

## 救急医療情報システムにおける 医療機関選択の一方法†

岡田 正彦<sup>††</sup> 岡田 美保子<sup>†††</sup>

救急医療情報システムにおいて、最適な医療機関を決定する方法について検討した。

最適性の判定に当っては、あらかじめ二つのテーブルを用意しておく。その一つは、各医療機関に関する最新の情報を記録したもので、他方は、救急患者が発生した時点でいくつかの条件を各医療機関が満たしているか否かを採点するためのものである。条件は、その患者に必要な診療科名、特殊検査・特殊治療の設備、入院設備、患者と医療機関との距離、各医療機関における患者分布のバランスの5項目である。採点が終了した後、各項目に設定しておいた重みを掛け、その総和が最大となる医療機関を最適と判定する。なお、5項目中、特に距離と患者分布の問題についても、新しい考え方を示した。

シミュレーション・モデルによる実験を行った結果、次の結論を得た。

- 1) 医療機関の間の患者数のバランスを保ったまま、患者の必要条件に合った医療機関の選択が可能である。
- 2) 患者分布に一時的に大きな片寄りが生じても速やかに修復される。

### 1. はじめに

地域における救急医療体制を整備し、システム化を図ることの意義については、Waters<sup>ら</sup><sup>1)</sup>が詳細な検討を行っており、あらためてここで述べるまでもない。彼らの報告では情報システムについては触れられていないが、医療資源の効率的な運用を図るために、コンピュータを中核とした情報システムが検討されたのは当然の成り行きであった。現在、国内の多くの都道府県で、このようなシステムが稼動している。わが国の救急医療情報システムでは、各医療機関に設置した専用端末<sup>2),3)</sup>を介して、医師の待機状況や診療科別の空ベット数を情報センターに登録しておき、患者が発生した際に病院の情報案内を行うことを目的としている。ただ、これらの情報システムでは医療機関側が時々刻々変化する情報を絶えず端末に入力することをシステム運用の前提条件としているにもかかわらず、関係者の協力があまり得られていないため、かならずしも効果的に動作しているとはいえない。その理由については種々検討がなされているが、単に受診可能な病院を紹介するだけでは、医療機関にとってあまりメリットがないということが、問題の一つとして指摘されている。

本研究では、救急患者の発生した時点で最適な医療機関を決定する方法について検討した。最適性の条件として患者側の事情だけを考慮しているとその流れに片寄りが生じてしまい、たとえ患者にとっては利益となっても、医療機関にはむしろ不都合となることがある。そこで、患者と医療機関の二つの立場から以下の五つの属性を考慮した決定方法を検討した。

- 1) 患者の傷病に適合した診療科名、
- 2) 特殊な検査や治療の必要性、
- 3) 入院の必要性、
- 4) 患者の発生地点と医療機関との距離、
- 5) 医療機関の間の患者数のバランス。

本文では、方法の詳細と、シミュレーションによる安定性の検証結果などについて述べる。

### 2. アルゴリズム

#### 2.1 概 略

本法では、救急患者が発生した時点で、前述の全属性に対して評価点を付け、その総合点から最適医療機関を決定するが、総合点の計算に当っては二つのテーブルを利用する。その一つは、各医療機関について、名称、所在地と電話番号、ブロック番号(後述)、特殊設備の有無、診療科別の当直医の在・不在、空ベットの有無、前年度の救急患者処置件数、今年度の救急患者処置件数の8項目の情報を記したものである(表1)。このうち、診療科別の当直医の在・不在と空ベットの項については、前述の専用端末を介して得る最新情報を利用するものとする。これに対して、も

† A Method for Hospital Selection in Emergency Medical Information Systems by MASAHIKO OKADA (Department of Neurophysiology, Brain Research Institute, Niigata University) and MIHOKO OKADA (Faculty of General Education, Niigata University).

†† 新潟大学脳研究所神経生理学部門

††† 新潟大学教養部統計学研究室

表 1 医療機関に関する情報 (参照テーブル)  
Table 1 Table for facility information.

|             |   |
|-------------|---|
| 1. 医療機関名    | Facility name                                     |
| 2. 所在地と電話番号 | Address & Telephone                               |
| 3. 地区番号     | Block number                                      |
| 4. 特殊設備     | Special equipment                                 |
| 5. 診療科名     | Department  |
| 6. 空ベット数    | Number of vacant beds                             |
| 7. 前年度患者数   | Number of patients of the previous year ( $K_1$ ) |
| 8. 今年度患者数   | Number of patients of the current year ( $K_2$ )  |

う一つのテーブルは、救急患者が発生した時点で、各医療機関がそれぞれの必要条件を満たしているかどうかを属性別に採点するために利用する (図 1)。前者のテーブルを参照テーブル、後者をワーキングテーブルと呼ぶことにする。

ワーキングテーブル上での具体的な採点は、次の規則による。まず、その患者が特殊な検査や治療を必要としている時 (人工透析など)、その設備を有している医療機関には、Special equipment に 1 点を、そうでなければ 0 点を与える。次に、Distance には、患者の発生地点と各医療機関の間の距離について、それが近ければ大きな値、遠ければ小さな値を与える。Department には、患者の傷病に合った診療科の医師が待機している医療機関には 1 点、そうでなければ 0 点を与える。たとえば、頭部外傷の患者が発生した場合、脳外科医が当直していれば 1 点、いなければ 0 点を与える。Admission には、入院を必要とする患者に対して、空ベットがあれば 1 点、なければ 0 点を与える。最後の Priority には、前年の患者数に比べ、当年の年度初めより当日までの患者数が少なすぎる医療機関には 1 点、多すぎるのところには 0 点を与える。なお、Distance と Priority については、次節で詳述す

|   | $C_1$             | $C_2$    | $C_3$      | $C_4$     | $C_5$    |
|---|-------------------|----------|------------|-----------|----------|
|   | Special equipment | Distance | Department | Admission | Priority |
| 1 | 1                 | 3        | 0          | 1         | 1        |
| 2 |                   |          |            |           |          |
| 3 |                   |          |            |           |          |
| ⋮ |                   |          |            |           |          |
| ⋮ |                   |          |            |           |          |
| n |                   |          |            |           |          |

図 1 ワーキングテーブル

Fig. 1 Table used for scoring each facility.

る。

ワーキングテーブルへの記入がすべて終了した後、次式により各医療機関の総合点  $S_i$  を求める。

$$S_i = w_1 C_1 + w_2 C_2 + w_3 C_3 + w_4 C_4 + w_5 C_5$$

$$i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

ただし、 $(C_1, \dots, C_5)$  は前述の 5 属性で、 $w = (w_1, \dots, w_5)$  は重みベクトルである。そして  $S_\alpha = \max_i \{S_i\}$  となる医療機関  $\alpha$  を最適と判定する。

重みベクトル  $w$  は、5 属性間の相対的な重要性を加減するために導入したもので、人為的に操作するものとする。たとえば、診療科名を最も重視したければ、 $w = (1, 1, 2, 1, 1)$  と  $w_3$  を大きくする。

### 2.2 医療機関との距離

ワーキングテーブル上の属性の一つ Distance ( $C_2$ ) は、患者の発生した地点と各医療機関との間の距離を表わしている。救急医療では、病気や外傷の種類にかかわらず、一刻を争う応急処置を必要とする場合があり、その際は医師の専門とは無関係に最も近い医療機関へ連れていかなければならない。また、同じ条件の医療機関が二つ以上あれば、当然近い方がよい。したがって、距離は場合によって重要な属性となるため、簡単にしかも適確に判定できる尺度が望まれる。この問題について Dökmeci<sup>4)</sup> は、医療機関の最適配置に関する研究の中で、地図上の座標から求めたユークリッド距離を利用している。しかし、一刻を争う救急医療では、コントロールセンタの職員が患者の発生たびに地図を見て計算する方法は実用的でない。

本研究では、情報システムがカバーする地域を数十箇所のブロックに分け、患者と医療機関の間の距離を、両者を隔てるブロック数によって表現することにした。ブロック分けについては、地域における医療の特殊性、交通事情、地形などと密接に関係した問題で、理論的に最適な方法を定めることは困難であるが、以下の考察は成立する。

ブロック分けの基準として、まず等しい面積で分ける方法が当然考えられる。しかし、わが国の現状では、医療の過疎地域と過密地域の差が極端に大きいため、一定の面積でブロック分けを行うと、過疎地域では医療機関が一軒も存在しない地区が多数できてしまう。逆に過密地域では一つのブロックの中に多数の医療機関が含まれることになる。医療機関の多いところは、当然人口の密集地域でもあり、地図上の距離は近くとも過疎地域の場合と同等に考えるわ

けにはいかななくなる。そこで、医療機関の数を一定にして分けるという考え方が成り立ってくる。救急医療情報システムの導入に先だて、各都道府県では救急医療の実態調査が行われた。新潟県では、患者の流れに関する調査も実施されているので<sup>5)</sup>、以下、同県を一つの例として考察を進める。この調査結果によれば、患者が病院\*を訪れるために移動する範囲は地域ごとにはほぼ固定しており、自然に医療の圏域が形成されていることがわかっている。しかも、その一つ一つにはほぼ同数の病院が存在しており、その中では距離とあまり関係なく病院が選択されている。新潟県では、全病院数が111で、一つの圏域にはおよそ3~4軒の病院が存在することから、全県を30前後のブロックに分けるのが適当といえる。

ブロックの境界線は、地図を見ずに判定できることが望ましいが、そのためには市町村の境界線を利用した方が便利である。過疎地域では、いくつかの市町村をまとめて一つのブロックとし、過密地域では一つの市町村を、川や線路などわかりやすい標識を利用していくつかのブロックに分割すればよい。図2は、新潟県をこのような考え方に従って30のブロックに分

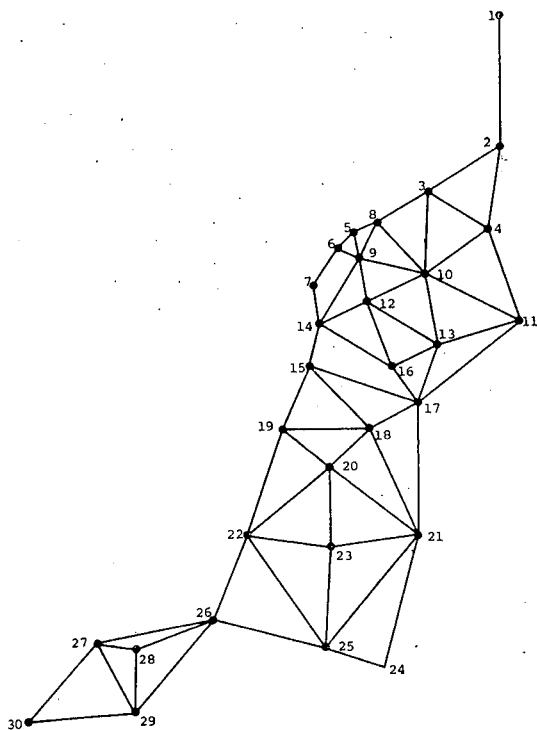


図2 ブロック分けのグラフ表現

Fig. 2 Example graphical representation of blocks.

\* 病院と診療所を合わせて医療機関とよぶ。診療所も救急患者の診療に当たっているが、この調査の対象にはなっていない。

け、それぞれに番号を付けてグラフ表現したものである。同グラフ中、各点  $v_i$  はブロックを表わし、点  $v_i$  と  $v_j$  を結ぶ辺  $(v_i, v_j)$  は、対応する二つのブロックが互いに隣接していることを表わす (以後、「点」を「ブロック」と厳密に区別せずに用いる)。グラフは無向の連結単純グラフで、各辺の長さはすべて等しく1とし、いかなる点も自己ループを持たないものとする。ここで、二つの点  $v_i$  と  $v_j$  の間の距離  $d(v_i, v_j)$  を、両点を結ぶ最短路の距離として定義すると、点  $v_i$  で発生した患者から、点  $v_j$  にある医療機関までの距離は、隣接行列を利用して求めることができる<sup>6)</sup>。

まず、図2のグラフの隣接行列  $A$  を次のように表わす。

$$A = \begin{matrix} & v_1 & v_2 & \dots & v_{30} \\ \begin{matrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_{30} \end{matrix} & \begin{pmatrix} a_{1.1} & a_{1.2} & \dots & a_{1.30} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ a_{30.1} & a_{30.2} & \dots & a_{30.30} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

ここで非対角要素  $a_{i,j}$  の値は二つの点  $v_i$  と  $v_j$  が隣接している時1、それ以外の時0である。また、いかなる点も自己ループを持たないので対角要素はすべて0である。この行列  $A$  の平方つまり  $A^2$  を求めると、その要素  $a^{2,i,j}(i \neq j)$  は、二つの点  $v_i$  と  $v_j$  の間の長さ2の系列の数に一致する。同様に  $A^\xi(\xi=3, 4, \dots, n)$  の要素  $a^{\xi,i,j}(i \neq j)$  は、点  $v_i$  と  $v_j$  の間の長さ  $\xi$  の系列の数となる。このことから  $A^\xi(\xi=1, 2, \dots, n)$  を求める過程で、 $a^{\xi,i,j} \neq 0$  なる要素が初めて得られた時の  $\xi$  が距離  $d(v_i, v_j)$  となる。

ワーキングテーブルの  $C_2$  として実際に必要な値は、距離そのものではなく、その逆数に比例した数値である。そこで、実際には以下のアルゴリズムで、 $C_2$  の値を直接求める。

### 2.2.1 $C_2$ の算法

$A=[a_{ij}]$  を30行、30列の隣接行列、 $a_v=(a_{v1}, a_{v2}, \dots, a_{v30})$  を行列  $A$  の第  $v$  行ベクトル、 $a^*_v=(a^*_{v1}, a^*_{v2}, \dots, a^*_{v30})$  を  $A^\xi$  の第  $v$  行ベクトルとする。また、患者は点  $v_v$  にいるとして、 $v_v$  から各点に対する  $C_2$  の値を  $d=(d_1, d_2, \dots, d_{30})$  で表わす。

ステップ0 (初期設定):  $\xi=1$  とし、 $d=a_v$ 、 $a^*_v=a_v$  とおく。

ステップ1 ( $A^\xi$  の計算):  $a^*_{v+1}=a^*_v \cdot A$ 。

ステップ2 ( $d$  の計算):

(i) もし、 $a^*v_j+d_j \neq 0$  ならば  $d_j=d_j+1$  とおく。 $(j=1, 2, \dots, 30)$

(ii) もし、 $d_j \neq 0 (j=1, 2, \dots, 30)$  であれば、 $d_v=d_v+1$  として計算を終了する。もし、そうでなければ、 $\xi=\xi+1$  としてステップ1へもどる。

すべての医療機関について、患者からの距離を求めためには上記のように  $d$  の全要素が非零となるまで計算を繰り返すことが必要であるが実際には、患者から3ブロック以上離れた医療機関が検索の対象となることはほとんどないため、上記の各ステップは、3回繰り返すだけで十分である。このアルゴリズムを3回で終了すると、

$j=v$  に対して  $d_j=4$ ,  
 $\{j|d(v, v_j)=1\}$  に対して  $d_j=3$ ,  
 $\{j|d(v, v_j)=2\}$  に対して  $d_j=2$ ,  
 $\{j|d(v, v_j)=3\}$  に対して  $d_j=1$ ,  
 $\{j|d(v, v_j)>3\}$  に対して  $d_j=0$ ,

を得る。

### 2.3 医療機関の優先度

Priority ( $C_5$ ) は、患者が特定の医療機関に集中することを防ぐために導入した属性である。この値は、前年度の患者数  $K_1$  と、今年度の初めから当日までの患者数  $K_2$  との比を利用して定める。具体的には、

$$\begin{aligned} K_2/K_1 \geq k \cdot m \text{ のとき, } C_5 &= 0, \\ K_2/K_1 < k \cdot m \text{ のとき, } C_5 &= 1, \end{aligned} \quad (2)$$

とする。ただし、 $m$  は全医療機関の  $K_2/K_1$  の平均値で、 $k$  は次章で述べる方法によって定める定数である。

## 3. シミュレーション

### 3.1 $C_5$ の効果

Priority の導入により、各医療機関の患者数がどのように変化するかを、コンピュータ・シミュレーションによる実験で検討した。シミュレーション・モデルでは、10の医療機関(#1~#10)を想定し、それぞれの  $K_1$  (前年度の患者数) は、184, 150, 160, 370, 40, 10, 150, 20, 410, 6 で、合計1,500人とした。このシステムの状態に変化を起こす endogenous event は、ただ一種類、つまり救急患者の発生だけである。各イベントの生起のたびに、ワーキングテーブル上の各属性に対して、 $C_1$  から  $C_4$  については  $P(C_i=1)=P(C_i=0)=1/2$  となるように一様乱数で定めた1または0を与え、最後の  $C_5$  については式(2)の値を与えた。そして、式(1)の値を  $i=1, 2, \dots, 10$  について求めた後、 $S_\alpha = \max_{1 \leq i \leq 10} \{S_i\}$  となる医療機関 # $\alpha$  の  $K_2$  に

表2 シミュレーションの結果  
Table 2 Results of computer simulation.

| Facility number | $K_1$ | $K_2$ |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|                 |       | run 1 | run 2 | run 3 |
| 1               | 184   | 210   | 283   | 199   |
| 2               | 150   | 199   | 231   | 162   |
| 3               | 160   | 168   | 247   | 173   |
| 4               | 370   | 153   | 276   | 399   |
| 5               | 40    | 149   | 65    | 44    |
| 6               | 10    | 125   | 28    | 11    |
| 7               | 150   | 133   | 168   | 161   |
| 8               | 20    | 129   | 32    | 22    |
| 9               | 410   | 128   | 155   | 321   |
| 10              | 6     | 106   | 15    | 8     |

1を加えた。シミュレーション・プログラムは、1回の実行で上記処理を1,500回繰り返し、10の医療機関における最終的な  $K_2$  の値を出力するように作製した。

このプログラムを、 $C_5$  の重み  $w_5$  と  $k$  の値をそれぞれ変化させながら何回か実行した。

run 1: 最初の実行では、 $w=(1, 1, 1, 1, 0)$ 、つまり Priority を無視し、残るほかの属性にすべて等しい重みを与えて式(1)の値を計算した。その結果得られた  $K_2$  の値は表2のrun 1の列に示してあるが、 $K_1$  との比で考えると、そのばらつきはきわめて大きい。たとえば、医療機関 #9 と #10 をみると、 $K_1$  はそれぞれ410, 6 と極端な差があるのに対して、 $K_2$  はどちらもほとんど同じ値になってしまっている。

run 2: 次に、 $w=(1, 1, 1, 1, 1)$  とした状態で式(1)の  $k$  と出力結果との関係を検討した。つまり、 $k$  の値を0.0から3.0まで0.2きざみで変化させながら、その都度シミュレーションプログラムを繰り返し実行して、その出力から10医療機関の患者比  $K_2/K_1$  の分散を計算した。この結果は図3に示してある。

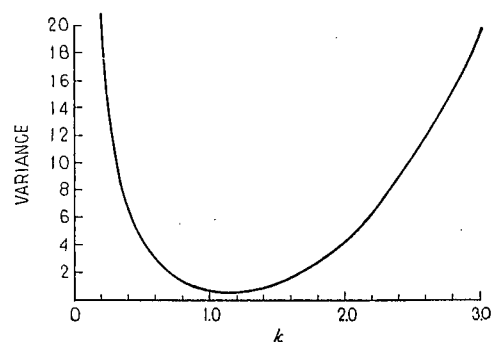


図3  $k$  とシミュレーション出力との関係

Fig. 3 Patient distribution versus system parameter  $k$ .

同図から、 $k=1.0$  の付近で各医療機関の間の患者比のばらつきが最も小さいことがわかる。特に、 $k=1.0$  の場合については、表2の run 2 の列に出力データを記してあるが、run 1 に比べ明らかな改善が認められる。

run 3 : 最後に、 $k$  と  $w_5$  の値の組合せが、結果に及ぼす影響について調べた。そのため、 $k=0.8, 1.0, 1.2$  のそれぞれについて、 $w_5$  の値を 0.0 から 3.0 まで 0.5 間隔で変化させながら、run 2 と同じ手順で実行を繰り返した(図 4)。図中、縦軸は図 3 と同じ 10 の医療機関における  $K_2/K_1$  の分散を表わすが、横軸は  $w_5$  の値である。同図から、 $k=1.0$  かつ  $w_5=2.5$  の時、最も小さい重みで十分な効果が得られていることがわかる。表2の run 3 は、この組合せのもとに得られた出力結果である。

図 5 は、run 1, run 2, run 3 の実行で得られた各出力(表 2) から、それぞれ  $K_2/K_1$  の値を求めて

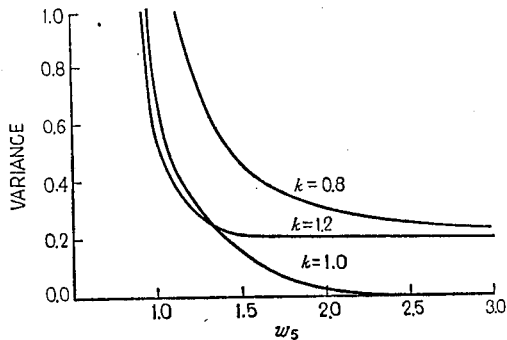


図 4  $k, w_5$  と出力結果との関係  
Fig 4 Patient distribution versus system parameters  $k$  and  $w_5$ .

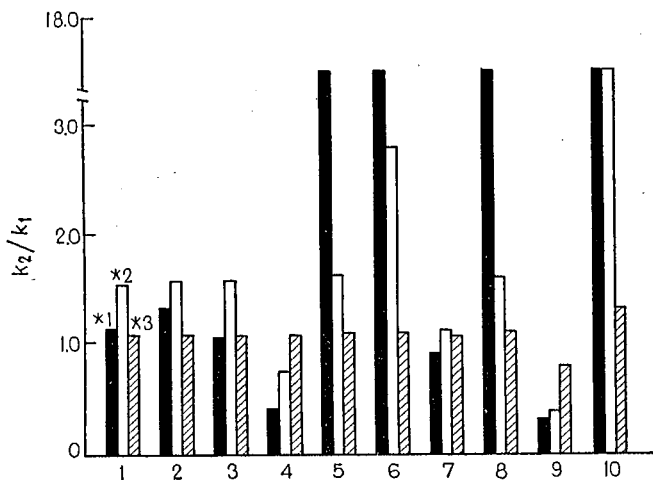


図 5 三つの出力結果の比較  
Fig. 5 Comparison of three simulation runs.

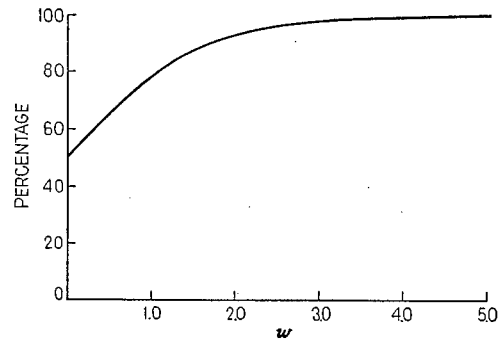


図 6 重み  $w$  の評価  
Fig. 6 Effect of weight of each attribute.

グラフ表示したものであるが、医療機関の間の患者比のばらつきが改善されていく過程が明らかである(\*1, \*2, \*3 はそれぞれ、run 1, run 2, run 3 の結果)。

### 3.2 重みベクトルの決定

前節では、重みベクトルのうち、 $w_5$  の決定について述べたが、ここではそれ以外の重みについて検討する。 $w_5$  の値は医療機関側にとっては重要な問題であるが、本来、最適な医療機関とはまず患者側の必要条件をできるだけ満たしているものでなければならない。そこで、前節の 3 回の実験と同じ設定条件でシミュレーションを行い、各イベントごとに最適とされた医療機関が、患者側の必要条件 ( $C_1, C_2, C_3, C_4$ ) を満たした件数をカウントしてみた。ただし、run 1 は、患者側の必要条件だけを考慮した選択であるため、それ以外の結果に対しては、run 1 に対する百分率で検討した。run 2, run 3 は、それぞれ約 96%, 87% となり、run 3 の場合においても一応は許容できる範囲にあった。

次に、シミュレーション・モデル [ $w=(1, 1, 1, 1, 2.5)$ ] の上で、四つの重みのうちのいずれか一つを変化させた時、結果がどう変わるかを検討した。図 6 は、縦軸を四つの属性の一つを満たした患者数(%)にとり、横軸をその重みとして、両者の関係を表わしたものである。ある属性を重視したければ、このような図を利用して目的の出力が得られるようにその重みを定めればよい。そして、もし、ほかの属性を全く無視してよければ、その重みの値をほかの重みの総和より大きくしてやればよい。たとえば、図 6 のモデルでは、 $w > 5.5$  とすればよい。

### 3.3 安定性の検証

このシミュレーション・モデルでは、 $C_1 \sim C_4$

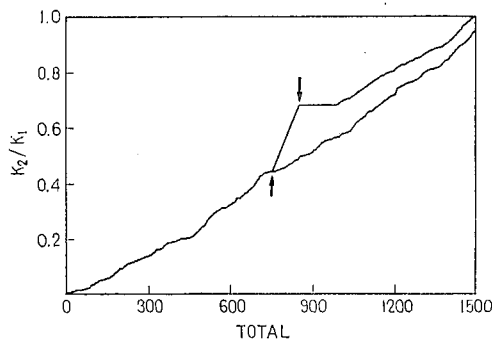


図 7 突然の変化に対する影響

Fig. 7 Influence of abrupt disturbance.

にはすべて同一の条件(確率)を与えた。ところが、実際には、患者数の多い医療機関ほど医師数も多く、設備も充実しているため、Special equipment, Department, Admission などの属性は特に、その値が1になる確率がより高いはずである。したがって、実際には、 $w_5$  の値をもう少し小さくしても、患者の流れを十分制御できることになる。

最後に、シミュレーション・モデルに exogenous event を与えて、その安定性を検討した。

実験では、医療機関 #9 ( $K_1$  が最大で 410 人) を例にとり、総患者数の増加にともない、その  $K_2/K_1$  の値がどう変化するかを調べた。この結果は、図 7 の下側の曲線となる。図中、横軸は 10 の医療機関の患者総数で、縦軸は医療機関 #9 における  $K_2/K_1$  の値である。ただし、シミュレーション・モデルの設定条件は、run 3 と同じである。 $K_2/K_1$  の値は総患者数の増加とともに直線的に大きくなり、1,500 人に達した時点では、ほぼ 1.0 になった。次に exogenous event として、なんらかの理由により医療機関 #9 に患者が集中した状態を想定して、総患者数が 751 人になった時点から連続して 100 人の患者が同医療機関に収容される状況を作り出した。この実験結果は、図 7 の上側の曲線となった。曲線上の二つの矢印は、このイベントの開始点と終了点を示す。下向きの矢印(850 人目)の後方が一定区間水平になっているのは、ワーキングテーブル上の医療機関 #9 の Priority が 0 となり、すべての患者がほかの医療機関に流れているためである。その後、再び  $K_2/K_1$  の値は直線的に伸び、最終的にほぼ 1.0 となっている。この結果から、本法では外乱を与えても、その修復作用により安定に動作することがわかった。

#### 4. 考 察

ここで、本法を実際の救急医療情報システムに組み込んだ場合の効果と危険性について考察してみたい。わが国の医療体制では、欧米のような 24 時間待機の救急専門の診療科がほとんどない。いくつかの医療機関が国の指定を受けて、救急患者の診療に当たっているものの、通常の外来患者と同じ取り扱いになっている。そのため、特に休日・夜間などに患者が発生しても、どこへ連れていけばよいのかわからなかった。消防署においてさえも状況は同じで、救急車が出動を要請されるたびに、数回から数十回電話をしてはじめて医療機関が見つかるという状態であった。このような背景にあって、救急医療情報システムでは、とにかく専門にかかわらず医師の当直している医療機関を捜し出すことが第 1 の使命となっている。したがって、そこに最適医療機関決定の本法を取り入れたとしても、少なくとも現状より悪くなることはあり得ない。

次に、予想される下記の具体的な諸問題について考察する。

- 1) 交通事情によっては、最短と判定された経路がかならずしも最適になるとは限らない。
- 2) 患者の状態から、適切な診療科名を判断するのは誰か?
- 3) 重症度の判定をどうするか?
- 4) 医療機関に患者の待ち行列が生じた場合の対策をどうするか?
- 5) 重みベクトルの設定に誤りがあった場合の対策をどうするか?

まず、1) の交通事情については、コンピュータ化された交通情報システムがまだ十分には整備されていないため、確実な対策は現在のところ不可能である。2) および 3) の医学的判断に関する問題は重要であるため、いくつかの対応策が各地で検討されている。一般的な方向としては、救急隊員に医学教育を行い、ある程度の判断を期待するというものである。また、救急隊員が簡単な症状の有無をチェックするだけで、診療科名や重症度を判定できる方法が報告されており<sup>7),8)</sup>、医師のいないところでもこのような判断は可能であることがわかっている。一方、一部のシステムではコントロールセンタに専任医師を配属し、アドバイスを受ける方式を試みているところもある。いずれにしても、この問題は近い将来、解決される見通しがある。

4) の待ち行列については、前述の調査<sup>5)</sup> で、実際にそ

のような状況が生ずる可能性はほとんどないことが示されており、特に考慮する必要もないと思われる。たとえ待ち行列ができたとしても、救急医療情報システムでは、新しい患者の受け入れ態勢が整った時点で専用端末よりOKである旨の入力を行うことになっているため、どの医療機関が空いたかはすぐ知ることができる。最後の問題は、重みベクトルについてである。現在のシステムでは、コンピュータによって検索した医療機関に対して事前に電話をかけ、患者の病状を知らせるとともに、受診の了解を得ることになっているため、不適当な重みベクトルによって意図に反する選択が行われても、この段階でチェックすることが可能である。この場合には、リストの中からほかの医療機関を選べばよいだけであって、特に障害とはなり得ない。

## 5. ま と め

救急医療情報システムを利用して最適な医療機関を決定する方法について報告した。本法の特徴は、重みベクトルの導入により判定基準が簡単に変更できること、医療機関の間の患者数のバランスを調整できること、患者と医療機関との間の距離を簡単に算出できること、の3点にある。

シミュレーション・モデルを作製し、コンピュータによる実験を行った結果、次の結論を得た。

1) 本法では、医療機関の間の患者数のバランスを保ったまま、患者の病状に合った医療機関の選択が可能である。

2) 大きな事故などによって患者が一時的に特定の医療機関に集中するような事態が生じても、患者数のアンバランスは速やかに解消される。

謝辞 原稿の作製にご助力いただいた斉藤美恵子氏に感謝する。

## 参 考 文 献

- 1) Waters, Jr. and Wells, C.H.: The Effects of a Modern Emergency Medical Care System in Reducing Automobile Crash Deaths, *J. Trauma*, Vol. 13, No. 7, pp. 645-647 (1973).
- 2) Okada, M., Okada, M. and Ooi, T.: Applications of the New Computer Terminal in the Medical Environment, *MEDINFO 80*, p. 1353 (1980).
- 3) Okada, M., Okada, M., Maruyama, N. and Okada, M.: A New Intelligent Terminal for Clinical Computer Network, *Med. & Biol. Eng. & Comput.*, Vol. 19, No. 3, pp. 257-261 (1981).
- 4) Dökmeci, V.F.: A Quantitative Model to Plan Regional Health Facility Systems, *Management Science*, Vol. 24, No. 4, pp. 411-419 (1977).
- 5) 新潟県医師会編: 新潟県休日・時間外急患診療実態調査報告, pp. 33-34, 新潟県医師会, 新潟 (1978).
- 6) Deo, N.: *Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*, pp. 157-161, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. (1974).
- 7) 岡田正彦, 岡田正雄: 救急患者初期診断のためのデータ選択, *最新医学*, Vol. 36, No. 7, pp. 1455-1459 (1981).
- 8) Ogawa, M. and Sugimoto, T.: Rating Severity of the Injured by Ambulance Attendants: Field Research of Trauma Index, *J. Trauma*, Vol. 14, No. 11, pp. 934-937 (1974).  
(昭和56年3月16日受付)  
(昭和56年7月13日採録)