

# 中央氣象局新一代全球系集預測系統

王志嘉 張庭槐  
中央氣象局氣象科技中心



# 大綱

- 源起
- 原有作業說明
- 新一代全球系集預測系統
  - 短期預測
  - 展期預測



# 源起



# 決定性預報概念

**If**(你有個精確的觀測資料.**and**.你有個完美的模式)**then**

你會有個完全正確的預測結果

**end**

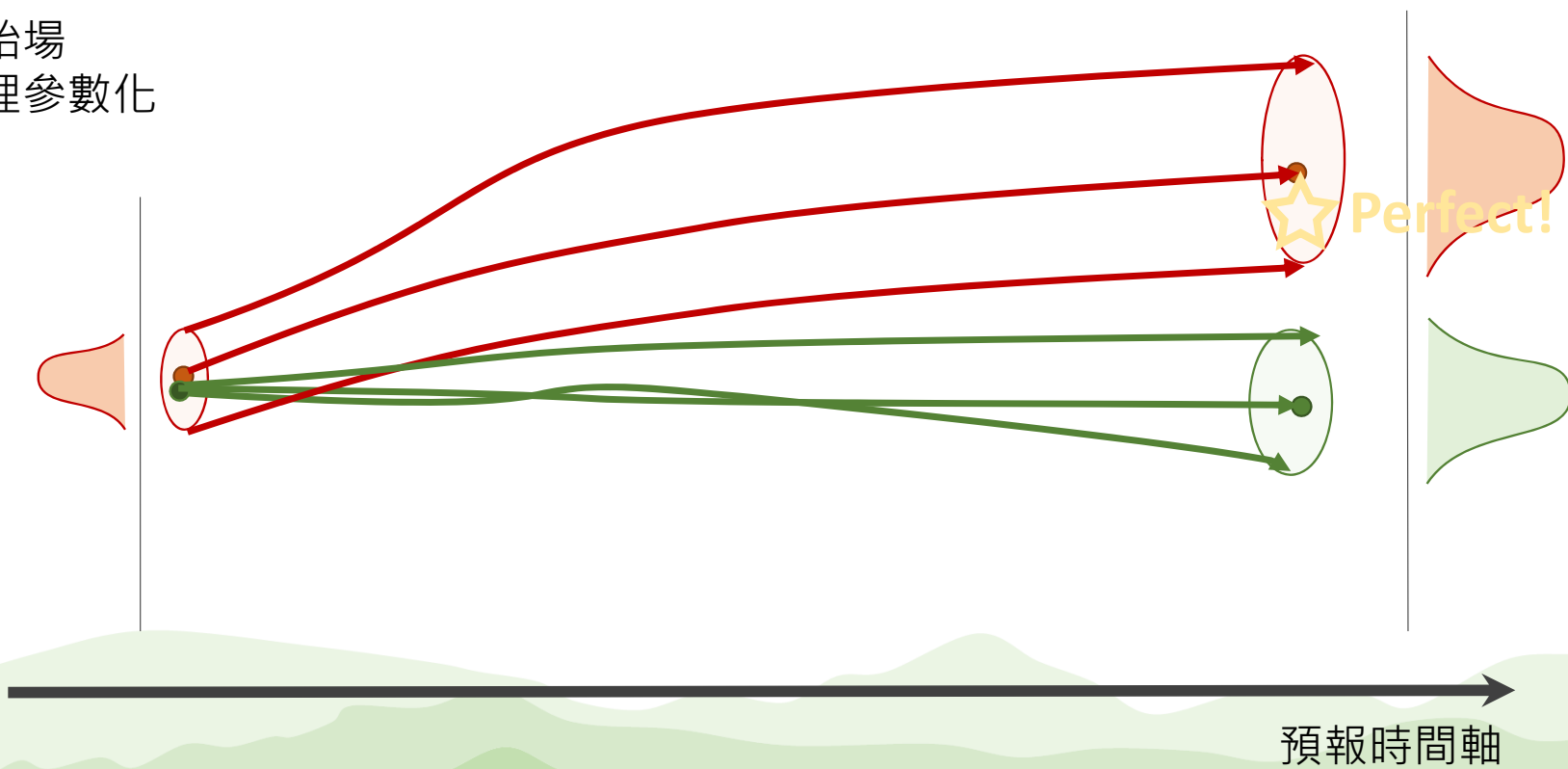
1. 使用單一初始場
2. 使用單一流體運算模組



# 單模式系集預報概念

**if**(你有個不精確的觀測資料.**or**.你有個不完美的模式)**then**  
你會有個不一定完全正確的預測結果  
**end**

1. 使用不同初始場
2. 使用不同物理參數化



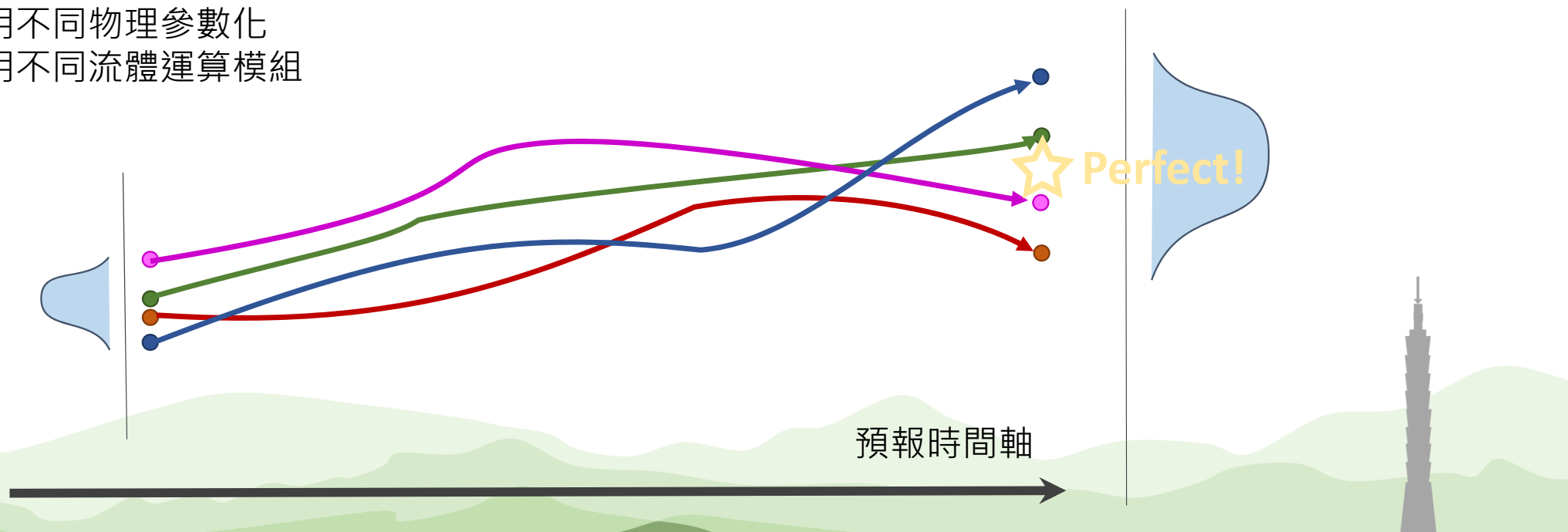
# 多模式系集預報概念

**If**(你有個不精確的觀測資料.**or**.你有個不完美的模式)**then**

你會有個不一定完全正確的預測結果

**end**

1. 使用不同初始場
2. 使用不同物理參數化
3. 使用不同流體運算模組



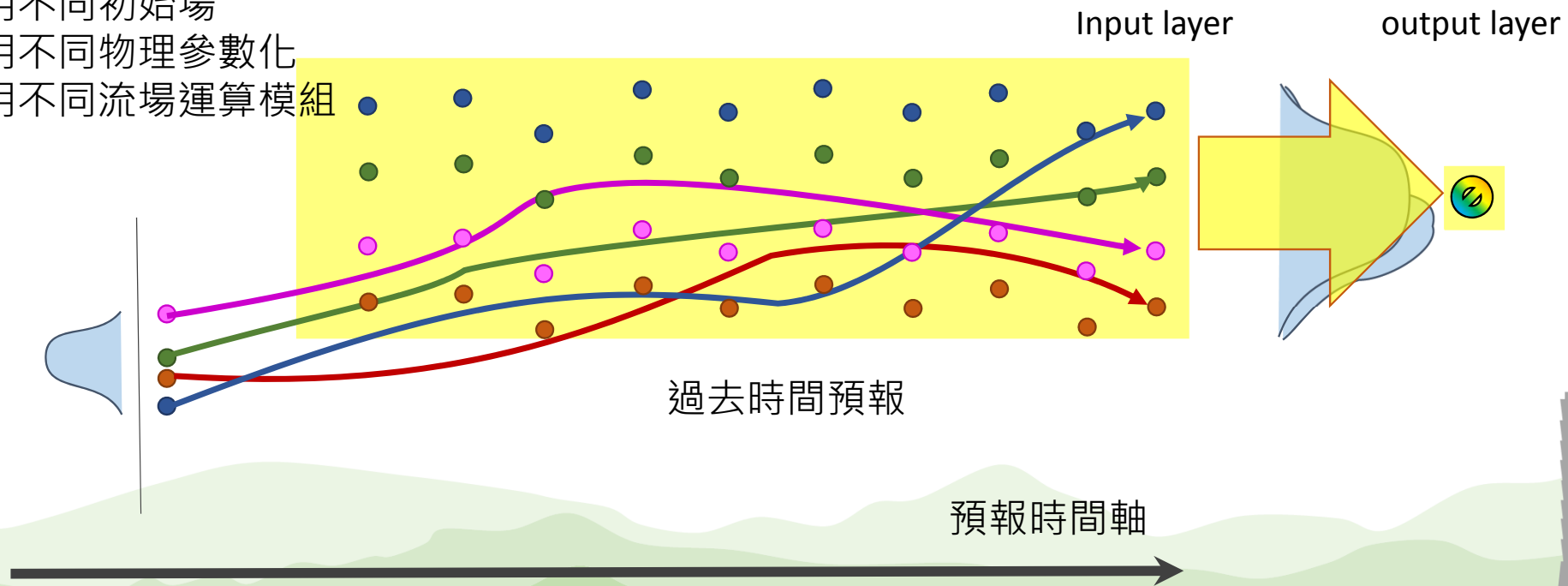
# 全球系集預測系統

**if**(你有個不精確的觀測資料.**or**.你有個不完美的模式)**then**

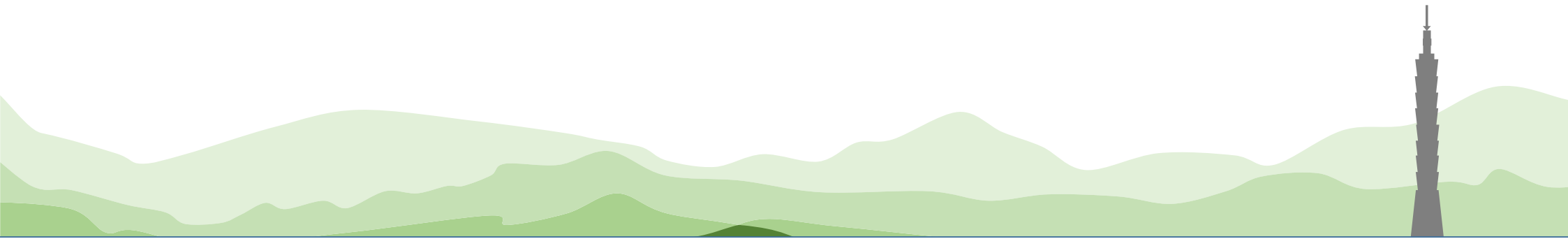
你會有個不一定完全正確的預測結果

**end**

1. 使用不同初始場
2. 使用不同物理參數化
3. 使用不同流場運算模組



# 現有作業說明





# 系集預測系統

氣象局全球系集預測系統(**CWB EPS**)自**2003**年**1**月正式上線作業，提供**7**日內每日預報及四週內(第一週、第二週、第一~二週、第一~四週)的週平均預測，每日提供**12Z**預報。

短期預測：

取用**NCEP**、**ECMWF**、**JMA**、**CWB GFS** 全球模式預報，於**2.5**度網格點上進行多模式系集迴歸計算。

展期預測：

取用**CWB GFS T119**全球模式**45**天預報，使用時間延遲平均法求取系集權重平均。



# 多模式系集迴歸

$$S_j = \overline{O}_j + \sum_{m=1}^n w_{j,m} \times (F_{j,m} - \overline{F_{j,m}}), \quad \min(G) = \sum_{t=1}^{t=train} (S_t - O_t)^2$$

$S_j$ : **super ensemble** 預報

$\overline{O}_j$ : 觀測平均 (**training period**)

$w_{j,m}$ : 模式權重

$n$ : 系集成員數

$j$ : 格點

$m$ : 模式數

$F_{j,m}$ : 模式預報資料

$\overline{F_{j,m}}$ : 模式預報平均 (**training period**)

$O_t$ : 觀測資料

$t$ : 時間

**train**: 訓練時間長度(28天)

**G**: 誤差矩陣

## Reference

Multimodel Ensemble Forecasts for Weather and Seasonal Climate

T. N. Krishnamurti, C. M. Kishtawal, Zhan Zhang, Timothy LaRow, David Bachiochi, Eric Williford, Sulochana Gadgil, and Sajani Surendran *Journal of Climate* December 2000, Vol. 13, No. 23

Published online on 1 Dec 2000.



# 新一代全球系集預測系統

**Next generation Ensemble Prediction System, NEPS**



氣象局全球系集預測系統(**CWB EPS**)自**2003**年**1**月正式上線作業，提供**7**日內每日預報及週預測(第一週、第二週、第三週、第四週、第五週、第六週)的週平均預測，每日提供**00Z**、**12Z**預報(短期預測)。

短期預測：

取用**NCEP**、**ECMWF**、**JMA**、**CWB GFS** 全球模式預報，於**0.5**度網格點上進行多模式系集迴歸計算。

展期預測：

取用**CWB GEPS**全球模式預報**45**天預報，使用等權重平均計算求得平均值(**MEAN**)及分歧度(**SPRD**)。

# 系集平均方法、離散度方程

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^N F_i}{N} \quad SPRD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})^2}{N-1}}$$

**N : Model member**

**$\bar{F}$  : ensemble mean**

**$F_i$  : ensemble member forecast**



# 預測變數及時間資訊

## 短期預測

預測變數：

1. 海平面氣壓
2. **500 hPa** 高度場
3. **850 hPa U、V**風場
4. **850 hPa** 濕度場
5. **850 hPa** 溫度場
6. **700 hPa** 濕度場
7. **700 hPa** 高度場
8. **200 hPa U、V**風場

預測時間：

**192小時/24小時**

## 展期預測

預測變數：

1. **500 hPa** 高度場
2. 海平面氣壓場
3. **850 hPa** 溫度場
4. **24**小時累積降水場

預測時間：

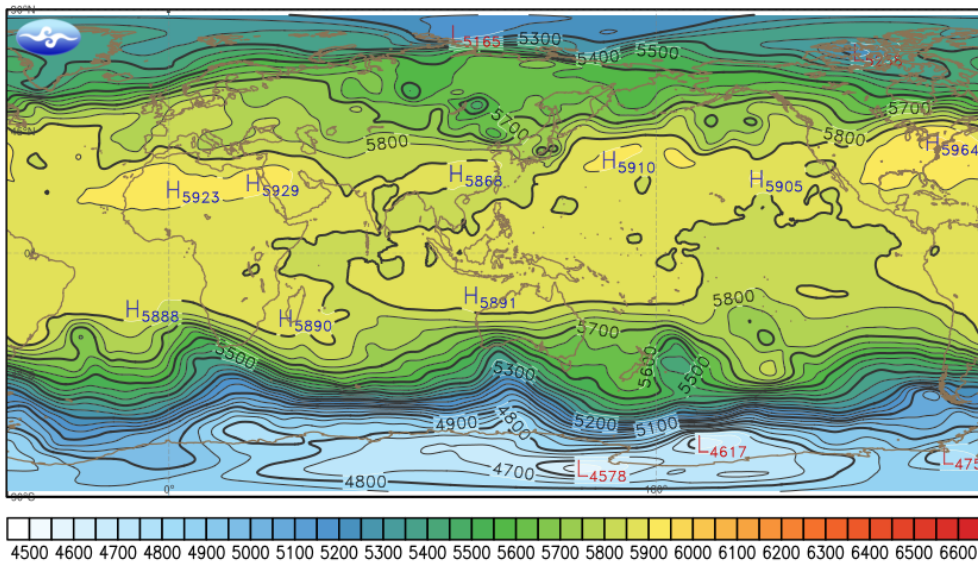
第一週、第二週、第三週、第四週、第五週、第六週



# 短期天氣預測

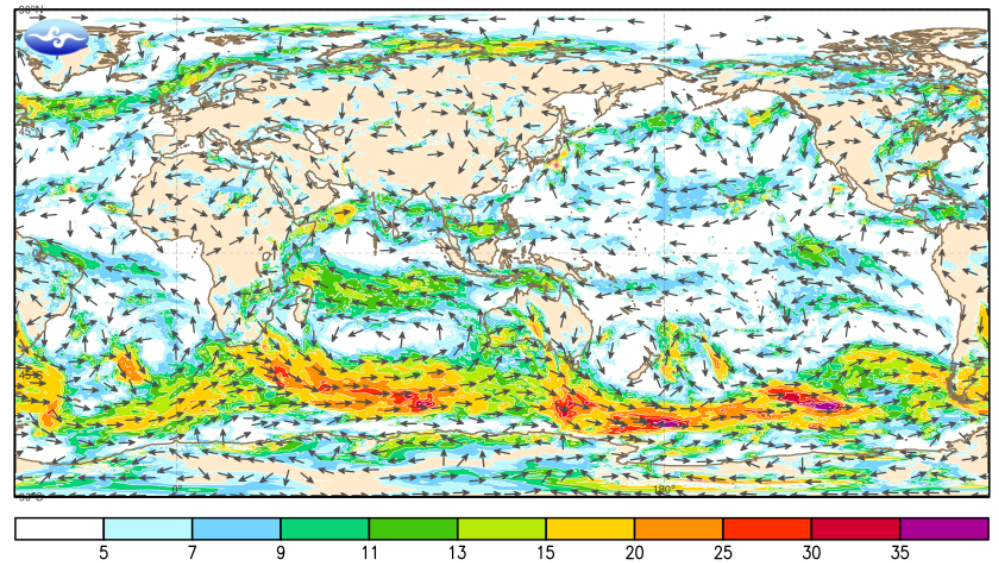
Height (m) at 500 hPa  
CWB  
0168 hr Forecast

Valid at 00 UTC 05 Sep 2018  
Initial at 00 UTC 29 Aug 2018



Wind Speed (m/s), Wind Direction at 850 hPa  
CWB  
0168 hr Forecast

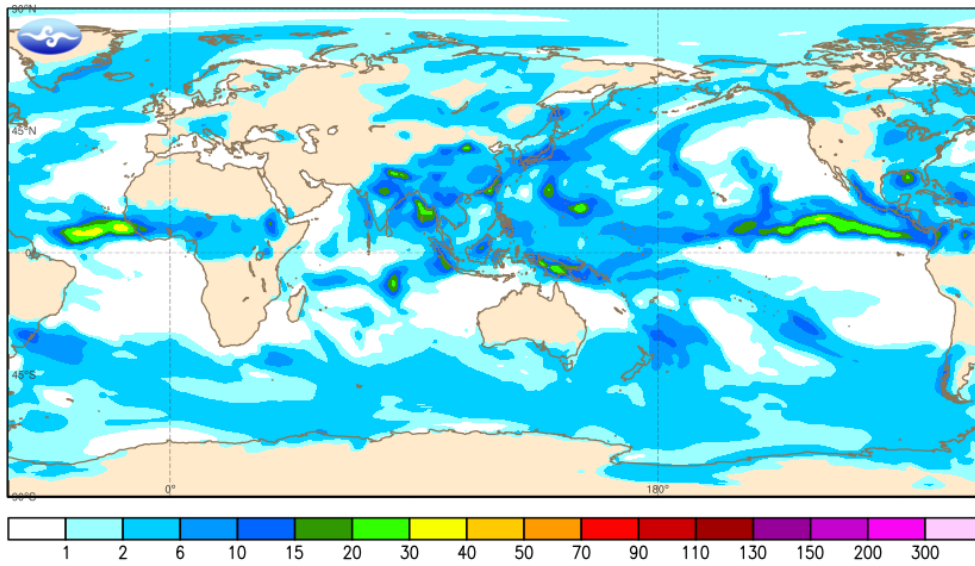
Valid at 00 UTC 05 Sep 2018  
Initial at 00 UTC 29 Aug 2018



# 展期天氣預測

24-hr Accum. Rainfall (mm)  
CWB  
W108 hr Forecast

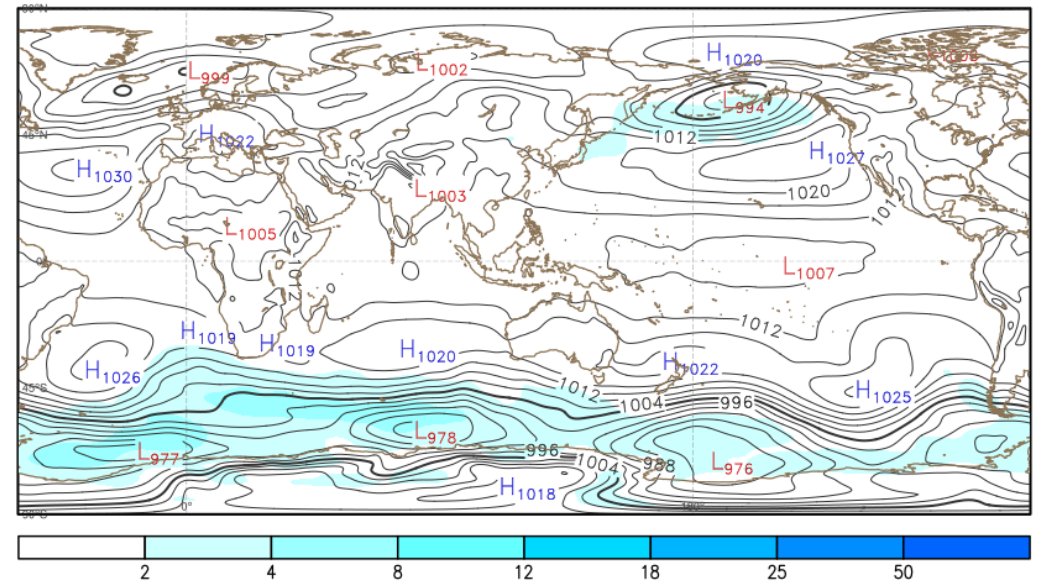
Valid at 10 UTC 02 Sep 2018  
Initial at 00 UTC 29 Aug 2018



Mean Sea Level Pressure and Anomaly

CWB  
W108 hr Forecast

Valid at 10 UTC 24 Apr 2018  
Initial at 00 UTC 20 Apr 2018



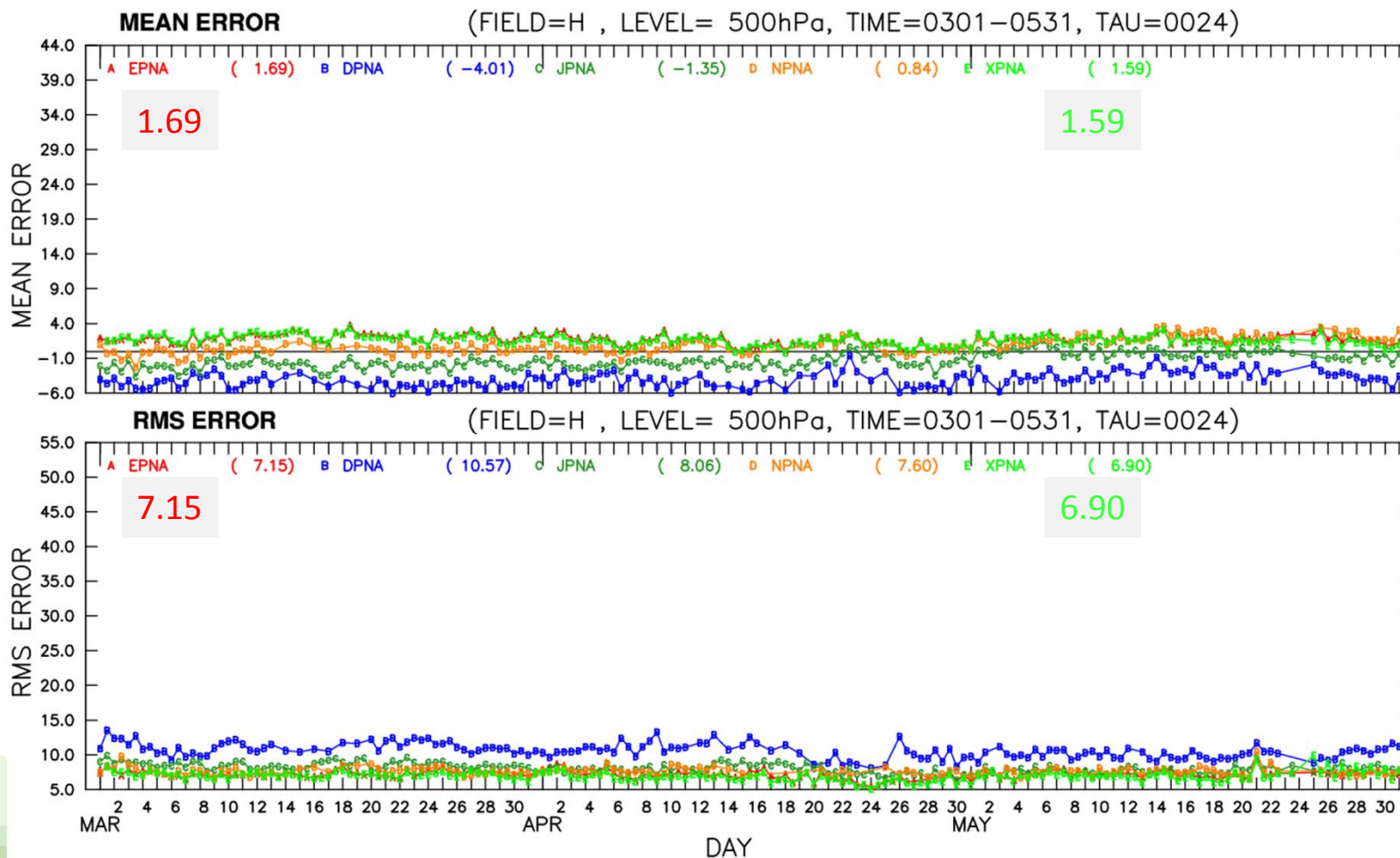


# 短期天氣預測

查看新一代系集預測系統的權重分配狀況以及校驗分析



# 3個月(3-5月)預測校驗時序圖 (MEAN、RMSE)

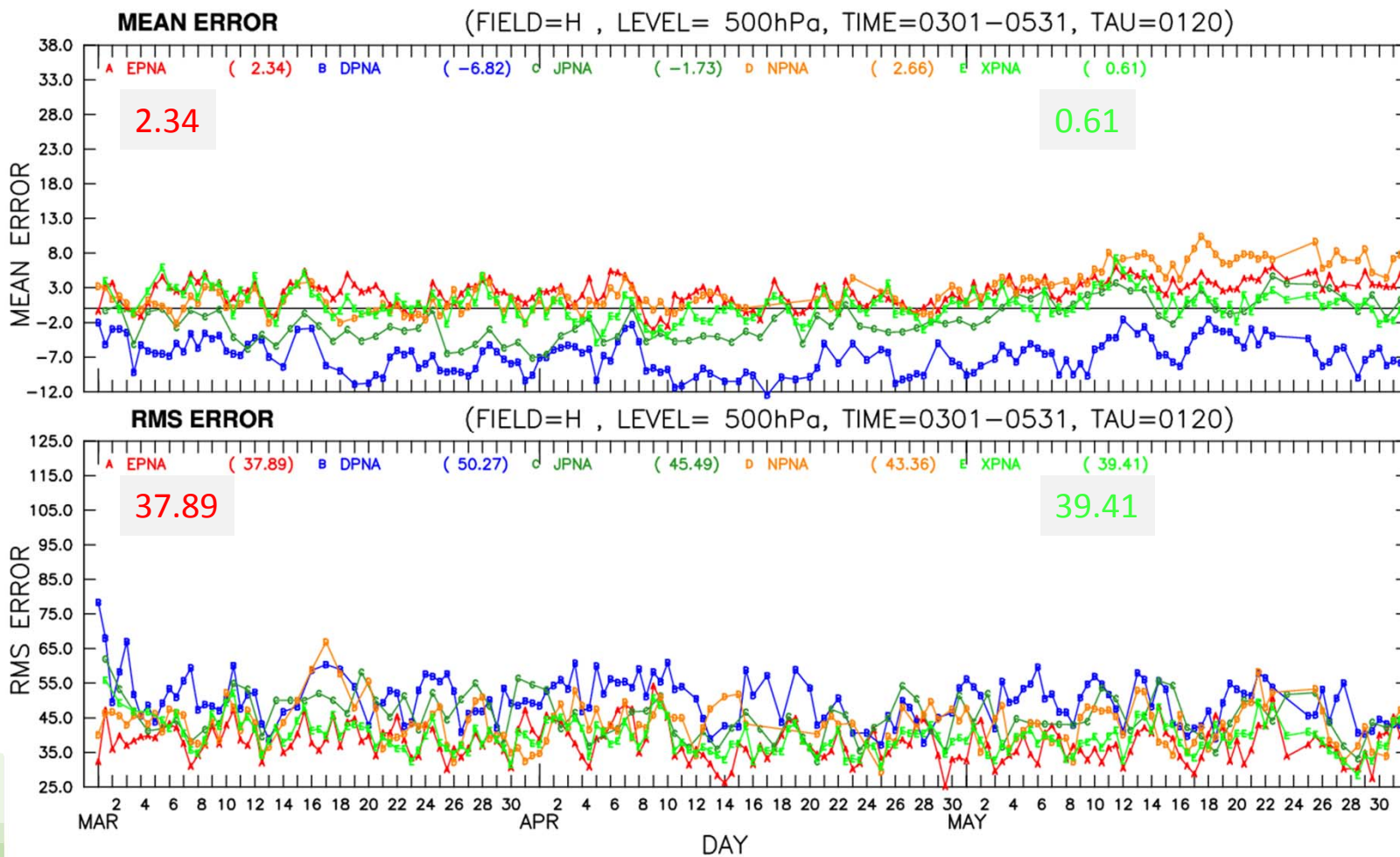


500 hPa 高度場  
24小時預測  
0.5度校驗  
北半球(20N-80N)校驗  
和CWB GFS 分析場比較

EPNA : ECMWF  
DPNA : CWB GFS  
JPNA : JMA  
NPNA : NCEP  
XPNA : NEPS

NEPS和ECMWF 相當

# 3個月(3-5月)預測校驗時序圖 (MEAN、RMSE)

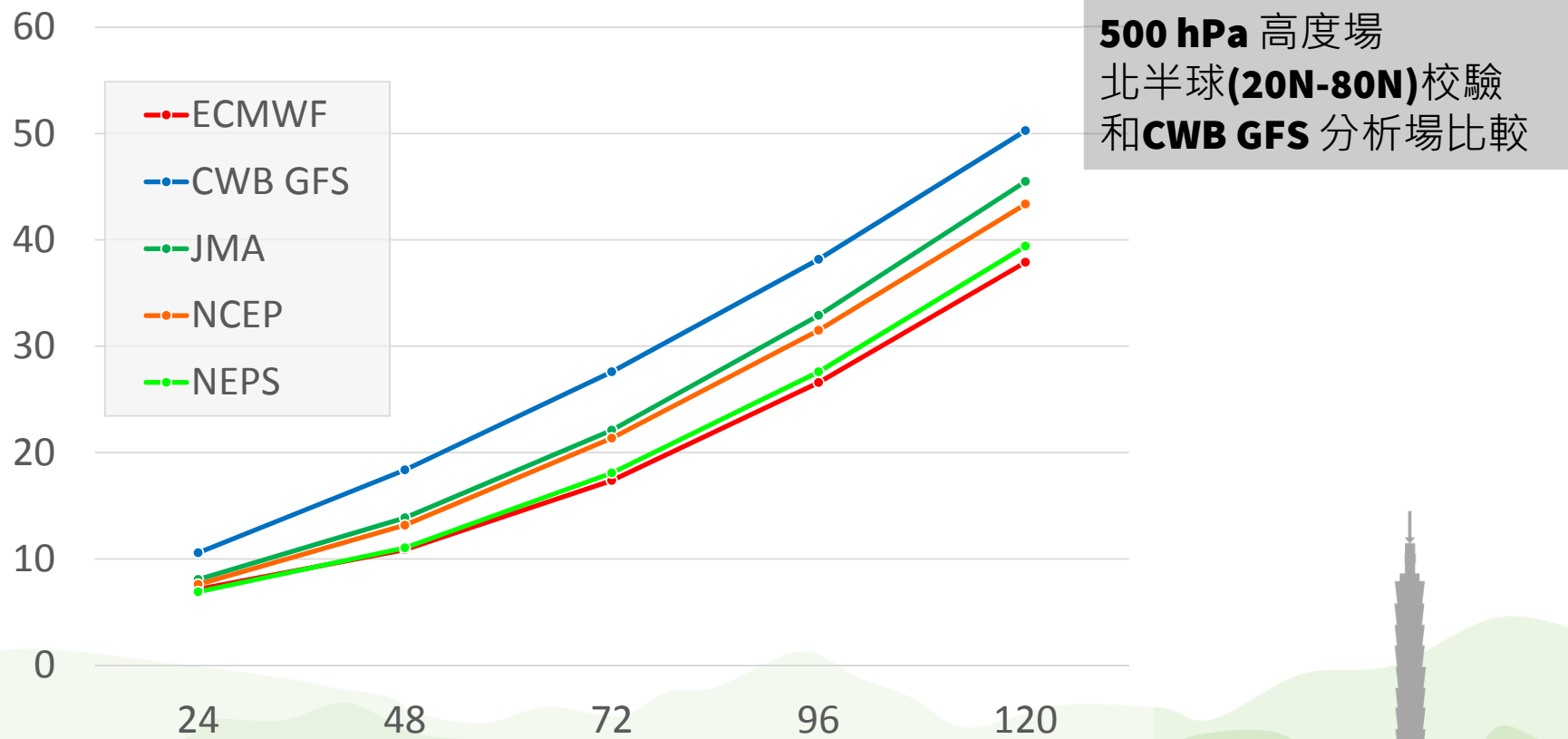


500 hPa 高度場  
120小時預測  
0.5度校驗  
北半球(20N-80N)校驗  
和CWB GFS 分析場比較

EPNA : ECMWF  
DPNA : CWB GFS  
JPNA : JMA  
NPNA : NCEP  
XPNA : NEPS

ME:NEPS準於ECMWF  
RMSE:NEPS和略低於ECMWF

# 3個月平均預測誤差增長圖(RMSE)



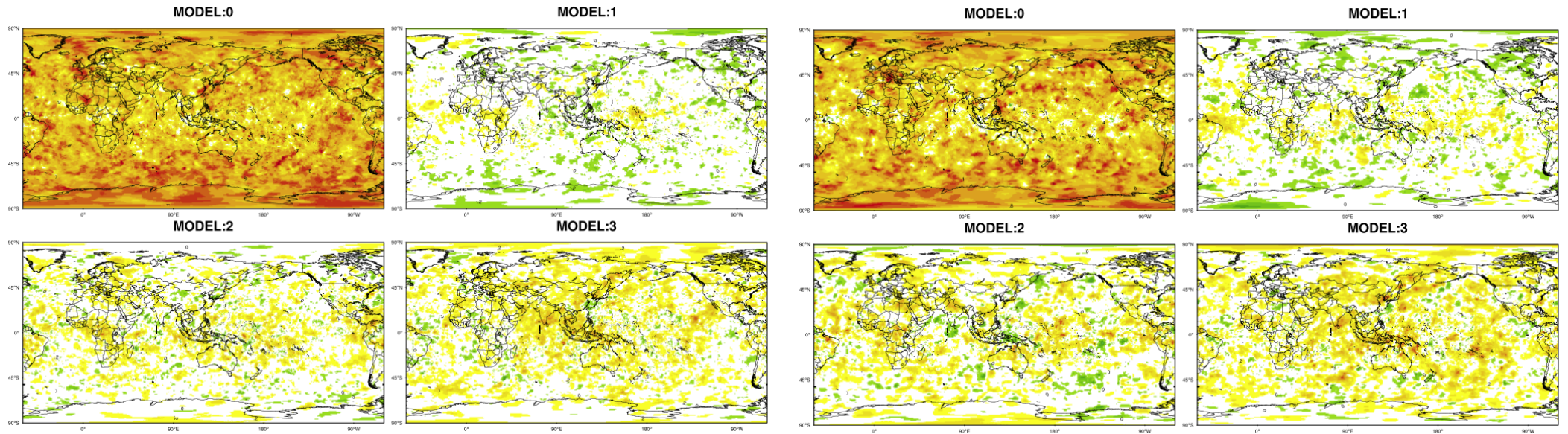
# 各模式預測權重分配

500 hPa 高度場  
Case: 2018033100

24小時預測

ECMWF	CWB GFS
JMA GFS	NCEP GFS

48小時預測



權重隨時間於各格點上有所調整，**ECMWF** 權重有明顯降低

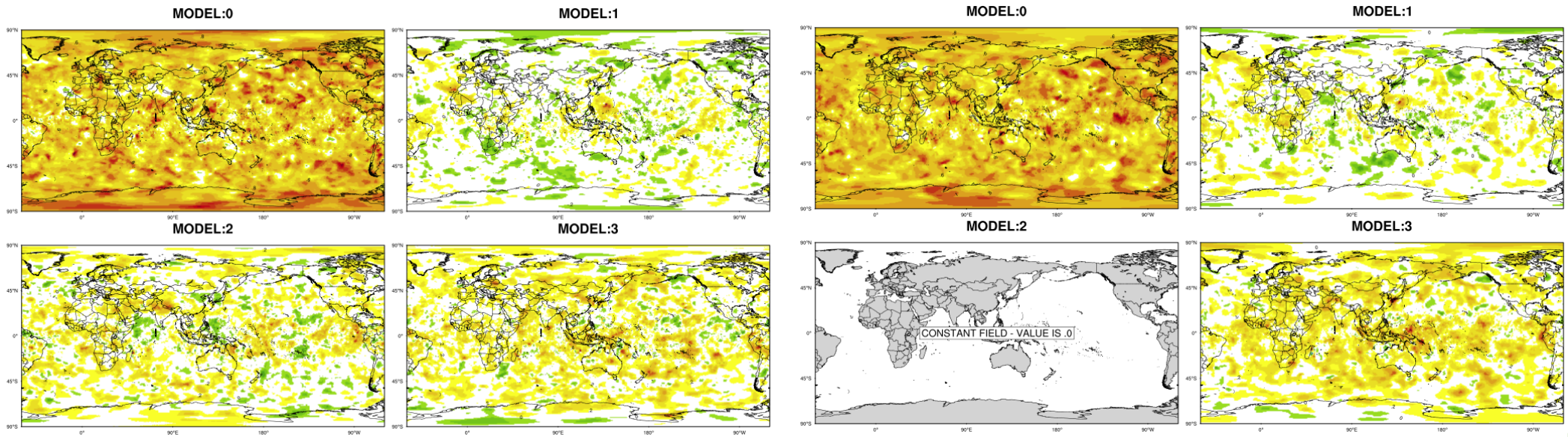
# 各模式預測權重分配

500 hPa 高度場  
Case: 2018033100

72小時預測

ECMWF	CWB GFS
JMA GFS	NCEP GFS

96小時預測



權重隨時間於各格點上有所調整，**ECMWF** 權重有明顯降低

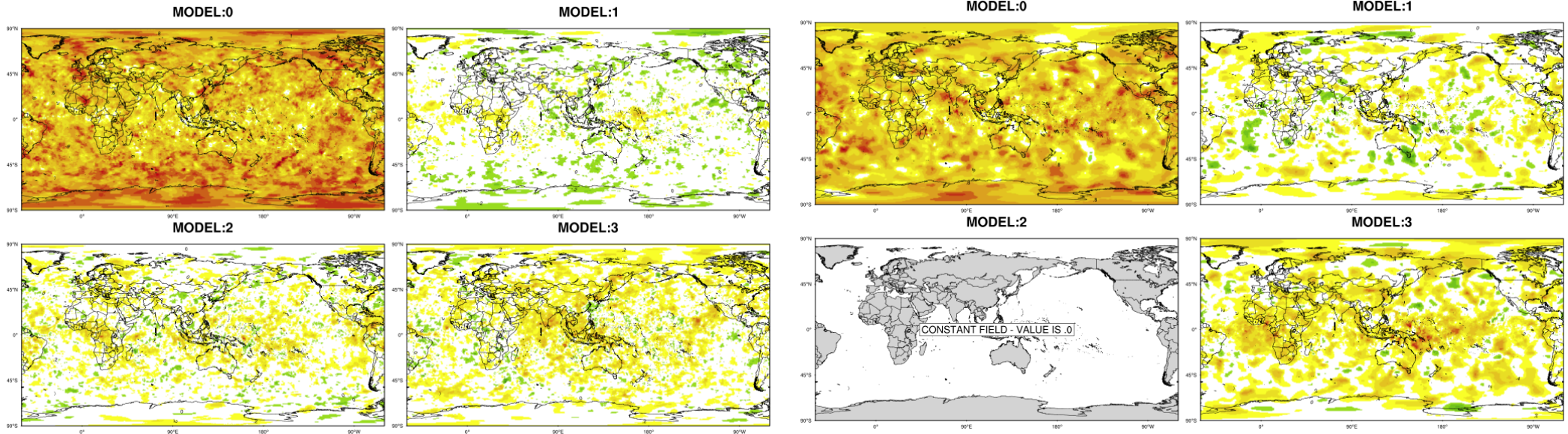
# 各模式預測權重分配

500 hPa 高度場  
Case: 2018033100

24小時預測

ECMWF	CWB GFS
JMA GFS	NCEP GFS

120小時預測

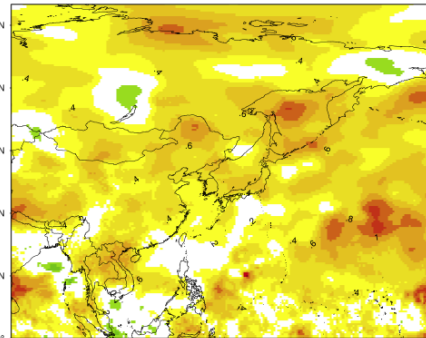


權重隨時間於各格點上有所調整，**ECMWF** 權重有明顯降低

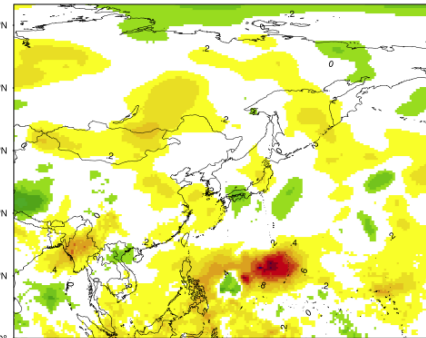
# 各模式預測權重分配 12Z RUN

24小時

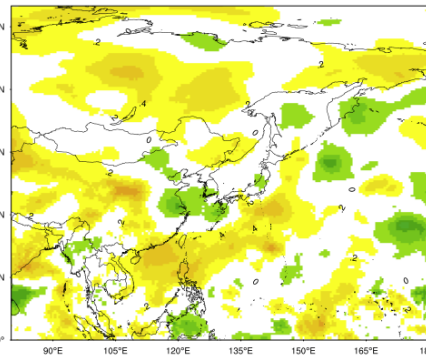
MODEL:0



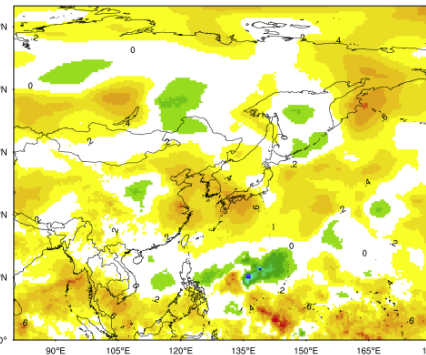
MODEL:1



MODEL:2



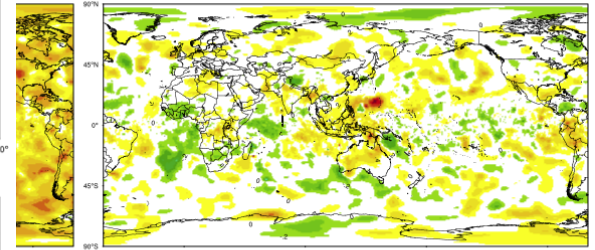
MODEL:3



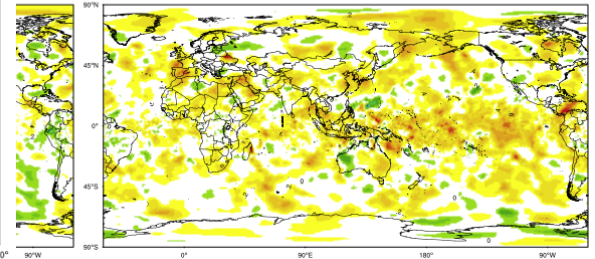
1時預測

500 hPa 高度場  
Case: 20180331012

MODEL:1



MODEL:3



權重隨時間於各格點上有所調整，ECMWF 權重有明顯降低



# 展期天氣預測

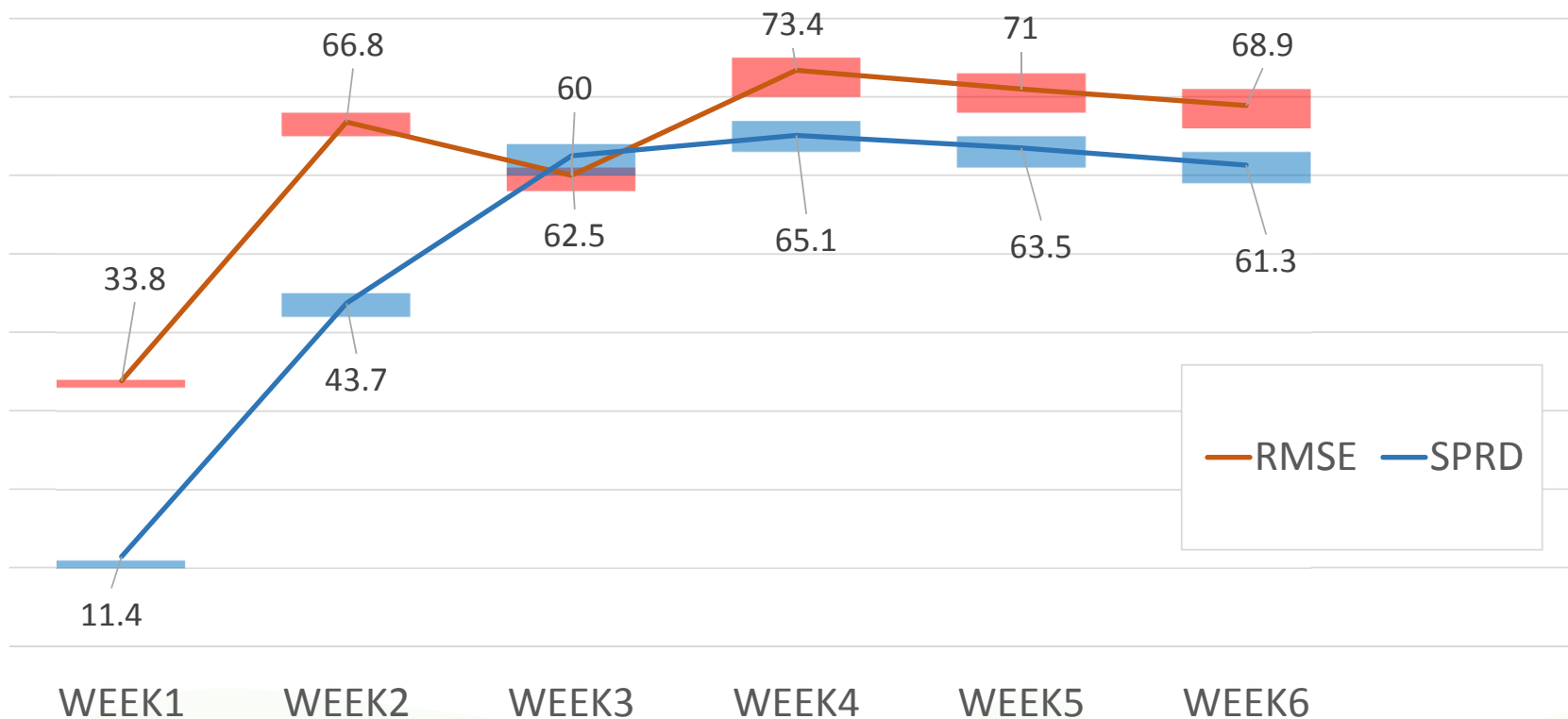
---

查看新一代系集預測系統校驗分析

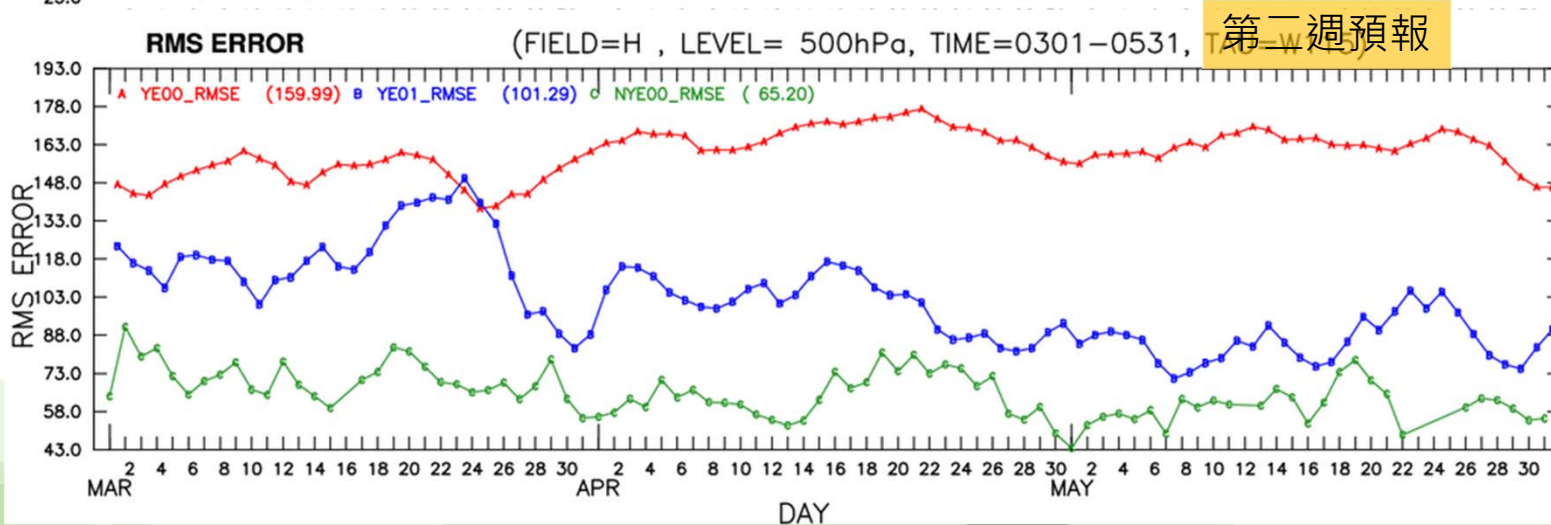
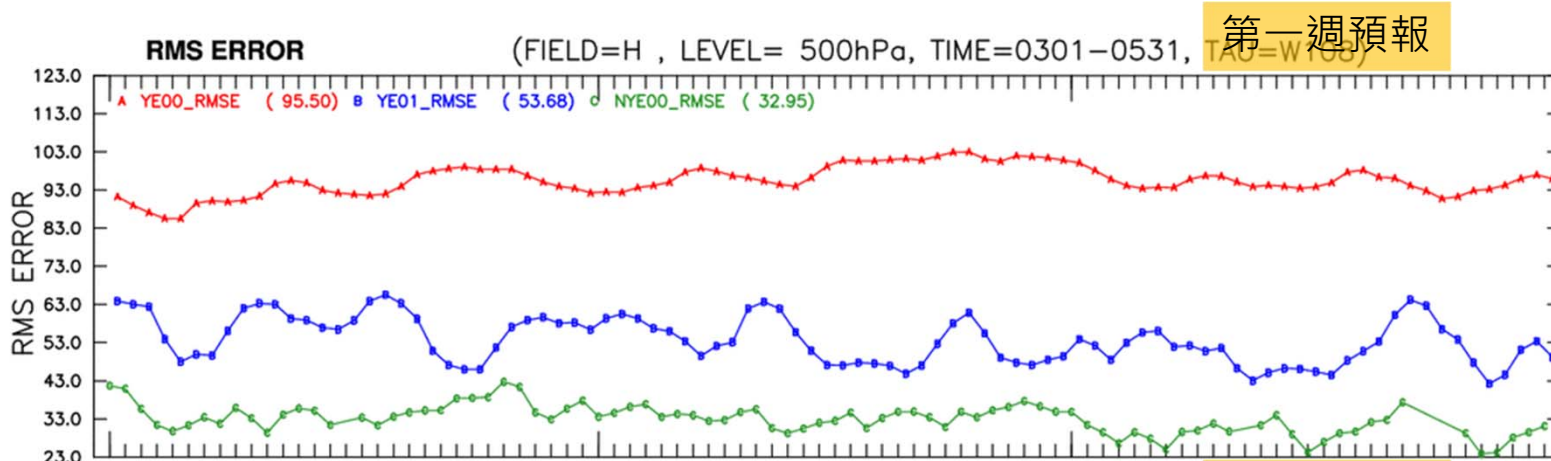


# 展期預測3個月(3-5月)校驗平均時序圖

500 hPa 高度場週平均預報得分(北半球, 20N-80N)



# 和原有系集預測系統比較



**500 hPa 高度場**  
(北半球, 20N-80N)  
週平均預報得分

**2.5度校驗**

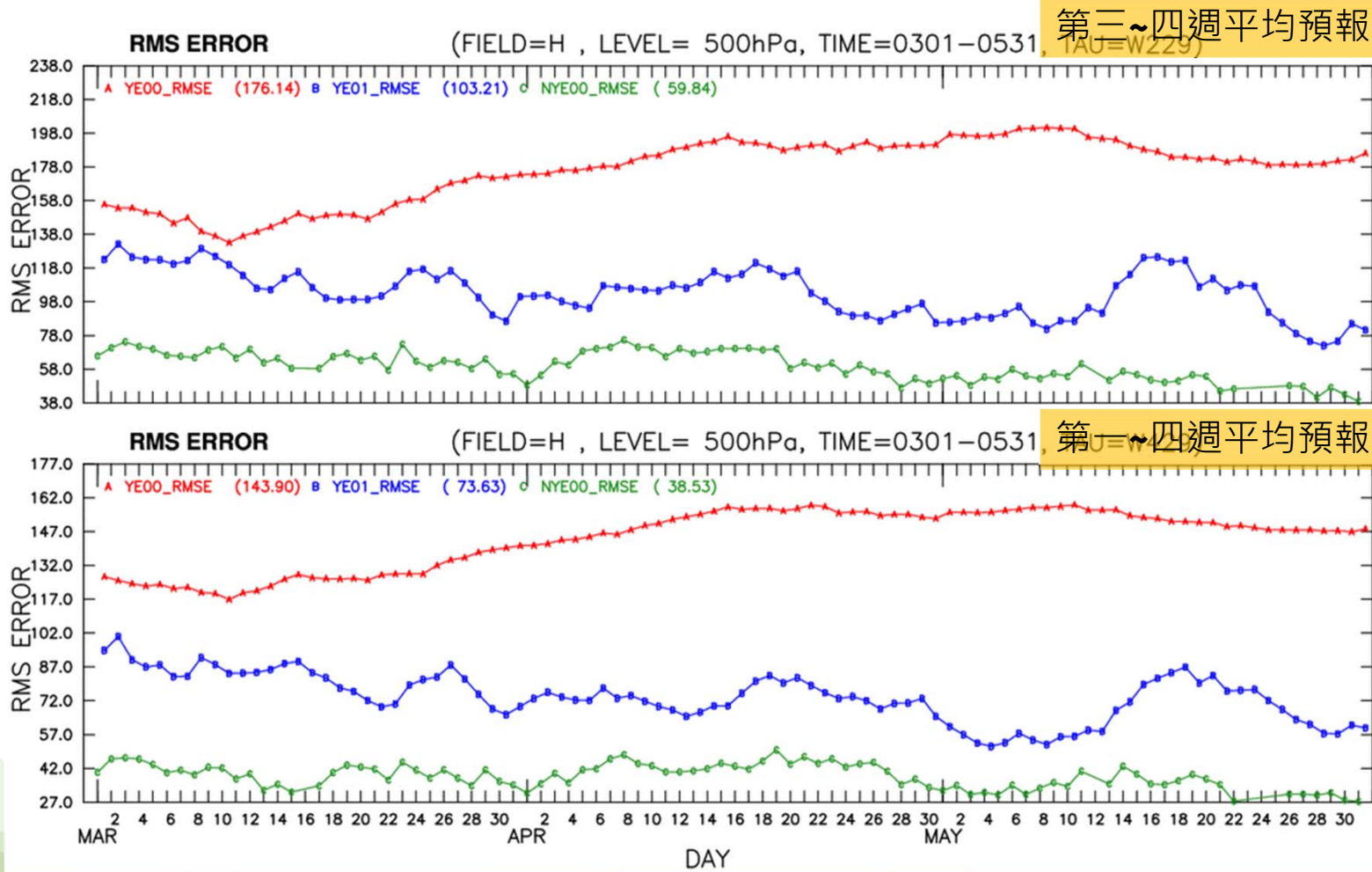
作業時間延遲系集平均預  
測產品

作業時間延遲系及平均偏  
差修正後產品

**NEPS** 新一代系集預測產  
品



# 和原有系集預測系統比較



**500 hPa 高度場**  
(北半球, 20N-80N)  
週平均預報得分

**2.5度校驗**

作業時間延遲系集平均預  
測產品

作業時間延遲系及平均偏  
差修正後產品

**NEPS** 新一代系集預測產  
品



# 總結

- 短期預測

提升資料解析度可以解析更細天氣現象，平均預測時間可以比擬**ECMWF**預測，其模式隨著預測時間增加，甚至部分預測時間可以比起**ECMWF**決定性預報好。

- 展期預測

更換**CWB GEPS**產品進行預測，產品預測準確度顯著性增加，且提供機率預測產品，更可以給下游使用者進行更好的判斷。

- 未來增加展期預測機率產品應用。



謝謝

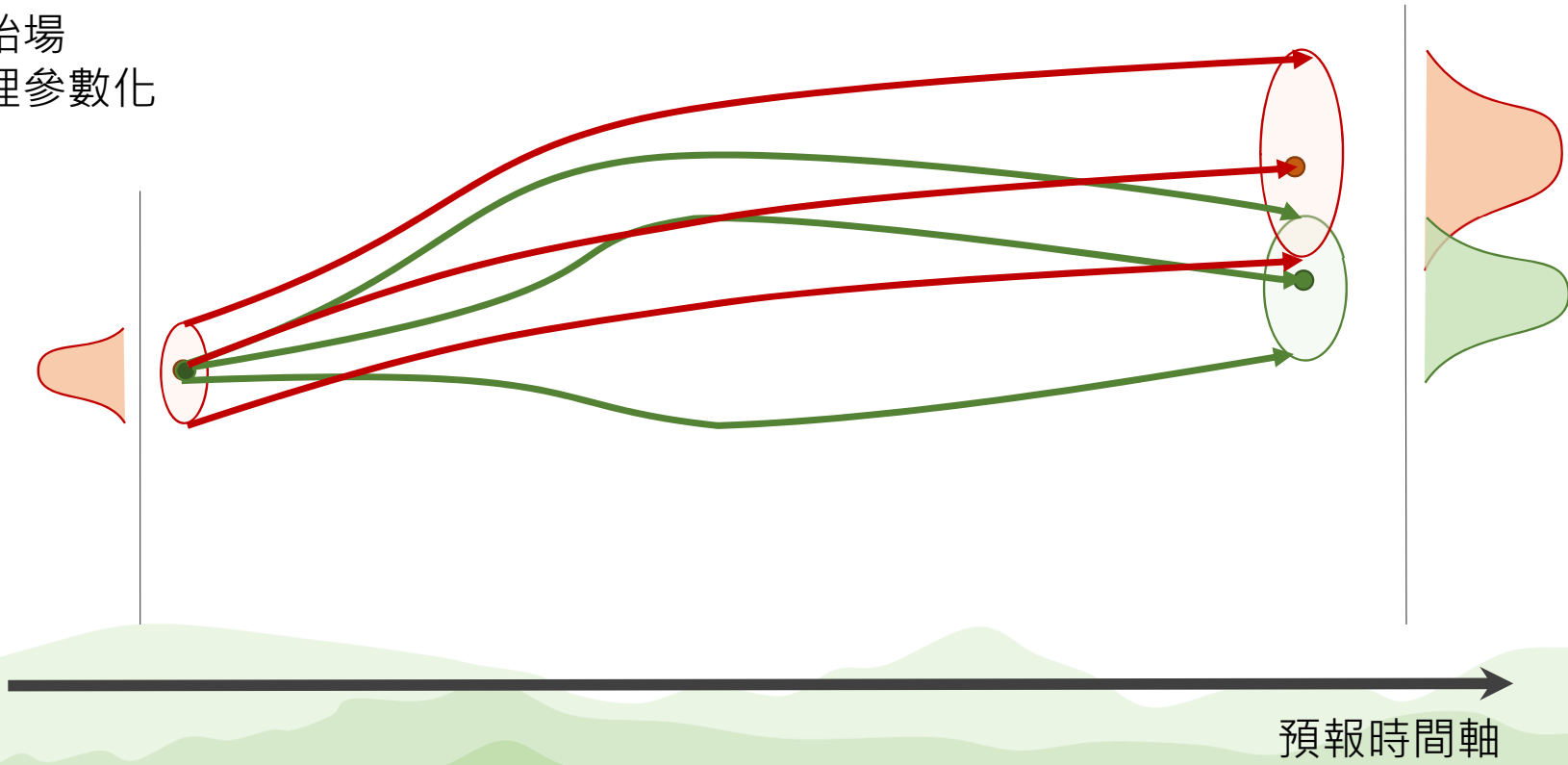




# 多模式系集預報概念

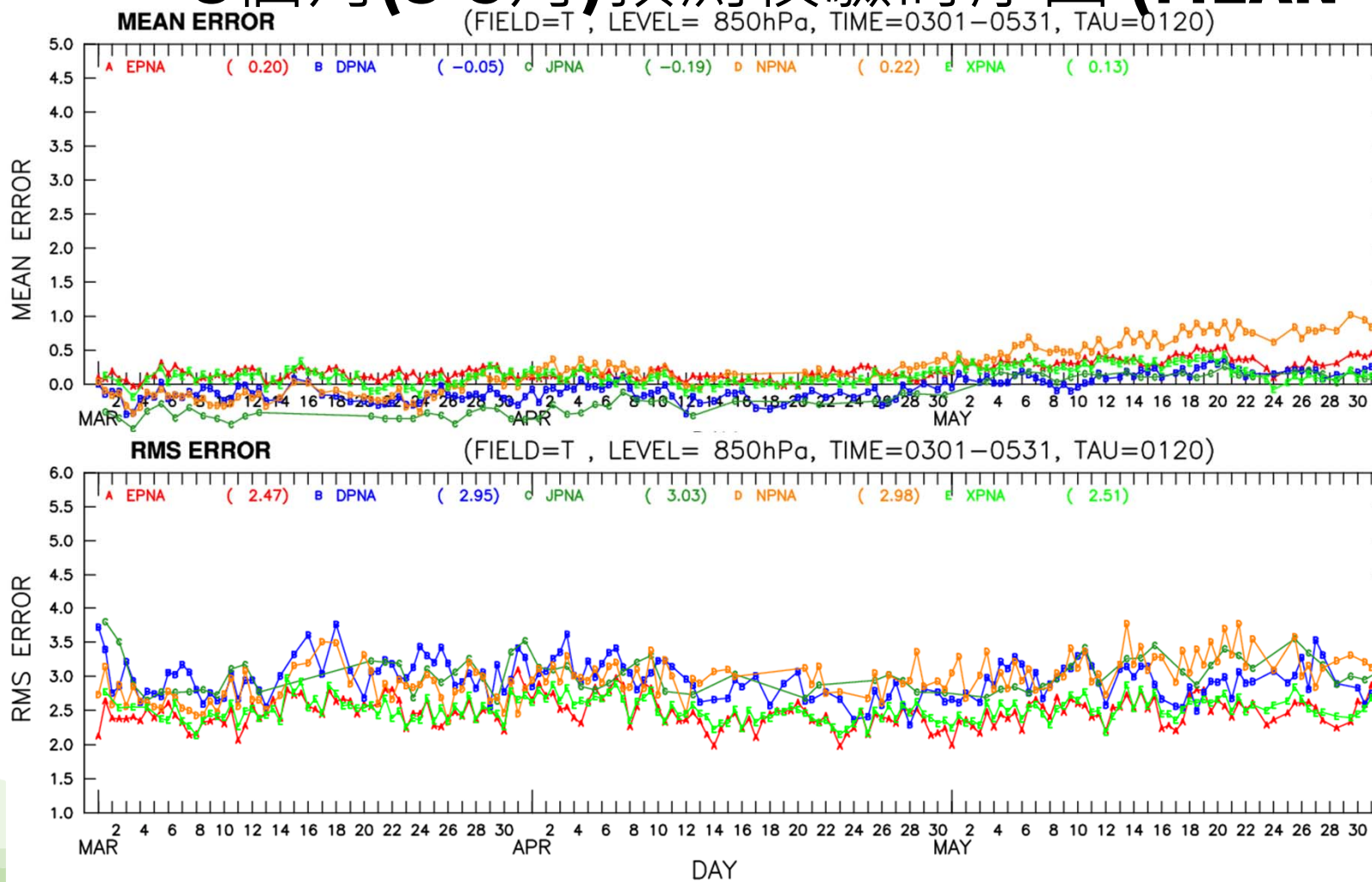
**if**(你有個不完整的觀測資料.**or**.你有個不完美的模式)**then**  
你會有個不一定完全正確的預測結果  
**end**

1. 使用不同初始場
2. 使用不同物理參數化





# 3個月(3-5月)預測校驗時序圖 (MEAN、RMSE)



850 hPa 溫度場  
120小時預測  
0.5度校驗  
北半球(20N-80N)校驗  
和CWB GFS 分析場比較

- EPNA : ECMWF
- DPNA : CWB GFS
- JPNA : JMA
- NPNA : NCEP
- XPNA : NEPS

