

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

出國類別：進 修

赴美國波士頓 Harvard/MIT 進修醫療資訊

三年——心得報告

服務機關：臺北榮民總醫院

出國人職 稱：住 院 醫 師

姓 名：孫 英 洲

出國地點：美 國

出國期間：89.07.01—92.06.30

報告日期：92.07.29

J3/  
c08903835

系統識別號:C08903835

公務出國報告提要

頁數: 10 含附件: 是

報告名稱:

醫療資訊

主辦機關:

行政院輔導會臺北榮民總醫院

聯絡人/電話:

/

出國人員:

孫英洲 行政院輔導會臺北榮民總醫院 教研部 住院醫師

出國類別: 進修

出國地區: 美國

出國期間: 民國 89 年 07 月 01 日 -民國 92 年 06 月 30 日

報告日期: 民國 92 年 07 月 31 日

分類號/目: J3/醫療 J3/醫療

關鍵詞: 醫療資訊

內容摘要:

電子化病歷不只是取代紙本病歷，還有更多附加價值：包括臨床決策支援系統（、如對醫師的提醒、警示、和即時、智慧性的相關知識顯示），以及利用資料倉儲支援各種研究所需的病患資料。此外，臨床資訊系統應以病人為中心：同一病人不管是看急診、門診、或住院，所有的病歷會自動歸建彙整，並且永久線上保存。越進步的國家，通訊的設施越完善、通訊費用越低廉，而人力則越形昂貴。建議強化本院的基礎通訊建設並思考利用通訊系統（如多方會談，遠距教學等）克服榮總和台灣聯合大學間距離的障礙以落實合作關係。美國知名度較高的資訊系統常是和醫療資訊的學術研究人員相結合，如在Columbia,資訊室的領導階層多在大學的醫療資訊研究所兼任或專任教職；在Partners Healthcare,資訊部門分化出專做學術研究的部門。這種安排的好處在於使應用程式的規劃能兼顧學術的角度，完成後也能有完整的評估可供發表。此外，研究人員因為分工的安排可以專心研究，其研究工作不致被優先次序較高的需求（如健保給付修改）不斷地排擠到後面而終於無法執行。Partners Healthcare資訊人員有七百多人，資訊花費佔營業額的4%（不含PACS及研究計劃），相對之下本院在資訊方面的投資比例偏低：人員約五十名，資訊花費僅佔全院營業額的1.7%（含PACAS）。職建議增加本院在資訊方面的投資比例，在法規的彈性內調整待遇，羅致醫療資訊的人才，補充新血，使我們的資訊水準繼續在國內領先，將來與國外醫學中心媲美。公共衛生資、臨床資訊、影像資訊、及生物資訊、雖然應用對象不同，但是在資訊方法和基礎理論上則大致相通。目前，陽明衛資所已成立若干年；生物資訊所已有博、碩士都程；影像資訊方面，除了醫研部的腦功能研究室外，醫工所和放射醫學所若干教授蒐影像資訊的研究也多有參與；臨床資訊方面雖尚未有具體名目，但有前輩各項領域的師資以及本院資訊室的人才，未來的發展已隱然可見其雛形。若能將這些獨立發展的資源，做一有效的統合，應可發揮合作加乘的效果，職建議長官考慮以任務編組或加上外聘顧問的方式，成立一個「生物、影像、臨床、衛生資訊研究整合推動小組」，定期評估榮陽

乃玉榮台聯大在此領域已申請之研究計劃，有否可以整合之處，以及課程、師資是否可以跨系所運用，並統合中長程發展方向，提昇台灣在生物資訊、影像資訊、臨床資訊、和衛生資訊等學門的國際知名度。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

# 赴美國波士頓 Harvard/MIT 進修醫療資訊三年——心得報告

教學研究部 孫英洲 2003/7/28

## 一、出國緣由

職在大學時代即利用課餘自修電腦科學，大四時參加教育部與經濟部共同委託資策會辦理的「資訊專業人員能力鑑定考試」，鑑定為合格「程式設計師」，次年再得到「高級程式設計師」合格。結束在台北榮總兩年的見實習後，深覺榮總是一個人盡其才、臥虎藏龍的偉大醫院，於是決定繼續在榮總接受住院醫師訓練，並選擇和電腦資訊關係較密切的放射線科。在張政彥主任和鄧木火教授的支持下，多次赴國外短期研習及參加國際會議發表研發成果。其間並協助放射線部各項資訊相關系統的規劃與建置，特別是各類儀器影像的輸出與連線（後來發展為今日的 PACS）。在考取專科醫師並完成研究醫師訓練之後，教研部何曉通主任建議職出國進修，期能在醫療資訊的領域中有較深的學術基礎及宏觀的視野，而非只侷限在放射線部相關的資訊實務之內。職於是申請「哈佛大學和麻省理工學院醫療與技術聯合部門」中的「醫療資訊研究訓練計劃」，為期一年。由於該地學術環境極佳，在何主任的鼓勵與院方的支持下，再延長進修兩年，到本月回院報到止，合計赴美國進修三年，其間所見所學之廣讓職有不虛此行的感覺，在感謝之餘，也期望能有機會貢獻所學，不辜負醫院的栽培。

## 二、當地學術環境介紹

### 1. NLM 醫療資訊研究訓練計劃

美國國家衛生院（National Institutes of Health, NIH）透過國家醫學圖書館（National Library of Medicine, NLM）自 1980 年代就開始有系統地資助醫療資訊訓練計劃：大學或研究機構可以擬定醫療資訊訓練計劃，向 NLM 申請經費，然後招收具有醫療背景的學員，依學員的意願及學習狀況給予一年到三年的研究訓練。以 2000 年為例，全美國有 12 個學術機構執行 NLM 的醫療資訊研究訓練計劃，一年的總經費七百七十餘萬美金（約二億七千萬台幣），受訓者若為醫師，依工作年資不同，一年可得到約四萬到五萬美金的生活津貼，另外還有補助參加學術會議以及修習課程的費用。但該 NLM 款項僅限使用於美國公民或永久住民。外國人若申請通過，也可參加該訓練計劃，但無法得到補助。

這個訓練計劃可謂相當地成功，許多早年從這個訓練計劃結業的學員，現在已是各大學及醫學中心醫療資訊研究領域的中堅份子。

### 2. 哈佛大學及麻省理工學院的醫療及技術聯合部門

這個部門叫做 HST 全稱為 The Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology，創設於 1970 年代，以發展跨領域的研究（Harvard 的醫療與 MIT 的技術）和培養跨領域的人才為宗旨，著名的愛滋病學者何大一博士便是 HST 的校友。HST 的學生僅須交學費給其中一校（MIT 或 Harvard），但擁有兩校的學生證，不但可修習兩個學校的課程，也可享有兩個學校的權益。教授僅可在其中一校專任，在另一校可兼任。學生的畢業證書則依係所不同，由其中一校頒發。雖然資源共享，但人事、行政、及財務則有清楚劃分。

國內近來興起大學合併及聯校之風，HST 的模式似可作為大學之間另一種合作模式的參考。地理位置上，Harvard 醫學院區與校本部相隔三十分鐘車程，每半小時有大型交通車對開，MIT 恰在行車路線的中點，交通非常便利。HST 的成功，地利之便無疑是一個重要的因素。HST 目前有四個博士班（醫學物理及工程、聽語科學及技術、放射科學、基因體與生物資訊），四個碩士班（醫療資訊為其中之一）；在大學部則僅有醫學系，與哈佛醫學系合併招生，但在 HST 為科研醫學系（以基礎研究為主，畢業生通常不執業，而以學術研究為專職），在 Harvard 則為新路徑醫學系（以臨床課程為主，畢業生通常以醫療為主業），兩者又各分 M.D.及 M.D./Ph.D.兩軌，合計有四軌。

### 3. 「NLM 醫療資訊訓練計劃在波士頓」及 HST 的合流

NLM 在全美國的十幾醫療資訊訓練計劃中，以「波士頓醫療資訊訓練計劃」規模最大：在 Robert Greenes 教授的領導下，以 HST 為中心，整合六個研究群，包括 MIT 電腦實驗室的醫療資訊組（Peter Szolovits 教授領導），Brigham & Women's Hospital 的決策系統群（Robert Greenes 教授領導，也是我所隸屬的研究室），Massachusetts General Hospital 的電腦實驗室（Octo Barnett 教授領導），Boston Children Hospital 的生物醫學組（Isaac Kohane 教授領導），Tufts New England Medical Center 的臨床決策部（Stephen Pauker 教授領導），以及哈佛公衛學院的健康決策組（Milton Weinstein 教授領導）。「波士頓醫療資訊訓練計劃」每年從 NLM 得到的訓練經費超過 150 萬美金。

### 4. 長木醫學區（Longwood Medical Area, LMA）

哈佛醫學院有不少個合作的教學醫院，大部分位於 LMA，包括 Brigham and Women's Hospital, Children Hospital, Beth Israel Deaconess Medical Center, 及 Joslin Diabetes Center, 距離哈佛醫學院、公衛學院及 Countway 醫學圖書館皆在步行十分鐘的範圍內。LMA 為新英格蘭地區的醫學重鎮，著名的新英格蘭醫學雜誌（New England Journal of Medicine）也設址於此區，其編輯部就在 Countway 圖書館的頂樓。

我所隸屬的研究室（Decision Systems Group，簡稱 DSG）位在 Brigham and Women's Hospital 的研究大樓，走路一分鐘可到達 Countway 圖書館，兩分鐘可到哈佛醫學院和公衛學院，搭交通車十五分鐘就到 MIT，往返非常便利。

## 5. Partners Healthcare System (PHS)

1990 年代中期，美國有三個大型的醫學中心合併案，目前公認已成功的案子只有 Brigham and Women's Hospital 和 Massachusetts General Hospital 所合併而成的 Partners Healthcare System。BWH 和 MGH 都是全美排名 10 名內的醫學中心。PHS 在合併 MGH 和 BWH 後，陸續又吸收了其它六家醫院。PHS 在 2000 年的營業額為 30 億美金，營餘 9 千萬美金（約營業額的 3%），資訊方面的花費約一億二千萬美元（約營業額的 4%）。其資訊部門合計約有 7 百人，除了負責日常臨床資訊服務的部門外，尚有「研發部門」（Clinical Information Research & Development, CIRI）負責前瞻性的規劃和研究，還有「品質效能評估部門」（Clinical Quality & Analysis, CQA）負責評估資訊系統的經濟效益及對醫療品質的影響。這兩個部門的主任、副主任及專案經理們幾乎全是醫師，其薪水與對等年資的臨床主治醫師薪水相當。CIRI 和 CQA 合計有 40 餘人，在醫療資訊的學術界中相當活躍，每年都發表許多文章介紹 PHS 所發展的系統及對臨床醫療作業的影響程度，使得 PHS 的醫療資訊系統在美國有極高的評價和知名度，本國及外國參訪者不絕。前往參訪的機構，還必須繳付參訪費（10 人左右的參訪團，半天約 5 仟元美金）。

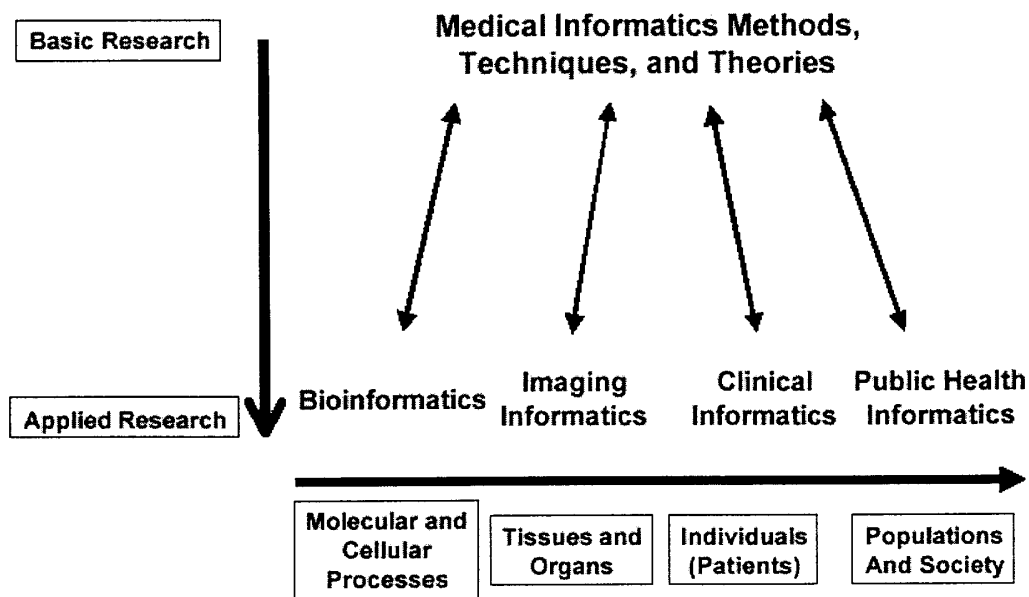
職從今年二月就加入 CIRI 和 CQA 這兩個部門的研究計劃，做為碩士論文的題材，題目為「使用自然語言處理法解讀門診醫療記錄以促進不良藥物事件之偵測」經過五個月的努力，研究工作已近尾聲，只剩論文的寫作，我的論文指導教授，Dr. David Bates (CQA 的主任，哈佛醫學院副教授)，對我的研究工作非常滿意。受限於公務人員留職停薪最長兩年的規定，我必須先行返國報到復職，Dr. Bates 同意我回國後再將論文 E-mail 給他，以取得 MIT 的醫療資訊碩士學位。

因研究需要，CIRI 提供給我一個專屬的標準工作區域（cubicle）。加上在 DSG 研究室的位子，我成為唯一有兩個專屬 cubicles 的受訓人員，有兩支專屬電話，還有三部專屬的電腦。在 DSG 我擁有最高級的電腦使用權限，在 PHS 我有和臨床醫師相同的電腦使用權限，這些權限是其他受訓學員所沒有的，因此我有更多的機會實際體會他們資訊系統的優點，以及深入了解其架構。

### 三、訓練情形

在波士頓參加 NLM 醫療資訊訓練計劃，無論受 NLM 公費的補助與否，大部分學員都是兼具有電腦專長或興趣的醫師，通常依其興趣與表現接受 1-3 年 fellowship，每年 renew 一次，表現不理想者，無法得到 renew。學員除參加各項研討會及接受主要研究員指導外，每學期原則上須在 MIT 或 Harvard 修習一門相關課程。有意願且成績優秀者有機會可進入碩士班：於 fellowship 外，兼修碩士。這種彈性的多軌設計，可讓學員依興趣及能力做各種不同的選擇。職於去年申請進入碩士班，該期 DSG 共有 4 人提出申請，僅職一人獲得錄取。隨著醫療資訊的熱門化，訓練機構有越來越多的申請者可以挑選，將來可能會只提供 fellowship 和 Master program 雙軌合一制。

醫療資訊的應用很廣泛，從次細胞的 DNA 序列分析比對，RNA 的表現分析，蛋白的立體構形，到器官級的影像分析，到以個別病患為主體的電子病歷及臨床資訊系統，乃至以整個族群或社區為主體的公衛資訊學。雖然應用領域差別頗大，所用的理論和方法則頗多雷同，見下圖一。



這些共通的部分包括數學與統計、資料分析與資料庫、決策分析、電腦技術、人工智慧、及管理科學等。訓練的目標包括奠定底層學術基礎以及廣泛涉獵各應用領域的重要議題。在 MIT 的課程，由於 Peter Szolovits 教授的堅持，特別重視人工智慧，學員必須加修大學部的人工智慧課程，對醫師背景的學員而言，頗為吃力。結業學員將來生涯則大略可分為兩軌，一是建置或推動臨床資訊系統，偏向實務面，一是在大學從事教育及學術研究工作，偏向學術面。一

般建議接受 fellowship 或 Master 訓練的學員從事前項工作；要從事後項工作者，最好繼續攻讀博士學位。

#### 四、學習內容

##### 1. 在人工智慧方面

首先學習 Scheme（一種程式語言，很適合使用在人工智慧上，MIT 電腦相關系所的學生都必須會使用它），接著修習人工智慧的各種理論基礎（包括搜尋理論、神經網路、identification tree, nearest neighbors, support vector machine, rule-base system, Bayesian network, rough set 等），一般人工智慧的應用（如排班、選課、自動文件分類、物件辨識等），及醫學上的應用（如診斷推論，抗生素選用，預後的推測（prognosis prediction），基因晶片資料的分析等）。

##### 2. 在生物資訊方面

自 2002 年起，NLM 要求所有申請執行醫療資訊訓練計劃的機構，必須涵蓋生物資訊學的訓練，不可或缺，除了基本的 DNA 序列相似性比對，基因註解資料搜尋，微陣列基因晶片的原理外，特別著重機器學習法（machine learning method）對微陣列基因晶片上 RNA 表現程度資料的分析。

疾病的分類（尤其是腫瘤的分類）是治療方針的依據也是預後良窳的指標，精確的分類有賴於臨床資料、影像檢查、及病理檢查，但是這些檢查有時而窮，基因晶片則可同時顯現成千上萬不同基因的表現程度，提供前所未有的大量訊息，妥善分析這些訊息，可望產生更精確、細緻的疾病分類，對醫療研究及醫療作業影響深遠。

##### 3. 在臨床資訊方面

職所隸屬的實驗室為 Brigham and Women's Hospital 的一個單位，名為 Decision Systems Group (DSG) 創立於 1979 年，自 1986 年起開始執行 NLM 的醫療資訊訓練計劃，其核心研究目標在於將各種醫學準則（Medical Guidelines）程式化，使電腦能自動根據電子病歷中的資料作推算，給予醫師及時的建議或警示。這樣的系統已有許多的應用，並證實可以提昇醫療作業水準，同時減少醫療疏失。但是最困難的部分在於標準化這些知識模組，使資源可以共享，不必每個醫院從頭到尾自己建一套，這些標準化的工作非常龐大複雜，進展緩慢，非耗費一、二十年恐難為功，但可能對未來會有深遠的影響。目前，各醫學中心對智慧型醫療資訊系統的建置，仍必須自行開發，無法直接轉植其它醫院的成果，因此最好先挑選複雜度低而成效大的項



目，例如處方及用藥的安全查核。職目前已和資訊室及藥劑部合作，希望在本院現有的基礎上，系統性地建立用藥安全查核。

其它學習的領域包括公鑰-私鑰系統 (Public-Private keys System) 的理論基礎，資訊安全控管，電子記錄不可竄改性的建立，病患隱私權的保障，行動通訊及計算在醫療上的應用，標準化醫療語彙 (UMLS：集合 SNOMED, CPT, LOINC, ICD, MED 等數十種醫療語彙碼)，自然語言解析 (NLP)，標準化電子病歷，資料庫與資料挖擷技術 (Data Mining) 等。

#### 4. 在訓練計劃以外的學習

由於許多醫學中心都近在咫尺，藉地利之便，我特別花了一些時間去了解他們資訊系統的特長、使用的技術與工具軟體、人員的編組、專案的管理等，特別是如何在舊有系統的包袱下繼續成長新枝綠葉，趕上時代維持領先。這些訪談及參觀因為不在訓練計劃之內，必須自己硬著頭皮去連繫以及建立關係，常藉對方演講時間問題、提意見，演講後索取名片、拉關係，有時則拜託我老闆出面幫忙。這方面的努力實在沒白費，不但學到實務問題的解決方法，也建立了友誼。

#### 五、心得

美國的研究人力財力雄厚，我們不可能比照，但是一些好的精神和做事方法則值得學習，個人有下列幾點觀察和心得：

1. 重視溝通和討論，講求團隊工作。而且已經從「重視」和「講求」，變成一種生活習慣，或許因為這個原因，他們的基礎通訊設施很完善，以 Partners Healthcare 為例：每一個人（不管是員工或受訓人員）只要有專屬的桌子，就有專屬的電話，而且可以接受留言（像旅館一樣，若有留言則留言燈會亮起）。在較新部門的電話還有 caller ID 功能可顯示並記錄來電者名稱和電話，便於回 call。每一個人在報到後，就在「電腦員工目錄」上有一頁紀錄，只有自己可以修改其內容，包括所有的工作地點和連絡方式。部門、辦公室、實驗室等皆有標準化代碼（如中正-2B-110），只需點選即可。找人可以從「部門樹」查，也可輸入姓名的一部份或分機號碼去查，找到後可以直接點選發 Email、呼叫、或留簡訊。若當事人請假，則會顯示請假狀態及代理人呼叫器。打電話若遇對方不在或通話中則可留言，連絡非常方便。相對上在本院找人是一件難事，經常是別人接到電話後，再叫被找的人，如果不在，就要半小時或一小時後再試一次同樣的流程。不僅打電話的人時間損失，幫忙接電話的人也是如此。

越進步的國家，通訊的設施越完善、通訊費用越低廉，而人力則越形昂貴。

強化本院的基礎通訊建設以節省昂貴的人力，應是值得努力的目標。特別是現在三家榮總和台灣聯合大學締結合作關係，如何利用通訊系統（如多方會談，遠距教學等）克服空間距離的障礙以落實合作關係，值得思考。

2. 資訊系統首重「企業目標」，「臨床目標」和「病患隱私」。至於使用何種軟體技術（如 Java 對 VB）或架構（如 Web 對 client-server）則相對為次要，能達成目標就可以。

其企業目標就是讓病人、醫生可在企業內的不同醫院流動，看到的是同一份完整的電子病歷，用的是同一套資訊系統，連 ID 和密碼都不變。而且設計成「單一登入窗口，多重應用系統」：一旦登入電腦，無論是使用臨床系統、收發 E-mail、在目錄更新自己的資料、或申請各項服務，都不必再登入，也不必填寫自己的基本資料。目前在本院，使用臨床系統要登入、使用 E-mail、看電子佈告（BBS）、查詢薪資、或到藥劑部網頁查藥物資訊，也都要分別再登入一次 ID 和密碼。如何在不削弱資訊安全的前提下整合簡化，值得研究。另外，人事室、資訊室等服務單位雖已在網路上提供各類申請表格，但沒有線上申請作業：下載表格後，仍須要印出、填寫、人工傳送，受理人又必須將文件輸入電腦建檔追蹤。若改成線上申請，應該可以提升一些效率。

其臨床目標就是電子化病歷不能只是取代紙本病歷，還要有更多附加價值：包括臨床決策支援系統（如對醫師的提醒、警示、和即時、智慧性的相關知識顯示），以及利用資料倉儲支援各種研究所需的病患資料。此外，其臨床資訊系統係以病人為中心：同一病人不管是看急診、門診、或住院，也不管是在那一家醫院看病，所有的病歷會自動歸建彙整，並且永久線上保存，他們稱之為 Longitudinal Medical Record (LMR)。

在病患隱私權保護方面，依 HIPAA 規範，除了用密碼作存取管制外，也保留讀取紀錄（usage log），記載登入者，時間、地點、所查閱的病患、及資料項目。使員工不敢在醫療照顧所須以外任意查閱病患資料，更不敢不登出系統或外洩密碼。對於 VIP，除特別標示外，也會在醫護人員第一次嘗試點選資料時給予警告。

3. 重視對新資訊系統的評估。在籌劃一項新的功能的同時，就把評估方法一起考量進去：包括使用頻率的分析、經濟效益的評估、或對臨床行為改變的程度等。本院約在 10 年前左右就先後建立住院和門診的電腦醫令及處方系統，徹底解決手寫處方可能因書寫不清楚而造成藥師誤判的問題，當時就算是在美國，也是一件了不起的事，但因為我們沒有人力做學術性的評估並發表成果，所以在國際上幾乎沒有任何知名度，實在可惜。

美國各醫學中心的資訊系統因為發展歷史早且複雜度高，多係自建而非購置，這點和台灣的情形一樣。不過，知名度較高的系統常是和醫療資訊的學術研究人員相結合，如在 Columbia，資訊室的領導階層多在大學的醫療資訊研究所兼任或專任教職；在 Partners Healthcare，如前面段落二之 5 所提，資訊部門分化出專做學術研究的部門。這種安排的好處在於使應用程式的規劃能兼顧學術的角度，完成後也能有完整的評估可供發表。此外，研究人員因為分工的安排可以專心研究，其研究工作不致被優先次序較高的需求（如健保給付修改）不斷地排擠到後面而終於無法執行。

## 六、建議

1. 如前面二之 5 所提，Partners Healthcare 資訊人員有七百多人，資訊花費（不含 PACS 及研究計劃）佔營業額的 4%，相對之下本院在資訊方面的投資比例偏低：人員約 50 名，資訊花費（含 PACS）僅佔全院營業額的 1.7%，而且受限於公務機關用人的重重束縛，人員年齡層逐年攀升，新血補充緩慢。近年雖有約聘僱的彈性，但待遇太低，在乏人問津的情況下，補足人員已有困難，更別提人才的羅致。

本院資訊室在很有限的人力下，其資訊系統早在 10 年以前就有傲人的水準，誠屬可貴。但最近幾年受健保制度頻變與平台更替影響，進展速度逐漸進入高原期，若體質或制度沒有改善而僅維持現有的進步速度，就像逆水行舟，恐怕相對上的落後將愈來愈遠。職建議增加本院在資訊方面的投資比例，在法規的彈性內調整待遇，羅致醫療資訊的人才，補充新血，使我們的資訊水準繼續在國內領先，將來與國外醫學中心媲美。

2. 如第三段所提，公共衛生資訊、臨床資訊、影像資訊、及生物資訊，雖然應用對象不同，但是在資訊方法和基礎理論上則大致相通；而且在應用面，各領域也常互相依賴、環節相扣。目前，陽明衛資所已成立若干年，莊人祥老師也完成博士學位歸隊服務；生物資訊所已有博、碩士學程，網路上也看到其正在招聘所長及師資；影像資訊方面，除了醫研部的腦功能研究室外，醫工所和放射醫學所若干教授對影像資訊的研究也素有參與；臨床資訊方面雖尚未有具體名目，但有前述各項領域的師資以及本院資訊室的人才，未來的發展已隱然可見其雛形。若能將這些獨立發展的資源，做一有效的統合，應可發揮合作加乘的效果，職建議長官考慮以任務編組或加上外聘顧問的方式，成立一個「生物、影像、臨床、衛生資訊研究整合推動小組」，定期評估榮陽乃至榮台聯大在此領域已申請之研究計劃，有否可以整合、減少重疊之處，以及課程、師資是否可以跨系所運用，並統合中長程發展方向，提昇台灣在生物資訊、影像資訊、臨床資訊、和衛生資訊等學門的國際知名度。

~ End