

都市間の交通流動を考慮した近接性指標について

室蘭工業大学工学部	学生員 李 文勝
苫小牧工業高等専門学校	正 員 榊谷 有三
室蘭工業大学工学部	正 員 田村 亨
室蘭工業大学工学部	正 員 斉藤 和夫

1. まえがき

高規格幹線道路等による道路網整備は、都市間相互の時間距離を短縮するとともに都市間の連絡強化あるいは交流の円滑化を図ることができる。そこで、著者等はこれら道路網整備が地域にどの程度利便性を発揮しているかを計量的に、また視覚的に把握するための指標としてアクセシビリティ指標の考え方を基にした近接性指標を開発してきた。この指標を通して道路利用者からみた道路網全体および各都市の利便性を評価することは可能である。しかしながら、この指標はある時間内に到達可能な都市数（ODペア数）の累積比率を基に算定しているため、道路網上を走行している自動車OD交通については必ずしも考えていない。道路網の整備水準を評価するときには、各都市間の時間距離の短縮のみならず各都市間の交通流動についても十分考慮すべきと思われる。

そこで、本研究では従来の時間距離行列とともに各都市間の交通流動としての自動車OD交通量をも考慮した指標を前報と同様にアクセシビリティ指標の考え方を基に考察する。

2. 交通流動を考慮した近接性指標

「活動の機会(Opportunity)のポテンシャル」を表すアクセシビリティ指標としては、Hansenモデルに代表される重力指標(Gravity Measures)および累積機会指標(Cumulative-opportunity Measures)などがある。前者は、重力モデルを基礎として導かれたものであり、この指標では距離要素と各ゾーンの経済活動・人口規模あるいは就業機会数などを表す吸引力数が結びつけられている。一方、後者の指標は各ゾーンのアクセシビリティを当該ゾーンから一定の距離(あるいは時間)以内にある人口や各種の機会などの和によって表される。

そして、この指標はアクセシビリティを図示的に表現できるとともに、指標の算定も容易である。アクセシビリティを図示的に表現するため、Black等は横軸(X軸)にはアクセシビリティを求めるゾーン(地域あるいは都市) i から他のゾーン j への当該ゾーン間の時間(あるいは距離)を、縦軸(Y軸)にはゾーン i の総機会のうちある時間以内に到達可能な機会の累積比率をそれぞれ用いている。したがって、このアクセシビリティの図示化は、ゾーン i から他のすべてのゾーン j 間の時間を求め、この時間でゾーン j を小大順に並び変えて各ゾーンへの累積比率をプロットすることによって容易に行うことができる。また、ゾーン i のアクセシビリティ指標は、横軸としての時間軸と累積比率を表す曲線で囲まれた面積として求められる。

本研究においては、対象とする道路網上における各都市間の時間距離及び自動車OD交通量を対象に、道路網全体および各都市それぞれに対する近接性指標の算定を試みる。そして、それぞれの近接性指標を算定するための概念図が図-1である。図-1の横軸は、都市間の時間距離を、縦軸は対象とするすべての都市間のOD交通量のうちある時間以内に到達可能なOD交通量の累積比率をそれぞれ表している。そうすると、道路網全体の近接性は、対象とする道路網上のすべての都市間のOD交通量を時間距離の小大順に並び変えるとともに、並び変えられたOD交通の順に累積比率を求めてプロットすることによって行うことができる。また各都市の近接性は、対象とする都市 i と他の都市 j 間の時間距離によって都市 j を並び変えたとともに、並び変えられた都市 j 間までのOD交通量の累積比率を求めることによって図示できる。

次に、都市間の交通流動を考慮した近接性指標 A_F は式(1)に示すように、横軸の時間軸、累積比率を

表す曲線およびある設定された時間（ T ）の縦軸で囲まれた面積として求めることができる。同様に、交通流動を考慮した都市 i の近接性指標 F_i も式（2）で求めることができる。なお、本研究では、ある設定された時間 T を限界時間という。

$$AN = \int_0^T A(x) dx \quad (1)$$

$$F_i = \int_0^T A_i(x) dx \quad (2)$$

指標 AN および F_i は式（1）、（2）によって求められるが、曲線 $A(x)$ 、 $A_i(x)$ を定式化することが一般的に困難である。したがって、指標 AN および K_i は各都市間の OD 交通に対する到達時間及び累積比率をそれぞれ求めて台形公式等で算定される。また、式（1）を部分積分すると式（3）となることから、指標 AN を式（3）で求めることも可能である。式（1）から（3）の展開の詳細については、文献（2）を参照されたい。

$$AN = A(T) \cdot (T - t_T) \quad (3)$$

ここで、 t_T ：時間 T 以内に到達可能なすべての OD 交通の平均時間

したがって、近接性指標 AN は式（3）に示すように、ある限界時間 T に対する累積比率 $A(T)$ に限界時間 T から平均 t_T を引いた値を掛けることによって求めることもできる。このことは、各都市の近接性指標 F_i についても同様の議論ができる。

この近接性指標は図-1からも理解できるように、近接性が優れているときには囲まれる面積も大きくなることから、指標の値も大きな値をとる。すなわち、近接性指標が大きい値を取るときには、多くの OD 交通が短い時間距離で目的地に到達可能なことを意味する。したがって、この近接性指標を通して道路網全体あるいは各都市において道路利用に対してどの程度利便性が增大したかなどを計量的に評価することができる。

図-1の縦軸としては累積比率のほかに、ある時間内に到達可能な OD 交通量あるいは各都市の総トリップ数を用いることもできる。総トリップ数としたときの近接性指標は式（1）、（2）で求められた値に総

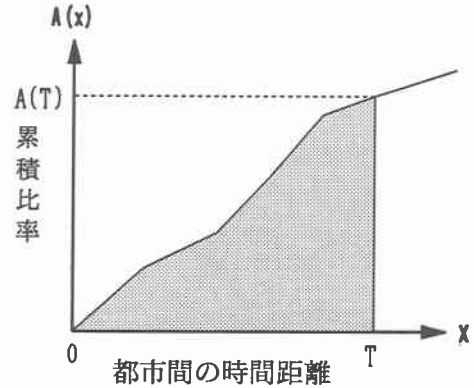


図-1 近接性指標の概念図

数を掛けることによって容易に算定できる。しかし、総数を基に近接性指標を算定したときには、道路網全体と各都市との近接性指標の違い等については比較検討できない。そこで、本研究では近接性指標を前述の累積比率を用いて算定する。

また、この指標は図-1に示されているように、前報と同様次のような特徴をも持っている。

- (1) 近接性指標の概念的について容易に理解ができるとともに、指標も容易に算定することができる。
- (2) また、異なる限界時間に対する近接性指標も容易に算定できるとともに、指標の違いも視覚的に容易に把握できる。
- (3) 異なる年次の近接性指標を同じグラフ上で描くことから、道路網整備に伴う利便性の増大等を視覚的に容易に理解することができる。
- (4) 各都市の近接性指標を同じグラフ上に描くことができることから、各都市の近接性の違いをも視覚的に容易に把握することができる。

3. 計算例

本研究においては、高規格幹線道路等の整備が地域全体の利便性あるいは都市間相互の時間距離短縮にどの程度効果を発揮している把握するために、図-2に示す札幌を中心とした18市町を対象に各都市間の交通流動を考慮した近接性指標の算定を試みた。対象とした年次は1970及び1989年で、各年次の時間距離行列は、当該年次の道路網の整備状況をもとに各都市間の最短所要時間から作成した。すなわち、1970年は高規格幹線整備されていない道路網、1989年は高速道路の一部開通（札幌及び道央）した道路網である。

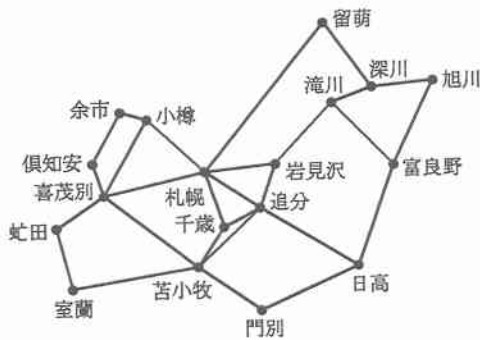


図-2 対象道路網

一方、各都市間の交通流動を表すOD交通量は、昭和46(1971年)(総トリップ数:55897台)及び平成2(1990年)(23478台)にそれぞれ実施された全国道路交通情勢調査(道路交通センサス)を用いた。

交通流動を考慮した道路網全体および各都市の近接性指標は、それぞれ式(1)および(2)を用いて求めたが、このとき限界時間(T)は各都市間の時間距離の最大値等を考慮して360分(6時間)とした。そうすると、それぞれの近接性指標は0~360の間の値を取るようになるが、道路網全体および各都市の値の結果を取りまとめたものが表-1である。表-1に示す各都市の値は、1970年の値の大きい(利便性の高い都市)順に都市を並べるとともに、各年次ごとに最大値および最小値等をも示した。

図-2は道路網全体の2つの年次の近接性指標を同じグラフ上に描いたものである。高速道路をはじめとした高規格道路の整備に伴って道路網全体の利便性が増大していることがグラフからも視覚的に容易に理解できよう。特に、都市間の時間距離が60分から90分のOD交通において大きな利便性の増大があったことがグラフからも読みとることができ。このことは、表-2に示す各限界時間ごとの値の変化からも理解できる。また、式(3)に示すすべてOD交通の平均時間(平均トリップ長)を求めたとき、1970年では87.7

表-1 各年次及び各都市の近接性指標

都市名	1970年	1989年	差
全体	274.1	293.9	19.8
余市	326.5	323.7	-2.8
深川	317.8	324.0	6.2
追分	306.5	326.7	20.2
千歳	305.9	317.8	11.9
滝川	302.1	306.7	4.6
喜茂別	302.0	301.7	-0.3
門別	295.4	302.5	7.1
小樽	291.7	312.6	20.9
倶知安	288.9	296.4	7.5
岩見沢	285.0	309.9	24.9
苫小牧	277.6	296.4	18.8
札幌	267.9	296.7	28.8
留萌	261.5	248.9	-12.6
虻田	260.2	266.8	6.6
旭川	256.4	274.5	18.1
富良野	253.0	252.8	-0.2
室蘭	233.5	278.7	45.2
日高	225.4	259.4	34.0
最大値	326.5	326.7	45.2
最小値	225.4	248.9	-12.6
平均値	281.0	294.2	13.2

表-2 各限界時間に対する近接性指標

限界時間	1970年	1989年	差
60分	5.65	7.21	1.56
90分	18.73	30.08	11.35
120分	42.13	56.34	14.21
180分	96.13	114.07	17.94
240分	154.28	173.92	19.64

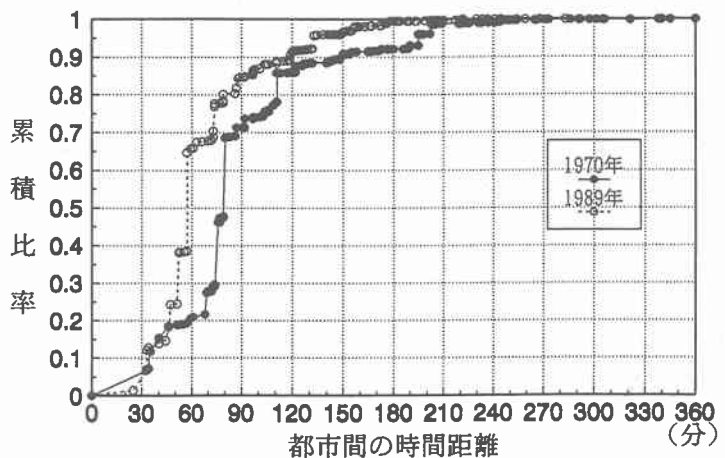


図-2 道路網全体の近接性指標

分であったものが、1989年には66.9分に約21分減少していることから窺えよう。

また、各限界時間に対する累積比率をみたとき、60分及び90分でそれぞれ70年、89年の値が、0.20、0.70から0.65、0.83へ変化していることから、同じ時間内に到達可能なOD交通が増大していることが理解できる。

図-4は、表-1の結果を示したものである。この図からも各都市の近接性指標の相違及び各都市ごとの指標の変化等も理解できよう。横軸の都市名をみたとき、前報のように指標の値も道路網上における各都市の地理的位置によらないようである。この指標の場合は、各都市の発生集中交通量あるいは分布交通量等によって異なっているようである。また、年次の変化のなかでは、特に留萌の値が道路網整備にもかかわらず減少しているが、このことは時間距離の短いOD交通量の相対比率が長いものより減少したためと思われる。これらの点については、今後詳細な検討が必要である。

図-5は、1970年の代表的な都市の近接性指標を図示したものであるが、この図からも近接性指標が各都市間の時間距離及びOD交通量の相対的比率等によって大きく異なることが視覚的に容易に理解できよう。また、図-6は変化が一番大きい室蘭を例として、近接性指標を図示化したものであるが、グラフが大きく左にシフトしていることから、高速道路等の整備によって近接性が増大していることが把握できよう。

4. あとがき

以上、本研究では都市間の交通流動を考慮した近接性指標をアクセシビリティ指標の考え方を基礎に考察した。その結果、高速道路等の道路網整備が各都市間のOD交通にどの程度利便性を発揮しているかを計量的に、また視覚的に把握することのできる指標を開発した。そして、この指標を用いて対象とする道路網全体および各都市ごそれぞれに対して算定を試みた。

今後は、この指標を他の地域あるいは道路網にも適用を試みるとともに、交通流動としてのOD交通量の年次ごとの推移についても考察をする必要がある。

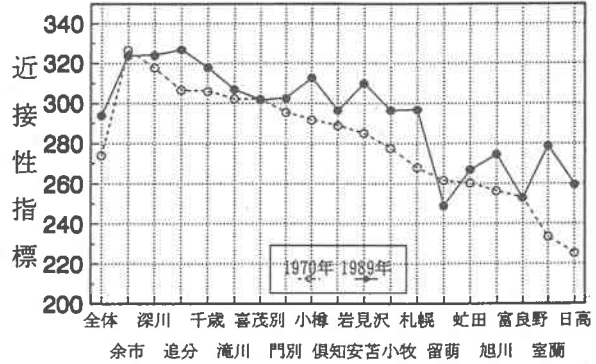


図-4 各都市の近接性指標の変化

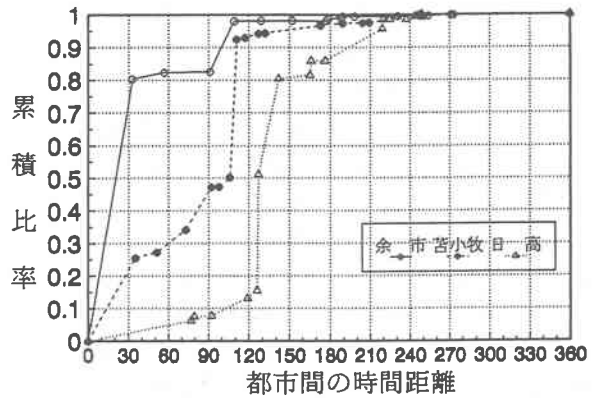


図-5 各都市との近接性指標

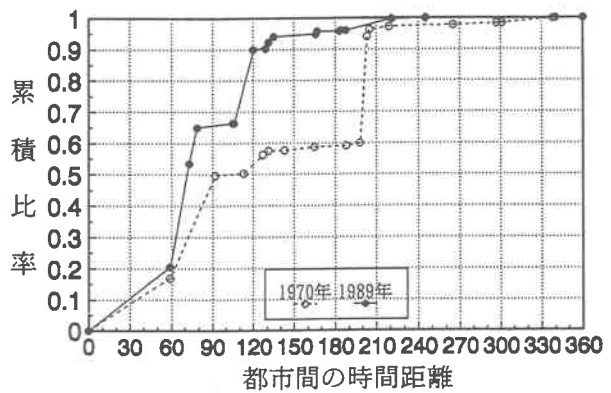


図-6 室蘭の近接性指標の変化

<参考文献>

- 1) 梶谷・田村・斉藤：時間距離行列に対する解析手法について、土木学会北海道支部論文報告集，第50号，1995
- 2) J A Black, M Conroy: Accessibility measures and the social evaluation of urban structure, Environment and Planning A, Vol.9, 1977