

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告

(出國類別：研究)

參與「傳染病數學模式、防治策略與風險評估研討課程」心得報告

服務機關：衛生署疾病管制局

出國人職稱：薦任科員

姓名：吳俊賢

出國地區：英國倫敦

出國期間：九十二年九月十五日至廿六日

報告日期：九十二年十月五日

J4 / C09203588

系統識別號:C09203588

公務出國報告提要

頁數: 20 含附件: 否

報告名稱:

赴英國參加傳染病數學模式、防治策略與風險評估研討課程

主辦機關:

行政院衛生署疾病管制局

聯絡人/電話:

黃貴玲/23959825x3022

出國人員:

吳俊賢 行政院衛生署疾病管制局 疾病監測調查組 薦任科員

出國類別: 研究

出國地區: 英國

出國期間: 民國 92 年 09 月 13 日 -民國 92 年 09 月 27 日

報告日期: 民國 92 年 10 月 05 日

分類號/目: J4/公共衛生、檢疫 J4/公共衛生、檢疫

關鍵詞: 傳染病,數學模式, 防治策略,風險評估

內容摘要: 二〇〇三年春天,變種的冠狀病毒造成香港、中華人民共和國、新加坡、加拿大與中華民國等國新興的嚴重急性呼吸道症候群的疫情,也喚醒了民眾對新興及再浮現傳染病的認知與警覺。近年來的、禽流感、重症流行性感冒、登革出血熱、瘧疾、肺結核、愛滋病與人類免疫缺失病毒感染、庫賈氏症、西尼羅腦炎等傳染性疾病,不論屬於新興傳染病或屬於再浮現傳染病,都造成了不可估計之社會的、經濟的與健康的衝擊。而在恐怖主義的環伺之下,生物恐怖之疑慮,更是方興未艾。有鑑於此,流行病學家與統計學家,莫不期盼藉由建立完整的偵測與資料收集系統,建立以數學模式來量化傳染病的傳染動力學與防治的方法,並評估防治的成本效益的方法,協助傳染病防治政策的建立、評估與修正。本「傳染病數學模式、防治策略與風險評估研討課程」假倫敦大學帝國學院舉行,內容有:蟲媒、寄生蟲與呼吸道傳染病、結核病與愛滋病與人類免疫不全病毒感染族群傳染模式與控制成效分析、之數學模式分析、運用數學模式於庫賈氏症、狂牛症與口蹄疫之傳染模式、傳染病控制及政策、加護病房院內抗藥性菌株感染研究與控制、生物戰劑與新興傳染病之研究等。藉由這次寶貴的學習經驗,除了學習目前國際上最新的傳染病數學模式之外,更重要的收穫是認識了來自世界各國、各個領域的同好,學習如何運用到自己的專業領域上。最精采的部分是最後兩天的實例研究,分組從一個資料庫開始按部就班地逐步拆解、思考、分析與研究資料庫中可能含有的訊息,對於衛生政策或防疫措施可能隱含的意義為何。隨後再腦力激盪,設法依照課堂中所學的方法進行分析,在這樣腦力激盪火花下,往往有許多意想不到的做法或詮釋。建議未來朝向提供多元化的教育訓練、強化國內合作、選擇國家重點方針、拓展國際交流等方向進行,除了可以增進兩國之誼,也能夠從中學習,更強化我國的防疫經驗。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要

二〇〇三年春天，變種的冠狀病毒造成香港、中華人民共和國、新加坡、加拿大與中華民國等國新興的嚴重急性呼吸道症候群的疫情，也喚醒了民眾對新興及再浮現傳染病的認知與警覺。近年來的、禽流感、重症流行性感冒、登革出血熱、瘧疾、肺結核、愛滋病與人類免疫缺失病毒感染、庫賈氏症、西尼羅腦炎等傳染性疾病，不論屬於新興傳染病或屬於再浮現傳染病，都造成了不可估計之社會的、經濟的與健康的衝擊。而在恐怖主義的環伺之下，生物恐怖之疑慮，更是方興未艾。有鑑於此，流行病學家與統計學家，莫不期盼藉由建立完整的偵測與資料收集系統，建立以數學模式來量化傳染病的傳染動力學與防治的方法，並評估防治的成本效益的方法，協助傳染病防治政策的建立、評估與修正。

本「傳染病數學模式、防治策略與風險評估研討課程」假倫敦大學帝國學院舉行，內容有：蟲媒、寄生蟲與呼吸道傳染病、結核病與愛滋病與人類免疫不全病毒感染族群傳染模式與控制成效分析、之數學模式分析、運用數學模式於庫賈氏症、狂牛症與口蹄疫之傳染模式、傳染病控制及政策、加護病房院內抗藥性菌株感染研究與控制、生物戰劑與新興傳染病之研究等。藉由這次寶貴的學習經驗，除了學習目前國際上最新的傳染病數學模式之外，更重要的收穫是認識了來自世界各國、各個領域的同好，學習如何運用到自己的專業領域上。

最精采的部分是最後兩天的實例研究，分組從一個資料庫開始按部就班地逐步拆解、思考、分析與研究資料庫中可能含有的訊息，對於衛生政策或防疫措施可能隱含的意義為何。隨後再腦力激盪，設法依照課堂中所學的方法進行分析，在這樣腦力激盪火花下，往往有許多意想不到的做法或詮釋。建議未來朝向提供多元化的教育訓練、強化國

內合作、選擇國家重點方針、拓展國際交流等方向進行，除了可以增進兩國之誼，也能夠從中學習，更強化我國的防疫經驗。

目次

壹、目的：.....	5
貳、前言.....	5
參、過程.....	6
蟲媒與寄生蟲傳染病傳染模式與控制成效分析：.....	7
結核病與愛滋病與人類免疫不全病毒感染族群之數學模式分析：.....	9
運用數學模式於傳染病控制及政策：.....	11
運用數學模式於加護病房院內抗藥性菌株感染研究與控制：.....	11
呼吸道傳染病之數學模式分析：.....	12
運用數學模式於生物戰劑與新興傳染病之研究：.....	12
運用數學模式評估庫賈氏症、狂牛症與口蹄疫之傳染模式：.....	13
肆、心得.....	16
伍、建議.....	18

「傳染病數學模式、防治策略與風險評估研討課程」

出國報告

壹、目的：

- 一、學習目前最新與最重要的傳染流行病學新知。
- 二、從實務面學習傳染流行病學的統計模式分析，並結合為傳染流行病防疫政策制定之參考。
- 三、建立與英國傳染流行病學領域合作研究之管道。

貳、前言

二〇〇三年的春天，變種的冠狀病毒造成香港、中華人民共和國、新加坡、加拿大與中華民國等國新興的嚴重急性呼吸道症候群的疫情，也喚醒了民眾對新興及再浮現傳染病的認知與警覺。

歷史的經驗告訴我們，除了新興及再浮現傳染病外，基因重組後的新型病毒，如流行性感冒，將可能是造成大量健康危害的可怕致病原。近年來的嚴重急性呼吸道症候群、禽流感、重症流行性感冒、登革出血熱、瘧疾、肺結核、愛滋病與人類免疫缺失病毒感染、庫賈氏症、西尼羅腦炎等傳染性疾病，不論屬於新興傳染病或屬於再浮現傳染病，都造成了不可估計之社會的、經濟的與健康的衝擊。這些具有傳染性的生物性物質，伴隨著人類直接或間接、蓄意或無意的行為，而擴張其生命版圖，造成人類生命與健康的威脅。氣候變遷、交通普

及與自由化、都市化、去森林化，迫使致病原不得不擴張其生命版圖，以求生存，卻也使新興及再浮現傳染病的問題，成為眾所矚目的一環。

而在恐怖主義的環伺之下，生物恐怖之疑慮，更是方興未艾。有鑑於此，流行病學家與統計學家，莫不期盼藉由建立完整的偵測與資料收集系統，建立以數學模式來量化傳染病的傳染動力學與防治的方法，並評估防治的成本效益的方法，協助傳染病防治政策的建立、評估與修正。

目前這些數學模式已經被運用於微寄生蟲與巨寄生蟲的傳染模式與防治成效評估，如；非洲的蠕蟲感染、蟲媒傳染病（如：登革熱與瘧疾）、疫苗可預防傳染病、流行性感冒、抗藥性微生物與性、接觸傳染病的研究，也協助衛生主管機關有效運用有限的資源，在最需要的傳染病與正確的防治措施上。

參、過程

本「傳染病數學模式、防治策略與風險評估研討課程」出國進修的時間為 2003 年 9 月 15 日至 9 月 26 日，假倫敦大學帝國學院舉行。課程內容含括：傳染流行病學新知、跨領域整合的傳染流行病學、統計學與數學模式分析概念、微寄生蟲傳染流行病學模式簡介、巨寄生蟲傳染流行病學模式簡介、性與接觸傳染流行病學模式簡介、飛沫傳染流行病學模式簡介、計量傳染流行病學及其在防疫與衛生政策之運用、實例模擬演練…等，茲摘錄簡介如下：

蟲媒與寄生蟲傳染病傳染模式與控制成效分析：

蟲媒傳染病傳染模式與控制成效分析主要由Dr. María-Gloria Basáñez介紹，她在非洲地區進行多項*Onchocerca volvulus*的傳染模式研究。主要的研究領域中蟲媒為昆蟲綱與節肢動物綱（虱、蚤、蟬、蚊、蠅、恙蟲…等）對微寄生蟲（如：病毒與原蟲）與巨寄生蟲（如：線蟲）的傳染模式。

蟲媒傳染的系經由兩種主要傳播媒介：機械式傳播與生物性傳播，其中機械性傳播致病原並未在蟲媒身上進行生命循環，也沒有增殖，例如：蒼蠅身上所夾帶的細菌導致痢疾、或椎蟲所傳播的椎蟲病（*trypanosomiasis*）。生物性的傳播則又區分為在蟲媒體內繁殖（如：*Yersinia pestis*）、在蟲媒體內繁殖且發育（*Plasmodium, Leishmania*）、在蟲媒體內發育未繁殖（*Onchocerca, Wuchereria*）等三大類。

傳播途徑區分為：水平傳播與垂直傳播。其中水平傳播係經由蟲媒媒介在宿主間傳播（如：**malaria, filariasis**）；垂直傳播則致病原在蟲媒體內又可傳給其子代，可能經卵傳播（如：登革病毒在*Aedes aegypti*）。

蟲媒傳染病的重要生物因子為：

- 蟲媒會與吸食宿主血液
- 假定每單位時間內吸食宿主的血液次數恆定： $m = V/H$

- 叮咬頻率： $1/g$
- 假定吸食人血比上動物血的比例（HBI）為： h
- 因此平均每隻昆蟲叮咬（人）率為： $a = h/g$
- 其他需考量的因子：
 - 該昆蟲日叮咬型態與季節性叮咬型態
 - 該昆蟲吸血與休息的習性
 - 該昆蟲密度
 - 宿主防禦行為
 - 宿主免疫機制
 - 蟲媒每日存活率： p

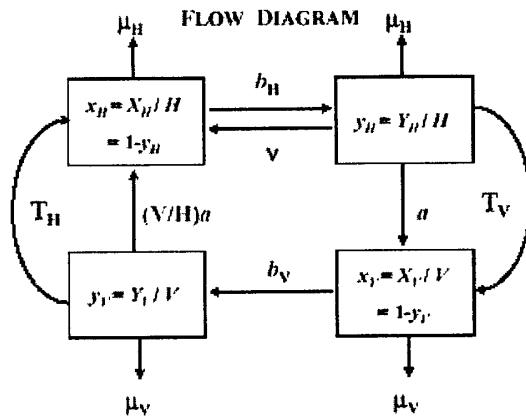
由上方函數可推蟲媒的傳播能力（VECTOR COMPETENCE）包含每次叮咬成功感染宿主的百分比： b_H 與每次叮咬成功感染蟲媒的百分比： b_V 。

在考量內在潛伏期（IIP）與外在潛伏期（EIP）時，還必須校正宿主與蟲媒的相對時間差，因為一秒鐘對宿主來說與對昆蟲來說的意義是不同的，所以必須藉由宿主/蟲媒的預期壽命後，求得相對潛伏期與相對感染期。

昆蟲的存活函數： $S(t)$ 、每日存活率為 $p = \exp(-\mu_V)$ ； $t = 1$ 、蟲媒死亡率為 $\mu_V = -\ln p$ ，假定 $\mu_V(t) = \mu_V$ ，則 $SV(t) = \exp(-\mu_V t)$ 。則預期

可感染期為 $LV = \exp(-\mu_v n) / \mu_v$ 。蟲媒可以活到外在潛伏期的機率

為： pn or $\exp(-\mu_v n)$ 。



摘自 Dr. Maria-Gloria Basáñez 授課講義

• $dy_V/dt = a b_V y_H (1-y_V) p^n - \mu_V y_V$
 (version in Dye, 1994)

因此 $(V/H)a > V\mu_v ab_H b_V$ 即為叮咬率的閾值，超過則可能會造成蟲媒傳染病的持續傳播，而 $(V/H)a^2 b_H b_V / V\mu_v$ 即為 R_0 ，反之若 R_0 小於 1 則會逐漸消失。

結核病與愛滋病與人類免疫不全病毒感染族群之數學模式分析：

結核病之數學模式分析由 Dr. Geoff Garnett 講授，由於結核病每年約造成十萬名兒童死亡，同時也是傳染病中造成中壯年人口死亡的主要原因，加上愛滋病的盛行與抗藥性菌株的出現，更使的結核病的防治上更形困難。專家預估如果無法更有效地控制結核病，未來廿年後，將有近十億人口遭到感染，其中兩億人口發病，七千萬人死亡，

不可不重視並加強結核病的防治。

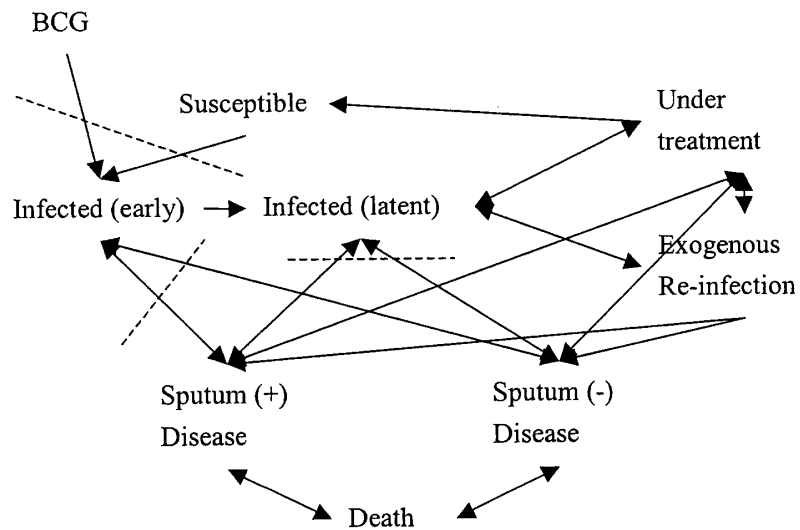
下圖為結核病傳染模式圖，在考量可能的致病模式，並加入未完成治療、二次感染與卡介苗的影響後，估計其 R_0 與 R_t 分別為：

$$R_0 = D \cdot C \cdot \beta$$

$$R_t = R_0 \cdot x$$

其中，

- D：平均可感染期
- C：性接觸發生率
- β ：經由性接觸而傳染的可能性
- x：扣除接種卡介苗後的可感受性宿主比例



圖、結核病傳染模式圖，修改自Dr. Geoff Garnett授課講義

由上面公式可以定義「預防接種閾值， P_C 」，求得當預防接種率高於 $P_C=1-(1/R_0)$ 時，若疫苗為百分之百有效，則疫情可以控制。

當 $R_0=D \cdot N \cdot \beta$ ，維持結核桿菌在族群中流行的臨界族群數為： $N_r=1/(D \cdot \beta)$ 。

其中，

- D ：平均可感染期
- N ：宿主族群數
- β ：經由性接觸而傳染的可能性
- x ：扣除接種卡介苗後的可感受性宿主比例

運用數學模式於傳染病控制及政策：

數學模式運用於傳染病控制及政策主要由Dr. Roy M. Anderson講授。主要的功能在於協助找出致病原、發展診斷工具、研究傳染模式、找出最有效或最有利的防疫政策、協助找出有效的治療方法，以求立即進行防疫措施，有效控制疫情，同時減少罹病率與死亡率。

運用數學模式於加護病房院內抗藥性菌株感染研究與控制：

本課程由Dr. D. J. Austin與Dr. Roy M. Anderson講授，以VRE為例，院內感染的VRE的傳染模式為： $R_0 = R_p \times R_s$ ，為在一個沒有VRE

的可感受性加護病房中平均每個VRE個案所感染的繼發性VRE個案

$$R_0 = \frac{mb_p b_s r^2}{\mu' \mu''}。$$

研究發現，洗手可以有效降低VRE個案的發生，洗手遵從度越高越有可能根除VRE。除此之外戴手套、穿隔離衣、限制抗生素的使用、單一護理人員照顧制度等感控措施可以有效降低百分之五十的VRE盛行率。

呼吸道傳染病之數學模式分析：

呼吸道傳染病數學模式分析由Dr. Neil Ferguson講授，藉由動態研究病毒株變異與宿主免疫間的關係，並整合空間格狀分布概念。研究結果發現短期非特異性免疫與流行性感冒病毒變異的相關性最高，有助於形塑未來流行性感冒疫苗研發的方向與防疫政策。

運用數學模式於生物戰劑與新興傳染病之研究：

運用數學模式於生物戰劑與新興傳染病之研究，由Dr. Neil Ferguson主講，評估一旦發生生物戰劑攻擊時的傳染模式與防疫措施。結果發現當在受感染個案具有傳染力前，對所有追蹤到的接觸者進行檢疫，則可以有效降低疾病的傳播。此外，空間因子中的人口密

度、通勤與國際交流都是影響生物戰劑或新興傳染病傳播的重要因子。

若以新型流行性感冒為例，研發與製造疫苗至少需要六個月的時間，但對於防止全球性流行實在緩不濟急，而藉由數學模式分析發現，若能減少一半受感染個案，將可以大幅降低死亡率。降低受感染個案的方式主要就是透過有效的偵測，找出受感染者，並且視需要對其與其接觸者進行嚴密的隔離或檢疫，才能在早期有效控制疫情。

運用數學模式評估庫賈氏症、狂牛症與口蹄疫之傳染模式：

變異型庫賈氏症的評估研究由Dr. Azra Ghani講授，變異型庫賈氏症主要發生在英國，其他國家只有零星個案，造成很大的社會震撼，主要影響的是年輕族群，目前仍沒有有效的治療方法，感染者均會死亡。

Hilton等人利用8318名主要來自20至29歲病患的盲腸進行研究，檢驗出一名變異型庫賈氏症陽性個案，估計可測得的盛行率為百萬分之一百二十(0.5-892/million)。從這研究以及隨後的研究發現狂牛症與庫賈氏症有地理空間的相關性，同時在1997年Collinge等人的分子流行病學研究更證實其中的關聯。

研究庫賈氏症所會面臨的統計問題是樣本數太少、潛伏期不明、

牛肉食源感染不明，以及族群中的異質性。但是為了提供衛生當局足夠的資訊進行防疫工作、推測可能的感染幅度，以解決民眾的恐懼，該團隊仍設法逼近研究。

求得之數學模式為：

$$c(u, a) = N(a)S(u, a) \int_{u-a}^u f(u-t, a-u+t) I(t, a-u+t) e^{-\int_0^t I(t', a-u+t') dt'}$$

其中，

- $c(u, a)$ 為在 u 時間 a 世代中變異型庫賈氏症個案數
- $N(a)$ 為出生世代族群人口數
- $S(u, a)$ 為在 a 世代中活到 u 時間的機率
- $f(u-t, a-u+t)$ 為當在 $a-u+t$ 歲被感染，而潛伏期為 $u-t$ 的機率
- $I(t, a-u+t)$ 為在 t 時間， $a-u+t$ 歲暴露的發生率
- $e^{-\int_0^t I(t', a-u+t') dt'}$ 為直到 t 時間都沒有被感染的機率

估計求得潛伏期約為十到廿年，高發生年齡為十到廿歲之間。合併現有變異型庫賈氏症個案與在盲腸中發現的變異型庫賈氏症個案估計，預估在2003至2080年間可能會有100名變異型庫賈氏症個案（10-2600）。

類似的研究也用於牛的口蹄疫，用以估計接種疫苗、隔離圍堵與屠殺的防疫效果差異。研究發現當疫情發生時，牛隻的禁運措施對於

防堵致病原持續傳播有明顯的效果，同時可以減少地區性的傳染。全面使用OST可以有效減少感染，而屠殺必須在早期進行才能有效降低感染幅度。

參考文獻：

- ◆ Hilton et al. BMJ 325 633-634
- ◆ R. M. Anderson, et al. Nature 382, 779-788
- ◆ A. C. Ghani, et al. Nature 406, 583-584
- ◆ D. J. Austin, et al. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 96, 1152-1156, 1999
- ◆ D. J. Austin, et al. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 96, 6908-6913, 1999
- ◆ N. M. Ferguson, et al. Science 292, 1155-1160, 2001
- ◆ N. M. Ferguson, et al. Nature 413, 542-548, 2001
- ◆ M. G. Basanez, et al. Am J TropMed Hyg 67, 669-679, 2002
- ◆ R. M. Anderson, et al. Nature 352, 581-589, 1991
- ◆ J. Stover, et al. Lancet 360, 73-77, 2002

肆、心得

非常感謝衛生署與疾病管制局提供這個參與「傳染病數學模式、防治策略與風險評估研討課程」的機會，除了學習目前國際上最新的傳染病數學模式之外，更重要的收穫是認識了來自世界各國、各個領域的同好。

這個研討課程中官階最高的同學是香港特別行政區食物環境衛生署的副署長，有鑒於嚴重急性呼吸道症候群（SARS）等新興傳染病可能對人類的健康、社會經濟與福祉造成的危害與衝擊，該特別行政區副署長痛定思痛，親自參加這個研討課程，學習傳染病數學模式、防治策略與風險評估的方法。隨行的兩位分別是香港特別行政區中文大學與醫院的流行病學家與生物統計學家，原本該區的副署長並不認識、也不知道這兩位同仁會來，到了倫敦才發現有志同道合的夥伴，每天都在會後返回旅館前先行討論一番後，才滿載而歸。

其他的同學有來自英國、德國、比利時、美國…等國家的教授、流行病學家、急診醫師與研究人員，雖然來自不同國家、不同領域，但是每個人的目標，都是希望能夠學會傳染病的數學模式，運用到自己的專業領域上。

從這次的課程中，不斷地與許多傳染病數學模式不同領域的專家討論，以及課程結束前的傳染病實例分析—以愛滋病與香港特別行政區的嚴重急性呼吸道傳染病為例，筆者發現英國的模式分析團隊雖然在數學模式這個領域上領先其他國家許多，但是該團對也有其弱點。對於傳染病的本質，如：宿主、環境與媒介物間之了解不夠清晰、對於氣候、溫溼度、防疫政策及其他影響傳染模式等的流行病學因子未及作非常深入探討，就為了爭取發表時效而先行發表，而在發表後卻

留下些許的遺憾。在課後的討論中，幾位老師都提到在發表之後，經其他學生或專家點出其他的方向後，至今仍在不斷地努力嘗試改進先前的數學模式。

這樣的研討課程活動中，最精采的部分應該是最後兩天的實例研究，同學分組從一個資料庫開始，按部就班地逐步拆解、思考、分析與研究資料庫中可能含有的訊息，對於衛生政策或防疫措施可能隱含的意義為何。隨後再腦力激盪，設法依照課堂中所學的方法進行分析，助教只在一旁提供技術上的協助，但不會告訴你他所想的答案，以免扼殺了學生的創意。在這樣腦力激盪火花下，往往有許多意想不到的做法或詮釋。除了學生受益之外，授課的老師們也從不同領域的學生身上學習到不同的思考邏輯與觀點；同時也建立了未來可能的國際合作夥伴。

倫敦大學有其籌募經費的壓力，在壓力下該校各學院開始辦理各種進修、研討課程，在各個團結的團隊辛苦耕耘下，逐漸打出了名聲，課程經費收入補足了學院的開支，同時也學習到各領域、各種族的不同思維、建立了許多的國際合作管道。

台灣在這次的嚴重急性呼吸道症候群疫情中深受國際的矚目，各界莫不希望能夠藉此拓展衛生外交與學術外交，強化台灣在世界上的可見度。這次的出國感觸很深，許多的國家並不知道世界上有福爾摩沙這個美麗的島嶼、也不知道有中華民國、有台灣，倒是多半只知道台北！但是，我們在防疫、偵測與醫療等工作專業上有著很寶貴的經驗可以供其他國家參考，每個時空中的交流，都是日後國際合作的種子。在學術與衛生外交上，我們的經驗更應該推廣到有需要我們的國家，不能再畫地自限了！

伍、建議

- 一、 提供多元化的教育訓練：許多有志於傳染病防治研究工作的人，往往缺乏橫向與縱向的溝通聯繫，跨領域整合不足，建議能多鼓勵由國內的學術單位、政府機關與醫學院校辦理多元化的教育訓練，讓有志進行傳染病防治研究工作的人，得以有機會旁徵博引，不斷提升研究的思維能力與創意，迎頭趕上國際團隊。
- 二、 強化國內合作：在傳染病的研究領域內，國內的學術單位、政府機關與醫學院的研究能力並不輸給國際上的其他團隊，但是往往受限於各自獨立進行研究，研究規模太小；加上國人普遍害羞表達自我意見、缺乏腦力激盪的火花，以至於少有令人驚艷的創新思維。建議國內的研究單位發起自發性的整合研究計畫，朝向開創出原創性思維研究的方向努力，加強互動與溝通，減少彼此間的猜忌與分化，並多多朝向跨國研究的方向進行，久而久之自然可以開創出我國的優勢研究領域。
- 三、 選擇國家重點方針：運用數學模式來進行防治策略與風險評估的優點在於可以隨時評估其有效與否？成本效益如何？傳染模式是否改變？可感受性宿主佔所有族群的比例？進而可以隨時修

正防治策略，對症下藥，有效節省防疫成本。

四、 拓展國際交流：給予需要協助的國家協助，是換取經驗與獲得認同的重要方法。台灣有許多寶貴的熱帶醫學防治經驗，可資其他國家作為參考。建議當鄰近的國家出現新興或再浮現傳染病時，我國能夠主動派遣防疫人員前往協助防疫，除了可以增進兩國之誼，也能夠從中學習，更強化我國的防疫經驗。

附 件

由於主辦單位再三強調版權屬倫敦大學所有，恕無法附錄，請自行參閱過程章中之參考文獻。

新建築