

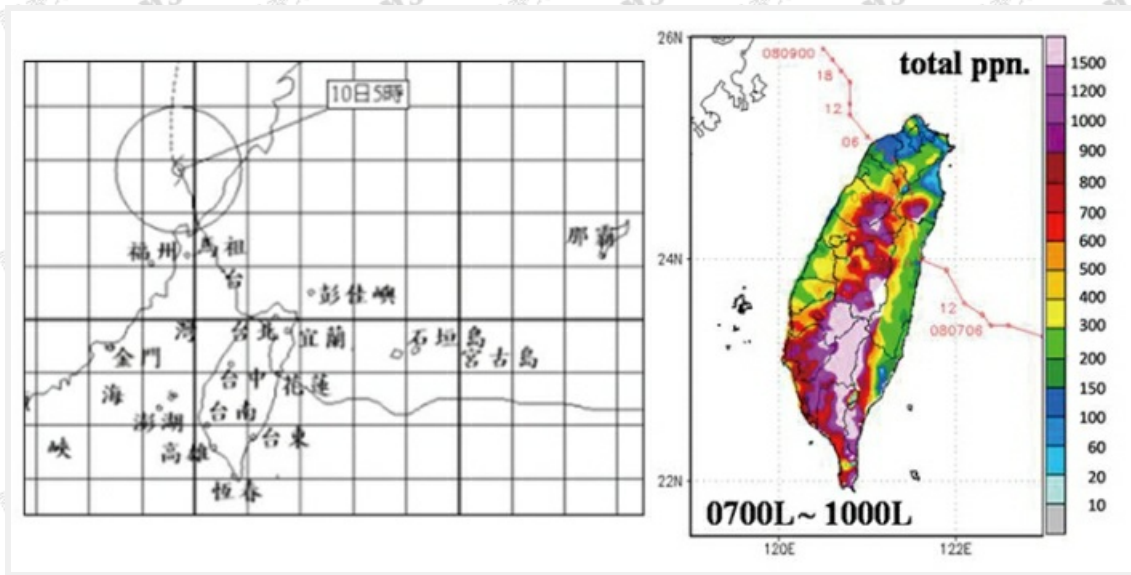
論述	專題	大陸現況	法令天地	資通安全	科技新知	健康生活	生態保育	文與藝	傳播·溝通·新視野	其他
----	----	------	------	------	------	------	------	-----	-----------	----

建立適合臺灣地區降雨特性之前瞻大氣、水文模式，進一步發展豪雨機率預報技術與災害即時模擬技術。

## 颱風定量降雨預報的不確定性

◎張龍耀

影響臺灣地區主要的天氣災害可區分為冬季的寒害、春季的乾旱、5至6月的梅雨與夏秋季的颱風。根據統計，在民國74年至83年這10年間，受颱風影響所造成的經濟損失約為新臺幣1,314億元，佔所有氣象因素導致之經濟損失的76.7%。而在民國89年至99年這10年間，由於經濟高度發展，生活水平提高，受颱風侵襲造成的損失也逐年上升，93年颱風影響臺灣所造成的農業損失就高達70億元（資料來源：內政部消防署），死亡人數高達60人。就個別颱風而言，賀伯颱風（Herb, 1996）造成民眾1億8,000萬的財產損失；桃芝颱風（Toraji, 2001）與納莉颱風（Nari, 2001）也造成5億元的損失。98年8月份侵襲臺灣，導致臺灣西南部出現破紀錄降雨量的莫拉克颱風（Morakot, 2009，圖一），造成643人死亡，農業損失也高達165億元。



圖一 莫拉克颱風（Morakot, 2009）路徑圖（左）與侵臺期間72小時累積雨量圖（右）。

資料來源：中央氣象局

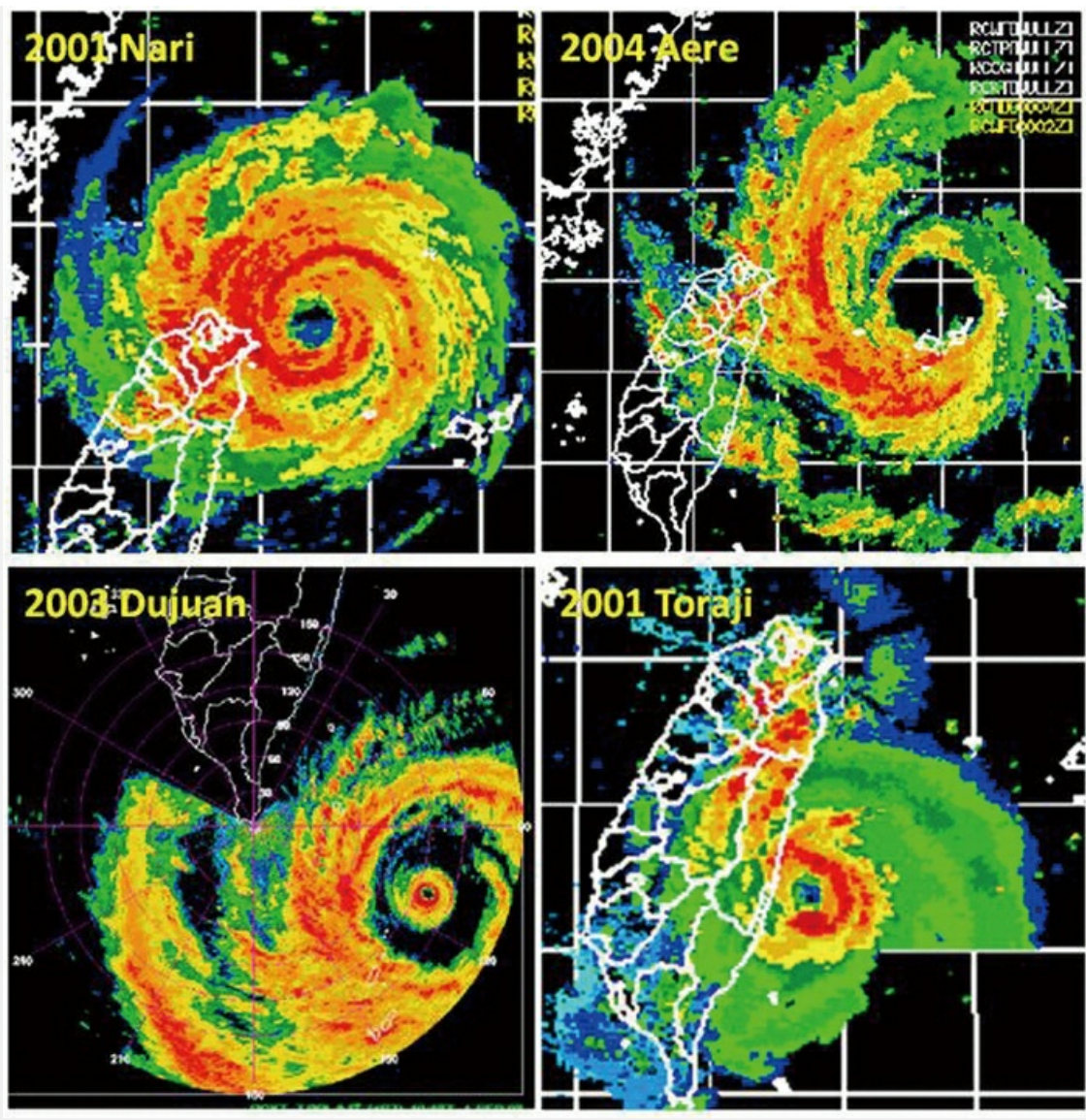
綜合而言，臺灣地區最重要的氣象災害乃因颱風侵襲所導致；颱風造成災害的主因可分為其伴隨而來的持續且大量的降水、強風，與其所引發之山崩、土石流及暴潮等，對於交通設施、農田水利、電力供應及人民生命財產，均造成嚴重影響。美國亦為受颱風（颶風）影響甚劇的國家，但由於美國幅員較廣，同時一般沿海地區房屋以木造居多，因此對美國而言，颱風所伴隨的強風是造成災害的主因。但受臺灣島嶼獨特地形影響，對臺灣而言，於短時間大量降水而導致積水宣洩不易是造成災害的主因。另一方面，颱風又是臺灣地區水資源的主要來源之一，要是某年侵臺颱風個數較少，隔年臺灣地區必定會為缺水所苦。因此，颱風期間定量降雨預報一直是氣象界與水利界關注且持續研究的重點之一。

### 臺灣地形與颱風降水之關係

一般而言，每年在西北太平洋地區約有30個颱風形成，其中約有3.5個颱風會影響臺灣地區（直接登陸或受其暴風半徑影響），主要影響季節集中在7至9月份。當時序進入秋季後，由於熱帶海洋溫度仍高，颱風依然有形成的機會；秋季颱風接近臺灣的過程中，北方伴隨有鋒面系統，就有可能形成「共伴」效應。此時，颱風所帶來的暖濕空氣，被北方冷空氣抬升，再加上地形舉升效應，造成臺灣北部、東北部地區出現類似琳恩颱風（Lynn, 1987）、瑞伯（Zeb, 1998）及象神（Xangsane, 2000）等的豪大雨現象。

影響臺灣的颱風大部分是由臺灣的東南側（太平洋海域），受駛流（大氣的垂直平均流場）及地球旋轉效應導引，以偏西北方向移動影響臺灣。另一方面，亦有颱風是從南海海域或是菲律賓方向，以較偏北路徑影響臺灣；由於這類型颱風路徑較特殊，同時與臺灣地形相互影響的時間較長，其路徑往往較難掌握，同時降雨量也會顯著增加。

颱風影響臺灣的程度，與其路徑息息相關，同時由於臺灣的地形結構複雜，中央山脈高聳且呈現南北走向，當颱風與臺灣地形接觸時，主要降雨將出現在迎風面，而其伴隨之環流結構、對流特徵與路徑，都可能會出現顯著變化。如圖二所示，颱風結構中可能帶來顯著降水的系統可分為外圍螺旋狀雨帶及近中心對流區；除此之外，如前段所描述的秋颱共伴效應，或因季節轉換所伴隨出現的強西南氣流，都是影響颱風降雨分布的原因。這些因素，都會增加颱風定量降雨預報的難度。



圖三 2001年納莉颱風（左上）、2004年艾莉颱風（右上）、2003年杜鵑颱風（左下）及2001年桃芝颱風（右下）雷達觀測圖。資料來源：中央氣象局

### 數值天氣預報的極限

由於大氣屬於一物理系統，為求得此系統的預報，便受限於以下 4 點：

- 一、必須對控制大氣的物理定律有所了解。但這些定律為非線性方程組，不具有解析解。
- 二、對真實現況的了解。但大部分觀測資料均位於陸地的平原上，高山及偏遠地區觀測點稀少，分布不均勻且密度差；而占了地球70%面積的海洋上，嚴重缺乏觀測資料，造成真實現況的不完全，這個觀測上的誤差將會隨數值積分時間逐漸增大。
- 三、不論利用何種數值方法計算上述物理定律，都會有截斷誤差的存在，此誤差亦會隨模式積分而逐漸增大。
- 四、對於極短時或是極小尺度的系統（例如大樓牆角的小渦旋或亂流），僅能透過統計方法求得近似結果。而實際上，這些結果是否為真或是否可應用在所有狀況上則不得而知。

由以上分析，顯示不論數值模式多麼完美，計算機速度多快，我們永遠無法得到正確的數值天氣預報。同時，各天氣系統均存在一可預報度的極限，也就是說，預報期限的長短，與天氣系統之生命期一致。亦即對於午後雷陣雨（一般生命期約 2 至 3 小時），我們的預報能力也僅有 2 至 3 小時；颱風系統生命期約 7 至 10 天，鋒面系統生命期約為 10 至 14 天，利用數值模式也僅能得到相近的預報結果。超過此預報極限，便無法以物理定律決定，僅能做到機率預報。另一方面，大氣系統的混沌特性（隨機性、非線性及蝴蝶效應），都使大氣數值預報困難重重。換言之，準確的預報（預警），需要完整的觀測資料及先進的數值模式，並結合理論與實際應用研究，才能發展成最有用的預報技術。

由於天氣預報具有不確定性，因此在提供使用者資訊時，便需要額外提供預報的可能誤差範圍。而使用者在參考預報資訊時，應該要有風險評估的概念，正確使用模式所預報出來的結果。也因此當各國氣象作業單位在預報颱風未來變化時，針對大家所關注的路徑變化及雨量方面，都無法提供完美的答案，僅能提供一個在統計學上，發生機會較顯著的範圍。例如，日本氣象廳（JMA）、美國聯合颱風警報中心（JTWC）或是中央氣象局（CWB）針對未來颱風路徑變化，所提供的資料均以出現機率較高的範圍表示。路徑預報圖中圓圈所代表的意義，並非代表暴風半徑，而是預測未來颱風中心有70%的可能性在該區域中。而實際上，我國中央氣象局的颱風路徑預報，在過去 5 年內，針對未來 24、48 及 72 小時的路徑誤差分別為 111、



198及306公里，與世界水準相當。

颱風侵襲臺灣時的降雨，與其路徑有顯著的相關性，因此，針對定量降雨預報，當數值模式預報路徑與主觀預報結果相近時，其地面風雨可作為定性之參考。但由於數值模式無法精確模擬高解析度的風雨分布，因此，利用過去相似強度、路徑的歷史颱風風雨分布，有助於在第一時間顯示各地所可能發生的風雨分布，作為防災單位的參考。這種以歷史颱風個案為基準的統計模式，當颱風路徑、強度相近時，可反應大部分的降雨空間分布，但在降雨極大值區容易出現低估的現象，特別針對隨機分布的颱風雨帶、西南氣流強弱或颱風伴隨的中尺度系統所帶來的降雨，會出現顯著低估的狀況。

中央氣象局目前提供未來12及24小時的定量降雨預報，其預報區域以縣市界為主，搭配山區與平地的區別。這樣的預報結果對於各縣市政府在預防山區土石流及都市淹水區域有相當大的幫助。但受限於精度太粗，因此近年來對於防救災前線最需要的局部淹水或坡地災害預警資訊逐年改進，提升颱風災害預警所需的定量降雨預報資訊。預計於今年第3季成立的「台灣颱風洪水研究中心」（簡稱：颱洪中心），就擔任起連結學界、作業單位及第一線防救災單位的角色（圖三）。除外，颱洪中心將建立適合臺灣地區降雨特性之前瞻大氣、水文模式，進一步發展豪雨機率預報技術與災害即時模擬技術。

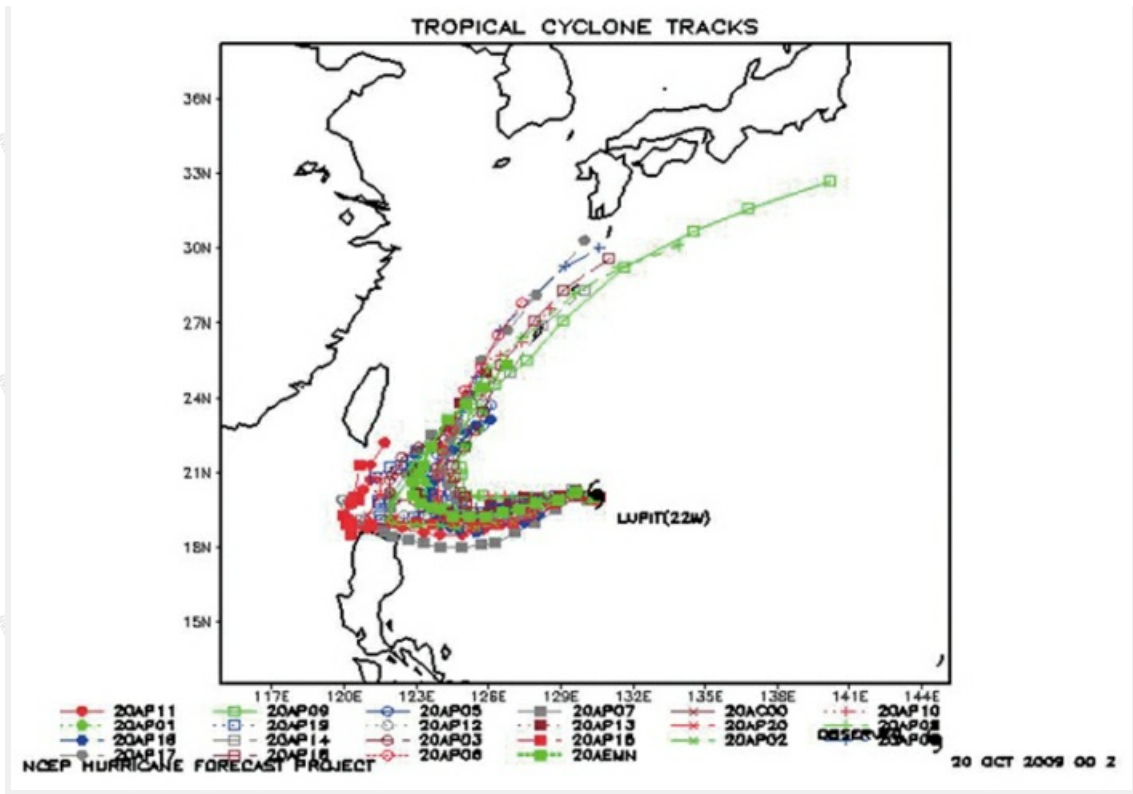


圖三 台灣颱風洪水研究中心在颱洪相關研究中扮演連結學研單位與作業單位之角色

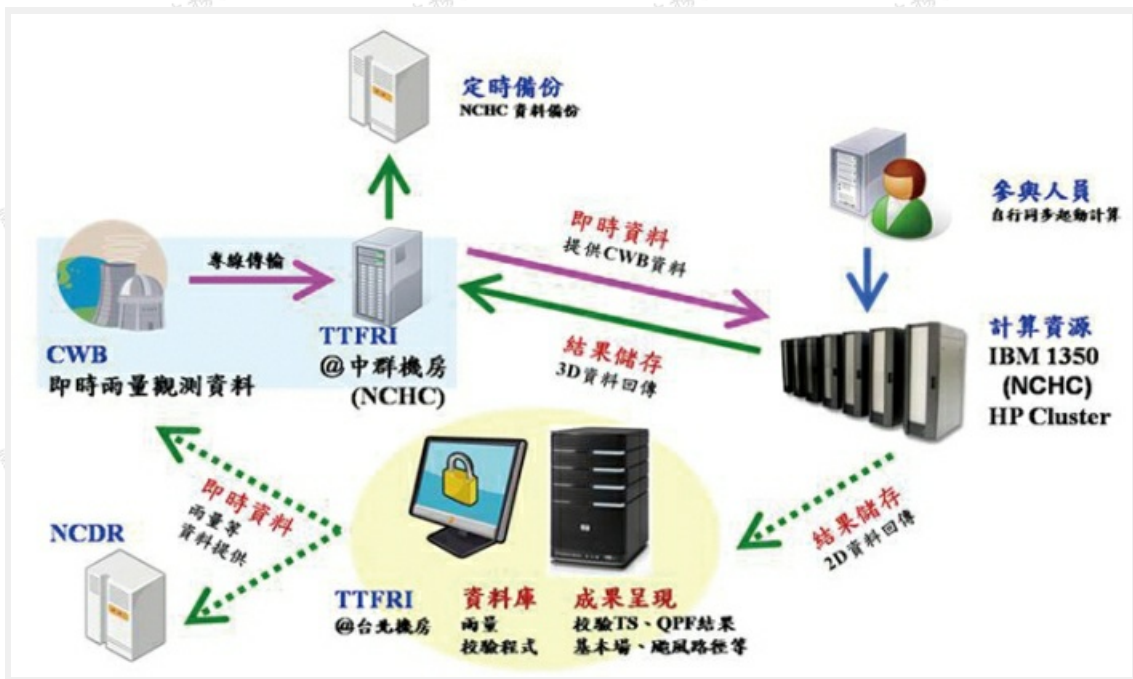
### 定量降雨預報實驗平台

第一線防救災單位（災防中心、中央氣象局、水利署等）業務繁重，而從事大氣研究人力主要集中在學術單位；往往學界的一流研究成果，無法立即對實際防災預報作業發揮功效。有鑑於此，颱洪中心自今（99）年起，規劃定量降雨預報實驗平台，結合學界與相關作業單位研究能量，提升國內數值模式定量降雨預報技術，即時展示學界先進模式之颱風路徑與定量降雨預報成果。希望能將最新的定量降雨研究成果即時回饋給防災作業單位，提供決策者更多元化之風險評估依據，達到災前預警、災中守視及災後修正的目的。

目前，以颱洪中心李清勝主任與臺灣大學大氣系郭鴻基教授為本實驗平台的研究主持人，指導團隊包含颱洪中心三位兼任研究員及顧問：吳德榮老師、中央大學黃清勇教授、楊明仁教授。除颱洪中心之研究人員外，同時邀請師範大學王重傑與簡芳菁、中央大學林沛練與楊舒芝、臺灣大學周仲島、中央氣象局洪景山與馮欽賜、災防中心陳永明、文化大學劉清煌等教授與專家加入本「定量降雨預報實驗平台」研究團隊成員。結合國家高速網路與計算中心、氣象局、災防中心及颱洪中心的計算資源，每日4次即時模擬臺灣地區的天氣狀況。這18組數值模式預報結果，將利用系集統計方法（圖四）與機率預報的觀念，分析出最可能的颱風路徑與降雨分布，即時提供氣象局預報中心、水利署防災應變中心及災防中心相關人員應變所需（圖五）。透過此實驗平台的模擬，除可提升國內定量降雨數值預報的技術，將研發成果應用在實際作業上，可充分達到研發、服務及育才的目標。



圖四 美國海軍針對2009年盧碧颱風系集預報結果



圖五 定量降雨預報實驗平台流程圖

(作者現任國家實驗研究院颱風洪水研究中心籌備處助理研究員)

論述	專題	大陸現況	法令天地	資通安全	科技新知	健康生活	生態保育	文與藝	傳播·溝通·新視野	其他
----	----	------	------	------	------	------	------	-----	-----------	----

新觀念、新知識、新視野

## 科技新聞摘要

◎林治平

### 加班可能傷心 三小時就危險

經濟不景氣，為了保住工作，加班成了家常便飯。英國的研究發現，若只加班一到兩小時還沒什麼，超過三小時的門檻，就會增加心臟出現嚴重問題的風險，此一風險比準時下班的人高出60%。不過，這項研究也發現，熱愛工作或對工作自主權較高的人，由於是因個人喜好而加班，罹患冠狀動脈心臟病的風險反而比較低。

這項研究的對象是逾六千位英國公務員，年齡在39至61歲，三分之二為男性；1990年研究開始時，他們的心臟都還健康，但追蹤長達11年後，有369人死於冠狀動脈心臟病，或曾發生非致命性的心臟病或心絞痛。排除其他風險因素後，發現長時間加班恐有關聯，因為長時間工作的壓力會影響新陳代謝，引發憂鬱、焦慮或失眠，而且在生病時可能仍勉強上班，忽視病癥不求醫而導致情況惡化。

### 改變有害習慣 可免壽命減損

上班即使有風險也不能逃避，倒是日常生活中有些不健康的行為若能加以改變，即可有助延年益壽。這些有害的習慣包括抽菸、喝酒、飲食習慣不良和疏於運動；最新研究顯示若四者兼具，可能讓人壽命減少達12年。這不只關係個人健康，也會影響公共衛生，因此專家建議列為公衛政策上的優先事項，研究採行有效作法，推動全民接受健康的飲食和生活習慣，讓大家免於折損壽命。

這項研究始於1984年，對象為近五千名18歲以上的人；判定是否生活不健康的標準除了是否抽菸，還有是否每天食用蔬果不到三次、每週運動時間不到兩小時，以及每週喝下的酒精量超過標準（男180cc，女120cc）。約二十年後有略超過一千人死亡，分析發現不良習慣越多的人壽命也越短，四種壞習慣兼具者罹患心臟病和癌症的死亡率，為生活型態健康者的3倍，風險相當減壽12年。

### 做慈善當義工 有益身心健康

除了良好的生活習慣外，熱心公益和愛做善事可能也有益身心健康。美國對逾四千人所作的調查發現，逾八成認為擔任義工有助於增進身體健康，更有高達九成五認為有益心理健康，而確實有六成八的義工覺得投身慈善工作使得身體更為健康。這或許是因為義工常以更積極的態度投入工作，感受焦慮和壓力的情況也比較少；此外，與非義工相較，擔任義工者出現肥胖問題的比率也較低。

或許是由於擔任義工既能服務社會，又能造福自己，儘管美國去年經歷全球金融危機，經濟狀況欠佳，但義工卻比前一年增加上百萬人，總數達到6,300萬人，約占該國人口的四分之一。加拿大學者並研究擔任義工對提高老年人認知能力的幫助，包括記憶力和注意力，進一步的目標是探索對預防老人失智症是否有益；若能得到正面結果，可望鼓勵更多人投入義務慈善工作。

### 聲音可比觸摸 安撫減輕壓力

號稱擁抱荷爾蒙的催產素能讓人感覺良好，產生信任感，為哺乳動物所獨有。以往的研究發現，這種生化激素透過肢體接觸產生，能加強親子和伴侶間的關係；但最近有實驗發現，言語也能激發這種荷爾蒙的分泌。這顯示對人類調節社會聯繫的神經內分泌系統而言，言語和接觸可能同等重要，亦即除了肢體接觸外，言語也是聯繫人際關係的工具。

這項實驗以逾六十名小女孩為對象，讓他們公開演講和接受測驗，並分為三批，一批事後得到母親的陪伴與安慰，一批接到媽媽的電話，一批則觀看影片，並測量她們的壓力荷爾蒙可體松與安慰荷爾蒙催產素。結果她們演說前唾液中的可體松都升高，有母親陪伴的最快恢復正常，接到電話的時間較慢，而看影片的則維持最久；催產素的濃度正好相反，顯示言語關切能和擁抱一樣，產生安慰的效果。

### 吃堅果好處多 可降低膽固醇

愛吃堅果的人有福了，除可滿足口腹之慾外，又有研究發現堅果有益健康，可降低血液中的膽固醇，而且雖然堅果的脂肪含量高，但卻不會讓人變胖，還可減少出現第二型糖尿病的風險，可說好處多多，又能維持很長的時間。這項研究數據顯示，每天平均食用67公克的堅果，總膽固醇濃度降低了5.1%；而通稱壞膽固醇的低密度脂蛋白膽固醇濃度也下降7.4%；三酸甘油酯高的人，血脂也降低10.2%。

美國這項研究分析7個國家25項實驗的數據，對象涵蓋近六百名年在19到86歲的男女，他們的膽固醇指數都正常或過高；最後的結論除了堅果有益健康，也認為無論什麼堅果的效果都一樣。不過，個人壞膽固醇值的高低和體重以及飲食習慣，有可能影響吃堅果的效果，對開始時壞膽固醇越高的人以及身體質量指數越低的人，降膽固醇的效果越好，對常吃西式飲食者也比較有好處。

### 吃巧克力解憂 利弊尚難論斷

吃進肚子裡的東西不但會影響生理健康，或許也會影響心情。先前已有研究顯示吃黑巧克力有益心臟；最近更有研究報告指出，吃巧克力能讓人

心情愉悅的說法可能是真的，且越憂鬱的人往往吃越多的巧克力。但研究人員在肯定巧克力有消愁解憂的作用之際，也不排除它會引發憂鬱的可能性，因此究竟是越吃越憂鬱，或是越憂鬱越想吃，尚待進一步研究釐清。

這項研究的對象是千名未服用抗憂鬱藥物的成人，調查結果發現最憂鬱的人每月約吃掉12份巧克力，病情溫和者每月約吃8份，沒有憂鬱癥狀的人則只吃5份；至於所吃巧克力是牛奶巧克力或黑巧克力，並沒有區別。研究人員也考量受測者所攝取的熱量、脂肪和碳水化合物，發現只有巧克力和憂鬱症有獨特關係，也許吃巧克力短期有助改善情緒，但長期會對健康和情緒有負面影響。