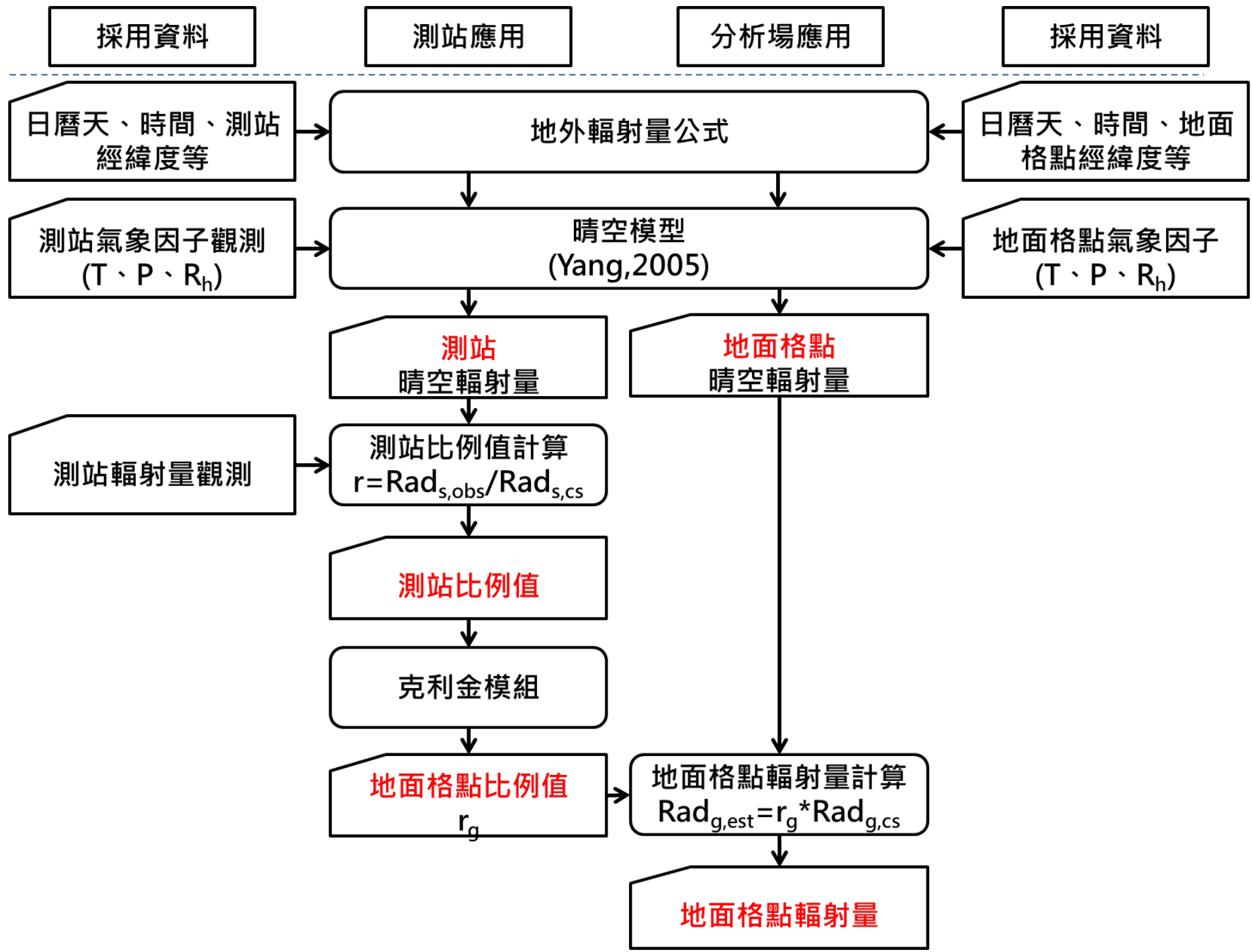


基於測站觀測之地面輻射分析 場建立

洪國展、鄭安孺、林秉煜、黃于盈、
于芃、黃俊翰、馮欽賜
多采科技·中央氣象局

前言

- 測站點到網格點的全天空輻射估計
- 全值內插
 - 由測站觀測值直接推估
- 差值內插
 - 先給定一個面域的猜測值，再由其與測站觀測的差值(或比值)去修訂前述猜測值
 - 猜測值可以是：數值模式輸出、衛星觀測推估、**晴空地面輻射推估...**

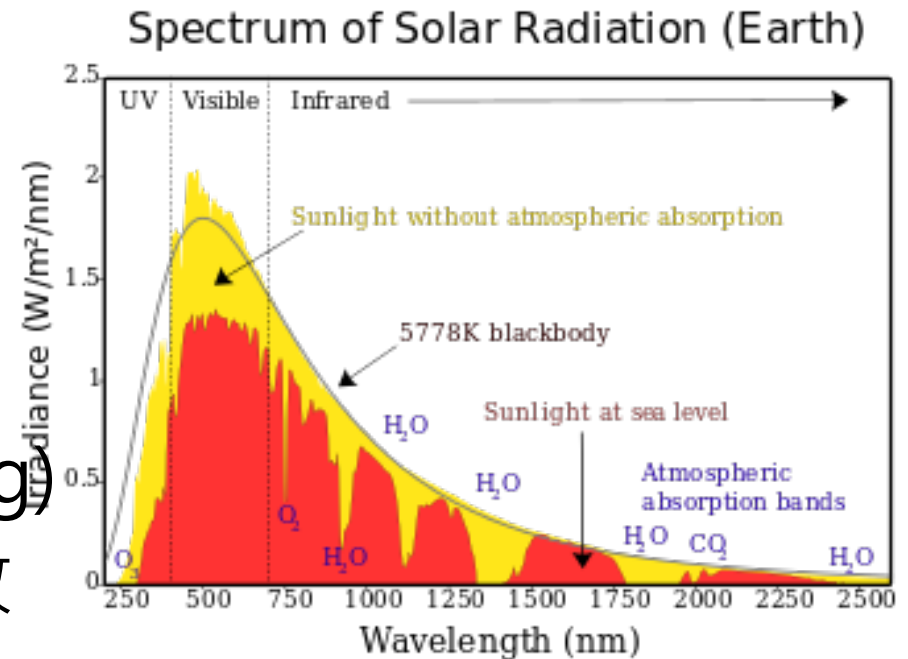


地外輻射量·晴空地面輻射

- 地外輻射量
 - 太陽常數、日地距離、經緯度、時角...等等
 - 可計算出每日每小時每個經緯度空間點，在大氣層頂所接收到的輻射量
- 晴空模型
 - 在晴朗(無雲)條件下，地外輻射量穿透大氣層後，抵達地面所接收的輻射量

晴空地面輻射

- 四個主要因子
 - 臭氧吸收
 - 水氣吸收
 - 大氣分子散射 (Rayleigh scattering)
 - 懸浮微粒散射及吸收 (aerosol effect)
- 有簡單可靠的參數法可運用估計



Yang(2005)的晴空模型

$$\begin{aligned}H_{\text{clear}} &= H_{\text{b,clear}} + H_{\text{d,clear}} \\ &= H_0 \bar{\tau}_{\text{b,clear}} + H_0 \bar{\tau}_{\text{d,clear}}\end{aligned}$$

$$\bar{\tau}_{\text{b,clear}} \approx \max(0, \bar{\tau}_{\text{oz}} \bar{\tau}_{\text{w}} \bar{\tau}_{\text{g}} \bar{\tau}_{\text{r}} \bar{\tau}_{\text{a}} - 0.013)$$

$$\bar{\tau}_{\text{d,clear}} \approx 0.5 [\bar{\tau}_{\text{oz}} \bar{\tau}_{\text{g}} \bar{\tau}_{\text{w}} (1 - \bar{\tau}_{\text{a}} \bar{\tau}_{\text{r}}) + 0.013]$$

$$\bar{\tau}_{\text{oz}} = \exp[-0.0365(ml)^{0.7136}]$$

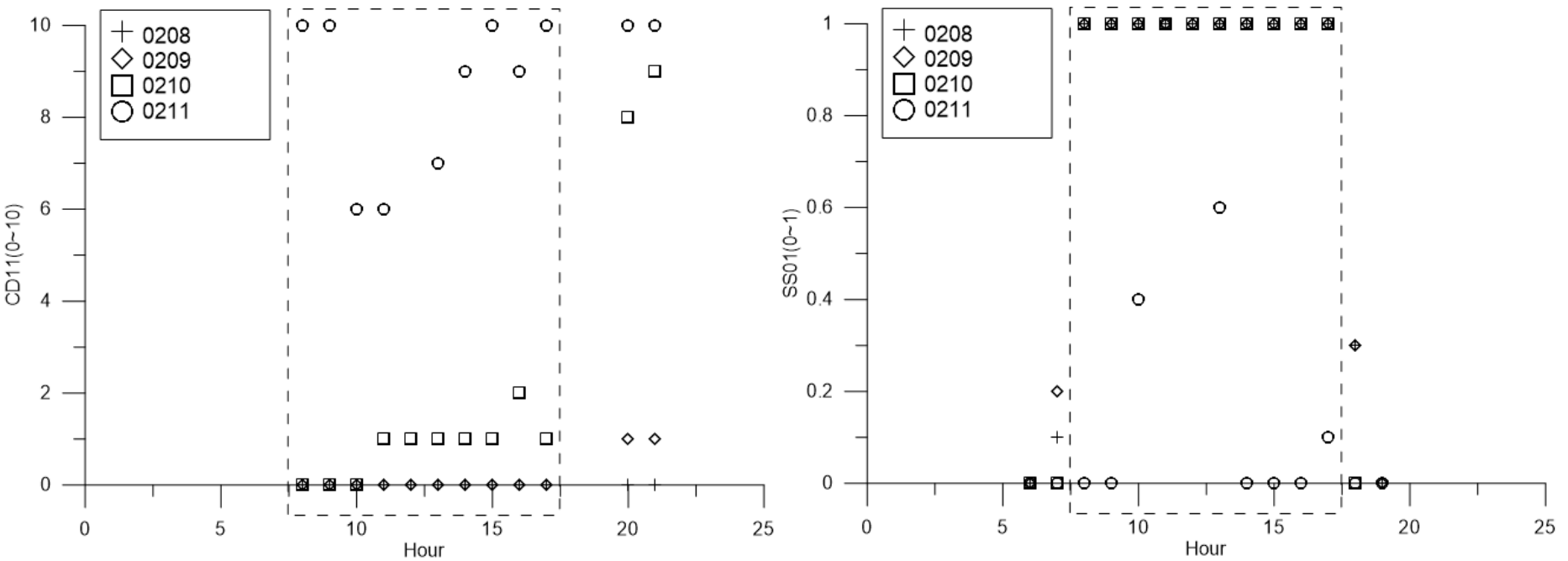
$$\bar{\tau}_{\text{w}} = \min[1.0, 0.909 - 0.036 \ln(mw)]$$

$$\bar{\tau}_{\text{g}} = \exp(-0.0117m'^{0.3139})$$

$$\begin{aligned}\bar{\tau}_{\text{r}} &= \exp[-0.008735m' (0.547 + 0.014m' - 0.00038m'^2 + 4.6 \\ &\quad \times 10^{-6}m'^3)^{-4.08}] \quad (\end{aligned}$$

$$\bar{\tau}_{\text{a}} = \exp\left\{-m\beta \left[0.6777 + 0.1464(m\beta) - 0.00626(m\beta)^2\right]^{-1.3}\right\}$$

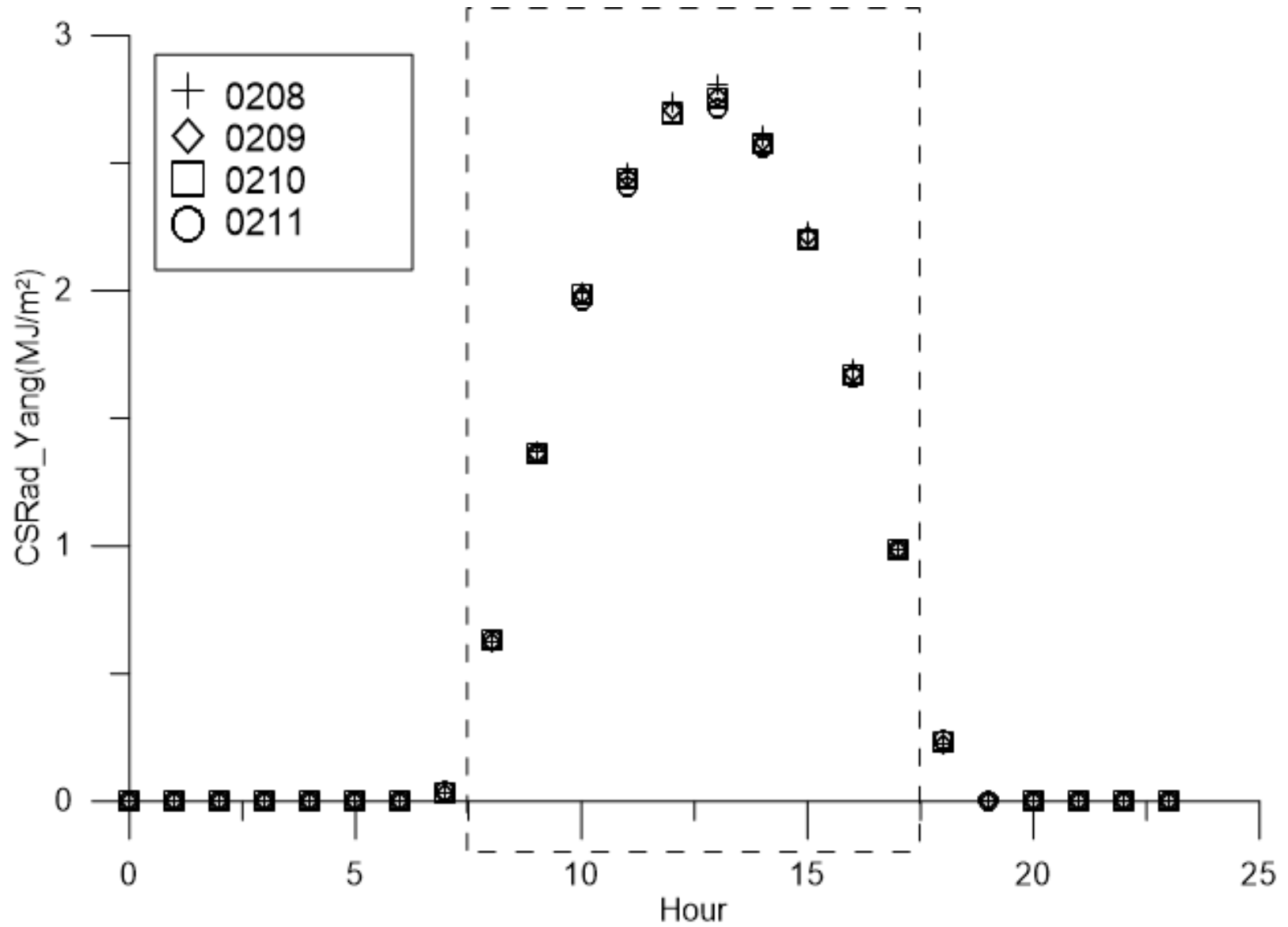
參數比較-台北站20160208~20160211-雲量、日照時數

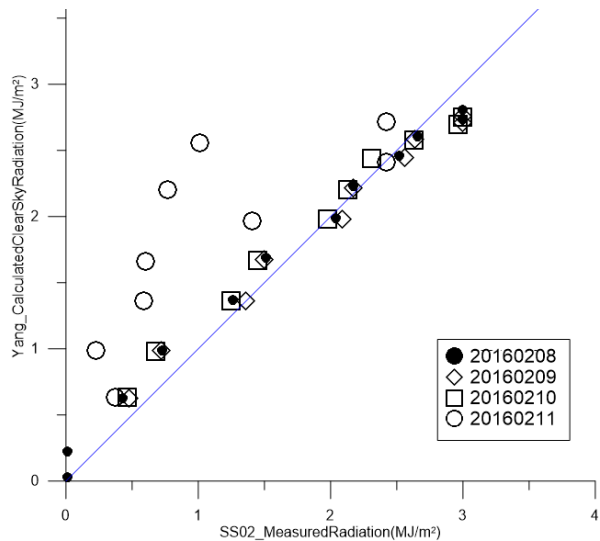
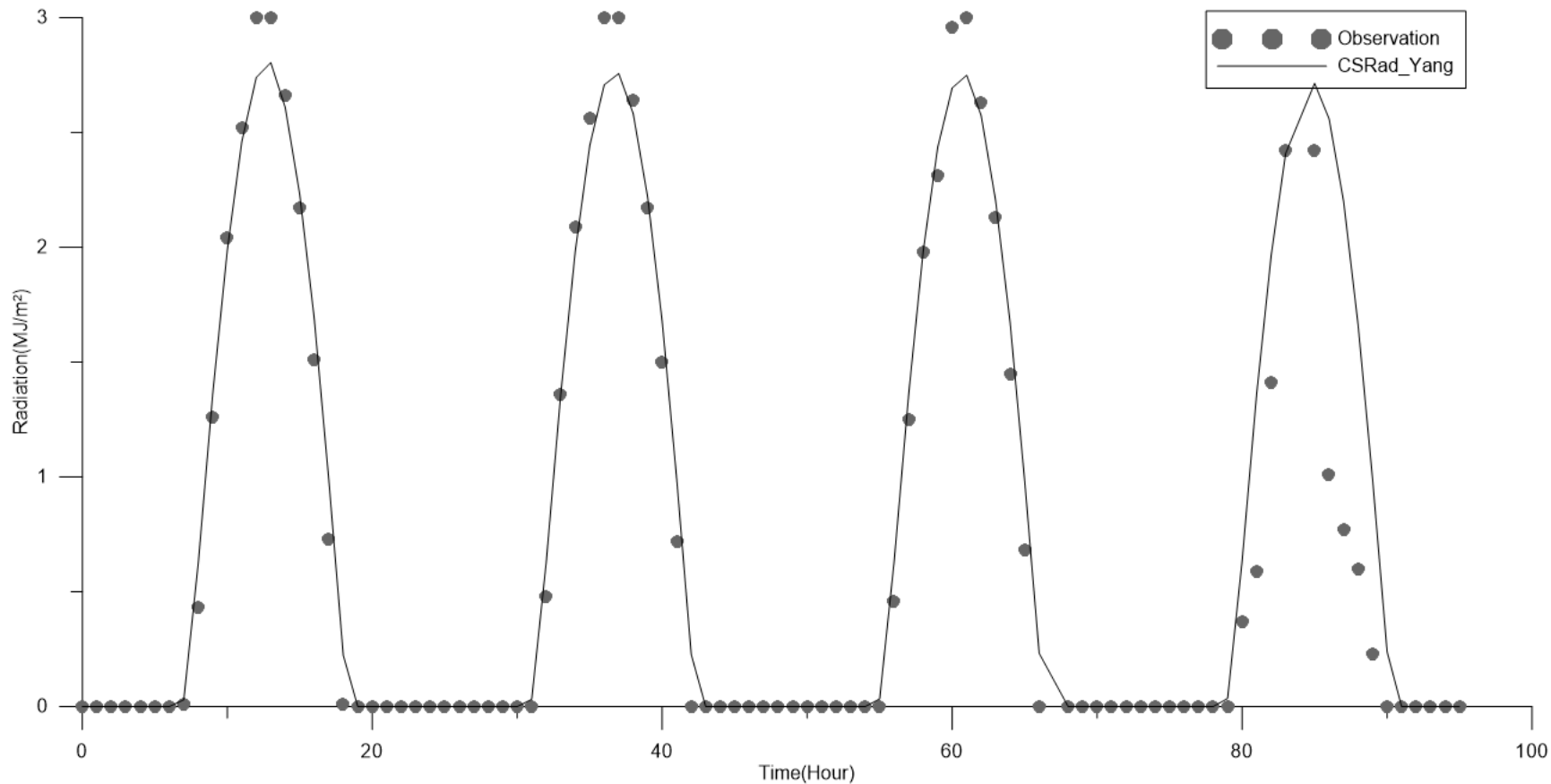


由雲量(左圖)及日照時數(右圖)可知，0208-0210為較佳晴空條件，0211有較高雲量觀測，日照時數較低

輸入氣象因子計算(氣壓、氣溫、相對濕度、臭氧)，可得晴空條件輻射推估值

參數比較-台北站20160208~20160211-CSRad





0211屬非晴空條件，觀測值較模型晴空計算值為低

0208-0210則觀測值與模型晴空計算值接近

晴空模型小結

- 以台北測站2016 0208-0210 的氣象觀測因子配合Yang晴空模型計算，在晴空條件下計算值與觀測值接近，顯示此模型應可描述晴空條件下的全天空輻射值

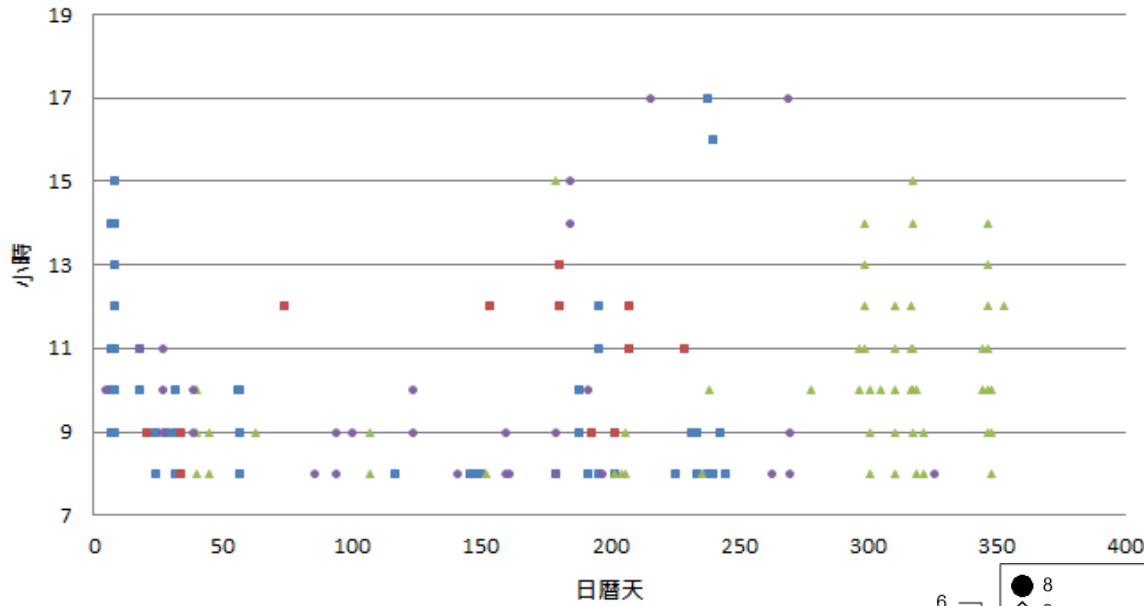
晴空資料檢視

- 以測站觀測雲量、日照時數，挑選晴空條件
- 測站選擇：
 - 初步考量本島人工站共24站
 - 淡水、永康無雲量觀測
 - 玉山、阿里山因地勢高，初步不納入篩選
 - 剩餘本島20站，2014-2017四年間有效晴空資料共24987筆
- 以20站資料建立離群值門檻
 - 以分季不分測站資料，逐時建立
 - 設定離群值門檻為平均值 ± 2 倍標準差

晴空資料離群值門檻表

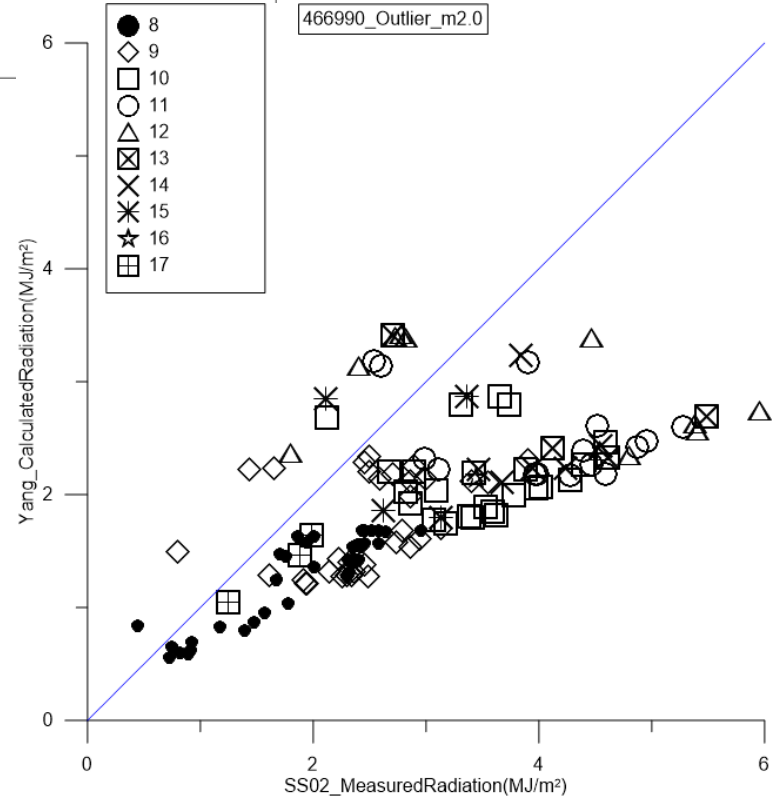
Hour		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	總筆數	2427	3179	3596	2889	2840	2332	2379	2265	1916	1164
spring	筆數	518	592	711	545	518	443	462	439	367	344
	上限	1.669	2.475	3.163	3.711	3.942	3.893	3.589	2.975	2.238	1.316
	下限	0.473	1.019	1.634	2.104	2.409	2.529	2.315	1.915	1.252	0.634
summer	筆數	796	639	671	474	451	354	355	340	258	271
	上限	1.746	2.448	3.223	3.729	3.971	4.014	3.805	3.182	2.441	1.664
	下限	0.864	1.661	2.179	2.669	2.865	2.850	2.604	2.225	1.650	0.854
autumn	筆數	894	1027	1110	845	861	668	668	629	564	216
	上限	1.351	2.184	2.976	3.541	3.756	3.601	3.261	2.622	1.801	1.056
	下限	0.468	0.970	1.427	1.660	1.952	1.929	1.641	1.164	0.535	0.252
winter	筆數	219	921	1104	1025	1010	867	894	857	727	333
	上限	0.727	1.540	2.321	2.953	3.182	3.218	2.949	2.390	1.675	0.947
	下限	0.204	0.612	1.129	1.306	1.805	1.745	1.544	1.134	0.602	0.290

466990花蓮

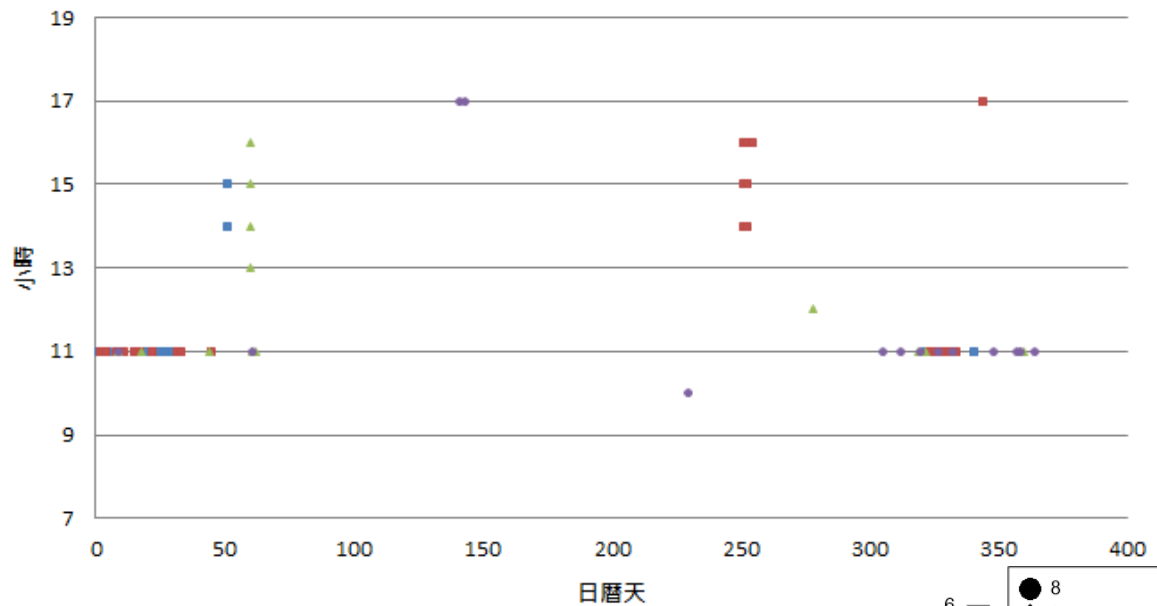


■ 2014 ■ 2015 ▲ 2016 ● 2017

花蓮：
離群值資料多且分散分佈，2017仍有許多離群值資料



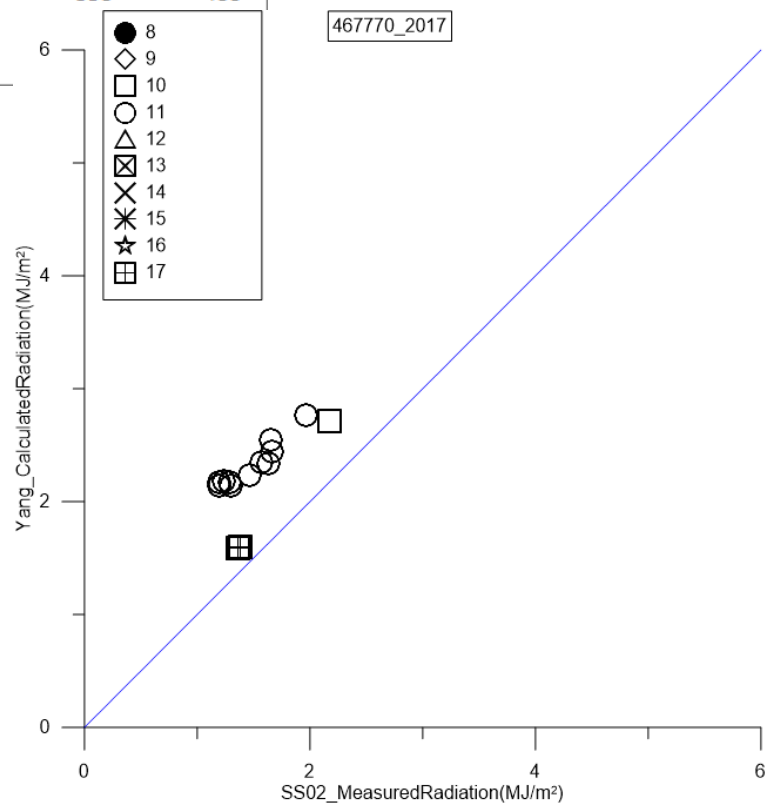
467770 梧棲

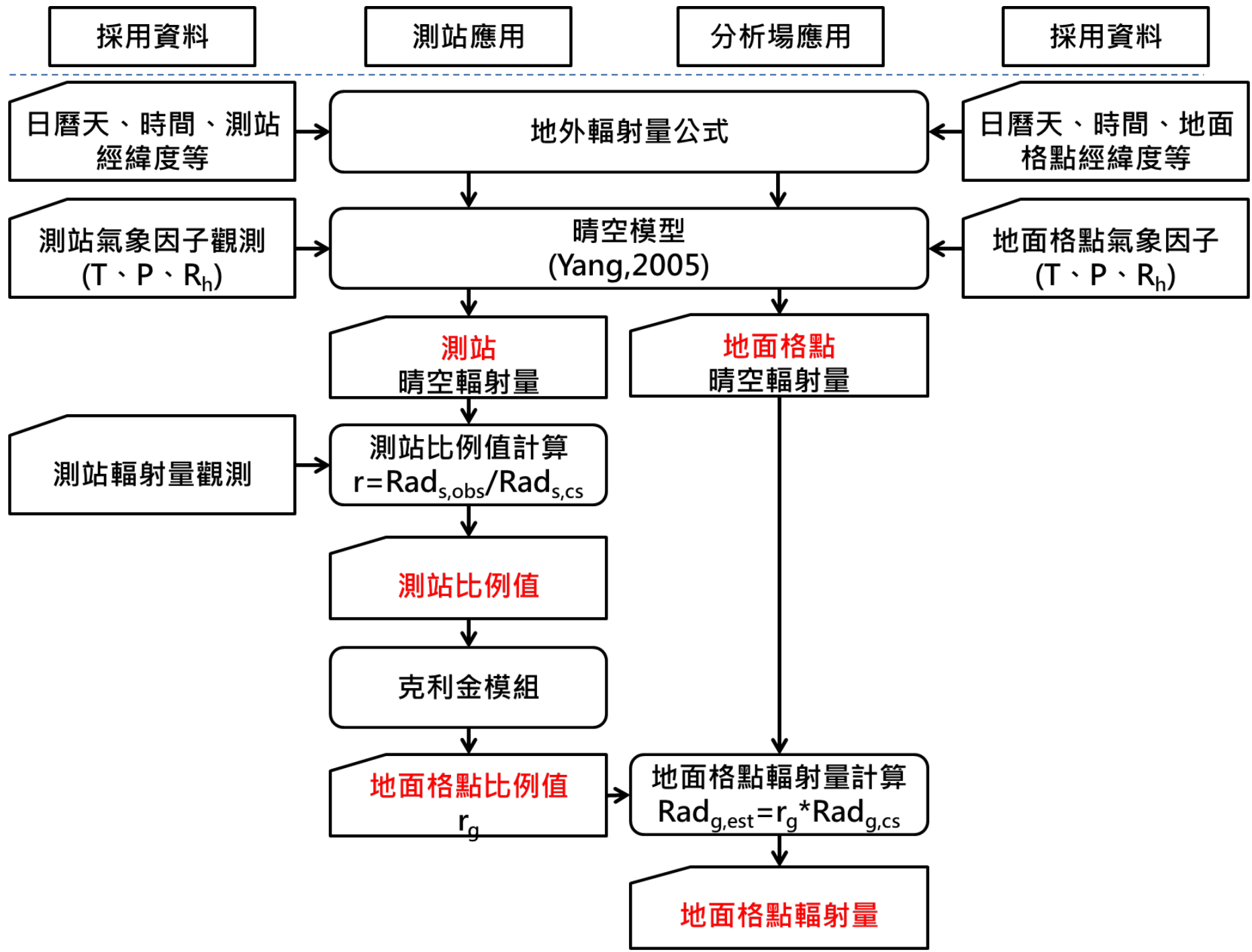


■ 2014 ■ 2015 ▲ 2016 ● 2017

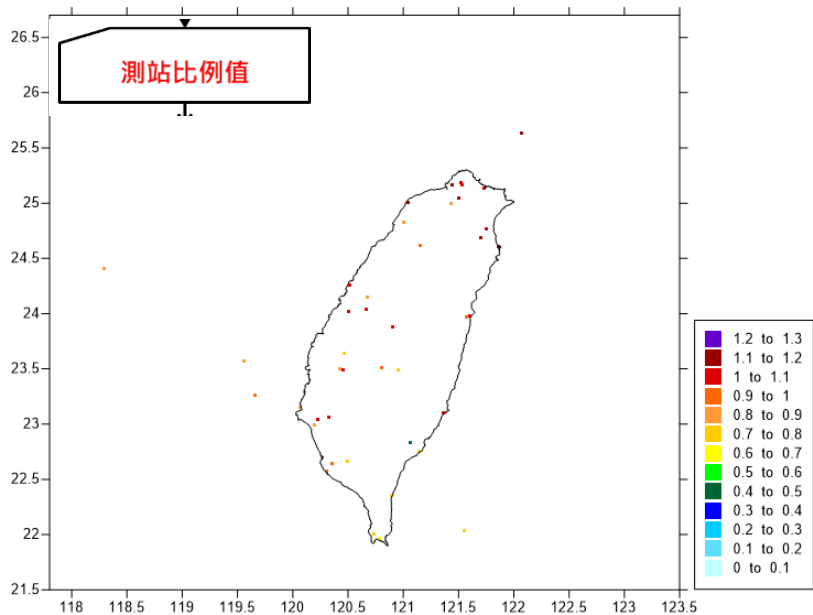
梧棲：

上午11時於冬季多有離群值資料，且2017仍持續存在

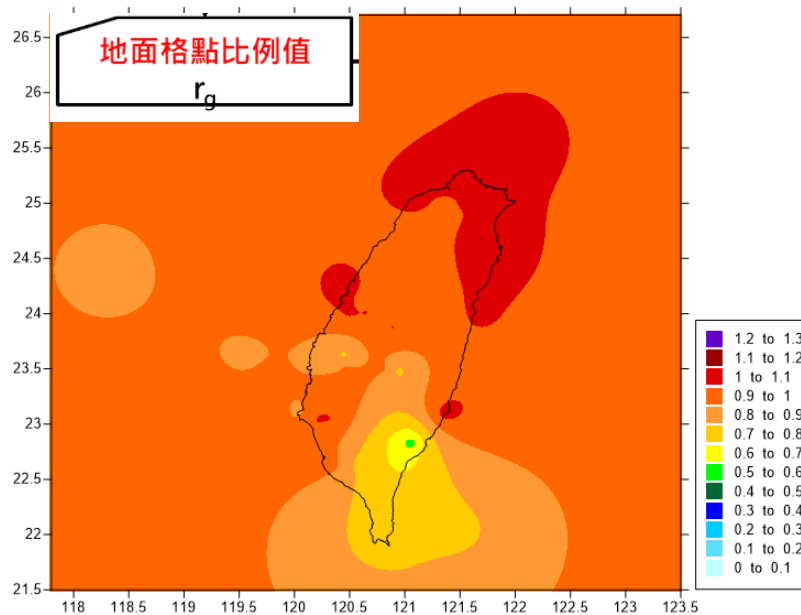




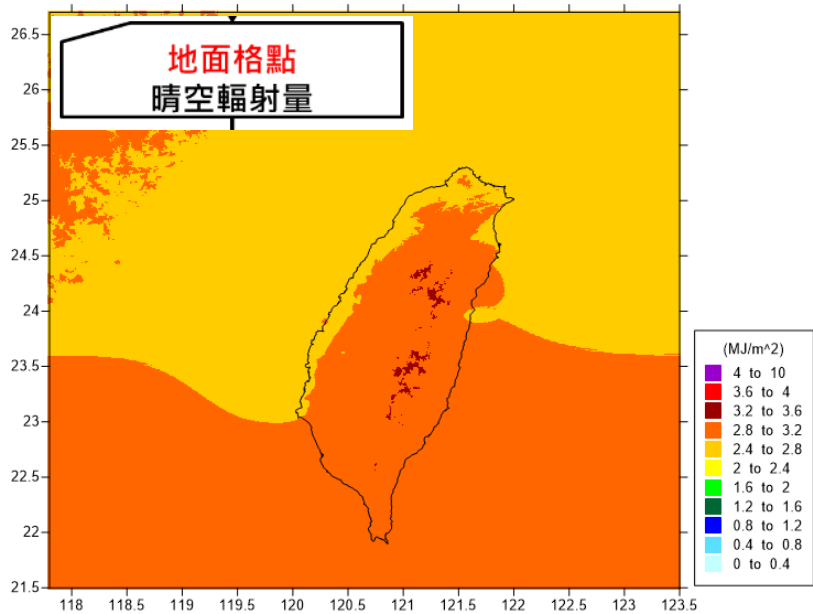
Discount ratio @ Station



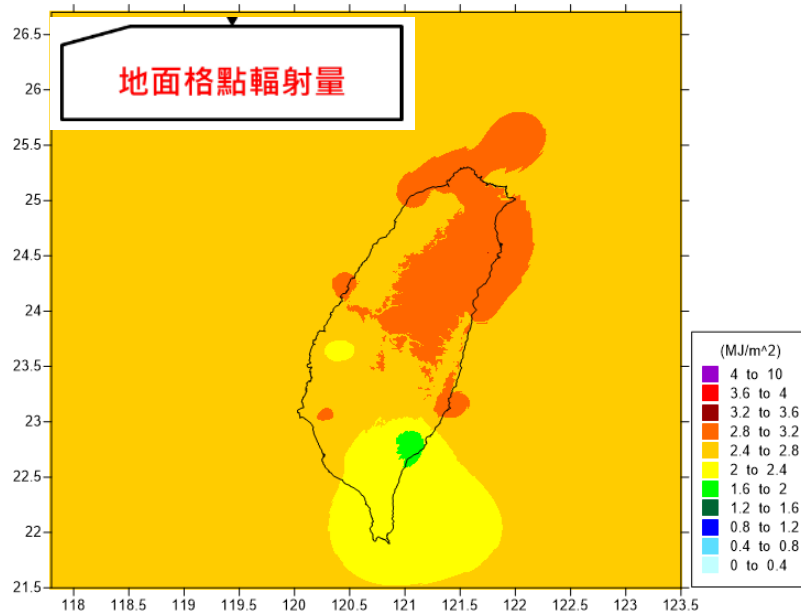
Discount ratio @ GT



Clear sky Radiance(Yang)



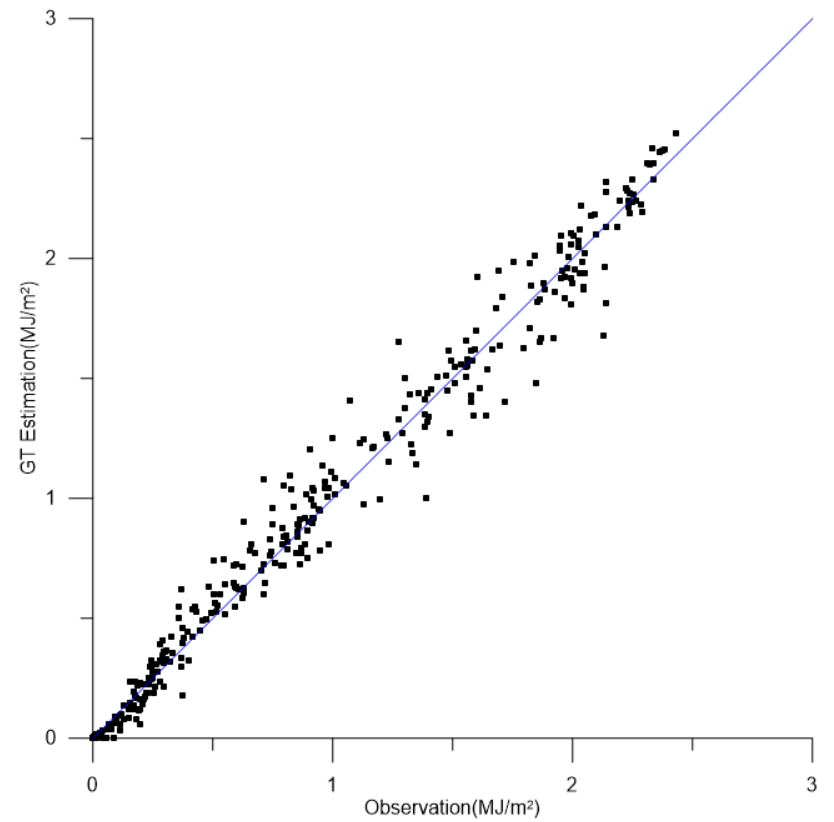
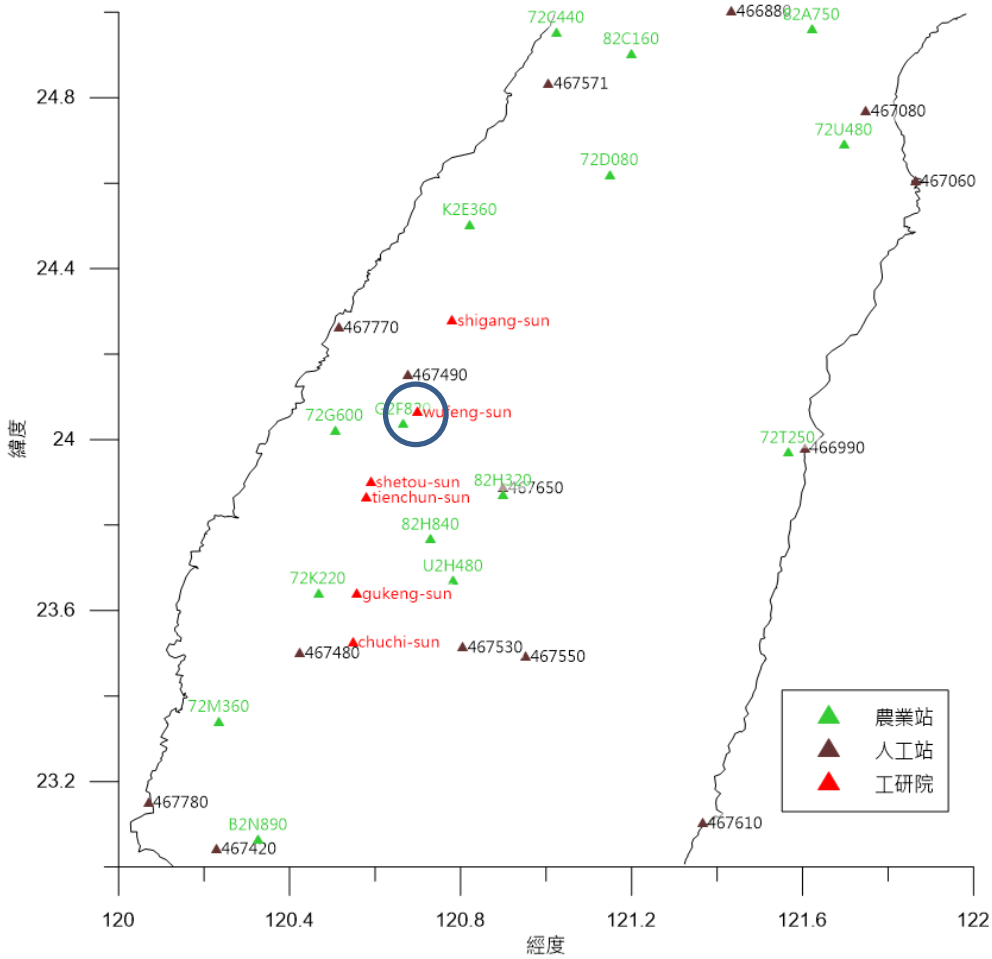
Global Radiance



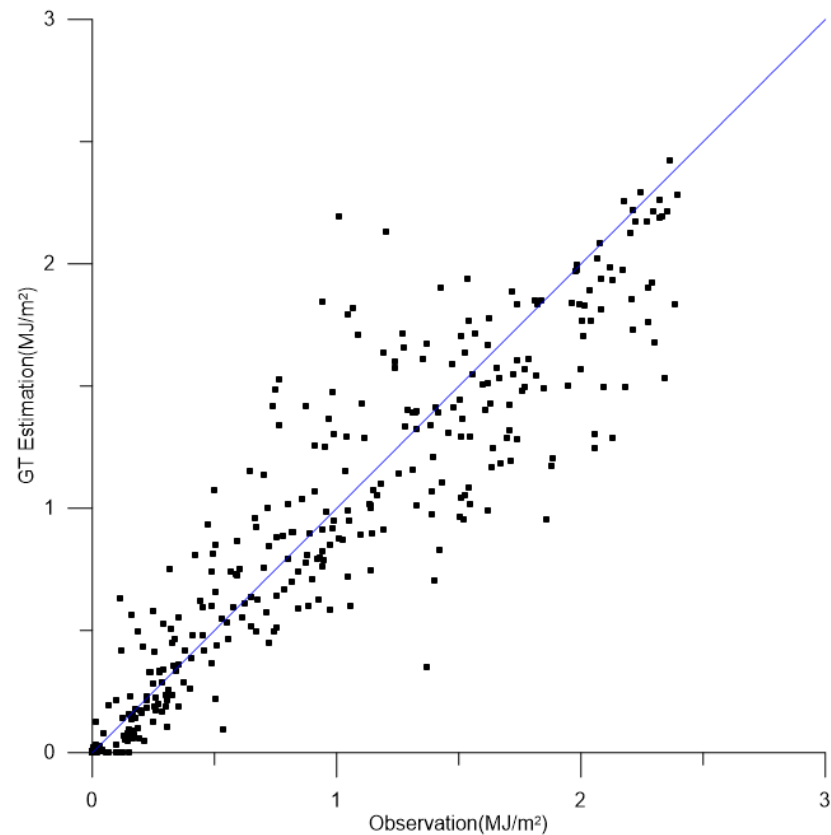
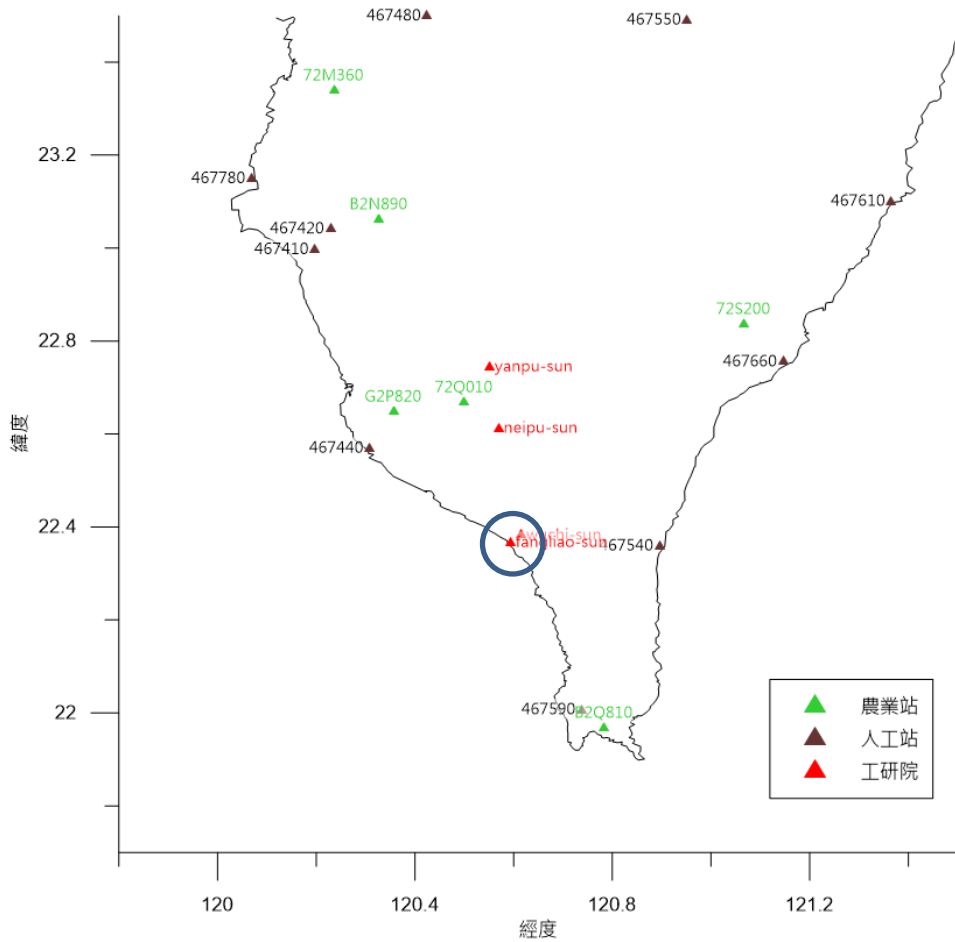
校驗資料說明

- 十處工研院輻射測計
- 蒐集之資料的重疊時段僅有2017年12月
- 每日上午7時至下午18時
- 單站最大資料筆數為 $31 \times 12 = 372$

霧峰區公所輻射觀測校驗



屏東蜈蚣民宅輻射觀測校驗



結論與建議

- 使用地面測站觀測之輻射值，建立本島輻射地面分析場
- 本研究所採用之晴空模型計算值與觀測值比較，顯示於高量值時略微低估，然其相關性甚高
- 本研究同時透過晴空資料挑選出測站觀測於統計上之離群值，然離群值並不代表錯誤，未來需要進一步進行檢覈

結論與建議

- 本研究之推估流程以2017年12月工研院測站之觀測輻射記錄進行校驗，結果顯示該月份不分時間點之相關係數可達0.95以上
- 唯此時段於中南部地區一般而言處於較晴朗穩定的天氣條件，因此在統計表現上尚可接受，未來需要以更多不同時段資料進行校驗
- 建議進一步可參考其他可應用之空間資料(如衛星反演資料)進行整合