



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

7 月工作月報
(6 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 07 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、台中、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6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5月（單月）於嘉義灣內國小及新埤國小有顯著之壓縮趨勢，經查於5/10當天分別有13.6及11.0公分之顯著永久性沉陷，導致灣內國小及新埤國小出現8公分以上的壓縮量。本計畫進一步清查資料，發現這兩個站的儀器序號在5/9-5/10因不明原因發生互換，本計畫將持續修正此錯誤紀錄，並在下個月完成進一步的資料計算與原因確認。至於其他測站，則皆為些微抬升；屏東則皆為壓縮趨勢；深層水準樁（共1站）之初步分析成果則顯示嘉義縣六腳鄉灣內國小於100公尺深度範圍內地層則呈微幅壓縮趨勢。

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	111/05	2	-89.3 (壓縮)	六腳鄉灣內國小	P.3
	臺南	111/05	0	4.7 (回脹)	北門區錦湖國小	P.3
	屏東	111/05	0	-8.8 (壓縮)	林邊鄉林邊國中	P.3
深層 水準樁	嘉義	111/06	0	-2.2 (壓縮)	六腳鄉灣內國小	P.7

- 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	110/06~111/05	-85.1 (壓縮)	六腳鄉灣內國小	增加	P.3
	屏東	110/08~111/05	-44.1 (壓縮)	林邊鄉林邊國中	減緩	P.3
深層 水準樁	嘉義	111/05~111/06	-2.2 (壓縮)	六腳鄉灣內國小	增加	P.7

- 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 06 月 06 日至 06 月 23 日完成作業。
(三) 臺中地區水準測量外業工作於 06 月 20 日起測。

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) 6月維修GNSS固定站五次，三次為臺南錦湖國小，一次為嘉義蒜頭國小潭墘分校，一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
06/06	JHES	數據機開關故障	通報中華電信
06/10	DLIO	熱當機	重新開機
06/14	JHES	數據機開關故障	通報中華電信
06/14	TCBS	鉛酸電池充電器無法充電	更換鉛酸電池充電器
06/27	JHES	數據機開關故障	通報中華電信

(二) 完成全台水利署所屬111年5月GNSS資料處理及分析工作

1. 截至111年5月底止，嘉義、臺南與屏東地區持續監測之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）針對署內GNSS固定站訊號進行分析顯示（表4，詳細訊號品質請參考附件二），於嘉義、臺南及屏東之固定站訊號品質多符合IGS標準，僅蒜頭國小潭墘分校之多路徑MP1及週波脫落指標高於IGS標準值。
2. 至111年5月底止之GNSS成果顯示（表5），於嘉義灣內國小及新埤國小有顯著之壓縮趨勢，經查於5/10當天有顯著之跳動，原因待查明確認，嘉義其他測站皆為些微抬升；屏東則皆為壓縮趨勢；。

表 4、111 年 05 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 05 月至 111 年 04 月平均				111 年 05 月平均					
嘉義布袋	布袋國小	BDES	96	24693.8	2.8	0.36	0.39	24093.3	3.2	0.33	0.36	✓	10 年以上
嘉義義竹	過路國小	CYGL	109	24364.3	3.4	0.41	0.43	24323.7	4.0	0.44	0.45	✓	
嘉義六腳	蒜頭國小 潭墘分校	TCBS	107	22603.1	9.3	0.58	0.56	22677.8	4.4	0.39	0.39		
嘉義六腳	灣內國小	WNES	106	24576.0	3.4	0.40	0.41	23777.8	4.8	0.39	0.42	✓	
嘉義太保	新埤國小	XPES	107	23444.2	5.2	0.42	0.43	23924.4	4.1	0.37	0.37	✓	
臺南北門	錦湖國小	JHES	108	24436.2	3.9	0.44	0.46	24393.7	4.4	0.43	0.44	✓	
屏東佳冬	頂寮安檢所	DLIO	105	23620.6	0.9	0.14	0.15	23136.6	0.8	0.12	0.14	✓	
屏東林邊	林邊國中	LBJS	105	24545.0	1.5	0.16	0.18	24575.2	1.8	0.17	0.21	✓	

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 05 月~111 年 04 月。

表 5、111 年 05 月水利署嘉義、臺南及屏東地區所屬 GNSS 固定站觀測成果

編號	縣市	站名	測站代碼	單月變化量 (mm)		累積變化量 (mm)	
				110/05	111/05	109/06 - 110/05	110/06 - 111/05
1	嘉義縣	布袋國小	BDES	-3.2	5.0	-30.1	9.3
2		灣內國小	WNES	-17.5	-89.3	-49.7	-85.1
3		新埤國小	XPES	-11.1	-82.3	-26.2	-69.8
4		蒜頭國小 潭墘分校	TCBS	-9.3	0.1	-39.6	9.6
5		過路國小	CYGL	-9.8	6.4	-	8.8
6	臺南市	錦湖國小	JHES	-7.8	4.7	-48.4	9.3
編號	縣市	站名	測站代碼	單月變化量 (mm)		累積變化量 (mm)	
				110/05	111/05	109/08 - 110/05	110/08 - 111/05
7	屏東縣	林邊國中	LBJS	-11.2	-8.8	-49.9	-44.1
8		頂寮安檢所	DLIO	-9.6	-8.5	-38.2	-42.9

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 May)

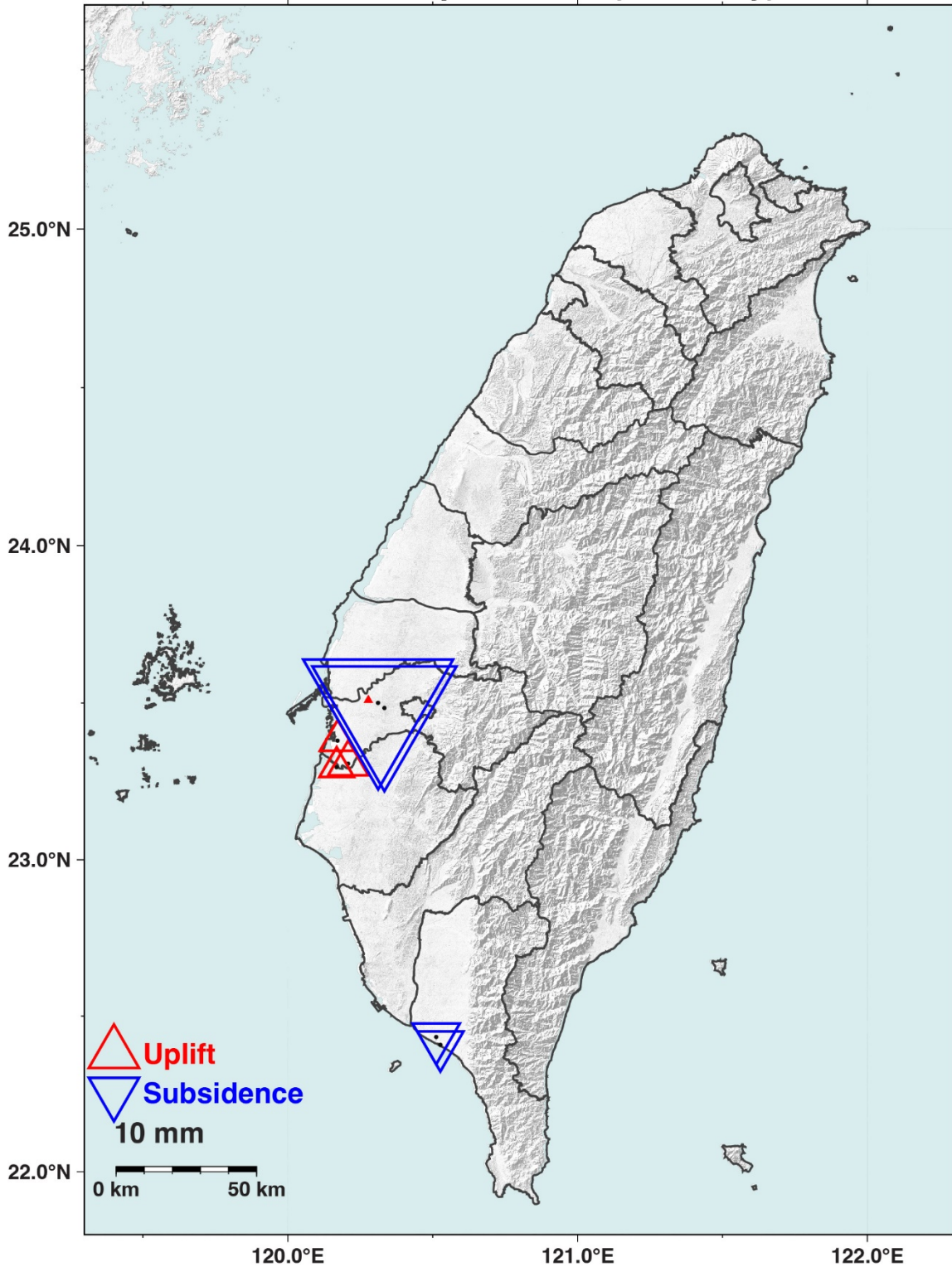


圖 2、111 年 05 月嘉義、臺南及屏東地區水利署所屬 GNSS 連續站量測成果分析圖

(三) 完成嘉義地區 06 月份深層水準樁資料處理及分析工作。

1. 截至 111 年 6 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~111 年 6 月底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(壓縮 2.2 mm)，相較去年同期之變化量而言，整體壓縮趨勢增加（由回脹 13.9mm 至壓縮 2.2 mm）；今年 6 月份單月壓縮量未超過 1 cm。
2. 111 年 06 月嘉義地區之深層水準樁無資料缺失，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。現場環境維護紀錄詳附件三。

表 6、嘉義地區深層水準樁 111 年 06 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)	
				110/6	111/6	110/5~110/6	111/5~111/6
1	嘉義	灣內國小	100	13.9	-2.2	13.9	-2.2↑

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 05 月為起始時間，屏東地區以 110 年 07 月為起始時間。
- (二) 進行嘉義地區 110 年 5 月 6 日～111 年 5 月 25 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) 進行屏東地區 110 年 7 月 25 日～111 年 5 月 25 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 24 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 86 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 (圖 6)。

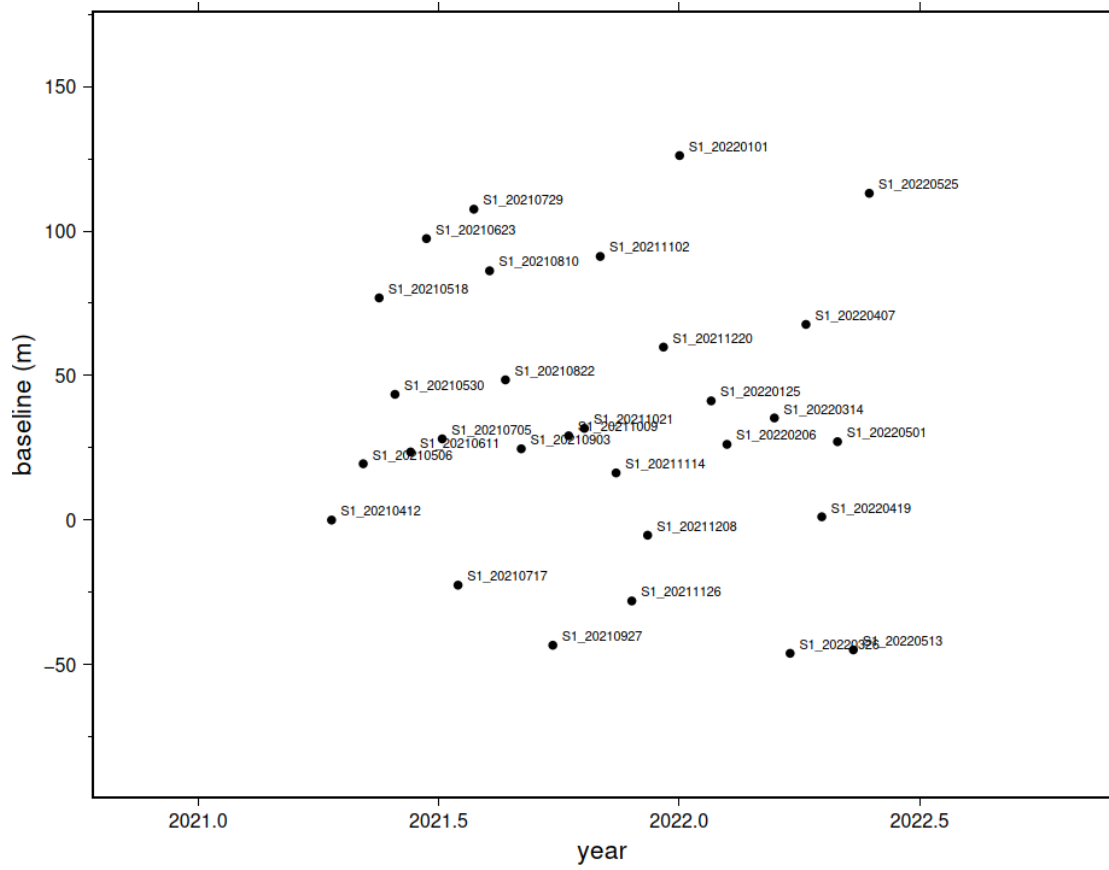


圖 3、110 年 05 月 06 日至 111 年 05 月 25 日時間與空間基線分布圖

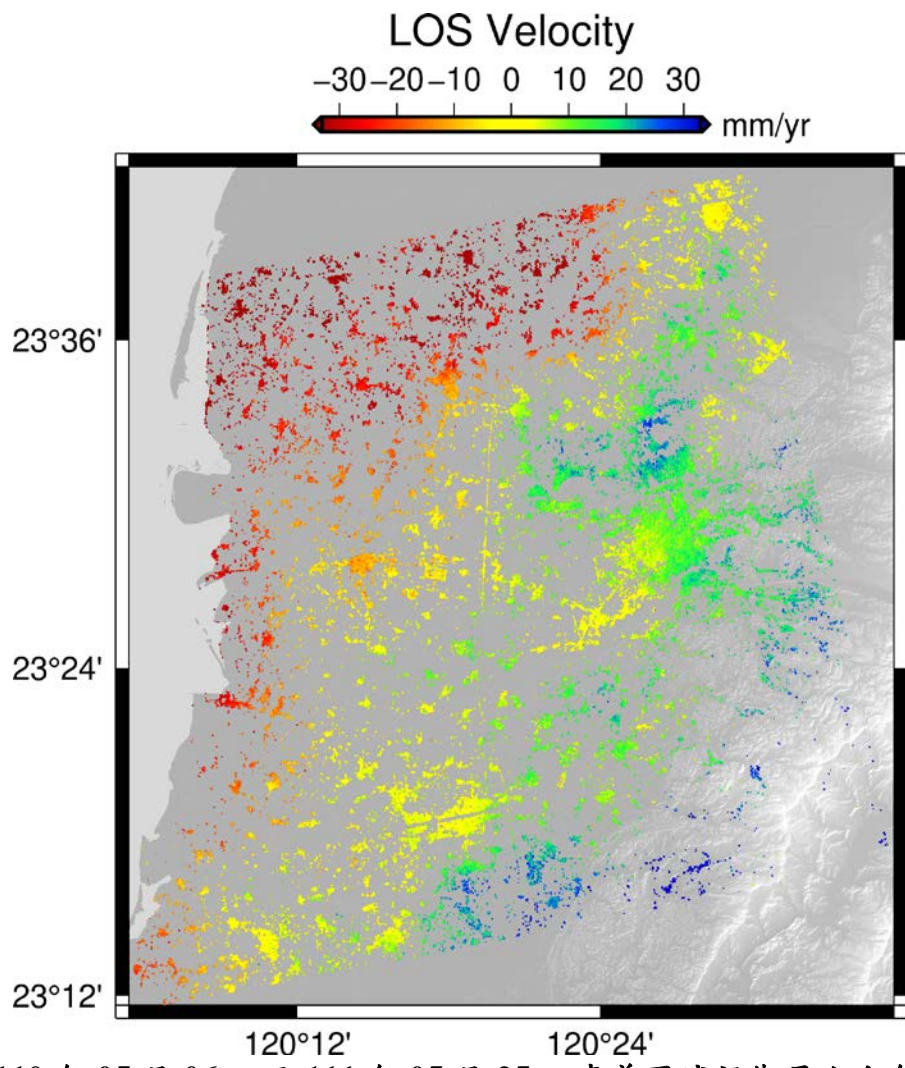


圖 4、110 年 05 月 06 日至 111 年 05 月 25 日嘉義區域視衛星方向年速度場

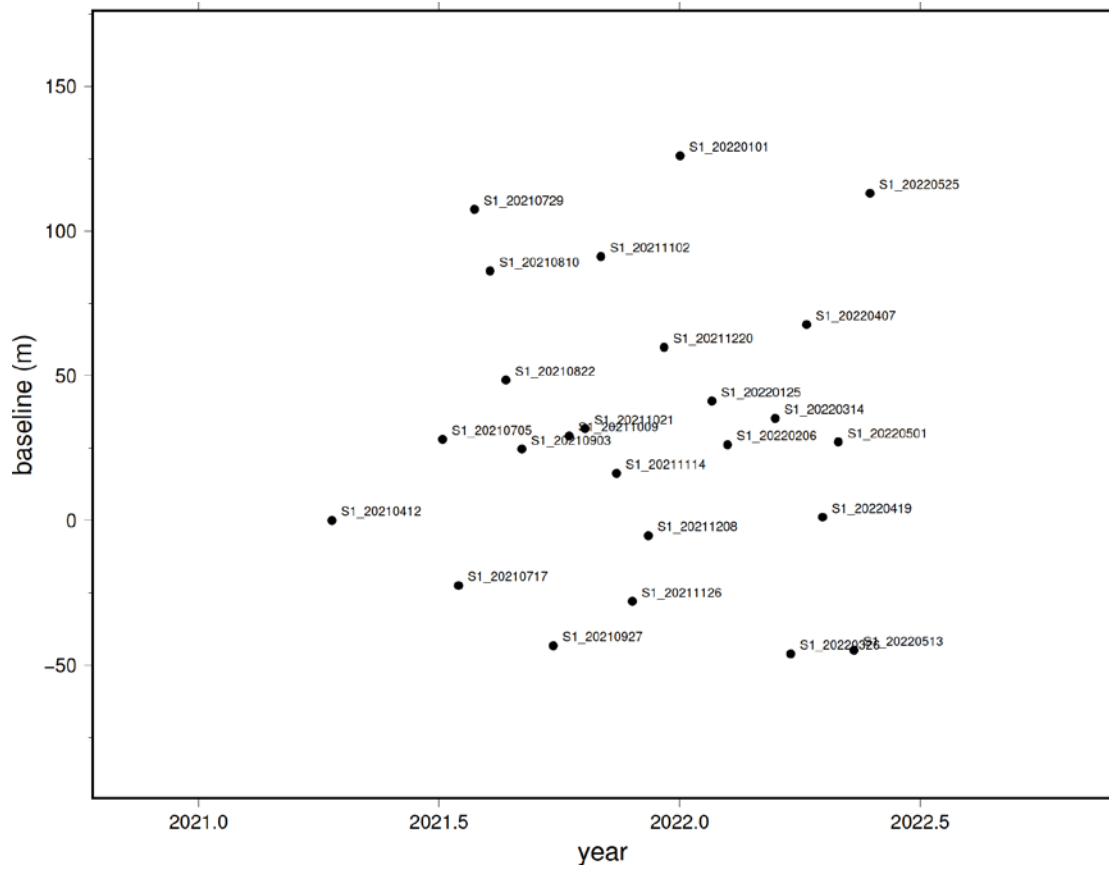


圖 5、110 年 07 月 05 日至 111 年 05 月 25 日屏東地區時間與空間基線分布圖

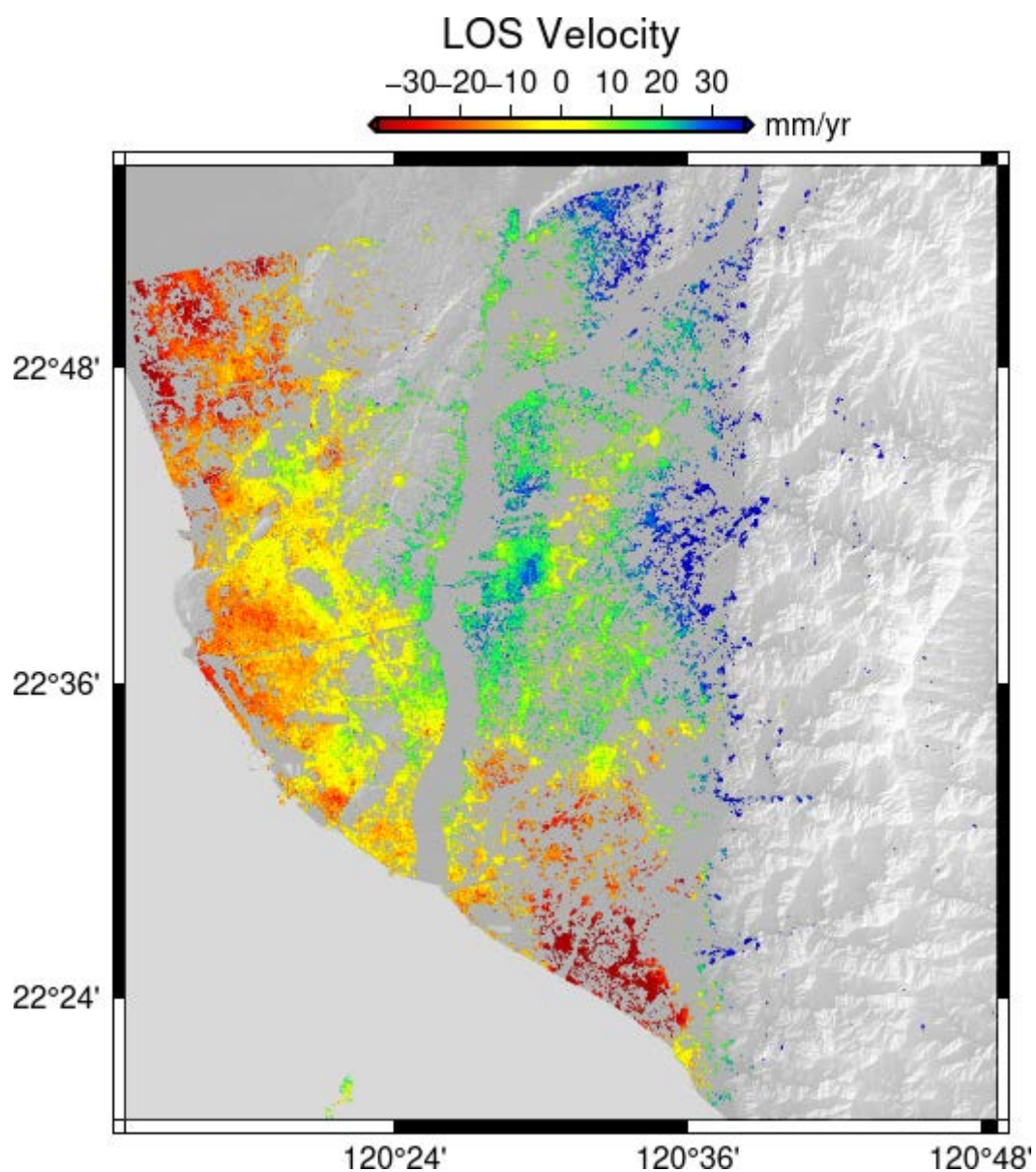


圖 6、110 年 07 月 05 日至 111 年 05 月 25 日苗栗區域視衛星方向年速度場

附件一、111年06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：錦湖國小 JHES	日期：111/06/06
<p>現場狀況確認及記錄：(綠燈正常反黑，如為其他燈號註記)</p> <p>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</p> <hr/> <p>2. <input type="checkbox"/> 網路伺服器燈號確認： <u>中華電信數據機電源開關故障</u></p> <p>3. <input checked="" type="checkbox"/> 電源系統確認： <hr/></p> <p>4. 狀況描述： 中華電信數據機電源開關故障，該數據機為 100 年購入之機器，應為電線老舊所致 (照片 1)。</p>	
<p>處置動作：</p> <p>06/06： 現場撥打 3 通中華電信申告電話，每通約等待 10~15 分鐘，未能順利接通，離開現場。回辦公室，持續撥打申告電話，至下班仍無接通。</p> <p>06/09： 中華電信接通申告電話。</p> <p>6/10： 中華電信工程師至現場排除障礙後，資料始回傳。 其回報因機器老舊，開關鍵故障。</p>	

20220602_V1

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：111/06/10
<p>現場狀況確認及記錄：(綠燈正常反黑，如為其他燈號註記)</p> <p>1. GNSS 接收儀燈號確認：</p> <p> <input type="checkbox"/> 電源 <input type="checkbox"/> SD 卡容量 <input type="checkbox"/> SD 卡寫入 <input type="checkbox"/> 定位狀態</p> <p> GNSS 接收儀所有燈號未亮 (照片 1)</p> <hr/> <p>2. <input type="checkbox"/> 網路伺服器燈號確認：</p> <hr/> <p>3. <input type="checkbox"/> 電源系統確認：</p> <hr/> <p>4. 狀況描述：</p> <p> 6/02(四)資料無法回傳。</p>	
<p>處置動作：</p> <p>因頂寮安檢所需署內公文才能進入，於 6/9 日收到公文後，6/10 日派人前往現場，設備燈號皆正常，因此將總電源關閉重啟後，資料正常回傳。</p>	

GNSS 維修紀錄表

站名：錦湖國小 JHES	日期：111/06/14
<p>現場狀況確認及記錄：(綠燈正常反黑，如為其他燈號註記)</p> <p>1. GNSS 接收儀燈號確認：</p> <p> ■ 電源 ■ SD 卡容量 ■ SD 卡寫入 ■ 定位狀態</p> <hr/> <p>2. <input type="checkbox"/> 網路伺服器燈號確認：</p> <p> 中華電信數據機電源開關故障</p> <hr/> <p>3. <input checked="" type="checkbox"/> 電源系統確認：</p> <hr/> <p>4. 狀況描述：</p> <p> 中華電信數據機電源開關故障，該數據機為 100 年購入之機器，為設備老舊所致 (照片 1)。</p>	
<p>處置動作：</p> <p>前一次故障排除為，6/10 中華電信工程師至現場後回報因機器老舊開關故障，該工程師告知無法更換數據機。</p> <p>此次亦為數據機開關故障，因此以膠帶黏筆蓋固定該開關後，恢復網路傳輸，資料回傳 (照片 2)。</p>	
現場照片：	
<p>照片 1</p> 	<p>照片 2</p> 

GNSS 維修紀錄表

站名：蒜頭國小潭墘分校 TCBS	日期：111/06/14
現場狀況確認及記錄：(燈號正常反黑，如為其他燈號註記)	
1. GNSS 接收儀燈號確認：	
<input type="checkbox"/> 電源 <input type="checkbox"/> SD 卡容量 <input type="checkbox"/> SD 卡寫入 <input type="checkbox"/> 定位狀態	
<u>GNSS 接收儀所有燈號未亮 (照片 1 - 右圖)</u>	
2. <input checked="" type="checkbox"/> 網路伺服器燈號確認：	

3. <input type="checkbox"/> 電源系統確認：	
<u>鉛酸電池充電器正常，兩顆電池約剩 10 V</u>	
4. 狀況描述：	
<p>6/14 中午過後，此站資料無法回傳，派員至現場處理，該狀況同 5/23 日之故障事件，接收儀燈號未亮，判斷 GNSS 接收儀未過電，然鉛酸電池充電器燈號正常，經量測電池電壓約 10 V，接收儀因電壓不足關閉。</p>	
處置動作：	
<p>此次故障事件與 5/23 日狀況相似，然於 5/23 日已更換兩顆車用電池，因此非電池老舊，電充不進去所致，6/14 於現場無法判定為何原因導致；6/15 日經專業人員進行線路檢查，雖鉛酸電池充電器燈號為亮燈 (照片 1 - 左圖)，然該鉛酸電池充電器並無法過電至電池，經更換線路後仍無法充電，判斷該充電器損壞，更換鉛酸電池充電器後過半小時，電池恢復電力，接收儀重新開機，資料恢復接收回傳。</p>	
現場照片：	
照片 1	照片 2
	

GNSS 維修紀錄表

站名：錦湖國小 JHES	日期：111/06/27
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>中華電信數據機電源開關故障</u> <hr/> 3. <input checked="" type="checkbox"/> 電源系統確認： <hr/> 4. 狀況描述： 中華電信數據機電源開關故障，該數據機為 100 年購入之機器，為設備老舊所致。	
處置動作： 前二次故障排除分別為 6/6、6/14 日，中華電信工程師於第一次至現場後回報因機器老舊開關故障，該工程師告知無法更換數據機；第二次亦為數據機開關故障，因此以膠帶黏筆蓋固定該開關後，恢復網路傳輸，資料回傳。 此次再申報數據機故障，6/28 日中華電信工程師再至現場處理，資料恢復接收。	
現場照片：	
照片 1	照片 2

附件二、111年06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

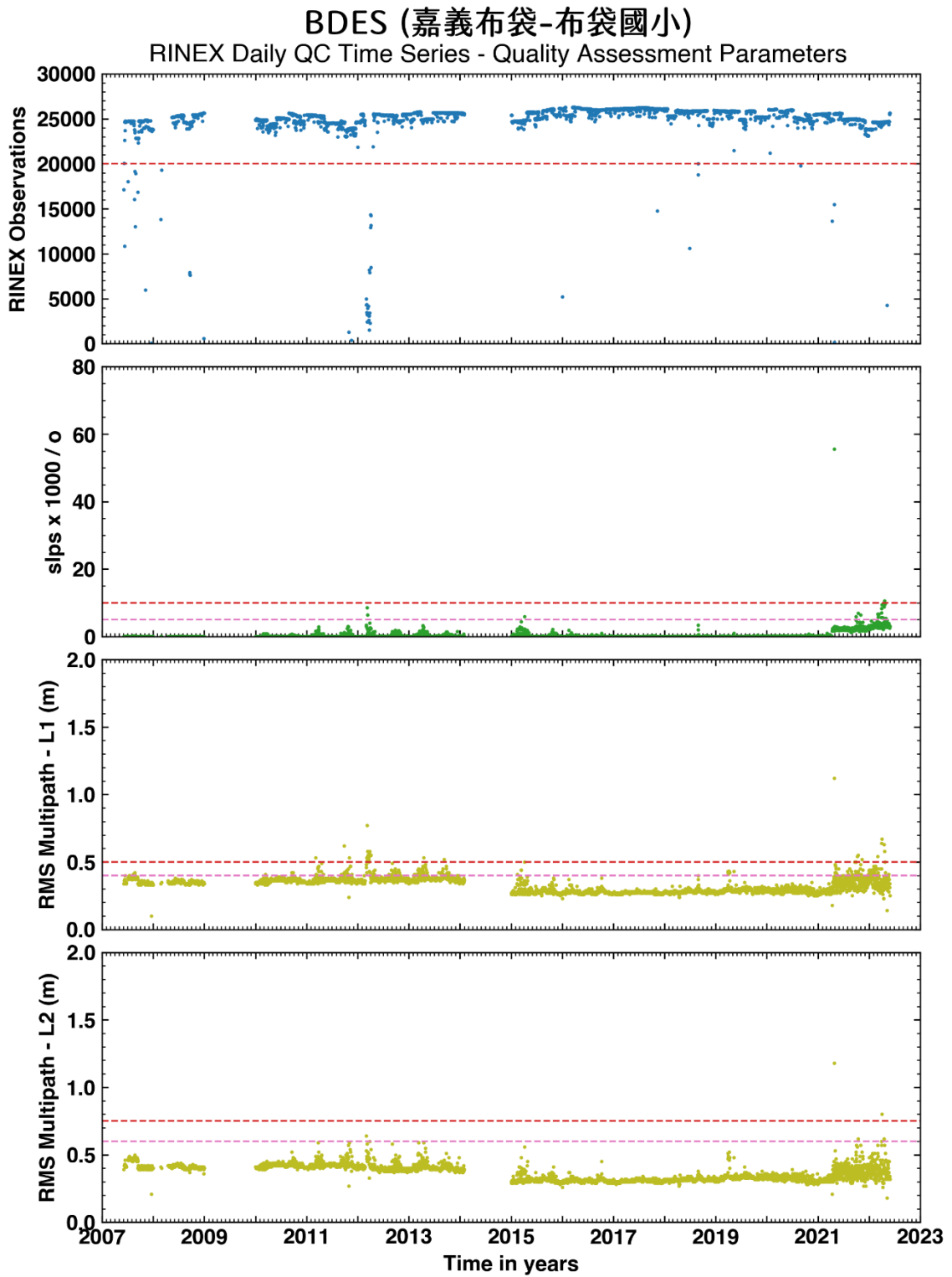


林邊國中



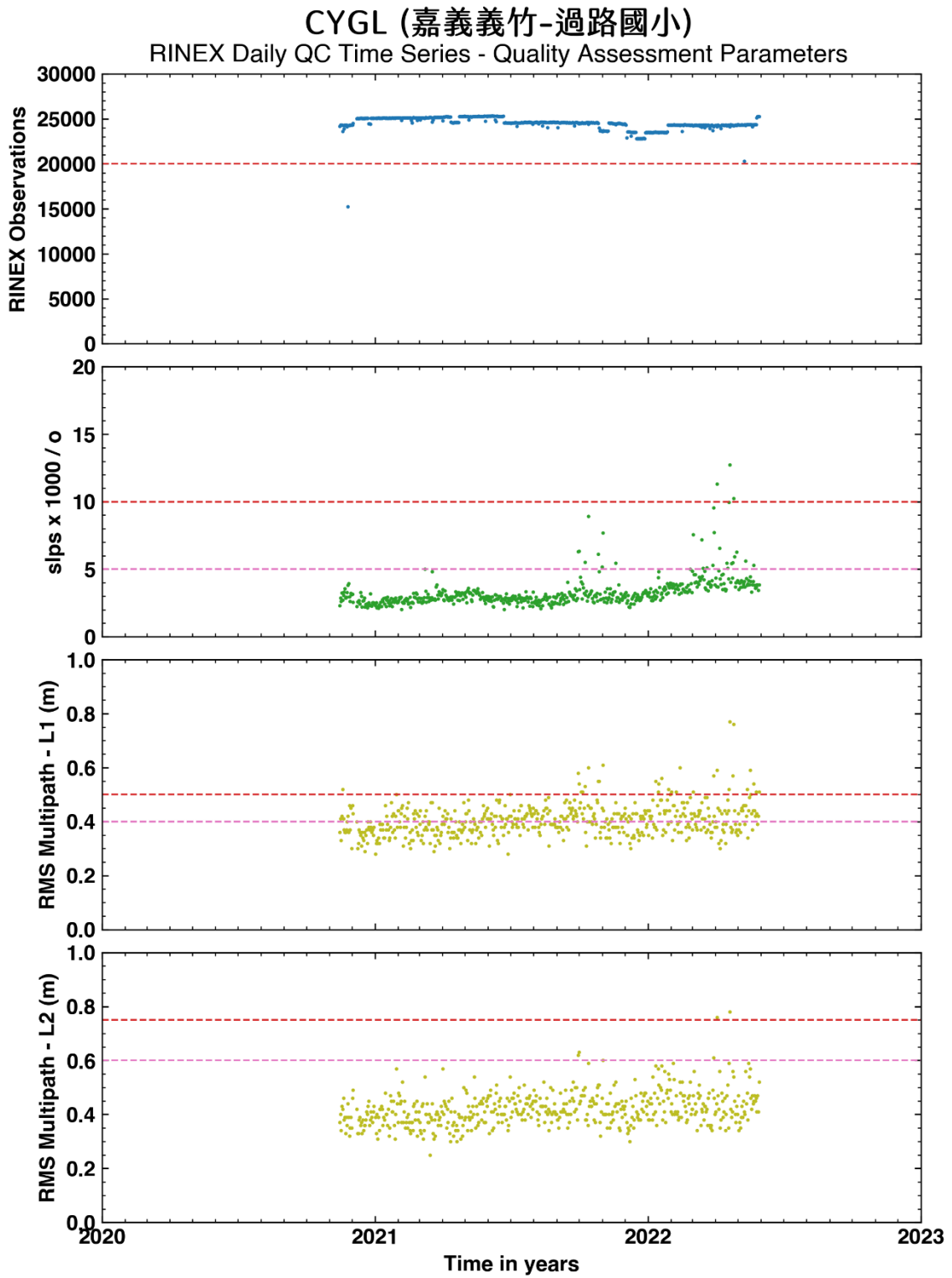
頂寮安檢所

附件三、111年05月GNSS固定站訊號品質指標



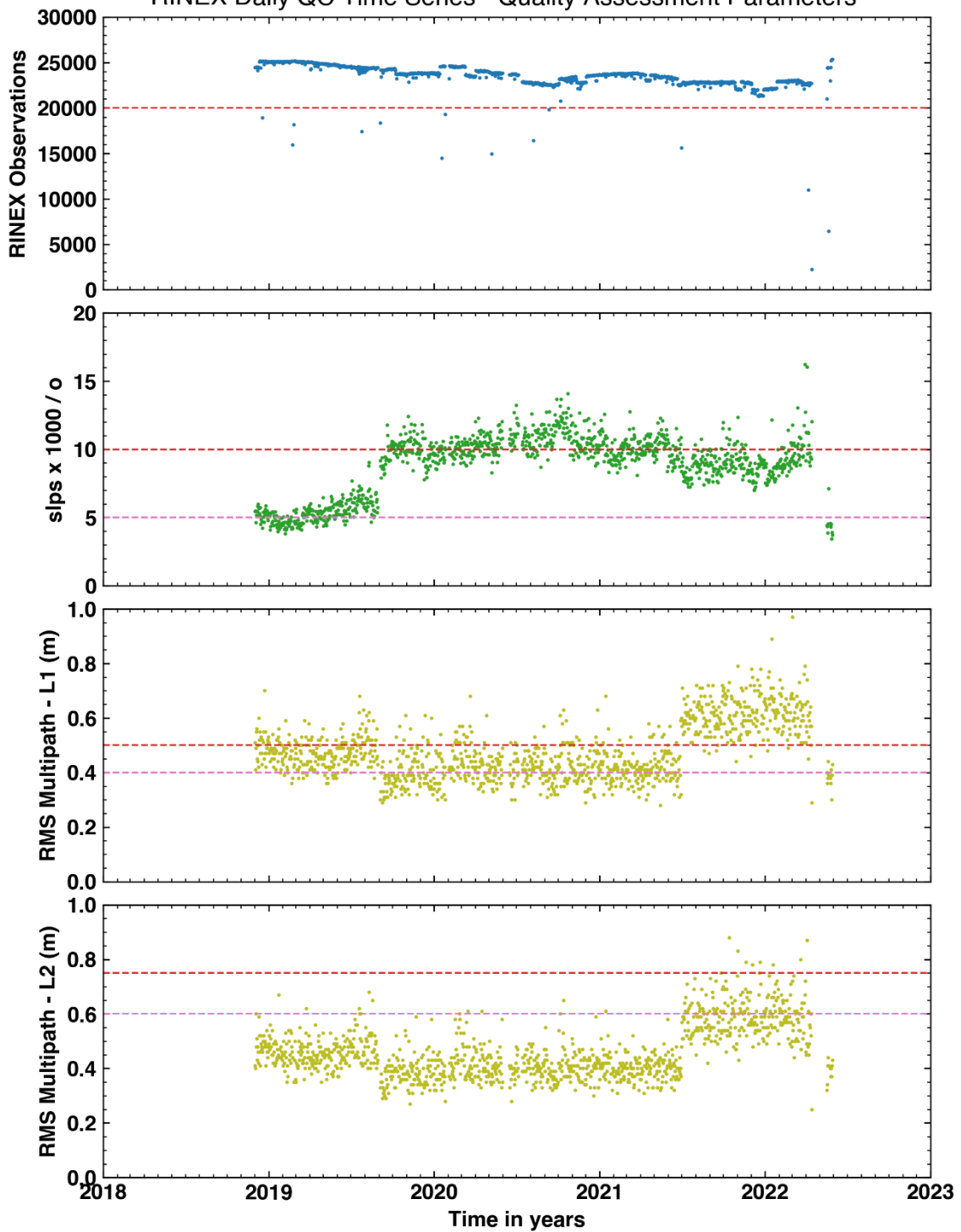
布袋國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(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

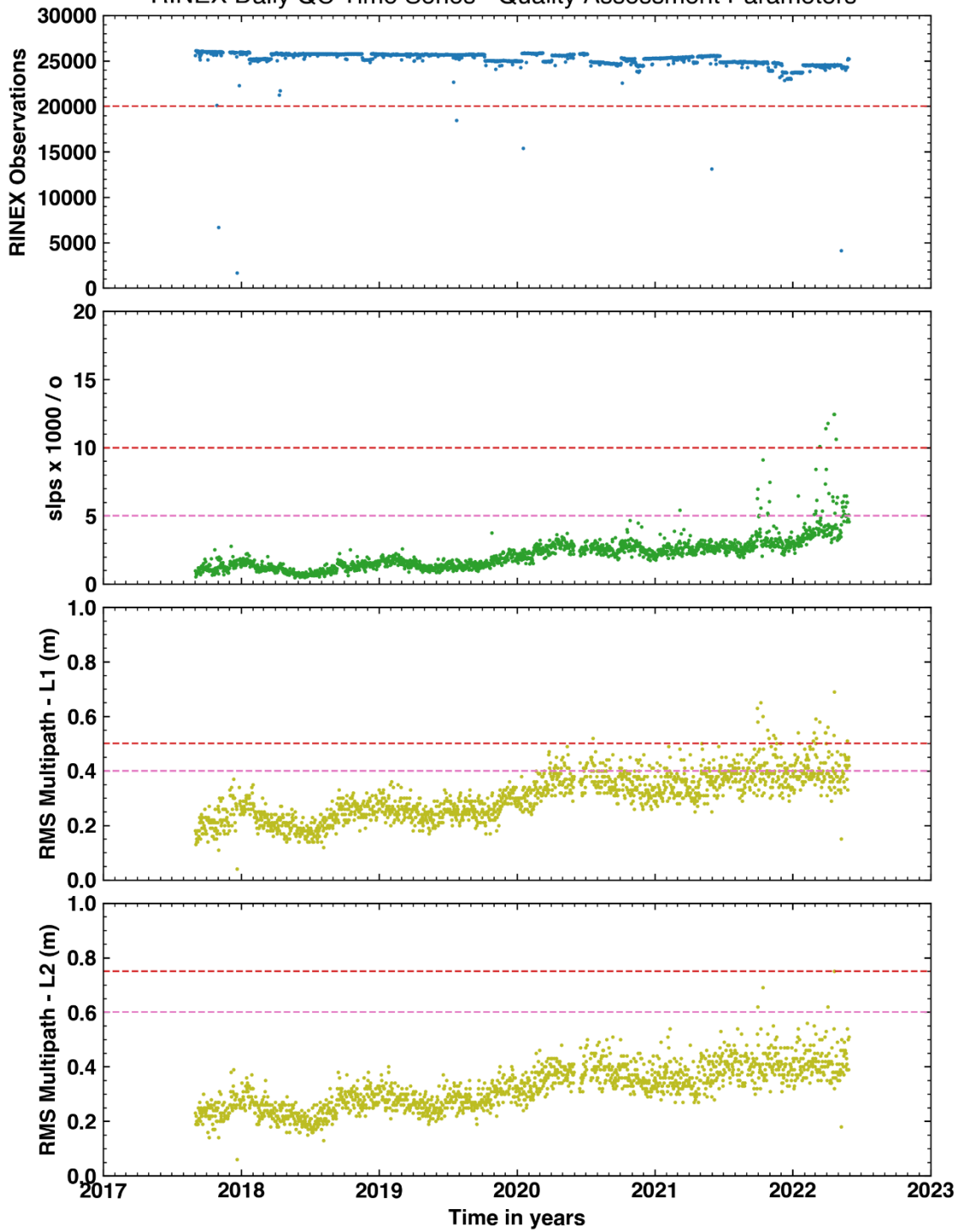


蒜頭國小潭墘分校 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(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

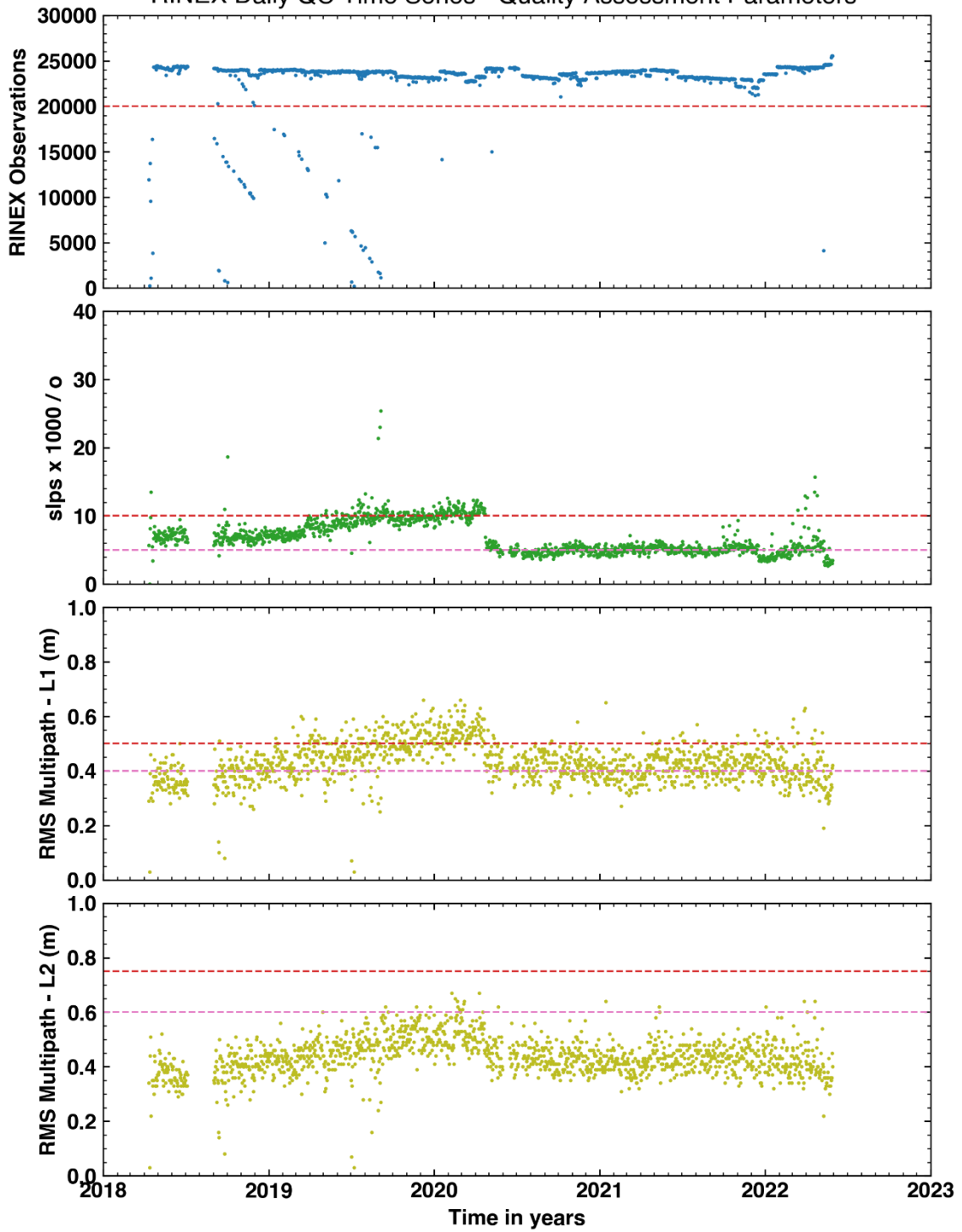


灣內國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(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)

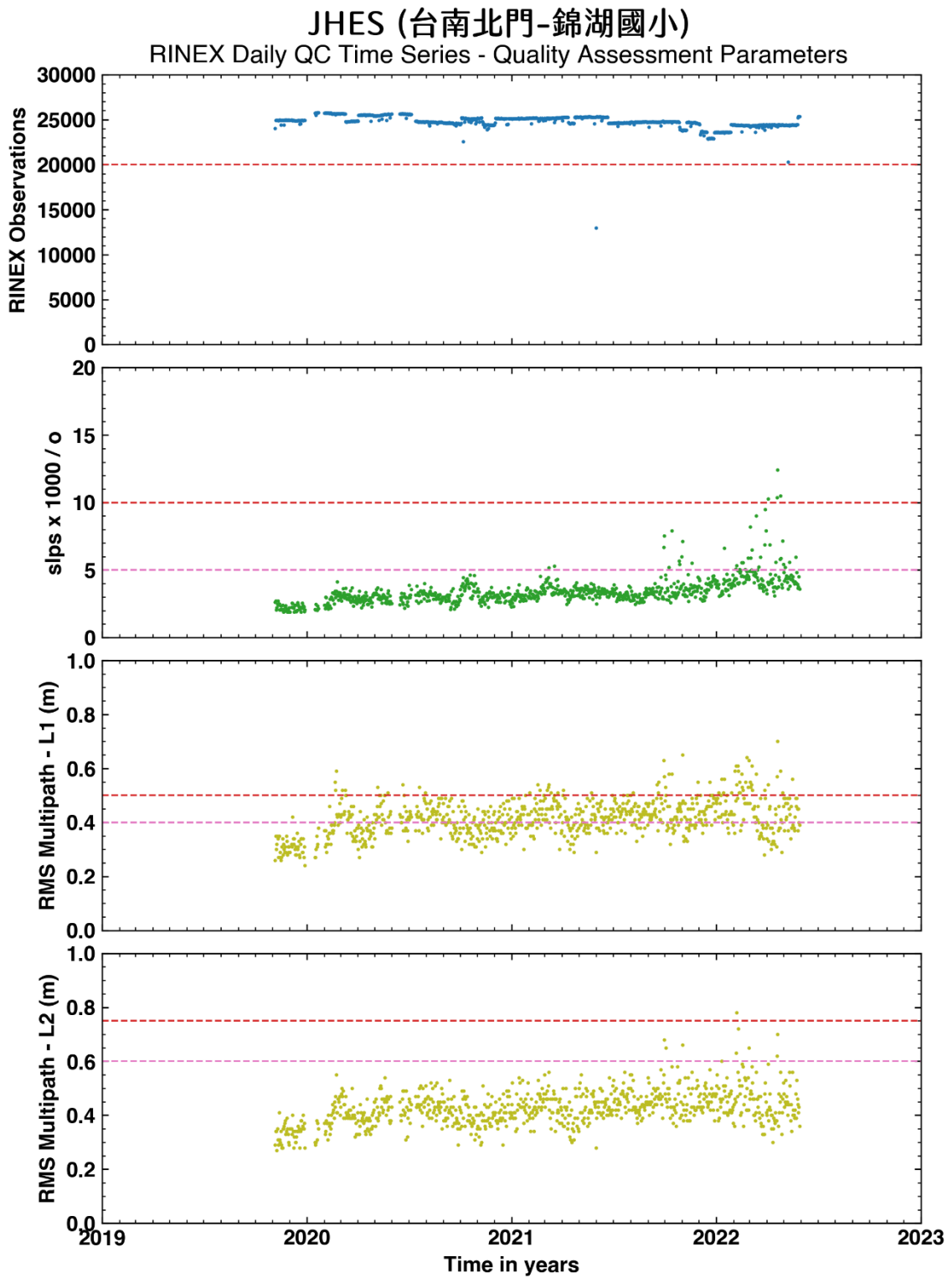
XPES (嘉義太保-新埤國小)

RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters

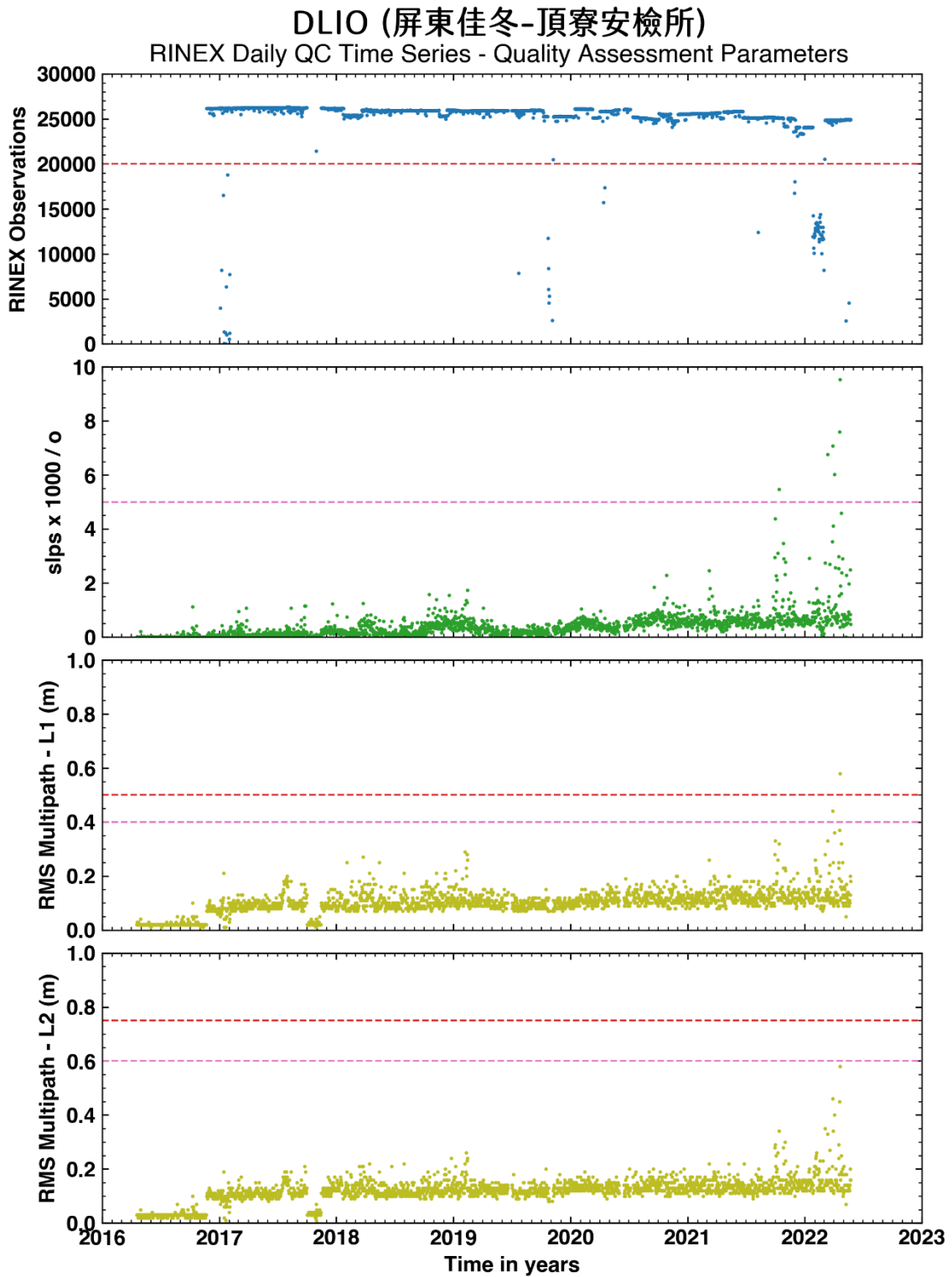


新埤國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(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)



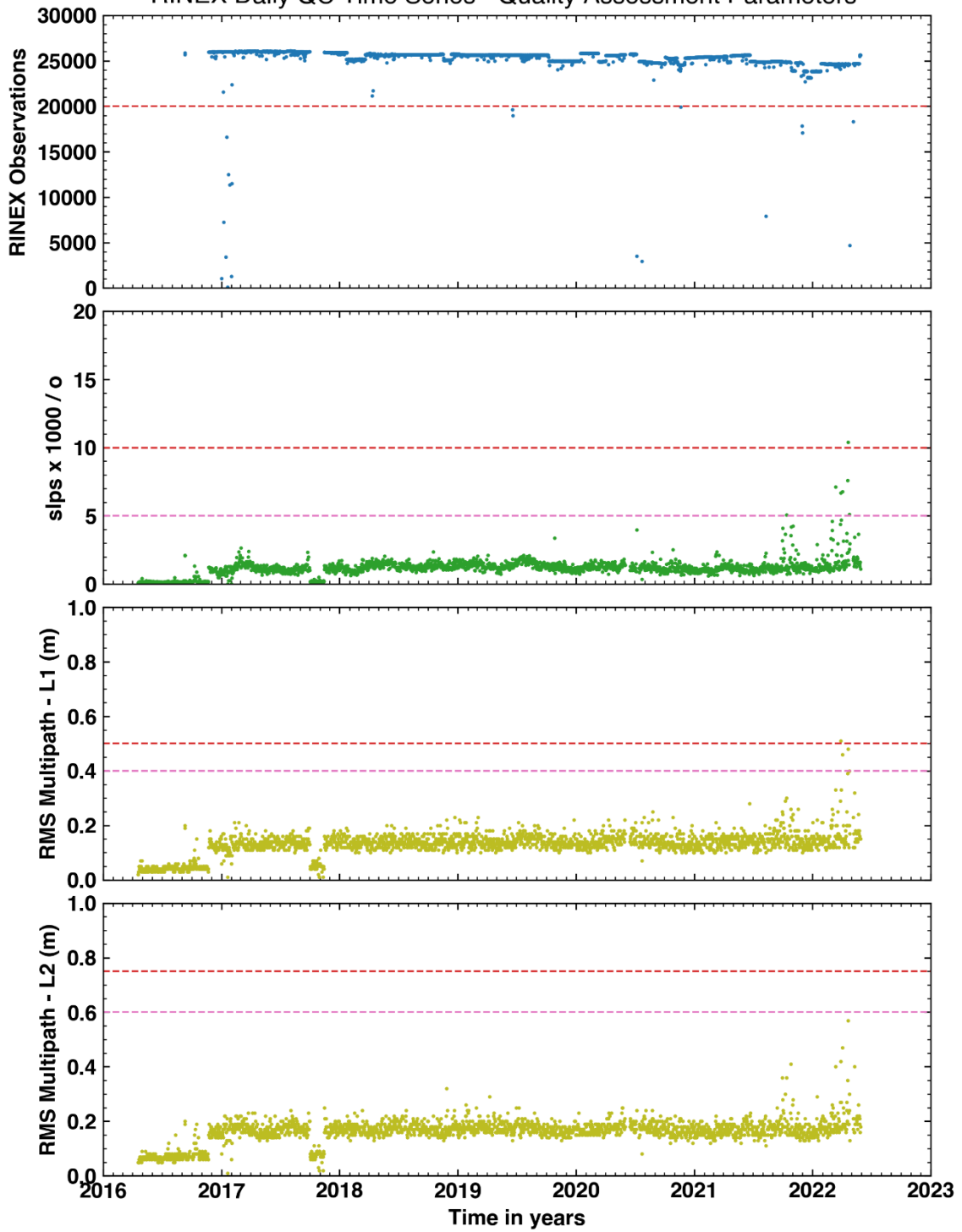
錦湖國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



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06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，資料無缺漏。實際電源電壓範圍：11.46~12.60(V)，電壓穩定。
- (2) 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)