

2010春季展望系列—談氣象數學建模

氣象預報 算出來的

【記者蔡永彬／台北報導】《荀子·天論》的「天行有常」與「風雨之不時，是無世而不常有之」文辭，顯示氣候變動有周而復始的規律，也有許多難以預測的變異。近年來「氣象災害」頻傳，解答或許在於嚴謹的數學模式與觀測資料分析。

國家科學委員會主辦，台灣大學物理學系暨天文物理研究所承辦，聯合報、科學月刊、科學發展月刊、Discovery頻道協辦的「2010春季展望系列演講」，正逢「世界地球日」發起40周年。已故美國天文學家Carl Sagan從太空船拍攝地球的照片中，稱地球是「一顆淡藍色的小點」，鑑於近年地球環境問題嚴重，本次主題就略為修改文字成為「一顆淡藍色的淚珠」。上周五第一場由教育部國家講座教授、台灣大學大氣科學系郭鴻基主講「問蒼茫大氣誰主浮沈？—談氣象數學建模」。

數學運算 估空氣裡的事

人們希望「風調雨順」，但天氣總難盡如人意。郭鴻基引用漢朝王充《論衡》裡的「五日一風，十日一雨。」他說，現在的科學比以前發達許多，天氣變化能不能透過數學方法，導出一個方程式研判或預估？但就算導出了方程式，又該怎麼解？

1705年，英國天文學家Edmond Halley（哈雷）運用牛頓運動定律，預測一顆在1531、1607和1682年被看到的彗星會在1758年再次回到太陽系，它就是周期76年的「哈雷彗星」。這引出一個問題：天文學可預測76年，為何氣象學不行？

郭鴻基說，希臘哲學家亞里斯多德觀察認為，氣象是「空氣裡的事情」，隨著Galileo Galilei（

伽利略）、Evangelista Torricelli（托里切利）等人對空氣的物理現象研究累積，18世紀，瑞士數學家Leonhard Euler（尤拉）運用許多偏微分方程式描述流體力學的流體塊、壓力梯度力、座標轉換和質量守恆現象；法國數學家Jean Le Rond d'Alembert（達朗伯）是第一個以流體力學模式解釋「風」的人，證實Euler的想法。後來，法國數學家Pierre-Simon Laplace（拉普拉斯）在19世紀初提出：歐洲應該設立一個資訊及時傳送整合的氣象觀測網，而當時熱力學的發展也增加人們對雲物理的了解。

郭鴻基指出，熱力學、流體力學的快速發展帶動了大氣科學。1911年，挪威學者Vilhelm Bjerknes提出氣象學的終極問題在於：如何運用儀器，正確地觀測大氣現狀和運作規律？二次大戰結束時，因空軍作戰，探空資料已很多；1950年，數值天氣預報（Numeric 1 Weather Prediction）模式建立，第一部用於預報天氣的電腦「ENIAC」也隨之誕生。

有了數學模式輔助，氣象科學逐漸成為實驗科學。郭鴻基認為，數學模式不只是解習題，而是有邏輯的思考過程，幫助人們了解「問題在哪裡」，進而試著解決它。拜幾何、代數、微積分、電腦計算繪圖陸續發展，電腦可以幫人們很快地計算大量數據，「數學模式」的推估更為重要。

預測變準 但仍有誤差

郭鴻基說，其實現在的氣象科技對於3、5、7天的預報能力，準確率已經分別提高至95%、85%、70%；颱風路徑的誤差比起1990年來也減半，只是強度預報沒多少



台灣大學大氣科學系教授郭鴻基在2010春季展望系列第一場演講，主講「問蒼茫大氣誰主浮沈—談氣象數學建模」，吸引滿場觀眾。

進展。即便如此，美國氣象學家Edward Norton Lorenz還是認為「就算模式與資料都是完美，預報仍有極限！」

電腦進步 研究敲門磚

以目前的氣候，郭鴻基認為不能用全球暖化解釋所有的天氣。他舉例，美國前副總統高爾認為吐瓦魯會被海水淹沒，需要逃難到紐西蘭，但吐瓦魯卻是因「地層下陷」與風暴造成的「海岸侵蝕」，使環境惡劣，和全球暖化沒有直接相關；非洲乾涸中的查德湖應該是人口增加、過度取用灌溉水源、及區域氣候變遷影響。他強調，任何獨立天氣事件都不能直接被歸因於全球暖化。

郭鴻基指出，目前的氣候模式仍缺乏各年度之間和對激烈天氣變異的預測能力。「數學科學模

式」幫助我們由片面觀察的自然界，統合了解共通完整的科學定律，但觀點要時時更新，也要嚴謹驗證資料。北極冰層在2007年達到極小值，2010年卻變多，和所有模式預測大大不同，郭鴻基認為這再次顯示我們對天氣氣候系統理解的不足。全球暖化趨勢值得關注，氣候自然變異幅度也不可輕忽，天氣預報、防災、減災更應受到最大重視。

數學模式與計算是探索科學的利器，隨著電腦的進步，計算更成為打開非線性科學研究的敲門磚。數學模式建立、計算、數位資料詮釋與驗證等過程，更是現今數理科學的典範。「生也有涯，知也無涯，」郭鴻基說自然界的觀察有侷限，「科學數學模式」可以幫助我們統合了解觀察，形成共通、完整的科學定律。



郭鴻基 提出雙眼牆颱風

【記者蔡永彬／台北報導】「颱風是台灣最嚴重的（天氣）問題，很有挑戰性！」台灣大學大氣科學系特聘教授郭鴻基回台灣服務20年，研究成果豐碩。他曾提出「雙眼牆颱風」理論，也曾和其他學者聯手破解過數個怪颱。

環境的變化慢慢影響我們的生活，近年來更出現許多「氣象災害」。郭鴻基對每一個颱風都相當認真，他說，對颱風就是要「如臨大敵」，小颱風可能造成大災害，例如去年的八八風災。其實莫拉克只是中度颱風，當初誰想得到會造成這麼慘重的災情？

郭鴻基指出，如果要在颱風侵襲下存活，「預報能力」和「資訊利用」是兩個重要的環節。他認為，氣象局應該是一個技術單位、研究單位和交流單位的綜合體，三者缺一不可。政府要協助中央氣象局改善預報能力，除了更新設備外，也要讓他們時時和國外交流，獲取經驗，讓年輕人才成長。此外，郭鴻基認為政府也要善用預報資料，例如在颱風來襲前撤村，才能減緩災情，也保障救護人員安全。

2010 展望 春季系列演講

淡藍色的淚珠 紀念世界地球日40周年 慶祝科學月刊創刊40周年

4/30(五) 7:00PM 天氣與氣候的變化 — 我們知道多少?

講者 美國海軍研究實驗室資深科學家、台灣大學大氣科學系 張智北 教授

主持人 台灣大學天文物理研究所 孫維新 教授

地點 台灣大學應用力學研究所 一樓國際會議廳

主辦單位 行政院國家科學委員會 承辦單位 台灣大學物理系暨天文物理研究所

協辦單位 聯合報 科學月刊 科學到民間 科學月刊 Discovery CHANNEL