



111 年度臺北、苗栗、臺中、嘉義與屏東地區
地層下陷監測及分析

Monitoring and Analysis of Land Subsidence at Taipei,
Miaoli, Taichung, Chiayi, and Pingtung Area in 2022

11 月工作月報
(10 月份監測資料分析成果)



主辦機關：水文技術組三科

執行單位：國立成功大學

計畫主持人：景國恩

中華民國 111 年 11 月 10 日

壹、綜合說明

本計畫以水準測量、GNSS、InSAR及深層水準樁進行臺北、苗栗、臺中、嘉義及屏東地區之地層下陷監測；此報告包含水準測量、全臺水利署所屬GNSS連續站、深層水準樁、InSAR截至111年10月之工作辦理情形及初步成果分析。

經水利署所屬GNSS連續站（共9站）之初步分析成果顯示，111年度9月（單月），於嘉義、臺南地區除灣內國小及新埤國小呈現回脹外，其他點位皆些微壓縮，屏東地區呈現些微壓縮。深層水準樁（共1站）10月監測成果顯示嘉義縣六腳鄉灣內國小於100公尺深度範圍內地層呈微幅壓縮趨勢。

各地區單月與累積下陷量值請參考表1、表2，詳細分析結果請參考第貳節說明。

表1、嘉、南、屏地區各項監測設施單月變化量分析表

監測項目	地區	期距	單月變化量 大於1公分站數	單月變化量 (mm)		頁碼
				最大下陷量	位置	
GNSS	嘉義	111/09	0	-4.3 (壓縮)	義竹鄉過路國小	P.3
	臺南	111/09	0	-2.1 (壓縮)	北門區錦湖國小	P.3
	屏東	111/09	0	-3.6 (壓縮)	林邊鄉林邊國中	P.3
深層 水準樁	嘉義	111/10	0	-0.8 (壓縮)	六腳鄉灣內國小	P.8

- 註：1. 表中數值以正值代表回脹，負值代表壓縮。
2. GNSS 為水利署所屬 GNSS 連續站監測成果。

表 2、嘉、南、屏地區各項監測設施累積變化量分析表

監測項目	地區	期距	累積變化量 (mm)		沉陷趨勢 (與 110 年同期相比)	頁碼
			最大累積下陷量	位置		
GNSS	嘉義	110/06~111/09	18.4 (回脹)	義竹鄉過路國小	減緩	P.3
	屏東	110/08~111/09	-54.2 (壓縮)	佳冬鄉頂寮安檢所	增加	P.3
深層 水準樁	嘉義	111/05~111/10	-3.7 (壓縮)	六腳鄉灣內國小	增加	P.8

註：1. 表中數值以正值代表回脹，負值代表壓縮。
2. GNSS 為水利署所屬 GNSS 連續站監測成果。

貳、工作辦理情形

一、地層下陷區之水準網檢測及分析

- (一) 根據臺北、苗栗、臺中、嘉義及屏東地區水準規劃量測時程(圖 1)。
- (二) 苗栗地區水準測量外業工作於 6 月 6 日至 6 月 23 日完成作業。
- (三) 臺中地區水準測量外業工作於 6 月 20 日至 7 月 8 日完成作業。
- (四) 嘉義地區水準測量外業工作於 7 月 4 日至 7 月 21 日完成作業。
- (五) 屏東地區水準測量外業工作於 7 月 26 日至 8 月 12 日完成作業。
- (六) 臺北地區水準測量外業工作於 8 月 15 日至 8 月 25 日完成作業。
- (七) 完成臺北、苗栗、臺中、嘉義及屏東地區水準測量內業工作。

工作項目		月份									
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
精密水準測量工作	臺北地區 (120公里)										
	苗栗地區 (185公里)										
	臺中地區 (160公里)										
	嘉義地區 (400公里)										
	屏東地區 (185公里)										
當月應完成公里數				420	390	160	80				
規劃進場組數				4	4	2	2				
當月團隊量能 (公里)				480	480	240	120				
團隊在線備源量能 (公里)				240	240	480	600				

圖 1、水準測量時程表

二、GNSS連續站與深層自動化觀測水準樁之維護與資料分析

(一) 10月維修GNSS固定站二次，為蒜頭國小潭墘分校及灣內國小，如表3所示，詳細維修紀錄如附件一所示。

表3、GNSS維修統計表

日期	站名	原因	處置
10/06	TCBS	MOXA 熱當	MOXA 重新開機
10/13	WNES	不明	電源重新啟動

(二) 完成全臺水利署所屬111年9月GNSS資料處理及分析工作

1. 截至111年9月底止，嘉義、臺南與屏東地區持續監測之水利署GNSS固定站共計8站。依據IGS訊號品質標準（每日接收數大於20000、週波脫落數乘於1000後與每日接收數之比值小於10、MP1小於0.5公尺及MP2小於0.75公尺等4項數值為指標）針對這些固定站訊號進行分析，結果顯示除蒜頭國小潭墘分校站（TCBS）的MP1高於門檻值外，其餘測站的訊號品質均符合IGS標準（統計數字列於表4，詳細訊號品質之時間序列圖請參考附件三）。
2. 至111年9月底止上述8個GNSS站之垂直位移量測成果顯示於表5。在月變化量上（111年8月至111年9月），嘉義、臺南地區較去年同期（110年8月至110年9月）呈現下陷之趨勢，與上個月呈現回脹的趨勢相反。需注意的是，嘉義灣內國小（WNES）與新埤國小（XPES）兩站的時間序列均顯示於111年5月10日發生原因不明之錯移事件，且此事件後兩站的每日坐標解均呈現較大的離散現象，因此它們的變化量估算會有較大的誤差。此外，屏東地區較去年同期呈現下陷之趨勢，且沉陷量較上個月增加。
3. 在累積變化量上（110年6月至111年9月），屏東地區兩站的下陷程度與前一期（109年8月至110年9月）增加，均在

5.0 至 5.5 cm 間。嘉南地區大多測站顯示約 2 cm 的抬升，較前一期呈現明顯之回脹趨勢。而嘉義灣內國小與新埤國小兩站經 111 年 5 月 10 日的錯移量修正後，資料離散較大，雖然本期未有顯著的下沉或抬升，但較前一期仍呈現回脹(表 5)。

表 4、111 年 09 月水利署嘉義、臺南及屏東地區所屬 GNSS 固定站訊號品質分析表

位置	站名	代碼	設站時間 (民國年)	IGS 訊號品質標準				IGS 訊號品質標準				訊號品質 合格	備註
				接收數 >20,000	週波脫落 數 <10	多路徑效 應 (MP1) <0.5	多路徑效 應 (MP2) <0.75	接收數 >20,000	週波脫落 數 <10	多路徑效 應 (MP1) <0.5	多路徑效 應 (MP2) <0.75		
				110 年 09 月至 111 年 08 月平均				111 年 09 月平均					
嘉義布袋	布袋國小	BDES	96	24699.0	3.0	0.36	0.39	25152.2	5.1	0.43	0.44	✓	10 年以上
嘉義溪口	柴林國小	CLES	111	-	-	-	-	24715.9	5.1	0.43	0.46	✓	
嘉義義竹	過路國小	CYGL	109	24411.7	3.7	0.43	0.44	24838.4	5.6	0.48	0.51	✓	
嘉義六腳	蒜頭國小潭 墘分校	TCBS	107	23138.4	7.7	0.56	0.54	24779.2	6.6	0.49	0.51	✓	
嘉義六腳	灣內國小	WNES	106	24438.1	4.4	0.42	0.43	24189.5	9.0	0.49	0.50	✓	
嘉義太保	新埤國小	XPES	107	23979.7	4.7	0.41	0.42	25052.2	5.9	0.44	0.45	✓	
台南北門	錦湖國小	JHES	108	24500.8	4.2	0.45	0.46	24976.5	6.0	0.50	0.50		
屏東佳冬	頂寮安檢所	DLIO	105	23545.9	0.9	0.14	0.15	25381.4	2.5	0.21	0.23	✓	
屏東林邊	林邊國中	LBJS	105	24652.0	1.6	0.16	0.19	25207.5	3.5	0.22	0.24	✓	

註：1.固定站訊號數值大於 IGS 標準者數字以藍色及紅色標示。

2.資料統計期距為 110 年 09 月~111 年 08 月。

3.柴林國小(CLES)於 111 年 9 月 13 日開始運作，故無過去之觀測記錄。

表 5、111 年 9 月全臺水利署所屬 GNSS 連續站垂直位移觀測成果

編號	縣市	站名	測站代碼	單月變化量 (mm)		累積變化量 (mm)	
				110/08 - 110/09	111/08 - 111/09	109/06 - 110/09	110/06 - 111/09
1	嘉義縣	布袋國小	BDES	2.0	-2.0	-14.4	22.4
2		灣內國小	WNES	-3.3	16.1	-33.7	22.9
3		新埤國小	XPES	-2.2	24.8	-20.5	31.6
4		蒜頭國小 潭墘分校	TCBS	-1.6	-4.1	-21.3	19.3
5		過路國小	CYGL	-0.4	-4.3	-42.4	18.4
6		柴林國小	CLES	-	-	-	-
7	臺南市	錦湖國小	JHES	0.9	-2.1	-30.2	21.5
編號	縣市	站名	測站代碼	單月變化量 (mm)		累積變化量 (mm)	
				110/08 - 110/09	111/08 - 111/09	109/08 - 110/09	110/08 - 111/09
8	屏東縣	林邊國中	LBJS	4.7	-3.6	-5.8	-52.4
9		頂寮安檢所	DLIO	-1.4	-1.6	-4.0	-54.2

註：1.表中數值以正值代表回脹，負值代表壓縮。

2.單月下陷量數值大於 10 公釐以紅字標示。

Vertical Displacement (2022 September)

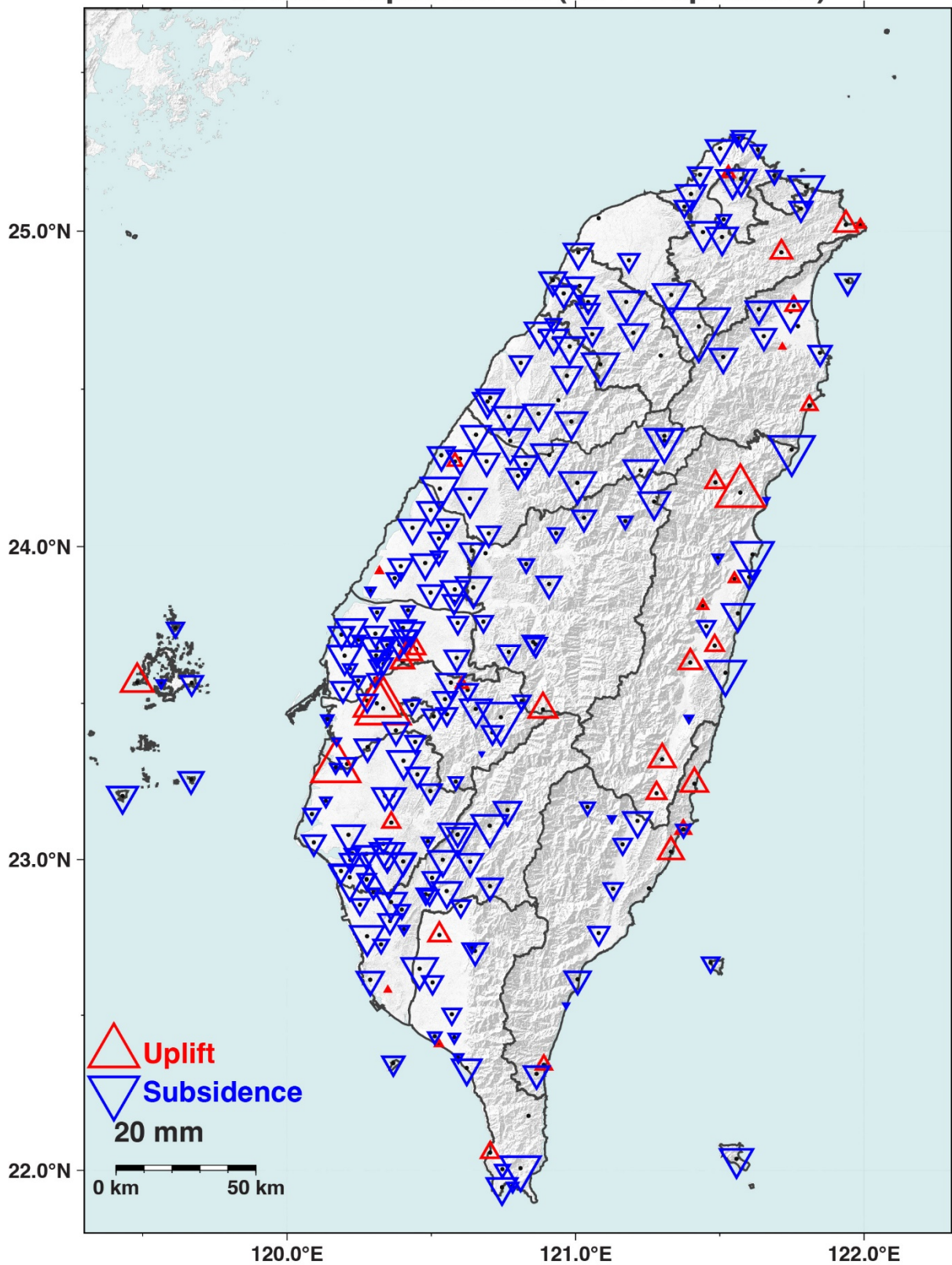


圖 2、111 年 9 月全臺 GNSS 連續站量測成果分析圖

(三) 完成嘉義地區 10 月份深層水準樁資料處理及分析工作。

1. 截至 111 年 10 月底止，嘉義地區持續監測之深層水準樁共計 1 口；由 111 年 5 月 31 日至 111 年 10 月 31 日止之深層水準樁檢測成果顯示（表 6），目前灣內國小深層水準樁的地層壓縮量相較去年同期之變化量而言，整體壓縮趨勢增加（由回脹 17.7 mm 至壓縮 3.7 mm）；今年 10 月份（111 年 9 月 30 日至 111 年 10 月 31 日）單月壓縮量未超過 1 cm（壓縮 0.8 mm）。
2. 111 年 10 月嘉義地區之深層水準樁觀測資料無缺漏，監測儀器（變位計、記錄器、電源系統）與傳輸系統均正常運作，樁位保護台、儀器箱亦完好無損。

表 6、嘉義地區深層水準樁 111 年 10 月觀測成果

編號	縣市	站名	設置深度 (公尺)	單月變化量(mm)		累積變化量(mm)	
				110/10	111/10	110/5~110/10	111/5~111/10
1	嘉義	灣內國小	100	2.0	-0.8 ↑	17.7	-3.7 ↑

註：1.表中數值以正值代表回脹，負值代表壓縮。

2.箭頭表示與前一年度同期相比之下陷趨勢；「↑」表增加，「↓」表降低。

三、雷達干涉資料處理與分析

- (一) 持續進行 Sentinel-1 衛星影像與軌道資料蒐集。配合水利署水準測量期程，台北地區以 110 年 9 月為起始時間、苗栗地區以 110 年 6 月為起始時間、台中地區以 110 年 6 月為起始時間、嘉義地區以 110 年 5 月為起始時間、屏東地區以 110 年 7 月為起始時間。
- (二) 進行台北地區 110 年 9 月 3 日至 111 年 9 月 22 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 29 張影像，時空基線圖如 [圖 3](#)，採用短基線子集差分干涉法 (Small Baseline subset, SBAS)，在時間序列上，與後面 4 幅影像進行配對，總計 106 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 ([圖 4](#))。
- (三) 進行苗栗地區 110 年 6 月 11 日至 111 年 9 月 22 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 36 張影像，時空基線圖如 [圖 5](#)，採用短基線子集差分干涉法 (Small Baseline subset, SBAS)，在時間序列上，與後面 4 幅影像進行配對，總計 134 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 ([圖 6](#))。
- (四) 進行台中地區 110 年 6 月 11 日至 111 年 9 月 22 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 36 張影像，時空基線圖如 [圖 7](#)，採用短基線子集差分干涉法 (Small Baseline subset, SBAS)，在時間序列上，與後面 4 幅影像進行配對，總計 134 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 ([圖 8](#))。
- (五) 進行嘉義地區 110 年 5 月 6 日至 111 年 9 月 22 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 39 張影像，時空基線圖如 [圖 9](#)，採用短基線子集差分干涉法 (Small Baseline subset, SBAS)，在時間序列上，與後面 4 幅影像進行配對，總計 146 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 ([圖 10](#))。
- (六) 進行屏東地區 110 年 7 月 5 日至 111 年 9 月 22 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 34 張影像，時空基線圖如

圖 11，採用短基線子集差分干涉法，在時間序列上，與後面 4 幅影像進行配對，總計 126 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場（圖 12）。

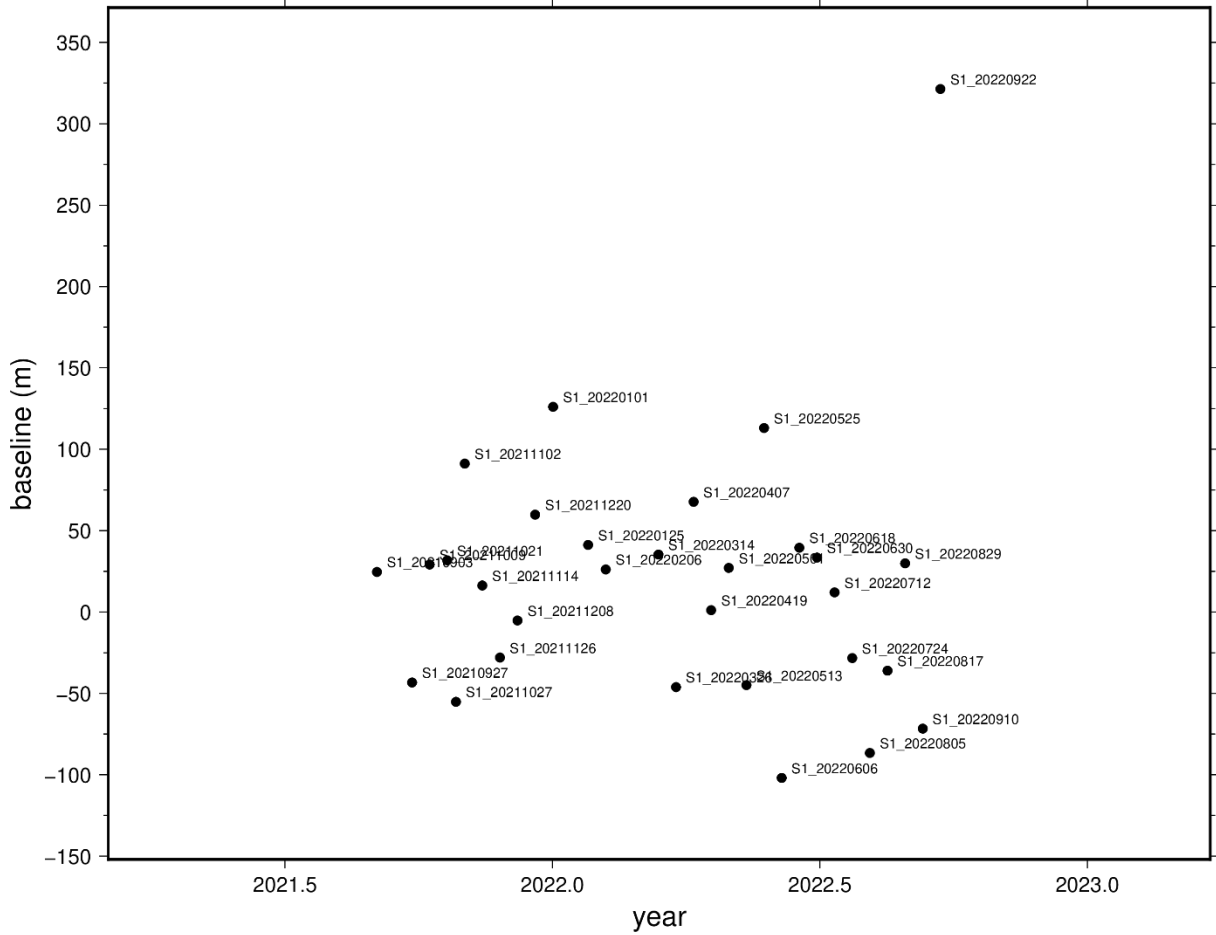


圖 3、台北地區 110 年 9 月 3 日至 111 年 7 月 24 日時間與空間基線分布圖

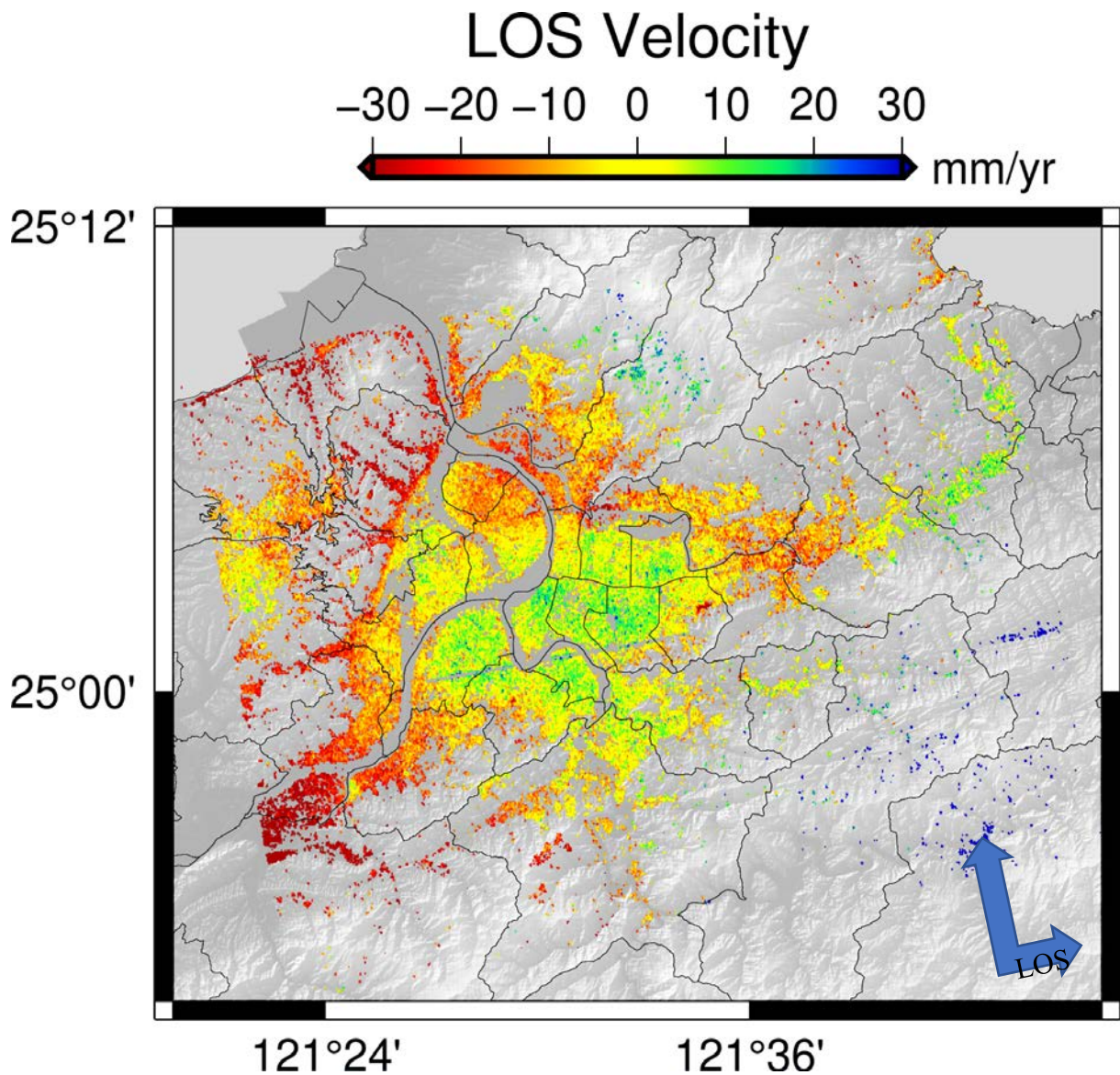


圖 4、110 年 9 月 3 日至 111 年 9 月 22 日台北區域視衛星方向年速度場

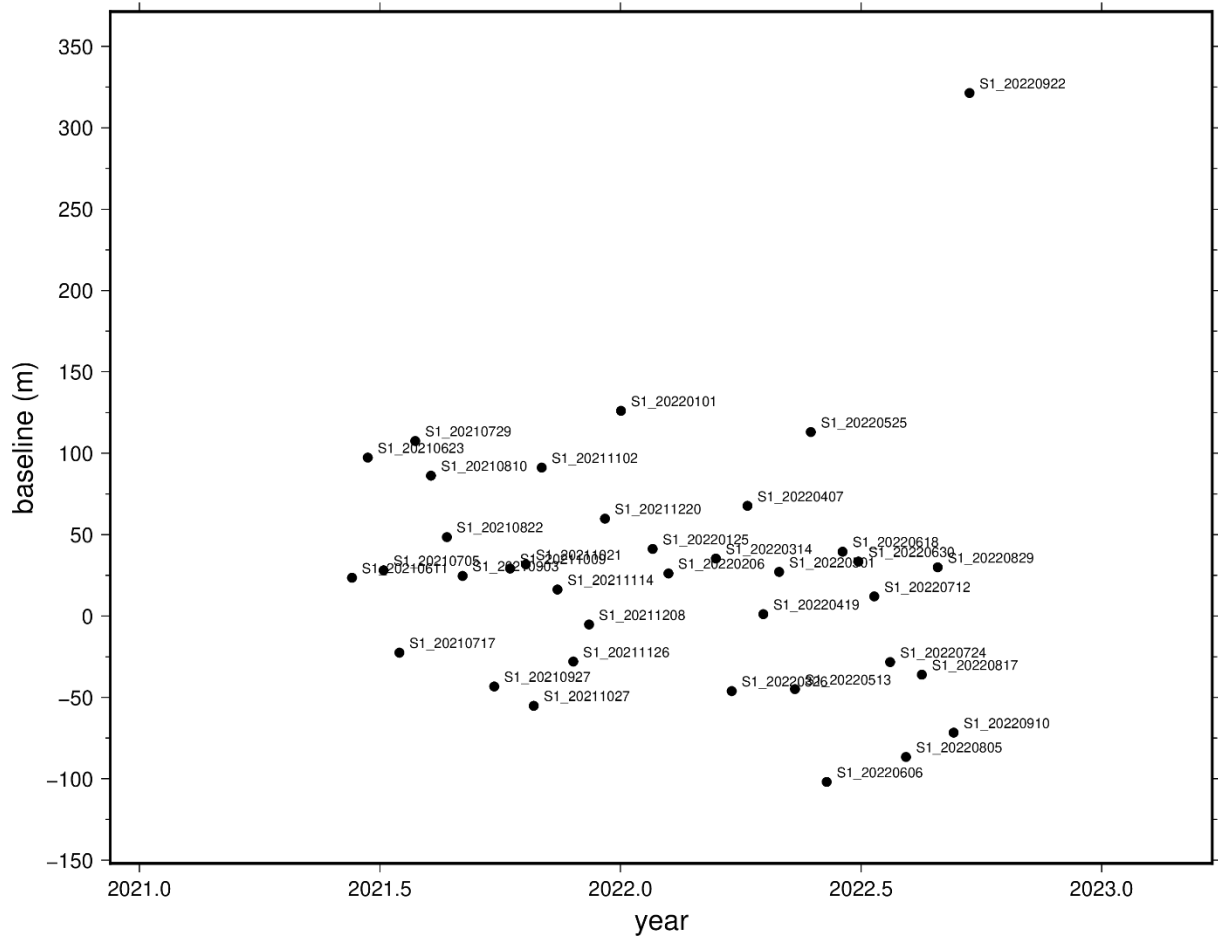


圖 5、苗栗地區 110 年 6 月 11 日至 111 年 9 月 22 日時間與空間基線分布圖

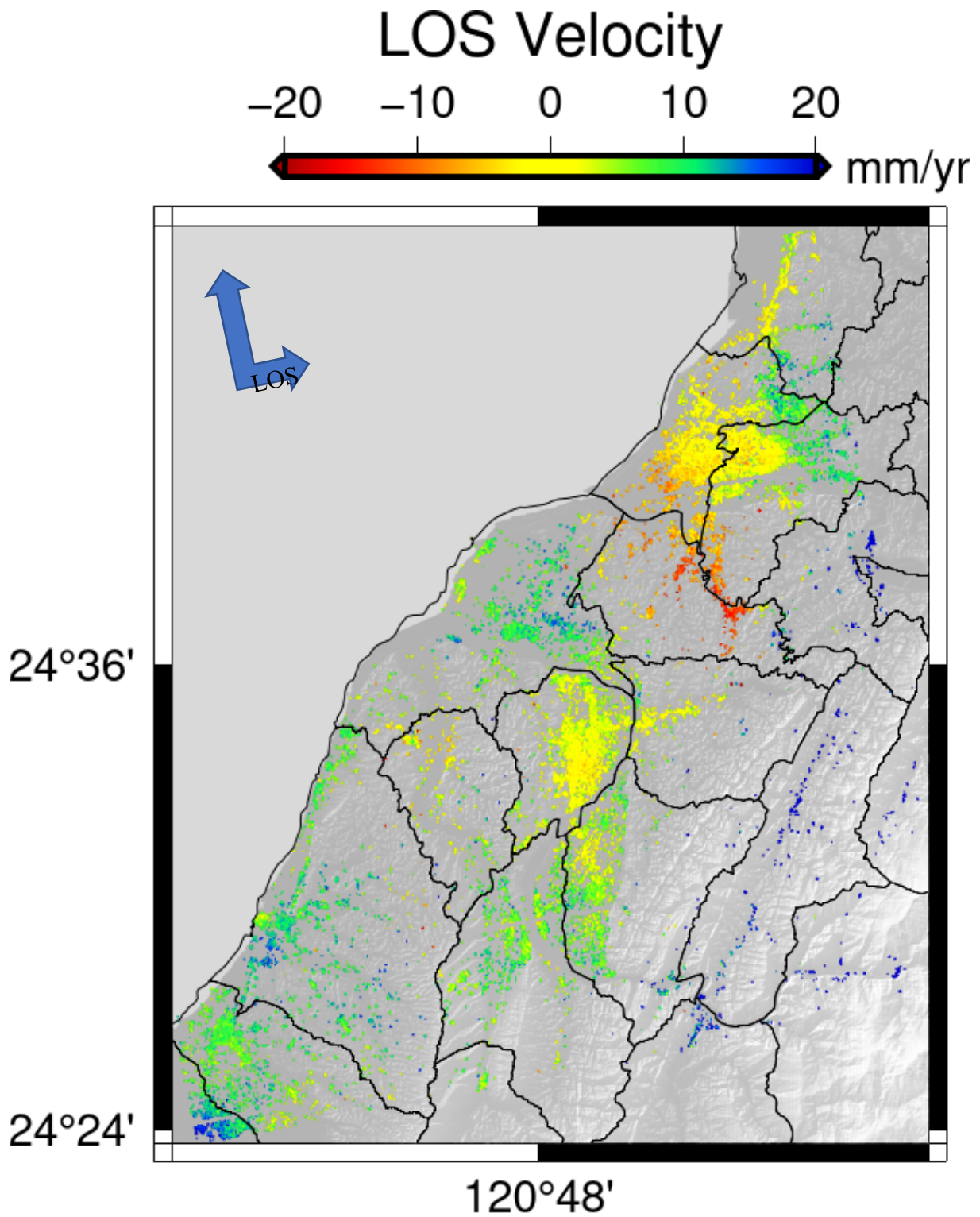


圖 6、110 年 6 月 11 日至 111 年 9 月 22 日苗栗區域視衛星方向年速度場

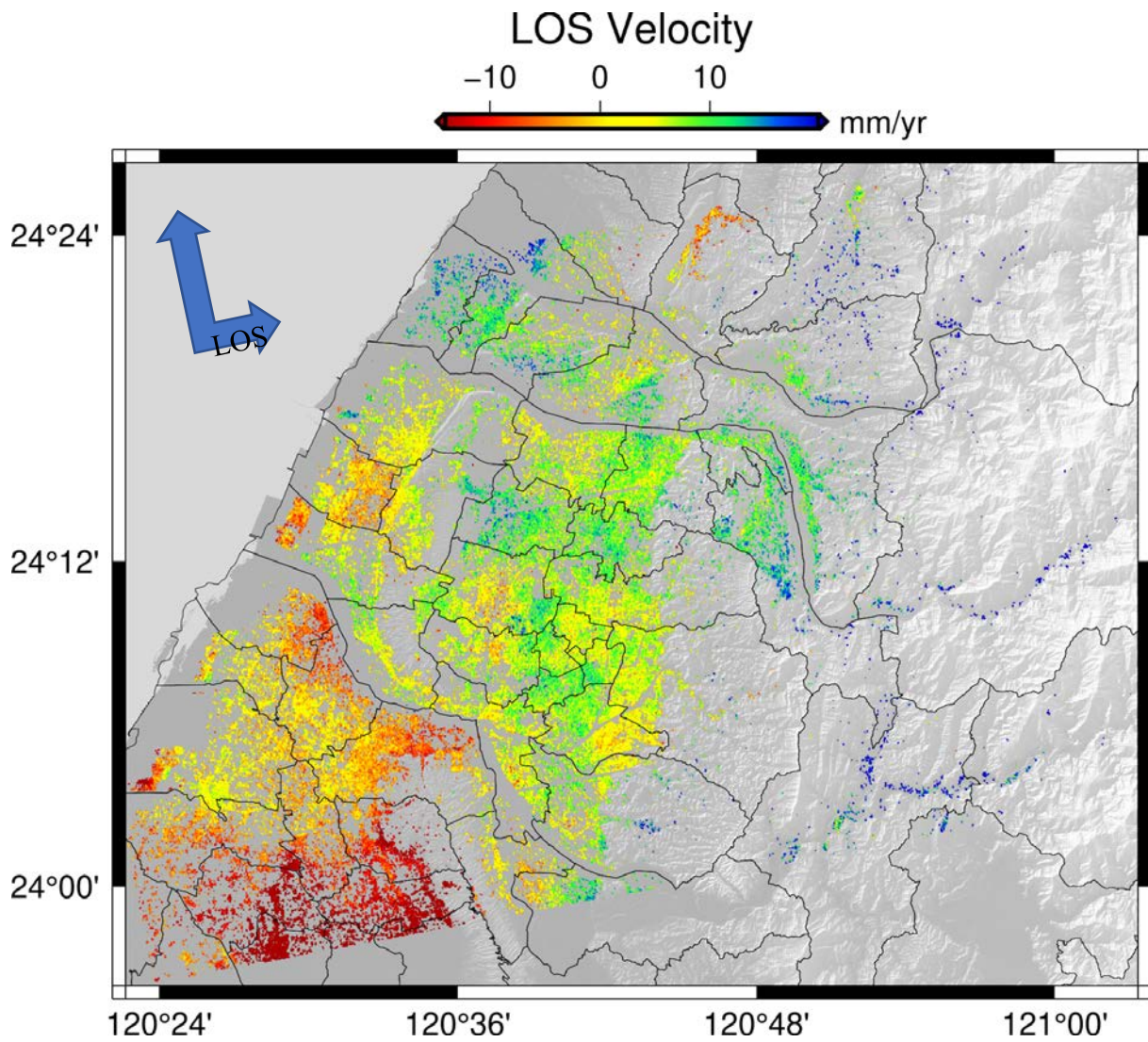


圖 8、110 年 6 月 11 日至 111 年 9 月 22 日台中區域視衛星方向年速度場

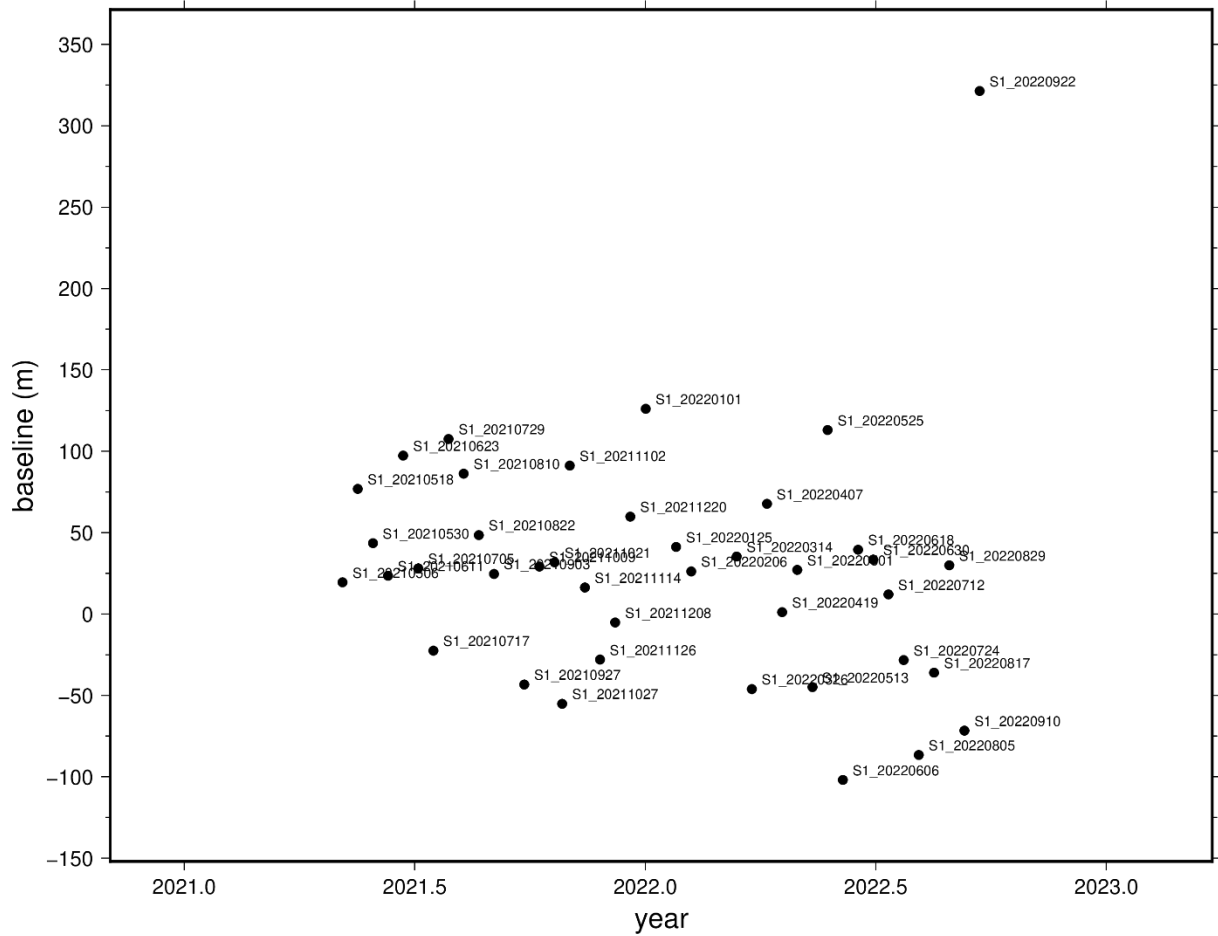


圖 9、嘉義地區 110 年 5 月 6 日至 111 年 9 月 22 日時間與空間基線分布圖

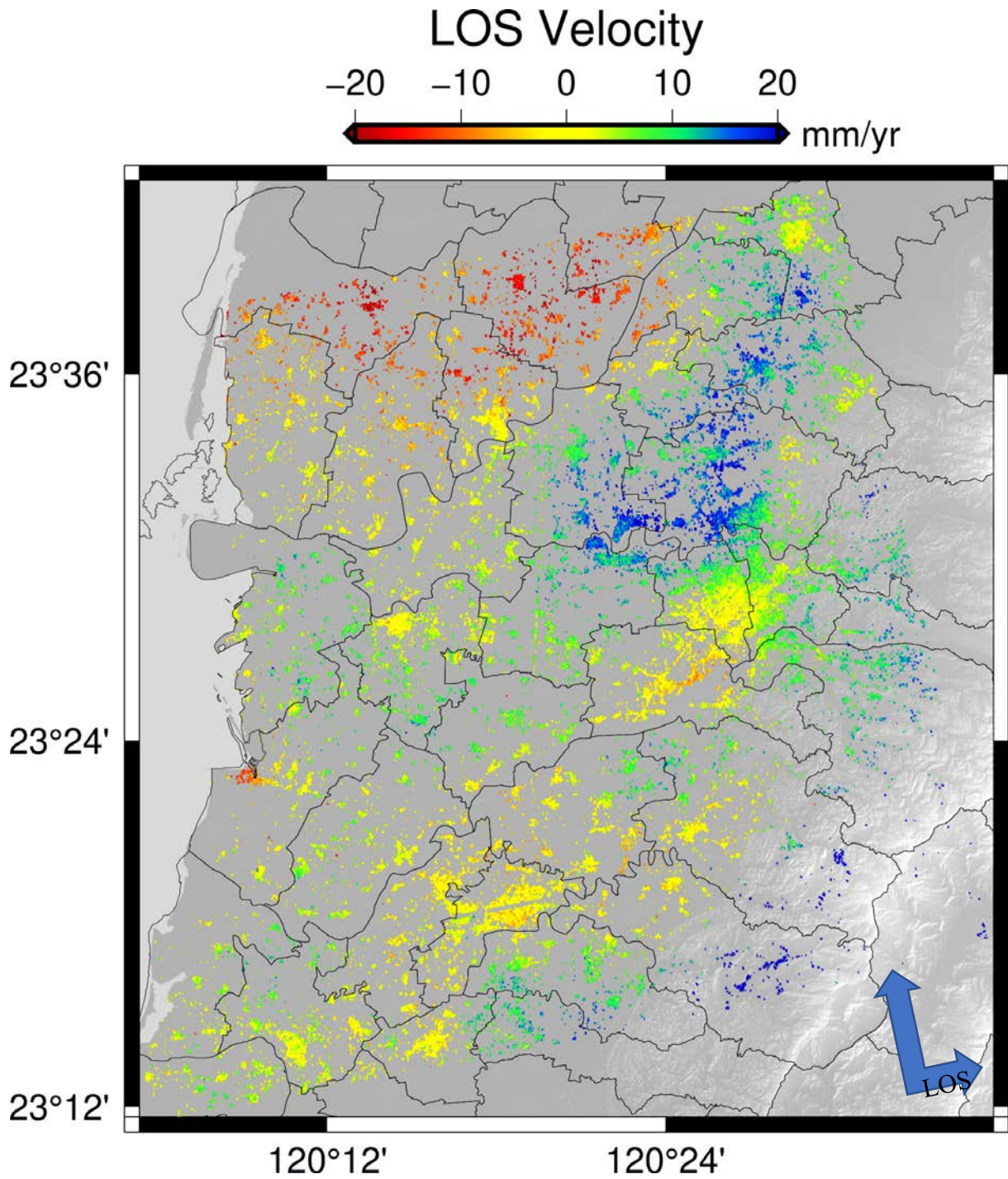


圖 10、110 年 5 月 6 日至 111 年 9 月 22 日嘉義區域視衛星方向年速度場

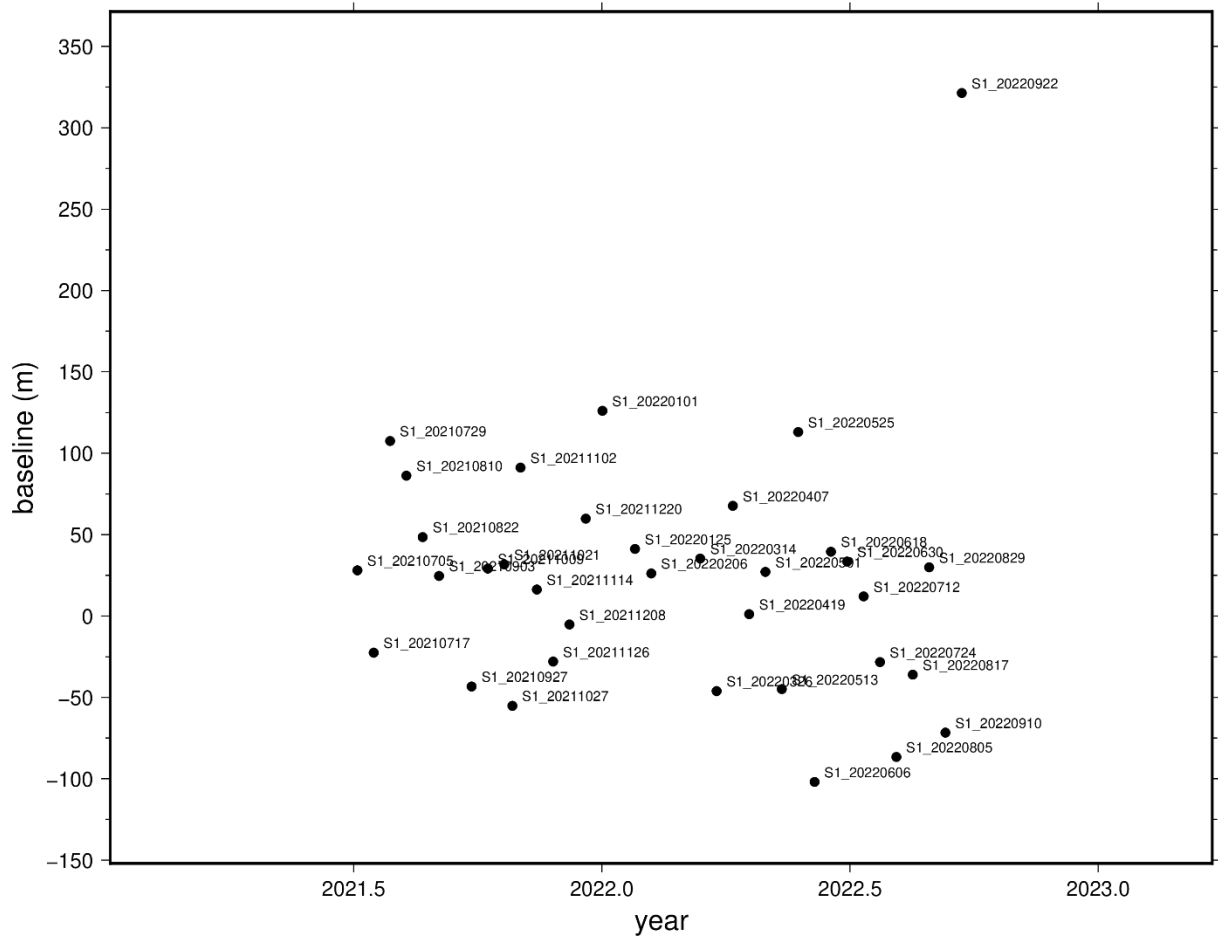


圖 11、屏東地區 110 年 7 月 5 日至 111 年 9 月 22 日時間與空間基線分布圖

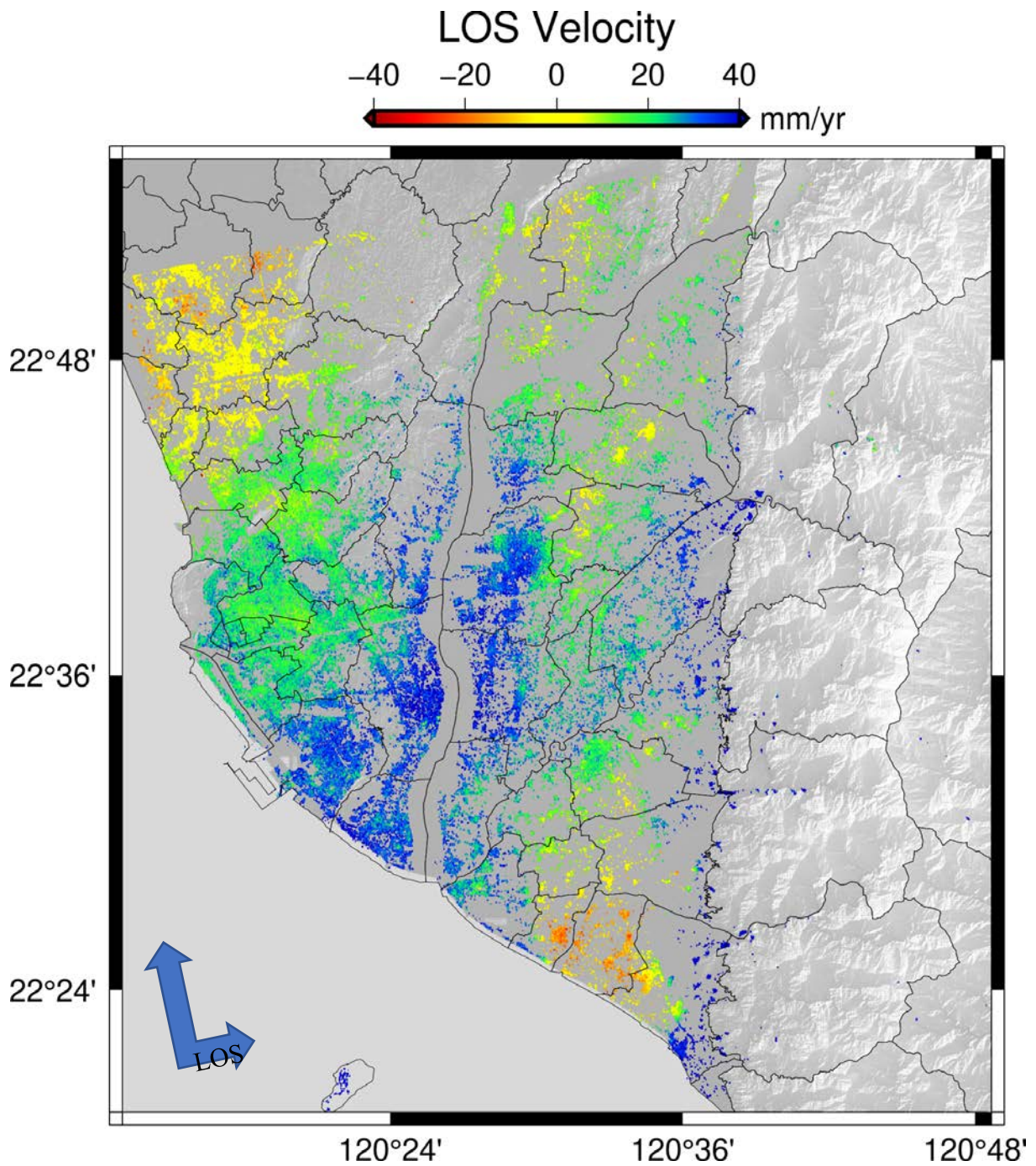




圖 12、110 年 7 月 5 日至 111 年 9 月 22 日屏東區域視衛星方向年速度場

附件一、111年10月GNSS固定站維修紀錄

111年度臺北、苗栗、臺中、嘉義與屏東地層下陷監測及分析

GNSS 維修紀錄表

站名：蒜頭國小潭墘分校 TCBS	日期：111/10/05
現場狀況確認及記錄：(綠燈正常反黑，如為其他燈號註記)	
<p>1. GNSS 接收儀燈號確認：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 電源 <input checked="" type="checkbox"/> SD卡容量 <input checked="" type="checkbox"/> SD卡寫入 <input checked="" type="checkbox"/> 定位狀態</p> <hr/>	
<p>2. <input type="checkbox"/> 網路伺服器燈號確認：</p> <p><u>MOXA 電源燈號未亮</u></p> <hr/>	
<p>3. <input checked="" type="checkbox"/> 電源系統確認：</p> <hr/>	
<p>4. 狀況描述：</p> <p>10/05 (三)資料無法回傳。當日派人前往現場，為 MOXA 設備電源燈號未亮，網路通訊中斷，資料無法回傳。</p>	
<p>處置動作：</p> <p>10/05 現場檢查 MOXA 設備，電源訊號未亮 (照片 1-右)；現場將與 MOXA 相連之線路進行檢查等，經重新插拔電源後，燈號恢復，資料始回傳。</p>	
現場照片：	
<p>照片 1</p> 	<p>照片 2</p> 

20220602_V1

GNSS 維修紀錄表

站名：灣內國小 WNES	日期：111/10/13
現場狀況確認及記錄：(綠燈正常反黑，如為其他燈號註記)	
1. GNSS 接收儀燈號確認： ■ 電源 ■ SD 卡容量 ■ SD 卡寫入 ■ 定位狀態 _____	
2. ■ 網路伺服器燈號確認： _____	
3. ■ 電源系統確認： _____	
4. 狀況描述： 10/13 (四)資料無法回傳。當日派人前往現場，設備並無異狀。	
處置動作： 10/13、21 現場檢查設備，並無異狀。重新開關機後，資料仍無法回傳，因此將於月初至現場進行資料下載。	
現場照片：	
照片 1 	

附件二、111年10月GNSS固定站維護紀錄

1. 灣內國小
 - (1) 儀器室清潔
 - (2) 確認天線盤之透空度佳
2. 蒜頭國小
 - (1) 儀器室清潔
 - (2) 確認天線盤之透空度佳
3. 新埤國小
 - (1) 儀器室清潔
 - (2) 確認天線盤之透空度佳
4. 過路國小
 - (1) 儀器室清潔
 - (2) 確認天線盤之透空度佳
5. 布袋國小
 - (1) 儀器室清潔
 - (2) 確認天線盤之透空度佳
6. 錦湖國小
 - (1) 儀器室清潔
 - (2) 確認天線盤之透空度佳
7. 林邊國中
 - (1) 儀器室清潔
 - (2) 確認天線盤之透空度佳
8. 頂寮安檢所
 - (1) 儀器室清潔
 - (2) 確認天線盤之透空度佳



灣內國小



蒜頭國小



新埤國小



過路國小

現地設備維護 1



布袋國小



錦湖國小



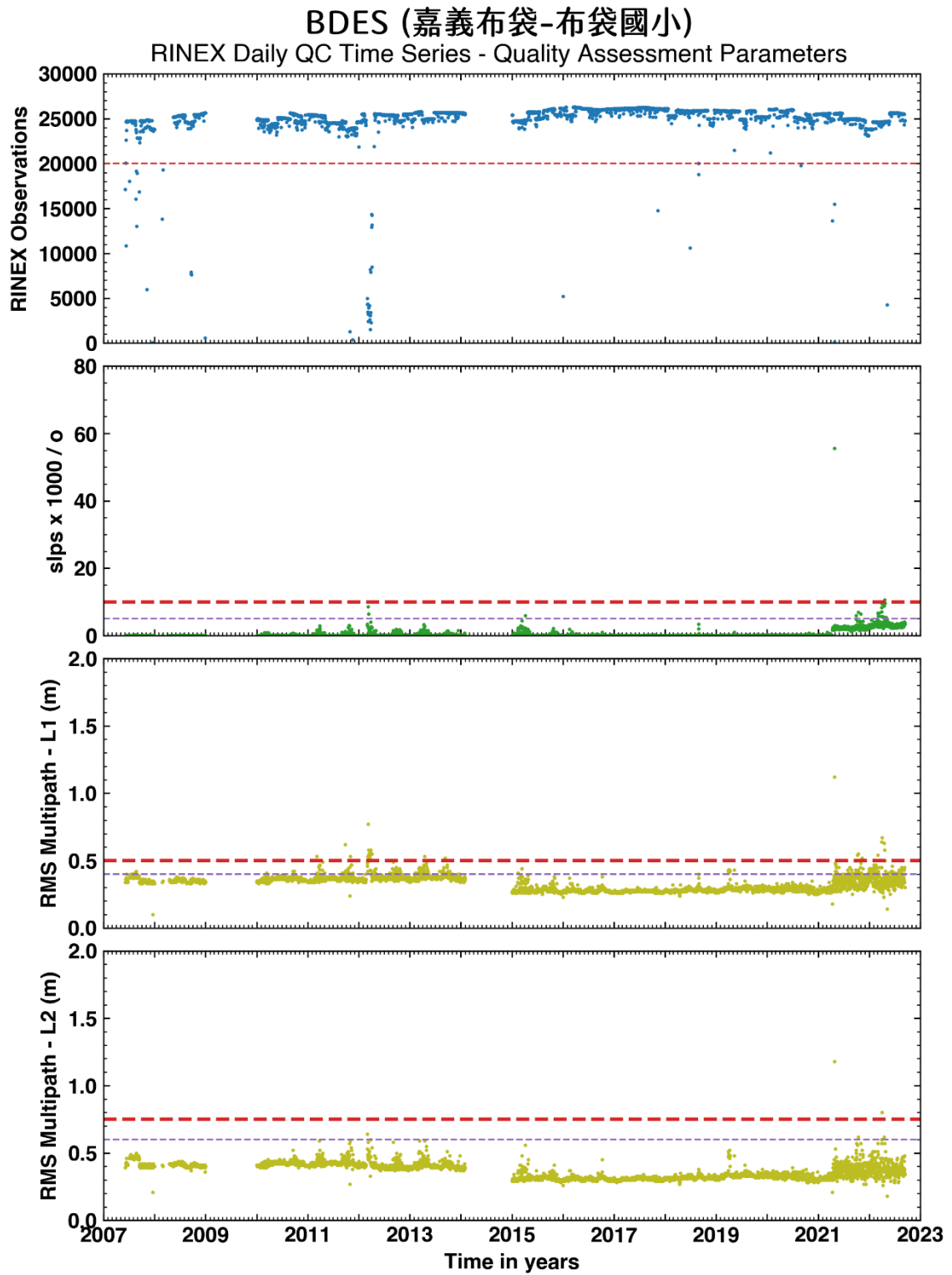
林邊國中



頂寮安檢所

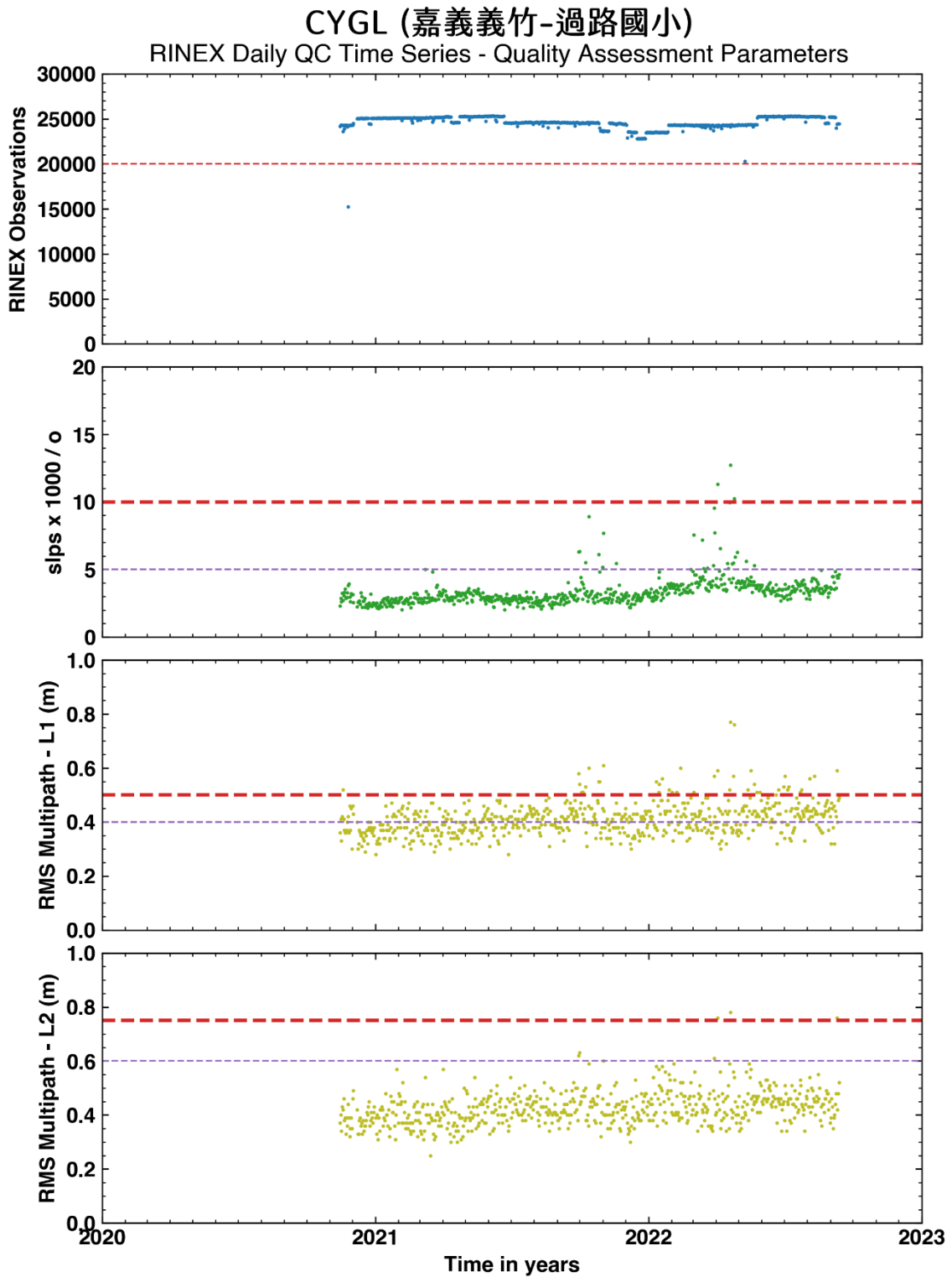
現地設備維護 2

附件三、111年9月GNSS固定站訊號品質指標



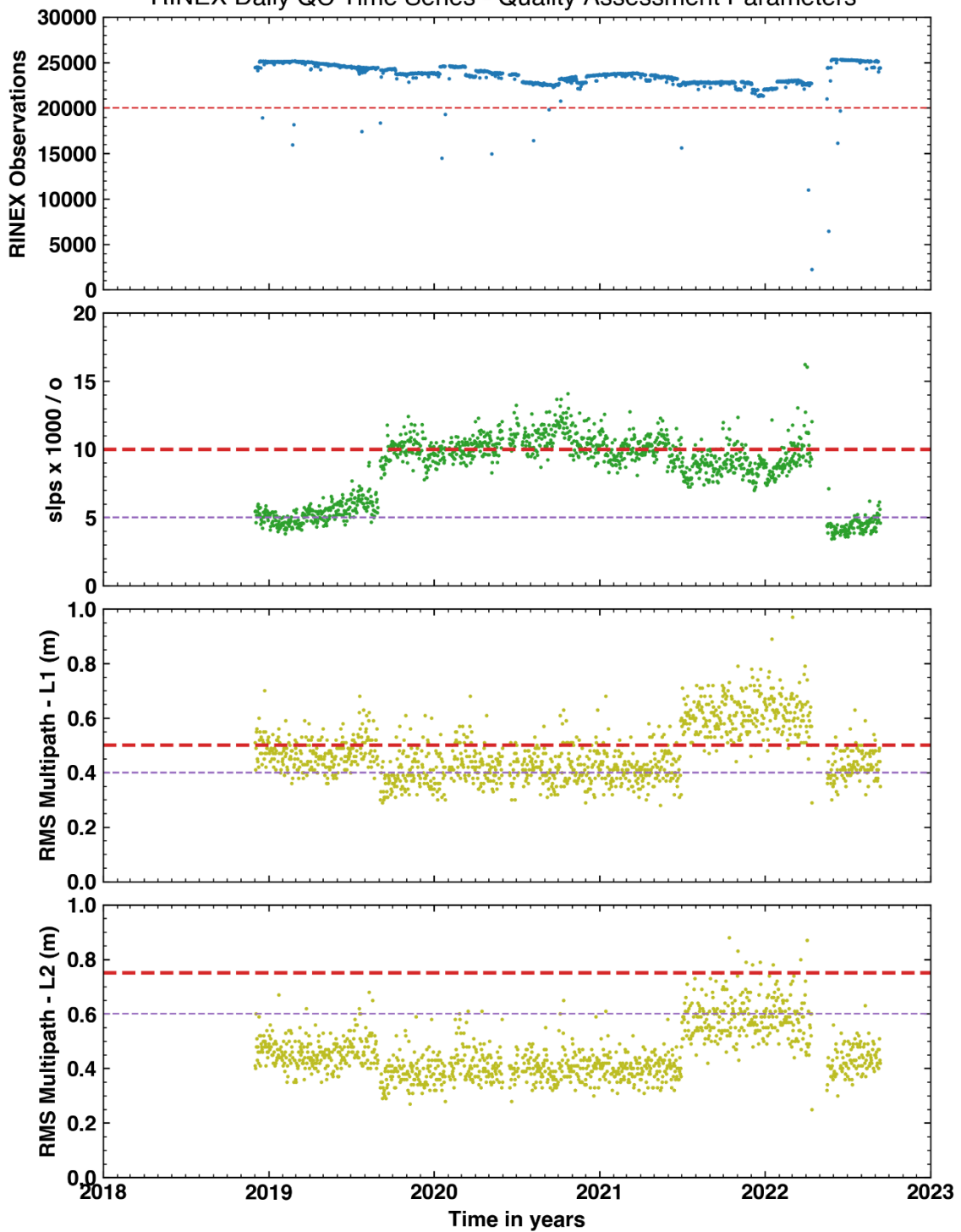
布袋國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



過路國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

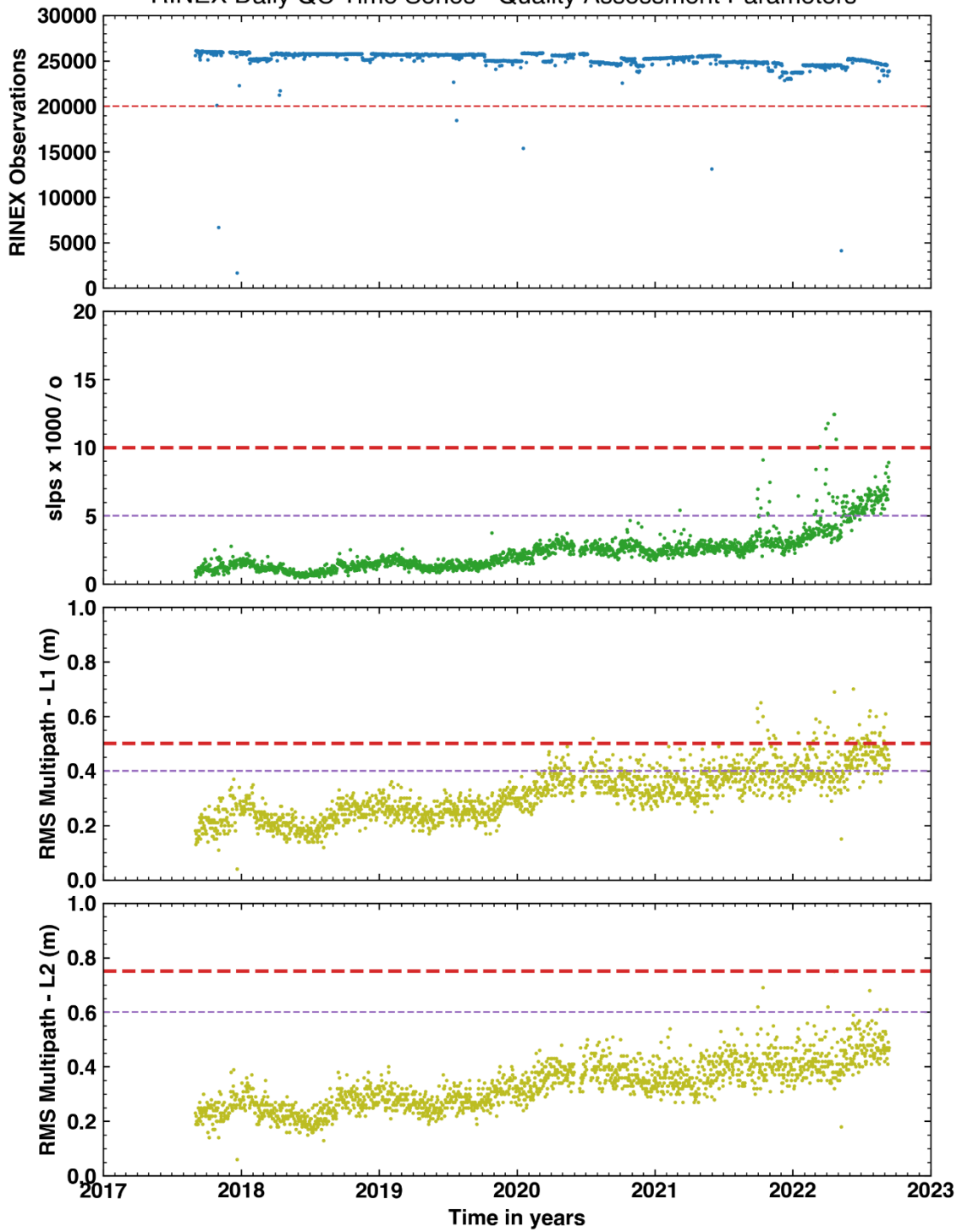
TCBS (嘉義六腳-蒜頭國小潭墘分校)
RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters



蒜頭國小潭墘分校 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

WNES (嘉義六腳-灣內國小)

RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters

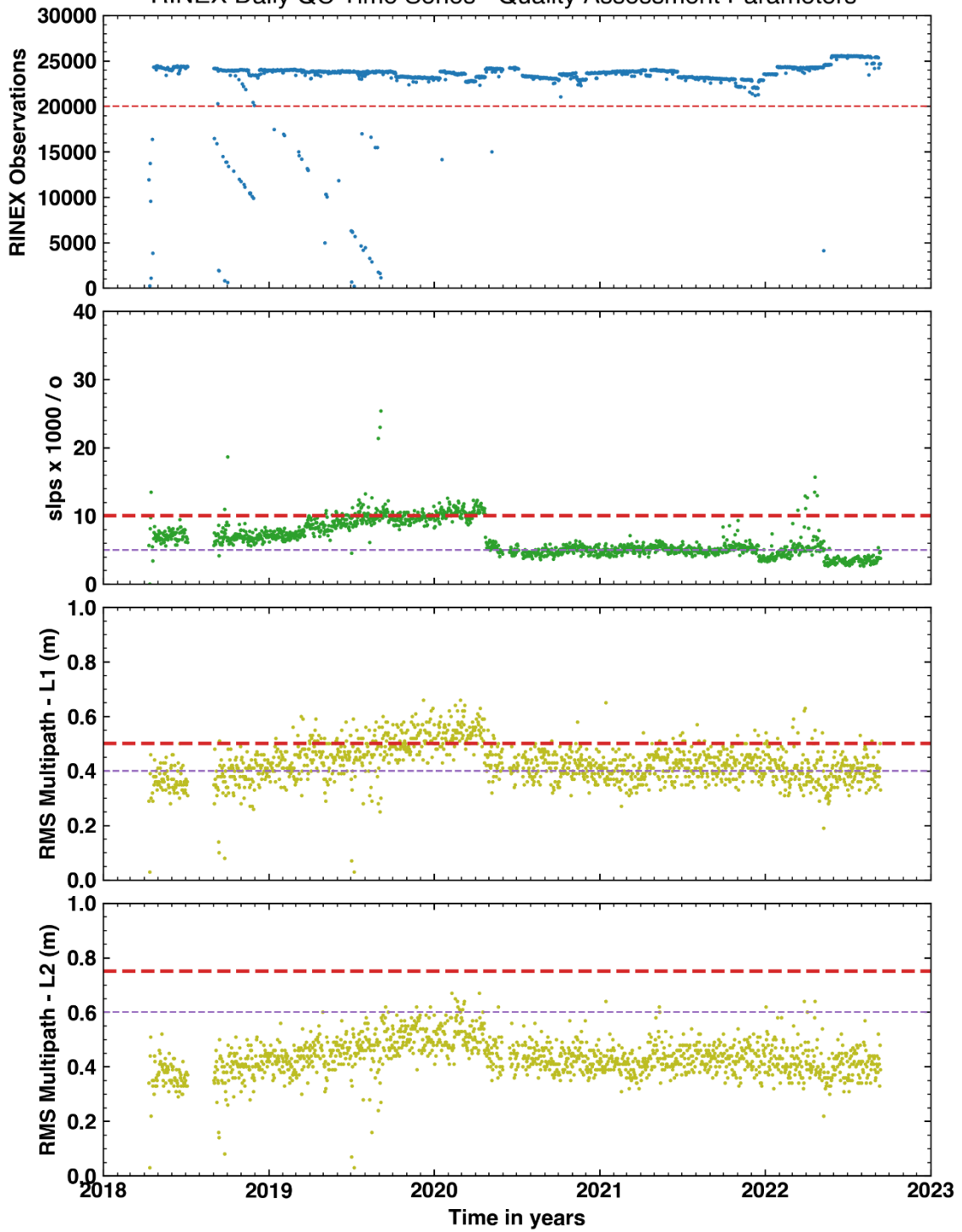


灣內國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

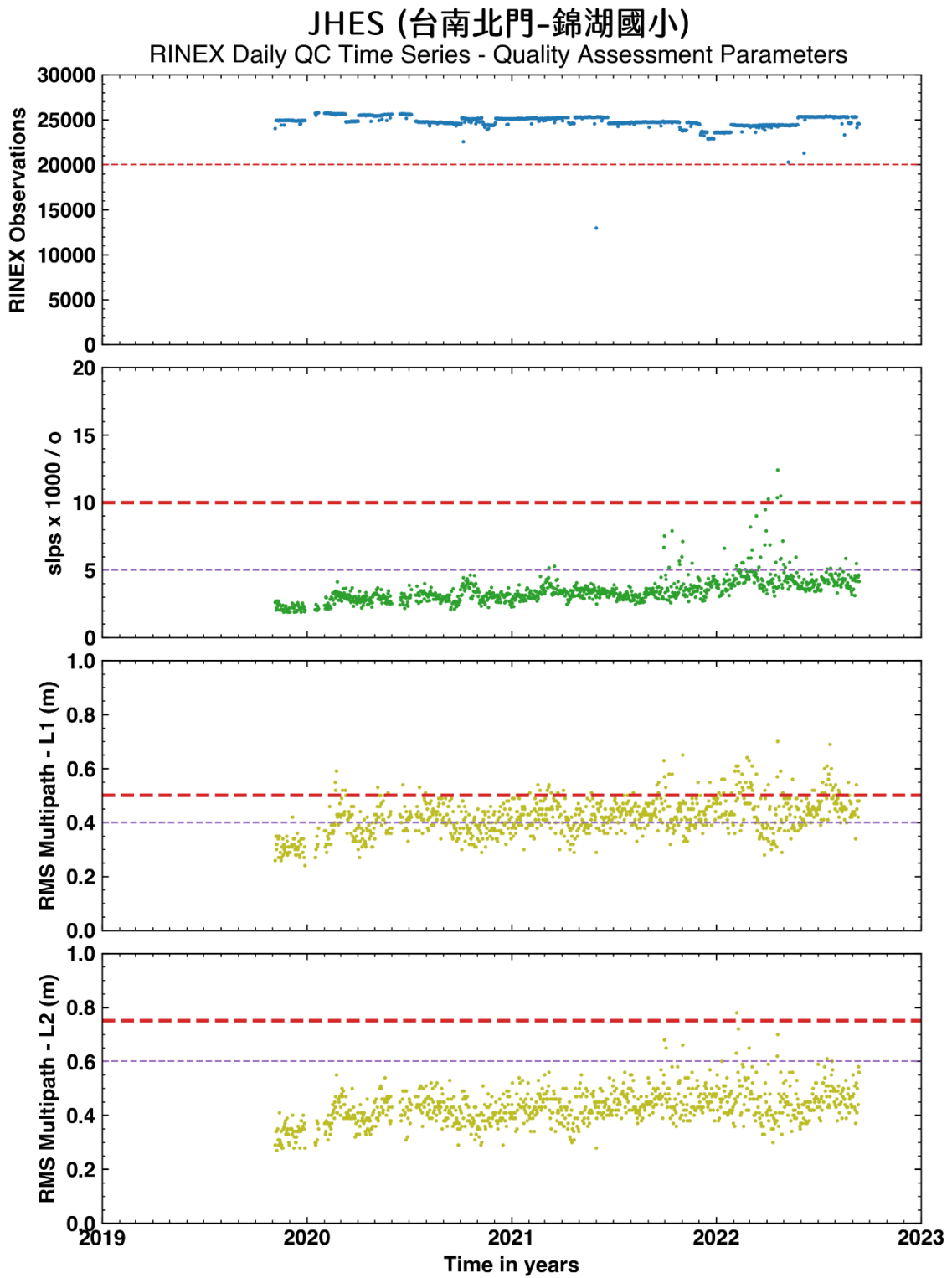
XPES (嘉義太保-新埤國小)

RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters

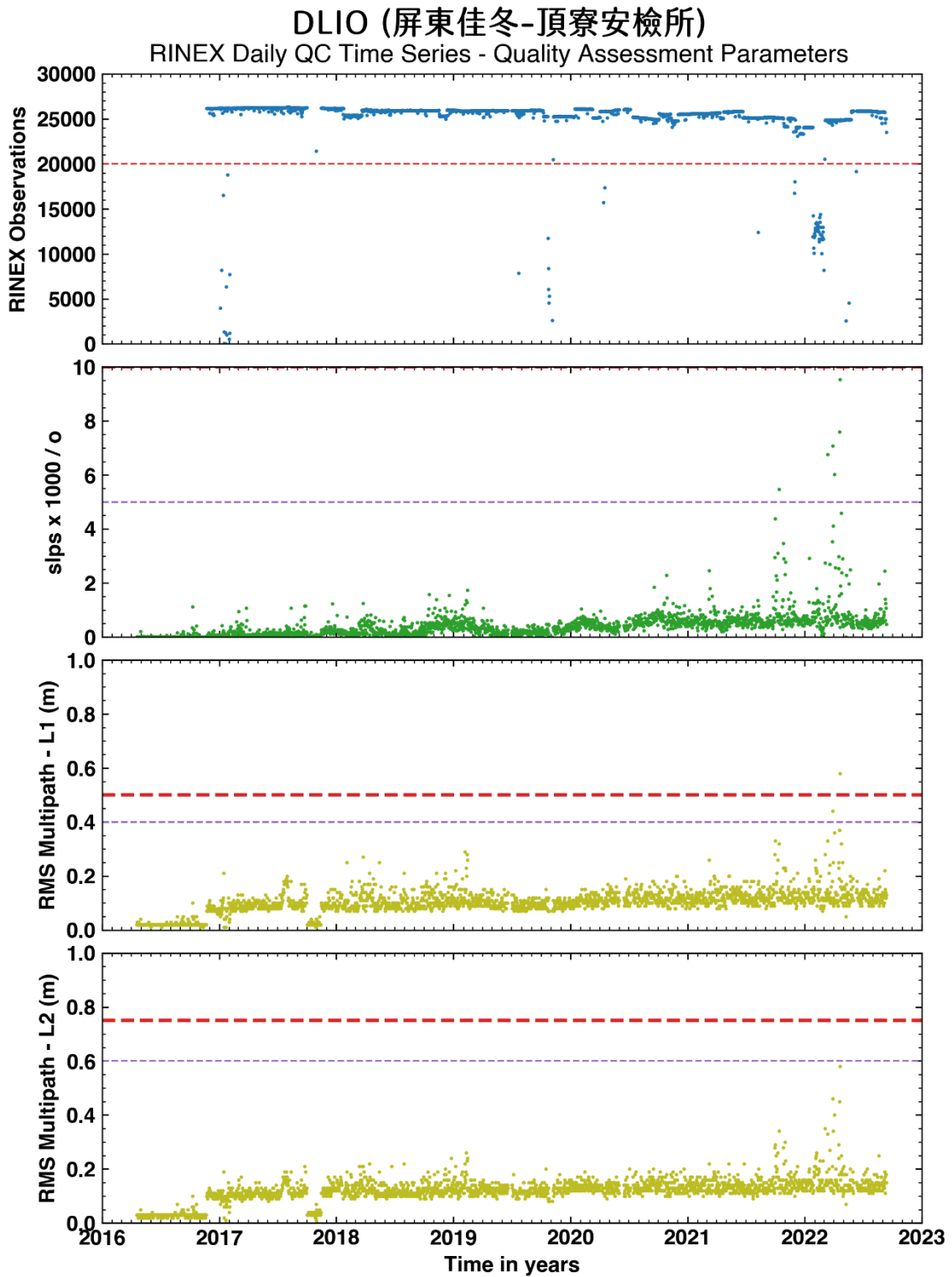


新埤國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



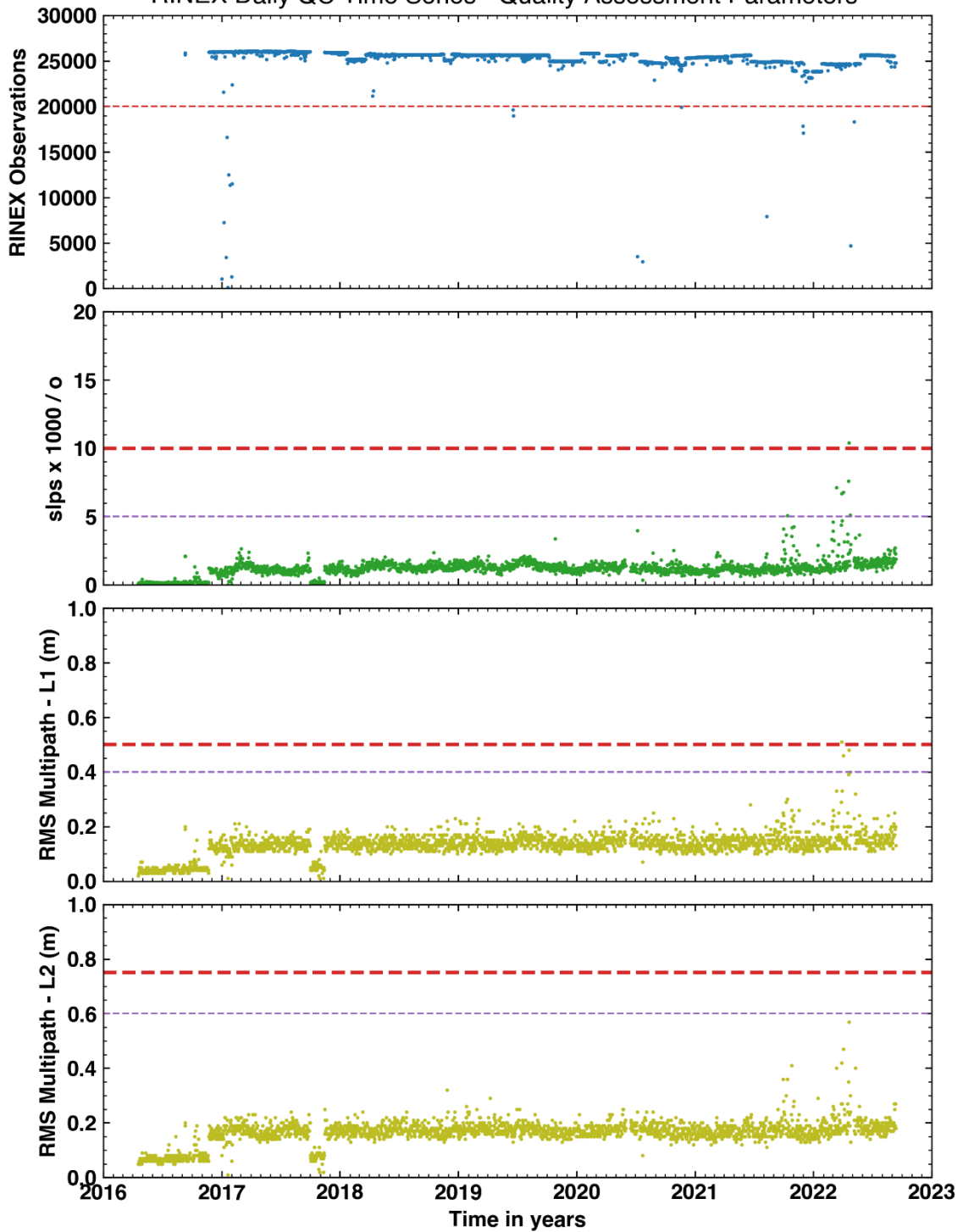
錦湖國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



頂寮安檢所 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

LBJS (屏東林邊-林邊國中)

RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters



林邊國中 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

附件四、111年10月深層水準樁維護

1. 灣內國小

- (1) 監測儀器(變位計、記錄器、電源系統)與傳輸系統均正常運作。
- (2) 樁位保護台、儀器箱完好無損(定期清潔)。
- (3) 本月份觀測資料無缺漏。



灣內國小深層水準樁設備維護(含儀器箱、樁位保護台清潔)