

109年天氣分析與預報研討會

資料探勘決策樹方法應用於閃電躍升預警 臺灣午後對流強降雨之研究

多采科技有限公司 Manysplendid Infotech, Ltd.

葉明生

陳新淦

林秉煜

馮欽賜
劉承翰

黃椿喜
鄭安孺

交通部中央氣象局

GPU高速平行運算

氣象水文資料
診斷分析與應用

專業水文氣象團隊

水文水理模式
研發與應用

多采

定量降水與
即時洪水測預報

水利水資源工程規劃設計

簡報大綱

閃電躍升應用於降雨預警

已發生降雨與未來降雨量關係

應用資料探勘決策樹方法

結論與建議

閃電躍升應用於降雨預警

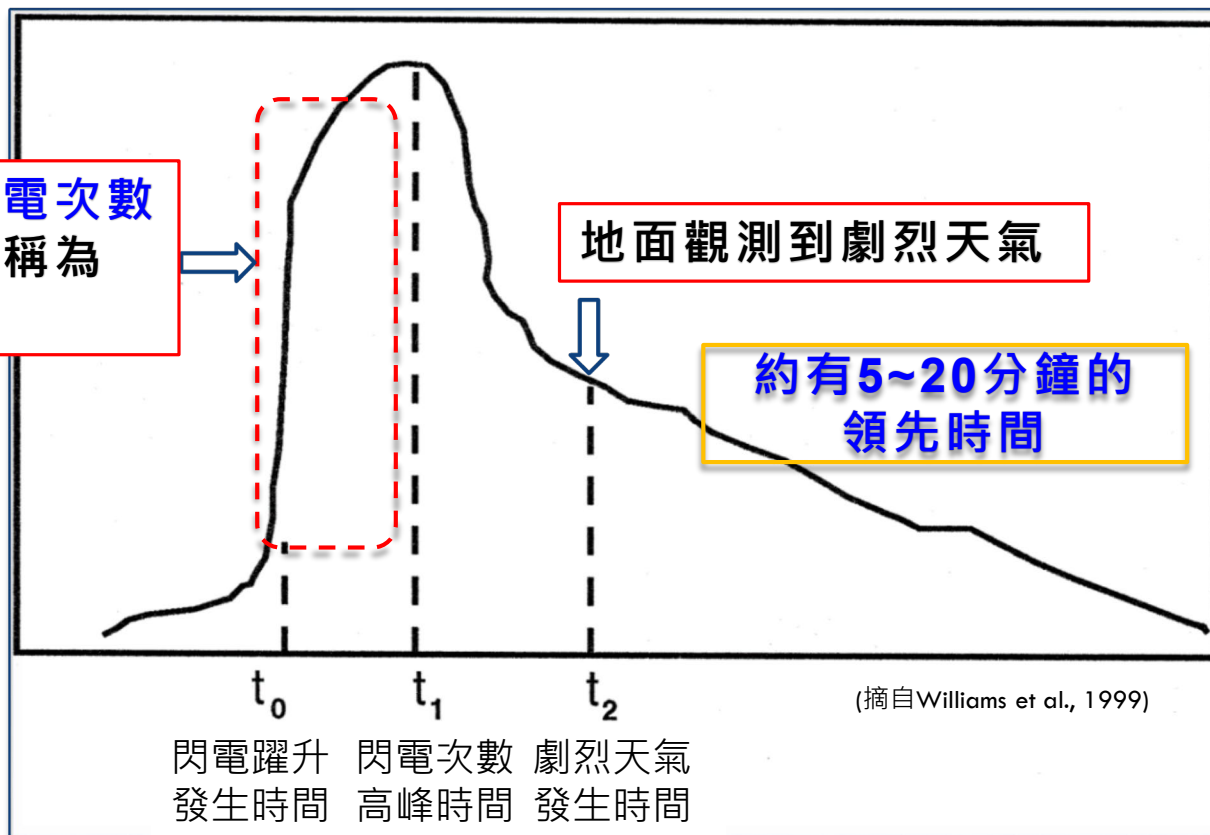
多采科技有限公司 Manysplendid Infotech,Ltd.

閃電躍升

- Williams et al. (1999)研究指出

雨胞中的閃電發展歷程

於雷雨胞活躍期，閃電次數會快速增加，此現象稱為閃電躍升現象



閃電躍升演算法-Gatlin(2006)

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)

時間
權重

微分

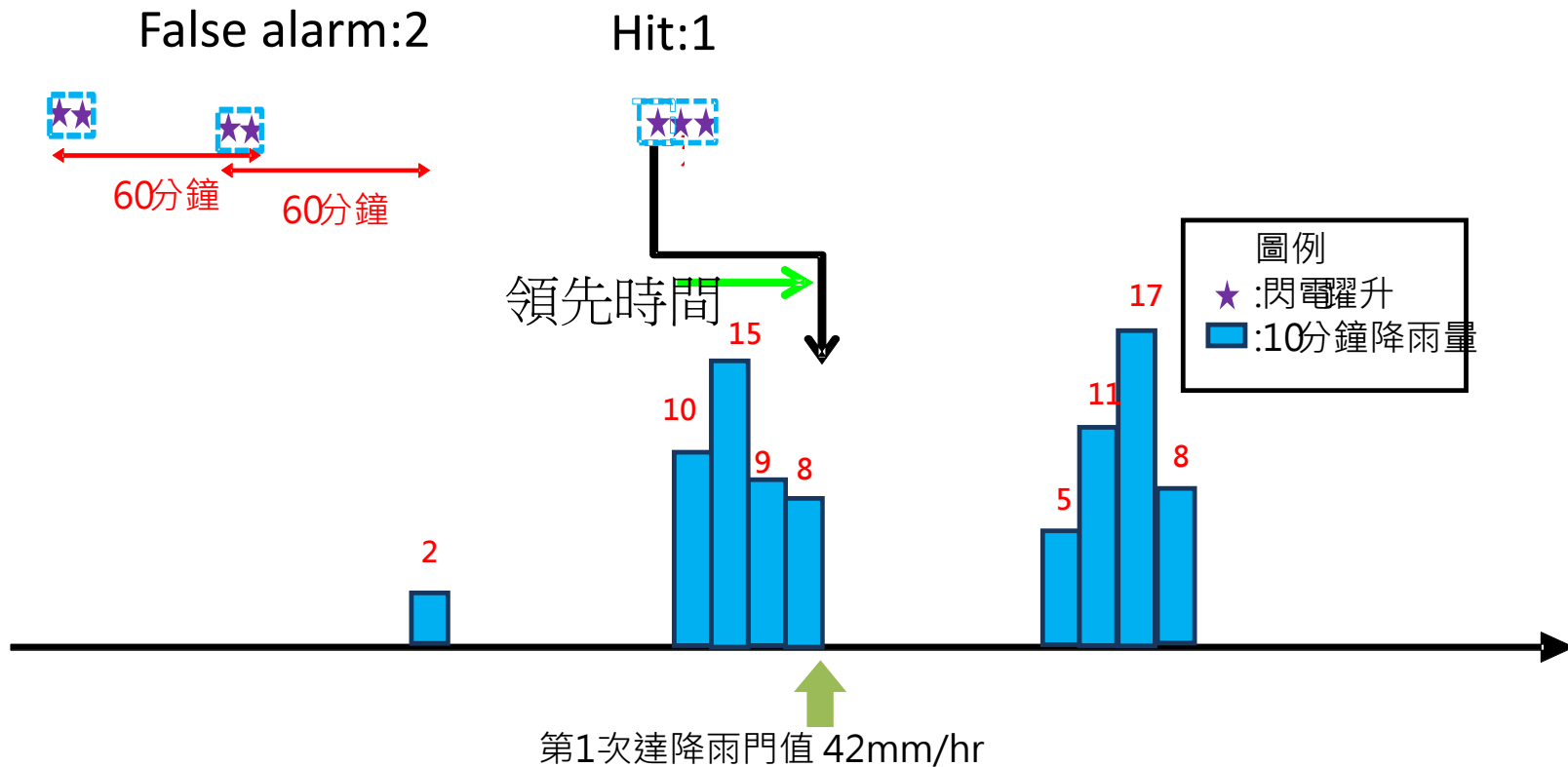
標準
偏差

門檻

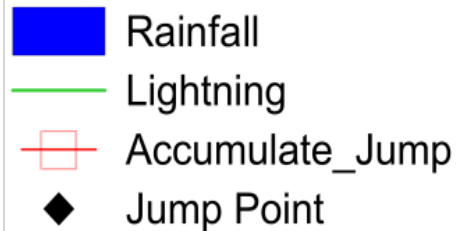
閃電躍升(只取第1次達降雨門檻值之前)

□ 3個閃電躍升群組

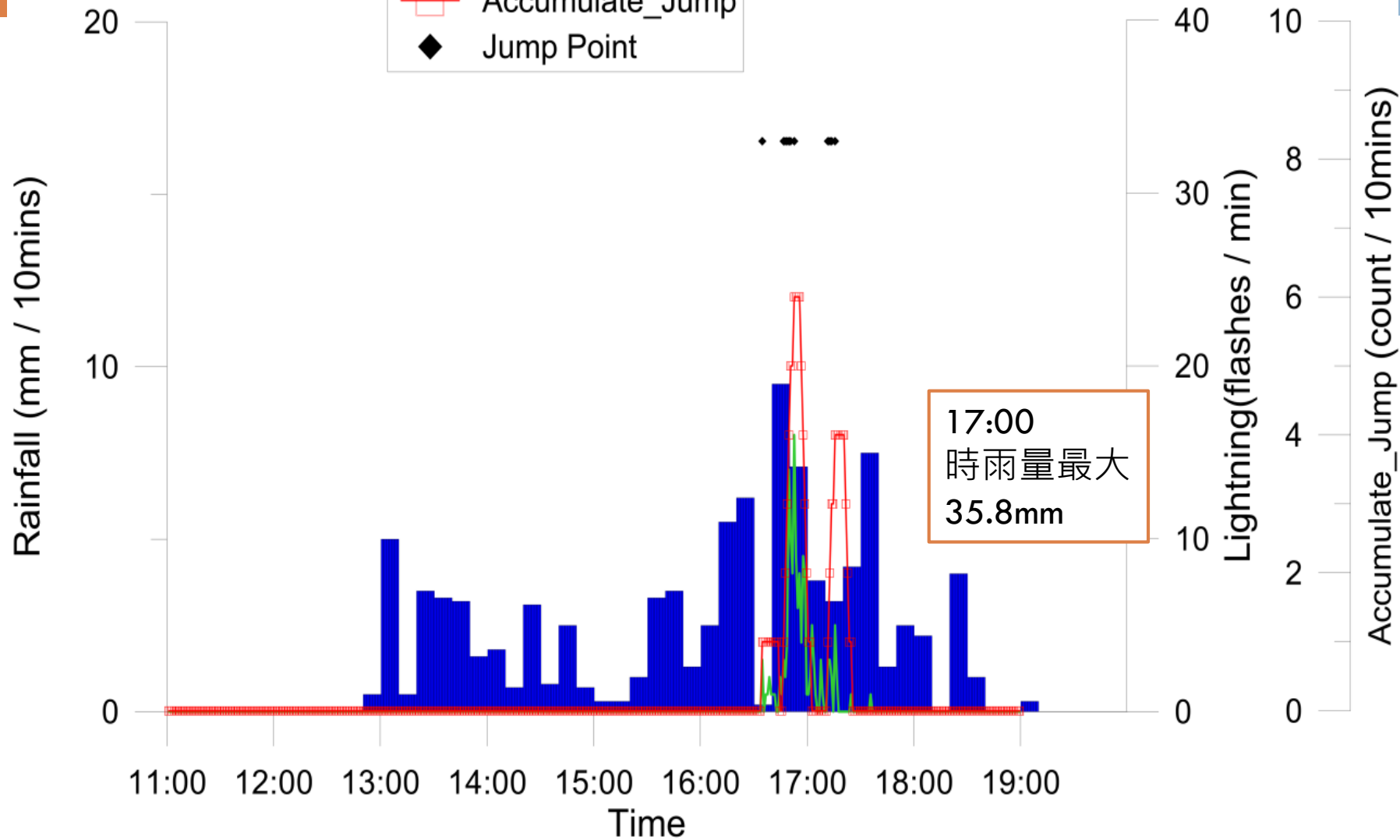
- 前2個為發生閃電躍升後1小時之內未達降雨門檻，為false alarm；
- 當降雨第1次達降雨門檻值，且前1小時之內偵測到閃電躍升(第3個閃電躍升群組)，則為hit



20170608_G7205



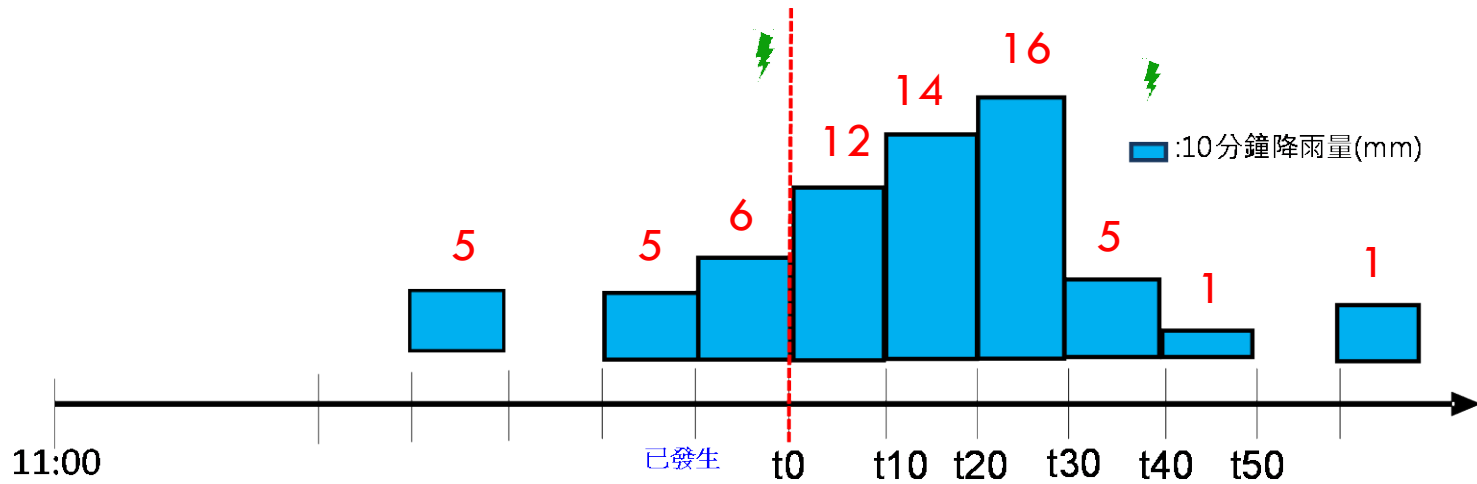
3個閃電躍升群組，false alarm



已發生降雨與未來降雨量關係

多采科技有限公司 Manysplendid Infotech,Ltd.

午後對流10分鐘降雨量對應發生大雨計算之示意(以第1次符合「10分鐘降雨量 $\geq 6\text{mm}$ 」為例)



t0之10分鐘降雨量6mm，為第1次 $\geq 6\text{mm}$ ，
t0時雨量16mm，至t0未達大雨標準

未來10分鐘(t10)之10分鐘降雨量12mm，
t10時雨量28mm，至t10未達大雨標準

未來20分鐘(t20)之10分鐘降雨量14mm，
t20時雨量42mm達大雨，至t20有達大雨標準

應用資料探勘決策樹方法

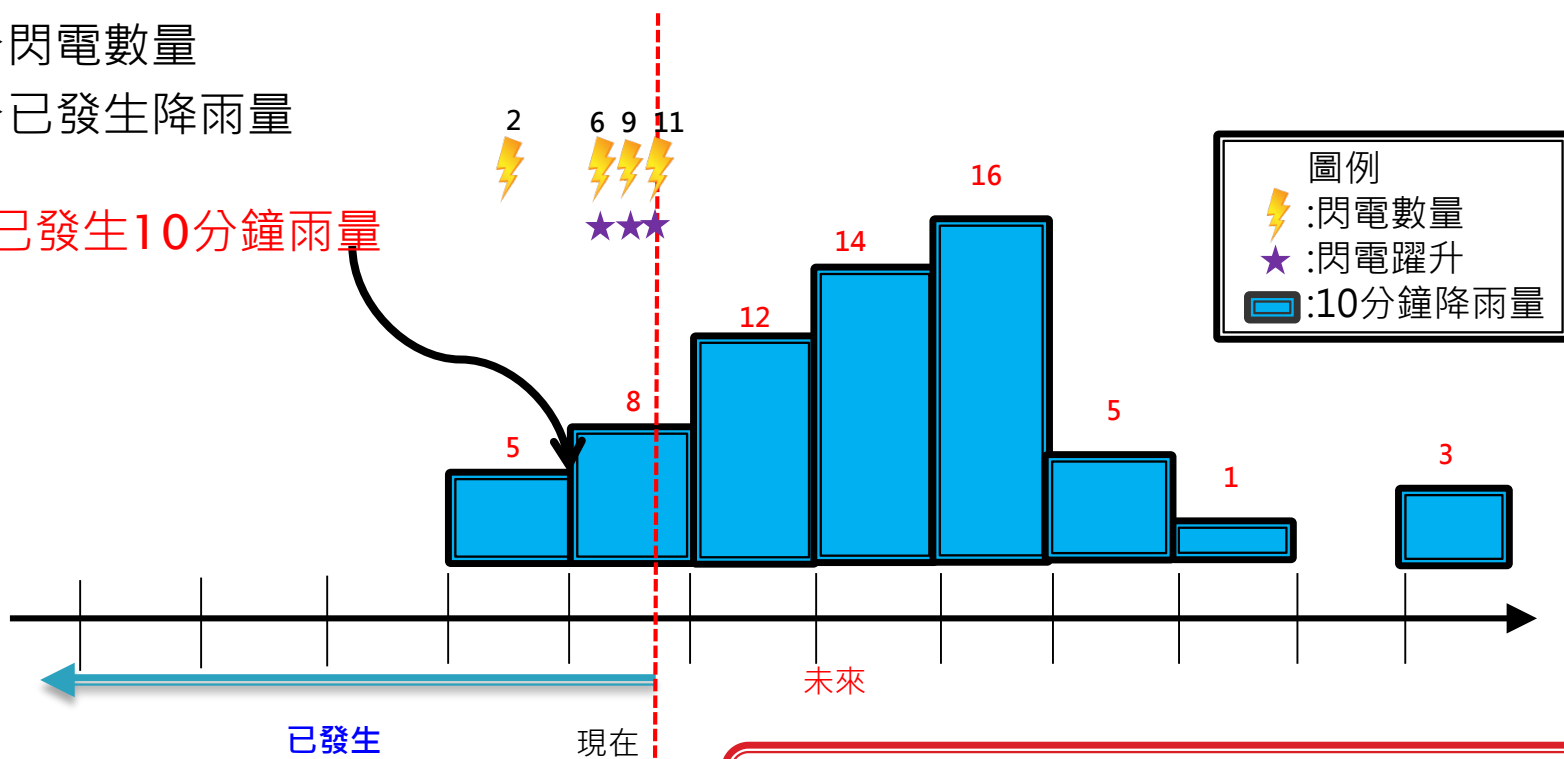
多采科技有限公司 Manysplendid Infotech,Ltd.

已發生之條件分析後續雨量發生機率

已發生條件

- 閃電躍升
- 閃電數量
- 已發生降雨量

最近已發生10分鐘雨量



分析未來60分鐘內逐10分鐘之時雨量
是否達40mm/hr

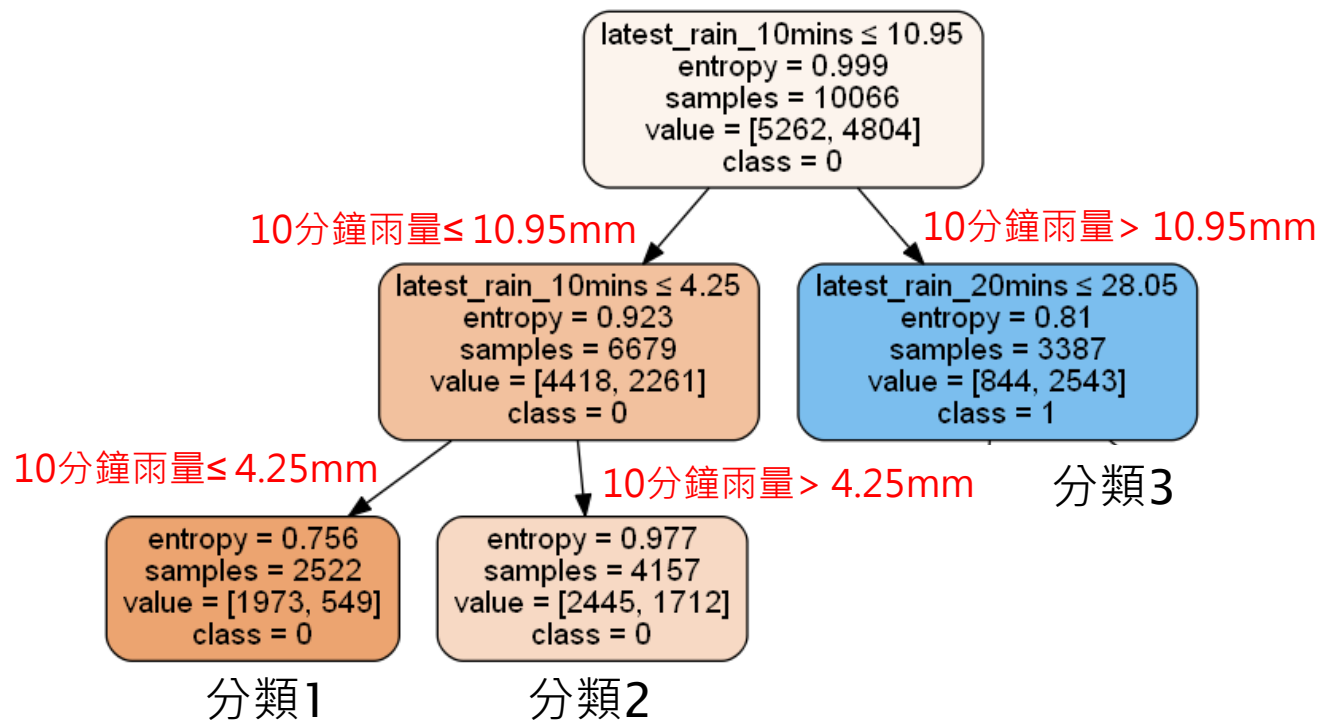
決策樹分析資料

- ▶ 2017午後對流40天
- ▶ 搜尋半徑5km
- ▶ 降雨門檻值40mm/hr
 - 共**27,941**個連續閃電躍升
 - Hit (15,249 佔0.546)
 - False alarm(12,692 佔0.454)
- ▶ 當發生閃電躍升，約有一半機率發生大雨

決策樹分析-考量因子

類別	閃電躍升	閃電數量	已發生降雨量
因子	連續躍升數	閃電躍升當下此分鐘閃電數	10分鐘雨量
	過去10分鐘最大連續躍升數	連續躍升期間之累積閃電數	20分鐘累積雨量
	過去20分鐘最大連續躍升數	連續躍升期間之平均分鐘閃電數	30分鐘累積雨量
	過去30分鐘最大連續躍升數	過去10分鐘累積閃電數	60分鐘累積雨量
	過去60分鐘最大連續躍升數	過去20分鐘累積閃電數	
	過去10分鐘累積躍升數	過去30分鐘累積閃電數	
	過去20分鐘累積躍升數	過去60分鐘累積閃電數	
	過去30分鐘累積躍升數		
	過去60分鐘累積躍升數		

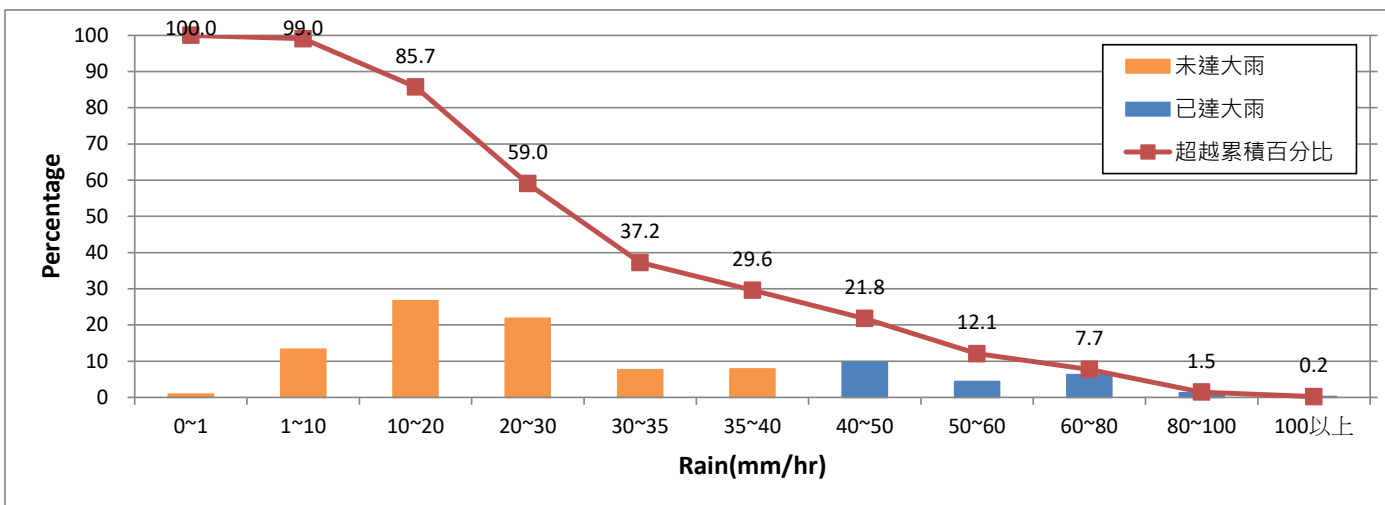
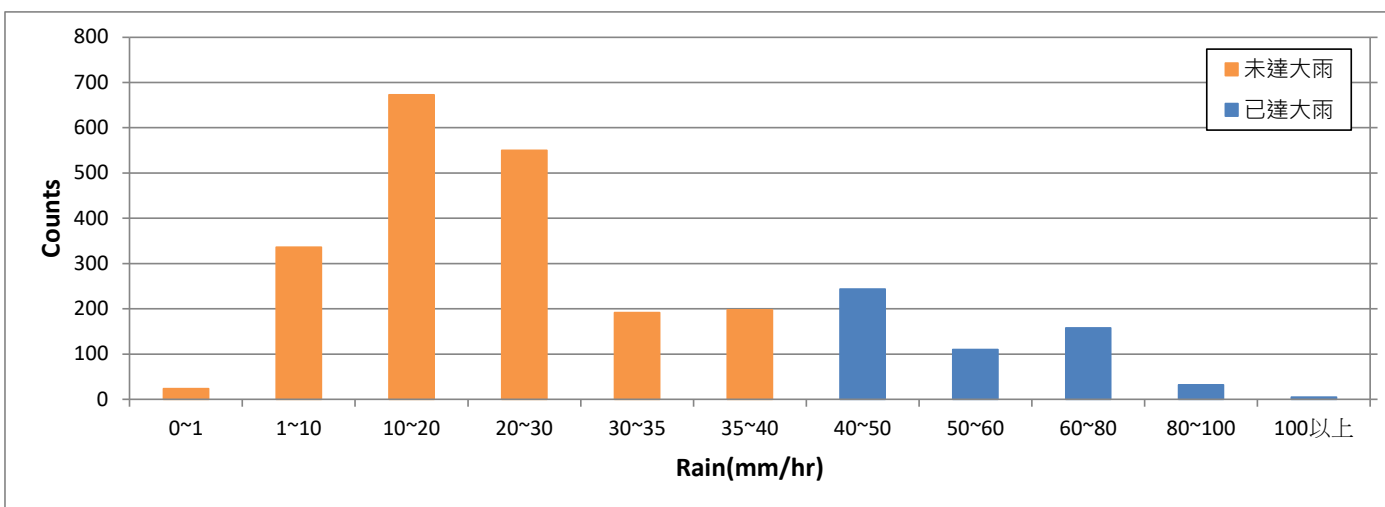
閃電躍升數=1



分類	閃電躍升數=1	筆數	達大雨筆數(否,是)	達大雨比例 (否,是)
		10066	(5262, 4804)	(0.523, 0.477)
1	10分鐘雨量≤4.25mm	2522	(1973, 549)	(0.782, 0.217)
2	4.25mm<10分鐘雨量≤ 10.95mm	4157	(2445, 1712)	(0.588, 0.412)
3	10分鐘雨量>10.95mm	3387	(844, 2543)	(0.249, 0.751)

連續閃電躍升數=1,分類1: 10分鐘雨量 $\leq 4.25\text{mm}$

未來60mins最大時雨量

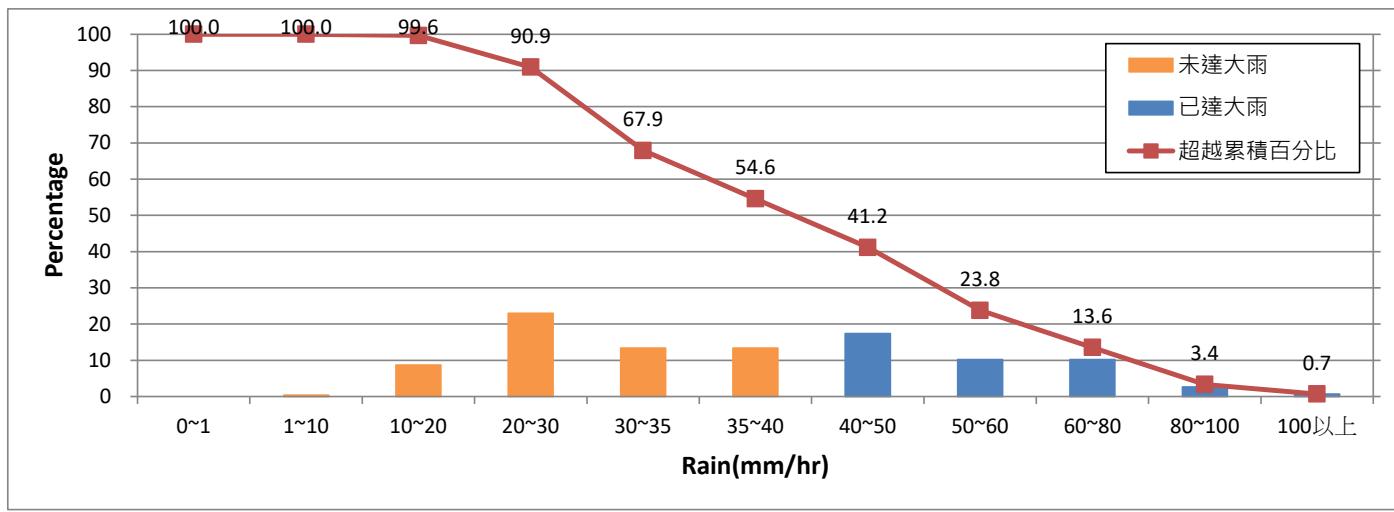
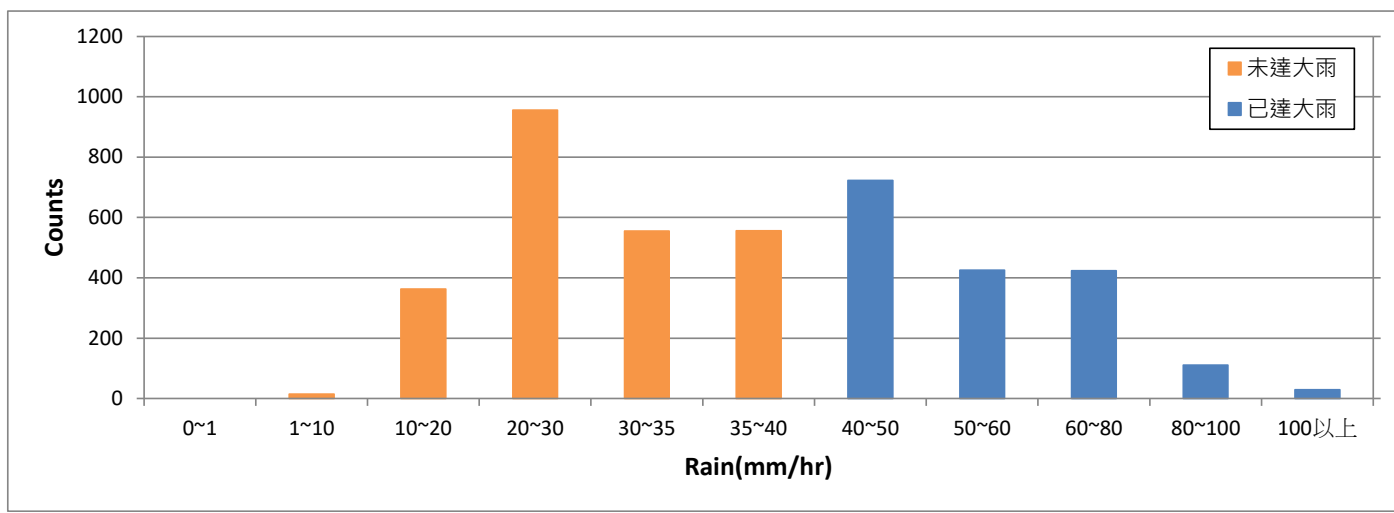


於分類1主要集中於
10~20mm/hr，
超過 35mm/hr只
有29.6%



連續閃電躍升數=1,分類2: 4.25mm < 10分鐘雨量 ≤ 10.95mm

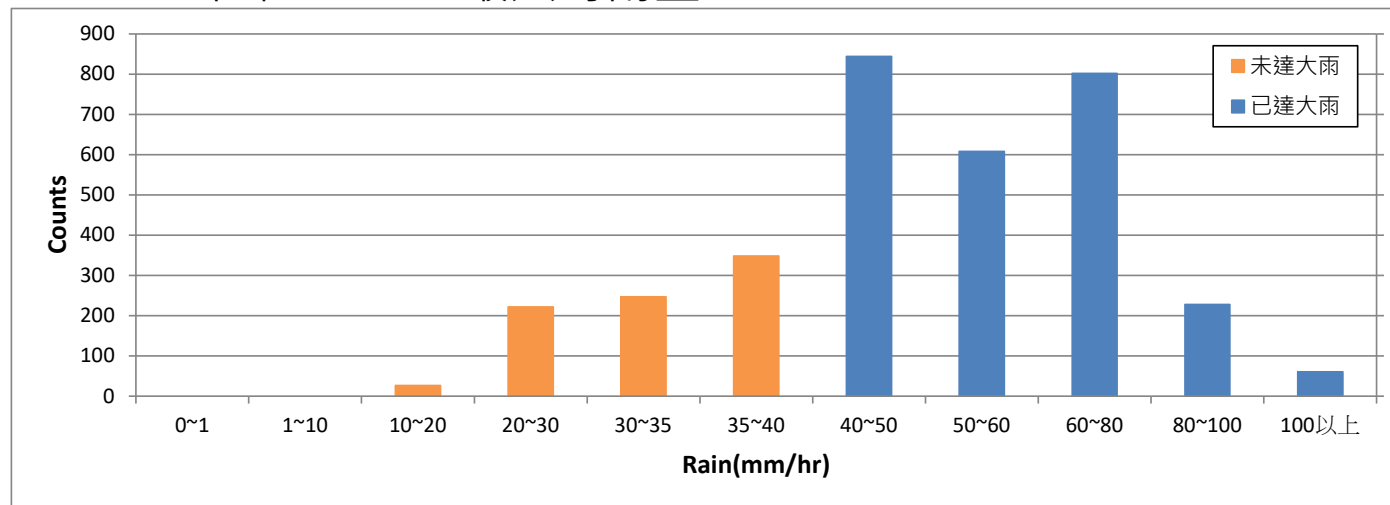
未來60mins最大時雨量



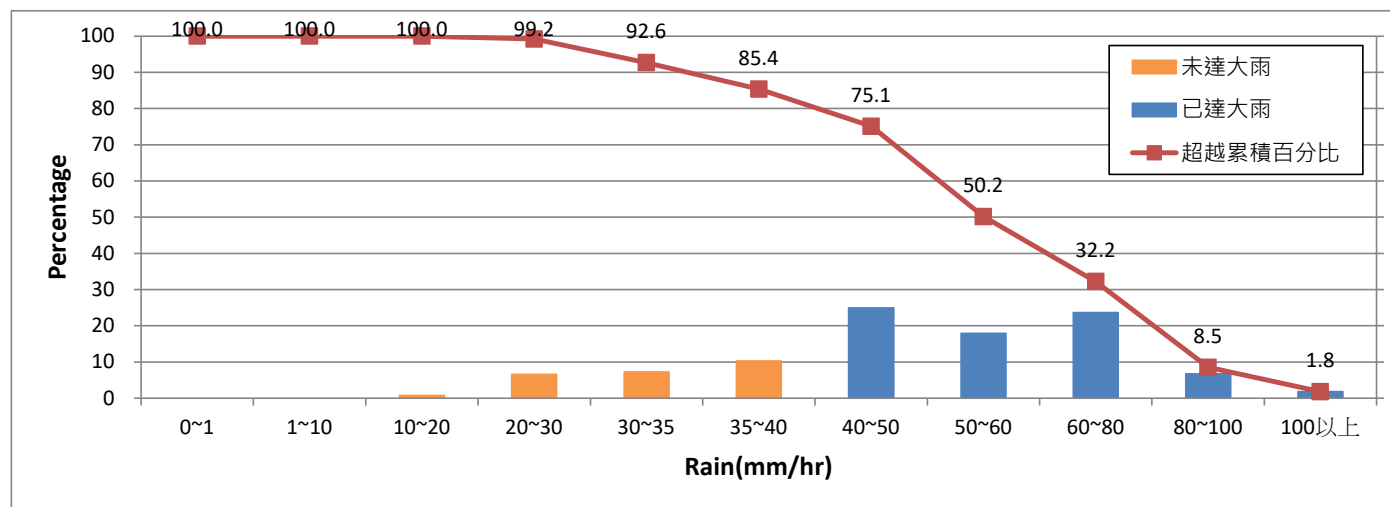
於分類2主要集中於20~30mm/hr，超過35mm/hr有54.6%

,連續閃電躍升數=1,分類3: 10分鐘雨量>10.95mm

未來60mins最大時雨量



於分類3主要集中於
40~50mm/hr，
超過 35mm/hr則
有85.4%



連續閃電躍升數之決策樹分類領先時間

連續閃電躍升數	1	2	3	4	5	≥6
分類1	34.2	31.5	32.5	30.3	27.5	20.1
分類2	24.8	23.7	24.9	23.3	21.5	22.7
分類3	14.1	14.0	14.0	14.4	12.2	12.0

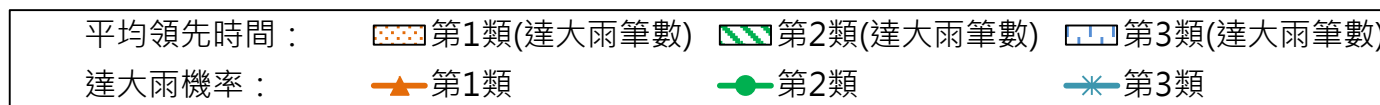
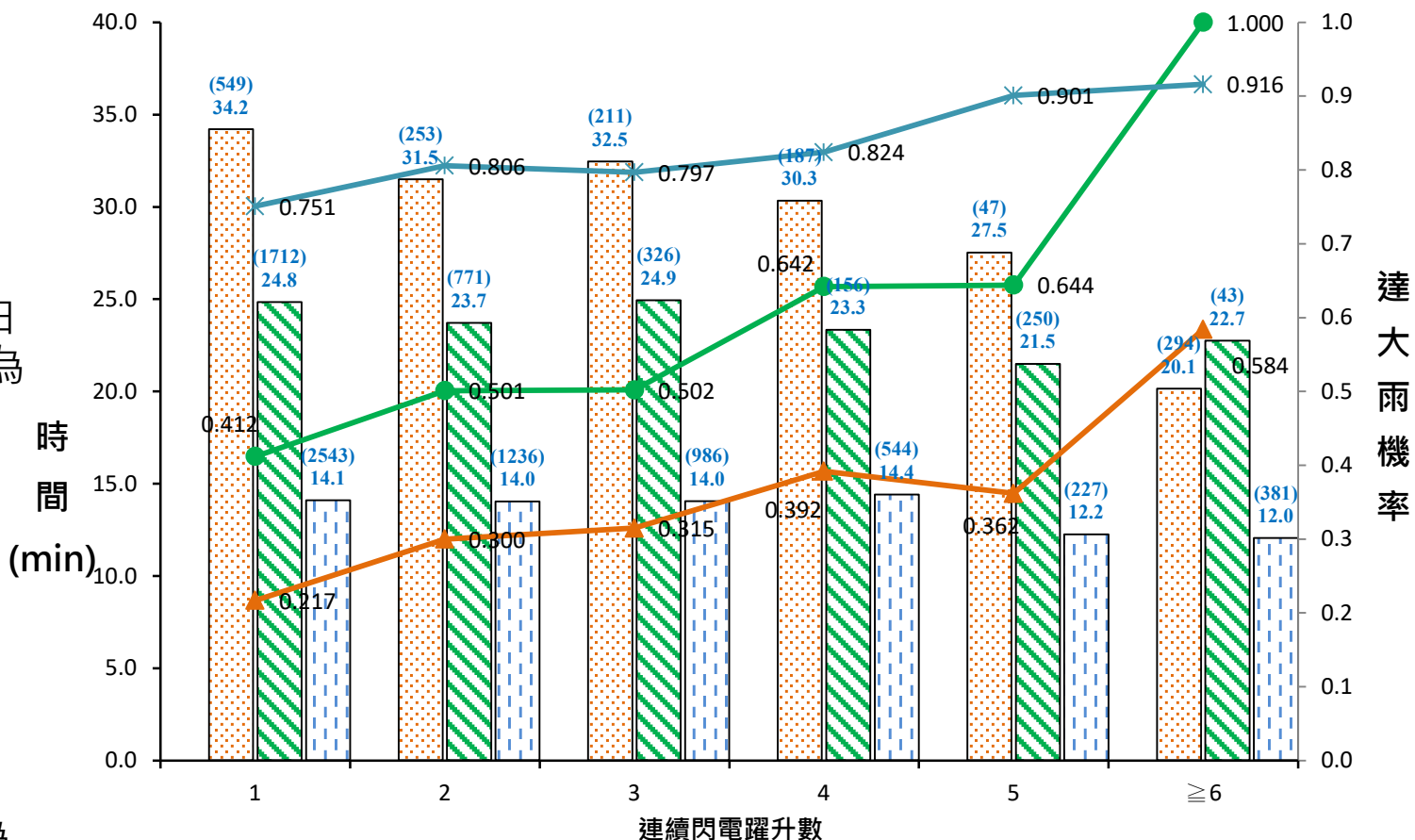
單位:mins

分類1:

- 達大雨機率由 0.217 增加至 0.584
- 平均領先時間由 34.2 分鐘減少為 20.1 分鐘

分類3:

- 達大雨機率由 0.751 增加至 0.916
- 平均領先時間由 14.1 分鐘減少為 12.0 分鐘



小結

經由決策樹分析，在發生閃電躍升之條件下：

- ▶ 第1層判斷條件，主要為
 - 10分鐘雨量(門檻約4~5mm、10mm)
 - 20分鐘雨量(門檻約17mm)
- ▶ 閃電數因子(連續躍升期間之平均分鐘閃電數)
 - 出現在「連續閃電躍升數 ≥ 6 」之第2層判斷條件



結論與建議

- ▶ 當發生閃電躍升，約有一半機率發生大雨
 - 連續閃電躍升數增加，達大雨機率增加
- ▶ 10分鐘雨量達到10mm以上，至未來50分鐘有30.9%機率會發生大雨
- ▶ 整體而言，連續閃電躍升數，搭配10分鐘雨量(或20分鐘雨量)，可提高大雨發生機率判斷：
 - 10分鐘雨量 $>10\text{mm}$ ，達大雨機率大約0.7
 - 10分鐘雨量 $\leq 4\sim 5\text{mm}$ ，達大雨機率大約0.2
- ▶ 未來可擴充應用於其他不同天氣型態的對流事件

簡報結束
敬請指教