

臺灣測站月均溫統計降尺度 預報模型建置與初步評估

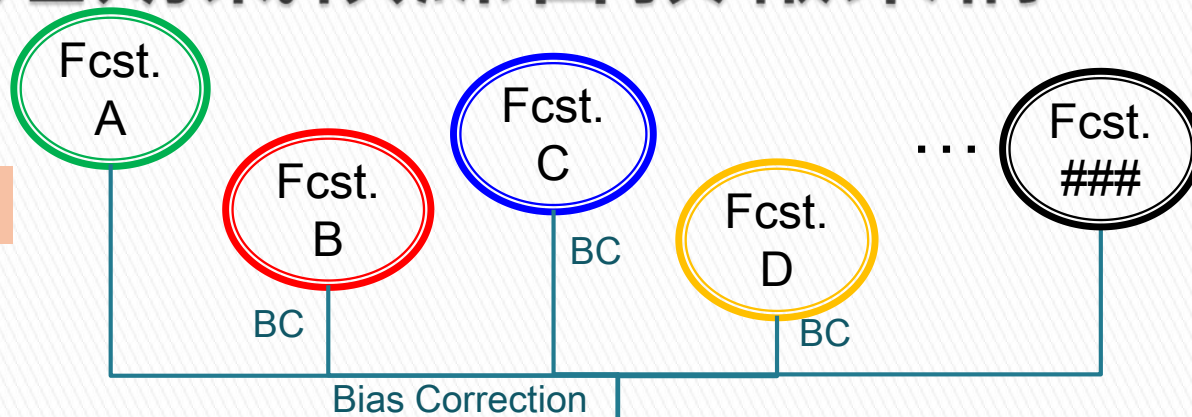
張凱鈞¹ 陳苡甄¹ 馮智勇¹ 劉人鳳² 陳孟詩²

¹多采科技有限公司

²中央氣象局氣象預報中心

2017/09/13

短期氣候綜合預報架構



偏差校正

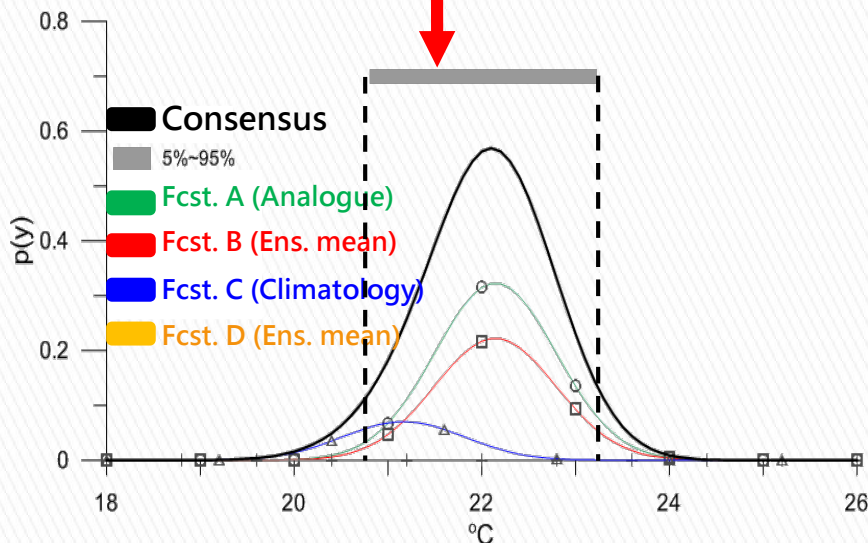
- 分位數映射法
Quantile Mapping
 - 格點對格點校正

測站降尺度預報

- Calibration：使用模式溫度建立校準預報模型
- Bridging：使用模式氣候指標建立遙相關橋接預報模型

BMA 溫度綜合預報

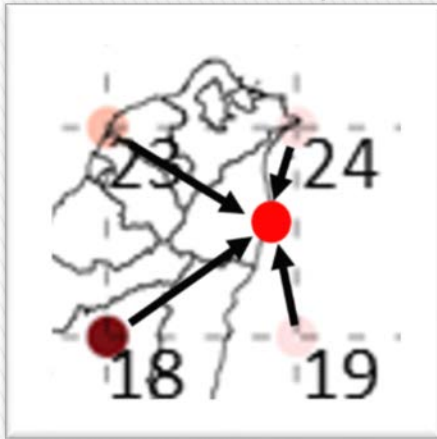
- 測站降尺度預報
- 綜合預報產製方法



目前氣候預報常用之統計降尺度方法(1/3)

▶ 空間內插法(Spatial Interpolation)

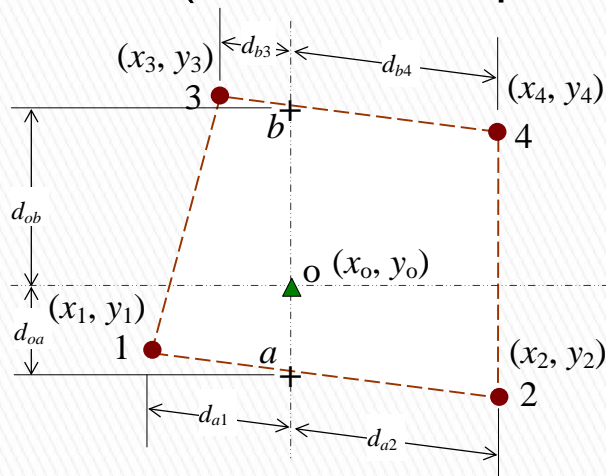
- 距離平方權重反比(Inverse Distance Weighting, IDW)



$$w_i = \frac{(d_i)^{-2}}{\sum_{i=1}^n (d_i)^{-2}} \longrightarrow \hat{x} = \sum_{i=1}^n (x_i w_i)$$

“幾乎所有直接內插(IDW)的降尺度預報技術得分都比nSVD法的得分高” (氣象局月與季氣候預報系統統計降尺度預報技術評估, 2016)

- 雙線性內插(Bilinear Interpolation)



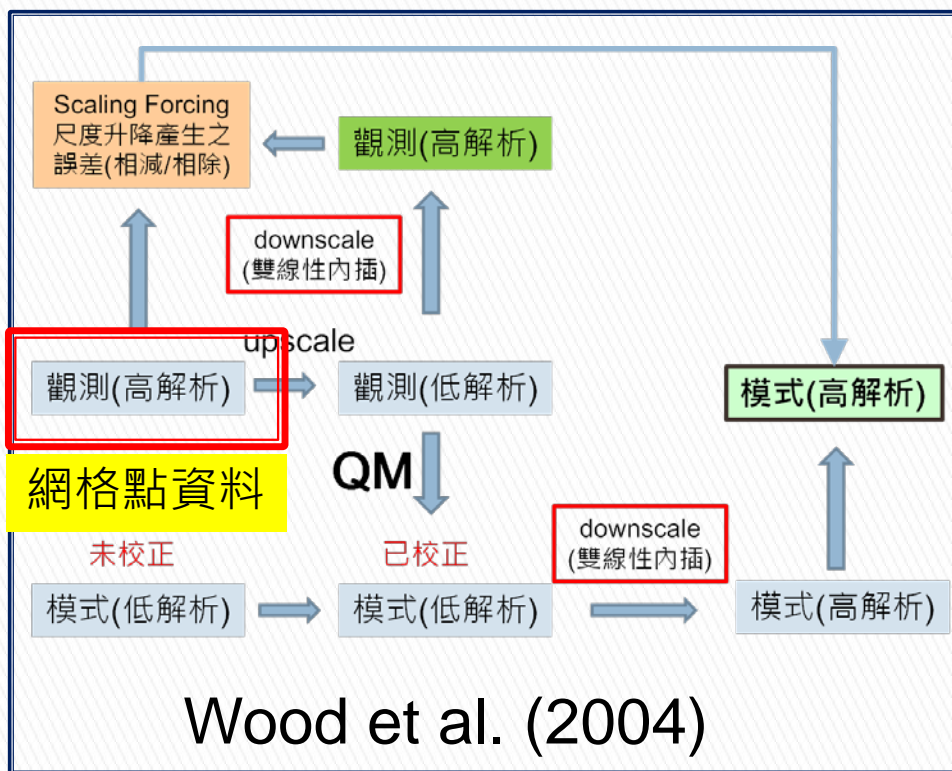
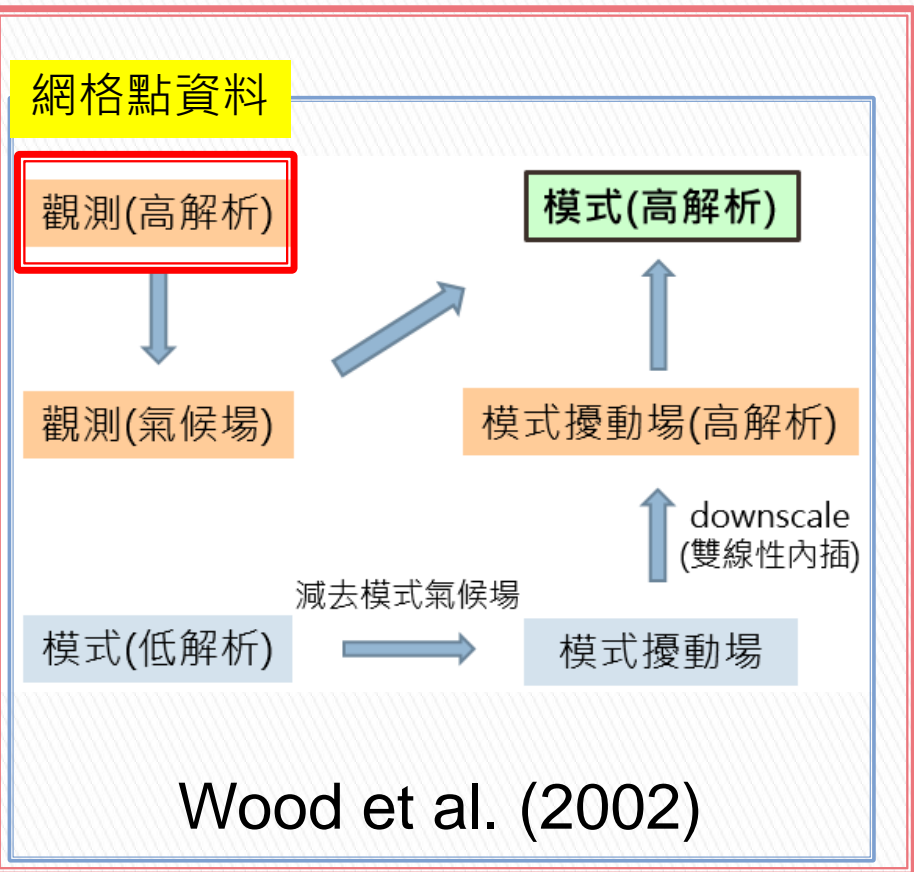
$$v_a = \frac{d_{a1} \cdot (v_2 - v_1)}{(d_{a1} + d_{a2})} + v_1$$

$$v_b = \frac{d_{b3} \cdot (v_4 - v_3)}{(d_{b3} + d_{b4})} + v_3$$

$$v_o = \frac{v_a \cdot d_{ob} + v_b \cdot d_{oa}}{d_{oa} + d_{ob}}$$

目前氣候預報常用之統計降尺度方法(2/3)

▶ 空間分解法(Spatial Disaggregation)



空間分解法的使用前提為高解析網格觀測資料
經評估後無法用於非網格的測站資料降尺度中

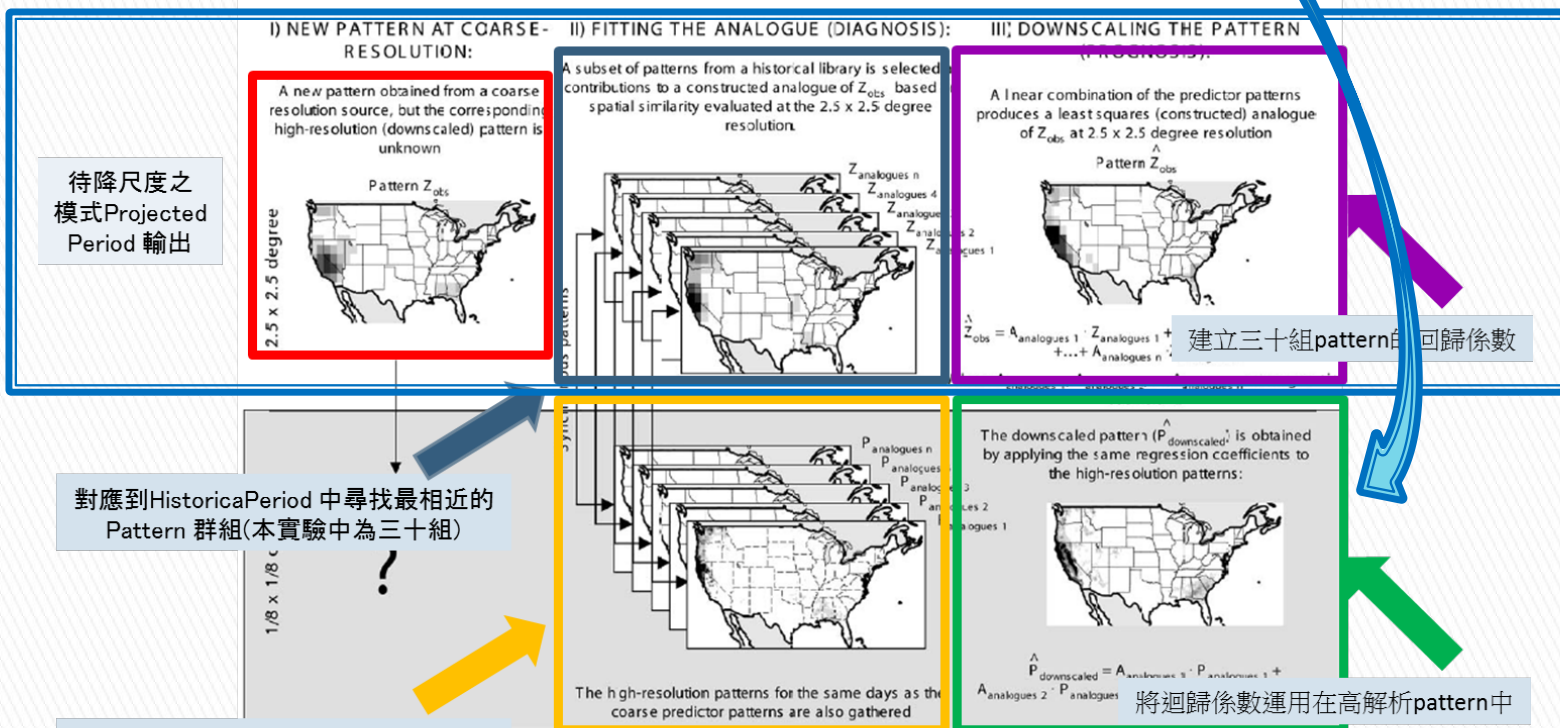
目前氣候預報常用之統計降尺度方法(3/3)

▶ 建構類比法(Constructed Analogues)

$$\hat{m} = \sum_{k=1}^n \alpha_k M_k$$

$$\hat{y} = \sum_{k=1}^n \alpha_k Y_k$$

\hat{m} : 模式的建構類比
 \hat{y} : 觀測值建立之預報值
 α_k : 選定年份之相應權重
 M_k : 選定年份之模式資料
 Y_k : 選定年份之觀測資料



method of constructed analogues for downscaling reanalysis fields from 2.5° x 2.5°

Hidalgo et al. (2008)

測站月均溫降尺度方案測試與評估

○ 空間內插

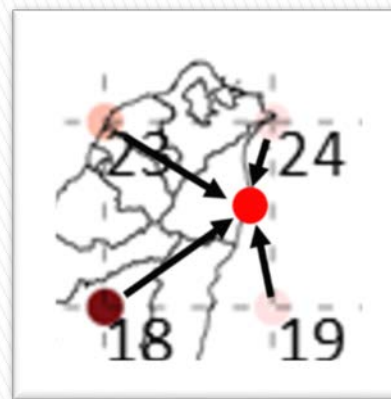
→直接將模式預報資料內插降尺度到測站點

- IDW
- Bilinear

○ 空間回歸

• 格點資料回歸

- 測站最短距離格點建立回歸模型
- 測站鄰近四格點建立回歸模型



○ 時間回歸

• 建構類比法 (Constructed Analogues, CA)

→使用時間片段(time slice)建立回歸關係

使用資料

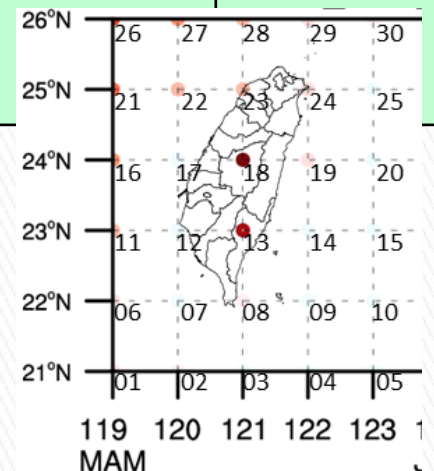
分類	模式資料		再分析資料	
資料名稱	TCWB2T2	CFSv2	GPCP	CFSR
時間解析度	monthly	monthly	monthly	monthly
空間解析度*	1°x1°	0.5°x0.5°	2.5°x2.5°	0.5°x0.5°
時間長度*	1982/1→2011/12	1982/1→2011/03	1979/01→2015/10	1979/01→2014/06
空間	Global	Global	Global	Global
系集成員數- Reforecast	120 由2大氣模式(CWB-GFS以及ECHAM5)與2組海溫預報(CFS以及OPGSSTv2)組成，每1組大氣模式與1組海溫資料內共有30個起始模擬時間不同的系集成員，每月共有2*2*30=120個系集成員	20/24/28 每候第1日(例如：1/1, 1/6, 1/11...)當日00Z, 06Z, 12Z, 18Z各模擬一次，依月份不同而有4*5=20、4*6=24、4*7=28三種成員數量		
地面溫度	t2m	tmp2m		tmp2m
降雨	apcp	PRATEsfc	precip	
系集成員數-即時預報	120 與Reforecast相同	40 每日四次模擬(00Z, 06Z, 12Z, 18Z)，每10日組成系集E1, E2, E3，因此每組系集有40個成員		

研究範圍:

119°E→123°E

21°N→ 26°N

所有資料皆調整成1°×1°





降尺度模型比較-空間內插

▶ CFSv2 & TCWB2T2: 採距平值序列建模 (Ano)

IDW													Bilinear																									
TCWB2T2		IDW											TCWB2T2		Bilinear																							
TCWB2T2	Qm	Ano	RMSE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TCWB2T2	Qm	Ano	RMSE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
466900	-0.06	0.42	0.53	0.39	0.25	0.08	0.28	0.37	0.08	0.10	0.56	0.29	466900	-0.06	0.42	0.53	0.39	0.25	0.07	0.29	0.37	0.08	0.10	0.55	0.29	466900	-0.06	0.42	0.53	0.39	0.25	0.08	0.28	0.37	0.08	0.10	0.56	0.29
466910	0.15	0.52	0.45	0.38	0.42	0.13	0.35	0.70	0.27	0.15	0.51	0.41	466910	0.14	0.52	0.45	0.38	0.42	0.13	0.35	0.70	0.27	0.15	0.51	0.41	466910	0.14	0.52	0.45	0.38	0.42	0.13	0.35	0.70	0.27	0.15	0.51	0.41
466920	0.07	0.51	0.55	0.50	0.34	0.20	0.53	0.51	0.23	0.14	0.62	0.35	466920	0.07	0.50	0.54	0.50	0.34	0.19	0.52	0.51	0.23	0.14	0.61	0.34	466920	0.07	0.50	0.54	0.50	0.34	0.19	0.52	0.51	0.23	0.14	0.61	0.34
466930	0.07	0.52	0.42	0.37	0.43	0.14	0.47	0.65	0.20	0.16	0.48	0.38	466930	0.07	0.51	0.42	0.37	0.43	0.13	0.47	0.65	0.20	0.16	0.48	0.37	466930	0.07	0.51	0.42	0.37	0.43	0.13	0.47	0.65	0.20	0.16	0.48	0.37
466940	0.10	0.53	0.57	0.45	0.50	0.15	0.49	0.59	0.34	0.17	0.45	0.33	466940	0.10	0.54	0.57	0.46	0.50	0.16	0.49	0.60	0.33	0.15	0.46	0.33	466940	0.10	0.54	0.57	0.46	0.50	0.16	0.49	0.60	0.33	0.15	0.46	0.33
466950	0.00	0.52	0.41	0.33	0.21	-0.01	0.19	0.25	0.15	0.25	0.46	0.49	466950	0.00	0.52	0.41	0.34	0.21	-0.02	0.19	0.26	0.15	0.25	0.46	0.48	466950	0.00	0.52	0.41	0.34	0.21	-0.02	0.19	0.26	0.15	0.25	0.46	0.48
466990	0.07	0.55	0.40	0.43	0.51	0.15	0.55	0.42	0.22	0.33	0.30	0.35	466990	0.09	0.55	0.42	0.44	0.50	0.16	0.55	0.42	0.21	0.32	0.31	0.36	466990	0.09	0.55	0.42	0.44	0.50	0.16	0.55	0.42	0.21	0.32	0.31	0.36
467060	0.11	0.57	0.48	0.45	0.57	0.18	0.46	0.65	0.32	0.29	0.45	0.40	467060	0.11	0.57	0.47	0.45	0.58	0.18	0.47	0.65	0.33	0.30	0.45	0.39	467060	0.11	0.57	0.47	0.45	0.58	0.18	0.47	0.65	0.33	0.30	0.45	0.39
467080	0.07	0.51	0.44	0.47	0.57	0.22	0.60	0.72	0.42	0.32	0.51	0.43	467080	0.07	0.51	0.44	0.48	0.57	0.22	0.61	0.71	0.42	0.32	0.51	0.43	467080	0.07	0.51	0.44	0.48	0.57	0.22	0.61	0.71	0.42	0.32	0.51	0.43
467300	0.11	0.53	0.54	0.30	0.36	0.31	0.33	0.48	0.40	0.14	0.54	0.47	467300	0.11	0.53	0.55	0.30	0.36	0.31	0.33	0.48	0.40	0.14	0.54	0.47	467300	0.11	0.53	0.54	0.30	0.36	0.31	0.33	0.48	0.40	0.14	0.54	0.47
467350	0.08	0.46	0.50	0.28	0.39	0.23	0.18	0.40	0.37	0.20	0.46	0.40	467350	0.08	0.46	0.50	0.28	0.40	0.23	0.18	0.40	0.37	0.20	0.46	0.40	467350	0.08	0.46	0.50	0.28	0.40	0.23	0.18	0.40	0.37	0.20	0.46	0.40
467410	0.21	0.53	0.48	0.23	0.47	0.28	0.26	0.53	0.26	0.28	0.36	0.25	467410	0.20	0.53	0.48	0.25	0.47	0.28	0.28	0.53	0.26	0.29	0.37	0.25	467410	0.20	0.53	0.48	0.25	0.47	0.28	0.28	0.53	0.26	0.29	0.37	0.25
467440	0.25	0.44	0.36	0.27	0.56	0.03	0.13	0.42	0.33	0.45	0.43	0.26	467440	0.25	0.44	0.36	0.27	0.56	0.04	0.13	0.42	0.33	0.45	0.43	0.26	467440	0.25	0.44	0.36	0.27	0.56	0.04	0.13	0.42	0.33	0.45	0.43	0.26
467480	0.13	0.51	0.54	0.36	0.56	0.20	0.31	0.47	0.25	0.29	0.40	0.40	467480	0.13	0.51	0.54	0.36	0.56	0.20	0.31	0.47	0.25	0.29	0.40	0.40	467480	0.13	0.51	0.54	0.36	0.56	0.20	0.31	0.47	0.25	0.29	0.40	0.40
467490	0.25	0.51	0.57	0.42	0.51	0.10	0.52	0.40	0.20	0.34	0.40	0.39	467490	0.25	0.51	0.58	0.42	0.51	0.11	0.49	0.39	0.20	0.34	0.40	0.38	467490	0.25	0.51	0.58	0.42	0.51	0.11	0.49	0.39	0.20	0.34	0.40	0.38
467530	0.02	0.34	0.47	0.51	0.53	0.37	0.69	0.46	0.48	0.32	0.23	0.34	467530	0.02	0.34	0.47	0.52	0.53	0.37	0.69	0.46	0.48	0.33	0.23	0.34	467530	0.02	0.34	0.47	0.52	0.53	0.37	0.69	0.46	0.48	0.33	0.23	0.34
467540	0.00	0.37	0.22	0.32	0.51	-0.09	0.08	0.21	0.29	0.38	0.18	0.22	467540	0.00	0.38	0.22	0.33	0.51	-0.09	0.09	0.22	0.29	0.39	0.19	0.23	467540	0.00	0.37	0.22	0.32	0.51	-0.09	0.09	0.22	0.29	0.39	0.19	0.23
467550	-0.13	0.01	0.29	0.36	0.17	0.30	0.19	0.06	0.15	0.20	0.05	-0.08	467550	-0.14	0.00	0.28	0.37	0.16	0.29	0.21	0.08	0.15	0.21	0.05	-0.08	467550	-0.14	0.00	0.28	0.37	0.16	0.29	0.21	0.08	0.15	0.21	0.05	-0.08
467571	0.04	0.49	0.49	0.43	0.38	0.29	0.66	0.53	0.20	0.13	0.49	0.38	467571	0.05	0.49	0.49	0.43	0.38	0.29	0.67	0.54	0.20	0.14	0.48	0.38	467571	0.05	0.49	0.49	0.43	0.38	0.29	0.67	0.54	0.20	0.14	0.48	0.38
467590	0.00	0.45	0.38	0.29	0.61	0.17	0.36	0.53	0.32	0.34	0.30	0.34	467590	0.01	0.44	0.37	0.28	0.61	0.17	0.36	0.52	0.33	0.34	0.29	0.34	467590	0.01	0.44	0.37	0.28	0.61	0.17	0.36	0.52	0.33	0.34	0.29	0.34
467610	-0.10	0.47	0.34	0.43	0.55	0.12	0.32	0.37	0.22	0.38	0.31	0.35	467610	-0.10	0.47	0.33	0.42	0.56	0.11	0.32	0.37	0.22	0.38	0.31	0.35	467610	-0.10	0.47	0.33	0.42	0.56	0.11	0.32	0.37	0.22	0.38	0.31	0.35
467620	0.04	0.45	0.23	0.19	0.05	-0.06	-0.32	-0.24	-0.32	-0.10	0.20	0.21	467620	0.04	0.43	0.22	0.20	0.05	-0.05	-0.32	-0.25	-0.32	-0.10	0.20	0.19	467620	0.04	0.43	0.22	0.20	0.05	-0.05	-0.32	-0.25	-0.32	-0.10	0.20	0.19
467650	0.08	0.35	0.19	0.37	0.25	0.01	0.17	0.27	0.07	0.04	0.23	0.30	467650	0.08	0.35	0.19	0.37	0.25	0.00	0.15	0.26	0.08	0.04	0.23	0.30	467650	0.08	0.35	0.19	0.37	0.25	0.00	0.15	0.26	0.08	0.04	0.23	0.30
467660	-0.01	0.41	0.29	0.31	0.55	0.19	0.34	0.33	0.34	0.30	0.34	0.30	467660	-0.01	0.41	0.29	0.31	0.55	0.19	0.34	0.33	0.34	0.30	0.34	0.30	467660	-0.01	0.41	0.29	0.31	0.55	0.19	0.34	0.33	0.34	0.30	0.34	0.30
467770	0.23	0.60	0.63	0.38	0.50	0.19	0.40	0.37	0.22	0.38	0.31	0.35	467770	0.23	0.60	0.63	0.38	0.50	0.19	0.40	0.37	0.22	0.38	0.31	0.35	467770	0.23	0.60	0.63	0.38	0.50	0.19	0.40	0.37	0.22	0.38	0.31	0.35

CORR

RMSE

Bilinear 與 IDW 表現相同

月均溫降尺度測試架構(以CFSv2為例)

月均溫 (QM後距平序列)

空間內插

格點回歸

建構類比

CORR:最佳
RMSE:僅次回歸
CFSv2贏TCWB

CORR:僅次內插
RMSE:最佳
CFSv2贏TCWB
MREG贏SREG

CORR, RMSE較差

回歸利用最小平方方法
先修正誤差大的地方

模式/測站
年與年PCC=0.99
改進測試

運用類比概念,從歷史上
尋找和預報年相似年份,
可以使用未校正模式

最短距離格點對測站解釋
能力不如鄰近四格點

鄰近台灣13點
取代30格點

原值序列建模

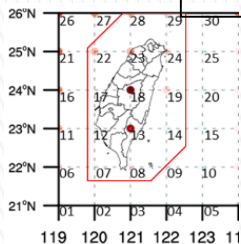
未校正資料建模

IDW和Bilinear
能力相近

原值序列建模/
未校正資料建模

原值序列建模/
未校正資料建模

13格點未校正原值序列建模



RMSE5yr+CA

Hidalgo et al. (2008) 和預
報時間點個別計算RMSE,
以前30名進行回歸

QM_Ano

RAW_Org(前進選擇)

RAW_Org

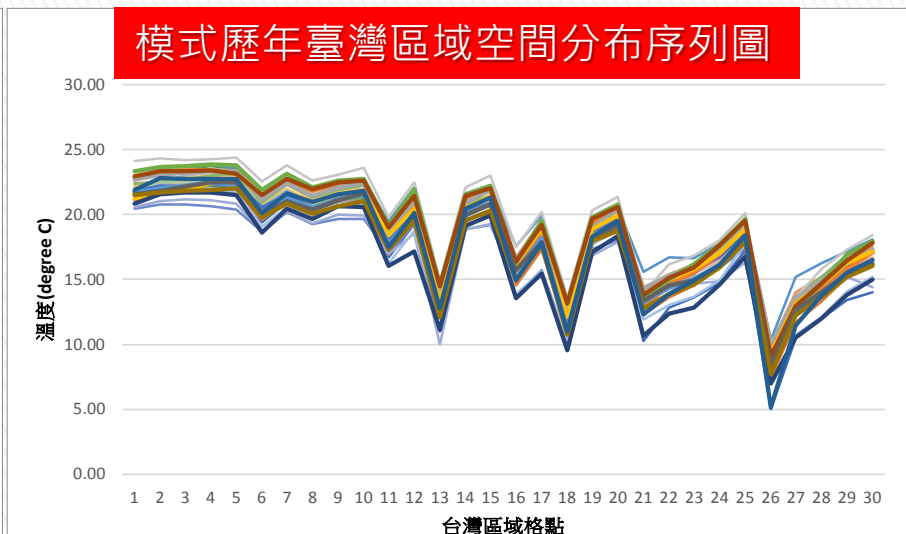
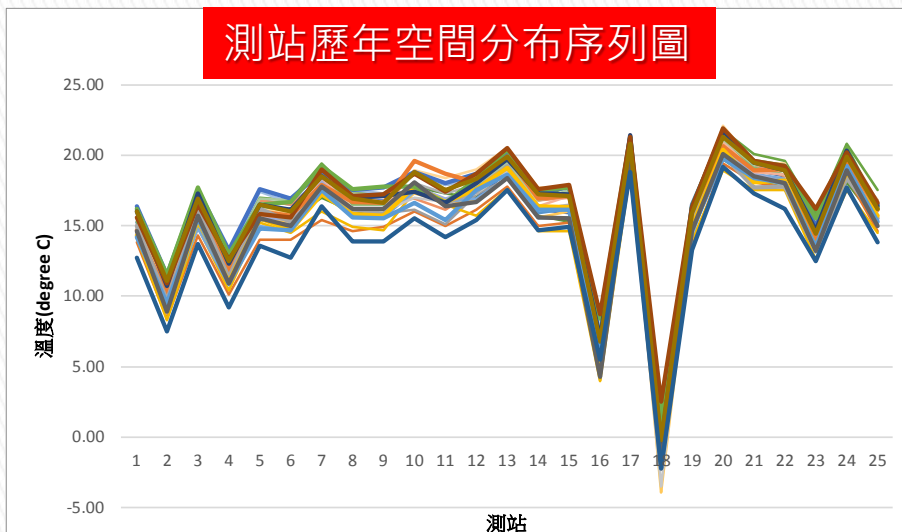
校正後量值
振幅接近測站

NSTD小,不利於區隔

以RMSE相近的資料讓CA能選到
真正和預報年在空間上、強度相似年分

CA 改進測試 (1/2)

- ▶ 原值序列建模 (Org)
 - 模式逐年的空間分布具有高相關($PCC=0.99$ ，測站資料也有相同情形)，以原值序列建模進行測試。
- ▶ 使用模式原始輸出資料 (RAW)
 - QM校正特性讓量值接近分析場，並盡可能保留模式原始趨勢
 - 分析場和測站之間的差距也會反映在校正後的模式資料



CA 改進測試(2/2)

以RMSE為篩選條件之CA模型建置

▶ 測站月均溫CA模型建置

- 使用模式原值序列(Org)並以 CA法建模
 - 建模: 找出與預報年空間上RMSE最小五年，再使用前進選擇法篩選最有表達能力的年份
 - 預報值: 係數由RMSE求得乘上該年測站距平值，累加後再加回氣候值
 - 計算方式如下:

$$y = \sum_{n=1}^k \frac{((\sum_{n=1}^k RMSE_{yr(n)}) - RMSE_{yr(n)})}{\sum_{n=1}^k RMSE_{yr(n)}} \times T_{yr(n)}^{sta}$$

研究結果整理與日後工作

▶ 空間內插

- 校正後距平值序列

▶ 空間回歸

- 回歸過程為偏差校正，以**未校正原值序列**建模，複回歸優於單回歸
- 資料振幅較小，預報值無明顯起伏

▶ 建構類比法(CA) (Hidalgo et al., 2008)

- 從歷史上尋找和預報年相似結果，可使用模式原始輸出
- 以RMSE相近的資料讓CA能選到真正和預報年在空間上以及強度相似年分
- CFSv2：未校正原值序列
- TCWB2T2：校正後原值序列

▶ 綜合預報

- 對於BMA法而言，模型的NSTD越大，越能在不同的模型之間有效篩選，後續預計將以空間內插法以及CA法建置的模型進入BMA法中演算

簡報結束 敬請指教

www.manysplendid.com

