

113年第三十八屆天氣分析與預報研討會

陣風地面分析場技術研究

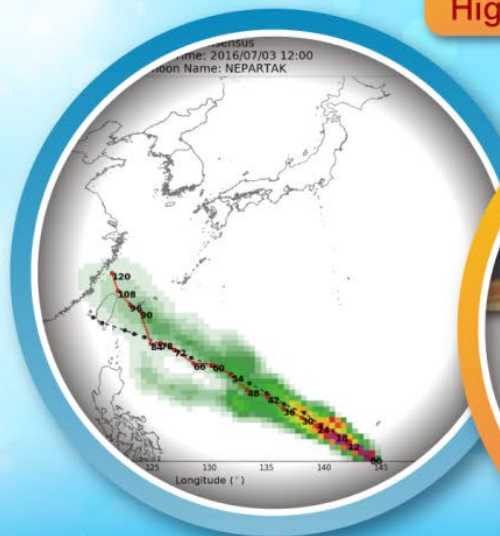
陳怡妔¹ 蔡慧瑩¹ 洪國展¹ 劉品妍² 黃椿喜² 黃于盈² 黃俊翰² 劉承翰¹

多采科技有限公司¹ 交通部中央氣象署氣象預報中心²

報告者:陳怡妔

ManySplendid

高效能科學計算模式研發
High-efficiency scientific modeling



都市積淹水與洪泛測預報
Urban water inundation and flood forecasting



大數據人工智慧技術開發
Big data and artificial intelligence

水利水資源工程規劃設計
Hydraulic and water resources engineering planning

氣候服務跨域諮詢與整合
Climate services for interdisciplinary integration

前言

▶ 研究動機：

- 在未設置氣象觀測站的景點 / 鄉鎮區，僅模式輸出資料可參考。
- 112年建置以 RWRF 模式輸出風場為基底，運用觀測資料修正內插地面平均風分析場技術
- 透過風力資料面化技術的研究，將點的資料(測站)擴展到面(GFE區域)，使得在未設置測站的區域，仍可取得符合物理觀念且無特殊異常分布的資料進行初步判斷或預報模式參考。

▶ 研究目標：

- 透過測站觀測、平均風風速及平均風風向地面分析場選擇適合的陣風迴歸模型，建置陣風風速地面分析場技術。

前人研究

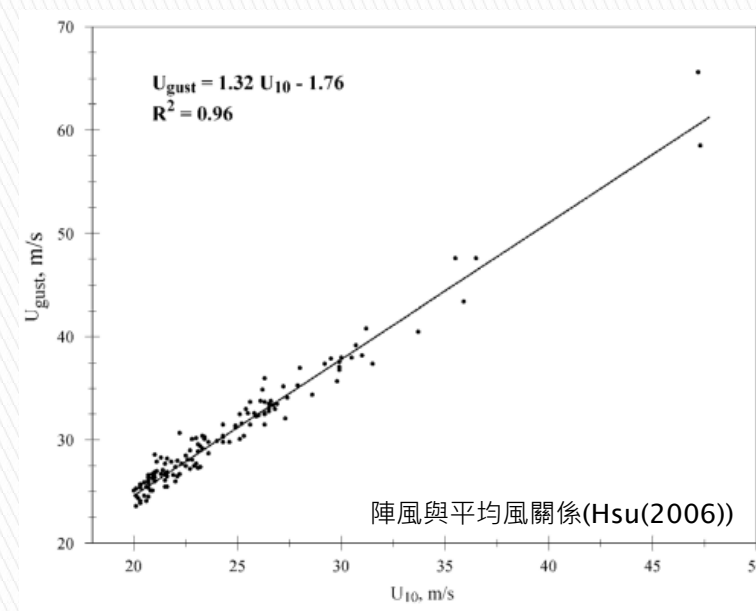
陣風與平均風風速關係

- ▶ 陳等(2018)透過歷史颱風及東北季風期間的風觀測資料，觀察到陣風風速(*GUST*)對平均風風速(*WindSpeed*)大致呈線性關係 $GUST = a \times WindSpeed + b$
(*a*為陣風與平均風的比值，類似陣風因子、*b*為迴歸係數)
- ▶ 陳等(2022)在臺灣測站平均風與陣風客觀預報技術中，提出依四象限風向分類建置各測站平均風與陣風的迴歸式，並依據預報校驗可知依象限選擇進行陣風風速轉換的效果較使用單一迴歸式佳。
- ▶ 陳等(2023)提出以RWRF模式輸出風場為基底，運用觀測資料修正內插地面平均風分析場技術，以確保所獲得之結果在有地面觀測資料處，網格和測站的資料為一致，並同時保持資料在空間上的連續性以及完整性。

前人研究

海面陣風

- ▶ 海面陣風的計算方式，早期多以邊界層的原理進行計算
 - **Brown(1991)**等人的研究中,參考如阻力係數(drag coefficient)、剪切速度(shear velocity)等因子計算,並進一步探討海面上風速的陣風因子(gust factor,GF)特性。
 - 在長時間下,**GF**的平均值存在趨勢
 - 海面上 **GF** 的變化與高度有關
 - 以阻力係數或剪切速度等的計算方式,對於海面範圍的陣風地面分析場建置而言並不易使用。
 - **Hsu(2006)**分析墨西哥灣(Gulf of Mexico)及加勒比海(Caribbean Sea)的浮標資料，共191筆於不同颶風期間的10米高平均風及陣風數據，發現**10米高風速在20~50 m/s與陣風之間有良好現象關係。**

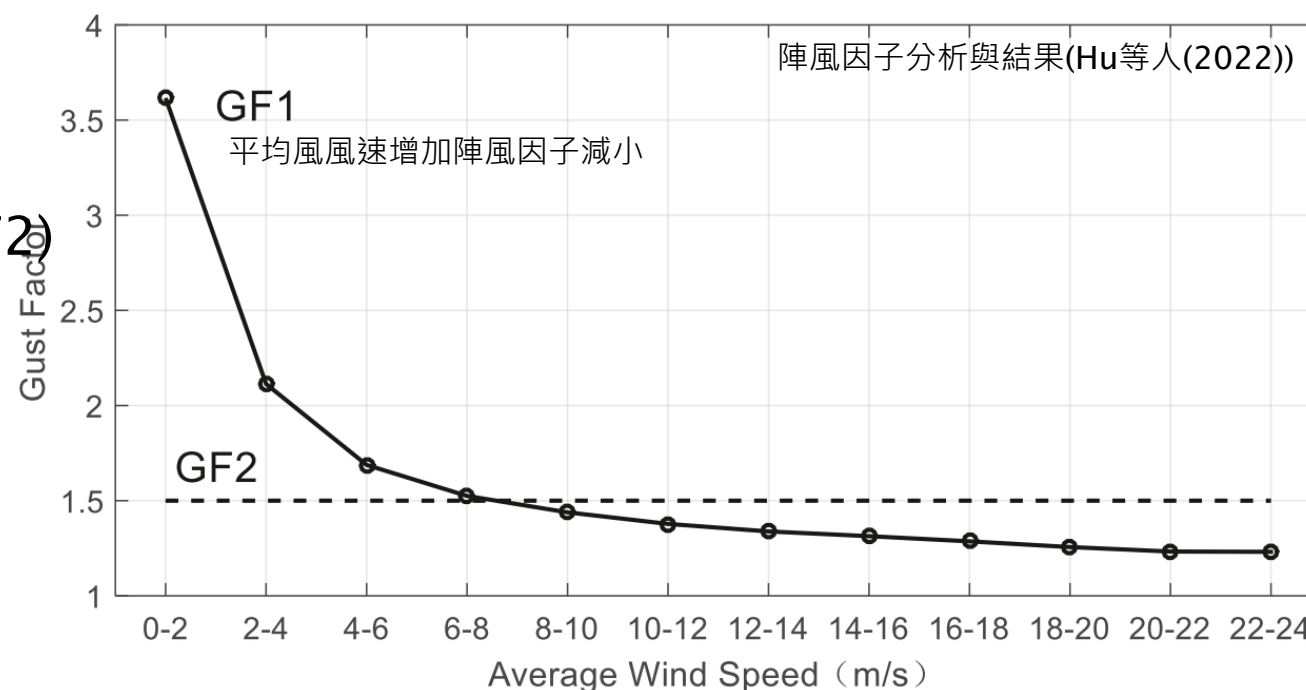
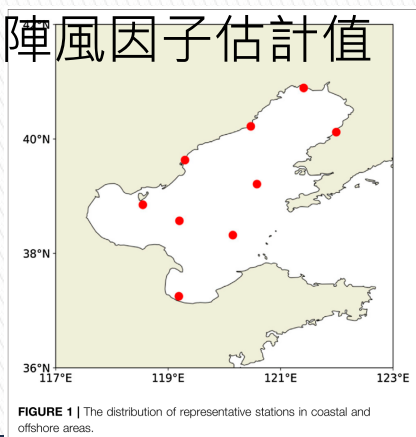


前人研究

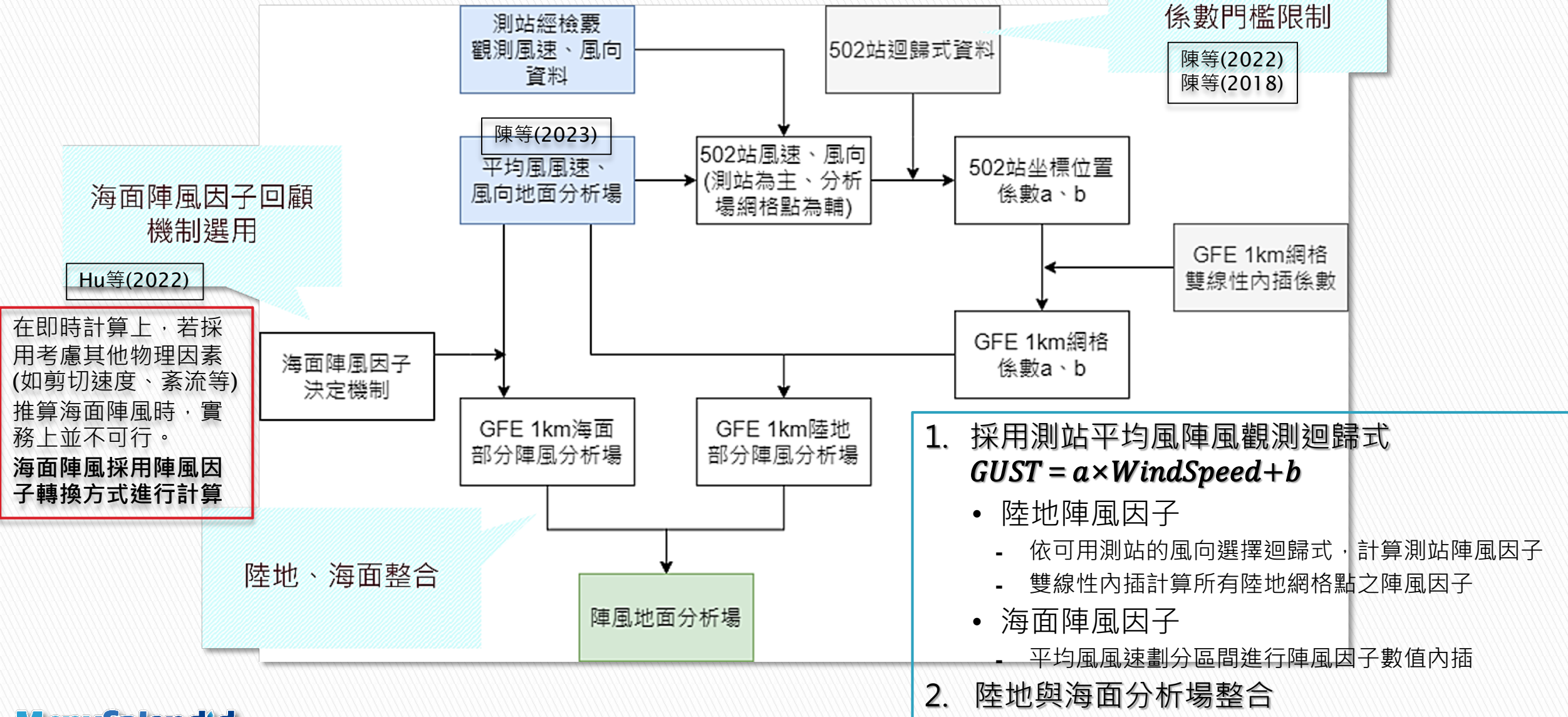
海面陣風因子

- ▶ Hu等人(2022)的研究中,利用2017~2019年間實測平均風資料、實測陣風資料及模式(ERA5)重分析資料於1000、925、850百帕(hPa)風場所推算之剪切速度資料進行渤海區域陣風估計方式建置

- 資料點包括沿海區域與海灣中間區域
- 利用最小誤差平方法計算最佳的陣風因子估計值
- 平均風風速分區(GF1)及不分風速(GF2)下所獲得之最佳陣風因子估計值

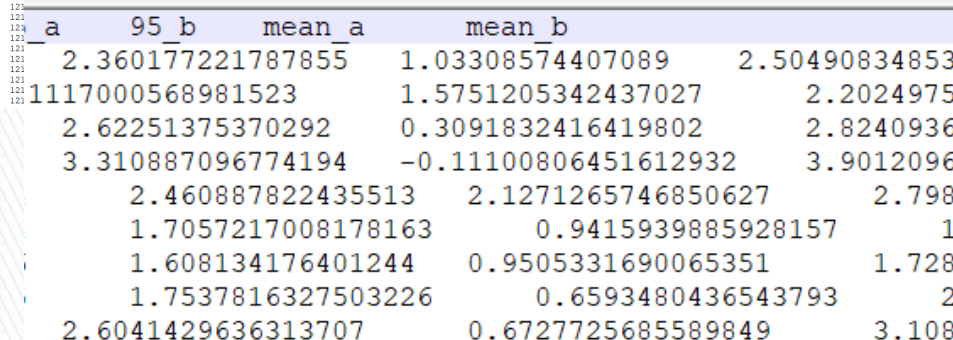


陣風地面分析場流程



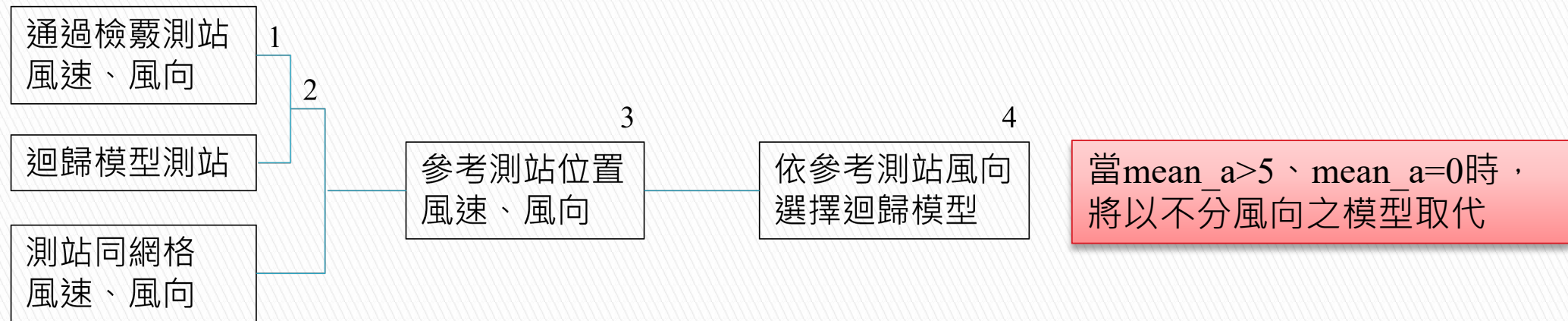
ManySplendid

- 多采科技有限公司



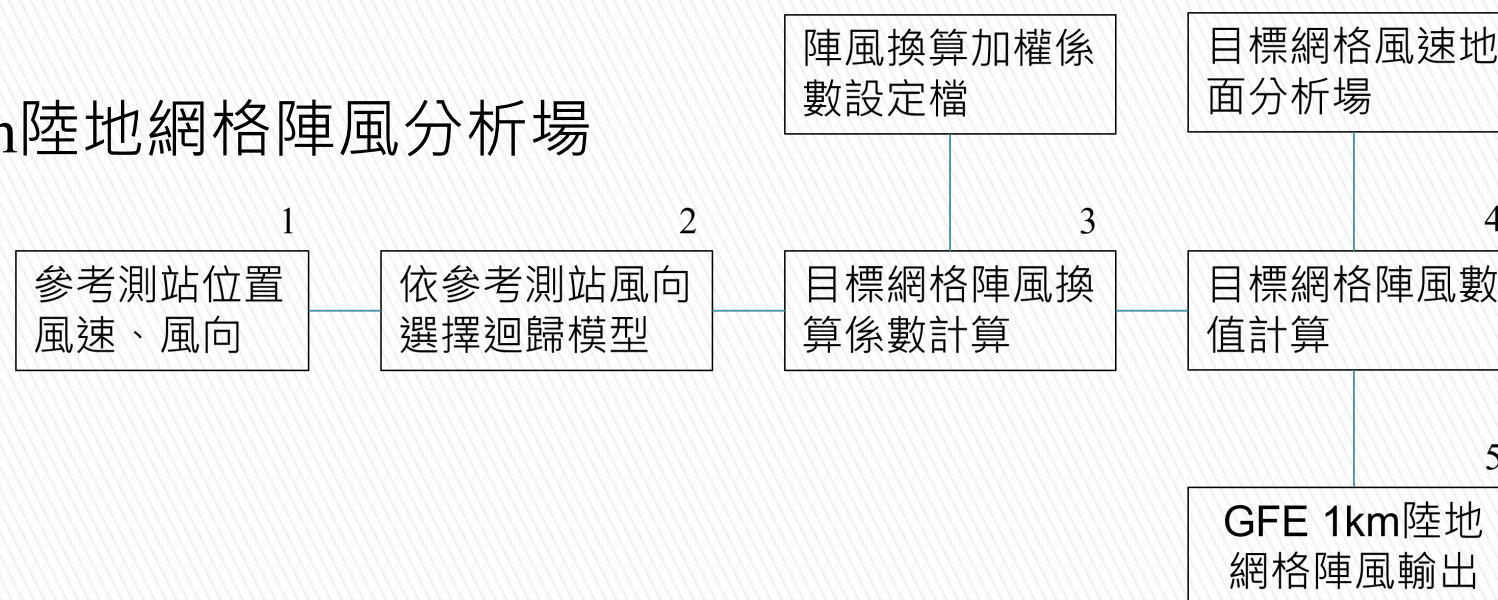
平均風風速與風向的資料來源選擇方式

1. 比對**通過檢覈**風速、風向測站資料與迴歸模型測站清單
2. 若因測站即時資料無法取得或風速、風向任一資料未通過檢覈而缺漏時，則以地面分析場中，**測站同網格資料**取代
3. 建立供迴歸模型所使用之參考測站位置的風速、風向清單
4. 依照各測站之風向，選擇對應風向分群之線性方程式係數 mean_a 、 mean_b

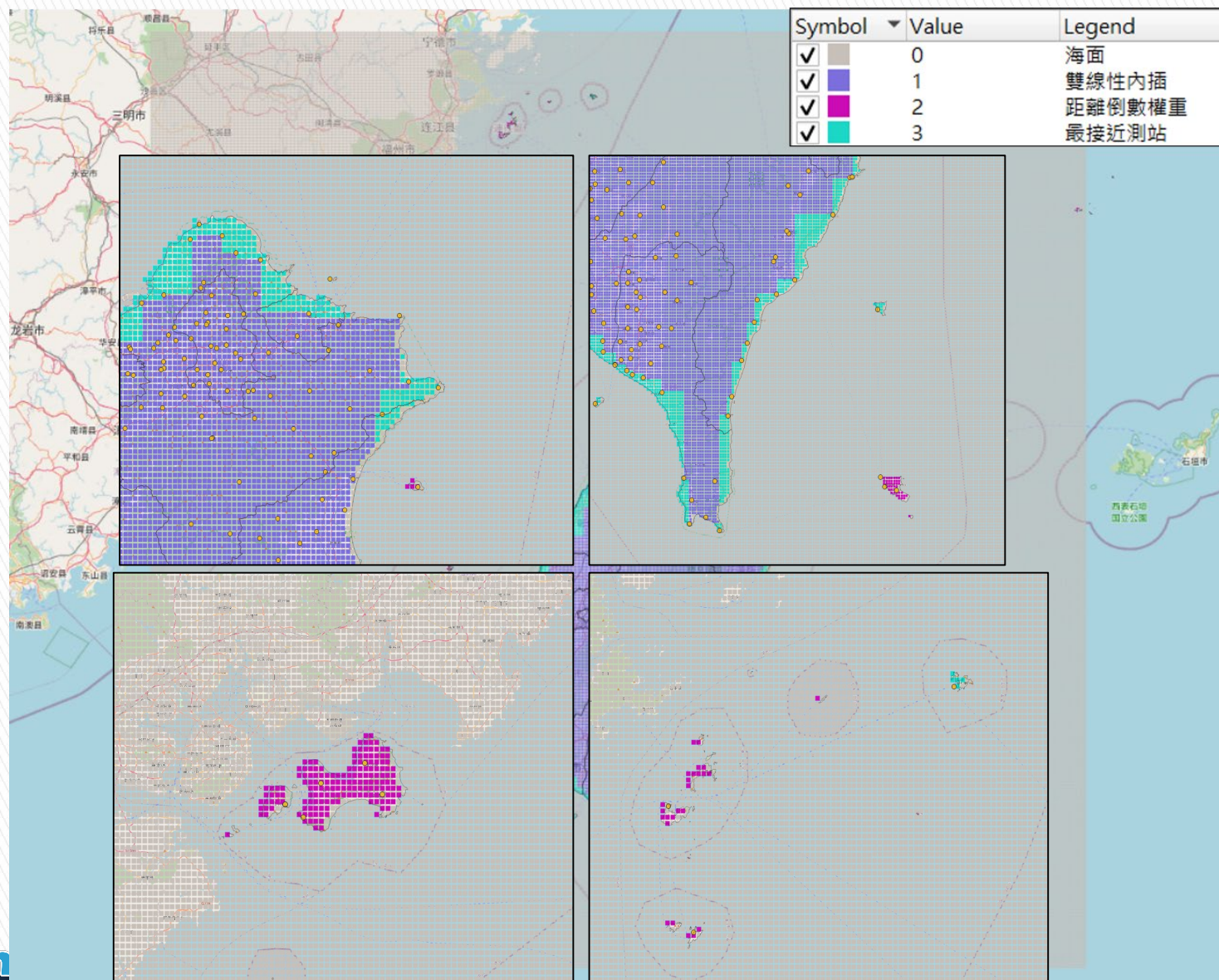


GFE 1km陸地網格陣風產製流程

- 1.、2. 為依參考測站風速、風向**挑選對應之迴歸模型**(前述3、4)
3. 以內插方式將mean_a及mean_b係數內插至所有網格上，得到目標網格加權計算之後之係數a、b
4. 以**平均風風速分析場**配合目標**網格係數a、b**，計算目標網格陣風數值
 - 有測站網格點以**測站平均風風速**轉換之陣風為主，測站資料缺漏時以分析場網格平均風風速轉換
5. 輸出GFE 1km陸地網格陣風分析場



陸地網格係數內插方式

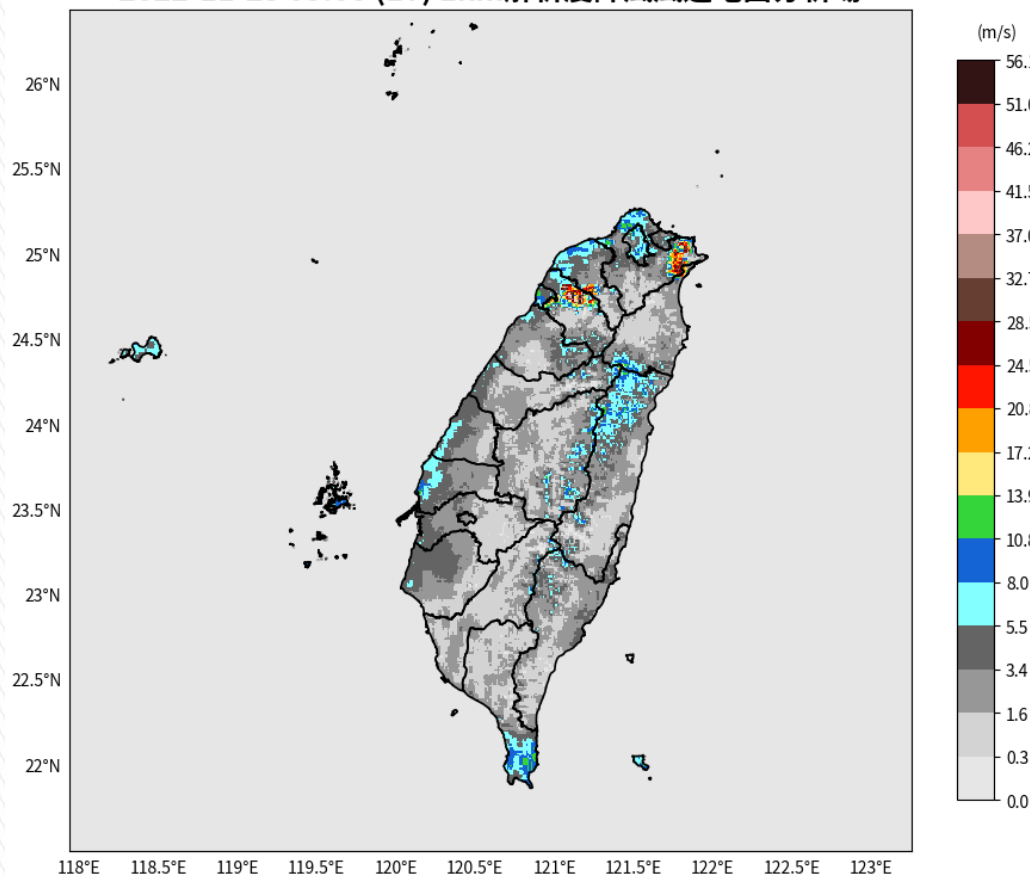


- ▶ 本島網格多採用雙線性內插
 - 以網格為中心取本島範圍四象限上最近測站作為參考
- ▶ 本島沿岸網格採最接近測站係數
- ▶ 離島網格取0.3度內測站數
 - 若只有一測站，採該測站係數；
 - 若有多測站，係數採距離倒數權重法加權決定

陸地陣風分析場個案檢視(2022年11月25日9時)

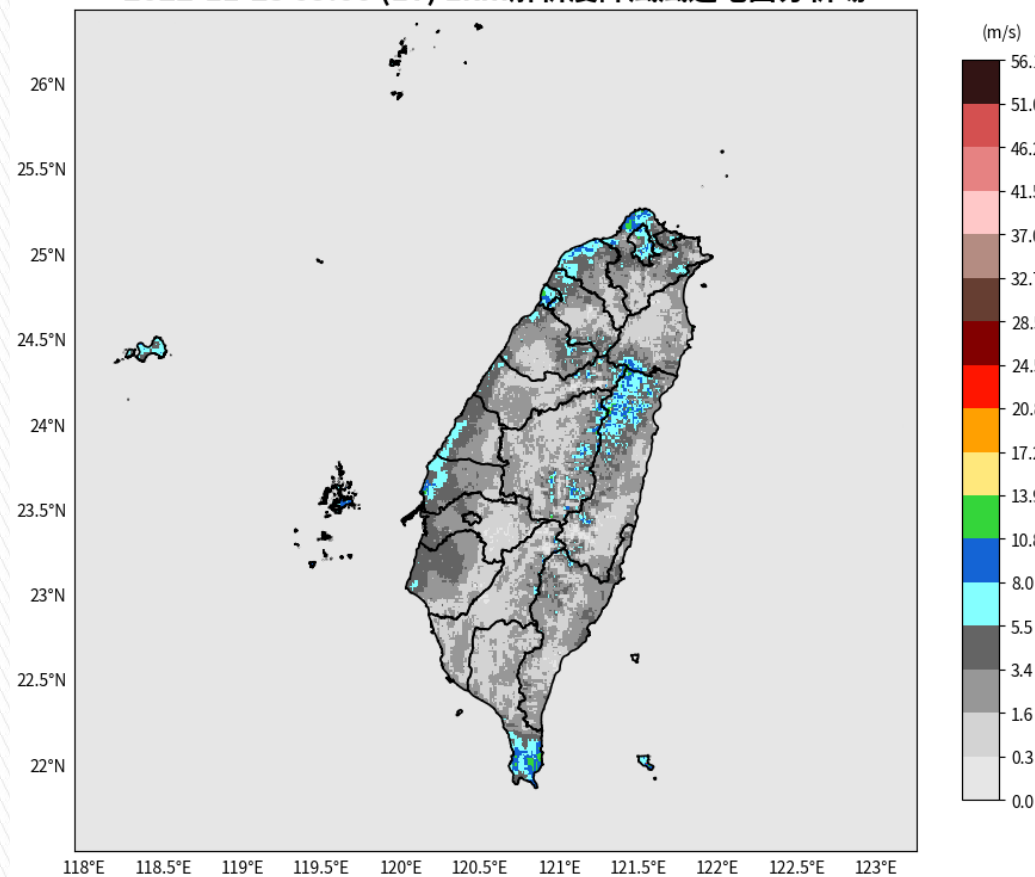
未針對係數mean_a做篩除

2022-11-25 09:00 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場



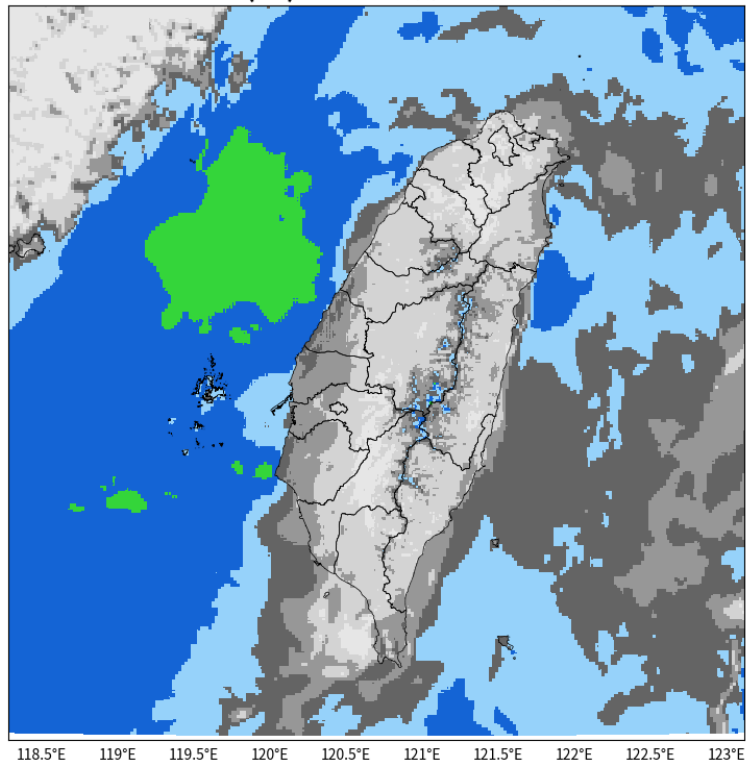
係數mean_a>5時，以不分風向係數取代

2022-11-25 09:00 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場

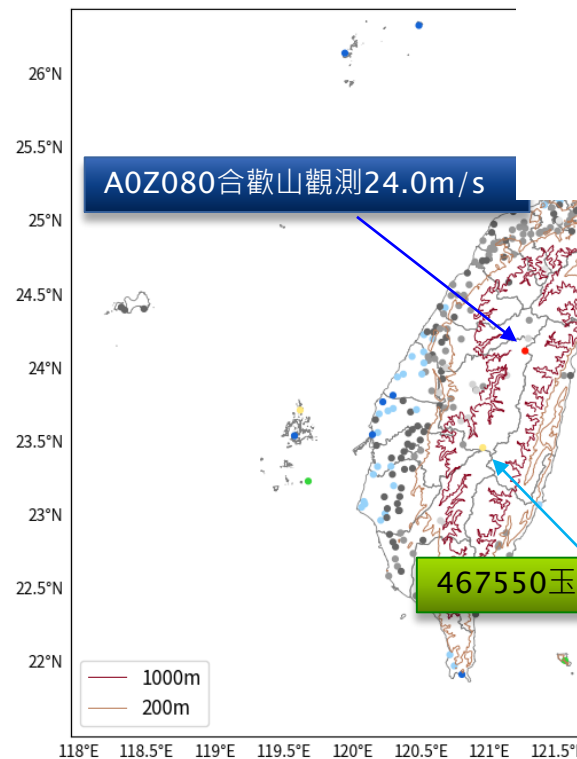


陸地陣風分析場個案檢視(2023年12)

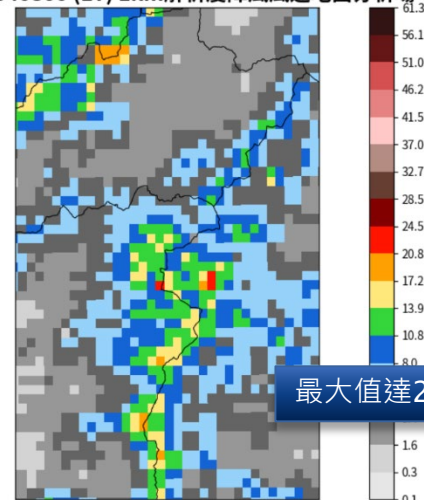
202312040800 (LT) 1km解析度平均風風速地面分析場



2023-12-04 08:00:(

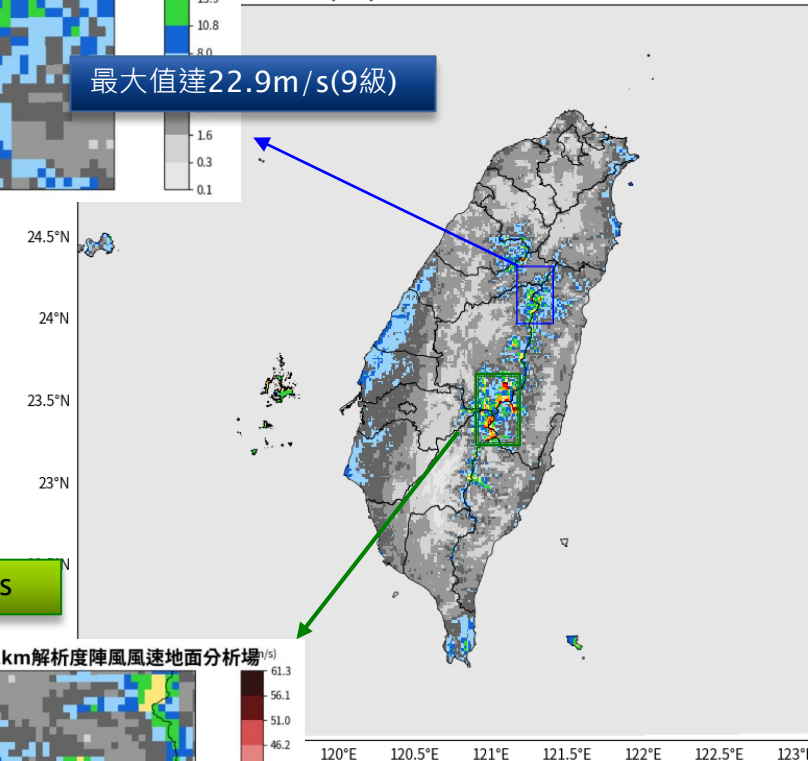


202312040800 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場



202312040800 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場

最大值達22.9m/s(9級)



最大值達30.4m/s(11級)

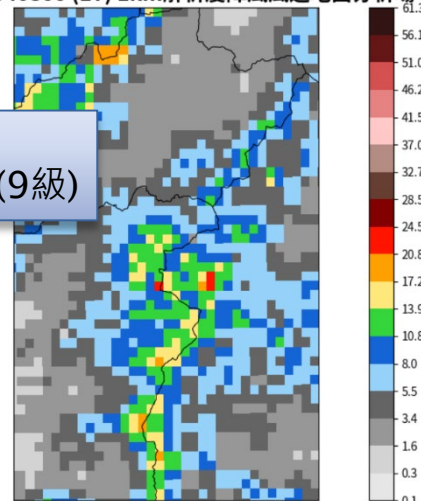
本島地區陣風GT過大

陸地陣風分析場過大的修正方式

- ▶ 前述個案發現，選用 $GUST = a \times WindSpeed + b$ ，**a上限值為5**的迴歸方程式，部分情形發現**陸地網格陣風過大**
- ▶ 「臺灣陣風因子研究與颱風陣風預警整合技術開發」(2023，國家災害防救科技中心)指出，各測站在以八風向進行 GF 計算時，平均風風速越小(0~5m/s，約3級風)時對應之 GF 越大，但一般而言**最大 GF 約介於3上下**。
 - 全臺灣503個測站建置八風向陣風因子資料庫
 - 以31個人工氣象站為例，分為離島、沿海、山區及都會四分區說明特性
 - 高平均風速時 GF 趨近於定值。都市測站 GF 介於2.0~3.3、離島測站 GF 介於1.4~2.4、沿海測站 GF 介於1.5~2.6；特定測站特定風向的山區測站 GF 介於1.6~4.8
 - 部分測站的特定風向 GF 過大，如蘇澳站北風 $GF="9"$ ，主要原因為平均風較小且資料量較少的情況
- ▶ **調整a上限值為3**
 - 即時平均風風向所選擇之迴歸式 $a > 3$ 時，先採以不分風向迴歸式。若不分風向係數 a 仍 > 3 時，**a固定為3**

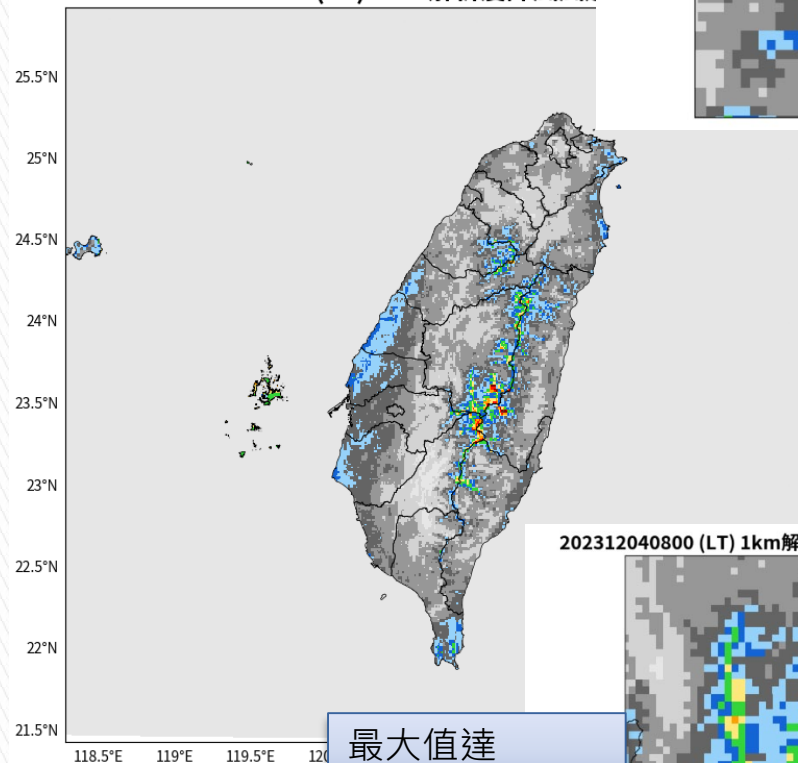
202312040800 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場

最大值達
22.9m/s(9級)



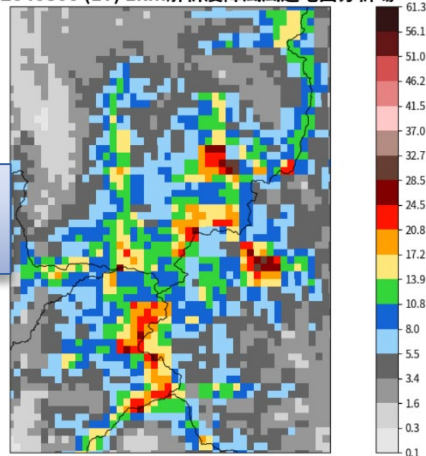
修正前(a<5)

202312040800 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場



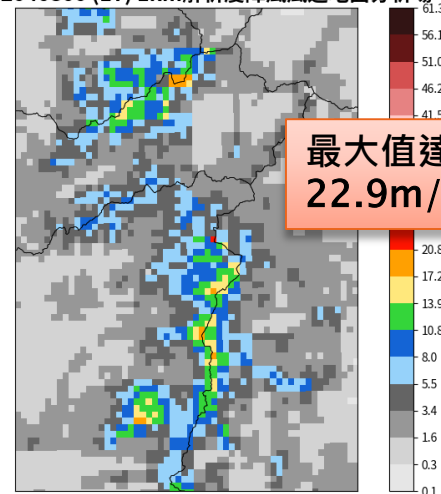
最大值達
30.4m/s(11級)

202312040800 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場



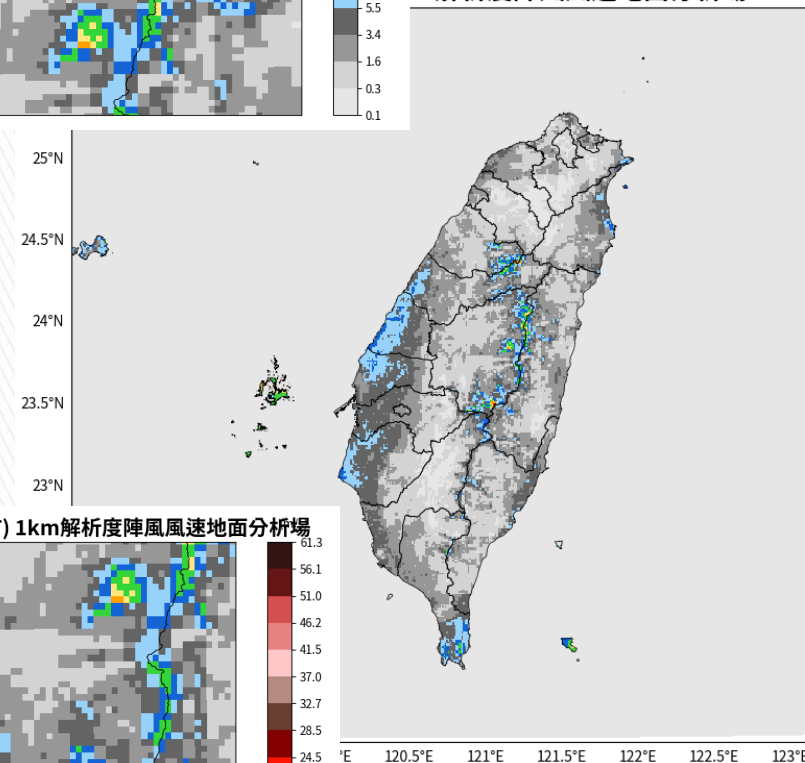
202312040800 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場

最大值達
22.9m/s(9級)



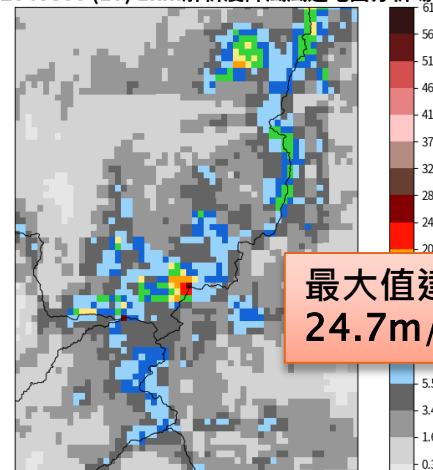
修正後(a<3)

m解析度陣風風速地面分析場



最大值達
24.7m/s(10級)

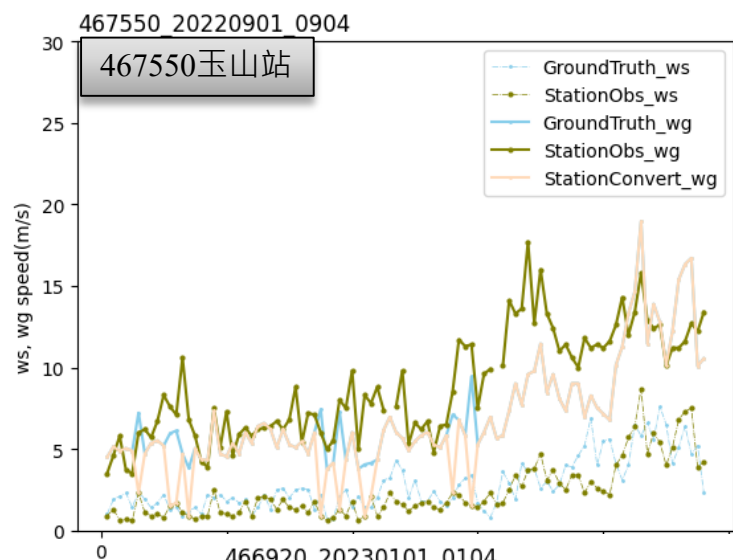
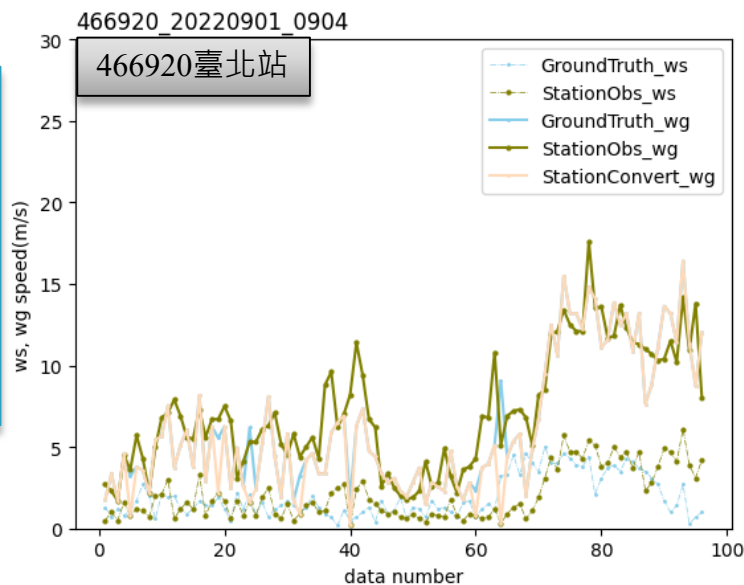
202312040800 (LT) 1km解析度陣風風速地面分析場



陸地陣風分析場個案檢視

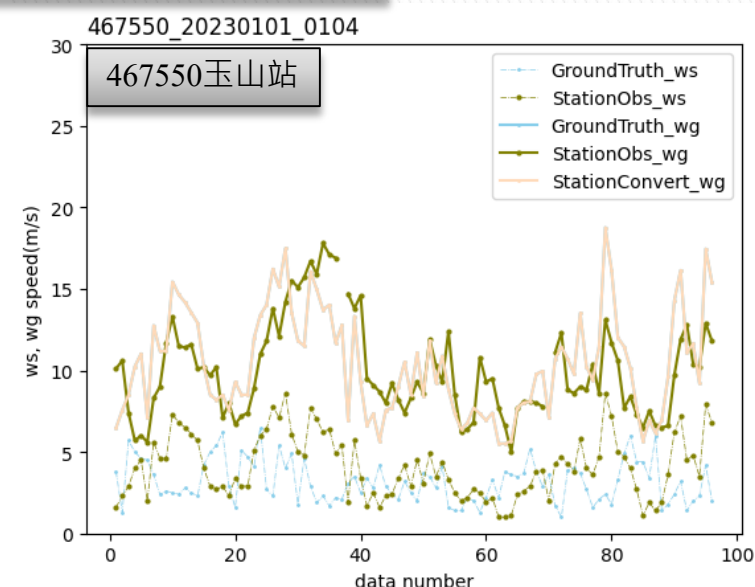
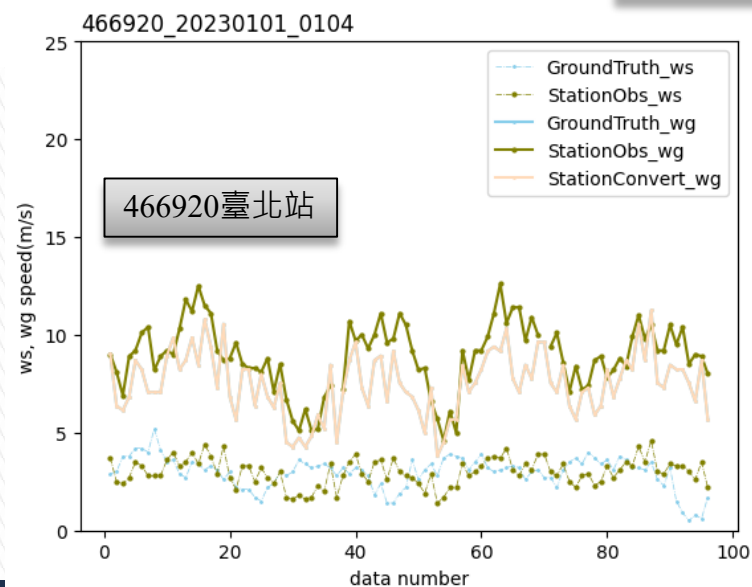
軒嵐諾颱風期間(20220901-20220904)及2023年初東北季風期間(20230101-20230104)

軒嵐諾颱風期間



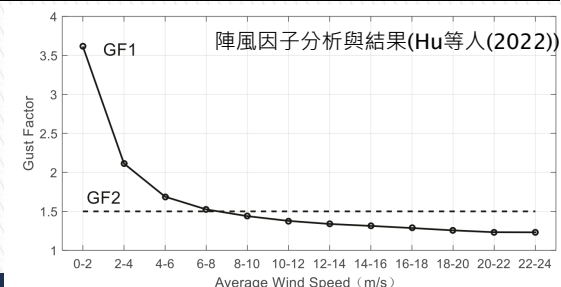
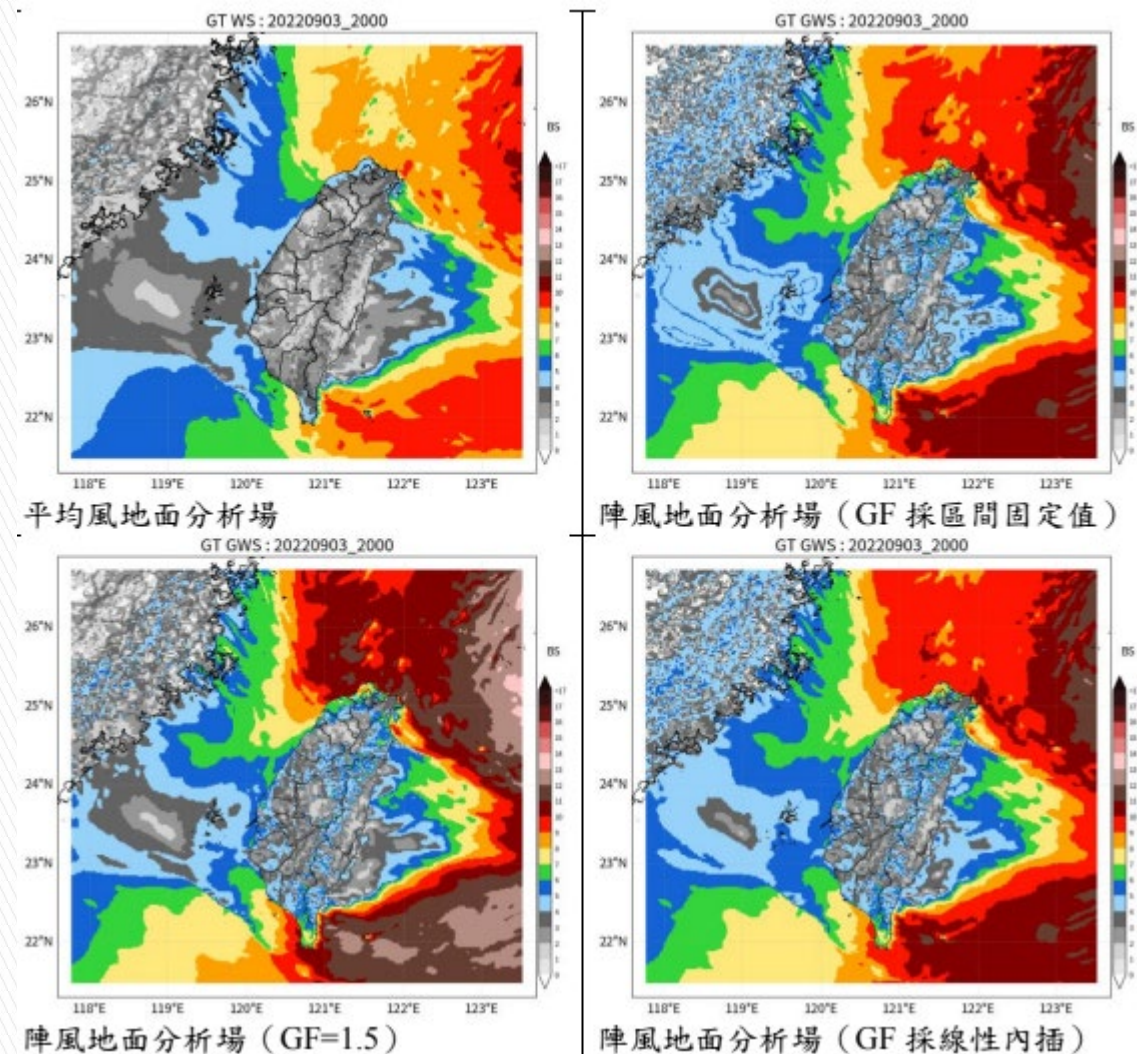
網格平均風風速
測站平均風風速
前述流程產製陣風風速
測站陣風風速
測站直接轉換陣風風速

2023年初東北季風期間



GFE 1 km海面網格陣風產製

- ▶ 在即時計算上，若採用考慮其他物理因素(如剪切速度、紊流等)推算海面陣風時，**實務上並不可行**。
- ▶ 海面陣風採用陣風因子轉換方式進行計算
- ▶ 網格平均風風速選擇不同的 GF 參考數值進行測試
 - 由**右上圖**可知當 GF 採區間固定值時,可能在如臺灣海峽處平均風風速較低時,造成**不連續的情況**。
 - 臺灣東部海面高平均風速時,GF 採固定為 1.5(左下圖)，所估計陣風風速及風級**過大**
 - GF採**線性內插**(右下圖)所估計陣風風速較**無特殊分布**
- ▶ 海面陣風因子網格係數採**內插方式**取得



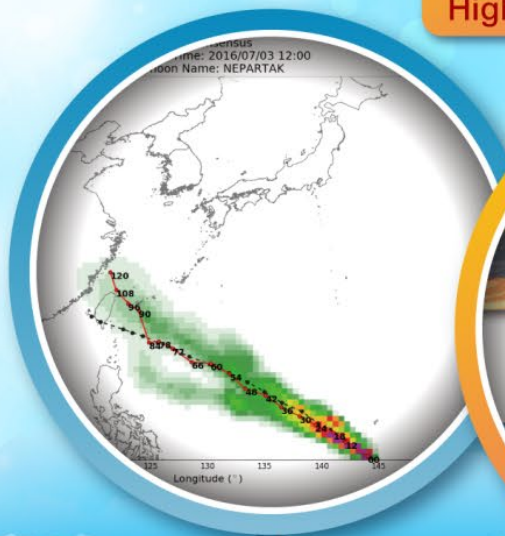
小結

- ▶ 本研究提出，透過測站觀測、平均風風速及平均風風向地面分析場選擇適合的陣風迴歸模型，並透過**陸地陣風迴歸式選用的修正**，以及**海面陣風的補強**，完成建置陣風風速地面分析場技術，且透過個案空間檢視**陣風分析場無局部過大而不合理的現象**。
- ▶ 以事件時序進行比對，可瞭解在與測站觀測陣風相比之下，於**趨勢變化與數值範圍上有良好的關係**
- ▶ 未設置觀測站的區域，可透過陣風分析場技術取得符合物理觀念，且面化結果無過大或特殊分布的資料，供初步判斷或預報模式參考

報告完畢

ManySplendid

高效能科學計算模式研發
High-efficiency scientific modeling



都市積淹水與洪泛測預報
Urban water inundation and flood forecasting



大數據人工智慧技術開發
Big data and artificial intelligence



水利水資源工程規劃設計
Hydraulic and water resources engineering planning



氣候服務跨域諮詢與整合
Climate services for interdisciplinary integration

