



Central Weather Bureau *cwb.gov.tw*

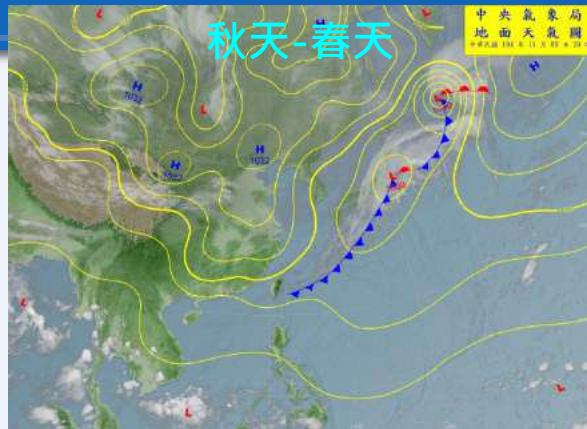
災害性天氣與防災 不同階段定量降水預報的現況與挑戰

中央氣象局

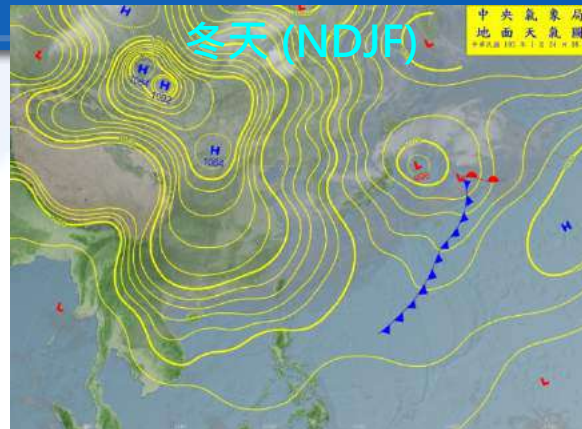
報告人:氣象預報中心

黃椿喜 技正

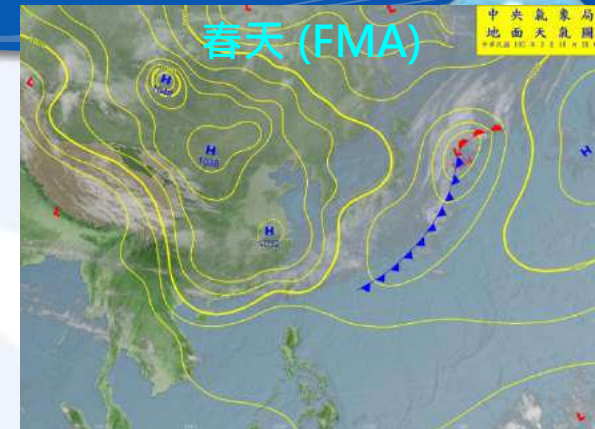
多樣的天氣系統



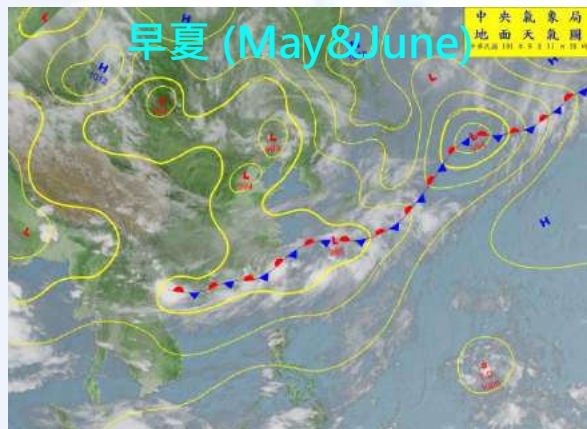
冷季鋒面系統、東北季風



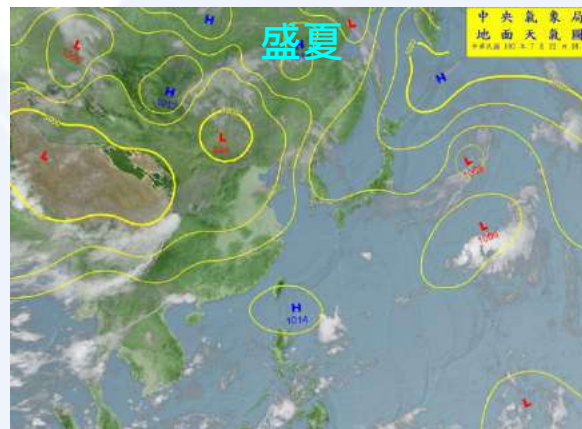
大陸冷氣團、寒流



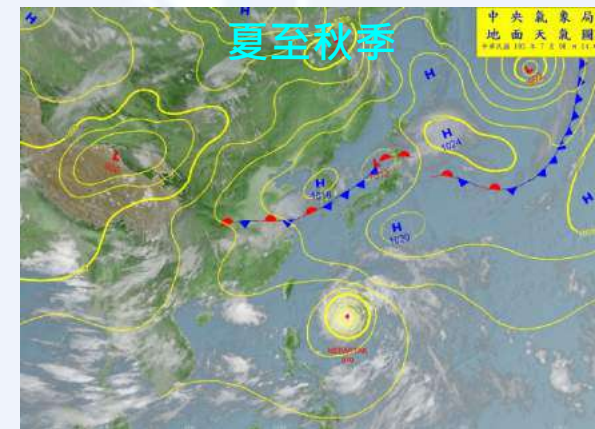
華南雲雨區、淺層鋒面



梅雨鋒面、西南氣流、季風槽(低層噴流)



副熱帶高壓、午後雷陣雨、東風波、熱浪



熱帶系統與颱風

天氣警、特報



- ☀ 臺灣地區天氣型態變化多，除了每年幾乎都會有**颱風**侵襲，並常有**劇烈之中小尺度天氣現象**，造成嚴重災害，因此先行的預警工作愈顯重要。
- ☀ 中央氣象局為因應這些災害性的天氣，發布了包括**颱風、豪雨、大雨、強風、濃霧**和**低溫**等天氣的警特報來警示防災單位及民眾注意。



雨量分級與警戒事項之關聯



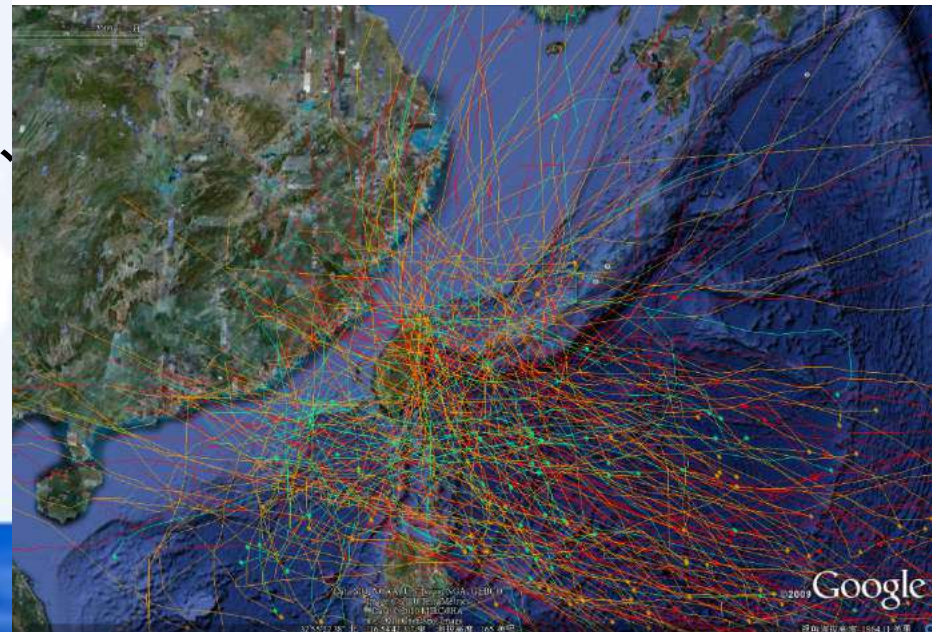
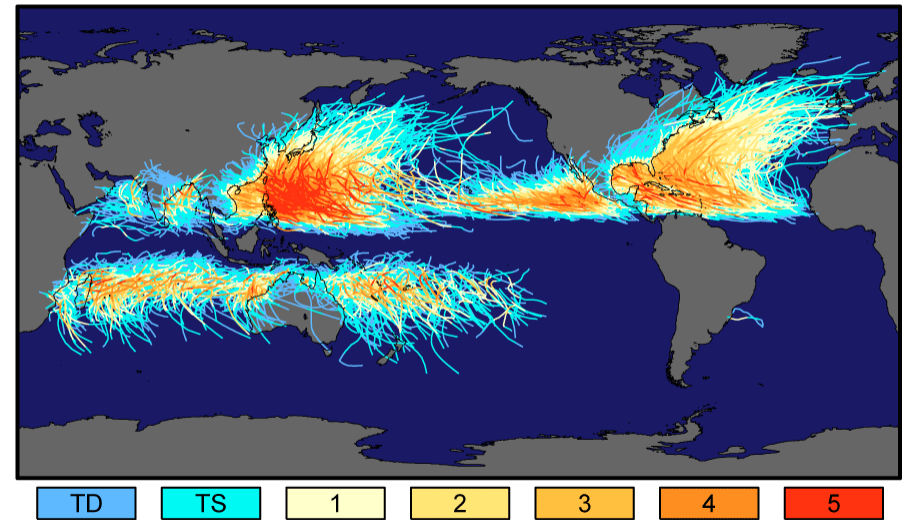
104年9月1日起正式實施

名稱	雨量	警戒事項
大雨	80mm/24h以上 或 40mm/h以上	山區：可能發生山洪暴發、落石、坍方。 平地：排水差或低窪地區易發生積淹水。 雨區：強陣風、雷擊。
豪雨	200mm/24h以上 或 100mm/3h以上	山區：山洪暴發、落石、坍方、土石流。 平地：易發生積淹水。 雨區：強陣風、雷擊、甚至冰雹。
	大豪雨 350mm/24h以上	山區：山洪暴發、落石、坍方、土石流、崩塌。 平地：積淹水面積擴大，河川中下游防河水溢淹。 雨區：強陣風、雷擊、甚至冰雹。
	超大豪雨 500mm/24h以上	山區：大規模山洪暴發、落石、坍方、土石流、崩塌。 平地：易有大範圍積淹水。 雨區：強陣風、雷擊、甚至冰雹。
※ 對未達特報之連續性降雨或未能事先掌握的突發性降雨，在研判有致災之虞時，中央氣象局將輔以天氣即時訊息方式發布。		
※ 因各地對雨量承受度不同，致災性也會不同，使用上應瞭解所在位置之環境特徵。		

颱風對臺灣的必要與威脅

- ☀ 西北太平洋每年25-26個颱風；臺灣處在颱風通過的路徑上；
- ☀ 每年平均發布7-8個颱風警報；3-4個侵襲臺灣；
- ☀ 颱風常造成嚴重的水災、風災、洪水、坍方、落石、土石流及海水倒灌等，造成嚴重的災害；
- ☀ 沿海或海面上則易導致風浪、暴潮、長浪影響海上安全；
- ☀ 但颱風又是夏季水庫重要的水資源補充因子。

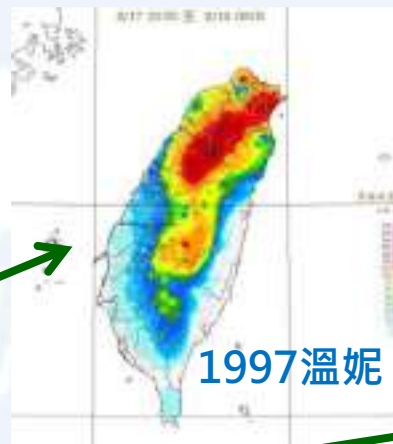
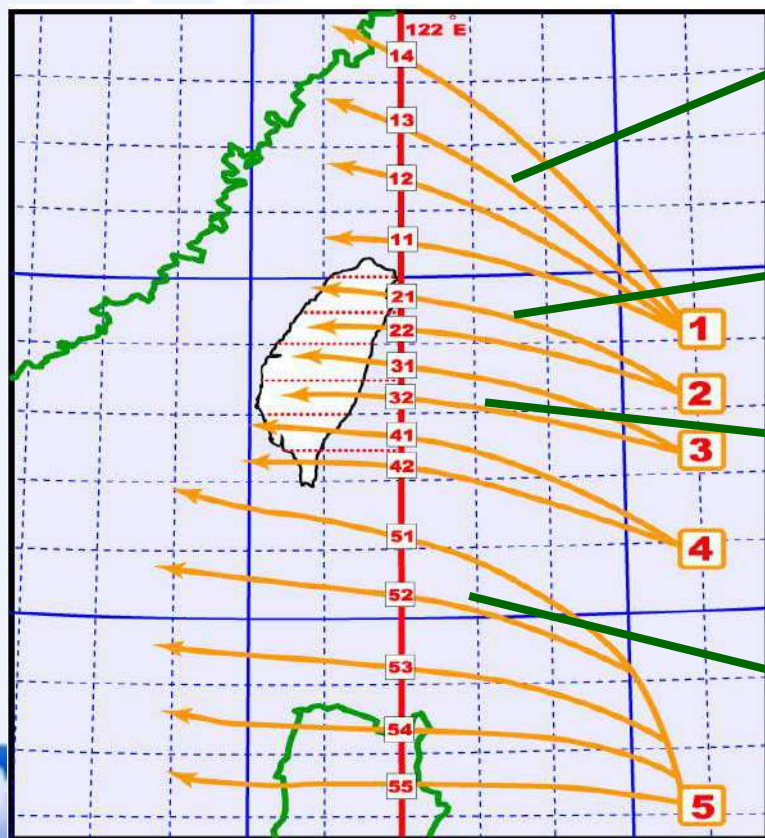
Tracks and Intensity of All Tropical Storms



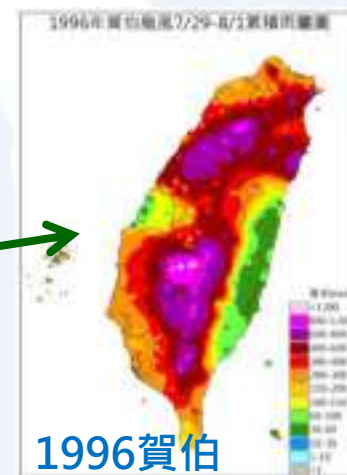
各種路徑之降雨I-西行路徑(1-5)



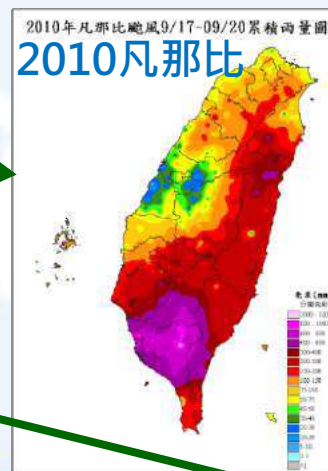
西行路徑



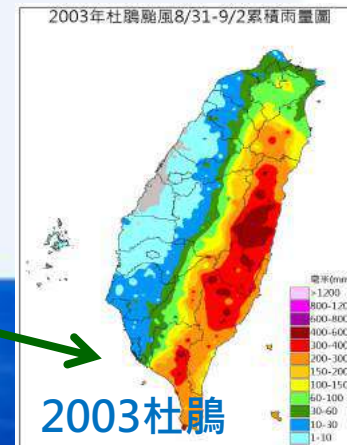
1997溫妮



1996賀伯



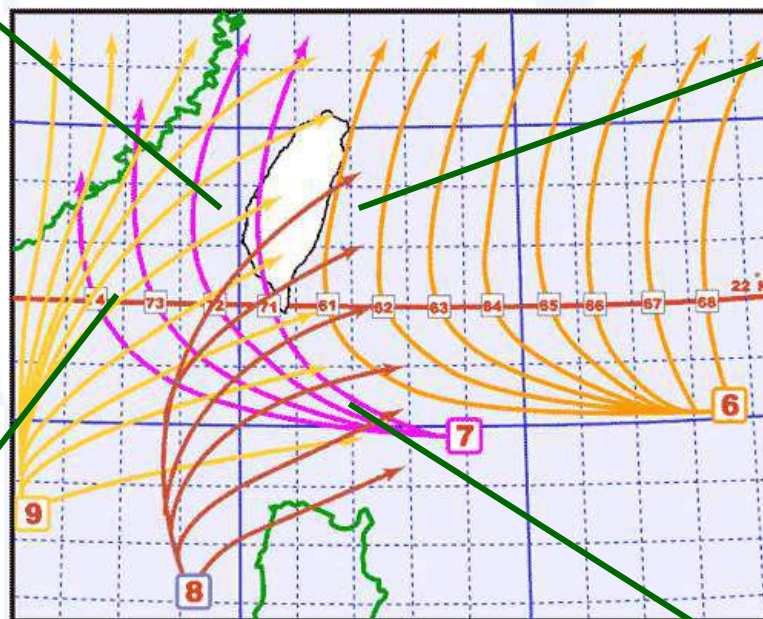
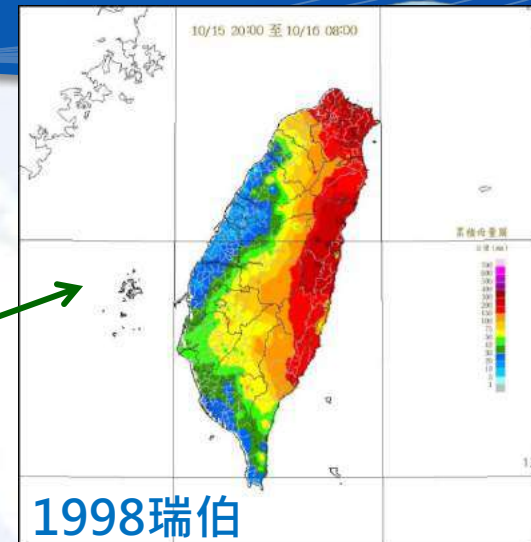
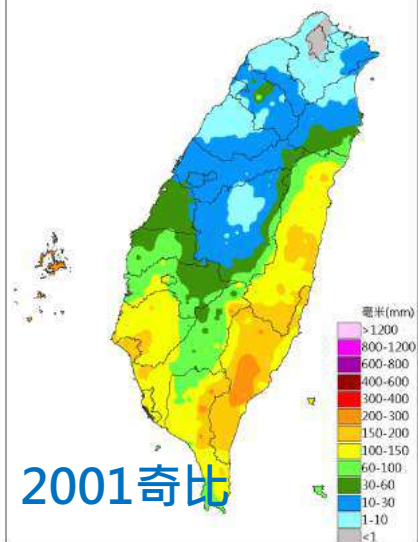
2010凡那比



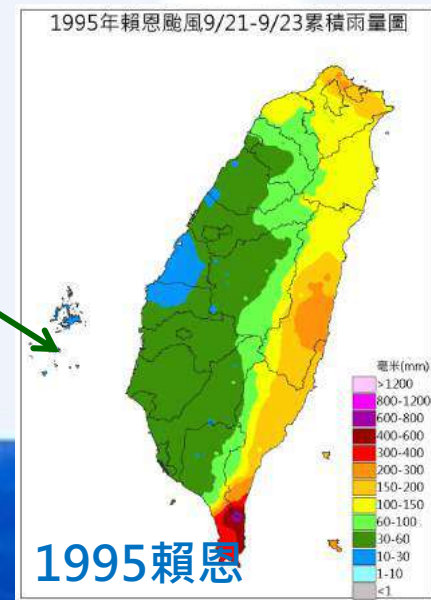
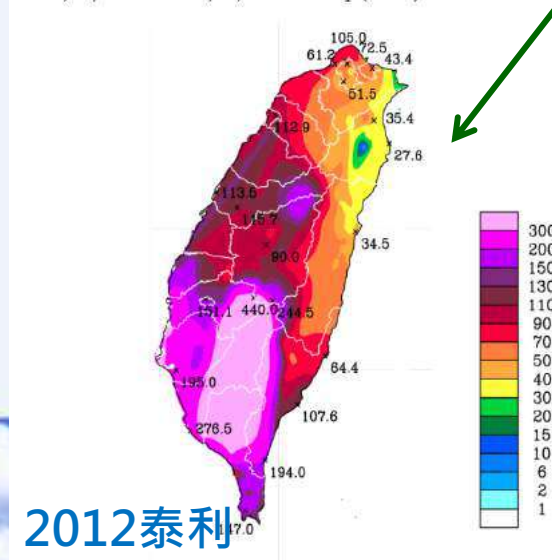
2003杜鵑

各種路徑之降雨II-北行路徑(6-9)

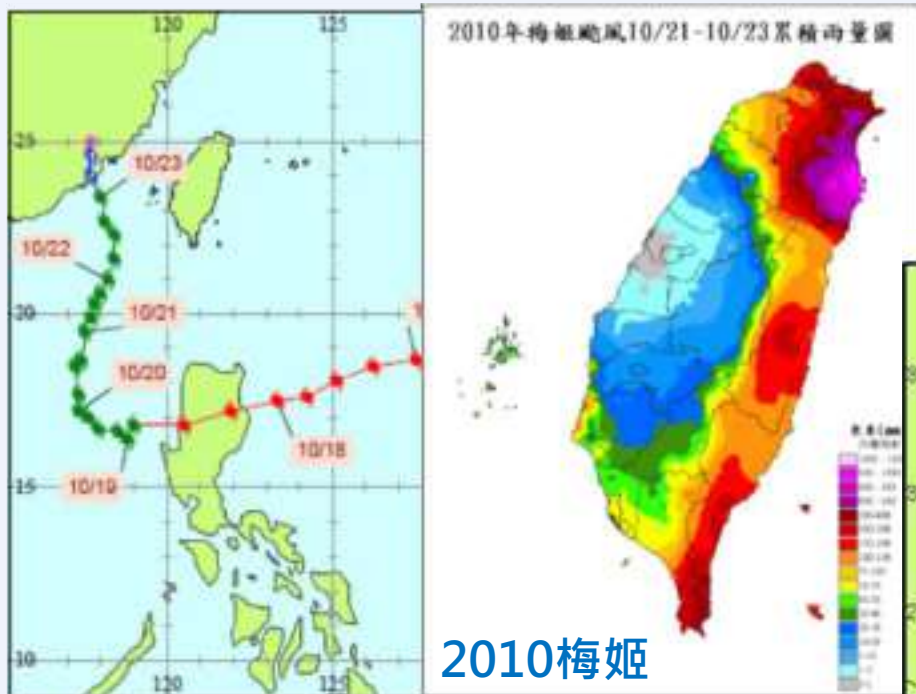
2001年奇比颱風6/22-6/24累積雨量圖



2012/6/19-2012/6/21 Precp(OBS)

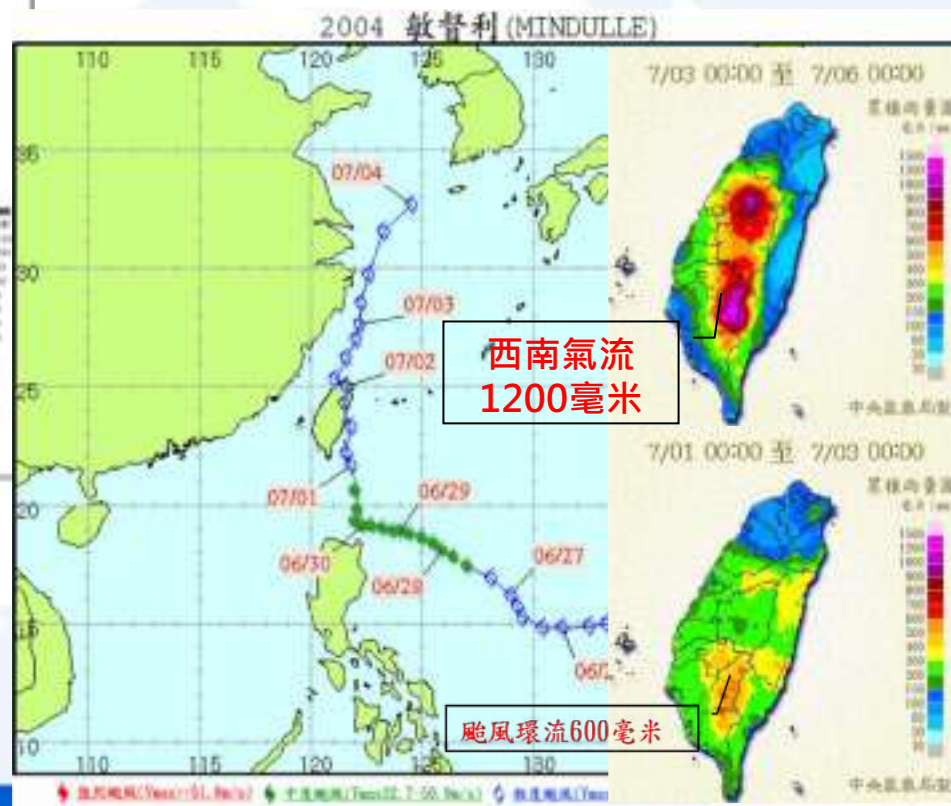


各種路徑之降雨III-其他類型



東北季風共伴

颱風引進西南氣流



颱風預報

提供5天颱風預報，每6小時更新一次

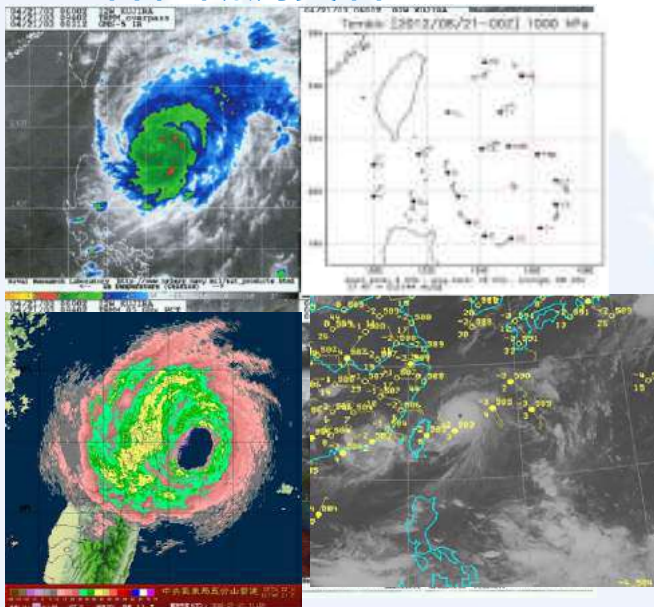


I 蒐集觀測資料：
颱風定位&定強

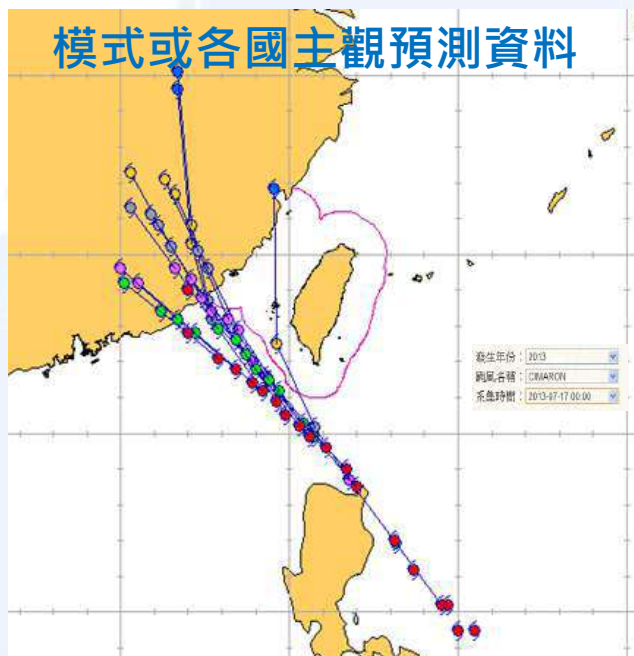
II 參考各種模式、系
集預報與最佳指引

III 主觀預報

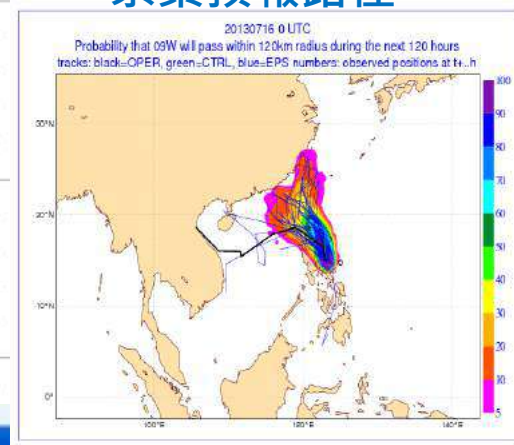
各種觀測資料



模式或各國主觀預測資料



系集預報路徑



颱風預報產品

機率型產品：路徑潛勢預報、暴風圈侵襲機率



I 蒐集觀測資料：
颱風定位&定強

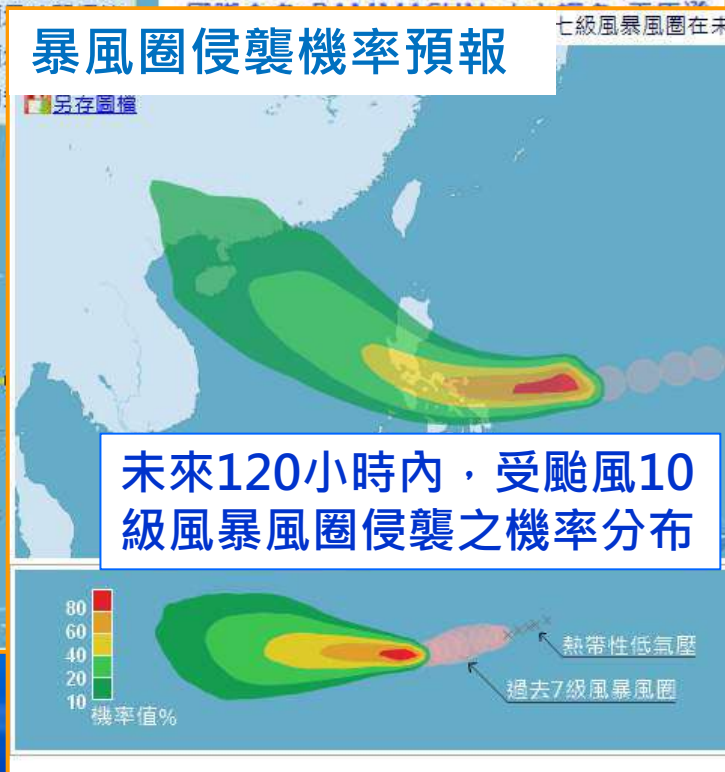
II 參考各種模式
預報及主觀預報

III 發布CWB官方
路徑及預報產品

路徑潛勢預報

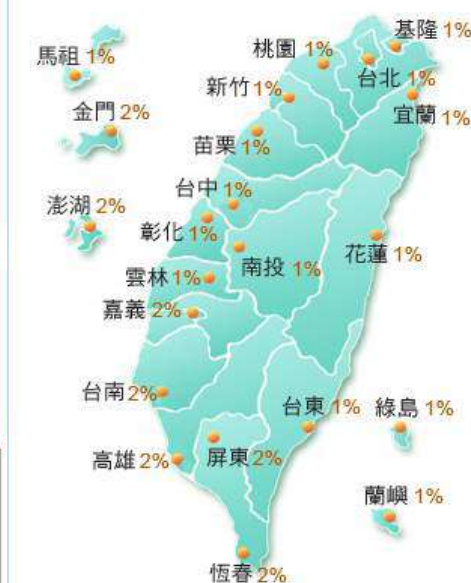


暴風圈侵襲機率預報



七級風暴風圈在未來120小時的侵襲機率

台灣地區機率 產品說明



各國颱風預報路徑誤差(公里)

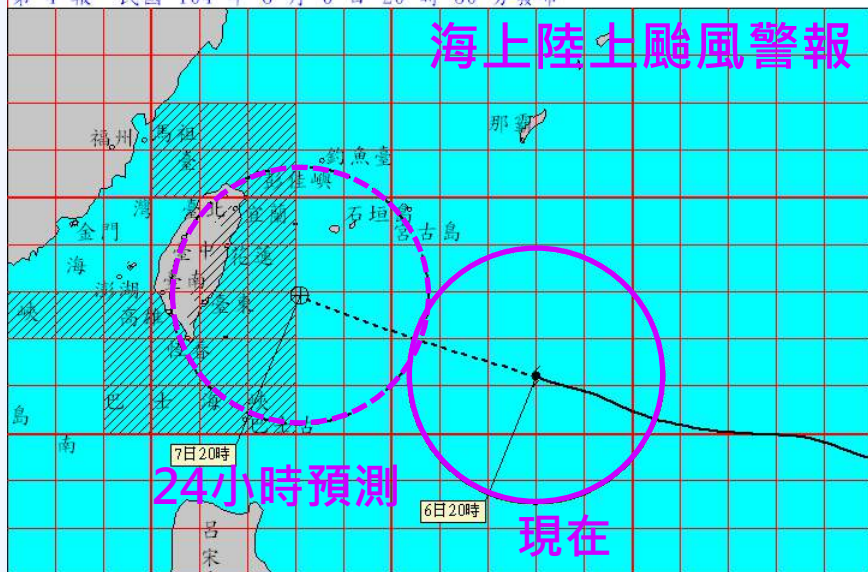


海上陸上颱風警報



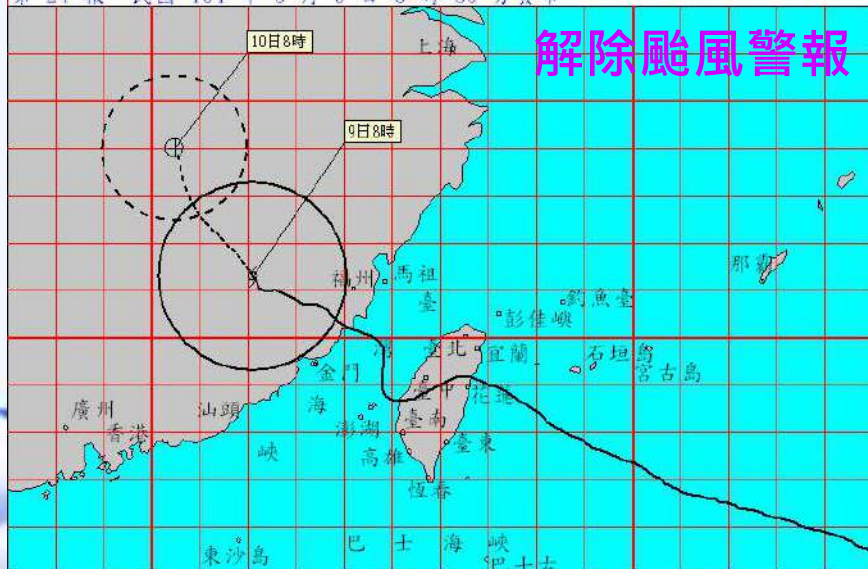
中度颱風 (編號第13號 國際命名: SOUDELOR, 中文譯名: 蘇迪勒)
第 4 報 民國 104 年 8 月 6 日 20 時 30 分發布

海上陸上颱風警報



輕度颱風 (編號第13號 國際命名: SOUDELOR, 中文譯名: 蘇迪勒)
第 24 報 民國 104 年 8 月 9 日 8 時 30 分發布

解除颱風警報



☀ 海上颱風警報

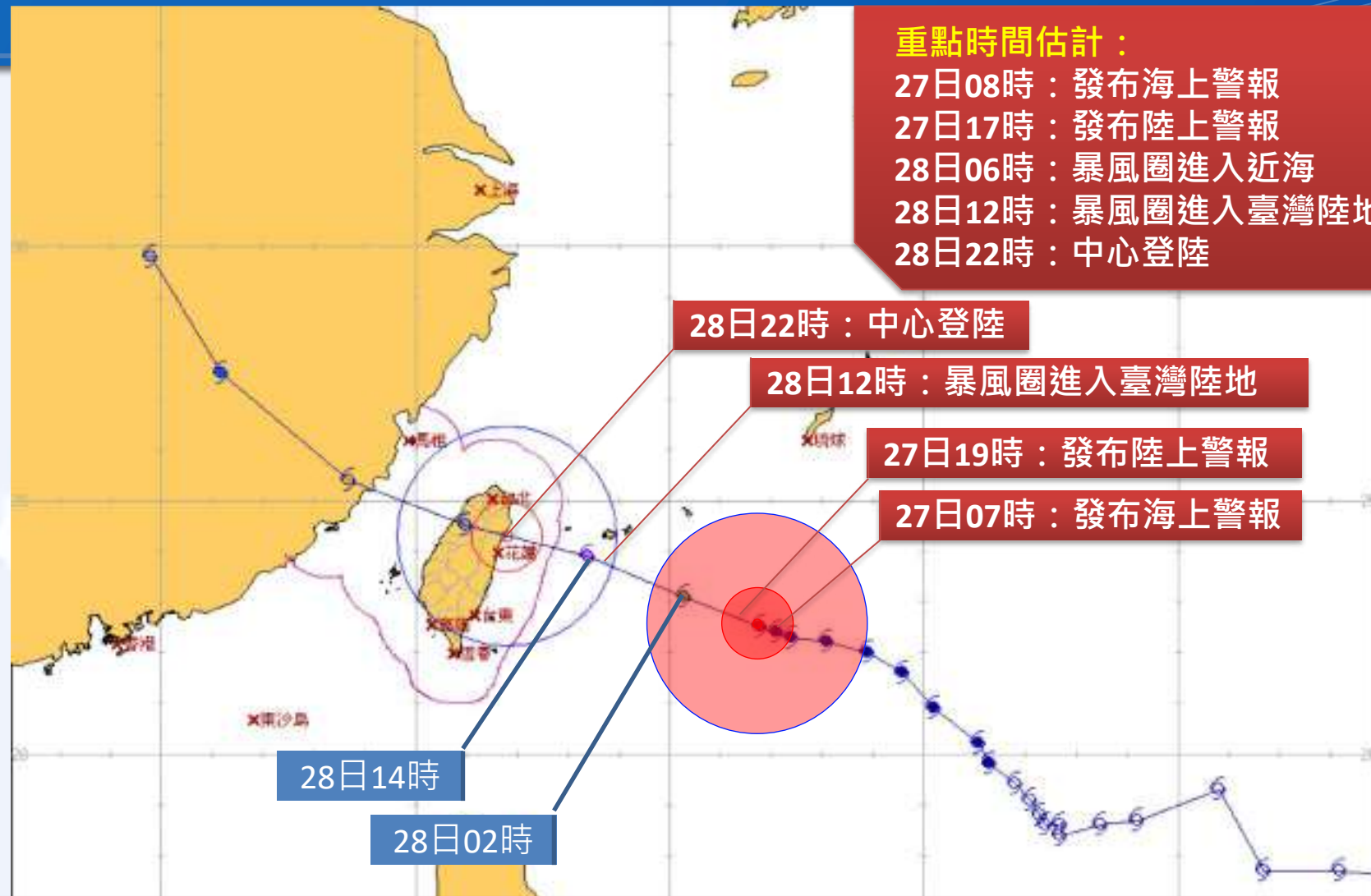
- ☁ 預測24小時內颱風七級風暴風範圍可能侵襲臺灣及澎湖、金門、馬祖近海100公里以內海域時；
- ☁ 每3小時發布1次警報。

☀ 海上陸上颱風警報

- ☁ 預測18小時內颱風七級風暴風範圍可能侵襲臺灣(含蘭嶼、綠島)及澎湖、金門、馬祖陸地時；
- ☁ 每3小時發布1次警報，每小時加發最新颱風位置；
- ☁ 每3小時發布颱風24小時風力、24小時雨量、總雨量預測；

☀ 影響時程

第21號(杜鵑)颱風路徑預測示意圖



輕度颱風編號第1521號（國際命名DUJUAN，中文譯名：杜鵑），中心氣壓935百帕，27日14時的中心位置在北緯22.5度，東經126.8度，即在花蓮東南東方約560公里之海面上，7級風暴風半徑220公里，以每小時14轉18公里速度，向西北西進行。

製作時間：104年9月27日15時，本資料視颱風路徑變化而有調整，實際發生時間以中央氣象局發布為準。

2017年泰利颱風路徑調整

9月15日8時



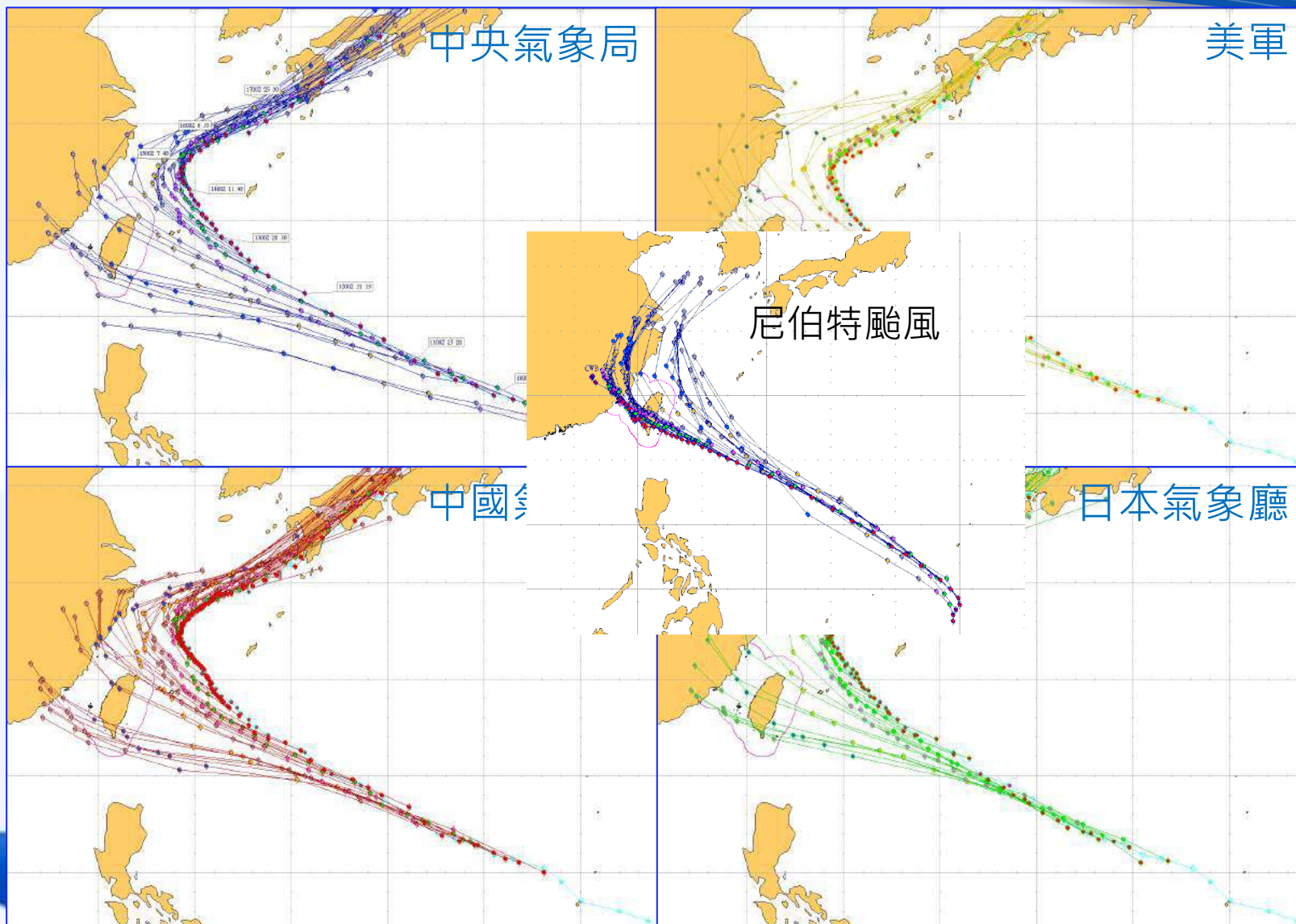
2017年泰利颱風各國及客觀模式路徑預報誤差

	12小時	24小時	48小時	72小時
中央氣象局	50	84	165	286
美軍	55	85	471	281
日本氣象廳	50	75	145	280
中國氣象局	54	85	189	327
指引(JUNE)	61	100	160	292
指引(ECESI)	56	87	177	298
指引(ENESI)	53	87	171	272

- ☀ 颱風路徑預報依最新氣象資料調整；
- ☀ 一個路徑，各自表述？實質上看法相差不大；
- ☀ 時間越近，不確定性通越小；
- ☀ 預報一次到位？逐步更新？
- ☀ 決策雖可提前，但威脅未解除前，仍應隨時應變；
- ☀ 路徑是關鍵？定量降水預報？風力預報？波浪、暴潮...

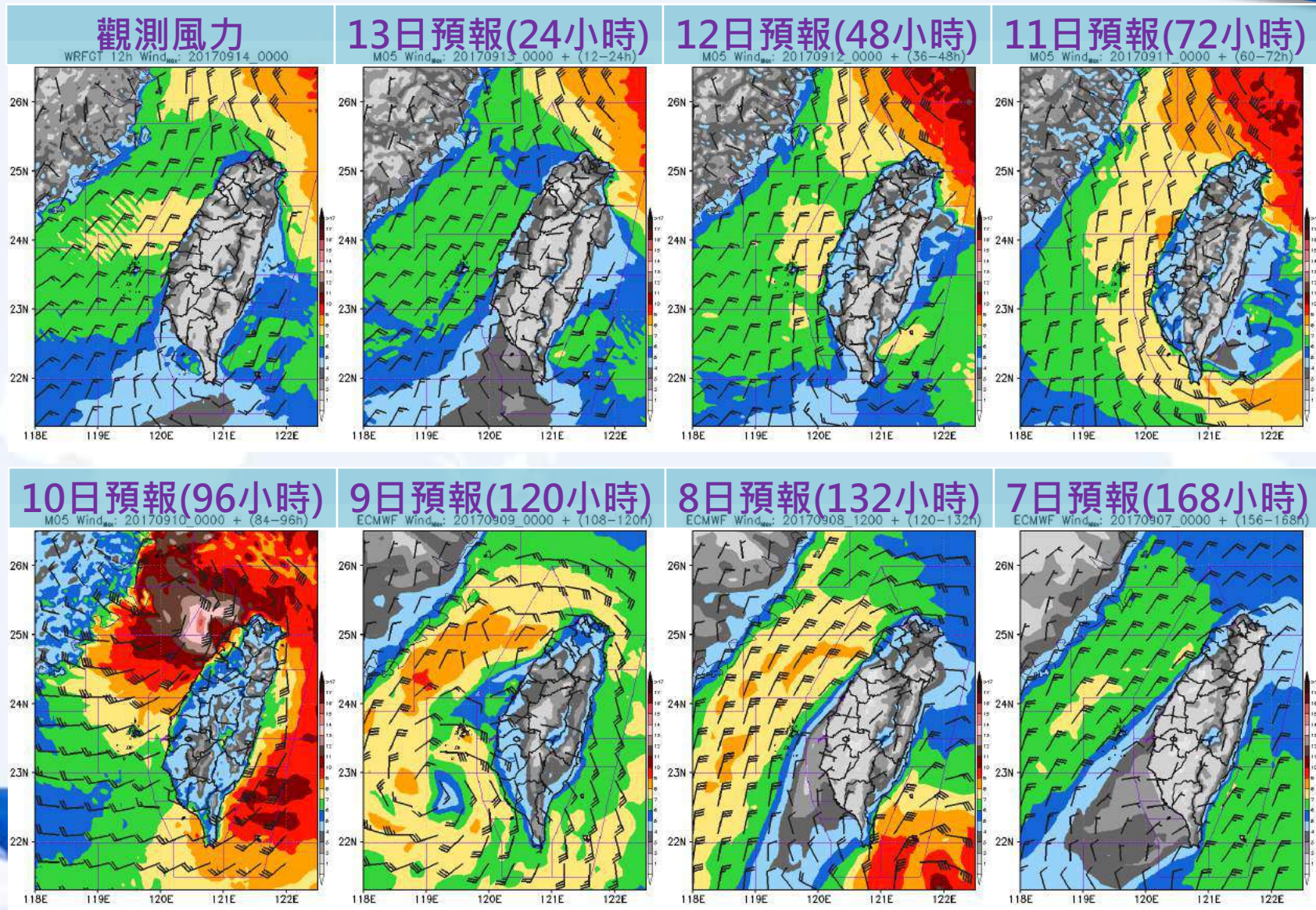
2017年泰利颱風各國路徑調整

路徑依據最新預報產品調整、各國看法、修正趨勢相近



泰利颱風13日20時至14日8時風力預報不確定性

定量風力預報受路徑、強度、結構、環境、地形、地表等影響

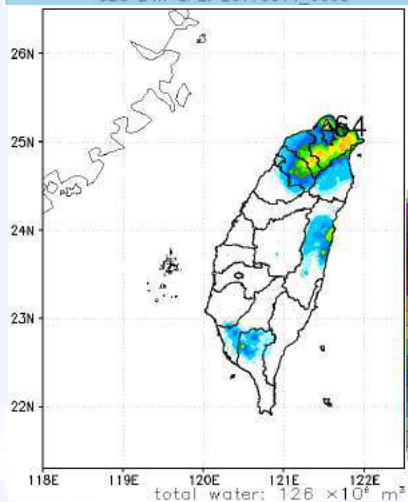


泰利颱風13日8時至14日8時定量降水不確定性

多重時空尺度定量降水預報，路徑、強度、結構、環境、地形等造成困難度更高

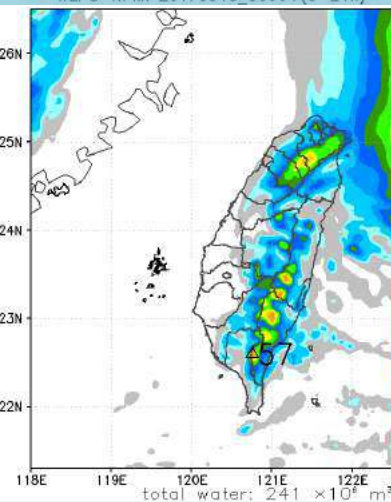
觀測雨量

OBS 24h OPE: 20170914_0000



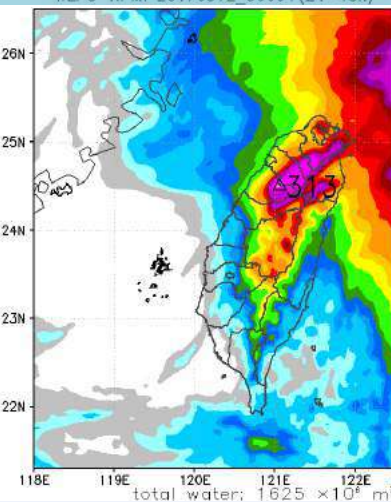
13日預報(24小時)

WEPS-NPM: 20170913_0000+(0-24h)



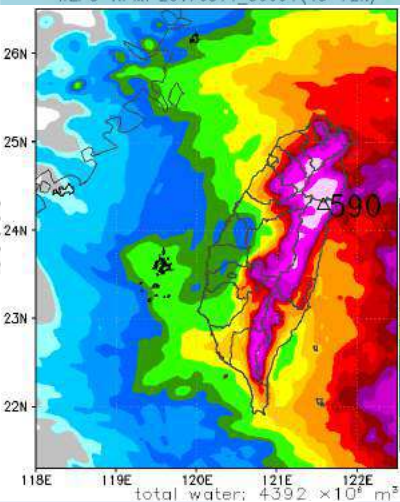
12日預報(48小時)

WEPS-NPM: 20170912_0000+(24-48h)



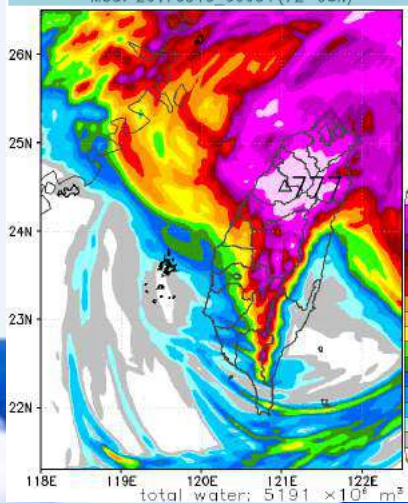
11日預報(72小時)

WEPS-NPM: 20170911_0000+(48-72h)



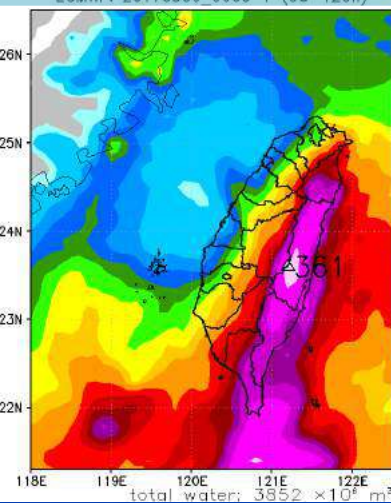
10日預報(96小時)

M05: 20170910_0000+(72-96h)



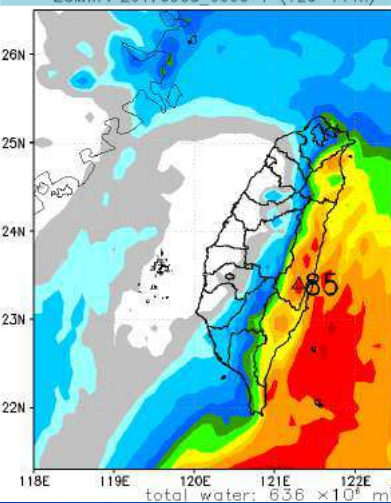
9日預報(120小時)

ECMWF: 20170909_0000+(96-120h)



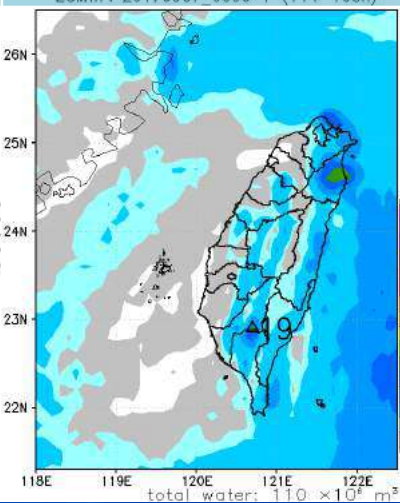
8日預報(144小時)

ECMWF: 20170908_0000+(120-144h)



7日預報(168小時)

ECMWF: 20170907_0000+(144-168h)



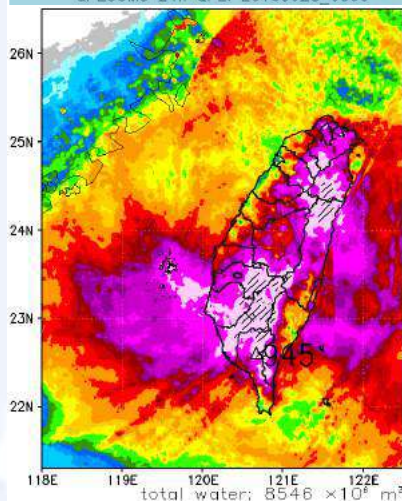
梅姬颱風27日8時至28日8時定量降水

預報度高、路徑預報較準



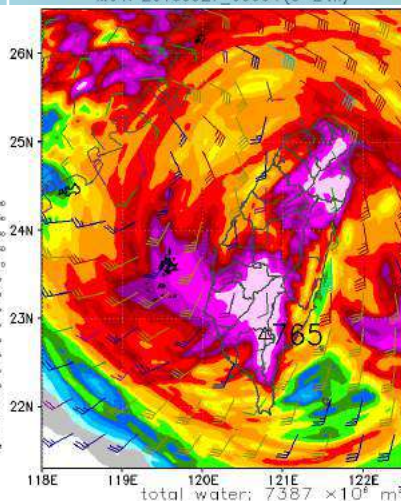
觀測雨量

QPESUMS 24h-OPF: 20160928_0000



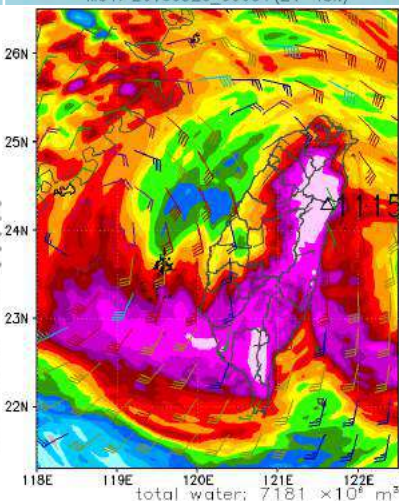
27日預報(24小時)

M04: 20160927_0000+(0-24h)



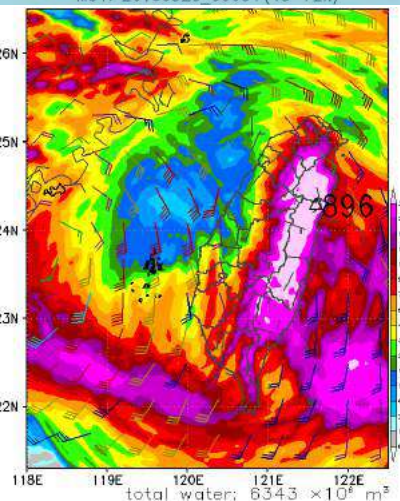
26日預報(48小時)

M04: 20160926_0000+(24-48h)



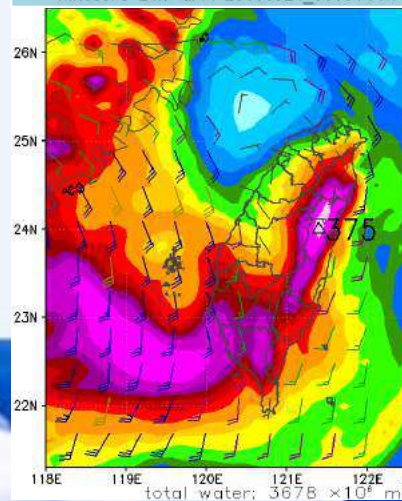
25日預報(72小時)

M04: 20160925_0000+(48-72h)



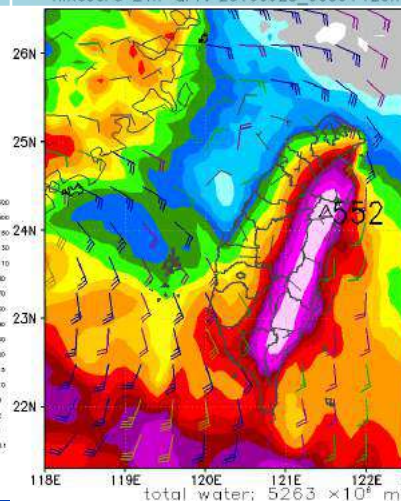
24日預報(96小時)

HiResGFS 24h-OPF: 20160924_0000+96h



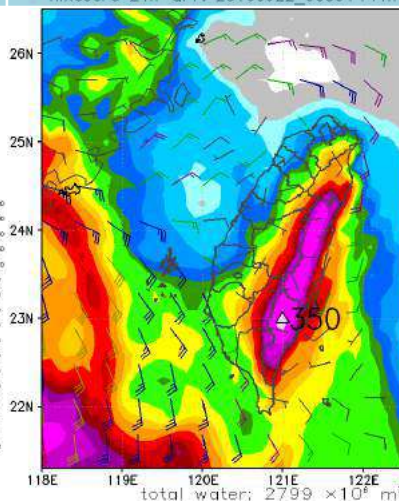
23日預報(120小時)

HiResGFS 24h-OPF: 20160923_0000+120h



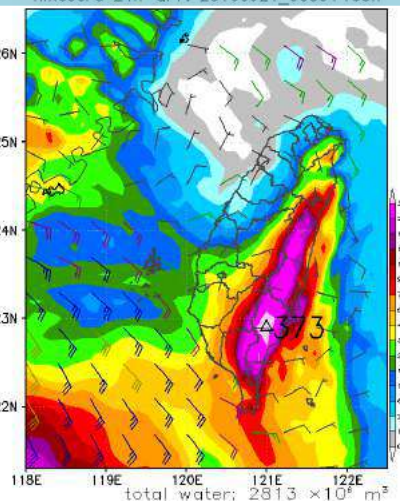
22日預報(144小時)

HiResGFS 24h-OPF: 20160922_0000+144h



21日預報(168小時)

HiResGFS 24h-OPF: 20160921_0000+168h



豪雨特報：2015杜鵑颱風

陸上警戒區域、豪大雨特報



連江縣

新北市 - 雨量等級：大豪雨、超大豪雨

[海上陸上颱風警報](#)

金門縣

豪雨特報

颱風及其外圍環流影響，今（28）日宜蘭縣山區、新北市山區、桃園市山區、新竹縣山區、苗栗縣山區、南投縣山區及臺中市山區有大豪雨或超大豪雨；宜蘭縣、新北市、臺北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣及花蓮縣山區、嘉義縣山區、臺南市山區、高雄市山區、屏東縣山區有豪雨或大豪雨；基隆市、南投縣、臺中市、雲林縣、嘉義縣市、臺南市、高雄市、屏東縣、花蓮縣及臺東縣山區有大雨或豪雨；臺灣其他地區及澎湖縣、連江縣、金門縣亦有局部大雨發生的機率，請特別注意。超大豪雨：宜蘭縣、新北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、南投縣。大豪雨：花蓮縣、臺北市、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣。

澎湖縣

警特報發布情形

警特報作業說明

海上陸上颱風警報

發布：2015-09-28 17:30

豪雨特報

發布：2015-09-28 17:30

超大豪雨 大豪雨 豪雨 大雨

新北市

基隆市

新北市 - 雨量等級：大豪雨、超大豪雨

北海岸：大豪雨

涵蓋區域包括：石門區、三芝區、金山區、淡水區、萬里區、瑞芳區、雙溪區、貢寮區。

山區：超大豪雨

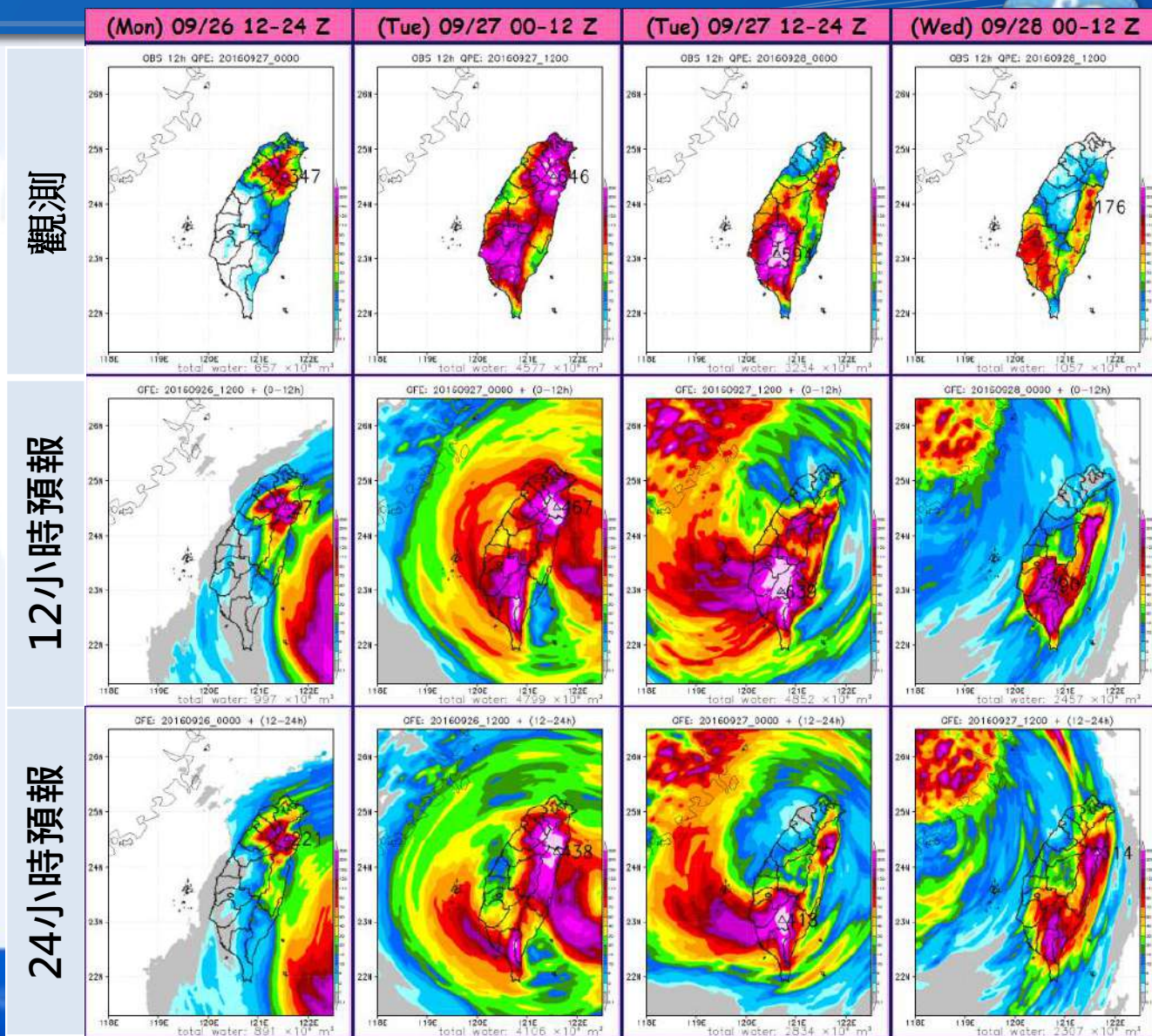
涵蓋區域包括：平溪區、石碇區、坪林區、三峽區、烏來區。

平地：大豪雨

涵蓋區域包括：八里區、汐止區、林口區、五股區、蘆洲區、三重區、泰山區、新莊區、板橋區、深坑區、永和區、樹林區、中和區、土城區、新店區、鶯歌區。

定量降水預報

- ☀ 台灣颱風造成的災害主因依序為；降雨、風力、暴潮
- ☀ 6、12小時定量降水預報(1日內)；
- ☀ 時間越近、預報越準確；
- ☀ 定量降水預報是天氣預報最困難的挑戰之一；
- ☀ 影響雨量預報的因素：路徑、強度、結構、環境、海上缺乏資料...

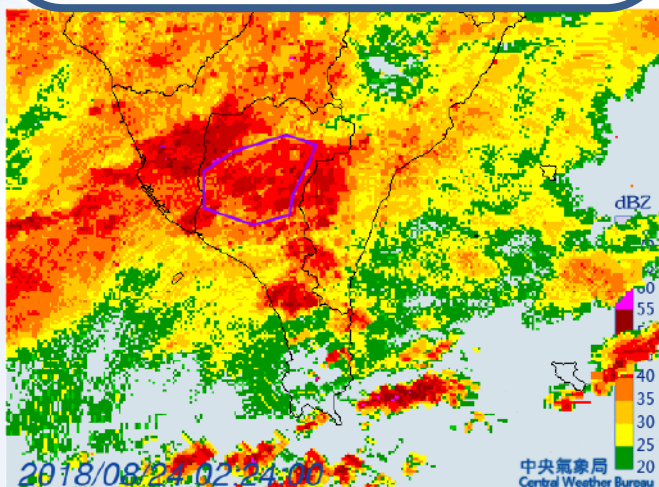


強化即時天氣預報作業

透過細胞廣播(CBS)發布國家級災防告警

大雷雨即時訊息

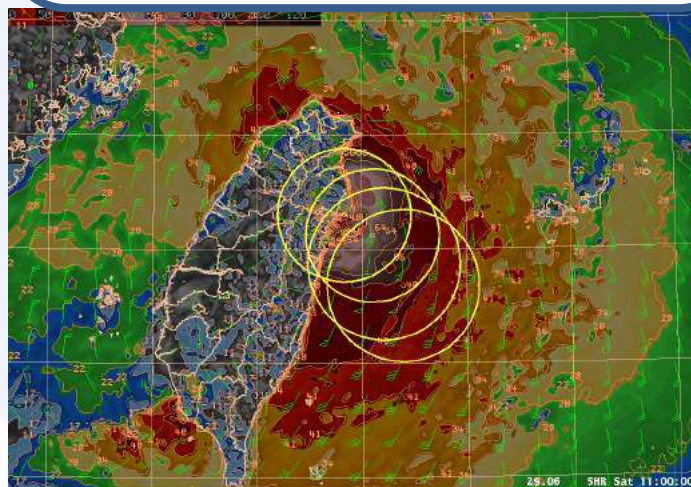
- 時雨量可能達100毫米以上的之區域。
- 0823水災期間共發布6次致災性大雷雨即時訊息。



中央氣象局○年○月○日○時○分發布：您所在地區即將發生大雷雨,預計持續至08/24 03:30；請注意強降雨、陣風、電擊現象、低窪慎防淹水。氣象局」。

颱風強風告警

- 颱風中心抵達前2小時可能出現12級風力或14級強陣風之區域。
- 瑪利亞颱風首次對馬祖發布。



中央氣象局○年○月○日○時○分發布：[颱風強風告警]您所在區域可能出現大於12級平均風(時速118公里)或14級陣風(時速150公里)；請停止戶外活動並儘速前往堅固處所避風。

颱風預報改進

長浪、暴潮、波浪



颱風期間加強提供海象監測以及模式資料

長浪、波浪監測

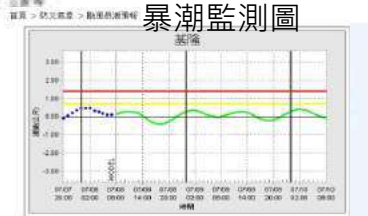
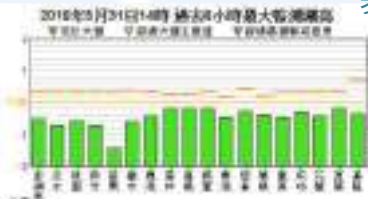


過去8小時最大浪高監測圖

測站	潮高 (m)	浪高 (m)	浪向	浪速 (m/s)	浪高 (m)	浪向	浪速 (m/s)	浪高 (m)	浪向	浪速 (m/s)	浪高 (m)	浪向	浪速 (m/s)
基隆	0.46												
新竹	0.6	3.5	2	2.6	2	2.6	28.5	26					
桃園	0.3	3.5	2	2.6	2	2.6	26.7	0.97	0.5				
新竹	1.09				1	1.1							
基隆	0.44						21.6						

即時海況波高資訊表

暴潮監測與2天暴潮預報



颱風暴潮預報時序列圖

海空颱風影響期間(107年5月24日至26日, 農曆4月10至12日), 各縣市最大暴潮發生時段及暴潮預警燈號如下表。

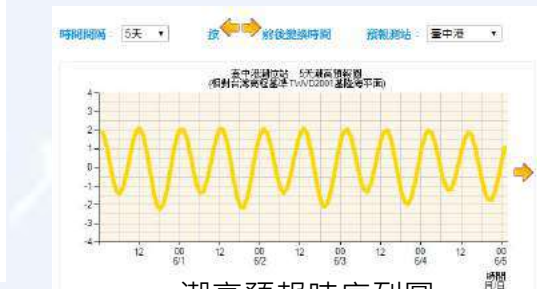
預報時段	縣市	南澳	基北	基北	新竹	基中	高屏	屏東	高雄	金門	馬祖	宜蘭	花蓮	台東	澎湖	嘉義
05月24日 18時至 05月25日 02時	發生時段(時)	02	15	19	19	19	16	15	20	20	19	02	02	00	19	17
	燈號	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
05月25日 02時至 05月25日 18時	發生時段(時)	05	07	01	06	06	06	04	06	09	07	04	04	04	00	06
	燈號	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
05月25日 18時至 05月26日 02時	發生時段(時)	19	19	20	20	20	16	16	20	21	20	16	16	16	20	18
	燈號	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
05月26日 02時至 05月26日 18時	發生時段(時)	05	05	09	06	09	06	04	09	10	09	04	04	04	06	07
	燈號	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

各縣市12/24/36/48小時最大暴潮警示燈號表

滿潮預報與潮高預報

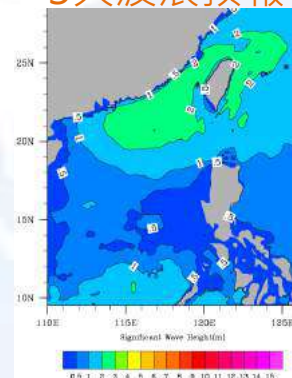


滿潮預報圖



潮高預報時序列圖

3天波浪預報



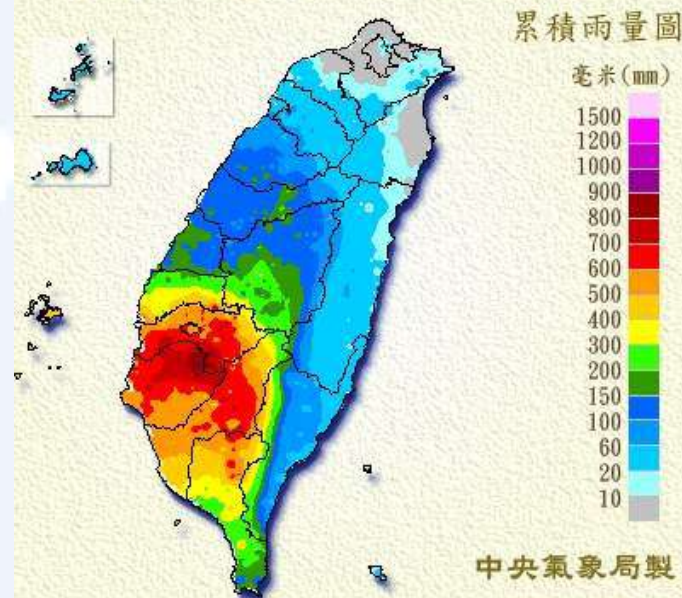
波浪預報圖

0823熱帶低壓的致災性天氣事件

短延時或長延時強降雨

- ☀ 8月23、24日兩日累積雨量最大944毫米在臺南市，嘉義、高雄及屏東皆在700毫米以上。
- ☀ 雲林測得最大時雨量121毫米，多處時雨量超過100毫米。
- ☀ 於中南部平地之時雨量與累積雨量值，皆罕見。
- ☀ 後續0825西南氣流、0909熱帶性低氣壓與鋒面皆造成一定程度災情。

8月23-24日累積雨量圖

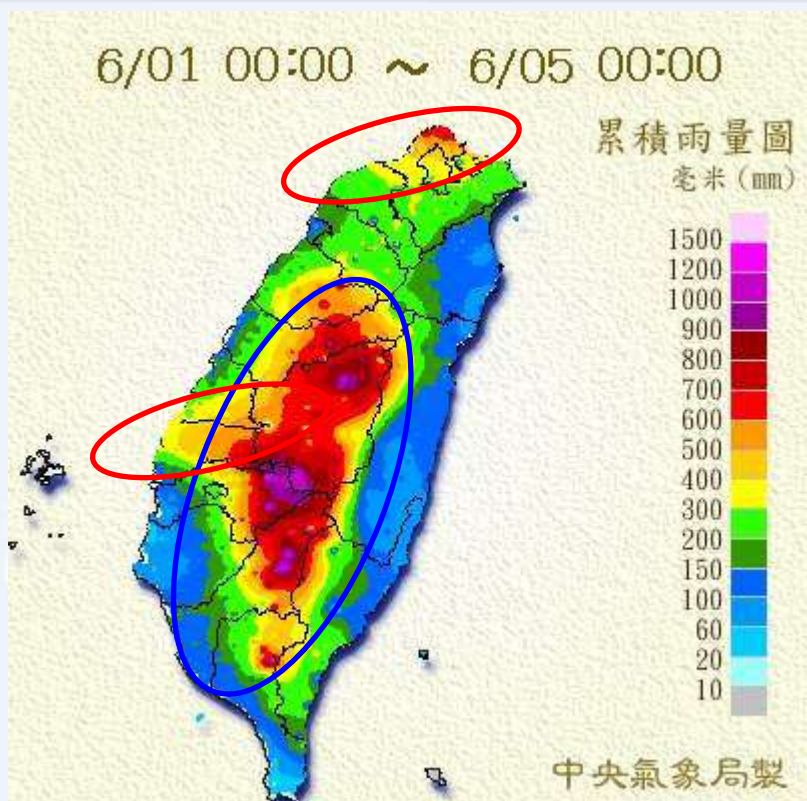


縣市	最大總雨量
雲林縣	637
嘉義縣	908
臺南市	944
高雄市	788
屏東縣	780

縣市	最大時雨量
雲林縣	121
嘉義縣	106
臺南市	92
高雄市	111
屏東縣	105

6月1日至4日24時梅雨鋒面及西南氣流降水

6月1日0時~5日0時累積雨量



- 瞬間强度高：多縣市時雨量達100毫米以上，尤其6月2日
- 累積雨量高，總雨量最高1446毫米，單日最大超過600毫米。

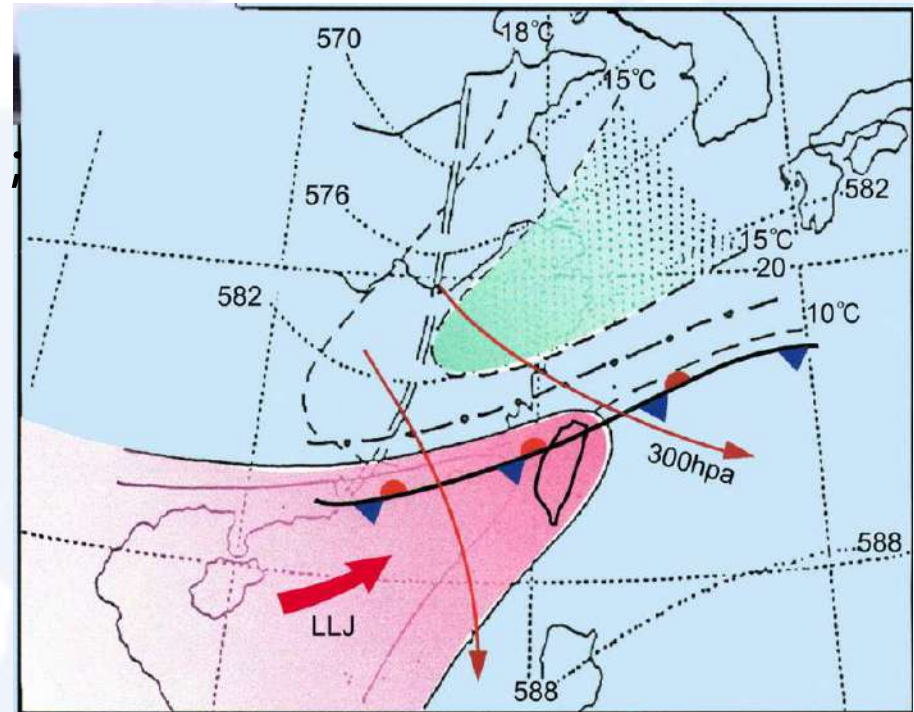
縣市	雨量	雨量站	排名
基隆市	465.5	基隆	14
新北市	750.0	三芝	10
臺北市	575.5	鞍部	12
桃園市	345.0	霞雲	16
新竹市	135.0	新竹市東	20
新竹縣	525.5	雪霸	13
苗栗縣	897.5	觀霧2	8
臺中市	1054.5	上谷關	5
彰化縣	585.5	二水	11
南投縣	1189.5	神木村	4
雲林縣	979.5	草嶺	7
嘉義市	187.0	嘉義	18
嘉義縣	1248.0	新阿里山	3
臺南市	465.0	關山	15
高雄市	1446.0	南天池	1
屏東縣	1213.0	西大武山	2
宜蘭縣	218.0	大里國小	17
花蓮縣	981.0	合歡山莊	6
臺東縣	806.0	向陽	9
澎湖縣	164.5	吉貝	19
金門縣	41.5	九宮碼頭	22
連江縣	95.6	馬祖	21

梅雨鋒面之概念模式

概念模式、統計、類比、定性

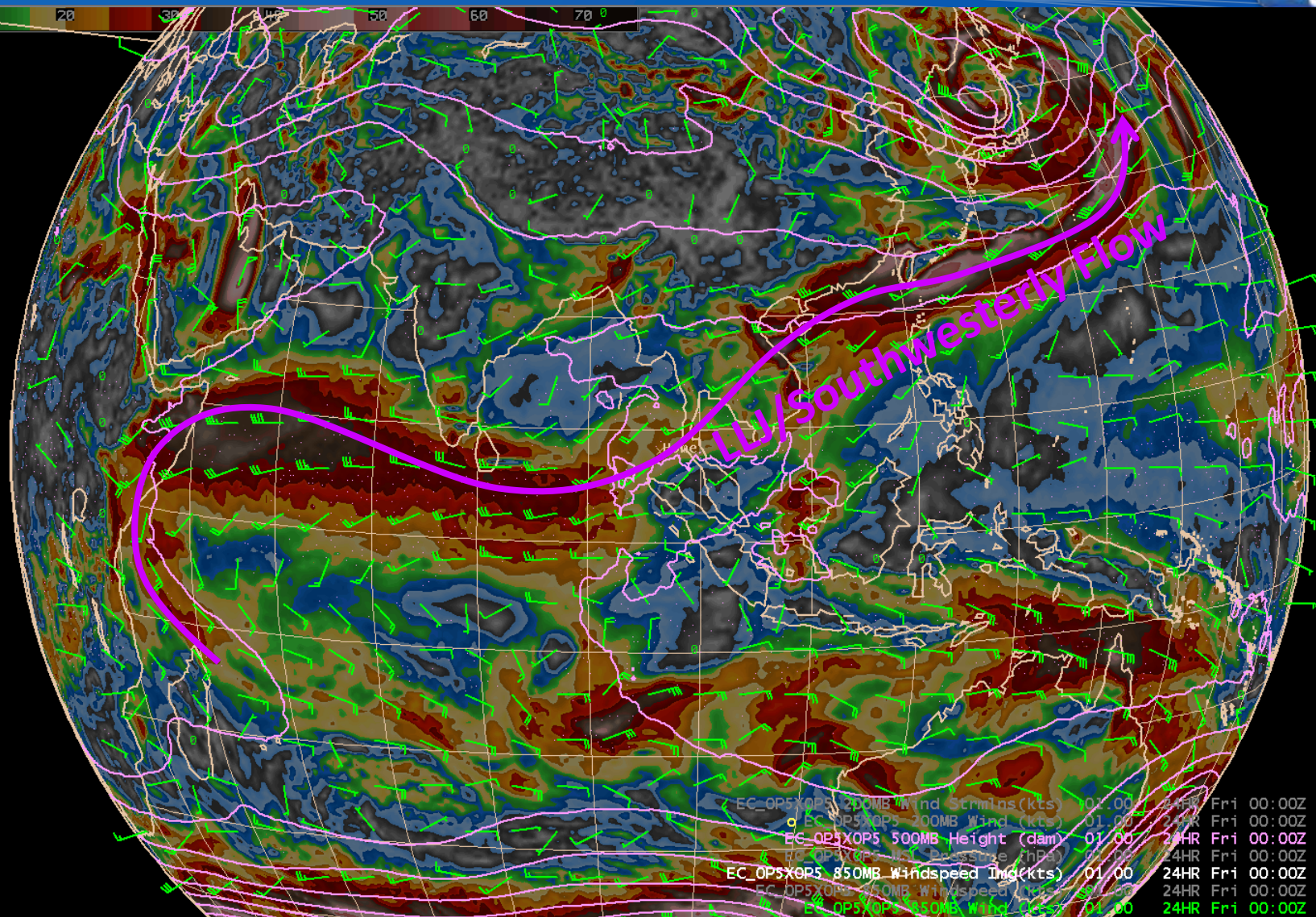


- ☀ 5、6月台灣附近近似滯留的鋒面；
- ☀ 西南季風、西南氣流、低層噴流；
- ☀ 跨赤道氣流，由非洲東岸經印度洋、中南半島，進入南海抵達台灣附近與中緯度系統會合的鋒面；
- ☀ 由冬季東北季風轉換為夏季西南季風的過渡期；
- ☀ 相當正壓、對流不穩定、暖濕
- ☀ 溫度梯度小、相當位溫梯度大，渦度大
- ☀ 中尺度對流系統：
MCS/MCC/MCV/飗線/對流風暴

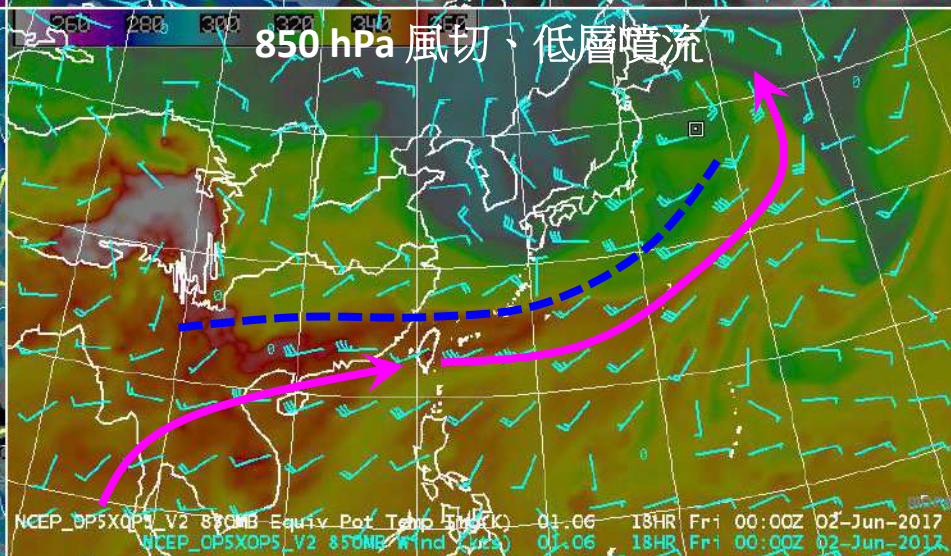
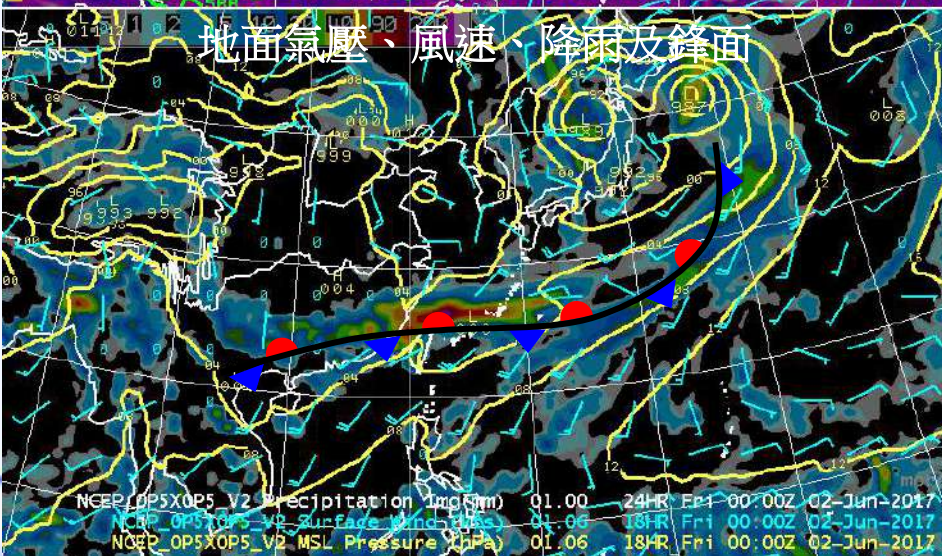
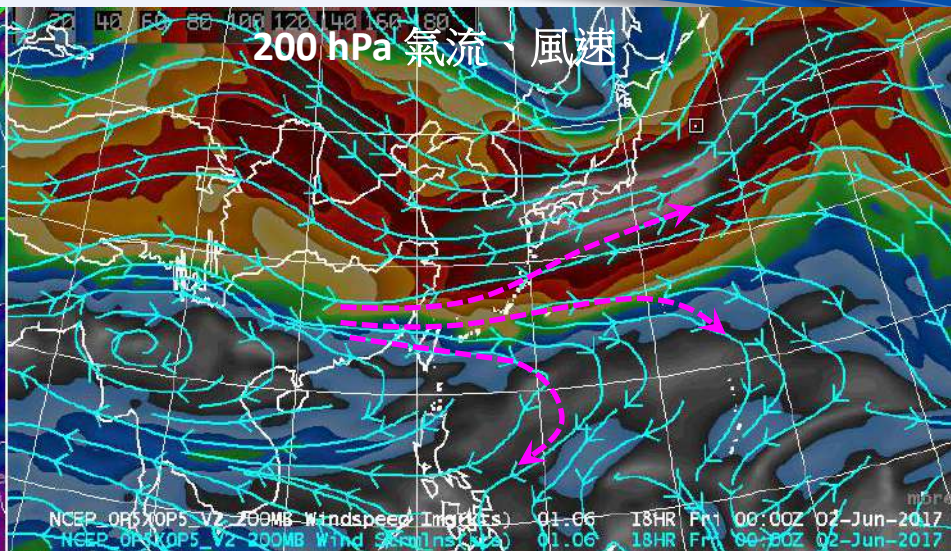
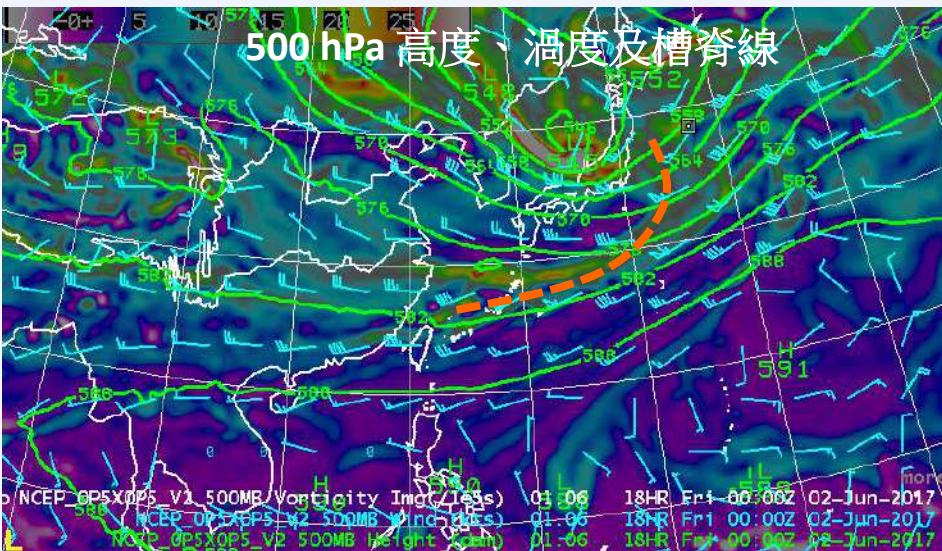


0602梅雨鋒面

2017年6月2日西南氣流概況



2017年6月2日梅雨4維綜觀環境分析



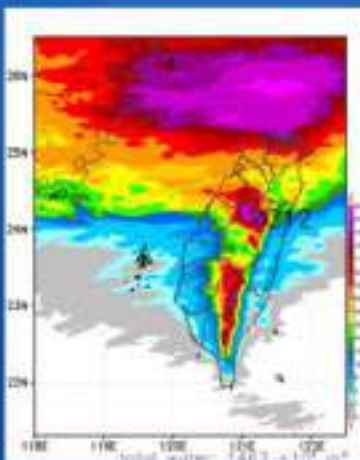
2017年6月1日梅雨預報

6月1日~5日降雨趨勢分析

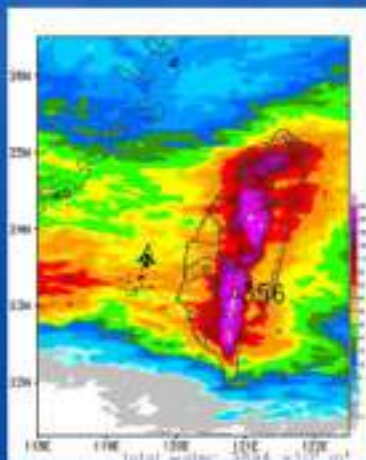
2017/6/6 中央氣象局提供

氣象局綜合研判各國最新之數值模式預報(本局、美國、歐洲及日本)預估6月1日至6月5日之日累積降雨預報如下圖。6月2日至3日受到滯留鋒面及西南氣流影響，各地有陣雨或雷雨，並有豪雨等級以上降雨發生之機率。由於數值模式預報以降雨趨勢及分布為主要參考內容，各日實際降雨情形及預報仍以氣象局發布最新之預報及警特報為主。

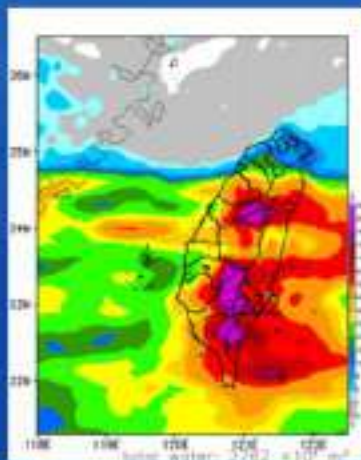
1日(8時~翌日8時)



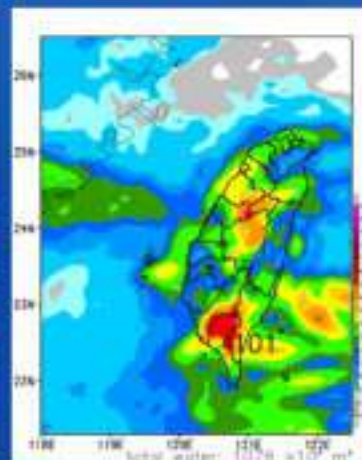
2日(8時~翌日8時)



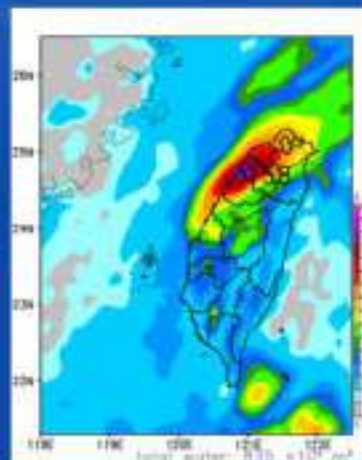
3日(8時~翌日8時)



4日(8時~翌日8時)



5日(8時~翌日8時)



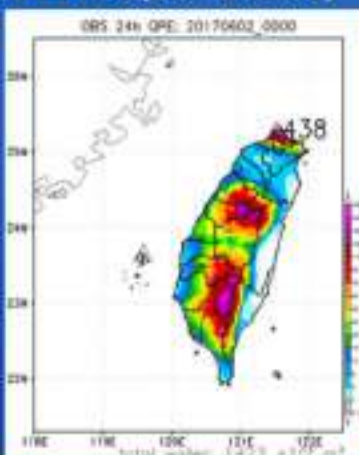
2017年6月2日梅雨預報

6月2日降雨趨勢分析

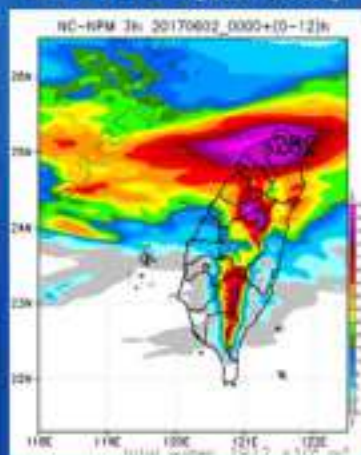
2017/6/6 中央氣象局提供

1日至今(2)日上午9時基隆北海岸及屏東山區累積雨量已接近超大豪雨(500毫米以上)(如下圖1日觀測)。氣象局綜合研判最新之高解析數值模式預報，預估今日白天及晚上之累積降雨預報如下圖，預計今日各地有陣雨或雷雨，且有豪雨等級發生之機率，尤其基隆北海岸及西半部山區有大豪雨或以上等及雨量發生的機率。

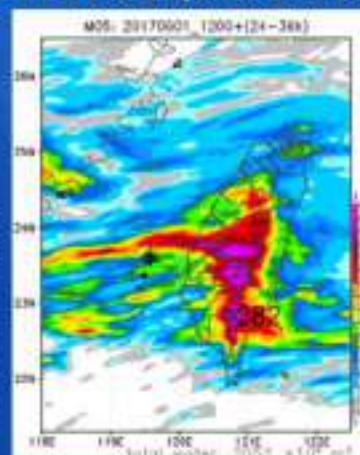
1日觀測(8時~翌日8時)



2日白天(8時~20時)



2日晚上(20時~翌日8時)

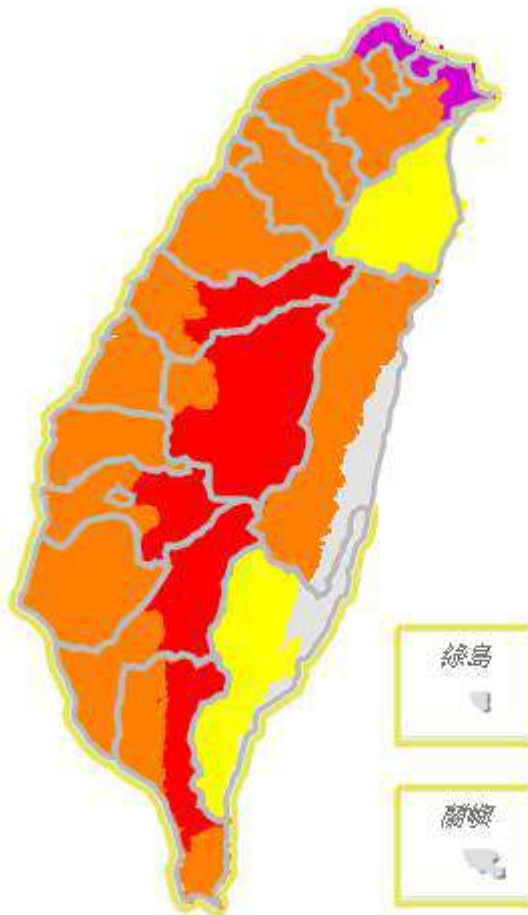


2日8時~3日8時雨量預估

區域/雨量預估	平地	山區
基隆北海岸	200-400	
北部	200-300	300-500
中部	150-300	300-500
南部	200-300	300-500
東部	50-150	100-300

天氣警特報-豪(大)雨特報

縣市尺度(山區、平地)



警特報發布情形

警特報作業說明



豪雨特報

發布：2017-06-02 09:20



超大豪雨



大豪雨



大雨



陸上強風特報

發布：2017-06-02 04:00

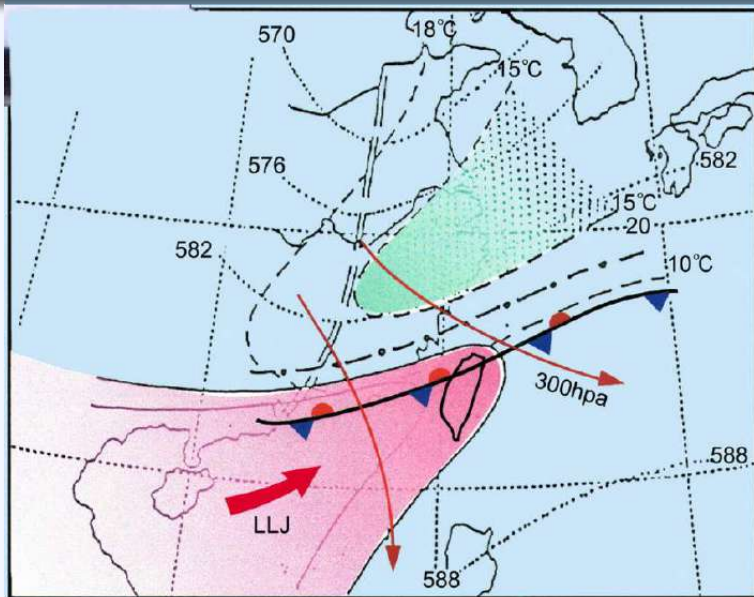
新北市		基隆市	
臺北市		宜蘭縣	
桃園市		新竹縣	
苗栗縣		新竹市	
臺中市		花蓮縣	
彰化縣		南投縣	
雲林縣		嘉義縣	
臺南市		嘉義市	
高雄市		臺東縣	
連江縣		屏東縣	
金門縣		澎湖縣	

註：各種警特報的表示顏色如上圖示，若同一地區有兩種以上的警特報時，則第二種以上皆改用斜線表示。

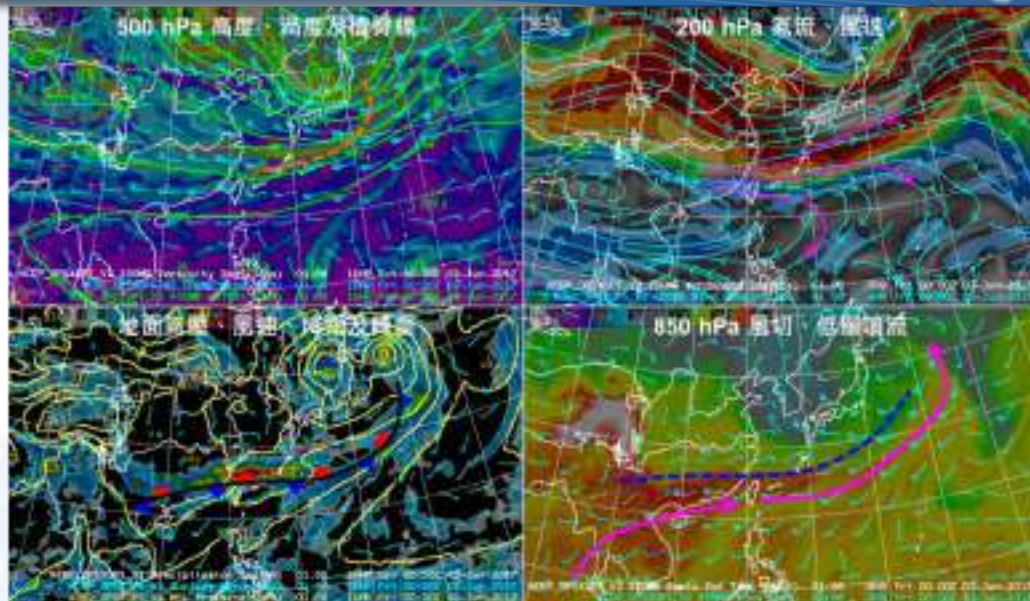
[產品說明文件 \(PDF\)](#)

多重尺度定量降水預報-2017年6月2日梅雨

概念模式(定性)

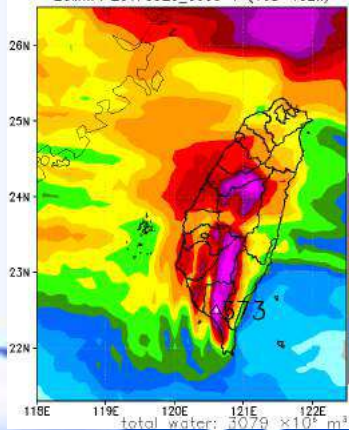


綜觀天氣分析、天氣學原理(定性)



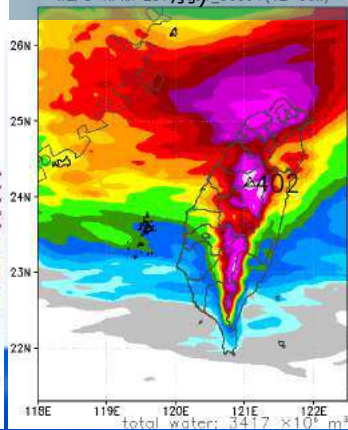
全球預報(5日前)

ECMWF: 20170528_0000 + (108-132h)



區域/系集預報(1日前)

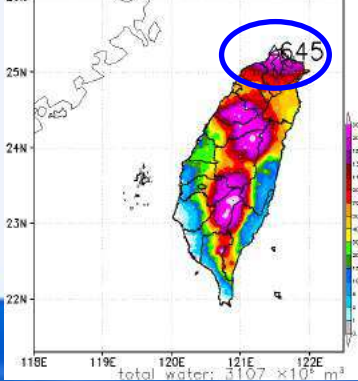
WEP5-NPM: 20170601_0000+(12-36h)



24小時觀測雨量

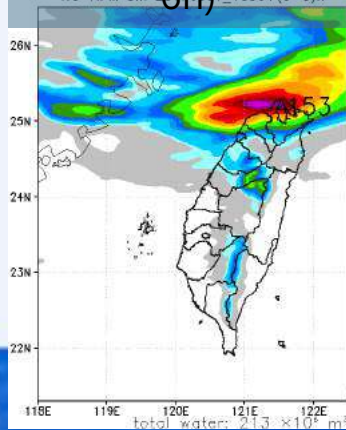
OBS 24h QPE: 20170602_1200

1日12時至2日12時



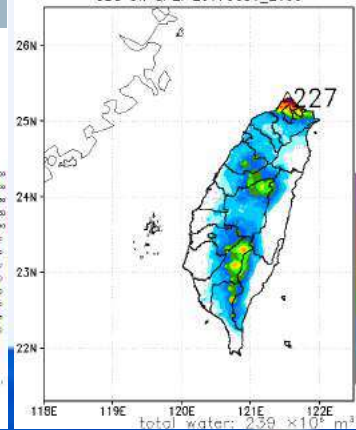
iTEEN-極短期(0-6h)

NC-NPM 3h: 20170602_1800+(0-3)h



3小時觀測雨量

OBS 3h QPE: 20170602_2100



多重尺度天氣與定點、定量降水預報之挑戰

跨時空尺度、多維度、大數據與資料科學



颱風以外的致災性天氣系統

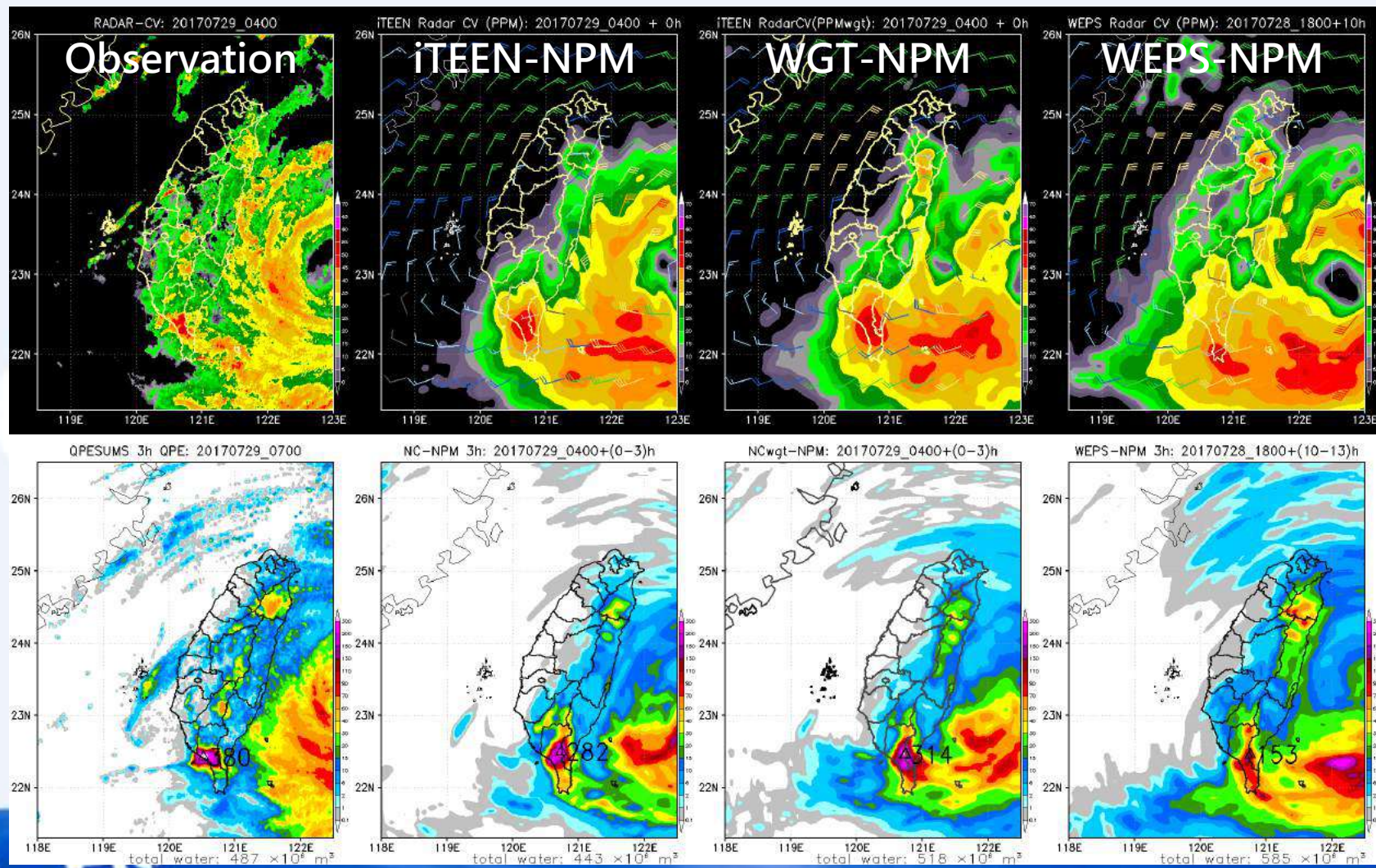
定時定點之雨量預測 不確定性高



- ☀️ 颱風以外的**短延時或長延時強降雨**系統，如0613梅雨鋒面(2018)、0823熱帶低壓、0909熱低與鋒面；
- ☀️ 天氣系統變動性大，持續時間長短不一，規模大小不定，掌握困難高。
 - ☁️ 數值模式為趨勢參考；(目前每6小時更新)
 - ☁️ 監測為雷達、衛星、雨量站、閃電系統等(10分鐘)
 - ☁️ 預報以模式研判趨勢，以實際觀測輔助修正

泥莎颱風(2017)期間3小時定量降水及時預報

雷達資料探勘



中央與地方政府聯繫

重點時刻縣市視訊會議(107)



☀️ 強化災害天氣前之中央部會溝通

- ☁️ 災防辦邀集中央防災單位，於預報中心或由視訊會議，進行災害性天氣預報簡報；
- ☁️ 府、院、部會長官視導解說天氣及其影響。

☀️ 107年起加強地方政府聯繫

- ☁️ 平時與災中，氣象站傳遞氣象預報資訊並協助地方防災應變；
- ☁️ 107年起，於颱風影響前之關鍵時刻，邀集縣市首長或代表，透過視訊會議進行天氣簡報，充分溝通以降低資訊落差。
- ☁️ 瑪莉亞颱風警報期間，於107年7月10日舉行2次視訊連線，回應縣市提出之問題。

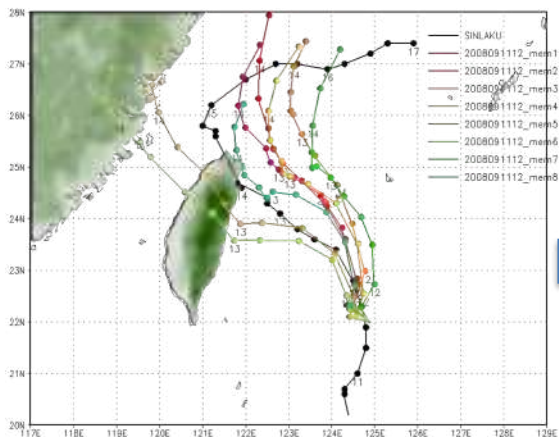


颱風預報改進

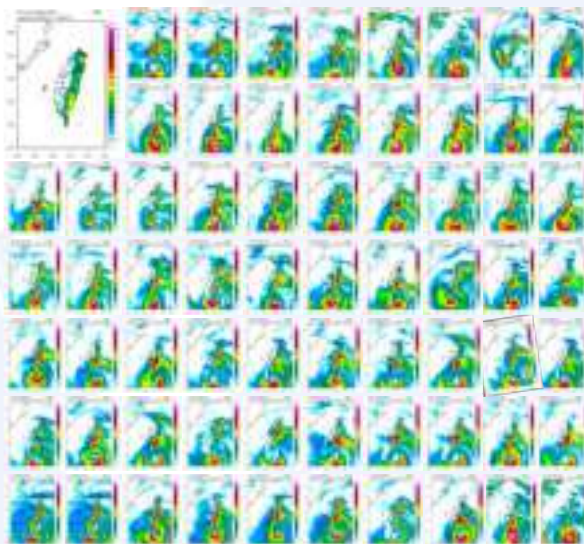
除了路徑預報以外，風雨預報技術明顯改進



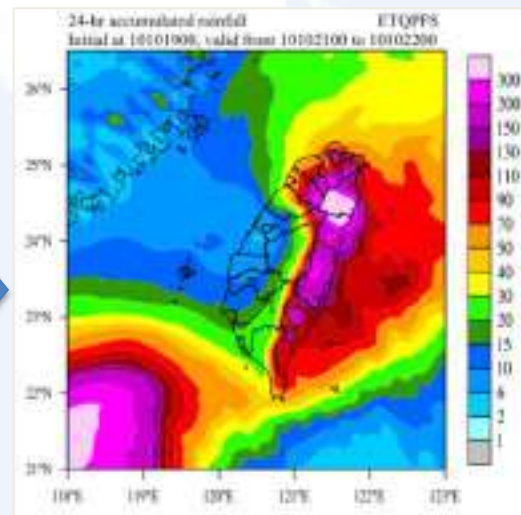
- ☀ 106 年完成 3 公里解析度系集預報系統，提升豪雨與強風分布的分辨度與精確度。
- ☀ 應用大數據資料技術，改善 6 小時定量降雨預報準確度。



颱風路徑預測離散度



各別路徑颱風雨量



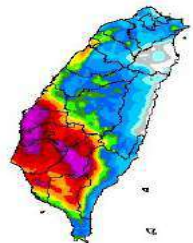
優化定量降雨預報

全國治水會議與未來精進

強化降雨預報精度-4項策進作為

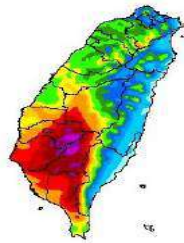


08/24 02-08/24 05



0-3hr降雨量

08/24 05-08/24 08



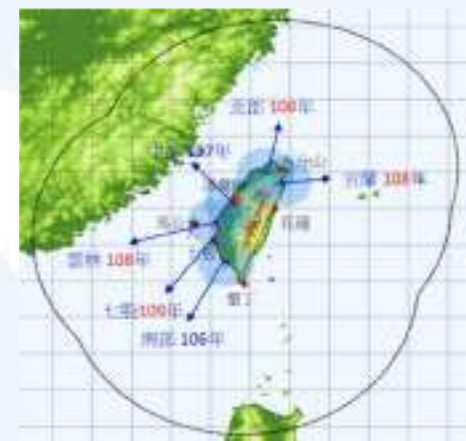
3-6hr降雨量

強化災害 天氣情資

大規模豪雨時，將仿颱風警報作業每3小時更新降雨預報情資

精進災害 天氣監測

建立臺灣雙偏極化雷達網，及更新地面與高空觀測，強化監測預警

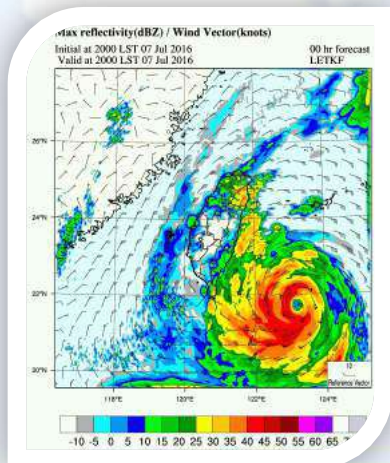


改善短時 降雨預報

雷達、衛星及測站即時觀測導入數值模式，應用大數據與人工智慧，改進短時強降雨預報

提高數值 模式精度

引進新一代超級電腦，發展公里內解析度之更高精度數值模式



定量降水即時預報-3小時定量降水預報(2019)

應用雷達資料探勘、雷達資料同化系統

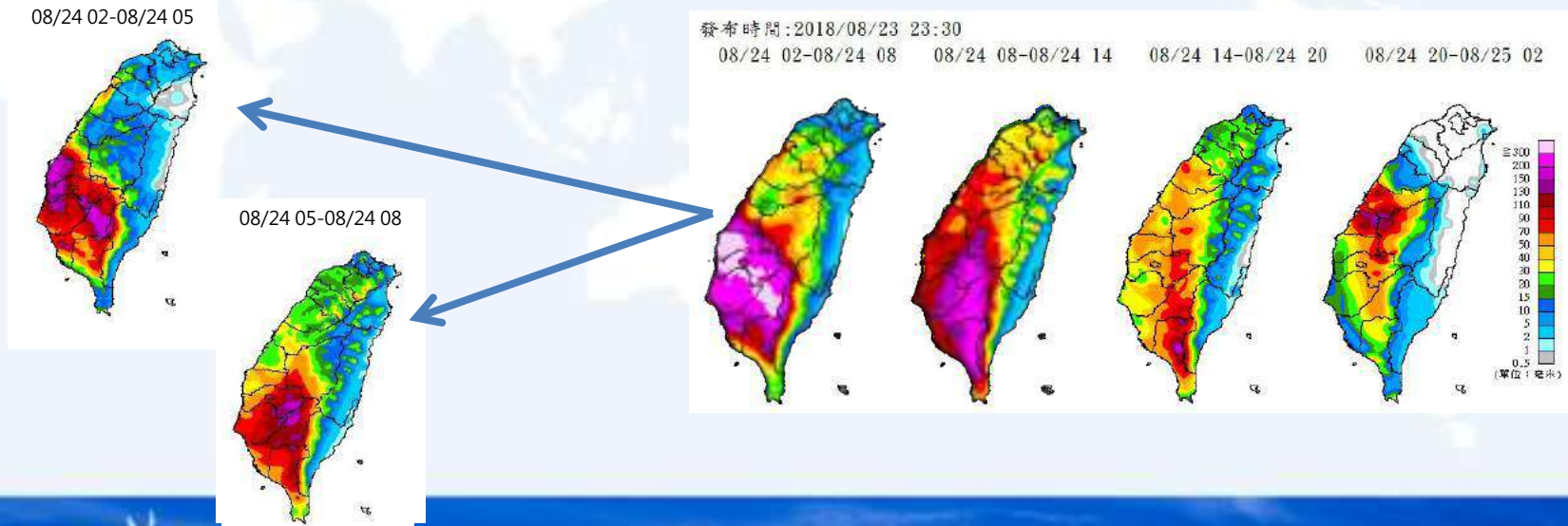


2. 精進3小時即時定量降水預報

現況：6小時時段，發布定量降水預報

未來：應用雷達及自動雨量站即時觀測，輔以高解析度系集模式大數據分析技術，新增短時降雨量預報。

第1個6小時細分為2個3小時定量降水預報。

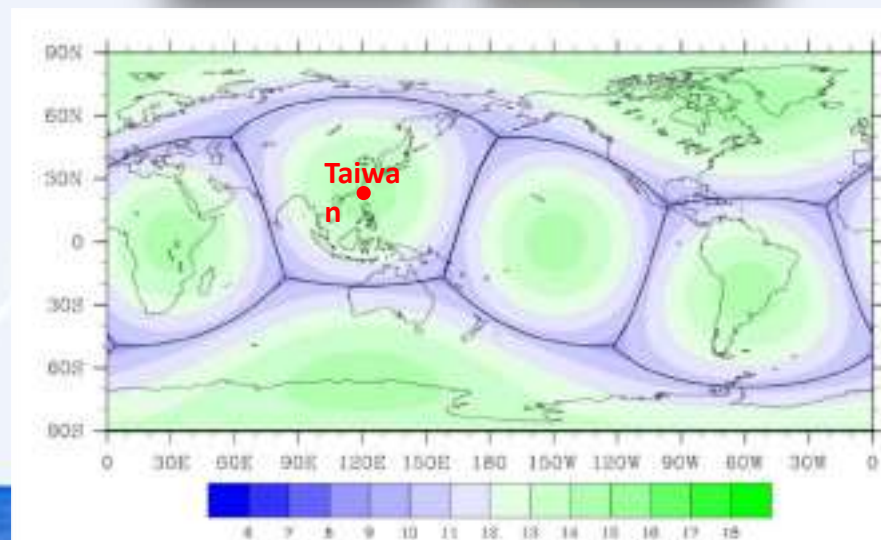
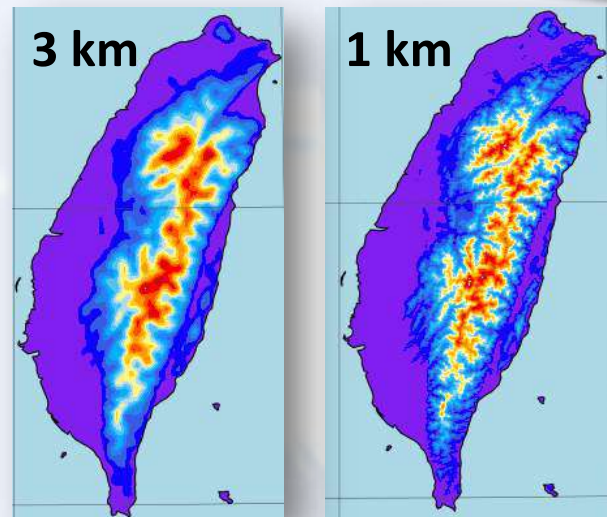


未來的數值天氣預報

超高解析度；跨域、氣候與無縫隙



- ☀ 本局現代化數值天氣預報於區域、全球、系集與氣候模式之研發與作業；
- ☀ 提升災害性天氣預報精準度之關鍵；
- ☀ 支援環保署空品、航空氣象、氣候變遷推估、農漁綠能或其他跨域等應用；
- ☀ 提升區域模式至1公里、全球模式至10公里精細度；
- ☀ 資源需增加10-20倍。

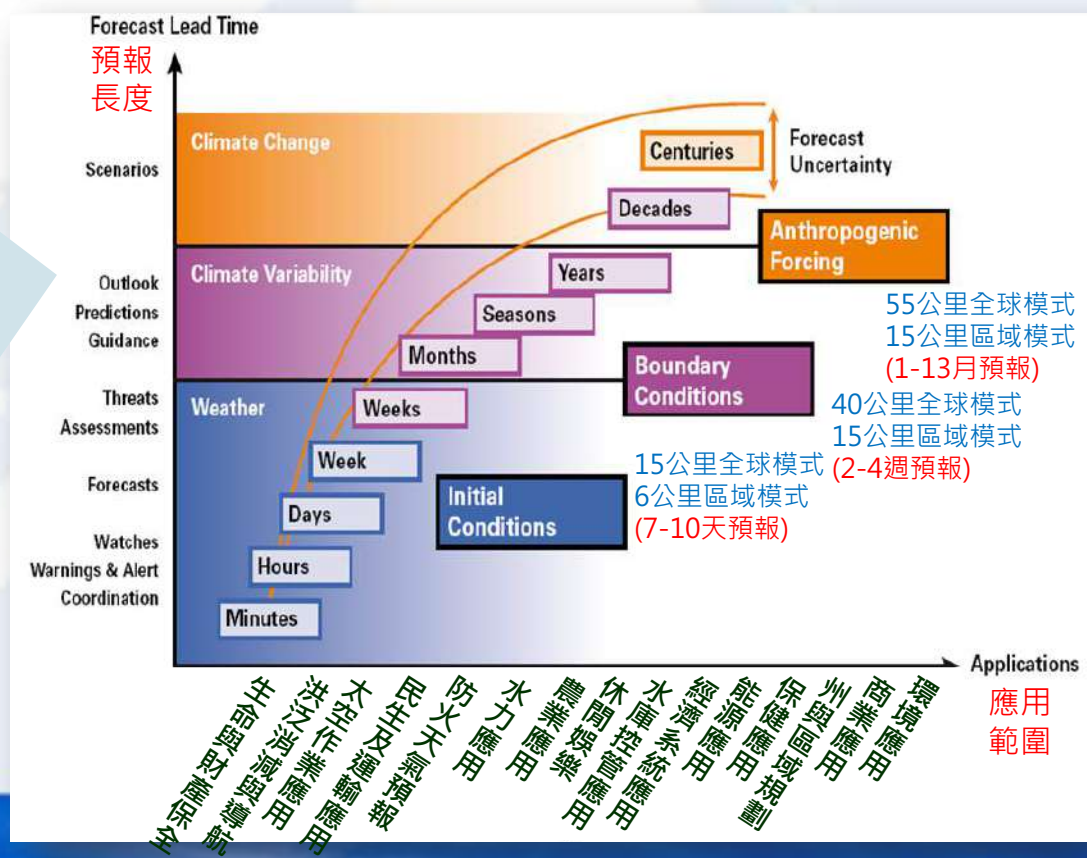
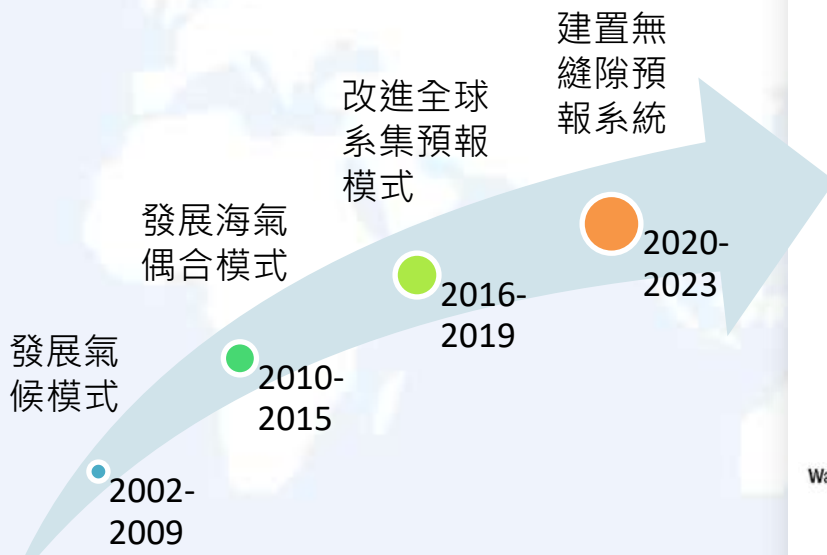


發展短期氣候模式與跨領域應用

改進第2週至月季預報與展望



- 提高模式解析度、更新動力與物理架構、強化資料同化技術，建構與國際趨勢同步的全球數值預報系統。
- 建置新一代全球預報系統。



無縫隙短期氣候預報與跨領域應用

以氣象資訊應用於水資源領域為例



☀ 水資源領域需要的氣候資訊：

- ☁ 未來180天水庫集水區的逐日雨量定量預報
- ☁ 定點、定時、定量 (空間更精細、時間更提前、預報更準確)

☀ 氣象局可以提供的氣候資訊：

- ☁ 未來8-14天區域週累積降雨機率預報
- ☁ 第2-3個月逐月、第4-6個月逐季雨量類別機率預報
- ☁ 第3-4週預報、極端事件預報為未來目標
- ☁ 區域、累積、類別機率

☀ 中間落差需要努力的方向：

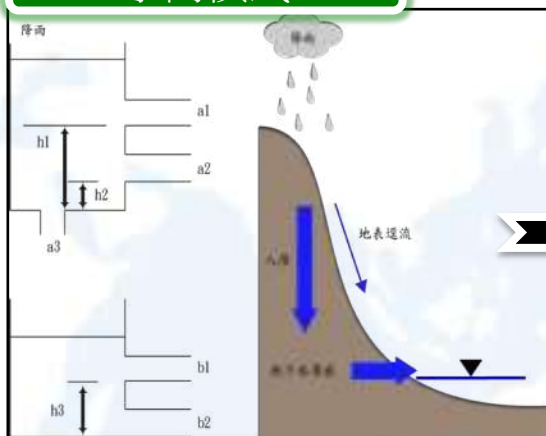
- ☁ 延長預報時效：海氣耦合模式
- ☁ 改善預報品質：提高模式解析度、改進資料同化技術、物理參數化，精進模式偏差修正、降尺度技術、系集預報技術、綜合預報技術

數位防災整合-以逕流河川模式為例

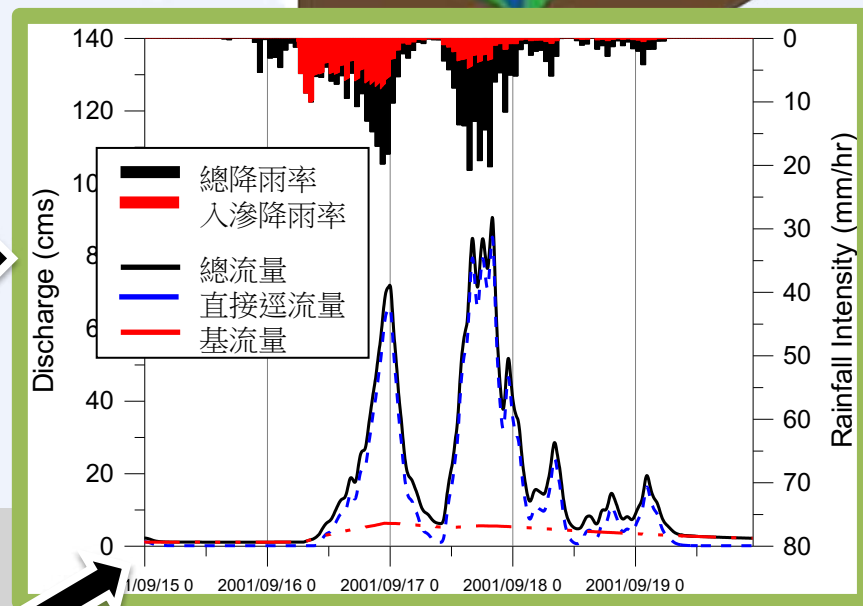
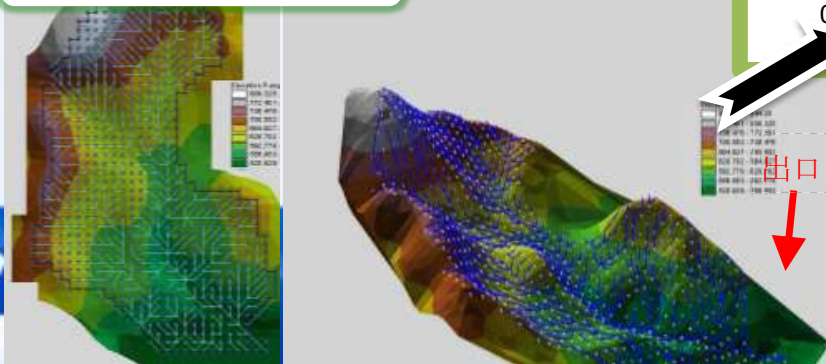


集水區劃分

水筒模式



地貌型逕流模式



降雨對應及應用

降雨轉換逕流量

(多采馮智勇、李文生提供)



- ☀ 一般天氣預報趨勢大致準確，但**定量預報的不確定性高**；
- ☀ 現代化的天氣預報不只依賴人工、經驗、定性的預報，必須引入大數據、人工智慧、機器學習等先進的數位式預報概念；
- ☀ **高衝擊、短延時之極端天氣**預報是防災天氣之最大挑戰；
- ☀ 颱風**路徑預報有誤差**，但**結構、強度、風力、雨量**等定量預報挑戰更高，且與防災相關更大；
- ☀ **梅雨、西南氣流或午後雷陣雨**導致的短延時強降雨更困難；
- ☀ 不同預報階段，有不同的信心度；
 - ☁ 應變有不同的策略；
 - ☁ 不確性高時，可以「**預報瞭解天氣趨勢，觀測啟動應對作為**」；
 - ☁ 考慮風險前提下，**提高偵測率與命中率**，**誤報率也會增加**；
 - ☁ 愈近不確定性愈小，決策可提前，但仍應隨時更新資訊，立即應變；
- ☀ 停班、停課除**風雨**外，還有**災害、交通、復原**等原因；



報告完畢