

二零一四年四月十五日  
討論文件

立法會衛生事務委員會  
醫療保障計劃小組委員會

醫護人力規劃及專業發展策略檢討 ——  
就醫護專業人力供求推算委託進行的研究

## 目的

本文件旨在告知委員有關香港大學(港大)為進行醫護人力規劃和專業發展策略檢討而建立的醫護人力推算模型。

## 背景

2. 我們一直致力改革醫療制度，為此，政府在二零一二年成立了一個高層次督導委員會，就香港的醫護人力規劃及專業發展進行策略性檢討。督導委員會由食物及衛生局局長擔任主席，負責就如何應付預計的醫護人力需求、加強專業培訓，以及促進專業發展提出建議，以期確保香港的醫療系統得以健康持續發展。為協助督導委員會在提出建議前掌握充分資料，我們委託了港大就13個受法定規管的醫護專業進行全面的人力推算。

3. 我們在二零一三年十一月十一日舉行的醫療保障計劃小組委員會會議上，向委員簡介海外地區較常用的醫護人力推算方法，以及進行醫護人力規劃所存在的種種限制和挑戰。我們亦告知委員港大正在為推算本港的醫護人力需求建立一套通用預測模型，並承諾稍後提供其他詳細資料。

## 推算模型

4. 港大已建立醫生人力需求的推算模型。載於**附件**的技術文件由港大擬備，闡釋這套複雜的模型如何運作。概括而言，這個模型採用過往的醫療服務使用率數據，並根據人口增長及人口變化加以調整，推算出獲提供服務人口的醫療服務使用率，從而預測在規劃期內的醫生需求。將推算得出的需求數字，與預計同期的醫生供應數字作比較，便可找出是否存在人手過剩或短缺的情

況。在預測其他醫護專業的人力供求情況時，這個模型可以作適當修改，以配合個別專業獨有的使用率參數。

## **徵詢意見**

5. 請委員閱悉本文件的內容。

食物及衛生局  
二零一四年四月

## 推算醫生的人手供求

### 1 推算香港醫護人力的模型

推算香港醫生人手的整體模型包括使用率模型和供應模型。這個模型以內源性並根據過往數據建立的基本個案情況(即假設目前使用率(代表需求)與供應平衡)為基礎，並可按外在情況，例如(1)過往增長(內源性因素)之上的新增醫院服務量(公私營醫院新增住院病床)(外源性因素)，以及(2)建議的醫療保障計劃加以調整改動。需求與供應的推算數字之間的差額(以二零一二至二零四一年相當於全職人員的總數，以及累計和每年遞增的相當於全職人員的數目計算)，即人手“空缺”或“過剩／不足”之數。

為一個系統(例如醫療系統)建立的模型受兩項因素影響，即系統的性質及可供使用的數據。建立模型是用以描述系統的一種方法，以單一方程式或一系列方程式(數字及／或邏輯方程式)描述系統內各種元素的相互作用。可從物理學角度解釋的系統(例如一件自由落體的軌跡或重力單擺一次所需的時間)，其方程式可確切反映現實的情況。然而，對於難以用物理現象解釋的系統，我們通常會採用曲線擬合的方法(雖然會因各種元素／變項的相互作用而產生混淆)。準確計算曲線所需的數據樣本數量與模型的變項

數目成幾何比例。雖然使用所有變項來建立模型，可以真實反映相互作用的性質，但卻需要龐大的數據，才可準確計算相互作用。因此，為難以解釋的系統建立模型，必須在變項的數目與可供使用的數據量之間作出取捨。選取具代表性和可供使用的變項，並代入數值(模型)，是為系統建立模型的關鍵。常用的數值表達方式包括線性模型、二次曲面模型、指數模型及神經網絡模型。建立模型需要兩套近似值：以有限數量的變項粗略估計所有變項，以及以數字及／或邏輯表達方式粗略估計變項的相互作用，從而使系統模型近似真實的系統。

香港的醫護人力系統極為複雜，不能以物理角度描述。因此，我們採用了“過往數據樣本的曲線擬合”方式模擬人力的情況。這個模型的核心假設(即建立模型的必要和常見假設)是根據數據的過往趨勢進行人力推算。

## 2. 推算醫生的人手需求

### 2.1 需求指標

#### 推算需求模型的參數

就公營界別而言，醫管局所有按年齡和性別劃分的住院病人出院記錄(二零零四年至二零一一年；包括日間手術、急症、緊急護理的住院病人和長期住院病人)和所有按年齡和性別劃分的門診求診人次(二零零五年至二零一一年；包括普通科和專科門診服務)，以及衛生署服務的求診人次(二零零五年至二零一一年)，都會用作推算醫療服務使用量。公營界別的推算模型只採用二零零五年以後的數據，原因是二零零五年以前的數據因醫管局架構轉變和“沙士”爆發而受到不必要的影響。附件1表A1及表A2載列需求模型的變項、把變項參數化和數據來源。衛生署各臨床服務單位的求診人次按年齡和性別劃分，並按服務分類。

就私營界別而言，私家醫院按年齡和性別劃分的住院病人出院記錄(二零零七年至二零一一年；包括日間手術及緊急護理住院病人)會用作計算使用量趨勢，二零零七年前的可用數據質素則較參差。二零零五年、二零零八年、二零零九年及二零一一年主題性

住戶統計調查所載按年齡性別劃分的門診求診人次，就遺漏通報的情況作出調整後，會用作推算私營門診服務的使用率。

**出院率(日間手術、緊急護理、長期住院)** — 出院率根據醫管局(二零零五年至二零一一年)和私家醫院住院病人(二零零七年至二零一一年)的出院記錄計算。按年齡和性別劃分的住院病人(日間手術：住院日數少於或相等於一日；緊急護理：住院日數超過一日，不包括長期住院個案))和長期住院(正式指明為長期住院者)病人的出院人次，一律包括在內。

**門診求診率** — 醫管局急症室、普通科門診和專科門診每年的求診人次記錄(二零零五年至二零一一年)，以及衛生署不同服務單位的求診人次(二零零五年至二零一一年)，都會用作推算公營界別門診服務的求診率(按年齡和性別劃分)。鑑於收集到的私營界別門診求診人次的數據點數目有限(只有二零零五年、二零零八年、二零零九年和二零一一年的主題性住戶統計調查數據)，二零零六年、二零零七年和二零一零年的門診求診率是根據實際的公營門診(只計及醫管局，但不包括急症室和衛生署)與私營門診的求診比例估算出來的，方法如下：

$$n_{private}^{outpatient}(a, s, y) = n_{HA}^{GOF}(a, s, y) \times \alpha_{OP}(a, s, THS(y))$$

方程式 1

在上述方程式中， $n_{private}^{outpatient}(a, s, y)$  是  $(a, s)$  代表的年齡和性別

組別在  $y$  年的私營門診求診人次

$n_{HA}^{GOF}(a, s, y)$  是  $(a, s)$  代表的年齡和性別組別在  $y$  年的醫管局門診

服務求診人次

$\alpha_{OP}(a, s, THS(y))$  是  $(a, s)$  代表的年齡和性別組別在  $THS(y)$  年的私

營與醫管局門診服務求診比例

二零零六年、二零零七年和二零一零年(沒有主題性住戶統計調查數據)的年份的私營與公營門診求診比例，是根據二零零五年、二零零八年、二零零九年和二零一一年主題性住戶統計調查數據估算的比例，使用內插法推算出來的。由於在主題性住戶統計調查數據中，衛生署服務求診人次遺漏通報的情況嚴重，因此只計算醫管局門診的求診人次。私營界別門診的求診數字包括醫生獨自執業的診所(獨立執業醫生)、合夥執業診所(一個或多個專科的多名醫生)、私家醫院門診診所、機構診所(慈善團體和豁免註冊診所)、大學／高等教育院校的診所和香港家庭計劃指導會的診所。

雖然當局可以提供由二零零五至二零一一年衛生署診所的每年求診人次，但卻沒有按年齡和性別劃分所有診所或在各年的求診病人數據。就某些服務而言，其年齡和性別的分布是根據另一相關服務的分布，以內插法計算出來，或根據某個樣本估計出來的。舉例來說，長者健康服務中醫療服務求診人次的年齡和性別分布，是根據長者健康服務中健康評估的參加人次分布計算出來的。至於其他服務，由於備存求診人次記錄的年份有限，欠缺的數字是根據最接近年份的年齡和性別分布資料，並假設求診模式不變，以內插法計算出來的。

**總病床日數(緊急護理及長期住院病人)** — 公立醫院緊急護理住院病人與長期住院病人和私家醫院緊急護理住院病人的平均住院日數(按出院病人年齡和性別劃分的總病床日數)會分別計算。按年齡和性別劃分的緊急護理住院病人的平均住院日數(平均住院日數超過一日，不包括長期住院<sup>1</sup>個案)是根據醫管局住院病人的出院記錄(二零零五年至二零一一年)和私家醫院住院病人的出院記錄(二零零七年至二零一一年)計算出來的。按年齡和性別劃分的長期住院病人的平均住院日數(正式指明為長期住院<sup>1</sup>個案)是

---

<sup>1</sup> 長期住院個案須符合下列其中一項準則：醫管局指定出院病人屬“療養科”、“智障科”或“精神科”其中一個專科**及**總住院日數達 90 日以上。



根據醫管局住院病人的出院記錄(二零零五年至二零一一年)計算。

## 2.2 把醫療服務使用量轉換成相當於全職人員的數目

我們使用了兩種回歸為本方式，把醫療服務需求／使用量轉換成按服務界別（公營及私營）及服務類別（住院與門診，專科醫生與普通科醫生）劃分的相當於全職人員的醫生數目。

### 醫院管理局

以量度使用率元素的線性組合表示相當於全職人員的醫生數目：

$$\begin{aligned}
 FTE_{HA}^{inpatient}(y) &= \left( a_{HA}^{daycase}(y) + a_{HA}^{inpatient}(y) + a_{HA}^{longstay}(y) \right) \times c_{discharge} \\
 &+ \left( b_{HA}^{inpatient}(y) - 2a_{HA}^{inpatient}(y) \right) \times c_{bedday}^{inpatient} \\
 &+ \left( b_{HA}^{longstay}(y) - 2a_{HA}^{longstay}(y) \right) \times c_{bedday}^{longstay}
 \end{aligned}$$

方程式 2

$$\begin{aligned}
 FTE_{HA}(y) &= FTE_{HA}^{inpatient}(y) + n_{HA}^{SOP}(y) \times c_{HA}^{SOP} + n_{HA}^{GOF}(y) \times c_{HA}^{GOF} + n_{A\&E}(y) \\
 &\times c_{A\&E}
 \end{aligned}$$

方程式 3

以方程式 2 估算出相當於全職人員的醫生數目與實際相當於全職人員的醫生數目相減，把由此得出的差額總和最少化，可用以估算出工作量係數  $\{c_{discharge}, c_{inpatient}^{bedday}, c_{longstay}^{bedday}, c_{HA}^{SOP}\}$ ：

$$\begin{aligned}
 & [c_{discharge}, c_{inpatient}^{bedday}, c_{longstay}^{bedday}, c_{HA}^{SOP}] \\
 & = arg \min_{[p,q,r,z]} \sum_y \left( (d_{HA}^{daycase}(y) + d_{HA}^{inpatient}(y) + d_{HA}^{longstay}(y)) \times p \right. \\
 & \quad + (b_{HA}^{inpatient}(y) - 2d_{HA}^{inpatient}(y)) \times q \\
 & \quad + (b_{HA}^{longstay}(y) - 2d_{HA}^{longstay}(y))r + n_{HA}^{SOP}(y) \times z - D_{HA}^{inpatient}(y) \\
 & \quad \left. - D_{HA}^{SOP}(y) \right)^2
 \end{aligned}$$

方程式 4

在上述方程式中， $D_{HA}^{inpatient}(y)$ 是在 y 年醫管局住院服務的相當於全職人員的醫生數目，而  $D_{HA}^{SOP}(y)$  則是在 y 年醫管局專科門診相當於全職人員的醫生數目。

我們以醫管局普通科門診相當於全職人員的醫生數目對求診人次的平均數，估算醫管局普通科門診求診人次的工作量係數  $c_{HA}^{GOP}$ ：

$$c_{HA}^{GOP} = \frac{1}{7} \sum_{y=2005}^{2011} \frac{D_{HA}^{GOP}(y)}{n_{HA}^{GOP}(y)}$$

方程式 5

在上述方程式中， $D_{HA}^{GOF}(y)$ 是在  $y$  年醫管局普通科門診相當於全職人員的醫生數目。

我們以醫管局急症室相當於全職人員的醫生數目對求診人次的平均數，估算醫管局急症室求診人次的工作量係數  $c_{HA}^{A\&E}$ ：

$$c_{HA}^{A\&E} = \frac{1}{7} \sum_{y=2005}^{2011} \frac{D_{HA}^{A\&E}(y)}{n_{HA}^{A\&E}(y)}$$

方程式 6

在上述方程式中， $D_{HA}^{A\&E}(y)$ 是在  $y$  年醫管局急症室相當於全職人員的醫生數目。

按有關係數計算， $\alpha_{workload} = \frac{\text{workload on inpatient care}}{\text{workload of specialist}}$  是 0.6。這數字與衛生署二零零四年至二零零七年及二零零九年進行的醫療衛生服務人力統計調查所報告的普通科門診診症次數，以及醫管局按過往門診求診人次所作的估計一致。

### 衛生署

由於衛生署沒有備存按服務種類劃分的醫生人數，衛生署相當於全職人員的醫生數目會按以下方式計算：

我們假設衛生署診所在診症方面的工作量(美沙酮診所除外)與醫管局普通科門診診所相同。在計算相當於全職人員的醫生數目時，會採用所有診所(美沙酮診所除外)的使用率。假設每間美沙酮診所(20)有一名醫生，以量度使用率元素的線性組合表示相當於全職人員的醫生數目：

$$FTE_{DH}(y) = c_g \sum_{t=4} n_{DH}^t(y) + 20$$

方程式 7

### 私營界別

私營界別採用類似方法把醫療服務使用率轉換成相當於全職人員的醫生數目，但加入下列參數：每間醫院駐院醫生與非駐院醫生的比例，以及駐院診所醫生的比例。

以量度使用率元素的線性組合表示相當於全職人員的醫生數目：

$$\begin{aligned} FTE_{privats}^{inpatient}(y) &= d_{privats}^{daycase}(y) \times w_{daycase}^{discharge} + d_{privats}^{inpatient}(y) \times w_{inpatient}^{discharge} \\ &+ (b_{privats}^{inpatient}(y) - 2d_{privats}^{inpatient}(y)) \times w_{inpatient}^{bedday} \end{aligned}$$

方程式 8

及

$$FTE_{privats}(y) = FTE_{privats}^{inpatient}(y) + n_{privats}^{outpatient}(y) \times w_{privats}^{outpatient}$$

方程式 9

以方程式 8 估算出相當於全職人員的醫生數目與實際相當於全職人員的醫生數目相減，把由此得出的差額最小化，可用以估算出工作量係數  $\{w_{daycase}^{discharge}, w_{inpatient}^{discharge}, w_{inpatient}^{bedday}\}$ ：

$$\begin{aligned} & [w_{daycase}^{discharge}, w_{inpatient}^{discharge}, w_{inpatient}^{bedday}] \\ & = arg \min_{[p,q,r]} \sum_y \left( d_{privats}^{daycase}(y) \times p + d_{privats}^{inpatient}(y) \times q \right. \\ & \quad \left. + \left( b_{privats}^{inpatient}(y) - 2d_{privats}^{inpatient}(y) \right) \times r - D_{privats}^{inpatient}(y) \right)^2 \end{aligned}$$

方程式 10

在上述方程式中， $D_{privats}^{inpatient}(y)$ 是在 y 年私家醫院住院服務的相當於全職人員的醫生數目。

我們以私營門診診所相當於全職人員的醫生數目對求診人次的平均數，估算私營門診服務的工作量係數  $c_{privats}^{outpatient}$ ：

$$w_{privats}^{outpatient} = \frac{1}{7} \sum_{y=2005}^{2011} \frac{D_{privats}^{outpatient}(y)}{n_{privats}^{outpatient}(y)}$$

方程式 11

在上述方程式中， $D_{private}^{outpatient}(y)$ 指在y年私營門診診所相當於全職人員的醫生數目。

假設  $D_{private}(y)$ 指在y年私營界別相當於全職人員的醫生數目， $\alpha_r$ 是駐院醫生比例、 $\alpha_v$ 是非駐院醫生比例、 $\alpha_c$ 是駐院診所醫生比例（即  $\alpha_r + \alpha_v + \alpha_c = 1$ ）， $\beta$ 是駐院醫生的“住院與門診工作量”比例， $\lambda$ 是非駐院醫生的“住院與門診工作量”比例。

下述方程式表示私家醫院住院服務相當於全職人員的醫生數目

$D_{private}^{inpatient}(y)$ ：

$$D_{private}^{inpatient}(y) = (\alpha_r\beta + \alpha_v\lambda) \times D_{private}(y)$$

方程式 12

下述方程式表示私家門診診所相當於全職人員的醫生數目：

$$D_{private}^{outpatient}(y) = (\alpha_r(1 - \beta) + \alpha_v(1 - \lambda)) \times D_{private}(y)$$

方程式 13

係數  $\alpha_r$ 、 $\alpha_v$  及  $\alpha_c$  的值根據香港大學公共衛生學院進行的二零一二年私家醫生調查釐訂， $\beta$ 則按公營界別的“住院與門診工作量”比

例釐訂。就 $\lambda$ 而言，假設非駐院醫生每日上午十時至下午一時及下午三時至下午六時三十分在診所工作，另有兩個小時在醫院工作。

每名相當於全職人員的醫生平均每天的私營門診診症數目是根據二零零九年主題性住戶統計調查(數據已就遺漏通報的情況作出調整)計算出來，用作推算二零一二年至二零四一年私營門診服務所需相當於全職人員的醫生數目。利用線性回歸模型，把住院工作量(日間手術、住院病人出院和病人住院日數)轉換成相當於全職人員的醫生數目。

在  $y$  年，相當於全職人員的醫生數目需求  $FTE_{demand}(y)$  為：

$$FTE_{demand}(y) = FTE_{HA}(y) + FTE_{DH}(y) + FTE_{privats}(y)$$

方程式 14

### 2.3 建立醫生人手需求模型

經過詳細的文獻研究，評估各種推算模式在本港的適用情況和探討分析，我們選出三種推算醫療服務使用率的模式，供進一步考慮。這些模式分別是“由上而下”及“由下而上”框架內的“實際經

驗”模式、“宏觀經濟情況主導”模式和“安達信型”模式(圖2.1)。由於缺乏安達信模式所需的資料元素(有關預先傾向和輔助因素的個人層面詳細資料，以及本地的小組委員會研究)，我們最終採用了兩項“由上而下”的模式。

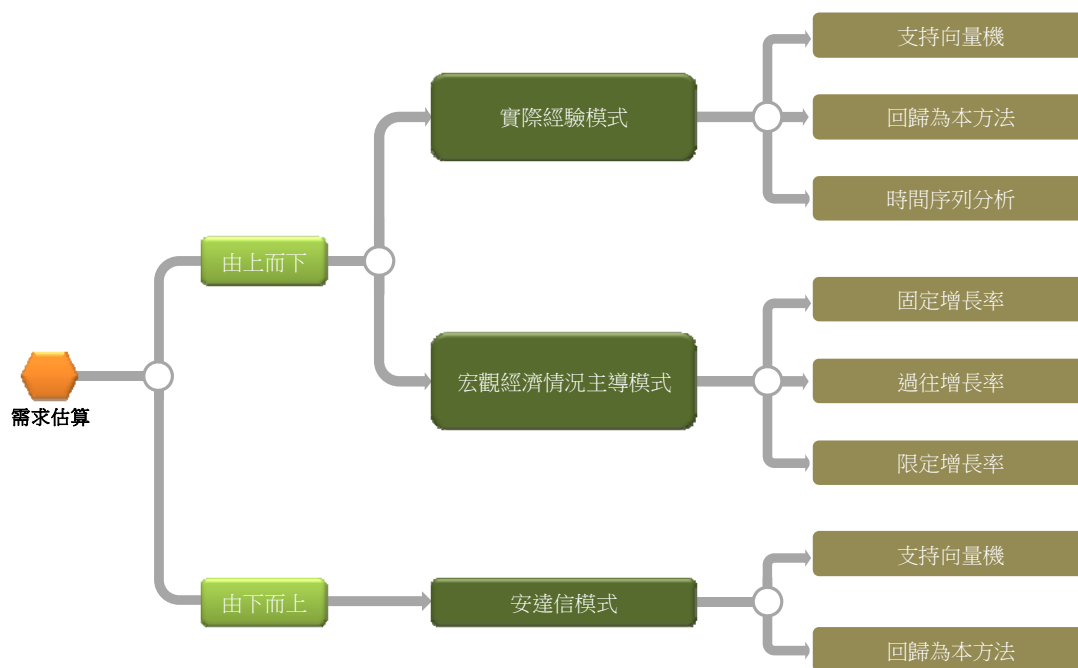


圖 2.1 估算醫生需求的模式

在推算至二零四一年所需的醫生數目(作為醫療需求／使用量的函數)和醫生供應時，我們分別採用了支持向量機(神經網絡分析)、回歸為本方法和存量及流量方法。有關推算按服務類別(住院和門診)和服務地點(公營或私營界別)劃分。



## 實際經驗模式

實際經驗推算模式以人口  $P$  與使用率  $R$  相乘的積表示在  $y$  年的使用量  $z(y)$ ：

$$z(y) = \sum_a \sum_s P(a, s, y) \times R(a, y|s)$$

方程式 15

在上述方程式中， $P(a, s, y)$  是在  $y$  年  $(a, s)$  代表的年齡和性別組別的人口數目， $R(a, y | s)$  是在  $y$  年  $(a, s)$  代表的年齡和性別組別的使用量。香港統計處人口推算所得的資料會用作推算  $P(a, s, y)$ ，過往數據則用以計算  $R(a, y / s)$ 。

### 1. 支持向量機

支持向量機<sup>2</sup>用以估計某一年各年齡和性別組別的使用率。支持向量機是以內核為基礎的神經網絡，把輸入值  $x$  與輸出值  $y$  配對， $w_i$  為權數， $B$  為偏差項，算式如下：

---

<sup>2</sup> 用以作出上述推算的人工神經網絡，特別是支持向量機，可推測出帶動使用量的複雜關係。支持向量機是督導式學習方法，透過分析過往數據識別出數據的規律。因此，這項人工智能推測方法可根據輸入某一變項而得出相應的結果。選擇以支持向量機作推算的原因，是基於支持向量機會“逐步形成”優化結構，並根據某些特徵(如年齡和性別)估計某人的服務使用量。

$$y = \sum_i w_i \kappa(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}) + B$$

方程式 16

與線性和指數回歸模型比較，支持向量機可靈活地根據過往數據“逐步形成”最理想的結構。我們採用高斯(Gaussian)徑向為本的內核，即  $\kappa(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \exp(-C\|\mathbf{x} - \mathbf{y}\|)$ ，因它是“通用近似器”，並藉此妥善調整結構，同時把網絡概括能力推至最高水平。

支持向量機從過往數據得知使用率規律，算式如下：

$$\begin{bmatrix} a_1, s_1, y_1 | r_1 \\ a_2, s_2, y_2 | r_2 \\ a_3, s_3, y_3 | r_3 \\ \vdots \end{bmatrix}$$

$r_i$  為  $y_i$  年 ( $a_i, s_i$ ) 代表的年齡和性別組別的使用率。特為此為設計的特定網絡演算法可逐步形成結構參數  $\{w_i\}$  和  $B$ 。經訓練的支持向量機推算出 ( $a, s$ ) 代表的年齡和性別組別在推算年份  $y = 2012, 2013, \dots$  的使用率  $R(a, s, y)$ ，方程式如下：

$$R(a, y | s) = \sum_{i \text{ for all } s_i = s} w_i e^{-\frac{(a-a_i)^2 + (y-y_i)^2}{2\sigma^2}} + B$$

方程式 17

在  $y$  年的使用量計算方式如下：

$$\sum_a \sum_s R(a, y | s) \times P(a, s, y)$$

方程式 18

$P(a,s,y)$ 為  $(a,s)$ 代表的年齡和性別組別在  $y$  年的人口數字。

## 2. 回歸為本法

就回歸為本法而言， $R(a,s,y)$  是根據卜瓦松(Poisson)回歸模型估算出來的，假設：

$$N(a,s,y) \sim \text{Poisson}(O(a,s,y)R(a,s,y))$$
$$\log R(a,s,y) = \alpha(a,s) + \beta(a,s)y$$

方程式 19

$N(a,s,y)$ 表示使用量， $O(a,s,y)$ 是在年齡組別  $a$ 、性別組別  $s$  和  $y$ 年的抵銷項。要推算所有量度使用率元素(平均住院時間除外)，年齡組別  $a$ 、性別組別  $s$  和  $y$ 年的人口會用作抵銷項  $O(a,s,y)$ 。在推算平均住院時間，出院人數則用作為抵銷項。鑑於  $\log R(a,s,y)$ 是  $y$ 的線性函數， $R(a,s,y)$ 是  $y$ 的指數函數，在卜瓦松回歸法中，所有按年齡和性別劃分的需求變項都會包括在內。各年齡和性別組別之間斜率出現明顯差異的量度使用率元素(包括公私營界別的日間手術，緊急護理住院病人出院人數和平均住院時間，以及醫管局普通科門診、專科門診、急症室和私營界別門診求診人數)，其推算會有年齡和性別的截距和斜率。至於其他量度使用率元素(公營界別的長期住院病人出院人數和平均住院時間，以及所有

衛生署服務的求診人次)，各年齡和性別組別之間的截距和斜率會限於相同水平。

在敏感度分析中，我們把卜瓦松回歸模型的推算結果與以線性趨勢為基礎的推算結果作比較。由於以線性趨勢推算的使用率或會跌至 0 以下，線性推算只會用於有上升趨勢的使用率。專科門診、急症室和私家門診的所有按年齡和性別劃分的組別，以及所有衛生署求診率推算的使用率增長都假設是相同的，以免個別年齡和性別組別的推算結果為 0。

推算使用了加權線性回歸，年齡組別  $a$ 、性別  $s$ ，以及年份  $y$  當中的人口用作權值 (即  $P(a, s, y)$ )。我們會按  $\alpha(a, s)$  及  $\beta(a, s)$  把下列函數最小化。

$$\sum_a \sum_y \sum_s P(a, s, y) (R(a, s, y|s) - \alpha(a, s) - \beta(a, s)y)^2$$

方程式 20

比率推算為：

$$\hat{R}(a, s, y) = \alpha(a, s) + \beta(a, s)y$$

方程式 21

須使用權值以確保估算的年齡、性別及特定年份比率  $\hat{R}(a, s, y)$  與觀察所得的比率  $R(a, s, y)$  相符。

### 3. 時間序列模式

由於長者及康復服務的提供由土地主導，我們採用了時間序列分析，推算長者及康復服務過往的增長模式，並假設增長趨勢  $u(y)$  如下：

#### 線性趨勢

在以下方程式中，名額／個案的數目為推算年份  $y$  的線性函數：

$$u(y) = ay + b$$

方程式 22

#### 指數式衰變趨勢

在以下方程式中，我們預計申請數目將按指數形式減少：

$$u(y) = we^{-ay} + c$$

方程式 23

#### 固定趨勢

在以下方程式中，服務供應穩定及維持於基準年的固定數目：

$$u(y) = u_0$$

方程式 24

## 宏觀經濟情況主導模式

一如從實際經驗和回歸為本的模式，宏觀經濟情況主導模式表示在  $y$  年，使用量  $z(y)$  為人口  $P$  乘以使用率  $R$  的積：

$$z(y) = \sum_a \sum_s \sum_y P(a, s, y) \times R(a, s, y)$$

方程式 25

在上述方程式中， $P(a, s, y)$  為  $y$  年按年齡和性別劃分的人口 ( $a, s$ )，而  $R(a, s, y)$  則是在  $y$  年按年齡和性別人口劃分的的使用率 ( $a, s$ )。根據二零一一年以來的固定百分比增長率，以政府統計處的人口估算推算  $P(a, s, y)$ 。 $R(a, s, y)$  的推算方式如下：

$$R(a, s, y) = R(a, s, 2011) \times (1 + x)^{y-2011}$$

方程式 26

三個方法(固定增長、過往增長和限定增長)會用以對照觀察所得的數據，從而調整醫療服務的使用趨勢。

#### 4. 固定增長率

固定增長率方法是把‘超額醫療價格／成本通脹’<sup>3</sup>的增長率設定為公營界別 0.2%及私營界別 1%，與國際文獻及早前一項本地計劃一致[1]。每個變項的公營界別增長率以經合組織(1999)[3]的數據為基準。經合組織報告使用率的增長率為每年 0.4%，因此這個模型假設增長率為 0.2%[4]。原因是增長一半是使用率淨增長所致，另一半則假設是人口結構變化所致。

由於美國及瑞士的醫療服務主要透過私營界別提供(須受規管)，私營界別的增長率是以這兩個國家於經合組織的相關數據(1999)[3]為基準。根據經合組織報告，美國及瑞士的按年增長率分別為 2.7%及 2.4%。由於香港的醫療服務由公私營界別平均分擔，私營界別使用率的增長假設為 1%[4]。

---

<sup>3</sup> “超額醫療價格／成本通脹”方法是根據英國財政部旺勒斯(Wanless)預測方法而定。這個方法按年齡、性別、單位成本及活動水平(即醫療服務使用量)劃分醫療開支。有關預測的考慮因素包括醫療通脹(即在人均本地生產總值之上的醫療通脹)、人口結構變化導致醫療服務使用量改變，以及總醫療開支(活動水平乘以預測的單位成本)。根據 Huber 在一九九九年就經合組織國家的醫療開支所作的檢討，這個預測包括兩個組成部分，即醫療價格增加及人均增長量。

## 5. 過往的增長率

採用過往增長率的方法，“超額醫療價格／成本通脹” $x$  是根據本港公立醫院和私家醫院住院病人出院人次和門診求診人次估算出來的。

把下列函數極小化以估算  $x$ ：

$$\sum_y |N(y) - z(y)|$$

方程式 27

在上述方程式中， $N(y)$  是使用量 (公私營界別的住院病人出院人次和門診求診人次)，而  $z(y)$  則是該年的預計使用量：

$$z(y) = \sum_a \sum_s P(a, s, y) \times R(a, y|s)$$

$$R(a, s, y) = R(a, s, 2011) \times (1 + x)^{y-2011}$$

方程式 28



## 6. 設定上限的增長率

由於假設使用率永遠按指數形式增長並不恰當，因此我們以設定上限的增長率方法，推算出院率及門診（專科及普通科）求診率，使各比率不會按指數形式無限增長，有關方程式如下：

$$R(\alpha, s, y) = R(\alpha, s, 2011) \times \left( \frac{w}{1 + e^{-\alpha(y-y_0-\mu)}} + B \right)$$

方程式 29

在上述方程式中， $R(\alpha, s, 2011)$  是在二零一一年基準年的按年齡和性別劃分的使用率，而  $\frac{w}{1 + e^{-\alpha(y-y_0-\mu)}} + B$  則是 *sigmoid* 函數的一般表達方式。

至於平均住院日數的推算，我們使用了偏頗指數式函數。

$$ALOS(\alpha, s, y) = ALOS(\alpha, s, 2011) \times e^{-\alpha(y-\mu)} + B$$

方程式 30

在上述方程式中， $e^{-\alpha(y-\mu)}$  是偏頗指數式函數的一般表達方式。

參數  $w$ ,  $\alpha$ ,  $\mu$  及  $B$  是把目標函數最大化後估算出來的：

$$\sum_y |N(y) - z(y)|$$

方程式 31

與過往增長率的模型相同。

## 就遺漏通報的情況作出調整

在二零零二年、二零零五年和二零零八年的主題性住戶統計調查中，公私營界別門診求診人次遺漏通報的比率，是以醫管局和私家醫院的日常的求診數據估算出來的(圖 2.2)。由於沒有私營界別門診的求診數據，故不能估算有關的遺漏通報比率。私營界別的遺漏通報比率，假設與醫管局門診的求診人次遺漏通報比率相同。

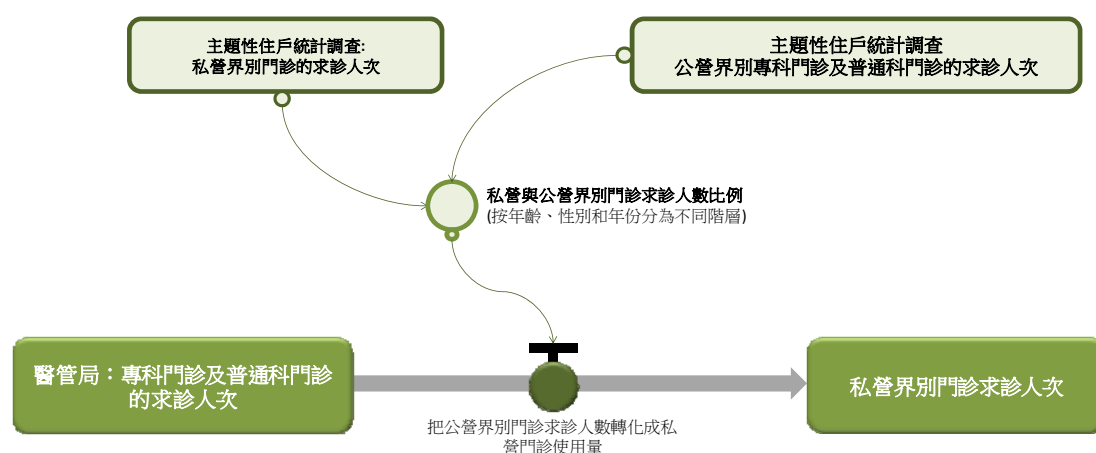


圖 2.2 就主題性住戶統計調查中門診求診數據的遺漏通報情況作出的調整

## 限定使用率

回歸為本方法會導致各使用率變項均有極快的增幅，令最初數年以後的推算變得過於極端而不真實。為解決這個問題，按年齡和性別劃分的使用率可繼續使用至二零一六年，然後在餘下推算期

內維持不變(即使用率上限)。出院率和門診求診率上限以過往經合組織的使用率趨勢數據(經合組織 2012)[3]為基準。

為釐訂出院率上限，我們比較過目前經合組織公布的香港緊急護理住院病人出院率(每年每 1 000 人有 178 人出院[2])與經合組織個別成員國的趨勢(圖 2.3)。香港出院率上升是以二零一一年經合組織國家出院率(每年每 1 000 人有 237 人出院)(代表平均出院率上升 33%)第 90 位百分位值為基準。根據過往數據模式，香港的出院率將在二零一六年前達到估算的水平，其後的出院率上升幅度會設有上限。

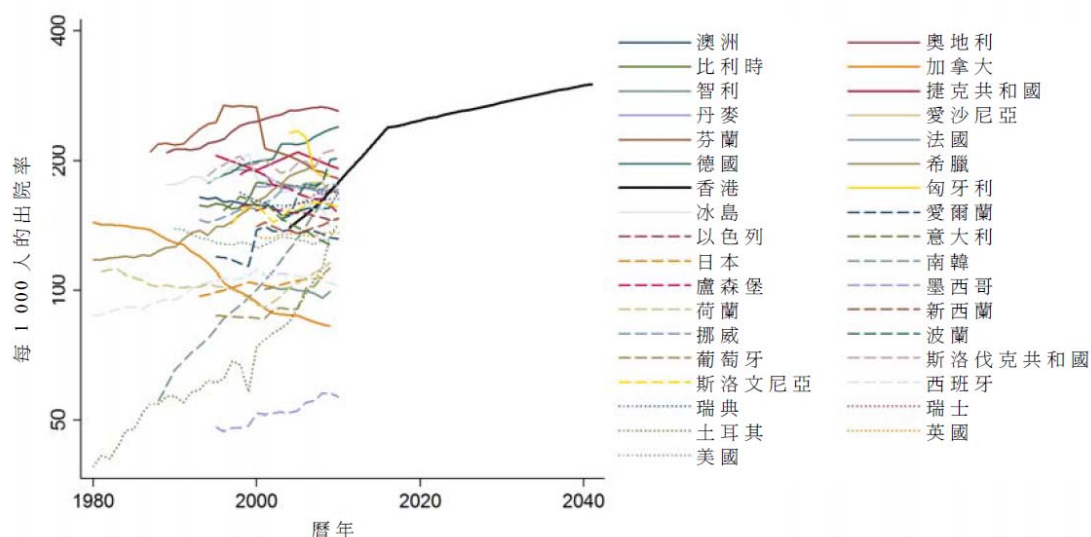


圖 2.3 香港與經合組織的急症護理住院病人出院率對照

門診的求診率情況亦相似，經合組織(2011)公布香港的求診率(每年每人有 11.2 次求診[2])是以經合組織個別成員國趨勢(日本的

比率最高，每年每人有 13.1 次求診)(圖 2.4)為基準。根據這項比較，香港的門診求診率預計會上升 17%，並將在二零一六年前達到有關目標。二零一六年後的門診求診率會設有上限。

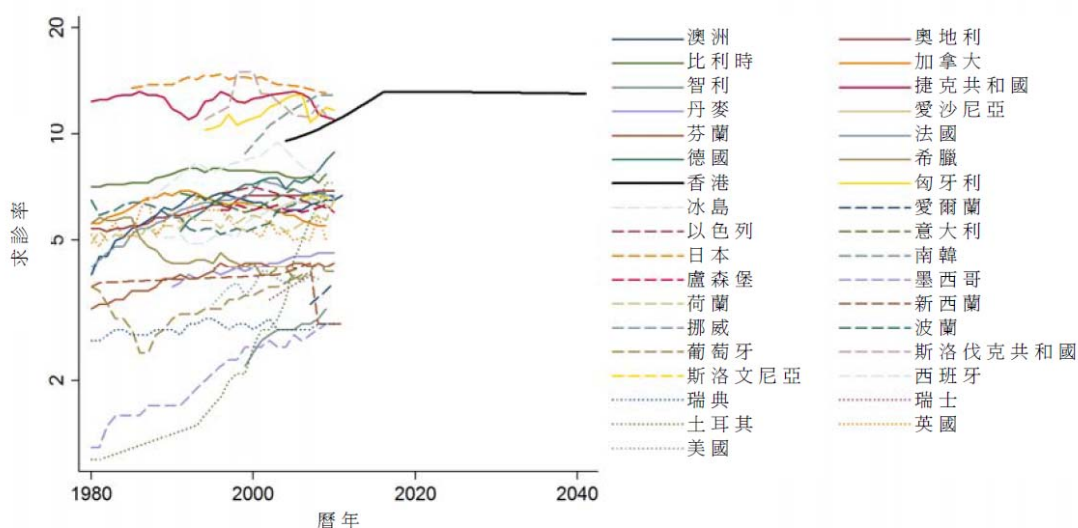


圖 2.4 香港與經合組織的門診求診率比較 [2][3]

## 2.4 模型的比較

由上而下的方法(實際經驗模式和宏觀經濟情況主導模式)所需的數據相對較少，並預期能以簡單的集計模型，提供更可靠和可複製的醫療服務使用量推算數字。公營界別可提供進一步劃一而全面的數據(觀察次數和數據點)作參考。私營界別可提供的數據可靠性較低。

以絕對率誤差  $E(\theta, u)$  的和表示模型的表現：

$$E(\theta, u) = \sum_a \sum_y \sum_s |\bar{M}_u(a, s, y|\theta) - R_u(a, s, y)|$$

方程式 32

$E(\theta, u)$  為模型  $\theta \in \{\text{EOH-SVM, MSD-constant growth rate, MSD-historical growth rate}\}$  在使用量  $u$  的況下的絕對率誤差的和

$\bar{M}_u(a, s, y|\theta)$  為以模型  $\theta$  計算出在  $y$  年年齡和性別組別  $(a, s)$  在  $u$  的預算使用率，及

$R_u(a, s, y)$  為  $y$  年年齡和性別組別  $(a, s)$  在  $u$  的實際使用率。

須注意的是，在釐訂  $E(\theta, u)$  時，指數  $y$  在不同量度使用率的元素設有不同範圍： $y \in \{2005, 2006, \dots, 2011\}$  為公營界別和私家門診服務的使用量；以及  $y \in \{2007, 2008, \dots, 2011\}$  為私營界別住院服務的使用量。表 3.3 列出實際經驗模式－支持向量機、宏觀經濟情況主導模式－固定增長率、宏觀經濟情況主導模式－過往增長率的估算誤差。實際經驗模式－支持向量機在適用程度方面較宏觀經濟情況主導模式優勝(表 2.1)。與宏觀經濟情況主導模式－固定增長率或宏觀經濟情況主導模式－過往增長率兩種模型相比，實際經驗模式－支持向量機的估算誤差也較小。

表 2.1 實際經驗模式－支持向量機、宏觀經濟情況主導模式－固定增長率、宏觀經濟情況主導模式－過往增長率估算的誤差比較

	實際經驗模式－ 支持向量機	宏觀經濟情況主 導模式－固定增 長率	宏觀經濟情況主 導模式－過往增 長率
日間手術病人的出院率(公營 界別)	0.93	7.56	1.53
緊急護理住院病人的出院率 (公營界別)	0.82	3.83	2.05
緊急護理住院病人的病床日 數(公營界別)	7.29	44.65	17.19
長期住院病人的出院率(公 營界別)	0.03	0.08	0.05
長期住院病人的病床日數 (公營界別)	11.09	28.42	20.21
專科門診求診率	3.67	8.09	8.08
普通科門診求診率	4.04	16.95	10.06
急症室求診率	2.26	5.30	4.69
日間手術病人的出院率(私 營界別)	0.18	0.57	0.48
緊急護理住院病人的出院率 (私營界別)	0.11	0.42	0.33
緊急護理住院病人的病床日 數(私營界別)	1.06	2.45	2.28
私營界別門診的求診率	99.03	252.69	251.94

在敏感度分析中，如預計一樣，與卜瓦松回歸模型(採用指數趨勢)比較，實際經驗模式－回歸為本法的線性化模型得出的推算斜度較小，但有關數據對指數趨勢的支援並不比線性趨勢差。大部分以卜瓦松回歸模型(圖 2.2)推算用以量度使用量的元素，其均方誤差都較小。為免出現負數值，回歸線性模型中按年齡和性別劃分的量度使用率元素，會出現相同的截距和斜率。

表 2.2 就選定需求／量度使用量的變項比較線性和指數回歸為本模型估算使用量的均方誤差

需求／使用量變項	自然量表		對數量表	
	線性	指數	線性	指數
公營界別日間手術個案	25.8	<b>18.0</b>	0.0038	<b>0.0026</b>
公營界別專科門診求診人次	700	<b>522</b>	0.0014	<b>0.0007</b>
公營界別普通科門診求診人次	1189	<b>830</b>	0.0038	<b>0.0017</b>
急症室求診人次	165.4	<b>125.8</b>	0.0021	<b>0.0016</b>
私營界別日間手術個案	<b>1.63</b>	1.76	<b>0.0029</b>	0.003
私營界別緊急護理住院病人的出院率	<b>6.13</b>	6.69	0.0028	<b>0.0013</b>
私營界別門診求診人次	771405	<b>561993</b>	0.032	<b>0.026</b>
衛生署學童服務	1022	<b>982</b>	1.21	<b>0.09</b>
衛生署港口衛生處	0.20	<b>0.18</b>	0.18	<b>0.05</b>

支持向量機模型能夠綜合資料，在例子中進行學習，配合以過往數據為基礎的情況，以及就未知情況從過往數據中找出規律模式。支持向量機能發掘自變量和因變量之間的複雜非線性關係。在回應預測變項和相對結果之間的非線性關係時，模型會自動調整結構以反映該等非線性關係。支持向量機的預測變項經過多重非線性變換，與回歸為本法比較，能夠模擬更複雜的非線性關係。

回歸模型可用以模擬複雜的非線性回歸關係。然而，要採用這些模型，模型設計者必須全面搜尋各種非線性關係，但這些關係卻未必可知或理解得到。有時，也未必可找到改善模型擬合程度的適當轉換，況且有些重要的非線性關係是模型設計者未能察覺到的。

如推算涉及複雜的數據和關係，從上述模型擬合的統計數字可見，支持向量機理論上較回歸為本法可提供更穩當的推算結果、更靈活地把複雜的數據融入模型中，而且無需就各模型變項之間的關係預定任何假設。基於上述原因，本報告採用實際經驗—支持向量機模式進行所有推算。



### 3 推算醫生人手的供應

我們採用香港醫務委員會二零一二年(按年齡和性別劃分)的註冊數據[5]-[6]，作為計算醫生人手供應的基礎。此外，大學教育資助委員會(教資會)備存的本港醫科畢業生過往及預計人數，以及衛生署就醫生進行的醫療衛生服務人力統計調查[7]-[11] (公營界別的比例經過調整，以便與醫管局受僱醫生記錄(二零零五年至二零零七年及二零零九年的統計報告[12])的實際數字一致)，都會用來推算醫生人手的供應。

#### 3.1 醫生人手供應的模型

醫生人手供應的模型屬非同質性的馬可夫(Markov)鏈模型<sup>4</sup>，工作人口系統則以“存量和流動”的概念來表達(圖 3.1)。“流動”指一段時間內的人力供應。“存量”則指某一個時間的人力供應。

---

<sup>4</sup> 馬可夫鏈模型估算有關人力存量和流動的轉換機率，對作出微觀人力規劃甚有幫助。

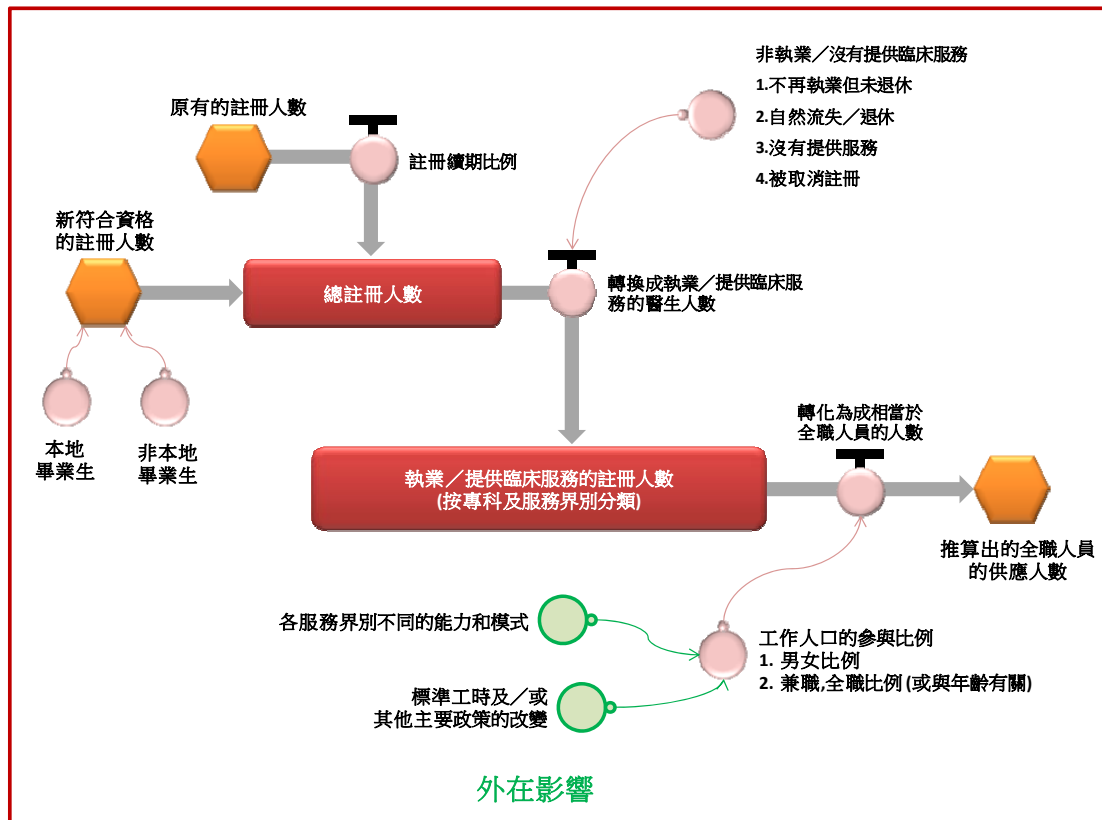


圖 3.1 香港的醫生人手供應模型

模型中按年並按年齡和性別(a,s,y)劃分為五類人力存量：

$n_{pre}$	原有的註冊人數
$n_{local}$	本地畢業生數目
$n_{non-local}$	非本地畢業生數目
$n_{current}$	現有的註冊人數
$n_{active}$	提供服務的執業註冊人數

供應模型中的“流動”代表存量的變動，並按下列各項作出推算：

現有的註冊人數（本地畢業生、非本地畢業生及原有的註冊人數總人數）：

$$n_{current}(a, y, s) = p_{renewal} \times n_{pre}(a, y, s) + n_{local}(a, y, s) + n_{non-local}(a, y, s)$$

及

$$n_{prs}(a, y, s) = n_{current}(a, y - 1, s)$$

方程式 33

在上述方程式中， $p_{renewal}$  是續牌的比例。

提供服務的執業註冊人數：

$$n_{active}(a, y, s) = n_{current}(a, y, s) \times p_{active}(a, s)$$

方程式 34

在上述方程式中， $p_{active}(a, s)$  是按年齡和性別劃分的執業醫生比例 ( $a, s$ )。

### 3.2 供應的決定因素：推算存量與流動情況

#### 總註冊人數

總註冊人數的定義是原有的註冊人數（註冊醫生總人數乘以註冊續期比例 [由香港醫務委員會提供]）、新符合資格的註冊人數（香港大學及香港中文大學的醫科畢業生及新的持臨時牌照的人數 [適用於實習醫生]），以及由 2005 至 2011 年註冊的非本地畢業生人數的總和。

基於醫科學生的入學人數（由教資會設定）及實習醫生的預計臨時牌照數目，我們以 sigmoid 函數推算出新的註冊人數。因此，供應模型假設二零一九年至二零四一年醫科學生畢業人數上限

為 420 人。雖然現時有香港醫務委員會牌照試合格率的數據(二零零一年至二零一一年)，根據現時(二零一二年)非本地註冊者的數目，供應模型假設每年都有 60 名非本地畢業生加入為註冊醫生，這與近年的統計數字一致。

### 提供臨床服務的執業註冊人數

雖然有總註冊人數，但在推算工作人口時，只有執業／提供臨床服務<sup>5</sup>的註冊人數有關聯。供應模型把非執業／沒有提供臨床服務的醫生分為四類：不再執業但未退休、自然流失／退休、因其他理由沒有提供服務和以其他方式被取消註冊。根據醫生的醫療衛生服務人力統計調查[7]-[11]，我們以 sigmoid 函數來推算不再執業但並未退休的醫生人數、因自然流失／退休而離職的醫生，以及因其他理由沒有提供服務的醫生。根據香港醫務委員會的資料[5][6]，每年被取消註冊的醫生人數假設為 1 人。

---

<sup>5</sup> 執業／提供臨床服務醫生的定義與衛生署所採用的不同。我們沒有計及不再執業但並未退休、因其他理由沒有提供服務，以及被取消註冊的醫生。

### 3.3 轉化工作人口供應為相當於全職人員的人數

模型以按年齡和性別劃分的平均工時來判斷不同界別的總工作時數。任何界別的平均工時均以每周 65 小時為上限(相當於 1 名全職人員)。

y 年全職人員的供應人數  $FTE_{supply}(y)$  計算如下：

$$FTE_{supply}(y) = \frac{\sum_a \sum_s (n_{active}(a, y, s) \times p_{sector}(a, s, c) \times \sum_c h(a, s, c))}{Standard\ working\ hours\ per\ week\ per\ FTE}$$

方程式 35

$p_{sector}(a, s, c)$  是在 y 年內在服務界別 c 工作的醫生比例， $h(a, s, c)$  是每名醫生的平均工時。

供應推算是根據存量和參數  $p_{renewal}$ ,  $p_{active}(a, s)$ ,  $p_{sector}(a, s, c)$  及  $h(a, s, c)$  計算，並採用 sigmoid 模型來推算參數。

## 4 差距分析

差距分析將基本情況下預計的醫生需求與供應的差異量化(假設二零零五年至二零一一年的供求均衡，即實際需求等於實際供應，兩者的差距為零)。

至於基本供應情況，預計以相當於全職人員計算的醫生供應只包括在醫管局、私營界別和衛生署工作的醫生。由於可用的數據沒有分開列出衛生署的人數，這個模型假設在“政府、學術界和資助機構”工作的人員中，有30%在衛生署工作，而其他在“政府、學術界和資助機構”工作的人員則不包括在供應推算的差距分析範圍內。

差距分析根據實際經驗所得的數據，採用回歸為本法(住院與門診工作量比例預定為0.6)，按照“由上而下”的模式把使用量轉換成相當於全職人員的人數。

我們採用了三種方法(每年相當於全職人員的人數、按年計算的相當於全職人員人數，以及每年遞增的相當於全職人員人數)把相當於全職人員的醫生需求量化，以及與基本供應推算作出比較。

## 每年相當於全職人員的數目

在  $y$  年相當於全職人員的醫生數目分為相當於全職人員的醫生需求數目和相當於全職人員的醫生供應數目，方程式 14 及方程式 35 分別顯示有關的計算方法。

## 按年相當於全職人員的數目

按年計算相當於全職人員的數目的方法把供求的累積差異量化如下：

$$a(y) = FTE_{demand}(y) - FTE_{supply}(y)$$

方程式 36

在上述方程式中， $a(y)$  是在  $y$  年的相當於全職人員的數目， $FTE_{demand}$  及  $FTE_{supply}$  則分別為方程式 14 及方程式 35 所示，在  $y$  年相當於全職人員的供求情況。

## 每年遞增的相當於全職人員的數目

每年遞增的相當於全職人員的數目把過往一年供求差距的變化量  
化如下：

$$I(y) = a(y) - a(y - 1)$$

方程式 37

在上述方程式中， $I(y)$ 是在  $y$  年的每年遞增的相當於全職人員的數目， $a(y)$ 則是方程式 36 所示，按  $y$  年的相當於全職人員的數目。



## 5 假設

### 5.1 需求方面

- i. 我們以“過往數據樣本的曲線擬合”方式來模擬人力供求，並假設根據數據的過往趨勢作出推算。
- ii. 就主題性住戶統計調查中私營界別門診的求診人次而言，我們假設，按年齡和性別劃分的私營界別門診的求診人次與公營界別普通科門診的求診人次，在遺漏通報方面的比率相同。
- iii. 我們假設五個主題性住戶統計調查的數據足以反映私營界別門診求診人次的過往趨勢。
- iv. 我們假設醫管局七年期病人記錄的數據足以反映以醫管局為本的醫療服務使用模式的趨勢。
- v. 我們在估算工作量係數時假設供求平衡。
- vi. 我們假設工作量係數不會因時間改變。

## 5.2 供應方面

- i. 二零一九年至二零四一年的本地畢業生人數以二零一八年的為基準。
- ii. 我們假設醫生續牌比例  $p_{renewal}$  按年齡、性別劃分，並不會因時間改變。
- iii. 我們假設執業醫生比例  $p_{active}(a,s)$  不會因時間改變。

香港大學公共衛生學院

二零一四年四月

表 A1 需求模型的變項、把變項參數化和數據來源

變項	把變項參數化 <sup>2</sup>	數據來源
<b>服務人口</b>		
居港人口	年齡-性別分層	1999 至 2011 年政府統計處
人口預測	年齡-性別分層	2012 至 2022 年政府統計處人口推算
<b>住院情況</b>		
日間手術個案數目		
公營界別	$d_{daycare}^{HA}$ 年齡-性別分層	2005 至 2011 年醫管局記錄
私營界別 <sup>1</sup>	$d_{daycare}^{private}$ 年齡-性別分層	2007 至 2011 年 <sup>1</sup> 香港私家醫院記錄
急症病人出院數目		
公營界別	$d_{inpatient}^{HA}$ 年齡-性別分層	2005 至 2011 年醫管局記錄
私營界別 <sup>1</sup>	$d_{inpatient}^{private}$ 年齡-性別分層	2007 至 2011 年 <sup>1</sup> 香港私家醫院記錄
長期住院病人出院數目		
公營界別	$d_{longstay}^{HA}$ 年齡-性別分層	2005 至 2011 年醫管局記錄
緊急護理病床日數		
公營界別	$b_{inpatient}^{HA}$ 年齡-性別分層	2005 至 2011 年醫管局記錄
私營界別 <sup>1</sup>	$b_{inpatient}^{private}$ 年齡-性別分層	2007 至 2011 年 <sup>1</sup> 香港私家醫院記錄
長期住院病床日數		
公營界別	$b_{longstay}^{HA}$ 年齡-性別分層	2005 至 2011 年醫管局記錄

表 A2 需求模型的變項，把變項參數化和數據來源

變項	把變項參數化 <sup>2</sup>	數據來源
門診		
醫管局普通科門診求診人次		年齡-性別分層
醫管局專科門診求診人次		年齡-性別分層
醫管局急症室求診人次		年齡-性別分層
衛生署服務求診人次		按服務單位的年齡-性別分層 {i}
私家門診求診人次		年齡-性別分層 2005年、2008年、2009年和2011年主題式住戶統計調查 (以2005至2011年醫管局門診記錄遺漏通報的情況作出調整)

<sup>1</sup> 私家醫院：播道醫院、香港港安醫院、香港浸信會醫院、港中醫院、養和醫院、明德醫院、寶血醫院、聖保祿醫院、聖德肋撒醫院、荃灣港安醫院、仁安醫院和嘉諾撒醫院

<sup>2</sup> 所有數據均按年齡和性別分層，以5年作為年齡的分組。

## 參考文獻

- [ 1 ] 香港藥劑製品的規管。立法會衛生事務委員會，2010 年。
- [ 2 ] Leung GM, Tin KYK, Chan W-S. Hong Kong's health spending projections through 2033. *Health Policy*. 2007 Apr;81(1):93-101.
- [ 3 ] Bartholomew DJ, Forbes AF, McClean SI. *Statistical techniques for manpower planning*: John Wiley & Sons.; 1991.
- [ 4 ] Huber M. Health Expenditure Trends in OECD Countries, 1970-1997. *Health Care Financ Rev*. 1999;21:99-117.
- [ 5 ] 香港醫務委員會二零一二年年報。香港醫務委員會網址：  
<http://www.mchk.org.hk/annualreports.htm>.
- [ 6 ] 香港醫務委員會[二零一二年引稱]。香港醫務委員會網址：  
<http://www.mchk.org.hk/>.
- [ 7 ] 香港衛生署。2004 年有關醫生的醫療衛生服務人力統計調查
- [ 8 ] 香港衛生署。2005 年有關醫生的醫療衛生服務人力統計調查
- [ 9 ] 香港衛生署。2006 年有關醫生的醫療衛生服務人力統計調查
- [ 10 ] 香港衛生署。2007 年有關醫生的醫療衛生服務人力統計調查
- [ 11 ] 香港衛生署。2009 年有關醫生的醫療衛生服務人力統計調查
- [ 12 ] 醫院管理局統計及人力規劃處。醫院管理局二零一一至二零一二年度統計報告(2012：1-200)。