

交通手段別のアクセシビリティからみた都市の空間構造*

— 札幌市の通勤交通を例として —

Analysis of Urban Structure using Accessibility Measures by Transport Mode

— A Case Study of Journey to Work in Sapporo

長屋勝俊**・斉藤和夫***・榎谷有三****

by Masatoshi NAGAYA, Kazuo SAITO and Yuzo MASUYA

Accessibility measures provide a means of understanding the internal spatial structure of radically different urban forms and of assessing the impact on residents of land-use and transport policies.

In this paper, we discuss the effect of differences between transport investments by mode on change over time of the urban structure.

Accessibility to journey to work by private and public transport in Sapporo city using person trip data is quantified by means of Black and Conroy model. Especially, the influence of transport infrastructure investment on region along subway line is investigated.

1. まえがき

アクセシビリティ(Accessibility)を定量的に捉える定義としては、距離、費用といった交通サービスレベルを表わす指標としてのものから、ある地点に関する回りの移動の可能性、活動の可能性を表わすポテンシャルの概念に至るものまで、種々の幅広い概念がある¹⁾。これらの概念のうち、後者の活動の可能性の尺度、いわゆる「活動の機会のポテン

シャル」を表わすアクセシビリティ指標は、土地利用活動の空間的な配置とそれら活動間の結合を支える交通システムとを組み合わせた概念である。様々な社会活動の派生需要として生じる交通の発生、集中の度合いは目的地における活動の機会に依存する。また、その目的地への到達しやすさは交通施設の整備程度に影響をうけることから、それらの要因に関するアクセシビリティ指標を通して都市構造を把握することができるとともに、都市圏内の各地域(ゾーン)に対して、土地利用活動の変化や交通施設の整備などが及ぼす影響を評価することが可能である²⁾³⁾。そこで本研究では札幌市を対象として、居住地から勤務地への交通移動である通勤交通について、道路網及び各種交通輸送機関の整備の相違が都市の空間構造に及ぼす影響を把握することを目的とする。さらに、将来予測されたデータから、交通施

* キーワード アクセシビリティ、通勤交通

** 学生会員 室蘭工業大学大学院

*** 正会員 工博 室蘭工業大学工学部教授

建設システム工学科 (〒050 室蘭市水元町27-1)

**** 正会員 工博 苫小牧工業高等専門学校助教授

土木工学科 (〒059-12 苫小牧市錦岡443番地)

設の整備や土地利用パタンの変化が各ゾーンのアクセシビリティにどのような影響を及ぼすのかについても解析を試みた。

2. アクセシビリティ指標について

アクセシビリティの概念は一般に2つに大別される。一つには特定の2地区間の近接度を表す相対的アクセシビリティ(Relative Accessibility)があり、他の一つは各地区のシステム全体に対する近接度を表す積分的アクセシビリティ(Integral Accessibility)である⁴⁾。このうち後者の「活動の機会のポテンシャル」を表すアクセシビリティ指標の一つとしては、ハンセンモデルに代表される重力指標(Gravity Measures)があり、これはグラビティモデルを基礎として導かれたもので、距離要素と各単位地区の経済活動、人口の規模、就業機会数などを表す吸引力数(Attractiveness Variables)とが結びつけられている。この指標では各単位地区ごとのアクセシビリティとその総和としてシステム全体に対するアクセシビリティとの区別が可能である。一方、本研究に用いるブラック等による累積機会指標(Cumulative-opportunity Measures)では、各ゾーンのアクセシビリティは、当該ゾーンから一定距離(あるいは時間)以内にある人口や各種機会などの和によって表される。この手法においてはアクセシビリティを数字としてだけではなく、図示的に表現することができる。また、この指標は次のような特徴をもっている。

- 1) アクセシビリティ指標を容易に算定することができるとともに、異なる限界距離(時間)に対するアクセシビリティも算定することができる。
- 2) 各ゾーンのアクセシビリティを同じグラフ上に描くことができることから、各ゾーンのアクセシビリティの違いを視覚的に理解することができる。
- 3) 同一ゾーンに対する異なる交通手段、及び異なる年次のアクセシビリティをも、それぞれ同じグラフ上で描けることから、各交通手段のサービスレベルの違いによるアクセシビリティの相違、あるいは都市構造の変化に伴うアクセシビリティの変化なども視覚的に理解することがで

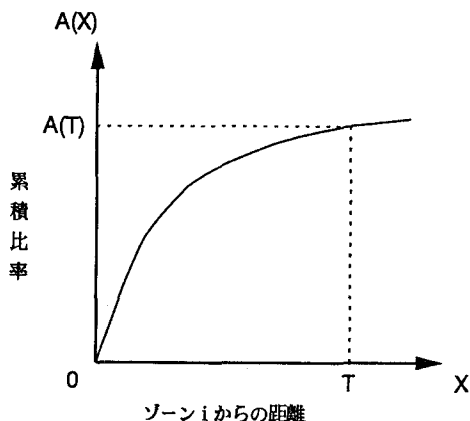


図1 アクセシビリティの概念図

きる。

図1の横軸はアクセシビリティを求めるゾーン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表している。アクセシビリティの図示化は、ゾーンiから他の全てのゾーンj間の時間を小大順に並び変えて、総機会に対する各ゾーンへの機会の累積比率をプロットすればよい。ゾーンiのアクセシビリティ指標 K_i は横軸の時間軸、縦軸の累積比率 $A(x)$ を表す曲線及び設定された時間 T (限界時間)の縦軸で囲まれた面積として求められる。

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

式(1)を部分積分すると式(2)となる。

$$K_i = A(T) \cdot (T - \bar{d}_T) \quad (2)$$

ここで、 $\bar{d}_T$: 時間 T 以内の全ての機会の平均時間

したがって、アクセシビリティ K_i は式(2)に示すように、ある限界時間 T に対する機会の累積比率 $A(T)$ に T から限界時間の平均 $\bar{d}_T$ を引いた値を掛けることによっても求められる。

この指標は図1からも理解できるように、ゾーンのアクセシビリティが良いときには囲まれる面積も増大し、アクセシビリティ値も大きな値をとる。こ

れはそのゾーンの周辺に多くの活動機会が存在することを意味する。したがって都市圏内の各ゾーンのアクセシビリティを比較検討することで、都市の空間構造を評価することができる。

3. 札幌市の通勤交通に対する分析結果

1983(昭58)年に実施された第2回道央圏パーソントリップ調査によって提供された札幌市の通勤交通の集中トリップのデータを対象に分析を試みる。また、対象地域の札幌市を図2に示す69ゾーンに区分した。各交通手段別のゾーン間の時間は、パーソントリップ調査で作成されたデータを用いた。自動車の時間は1983年の道路網を対象にゼロフロー時の各ゾーンのセントロイド間の最短時間経路をもとに求められている。また、マストラの時間は各ゾーンのセントロイド間を主たる交通機関として公共輸送機関(JR、地下鉄及びバス)を利用したときの時間である。この時間には、アクセス、イグレス時間や乗換時間等も含まれている。なお、各ゾーンのゾーン内の時間は各ゾーンの地形、隣接するゾーンとの時間等を参考に求めた。

(1) 交通手段別のアクセシビリティの相違

各ゾーンのアクセシビリティを算定するにあたり、限界時間は各ゾーン間の時間距離を考慮して70分に設定した。そうするとアクセシビリティ値は、図7の分布に示すように0~70の間の値をとることになる。

図3は中心部のゾーン1から他の各ゾーンまでの距離(道路網上における最短距離)を用いて、各ゾーンのアクセシビリティ値をプロットしたものである。また、図4は自動車の通勤交通に対するアクセシビリティ値を用いて、アクセシビリティの空間的分布を地図化したものである。これらの図から理解できるとおり、札幌市の通勤交通に対しては、ゾーン1近辺のアクセシビリティが最も高く、周辺部から外縁部に行くにしたがい、同心円的にアクセシビリティが低下している。このような現象は札幌市の通勤交通に対する都市構造が一極集中型の形態であることに起因している。このことは1983年の総通勤トリップ数(495252トリップ)のうち、ゾーン1の集中トリップ数(110886トリップ)が全体の22.6%

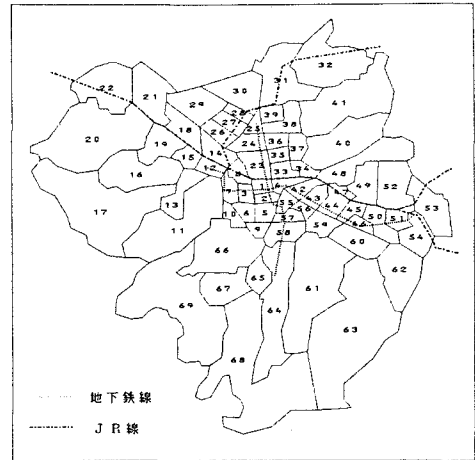


図2 札幌市のゾーン区分

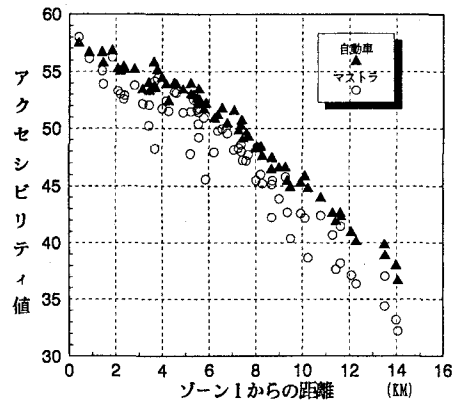


図3 アクセシビリティ値とゾーン1からの距離との関係

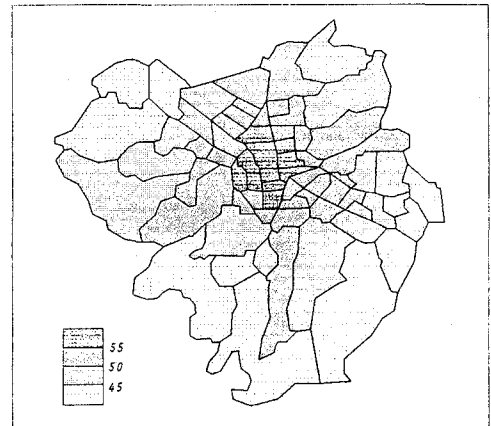


図4 1983年における各ゾーンの自動車に対するアクセシビリティ値の空間的分布図

を占めていることから窺い知ることができる。

マストラに対するアクセシビリティの全体的な傾向もほぼ同様にゾーン1を中心とした分布形状を示す。しかしながら、図3にあるようにアクセシビリティの値に差が生じている。図5では横軸に自動車のアクセシビリティ値を、縦軸にそれぞれの交通手段別のアクセシビリティ値の差をとって、69ゾーンのプロットを施した。ゾーンによって交通施設の整備状況の違いが窺えることから、グラフを図のように4つのグループに分類した。図6はその結果を地図化したものである。グループ3、4は自動車のアクセシビリティと比較しても、マストラのアクセシビリティがある程度確保されているゾーン群であるが、これら多くのゾーンには軌道系のマストラ、すなわち地下鉄もしくはJR線へのアクセスしやすい地域が含まれている。また、グループ1、2は外周部に多く位置し、1983年の時点で、今後交通施設の整備が望まれるゾーン群である。

(2) 1995年のアクセシビリティ

1983年のパーソントリップ調査を基にして策定されたマスタープランの内容によると、道路網については、広域幹線及び環状道路と都心部アクセス道路の整備に重点が置かれ、マストラについては、JR中間駅の設置や地下鉄既定計画路線の全線開通とそれらに伴うバス路線の再編成が組み込まれており、1995年までに各交通機関による時間距離の短縮が予測されている。

総通勤トリップ数は、1995年では626191トリップ数が予測されており、1983年からの伸び率は126.4%である。また、ゾーン1への集中トリップ数は1995年では117607トリップ数と、1983年に比べ、トリップ数は増加しているが、全体に対する比率は3.6%減少する。一方、ゾーン1の周辺部から外縁部にかけては集中トリップ数とともに総通勤トリップ数に対する比率も増加しているゾーンもある。特にゾーン2や副都心のあるゾーン5・4などでは1%以上、全体に対する比率が増加する。これらは勤務地の分布が徐々に拡散しつつあることを意味している。

そこで、土地利用パタンの変化や交通施設の整備がアクセシビリティに及ぼす影響についての分析を試みる。1983年と1995年におけるアクセシビリティ

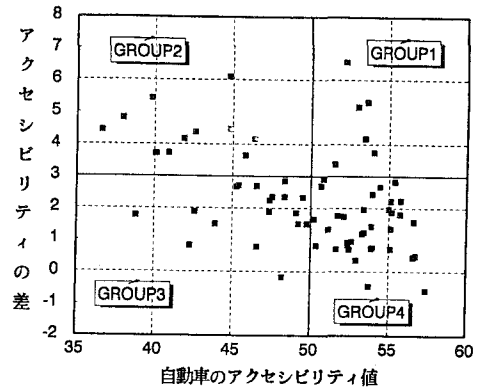


図5 自動車に対するアクセシビリティ値とアクセシビリティ値の差との関係

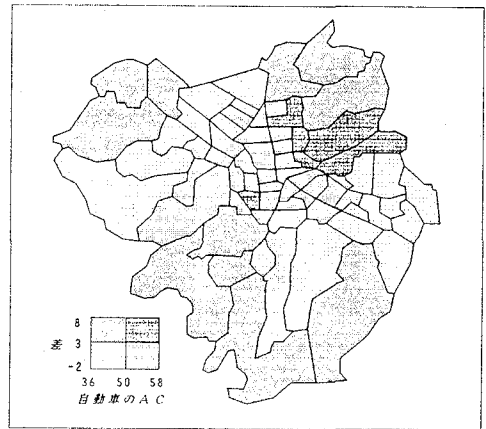


図6 各ゾーンのアクセシビリティの相違から見た空間的分布図

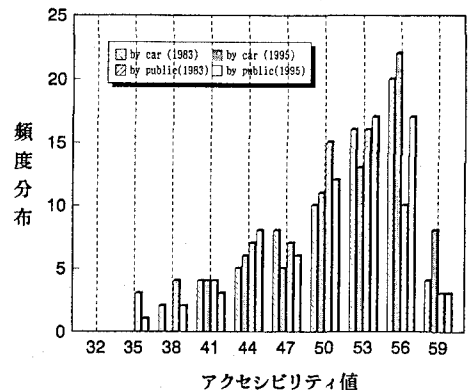


図7 アクセシビリティ値の頻度分布

値は図7のような分布をとり、集中トリップ数の比率の分散や、各交通手段の整備の促進等によって、全体のアクセシビリティが向上しつつ、地域による格差が減少している。今回算出された結果は表1に示すとおりである。図8は、そのうち1983年から1995年へのマストラの変化の分布を図示したものである。マストラの大きく改善されたゾーンは札幌市の北東、北西の地域にあたり、図5、6においてグループ1、2に分類されている。すなわち、これらのゾーンはマスタープランにおいて、地下鉄の延長等、交通機関の充実が予定されていたゾーンであり、施設の改善がアクセシビリティの向上につながったものと思われる。また、南方面のゾーン6・9付近は、自動車に対するアクセシビリティは漸増しているが、マストラの時間距離についての改善の行き届かなかった地域といえる。

(3) 限界距離ごとのアクセシビリティ

本研究で用いた指標の特徴の一つは限界距離を任意に設定して、アクセシビリティの算定が可能なことである。それにより、ごく周辺の地域構造を細かくみることができる。そこで幾つかのゾーンを取り上げると、例えばゾーン2・2は、1995年までにマストラのアクセシビリティが大幅に向上したゾーンの一つである。表2は限界時間を20分、30分と変化させたときのあるゾーンのアクセシビリティ値と、その限界時間に到達可能な通勤トリップ数の割合としての累積比率を示したものであるが、このゾーンでは、マストラのアクセシビリティが、12年間で自動車のアクセシビリティを越えるほど向上したが、そのうち限界時間20分では累積比率に変化はないものの、30分になると、それが18%から46%へと大幅にアップし、それに伴いアクセシビリティも増加している。またゾーン2・7は今回唯一、自動車、マストラいずれのアクセシビリティとも12年間で減少するゾーンであるが、限界時間20分におけるアクセシビリティは、表2にあるとおりどちらも増加している。一方、ゾーン4・0は1983年のアクセシビリティの差が最も大きい（マストラのアクセシビリティは改善された）ゾーンであるが、全ての限界時間で自動車の値がマストラを上回っており、特に限界時間20分における累積比率の差が43%もあったことなどもこ

表1 アクセシビリティ値に関する各値

	自動車		マストラ	
	1983	1995	1983	1995
最大値	57.40	57.69	58.00	58.13
最小値	36.63	38.36	32.19	32.63
平均値	49.86	50.83	47.58	49.05
分散	26.45	24.57	36.00	30.69
標準偏差	5.14	4.96	6.00	5.54

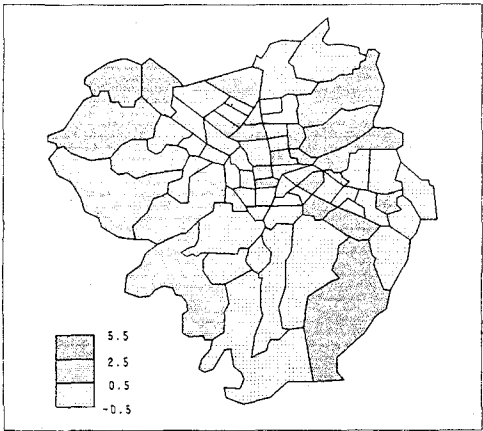


図8 マストラのアクセシビリティ値の変化の空間的分布図

のような分析から知ることができる。ただし、このような現象が全てゾーン1への時間距離の変化に関ってくることから、機会の多いゾーンへの到達時間の改善がアクセシビリティの向上に大きく影響を与えているものと思われる。

4. あとがき

以上、本研究では札幌市における1983年、1995年の通勤交通を対象に、土地利用パタンの変化、あるいは道路網及び各種公共輸送機関の整備やその相違が各ゾーンのアクセシビリティに及ぼす影響を通して、都市の空間構造を把握することを目的に種々分析を試みた。本研究で用いた指標を通して、異なる交通手段、異なる年次に対するアクセシビリティを同じグラフ上に描くことができることから、各ゾーンのアクセシビリティの違い、各交通手段別のアクセシビリティの相違、さらには都市構造の変化に伴う同一ゾーンのアクセシビリティの変化をも視覚的

表2 各限界時間におけるアクセシビリティ値（上段）及び累積比率（下段）

ZONE	自動車						マ ス ト ラ					
	1983			1995			1983			1995		
	20分	30分	70分	20分	30分	70分	20分	30分	70分	20分	30分	70分
22	0.77	2.82	37.98	0.81	3.06	38.56	0.51	1.69	33.17	0.57	2.47	38.66
	0.13	0.35	1.00	0.13	0.38	1.00	0.06	0.18	1.00	0.06	0.46	1.00
27	3.15	10.75	50.22	3.30	10.65	50.02	2.70	9.62	48.58	2.76	9.61	48.44
	0.60	0.88	1.00	0.58	0.85	1.00	0.51	0.85	1.00	0.49	0.84	1.00
40	3.30	12.21	52.15	3.49	12.47	52.40	1.44	7.01	45.58	2.04	9.53	49.11
	0.67	0.97	1.00	0.70	0.97	1.00	0.24	0.78	1.00	0.52	0.92	1.00

に容易に把握することができた。その結果、札幌市においては通勤交通に対するアクセシビリティが、ゾーン1を中心に都心部から周辺部、さらに外縁部へと同心円的に低下していることが確認された。また、自動車とマストラのアクセシビリティ値の差の空間的な分布やマストラのアクセシビリティの時系列的な変化から、マストラのアクセシビリティは地下鉄の有無に大きく影響をうけるといえる。異なる限界時間に対するアクセシビリティ値や累積比率を求めることにより、より詳細にゾーンの特徴を調べることが可能であり、それらの結果から、交通施設の整備を図るべきゾーンを把握することができる。自動車に対するゾーン時間には、道路区間の交通混雑を踏まえたゾーン時間を用いることで、より現実 に即した指標を得ることができると思われる。

地域のもつ活動機会のポテンシャルを表しているアクセシビリティは、集中トリップ数にのみ依存し、通勤交通に対しては勤務地の有無を反映したものではあるが、居住地の分布には関係しない。今後は本研究の成果を踏まえたうえで、発生トリップを考慮に入れ、アクセシビリティの変化に伴って就業者の交通行動がどのように変化するのかについても考察を進めて行きたい。

<参考文献>

- 1) 渡部与四郎：業務交通体系論、技報堂、1975
- 2) J.A.Black and M.Conroy：Accessibility measures and social evaluation of urban structure、Environment and Planning A、Vol.9、1977
- 3) J.A.Black、C.Kuranami and P.J.Rimmer：Macroaccessibility and mesoaccessibility：a case of Sapporo、Japan、Environment and Planning A、Vol.14、1982
- 4) 土谷敏治：累積機会に基づく測度によるアクセシビリティの測定、人文地理 第38巻 第3号、1986
- 5) 榎谷有三・長屋勝俊・斉藤和夫：交通手段別のアクセシビリティについて－札幌市の通勤交通を例として－、北海道都市 第29号、1991
- 6) 長屋勝俊・斉藤和夫・榎谷有三：通勤交通における交通手段別のアクセシビリティの変化－札幌市を例として(1983-1995)－、土木学会北海道支部、1992