

台灣地區癌症死亡率與發生率電子地圖的建構及使用

廖勇柏^{1,*} 陳建仁² 李文宗² 徐書儀¹

YUNG-PO LIAW^{1,*}, CHIEN-JEN CHEN², WEN-CHUNG LEE², SHU-YI HSU¹

¹ 中山醫學大學公共衛生學系，台中市南區402建國北路一段110號

Department of Public Health, Chung Shan Medical University, No. 110, Sec.1, Chien-Kuo N. Road, Taichung 402.

² 國立臺灣大學公共衛生學院流行病學研究所

Graduate Institute of Epidemiology, College of Public Health, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.

*通訊作者Correspondence author. E-mail: Liawyp@csmu.edu.tw

目標：利用全國死亡檔及發生檔資料透過地理資訊系統(GIS)編纂台灣地區1972-2001年癌症死亡率及1995-1998年癌症發生率的電子地圖。**方法：**採用三種指標繪製死亡率及發生率彩色地圖，分別是「直接年齡標準化死亡/發生率等級圖」、「直接年齡標準化死亡/發生率與全人口死亡/發生率比較圖」及「補點式卜瓦松趨勢面分析圖」。當各種圖形繪製完成後，再利用Visual Basic 6.0版程式及Map Objects LT 2.0版將各種圖形整合，收錄於同一張光碟片中。**結果：**提供地理特徵圖及各種癌症死亡/發生率的電子地圖，並提供一系列的功能按鈕，包括地圖放大、縮小、平移、癌症資料顯示工具、恢復原大小、死亡率/發生率切換鈕、男女按鈕、三種繪製指標按鈕、國際比較圖、性別年齡別曲線圖、死亡率長期趨勢圖、自定圖例數值及列印等功能。**結論：**電子地圖具有製作成本低廉、傳播速度快、數據更新容易、可顯示圖上每一點相關數據、可更改圖例及整合多種圖形界面等優點，有助於闡明台灣地區重要癌症的危險因子。(台灣衛誌 2003；22(3)：227-236)

關鍵詞：地理資訊系統、死亡率、發生率、補點式卜瓦松趨勢面分析、電子地圖

The construction and use of the electric atlas of cancer mortality and incidence in Taiwan

Objective: To construct an electric atlas of cancer mortality (1972-2001) and incidence (1995-1998) in Taiwan by using a Geographic Information System (GIS). **Methods:** Three sets of color maps were made based on "Age-Adjusted Mortality by Rate", "Age-Adjusted Mortality by Rank" and "Imputed Poisson Trend Surface". For the production of the electric atlas, the Visual Basic (version 6.0) and Map Objects LT (version 2.0) software were used to integrate the three sets of color maps. **Results:** The electric atlas provides the information with regard to the population density, birth rate, ethnic distribution, geology, topography, soil and mortality/incidence rate, with a series of functions buttons including Zoom In, Zoom Out, Pan, Auto Identify, Zoom to Full Extent, mortality/incidence switch button, sex button, index button, international comparison, age-specific rate, secular trend of cancer mortality, legend and print button. **Conclusion:** The electric atlas is a cheap and fast tool. The electric atlas integrates various cancer maps. Therefore, it becomes more powerful for examining spatial patterns, quicker for comparing the various maps, and easier for updating and identifying the data. Using the electric atlas in Taiwan could elucidate the risk factors of cancer. (*Taiwan J Public Health*. 2003;22(3):227-236)

Keywords: *geographic information system, mortality, incidence, imputed Poisson trend surface, electric atlas*

前言

從1982年開始，癌症一直是台灣居民的第一位死因[1]。探討癌症成因的線索，經常存在於各癌症的流行病學特徵，亦即人時地分佈上的差異。「癌症分佈地圖集」[2-3]可看出癌症分佈的地理變異，提供分析流行病學的研究方向，闡明癌症的成因進而預防。Pickle等人[3]利用每隔十年為一個年代繪製從1950-1980年美國的癌症地圖集，此類地圖較能看出各個地區疾病的時空長期變化趨勢，對疾病的病因探討將更有助益。

國內曾有三次癌症死亡率地圖集的繪製[4-6]，所繪製的年代分別是1968-1976，1972-1983及1982-1991，然而沒有最近十年的死亡率地圖。我國自1979年開始即有癌症登記系統，但迄今並無癌症發生率地圖集的繪製。此外，國內外雖然有很多紙本癌症地圖集的繪製，但鮮少有癌症電子地圖的製作。

本研究利用現有之全國死亡檔[1]及資料較完整的發生檔[7]資料透過地理資訊系統(geographic information system, GIS)[8]編纂台灣地區1972-2001年癌症死亡率及1995-1998年癌症發生率的電子地圖。電子地圖具有製作成本低廉、傳播速度快、數據更新容易、可顯示圖上每一點相關數據、可更改圖例及整合多種圖形界面等優點。

材料與方法

一、年中人口資料的重新建檔

我國現有人口資料電子檔，因建檔年代久遠，資料格式不一且不完整。因此，本電子地圖根據內政部發行之歷年「台灣地區人口統計」[9]1972-2001年紙本資料按各年度鄉鎮別、性別、0-4歲、5-9歲、10-14歲、…、及85歲以上(共十八年齡層)的人口數重新建檔，建檔完成後的資料再利用內政部提供的各鄉鎮人口總和、男女性總和、各縣市別總和及台灣地區人口數總和資訊進行邏輯檢

誤。

二、死亡檔地區代碼的統一與更新

衛生署所提供各年代的死亡檔案中的鄉鎮代碼共有10種版本。其中由1980到1981，以及由1983-1985到1986-1989兩次的鄉鎮代碼版本變化最大。本電子地圖在進行分析前均轉化成統一的355個鄉鎮。

台北市行政區域曾進行調整，為使調整前後的劃分能夠一致，新的松山區和信義區合成一區，以比照舊的松山區，舊的大安區和古亭區合併，以比照新的大安區，舊的雙園區和龍山區合併以比照新的萬華區，舊的城中區、建成區與延平區合併以比照新的中正區，舊的木柵區和景美區合併以比照新的文山區。

三、電子地圖之繪製

本電子地圖採用三種指標繪製死亡率及發生率彩色地圖，分別是「直接年齡標準化死亡／發生率等級圖」、「直接年齡標準化死亡／發生率與全人口死亡／發生率比較圖」[10]及「補點式卜瓦松趨勢面分析圖」[11]。茲分述如下：

本電子地圖以1976年世界人口作為標準人口，計算出各鄉鎮的直接年齡標準化死亡率及發生率值(Age Standardized Rate, ASR)。而「直接年齡標準化死亡／發生率等級圖」係按照各部位癌症之年齡標準化死亡／發生率值的高低由紅、黃到綠色分成十三等級的圖例。

「直接年齡標準化死亡／發生率與全人口死亡／發生率比較圖」係按各鄉鎮市區之各性別、各癌症部位的直接年齡標準化死亡／發生率，是否顯著高於或低於台灣地區全人口的年齡標準化死亡／發生率而分成七級，分別繪以不同顏色，依序為(1)排名位於各鄉鎮市區的前10%，且顯著高於台灣地區全人口，(2)排名未在各鄉鎮市區的前10%，但顯著高於台灣地區全人口，(3)排名位於各鄉鎮市區的前10%，但未顯著高於台灣地區全人口，(4)排名位於各鄉鎮市區的前10-90%，與台

投稿日期：92年5月30日

接受日期：92年7月18日

灣地區全人口無顯著差異，(5) 排名位於各鄉鎮市區的後10%，但未顯著低於台灣地區全人口，(6) 排名未在各鄉鎮市區的後10%，但顯著低於台灣地區全人口及(7) 排名位於各鄉鎮市區的後10%，且顯著低於台灣地區全人口。

本研究利用廖氏[11]所提的補點式卜瓦松趨勢面分析法(Imputed Poisson Trend Surface, IPTS)進行死亡率估計。這種方法假設死亡／發生率為一連續曲面，每一座標點之死亡／發生率允許不同，但相鄰位置會有相近死亡／發生率。為利於繪製趨勢面地圖，本方法所分析的資料來自台灣本島的346鄉鎮市區。進行IPTS分析法要先進行死亡或發生數及人口數的補點，以每一點的橫麥卡托(universal transverse mercator, 簡稱UTM)[12]二度分帶座標當作自變項進行卜瓦松迴歸分析。所採用迴歸模式的次數，是利用各種次數模式所算出的Akaike information criterion (AIC)值[13]來決定。每一點相對危險性估計值，利用地理資訊系統繪製成「補點式卜瓦松趨勢面分析圖」(IPTS圖)。

上述三種指標的彩色地圖繪製，均是利用地理資訊系統ArcView 3.1[9]軟體，以桌上型個人電腦繪製而成。為了便於探討癌症死亡率的地理分佈狀況是否受到社會人文及自然地理環境的影響，本電子地圖亦提供台灣地區人口密度、出生率、氏族分佈、地質、土壤、地形等彩色圖。為了解台灣地區全人口的重要癌症之性別、年齡別死亡／發生率，以及歷年來各部位癌症死亡／發生率的變遷狀況，本電子地圖也分析各部位癌症死亡率及發生率的性別年齡別死亡／發生率，以及各部位癌症死亡率歷年的年齡標準化死亡率的長期趨勢。同時也進行死亡率及發生率重要癌症的世界各國比較[14]，以比較國際間之差異。俟各種圖形繪製完成後，再利用Visual Basic 6.0程式及Map Objects LT 2.0版[15]將各種圖形整合，收錄於同一張光碟片中。

結 果

當光碟片安裝完成後，按說明可輕易進入電子地圖的「地理特徵圖或癌症類型」主畫面(圖一)。當點選地理特徵圖後，可進一步選擇各種地理特徵圖。當選擇任一癌症進入，例如按全癌症時，畫面將出現圖二之全癌症男性直接年齡標準化死亡率值(ASR)之畫面。畫面最左側提供一系列的功能按鈕，包括地圖放大、縮小、平移、癌症資料顯示工具、恢復原大小、死亡率／發生率切換鈕、男女按鈕、三種繪製指標按鈕、國際比較圖、性別年齡別曲線圖、死亡率長期趨勢圖、自定圖例數值及列印等功能。

圖二左邊大張的圖及右邊左下的圖都是1992-2001年的圖形，兩者最大的不同是，當按下「癌症資料顯示工具」按鈕時，再將游標移到右邊的小圖時，將只顯示各鄉鎮對應年代的死亡率數值，但移到左邊那張大圖的鄉鎮時，可同時顯示1972-1981，1982-1991及1992-2001年代的死亡率數值。這種隨著游標移動而顯示出不同鄉鎮的名稱及死亡率數值的方式，非常方便進行同一鄉鎮不同年代間的比較或不同鄉鎮間的比較。這是一般平面地圖集所無法呈現的。

不同的圖例設定會有不同的視覺效果，以往平面地圖集只能呈現一種視覺效果，在本電子地圖則可輕易進行適度的圖例數值修改，同一種癌症的地理變異即有完全不同的判讀感受。當點選圖二左側圖例設定時，畫面左上角將出現「癌症地圖圖例設定」的視窗(圖三(A))，此時按更改值欄上的數值進行更新即可。例如按第一列的168.23值時，畫面會出現「請輸入新值」的視窗(圖三(B))，若要更改為250，則輸入後按確定。此時第一列的「更改值」欄及第二列的「值」欄會出現250的數值，依序可自定「更改值」上各列的數值。另外，為了方便也可以在「平均計算」欄第二列處按一下，此時可發現「更改值」上第二列以下至第十三列數值全部變動，這些值是由250到第十三列「更改值」欄上的最小值(本例為值26)重新平均分配而得(圖三(C))。設定完成後按套用，即畫出新設定圖例的圖形。

按P之功能按鈕則顯示圖四(A)全癌症男性直接年齡標準化死亡率與全人口死亡率比

較圖，而IPTS功能鈕則顯示圖四(B)該癌症補點式卜瓦松趨勢面分析圖，可看到男性全癌症在西南烏腳病盛行地區及東北或屏東、台東一帶山地鄉有聚集現象。按IPTS鈕接下來三個功能鈕則分別顯示圖五(A)(B)(C)全癌症男性國際比較圖、性別年齡別死亡率圖及死亡率之長期趨勢圖。當按死亡率／發生率切換鈕選擇發生率時，所對應的按鈕即顯示發生率各種對應圖形。上述這些結合多種圖形於同一界面，有利於交互參照，比平面地圖的使用更方便。

討 論

台灣地區的死亡登記系統，自1971年起全面電腦化，死亡診斷和分組的正確性和完整性也大為高。死亡登記系統自1972-1980年採用第八版，而1981年以後則採用第九版的「國際疾病、傷害及死亡原因統計分類」。這兩版分類表的各種癌症死因譯碼，均極為相近，因此分組改變或錯誤的困擾並不大。由於死亡檔鄉鎮歷年使用的代碼版本多達10套，本研究先行代碼統一再分析。地區代碼有誤部份亦進行更正。至於人口資料，本研究亦重新建檔及偵誤，對結果的正確性將大為提高。衛生署癌症登記系統資料收集，係由申報醫院對於其院內診斷或治療之新發癌症個案，進行個案確定與資料收集，並由申報單位依據癌症登記委員會設計之標準化登記表進行資料登錄或轉錄，因此正確性的問題對於發生率資料的影響較小。由於五十床以上的醫院才會進行癌症發生數通報，某些癌症如子宮頸癌患者很可能會在較小醫院就醫，在癌症登記系統中就容易遺漏而有低報的情形發生，但由於各鄉鎮均可能發生類似的情形。因此，各鄉鎮別癌症發生率地理變異的圖形仍有其參考價值。

文獻上有其他繪製地圖的方法被提出，如經驗貝氏方法[16]，但統計方法較複雜，很少用於地圖集繪製。根據Walter等人[17]的研究，在49冊已出版的地圖集中，絕大部份的地圖集仍以直接年齡標準化或間接年齡標準化[10]為繪製指標。本研究採用三種指標

繪製，其中直接年齡標準化死亡率地圖不僅可以比較同一癌症不同性別之死亡率值之高低、地理變異與聚集狀況；也可以比較不同年代間之趨勢變化。舉例而言，全癌症之年齡標準化死亡率，男性遠大於女性，因此男性之彩色圖以紅色系較多，而女性則以綠色系居多。無論男女性，全癌症死亡率值大部份鄉鎮都是隨著年代的增加而增加，因此男性隨年代紅色加深，而女性綠色變黃；然而此類地圖在人口數較少的偏遠平地鄉和山地鄉，會因死亡數增減一、二人而有明顯的偏高或偏低。第二種指標「直接年齡標準化死亡率／發生率與全人口死亡／發生率比較圖」，不僅可以辨明特定鄉鎮市區之年齡標準化死亡率／發生率，是否與台灣地區全人口有顯著差異，而且可以判定不同性別、年代別或癌症部位之高危險或低危險地區，有無一致的地理變異與聚集現象。然而，不同彩色地圖中的相同顏色，所反映的死亡／發生率數值不一定相同。第三種指標即「補點式卜瓦松趨勢面分析圖」可以打破行政區域的界線，模式中因為考慮了年齡調整，對人口數較少鄉鎮所引起的死亡率估計不穩定情況可獲得改善，對癌症地理聚集擴散情形較易洞悉。

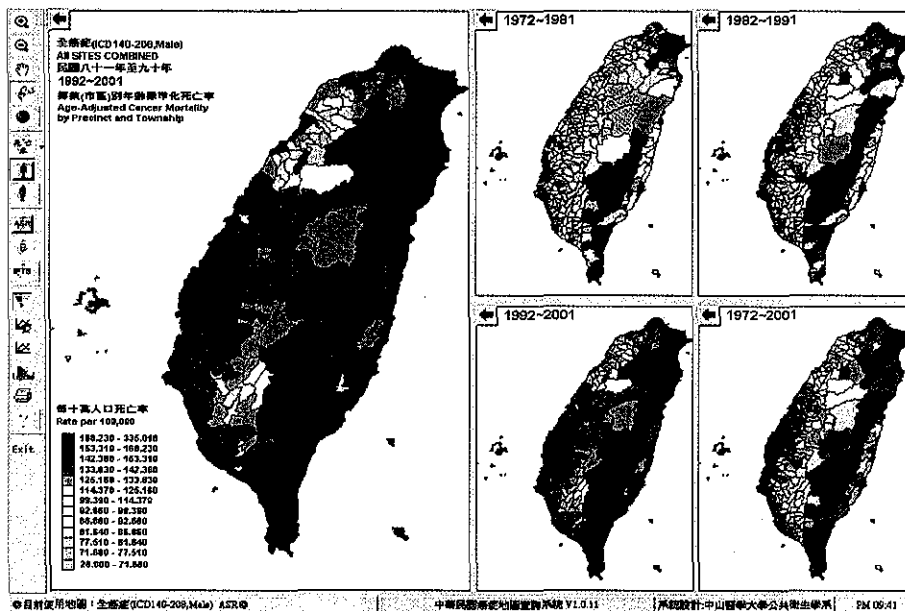
癌症死亡率的時空變異可能源自於不同地區、不同年代之就醫狀況、診斷水準、報告效度、存活期間和人口移動的差異，而不是危險因子暴露上的不同。因此，時空變異的闡釋必須假定在不同的時空下，有一致或相近的就醫診斷、治療和死亡登記的狀況，但是這假定未必成立。像胰臟癌在都市地區會較高，即有可能是都會區診斷技術較佳的緣故[18-19]。就醫率高、診斷容易、致死率高的癌症(如肝癌及肺癌)，其死亡率較能反映發生率的實況；相反的，鼻咽癌、子宮頸癌和乳癌，如果能夠早期就醫適切診治，即會有相當高的存活率，因此它們死亡率的時空變異，除反應發生率的區域差別外，也可能有相當的比例是源於診斷治療狀況的不同[20-21]。本電子地圖同時繪製1995-1998年的癌症發生率地圖集，供各界參考。

讀者在嘗試對死亡率或發生率地圖集之

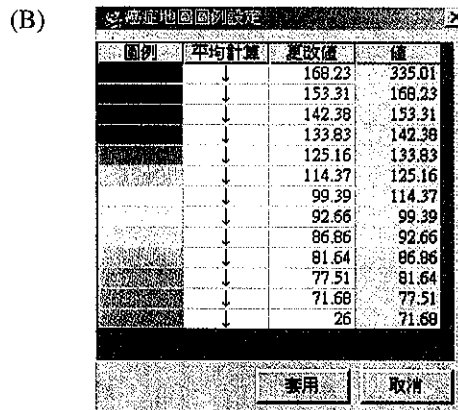
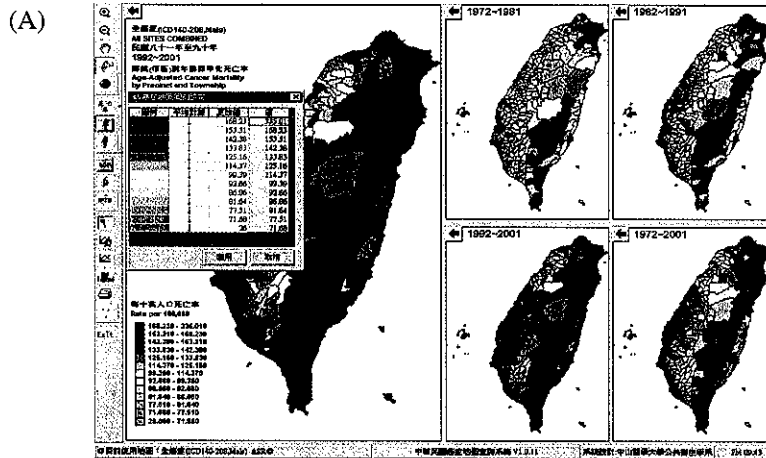
請選擇地理特徵圖或癌症類型：

地理特徵圖	結腸癌 (ICD153) Colon	氣管及支氣管及肺癌 (ICD162) Trachea, bronchus & lung	前列腺癌 (ICD185) Prostate
全癌症 (ICD140-200) All sites combined	結腸及直腸及直腸乙狀結腸 連接部及肛門癌 (ICD153-154) Colon, rectum, rectosigmoid, sigmoid & anus	骨及軟骨癌 (ICD170) Bone & articular cartilage	膀胱癌 (ICD186) Bladder
口腔癌 (ICD140.141, 142-144, 148-149) Lip, Oral cavity	直腸及直腸乙狀結腸連接部及 肛門癌 (ICD154) Rectum, rectosigmoid junction & anus	結締組織及肉體軟組織癌 (ICD171) Connective & uterine parts - unspecified	腎臟及其他未明示泌尿器官 (ICD189) Kidney & other unspecified - urinary organs
主要唾液腺癌 (ICD142) Major salivary glands	肝及肝內膽管癌 (ICD155) Liver & intrahepatic bile ducts	皮膚惡性黑色素瘤 (ICD172) Skin, melanoma	腦瘤 (ICD194) Brain
鼻咽癌 (ICD147) Nasopharynx	膽囊與肝外膽管癌 (ICD156) Gall bladder & extrahepatic bile ducts	非黑色素瘤皮膚癌 (ICD173) Skin, non-melanoma	甲狀腺癌 (ICD188) Thyroid gland
食道癌 (ICD150) Esophagus	胰臟癌 (ICD157) Pancreas	女性乳癌 (ICD174) Breast	非何杰金氏淋巴瘤 (ICD200.202-203) Non-Hodgkin's lymphoma
胃癌 (ICD151) Stomach	鼻腔及中耳及副鼻竇癌 (ICD160) Nasal cavities, middle ear, & accessory sinuses	子宮頸及未明示部位之子宮癌 (ICD175-180) Cervix uteri & uterus, part unspecified	白血球 (ICD204-205) Leukemia
小腸癌 (ICD152) Small intestine	喉癌 (ICD161) Larynx	卵巢及其他子宮附件癌 (ICD176) Ovary & other unspecified uterine organs	返回上一畫面

圖一：中華民國癌症死亡率分佈地圖集(1972-2001)與發生率分佈地圖集(1995-1998)之地理特徵圖或癌症類型選單



圖二：中華民國癌症死亡率分佈地圖集(1972-2001)男性全癌症畫面

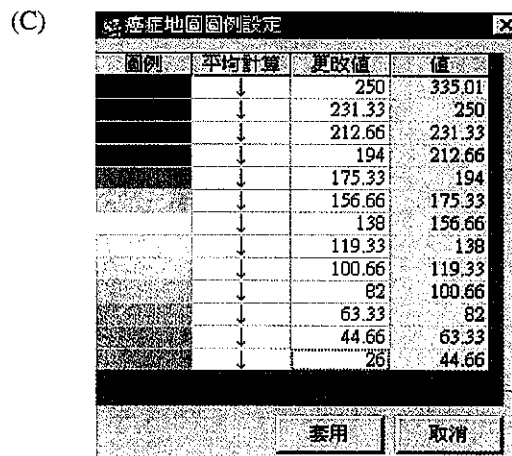


圖例設定

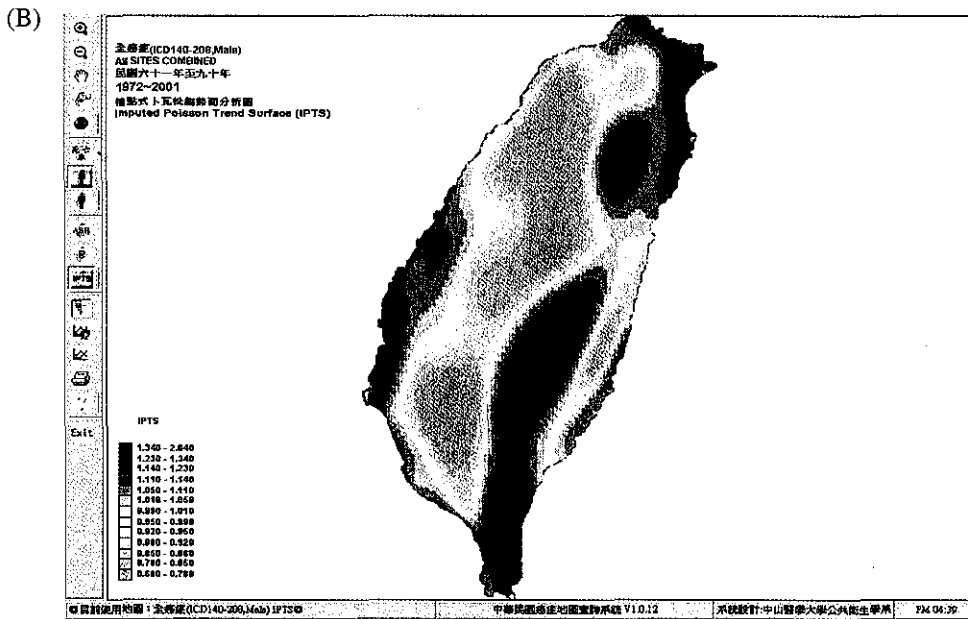
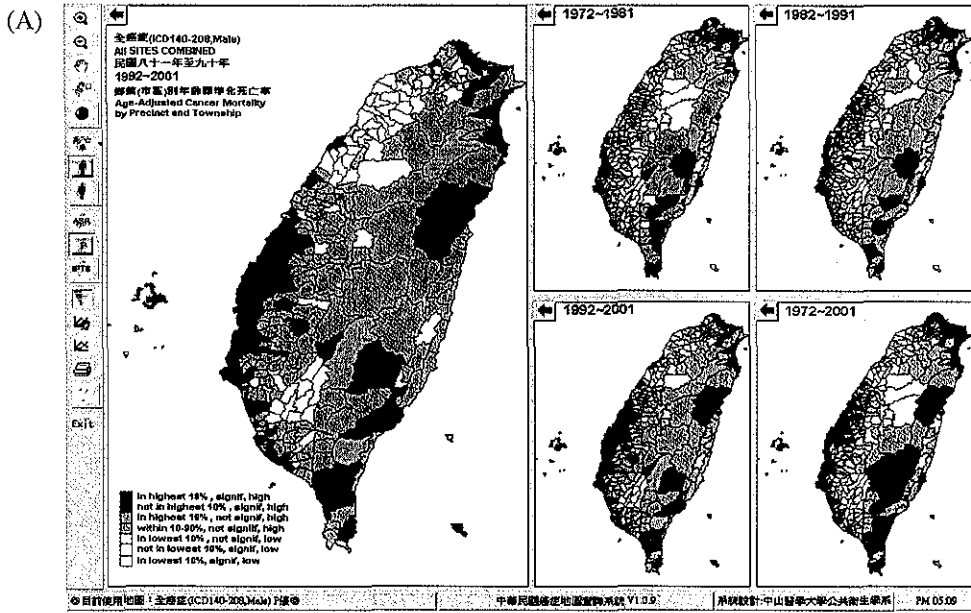
請輸入新值:

確定 取消

168.23

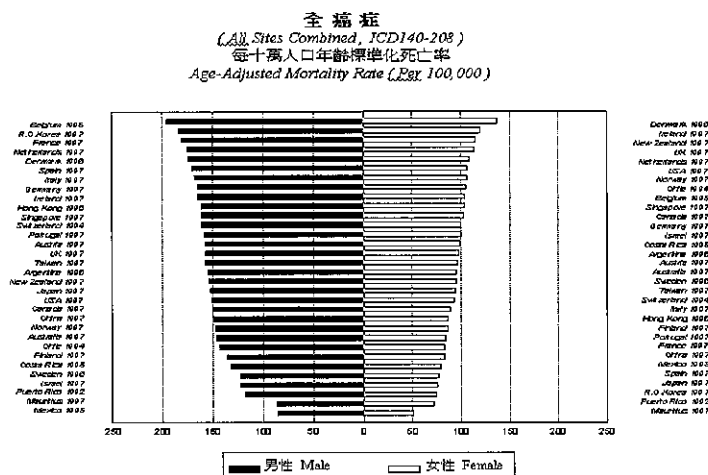


圖三：全癌症主畫面(A)按「癌症地圖圖例設定」扭後的視窗(B)按第一列「更改值」後的視窗 (C)更改第一列值為250後再按第二列「平均計算」箭頭

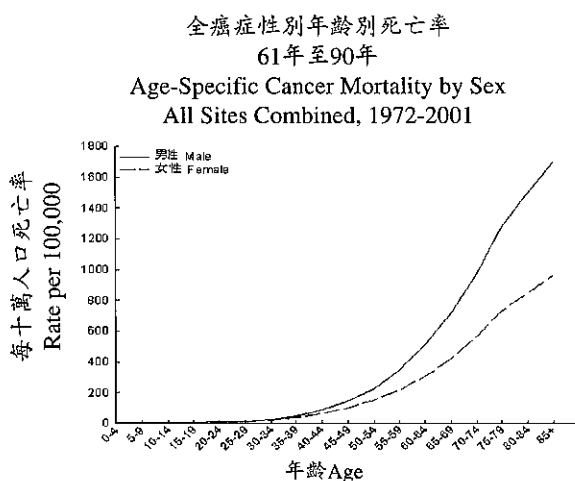


圖四：全癌症男性 (A)直接年齡標準化死亡率與全人口死亡率比較圖 (B) 補點式卜瓦松趨勢面分析圖

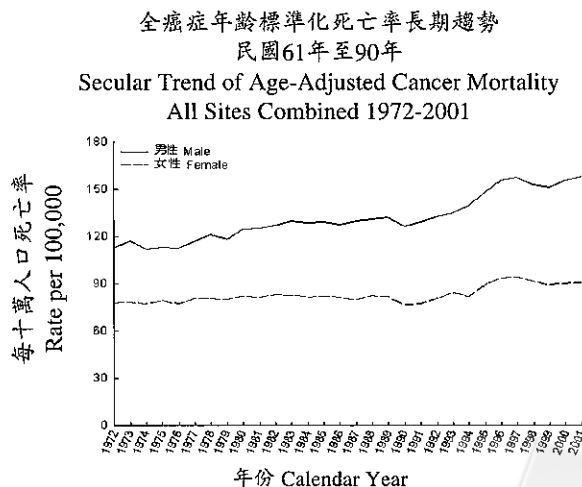
(A)



(B)



(C)



圖五：全癌症男性 (A) 國際比較圖 (B) 性別年齡別死亡率圖 (C) 長期趨勢圖

時空變異下結論時，必須考慮到下列因素：(1)本電子地圖所根據的死亡資料是死亡診斷書上所列之原死因，其原死因判定的難易常因時因地因人而異；(2)本死亡率電子地圖所根據的居住地是死亡診斷書上的戶籍住址而非現在住址，發生率地圖集所根據的居住地原則上是戶籍住址，但有時該住址與戶政檔的戶籍住址有所出入，因此無法判定為戶籍住址或居住地址。(3)本電子地圖所使用的人口資料是內政部所統計的各鄉鎮市區之性別年齡別人口數，有些人可能已居住現址一段時間，有些可能才遷住現址不久，還有些可能是因為患病或年老而遷入或遷出現址。在上述這些因素均被認定不會影響各地區各種癌症死亡/發生率的變異時，即可以探討該地區不同癌症死亡率或發生率偏高或偏低的原因。進行生態相關的推論時，也必須考慮生態謬誤的可能性，亦即在鄉鎮市區層次看到的相關性，可能在村里層次或個人層次並不存在。舉個例來說，某一鄉鎮的死亡率偏高，可能只是其中一、兩個村里有很高的死亡率，而其他村里的死亡率並未增加。此時，利用IPS方法所繪製的地圖較能看出死亡率聚集傾向。

雖然地圖集在進行解釋時宜小心謹慎，但卻有一系列探討病因學的研究成果[22-23]緣自癌症地圖。透過本電子地圖，能很輕易將不同年代、死亡率或發生率、或各種不同指標的繪製方法的結果整合在一起進行相互比較。有時進一步參考各種地理特徵圖，例如氏族分佈可作為探討家族聚集有關的癌症(如鼻咽癌)時的參考；而在某些癌症風險評估的研究，土壤分佈可供參考；或者進行人口密度與癌症的相關性研究時則可參考人口密度圖。經由上述各種圖形互相比較也許可顯示出重要的訊息。我們由地圖中可看到很多結果與過去的研究相似。例如像西南沿海烏腳病盛行地區的多種癌症死亡率的偏高，和以往的研究結果很相近[24-28]，飲水含砷量的偏高是重要的原因。因為無論地理聚集特性、生態相關研究、病例對照研究、與世代追蹤研究，都看到一致的結論。因此，對

於尚未深入探討的癌症病因，本電子地圖對闡明台灣地區重要癌症的危險因子有極大助益。

致 謝

本研究承蒙行政院衛生署國民健康局經費贊助。感謝游山林博士、雷薇玉小姐及癌症登記小組對癌症發生檔資料的提供與協助。感謝辜文元先生對地理資訊系統程式設計的幫忙。中國醫藥大學梁文敏教授對本地圖集的建議。中山醫學大學公衛系趙婉愉及吳佳芳同學對國際比較圖及人口檔建檔的協助，鄭瓊珍、鐘雅齡及公衛系87級同學對人口檔建檔過程的協助，以及羅珮云同學對癌症發生檔地區代碼校正的協助。

參考文獻

1. 行政院衛生署：衛生統計(二)。台北：行政院衛生署，1972-2001。
2. Gardner MJ, Winter PD, Taylor CP, Acheson ED. Atlas of cancer mortality in England and Wales 1968-1978. Southampton, UK: Medical Research Council Environmental Epidemiology Unit, Southampton General Hospital, 1983.
3. Pickle LW, Mason TJ, Howard N, Hoover R, Fraumeni JF Jr. Atlas of U.S. Cancer Mortality among White: 1950-1980. Washington DC: U.S. Government Printing Office [DHHS publication No. (NIH) 87-2900], 1987.
4. 陳拱北、吳新英、葉金川、鄭玉娟：台灣地區鄉鎮市區及其他分類地區別各種癌症死亡率彩色圖 1968-1976。台北：行政院國家科學委員會，1979。
5. 陳建仁、蔡淑芳：台灣地區癌症死亡率地圖 1972-1983。台北：中央研究院生物醫學研究所，1989。
6. 陳建仁、張春蘭、廖勇柏等：中華民國癌症死亡率分佈地圖 1982-1991。台北：行政院衛生署，1996。

7. 行政院衛生署：癌症登記報告。台北：行政院衛生署，1995-1998。
8. Environmental Systems Research Institute. ArcView GIS-The Geographic Information System for Everyone. New York: ESRI, 1996.
9. 行政院內政部：中華民國台閩地區人口統計。台北：行政院內政部，1972-2001。
10. Este've J, Benhamou E, Raymond L. Statistical Methods in Cancer Research, Vol IV Descriptive Epidemiology. France: IARC Scientific Publication. Publication no.128, 1994.
11. 廖勇柏：癌症地圖的繪製：趨勢面分析法的改良與其在時空特性探討之應用。台北：台大流行病學研究所博士論文，2000。
12. 周龍章：基準轉換參數計算。台南：成大測量及航測研究所，1993。
13. Akaike H. A new look at the statistical model identification. IEEE transaction on automatic control 1974;**AC-19**:716-23.
14. International Agency for Research on Cancer. International Association for Cancer Registries- Cancer Incidence in Five Continents. Geneva: World Health Organization, 1997.
15. Environmental Systems Research Institute. MapObjects LT 2. New York: ESRI, 2000.
16. Clayton D, Kaldor J. Empirical Bayes estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. Biometrics 1987; **43**:671-81.
17. Walter SD, Birnie SE. Mapping Mortality and Morbidity Patterns: An International Comparison. Int J Epidemiol 1991;**20**:678-89.
18. MacMahon B. Risk factors for cancer of the pancreas. Cancer 1982;**50**(11 Suppl):2676-80.
19. Yang CY, Hsieh YL. The relationship between population density and cancer mortality in Taiwan. Jpn J Cancer Res 1998;**89**:355-60.
20. Lee CL, Ko YC, Choong CS. Survival rate for liver cancer in Taiwan. Chin Med J 2000; **63**:16-20.
21. Goodwin JS, Freeman JL, Mahnken JD, Freeman DH, Nattinger AB. Geographic variations in breast cancer survival among older women: implications for quality of breast cancer care. Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences 2002;**57**:M401-6.
22. Cislighi C, Decarli A, La Vecchia C, Mezzanotte G, Smans M. Italian atlas of cancer mortality. Recent Result Cancer Res 1989; **114**:143-53.
23. Fraumeni JF JR. Keynote lecture. Etiologic insights from cancer mapping. Princess Takamatsu Symp 1987;**18**:13-25.
24. Chen CJ, Chuang YC, Lin TM, Wu HY. Malignant neoplasms among residents of a blackfoot disease-endemic area in Taiwan: High-arsenic artesian well water and cancers. Cancer Res 1985;**45**:5895-9.
25. Chen CJ, Chuang YC, You SL, Lin TM, Wu HY. A retrospective study on malignant neoplasms of bladder, lung and liver in blackfoot disease endemic areas in Taiwan. Br J Cancer 1986;**53**:399-405.
26. Chen CJ, Kuo TL, Wu MM. Arsenic and cancers. (Letter). Lancet 1988;**1**:414-5.
27. Chen CJ, Wang CJ. Ecological correlation between arsenic level in well water and age-adjusted mortality from malignant neoplasms. Cancer Res 1990;**50**:5470-4.
28. Chen CJ, Chen CW, Wu MM, Kuo TL. Cancer potential in liver, lung, bladder and kidney due to ingested inorganic arsenic in drinking water. Br J Cancer 1992;**66**:888-92.