

國立臺灣大學公共衛生學院健康政策與管理研究所

碩士論文

Institute of Health Policy and Management

College of Public Health

National Taiwan University

Master Thesis



以空間分析決定結核病主動篩檢高危險群之政策分析：以花東地  
區為例

Using spatial analysis to identify high risk area for tuberculosis  
active case finding: a policy analysis in Eastern Taiwan

蘇怡鳳

Yi-Feng Su

指導教授：鄭守夏 博士 林先和 博士

Advisor: Shou-Hsia Cheng, Ph.D. Hsien-Ho Lin, Sc.D.

中華民國 104 年 8 月

August, 2015

國立臺灣大學碩士學位論文  
口試委員會審定書

以空間分析決定結核病主動篩檢高危險群之政  
策分析：以花東地區為例

Using spatial analysis to identify high risk area for  
tuberculosis active case finding: a policy analysis  
in Eastern Taiwan

本論文係蘇怡鳳君(R02848009)在國立臺灣大學健康政  
策與管理研究所完成之碩士學位論文，於民國 104 年 7 月 28  
日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

鄭守夏

---

林先和

---

陳建勳

---

---

---

---

## 致 謝

通勤念書固然過程辛苦、路途遙遠，但在研究所學習中發現，最遠的距離不在花蓮到臺北之間，而是論文的 introduction 到 conclusion，所幸我的身邊有著許許多多的貴人、恩師、好同事、好朋友及好同學讓我這一路走來，關關難過關關過。

想當初懵懵懂懂的我帶著疑惑前來學校學習，秉持著永不放棄的信念，三顧研究室的請求阿夏老師指導我進行傳染病政策研究，加上遇到支持我研究题目的先和老師，使得我能夠在兩位大師的指導下，順利的解惑及圓夢。同時，感謝疾管署陳昶勳組長在百忙之中抽空指導，並且給予我許多擬定政策的實務考量，以及相關觀念的啟發，讓我成功達成個人本次學習的目標。

此外，我要感謝疾管署東區及北區管制中心長官，給予我充分的學習空間及百分百的支持，並且感謝一同工作的夥伴們，總是二話不說的代理我的職務，協助我調整班別，必要時還提供我論文撰寫上的協助與指導，因為有您們這麼堅強的團隊，使我得以同時兼顧工作及學業。

公衛學院裡的同學、學長、姐及夥伴們，雖然我是位下課就趕去坐車的在職生，但是您們大家總是給我很多溫暖與協助，讓我常常感到很溫馨，也讓我更下定決心要跟大家一起奮鬥、一起畢業，因為您們，讓我在離開學校多年後，再一次重回到學生的感覺，這真的是一段非常精彩的歲月。

我校內、外的好朋友們，在這一段工作、學業兩頭燒的期間，感謝您們平日總是默默的給予我支持，在我需要任何幫助時，則是竭盡所能的在第一時間給予我協助，謝謝您們，讓我從來不孤獨。

最後，我要感謝我的家人，在這段時間，給予我最大的空間與包容，讓我得以無後顧之憂的完成學業，因為有您們，讓我持續的成長茁壯，感謝您們的一直以來的犧牲與體諒。

我今日的成長一切歸功於，家人的體諒、疾管署的栽培、臺大的指導，眾多好同事、好朋友及好同學們的支持，感謝您們，有您們真好。

蘇怡鳳 謹致

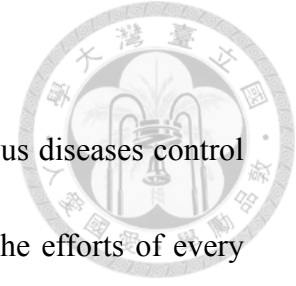
## 摘 要

**背景：**結核病一直以來是全球重要的傳染病議題，隨著各國的努力及國際間的合作，結核病的發生率、死亡率均有下降，但其下降幅度卻有逐漸趨緩的趨勢。

「發現病人」及「治癒病人」為防治結核病兩大主要介入重點。臺灣自 1952 年開始利用胸部 X 光巡迴篩檢來主動發現結核病患之政策已執行超過 60 年，雖然高危險族群確實有較高的發生率，但仍有高達 95% 的病患是因症就醫，且病患多分布在非高危險區域之非山地鄉社區中。**研究目的：**本研究藉由進行胸部 X 光主動發現巡迴篩檢政策成效評值，期望研究結果可提供未來國內 X 光巡檢政策規劃及擬定之參考。**研究方法：**利用空間分析及空間自相關分析檢定結核病分布的小區域 (small area) 異質性，及胸部 X 光主動發現巡迴篩檢在不同結核病發生率區域之成本效果經濟評估。**研究結果：**本研究對象包含 2009 至 2013 年期間居住在花東地區 (324 村里) 的 2065 名結核病患。結核病發生率在「村里」的空間分布較「鄉鎮」容易呈現小區域 (small area) 的異質性，此外，隨著巡檢區域的發生率越低，付出的增量成本效果比值越高。**結論：**本研究結果建議以村里為單位的結核病胸部 X 光主動發現巡檢比以鄉鎮單位更適合，同時，建議將「非山地鄉高發生率村里」做為 X 光巡檢區域篩選的參考項目之一。

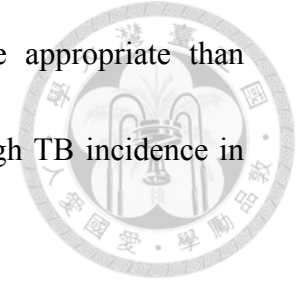
**關鍵字：**結核病、主動篩檢、地理資訊系統、空間分析、成本效果分析

## Abstract



**Background:** Tuberculosis has been an important issue in infectious diseases control worldwide. The incidence and mortality rate have declined after the efforts of every countries and the international cooperation, but the decline trend is slowing down. "Find TB" and "Cure TB" are the 2 main strategies of TB control. Taiwan has been implemented chest X-ray screening for active case finding, especially for mountainous townships, since 1952. Although high-risk groups have a higher incidence, more than 95% of the patients are found in non-high-risk areas, e.g. non-mountainous communities by passive case finding. **Objective:** The purpose of this study is to evaluate the chest X-ray screening policy for active case finding in Taiwan. **Method:** We used spatial analysis and spatial autocorrelation analysis to examine where there was small area heterogeneity in TB distribution. This study also conducted cost-effectiveness analysis for chest X-ray screening in different TB incidence areas. **Results:** A total of 2,065 TB cases from 324 villages in Hualien and Taitung during 2009-2013 were included in this analysis. The heterogeneity of tuberculosis incidence was much easier to be detected by spatial analysis using village as the unit than using township as unit of analysis. The analysis also revealed that screening for lower TB incidence villages tended to have higher incremental cost-effectiveness ratio. **Conclusion:** This study suggests that using village as the unit

for TB chest X-ray screening for active case finding is more appropriate than township. Moreover, this study recommends that villages with high TB incidence in non-mountainous area should be included in chest X-ray screening.



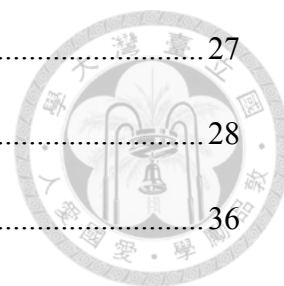
**Keywords: tuberculosis, active screening, geographic information systems (GIS), spatial analysis, cost-effectiveness analysis**

## 目 錄



口試委員會審定書.....	i
致謝.....	ii
中文摘要.....	iii
Abstract.....	iv
目錄.....	vi
表目錄.....	viii
圖目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起.....	1
第二節 研究動機與重要性.....	3
第三節 研究目的.....	3
第二章 文獻探討.....	4
第一節 結核病.....	4
第二節 結核病主動發現.....	8
第三節 臺灣結核病主動發現.....	11
第四節 地理資訊系統.....	13
第五節 成本效果.....	17
第三章 材料與方法.....	22
第一節 研究材料與對象.....	22
第二節 研究問題與假說.....	23
第三節 研究變項與操作型定義.....	23
第四節 資料處理與分析.....	25

第四章 研究結果.....	27
第一節 流行病學分析結果.....	28
第二節 成本效果分析結果.....	36
第五章 討論.....	41
第一節 主要發現.....	41
第二節 與先前研究之比較.....	41
第三節 資源重新配置探討.....	42
第四節 研究限制.....	43
第五節 研究結論及建議.....	44
第六章 參考文獻.....	45
附錄一.....	52
附錄二.....	54
附錄三.....	56
附錄四.....	58
附錄五.....	60
附錄六.....	62





## 表目錄

表一、特殊目標族群 X 光巡檢成效.....	21
表二、2009 至 2013 年居住花蓮縣及臺東縣結核病個案通報情形.....	27
表三、2009 至 2013 年花東地區不同結核病發生率的鄉鎮及村里數.....	32
表四、2009 至 2013 年花東地區結核病空間群體聚集的鄉鎮及村里數.....	35
表五、2011 至 2013 年花東地區山地鄉 X 光巡檢成本效果分析表.....	36
表六、2011 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析表.....	37
表七、2011 至 2013 年花東地區山地鄉低發生率村里 X 光巡檢成本效果分析表.....	39
表八、2011 至 2013 年花東地區山地鄉低發生率與非山地鄉高發生率村里 X 光巡 檢之成本效果差異分析表.....	40
附錄表一、2011 至 2013 年山地鄉村里 X 光巡檢之戶籍人口到檢率.....	52
附錄表二、2011 至 2013 年花東地區山地鄉村里結核病發生率及主動發現情形.....	54
附錄表三、前兩年村里發生率平均與當年胸部 X 光主動發現率相關性.....	55
附錄表四、2011 至 2014 年衛生福利部疾病管制署委託衛生福利部花蓮醫院胸部 X 光照射費用.....	56
附錄表五、2013 年疾病管制署東區管制中心執行 X 光巡檢費用.....	56
附錄表六、2012 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析表.....	58
附錄表七、2013 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析表.....	60
附錄表八、2011 至 2013 年花東地區非山地鄉高發生率村里 X 光巡檢效果之敏感 性分析.....	62

## 圖目錄



圖一、2012 年全臺各縣市結核病發生率.....	5
圖二、2012 年全臺各縣市結核病死亡率.....	5
圖三、結核病患診斷流程圖.....	10
圖四、Cost-effectiveness plane (CE plane) .....	19
圖五、研究流程圖.....	28
圖六、2009 至 2013 年花東地區鄉鎮 (A) 及村里 (B) 結核病發生率分布情形.....	29
圖七、2013 年卓溪鄉鄉鎮、村里結核病發生率.....	30
圖八、2009 年海端鄉鄉鎮、村里結核病發生率.....	31
圖九、2009 至 2013 年花東地區鄉鎮 (A) 及村里 (B) 結核病群體聚集分布情形.....	34
圖十、2011 至 2013 年花東地區山地鄉 X 光巡檢趨勢圖.....	37
圖十一、2011 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析圖....	38
附錄圖一、2012 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析圖	59
附錄圖二、2013 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析圖	61

# 第一章 緒論



## 第一節 研究起緣

### 結核病現況

依據 2014 年世界衛生組織(WHO)年報之資料，全球結核病發生率逐年下降，其中結核病死亡率自 1990 年迄今已下降 45%，從 1995 年至今已有 5600 萬之結核病患者成功治癒。然而，統計資料亦顯示，2013 年全世界仍有 900 萬人口感染結核病，150 萬人口死於該疾病；其中 56%的結核病患主要發生在東南亞及西太平洋區域[1]。

衛生福利部疾病管制署（以下簡稱疾病管制署）統計資料顯示，2013 年全臺共通報 16,318 例結核病疑似病患，其中 11,528 例為結核病確診病患，609 名病患死於結核病，結核病發生率及死亡率分別為十萬分之 49 及 2.6，確診病患 78%痰液培養檢驗陽性，40%痰液塗片檢驗陽性，截至 2014 年 4 月止，全臺共計有 140 名多重抗藥病人<sup>1</sup>及 21 名為慢性病人<sup>2</sup>，有此可見，結核病仍然是我國重要的傳染病之一[2]。

### 臺灣結核病防治政策

結核病自 1947 年到 1987 年一直是臺灣主要十大死因之一，國內長期以來致力於結核病防治工作，重要防治計畫包含 1963 年「綜合防癆推行計畫及台灣省加強防癆四年計畫」、1970 年「山地結核病防治計畫」、1994 年「結核病防治五年計畫」及 2001 年「慢性開放性病人收容管理計畫」等。由於結核病潛伏期長、確診不易、治療過程長，加上病患就醫遵從性低、多重抗藥性、實驗室檢驗量能有限、基層醫護人力不足，以及病患發現、管理等諸多問題。因此，政府廣

---

1多重抗藥病人 (Multidrug-resistant tuberculosis, MDR)：病人之痰或其他臨床檢體分離菌之藥敏試驗顯示至少對 Isoniazid 及 Rifampin 抗藥、或塗片抗酸菌染色檢查陽性之痰檢體，經分子檢驗顯示至少同時對 Isoniazid 及 Rifampin 具抗藥性。

2慢性病人 (Chronic case)：多重抗藥病人在監督下接受完整之二線物治療後依然痰細菌學陽性的病人；或對大多數一線、二藥物抗藥，致無法選用足夠有效藥物治療的結核病人；或因嚴重藥物副作用無法接受治療的病人。

納專家學者之建言，配合國際全球結核病防治計畫「The Global Plan To Stop TB 2006-2015」，自 2006 年開始推行為期 10 年的「結核病十年減半全民動員計畫」<sup>3</sup>，其內容包含主動巡檢及接觸者檢查、實驗室品管、直接觀察治療-都治、提升醫療照護品質及院內感控、MDR 照護體系及進階都治(DOTS-Plus)、結核病人飛航管制及處理等 15 項子計畫。

找出尚未發現的結核病患，是提供後續診斷、治療及管理等措施的先決條件，而我國主動發現政策主要是藉由胸部 X 光巡迴檢查（以下簡稱 X 光巡檢）來主動發現個案，因此本研究主要探討我國 X 光巡檢主動發現政策。

### 臺灣 X 光巡迴檢查主動發現政策

1952 年臺灣成立 X 光巡迴隊，開始利用 X 光巡檢來主動發現結核病患，初期由於醫療資源貧乏，X 光巡檢在結核病防治上扮演著重要角色，然而，在全臺醫療網之建置及全民健康保險全面實施後，民眾就醫可近性大幅提高，X 光巡檢的效果開始有降低的趨勢[3]。

依據疾病管制署 X 光巡檢統計資料，2012 年全臺結核病確診病患共計 12,338 人，其中經 X 光巡檢主動發現之病患數為 365 人，結核病主動發現比率<sup>4</sup>達 3%(365/12338\*100)，其中山地鄉主動發現占 40.5%(148/365\* 100)。疾病管制署統計資料指出，2005-2012 年臺灣山地鄉高危險族群 X 光巡檢之發現率<sup>5</sup>達十萬分之 140-320，以 2012 年為例，山地鄉主動發現病患卻僅占全國病患 1%(148/12338\*100)，且國內研究每發現 1 名結核病確診病患的主動發現成本約 122,646 元[4]。

<sup>3</sup>衛生福利部疾病管制署結核病十年減半全民動員第一、二期計畫

<sup>4</sup>結核病主動發現比率=結核病主動發現個案數/結核病個案數\*100

<sup>5</sup>X 光巡檢主動發現率=結核病 X 光巡檢主動發現個案數/結核病 X 光巡檢篩檢數\*100000

## 第二節 研究動機與重要性

依據前述資料，國內高危險群確實有較高發生率，因此現行政策仍將 X 光巡檢集中在高發生率區域執行，惟仍有高達約 95% 以上的結核病患係由因症就醫而被動發現，而我國結核病主動發現 1 名病患成本高達 122,646 元[4]。

考量本政策已執行超過 60 年，在執行上已花費許多政府資源，為將有限資源效果最大化，對於國內現行山地鄉 X 光巡檢政策實有再次檢視及評估之需要。

## 第三節 研究目的

我國山地鄉現行 X 光巡檢作業係以「鄉鎮」行政區域為執行單位，本研究希望能夠以較小之行政區域，即以「村里」為單位，進行空間流行病學分析及 X 光巡檢之成本效果分析，並探討結核病發生率在「村里」的空間分布是否較「鄉鎮」容易呈現小區域 (small area) 的異質性，及不同發生率執行的 X 光巡檢方式之成本效果分析，期望研究結果可提供做為未來國內 X 光巡檢政策規劃及擬定之參考。

## 第二章 文獻探討



### 第一節 結核病

#### 結核病介紹

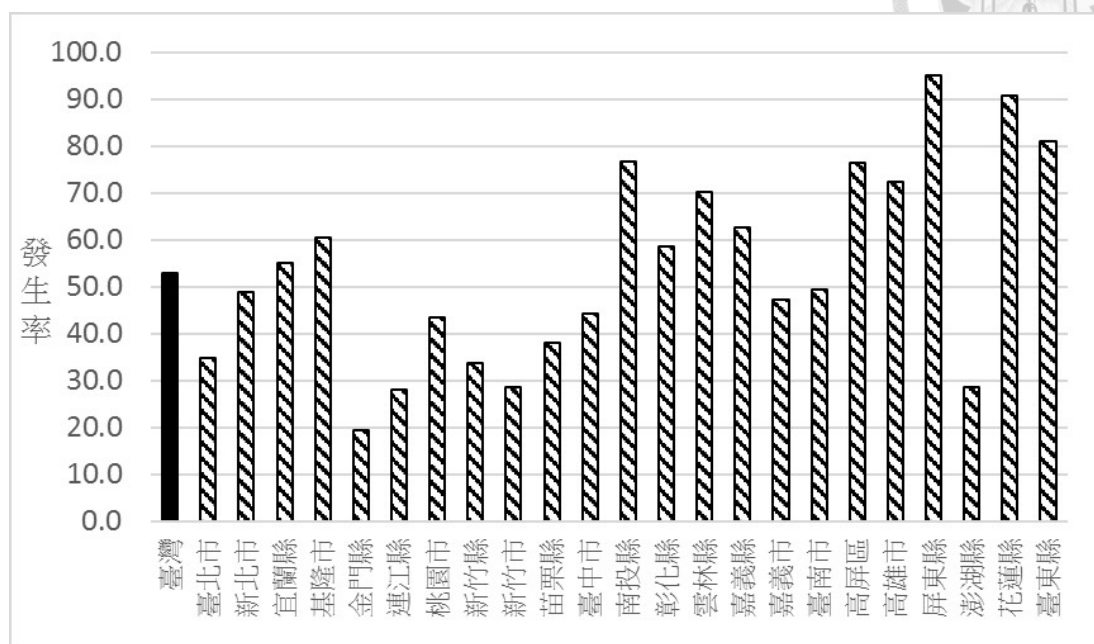
結核病 *Tuberculosis* (MTB or TB) 是一個歷史悠久的疾病，在 1982 年被 Robert Koch 發現以後，長久以來無藥可治，直到 1941 年第一種結核病藥物 Streptomycin (SM) 問世後，人們才開始有藥物可以抵抗結核病。結核病普遍存在於全世界，其感染致病菌為結核菌 (*Mycobacterium tuberculosis*)，可藉由飛沫核傳染，結核病帶菌患者在吐痰、講話、咳嗽、唱歌或大笑時產生飛沫並且排出結核菌，這些飛沫乾燥後殘核飛揚飄浮在空中，當飛沫殘核直徑小於 5 微米便可直接經由呼吸道到達正常的肺泡，造成肺實質或肺實質以外感染，可以發生在人體任何器官或組織，如淋巴結、腦膜、腎臟、胸膜、骨骼、消化道、皮膚、泌尿生殖道等。

#### 結核病流行病學

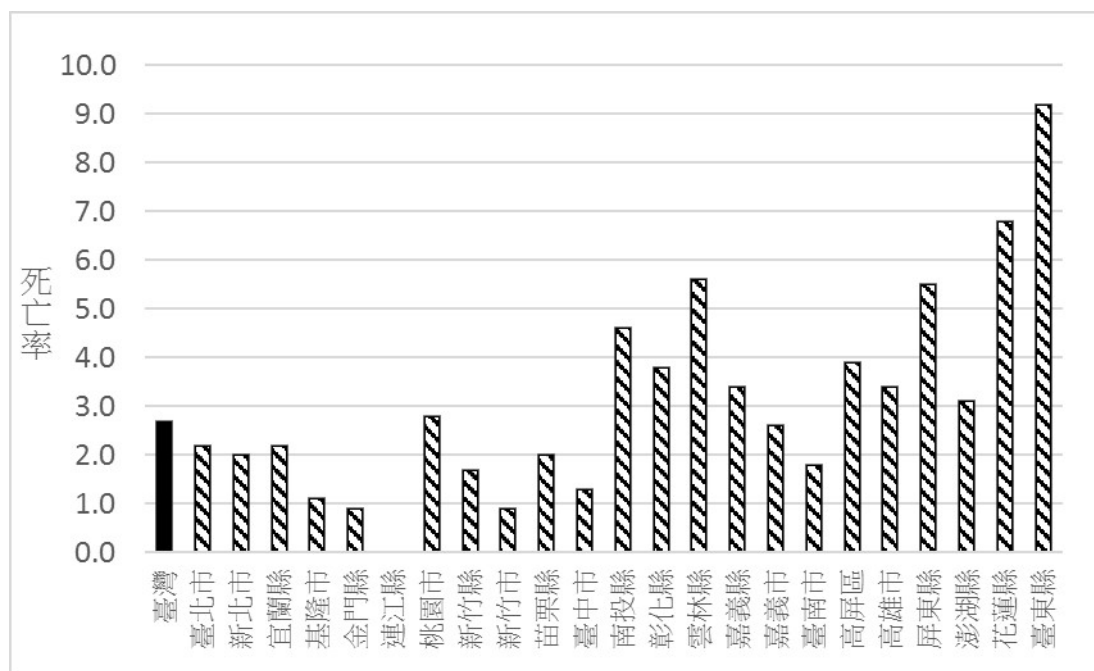
結核病是全球重要傳染病之一，同時也是臺灣每年新增最多確診及死亡病例的法定傳染病。世界衛生組織 2014 年報指出，自 1990 到 2013 年全球結核病盛行率及死亡率分別已下降 41% 及 45%，但 2013 年統計資料發現仍有 900 萬人口感染結核病，150 萬人死亡，其中 21 萬人為多重抗藥性結核病患，且 56% 的結核病患主要發生在東南亞及西太平洋區域[1]。

根據臺灣結核病防治年報資料顯示，2012 年全臺結核病發生率最高縣市為屏東縣（十萬分之 95.1），其次為花蓮縣（十萬分之 90.8）及臺東縣（十萬分之 81.0）（圖一）；結核病死亡率最高的縣市分別為臺東縣（十萬人分之 9.2）及花蓮縣（十萬分之 6.8）（圖二）[5]。依據疾病管制署結核病統計，2013 年全臺共通報 16,318 結核病疑似病患，其中 11,528 確診為結核病患，609 名病患死於結核病，發生率及死亡率分別為十萬分之 49 及 2.6，確診病患 78% 痰培養呈陽性

反應，40%痰塗片呈陽性反應，截至2014年4月止，共計有120名多重抗藥性結核病患及17名慢性結核病患管理在案。



圖一、2012年全臺各縣市結核病發生率



圖二、2012年全臺各縣市結核病死亡率

資料來源：2013年臺灣結核病防治年報

## 結核病傳播

結核病患主要是藉由吸入空氣中帶結核菌之飛沫核而感染，Dou, H. Y. 等人研究分析指出台灣結核病流行菌株分別為 Beijing (56%)、Haarlem (12.8%)、T (6.5%)、LAM (2.8%)、EAI (0.9%)、U (0.9%) 及未分類 (21.1%) [6]。Jou, R. 等人研究亦指出北京株為臺灣結核病群體聚集的主要菌株且多集中在北部及東部地區[7]。

5%被結核菌感染者在初次感染後立即發病，95%的人於感染初期會因自身的免疫力而未發病，但終身有再活化的潛在危險；體內結核菌再度活化而發病的機率約為 5%至 10%，其中約有一半是在感染後的前 5 年發病，以第 1 年的危險性最大。Vynnycky, E. 等人研究指出結核病暴露後的前兩年其結核病發病風險最高，之後逐年遞減[8]；國內研究結果指出，追蹤 641 位結核病接觸者發病病患發現，443 位病患(68%)在暴露後兩年內發病[9]。

分子流行病學家針對完治後復發 (Recurrence) 的結核病患，可以去比對兩次發病的菌株基因型是否相同，若相同將判定為再活化；若兩次發病的菌株基因型不同，則判定為再感染。針對於再活化所導致的發病，需要投注較多精力在發病病患的掌握與治療及潛伏感染病患的預防性投藥，降低後續發展成結核病患的機率；針對於再感染所導致的發病情況，重點除了需要放在發病病患的治療與管理外，還需要加強社區中新案的尋找，才能早期發現早期治療，有效縮短疾病傳播。

Wang, J. Y. 等人從文獻回顧及回歸預測分析發現，在地方性流行病學，超過 50%以上的結核病患是藉由再次感染而發病[10]。王振源博士的研究針對復發病患的菌株進行分析發現，亦發現 51%患者是因為再感染所引起的復發，顯示臺灣的結核病患中，近距傳染而造成的發病比率很高，且結核病的發生率越高地區，再感染比率也越高[11]。Ng, I. C. 等人藉由空間迴歸分析證實，臺灣結核病鄉鎮發生率顯著受到鄰近鄉鎮的影響，顯示有地域性的近距傳播[12]。

簡言之，根據分子流行病學及空間流行病學研究結果得知結核病在地方流行病學的除了有優勢菌株、再感染率亦偏高且容易受到鄰近空間的結核病疫情所影



響，因此，如何在發生風險最高的感染初期及時在高風險區域提供有效介入措施，以減少傳播是結核病防制措施的介入重點方向。



## 結核病診斷

隨著結核病持續在全球各地造成疾病發生及死亡，結核病診斷方式亦持續研發及進步，期望能夠提升疾病診斷時效，以利即時給予適切的治療。目前結核病診斷方法包含臨床症狀評估、疾病治療史、家族史、接觸史、流行病學調查、放射線影像學、細菌學、免疫學及分子生物學等檢驗方式[13]。國內結核病診斷方式主要以臨床症狀評估結合胸部 X 光放射線影像學檢查及細菌學檢查為主，必要時會評估病患疾病接觸史及實驗室檢查數據等相關資料作為診斷依據。

結核病患臨床常見的症狀包含咳嗽，特別是持續三週以上的慢性咳嗽、胸痛、發燒、體重減輕、倦怠、食慾不振、咳血等，但約 15%到 25%結核病細菌學陽性確診病患為無症狀患者[1]。

影像學檢查包含了胸部 X 光放射線檢查及胸部電腦斷層檢查，除了支氣管內結核及單純肺外結核者，絕大部分的肺結核均有異常之胸部 X 光影像，藉由影像的呈現及變化可以協助醫師診斷是否為活動性肺結核、初次感染或再次發病以及疾病治療情形等，檢查時間僅需幾分鐘，可近性高且費用便宜，惟結核病影像變化多樣性，且多種慢性或免疫疾病等會造成異常的胸部 X 光影像，因此容易造成診斷混淆；胸部電腦斷層檢查有較高的敏感性及影像解析度，但檢驗所需時間長、檢查儀器可近性低且檢查費用昂貴，因此並非主要診斷工具。

細菌學檢查包含痰塗片抗酸菌染色鏡檢及分枝桿菌培養二種方式。痰塗片抗酸菌染色鏡檢是指藉由顯微鏡進行觀察染色檢體中是否有耐酸性桿菌，方法簡單又快速，檢驗所需時間小於 2 小時，可立即協助提供醫師診斷及疾病傳染風險評估依據，是臺灣早期結核病主動發現方法之一。但是痰塗片抗酸菌染色鏡檢的每毫升檢體需要有 5,000 至 10,000 隻細菌才能檢出，且過程中容易因為實驗室檢驗人員誤判或檢體過度去汙染等問題而檢驗結果呈現偽陰性；此外，也可能因為非

結核分枝桿菌等其他菌株而導致檢驗結果呈現偽陽性。分枝桿菌培養檢驗方式是直接培養細菌，檢驗結果較準確，敏感度達 80%至 85%，特異度達 98%，且每毫升檢體僅需 10 至 100 隻細菌即可培養，但檢驗所需時間長達 2 至 8 週[14]。

免疫學包含結核菌素測驗 (Tuberculin Skin Test, TST) 及全血丙型干擾素檢驗 (Interferon-Gamma Release Assay, IGRA)，用於診斷潛伏結核病感染。前者是以注射結核菌素於人體，48 到 72 小時後查看有無特異之過敏反應現象，但需要較高的操作技術及容易受到卡介苗接種、重複檢驗、免疫疾病等因素干擾降低診斷敏感性及特異性；後者是抽血偵測結核菌的 ESAT-6 及 CFP-10 抗原及計算 interferon- $\gamma$  含量，其敏感性及特異性均較結核菌素測驗高，惟價格偏高[13]。

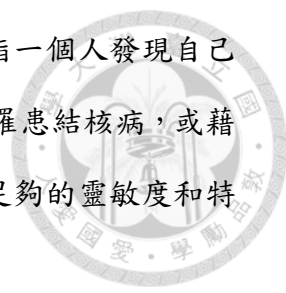
分子生物學技術進行快速偵測、分型、抗藥性檢測及基因突變測定，是未來結核病防治的趨勢，結核核酸增幅檢驗 (nucleic acid amplification test, NAA test) 利用聚合酶連鎖反應在幾個小時偵測到是否感染結核病[14]；GeneXpert 更可以實驗室外於 2 小時內同時檢驗是否有結核菌及 Rifampicin 抗藥性，惟價格十分昂貴，目前臺灣僅用於加速多重抗藥性結核個案的確診，以利提早進行防治措施。

考量 15%至 25%結核病細菌學陽性確診病患為無臨床症狀患者，且臺灣目前 60%確診病患為痰塗片抗酸菌染色鏡檢陰性患者，加上除了支氣管內結核及單純肺外結核者絕大部分的肺結核均有異常之胸部 X 光影像，及胸部 X 光檢查可立即顯示初異常胸部病灶影像、檢驗時間短，可近性高，費用便宜，是目前國內 X 光巡檢的主要工具。

## 第二節 結核病主動發現

### 結核病患發現方式

結核病患的發現主要可分為兩種方式，結核病主動發現及被動發現。結核病主動發現 (Active case finding) 是指針對特定目標族群，利用試驗、檢驗或其他能迅速應用方式，系統性地篩檢出疑似活動性肺結核的病患，而且多在衛生機構



外實施篩檢工作。結核病被動發現 (Passive case finding) 是指一個人發現自己有嚴重的結核病症狀，或個人在尋求醫療照護過程中被發現為罹患結核病，或藉由健康工作者評估出病患疑似肺結核的條件，進而利用具有足夠的靈敏度和特异性診斷工具，正確的診斷出結核病患[15]。

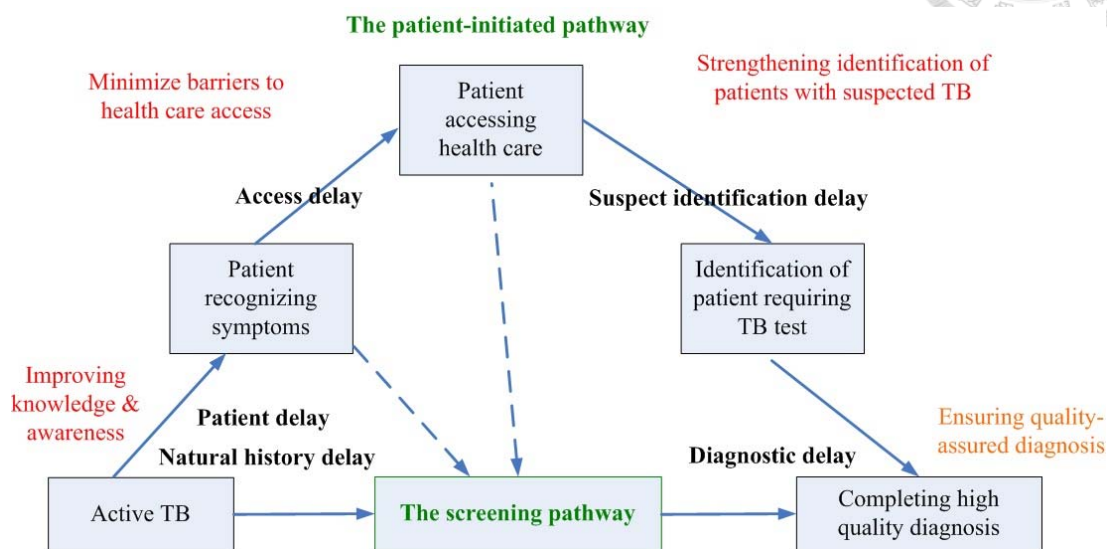
結核病長期以來一直是全球重要傳染病之一，各國紛紛藉由強化治療方式、診斷技術及病患管理等方式來及早診斷及治癒病患，藉此改善結核病疫情，但隨著近年來結核病的發生率下降趨勢逐漸趨緩後，各國紛紛開始致力於找出潛在於社區中的結核病傳染源，結核病患的發現方式也由過去的被動發現逐漸的轉向朝主動發現的方式前進。世界衛生組織更是進行一系列文獻及研究的系統回顧而撰寫出「系統性篩檢活動性肺結核：原則與建議」，供各國結核病防治參考。

### **結核病主動發現重要性**

世界衛生組織指出結核病患未接受治療的死亡率高，其中 70% 未接受治療的痰塗片陽性病患及 20% 未經治療的痰塗片陰性但痰培養陽性的病患會於 10 年內死亡；雖然結核病患會出現咳嗽、胸痛及發燒等疾病症狀，但仍有 15-25% 結核病細菌學陽性確診病患為無症狀患者，因此可能導致無法及時發現罹病且接受治療[1]。此外，由於結核病初期咳嗽、發燒等症狀之疾病特异性低，因此即使病患出現症狀，亦有可能遭到延誤正確診斷情形，而未能及時接受治療，導致個人健康損害及增加疾病傳播風險。

世界衛生組織出版之「系統性篩檢活動性肺結核：原則與建議」報告指出，結核病患罹病後，經過發現自我身體出現異常症狀後，主動尋求醫療照護，在經由醫療單位診斷出病患可能罹患結核病，而給予結核病診斷檢驗及治療。但過程中可能會因為病患忽略本身的身體異常症狀、病患延遲就醫，醫師未第一時間懷疑病患罹患結核病或結核病診斷檢驗結果偽陰性，而導致病患延遲接受治療。若病患能在結核病發病但尚未出現症狀或出現症狀後但尚未診斷為結核病前，前往

醫療機構尋求協助並且接受結核病篩檢，將可以降低因病患忽略自我身體異常症狀、延遲就醫或醫師未第一時間懷疑病患罹患結核病所造成的延遲治療（圖三）[15]。



圖三、結核病患診斷流程圖

資料來源：WHO(2013) • Systematic screening for active tuberculosis

然而，Kranzer, K.等人在一系列文獻回顧後發現，在結核病主動發現篩檢是否能及早發現社區中個案、在疾病初期及時發現個案、減少結核病死亡率及罹病率及對結核病流行病學的衝擊四個觀點下，主動發現檢查策略對個人及社區的結核病防治益處仍不明確，同時指出藉由主動發現篩檢策略而發現的結核病患占全部病患數的 5.6%，且多數病患仍未被診斷而潛伏在社區中[16]。Lönnroth, K.等人亦指出，現階段結核病的主動發現效果之實證研究仍有限，需要持續進行研究，但針對在努力消除結核病的國家或對於社區中非常困難找到的結核病患，主動發現策略仍是一個防治策略選項[17]。

## 結核病主動發現篩檢對象

早在 1974 年世界衛生組織即指出，未針對高風險族群而進行大規模社區結核病主動篩檢，並不符合成本效果且需要避免的[18]。後期隨著結核病防治成效逐年下降，潛伏於社區中的病患發現困難，於是主動發現政策再次被提出，但世界衛生組織表示，若要進行結核病主動篩檢必需審慎評估篩檢區域的結核病流行病學趨勢，比較主動篩檢帶來的成本效果及可能造成的危害及損失，同時考量是否有其他可以提早診斷出來的替代方案可供選擇[19]。

世界衛生組織出版之「系統性篩檢活動性肺結核：原則與建議」指出，結核病的高危險族群及延遲診斷將會造成嚴重後果之對象應訂定為結核病主動篩檢的第一優先對象。同時提出結核病個案密切接觸者、愛滋病患者、暴露在「矽」工作環境的工作人員、監獄受刑人或監獄環境工作者、未接受治療的肺纖維化病患、居住在結核病高負擔區域（結核病負擔推估大於 10 萬分之 100）及地理上位置偏遠但結核病盛行率大於 1%且醫療資源貧乏的偏遠地區等七項結核病主動發現篩檢建議對象[15]。同時提出國家的結核病篩檢策略擬定需要結合地方流行病學、人口學及健康系統等資訊，藉由資料蒐集及分析，並且持續性的監測及評核[19]。

## 第三節 臺灣結核病主動發現

### 臺灣結核病主動發現篩檢政策

臺灣早期結核病盛行，許多結核病患者潛藏在社區中，持續的傳播病菌，導致結核病患不斷增加，危害公眾健康，因此主動發現病人並且予以管理及治療，成為當時防治的重要政策。主動發現結核病患的方法上以查痰及胸部 X 光檢查兩種為主。針對查痰方面，藉由各門診單位或由防癆保健員進行訪視，依其工作條件狀況，以採痰塗片或培養檢查方式發現病人。胸部 X 光檢查則分別藉由門診或巡迴診療 X 光車，搭配防癆保健員訪視查痰結果，針對各鄉鎮間，有呼吸道症狀者、開放性病患之接觸者、結核病死亡者之家屬、經查痰塗片為陰性者及

四十五歲以上者予以檢查；同時針對高發病地區及原住民、礦工、鹽民、漁民等則以鄉鎮為單位對二十歲民眾一律給予 X 光檢查；團體方面則對機關、學校、工廠、監獄及役男等辦理團體 X 光檢查[20]。

隨著政策持續的演進及修正，目前臺灣結核病主動發現策略包含七分篩檢法及胸部 X 光檢查主動發現兩種。七分篩檢法是一種結核病自我檢測方式，藉由評估個人自身是否出現以下症狀：連續咳嗽兩週（2 分）、咳嗽有痰（2 分）、胸痛（1 分）、沒有食慾（1 分）、體重減輕（1 分），若有此任何症狀，且合計分數達 5 分以上，則建議儘速就醫檢查是否罹患結核病，以利早期發現，早期治療，臺灣自 2015 年起將七分篩檢法推廣至全面社區民眾衛教。胸部 X 光檢查主動發現分為 X 光巡檢及高危險族群胸部 X 光檢查。前者是由疾病管制署主導，針對於結核病患者或聚集事件之團體接觸者、山地鄉、經濟弱勢族群及其他指定之對象進行檢查。後者是指扣除 X 光巡檢對象外的結核病高風險族群如：矯正機構、長期照護機構及縣市自行規劃之一般巡檢等高危險族群對象，由各主管機關規劃辦理胸部 X 光檢查[21]。

### 臺灣結核病 X 光巡檢政策

日據時代臺灣地區的結核病防治主要採取療養措施，1915 年日政府設置松山療養所及建立結核病房並開始收容結核病患者。1951 年臺灣省衛生處設置防癆委員會，負責全省結核病防治計畫之釐訂、督導與考核，於 1967 年成立臺灣省防癆局，作為臺灣省結核病防治業務主管單位。為因應中老年疾病及結核病防治之需要，1989 年臺灣省防癆局改組為臺灣省慢性病防治局，同年衛生署疾病管制局成立，接手結核病業務；考量公共衛生業務與醫療業務集中同一機構之妥切性，2000 年決定由疾病管制局負責結核病防治之公共衛生行政業務，慢性病防治局負責結核病醫療業務；2014 年疾病管制局升格成疾病管制署，專責結核病防治政策、執行與督導等業務[20.22]。

臺灣執行 X 光巡檢開始於 1949 年，當時嘉義結核防治院將 X 光機安裝在普通客車上，進行移動巡迴檢查。直到 1952、1953 年在世界衛生組織及聯合國兒

童基金會的共同協助下，臺灣省結核病防治院成立胸部 X 光巡總隊，並開始第一次的全臺 X 光巡檢[23.24]。臺灣執行 X 光巡檢至今已超過 60 年，在過去醫療資源缺乏及可近性低的時代，X 光巡檢擔負著重要的角色，以綜合防癆檢查、巡迴診療檢查及團體檢查三種方式針對結核病發生率、盛行率高之區域、經濟弱勢區域及特殊群族如人口密集機構、教師族群、矯正機關等，提供可近性較高的 X 光巡檢服務，以利疾病早期發現早期治療[22]。

臺灣目前 X 光巡檢執行方式主要是由疾病管制署區管中心、各縣市衛生局及合約醫院共同合作，以 X 光巡迴車利用 X 光大片或數位化 X 光機進行胸部照射檢查。檢查對象包含結核病患團體接觸者、疑似結核病聚集事件之可能遭感染環境暴露之接觸者、山地鄉 12 歲以上居民或未滿 12 歲居民但有呼吸道症狀 3 週以上者、包含低收入戶、中低收入戶、遊民及邊緣戶等 12 歲以上經濟弱勢族群及其他疾病管制署指定之對象。檢查頻率除接觸者應每人每年應接受 1 次檢查，持續監測兩年或結核病專家委員依聚集事件規模另行規定外，每人每年至少應接受 1 次檢查，兩次檢查之間需間隔 6 個月以上[21]。

## 第四節 地理資訊系統

### 地理資訊系統在公共衛生之運用

早在 1854 年英國倫敦著名醫師 John Snow 就將地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 的概念運用在公共衛生領域，利用地圖的方式明確的指出罹病及死亡個案的所在位置，且發現罹病者與受汙染水源之間的相關性，藉此成功的抑制了當時的霍亂疫情，成為首位將 GIS 觀念運用在公共衛生及流行病學的學者。

GIS 的分析功能可從視覺描述進而到探索和建立模型分析，至今仍持續發展，並且成為現在疾病監測的必需元素[25]。我國自 1995 年才陸續利用 GIS 於公共衛生的研究，多數應用於疾病地圖的繪製、傳染病的疫情防治、醫療及緊急救護資源分配[26]。

## 地理資訊系統之空間分析

空間分析 (Spatial analysis) 是指將屬性資料與其空間位置做整體的連結及分析，藉此獲得空間上的連結，Wang, F. 亦指出空間群體聚集分析 (Spatial cluster analysis) 是任何探索式研究根本且有效的第一步，它發覺空間上異常的、非隨機的疾病群體聚集情形，評估空間上是否有全域性或區域性的群體聚集現象 [27]。空間自相關 (Spatial autocorrelation) 是指當某事件具有某種程度的影響且在空間上呈現群體聚集現象，且會提高附近區域影響程度 [28]。一般資料型態可分為點資料及面資料，但在傳染病分析上因為考量罹病個案的個人隱私，通常無法獲得切確地址的點資料，而是使用縣市、鄉鎮及村里等面資料來檢定其環境中的空間自相關程度。

空間自相關分析又分為全域空間自相關 (Global spatial autocorrelation) 和區域空間自相關 (Local spatial autocorrelation)，前者用來描述某種空間現象空間上的整體分部狀況，判斷是否有群體聚集現象，但是無法切確指出群體聚集區域；後者除了可以判斷空間上是否有群體聚集現象，還可指出群體聚集位置，其判斷指標稱為區域空間自相關指數 (Local Indicator of Spatial Autocorrelation, LISA) (29.30)。

全域空間自相關分析中最具代表性的指標是 Moran's I，Moran's I 結果值介於 -1 到 1 之間。當 I 值大於 0，代表相鄰地區具有相似的資料群體聚集屬性，包含屬性高及低，呈現正相關；當 I 值小於 0，代表相鄰地區的屬性差異大，則資料空間分布是呈現高低相隔分布的狀態，呈現負相關；當 I 值趨近於 0，則表示相鄰地區單位的相關性低，亦即屬性高或低呈現無規律狀態，呈現隨機分布現象。Moran's I 標準化後求得  $Z(I)$ ，利用  $Z(I)$  進行有無群體聚集現象的顯著性檢定。在 0.05 的顯著水準下，若  $Z(I)$  大於 1.96 則表示區域內的空間單元的分布具有顯著性的關連性，即表示有空間自相關；若  $Z(I)$  介於 -1.96 到 1.96 之間，表示空間單元間的相關程度不明顯；若  $Z(I)$  小於 -1.96 則表示區域內的空間單元呈現相斥的負相關 [29]。

Anselin 1995 年提出區域空間自相關，是全域空間自相關的衍生，可切確呈現指出空間單位相關的位置。每一個  $I_i$  皆為全區空間自相關 Moran's I 的一部分，所有  $I_i$  集合即為 Moran's I 值， $I_i$  值對於 I 的影響程度大，則表示該次區域 i 具有



較高或較低的自相關程度。顯著性檢定為計算  $Z(I)$  值，當  $Z(I_i)$  大於 1.96 則表示在顯著水準下，為顯著的正向區域自相關，也就是某區域被屬性值相似的地區包圍，稱為空間群體聚集 (Spatial cluster)，當地區與鄰近區的觀察值都很高，高於平均值為熱區 (Hot spot)，可由 High-High (HH) 表示；當地區與鄰近區的觀察值都很低，低於平均值為冷區 (Cold spot)，可由 Low-Low (LL) 表示；當  $Z(I_i)$  小於 -1.96 表示負向區域空間自相關即為空間例外，若本身觀察值高於周圍，可由 High-Low (HL) 表示，若本身觀察值低於周圍則由 Low-High (LH) 表示[31]。

溫在弘及 Tsai, P. J. 等人研究發現區域空間自相關檢定可於疾病病例開始出現異常空間群體聚集時，即時偵測空間群體聚集及確定群體聚集區域，評估疫情大小與需擴大疫情調查之範圍，發現疾病與空間危險因子的相關性，傳染途徑及感染來源等重要防疫訊息，藉此協助健康政策策劃及健康服務措施執行[32.33]。

#### 地理資訊系統之可調整區域單元問題

地理資訊系統分析或模擬多數皆是建立在網格式的資料結構上，以一定大小的網格作為分析的基本空間單元。然而多數研究皆是以直覺、或經驗法則的方式來決定網格大小，使得分析結果在解釋應用的限制不是很明確。1984 年 Openshaw 針對網格大小對空間分析所造成影響的問題提出「可調整區域單元問題 Modifiable areal unit problem, MAUP」說，指出空間單元的大小與組合方式會產生尺度效應 (Scale effect) 與區劃效應 (Zone effect) 而對空間分析模擬結果造成的影響[34]。前者試探討結果隨著統計單元面積大小的改變而改變；後者則探討在同一或相近的解析度下隨著歸併方式不同而產生不同的結果[35]。

Jelinski 和 Wu 從階層理論(hierarchy)和多尺度的觀點探討指出，可調整區域單元問題可以反映出真實世界的本質是具有層級架構的，較小的網格可以記錄到鄰里或社區較低層級的空間特徵，大的網格則會記錄較高層級的空間特徵[36]。黃任薇的研究指出尺度越小的網格之解析度層級越頻繁、土地使用資料庫之間越

容易產生差異，而不同層級的尺度域分別反映出鄰里、社區、地區、區域尺度等不同尺度的都市階層[37]。

Amrhein 指出空間單元越大其平均值及變異數會越穩定，相關係數亦會越高，原因在於較大的空間單位，少數或特異的個別資料會被較多的樣本所平均稀釋，進而喪失其原有的特殊性[38]。溫在弘等人研究亦指出加總尺度越大面積越大之區域，趨勢情況容易受到面積影響，導致空間趨勢無法真實呈現其地理變異[39]。林美君等人研究發現使用的空間單位越小時，暴露量之推估值與參考值得誤差較小，且使用統計區分類系統之空間單元推估之人口暴露量較行政區界為基礎推估的人口暴露量較為精確且效能較佳[40]。

在疾病流行病學的觀點上，Matisziw, T. C.等人研究指出縮小單位空間結構將可提供更仔細的疾病流行病學資訊[41]。Olson, K. L.等人提出利用病患住址的點資料進行空間分析會比用行政區域的面資料分析可監測到較多且較精確的群體聚集現象[42]。Higgs, B. W.等人在進行結核病研究指出利用個案的空間坐標進行空間分析有助於提高群體聚集監測的敏感性及時效性，但如何在個案隱私及公共衛生間取得平衡而進行資料分析、精進公共衛生政策及執行是需持續努力的地方[43]。

### **地理資訊系統在結核病防治之運用**

藉由結合地理資訊系統及疾病流行病學發現，香港的研究亦指出結核病發生率與年長及貧窮者有顯著相關，但與人口密度高低無顯著相關[44]。而 Munch, Z.等人亦發現失業，空間擁擠及酒吧數量與結核病發生率有顯著正相關，同時提出空間流行病學可提升傳統及分子流行病學的價值並且有助於結核病傳播研究[45]。Ng, I. C.等人則藉由空間迴歸分析證實結核病有地域性的近距傳播，因此建議政府需要針對近距傳染進行有效介入措施，除了持續推行短程直接觀察治療法（Directly Observed Treatment, Short course, DOTS）外，加強高發生率區域中

潛藏在社區中的結核病患之主動發現篩檢策略，同時也建議將「地理空間訊息」觀點作為結核病防治參考[11]。

Murray, E. J.、Beyers, N.及 Couceiro, L.等人研究亦指出，地理資訊系統技術進行的空間流行病學分析可用來發現社區中潛在的結核病傳播，危險因子及傳播模式，藉由改善結核病或相關危險因子而提供直接或間的結核病防治介入方案，且表示空間流行病學可成為公共健康措施擬定的重要依據[46.47.48]。

### 地理資訊系統在結核病篩檢之運用

研究指出，利用地理資訊分析結合分子生物流行病學監測發現結核病地方性傳播情形，可有助於發現結核病高風險區域及危險因子，藉由此資訊訂定結核病X光巡檢區域，以強化結核病篩檢成效、阻斷結核病空間傳播、降低結核病發生率 [49.50]。此外，結合地理資訊系統於篩檢工作上亦可提升篩檢可近性的彈性度，相較於診所的定點式個案發現方式，確有較高發現潛在於社區中的病患的成效[51]。

## 第五節 成本效果

### 經濟評估

經濟評估分析常被使用來作為一項政策或計畫的決策協助工具，包含最小成本分析法（Cost Minimization Analysis）、成本效益分析法（Cost-Benefit Analysis, CBA）、成本效果分析法（Cost- Effectiveness Analysis, CEA）及成本效用分析法（Cost-Utility Analysis, CUA）四種。最小成本分析法簡易而言就是針對結果明確的方案進行成本分析，自數個結果相同的方案中，挑選最佳的方案；成本效益分析法，需把成本及效益單位均轉為貨幣價值再進行比較，挑選淨效益最大者；成本效果分析法，常見於比較二種不同方案的成本效果，成本單位為金錢，效果單位直接以自然單位表示，例如可以延長壽命多少年；成本效用分析法的效

用單位是以不同方式呈現其價值，主要乃針對健康結果品質進行衡量。四種方法皆可將有限的預算與資源做適當分配，為協助衛生醫療決策者用以制定決策之分析工具[52]。本研究是採用成本效果分析法來進行結核病 X 光巡檢政策的經濟評估。



### 平均成本效果比值 Average cost-effectiveness ratio (ACER)

當評估一方案或計畫相較於什麼都不做的情況下，該方案或計畫獲得每一單位效果需要付出的成本（如公式 1）。

公式 1

$$ACER = \frac{C_1 - C_0}{E_1 - E_0} \dots \dots \dots (1)$$

### 增量成本效果比值 Incremental cost-effectiveness ratio (ICER)

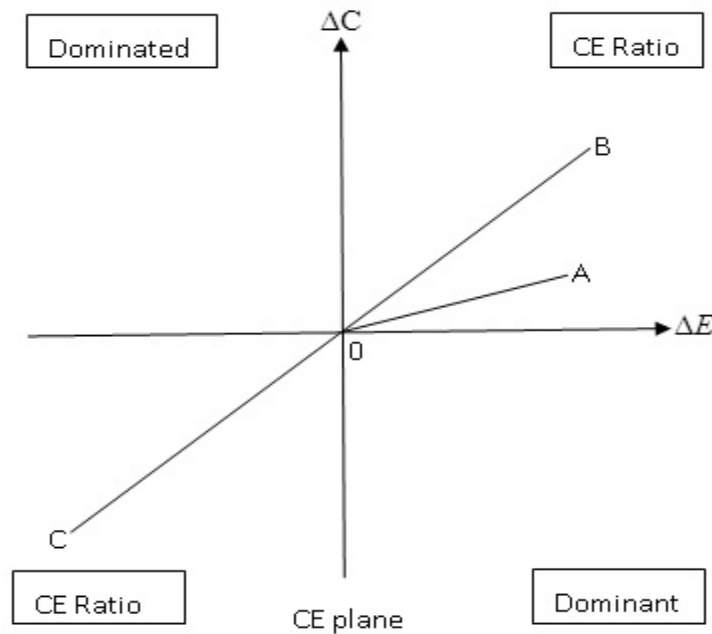
當一方案的成本較低且效果較佳，稱為占優勢的方案 Dominant，表示新政策或方案比原來的好；反之，當成本較高且效果較差，稱為居劣勢的方案 Dominated，表示新政策或方案比原來的差，可以不納入考慮。但是多數的方案都會是在新政策或方案成本比原來的高，效果比原來的佳，此時需要計算 Incremental cost-effectiveness ratio (ICER) 來協助決策者判斷[53]。

ICER 是指相對於原方案，若採用新方案，每多增加一單位效果需要增加的成本（如公式 2），可用 Cost-effectiveness plane (CE plane) 表示 ICER（圖四），CE plane 的 X 軸為  $\Delta E$ （兩方案在效果上的差異），Y 軸為  $\Delta C$ （兩方案在成本上的差異）。若新方案比原方案有較好的效果，但需要較多的成本，則表示  $C_1 > C_0$  且  $E_1 > E_0$ ，對此兩方案進行評估時計算，可計算  $\Delta E = E_1 - E_0$  及  $\Delta C = C_1 - C_0$ ，於此平面找出一點座標為  $(\Delta E, \Delta C)$  的 A，A 點與原點連接線  $\overline{AO}$  的斜率即為 ICER。

公式 2

$$ICER = \frac{C_2 - C_1}{E_2 - E_1} \dots\dots\dots (2)$$

註：原方案成本為 $C_0$ ，效果為 $E_0$ ；新方案成本為 $C_1$ ，效果為 $E_1$



圖四、Cost-effectiveness plane (CE plane)

資料來源：謝其政. (2011). 台灣末期腎臟病患血液透析與腹膜透析成本效果分析

假設 $\overline{BO}$ 的斜率代表對於增加一單位效果決策者所願意支付最高價格，若 $\overline{AO}$ 斜率小於 $\overline{BO}$ 斜率(即 $ICER = \Delta C / \Delta E < \lambda$ )，表示相較於舊方案，新方案的 ICER 低於決策者願意支付價格的上限，可以納入考慮。因此，當 $(\Delta E, \Delta C)$ 位於 $\overline{BO}$ 直線下方時，則表示新方案會優於舊方案[54]。

### 結核病主動發現篩檢政策成效

Mupere, E.等人在烏干達的模型預測研究指出相較於結核病被動發現策略，有效的結核病主動發現策略每年可增加發現 1,594 名結核病患，5 年內可減少 675 名患者死於結核病，延長 21,928 壽命年 (Life Years Saved, LYS)，每花費 109

美元可增加 1 品質調整生命年 (Quality Adjusted Life Year, QALY)；其中對於 25 到 34 歲年齡層最受益，每年可增加發現 556 名結核病患，5 年內可減少 229 名患者死於結核病，延長 8,058 壽命年 (Life Years Saved, LYS)；而對於 45 歲到 54 歲年齡層最具成本效果，每花費 51 美元可增加 1 品質調整生命年，且可有效控制結核病疫情、提高民眾生活品質及達到國家及人民經濟效果[55]。

Nishikiori, N.及 Van Weezenbeek, C.在菲律賓的模型預測研究亦指出，結核病主動發現僅對結核病盛行率高風險族群才能達到經濟成效，此外，進階的結核病診斷工具例如 Xpert 用於高風險族群如結核病密切接觸者、監獄收容人、HIV 感染者等具有較高的經濟成本效果，而一般性診斷如症狀篩檢（七分篩檢法）則仍可普遍運用於社會大眾，適當的篩檢對象及具成本效果的診斷工具選定，是執行主動發現工作前的首要事項[56]。

### 臺灣結核病 X 光巡檢政策成效

疾病管制署 2003 年研究資料顯示，發現一名結核病個案花費高達 169,175.54 元，而台北市立慢性病防治院之研究則指出，發現一位結核病個案則耗費 69,066.33 元[3]。同時，在 2008 至 2012 年期間，臺中、彰化及南投 X 光巡檢共檢查 215,664 人次，其中發現 228 名結核病患，占該區域總個案數 1.82%；雖然每位民眾接受 X 光巡檢之平均篩檢成本為 129.7 元，但發現一名結核病確診病患需花費 122,646.78 元[4]。

黃昱勳等人研究發現 2008 年 4 月至 2012 年 12 月期間臺灣結核病接觸者胸部 X 光檢查成效分析發現，接觸者第 1 次胸部 X 光檢查有助於結核病主動發現，結核病主動發現率可依據指標個案疾病傳染力不同而異，由單純肺外結核病患接觸者的 80/100,000 到痰塗片抗酸菌染色鏡檢陽性且培養菌株為結核分枝桿菌病患接觸者的 410/100,000；總結核病患接觸者接受第 12 個月胸部 X 光檢查除了主動發現率達 150/100,000，且可比未接受者檢查者提早 2 個月診斷出結核病[57]。

廖芸儂等人更自臺灣山地鄉及經濟弱勢族群特殊目標族群 X 光巡檢成效分析發現，山地鄉及經濟弱勢族群的 X 光巡檢之主動發現比率分別高於全國當年度結核病發生率 4 倍及 2 倍(如表一) [58]。



表一、特殊目標族群 X 光巡檢成效

類別	年度	檢查人數	發現病患數	主動發現率 (每十萬人口)	NNS*
山地鄉	2011	54,243	113	208.3	480
	2012	60,092	148	246.3	406
經濟弱勢	2010	3,296	3	91.0	1099
	2011	5,833	12	205.7	486
	2012	44,169	50	113.2	883

\*NNS：Number Needed to Screen 每發現一名病患需篩檢人數

資料來源：廖芸儂等人(2015)·特殊目標族群胸部 X 光巡迴篩檢成效分析

2012 年全臺結核病確診病患共計 12,338 人，其中經 X 光巡檢發現病患數為 365 人，結核病主動發現比率達 3% ( $365/12338 * 100$ )，而山地鄉主動發現比率為 1% ( $148/12338 * 100$ )。

臺灣結核病主動發現政策的檢查對象團體成效一直有不錯的主動發現率且均高於當年度的結核病發生率，惟主動發現病患數一直遠低於實際病患數，以 2012 年為例，結核病發生率十萬分之 53，山地鄉及經濟弱勢的主動發現率則分別高達十萬分之 208.3 及十萬分之 205.7，惟所發現病患數分別僅占當年度全部病患數的 1% ( $148/12338 * 100$ ) 及 0.1% ( $12/12338 * 100$ )。由此可見，結核病主動發現政策對於特殊族群確實有不錯成效，但仍有高達 90% 以上的病患是由因症就醫發現，於前往就醫前仍潛伏於社區中且有造成疾病傳播之風險，是現行主動發現政策的一大困境。

## 第三章 材料與方法



### 第一節 研究材料與對象

#### 研究材料

- 一、本研究結核病個案資料來自疾病管制署「中央傳染病追蹤管理系統」及「傳染病倉儲系統」，依照「疾病管制署機敏資料庫本署員工使用與連結要點」進行資料申請使用，並於 2015 年 5 月 12 日下載，內容包含 2009 至 2013 年花蓮縣及臺東縣通報結核病新病人<sup>6</sup>及再治病人<sup>7</sup>人數及居住村里。
- 二、本研究 X 光巡檢成本效果資料來自疾病管制署東區管制中心，包含 2011 至 2013 年花東地區 X 光巡檢區域、人數及主動發現病患人數。

#### 研究對象

- 一、 流行病學研究
  - (一) 研究對象：結核病個案：居住於花蓮縣及臺東縣地區(以下簡稱花東地區)結核病個案新病人及再治病人。
  - (二) 研究區間：2009 至 2013 年。
  - (三) 研究單位：鄉鎮及村里行政區域，並採各年 7 月年中人口數。
- 二、成本效果研究
  - (一) 研究對象：
    1. X 光巡檢對象：花東地區山地鄉 X 光巡檢對象及主動發現病患。
    2. 結核病個案：2009 至 2013 年居住於花東地區結核病個案新病人及再治病人。
  - (二) 研究區間：2011 至 2013 年。

<sup>6</sup>新病人(New case)：不曾接受抗結核藥物治療或少於四週之病人。

<sup>7</sup>再治病人(Retreatment case)：包含(1).復發(Relapse)：曾接受一個完整療程之抗結核藥物治療，並經醫師宣告治癒或完成治療而再次痰塗片或培養陽性之病人。(2).失落再治(Treatment after default)：中斷治療兩個月以上而再次痰塗片或培養陽性之病人。(3).失敗再治(Treatment after failure)：治療第五個月及以後依然痰塗片陽性或培養陽性，或者治療前痰陰性、二個月後變成痰塗片或培養陽性的病人。



(三) 研究單位：鄉鎮及村里行政區域，並採各年 7 月年中人口數。



## 第二節 研究問題與假說

### 研究問題

依據國內結核病 X 光巡檢資料，2012 年主動發現病患數占全國病患數 3%，因此國內仍有 95% 以上的病患是因症就醫而被動發現，且較過去文獻主動發現成效 5.6% 略低。臺灣山地鄉 X 光巡檢成果占全國主動發現的 40.6%

( $148/365*100$ )，占山地鄉個案的 38.4% ( $148/385*100$ )，但卻僅占全國個案的 1% ( $148/12338*100$ )；有鑒於單位大小在進行空間分析時會受到「可調整區域單元問題」的影響，因此結核病的發生率在空間分布上可能有小區域的異質性。國內山地鄉 X 光巡檢是以鄉鎮為單位，若以「村里」單位來進行 X 光巡檢政策評估，或許可縮小「鄉鎮」單位空間尺度上的誤差而有較好的主動發現成效。本研究想藉由空間流行病學及經濟成本效果分析，探討臺灣山地鄉 X 光巡檢政策之成效。

### 研究假說

#### 一、 流行病學研究假說

結核病發生率在「村里」的空間分布較「鄉鎮」容易呈現小區域 (small area) 的異質性。

#### 二、 成本效果研究假說

以「村里」單位來進行 X 光巡檢區域評估，比「鄉鎮」全面巡檢的成本效果佳。

## 第三節 研究變項與操作型定義

#### 一、 結核病主動發現率：



- (一) 定義：結核病主動發現個案數占全 X 光巡檢總人數的十萬分比。
- (二) 計算方式：主動發現個案數除以巡檢總人數乘以 100000。
- 二、 高發生率村里：
- (一) 定義：前兩年結核病平均發生率較高的村里。
- (二) 計算方式：確認花東地區各村里前兩年結核病發生率與當年發生率的正相關性，進而將山地鄉或非山地鄉各村里前兩年結核病發生率相加後除以 2，選擇平均發生率較高的村里。
- 三、 非山地鄉 X 光巡檢的拍攝人數：
- (一) 定義：指非山地鄉執行結核病 X 光巡檢的估計到檢拍攝人數。
- (二) 操作方式：利用 2011 至 2013 年期間花東地 47 個村里的 X 光巡檢到檢率（參見附錄一），求其到檢率平均為 30.25%，進而利用非山地鄉村里行政區域人口數，推估為非山地鄉村里民眾 X 光巡檢人數。
- 四、 非山地鄉 X 光巡檢確診個案數：
- (一) 定義：指非山地鄉執行結核病 X 光巡檢估計可發現的確診病患數。
- (二) 操作方式：利用 2011 至 2013 年花東地區 47 個山地鄉村里結核病發生率與結核病主動發現率的相關性建立線性迴歸模型，進而利用非山地鄉村里層級之結核病發生率推估各非山地鄉村里可能之主動發現個案數（參見附錄二）。
- 五、 每張 X 光巡檢費用：
- (一) 定義：當執行 X 光巡檢，每拍攝一人所需費用為 217.6 元。
- (二) 計算方式：以 2013 年疾病管制署委託衛生福利部花蓮醫院每執行一張胸部 X 光照射及洗片判讀費用，加上疾病管制署東區管中心執行 X 光巡檢費及委外洗片判讀費用除以 2（參見附錄三）。
- 六、 平均成本效果比值（Average Cost - Effectiveness Ratios, ACER）
- (一) 定義：相較於無作為，該選項的成本及效果比率。

(二) 計算方式： $ICER = C1 - C0 / E1 - E0$ 。

七、 增量成本效果比值 (Incremental Cost - Effectiveness Ratios, ICER)

(三) 定義：比較兩選項的成本及效果比率。

(四) 計算方式： $ICER = C2 - C1 / E2 - E1$ 。



#### 第四節 資料處理與分析

##### 一、研究資料處理：

本研究採用 Excel 2013 進行資料庫分析，將原始下載資料庫檔案，先進行內容檢視並整理，包含研究資料譯碼轉譯、除錯、資料設定歸類及遺漏值設定等。

##### 二、流行病學分析：

(一) 研究工具：ArcGIS 10.1 版軟體、Microsoft Office Excel 2013。

(二) 分析方式：

1. 2009 到 2013 年花東地區鄉鎮及村里結核病發生率分布情形。

(1) 利用 Microsoft Office Excel 2013 計算 2009-2013 年花東地區每年各鄉鎮及村里結核病發生率，並利用 ArcGIS 10.1 版軟體呈現於村里地圖中。

(2) 利用不同結核病發生率圖層比較「鄉鎮」及「村里」兩種不同行政區域單位的結核病發生率分布的視覺差異。

2. 2009 到 2013 年花東地區鄉鎮及村里結核病群體聚集分布情形。

(1) 利用 Local Moran's I 統計分析計算 2009-2013 年花東地區各鄉鎮及村里結核病群體聚集情形。

(2) 比較「鄉鎮」及「村里」兩種不同行政區域單位的結核病發生率之空間群體聚集情形偵測差異。

##### 三、成本效果分析：

(一) 研究工具：Microsoft Office Excel 2013 及 SAS 9.3 統計軟體。

(二) 分析方法：以衛生福利部疾病管制署的觀點進行評估。

1. 花東地區山地鄉 X 光巡檢成本效果。

計算 2011 年至 2013 年花東地區山地鄉的結核病發生率、主動發現率、進行 X 光巡檢總人數及總費用、每發現一名病患需巡檢人數及平均成本效果比值。

2. 花東地區山地鄉實施村里層級 X 光巡檢之成本效果。

統計 2011 年至 2013 年花東地區山地鄉各村里的 X 光巡檢執行情形，依據不同結核病發生率分層計算各層的村里數、主動發現病患數、巡檢總人數及總費用、每發現一名個案需巡檢人數、平均成本效果比值及增量成本效果比值，並繪製成本效果圖。

3. 花東地區山地鄉結核病低發生率村里 X 光巡檢成本效果。

I. 依據花東地區山地鄉實施村里層級 X 光巡檢之成本效果分析結果，設定結核病發生率小於十萬分之 100 及 150 的村里為結核病低發生率村里。

II. 比較花東地區全部山地鄉村里與結核病低發生率層級村里進行 X 光巡檢之成本效果差異，包含巡檢村里數、實際確診病患數、主動發現病患數、每發現一名病患需巡檢人數、平均成本效果比值、巡檢總人數及總費用。

4. 花東地區結核病高發生率村里 X 光巡檢預估成本效果。

I. 計算花東地區山地鄉結核病發生率小於十萬分之 100 之村里執行 X 光巡檢的成本及效果，並以其成本為總預算。

II. 比較花東地區山地鄉結核病發生率小於十萬分之 100 村里與非山地鄉高發生率村里，兩者執行 X 光巡檢的成本效果，包含巡檢村里數、確診病患數、主動發現病患數、每發現一名病患需巡檢人數、平均成本效果比值、巡檢總人數及總費用。

## 第四章 研究結果

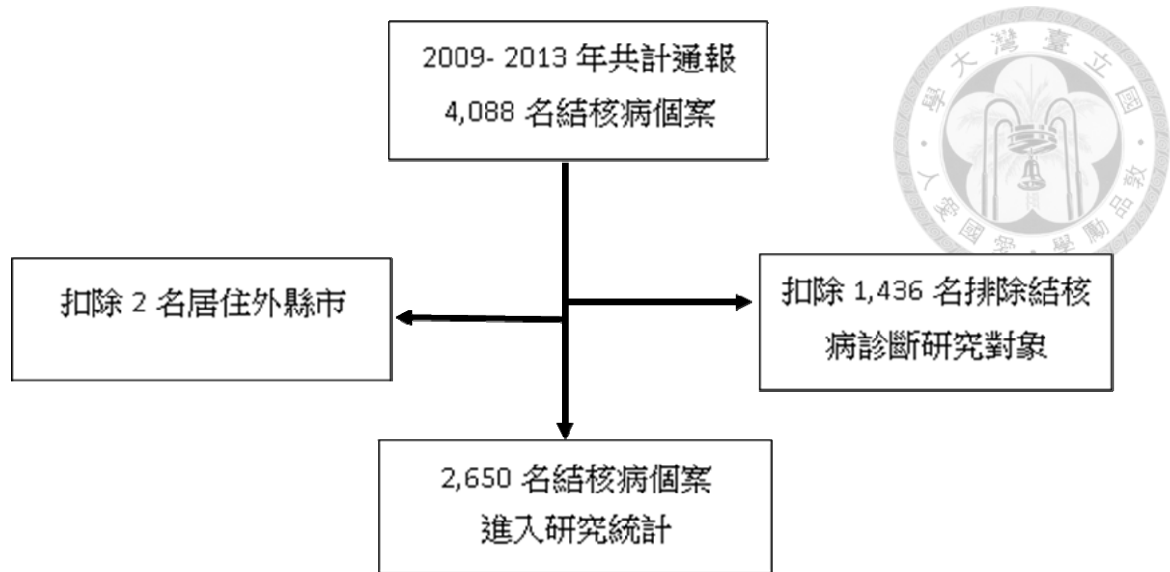


### 研究樣本資料

2009 年至 2013 年花蓮縣每年通報 400 多名個案 (449-495)，臺東縣每年通報 300 多名個案 (325-353)，共計有 4,088 結核病通報個案，扣除診斷排除及外縣市結核病個案，花蓮縣與臺東縣每年平均分別確定診斷 312 (277-361) 及 208 (169-252) 名結核病新案及約 5 (0-12) 及 4 (0-7) 名結核病再治病人，五年間花蓮縣及臺東縣分別有 1,588 名及 1,062 名個案，合計 2,650 名確診個案進入本研究對象 (表二、圖五)。

表二、2009 至 2013 年居住花蓮縣及臺東縣結核病個案通報情形

類別\年	2009	2010	2011	2012	2013	總計
花蓮縣						
新案	361	334	285	303	277	1,560
再治病人	0	3	2	11	12	28
排除	88	158	174	168	194	782
臺東縣						
新案	252	220	222	177	169	1,040
再治病人	0	1	7	7	7	22
排除	92	104	114	169	175	654
外縣市						
新案	1	0	0	0	1	2
	794	820	804	835	835	4,088



圖五、研究流程圖

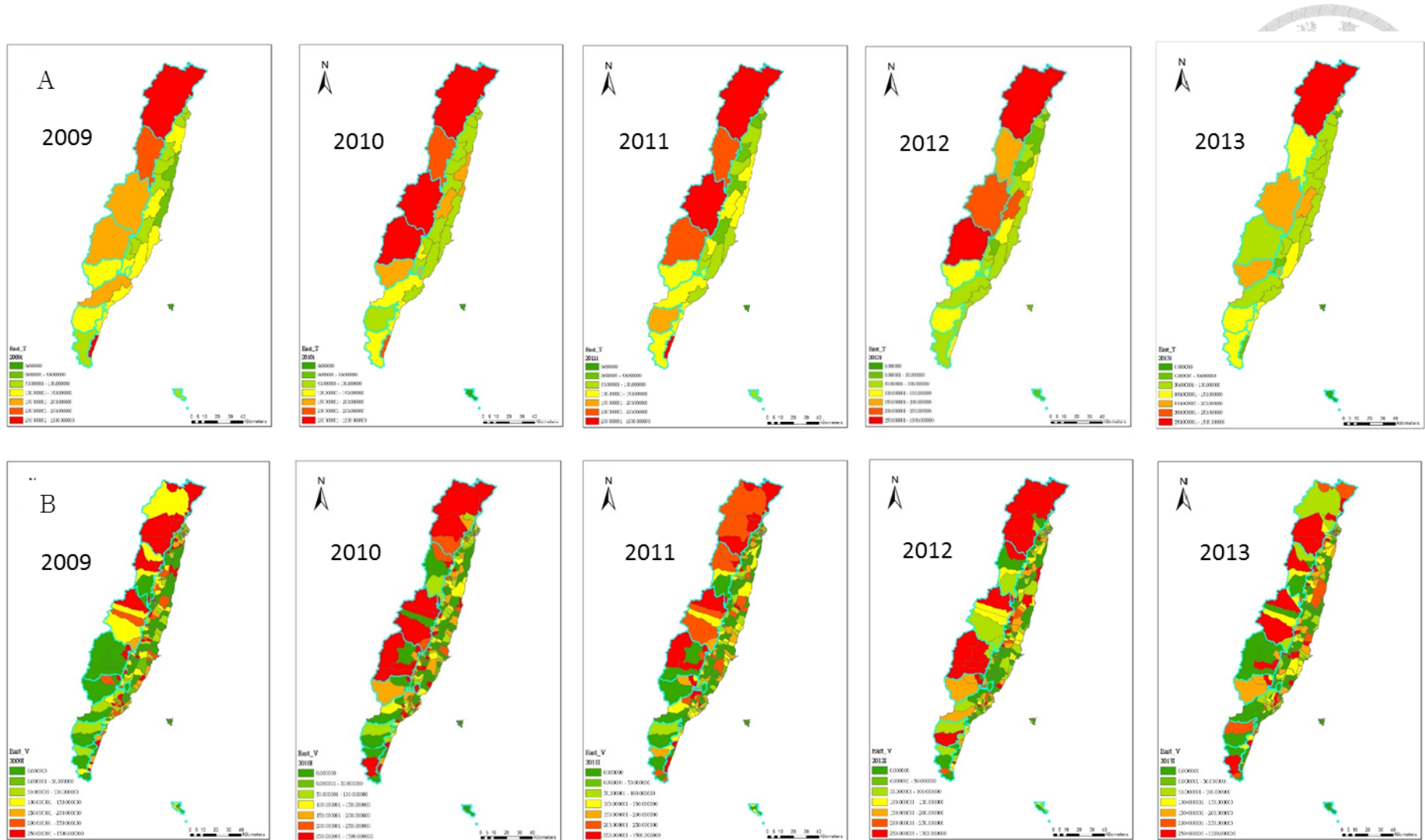
### 流行病學分析結果

#### 一、2009 至 2013 年花東地區鄉鎮及村里結核病發生率分布情形

在大尺度面積資料分析，是將各小面積的資料加總並且平均，因此所呈現的結果與各小面積的實際狀況有所差異，而無法呈現出小面積的特異性，也因為資料經過平均稀釋，因此無法從中及時發現極端值，在現實結核病防治上容易誤判疫情嚴重性。從 2009 年至 2013 年的花東地區鄉鎮及村里結核病發生率階層圖分布中，可以從視覺上明顯發現鄉鎮單位與村里單位在結核病發生率分布圖的差異（圖六）。

以鄉鎮為單位的結核病發生率階層圖（圖六 A），可以發現花東地區各鄉鎮結核病分布呈現東、西半部的差異。2009 至 2013 年花東地區結核病發生率大於十萬分之 150 以上（黃橙色到紅色色圖）的鄉鎮多集中在左側的西部區域，剛好是左上區的秀林鄉、萬榮鄉、卓溪鄉，左中區的海端鄉及延平鄉，和左下區的金峰鄉及達仁鄉等山地鄉區域（藍色框線區）。右側的東部區域除了右下方的大武鄉、中間的玉里鎮及 2010 年的壽豐鄉發生率較高，多數鄉鎮均呈現黃色或淺綠到深綠的低發生率色圖。

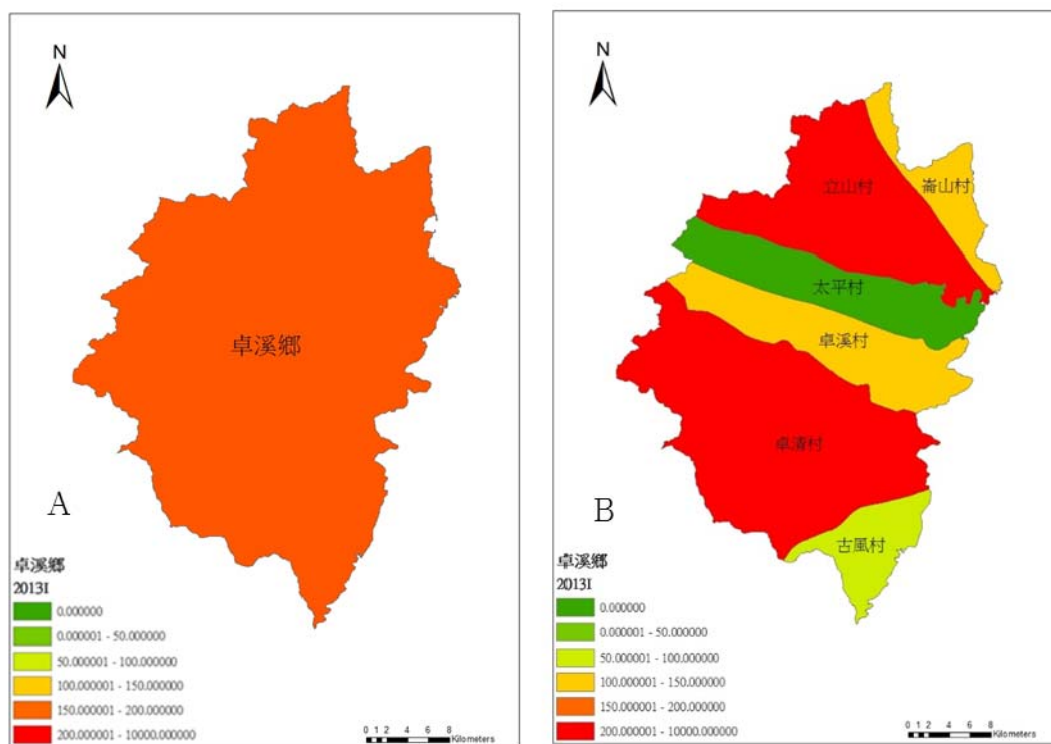
圖六、2009 至 2013 年花東地區鄉鎮 (A) 及村里 (B) 結核病發生率分布情形<sup>89</sup>



<sup>8</sup> 流行病學分析結果圖中藍色框線標註區域為花東地區八個山地鄉鎮。

<sup>9</sup> 結核病發生率分為結核病發生率等於零呈現深綠色，結核病發生率介於零到十萬分之 50 呈現淡綠色，結核病發生率介於十萬分之 50 到十萬分之 100 呈現黃綠色，結核病發生率介於十萬分之 100 到十萬分之 150 呈現黃色，結核病發生率介於十萬分之 150 到十萬分之 200 呈現黃橙色，結核病發生率介於十萬分之 200 到十萬分之 250 呈現橙色及結核病發生率介於十萬分之 250 以上呈現紅色等七個圖層。

以村里為單位的結核病發生率階層圖（圖六 B）除了可以得知各村里的發生率外，亦可明顯看的出來各村里的發生率差異性很大。連續五年的村里發生率階層圖可看出，除了左上方的秀林鄉各村里較集中多為結核病發生率大於十萬分之 200 以上（橙色及紅色色圖）的區域，其餘鄉鎮村里間及逐年間的發生率均差異性很高。例如：2013 年花蓮縣卓溪鄉結核病發生率為十萬分之 196(橙色色圖)（圖七 A），但從村里圖層中可以發現，崙山村發生率為十萬分之 142(黃橙色色圖)、立山村發生率為十萬分之 402(紅色色圖)、太平村發生率為零(深綠色色圖)、卓溪村發生率為十萬分之 119(黃橙色色圖)、卓清村發生率為十萬分之 307(紅色色圖)及古風村發生率為十萬分之 87(黃綠色色圖)，明顯看出村里間的變異性（圖七 B）。

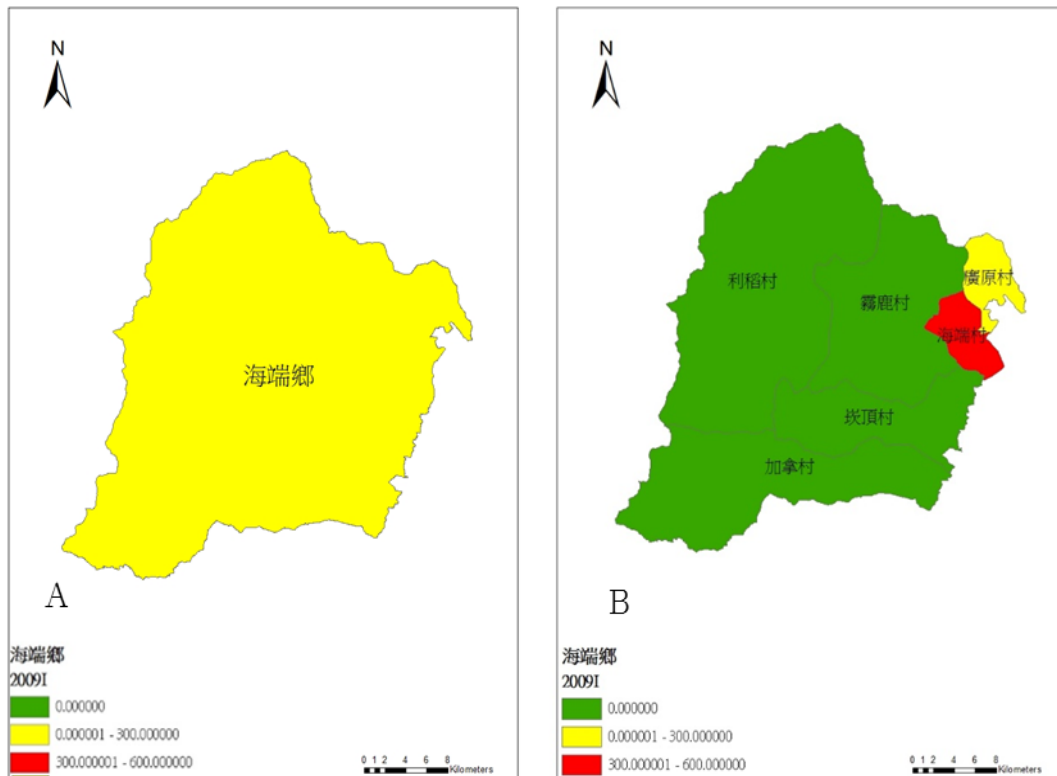


圖七、2013 年卓溪鄉鄉鎮、村里結核病發生率<sup>10</sup>

<sup>10</sup>卓溪鄉結核病發生率分為結核病發生率等於零呈現深綠色，結核病發生率介於零到十萬分之 50 呈現淡綠色，結核病發生率介於十萬分之 50 到十萬分之 100 呈現黃綠色，結核病發生率介於十萬分之 100 到十萬分之 150 呈現黃橙色，結核病發生率介於十萬分之 150 到十萬分之 200 呈現橙色及結核病發生率介於十萬分之兩百以上呈現紅色等六個圖層。



村里層級單位可以協助辨識一鄉鎮中的結核病個案主要集中在哪些村里。例如：2009 年臺東縣海端鄉結核病發生率為十萬分之 155(黃橙色圖) (圖八 A)，但從村里圖層中可以發現，個案均集中在結核病發生率十萬分之 311 的海端村及結核病發生率十萬分之 297 的廣原村，其餘坎頂村、加拿村、霧鹿村及利稻村四個村里的發生率均為零 (圖八 B)。



圖八、2009 年海端鄉鄉鎮、村里結核病發生率<sup>11</sup>

從 2009 至 2013 年花東地區不同結核病發生率的鄉鎮及村里數 (表三) 以量化的方式間接證實結核病發生率分布情形藉由村里單位呈現較鄉鎮單位詳細。雖然 1 個鄉鎮包含多個村里，但是花東地區各鄉鎮的村里數僅介於 4 至 9 個村里，而以 2009 年花東地區的分析資料顯示為例，從鄉鎮單位中呈現 1 個山地鄉鎮及 1 個非山地鄉鎮結核病發生率大於十萬分之 250，而從村里單位可呈現 49 個訊

<sup>11</sup>海端鄉結核病發生率分為結核病發生率等於零呈現深綠色，結核病發生率介於零到十萬分之 300 呈現黃色，結核病發生率介於十萬分之 300 到十萬分之 600 呈現紅色等三個圖層。

息，包含 16 個山地鄉及 33 個非山地鄉，由於 16 個山地村里超過花東地區 1 個山地鄉鎮的最高村里數，故可證明村里單位提供的訊息不僅侷限在 1 個鄉鎮而是包含跨鄉鎮訊息。換句話說，村里單位層級除了可提供不同發生率訊息，還可達到跨鄉鎮界線訊息。

表三、2009 至 2013 年花東地區不同結核病發生率的鄉鎮及村里數

年\類別	鄉鎮		村里	
	山地鄉	非山地鄉	山地鄉	非山地鄉
發生率 大於 10 萬分之 250				
2009	1	1	16	33
2010	3	0	20	22
2011	2	1	16	14
2012	2	0	17	18
2013	1	0	12	20
發生率介於 10 萬分之 100 到 250				
2009	5	8	12	75
2010	3	6	8	75
2011	5	6	20	78
2012	4	4	8	69
2013	5	4	14	63
發生率小於 10 萬分之 100				
2009	2	12	19	169
2010	2	15	19	180
2011	1	14	11	185
2012	2	17	22	190
2013	2	17	21	194

## 二、2009 至 2013 年花東地區鄉鎮及村里結核病群體聚集分布情形

從 2009 至 2013 年花東地區鄉鎮及村里結核病群體聚集分布圖中，從視覺上明顯發現鄉鎮單位與村里單位在結核病群體聚集偵測的差異性（圖九）。

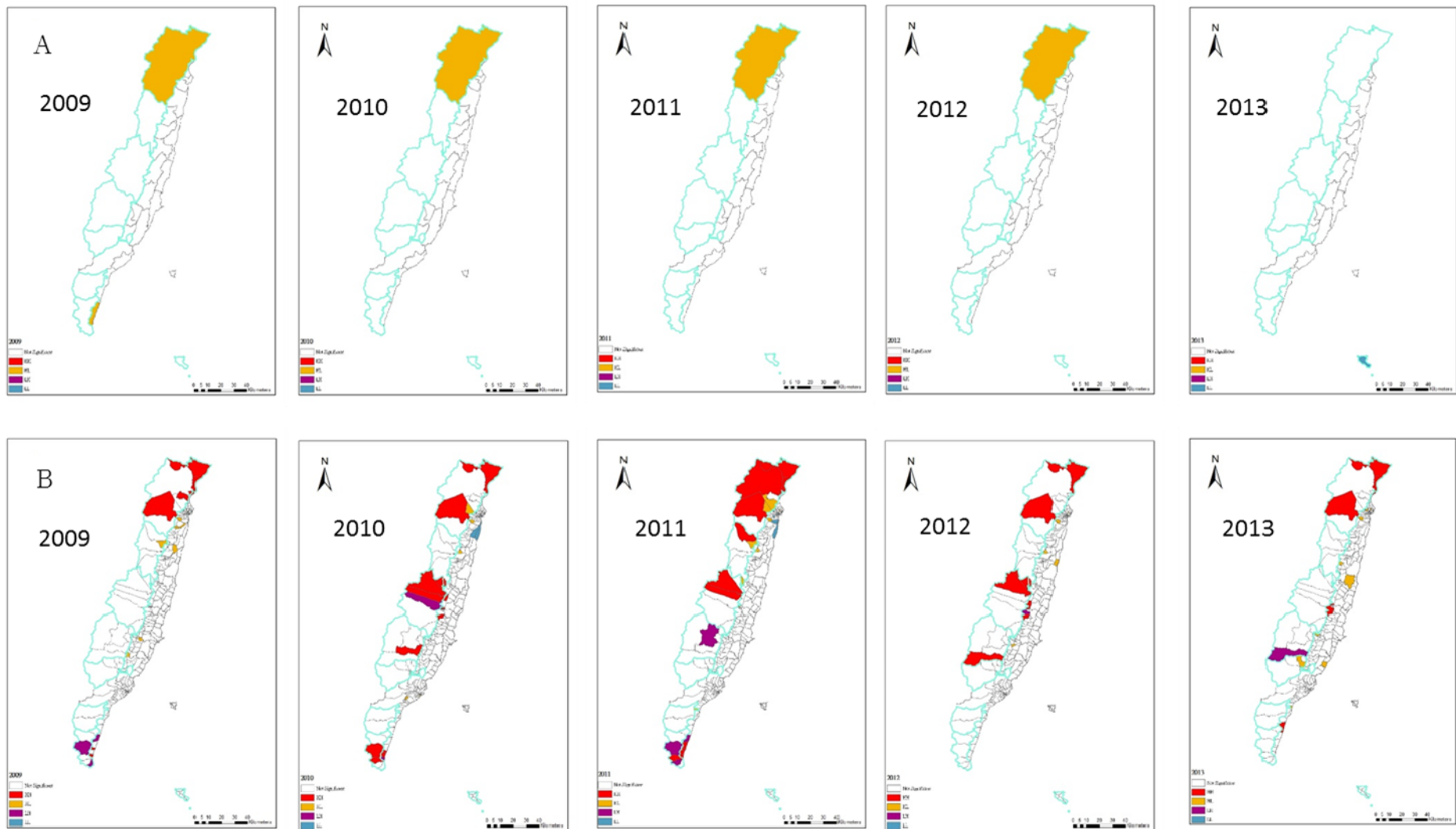
利用 Anselin 提出的區域空間自相關分析來偵測 2009 到 2013 年花東地區鄉鎮間是否有空間群體聚集（spatial cluster），結果發現研究期間僅 2013 年蘭嶼鄉符合自身與鄰近鄉鎮的結核病發生率均低於平均值的空間群體聚集冷區（cold

spot)，即 Low-Low (LL) 的藍色區域；其餘無任何一鄉鎮符合自身與鄰近鄉鎮的結核病發生率均高於平均值的空間群體聚集熱區 (hot spot)，即 High-High (HH) 的紅色區域。偵測鄉鎮單位層級中是否有本身發生率高或低於周圍鄉鎮的極端現象發現，自 2009 到 2012 年連續四年花蓮縣秀林鄉均呈現發生率高於周圍的 High-Low (HL) 褐色現象，但無任何發生率低於周圍的 Low-High (LH) 現象的紫色鄉鎮 (圖九 A)。

當偵測 2009 到 2013 年花東地區村里間是否有空間群體聚集 (spatial cluster)，從整體面結果上可以發現，花東地區每年都有些村里為自身與鄰近村里的結核病發生率均高於平均值的空間群體聚集熱區，且不僅侷限在秀林鄉，還包含卓溪鄉及海端鄉等山地鄉 (藍色框線區)，而非山地鄉的玉里鎮及大武鄉也有被偵測到空間群體聚集熱區的村里；此外也可從分析結果發現，除了熱區外，花東地區亦偵測到少數自身與鄰近村里的結核病發生率均低於平均值的空間群體聚集冷區區域。同時，在研究期間持續有部份村里呈現發生率高於周圍的 High-Low 褐色現象，及發生率低於周圍的 Low-High 的紫色現象，並且分散在山地鄉及非山地鄉區域 (圖九 B)。

2009 至 2013 年花東地區結核病空間群體聚集的鄉鎮及村里數表 (表四) 以量化的方式間接證明藉由村里單位層級的結核病空間群體聚集偵測較鄉鎮單位層級多。以 2010 年花東地區的分析資料顯示為例，從鄉鎮單位層級分析結果僅獲得 2010 年花東地區有 1 山地鄉鎮結核病發生率高於周圍鄰近鄉鎮的單一訊息；但從村里單位則可獲得有 16 個村里 (包含 10 個山地鄉及 6 個非山地鄉) 的結核病發生率與周圍鄰近村里均高於平均值的熱區訊息、2 個非山地鄉村里的結核病發生率與周圍鄰近村里均低於平均值的冷區訊息、6 個村里 (包含 1 個山地鄉及 5 個非山地鄉) 的結核病發生率高於周圍鄰近村里及 2 個村里 (包含 1 個山地鄉及 1 個非山地鄉) 的結核病發生率低於周圍鄰近村里。

圖九、2009 至 2013 年花東地區鄉鎮（A）及村里（B）結核病群體聚集分布情形<sup>1213</sup>



<sup>12</sup>流行病學分析結果圖中藍色框線標註區域為花東地區八個山地鄉鎮。

<sup>13</sup>當地區與鄰近區的觀察值相關性未達顯著，以白色的 Not Significant 表示；當地區與鄰近區的觀察值都很高，高於平均值為熱區，以紅色的 HH 表示；當地區與鄰近區的觀察值都很低，低於平均值為冷區，以藍色的 LL 表示；當本身觀察值高於周圍，以褐色的 HL 表示；當本身觀察值低於周圍，以紫色的 LH 表示。

表四、2009 至 2013 年花東地區結核病空間群體聚集的鄉鎮及村里數

年\類別	鄉鎮		村里	
	山地鄉	非山地鄉	山地鄉	非山地鄉
HH				
2009	0	0	5	3
2010	0	0	10	6
2011	0	0	9	4
2012	0	0	7	4
2013	0	0	4	6
LL				
2009	0	0	0	0
2010	0	0	0	2
2011	0	0	0	13
2012	0	0	0	3
2013	1	0	0	1
HL				
2009	1	1	1	8
2010	1	0	1	5
2011	1	0	5	5
2012	1	0	0	6
2013	0	0	0	10
LH				
2009	0	0	2	1
2010	0	0	1	1
2011	0	0	3	1
2012	0	0	0	1
2013	0	0	1	0

從流行病學分析結果發現，結核病群體聚集熱區的判定與分析，隨著分析行政單位由鄉鎮改變成村里，可以發現較原先的熱區地點更精細化呈現出區域內部的異質性，而原先無群體聚集的地區，也隨著分析單位的細緻化而呈現出小區域性的熱區，同時較容易偵測到群體聚集現象；雖然村里間少部份的熱區會隨著時間變動，這是由於病患數在小區域空間上造成的發生率變動導致的干擾，實際結核病群聚爆發的期程很長，長期下來仍可看到穩定的群體聚集現象。因此，從流

行病學結果驗證花東地區結核病發生率在「村里」行政區域呈現確實比在「鄉鎮」行政區域呈現容易看出空間分布上的差異性，且結核病空間分析在「村里」行政區域確實比在「鄉鎮」行政區域容易偵測到群體聚集現象，因此結果間接證明結核病的發生率在空間分布上具有小區域（small area）的異質性。

## 成本效果分析結果

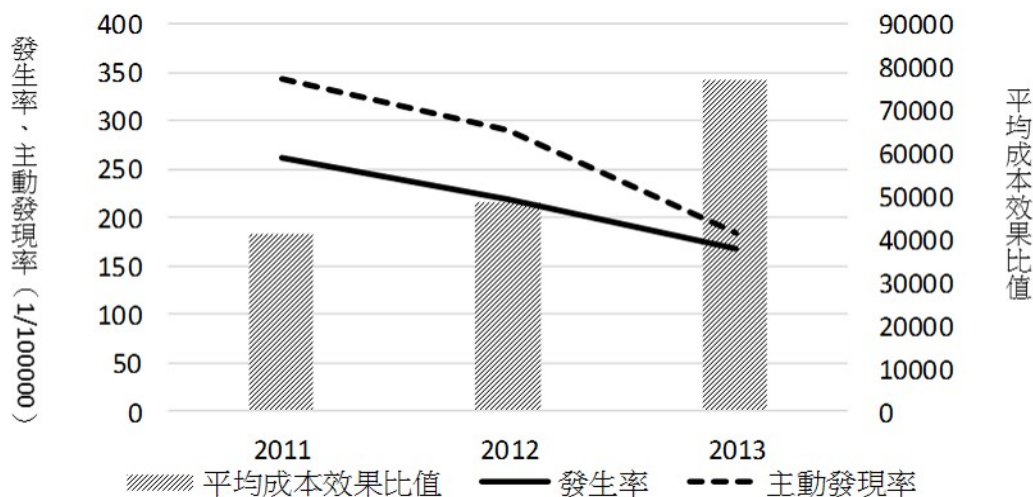
### 一、花東地區山地鄉 X 光巡檢成本效果

統計花東地區現行執行結核病 X 光巡檢之 8 個山地鄉鄉鎮行政區域的結核病發生率、主動發現率、巡檢總費用、平均每發現一名個案需巡檢人數（Number Needed to Screen, NNS）及花費費用，結果發現 2011 至 2013 花東地區執行 X 光巡檢的山地鄉鄉鎮，連續三年平均結核病主動發現率為分別為十萬分之 215.7；每發現一名病患需篩檢人數為 404；每發現一名病患需花費成本分別為 87,910。細看 2011 至 2013 結核病發生率分別為十萬分之 260.6、218.7 及 167.4；主動發現率分別為十萬分之 343.8、290 及 183.3；篩檢總費用分別為 3,038,349 元、3,301,427 元及 3,324,275 元，每發現一名病患需篩檢人數分別為 291、345 及 546 人；平均成本效果比值分別為 63,322 元、75,072 元及 118,810 元（表五）。

表五、2011 至 2013 年花東地區山地鄉 X 光巡檢成本效果分析表

年	通報個案數 (人)	發生率	發現病患數 (人)	主動發現率	巡檢總人數 (人)	巡檢總費用 (元)	每檢出一人需巡檢人數 (人)	平均成本效果比值 (元)
2011	126	260.6	48	343.8	13,963	3,038,349	291	63,322
2012	105	218.7	44	290	15,172	3,301,427	345	75,072
2013	80	167.4	28	183.3	15,277	3,324,275	546	118,810
總計/平均	311	215.7	110	247.7	44,412	9,664,051	404	87,910

由花東地區山地鄉 X 光巡檢成本效果結果發現，隨著結核病發生率逐年下降，結核病主動發現率亦呈現逐年下降情形，但每發現一名個案需巡檢人數及平均成本效果比值卻是相反的逐年上升，其中平均成本效果比值更是從 2011 年的 63,322 元上升到 2013 年 118,810 元，上升幅度達 87.6%（圖十）。



圖十、2011 至 2013 年花東地區山地鄉 X 光巡檢趨勢圖

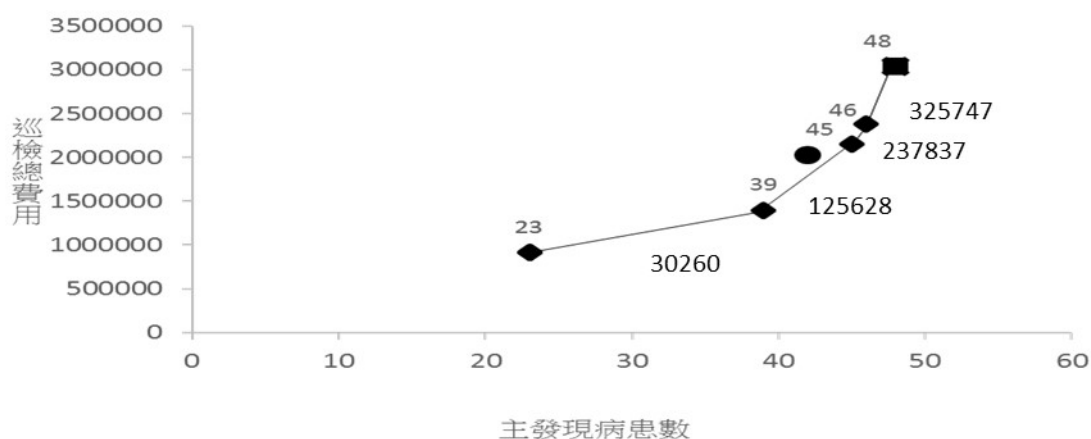
## 二、花東地區山地鄉實施村里層級 X 光巡檢之成本效果

就村里層級而言，我們進一步將 2011 年花東地區山地鄉各村里依不同發生率分成七個層級並計算其胸部 X 光巡檢的成本效果。結核病發生率大於十萬分之 300 的村里共計 11 個，主動發現 23 個結核病患，平均每發現一位結核病患需要照射 182 人，平均成本效果比值 39,603 元，總計花費 911,091 元。結核病發生率越低的層級，所需巡檢的村里、巡檢人數及花費越多；而 2011 年政府全面執行政策需巡檢 47 個村里，主動發現 48 個結核病患，平均每發現一位結核病患需要照射 291 人，平均成本效果比值 63,322 元，總計花費 3,038,349 元（表六）。

表六、2011 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析表

選項	村里數	發現病患數 (人)	巡檢總人數 (人)	巡檢總費用 (元)	每檢出一人需巡檢人數 (人)	平均成本效果比值 (元)	增量成本效果比值 (元)
大於 350/100,000	11	23	4,187	911,091	182	39,603	
大於 300/100,000	11	23	4,187	911,091	182	39,603	
大於 250/100,000	17	39	6,412	1,395,251	164	35,686	30,260
大於 200/100,000	25	42	9,319	2,027,814	222	48,307	
大於 150/100,000	26	45	9,876	2,149,018	219	47,654	125,628
大於 100/100,000	31	46	10,969	2,386,854	238	51,789	237,837
8 個山地鄉	47	48	13,963	3,038,349	291	63,322	325,747

將七個層級各別找出的主動發現個案數及巡檢總費用並繪製成成本效果分析圖，結核病發生率十萬分之 250、150 及 100 的層級進行的 X 光巡檢分別可主動發現 39、45 及 46 名結核病患，具有較高的成本效果。以現行山地鄉全面巡檢與結核病發生率十萬分之 100 兩層級相互比較，其需巡檢之村里數分別為 47 及 31 個，主動發現為 48 及 46 名結核病患，平均每發現 1 位結核病患需要照射 291 及 238 人，平均成本效果比值為 63,322 元及 51,789 元，總計花費為 3,038,349 元及 2,386,854 元，計算其增量成本效果比值，結果發現目前山地鄉全面巡檢的做法，比起巡檢結核病發生率十萬分之 100 的村里，每多發現一名結核病患需要多花費 325,747 元（圖十一）。



圖十一、2011 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析圖  
 (2012 及 2013 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析圖資料請參見附錄四、五)

### 三、花東地區山地鄉結核病低發生率村里 X 光巡檢成本效果

2011 年結果發現結核病發生率小於十萬分之 100 及 150 的村里執行巡檢所耗費的成本是全部成本的 21.4% 及 29.3%，但其效果卻僅有全部效果的 4.2% 及 6.3%，其中平均成本效果比值是全部巡檢的 5.1 及 4.7 倍。2012 年分析發現低發生率村里所耗費的成本是全部成本的 22.4% 及 27.7%，效果為全部效果的 15.9% 及 18.2%，其中平均成本效果比值是全部巡檢的 1.4 及 1.5 倍。2013 年分析發現



低發生率村里所耗費的成本是全部成本的 23.2%及 34.9%，但其效果卻僅有全部效果的 10.7%及 21.4%，其中平均成本效果比值是全部巡檢的 2.2 及 1.6 倍。換句話說，2011 至 2013 年結核病發生率小於十萬分之 100 及 150 的低風險村里的 X 光巡檢區域有事倍功半之趨勢，若取消這些低風險地區的篩檢將可以節省 651,494 元及 1,159,373 元（表七）。

表七、2011 至 2013 年花東地區山地鄉低發生率村里 X 光巡檢成本效果分析表

項目\年	2011	2012	2013
巡檢村里			
8 個山地鄉	47	47	47
小於 100/100,000	16(34.0%)	15(31.9%)	12(25.5%)
小於 150/100,000	21(44.7%)	19(40.4%)	20(42.6%)
確診個案數			
8 個山地鄉	126	105	80
小於 100/100,000	13(10.3%)	13(12.4%)	8(10.0%)
小於 150/100,000	20(15.9%)	14(13.3%)	14(17.5%)
主動發現個案數			
8 個山地鄉	48	44	28
小於 100/100,000	2(4.2%)	7(15.9%)	3(10.7%)
小於 150/100,000	3(6.3%)	8(18.2%)	6(21.4%)
每檢出一人需巡檢人數			
8 個山地鄉	291	345	546
小於 100/100,000	1497(5.1 倍)	486(1.4 倍)	1179(2.2 倍)
小於 150/100,000	1362(4.7 倍)	526(1.5 倍)	888(1.6 倍)
平均成本效果比值			
8 個山地鄉	63322	75072	118810
小於 100/100,000	325747(5.1 倍)	105754(1.4 倍)	256550(2.2 倍)
小於 150/100,000	296371(4.7 倍)	114458(1.5 倍)	193229(1.6 倍)
巡檢總人數			
8 個山地鄉	13963	15172	15277
小於 100/100,000	2994(21.4%)	3402(22.4%)	3538(23.2%)
小於 150/100,000	4087(29.3%)	4210(27.7%)	5328(34.9%)
巡檢總費用			
8 個山地鄉	3038349	3301427	3324275
小於 100/100,000	651494(21.4%)	740275(22.4%)	769869(23.2%)
小於 150/100,000	889331(29.3%)	916096(27.7%)	1159373(34.9%)

#### 四、花東地區結核病高發生率村里 X 光巡檢預估成本效果

最後，為了解將 X 光巡檢由低發生率的山地村里調動到高發生率的非山地鄉村里之可能性，利用 2011 至 2013 年花東地區 47 個山地鄉村里結核病發生率與結核病主動發現率的相關性，並以此相關性建立線性迴歸模型，進而利用非山地鄉村里層級之結核病發生率推估各非山地鄉村里可能之主動發現個案數(參見附件二)。在年度巡檢總預算不變的前提之下，若將山地鄉結核病發生率小於十萬分之 100 之村里的巡檢預算，用於巡檢非山地鄉結核病高發生率之村里，預期將可多發現 2~7 倍不等之結核病個案(表八)。

表八、2011 至 2013 年花東地區山地鄉低發生率與非山地鄉高發生率村里 X 光巡檢之成本效果差異分析表

項目\年	2011		2012		2013	
	山地鄉	非山地鄉	山地鄉	非山地鄉	山地鄉	非山地鄉
發生率	<100	>314	<100	>292	<100	>297
確診個案數	13	33	13	40	8	33
巡檢村里	16	9(56%)	15	8(53%)	12	8(67%)
主動發現個案數[95%信賴區間] <sup>1</sup>	2	14(7 倍) [13-15]	7	15(2 倍) [14-15]	3	13(4 倍) [13-14]
每檢出一人需巡檢人數	1497	207(14%)	486	212(44%)	1179	218(18%)
平均成本效果比值	325,747	45,043(14%)	105,754	46,131(44%)	256,550	47,437(18%)
巡檢總人數	2,994	2,893	3,402	3,185	3,538	2,830
巡檢總費用	651,494	629,517	740,275	693,056	769,869	615,808

註 1：95% 信賴區間請見附錄六，2011 至 2013 年花東地區非山地鄉高發生率村里 X 光巡檢效果之敏感性分析

## 第五章 討論



### 第一節 主要發現

藉由地理資訊系統工具的呈現及空間分析發現，花東地區鄉鎮及村里間結核病疫情，隨著分析單位由鄉鎮改變成村里，可更清楚呈現出區域內部的異質性及更容易偵測到群體聚集現象，證明結核病發生率在「村里」的空間分布較「鄉鎮」容易呈現小區域 (small area) 的異質性。

從花東地區山地鄉各村里依不同發生率執行 X 光巡檢的成本效果及成本效果分析圖發現，隨著巡檢區域的發生率越低，付出的增量成本效果比值越高，且不同發生率的村里在執行 X 光巡檢之成本及效果確實不同。

綜上所述，利用地理資訊系統進行空間流行病學分析，確實驗證結核病的發生率在空間分布上具有小區域 (small area) 的異質性；且花東地區山地鄉結核病高發生率之村里進行 X 光巡檢其成本效果較全部鄉鎮巡檢為佳；非山地鄉結核病高發生率村里進行 X 光巡迴篩檢的成本效果較山地鄉低發生率村里為佳。

### 第二節 與前人研究之比較

本研究不同於過去集中在疫情流行病學調查、危險因子及與鄰近區域之相關性的空間流行病學研究[27.32.33]，首次以不同空間單位大小方式針對同區域進行空間分布異質性分析；亦不同於過去探討政策、中央或地方及不同族群間的執行成本效益分析[3.4. 57.58]，直接針對同一族群間不同結核病發生率區域進行成本效果經濟評估探討。

Ng I. C. 等人曾利用鄉鎮單位進行全域空間自相關分析，發現臺灣的結核病疫情確實受到鄉鎮間空間自相關影響，且集中在北部、東部及西部[12]；Higgs, B. W. 等人利用個案坐標進行空間分析提高群聚監測的敏感性及時效性，但卻影響個案的隱私[43]；本研究使用更小單位，即村里單位，分析花東地區結核病疫情的區域空間自相關情形，除了可以偵測到群聚現象外，亦從分析中資料中獲得確切

的村里位置。這樣的分析結果除可提供更精確的疫情分布資訊，將更有助於結核病防治政策擬定及策略規劃，同時顧及個案隱私，考量國內結核病防治量能及資料處理能力已達到一定水準，未來可考慮調整為更細緻的疫情分析方式。



### 第三節 資源重新配置探討

本研究發現花東地區 2011 年到 2013 年山地鄉 X 光巡檢成本分別為 63,322、75,072 及 118,810 元，其費用較 2003 年全臺的 169,175 元[3]，及 2008 到 2012 年中區的 122,646 元為低[4]；探討費用較低原因發現，早期 X 光巡檢需要購買 X 光片放入 X 光機內進行照射，故其成本較高，到後期 X 光巡檢車均已數位化，可將影像檔直接儲存於硬碟，因此無需再使用 X 光片耗材；除此之外，花東地區的結核病發生率除長期高居全臺之冠[5]，同時亦包含全臺 26.6% 的山地鄉結核病高風險區域，故較其他縣市容易發現結核病患，其結核病 X 光巡檢主動發現成效較高，因此所需成本相對較低。

比較 2011 至 2013 年結核病發生率小於十萬分之 100 及 150 的低發生率之村里與山地鄉全區進行 X 光巡檢情形，結果發現低發生率村里每發現 1 位結核病個案所花費的費用是全區平均的 1.4 到 5.1 倍，但成效卻僅達全區平均的 4.2% 到 21.4%。計算其增量成本效果比值發現，相較在結核病發生率十萬分之 100 的村里進行巡檢，目前山地鄉全面巡檢的作法，每發現一名結核病患需要多花費 114,512 元到 325,747 元不等。比較非山地鄉高發生率村里與山地鄉低發生率村里執行 X 光巡檢的成本效果發現，非山地鄉高發生率村里花費的成本為山地鄉低發生率村里的 14% 到 44%，但效果高出 2 到 7 倍。

由上述的兩個發現，花東地區的 X 光巡檢主動發現成效較臺灣西部地區高，但全面性的山地鄉 X 光巡檢成本效果仍較高發生率村里進行為低，由此可見，山地鄉 X 光巡檢主動發現政策需進行調整，且臺灣西部地區比東地區有更高的改善空間。此外，國際間主動發現篩檢策略而發現的結核病個案占全部個案數的

5.6%[13]，但臺灣 2012 年的篩檢結果僅為 3%，相較於國際間的成果低，因此若政府單位在執行該政策擬定時，可參考空間分析及經濟評估資料，考慮是否有資源重新配置之需要，改以村里為 X 光巡檢執行單位，以利資源有效利用。



#### **第四節 研究限制**

##### **一、樣本資料的限制**

本研究資料是蒐集 2009-2013 年通報資料，所以缺乏 2009 年之前通報個案之重新開案者資料，因此在計算發生率時可能會有低估之情形。此外，本研究單位為村里，因為花東地區村里內的個案數較少，因此容易造成資料估計值不穩定性偏高。

##### **二、非山地鄉 X 光巡檢預估限制**

由於研究資料僅有 2009 年至 2013 年花東地區結核病個案新病人及再治病人人數及其居住縣市鄉鎮村里資料，而相關的社經地位、教育程度等公開資料僅有鄉鎮市區層級，並無村里資料，因此在進行預估非山地鄉的篩檢效益時，僅可以做結核病發生率與主動發現率的相關迴歸進行推估，而無法校正其他危險因子，降低了本研究上述推估的精確性。此外，因為非山地鄉的全面篩檢並非目前 X 光巡檢政策之目標族群，因此目前沒有其實際到檢率的相關資料，故本研究是建立在花東地區山地鄉與非山地鄉 X 光巡檢情況一樣的假設下，利用山地鄉連續三年各村里的到檢率來推估非山地鄉的到檢率，故在推估會有些許誤差。

##### **三、社會成本評估限制**

本研究僅以疾病管制署的角度直接計算 X 光巡檢的成本及可能主動發現檢出的結核病患數，並推估將山地鄉低發生率區域巡檢費用分配至非山地鄉高風險區域進行 X 光巡檢可能檢出的結核病患數，過程未評估因山地鄉低發生率區域

無進行 X 光巡檢導致之未檢出結核病患的社會成本，為本研究限制之一，但因所節省之費用是挪用至非山地鄉高發生率區域來進行 X 光巡檢，評估檢出更多結核病患，以降低其在非山地鄉區域造成的社會成本，故相互抵銷。



## 第五節 研究結論與建議

### 一、結論

我國結核病部分公開資訊多為縣市或鄉鎮行政區域別的資訊，本研究是基於研究地區單位的不同所產生的差異性變化，考量村里層級單位的分析不僅可以保護到結核病個案的隱私，且能夠呈現較鄉鎮層級單位更接近原始資料的結核病分布情形，利用地理資訊系統進行疫情繪製及空間分析，以呈現結核病分布的異質性及群聚現象，將有助於結核病疫情的了解，及 X 光巡檢區域篩選的參考。此外，分析結果發現不同發生率村里的 X 光巡檢成效有明顯差異，因此除了山地鄉外，村里結核病發生率的高低可作為 X 光巡檢區域篩選的參考項目之一。

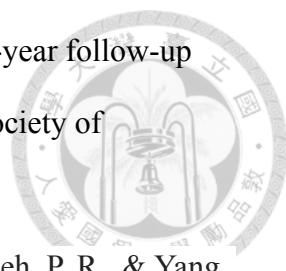
### 二、建議

建議未來的研究者可以以高風險村里及現行政策方式的兩組對照方式，實際到社區中進行 X 光巡檢來驗證實際成效結果。同時未來政府單位在擬定 X 光巡檢主動發現政策時，可參考「空間分析」及「經濟評估」資訊，藉此獲得更趨近真實性疫情分布及成本效果結果資訊，作為 X 光巡檢區域選定及資源配置之參考，並且可考慮將「高發生率村里」作為 X 光巡檢區域篩選的參考項目之一。

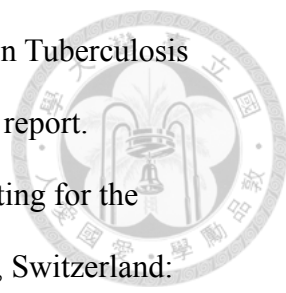
## 第六章 參考文獻




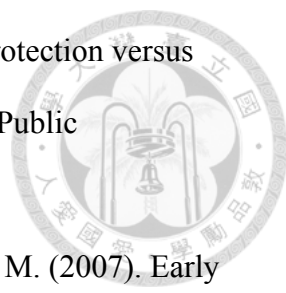
1. WHO. The burden of disease caused by TB. Global tuberculosis report. 2014:7-31.
2. Chen, C. H. (2015, March). National TB control strategies: Taiwanese perspective. Innovative TB Control Strategies to Reach the Goal of TB Elimination by 3035, Taipei City, Taiwan, ROC.
3. 李政益(2003)。行政院衛生署疾病管制局所屬 X 光巡迴篩檢車成本效果分析 (DOH92-DC-2301)。行政院衛生署疾病管制局九十二年科技研究發展計畫。
4. 陳禹潔, 蔡韶慧, 魏嵩璽, 廖芸儂, 陳炫仟, 張瓊文, &林明誠. (2014). 2008 年至 2012 年疾病管制署中區管制中心 X 光車巡檢之成本效果初步分析. 疫情報導,30(8), 161-167.
5. 衛生福利部疾病管制署(2014)：台灣結核病防治年報 2013。台北：衛生福利部疾病管制署。
6. Dou, H. Y., Tseng, F. C., Lu, J. J., Jou, R., Tsai, S. F., Chang, J. R., ... & Su, I. J. (2008). Associations of Mycobacterium tuberculosis genotypes with different ethnic and migratory populations in Taiwan. Infection, Genetics and Evolution, 8(3), 323-330.
7. Jou, R., Chiang, C. Y., & Huang, W. L. (2005). Distribution of the Beijing family genotypes of Mycobacterium tuberculosis in Taiwan. Journal of clinical microbiology, 43(1), 95-100.
8. Vynnycky, E., & Fine, P. E. (1999). Interpreting the decline in tuberculosis: the role of secular trends in effective contact. International journal of epidemiology, 28(2), 327-334.

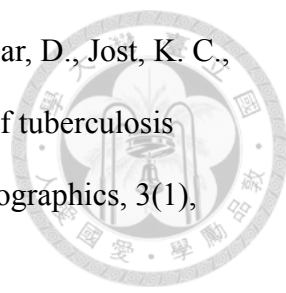
- 
9. Lin DL et al. Tuberculosis contact investigation in Taiwan: a 5-year follow-up study. (Oral presentation at 2010 Annual Meeting of Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine, Taipei, 2012)1210.
  10. Wang, J. Y., Lee, L. N., Lai, H. C., Hsu, H. L., Liaw, Y. S., Hsueh, P. R., & Yang, P. C. (2007). Prediction of the tuberculosis reinfection proportion from the local incidence. *Journal of Infectious Diseases*, 196(2), 281-288.
  11. 王振源. (2007). 再感染對台灣地區結核病發展的重要性. 臺灣大學臨床醫學研究所學位論文, 1-177.
  12. Ng, I. C., Wen, T. H., Wang, J. Y., & Fang, C. T. (2012). Spatial Dependency of Tuberculosis Incidence in Taiwan. *PLoS ONE*, 7(11).
  13. Lange, C., & Mori, T. (2010). Advances in the diagnosis of tuberculosis. *Respirology*, 15(2), 220-240.
  14. 衛生福利部疾病管制署(2013)：結核病診治指引（第五版）。台北：衛生福利部疾病管制署。
  15. World Health Organization. (2013). Systematic screening for active tuberculosis: principles and recommendations. World Health Organization.
  16. Kranzer, K., Afnan-Holmes, H., Tomlin, K., Golub, J. E., Shapiro, A. E., Schaap, A., ... & Glynn, J. R. (2013). The benefits to communities and individuals of screening for active tuberculosis disease: a systematic review. *Int J Tuberc Lung Dis*, 17(4), 432-46.
  17. Lönnroth, K., Corbett, E., Golub, J., Godfrey-Faussett, P., Uplekar, M., Weil, D., & Ravigliione, M. (2013). Systematic screening for active tuberculosis: rationale, definitions and key considerations [State of the art series. Active case finding/screening. Number 1 in the series]. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 17(3), 289-298.



- 
18. World Health Organization. (1974). WHO Expert Committee on Tuberculosis [meeting held in Geneva from 11 to 20 December 1973]: ninth report.
  19. World Health Organization Stop TB Department. Scoping meeting for the development of guidelines on screening for active TB. Geneva, Switzerland: WHO, 2011.
  20. 行政院衛生署 (1995)。臺灣地區公共衛生發展史 (一)。臺北：行政院衛生署。
  21. 衛生福利部疾病管制署 (2015)。結核病防治工作手冊(第二版)。台北：衛生福利部疾病管制署。
  22. 行政院衛生署 (1997)。臺灣地區公共衛生發展史 (三)。臺北：行政院衛生署。
  23. 張淑卿：防癆體系與監控技術：台灣結核病史研究(1945-1970s)。新竹：國立清華大學歷史研究所博士論文，2004。
  24. 索任(2001)。細說結核：從臺灣的 TB 防治談起。醫望，34，37-42。
  25. Pfeiffer, D. U., & Hugh-Jones, M. (2002). Geographical information systems as a tool in epidemiological assessment and wildlife disease management. *Revue scientifique et technique-Office international des épizooties*, 21(1), 91-102.
  26. 張春蘭, & 劉英毓. (2006). 台灣地理資訊系統於公共衛生之研究與應用. *環境與世界*, (13), 57-80.
  27. Wang, F. (2006). *Quantitative methods and applications in GIS*. CRC Press.
  28. Odland, J. (1985). *Spatial autocorrelation*.
  29. 朱健銘. (2000). 土地利用空間型態之研究. 臺北市：臺灣大學地理學研究所碩士論文.
  30. 張秀玲、鄒克萬、張曜麟. (2000). 都市地價之空間態變化特性研究, *地理學與區域發展學術討論會論文集*.

- 
31. 薛益忠, & 郭士鳳. (2010). 利用 [空間自相關] 探索 1999 年至 2005 年台灣腸病毒病例之空間擴散. 華岡地理學報, (25), 37-52.
32. 溫在弘, 金傳春, 蕭朱杏, 嚴漢偉, 范毅軍, & 蘇明道. (2002). 地理資訊系統應用於傳染流行病的疫情偵測, 數據分析與速效控制. 臺灣公共衛生雜誌, 21(6), 449-456.
33. Tsai, P. J., Lin, M. L., Chu, C. M., & Perng, C. H. (2009). Spatial autocorrelation analysis of health care hotspots in Taiwan in 2006. BMC Public Health, 9(1), 464.
34. Openshaw, S. (1984). "The modifiable areal unit problem." Concepts and Techniques in Modern Geography 38(41). Norwich: Geo Books. ISBN 0-86094-134-5.
35. 李明儒. (2008). 不同空間尺度下網格式土地使用變遷模型之敏感性分析. 臺灣大學建築與城鄉研究所學位論文, 1-109.
36. Jelinski D.E., and J. Wu, 1996. "The modifiable areal unit problem and implications for landscape ecology", Landscape Ecology 11(3): 129-140
37. 黃任薇. (2007). GIS 網格解析度之研究. 成功大學都市計劃學系學位論文, 1-63.
38. Amrhein, C.G. and Reynolds, H. (1996) "Using spatial statistics to assess aggregation effects", Geographical Systems, Vol. 3, pp. 143-158.
39. 溫在弘, 劉擇昌, & 林民浩. (2010). 犯罪地圖繪製與熱區分析方法及其應用: 以 1998-2007 年台北市住宅竊盜犯罪為例. 地理研究, 頁, 43-64.
40. 林美君, 蘇明道, 蔡博文, 陳敬宏, & 劉惠玲. (2012). 統計區分類系統在洪災事件之人口暴露量推估. 農業工程學報, 58(3), 40-49.
41. Matisziw, T. C., Grubestic, T. H., & Wei, H. (2008). Downscaling spatial structure for the analysis of epidemiological data. Computers, Environment and Urban Systems, 32(1), 81-93.

- 
42. Olson, K. L., Grannis, S. J., & Mandl, K. D. (2006). Privacy protection versus cluster detection in spatial epidemiology. *American Journal of Public Health*, 96(11), 2002.
43. Higgs, B. W., Mohtashemi, M., Grinsdale, J., & Kawamura, L. M. (2007). Early detection of tuberculosis outbreaks among the San Francisco homeless: trade-offs between spatial resolution and temporal scale. *PLoS One*, 2(12), e1284.
44. Chan-Yeung, M., Yeh, A. G. O., Tam, C. M., Kam, K. M., Leung, C. C., Yew, W. W., & Lam, C. W. (2005). Socio-demographic and geographic indicators and distribution of tuberculosis in Hong Kong: a spatial analysis. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 9(12), 1320-1326.
45. Munch, Z., Van Lill, S. W. P., Booyesen, C. N., Zietsman, H. L., Enarson, D. A., & Beyers, N. (2003). Tuberculosis transmission patterns in a high-incidence area: a spatial analysis. *The international journal of tuberculosis and lung disease*, 7(3), 271-277.
46. Murray, E. J., Marais, B. J., Mans, G., Beyers, N., Ayles, H., Godfrey-Faussett, P., ... & Bond, V. (2009). A multidisciplinary method to map potential tuberculosis transmission 'hot spots' in high-burden communities. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 13(6), 767-774.
47. Beyers, N., Gie, R. P., Zietsman, H. L., Kunneke, M., Hauman, J., Tatley, M., & Donald, P. R. (1996). The use of a geographical information system (GIS) to evaluate the distribution of tuberculosis in a high-incidence community.
48. Couceiro, L., Santana, P., & Nunes, C. (2011). Pulmonary tuberculosis and risk factors in Portugal: a spatial analysis. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 15(11), 1445-1455.

- 
49. Moonan, P. K., Bayona, M., Quitugua, T. N., Oppong, J., Dunbar, D., Jost, K. C., & Weis, S. E. (2004). Using GIS technology to identify areas of tuberculosis transmission and incidence. *International Journal of Health Geographics*, 3(1), 23.
50. Moonan, P. K., Oppong, J., Sahbazian, B., Singh, K. P., Sandhu, R., Drewyer, G., & Weis, S. E. (2006). What is the outcome of targeted tuberculosis screening based on universal genotyping and location? *American journal of respiratory and critical care medicine*, 174(5), 599-604.
51. Goswami, N. D., Hecker, E. J., Vickery, C., Ahearn, M. A., Cox, G. M., Holland, D. P., & Stout, J. E. (2012). Geographic information system-based screening for TB, HIV, and syphilis (GIS-THIS): a cross-sectional study. *PloS one*, 7(10), e46029.
52. Drummond, M. F. (2005). *Methods for the economic evaluation of health care programmes*. Oxford university press.
53. Cohen, D. J., & Reynolds, M. R. (2008). Interpreting the results of cost-effectiveness studies. *Journal of the American College of Cardiology*, 52(25), 2119-2126.
54. 謝其政. (2011). 台灣末期腎臟病患血液透析與腹膜透析成本效果分析. 臺灣大學健康政策與管理研究所學位論文, 1-120.
55. Mupere, E., Schiltz, N. K., Mulogo, E., Katamba, A., Nabbuye-Sekandi, J., & Singer, M. E. (2013). Effectiveness of active case-finding strategies in tuberculosis control in Kampala, Uganda. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 17(2), 207-213.
56. Nishikiori, N., & Van Weezenbeek, C. (2013). Target prioritization and strategy selection for active case-finding of pulmonary tuberculosis: a tool to support country-level project planning. *BMC public health*, 13(1), 97.

57. 黃昱勳, 詹佩君, 盧珉如, 廖芸儂, 許建邦, & 陳昶勳. (2015). 結核病接觸者胸部 X 光巡檢成效分析. 疫情報導, 31(6), 140-151.
58. 廖芸儂, 鄭人豪, 許建邦, 黃彥芳, & 陳昶勳. (2015). 特殊目標族群胸部 X 光巡迴篩檢成效分析. 疫情報導, 31(6), 132-139.



## 附錄一

附錄表一、2011 至 2013 年山地鄉村里 X 光巡檢之戶籍人口到檢率 (%)

縣市鄉鎮別	村里別	2011	2012	2013
花蓮縣秀林鄉	文蘭村	37.65	29.74	33.75
花蓮縣秀林鄉	水源村	41.34	35.68	36.19
花蓮縣秀林鄉	秀林村	30.50	42.41	37.01
花蓮縣秀林鄉	佳民村	31.48	36.31	40.72
花蓮縣秀林鄉	和平村	28.61	52.63	41.86
花蓮縣秀林鄉	崇德村	28.90	33.49	36.33
花蓮縣秀林鄉	富世村	29.07	31.54	33.51
花蓮縣秀林鄉	景美村	33.38	22.95	26.44
花蓮縣秀林鄉	銅門村	29.27	36.48	35.89
花蓮縣卓溪鄉	太平村	27.75	36.31	40.99
花蓮縣卓溪鄉	古風村	28.34	31.26	25.85
花蓮縣卓溪鄉	立山村	27.05	43.33	37.01
花蓮縣卓溪鄉	卓清村	38.80	39.25	33.77
花蓮縣卓溪鄉	卓溪村	32.62	29.86	25.18
花蓮縣卓溪鄉	崙山村	28.36	40.70	31.73
花蓮縣萬榮鄉	西林村	40.16	49.36	43.77
花蓮縣萬榮鄉	見晴村	25.39	36.55	17.80
花蓮縣萬榮鄉	明利村	26.98	40.09	25.15
花蓮縣萬榮鄉	紅葉村	26.10	29.60	23.10
花蓮縣萬榮鄉	馬遠村	26.50	17.93	11.40
花蓮縣萬榮鄉	萬榮村	16.63	38.23	24.84
臺東縣延平鄉	永康村	32.87	29.89	29.84
臺東縣延平鄉	武陵村	40.47	31.06	36.63
臺東縣延平鄉	紅葉村	37.80	34.40	34.80
臺東縣延平鄉	桃源村	29.63	29.47	26.00
臺東縣延平鄉	鸞山村	27.25	26.53	32.45
臺東縣金峰鄉	正興村	25.82	34.95	34.91
臺東縣金峰鄉	新興村	18.93	20.23	23.05
臺東縣金峰鄉	嘉蘭村	16.97	28.72	26.51
臺東縣金峰鄉	賓茂村	33.25	35.31	30.43
臺東縣金峰鄉	壠坵村	25.80	29.90	32.30
臺東縣海端鄉	加拿村	33.98	26.97	25.45
臺東縣海端鄉	利稻村	31.12	31.31	27.19
臺東縣海端鄉	崁頂村	37.07	30.85	27.20

臺東縣海端鄉	海端村	37.63	31.98	30.32
臺東縣海端鄉	廣原村	38.33	28.71	26.44
臺東縣海端鄉	霧鹿村	31.69	33.15	34.80
臺東縣達仁鄉	土坂村	28.27	28.88	25.37
臺東縣達仁鄉	台坂村	25.85	32.36	29.71
臺東縣達仁鄉	安朔村	22.86	27.09	21.95
臺東縣達仁鄉	南田村	15.91	23.97	20.41
臺東縣達仁鄉	森永村	18.13	25.00	19.16
臺東縣達仁鄉	新化村	22.92	32.24	30.53
臺東縣蘭嶼鄉	東清村	17.22	14.89	40.22
臺東縣蘭嶼鄉	紅頭村	16.79	13.13	43.71
臺東縣蘭嶼鄉	朗島村	22.56	17.42	43.69
臺東縣蘭嶼鄉	椰油村	16.38	15.63	41.94



## 附錄二

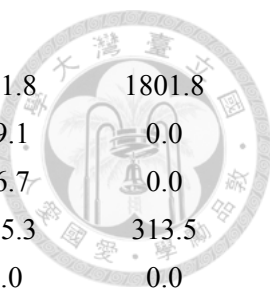
非山地鄉 X 光巡檢確診個案數預估方法：

利用 2011 至 2013 年花東地區山地鄉村里結核病發生率及主動發現情形得  $77.70+0.83*$ 前兩年結核病平均發生率之線性迴歸式（參見附錄表二、三），並求得當年主動發現率後，進而除以 100,000 後再乘上村里民眾 X 光巡檢人數，以求得非山地鄉 X 光巡檢估計確診人數。

附錄表二、2011 至 2013 年花東地區山地鄉村里結核病發生率及主動發現情形

村里別\年	2011		2012		2013	
	發生率	主動發現率	發生率	主動發現率	發生率	主動發現率
花蓮縣秀林鄉						
文蘭村	256.5	970.9	400.7	735.3	547.5	875.3
水源村	483.6	704.2	474.0	402.4	290.6	193.8
秀林村	574.7	306.7	400.9	221.7	328.4	253.8
佳民村	434.5	272.5	342.8	0.0	257.3	0.0
和平村	376.3	434.8	280.6	238.1	500.1	147.3
崇德村	463.7	606.1	461.3	1056.3	528.6	321.0
富世村	208.2	161.3	255.3	150.8	259.9	139.9
景美村	274.5	939.6	425.8	197.2	516.6	0.0
銅門村	418.1	478.5	315.7	0.0	245.9	0.0
花蓮縣卓溪鄉						
太平村	226.4	0.0	285.3	0.0	169.1	549.5
古風村	206.1	0.0	209.5	0.0	128.9	337.8
立山村	680.5	864.6	765.6	540.5	468.0	434.8
卓清村	219.1	387.6	259.2	191.6	150.4	0.0
卓溪村	108.0	0.0	56.4	0.0	114.3	0.0
崙山村	362.8	0.0	507.6	714.3	508.1	446.4
花蓮縣萬榮鄉						
西林村	173.4	538.6	213.0	288.2	286.0	0.0
見晴村	410.0	1111.1	418.1	0.0	282.1	0.0
明利村	58.2	0.0	59.2	0.0	118.5	487.8
紅葉村	595.5	819.7	567.4	245.1	395.8	0.0
馬遠村	34.8	0.0	34.8	0.0	36.0	0.0
萬榮村	143.5	606.1	100.8	0.0	100.8	432.9





臺東縣延平鄉						
永康村	0.0	0.0	138.1	961.5	281.8	1801.8
武陵村	268.6	341.3	203.3	0.0	69.1	0.0
紅葉村	88.7	0.0	88.7	561.8	96.7	0.0
桃源村	121.1	0.0	83.0	558.7	165.3	313.5
鸞山村	203.5	0.0	203.5	0.0	0.0	0.0
臺東縣金峰鄉						
正興村	147.8	0.0	147.5	0.0	74.2	0.0
新興村	0.0	0.0	242.7	0.0	242.7	0.0
嘉蘭村	70.6	0.0	67.6	0.0	68.7	262.5
賓茂村	373.0	724.6	241.5	0.0	243.9	840.3
壠坵村	0.0	0.0	0.0	269.5	269.5	0.0
臺東縣海端鄉						
加拿村	217.1	0.0	217.1	1105.0	372.6	0.0
利稻村	144.5	0.0	288.6	970.9	296.1	1111.1
崁頂村	246.3	0.0	435.5	1271.2	385.2	483.1
海端村	233.3	0.0	197.8	506.3	160.6	0.0
廣原村	298.2	771.2	297.0	0.0	197.3	0.0
霧鹿村	0.0	0.0	0.0	0.0	137.0	0.0
臺東縣達仁鄉						
土坂村	47.1	335.6	94.9	337.8	143.7	0.0
台坂村	0.0	0.0	63.1	0.0	63.1	463.0
安朔村	279.8	0.0	339.3	921.7	243.9	0.0
南田村	0.0	0.0	113.6	0.0	113.6	0.0
森永村	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1098.9
新化村	251.9	0.0	251.9	0.0	0.0	0.0
臺東縣蘭嶼鄉						
東清村	0.0	0.0	0.0	471.7	35.1	0.0
紅頭村	42.4	440.5	74.0	0.0	74.0	0.0
朗島村	62.7	0.0	58.8	662.3	116.4	0.0
椰油村	53.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

註：發生率\*為前兩年村里結核病發生率平均。

附錄表三、前兩年村里發生率平均與當年胸部 X 光主動發現率相關性

變數	自由度	參數估計	標準誤差	t 值	P 值
截距	1	77.70445	46.25899	1.68	0.0952
發生率	1	0.83053	0.16854	4.93	<.0001

### 附錄三

每張 X 光巡檢費用計算方式：

(一) 調查 2011 年至 2014 年疾病管制署委託衛生福利部花蓮醫院胸部 X 光照射費用及 2013 年東區管中心執行 X 光巡檢費用。

(二) 計算 2013 年衛生福利部疾病管制署委託衛生福利部花蓮醫院每巡檢一名個案之費用(含胸部 X 光照射及洗片判讀)為 141.2 元(如附錄表四)。

附錄表四、2011 至 2014 年衛生福利部疾病管制署委託衛生福利部花蓮醫院胸部 X 光照射費用

年/項目	核銷人數	洗片判讀費/一片	照射費/一片
2011	13656	32	82.8
2012	12578	32	82.8 或 82.79
2013	12740	41	100.2
2014	11237	42.2	100.3

(三) 計算 2013 年東區管中心每巡檢一名個案之費用(執行一張含胸部 X 光照射及洗片判讀)總費用為 293.9 元(如附錄表五)。

附錄表五、2013 年東區管中心執行 X 光巡檢費用

人事成本		固定成本		變動成本	
項目	費用	項目	費用	項目	費用
X 光車駕駛員	960323	X 光巡迴車	991666.7	油料	68821
放射師		X 光機保養	330000	維護費	149539
		TLD 計測費	3600	差旅費	72893
				證照費	3600
				郵資	1898
				文書費	400
合計	960323	合計	1325266.7	合計	297151

(四) 將 2013 年疾病管制署委託衛生福利部花蓮醫院每執行一張胸部 X 光照射及洗片判讀總費用，加上 2013 年東區管中心執行 X 光巡檢費用及委

外洗片判讀總費用除以 2 為 217.6  $[(141.2+293.9) / 2]$ ，最高值 293.9，最低值 141.2。



## 附錄四

### 2012 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析

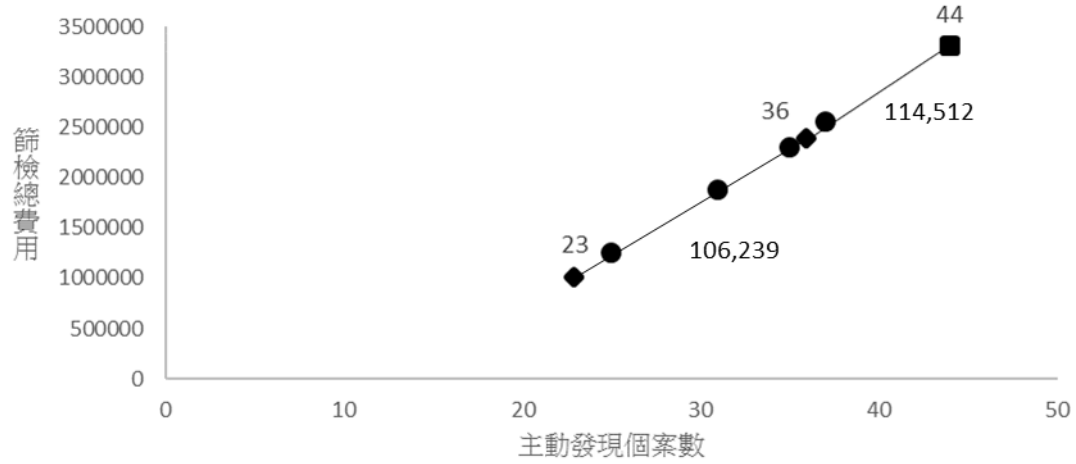
將 2012 年花東地區山地鄉各村里依不同發生率分成七個層級並計算其 X 光巡檢的成本效果。結核病發生率大於十萬分之 350 的村里共計 10 個，主動發現 23 個結核病患，平均每發現一位結核病患需要照射 201 人，平均成本效果比值 43,738 元，總計花費 1,004,224 元。結核病發生率越低的層級，所需巡檢的村里、巡檢人數及花費越多；而 2012 年政府全面執行政策需巡檢 47 個村里，主動發現 44 個結核病患，平均每發現 1 位結核病患需要照射 345 人，平均成本效果比值 75,072 元，總計花費 3,301,427 元（附錄表六）。

附錄表六、2012 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析表

選項	村 里	發現病 患數 (人)	巡檢總 人數 (人)	巡檢總費 用 (元)	每檢出一人 需巡檢人數 (人)	平均成本 效果比值 (元)	增量成本 效果比值 (元)
大於 350/100,000	10	23	4,615	1,004,224	201	43,738	
大於 300/100,000	13	25	5,777	1,257,075	231	50,266	
大於 250/100,000	20	31	8,648	1,881,805	288	62,669	
大於 200/100,000	27	35	10,567	2,299,379	311	67,674	
大於 150/100,000	28	36	10,962	2,385,331	305	66,368	106,239
大於 100/100,000	32	37	11,770	2,561,152	318	69,197	
8 個山地鄉	47	44	15,172	3,301,427	345	75,072	114,512

將七個層級各別找出的主動發現個案數及巡檢總費用並繪製成成本效果分析圖，結核病發生率十萬分之 150 的層級進行的 X 光巡檢別可主動發現 36 名結核病患，具有較高的成本效果。以現行山地鄉全面巡檢與結核病發生率十萬分之 150 兩層級相互比較，其需巡檢之村里分別為 47 及 28 個，主動發現為 44 及 36 個結核病患，平均每發現一位結核病患需要照射 345 及 305 人，平均成本效果比值 75,072 及 66,368 元，總計花費分別為 3,301,427 及 2,385,331 元，計算其增量

成本效果比值，結果發現目前山地鄉全面巡檢的作法，比起巡檢結核病發生率十萬分之 100 的村里，每發現一名結核病患需要多花費 114,512 元（附錄圖一）。



附錄圖一、2012 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析圖

## 附錄五

### 2013 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析

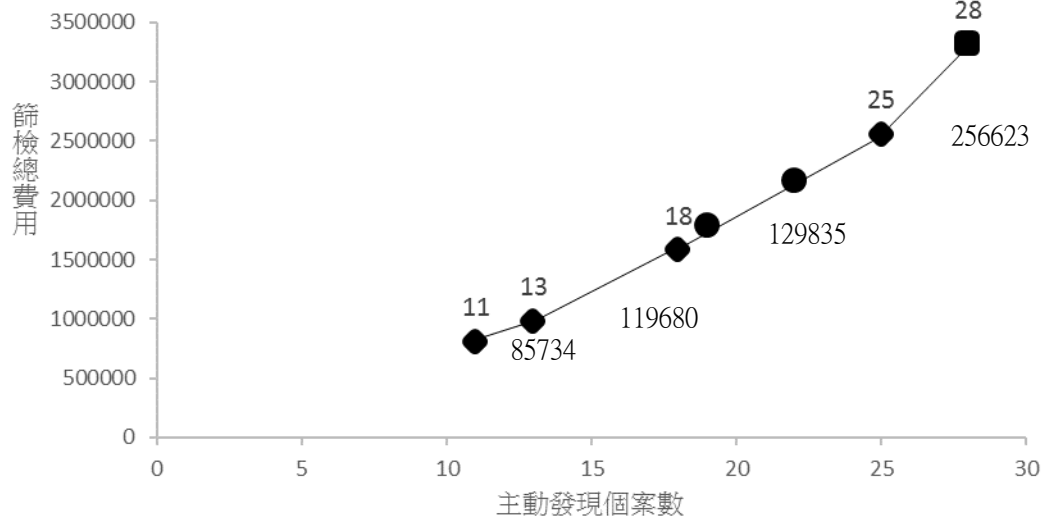
將 2013 年花東地區山地鄉各村里依不同發生率分成七個層級並計算其胸部 X 光巡檢的成本效果發現，結核病發生率大於十萬分之 350 的村里共計 9 個，主動發現 11 位結核病患，平均每發現一位結核病患需要照射 337 人，平均成本效果比值 73,331 元，總計花費 806,426 元，發現結核病發生率越低的層級，所需巡檢的村里及花費越多；而 2013 年全面巡檢 47 個村里，主動發現 28 個結核病患，平均每發現 1 位結核病患需要照射 546 人，平均成本效果比值 118,810 元，總計花費 3,324,275 元（附錄表七）。

附錄表七、2013 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析表

選項	村里數	發現病患數 (人)	巡檢總人數 (人)	巡檢總費用 (元)	每檢出一人需巡檢人數 (人)	平均成本效果比值 (元)	增量成本效果比值 (元)
大於 350/100,000	9	11	3,706	806,426	337	73,331	
大於 300/100,000	10	13	4,494	977,894	346	75,290	85,734
大於 250/100,000	18	18	7,244	1,576,294	402	87,475	119,680
大於 200/100,000	22	19	8,187	1,781,491	431	93,786	
大於 150/100,000	27	22	9,949	2,164,902	452	98,355	
大於 100/100,000	35	25	11,739	2,554,406	470	102,272	129,835
8 個山地鄉	47	28	15,277	3,324,275	546	118,810	256,623

將七個層級各別找出的主動發現個案數及巡檢總費用並繪製成成本效果分析圖，結核病發生率十萬分之 300、250 及 100 的層級進行的 X 光巡檢分別可主動發現 13、18 及 25 名結核病患，具有較高的成本效果。以現行山地鄉全面巡檢與結核病發生率十萬分之 100 兩層級相互比較，其需巡檢之村里分別為 47 及 35 個，主動發現為 28 及 25 個結核病患，平均每發現一名結核病患需要照射 546 人及 470 人，平均成本效果比值 118,810 元及 102,272 元，總計花費分別為 3,324,275 元及 2,554,406 元，計算其增量成本效果比值，結果發現目前山地鄉全

面巡檢的做法，比起巡檢結核病發生率十萬分之 100 的村里，每發現一名結核病患需要多花費 256,623 元（附錄圖二）。



附錄圖二、2013 年花東地區山地鄉不同發生率村里 X 光巡檢成本效果分析圖

## 附錄六

附錄表八、2011 至 2013 年花東地區非山地鄉高發生率村里 X 光巡檢效果之敏感性分析

年\項目	平均值	90% 信賴區間		95% 信賴區間	
2011 年	14	13	15	13	15
2012 年	15	14	16	14	16
2013 年	13	12	13	12	13