



中央氣象局診斷校驗系統 之颱風預報校驗

陳白榆¹ 宋馥淇² 王志嘉¹ 蔡岳霖² 許捷勝¹
廖哲瑩² 張庭槐¹ 黃文俊² 馮欽賜¹

中央氣象局氣象資訊中心¹ 資拓宏宇國際股份有限公司²

17 September 2014

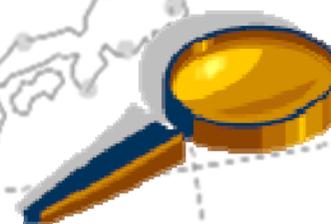
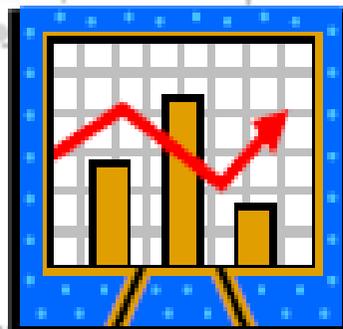
校驗(verification)的定義

- 預報校驗就是對於預報的驗證及預報品質(quality)的評估
- 將預報與相對應的觀測值(或可信賴的估計值)進行比較的過程
- 校驗本身又可分為定性跟定量的校驗
- 校驗是數值天氣預報作業不可或缺的一環



預報校驗的目的

- 監測模式預報的表現
- 了解模式的誤差來源與偏差特性
- 提供發展人員改進模式的指標；預報人員使用模式產品的修正參考
- 改善預報的品質與增進天氣預報能力



系統功能

DIA

安內 <http://dia.mic.cwb>

個人化產品(產製/檢視)

環流場校驗

降水校驗

格點校驗

觀測點校驗

地面校驗

颱風預報
校驗

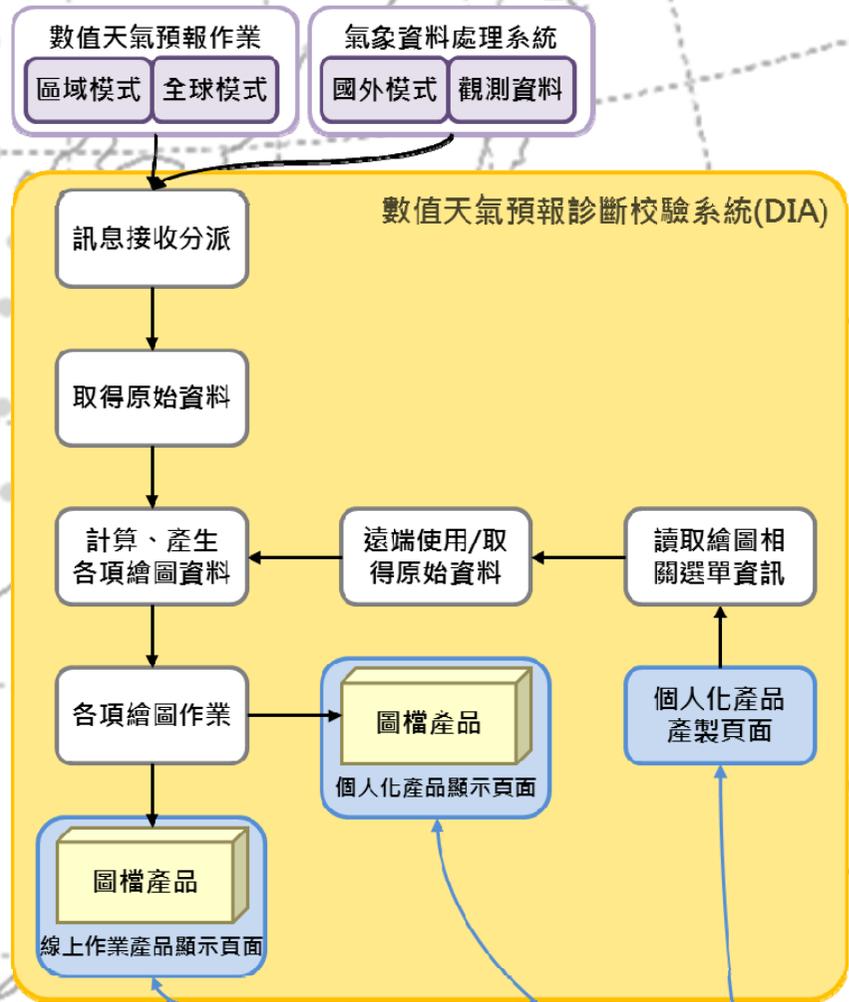
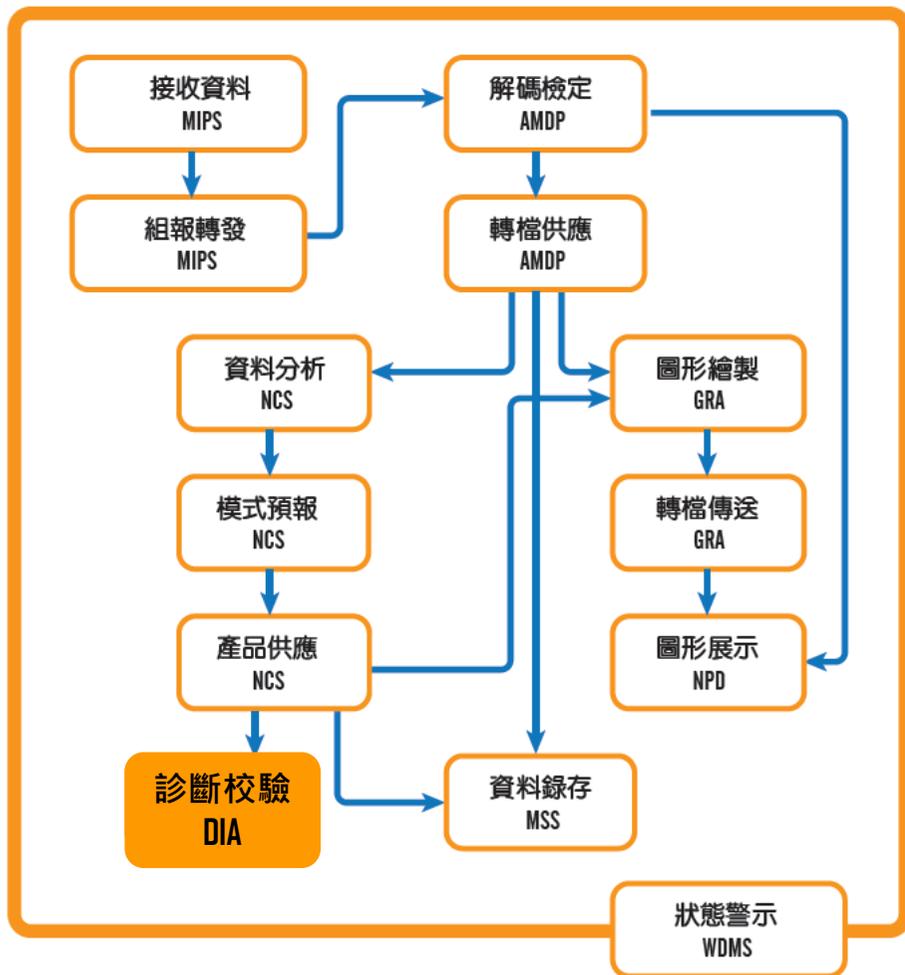
- 整合氣象局之校驗繪圖程式於自動化作業流程
- 提供研發者個人化校驗產品產製的工具
- 發展診斷校驗方法與專業技術

系統軟體架構

- ▶ 作業系統、網頁伺服器、自動化作業流程、繪圖套件、顯示介面、資料庫管理

Browser		
Fortran	Python	CI Frame Work
NCL		Apache Server
Shell	PHP	JavaScript
DMS		MySQL
NICE		
Linux		

系統運作架構



數值天氣預報診斷校驗系統
NWP Diagnostic System

環流場校驗 降水校驗 **格點校驗** 觀測點校驗 模式地面校驗 颱風預報校驗

官方模式 »

作業模式 » WRFM00 » 45KM解析度

模式比較 » WRFM03 » 15KM解析度

格點校驗 > 作業模式 > WRF

3個月時間序列圖 > 2014070100_2014090400 > 均方根誤差 > 去除地形 > NCEP GFS分析場

繪圖種類

- 3個月時間序列圖
- 1個月垂直平均
- 3個月垂直平均
- 二維單月分佈圖

校驗時間

2014070100_2014090400

2014070112_2014090312

2014070100_2014090300

2014070112_2014090212

2014070100_2014090200

圖種

距平相關

S1 SCORE

均方根誤差

平均誤差

類別

去除地形

校驗對象

自己分析場

NCEP GFS分析場

Submit

變數 高度層	SLP	850mb	500mb	300mb
H	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
T		<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
U		<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
V		<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
RH		<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

降水	模式環流場	格點校驗	觀測點校驗
作業代號	op26 <small>作業代號不可以包含下列字元\/*?<> </small>		
繪圖種類	時間序列圖		
時間長度	1個月(31天)		
結束時間	2014-08-31 <small>二維分布圖之作業產製日期：一個月(每月30出圖，2月則為28號)以及10天(每月10、20及30號出圖，二月則為10、20及28號出圖)。使用者若有自行計算完成之平均時段統計資料(TAU=D010\M001..等)，亦可輸入其資料位置(DMSPATH)，由系統繪製圖檔。</small>		
統計辦法	距平相關		
氣象場 (V A R)	H(Geopotential Height)		
高度層	500mb		
產製組數	<input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/> 已開啟組數 1組		
A			模式
A 模式解析度 (R E S)	45KM		
模式名稱 (M O D E L)	WRF		
實驗名稱	M00 <small>不可輸入的特殊字元，如_+^&等等</small>		
類別	去除地形		
校驗對象	NCEP分析場		
預報時 (T A U)	0072		
資料路徑 (D M S P a t h)	DMS_WRFM00_SCOREN@DMS_GRIDSCORE@diaadm@DIA01 <small>(如從SILO取得DMS資料需花費較多時間)</small>		
<input type="button" value="SUBMIT"/>			

數值天氣預報診斷校驗系統
NWP Diagnostic System



診斷校驗系統
NWP Diagnostic System

產製時間

起 2014-08-31
迄 2014-09-03

選擇產品種類

格點校驗

初始時間

繪圖種類

變數

- 全選
- Sea Level Pressure
- H(Geopotential Height)
- Temperature
- U
- V
- RH

統計方法

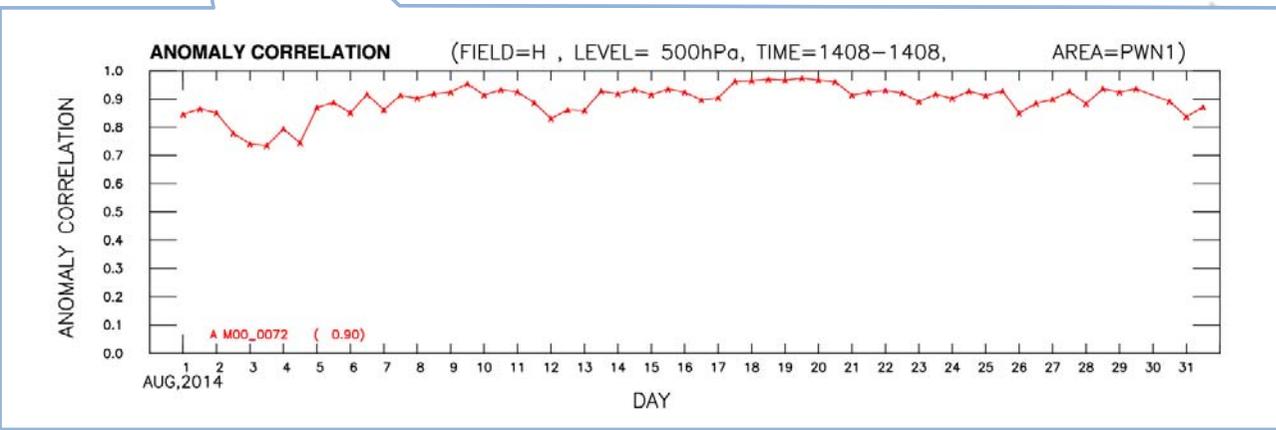
- 全選
- 距平相關
- S1 SCORE
- 絕對誤差
- 平均誤差
- 均方根誤差

高度層

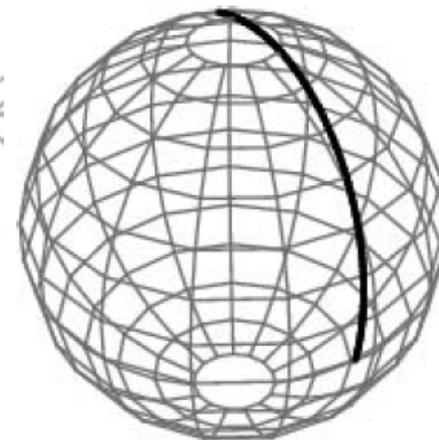
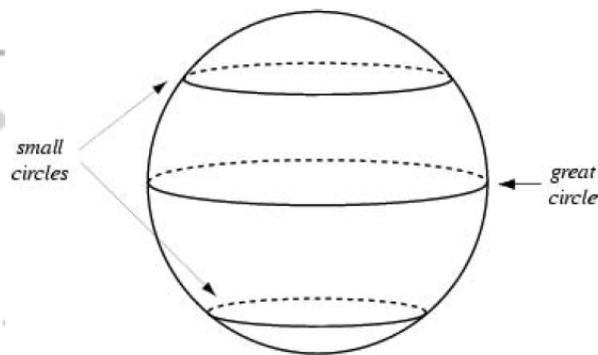
Submit

產製時間	產品類別	初始時間	實驗個案	繪圖種類	變數高度	統計方法
2014-09-03 15:31:11	gridscore	20140831	op26	TIME_1MONTH	H_500mb	AC

Exp_name : M00
 DMS_Flag : PWN1
 Initial_time : 20140831
 End_time : 20140831
 Tau : 0072



- 路徑誤差 — min 500hPa geopotential height center 、
min SLP center
great circle distance (Weisstein, 2003)

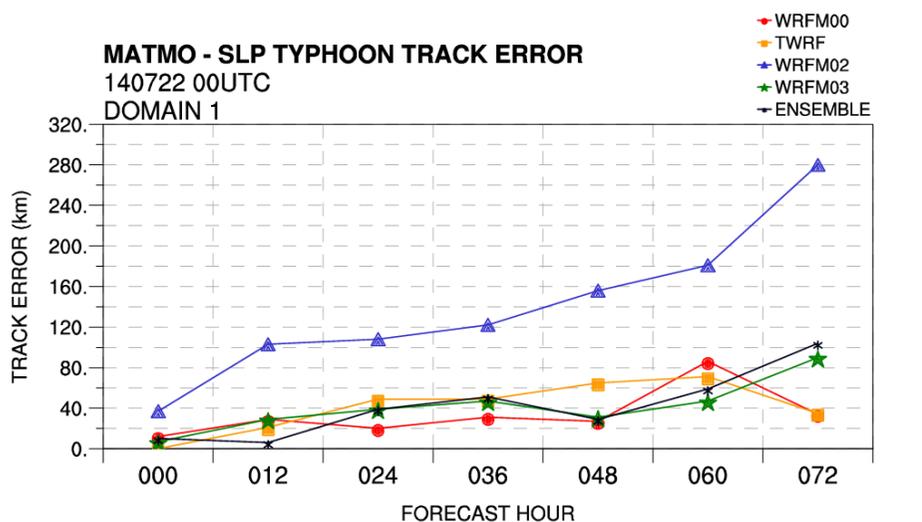


$$d = a \cos^{-1}[\cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos(\lambda_1 - \lambda_2) + \sin \delta_1 \sin \delta_2].$$

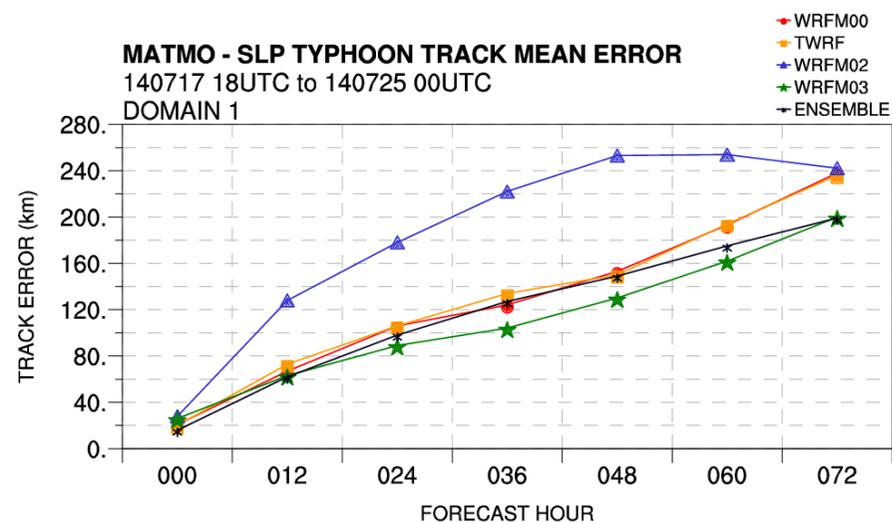
LATITUDE δ and LONGITUDE λ of (δ_1, λ_1) and (δ_2, λ_2) on a SPHERE of RADIUS a (for the Earth, $a \approx 6378\text{km}$)

颱風預報校驗(cont.)

➤ 颱風路徑誤差圖



Member/Tau	000	012	024	036	048	060	072
WRFM00	12.0 (1)	29.0 (1)	20.0 (1)	31.0 (1)	27.0 (1)	86.0 (1)	34.0 (1)
TWRF	0.0 (1)	21.0 (1)	49.0 (1)	49.0 (1)	65.0 (1)	71.0 (1)	35.0 (1)
WRFM02	37.0 (1)	103.0 (1)	108.0 (1)	122.0 (1)	156.0 (1)	181.0 (1)	280.0 (1)
WRFM03	7.0 (1)	29.0 (1)	39.0 (1)	47.0 (1)	31.0 (1)	47.0 (1)	90.0 (1)
ENSEMBLE	10.0 (1)	6.0 (1)	39.0 (1)	51.0 (1)	29.0 (1)	59.0 (1)	104.0 (1)



Member/Tau	000	012	024	036	048	060	072
WRFM00	21.0 (30)	67.0 (28)	106.0 (26)	124.0 (24)	153.0 (22)	193.0 (20)	238.0 (18)
TWRF	20.0 (30)	73.0 (28)	106.0 (26)	134.0 (24)	150.0 (22)	194.0 (20)	236.0 (18)
WRFM02	28.0 (30)	128.0 (28)	178.0 (26)	222.0 (24)	253.0 (22)	254.0 (20)	242.0 (18)
WRFM03	26.0 (30)	63.0 (28)	89.0 (26)	104.0 (24)	130.0 (22)	162.0 (20)	200.0 (18)
ENSEMBLE	16.0 (30)	62.0 (28)	98.0 (26)	127.0 (24)	149.0 (22)	175.0 (20)	199.0 (18)

2014/07/22 00UTC

All DTG

颱風預報校驗(cont.)

- ▶ 強度誤差 — max 10m wind speed (VMAX) 、 min SLP (PMIN)

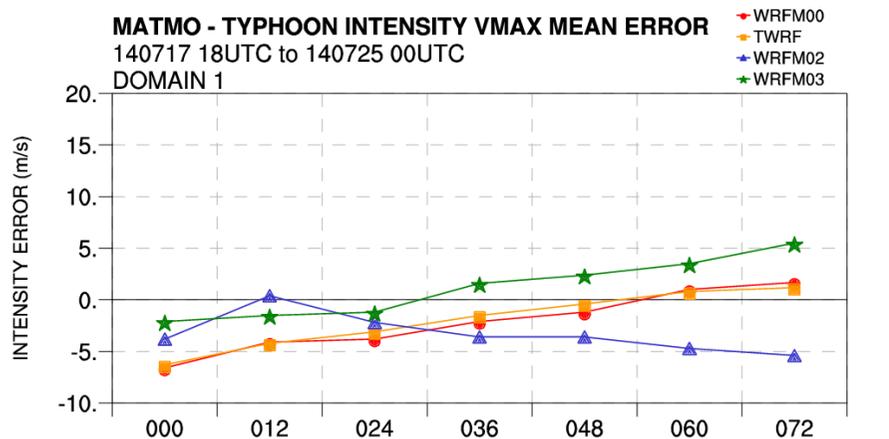
$$\text{Mean Error (ME)} = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i - O_i)}{N}$$

$$\text{Mean Absolute Error (MAE)} = \frac{\sum_{i=1}^N |F_i - O_i|}{N}$$

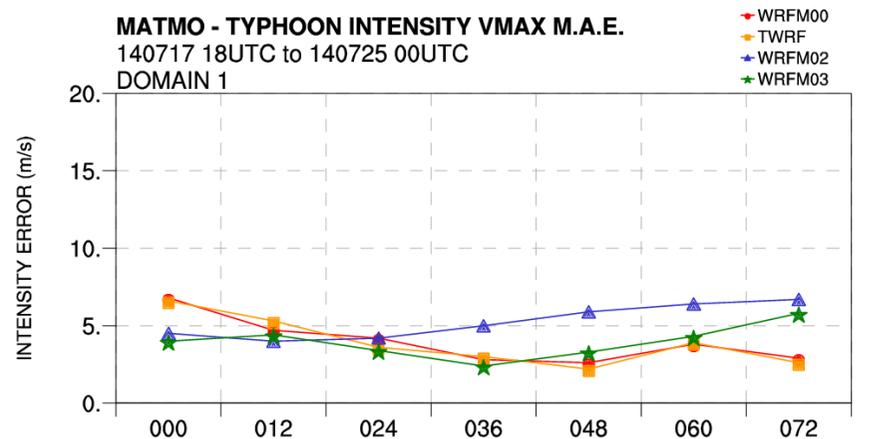
F_i : 預報值
 O_i : 觀測值
 N : 個案數

颱風預報校驗(cont.)

➤ 颱風強度誤差圖(AII DTG)



Member/Tau	000	012	024	036	048	060	072
WRFM00	-6.6(29)	-4.1(26)	-3.8(24)	-2.1(21)	-1.2(21)	1.0(19)	1.7(18)
TWRF	-6.3(28)	-4.2(27)	-3.1(25)	-1.5(24)	-0.4(22)	0.8(20)	1.2(17)
WRFM02	-3.8(30)	0.4(25)	-2.2(24)	-3.6(23)	-3.6(22)	-4.7(18)	-5.4(16)
WRFM03	-2.1(28)	-1.5(27)	-1.2(26)	1.6(23)	2.4(22)	3.5(20)	5.5(18)



Member/Tau	000	012	024	036	048	060	072
WRFM00	6.8(29)	4.7(26)	4.2(24)	2.8(21)	2.6(21)	3.8(19)	2.9(18)
TWRF	6.6(28)	5.3(27)	3.6(25)	3.0(24)	2.2(22)	3.9(20)	2.6(17)
WRFM02	4.5(30)	4.0(25)	4.2(24)	5.0(23)	5.9(22)	6.4(18)	6.7(16)
WRFM03	4.0(28)	4.4(27)	3.4(26)	2.4(23)	3.3(22)	4.3(20)	5.8(18)

Intensity bias

Absolute intensity error

數值天氣預報診斷校驗系統
NWP Diagnostic System

- 環流場校驗
- 降水校驗
- 格點校驗
- 觀測點校驗
- 模式地面校驗
- 颱風預報校驗

繪圖種類

颱風路徑誤差

颱風強度誤差

年份

2014

颱風名稱

RAMMASUN

NEOGURI

HAGIBIS

MITAG

全年度

預報初始時間

All Dtg

2014071918

2014071912

2014071906

2014071900

預報時間長度

3天(72小時)

5天(120小時)

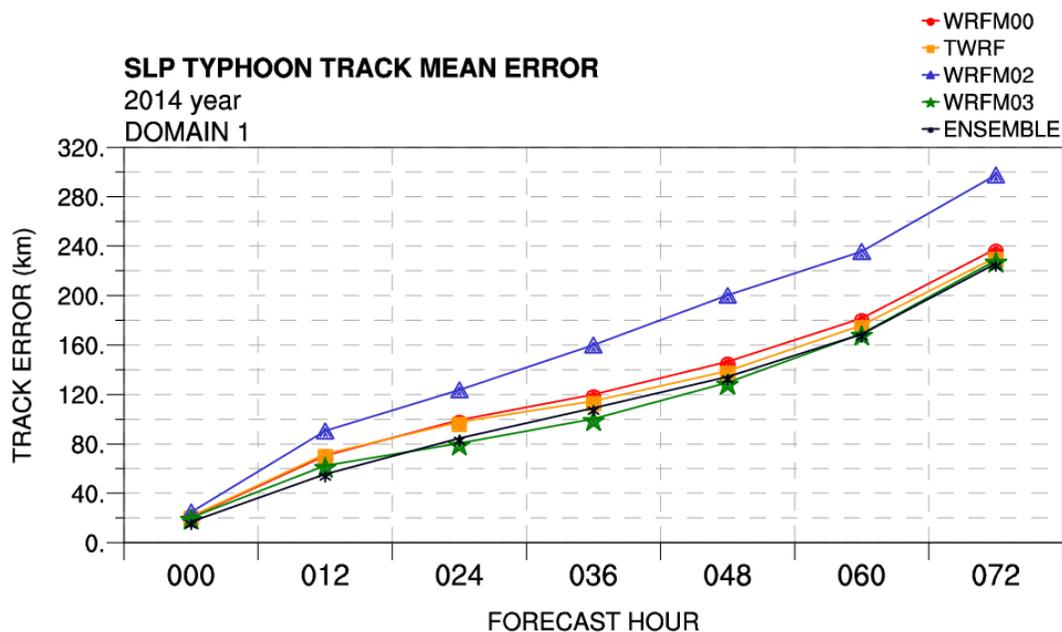
Submit

颱風預報校驗 > 模式比較 > M00vsTWRfvsM02vsM03 > 45KM解析度
 颱風路徑誤差 > 2014 > RAMMASUN > All Dtg > 3天(72小時)

變數 模式	比較	ENSEMBLE	WRFM00	TWRF	WRFM02	WRFM03
500hPa高度場	<input checked="" type="radio"/>					
地面氣壓場	<input checked="" type="radio"/>					

颱風預報校驗(cont.)

➤ 颱風路徑誤差圖(全年度)



MITAG
HAGIBIS
NEOGURI
RAMMASUN
MATMO
HALONG
NAKRI
GENEVIEVE
FENGSHEN

未來發展

➤ 擴充颱風預報誤差計算與繪圖功能

➤ 新增颱風預報校驗方法

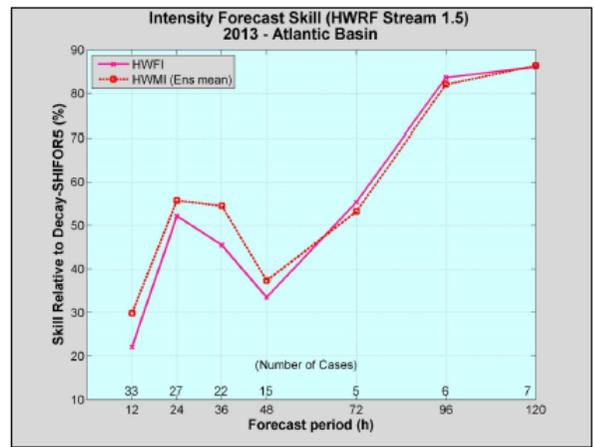
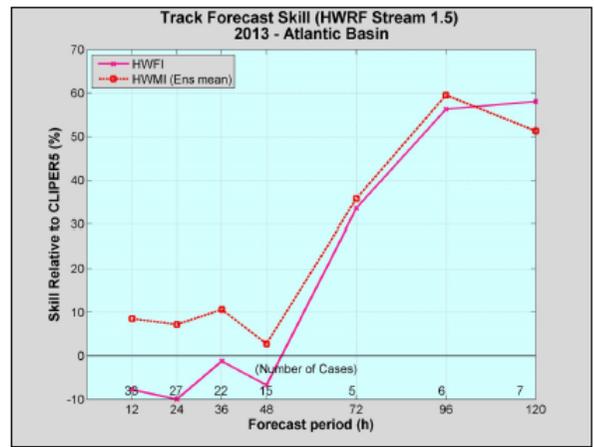
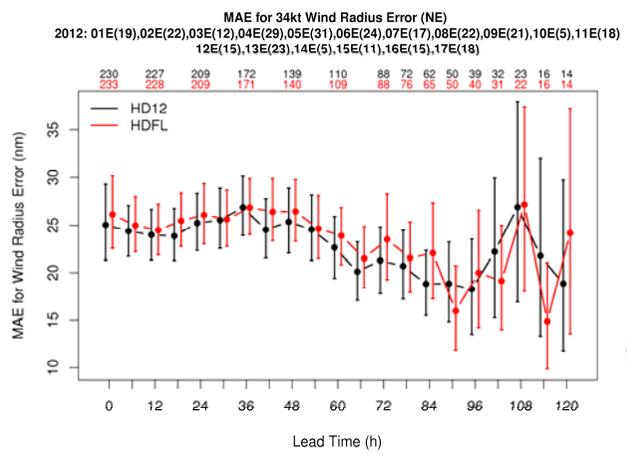
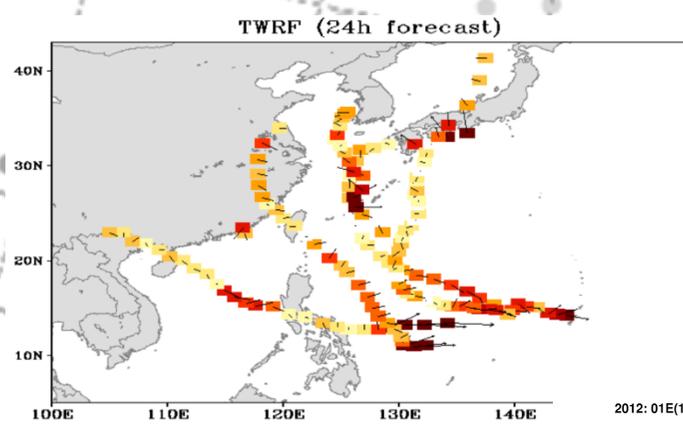
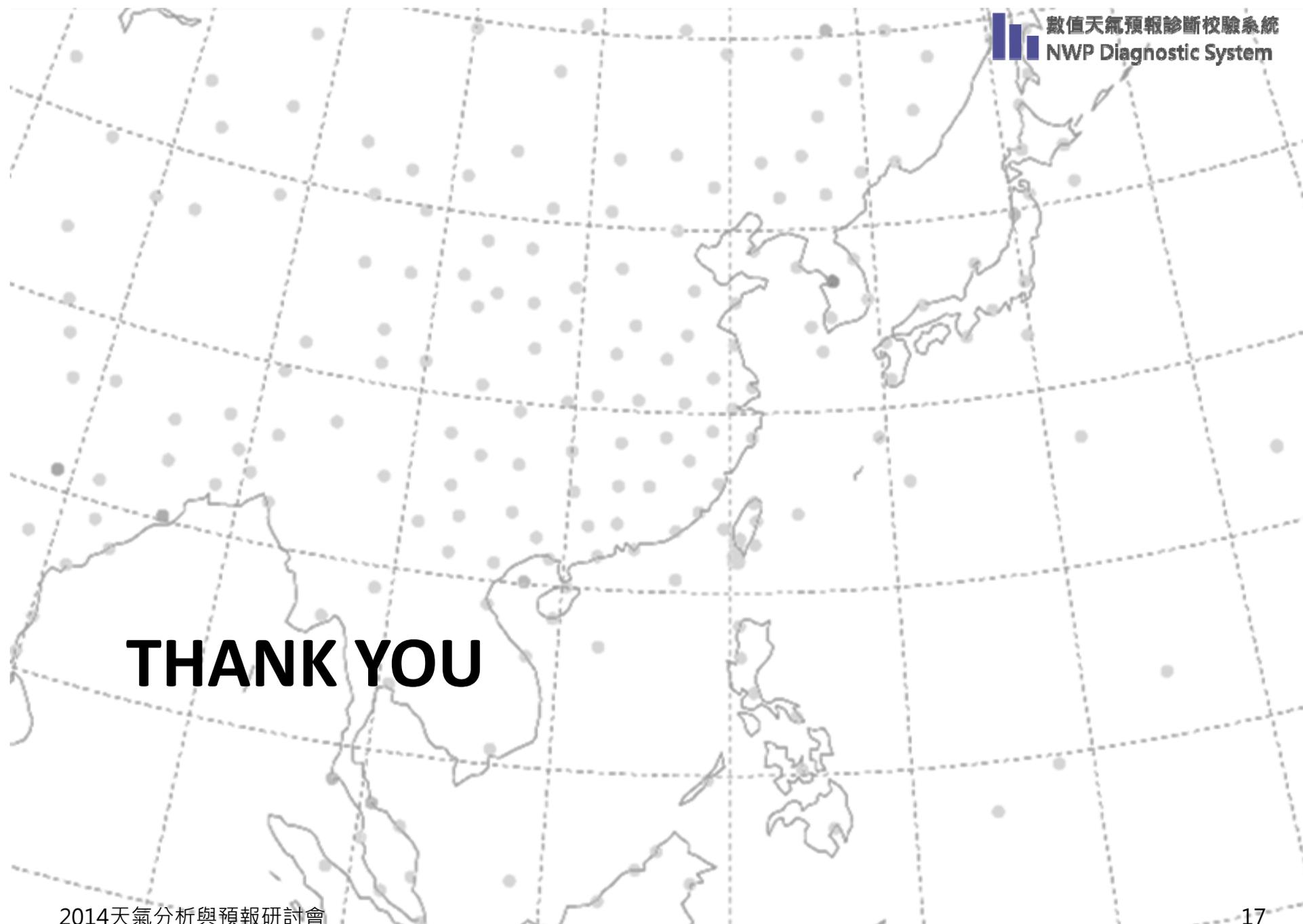
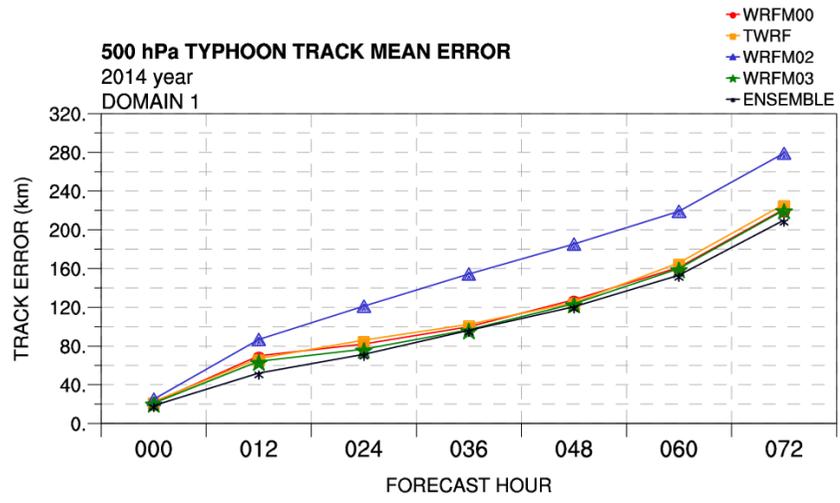


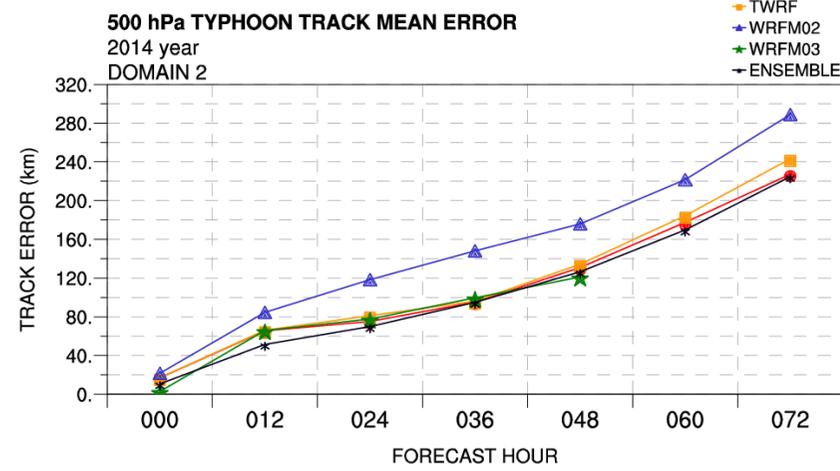
figure 22. Homogeneous comparison of HFIP Stream 1.5 HWRP ensemble mean (HWMI) and HWFI for track (top) and intensity (bottom).



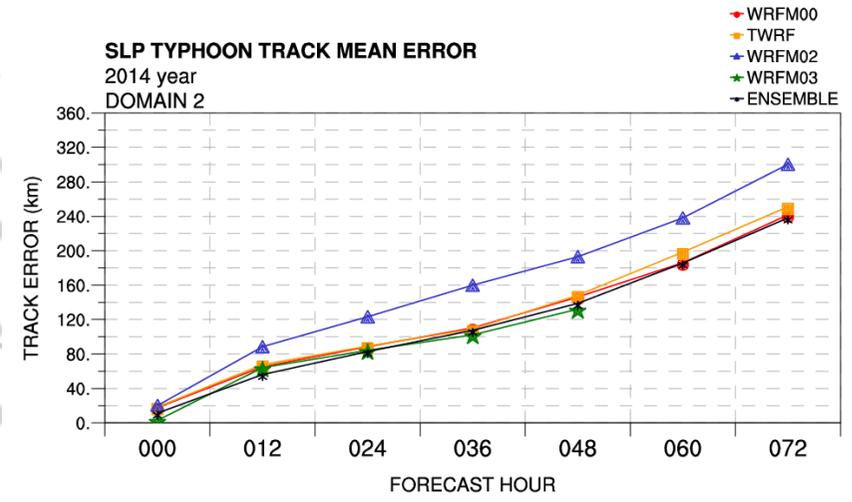
THANK YOU



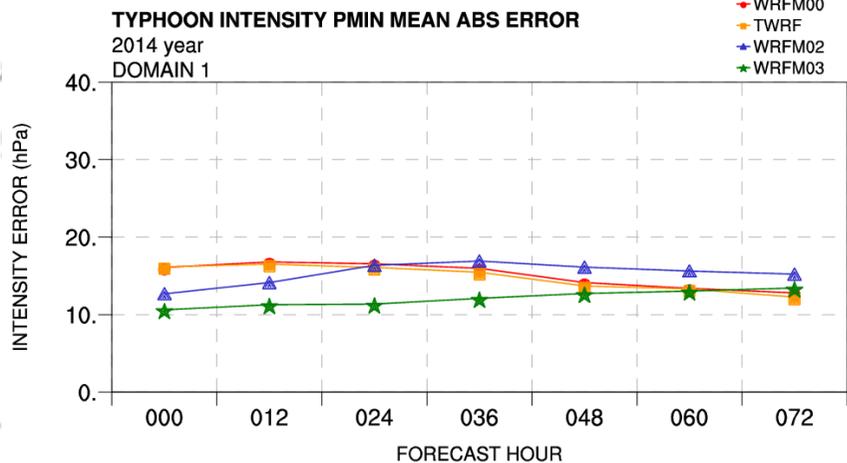
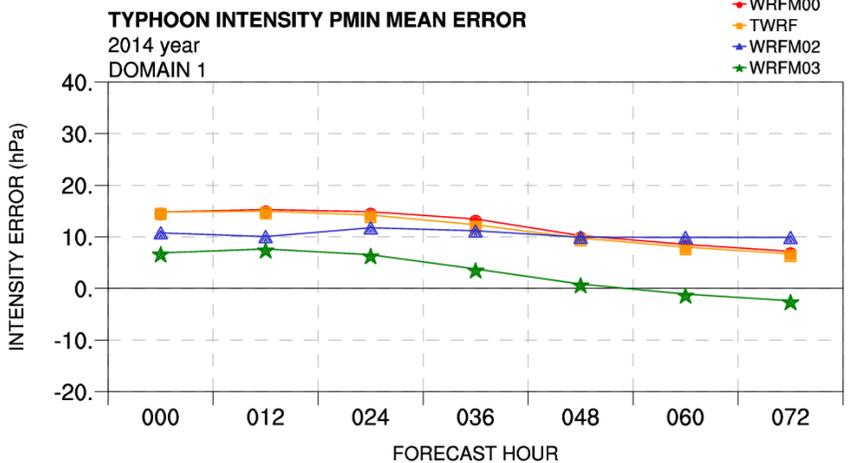
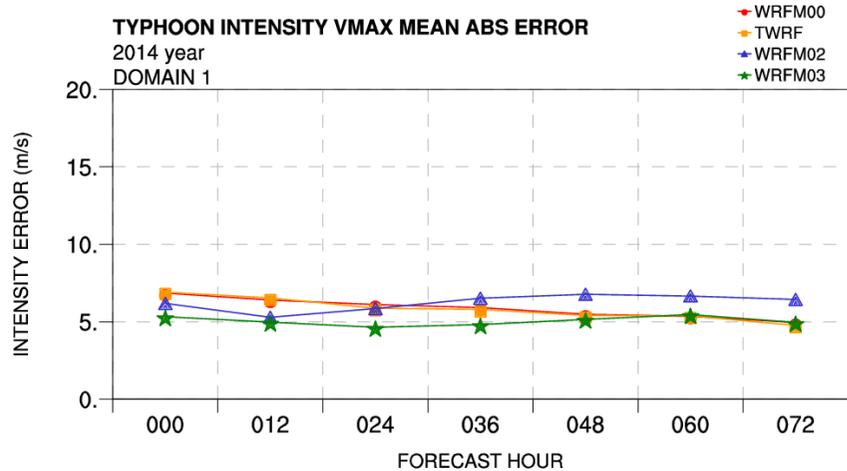
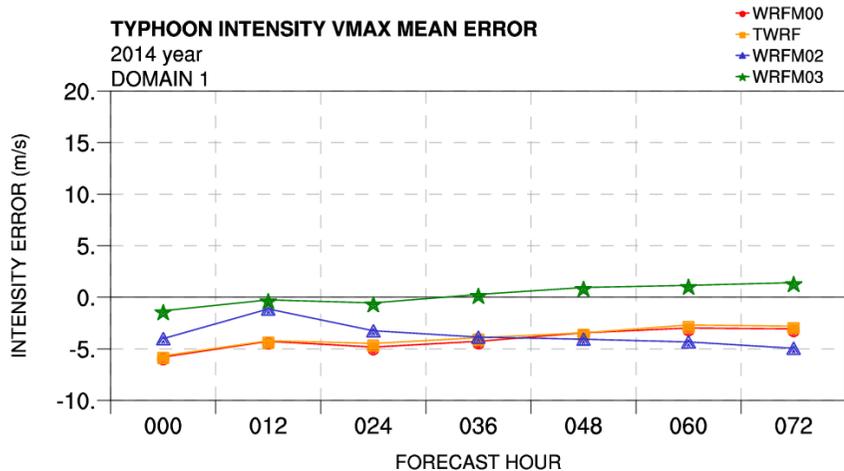
Member/Tau	000	012	024	036	048	060	072
WRFM00	21.6(177)	70.0(153)	82.1(139)	100.1(126)	127.8(116)	161.3(107)	221.2(97)
TWRF	22.7(177)	67.1(154)	86.2(137)	102.3(125)	124.9(115)	166.0(104)	226.4(96)
WRFM02	25.0(176)	86.9(154)	121.3(140)	154.2(125)	185.2(113)	219.2(104)	279.1(94)
WRFM03	21.0(173)	64.3(153)	76.7(139)	96.7(127)	123.6(119)	160.1(110)	220.5(100)
ENSEMBLE	18.6(174)	52.2(152)	71.5(138)	96.2(125)	120.5(115)	153.0(105)	210.1(93)

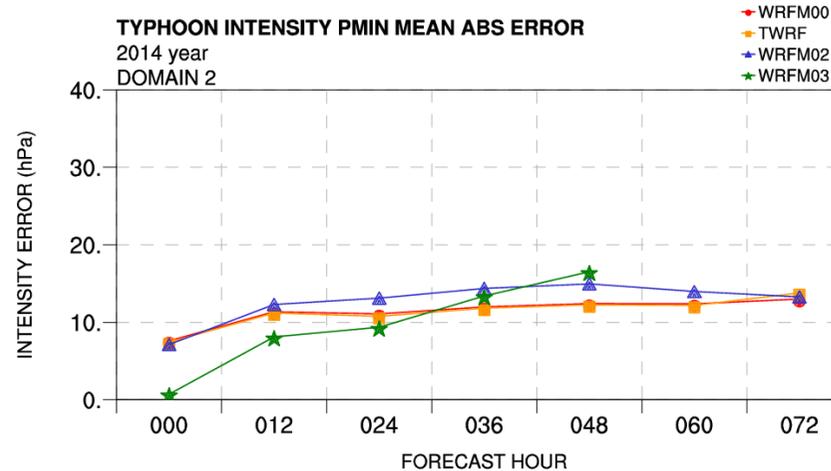
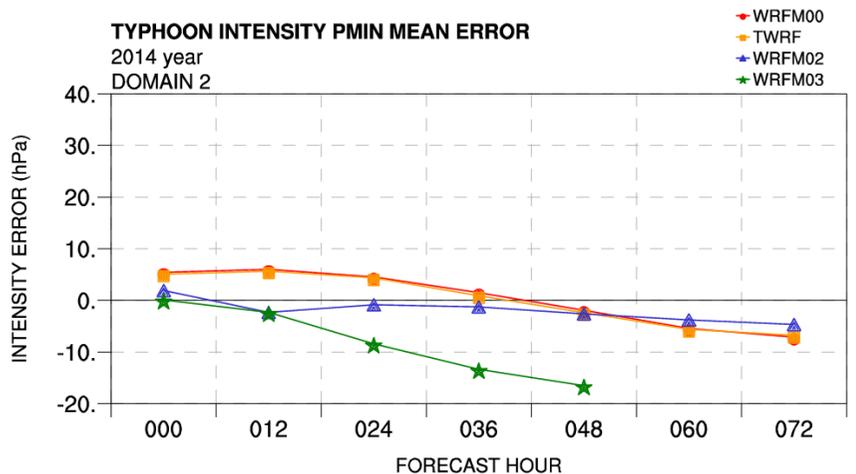
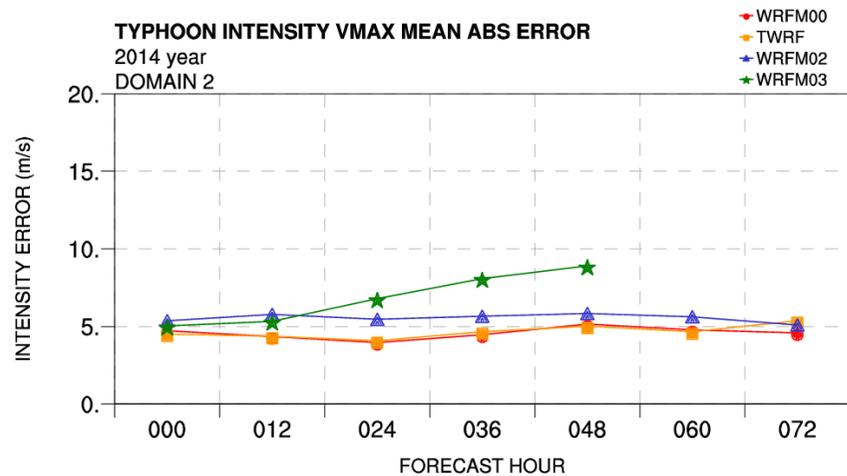
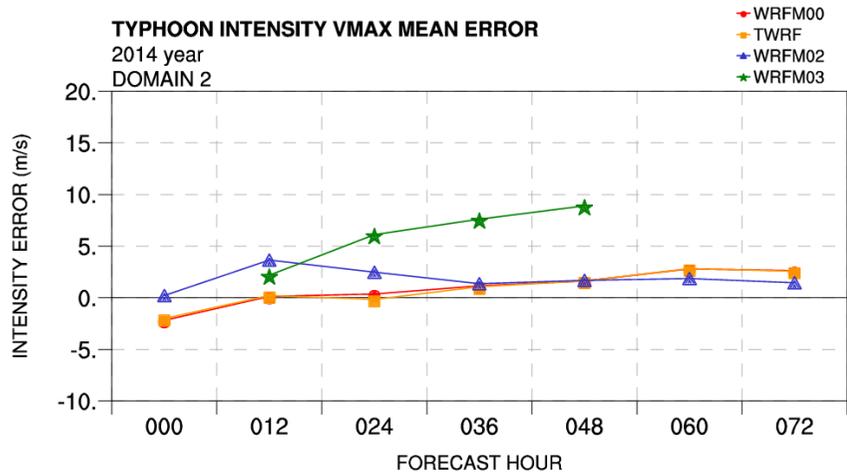


Member/Tau	000	012	024	036	048	060	072
WRFM00	17.0(177)	65.6(151)	75.3(134)	95.3(119)	130.9(110)	177.6(100)	227.4(90)
TWRF	16.9(177)	66.0(151)	81.2(132)	96.1(117)	134.3(104)	184.5(96)	243.1(86)
WRFM02	21.6(176)	84.6(149)	118.4(132)	148.1(118)	176.0(105)	221.7(97)	288.9(88)
WRFM03	3.0(173)	65.8(149)	77.7(129)	99.6(115)	121.0(103)	-999.0(0)	-999.0(0)
ENSEMBLE	10.8(174)	51.5(149)	69.7(131)	94.8(117)	126.6(104)	169.6(85)	224.7(78)



Member/Tau	000	012	024	036	048	060	072
WRFM00	17.8(177)	65.4(154)	88.4(135)	110.3(120)	146.3(111)	185.9(101)	241.7(91)
TWRF	18.4(177)	67.7(153)	89.1(134)	108.9(119)	148.5(108)	198.3(99)	251.0(90)
WRFM02	20.4(176)	88.6(151)	123.2(132)	159.9(119)	192.9(110)	238.0(101)	300.5(91)
WRFM03	2.9(173)	64.0(152)	84.1(132)	102.3(117)	132.1(107)	-999.0(0)	-999.0(0)
ENSEMBLE	11.3(174)	56.0(152)	82.8(134)	107.4(119)	138.8(107)	185.5(90)	238.0(81)





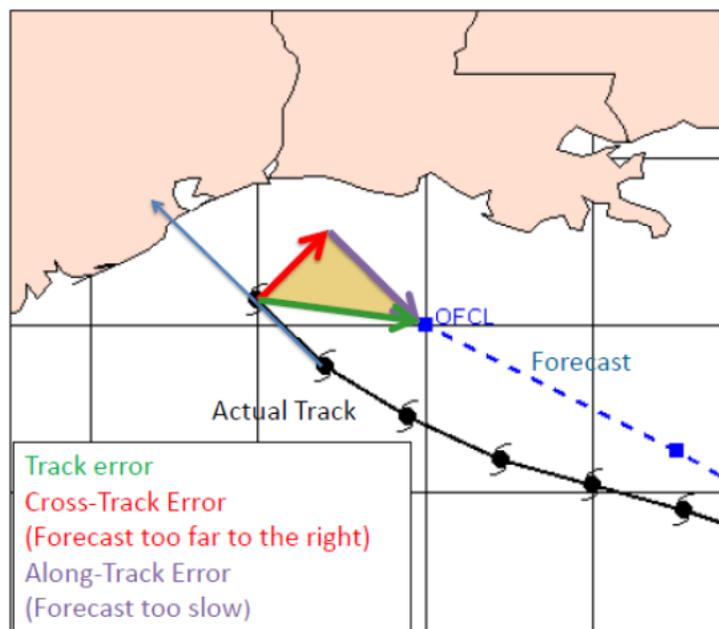


Figure 3: Schematic of computation of track errors, including overall error (green), cross-track, and along-track errors. (After J. Franklin).