

救急医療情報システム

原野 秀永

1. はじめに

深夜、休日に急患が発生し、救急車が処置すべき病院または医院をさがしまわっても診療、処置を受けられないで、ついに手遅れになり死にいたったという悲惨な事態は新聞に散見される。このような現象は無医村地区や僻地において発生するとかぎらない。都会の中やその周辺地区においても発生している。このような状況を解消するために救急医療システムが開発され、すでにいくつかの自治体において実施されている。このシステムを開発するに当たって、現存する電話線を利用し、医院または病院内に設置された端末と中央の電子計算機を結合して、医療施設の現況を把握して、それによって患者を搬送すれば足りるという考えにもとづいていた。これはいわば **Hard ware oriented** な考えで、このような **Hard ware System** が完成すれば、上記のごとき悲惨な状況は解消できると考えていた。しかしこのような **Hard ware oriented** な考え方で進められたシステムは現実に稼働させると多くの問題が発生している。(たとえば外科病院に産気づいた妊婦を送りこむといった例や患者を送りこんだ医療機関で手術を必要とする場合にさらに適切な医療機関をさがしまわる場合も少なくない。)

このような問題の発生を未然に防ぐためには、システムの設計に当たって救急医療の本質とは何か、本質を充足させるにはどのようなシステムが適当であるかを十分に検討したうえでシステムを構築する必要がある。(技術者はともすれば伝送路、電子計算機といった **Hard ware** にとらわれて、これを設置さえすれば十分であると考えがちであるが、真に重要なのは **OR** 的な見地よりシステムに対する考察を行なうことである)

2. 救急医療とは何か

救急医療とは「応急の処置を必要とする患者に対して適切な診療行為を行なうことである」といえる。しかしこれでは十分な定義とはいいがたい。応急の処置を必要とする患者はどのような患者か? 適切な診療行為とは何かという点は非常にむずかしい。(これらは一応医師の判断に待たなければならないので診断を受ける行為が先に立つ。)現在深夜または休日に急患として診療機関にくる患者の中の小児の数は無視できない。戦前においては家族が育児に関する経験を積んでいたが、戦後核家族化にもなって未経験の両親が、小児の異状に対してすぐに医師のもとに駆けつけるのがその原因である。(その反面戦前は手遅れのために死亡した例も少なくない。)また医療保険の普及が簡単に医師のもとにゆくとしたことこの現象に拍車をかけている。その反面交通量の

はらの ひでなが 日本システム

増大による交通事故の患者（その大部分は検査、処置、手術を必要とするが）が増大し、その緊急な処置も問題となっている。さらに国民の高齢化ならびに国民生活様式の変化にともなって、心不全等の心疾患脳溢血等の患者が見られ、これらの患者に対しては迅速な処置や手術が要求される場合が多い。

このように見れば緊急な診療を必要とする患者の状況も一様でない。また適切な処置について考えると、簡単な指示または処置で十分なものもあれば、応急処置後できるかぎりすみやかに手術を必要とするものもあり一様ではない。

したがって医療機関もその能力にしたがって分類し、このシステム内に位置させる必要がある。医療機関をその能力にしたがって1次、2次、および3次医療機関に分類し、1次医療機関は診断および簡単な処置を、2次医療機関は手術可能で救急用病床を有し、でき得ればCCU、ICUの設備は必要である。3次病院は専門病院として特殊な疾患に対応することの病院として位置づけられる。

このように対象全地域の医療機関を階層構造として組立てて、それぞれの機能に応じたものを組織する必要がある。

各医療機関に対しては、1次、2次、3次をそれぞれに区分して指定し、それぞれの病院に関する情報を区別し、必要な箇所に必要な情報を選択的に与える必要がある。もし各病院の情報が自由に一般の人々に開放されると患者の心理状況より設備のある大病院に患者が集中し、応需不能といった事態が発生する。これを防止するには1次医療機関に関する情報は一般の人々に通報するも、2次以降の機関に関しては情報はできるかぎり公開しないことが原則となるであろう。

1次、2次、3次医療機関に関する患者の動きは図1のごときものが望ましい。

すなわち一般の患者に対しては最も近い現在応需可能な1次医療機関の名称、位置を知らせる。

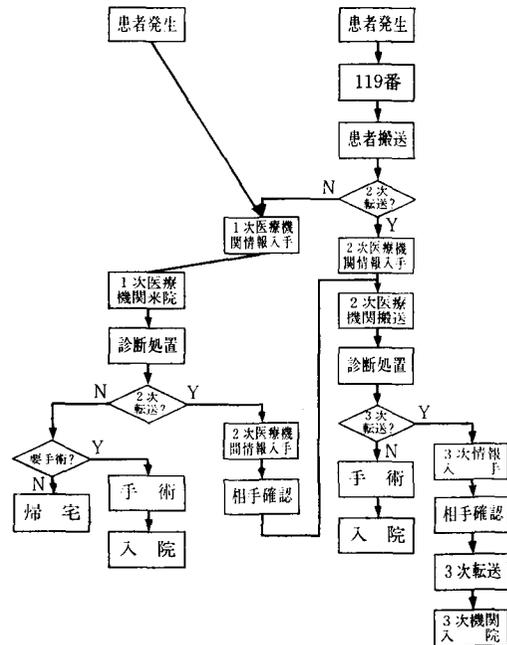


図 1

しかし2次以降の医療機関救急情報は1次医療機関の医師の判断により必要とあれば、医師の要請に応じて通報するか、また特に救急車搬送員が直接に2次機関に送付する必要ありと認めた場合には直接2次医療機関に関する情報を得て指示された医療機関に搬送する。（ここでは搬送員がある程度の判断を必要とし、その資質、教育、および訓練が問題となる）

また各医療機関をどのように位置づけるかについては現実には多くの問題点が含まれている。

3. 救急システムの地方的特色

救急システムは市町村が単独で実施をすることは不可能に近い（上記のごとく、1次、2次、3次の医療機関をその地域内に階層的に整備することは市町村単独では不可能に近い。）したがって広域的な救急医療圏を考えるならば県が最小単位となるであろう。

望むらくは隣接県が相互に救急医療情報を交換して、有無相通ずることが可能としたい。しかし現実には県が単独で救急システムを実施してい

る。したがってA県の消防に属する救急車が県境を越えてB県に入ることは許されず、必要とあれば県境でB県の救急車に移乗させなければならない(原則的には)。

またA県の県境に近い市町村が医療過疎であるのに対して隣接のB県の県境近くには十分な設備を有する2次医療機関が存在する場合がある。A県ではB県の救急医療情報が不明のため、現実にはA県の救急車がひそかに越県しB県内の2次医療機関の目の前から電話をして許可を得て患者を搬入するという笑えない事態もおこっている。したがって広域的な情報が相互に通じ合うことが望ましい。県単位でシステムが組まれる場合にその県の特性は無視できない。県の特性としては以下のものがあげられる。

- 1) 地方固有の疾病の有無
- 2) 地方固有の地形
- 3) 地方固有の気象条件
- 4) 過疎の有無
- 5) 都市の分布
- 6) 人口の分布
- 7) 道路の整備状況
- 8) 1次, 2次, 3次医療機関の分布状況
- 9) 日曜当番制の有無
- 10) その他

以上の地域特性は無視できない。以下これらにつき考える。

地方には固有の疾病があり、また各疾病の発生率も地方によって異なっている。したがってその地方の疾病の発生率より救急患者の発生率を推定する必要がある。(これが当番の医療機関を割当てる基礎となる。)また救急システムの中で搬送の占める役割は大きい。

これは地形により左右される。その地域が平野部に位置するか、山岳重畳せる部分が多いか、または島嶼の多いかによりシステムは異なってくる。

(交通機関の少ない島嶼部では救急情報のみでは役に立たず、根本的な考え方に立ち返ってみる必

要がある。)

同様のことは気象条件についてもいえる。豪雪地帯においては冬期は交通は途絶することが多く普通的手段では搬送が不可能な場合がおこる。ヘリコプター等の思いきった搬送手段を平生より備える必要もあるであろう。(外国では救急専用のヘリコプターが常時準備され、救急センターの屋上がヘリポートとなっている例もいくつかある。)過疎の有無、都市の分布、人口の分布等は患者の発生に大きな影響をもち、さらにまた医療機関の分布も大きな因子である。

最近都市近郊に新設された団地は人口密度は高いが、その周辺に医療機関が少なく、医療過疎を生じている場合も見られる。また逆に過去には栄えた地域が人口の減少をきたしているところでは人口密度に比べて医療機関の多いところもあり、これらを考慮してシステムを組む必要がある。道路の整備状況は搬送を左右する要因である。(過疎遠隔の地に在っても自家用車の普及によって道路が整備されるとともに正確な救急情報が得られれば応急的な診療にはあまり支障はないといった例もある。)

道路の整備とともに患者発生箇所より最も近い医療機関をさがす場合に道路網の整備も大いに関係がある。以上にあげた要素を考慮してOR的にシステムを組むことが必要である。

4. 救急医療情報とは何か

救急医療情報は救急医療機関が発生せる患者に即時応需か否かをのみ与えるものでは不十分である。(過去において救急医療機関は交通事故や外傷を主として取扱ったためにその主力は外科病院であった)。

しかし多種多様の疾病患者を扱うとなるとさらに多くの情報が必要である。それらの項目をあげると次のようになる。

- 1) 医療機関名
- 2) 医療機関所在地

- 3) 電話番号
- 4) 診療科目
- 5) 特殊設備および装置
- 6) 施術の可否と特殊手術
- 7) 現時点における診療の可否ならびに診療科目と制約
- 8) 現時点における施術の可否および施術名
- 9) 現時点における特殊設備または装置の使用の可否
- 10) 使用可能ベッド数
- 11) 患者発生地点よりの距離および主要経路
- 12) 隣接せる他自治体の状況
- 13) その他

この場合1)~6)までは固定的情報であり、7)~10)はある時点における医療機関の情報であり、11)は患者の発生地点により左右される情報で、そのつど最短経路(または最小時間経路)を検索する。また12)は隣接せる自治体が救急システムを実施している場合は7)~10)と同様な現時点の情報となるが、救急システムが実施されていない場合は1)~6)の固定情報となる。

上記の項目中問題となる点を述べると次のようになる。

複数の診療科目をかかっている医療機関によっては時間によってはその一部のみ診療可能の場合が多い。また診療に当たってもX線の撮影や検査はやれないが、診療のみは現在可という場合がある。これらに関する情報は入力をしておかなければ、とんだ間違いが生ずることにもなりかねない。特殊設備、装置(たとえば鉄の肺やCTのように一般の病院にはないもの)はあらかじめ抽出して登録する必要がある。特殊な手術についてもあらかじめ調査の上登録を行なう。この選出に当たっては医師会との合議のうえ定めるのがよいであろう。対象とする地域内における医療資源の調査ならびに特殊手術に関する情報はたえず入手して情報の更新をはかり、常に最新の情報がシステムテックに蓄積されているようにしなければならない。(死

んだ過去の情報は有害無益である)

また7)~10)の情報は刻々更新されることが望ましいが、少なくとも1日4回(朝、昼、夕方、深夜)には入力されることが必要である。

さらに情報の検索に当たっては次のような情報が迅速かつ自由に検索されるシステムでなければならない。

- 1) 患者発生地点に最も近い位置の診療科目別医療機関中現在診療可能な機関の検索
- 2) 患者発生地点に最も近い位置の診療機関の保有する特殊な設備装置の現時点における使用可否に関する情報の検索
- 3) 患者発生地点に最も近い医療機関における一般の施術の可否に関する情報の検索
- 4) 患者発生地点に最も近い医療機関における特殊な手術の可否に関する情報の検索
- 5) 該当(1~4)医療機関の使用可能ベッドに関する情報の検索
- 6) 隣接せる他自治体の医療機関の情報の検索

5. 運営体制

システムが作られてもその運営が適切でなければ“仏を作って魂を入れず”ということになり十分な効果は望めない。運営の形態として以下の3つが考えられる。

- 1) 自治体主導型
- 2) 医師会主導型
- 3) 双方の協力型

県民へのサービスという点および搬送は法規により消防が行なっていることよりすれば自治体主導型であるべきであり、またその設立に対する資金、運営費等よりすれば1)の型が考えられる。その反面医療そのものに関しては医師が全責任をもち、また医師の余分の労力の提供なしにはこのシステムの成立は不可能であることよりすると2)の医師会主導型も考えられる。しかし巨額な初期投資、運営費を現在のままで医師が負担することは不合理である。

以上の理由により3)の双方の協力型が望ましいであろう。すなわち自治体は金の面を負担し、システム構築に際しては医師会の意向を十分に織り込むとともに、運営に関しては医師会の万全の協力を得てはじめてこのシステムは円滑な運営を行なうことができる。各市町村においては当番医制度や休日診療所が設置され、効果的な結果が得られているところが多い。しかし救急情報システムが上記の施策に加えることによりさらに強力なものとなる。

6. システムの概略

このシステムは実施する県により多少の差異はあるが、その概念図を画くと図2のようになる。これをさらに具体的なものとして画いたのが図3である。

すなわち中央の情報センターに電子計算機が設

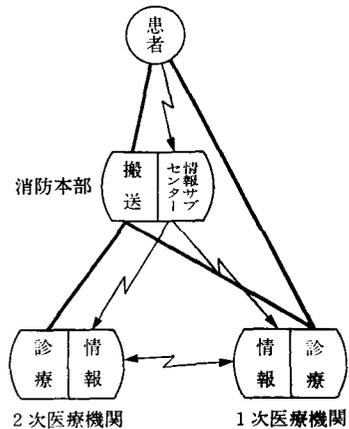


図 2

置され、各医療機関に設置された特殊な端末より応需の可否、手術の可否、ベッドの有無、等の情報が投入される。これらの端末は公衆回線によりセンターの電子計算機に結ばれている。計算機は

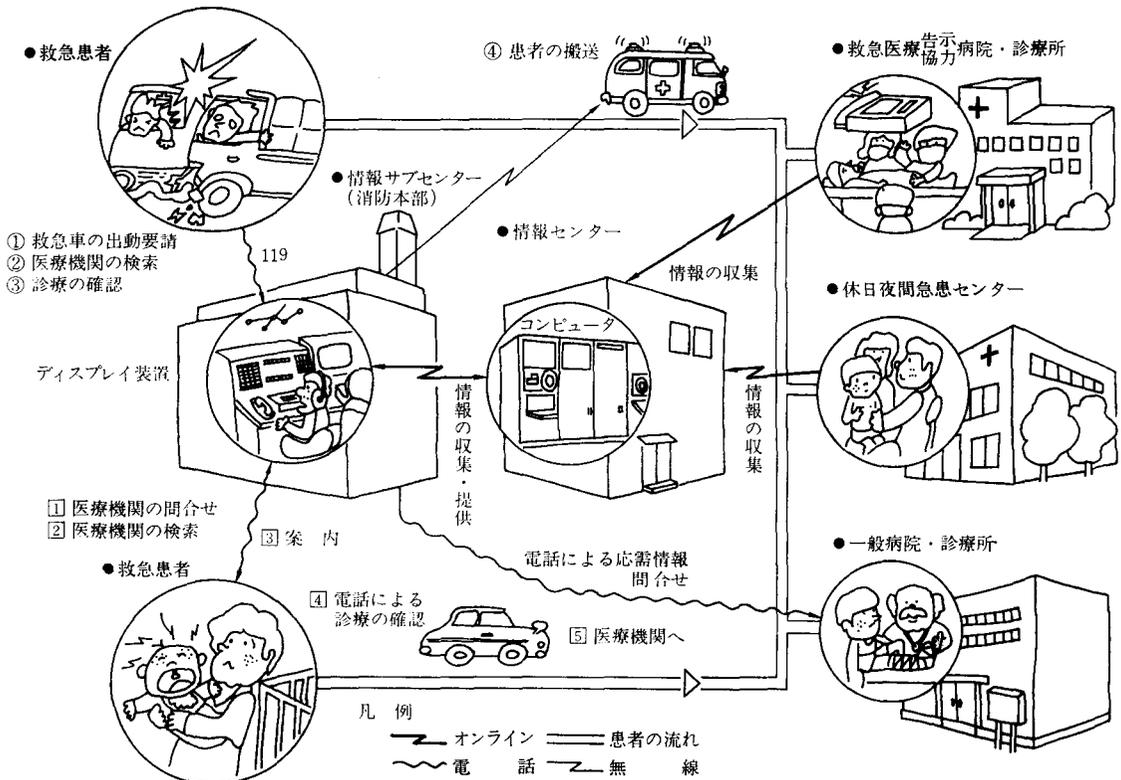


図 3 救急医療情報システム

一定時間ごとにポーリング（計算機より端末に回線を接続して情報を入力する）して端末の情報を採集する。一定時間内に医療機関の情報に変化が生じたら端末を再セットすることにより更新された情報が計算機に入り、古い情報を書きかえて常に新しい情報を記憶する。搬送の責任を有するサブセンター（各地域消防本部）にはディスプレイが設置され、サブセンターの端末よりの要求入力に応じて必要な情報をディスプレイ上に表示する。この装置は119番のパネルに並置され、119番よりの要請または一般県民よりの問い合わせに対して中央の計算機より必要な情報を得て回答を与えている。また医師よりの詳細な情報の要求に対してもサブセンターよりの入力またはセンターの受付入力により必要な情報の回答を行なっている。このネットワークシステムの状況は図4に示してある。

このシステムは24時間運転しており、故障が許されない。したがって故障のない計算機システム、機械にまったく素人である医師、看護婦等にも容易に操作できる端末の開発が Hardware System としての重点である。

7. このシステムのOR的接近

このシステムの設計に当ってOR的に考察をすべき点についてその一部を述べる。

I) 必要とする1次医療機関の推定

対象とする地域において夜間、深夜および休日診療に必要とする最小の医療機関数の推定はこのシステムの設計に当って基本となるものである。

（医療機関のすべてが協力を得られるとは限らないし、また当番制のサイクルの決定に当ってもこれが基礎となる。）この推定方法は次のとおりである。

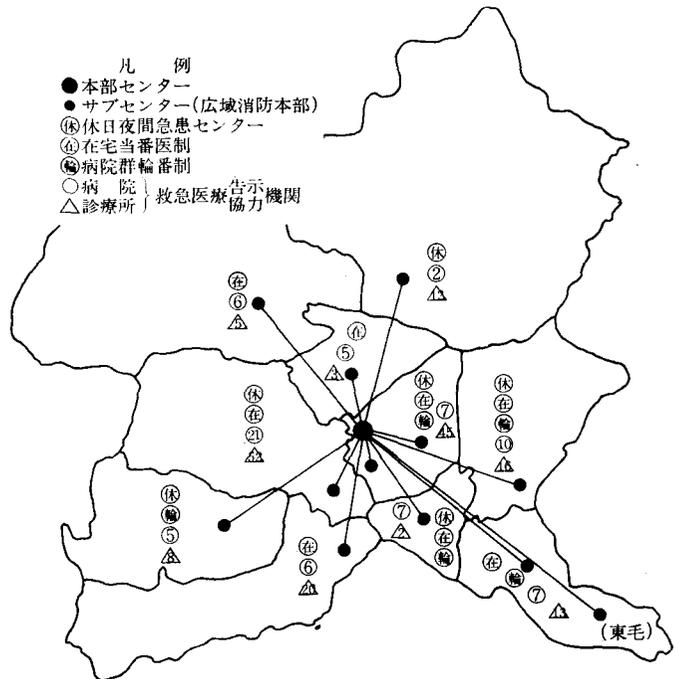


図4 救急医療応需医療機関分布図

手順1：某県において実施した全県下の新来患者の地域別診療科目別データが基本に取る。（データは休日を含む3日間の受診状況を調査したものである。）地域を1)都市部、2)山間部、3)平野部および4)海浜部に区分し、1日当りの診療科目別新来患者の人口千人当りの平均数を求め、この値を p_{ij}^* とする。（ i は地域を j は診療科目である）この値は地域により多少の変動が見られる。

手順2：対象とする全県の人口に対する年間新患者数の比と調査より得た全県の人口対年間新患者数の比の比を q とする。（年間新患者数は別のデータより得られる。）

手順3：対象とする県を上記と同様な地域分けをしたときの診療科目別の発生数の人口比を p_{ij}' とすると、

$$p_{ij}' = p_{ij}^* \times q$$

手順4：この値を医師会と検討の上補正する。（これは地域の特性を考えている。） $p_{ij} = p_{ij}' \times \lambda$ （ λ は補正係数）

手順5：我慢係数 $e = 1 -$ （ある医療機関で夜間、

特集に当って

本特集号は、昨年11月25日に筑波大学で開催され、参加者の方々から、ご好評をえた第9回シンポジウム「社会情報システム」の内容を各発表者の方々にまとめていただいたものである。

さて、社会情報システムの定義は名和小太郎氏の論説にゆずるとして、ここではシンポジウムにこのテーマをとりあげた経緯について、ふれておくこととする。

一昨秋、経団連では最近の国内外の情報化、情報処理技術のめざましい進展にもなつて、さまざまな問題が顕在化し始めているため、産業界の立場からわが国情報化の進むべき方向、当面する諸問題とその打開策を検討することとなった。そこで「情報処理懇談会」を6年ぶりに再発足させ、さらにそのもとに専門委員会を設置して、問題点の整理、答申案の作成に当らせた。この専門委員会は石原善太郎氏（本号「トップの視点」参照）を長として、本特集の執筆者、名和小太郎氏、鈴木秀郎氏をはじめコンピュータ・ユーザー大企業12社と経団連事務局の部長級で構成され、6カ月にわたって精力的な作業が続けられた。その結果は、昭和56年7月28日付の「情報化の推進に関する提言」にまとめられたが、その基調は「80年代を展望するとき、経済・社会環境の変化に即応して、情報化の推進、すなわち広く

コンピュータ利用の高度化をはかることが、わが国経済にとって緊急な課題である」とし、当面すみやかに解決をはかる必要のある問題として、(1)データ通信回線利用の自由化、(2)ソフトウェアの開発と流通の促進、(3)データベースの育成、(4)社会情報システムの開発促進、の4点をとりあげ、政府その他関係方面で解決に当るよう要望している。

さて、たまたま筆者は、名和小太郎氏と上記(4)の問題検討を担当した所、社会情報システムは今後の市民生活はもちろん、産業界を含めて多方面にわたつてさまざまな便益を与えてくれるものであり、また、システム化の調査、事前評価をはじめ計画、合意形成、設計、開発、運用、事後評価等の各段階においてORが貢献できる局面が非常に多い、逆にいえばORの潜在的な大マーケットであると痛感した。

そこで、世のOR関係者にこの分野の現状と展望を少しでも認識してもらふことは有意義であろうと考え、筑波大 渡辺浩教授に相談し、あえて学会のシンポジウムにとりあげてを企画推進し、またここに特集号を送ることとした次第である。

なお誌上を借り、ご協力をいただいた多数の方々

に厚くお礼申し上げる。
(東亜燃料工業 小田部 齊)

深夜の受診者数)/(ある医療機関の全受診者数)

この値は適当な医療機関をランダムに選んで、そのレセプトより求めた。 e の値の平均を \bar{e} とする。

手順6: 対象とする地域の人口を N_k (区分は i に属す)とすれば j 科目の救急患者 n_{kj} は $n_{kj} = (1-\bar{e}) \times p_{ij} \times n_k = n_k \times (1-\bar{e}) \times p_{ij} \times q \times \lambda$ 。

手順7: 外科に関しては特に交通傷害を付加する必要があり、これは地域人口に比例するとはいいがたいので、その地域を含む救急担当の消防所の救急データより、夜間、休日における死者、傷害者数により修正する。

手順8: 1カ所の j 科目の医療機関で夜間または深夜に診療し得る平均患者数を δ_j とすると k 地

域に必要な救急診療機関数は、 $M_{kj} = n_{kj} / \delta_j$ 。

手順9: 当番医のサイクルを s 回/月とし、 k 地域、 j 科目の医療機関中このシステムに参加する数を Q_{kj} とすると、 $28 / (Q_{kj} / M_{kj}) < s$ (ただし s は医師が決めるものである)

この式が満たされないと医師と相談のうえ s を大きくするか、地域を拡大して Q_{kj} を大きくする。

以上によりある地域の推定患者発生率、必要救急診療所数、当番サイクル等このシステムの基本となる諸量を推定できる。

II) 患者の流れの推定と地域区分の設定

I)である地域全般について考えれば基本条件は満足するが医療機関の偏在によって現実には過

不足を生ずることがある。この場合に患者の流れがどのようなかについて予測をして地域区分を設定する必要がある。この問題は一見LPで表現し得るが、それは実情を示すものではない。LPモデルとして表現すると次のようになる。

k 地区の住民が l 地区の救急機関にゆく j 科目の患者数を x_{klj}

k 地区より l 地区への距離を a_{kl}

k 地区で1日に発生する j 科目の患者数を n_{kj}

l 地区で1日に開催する j 科目の医療機関数を Q_{lj}^* とすると、

$$\sum_l x_{klj} \geq n_{kj} \quad k=1 \sim k^*,$$

$$\sum_k x_{klj} \leq Q_{lj}^* \quad l=1 \sim l^*$$

の制約がある。この下でLPモデルでは、

$$\sum_l \sum_k a_{kl} \cdot x_{klj} = \text{Min}$$

となる。しかし患者は全体を考えて合理的な行動をすることはない。したがって目的関数は別に考える必要がある。

患者は近いほうの医療機関にゆくことより $k=l$ の所（患者居住地の機関）の患者は普通すべて居住地の医療機関にゆく。また地形上 a_{kl} が ∞ に近い場合も生ずる（袋小路の地形の場合には $a_{kl} = \infty$ となる）。

このような場合にはLPとは異なったことになる。これに対しては以下のようなロジックで患者は流れてゆく。

1) 袋小路またはそれに近い場合には出口に最も近い位置の医療機関に集中し、この分がまず満たされる。

2) 居住地の患者は居住地に最も近い医療機関にゆく。

3) これで満たされない場合には最も近い医療機関に流れる。

このようなロジックで患者が流れるので、それにしたがって地域の区分を行なう必要がある。