站的相對坐標精度；而就較差的垂直分量部分，呈現西南部地區為沉陷區域，山區及東部的大部分地區為抬升現象，突顯出西南沿海地層下陷的情況，在高程資訊的相關應用中，應予以相對之修正，而能確保成果的品質。

5.2 衛星連續站資料解算成果

本研究案的目的為維護臺灣地區 TWD97 國家坐標基準的品質，更新國家測量控制點及 e-GNSS 基準站的坐標，以提供國內各項測繪工作

之所需。同時藉以估計國內各 GNSS 觀測站的地表速度，以瞭解臺灣地區的地表位移形態，有助於防災、救災的規劃與預防，對於區域內的災害防範以及災後救援與損毀、重建評估，具有重要的輔助效益，提供有效的參考資訊，本案已完成 111 年 10 月 1 日至 112 年 9 月 30 日的基線解算、每日坐標解算以及每週坐標的解算(註：以上成果均已上傳 Ftp 站)，並估計各衛星連續站相對於金門站(KMNM)的速度成果、ITRF2020 框架下的速度，以及教育訓練、研議一九九七坐標系統與國際地面參考框架成果之轉換等，並發表本案成果於第 41 屆測量及空間資訊研討會。

今(112)年度，本團隊以 Bernese 5.2 軟體解算 107 年 1 月 1 日至 112 年 9 月 30 日總計 403 個 GNSS 連續站觀測資料，藉由各連續站的坐標時間序列擬合，獲得國內連續站最小約制於金門連續站 KMNM 的坐標時間序列擬合精度，在 E、N、U 方向的平均值分別是 ± 0.436 mm/yr、 ± 0.309 mm/yr 以及 ± 0.791 mm/yr。

由擬合重大地震事件之坐標時間序列成果發現，地表速度改變的時間點大多集中在重大地震事件發生的時間以及震央附近區域，其與地震事件具有一致性。就平面速度場而言：北部與中部移動量較小，東部與西南的移動量較大；東部速度方向以西北為主、東北速度方向以東南為主、西南速度方向以西南為主。垂直速度場部分：以東部與雲嘉一帶變化量較大，雲嘉一帶主沉陷，而東部明顯在斷層左右側有抬升與下沉移動。

5.3 一九九七坐標系統與國際地面參考框架轉換之研議成果

本團隊分為 3 個部分：(1)資料之準備；(2)動態框架的維護；(3)靜態(法定)框架的轉換。

(1)資料之準備

- (a) 由最小約制 KMNM 之每日解評估解算成果的正確性。
- (b) 將各正確的每日解算成果組成每週解成果。
- (c) 下載國際 IGS 站的每週解 SINEX 檔案。
- (d) 下載國際 ITRF 框架的約制資訊。

(2)動態框架的維護

整合臺灣地區每週解的 SINEX 資訊與國際 ITRF 框架的 SINEX 檔案，約制於國際 ITRF 框架的公告約制資訊進行整體平差計算。

(3)靜態(法定)框架的轉換

本案建議可採行建立地表變形模式以及坐標修正模式等方式作為臺灣 TTRF 動態框架與靜態(法定)框架之間的轉換，兩個方式最後均建立對應的修正網格模型，因此，可針對修正網格模型的建立過程來考慮下列因素：

- (c) 歷次公告坐標(靜態法定框架)與臺灣時變動態參考框架(Taiwan Time-dependent Reference Frame, TTRF)之間的轉換時間點。
- (d) 於約定的轉換時間點上，各修正網格點的修正資訊更新頻率應如格？以及網格的最適密度(此與已知共同點的分佈有關)。

5.4 未來發展建議

近幾年，臺灣地區積極辦理 TWD97 國家坐標系統之成果更新，建議可將「靜態」坐標系統增加一定義的參考時刻，並藉由坐標修正將國家坐標系統維持於一定精度之下，以有效節省測繪成本(內政部國土測繪中心，2020；2021)。本年度的主要工作項目及執行目標主要為解算 GNSS 連續觀測站資料，以掌握地表變形的樣態並修正坐標的變位量。因此，臺灣地區 GNSS 連續站的觀測資料仍為主要的分析來源，可作為速度場推求、變形模式以及同震位移模型精進的依據，隨著監測點數的增加以及監測時間的增長，更有助於建立可靠的變形模式，因此，本案對於未來可能發展的建議如下：

1. 持續解算臺灣地區的 GNSS 連續站資料，並持續約制於最新的國際參考坐標框架之下(目前為 ITRF2020 框架)，藉由各觀測站每日的坐標解可獲得可靠的連續地表變位資訊。
2. 持續建立考量臺灣地質特性的速度場模型，並更新現有速度模型以及主要地震的同震位移模型，以精進臺灣區域的坐標修正模式。

最新的 ITRF2020 國際參考框架已納入臺灣地區的大地基準站，有助於臺灣的大地控制網與國際框架網接軌，也有助於臺灣地區建立時變的國家大地控制網(TTRF)；本案研擬 TWD97 與國際參考框架之間的轉換，即可將臺灣地區聯繫至國際的全球框架銜接，使臺灣大地控制網成為國際參考框架網的子網之一，這些均有賴於長期且持續的臺灣地區各 GNSS 連續觀測站的資料解算與分析。

參考文獻

- 內政部國土測繪中心，2012，101 年大地基準及一九九七坐標系統 2010 成果工作總報告。
- 內政部國土測繪中心，2013，102 年度建置現代化 TWD97 國家坐標系統 變位模式工作總報告。
- 內政部國土測繪中心，2014，103 年度臺灣地區 GPS 連續觀測站資料解算工作採購案期末報告。
- 內政部國土測繪中心，2015，104 年度臺灣地區 GPS 連續觀測站資料解算工作採購案期末報告。
- 內政部國土測繪中心，2016，105 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統 變位模式工作總報告書。
- 內政部國土測繪中心，2017，106 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統 變位模式工作總報告書。
- 內政部國土測繪中心，2018，107 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統 變位模式工作總報告書。
- 內政部國土測繪中心，2019，108 年度精進現代化 TWD97 國家坐標系統 變位模式工作總報告書。
- 內政部國土測繪中心，2020，109 年及 110 年臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料解算工作採購案-109 年度期末報告書。
- 內政部國土測繪中心，2021，109 年及 110 年臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料解算工作採購案-110 年度期末報告書。
- 內政部國土測繪中心，2022，111 年度臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料解算委託研究案期末報告書。
- Bos, A. G., W. Spakman, and M. C. J. Nyst, 2003, Surface deformation and tectonic setting of Taiwan inferred from a GPS velocity field, *J. Geophys. Res.*, 108, 2458, doi:10.1028/2002JB002336.
- Chang, C.-P., T.-Y. Chang, J. Angelier, H. Kao, J.-C. Lee, and S.-B. Yu, 2003, Strain and stress field in Taiwan oblique convergent system: Constraints from GPS observations and tectonic data, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 214, 115-127.

- Grant, D. B., G. H. Blick, M. B. Pearse, R. J. Beavan, P. J. Morgan (1999), The development and implementation of New Zealand Geodetic Datum 2000, IUGG99 General Assembly, Birmingham UK, 18-30.
- Hsu, Y.-J., S.-B. Yu, M. Simons, L.-C. Kuo, and H.-Y. Chen, 2009, Interseismic crustal deformation in the Taiwan plate boundary zone revealed by GPS observations, seismicity, and earthquake focal mechanisms, *Tectonophysics*, 479, 4-18.
- Lin, A.-T., A. B. Watts, and S. P. Hesselbo, 2003, Cenozoic stratigraphy and subsidence history of the South China Seamargin in the Taiwan region, *Basin Res.*, 15, 453-478.
- McCaffrey, R. (2002), Crustal block rotations and plate coupling, in *Plate Boundary Zones*, *Geodyn. Ser.*, vol. 30, edited by S. Stein and J. Freymueller, pp. 101-122, AGU, Washington, D. C.
- Nur, A., and G. Mavko (1974), Post-seismic viscoelastic rebound, *Science*, 183, 204-206.
- Peltzer, G., P. Rosen, F. Rogez, and K. Hudnut (1996), Postseismic rebound in fault step-overs caused by pore fluid flow, *Science*, 273, 1202-1206.
- Roeloffs, E. (1996), Poroelastic techniques in the study of earthquake-related hydrological phenomena, *Advances in geophysics*, 37, 135-195.
- Thatcher, W., and J. B. Rundle (1984), A viscoelastic coupling model for the cyclic deformation due to periodically repeated earthquakes at subduction zones, *J. Geophys. Res.*, 89, 7631-7640.
- Tse, S.-T., and J. R. Rice (1986), Crustal earthquake instability in relation to the depth variation of frictional slip properties, *J. Geophys. Res.*, 91, 9452-9472.
- Yu, S.-B., H.-Y. Chen, and L.-C. Kuo, 1997, Velocity field of GPS Stations in the Taiwan area, *Tectonophysics*, 274, 41-59.
- Yu, S.-B., L.-C. Kuo, R.-S. Punongbayan, and E.-G. Ramos, 1999, GPS observation of crustal motion in the Taiwan-Luzon region, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 923-926.
- Yu, S.-B., and L.-C. Kuo, 2001, Present-day crustal motion along the Longitudinal Valley Fault, eastern Taiwan, *Tectonophysics*, 333, 199-217.

附件一 每月進度報告格式(範例)

112年度臺灣地區GNSS連續觀測站整合國際框架委託研究計畫每月進度報告(112/07/09)											
編號	工作項目	月份									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	完成111.10.01~112.9.30之臺灣地區GNSS連續觀測站資料解算工作	預定	2%	5%	10%	12%	18%	20%	25%	35%	36%
		實際	2%	5%	10%	12%	18%				
2	計算e-GNSS[2023]基準站坐標成果及完成作業計畫書	預定	4%								
		實際	4%								
3	計算相對於金門站的速度場並分析	預定	4%	7%	10%	12%	15%	20%	25%	35%	38%
		實際	4%	7%	10%	12%	15%				
4	辦理教育訓練以及整理提送研究成果	預定	0%	2%	5%	8%	11%	15%	17%		
		實際	0%	2%	5%	8%	11%				
5	112年度期末報告	預定	0%	2%	5%	8%	11%	15%	18%	25%	26%
		實際	0%	2%	5%	8%	11%				
總進度		預定	10%	20%	30%	40%	55%	70%	85%	95%	100%
實際		10%	20%	30%	40%	55%					
進度報告：		(1)蒐集GNSS連續觀測站資料，並進行資料整理與計算。(目前資料下載至112年6月，並進行整理、解算中。)									
		(2)整理寄送4/28工作訪談會議紀錄，以及6/29工作查核會議紀錄。									
		(3)撰寫期中報告於7/31前繳送。									
工作通過困難：		無。									

附件二 需求訪談會議紀錄

一、時間：112 年 2 月 24 日(星期五)下午 16 時 20 分

二、地點：內政部國土測繪中心會議室

三、記錄：陳國華

四、出席及列席人員：

內政部國土測繪中心-陳鶴欽科長、楊枝安技正、
彭千惠技士、洪翎嘉技士
國立臺北大學-陳國華教授
(詳簽到簿)

五、需求訪談結論：

(一) 辦理臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料解算工作

- (1) 依研究計畫書規劃內容辦理 GNSS 資料解算工作。
- (2) 以 111 年度案期末報告書 GNSS 資料解算策略為基礎，進行最小約制於金門站(KMNM)的 ITRF2020@2015.0 框架坐標(註：每日的金門站坐標固定不動)之每日解計算與分析，並將每日解的法方程式(NQ0)與 SINEX 檔案儲存。
- (3) 利用第(2)步驟得到的每日解坐標成果(CRD)，進行各觀測站的時間序列擬合，得到各觀測站相對於金門站的速度，藉以分析速度成果之合理性與正確性。
- (4) 利用第(2)步驟得到的每日解法方程式成果(NQ0)，進行弛約制於 ITRF2020@2015.0 框架下的弛約制網每週成果計算，並儲存每週的解算成果(CRD、NQ0 及 SNX)。
- (5) 利用第(2)步驟得到的每日解法方程式成果(NQ0)，進行弛約制於 ITRF2020@2015.0 框架下的弛約制網各觀測站速度之擬合計算，藉以得到各站於 ITRF2020@2015.0 框架下的速度，並與 ITRF2020@2015.0 框架下的 IGS 國際站公告速度比較。

(6) e-GNSS[2023]各基準站坐標之計算，採最小約制於國土測繪中心頂樓 LSB0 站之 TWD97[2010.0]坐標成果。

(二) 工作進度與成果發表

- (1) 依研究計畫書規劃內容辦理各項工作及教育訓練。
- (2) 每月工作進度於 10 日之前以 email 寄送委託單位備查。

(三) 本案各項工作之執行，請注意時程規劃時間辦理。

六、散會：下午 17 時 30 分。

內政部國土測繪中心
112 年度臺灣地區 GNSS 連續觀測站整合國際框架委託研究計畫
需求訪談會議簽到簿

時 間：112 年 2 月 24 日(星期五) 下 午 4 時 20 分		
地 點：內政部國土測繪中心		
主持人：陳鶴欽		
單 位	職 稱	姓 名
內政部國土測繪中心	技正 技士 技士	楊枝子 彭千惠 洪劍嘉
國立臺北大學	教 授	陳國華

附件三 工作會議紀錄

一、時間：112 年 4 月 28 日(星期五)上午 10 時 00 分

二、地點：內政部國土測繪中心會議室

三、記錄：陳國華

四、出席及列席人員：

內政部國土測繪中心-陳鶴欽科長、邱明全技正、
莊峰輔專員、彭千惠技士
國立臺北大學-陳國華教授
(詳簽到簿)

五、會議結論：

(一) 辦理臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料解算工作

- (1) 請依作業計畫書內容辦理 GNSS 資料解算工作。
- (2) 請以 111 年度期末報告的 GNSS 資料解算策略為基礎，進行每日最小約制金門 GNSS 衛星連續觀測站(KMNM)之 ITRF2020@2015.0 框架坐標(註：每日 KMNM 的坐標固定不動)的計算與分析，將每日解的法方程式(NQ0)與 SINEX 檔案儲存。
- (3) 利用第(2)步驟得到的每日解坐標成果(CRD)，進行各觀測站的時間序列擬合，得到各觀測站相對於 KMNM 的速度，以分析速度成果之合理性與正確性。
- (4) 進行速度估計成果的比較分析。以解算 e-GNSS[2023]基準站的 62 天每日解成果，分別進行(i)僅最小約制 KMNM 的各站速度估計，以及(ii)弛約制 ITRF2020 框架@2015.0 的國際站先驗資訊，進行各站速度的估計。綜合比較(i)與(ii)的成果。
- (5) 資料品質不佳的點位，例如 TNML、TCMS、SHLU、WIAN，應先予以適當剔除，不參與各分區各時段的 GNSS 資料解算。

- (6) 利用第(2)步驟得到的每日解法方程式成果(NQ0)，進行弛約制於 ITRF2020@2015.0 框架下的弛約制網每週成果計算，並儲存每週的成果(CRD、NQ0 及 SNX)；以可運用於下一階段合併國際每週 SINEX 成果，進行全球網聯合平差計算，使得臺灣的動態框架可即時與全球的框架聯繫，成為臺灣的時變動態基準。(坐標成果)
- (7) 利用第(2)步驟得到的每日解法方程式成果(NQ0)，進行弛約制於 ITRF2020@2015.0 框架下的各站速度擬合計算，以得到各站 ITRF2020@2015.0 框架的各站速度，並與 ITRF2020@2015.0 框架下的 IGS 國際站公告速度比較。(速度成果)
- (8) 預定於 6 月下旬辦理工作查核，本案的 GNSS 站資料應計算至 4 月底，相同的計算策略應運用計算至 2022 年 1 月；而 7 月 31 日前繳交的期中報告應以獲得 2019 年 12 月 1 日至 2023 年 5 月的最新解算策略成果為目標；期末報告則以獲得 2016 年 1 月 1 日至 2023 年 9 月 30 日之最新解算策略成果為目標。

(二) 工作進度與成果發表

- (1) 請依作業計畫書內容辦理各項工作及教育訓練。
- (2) 每月工作進度請於 10 日之前以 email 寄送備查。

(三) 本案各項工作之執行，請注意時程規劃時間辦理，並預定於 6 月下旬辦理本案工作之查核。

六、散會：中午 12 時 00 分。

內政部國土測繪中心
112 年度臺灣地區 GNSS 連續觀測站整合國際框架委託研究計畫
工作會議簽到簿

時 間：112 年 4 月 28 日(星期五)上午 10 時 00 分

地 點：內政部國土測繪中心

主持人：陳鶴欽

單 位	職 稱	姓 名
內政部國土測繪中心	技正 專員 技士	邱明全 莊崑輝 彭千惠
國立臺北大學	教 授	陳國華

附件四 工作查核會議紀錄

(第 1 次查核會議)

一、時間：112 年 6 月 29 日(星期四)上午 11 時 00 分

二、地點：國立臺北大學公共事務學院四樓 415 室

三、記錄：陳國華

四、出席及列席人員：

內政部國土測繪中心-梁旭文簡任技正、邱明全技正、
楊枝安技正、彭千惠技士、許君韶技士
國立臺北大學-陳國華教授

(詳簽到簿)

五、工作事項查核結果：

(一) 辦理臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料解算工作

- (1) 核實依作業計畫書內容辦理 GNSS 資料解算工作。
- (2) 請依作業計畫書內容於 7 月 31 日前完成期中報告所需要的 GNSS 資料解算進度，並上傳解算成果。

(二) 工作進度與成果發表

- (1) 核實依作業計畫書內容辦理辦理本案各項工作。
- (2) 核實於每月 10 日之前以 email 寄送工作進度備查。
- (3) 核實將本案成果投稿至第 41 屆測量及空間資訊研討會。
- (4) 請依作業計畫書內容於 7 月 31 日前完成期中報告。
- (5) 請規劃辦理本案教育訓練事宜並送本中心審核。
- (6) 請修正工作時程內容，並增畫設完成進度時間軸。

(三) GNSS 資料解算場地

- (1) 核實依作業計畫書內容規劃電腦設備辦理資料解算工作。
- (2) 請依作業計畫書內容完成期中報告所列各項工作。

(四) 本案各項工作之執行，請注意時程規劃時間辦理。

六、散會：中午 12 時 30 分。

內政部國土測繪中心

112 年度臺灣地區 GNSS 連續觀測站整合國際框架委託研究計畫

工作查核會議簽到簿

時間：112 年 6 月 29 日(星期四) 上午 11 時 00 分

地點：國立臺北大學公共事務學院四樓 415 會議室

主持人：梁妘文

單位	職稱	姓名
內政部國土測繪中心	技士	邱明全 楊枝子 彭千惠 許君韶
國立臺北大學	教授	陳國華

(第 2 次查核會議)

一、時間：112 年 10 月 27 日(星期五)上午 10 時 30 分

二、地點：國立臺北大學公共事務學院四樓 415 會議室

三、記錄：陳國華

四、出席及列席人員：

內政部國土測繪中心-楊枝安技正、彭千惠技士

國立臺北大學-陳國華教授

(詳簽到簿)

五、工作事項查核結果：

(一) 辦理臺灣地區 GNSS 連續觀測站資料解算工作

(1) 核實依作業計畫書內容辦理 GNSS 資料解算工作。

(2) 請依作業計畫書內容於 11 月 30 日前完成期末報告所需要的 GNSS 資料解算進度，並上傳解算成果。

(二) 工作進度與成果發表

(1) 核實依作業計畫書內容辦理本案各項工作。

(2) 核實於每月 10 日之前以 email 寄送工作進度備查。

(3) 核實將本案成果投稿至第 41 屆測量及空間資訊研討會。

(4) 核實於 9 月 21 日辦理本案教育訓練。

(5) 請依作業計畫書內容於 11 月 30 日前完成期末報告。

(三) 本案各項工作之執行，請注意時程規劃時間辦理。

六、散會：中午 12 時 00 分。

內政部國土測繪中心
112 年度臺灣地區 GNSS 連續觀測站整合國際框架委託研究計畫
工作查核會議簽到簿

時間：112 年 10 月 27 日(星期五) 上午 10 時 30 分

地點：國立臺北大學公共事務學院四樓 415 會議室

主持人：楊枝安

單位	職稱	姓名
內政部國土測繪中心	技正	楊枝安
	技士	彭千惠
國立臺北大學	教授	陳國華

附件五 e-GNSS[2021]與 e-GNSS[2023]基準站坐標比較表

序號	點號	e-GNSS[2021]			e-GNSS[2023]			ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)
		N(m)	E(m)	h(m)	N(m)	E(m)	h(m)			
1	AKND	2522646.9173	184014.8385	64.9861	2522646.8994	184014.7255	64.9859	-0.018	-0.113	0.000
2	ALIS	2600568.6576	230932.6729	2438.3395	2600568.6303	230932.6681	2438.3321	-0.027	-0.005	-0.007
3	BANC	2765590.6189	294627.8002	31.0758	2765590.6320	294627.8047	31.0927	0.013	0.004	0.017
4	BIMO	2492550.1671	246645.1829	48.0676	2492550.1815	246645.0945	48.0565	0.014	-0.088	-0.011
5	BKBL	2553604.2975	154041.4504	26.2597	2553604.3062	154041.4363	26.2444	0.009	-0.014	-0.015
6	CAOT	2652775.1142	218326.7096	141.6706	2652775.1060	218326.7154	141.6669	-0.008	0.006	-0.004
7	CHGO	2555221.3234	288366.5487	77.2430	2555221.6919	288366.2345	77.1928	0.368	-0.314	-0.050
8	CHIE	2498732.2132	179946.0038	45.4021	2498732.1664	179945.8764	45.3884	-0.047	-0.127	-0.014
9	CHIN	2685101.8549	207576.8071	57.3265	2685101.8592	207576.7765	57.2537	0.004	-0.031	-0.073
10	CHNT	2671706.6244	317265.7778	38.7799	2671706.6254	317265.7762	38.7728	0.001	-0.002	-0.007
11	CHUA	2662409.0895	204982.2007	109.0482	2662409.0893	204982.2050	109.0509	0.000	0.004	0.003
12	CHYI	2594461.8478	162148.9198	22.6727	2594461.8553	162148.9174	22.6479	0.007	-0.002	-0.025
13	CIME	2567008.7466	294011.8664	54.8840	2567008.7597	294011.8630	54.8738	0.013	-0.003	-0.010
14	CISH	2532151.0916	196775.6731	90.9405	2532151.0701	196775.5188	90.9309	-0.021	-0.154	-0.010
15	CLAN	2721819.7615	301847.7581	453.1892	2721819.7657	301847.7696	453.2209	0.004	0.012	0.032
16	CTOU	2517300.0668	175835.3553	25.6487	2517300.0471	175835.2493	25.6347	-0.020	-0.106	-0.014
17	DALO	2499298.1355	188079.1170	64.6731	2499298.0906	188078.9899	64.6702	-0.045	-0.127	-0.003
18	DANI	2557653.8454	184591.6168	47.4858	2557653.8556	184591.5967	47.4673	0.010	-0.020	-0.018
19	DANL	2456179.4375	224420.6322	148.0713	2456179.4587	224420.5248	148.0700	0.021	-0.107	-0.001
20	DASU	2509839.1113	191989.8566	54.8649	2509839.1096	191989.7690	54.6725	-0.002	-0.088	-0.192

序號	點號	e-GNSS[2021]			e-GNSS[2023]			ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)
		N(m)	E(m)	h(m)	N(m)	E(m)	h(m)			
21	DAWU	2471272.7987	238674.2514	41.0282	2471272.8346	238674.1514	41.0173	0.036	-0.100	-0.011
22	DJES	2535508.8983	169666.8933	43.1867	2535508.8948	169666.8397	43.1750	-0.004	-0.054	-0.012
23	DNAN	2619007.8273	193696.6891	48.5883	2619007.8316	193696.6946	48.5735	0.004	0.005	-0.015
24	DONY	2917380.5197	199075.6476	101.4848	2917380.5246	199075.6481	101.4862	0.005	0.000	0.001
25	DOSE	2594376.7289	162058.1215	24.7949	2594376.7369	162058.1168	24.7639	0.008	-0.005	-0.031
26	DOSH	2684126.4119	232422.6067	396.3543	2684126.4094	232422.6033	396.3574	-0.003	-0.003	0.003
27	DPIN	2659795.9667	243165.6236	740.1944	2659795.9546	243165.6085	740.1995	-0.012	-0.015	0.005
28	ERLN	2632728.2412	190852.3018	44.6354	2632728.2337	190852.3299	44.5754	-0.007	0.028	-0.060
29	FALI	2474055.1759	208146.3112	41.6491	2474055.1744	208146.1799	41.6272	-0.002	-0.131	-0.022
30	FLNM	2627001.5276	296215.2574	138.4984	2627001.4724	296215.2453	138.5171	-0.055	-0.012	0.019
31	FLON	2768361.5297	344616.9273	41.4775	2768361.5363	344616.9348	41.5131	0.007	0.008	0.036
32	FONB	2610618.5766	303165.2546	51.3712	2610618.8112	303165.2243	51.3759	0.235	-0.030	0.005
33	FONG	2503209.4213	183293.5148	50.9736	2503209.3694	183293.3821	50.9695	-0.052	-0.133	-0.004
34	FUNY	2646586.6008	180790.7381	23.8857	2646586.6040	180790.7442	23.8758	0.003	0.006	-0.010
35	FUSI	2746020.4379	285668.6002	502.1001	2746020.4527	285668.5997	502.1015	0.015	0.000	0.001
36	G811	2650830.5184	196538.0892	48.5281	2650830.5196	196538.0984	48.4686	0.001	0.009	-0.059
37	GAIS	2553232.8687	208057.7393	313.4662	2553232.8702	208057.5973	313.4865	0.001	-0.142	0.020
38	GOLI	2768399.5732	349658.0406	45.9789	2768399.5868	349658.0458	45.9759	0.014	0.005	-0.003
39	GS01	2763879.7532	301302.0815	53.4523	2763879.7643	301302.0855	53.4524	0.011	0.004	0.000
40	GS10	2782045.5926	296534.0361	52.1499	2782045.6065	296534.0388	52.1156	0.014	0.003	-0.034
41	GS41	2586201.0350	193257.6068	74.8664	2586201.0238	193257.8041	74.7519	-0.011	0.197	-0.114
42	GS51	2544184.1649	203678.4565	184.9860	2544184.1435	203678.3063	184.9838	-0.021	-0.150	-0.002

序號	點號	e-GNSS[2021]			e-GNSS[2023]			ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)
		N(m)	E(m)	h(m)	N(m)	E(m)	h(m)			
43	GS56	2511352.1183	209912.3869	106.3382	2511352.0967	209912.2236	106.3237	-0.022	-0.163	-0.014
44	GS58	2447361.5710	234211.2466	194.9401	2447361.6109	234211.1518	194.9404	0.040	-0.095	0.000
45	GS61	2729999.0112	271116.2115	546.0225	2729999.0230	271116.2146	546.0351	0.012	0.003	0.013
46	GS66	2594606.7543	224316.4803	985.1151	2594606.7240	224316.4439	985.2026	-0.030	-0.036	0.087
47	GS67	2581751.2458	217603.7990	600.3905	2581751.2536	217603.7287	600.4738	0.008	-0.070	0.083
48	GUKN	2615864.9205	208048.0856	192.3647	2615864.9216	208048.0925	192.3696	0.001	0.007	0.005
49	HCHG	2746653.1461	251412.3572	84.6675	2746653.1541	251412.3586	84.6644	0.008	0.001	-0.003
50	HCHM	2742797.7825	248444.3729	153.5443	2742797.8189	248444.4731	153.3987	0.036	0.100	-0.146
51	HENC	2434014.3692	223820.5176	46.5563	2434014.3848	223820.4092	46.5419	0.016	-0.108	-0.014
52	HERI	2798517.9044	308498.3644	84.1582	2798517.9200	308498.3652	84.1557	0.016	0.001	-0.002
53	HNSN	2692458.3505	281261.1123	2003.0633	2692458.3566	281261.1062	2003.0812	0.006	-0.006	0.018
54	HOPN	2673940.7639	239319.1611	563.8218	2673940.7467	239319.1552	563.7502	-0.017	-0.006	-0.072
55	HUAN	2670940.2256	277706.5574	3421.6505	2670940.2279	277706.5308	3421.6722	0.002	-0.027	0.022
56	HUAP	2689449.2131	326068.6658	42.9349	2689449.1922	326068.6749	42.9302	-0.021	0.009	-0.005
57	HUSI	2607164.7233	318334.5013	44.9120	2607164.7323	318334.4980	44.9089	0.009	-0.003	-0.003
58	JHCI	2601244.4649	203782.1642	150.9900	2601244.4684	203782.1535	150.9922	0.004	-0.011	0.002
59	JIBE	2626522.0233	312529.7625	31.0265	2626522.0334	312529.7606	31.0235	0.010	-0.002	-0.003
60	JNHU	2701327.4823	193958.5806	43.2807	2701327.4944	193958.5800	43.2758	0.012	-0.001	-0.005
61	JNSA	2710928.2958	191399.5210	35.9819	2710928.3102	191399.5200	35.9791	0.014	-0.001	-0.003
62	JULI	2582153.7244	282533.8374	177.8128	2582153.0420	282533.5304	178.6911	-0.682	-0.307	0.878
63	JUNA	2730778.0037	237388.1674	45.4311	2730778.0110	237388.1670	45.4393	0.007	0.000	0.008
64	JWEN	2568704.8229	198555.2851	172.3078	2568704.8258	198555.2207	172.3144	0.003	-0.064	0.007

序號	點號	e-GNSS[2021]			e-GNSS[2023]			ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)
		N(m)	E(m)	h(m)	N(m)	E(m)	h(m)			
65	JYGU	2872444.6152	347238.4103	81.0664	2872444.6281	347238.4095	81.0696	0.013	-0.001	0.003
66	KASH	2501770.5600	176840.0218	25.6294	2501770.5068	176839.8948	25.6209	-0.053	-0.127	-0.009
67	KASU	2523312.1429	212322.8981	189.3384	2523312.1099	212322.7168	189.3201	-0.033	-0.181	-0.018
68	KAWN	2563398.5852	181096.7933	48.9832	2563398.5892	181096.7570	48.9769	0.004	-0.036	-0.006
69	KDNM	2427973.5108	227484.8754	58.4877	2427973.5432	227484.7617	58.3863	0.032	-0.114	-0.101
70	KFN2	2653669.2531	261884.3053	1583.2970	2653669.2268	261884.2721	1583.3094	-0.026	-0.033	0.012
71	KIMN	2700330.7284	177909.3595	51.7115	2700330.7427	177909.3643	51.6946	0.014	0.005	-0.017
72	KMMN	2706528.6572	188017.1298	49.1609	2706528.6722	188017.1305	49.1618	0.015	0.001	0.001
73	KUA2	2549782.4921	266742.8966	270.9500	2549782.0221	266742.4805	271.1546	-0.470	-0.416	0.205
74	KYI2	2770316.6928	258123.9820	32.3643	2770316.7069	258123.9803	32.3697	0.014	-0.002	0.005
75	LANY	2437794.3545	307609.7754	347.9730	2437794.4749	307609.6286	347.9782	0.120	-0.147	0.005
76	LAYU	2435800.8467	308065.3331	47.5012	2435800.9706	308065.1744	47.5162	0.124	-0.159	0.015
77	LEYU	2704039.5368	172866.3750	76.3015	2704039.5505	172866.3730	76.3003	0.014	-0.002	-0.001
78	LGU2	2543641.1216	212577.1552	292.6530	2543641.0953	212576.9733	292.6597	-0.026	-0.182	0.007
79	LIU2	2472019.9682	184970.8261	67.9698	2472019.9139	184970.6976	67.9637	-0.054	-0.128	-0.006
80	LND2	2777207.0785	342572.8638	38.0166	2777207.0885	342572.8702	38.0140	0.010	0.006	-0.003
81	LNK2	2774429.8476	288045.1775	282.9531	2774429.8624	288045.1794	282.9523	0.015	0.002	-0.001
82	LONT	2533915.7506	263393.0627	203.5904	2533915.7281	263392.8916	203.5841	-0.022	-0.171	-0.006
83	LSB0	2672057.6172	212830.0954	121.7982	2672057.6172	212830.0954	121.7982	0.000	0.000	0.000
84	LTUN	2732772.5426	328078.0813	28.0304	2732772.5305	328078.1199	28.0212	-0.012	0.039	-0.009
85	LUDO	2507743.7662	298129.9673	42.9157	2507743.9310	298129.8007	42.9114	0.165	-0.167	-0.004
86	LUKN	2661784.4923	192555.8004	24.2968	2661784.4936	192555.8049	24.2889	0.001	0.004	-0.008

序號	點號	e-GNSS[2021]			e-GNSS[2023]			ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)
		N(m)	E(m)	h(m)	N(m)	E(m)	h(m)			
87	MAJA	2511952.6110	214254.5276	211.8763	2511952.5863	214254.3581	211.8717	-0.025	-0.169	-0.005
88	MATZ	2895640.2178	342275.9561	110.2137	2895640.2302	342275.9536	110.2156	0.012	-0.003	0.002
89	MAYA	2570931.2452	218967.4806	608.3578	2570931.2493	218967.3721	608.3665	0.004	-0.109	0.009
90	MFEN	2664133.3989	267536.8519	2237.0775	2664133.3935	267536.8157	2237.0920	-0.005	-0.036	0.015
91	MIAO	2719654.6471	230784.5829	171.0874	2719654.6558	230784.5820	171.0780	0.009	-0.001	-0.009
92	MLO1	2533274.3232	204226.5671	75.3577	2533274.2996	204226.3964	75.3453	-0.024	-0.171	-0.012
93	MZUM	2894285.8034	343297.0049	60.2552	2894285.8168	343297.0060	60.2573	0.013	0.001	0.002
94	NAAO	2705028.6920	332145.7462	25.9337	2705028.6521	332145.7732	25.9182	-0.040	0.027	-0.016
95	NAZI	2514348.2131	180801.1298	67.8230	2514348.1816	180800.9813	67.8247	-0.032	-0.148	0.002
96	NJES	2588359.2812	192788.8840	63.9616	2588359.2883	192788.8619	63.9454	0.007	-0.022	-0.016
97	NJOU	2489413.0848	205904.5302	52.1046	2489413.0735	205904.3839	52.0677	-0.011	-0.146	-0.037
98	NSHE	2680044.1607	229779.5832	487.6042	2680044.1586	229779.5783	487.6038	-0.002	-0.005	0.000
99	PANG	2606985.3032	307548.0608	29.3006	2606985.3113	307548.0614	29.3296	0.008	0.001	0.029
100	PEI1	2577065.0089	164954.2313	23.0050	2577065.0190	164954.2271	22.9285	0.010	-0.004	-0.076
101	PKGM	2608670.5843	179112.1413	42.5669	2608670.5934	179112.1403	42.5209	0.009	-0.001	-0.046
102	PLA2	2719131.5700	258747.9684	1126.4027	2719131.5838	258747.9641	1126.4062	0.014	-0.004	0.003
103	PLIM	2652131.2538	248168.4544	582.7556	2652131.2312	248168.4294	582.7572	-0.023	-0.025	0.002
104	PLIN	2758615.3029	322106.4274	271.0158	2758615.3150	322106.4325	271.0184	0.012	0.005	0.003
105	PUS2	2651803.2595	201739.1887	46.8687	2651803.2578	201739.1955	46.8381	-0.002	0.007	-0.031
106	S01R	2616971.8336	310429.2677	49.8891	2616971.8467	310429.2666	49.8792	0.013	-0.001	-0.010
107	S101	2770398.5141	311943.2555	59.1509	2770398.5253	311943.2608	59.1507	0.011	0.005	0.000
108	SAME	2505433.8427	177999.3803	67.1811	2505433.7891	177999.2511	67.1785	-0.054	-0.129	-0.003

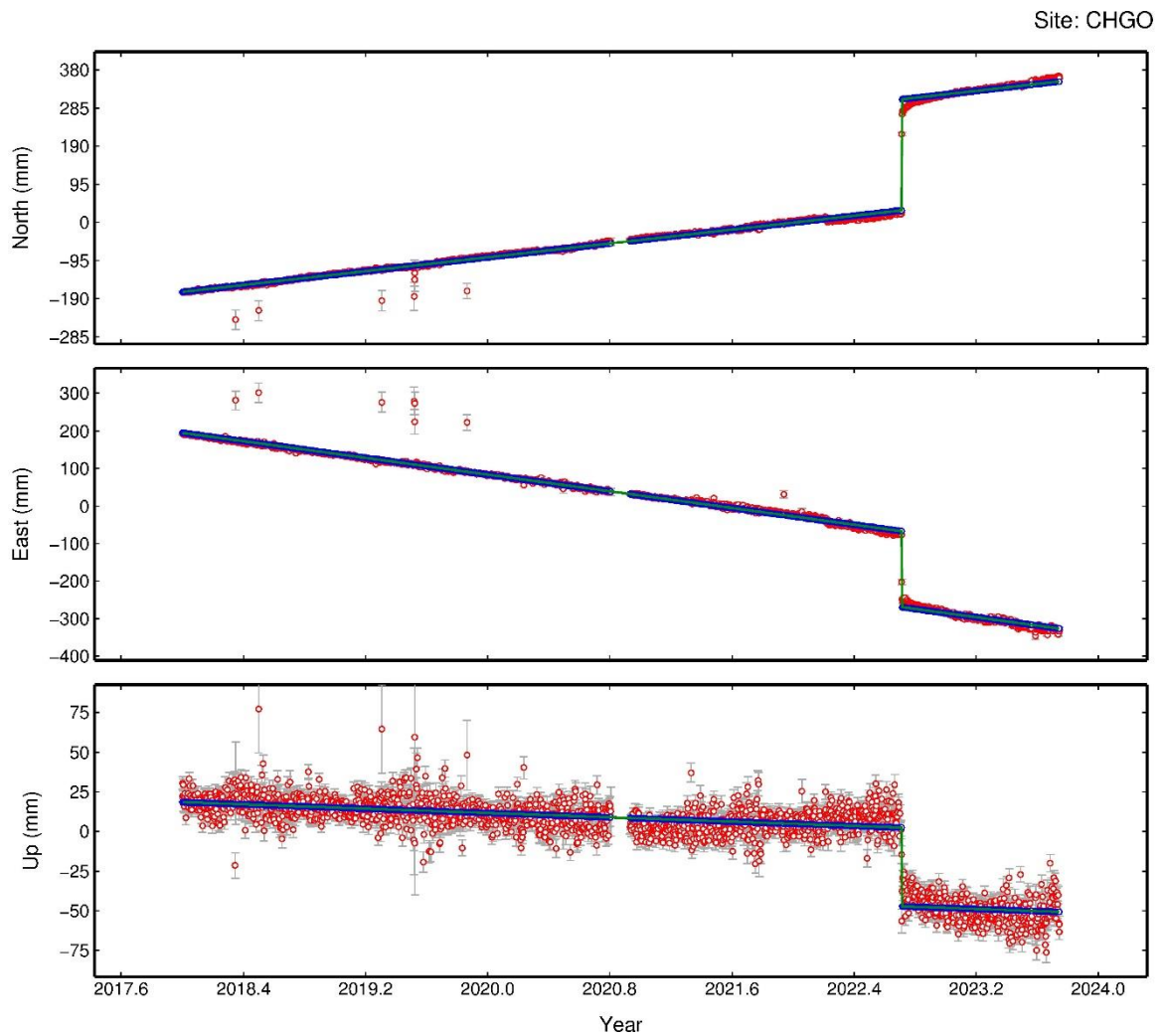
序號	點號	e-GNSS[2021]			e-GNSS[2023]			ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)
		N(m)	E(m)	h(m)	N(m)	E(m)	h(m)			
109	SAND	2513020.9009	213084.8207	203.2296	2513020.8738	213084.6623	203.2461	-0.027	-0.158	0.017
110	SANL	2617885.6744	226391.8651	1691.6964	2617885.6553	226391.8701	1691.7002	-0.019	0.005	0.004
111	SANW	2486764.8423	189472.3482	27.3861	2486764.8028	189472.2269	27.3729	-0.039	-0.121	-0.013
112	SCES	2577932.4390	160467.9531	29.2139	2577932.4452	160467.9424	29.1846	0.006	-0.011	-0.029
113	SFON	2758345.2639	251026.5879	52.8264	2758345.2726	251026.5906	52.8361	0.009	0.003	0.010
114	SGUN	2685140.9079	218718.0121	195.9969	2685140.9075	218718.0137	196.0002	0.000	0.002	0.003
115	SHJU	2748621.1764	242112.4005	24.4151	2748621.1855	242112.3985	24.4167	0.009	-0.002	0.002
116	SHLU	2671085.5469	207144.1492	297.5893	2671085.5487	207144.1551	297.5876	0.002	0.006	-0.002
117	SHMN	2798179.5033	306610.1550	46.6815	2798179.5195	306610.1563	46.6823	0.016	0.001	0.001
118	SHUL	2631616.6912	307347.6461	57.8594	2631616.7481	307347.6559	57.8271	0.057	0.010	-0.032
119	SHWA	2546805.2110	183152.0492	89.6220	2546805.2131	183151.9981	89.5562	0.002	-0.051	-0.066
120	SICH	2669102.3356	316517.4518	55.0726	2669102.3393	316517.4444	55.0667	0.004	-0.007	-0.006
121	SINY	2621419.1131	235029.9236	536.4669	2621419.0783	235029.9327	536.4691	-0.035	0.009	0.002
122	SLNP	2738582.3208	314289.7839	491.8507	2738582.3248	314289.7938	491.8515	0.004	0.010	0.001
123	SOFN	2640784.3322	310919.7583	58.6666	2640784.3730	310919.7588	58.6709	0.041	0.001	0.004
124	SONA	2699081.4944	248564.7095	1353.8576	2699081.4963	248564.7045	1353.8655	0.002	-0.005	0.008
125	SSUN	2590281.8372	186409.9474	44.2855	2590281.8453	186409.9325	44.2845	0.008	-0.015	-0.001
126	SUA2	2723482.8424	335833.4716	25.8204	2723482.7953	335833.5227	25.8088	-0.047	0.051	-0.012
127	SUAN	2597342.3700	178483.3840	31.1218	2597342.3605	178483.4380	31.3239	-0.010	0.054	0.202
128	SUN1	2641874.3419	240666.7015	1036.2031	2641874.3137	240666.6958	1036.2074	-0.028	-0.006	0.004
129	TACH	2687312.3420	202810.4170	33.8255	2687312.3436	202810.4207	33.8171	0.002	0.004	-0.008
130	TASI	2624279.8805	167290.0854	38.3637	2624279.8872	167290.0967	38.3410	0.007	0.011	-0.023

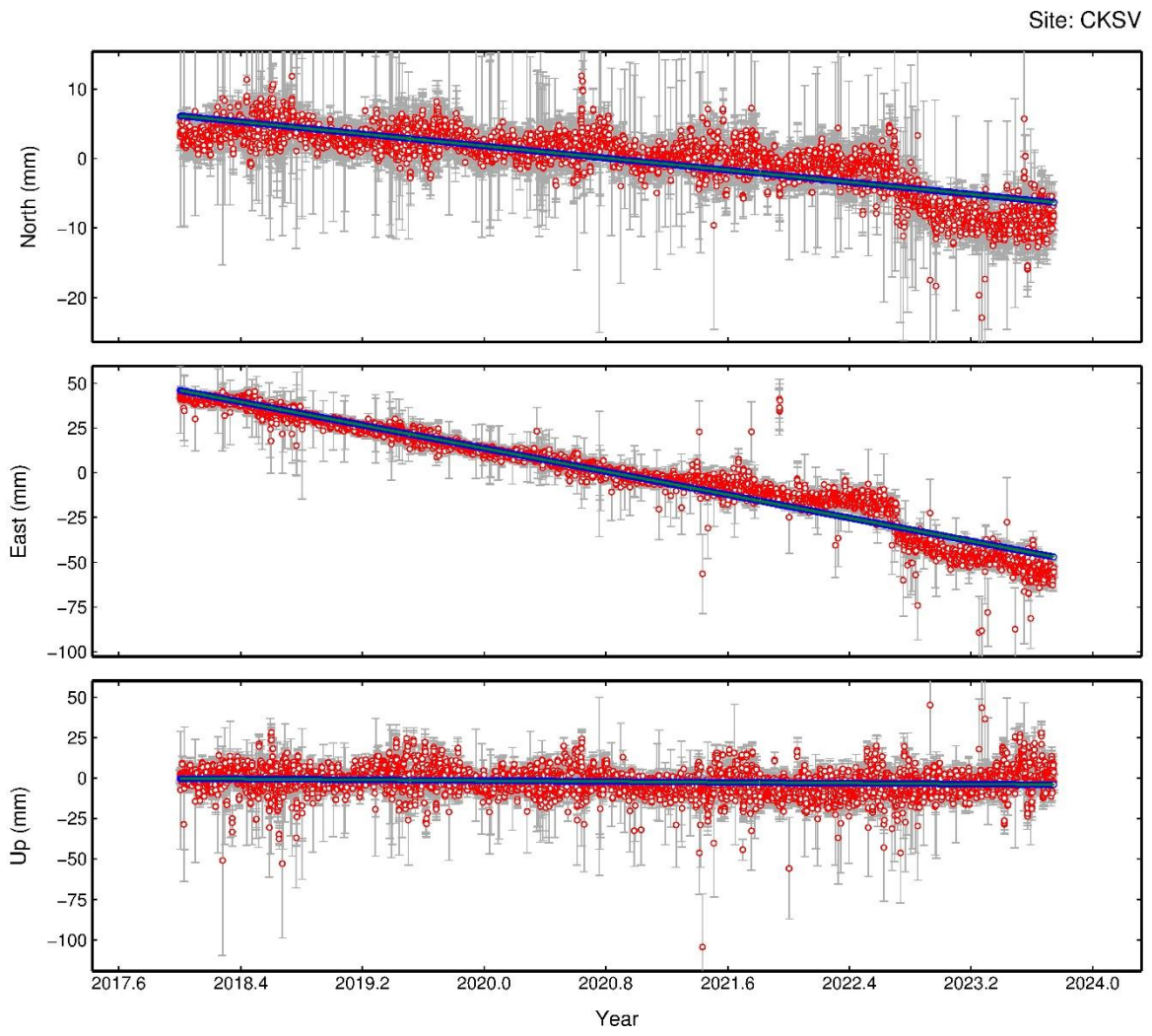
序號	點號	e-GNSS[2021]			e-GNSS[2023]			ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)
		N(m)	E(m)	h(m)	N(m)	E(m)	h(m)			
131	TASO	2706142.6633	219088.3871	151.4581	2706142.6663	219088.3876	151.4586	0.003	0.000	0.000
132	TATA	2597596.5777	238462.2878	2651.4104	2597596.5342	238462.2679	2651.4001	-0.043	-0.020	-0.010
133	TAYN	2561947.6781	225855.5648	645.8756	2561947.6581	225855.4010	645.9027	-0.020	-0.164	0.027
134	TMAM	2501771.6983	250768.8576	58.7308	2501771.7074	250768.7625	58.7168	0.009	-0.095	-0.014
135	TSIO	2707417.6839	220006.1073	63.6456	2707417.6885	220006.1072	63.6501	0.005	0.000	0.005
136	TTUN	2518213.9409	258287.4498	100.2732	2518213.9440	258287.3346	100.2423	0.003	-0.115	-0.031
137	TUNM	2651258.1892	300231.5185	195.1395	2651258.1849	300231.5070	195.1415	-0.004	-0.012	0.002
138	TUNS	2579538.4216	189050.6135	54.3753	2579538.4286	189050.5900	54.3745	0.007	-0.024	-0.001
139	TWVD	2781580.9992	330642.1459	29.4135	2781581.0122	330642.1518	29.4069	0.013	0.006	-0.007
140	VR01	2668090.3300	198996.1847	39.3774	2668090.3305	198996.1904	39.3737	0.001	0.006	-0.004
141	VR02	2644083.0341	186207.3908	42.2902	2644083.0343	186207.3970	42.2550	0.000	0.006	-0.035
142	VR03	2640080.9384	207395.2019	77.2689	2640080.9313	207395.2128	77.2627	-0.007	0.011	-0.006
143	WANS	2611561.5021	238284.1088	942.5357	2611561.4565	238284.1245	942.5401	-0.046	0.016	0.004
144	WARO	2634275.7963	294926.1930	210.3034	2634275.7427	294926.1604	210.3552	-0.054	-0.033	0.052
145	WDAN	2500747.1348	199039.2409	36.4449	2500747.1189	199039.0973	36.4245	-0.016	-0.144	-0.020
146	WFEN	2659701.3594	219433.7721	102.7943	2659701.3508	219433.7774	102.7914	-0.009	0.005	-0.003
147	WIAN	2607212.4814	299080.1165	45.0107	2607212.7038	299079.5998	44.9870	0.222	-0.517	-0.024
148	WIPN	2729741.7526	255926.2000	210.7370	2729741.7641	255926.1976	210.7382	0.012	-0.002	0.001
149	WUKU	2778827.7798	290405.0789	225.8592	2778827.7963	290405.0777	225.8287	0.016	-0.001	-0.030
150	WULI	2694073.0322	281297.7448	1790.1449	2694073.0409	281297.7371	1790.1669	0.009	-0.008	0.022
151	WULU	2563026.8456	254246.0724	928.4169	2563026.6568	254245.7541	928.5276	-0.189	-0.318	0.111
152	WUST	2567150.8064	185327.1542	89.6634	2567150.8125	185327.1147	89.6597	0.006	-0.039	-0.004

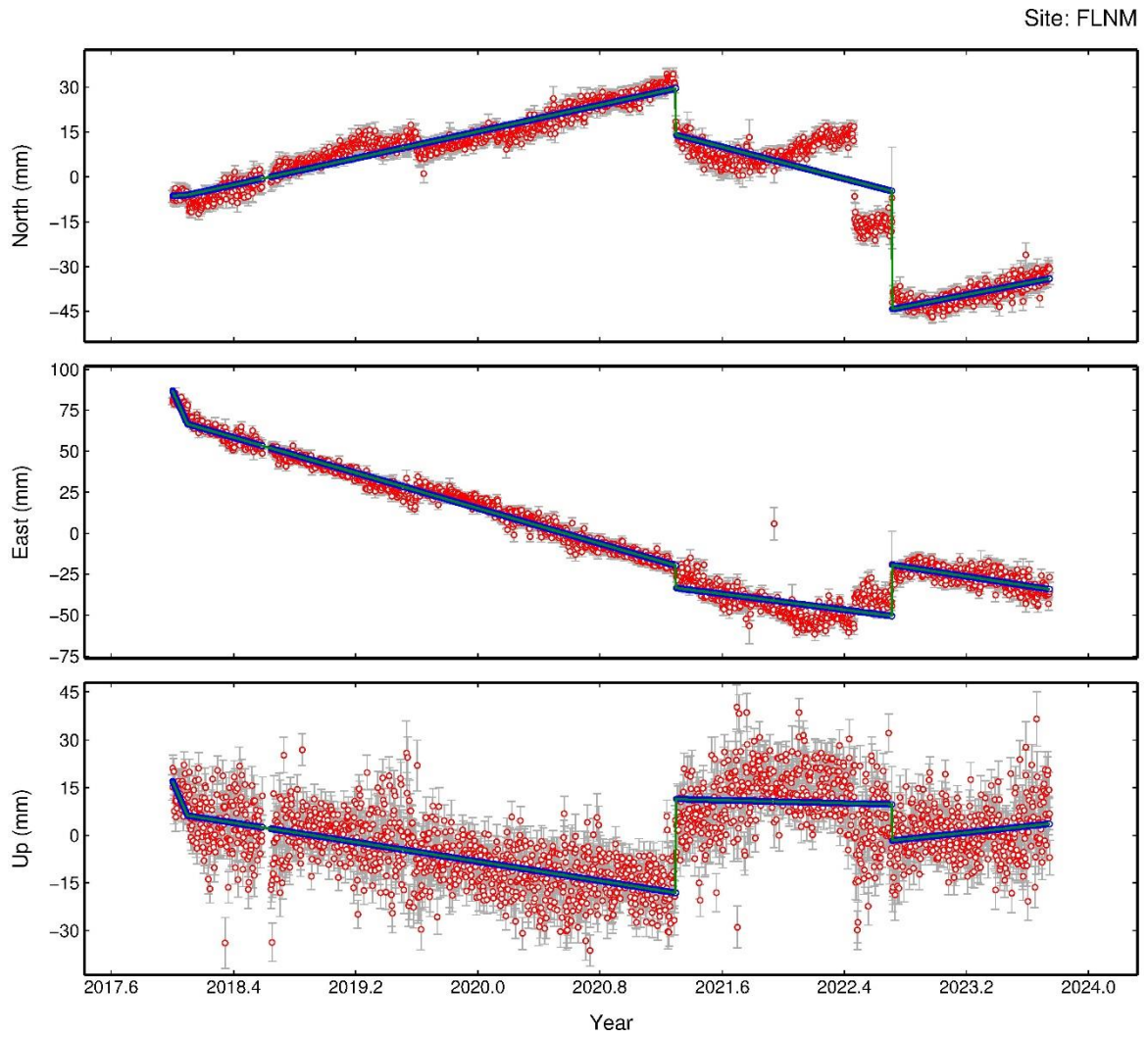
序號	點號	e-GNSS[2021]			e-GNSS[2023]			ΔN (m)	ΔE (m)	Δh (m)
		N(m)	E(m)	h(m)	N(m)	E(m)	h(m)			
153	XIAN	2553353.6743	208152.9655	312.1544	2553353.6703	208152.8293	312.1723	-0.004	-0.136	0.018
154	YAME	2755650.6451	268718.1553	218.8489	2755650.6572	268718.1556	218.8561	0.012	0.000	0.007
155	YENL	2644467.4721	311279.2597	88.1635	2644467.5182	311279.2572	88.1630	0.046	-0.003	-0.001
156	YILN	2737858.6117	325421.9783	63.9936	2737858.6040	325421.9996	63.9773	-0.008	0.021	-0.016
157	YJLO	2558069.0744	195392.1398	106.7669	2558069.0797	195392.0453	106.7678	0.005	-0.095	0.001
158	YMSM	2784255.6825	307868.1941	783.9447	2784255.6935	307868.1957	783.9471	0.011	0.002	0.002
159	YSAN	2560804.6801	156400.9371	23.9050	2560804.6879	156400.9255	23.8846	0.008	-0.012	-0.020
坐標較差的標準差								± 0.083	± 0.088	± 0.081

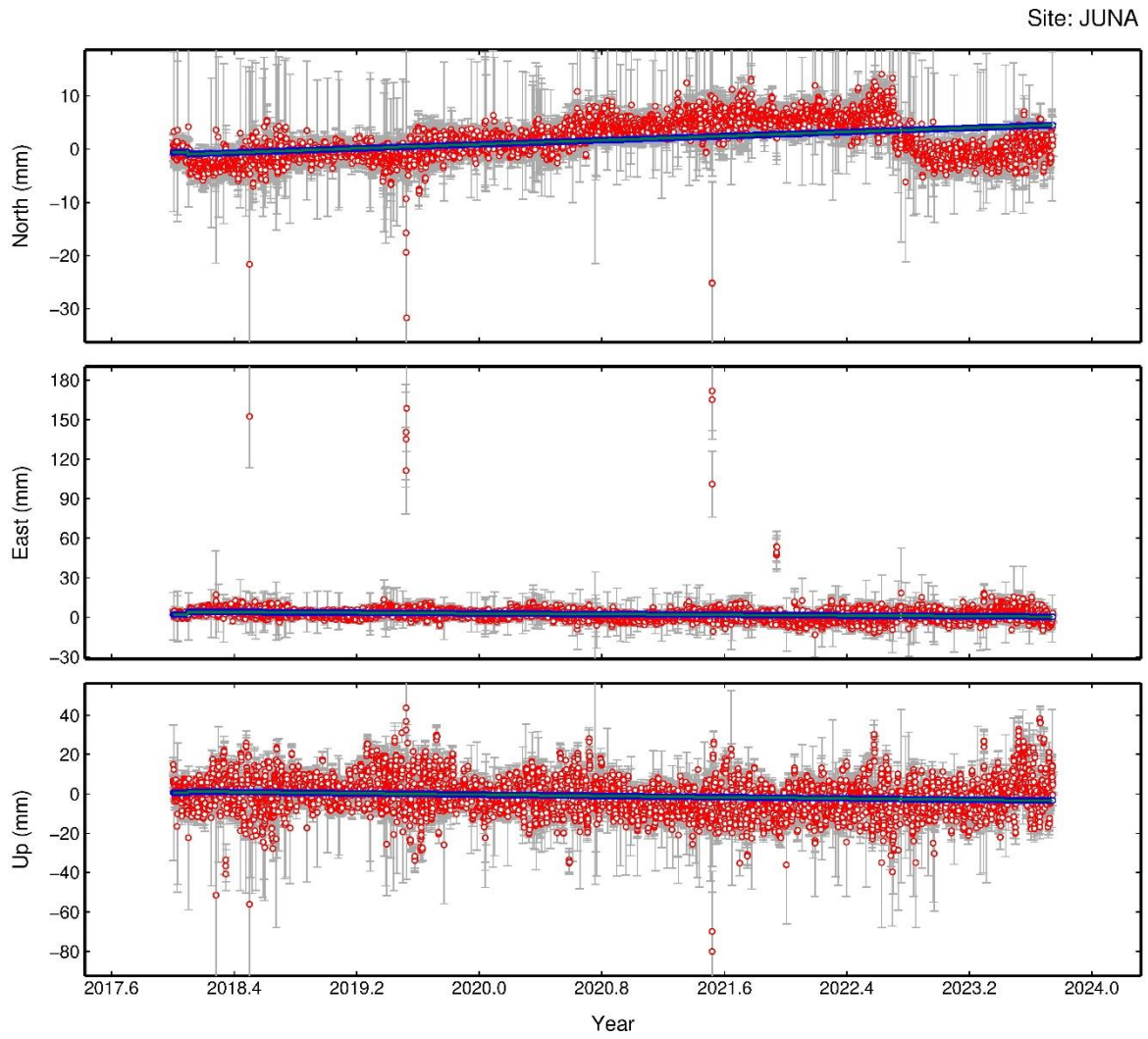
附件六 主要衛星連續站時間序列圖

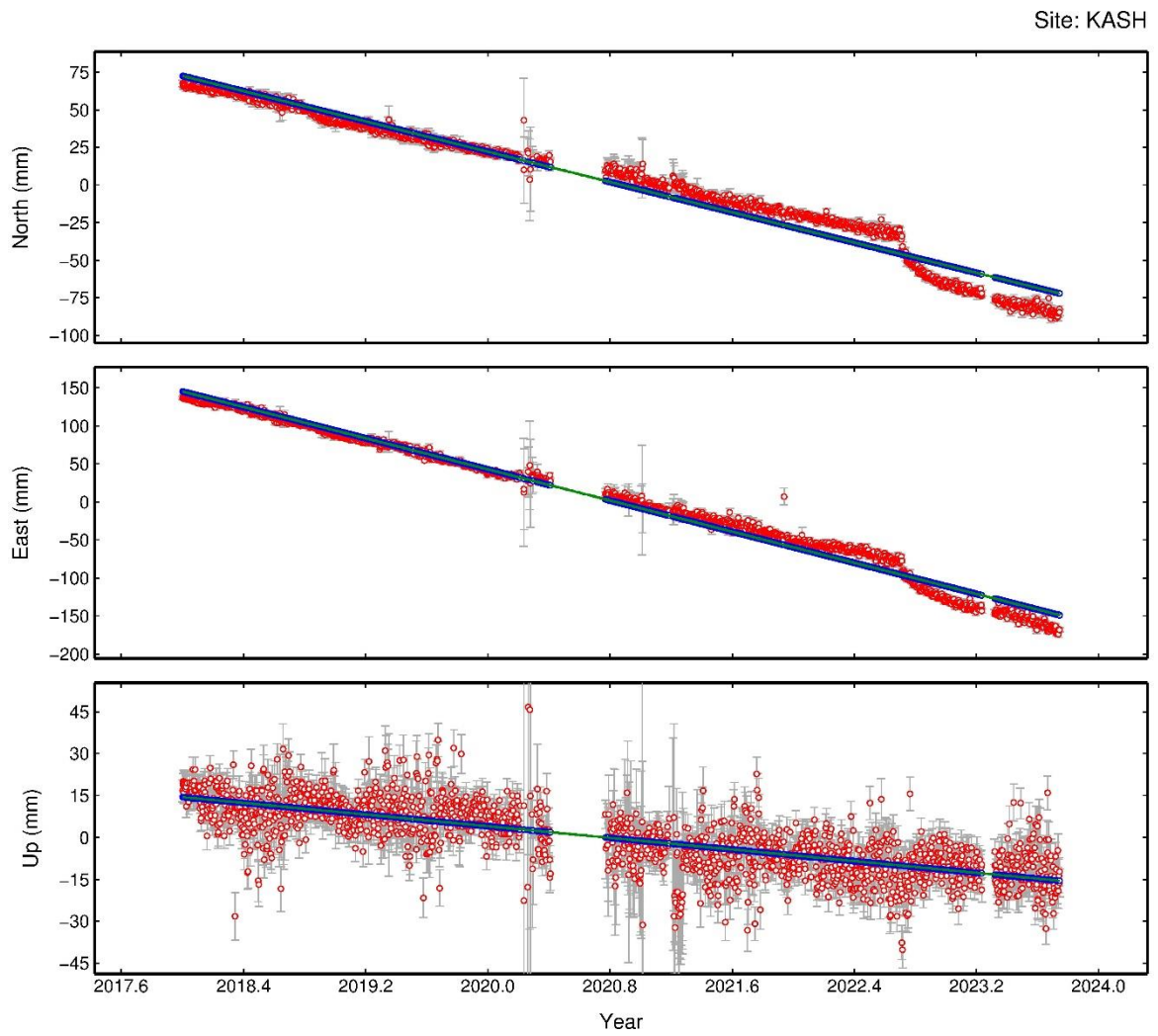
(2018.10.01 ~ 2023.09.30 相對於金門 KMNM 站)

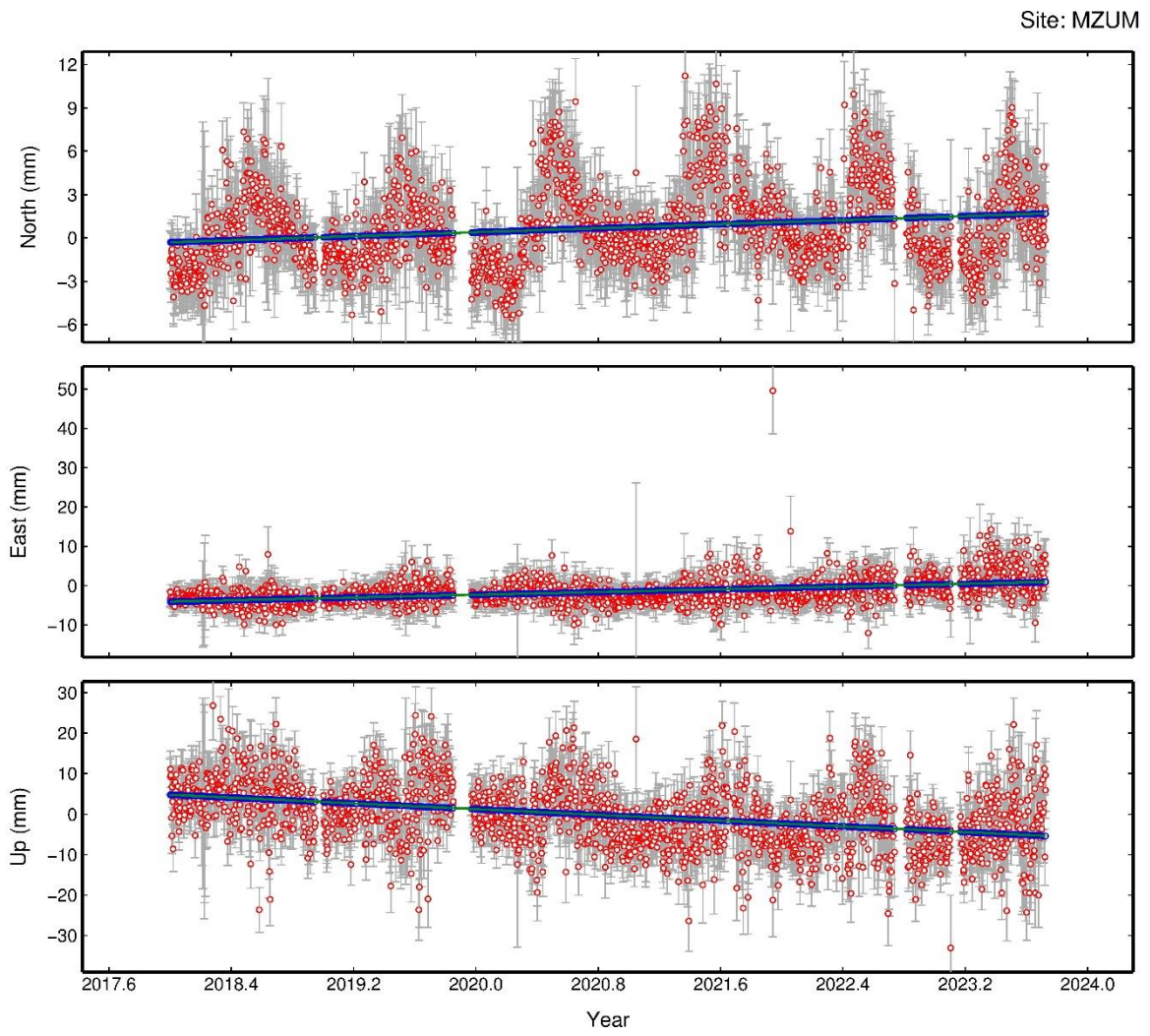


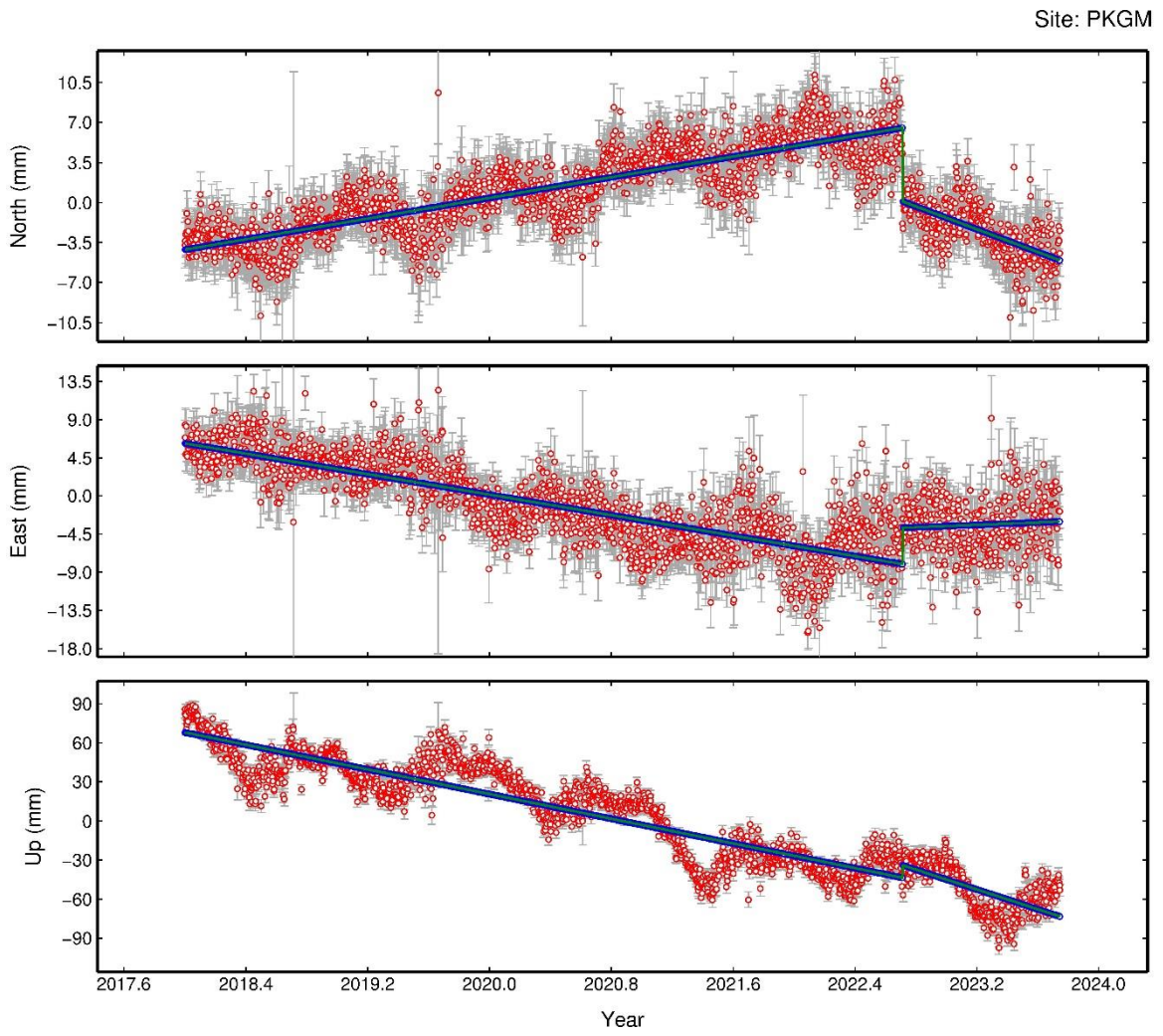


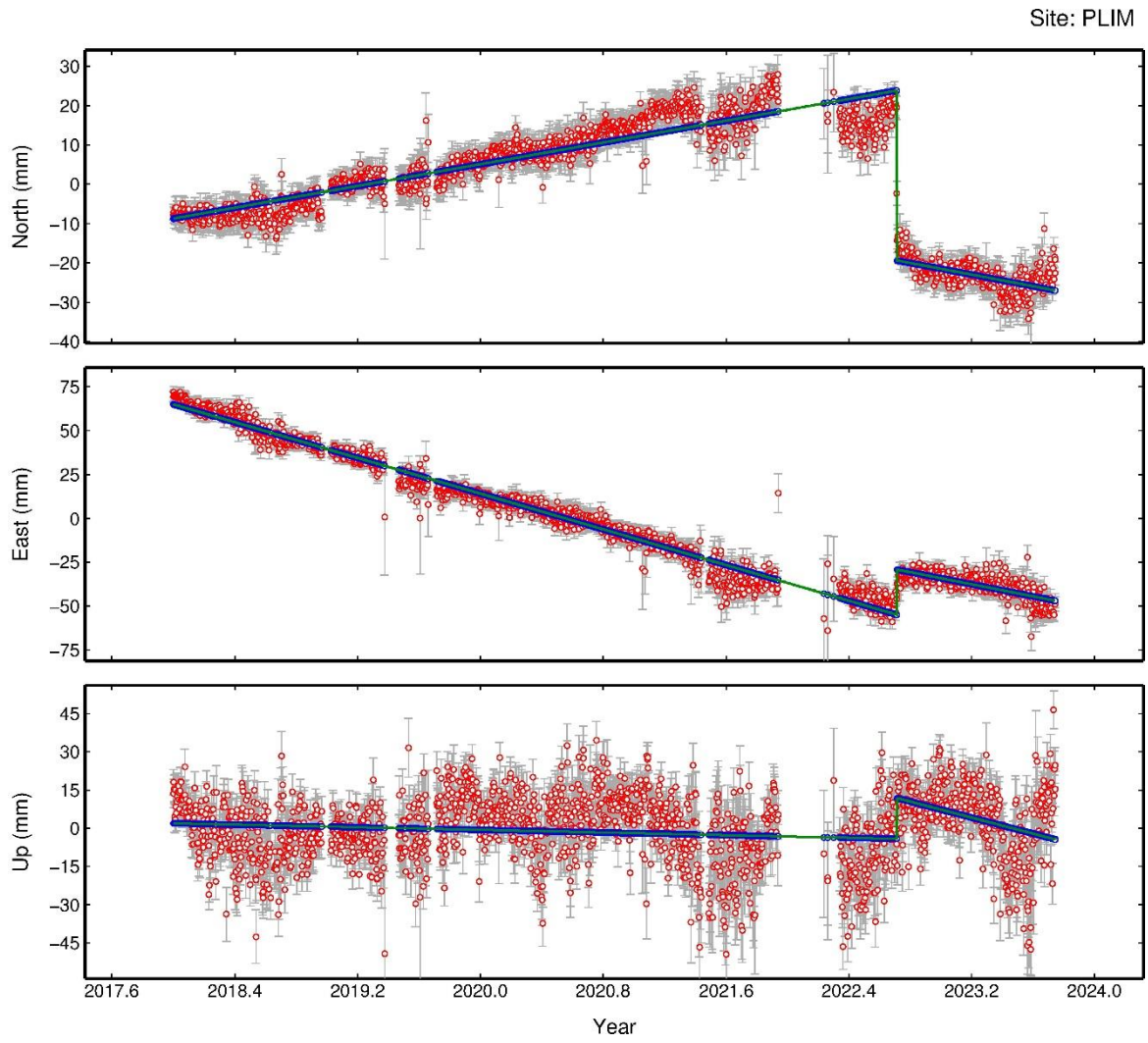


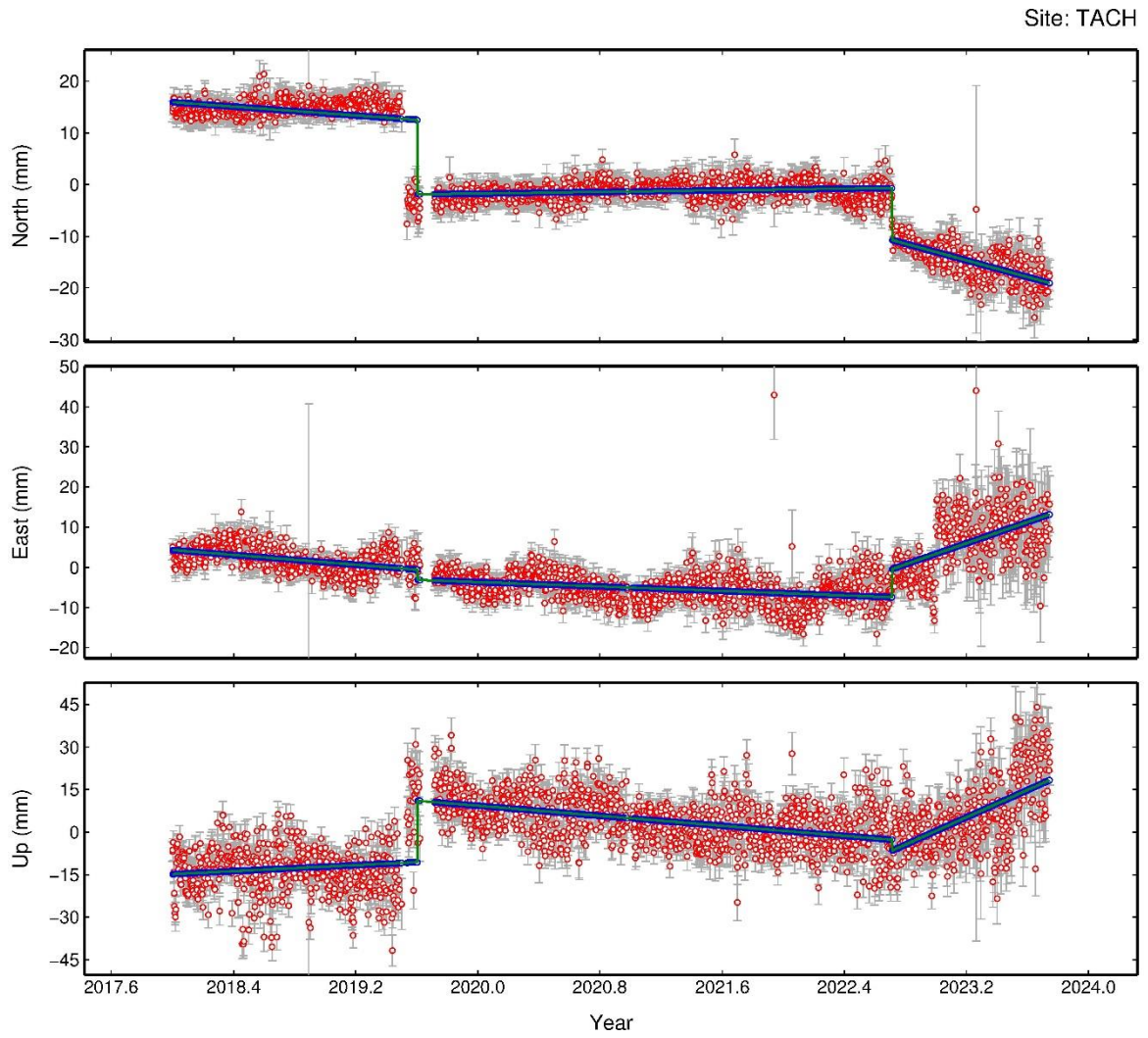


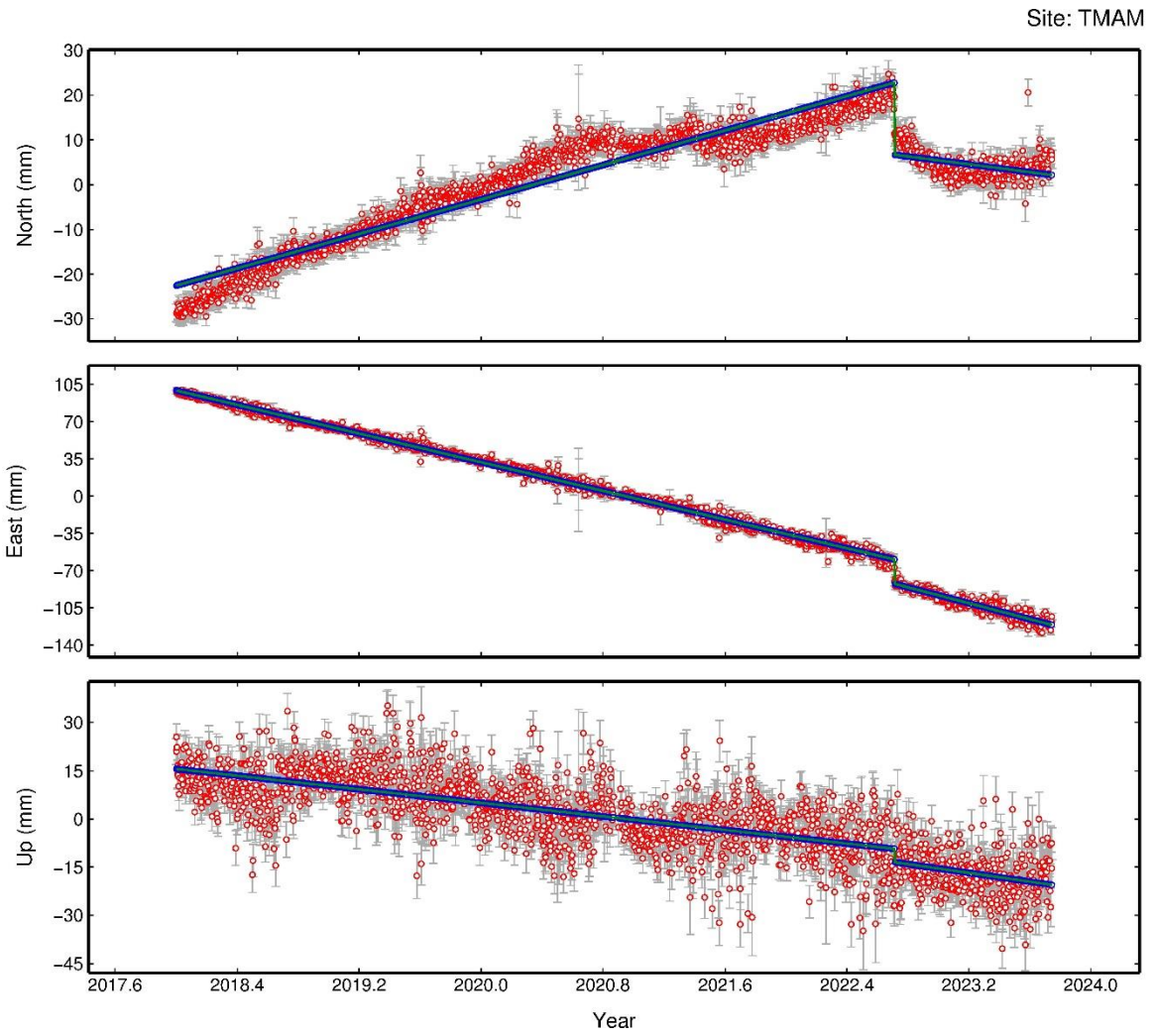


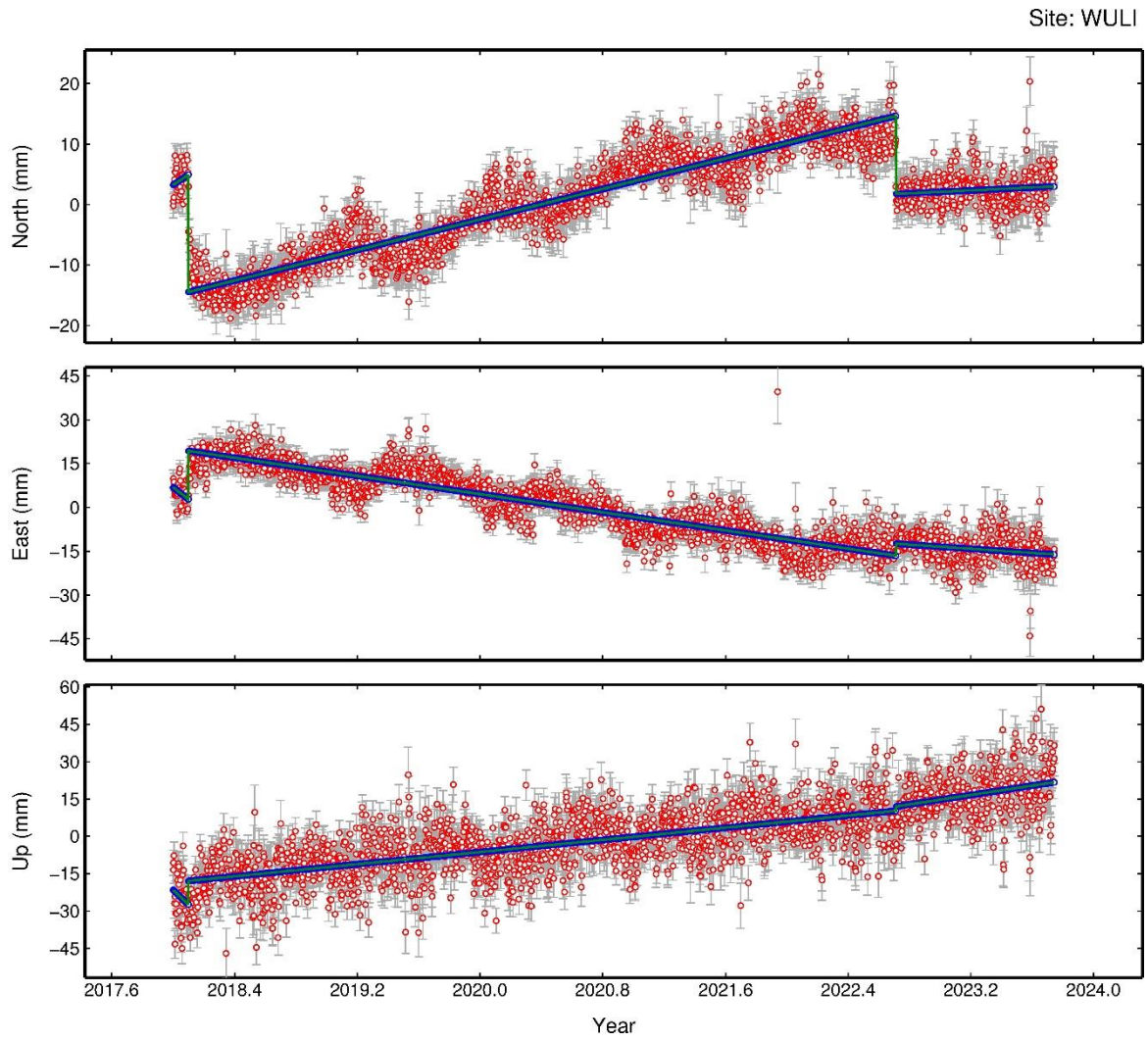




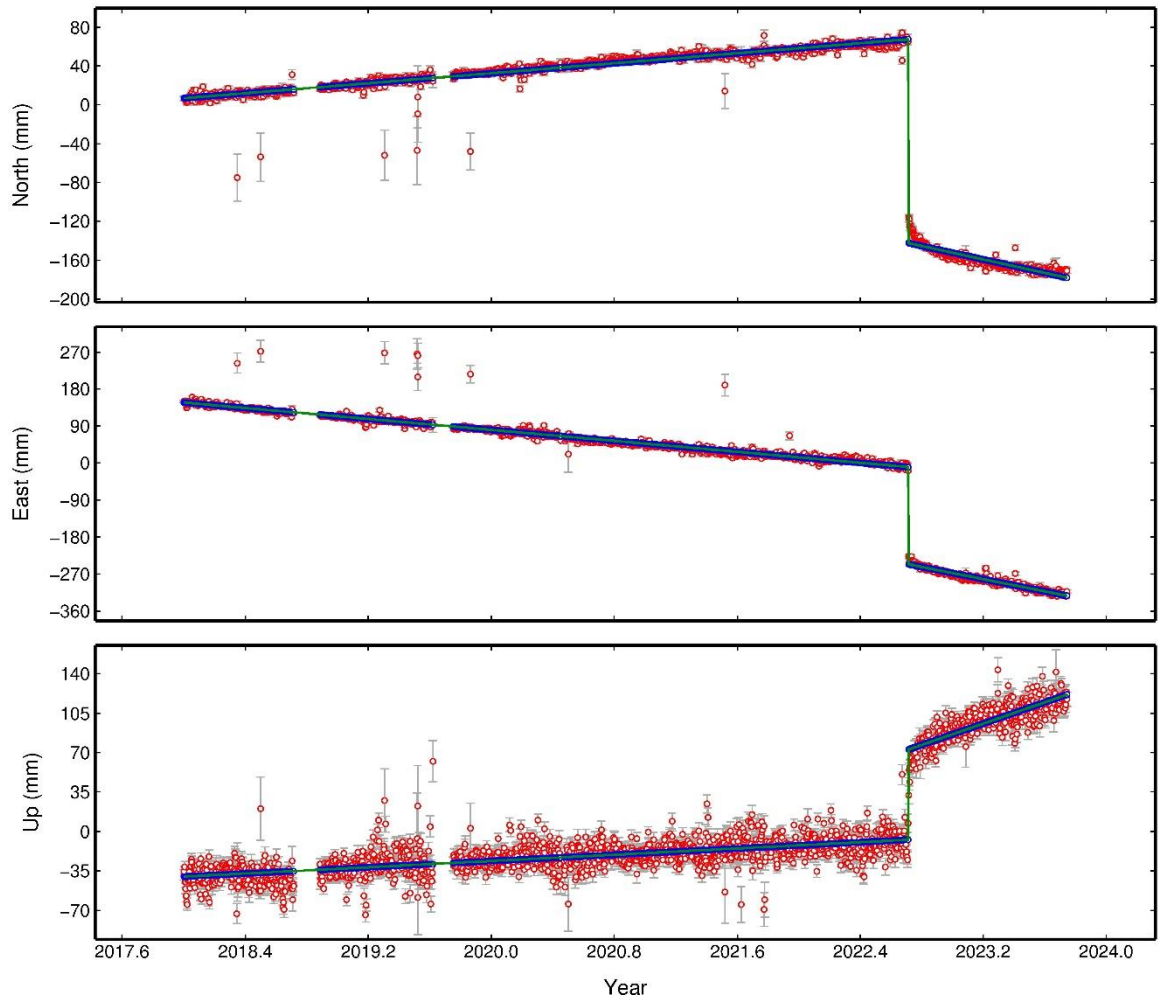


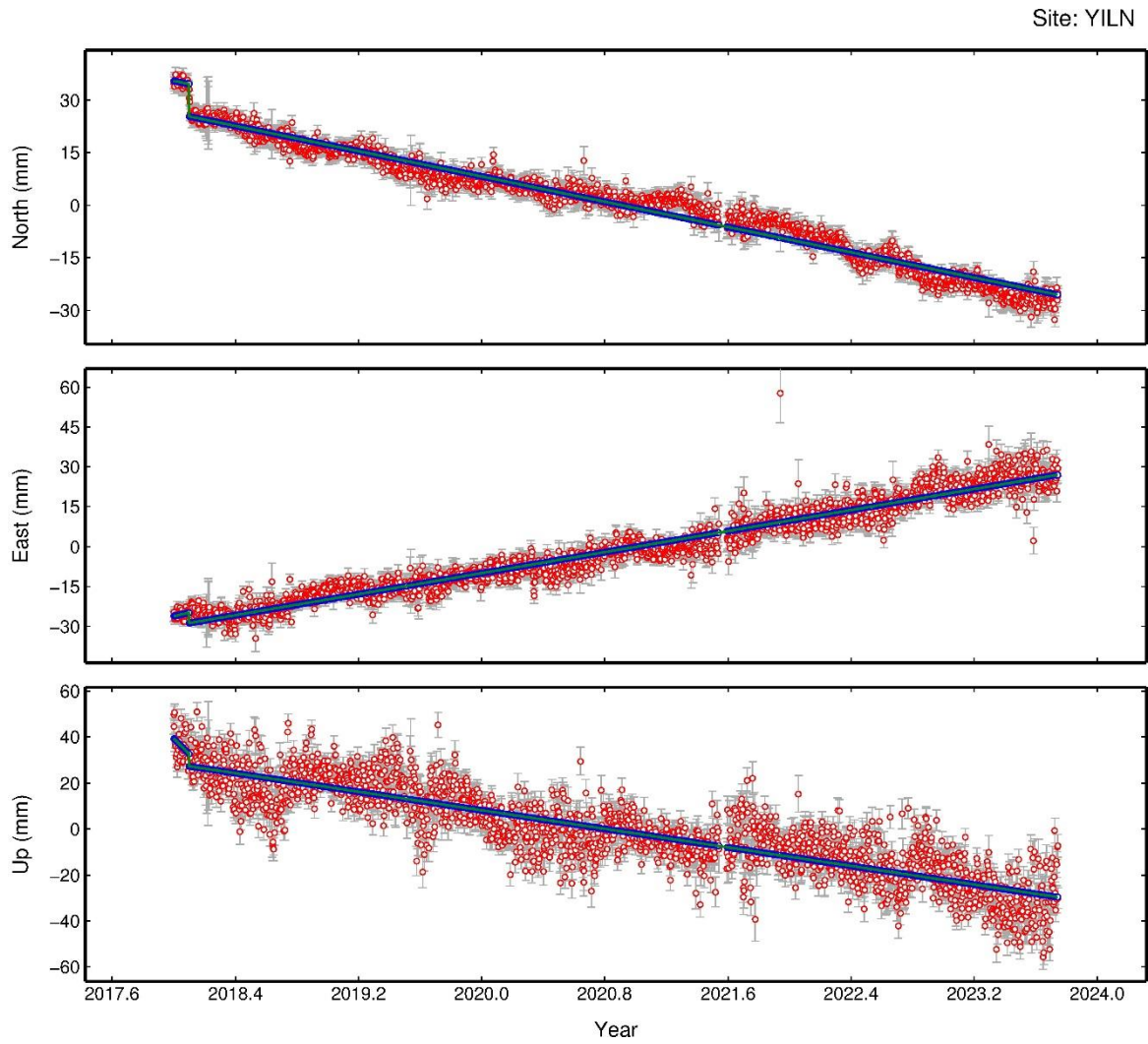


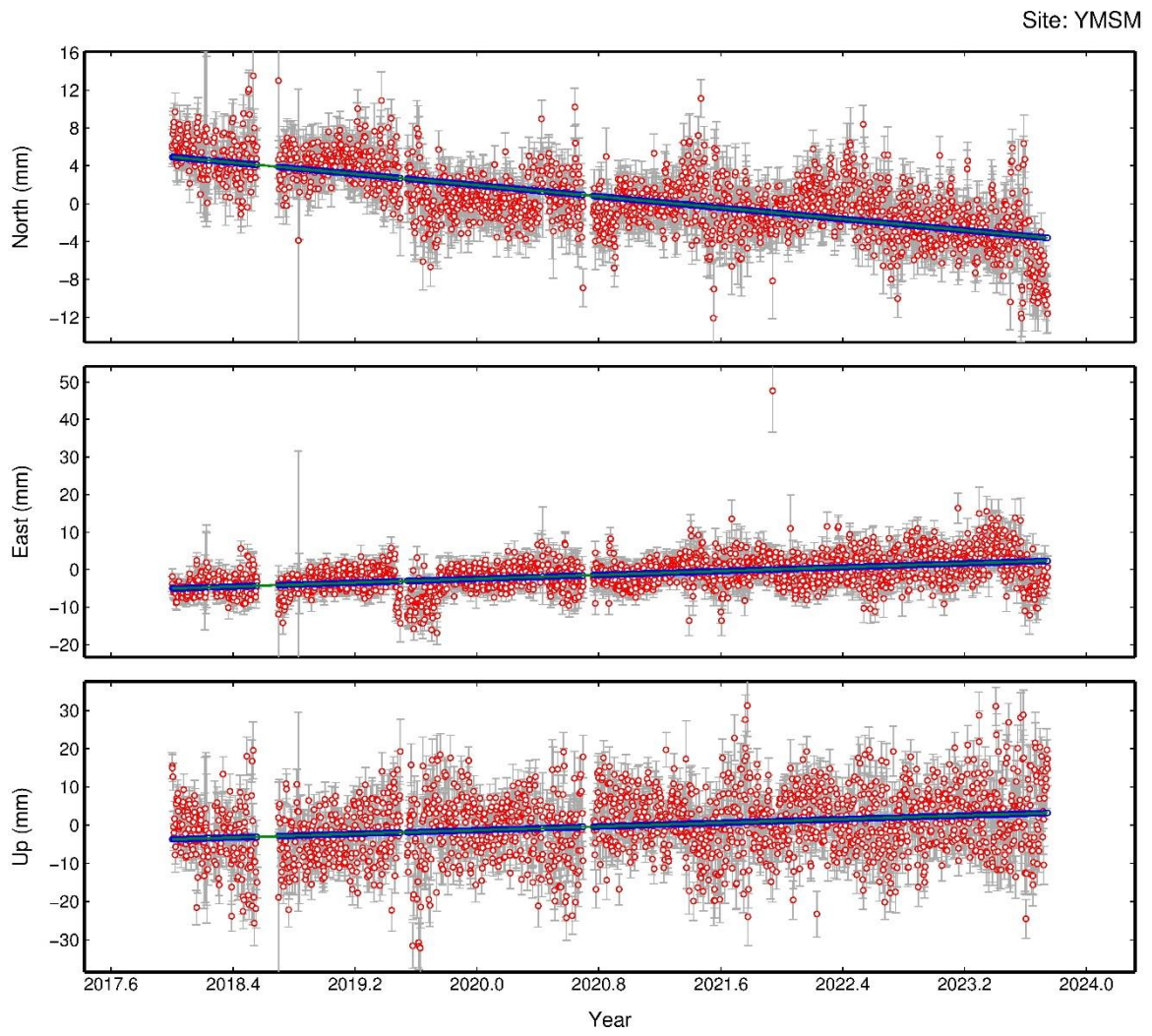


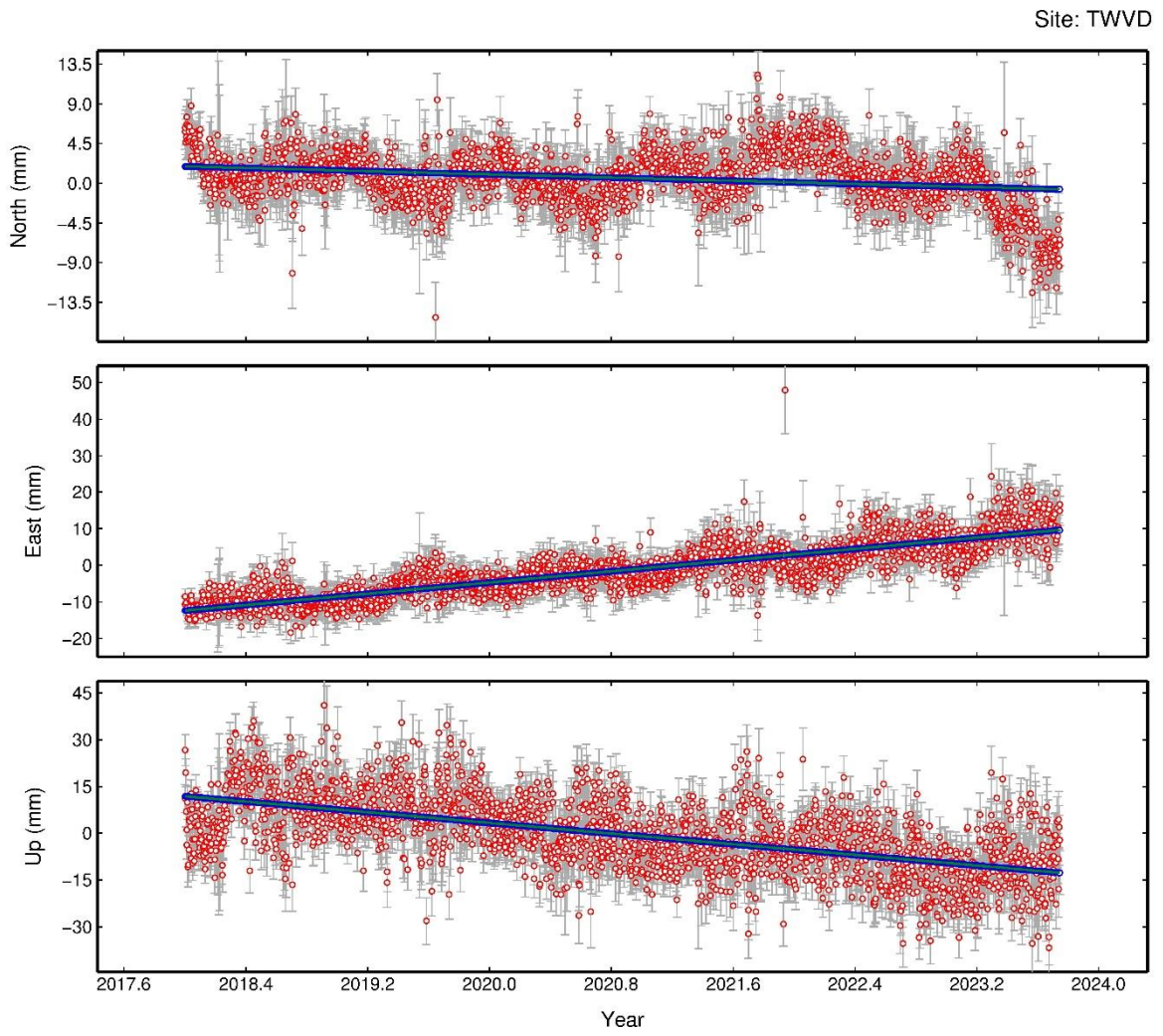


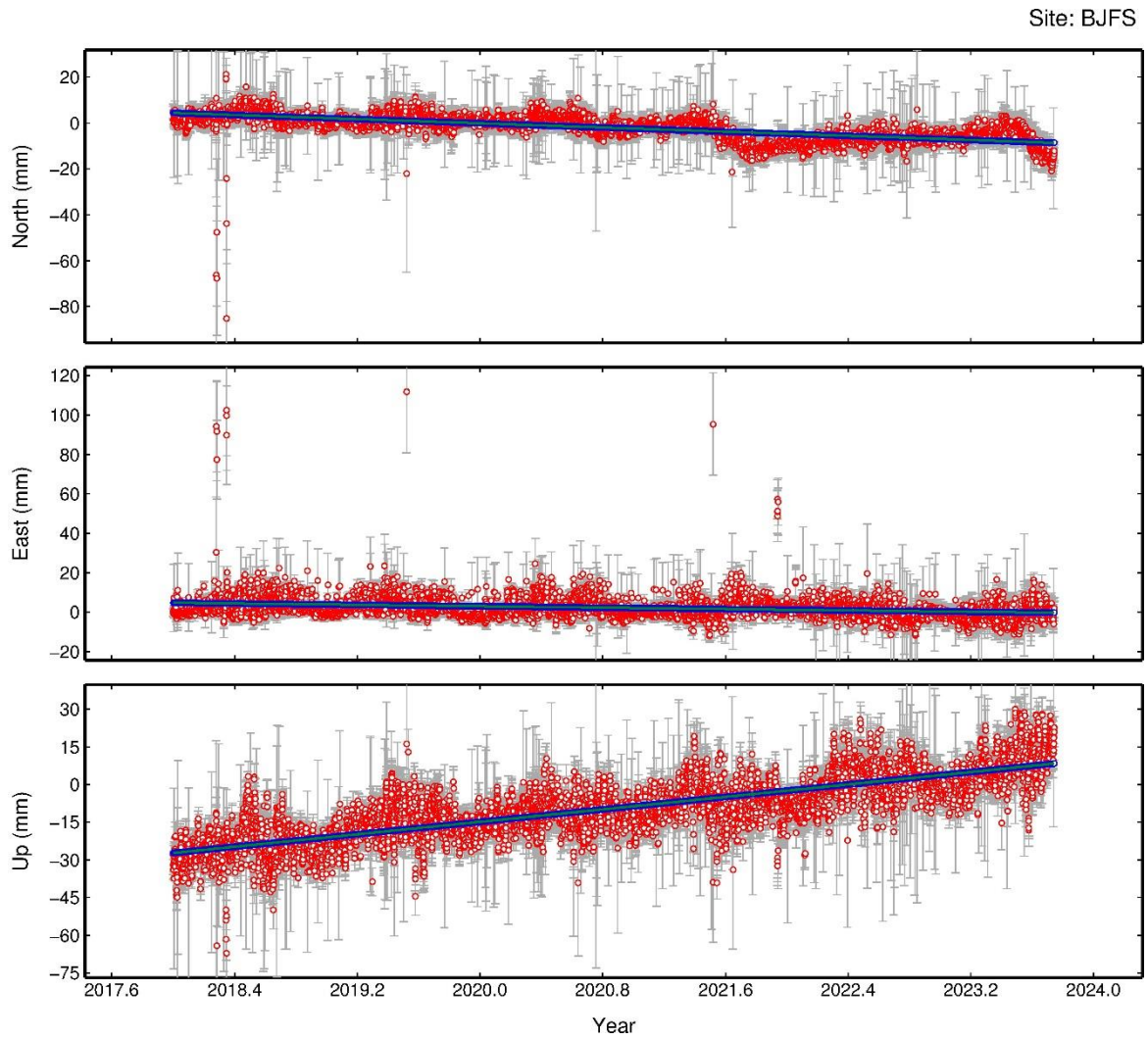
Site: WULU

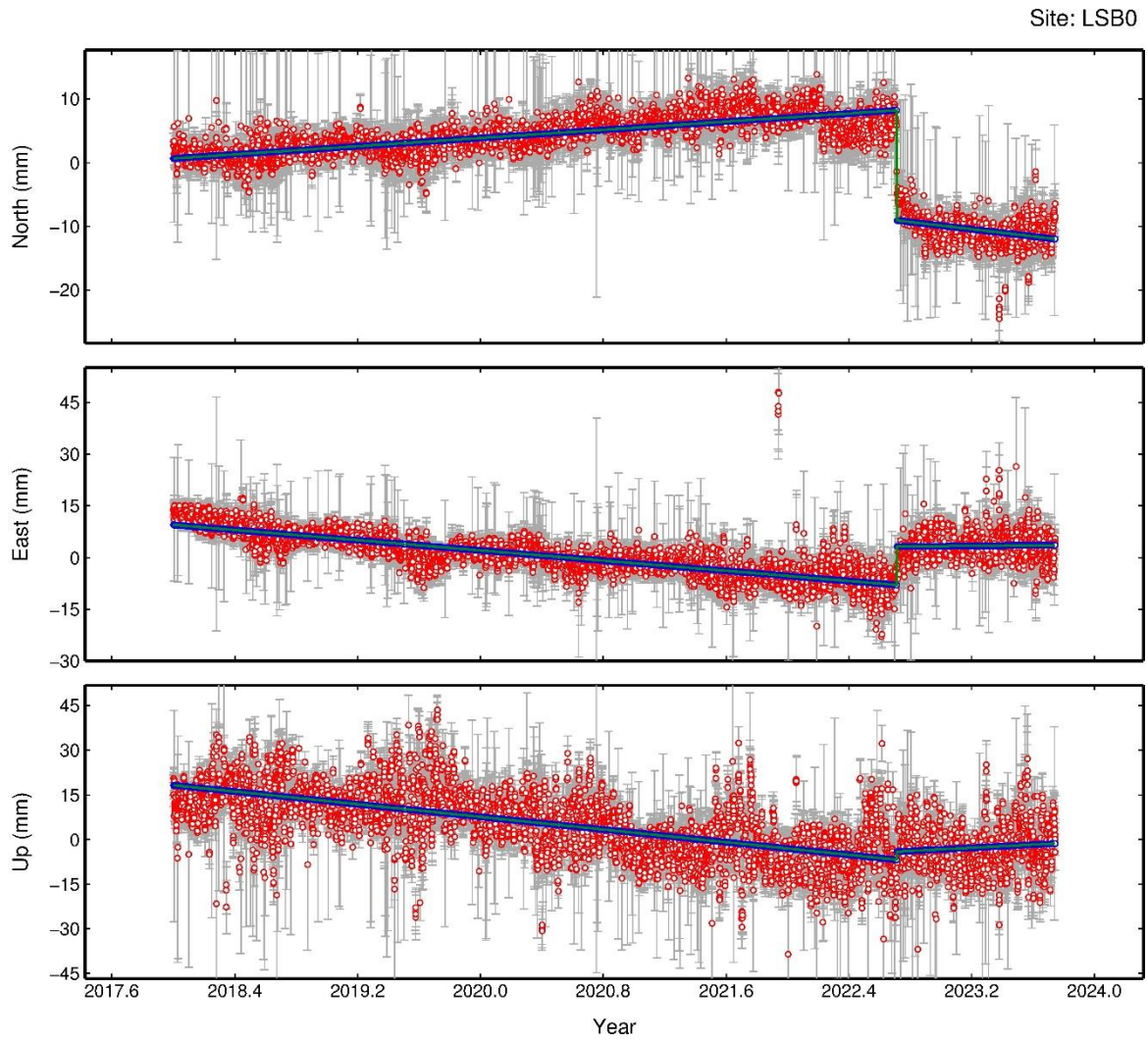




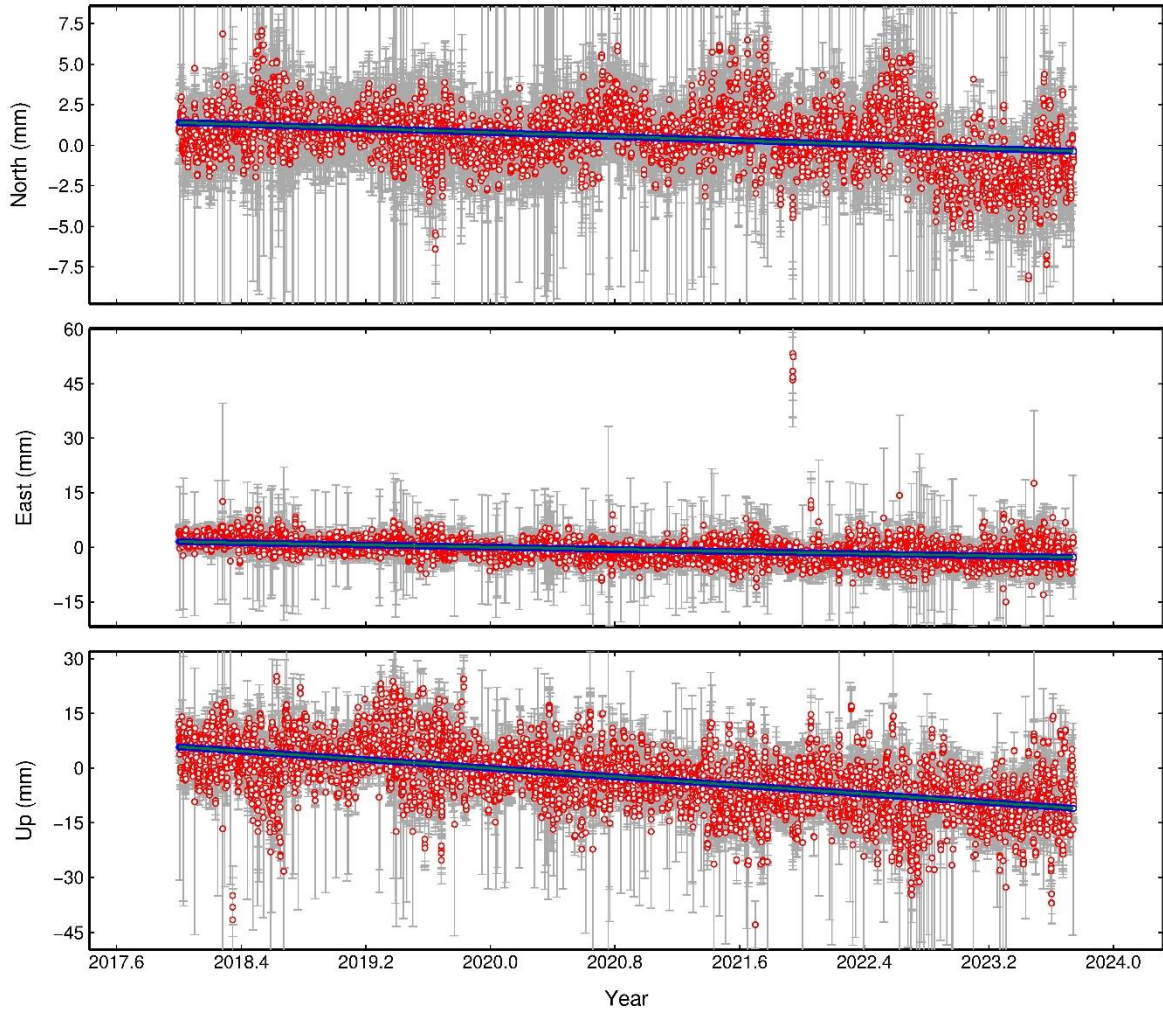




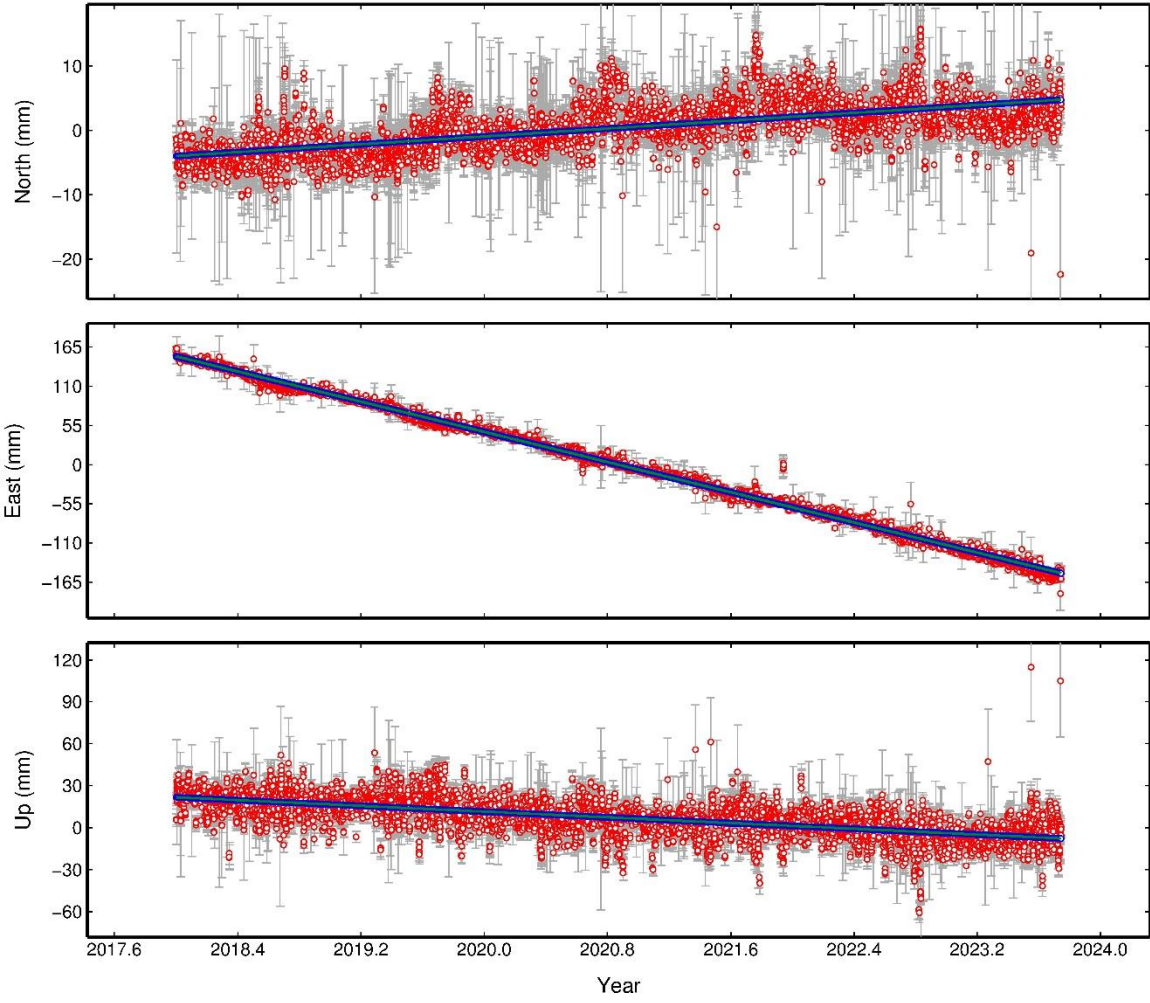




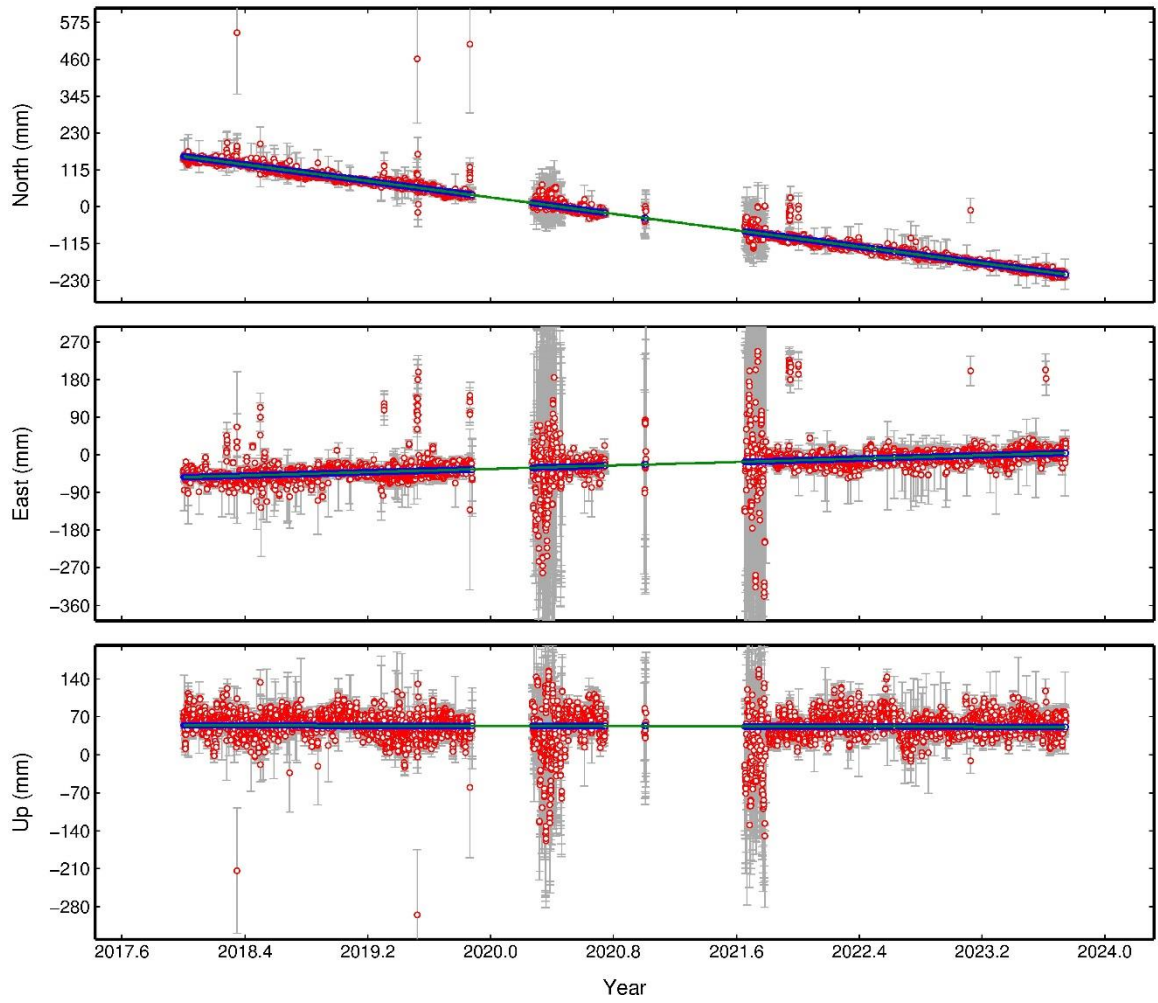
Site: S01R

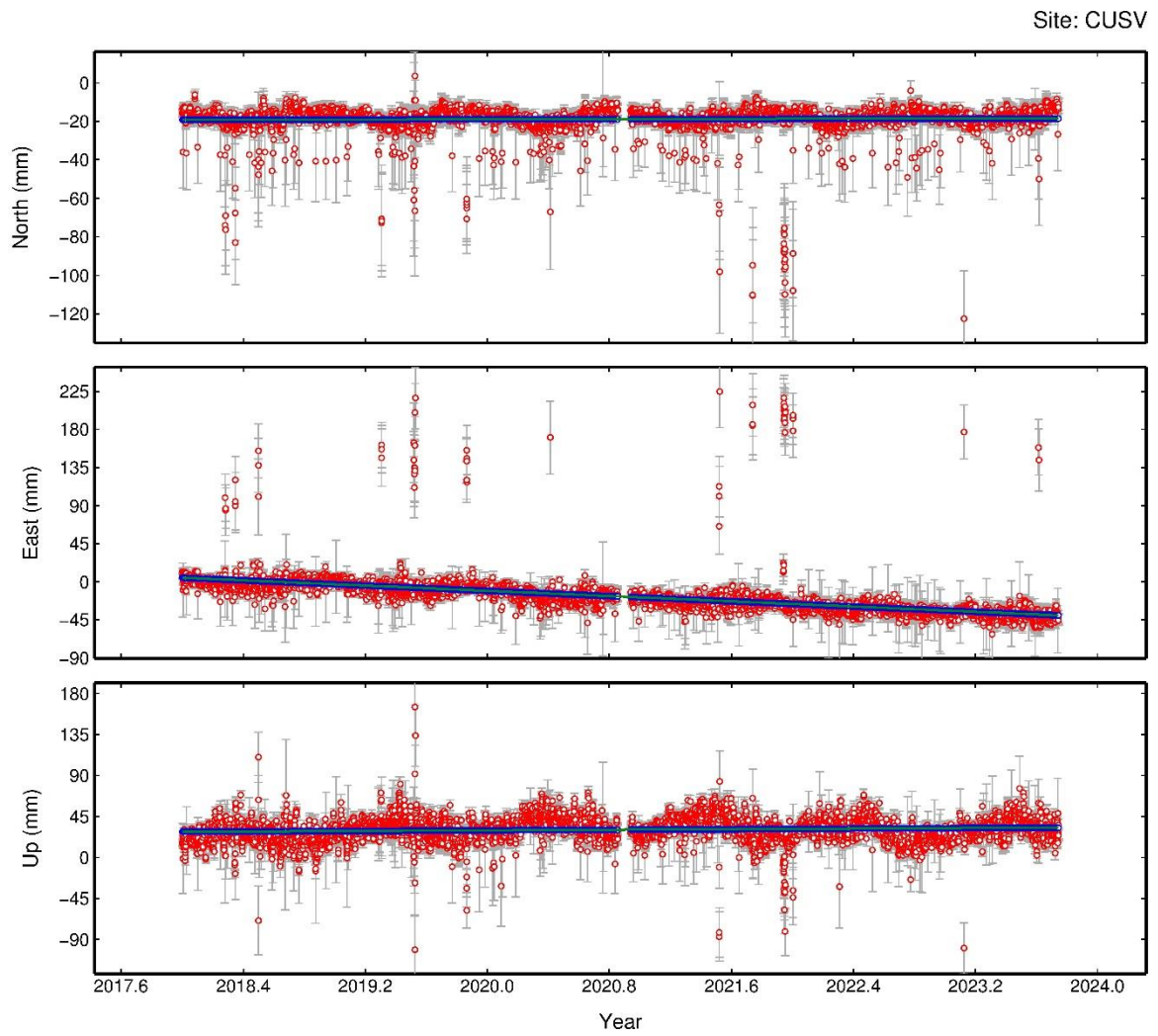


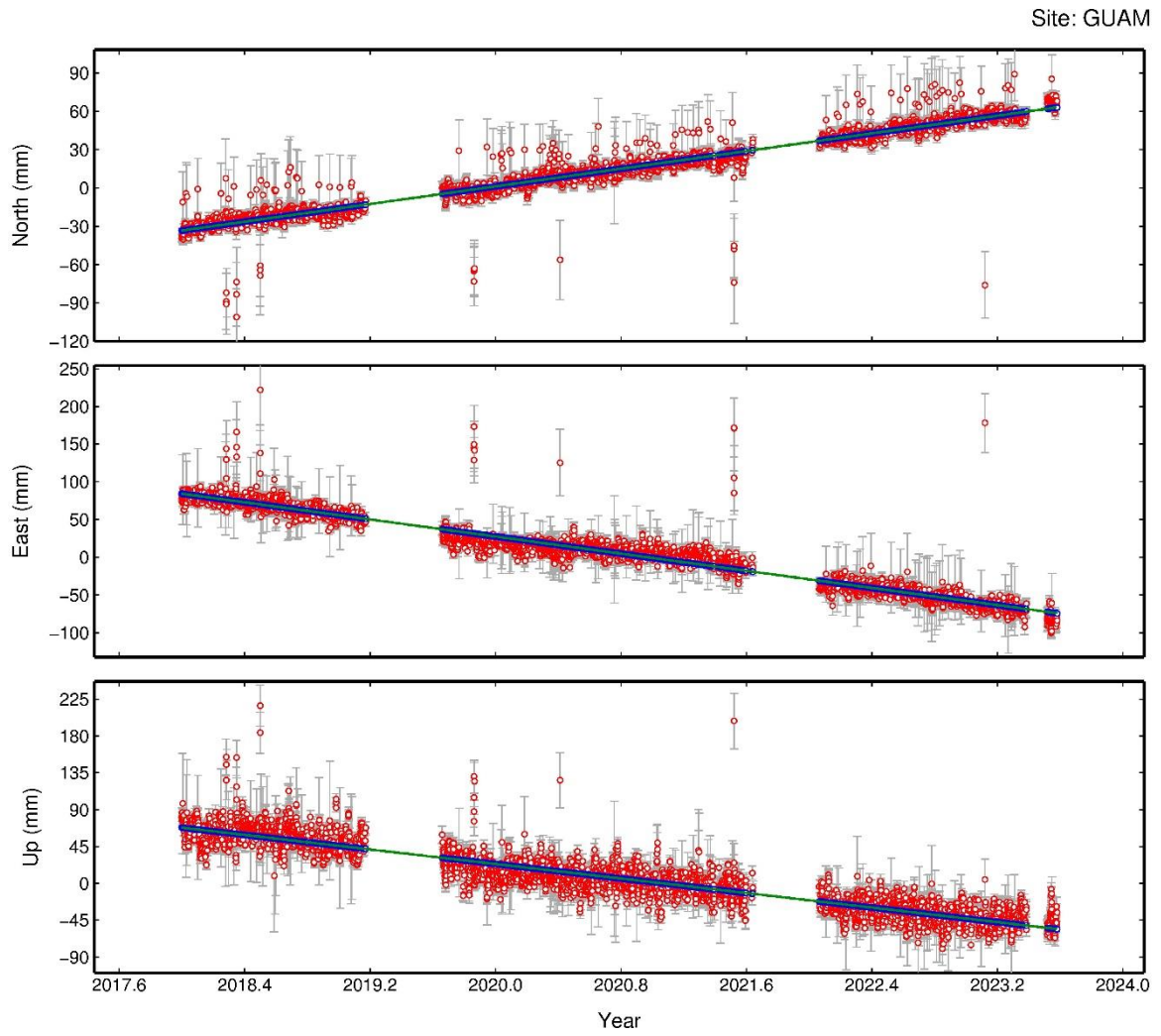
Site: HENC

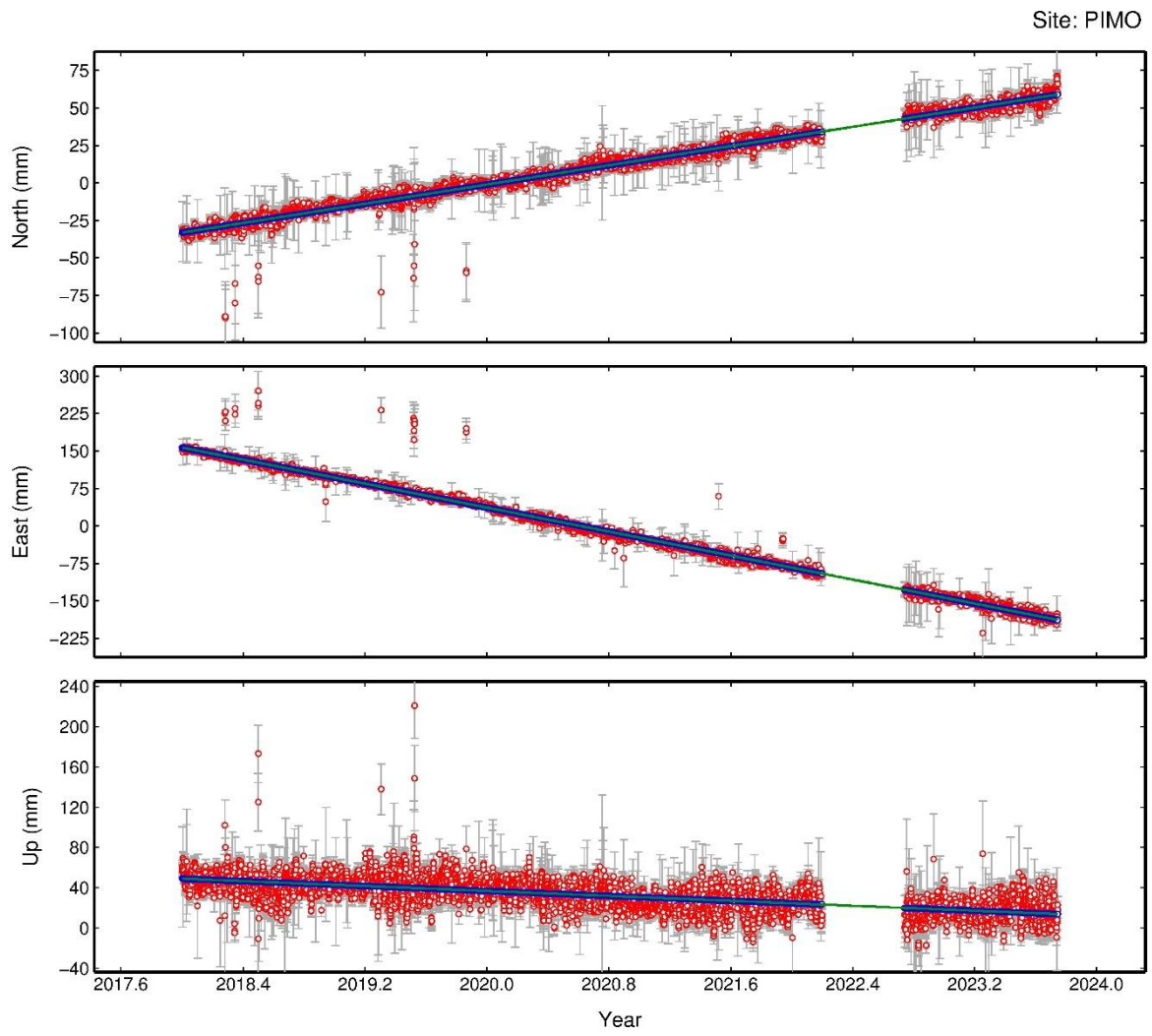


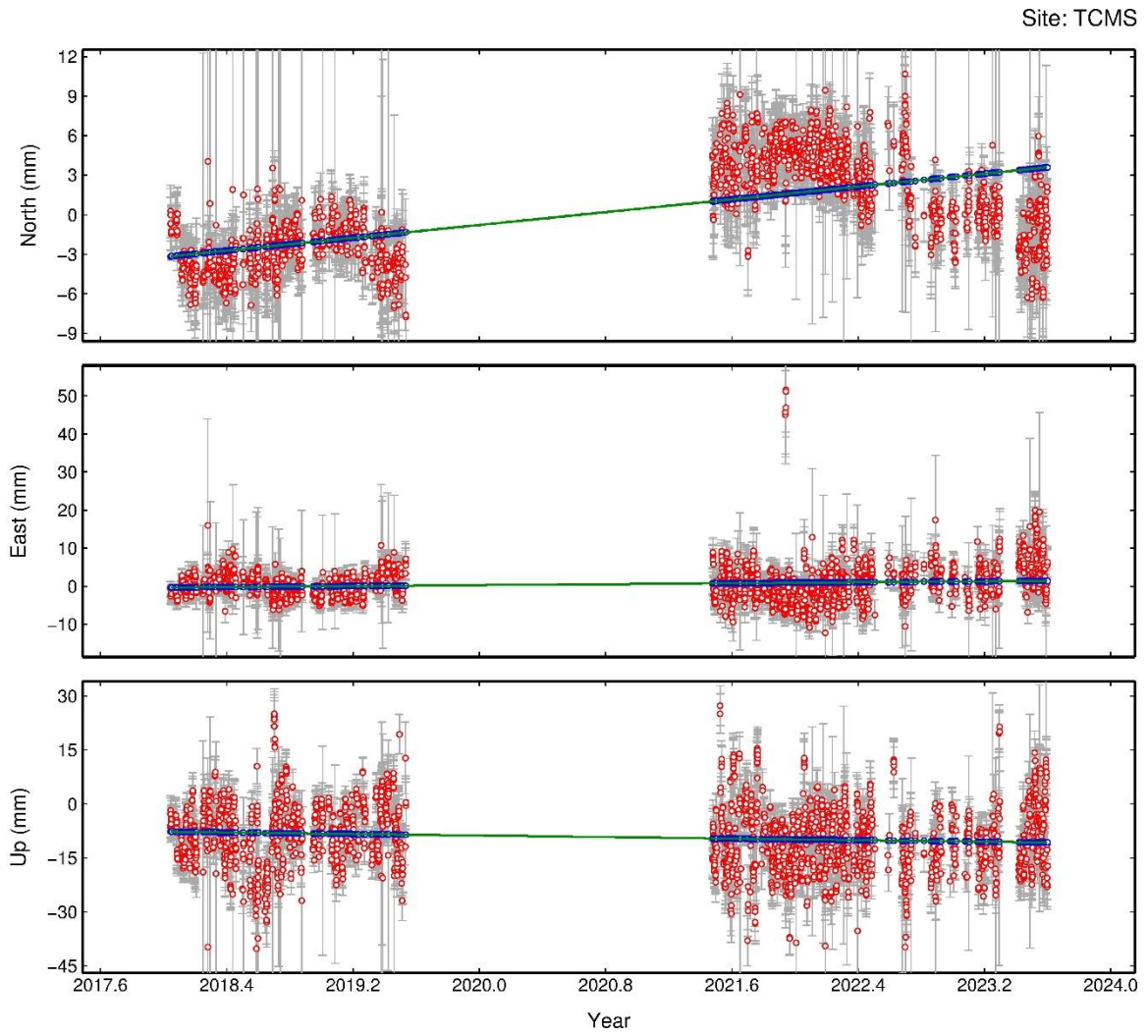
Site: COCO

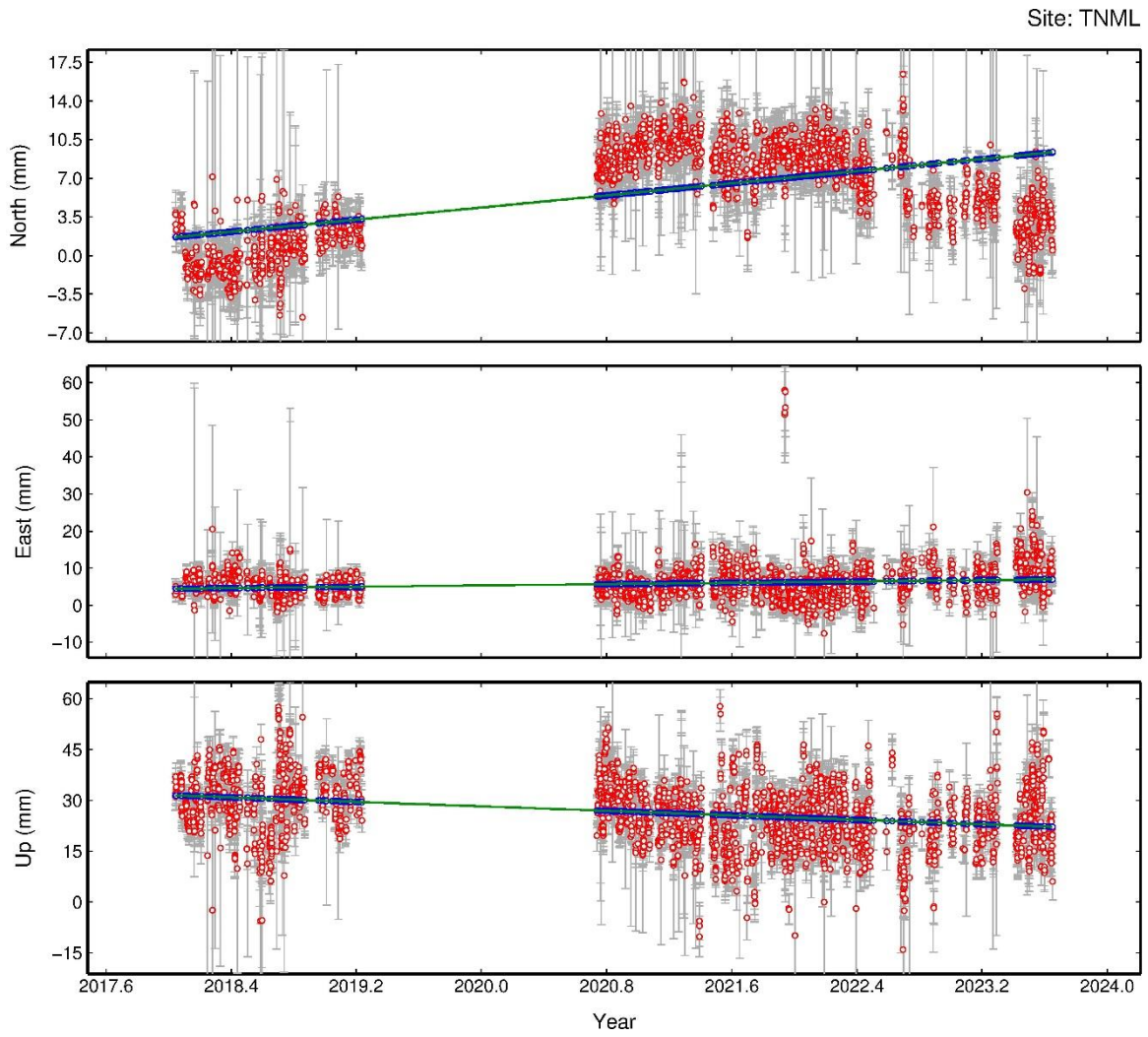


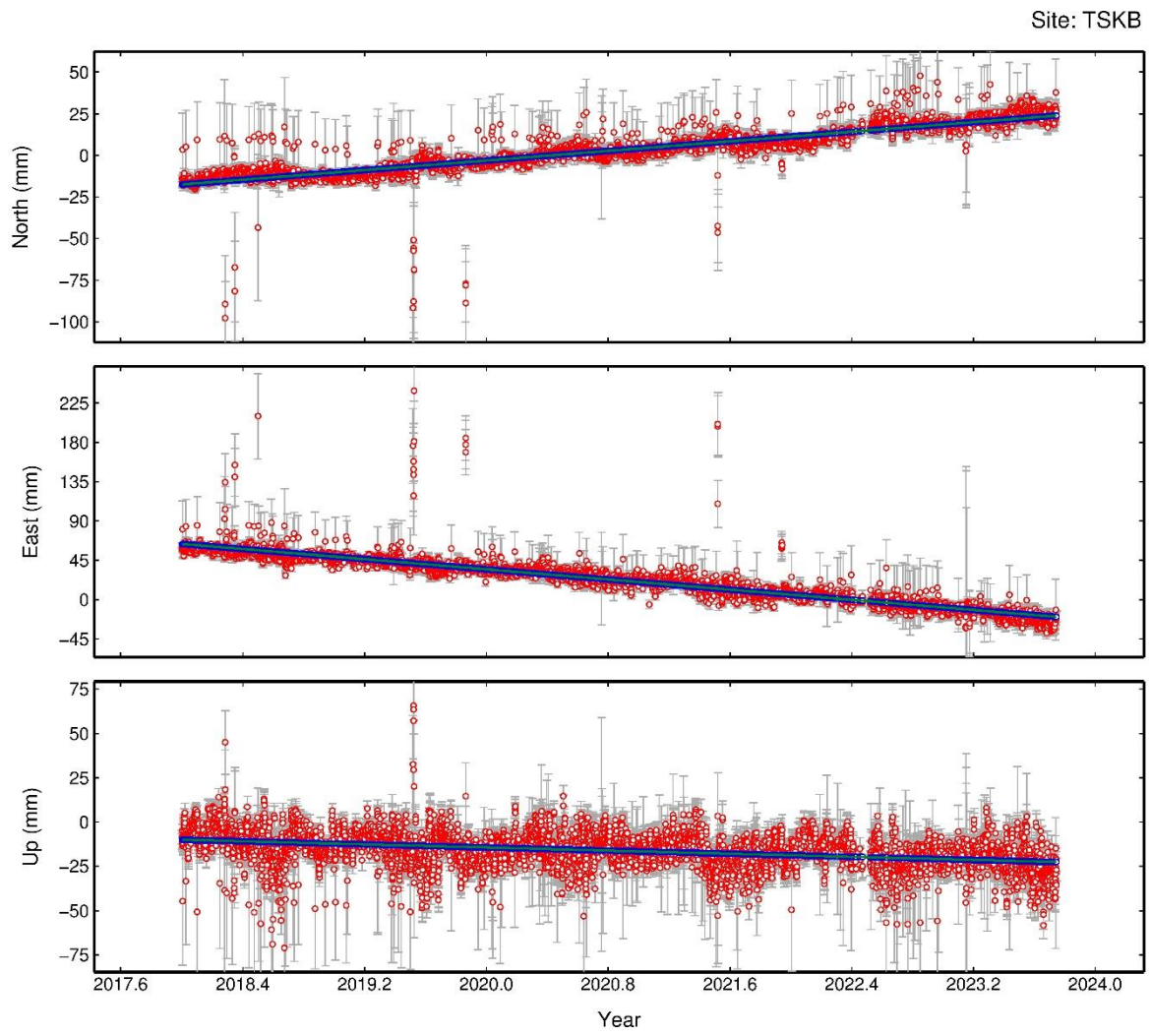


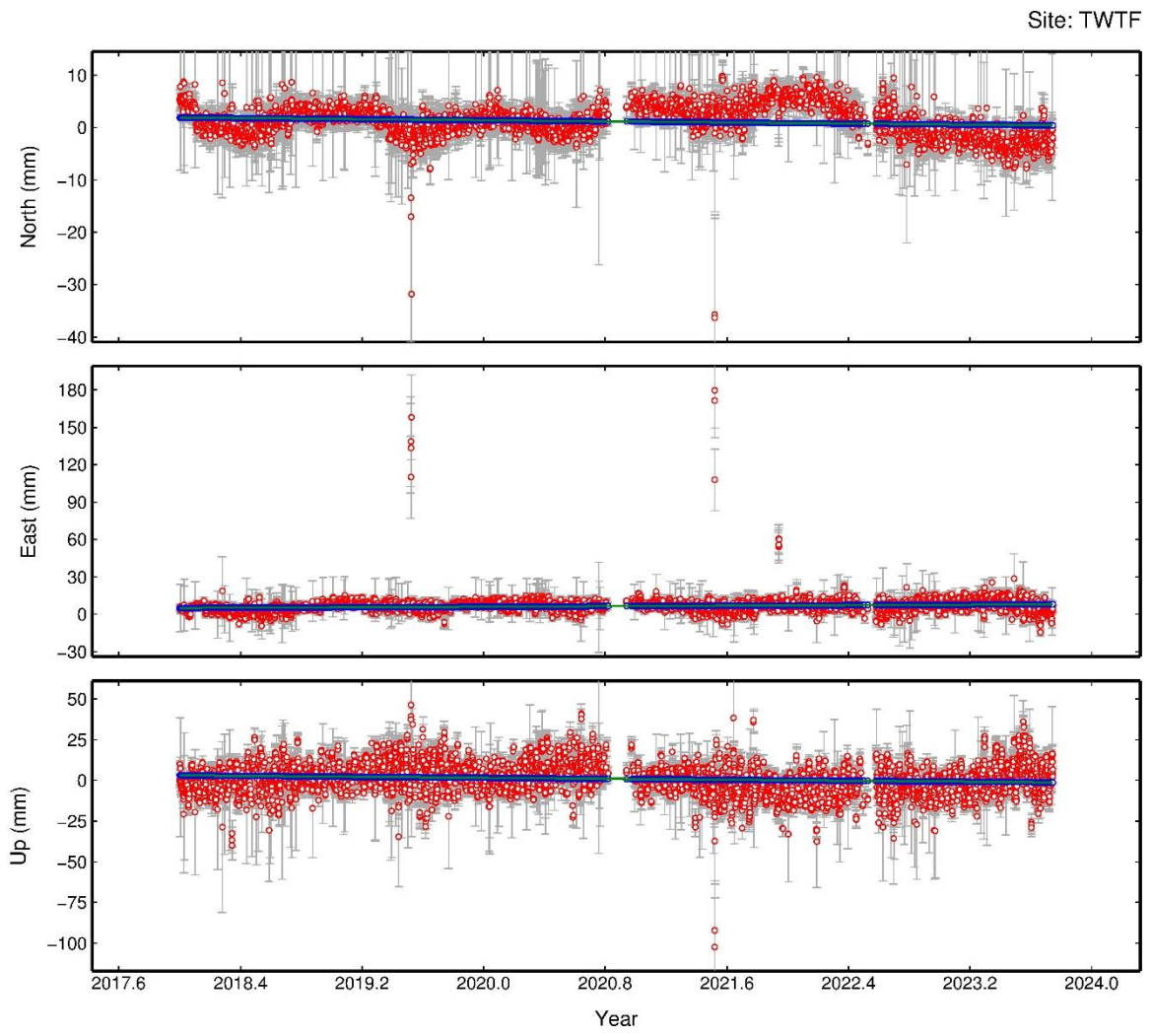












附件七 衛星連續站速度估計成果

(2018.01.01 ~ 2023.09.30 於 ITRF2020@2015.0 框架)

序號	站名	經度	緯度	Vn(mm/yr)	Ve(mm/yr)	Vh(mm/yr)
1	BJFS	115.8925	39.6086	-12.727	-31.885	-4.452
2	COCO	96.834	12.1883	-74.666	-20.909	-11.118
3	CUSV	100.5339	13.7359	-10.344	-38.746	-9.842
4	GUAM	144.8684	13.5893	6.841	-59.396	-32.842
5	PIMO	121.0777	14.6357	5.588	-91.006	-16.771
6	TSKB	140.0875	36.1057	-3.252	-45.562	-12.844
7	TCMS	120.9874	24.798	-9.244	-30.699	-11.187
8	TNML	120.9873	24.798	-9.089	-30.565	-12.305
9	TWTF	121.1645	24.9536	-10.721	-30.499	-11.387
10	CKSV	120.22	22.9989	-12.627	-47.193	-11.306
11	HENC	120.7464	22.0039	-8.937	-83.973	-15.769
12	JUNA	120.8754	24.684	-9.494	-31.668	-11.465
13	KMNM	118.3886	24.4638	-10.46	-31.01	-10.65
14	LSB0	120.6342	24.1534	-13.29	-30.577	-8.008
15	S01R	119.5924	23.6553	-10.769	-31.755	-13.583
16	AKND	120.3573	22.8033	-19.187	-70.68	-13.084
17	ALIS	120.8133	23.5082	-17.457	-55.156	-5.976
18	ANBU	121.5296	25.1827	-9.255	-30.378	-12.027
19	ANES	120.2491	23.7039	-14.505	-22.859	-14.46
20	ANK2	121.5251	24.9593	-12.757	-19.486	-14.165
21	BAL2	121.4272	24.6993	-33.198	-27.275	-14.595
22	BALN	121.4261	24.6995	-7.485	-33.882	-15.696
23	BANC	121.4421	24.9977	-8.896	-28.393	-11.979
24	BANP	120.3054	22.6931	-29.553	-76.326	-26.598
25	BDES	120.1719	23.3806	-11.723	-34.005	-23.893
26	BEG2	119.9743	26.2155	-11.515	-29.438	-11.97
27	BEGN	119.9746	26.2156	-9.536	-31.773	-13.242
28	BIMO	120.9674	22.5328	-13.318	-69.875	-21.53
29	BKBL	120.0634	23.0814	-11.397	-34.952	-17.69
30	BLOW	121.5713	24.1718	-13.411	-37.854	5.715

31	C001	120.6124	23.4179	-4.085	-57.988	-3.381
32	C002	120.5772	23.3617	-8.946	-63.659	19.275
33	CAOT	120.6887	23.9794	-14.441	-33.04	-9.485
34	CHEN	121.3736	23.0974	32.96	-85.36	-15.43
35	CHGO	121.3745	23.0983	32.652	-86.64	-14.059
36	CHIA	120.4332	23.496	-9.833	-39.11	-10.939
37	CHIE	120.3187	22.5872	-30.59	-78.39	-16.19
38	CHIN	120.5822	24.271	-29.499	12.109	-38.49
39	CHIU	120.8289	23.9454	-10.576	-40.71	-3.657
40	CHKU	120.0928	23.0558	-14.862	-34.272	-17.097
41	CHNT	121.6619	24.1492	-15.096	-30.068	-5.878
42	CHSG	120.2891	23.8603	-14.677	-29.602	-9.96
43	CHUA	120.5573	24.0661	-15.311	-30.975	-2.435
44	CHUK	120.6047	23.4387	-12.607	-48.971	7.381
45	CHUL	121.1257	23.1324	-47.223	-104.486	-24.04
46	CHUN	121.3931	23.4529	39.904	-81.614	-17.891
47	CHYI	120.1402	23.4508	-12.277	-32.944	-27.399
48	CIME	119.43	23.2046	-10.886	-32.022	-15.495
49	CISH	120.4812	22.8896	-30.729	-101.317	0.086
50	CLAN	121.512	24.6023	-11.774	-26.191	0.444
51	CLON	120.5796	22.4301	-20.901	-97.254	-50.534
52	CSLA	121.534	25.0635	-10.307	-28.974	-14.695
53	CTOU	120.2778	22.7547	-24.569	-73.989	-16.152
54	CWBN	121.5139	25.0377	-8.829	-28.45	-16.112
55	CWEN	120.4528	23.473	-10.765	-43.514	-5.443
56	CYGL	120.2087	23.3067	-13.524	-38.616	-29.572
57	DAHU	120.8718	24.4229	-11.001	-33.01	-11.89
58	DAJN	120.865	22.3113	2.011	-76.546	-15.044
59	DALO	120.3978	22.5926	-39.582	-94.773	-6.702
60	DANI	120.3614	23.1195	-10.764	-42.334	-14.112
61	DANL	120.7519	22.2041	-4.182	-81.558	-13.62
62	DASU	120.4354	22.6879	-30.725	-108.144	-45.242
63	DAWU	120.89	22.3406	2.695	-76.625	-14.509
64	DCHU	121.2806	23.2132	27.731	-80.257	-1.358
65	DJES	120.2168	22.9188	-19.945	-55.027	-19.018

66	DLIO	120.5265	22.408	-16.377	-90.012	-43.078
67	DNAN	120.448	23.6738	-12.287	-26.746	-30.104
68	DNFU	121.4823	23.6851	-19.603	-77.301	7.254
69	DOJI	119.6674	23.2573	-11.058	-31.953	-13.61
70	DONA	120.7035	22.9156	-28.21	-114.186	6.001
71	DONY	120.4897	26.3677	-14.699	-28.922	-12.22
72	DOSE	120.1393	23.45	-14.56	-32.264	-26.162
73	DOSH	120.8269	24.2627	-16.2	-35.872	-4.803
74	DPIN	120.9328	24.0431	-14.971	-41.015	-4.326
75	DSIN	121.398	23.6312	-11.308	-58.288	-52.685
76	DULI	121.3306	23.0257	64.816	-113.293	-38.82
77	ERLN	120.4196	23.7976	-12.446	-29.014	-49.264
78	ERPN	121.1661	22.9422	33.098	-85.864	-8.693
79	FALI	120.5936	22.3653	-20.692	-98.13	-24.634
80	FIVE	121.7811	25.0711	-11.575	-26.882	-14.131
81	FKD2	120.862	23.6884	-16.601	-47.033	-6.488
82	FLON	121.9375	25.0204	-13.596	-27.469	-14.248
83	FNGU	120.7245	24.0352	-15.258	-33.33	-12.543
84	FONB	121.5209	23.5982	49.656	-70.049	-26.876
85	FONG	120.3511	22.6278	-45.794	-99.293	-4.306
86	FRES	120.3122	23.7911	-15.759	-31.152	-28.169
87	FUDN	121.3293	23.2507	40.224	-87.195	-18.179
88	FUGN	121.1922	22.7908	31.177	-83.372	-14.134
89	FUNY	120.3202	23.9223	-15.128	-28.533	-17.107
90	FUQE	120.8233	24.0112	-12.937	-38.505	-8.877
91	FUSI	121.3529	24.8212	-8.199	-30.612	-12.01
92	FUSN	121.3315	24.799	-7.019	-29.544	-16.201
93	G811	120.4747	23.9612	-11.846	-24.966	-39.265
94	GAIS	120.5906	23.0803	-9.643	-91.863	-3.28
95	GDH1	121.4664	25.1204	-10.345	-28.435	-12.795
96	GFES	120.4025	23.7414	-13.123	-35.479	-62.781
97	GOLI	121.9874	25.0204	-10.579	-27.773	-13.879
98	GS05	120.5683	23.5672	-12.286	-40.763	-6.965
99	GS06	120.5542	23.4656	-12.958	-49.247	-3.616
100	GS07	120.6548	23.4829	-11.259	-49.324	-5.034

101	GS08	121.5015	25.2037	-10.212	-30.5	-13.33
102	GS09	121.6519	25.2086	-9.306	-26.532	-17.815
103	GS10	121.4616	25.1462	-12.36	-26.074	-18.049
104	GS11	121.4988	25.1336	-14.133	-26.642	-32.258
105	GS13	121.4522	25.0201	-10.613	-28.655	-10.438
106	GS14	120.9595	24.8032	-15.593	-28.794	-7.897
107	GS15	120.9905	24.7666	-6.475	-30.405	-12.764
108	GS16	121.0416	24.7479	-8.858	-31.769	-17.014
109	GS17	120.6058	23.5612	-11.958	-42.627	-3.104
110	GS18	120.4738	23.485	-11.18	-42.443	-8.522
111	GS20	121.9411	24.8427	-22.66	-16.493	-26.67
112	GS21	120.5124	24.0973	-17.4	-28.756	-9.609
113	GS22	120.6063	24.0909	-11.079	-28.15	-23.184
114	GS23	120.6477	24.0946	-14.961	-30.895	-9.439
115	GS24	120.5261	24.0252	-15.673	-30.561	-10.642
116	GS25	120.6402	23.9865	-21.888	-28.157	-26.314
117	GS26	120.646	23.8698	-14.246	-26.071	-9.068
118	GS27	120.5779	23.8248	-16.557	-31.671	5.251
119	GS28	120.2144	23.081	-9.906	-48.586	-32.186
120	GS29	120.3158	23.0751	-15.645	-46.635	-15.751
121	GS30	120.2263	23.0205	-11.699	-46.001	-24.132
122	GS31	120.2758	23.0189	-13.318	-51.226	-24.19
123	GS32	120.3371	23.0258	-19.087	-64.153	-10.271
124	GS33	120.1878	22.9644	-12.474	-44.723	-17.257
125	GS34	120.2751	22.9392	-13.781	-65.814	-5.409
126	GS35	120.3094	22.9355	-18.235	-64.743	-13.067
127	GS36	120.6253	24.362	-11.127	-31.669	-22.002
128	GS37	120.7154	24.3286	7.967	-25.631	28.462
129	GS38	120.6006	24.2798	-24.498	-45.117	-16.225
130	GS39	120.5296	24.1844	-14.272	-26.376	-2.562
131	GS41	120.4449	23.3776	-7.803	-41.351	-17.256
132	GS42	120.452	23.2732	-10.856	-56.106	0.909
133	GS43	120.3736	23.2572	-10.042	-41.454	-20.879
134	GS44	120.4004	23.2222	-16.776	-50.682	1.682
135	GS45	120.7282	22.7491	-25.761	-112.711	2.984

136	GS46	120.6495	22.5275	-20.963	-103.693	-10.08
137	GS51	120.5481	22.9985	-24.533	-99.891	2.941
138	GS52	120.6628	23.0323	-12.042	-83.509	-4.326
139	GS53	120.4064	22.8382	-23.533	-95.805	-1.454
140	GS55	120.6103	22.8489	-24.761	-115.308	-2.707
141	GS56	120.6098	22.7021	-26.495	-114.494	-7.555
142	GS58	120.847	22.1246	3.154	-76.661	-13.032
143	GS59	120.7124	22.0556	-11.296	-81.493	-12
144	GS60	120.8178	22.0058	2.295	-75.116	-12.405
145	GS61	121.2087	24.6768	-7.883	-30.004	-11.165
146	GS62	121.2506	24.7318	-6.965	-30.518	-11.643
147	GS63	120.634	23.5425	-9.296	-42.826	-10.332
148	GS64	120.7199	23.4055	-11.616	-64.103	-4.307
149	GS66	120.7486	23.4542	-16.523	-56.344	14.783
150	GS67	120.6832	23.338	-9.324	-68.319	-1.033
151	GS68	120.4874	23.6064	-9.365	-18.71	-16.287
152	GS70	121.791	24.7963	-17.121	-25.271	-5.578
153	GS73	120.353	22.9711	-26.916	-61.189	-20.455
154	GS74	120.4598	22.9392	-17.194	-76.73	-25.734
155	GS75	120.4941	22.8856	-25.27	-105.609	-9.01
156	GS76	120.3707	22.8353	-25.831	-89.991	-8.277
157	GS77	120.4053	22.7776	-26.835	-118.204	-19.644
158	GS78	120.4656	22.8478	-27.045	-106.953	-6.535
159	GS79	120.2996	22.8958	-16.705	-62.593	-10.5
160	GS80	120.3605	22.8644	-23.501	-81.817	4.853
161	GS81	120.3121	22.8148	-16.51	-66.508	-16.356
162	GS82	120.8355	24.3132	-12.518	-35.323	-11.778
163	GS83	120.7424	23.9834	-15.987	-34.126	-7.377
164	GS84	120.8581	23.8088	-12.056	-41.242	-19.21
165	GS85	120.7353	21.9694	-10.259	-83.215	10.959
166	GS86	121.1377	24.9197	-9.523	-30.913	-11.695
167	GS87	121.0026	24.8126	-9.225	-30.63	-19.986
168	GS88	120.348	23.0685	-14.277	-47.77	-10.036
169	GS89	120.3127	23.034	-14.385	-51.627	-11.812
170	GS90	121.0663	24.8346	90.8	-25.042	-57.751

171	GS91	120.9283	24.7852	-10.194	-30.712	-13.263
172	GS92	120.9232	24.5465	-10.03	-33.114	-7.738
173	GS96	120.3933	23.1222	-13.296	-50.701	1.489
174	GS97	120.4581	23.1198	-10.803	-76.925	-9.051
175	GUK2	121.0069	24.203	-11.033	-40.308	-2.636
176	GUKN	120.5888	23.6459	-13.318	-33.026	-9.812
177	HAN2	121.7168	24.634	-21.078	-11.209	-17.138
178	HCHG	121.014	24.8273	-8.423	-31.515	-14.234
179	HERI	121.5809	25.2944	-8.407	-29.986	-17.697
180	HLES	120.3478	23.6866	-10.591	-33.268	-57.003
181	HLIU	120.9942	23.793	-26.475	-73.855	26.387
182	HNES	120.4791	23.9484	-10.698	-27.517	-33.125
183	HNSN	121.3081	24.3377	-5.916	-38.271	-5.524
184	HOBE	120.7452	21.9458	-11.35	-87.175	-7.05
185	HOKN	120.1349	23.1884	-12.195	-35.317	-19.428
186	HOPN	120.8949	24.1708	-13.948	-41.034	-27.415
187	HRGN	121.4051	23.5553	16.238	-72.924	-20.218
188	HSIN	121.0143	24.8278	-9.89	-30.594	-14.624
189	HSUE	121.0265	24.2806	-3.566	-46.559	-5.131
190	HUAL	121.6135	23.9754	-0.057	-37.892	-16.046
191	HUAN	121.2726	24.1435	-6.103	-41.15	-0.306
192	HUSI	119.6694	23.5664	-11.071	-31.716	-12.866
193	HUWE	120.2866	23.7294	-10.275	-30.173	-31.574
194	HUYS	121.0294	24.0923	-11.742	-44.511	-13.679
195	ICHU	120.2793	23.3607	-11.496	-37.505	-20.987
196	ILAN	121.7566	24.764	-19.735	-21.847	-18.173
197	JHCI	120.5474	23.5137	-10.781	-43.874	0.736
198	JHES	120.1689	23.2963	-13.819	-34.734	-47.151
199	JIBE	119.6134	23.7414	-11.332	-31.253	-12.611
200	JJES	120.4	23.6339	-16.086	-31.569	-62.968
201	JLUT	120.6228	22.33	-11.199	-88.281	-16.215
202	JMES	120.4072	23.7093	-12.725	-32.525	-51.109
203	JNSA	118.4218	24.5037	-10.35	-30.522	-11.759
204	JONP	120.524	23.423	-11.221	-45.856	-2.872
205	JPEI	121.3714	23.5316	-3.685	-31.819	-29.116

206	JPIN	121.3589	23.3411	45.598	-90.629	-16.597
207	JSAN	120.6809	23.7612	-13.661	-33.565	-4.208
208	JSES	120.315	23.622	-14.191	-30.403	-55.198
209	JSUI	121.4239	23.492	31.041	-76.71	-13.53
210	JULI	121.3182	23.3417	-26.611	-84.543	41.783
211	JWEN	120.4973	23.2197	-12.266	-59.2	-1.909
212	JYAN	121.2263	24.2425	-4.985	-40.495	-3.857
213	JYGU	119.971	25.9597	-10.454	-30.263	-11.553
214	KASH	120.2884	22.6145	-35.633	-82.222	-15.862
215	KASU	120.633	22.8102	-26.876	-116.263	-0.028
216	KAWN	120.327	23.1712	-12.53	-45.927	-13.189
217	KDNM	120.782	21.9494	-4.801	-78.642	-11.583
218	KHLZ	120.2529	22.8559	-16.799	-60.572	-11.849
219	KIMN	118.2892	24.4074	-11.1	-30.865	-10.395
220	KLN2	120.508	23.3311	-11.284	-61.989	5.115
221	KNKO	121.5057	23.4722	51.201	-79.713	-30.518
222	KSH2	121.1761	24.7761	-13.392	-30.205	-14.279
223	KTES	120.3343	23.6266	-10.292	-32.832	-53.524
224	KUA2	121.1634	23.0496	-59.971	-82.143	4.909
225	KYI2	121.0805	25.041	-11.18	-24.38	-15.55
226	KYIN	121.0804	25.0411	-11.998	-28.434	4.866
227	KZN1	120.698	23.9463	-14.01	-30.538	-9.606
228	LAIG	120.7399	23.5294	-10.991	-48.12	-3.098
229	LAN2	120.3292	22.8835	-21.577	-72.861	-12.508
230	LANY	121.5581	22.0373	41.639	-98.767	-17.358
231	LBJS	120.5122	22.4323	-16.743	-84.287	-43.262
232	LDJH	121.4713	22.6735	35.896	-96.816	-18.951
233	LEYU	118.2393	24.4407	-10.662	-30.697	-10.542
234	LGU2	120.635	22.9938	-25.074	-107.972	-1.312
235	LIAN	120.3292	22.8833	-14.318	-61.342	-10.031
236	LIKN	120.5279	22.7586	-12.569	-99.429	-35.028
237	LIU2	120.3687	22.3462	-39.562	-87.848	-14.314
238	LIY2	120.7735	24.3364	-16.391	-32.224	-10.677
239	LNCH	120.4026	22.9946	-26.858	-63.38	-0.123
240	LND2	121.9178	25.1003	-11.935	-27.278	-12.916

241	LNJS	120.5922	23.7574	-13.331	-28.575	100.478
242	LONT	121.1306	22.9063	-29.436	-86.258	-8.954
243	LOYE	120.7012	23.4686	-12.108	-53.257	-6.034
244	LSAN	121.1822	24.0294	-15.429	-46.844	-6.219
245	LSBA	120.6341	24.1533	-9.564	-36.305	-11.277
246	LTUN	121.7716	24.7	-21.803	-14.833	-22.061
247	LUDO	121.4684	22.6693	54.385	-105.523	-11.283
248	LUKN	120.4351	24.06	-12.993	-33.247	-20.389
249	MAJA	120.6521	22.7076	-24.678	-116.078	-6.631
250	MATZ	119.9231	26.1694	-10.579	-30.878	-11.377
251	MAYA	120.6967	23.2404	-4.359	-79.345	6.919
252	MESN	120.8263	23.2636	-4.764	-67.75	3.746
253	MFEN	121.1725	24.0822	-11.754	-46.974	-6.553
254	MIAO	120.8103	24.5835	-9.867	-30.719	-18.513
255	MIN2	120.7198	23.277	-9.151	-77.011	3.97
256	MLO1	120.5538	22.9	-19.577	-109.672	-20.653
257	MOTN	121.0269	23.2005	-36.37	-105.696	24.919
258	MUDA	120.8372	22.1762	-0.872	-79.1	-10.025
259	MZUM	119.9332	26.1571	-10.112	-30.139	-12.423
260	NAAO	121.8102	24.4493	-33.362	-18.092	-19.5
261	NAZI	120.3263	22.7282	-32.757	-109.971	-4.072
262	NEMN	120.4201	22.9081	-21.472	-47.916	37.3
263	NGES	120.2184	23.612	-11.044	-33.568	-45.688
264	NHSI	121.453	23.4062	50.224	-88.603	-26.864
265	NIPU	121.4121	23.2433	52.785	-93.92	-27.87
266	NIUT	121.5616	24.6348	-10.666	-26.217	-8.776
267	NJES	120.4403	23.397	-12.619	-43.472	-25.554
268	NSAN	121.3828	24.4282	-6.619	-30.501	-4.006
269	NSHE	120.8009	24.2258	-11.803	-35.309	-11.462
270	NTUH	120.4276	23.733	-14.684	-30.235	-37.583
271	PAKU	120.636	23.9157	-20.953	-33.61	20.765
272	PANG	119.5637	23.5652	-12.005	-32.916	1.085
273	PAO2	120.9231	24.7079	-10.148	-31.932	-12.327
274	PAOL	120.7029	23.1086	-22.176	-101.961	2.16
275	PEI1	120.1686	23.2938	-13.206	-34.696	-33.344

276	PING	121.4543	23.3195	55.096	-91.274	-31.386
277	PINT	120.6406	23.7561	-17.676	-32.766	-11.411
278	PKGM	120.3055	23.5799	-15.448	-30.309	-48.706
279	PLA2	121.0864	24.5788	-5.432	-32.328	-11.699
280	PLIM	120.982	23.9739	-17.844	-48.229	-26.383
281	PLIN	121.714	24.9336	-11.553	-29.302	-15.053
282	PNCY	122.0794	25.6275	-8.713	-30.849	-15.389
283	PNLA	120.9705	24.5429	-7.707	-34.609	-12.466
284	PTDG	120.4652	22.4739	-29.68	-79.508	-23.53
285	PTUN	120.4597	22.6499	-21.474	-96.615	-6.955
286	PUS2	120.5258	23.9702	-12.511	-25.492	-26.03
287	RENI	120.5086	23.4589	-12.606	-41.497	-7.604
288	RFES	120.5956	23.1731	-7.54	-75.069	-4.086
289	S011	120.3395	23.2054	-12.508	-42.526	-8.412
290	S012	120.4883	23.0595	-14.419	-72.607	-5.494
291	S016	120.8029	24.1795	-12.717	-34.381	-5.411
292	S101	121.6139	25.0405	-11.54	-27.841	-11.466
293	S103	120.4752	23.5644	-10.835	-40.052	-8.612
294	S104	121.1894	22.8208	72.462	-105.945	-29.202
295	S105	121.1129	22.9517	-66	-78.485	34.696
296	S106	120.3341	23.0508	-15.921	-51.065	-10.351
297	S167	120.9341	23.9544	-12.257	-42.022	-11.512
298	S169	120.5033	22.9423	-20.66	-99.481	-2.662
299	S23R	120.6062	22.645	-25.953	-108.716	-7.897
300	SAME	120.2995	22.6476	-35.646	-83.716	-14.302
301	SAN2	120.7692	24.4136	-19.356	-33.124	-10.839
302	SANJ	121.5009	25.2608	-10.965	-32.925	-18.846
303	SANL	120.7686	23.6645	-13.305	-42.597	-9.803
304	SANW	120.4118	22.4795	-31.198	-81.987	-16.314
305	SCES	120.1247	23.3014	-12.032	-34.049	-26.414
306	SFON	121.0102	24.9329	-9.937	-30.358	-13.47
307	SGAN	120.3497	22.5813	-32.797	-81.642	-17.747
308	SGUN	120.6919	24.2716	-16.001	-32.703	-22.242
309	SHAN	121.1995	23.1089	-45.299	-70.7	17.959
310	SHAO	121.2004	31.0996	-10.292	-30.112	-11.374

311	SHJU	120.922	24.8451	-10.136	-30.88	-12.143
312	SHMN	121.5622	25.2915	-8.374	-30.34	-12.903
313	SHWA	120.3478	23.0214	-15.034	-52.6	-23.436
314	SINL	121.2546	22.9083	34.212	-82.718	-15.293
315	SINY	120.8532	23.6965	-17.448	-44.394	-1.565
316	SJES	120.4982	23.8538	-18.294	-32.756	-36.048
317	SJPU	120.4813	23.4285	-12.688	-44.934	-8.467
318	SLES	120.2472	23.5732	-9.11	-32.058	-40.681
319	SLNP	121.6356	24.7531	-13.291	-26.404	-14.546
320	SNES	120.3115	23.6781	-8.736	-32.191	-64.357
321	SONA	120.9859	24.3978	-13.363	-28.624	6.45
322	SSES	120.3944	23.9379	-14.652	-27.408	-31.882
323	SSUN	120.3778	23.4142	-10.462	-39.51	-15.447
324	STA1	120.9793	24.6356	-8.166	-32.626	-13.286
325	STES	120.3498	23.6587	-9.267	-35	-66.446
326	SUAN	120.2999	23.4776	-12.16	-25.906	-12.91
327	SUC2	120.9091	24.2915	-13.564	-34.244	-10.22
328	SUN1	120.9084	23.8812	-14.427	-40.801	-9.2
329	TACH	120.5351	24.2908	-18.523	-17.845	13.427
330	TAIP	121.6732	25.0345	-18.047	-29.936	-15.824
331	TAN2	121.4314	25.1785	-9.143	-29.424	-12.547
332	TAPE	121.2309	23.1256	-81.239	-78.195	4.335
333	TAPO	121.2374	23.1271	53.146	-56.587	30.174
334	TAPU	120.5854	23.2508	-6.635	-65.788	-5.517
335	TASI	120.1888	23.7203	-11.607	-28.62	-28.596
336	TASO	120.6951	24.4613	-11.163	-31.505	-17.667
337	TATA	120.887	23.4814	-18.22	-77.168	-41.285
338	TAYN	120.7642	23.1593	-17.99	-101.895	14.483
339	TC21	120.6738	24.1363	-0.911	-59.507	-11.141
340	TC31	120.6293	24.4206	-11.314	-22.715	-13.308
341	TC32	120.5146	24.1979	-12.867	-31.477	-12.78
342	TC34	120.8706	24.2823	-13.564	-32.156	-2.59
343	TC35	120.8639	24.1595	-15.478	-35.171	-5.838
344	TC36	121.0253	24.2794	-34.527	-39.369	25.093
345	TC37	121.007	24.2034	-12.981	-33.326	11.89

346	TCBS	120.278	23.5089	-11.012	-35.205	-30.813
347	TCYU	121.2308	24.9474	-11.103	-30.251	-11.706
348	TEGS	120.655	24.3562	-12.286	-29.53	-17.299
349	TENC	120.9157	23.2778	-20.516	-86.417	15.02
350	TIAN	120.9407	24.465	-6.285	-35.546	-11.337
351	TKJS	120.3898	23.688	-22.293	-81.398	-75.288
352	TMAL	120.9599	22.6489	4.315	-63.493	-11.831
353	TMAM	121.0075	22.6161	-14.839	-68.43	-17.465
354	TOFN	120.9248	24.662	-18.135	-36.542	-6.65
355	TSHI	121.6328	25.2569	-10.028	-29.555	-22.75
356	TSIO	120.7041	24.4728	-1.267	-47.152	-20.288
357	TSLN	120.7194	23.6343	-3.82	-51.919	-8.016
358	TTCS	121.2151	23.1249	-48.256	-73.834	4.062
359	TTSH	121.1476	22.7471	-5.718	-78.734	-33.974
360	TTUN	121.0807	22.7646	-15.599	-77.818	-24.66
361	TUNH	121.3002	23.0752	60.966	-109.892	-15.677
362	TUNS	120.4041	23.3172	-10.296	-39.772	-15.02
363	TWVD	121.7998	25.1405	-10.913	-27.165	-14.926
364	VR01	120.4982	24.1172	-15.229	-28.8	-8.276
365	VR02	120.3735	23.8999	-13.475	-26.076	-32.17
366	VR03	120.5817	23.8645	-15.225	-26.449	-5.993
367	W021	120.5495	23.5357	-14.53	-41.69	-21.3
368	W029	120.6643	23.5408	-11.428	-46.959	-8.83
369	WALI	121.6894	25.1758	-10.818	-26.883	537.714
370	WANS	120.8852	23.6075	-14.622	-50.568	-10.194
371	WARO	121.4409	23.812	-6.16	-39.447	-10.179
372	WDAN	120.5043	22.6061	-26.427	-101.57	-15.33
373	WFEN	120.6995	24.0419	-16.232	-32.583	-9.033
374	WHE2	120.3472	22.9189	-20.645	-70.248	-12.522
375	WHES	120.3477	22.9192	-14.3	-59.855	-5.652
376	WIAN	119.4808	23.5675	-10.521	-33.08	-13.483
377	WIPN	121.0586	24.6746	-8.225	-32.465	-12.51
378	WLIP	120.6326	23.1483	-13.55	-94.642	15.084
379	WUKU	121.4007	25.1173	-9.243	-29.911	-27.49
380	WULU	121.0415	23.1693	-45.078	-105.291	36.583

381	WUST	120.3682	23.2052	-12.282	-44.332	-8.169
382	XIAN	120.5915	23.0814	-20.422	-100.612	9.622
383	YAME	121.1853	24.9085	-9.768	-30.043	-10.634
384	YCES	120.3089	23.6533	-10.673	-36.493	-60.366
385	YENL	121.6018	23.9035	8.313	-35.048	-23.105
386	YJLO	120.4668	23.1236	-12.556	-77.039	0.683
387	YM03	121.6049	25.1466	-10.561	-24.921	-18.503
388	YM05	121.5655	25.164	-11.108	-29.445	-11.901
389	YM06	121.5694	25.1811	-11.305	-29.272	-17.537
390	YM07	121.548	25.1781	-9.706	-29.032	-14.394
391	YM08	121.5486	25.173	-10.758	-28.675	-15.168
392	YM09	121.5795	25.1729	-6.492	-28.129	-9.211
393	YMN2	121.5618	25.1558	-10.102	-24.407	-34.225
394	YMN4	121.5894	25.1879	-8.928	-27.491	-12.038
395	YMSM	121.5741	25.1657	-11.949	-29.724	-9.45
396	YSAN	120.086	23.1466	-12.318	-34.079	-17.874
397	YSSL	120.2223	23.7392	-10.611	-32.6	-29.125
398	YUL1	121.3002	23.3214	-32.137	-95.064	18.816
399	YUNL	120.7986	23.8839	-16.232	-33.593	2.352
400	YUSN	120.9591	23.4873	-0.455	-58.333	-11.701
401	YWJS	120.194	23.5462	-10.568	-32.522	-26.194
402	ZEND	120.2176	22.9433	-15.168	-50.37	-2.537
403	ZUZH	121.5443	25.1622	-11.466	-29.991	-14.405

附件八 第 41 屆測量及空間資訊研討會發表內容

臺灣地區GNSS
連續觀測站資料解算探討



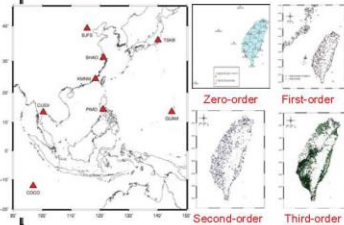
國立臺北大學
National Taipei University

陳國華 教授
不動產與城鄉環境學系

第41屆測量及空間資訊研討會
112年9月1日

目前的臺灣坐標參考框架

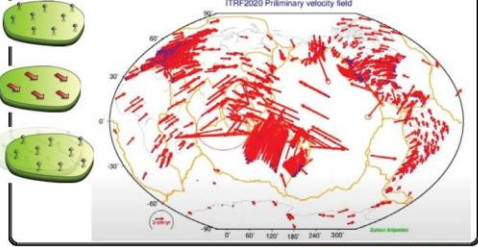
- TWD97[2010]、[2020] (靜態框架)
- 2020年公告使用 (ITRF2014, 時刻 2020.0)



TWD97[2010]	
Class	number
Zero-order	18
First-order	324
Second-order	569
Third-order	2102
Total	3013

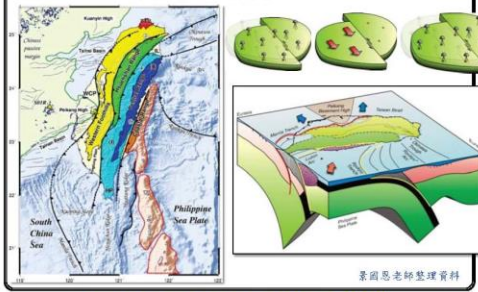
板塊運動(1) 全球尺度

ITRF2020: Preliminary velocity field



GGOS Days, Oct. 11-13, 2021


板塊運動(2) 區域尺度



坐標框架的「相對精度」隨著時間逐漸下降!

板塊運動型態(地震週期效應)

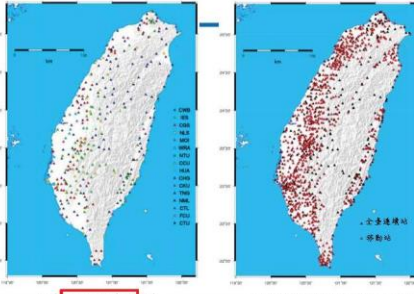
區域尺度的板塊運動



背景

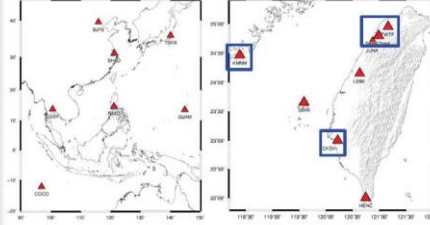
- 102年「102年度建置現代化TWD97國家坐標系統變位模式」
- 103年「103年度臺灣地區GPS連續觀測站資料解算工作」
- 104年「104年度臺灣地區GPS連續觀測站資料解算工作」
- 105年「105年度精進現代化TWD97國家坐標系統變位模式」
- 106年「106年度精進現代化TWD97國家坐標系統變位模式」
- 107年「107年度精進現代化TWD97國家坐標系統變位模式」
- 108年「108年度精進現代化TWD97國家坐標系統變位模式」
- 109、110年「109、110年臺灣地區GNSS連續觀測站資料解算」
- 111年「111年臺灣地區GNSS連續觀測站資料解算委託研究案」
- 112年「112年臺灣地區GNSS連續觀測站整合國際框架委託研究」

全臺GNSS連續站與移動站分布圖



全臺GNSS連續站分布
全臺GNSS連續站與移動站分布

GNSS資料解算及分析(Bernese 5.2軟體)

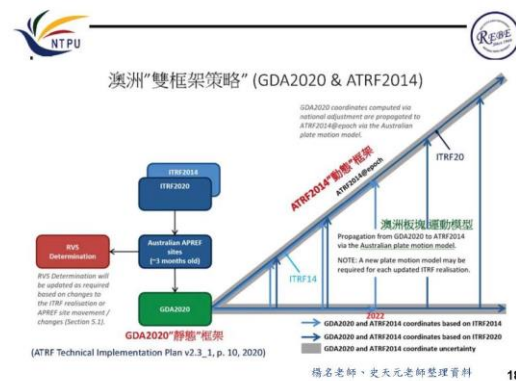


可提供參與計算之鄰近國際IGS站
可提供計算的國內共同聯測站分布圖

研議一九九七歷次坐標系統與 ITRF 轉換的可行性

- 參考國際上位於板塊運動頻繁地區的國家(例如：紐西蘭與日本)之作法，研議一九九七歷次坐標系統與國際地面參考框架成果之間的轉換方式。
- 參考澳洲之作法，擬定**雙框架策略**。
- 新增與國際同步的**臺灣時變參考框架**(Taiwan Time-dependent Reference Frame, **TTRF**)，並建立TWD97與TTRF之間的轉換模式；在雙框架下，不受框架變形影響者可沿用法定的TWD97框架；會受影響者則可使用TTRF框架，並經由轉換得到TWD97坐標，在雙框架的結構下，精密單點定位(PPP)也可將其ITRF坐標(其與TTRF框架一致)，經轉換模式轉換至TWD97系統之下。

17



研議一九九七歷次坐標系統與 ITRF 轉換的可行性(作法)

- 資料準備：每日最小約制KMMN解(SINEX, Normal Eq.)
- **動態框架**：
 - (1)整合臺灣每日解成為每週解(GNSS Week的SINEX)
 - (2)結合國際SINEX，進行每週動態框架解算，約制於**ITRF2020@2015.0**框架下的**當週起始時刻(週日零時)**。
 得臺灣時變參考框架(TTRF)
 - ※約制點: (1)P8鄰近及國內IGS站(銜接站)；(2)全球IGS站
- **靜態(法定)框架**：建立TWD97與TTRF之間的轉換模式。
 - (1)建立歷次公告坐標與TTRF之間的TTG修正網格。
 - (2)評估TTG網格之**更新頻率**與**最適網格密度**。

19

Discussion

20

附件九 期中審查意見廠商修正辦理情形

審查委員	審查意見	廠商修正辦理情形
楊委員名	P.16, 圖 2.4 Bernese 軟體計算流程圖, 「各 GNSS 連續站之 TWD97[2010]坐標」是否必要? 「各 GNSS 連續站相對於金門(KMNM) ITRF2020@2015.0 資訊之每日坐標解成果」之具體涵義為何?	謝謝委員寶貴意見, 已修正於 P.17 的圖 3.3 中。
	資料解算部分是與國際站聯測, 請問是有使用 SINEX 或僅使用原始資料? 是否可以取得使用國際 SINEX 資訊? 所謂最小約制應該是解算過程偵錯使用, 將問題基線問題資料找出來, 最後應該還是要約制到 ITRF 國際站。報告一直提及相對於金門的時間序列、相對於金門的速度, 感覺是只計算到最小約制, 國際站約制沒有加入進去, 建議盡量套合至 ITRF 國際站, 屆時可以萃取相關資訊, 例如相對於金門或相對於澎湖白沙, 都不需要重新解算。	謝謝委員寶貴意見, 目前呈現的結果為最小約制於金門(KMNM)的成果, 主要即為偵錯使用, 本研究案最後的成果將結合國際 SINEX 資訊以約制到 ITRF 國際框架; 爾後的約制套合網計算可直接使用法方程式或 SINEX 資訊以進行不用的約制平差與不同規模的網形平差計算。
陳委員宏宇	P.1 提及臺灣區域內的地殼變形速率有 0.1-1.0 μ strain/yr 應該不止, 在南部都有兩倍以上 (Yu and Chen, 1998)。	謝謝委員寶貴意見, 已刪除內文的敘述於 P.1。
	P.4 提及國內外相關研究中有數篇的引用文獻沒有列入參考文獻。	謝謝委員寶貴意見, 已補充、修正於 P.1-3 以及 P.9-10。
	P.2 e-GNSS 基準站坐標系統從 e-GNSS[2013]到 e-GNSS[2021]坐標系統的建置, 請問都是跟 e-GNSS[2023]一樣使用 62 天的坐標計算結果成果比較嗎?	謝謝委員寶貴意見, 是的, e-GNSS 基準站的解算方式均是一致。
	P.10 提及 e-GNSS 坐標成果平差利用 62 天的結果, 請問是採用線性回歸還是直	謝謝委員寶貴意見, 其結果為 62 天的平均值。

	接平均的方式來處理？	
	P.19 圖 2.5、P.20 圖 2.6 連續站觀測資料計算分區圖，各單位簡稱請於圖說撰寫清楚。	謝謝委員寶貴意見，已修正於 P.20-21。
	P.51，附件六主要衛星連續站時間序列圖，似乎都有一些周期性的變化在 62 天的成果，這是正常的嗎？	謝謝委員寶貴意見，這些週期性的變化常見於每日解的時間序列上，有短週期亦有長週期，但並不影響觀測站地表速度的估計。
	坐標差異較大的站，建議能以圖表呈現。例如花蓮地震可能造成局部地區顯著差異，這是必然會產生的結果，也是計算的目的，將差異較大的站，圖表呈現並進一步探討可能的原因，不一定是地震，也可能是其他因素，能讓人更有印象。	謝謝委員寶貴意見，已將差異較大的點位以紅字以及黃底色標註於附件五之中，P.47-54。
鄭 委 員 凱 謙	P.25 列出的 XYZ 坐標比較是屬於地心地固坐標軸，一般使用者比較無法理解，建議將坐標差平方和開根號，讓人知道這些站於三維空間變化的數值，或是將 XYZ 轉成 NEU，符合測量上高程與水平位置分開的處理原則，可以得到高程與水平的變化量，講究一點可以得到變化向量，搭配其他資訊例如地震資訊，更能去合理敘述解釋，甚至對於框架部分解釋上能更為清楚，包含探討的 TTRF 或轉換模型都更有利於敘述解釋。	謝謝委員寶貴意見，已修正以 NEh 分量呈現坐標比較結果於附件五之中，P.47-54。
	P.18 提及最小約制站選取的策略與應變，請問金門站沒有資料的情況比例如何？既然是解算上的策略，建議可以將應變的經驗或統計的數值分享說明。	謝謝委員寶貴意見，金門站的資料品質較趨穩定，目前完成的每天資料解算成果全數均以金門站為最小約制計算而得，後續將對金門站的蒐集情況予以彙整統計以分享。
	P.3 圖 1.1 臺灣大地構造框架，圖上標示斷層、地質架構甚至 S01R 澎湖白沙，	謝謝委員寶貴意見，已刪除內文的敘述於 P.1。

	那個站在地科界的重要性，位置剛好是歐亞板塊的邊界，但是這張圖與本案的關連性並不強烈也沒有相關的文字敘述，建議加入其他重要站並加以敘述說明，以增強這張圖與本案測量的關聯性。	
	P.1 文字敘述提及許多「臺灣地區」，建議第二段「臺灣地區為建立統一的國家坐標系統」改正為「內政部為建立.....」	謝謝委員寶貴意見，已修正文字敘述於 P.1。
洪委員翎嘉	請補充中英文摘要。	謝謝委員寶貴意見，已補充中英文摘要於 P.IX-X。
	請問解算時初始坐標的影響？初始坐標偏離多大程度會對解算成果有影響？	謝謝委員寶貴意見，誤差較大的初始坐標對解算具有影響，但以本案使用的 Bernese 5.2 軟體而言，以經驗概估，初始坐標的誤差在 30 m 之內均仍可以正常解算得到成果。
莊委員峰輔	期中成果於報告書內所呈現的圖表文字展示過少，建議可將每日解或每週解成果挑選展示，甚至將遭遇的問題情況撰寫紀錄呈現出來。	謝謝委員寶貴意見，已主要補充於報告書中的第四章研究成果，P.27-28，並將於期末報告更完整呈現。
	e-GNSS 三維坐標轉換根據經驗需要有 200 站以上的共同點即可建置 TTG 網格模型，實務上除了使用 e-GNSS 基準站還包含基本控制點約千餘點資料可供建置模型。	謝謝委員寶貴意見與 TTG 網格建置資訊的提供。
陳委員鶴欽	P.51，附件六主要衛星連續站時間序列圖，請修正時間軸至期中進度。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於附件六內容中，P.55-81，時間軸延長至 2021.10~2023.4。
	e-GNSS 坐標成果比較請採用 NEU 呈現。	謝謝委員寶貴意見，已修正以 NEh 分量呈現坐標比較結果於附件五之中，P.47-54。
	請將期中成果文字化呈現於期中報告書內。	謝謝委員寶貴意見，已主要補充於報告書中的第四章研究成果，

		P.27-28，並將於期末報告更完整呈現。
	請依委託研究案規定編撰期中報告格式及內容項目。	謝謝業務單位審查意見，已依規定編撰期中報告格式及內容項目。
	P.14「當出現觀測品質不佳、異動或計算成果異常情況時，將檢視分析其原因，並評估是否參與分析使用」，請將相關資訊呈現於報告內。	謝謝業務單位審查意見，已主要補充於報告書中的第四章研究成果，P.27-28，並將於期末報告更完整呈現。
業務單位	請補充本案 4 月份工作會議所提速度估計成果的比較分析。	謝謝業務單位審查意見，目前此項分析正在進行中，尚未有具體成果，將於期末報告中呈現。
	資料解算與國際站聯測，請說明氣象局 NCKU 解算時是否會受到國際站 NCKU 影響？是否對於該站解算成果或該群組解算成果造成影響？請說明建議處理方式。	謝謝業務單位審查意見，氣象局 NCKU 站為短站名(4 個字元)，國際站 NCKU 採長站名(4 個字元+序號碼)，目前每日解算時，並未加入國際站 NCKU 參與解算，因此未對解算成果造成影響，接下來與國際 SINEX 站合併進行網形平差時，這兩站亦因為站名長度不同而被視為不同點位處理，可以作為區別。

附件十 期末審查意見廠商修正辦理情形

審查委員	審查意見	廠商修正辦理情形	序號
黃立信委員	請說明 Bernese 5.2 軟體所能解算資料的星系類別，並補充敘述本案解算時所採用的星系及各站接收儀機型資訊。	謝謝委員寶貴意見，Bernese5.2 軟體可以解算 GPS、GLONASS 星系等資料，本案解算時主要以 GPS 星系為主；各站接收儀機型資訊以委託方提供的各測站資訊檔案為主，可洽詢並索取，相關內容已補充於3.1節內容中。	1
	完成解算的資料日期區間，於報告中多處不一致，請修正。	謝謝委員寶貴意見，已修正。	2
	請詳細說明約制點位及範圍。	謝謝委員寶貴意見，已說明於表3.1與圖3.1中。	3
	建議是否納入馬祖及東沙之速度場成果。	謝謝委員寶貴意見，已有納入馬祖成果，但基於各項因素考量以及資料的妥善性，因此，未納入東沙的資訊。	4
	p.7提到地震效應，解算成果作業有無考慮地震要素？	謝謝委員寶貴意見，速度場估計肯考慮地震要素，加入同震位移參數一併估計。	5
	p.8提到靜態、動態及半動態基準，結果未見有何差異。	謝謝委員寶貴意見，已修正於圖2.2、圖2.3。	6
	p.27提到 Python 程式統計與分析的標準為何？比例如何？	謝謝委員寶貴意見，已經補充於內文4.1.1節。	7
	p.33，e-GNSS 坐標較差的標準差平均值未見於所述的附件五，請補充附件五統計數據。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於附件五中。	8
附件五以 NEh 表示，而附件八以 NEU 表示，請統一。	謝謝委員寶貴意見，已修正。	9	
洪本善委員	建議在第一章本文內，增加本案僅處理 GPS 衛星 L1、L2的資料，而	謝謝委員寶貴意見，已補充於第一章本文內。	10

	沒有使用其他星系資料。		
	p.9，圖2.2及圖2.3相同，報告內文敘述所要表示的分別是動態基準與半動態基準之示意圖，建議修正。	謝謝委員寶貴意見，已修正。	11
	p.27，內文「移除品質不佳的觀測站」，其判斷準則或參考那份文獻？請說明。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於內正4.1.1節。	12
	p.28，請說明 XYZ 分量之標準差平均值如何計算？	謝謝委員寶貴意見，已修正為 N、E、U 方向表示，並以附件五的較差值計算其標準差，已修正內文於4.2節。	13
	p.32，內文「修正網格數量」，此數量代表何意？	謝謝委員寶貴意見，已補充修正	14
	附件六，連續站時間序列圖內幾乎在時間2022年9、10月曾經發生地震，造成約有45公分的位移。請增加那時刻之地震強度資訊。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於內文4.1.2節。	15
楊名委員	p.31，文字修正，「國際地面參考框架」建議修改為「國際地球參考框架」。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於內文4.4節的標題。	16
	p.33，「得到兩者坐標較差的標準差平均值」，請調整描述。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於內正5.1節。	17
	目前成果為 ITRF2020@2015.0，但由於最小約制站 KMNM 為 IGS 站，已有公告之 ITRF2020 成果（參考時刻坐標、速度等），參考時刻似乎可以調整為較接近現代，例如 2023.0。請於未來計畫納入考量。	謝謝委員寶貴意見，將納入下一阶段計畫之考量。	18
莊峰輔委員	本案主要目的應非摘要所列內容，請修正。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於摘要文字。	19
	p.6，圖1-1步驟順序似有錯誤，請修正。	謝謝委員寶貴意見，已補充於內文圖1.1。	20

	p.10, 小結中,「本案獲得的各控制點位速度值」,應非本案成果?	謝謝委員寶貴意見,已修正於內文「小結」中。	21
	p.31, 成果投稿發表為完成投稿與本案相關研究成果,另依契約規定,本案結案後6個月內應公開發表研究成果,請業務科後續應追蹤辦理情形。	謝謝委員寶貴意見,已補充修正於內文4.3節。	22
	研議一九九七歷次坐標系統與國際地球參考框架成果轉換之可行性,僅說明規劃流程,無研究成果。	謝謝委員寶貴意見,目前為可行性的研議階段,將納入下一階段計畫之執行內容。	23
	建議將 e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]較差、本案計算速度場繪製暈染圖於報告內呈現,以利檢視成果。	謝謝委員寶貴意見,已經補充於內文4.2節。	24
洪翎嘉委員	p.25, 請補充說明表3.4部分 IGS 站約制比率較低之因素?(TCMS、TNML)	謝謝委員寶貴意見,已補充修正於表3.4對應的內文敘述中。	25
	p.27, 請補充說明表4.1資料品質不佳之 GNSS 連續觀測站以何種條件剔除?LIYU 已於2019年廢站,WIAN 於今年度解算時已品質不佳。	謝謝委員寶貴意見,已補充修正於內文4.1.1節。	26
	研議一九九七歷次坐標系統與國際地球參考框架成果轉換之可行性,本次委託研究上是否可行,有無後續建議?	謝謝委員寶貴意見,已補充於內文4.4節,兩個坐標系統(框架)之間的成功轉換是可行的,並亦於5.4節提出參考建議。	27
	附件八速度估計成果,請繪製成圖於報告內呈現。	謝謝委員寶貴意見,已補充修正於內文4.1.3節。	28
林承毅委員	p.1, 文字修正,「國土測繪中心(以下簡稱測繪中心)」請修正為「內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)」,併同修正報告內提及文字。	謝謝委員寶貴意見,已修正於內文。	29

	p.3, TWTF 位於桃園楊梅, 為什麼只選 TWTF 及 TNML, 其他 IGS 站如 TCMS 為何不選用?	謝謝委員寶貴意見, 臺灣的 IGS 國際站總共選用3個, 分別為 TWTF、TNML 與 TCMS, 因此, TCMS 亦有納入解算。	30
	p.5, 文字修正, 「詳第4.3章節內容」請修正為「詳第4.4章節內容」。	謝謝委員寶貴意見, 已補充修正於內文1.3節。	31
	p.9, 內文修正, 「亦可以說……, 並變位模型……」, 語意不順請潤飾文字。	謝謝委員寶貴意見, 已補充修正於內文2.2節。	32
	p.31, 內文修正, 「國家坐標系統……, 並於。」, 語意不順請潤飾文字。	謝謝委員寶貴意見, 已修正於內文4.4節。	33
	p.32, 靜態(法定)框架的轉換, 僅說明比照 e-GNSS 系統與 TWD97之間的轉換方式, 建立網格修正檔, 建議應該詳述如何進行; 須考慮兩項因素, 建議再詳予說明, 為什麼要考慮這兩項因素。文字內容太簡短, 不易理解。	謝謝委員寶貴意見, 已補充修正於內文4.4節。	34
楊枝安委員	附件五, e-GNSS[2023]與 e-GNSS[2021]計算成果的較差中, 有些坐標較差的分量明顯比較大, 有分析這些站有何因素造成? 附件五的較差是以 ΔN 、 ΔE 、 Δh 表示, 而報告中是以 X、Y、Z 方向的較差敘述, 兩者明顯不同, 請統一敘述。	謝謝委員寶貴意見, 已修正於內文4.2節以及5.1節。造成坐標較差的因素主要為地震因素, 將持續追蹤修正。	35
	有關研議一九九七歷次坐標系統與國際地球參考框架成果轉換之可行性, 靜態框架之轉換建議比照 e-GNSS 系統與 TWD97之間的轉換方式, 是否可再詳細說明轉換方式?	謝謝委員寶貴意見, 已補充修正於內文4.4節。	36
	請問依據本案及以前年度的成	謝謝委員寶貴意見, 已補充修正	37

	果，以相對於金門站及國際站來看，臺灣地區連續觀測站的移動趨勢如何？	於內文4.1.3節。	
陳鶴欽委員	中英文摘要，請補充摘錄說明本案400餘站連續觀測站解算成果及雙框架概念。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於摘要文字。	38
	p.27，表4.1建議增加建置機關及可能原因欄位，列表呈現說明，以利業務單位後續追蹤。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於內文4.1.1節。	39
	p.28，章節4.2請說明成果相關數據（較差最大值、最小值、平均值、標準差等統計分析數值）並繪圖呈現，併同修正章節5.1摘錄相關成果內容。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於內文4.2節以及5.1節。	40
	成果之較差及標準差，請增加 N、E、h 的呈現方式，避免僅用 X、Y、Z 表示，理解上較不直觀。	謝謝委員寶貴意見，已修正內文於4.2節及附件五。	41
	報告應該針對附件六及附件八，撰寫章節說明成果相關數據（最大值、最小值、平均值、標準差等統計分析數值）並繪圖呈現，敘述相關研究情形，例如解算期間之地震事件，請補充，併同修正章節5.2摘錄相關成果內容。	謝謝委員寶貴意見，已補充修正於內文4.1.2節，以及5.2節。	42
業務單位	附件六，時間序列圖呈現速度改變情形時，有無篩選的判定標準，是採用人工判讀或是有條件式的自動判讀？跳動明顯較大的資料點，是否有建議的處理方式？	謝謝業務單位審查意見，已經補充於內文4.1.2節。	43
	附件八，所列的速度估計成果，是平均速度或是最近時期速度？對應附件六成果，部份連續站有速度改變情形。	謝謝業務單位審查意見，已經補充於內文4.1.3節	44

	<p>p.33，請修正章節為「成果結論」，先總結本案成果再敘述分項成果，並請補充本案研究發展建議。</p>	<p>謝謝業務單位審查意見，已補充於內文第五章。</p>	<p>45</p>
	<p>請調整附件七及附件八順序，併同修正目錄列表。</p>	<p>謝謝業務單位審查意見，已調整順序為新的附件序號並修正目錄列表。</p>	<p>46</p>