

深層卷積神經網路應用於 機場颱風風力預報之研究

1

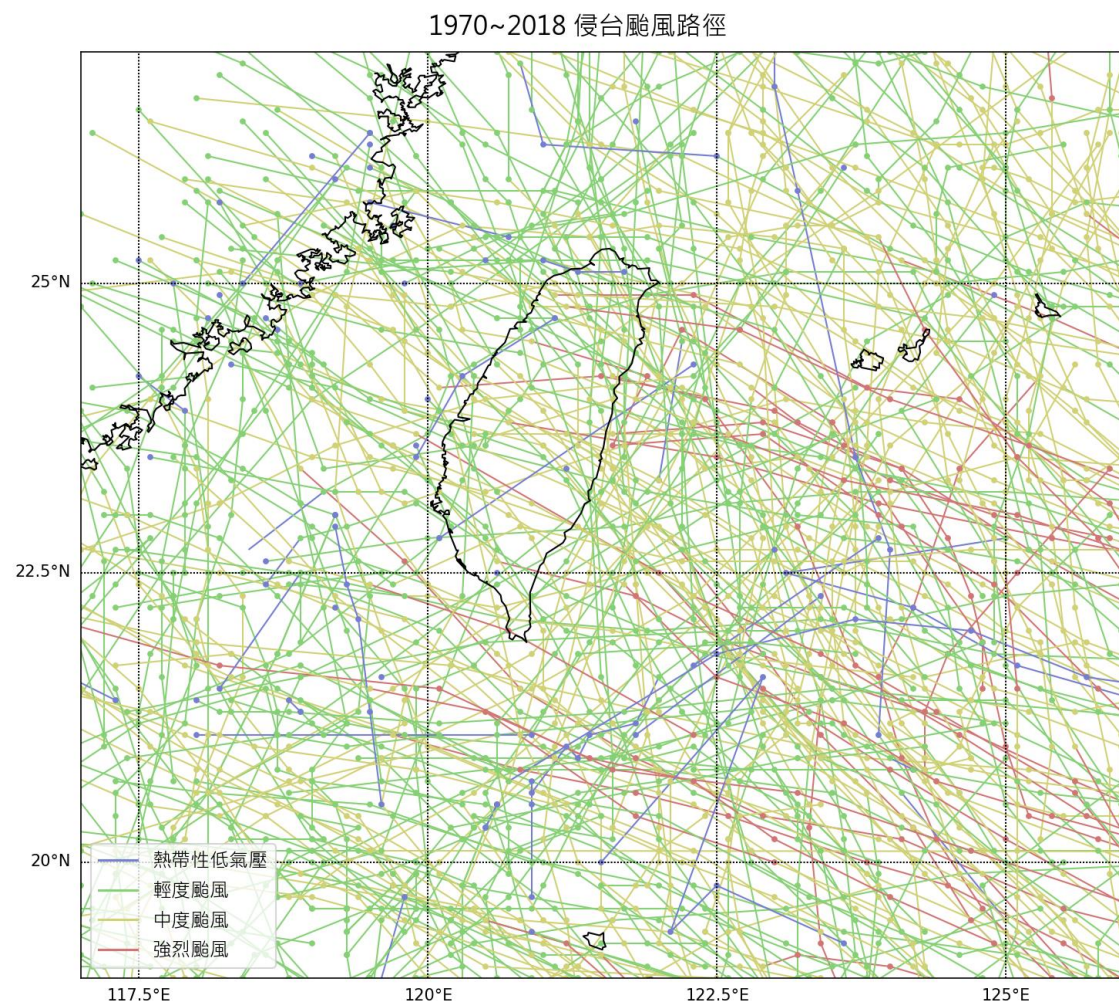
演講人：戴燦景

大綱

- 一、序論
- 二、颱風風力預報方法
- 三、AI法颱風風力預報
- 四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)
- 五、人工AI智慧現況
- 六、結論
- 七、展望

一、序論

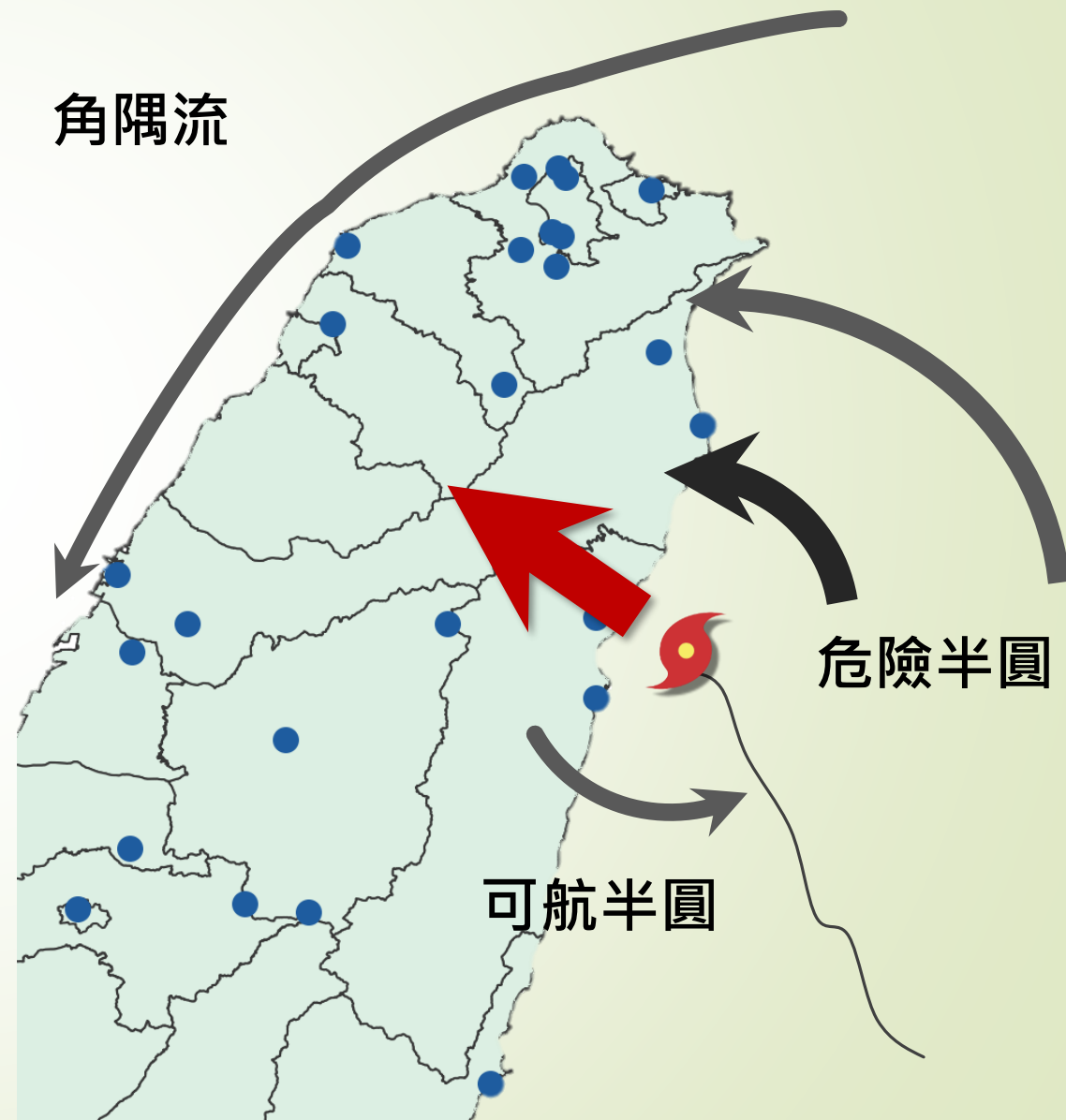
- 台灣位於熱帶與副熱帶季風氣候之間
- 夏秋常有颱風侵襲



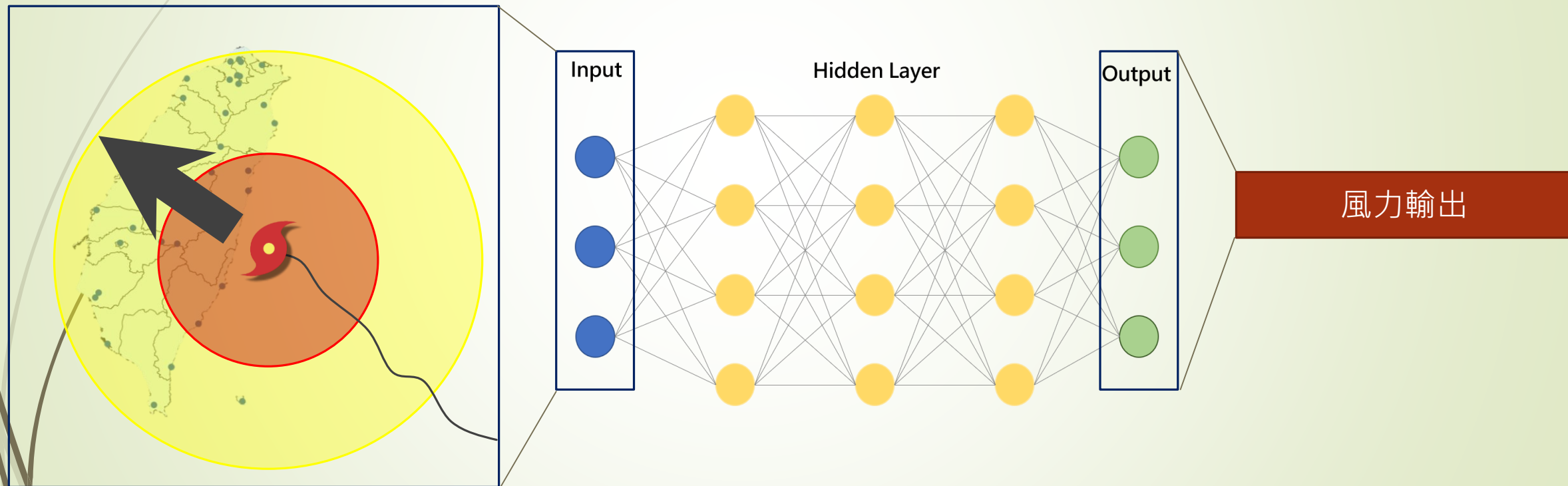
中央氣象署 1970~2018 侵台颱風路徑

一、序論

- 颱風與台灣地形效應
- 颱風移動方向
- 可航半圓
- 危險半圓



一、序論



二、颱風風力預報方法

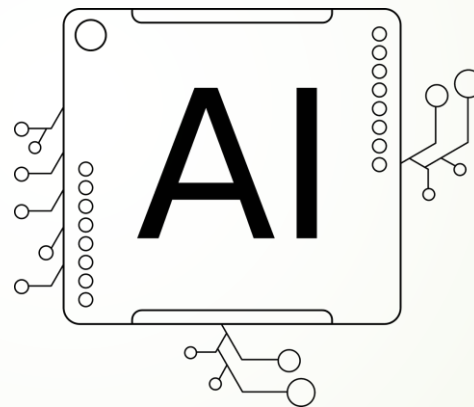
- 氣候類比法
- 氣象數值模式
- 氣候比值法
- 多元線性回歸
- 深度學習 (人工智慧)
 - 戴燦景、趙涵捷，基於強化深層卷積神經網路用於颱風期間多測站風力估計，國立宜蘭大學資訊工程研究所學位論文，pp. 1-91，2021。

二、颱風風力預報方法

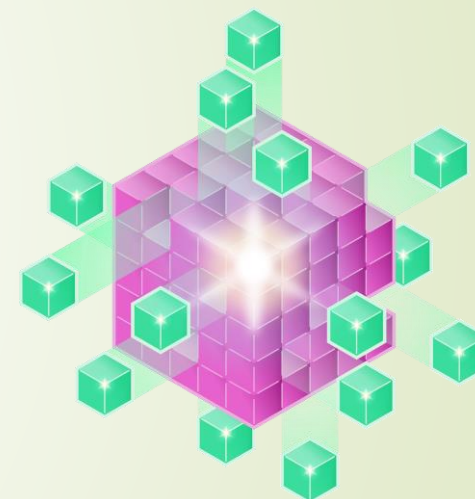
深度學習



Big Data



AI Model



輸出應用

二、颱風風力預報方法

- 常用 AI 平台
- TensorFlow
- PyTorch



TensorFlow



PyTorch

二、颱風風力預報方法

- **AI 模型特性**
- 使用GPU平行運算 運算快速
- 能處理非線性特徵
- 具資料客觀性

三、AI法颱風風力預報

- 取得氣象站與颱風相對關係

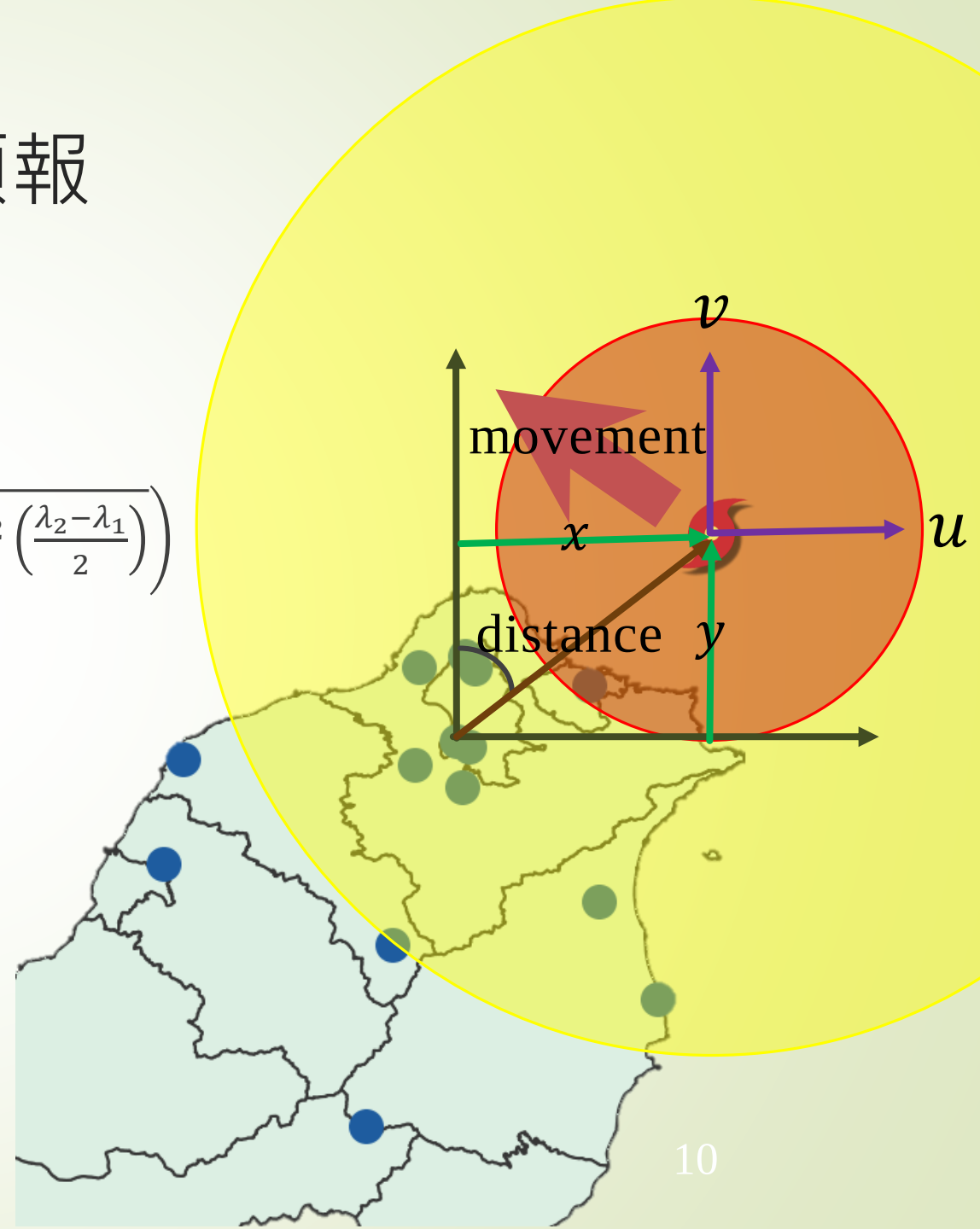
- $$d = 2r \sin^{-1} \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \right) + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right)$$

- $$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \right)$$

- $$V = \Delta d / \Delta t$$

- $$u = V \sin \theta \quad v = V \cos \theta$$

- $$x = d \sin \theta \quad y = d \cos \theta$$



三、AI法颱風風力預報

➤ Input Data



- u, v 為颱風過去六小時
- 平均移動方向、速度的東西/南北分量

三、AI法颱風風力預報

➤ 卷積神經網路(Convolution Neural Networks, CNN)

$1_{\times_1}$	$3_{\times_0}^1$	$0_{\times_0}^0$	5
$2_{\times_0}$	$1_{\times_2}^0$	$5_{\times_2}^2$	1
0	1	2	1
1	2	4	5

Data

 $\otimes$

1	0
0	2

Convolution
Kernel

=

3	13	2
4	5	7
4	9	12

Feature Map

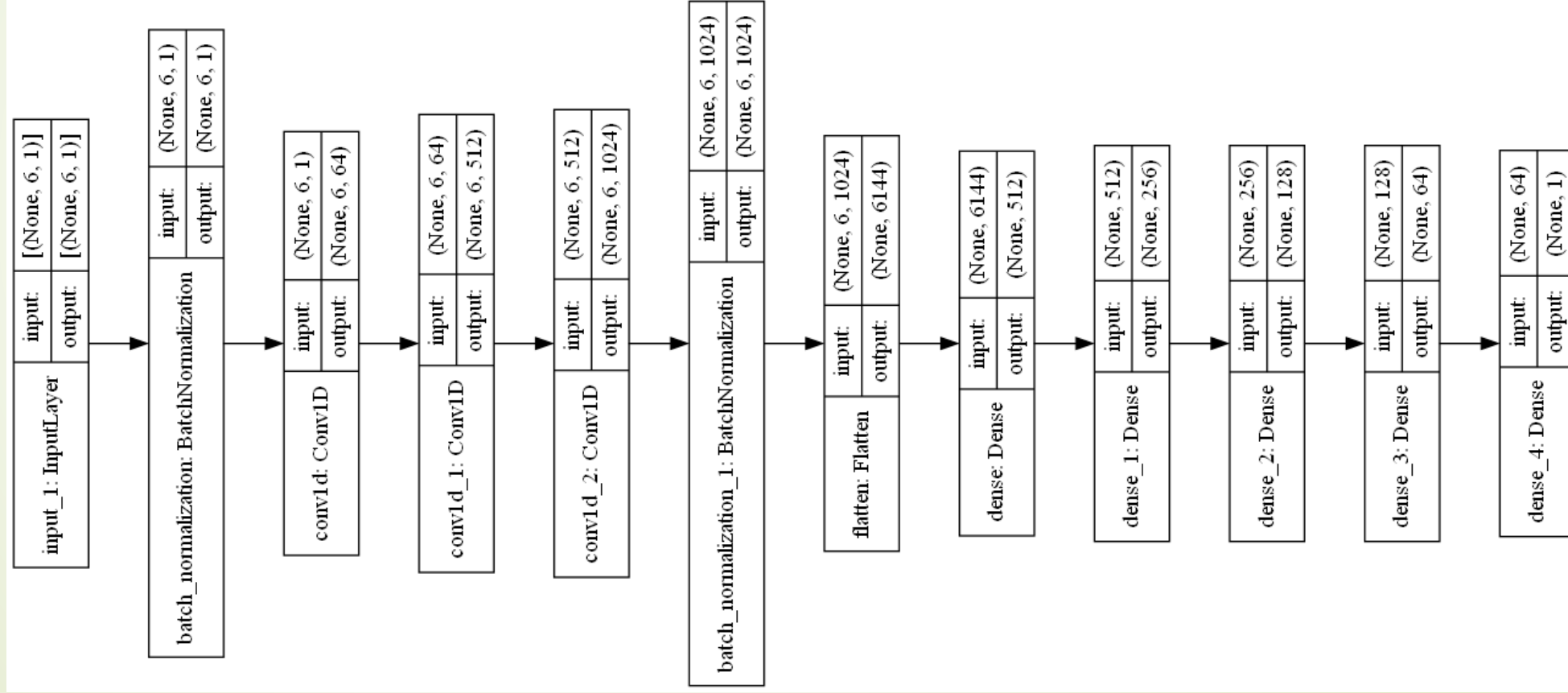
三、AI法颱風風力預報

- 風力預測模型 $f(\cdot)$
- $Y = f(\Psi, \Omega)$

Values	Definition
Ψ	氣象站訓練資料集 $\Psi \in \mathbb{R}^{l \times m \times n}$
Ω	颱風訓練資料集 $\Omega \in \mathbb{R}^{l \times m \times n}$
Y	風速預測值

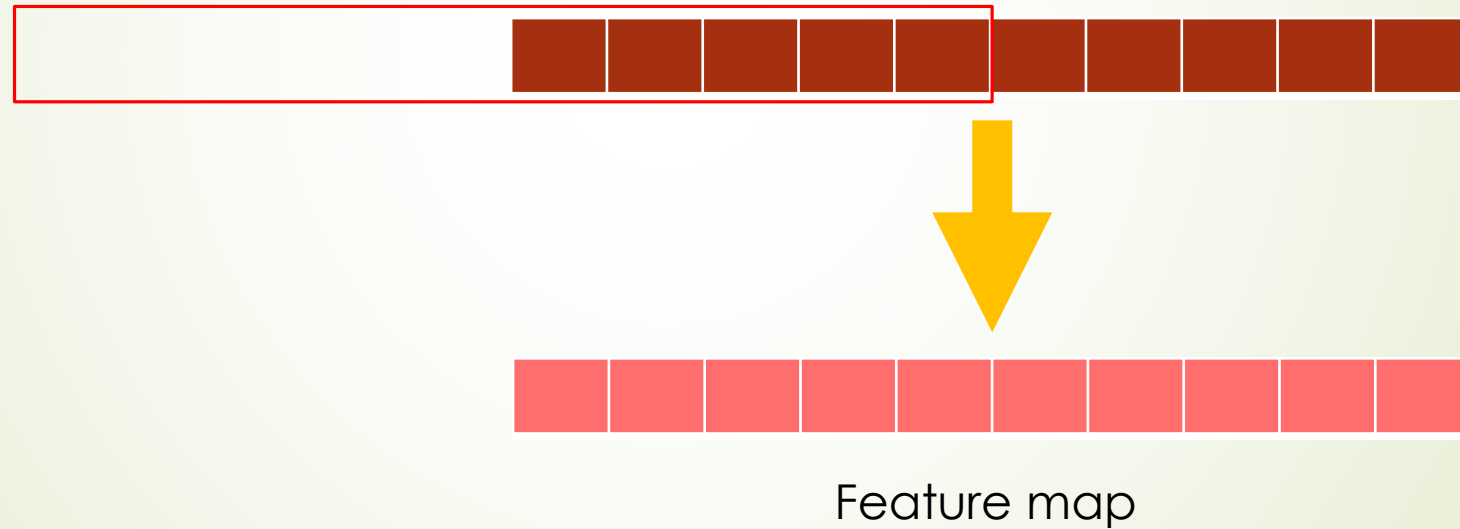
三、AI法颱風風力預報

模型架構

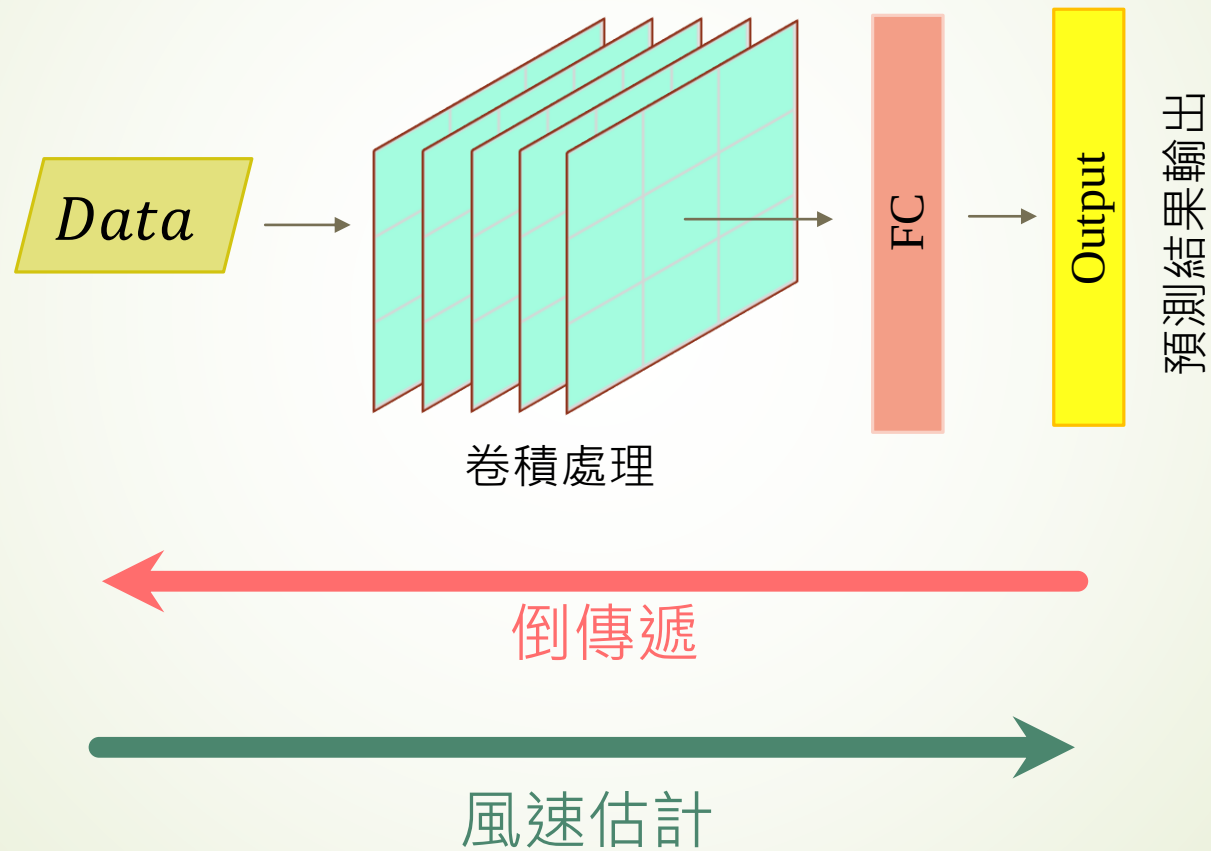


三、AI法颱風風力預報

- Convolution 1D
- Padding=Same



三、AI法颱風風力預報



四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

- 資料前處理
- 1970~2022 颱風資料作為訓練集與驗證集
- 2015 Dujuan, 2016 Megi, 2017 Nesat 作為測試集
- 整點內最大風速、最大陣風、風向

四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

機場	訓練集 (Traing)	驗證集 (Validation)
RCTP	7987	394
RCSS	6123	442
RCKH	5070	455
RCFN	3552	415
RCBS	2749	188
RCMT	2483	265
RCLY	2408	191
RCGI	2360	226
RCFG	1885	273
RCKW	837	101

四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

- 模型訓練
- 使用TensorFlow 於 NVIDIA V100

預測模型

Parameter	Value
Optimizer	Adam
Loss function	Root Mean Square Error
Bath size	64
Epoch	25

四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

➤ 效能驗證

➤ $MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - x_i|$

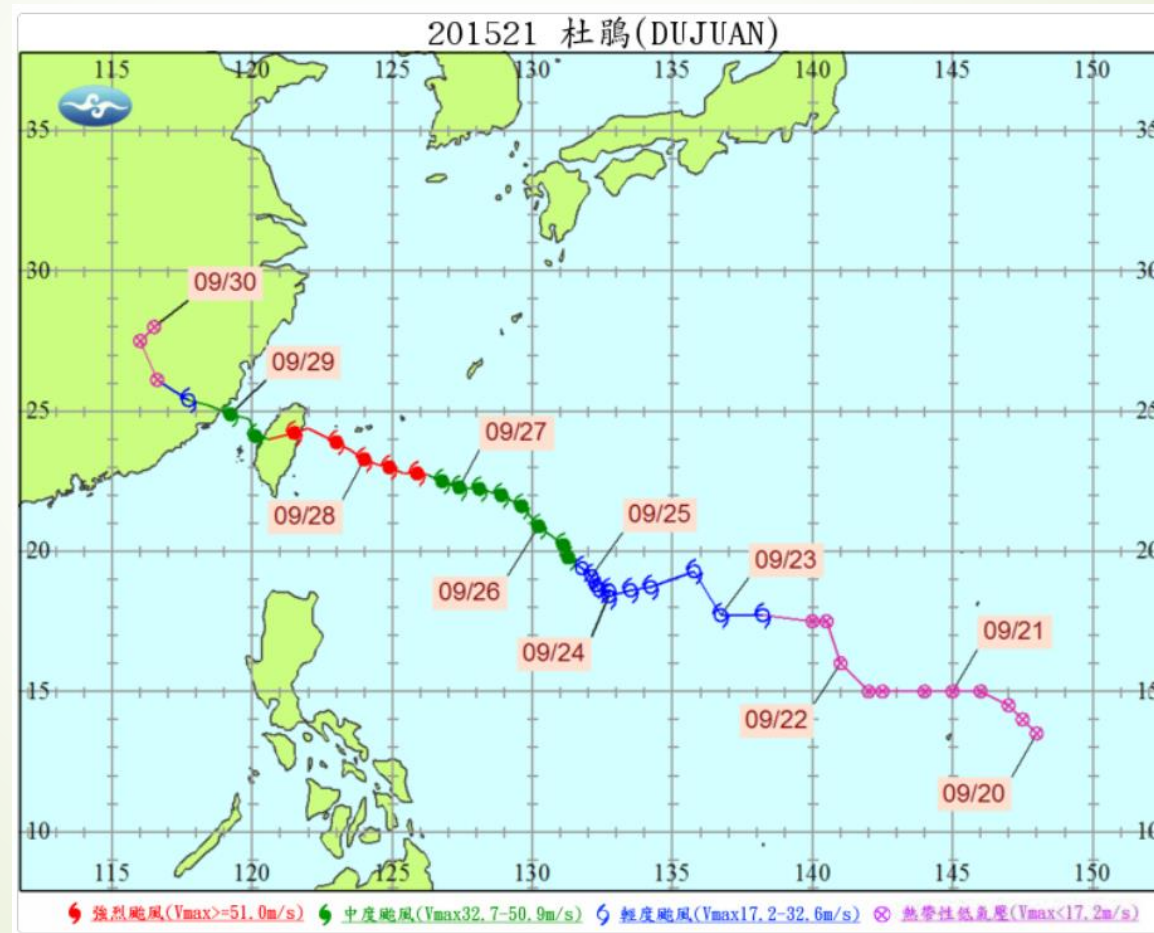
➤ $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}$

➤ $corr(y_i, \hat{y}_i) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_{y_i})(\hat{y}_i - \mu_{\hat{y}_i})}{\sqrt{(y_i - \mu_{y_i})^2 (\hat{y}_i - \mu_{\hat{y}_i})^2}}$

➤ $\Delta\theta(\theta_{x_i}, \theta_{y_i}) = \begin{cases} |\theta_{x_i} - \theta_{y_i}|, & |\theta_{x_i} - \theta_{y_i}| \leq 180 \\ |\theta_{x_i} - \theta_{y_i}| - 180, & |\theta_{x_i} - \theta_{y_i}| > 180 \end{cases}$

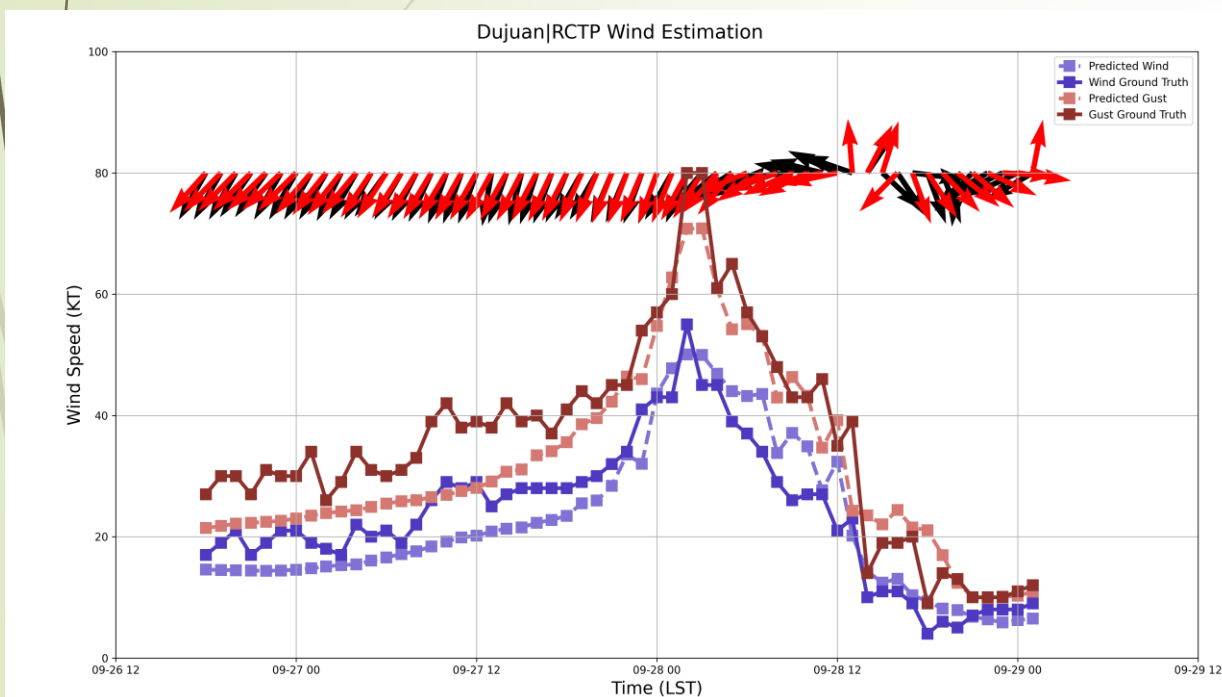
四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

➡ 2015年杜鵑颱風 驗證

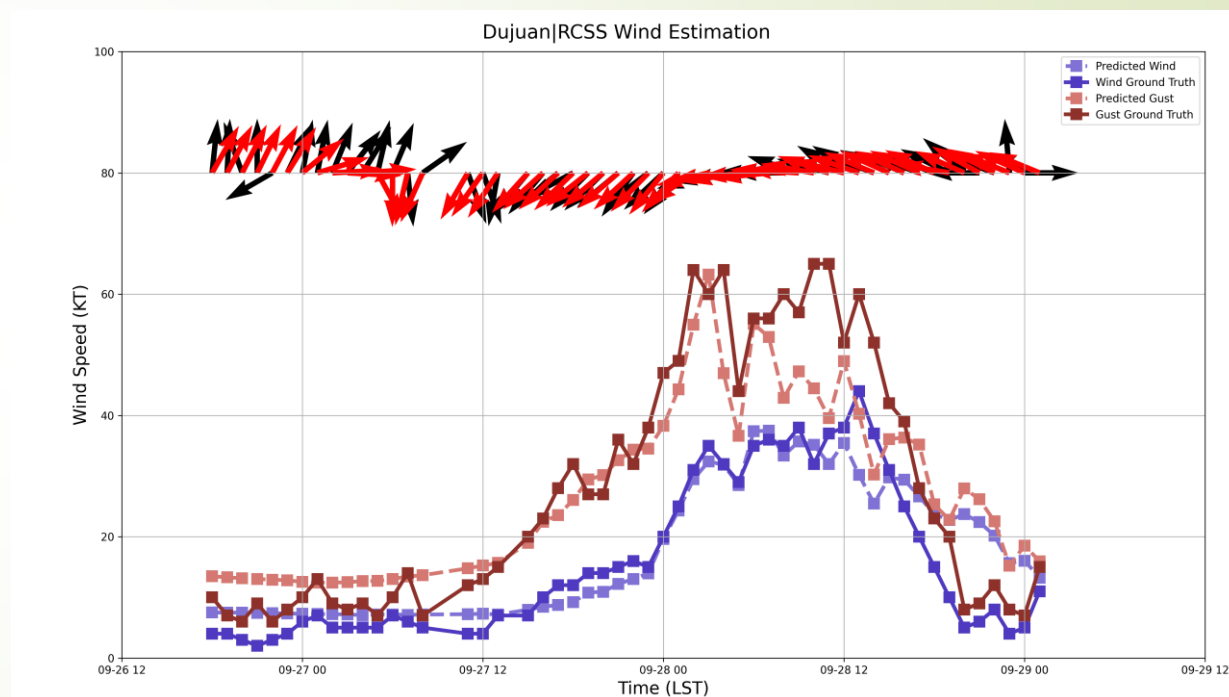


四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

桃園機場

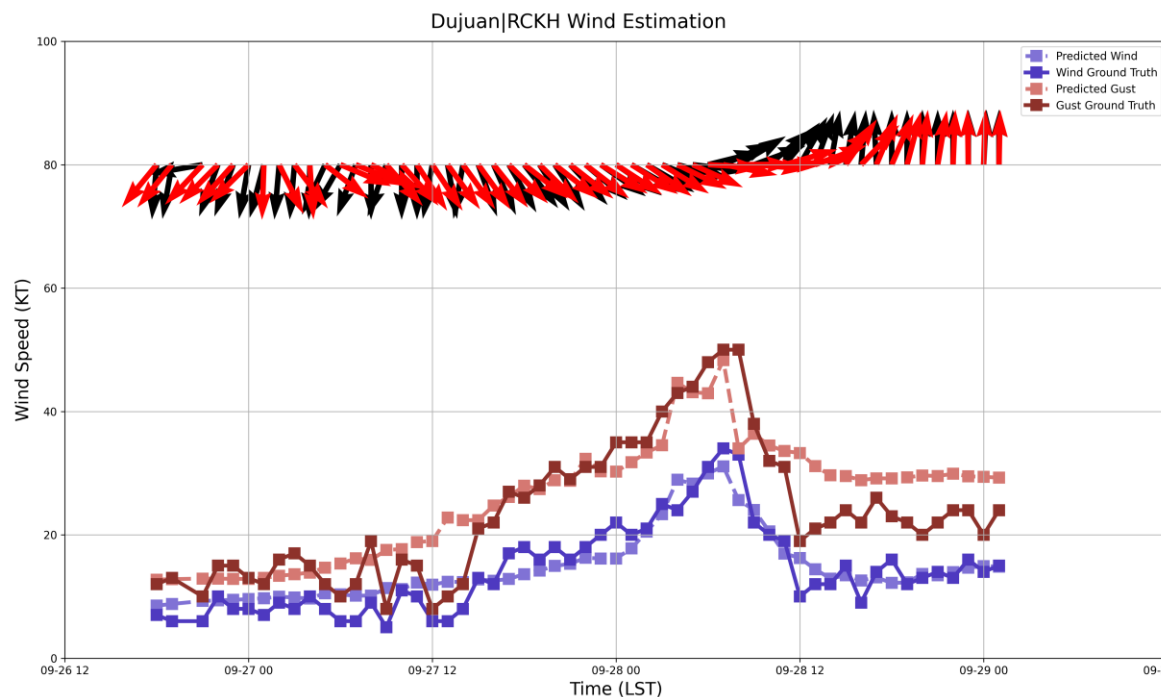


松山機場

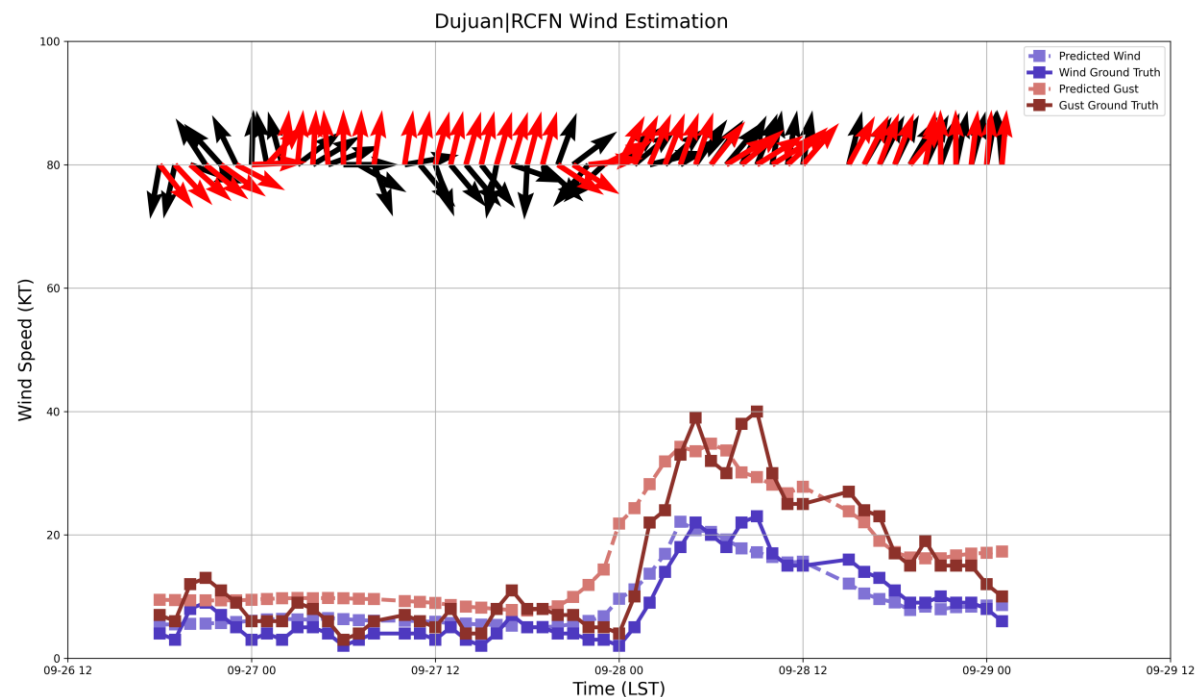


四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

高雄小港機場

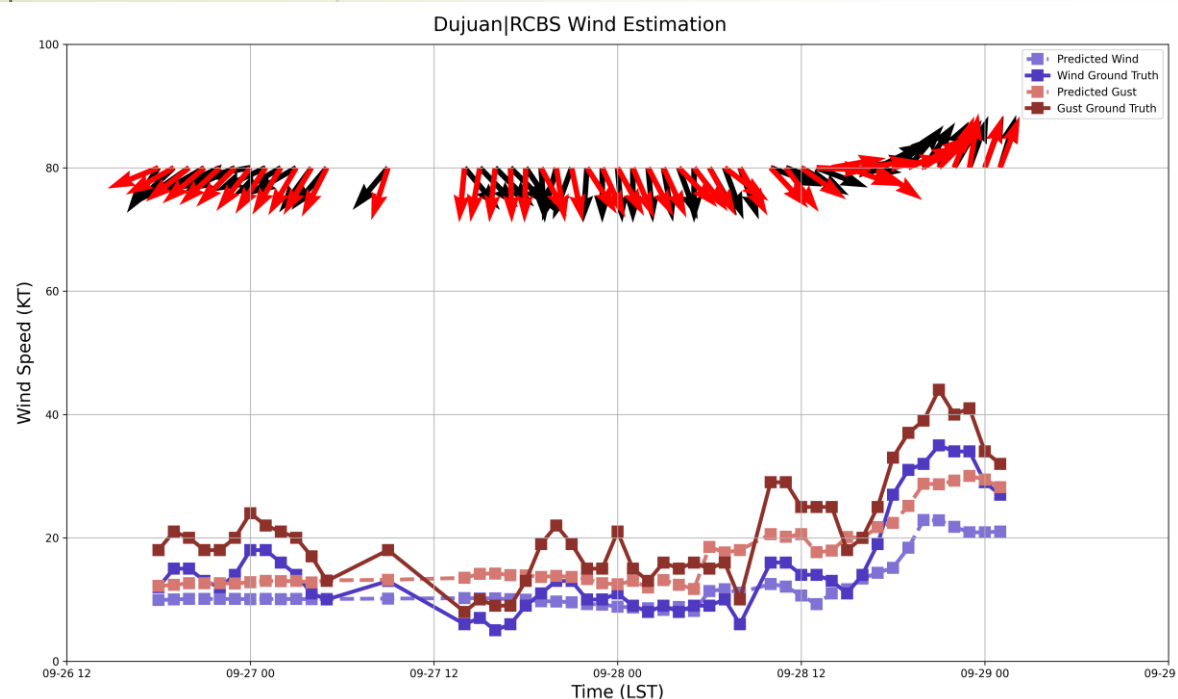


台東機場

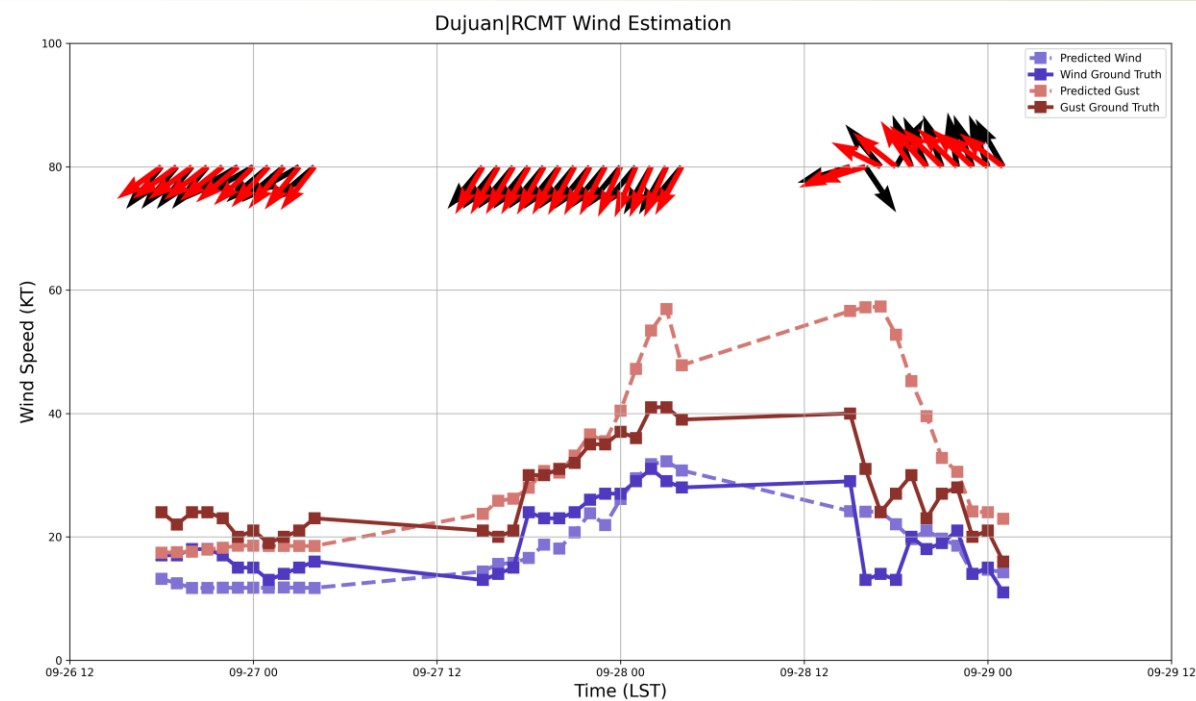


四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

金門機場

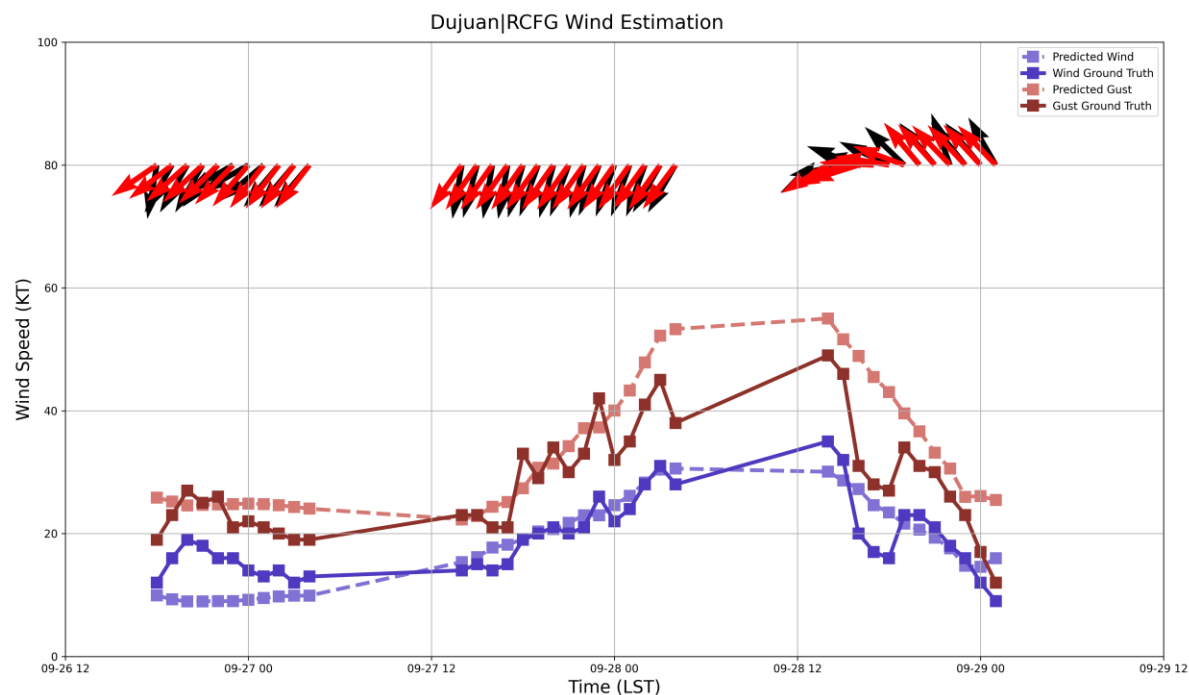


北竿機場

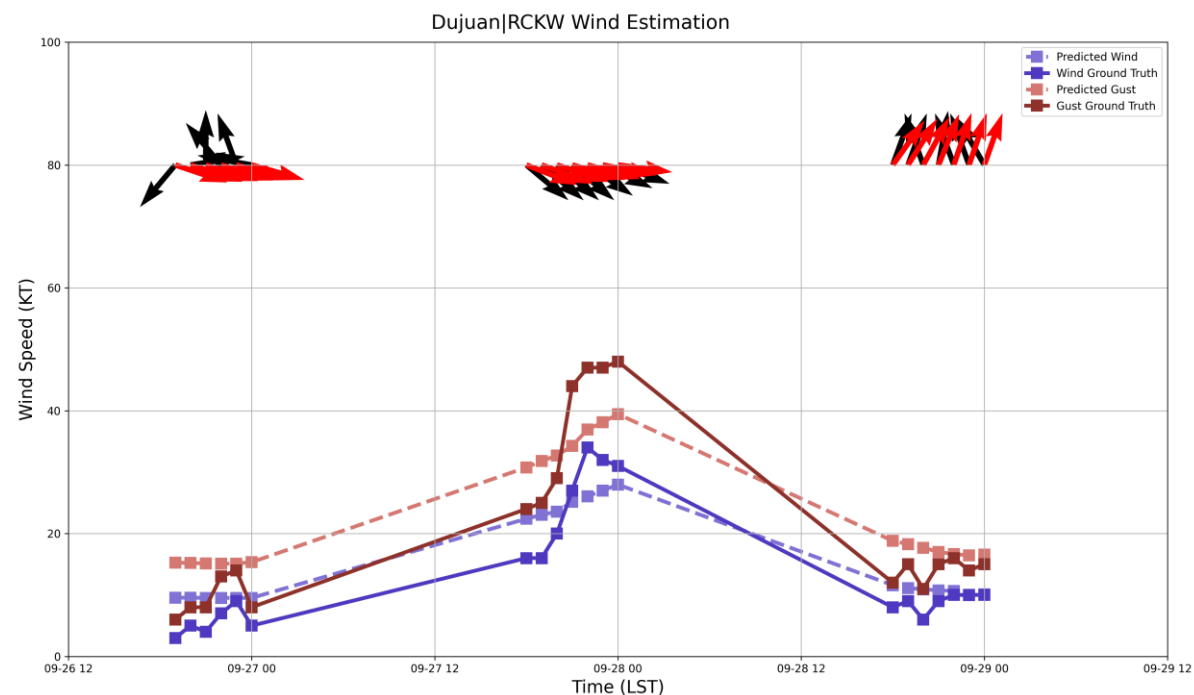


四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

南竿機場



恆春機場



四、AI法颱風風力預報(實際個案演示)

➡ 3颱風個案誤差驗證

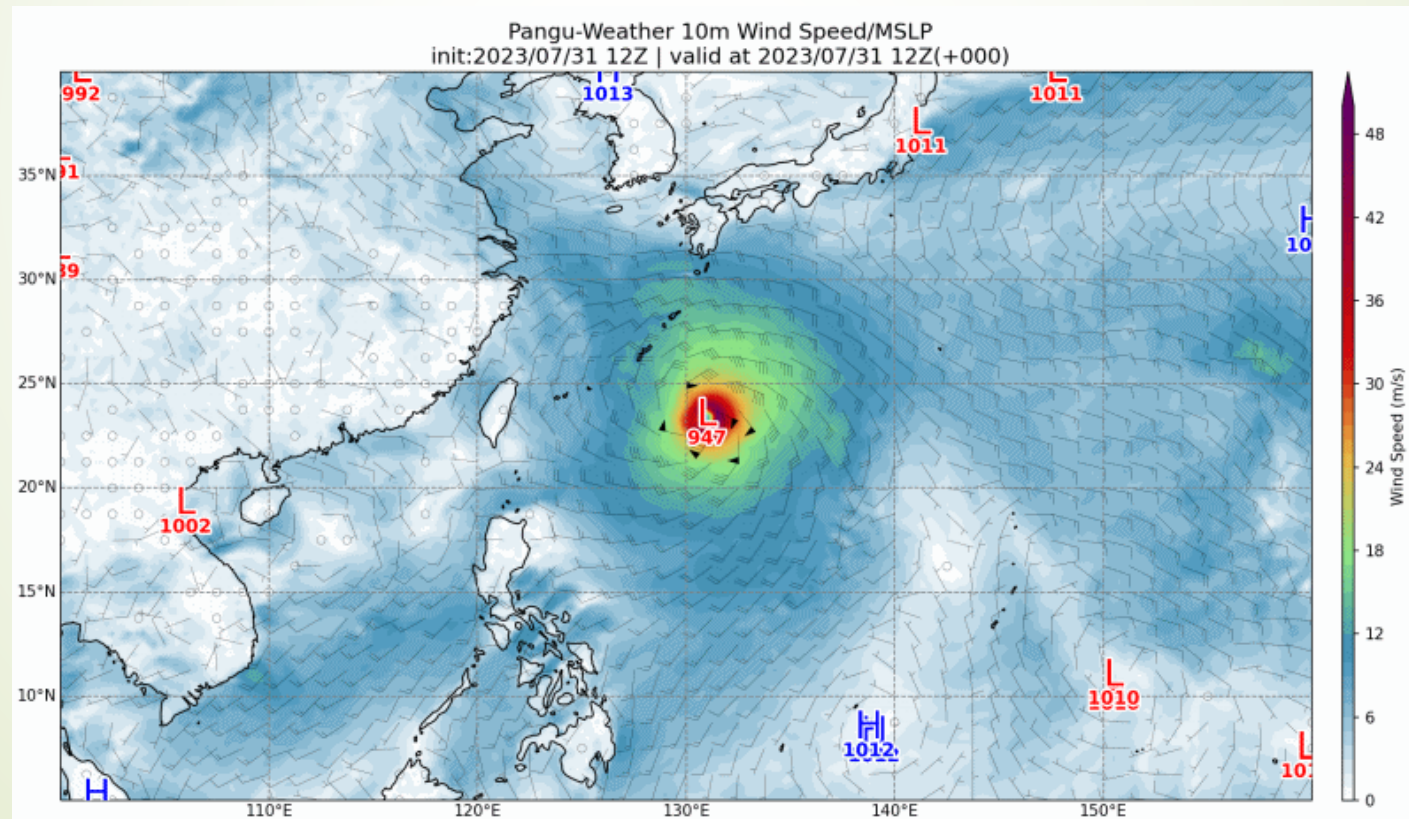
機場	平均風速(KT)	陣風(KT)	風向(°)
RCTP	5.5350	7.8367	24.3157
RCSS	6.1479	9.1427	16.6148
RCKH	3.9765	5.9463	32.9281
RCFN	4.1207	6.9030	46.5405
RCBS	4.8706	6.5615	21.7288
RCMT	5.2187	8.2923	15.0618
RCLY	6.2729	7.5606	30.0354
RCGI	6.8098	10.9304	21.3889
RCFG	4.0870	7.1677	18.3622
RCKW	4.6340	6.8994	52.4894

五、人工AI智慧應用於氣象現況

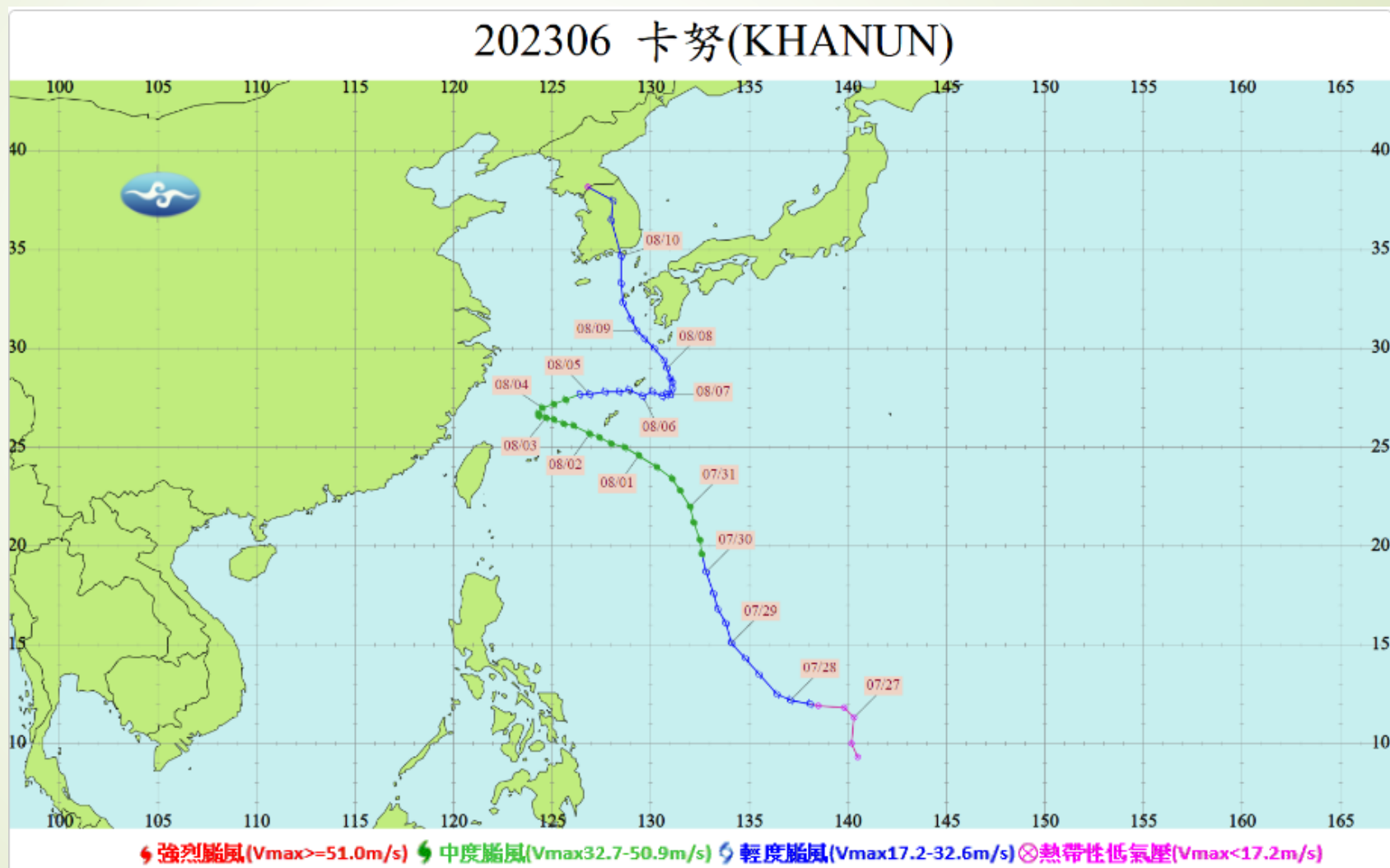
- 華為 - Pangu-Weather
- Google - GraphCast
- Nvidia - FourCastNet
- Microsoft - Aurora

五、人工AI智慧現況

- Pangu-Weather 實際模擬
- 使用 NCEP 2023/07/31 12Z 初始場資料



五、人工AI智慧現況



六、結論

- 本模型對於機場風速、陣風以及風向預測均有良好效果
- 少量資料集訓練個案，也有不錯成效
- 隨著科技日新月異，AI已逐漸融入我們的生活
- 隨著運算力與各是演算法的越加強大
- 運算效率與準確度已大大提升
- AI多領域應用，已成為趨勢

七、展望

- 本研究模型，仍需使用氣象局之TAFIS颱風預報資料
- 因此風速預報準確度，仍與颱風預報準確度息息相關
- 未來期望可結合人工AI
- 以AI方式是預報未來颱風路徑
- 已提升預報準確度，並實現極短期預報功能

Thanks for Listening