

下一代網際網路新紀元－全球網格 (World Wide Grid)

中央研究院計算中心 林誠謙

物理研究所 李世昌
鄧炳坤

繼全球資訊網(WWW)之後，歐洲粒子物理研究中心(CERN)推出新世代的網際網路應用架構－全球網格(World Wide Grid)。2003年九月二十九日，該中心與全球13個國家，同步宣佈 LCG (LHC Computing Grid)[1]第一階段網格服務正式上線。分散於全世界十餘個研究單位的電腦設備透過網路連接成爲虛擬的單一系統，這是應用資訊科技於科學研究的一大里程碑。

LCG 計畫係利用網格技術，結合全球主要高能物理研究單位之計算資源，共同提供大強子對撞機(Large Hadron Collider, LHC)實驗所需的大量計算、程式設計、資料管理與系統維護之需求。在亞洲地區，台灣是本計畫的主要參與單位，在國家科學委員會的支持下，由中央研究院物理研究所、台灣大學物理學系，以及中央大學物理學系參與 LHC 實驗及研究計劃；網格技術的導入、參與全球網格佈署、建置與服務工作，則委由中央研究院計算中心負責。[2]

歐洲粒子物理研究中心的 LCG-1 計畫是全球網格技術第一個實際運作系統。目前 LCG-1 的建置，共有瑞士 CERN、捷克布拉格大學、法國 IN2P3 電腦中心、德國 Forschungszentrum Karlsruhe、匈牙利 KFKI 粒子與核子物理研究所、義大利 INFN-CNAF 國家電腦中心、日本東京大學、波蘭 ACC Cyfronet、俄羅斯莫斯科國立大學、西班牙 Port d'Informació Científica、台灣中央研究院、英國 Rutherford Appleton 實驗室，以及美國費米國家實驗室與 Brookhaven 國家實驗室等十四個單位參與。

中央研究院計算中心應用先進網路及網格技術，與中央研究院物理所合作，完成與歐洲資料網格計畫(Europe Data Grid, EDG)間電子憑證(Certificate Authentication)之相互認證，以及 LCG-1 系統建置，並獲邀擔任亞洲地區維運中心(Operation Centre)重任。此計畫之成功，已使得

台灣與國際一流的學術研究同步，並奠定新一代的資訊技術基礎建設。

網際網路的新世代「網格」(Grid)，是一個嶄新的科技概念。它將如全球資訊網般改變人類研究、商業甚至生活之面貌。不久的未來，網格將由網際網路以及其中的各類資源爲主幹，使用者將可以像使用自己的電腦一樣來使用所有的這些程式、服務和儲存空間。不僅如此，還可以隨時隨地的使用它：一位台灣科學家坐在德國的火車上，可以使用在美國的應用程式，然後把檔案儲存在台灣，而他不需顧慮到是由哪一個國家的電腦執行計算。

Grid 概念係由電力網格(power grid)而來，表示由網絡結合(電力)格點上的各式資源而成，主要精神爲透過虛擬組織所實現的分散資源之統合與有效利用，並促使：

1. 實質及有效地增進國際間分工合作與資源整合，共同處理從基本粒子物理、生物學上之基因體與蛋白質體、乃至宇宙起源等更大尺度問題；
2. 突破空間障礙，建立彼此可共享資訊、資源、應用工具與知識的虛擬組織(virtual organization)，透過虛擬組織則可彈性的形成各種議題取向的合作機制；
3. 有效管理分散於各機構之異質(heterogeneous)資源，促進資源分享與利用；
4. 整合網際網路上的各式計算資源，彙整爲遠超過單一計算系統甚至單一機構所能提供的計算能力，有助於科學家們處理更大尺度、複雜度更高的問題；
5. 建構安全穩定的資料儲存、管理與共享機制。

如同全球資訊網的發展歷程，網格目前的發展是爲了幫助科學的研究。例如 LCG 計畫，便是用於處理實驗所產生的巨量計算與資料管理

需求。通常，這樣大量的實驗資料一年內可以累計十二億到十四億 gigabytes 的容量，如果用光碟來儲存，這些光碟將和巴黎鐵塔一樣高。科學家若要利用這些堆積成山的資料，必須使用大量的電腦（約 7 萬套目前最快的個人電腦），分析並過濾有用的資訊。這對於高能物理以及資訊科學研究均帶來前所未有的挑戰，促使計算資源的使用產生本質性的變革；如何有效利用分散資源、提昇資源應用效能，實為重要的課題。而網格技術即扮演非常關鍵的角色，它可以整合網際網路上的各式計算資源，彙整為遠超過單一計算系統，甚至單一機構所能提供的計算能力，幫助科學家們處理更大尺度、複雜度更高的問題與各類型應用。

「這不是另一個網格技術的計畫，而是一個網格系統建置的計畫。」儘管即時網路連通、程式相容性與服務品質差異等問題猶待克服，人的因素與最新技術同等的重要。「LHC 網格計畫的首要目標是，證明物理學家將可處理 CERN 的新型對撞機所產生如雪崩般大量的資料，並使個別研究人員可以便捷的使用這些資料，就如同這些資料在他們自己的硬碟機上面。同時，這個計畫也是一個新型的 e-science 社會學實驗。CERN 希望展示一個方向，並且鼓勵其他學科擁抱計算網格的發展潛能。」Nature 在 2003 年 4 月 422 期出刊的雜誌中[3]，特別介紹 LCG 計畫，並將網格定位為下一代計算技術。文章中簡明的概述了 LCG 計畫的內容與意義，並做了這樣的註腳。

網格的應用並不侷限於粒子物理的範圍，歐洲粒子物理研究中心發展的全球網格也將應用在生物資訊學及地球科學等各領域的研究。英國自 2000 年起即以三年時間致力於利用 Grid 技術，發展 e-Science 科學研究、教育與產業應用[4]。歐盟將於 2004 年起，擴充 Grid 應用環境並成立 EGEE (Enabling Grids for E-Science and Industry in Europe)計畫[5]，擴大發展 e-Science 科學研究、教育與產業應用。美國則以 Middleware [6]、Globus [7]、TeraGrid [8]、Information Power Grid [9]及 LCG 等發展經驗，成立 Grid3 計畫，透過虛擬組織(virtual organization)推動 Open Science Grid，期望整合能源部(DOE)與國家科學基金會(NSF)轄下所有 GRID 相關計畫，成為科學研究、教育與社會變遷的重要基礎。日

本也結合產官學研各界，於 2003 年正式成立 National Research Grid Initiative[10]，希望藉此建立新一代的資訊基礎建設，進而提昇國家競爭力。

與全球資訊網的發展不同的是，早在 CERN 正式推動全球網格之前，各主要資訊系統廠商如 HP、IBM、Microsoft、Oracle、SGI、SUN 等，不但踴躍爭取參與國際性或各國網格計畫，亦深恐坐失商機，積極設立商業模式建構，投入技術研發，並陸續推出網格化的系統及應用軟體。如 HP 的 Planetary Computing、IBM 的 On-Demand Computing、Oracle 的 Enterprise Grid Computing、SUN 的 Grid Engine 等，均將對後續的發展應用，產生實質影響。

全球網格之時代即將到來。「透過 Tim Berners-Lee 的工作，發明了 World Wide Web 技術，作為物理學家用來分享文件的工具，CERN 改變了人們與電腦的互動方式。將網格系統由測試階段調整到真實運用將是 CERN 再一次相當完美的表現」[3]。積極參與歐洲粒子物理研究中心繼全球資訊網(WWW)之後推出的全球網格計畫，引進網格技術並培育網格人才，將使台灣有更好的機會應用全球網格，面對我們在科學研究、教育與環境變遷上的挑戰。

參考資料

- [1] LHC Computing Grid, <http://lcg.web.cern.ch/LCG>.
- [2] 台灣 LCG 計畫相關資料，詳見 <http://lcg.grid.sinica.edu.tw>.
- [3] Declan Butler, "The Grid: Tomorrow's computing today", *Nature*, **422**, 799 (2003).
- [4] UK e-Science, <http://www.escience-grid.org.uk/>.
- [5] EGEE, <http://egee-ei.web.cern.ch/>
- [6] NSF Middleware Initiative, <http://www.nsf-middleware.org/>.
- [7] The Globus Alliance, <http://www.globus.org/>.
- [8] TeraGrid, <http://www.teragrid.org/>.
- [9] NASA Information Power Grid, <http://www.ipg.nasa.gov/>.
- [10] National Research Grid Initiative (NAREGI), <http://www.naregi.org/>.