

臺灣氣候變遷推估與資訊平台計畫

Team1- 衛星反演日射量

中央氣象局 張育承 簡正
翁敏娟 研究助理



Outline

■ 前言

■ 資料

■ 建置日射量資料庫的改善作為

■ 驗證分析

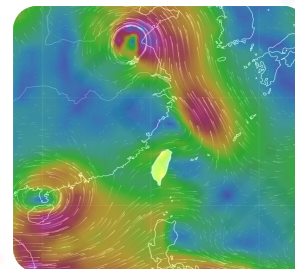
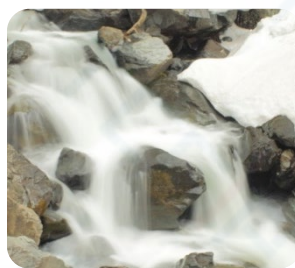
■ 結論

■ 前言

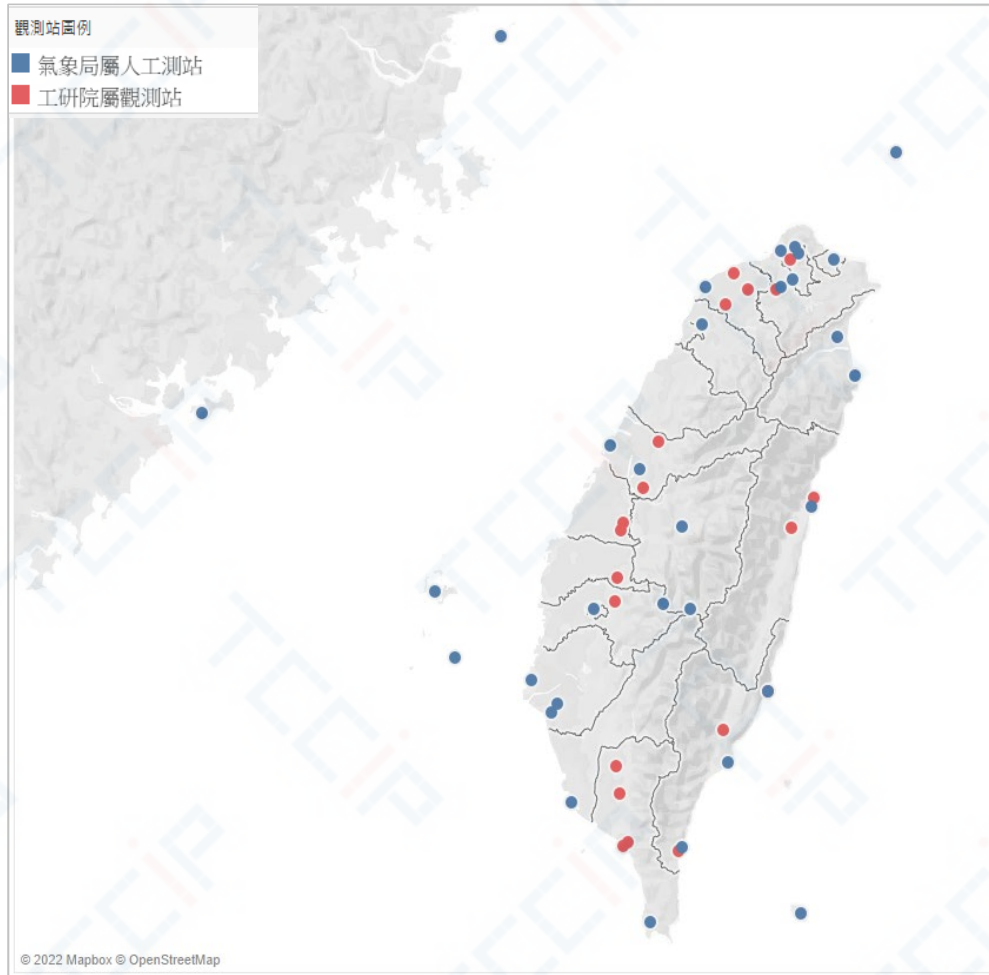
- TCCIP在規劃本期計畫時，需要建置台灣地區網格化的日射量歷史資訊，能夠了解過去日射量歷史變化，藉以推估未來的日射量情境的參考。
- 氣象局正執行(氣象資訊綠能虛擬營運中心)計畫，透過該計畫有改善衛星日射量準確度的工作項目
- 氣象局衛星中心提供一個準確度高、可信賴的衛星日射量資料庫希望能滿足TCCIP的需求。
- 期望衛星日射量資料庫，提供產官學研能應用台灣地區網格化的日射量資訊，進一步拓展在相關領域的研究與實作上。

日射量的應用

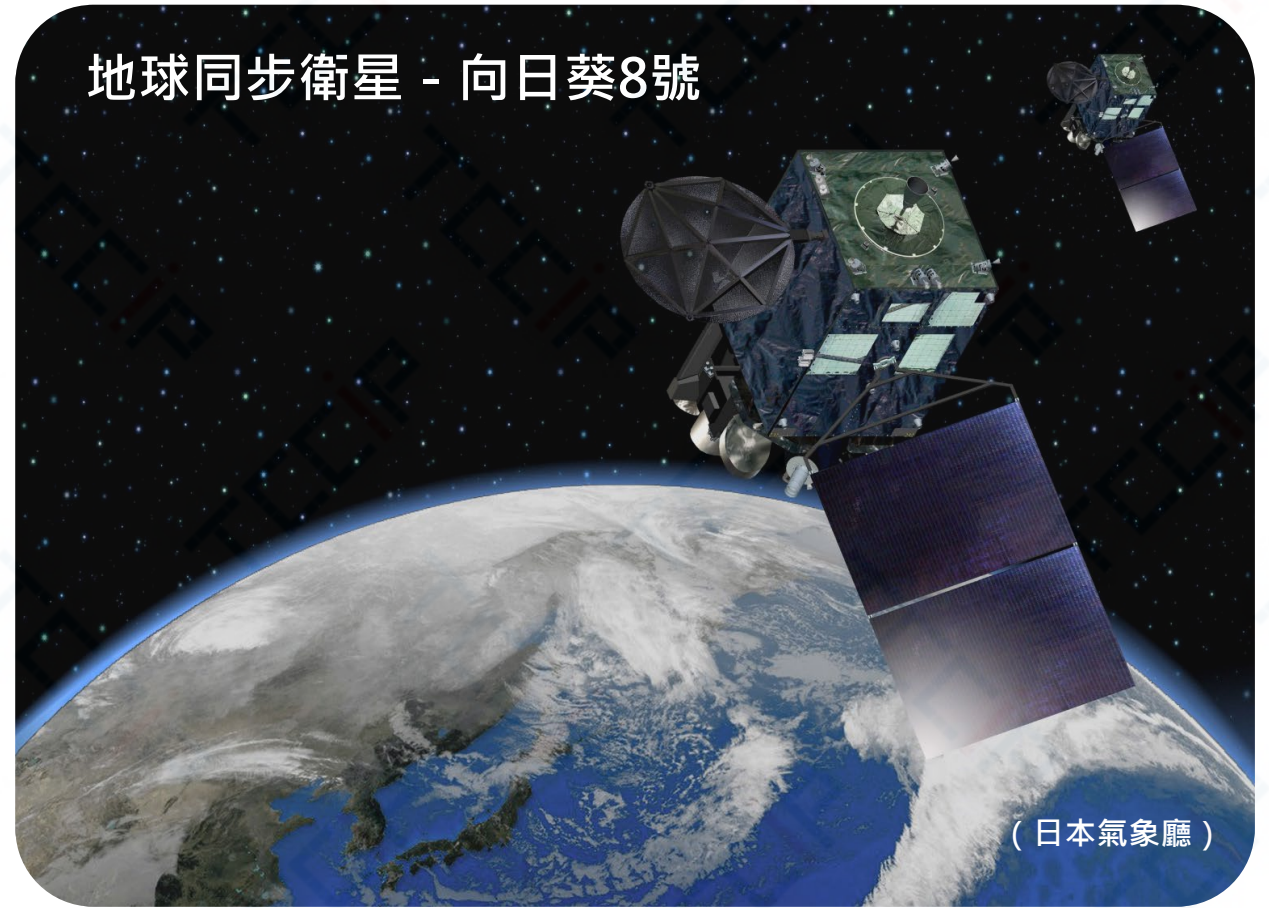
- 太陽能的即時和短期預測
- 建立農作物模式
- 建築物空間配置
- 公共衛生領域
- 水文應用
- 氣候研究與數值模式應用
- 健康醫療
- 乾旱趨勢監測以及火災風險評估



衛星優點

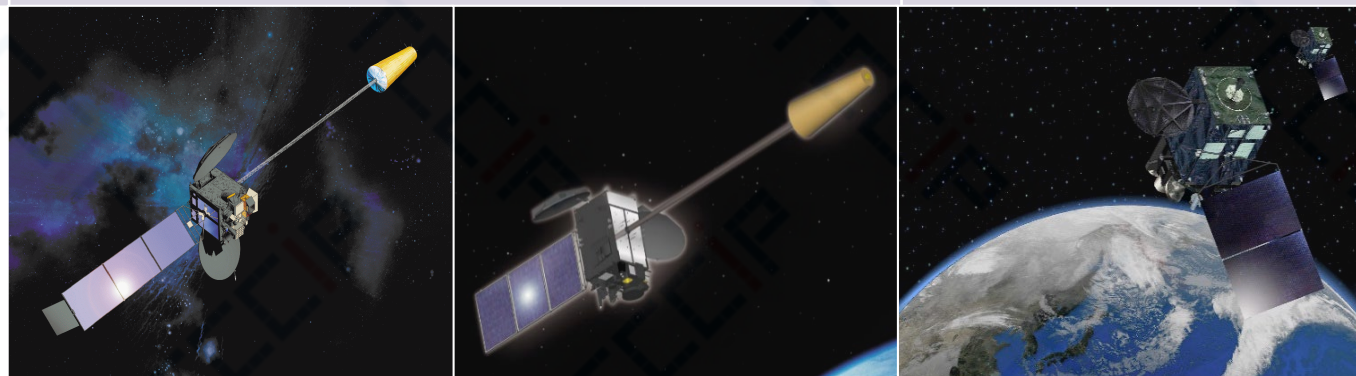


測站「點」的日射量

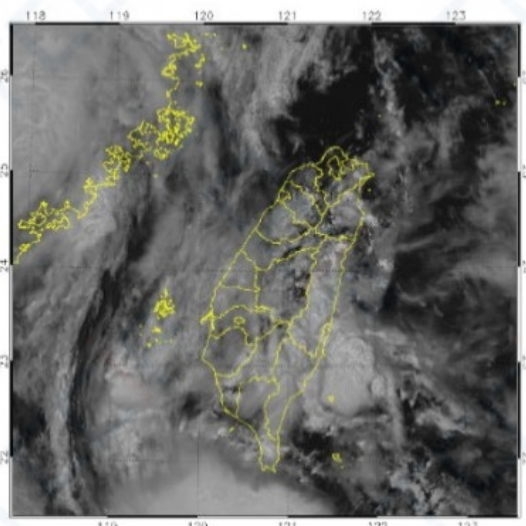


衛星反演「面」的日射量

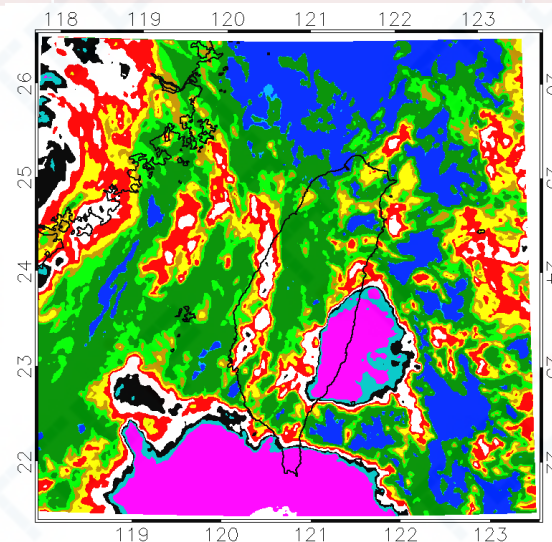
名稱	MTSAT-1R	MTSAT-2	Himawari-8(H8)
觀測作業 期間	2005/06/28~ 2010/07/01	2010/07/01~ 2015/07/07	2015/07/07~ 至今
衛星星下點 經度	140°E	145°E	140.7°E
觀測頻率	全球1次 / 60min 北半球 1次 / 30 min		全球1次 / 10 min
頻道數目	5 VIS : 1 , NIR : 1 , IR : 3		16 VIS : 3 , NIR : 3 , IR : 10
星下點解析度	可見光 1.0 km 紅外光 4.0 km		可見光 0.5 (1.0) km 紅外光 1.0 (2.0) km



	VIS (0.64 μ m)	IR1 (10.4 μ m)	IR2 (12.38 μ m)	地形高度
資訊	可見光頻道 反照率	熱紅外線頻道 亮度溫度	熱紅外線頻道 亮度溫度	地形高度
用途	1.分析天空狀況 (晴空或有雲) 2.計算地表上入射量	1.計算水氣的大氣透 射率 2.決定日射量受雲影 響程度的係數	計算水氣的大氣透 射率	計算所在位置的大氣光程厚度

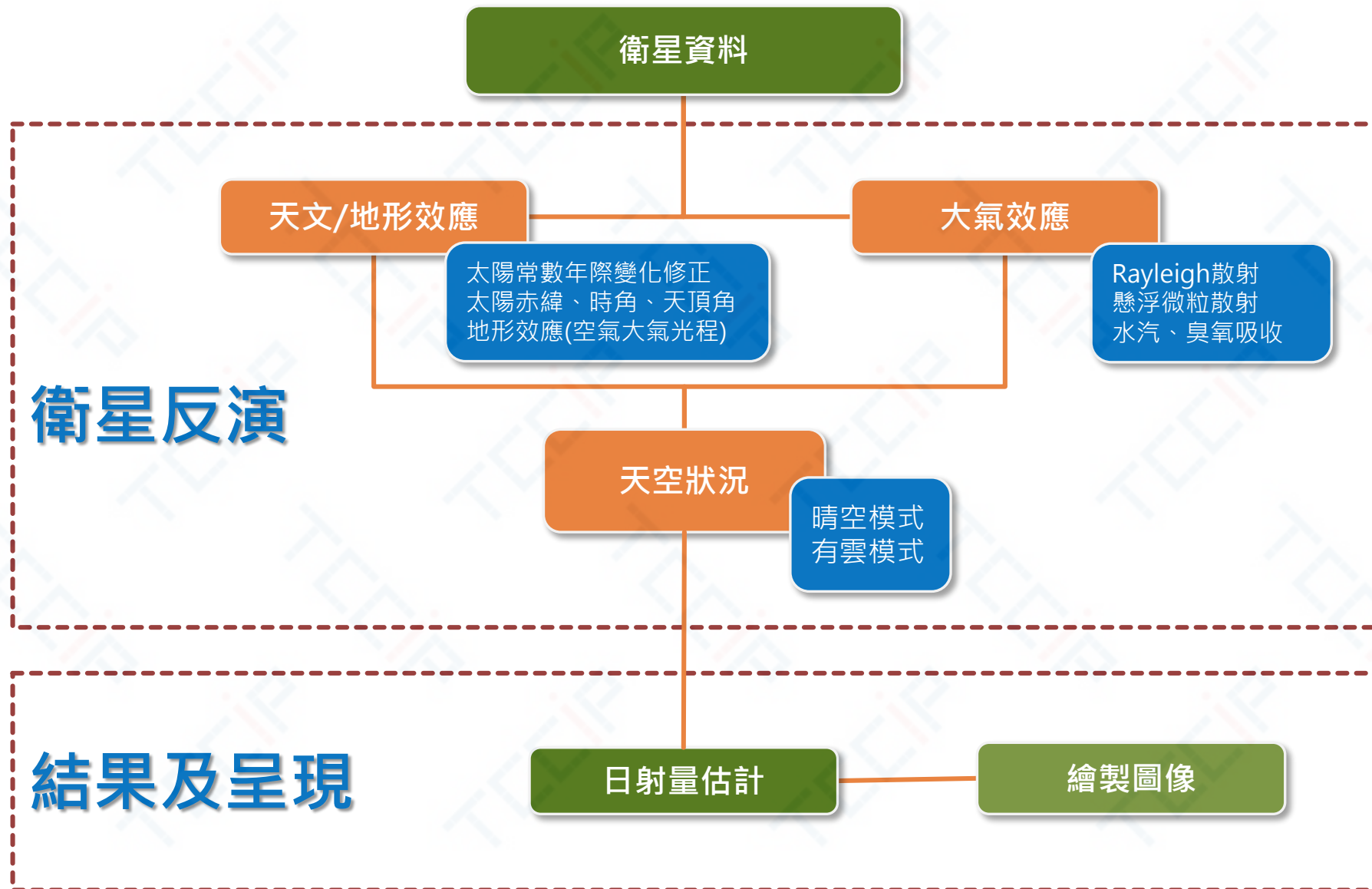


可見光雲圖



紅外線亮溫雲圖

日射量演算法

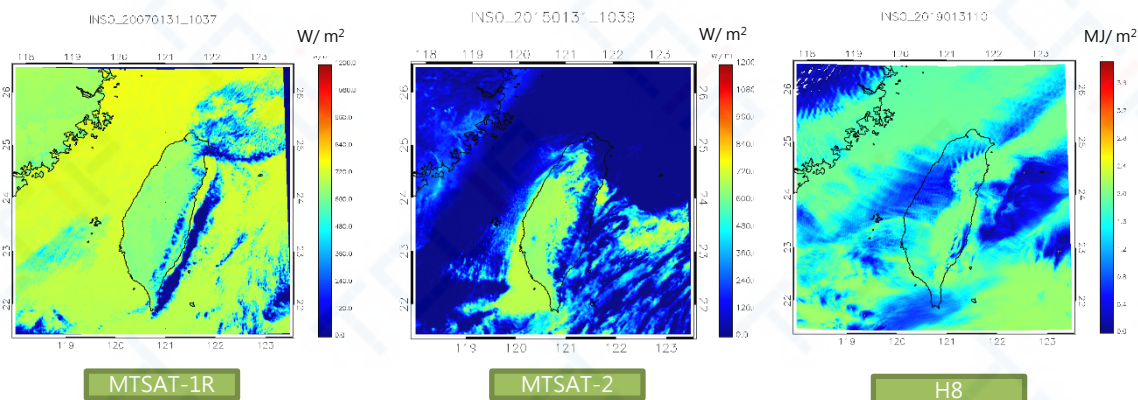


產製臺灣地區網格日射量數據圖資

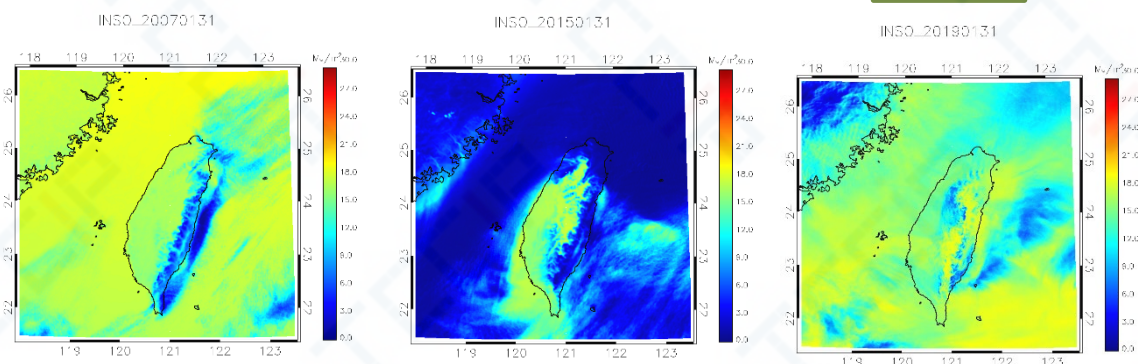
■ 日射量產品

- 時(日)累積日射量
- 單位： W/m^2 、 MJ/m^2
- 時間解析度：1(半)小時、1天
- 空間解析度：0.01度

時累積



日累積



歷史日射量預定進度

衛星	資料年/月	預計時間	完成時間	進度
Himawari-8	2020全年	2021年1月	2021年1月	完成
	2019全年	2020年1月	2020年1月	完成
	2018全年	2019年1月	2019年1月	完成
	2017全年	2018年2月	2018年2月	完成
	2016全年	2018年6月	2018年6月	完成
	2015/07~12	2018年9月	2018年9月	完成
MTSAT-2	2015/01~06	2018年11月	2018年11月	完成
	2014全年	2019年3月	2019年3月	完成
	2013全年	2019年8月	2019年8月	完成
	2012全年	2020年1月	2020年1月	完成
	2011全年	2020年7月	2020年7月	完成
	2010/07~12	2020年9月	2020年9月	完成
MTSAT-1R	2010/01~06	2020年12月	2021年1月	完成
	2009全年	2021年7月	2021年7月	完成
	2008全年	2021年10月	2021年8月	完成
	2007全年	2022年2月	2022年5月	完成
	2006全年	2022年7月	2022年5月	完成

本計畫完成兩個世代衛星
14年的日射量數據(目前可提供到今年)

建置日射量資料庫的改善作為

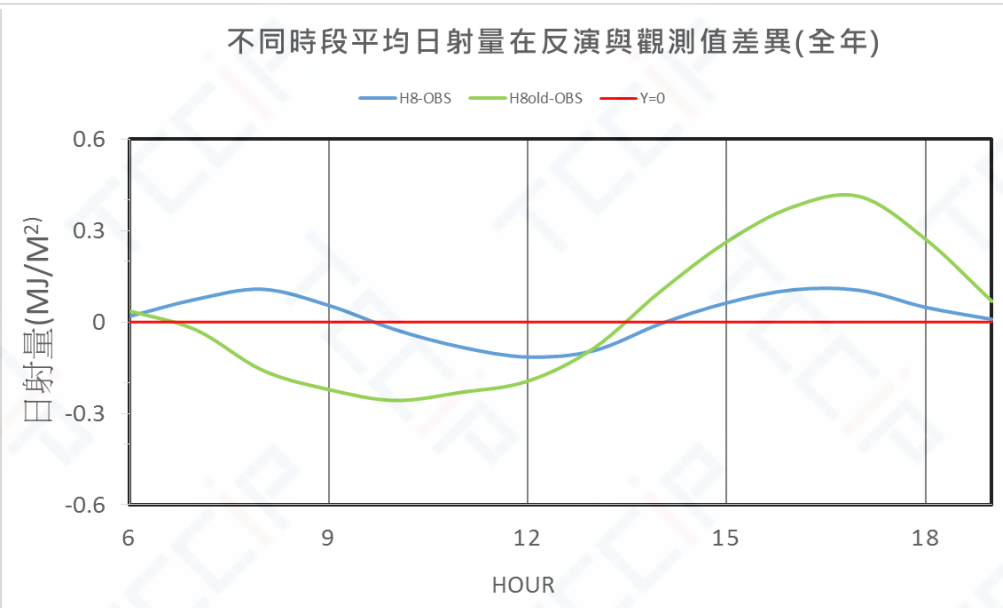
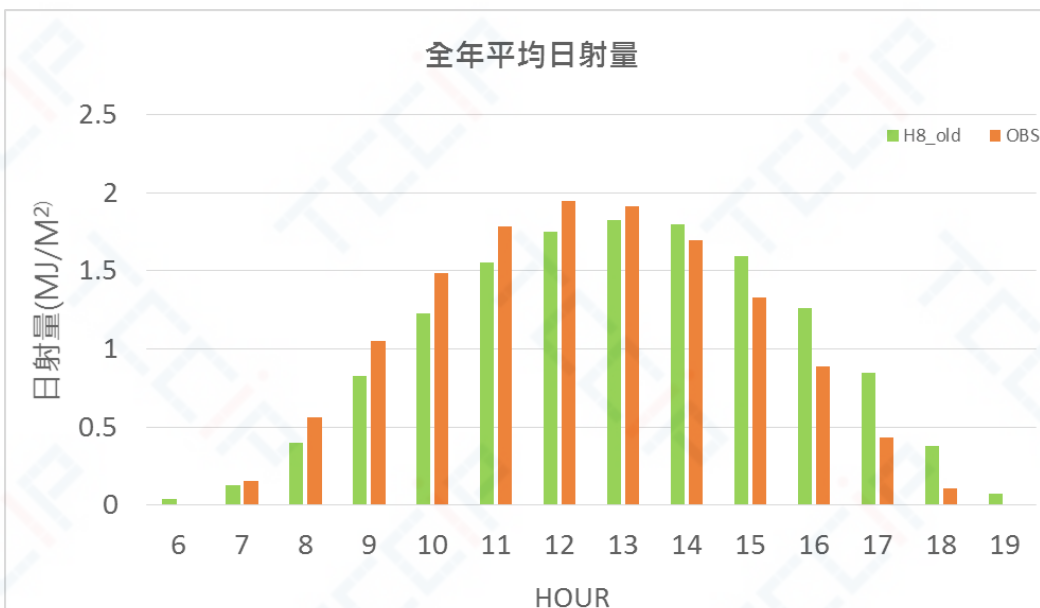
與觀測資料驗證，改善演算法的過程

- ✓ **修正時角**：改善上午過度低估、下午過度高估的系統性誤差情形。
- ✓ **修正程式漏洞**：可見光反射率大於1值甚多，雲區反演日射量為負值；判斷雲區的門檻值(200°K)在某些強對流雲區個案雲頂亮溫甚低，日射量反而如晴空日射量。
- ✓ **觀測資料的均一性**：以Himawari-8衛星(H8)輻射數據為準。
- ✓ **觀測掃描策略不同**：演算法需要調整正確掃描臺灣地區的時角。
- ✓ **衛星輪流觀測**：調整衛星星下點及地理定位資訊。
(誤以為MTSAT-2衛星作業觀測期間，皆由它全程執行)
- ✓ **地理位置偏移現象**：檢視MTSAT-1R日射量圖檔，某些月份有資料偏移現象。

■ 改善作為

改善系統性誤差：修正時角

修正前



修正後



2016年修正時角前後之反演日射量與觀測值的比較：

綠色：修正前；藍色：修正後；橘色：觀測

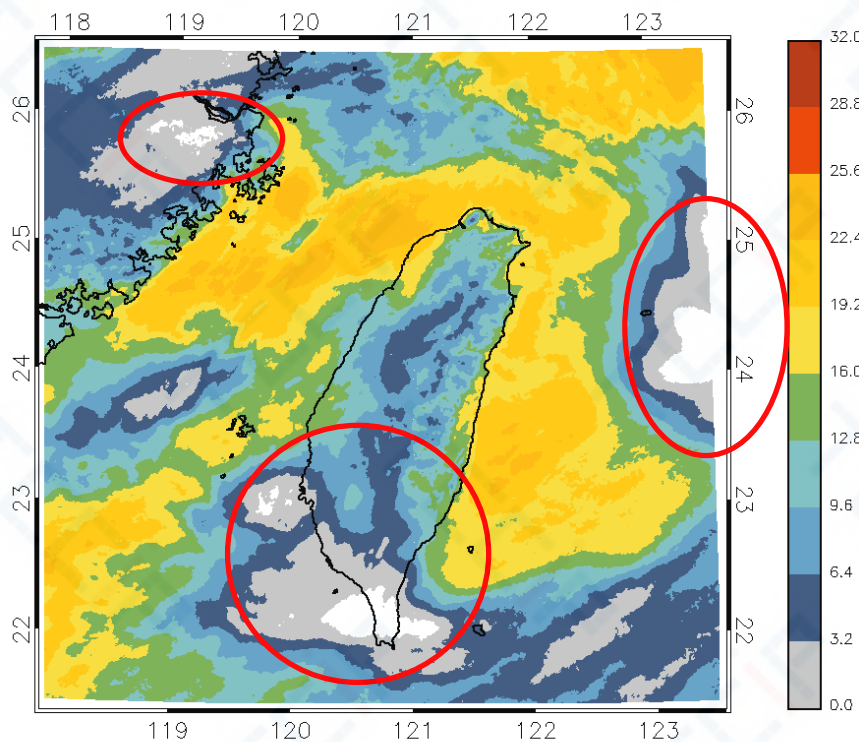
經修正後：上午過度低估下午高估的結果已消失，相關性提高，尤以秋季最為明顯(圖未顯示)。

■ 改善作為

修正程式漏洞

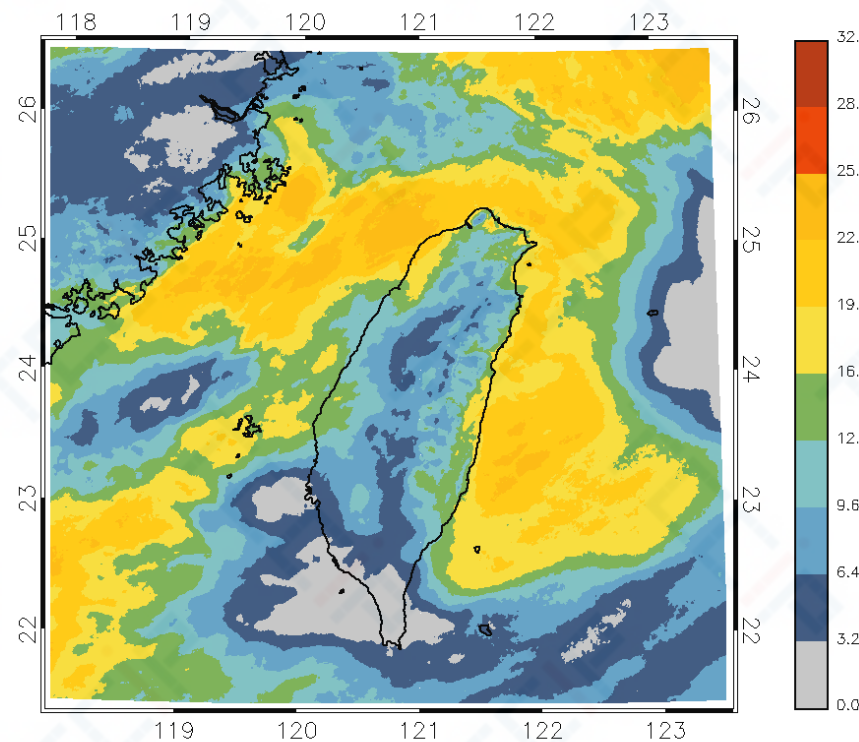
舊版(最小值含有負值)

INSO_insotwf1h_2018081519



新版(最小值為0)

INSO_insotwf1d_20180815

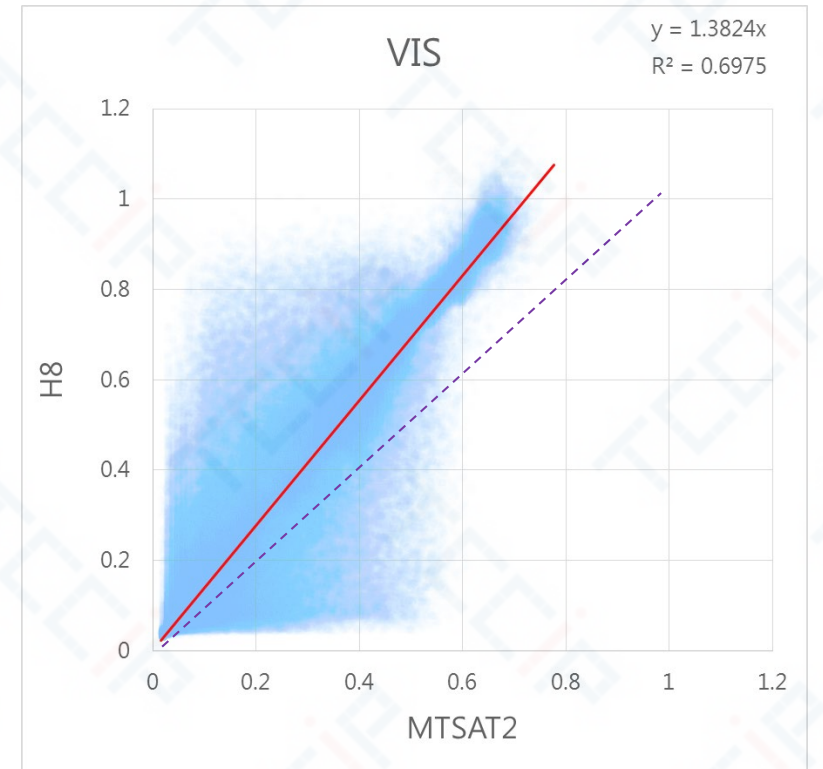
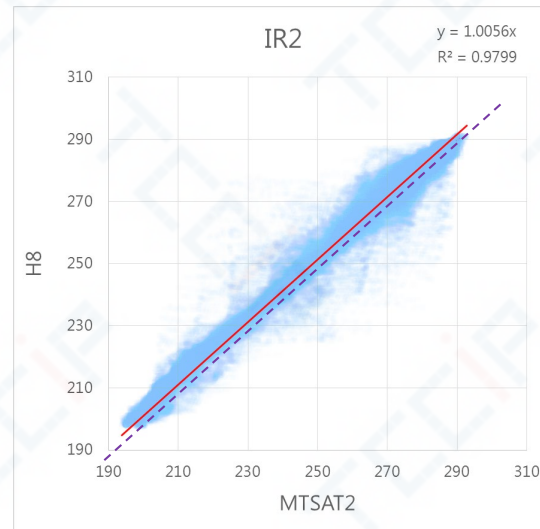
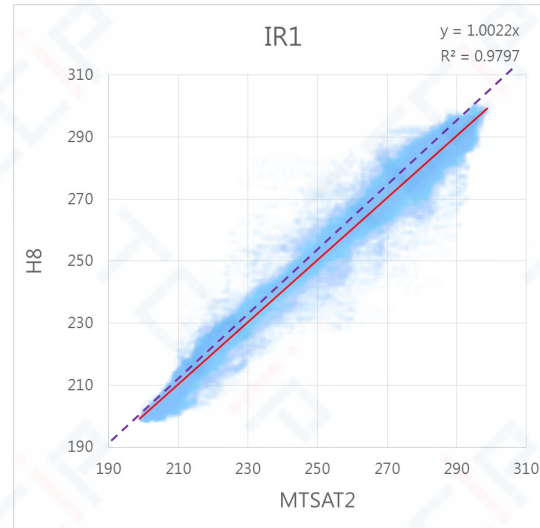


■ 改善作為

觀測資料均一性

■ MTSAT-2及H8衛星的可見光反照率及紅外線亮溫相關性分析

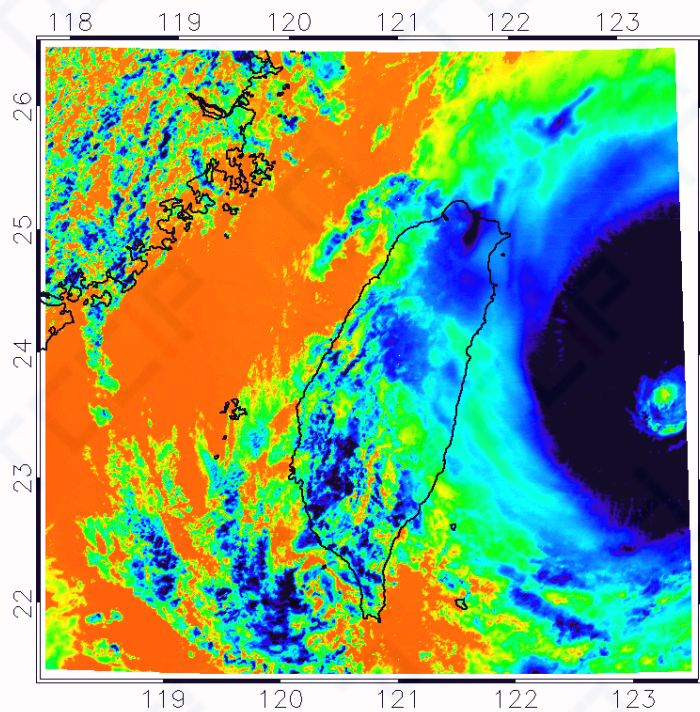
- **紅外線頻道 (IR1 & IR2)**：兩衛星的亮溫相關性相當高，相關係數達0.99，迴歸係數趨近於1。
- **可見光頻道**：兩衛星的反照率相關性較紅外線頻道略低，相關係數約0.84，MTSAT-2觀測的反照率會較H8來得低。
- **調校方式**：將MTSAT-2的反照率線性校正後，再導回日射量反演程式計算日射量。



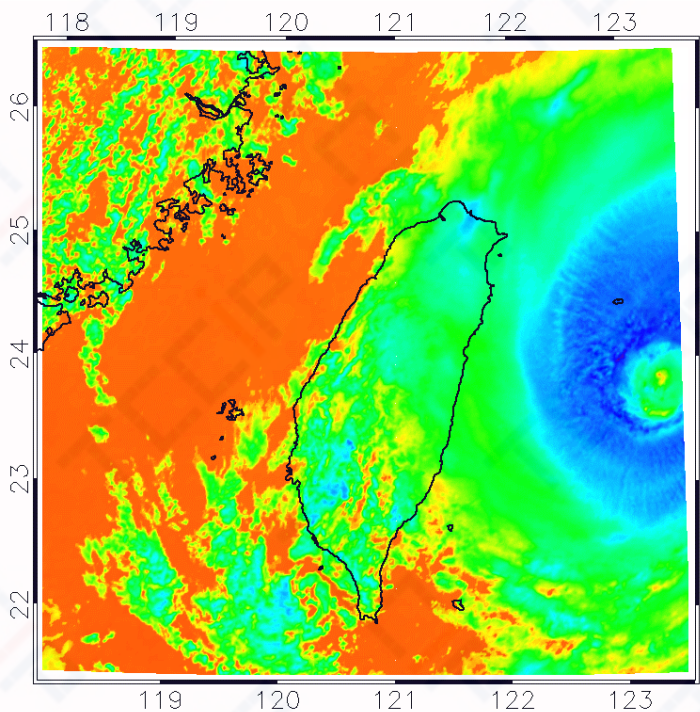
■ 改善作為

資料均一性比對調校

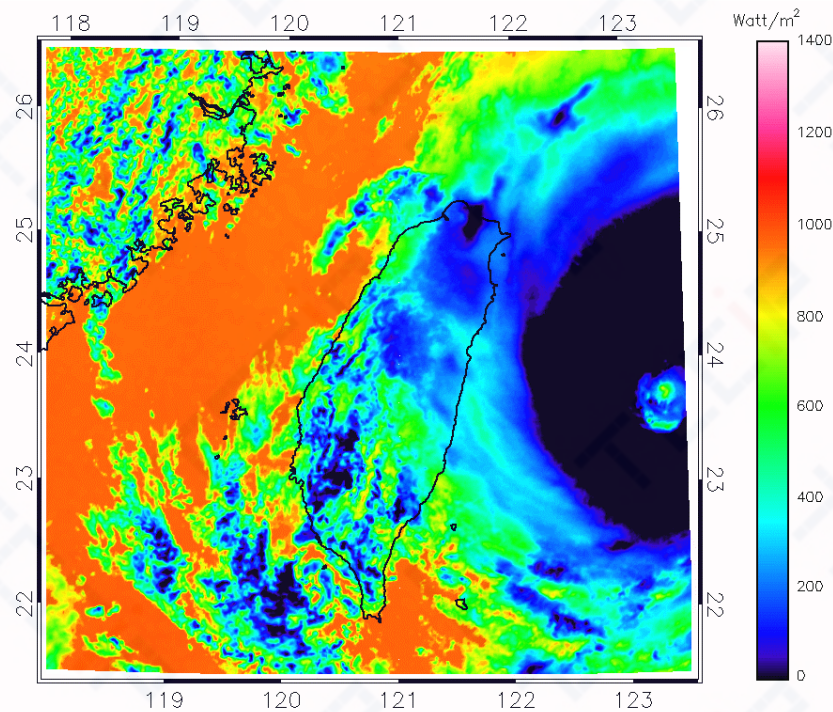
Himawari-8



MTSAT-2 可見光頻道調整前



MTSAT-2 調整後

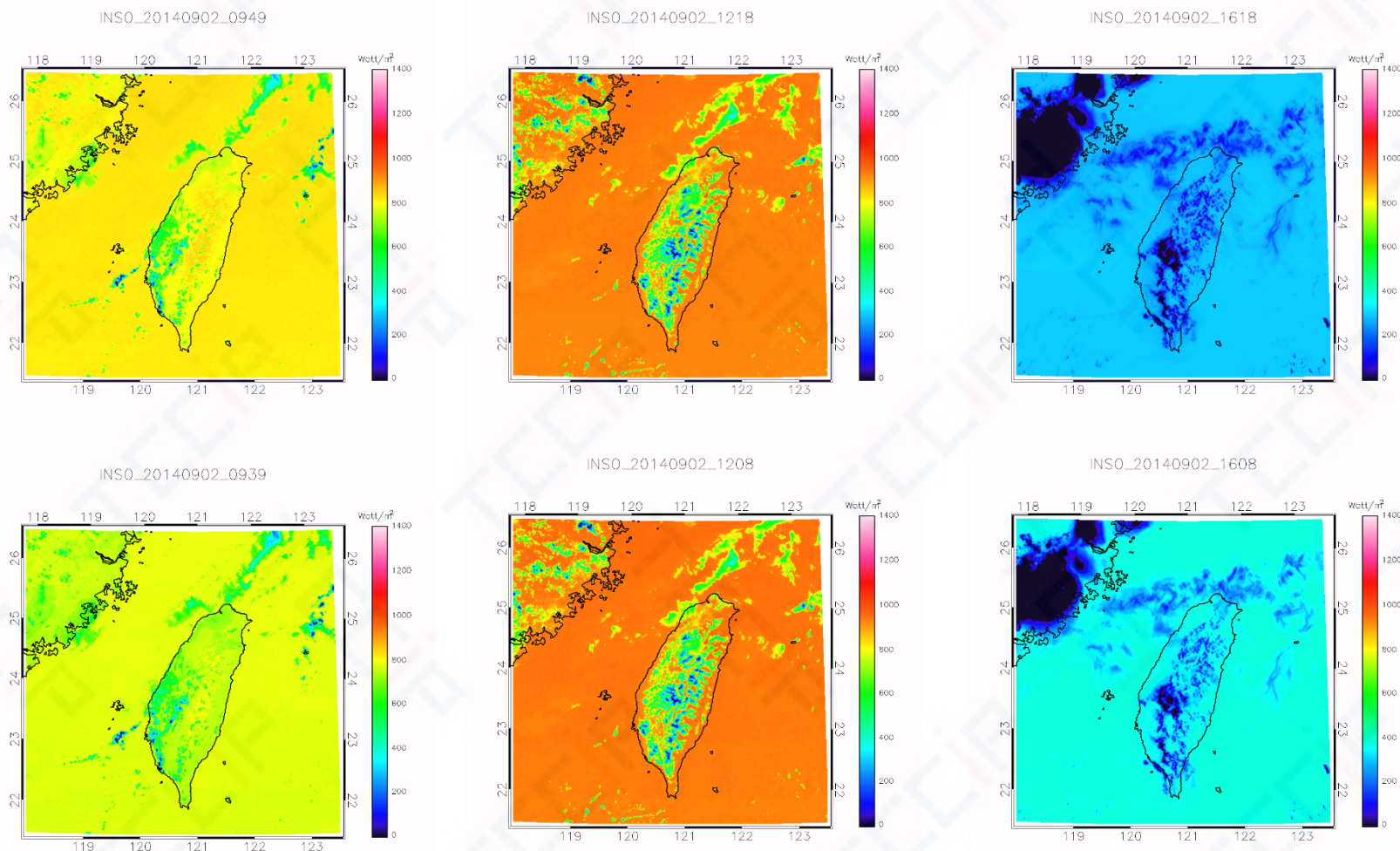


■改善作為 掃描策略不同--時角修正(程式漏洞)

MTSAT-1R/MTSAT-2 每半小時全盤觀測
Himawari-8 每10分鐘全盤觀測

修正前：
程式定義觀測臺灣
掃描時間+17分
(以全盤觀測)

修正後：
程式定義觀測臺灣
掃描時間+07分
(臺灣上空)



上午

中午

下午

■改善作為

修正衛星輪流觀測時段

名稱	MTSAT-1R	MTSAT-2
運行期間	2005/06/28~ 2010/07/01	2010/07/01~ 2015/07/07
靜止經度(星下點)	140°E	145°E
觀測頻率	全球 60min 北半球 30 min (20次/日)	
頻道數	5	
星下點解析度	可見光 1 km 紅外光 4.0 km	



Annual Schedule		
From	To	Satellite
2010/12/22	2011/08/03	MTSAT-2
2011/08/03	2011/08/16	MTSAT-1R
2011/08/16	2011/11/01	MTSAT-2
2011/11/01	2011/12/26	MTSAT-1R
2011/12/26	2012/10/18	MTSAT-2
2012/10/18	2012/12/26	MTSAT-1R
2012/12/26	2013/10/22	MTSAT-2
2013/10/22	2013/12/19	MTSAT-1R
2013/12/19	2014/11/10	MTSAT-2
2014/11/10	2014/11/28	MTSAT-1R
2014/11/28	2015/7/7	MTSAT-2

日本氣象廳

■ 改善作為

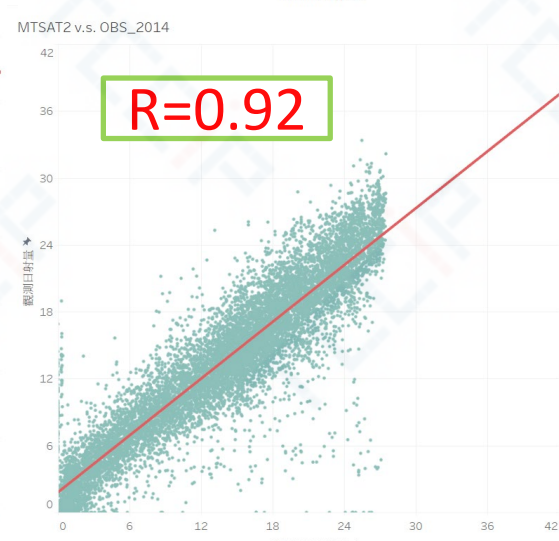
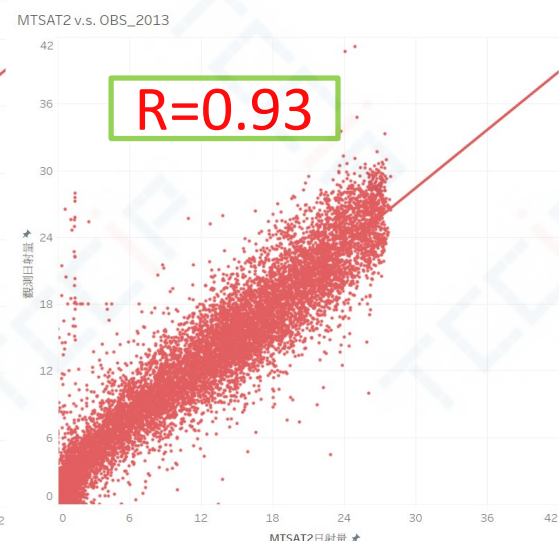
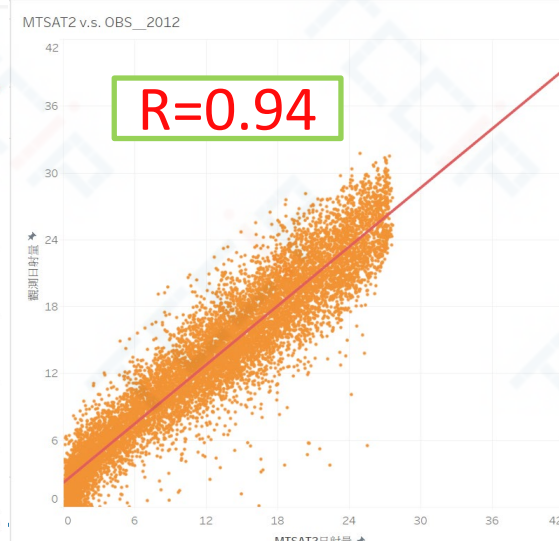
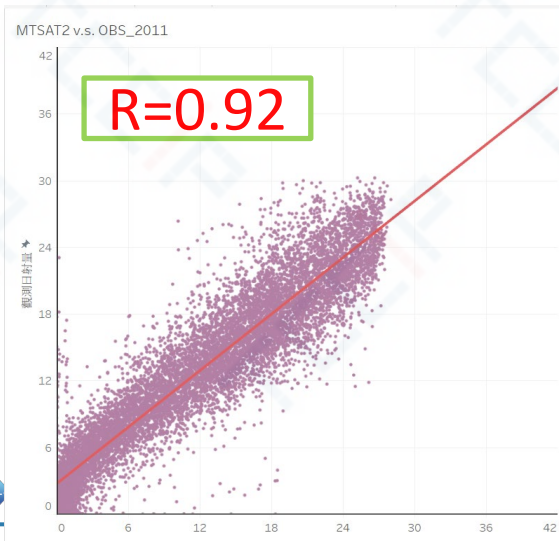
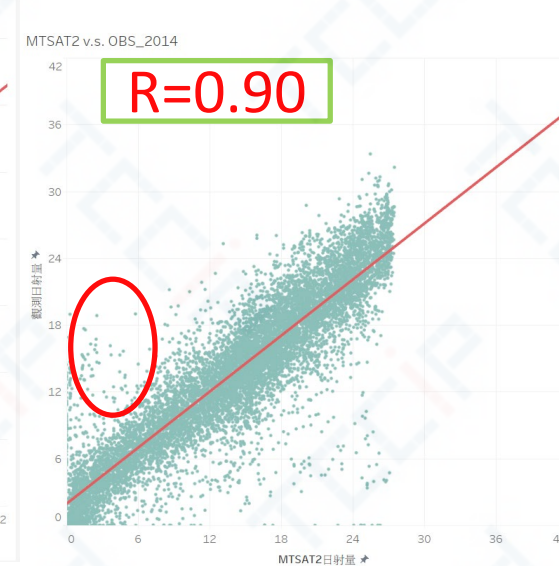
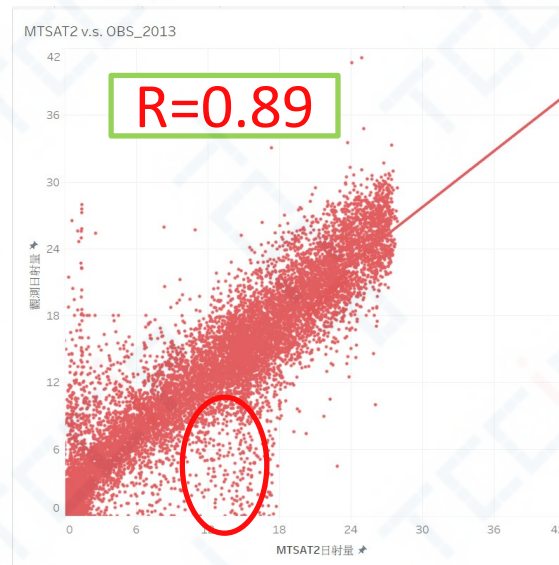
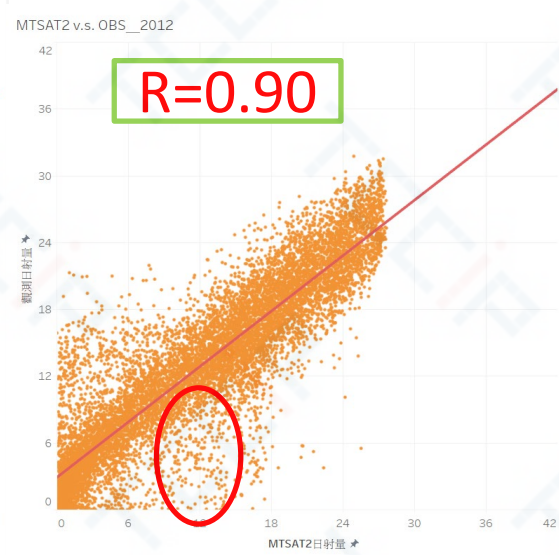
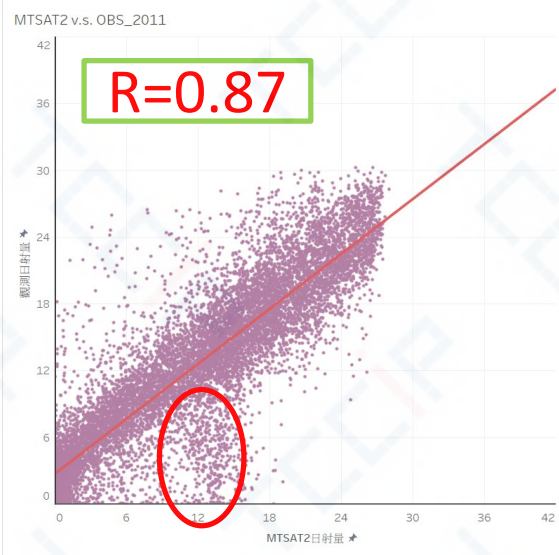
修正衛星輪流觀測時段 (續)

2011年

2012年

2013年

2014年



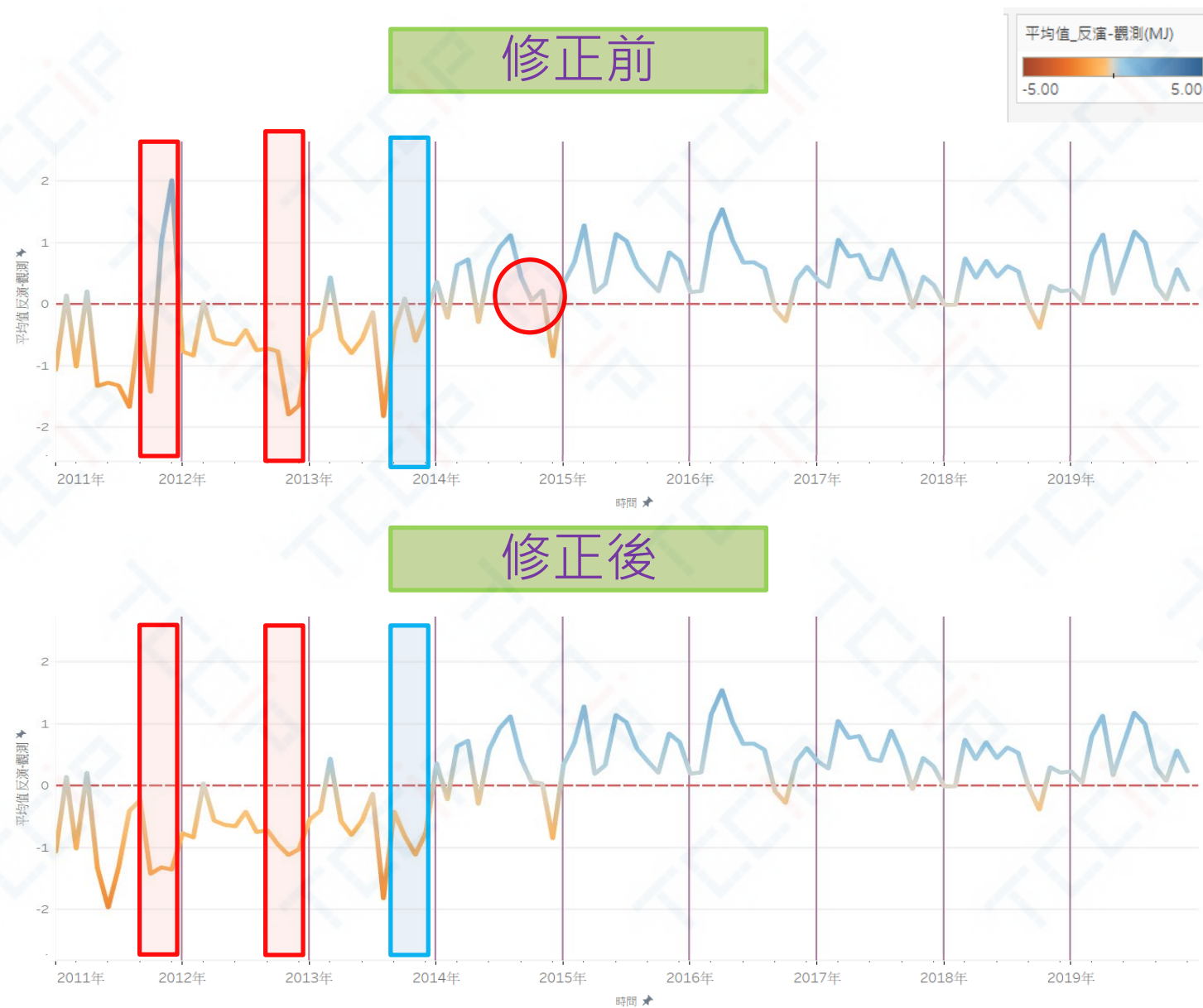
修正前

修正後

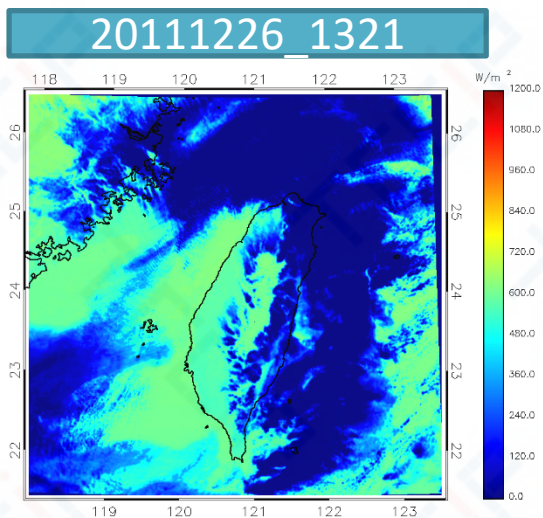
■ 改善作為

修正衛星輪流觀測時段 (續)

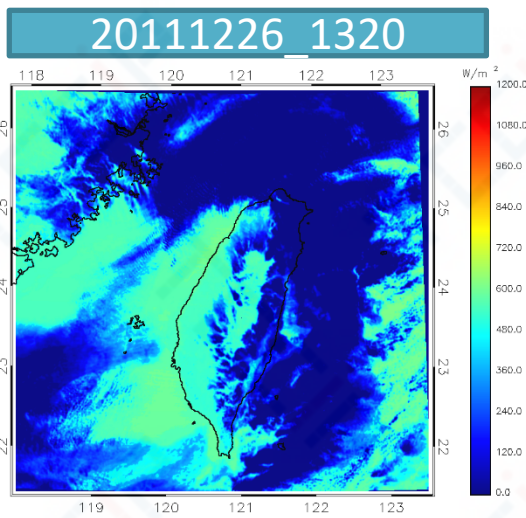
- 臺灣地區測站在不同月份日累積日射量反演與觀測差異
- 反演期間：2011年1月1日至2019年12月31日。
 - 差異=反演結果平均-觀測平均
- 修正結果：
 - 2011年~2012年的修正時段大幅改善
 - 2013年11月低估情形變大



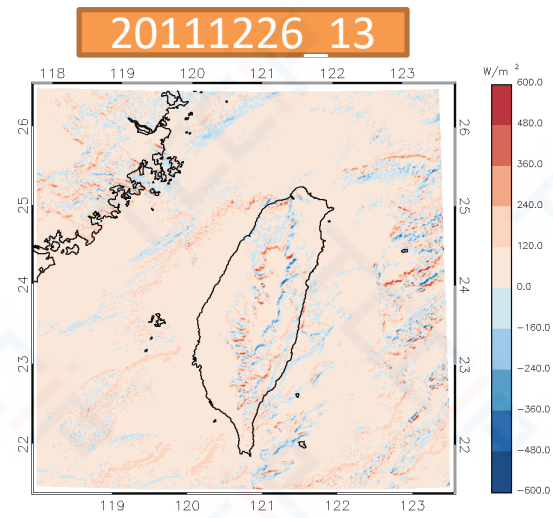
■ 改善作為 MTSAT-1R 與 MTSAT-2資料均一性



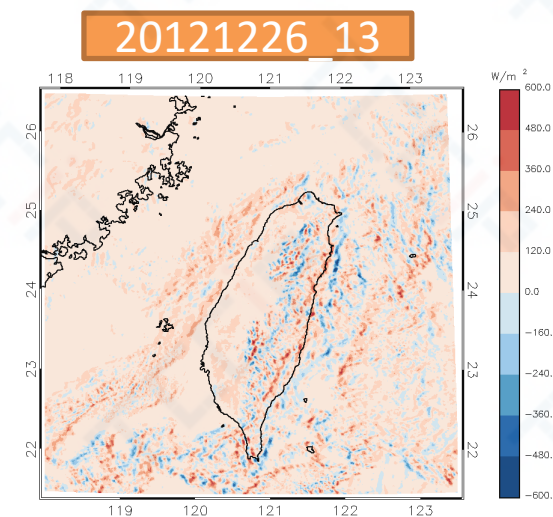
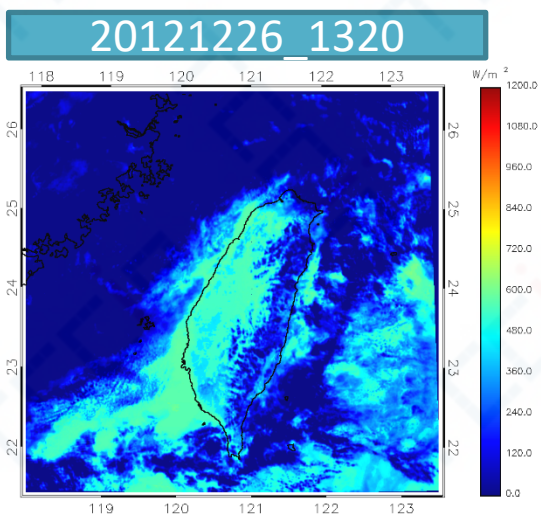
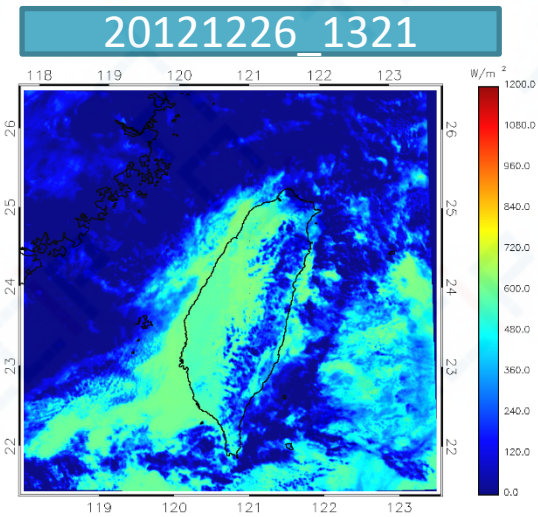
MTSAT2



MTSAT1R



MTSAT2-1R

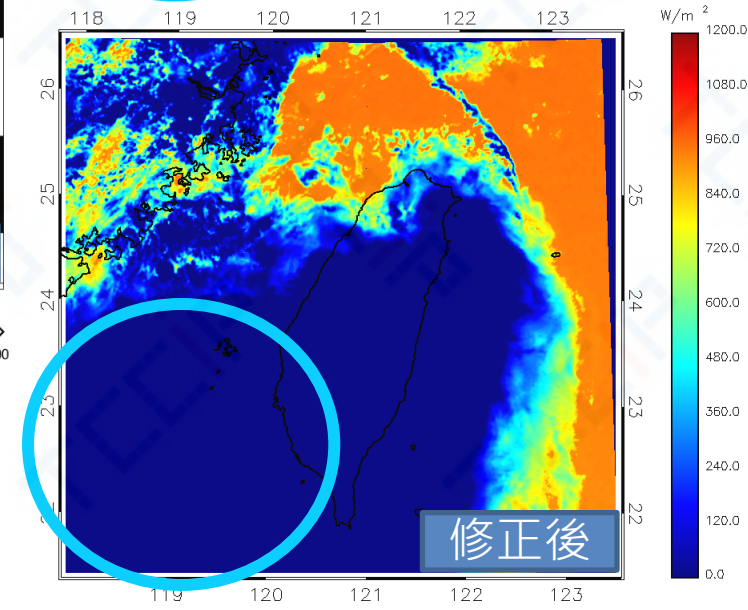
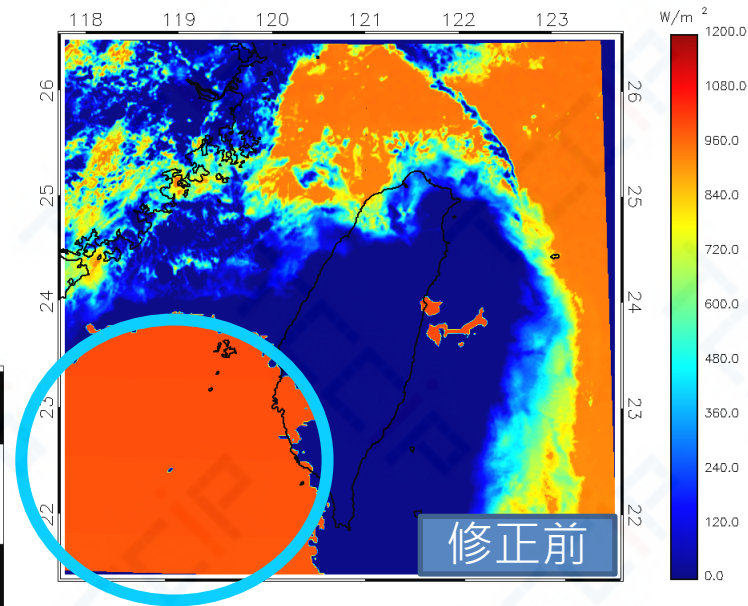
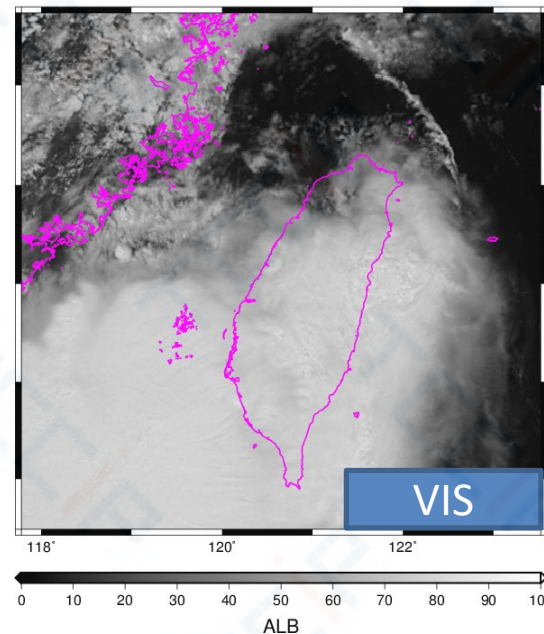
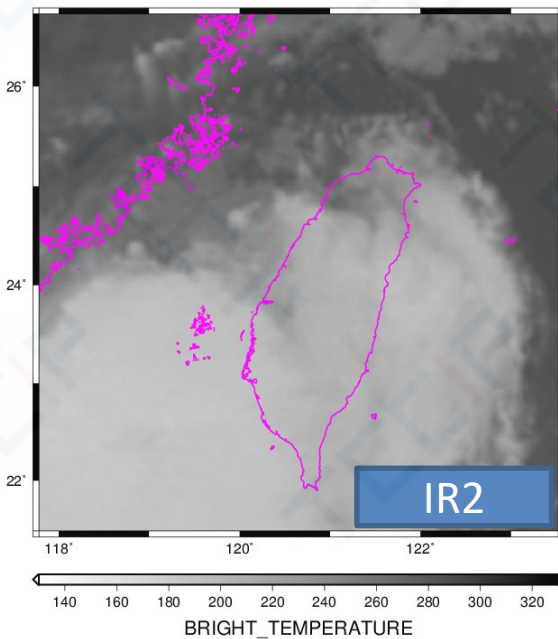
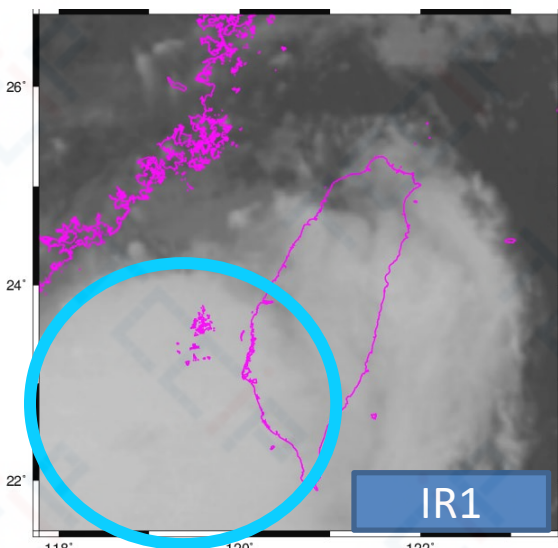


■ 改善作為

程式漏洞修正-亮溫判斷雲區

■ 2010年日射量在強對流區(有幾個颱風強對流個案)日射量反演有異常現象

- 檢查後發現為反演程式對於IR1亮溫判斷雲區的門檻值問題
- 原判斷之溫度範圍為 200°K ~
- 將判斷之範圍擴大至 150°K ~

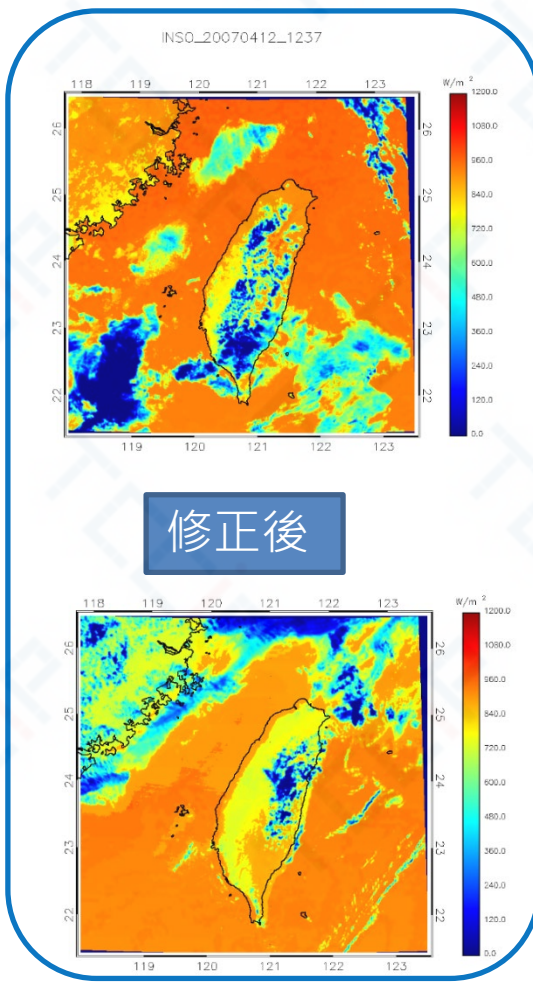
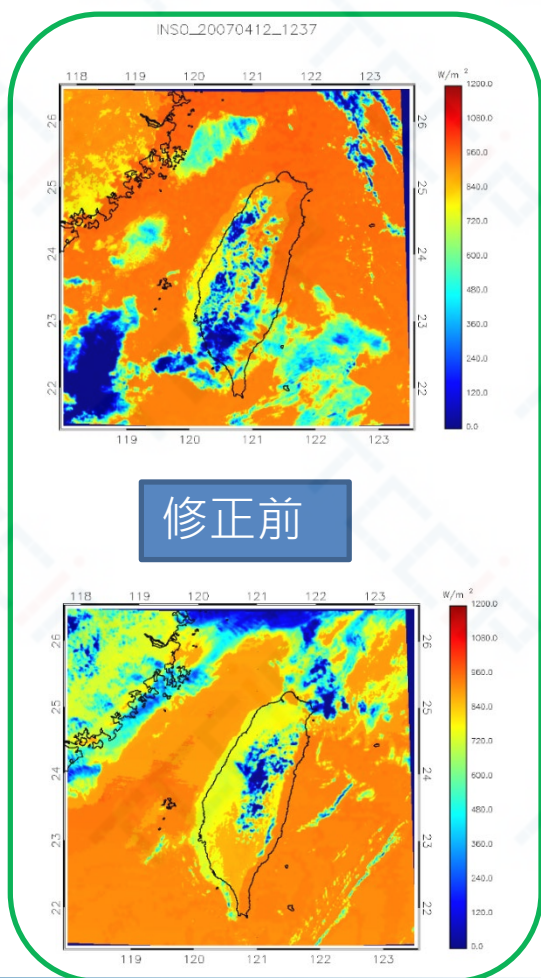


■ 改善作為

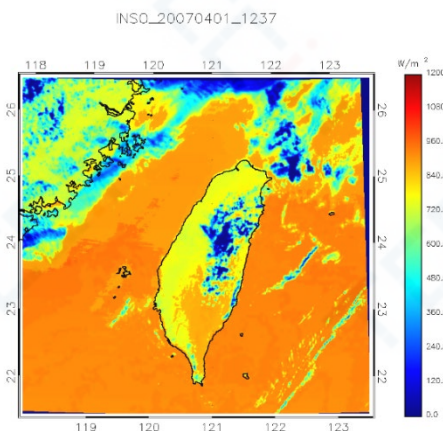
輻射資料偏移修正

■ 輻射資料與海岸線不吻合現象:

- 經檢查MTSAT-1R衛星於部分時段星下點位置有變動(140°、140.25°)
- 因為觀測格點經緯度座標轉換參數COFF(東西向截距)、LOFF(南北向截距)有與實際值有落差，針對此情形作改善



地理定位

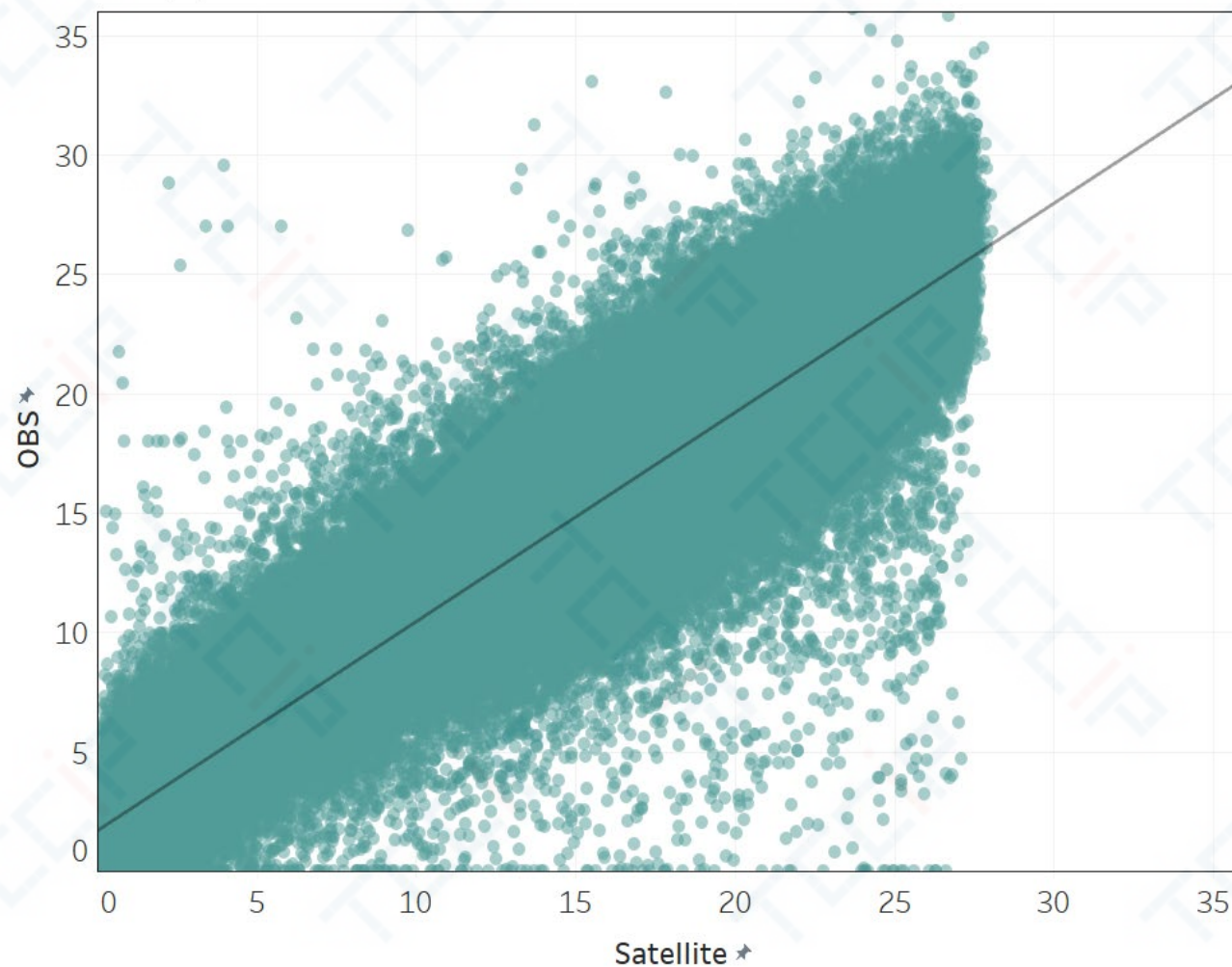


■ 驗證

衛星反演日射量與測站比較

■ 比較2006至2020年測站與衛星反演結果

- $OBS = 0.88 * Satellite + 1.67$
- $R = 0.94$



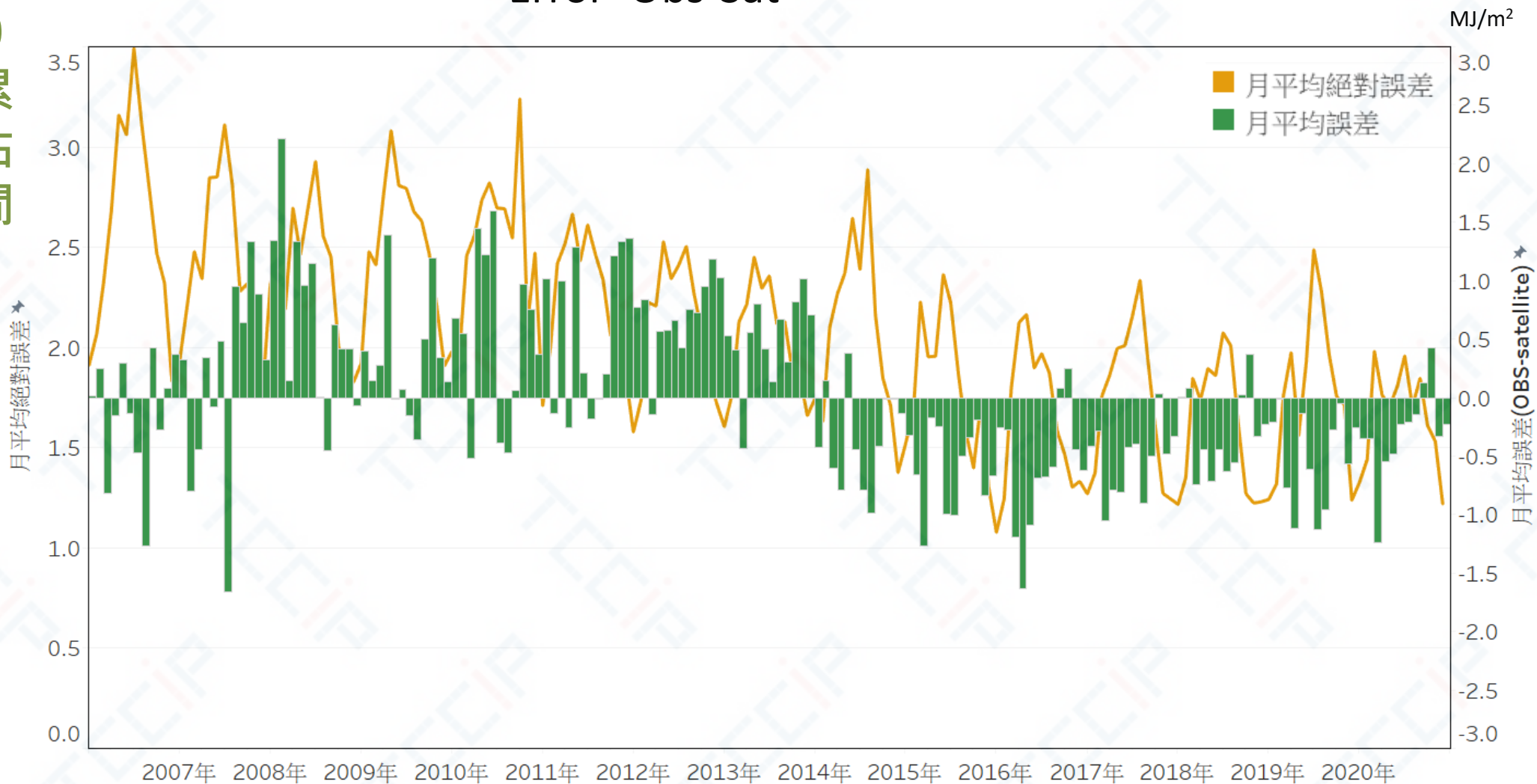
■ 驗證

日射量誤差比對

$$\text{Error} = \text{Obs} - \text{Sat}$$

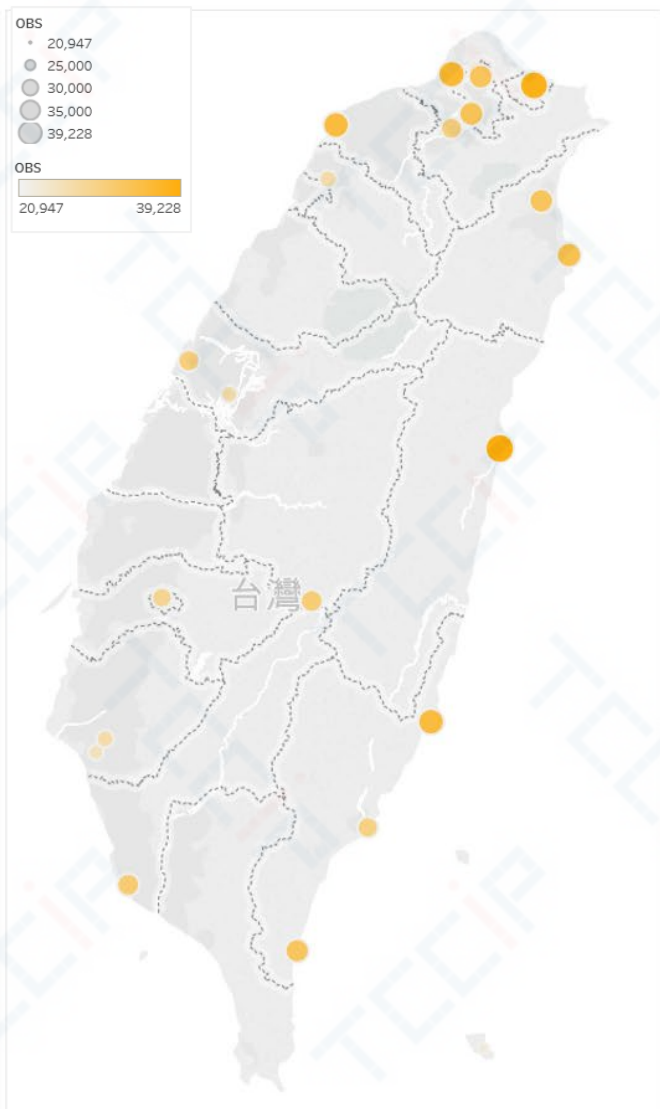
■ 2006至2020 年月平均日累積衛星與測站 日射量值時間 序列之比對

- 月平均絕對誤差
隨時間軸逐漸減
小在 $\pm 1 \text{ MJ/m}^2$ 。
- H8推估期間絕對
誤差，均在 2.5
 MJ/m^2 以內。
- 平均誤差，2014
年前衛星低估現
象，而2014年後
衛星高估現象

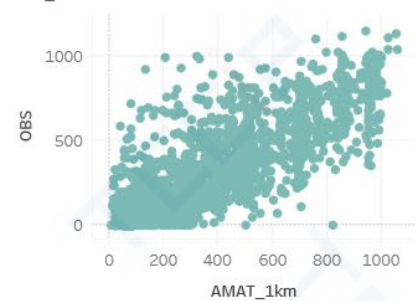


■ 驗證 日本太陽能放射聯盟產品與衛星及測站資料分析

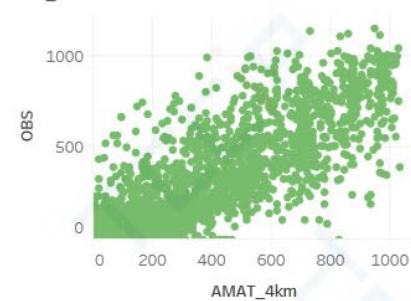
MAP



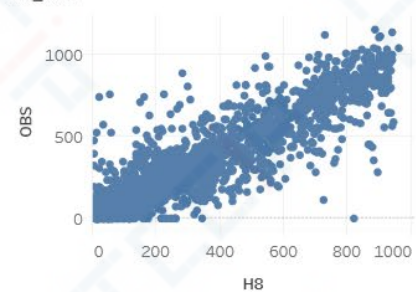
1km_com



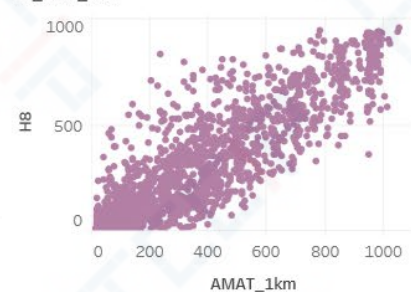
4km_com



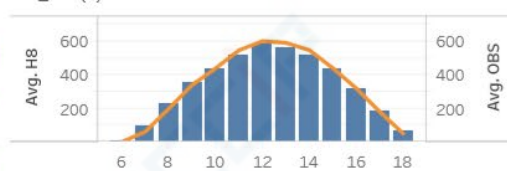
H8_com



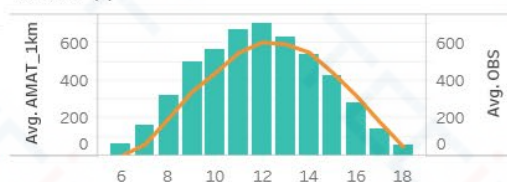
H8_1km_com



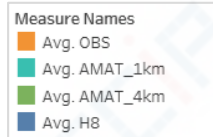
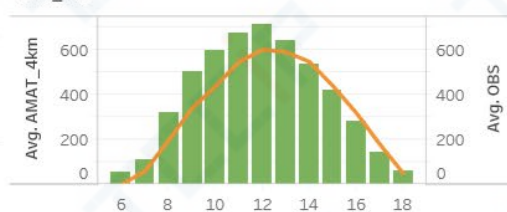
H8_bar (3)



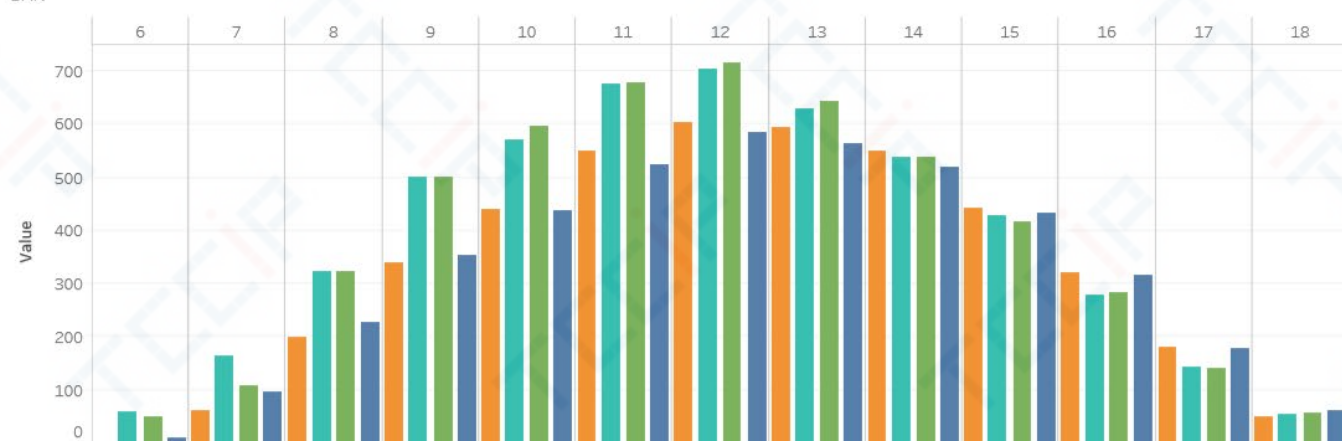
1km_bar (2)



4KM_bar



BAR



日射量目前應用

- 中央氣象局(降尺度小組、預報中心、資訊中心)-綠能計畫
- 國家災害防救科技中心-臺灣氣候變遷推估與資訊平台計畫
- 農試所-新農漁業計畫
- 台灣電力公司-綠能計畫
- 中央研究院-深度減碳途徑之環境監測與模擬
- 學術單位-臺灣大學、中央大學、成功大學、中正大學等

結論

■ 衛星反演日射量資料

- 比對三顆衛星之間差異性
- 反演歷史資料誤差之修正：
 - ✓ 時角精度提高：改善上午過度低估下午高估現象
 - ✓ MTSAT-2及MTSAT-1R衛星資料掃瞄時間修正：由+17分修正觀測為+07分時間的錯誤
 - ✓ 反演程式於IR1亮溫判斷：將溫度判斷之範圍自~200°K擴大至~150 °K
 - ✓ 資料與地形不吻合問題：因星下點位置變動及衛星移動所造成之觀測點偏移(人工修正)
- 比對2006年至2020年衛星與測站差異，相關性達0.94：
 - ✓ 年分：誤差、絕對誤差隨年分逐漸減小(近幾年氣象局日射量品管有加強管理)
 - ✓ 測站：個別測站相關性不佳之原因，除反演方法以及不同測站之地域性問題，亦需考慮觀測資料品質

■ 未來工作規劃

- 持續精進日射量資料
 - ✓ 改善最大極值問題
 - ✓ 此演算法運用參數帶入計算氣膠光學厚度期望利用提升反演的準確度

謝謝聆聽

