



# 利用地基GPS推求大氣可降水 及年變化分析

葉大綱<sup>1</sup>、陳淑菁<sup>2</sup>、王傳盛<sup>1</sup>、洪景山<sup>3</sup>

國立台北大學 不動產與城鄉環境學系<sup>1</sup>

健行科技大學 空間資訊與防災科技研究所<sup>2</sup>

中央氣象局 氣象資訊中心<sup>3</sup>

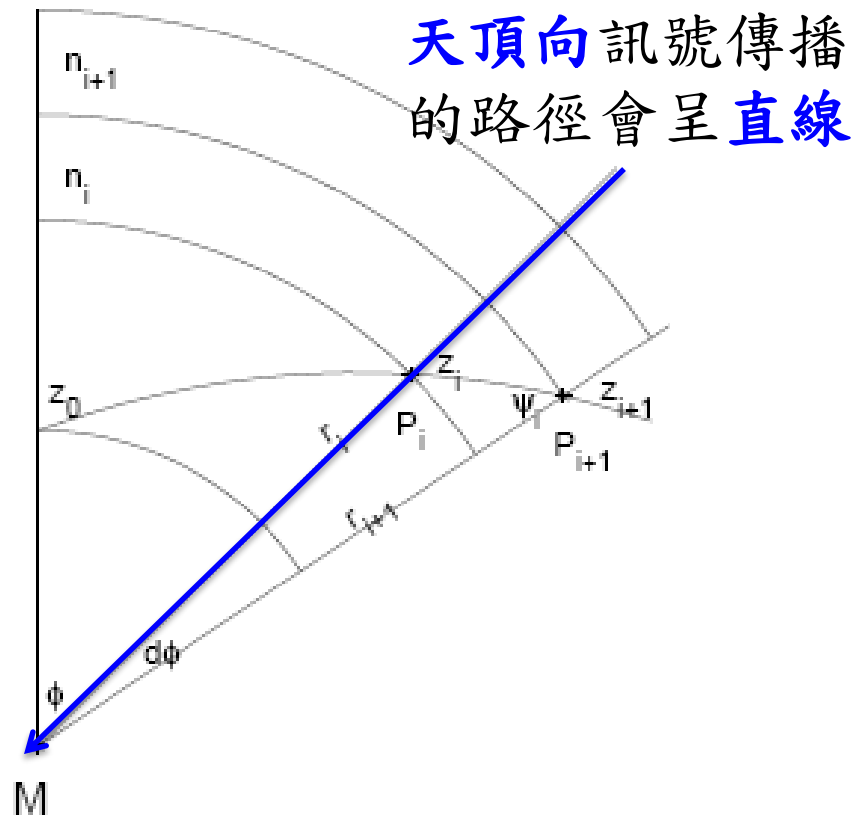
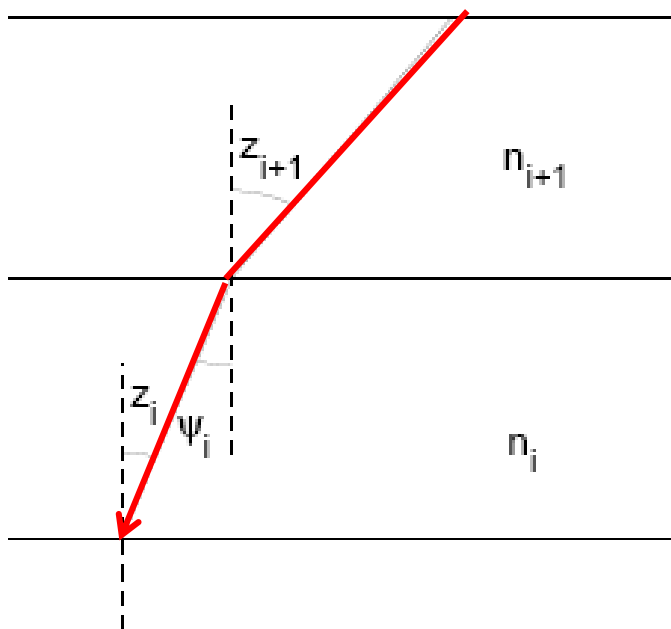


# GPS 訊號延遲現象

---

- GPS 衛星訊號在傳播的路徑中會穿過大氣層
  - 訊號在大氣中傳遞的速度比在真空中要慢
  - 訊號在大氣中傳播的路徑是曲線而非直線
- 對流層延遲誤差
  - 中性大氣層：包括對流層、平流層下部的氣體
- 電離層延遲誤差
  - 電離層：包括平流層上部、中氣層、增溫層的氣體

# 司乃耳定律



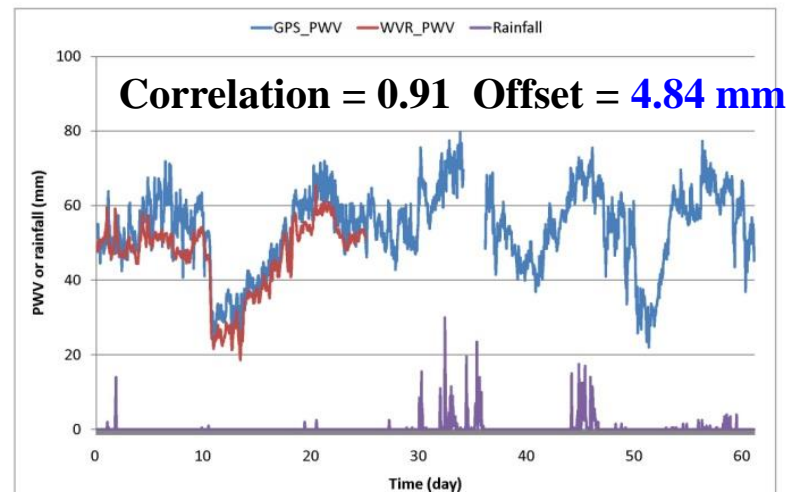
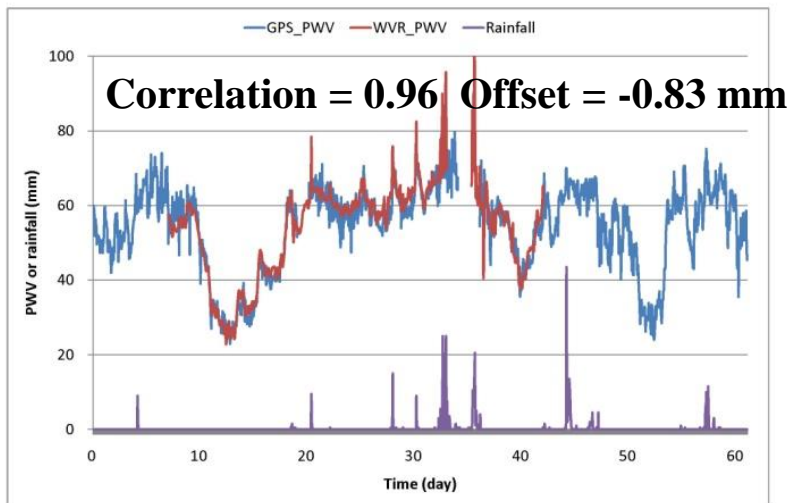
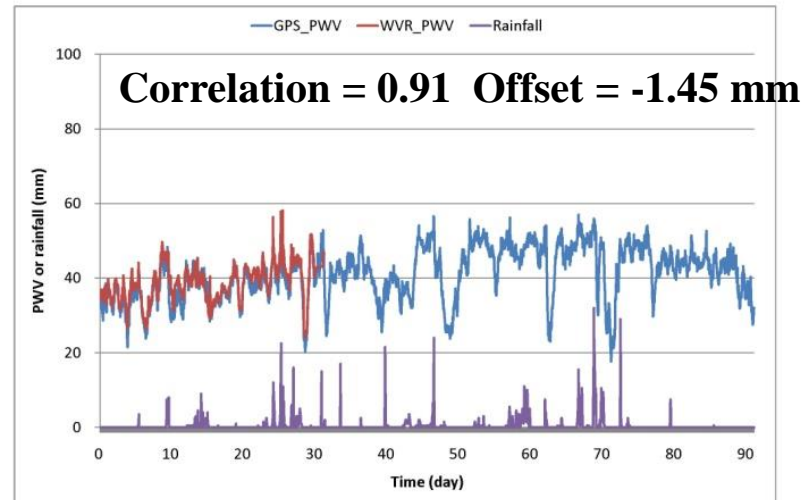
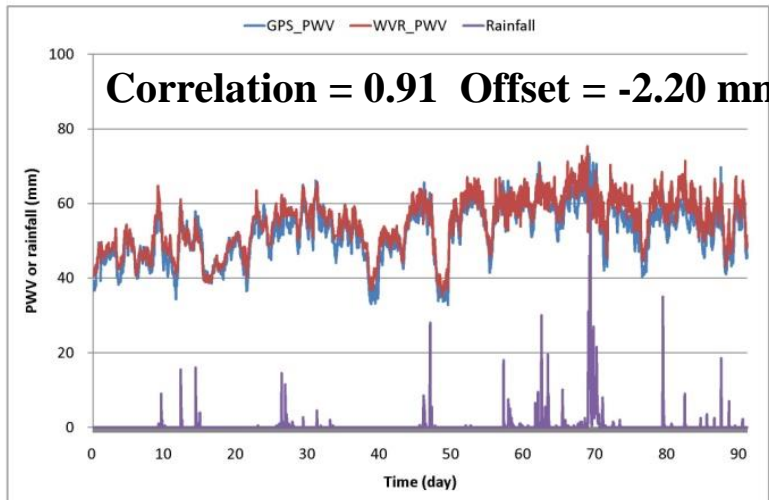


# 研究背景

---

- 在臺灣地區已有完整的地基GPS觀測網，觀測站數目達400站，其中有**150站為即時觀測站**
  - 交通部中央氣象局
  - 內政部國土測繪中心
- 利用地基GPS反演之大氣可降水量（PWV）具有相當之準確性，因此也大大提升其應用價值
  - 若與水氣微波輻射計（WVR）的觀測資料進行比對，**反演之水氣精度為1~2 mm，相關係數達0.9以上**

# GPS-PWV與WVR-PWV之比較



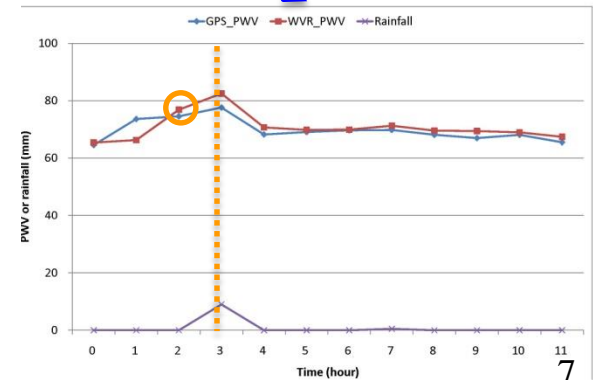
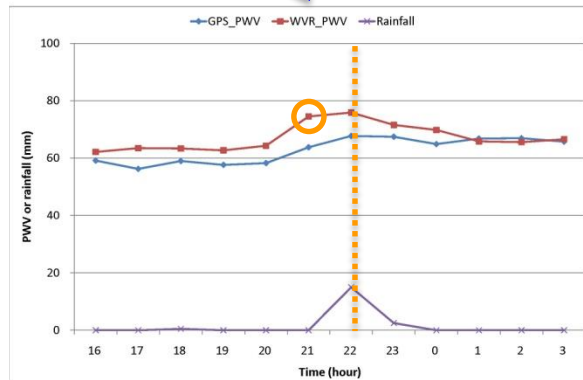
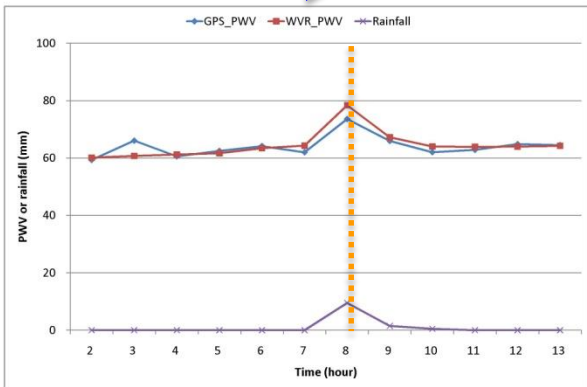
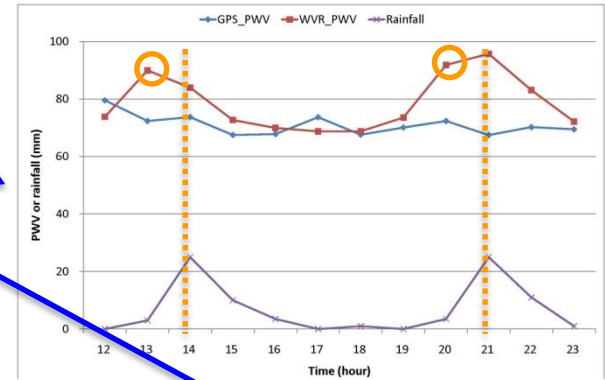
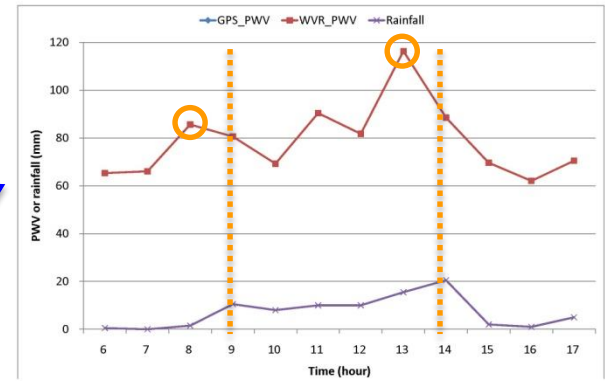
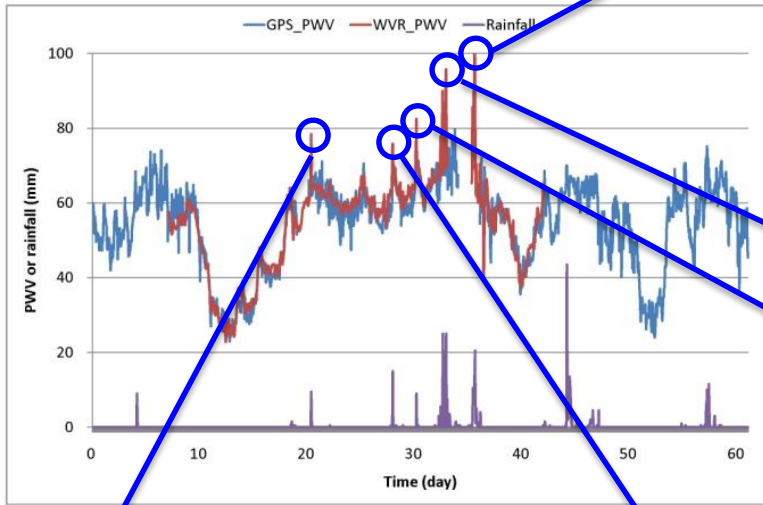


# 研究目標

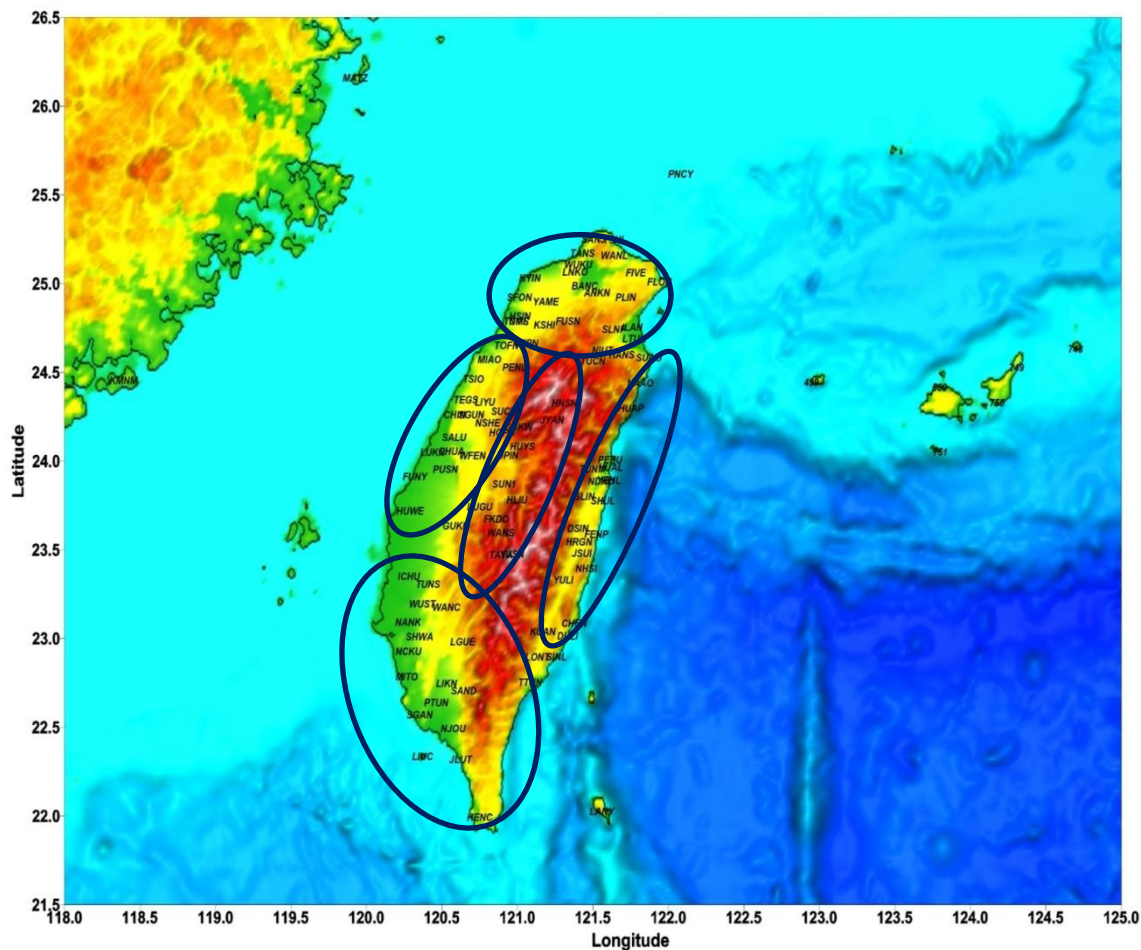
---

- 地基GPS觀測資料可提供高解析度區域模式所需之**水氣分布資訊**，此對於改善短期降水預報可扮演重要的角色
- 本研究旨在評估資料處理效能及反演的品質，以提供**高精度、高可靠度之地基GPS-PWV產品**，進而提升資料同化效能
- PWV與實際降雨量的比較
  - 短期分析
  - 長期年變化

# PWV與降雨量 之短期分析



# 2006~2011之PWV年變化分析

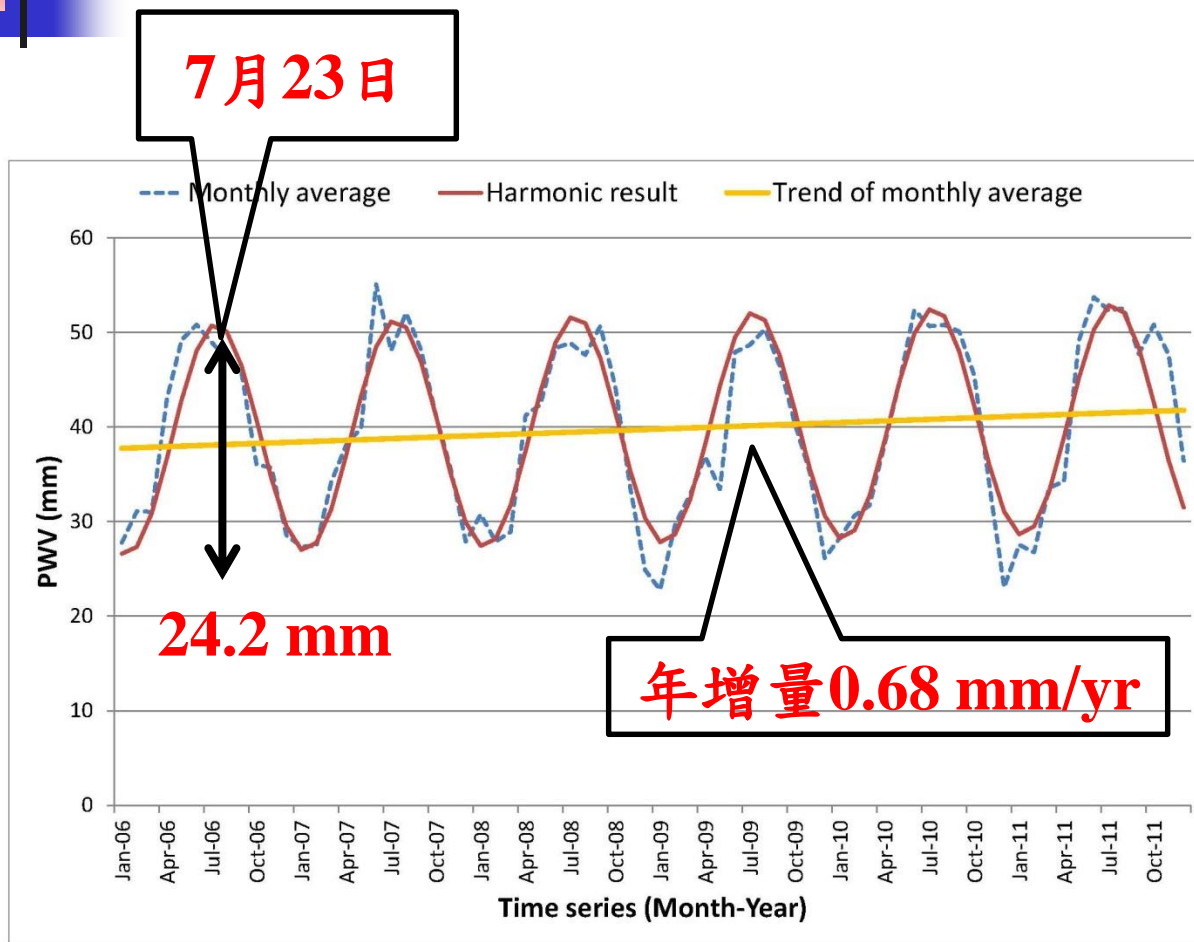


## ■ 將測站分為五區

- 北部地區
- 中部地區
- 南部地區
- 東部地區
- 山區



# 以調和分析北區之PWV



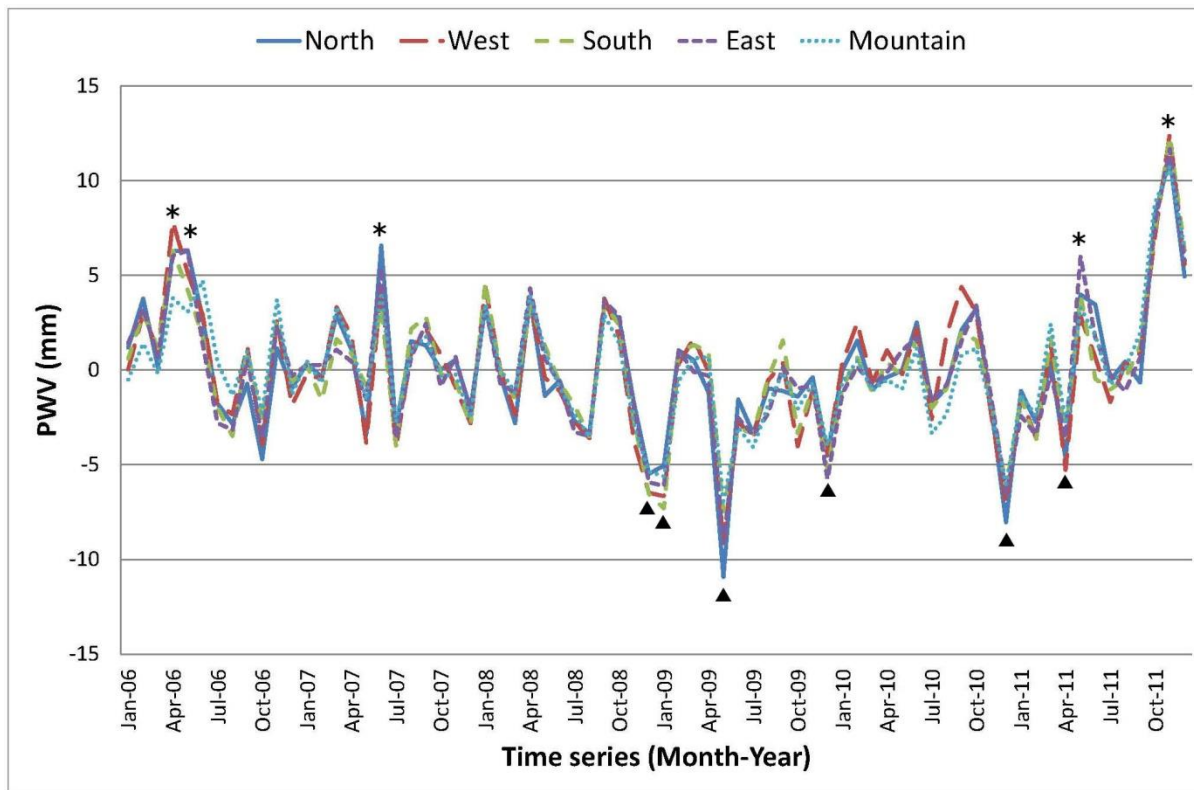
- 振幅  
■ 12.10公釐
- 相位  
■ 203.87度
- 斜率  
■ 0.0567



## 五區PWV之調和分析結果

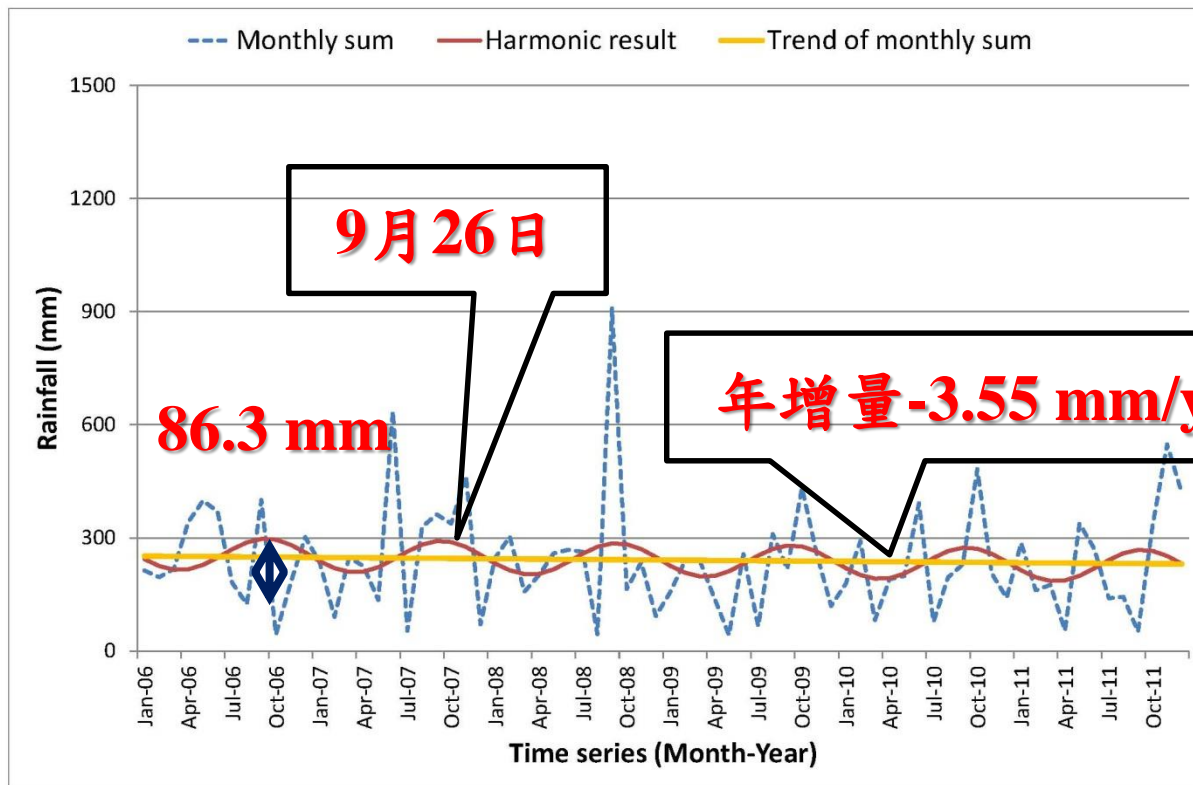
	振幅 (mm)	相位 (deg)	波峰時間 (月/日)	年增量 (mm/yr)
北部地區	12.10	203.87	7/23	<b>0.68</b>
中部地區	<b>13.10</b>	201.29	7/22	<b>0.83</b>
南部地區	<b>12.88</b>	204.99	7/25	0.71
東部地區	11.53	207.68	7/28	<b>0.67</b>
山區	10.98	203.17	7/23	0.74

# 五區月平均PWV異常值



- PWV異常高值容易發生於梅雨季節
- PWV異常低值容易發生在梅雨季節與冬季

# 以調和分析北區之降雨量

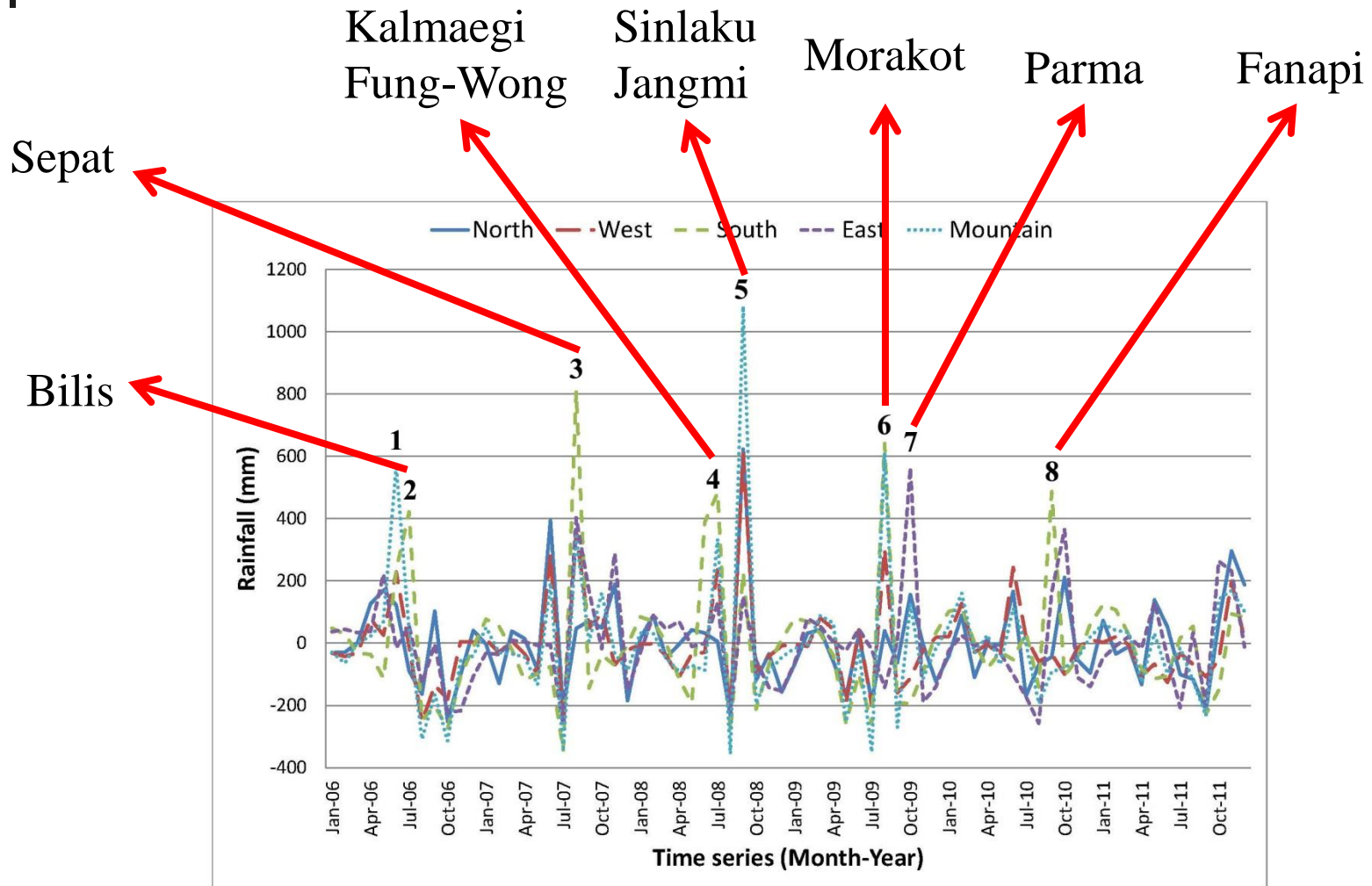


- 振幅
  - 43.14公釐
- 相位
  - 265.58度
- 斜率
  - -0.2968

# 五區降雨量之調和分析結果

	振幅 (mm)	相位 (deg)	波峰時間 (月/日)	年增量 (mm/yr)
北部地區	<b>43.14</b>	265.58	<b>9/26</b>	-3.55
中部地區	139.72	193.09	7/13	-16.15
南部地區	<b>287.77</b>	206.41	7/27	-7.27
東部地區	157.21	253.44	<b>9/13</b>	<b>7.95</b>
山區	<b>229.27</b>	207.13	7/28	-17.44

# 五區月累積降雨量異常值



# 大氣可降水服務網

- 網址 <http://gpsmet.no-ip.org/>
- 不需註冊、不需登入即可瀏覽及下載資料



## GPS精密求定 大氣可降水及服務網

應用地面GPS資料來進行大氣中可降水的研究，即是利用遙測方式來反演氣候資訊的一種方式。就目前的技術看來，其計算精度已相當接近利用探空氣球或水氣微波輻射儀的直接量測精度，但其範圍遠不及空中福衛三號的全球量測資料；但是就長期上來看，卻是一種較為經濟（地面GPS接收站多為現有且多功能，福衛三號所費不貲且有其壽命限制）、近即時（觀測資料皆可近即時獲得）且全面性（台灣本島及離島皆已覆蓋高密度的GPS連續接收站）的觀測方式。本研究即是以地面GPS接收訊號來計算對流層天頂向的濕延遲量，藉以觀察天頂向濕延遲量與地面可降雨量之間的關係。

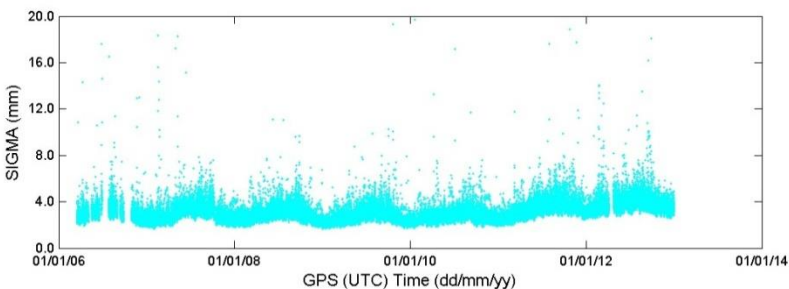
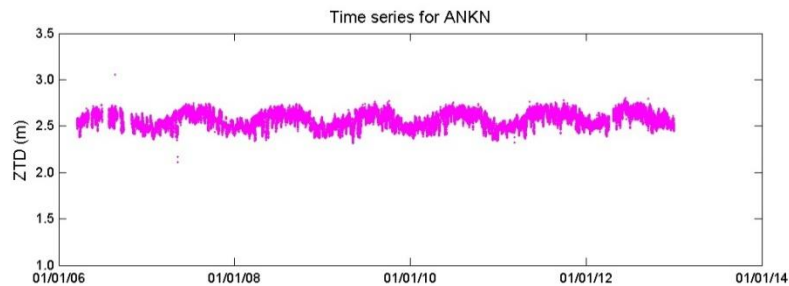
資料計算使用Bernese 5.0軟體來處理GPS觀測資料，並利用水氣微波輻射儀所觀測到的濕延遲量來驗證本研究計算之成果。研究成果顯示，水氣微波輻射儀及GPS訊號值呈現一致的趨勢，以北港站為例，兩者的相關係數達0.96，平均誤差為0.83 mm；而墾丁站的相關係數達0.91，平均誤差為4.84 mm。配合地面上雨量數據呈現出，在延遲量較高的情況下通常即有降雨的跡象，藉由數據上的統計分析了解天氣的狀態，希望對氣象的預報上提供參考的數據。未來將進一步建構台灣地區近即時性的對流層延遲及水氣含量服務網，以提供給相關領域的研究者使用，未來亦可應用於環境監控及天氣預報上，提供民生及科學研究等各領域之應用服務。

測站分佈

資料下載

# 大氣可降水服務網

- 提供**2006~2012年每小時一筆**之GPS-PWV資料
- 台灣本島及離島共計**100個測站**
- 長期目標朝向加入臺灣現有的大氣資料庫



2006 077 0 2006 03 18 01 ANKN	2.29470	0.17159	0.00325	2.46625
2006 077 0 2006 03 18 02 ANKN	2.29470	0.17174	0.00263	2.46641
2006 077 0 2006 03 18 03 ANKN	2.29470	0.17444	0.00256	2.46910
2006 077 0 2006 03 18 04 ANKN	2.29470	0.19678	0.00291	2.49144
2006 077 0 2006 03 18 05 ANKN	2.29470	0.19864	0.00281	2.49330
2006 077 0 2006 03 18 06 ANKN	2.29470	0.18351	0.00231	2.47818
2006 077 0 2006 03 18 07 ANKN	2.29470	0.18530	0.00240	2.47996
2006 077 0 2006 03 18 08 ANKN	2.29470	0.22667	0.00248	2.52133
2006 077 0 2006 03 18 09 ANKN	2.29470	0.22585	0.00245	2.52051
2006 077 0 2006 03 18 10 ANKN	2.29470	0.23068	0.00289	2.52534
2006 077 0 2006 03 18 11 ANKN	2.29470	0.24416	0.00215	2.53882
2006 077 0 2006 03 18 12 ANKN	2.29470	0.25661	0.00269	2.55127
2006 077 0 2006 03 18 13 ANKN	2.29470	0.25098	0.00277	2.54565
2006 077 0 2006 03 18 14 ANKN	2.29470	0.24719	0.00260	2.54185
2006 077 0 2006 03 18 15 ANKN	2.29470	0.25307	0.00262	2.54774
2006 077 0 2006 03 18 16 ANKN	2.29470	0.23968	0.00385	2.53435
2006 077 0 2006 03 18 17 ANKN	2.29470	0.22159	0.00244	2.51625
2006 077 0 2006 03 18 18 ANKN	2.29470	0.21758	0.00236	2.51224
2006 077 0 2006 03 18 19 ANKN	2.29470	0.21207	0.00288	2.50673
2006 077 0 2006 03 18 20 ANKN	2.29470	0.20769	0.00263	2.50235
2006 077 0 2006 03 18 21 ANKN	2.29470	0.21071	0.00280	2.50537
2006 077 0 2006 03 18 22 ANKN	2.29470	0.21212	0.00281	2.50678
2006 077 0 2006 03 18 23 ANKN	2.29470	0.21591	0.00311	2.51058



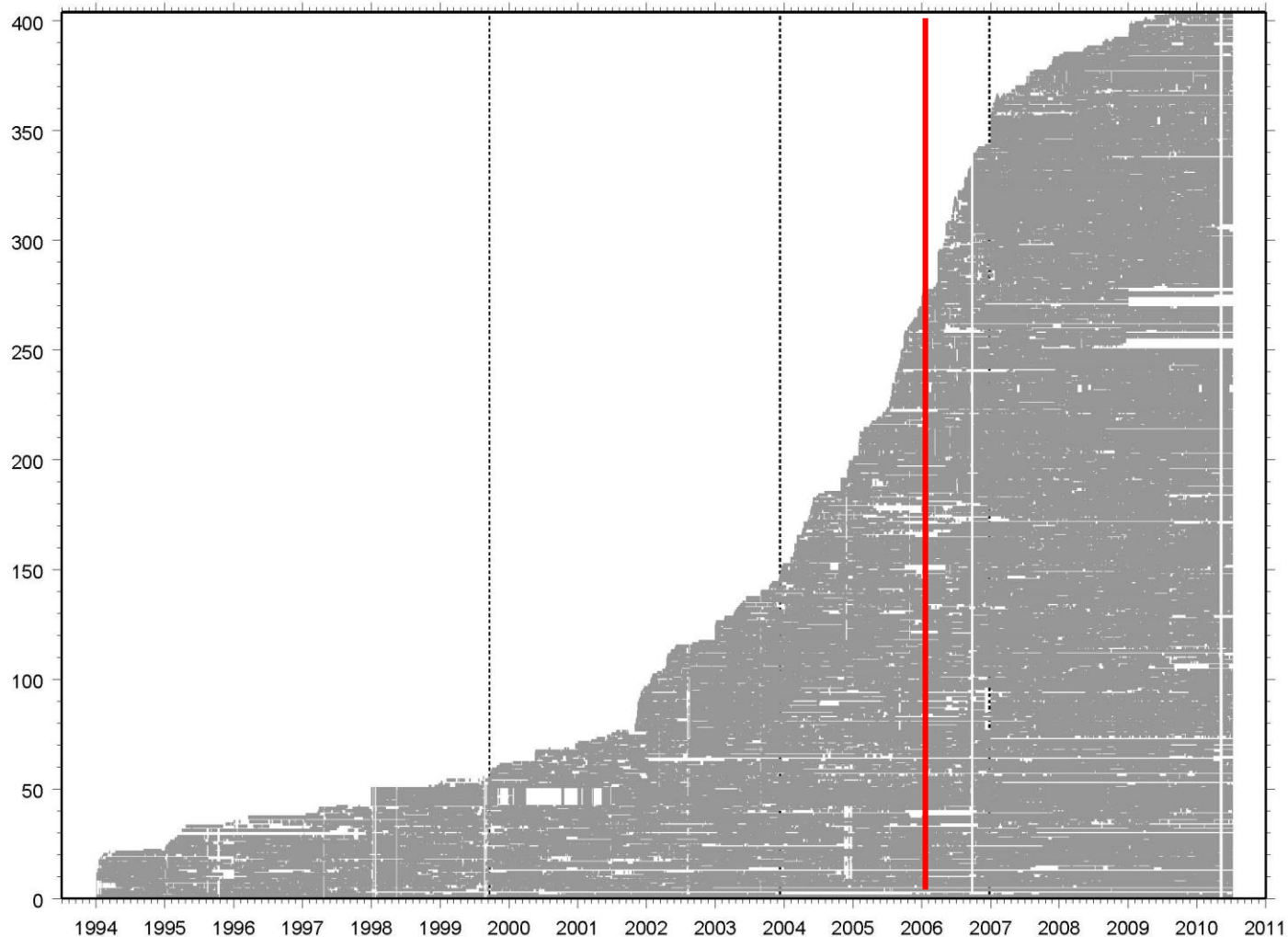
# 未來工作

## – GPS-PWV與聖嬰現象之關係

- El Nino-Southern Oscillation, ENSO
  - 冬天較乾燥
  - 2006.12~2007.02 → **2007.01~2007.03**
  - 2009.12~2010.02 → **2010.01~2010.03**
- La Nina
  - 冬天較潮濕
  - 2007.12~2008.02 → **2008.01~2008.03**
  - 2010.12~2011.02 → **2011.01~2011.03**

# 未來工作

— 計算較早期之GPS-PWV ?



# 未來工作

## — 計算全球測站之GPS-PWV ?

