

N-91

拠点的都市施設へのアクセスを2系統で保証する道路網の構成手法

山口大学 正員 南 正昭

1. 研究目的

本研究では、災害時等の異常時を含め、道路網が人命を保持することに果たしている重要な役割に着目し、特に地域で拠点的な役割を担う医療施設や広域防災拠点へのアクセスを確保できる道路網のネットワーク構造について考察する。

本稿では、災害等に伴う道路途絶の発生時においても当該施設への経路が確保できるよう、アクセス経路が2系統で保証される道路網の構成方法についてまとめる。

2. 問題設定と分析方法

高度な設備を有し地域で中心的な役割を担う救急告示病院、あるいは地震災害を念頭においた広域防災拠点への緊急輸送ルートの確保等においては、当該施設が存在する最寄りの施設ノードへのアクセスが課題となる。

そこで本稿では、このような拠点的な都市施設へのアクセスの確保を課題とし、目的地変更を考慮に入れ、施設ノードへの到達を2系統で保証する道路網を構成する問題を取り扱うこととした。

本稿においては、道路網に生じるダメージは、リンクにのみ生じるものと仮定し、施設そのものに機能停止が生じることは考慮していない。すなわち当該施設あるいは都市配置を所与とした場合の、道路網構成に焦点をあてる。

経路途絶時における道路網の機能低下を表現する指標として、本稿では式(1a)に示したRIDiを指標として用いることとした。式(1a)～(1d)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、j1への経路途絶発生時に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。また都市ノードij間の最短経路をSPi,j、目的地j1への最短経路すなわちj1への基準ルートをPo,i,j1、Po,i,j1のli,j1(li,j1=1, ..., li,j1max)番目構成リンク途絶時におけるj2への最短経路を(Pa,i,j2)li,j1、経路P・の所要時間をt(P・)で表す。

本研究では、道路途絶が生じた異常時において、平常時に比して機能低下の小さい道路網を構成することを目

標とする。各都市について事前にRIDiについての制約をRIDi⁻として与え、その制約を満たし総整備費用を最小とする道路網のネットワーク構造を導出する。

具体的な計算手順は、以下のようである（図1）。分析対象とする全道路網の所要時間、リンク整備費用および都市ノードデータを用意する。全道路網上で式(1c)より基準ルートを選定する。本稿で、すべての基準ルートが構成する道路リンク集合を1次ネットワークとよぶ。

まず全道路網上で、RIDiを算出し、これをRIDo,iとする。このRIDo,iは、整備費用を考慮せず所与とした全て

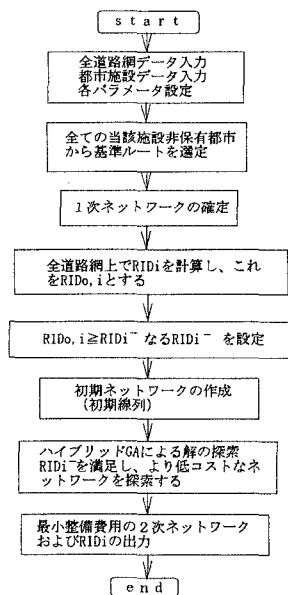


図1 構成問題の計算手順

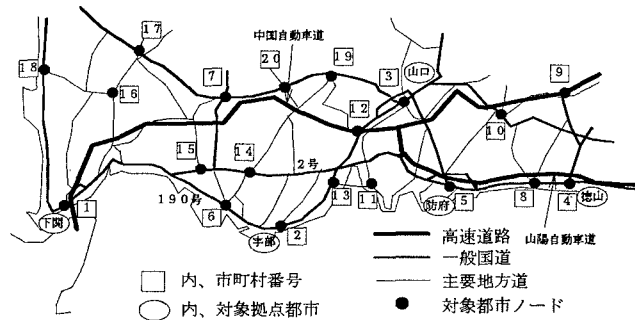
$$RIDi = \min_{k,j1} LRID_{k,j1} \quad (1a)$$

$$LRID_{k,j1} = 1 + \frac{t(P_{0,i,j1})}{t(P_{a,i,j2})_{li,j1}} \quad (1b)$$

$$t(P_{0,i,j1}) = \min_j t(SP_{i,j}) \quad (1c)$$

$$t(P_{a,i,j2})_{li,j1} = \min_j t(SP_{i,j})_{li,j1} \quad (1d)$$

$$(li,j1=1, \dots, li,j1max)$$



市町村番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
市町村名	下関	宇部	山口	徳山	防府	小野田	美祿	新南陽	鹿野	徳地	秋徳	小郡	阿知須	楠	山陽	菊川	豊田	豊浦	美東	秋芳

図2 対象道路網

の道路リンクを、経路選定の対象とした場合の評価値である。この $RIDo, i$ 以下の $RIDi$ を設定したならば、必ずその制約を満たすネットワークが少なくとも解として存在することとなる。

$RIDi$ の設定の後、全道路網から1次ネットワークを除いた道路リンクを、すべて整備代替案道路リンクとし、ハイブリッドGAを用いて、この制約を満たし総整備費用が最小となる道路リンクの組み合わせを探索する。こうして導かれた $RIDi$ を満たす道路リンク集合を、本稿で2次ネットワークとよんでいる。

3. 分析結果

本稿で選定した5つの拠点都市へ、それ以外の市町村からのアクセスを確保することを課題とした計算結果を例示する。

図3が1次ネットワーク、図4が最適化計算の結果得られた2次ネットワークを示している。

表1に示したように、全道路網上で算出された $RIDo, i$ の最小値が、市町村番号8における1.27となったため、 $RIDi = 1.27$ と設定して2次ネットワークを探索した。図4は、84世代目に探索された最適解である。総整備費用は、610億程度と算出された。5つの中核都市のいずれかへ、それ以外のどの市町村からも、必ず2系統のアクセスが確保されていることが確かめられる。

図4の左上と右下に大きく分けて2つのネットワークが形成された様子が見て取られる。左上は中国自動車道を中心に下関市と山口市への経路が選定された市町村のグループであり、右下は山陽自動車道を中心に宇部市、

防府市、徳山市への経路が選定された市町村のグループである。この地域ではこのように高速道路を軸として拠点都市へのアクセスが2系統で保証される。

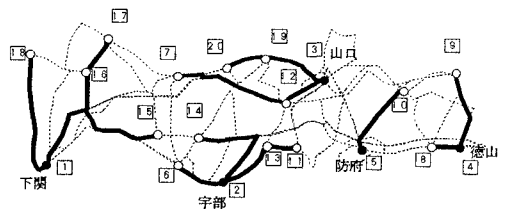


図3 拠点都市への1次ネットワーク

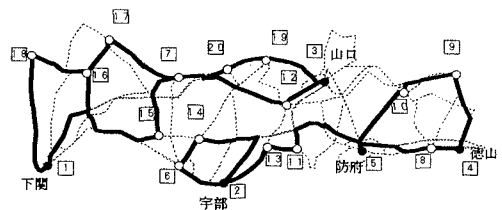


図4 拠点都市への2次ネットワーク

表1 拠点都市へのその他の各市町村からの $RIDo, i$ および $RIDi$ 計算結果

市町村番号 i	6	7	8	9	10	11	12
$RIDo, i$	1.65	1.96	1.27	1.86	1.69	1.84	1.88
$RIDi$	1.53	1.69	1.27	1.86	1.47	1.84	1.27

13	14	15	16	17	18	19	20
1.72	1.87	1.93	1.77	1.85	1.96	1.94	1.87
1.46	1.81	1.62	1.42	1.70	1.91	1.41	1.50