

極短期溫度統計預報技術發展

陳奕翰¹ 陳昱璿¹ 馮智勇¹ 黃椿喜² 蔡宜珊² 許乃寧²

多采科技有限公司¹ 中央氣象局預報中心²

摘要

氣象局內目前極短預報(0~6小時內)之雨量預報已有不少產品，如0~1小時內使用雷達產生的延時預報QPESUMS，以及6小時內利用極短期雷達資料同化產生初始場，再以高解析中尺度動力模式進行快速同化更新之預報產品，供下游端即時預警。然而，極短期強降水事件及劇烈天氣發生時，如溫度、濕度、風向與風速等天氣要素都可能迅速產生變化。因此，本研究嘗試以逐格點觀測資料為依據，篩選多模式與系集模式資料溫度輸出資料，並以誤差較小者進行客觀統計預報方法測試，評估即時修正天氣預報的可行性。

實驗方式為測試以模式預報誤差與模式預報趨勢為參考依據，進行多模式或系集模式之預報整合。特別於強降水事件及劇烈天氣發生時，依據不同處理流程、方法之極短期預報表現，建立極短期溫度自動預報指引產製的方案，並可作為露點溫度與相對濕度預報應用參考。

關鍵字: 極短期、系集模式、偏差校正、溫度

Keyword: short-term, ensemble model, bias correction, temperature

一、前言

天氣變化影響人們生活甚鉅，目前氣象局內已經有許多極短期降雨預報相關產品，如0~1小時內的雷達觀測資料產生的QPESUMS延時預報，6小時以內的雷達資料同化產生初始場，再以高解析中尺度動力模式進行快速更新之模式預報產品，供下游端使用者使用，然而，及短期強降水事件或是劇烈天氣發生時，天氣要素如:溫度、濕度、風向風速等都有可能因為極短期天氣現象而產生迅速的變化。因此，本研究使用預報中心網格化觀測資料作為真實場，篩選氣象局系集預報系統與決定性預報，進行客觀統計預報法，並且即時修正數值模式的預報可預報度。首先於使用資料與研究方法中簡述本研究使用之數值模式預報場與分析場，以及客觀融合統計方法，最後則為研究總結與未來工作。

二、使用資料與研究方法

本研究收集氣象局內區域系集預報模式(CWB WEPS)、區域決定性預報模式(CWB WRFD)以及TWRP(颱風預報版WRFD)。其中，CWB WEPS區域系集預報模式有20個成員加上WRFD與TWRP，總共22個模式，各模式簡介如表1。

觀測資料的部份，本研究收集預報中心開發之高解析地面氣象分析場資料做為真實場，網格解析

度為2.5公里，共有260X260個網格點，每小時一筆資料。

本研究於啟動極短期溫度統計預報時會抓取縣在時間點最近5報預報至這個時間點系集預報成員，因此，會有110個系集預報成員，這些成員會再各自抓取8~15天前的預報與觀測計算平均誤差後進行BiasCorrection，可能到另一組110個經過BiasCorrection的系集成員，因此，後續的統計預報融合指引中的ShortTerm1、ShortTerm2只會用到BiasCorrection後的系集成員，而ShortTerm4、ShortTerm6、ShortTerm8、ShortTerm10則會只用到未校正與校正後的共計220個成員進行統計預報。

(一) 統計預報融合指引:

本研究設計6種統計融合預報指引，各指引作法詳述如下:

1. ShortTerm 1:校驗各系集成員與最近1小時觀測的絕對誤差(Mean Absolute Error)，取MAE最小前10名系集成員，將其平均即為新的預報結果。
2. ShortTerm 2:校驗各系集成員與最近2小時觀測的趨勢絕對誤差，取趨勢的絕對誤差最小的前10名系集成員，將趨勢平均後加上啟報時間時的觀測資料作為最新預報值。
3. ShortTerm 4: 同 ShortTerm 1，再加入BiasCorrection後的系集成員一起評估。

- ShortTerm 6: 同 ShortTerm 2，再加入 BiasCorrection 後的系集成員一起評估。
- ShortTerm 8: 綜合 ShortTerm 4 & 6 的方法一起評估取最小的前 10 名系集成員，將其平均即為新的預報結果。
- ShortTerm 10: 校驗各系集成員與最近 1 小時觀測絕對誤差，以及與最近 2 小時觀測絕對誤差，將兩組誤差平均之後取前 10 名系集成員，將其平均即為新的預報結果

(二) 泰勒圖(TaylorDiagram)

泰勒圖(Taylor, 2001)是一種比較多模式模擬結果與觀測資料之間差異的方式，圖中以相關係數、距離平均均方根誤差和標準差三種量值組成，用以一次比較多種模式與觀測資料的相近程度，以及模式之平一輛相對於觀測資料之變異幅度，具有可能同時比較多種模式特性的優點。

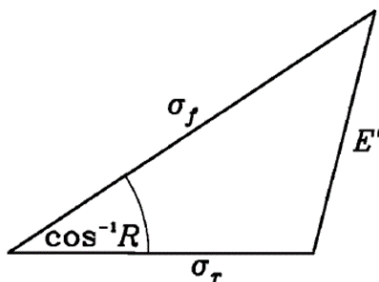
假設以 O 代表觀測資料；F 代表模式資料，兩者相關係數(Correlation Coefficient)為：

$$R = \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (F_n - \bar{F})(O_n - \bar{O})}{\sigma_F \sigma_O}$$

其中 σ_F 和 σ_O 分別代表模式與觀測的標準差，N 代表區域內的格點數或單點一段時間的資料筆數。模式和觀測之距離平均均方根誤差計算方法如下：

$$E' = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [(F_n - \bar{F}) - (O_n - \bar{O})]^2}$$

根據餘弦定理 $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \varphi$ ，



可把模式相對於觀測的相關係數、標準差以及距離平均均方根誤差同時標繪於泰勒圖上，如圖 1 中泰勒圖示意圖。八個模式雨量值在泰勒圖中的分布，對應到不同圓心角的在圓周上的刻度代表相關係數，x 與 y 軸線上標示的刻度及以刻度為半徑形成的圓弧代表標準差，以 x 軸上“observed”為圓心往外擴展的圓弧其半徑長度（標示在弧線上）代表均方根誤差。如圖中顯示模式 F 標準差約 3.3 mm/day，與觀測的相關係數為 0.65，均方根誤差約為 2.6 mm/day。因此，泰勒圖的

分析結果可顯示多模式模擬結果與觀測的差異。

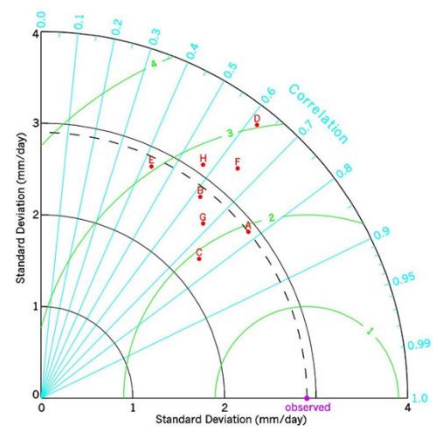


Figure 1: Sample Taylor diagram displaying a statistical comparison with observations of eight model estimates of the global pattern of annual mean precipitation.

三、結果分析

本研究將以個案校驗的方式瞭解各指引於不同天氣形態下的預報能力，平均絕對誤差逐預報時序圖與泰勒圖會以各指引預報第 1~6 小時分 6 張圖，平均 24 小時以及所有格點來看各指引的綜合預報表現。

2019 年 3 月 7 日低溫個案：圖 2、3 顯示各預報指引隨著預報越遠的時間，其預報能力逐漸下降。各指引中以 ShortTerm 2、ShortTerm 6、ShortTerm 8，有比較小的平均絕對誤差以及比較高的相關性。

2020 年 6 月 28 日降雨降溫個案：圖 4、5 顯示預報第 1 個小時 ShortTerm 1、ShortTerm 2、ShortTerm 6、ShortTerm 8 有較好的預報表現，隨著預報時間拉長則是以 ShortTerm 1 預報表現較好。

2020 年 6 月 29 日降雨降溫個案：圖 6、7 顯示預報第 1~4 個小時 ShortTerm 2、ShortTerm 6、ShortTerm 8 有較好的預報表現，第 4 小時以後各指引則表現相當。

四、總結與未來工作

本研究嘗試使用設計的 6 種統計融合預報指引針對 3 個極短期天氣現象有發生快速變化的個案日進行預報測試，可以看到以高低溫個案來看主要以 ShortTerm 2、ShortTerm 6、ShortTerm 8 有較好的預報表現，而降雨降溫個案則是以 ShortTerm 1 表現較好。在整個過程中，我們也發現目前設計的預報指引中，若是以預報與觀測絕對誤差來排名系集成員，則前 10 名的成員主要會以經過 BiasCorrection 的成員為主組成新的預報值，若是以預報與觀測的趨勢絕對誤差來排名的話，則會是以未經過 BiasCorrection 的成員為主，這是因為目前本研究使用的 BiasCorrection 方法為簡單逐小時抓取前 15 天的預報與觀測值計算其平均誤差後給予最新的預報做校正，但是不同天氣系統，模式模擬特性改變造成誤差行為不同，若僅僅

是統計數值動力模式過去連續時間資料得到的系統性偏差為一平均狀態，不易代表不同天氣系統的模式偏差特性，因此，經過BiasCorrection後的系集成員有可能反而修正後表現得更不理想，如圖9，未來將研擬其他BiasCorrection方法與統計融合預報指引，以期待能在極短時天氣變化時提供更好的預報產品，後續也會將這些方法測試推展至露點溫度與相對濕度，觀察其預報效果。

五、參考文獻

1. Boer, G. J., and S. J. Lambert, Second order space-time climate difference statistics *Clim. Dyn.*, 17, 213-218, 2001.
2. Cui, B., Z. Toth, Y. Zhu, and D. Hou, 2012: Bias correction for global ensemble forecast. *Wea. Forecasting*, 27, 396-410.
3. Gates, W., et al., An overview of the results of the Atmospheric Model Intercomparison Project (AMIP), *Bull. Am. Meteorol Soc.*, 80, 29-55, 1999.
4. IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.
5. Taylor, K.E.: Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. *J. Geophys. Res.*, 106, 7183-7192, 2001

六、附圖

表 1 使用資料列表

分類	預報資料			觀測資料
資料名稱	CWB WEPS	CWB WRFD m04t	CWB TWRF m05t	GT
資料來源	HPC	HPC	HPC	HPC
時間解析度	一天四報 逐時預報54小時	一天四報 逐時預報54小時	一天四報 逐時預報54小時	每日逐時
空間解析度	3公里	3公里	3公里	2.5公里
模擬範圍	台灣區域	台灣區域	台灣區域	台灣區域
系集成員數	20	0	0	0
相關說明	氣象局區域 系集預報模式	氣象局區域模式 決定性預報	與WRFD類似，針對颱風進行調校	
已收集時間	2019/1~2019/6 2020/6	2019/1~2019/6 2020/6	2019/1~2019/6 2020/6	2017/5~2017/10 2018/1~NOW

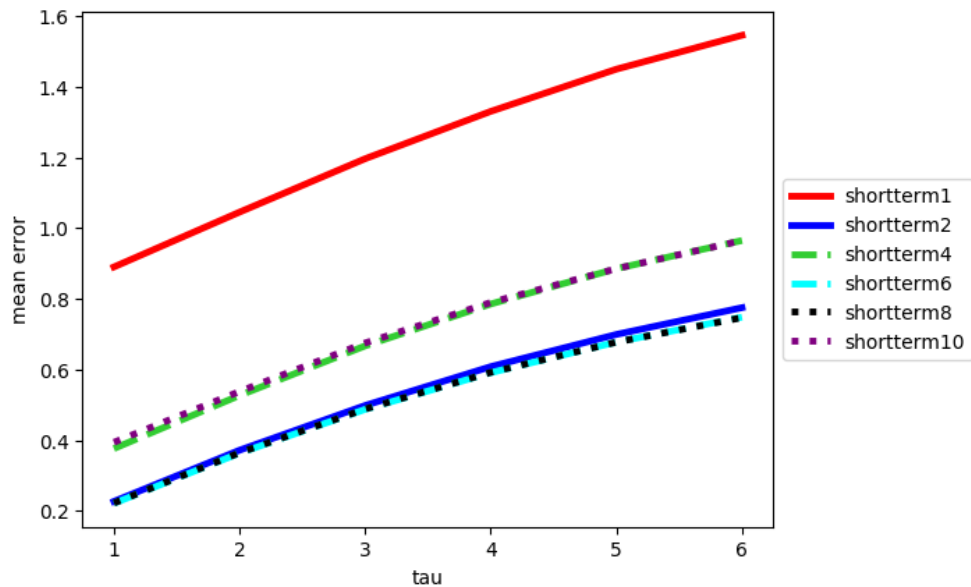


圖 2 2019 年 3 月 7 日低溫個案，各指引逐預報時間所有格點平均絕對誤差

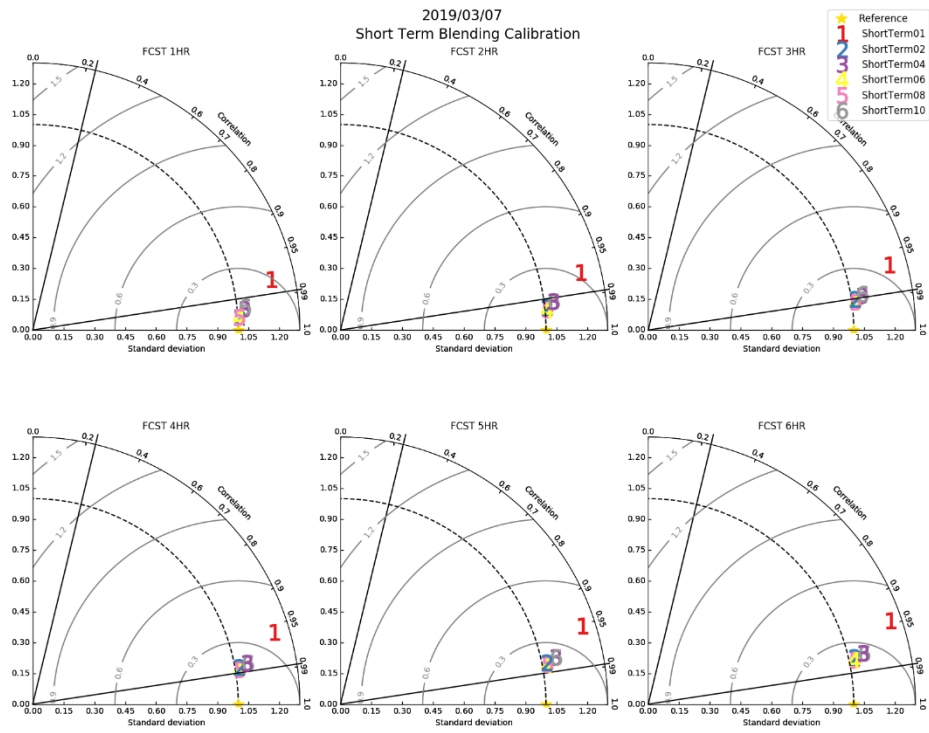


圖 3 2019 年 3 月 7 日低溫個案逐預報時間泰勒圖

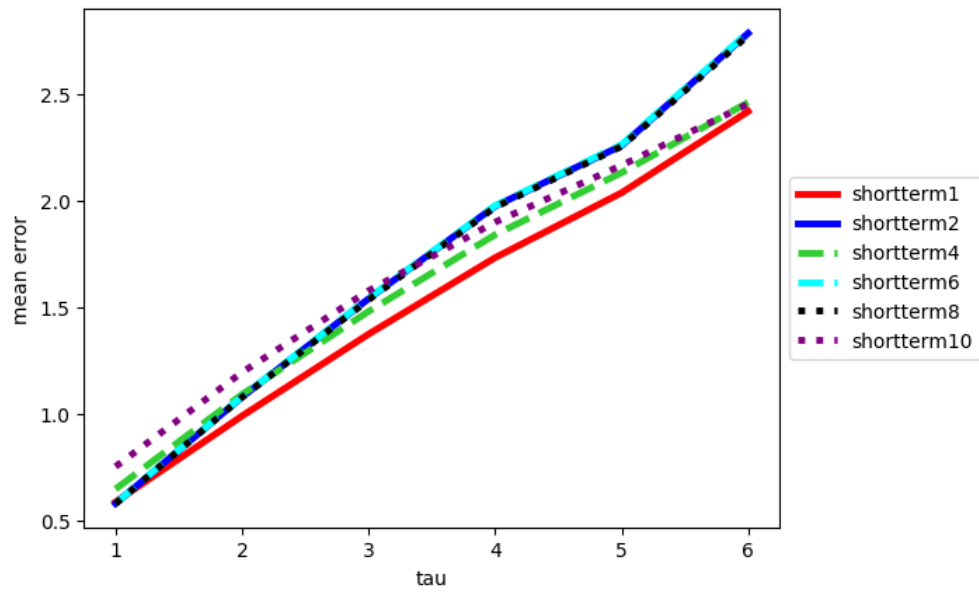


圖 4 2020 年 6 月 28 日降雨降溫個案，
各指引逐預報時間所有格點平均絕對誤差

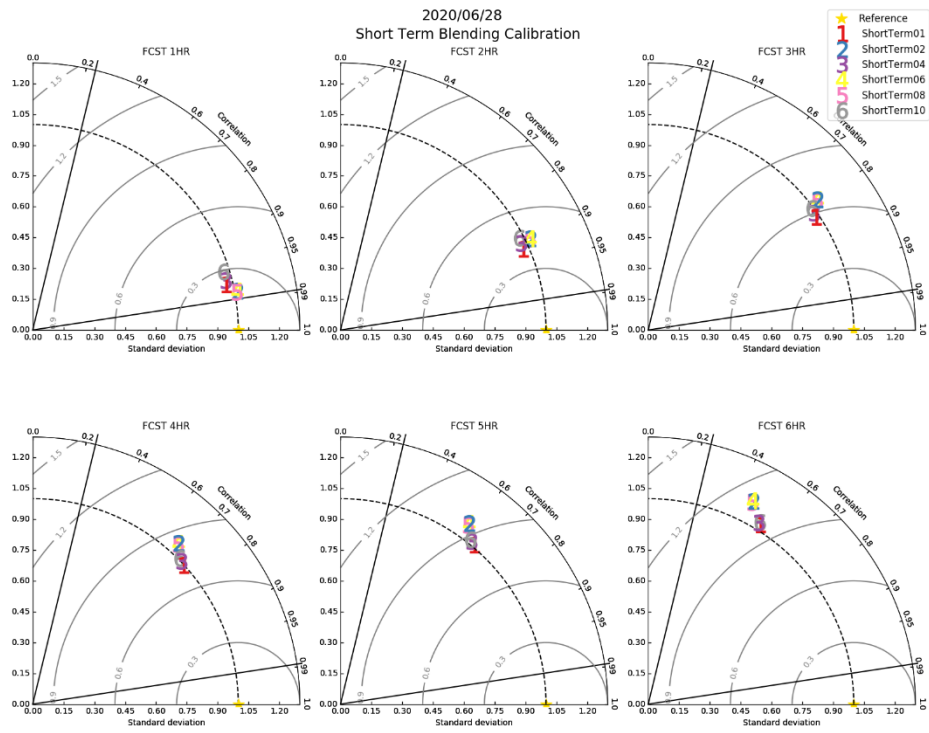


圖 5 2020 年 6 月 28 日降雨降溫個案逐預報時間泰勒圖

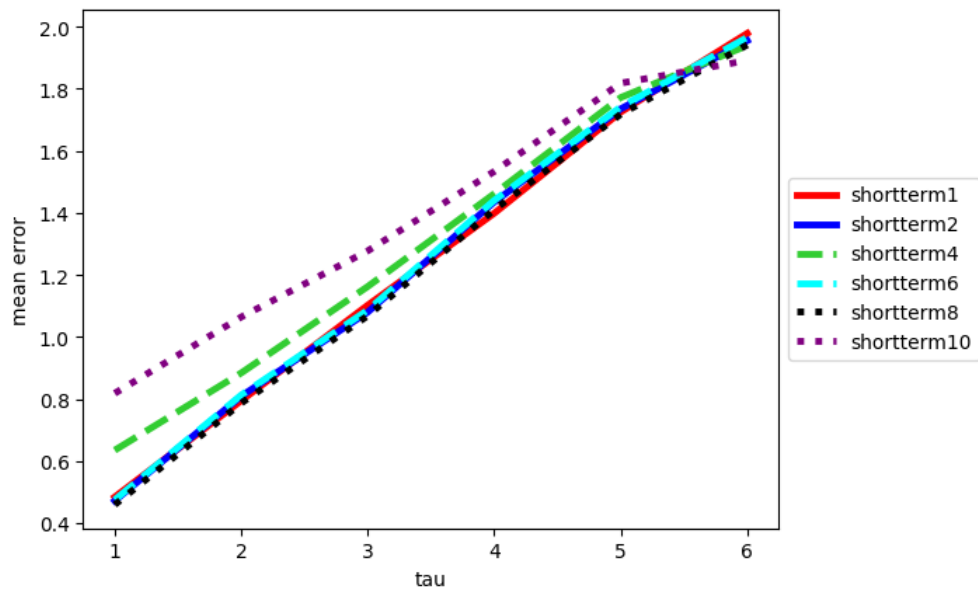


圖 6 2020 年 6 月 29 日高溫個案，各指引逐預報時間所有格點平均絕對誤差

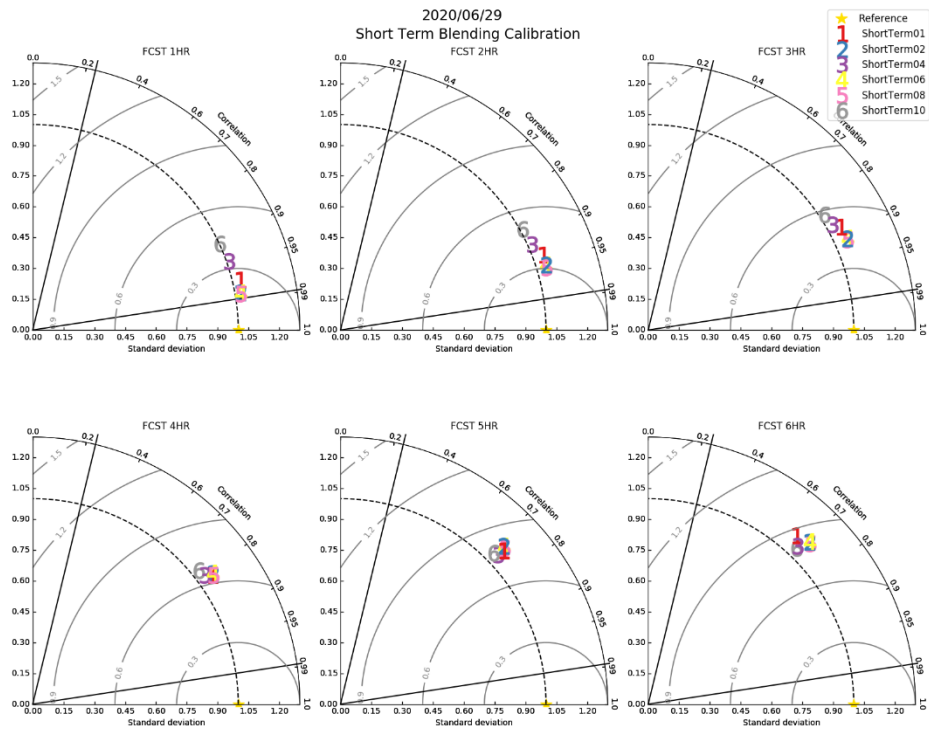


圖 7 2020 年 6 月 29 日高溫個案逐預報時間泰勒圖

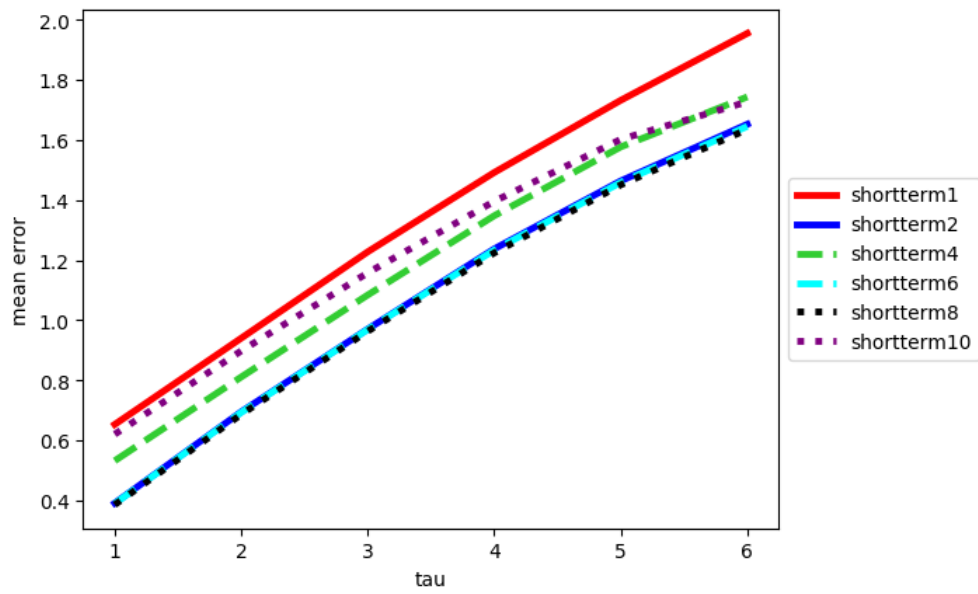


圖 8 綜合 3 個案各指引逐預報時間所有格點平均絕對誤差

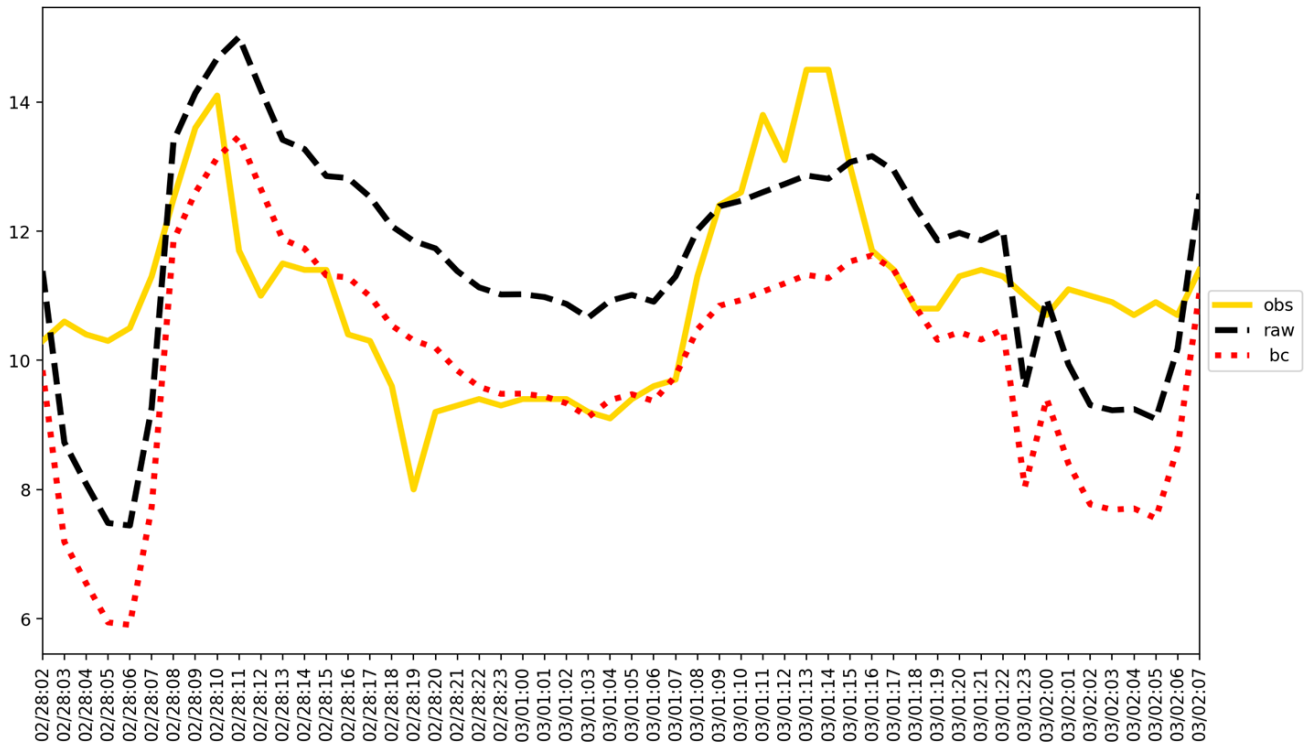


圖 9 BiasCorrection 前後差異示意圖