

主要施設の配置を考慮した都市内アクセシビリティ分布の評価*1

Major Facility Specific Accessibility Distribution in an Urban Area*1

岑貴志*2・加知範康*3・大島茂*4・加藤博和*5・林良嗣*6

By Takashi MINE*2・Noriyasu KACHI*3・Shigeru OSHIMA*4・Hirokazu KATO*5・Yoshitsugu HAYASHI*6

1. はじめに

日本の地方都市では、モータリゼーションと都市スプロールが相乗的に進んだことによって自動車への依存が顕著となった一方、公共交通が極めて貧弱である。この状況を定量的に把握し対策を検討する方法として、公共交通及び自動車による都市内の様々な施設への行きやすさ、すなわちアクセシビリティ指標¹⁾を用いることが有効である。そこで本研究では、都市内にある多種の施設の配置を考慮することができるアクセシビリティ(AC)指標を提案することを目的とする。さらに、この指標を地方都市に適用し、公共交通と自動車を提供するACの比較や、各種施策の効果把握を行う。

2. 本研究におけるアクセシビリティ指標の定義

本研究ではAC指標を「地区から都市施設への近接性を定量的に評価する指標」とし、式(1)~(4)で定義する。

$$AC_{ikm} = \varepsilon_{im} \sum_j \{ AT_{jk} \exp(-\alpha_k gc_{ijm}) \} \quad (1)$$

$$AT_{jk} = \sum_l \gamma_l \frac{AT_{jkl}}{\sum_j AT_{jkl}} \quad (2)$$

$$AC_{im} = \sum_k (\beta_k AC_{ikm}) \quad (3)$$

$$\sum_k \beta_k = 1, \quad \sum_l \gamma_l = 1 \quad (4)$$

i: 評価対象地区 *j*: 近隣地区 *k*: 評価項目
m: 交通機関 *l*: 対象施設 ε_{im} : 交通機関別補正係数
AT: 魅力度 *J*: 地区数 gc_{ij} : 地区*i*から地区*j*へ移動する際の交通抵抗 $\alpha_k, \beta_k, \gamma_l$: パラメータ
L: 項目数 *K*: 項目*k*の対象施設の種類

表-1 ACの評価項目・対象施設・魅力度指標

| 評価項目: <i>k</i> | 対象施設: <i>l</i> | 魅力度指標: A_{kl} |
|----------------|----------------|------------------------|
| 就業利便性 | 企業 | 従業者数[人] |
| 教育・文化利便性 | 高校 | 定員[人] |
| | 美術館・博物館 | 延べ床面積[m ²] |
| | 図書館 | 蔵書数[冊] |
| 健康・医療利便性 | 病院 | 病床数[床] |
| 買物・サービス利便性 | 大規模小売店舗 | 延べ床面積[m ²] |

交通機関別補正係数 ε_{im} は、特定の交通機関を利用できない人を考慮するために補正を行う係数である。

式(1)は重力モデル²⁾の形であり、距離による逓減を指数関数で表している。この定義により、ACは0から1までの値をとる。ACが1の時は交通抵抗による施設魅力度の低下が全く無いこと、つまり全施設が同一地区にあることを意味する。また式(3)は、式(1)で対象項目毎に算出されるACにパラメータ β_k で重み付けをして足し合わせたものを交通機関別の総合的なACとすることを表している。

ACの評価項目、対象施設、魅力度指標として、本稿では表-1のように設定する。

また、対象地区全体の平均的なACとしてWAC(Weighed Average of Accessibility)を式(5)で定義する。

$$WAC = \frac{\sum_i AC_i P_i}{\sum_i P_i} \quad (5)$$

N: 人口を有する地区数 P_i : 地区*i*の人口

3. GISを用いたACの計算方法

まず1) 地区魅力度の計算、2) 地区間交通抵抗の計算、3) パラメータの推定、を行い、その結果を利用してACの計算・表示を汎用ソフトウェア(ArcGIS ArcView)を用いて行う。以下の節で1), 2)を、4章で3)の方法を詳しく示す。

*1 キーワーズ: 総合交通計画, 公共交通計画, 都市計画, GIS

(〒464-8603 名古屋市千種区不老町, TEL052-789-2773, FAX052-789-3837)

*2 学生会員, 学(工), 名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻

*3 学生会員, 修(環境), 名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻

*4 非会員, 修(環境), 三井不動産ビルマネジメント株式会社

*5 正会員, 博(工), 名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻

*6 フェロー, 工博, 名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻

表-2 交通抵抗・移動経路特定化の考え方

| | |
|------|---|
| 共通 | 1) 一般化費用が最小となる経路を選択することを原則とする。 |
| | 2) 公共交通・自動車移動の場合と地区中心間を徒歩で直線移動する場合とを比較し、一般化費用が小さい方の経路を採用する。(地区が近く、徒歩の方が速い場合を想定) |
| | 3) 徒歩の移動速度は4km/hとする。 |
| 公共交通 | 4) 駅・バス停間の所要時間は時刻表より算出する。 |
| | 5) 駅・バス停間の運賃は距離に対して線形と仮定し、料金表を用いて路線ごとに推計する。 |
| | 6) 待ち時間・乗換時間として、利用路線の平均運行間隔の半分を移動時間に加算する。 |
| | 7) 地区中心と交通網の間は徒歩で直線移動する。 |
| 自動車 | 8) 乗用車の移動速度は非幹線: 15km/h, 幹線: 30km/hとする。(注) |
| | 9) 地区中心と交通網の間は直線の路地があると考え。 |
| | 10) 幹線道路を優先的に利用する。(狭い区画道路を縫うような非現実的な経路を選択することを防ぐ) |

(注) 幹線道路: 一般都道府県道以上のレベルの道路, 非幹線道路: その他の道路とする。
都市内移動を対象としているため、高速道路は除外する。

(1) 地区魅力度(AT_{jk})

地区魅力度の計算は、汎用 GIS ソフトウェア (ArcGIS ArcView) を用いて行う。手順は以下の通りである。

- a) 対象施設のポイントデータを作成し、属性に魅力度指標(AT_{jk})を入力する。
- b) 対象都市を地区割りした図形データを作成する。
- c) これらの 2 つのデータを重ね合わせて地区毎に対象施設の魅力度指標(AT_{jk})を集計し、更に式(2)を用いて地区魅力度(AT_{jk})を算出する。

(2) 地区間交通抵抗(gc_{ijm})

地区間交通抵抗を、地区中心間を移動する際の一般化費用で表す。交通機関として 1) 公共交通と 2) 乗用車の 2 種類を考慮する。表-2 に、交通抵抗と経路選択を特定化するための基本的な考え方を示す。

交通抵抗の計算は、汎用 GIS ソフトウェア (SIS Map Modeller) を Visual Basic でカスタマイズして行う。

4. ケーススタディ

(1) 対象都市の概要

評価対象都市として、2005 年 4 月の合併前の愛知県豊田市(人口 36.2 万人, 面積 290km² (2005))を選定している。地区割りは 3 次メッシュ(1km×1km)とする。

(2) パラメータの推定

AC の特定化に必要な式(1)から式(4)のパラメータ $\alpha_k, \beta_k, \gamma_b, \varepsilon_m$ を推定する。

a) α_k (式(1))

OD 交通量を重力モデル(式(6))で表現し、パーソントリップデータの OD 表を用いて推定した距離逆減パラメータを α_k として利用する。

$$T_{ijkm} = \delta G_{ikm}^{\zeta} A_{ijkm}^{\eta} \exp(-\alpha_k gc_{ijkm}) \quad (6)$$

T_{ijkm} : 地区 i, j 間の分布交通量 G_{ikm} : 地区 i の発生交通量 A_{ijkm} : 地区 j の集中交通量 gc_{ijkm} : 地区 i, j 間の交通抵抗 $\delta, \zeta, \eta, \alpha_k$: パラメータ

パラメータ推定には対象都市のデータを用いるべきであるが、本稿ではデータの制約上、長野県飯田市(街路交通調査(2004))のデータを用いて推計を行っている。なお、本来、 α_k は評価項目 k によって異なるが、各評価項目における OD データを得ることができないため、評価項目にかかわらず同じ値をとると仮定する。また、公共交通については OD データのサンプル数が非常に少なかったため、本研究では自動車について推定したものをそのまま適用する。なお、交通抵抗算出のために必要な地区中心として、人口重心を用いる。

b) β_k (式(3))

飯田市職員・職員家族を対象にアンケート調査を実施³⁾し、その結果を元にコンジョイント分析を用いて各項目のパラメータ β_k を推定する。

c) γ_l (式(2))

項目内の対象施設が 1 つの場合は、 $\gamma_l = 1.00$ となる。項目内の対象施設が複数の場合は、OD 表よりそれぞれの施設へのトリップ数を算出し、その比率を γ_l とする。

d) ε_m (式(1))

公共交通は誰でも利用できると考え、 $\varepsilon_{iPT} = 1.00$ とする。また、自動車は免許によって利用が制限されるため、パラメータ ε_{iCar} を地区 i における自動車利用可能人口比率とし、以下の式で推定する。

$$\varepsilon_{iCar} = \varepsilon_{iCar1} \times \varepsilon_{iCar2} \quad (7)$$

ε_{iCar1} : 乗用車の平均乗車人員

ε_{iCar2} : 普通自動車免許保有率

なお、本稿ではデータの制約上、地区 i によってパラメータが変化しないと仮定した。

これらのパラメータの推定結果を表-3 にまとめる。就業利便性を他の項目に比べて重要に感じていないことや、教育・文化利便性の施設の中では高校を非常に重要に感じていることが分かる。

表-3 パラメータの推定結果

| パラメータ | | 推定結果 |
|---------------|------------|-----------------------|
| α [円] | | 9.80×10^{-4} |
| β | 就業利便性 | 0.17 |
| | 教育・文化利便性 | 0.31 |
| | 健康・医療利便性 | 0.23 |
| | 買物・サービス利便性 | 0.30 |
| γ | 高校 | 0.75 |
| | 美術館・博物館 | 0.14 |
| | 図書館 | 0.11 |
| ε | 公共交通 | 1.00 |
| | 自動車 | 0.83 |

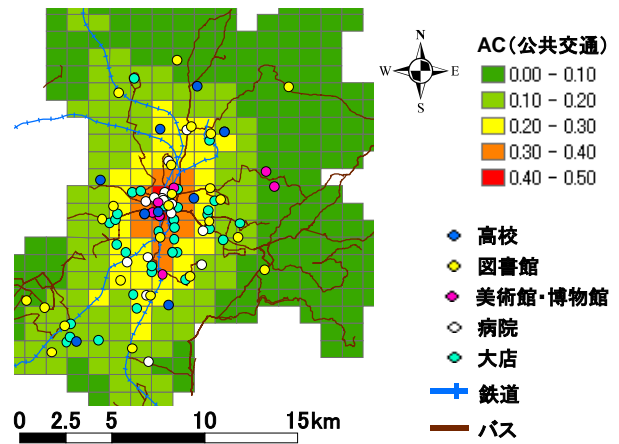


図-1 現状のAC (公共交通)

(3) 現状の分析

次に、公共交通と自動車による移動を対象に、現状のACを推計した結果を図-1, 2に示す。

a) 公共交通と自動車のAC

まず施設の分布に着目すると、図-1より、特に都心から南方・北方への展開が進んでいることが分かる。都心東方にも進んでいるが、ここには十分利便性の高い公共交通は存在せず、自動車による利用を前提としている。

ACの分布に着目すると、公共交通については図-1より、他地区と比べて鉄道沿線で値が大きいことが分かる。これは、バスに比べ鉄道のサービスレベル（所要時間・費用）が優れているためである。

自動車については、図-2より、都心からどの方向にもほぼ均等に値が減衰していることが分かる。これは、「どこへでも行ける」という自動車の特性を表している。

2つの交通手段のACを比較すると、すべての地区で公共交通より自動車の方が大きく、鉄道沿線でも公共交通の値が自動車の4割から9割にとどまっていることが分かる。これは、施設の郊外化による公共交通利便性の低下が、公共交通が有利な都心や鉄道駅前ですえ自動車の方が利便性が高いという状況を招いたことを意味している。

この結果、表-4に示すようにWACは公共交通が0.180に対し自動車は0.344と、2倍近く大きい。評価項目別に見ると、就業利便性と教育・文化利便性では値が小さく、公共交通と自動車の比も小さい。一方、健康・医療利便性と買物・サービス利便性では値が比較的大きく、比も大きい。ここから、公共交通の方が自動車よりも施設の立地がACに与える影響が大きいことが分かる。

b) ACの地区間公平性

ACの地区間公平性を評価するためにジニ係数を算出する。ジニ係数とは値の公平性を測る指標で、0から1の値をとり、値が大きいほど不公平な状態を表す。ここでは地区のACに人口を乗じて重みをつけて算出する。

表-5より、公共交通が自動車の約1.8倍程度となっ

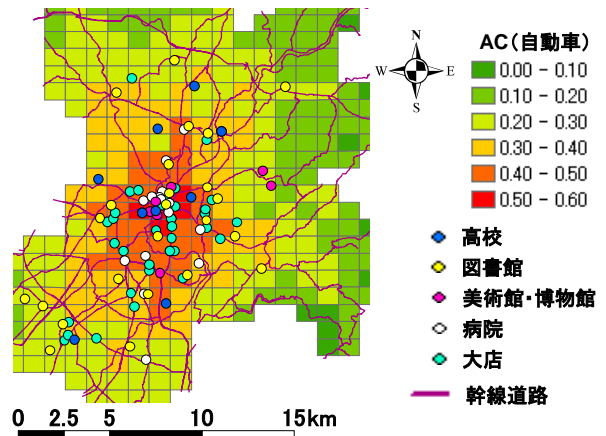


図-2 現状のAC (自動車)

表-4 現状のWAC

| 評価項目 | 公共交通 | 自動車 | 比 |
|------------|-------|-------|-------|
| 就業利便性 | 0.147 | 0.310 | 0.473 |
| 教育・文化利便性 | 0.169 | 0.340 | 0.499 |
| 健康・医療利便性 | 0.187 | 0.348 | 0.536 |
| 買物・サービス利便性 | 0.203 | 0.364 | 0.557 |
| 総合 | 0.180 | 0.344 | 0.523 |

表-5 現状のジニ係数

| 評価項目 | 公共交通 | 自動車 | 比 |
|------------|-------|-------|-------|
| 就業利便性 | 0.230 | 0.127 | 1.810 |
| 教育・文化利便性 | 0.300 | 0.167 | 1.793 |
| 健康・医療利便性 | 0.288 | 0.161 | 1.790 |
| 買物・サービス利便性 | 0.300 | 0.166 | 1.804 |
| 総合 | 0.277 | 0.155 | 1.787 |

ており、不公平性が高いことが分かる。評価項目別に見ると、就業利便性の値が比較的小さい。これは、人口分布が企業の立地に近くなっていることを意味する。

(4) 施策の分析

次に、公共交通利用促進施策を実施した場合の効果

を分析する。本稿では、以下の3つの施策を扱う。

a) バス路線の増便

現状の公共交通のAC分布を見ると、鉄道沿線の利便性は高いものの、バス路線はACにあまり寄与していない。そこで、すべてのバス路線の運行本数を2倍にする施策を設定する。

b) パークアンドライド (P&R) 駅の設置

対象とする豊田市は人口30万人以上の都市の中で最も人口あたり自動車保有率が高い。このような都市で公共交通整備のみで自動車の機関分担率を下げることは難しいと考えられ、自動車と公共交通の共存・役割分担が必要である。そこで、郊外の1駅(図-3参照)にP&R駐車場(料金は600[円/回])を設定する。

c) サイクルバスの導入

現在の都市では施設の郊外化が進み、公共交通の利便性が低下している。そこで、出発地から駅・停留所まで、また駅・停留所から目的地までというアクセス・イグレス移動を補う施策が有効であると考えられる。そこで、公共交通不便地区と都心を結ぶ路線に、自転車を積み込むことができるサイクルバスを導入する。

P&R駅設置に伴うACの変化を図-3に示す。この結果、特にP&R駅から遠い都心の北方と東方でACが上昇した。これは、P&R駅に近い地区はP&Rによる移動時間の短縮が小さく駐車料金が負担になる一方、P&R駅から遠い地区では移動による一般化費用は小さくなるためである。しかし、遠いP&R駅を経由するため移動距離は長くなった可能性がある。これは交通渋滞や環境問題の観点から問題であり、このような現象が起きないように駐車料金や駐車場設置駅を設定する必要がある。

また、各施策についてWACとジニ係数を算出した結果(図-4, 5)から、以下のことが明らかになった。

- ・ いずれの施策もACが上昇し、公平性が向上する。
- ・ 費用面も考え合わせると、AC増加量の観点ではサイクルバスが有効であり、地区間公平性の観点ではP&Rが有効である。
- ・ バス路線の増便とP&R駅の設置で、教育・文化利便性の公平性が非常に大きく向上する。この2つの施策では特に郊外部で大きくACが上昇するが、対象施設が都市全体に分散しているため、一層効果的に郊外部のACが上がり、大幅な公平性の向上に繋がると考えられる。

5. おわりに

研究では、主要施設の配置を考慮したアクセシビリティ指標を提案し、愛知県豊田市を対象にケーススタディを行った。その結果、1) 公共交通は自動車と比較し

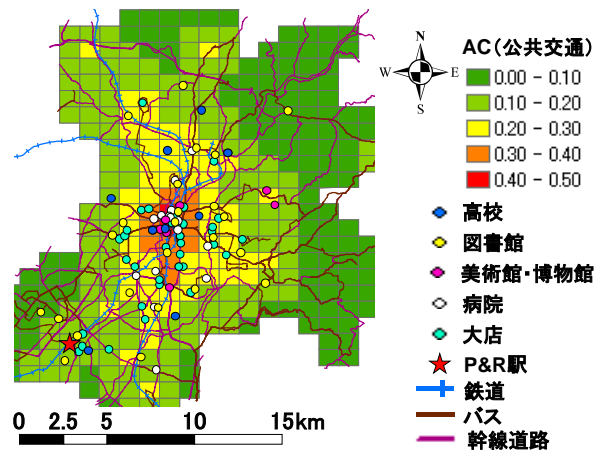


図-3 P&R 駅設置に伴う AC の変化 (公共交通)

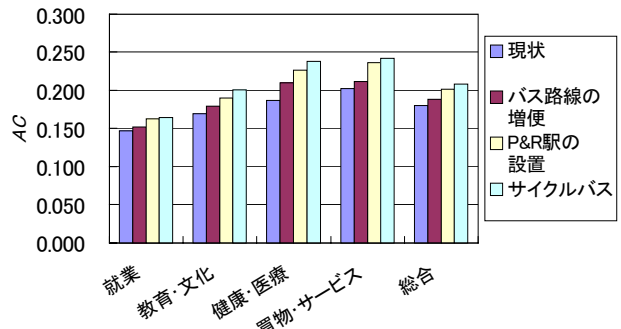


図-4 施策実施後の WAC (公共交通)

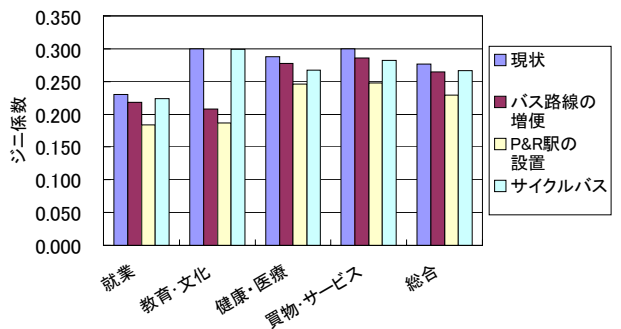


図-5 施策実施後のジニ係数 (公共交通)

ておおそ半分の利便性と 1.8 倍の不公平性を持つ、2) 3 種類の公共交通利便性向上施策を評価したところ、利便性の向上の観点からはサイクルバスの導入が最も効果的である、3) 公平性の観点からはパーク&ライド駅の設置が最も効果的であるが、駐車場料金や場所の設定次第では移動距離の増加に繋がる、ことが明らかになった。

参考文献

- 1) 石上肇ほか：個人の交通行動を考慮したアクセシビリティ指標に基づいた都市モデルの構築，土木学会第 50 回年次学術講演会，pp.490-491，1995
- 2) 宮城俊彦，鈴木崇児：交通ネットワークにおけるアクセシビリティの定義，土木計画学研究・講演集，No.18(1)，pp.373-376，1995
- 3) 加知範康ほか：余命換算型の生活環境質指標を用いた居住地評価モデルの構築，土木計画学研究・講演集 CD-ROM，Vol.32，2005