



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

9 月工作月報
(8 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 09 月 08 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8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8站）之初步分析成果顯示，111年度7月（單月），於嘉義、臺南地區所有點位皆為回脹，屏東之頂寮安檢所為些微壓縮、林邊國中則為回脹。深層水準樁（共1站）至8月之初步分析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回脹趨勢。

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	111/07	0	4.1(回脹)	六腳鄉 蒜頭國小潭墘分校	P.3
	臺南	111/07	0	6.5(回脹)	北門區錦湖國小	P.3
	屏東	111/07	0	-0.1(壓縮)	佳冬鄉頂寮安檢所	P.3
深層 水準樁	嘉義	111/08	0	2.8(回脹)	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	110/06~111/07	7.0 (回脹)	六腳鄉新埤國小	減緩	P.3
	屏東	110/08~111/07	-46.6 (壓縮)	佳冬鄉頂寮安檢所	增加	P.3
深層 水準樁	嘉義	111/05~111/08	0.1 (回脹)	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。

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) 8月維修 GNSS 固定站二次，為屏東頂寮安檢所，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
08/17	DLIO	MOXA 關機	電源、線路順過重開機等，MOXA 復電
08/26	DLIO	MOXA 關機	MOXA 故障，預計更換（採購中）

(二) 完成全臺水利署所屬 111 年 7 月 GNSS 資料處理及分析工作

1. 截至 111 年 7 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，結果顯示臺南地區的錦湖國小站之多路徑效應 MP1 未達標準外，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二）。
2. 至 111 年 7 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 6 月-111 年 7 月），嘉義、臺南地區較去年同期（110 年 6 月-110 年 7 月）呈現回脹之趨勢，但回脹量較上個月偏少。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，屏東頂寮安檢站所站呈輕微下陷（約 0.1 mm）。

3. 在累積變化量上（110年6月-111年7月），屏東地區兩站的下陷程度與前一期（109年8月-110年7月）增加，均在4~5 cm間。嘉義、臺南地區大多測站顯示20~30 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，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 07 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 07 月至 111 年 06 月平均				111 年 07 月平均					
嘉義布袋	布袋國小	BDES	96	24599.0	2.9	0.36	0.39	25612.9	2.9	0.36	0.37	✓	10 年以上
嘉義義竹	過路國小	CYGL	109	24308.6	3.6	0.42	0.44	25265.0	3.6	0.43	0.44	✓	
嘉義六腳	蒜頭國小 潭墘分校	TCBS	107	22695.4	8.5	0.59	0.57	25242.1	4.5	0.45	0.44	✓	
嘉義六腳	灣內國小	WNES	106	24458.2	3.8	0.41	0.42	24995.0	6.0	0.48	0.48	✓	
嘉義太保	新埤國小	XPES	107	23604.9	5.0	0.41	0.43	25524.0	3.4	0.39	0.41	✓	
臺南北門	錦湖國小	JHES	108	24408.6	4.0	0.44	0.45	25350.9	4.3	0.50	0.49	✓	
屏東佳冬	頂寮安檢所	DLIO	105	23400.6	0.9	0.14	0.15	25860.5	0.5	0.12	0.14	✓	
屏東林邊	林邊國中	LBJS	105	24486.1	1.6	0.16	0.18	25645.3	1.6	0.15	0.18	✓	

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 07 月~111 年 06 月。

表 5、111 年 7 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)	
				110/06 - 110/07	111/06 - 111/07	109/06 - 110/07	110/06 - 111/07
1	嘉義縣	布袋國小	BDES	9.6	8.1	-20.3	27.8
2		灣內國小	WNES	3.9	9.7	-40.7	7.3
3		新埤國小	XPES	3.0	5.8	-21.7	7.0
4		蒜頭國小 潭墘分校	TCBS	12.8	4.1	-28.8	20.8
5		過路國小	CYGL	12.2	5.9	-45.6	23.6
6	臺南市	錦湖國小	JHES	11.6	6.5	-35.7	26.1
編號	縣市	站名	測站代碼	單月變化量 (mm)		累積變化量 (mm)	
				110/06 - 110/07	111/06 - 111/07	109/08 - 110/07	110/08 - 111/07
7	屏東縣	林邊國中	LBSJ	13.9	1.8	-39.0	-42.8
8		頂寮安檢所	DLIO	6.3	-0.1	-34.9	-46.6

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 July)

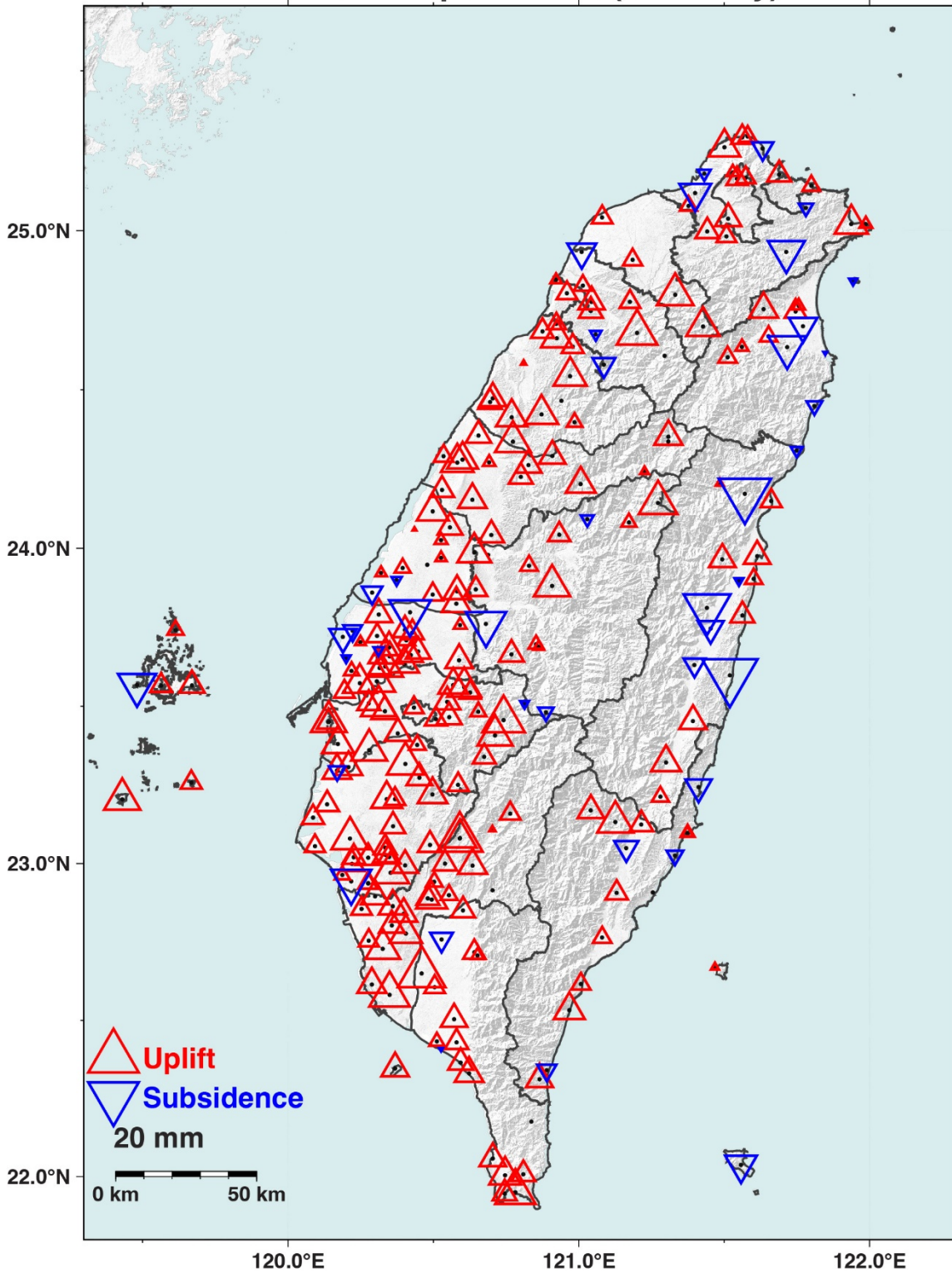


圖 2、111 年 7 月全臺 GNSS 連續站量測成果分析圖

(三) 完成嘉義地區 8 月份深層水準樁資料處理及分析工作。

1. 截至 111 年 8 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 8 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 19 mm 至回脹 0.1 mm）；今年 8 月份(111 年 7 月 31 日至 111 年 8 月 31 日)單月壓縮量未超過 1 cm（回脹 2.8 mm）。
2. 111 年 8 月嘉義地區之深層水準樁日觀測資料維持無缺漏，但因設置地點管理單位自行定期起閉電源、蓄電池蓄電容量遞減，導致時觀測資料有缺漏，已於 9 月 2 日排除。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 8 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)	
				110/8	111/8	110/5~110/8	111/5~111/8
1	嘉義	灣內國小	100	4.6	2.8 ↑	19	0.1 ↑

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，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) 進行嘉義地區 110 年 5 月 6 日-111 年 7 月 24 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 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 126 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 (圖 4)。
- (三) 進行屏東地區 110 年 7 月 5 日-111 年 7 月 24 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 5，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 106 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 (圖 6)。

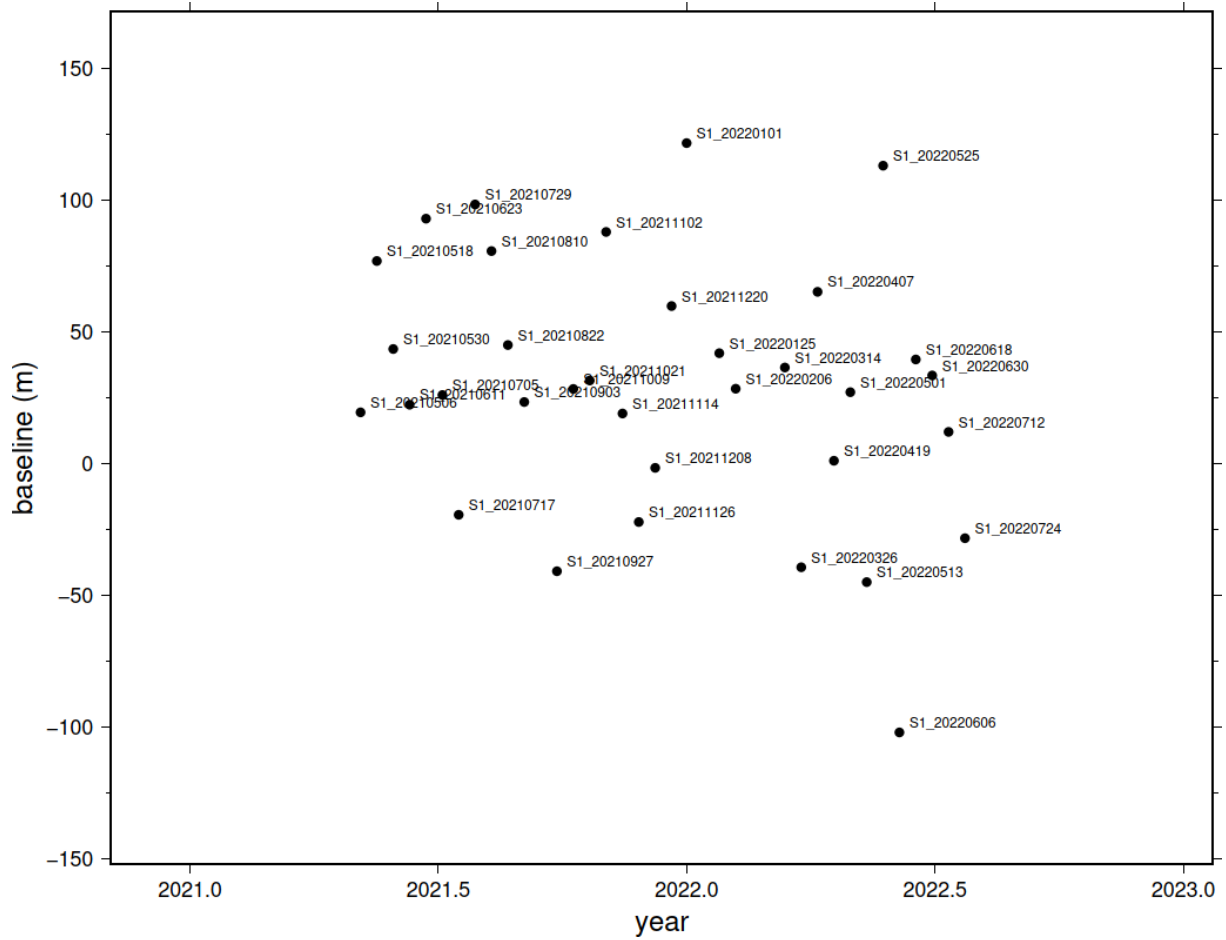


圖 3、110 年 5 月 6 日至 111 年 7 月 24 日時間與空間基線分布圖

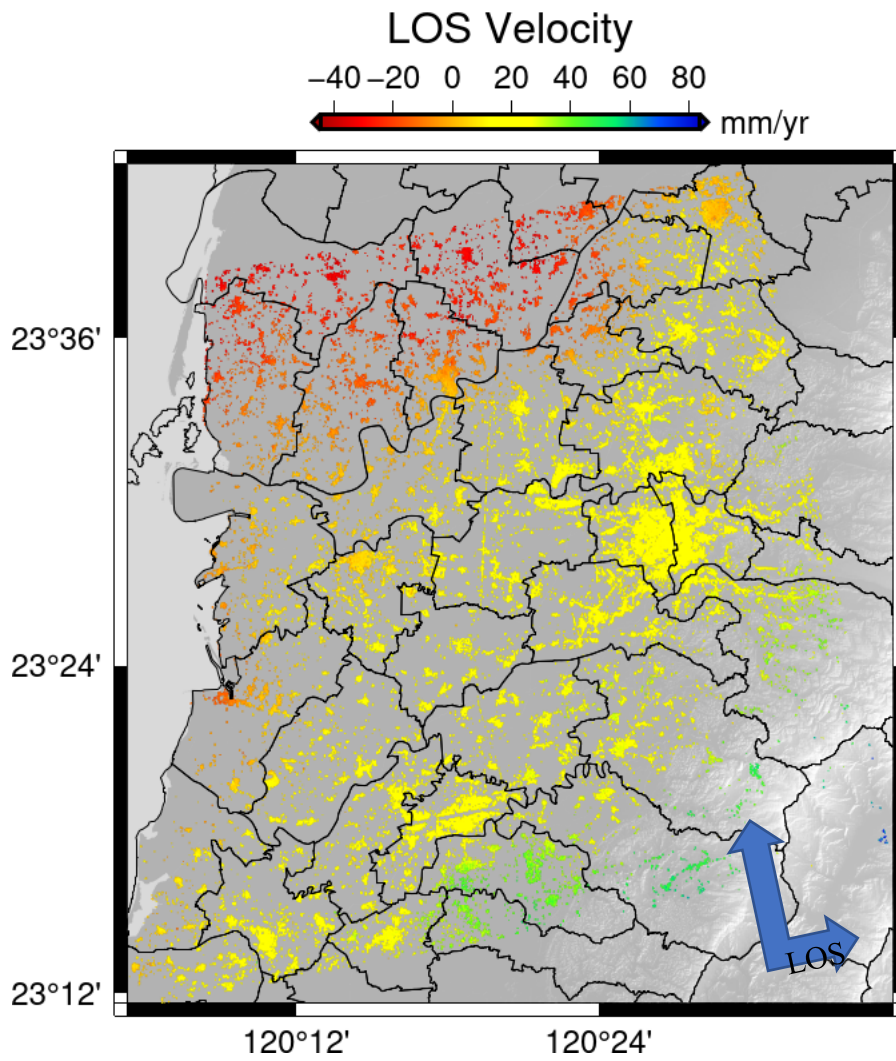


圖 4、110 年 5 月 6 日至 111 年 7 月 24 日嘉義區域視衛星方向年速度場

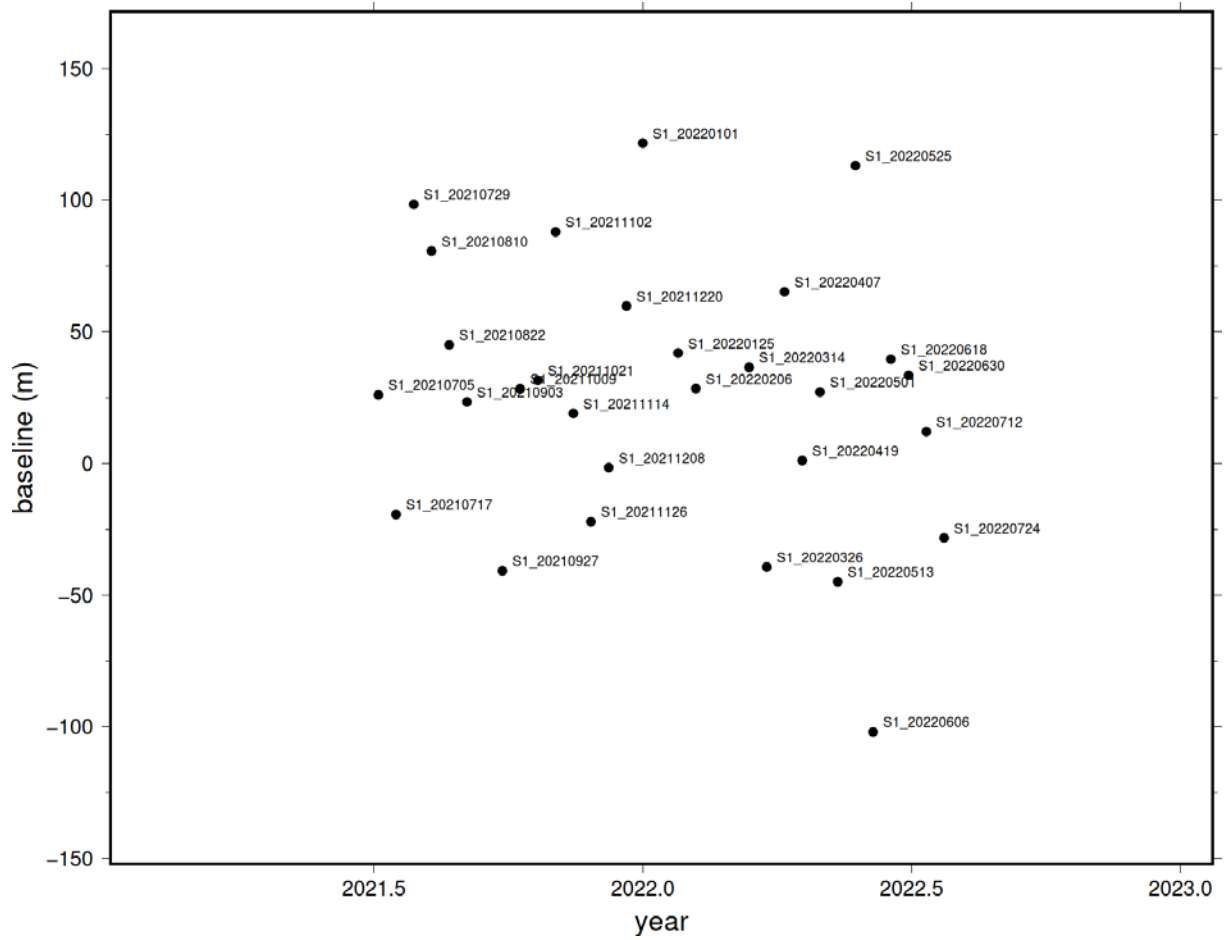


圖 5、110 年 7 月 5 日至 111 年 7 月 24 日時間與空間基線分布圖

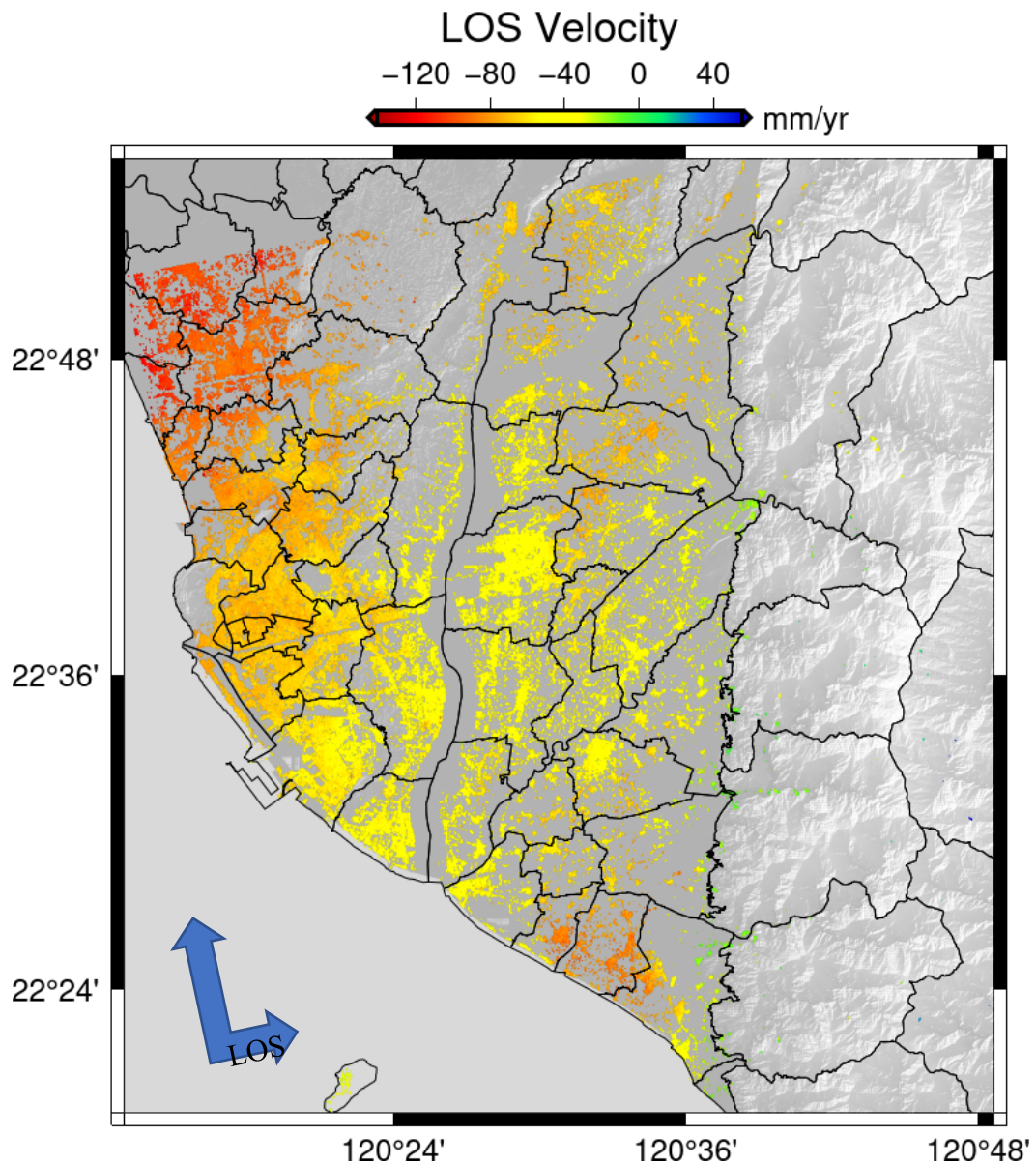



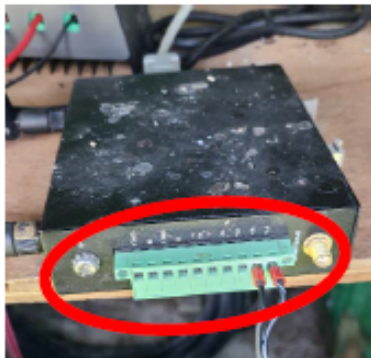
圖 6、110 年 7 月 5 日至 111 年 7 月 24 日屏東區域視衛星方向年速度場

附件一、111年8月GNSS固定站維修紀錄

GNSS 維修紀錄表

站名：頂寮安檢所 DLIO	日期：111/08/17
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. <input type="checkbox"/> 網路伺服器燈號確認： <u>MOXA 電源燈號未亮</u>	
3. <input checked="" type="checkbox"/> 電源系統確認：	
4. 狀況描述： 8/17(三)資料無法回傳。中午派人前往現場，為 MOXA 設備電源燈號未亮，網路通訊中斷，資料無法回傳。	
處置動作： 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，過程約一小時 MOXA 設備通電 (照片 2-右)，資料始回傳。	
現場照片：	
照片 1 	照片 2 

GNSS 維修紀錄表

站名：頂寮安檢所 DLIO	日期：111/08/26
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： <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 <hr/>	
2. <input type="checkbox"/> 網路伺服器燈號確認： <u>MOXA 電源燈號未亮</u> <hr/>	
3. <input checked="" type="checkbox"/> 電源系統確認： <hr/>	
4. 狀況描述： <p>8/25(四)資料無法回傳。8/26 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>	
處置動作： <p>8/26 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，MOXA 設備並無反應，推論為 MOXA 接電閘故障或 MOXA 故障。</p> <p>8/29 專業水電師傅至現場巡檢，電力線並無異常，經更換 MOXA 接電閘後 (照片 2-綠色結構)，MOXA 仍無反應，因此將 MOXA 拆回測試。</p>	
現場照片：	
照片 1 	照片 2 

附件二、111年8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

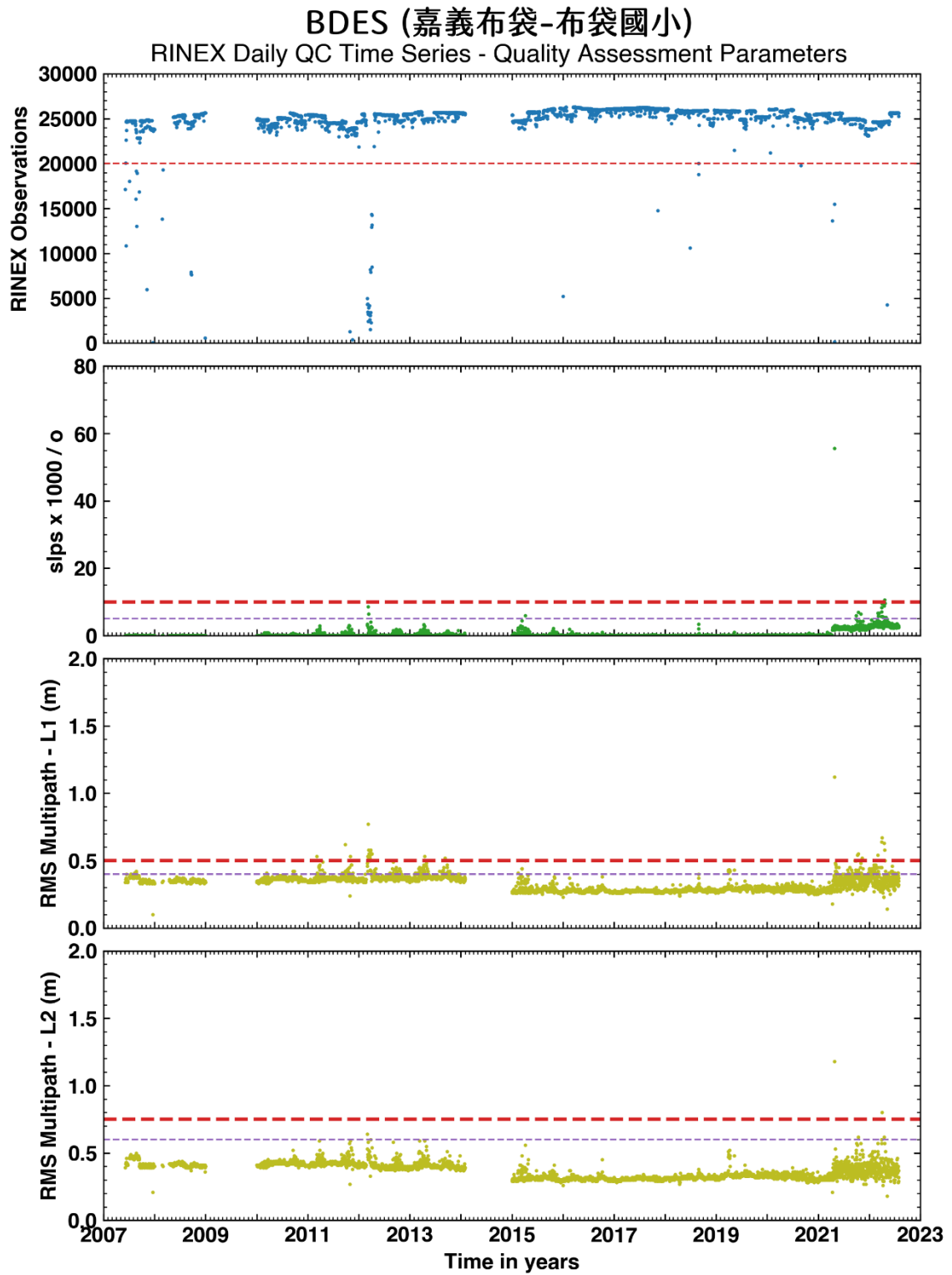


林邊國中



頂寮安檢所

附件三、111年7月GNSS固定站訊號品質指標

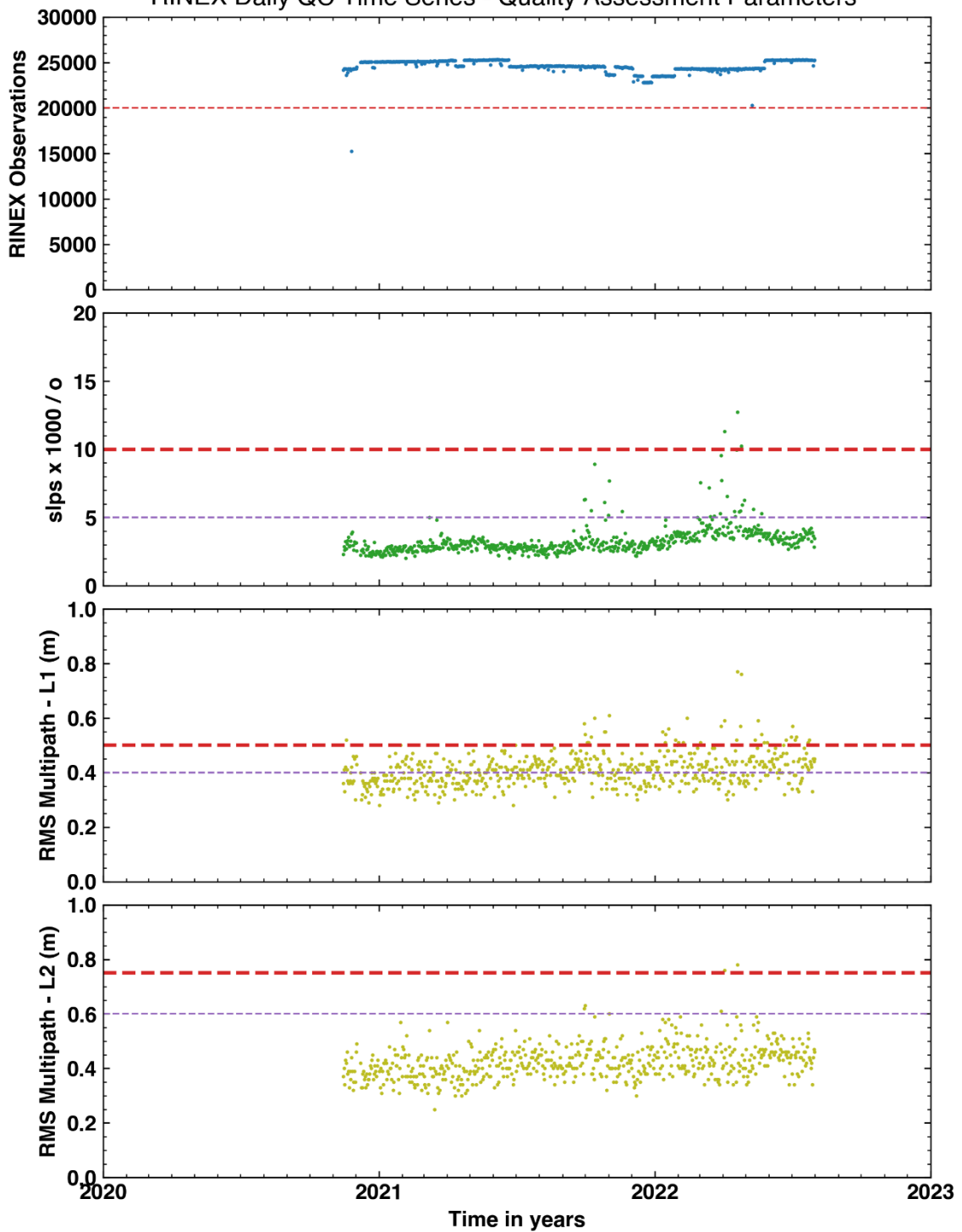


布袋國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(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)

CYGL (嘉義義竹-過路國小)

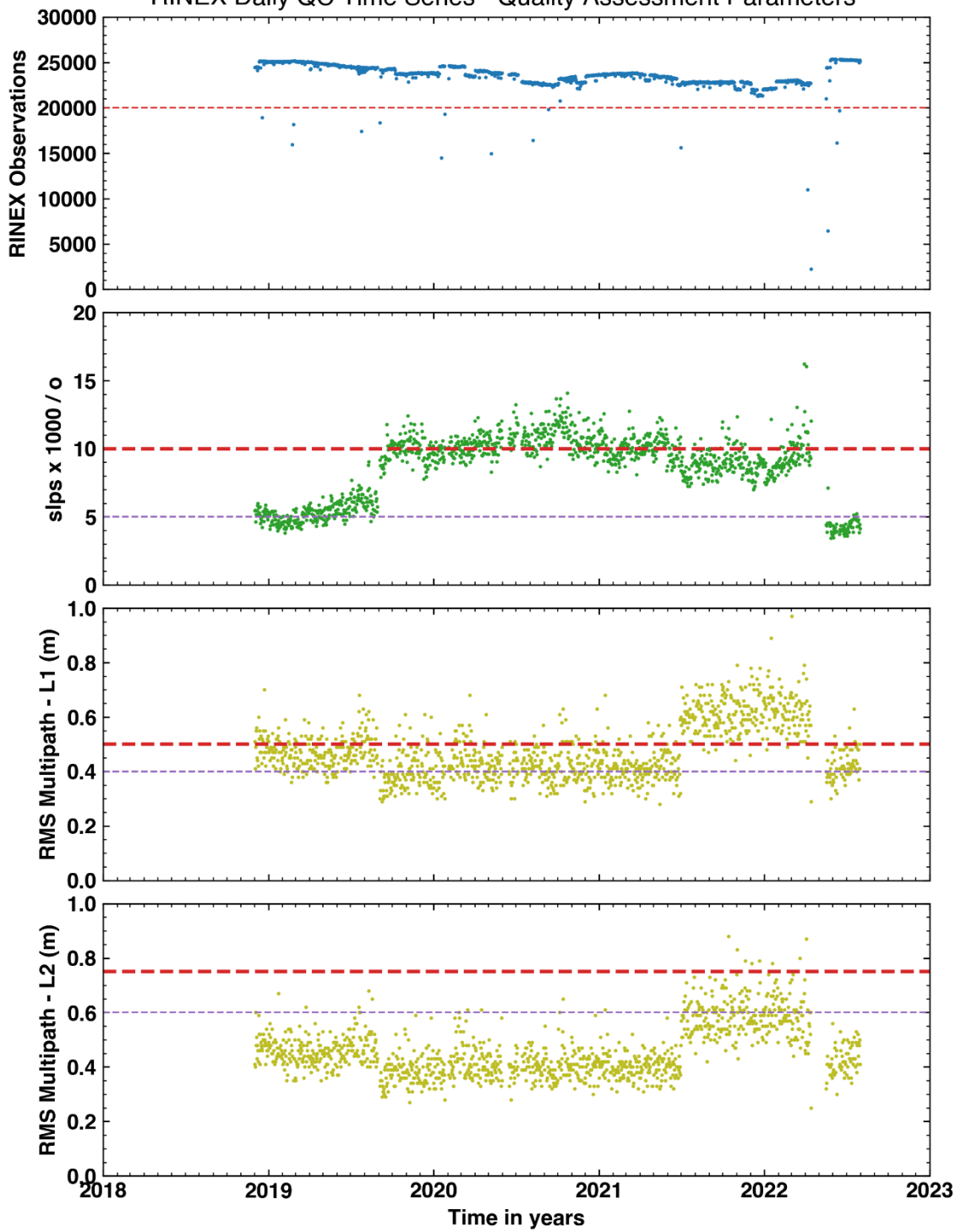
RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters



過路國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

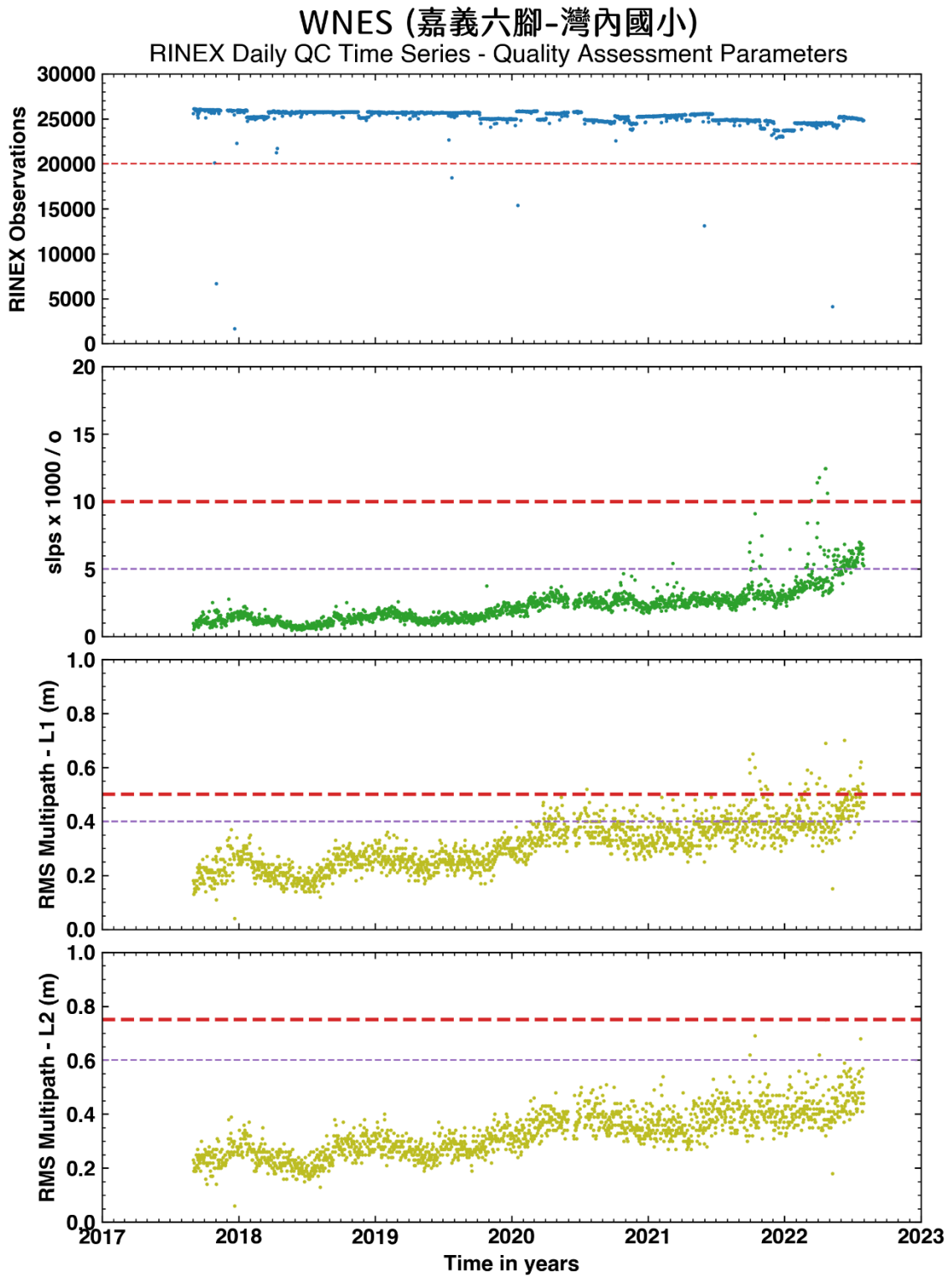
(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

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。

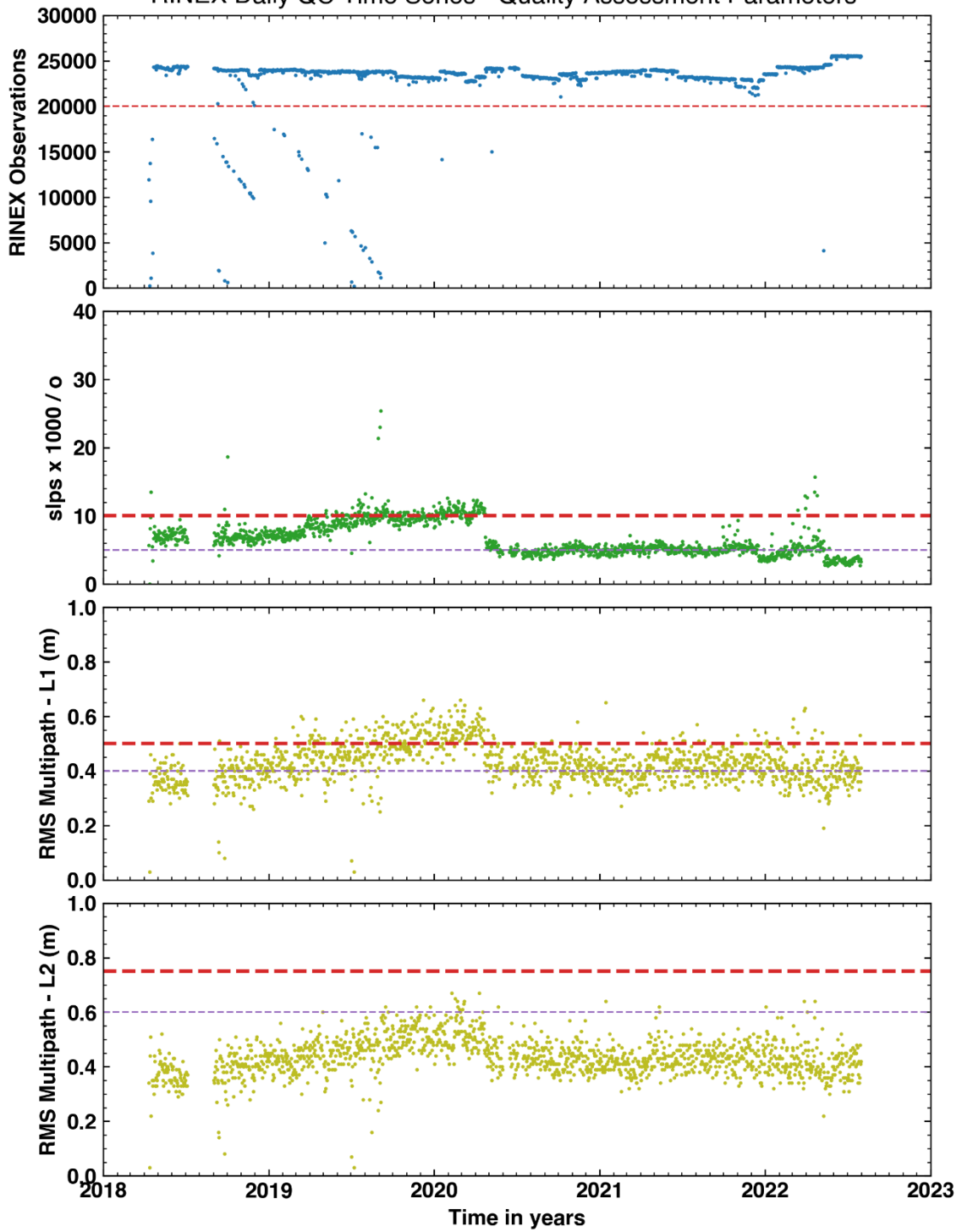
(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



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)

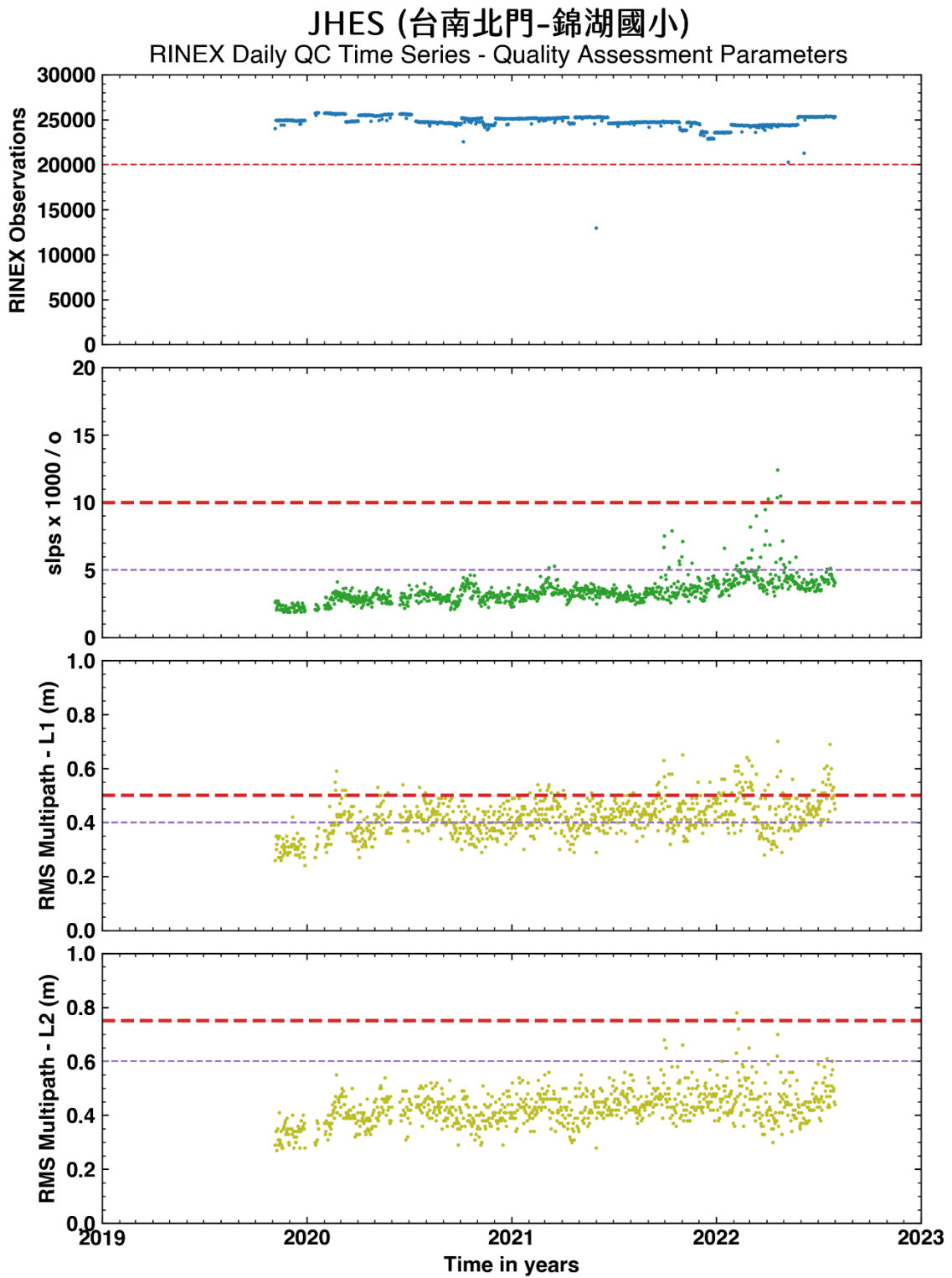
XPES (嘉義太保-新埤國小)

RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters

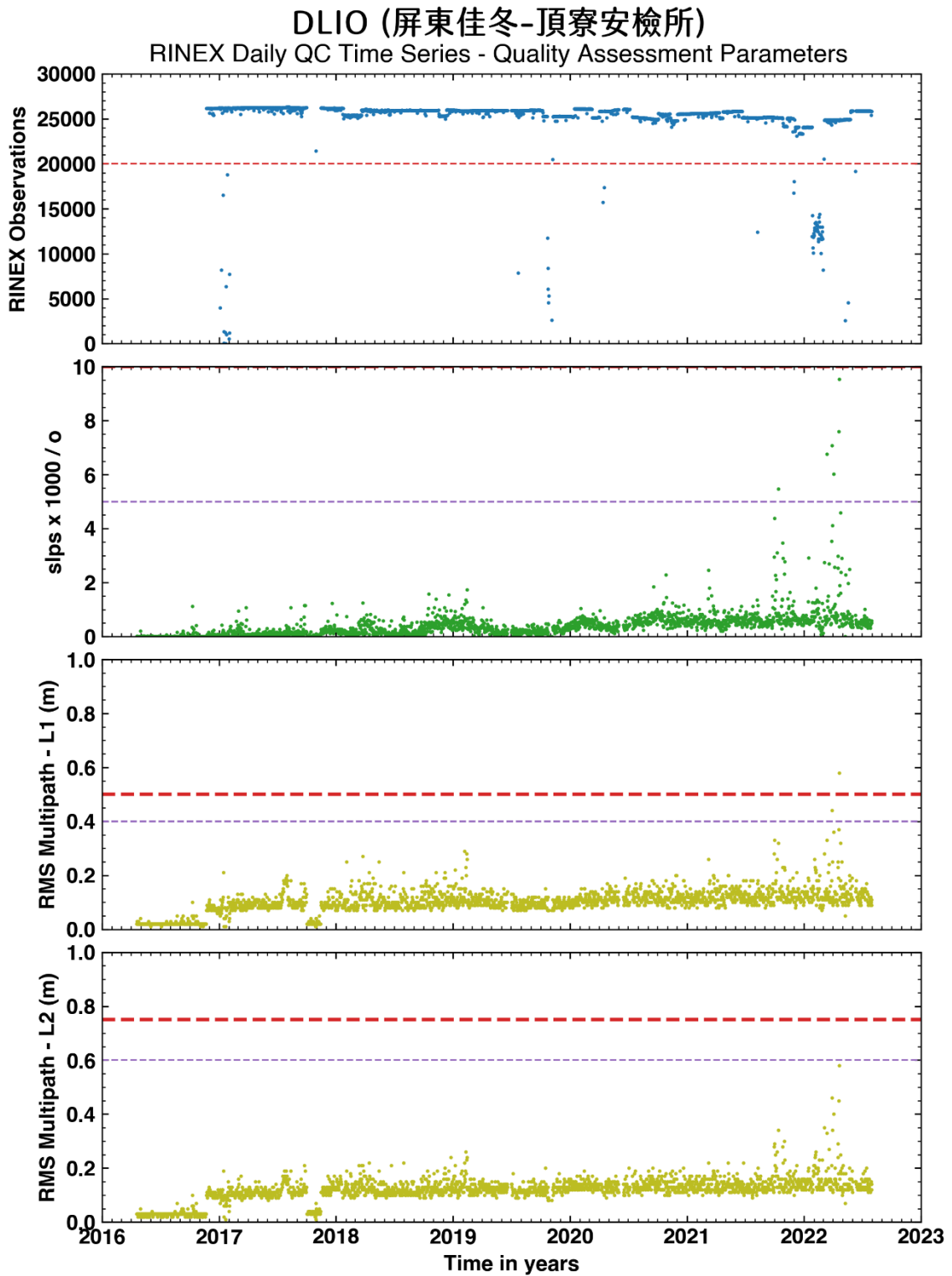


新埤國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(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)



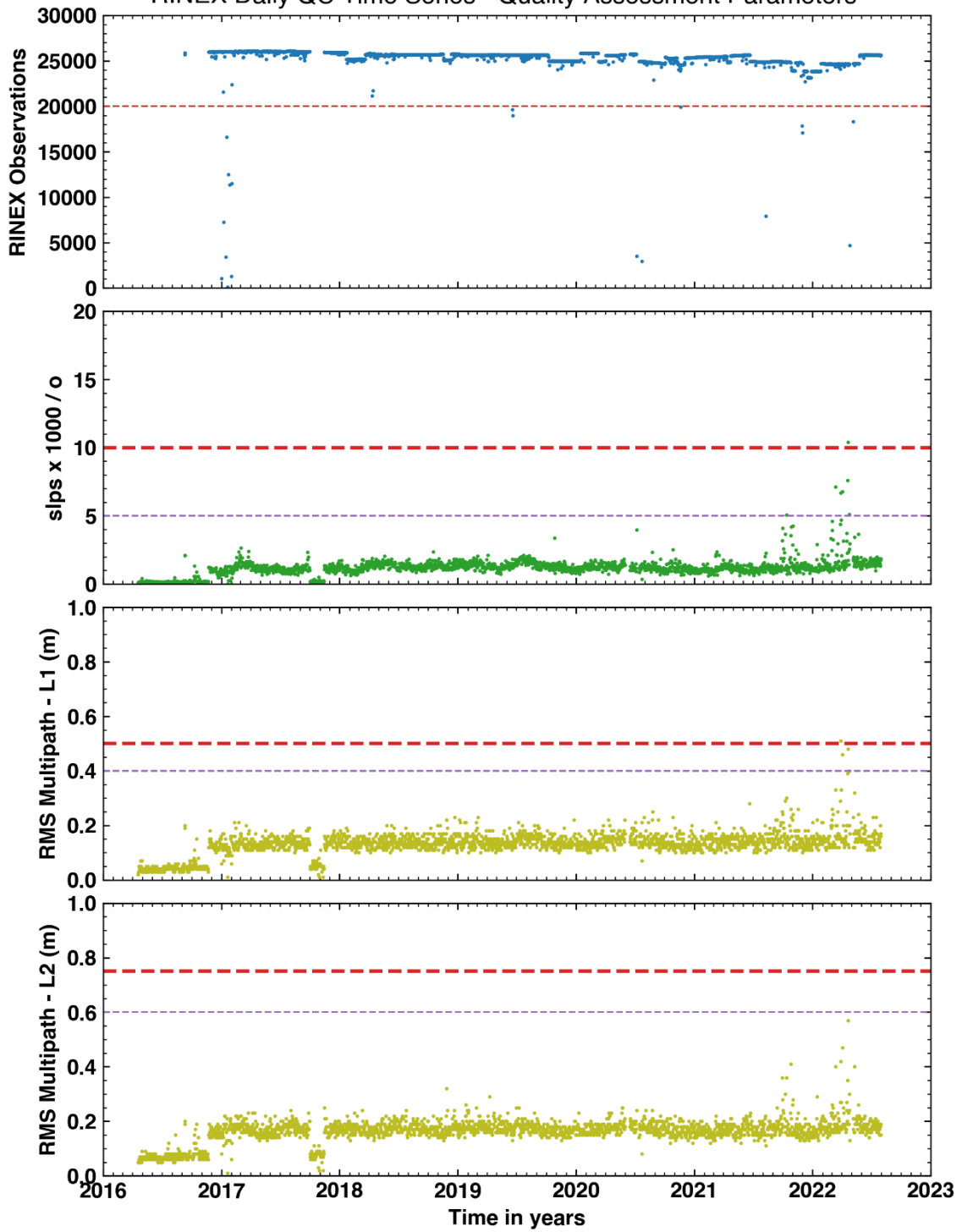
錦湖國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



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8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) 8月3日以後因設置地點管理單位自行定期啟閉電源、蓄電池蓄電容量遞減等因素，造成實際電源電壓範圍介於10.87以下~14.23(V)間。當電壓小於10.87 V時，記錄器停止運作，當電源(壓)恢復後，記錄器重啟運作，導致雖每日均有觀測資料(日觀測資料無缺漏)，但時觀測資料則有缺漏的情形。
- (3) 本計畫執行團隊除溝通設置地點管理單位避免誤操作電源開關外，另已於9月2日前往更換蓄電池。
- (4) 樁位保護台、儀器箱完好無損(定期清潔)。



灣內國小深層水準樁設備維護(含儀器箱、樁位保護台清潔)及電池更新