

應用貝氏模型平均法於2017年太平洋颱風路徑預報

陳昱璵、馮智勇、賈愛玫、許乃寧

多采公司 Manysplendid Infotech, Ltd.



大綱

- ▶ 緣由與目標
- ▶ **BMA**介紹
- ▶ 實驗設計
- ▶ 實驗結果與討論
- ▶ 結論

緣由目標

- ▶ 現在已經有許多颱風路徑預報能力優秀的預報路徑，而預報員會參考這些路徑預報，再加上自身的主觀判斷進行路徑預測。
- ▶ 我們想將這種憑藉自身經驗從現有路徑預報提取出路徑可能性的過程，以客觀的方式建立一套流程。
- ▶ **BMA**方法可以整合出期望值預報路徑以及描述誤差分布可能性的機率預報。
- ▶ 本團隊於前年已建立以**BMA**整合颱風路徑預報的基本流程，此研究想要進一步分析此方法於**2017**年颱風路徑的表現。

Bayesian model averaging (BMA)

$$p(y) = \sum_{k=1}^K p(M_k | y^T) p(y | M_k)$$

y = 觀測資料

y^T = 訓練用的觀測資料

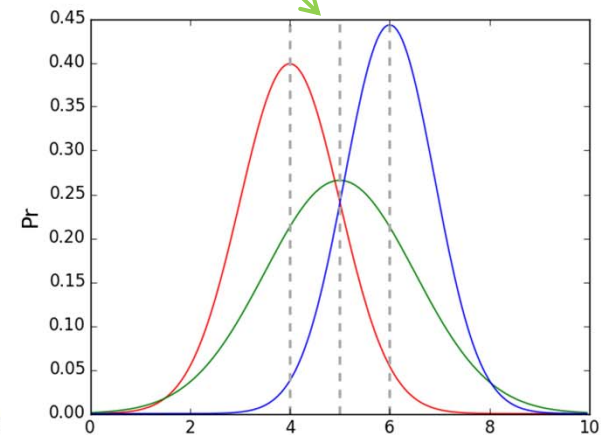
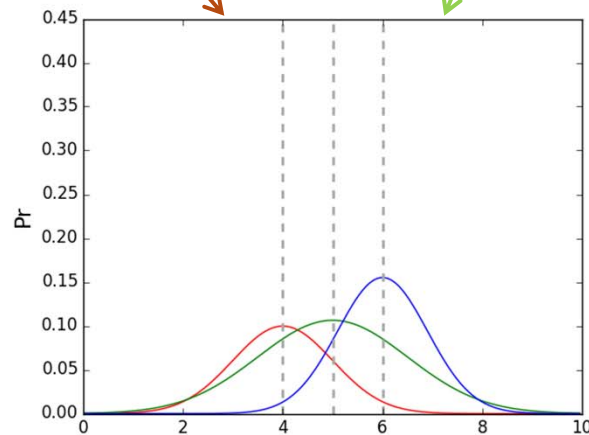
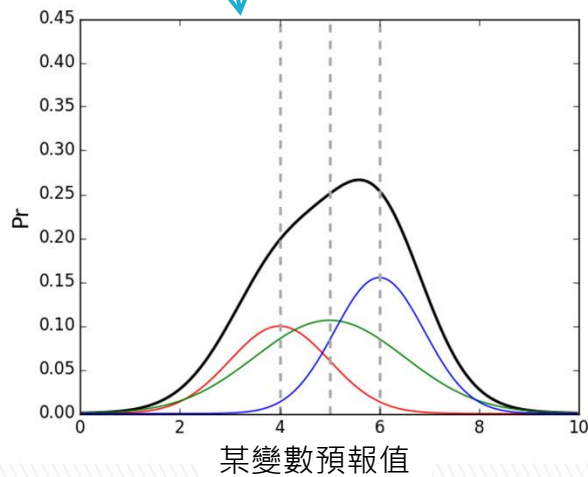
M_k = 第 k 個成員的預報

K = 系集成員總數

以BMA整合後所得到的機率分布

權重值；訓練期資料中能
讓預報命中觀測機率最大
化的組合

已知預報 M_k 條件下，觀測可能的發生分布



輸入

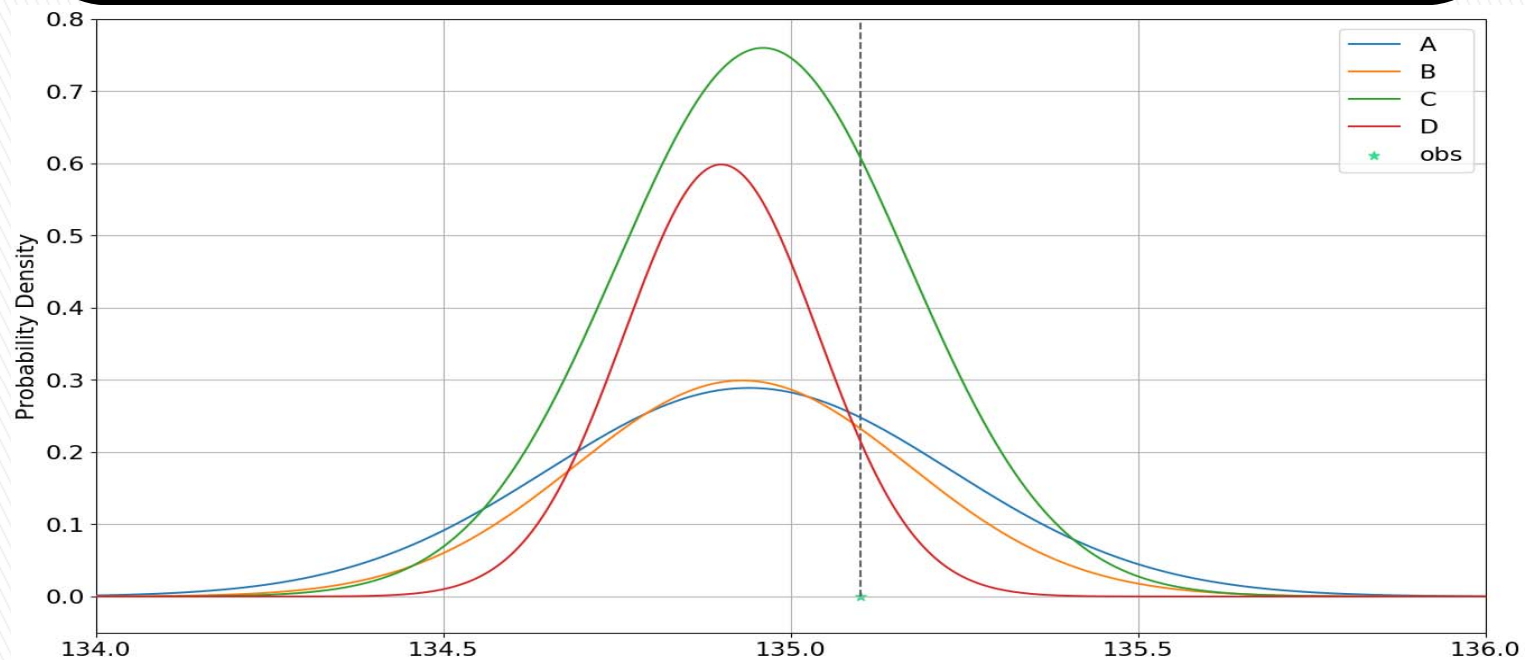
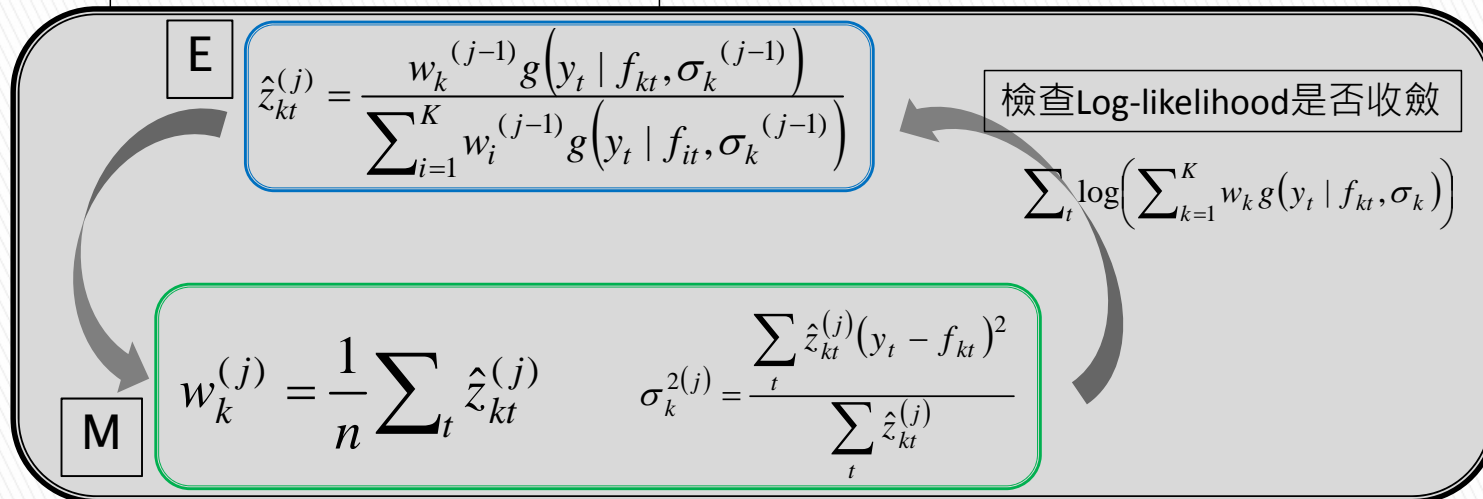
過去模式預報與觀測資料的配對

輸出

成員權重值與誤差標準差(以常態分佈為例)

以EM演算法尋找最佳解

Expectation-Maximization演算法



測試實驗設計

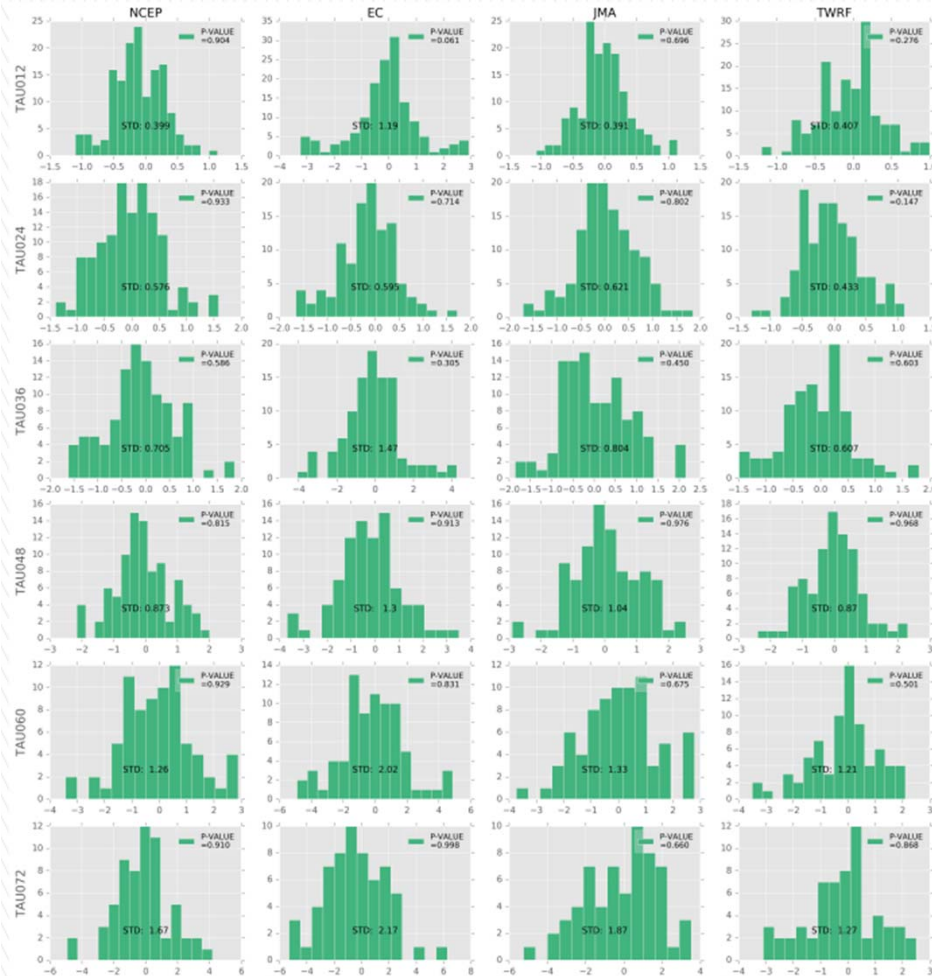
1. 測試年份為2017年太平洋颱風
2. BMA整合目標分為經度預報與緯度預報兩者
3. 預報成員為NCEP、EC、JMA、TWRP四個成員，取自CWB於該模式層場的颱風中心定位點
4. 路徑觀測使用局內FW19定位點
5. 不同預報時間長度(Lead Time; TAU)分開進行BMA
6. 訓練資料取用最近200筆資料中能配對成功的前40筆



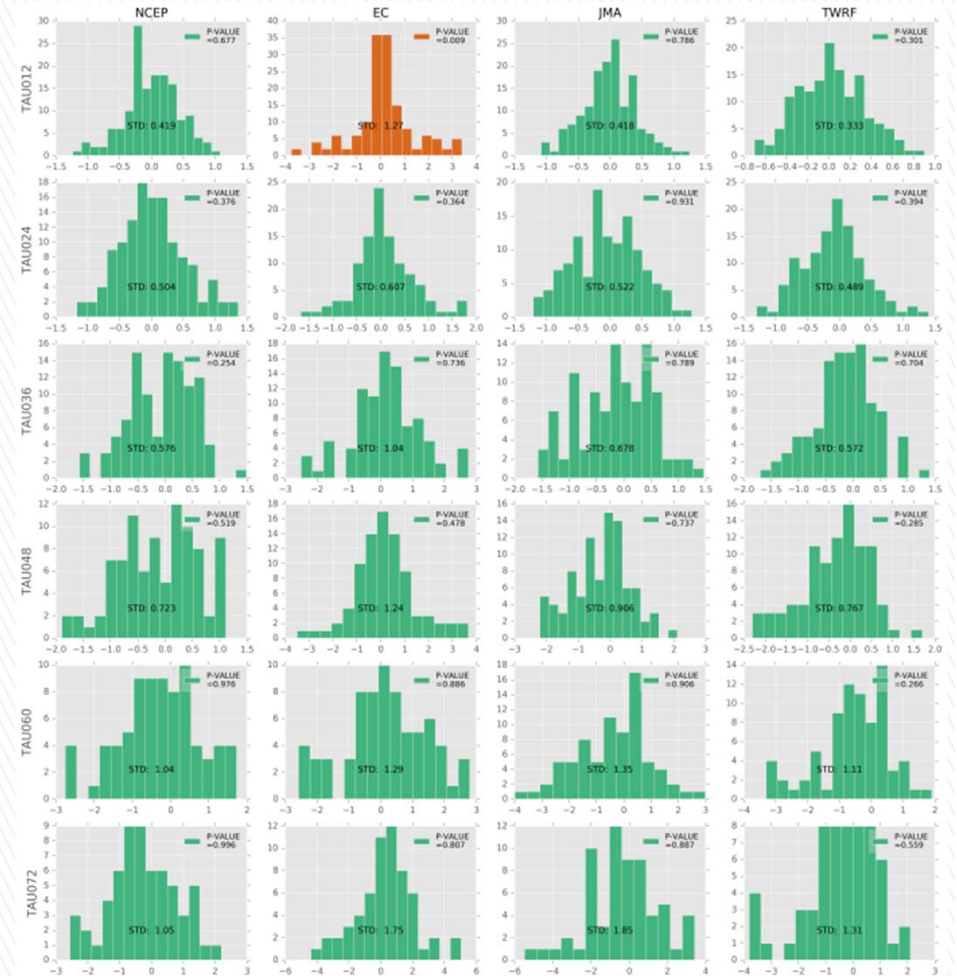
誤差分布檢定

以Kolmogorov-Smirnov檢定分析2017各成員誤差是否為常態分布

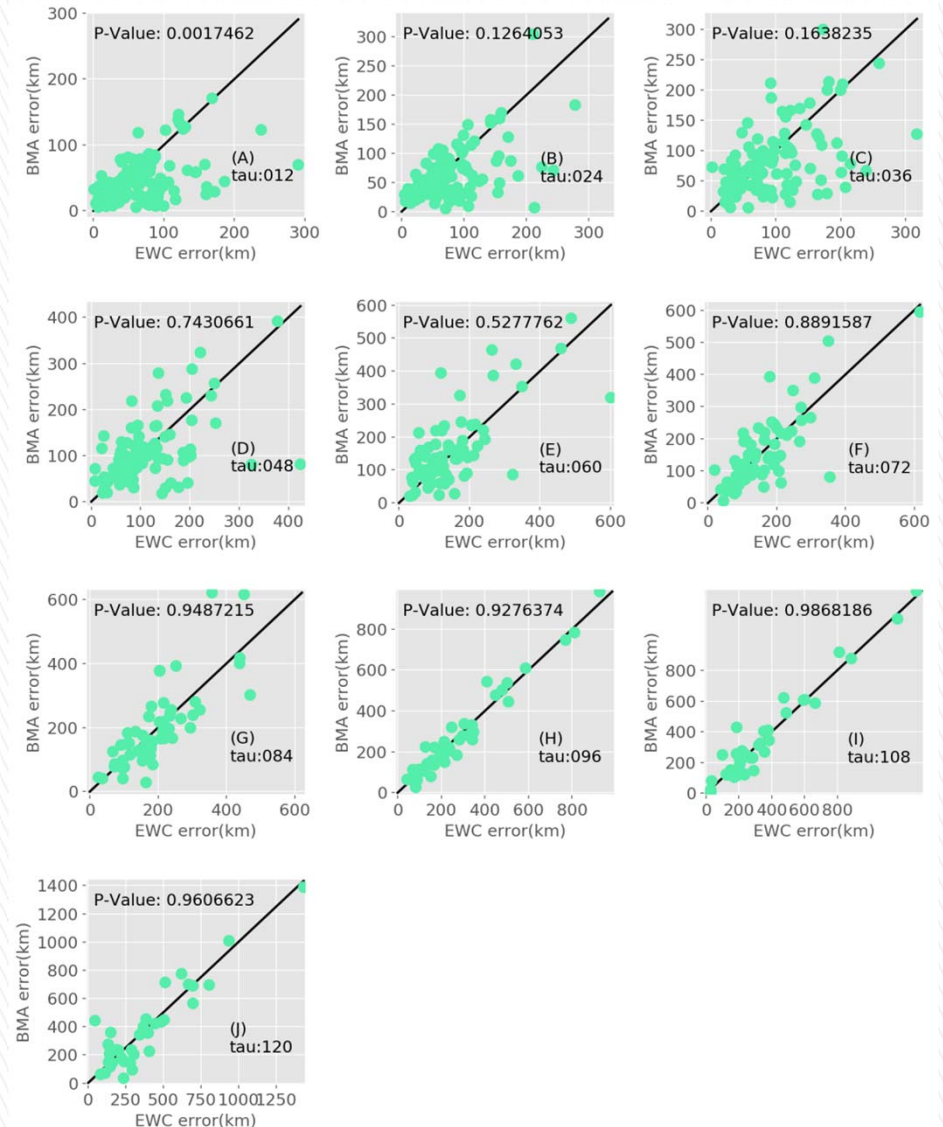
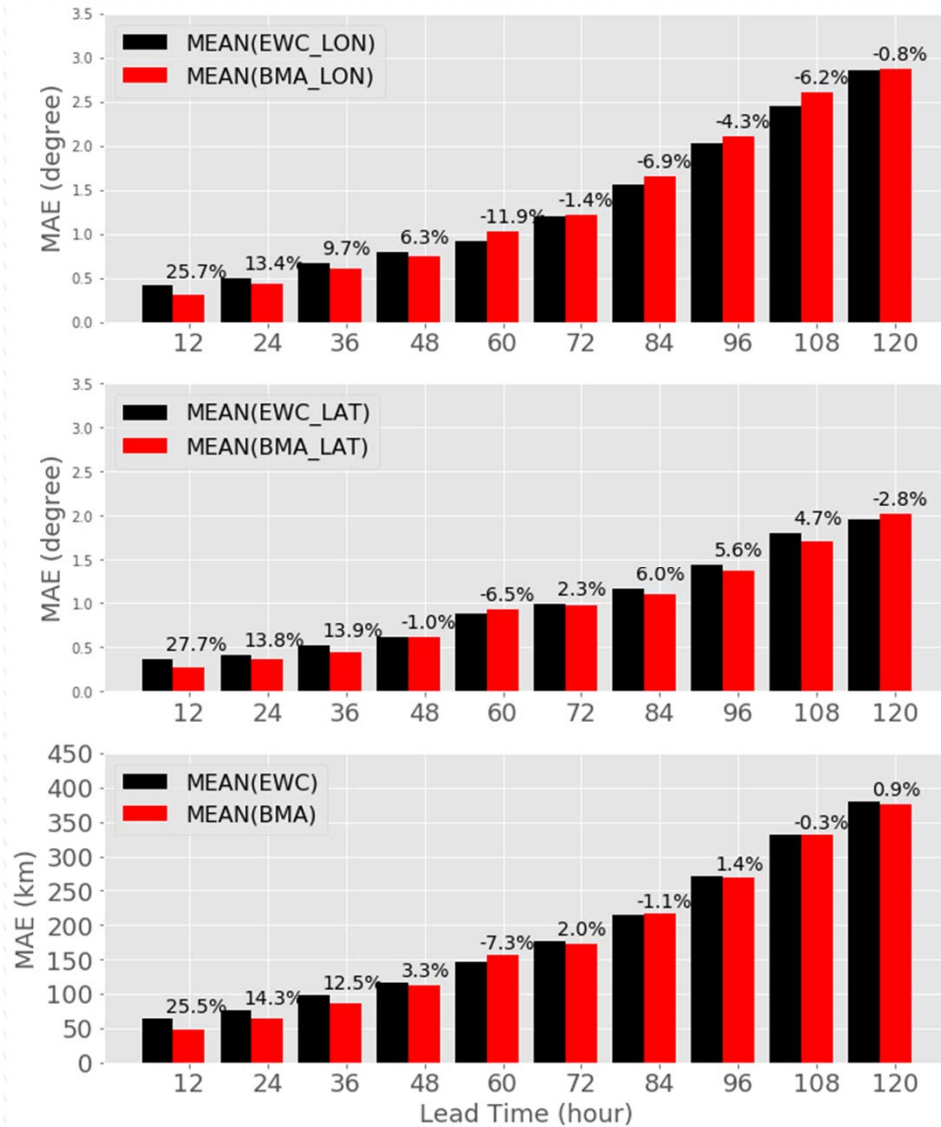
經度誤差



緯度誤差

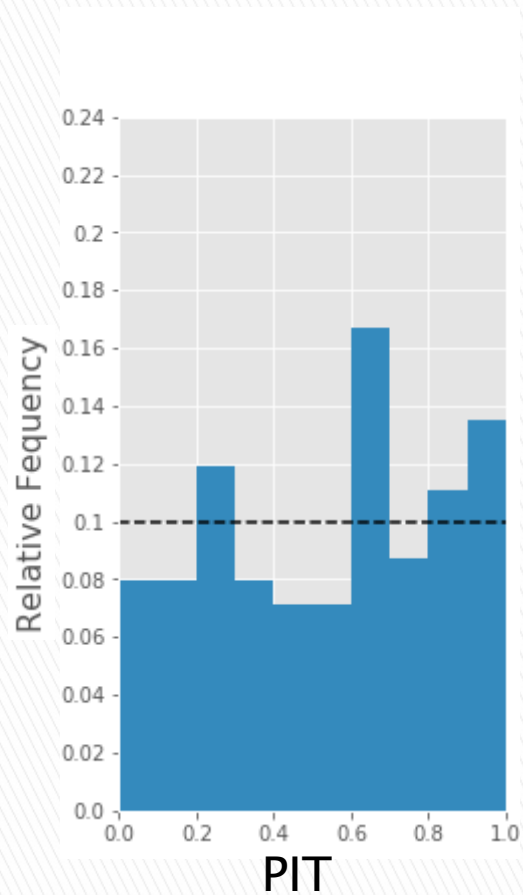


路徑誤差結果分析



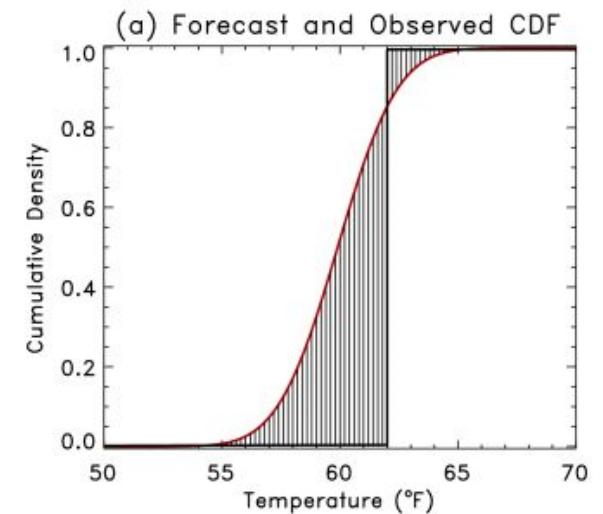
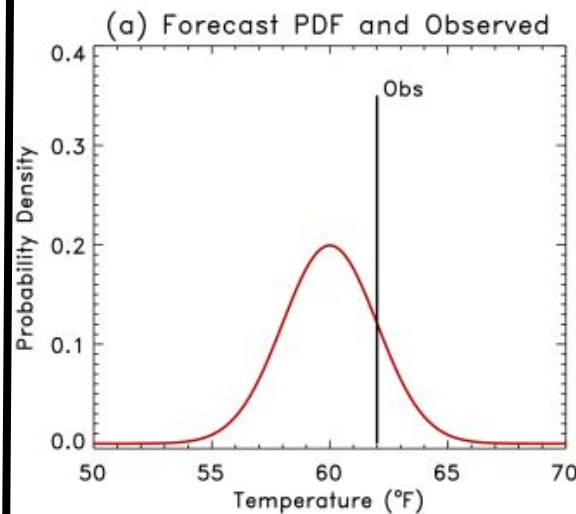
機率預報分析方法

probability integral transform (PIT) Histogram



continuous ranked probability score (CRPS)

$$CRPS = \frac{1}{ncase} \sum_{ncase} \int_{-\infty}^{\infty} [P(x) - O(x)]^2 dx, \quad O(x) = \begin{cases} 0, & x < obs \\ 1, & x \geq obs \end{cases}$$

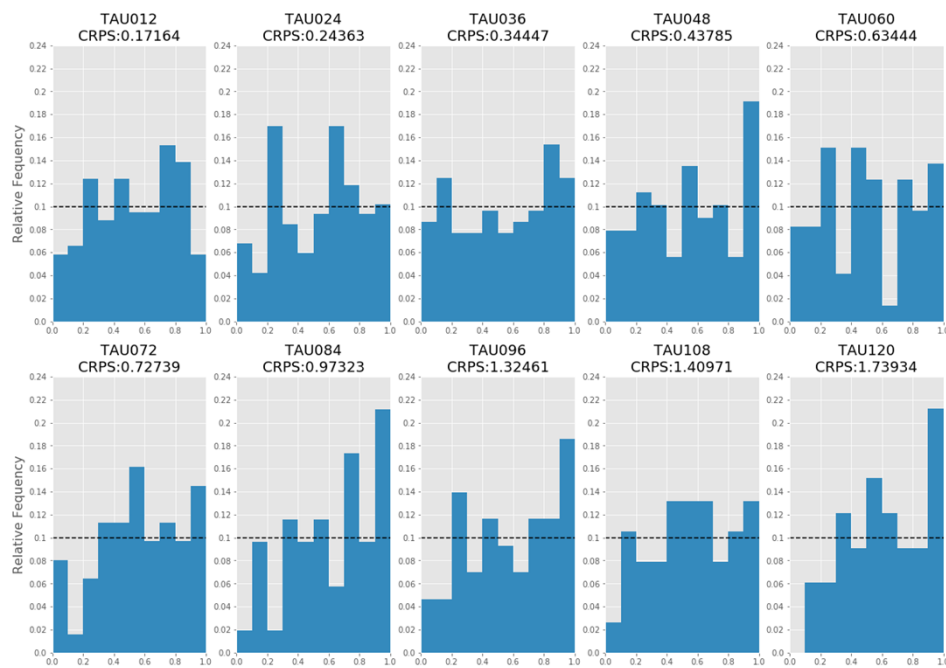


示意圖取自https://www.met-learning.eu/pluginfile.php/5277/mod_resource/content/6/www/english/msg/ver_prob_forec/uos3b/uos3b_ko1.htm

機率預報表現結果分析

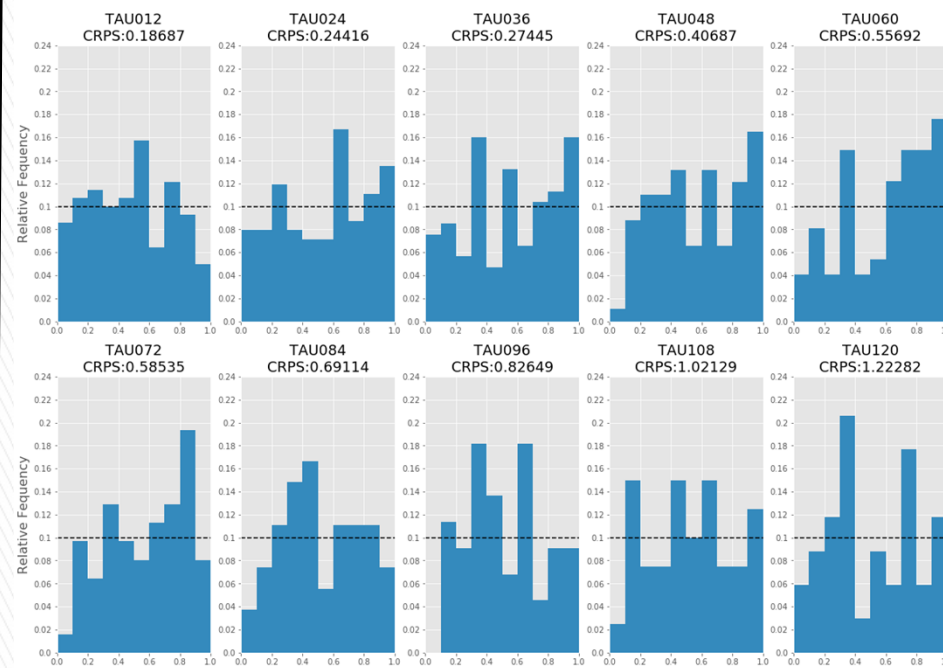
經度預報

PIT of BMA, Longitude



緯度預報

PIT of BMA, Latitude



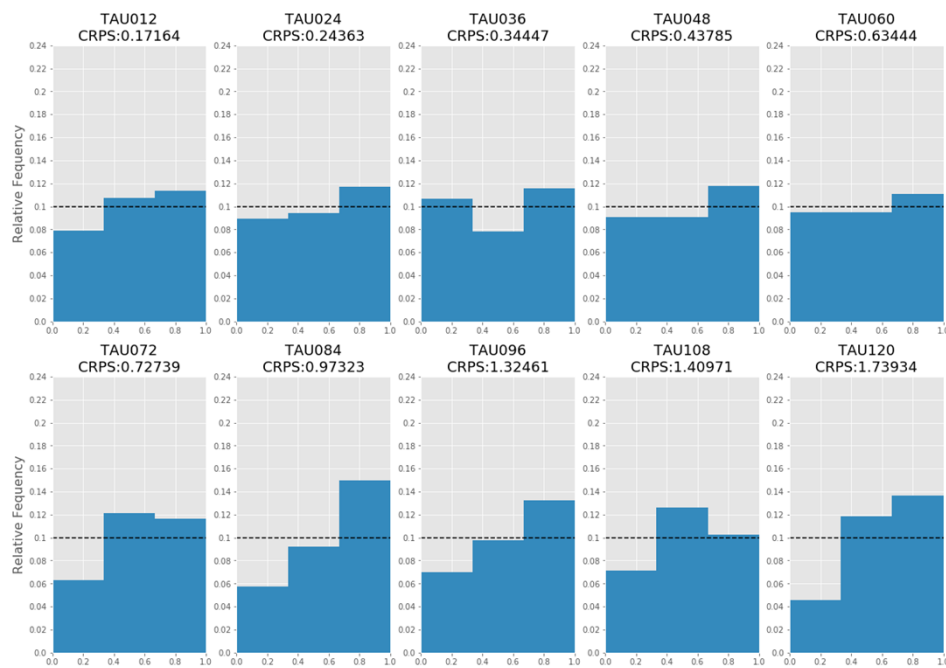
資料量

012	024	036	048	060	072	084	096	108	120
150	130	112	95	79	66	56	47	43	36

機率預報表現結果分析

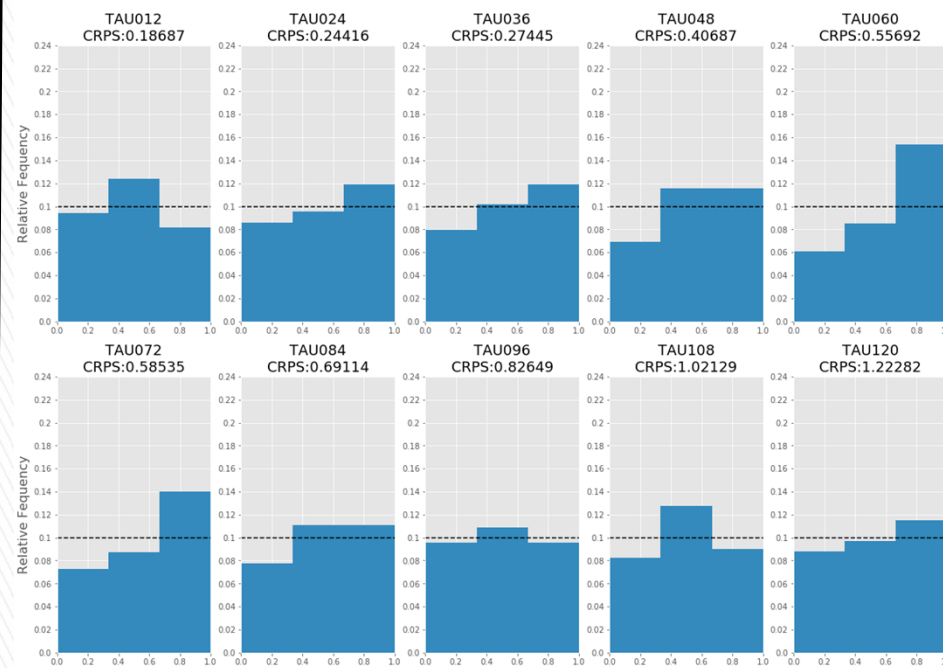
經度預報

PIT of BMA, Longitude



緯度預報

PIT of BMA, Latitude



資料量

012	024	036	048	060	072	084	096	108	120
150	130	112	95	79	66	56	47	43	36

訓練資料選取優先順序調整測試

當下時間

365天前

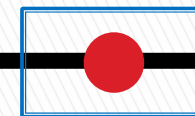


1



往前找45天

2



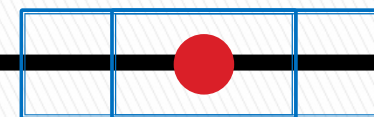
前後找15天共30天

3



再往前找30天

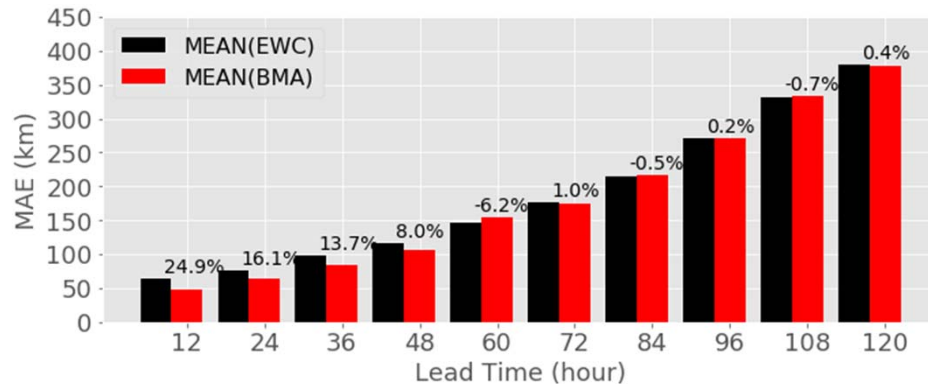
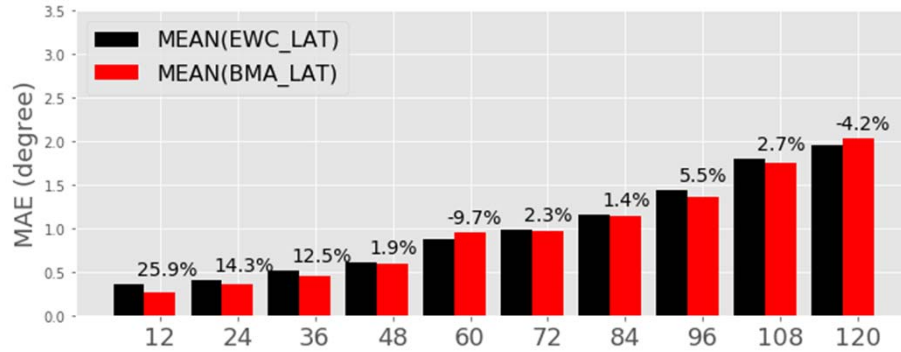
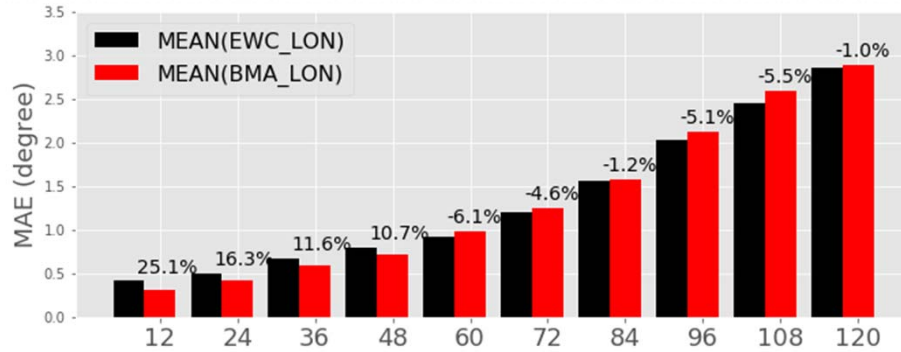
4



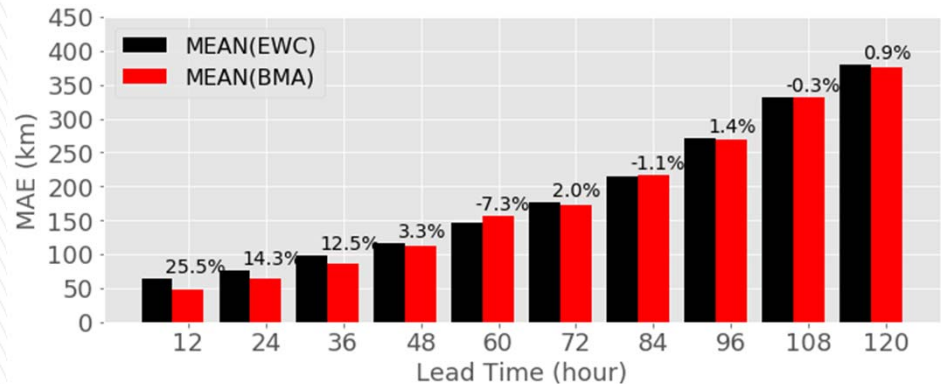
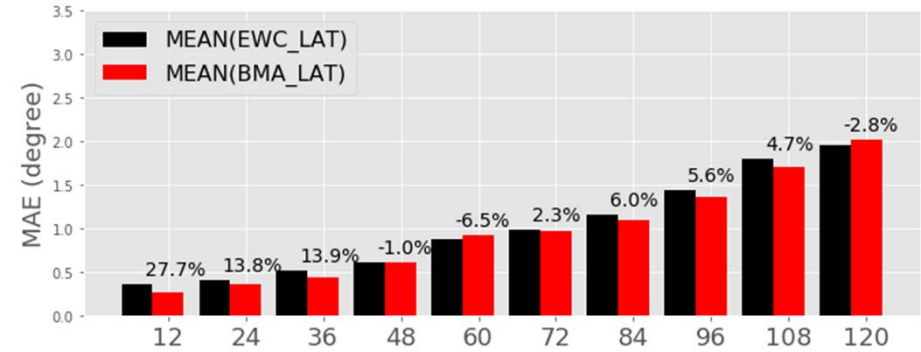
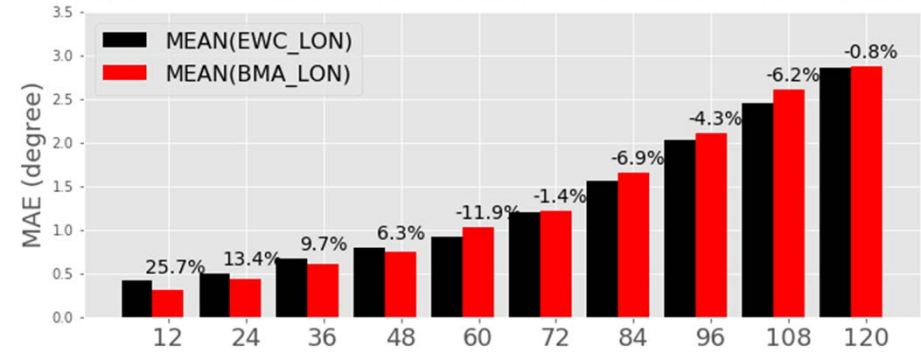
再向前後各找15天

調整前後路徑誤差分析

調整後

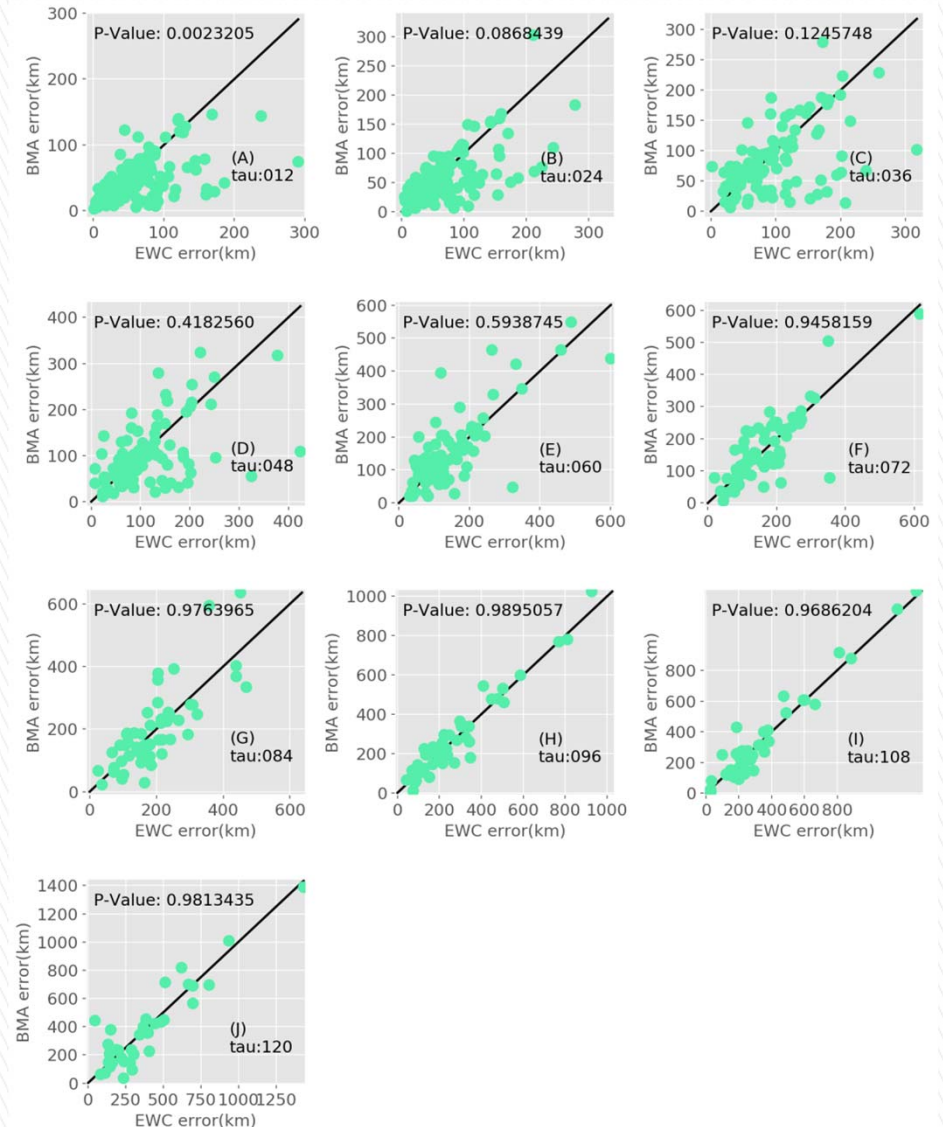
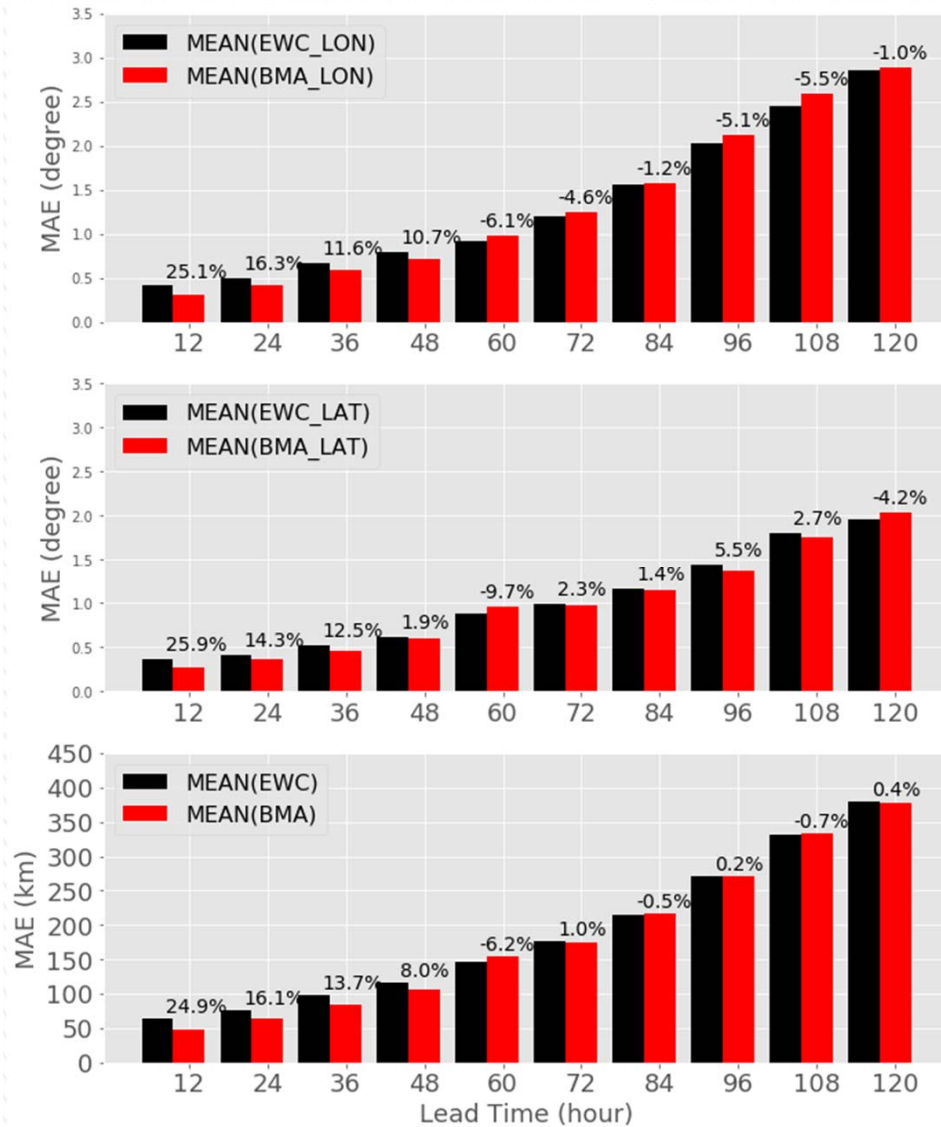


調整前



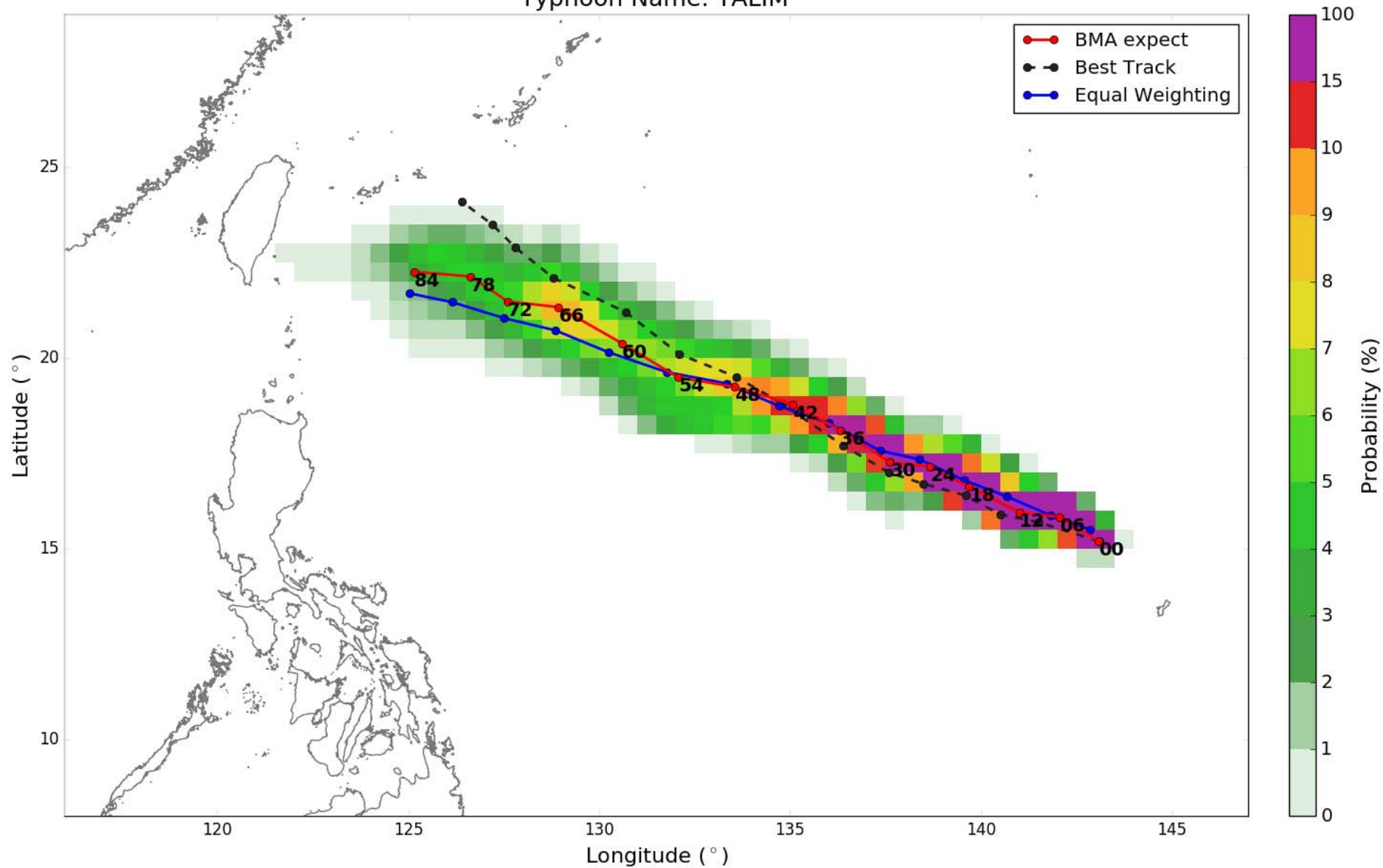
調整前後路徑誤差分析

調整後之模式誤差情形



機率分布使用方式示意圖

BMA Consensus
Model Start Time: 2017/09/09 12:00
Typhoon Name: TALIM



結論

- ▶ 以2017年的測試結果而言，路徑預報的改善在預報時間48小時內能得到較為穩定的效果
- ▶ 預報時間長的預報可能幾點造成表現不穩
 - 選取的訓練資料時間較久前
 - 作為校驗的資料筆數較少
 - 2016模式有更動
 - 路徑並非直接取自官方而是擷取自官方層場，預報時越大越難抓準位置
- ▶ 預報時間012小時的預報能得到顯著性的改善
- ▶ 調整訓練資料選取方式後預報時間024、036、048、060都有改善，而024在與等權重平均的差異性檢定中P-Value縮小到0.086，但依然未達顯著標準0.05

未來方向

- ▶ 測試其他類型的訓練資料尋找方式，看是否以某些分類方式找到更能代表當前颱風的訓練資料
- ▶ 測試是否有方式能克服不同預報時分開整合造成的預報線段不平滑問題
- ▶ 考慮對機率預報進行後修正

謝謝聆聽