



暴潮模擬與預警系統之研究

廖建明、陳思樺、楊文昌、賴堅戊、吳季莊

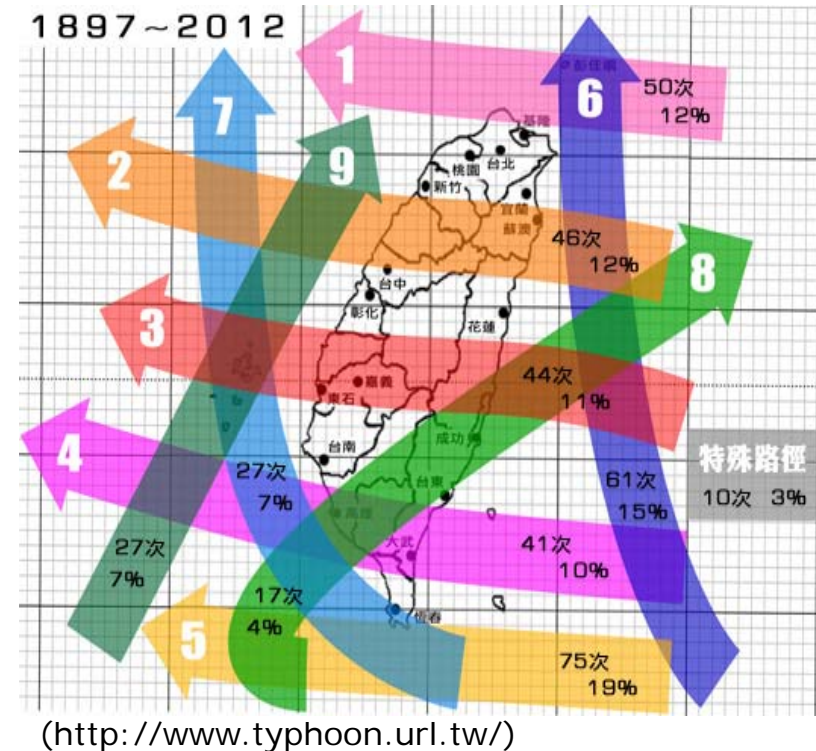
台灣海洋科技研究中心

蕭玲鳳、蔡金成

台灣颱風洪水研究中心

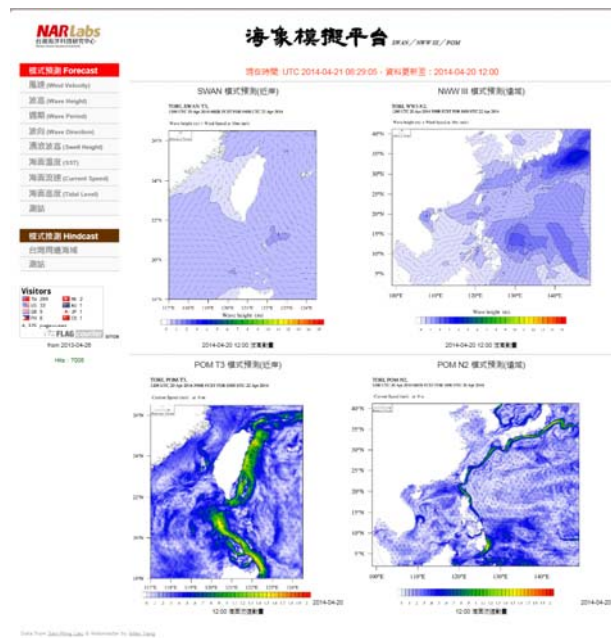
研究目的

- ◎ 根據1897至2012年的侵台颱風資料統計，平均每年有3.43個颱風會直接侵襲台灣。
- ◎ 颱風不僅帶來強風豪雨，在海岸地區更是會產生暴潮與巨浪侵襲，提高下游水位造成沿海低窪地區洪水無法宣洩或海水倒灌災害。

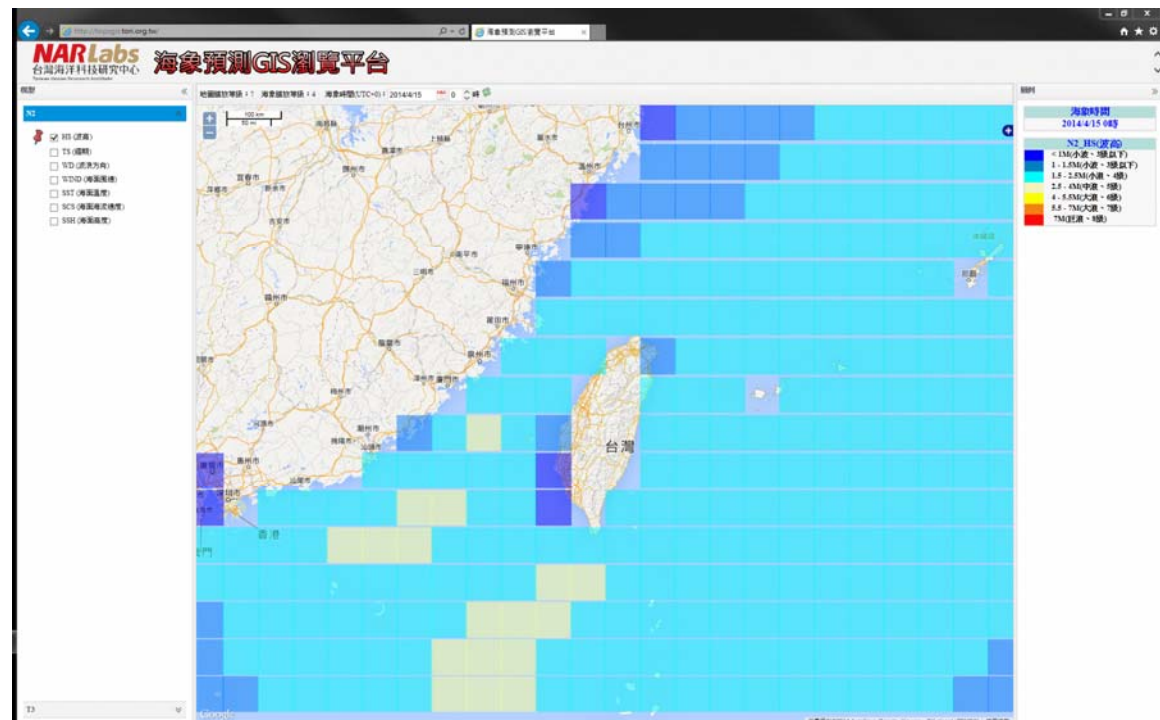


暴潮模擬預測

- 利用海洋中心已經建立海象模擬預測平台之基礎，增加環台暴潮預測模式，以期於颱風侵襲期間提供精確的海岸水位，提升洪泛預測精度，強化防災業務之落實。

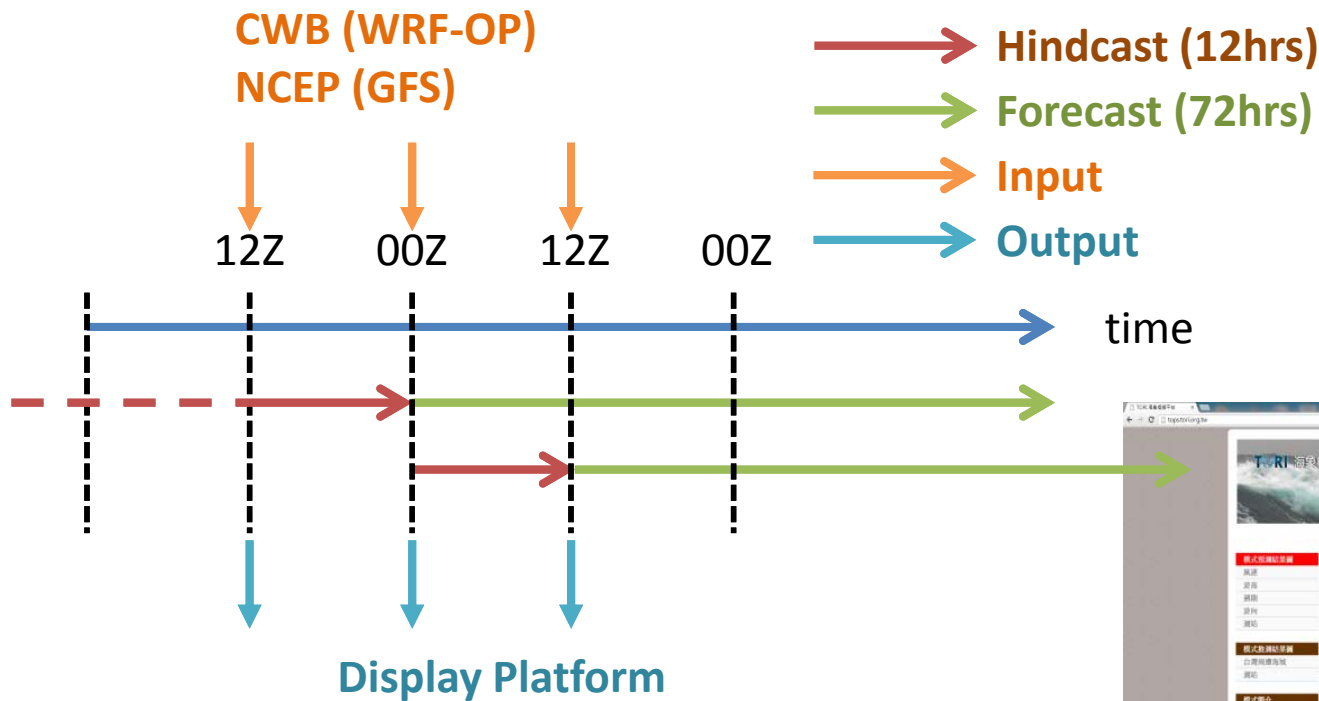


<http://tops.tori.org.tw>



<http://topsgis.tori.org.tw>

海象模擬預測平台



海象預測實驗作業化程序
(每日兩次、每次預測72小時)



海象預測平台 <http://tops.tori.org.tw>

NAR Labs 財團法人國家實驗研究院 **TORI** 台灣海洋科技研究中心
National Applied Research Laboratories Taiwan Ocean Research Institute

風浪預測模式

◆ NOAA WaveWatch III (NWW III), SWAN

- 波浪作用力平衡方程式

$$\underbrace{\frac{\partial}{\partial t} N}_{\text{Change in time}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial x} (c_x N) + \frac{\partial}{\partial y} (c_y N)}_{\text{Advection in spatial space}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial \sigma} (c_\theta N)}_{\text{Refraction due to depth}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial \theta} (c_\sigma N)}_{\text{Refraction due to currents}} = \underbrace{S_{tot}}_{\text{Total source term}}$$

Advection in spectral space

- 能量源函數

$$S_{tot} = \underbrace{S_{in} + S_{nl4} + S_{ds}}_{\text{Deep water source terms}} + \underbrace{S_{nl3} + S_{br} + S_{bf} + S_{bg}}_{\text{Shallow water source terms}}$$

海流預測模式

◆ Princeton Ocean Model (POM)

- sigma座標系統-Philip(1957)

$$x^* = x \quad y^* = y \quad t^* = t$$

$$\sigma = \frac{(z - \eta)}{(H + \eta)}$$

- 座標轉換後之控制方程式

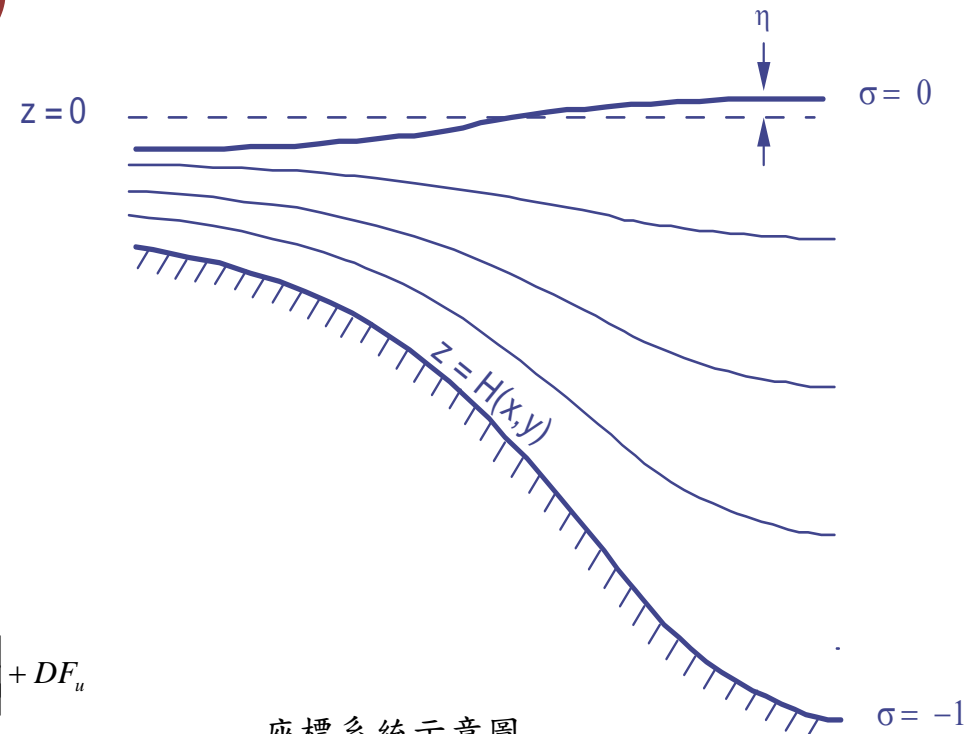
$$\frac{\partial DU}{\partial x^*} + \frac{\partial DV}{\partial y^*} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} + \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial UD}{\partial t^*} + \frac{\partial U^2 D}{\partial x^*} + \frac{\partial UV D}{\partial y^*} + \frac{\partial U \omega}{\partial \sigma} - fVD$$

$$+ gD \frac{\partial \eta}{\partial x^*} + \frac{gD^2}{\rho_0} \int_{\sigma}^0 \left[\frac{\partial \rho}{\partial x^*} - \frac{\sigma}{D} \frac{\partial D}{\partial x^*} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} \right] d\sigma = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma} \right] + DF_u$$

$$\frac{\partial VD}{\partial t^*} + \frac{\partial UV D}{\partial x^*} + \frac{\partial V^2 D}{\partial y^*} + \frac{\partial V \omega}{\partial \sigma} + fUD$$

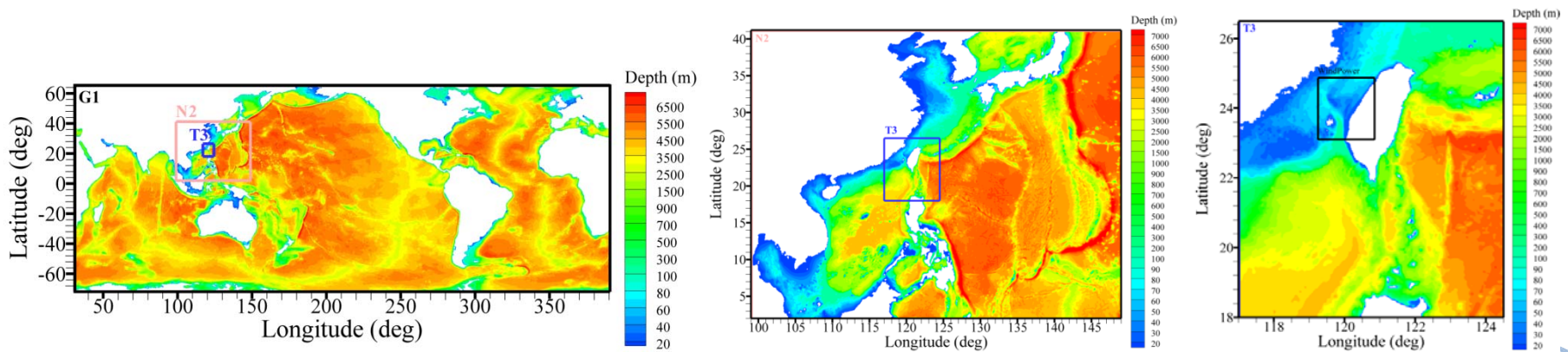
$$+ gD \frac{\partial \eta}{\partial y^*} + \frac{gD^2}{\rho_0} \int_{\sigma}^0 \left[\frac{\partial \rho}{\partial y^*} - \frac{\sigma}{D} \frac{\partial D}{\partial y^*} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} \right] d\sigma = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_M}{D} \frac{\partial V}{\partial \sigma} \right] + DF_v$$



座標系統示意圖
sigma座標系統-Philip(1957)

海象預測模式設定

模式	模式範圍	解析度(deg)	地形水深	海面通量邊界	計算時間	巢狀邊界更新時間
G1	180E~180W, 70N~75S	1/4	ETOPO1	NCEP/NCAR Reanalysis 1, 每六小時	每日 00Z, 12Z	無
N2	99E~149E, 2N~41.2N	0.08	ETOPO1	NCEP/CWB 每6/1小時	每日 00Z, 12Z	六小時
T3	117E~124.5E, 18N~26.5N	0.02	海洋資料庫 500m	NCEP/CWB 每6/1小時	每日 00Z, 12Z	時平均

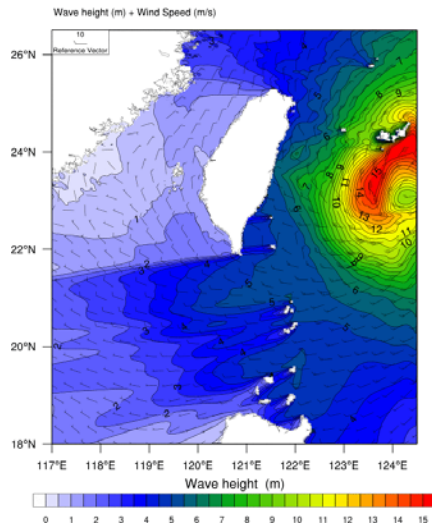


模式巢狀計算範圍與地形水深圖

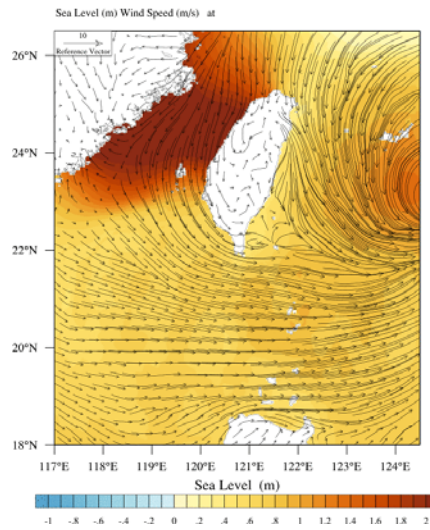
巢狀計算順序

暴潮模擬結果 (結合颱風大氣模式)

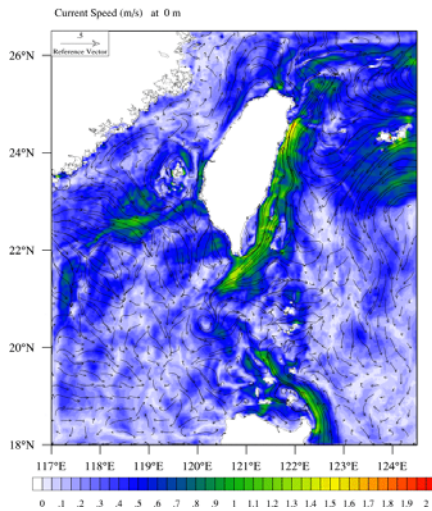
TORI, SWAN-T3, 0600 UTC 12 Jul 2013



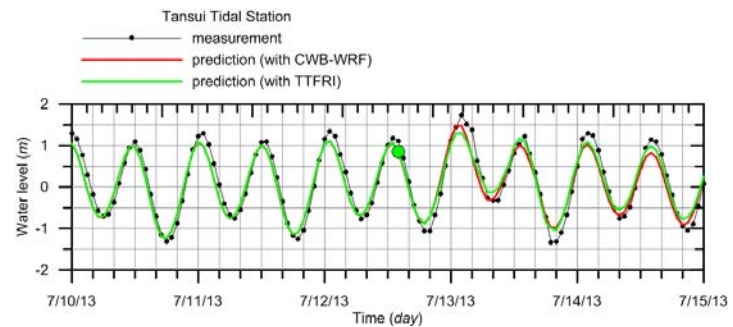
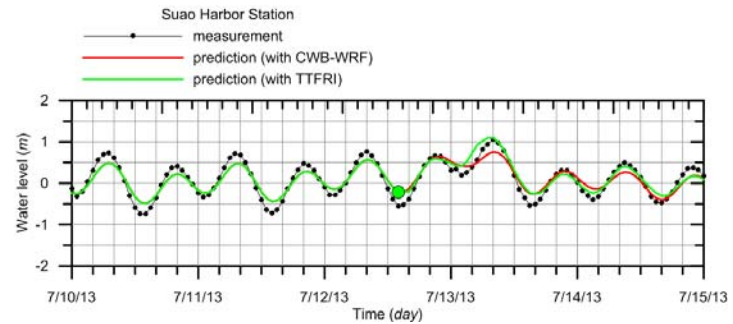
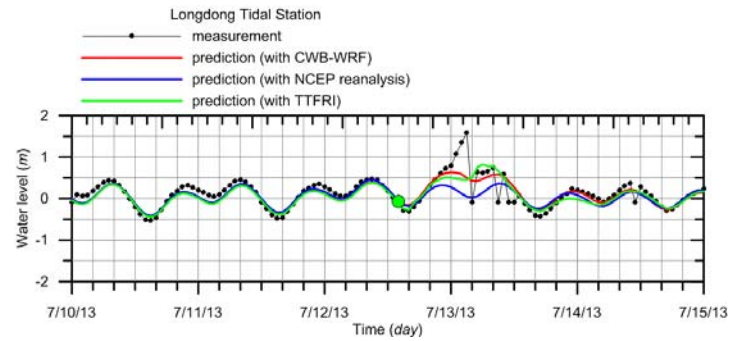
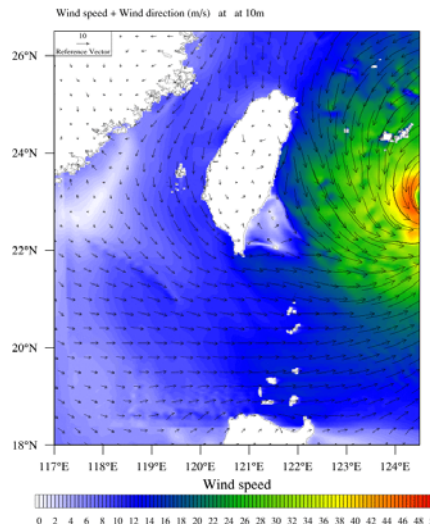
TORI, POM-T3, 0600 UTC 12 Jul 2013



TORI, POM-T3, 0600 UTC 12 Jul 2013

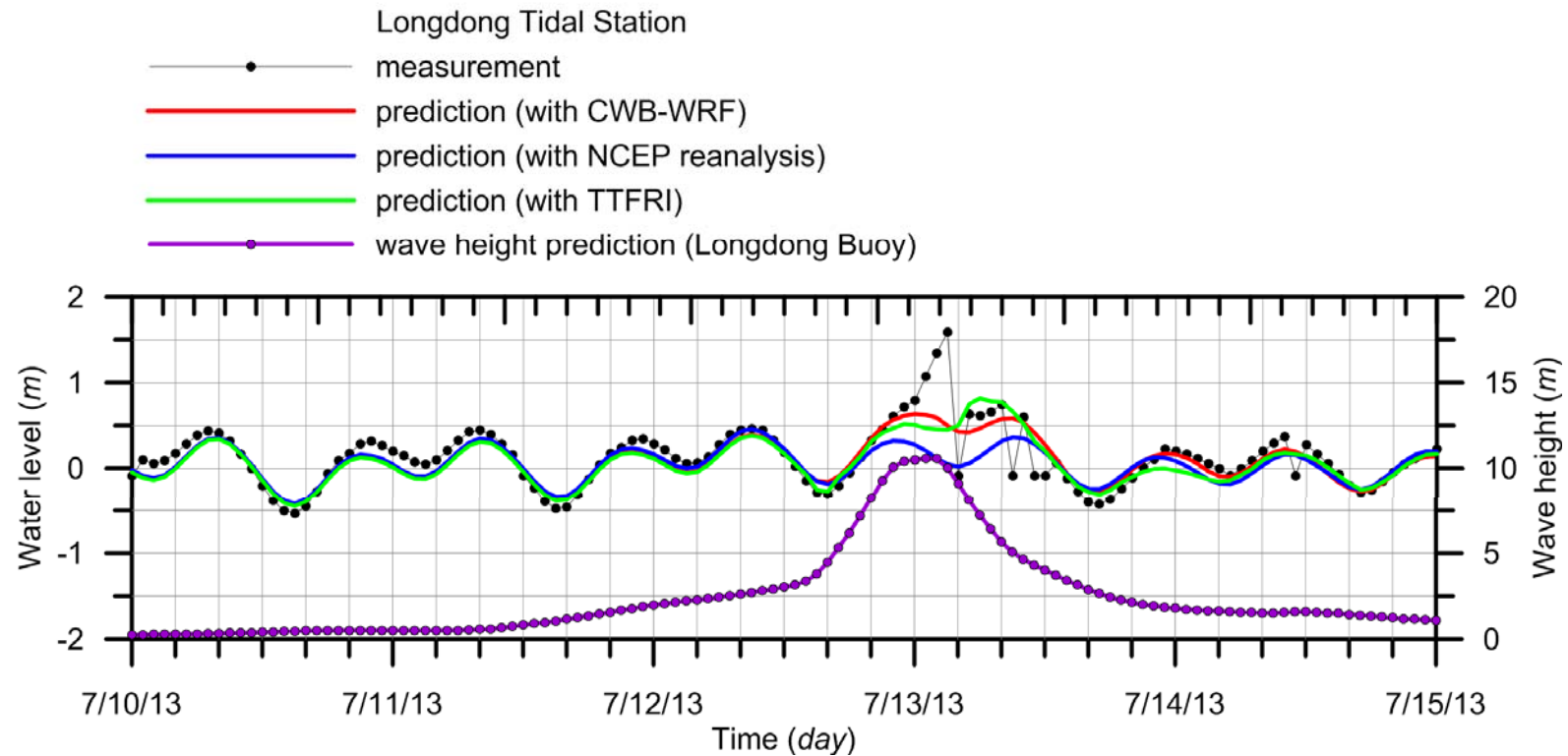


TORI, POM-T3 (TTFRI-WRF), 0600 UTC 12 Jul 2013

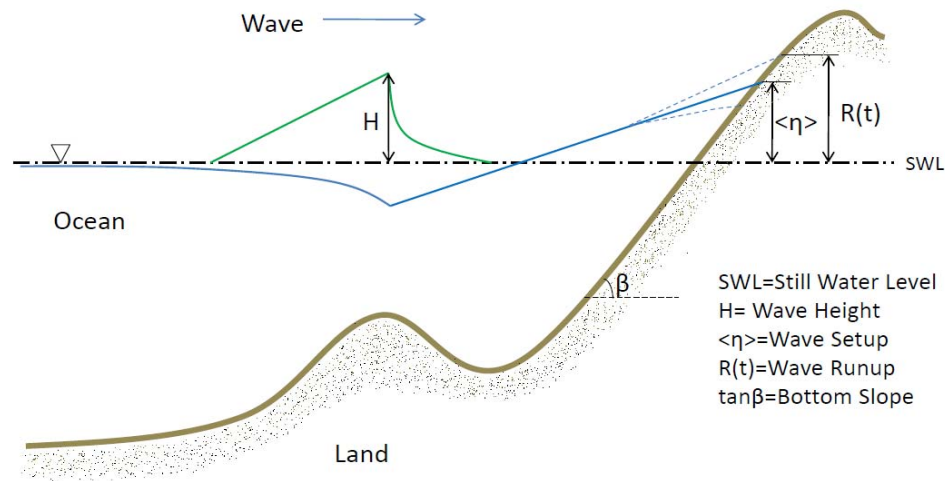


暴潮模擬結果

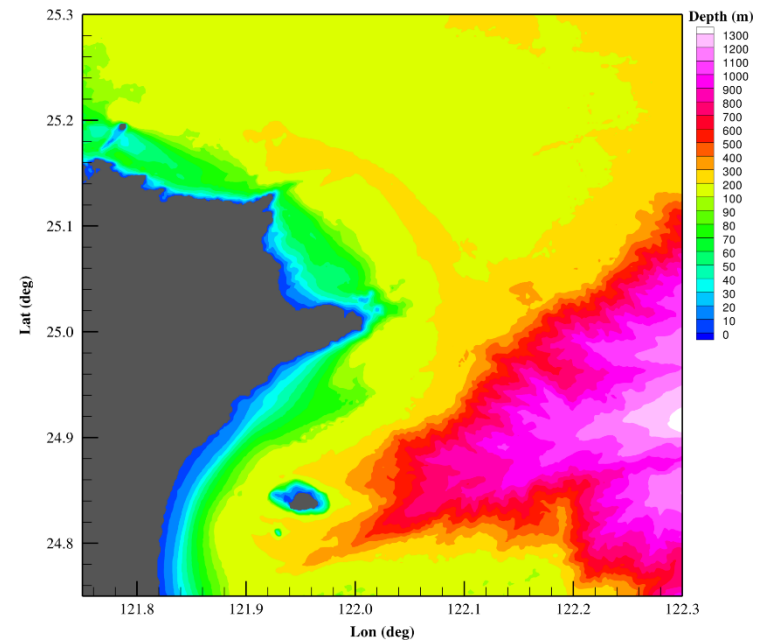
- 使用不同大氣資料解析度造成暴潮推算的差異比較



波浪溯升對於海岸水位推算的影響



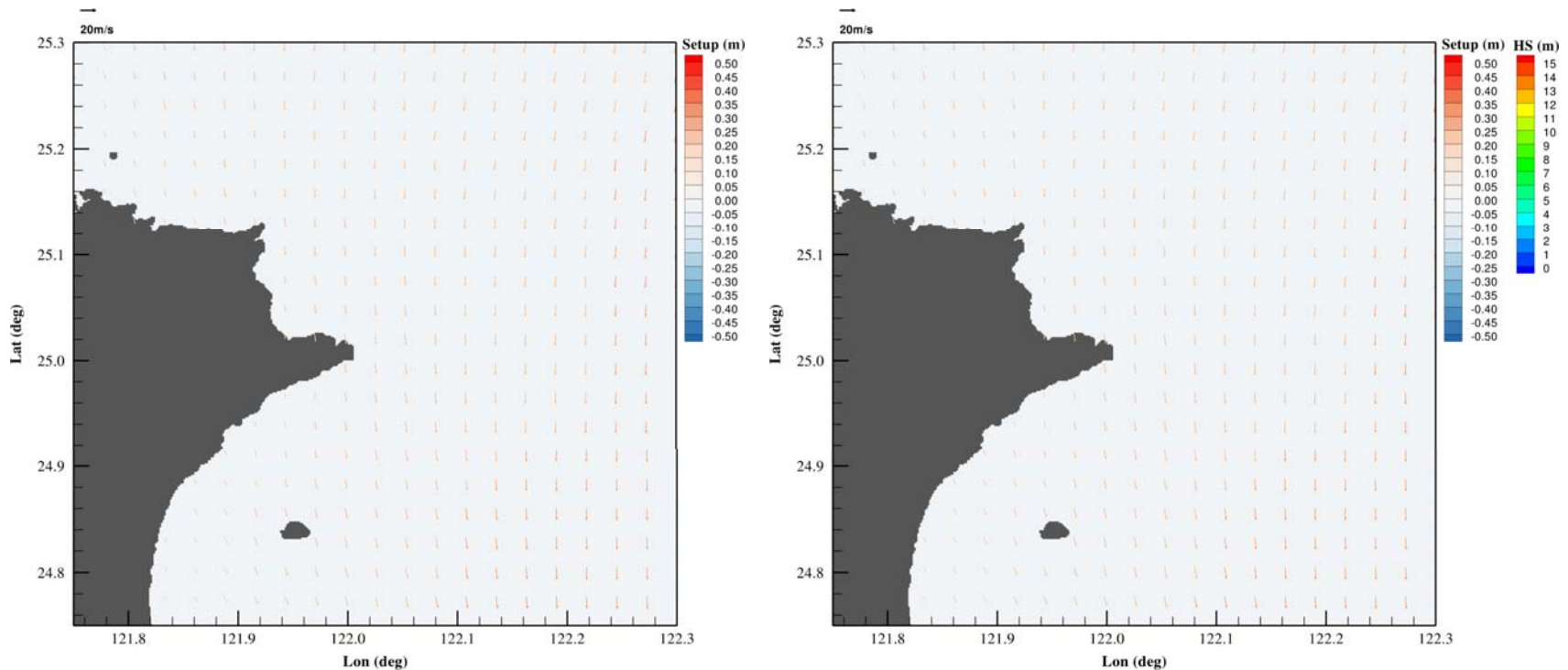
圖片資料來源：<http://www.hurricanesociety.org/society/impacts/stormsurge/>



台灣東北海域近岸SWAN波浪與溯升模式
(100、50公尺格網解析度)

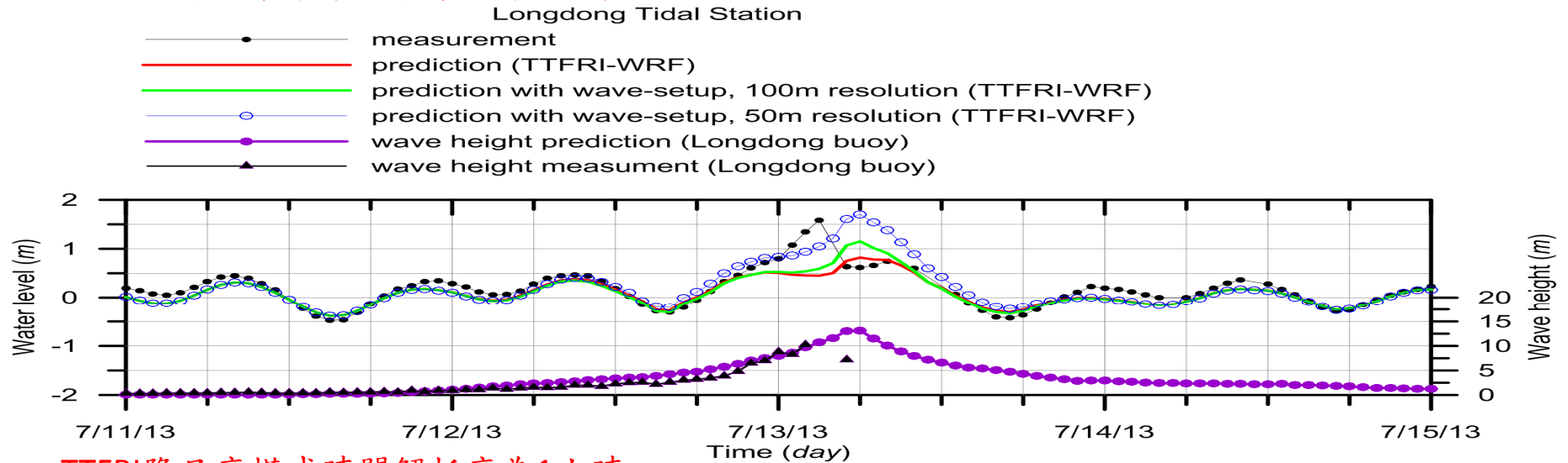
颱風巨浪引起東北海岸水位溯升

2013年蘇力颱風經過台灣東北海域導致波高急速增高，東北沿海受巨浪侵襲下亦引起海岸水位增高

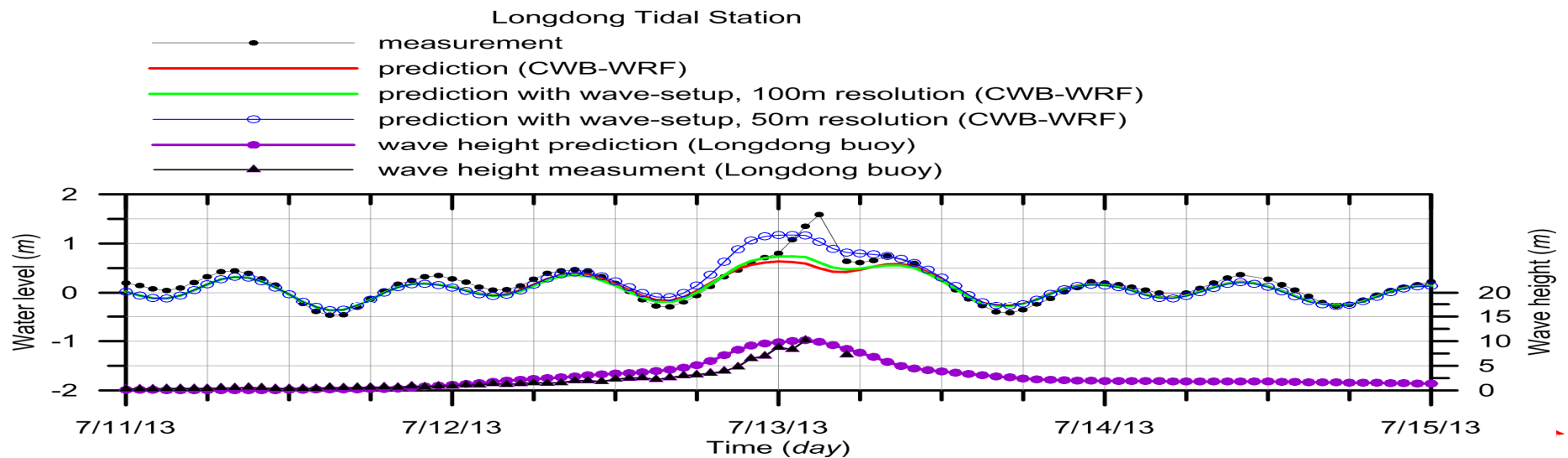


暴潮模擬結果比較

- CWB模式分析場時間解析度為6小時

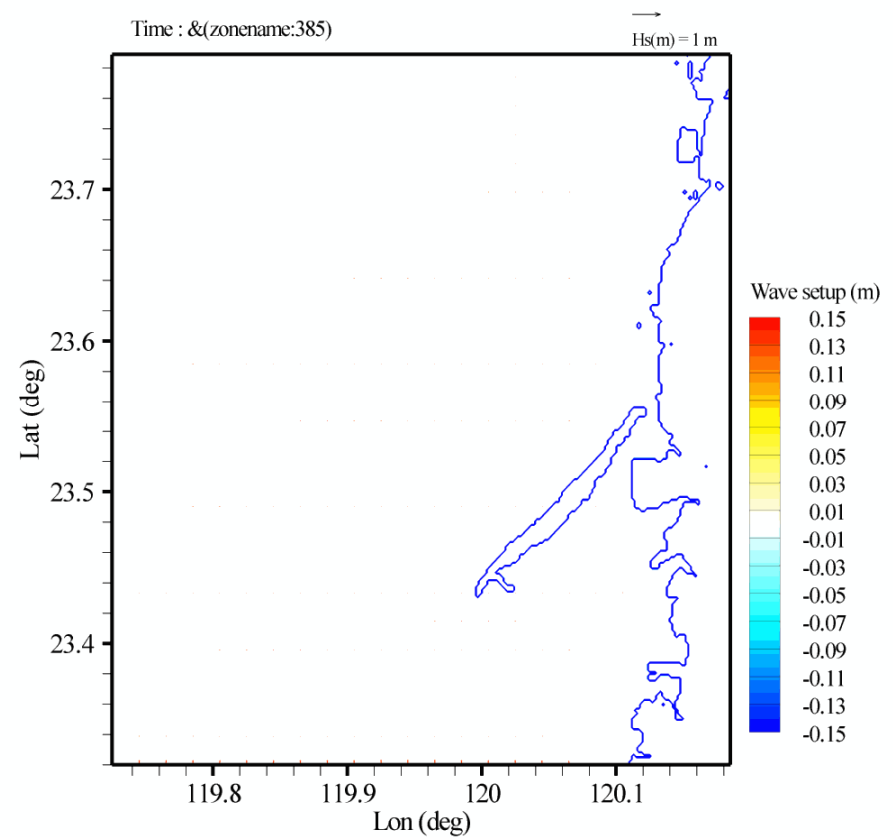
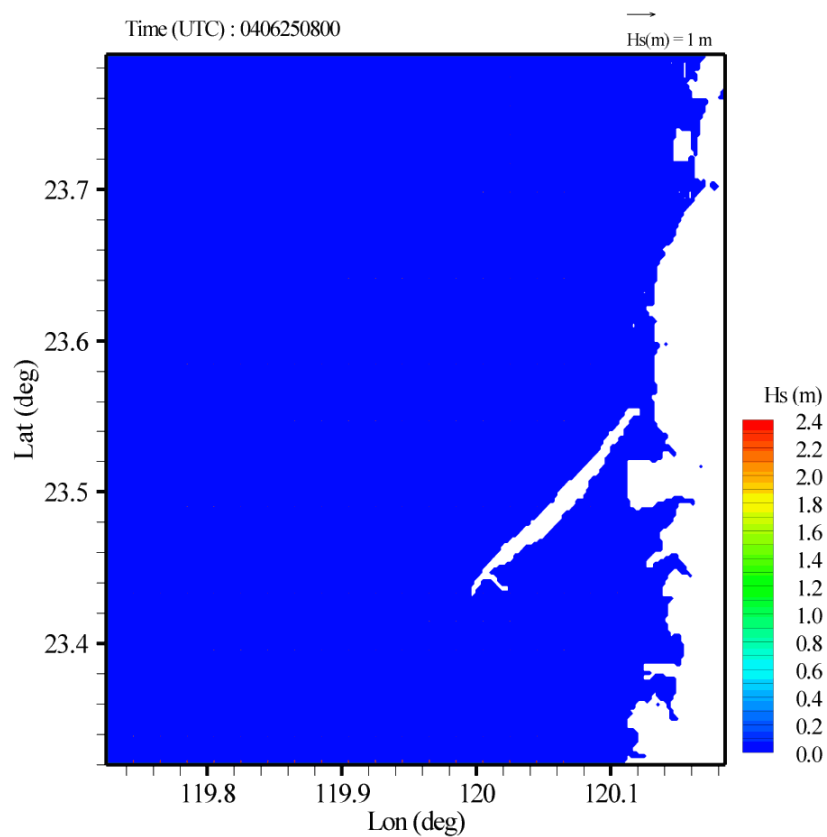


- TTFRI降尺度模式時間解析度為1小時



颱風巨浪引起西南海岸水位溯升

2004年敏督利颱風過後引進強烈西南氣流導致西南海域波高增高，嘉義沿海受巨浪侵襲下亦引起海岸水位增高



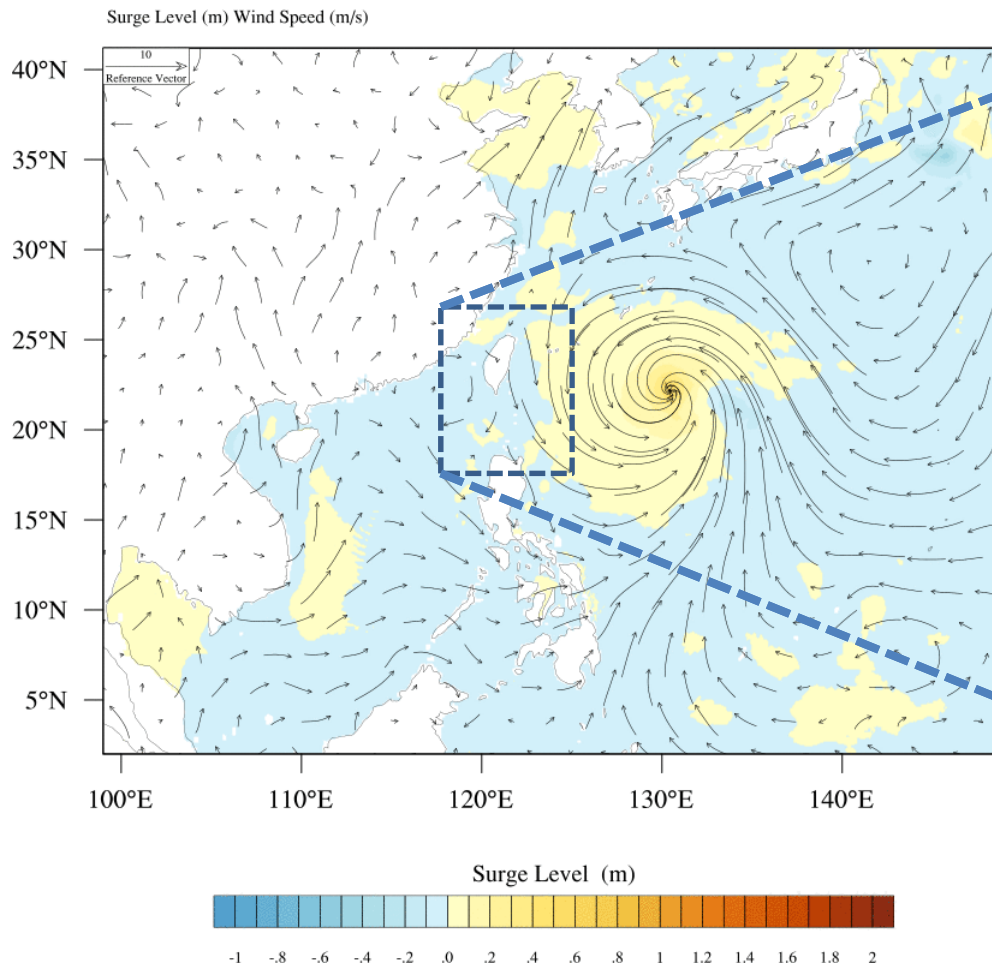
結論

- 本研究利用國研院海洋中心海象預測平台之數值模式架構進行蘇力颱風侵襲台灣海域時所引致的波浪、天文潮、暴潮及波揚水位模擬，其結果顯示颱風巨浪所引致的近岸波揚水位在颱風暴潮水位模擬中是不可忽略的因素。

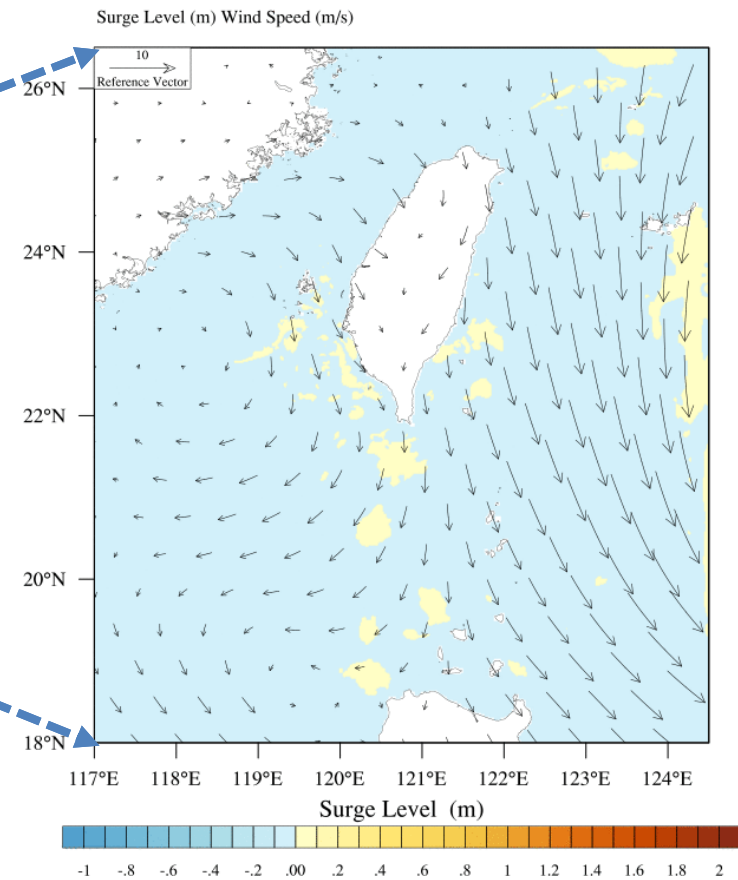
簡報結束、敬請指教

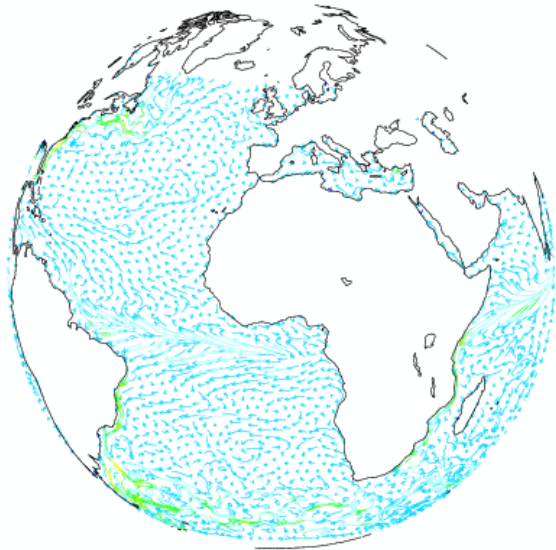
暴潮情境模擬 (超級颱風案例)：利用颱風中心所模擬的超級颱風案例模擬暴潮現象

TORI, POM-N2, 0000 UTC 11 Jul 2013



TORI, POM-T3, 0000 UTC 11 Jul 2013





簡報結束
敬請指教