

医療施設へのアクセスを2系統で保証する道路ネットワーク構造に関する研究*

The 2-Redundant Highway Network assuring the arrival at a Medical Facility

南 正昭**、高野伸栄***、加賀屋誠一***、佐藤馨一***

By Masaaki MINAMI, Shin'ei TAKANO, Seiichi KAGAYA and Keiichi SATOH

1. はじめに

地方部においては、医療サービスの享受が、十分に果たされない地域が多い。人命を左右する救急告示病院についても、数十分移動しないと到達できない地域も少なくならず存在する。さらに近年、地震災害等への対応という観点から、救急施設や消防施設等が当該都市もしくは周辺都市に確保されることの必要性が強調されている。

本研究では、医療施設が道路網で連携され、人命を維持することに果たしている重要な役割に着目し、医療施設へのアクセスを複数の手段で確保できる道路ネットワークの構造について考察する。

医療施設へのアクセスが2系統で保証されることは、予期せぬ事態に有効であるばかりではなく、施設利用者に対して大きな安心を与えることになるものの観点から、代替施設および代替ルートが存在を考慮した評価方法と分析事例を提示する。

2. 分析枠組み

(1) 問題の明確化

本稿では、平常時ばかりではなく、災害発生時等の異常時においても特に重要な役割を担う医療施設として、救急告示病院と透析病院を評価対象として取り上げることとした。

道路網と対象医療施設をデータとし、各都市での対象施設の機能停止や道路途絶をシミュレートすることで、次のような事項を評価分析することとしている。ここで医療施設の利用において、緊急性という観点から最寄りの施設を択一的に選択することを仮定している。

- ・平常時の施設利用；平常時最寄り施設、その施設までの最短経路・所要時間。
- ・異常時の施設利用；道路途絶発生時の最寄り施設（平常時最寄り施設への経路の構成リンクに途絶を想定）、

* key words 交通網計画、道路計画

** 正会員 工修 山口大学工学部社会建設工学科（山口県宇部市常盤台2557 tel. 0836-85-9111 fax. 0836-85-9429）

*** 正会員 北海道大学工学部土木工学科（札幌市北区北13条西8丁目）

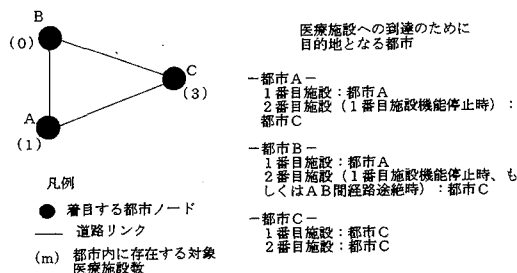


図1 当該医療施設へのアクセスを2系統で保証するネットワーク構造の一例

その施設までの最短経路・所要時間。施設機能停止時の最寄り施設（平常時最寄り施設に機能停止が生じた場合を想定）、その施設までの最短経路・所要時間。

以上の施設利用の具体的な一例を、図1に示した。

これにより平常時および異常時において、どの都市に施設利用上の問題が生じるのか。また医療施設へのアクセスを保証するには、最低限どの経路あるいは施設を確保しておけばよいのか。等を評価分析するためのシステムの構築を目的とする。

(2) 評価モデルと計算手順

現段階では、経路の途絶と施設機能停止を独立に扱うこととし、前節の各評価項目について、具体的には以下のように算出する。計算手順は図2、図3に示した。なお、以下の説明において、1番目に選択される施設の存在する目的地となる都市をj1、2番目（次善）に選択される施設の存在する目的地となる都市をj2で表す。このj1とj2は同一目的地であることもあり得る。また平常時における都市ノードij間の最短経路を $P_{o,ij}$ 、目的地j1への最短経路 $P_{o,ij1}$ の L_{ij1} ($L_{ij1}=1, \dots, L_{ij1max}$)番目構成リンク途絶時における都市ノードij間の最短経路を $(P_{a,ij})_{L_{ij1}}$ 、j1の1施設機能停止時における都市ノードij間の最短経路を $P_{a',ij}$ 、経路 $P_{o,ij}$ の所要時間を $t(P_{o,ij})$ で表す。

(a) 経路途絶を考慮した場合（図2）

平常時は、最寄りの医療施設を選択することを仮定するため、医療施設の存在する都市をjとすると明らかに

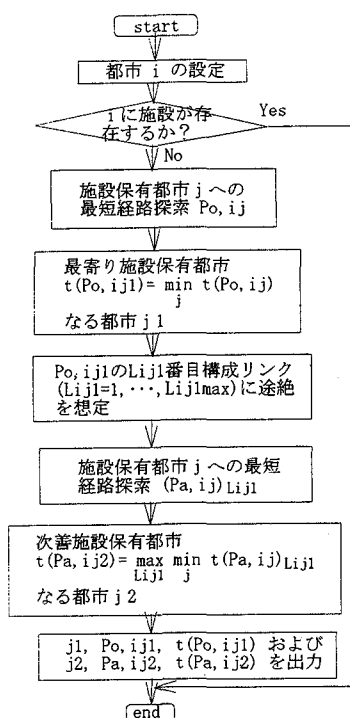


図2 経路途絶を考慮した場合の
最寄り医療施設への所要時間等計算手順

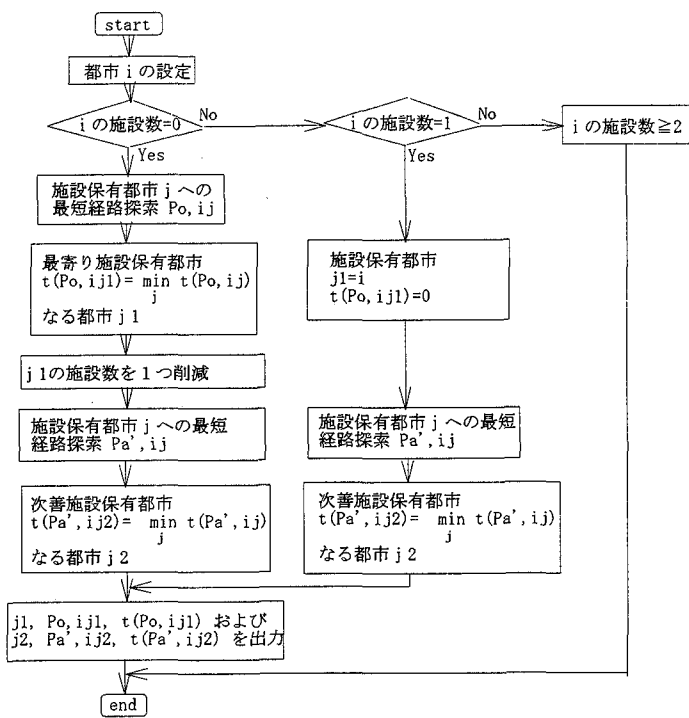


図3 施設機能停止を考慮した場合の
最寄り医療施設への所要時間等計算手順

に式1より目的地となる都市j1を算出できる。

$$t(Po, ij1) = \min_j t(Po, ij) \quad \text{式1}$$

ここで当該都市 i に医療施設が存在し $j1 = i$ のとき、経路の途絶は問題ではない。経路途絶発生時の次善利用施設は式2により計算することとした。すなわちj1への経路の構成リンクの内、途絶した場合に次善施設への到達のために最も大きな所要時間の増大をもたらすリンクの途絶を想定した場合を計算することとした。

$$t(Pa, ij2) = \max_{Li,j1} \min_j t(Pa, ij) Li,j1 \quad \text{式2}$$

(b) 施設の機能停止を考慮した場合 (図3)

本稿では平常時における最寄りの1医療施設にのみ、機能停止が生じる場合を想定した。したがって2施設以上が当該都市 i に存在する場合は、施設機能停止は問題とはしていない。当該都市 i に1施設のみ存在するときは、j1はiとなる。また当該都市 i に施設が存在しない

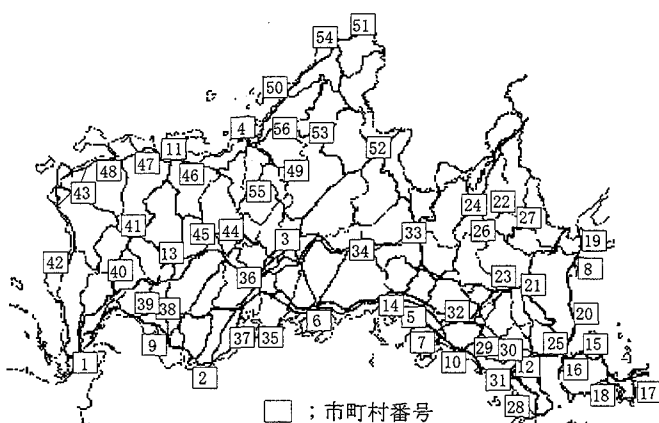


図4 対象道路網

場合、式1より同様にj1が求められる。これらの各場合について、式3よりj2が求まる。

$$t(Pa', ij2) = \min_j t(Pa', ij) \quad \text{式3}$$

(3) データ

本稿では、医療施設として、救急告示病院と透析病院

を取り上げた。病床数や透析設備数による分類は、本稿では特に行っておらず、少なくともこれらの医療機能を果たす施設を評価対象としている。

また対象道路網は図4に示す山口県全域の主要県道、一般国道、高速道路（平成6年時点）とした。医療施設は、この道路網上に設けた都市ノードに存在するものとして計算を行っている。

3. 分析事例

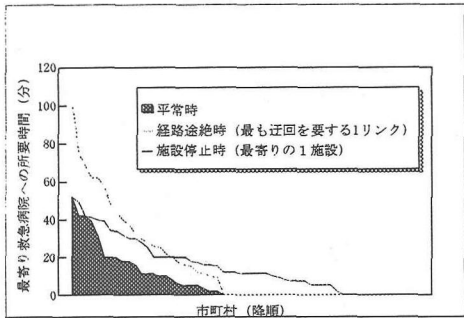


図5 経路途絶発生時の最寄りの救急病院への所要時間

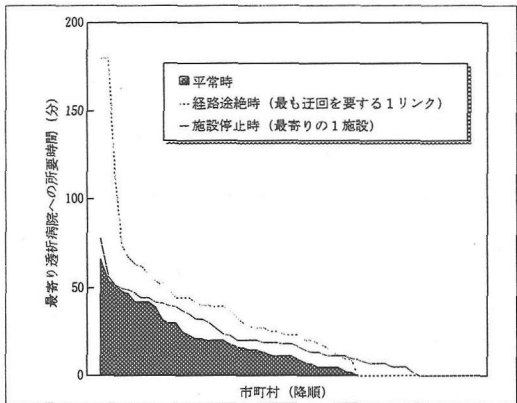


図6 経路途絶発生時の最寄りの透析病院への所要時間

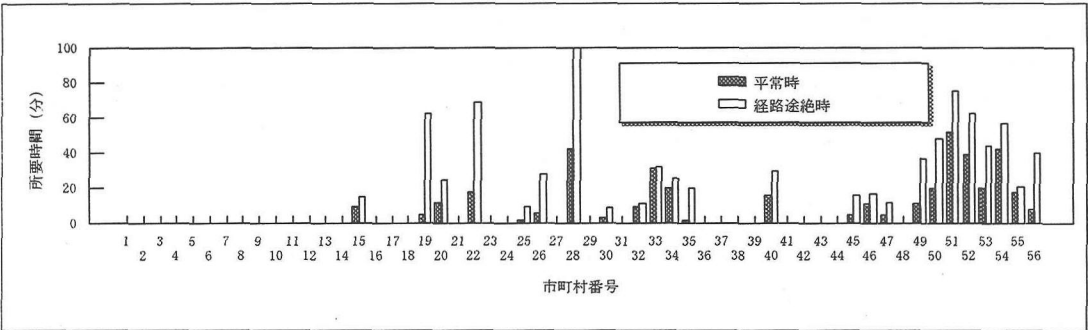


図7 経路途絶発生時の救急病院へのアクセス

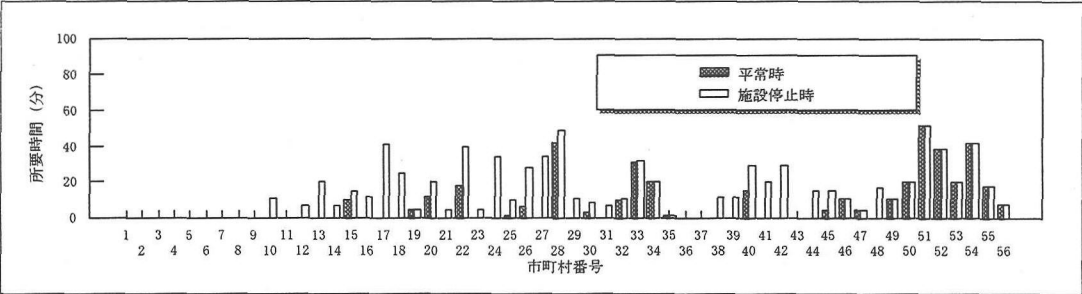


図8 施設機能停止時の救急病院へのアクセス

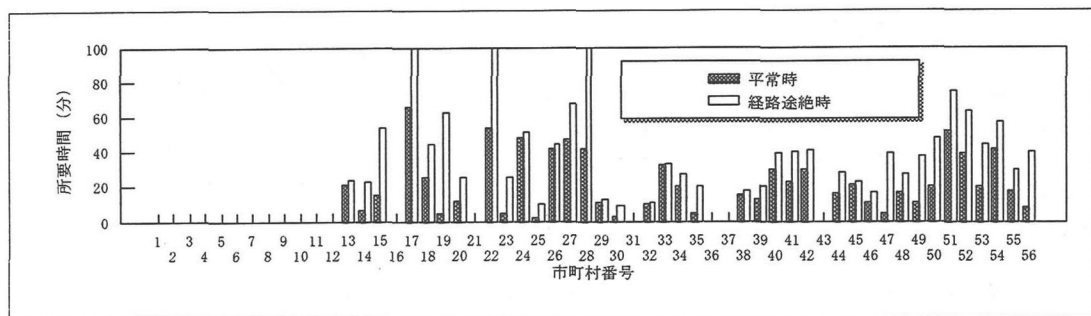


図9 経路途絶発生時の透析病院へのアクセス

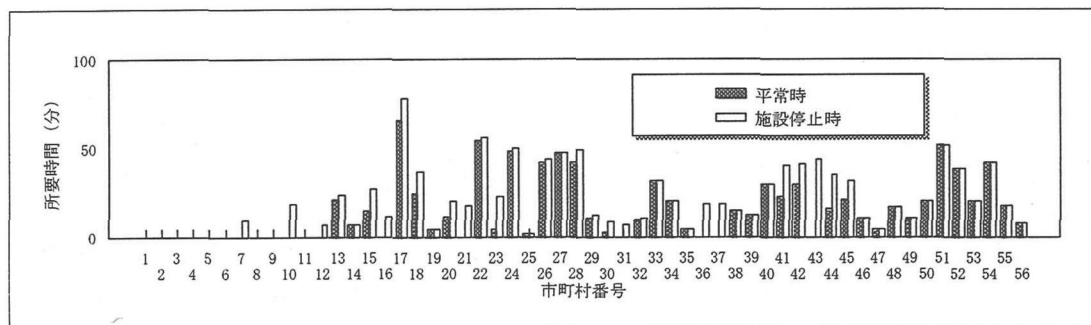


図10 施設機能停止時の透析病院へのアクセス

のである。グラフ左側の市町村に、施設アクセスにおける課題が存在することを指摘している。

平常時においても対象医療施設への所要時間が数十分を要する市町村が数多く存在し、異常の発生が一層の所要時間の増大をもたらしていることを確認できる。この例の場合、透析病院の方が、救急病院に比較し都市部に集中して存在する傾向があるため、全般的に所要時間は長くなっている。

また、両図の場合とも、本稿の計算条件の限りににおいて、経路途絶の発生を考慮した場合の方が、施設機能停止を想定した場合より所要時間の増加が大きくなることが示される。これは施設が都市部に複数で存在することが多いため、経路の途絶の方が施設の到達に大きく影響を与えることを表しているものと考えられる。

図7・図8は、経路途絶発生時および施設機能停止時における最寄りの救急告示病院への各市町村からの所要時間を、平常時と比較し具体的に示したものである。

図9・図10は、同様に透析病院に関する計算結果を図示している。

これらの図から、どの市町村において施設利用上の課題があるかを、平常時との比較において知ることができる。棒グラフの高さの差が大きいほど、平常時と異常時

のギャップが大きいことを示している。

課題のある市町村を抽出した上で、その市町村からの目的地や選定経路等の計算過程より、どの市町村の医療施設を確保すべきか、あるいはどの道路リンクを確保すべきか等を、具体的に調べることが可能である。

4. おわりに

本稿で行った基礎的な分析は、医療施設へのアクセスを2系統で保証するネットワーク構造を、どのように評価するのが適切かを考察することを、主な目的としていた。

道路網の形態と施設配置の分布が異なる地域、たとえば多核分散型の都市配置を有する場合と一極集中型の場合では、評価指標の特徴の違いがより明確になるものと考えられる。このような視点から地域間比較を可能とする、より操作性の高い評価システムの構築を今後進めたい。

また本稿に述べた方法に基づき現状を評価した上で、如何に本源的な目的を2系統で保証する道路網を構成するかという問題は、取り組まなければならない重要な課題であると考えている。