

アクセスビリティを考慮した医療施設利用改善への地理情報システムの適用*

An Application of Geographic Information System to the Improvement
of Medical Facilities Use in Terms of Accessibility

加賀屋 誠 一**・三 木 正 之***

By Seiichi KAGAYA & Masayuki MIKI

1.はじめに

現在、日本における高齢化は、過去にどの国も経験しなかった速さで進行しているといわれる。

高齢化は全国的に地域計画や地域経済に深刻な影響を与えると考えられるが、都市施設計画の観点から考えると、こうした人口動向が基本的な考え方を変えるところまで来ているといえる。戦後多くの都市でニュータウンが造成され同世代世帯がまとまって居住するようになった。例えば 1960 年代から 1970 年代に当時の 30~40 歳代の居住者が、それから 30 年余が経過し今、世代の交代がないまま、構造的な高齢化が起きている状態にあるといわれる。この問題解決のためには、彼らが住む居住地域での速やかな世代交代がおこなわれることが第 1 であるが、それを担う第 2 世代が必ずしも居住地を同一にすることなく、他の地へ移ってしまうことが多い。

したがって、そのような構造的な問題の緊急かつ有効な解決法は、人口動向を的確に捉え、それらに対応した施設配置や施設利用システムを予め考えておくことである。すなわち人口分布と施設分布の間に利用面でできるだけギャップを生じないようにする必要がある。そのためには空間分布に着目したきめの細かい検討が必要となる¹⁾。

ここでは、地理情報システム(GIS)によって、それぞれの分布をインプットし、交通ネットワークをあ

*キーワード：人口分布、地域計画、計画情報

正員、学博、北海道大学工学部土木工学科(060 札幌市北区北 13 条西 8 丁目、TEL 011-706-6210, FAX 011-726-2296)、*学修、全日本空輸(株) 東京支店旅客開発課(104 東京都中央区八重洲 2-1-1、TEL 03-3281-2555, FAX 03-3281-2262)

わせて組み込むことを行った。またそれらを用いて利用しやすさをアクセスビリティで評価することとした。ここではアクセスビリティは施設利用のための時間距離で表す。これによって、ある都市内での任意の地点から任意の施設までのアクセスビリティが算定できることになり、施設配置やその利用の合理的な検討が可能となった。

2.方法と手順

(1)施設利用行動とアクセスビリティ

高齢化が進むほど、高齢者の都市施設に対するアクセスビリティレベルの改善は、都市政策上重要になってくることがいえる。また、構造的な高齢化が生じている多くの都市では現在のみではなく将来の時点も検討しておく必要がある。特に高齢者が多く利用する買い物、通院あるいは団体行動などでのアクセスビリティの改善が必要となってくる。ここでは、その中で高齢者の間で最も問題となる医療施設の利用について検討する。特に高齢者の行動性向を考えると次のような特徴がある。

i) 行動範囲がある程度狭い範囲に限られる。

ii) 買い物目的、通院、およびグループ活動などでの外出が多い。

iii) 一般的の用いる交通モードは徒歩、バスそして自転車などである。

これらの観点を踏まえ、今回の GIS によるシミュレーションにおける条件を次のような点を考えた。

i) 交通システムの構成は徒歩、バスシステム、および鉄道ネットワークに限る。

ii) ノードは道路終点、交差点さらに路線上 50m ほどのあらゆる点に配置される。

iii) 徒歩速度は4km/時とする。

iv) リンクの時間距離はバス、鉄道においては時刻表による所要時間を用いた。

v) 各地区における人口および施設は各ノードにそれぞれ割り付け布置した。

vi) アクセスビリティは住居のあるノードから施設ノードのネットワークの最短経路として定義する。

すなわち、ノード s から j までのアクセスビリティは最短リンク長（時間距離）として(1)式ようになる。 $T_s(0)=0$ $T_k(c)=\text{Min}_k(D_k(x_k)+T_{k-1}(c-x_k))$

$$T_j(c)=\text{Min}_j(D_j(x_j)+T_{j-1}(c-x_j)) \quad (1)$$

$T_k(c)$ は k までの最短時間距離、 $T_{k-1}(c-x_k)$ は $k-1$ までの時間距離、 x_k は k から $k+1$ へのリンク集合、また $D_k(x_k)$ はノード k を起点とするリンクの時間距離を表す。任意のノード k 、および最終目的地ノード j ではそれぞれ(1)での最短時間を通るネットワークを選択するものとする。

(2)手順

(a)GISによる施設利用とアクセスビリティ評価
空間的施設配置を評価するため地理情報システム(GIS)を適用する。GISは地理データの位置情報と属性情報を取り込んだ管理および解析のツールをもつコンピュータシステムである。一般に地理情報はベクトル表現とラスター表現で表される。ベクトル表現は点、線そして面あるいはポリゴンを用いる。ラスター表現は、対象の空間の位置と相対的位置を定義するためグリッドを用いる。非空間属性は対象と対応関係にある。ベクトル基本GISにおいて属性は点、線あるいはポリゴンに割り付けられる。ラスター基本GISにおいて属性はグリッドセルに関係づけられる。空間的属性と非空間的属性がGISでは別々に記憶されることが特徴である²⁾。

(b)効果評価のための指標

ここでは、2つの指標によってアクセスビリティの改善度合いを評価する。

i)等時間距離内累積人口比率 A_p : 時間距離0から任意の時間距離 t_a までに到達できる人口に比率を表す。

$$A_{p\ t_a} = \frac{\int_0^{t_a} P(t)dt}{\int_0^{t_a} P(t)dt} \quad (2)$$

ii)高齢者優位性指数 A_r : 高齢者がどの程度アクセスビリティとして優位性を評価する指標である。

$$A_r = (ATD^I - ATD^A) / ATD^I \quad (3)$$

ここでの ATD^I は全体での平均時間距離、 ATD^A は高齢者の平均時間距離を表す。

3.ケーススタディ

(1)対象地域

対象地域は、小樽市の90.5%を支配する都市部である。小樽市は人口減少都市である。人口減少率は1985年から1990年の間で5.38%である。さらに高齢化率も高く、65歳以上の高齢者の割合は全人口の15.8%となっている。この値は全国平均12.1%、北海道の平均10.9%よりかなり高い値である。

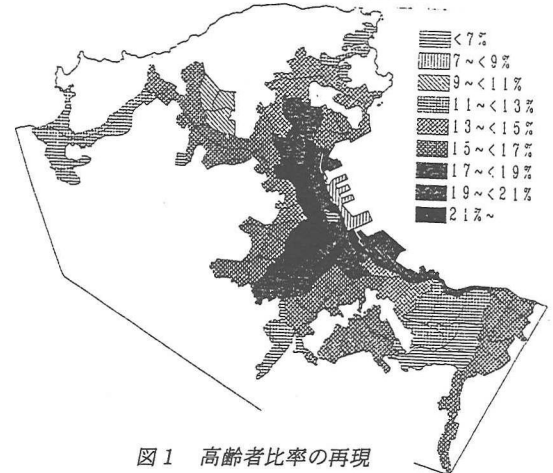


図1 高齢者比率の再現



図2 バス、鉄道、道路によるネットワークの再現

図1は高齢者比率をポリゴンデータと属性データによって再現したものである。また、図2は市街地の中での交通ネットワークについて再現したものである。

ちなみに本研究では、17,940リンクと16,340ノードを設定し操作することにした。データベースは、各ノードの座標、リンク長、徒歩距離を含めたバスおよび鉄道の時間距離、そして起終点ノードの数などがインプットされている。また各ノードにおける人口データ、施設データもインプットされた。

(2) 検討結果

医療施設については、対象地域内124カ所がある。これらの診療科目は様々であるが、ここでは総合病院と一般個人病院（内科中心）の2つに大別して検討していくものとする。なお総合病院は、診療科目が6つ以上のものとする。

(a) 現状を対象としたシミュレーション

病院は主として市の中心部に5カ所ある。したがって、郊外部からのアクセスビリティについてはかなり難しいことがわかる。各病院へのアクセスビリティ評価を行ってそれを時間距離のスケールで等時間線を描くと図3のようになる。

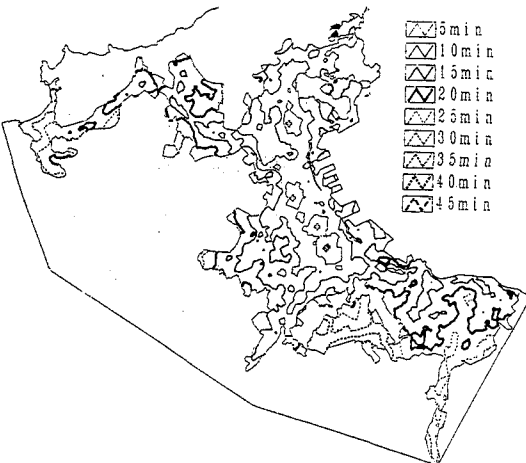


図3 現状における等時間曲線

ここでは東側海岸部と西側丘陵部に低いアクセスビリティが認められた。それらを全体と高齢者で等時間範囲での人口を累積した結果を表すと表1に示される。ここでの最も多い範囲は10分～15分の時

間帯であり、25分までにほとんど到達可能であることがわかる。また、高齢者層での到達可能性がより高いこともわかる。ちなみにシミュレーションでの平均時間距離は全体の場合で13.4分、高齢者の場合12.6分と算定された。

対象とした一般病院は63である。一般病院は総合病院に比べ、市街地に広範に分布している。総合病院の場合と同様にそのアクセスビリティを解析し、その時間距離帯別人口の割合を算定した結果が同様に表1に表される。当然のことながらアクセスビリティが高くなるが全体と高齢者の差が総合病院ほど明確ではない。この場合、ほとんど15分以内で到達可能であることがわかった。なお平均時間距離は全体で6.6分、高齢者の場合6.2分となった。

表1 各医療施設までの時間距離帯別の人口の割合

時間距離帯	総合病院(%)		一般個人病院(%)	
	全体	高齢者	全体	高齢者
5分以内	6.9	8.8	39.7	44.1
5～10分	25.4	29.3	41.2	39.3
10～15分	28.9	28.4	15.7	13.7
15～20分	24.6	21.8	2.6	2.2
20～25分	10.8	8.8	0.6	0.5
25～30分	2.1	1.8	0.2	0.2
30分以上	1.3	1.1	0.0	0.0

4. 代替案評価と考察

(1) 代替案の考え方

ここでは、将来の施設利用性をを改善するため3つの代替案を設定しそのシミュレーションを行った。設定された代替案を簡略に示す。

ケース1: 交通サービス改善による方法 ここでは、特にアクセスビリティが低い地域に新たにバスルートを開設するものである。新バスルートとしては、3路線を考えた。増加路線長は約9.5kmである。また、方法としてはルートとバス停の設定のみを新たにGISに加えている。

ケース2: 総合病院の移築による方法 ここでは、施設配置の面から、市の中央部に集中していた総合病院を郊外の新規住宅開発地域に移転させることを考え、その立地場所を新たに加えている。

ケース3：ケース1とケース2を組み合わせた総合的改善方法　ここでは上記2つのケースを同時に成立させた場合の代替案を設定した。

(2) 代替案によるシミュレーション結果

(a) ケース1

このケースでは、総合病院で全体の場合、総時間距離が2.6%減少し、また高齢者の場合、2.2%減少した。平均時間距離が全体で0.4分、高齢者で0.3分減少した。最大時間距離は9.5分の短縮となった。個人病院では総時間距離が全体で3.3%、高齢者で3.1%減少した。また平均時間距離で共に0.2分減少した。さらに最大時間距離で3.6分減少があった。

(b) ケース2

このケースは、総合病院のシミュレーションのみであるが全体の場合、総時間距離が18.4%、高齢者の場合14.8%の減少となった。平均時間距離が全体で2.5分、高齢者で1.9分の短縮となった。最大時間距離は全体39.5分、高齢者4.4分の短縮となった。

(c) ケース3

このケースでは、全体で総時間距離が19.9%、高齢者で16.3%の減少となった。平均時間距離がそれぞれ2.7分、2.1分の短縮となった。最大時間距離で、全体で31.9分、高齢者で12.0分の短縮があった。

(d) 代替案の総合評価

表2は高齢者優位性指標を代替案ごとに表したものである。表2 高齢者優位性の比較 (%)

	現状	ケース1	ケース2	ケース3
総合病院	6.03	5.58	1.95	2.42
一般病院	5.88	5.77	5.88	5.77

ここでは、ケース1、ケース2とも優位性指標が低減しており、地域全体としての利用可能性が是正されていることがわかる。また、ケース3の場合は、全体、高齢者両方が以前より改善されたためケース2に比べ低減度合いが少ない。

図4は全体および高齢者における代替案のアクセスビリティ改善度を時間距離ごとの累積人口比率によってみたものである。

これをみると、現状では、全体と高齢者では、高齢者に有利な状況が現れている。これは前述したように、市中心部に高齢者がより集中しているためで

ある。一方、総合的な代替案ケース3をみた場合、全体と高齢者のギャップがより縮まっている。優勢指標での説明がここでも実証されている。

このことは、構造的高齢化にみられるサービス水準の悪化は、施設の適正な配置と到達するためのクセスビリティの改善で解消されること示唆している。

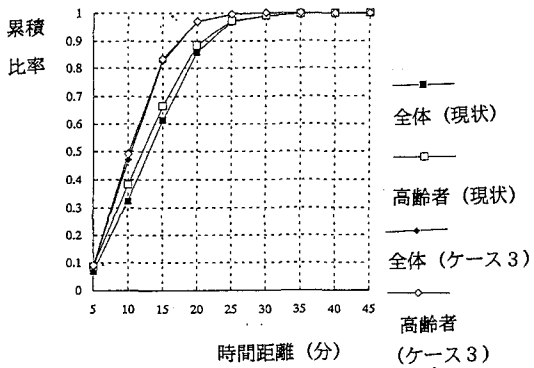


図4 現状と代替案の人口累積比率の比較

5. おわりに

今回の分析は、施設利用に対する地域住民のアクセスビリティポテンシャルを空間的に表すことによってそれぞれの地域における問題点と有利性をより緻密に検討できることが特徴といえる。しかしながら、より実用的に考えるならば、i)交通モードの実際の選択行動の把握、ii)利用施設の実態把握、iii)計画情報としてのパスルートの新設や施設の再配置の物理的経済的な可能性の把握などが今後に残されている検討点である。それをおこなうための方法論および、GIS適用の可能性などを検討していきたいと考えている。

6. 参考文献

1)Kagaya,S.,Kikuchi,S and Donnelly R.A(1991):Use of a fuzzy theory technique for grouping of trips in the vehicle routing scheduling program, European Journal of OR, 76, pp143-154,North-Holland
2)Burrough, P.A(1986):Principles of geographical information systems for land resources assessment, Clarendon Press, Oxford.