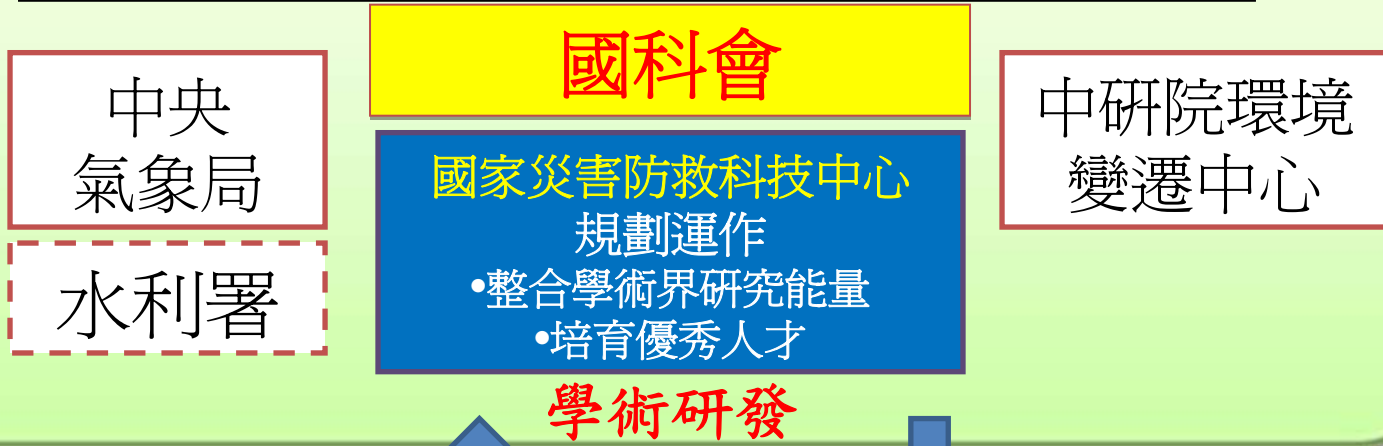


氣候變遷現象分析與推估之整合應用-以春季不降雨日為例

張振瑋 朱容練 吳宜昭 黃柏誠
國家災害防救科技中心

TCCIP資訊平台推動架構

台灣氣候變遷衝擊研究與資訊平台



國際接軌

落實應用

•日本氣候變遷革新計畫

高解析氣候模式 (20KM) 資料

(包含AR4與AR5氣候推估資料)

Present: 1979-2003

Near Future: 2015-2039

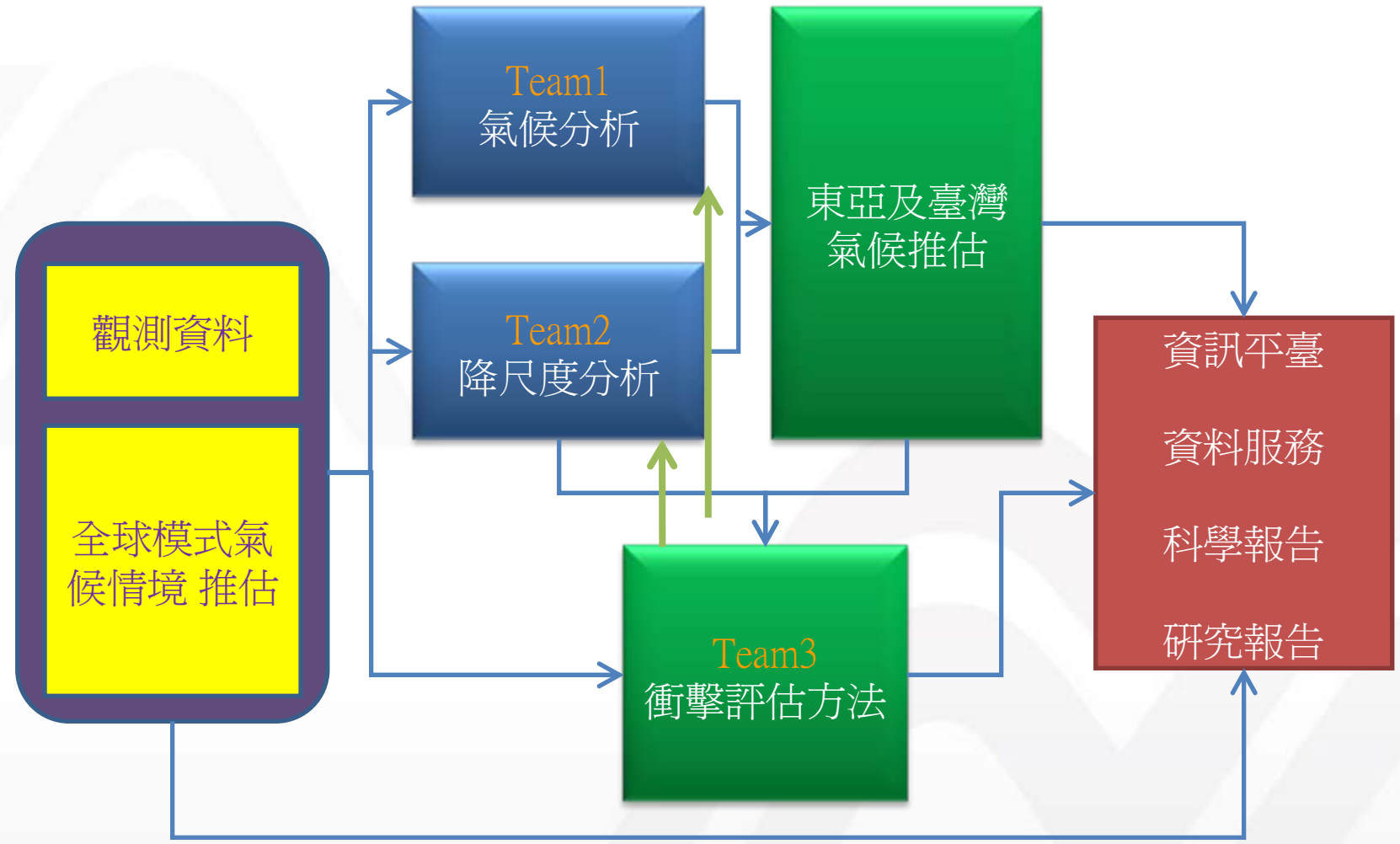
Future : 2075-2099

•IPCC 資料分析

行政院各部門發展計畫 與調適策略



TCCIP各工作小組運作架構



Team 1

分析與推估結果
Precipitation-FMA

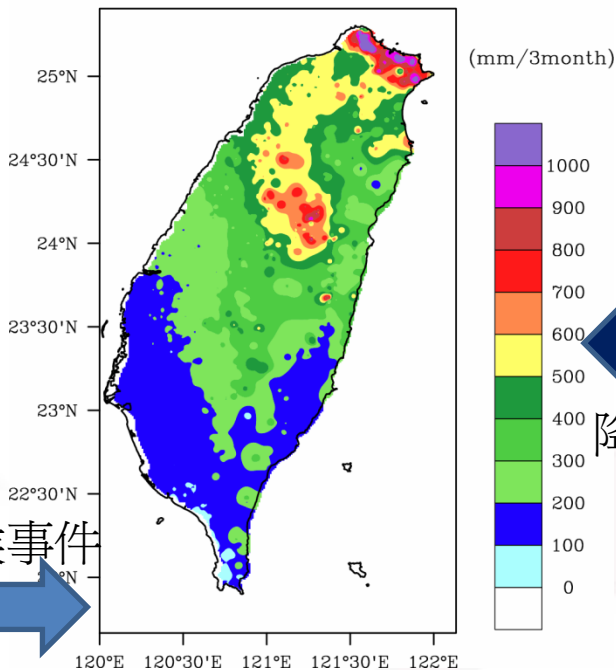
Team 2

gov.tw

氣候變異與未來情境推估 (觀測資料與GCM模擬)

- 長期觀測資料均一化與網格化
 - 台灣區域降雨變異
 - 度量因子選定
- 未來情境模式挑選
- 未來環境變異趨勢

天候事件



統計降尺度

- GCM降尺度推估
- 區域氣候特性
- 不確定性分析

動力降尺度

- 高解析暴雨變異
- 高解析颱風變異
- 高解析梅雨變異

衝擊評估

Team 3

極端氣候變異與災害衝擊

大尺度氣候變遷趨勢

TCCIP計畫資料流

Team1

測站降雨均一化資料
(日、月)

1

5Km/1Km降雨網格化
資料(月、日)

2

5Km/1Km溫度(月均、
最高、最低)網格化資料
(月、日)

3

統計

25Km月降雨統計降尺度
推估(20C3M、24個模
式、三情境)

4

50Km月溫度統計降尺度
推估(20C3M、24個模
式、三情境)

5

5Km月降雨/溫度統計降
尺度推估(20C3M、24個
模式、三情境)

6

Team2

IPCC AR4
CGCM模式資
料

A

MRI 20KmGCM
模式資料

B

WRF 5Km動力降尺度
推估(單一情境)

7

MRI 60Km AGCM模
式多情境資料

C

動力

5

計畫產出

氣候模式

需求端

需求端

Team3

氣候變遷之MRI降雨頻率分析

2

7

B

C

依據水文需求評估氣候變遷
下颱風特性之改變

7

四大流域流量模擬衝
擊評估

1

4

WG全台日資料繁衍

1

3

4

5

6

長延時日降雨之繁衍模
式

4

6

氣候變遷颱風特性之改變

7

極端颱風事件流量模擬之災
害衝擊風險分析

7

5

問題

IPCC AR4 24個模式推估結果該如何應用？

Climate : 24個皆參考+ Ensemble Mean

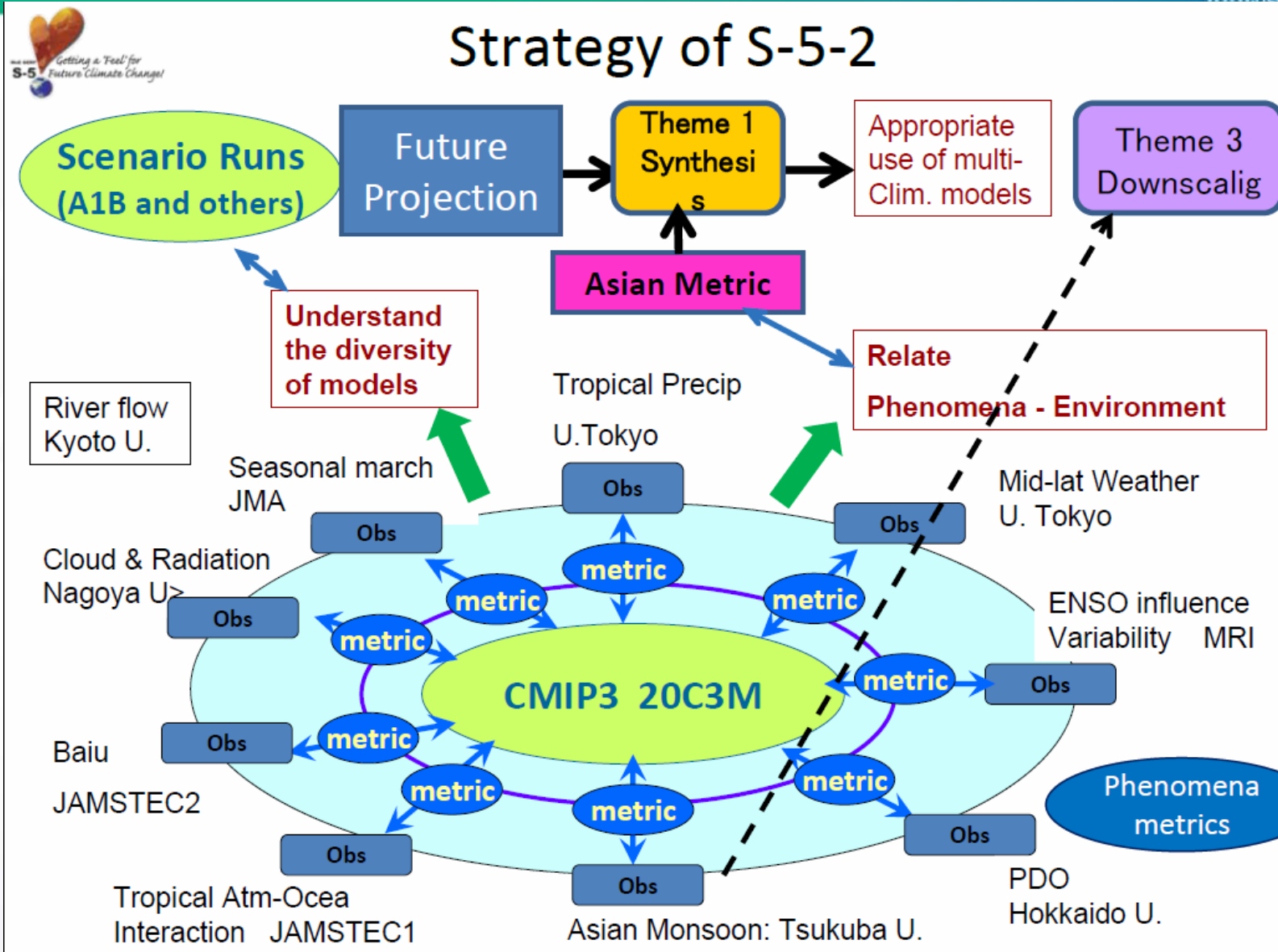
Other : 請告訴我該相信哪一個？

相對於GCM，臺灣空間尺度大都無法解析，
該如何評斷GCM對台灣降雨之模擬能力？

- 源由：
過去兩年計畫執行上發現，應用端在模擬未來情境之**模式挑選**上有其**困難度**，本研究藉由透過科學判斷建立推估系統，有助於應用端挑選模式，模擬未來情境。
- 目的：
針對不同影響臺灣之天候事件，找出其**度量因子** (phenomena metrics)，再藉由度量因子檢視IPCC AR4 模式對其模擬能力，挑選適合之模式 (performance metrics)推估未來情境，提供給下游端選擇。
- 目前以AR4為範本，架構建立再運用到**AR5**。

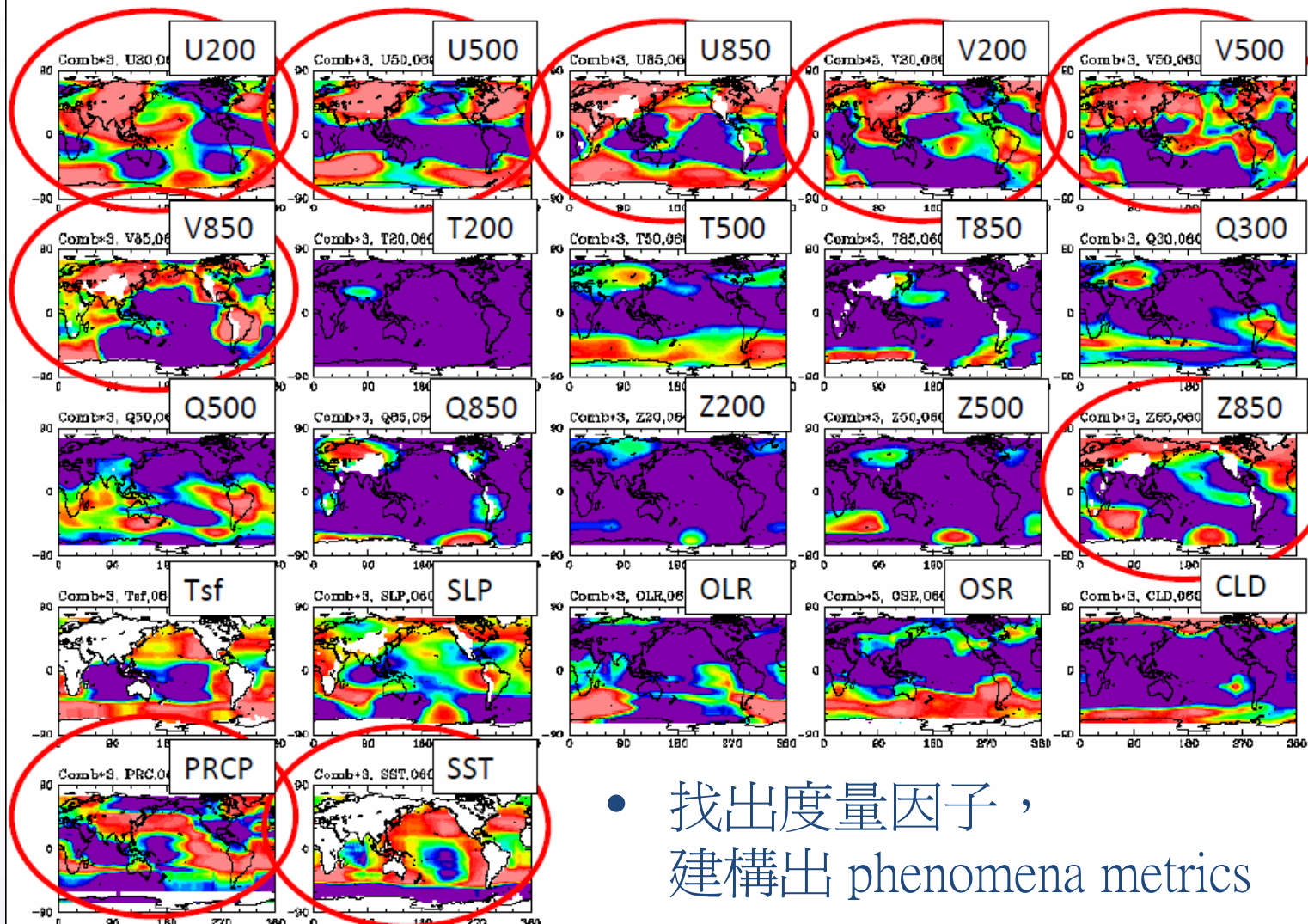
天候事件推估系統

國外操作(以日本爲例)：



metrics(日本爲例)：

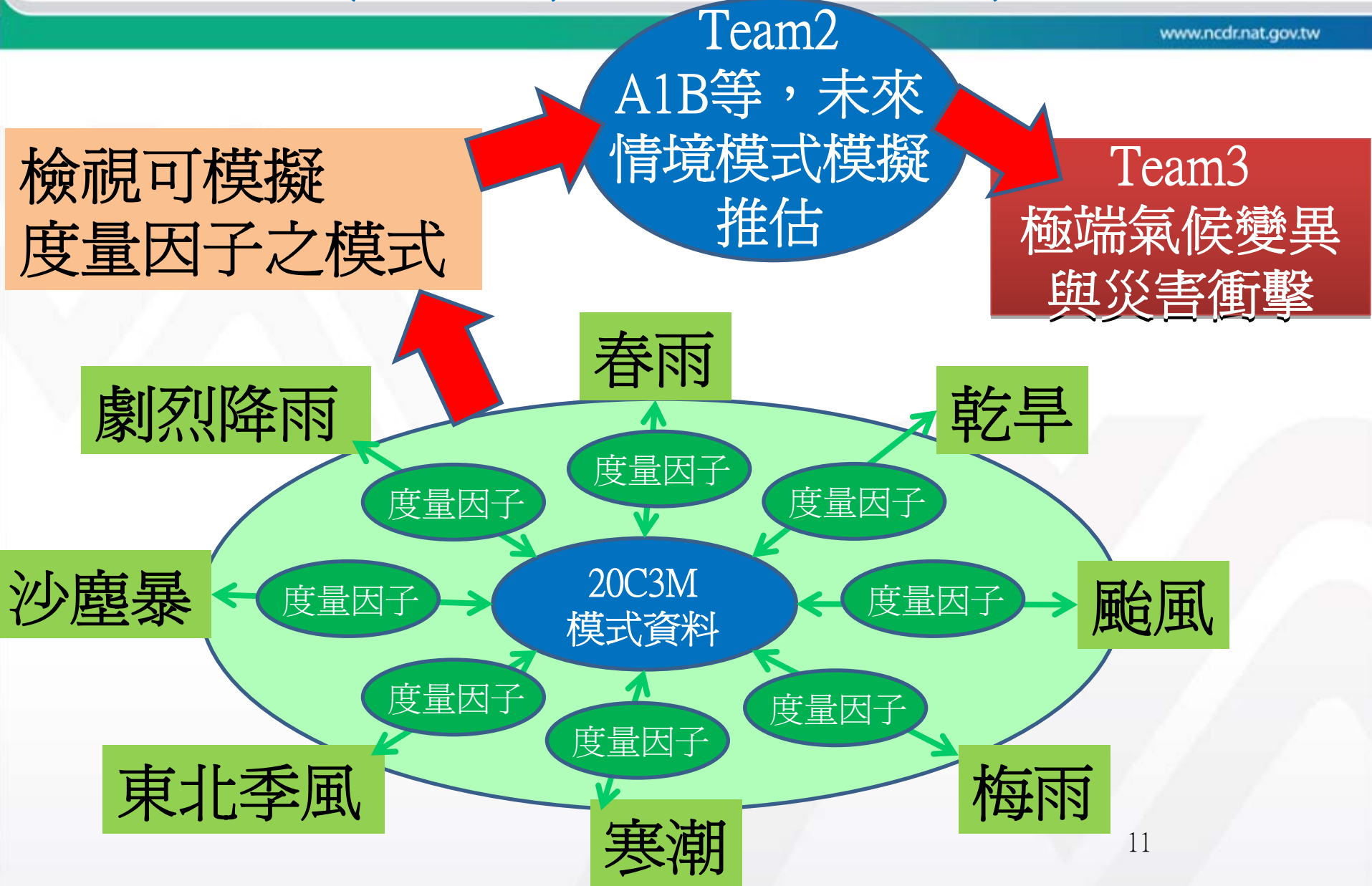
RMSE map of each variable vs combined metric



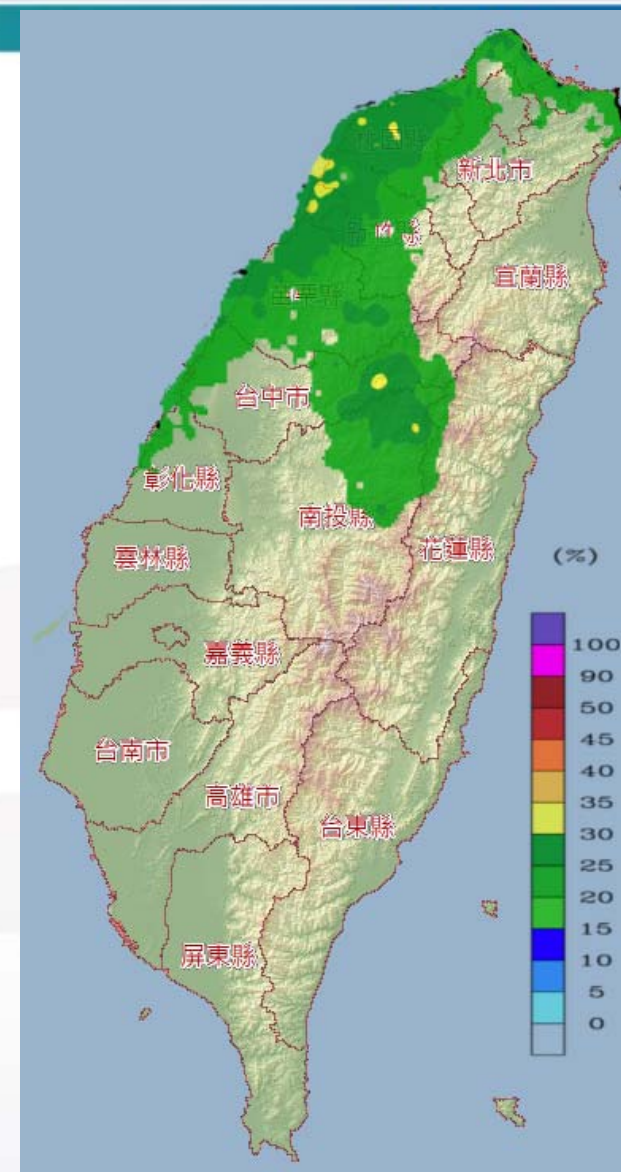
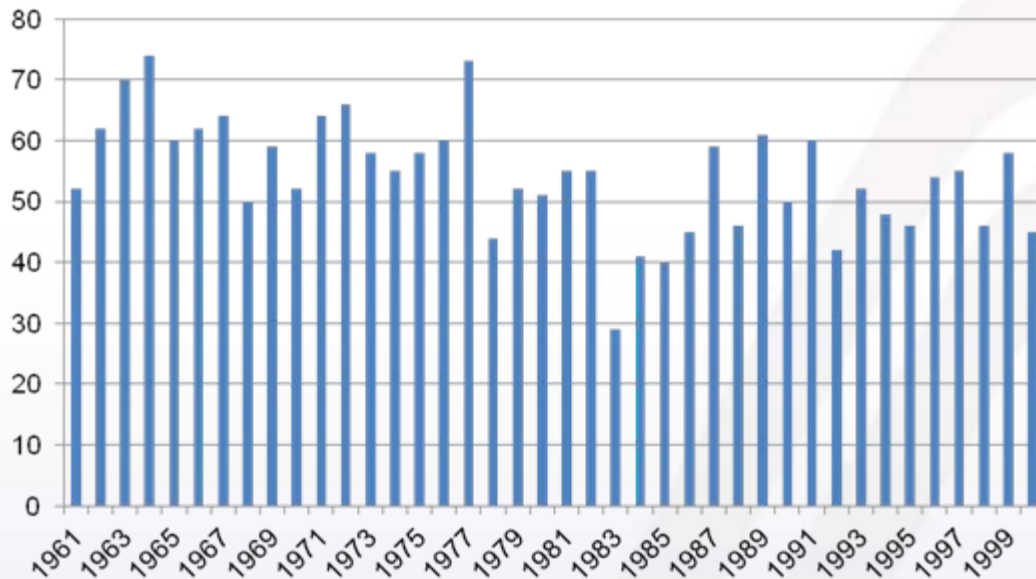
- 找出度量因子，
建構出 phenomena metrics

氣候變遷下，東亞地區天候事件推估系統

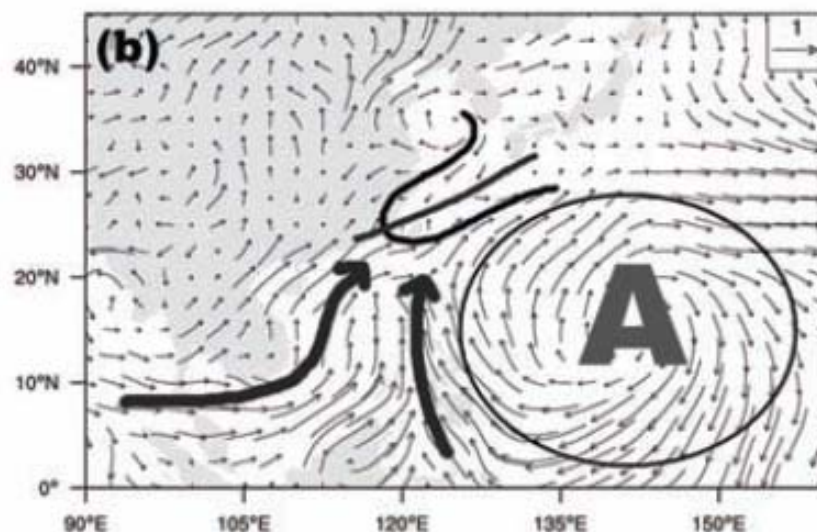
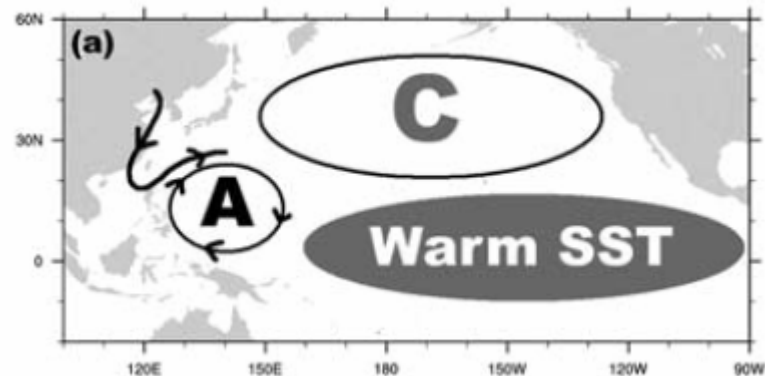
(TEAM1, TEAM2, TEAM3)



- 台灣主要降雨區亦為農業灌溉區域，(由農委會農糧署提供之台灣中北部地區第一期稻作之產量占全台40%)若雨量有所變化，將直接影響到農作。
- 平均該區每年之不降雨日數，當作該年之不降雨日數，因此該區每年不降雨日數如下表，

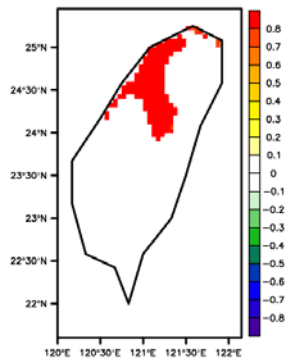


- 藉由洪致文春雨研究，
- 推估phenomena metrics
- 由圖可見台灣地區於FMA，台灣春雨偏多。
- 主因包括：
- 925hPa 台灣南部偏南風
- 925hPa 環流配置
- 海溫分布

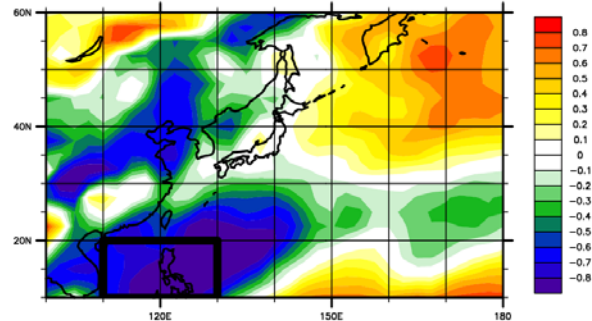


- 右圖為北台灣FMA不降雨日與V925hPa，做SVD之第一模態
- 由圖可見，不降雨日與V925於台灣南部地區有負相關。
- 此可相對應到HUNG的結論。
- 因此，可以該區之V925當作FMA不降雨日之phenomena metrics

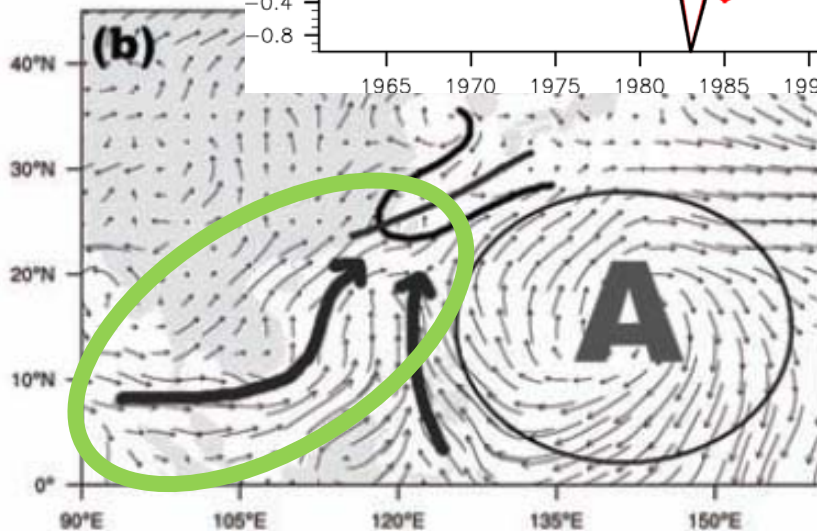
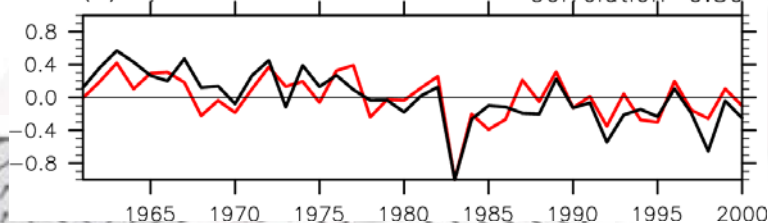
(A)SVD1no rain day-FMA



(B)SVD1 V925 SCF=83.31%

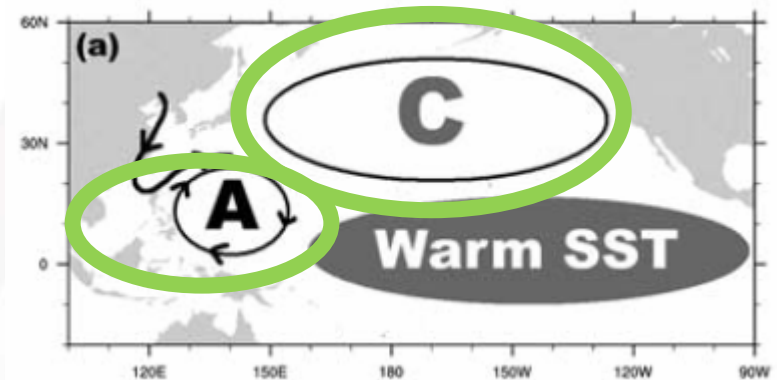
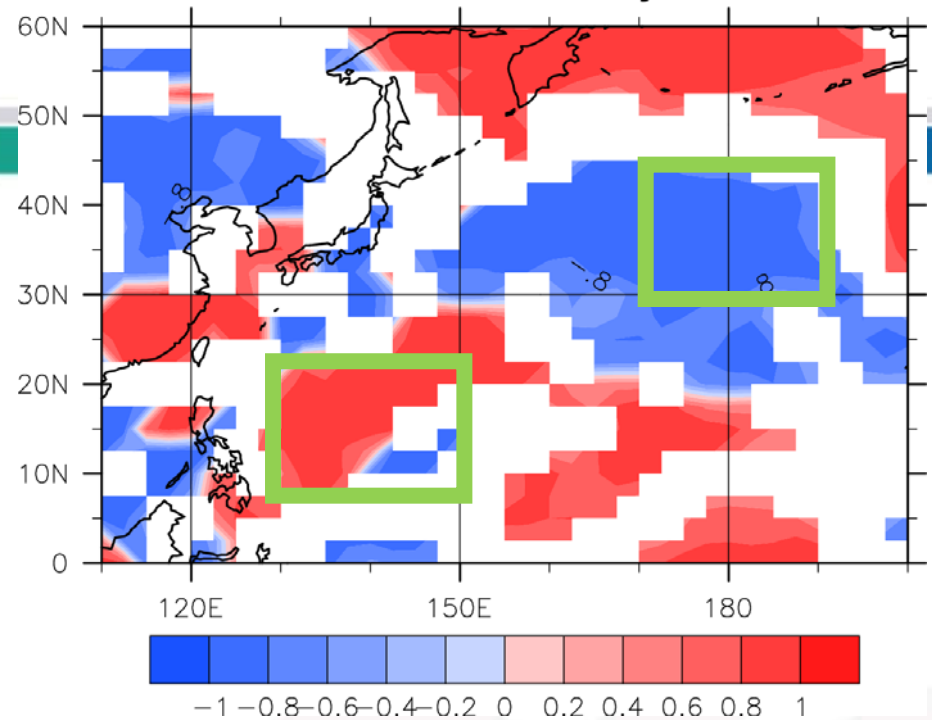


(C)Expansion coefficient Correlation=0.80



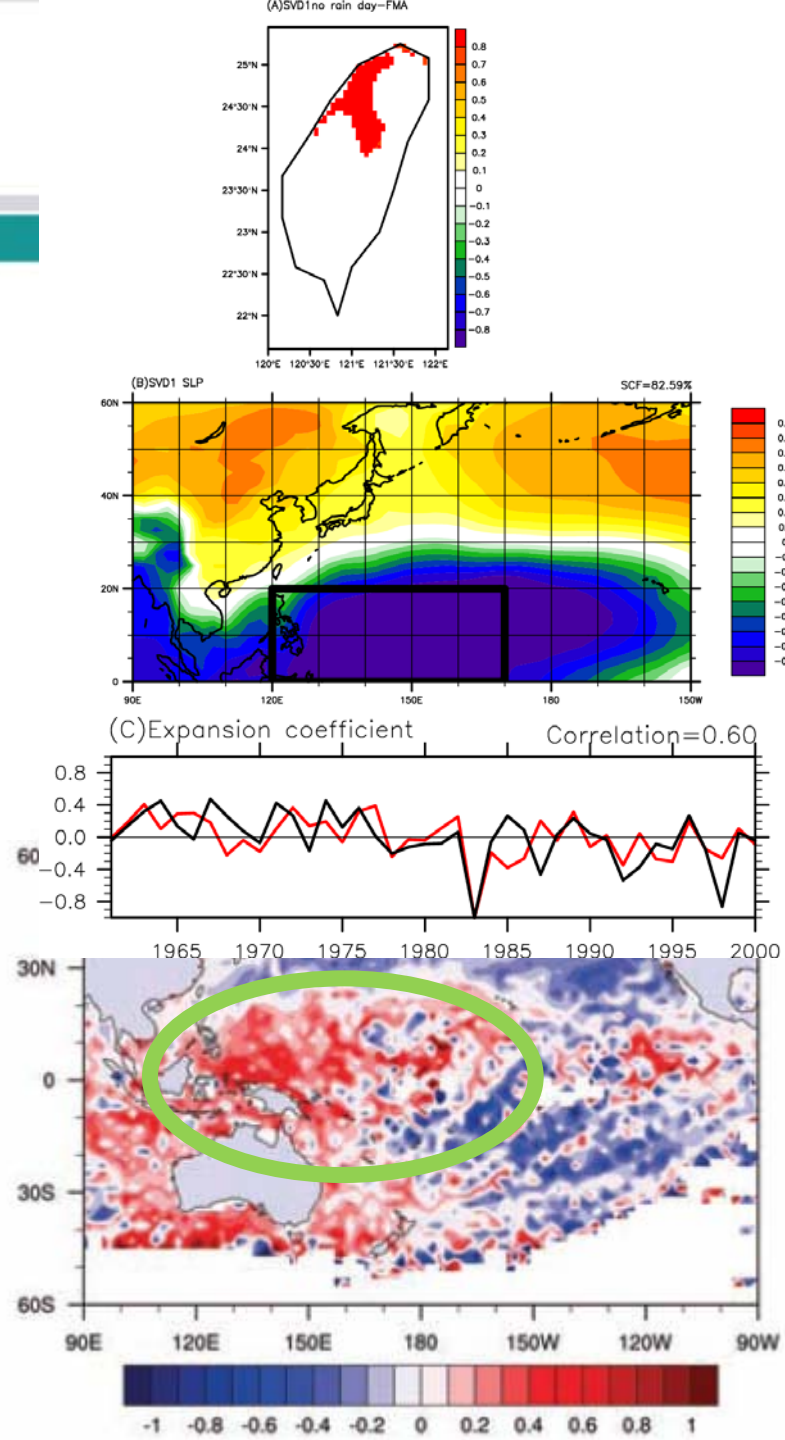
- 上頁討論之台灣南部南風影響，由HUNG指出是因太平洋地區環流配置所導致(右下圖)
- 左上為北台灣FMA不降雨日與輻散場200hPa，在做12年滑動平均後之相關性分布(因925輻散場相關很亂)
- 主要兩區域的訊號都顯示有相關

DIV200 vs no rain day-FMA

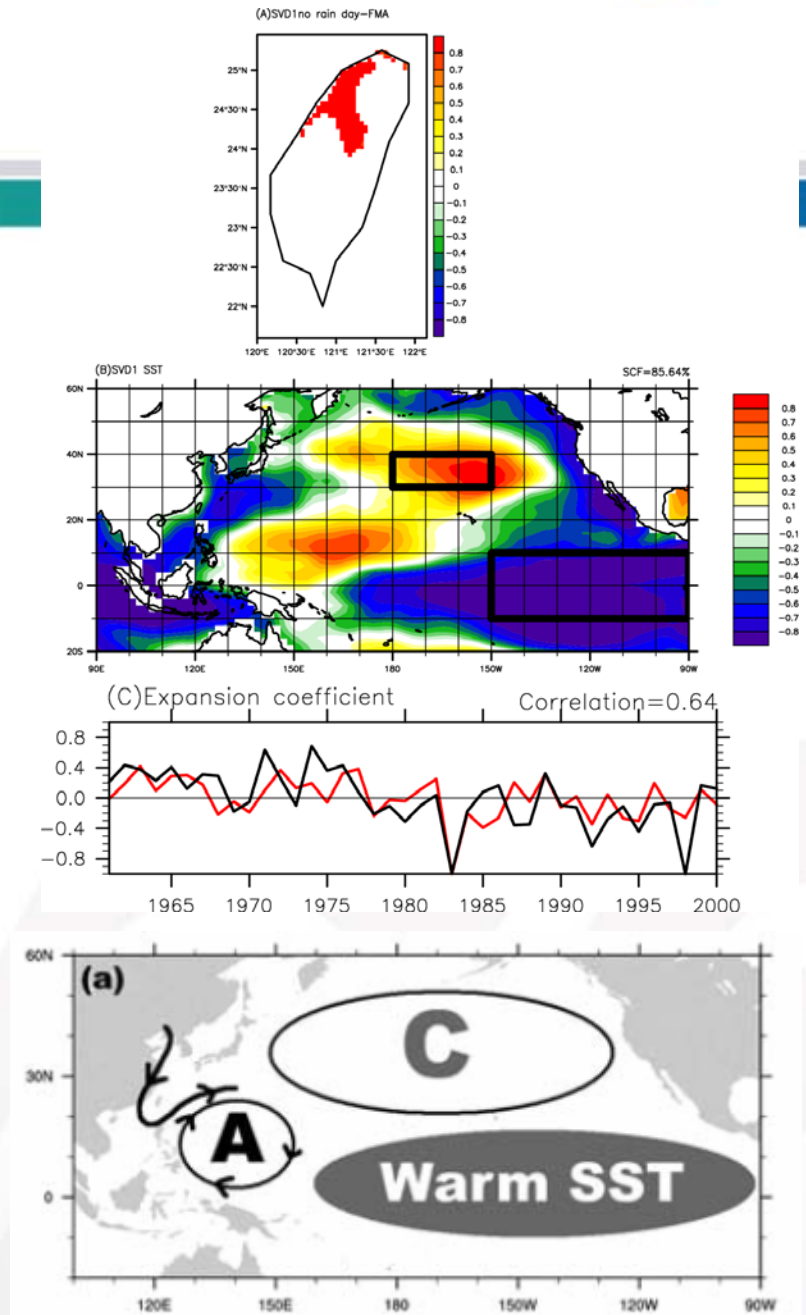


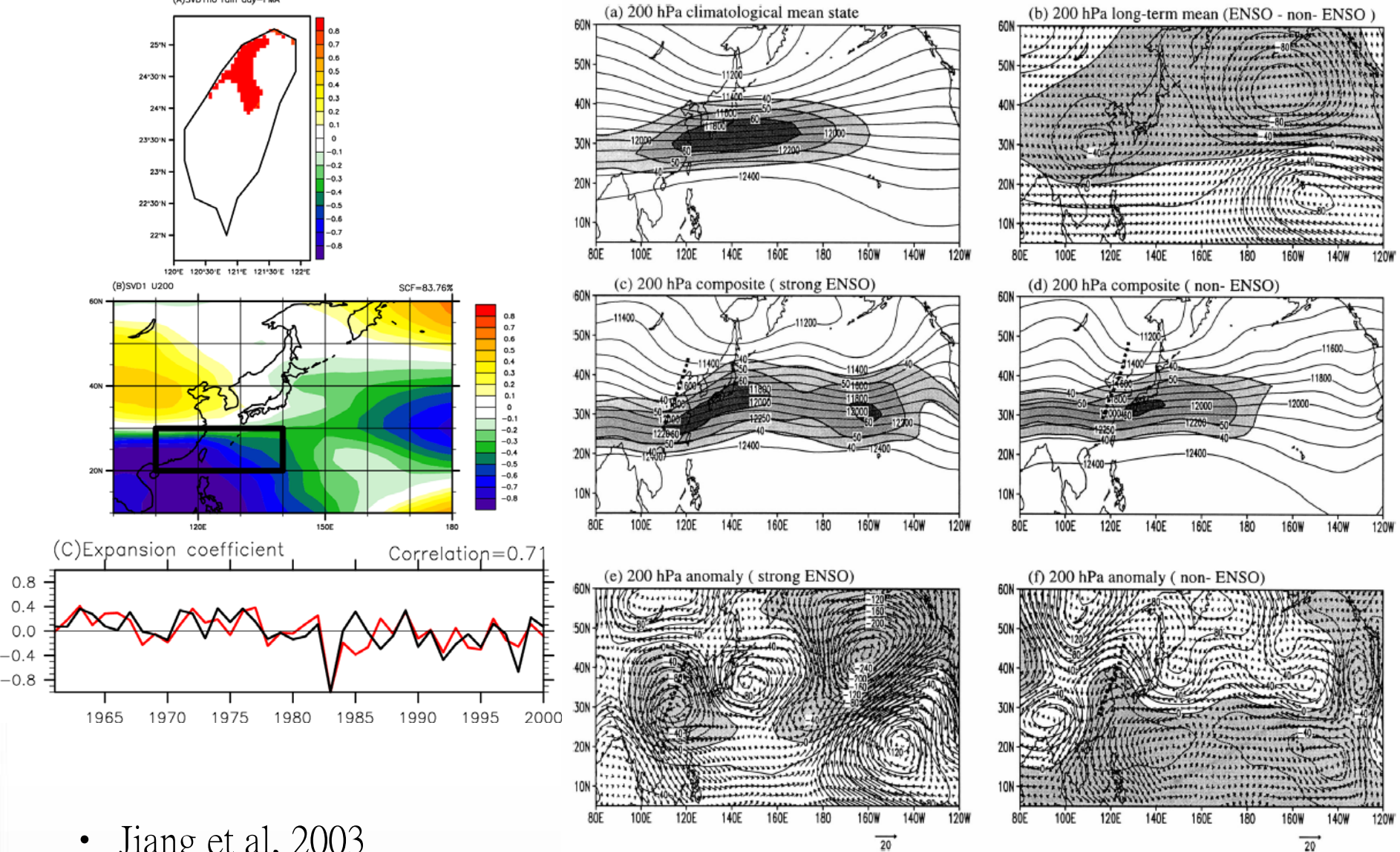
- 接上頁，亦可用海平面氣壓表示之，
- 其結果與HUNG文中相同，
- 因此，可以該區之SLP當作FMA不降雨日之phenomena metrics

Correlation coefficients
between



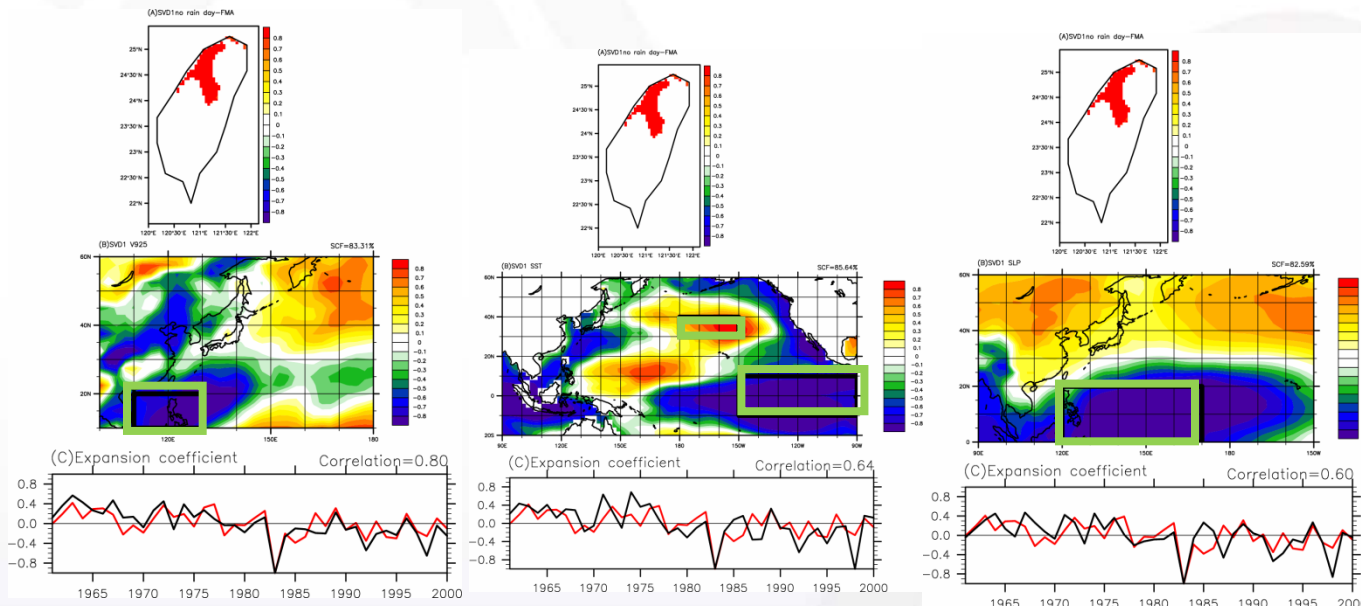
- 此外，因HUNG所提之春雨研究內容與PDO有關，PDO又以太平洋地區海溫變異作為指標，
- 因此，右上是SST與不降雨日之相關，
- 可見PDO發生之北太平洋與熱帶東太平洋地區皆與FMA不降雨日有高相關。
- 故可以該兩區之SST當作FMA不降雨日之 phenomena metrics





- Jiang et al, 2003
- 文中提及，台灣春季降雨與ENSO有關，而ENSO時期，台灣北部高空噴流槽位置引發低層上升運動，造成春季時期有強降水。
- 而不降雨日與U200亦有高度負相關，顯示其結果與文章結果相符。
- 因此，可以該區之U200當作FMA不降雨日之phenomena metrics

| 月 | 自然季節 | 天候現象 | 影響 | 度量因子--> | | | | |
|-------------|------|------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---|----------------------------------|
| | | | | V925 | U200 | SLP | SST | Q700 |
| 2 3 4 | 春 | 不降雨日 | 農業、工業、民生用水 | 110E~130E， 10N~20N， 南風分量負相關 | 20N~30N， 110E~140E， 西風分量負相關 | 120E~170E， 0~20N， 輻散負相關。 | 150W~90W， 5S~5N， 輻散負相關。 180~150W， 30N~40N， 輻散正相關 | 110E~130E， 20N~30N， 水汽負相關。 |



透過相關分析，找出春季不降雨日之度量因子，如海溫、氣壓、V風場等

新增模式檢驗方法(結合TEAM2)

THOMAS REICHLER AND JUNSU KIM, 2008

$$e_{vm}^2 = \sum_n \left(w_n (\bar{s}_{vmn} - \bar{o}_{vn})^2 / \sigma_{vn}^2 \right), \quad (1)$$

where \bar{s}_{vmn} is the simulated climatology for climate variable (v), model (m), and grid point (n); \bar{o}_{vn} is the corresponding observed climatology; w_n are proper weights needed for area and mass averaging; and σ_{vn}^2 is the interannual variance from the validating observations.

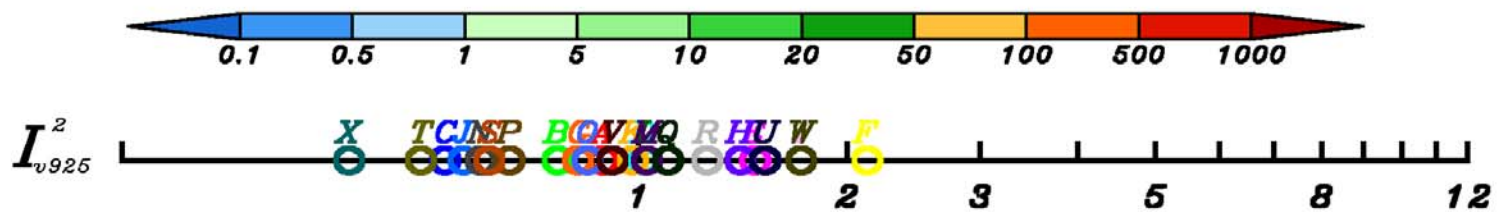
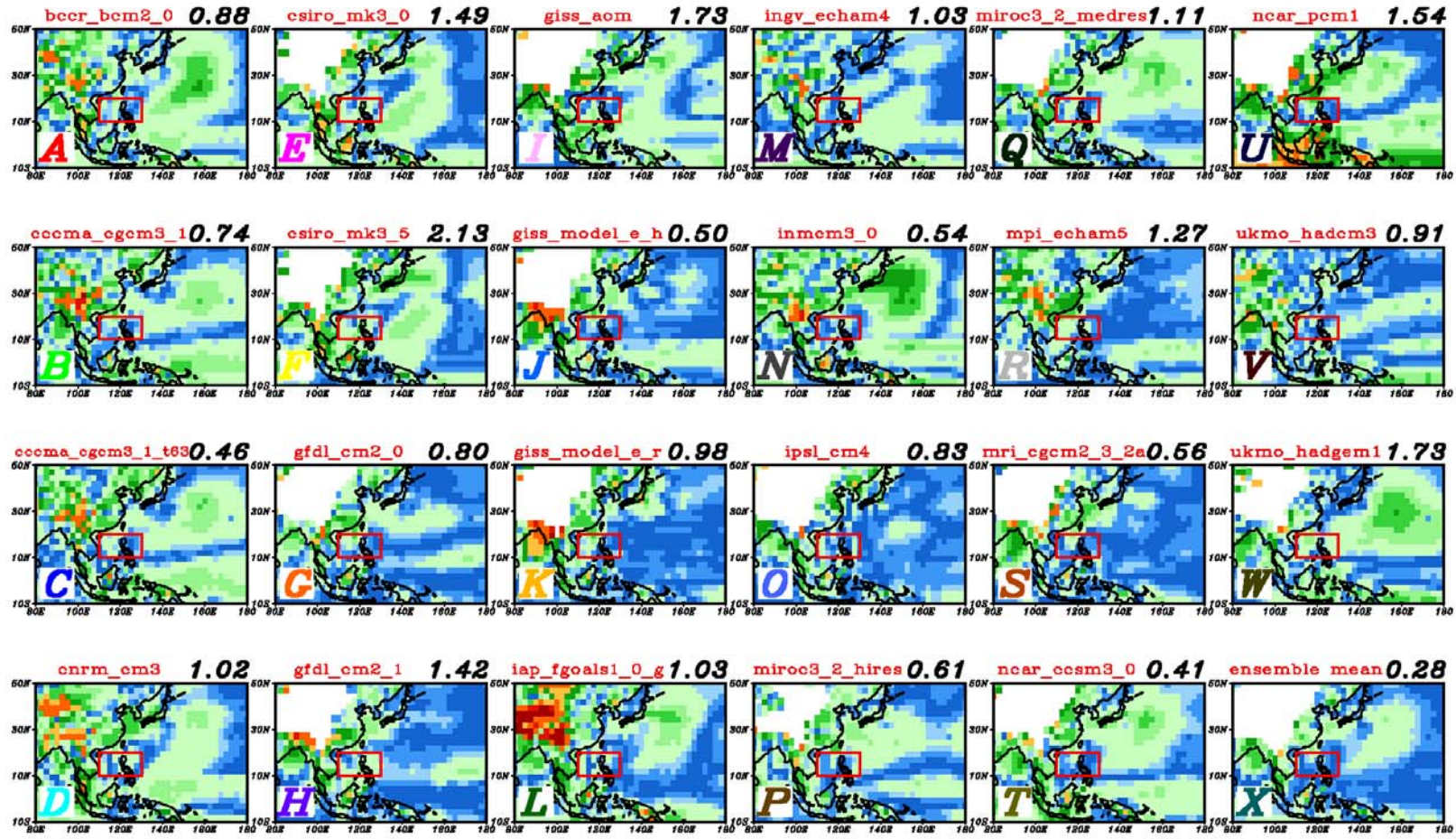
$$I_{vm}^2 = e_{vm}^2 / \overline{e_{vm}^2}^{m=20C3M}, \quad (2)$$

$$I_m^2 = \overline{I_{vm}^2}^v. \quad (3)$$



$$e_{vm}^2 = \sum_H \left(w_H \left(\bar{s}_{vmH} - \bar{o}_{vm} \right)^2 / \sigma_{vm}^2 \right)$$

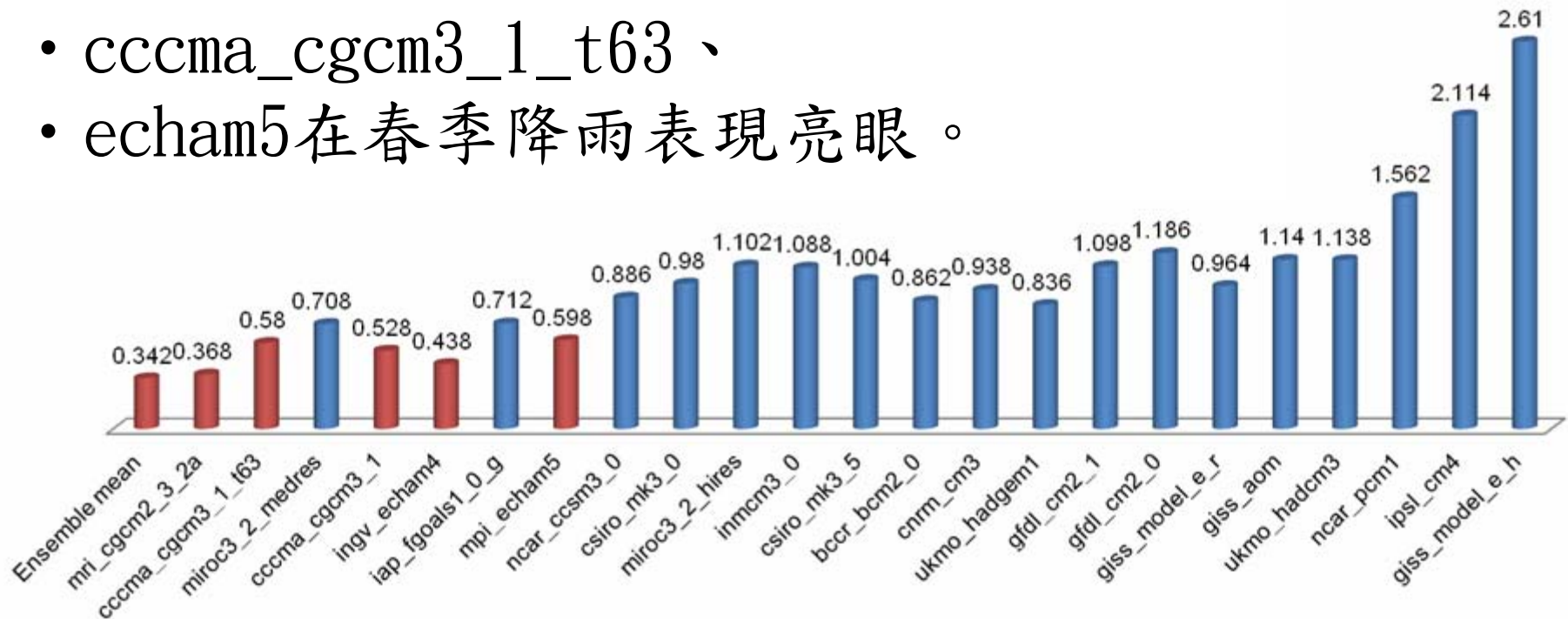
V=v925 , obs=ERA-interim



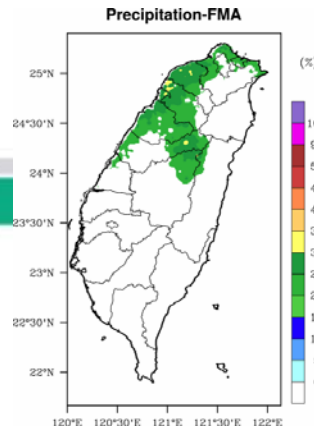
| I^2 | model | res. | v925 | u200 | slp | sst | Q700 | ave |
|-------|-------------------|---------|------|------|-------|------|------|------|
| X | ensemble | | 0.28 | 0.17 | 0.08 | 0.46 | 0.72 | 0.34 |
| S | mri_cgcm2_3_2a | 128x64 | 0.56 | 0.64 | 0.12 | 0.28 | 0.24 | 0.36 |
| M | ingv_echam4 | 320x160 | 1.03 | 0.41 | 0.09 | 0.53 | 0.13 | 0.43 |
| B | cccma_cgcm3_1 | 96x48 | 0.74 | 0.12 | 1.06 | 0.12 | 0.6 | 0.52 |
| C | cccma_cgcm3_1_t63 | 128x64 | 0.46 | 0.13 | 0.87 | 0.31 | 1.13 | 0.58 |
| R | mpi_echam5 | 192x96 | 1.27 | 1.13 | 0.1 | 0.35 | 0.14 | 0.59 |
| Q | miroc3_2_medres | 128x64 | 1.11 | 0.23 | 0.16 | 0.35 | 1.69 | 0.70 |
| L | iap_fgoals1_0_g | 128x60 | 1.03 | 0.71 | 0.28 | 0.29 | 1.25 | 0.71 |
| W | ukmo_hadgem1 | 192x145 | 1.73 | 0.76 | 0.2 | 1.32 | 0.17 | 0.83 |
| A | bccr_bcm2_0 | 128x64 | 0.88 | 0.64 | 0.32 | 1.88 | 0.59 | 0.86 |
| T | ncar_ccsm3_0 | 256x128 | 0.41 | 1.68 | 0.4 | 0.46 | 1.48 | 0.88 |
| D | cnrm_cm3 | 128x64 | 1.02 | 0.47 | 0.93 | 1.58 | 0.69 | 0.93 |
| K | giss_model_e_r | 72x46 | 0.98 | 2.17 | 0.54 | 0.69 | 0.44 | 0.96 |
| F | csiro_mk3_5 | 192x96 | 2.13 | 1.1 | 0.16 | 0.26 | 1.37 | 1.00 |
| N | inmcm3_0 | 72x45 | 0.54 | 1.05 | 0.43 | 1.62 | 1.8 | 1.08 |
| H | gfdl_cm2_1 | 144x90 | 1.42 | 0.69 | 0.46 | 1.51 | 1.41 | 1.09 |
| P | miroc3_2_hires | 320x160 | 0.61 | 0.54 | 2.13 | 0.17 | 2.06 | 1.10 |
| V | ukmo_hadcm3 | 96x73 | 0.91 | 2.11 | 1.56 | 0.94 | 0.17 | 1.13 |
| I | giss_aom | 90x60 | 1.73 | 2.64 | 0.1 | 0.2 | 1.03 | 1.14 |
| G | gfdl_cm2_0 | 144x90 | 0.8 | 0.36 | 0.25 | 2.77 | 1.75 | 1.18 |
| E | csiro_mk3_0 | 192x96 | 1.49 | 0.12 | 0.31 | 1.18 | 2.87 | 1.19 |
| U | ncar_pcm1 | 128x64 | 1.54 | 0.63 | 1.87 | 2.98 | 0.79 | 1.56 |
| O | ipsl_cm4 | 96x72 | 0.83 | 5.07 | 0.11 | 3.28 | 1.28 | 2.11 |
| J | giss_model_e_h | 72x46 | 0.5 | 0.45 | 11.46 | 0.47 | 0.17 | 2.61 |

*紅色為各度量因子前六名。(觀測資料均為ERA-interim)。

- Ensemble mean 結果最好
- mri、
- echam4、
- cccma_cgcm3_1、
- cccma_cgcm3_1_t63、
- echam5在春季降雨表現亮眼。



找出影響台灣之天候事件



春季不降雨日

挑選
度量因子

| 月 | 自然季節 | 天候現象 | 影響 | 度量因子--> | | | | |
|---|------|------|------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|
| | | | | V925 | U200 | 輻散場200 | SLP | SST |
| 2 | | | | 5N~25N · 110E~130E · 南風分量負相關 | 15N~35N · 110E~130E · 西風分量負相關 | 5N~25N · 130E~150E · 輻散正相關 · 30N~40N · 170E~170W · 輻散負相關 | 5N~25N · 130E~150E · 輻散負相關 · 30N~40N · 170E~150W · 輻散正相關 | 5S~5N · 150W~90W · 輻散負相關 · 30N~40N · 170E~150W · 輻散正相關 |
| 3 | 春 | 不降雨日 | 農業、工業、民生用水 | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |

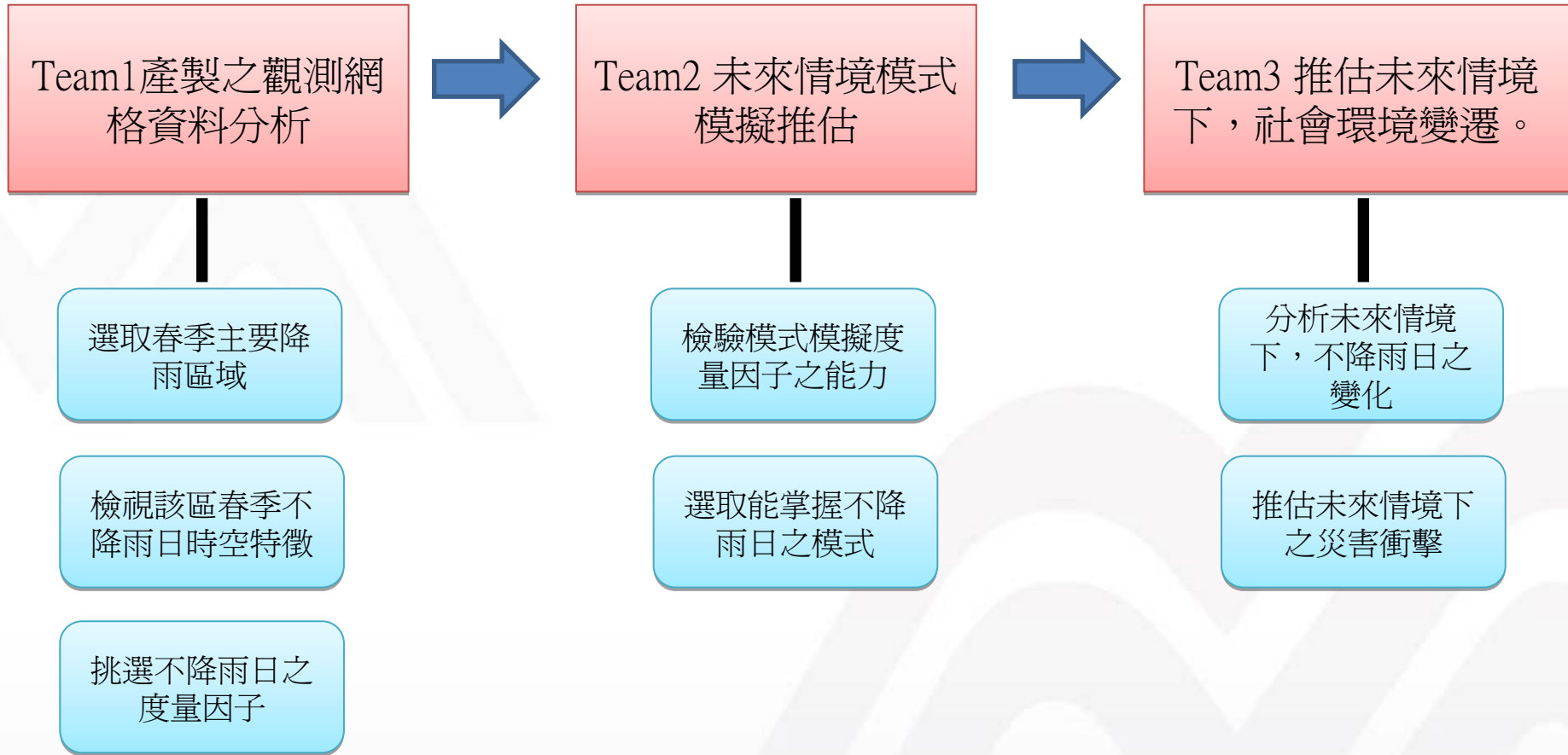
檢視模式對因子之模擬能力

| I^2 | model | res. | v925 | u200 | slp | sst | Q700 | ave |
|-------|-------------------|---------|------|------|------|------|------|------|
| X | ensemble | | 0.28 | 0.17 | 0.08 | 0.46 | 0.72 | 0.34 |
| S | mri_cgcm2_3_2a | 128x64 | 0.56 | 0.64 | 0.12 | 0.28 | 0.24 | 0.36 |
| M | ingv_echam4 | 320x160 | 1.03 | 0.41 | 0.09 | 0.53 | 0.13 | 0.43 |
| B | cccma_cgcm3_1 | 96x48 | 0.74 | 0.12 | 1.06 | 0.12 | 0.6 | 0.52 |
| C | cccma_cgcm3_1_t63 | 128x64 | 0.46 | 0.13 | 0.87 | 0.31 | 1.13 | 0.58 |
| R | mpi_echam5 | 192x96 | 1.27 | 1.13 | 0.1 | 0.35 | 0.14 | 0.59 |

提供應用端使用模式推估資料進行衝擊分析時之參考

氣候變遷下，東亞地區天候事件推估系統

以春季不降雨日為例(Team1, TEAM2, TEAM3)



分析更為細緻之觀測網格資料

找出影響台灣之天候事件

氣候變遷下，對社會經濟影響與因應

挑選
度量因子

A1B等，未來
情境模式模擬
推估

檢視模式
對因子之
模擬能力

❧ 簡報結束 ❧