

出國報告（出國類別：參訪）

考察新加坡生命科學研究之策略規劃、推動機制及最新研發狀況

服務機關：國科會生物科學發展處

姓名職稱：張清風處長

戴妃萍副研究員

張友琪副研究員

周玲勤副研究員

張絲珍博士

考察國家：新加坡

出國期間：96年11月25日至29日

報告日期：97年01月16日

新加坡參訪報告

緣起

新加坡自 1980 年代開始即將生命科學研究及生醫產業列為發展重點，並於 2000 年開始投入大量經費於生技產業，新加坡已於 2001-2005 年執行完成第 1 個 5 年科技計畫，成功建設生物醫學之研發能量、人力及工業資本；其第 2 個 5 年科技計畫規劃為 2006-2010 年，目標將著重於生醫產業之臨床試驗及商業化能力，從基礎研究邁向臨床試驗，促進研發機構與衛生部及醫院機構之合作。

現階段推動生技產業之主要策略為：重點強化研發能量、加強生技人才之培育、加強幹細胞研究、全力推動成為製造及研發中心、鼓勵創新及商業化、擴大對生醫公司之投資、促進國內外技術合作並推動與國外大廠策略聯盟。

以上所述，與我國目前推動生命科學研究之目標相仿，因目前本會並無長駐新加坡之科技組，是擬前往考察以汲取該國成功經驗，期望藉此次參訪建立本會與新加坡之學術交流合作管道。

參訪行程

- 11/25 搭機前往新加坡
- 11/26 拜訪及參觀新加坡國立大學的生命科學中心 (Center of Life Sciences) 及生命科學系 (Department of Biological Science)
- 11/27 拜訪新加坡國家醫學研究委員會 (National Medical Research Council, 簡稱 NMRC)
- 11/28 拜訪及參觀分子和細胞生物學研究所 (Institute of Molecular and Cell Biology, 簡稱 IMCB)、新加坡基因研究所 (Genome Institute of Singapore, 簡稱 GIS) 及國家研究基金 (National Research Foundation, 簡稱 NRF)
- 11/29 搭機返回台灣

參訪新加坡國家研究基金會

新加坡國家研究基金會（National Research Foundation）甫成立近 2 年，為新加坡最高長期科技研發政策規劃執行部門。本處一行人於張處長帶領下，與該基金會計畫處處長 Dr. Chua Kee Chaing、企劃政策處組長 Ms. Chua Ipein，及策略性計畫組高級職員 Ms. Ang Siok Hoon 等進行一個多小時之會談，對於新加坡近年全力推動發展科技所付出之努力、採取之策略與執行成果，有一全面瞭解且收獲良多。以下將會談內容整理如後，他山之石可以攻錯，新加坡如何在短短幾年內有效集中全國之力，共同轉型邁向知識經濟體之目標，值得我們省思。

一、新加坡全國科技研究組織架構

首先，讓我們對於新加坡科技研究組織架構有個整體性之認識。圖 1 為新加坡各科研補助機構之關係圖，原則上，依科技研究計畫屬性之分類，分別由貿易工業部、教育部、衛生部、環境水資源部等不同政府部門進行研究計畫之審核與提供經費補助。

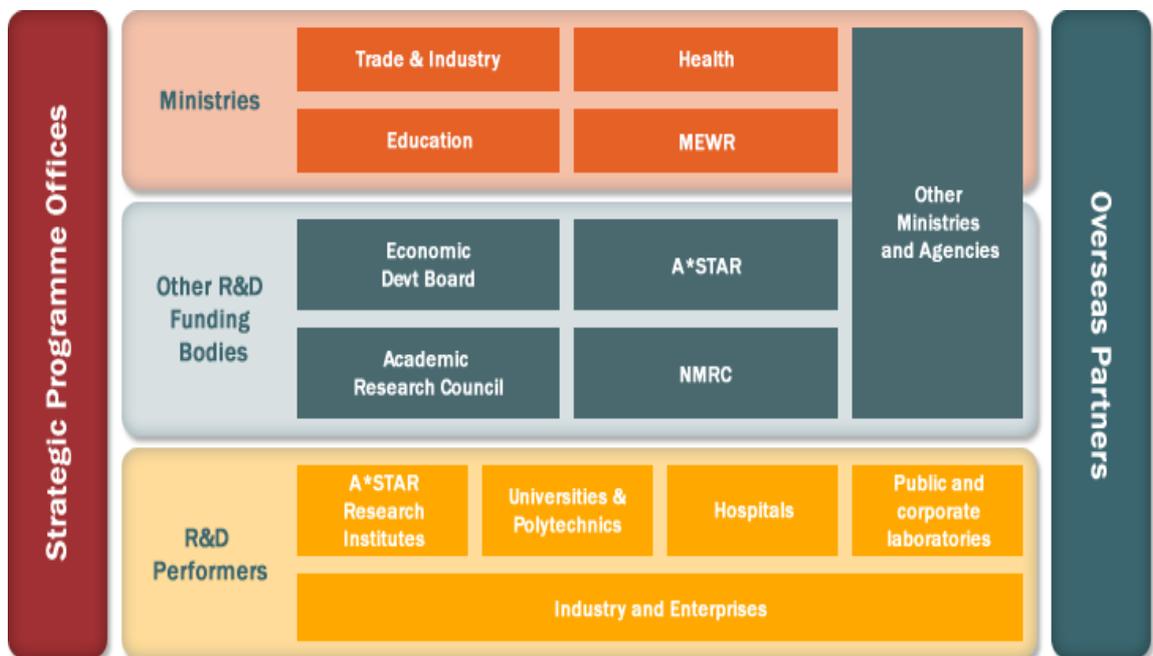


圖 1：新加坡全國科技研究補助機構關係圖

各政府補助機構之分工如下：

1. 貿易工業部（Ministry of Trade and Industry）

(1) 科技研究局（Agency for Science, Technology and Research）：

負責公共領域研究計畫

(2) 經濟發展局 (Economic Development Board) :

負責私人企業領域研究計畫

(3) 標準、生產力與創新局 (Standards, Productivity and Innovation Board) :

負責中小企業研究計畫

2. 教育部 (Ministry of Education) : 負責學術性研究計畫

3. 衛生部 (Ministry of Health) : 負責醫學研究計畫

4. 環境水資源部 (Ministry of the Environment and Water Resources) :

負責環境工程及水資源研究計畫

一般科技研究計畫依其計畫屬性向相關政府單位提出申請，由該單位審核補助。為促使政府各部門在推動科技發展時，能有全國一致之研究策略方向，因此新加坡於 2006 年 1 月成立國家研究基金會，進一步協調及整合各政府科技研究補助機構，統籌全國資源以發揮更大之經濟效益。國家研究基金會除了扮演新加坡最高科技政策規劃之領航角色外，亦負責推動補助國家級研發創新計畫及長期大型策略性重點領域研究計畫。

二、新加坡五大研發策略目標

新加坡已擬定全國科技發展之時程，其五大策略目標如下：

1. 加強全國研發支出並於 2010 年前達到研發支出佔 GDP 之 3%

新加坡 2005 年全國公私部門之研發支出佔 GDP 之 2.36%，比起芬蘭、瑞典等世界創新領先國家之研發支出比已超越 3% 還落後很多，因此將全力加強研究發展，目標定在 2010 年前能達到研發支出佔 GDP 至少 3%。

2. 擬定重點策略領域並投入資源

新加坡是一個小國家，資源非常有限，因此必須將資源集中在具有高度經濟效益及國際競爭性之少數策略性領域，加強發展能讓新加坡具有經濟競爭力之產業研究。此類重點領域包括電子、化學製品、航太後勤、海洋工程以及生醫科學等，將持續投入研發資源及培育研發人才。

3. 均衡補助重點策略領域之基礎研究與應用研究

任務導向型之應用研究與研究者導向型之基礎研究將均衡發展，以維持活躍之研發活動，並有助於新興重點策略領域之浮現與擬定。

4. 提供資源與支持以鼓勵私人部門之研發活動

為達成 2010 年前研發支出佔 GDP 比 3% 之目標，必須加強產業界之研發支出，最終目標為全國研發支出之 2/3 為來自私人部門之研發。經濟發展局將扮演重要角色，協助新加坡速轉型為研發創新之知識經濟體。為吸引全球研發中心及研發活動來新加坡設立舉辦，將加強各項誘因，包括提供足夠優秀之科研人才、完善之智慧財產權保護法規等。

5. 加強政府部門與私人部門研發之聯結

加強提升研究單位進一步開發利用其研究成果之能力，並促進研究單位與產業界之進一步合作。

三、國家研究基金會之任務

國家研究基金會（National Research Foundation，以下簡稱 NRF）成立於 2006 年 1 月，由新加坡副總理擔任主席，其主要任務為：

1. 擔任新加坡研究創新企業委員會（Research, Innovation and Enterprise Council, RIEC）之執行秘書單位。RIEC 由新加坡總理擔任主席，其主要目的在於提供內閣有關制定全國研究創新政策及策略之建議，以驅使新加坡轉型成為擁有強力研發能量之知識經濟體國家；並經由鼓勵科技知識之創造，帶領新加坡於研究、創新及企業等各層面之整體升級，以激發新領域之經濟成長。RIEC 共有 18 位成員，主席由新加坡總理擔任，副主席由 NRF 主委擔任，其他委員則包含各部會首長、產業領袖及國際學者專家等。
2. 協調全國不同機構之研究計畫，以提供更為緊密一致、更具策略性之整體發展方向。
3. 擬定達成新加坡五大研發策略目標之相關政策與計畫。
4. 執行 RIEC 核准通過之策略性計畫，並分配經費補助符合 NRF 策略目標之計畫。

四、國家研究基金會之各層級委員會組成及組織架構

1. 研究創新企業委員會（Research, Innovation and Enterprise Council）

共有 18 位委員，由總理任命，任期 3 年。該委員會由新加坡總理擔任主席，NRF 主委擔任副主席，其他委員則包含各部會首長、產業領袖及國際學者專家等。

2. 科技諮詢委員會（Scientific Advisory Board）

共有 14 位委員，包括世界知名之優異研究學者及科技專家，每年

召開 1-2 次會議。

3. 國家研究基金委員會 (NRF Board)

共有 21 位委員，由總理任命，任期 3 年。現任主任委員為 Dr. Tony Tan，委員組成包括部會首長、資深政府官員、大學校長及產業領袖等。每年召開 4 次會議。

4. 組織架構：

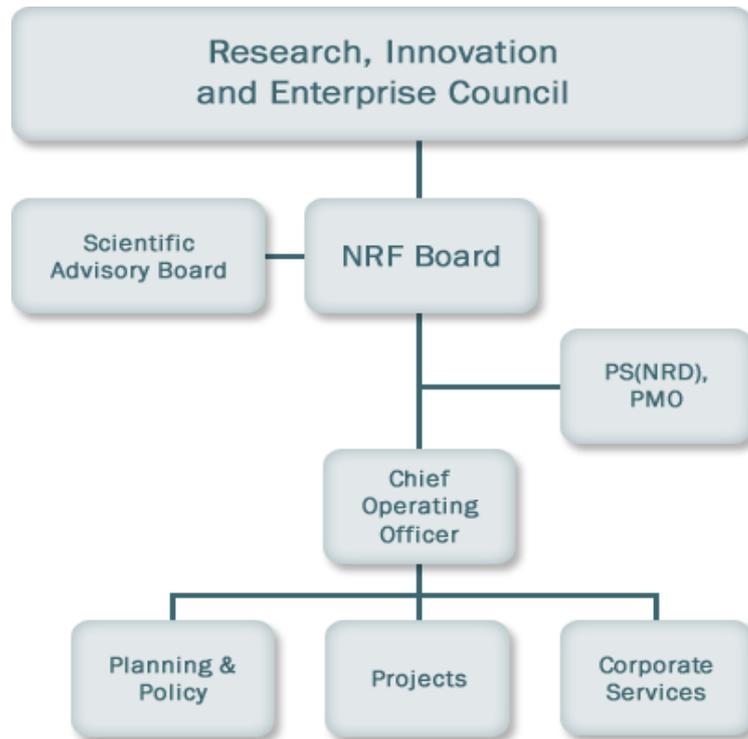


圖 2：國家研究基金會組織架構圖

五、國家研究基金會之科研推動策略

1. 採取「top-down」與「bottom-up」方式雙向促進科技研究發展

新加坡自 2000 年起全力發展科技研究並投入大規模資源，希望能藉由科技研發帶動經濟成長，建立其長期保有國家競爭力之穩固基礎。為達成追求高品質研究之目標，NRF 採取二種推動模式，即「top-down」與「bottom-up」二種方式。

(1) 從上而下任務型計畫 (Top down)

由新加坡政府主動擬定數個具有高效益潛力之重點策略發展領域，期能建立新加坡之核心研發能力。新加坡在這些領域具有能獲得世界領先地位之獨特競爭優勢，目前已擬定 3 個重點領域全力發展，分別是生醫科學、環境及水工程技術、互動式數位媒體。

(2) 從下而上自由型計畫 (Bottom up)

Top-down 方式有其不足之處，因此 NRF 另外規劃實施數項 bottom-up 計畫，自基礎面鼓勵全面性各領域之研究計畫，並對於其中具有發展潛力者給予持續支持；其目的在吸引、培育足夠之研發人才，能長期進行各項研究活動。這種 bottom-up 方式，能拓寬並深化新加坡之研究能量；透過這種運作機制，不僅能尋找出讓新加坡持續保有競爭力之新興策略領域，同時能吸引、培育並將研究人才留在新加坡。而大量之研發型工作機會，能鼓勵更多人追求更高等之教育，而此也將進一步豐富研究人才庫。NRF 推動之 bottom-up 計畫共含下列 3 種：

- ① 競爭性研究計畫 Competitive Research Program (CRP) Funding Scheme
- ② 卓越研究及科技企業學院 Campus for Research Excellence and Technological Enterprise (CREATE)
- ③ 卓越研究中心 Research Centres of Excellence (RCEs)

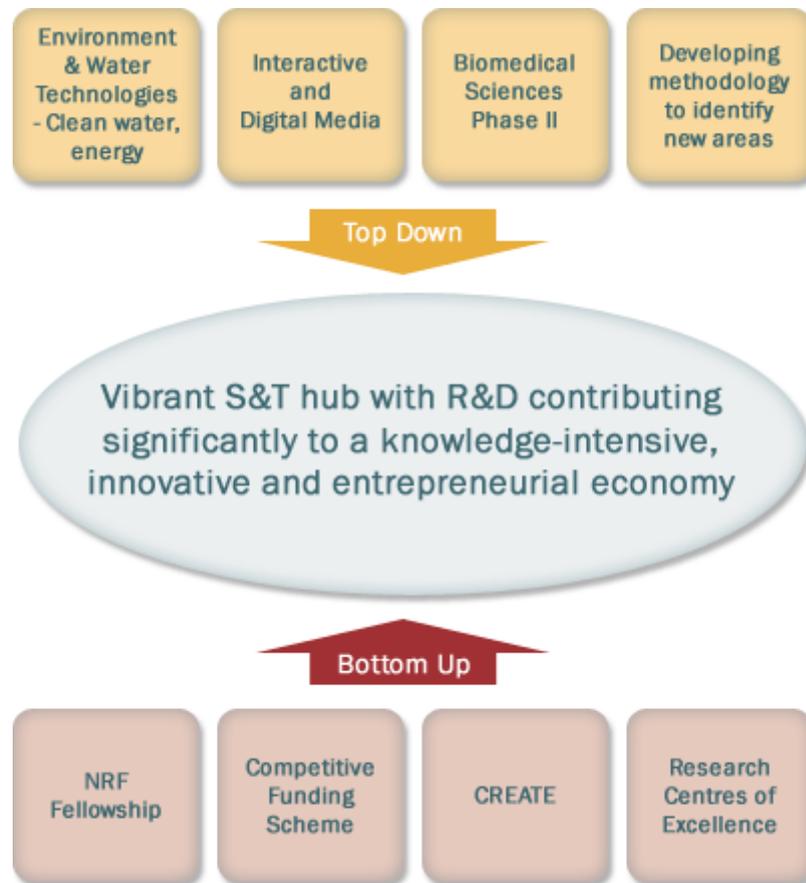


圖 3：國家研究基金會之雙向科研推動策略

2. 建立新加坡與全球頂尖研究大學之緊密關係以吸引及培育研發人才

培育足夠之研發人才為 NRF 之優先任務，以提供長期持續進行研發活動之需。NRF 研究學者獎學金 (NRF Research Fellowships) 設立之目的即在吸引才華洋溢之年輕研究人員，特別是博士後研究員，希望能延攬他們留在新加坡獨立進行尖端研究計畫。

六、國家研究基金會之各類計畫簡介

1. 策略性重點研究計畫 Strategic Research Programmes

研究創新企業委員會 (RIEC) 已分配總計 15.5 億新幣來推動執行策略性重點研究計畫，建立新加坡之核心研發能量。目前已擬定下列 3 個策略性領域全力發展：

- (1) 生醫科學：重點研究為將基礎科學轉化為醫學與治療學，以促進病人能獲得更好之照護。除了持續強化基礎生醫科學研究之外，發展焦點為轉譯科學與臨床科學，將科學發現自實驗室帶至病床邊與市場上，實際應用到臨床照護與醫療產業，改善人類醫療保健。其目標為發揮國際生醫科學群聚效應，成為亞洲之樞紐生醫城 (Biopolis of Asia)。
- (2) 環境及水工程技術：新加坡現有在水循環利用及水資源管理方面之能力與技術，使其具備在水工程領域佔有領先地位之優勢。此外，新加坡在太陽能與燃料電池方面也具有競爭優勢。由於新加坡是一個小型城市國家，因此也是一個測試前述新科技之理想地點。
- (3) 互動式數位媒體：新加坡具有獨特之多元文化、多種語言、以及資訊傳播基礎設施，以此為基礎，將可創造新利基。

2. 競爭性研究計畫 Competitive Research Program (CRP) Funding Scheme

CRP 藉由高度競爭性之審查機制，提供經費補助各式各樣廣泛領域之研究計畫，能拓寬並深化新加坡之研究能量。透過這種運作機制，能協助擬定具有潛力之新興策略研究領域，尋找出讓新加坡能投入資源發展核心能力之未來新產業。

CRP 之徵求領域完全不設限，但較歡迎三大策略性領域 (生醫科學、環境及水工程技術、互動式數位媒體) 以外之計畫。所有公私部門均能申請，鼓勵學術界與產業界進行合作並建立夥伴關係。

CRP 經由定期徵求計畫及具高度競爭性之審查作業篩選出最佳研

研究計畫，評選標準包括研究計畫之學術價值、影響力潛能及對於培育研究人才之貢獻度。CRP 之補助對象為具有高影響力之研究團隊所執行之整合型計畫，1 年對外徵求 2 次計畫，審查通過者最高可獲得為期 3-5 年總計 1 仟萬新幣之經費。

3. 卓越研究及科技企業學院 Campus for Research Excellence and Technological Enterprise (CREATE)

研究、創新與企業為影響新加坡未來經濟轉型之三大重要因素。為了加速達成新加坡成為創意知識經濟體之目標，NRF 與嚴選之國際卓越研究大學共同合作，在新加坡成立世界一流之研究中心。CREATE 之目的在於培養世界頂尖研究大學與新加坡研究機構之跨國合作研究團隊，這些世界級大學與企業實驗室將於 CREATE 進行人才培訓與技術轉移等各項科研活動。CREATE 之作用在於做為一個能夠吸引並培育優異科學家之平台，而其研究成果與創新將為新加坡開創新的成長機會。新加坡-麻省理工學院聯盟研究科技中心（Singapore-MIT Alliance for Research and Technology Centre）為第一個成立之 CREATE，將於 2008 年 1 月開始各項研究活動。

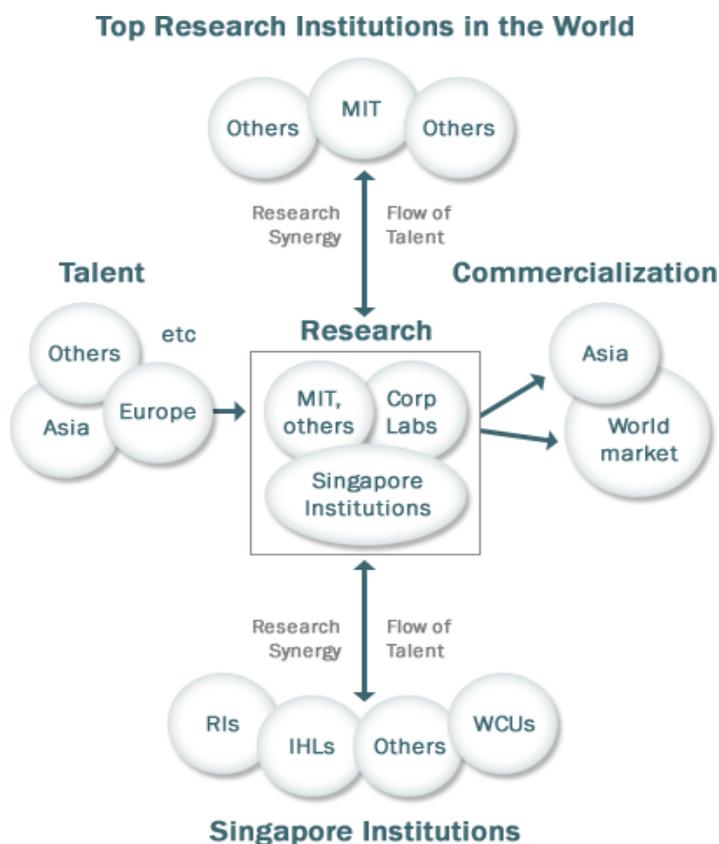


圖 4：卓越研究及科技企業學院（CREATE）之組成要件

4. 卓越研究中心 Research Centres of Excellence (RCEs)

RCEs 為長期性之投資，涉及非常嚴謹之世界級人才精選。其目的在於吸引世界級之頂尖學術研究人才，並將他們留在新加坡，針對策略性重點領域集中發展，提升新加坡大學研究之卓越度。RCEs 將增進新加坡大學之學術研究實力強度與優勢，由 NRF 與教育部共同補助設立。

RCEs 可激發新加坡當地學生之研究興趣，鼓勵更多學生從事學術生涯。RCEs 也將促進當地大學發展成為研究型大學，並提升其國際地位。

RCE 中心主任將是一位具有高品質之學術性研究人員，不論在科學研究或領導方面都有傑出聲望。中心主任除了致力於研究計畫外，還將負責延攬、指導中心研究人員，帶領他們向上提升；此外，亦負責 RCE 之發展、研究表現及行政業務。

目前已通過成立之第一個 RCE 為量子科技卓越研究中心。此次考察亦前往新加坡大學生物系拜訪，席間系主任 Prof. Hew Choy Leong 表示新加坡大學生命科學中心已向 NRF 提出 Mechanical Biology RCE 之申請案，將於明年一月公布審查結果，極有可能會通過審查獲得補助。

5. 研究學者獎學金 NRF Research Fellowships

這是一個具有全球競爭性之延攬人才計畫，目的在吸引、延攬能根植於新加坡，在新加坡獨立進行研究之年輕科學家與研究學者。NRF 研究學者獎學金之設立，對於培育新加坡之研發人才，強化新加坡之研發能量具有關鍵性之影響。

NRF 研究學者獎學金開放給所有之科技領域，並不設限於某些特定重點領域。只要是年輕、有才能之博士後研究員，不限國籍，都歡迎提出申請。

得獎者將擁有充分之自主權，能自由決定從事之研究方向。同時，他們也能自由選擇能提供最佳研究環境之研究機構，在那兒進行研究，建立其研究團隊。

每一位得獎者最高將可得到 3 年 150 萬美金之研究經費，若其研究計畫顯示具有高度產生突破性研究之可能性時，NRF 將可再提供另外 3 年之研究補助。研究經費可適度支持 1 個至少包括 1 位博士後研究員及 2 位博士生之研究團隊人事費、研究設備費、耗材費及出席國際會議差旅費。得獎者之薪水並不包含於研究經費之內，而是額外給予，相當於一所當地大學之助理教授薪資等級。

NRF 透過於國際知名科學期刊公開刊登廣告等管道，每年 2 次對外邀請申請案，發掘可能之後選人。評審作業包含 2 階段，由代表當地研究機構之委員組成審查小組，篩選出初步候選人名單，這些候選人將被邀請至新加坡簡報其研究計畫及參訪當地研究機構，以決定其可能之合作機構及研究單位。最後由 NRF 科技諮詢委員會面試這些候選人，並決定得獎名單。每年授獎人數完全依照申請人及其研究計畫之品質而定，並未事先預定得獎人數。

七、參訪心得

新加坡為一資源相當缺乏之國家，但近年在經濟上轉型成功，帶動經濟快速成長，表現亮麗；而其自 2000 年開始全力推動科技研發，並成功邁向知識經濟體之成果同樣令人讚賞。

新加坡國家小且實行開明集權制度，一旦擬定發展目標與策略後，便可非常有效率地在短時間內整合全國之力，貫徹執行。在經濟上如此，在科技發展上也不例外。國家研究基金會便是在新加坡確立發展知識經濟體之政策下，新成立之科技部門。國家研究基金會設於總理室之下，並做為新加坡研究創新企業委員會之執行秘書單位，其層級高，不僅可直接規劃具體策略並落實執行研究創新企業委員會擬定之科技政策，且對於新加坡長期由多個不同政府部門分散補助科研計畫之情形，亦可發揮有效整合之功。

此外，所謂知己知彼百戰百勝，新加坡對於該國具有之優勢與不足之處均能進行深入之分析並充分掌握；在資源有限且以經濟發展為首要目標之認知下，明確擬定 3 大策略性重點研究領域、迅速投入大量研發經費，並將其推動目標與經濟效益做結合，即於 2015 年之前達成此 3 大領域之工作機會加倍、產值 3 倍數成長之目標。

為了促進科技研究興盛發展，新加坡積極進行基礎建設之投資，包括建築物、儀器及設備等硬體研究環境之建設。擁有世界一流之基礎建設對於促進與提升研發活動具有相當重要之影響，例如新加坡近年積極開發之生醫城(Biopolis)即發揮了強力促進生醫科學發展之功能。在短短 5 年內，生醫城內已經興建了 9 棟建築，並且已開始運作，可提供 220,000 平方公尺之研究空間，足供 2,500 位研究人員進行研究。

推動科技不可或缺的便是人力資源，也就是科技研發人才。新加坡政府深切體認以該國原有國內研究人力，實不足以維持長期研發活動之需，

因此除了加強科技教育外，並致力於營造吸引海外科技人才投入新加坡之軟硬體環境，包括高待遇、高研究經費、英語為主之生活環境、吸引投資移民與技術移民之移民計畫與配套措施、充分保護智慧財產權之強健法令環境與政策、國際往來交通便利之地理區域...等等，創造更多科研人員就業機會，建設一個能讓國內外科研人才長久根留新加坡之最佳研究與生活環境。

新加坡成功之道在於明確掌握該國利基，迅速擬定策略目標，有效整合投入充足資源，培育及延攬世界一流研發人才，全力轉型成為擁有強力研發能量之知識經濟體國家。綜觀新加坡國家研究基金會所擬定之科技推動策略與相關執行計畫，我國似乎也都具有類似之科技政策形成機制、策略目標與具體計畫，但為何無法展現有如新加坡之明顯成果？有幾項值得我們再深入檢討之處，包括全國資源無法快速有效整合、研究資源重疊、各項大型計畫（如國家型計畫、卓越研究計畫）執行績效不如預期，培育及延攬人才配套措施不足等等。新加坡之行帶給我們許多省思，猶記新加坡貿易工業部與國家科技局（科技研究局前身）曾於 1998-1999 年派員來台參訪，如今已將其考察所得具體呈現在該國整體科研發展上，凡此種種實值得我們深切自省與再出發！

八、 國家研究基金會會談人員通訊資料及合影照片 (請見下頁)

Dr. Chua Kee Chaing
Director (Projects)
National Research Foundation
Prime Minister's Office
250 North Bridge Road, #17-01 Raffles City Tower, Singapore 179101
Tel: +65 63329010
DID: +65 63329096
Fax: +65 63329011
Email: chua_kee_chaing@nrf.gov.sg
Website: www.nrf.gov.sg

Chua Ipein
Head, Planning & Policy
National Research Foundation
Prime Minister's Office
250 North Bridge Road, #17-01 Raffles City Tower, Singapore 179101
Tel: +65 63329010
DID: +65 63329002
Fax: +65 63329011
Email: CHUA_Ipein@nrf.gov.sg
Website: www.nrf.gov.sg

Ang Siok Hoon
Senior Officer, Strategic Programs
National Research Foundation
Prime Minister's Office
250 North Bridge Road, #17-01 Raffles City Tower, Singapore 179101
Tel: +65 63329010
DID: +65 63329015
Fax: +65 63329011
Email: ANG_Siok_Hoon@nrf.gov.sg
Website: www.nrf.gov.sg



張清風處長致贈國家研究基金會計畫處處長 Dr. Chua Kee Chaing 紀念品



會後合影：自左至右為戴妃萍副研究員、周玲勤副研究員、張友琪副研究員
張清風處長、Dr. Chua Kee Chaing、張絲珍博士後研究員、Ms. Chua Ipein

參訪新加坡國立大學生命科學中心及生物學系

11/26 參訪新加坡國立大學生命科學中心、生物系及參觀研究相關設備。生命科學中心是醫學院的基礎學科，無論在教學學務及研究範疇佔有重要地位。中心主任丘才良教授(Dr.Hew Choy Leong)具備海洋生物科技與蛋白質體學專長，主導生命科學中心的以下事項：研究發展方向、教學發展方針、生物系研究人員的績效考核、海外優秀研究人員的延攬聘用..等，是新加坡國立大學生命科學中心推展的靈魂人物。

上午由丘才良教授針對生命科學中心有一簡報，下午由劉益成教授對生物系簡報，並參觀生物系及生命科學中心的研究環境及研究相關設備。很榮幸有此機會參訪新加坡高級學府，因新加坡政府對研究的重視與多重政策，基礎科學研究及產業相關科研正蓬勃迅速發展。

新加坡國立大學 (National University of Singapore, 簡稱 NUS 或「國大」)，於 1905 年成立，是**新加坡**共和國的第一所大專學府。新加坡國立大學主校園位於肯特崗 (Kent Ridge)，位於新加坡西南部，離市中心 12 公里，距東郊**樟宜機場** (Changi Airport) 30 分鐘車程。校區毗鄰新加坡科學園 (Singapore Science Park) 和國立大學醫院 (National University Hospital)，科研條件十分便利。教師約 6,631 人，大學部學生約 31,346 人，研究生約 8,595 人。新加坡國立大學學科門類齊全，設有人文和社會科學、理學、工學、商學、法學、建築學、電腦學、楊潞齡醫學院和楊秀桃音樂學院。另有李光耀公共政策學院，東亞研究所等研究機構。校園內還分佈著淡馬錫生命科學研究所 (TLL) 和屬於新加坡科技研究局 (Agency of Science, Technology and Research or A*STAR) 的數據存儲研究所 (DSI)，信息研究所 (I2R)，材料研究和工程研究所 (IMRE)，分子細胞生物研究所 (IMCB) 等高級研究機構。

*2004 年 11 月 5 日 英國《泰晤士報》的《高等教育增刊》將 NUS 評為世界五十強大學中的第 18 名，在亞洲地區，同日本的東京大學和中國的北京大學共為亞洲三甲。

*2004 年 11 月 21 日 NUS 工科和 IT 前 10 名。—— 英國《泰晤士報》的《高等教育增刊》。

* 2005 年 2 月 9 日 NUS 社會科學前 10 名，人文科學前 20 名。—— 英國《泰晤士報》的《高等教育增刊》。

*2005年3月4日 NUS 生物醫學前 25 名。——英國《泰晤士報》的《高等教育增刊》。

*2000年亞洲和澳洲最佳綜合性大學的第五名——Asiaweek。

*2002年工程論文發表量排名第十、電腦類論文發表量位居第十四，材料科學類論文發表量名列第二十——Institute of Scientific Information Essential Science Indicators。

新加坡國立大學(NUS)是亞太地區一所著名的高等學府。這裏聚集了本地和來自世界各地的精英。目前正致力於發展成為蜚聲海內外的綜合性教學和研究機構。國大的教學和研究以具創業精神和環球視野為特徵，為邁向環球知識型經濟注入活力。校園與多個科技園區為鄰，如新加坡科學院 I 和 II，啟奧生物醫藥研究園和啟匯資訊傳媒園等。NUS 共有 14 個學院，其中包括一所音樂學院。國大在班加羅爾、矽谷、生物穀、斯德哥爾摩以及上海的主要企業中心現有 5 個海外分院；例如杜克-國大醫學研究生院---NUS 與杜克大學聯辦的，其宗旨是為生物醫學界培育新一代的醫務科研人員。

生物系研究人員共 58 位，其中 8 位教授，1 位榮譽教授，26 位副教授，17 位助理教授，6 位講師。其它相關實驗室管理及行政人員約 84 位。大學部學生授課每年約 500 名，生物系負責 60% 的教學事務(考試、時程規劃及教學相關事務等)，本系老師的教學負擔約(80 小時/學期)相較其他研究大學較高。大學課程前 2 年不分科系著重於基礎科目的訓練；一年級核心課程: 化學、基因分子生物學、生物分子學、統計學、生物多樣性。二年級核心課程: 分子生物學、細胞生物學、生物資訊及生物電算學、細胞代謝與調控、實驗技術、生物統計等。

研究所課程是生命科學領域屬亞洲最好，生命科學系 2007 年的研究所課程畢業共計 251 位(87 位博士，164 位碩士)，學生分別來自 16 個不同國家。課程特點: 嚴格訓練、跨學門領域、活力的研究環境與文化、良好的交流，國際化與競爭的觀點。

11/26 下午由生物系劉益成教授針對系所研究與發展作簡報，並參觀生物系的研究環境及研究相關設備。劉益成教授是台灣海洋大學的傑出校友，在哈佛大學工作，被新加坡國立大學延攬，並得到新人獎(Young Investigator Award, YIA)，是一位年輕優秀的學者。

新加坡政府把生物醫學研究視為與電子、化工、工程並列的四大產業。政府

並選定生物醫藥科學、環境及水資源科技、互動與數位產業為首要發展產業。希望在 2010 年把新加坡建設成為一個集研究、製造和地區中心為一體的世界級生物科技基地，新國政府大力促進生物醫學研究，並設立生醫園區。

***生物系配合政府政策，目前的研究重點如下**

1. 生物多樣性
2. 細胞，分子生物及發展生物學
3. 生物技術
4. 結構生物學及蛋白體學

*中長程目標期 2020 年設立技術平台(基因、蛋白體學、結構生物學、生物資訊、生物技術、奈米技術、細胞影像..等)，發展以下 5 大研究主題:

1. 食物安全性與益生菌
2. 基因比較學
3. 系統生物學
4. 環境與自然保護
5. 健康照護與分子治療與診斷

人類基因解讀計畫被認為是 21 世紀人類最偉大的科技進展。科學家們致力解開人類基因圖譜的黑盒子，基因訊息的研究已成為本世紀生物科技的前瞻科學。基因解讀研究是一個劃時代之分水嶺，隨著人類基因資訊的解碼，科學家正逐步揭開細胞生命現象的神秘面紗。後基因時代，生物醫學的研究將因密碼的解開，而朝多樣性研究發展，對生命科學的重點著重於了解細胞結構與功能及 10 萬個蛋白質的功能。這項成就將為人類帶來很大的衝擊，亦為人類醫療技術與科技研發注入新的希望。

新加坡大學生命科學中心也致力發展以下平台技術及研究基礎設備，提升研發能量

(一)蛋白質平台技術

1. 蛋白質體學
2. 結構生物學
3. 蛋白質晶片技術

4. 蛋白質表現與設計
5. 蛋白質摺疊
6. 蛋白質交互作用

(二)生命科學中心研究基礎設備 (Research Infrastructure)

1. 結構生物學實驗室(The structural Biology Corridor)--x 光結晶繞射、超低溫電子顯微鏡、蛋白質設計
2. 蛋白質及蛋白質體中心(Protein & Proteomics Center)--質譜分析、蛋白質純化
3. 功能基因實驗室(Functional Genomics Lab)--蛋白質體學、蛋白質晶片、組合式化學、微矩陣、分子生物學
4. 化學生物實驗室--- CMAC -NMR、生物影像、電腦工作站
5. 發展生物中心—斑馬魚發展實驗室、斑馬魚水族館
6. 魚生物學及海洋科學—熱帶海洋科學館—St.John's island
7. 植物生物學--植物組織培養實驗室、植物生長箱、冷房

生物學系在促成生命科學及生物醫學研究方面，具備以下研發特色及重點

*生物多變性與生態領域

1. 東南亞重要的動植物分類中心
2. 森林與海礁生態
3. 生物保存與環境管理
4. 生物多變性研究

*細胞與分子生物領域

1. 魚類生長與繁殖(例如:斑馬魚動物模型)
2. 致病機轉及宿主與致病原之交互作用
3. 發展生物學
4. 神經生物學
5. 植物組織培養死與分子生物學(例如:蘭花)

*生物技術領域

1. 轉殖魚類與植物具高經濟價質(例如:螢光魚、蘭花)
2. 大分子之生物活性
3. 生物感應器
4. 生物物質(例如:毒蛇毒素)
5. 生物反應器

***結構生物學與蛋白質體學**

1. 水中動物之功能性基因與蛋白質體學
2. 結構生物學與蛋白質設計
3. 蛋白質晶片技術

生物學系研究人才方面: 研究人員共 58 位, 其中 8 位教授、1 位榮譽教授, 26 位副教授, 17 位助理教授, 6 位講師。其它相關實驗室管理及行政人員約 84 位。研究教師年齡分布多數為 50 歲以下佔 66%, 研究經費與研究計畫多集中在生產力活躍的助理教授及副教授。

丘才良教授具海洋生物科技與蛋白質體學專長, 是新加坡大學生命科學中心主任, 也生物學系的領導, 主導生命科學系的以下事項:

1. 研究發展方向
2. 教學發展方針
3. 系上研究人員的績效考核
4. 海外優秀研究人員的延攬聘用

新加坡政府在人才培育方面的投入可以說是不遺餘力, 除加強科技教育, 並積極延攬海外科技人才。大量生物醫學優秀人才的到來, 大大提升了新加坡在生物技術研究領域的水準。有鑑於新加坡研發人才缺乏, 生物學系配合國家科技立國政策及發展的重點領域, 海外設立延攬中心, 延聘各國頂尖優秀科學家及其團隊移師到新加坡從事科學研究。新人獎(YIA, Young Investigator award) 可提供年一筆經費給延攬研究者起始展開個人研究室的設立。

新加坡政府在延攬國外優秀科學家有以下多重政策與誘因

1. 優厚的薪支
2. 寬裕科學研發經費
3. 良好的子女教育環境(美國國際學校, 由政府負擔 80%學費)

4. 良好家庭居住環境(由政府負擔 80%經費)
5. 講英文無障礙的溝通環境
6. 法治國家，治安良好，社會友善
7. 交通便捷與世界各地交通接軌頻繁便利(新國目前為亞太金融與會議中心)
8. 保護智財權並擁有完善執法機制，促成良好研發與投資環境
9. 具備多元及國際舞台競爭力

基於以上幾點新加坡得以延攬世界頂尖科學家，投入國家 5 年計畫，提升國家競爭力。

在研究成果方面，生物學系近年論文發表國際期刊情形，因考量各領域學門間國際學術優良期刊之 IF(Impact factor) 高低分布不同，定出 IF 低標設定為 3.5

*近五年生物學系發表論文於國際學術優良之情形

No. of publication /year	IF 3.5-5.0	IF 5.0-10	IF > 10	合計
2003	26	19	1	52
2004	21	28	23	72
2005	23	35	15	73
2006	39	43	16	98
2007	23	31	22	76

生物系科學研究成果列舉

1. 轉殖斑馬魚(Transgenic zebrafish)—保留標示基因存於斑馬魚與人類肝癌細胞間，探求腫瘤的進展過程。
2. 螢光魚---世界上第 1 個基因遺傳工程寵物(GloFish)，熱帶斑馬魚注入海葵基因，可產生螢光具世界專利及商業價值。

參訪心得

- 1.新加坡經多方斟詢國際專家，決定將重心放在研發和創新議題上才能跟上國際發展的脚步，接著藉由國家政策計畫的推動，促使國家提升轉型。例如:第一個國家科技五年計畫(1991-1995)R&D 總預算 20 億新元，第二個國家科技五年計畫(1996-2000)R&D 總預算 40 億新元，第三個國家科技五年計畫

(2001-2005)R&D 總預算 70 億新元。

- 2.新加坡政府的魄力、廉能、效力令人印象深刻。科技投入多年來，經費逐年持續增加，並未受到經濟增長起伏的影響。政府在執行政策時，相關政府部門透過橫向及縱向的整合，有一整套完整的執行策略。
- 3.2000 年以來，亞洲的日本、印度、韓國、新加坡和台灣等 5 個國家和地區都在生物技術領域投入了大量資金，但新加坡的動作最快，提供的資金最多。新加坡政府把生物醫學研究、電子、化工、工程並列為發展四大產業。為在 2010 年把新加坡建設成為一個集研究、製造和地區中心為一體的世界級生物科技基地，新政府將在未來幾年內投資大量經費，大力促進生物醫學研究及建立生醫研究園區。選定生物醫藥科學、環境及水資源科技、互動與數位產業為首要發展科技產業重點。
- 4.因應新加坡政府政策，新加坡大學及其他研發機構經營像公司的管理，用人原則有彈性，較沒有僵化任用制度的缺點。生物學系以優厚條件延攬海外人才，大量生物醫學優秀人才的投入，大大提升了生醫領域的研發水準。這些大學研究人員一聘三年，但每年須接受嚴格評比與成果績效考評。新加坡因國內研究人才數量小，所有研究計畫、成果、升等之評審皆找國外頂尖學者參與審查，已達國際學術水準。



11/26 致贈生科中心主任 Dr. Hew Choy Leong 禮物合影。



11/26 下午參觀生物系實驗室與劉益成教授合影。

*附件--參訪人員:

1. Prof HEW Choy Leong Director 丘才良教授

Office of Life Sciences

Centre for Life Sciences

28 Medical Drive, #05-02, Singapore 117456

TEL:(65)6516 7544 Fax:(65)6776 4382

E-mail:olshead@nus.edu.sg

Website:www.ols.nus.edu.sg

2. WEI-YI ONG B.D.S., Ph.D. 王維義博士

Associate Professor

Department of Anatomy

Yong Loo Lin School Of Medicine

Neurobiology Research Programme

National University of Singapore

Centre for Life Sciences (CeLS)

28 Medical Drive, #04-09

Singapore 117456

TEL:(65)6516 3662 (office)/6516 8160 (Laboratory)

6516 7968 (Multimedia Development Unit)

E-mail:antongwy@nus.edu.sg

3. Yih-Cherng LIOU Phd

劉益成 博士

Assistant Professor

Department of Biological Sciences

Faculty of Science

Block S2,Level 5

14 Science Drive 4, Singapore 117543

Tel:(65)6516 7711 Fax:(65)6779 2486

E-mail:dbslyc@nus.edu.sg

Website: www.dbs.nus.edu.sg

4. Ellice LIM

Senior Manager

Corporate Events

Office of Corporate Relations

University Hall, Tan Chin Tuan Wing, #UHT-01-01

21 Lower Kent Ridge Road, Singapore 119077

TEL:(65)6874 2316 FAX:(65)6778 5281

E-mail:ocrlime@nus.edu.sg

參訪新加坡國家醫療研究委員會 (NMRC)

國家醫療研究委員會 (NMRC)之拜訪活動，安排於此次新加坡考察行程的第三天上午，於新加坡衛生部大樓內辦公單位進行正式的訪談；NMRC 由執行長 Edwin Low 親自接見本會代表，讓我們感到非常地榮幸。

雙方人員在交換名片及短暫的寒暄問候後，便開始進行正式的訪談，首先由 NMRC 對生物處代表進行簡報；除介紹 NMRC 的任務及組織架構外，也將新加坡自 2000 年開始在生物醫藥科學領域的進展及未來整體規劃方向做了簡要且清楚的說明，讓我們清楚瞭解到新加坡自 2000 年開始至今在生物醫藥科學領域的進展及規劃，當中有許多經驗及作法令我們感到非常震撼，也讓我們清楚且全面地瞭解到，近幾年新加坡在生物醫藥科學領域快速發展的情況及為何他們能夠有這樣的好成績。最後由生物處張處長向 NMRC 代表人員進行國科會整體及生物處之運作架構等，讓對方能對國科會之整體組織架構、重要任務和推動補助業務有一全面性地瞭解。

茲將 NMRC 的簡報內容及其相關資料概述如下：

新加坡整個產業的轉型過程是從 1960 年代的勞力密集至 1970 年代的技能密集，再至 1980 年代的資本密集、1990 年代的專業技術密集，一直到 2000 年代強調知識及創新密集的經濟型態。新加坡自 1980 年代開始即將生命科學研究及生醫產業列為發展重點，目前已完成自 2000 年開始執行的第一個 5 年科技計畫 (*Singapore's Biomedical Sciences (BMS) Phase 1 initiative, 2000-2005*)，成功建設基礎生物醫學研究之研發能量、人力及研究發展的基礎建設和環境(如生物醫學研發園區中心"Biopolis")。

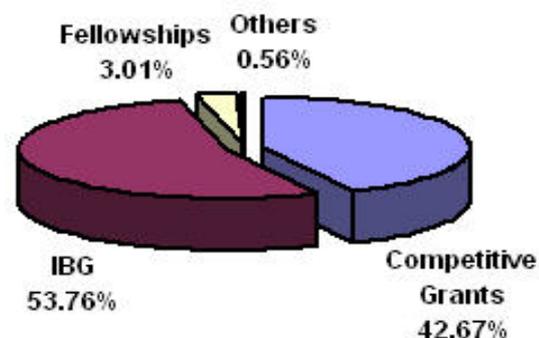
因為第一個 5 年科技計畫已成功建設基礎生物醫學研究之研發能量、人力及基礎建設環境；新加坡第 2 個 5 年科技計畫 (*Singapore's Biomedical Sciences (BMS) Phase 2 initiative, 2006-2010*) 的主要任務之一為增進新加坡在轉譯及臨床研究 (Translational and Clinical research, TCR) 上的研發能量，將著重生醫產業之臨床試驗及商業化能力，從基礎研究邁向臨床試驗，促進研究機構與衛生部及醫院機構之合作。預計在五年內 (2006-2010) 投入 15 億新元，相當約 330 億新台幣於轉譯及臨床研究上；同時也成立數個研究中心及聯盟，包括新加坡生物影像聯盟 (Singapore Bioimaging Consortium)、新加坡幹細胞聯盟 (Singapore Stem Cell

Consortium)、醫學生物研究中心(Institute of Medical Biology)、新加坡臨床科學研究中心(Singapore Institute for Clinical Sciences)和試驗治療中心(Experimental Therapeutics Centre)等，協助在未來將基礎生物醫藥研究領域的發現成功地轉移至臨床研究應用上，進一步改善及增進人民健康。

NMRC 之簡介

NMRC 成立於 1994 年，主要任務為促進新加坡在醫學研究領域的發展及監督其進展，負責領導、增進、協調和補助新加坡的醫學研究；其不僅提供研究經費給醫療機構，也給予競爭型的個別型計畫研究經費；透過提供各種獎項或獎學金培育臨床醫生成為科學家，因為他們清楚知道要將基礎研究推向臨床試驗領域，臨床醫師研究者在其中扮演一個重要且不可或缺的角色。在新加坡，NMRC 是提供經費支持醫學研究的主要補助機構之一，主要藉由競爭型個別研究計畫(competitive individual research grants, IRG)、機構補助計畫(institutional block grants, IBG)和獎學金授予(Fellowships)提供研究經費支持醫學研究，以下圖表所示為以 2005 年為例，呈現出 NMRC 該年度研究經費支出情況(約 53.2 百萬新元)。

計畫類別	經費支出總額(百萬新元)
競爭型研究計畫(Competitive Grants)	22.7
機構補助計畫(IBG)	28.6
獎學金(Fellowships)	1.6
其他	0.3
總計	53.2

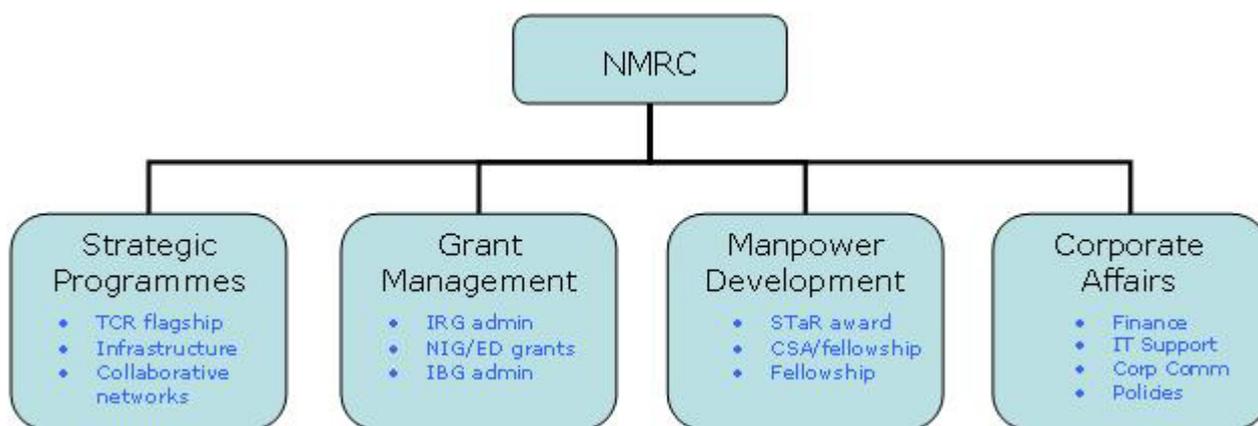


因為新加坡第 2 個 5 年科技計畫的啟動，自 2006 年起，NMRC 得到來自衛生部及國家研究基金會(National Research Foundation, NRF)的額外經費，擔負起另一個重要的任務-著重加強新加坡在轉譯及臨床研究領域的能力和研發能量；為了執行上述新的任務，NMRC 在 2006 年啟動多種新的策略或措施，其中包括開始推動兩種重要方案：轉譯臨床研究旗艦型計畫(Translational Clinical Research (TCR) Flagship Program)和設立新加坡轉譯研究學者獎 (Singapore Translational Research (STaR) Investigator Award)。除了補助上述具策略性重要的研究方案外，同時也投入經費開始推動新的補助計畫類別- Exploratory and Developmental grant (EDG)，讓年輕的臨床研究者有機會能夠開始他們的研究生涯；也提供經費給已建立研究基礎且

有創新想法的研究者，讓他們能夠朝向新的研究領域努力和探索創新的想法，進一步累積足夠的初步研究結果，未來能夠競爭個別型研究計畫補助。另一方面，也開始提供不同以往的臨床醫生科學家獎項(new Clinician Scientist Award, CSA)，此獎項不僅補助臨床醫生全額薪資給其所屬機構，也給予這些臨床醫生計畫經費，讓這些臨床醫生能夠專注在他們的研究上。NMRC 目的就是希望促進新加坡在轉譯及臨床研究上的卓越、培育一個含括臨床醫生及科學家的活躍研究環境，進一步增加知識的交流以改善人民的健康。

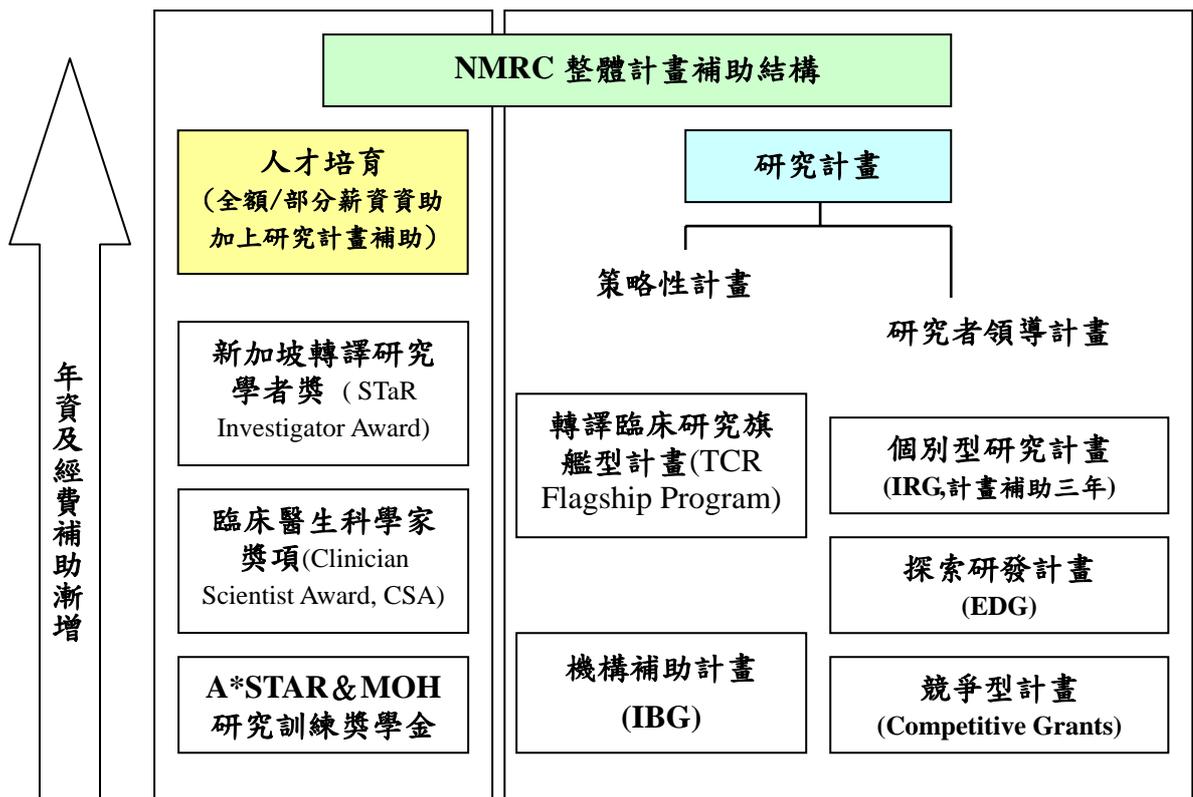
NMRC 之組織結構及其整體計畫補助結構

NMRC 的組織結構主要分為重要策略性計畫推動(Strategic Programs)、計畫管理(Grant Management)，人才培育(Manpower Development)和共同事務(Corporate Affairs)四個部分，詳如下列圖表所示。



NMRC Board Members

因為第 2 個 5 年科技計畫的開始，NMRC 的新任務為集中加強新加坡在轉譯及臨床研究領域的能力和研發能量的角色，NMRC 改變並加強原有計畫補助結構，發展一套全面且透明的計畫補助結構來發展、支持新加坡的研究環境，吸引各種不同專業知識技能領域的研究員和臨床研究學者，以完成新加坡成為轉譯及臨床研究核心中樞的目的，目前整體計畫補助結構如下所示：



重要策略性轉譯臨床研究旗艦型計畫(TCR Flagship Program)補助情形

2006 年開始推動之轉譯臨床研究旗艦型計畫，目的在協助增進重要疾病導向領域之優秀研究學者的 critical mass，並使得新加坡成為特定研究領域的領導者；鎖定五個臨床重點疾病研究領域包括：癌症(cancer)、神經科學(neurosciences)、眼睛疾病(eye disease)、心血管疾病/代謝性疾病(cardiovascular/metabolic diseases)和感染性疾病(infectious diseases)。

NMRC 於今年(2007)七月補助第一個有關胃癌研究之轉譯臨床研究旗艦型計畫 - **Singapore Gastric Cancer Consortium (SGCC)**，給予五年二千五百萬新元(\$25m)的研究經費補助，計畫團隊由計畫主持人 Yeoh Khay Gu 副教授領導，其利用匯集自新加坡大學(National University of Singapore)、分子及細胞生物研究所(Institute of Molecular and Cell Biology)、國家癌症中心(National Cancer centre)和國立大學醫院(National University Hospital)等各方面的專業知識技術支持。目標希望增進胃癌的早期診斷及治療方式。本計畫團隊的形成是藉由在胃癌研究領域具優秀表現的臨床醫生和科學家們共同合作努力的結果，朝向改善胃癌之預後結果及存活情況而努力；本計畫同時也期望嘗試能夠發現疾病早期的生物標記，有助於在早期診斷出胃癌、測試新的內視鏡檢查(endoscopy technology)、針對癌症病患進行遺傳性分析以找尋可能的遺傳易受性和保護等來源，並進一步發展分子分級(molecular classifications)，藉此明確預測疾病的變化作用及治療反應。

第一個胃癌研究之轉譯臨床研究旗艦型計畫整體來說有下列四個預期效益：

1. 對病患而言，能提供極具臨床意義的助益。
2. 有強大潛力能夠在有關腫瘤學轉譯臨床研究上，建立一亞洲領導中心。
3. 與當地(醫院、研究所和大學等)和國際研究團體建立強大的合作關係。
4. 提供未來有關基因體和臨床研究之重要平台。

人才培育情形

新加坡在擬定策略欲將基礎生醫研究發現轉移至臨床研究應用上，增進新加坡在轉譯及臨床研究領域的能力和研發能量時，就清楚瞭解到人才培育在這整個過程中是一個關鍵的構成要素，尤其是建立高品質臨床醫師的能量，因此 NMRC 設立三種獎項來支持臨床醫生研究者：

1. 新加坡轉譯研究學者獎 (Singapore Translational Research (STaR) Investigator Award)

自 2006 年開始設立新加坡轉譯研究學者獎；其目的是吸引和留住新加坡境內或國際上傑出的臨床醫師科學家。

2. 臨床醫生科學家獎項(new Clinician Scientist Award, CSA)

新的臨床醫生科學家獎項給予新加坡境內年輕或較資深的臨床研究者全額薪資和計畫經費補助，讓這些臨床醫生能夠專注在他們的研究上。

3. 醫學研究獎學金和科學家獎(Medical Research Fellowship/Scientist Award)

整個參訪交流活動結束後，張處長清風代表國科會致贈紀念品給 Executive Director, Edwin Low；本會所有代表並與國家醫療研究委員會出席此次交流參訪人員合照留念，為此次參訪交流活動劃下一個完美的句點。

參訪心得

參訪過程中，清楚瞭解新加坡未來五年內在生物醫學領域的規劃方向及推動策略，他們利用第一個 5 年科技計畫成功建設的基礎生醫研究研發能量、人力及

基礎建設環境，開始將基礎生醫研究發現轉移至臨床研究應用上，增進新加坡在轉譯及臨床研究領域的能力和研發能量，使得新加坡成為亞洲地區轉譯及臨床研究核心中樞，最終達到改善及增進人民健康福祉的目的。

為了達到上述目的，NMRC 扮演了一個重要的角色，其得到額外經費的支持，擴展現存的補助計畫類別並發展新的補助計畫類別，以支持加強新加坡的轉譯臨床研究，包括規劃推動重點策略性的轉譯臨床研究旗艦型計畫(TCR Flagship Program)：鎖定癌症(cancer)、神經科學(neurosciences)、眼睛疾病(eye disease)、心血管疾病/代謝性疾病(cardiovascular/metabolic diseases)和感染性疾病(infectious diseases)等五大臨床重點疾病研究領域進行研究補助。也藉由各式獎學金或獎項的授予，加強人才的培育，尤其是在臨床研究人員方面。因為他們清楚瞭解未來要成功將基礎生醫科學發現轉移至臨床研究上，相關臨床研究人員是不可或缺的。

新加坡政府對於未來五年在生物醫學研究領域的規劃及策略有清楚的方向，集中資源並投入大量經費支持既定政策的執行，同時清楚瞭解自己不足處，如相關生醫領域優秀人才之不足，不僅積極設立各種獎學金或獎項培育國內外相關人才，也重金延聘國外相關領域優秀研究學者加入新加坡生醫研究大環境；另一方面也努力改善整個大環境，讓來自國內或國外的研究人員都能在一個完善的環境中工作，共同邁向知識為基礎的經濟結構而努力。



2007年11月27日(星期二)

參訪隸屬新加坡衛生部之國家醫療研究委員會(National Medical Research Council, Ministry of Health) (NMRC, MOH)

張處長清風致贈紀念品給 Executive Director, Edwin Low



整個參訪交流活動結束後，本會所有代表與國家醫療研究委員會出席此次交流參訪人員合照留念，張處長清風右側為國家醫療研究委員會執行長 Edwin Low，左側為生物處同仁。

參訪 NMRC 過程之 NMRC 參與人員：

Dr. Edwin C T Low PPA

MBBS (Singapore), DFD (CAW), FRCA (UK), MPH, FAMS (Anaesthesia)

Executive Director

National Medical Research Council

11 Biopolis Way

#09-10/11 Helios

Singapore 138667

TEL (65) 6325 8130

FAX (65) 6324 3735

DID (65) 6325 8135

Email edwin_low@moh.gov.sg

WEB www.moh.gov.sg/ www.nmrc.gov.sg

Wen Qing Yeo

External Affairs & Communications Manager ■ Corporate Communications

Division

Ministry of Health, Singapore

TEL (65) 9642 4567

FAX (65) 6325 1686

Email edwin_low@moh.gov.sg

WEB <http://www.moh.gov.sg>

Anna Higgins

Assistant Director

National Medical Research Council

11 Biopolis Way

#09-10/11 Helios

Singapore 138667

TEL (65) 6325 8130

FAX (65) 6324 3735

DID (65) 6325 8138

HP (65) 9830 3470

Email anna_higgins@moh.gov.sg

WEB www.moh.gov.sg/ www.nrc.gov.sg

參訪新加坡基因組研究所

新加坡基因組研究所(GIS)為科學技術研究發展局(A*STAR)所屬機構生物醫藥研究委員會(Biomedical Research Council, BMRC) 設立之研究所之一，GIS 之拜訪活動，安排於此次新加坡考察行程的第四天下午，由邱國平技術員負責接待我們，除向我們介紹 GIS 外，也安排負責基因體定序實驗室的負責人 Thoreau Herve，為我們介紹最新基因體序列定序儀(solexa)和 GIS 最近在基因體學上的重大研究成果。

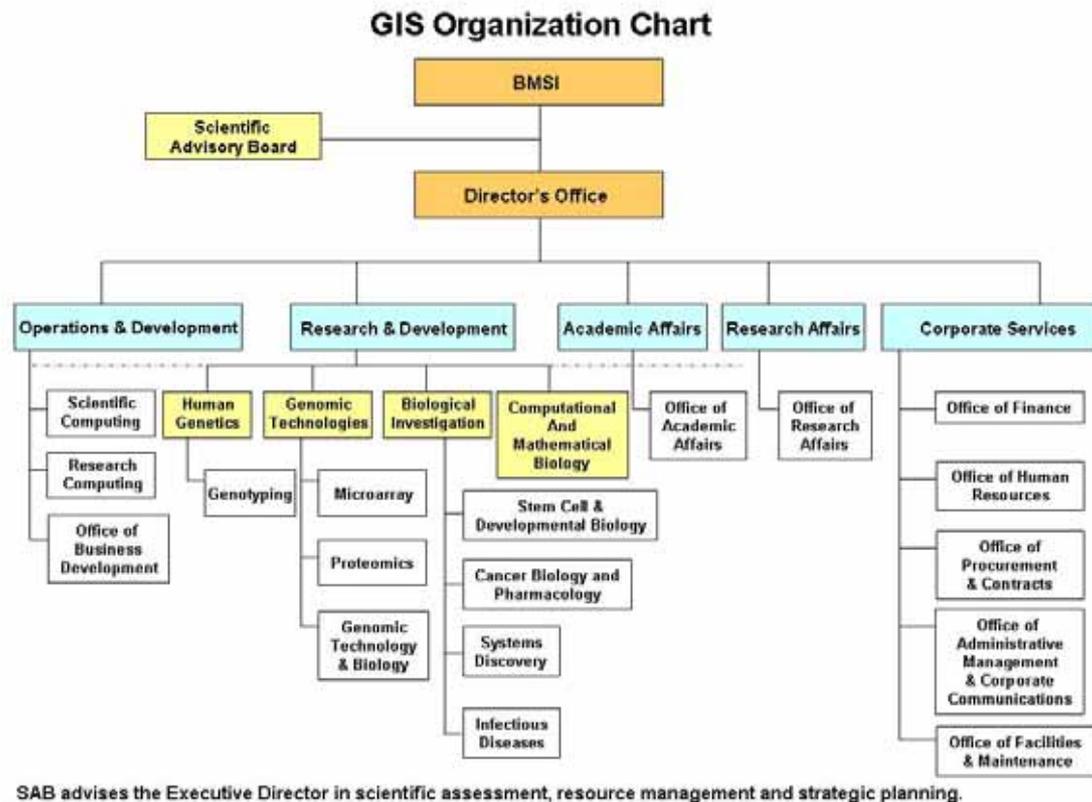
新加坡基因組研究所(GIS)之簡介及任務

GIS 成立於 2001 年，是新加坡在基因體科學上的「全國性旗艦型方案(national flagship program)」，其核心價值為：科學整合、醫學聚焦和國際化。GIS 為科學技術研究發展局(A*STAR)所屬機構生物醫藥研究委員會(Biomedical Research Council, BMRC) 設立之七個研究所之一，所以其研究經費來自科學技術研究發展局；GIS 於 2003 年啟用位於生物醫學研發園區中心 - **Biopolis** 的新研究大樓 - **the Genome**。Biopolis 包含 5 個生醫研究所、地區性和國際跨國生醫公司、藥廠的研發單位等，同時提供生活、工作、學習和娛樂的完善環境，作為研究和發展活動的溫床；有助於知識的交流及研究社群間的交互作用，成為新加坡內名副其實提升人類健康福祉之生物醫學科學中心(biomedical sciences hub)。

在後基因體時代裡，GIS 有著遠大且全面的眼光，瞭解未來生物學研究必定是需要高度廣泛地聯合基因體及計算學策略並行，他們努力將生物技術、遺傳學和生物學整合在一起，邁向個人化醫療目標和解決醫學上具重要性之問題；利用基因體科學增進公眾之健康和繁榮。至 2006 年為止，GIS 擁有將近 250 位的研究相關人員和 29 位研究學者。高效能基因定序、分子細胞遺傳學、生物資訊學、蛋白質體學等主要技術平台和表現矩陣技術已經與分子及細胞生物學、計算生物學和族群遺傳學計畫整合在一起。

GIS 瞭解技術面導向的科學家和以生物學研究為中心的研究者在生醫領域所扮演的角色是一樣重要的，技術學專家團隊與生物學家一同合作能根本解決和探索基本的生物學問題；他們努力將技術、遺傳學和生物學整合在一起，邁向個人化醫療目標和解決醫學上具重要性之問題。

GIS 的組織結構主要分為營運和發展(Operations & Development)、研究和發展(Research & Development)、學術事務(Academic Affairs)、研究事務(Research Affairs)和共同服務(Corporate Services)五個部分，科學諮詢委員會(Scientific Advisory Board)負責在科學評估、資源管理和策略制訂上，給予所長具體的建議，詳細組織結構如下列圖表所示。



GIS 之組織結構圖

重要研究成果

基因鑑定識別標誌技術(Gene Identification Signature technology)

GIS 的科學家 Dr. Yijun Ruan 和 Dr. Chialin Wei 已成功發展出更先進的定序和選殖技術，針對完整的轉錄體(transcriptome)進行更深入和有效率的研究註解。與現有的方法比較起來，這項新的策略技術至少加快 50 倍定序和轉殖過程的速度，同時也促進新穎致癌基因的快速鑑定、某些藥物之特異標的的發現和鑑定新穎且先前未發現之基因；此技術為全面性繪製主要轉錄因子所有結合位置的基礎。這項卓越的成果並已獲得美國國家衛生研究院(National Institutes of Health, NIH)超過 1 百萬美金的經費。

雌激素受體路徑之變異性與乳癌易受性之相關研究

為探索瞭解雌激素受體路徑在乳癌易受性的遺傳學，Dr. Jianjun Liu 和新加坡基因組研究所所長 Edison Liu 與 Karolinska 研究所共同合作，並獲得美國國家衛生研究院五年經費補助計畫，一同找尋確認與雌激素有關的基因，這些基因在賀爾蒙治療後與乳癌形成有其關聯性。這些新診斷、預後和治療生物標記的發現，有助於日後更加瞭解腫瘤細胞生長的過程和其臨床應用性，幫助早期鑑定和治療乳癌病患。

研究重點

GIS 研究重點領域可分為下列七方面，各研究領域間有著密切的合作關係。

1. 系統生物學(Systems Biology)

系統生物學包含各種不同的計算學和實驗學方法，聯合目標為製造和顯現大量的資料，實驗性和計算生物學家共同一起利用這些資料，來深入瞭解感興趣的生物學問題，進一步藉由系統性策略來瞭解生物學特性。GIS 之系統生物學實驗室研究重點包括幹細胞、早期發育、腫瘤、細胞週期之調控和大分子間之交互作用。

2. 幹細胞和發育生物學(Stem Cell and Developmental Biology)

利用系統生物學上的進展來支持幹細胞研究和組織再生之基礎細胞層次研究。結合強有力的基因體學技術和計算學分析，使得幹細胞研究計畫在發展潛力和範圍有其獨特性。

3. 腫瘤生物學和藥理學(Cancer Biology and Pharmacology)

利用整合的基因體學策略來研究轉錄體和腫瘤細胞變化在轉錄層次上的調控，以回答和腫瘤生物學有關的根本基礎問題和繪製出腫瘤細胞的系統圖譜，進一步設計處新穎的生物標記和合適的治療方法。

4. 人類遺傳學(Human Genetics)

企圖在族群規模基礎上瞭解基因型和表現型間的關聯性，選擇的表現型為包含多重基因和環境因子的複雜性人類疾病。人類遺傳學研究重點包括族群遺傳學研究、結核病之易受性和耐受性、分子流行病學和腫瘤遺傳學、牛皮癬(Psoriasis)的遺傳學基礎、整個亞洲區域的單一核苷酸多型性分析、乳癌的遺

傳流行病學、神經病學精神病學疾病的遺傳學基礎、基因表現調節區序列內的多型性遺傳學分析。

5. 感染性疾病(Infectious Diseases)

企圖針對感染性疾病發現並瞭解宿主和病原菌間的交互作用，以深入探討重要的公共健康議題，包括新興感染性疾病的早期發現和新穎抗感染治療學的發展。先前有關禽流感和 SARS 的研究成果已有四項專利產出，其中三項已有商品化產品。研究重點包含宿主-病原菌之基因體研究、B 型肝炎、病原菌的特性描述，病原菌的發現、宿主的遺傳學研究、傳染性疾病的老鼠模式研究。

6. 基因體技術(Genetics Technologies)

主要的興趣在於闡明人類基因組中所有功能性 DNA 要素(element)的結構，著重在轉錄體和轉路層次上的調控；發展創新的選殖和定序技術來探討和人類疾病有關的問題。主要研究成果包括繼續創新高效能、準確的 tag-based DNA 定序和繪製方法學應用在轉錄體和基因組分析上，設計末端配對雙標籤策略(paired-end ditagging, PET)和發展基因鑑定識別標誌技術(Gene Identification Signature, GIS)來精確地界定出全長轉錄物的界限。

7. 計算和數學生物學(Computational and Mathematical Biology)

發展和應用整合性計算學和統計學方法來進行序列和基因表現資料分析。研究重點包括生物資訊學的演算法、基因體的複雜性、比較基因體、計畫基因體和系統生物學、計算結構生物學。

人才培育訓練

GIS 協力合作的研究環境有助於訓練下一個世代的科學家，這些科學家將利用具整合性、系統性的策略來探討生物醫學上的重要問題。GIS 提供的研究生研究計畫(Graduate Research Programs)是屬於計畫導向(project-driven)，同時受到 GIS 優秀研究人員的指導。

科學技術研究發展局(A*STAR)的主要任務為培養世界級的科學研究和人才、加強科學能量經濟競爭力 and 建立一勇於面對現代科學極限挑戰的新世代。

GIS 雖然不擁有屬於他們自己的博士班學程，博士班學生可透過科學技術研究發展局研究生獎學金(A*STAR Graduate Scholarship, AGS)來取得博士學位；科學技術研究發展局研究生獎學金受到 A*STAR 研究生學院(A*STAR Graduate Academy, A*GA)和新加坡大學、南洋科技大學研究生學程的管理。另一方面，有許多國際研究生透過生物醫學研究委員會(BMRC)建立的國際合作關係計畫(International Partnership Programs)，在 GIS 從事研究工作以取得他們的博士學位。GIS 也提供豐富的博士後研究員訓練計畫，吸引來自亞洲、歐洲和美國等地極具積極性的研究者於 GIS 從事研究工作，並會獲得 GIS 優秀研究者的指導。

參訪心得

在後基因體時代裡，因為人類基因體定序計畫的完成，未來生物醫學將會有更廣泛的應用；新加坡基因組研究所(GIS)深刻體會到這一未來趨勢，有著遠大且全面的眼光，瞭解未來生物學研究必定是需要高度廣泛地聯合基因體及計算學策略並行，他們努力將技術、遺傳學和生物學整合在一起，邁向個人化醫療目標和解決醫學上具重要性之問題；利用基因體科學增進公眾之健康和繁榮。GIS 為了達到上述目標，同時也創造一個鼓勵開放溝通、具彈性的組織結構和協力團隊合作的特殊文化；所有的策略皆具其重要性和目的，並且是建立在長期的科學和社會目標上。

此次新加坡參訪過程中讓我們清楚瞭解到，新加坡自 2000 年開始至今在生物醫藥科學領域的進展及規劃，當中有許多經驗及作法令我們感到非常震撼，近幾年新加坡在生物醫藥科學領域的快速發展情況和他們能夠有這樣的好成績，重要原因之一為新加坡整體大環境有多項優於他國的長處，包括高水準的生活品質、多人種(民族)的特性、國際性、有活力和低犯罪率，另一方面，他們也訂定許多優惠的配套措施來吸引優秀的國際研究學者加入新國的研究社群。新國對於未來五年在生物醫學研究領域的規劃及策略有清楚的方向，集中資源並投入大量經費支持既定政策的執行。第一階段的生物醫學科學計畫(2000-2005)已確立新加坡生物醫學研究的核心能力，開啟了重要的人力資本與工業資本發展計畫，把主要的建設元素都已妥當設置；在下一個階段(2006-2010)將在第一階段建立之基礎上力行建設，加強基礎研究成果的商業化和臨床研究能力，以將各種基礎生醫研究發現從實驗室帶到臨床上，達到最終改善人類醫療保健之目標。

2007 年 11 月 28 日 (星期三)

參訪隸屬科學技術研究發展局之新加坡基因組研究所(Genome Institute of Singapore, [Agency for Science, Technology and Research](#)) (GIS, A*STAR)



(左圖)張處長清風致贈紀念品給 Thoreau Herve (**Production Leader**)

(右圖)張處長清風與邱國平(Chiu Kuo-Ping)技術員合照留念



左圖為新加坡基因組研究所內之定序實驗室，Thoreau Herve 向生物處參訪人員介紹最新基因體序列定序儀(solexa)及此儀器所使用之晶片。

參訪 GIS 過程之 GIS 參與人員：

Kuo Ping CHIU

Genome Institute of Singapore, 60 Biopolis street, #02-01Genome, Singapore 138672

TEL (65) 6478 8049

FAX (65) 6478 9058

Email chiukp@gis.a-star.edu.sg

Thoreau Herve B.Sc.

Production Leader

Genome Technology & Biology

Genome Institute of Singapore, 60 Biopolis street, #02-01Genome, Singapore 138672

TEL (65) 6478 8000

FAX (65) 6478 9059

DID (65) 6478 8080

HP (65) 8139 6846

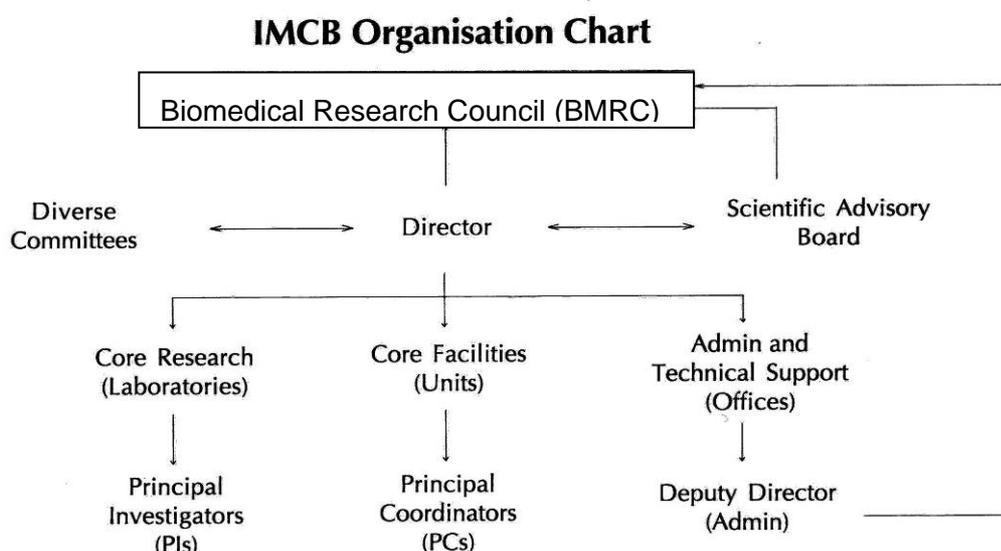
Email thoreauh@gis.a-star.edu.sg

參訪分子和細胞生物學研究所

IMCB 位於 Biopolis 園區內，要進入 IMCB 需先經過換證手續，留下參訪人員的姓名之後，由 IMCB 的江運金博士帶領下，每進一道門都需要有通行的感應卡才能夠進入，之後江博士帶這我們進入斑馬魚核心設施的會議室，剛開始就感受到其門禁森嚴，開始由江博士先以簡報方式介紹 IMCB 的概況，之後開始與參訪人員進行意見交流，針對我們所提出的問題，在他知道的範圍內一一幫我們解答，得到了許多寶貴經驗。

組織架構

分子和細胞生物學研究所(Institute of Molecular and Cell Biology)簡稱 IMCB 成立於 1987 年，為科學技術和研究局 (A*STAR) 單位下的一個研究機構，屬於生物與醫藥研究領域的研究所，歸生物醫藥研究委員會 (Biomedical Research Council, BNRC) 管理。其組織架構詳如下圖：



新加坡 IMCB 組織架構圖

研究概況

分子和細胞生物學研究所 (IMCB) 在 1987 年成立初期，僅有 12 位博士和 24 位研究生開始，1997 年有 160 位博士和 90 位碩士或大學畢業研究人員，發展至今共有 38 個研究實驗室，超過 400 位研究人員並依研究需要目前約有十多個

核心設施的建置，並於 2004 年 6 月搬遷到啟奧生物醫藥園區 (Biopolis)，是新加坡目前重要生物技術的 R&D 中心，主要研究主題集中在六大領域，分別為細胞生物學 (Cell Biology)、發生生物學 (Developmental Biology)、結構生物學 (Structural Biology)、傳染病學 (Infectious Diseases)、癌症生物學 (Cancer Biology) 及轉譯研究 (Translational Research)，以發展基礎生物醫學研究及培育人才為主，希望將 IMCB 由純科學研究工作，轉變成為能將研究成果推廣於臨床或實務之具應用價值的科學研究，期望在生物醫學領域的發展可以在亞洲甚至在世界上佔有一席之地。

近期研究成果

2000-2001 年開始新加坡政府積極參與並將生命科學領域的研究列為重點發展項目，IMCB 在 2006 年有許多文章發表於 Nature 及 Science 等國際一流的期刊，發表於影響係數大於 10 (Impact factor, IF > 10) 的文章有 16 篇，IF > 5 的文章有 46 篇，總發表數約 135 篇，總影響係數為 730.03，平均每年大約都有 15 篇以上的文章發表在 IF > 10 的期刊。研究人員大約只有 40% 左右為新加坡人，其他研究人員來自世界各國，只要是非常優秀的研究人員都可進入 IMCB 從事研究工作。目前的研究人員都需具備有將研究成果發表文章在 Nature、Science、Cell 等國際期刊的能力。

人才培育

目前 IMCB 有給研究生申請的計畫 (Graduate Studies) 及博士後計畫 (Post-doctoral Programs)，此二種計畫可以是世界各國只要具備資格就可以提出申請，目前補助的國家包括有新加坡、澳洲、歐洲、日本、中國、印度等國家的研究人員 (詳附件一)，此外尚有 8 種延伸性計畫運用在培育人才方面，依計畫性質不同分別為 Polytechnic Industrial Attachments、NUS Summer Programme、IMCB Student Assistantship、NJC STAR Programme、A*STAR/MOE Youth Science Programme、Teacher Training、Research Outreach Programme 及 IMCB Open House，其計畫細節詳如附件二。

另外 IMCB 早期還有自己讓博士生申請參與的研究計畫，目前此計畫因為 A*STAR 已有 PhD Program (4 年博士班+2 年博士後研究之研究計畫)，而 IMCB 為 A*STAR 單位下之一個研究機構，所以目前此博士計畫之主要博士生來源是由 A*STAR 所執行的 PhD Program 而來。

參觀斑馬魚核心設施中心

由游美淑博士的解說及帶領下參觀 IMCB 的斑馬魚核心設施中心，該中心共有 11 位人員，包含 1 位主管、5 位研究人員及 5 位清理人員，斑馬魚的養殖設備是由德國引進，約花費 2.5 百萬新加坡幣建置此硬體設施，另外每年所需管理費用包含人事費及相關維護經費，約需要 100 萬新加坡幣，大概可以管理 8000 個小魚缸總共約 50 萬尾的斑馬魚，大約每 1 個人需要管理 800-1000 個小魚缸，部分設備可以利用生物時鐘的原理，進行人為的環境調控技術，使得在 24 小時內都可依研究人員的研究需要，誘使斑馬魚產卵，協助研究的進行，以目前的養殖技術估算大約養 50 隻斑馬魚的經費約等同於飼養一隻老鼠的經費。

參訪心得

經由意見交流瞭解到 IMCB 的研究人員並不需要申請計畫就有研究經費，而且在研究經費上就江博士的經驗大概沒有特別的上限，不過江博士也表示也許可能會有上限，只是以他目前的經驗並未遇到此問題。

IMCB 的研究性質跟其他研究機構相比算是比較自由的，原則只給大方向的研究重點，要求研究人員需要有好的研究表現，其他並不會有太多的要求。不過如果與大學的研究人員相比則各有其優缺點，好處為研究經費來源穩定、所有研究皆不需書寫計畫申請書，相關研究設備及研究人力都由研究機構統籌，但現在因為政府為鼓勵生命科學的研究，投入大量的經費，並提供給大學研究人員申請，使得大學教授或研究人員在獲得經費後對於人員得聘用，因為計畫主持人可已有調性的調整聘用人員的薪資，而 IMCB 在這方面更沒有彈性，所以現在有部分的博士後研究會到大學去當博士後研究，不像早期大家都會想要到 IMCB 工作。

人才取得與培育方面，新加坡政府以優惠的配套措施，例如依研究人員的研究表現給予不同的待遇，不因年資決定薪資，對於有意願到新加坡工作的研究人員，給予機票讓其願意到新加坡面試，或是徵才單位直接到研究人員的工作國家約個地點進行面試或徵才，經錄用確定願意到新加坡工作的研究人員，提供生活上的各種必要協助，例如居住問題，若有小朋友的則提供教育上的協助並提供教育上的費用等資助，吸引世界各國的優秀研究人員到新加坡工作，也因為有很多優厚的措施，使得很多優秀的研究人員願意到新加坡從事研究工作，短短 6-7 年就讓新加坡的生物科技研究在世界上大家看到他們的進步。相對的讓在生物技術領域的知名廠商願意到新加坡設廠，創造更多的就業與培育人才的機會。

Academic Programs

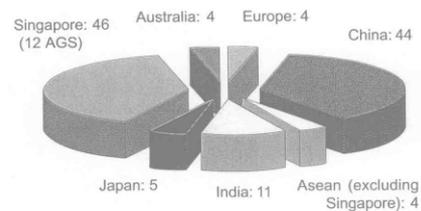
Graduate Studies

There are 107 graduate students currently enrolled in postgraduate programs based on their backgrounds in biological sciences and chemistry. The Institute offers an integrated program of advanced course work, laboratory research and seminars. Course work consists of a combination of core and elective modules in Nucleic Acid Bioinformatics, Gene Regulation, Membrane Biology, Cell Cycle Regulation, Genomics, Molecular Biology and Signal Transduction. Guest lecturers are recruited for some courses. To date, 118 students have earned PhD degrees and IMCB graduates are able to find good post-doctoral positions locally and overseas.

In April 2003, the A*STAR Graduate Scholarship (AGS) was launched to encourage local graduate students to pursue higher-level degrees. It has become the main source of graduate student intake for IMCB. This program consists of four years of study and research, during which the students are guided by a supervisor and a committee of two to three senior faculty members, followed by a 2 year post-doctoral training in one of the local research institutes.

Another program, the Scientific Staff Development Scheme Award (SSDS) was recently launched in May 2004 to allow current local research staff to undertake graduate studies. So far, 2 staff have been awarded the scholarship.

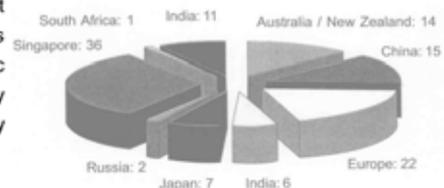
Graduate Students
(Listing by Nationality)



Post-doctoral Programs

The Institute aims to provide a challenging and stimulating environment for post-doctoral fellows. There are presently 112 post-doctoral fellows from all over the world working with the principal investigators in specific research groups, within a multidisciplinary scientific environment. They also interact with other research staff to gain exposure to a wide variety of concepts and techniques.

Postdoctoral Fellows
(Country by PhD Training)



附件二

IMCB Outreach Activities

Since 1990, the Institute of Molecular and Cell Biology (IMCB) has been involved in various types of student outreach in the form of attachment programmes during the holidays. Key objectives of these attachment programmes are to:

- ❖ Expose students to life science research and a professional laboratory environment.
- ❖ Allow students to have an opportunity to pursue their interest in biomedical sciences.

Various programmes are organized to encompass the diversity of students. They include the following:

Polytechnic Industrial Attachments

Our partners include Ngee Ann Polytechnic, Singapore Polytechnic and Temasek Polytechnic. IMCB is involved with taking in the industrial attachment students. They are trained by the scientific staff to conduct experiments in a professional lab setting and are also given projects to follow through.

NUS Summer Programme

The NUS summer programme welcomes undergraduate students during the long holidays between the academic semesters (mainly between May-July). These students are assigned to labs and their supervisors give them small projects to complete within the time period. The attachment programme's main objective is to enhance the participant's lab skills to complement the curriculum being taught in school.

IMCB Student Assistantship

This program allows students who are awaiting entry into universities to work in IMCB. The duration of the program is 6 months. This program allows students to immerse themselves fully into the lab environment.

NJC STAR Programme

Recently started in 2001 by National Junior College (NJC), this programme sees 20 students coming in each year to be attached to a lab for a period of 6 months. The students keep constant contact with their supervisors during school time, coming into the labs at least once a week. They start their attachment full time upon starting their holidays.

A*STAR/MOE Youth Science Programme

IMCB is a participating institute in this programme organized by A*STAR and the Ministry of Education (MOE). JC1 students apply through their schools for the programme and they go through a stringent selection process by MOE. Successful candidates are given a choice of the research institute they wish to intern in. The duration of the programme is 4-5 weeks and conducted during the Nov-Dec school holidays.

Teacher Training

IMCB has been involved in training teachers by inviting them to the labs to do an attachment during the school holidays. Other areas include the recent IMCB Worm Kit where IMCB scientists train teachers to use the worm kit and IMCB's participation in the Teacher Work Attachment program by MOE. The main objective is to allow the teacher to conduct the experiment in their school labs.

Research Outreach Programme

The latest programme available from IMCB, organised in conjunction with MOE, this is a 3 day attachment for students from upper secondary to JC level. This programme is one of Singapore's first, conducted during curriculum time. IMCB conducted a small pilot run in 2004 August - September. It launched officially in 2005, taking in more than 1000 students throughout the whole year.

IMCB Open House

This is held annually to give the public a first-hand view of the work that goes on in the institute.



11/28 參訪 IMCB 與江運金博士（左三）及游美淑博士（左四）合影。



游美淑博士解說斑馬魚中心設施及運作方式

參訪 IMCB 及斑馬魚核心設施中心參與人員

May-Su YOU Ph.D.

Zebrafish Facility Manager

61 Biopolis Drive , Proteos , Singapore 138673

DID:(65)6586 9816 Tel:(65)6586 9755 Fax:(65)6779 1117

Email:youms@imcb.a-star.edu.sg

Yun-Jin JIANG Ph.D.

Principal Investigator

Laboratory of Developmental Signalling and Patterning

61 Biopolis Drive , Proteos , Singapore 138673

DID:(65)6586 9718(off)/9715(Lab) Tel:(65)6586 9755 Fax:(65)6779 1117

Email:yjjiang@imcb.a-star.edu.sg

Sean Liour Ph.D.

Senior Research Scientist

Tel: +65 6824 7116

Fax: +65 6478 9084

Email:sliour@ibn.a-star.edu.sg

Yu Hsiao-hua (Bruce) Ph.D.

Team Leader and Senior Research Scientist

Tel: +65 6824 7161

Fax: +65 6478 9080

Email:byu@ibn.a-star.edu.sg

參訪單位網站

1. National Research Foundation (NRF)
捷徑指向: <http://www.nrf.gov.sg/>
2. National Medical Research Council, Ministry of Health (NMRC, MOH)
捷徑指向: <http://www.nmrc.gov.sg/corp/index.aspx>
3. Agency for Science, Technology and Research (A*STAR)
捷徑指向: <http://www.a-star.edu.sg/astar/index.do>
4. Genome Institute of Singapore (GIS, A*STAR)
捷徑指向: <http://www.gis.a-star.edu.sg/internet/site/>
5. Institute of Molecular and Cell Biology (IMCB, A*STAR)
捷徑指向: <http://www.imcb.a-star.edu.sg/>
6. National University of Singapore (NUS)
捷徑指向: <http://www.nus.edu.sg/>
7. Department of Biological Sciences, National University of Singapore (DBS, NUS)
捷徑指向: <http://www.dbs.nus.edu.sg/aboutdbs/inbrief.htm>

綜合參訪心得

綜合大家的心得可以發現，新加坡政府無論是在人才培育與國際徵才等方面，整體上比較像企業化的經營模式在管理，在短短幾年內因為政策明確，並對生技領域投入大量經費，使得生物技術方面的研發成果，能夠在短時間內就達到當初訂定的目標，經由跨國徵才並與企業界合作等方法，解決自己人才不足，有效的將研發成果透過國際交流，提高自己在國際研究表現的曝光度，也因為培育人才擁有完善的配套措施，讓許多國外的優秀研究人員，願意到新加坡工作。

藉由這些國際大師級研究人員到新加坡工作，培育更多的研究人才，目前尚無法看到具體成果，但相信在 1-2 年後，因為這些計畫而培育出來的人才就會陸續回到該國的研究領域，到時就可以瞭解其具體成效。

從幾天與談過程中發現要在新加坡從事研究是相當競爭的，必須要不間斷的鞭策自己不能夠退步，而且還需要一直進步，因為大家都在進步，若自己只維持在原來的水準，很有可能在如此競爭與講究績效的國家中，就會失去競爭力而無法保有工作。