

臺灣氣候變遷推估與資訊平台計畫 Team 1- 衛星反演表面溫度資料

中央氣象署

張育承簡正

黃英助理研究員



Outline大綱

1. 計畫緣起
2. 建立衛星表面溫度資料庫
 - 產製向日葵衛星海表溫日均溫
 - 海表溫驗證
 - 產製向日葵衛星地表溫日均溫
 - 地表溫驗證
3. 提升衛星日射量精確性
4. 小結

TCCIP（臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）由國家災害防救科技中心（NCDR）建置，提供完整的氣候變遷推估資料與應用工具。平台整合長期溫度、降雨等氣候資料，並提供區域圖表、統計指標與情境模擬功能，協助政府、研究單位及產業進行風險評估與調適規劃。TCCIP致力提升氣候資訊透明度，強化國內調適能力。

第三期(2017-2022)：

臺灣地區日射量網格資料應用：
台大-臺灣山區雲霧帶長期的氣候變化
TCCIP-用於模式日射量之校正
中研院-臺灣太陽能發電
成功大學-心理健康與日射量相關

第四期(2022-2026)：

地/海表溫網格資料應用：
國海院-用於模式海溫之比對
台大海研所-用於模式海溫之比對
Team 2應用領域(水試所)

衛星
資料
產製



衛星資料反演表面溫度的應用

衛星地表溫度：

掌握地球熱環境，提升氣候與防災能力

衛星可大範圍或區域性、持續觀測陸地與海洋表面溫度，協助了解地表與海洋的熱量變化，以及大氣和地表之間的能量交換，提供氣候研究、天氣預報及環境監測的重要資訊。

透過衛星地表溫度資料，可應用於都市熱島效應分析、農業乾旱與作物熱害監測、海洋環境與漁業應用、熱污染監測，並結合氣候研究及數值模式，提升天氣與季節預報能力，協助掌握環境變化、降低災害風險，促進永續發展。



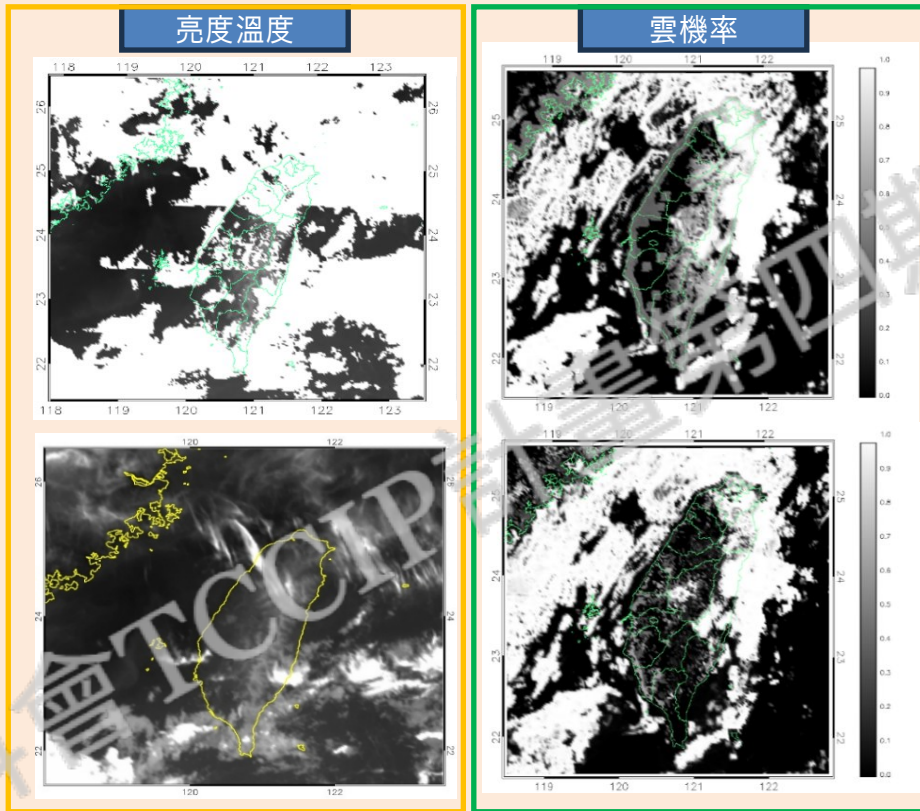
建立衛星表面溫度資料庫

改善衛星觀測品質與濾雲方法

左列圖：濾除不合理之資料，改善資料庫品質。
右列圖：使用雲機率門檻值作為雲篩選條件產品，新版改善明顯海陸邊界不合理情形。

舊版

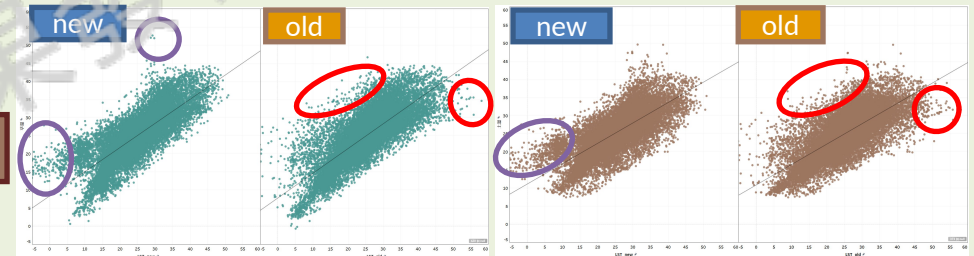
新版



產製新版地表溫與海表溫資料庫

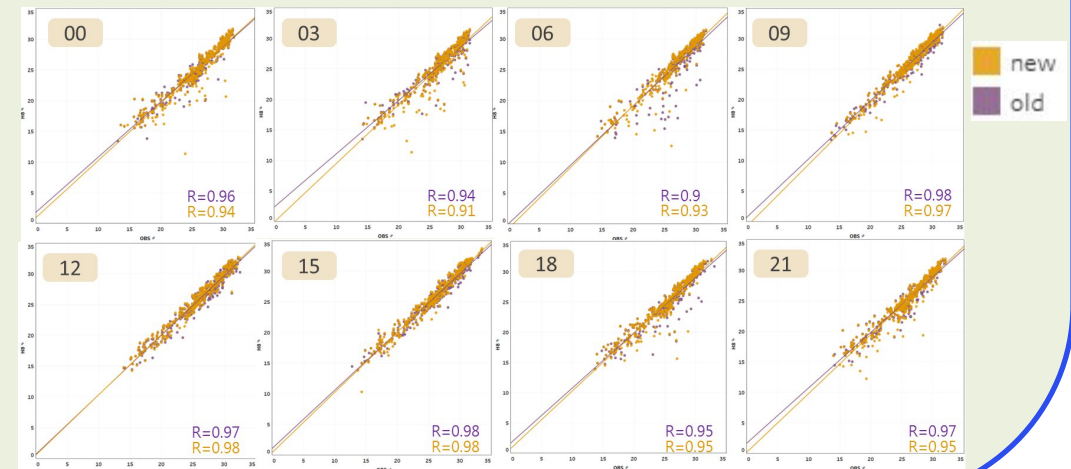
- 以2022年衛星表面溫度與氣象署觀測資料比對為例：
- 新舊版表面溫度推估與觀測資料比較之散布圖
- 讓新版地溫落在合理的範圍內，改善偏高與低溫區間：：從 -10°C ~ 50°C 之間。

地溫



- 海溫散布圖新舊版R值皆在0.9以上，白天時段相關性較佳

海溫



產製向日葵衛星海表溫日均溫產品

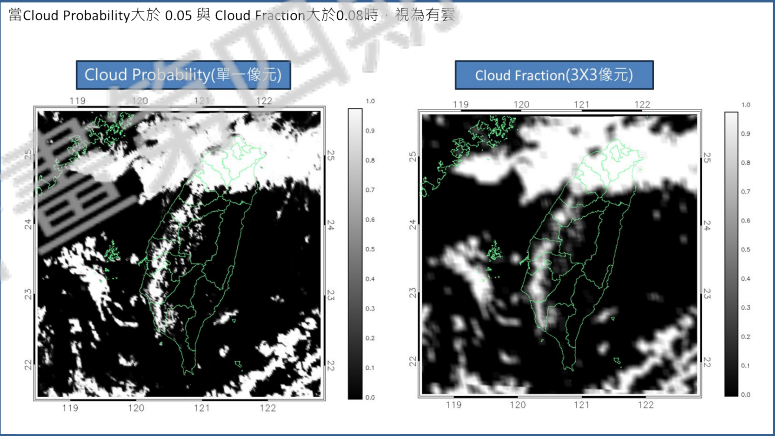
海溫產品：

氣象署作業產製亞洲地區海表溫資料
空間範圍：10至40°N, 100至140 °E
空間解析度：2 KM 時間解析度：1 小時
演算法：多頻道窗區法
資料時間：2015/07/07~2024/12/31

計算公式

$$\begin{aligned} SST &= c_1 + c_2 * B13 + (-1.0) * c_3 (B13 - B15) + c_4 (B13 - B11) * senzen + c_5 (B13 - B14) * senzen + (-1.0) \\ &* c_6 (B13 - B11) (\text{初始海溫值}) + (-1.0) * c_7 (B13 - B14) (\text{初始海溫值}) + c_8 (B13 \\ &- B15) (\text{初始海溫值}) \\ senzen &: \text{衛星天頂角} \\ c_1、c_2、c_3、c_4、c_5、c_6、c_7、c_8 &: \text{係數} \end{aligned}$$

Step 1. Cloud Mask Data



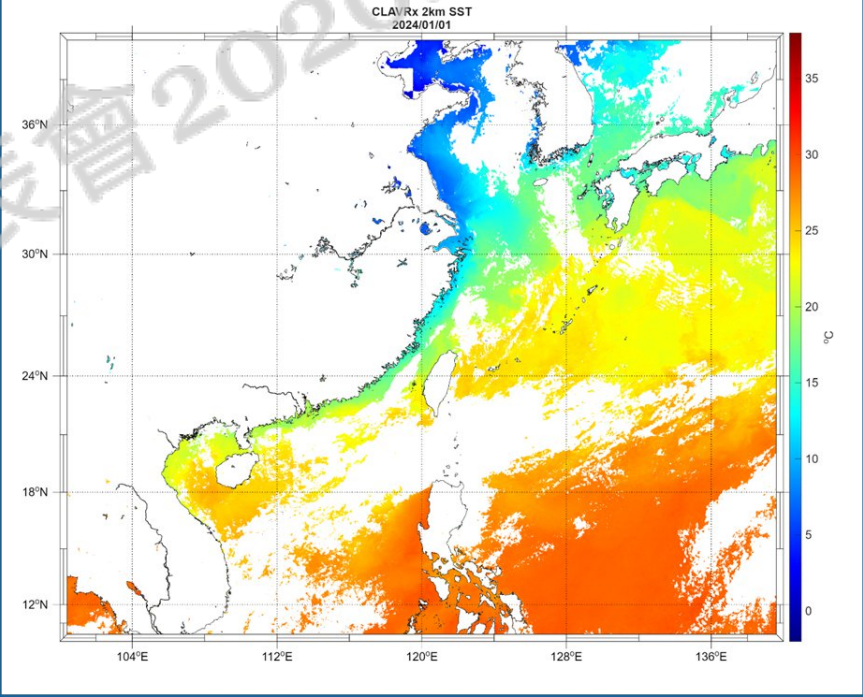
應用

- 1.國海院-HYCOM模式海表溫之比對
- 2.台大海研所-模式海表溫之比對
- 3.TCCIP Team 2應用領域(水試所)

Step 2. Outlier (spatiotemporal 3D)

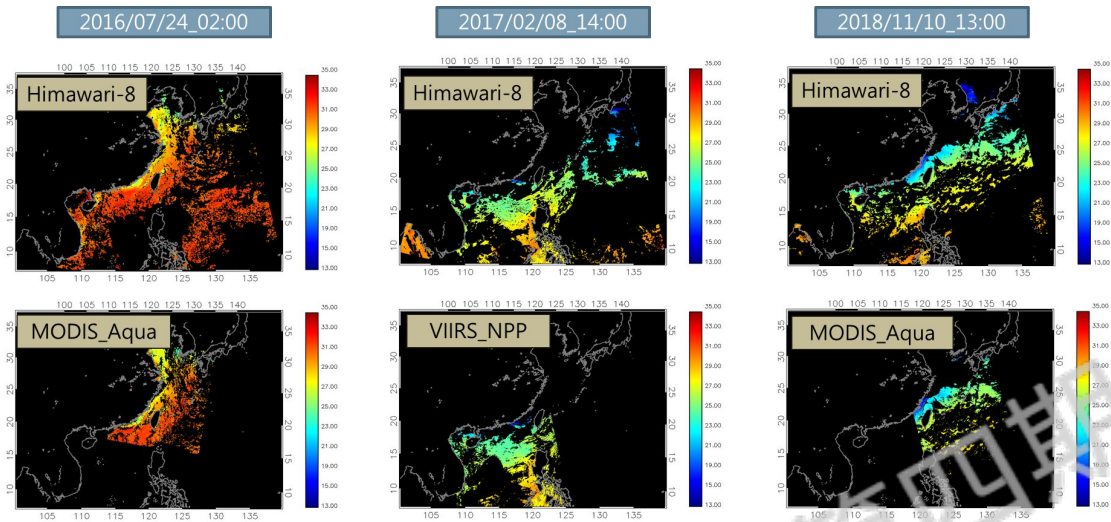
Dimension	Method	Rational
1D Temporal (時間)	Moving MAD $\bar{x}_{7d} \pm 3 \times MAD_{scaled}$ (MAD: Median Absolute Deviation)	Adapts to seasonality & isolates spikes
2D Spatial (空間)	Quartiles $[Q1 - 1.5 \times IQR, Q3 + 1.5 \times IQR]$ (IQR: Interquartile Range)	Robust to non-parametric SST data

每日海溫產品樣本



2016 - 2023年向日葵8/9號海表溫與其他衛星分布比對

2016 - 2018年

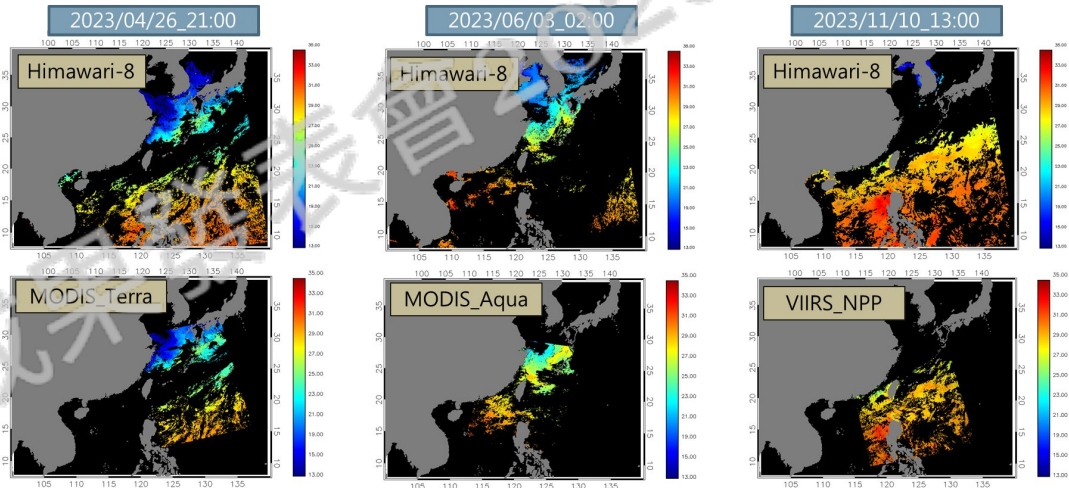


- 比對2016年1月1日至2022年12月13日(未顯示2019至2022年圖) 6個浮標測站與衛星(H8、VIIRS_NPP、MODIS)之海表溫資料

H8為署內之海表溫產品
誤差由衛星反演值-觀測值

	H8	JAXA	MODIS_Terra	MODIS_Aqua	VIIRS_NPP
R	0.96	0.95	0.97	0.97	0.96
RMSE	1.14	1.28	1.03	1.02	1.03
絕對誤差	0.77	0.94	0.73	0.75	0.76
平均誤差	-0.26	-0.55	-0.35	-0.35	0.30
標準差	1.11	1.16	0.97	0.95	0.98

2023年



- 比對2023年1月1日至12月31日6個浮標測站與衛星(H8、VIIRS_NPP、MODIS)之海表溫資料

- H8為署內之海表溫產品
- 誤差由衛星反演值-觀測值

	H8	JAXA	MODIS_Terra	MODIS_Aqua	VIIRS_NPP
R	0.98	0.97	0.99	0.99	0.99
RMSE	0.7	0.96	0.62	0.66	0.62
絕對誤差	0.53	0.76	0.46	0.49	0.49
平均誤差	0	0.54	-0.18	-0.22	-0.28
標準差	0.7	0.79	0.62	0.6	0.55

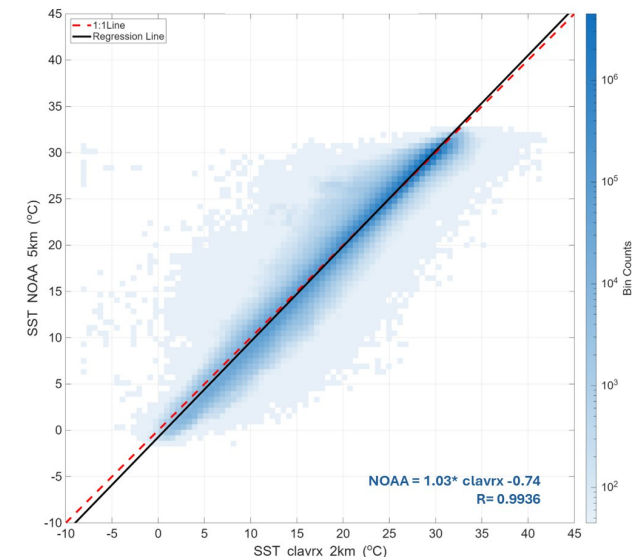
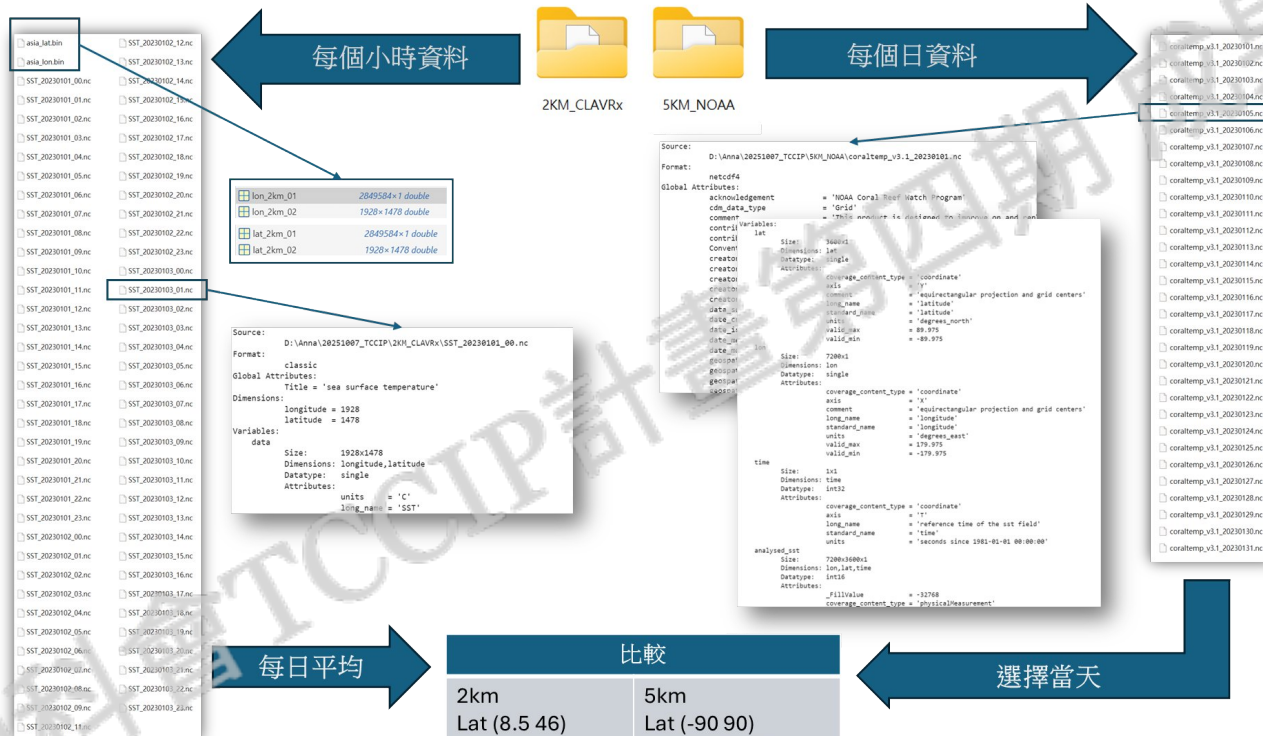
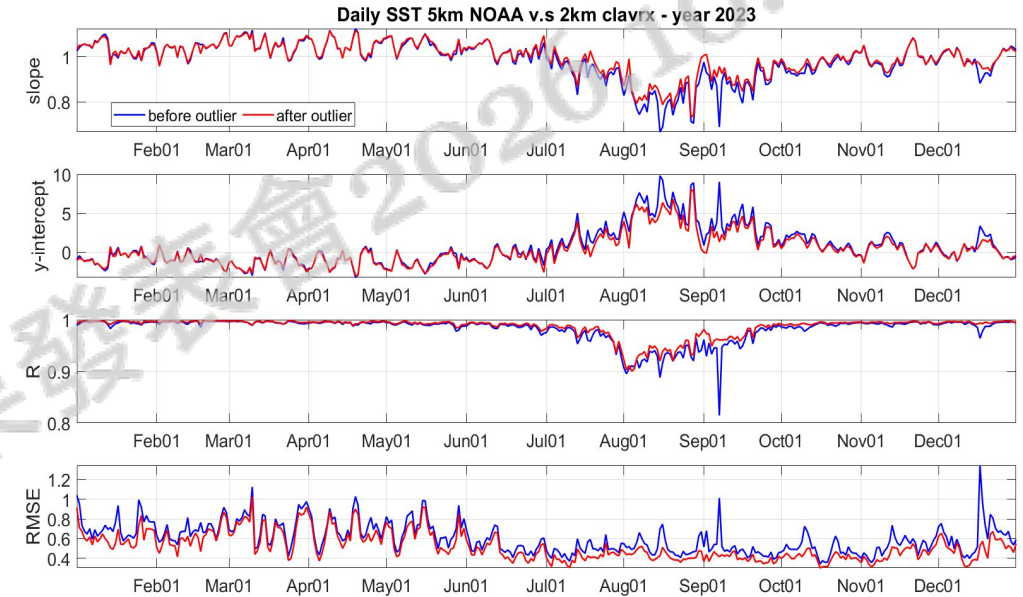
2023-2024年向日葵8/9號海表溫與NOAA5km比對

以2023年為例：展示海溫遙測資料分析流程：

左下圖：將 2km CLAVRx 與 5km NOAA 海溫資料進行時空對齊與處理
5km海溫的統計分析

右上圖：藍線與紅線分別代表修正前與修正後的每日統計隨時間的變化，有效濾除離群值並降低 RMSE，提升資料品質

右下圖：兩者散布圖，整體顯示兩者高度相關 ($R=0.9936$)

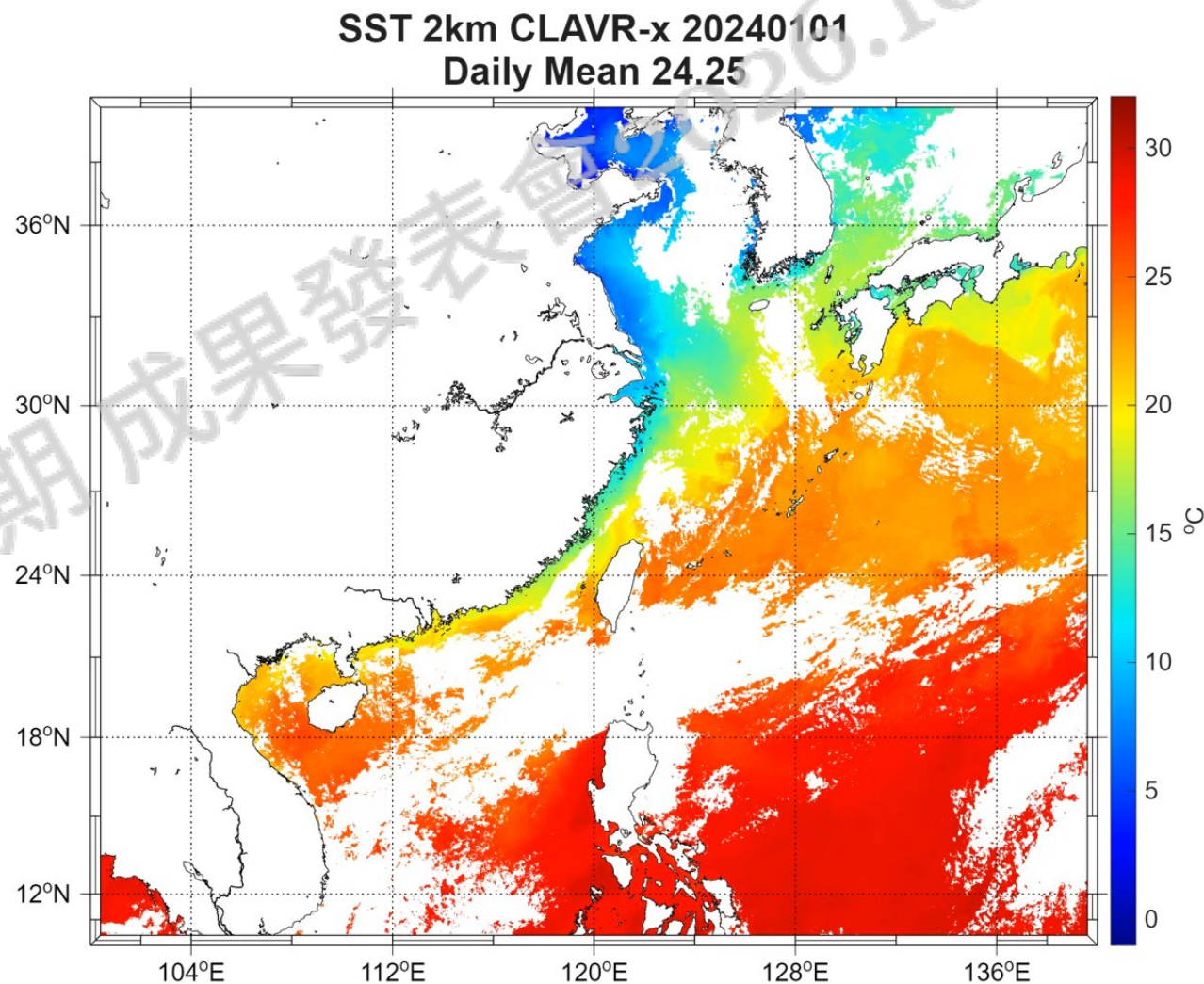


提供的海溫資料

右圖：以2024年1月為例
台灣周遭海域日平均海溫分布動畫圖

- 海溫資料集：

- 期間: 2016-2025年
- 時間解析度: 每個小時、日平均、月平均
- 空間解析度: 2公里



產製向日葵衛星地表日均溫

演算法：廣義紅外窗區雙頻道算法

計算公式：

$$LST = a*BT13 + b*(BT13-BT14) + c(BT13-BT14)^2 + d + e(1-\epsilon) + f*\Delta\epsilon$$

BT13, BT14：衛星熱紅外波段所獲得的亮溫為單位為 (Kelvin)

a、b、c、d、e、f：經驗係數

ϵ ：地表平均發射率（通常取決於地表覆蓋，如植被、土壤等）

Δ ： $\epsilon_{13} - \epsilon_{14}$ (Band 13與Band 14的發射率差)

原始資料檔案：

- 10 分鐘解析度資料
- 每日 144 個檔案

clavrx_H09_20240101_0000_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0010_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0020_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0030_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0040_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0050_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0100_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0110_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0120_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0130_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0140_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0150_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0200_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0210_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0220_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0230_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0240_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0250_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0300_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0310_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0320_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0330_NTOU-TW-LST.level2.nc
clavrx_H09_20240101_0340_NTOU-TW-LST.level2.nc

中繼資料 (Metadata)：

- 檔案格式：NetCDF4
- 變數數量：35 個

Field	Value	Size
Filename	Z:\AnhHoang\LST\data_clavrx...	1x102
Name	"/	1x1
Dimensions	1x2 struct	1x2
Variables	1x35 struct	1x35
Attributes	1x93 struct	1x93
Groups	{}	0x0
Format	'netcdf4'	1x7
Datatypes	{}	0x0

資料結構：

```
actual_range = [-32768 32767]  
actual_missing = -999  
cloud_fraction_uncertainty  
Size: 169x195  
Dimensions: pixel_elements_along_scan_direction, scan_lines_along_track_direction  
Datatype: int16  
Attributes:  
  SCALED = 1  
  add_offset = 0.5  
  scale_factor = 1.5259e-05  
  units = 'none'  
  standard_name = 'total_cloud_fraction_uncertainty'  
  long_name = 'CCL uncertainty in the total cloud fraction'  
  coordinates = 'longitude latitude'  
  _FillValue = -32768  
  valid_range = [-32767 32767]  
  actual_range = [-32767 32767]  
  actual_missing = -999
```

```
surface_temperature_retrieved  
Size: 169x195  
Dimensions: pixel_elements_along_scan_direction, scan_lines_along_track_direction  
Datatype: int16  
Attributes:  
  SCALED = 1  
  add_offset = 280  
  scale_factor = 0.0018311  
  units = 'K'  
  standard_name = 'surface_temperature_retrieved'  
  long_name = 'none'  
  coordinates = 'longitude latitude'  
  _FillValue = -32768  
  valid_range = [-32767 32767]  
  actual_range = [228 340]  
  actual_missing = -999
```

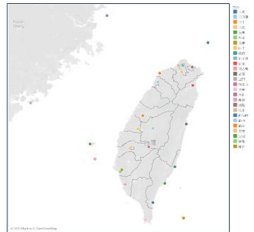
```
sea_surface_temperature_fst_level  
Size: 169x195  
Dimensions: pixel_elements_along_scan_direction, scan_lines_along_track_direction  
Datatype: int16  
Attributes:  
  SCALED = 1  
  add_offset = 290  
  scale_factor = 0.00076296  
  units = 'K'  
  standard_name = 'sea_surface_temperature_retrieved'  
  long_name = 'none'  
  coordinates = 'longitude latitude'  
  _FillValue = -32768  
  valid_range = [-32767 32767]  
  actual_range = [265 315]  
  actual_missing = -999
```

比對驗證觀測資料

- 地面氣候自動觀測系統(Automatic Climate Observing System, ACOS)為中央氣象局新一代氣象觀測建置，進行系統性來建立標準化程序，以提高氣象局觀測品質、提供天氣預報與氣候資料分析應用，利用ACOS進行與衛星推算資料比對。

觀測項目儀器對照表

觀測項目	ACOS儀器	A5儀器	備註
最低草溫	MicroStep-MIS PT100 溫度儀	Komatsu 酒精溫度計	土壤溫度與最低草溫觀測，原系統須由觀測員定時讀值並記錄，新系統改由電子式溫度儀自動記錄量測結果。
土壤溫度 0~30cm	MicroStep-MIS PT100 溫度儀	Komatsu 曲管酒精溫度計	
土壤溫度 50~500cm	MicroStep-MIS PT100 溫度儀	Komatsu 酒精溫度計	



- TaiSA 溫度網格資料為中央氣象署之溫度網格資料，溫度網格資料為根據231個測站之逐時觀測紀錄，經異常值剔除、遷撤站銜接與資料補遺後，利用通用克利金法進行空間插值，產製解析度為1公里及每小時溫度網格，供氣候研究與應用分析，以下溫度網格資料簡稱TaiSA。

根據變數屬性調整資料
(scale, offset, fillVal, ...)

10 分鐘地表溫資料

日平均地表溫資料

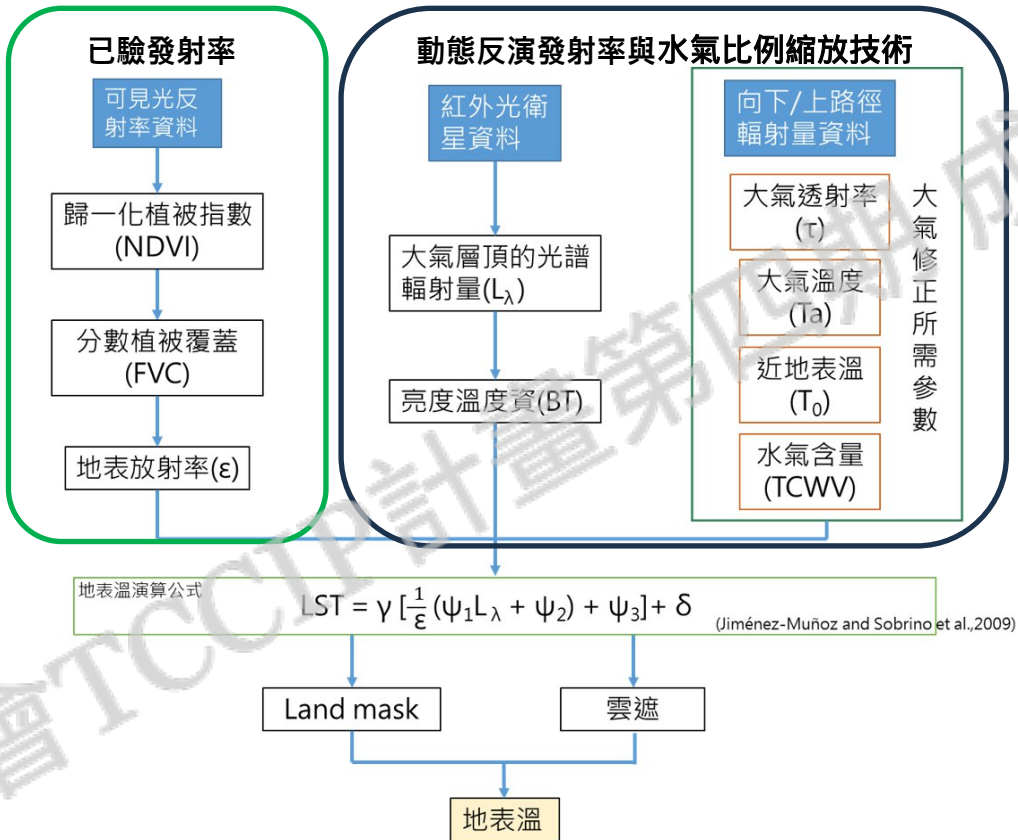
clavrx臺灣地區地表溫資料

- 空間範圍：10至40°N
- 100至140 °E
- 空間解析度：2 KM
- 時間解析度：1 小時

衛星地表日均溫算法

Landsat-8/9
空間範圍：台灣地區
空間解析度：30 m
時間解析度：8 天

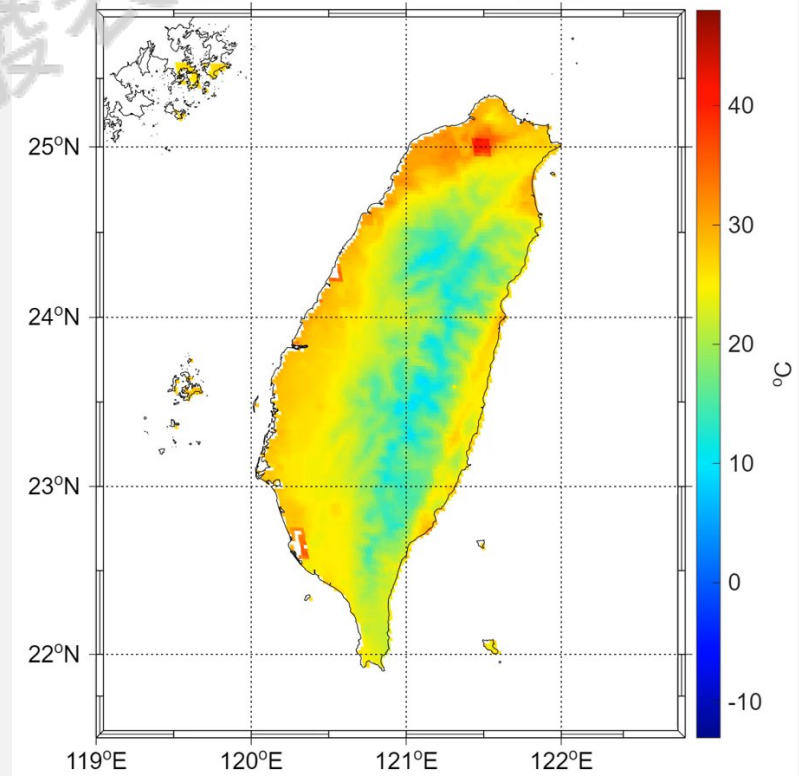
Himawari-8/9
空間範圍：台灣地區
空間解析度：2 km
時間解析度：1 小時



2023年9月山區與平地
日均地溫的日變化

LST 2km clavr 20230911

Mean_{>500m} 18.41 °C Mean_{<500m} 26.05 °C



Landsat-8/9地表溫傳統演算方法

■ mono-window algorithm

$$LST = A_i \frac{BT}{\varepsilon} + B_i \frac{1}{\varepsilon} + C_i \quad (\text{Ermida et al., 2020})$$

BT : sensor brightness temperature of band 10(K)

ε : surface emissivity

A_i 、 B_i 、 C_i 不同水氣含量，帶入係數不同

TPW :

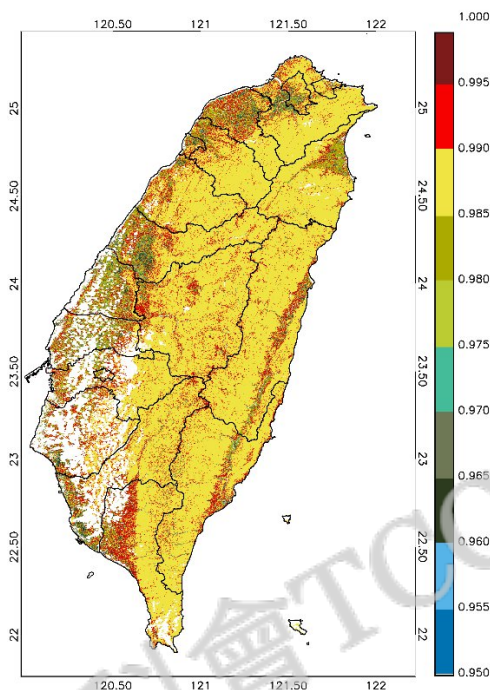
資料來源：RWRF

空間解析度：1公里

時間解析度：hourly

水氣含量 TPW	A	B	C
0 < TPW ≤ 6	0.9751	-205.893	212.7173
6 < TPW ≤ 12	1.009	-232.275	230.5698
12 < TPW ≤ 18	1.0541	-253.194	238.9548
18 < TPW ≤ 24	1.1282	-279.421	244.0772
24 < TPW ≤ 30	1.1987	-307.45	251.8341
30 < TPW ≤ 36	1.3205	-348.023	257.274
36 < TPW ≤ 42	1.454	-393.172	263.5599
42 < TPW ≤ 48	1.635	-451.079	268.9405
48 < TPW ≤ 54	1.5468	-429.51	275.0895
TPW > 54	1.9403	-547.268	277.9953

頻道	簡稱	中心波長	水平解析度
Band 1	Coastal Aerosol	0.44 μm	30 m
Band 2	Blue	0.48 μm	30 m
Band 3	Green	0.56 μm	30 m
Band 4	Red	0.655 μm	30 m
Band 5	Near-Infrared	0.865 μm	30 m
Band 6	SWIR 1	1.61 μm	30 m
Band 7	SWIR 2	2.2 μm	30 m
Band 8	Panchromatic	0.59 μm	15 m
Band 9	Cirrus	1.37 μm	30 m
Band 10	TIRS 1	11 μm	100 m
Band 11	TIRS 2	12 μm	100 m



■ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

$$NDVI = \frac{NIR - blue}{NIR + red} = \frac{B5 - B4}{B5 + B4}$$

■ Fractional Vegetation Cover (FVC)

※ $NDVI_{bg} = 0.2$ ， $NDVI_{vg} = 0.5$

依據Jiménez-Muñoz et al(2009)說明，分析NDVI的頻率分布，推導適合台灣區域的土壤與植被的NDVI值，得到下列數值： $NDVI_{bg} = 0.24$ ， $NDVI_{vg} = 0.87$

– $NDVI \geq NDVI_{vg}$ $fvc = 1$

全植被像素

– $NDVI \leq NDVI_{bg}$ $fvc = 0$

土壤像素

■ Surface Emissivity(Yu et al., 2014)

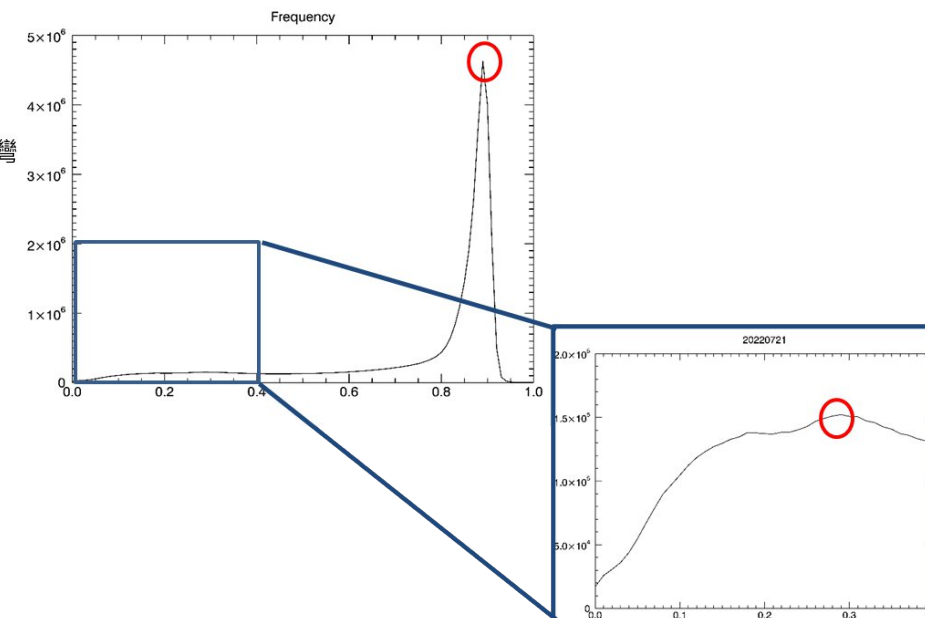
$NDVI < 0 \rightarrow \varepsilon = 0.991$

$0 \leq NDVI < 0.2 \rightarrow \varepsilon = 0.973 - 0.047 * Ref^{0.65}$

$0.2 \leq NDVI < 0.87 \rightarrow \varepsilon = \varepsilon_v * FVC + \varepsilon_s(1 - FVC) + c$

$NDVI > 0.87 \rightarrow \varepsilon = \varepsilon_v c$

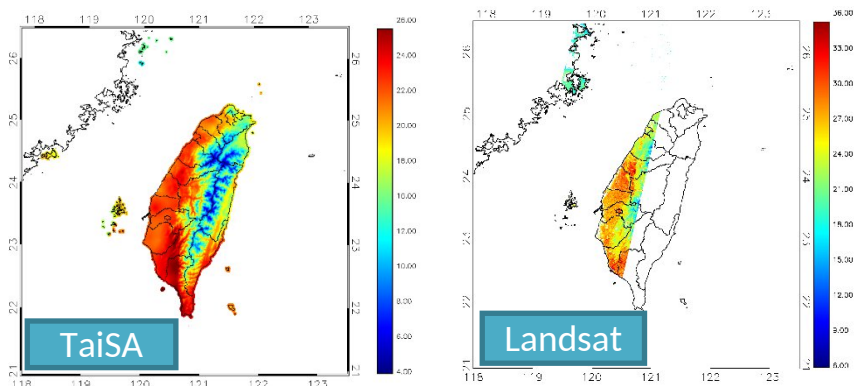
$$c = (\varepsilon_s) * \varepsilon_v * 0.55(1 - FVC)$$



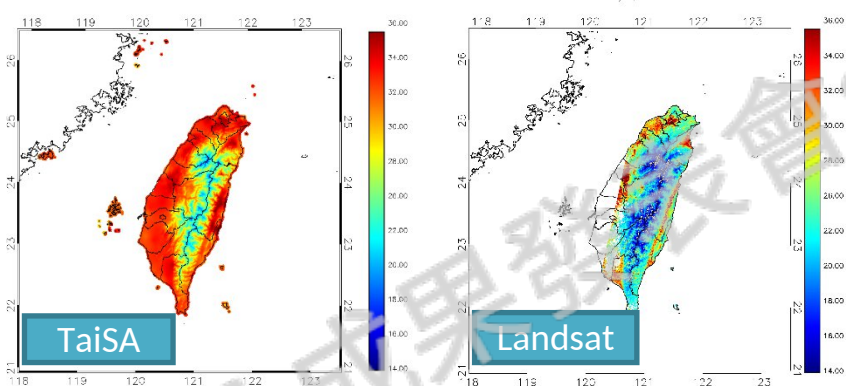
推估地表放射率

Landsat-8/9地表溫與TaiSA氣溫資料比對

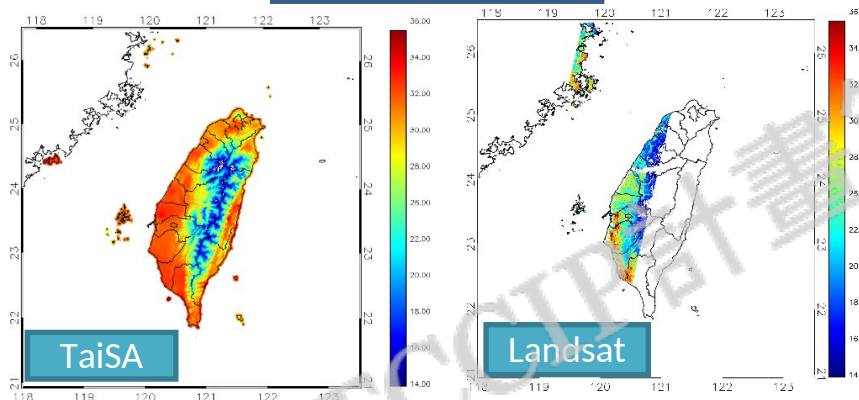
20220227



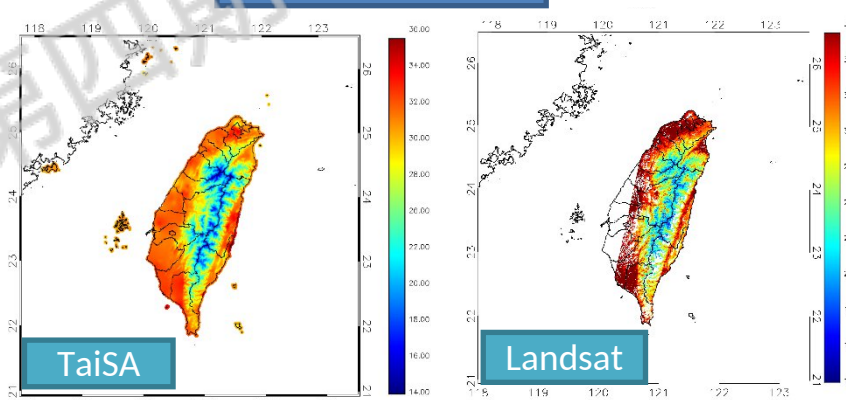
20220722



20220915



20221002



■ **TaiSA資料**為氣象署與國家災害防救科技中心 (NCDR)將臺灣各地的氣象觀測站資料進行網格化重建與分析後，所產生的高解析度歷史氣象格點資料。

■ **Landsat-8/9資料**推估地表溫與TaiSA 氣溫資料分布比對：

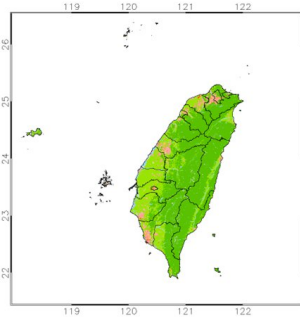
- Landsat-8/9觀測臺灣上空時間為早上10點30左右，TaiSA氣溫資料取10點和11點的平均值
- 於10月，Landsat-8/9地表溫都市區域溫度相對較高
- 整體衛星地表溫偏高

雙星協同觀測縮短為8天，可用 8 天的資料鑲嵌合成出一張全台無縫地溫圖，由於鄰近軌道合成的全台灣觀測數據，通常會是由兩個（或多個）不同日期的資訊所拼接而成。因此，在實際應用中，合成所需時間通常會被拉長。

向日葵8/9號地表溫資料的比對與驗證

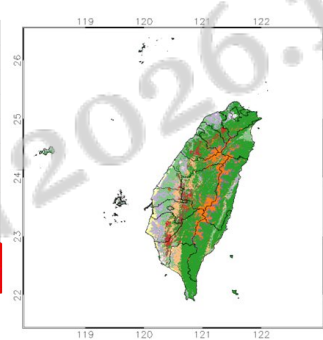
土地利用類型

代碼	土地利用類型
01	農業利用土地
02	森林利用土地
03	交通利用土地
04	水利利用土地
05	建築利用土地
06	公共利用土地
07	遊憩利用土地
08	鹽礦利用土地
09	其他利用土地



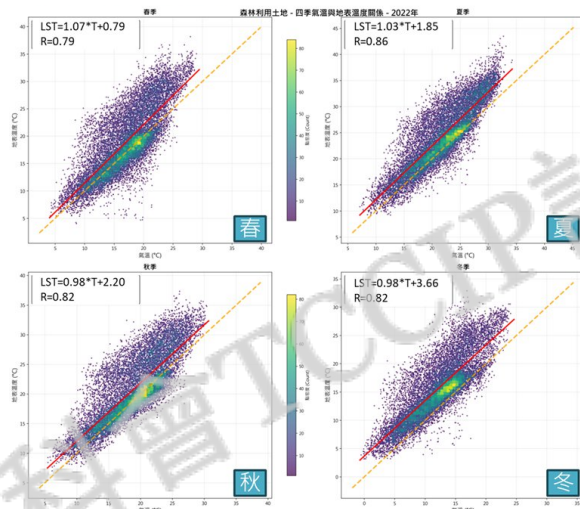
代碼	類別	代表色	代碼	類別	代表色
01	水田	綠色	09	針葉林	深綠色
02	旱田	淺綠色	10	闊葉林	亮綠色
03	果園	黃色	11	竹林	深藍色
04	水產養殖	淺藍色	12	針闊葉混生林	深紫色
05	畜舍	深藍色	13	竹闊葉混生林	亮紫色
06	牧場	粉紅色	14	竹針葉混生林	亮藍色
07	農業生產設施	深棕色	15	竹針闊葉混生林	深藍色
08	農業產銷及加工設施	黑色	16	灌木林	亮藍色
			17	待成林地	深藍色
			18	其他森林利用土地	深藍色

視為其他用地



農林地區2022年時地表溫與TaiSA氣溫資料比對

森林利用土地



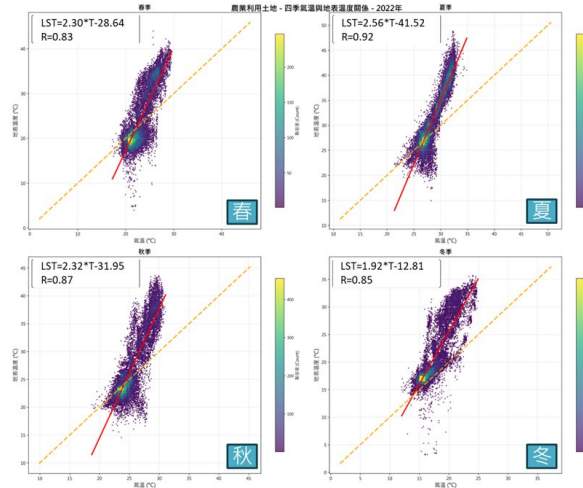
■ 森林利用土地在四季（春、夏、秋、冬）中，氣溫與地表溫（LST）的散布圖

四季特徵：

春季：LST 整體略高於氣溫
夏季：LST 與氣溫關聯性佳
秋季：LST 偏低於氣溫
冬季：LST 偏低

整體趨勢：夏秋的相关性較高（ $R=0.86$ ），冬季相关性最弱，LST 與氣溫差異較大

農業利用土地



■ 農業利用土地在四季（春、夏、秋、冬）中，氣溫與地表溫（LST）的散布圖

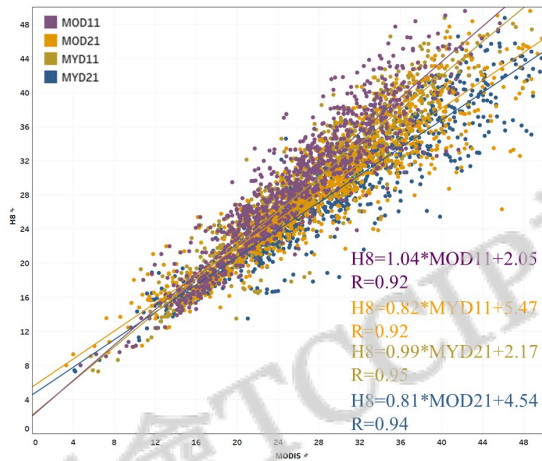
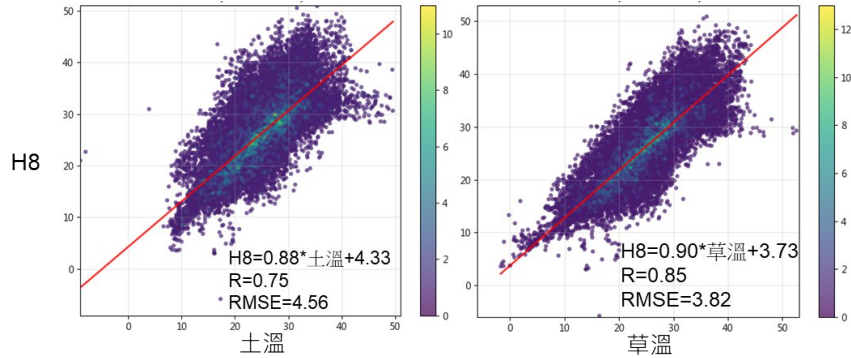
四季特徵：

春季：LST 整體略高於氣溫
夏季：LST 與氣溫呈高度相關，但整體仍大幅高於氣溫
秋季：LST 明顯高於氣溫，差異與夏季類似，但相關性比夏季低
冬季：LST 依然普遍偏高

整體趨勢：農業利用土地的 LST 在四季中均顯著高於氣溫，尤其在夏、秋季差異更大。夏季相關性最佳（ $R=0.92$ ），春季最弱（ $R=0.83$ ）

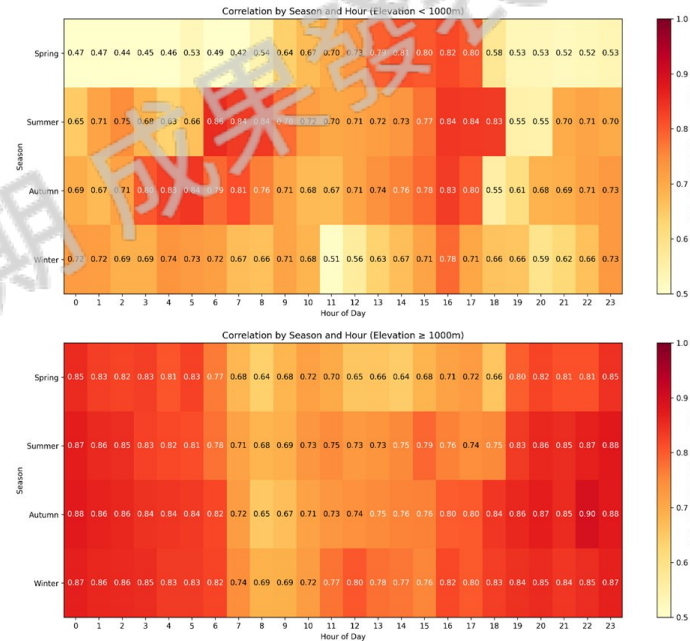
向日葵8/9號地表溫資料的比對與驗證

比對2022年1月1日至2022年12月13日每小時22個測站與clavr-x之地表溫資料散布圖



2022年Aqua
與Tera衛星地
表溫產品與向
日葵8號衛星
(clavr-x)比對

向日葵8號2022年四季每小時地表溫與TaiSA 資料比對



不同海拔在2022年分層的季節-時間相關係數分布

- 海拔低於1000米的地區（上圖）：
相對較高的相關性：
夏季是在6-17小時期間上午時段（約14-16小時）
春季在中午時分（14-15小時）有明顯較高的相關性，達到0.80-0.82
- 海拔高於1000米的地區（下圖）：
所有季節的相關性較高時段：清晨和深夜時段（0-3和20-23小時）中午時段（8-15小時）顯示相對較低的相關性
秋季在晚間時段（19-23小時）顯示較高相關性

向日葵 9 號衛星地表月平均溫資料

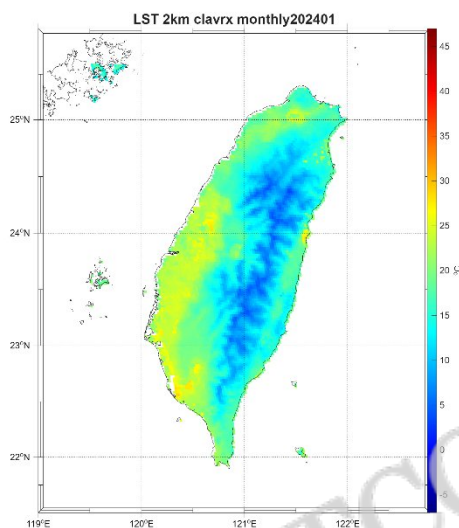
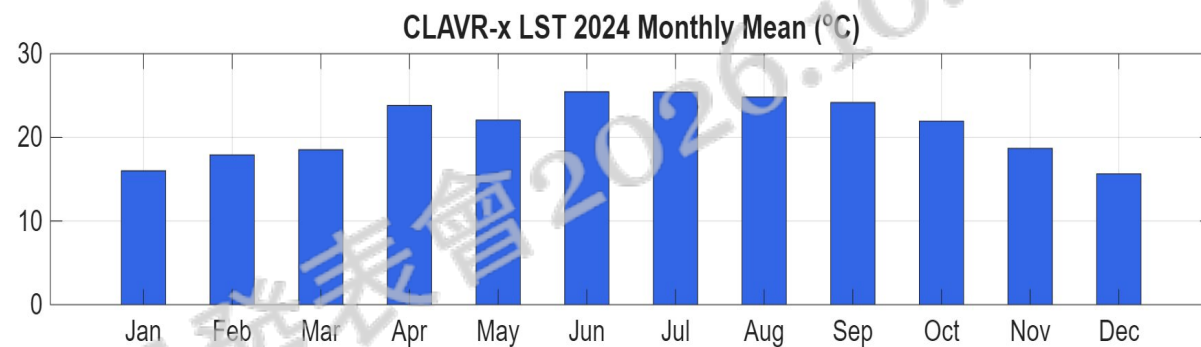
右圖：2024 年月均地表溫趨勢

季節性趨勢：典型的北半球單峰型溫度變化曲線。

最高溫月份：集中在夏季的 6 月至 7 月，約 25-26 °C。

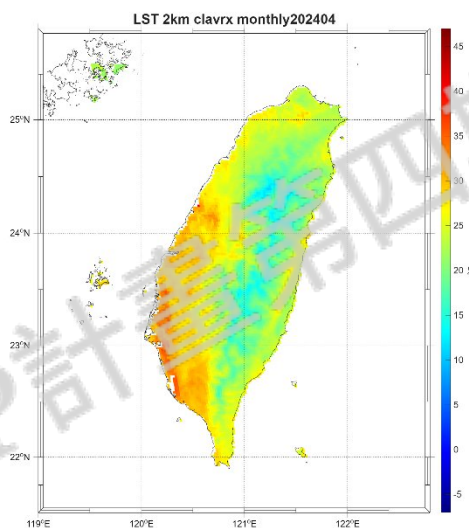
最低溫月份：出現在冬季的 1 月與 12 月，約在 15-16 °C。

特異現象：4 月的均溫出現顯著的回升峰值（約 24 °C），
高於 5 月的均溫（約 22 °C）



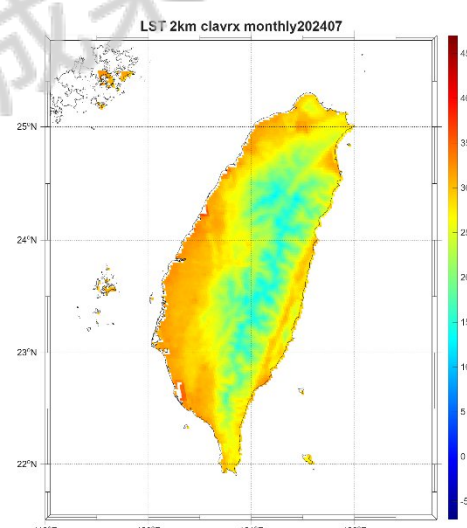
冬季

- 降溫趨勢明顯



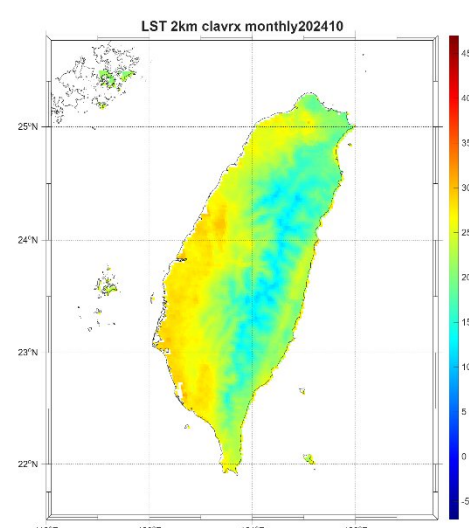
春季

- 處於冷冬與梅雨季之間的過渡期
- 氣溫適中



夏季

- 地表溫度 達全年最高值；
- 都市熱島效應最強烈；
- 太陽輻射最強



秋季

- 夏季濕度下降
- 天空通常較為晴朗（有利於地表溫度數據觀測）

向日葵 9 號衛星地表日平均溫資料

地表日平均溫資料顯示，
天氣變化算是合理的

夏季

- 這段時期地表溫度達到全年峰值。西部平原的高溫與中部山區的涼爽形成了鮮明對比。
- 城市熱島效應在這段時期最為顯著，尤其是在台北和高雄地區，這主要是由於太陽輻射量達到高峰所致。

氣象署報告摘要：2024年7月18日高溫事件

- 當日最高溫：38.7°C (新北市三峽)
- 區域影響：7 縣市觀測超過 37°C
- 原因：太平洋副熱帶高壓增強與都市熱島效應

新北市三峽38.7度達7/18各地最高溫 另有7縣市達37度以上

三峽在下午2點測得38.7度

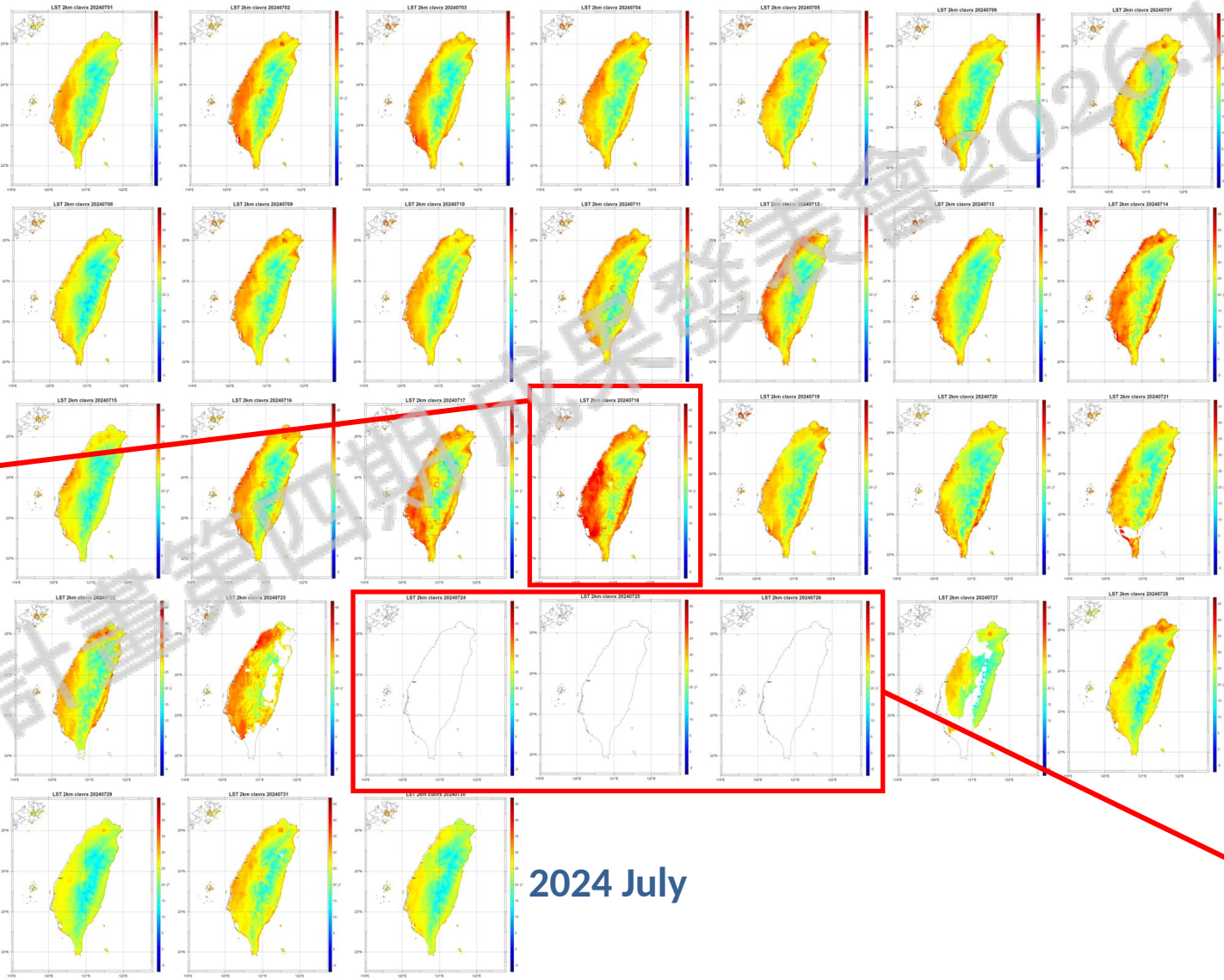


圖為7/18下午三點三峽市街景 (圖/中視社)

圖說

1527

根據中央氣象署網站，截至今 (18) 日下午2點，最高氣溫出現在新北市三峽，達



2024 July

颱風凱米
Typhoon Gaemi (英語)

凱米在7月24日增強至巔峰，其「針眼」清晰可見。

路徑圖 [合併]

颱風凱米的路徑圖 [展開]

圖例	[展開]
十分鐘平均風速	[展開]
二分鐘平均風速	[展開]
一分鐘平均風速	[展開]

概況

形成日期 2024年7月19日

消散日期 2024年7月29日

最低氣壓 935 hPa

瞬間最大陣風 240 km/h

影響

財產損失 23.1 億美元

死傷人數 最少 134 死 904 傷、24 人失蹤

影響地區 菲律賓、臺灣、日本（先島群島）、中國大陸（福建、浙江、江蘇、上海、江西、安徽、湖北、湖南、遼寧^{[1][2]}）

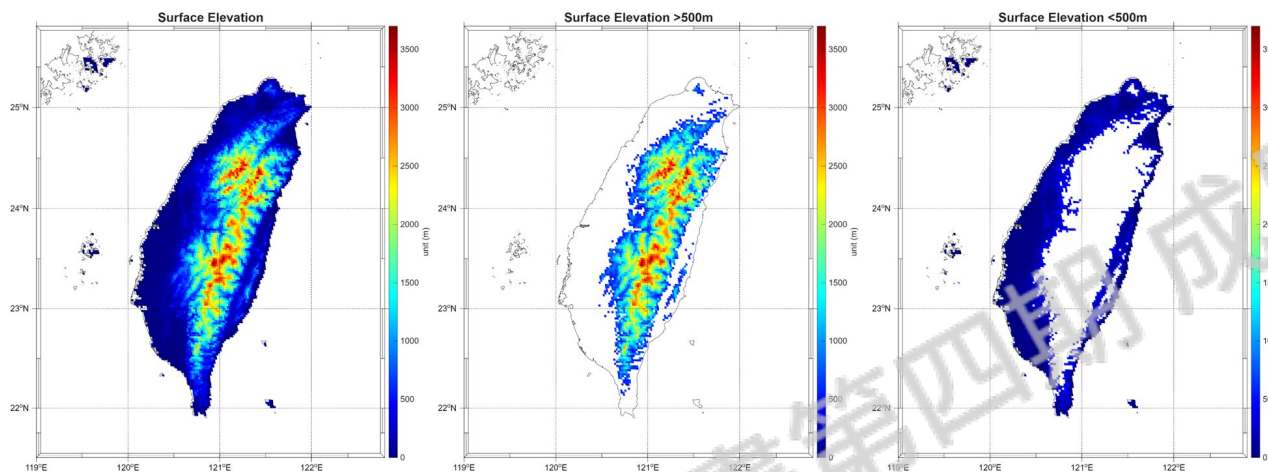
備註 菲律賓大氣地球物理和天文管理局在此熱帶氣旋離開其責任範圍之後，沒有再更新其風速資料。

2024年太平洋颱風季的一部分

因凱米颱風影響，
無地表溫資料

提供的地溫資料

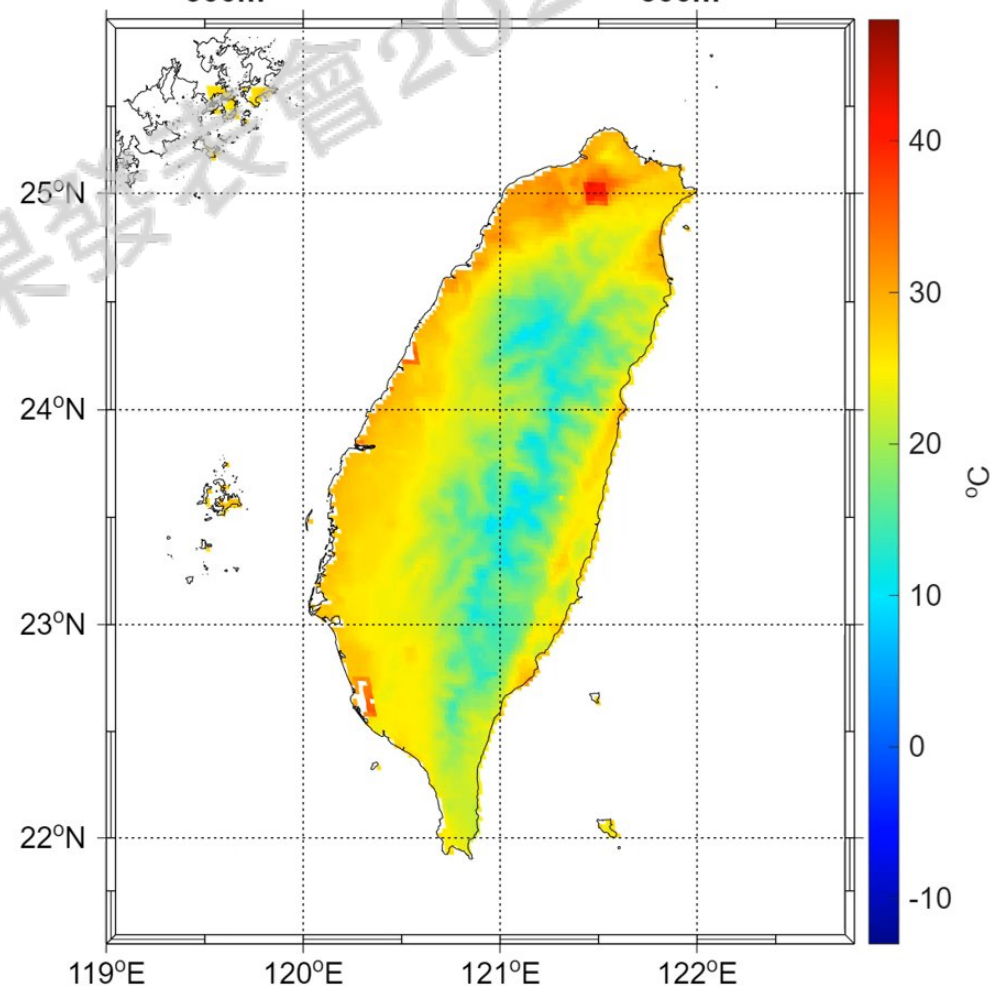
右圖：以2023年9月日均溫為例
結合山區與平地格點的全台日均溫分布動畫圖



台灣地形高度圖 (全區:左圖,山區:中圖,平地:右圖)

- 衛星地溫資料集：
 - 期間: 2016-2025年
 - 時間解析度: 每個小時、日平均
 - 空間解析度: 2公里

LST 2km clavr_x 20230911
Mean_{>500m} 18.41 °C Mean_{<500m} 26.05 °C



提升衛星日射量精確性

針對 **MTSAT-1R/2** 衛星資料進行幾何定位校正，並修正向日葵衛星日射量反演流程中的地形設定偏差

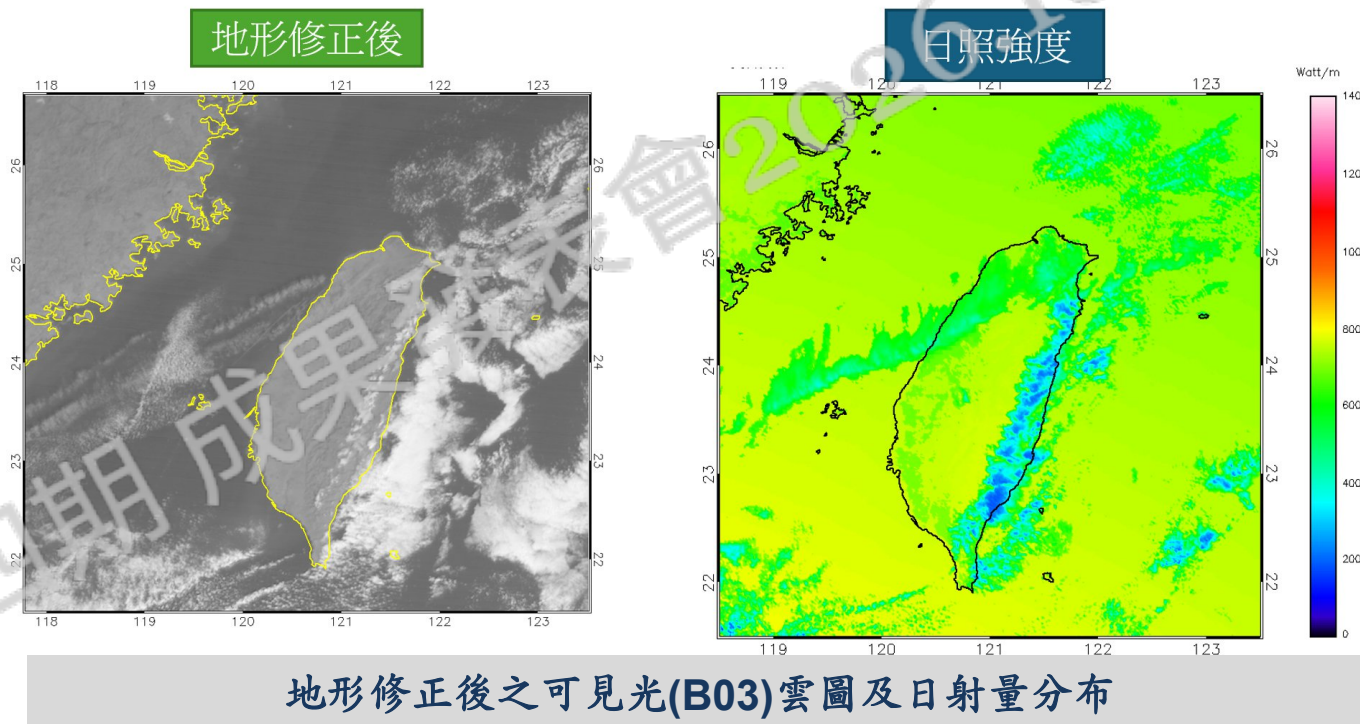
主要改善重點

➤ 修正 MTSAT-1R/2 地形偏移問題

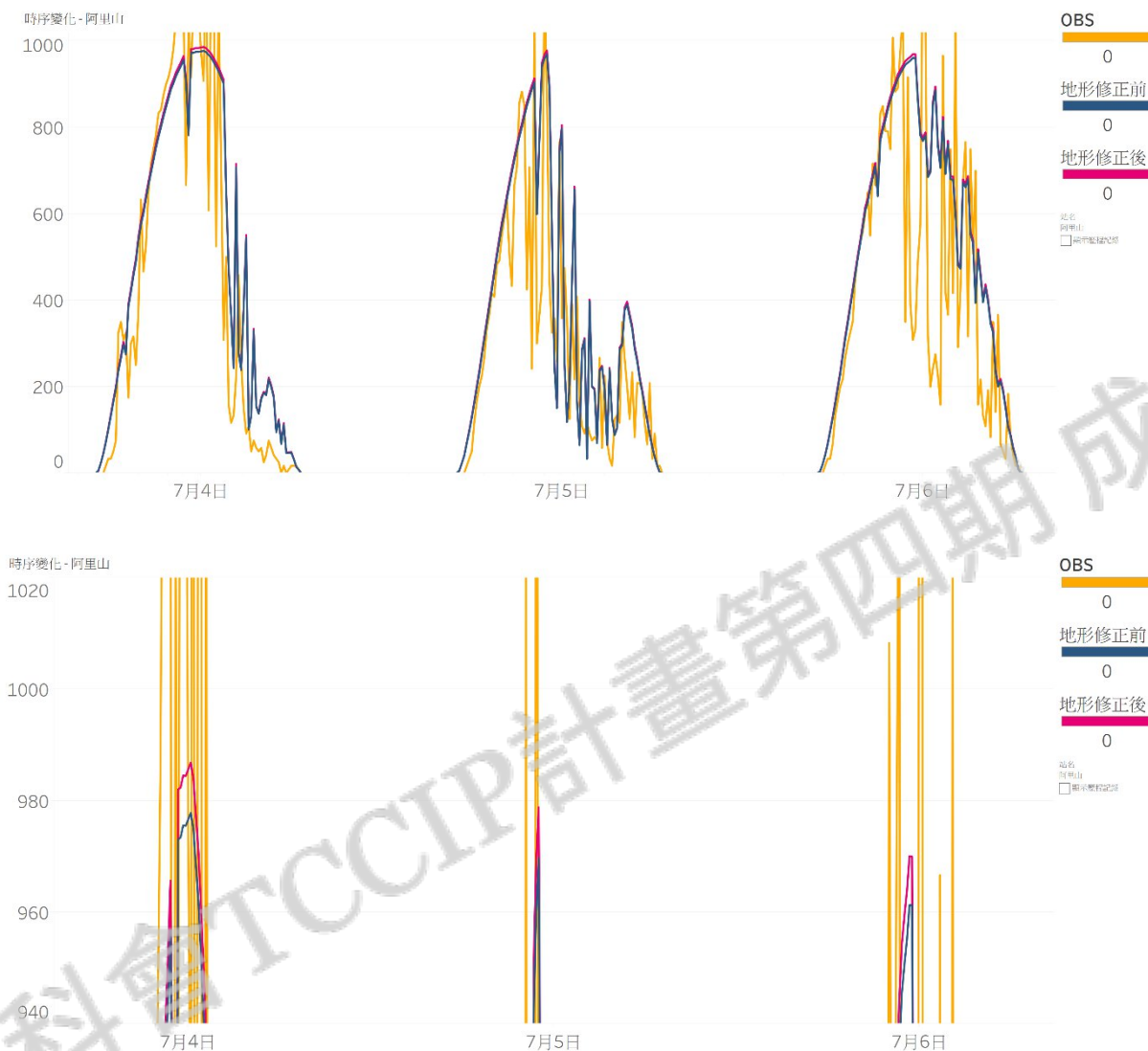
- 問題：原始衛星影像存在幾何定位誤差，導致臺灣地區海岸線無法對齊、山區位置出現系統性位移。
- 措施與效益：透過幾何校正重新對應影像與地理座標，使地形輪廓與實際位置一致，大幅提升雲圖與地表特徵的空間準確性。

➤ 優化日射量反演流程（針對向日葵衛星系列）

- 問題(1)舊版反演流程中的地形資料座標方向配置不一致，影響對大氣光程（Air Mass）的估計，進而造成日射量計算出現系統性偏差。
- 措施與效益：重新檢視並調整地形資料設定；由於晴空下的日射量主要受太陽幾何與大氣傳輸控制，透過地形DEM（數位高程）與 SSA 參數修正，**解決原始反演資料「南北翻轉」的幾何位移問題**，及大氣光程計算，有效提升日射量反演的精準度。

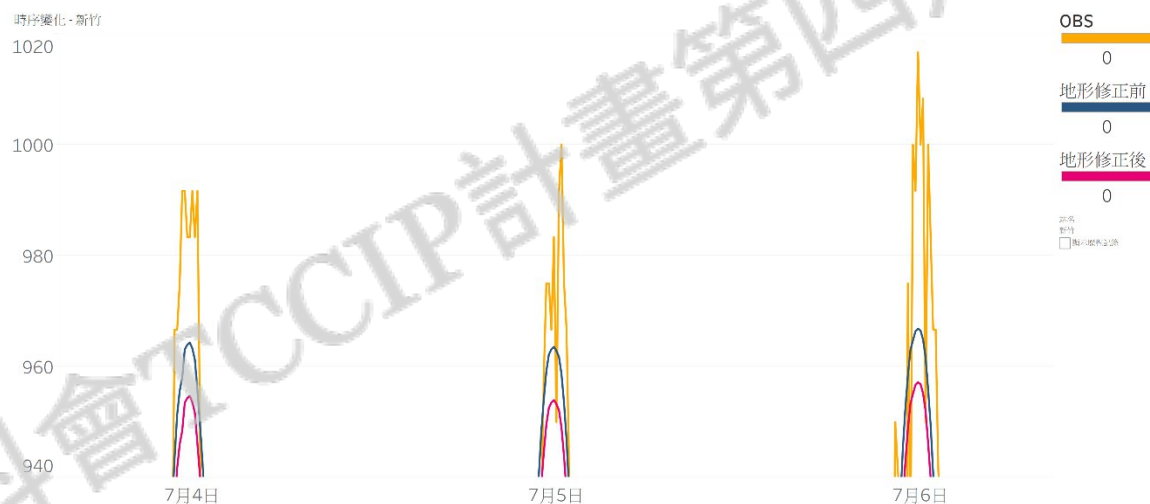
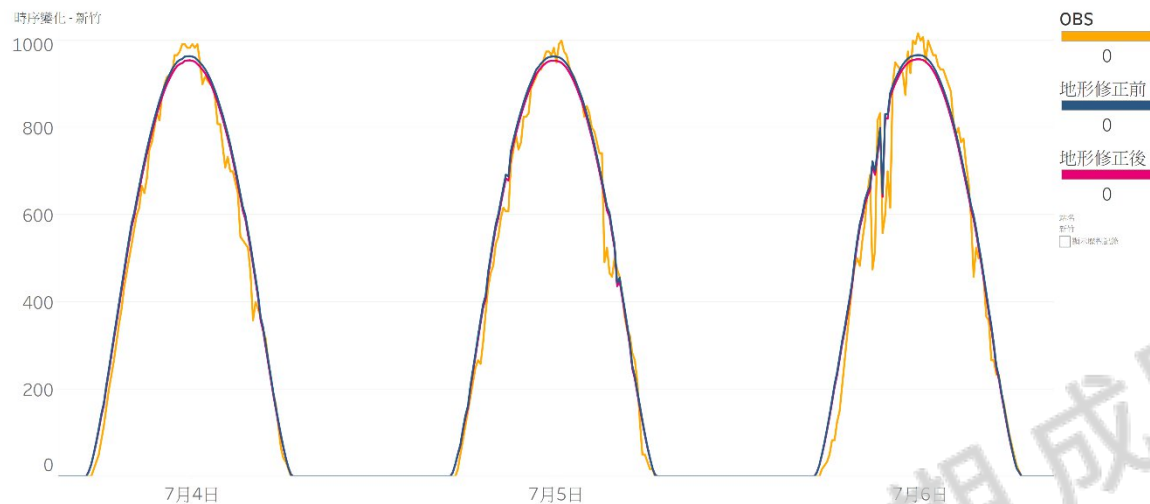


測站時序比較 - 阿里山



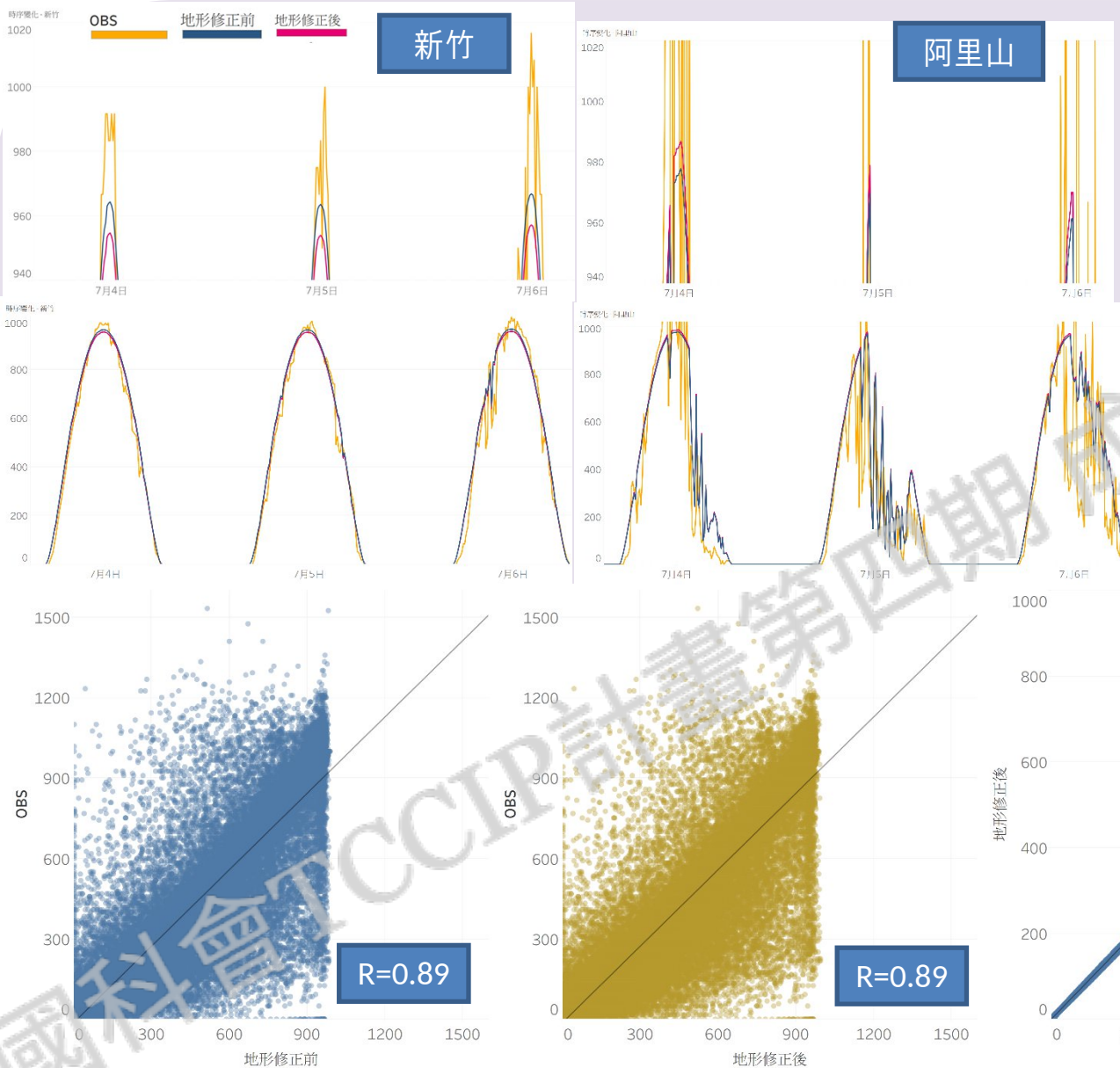
- 左圖為阿里山於2023/07/04-07/06日射量時序變化
- 多雲條件下，觀測值呈現明顯短時間劇烈波動
- 反演結果整體趨勢可掌握，但變化較為平滑
- 地形修正前後差異有限，對時序影響不明顯

測站時序比較 - 新竹



- 選取新竹測站，分析
2023/07/04-07/06日射量時序變化
- 地形修正前後結果差異極小，兩者曲線幾乎重疊
- 因為air mass 變化幅度有限，所以地形修正影響不明顯

衛星反演日射量問題修正



- 比較地形修正前後之日射量反演結果與地面觀測
 - 時序分析分別以平原測站新竹與高山測站阿里山為例；散布圖則為 2023 年 7 月全臺 34 個地面測站 比較結果。
 - 修正前後之變化差異不大，顯示誤差主要受雲系與地域代表性影響。
 - 高山測站阿里山，地形修正後之日射量於高輻射時段與觀測值之一致性明顯提升。
- 全臺 34 站之整體相關係數維持在 $R = 0.89$ ，且修正前後結果呈高度線性關係 ($R = 0.99997$)，顯示本次地形修正屬穩定之幾何修正。

小結

■ 完成：

(1)臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫成果報告

[計畫全程：111/06/01-115/05/31]

■ 精簡版 (1~2頁)

■ 完整版 (~15頁)

(2)處理2016-2024年日平均/月平均的三項產品資料集

NAS連結：

<https://125.229.194.84/share.cgi?ssid=1bb096ba11bf4205831498e6a71451cc#1bb096ba11bf4205831498e6a71451cc>

1. 衛星日射量地形修正重製：

2015 - 2024 (Himawari-8/9) 包含日累積量，時累積量。

2010/01 ~ 2015/07 (mtsa2) 僅含日累積量

2. 海表溫度: 2017-2024年日平均、月平均資料

3. 地表溫度: 2017-2024年日平均資料

計畫成果

- 成功建置 2016 年至 2024 年（共 9 年）涵蓋臺灣全境與鄰近海域的高時空解析度表面溫度資料庫，填補山區與外海等傳統觀測點稀疏的空間空白。
- 跨團隊鏈結與應用（Team 1 到 Team 2）：將高品質數據提供給 Team 2，推動從「資料產製」到「衝擊評估」的鏈結，支援農業乾旱預警、水資源調度、珊瑚白化及漁業資源評估等調適規劃。
- 長期監測與硬體維護：藉由 9 年長時段資料，成功監控衛星感測器效能（如捕捉 2024 年底感測器老化訊號），維護長期氣候資料紀錄（Climate Data Record CDR）的科學可靠性。
- 未來展望：研發重心將轉向補值演算法與多源資料整合，以克服紅外線感測器受雲系遮蔽的觀測限制，持續提供無縫且高代表性的數據，提升極端氣候下的環境韌性。

謝謝聆聽
敬請指教

