

107年天氣分析與預報研討會 臺灣地區之閃電躍升與豪大雨降雨關係研究

多采科技有限公司 Manysplendid Infotech,Ltd.

作者:劉承翰、陳新淦、林秉煜、葉明生、鄭安孺

報告者:劉承翰

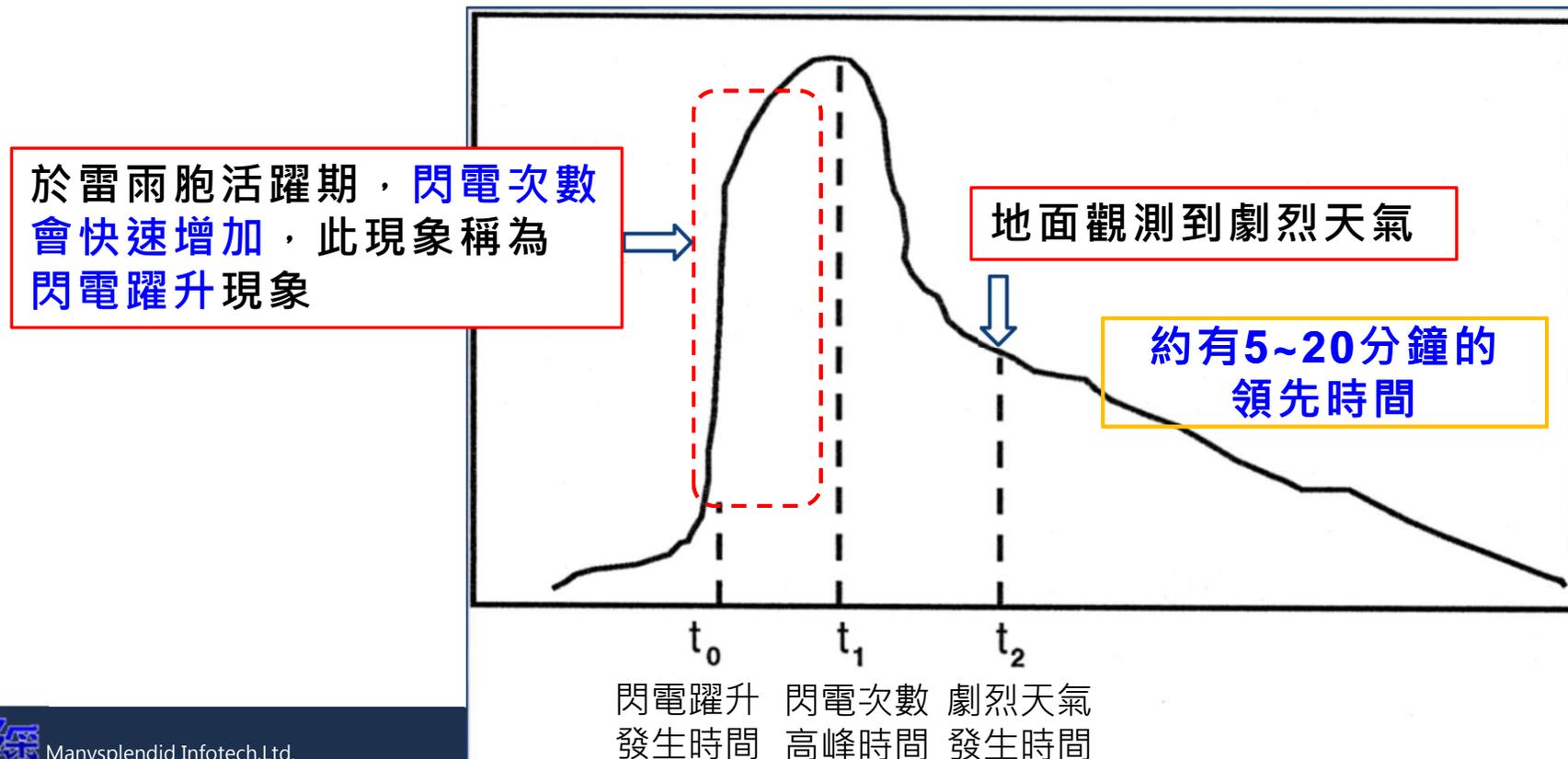
前言

- ▶ 前人研究指出 (Goodman et al. 2005 ; Schultz et al. 2009 ; Gatlin and Goodman 2010 ; 戴等2015, 2017) , 閃電躍升 (lighting jump) 可以作為劇烈天氣即將發生的指標
- ▶ 本研究利用氣象局即時閃電監測資料 , 以Gatlin (2006) 閃電躍升演算法計算閃電躍升 , 由單一測站推展至全台網格 , 並建置即時運算的閃電躍升測報模組 , 可顯示全台每分鐘之前10分鐘累積閃電躍升的次數與發生位置
- ▶ 進一步探討降雨發生前閃電躍升的領先時間與累計時間

閃電躍升-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

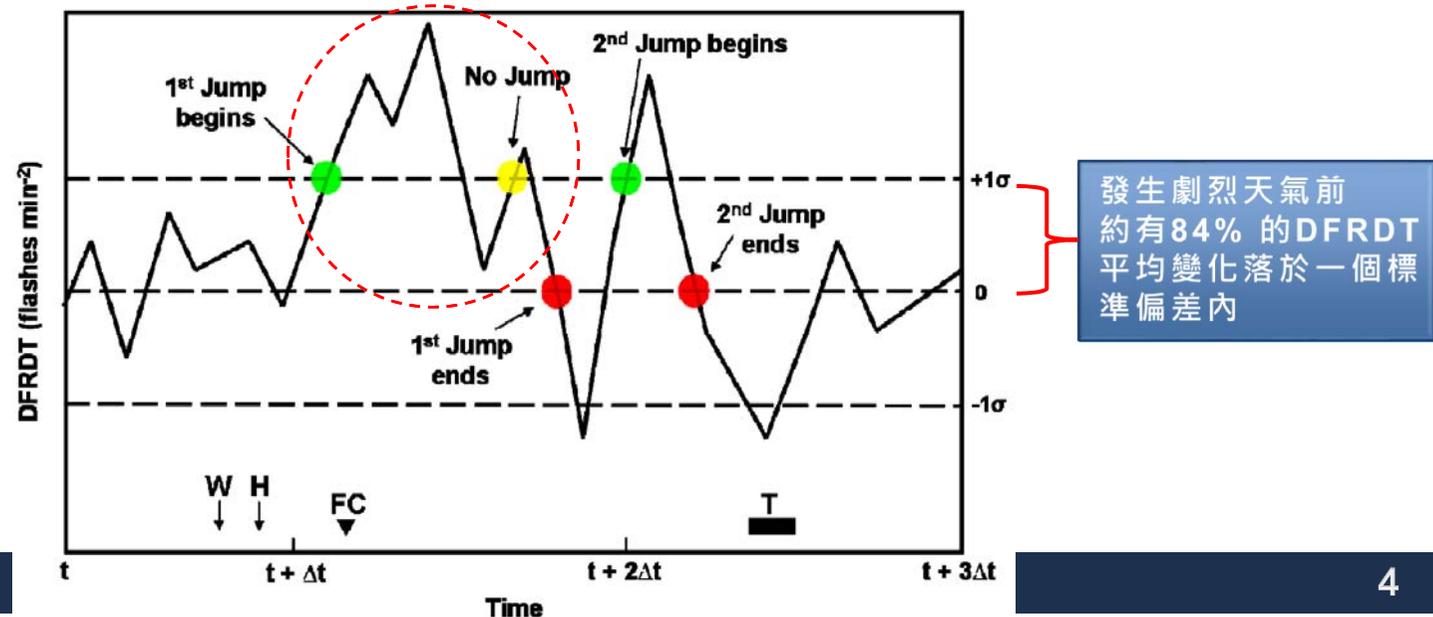
雨胞中的閃電發展歷程



閃電躍升演算法

- ▶ 不同的閃電躍升演算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)

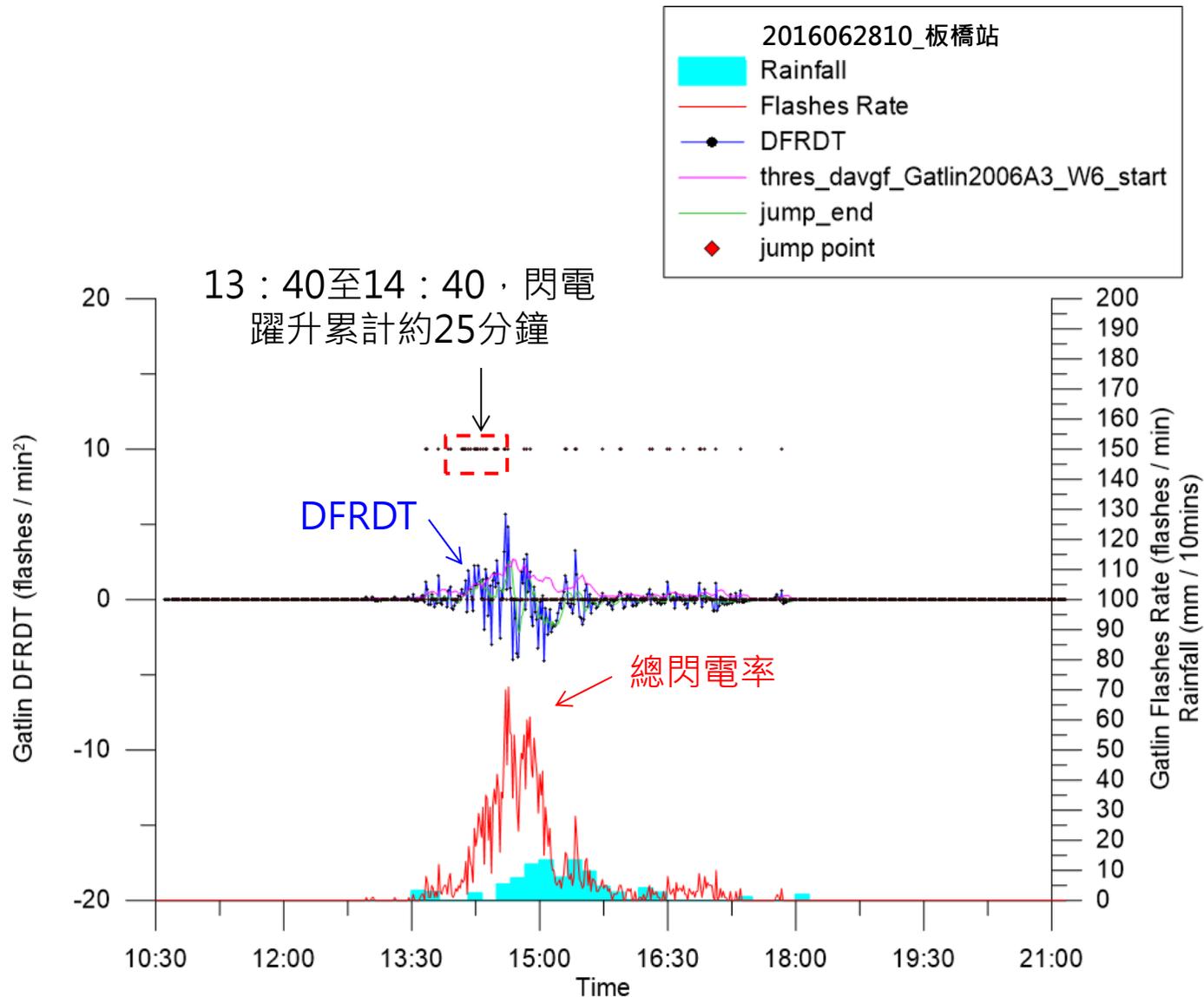
Gatlin(2006)以DFRDT判別閃電躍升示意圖



閃電躍升演算法-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)

閃電躍升演算法-Gatlin法



中央氣象局閃電落雷偵測系統

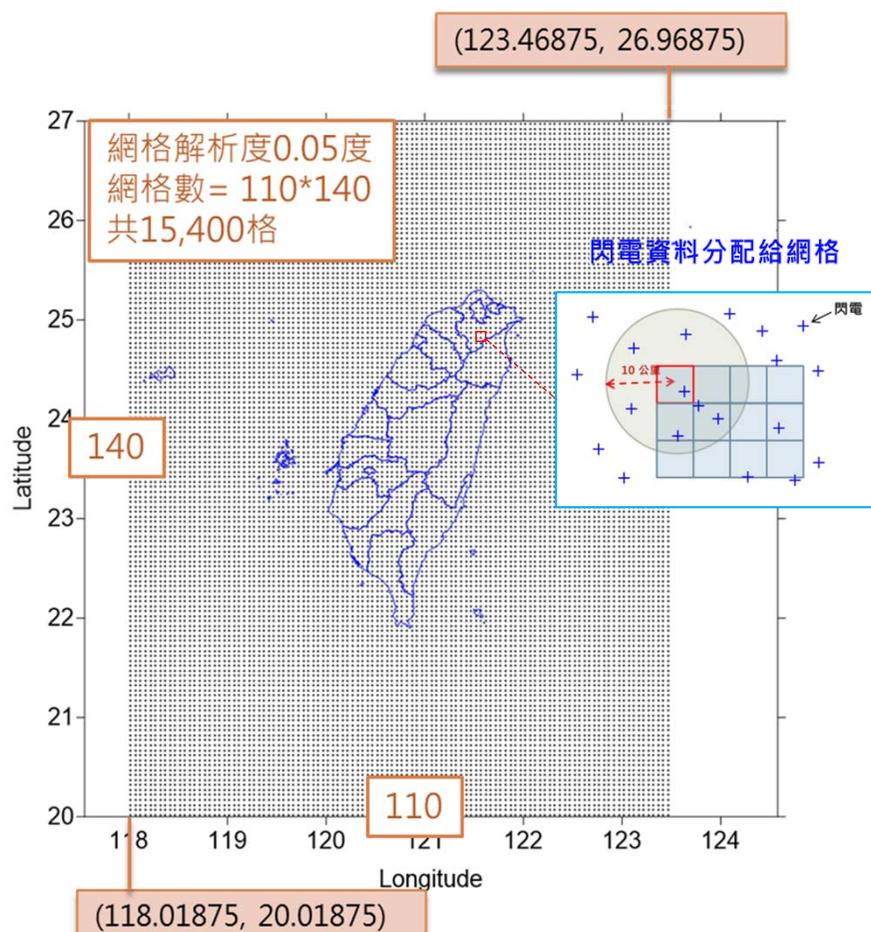
- ▶ 2015年年初於10個氣象站增設閃電偵測系統，4月時啟用
- ▶ 2016年8月另啟用5個測站(鞍部、鶯子嶺、七股、臺東、墾丁)
- ▶ 偵測雲中閃電(IC)、雲對地(CG)閃電，以雲對地(CG)閃電為主

	TOA system公司 (中央氣象局閃電偵測)
運算主機	LPS200
感測器型號	DSP-DF200
偵測距離	800Km
閃電型式	主要為雲對地(CG)閃電
高頻偵測	40MHz~1GHz
低頻偵測	1.5kHz~400kHz
提供頻率	逐分鐘



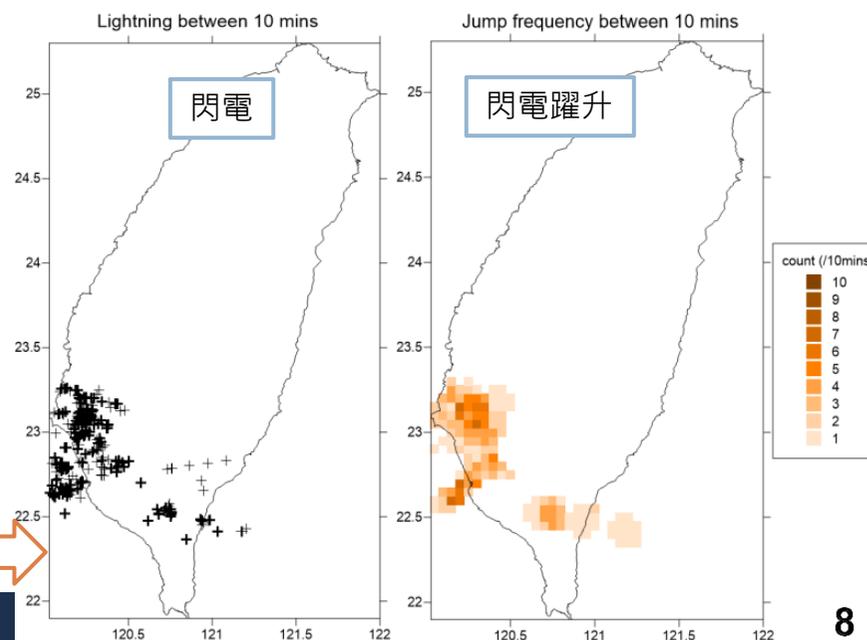
閃電躍升測報模組

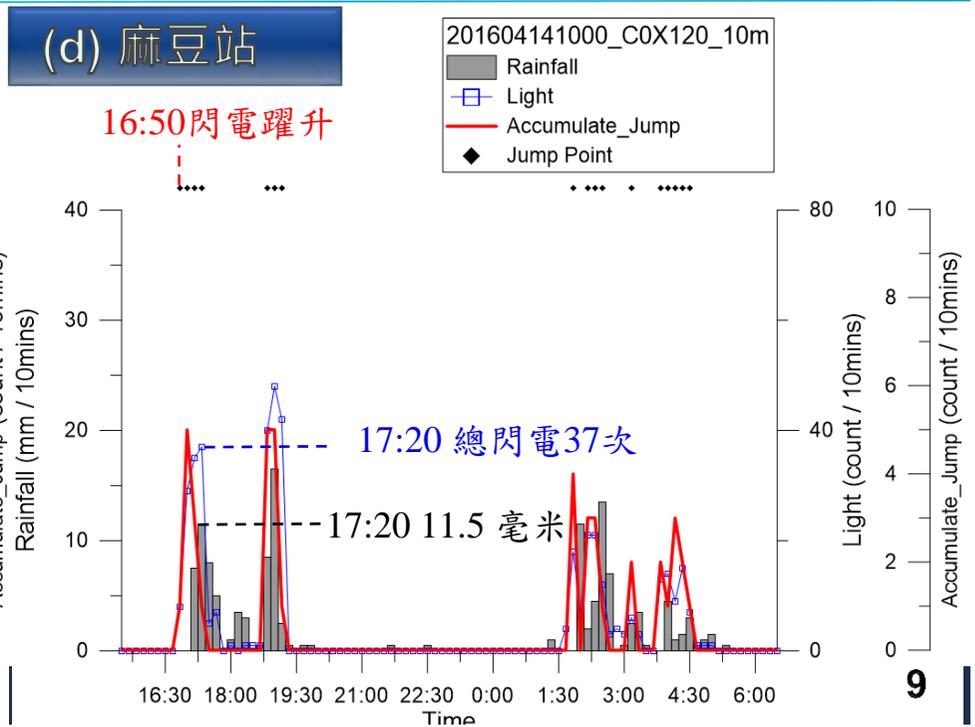
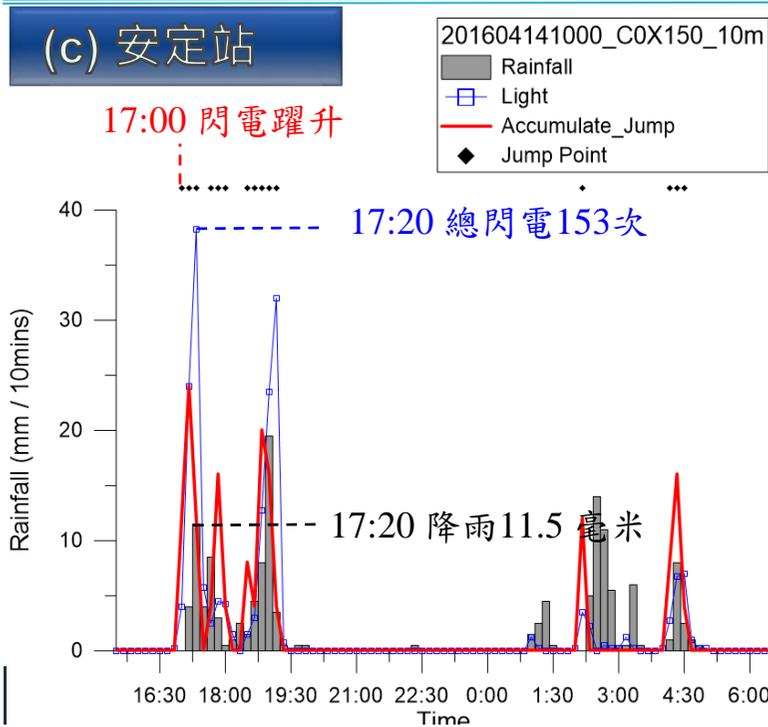
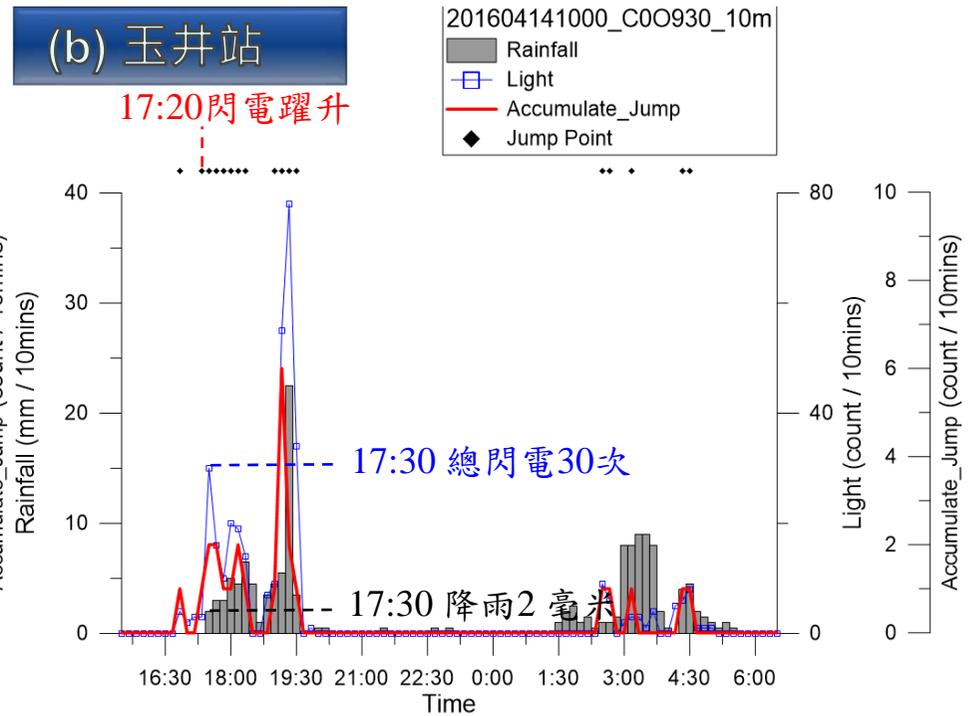
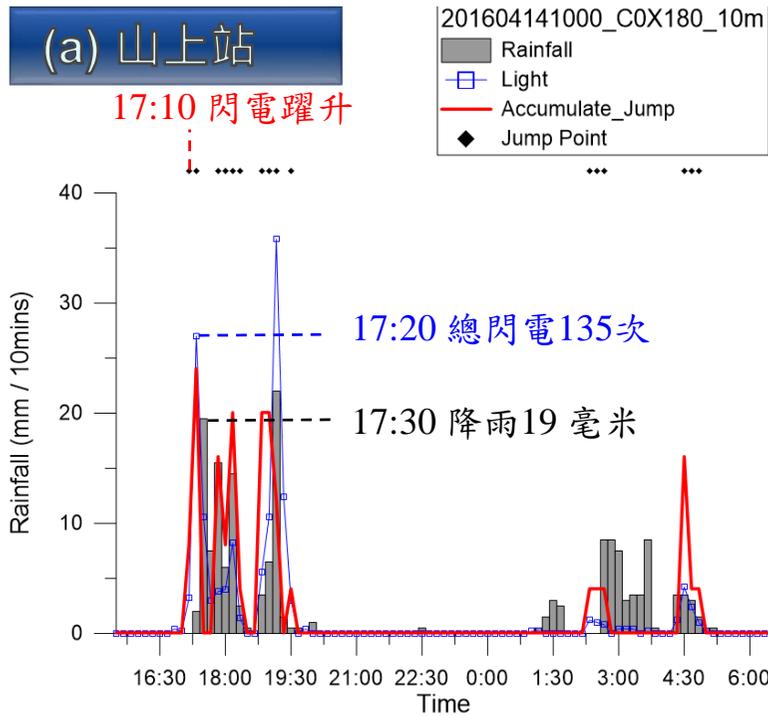
閃電躍升測報網格範圍



2016/04/14 18:50:00-18:59:59 10分鐘內
閃電分布(左)、網格躍升累計次數(右)

- ▶ 以0.05度 (約5公里) 之網格大小為基準，採用網格中心半徑10公里內的總閃電(IC+CG)資料和Gatlin(2006)閃電躍升演算法，計算閃電躍升
- ▶ 每分鐘計算全臺網格之十分鐘累積閃電躍升次數，提供面化資訊作為局部地區可能降雨之參考





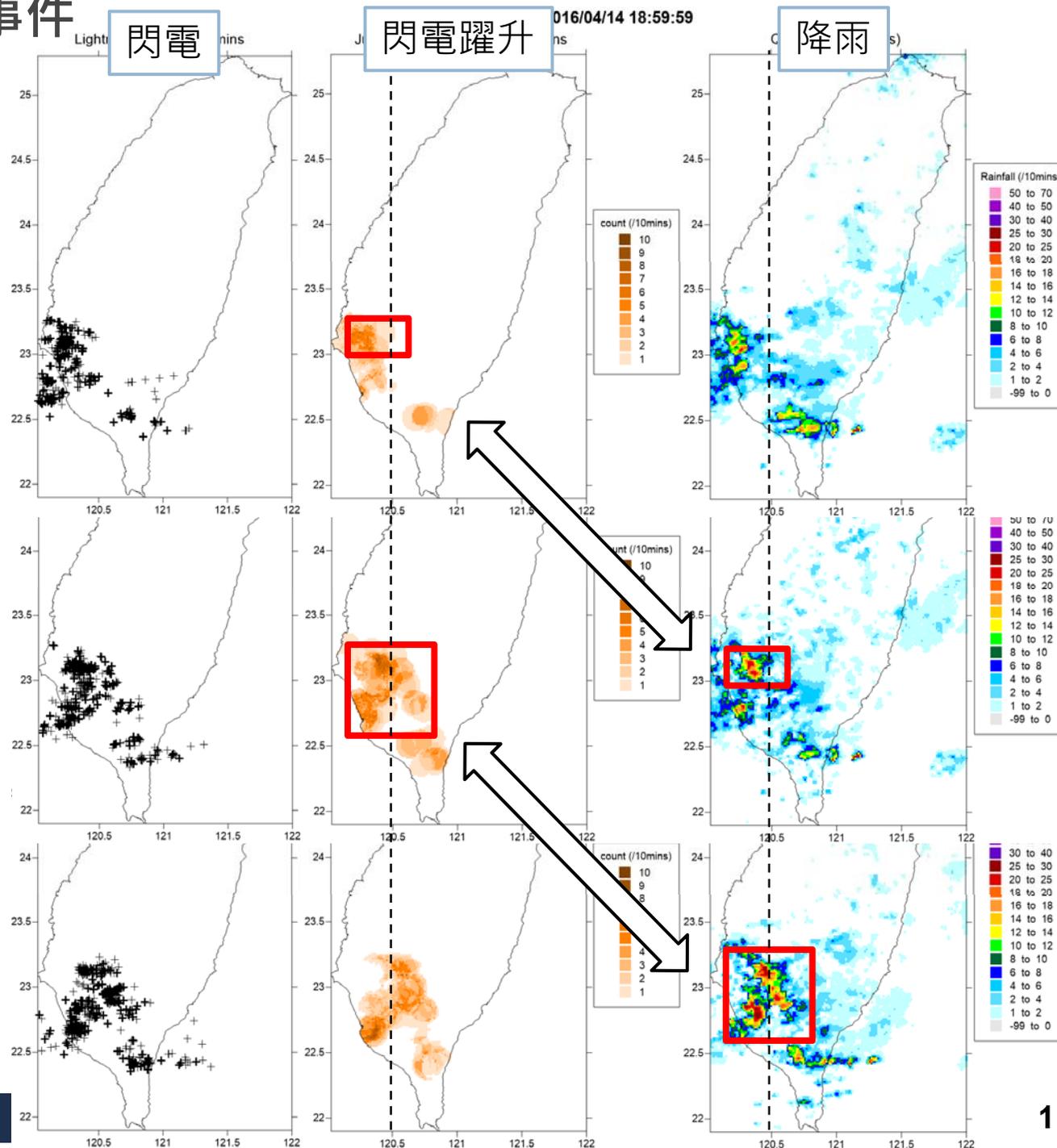
2016.04.14 降雨事件

閃電、閃電躍升
網格解析度0.05度

2016/04/14
18:50:00-18:59:59

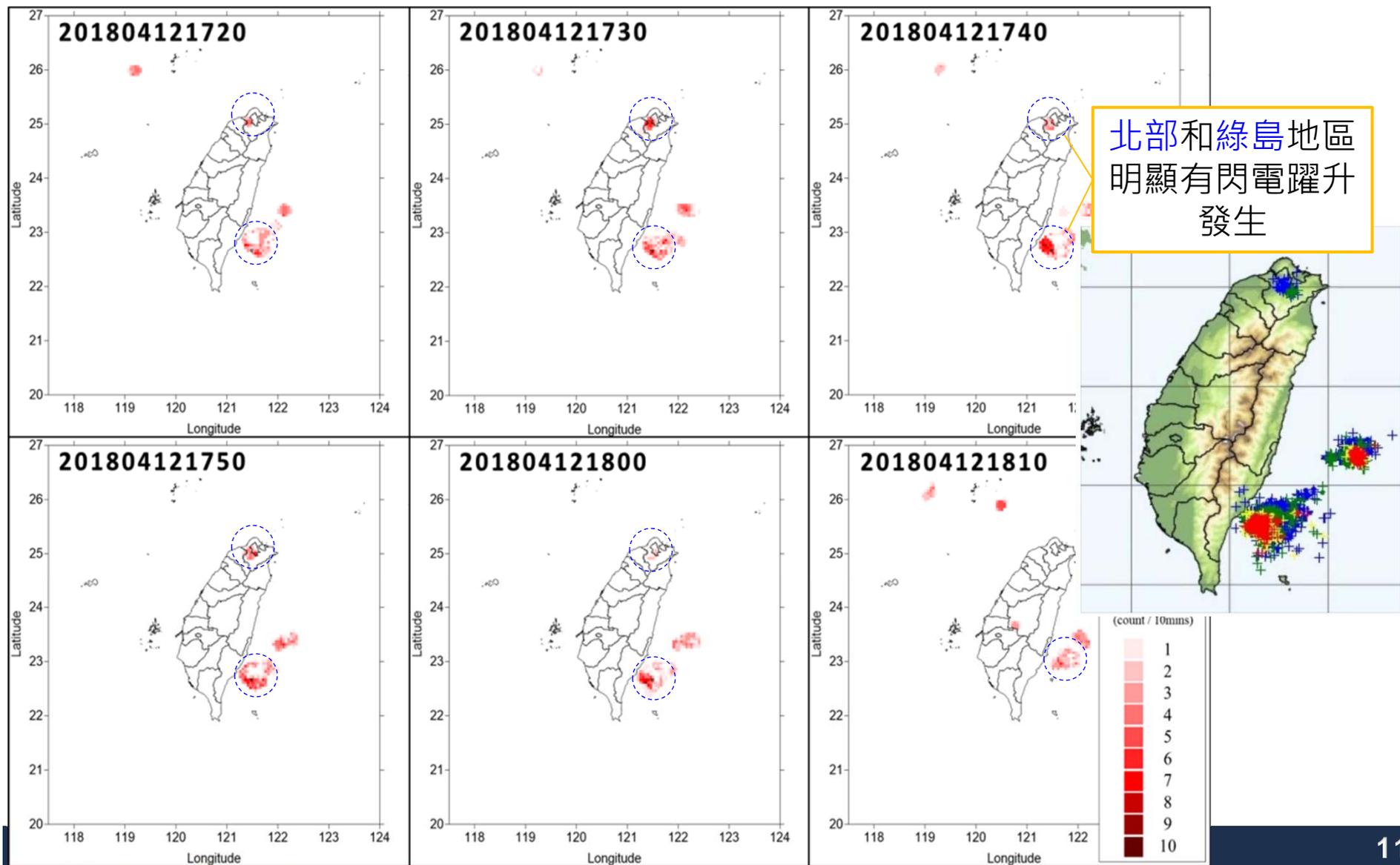
2016/04/14
19:00:00-19:09:59

2016/04/14
19:10:00-19:19:59

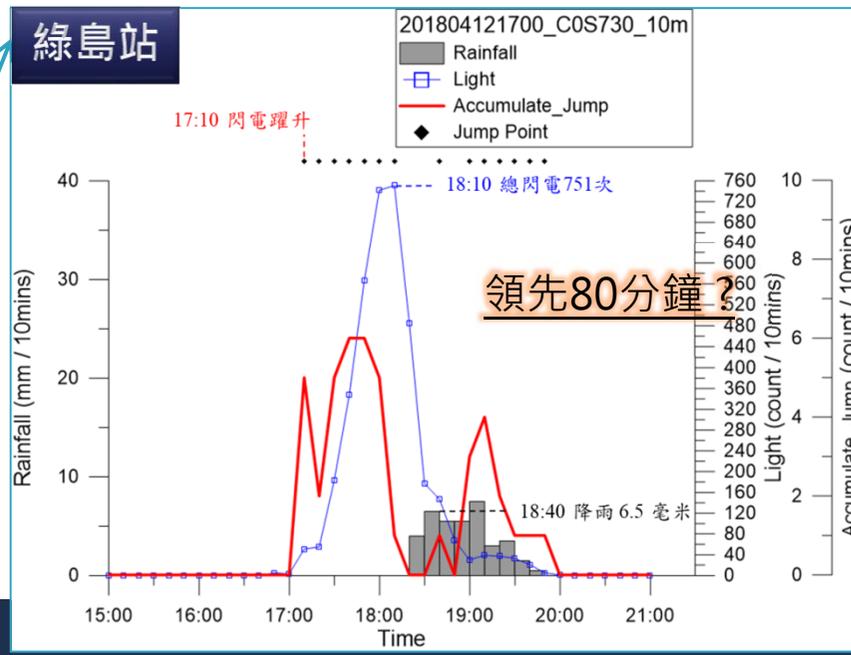
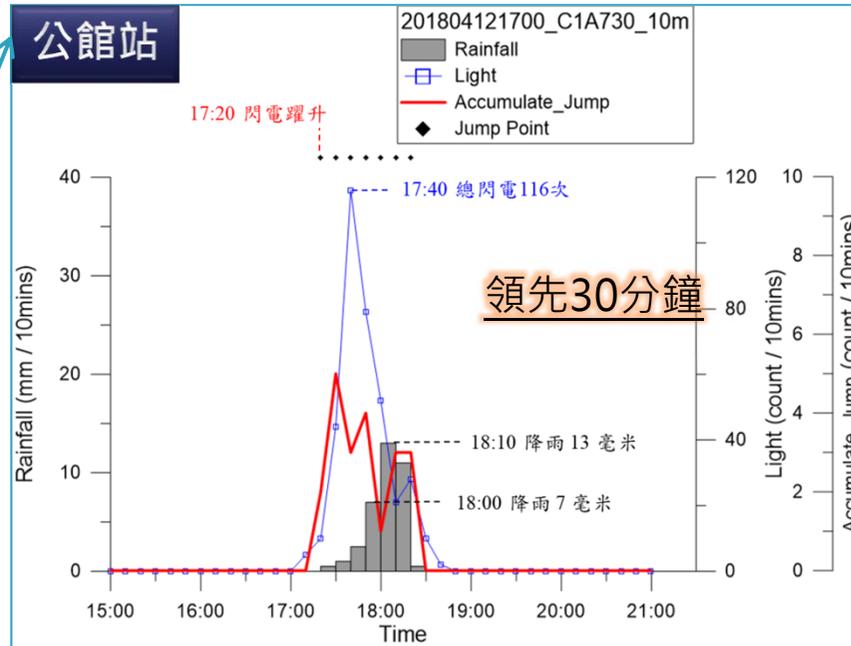
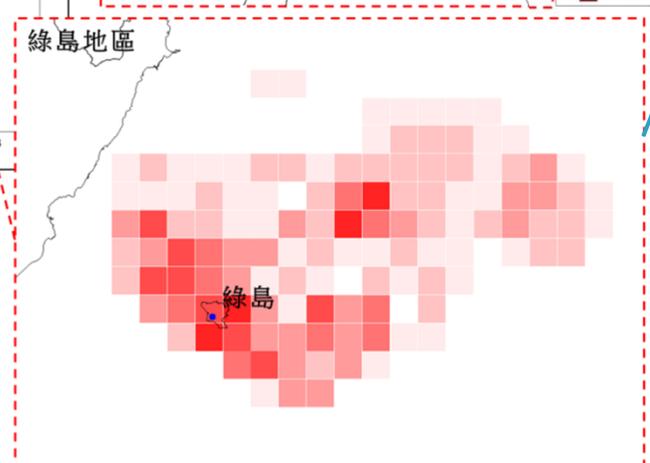
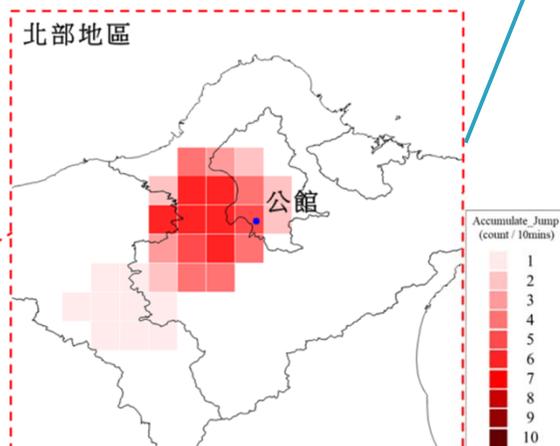
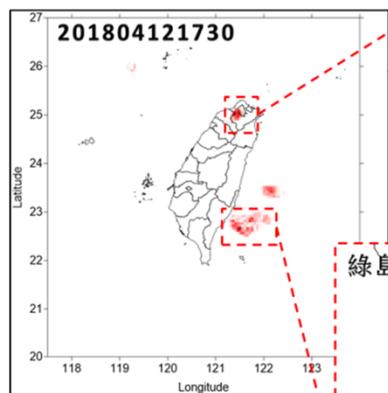


個案探討-2018.04.12 降雨事件

2018年4月12日17:10至18:10全台之每10分鐘閃電躍升分布圖



個案探討-2018.04.12 降雨事件

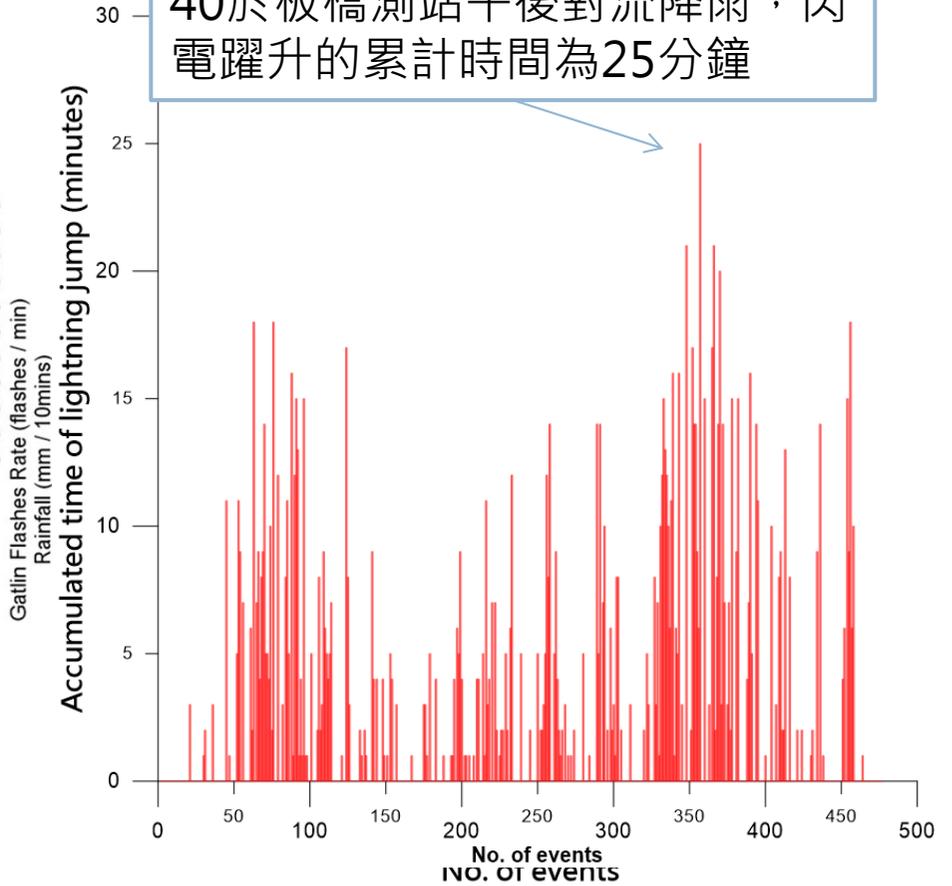
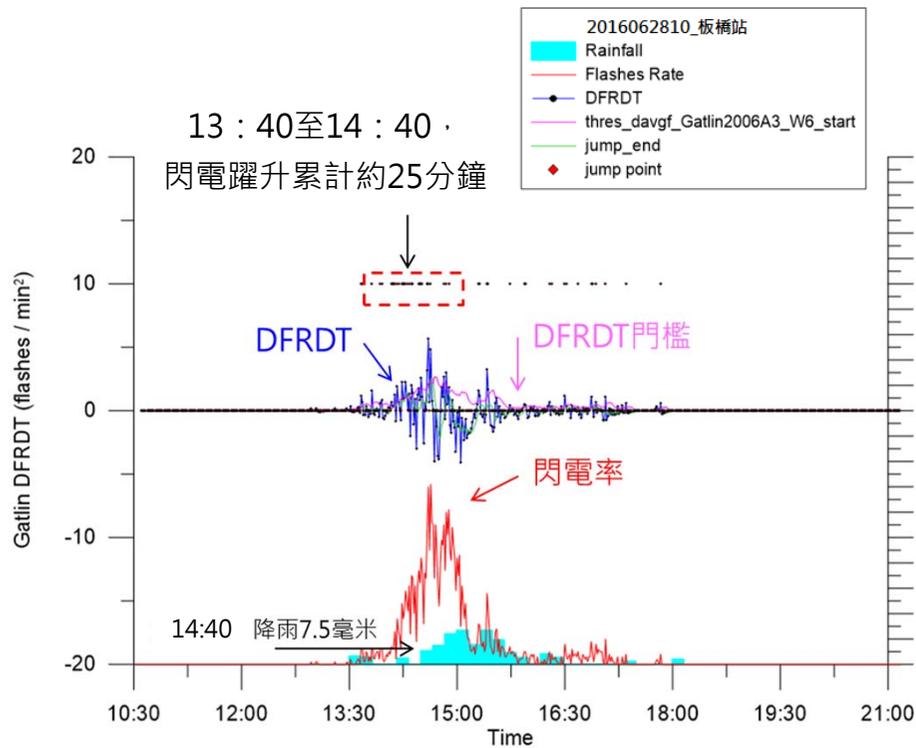


閃電躍升領先劇烈天氣時間探討

- 劇烈天氣-短延時強降雨
 - 氣象局大雨等級的定義為時雨量達40mm以上，換算約 $\geq 6\text{mm}/10\text{mins}$
- 探討降雨發生前閃電躍升的領先時間與累計時間
 - 分析不同降雨事件中第1個降雨強度達 $6\text{mm}/10\text{mins}$ 之前60分鐘的閃電躍升資訊
 - 依據豪大雨天氣特報，劃分2015年5月至2017年4月期間全臺人工站「有閃電且降雨強度達 $6\text{mm}/10\text{mins}$ 以上」之午後對流和鋒面降雨事件，分別為288與189場次，共477場次
 - 降雨事件開始與結束是以「前後3小時該測站無降雨」作判斷

事件發生第1個降雨強度達 6mm/10mins的 前60分鐘內閃電躍升時間之關係

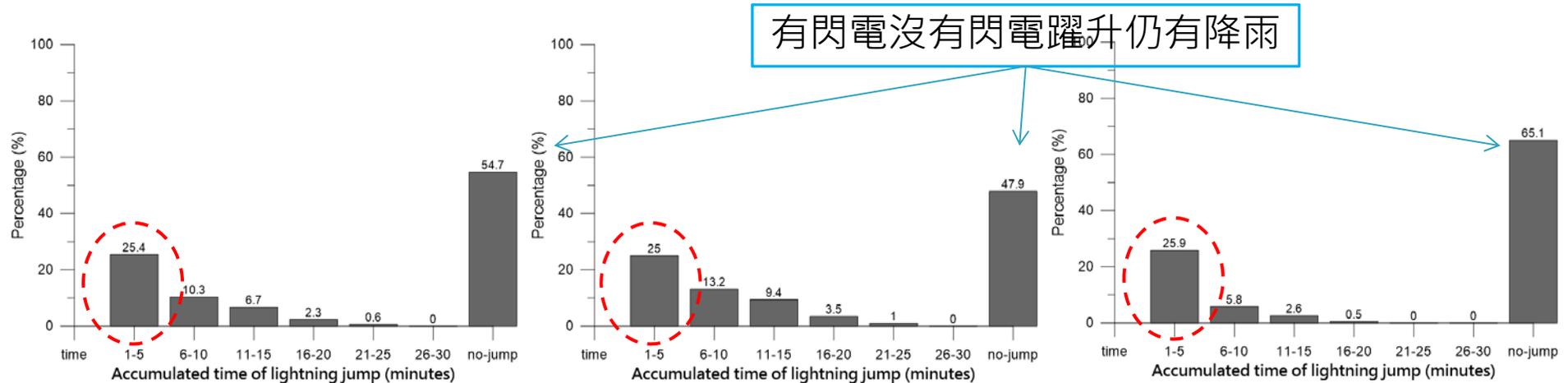
2016年06月28日13:40至14:40於板橋測站午後對流降雨，閃電躍升的累計時間為25分鐘



各事件第1個降雨強度達 6mm/10mins過去60分鐘內發生閃電躍升的累計時間

事件發生第1個降雨強度達 6mm/10mins的 前60分鐘內閃電躍升累計時間之關係

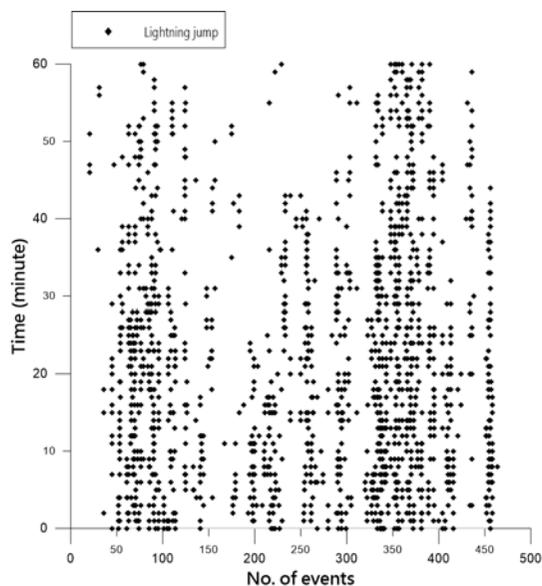
(a)午後對流+鋒面降雨事件(477場次)(b)午後對流降雨事件(288場次)(c)鋒面降雨事件(189場次)



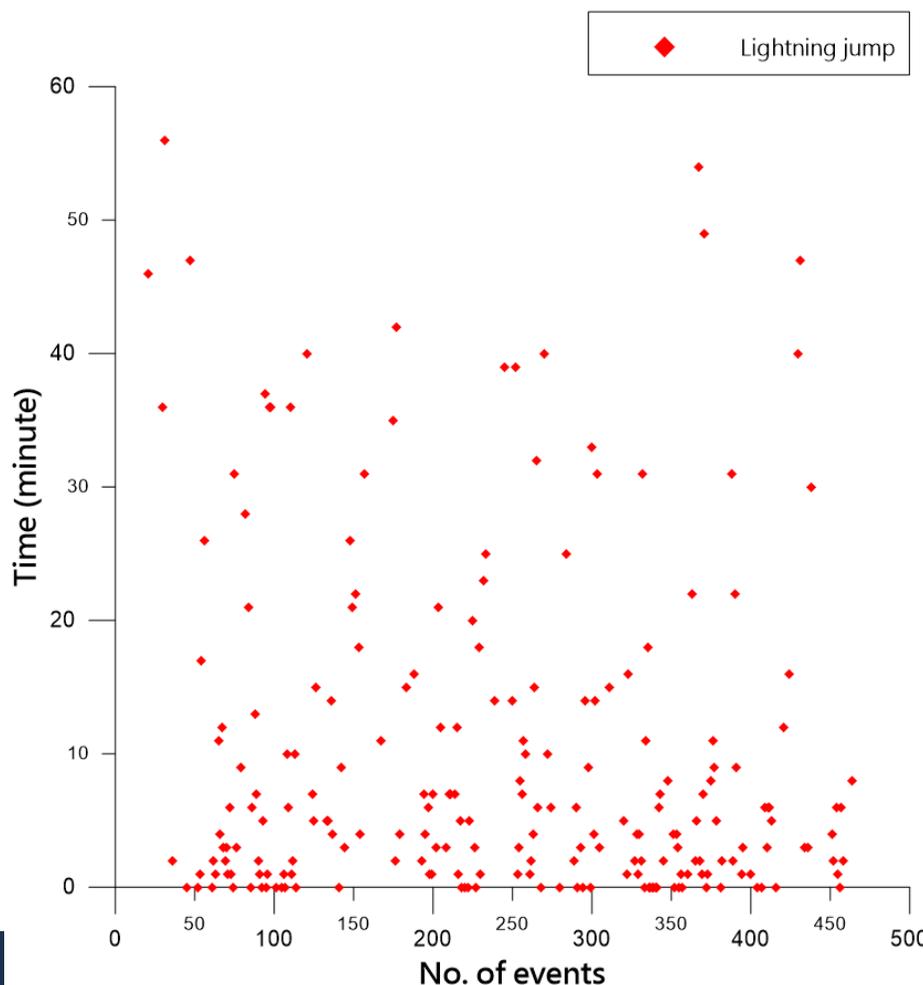
- a、b、c三種事件情況，前60分鐘內發生閃電躍升的累計時間，以發生1-5分鐘的比例最高，約25%
- 第1個降雨強度達 6mm/10mins之前60分鐘內，閃電躍升累計時間多介於1-20分鐘
- 477場次降雨事件約有50%事件，有閃電沒有閃電躍升仍有降雨

閃電躍升對「10分鐘降雨強度達6mm/10mins」之領先時間範圍

2015年5月至2017年4月期間全臺人工站「降雨強度達6mm/10mins以上」之午後對流和鋒面降雨事件，各事件第1個降雨強度達6mm/10mins之前60分鐘內，最近發生閃電躍升的時間

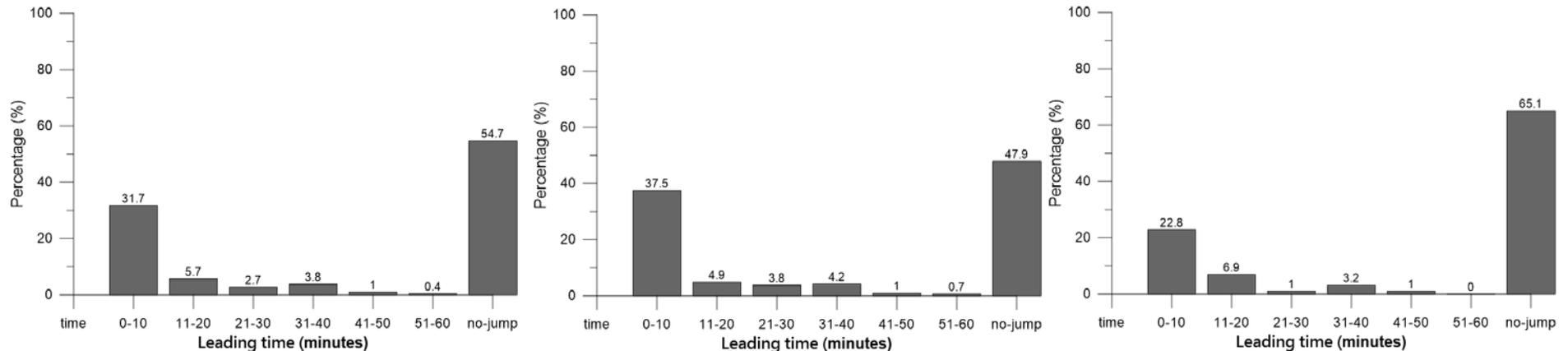


各事件第1個降雨強度達6mm/10mins之前60分鐘內，有發生閃電躍升時間，取最靠近6mm/10mins發生閃電躍升的時間



閃電躍升對「10分鐘降雨強度達6mm/10mins」之領先時間範圍

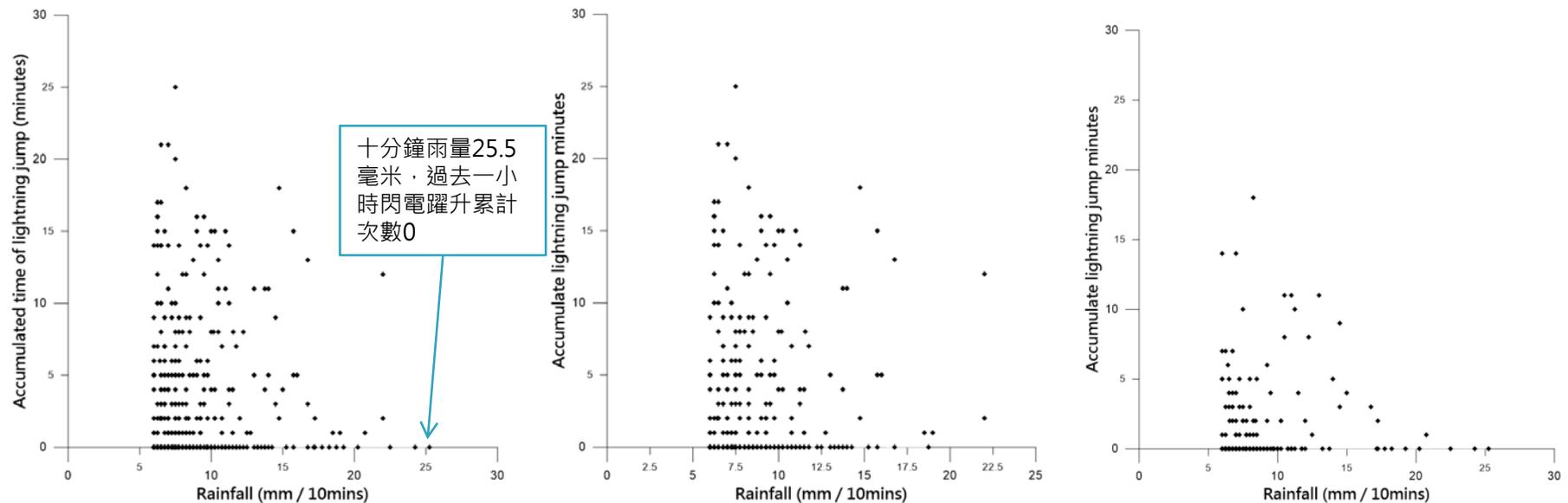
(a)午後對流+鋒面降雨事件(477場次)(b)午後對流降雨事件(288場次)(c)鋒面降雨事件(189場次)



- a、b、c三種事件情況之閃電躍升對降雨強度達6mm/10mins的領先時間多介於0~10分鐘，其次為11~20分鐘

閃電躍升累計時間對應不同降雨強度之關係

(a)午後對流+鋒面降雨事件(477場次)(b)午後對流降雨事件(288場次)(c)鋒面降雨事件(189場次)



- 降雨強度大小與閃電躍升累計時間初步分析並無明顯關係

結論

- ▶ 第1個降雨強度達 6mm/10mins之前60分鐘內，閃電躍升累計時間多數不超過20分鐘
- ▶ 在午後對流降雨事件中，領先時間0-10分鐘的比例為 37.5%，比鋒面降雨事件的22.8%多出14.7%；午後對流系統的閃電活動最為活躍，鋒面雨次之
- ▶ 477場次降雨事件約有50%事件，有閃電沒有閃電躍升仍有降雨
 - 可能降雨強度達 6mm/10mins的延時較短，閃電發生次數亦少
- ▶ 未來可依季節採用4月至10月期間閃電的資料分析或檢視不同降雨事件，並採用網格降雨進行分析，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.