

網路經濟時代下企業整合型資料庫建置暨應用效益—以 NIIS 中央資料庫建置為例

Building an Enterprise Integrated Database with Its Practice Benefits under the Era of Internet Economy – A Case Study of Building NIIS Central Database

邱瑞科¹ Ruey-Kei Chiu 郭建吾¹ Chien-Wu Kuo 陳聖棋² Sheng-Chi Chen
輔仁大學資訊管理學系所 財團法人資訊工業策進會

¹Department of Information Management, Fu-Jen Catholic University &
²Institute for Information Industry

(Received November 24, 2004; Final Version May 6, 2005)

摘要：本研究提出一個建置企業整合型資料庫的設計架構，它藉由資料選擇性複製策略的方式，將分散於各地方的資料庫萃取並彙整至企業營運總部，建立一個可以更有效提供企業管理及決策所需資訊的整合型企業資料庫。本研究並以我國衛生署疾病管制局預防接種管理系統 (National Immunization Information System, NIIS) 之實驗性中央資料庫設計及建立為研究之實作案例，將分散於各縣市衛生局、衛生所之預防接種相關資料庫進行彙集並整合建立一個可有效支援建立全國預防接種管理及決策系統所需資料來源之中央資料庫。為實證中央資料庫建置可更有效支援 NIIS 決策支援之真實價值，本研究乃進一步嘗試應用本研究所建立的中央資料庫作為資料來源，建立可支援我國年度疫苗接種採購預測模式，提供疾病管制局作為年度各類型疫苗最適採購量之依據，用以取代原有以人工經驗計算之方式。在此一決策應用的研究中，第一階段推估分別應用灰色預測模式及倒傳遞類神經網路預測模式，根據歷年地方衛生所疫苗施打人數、疫苗施打完成率及新年度疫苗施打的目標人數，建構新年度疫苗施打人數預測模式，實驗結果顯示，倒傳遞應用類神經網路比灰色理論可以獲得較佳的預測值。第二階段應用第一階段所得之新年度疫苗施打

本研究承蒙行政院衛生署疾病管制局科技研究計劃（計劃編號：DOH92-DC-1111）輔助，及預防接種組、資訊中心的工作同仁團隊技術支援及協助，得以有此豐碩產出，謹此致謝。

人數預測量，進一步合併考量疫苗耗損率、保留庫存及上年度之疫苗庫存量等因素進行全國性新年度預防接種疫苗最適採購量之計算。實驗性中央資料庫系統建置完成後，由實證結果得知，應用中央資料庫為資料來源所建立之年度疫苗採購量預測模式相較於傳統人工計算模式能夠得到更精準的下年度疫苗採購量。它不僅可對疫苗採購之最佳化規劃提供最完整的資料來源，更可提供快速支援全國性預防接種管理性統計分析報表及資訊產生之功能。

關鍵詞：全國預防接種資訊管理系統、整合型資料庫、疫苗採購、灰色預測、倒傳遞類神經網路

Abstract : In this research we present an architectural design model of building an enterprise integrated database by using the approach of partial replication of data to extract and aggregate the databases dispersed at different locations to effectively provide the required information for business management and decision making. We take the design and creation of an experimental central database for National Immunization Information System (NIIS), Center for Disease Control (CDC) of Department of Health (DOH), as a case of practical study to investigate how an integrated central database can be built by making use of the distributed database located at each county's and city's health bureau so that the capabilities of building decision-making applications and the administration for the operations of national immunization can be supported. In order to verify the true value of being able to more effectively support NIIS decision support through the implementation of central database, in this research we also attempt to create a prediction model for yearly national vaccine procurement as a basis for CDC to purchase the best-fit amount of vary types of vaccine so that the current approach of using human experience to compute the yearly vaccine purchasing amount can be substituted. In this study of building the application of decision making, in the first stage we use Grey Prediction Theory and Back-Propagation Neural Network separately to build the prediction model to predict the number of immunization population for the next year based on the major factors of the number of immunization population and the completion rate, and the objective immunization population of next year of each city's bureau of health. In the second stage, we take the prediction result of the next-year from the first stage and further consider the yearly vaccine waste rage, the amount of reservation stock, and last year stock amount to compute the amount of yearly national vaccine procurement. After completing the experimental system building of central database system, the experimental result shows that taking the data resources from the central database to build the prediction model for the yearly national vaccine procurement which can be more accurately to compute the next year's vaccine procurement, and it also can efficiently generate the information and report for the management statistical analysis.

Keywords : National Immunization Information System, Integrated Database, Vaccine Procurement, Grey Prediction, Back-Propagation Neural Network.

1. 導論

NIIS (National Immunization Information System) 全國性預防接種資訊管理中央資料庫系統之建置可就目前分散於各地方衛生局、所與合約醫療院、所之預種資料予以萃取，並整合建置一個中央資料庫系統。系統一旦建置完成可作為中央或地方衛生行政管理單位之預種資料分析/查詢、定期產生管理性報表之一般性資訊需求之資料儲存所。此一般性資訊需求，例如提供單一窗口之預種證明申請、提供全國及分區預種統計資料分析、提供救濟審議資料管理、提供取樣調查決策支援能力、提供全面化批號追蹤、提供即時正確疫苗庫存管控、提高預防接種完成率、減少合約醫院與國小補種轉介資料輸入負荷。除此之外，更可與其它疾病管制局之資料庫例如傳染病通報資料庫、健保資料庫等結合作為疾病管理與防治所需之資訊與決策分析之用及未來疾病管制局建立全國接種作業及疫苗管理資料倉儲系統建立之基礎，且可提供作為其他學術及研究單位進行相關之研究。但建置一個如NIIS之大型中央資料庫系統，所含蓋層面既深且廣，除必需對架構模式加以事先完整規劃之外，更必需能對其未來的效益加以先行評估並分析。

本研究綜合各種可能的應用及資訊需求來規劃疾病管制局中央資料庫之建置，包括預防接種作業資料分析、疫苗庫存管理分析、預種完成率分析及預防接種與各種慢性病、傳染病關聯性分析等。並以實驗性中央資料庫建置及指標性統計分析，決策應用等實驗性系統建立來評估此一規劃之可行性及效益性，本研究的結果將作為疾病管制局在NIIS中央資料庫及其決策應用系統之重要藍圖。

2. NIIS全國性預防接種資訊管理系統

2.1 NIIS簡介

NIIS系統 (請參見圖1、圖2)，乃是行政院衛生署疾病管制局委託財團法人資訊工業策進會進行規劃設計的新一代全國性預防接種資訊系統 (何文雄、周建成，民90)，並由國內知名電腦公司-緯創軟體公司於民國九十一年初開始著手系統建置，並於九十二年初進行全國性全面導入，系統導入於九十二年底完成全國二十五縣市衛生局及三百七十四鄉鎮衛生所及六百個先導醫療診所的導入。並預計於未來二年內能逐漸將此系統之導入擴及至各合約醫療院所。它主要是承襲過去在基層使用的PHIS (Primary Health Information System) 系統中所包含之預防接種子系統，並作系統性、功能性的提昇及作業流程的改善，並以Web的技術及系統執行環境作為系統規劃設計的基礎 (邱瑞科等，民91)。



圖1 NIIS系統之Web登錄使用者介面



圖2 預防接種完成率查詢之Web使用者介面

此系統的主要業務內容為與一般民眾生活習習相關的預防接種業務，舉凡嬰幼兒相關疫苗接種、老人流感疫苗接種、孕婦B肝產檢登錄及屬於管理層面的疫苗管理作業及相關接種完成率和管理性統計分析及資料查詢與管理報表之產生皆為該系統的主要功能。期盼在醫療整體環境網路化、電子化的同時，能以電子化的資訊完成許多過去無法達成或無法迅速傳送資訊的限制，以資訊科技的採用來取代耗時耗力的人工作業，同時也可藉由電子化資訊的強大傳播力，開發出新的服務類型來提供給一般民眾更多更好的服務，以達到便民、利民，並提升整體預防接種的服務品質。

2.2 NIIS運作平台及網路運作環境

NIIS系統的運行，如圖3之系統運作網路環境所示，主要是透過基層衛生所人員透過一致性且親和性高之Web介面，以ADSL撥接或專線之連線到所屬地方衛生局的NIIS系統進行預防接種資料的登錄與處理，而資料可直接進入衛生局端之後端資料庫，同時在醫療院所方面的預種資料，則依系統所定之統一資料傳送的介面與格式，醫療院所僅需輸出符合該格式的資料檔案，便可透過此一統一介面以HL7/XML的資料格式上傳並匯入衛生局端之資料庫，而無需再如過去以黃卡資料傳送至所屬衛生局再以人工重覆登錄至資料庫中，在效率提升及錯誤率下降方面均有質量俱佳的表現 (邱瑞科等，民91)。

2.3 NIIS的系統架構

NIIS系統透過醫療資訊骨幹網路與內政部衛生人口戶政資料庫連結，將各地方衛生局、所與合約醫療院所所傳送之預種資料進行整合，藉由預防接種中央資料庫建置與決策支援系統的輔助，達到預防接種管理之整體目標。此一目標初步設定為提供單一窗口之預種證明申請、全國及分區預種統計資料分析、救濟審議資料管理、取樣調查決策支援能力、全面化批號追蹤、即時正確疫苗庫存管控、提高預防接種完成率及減少合約醫院與國小補種轉介資料輸入負荷等。圖4為NIIS預防接種資訊管理系統架構圖右端原有PHIS預防接種子系統的改版及功能提昇 (何文雄、周

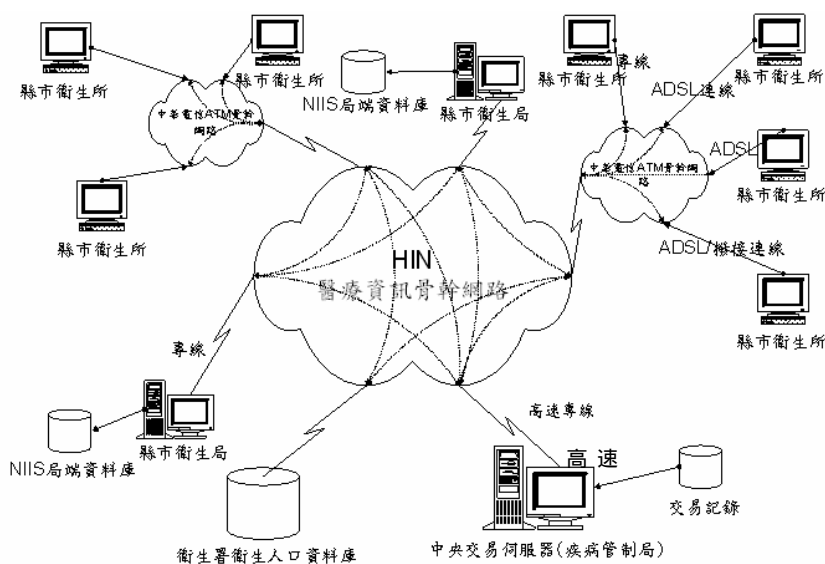


圖 3 NIIS 全國預防接種系統運作網路環境圖

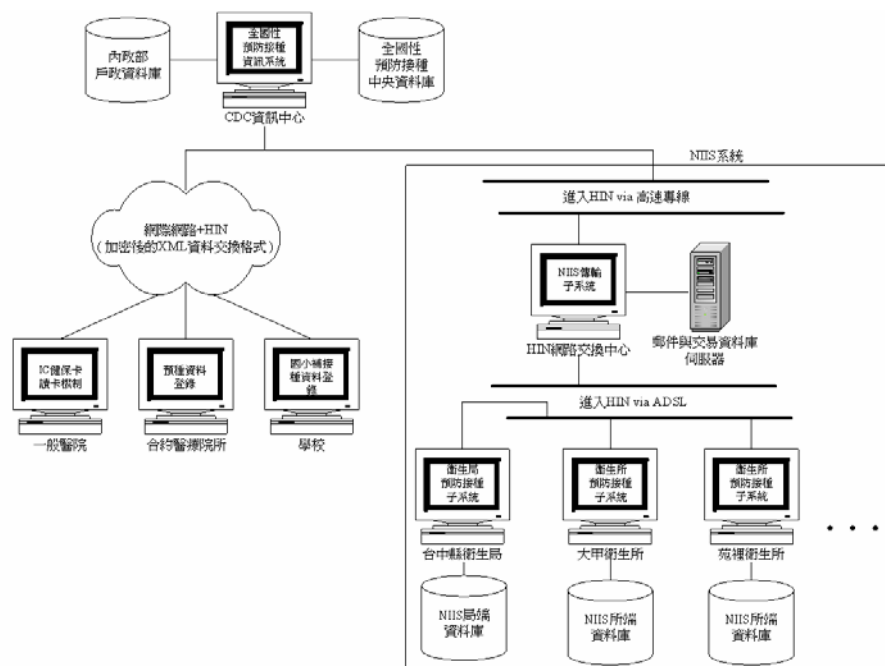


圖4 全國性預防接種資訊系統架構

建成，民90），另加入了以加密XML資料交換格式作為預種資料傳遞的方式，在疾病管制局中以整合預防接種資訊系統控管所有包括預種相關之資料，藉由內政部戶政資料庫取得衛生人口資料並建置於衛生署之衛生人口資料庫的預防接種相關個案的基本資料參照，結合未來預防接種中央資料庫，透過資訊系統的輔助決策達到更有效且及時的資料傳遞、交換、更新與整合，以達到全國預防接種作業的資訊化/電腦化政策的推行並可提昇預防接種與疾病管理的相互整合，以提昇我國在疾病管制的效率與效益（邱瑞科等，民92）。

2.4 NIIS地區資料庫架構模式

在NIIS系統中，將原有在PHIS系統中之單機版預防接種轉介歸戶的人工作業流程予以電子化，透過電子郵件傳送處理預防接種有關的黃卡記錄資料，並可線上即時進行轉介歸戶，讓各地區衛生局、所資料庫間的資料異動可以即時獲得更新。各地區衛生局、所資料庫的架構模式有關的表格關聯亦設計如圖5（邱瑞科等，民91）。圖5顯示，除了將縣市衛生局、所與醫事機構連結，亦將預防接種相關資料，例如民眾基本資料、接種記錄、接種副作用評估記錄、以及疫苗相關資料統整處理。透過中央統一處理黃卡樣板等基本資料格式設定，以資訊科技簡化舊有資料處理的繁瑣程序，節省了許多人力、物力與時間成本。圖5中的英文表格代碼之對應中文名稱詳列於表1中。

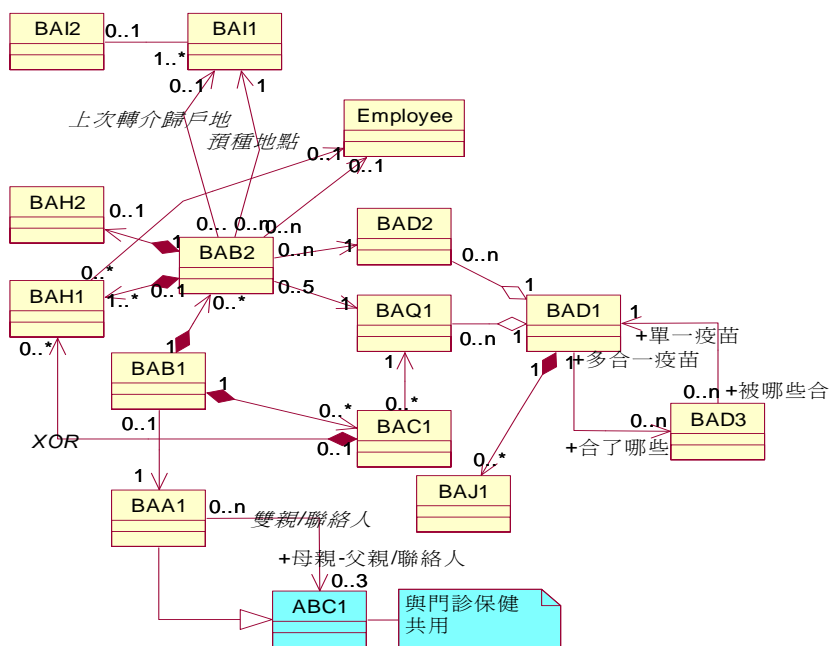


圖5 NIIS資料庫關聯類別圖

表1 NIIS資料庫相關表格代碼與中文名稱對照表

代碼	中文名	代碼	中文名
BAI2	縣市鄉鎮代碼	BAA1	嬰幼兒資料
BAI1	醫事機構代碼	ABC1	民眾基本資料
Employee	員工檔	BAC1	未接種紀錄
BAH2	副作用紀錄	BAQ1	黃卡樣板
BAH1	健康評估	BAD1	疫苗基本資料
BAB2	預防接種紀錄	BAD3	多合一疫苗設定
BAD2	疫苗批號	BAJ1	衛生所預種日期設定

3. NIIS中央資料庫系統之建置

隨著NIIS全國性預防接種資訊管理系統視窗版的推展與上線完成，疾病管制局著手規劃一套全國性預防接種中央資料庫系統，藉由與地方版系統的相互運作、資訊交換，來建構一套完整性的國家型預防接種資料的儲存、管理與應用，讓我國疾病管制－預防接種管理工作所需的資訊取得與運用能更有效、快速與正確。本研究企圖建置一個全國預防接種整合型中央資料庫實驗性系

統，從不同層面考量，以跨資料庫間的資訊整合架構為藍圖，將分散並儲存於各衛生局及衛生所之預防接種相關資料庫內之資料進行整合，並建置一全國性中央資料庫用以提昇全國預防接種統計分析作業的資訊化管理功能及更有效支援管理性、分析性及決策輔助用報表及查詢的需求。為求能更有效維持中央與地方衛生局、所資料內容的一致性、資料需求之完整性。本研究更提出一中央資料庫資料收集與更新機制用以及時維護中央資料庫能與地方資料庫內容之一致性。

3.1 中央資料庫設計的策略目標

中央資料庫模式設計方式並非將地方衛生局、所之資料完全複製到中央，乃視使用者需求與系統整體運作效能，考量預防接種日常業務所需報表及未來可能發展之應用系統。因此，為符合未來中央資料庫之需求及用途，乃採資料選擇性複製策略設計，使中央與地方資料庫架構設計上不完全相同，以整合存放下列資料為主要考量：

- (1) 全國民眾衛生人口相關資料。
- (2) 中央疫苗管理資料。
- (3) 嬰幼兒預防接種個案資料。
- (4) 育齡婦女產前檢查個案資料。
- (5) 育齡婦女德國麻疹疫苗注射資料。
- (6) 老人流感預防接種個案資料。

其中，中央資料庫必須存放全國民眾之預防接種個案資料，以做為輔助衛生行政與醫療之查詢依據。因此，依上述分類要項之細節，規劃中央資料庫應包括表2中之40個資料表。

3.2 中央資料庫系統建置架構

本研究採上述系統設計的策略目標，依中央疾病管制局、各地方衛生局、所、及合約醫療院所預防接種相關工作人員等需求，以部分資料庫複製策略自地方衛生局、所資料庫選擇相關的重要資料，置於中央資料庫，如圖6所示。由於地方衛生局資料庫所存放之資料表內容較衛生所少。因此，中央資料庫內之資料表數量介於上述兩者（衛生局及衛生所之資料庫內資料表數量）之間，而未來在資料的維護上，由於中央與地方資料庫架構不同。因此，必須採用具有彈性化更新機制，本研究亦進一步規劃設計。以中央疾病管制局為主的資料庫架構而言，優點在於依使用者需求採用折衷且適當之資料庫架構，不會產生資料不足或過多的問題，而且，在系統整體運作效能上，亦較資料庫完全複製策略為佳；缺點在於資料庫的維護設計上，若無一可行且適當之資料更新機制，將會造成整體系統資料交換的協調問題。因此，本研究提出如圖7之中央資料庫設計資料流動架構模組。由地方衛生局、所選擇性複製交易紀錄資料上傳至中央疾病管制局，透過傳送、暫存之資料緩衝控制，將所擷取之資料經過交換、交易管理等更新機制後，進入中央資料庫（邱瑞科等，民92）。相關的觀念及更詳細的資料更新流程描述於下節中。

表2 中央資料庫之資料表名稱

全人口資料	中央疫苗撥出單頭	預種工作人員
嬰幼兒基本資料	中央疫苗撥出單身	交易紀錄檔
預防接種黃卡細項	中央疫苗退貨單頭	累存交易紀錄檔
老人流感接種紀錄	中央疫苗退貨單身	衛生局組態資料
疫苗基本資料	中央疫苗損毀單頭	各局網路位置資料檔
疫苗批號	中央疫苗損毀單身	資料傳入檔
多合一疫苗	中央疫苗撥入單頭	資料傳出檔
監視片指數	中央疫苗撥入單身	資料傳送紀錄檔
預種地點	中央疫苗耗損單頭	衛生局報表彙整紀錄
縣市鄉鎮代碼	中央疫苗耗損單身	參數設定檔
黃卡疫苗劑別	上月中央疫苗結存量紀錄單頭	訊息公告
育齡婦女B型肝炎	上月中央疫苗結存量紀錄單身	國小新生預防接種
產前檢查紀錄		持卡率與接種率
學齡前幼兒預防接種補種		國小新生預防接種補種
學齡前幼兒預防接種		預防接種其他年齡
調查持卡率及接種率		接種資料

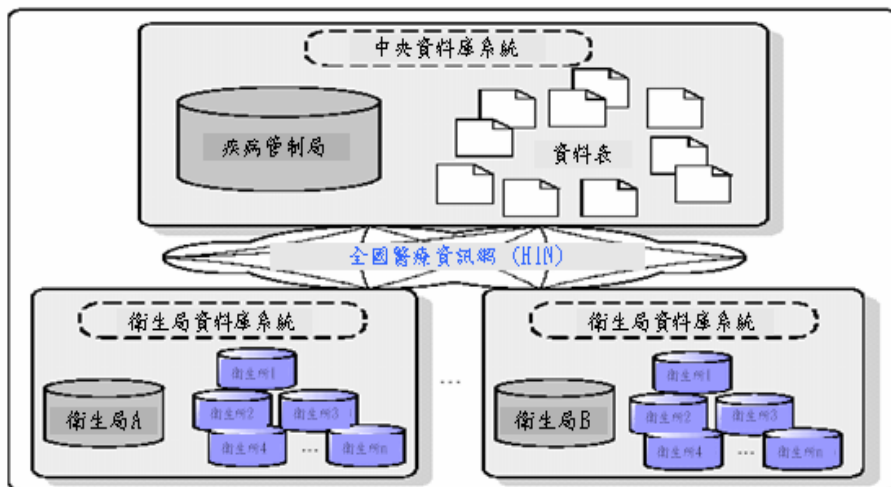


圖6 以中央疾病管制局為主的中央資料庫管理示意圖

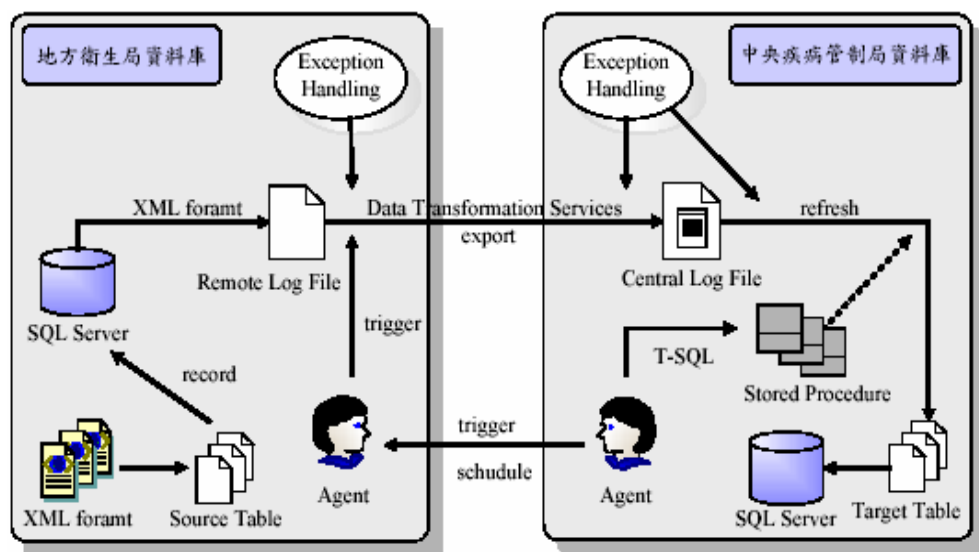


圖7 中央資料庫設計資料流動架構模組

3.3 系統更新機制建立

本研究進一步提出如圖8、圖9模組化更新機制，作為實驗性中央資料庫與各局資料庫間更新建置的模式。以下針對中央疾病管制局與地方縣市衛生局間資料庫更新機制之程序及所使用的主要功能模組依圖8、圖9所標示之步驟說明如下：

- (1) 地方衛生局、所端資料庫模組（以下簡稱局端）將一般日常作業的交易紀錄，包含異動時間、資料表、狀態（新增、修改、刪除）、欄位，以延伸式標記語言（XML）格式儲存於局端交易紀錄檔（Remote Log File）。
- (2) 中央CDC端資料庫模組（以下或簡稱中央）透過時戳機制，於固定時段，啟動觸發（trigger）擷取各局端交易紀錄檔。
- (3) 中央CDC 端透過資料轉換服務，萃取(Extract)各遠端資料供中央可使用之資料，轉換(Transfer) 資料表型態並附加局端區域代碼。最後，將交易紀錄檔合併載入 (Loading) 於一中央交易紀錄檔。將彙整之交易紀錄儲存於一中央交易紀錄檔，採定時備份並透過系統預存程序自動化處理。
- (4) 中央透過時間戳記 (Timestamp) 機制，自動啟動系統預存程序 (sp_xml_preparedocument) 讀取交易紀錄檔，作為輸入的XML格式，利用XML DOM (Document Object Model) 進行剖析，並將剖析過的XML資料置入供消耗的暫存區。

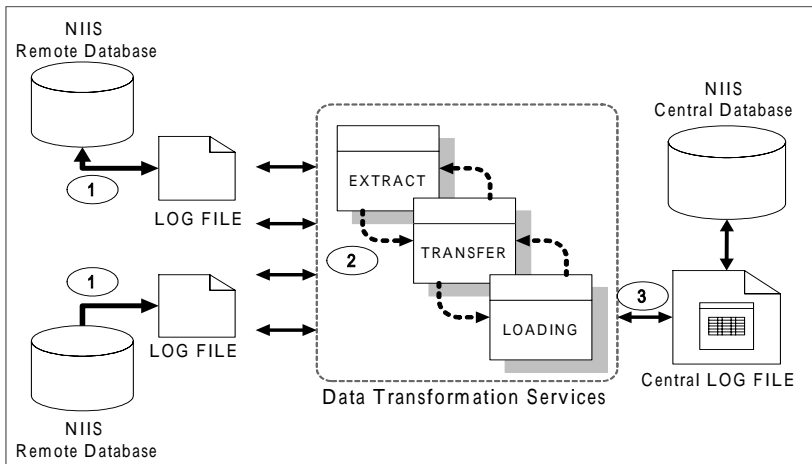


圖8 系統自動整合交易紀錄架構圖

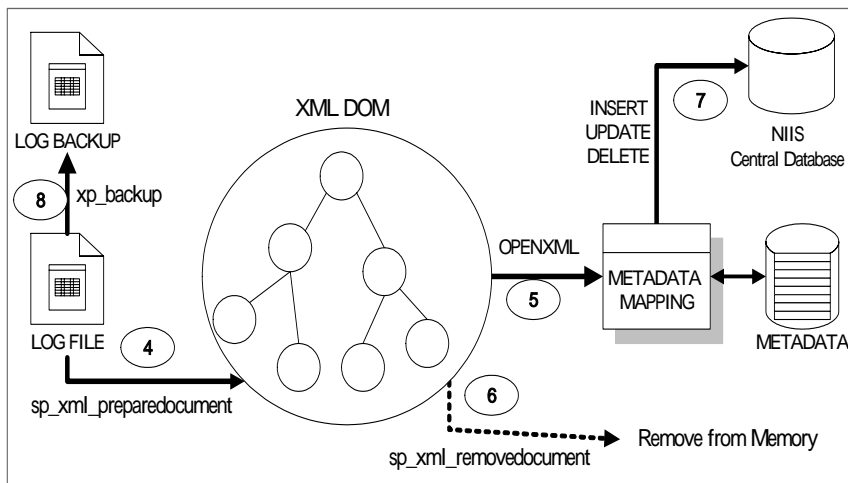


圖9 系統處理異動資料架構圖

- (5) 透過OPENXML來針對XML資料寫入查詢，以剖析XML資料並傳回控制代碼至準備消耗的剖析文件 (陳長念, 民92)。經剖析的XML資料會根據OPENXML所傳遞的參數提供檢視，並暫存於中繼資料 (Metadata) (Adrienne, 2001)。
- (6) 系統啟動預存程序 (sp_xml_removedocument)，從記憶體中移除XML資料的內部表示，以釋出記憶體。

- (7) 透過中繼資料 (Metadata) 將經剖析完成之XML資料以對應 (Mapping) 方式，分別藉由新增、修改、刪除動作完成中央資料庫內各資料表之交易更新。
- (8) CDC端交易紀錄檔 (Central Log File) 處理過之資料傳送至累存交易紀錄檔 (Backup Log File)，做為中央資料庫系統異動資料備援之用。

本章所提出的中央資料庫更新機置經評估 (邱瑞科等，民92)，具有以下幾個顯著的特點：

- (1) 性之交易紀錄更新資料：透過交易紀錄檔更新經異動過的資料，不必侷限於所採用的資料庫管理系統，具有高度跨系統運作使用的彈性、穩定性及易擴充性，且不致受限於特定資料庫更新軟硬體解決方案的選擇。
- (2) 之訊息傳遞回報結果：透過系統所建置的完整訊息回應傳遞，確保資料傳輸的正確性與完整性，並考量異常狀況處理，解決系統運作時所有可能發生的問題。
- (3) 現有資料庫管理系統的內建功能，可以提高系統效能並降低建置成本：本研究所建立的更新機制，所使用的模組及功能都是應用現有資料庫管理系統的內建功能來建立，例如資料交易服務 (Data Transaction Services)、內儲程序 (Stored Procedures)、中繼資料 (Metadata) 等都是現有資料庫管理系統本身所提供的功能，不需額外採購其他的模組，更新系統與資料庫管理系統之間也可以得到完全整合，因此可以提高系統效能，並且可以降低建置成本。

4. NIIS中央資料庫建立的應用

NIIS中央資料庫一旦建立，它的應用效益不僅可藉由資料庫本身完整且即時的全國性預防接種相關資料取得與分析，來提昇我國預防接種作業面及管理面的效能與效率，更可提供管理及決策系統建立的資料來源。本節即是以預防接種業務息息相關之NIIS疫苗採購需求預測之應用作為範例，並對於可能的相關應用加以陳述，來闡述NIIS之中央資料庫建立之實值價值。未來更可藉由與疾病管治局已存在及正在籌建中的其它全國性與疾病防治相關之資料庫，例如肝炎患者資料庫、疫情通報資料庫、慢性病患者資料庫等進行整合應用，必定能讓我國疾病防治的工作在資訊科技的應用上邁向一個嶄新的里程碑，並在國際上社會獲得肯定。

4.1 NIIS疫苗採購需求預測應用

全國性預防接種年度疫苗採購量的制定關係到國家預算的編列、國家資源的調配、中央決策的績效、及預防接種醫療服務的品質要求。國內透過檢視由地方上傳的預種報表並採用簡單的人工經驗計算方式即可求算年度疫苗採購量。本研究嘗試以更客觀且科學的方式，透過預測理論來推估年度疫苗採購量。未來中央資料庫一旦建置完成後對決策應用所產生的效益，乃選擇預種作業管理中最重要之疫苗採購作業，嘗試建立其最佳化的採購預測模式，以彰顯此中央資料庫建置

在決策資訊提供上的功效。透過中央資料庫直接查詢及彙整報表分析的快速有效產生並提供全國預防接種作業中央管控所需的資訊來彰顯此NIIS中央資料庫建置的實質效益。

本研究首先透過文獻及專家學者的經驗發掘目前可能影響疫苗採購成本的相關因子，在後續的研究中，將使用蒐集到的相關因子進行後續的推估工作。

全國性疫苗採購作業中最重要的工作在於如何準確推估採購時所應購買的單劑量、多劑量疫苗用量，此項議題並不容易透過簡單的公式或是預測模式即能有效解決，而必須透過較為詳細的分析及規劃，並考慮市場佔有率等環境因素才能擬出一個最佳的解決方案 (Alexander, 2000)。在此將探討可能影響年度疫苗用量的因子、疫苗用量推估的演算架構、及年度疫苗採購需求之決策模式。

疫苗用量需求的計算，本身即是一個複雜的問題，在此先針對可能影響疫苗用量需求的因子進行探討。本文參考國外 (Alexander, 2000) 及國內預防接種管理機關，行政院衛生署疾病管制局預防接種組的專家及學者綜合整理可能影響疫苗用量的相關因子。以下針對研究所使用的疫苗用量所考量的相關因子詳加闡述：

(1) 疫苗可預防疾病的趨勢

透過檢視疾病發生機率及發生趨勢，以期在疾病發生前提早進行宣導及預防，並決定是否增減採買疫苗或維持等量疫苗以提供必需的接種疫苗數量。

(2) 疫苗的公開防治效用

目前國內已公布之七種常規性疫苗包括：卡介苗、麻疹疫苗、麻疹腮腺炎德國麻疹混合疫苗、B型肝炎疫苗、小兒麻痺口服疫苗、日本腦炎疫苗、白喉百日咳破傷風混合疫苗。其主要的施打對象為剛出生之嬰兒及新生兒，以及國小一年級的入學生。各類疫苗的效力沒有絕對100%的保證，部份疫苗只能產生80%的效用或更低。效力較低的疫苗必須考量是否採購更多的疫苗，並進行高頻率的注射，以防止疾病的惡化或流行。

(3) 疫苗施打的時程及完成率

在疫苗施打時程方面，部份疫苗必須於固定時間間隔進行多次的施打，如小兒麻痺口服疫苗、B型肝炎疫苗皆必須施打一劑以上。另外疫苗施打完成率方面，為了降低疾病的發生，必須致力於提高施打完成率，在此可透過催注、宣導等行政面策略來達成，採購時較高的完成率必須採買較多的疫苗。

(4) 目標人口數

目標人口（疫苗年度應施打人數）大小是決定疫苗用量的主要因子。一般常規疫苗施打對象為嬰兒或新生兒，此時所要考慮的目標人口大小即為每年出生的人口數；另外在國內，流感疫苗主要的施打對象為65歲以上的老年人，此時推估流感疫苗用量時，就必須考慮老年人口數，而非全國或嬰兒人口數。

(5) 疫苗耗損率

耗損率的計算與多劑量疫苗的使用有關，多劑量疫苗取出後必須於有效期間內（一般為一天內）使用，未使用的部份即造成疫苗耗損。目前國內外都有逐漸減少使用單劑量 (Single dose) 疫苗並採用多劑量 (Multiple dose) 疫苗的趨勢，一來是基於疫苗成本上的考量，二來則是基於廠商所能提供的疫苗類型。購買過量的多劑量疫苗將造成疫苗耗損率的大幅提升，購買過少的多劑量疫苗則可能造成採購成本的上升，所以如何在不降低醫療服務品質的情況下，將採購成本降到最低是個重要的議題。根據WHO的研究報告顯示，一般標準的耗損率，卡介苗約50%，其餘疫苗則為25% (WHO, 2002)。疫苗耗損率的控制得宜，將可節省可觀的採購成本。

上述所提之影響因子依據其與疫苗用量的關係可繪製成圖10的關係圖 (Alexander, 2000)。在進行疫苗用量需求的規劃首先必須考量全國性預防接種政策與目標，如疾病管控、預期施打完成率與醫療服務品質的提升。再根據過去的疫苗施打完成率、目標人口大小、疫苗耗損率等因子進行疫苗一般性需求的規劃，最後則必須考量疾病的趨勢還有疫苗公開防治效用來進行用量需求的調整，最後可求得疫苗實際需求。

在參照烏克蘭Alexander疫苗用量需求規劃演算案例，並根據國內情況進行修正後本研究提出如圖11的詳細演算架構。演算過程中，主管單位首先必需根據衛生人口資料及國家預防接種系統使用的範圍推算未來一段期間的目標人口趨勢及預測值（國內的預防接種資訊系統含涵蓋全國，故無需特別納入考量），其次再根據預期完成率來制定更詳細的疫苗施打人數，另外亦需考慮疫苗耗損率發生的情形進行修正，即可推算年度疫苗用量需求。至於在進行成本估算時，則必

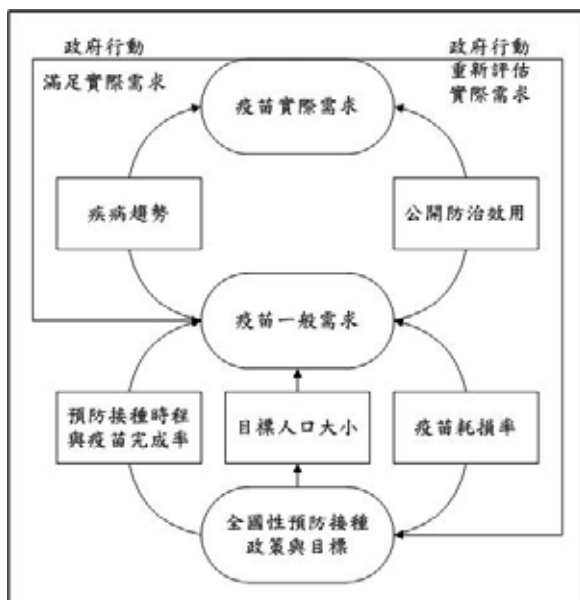


圖10 評估疫苗用量需求的影響因子

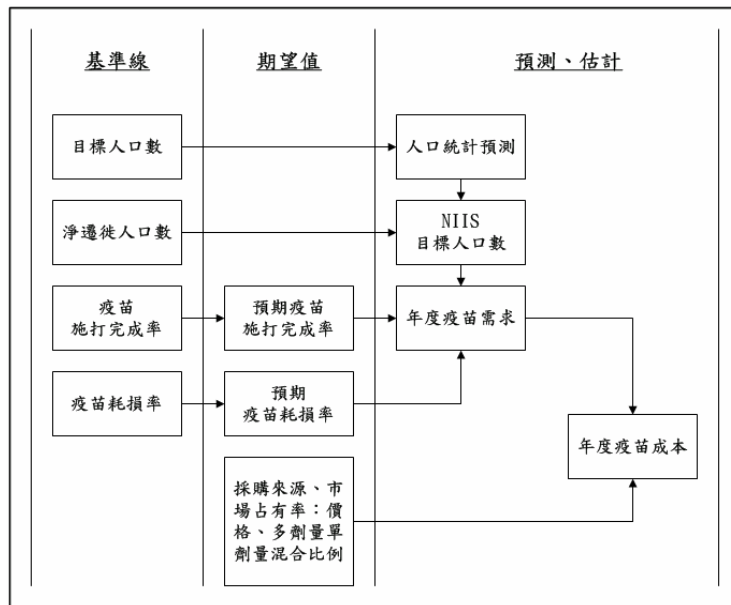


圖11 疫苗用量需求規劃的演算架構

須額外考量實務上的情形，如疫苗供應商來源、市場佔有率、單/多劑量疫苗的採購比例等其它因子，才能計算出最終的年度採購預算。

4.1.1 預防接種疫苗施打人數預測模式

在本研究中使用兩種方法：灰色預測 (Grey Prediction) 及倒傳遞類神經網路 (Back-Propagation Neural Network, BPNN) 來進行預測模式的建立及年度疫苗施打人數的預測。並針對使用兩種模式進行預測所得到的結果，以過去實際發生的施打人數進行比對，試圖由從兩者間找出一個較佳的年度疫苗施打人數的預測的方法。以下針對此兩種方法的基本原理加以描述。

4.1.1.1 預測模式的建立之一：灰色理論之模式

灰色系統理論 (Grey System Theory) 是由中國大陸華中理工大學控制理論專家鄧聚龍教授率先於1982年提出 (Deng, 1982)，其功能特性主要可針對現有的系統在資訊不明確與不完整的狀況下進行系統關聯性分析 (Relational Analysis)、模式建立 (Modeling)、預測 (Prediction) 及決策 (Decision) 分析等。

灰色預測 (Grey Prediction) 是以Grey Model (1,1) (簡稱GM(1,1)) 模式為基礎對現有數據所進行的預測方法，找出某一數列間各個元素之未來動態狀況 (江金山等, 民82)。灰色預測系統建立模式的思想是直接將序列轉化為微分方程，從而建立抽象系統發展變化的灰色動態模式 (Deng, 1982)。Grey Model(1,N)模式表示一階微分，且輸入變數為N個的GM模式。因此GM(1,1)

可視為GM(1,N) 的特例。GM(1,1) 使用單一變數進行預測，由於其計算簡單，亦稱為單序列一階線性動態模式，此模式的建立只需使用四筆數據即可建立精確度頗高的預測模式，但因為它只使用單一的變數進行預測，精確度常有所不足。GM(1,N) 較複雜，但因使用多個變數，從考慮多面向，因此常能獲得較客觀及精確的預測結果。

灰色預測常輔以灰色殘差修正模式來提升其預測精確度 (Deng, 1982)，誤差修正乃是要讓預測值能在一個最小誤差的範圍內，以求取預測值的最高精確度。因此，本研究在使用灰色預測模式的研究過程中，進一步使用平均殘差進行預測模式正確性的驗證，及使用灰色殘差修正模式進行預測誤差的修正。平均殘差的計算公式如下式1 (江金山等，民82)：

$$RAvg = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\frac{\hat{X}^{(0)}(k) - X^{(0)}(k)}{X^{(0)}(k)} \right) \times 100\% \quad (1)$$

其中

- $x^{(0)}(k)$ 表第 k 期之實際值
- $\hat{x}^{(0)}(k)$ 表第 k 期之模式預測值
- n 為預測期數

若灰色預測模式的預測值平均殘差結果不甚理想，為能有效提升預測的精確度，可使用灰色殘差修正模式提高預測的精確度。此乃以先前灰色預測的四筆原始資料為基礎的預測結果進行殘差值修正，原理在於針對原始灰色預測模式所產生的四筆資料殘差值再進行灰色預測模式的建立，由此可得到殘差的預測值，再以此殘差預測值修正先前所得的原始預測數值。此一步驟主要是希望能運用誤差修正讓預測值能在一個最小誤差的範圍內，以求取預測值的最高精確度。

目前在醫療產業上，已有國內學者提出不少相關之研究。傅志智 (民88) 以灰色動態模式預測麻瘋患病發展趨勢，協助政府防制麻瘋病之流行；王啓棟等 (民89) 結合線性回歸及灰色模式，運用於門診量之預測，可協助門診人員數需求之制定；劉德山 (民88) 則運用灰色系統理論，預測計劃生育藥具發放量做為工廠生產時之參考依據；施東河與徐桂祥 (民88) 利用灰色系統來探討台灣地區壽險需求量之研究與預測，以GM(1,N)、GM(1,1)與新陳代謝等三種模糊灰色系統模型分別去建模、檢定與預測，經實證後發現預測出的需求量其準確度非常高。這些研究都強烈指出，灰色預測模式在醫療應用上以時間為變化趨勢的問題有非常好的預測效果。本研究嘗試採用灰色預測模式GM(1,1)，以每一個擬預測目標年度之過去四年之實際疫苗施打人數作為建模的基礎，並輔以殘差修正模式來提昇預測精確度來建構NIIS疫苗年度採購需求的灰色預測。

4.1.1.2 預測模式的建立之二：倒傳遞類神經網路

類神經網路為一種計算系統，包括軟體與硬體，它使用大量簡單的相連人工神經元來模仿生物神經網路的能力 (葉怡成，民92)。人工神經元是生物神經元的簡單模擬，它能從外界環境或

其它人工神經元取得資訊，透過簡單的運算，輸出其結果到外界環境或者其它人工神經元。圖12為一簡單之神經元構造。

輸入變數（訊號） I_1, I_2, \dots, I_n 乘以權重 W_j 後傳入神經元，然後將所有輸入到神經元的訊號加總在一起，而加總結果稱為神經元作用程度，此一作用值再經由非線性正規化產生神經元輸出 D 。目前常用的非線性轉換函數有二，其一為雙曲線正切函數數（Tanh Function），其二為雙彎曲函數（Sigmoid Function）。以下針對此兩轉換函數分別進一步表示如式2及式3：

(1) 雙曲線正切函數

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (2)$$

自變數趨於正負無限大時，函數值趨於常數，其函數值域介於(1,-1)之間。

(2) 雙彎曲函數

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (3)$$

雙彎曲函數之自變數 x 趨於正負無限大時，函數值趨於常數，其函數值域介於(0,1)之間。

在以上兩種常用的轉換函數中，又以雙彎曲函數最常被使用，本研究即根據此函數來求解預測值。類神經網路自被提出後演化到現在又可分為十三種不同的變形，其中值得注意的是，自從Rumelhart等（1986）提出倒傳遞類神經網路模式之後，受到極大的重視，之後並成為目前類神經網路學習模式中最具代表性，應用最為普遍的模式。Vellido等學者（1999）更於調查研究中指出，自1992至1998年間，使用類神經網路於商業問題之研究中，約有78%使用倒傳遞類神經網路進行分析及研判。另外，由於倒傳遞類神經網路亦具有學習準確度高、回饋速度快、可以處理含有雜訊的輸入資料等特性及優點，所以本研究從類神經網路的眾多模式中選用倒傳遞類神經網路模式作為分析的工具。

4.1.2 預測變數的選定

本研究在使用灰色預測模式及類神經網路模進行預測所輸入的變數，根據國內外參考文獻及疾病管理局過去的經驗，蒐集預測的可能影響變數包括歷年疫苗施打人數、疫苗施打完成率、目標人口數、前年淨遷徙人口數、疫苗市場佔有率、替代性疫苗、疫苗防治效用等六項，然而為了去除變數因子之間的共線性並符合實務上的考量，因此在此使用主成份分析法去除變數因子的共線性，另外亦使用符合實務的專家評選法進行變數評選。

經過主成分分析，主成份之間的相關性可求得具顯著變異性的變數因子共計有三個，即歷年疫苗施打人數、目標人口數及前年淨遷徙人口數。之後本研究與疾病管理局預防接種組相關管

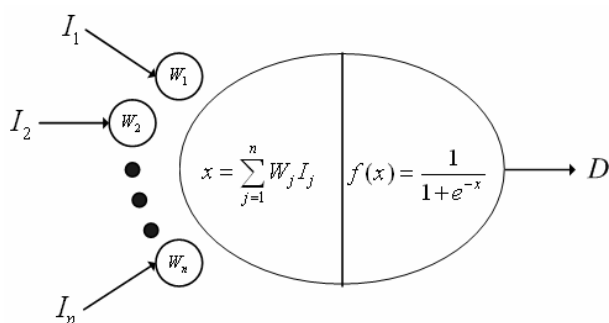


圖12 神經元之構造

理人員及專家反覆討論後，認為之前蒐集可能影響變數的疫苗市場佔有率、替代性疫苗及疫苗防治效用等評量及數據取得不易，而其餘變數都有考量的必要性，因此建議本研究對這些變數皆進行預測分析。

因此最後本研究確定僅使用歷年疫苗施打人數、疫苗施打完成率、下年度目標（疫苗應施打）人數、前年淨遷徙人口數等四項作為輸入變數，而輸出變數為下年度疫苗施打人數的預測值。

4.1.3 預測結果分析

本研究各以灰色預測模式、灰色殘差修正、倒傳遞類神經網路與人工經驗計算式進行我國1999年至2002年之疫苗施打人數預測，並與過去這些年度的實際施打人數值進行比對，其平均預測誤差結果請參照表3及圖13表示。由表3中本研究發現在麻疹疫苗部份，平均預測誤差為倒傳遞類神經網路的5.03%表現最好，灰色預測的19.82%表現最差。在卡介苗部份，平均預測誤差為倒傳遞類神經網路的6.26%表現最好，灰色預測的18.11%表現最差。在麻疹腮腺炎德國麻疹混合疫苗部份，平均預測誤差為灰色殘差修正的2.99%表現最好，人工計算經驗式的19.09%表現最差。

歸納先前的實驗結果發現，雖然在麻疹腮腺炎德國麻疹混合疫苗的施打人數預測上灰色殘差修正基於原始數列變動較小的原因，預測的結果比倒傳遞類神經網路略勝一籌，但實驗結果顯示，總體而言倒傳遞類神經網路可以得到較穩定且較佳的預測結果，因此本研究建議未來在預防接種疫苗施打人數的預測上可以倒傳遞類神經網路為主要方式。隨後考量疫苗耗損率、單/多劑量消耗比率等因素，即可推估最佳之年度疫苗採購量及成本。

雖然倒傳遞類神經網路在本研究中，預測效果相較於灰色預測、灰色殘差修正是較佳的，但是在事前蒐集各項變數資料必須花更多的時間，另外亦必須付出更大的成份分析及網路訓練時間。相反的，灰色預測及灰色殘差修正模式則不具備上述的問題，讓整個分析的過程更具時效。在未來的疫苗採購及分配工作中，本研究建議若疫苗的分配允許較大的庫存量，即代表所能允許

表3 實證結果平均預測誤差比較表

疫苗種類 \ 推估模式	灰色預測	灰色殘差修正	倒傳遞類神經網路	人工經驗計算式
麻疹疫苗(MV)	19.82 %	15.11 %	5.03 %	12.32 %
卡介苗(BCG)	18.11 %	12.98 %	6.26 %	8.77 %
麻疹、腮腺炎、德國麻疹混合疫苗(MMR)	8.89 %	2.99 %	5.67 %	19.09 %

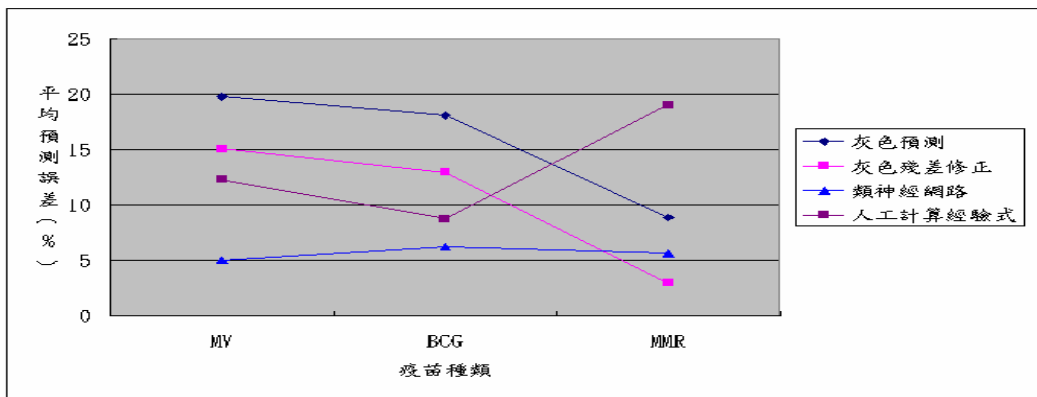


圖13 預測模式之平均預測誤差比較圖

的誤差較大，則可採用灰色殘差修正模式，若不允許過大的變異及誤差，則採用倒傳遞類神經網路為預測的方法，協助制定更為明確的疫苗分配量，且可推估出更為精確的全國性疫苗採購量。

4.1.4 疫苗採購量之計算模式

本研究依倒傳遞類神經網路模式所得到的年度疫苗施打的預測值，進一步根據Miloud等人(1999)所提出疫苗採購量計算式，改良後建立疾病管制局年度疫苗採購量之計算式，如式4。

$$N = D \times (1 / (1 - W)) \times (1 + R) - S \tag{4}$$

其中

- D = 固定期間施打人數預測值
- W = 疫苗耗損率 (%)
- R = 保留庫存 (%)
- S = 疫苗庫存

在計算疫苗供應數量時必須考慮疫苗是否有為新推出的疫苗。假設為新推出的疫苗，計算時必須分為兩個部份進行考量，第一部份所考量的時間點是進行第一年採購量的推估，第二部份則是後續的年度採購量推估。其差異在於保留庫存上的考量，由於過去並沒有採購此種新推出的疫苗，所以在採購時，各地方必須保留適量的疫苗數量以防不時之需，至於在第一年後的各個採購年度中，由於第一年已將保留庫存計算在內，所以不需要再納入考量。

在式4中，採購的第一個年度 $S=0$ 。疫苗應供應數量的決定，必須考量此疫苗在一段期間內預期的施打人數，另外亦必須考量過去疫苗耗損率的經驗值，補充產生耗損的疫苗數量，最後亦需加入保留庫存的考量，才能建構完整的疫苗供應量基本模式。其中，年度施打人數(D)的決定，可以簡單的人工計算方法來推估，亦可利用較科學化且客觀的數學模式進行預測。施打人數的推算為本研究第一階段工作的主要目標。在預測過程中，本研究以單因子序列分析及多因子分析進行疫苗施打人數的預測。中央資料庫建置完成後，即可結合疫苗採購決策模式進行全國性疫苗採購量推估的運算，本研究的另一重點即在此一決策模式的建立與推估。

4.2 NIIS中央資料庫建立的其他應用效益

中央資料庫建置後的應用效益除了作為我國各類型年度疫苗採購需求量的預測應用所需之資料來源之外，此外它亦提供了以下多項的可能應用效益，包括：

- (1) 中央所需的各種全國性統計分析的報表，例如：預防接種統計明細表、預防接種工作量統計表、預防接種完成率統計表、A型肝炎疫苗完成率統計表、日本腦炎預防接種完成率統計表、幼兒適齡完成接種率統計表、老人流感疫苗接種人數統計表、高危險老人流感疫苗接種狀況表、孕婦B型肝炎疫苗接種報表。都可藉由中央資料庫中的資料即時且完整的取得，對疫苗採購的管控、預種政策推行都可發揮即時有效作用。
- (2) 保持系統對經常性作業高度可用性：中央與各地方衛生局、所資料庫可建立相互備援的機能及讓預種作業日常資料於可使用狀態，讓使用者可進行連線登錄、交易處理、及查詢作業，而地方與中央資料庫的更新作業可選擇在地方衛生局日常作業之外的最佳時間進行，可以確保預防接種的業務執行及政策推動的品質。
- (3) 資料集中化可提供即時且具高度效用性決策輔助資訊：中央資料庫系統的建置，強化各地方資料共享的即時性與正確性。此外，亦大幅降低人工費時費力之作業流程，以轉介歸戶而言，可藉由中央資料庫更有效來進行，系統每日進行資料交換將節省以往透過人工書寫與郵寄所花費之大量時間與資源成本。對於預防接種與疾病防治的效用，及國內各種傳染病、慢性病的追蹤預防的成效，可以更有效建立相關的決策輔助系統來加以深入探討及研究。

5. 結論與建議

現有衛生署疾病管制局NIIS系統已進入全面導入階段，衛生醫療資訊可透過資訊傳遞使未來各種應用及發展成效顯而易見，這對我國在醫療領域相關研究進展的成效上不言可喻，而最直接受益的更是我國全體國民。

在NIIS系統的運行上，目前資料庫主要是存放在各縣市地方衛生局端，而中央僅以一中央轉介歸戶交易伺服器來承擔轉介歸戶相關動作，資料集中化可使中央主管單位收全盤考量之綜效，可進行後端資料的統整分析、挖掘探索，做出更能符合全民利益的決策與政策，同時兼具中央管控之效，並進一步作為地方局所作業性資料庫的備援。然而，一個全國性之中央資料庫建立所面臨的包括資料庫整體效能運作與更新維護等問題，本研究提出之NIIS中央資料庫建置規劃架構模式及更新機制，透過選擇性資料複製策略，將分散於各地方衛生局、所之資料庫，選擇部份有助決策支援之資料上傳至中央資料庫系統，此方式兼具系統整體運作效能、儲存成本、資料可用性與維護方便性；在維持中央與地方之資料一致性方面，透過代理程式的自動化排程處理，以中央匯集各地方衛生局、所之日常交易紀錄檔、及以中央傳送元件更新各地方衛生局、所之資料同步設定之更新機制，做為維持整合性資料庫系統之資料完整性的解決方式。此外，考量多種資料庫系統異常狀況處理機制，以彈性化作業處理避免例外狀況的發生而導致預防接種業務停擺，更提高了整體資料使用效益與使用者資料取得效率。

本研究的研究成果及所提出的中央資料庫系統架構可做為未來疾病管制局建立中央資料庫參照基礎，並可提供更有效發展其作業、管理及決策相關的應用。本研究進一步運用NIIS中央資料庫為資料來源建立我國疫苗採購輔助系統為範例，進行快速獲取全國性之預種資料，經由資料彙總及分析，並透過灰色預測模式及倒傳遞類神經網路模式來預測我國年度疫苗最適化的採購量。此一預測系統之所以能有效發揮應用效益，必需建立在完整並可快速有效取得的全國預種相關資料來源之上，因此得以彰顯中央資料庫建立的應用價值。

最後綜合本研究的最大貢獻除在於提出一個中央資料庫系統建置的模式及它與分散於各地方衛生局、所資料的有效更新機制之外，更提出以管理需求為導向的預測模式，並使用較為科學化及客觀的方式進行疫苗採購預測來取代人工經驗式計算，可以有效節省資料收集及人工計算的成本與時間。將為我國每年疫苗採購節省可觀的採購成本，且可更有效的管理各地方疫苗的使用量及配送議題。並提供地方衛生所及合約醫療院所足量疫苗，提升預防接種完成率及醫療服務品質。未來，藉由中央資料庫的完整建置，疾病管制局將可在此一完善的資料基礎之上，持續開發更多其他有關預防接種管理及決策方面之資訊系統及應用的建置，如疫苗需求量的最適化分配及成本評估、預防接種疫苗及疾病的關聯性分析等應用，皆是可以以中央資料庫所儲存的資料作為來源，深信對我國疾病管控及預防的效益必定能獲得更有效的提昇。

參考文獻

- 王啓棟、劉榮甫、劉召平、鞠峰和翟光明，「線性回歸結合灰色模型在門診量預測中的應用」，數理醫學雜誌，第十三卷第四期，民國 89 年，359-360 頁。
- 江金山、吳佩玲、蔣祥第、張廷政、詹福賜、張軒庭和溫坤禮，灰色理論入門，台北：高立圖書有限公司，民國 87 年。
- 何文雄、周建成，「行政院衛生署疾病管制局預防接種系統專案執行報告」，財團法人資訊工業策進會電子商務應用推廣中心，民國 90 年。
- 邱瑞科、翁頌舜、詹前隆、何文雄、周建成和陳聖棋，「NIIS 全國預防接種資訊管理系統」，2002MIST 國際醫療資訊研討會，台北：台北醫學大學醫學資訊研究所，民國 91 年。
- 邱瑞科、陳聖棋、翁頌舜、詹前隆、顏哲傑和張啓明，「NIIS 中央資料庫建立及更新機制之研究」，2003MIST 國際醫療資訊研討會，高雄：高雄醫學大學醫療資訊學系，民國 92 年。
- 施東河、徐桂祥，「台灣地區壽險需求量之研究與預測」，管理與系統，第六卷第一期，民國 88 年，29-46 頁。
- 陳長念，XML 與資料庫 Web 應用實務，台北：上奇科技，民國 92 年。
- 傅志智，「以灰色動態模型預測麻瘋患病趨勢」，廣西醫學期刊，第一卷第一期，民國 88 年，173-174 頁。
- 葉怡成，類神經網路模式應用與實作，台北：儒林圖書公司，民國 92 年。
- 劉德山，「灰色系統理論在預測計劃生育藥具發放量的應用」，數理醫學雜誌，第十二卷第四期，民國 88 年，364 頁。
- Adrienne, T., *Metadata Solutions*, American: Addison-Wesley, 1st ed, 2001.
- Alexander, T., "The National Immunization Program of Ukraine: An Assessment of Performance, Financing and Resource Allocation Options," Ukraine Country Assessment Report, World Health Organization, 2000.
- Deng, J., "The Control Problems of Grey System," *System and Control Letters*, No.5, 1982, pp.288-294.
- Miloud, K., Sangeeta, M., Denise, D., and Denise, A., "Case Study on the Costs and Financing of Immunization Services in Morocco," Special Initiatives Report, WHO, No.18, 1999.
- Rumelhart, D., Hinton, G., and Williams, R., "Learning Internal Representations by Error Propagation in Parallel Distributed Processing," *MIT Press*, Vol.1, 1986, pp.318-362.
- Vellido, A., Lisboa, P., and Vaughan, J., "Neural Networks in Business a Survey of Applications," *Expert System with Application*, Vol.17, 1999, pp.51-70.
- WHO, "Guidelines for Estimating Costs of Introducing New Vaccines into the National Immunization System," World Health Organization, 2002.