2007/3/26 上午 12:00:00

從奈米、生物、資訊及認知科學(NBIC)之整合探討技術融合

王玳琪（ ）

回溯過往，人類科技的進步，主要是由三次的大變革所引領，18世紀中葉，英國人改良蒸氣機之後，由一系列技術革命引起了從手工勞動向動力機器生產轉變的重大飛躍是第一次工業革命（瓦特維基百科，2007）。19世紀70年代，以內燃機與發電機替代了蒸氣機，使得電力成爲現代文明的主要能源，稱之爲第二次工業革命。 20世紀第二次世界大戰之後，人類開始使用電腦及資訊傳遞技術，文明的演變過程越加劇烈，此爲第三次工業革命。三次技術革命尚未結束，便有人開始預測第四次工業革命的主角，奈米科技、生物科技、資訊科技等（中國互聯網，2007；白春禮，2004；科技年鑑奈米網，2007），皆是非常熱門的候選人，這些科技正醞釀著新的科學、技術與產業的革命，而我們應該清醒地認識科技進步可能帶來的變革、挑戰與機會。

近期，美國更預言生物技術、奈米技術、資訊技術及認知科學的結合是人類二十一世紀的工業革命，最終將改變人類的生活方式，並且陸續召開了三次有關「奈米、生物、資訊科技、認知科學融合」(NBIC Convergence; Nano- technology, Biotechnology, Information Technology, Cognitive Science)的重大國際會議。這個融合的觀點，也正符合各國近年來透過大力加強基礎科學研究和學科交叉來解決各項問題的共識（LRN資源網，2006）。以下本文將針對NBIC相關重大國際會議進行介紹：

第一屆「NBIC年會(NBIC Convergence 2003)」： 2001年12月3-4日，美國商務部技術管理局(the Department of Commerce, DOC)、國家科學基金會(the National Science Foundation, NSF)、國家科學技術委員會(National Science and Technology Council, NSTC、奈米科學工程與技術分委會(Nanoscale Science and Engineering Center, NSEC)在美國加州大學洛杉磯分校聯合發起了一次有科學家、政府官員、私人單位等各界頂級人物參加的研討會，會議就「統合科技來促進人類的生存」這一議題進行了研討，並首次提出了「NBIC技術融合」的概念。並於之後發表其會議之報告書，報告的焦點集中於整合在奈米、生物、資訊技術和認知科學等領域的尖端科技，它們合起就簡稱NBIC(圖1)。 這篇報告預測經由未來20年整合NBIC 科技所產生的加乘效應，並預測一些未來有可能實現的能力，例如：人體遇損害可自動修復、對人體健康與環境安危提出警示的電腦與環境感應器等等。該研討會的報告結論顯示，NBIC的融合是一個「長時間對個人、社會及人類廣泛的，跨領域的，新興的且及時性的機會」，並建議於研發方案(R&D initiative)中強調加強人的表現(即尊重人類福址及尊嚴) ，此應成爲一國家優先考量重點(NSF, 2003; WTEC, 2003)。)

第二屆「NBIC年會(NBIC Convergence 2004)」：2004年2月25-27日，美國國家科學基金會與聯合認知自由與倫理學中心(Center for Cognitive Liberty & Ethics在美國紐約舉辦了第二屆, CCLE)「NBIC年會」，並且宣告世界上第一個關注技術融合發展可能帶來的倫理道德和法律問題的組織－技術融合律師協會(Converging Technologies Bar Association, CTBA)成立(Infocast, 2004)。

第三屆「NBIC年會(NBIC Convergence 2005)」：2005年2月24-25日，美國國家科學基金會和加州奈米系統研究中心(California NanoSystems Institute在夏威夷聯合舉辦了第三屆「NBIC年會」。來自世界各地著名大學、實驗室、企業的代表就NBIC技術融合在各個領域結合研究的最新發展進行了學術交流。在會議正式召開之前，加州奈米系統研究中心還於23日主持了一個以奈米前沿技術爲主題的小型研討會(NSF, 2005, CNSI)；WTEC, 2005；趙俊杰, 2003)。

在NBIC年會召開之後，便引起世界各國媒體對NBIC的關注，而以英國和澳洲的敏感性最爲強烈。2002年6月美國國家科學基金會的報告出爐後，英

國M2Presswire通訊社於7月即以在描述性質報導的方式，介紹了NBIC報告的主題，並對技術融合的應用部分做了簡單的摘要；同年7月23日，澳大利亞時代報(The Age, Australia)亦發表相關主題之文章，對報告中關於可能引起的倫理、法律和道德問題的闡述以及對社會和教育界行動的建議做了歸納。至此之後各國陸續引發相關討論，例如亞利桑那每日星報（Arizona Daily Star）於2003年底，有篇提及NBIC技術融合的文章，主要是關於未來學家談論到科技進步將縮短許多職業的保鮮期，該話題從側面表明公眾其他可能關心的議題，例如：高科技引發的職業生涯變動，由於技術進步所產生的工作機會減少，進而對生活所引發的負面影響。而紐約法律雜誌(American Lawyer)技術融合律師協會創始人Sonia E. Miller對於NBIC技術融合也有一系列的介紹文章(CTBA, 2003)，其目的主要是在向法律界介紹NBIC技術融合的概念和應用、對社會和倫理方面的影響以及法律界應該如何因應以減少負面的結果。而之後隨著第二、第三次的NBIC年會，各國有越來越多的產學研界及媒體關注此議題，例如NBIC技術融合可能帶來的法律問題、技術融合發展所帶來的新倫理道德問題等（科學人網站，2004）。

另外，NBIC年會所延展出相關議題在其他國際性的研討會中，也取得眾人的共鳴：

2003年2月23-27日，美國奈米科學與技術協會(Nano Science and Technology Institute, NSTI)組織在舊金山召開「奈米科技研討會暨貿易展」(NSTI, 2003)，國家科學基金會的代表William Sims Bainbridge博士在生物奈米系統和化學分會場上作了題爲「NBIC技術融合」的報告，並被編入年會的系列論文集中出版（邱進益，2003)。

2003年12月1 -2日，歐盟資助的奈米論壇在英國愛丁堡舉辦了「如何融合奈米技術和生命科學」會議。會議的目的是討論如何在若干關鍵的醫學領域如診斷、成像、動力系統、組織工程、表面修復、植入及器件等領域融合奈米技術和生命科學，開發新一代用於醫療器件的奈米技術和智能材料。英國認爲，奈米醫療器材與儀器市場潛力巨大，且成長迅速，政府將對此投資將會持續的增加。

2005年6月9 -11日，中國國際納(奈)米科學技術會議在北京國際會議中心召開。會議圍繞NBIC技術融合、奈米材料、奈米器件和奈米電子學等領域的最新發展進行學術交流，向學術界展示國際和中國奈米科技發展的最新動態(ChinaNANO, China nano 2005)。

近年來，在媒體與國際會議的討論下，NBIC成爲，下一代工業革命的明星候選人，而各國對此也是採取正面的回應。加拿大工業局(Industry Canada)已注意到，技術融合的全球性市場價值將不斷提昇，也期望年增長率約在30%~70%之間，相關項目包括生物感應器、生物材料、幹細胞技術、醫療機器人。在美國，對NBIC融合有興趣的對象，普遍是政府和學術界，例如，美國國家標準技術局(NIST) 開發測量標準和與奈米技術產品的發展有關鍵相關的科學資料；另外，美國國防部高等研究計劃局亦贊助各種NBIC技術的基礎研究，例如通訊、機器人、感應器、尖端材料及機械系統，由美國指定美國國家科學基金會和美國商務部爲技術融合的主要專責單位，便可見美國對技術融合的高度重視。日本與英國也很重視NBIC技術，英國的強項爲生物科技、製藥及selected sensor；而日本則強於民生用電器、通訊科技及奈米設備，且2002年日本綜合技術會議在確定未來3-5年的科研課題時，便將奈米技術與生物技術的融合作爲研究重點。綜觀上述各國對NBIC的興趣重點，我們可以了解技術融合的重要性與未來發展性。

每個學科的發展只能探究問題的單一方向，而各學科的融合因素也必須考慮進去，才能全方面的解決未來人類的問題，當這些技術都在發展時，它們之間的界限也會模糊，而其中任何技術的兩兩融合、三種匯聚或者更多者集成，都將產生難以估量的效能。

倘若可以達成以下五個緊密合作的關係，(1)各學科的科學家之間的密切合作；(2)技術專家、倫理學家、政策分析家、政策制定者、決策者的密切合作；(3)關注技術融合影響層面之各種組織的密切合作；(4)產學研三者的密切合作；(5)政府主要權責機構的專家與國家級研究單位之間的密切

合作，我們期望推翻學科之間的研究和發展壁壘，使得各技術在整合發展中迸發出足夠潛力的期望，必能達成。

參考文獻

CTBA. (2003, December 2). The Convergence of N. Retrieved March 8, 2007, from http://www.ctba.us/articles/NYLJ.ConvergenceofN.120203.pdf

China NANO. (2005). China nano 2005. Retrieved March 8, 2007, from http://162.105.204.145/chinanano2005/about.htm

DRDC. (2003, July). Convergence of Technologies for Innovative Disruption. Retrieved March 8, 2007, from http://www.drdc-rddc.gc.ca/publications/issues/issues16_e.asp

Infocast(2004). NBIC Convergence 2004. Retrieved March 9, 2007, from http://www.infocastinc.com/nbic/nbichome.htm

NSF. (2003). NBIC 2003 Highlights. Retrieved March 9, 2007, from http://www.nsf.gov/od/lpa/news/03/ma0305.htm

NSF. (2005). NBIC Convergence 2005. Retrieved March 9, 2007, from http://www.nsf.gov/crssprgm/nano/reports/program_converging_tech_sch050127.pdf

NSTI. (2003). Nanotech 2003. Retrieved March 8, 2007, from http://www.nsti.org/Nanotech2003/

WTEC. (2003). Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Retrieved March 8, 2007, from http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_pre_publication.pdf

WTEC. (2005). Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies In Society. Retrieved March 8, 2007, from http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/3/NBIC3_report.pdf

LRN資源網 (2006年12月)。*熱力迴圈及總能系統學科發展戰*略。上網日期：2007年3月8日。取自：http://big5.lrn.cn/expert/expertpaper/200612/t20061212_11265.htm

白春禮（(2004年11月) 。*落實科教興國戰略的思考*。上網日期：2007年3月8日。 取自：http://big5.cctv.com/science/special/C13178/20041122/101811.shtml

中國互聯網（2006）。*2006中國現代化報告-社會現代化研究*。上網日期：2007年3月8日。取自：http://www.china.com.cn/zhuanti2005/node_6115797.htm

科技年鑑奈米網（2007）。上網日期：2007年3月8日。取自：http://nano.nsc.gov.tw

科學人網站（2004年3月）。*NBIC會聚技術將實現21世紀科學技術新的復興*

上網日期：2007年3月8日。取自：http://www.sciencehuman.com/party/focus/focus2004/focus200403b.htm
邱進益（2003年5月）。*國際生物技術暨奈米技術研討會*。行政院及所屬各機關
出國報告。上網日期：2007年3月8日。 取自：http://open.nat.gov.tw/OpenFront/report/show_file.jsp?sysId=C09200945&fileNo=001
趙俊杰（2003)。*對技術融合趨勢的思考*。科技導報第6期。
維基百科（2007）。上網日期：2007年3月8日, 取自：http://zh.wikipedia.org/