預報不確定性與風險管理

吳德榮

4月28日(新北)

壹、不願面對的*真相*

預報之不確定性

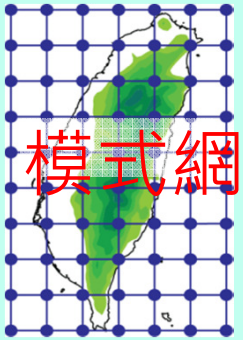
不確定性的主要來源有:

數值天氣預報流程

各類觀測資料

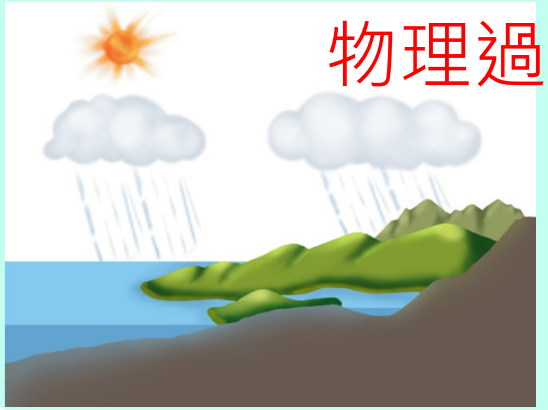
地面觀測

數值模式

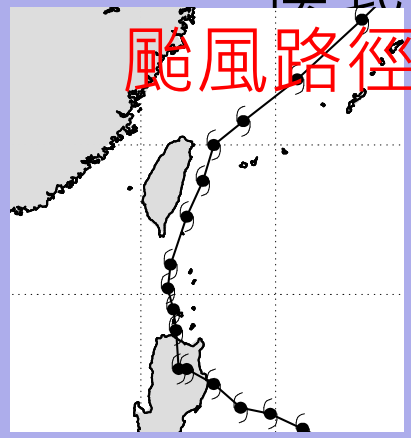


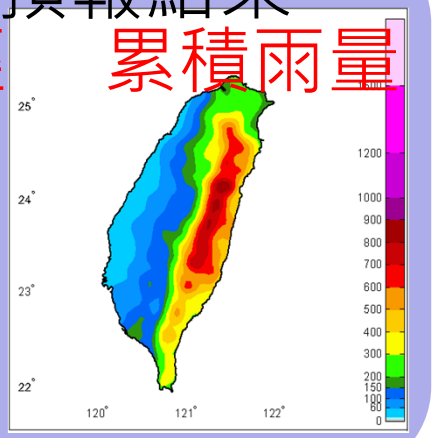
$$\partial_t U + (\nabla \cdot \mathbf{V} u) - \partial_x(p\partial_\eta \phi) + \partial_\eta(p\partial_x \phi) = F_U$$
$$\partial_t V + (\nabla \cdot \mathbf{V} v) - \partial_y(p\partial_\eta \phi) + \partial_\eta(p\partial_y \phi) = F_V$$
$$\partial_t W + (\nabla \cdot \mathbf{V} w) - g(\partial_\eta p - \mu) = F_W$$
$$\partial_t \Theta + (\nabla \cdot \mathbf{V}\theta) = F_\Theta$$
$$\partial_t \mu + (\nabla \cdot \mathbf{V}) = 0$$
$$\partial_t \phi + \mu^{-1}[(\mathbf{V} \cdot \nabla\phi) - gW] = 0$$

預報方程式



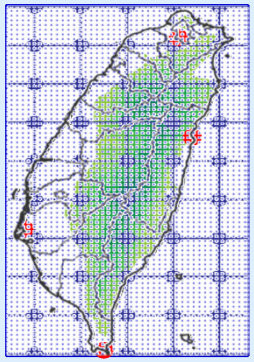
模式預報結果



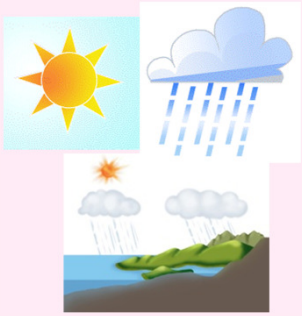


模式設計和採用之方法均非完美

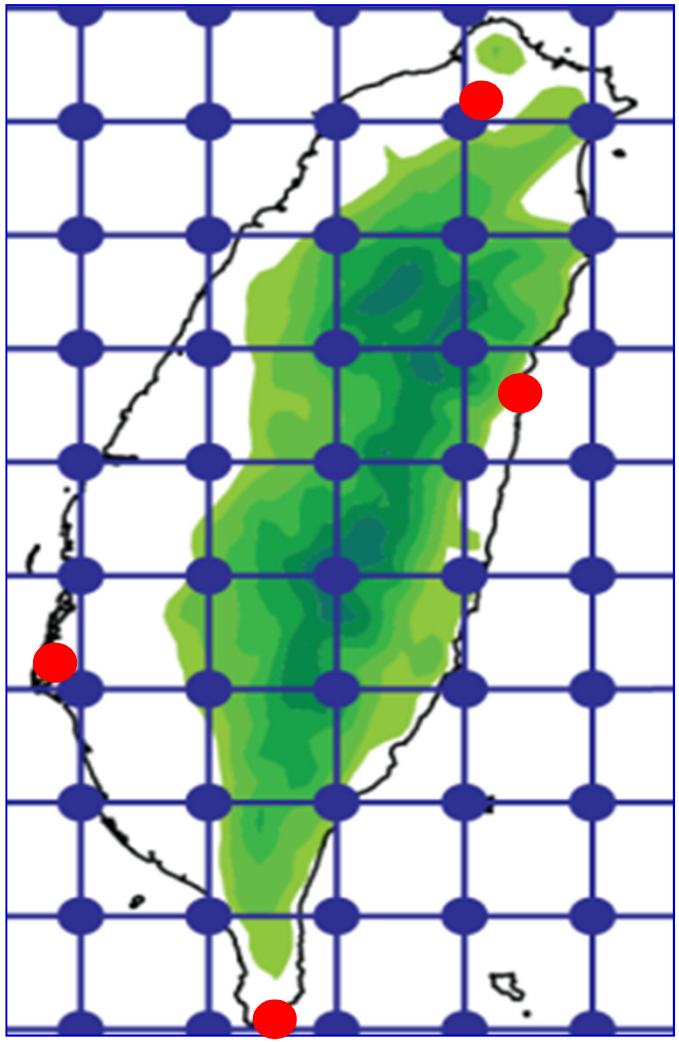
模式網格解析

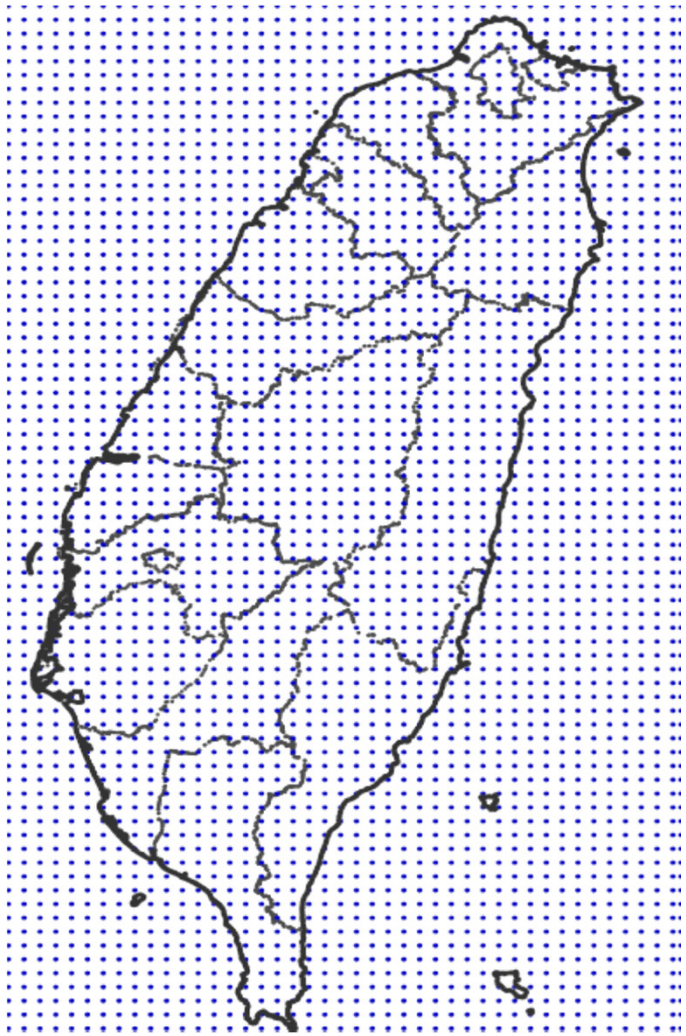


物理計算方法



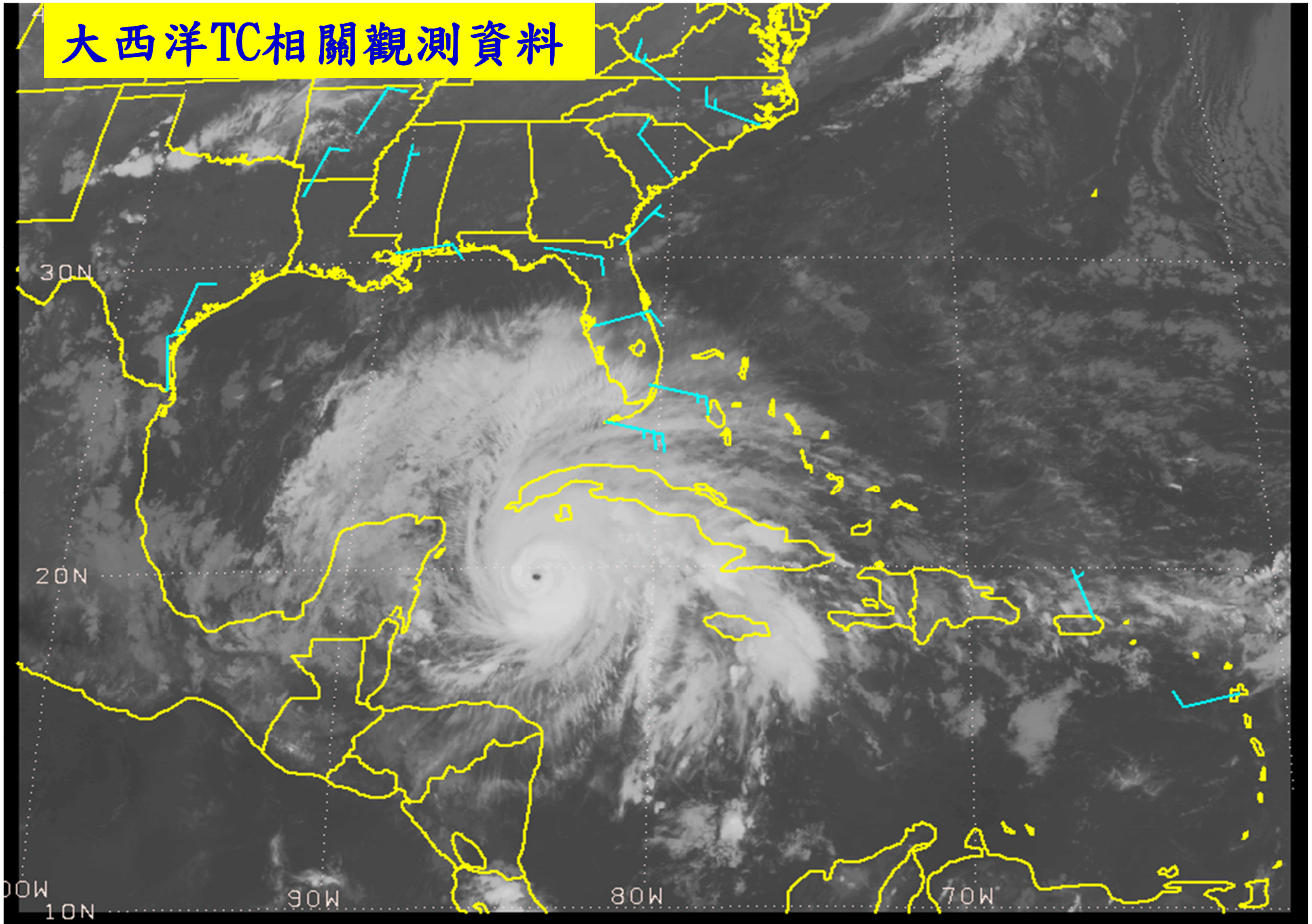
模式設計和採用之方法均非完美





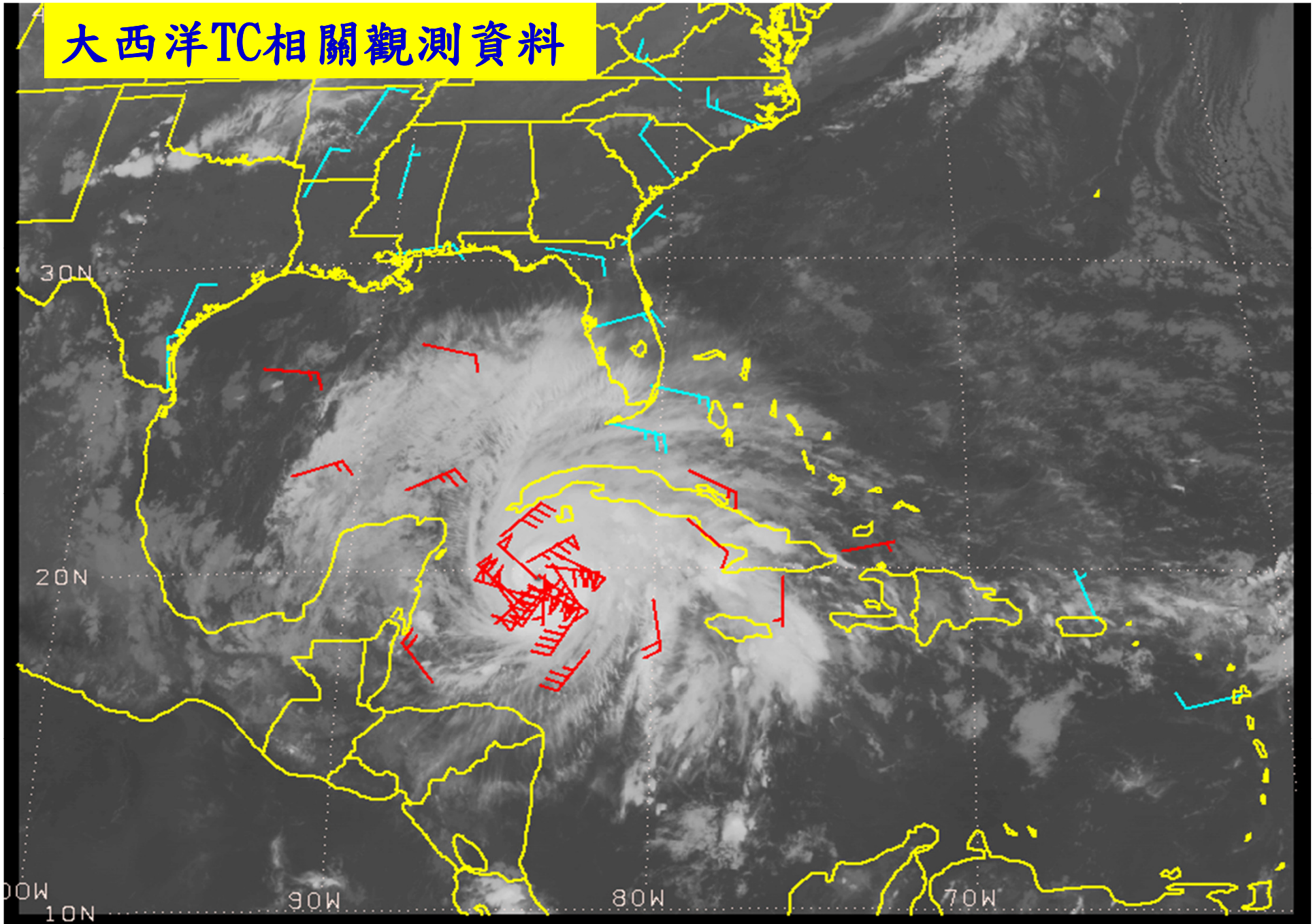
●現有探空觀測站位置 ●模式網格點

大西洋TC相關觀測資料



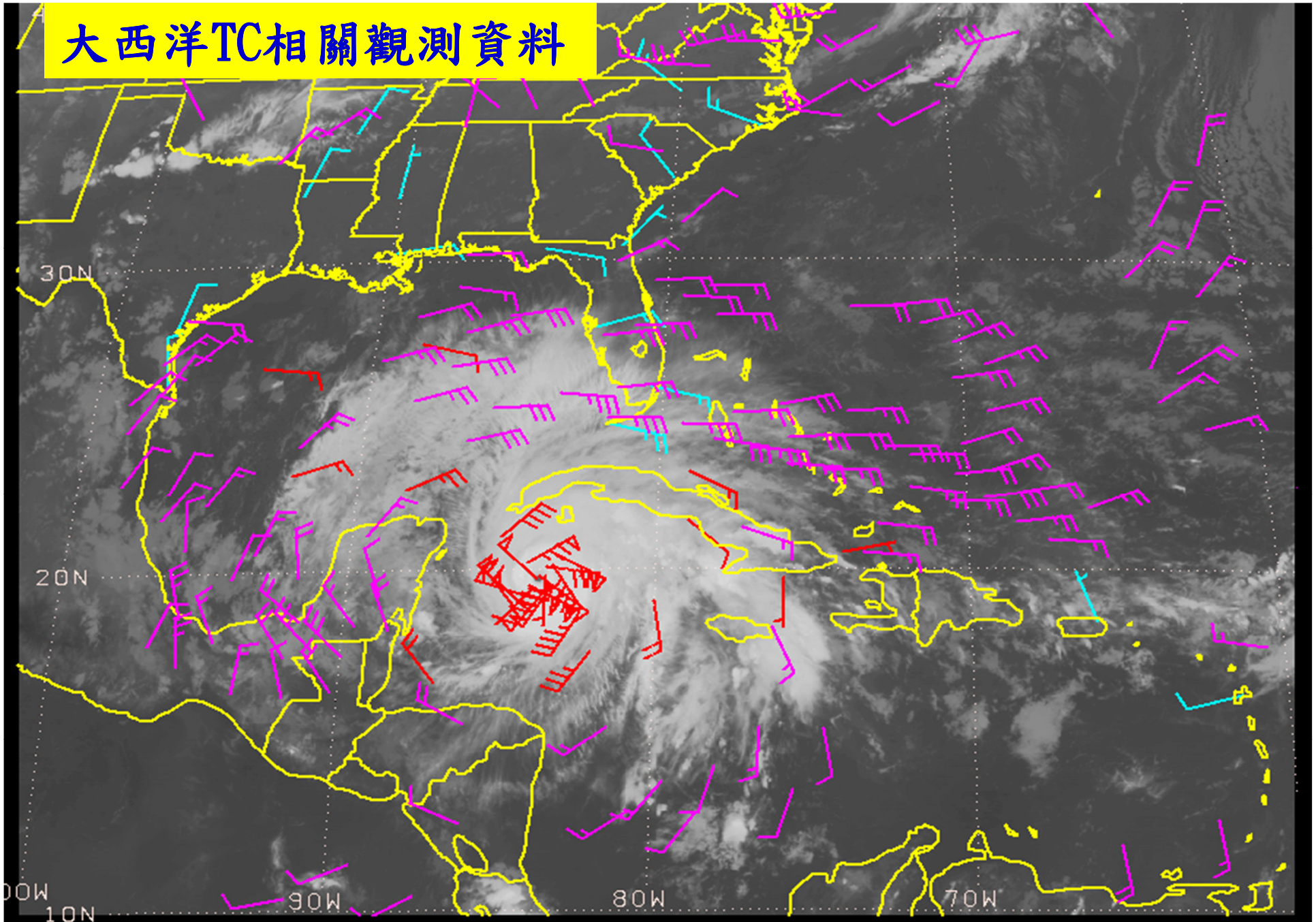
SATELLITE, UPPER-AIR

大西洋TC相關觀測資料



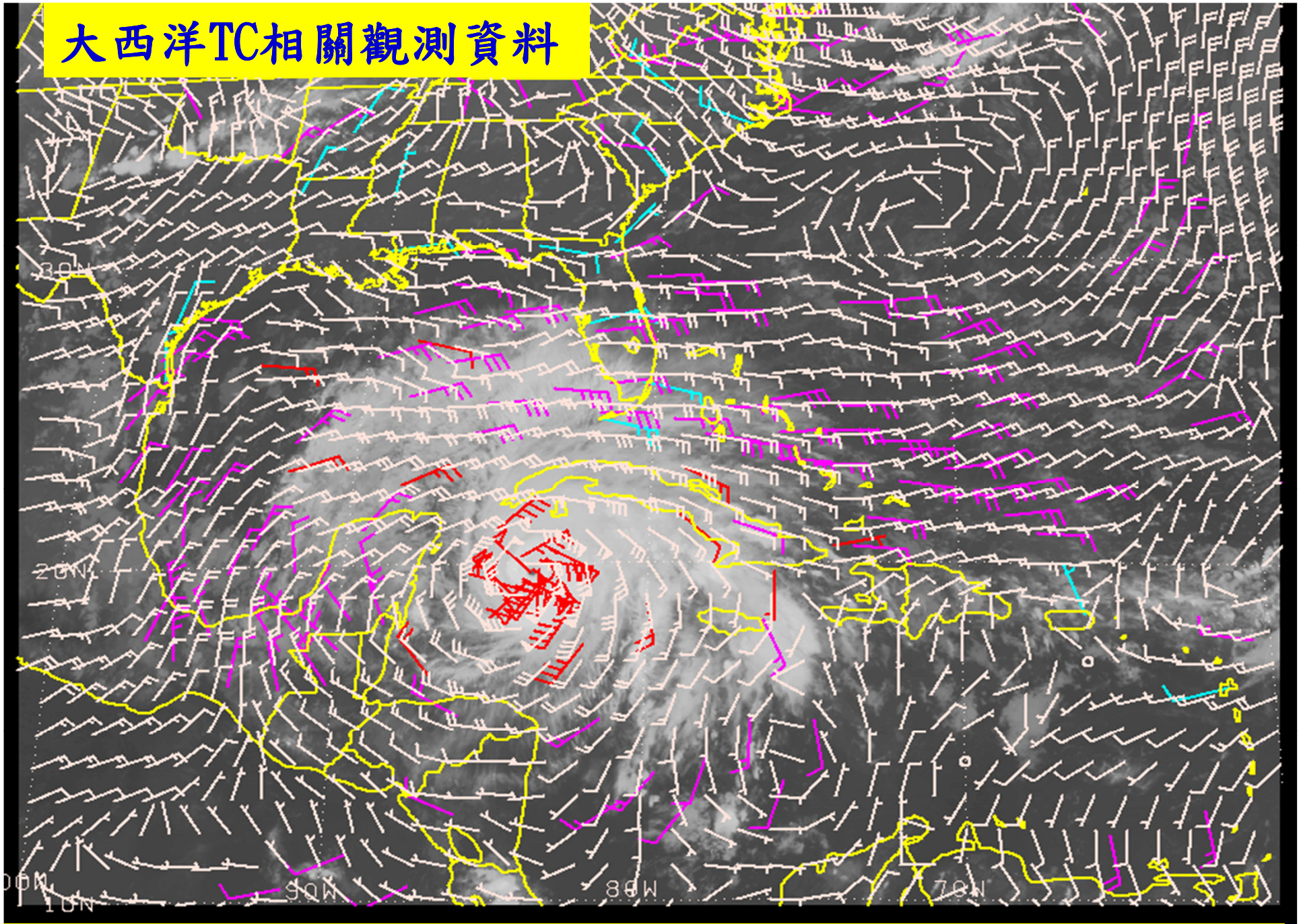
SATELLITE, UPPER-AIR, RECON, P-3, G-IV

大西洋TC相關觀測資料



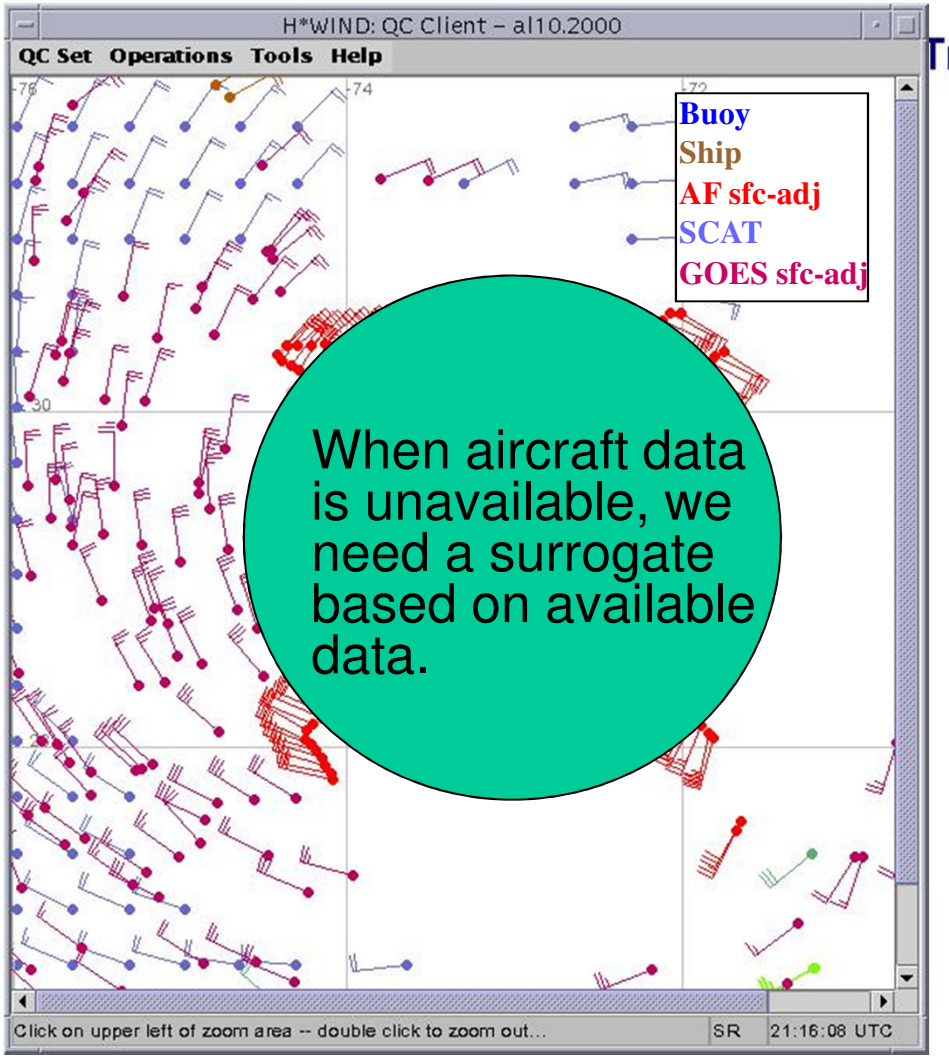
SATELLITE, UPPER-AIR, RECON, P-3, G-IV, WV-WINDS

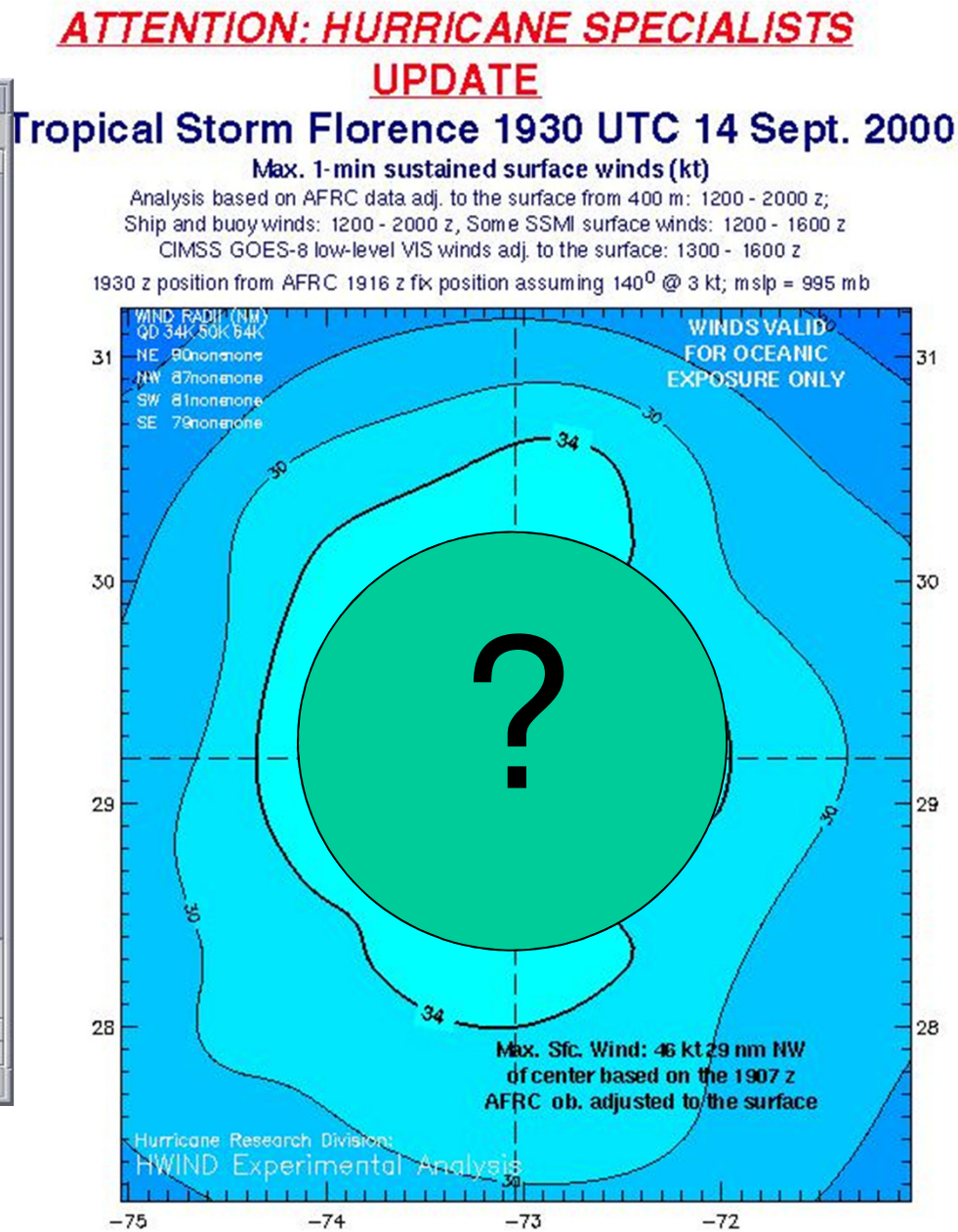
大西洋TC相關觀測資料



SATELLITE, UPPER-AIR, RECON, P-3, G-IV, WV-WINDS, & AVN MODEL ANALYSIS

Inner-core wind information: Aircraft data





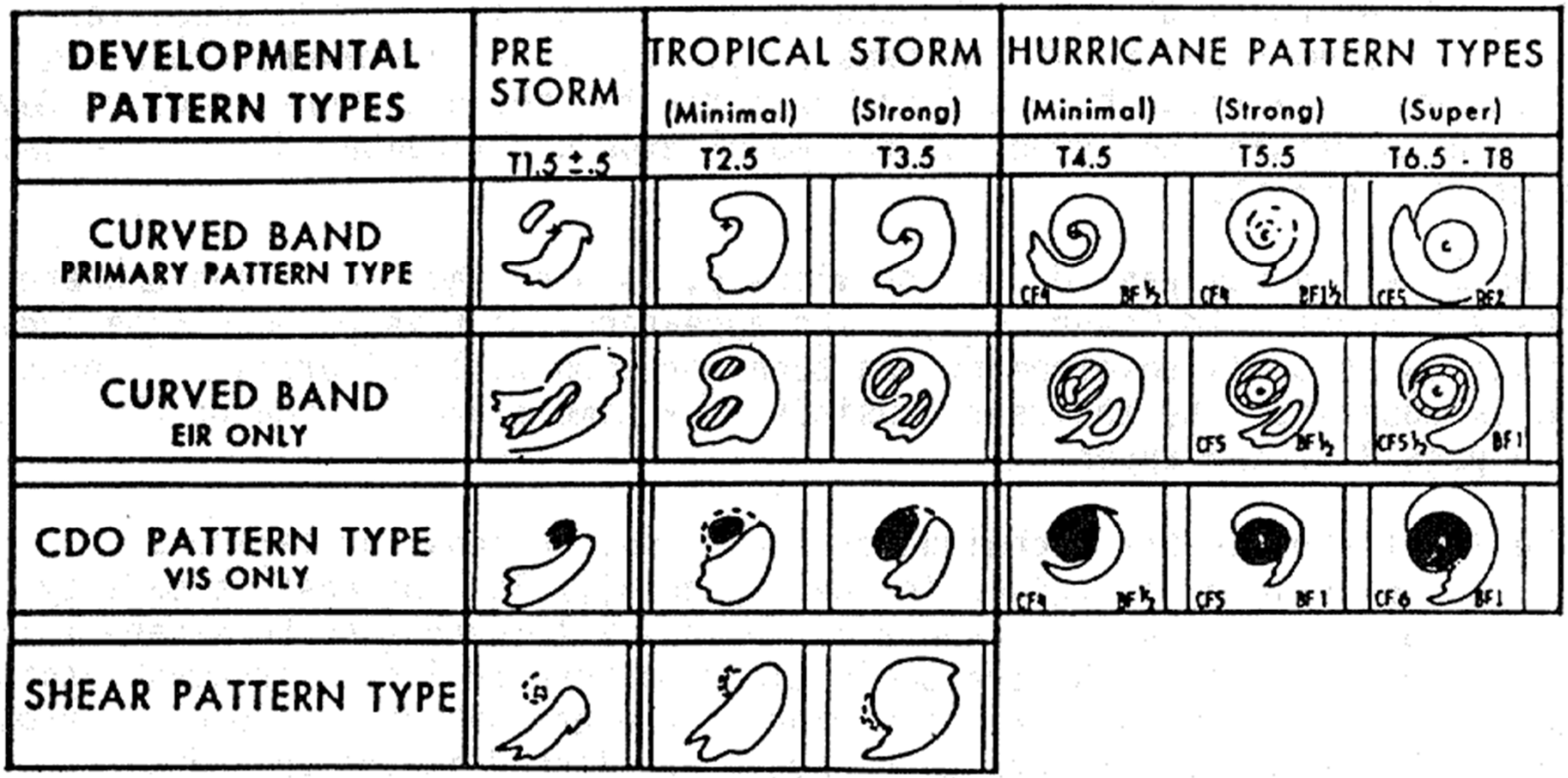
Images courtesy of Jason Dunion (HRD)

1、觀測資料不足之不確定性

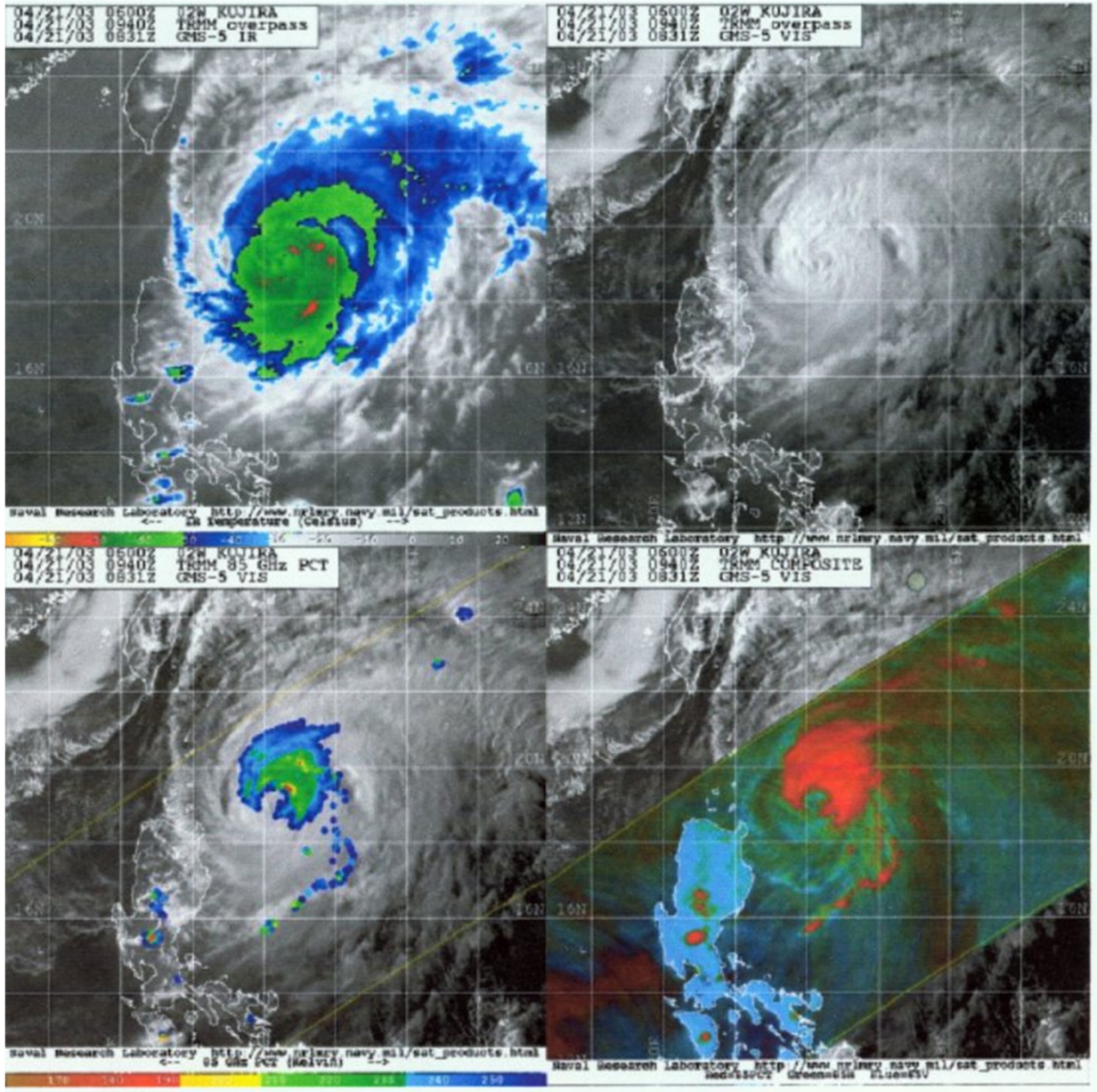
- 颱風之結構分析不夠精確
- 環境氣流的準確性亦有疑慮

中心風速、暴風範圍、雨量重新定義颱風？

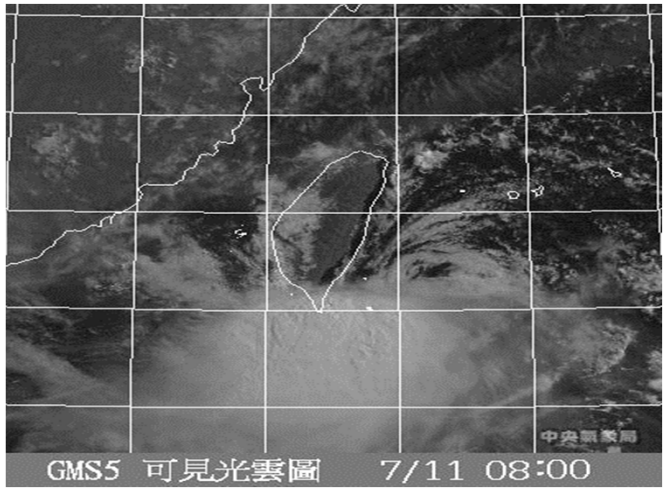
Dvorak Technique Cloud Patterns



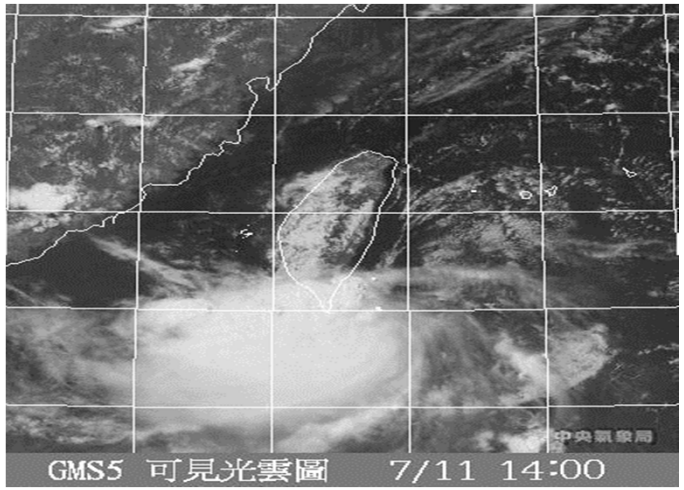
視TC之結構而有不同之誤差



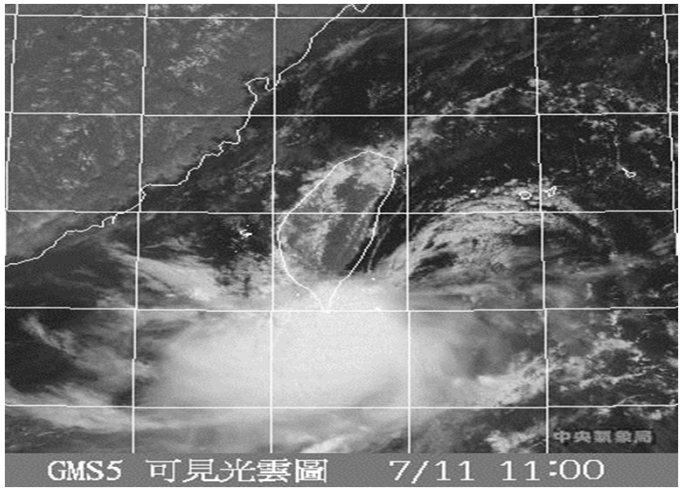
(a)



(c)



(b)



(d)

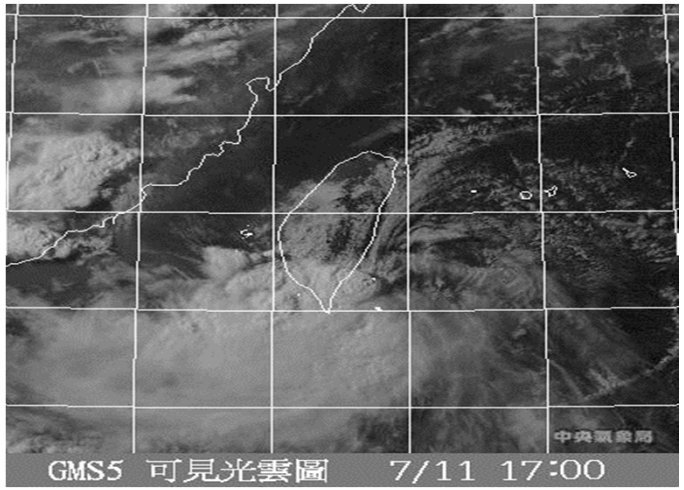


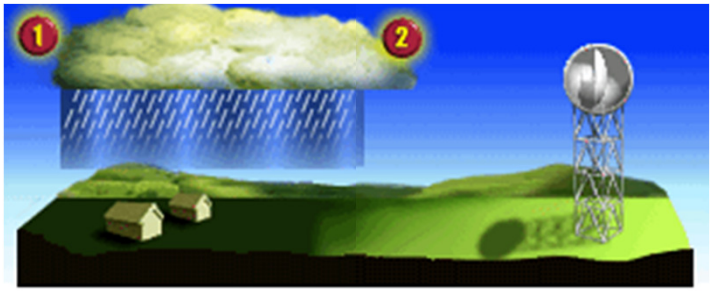
圖1：2001年7月11日(a)00Z(b)03Z(c)06Z及(d)09Z之可見光衛星雲圖

TC定位與結構估計

- 衛星定位與強度估計
- **雷達定位與強度估計**
- 傳統定位與強度估計

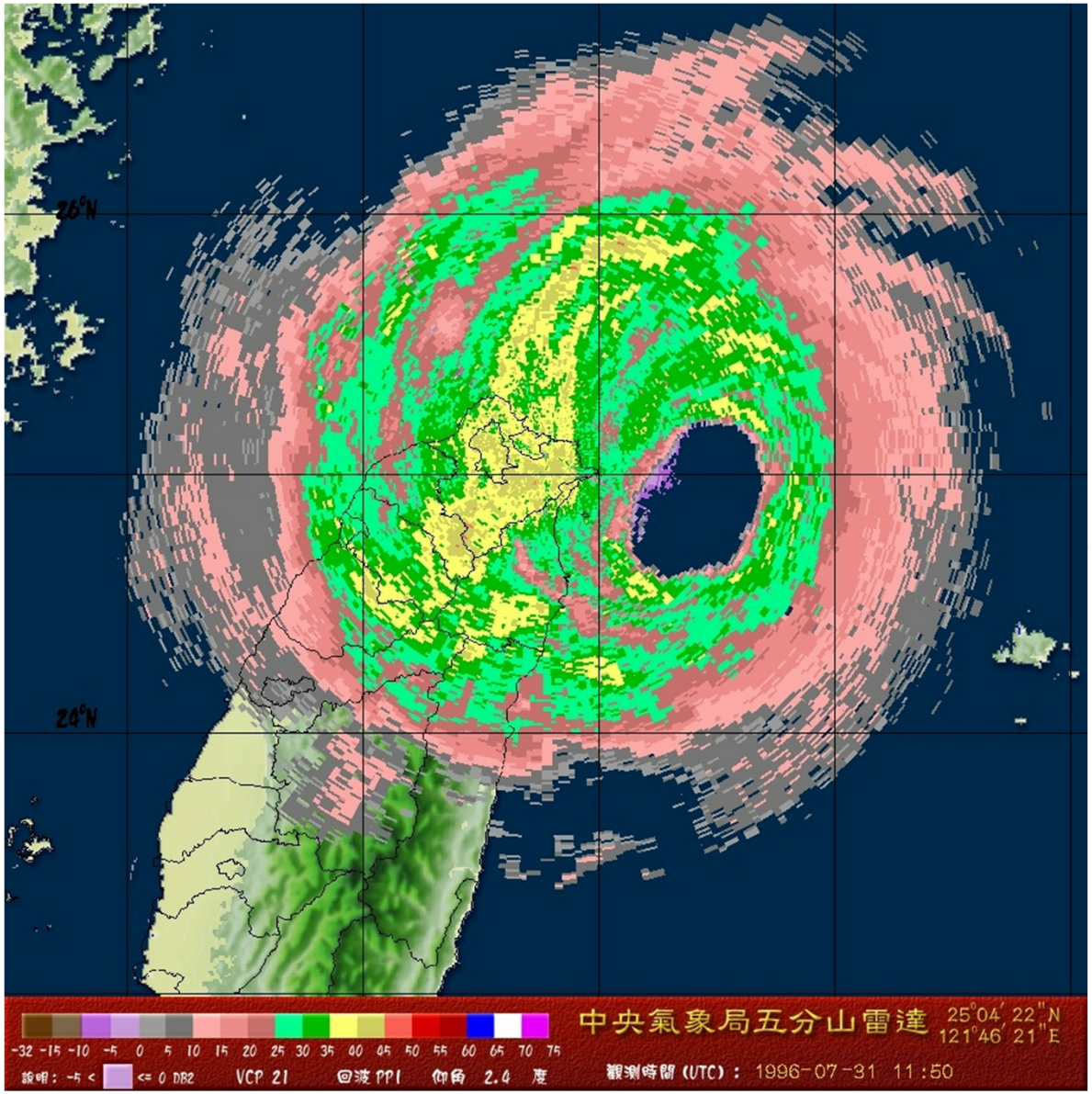
結果呢?

氣象雷達觀測

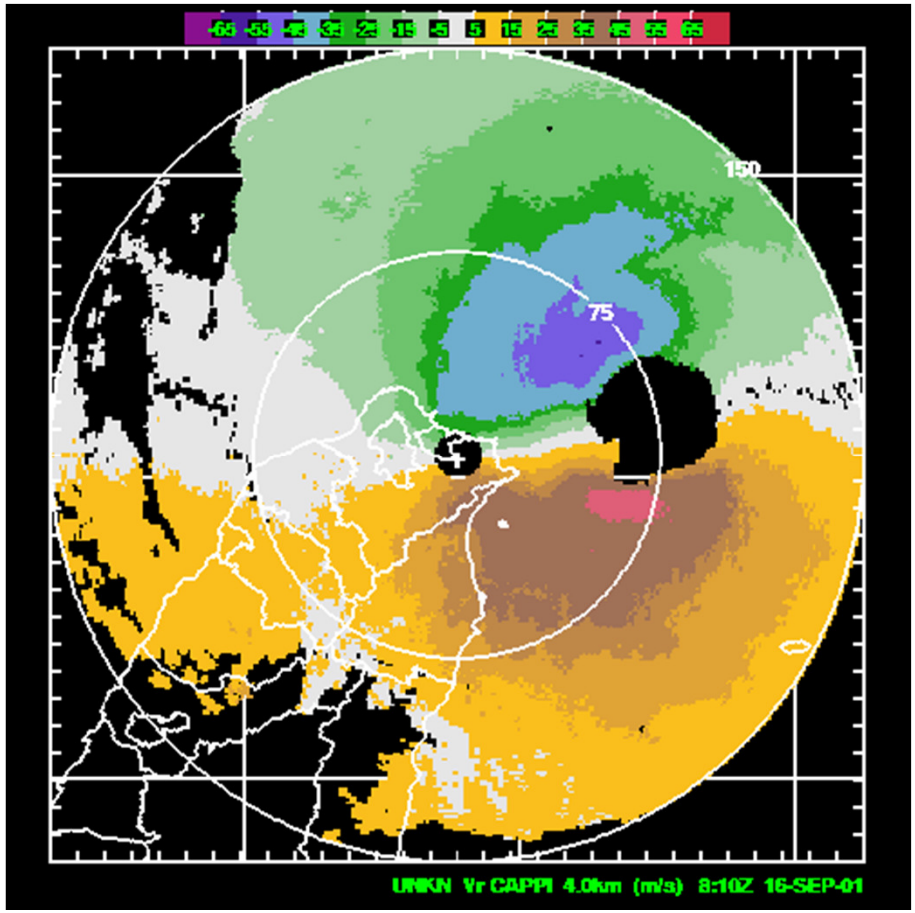


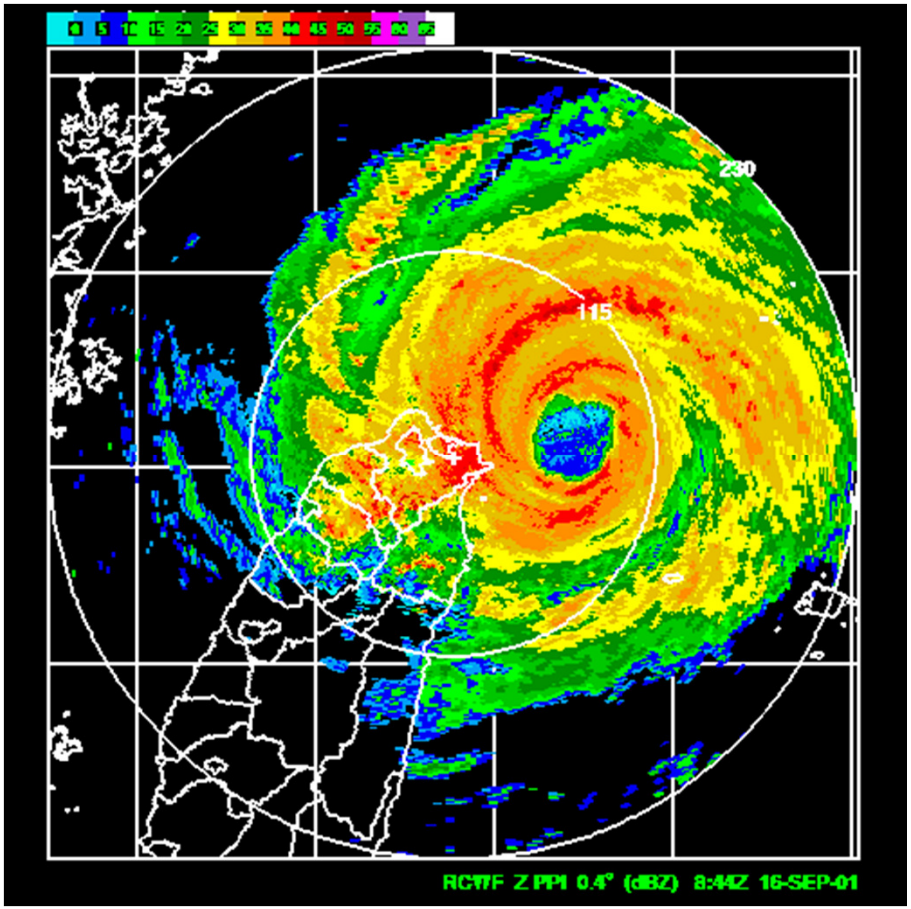
雷達主動發射電磁波，再接收受雨滴反射的電磁波能量。

優點：較準確
缺點：460公里內



雷達觀測





雷達徑向速度radial velocity /回波radar reflectivity

TC定位與結構估計

- 雷達定位與強度估計
- 傳統定位與強度估計
- 衛星定位與強度估計

結果呢?

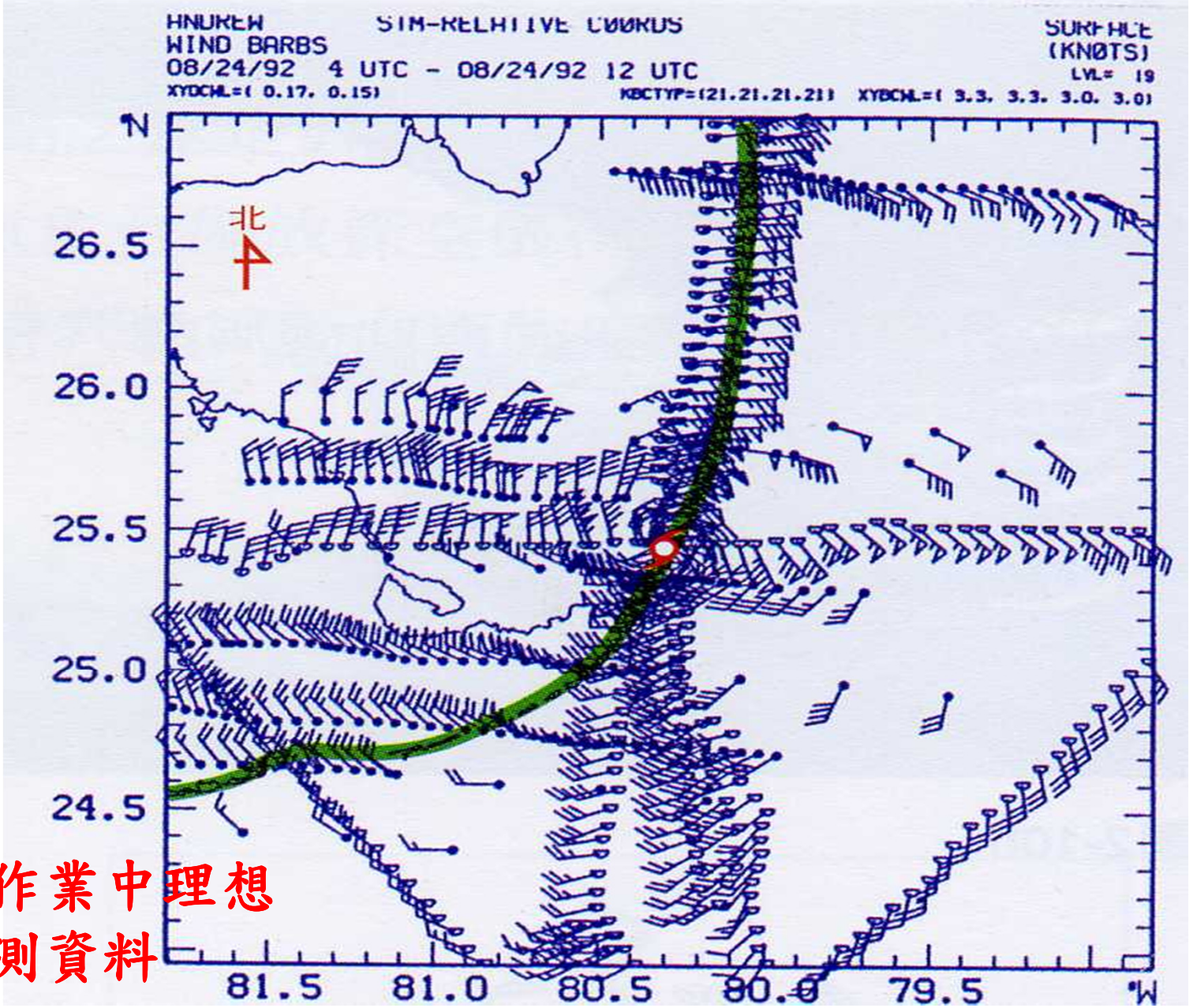
各氣象單位對桑美估計之結構

83	CWB	8/9/06	24.6	126.9	940	295	26	45	55	180	80	25.8	123.8	940	45	55
84	PGTW	8/9/06	24.7	127.0		300	8	63	75	277	120	26.2	124.0		60	73
85	RJTD	8/9/06	24.7	126.9	930	292	7	45		296	129	25.9	123.8	930	45	
86	BABJ	8/9/06	24.7	127.0	945			50		400	200					
87	BABJ	8/9/07	24.9	126.6	945			50		400	200					
88	BABJ	8/9/08	24.9	126.4	945			50		400	200					
89	CWB	8/9/09	25.1	126.1	935	305	32	48	58	180	80	26.2	123.0	940	45	55
90	RJTD	8/9/09	25.1	126.1	930	292	7	45		296	129	26.3	123.0	930	45	
91	BABJ	8/9/09	25.0	126.1	945			50		400	200					
92	BABJ	8/9/11	25.3	125.6	930			55		400	200					
93	CWB	8/9/12	25.4	125.3	935	293	28	48	58	180	80	26.5	122.1	935	48	58
94	PGTW	8/9/12	25.4	125.2		295	9	70	85	277	120	26.7	122.0		65	80
95	RJTD	8/9/12	25.4	125.3	925	292	8	48		296	129	26.7	122.3	930	45	

強度

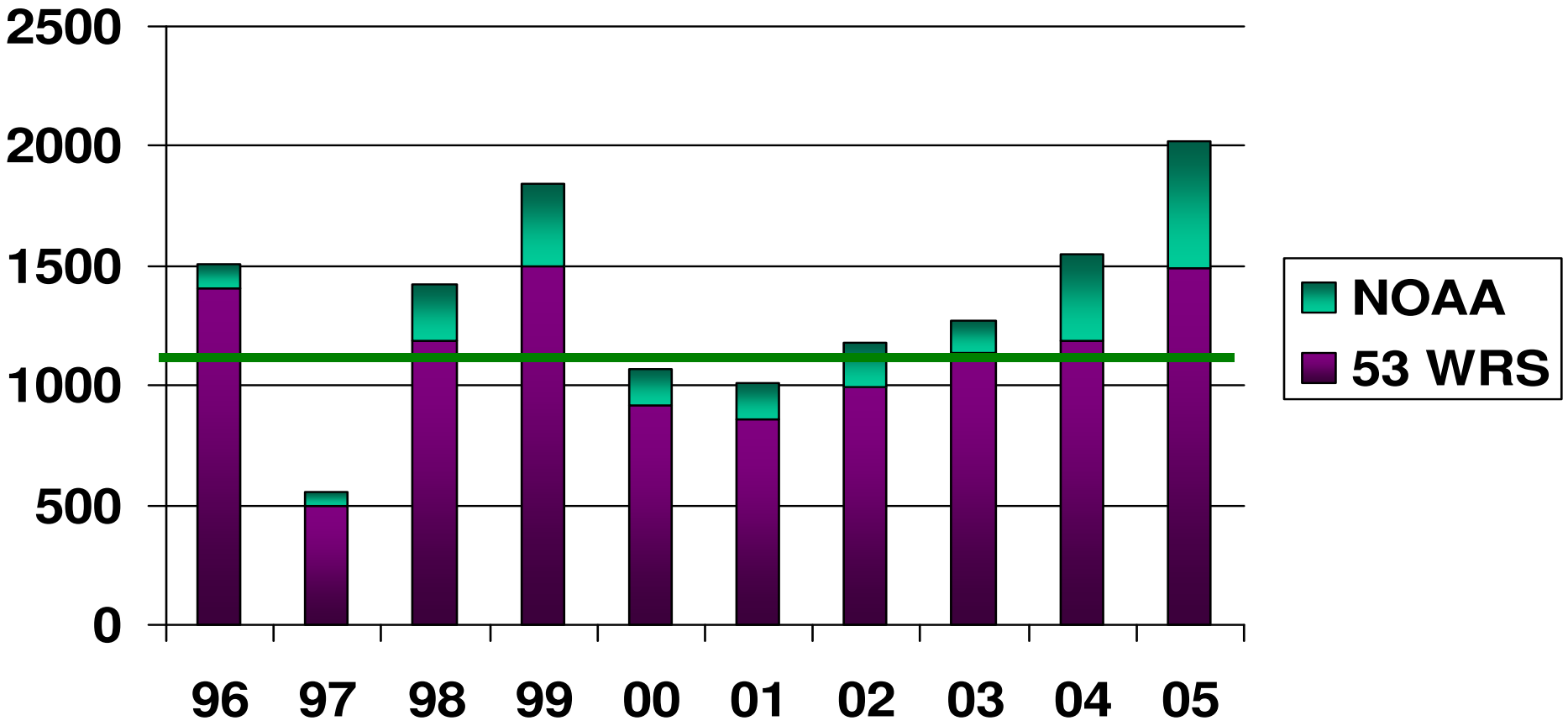
暴風圈大小

穿越颱風眼的飛機觀測



預報作業中理想的觀測資料

NHOP Flight Hours



無時數限制

C-130

NOAA Aircraft Operations Center
Flight Activities - 2005 Hurricane

可以大幅改進預報準確度!

■ 西北太平洋

1987年以前,10架C-130常駐關島

平均在 60’s-700航次,70’s-300航次,80’s-200航次因衛星資料大量使用而減少。

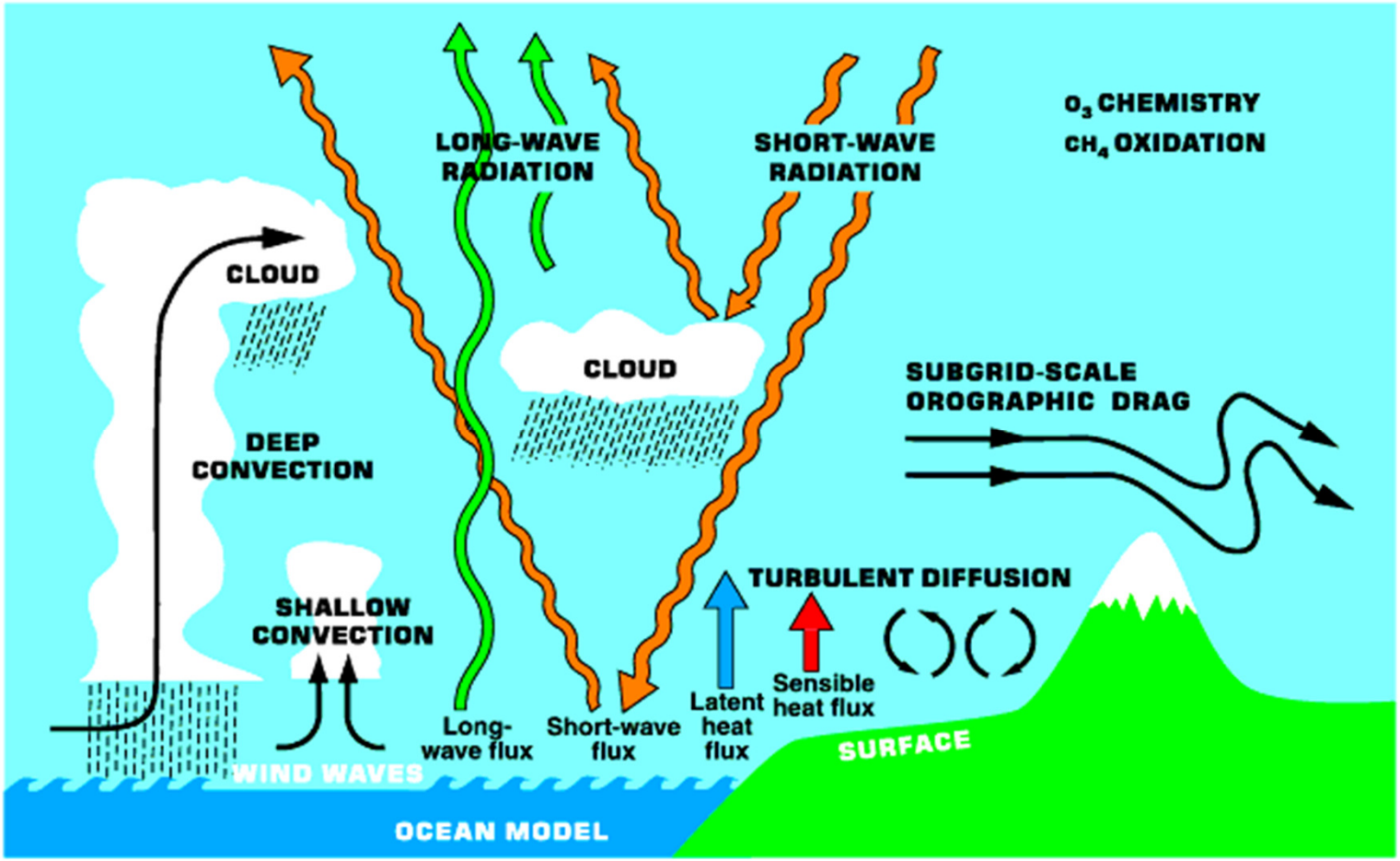
1987年後已停止觀測。

#如果能有飛機穿越飛行資料!

2、模式之不確定性

- 數學上
  - 非線性方程式
- 物理上
  - 參數化亦會造成誤差(積雲、可感熱、邊界層、地形)

物理過程之模擬

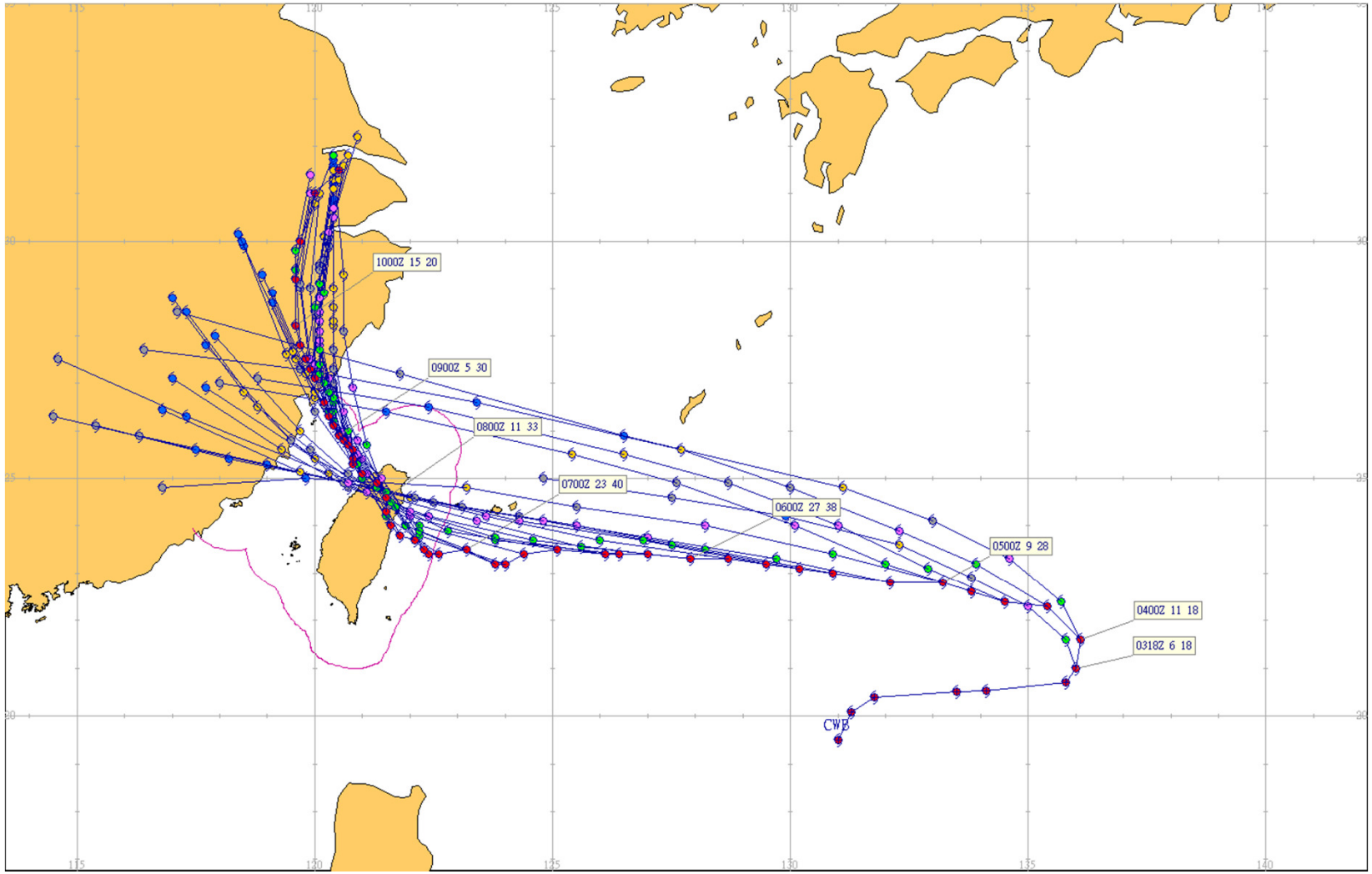

LONG-WAVE RADIATION
SHORT-WAVE RADIATION
O_3 CHEMISTRY
CH_4 OXIDATION
CLOUD
CLOUD
DEEP CONVECTION
SUBGRID-SCALE OROGRAPHIC DRAG
TURBULENT DIFFUSION
SHALLOW CONVECTION
Long-wave flux
Short-wave flux
Latent heat flux
Sensible heat flux
SURFACE
WIND WAVES
OCEAN MODEL

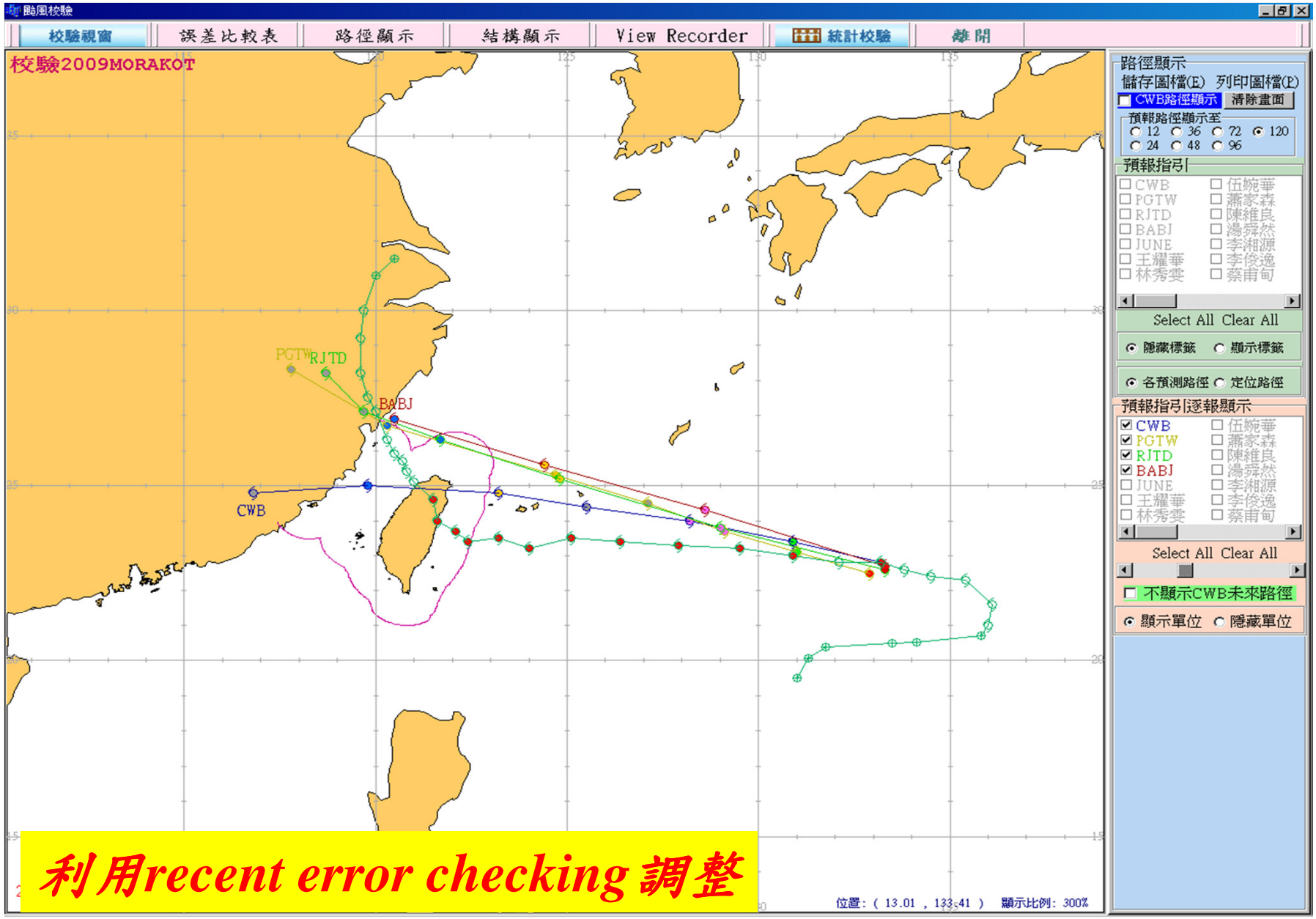
如何應用數值模式
縮小不確定性

瞭解使用的工具
經驗說!

- A.初始場的校驗
- B.最近誤差的校驗
- C.系統性誤差的校驗
- D.系集預報的校驗

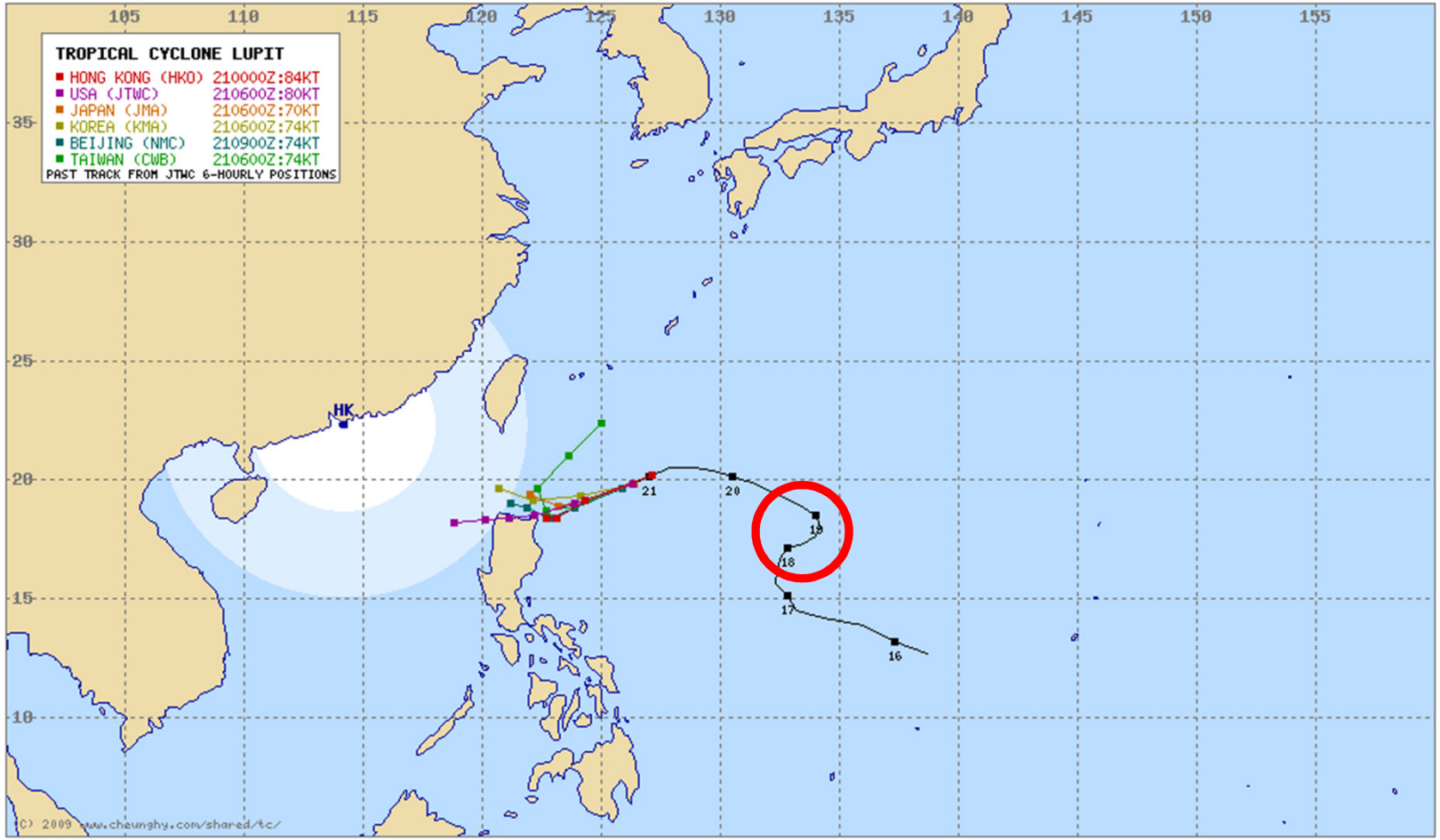
莫拉克向右偏差

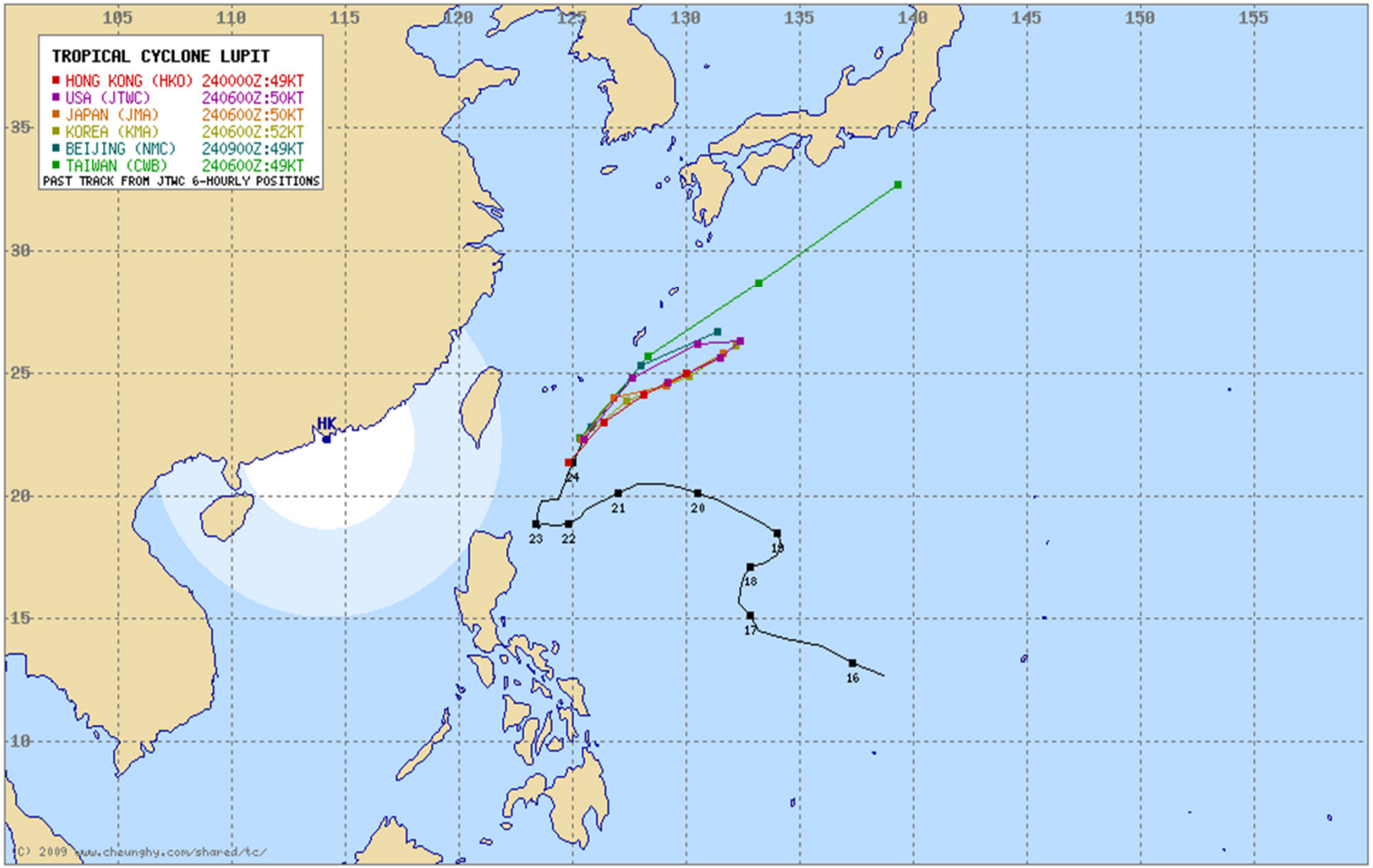

1000Z 15 20
0900Z 5 30
0800Z 11 33
0700Z 23 40
0600Z 27 38
0500Z 9 28
0400Z 11 18
0318Z 6 18
CWB



利用recent error checking 調整

預報太平洋高壓脊過強,槽線偏弱。




TROPICAL CYCLONE LUPIT
HONG KONG (HKO) 240000Z:49KT
USA (JTWC) 240600Z:50KT
JAPAN (JMA) 240600Z:50KT
KOREA (KMA) 240600Z:52KT
BEIJING (NMC) 240900Z:49KT
TAIWAN (CWB) 240600Z:49KT
PAST TRACK FROM JTWC 6-HOURLY POSITIONS
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
35
30
25
20
15
10
HK
24
23
22
21
20
19
18
17
16
(C) 2009 www.cheunghy.com/shared/tc/

近5年美、日、台灣之24小時颱風路徑預報誤差狀況

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	凡那比
台灣	95 km	101km	99 km	103 km	110 km	58 km
日本JMA	104 km	105 km	111 km	112 km	120 km	49 km
美國JTWC	104 km	104 km	100 km	103 km	107 km	54 km

盧碧颱風／預測盧碧路徑　台灣領先美日中

更新日期:2009/10/23 19:59

為了預測盧碧颱風，各國氣象單位戰戰兢兢，台灣氣象單位就搶先預測，盧碧在接近菲律賓後，會轉彎往北走，跟各國氣象單位預測會通過呂宋島北邊相差很大，不過包括CNN天氣報導中，也不斷的朝台灣預測的方向修正，如果盧碧真的北離，也讓台灣的中央氣象局吐了口悶氣。

市區刮強風，海岸起大浪，嚴防盧碧，菲律賓繃緊神經，盧碧路徑到底往哪走，各國氣象睜大眼緊盯，CNN提出最新預測，盧碧強度減弱成為熱帶風暴，而且不會影響各國。CNN主播：「(盧碧)目前風速每小時111公里，接下來72個小時，會往菲律賓北部移動。」

對於盧碧路線，包括美國、日本、大陸以及台灣的預測路徑都各有差異，CNN預測盧碧颱風會通過菲律賓朝西南西，往南海移動，但隨著太平洋高壓減弱，台灣氣象局早在21日修正颱風預期路徑，預估盧碧未來行徑會先北偏，再朝東北方向行進。CNN主播：「西邊有高氣壓，東部也有，這表示，這個颱風走向有很大的不確定性，每個人要小心，甚至台灣地區。」

受到兩股高氣壓影響，行蹤詭異的盧碧還沒登台，CNN節節預報，也不斷修正，只能說盧碧路徑實在難以準確預測，如果盧碧最後真往東北偏離，台灣的中央氣象局這次可真是大大領先，吐了口悶氣。

無災情則可客觀的彰顯我們的預報能力，一有災害則失去理性批判能力，常以替天行道者自居。

美軍專家：台灣氣象預報打A分

蒙特瑞美國海軍研究院氣象系講座教授張智北：各界期盼太高 超出科技能力可達程度

記者吳日君

矽谷11日報導

此次台灣莫拉克颱風帶來破紀錄雨量，釀成中南部50年來最大水災，有人怪罪氣象預報雨量預報不準確。不過，分析這次台灣的中央氣象局預報，蒙特瑞美國海軍研究院氣象系講座教授、台灣大學大氣科學系客座研究講座張智北(C.P. Chang)表示，從專業角度給這次中央氣象局打分數，有「A」的成績。

張智北指出，亞洲颱風預測分析包括位在夏威夷、由美國海軍負責的「聯合颱風警報中心」(JTWC)、日本、台灣、香港等各地氣象局分別預報並互相參考結果。這次莫拉克颱風在72小時前的預報各家紛紜，但距離台灣48小時左右其他的預報開始作較大幅度修正，而向修正較小的中央氣象局預報靠攏。

「中央氣象局上周五早上在只下了265毫米時，就將預估高屏山區雨量上調至1100毫米，已是很好的預報。」現任世界氣象組織世界天氣計畫科學指導委員、熱帶季風委員會主席並身兼亞太經合會氣候科學顧問的張智北說，1000毫米降雨量就已是非常嚴重大雨，可帶來很大災害。面對莫拉克颱風超過2000毫米破紀錄的雨量，由於沒有科學經驗為基礎，科學上不可能預報。

一般來說，颱風預估的24小時誤差若有路徑100公里、預報成果就可達到世界一流的平均水平，這次預報誤差小於此數。他指出，全球颱風預報只有美國、台灣敢報出雨量，但是定量降雨預報最難，尤其在雨量大的時候，因為下了破紀錄的2000毫米而說根據統計方法預報絕對屬於超大豪雨的1100毫米不準，實在沒有道理。台灣各界對氣象預報的期盼太高，常超過現有科技能力所可能做到的程度。

張智北舉例說，美國受大西洋颶風威脅時，警報常涵蓋東南岸從佛州到南卡數百甚至上千公里，颶風逼近時強迫撤離的沿岸地區可達好幾十公里。很難想像台灣民眾會接受一個警報區域大過台灣全長三倍的區域，或是撤離幾十公里地帶的人口。在美國假如百姓撤離之後並未發生嚴重災害，氣象局或當地政府的聲明常是「很幸運的本地逃過一劫」。雖也偶有人抱怨影響了生意或其他活動，但大多數人都了解預報的不準確性和加強戒備、不怕一萬只怕萬一的防災道理。

此次莫拉克颱風中心在台灣北部、最大影響在中南部。張智北說，颱風屬於「預測」(forecast)，但精確的毫雨雨量預報在科學上不可能，只能利用「即時測報」(nowcasting)方法，由氣象人員看持續監視雷達回波和雨量站資料來預估降水量與增加速度，大概只有1-3小時預報能力。所以，「這次中央氣象局預報，不管是路徑、12小時前超大毫雨，或後來每小時更新的即時測報，其實都應記功。」他分析，在舊金山灣區下個三吋的雨就到處積水了，氣象局12小時前預報的一米多的降雨量就是36英吋，在土質疏鬆地方能不造成嚴重災害嗎？

莫拉克颱風帶來破紀錄雨量，蒙特瑞美國海軍研究院氣象系講座教授張智北表示，從專業角度可給這次台灣中央氣象局打「A」的成績。（記者吳日君/攝影）

轉載自 2009/08/12 世界日報

Lorenz's chaos theory

- *"… one flap of a sea-gull's wing may forever change the future course of the weather" (Lorenz, 1963):* **butterfly effect**

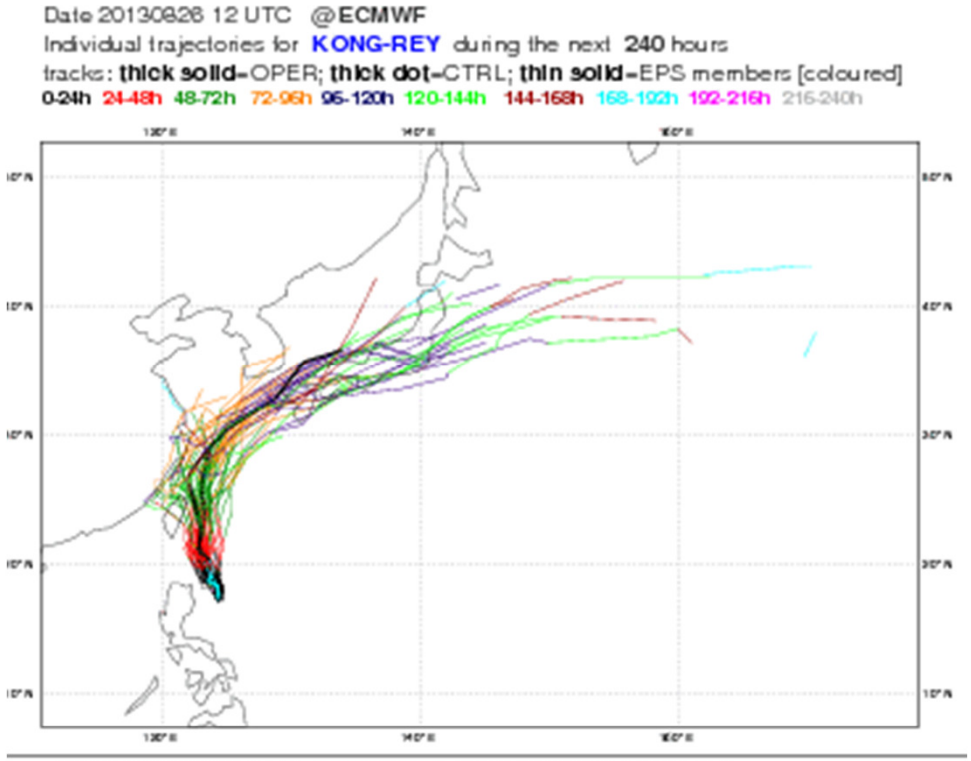
D.系集預報的應用

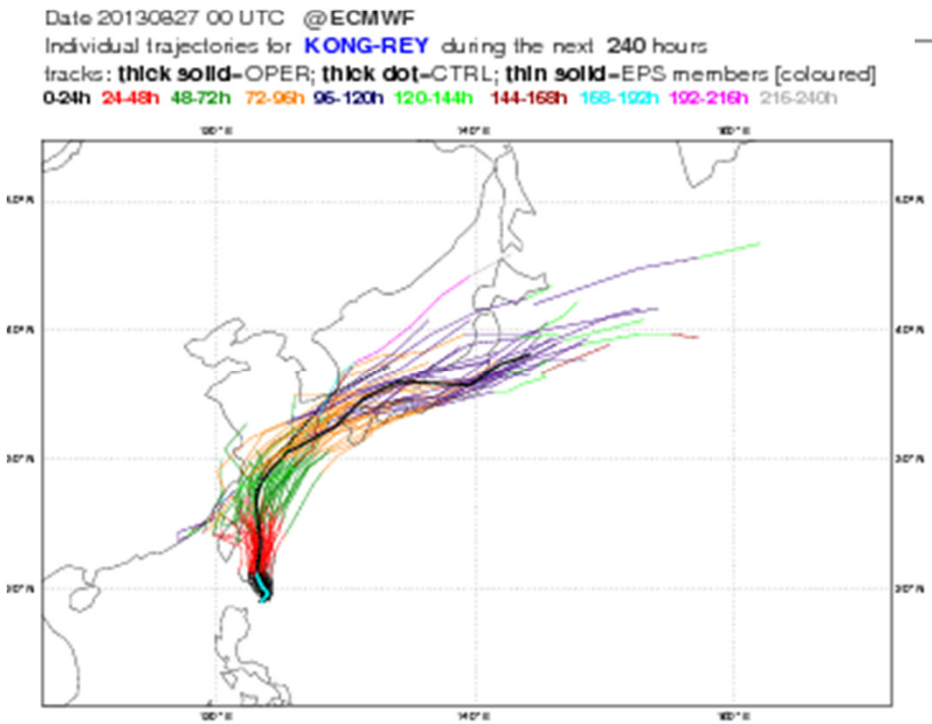
- 系集預報之應用價值,有待近一步研發。(不確定性預報之最佳呈現)。

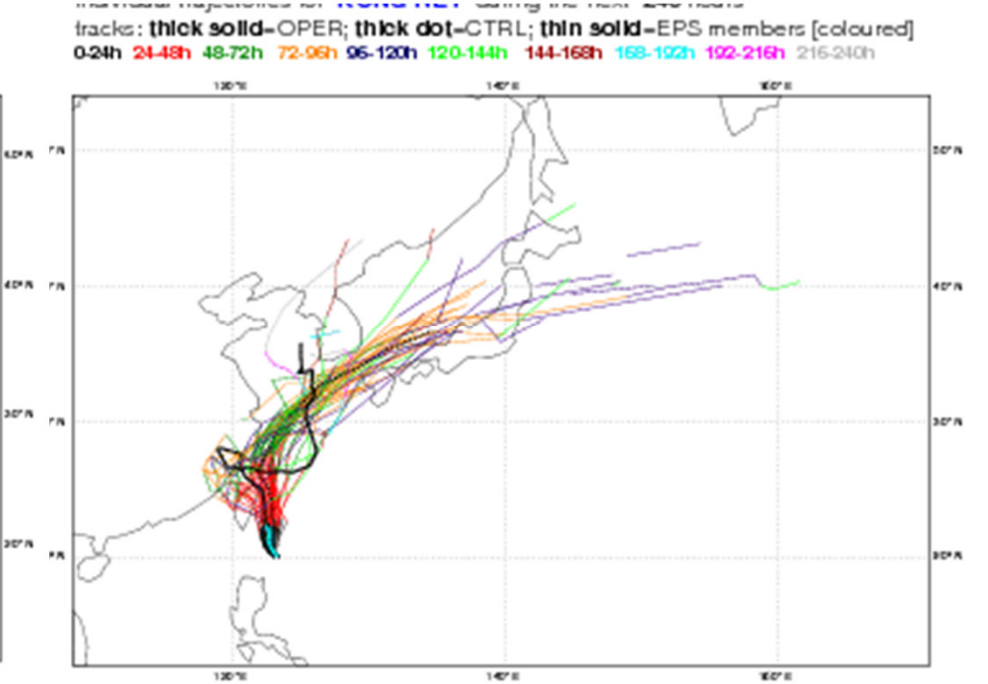
- *若堅持採單一預報, 系集預報就無發展的必要, 兩者在科學上是矛盾的。*

Structure error cause different track fcst

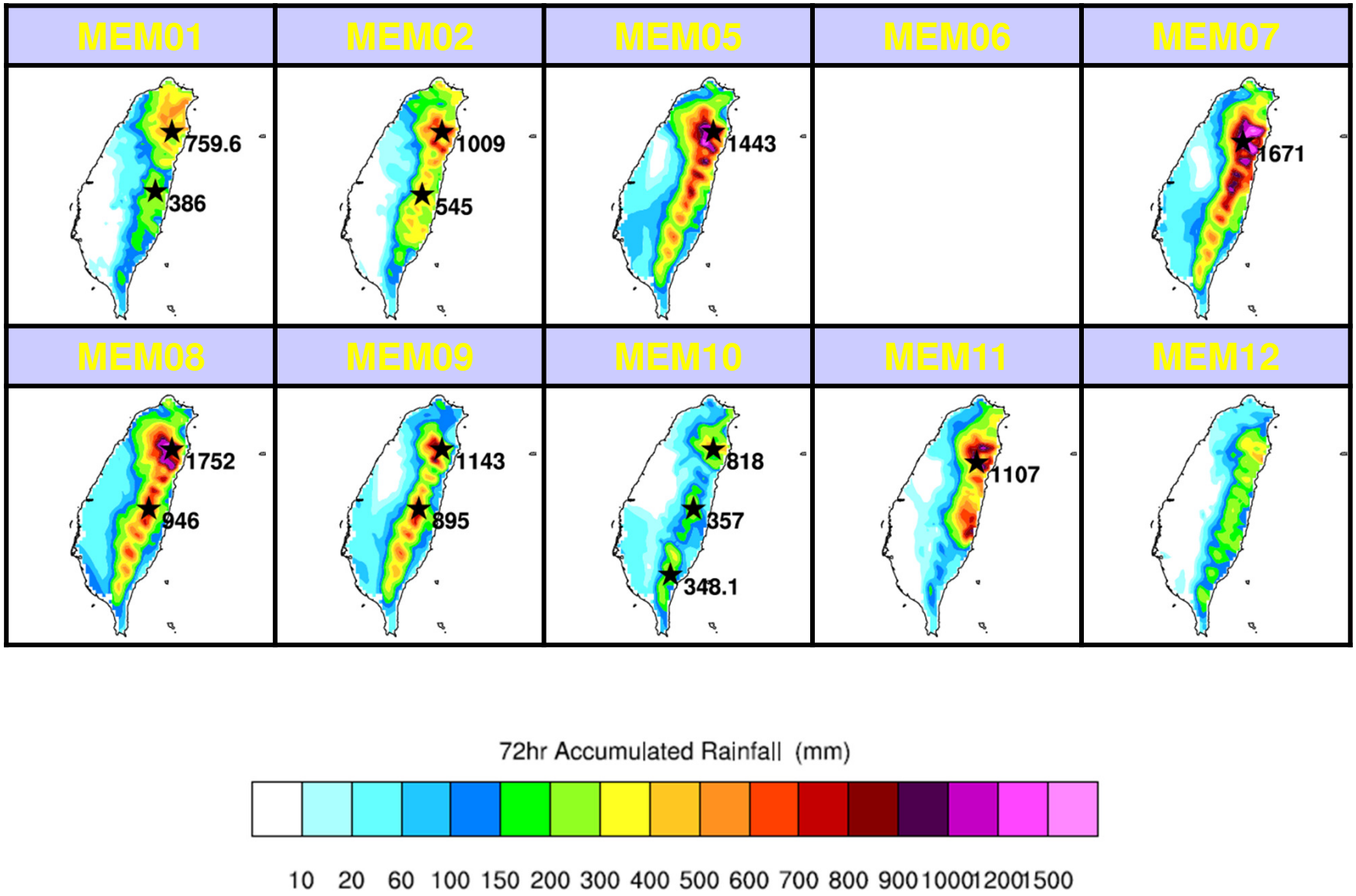
系集預報之不確定性







10月19日08pm各成員0~72小時累積雨量預報圖
預報時間19日08pm ~ 22日08pm



貳、警報發布方式

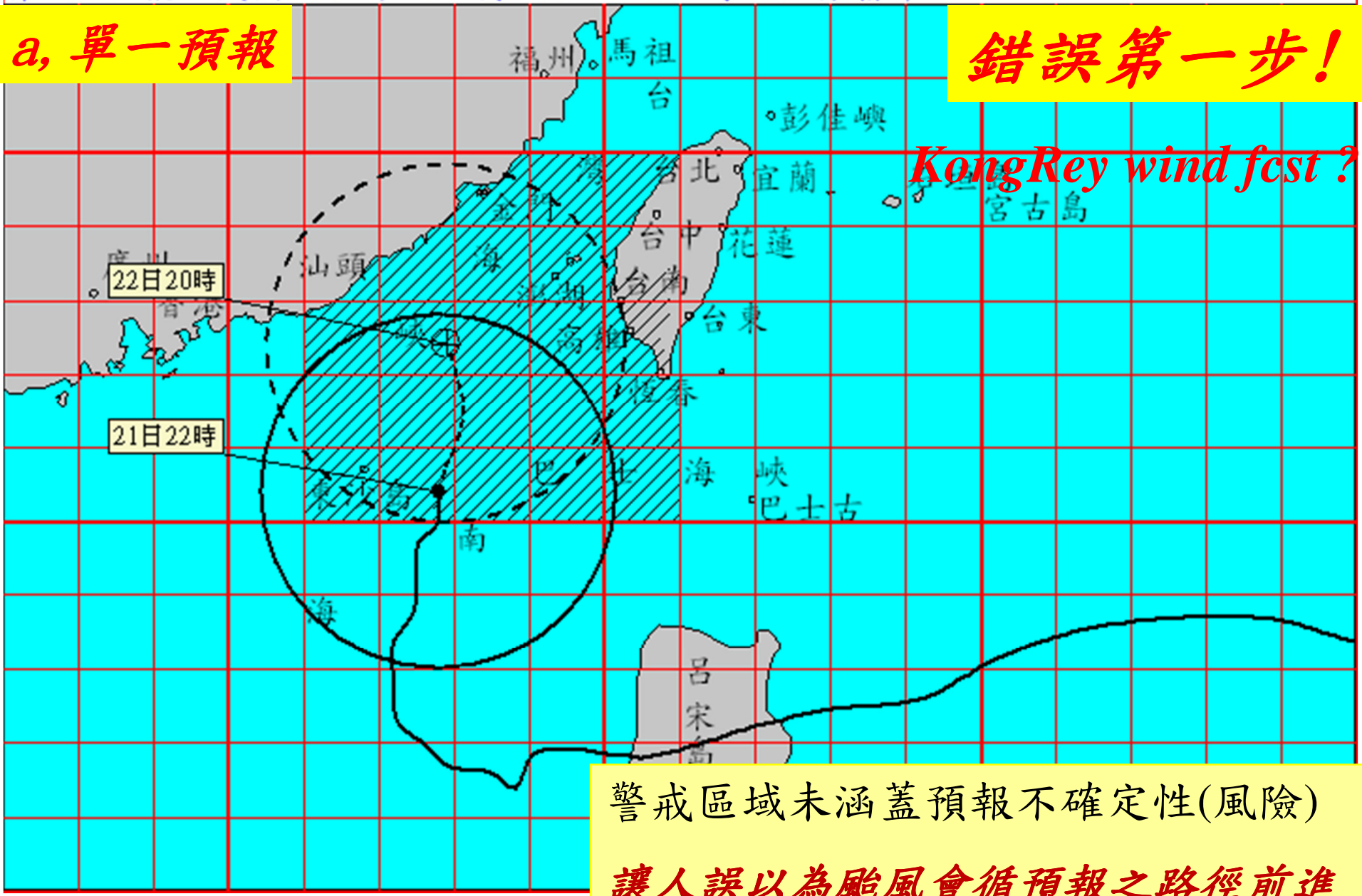
■a,確定性預報:

CWB(*世界唯一*)

■b,不確定性預報:

世界所有其他(*先進或落後*)國家

中度颱風 （編號第13號 國際命名：MEGI，中文譯名：梅姬）
第 7-2 報 民國 99 年 10 月 21 日 22 時 15 分發布

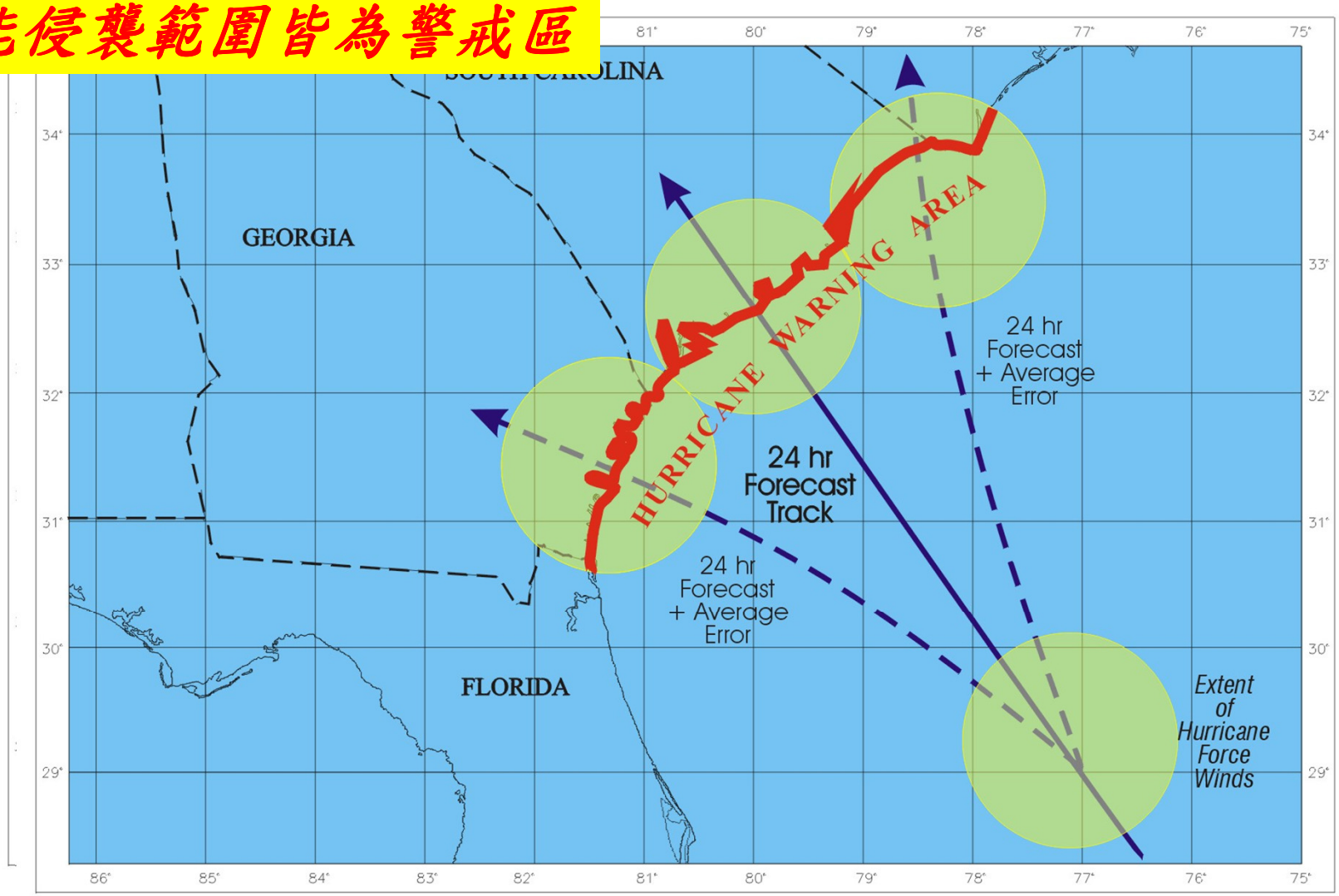


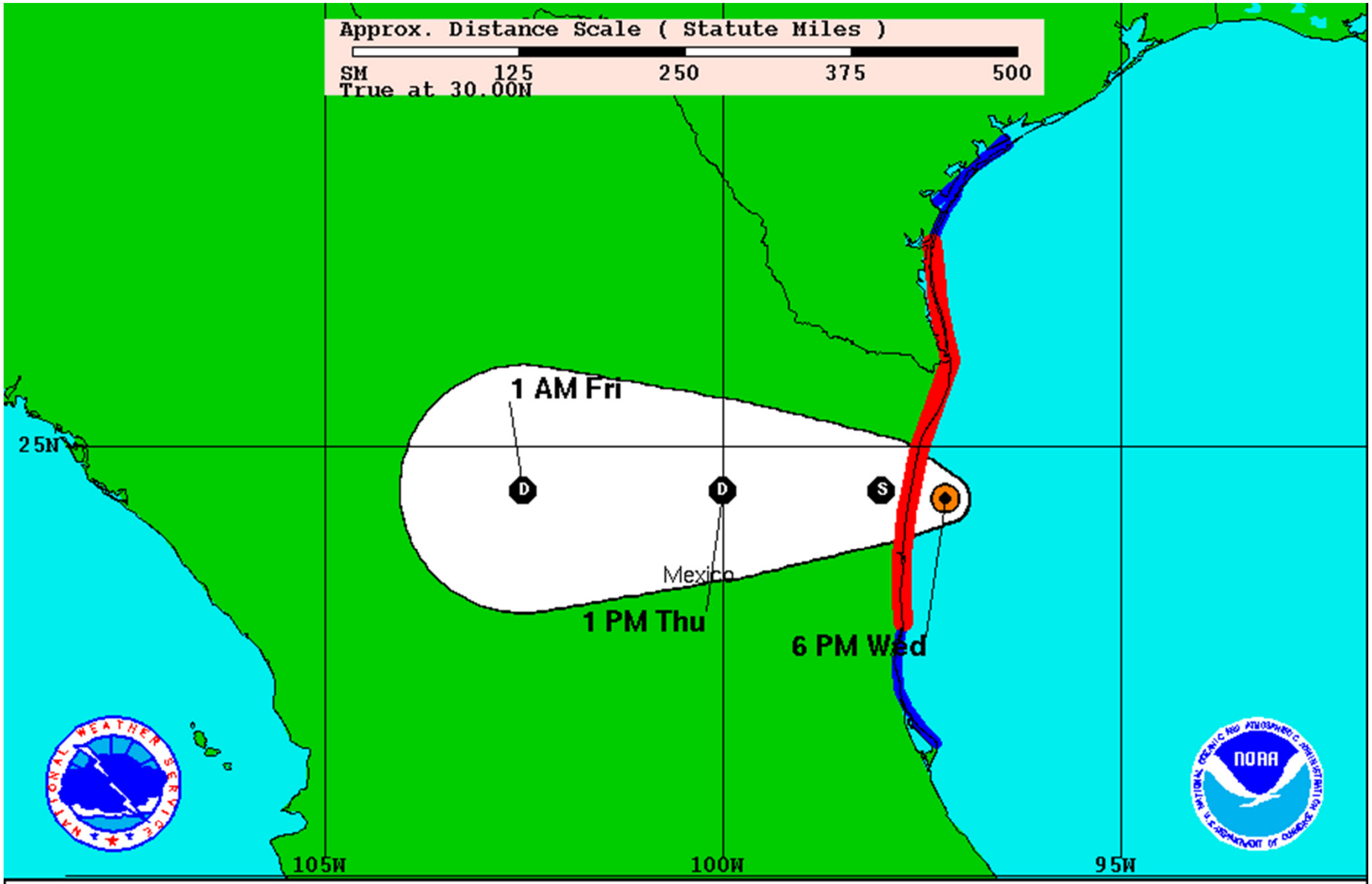
警戒區域未涵蓋預報不確定性(風險)

讓人誤以為颱風會循預報之路徑前進

美國之警報哲學

b, 不確定性預報
可能侵襲範圍皆為警戒區





Hurricane Alex
Wednesday June 30, 2010
6 PM CDT Intermediate Advisory 21A
NWS TPC/National Hurricane Center

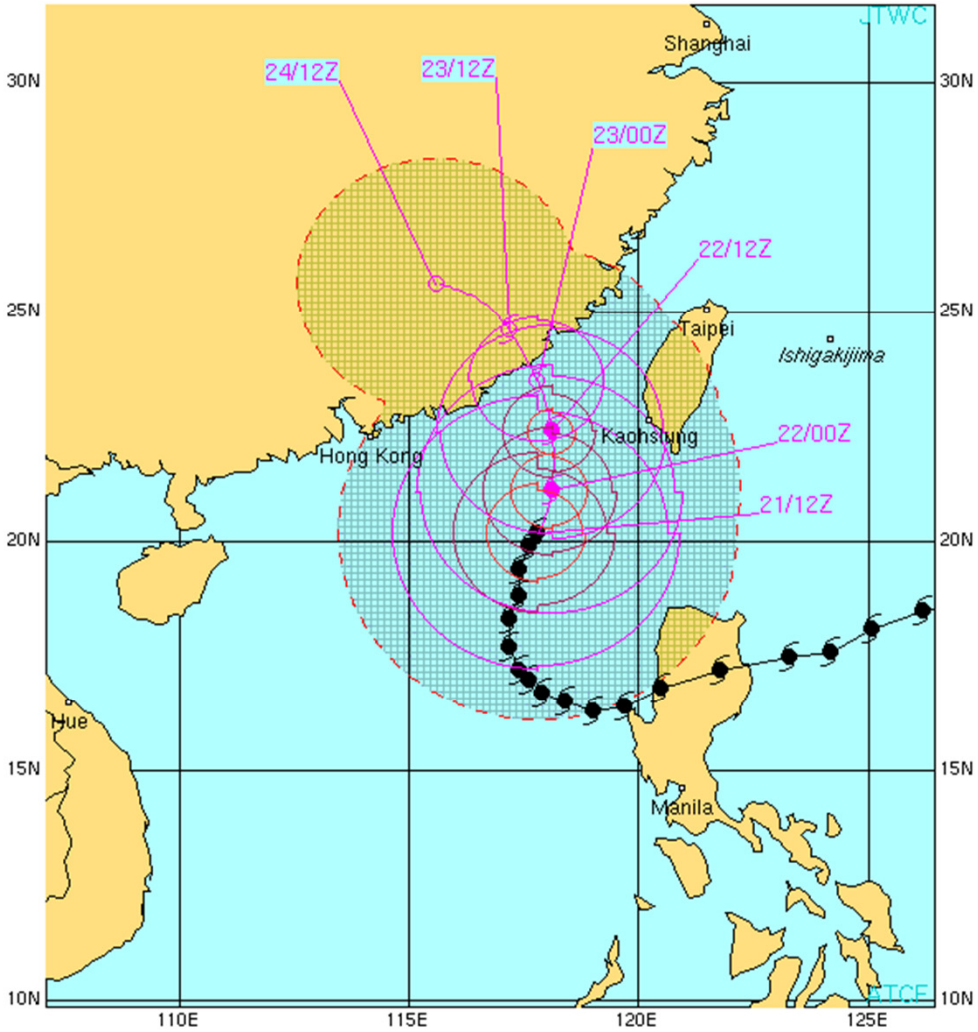
Current Information:
Center Location 24.4 N 97.2 W
Max Sustained Wind 100 mph
Movement W at 12 mph

Forecast Positions:
Tropical Cyclone Post-Tropical
Sustained Winds: D < 39 mph
S 39-73 mph H 74-110 mph M > 110mph

Potential Track Area:
Day 1-3 Day 4-5

Watches:
Hurricane Trop.Storm

Warnings:
Hurricane Trop.Storm



TYPHOON 15W (MEGI) WARNING #35
211200Z POSIT: NEAR 20.2N 117.8E
MOVING 030 DEGREES TRUE AT 04 KNOTS
MAXIMUM SIGNIFICANT WAVE HEIGHT: 37 FEET
21/12Z, WINDS 100 KTS, GUSTS TO 125 KTS
22/00Z, WINDS 090 KTS, GUSTS TO 110 KTS
22/12Z, WINDS 070 KTS, GUSTS TO 085 KTS
23/00Z, WINDS 050 KTS, GUSTS TO 065 KTS
23/12Z, WINDS 040 KTS, GUSTS TO 050 KTS
24/12Z, WINDS 020 KTS, GUSTS TO 030 KTS

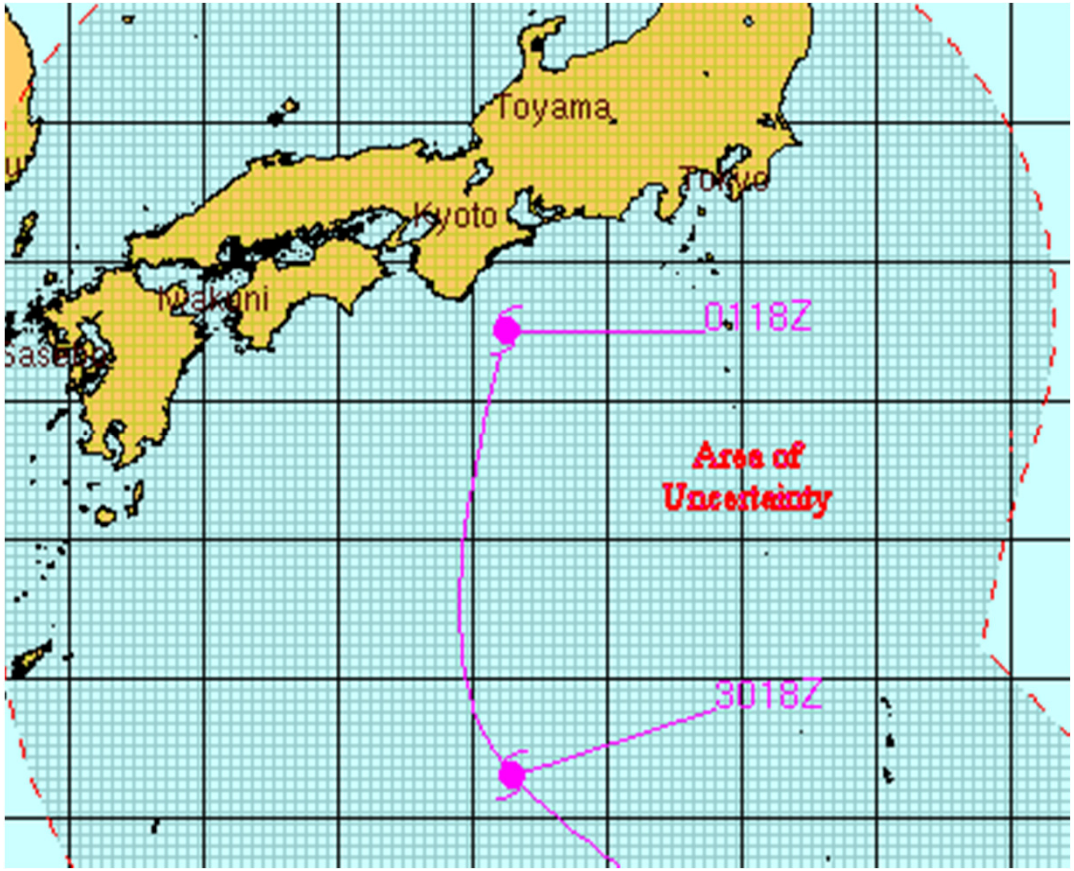
CPA TO:	NM	DTG
HONG_KONG	211	23/01Z
TAIPEI	223	23/03Z

BEARING AND DISTANCE	DIR	DIST (NM)	TAU (HRS)
HONG_KONG	88	216	24
TAIPEI	230	247	24
HONG_KONG	50	215	48
TAIPEI	264	236	48
HONG_KONG	21	212	72
TAIPEI	277	321	72

○ LESS THAN 34 KNOTS
34-63 KNOTS
● MORE THAN 63 KNOTS
PAST 6 HOURLY CYCLONE POSITS IN BLACK
FORECAST CYCLONE POSITS IN COLOR

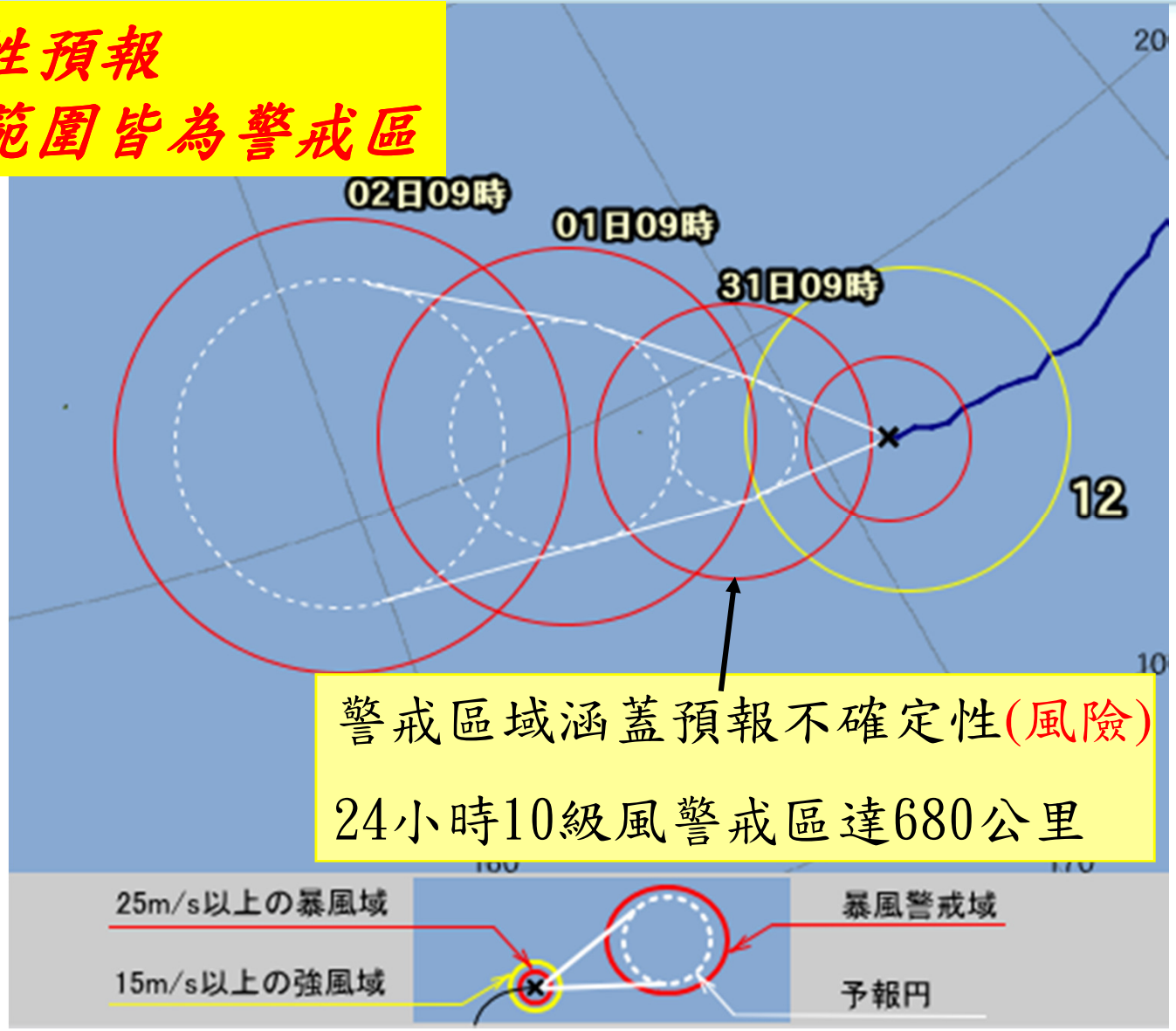
Area of Uncertainty

- The Area of Uncertainty is the 34 kt wind radii + the average forecast track error



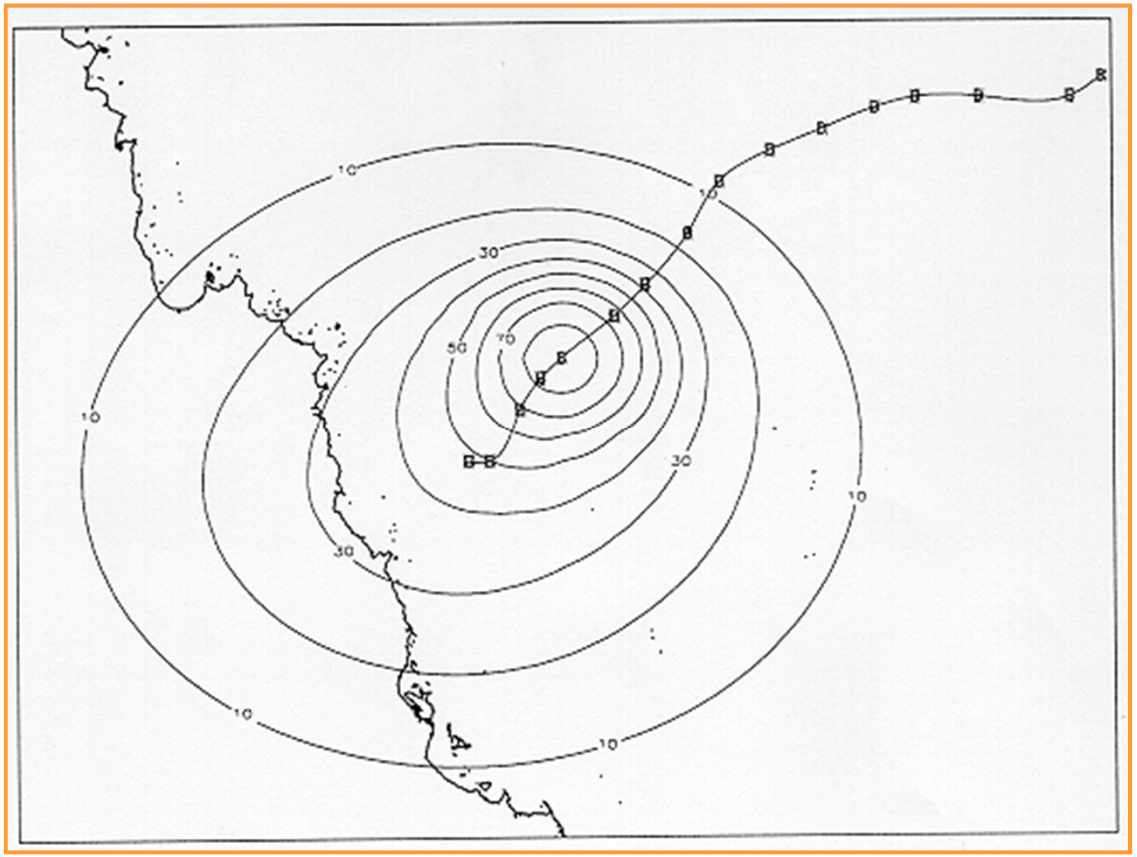
日本之警報哲學

b, 不確定性預報
可能侵襲範圍皆為警戒區



b, 不確定預報

澳洲官方 TC侵襲機率預報(圖)



確定性預報之問題!(不符合科學)

- 1.警報發布(圖、單)未包含路徑不確定性。
- 2.各地區風、雨預報,忽略路徑之不確定性。
  (讓人誤以為今日科技上已有能力)
- 3.確定預報有誤差,不應為決策依據。成為決策依據,剝奪各級*指揮官*之決策權*(己無其他選擇)*。
- 4.再準也總會有誤差存在,當有巨災產生,必成為*眾矢之的*。*(難道還要讓狀況再持續下去!?)*

確定性風雨預報的可靠度？

- JTWC、NHC不提供各地風雨預報為決策依據
- JMA僅提供即時資料供防災使用

why？

風雨預報準確之先決條件

- 路徑正確？　　零誤差
- 結構、強度、移速正確？　零誤差
- 在無飛機穿越飛行資料的條件下，可能嗎？

差遠了!

參、預報不確定與風險管理

- 災情慘重—防災不力—預報不準(台灣的宿命)
- 由於預報不確定，先進國家如何處理？
  - 回美國、日本的警報哲學—防範發生的可能性

    防災:防範預期可能發生而採取之措施(空襲、海嘯警報)
  - 回防災是風險管理的問題, 非預報準確度問題
  - 回預期可能並非等於一定發生 預期可能而未發生-追究!
  - 回瞭解預報的本質，有助決策時機的掌握。
    - 預報誤差隨時間擴大，因此時間愈近，預報不確定性愈小。

參、預報不確定與風險管理

■H INI疫苗,一萬、一百萬、一千萬劑?

疫情不夠嚴重,被批浪費(馬後炮)

萬一發生呢!誰能負責(風險管理問題)

#是否防範全球暖化持續惡化?是否停班停課?是決策者的風險考量,預防可能發生,並非一定要發生。

參、預報不確定與風險管理

- 蘇花公路封閉時機？　太慢？
- 水門關閉時機？　太慢？
- 皆風險管理的問題與觀念

風險管理的觀念

1.Cost/Loss ratio之決定

2.行動決策

3.價值評估

Decision-making based on a probabilistic forecast

風險評估

If event occurs without action taken ➔ bigger loss (**Lp+Lu**)

If event occurs with action taken ➔ smaller loss (**Lu**) + **cost**

save = (Lp+Lu)– (Lu + cost)=Lp-cost

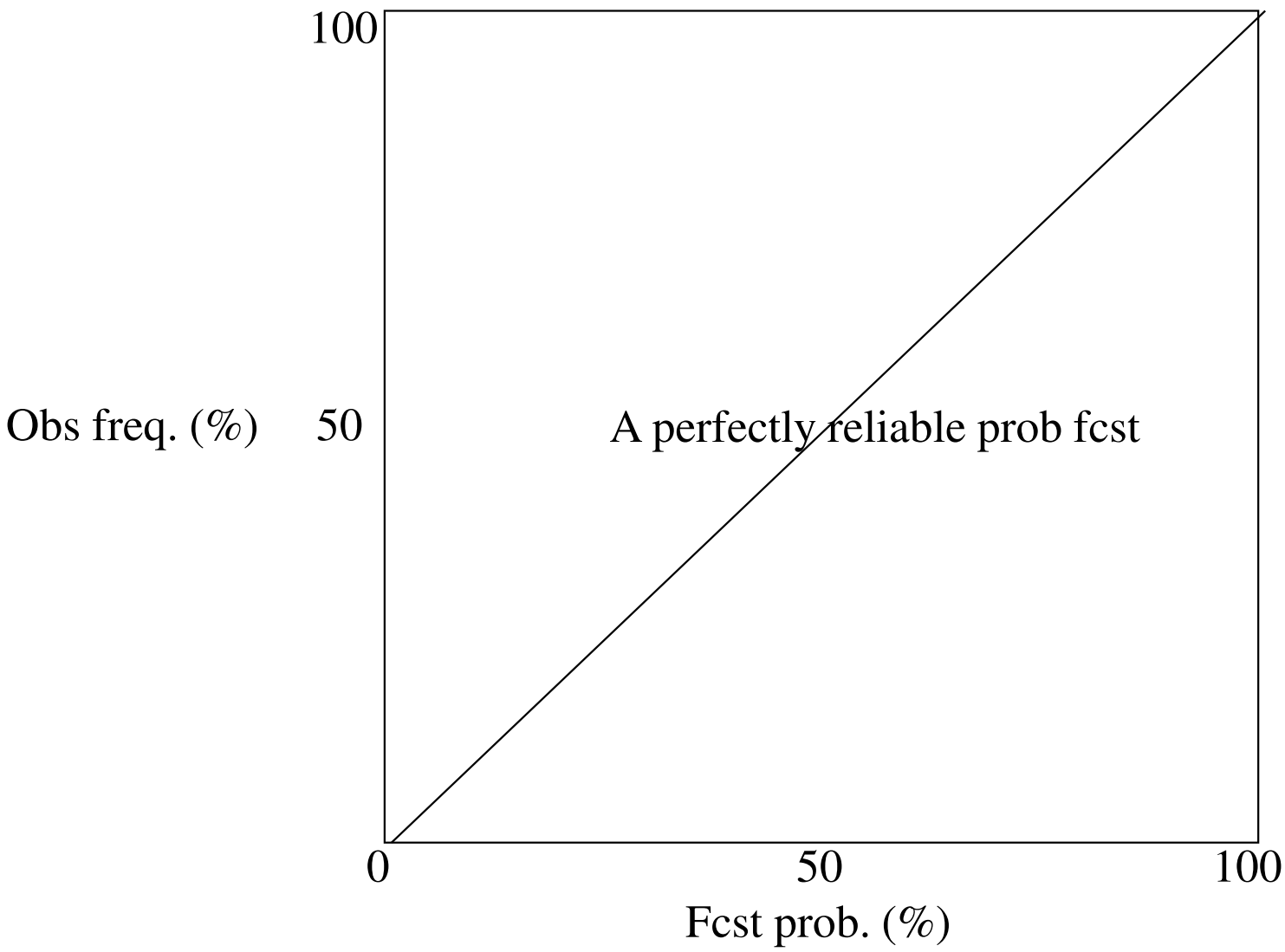
If event doesn't occur but with action taken ➔ **cost**

For a reliable P% probabilistic forecast:
Benefit = save * P% = (Lp-cost)*P%
Risk = cost * (1-P%)

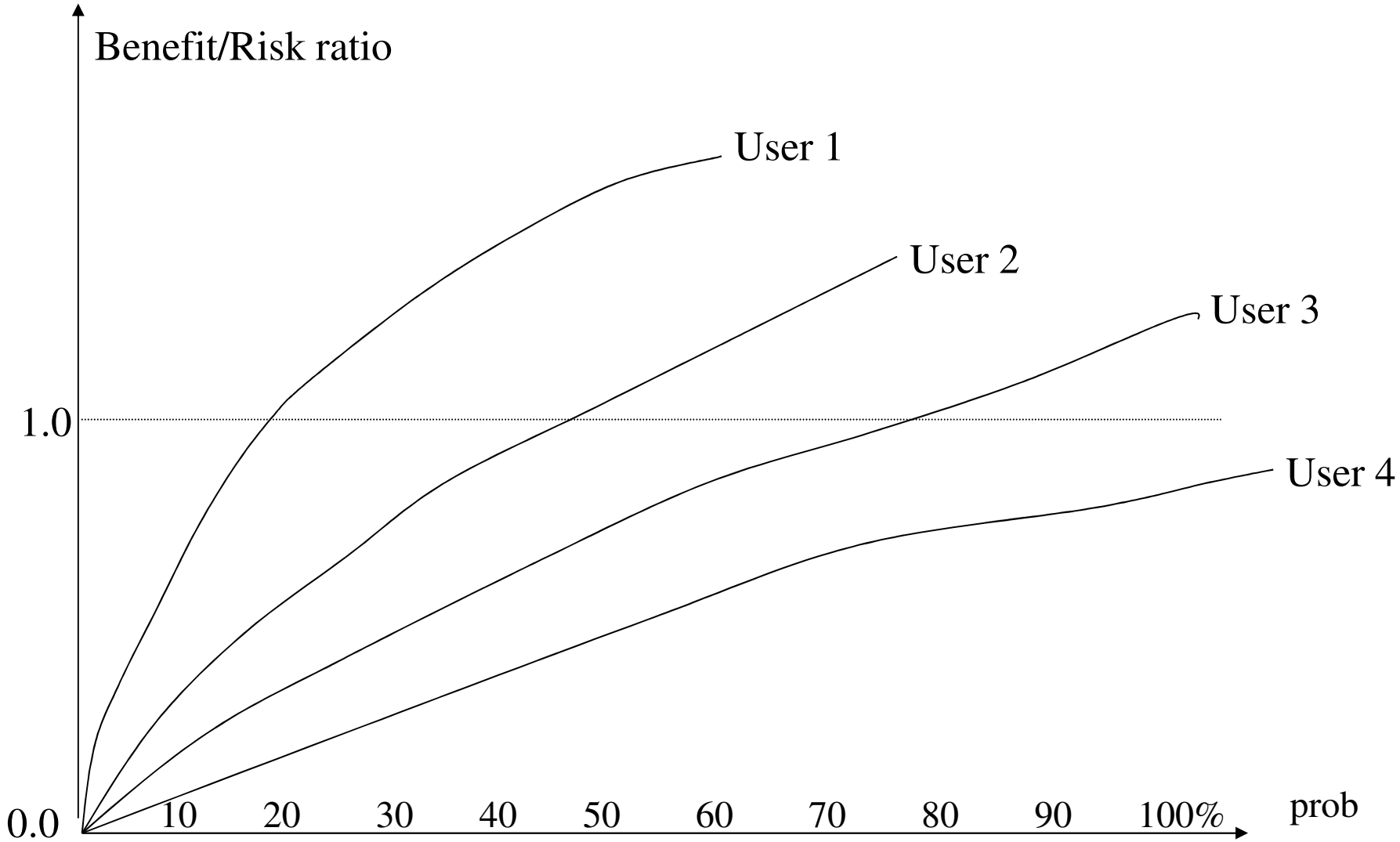
$$\frac{\text{Benefit}}{\text{Risk}} = \frac{(\text{Lp-cost})*P\%}{\text{cost}*(1-P\%)} \begin{cases} >1.0, & \text{take action} \\ = 1.0, & \text{neutral} \\ < 1.0, & \text{no action} \end{cases}$$

Which is a function of location (cities, rural area …), time (rush hour, weekend …), social impact or event significance etc., an area needs our more attention and efforts!

For a reliable probabilistic forecast



How to Convert Probabilistic Weather Forecast Information into Decision/Action?



Economic value (Benefit/Risk ratio) based decision-making diagram

Relative economic value

Contingency table of deterministic (yes-no) forecast (and action) vs. observation and its associated economic loss resulted from the action.

lo ss / ob s / fc st	Obs "YES"	Obs "NO"
Fcst "YES" (take action)	Hit Rate (HR) C (cost)	False Alarm Rate (FAR) C (cost)
Fcst "NO" (no action)	Missing rate (MR) L (loss)	Correct reject rate (CRR) 0 (no cost, no loss)

$$V = \frac{\min\{\frac{C}{L}, \bar{o}\} - HR \times (\frac{C}{L} - 1) - FAR \times (\frac{C}{L}) - \bar{o}}{\min\{\frac{C}{L}, \bar{o}\} - \bar{o}\frac{C}{L}}$$

Lp=$800, Lu=$200, C=$100 → (Lp-C) *P%=C*(100-P)% → P=12.5%
(Loss is reduced 30%)

Comparison of economic losses resulted from different actions taken based on deterministic (det) and probabilistic (prob) forecasts, respectively, in the event of "surface air temperature ≦0℃" over 10 simulated cases.

	Forecast		Decision		Obs and verification			Loss (money)	
case	det	prob (≦0℃)	det	prob	obs	det	prob	det	prob
1	0℃	15%	Act	Act	0℃	Hit	Hit	300	300
2	-1	25%	Act	Act	0	Hit	Hit	300	300
3	2	20%	No act	Act	1	C.R.	Miss F.A.	0	100
4	-2	70%	Act	Act	-1	Hit	Hit	300	300
5	-4	100%	Act	Act	-5	Hit	Hit	300	300
6	1	20%	No act	Act	0	Miss	Hit	1000	300
7	1	30%	No act	Act	2	C.R.	F.A.	0	100
8	3	5%	No act	No act	4	C.R.	C.R.	0	0
9	1	15%	No act	Act	-1	Miss	Hit	1000	300
10	0	15%	Act	Act	2	F.A.	F.A.	100	100
sum								3300	2100

視為浪費

预报的价值：假定气候概率为$\bar{o}$，那么不采取防范措施，经济损失是 $E_{不防范}=\bar{o}L$；如果永远都采取措施，那么经济损失（花费）是 $E_{防范}=C$。所以，用气候概率作预报，经济损失是

$$E_{气候}=\min\{C,\bar{o}L\} \qquad (1)$$

如果有一个100%准确的预报，那么只在预报“有”时防范，而“无”时不防范，这样经济损失是

$$E_{完美}=\bar{o}C \qquad (2)$$

对于一个不完美的单一值预报其经济损失是

$$E_{预报}=HR\times C+FAR\times C+MR\times L \qquad (3)$$

所以 $E_{气候}-E_{预报}$是一个实际预报相对于“气候概率预报”的价值。如果 $E_{气候}-E_{预报}<0$就没有价值(还不如气候概率预报)。而 $E_{气候}-E_{完美}$ 是可实现的最大价值。因此一个预报的“**相对经济价值**”定义为

$$\boxed{V=\frac{E_{气候}-E_{预报}}{E_{气候}-E_{完美}}} \qquad (4)$$

完美预报V=1；气候概率预报V=0；当V>0时，预报才比“用气候值作预报”更有意义。

上次被讚有guts、今遭嗆聲　網友：賴清德被「銃康」

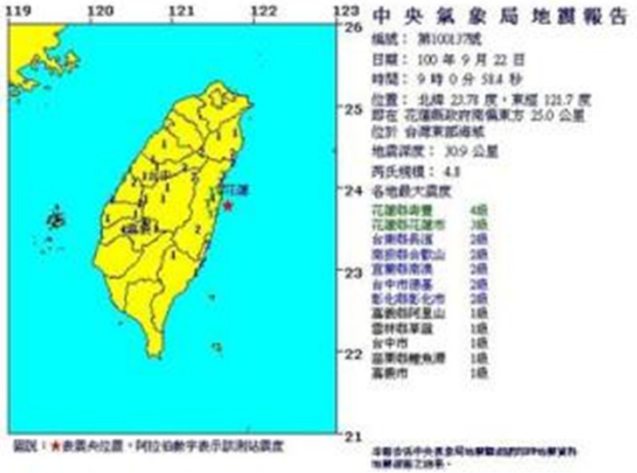
NOWnews – 2013年8月30日 上午8:08

生活中心 / 綜合報導

康芮颱風已經遠颺，但其環流持續影響，而昨日更在為雲林以南降下超大豪雨，中南部多縣市緊急宣布下午停班停課，引發民怨，台南市甚至有民眾當面怒嗆賴清德「當甚麼市長」。

時間拉回去年8月24日，當時天秤颱風來襲，台中以南和東部11縣市都在23日晚間宣布停班停課，但只有台南市堅持要在24日清晨5時最後決定，且最後做出決議照常上班上課；賴清德第一時間也透過臉書解釋照常上班上課的原因，受到網友相挺，讚聲連連。

花蓮連6震 氣象局：勿驚慌



（中央社記者陳舜協台北22日電）花蓮東部近海今天地牛頻翻身，從清晨6時18分到上午9時，發生4起有感及2起小區域地震，最大規模5.2。表示，每月都有規模5以上地震，民眾不要太驚慌。

中央氣象局地震測報中心主任郭鎧紋表示，清晨6時18分的規模5.2地震是今天上午連6震的主震，其餘都是主震後的餘震，這也是6起地震震源都在花蓮東部近海的原因。

未能預測地震 義科學家受審

前年在義大利，發生一起規模6.3的大地震，當時地震專家還叫民眾不要擔心，結果造成三百多人喪生，現在這七個地震專家還因此被起訴，罪名就是過失殺人。

義大利中部前年發生芮氏規模6.3的地震，由於是淺層地震，震央距離地表只有九公里，造成造成寬約14.5公里的地層位移半公尺左右，羅馬以東95公里的古城拉奎拉建於13世紀文藝復興時代，經過歲月和戰火的洗禮，但卻逃不過地震的毀滅，總計有一萬五千多戶古蹟建築毀損，308人喪生。過了三個月之後，八國高峰會就在這座劫後餘生的古城召開，美國總統歐巴馬等各國領袖，還特地抽空就近探訪災民。

事隔兩年，當地檢方決定對七名地震專家提起公訴，起訴書中指出，雖然現代科技還沒有辦法精確的預測地震，不過由於阿奎拉在這場大災難降臨之前半年，就出現輕微地震，這七名專家應當地民眾要求召開會議，結果一致認定發生大地震的機率很小，有民眾提問可不可以放鬆心情、待在家喝杯紅酒時，專家還輕鬆的說「當然要來一杯」。

不料會議結束才一個星期，就發生這場大地震。

檢方指出，專家向當地居民傳達「不準確、不完全的錯誤資訊」，讓民眾未能提高警覺因此要負起過失殺人的罪嫌。

UN氣候小組：本世紀氣溫將升0.3-4.8度

作者： 林步昇 | 中央廣播電台 – 2013年9月27日 下午4:41

聯合國政府間氣候變遷小組(IPCC)今天(27日)表示，幾乎可以肯定人類是引起全球暖化的元凶，並預估全球溫度將於本世紀上升攝氏0.3至4.8度。

這份氣候變遷報告延宕已久，在第一篇的內容中，IPCC預測，到2100年時，海平面將上升26至82公分。

曾獲諾貝爾和平獎的IPCC表示，過去60年來所觀察到的暖化現象中，超過50%「極可能」是人類所造成，也就是機率高達95%；2007年報告的可能性則是90%。

過去25年以來，IPCC已發布過4次評估，所發出的警訊一次比一次嚴重，包括溫度上升、全球氣候異常日益劇烈。這些異常現象包括洪患、乾旱和暴風雨。

Is it correct right now?

改進方案A

■A計畫:

警報包括不確定性(風險),但不提供各地風雨預報。　雖然美、日採行符合科學的作法,但在台灣目前

不可能被接受,勢不可行!

改進方案B

■B計畫:(完整預報Completing the forecast)

預報包括不確定性(風險),無論路徑、強度及各地風雨之預報。

1.路徑預報包括不確定性,取代單一路徑預報

2.風雨預報至少提供三種結果,包括路徑上,最偏左,最偏右,或者範圍內影響最大及最小的結果

3.需發展更快速的風雨預報作業系統或...以符合需求

4.下游使用者亦可據此完整預報,去運算洪水、土石流模式之多種結果,以供決策者參考使用。

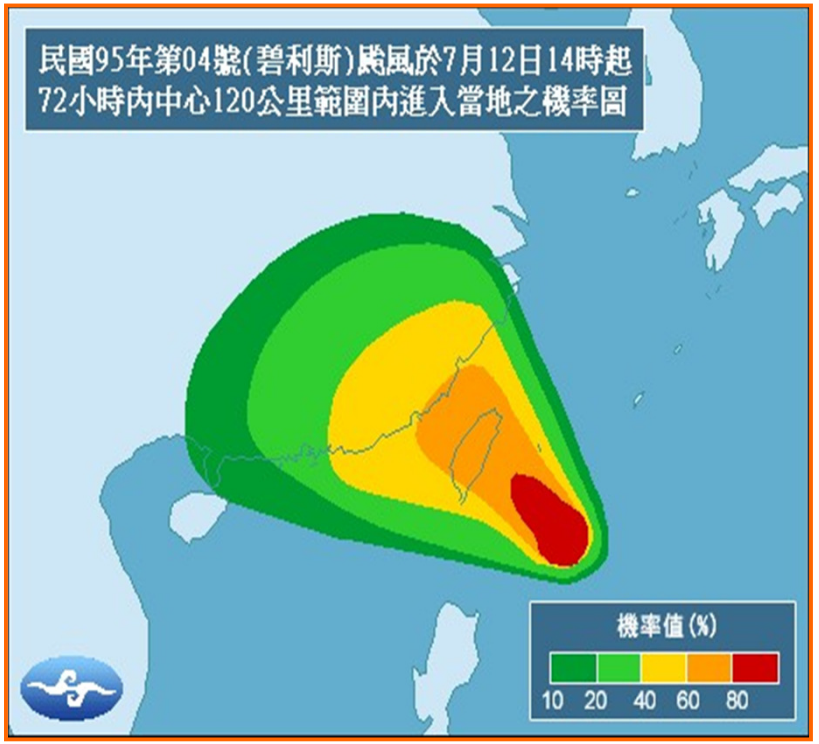
5.決策者應接受風險管理的觀念與訓練,綜合並善用各專業單位提供的資訊,作出最佳的決策。

颱風路徑潛勢預報

應置於網頁明顯處！

颱風路徑潛勢預測圖

新增輔助產品



多種的機率預報
更完整資訊

定義：未來72小時內颱風中心120公里範圍內通過某地點之預測機率值

改進方案B

■B計畫:(完整預報Completing the forecast)

預報包括不確定性(風險),無論路徑、強度及各地風雨之預報。

1.路徑預報包括不確定性,取代單一路徑預報

2.風雨預報至少提供三種結果,包括路徑上,最偏左,最偏右,或者範圍內影響最大及最小的結果*(或應用系集預報)*

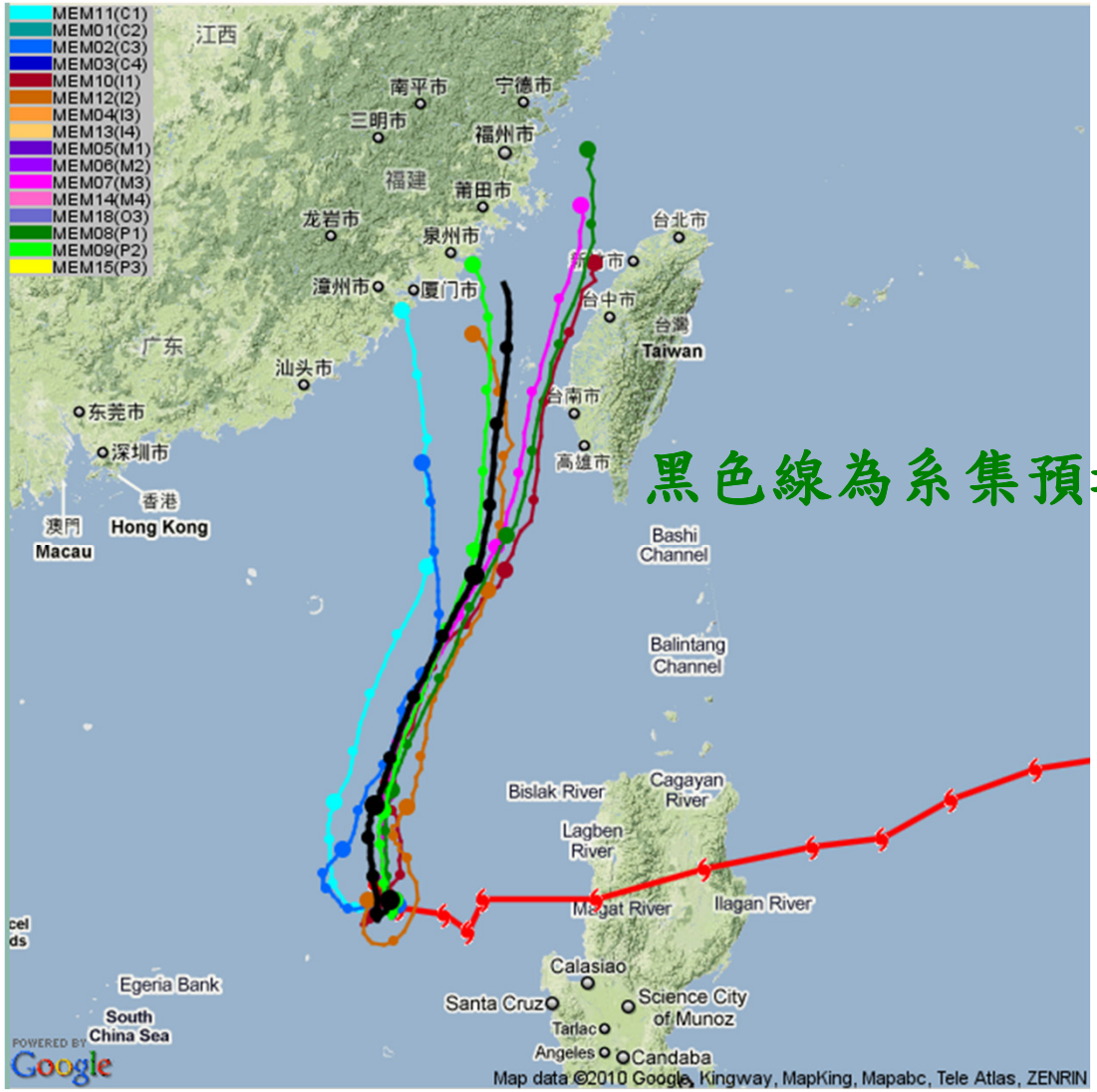
3.需發展更快速的風雨預報作業系統或...以符合需求

4.下游使用者亦可據此完整預報,去運算洪水、土石流模式之多種結果,以供決策者發揮他的決策長材,決策權不應被-剝奪。

5.決策者應接受風險管理的觀念與訓練,綜合並善用各專業單位提供的資訊,作出最佳的決策。

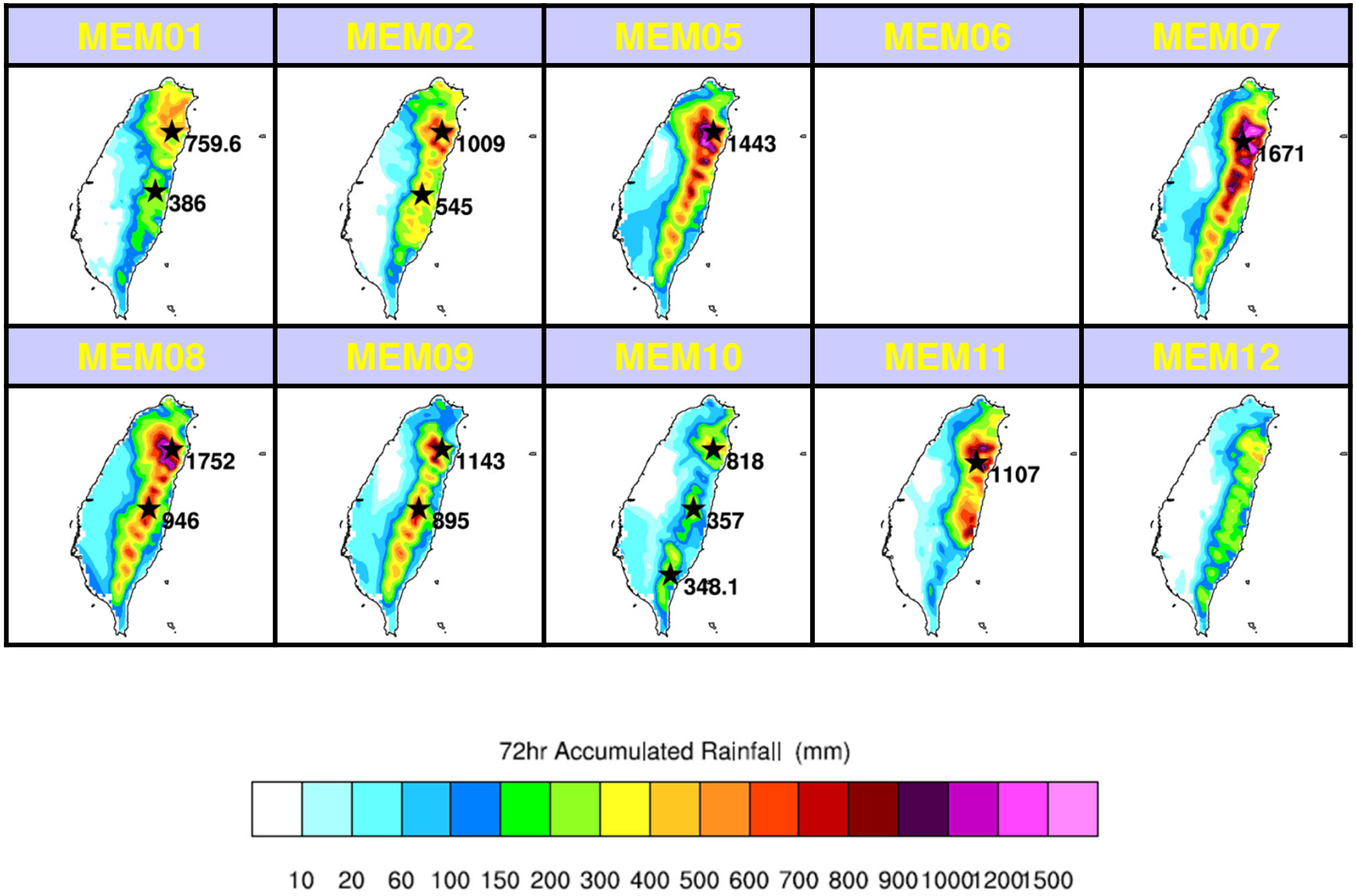
10月19日 08pm各成員72小時颱風路徑預報圖（45km）

預報時間18日09pm ~ 22日08pm



黑色線為系集預報路徑之平均

10月19日08pm各成員0~72小時累積雨量預報圖
預報時間19日08pm ~ 22日08pm



改進方案B

■B計畫:(完整預報Completing the forecast)

預報包括不確定性(風險),無論路徑、強度及各地風雨之預報。

1.路徑預報包括不確定性,取代單一路徑預報

2.風雨預報至少提供三種結果,包括路徑上,最偏左,最偏右,或者範圍內影響最大及最小的結果

3.需發展更快速的風雨預報作業系統或...以符合需求

4.下游使用者亦可據此完整預報,去運算洪水、土石流模式之多種結果,以供決策者參考使用。

5.決策者應接受風險管理的觀念與訓練,綜合並善用各專業單位提供的資訊,作出最佳的決策。

完整預報(*Completing the forecast*)之優點

- 為何要提供不確定性預報 的理由:
  1.決定性(單一)預報致使許多有用的訊息並未傳達至使用者,有可能使災害加劇----------機率預報可大幅改善, 例如某一地之雨量警戒值為 500 mm,預報值為 300 mm,使用者可能因此而不採防範措施,但若發布的是機率預報,則有相當的機率達到500 mm,例如*20%*,使 用者可得到相當的警示，而去適度防範。

2.不確定性預報可提供cost/ loss ratio 不同的使用者,採取不同程度的措施 ---------例如以上述的的狀況為例,達的雨量警戒值的機率為20%,使用者依據願承受之Cost/ loss ratio作比較而採取不同程度的措施 ,並隨機率為變化調整防災的強度,機率預報可改善預報資料的使用,減少生命財產的損失,目前CWB 提供的預報資料多為決定性(單一)預報 ,例如颱風之風雨。

3.增加使用者的信心,由於單一預報有時有很大的不確定性,因此,決定性(單一)預報不可避免的,易產生預報失誤,會降低使用信心,而採用機率預報可改善使用者信心

Pop 30%為例

100次的個案僅有30次降水,卻預報有雨,準確度自然低,機率預報不宜與單一預報掛勾可見一般。

改進方案C

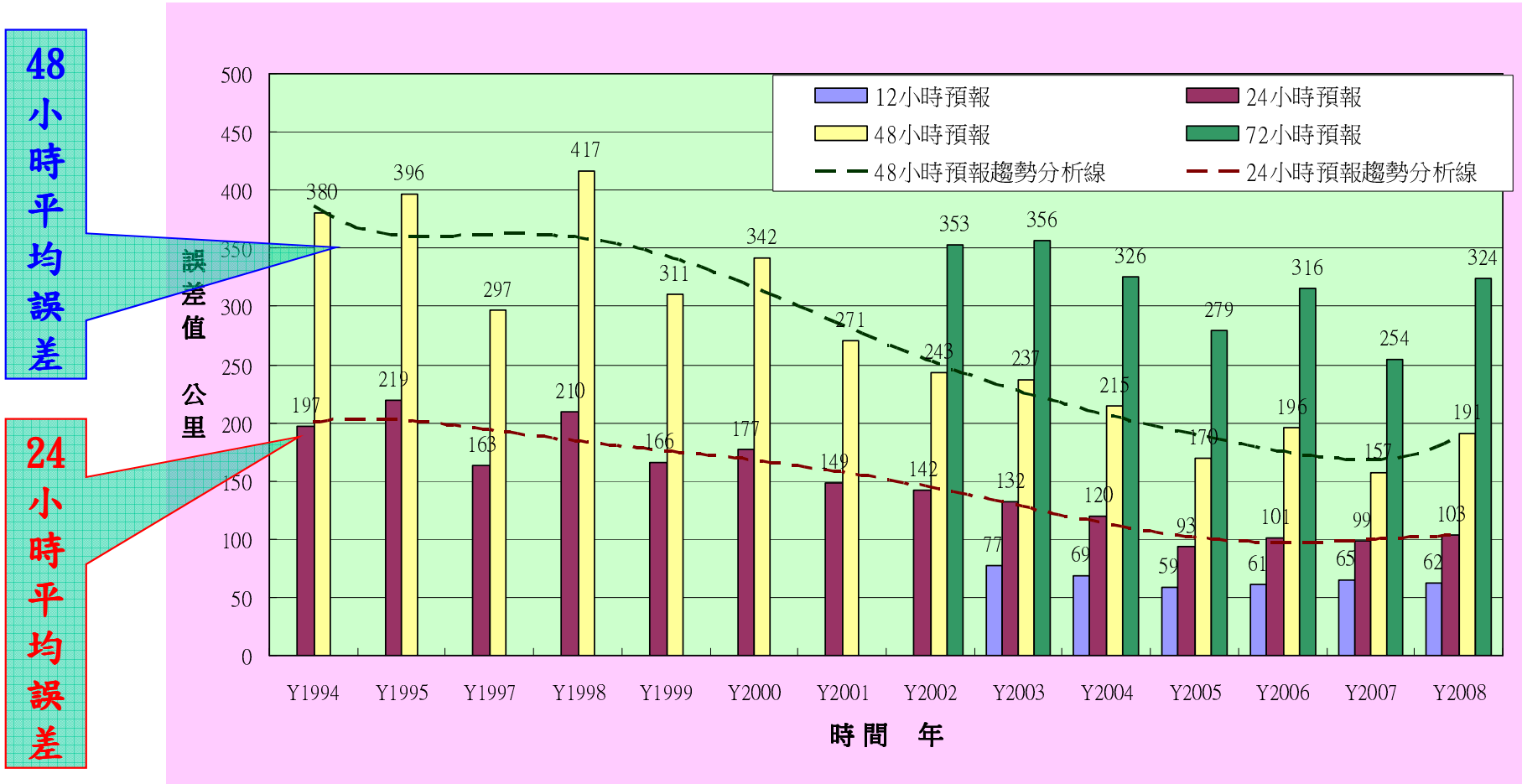
C計畫(長期):

1.提高準確度: 繼續從科學上改進預報準確度,包括a,觀測資料之充實、b,數值模式之研發及c,預報員之訓練,減小不確定性,節省防災作業的花費,提高效益。(*觀念必須改變,績效才會彰顯*)

2.去除理盲:防災忽略預報不確定性的做法,是全國人民最大的風險,即使有最高的準確率。應全面推展完整預報之觀念,決策者應提高其使用不確定性資料的能力負起決策的責任。

大氣學門應開風險管理課程從教育著手。

近年來氣象局颱風路徑預報之誤差



美國看到誤差減小一半(績效)，台灣看到誤差太大(疏失)。

近5年美、日、台灣之24小時颱風路徑預報誤差狀況

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	莫拉克
台灣	120 km	95 km	101km	99 km	103 km	87 km
日本JMA	125 km	104 km	105 km	111 km	112 km	93 km
美國JTWC	130 km	104 km	104 km	100 km	103 km	91 km

美國經驗1 mile, $1 million. 15年來比平均每個TC省20億(台幣)

改進方案C

C計畫(長期)

1.提高準確度: 繼續從科學上改進預報準確度,包括觀測資料之充實、數值模式之研發及預報員之訓練。

2.去除理盲:防災忽略預報不確定性的做法,是全國人民最大的風險,即使有最高的準確率。應全面推展完整預報之觀念,決策者應提高其使用不確定性資料的能力負起決策的責任。

3.教育部門應開風險管理課程,從教育著手。

輔助,推責

賴清德批混淆視聽 氣象局澄清

作者：沈雅雯 | 中央廣播電台 – 2013年8月30日 下午5:52

康芮颱風在雲嘉南地區造成淹水災情，台南市長賴清德今天(30日)表示，氣象局拿出的雨量預測是總雨量，而非判斷停班、停課基準的24小時雨量，並質疑氣象局混淆視聽。對此，氣象局回應表示，氣象局每隔3小時就召開記者會說明總雨量預測與24小時雨量預測，目的就是讓各界能迅速掌握資訊，沒有混淆視聽。

輕颱康芮帶來豪雨，導致南台灣陸續傳出淹水災情。台南市長賴清德在29日上午11時才宣布停班、停課，引發民怨。不過，賴清德30日在陪同行政院長江宜樺巡視台南災情時表示，他是依據氣象局公布的資料判斷，沒有延誤。

賴清德說，氣象局拿出的雨量預測是「總雨量」，而非判斷停班、停課基準的「24小時」雨量，而且當時資料顯示平地預估雨量是150到300毫米，未達停班、停課標準，他因此質疑氣象局混淆視聽。

校驗結果何在?如何評斷?
說說而已,捧為神準。荒謬至極!!

超級、怪物

聯合報　中華民國九十八年十月十三日　星期二

CNN氣象準？其實錯得離譜！

張智北／美國海軍研究院氣象系講座教授、台大大氣科學系客座研究講座教授（台北市）

氣象預報是尖端科技，設備固然重要，傑出的人才最是關鍵。預報中心主任吳德榮因爲各界的誤解而灰心辭職，引出了有關媒體角色和氣象法的爭論。

莫拉克颱風造成的八八水災，氣象局不但是國際上唯一三天前預報會登陸台灣的單位，八月七日上午七點預報山區雨量一一〇〇毫米，下午四點修正至一四〇〇毫米，也比其他任何預報爲快爲高。可是許多媒體，包括天下雜誌災後的封面故事，都批評說氣象局的預報比不上CNN。回溯一下，原因大致有三：

一、八月六日CNN女主播報導莫拉克是「超級颱風」。太平洋「超級颱風」是有嚴謹的定義的，風速約爲每小時二三〇公里以上，大致等於四級颶風中風速最強的。莫拉克最強的時候只達二級颶風的中上。這個烏龍，CNN七日就根據氣象局的預報而改正。

二、女主播說莫拉克會帶來「毀滅性的災害」。原來她引用了美國颶風中心應用在美國東南海岸的手冊，「四級颶風會引發五公尺以上的海浪暴潮，摧毀住家和建築，導致毀滅性的災害」。例如美國紐奧良市被卡翠納颶風導致海水淹沒。這位女主播延伸：「暴潮引發海水倒灌所帶來的毀滅性災害，在台灣會尤其厲害，因爲台灣是個環海的島國。」如果這個說法是正確的話，那麼環島海岸都會被海水淹沒，全島平地的居民應該往高處逃。

三、八月七日男主播強調一千毫米雨量造成的水災，「在台灣更會特別嚴重」。他說：「台灣因爲連續乾旱，土地非常乾硬，雨水沒法滲透土壤，因此會全部累積在地上。」原來美國中西部久旱時乾裂的土地，和許多沙漠邊緣的陶土，都會因爲水份無法下滲，一場大雨就造成水災。假如他說得對，高屏山區土地應該硬如陶瓦滴水不滲，再大的雨都會像水澆到瓦罐的外壁，不但不會有土石流、山崩，平地的居民還都應該撤離到山上去，小林村等地就應該是最安全的地方了。

有建議說氣象局應該講民衆聽得懂的話。但是CNN也是媒體根據各氣象中心的預報來報告，只是因爲是美國的媒體搞不清楚台灣的狀況，才搞了兩次張冠李戴的笑話。

我贊成氣象法鬆綁，畢竟最懂民衆語言的是媒體，應儘量發揮對民衆傳播的功能，讓氣象局的科技人才可以專注在專業預報的挑戰。但是如果報告氣象的媒體不知道颱風分級的定義，不知道一千毫米是多嚴重的降雨，對氣象局山區防土石流的警告視而不見，卻錯把馮京作馬涼，把CNN說的海浪暴潮當成土石流，又把離譜的旱災加重水災當成準確的預報，氣象法鬆綁的同時，這些不可思議的現象是不是也該解決才好呢？

艾利還不是說得很嚴重引用的媒體何在?

潭美颱風／潭美北偏又快跑　總雨量「沒預期可怕」

TVBS – 2013年8月22日 下午1:25

相關內容

潭美颱風／潭美北偏又快跑　總雨量「沒預期可怕」

被稱作「雨颱」的潭美颱風，原本氣象局預估，它在西部平地會降下的總雨量，可能會達500毫米，部分山區雨量更會破千，但似乎是被高估了，其中南投山區原本預估會降下1100毫米，預估值也向下修正到700毫米，氣象局表示，這是因為潭美的路徑北抬，移動速度又快，降雨量才會比原本預期的少，不過，部分山區還是因為洪水路斷，而且南部地區的雨，還要下到週日才會停。

理盲與濫情!　1,沒有完整傳達預報資訊,
2誇張報導。那莉、莫拉克、大雨製造機、地表最強。
3、急檢討又未客觀,美日CNN比較,
4、媒体自我檢討? 下次一樣。

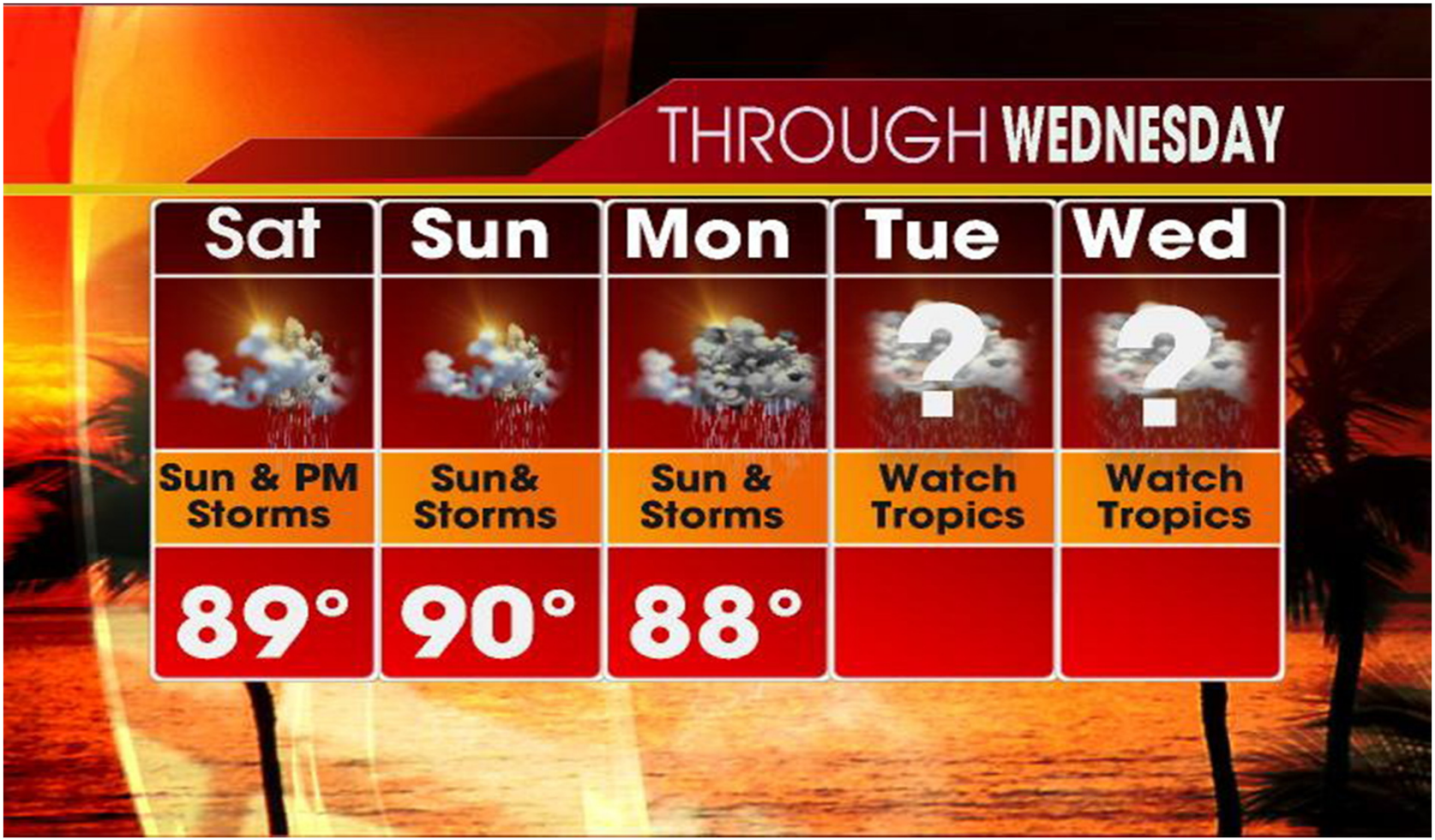
Have a Structured Plan

5. Prepare people for the next expected event
6. Don't over-forecast… be certain about the uncertainty

單一、風雨預報皆是

知之為知之, 不知為不知, 是知也。

Katrina Is Just Forming



建議

- 責任區內各地之承受能力是否已有完整資訊,可作為災害判斷的基礎。*報載某副縣長抱怨:氣象局只說會下1千毫米,誰知道什麼意思?!----完蛋!怎辦!怎指揮防災作業。*
- 預報之不確定性所包含可能發生之各種結果是否瞭解,且皆有充足的準備(實際或心理)。*如果下5百要準備到何程度,2千毫米又要做到什麼程度...要有計畫。*
- 隨時注意預報資料的變化,採取應變措施不要遺憾白做準備。

歡迎提問
敬請指教