

立法會醫療保障計劃小組委員會

二零一四年四月十五日



SCHOOL OF PUBLIC HEALTH
THE UNIVERSITY OF HONG KONG
香港大學公共衛生學院

1. 推算香港醫護人力模型

- 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。
- 需求與供應的推算數字之間的差額，即人手“空缺”或“過剩／不足”之數。
- 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。
- 為一個系統建立模型受兩項因素影響，即1)系統的性質及2)可供使用的數據。
- 對於難以用物理現象解釋又存在多個變項的複雜系統，採用曲線擬合是一種常用的建立模型方法(雖然會因各種元素／變項的相互作用而產生混淆)。

1. 推算香港醫護人力的模型

- 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。
- 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。
- 這個模型的核心假設(即建立模型的必要和常見假設)是根據數據過往的趨勢進行人力推算。

2. 推算醫生的人手需求

2.1 需求指標

公營界別

- | | |
|------------------|----------------------|
| i. 日間手術病人的出院數目 | $d_{HA}^{daycase}$ |
| ii. 急症病人的出院數目 | $d_{HA}^{inpatient}$ |
| iii. 長期住院病人的出院數目 | $d_{HA}^{longstay}$ |
| iv. 緊急護理病床日數 | $b_{HA}^{inpatient}$ |
| v. 長期住院病床日數 | $b_{HA}^{longstay}$ |
| vi. 普通科門診求診人次 | n_{HA}^{GOP} |
| vii. 專科門診求診人次 | n_{HA}^{SOP} |
| viii. 急症室求診人次 | $n_{HA}^{A\&E}$ |
| ix. 衛生署服務求診人次 | n_{bH}^i |

私營界別

- | | |
|----------------|----------------------------|
| i. 日間手術病人的出院數目 | $d_{private}^{daycase}$ |
| ii. 急症病人的出院數目 | $d_{private}^{inpatient}$ |
| iii. 緊急護理病床日數 | $b_{private}^{inpatient}$ |
| iv. 門診求診人次 | $n_{private}^{outpatient}$ |

2. 推算醫生的人手需求

2.2 把醫療服務使用量轉換成相當於全職人員的數目

- 以加權後的服務使用量總和表示相當於全職人員的數目
- 以權數係數‘c’及‘w’表示服務使用量中相當於全職人員的醫護專業人員數目

醫院管理局

$$\begin{aligned}
 FTE_{HA}^{inpatient}(y) &= (d_{HA}^{daycase}(y) + d_{HA}^{inpatient}(y) + d_{HA}^{longstay}(y)) \times c_{discharge} \\
 &+ (b_{HA}^{inpatient}(y) - 2d_{HA}^{inpatient}(y)) \times c_{inpatient}^{bedday} \\
 &+ (b_{HA}^{longstay}(y) - 2d_{HA}^{longstay}(y)) \times c_{longstay}^{bedday} \\
 FTE_{HA}(y) &= FTE_{HA}^{inpatient}(y) + n_{HA}^{SOP}(y) \times c_{HA}^{SOP} + n_{HA}^{GOP}(y) \times c_{HA}^{GOP} + n_{A\&E}(y) \times c_{A\&E}
 \end{aligned}$$

衛生署

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

2. 推算醫生的人手需求

2.2 把醫療服務使用量轉換成相當於全職人員的數目

醫院管理局

住院及專科
門診服務的係數

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

普通科門診服務
的係數

$$c_{HA}^{GOP} = \frac{1}{7} \sum_{y=2005}^{2011} \frac{D_{HA}^{GOP}(y)}{n_{HA}^{GOP}(y)} \quad D_{HA}^{GOP} \text{ 是醫管局普通科門診的醫生數目}$$

急症室服務的係數

$$c_{HA}^{A\&E} = \frac{1}{7} \sum_{y=2005}^{2011} \frac{D_{HA}^{A\&E}(y)}{n_{HA}^{A\&E}(y)} \quad D_{HA}^{A\&E} \text{ 是醫管局急症室的醫生數目}$$

衛生署

衛生署服務的係數

$$c_g = c_{HA}^{GOP}$$

2. 推算醫生的人手需求

2.2 把醫療服務使用量轉換成相當於全職人員的數目

私營界別

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

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

住院服務係數

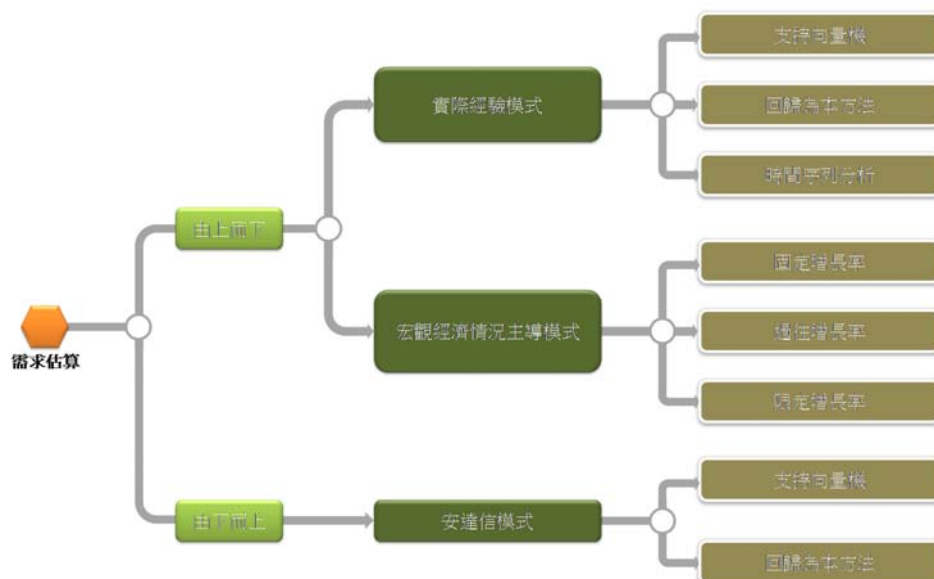
門診服務係數

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

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

2. 推算醫生人手需求

2.3 建立醫生人手需求模型



2. 推算醫生的人手需求

2.3 建立醫生人手需求模型

使用量 $z(y)$ 以方程式表示為 $\sum_a \sum_s P(a, s, y)R(a, s, y)$

$P(a, s, y)$ 是在 y 年 (a, s) 代表的年齡和性別組別的全港人口數目

$R(a, s, y)$ 是在 y 年 (a, s) 代表的年齡和性別組別的使用率

A. 支持向量機

- 支持向量機是以內核為基礎的神經網絡，以加權內核函數的總和，把輸入值 x 與輸出值 y 配對：

$$y = \sum_i w_i \kappa(x_i, x) + B$$

- 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，因它是已證實的“通用近似器”。
- 優化後的結構已妥善調整，同時網絡概括能力亦已推至最高水平。

2. 推算醫生的人手需求

2.3 建立醫生人手需求模型

B. 回歸為本法

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

假設

$$N(a, s, y) \sim \text{Poisson}(O(a, s, y)R(a, s, y))$$

$N(a, s, y)$ 表示使用量

$O(a, s, y)$ 是在年齡、性別和年份組別的抵銷項

C. 時間序列模式

線性趨勢

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

指數式衰變趨勢

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

固定趨勢

$$u(y) = u_0$$

2. 推算醫生的人手需求

2.3 建立醫生人手需求模型

D. 固定增長率

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

於公營界別 $x = 0.2\%$ ，私營界別 $x = 1\%$

E. 過往的增長率

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

把 $\sum_y |N(y) - z(y)|$ 極小化以估算 x

F. 設定上限的增長率

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

2. 推算醫生的人手需求

2.4 模型的比較

以絕對率誤差 $E(\theta, u)$ 的和表示模型的表現：

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

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

$\bar{M}_u(a, s, y|\theta)$ 為以模型 θ 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。

回歸為本方法： 需訂一個限定值及適用年份

設定上限的增長率： 相關的參數校準計量單位不一定會聚合

安達信模型： 沒有建立模型所需的數據

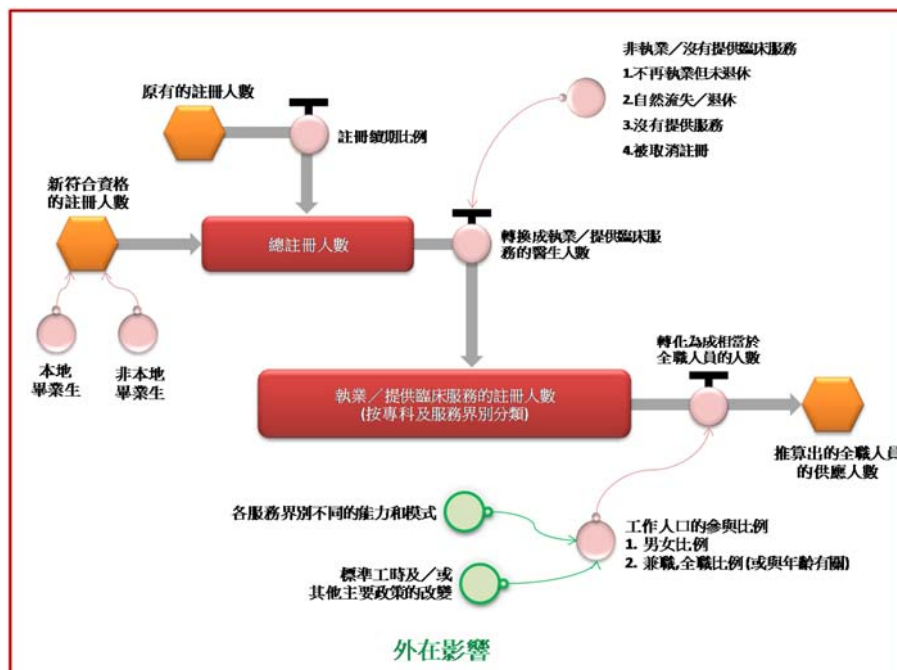
2. 推算醫生的人手需求

2.4 模型的比較

	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

3. 推算醫生的人手供應

3.1 醫生人手供應的模型



3. 推算醫生人手的供應

3.2 供應的決定因素：推算存量與流動情況

現有的註冊人數

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

在上述方程式中，

n_{pre}	是原有的註冊者人數
n_{local}	是本地畢業生數目
$n_{non-local}$	是非本地畢業生數目
$n_{current}$	是現有註冊者人數
n_{active}	是提供服務的執業註冊人數
$p_{renewal}$	是續牌的比例

提供服務的執業註冊人數

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

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

3. 推算醫生的人手供應

3.3 轉化工作人口供應為相當於全職人員的人數

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

在上述方程式中，

$p_{sector}(a, s, c)$	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數

4. 差距分析

4.1 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

$$FTE_{supply}(y)$$

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

4.2 按年相當於全職人員的數目差異

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

4.3 每年遞增的相當於全職人員的數目

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