

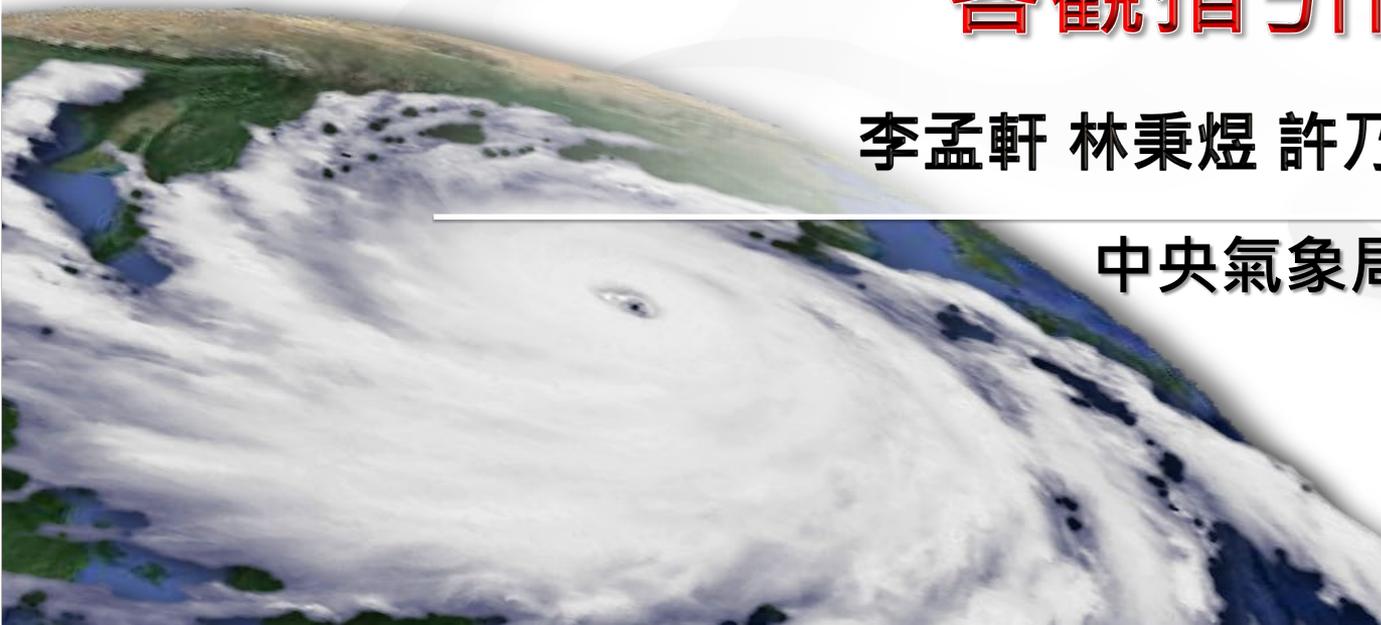


Central Weather Bureau cwb.gov.tw

中央氣象局颱風路徑預報 客觀指引優化之探討

李孟軒 林秉煜 許乃寧 賈愛玫 黃椿喜

中央氣象局氣象預報中心





內容大綱

I 前言

II 2019年颱風路徑誤差校驗

III 優化策略討論

IV 結論





I 前言

颱風路徑預報技術發展
OBEST法簡介

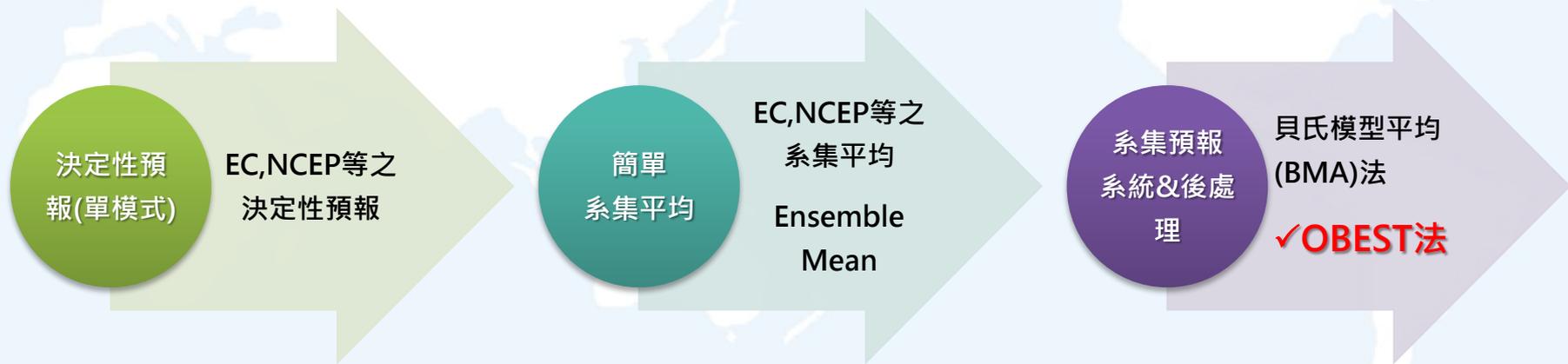
II 2019年颱風路徑誤差校驗

III 優化策略討論

IV 結論

I 前言

颱風路徑預報技術發展



I 前言

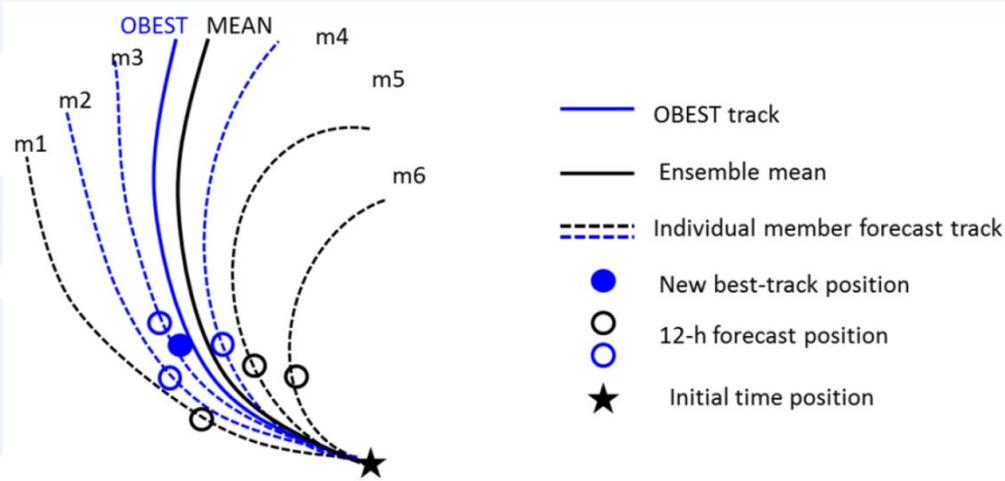
OBEST法簡介



- 選擇12小時路徑誤差較小的部分成員平均 (Dong and Zhang, 2016)。
- 本局提供之預報指引：

ENES

• EC與NCEP系集共72個成員中，較驗12及18小時預報前28名成員平均。



擷取(Dong and Zhang, 2016)





I 前言

II 2019年颱風路徑誤差校驗

校驗結果與小結

III 優化策略討論

IV 結論



II 2019年颱風路徑誤差校驗

校驗結果與小結



		12h	24h	48h	72h	96h	120h
主觀預報	CWB	56	82	140	210	262	377
決定性預報	EC_D	73	97	142	210	265	293
	NC_D	62	82	151	227	321	441
系集平均	EC_M	80	107	154	213	289	372
	NC_M	59	86	155	234	359	564
BMA法	BMA_exp	61	85	141	208	259	320
	BMA_TEN	62	89	132	203	280	323
	BMA_EC	72	97	141	203	249	296
OBEST法	ECES	68	94	144	216	266	372
	ENES	58	83	140	210	288	420
區域模式	WRF403slp	63	83	137	216	322	---
	WRF415slp	67	88	146	207	317	---
	TWRF203slp	60	79	141	213	323	---
	TWRF215slp	61	84	139	204	313	---

- 前期：主觀預報與ENES表現良好。
- 中期：BMA法與區域模式表現較優。
- 後期：BMA法與EC_D表現凸出。

小結：ENES只在預報前期表現較佳，故試著優化以改進後期預報能力。

單位：公里。
表現前兩名著色。





I 前言

II 2019年颱風路徑誤差同步校驗

III 優化策略討論

優化策略簡介
實驗設計討論

IV 結論



III 優化策略討論

優化策略簡介



優化項目:前28名成員→隨TAU取最佳(1~72)

• 三種優化因子

逐預報時(TAU)

• 18至240小時，間隔6小時。

模式初始時間

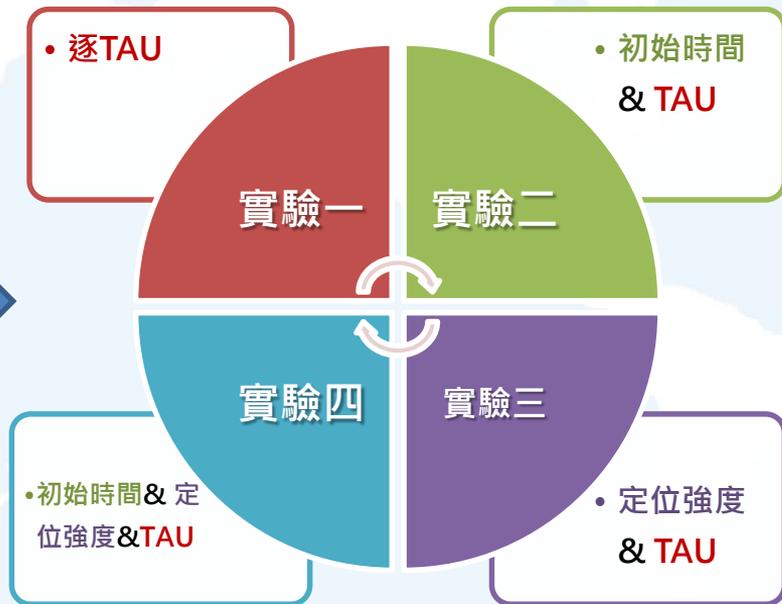
• 0012RUN(00Z與12Z)。
• 0618RUN(06Z與18Z)。

颱風定位強度

• 強颱($\geq 33\text{m/s}$)。
• 弱颱($< 33\text{m/s}$ ，含TD)。



• 四種實驗設計



III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗一



- 因子：逐預報時(TAU)分析。
- 步驟：



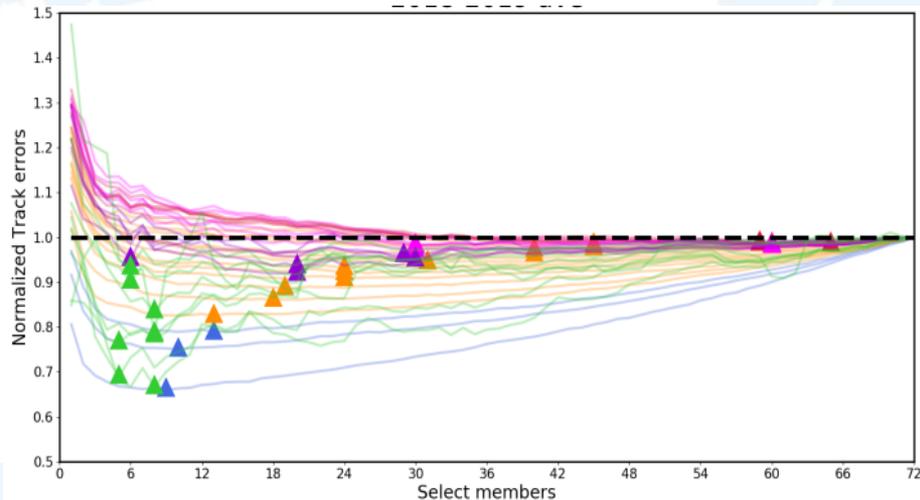
III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗一



- 步驟一：得到各TAU(18至240小時)最佳成員數。
- 作法：各TAU某成員數與系集平均(72個成員)作路徑誤差標準化，該TAU出現路徑誤差最小之成員數，為最佳成員數。

標準化路徑誤差



各線條為各TAU標準化誤差。
▲為該TAU之最佳成員數。

選取成員數

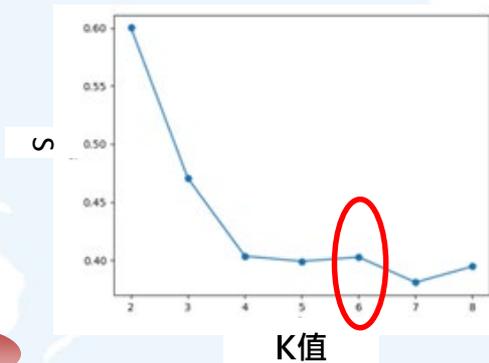
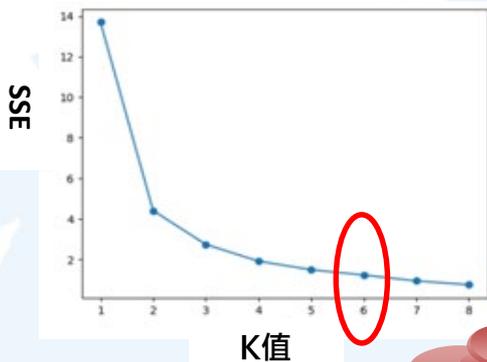


III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗一



- 步驟二：隨TAU分群。
- 作法：利用機器學習之K-means分群法(K-means Clustering)，同時衡量誤差平方和(sum of the squared errors, SSE)與輪廓係數(Silhouette Coefficient, S)決定最佳分群數(K值)。



此實驗決定分6群，即K=6。

III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗一



- 步驟三：各分群得到**代表成員數**。
- 作法：各分群**所包含之所有最佳成員數**，由小至大排列，每個最佳成員數得到各TAU標準化誤差之平均值，**其中最小者**，作為該群之代表成員數。

Tau	18	24	30
Mem.	9	10	13

	成員數9	成員數10	成員數11	成員數12	成員數13
Tau18	0.660	0.663	0.665	0.671	0.673
Tau24	0.752	0.749	0.753	0.754	0.756
Tau30	0.792	0.789	0.791	0.794	0.788
平均	0.758	0.757	0.759	0.762	0.760

- 例如：本實驗第一群
得代表成員數為10。

- 各群之代表成員數為下表Sel.列數值(→)，用於重新建模。

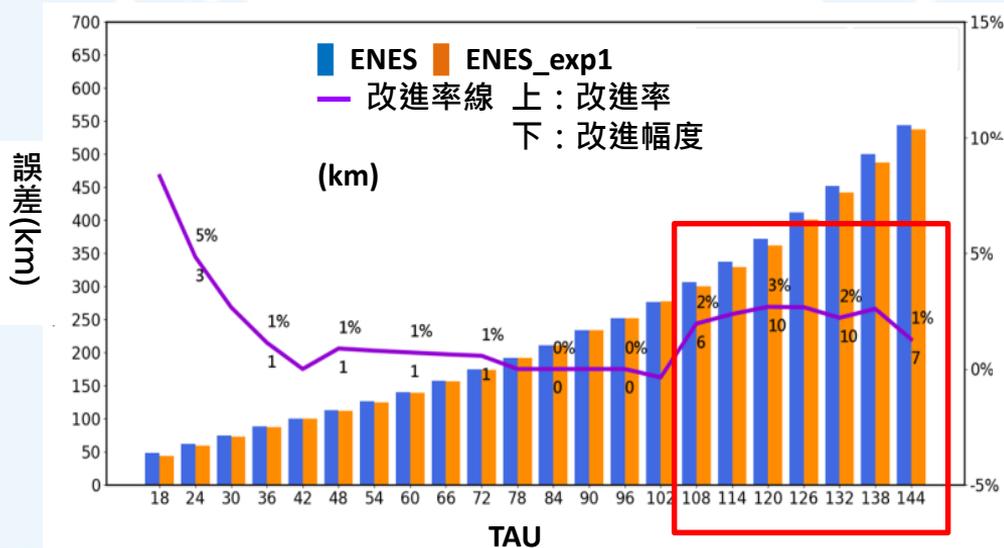
tau	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	
→ Sel.	10			24												60				
tau	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192	198	204	210	216	222	228	234	240	
→ Sel.	60	60				18			6											



III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗一

- 步驟四：重新建模ENES。
- 作法：利用各群代表成員數建立ENES_exp1，並比較與原版ENES之路徑絕對平均誤差(MAE)，檢驗重新建模後的預報改進情形。



108至144小時預報有1%至5%改進率，
改進幅度約6至10公里。

整體而言預報後期改進幅度較大。

III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗三



- 因子：颱風**定位強度**與**逐預報時(TAU)**分析
- 緣由：颱風強度達中度颱風(33m/s)以上時，多產生眼的結構，定位較易；TD或輕度颱風多尚未有眼，較難定位。
- 作法：將資料分成**強颱**($\geq 33\text{m/s}$)與**弱颱**(<33m/s，含TD)兩類，各類資料進行實驗一之步驟1到3，並依此分類建模後形成**ENES_exp3**，與原版ENES比較路徑誤差。



III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗三



分類結果

強颯

tau	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	
	11								37						32					
tau	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192	198	204	210	216	222	228	234	240	
	32						6													

強颯類挑選約排名前50%之成員平均即具代表性。

弱颯

tau	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126
	18												53			66			
tau	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192	198	204	210	216	222	228	234	240
	66	71		66				72											

弱颯類後期代表成員數仍接近系集平均(72)。

分類效益顯著。

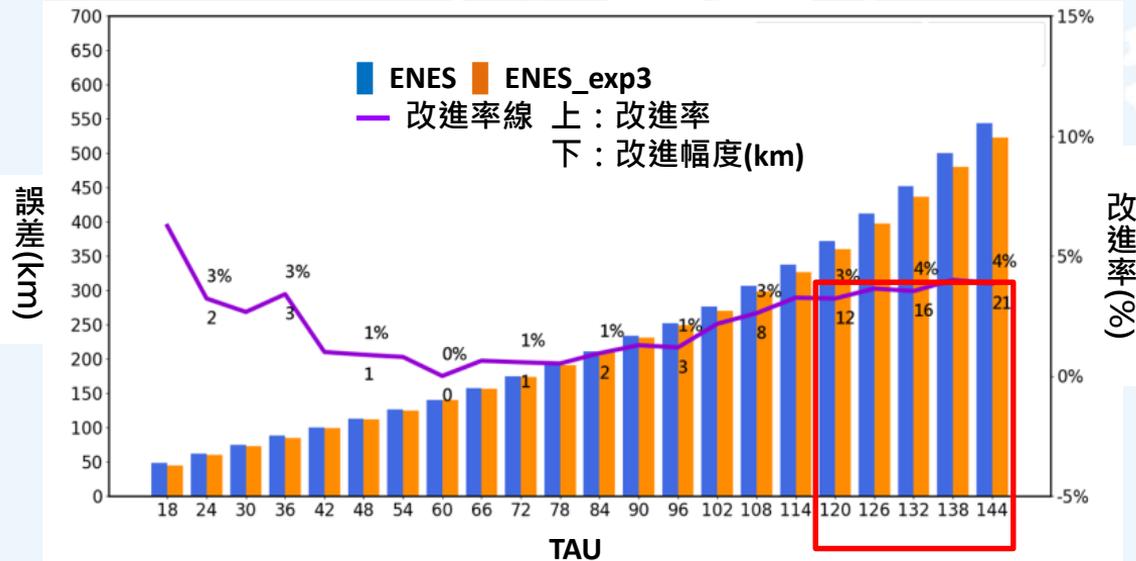


III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗三



• 預報改進情形



ENES_exp3在120至144小時預報改進幅度可達12至21公里，皆大於前兩種實驗。



III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗四



- 因子：模式**初始時間**、颱風**定位強度**、逐**預報時(TAU)**分析
- 緣由：用強度分類建模初見成效，故進一步**結合實驗二與實驗三**，探討優化成果。
- 作法：將資料分成**0012強颱**、**0618強颱**、**0012弱颱**、**0618弱颱**四類，各類資料進行實驗一之步驟**1到3**，並依此分類建模後形成**ENES_exp4**，與原版ENES比較路徑誤差。

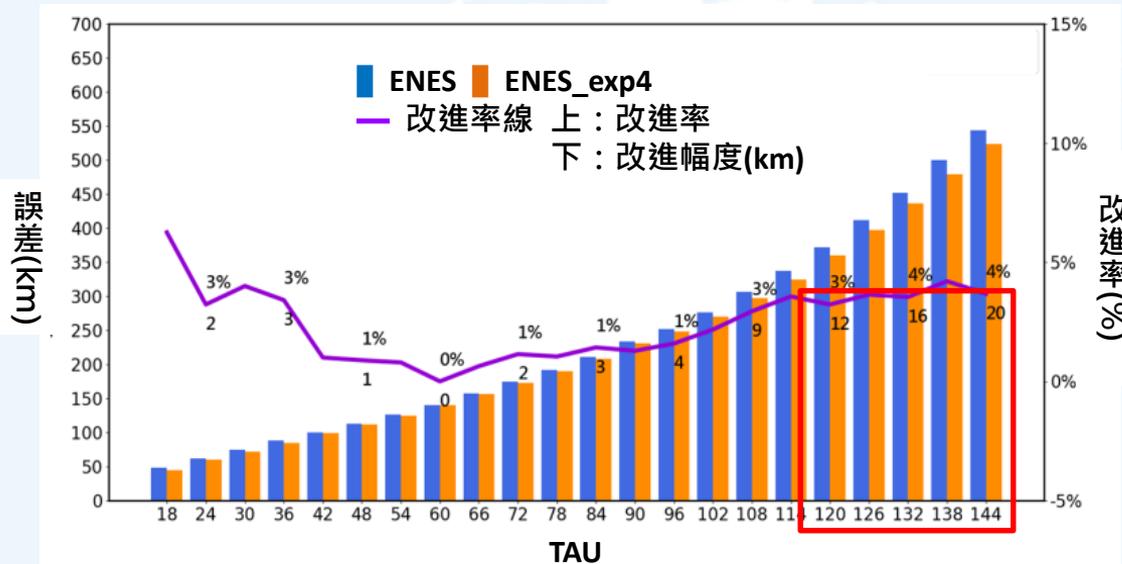


III 優化策略討論

實驗設計討論 --- 實驗四



• 預報改進情形



ENES_exp4在120至144小時預報改進幅度約12至20公里，與實驗三幾無差別。





I 前言

II 2019年颱風路徑誤差同步校驗

III 優化策略討論

IV 結論



IV 結論

結論

- 總覽2019年本局主客觀颱風路徑誤差校驗，發現基於OBEST法產出之**ENES**只在前期預報表現較佳，故本研究討論**ENES**優化策略以試著改進後期的預報能力。
- 比較不同因子組合之優化策略，結果顯示引入**颱風定位強度**因子，將資料分為強颱風類($\geq 33\text{m/s}$)與弱颱風類($< 33\text{m/s}$ ，含TD)較能**凸顯不同類別資料的特性**，依此分類建模較能改善後期預表現，改進幅度約**10至20公里**。
- 考慮建模效率，建議**單純依颱風定位強度分類建模(實驗三)**即可作為未來建立新版ENES或作業應用的參考策略。



報告結束
謝謝聆聽