

# 病院建設計画と診療圏分析プログラム

水田 恒樹・池原 良忠・小橋 哲朗

## 1. はじめに

医療界は従来、最もマーケティング技術の導入が遅れている分野のひとつであった。その原因は、病院や診療所が長いあいだ、売手市場に安住してきたことにある。しかし、政府による医療費抑制策や都市地域における供給過剰を背景に、最近になってマーケティングに対する関心が高まっている。特に診療圏(個々の病院のサービス圏域)は、来院患者数に直接的な影響を与え、かつ病院の競争力を示す端的な指標であるために、その分析はマーケティングの第1歩といえる。

## 2. 来院患者数の推計

診療圏の分析から、来院患者数の推計にいたるプロセスは比較的単純であり(図1)、次の3つのブロックに大別される。

- ①計画病院の診療圏分析………②, ③, ④, ⑤  
医療の需要と供給が完結する地域単位(医療圏)を明らかにし、その中にある競合病院の機能や配置の状況から、計画病院が形成しうる診療圏を想定する。
- ②診療圏内発生患者数の推計………⑥, ⑦, ⑧  
診療圏と想定された地域に関し、その人口、年

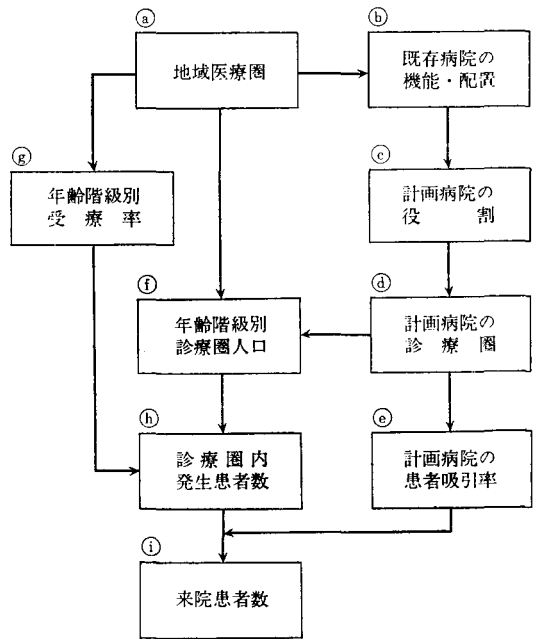


図 1

齢構成、単位人口当りの患者数(受療率)などの外部データを収集し、疫学的方法によって発生患者数を推計する。

- ③来院患者数の推計………⑥, ⑧  
診療圏内の発生患者のうち、計画病院が吸引できる割合を想定し、来院患者数を推計する。  
このうち②は、方法が確立されデータも公開されているため、信頼性のある推計が可能である。しかし、①の診療圏と③の患者吸引率に関する既存の手法は説得力を欠いている。まず、一定の半径の円周内を診療圏と想定する、図形法とも呼

みずた つねき, いけはら よしただ, こばし てつろう  
 楠竹中工務店 医療福祉本部 〒104 中央区銀座8-21  
 -1

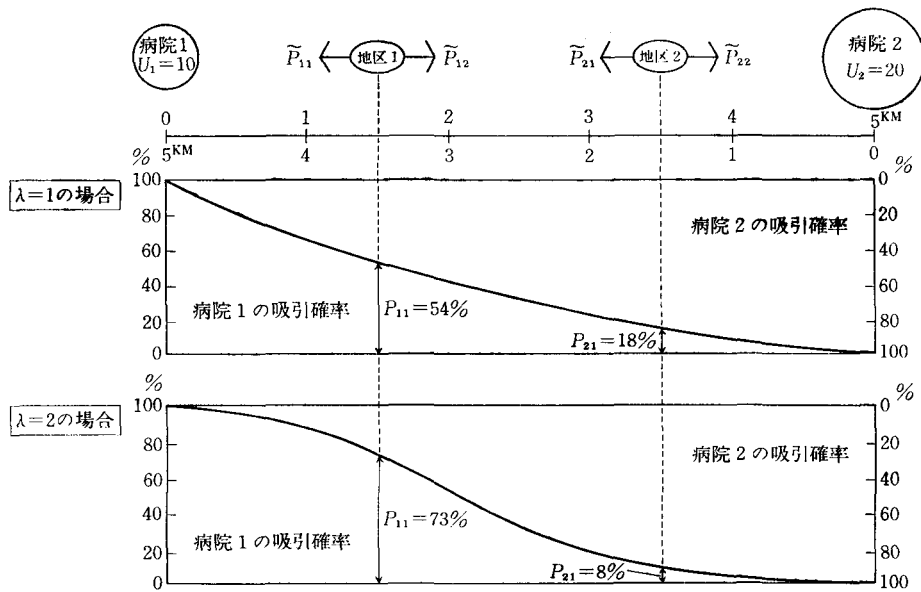


図 2

ぶべき単純な手法がある。やや高度なものとしては、病院からの距離によって患者密度が連続的に低下していく様子を1次関数や指数関数などで表現した数理モデルが提案されている。しかし、これらのモデルは、病院間の競争による患者分布の乱れを捨象している点で現実性がない。そこで筆者らの研究では、競争病院の影響を記述できる診療圏の数理モデルの開発に目標を設定した。

### 3. Huff のモデルの適用

病院管理や地域施設計画における幾多の調査研究から、患者の病院選択には、主として病院の属性、患者の疾病の状態、そして両者間の距離の3要素がかかわっていることが明らかにされている。小売商業の圏域を分析するために開発された D. L. Huff の数理モデルも、同じような変数を扱っていることに注目した筆者らは、Huff のモデルが患者の病院選択行動をも記述できるとの仮説を検証しようとした。すなわち、

- ①病院の患者吸引力は、その病院の魅力度に比例し、患者住所と病院間の距離のλ乗に逆比例する。

- ②λは距離による吸引力の減衰の程度を表わす係数(距離減衰係数)で、患者の疾病の状態によって異なる値をとる。

- ③ある地区に居住する患者群が各病院を選択する確率は、各病院からの吸引力の構成比にしたがう。

これを数式によって表現すると、

$$\tilde{P}_{ij} = \frac{U_j / D_{ij}^\lambda}{\sum_{j=1}^n (U_j / D_{ij}^\lambda)}$$

ここで、 $\tilde{P}_{ij}$ : j 病院の i 地区における患者吸引確率

$U_j$ : j 病院の魅力度

$D_{ij}$ : j 病院と i 地区間の距離

λ: 距離減衰係数

となる(図2)。

### 4. 検証の方法

Huffのモデルによる患者吸引確率の推計値 $\tilde{P}_{ij}$ と、患者訪医行動調査にもとづく患者吸引率の実測値 $P_{ij}$ を全地区全病院について求め、双方の一致の程度を相関係数によって評価する。

実測データとしては、某政令都市における1日外来患者受療状況調査から、関係項目分を集計したものをを用いる。調査票が回収されたのは、市内82病院のうち80施設であるが、このうちデータに不備のある病院、精神病院や老人病院などの長期療養病院を除き、いわゆる一般病院42施設と、これらを訪れた外来患者のうち市内に居住する7561人を分析の対象とする。なお、患者居住地の単位としては、小学校区をベースに市内を106地区に分割したものをを用いる。

実測データの処理と分析には、統計解析システム(SAS)、患者吸引確率の推計には、Huffのモデルにもとづいて筆者らが開発したシミュレーション・プログラム(DERT-H)を使用する。

## 5. 各変数値の決定

まず、魅力度とは患者による病院評価の指標である。これは医師や職員数、病床数といった規模的要因、診療科目や手術、検査の内容といった機能的要因、地域における知名度や歴史といった社会的要因から、患者が主観的に判断した結果であり、専門家による評価とは必ずしも一致しない。しかし、重要なのは患者がこうした判断によって病院を選択しているという事実である。また、これらの3要素のあいだには、たとえば大きな病院ほど、高度な医療を提供しており、知名度も高いといった関係がしばしば観察される。そこで、本研究ではひとつの試みとして、各病院の調査日における総外来患者数を魅力度の指標に用いた。その理由は、総外来患者数が、第1にそれだけの患者が受療しえたという意味で病院の規模を、第2にそれだけの患者が来院したという意味で地域住民による病院の評価を、それぞれ反映していると理解できるからである。

次に距離の指標としては、直線距離、実距離、時間距離、費用距離などが考えられる。このうち直線距離は、両端の座標値を与えるだけで自動的に算出できるが、地形や道路体系によって迂回路

の多い都市では、実際の距離との乖離が大きくなる。他方、種々の交通手段の組合せが可能な都市では、時間距離や費用距離は一定しない。したがって、本研究では距離の指標として実距離を用いることとし、42病院と106地区間の4452通りの実距離を「ミニマム・ルート」と称するサブプログラムによって算出した。これは、調査対象都市内の主要幹線を39交差点のネットワーク・モデルに置き換え(図3)、2地点間の最短ルートの総距離を計算するものである。

最後に距離減衰係数 $\lambda$ だが、Huff以来のいくつかの研究によれば、高額で、まれにしか買わず、消費者の嗜好が選択に反映するような商品(買廻品)では $\lambda$ 値が小さく、安価で商品差の少ない日用の食料や雑貨など(最寄品)では $\lambda$ 値が大きくなる。

これは、買廻品の場合、消費者がより多くの商品の中から比較選択できる機会を重視し、中心商業地まで出かける時間、費用、労力を惜しまないのに対し、最寄品は近隣商業地で済ませようとするためと解釈されている。これをHuffの用語法にしたがえば、買廻品については消費者が効用の大きいことを重視するために距離減衰が小さく、最寄品については距離の近いことを重視するために距離減衰が大きいと表現できる。

一般に、患者は自分の求めるべき医療の内容とそれに対応して訪れるべき医療機関の両方について、十分な情報を有していない場合が多く、また商品に比べて医療は不完全な競争の下に供給されているため、受療行動における意思決定は買物行動のそれよりも複雑である。しかし、風邪のように単純な疾病と、ガンのように深刻な疾病とでは当然受療行動が異なるが、そこに買廻品と最寄品に対置される関係を見いだせるはずであるというのが筆者らの仮説である。

DERT-Hは、各病院の魅力度、各病院と各地区間の距離、病院別受療患者居住地区別患者数の実測値を入力すると、パラメータである距離減衰

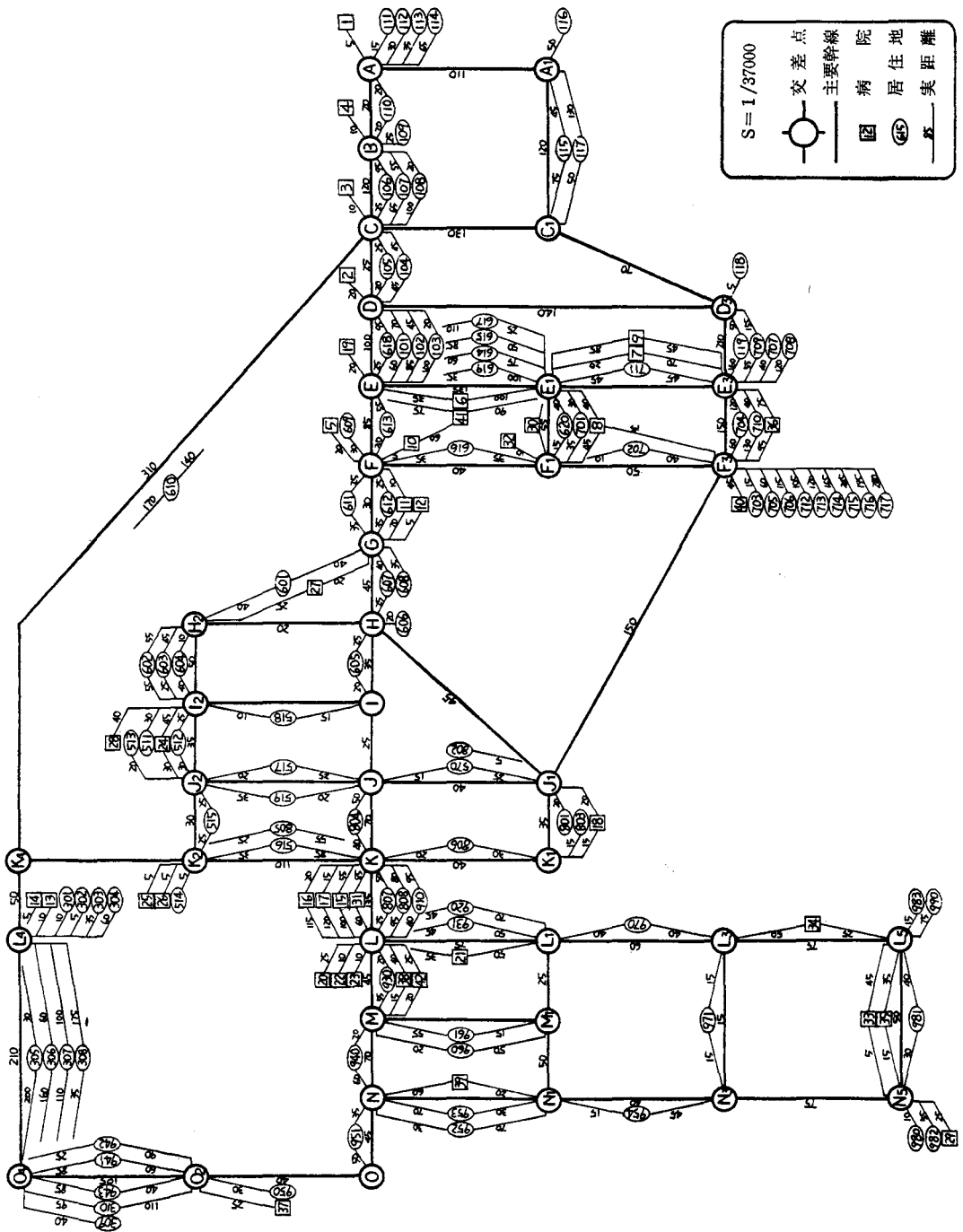


図 3

係数  $\lambda$  の値を変化させながら、患者吸引確率の推計値  $\tilde{P}_{ij}$  と実測値  $P_{ij}$  を対比し、両者の推定標準誤差を最小とする  $\lambda$  値を求める機能を有している。このシミュレーションを  $\lambda$  検定と称するが、疾病種別に  $\lambda$  検定を行なえば、各疾病の  $\lambda$  値が得

られることになる。

## 6. $\lambda$ 検定の結果

疾病種別の  $\lambda$  検定は、国際疾病・傷害および死因統計大分類にもとづく18分類のうち、統計的に

十分なサンプル数の得られる10種の疾病について行なった。その結果は予想どおり、死因統計の上位にあって、患者が比較的深刻な認識をもつ疾病や、高度に専門的な診療を要する疾病、すなわち新生物、損傷・中毒、神経・感覚器および循環系の疾病などでは小さく、逆に生命の危険が比較的少ない筋骨格系・結合組織、皮膚・皮下組織、呼吸系の疾病では大きく、消化系、泌尿・生殖系、内分泌・栄養・代謝、呼吸系の疾病では中位の $\lambda$ 値が観察された。

この関係は、深刻な疾病の場合は富士山型の、軽度の疾病の場合は釣鐘型の、距離・患者吸引率分布をイメージすれば、理解しやすいだろう。

次に、患者の住む行政区別の $\lambda$ 検定を試みたところ、市内の縁辺部にあって交通の不便な区では大きな $\lambda$ 値が、中心部の便利な地区では小さな $\lambda$ 値が得られたが、これは受療行動に地域差のあることを示している。すなわち、中心部の交通網が発達した市街地に住む患者は、交通抵抗が小さいために遠方の病院も選択の範囲にある。逆にいえば、遠い病院の吸引力もこれらの患者におよぶという実態を反映して、 $\lambda$ 値は小さくなる。これに対して、交通の不便な山間部の患者は、最寄りの病院で受療する傾向が強いために $\lambda$ 値が小さくなる。

$\lambda$ 値の地域差は、距離の指標として時間距離を用いれば縮小する可能性もあるが、病院へのアクセスの地域差を反映しており、無視することはできない。

## 7. モデルの説明力

まず、DERT-H に魅力度、距離、距離減衰係数 $\lambda$ の値を与えて、42病院の100地区に対する患者吸引確率 $\tilde{P}_{ij}$  4200通りを推計する。ここで $\lambda$ 値は、全疾病、全行政区を対象とした $\lambda$ 検定の結果を用いる。また、地区数が減っているのは、サンプル数の少ない6地区を、統計上の理由から削除したためである。

一方、患者吸引確率の実測値 $P_{ij}$  4200通りは、前述の調査結果を次式に代入して求められる。

$$P_{ij} = \frac{O_{ij}}{\sum_{j=1}^n O_{ij}}$$

ここで、 $O_{ij}$  :  $i$  地区に居住し、 $j$  病院で受療した外来患者数

こうして得られた4200組の推計値と実測値の相関係数は、0.78であった。この値は社会現象を扱うモデルとしては高いものであると考えられる。

## 8. 推計誤差

DERT-H の推計誤差は、データとモデル、双方の適切性から評価されるべきであろう。

まず、 $\lambda$ 値については、今回の調査対象都市内で地域差が観察されたことから、都市間ではさらに大きな地域差が存するものと推察できる。このように大規模で詳細な悉皆患者調査は、かつて行なわれたことがないが、厚生省のレインボーシステム構想のような受療情報管理が実現すれば、DERT-H を他地域にも適用し、より普遍性のある $\lambda$ 値のリストを用意することが可能になる。

次に、距離については、すでに述べたように、時間距離のほうがより適切な指標とは考えられるものの、その客観的な測定はむずかしい。さらに患者の病院選択では、客観的な距離よりは時間、費用、慣れなどに起因する心理的な抵抗を加味した“距離感”が問題であり、両者の乖離が推計の誤差を生じる。

第3に、魅力度は DERT-H が扱う変数の中で、最も客観的な定量化が困難である。データ収集の可能性からは、病床数や今回試みた外来患者数を使うのが現実的ではあるが、説得力の点ではいまひとつの感を否めない。規模、機能、社会的評価などを変数とした魅力度の線形モデルを構築する方法もありうるが、変数の独立性の問題に加えて、いずれにしても大胆な仮定は不可避であり必要なデータが増える割には、精度や説得力が向上しない可能性が強い。

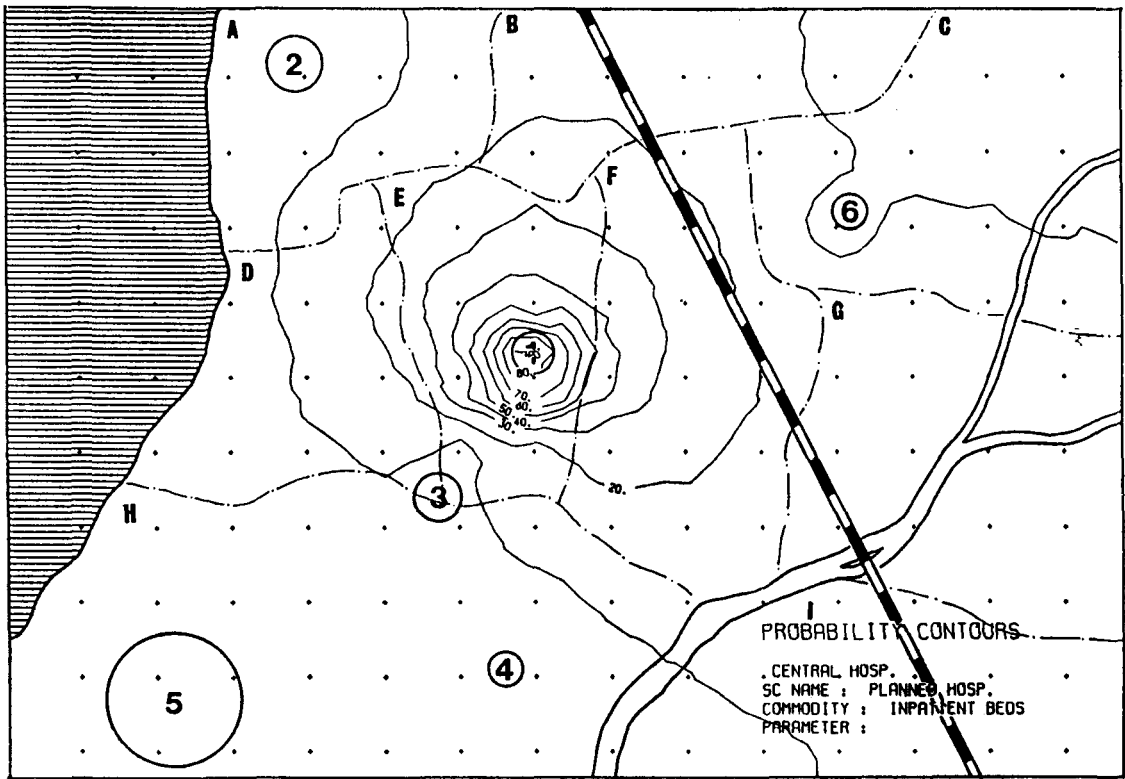


図 4

最後に、患者の病院選択行動に Huff のモデルを適用することの適切性が問題である。先に触れたように、医療は経済学で言う不完全市場で供給されている。加えて、患者は医師の紹介で特定の病院を訪れたり、勤務先のいわゆる会社立病院で受療したりすることも多く、魅力度と距離だけが病院選択にかかわる要因ではない。しかし、こうした限界を認識したうえで、複数施設の競合という複雑な現象が、2変数とパラメータだけを用いて一定の精度で記述できる Huff のモデルは、企画段階の市場調査手段として、なお有用性を十分にもっていると考えられる。

### 9. 病院計画への適用

DETR-H による患者吸引確率の推計結果は、2つの形式で出力される。第1は、病院別地区別の患者吸引確率リストであり、第2は、XYプロッターによる患者吸引確率等高線である図4は、

計画病院①が競合病院②～⑥のあいだにあって形成しうる診療圏を推定したもので、図中のA～Iは市町村名、①～⑥の円の大きさは各病院の魅力度、等高線に添えられた10～90の数字は患者吸引確率、すなわち等高線上の各市町村に住む患者のうち、計画病院を利用する割合を示している。計画病院①の診療圏は、地域中核病院⑤に妨げられて南西方向に広がることができず、また最寄りの競合病院③と⑥によって、一部を侵食されている様子を読みとれる。

各市町村の人口に受療率を乗じて発生患者数を求めておき、これに当該市町村の患者吸引確率を乗じれば来院患者数が推計される。それをAからIまで総計すれば、計画病院への総来院患者数が推計される仕組みである。

特定の疾病を扱う専門病院を計画する場合は、類似の機能をもつ病院だけを競合病院としてとりあげ、その疾病のλ値と受療率を用いてシミュレ

ーションすればよい。

各市町村の町丁別年齢階級別人口は、住民基本台帳から毎月集計されている。また、疾病別年齢階級別受療率は厚生省の患者調査の結果として、毎年公表されている。しかし、診療圏や来院患者数は、計画病院の開設時に向かって将来予測するものであるから、人口や受療率もその時点の値を推計する必要がある。人口は信頼性のある推計が可能だが、受療率は医療需要抑政策などによって変動するので、注意を要する。

### 10. 今後の課題

商圏分析プログラム DERT は、当社で開発以来10年の歴史を有するが、その医療版 DERT-H は昨年の秋、完成を公表したばかりである。にもかかわらず、病院の開設や運営が困難になりつつある時期に重なったため、病院はもとより関連業界やコンサルタント、研究者からの問合せが、すでに 200 件を越えている。実際の病院計画への適用実績も着実に増えつつある。

こうした中で、現在は入院患者の病院選択行動の分析を進めているが、外来患者とは違った距離減衰係数が得られるものと期待される。また、最近増えている癌センター、脳卒中専門病院といった、高度に専門的な機能を有する広域対象の病院への DERT-H の適用も、計画実務上大きな課題である。

DERT-H の開発に際しては、産業医科大学病院管理学教室の江川寛教授より、ご指導とデータの提供を賜りました。

#### 参 考 文 献

[ 1 ] 青木正夫他：共同利用型病院（医師会病院）の診療圏および開業医の利用圏域に関する研究，日本建築学会論文報告集，**332**，111-116，1983

[ 2 ] HUFF, David L. : *Determination of Intra-Urban Retail Trade Areas*, Graduate School of Business Administration, UCLA, 1964, 46

[ 3 ] 森茂徳他：大都市既成市街地における住民の医療

施設選択理由について——地域住民の医療施設利用に関する基礎的研究・その1——，日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)，1151-1152，1978

[ 4 ] 関田康慶他：患者訪医行動の分析——大都市周辺都市のケーススタディ——，病院管理，**20**(2)，23-37，1983

[ 5 ] TANIMURA, Hidehiko : A Mixed Exponential Model of the Hospital Service Area, 日本建築学会論文報告集，**194**，59-68，1972

[ 6 ] 渡辺昭彦：利用者出現率の均等化からみた施設配置計画の研究（I）——各種施設の利用者出現率のモデル化と比較——，日本建築学会論文報告集，**204**，55-64，1973

	×	×	×
		×	×
			×

### 次 号 予 告

#### 特集 在庫管理の展開

在庫管理の基礎的考察	阿保 栄司
在庫理論の最近の動向	反町 迪子
多段階生産・在庫のマネジメント	圓川 隆夫
在庫管理における階層多目的 意思決定支援システム HIMICM の開発	野村 淳二，他

ロジスティックスにおける 在庫マネジメント	石橋 久道
--------------------------	-------

#### 研究レポート

逆数関数の最小点について	村松 健児
--------------	-------