

106年天氣分析與預報研討會

臺灣地區之閃電特徵與降雨相關性探討— 以0601豪雨為例

多采科技有限公司 Manysplendid Infotech,Ltd.

作者:劉承翰、李天浩、于芃、葉明生、張博雄、陳新淦、鄭安孺

報告者:劉承翰

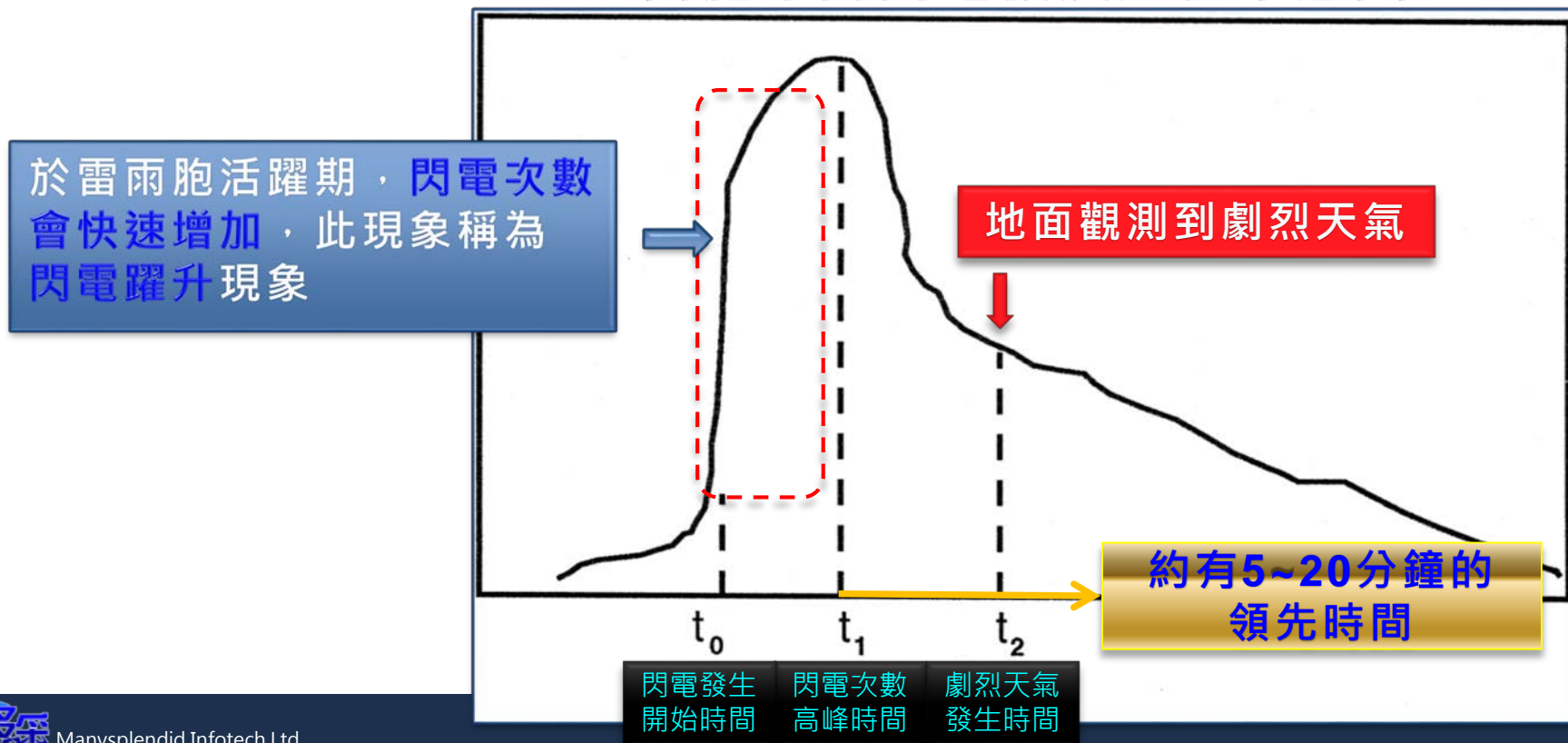
前言

- ▶ 林(1999)研究台灣地區閃電發現，劇烈天氣常伴隨閃電發生，但是閃電密度與降雨量相關性變化大
- ▶ 前人研究指出（ Goodman et al. 2005 ; Schultz et al. 2009 ; Gatlin and Goodman 2010 ; 戴等2015 ），閃電躍升(lightning jump) 可以作為劇烈天氣即將發生的指標

閃電躍昇-文獻回顧

- ▶ Williams et al. (1999)研究指出，雷雨胞中的閃電躍升現象可作為預測局部地區即將發生豪大雨的指引

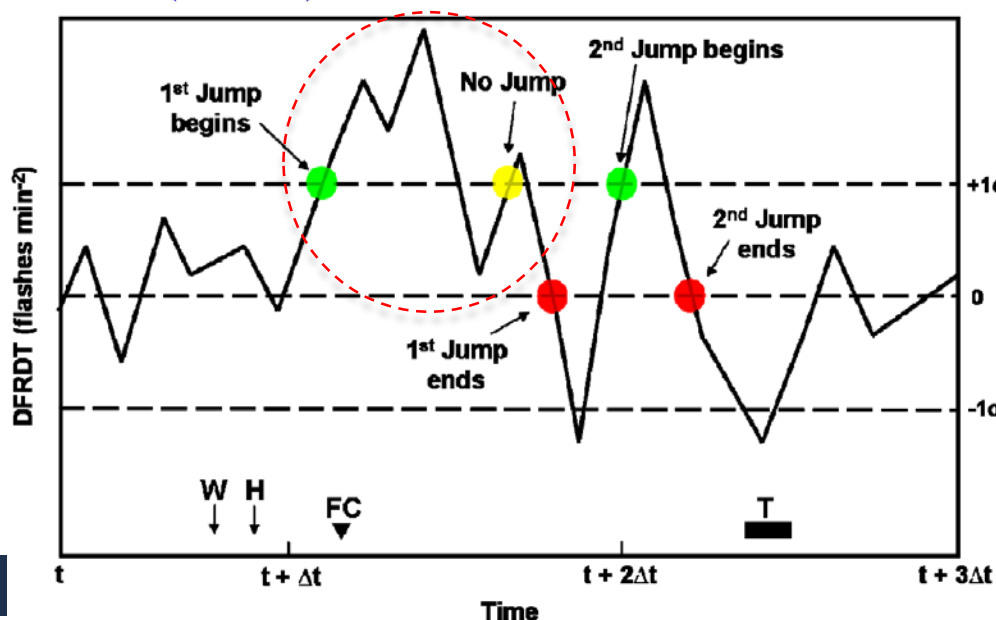
雨胞中的閃電發展歷程示意圖



閃電躍昇算術法

- ▶ 不同的閃電躍升算術法多是依總閃電的變化趨勢來辨別閃電躍升現象
- ▶ Gatlin(2006)為了確定及量化閃電躍升趨勢，計算20場暴雨事件總閃電率隨時間的變化 (the time-rate of change of the total flash rate, DFRDT)

Gatlin(2006)以DFRDT判別閃電躍升示意圖



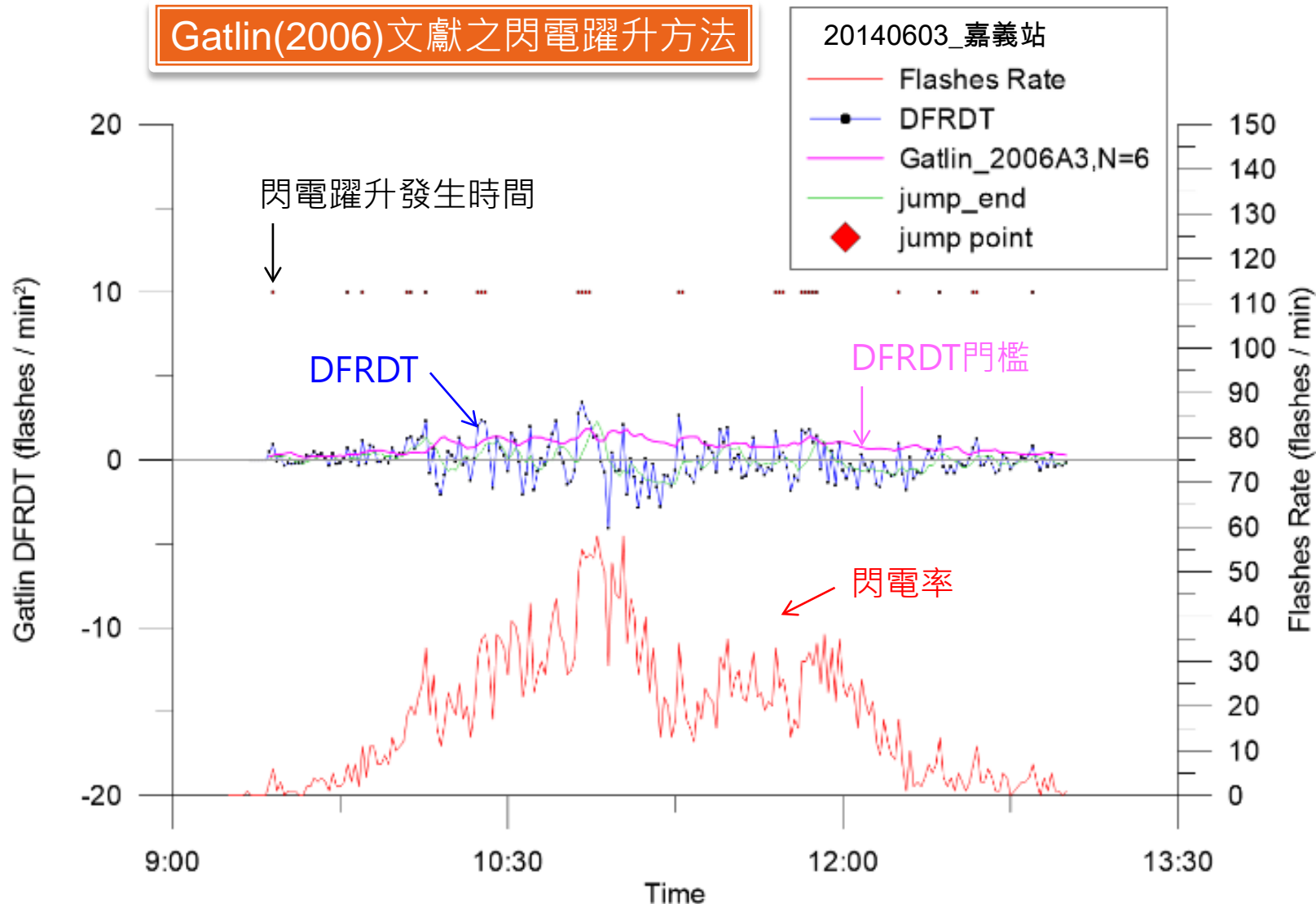
約有84%的DFRDT
平均變化落於一個標準
偏差內

閃電躍昇算術法-Gatlin法

| 符號 | 中文 | 因次單位 | 說明 |
|----------------------|------------------|------------------------|---|
| $f(t)$ | 總閃電率 | (flashes/min) (次/分) | 可採用 $\Delta t=1$ 分鐘或 $\Delta t=2$ 分鐘演算，其中： $\Delta t=1$ 分鐘的總閃電率為每分鐘的總閃電次數除以1分鐘 $\Delta t=2$ 分鐘的總閃電率為2分鐘總閃電次數相加除以2分鐘 |
| $f_w(t)$ | $f(t)$ 的(權重)移動平均 | (flashes/min) (次/分) | $f_w(t) = \frac{1}{N} \sum_{\tau=0}^{N-1} w(t-\tau) f(t-\tau)$ $w(t-\tau) = \frac{N-\tau}{N}$ |
| $f'_w(t)$ (DFRDT) | $f_w(t)$ 隨時間的變化 | (flashes/min) (次/分) | $f'_w(t) = \frac{d}{dt} f_w(t) \approx \frac{f_w(t) - f_w(t-1)}{\Delta t}$ |
| $\overline{f'_w(t)}$ | $f'_w(t)$ 平均 | (flashes/min) (次/分) | $\overline{f'_w(t)} = \frac{1}{N} \sum_{\tau=0}^{N-1} f'_w(t-\tau)$ |
| $\sigma[f'_w(t)]$ | $f'_w(t)$ 標準偏差 | (flashes/min) (次/分) | $\sigma[f'_w(t)] = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{\tau=0}^{N-1} [f'_w(t-\tau) - \overline{f'_w(t)}]^2}$ |
| $f'_{thres}(t)$ | 閃電躍升門檻值 | (flashes/min) (次/分) | $f'_{thres}(t) = \frac{\sigma[f'_w(t)] + f'_{thres}(t-\Delta t)}{2}$ |
| $f_{thres}(t)$ | 總閃電率門檻值 | (flashes/min) (次/分) | 參考Schultz et al. (2009)，由總閃電率峰值統計結果選定 3 (flashes/min) |

閃電躍昇算術法-Gatlin法

Gatlin(2006)文獻之閃電躍升方法



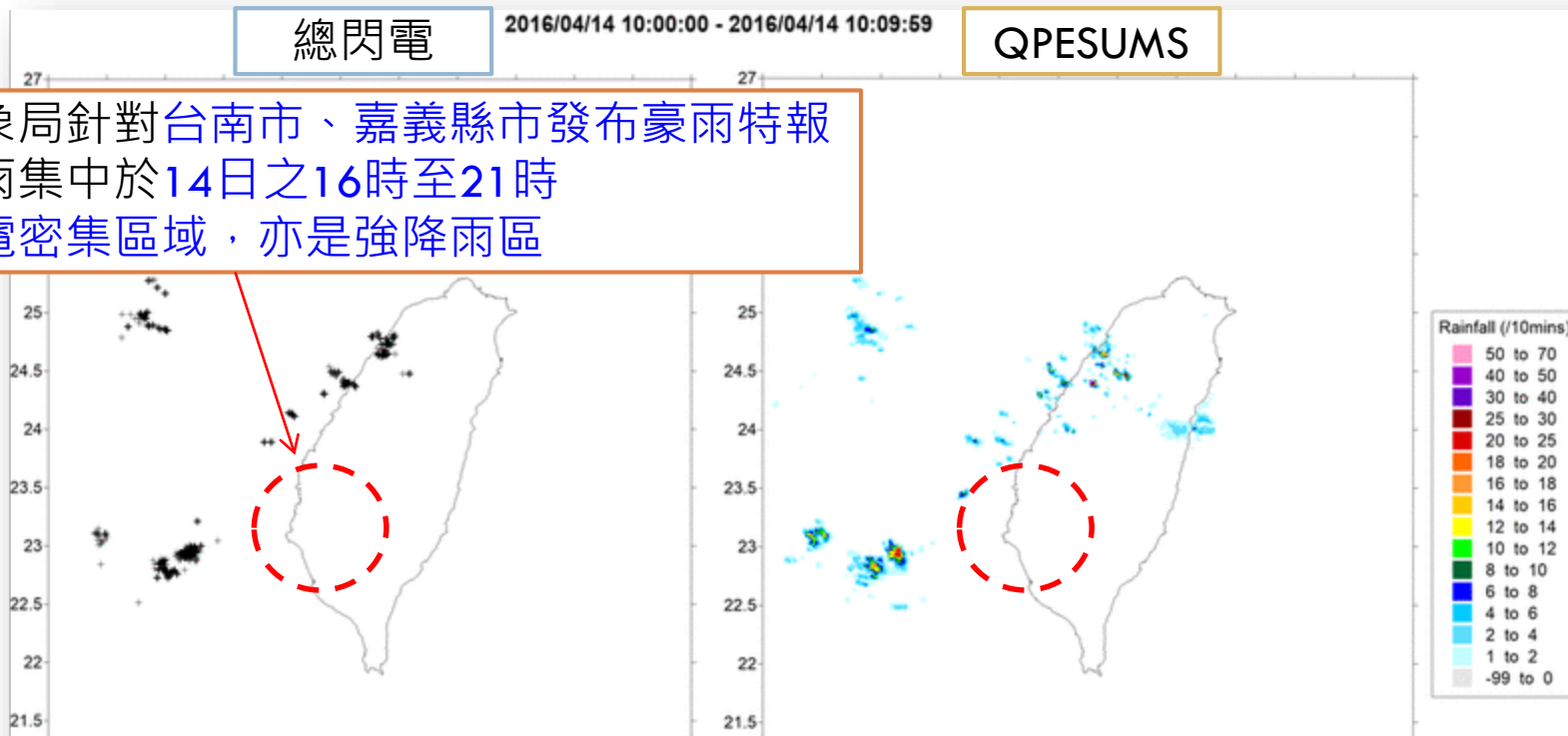
臺灣閃電落雷偵測系統介紹

- ▶ 中央氣象局閃電偵測系統
 - ▶ 2015年年初於10個氣象站增設閃電偵測系統，4月時啟用
 - ▶ 2016年8月另啟用5個測站(鞍部、鶯子嶺、七股、臺東、墾丁)
 - ▶ 主要偵測以雲對地(CG)閃電為主



降雨事件個案探討-2016.04.14 鋒面事件

總閃電和QPESUMS降雨-觀測時序分布圖



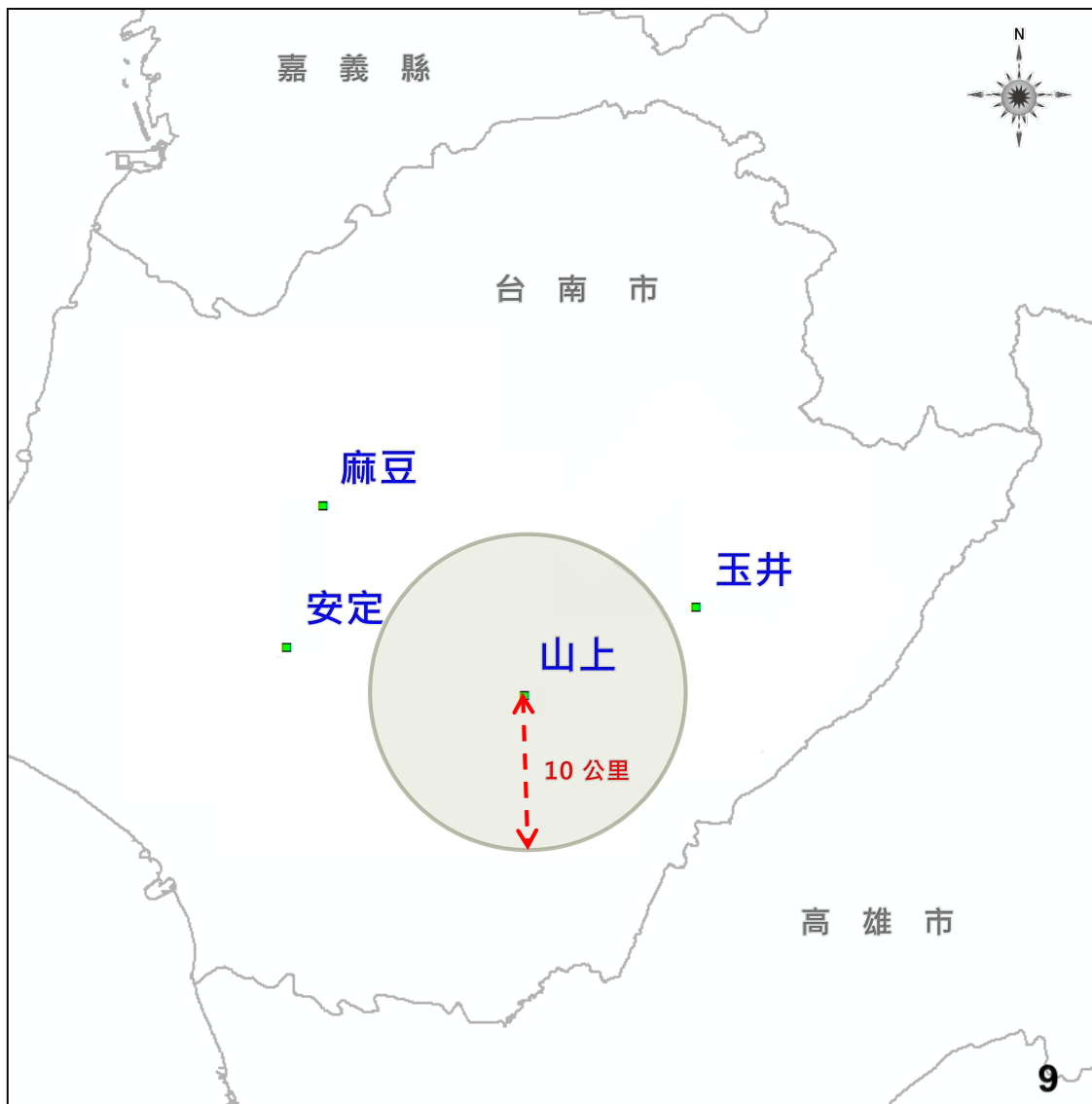
- 氣象局針對台南市、嘉義縣市發布豪雨特報
- 降雨集中於14日之16時至21時
- 閃電密集區域，亦是強降雨區

| 測站 | 位置 | 各延時最大累積雨量(毫米) | | | | |
|----|--------|---------------|-------|-------|-------|------|
| | | 24小時 | 12小時 | 6小時 | 3小時 | 1小時 |
| 山上 | 台南市山上區 | 213.0 | 169.0 | 169.0 | 105.0 | 67.0 |
| 玉井 | 台南市玉井區 | 147.0 | 143.0 | 72.0 | 70.5 | 44.0 |
| 安定 | 台南市安定區 | 141.0 | 139.0 | 74 | 73.5 | 39.5 |
| 大內 | 台南市大內區 | 140.0 | 139.0 | 77.0 | 77.0 | 43.0 |
| 麻豆 | 台南市麻豆區 | 131.0 | 129.5 | 70.5 | 69.5 | 38.5 |
| 新市 | 台南市新市區 | 129.5 | 128.5 | 79 | 78.5 | 46.0 |

| 雨量分級 | |
|------|------|
| | 大雨 |
| | 豪雨 |
| | 大豪雨 |
| | 超大豪雨 |

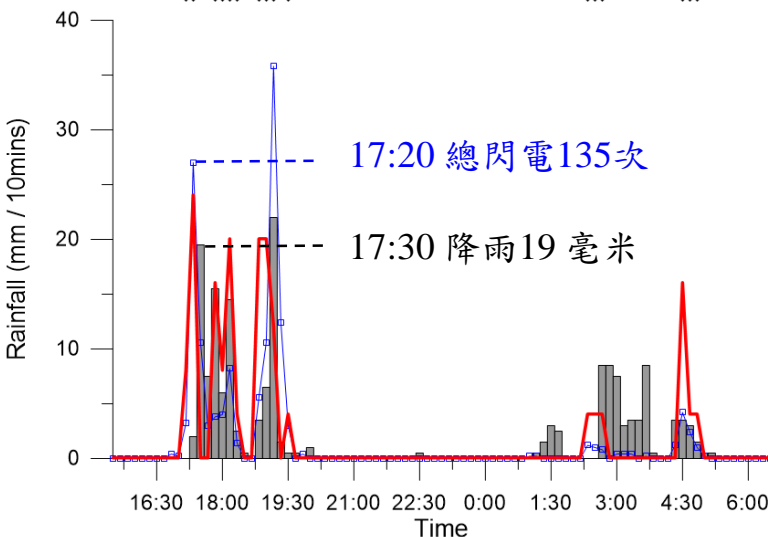
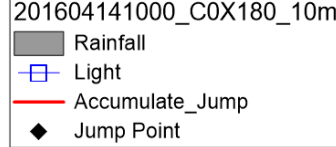
降雨事件個案探討-閃電與降雨相關性

- 測站觀點分析
 - ▣ 測站10分鐘降雨量
 - ▣ 距測站中心10公里內閃電數
 - ▣ 利用Gatlin(2006) 閃電躍升演算法，計算測站周圍的逐分鐘閃電躍升



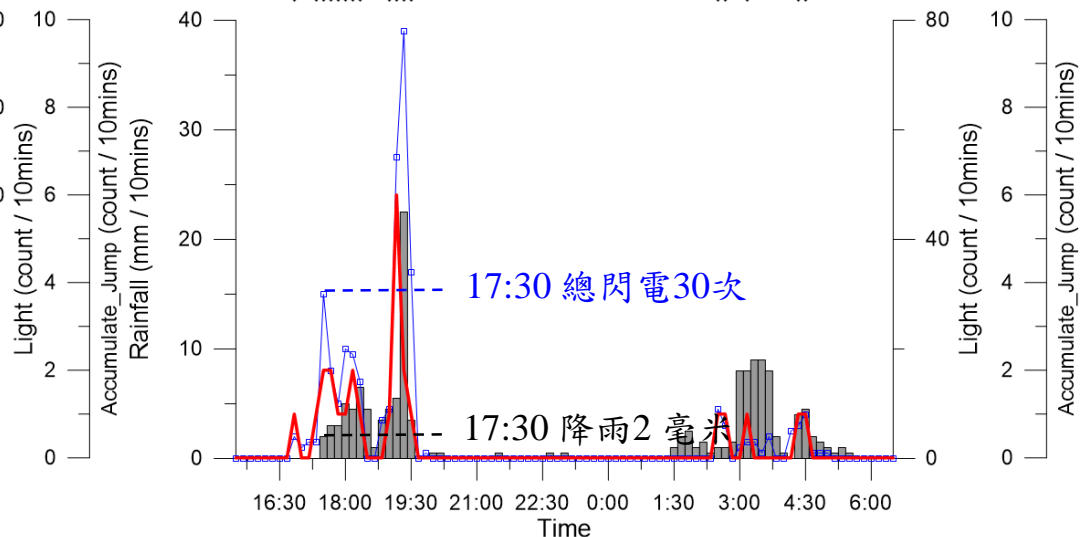
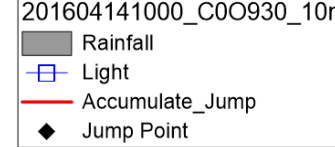
(a) 山上站

17:10 閃電躍升



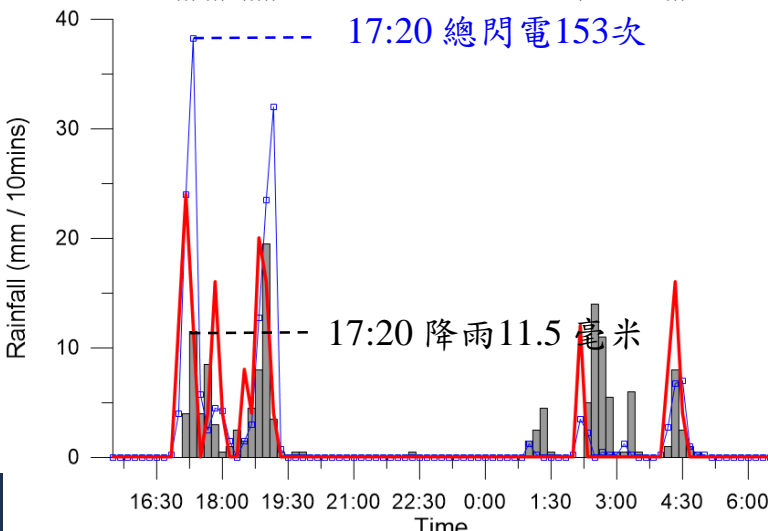
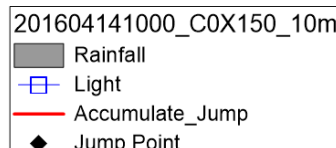
(b) 玉井站

17:20 閃電躍升



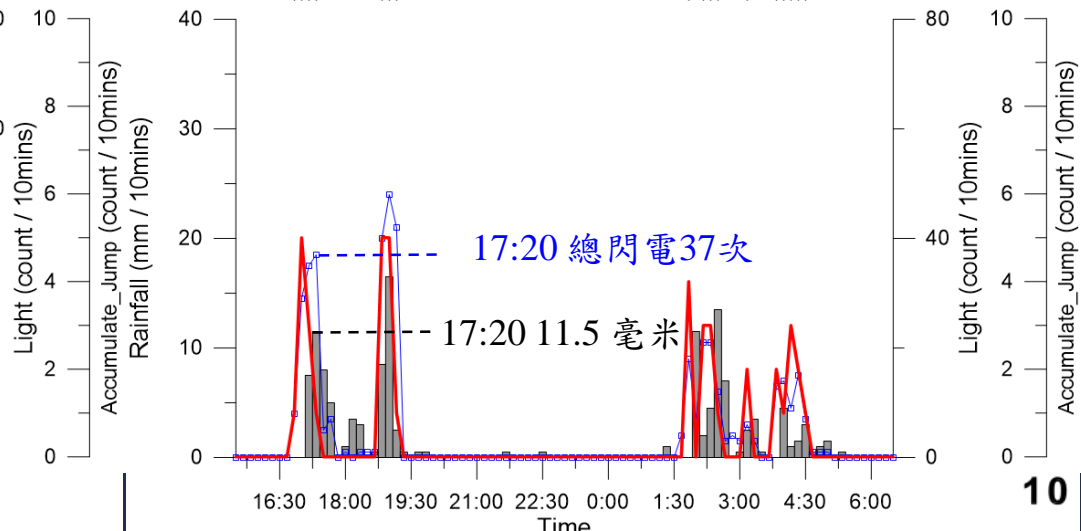
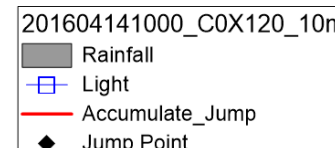
(c) 安定站

17:00 閃電躍升



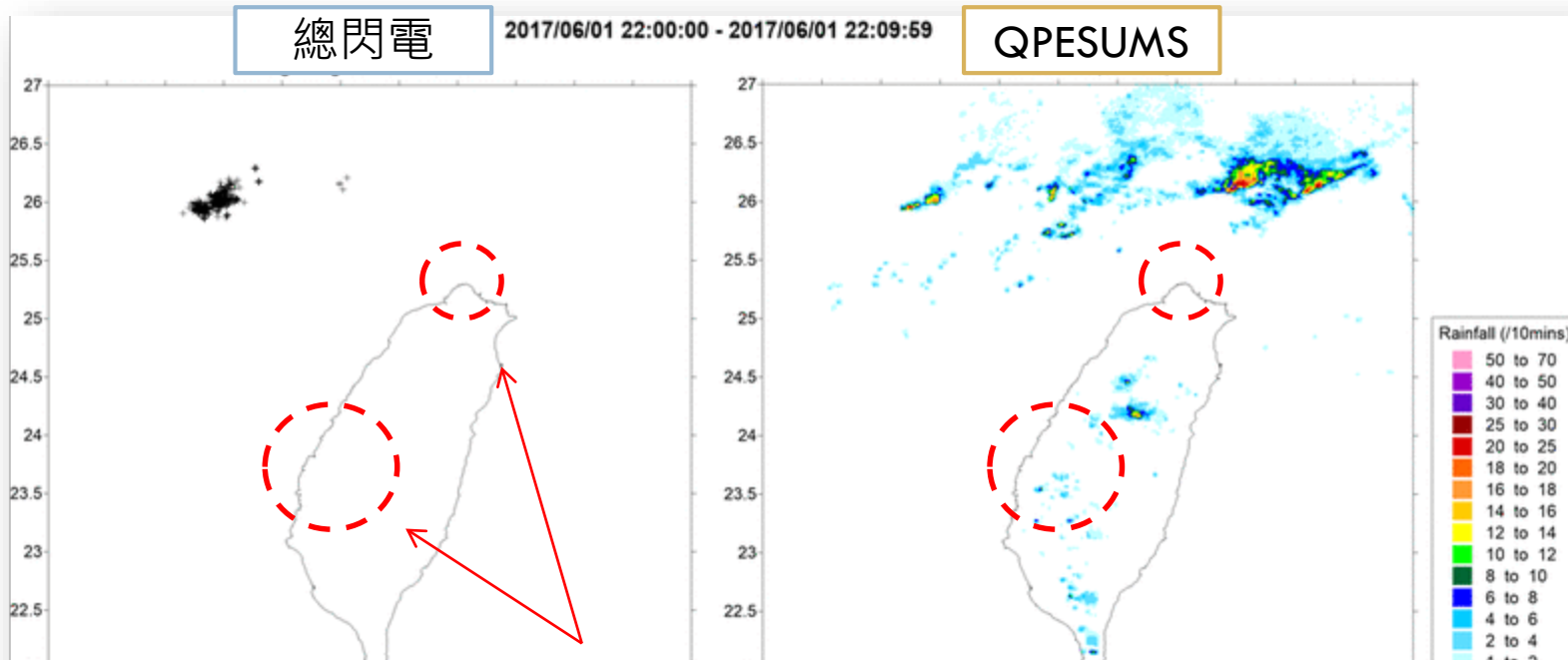
(d) 麻豆站

16:50 閃電躍升



降雨事件個案探討-2017.06.01 鋒面事件

總閃電和QPESUMS降雨-觀測時序分布圖

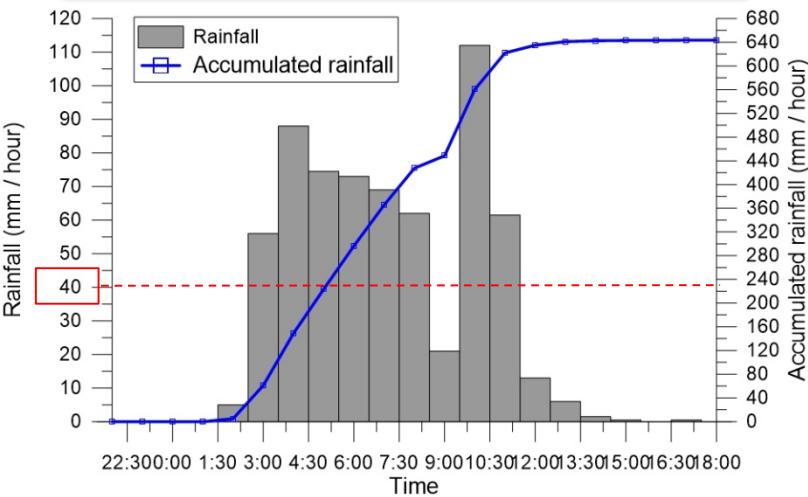


| 雨量分級 | | 測站名稱 | 位置 | 各延時最大累積雨量(毫米) | | | | |
|------|-----|--------|----|---------------|-------|-------|-------|-------|
| 大雨 | 三芝 | 新北市 | | | | | | |
| 豪雨 | 富貴角 | 新北市 | | | | | | |
| 大豪雨 | 金山 | 新北市 | | | | | | |
| 超大豪雨 | 古坑 | 雲林縣 | | | | | | |
| | 大埤 | 雲林縣大埤鄉 | | 452.0 | 429.5 | 332.5 | 169.0 | 117.5 |
| | 斗南 | 雲林縣斗南鎮 | | 407.5 | 384.0 | 266.5 | 163.0 | 65.0 |
| | 土庫 | 雲林縣土庫鎮 | | 395.0 | 381.5 | 267.0 | 150.0 | 63.0 |
| | 褒忠 | 雲林縣褒忠鄉 | | 379.0 | 366.5 | 243.5 | 148.5 | 59.0 |

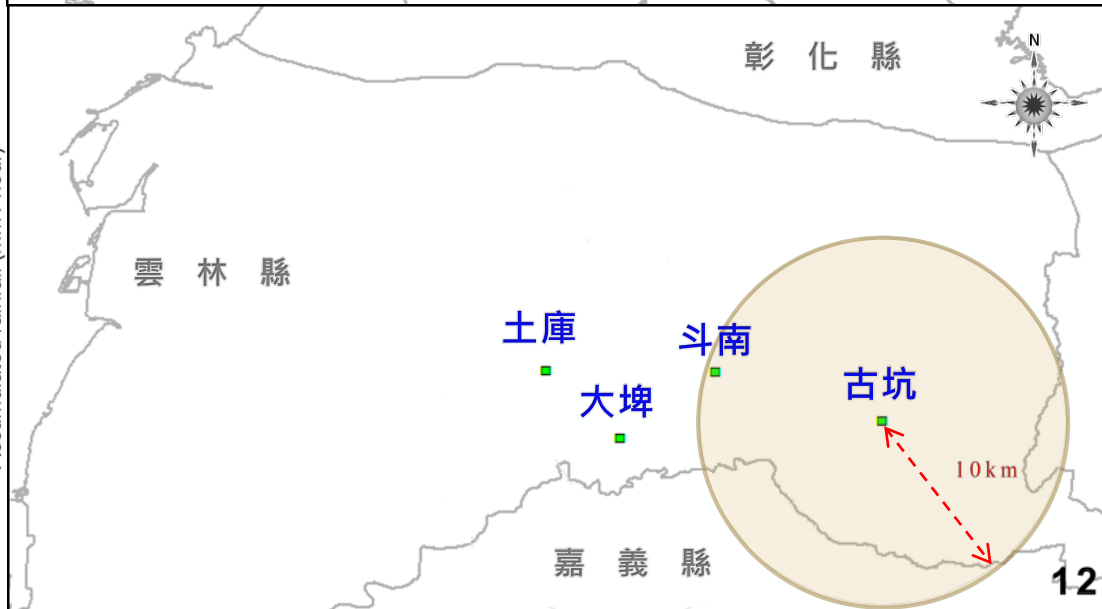
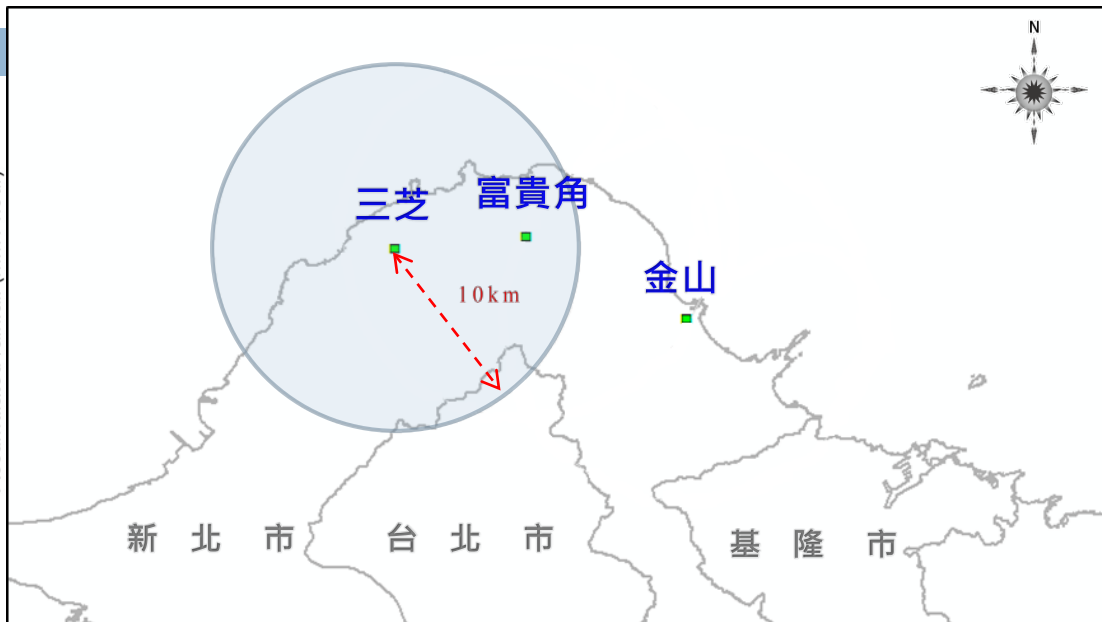
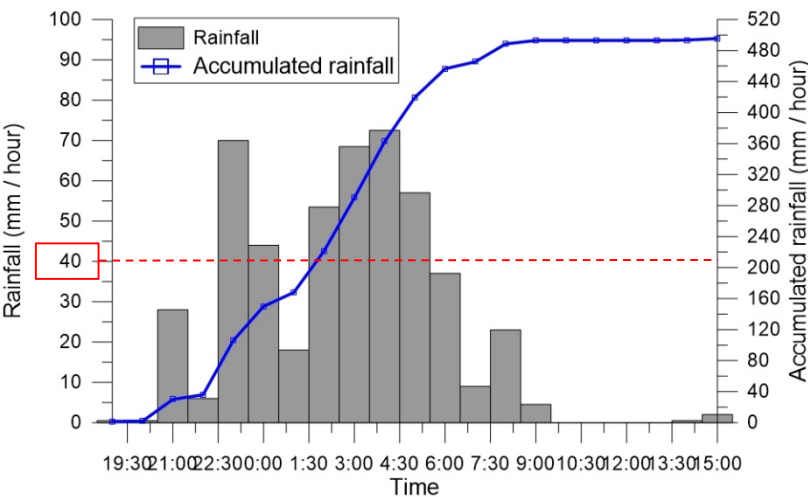
- 氣象局針對新北市、雲林縣發布超大豪雨特報
- 新北市強降雨集中於2日之02時至09時
- 雲林縣強降雨集中於2日之22時3日至06時
- 閃電密集區域，亦是強降雨區

降雨事件個案探討-閃電與降雨相關性

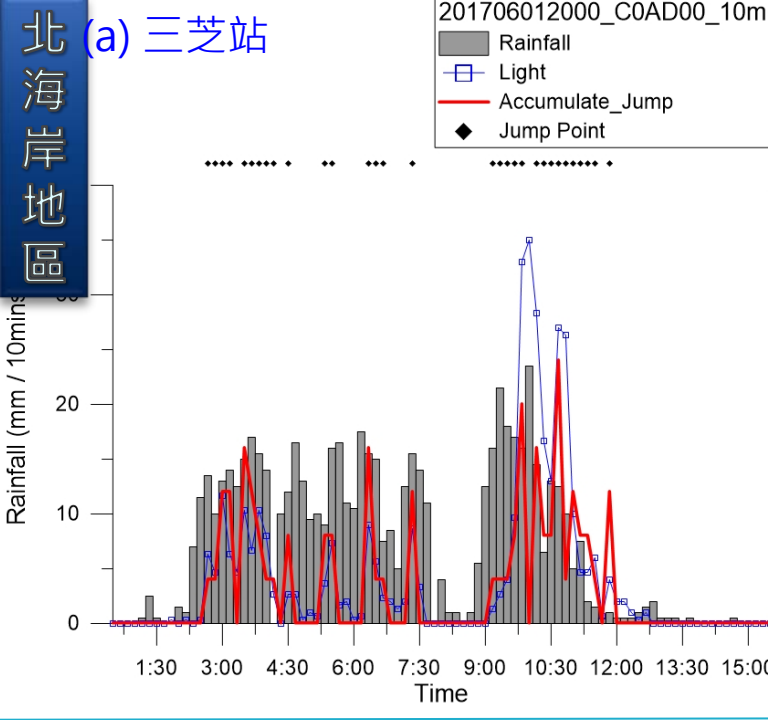
2017/06/01 新北市 三芝站



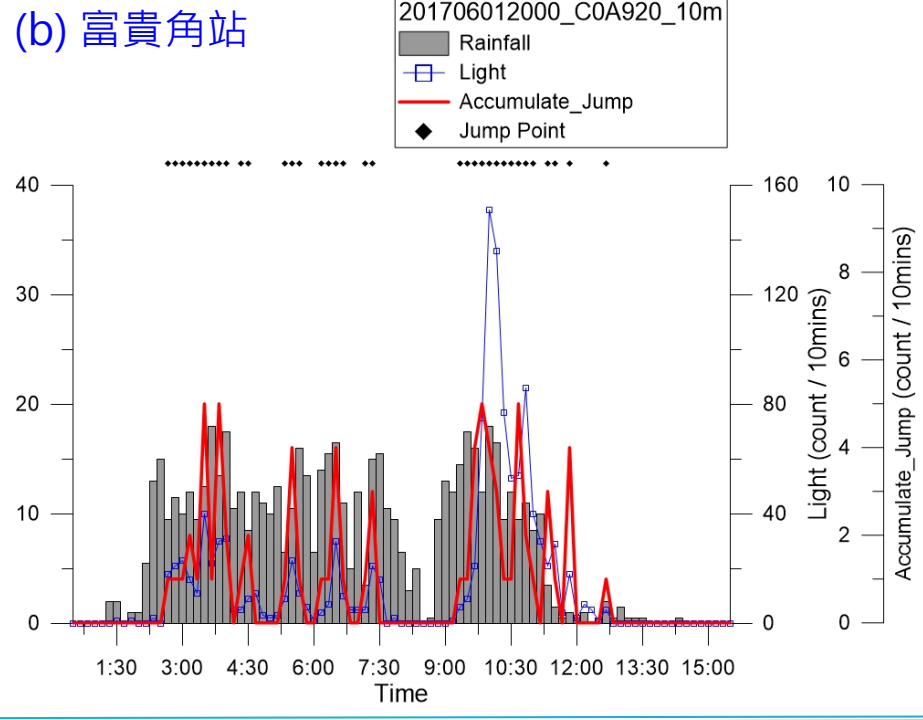
2017/06/02 雲林縣 古坑站



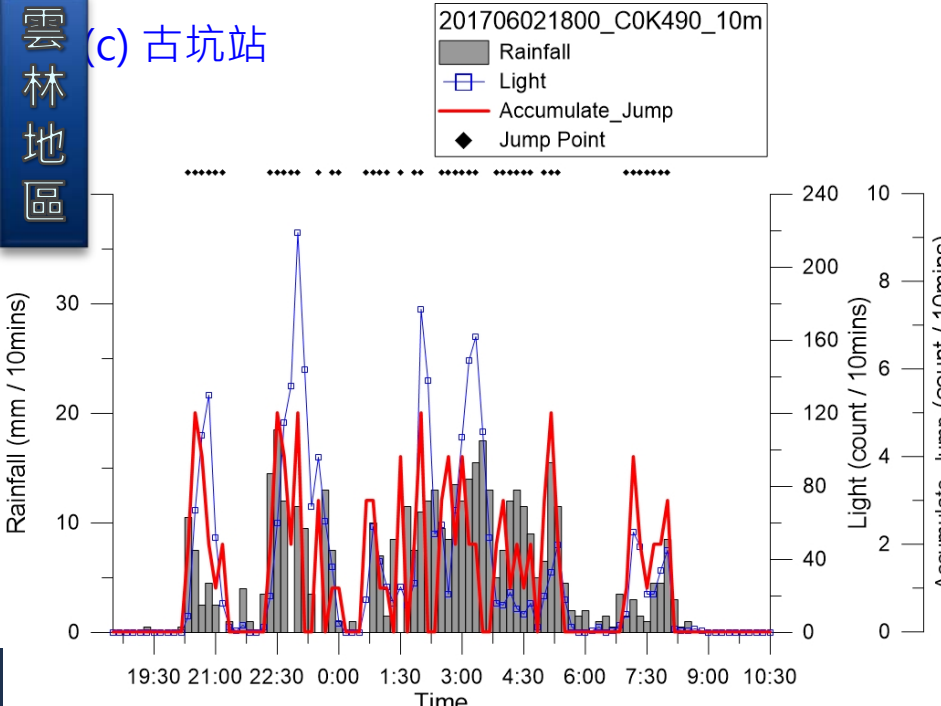
(a) 三芝站



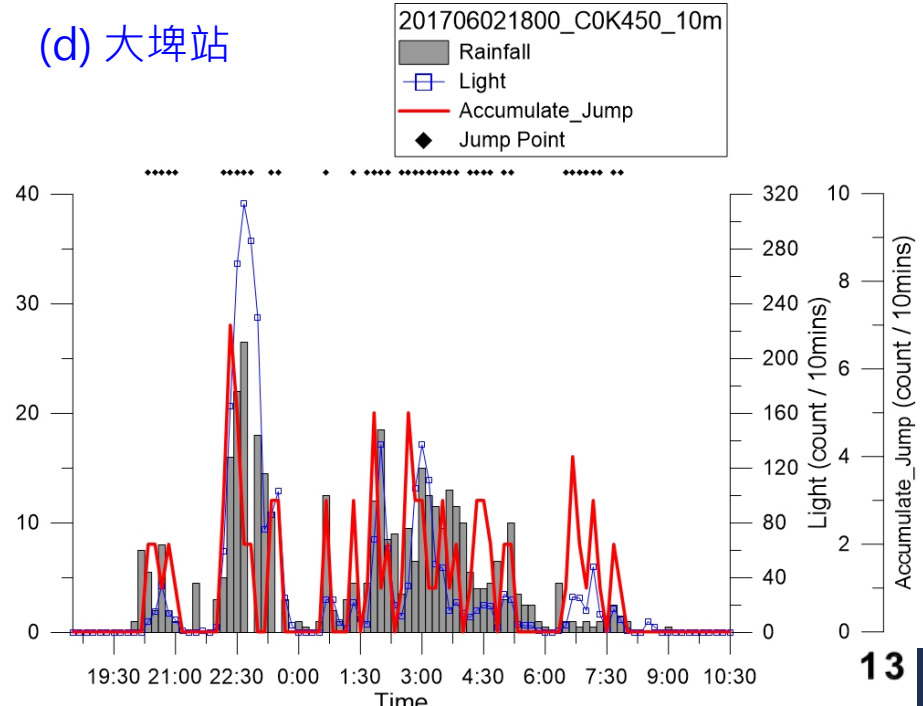
(b) 富貴角站



(c) 古坑站



(d) 大埤站

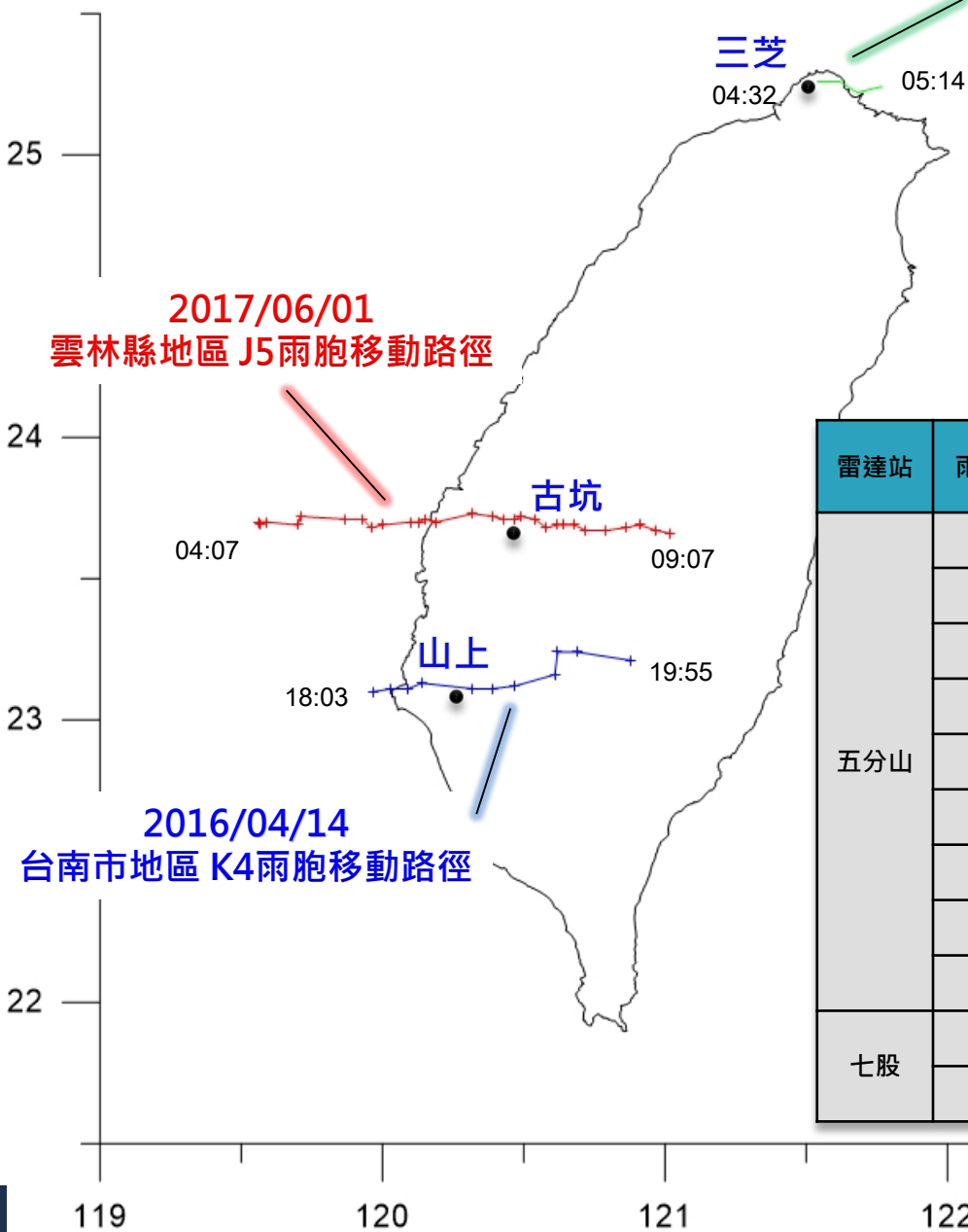


雷達觀測雨胞移動路徑

2017/06/01
北海岸地區 E8 雨胞移動路徑

2017/06/01
雲林縣地區 J5 雨胞移動路徑

2016/04/14
台南市地區 K4 雨胞移動路徑



| 雷達站 | 雨胞代號 | 雨胞生成時間 | 雨胞消散時間 | 歷時 (minutes) | 雨胞移動速度 (kt) |
|-----|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 五分山 | J4 | 02:49 | 03:00 | 11 | 43 |
| | V4 | 03:06 | 03:34 | 28 | 33~43 |
| | A3 | 04:32 | 05:14 | 42 | 19~56 |
| | E8 | 04:32 | 05:14 | 42 | 19~56 |
| | M6 | 03:40 | 03:58 | 18 | 37~43 |
| | W8 | 04:44 | 05:14 | 30 | 35~43 |
| | D9 | 04:55 | 05:14 | 19 | 29~33 |
| | M0 | 05:49 | 06:12 | 23 | 4~14 |
| 七股 | H1 | 05:55 | 06:12 | 17 | 41~47 |
| | J5 | 04:07 | 09:07 | 300 | 2~25 |
| | K4 | 18:03 | 19:55 | 112 | 8~31 |

結論

- ▶ 兩場鋒面天氣系統降雨個案，由閃電和降雨之觀測時序分布圖顯示，閃電密集區域，亦是強降雨區
- ▶ 2016年0414豪雨事件的山上、玉井、安定及麻豆等測站閃電躍升結果，對降雨約有 10~20分鐘的領先時間
- ▶ 在2017年0601豪雨事件，在三芝及富貴角兩測站，並無領先時間；在古坑及大埤兩測站，閃電躍升與降雨同時發生
- ▶ 由兩場降雨個案顯示，閃電與降水的比值變化很大，仍不容易直接以閃電發生次數估計降雨量

結論

- ▶ 以測站觀點分析，由鄰近閃電及降雨資料顯示，當有活躍雨胞逐漸向其接近時，是可能在測站附近提前觀測到閃電躍升現象
- ▶ 上述結果為個案分析，未來仍需較多個案來檢視不同系統間是否具有一致的結論
- ▶ 未來進一步由測站推展至網格觀點進行分析，期望可作為劇烈天氣可能發生的有用參考指標之一

報告結束

多采科技有限公司 Manysplendid Infotech,Ltd.