

# 閃電落雷偵測系統 在雷雨觀測的應用

白意詩 楊啟瑞 李育棋  
中央氣象局 第二組  
105-10-05

# 閃電偵測系統(TOA)

水循環

- 長浪即時訊息
- 颱風消息
- 觀測
  - 目前天氣
  - 雨量觀測
  - 風速觀測
  - 衛星雲圖
  - 雷達回波
  - 即時閃電
  - 即時海況
  - 溫度分布
  - 紫外線
  - 即時影像
  - 海溫分析
  - 雨水pH值
  - 臭氧觀測
  - 環保署 PM2.5(細懸浮微粒)監測網

首頁 > 天氣觀測 > 即時閃電

※ 單張顯示(靜態):  
2016/10/03 15:30  
播放 停止

※ 播放速度調整:  
目前播放速度為: 0.5秒

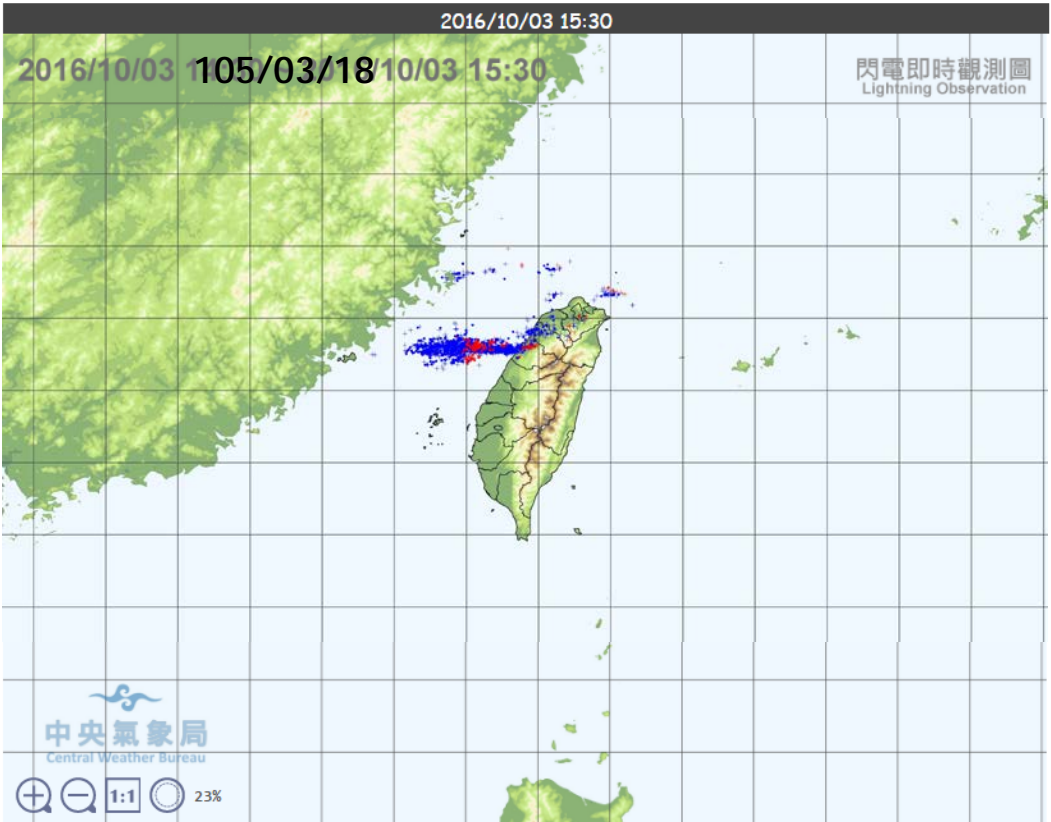
※ 動態顯示:  
3小時 6小時  
9小時 12小時  
停止

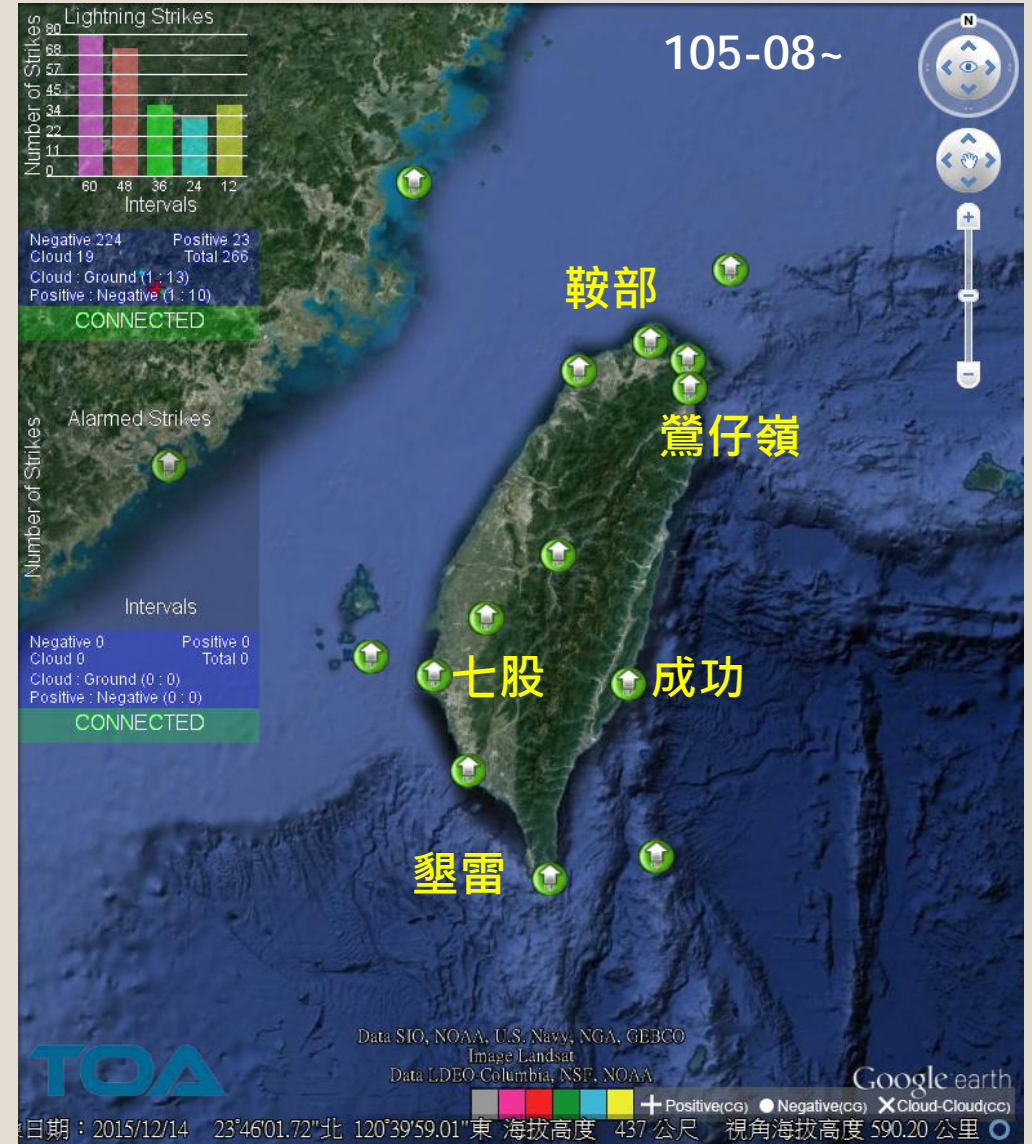
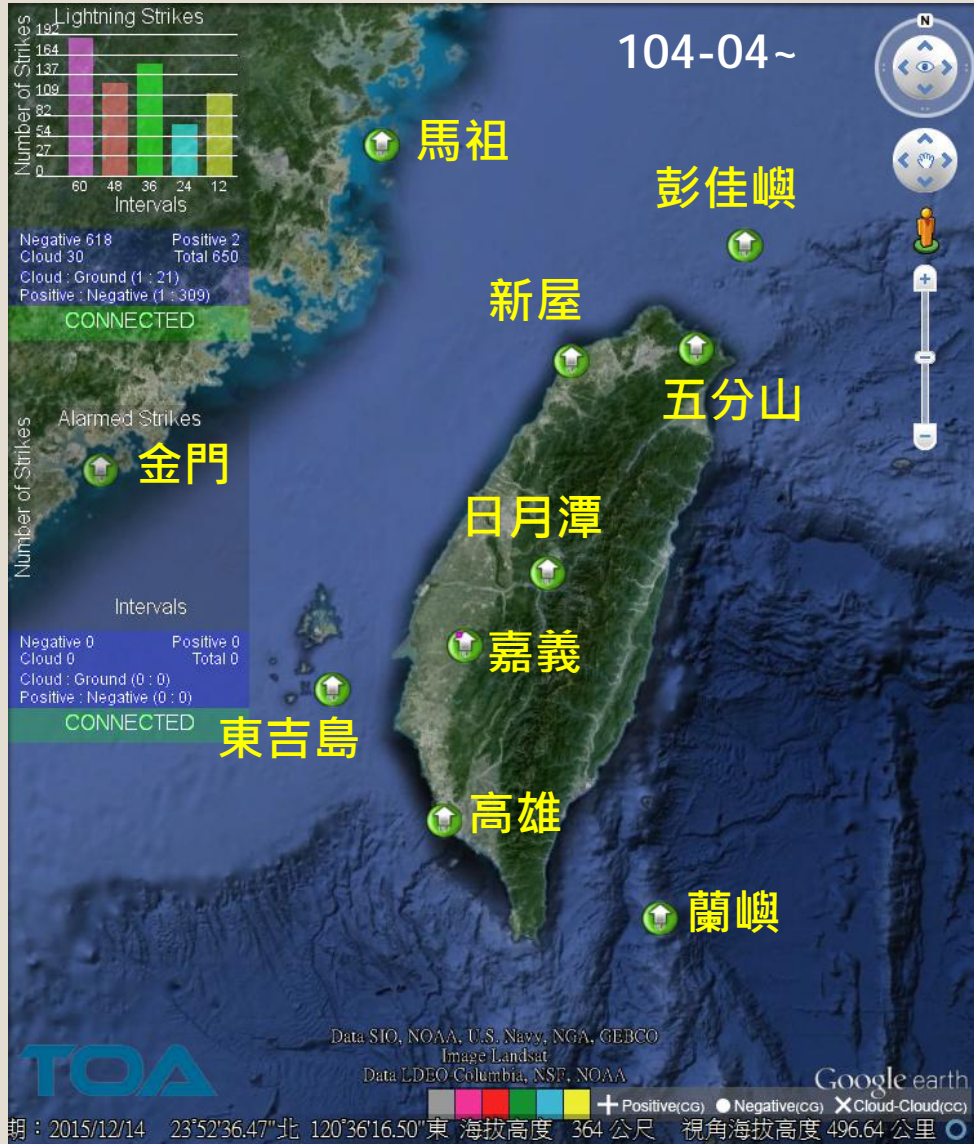
※ 產品說明 ※  
1. 閃電資料每隔 6 分鐘更新 1 次。  
2. 每張圖表示過去 1 小時內閃電資料分佈情況。  
3. 閃電資料符號說明:  
●/● 表示雲間閃電。  
+ / + 表示對地閃電。

4. 閃電資料顏色說明(如圖所示):  
紅色表示 0 至 6 分鐘內閃電資料。  
藍色表示 6 至 60 分鐘內閃電資料。

閃電資料顏色說明:  
0 6 60  
分鐘

5. 若無法看到最新閃電資料, 建議利用「重新整理」功能來更新資料的顯示。



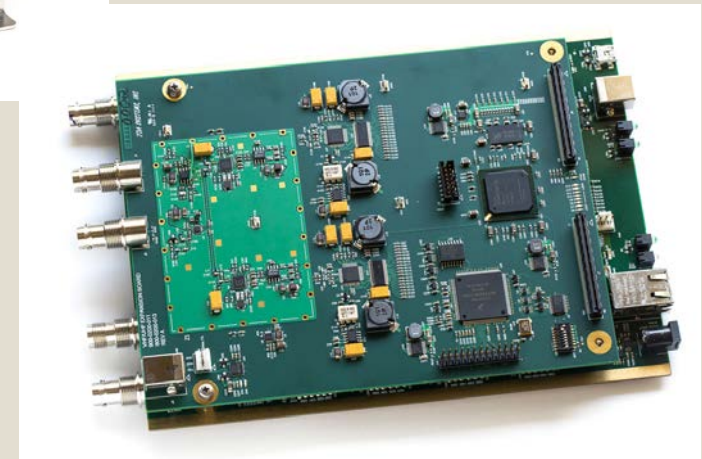


# Lightning Detection Network

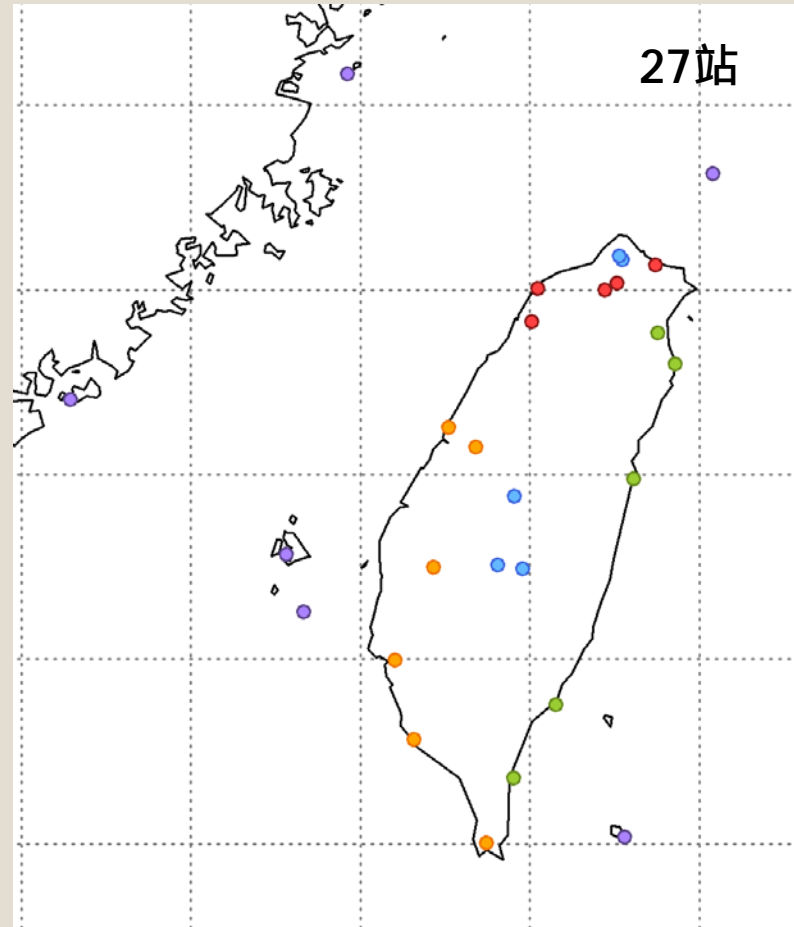
## TOA偵測系統

運算主機	LPS200
感測器型號	DSP-DF200
偵測距離	約800 km
閃電型式	IC、CG
高頻偵測	40 MHz - 1 GHz
低頻偵測	1.5 kHz - 400 kHz
通訊介面	TCP/IP

## TOA: Time (Difference) of Arrival



## 二、人工雷電觀測(SR)



### 雷雨報告表(Storm Report, SR)

北部(5)：基隆、臺北、板橋、新屋、新竹

中南部(6)：臺中、梧棲、嘉義、南區中心、高雄、恆春

東部(5)：宜蘭、蘇澳、花蓮、臺東、大武

山地(5)：竹子湖、鞍部、日月潭、阿里山、玉山

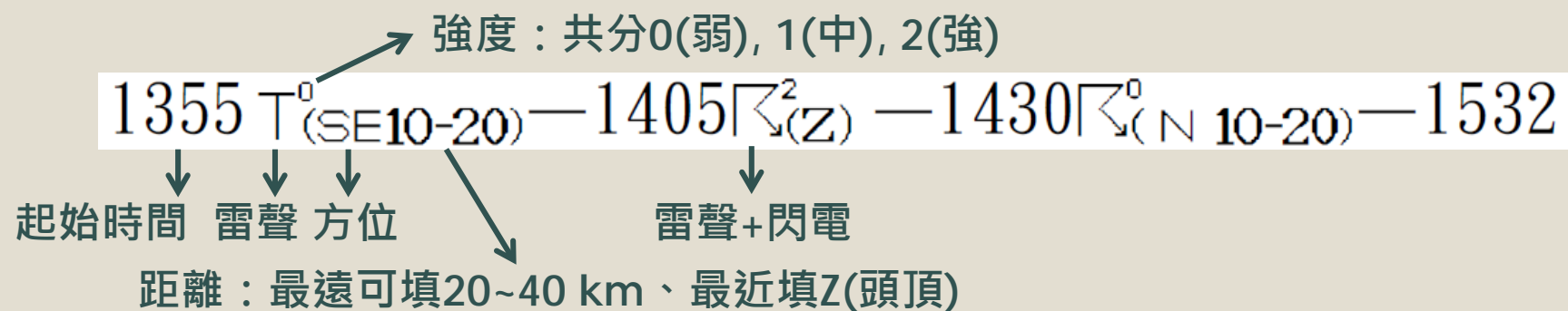
離島(6)：彭佳嶼、馬祖、金門、澎湖、東吉島、蘭嶼

# 氣象局雷雨報告表

節錄自《地面氣象測報作業規範》

## ◦ 18.4.2.1 一般注意事項

1. 僅聽到雷聲，但沒有下雨，亦需填報告。
2. 僅見遠方閃電，但未聽到雷聲，免填。
3. 在整日或數日連續下雨中，若部分時間有雷雨時，則雷雨開始時刻以初聞雷聲時為準，雷雨終止時刻取最後一次雷聲後15分鐘為準。
4. 同一天內發生雷雨數次，合填一次報告。



# 雷雨報告表

板橋氣象站

第三頁

中華民國105年6月2日				
初聞雷鳴之時刻	08時58分	方位	N	
最後雷鳴之時刻	14時15分	方位	N	
降雨 開始 之時刻	09時43分			
降雨 停止 之時刻	14時03分			
降雨持續時間	252	雨量(mm)	34	
降雹 開始 之時刻				
降雹 停止 之時刻				
閃電 開始 之時刻	08時58分	方位	N	
閃電 停止 之時刻	14時15分		N	
雨之強弱雷之大小	強			
雷雨經過之位置	N	雷之強弱	弱	
一小時最大雨量及時刻	11時00分	雨量(mm)	15.5	
十分鐘最大雨量及時刻	11時44分	雨量(mm)	6	
雷雨	風向	風速(m/s)	溫度(°C)	溫度觀測時刻
前	ENE	1.9	29.4	08:00
中	N	1.5	26.3	11:00
後				15:00
備考	0943 ♂-09521007 ♂-1030 = ♂- = ♂ <sub>11</sub> - = ♂ <sub>14</sub> -1403 0858(♀N 5-10)-1(♀N 5-10)09-1(♀N 5-10)11-1128(♀N 0-5)-1(♀N 0-5)14-1405			

中華民國105年6月3日				
初聞雷鳴之時刻	00時50分	方位	S	
最後雷鳴之時刻	01時25分	方位	S	
降雨 開始 之時刻	00時01分			
降雨 停止 之時刻	01時30分			
降雨持續時間	90	雨量(mm)	5.0	
降雹 開始 之時刻				
降雹 停止 之時刻				
閃電 開始 之時刻	00時50分	方位	S	
閃電 停止 之時刻	01時25分		S	
雨之強弱雷之大小	中			
雷雨經過之位置	S-S	雷之強弱	弱	
一小時最大雨量及時刻	00時24分	雨量(mm)	5.0	
十分鐘最大雨量及時刻	00時55分	雨量(mm)	3.5	
雷雨	風向	風速(m/s)	溫度(°C)	溫度觀測時刻
前	ENE	1.5	26.4	00:00
中	NW	0.8	26.2	01:00
後	NE	1.2	26.0	02:00
備考	0001 • -0040 = • -0130 0050(♀S 10-20)-0125			

初聞雷鳴之時刻、  
方位、雷之強弱

→SR與TOA系統  
偵測內容相關性

# 三、閃電資料之應用

- 閃電頻率高之地區通常對流及降水劇烈[林(1999); 林等(2006)]
- 從TOA產製SR ?
- 閃電次數高鋒期對地面劇烈降水存在領先時間(Leading Time) , 因此可將閃電躍升(Jump)訊號作為劇烈天氣即將發生之參考[Goodman et al. (2005); Schultz et al. (2009); Gatlin and Goodman (2010); 戴等(2015)]

雷電頻率、Detect Rate、Leading Time

→TOA系統在雷雨觀測的應用

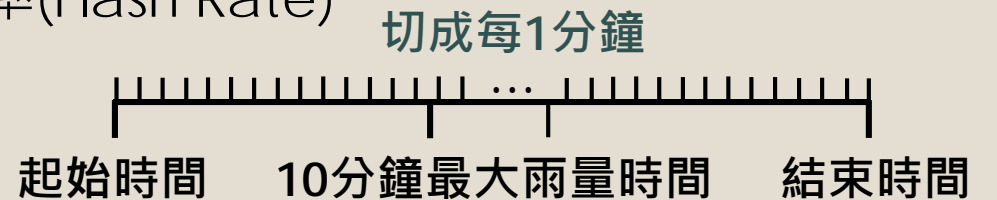


# 四、研究方法(1)

時間範圍：104-04至105-06

空間範圍：(117.3至124.8東經, 19.7至27.2北緯)

- 初聞雷鳴之距離
  - 人工觀測之初聞雷鳴時間前後1分鐘內，TOA偵測到所有閃電(CG)中，離該測站最近閃電之距離
- 方位
  - 承上，TOA偵測到離該測站最近閃電之方位
  - 傳統人工觀測：16方位轉換成360度數
- 雷之強弱
  - TOA遙測：分鐘最大平均電流、分鐘最大閃電率(Flash Rate)
  - 傳統人工觀測：0(弱), 1(中), 2(強)

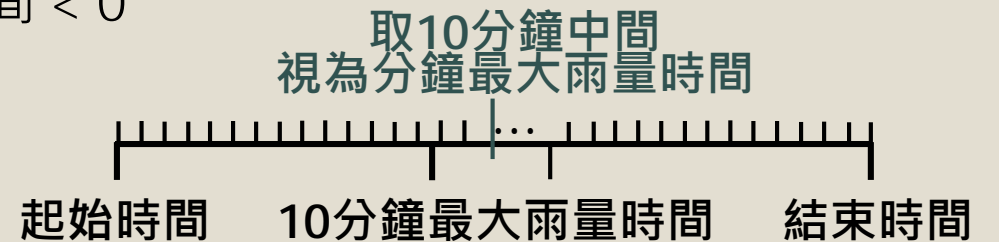


## 四、研究方法(2)

時間範圍：104-04至105-06

空間範圍：(117.3至124.8東經, 19.7至27.2北緯)

- 雷電頻率
  - TOA遙測：每 $0.1 \times 0.1$ 度網格內的累積閃電Flash次數
  - 傳統人工觀測：27個測站的累積雷雨報告次數
- Detect Rate
  - 離27個測站半徑20公里內，TOA偵測到閃電的日數，和SR次數吻合與否
- Leading Time
  - TOA分鐘最大閃電率時間 - SR分鐘最大雨量時間  $< 0$

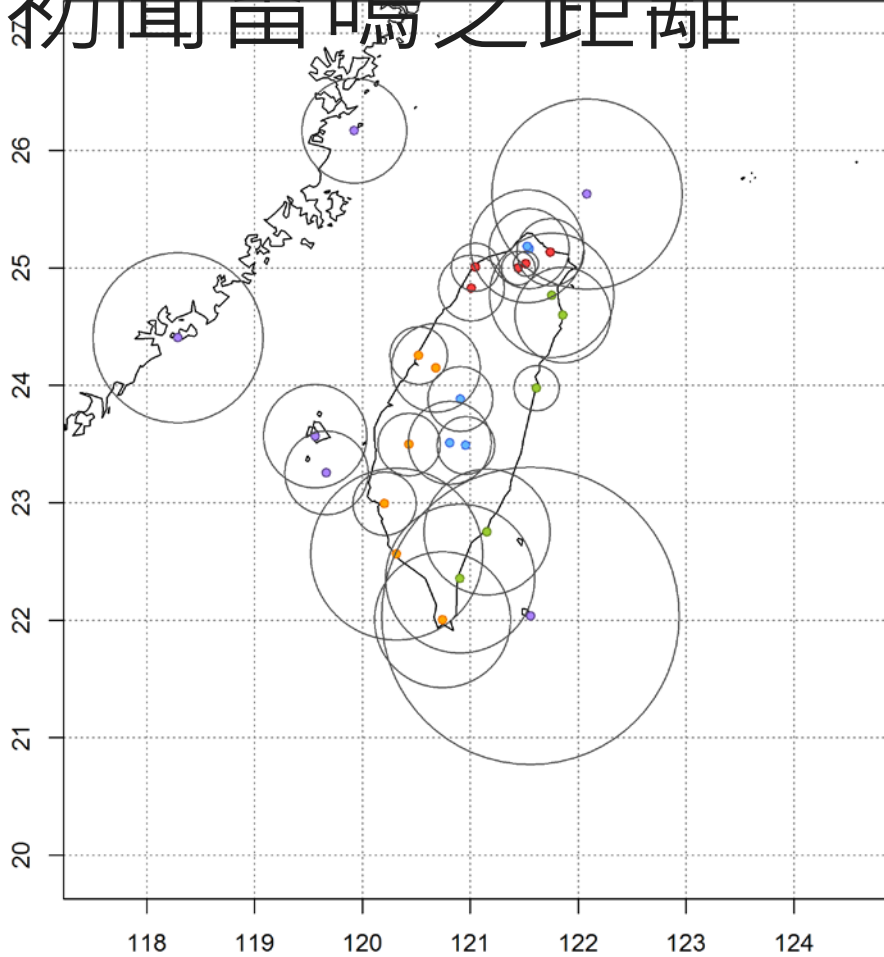


# 五、分析結果

## (一) SR與TOA系統偵測內容相關性

- 初聞雷鳴之距離
- 方位
- 雷之強弱

# 初聞雷鳴之距離



stno	466940	466920	466880	467050	467571
cname	基隆	臺北	板橋	新屋	新竹
count	37	62	57	26	48
minDist_km	32.19	12.21	16.25	23.14	31.40

467490	467770	467480	467410	467440	467590
臺中	梧棲	嘉義	南區中心	高雄	恆春
45	20	69	29	34	11
42.42	27.69	30.01	30.30	81.83	64.88

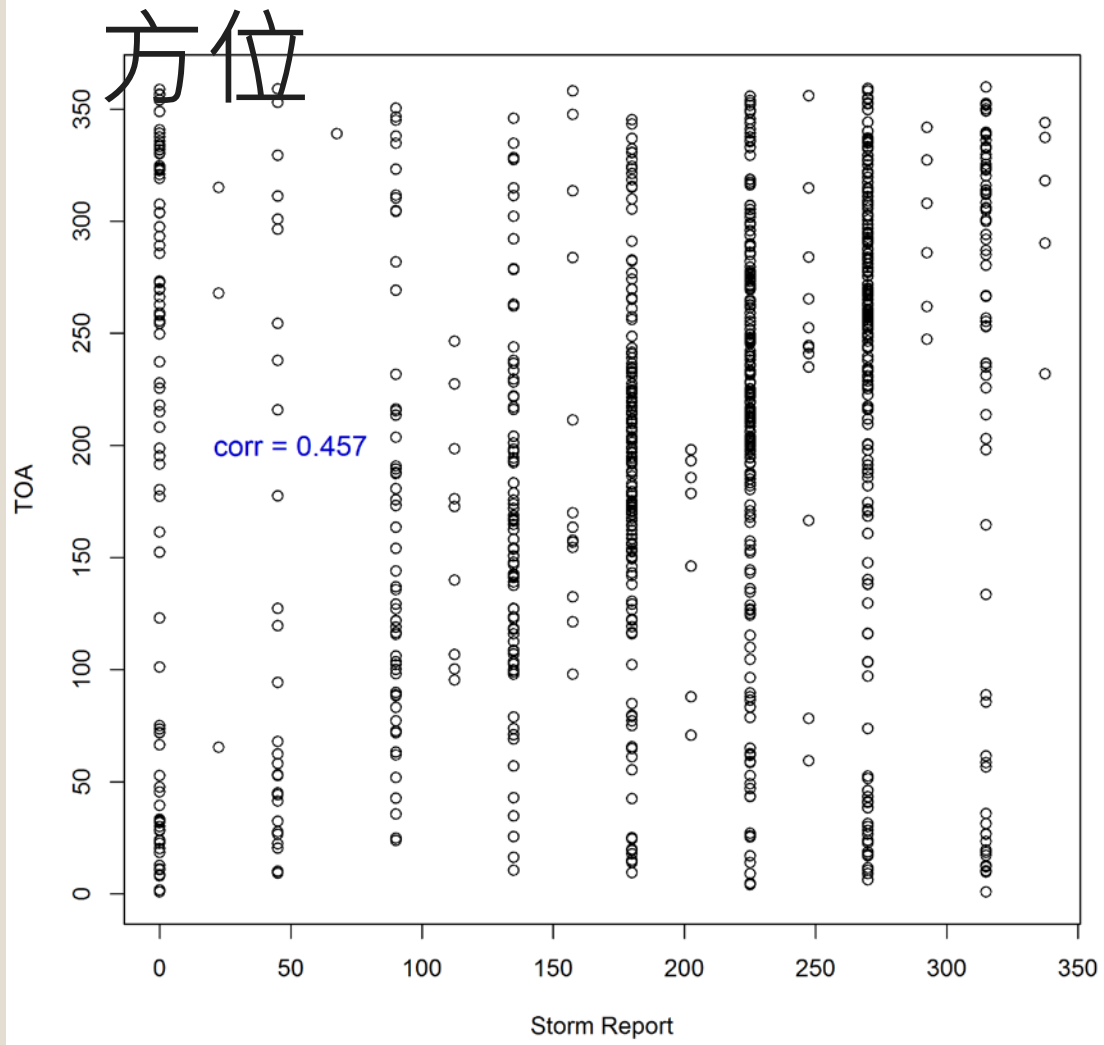
467080	467060	466990	467660	467540
宜蘭	蘇澳	花蓮	臺東	大武
65	26	30	36	3
59.35	45.64	21.65	59.90	70.88

466930	466910	467650	467530	467550
竹子湖	鞍部	日月潭	阿里山	玉山
43	46	90	60	9
38.25	53.92	30.99	39.81	27.53

466950	467990	467110	467350	467300	467620	Ave.
彭佳嶼	馬祖	金門	澎湖	東吉島	蘭嶼	
25	49	50	58	30	19	
90.58	49.96	81.01	49.23	39.88	141.46	<b>47.87</b>

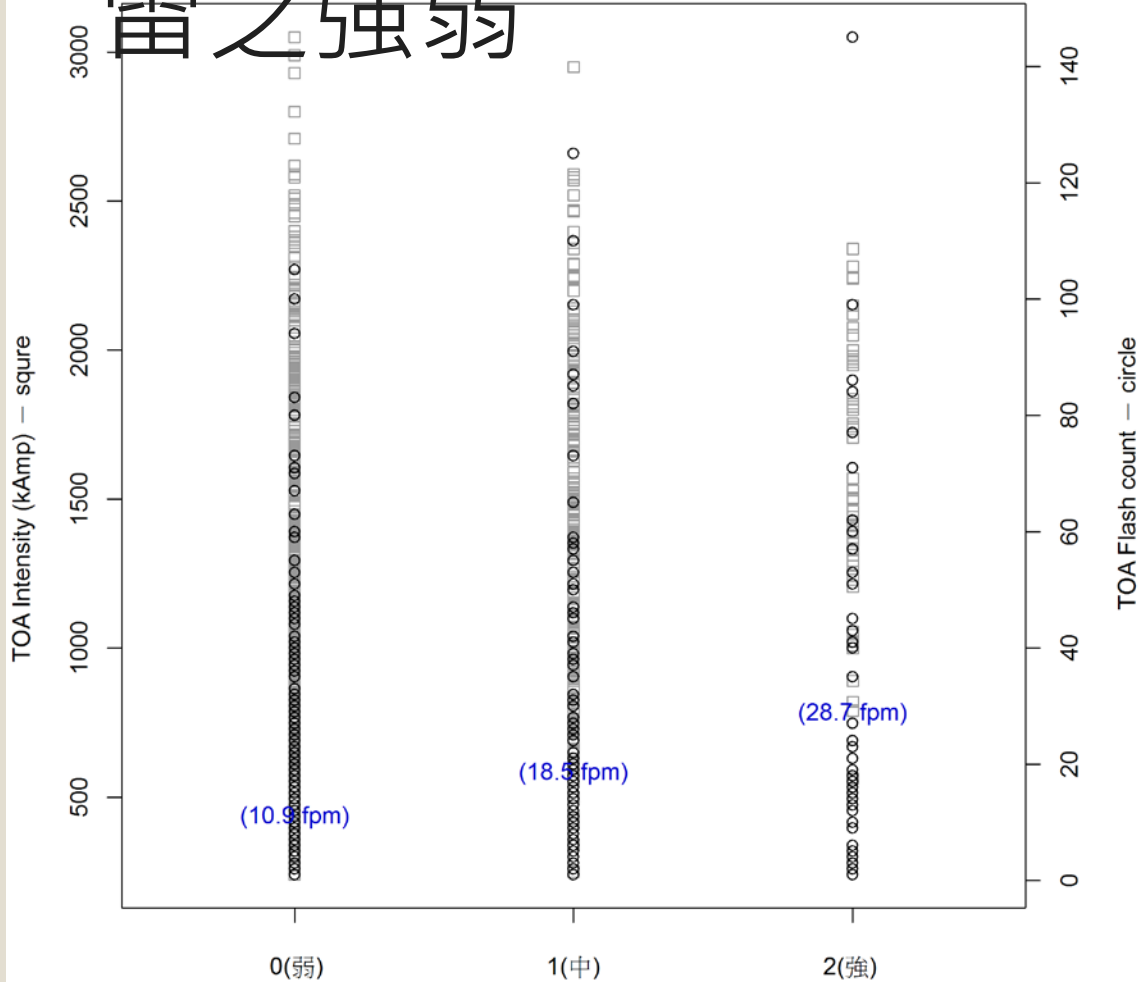
各測站多次  
雷雨報告初  
聞雷鳴時間  
以TOA取得  
最小距離之  
平均

27個測站  
總平均



人工觀測共834次雷雨報告  
 橫軸：每次SR初聞雷鳴時之16方位  
 縱軸：TOA取得最小距離閃電之方位

# 雷之強弱



人工觀測共834次雷雨報告

橫軸：每次SR記錄之強弱

左縱軸：TOA取得分鐘最大平均電流

右縱軸：TOA取得分鐘最大閃電率

雷暴		雷聲伴行 0 (輕度) 程度之閃電	雷聲伴行 1 (中度) 程度之閃電	雷聲伴行 2 (強烈) 程度之閃電
閃電	晝	放電微弱，勉強可以認知	介於 0 與 2 強度間之狀態	放雷光亮周圍明晰可感
	夜	容易辨識有發光現象	介於 0 與 2 強度間之狀態	閃光激烈耀目
雷聲		聲音微弱，僅可認知	介於 0 與 2 強度間之狀態	聲音尖銳震耳，門窗亦受震動

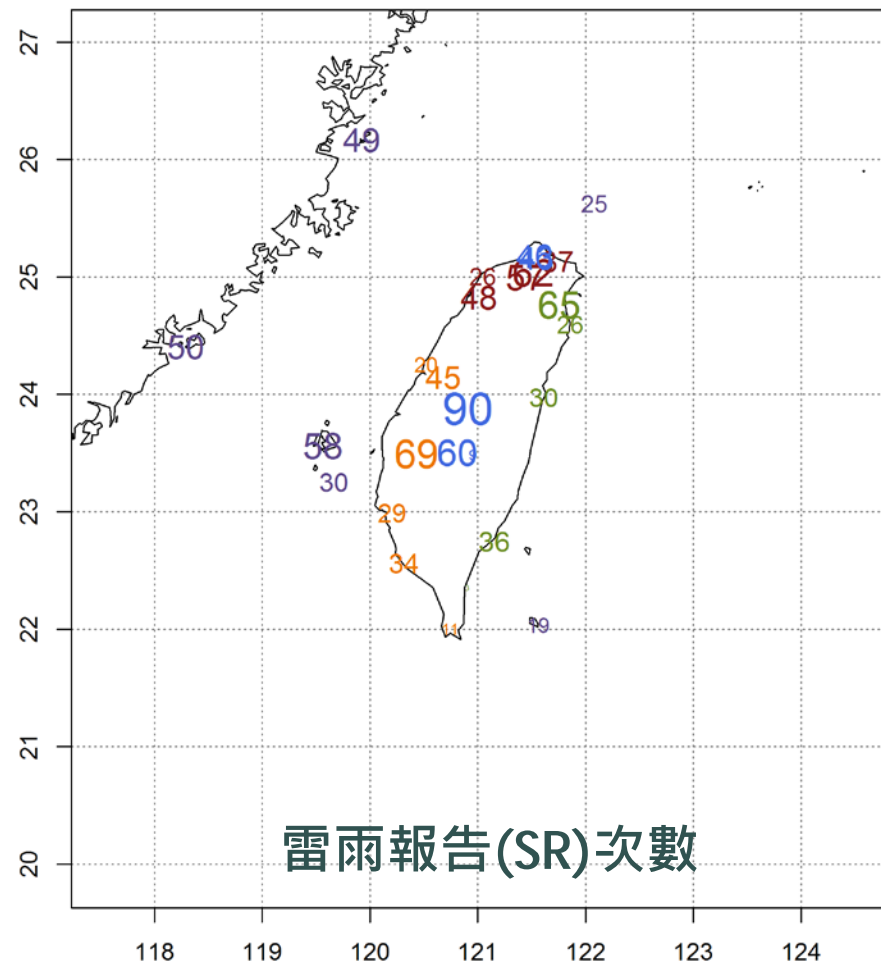
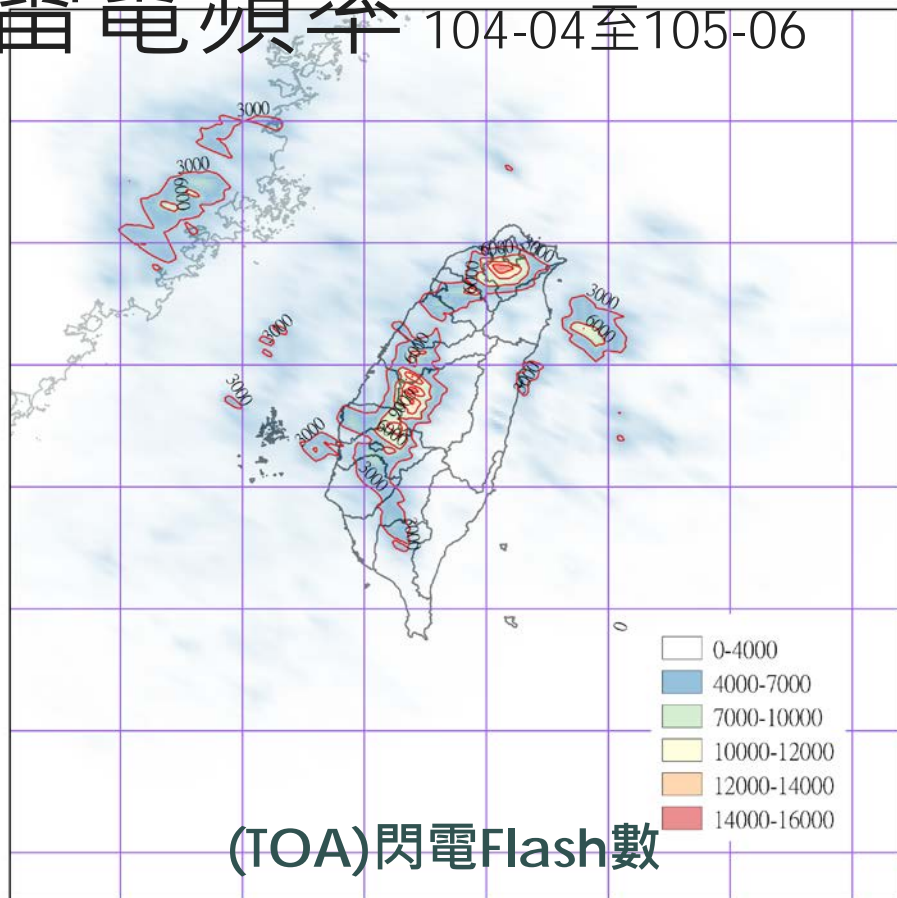
1996年至1998年美國佛羅里達州LDAR系統閃電資料，統計得劇烈雷雨事件之閃電率(Flash Rate)可達約60 fpm以上[Williams et al. (1999)]

# 五、分析結果

## (二) TOA系統在雷雨觀測的應用

- 雷電頻率
- Detect Rate
- Leading Time

# 雷電頻率 104-04至105-06





# Detect Rate

stno	466940	466920	466880	467050	467571	467490	467770	467480	467410	467440	467590
cname	基隆	臺北	板橋	新屋	新竹	臺中	梧棲	嘉義	南區中心	高雄	恆春
total_SR	34	57	57	24	42	43	20	66	28	33	11
total_TOA	95	104	102	63	82	102	71	126	85	64	30
SR1_TOA0	0	1	0	1	1	1	0	4	0	7	3
SR0_TOA1	61	48	45	40	41	60	51	64	57	38	22
SR∩TOA	34	56	57	23	41	42	20	62	28	26	8

467080	467060	466990	467660	467540	466930	466910	467650	467530	467550	466950	467990	467110	467350	467300	467620
宜蘭	蘇澳	花蓮	臺東	大武	竹子湖	鞍部	日月潭	阿里山	玉山	彭佳嶼	馬祖	金門	澎湖	東吉島	蘭嶼
64	21	25	34	3	43	42	86	55	9	20	45	44	43	25	15
115	81	56	35	39	89	83	131	108	75	21	57	60	52	29	10
0	1	0	6	0	0	2	1	1	1	5	7	7	3	16	11
51	61	31	7	36	46	43	46	54	67	6	19	23	12	20	6
64	20	25	28	3	43	40	85	54	8	15	38	37	40	9	4

# Leading Time

stno	466940	466920	466880	467050	467571	467490	467770	467480	467410	467440	467590
cname	基隆	臺北	板橋	新屋	新竹	臺中	梧棲	嘉義	南區中心	高雄	恆春
count over 951	37	56	53	23	41	46	20	52	30	31	9
maxLgtCount	77	100	145	86	55	110	31	105	67	20	13
minusLgt-Rain TimeCount	26 (70.3%)	38 (67.9%)	30 (56.6%)	16 (69.6%)	32 (78.0%)	33 (71.7%)	9 (45.0%)	27 (51.9%)	19 (63.3%)	22 (71.0%)	4 (44.4%)

467080	467060	466990	467660	467540	466930	466910	467650	467530	467550	466950	467990	467110	467350	467300	467620
宜蘭	蘇澳	花蓮	臺東	大武	竹子湖	鞍部	日月潭	阿里山	玉山	彭佳嶼	馬祖	金門	澎湖	東吉島	蘭嶼
56	22	28	34	3	33	31	78	55	8	24	40	46	51	27	17
60	60	125	20	40	73	48	84	30	7	40	58	50	82	35	5
39 (69.6%)	16 (72.7%)	16 (57.1%)	25 (73.5%)	2 (66.7%)	28 (84.8%)	25 (80.6%)	43 (55.1%)	24 (43.6%)	2 (25.0%)	14 (58.3%)	25 (62.5%)	30 (65.2%)	32 (62.7%)	10 (37.0%)	14 (82.4%)

# 六、結論與未來工作

- ✓ 27個測站SR初聞雷鳴時，TOA測得閃電(CG)與測站平均距離為47.87公里。
- ✓ SR初聞雷鳴方向與TOA定位有0.457相關性。
- ✓ SR雷之強弱與TOA分鐘閃電率有正相關，與分鐘平均電流無明顯關係。
- ✓ SR累積次數與TOA累積Flash數，空間分布有良好對映。
- ✓ TOA幾乎能完全記錄到SR所觀測到的雷暴日數。
- ✓ 22個測站有50%以上機率TOA閃電高峰領先降雨高峰。
- 納入IC
- 雷之移動方向

stno	467660	466880	467571	467530	466920	467410	467050
Date	2015/4/4	2015/4/19	2015/4/21	2015/4/21	2015/5/9	2015/5/12	2015/5/20
StormPosition	E-SE	W-S-N-SE-W	W-WNW	W	SW-S	NNW-NNW	WSW-SSW
S-R-E meanDeg	WSW-SSE-SSE	SE-E-SSE	SW-SW-WSW	SE-S-SSE	NW-SW-ESE	SW-SE-SSW	SW-S-W

**Thank You**