



行政院第3772次會議

# 中央氣象局高速運算電腦未來規劃

報告人：中央氣象局局長鄭明典

110年10月7日





# 數值天氣預報(NWP)原理



- 大氣運動遵循一定的物理法則
- 這些物理法則可以由一組數學微分方程表示(稱為控制方程)
- 原始控制方程過於複雜，無法求得解析解，僅能以數值方法求得數值解(近似解)
- 利用高速運算技術求得數值解，如此可預知大氣由一初始狀態啟始的可能後續變化
  - 稱為「數值天氣預報」
  - Numerical Weather Prediction (NWP)



氣象



$$f(x) = x^T b x + a^T x + 1 = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 5 & 4 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 10 \\ 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + 1$$

$$= 5x_1^2 + 2x_2^2 + (4+3)x_1x_2 + 10x_1 + x_2 + 1$$

$$= 5x_1^2 + 2x_2^2 + 7x_1x_2 + 10x_1 + x_2 + 1$$

$$\nabla f(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(x)}{\partial x_1} \\ \frac{\partial f(x)}{\partial x_2} \end{bmatrix}$$

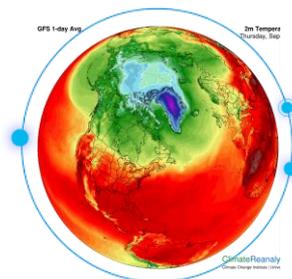
$$= \begin{bmatrix} \frac{\partial (5x_1^2 + 2x_2^2 + 7x_1x_2 + 10x_1 + x_2 + 1)}{\partial x_1} \\ \frac{\partial (5x_1^2 + 2x_2^2 + 7x_1x_2 + 10x_1 + x_2 + 1)}{\partial x_2} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 10x_1 + 7x_2 + 10 \\ 4x_2 + 7x_1 + 1 \end{bmatrix}$$

方程式



超級電腦

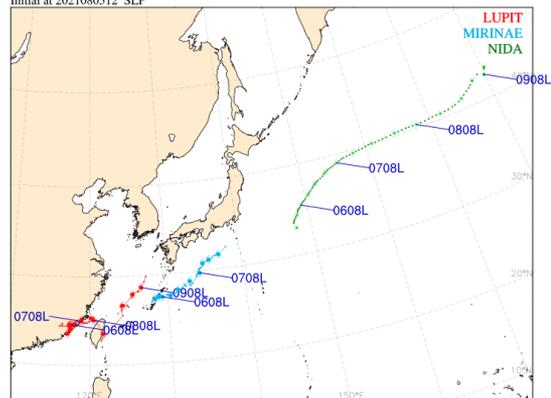


數值預報



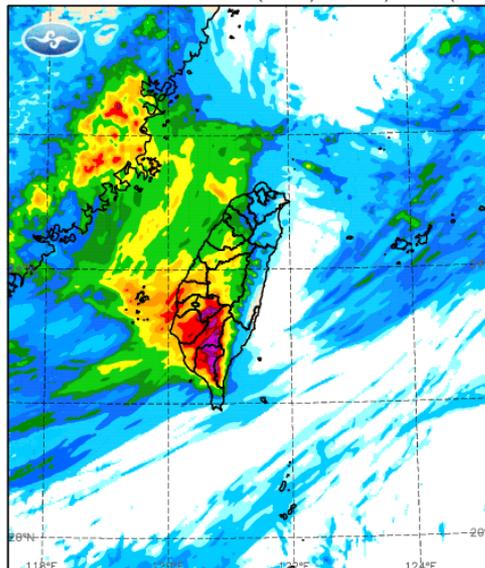
## 以盧碧颱風為例

CWB/TWRF (3km) Typhoon Track Forecast  
Initial at 2021080512 SLP

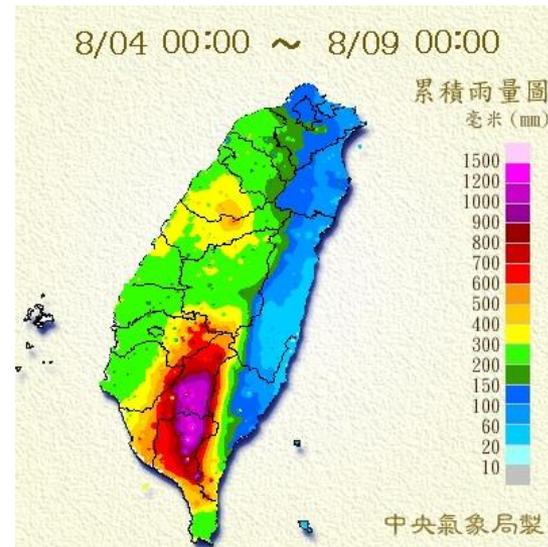
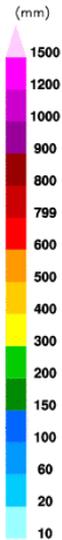


TYPHOON - LUPIT			TYPHOON - MIRINAE			TYPHOON - NIDA								
TAU	LAJ	LOW	PMIN	km/hr	TAU	LAJ	LOW	PMIN	km/hr	TAU	LAJ	LOW	PMIN	km/hr
0	23.6	117.2	991.0		0	27.6	128.8	993.1		0	33.1	148.0	999.0	
6	24.1	117.6	992.2	11.4	6	27.3	128.3	990.9	10.1	6	34.5	148.4	999.0	26.8
12	24.6	117.7	992.6	9.2	12	27.5	129.3	996.1	16.2	12	35.5	149.2	999.0	21.8
18	24.5	117.6	992.7	0.4	18	27.6	130.3	990.6	17.9	18	36.5	150.5	999.0	26.5
24	24.5	117.4	993.5	-3.1	24	28.1	131.4	991.1	20.2	24	37.5	151.8	999.0	26.8
30	24.7	118.1	993.6	11.2	30	29.0	133.0	989.5	30.2	30	38.4	153.5	999.0	30.4
36	25.0	119.0	995.2	15.9	36	29.8	134.3	988.9	26.7	36	39.1	155.5	999.0	30.8
42	24.5	117.4	994.9	27.3	42	30.8	134.9	984.4	20.6	42	39.6	158.0	999.0	38.2
48	24.5	117.6	999.0	2.1	48	31.2	135.7	987.2	14.8	48	40.0	161.0	999.0	42.6
54	25.3	120.1	996.7	45.9	54	31.6	137.1	999.0	23.3	54	40.3	164.6	999.0	51.2
60	25.1	120.4	999.8	6.5	60	40.4	168.0	999.0	47.7	60	40.4	168.0	999.0	47.7
66	23.5	121.8	1000.0	35.5	66	40.6	171.7	999.0	53.2	66	40.6	171.7	999.0	53.2
72	26.7	124.2	1001.8	72.4	72	41.2	175.4	999.0	52.8	72	41.2	175.4	999.0	52.8
78	27.9	125.5	1000.0	30.9	78	42.5	177.9	999.0	41.5	78	42.5	177.9	999.0	41.5
84	28.7	126.6	1001.3	23.4	84	42.5	179.9	999.0	27.1	84	42.5	179.9	999.0	27.1
					90	43.2	180.3	999.0	14.7	90	43.2	180.3	999.0	14.7

TOTAL PRECIPITATION(mm) (012-120)  
Valid at 10 AUG 2021 12UTC(+120) CWB/TWRF (3km)



Initial at 05 AUG 2021 12UTC



中央氣象局製

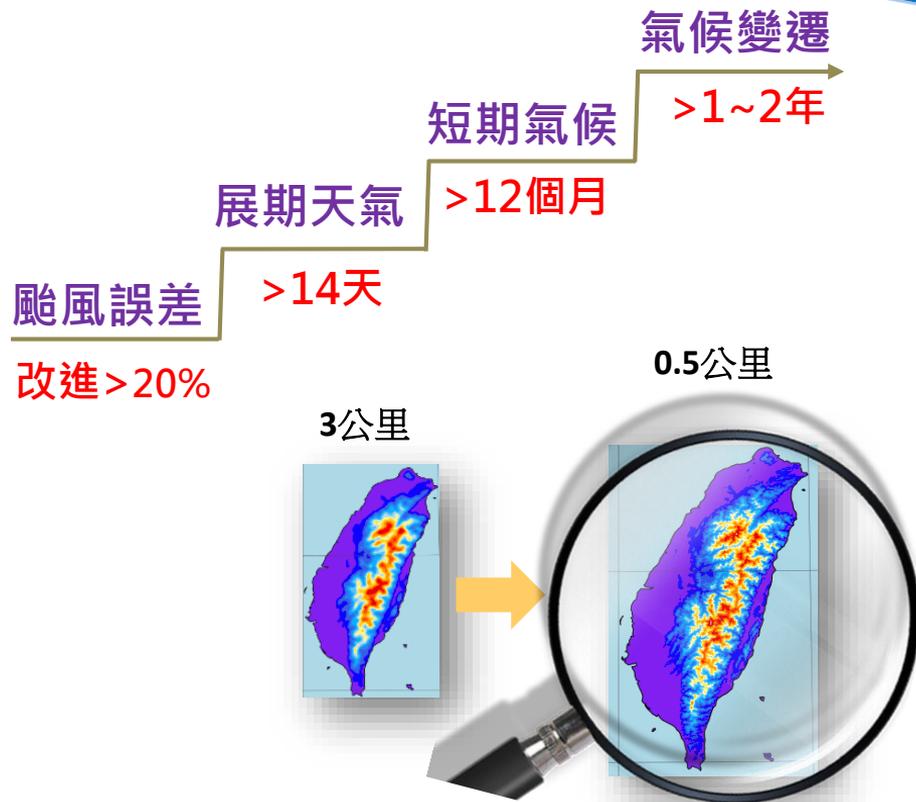
預報路徑

降雨預報

實際降雨



- 更長的預報時效
  - 氣候變遷推估
  - 短期氣候預測
  - 展期天氣預測
- 更高時空解析度預報
  - 鄉鎮預報
  - 即時天氣預報
  - 定點、定時、定量預報
- 系集預報應用





- 數值天氣預報
  - 五十年代 → 開始發展
  - 八十年代 → 展現其絕對的實用價值
  - 目前是所有作業性天氣與氣候模擬推估 → 最主要的依據
  - 數值天氣預報的應用是科技發展的結果 → 其未來發展尚無可限量
- 高度仰賴高速運算電腦的支持
  - 高速運算電腦採購 → 常造成氣象局年度預算的起伏
  - 長期發展戰略目標 → 極需長期、穩定及具競爭力的投資