

オンデマンド型乗合交通システム導入による 住民のアクセシビリティ改善評価手法

青野 亮¹・柳川 達郎²・杉浦 晶子³・加藤 博和⁴

¹非会員 (元)名古屋大学 工学部 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2 (651))

²非会員 (元)名古屋大学 大学院環境学研究科

³正会員 名古屋大学博士研究員 大学院環境学研究科

E-mail:akikos@nagoya-u.jp

⁴正会員 名古屋大学准教授 大学院環境学研究科

E-mail:kato@genv.nagoya-u.ac.jp

近年、公共交通空白・不便地区を解消する手段として、多くの市区町村にてDRTが導入されており、その導入件数は年々増加している。しかしDRTの利用時には事前予約の必要があり、利用者にとってその障壁は大きく、必ずしも利便性の向上につながるとは限らない。本稿ではそのようなDRT特有の抵抗感を考慮した上で運行形態別の住民のアクセシビリティ(Accessibility: AC)改善効果を評価する。その結果、もともと公共交通利便性の低い地区の方が高い地区に比べて大きくACが向上することがわかった。また予約締切時間の違いによるAC向上の差は大きく、乗車前日までの場合ではACの改善効果は小さいが、乗車30分前までとすると、大きなACの改善が見込めることがわかった。

Key Words : Demand Responsive Transport, Accessibility Measures, Local Public Transport

1. はじめに

人口減少や自家用車の普及が進み、地域公共交通の衰退が問題となっている。運行本数や運行時間帯に対する利用者の不満が増加し、利用者が自家用車等に転換し、それが運行サービスの低下の普及に拍車をかけるという負のスパイラルが生じ、結果として公共交通空白・不便地区が拡大することで移動が困難となる人が増加する。そこで近年、移動制約者への効率的なモビリティ提供手段として、乗合でありながら予約に応じダイヤや経路を自由に設定し柔軟に運行するオンデマンド型乗合交通システム(DRT: Demand Responsive Transport)が注目を集めている。DRTは出発地や目的地に近いところで乗降でき、ダイヤ制約が緩いなどの利点がある。

本研究では、DRT導入の際、その運行方式によって住民の移動利便性がどう変化するかを定量評価する手法を構築することを目的とする。その際、ポテンシャル型のアクセシビリティ(AC)指標を用いることで住宅や目的地の立地状況を考慮に入れる。構築した手法に基づいた評価結果は、DRTを導入する際にどのような運行方式が対象地域に適しているかの検討を可能とする。

2. 既往研究

(1) DRTに関する研究

日本でDRT導入が増加していることを受け、導入事例を整理分類する試みが行われてきている。たとえば、元田ら(2004)¹⁾や原・秋山(2005)²⁾は、DRTの概念を明らかにし、メリットとデメリットをまとめ、DRTの適用範囲について導入に適する地域をあげている。これは多くの事例を対象とした実証的な研究であるが、一方で理論的な論拠についての研究は乏しいと長谷川ら(2011)³⁾は指摘した。長谷川らはデマンド型交通の成立条件に関して、全国での導入状況を把握し、その統計的分析を行うことで、導入自治体に関する特徴を把握した。そしてオンデマンド型を含めた3種類の交通サービスをモデル化し、都市の大きさおよび需要密度の違いが各交通サービスの所要時間にどのような影響を与えるかをモデル化し、さらに都市の大きさと需要密度によって同時に決定されるサービス提供量と、交通サービス提供者の運営・整備費用、利用者の時間費用を考慮した一般化費用の合計が最小となる交通手段を明らかにし、各交通手段が有利になる都市規模・需要密度とその有利領域を理論的に検討した。

DRTの導入可能性をシミュレーションを用いて検討している研究も多く存在する。たとえば吉田ら(2006)⁴⁾は、人口高密度地区へのDRT導入事例について利用者特性を分析し、導入適性をシミュレーションと実験運行データから検討している。野田ら(2008)⁵⁾は、シミュレーションによってデマンドバスと従来の路線バスとの利便性・採算性の比較を行っている。しかしこれらは、仮想の地域におけるDRT運行シミュレーションによってDRTの特性などを把握するものである。導入可能性をより現実的に評価するために、福本ら(2009)⁶⁾は実際の地域を対象として、少量乗合運送サービス導入による利用意向の変化に関するアンケート調査を実施し、その結果を踏まえて導入に伴う運行経費の変化や、DRT導入の際に必要な車両台数・対応可能な利用者数などについて、シミュレーションを用いて検討した。また竹内ら(2003)³⁾は、DRTは需要に応じ運行するため、1台あたりの利用者数が増加した場合、運行時間が長くなり、また迂回によって各利用者の所要時間も長くなる一方、解決のために車両数を増加すると、費用が増大することから、DRT運行計画においては、需要に応じた運行方式を整理したうえで運行に必要な費用を分析し、利用者に対するサービスの推定を行う必要がある、と指摘し、既存バス撤退後の代替公共交通システムを費用面から評価検討した。

以上に挙げたように、DRTに関する既往研究のほとんどは、供給者の立場に立ったものである。利用者の利便性を考慮しているものもあるが、時間距離の評価に留まっている。しかし実際にDRTを利用するにあたっては利用者が事前に予約を行わなければならないため、時間距離による利便性の評価に加えて、予約の抵抗感を考慮した評価を行う必要がある。

(2) AC指標に関する既往研究

交通ネットワークの利便性を評価する手法の1つにアクセシビリティ指標がある。アクセシビリティ指標は既にさまざまな定義が行われている。AC指標の分類を表-1に示す(RIVM(2001)⁸⁾・加知ら(2006)⁹⁾。

日本の地域交通計画においてはネットワークの評価指標として、都心部や駅・公共施設等への所要時間で交通利便性を表現したり、駅(バス停)勢圏を描いて公共交通空白地区を抽出する方法がとられることが一般的である。これはインフラに基づくAC指標に当たる。しかし、これらは非常に簡易なACの表現方法であり、活動・効用にに基づくACが本質的な指標である。近年の研究では、個人の空間的・時間的制約を考慮し、論理性が高い時空間アクセシビリティ指標を用いた分析が多く行われてきている。しかしながら、時空間アクセシビリティを計算するためにはアクティビティダイアリー調査を行う必要

表-1 アクセシビリティ(AC)指標の種類

| 分類 | 概要 |
|------------|---|
| インフラに基づくAC | 交通システムの機能を表現する指標。必要なデータは入手しやすく、研究者や施策作成者が解釈しやすい。しかし、土地利用、時間的制約、個人属性を考慮できない短所を持つ。 |
| 活動に基づくAC | |
| 距離指標 | 立地に基づく指標の中では最も単純な指標。特定の2点間がどれだけ結びついているかを表す。2点間の移動時間・距離がよく用いられる。しばしば土地利用計画に利用される。 |
| 等高線指標 | 予め与えられた移動時間・距離・費用で到達することが可能な機会の数で表される指標。ここで、機会とは、レジャー・余暇活動も含めた経済活動を行う機会であり、たとえば、仕事場、教育・文化施設、健康・医療施設、買物・サービス施設の数である。買物都市計画や地理的研究によく利用される。 |
| ポテンシャル指標 | 地区iの全地区の機会への近接性を、地区の機会の大きさと地区iからその地区までの移動時間・距離・費用(交通抵抗)を用いて表す。等高線指標の欠点を克服し、土地利用と交通の両要素の複合的効果を評価できる。しかし、交通抵抗で機会を重み付けしているため、解釈や伝達が難しい。 |
| 時空間指標 | 個人の空間的・時間的制約の融合という観点から近接性を表す指標。時間と空間の2軸で交通行動を表現する時空間プリズムを用いて評価する。これは、交通システムや土地利用、更に個人の空間的・時間的制約を考慮した指標であり、理論性は非常に高い。しかし、入手が難しい個人の詳細な交通行動データが必要とされ、操作性は低い。 |
| 効用に基づくAC | 交通選択の集合を用いて近接性を解釈する指標。ランダム効用理論に基づく指標とエントロピーモデルに基づく指標の2種類がある。この指標は、交通システムと土地利用の両方を考慮しており、個人による近接性の評価を捉えている。また、交通システムや土地利用への投資が個人に与える便益を評価するために有用な基礎となる。 |

があり、多くの時間と費用を要することから、実務への適用は限定的とならざるを得ない。また等高線指標では移動目的地である各施設の魅力度や各交通ネットワークの移動しやすさ(交通抵抗の大小)を考慮できるものになっていない。

そこで本稿では、多数の施設配置および各施設の魅力度と交通ネットワークに関するデータから比較的簡便に交通利便性を計算することができ、地方都市で適用が可能な指標として、表-1のうちのポテンシャル指標の考え方に基づく定式化を行う。

(3) ポテンシャル型アクセシビリティ指標に関する既往研究

ポテンシャル指標は、地区から全地区(目的地)までの近接性を、地区の機会の大きさ(地区の重みづけ)と地区から地区までの交通抵抗を用いて表す。これにより、施設立地と交通の両要素の複合的効果を評価できる。移動利便性と施設立地に関する施策の評価の研究に峯ら(2005)¹⁰⁾がある。これは、都市内移動を対象として、

通勤、通学、通院及び買い物目的の交通利便性をメッシュ単位で評価しており、土地利用と交通ネットワークの双方を考慮して各居住地の交通利便性を表現できている。また竹下ら(2009)¹⁴⁾は、廃止に至った桃花台新交通桃花台線を対象として、その廃線前後の沿線における交通利便性変化について評価を行った。また進藤ら(2012)¹⁵⁾は長野電鉄屋代線廃止代替バス導入に伴うアクセシビリティの変化を評価している。

これらはいずれも、鉄道やバスのような定時定路線を持った交通機関の廃止や導入によるアクセシビリティの変化を評価したものであり、DRTのような決まった路線、停留所を持たないある種特殊な交通形態に対してポテンシャルアクセシビリティ指標を用いてその交通利便性を評価した研究は行われていない。

本稿では、DRT導入に伴う、住民の交通利便性の変化を、予約の必要性という利用者にとっての抵抗感を考慮した上で定量評価する。その際、ポテンシャル型アクセシビリティ指標を用いることで施設立地と交通の両要素の複合的効果の評価を可能とする。

3 AC指標のDRTへの適用

(1) ACの定義

本稿ではACを「各地区から主要施設への近接性を評価する指標」とし、以下の式(1)で定義する。

$$AC_i^{km} = \sum_j \{AT_j^k \exp(-\alpha^{km} c_{ij}^m)\} \quad (1)$$

ACの値としては、式(1)中のATについて施設の魅力をそのまま用いるもの(絶対AC)と、対象地域の全魅力で各地区の魅力を基準化したもの(基準化AC)が考えられる。

絶対ACは、新規の施設整備や施設の統合などによる全施設の魅力度合計値の変化や、ACの経年変化の分析に使用できるという利点があるが、全体の施設量が異なる地域間比較において、都市内のACの空間分布の違いを直接比較できない。

一方、基準化ACは0から1までの値をとり、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、つまり対象地域内の全施設が当該地区にあることを意味し、ACが0の時は交通抵抗による施設魅力度の低下が無限大であること、つまりその地区からアクセスできる施設が対象地域に全くないことを意味する。これにより、数値の解釈は容易となるものの、対象地域の全魅力度の合計値が一定の場合での比較にしか用いることができない。また、新規の施設整備や施設の統合などの施策分析における比較にも適用できない。

表-2 ACにおける魅力度評価項目と指標(対象施設)

| 評価項目 k | 対象施設 | 魅力度指標 AT | 使用データ |
|---------------------|------|------------|---------------|
| 健康・医療機会獲得性(医療利便性) | 医療施設 | 診療科目数 | 国土数値情報(国土交通省) |
| 買物・サービス機会獲得性(買物利便性) | 小売店舗 | 売場面積 | 商業統計(経済産業省) |

本稿におけるケーススタディでは、対象地域内の施設数合計が不変である場合を考えていることから、基準化ACを使用する。以下でのACはこの基準化ACを指すものとする。

また魅力度評価項目については、DRTの利用者の多くは高齢者であり、その利用目的の大半を占めるのは通院・買い物であることから、を表-2のように評価対象を設定した。

(2) 地域全体の平均AC

対象地域全体の平均的なACとしてAAC(Average Accessibility)とWAC(Weighted Average Accessibility)をそれぞれ式(2),(3)で定義する。

$$AAC = \sum_i^N AC_i / N \quad (2)$$

$$WAC = \sum_i^N AC_i P_i / \sum_i^N P_i \quad (3)$$

N :人口を有する地区数、 P_i :地区 i の人口

AACは単純な各地区平均であり、利便性を地区単位で扱うため、対象地域全体に同一の利便性を確保する観点の場合に有効であるが、利便性を享受する各地区の住民人口の多少を考えないため、AAC向上策は人口あたりで考えた場合非効率になる可能性がある。一方、WACは各地区のACを地区人口で重み付け平均した値であり、利便性を住民単位で扱うため、効率的に対象地域全体の利便性を確保するための施策効果を知りたい場合には有効である。

本稿はDRT導入による利用者の利便性向上を評価することが目的であるため、対象地域全体の交通利便性の変化としてWAC指標を用いて評価を行う。

(3) DRT利用者の一般化費用の定式化

式(1)中の c_{ij} は交通抵抗(一般化費用)であり、定時定路線型公共交通機関の場合、式(4)で定義することができる。

$$c_{ij}^m = \sum_l^L \left\{ V \left(\frac{d_l^w}{v_l^w} + t_l^m + t_l \right) + c_l^m \right\} \quad (4)$$

m :交通機関, c_{ij}^m :交通機関 m における地区 i から地区 j へ移動する際の交通抵抗 (一般化費用), V :時間価値, l :リンク, L :地区 ij 間のリンク総数, d_l^w :徒歩でのリンク l における移動距離

v_l^w :徒歩でのリンク l における移動速度, t_l^m :リンク l における交通機関 m の所要時間

t_l :リンク l における待ち時間・乗り換え時間の合計値, c_l^m :リンク l における所要費用

式(4)では DRT 利用における予約必要性の煩わしさを考慮していない。そこで本稿では, DRT 利用時の交通抵抗 (一般化費用) を表現するために, 式(4)を見直し, 式(5)として再定義する。

$$c_{ij}^d = \sum_l^L \left\{ V \left(\gamma_{MP} \frac{d_l^w}{v_l^w} + t_l^d \right) + c_l^d + c_d \right\} \quad (5)$$

c_{ij}^d :地区 i から地区 j へ DRT (交通機関 d) で移動する際の交通抵抗(一般化費用), γ_{MP} :ダミー (ミーティングポイント乗車時 $\gamma_{MP}=1$, 自宅前乗車時 $\gamma_{MP}=0$), t_l^d :リンク l における DRT での所要時間, c_d :予約締め切り時刻の負担コスト

式(5)では, DRT 導入形態によって異なる, 1)アクセス歩行の必要性の有無と, 2)予約締め切り時間の違いによる利用者の抵抗感を考慮することができる。

本稿では一般化費用の算出にあたり, 時間価値として非業務目的の自家用乗用車同乗者の時間当たり機会費用 24.94 (円/人・分) を用いることとする。

DRT は単に公共交通空白地の解消というだけでなく, 高齢者や障害者に多い歩行困難者の交通利便性を向上させる目的で導入されるケースが多いことから, DRT 導入による健常者と歩行困難者の交通利便性の変化の違いを考察するために, 健常者を想定した歩行速度 5.0km/h と歩行困難者を想定した歩行速度 2.5km/h のそれぞれの場合で AC の変化を評価する。

式(5)の予約締め切り時刻の負担コスト c_d は, コンジョイント分析によって推定する。具体的には, 栗山ら (2013)¹³⁾により, 条件付きロジットモデルによって推定を行う。

(4) 距離逓減パラメータ

式(1)中の距離逓減パラメータ α は正の定数であり, 一般化費用の大小に応じてアクセシビリティがどの程度減少するかを決定する。距離逓減パラメータ α の推定は, 対象地域の分布交通量を重力モデル (式 (6)) で表現可能と仮定し, そのパラメータをパーソントリップデー

タの OD 表を用いて推定することで得られる値を利用する。

$$T_{ij} = \beta G_i^\gamma A_j^\delta \exp(-\alpha c_{ij}) \quad (6)$$

ここで, T_{ij} は地区 i, j 間の分布交通量, G は地区 i の発生交通量, A_j は地区 j の集中交通量, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ はパラメータである。

本稿では, 竹下ら (2009) が中京都市圏パーソントリップ調査 (2001) の域内 OD を用いて推計した値である $\alpha=0.00128$ を, k, m の値に関わらず用いることとする。

(5) アクセシビリティ算出時における諸条件

アクセシビリティ算出における諸条件を以下に示す。

- ・交通抵抗を地区中心間の移動に生じる一般化費用で表現する。
- ・交通抵抗が最小となる経路を選択する。
- ・待ち時間・乗換え時間として, 利用路線の平均運行間隔の半分の時間を想定する。ただし, DRT 利用時は自分の都合の良い時間で予約を行い, たとえ希望時間とのズレがあろうとも到着予定時刻が知らされるという仮定のもと, 待ち時間は発生しないものとする。
- ・駅やバス停などの停留所までは徒歩で移動するものとする。(歩行速度について健常者は 5km/h, 歩行困難者は 2.5km/h と想定する)
- ・公共交通間で何度でも乗り換え可能とし, 出発地から目的地への移動に際して直接徒歩で移動する場合も含め最も交通抵抗 (一般化費用) が小さくなる経路を選択するものとする。

4 豊山町におけるケーススタディ

(1) 豊山町の概要

本稿の分析対象地域は愛知県西春日井郡豊山町である。名古屋市の北東部に隣接し, 周囲を名古屋市, 北名古屋市, 小牧市, 春日井市に囲まれており, 面積が 6.19km² と愛知県内最小かつ, 約3分の1が県営名古屋空港関連の用地で占められている。人口は 14,345 人であり, 高齢化率は 19.3% である (2014年)。

高齢化率は比較的低いが, 高齢者の分布をみると, 旧農業集落の南部において多い地区が存在している。

町内に鉄道は存在しないが, 近隣の鉄道駅として, 西の北名古屋市に名鉄犬山線の西春駅, 東の春日井市に名鉄小牧線の味美駅と JR 中央本線の勝川駅が存在する。一方, バス路線は, 名鉄バス西春・空港線, あおい交通名古屋空港直行バス, 名古屋市営バス, そして運行費用の不足分を町が負担しあおい交通が運行している「とよまタウンバス」(北ルート・南ルート) の 5 路線が存在

している (図-1)。

(2) AC計算範囲

豊山町内には、本稿の評価対象である医療施設や買物施設は少なく、町外へ外出する町民が多いことから、町内のみならず隣接自治体（名古屋市，春日井市，小牧市，北名古屋市）をACの計算範囲とする。また、豊山町民の自宅出発時刻は、病院へ行く場合と買物に行く場合とも午前9～10時にピークを迎えることから、公共交通利用時の待ち時間として午前9時～10時における運行間隔の半分の時間と設定する。

(3) 現状のAC分布

表-3は、2015年1月にとよまタウンバス北ルートの利用者を対象として実施したアンケートで得られたデータのコンジョイント分析の結果である（調査日3日間・回答数36）。本稿では、これらを予約締め切り時刻の負担コスト c_d として使用する。

図-2に健常者と歩行困難者、それぞれの場合での買物利便性、医療利便性の空間分布を示す。いずれの場合（健常者、歩行困難者、買物利便性、医療利便性）でも名古屋空港直行バス（あおい交通）のバス停付近でACが高くなっていることが分かる。これは、名古屋空港直行バスが、魅力度の高い施設が多い名古屋・栄方面とを結んでいること、とよまタウンバス南ルートも名古屋・栄方面に路線は延びてはいるが、名古屋空港直行バスの方が運行本数が多く、乗車時間も短いことが要因である。また町の東端部、南端部においてACが高くなっている。東端部においては鉄道駅があること、南端部においては名古屋市に接しており、運賃が安く運行本数も多い名古屋市営バスの停留所が近くにあることが要因である。

図-3の平均AC(WAC)の比較を見ると、まず健常者と歩行困難者の間では大きくWACに差があることが分かる。これは歩行困難者の歩行速度が健常者の歩行速度よりも遅いことで、総歩行時間が長くなってしまい、一般化費用が大きくなってしまふことが原因である。

また、健常者、歩行困難者ともに、平均買物ACの方が平均医療ACよりも高くなっていることが分かる。これは、豊山町内では医療施設に関して、近隣の4市（名古屋市，春日井市，小牧市，北名古屋市）に比べて魅力度の高い（診療科目数が多い）施設が少ないが、買物施設に関しては、近隣4市に比べても魅力度の高い（床面積の大きい）店舗が存在することが要因である。

地区別に比較すると、北部（青山地区）が中央部（豊場地区）よりも平均AC(WAC)が低い。北部では、とよまタウンバス（北ルート・南ルート）しか走っていない。とよまタウンバスは中央部を走る名古屋空港直行

バスや名鉄バス西春・空港線よりも運行頻度が少なく、町内で多くのバス停を巡るために乗車時間が長くなっていることから、北部の平均AC(WAC)が中央部よりも低くなった。

5 DRT導入によるACの変化

(1) 導入するDRTの設定

住民アンケート結果より、現状の公共交通に不満を持つ住民が少なからず存在している。また、AC評価からも分かるように、公共交通利用が不便な地区も存在している。町は、要介護者や障害者を対象としてタクシー利用料金補助事業や近隣の医療機関までの送迎サービスを実施しているものの、それらの対象にはならないが歩行

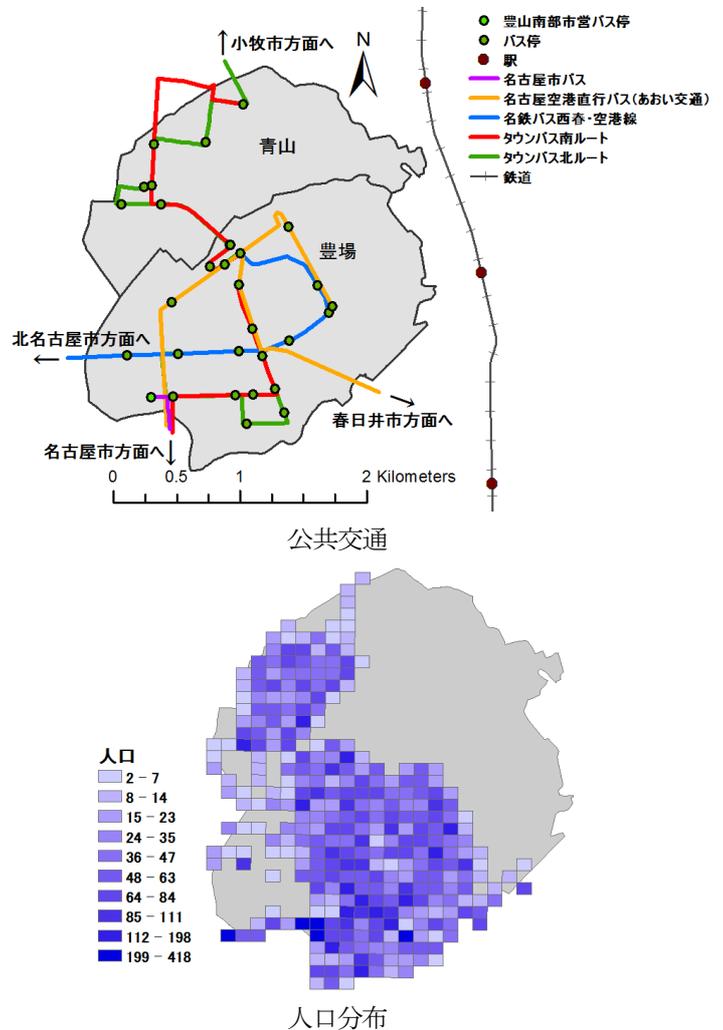
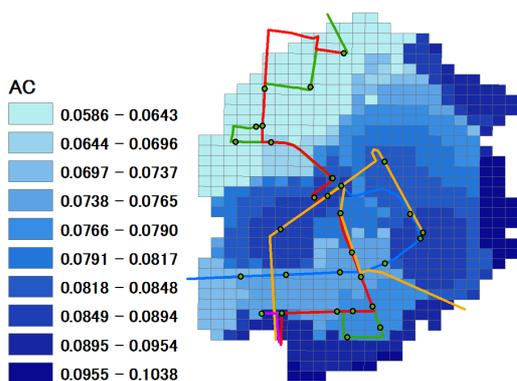


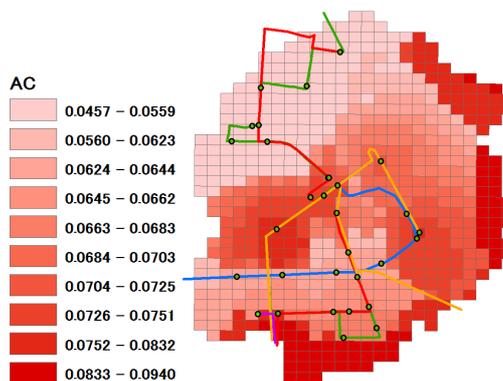
図-1 豊山町内の公共交通と人口分布

表-3 予約締め切り期限による抵抗感の負担コスト

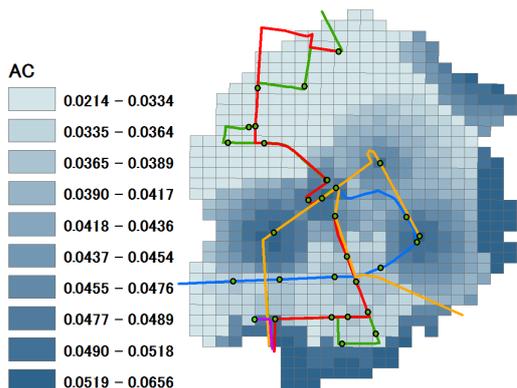
| 予約締め切り期限 | 抵抗感 | t値 |
|----------|---------|-------|
| 利用30分前 | 100.54円 | -2.96 |
| 利用前日 | 318.56円 | -6.15 |



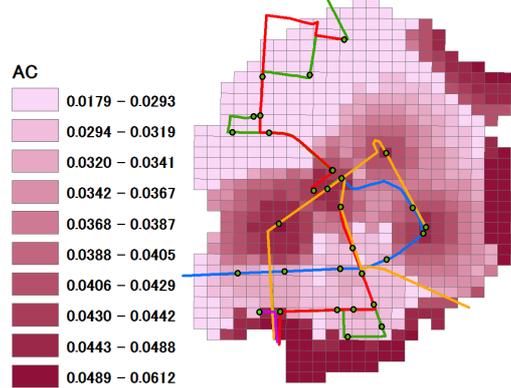
健常者の買物利便性



健常者の医療利便性



歩行困難者の買物利便性



歩行困難者の医療利便性

図-2 健常者・歩行困難者の買物・医療利便性（現状）

に困難がある高齢者等の交通便利性を改善する必要性を認識している。そこで本稿では、既存の公共交通ではカバーしきれない不便地区を解消しつつ、タクシーや福祉移送サービスとの競合を避ける交通手段として、既存のバス路線のフィーダー機能を担うDRTの新設を想定する。具体的には、利用者の乗車地点は1)自宅前（人口の存在する100mメッシュの中心）、2)ミーティングポイント（町内に一様に人口の存在する地区を200m間隔で設置したもの）とし、降車地点は町中心部で、バス路線が集まっている社会教育センターとする。

また1)自宅前（100mメッシュ中心）、2)200m間隔ミーティングポイント(MP)時で、それぞれ予約締め切り時刻をa)乗車30分前、b)乗車前日とし、計4パターン of DRTの導入シナリオを設定し、DRT利用時の目的地までの所要時間は、同対象地域でシミュレーションを用いて算出した結果を用いた。

(2) DRT 導入による AC の変化

a) 健常者の買物・医療利便性の変化

図-4、図-6に健常者の買物利便性の変化を示す。当然ながらDRTのサービスレベルが高くなるほどACが高くなっていることが分かる。現状では北部と中央部で

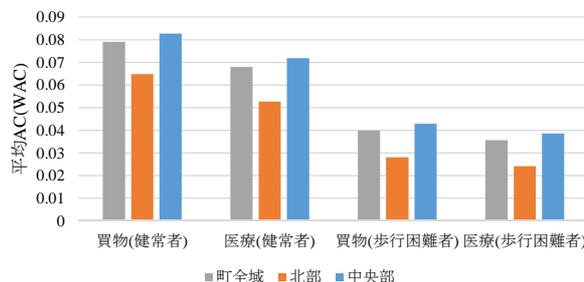


図-3 現状の平均AC (WAC) の比較

WACに大きな差が見られたが、DRT導入により、その差は小さくなった。北部ではもともと魅力度の大きな施設が多数存在する名古屋市方面へ行く交通の便が悪かったが、DRT導入によって乗り換え結節点（豊山町社会教育センター）への移動が改善されたことで名古屋市を含む魅力度の大きな施設が存在する他地域に移動しやすくなった。一方、中央部はもともと交通便利性が高かったため、想定した豊山町社会教育センターに到着地点を固定するという設定ではAC増加が小さい。

図-5、図-7に健常者の医療利便性変化を示す。AC向上の特徴としては、買物利便性変化の場合と大きな差は出なかつたものの、わずかではあるがDRT導入によるACの増加分が大きくなった。医療利便性に関しては町内に魅

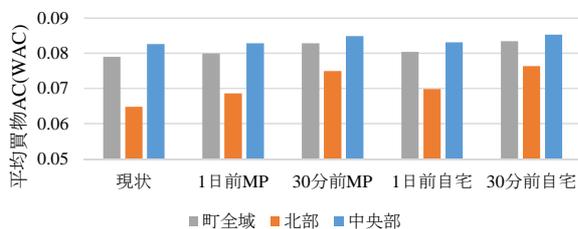
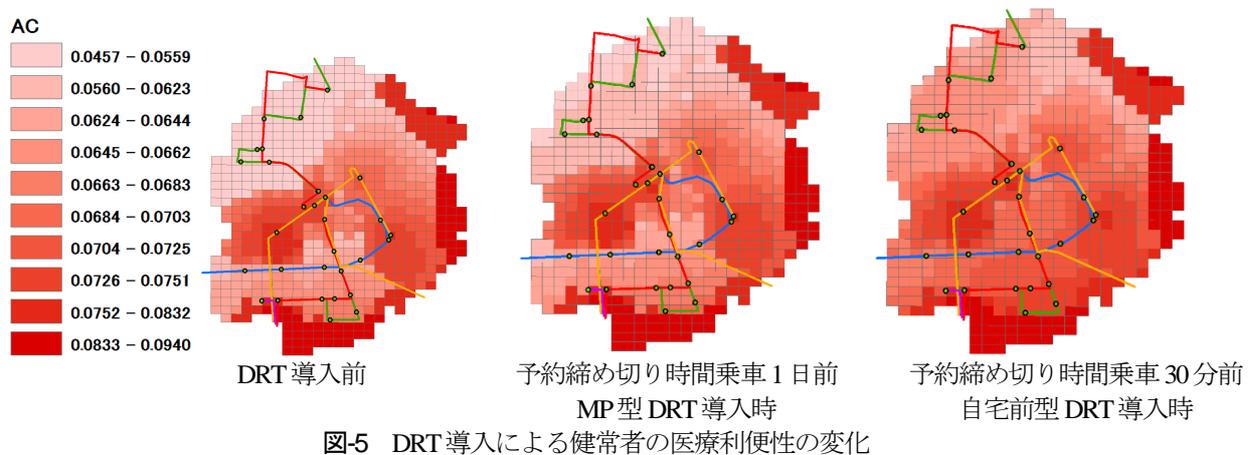
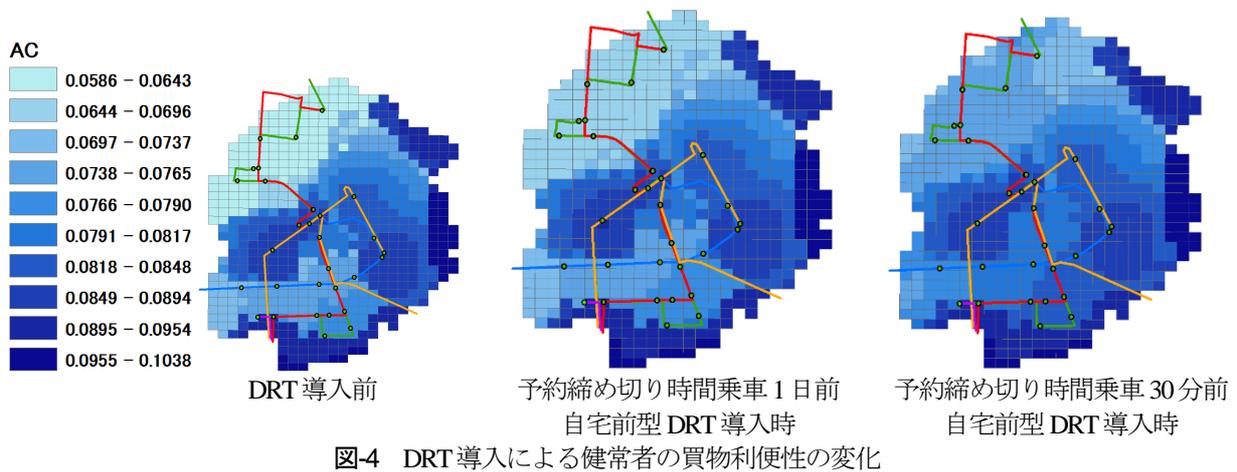


図-6 DRT導入による健常者の平均買物AC(WAC)の変化

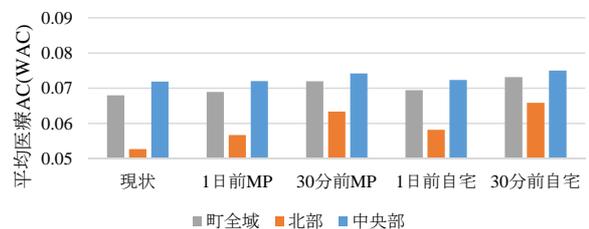


図-7 DRT導入による健常者の平均医療AC(WAC)の変化

力度の高い施設が少ないため、魅力度が高い他地域に行く交通の便が改善されたことで、AC増加が大きくなった。

b) 歩行困難者の買物利便性の変化

図-8、図-10に歩行困難者の買物利便性の変化を示す。もともとACの低かった北部ではAC増加は大きく、ACの高かった中央部ではAC増加が小さいという特徴は同様であった。また、健常者の買物ACと医療ACの増加の差はわずかであった一方、買物目的については健常者よりも歩行困難者の方が大きくACが向上することがわかった。これは、歩行困難者は健常者に比べ歩行速度が遅いため同じ距離を歩行する場合でも対象となる魅力値が逡減される度合いが大きかったが、DRT導入により乗

り換え結節点までの歩行時間が健常者に比べ大きく削減できたことによる。その結果、最もサービスレベルの高い予約締め切り時間が乗車30分前で乗車地点自宅前型のDRTを導入した場合で、北部も中央部に近いACにまで向上することが分かった。

図-9、図-11に歩行困難者の医療利便性の変化を示す。もともとACの低かった北部ではACの増加は大きく、ACの高かった中央部ではACの増加が小さいという特徴は同様であった。また、目的別に比較すると、買物ACより医療ACの方がわずかではあるがACの増加は大きい。利用者別で比較すると健常者より歩行困難者の方が大きくACが増加する。以上の2点から、歩行困難者の医療利便性に関するACが最も改善された。地区別に比較する

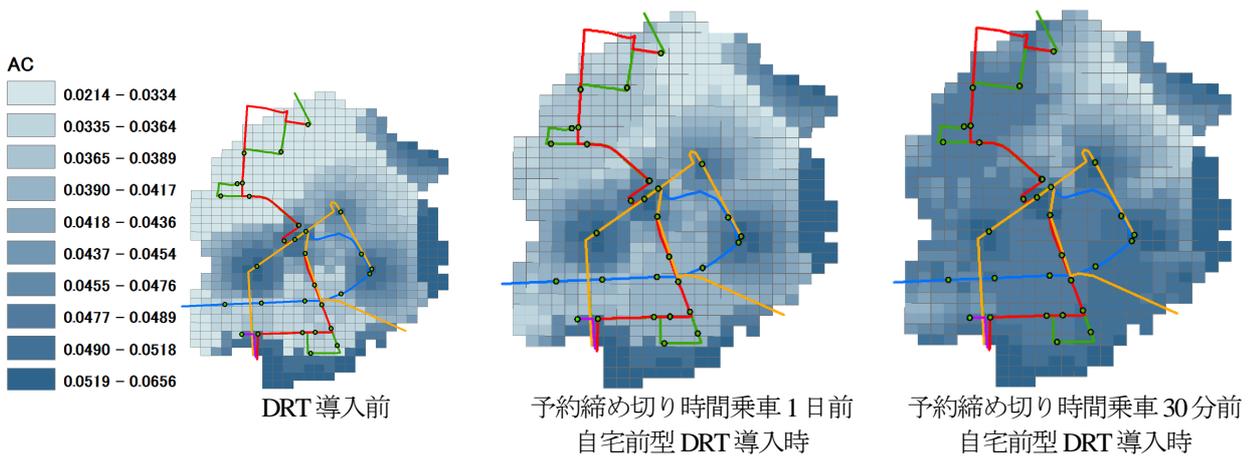


図-8 DRT導入による歩行困難者の買物利便性の変化

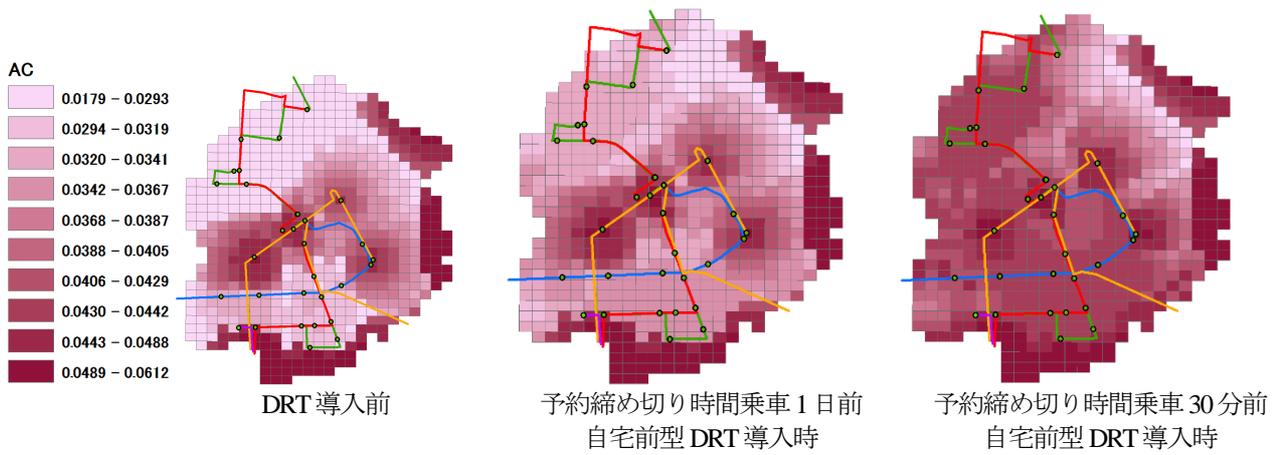


図-9 DRT導入による歩行困難者の医療利便性の変化

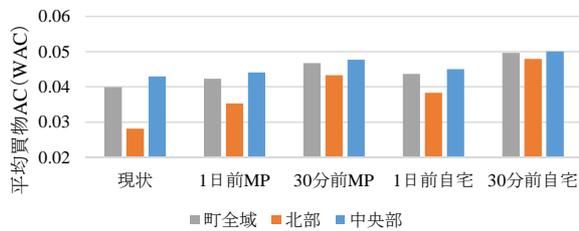


図-10 DRT導入による歩行困難者の平均買物 AC(WAC) の変化

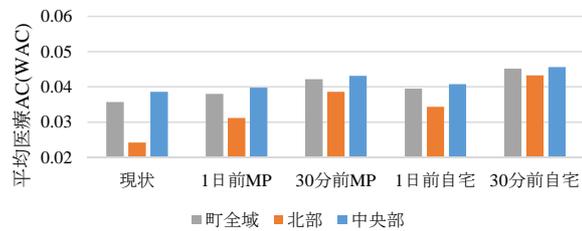


図-11 DRT導入による歩行困難者の平均医療 AC(WAC) の変化

と、北部と中央部とのWACの増加率の違いは大きい。もともとACの高い中央部でのWACの増加率は小さいのに対し、ACがそれほど高くない北部でのWACの増加率は大きくなった。

歩行困難者と健常者を比較すると、どの地区においても、歩行困難者のWACの方が健常者のWACよりも増加率が高くなることが分かった。これは、歩行困難者のACがもともと低かったため、DRT導入時のACとの差分が大きくなったことが要因である。

DRT導入パターン別に比較すると、予約締め切り時間と乗車地点では、予約締切時刻の方がWACの増加率が高かった。これは自宅からMPまで歩く一般化費用より

も、予約締め切り時間が乗車30分前から乗車1日前になることの抵抗感の負担コストの方が大きいことが要因である。

6 まとめと今後の課題

本稿では、近年地域公共交通確保策として導入が多くなっているDRTについて、その導入による利便性向上効果を評価するために、予約必要性というDRT利用者にとっての抵抗感を考慮可能なアクセシビリティ評価手法を提案した。本稿におけるACの評価項目は医療と買物に

限定したが同様の手法を用いることでその他の評価項目への適用が可能である。

提案した手法を豊山町において適用した結果、次のような知見を得た。

- ・ 既存公共交通のフィーダー機能を担う DRT を導入した場合、対象地域内に魅力度が高い施設が少ない場合の方が、AC 増加率は高くなる。
- ・ AC がもともと高い地区では DRT 導入による WAC 増加は小さく、低い地区においては増加が大きい。
- ・ もともと AC の低い歩行困難者の方が、健常者よりも DRT 導入による AC の増加率は高くなる。
- ・ 乗車地点が 200m 間隔 MP か自宅前かの違いよりも、予約締め切り時間が乗車前日か、乗車 30 分前かの違いの方が、AC 向上に及ぼす影響が大きい。

今後は以下の点を検討していく必要がある。

- ・ 今回は導入 DRT の運行形態を乗車地点 1)200m 間隔 MP か 2)自宅前か、と予約締め切り時間 a)乗車 30 分前か b)乗車 1 日前か、の組み合わせで計 4 通りのパターンに絞って評価したが、さらに多様な方式を想定した評価が必要である。
- ・ 利用者側の利便性の変化だけでなく、維持費用をも考慮した検討が必要である。

謝辞：本研究は、トヨタ自動車株式会社との共同研究「都市部における乗合型 Demand Responsive Transport の適用可能性に関する研究」の一環として実施された。また、アンケート実施にあたって豊山町・あおい交通株式会社の協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 元田良孝, 若林武文, 山口善英 (2004) : 雫石町フレキシブルバスの運行について, 土木計画学研究・講演集, Vol. 29, CD-ROM.
- 2) 原文宏, 秋山哲男 (2005) : 公共交通としての DRT

の将来展望, 土木計画学研究・講演集, Vol.31, CD-ROM.

- 3) 長谷川大輔, 鈴木勉 (2011) : 都市規模・密度に着目したデマンド型交通成立条件に関する理論的考察, 都市計画論文集, Vol.46, No.3, pp.817-822.
- 4) 吉田樹, 秋山哲男, 金載昊 (2006) : 人口高密度地区における DRT システムとその適用可能性, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, No.2, pp.551-558.
- 5) 野田五十樹, 篠田孝祐, 太田正幸, 中島秀之 (2008) : シミュレーションによるデマンドバス利便性の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.242-252.
- 6) 福本雅之, 西山陽介, 加藤博和, 孫卓 (2009) : 公共交通需要希薄地域における少量乗合運送サービス導入方法に関するシミュレーション分析, 土木学会論文集 D, Vol.65, No.4, pp.480-492.
- 7) 竹内龍介, 大蔵泉, 中村文彦 (2003) : 運行特性を踏まえた DRT システムコスト分析に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.3, pp.637-645.
- 8) RIVM (2001): Accessibility measures: review and application, RIVM report 408505006.
- 9) 加知範康, 岑貴志, 加藤博和, 大島茂, 林良嗣 (2006) : ポテンシャル型アクセシビリティに基づく交通利便性評価指標群とその地方都市への適用, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, No.3, pp.675-686.
- 10) 岑貴志, 加知範康, 大島茂, 加藤博和, 林良嗣 (2005) : 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, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, CD-ROM.
- 11) 竹下博之, 加藤博和, 林良嗣 (2009) : 新交通システム桃花台線廃止に伴う沿線住民のアクセシビリティと交通行動変化の分析—鉄軌道線廃止に対応した公共交通計画への示唆—, 都市計画論文集, No.44-3, pp.463-468.
- 12) 進藤魁仁, 柳沢吉保, 加藤博和, 高山純一, 大毛利亮 (2012) : 屋代線廃止代替バス導入に伴うアクセシビリティの変化, 土木計画学研究, 講演集, Vol. 45, CD-ROM.
- 13) 栗山浩一, 柘植隆弘, 庄子康 (2013) : 初心者のための環境評価入門, 勁草書房.

(2015. 4. 24 受付)

IMPROVEMENT OF RESIDENTS' ACCESSIBILITY BY THE INTRODUCTION OF DEMAND RESPONSIVE TRANSPORTATION SYSTEM

Ryo AONO, Tatsuro YANAGAWA, Akiko SUGIURA and Hirokazu KATO

DRT(Demand Responsive Transport) is introduced in many areas in order to resolve inconvenience in public transport. However, it is not clear whether DRT improves accessibility(AC) because the necessity of reservation is a burden for users. This study evaluates the effect of residents' accessibility by introduction of several service types of DRT. The result shows that the area with low public transport convenience gets high AC improvement compared to the area with high public transport convenience. It also shows the AC improvement in the case of earlier reservation deadline time.