利用者意識構造の変化に基づくバスサービス改善点の抽出とその改善方策に関する研究

佐々木 智英¹・高橋 清²・芝崎 拓³・大井 元揮⁴

¹学生会員 北見工業大学大学院 社会環境工学専攻 (〒090-8507 北海道北見市公園町165番地)

E-mail: m1352200063@std.kitami-it.ac.jp

²正会員 北見工業大学教授 社会環境工学科 (〒090-8507 北海道北見市公園町165番地)

E-mail: kiyoshi@mail.kitami-it.ac.jp

³非会員 北海道開発技術センター (〒001-0011 札幌市北区北11条西2丁目2番17号)

E-mail: shibazaki@decnet.or.jp

⁴正会員 北海道開発技術センター (〒001-0011 札幌市北区北11条西2丁目2番17号)

E-mail: ooi@decnet.or.jp

本研究の対象地区である北海道北見市に位置する川東・若松地区では、バス交通の利便性向上や公共交通空白地の解消を目的に平成24年12月から路線バスに代わるバス交通としてディマンドバスの実証運行が実施され、現在では、本格運行が実施されている。そこで本研究ではディマンドバス導入の事前・事後調査から、導入前後における利用者の意識構造をCSポートフォリオ分析を用いて視覚的に把握した。結果、導入前後におけるバスサービスに対する満足度の向上、および利用者意識構造の変化を明らかにするとともに、今後の継続的運行に向けてバスサービスの改善すべき点を抽出し、利用者からみたときの具体的な改善策の検討を行った。

Key Words : *public transport, demand bus, users consciousness structure, CS portfolio analysis, accessibility measure, bus diagram*

1. はじめに

我が国におけるバス交通は、平成14年に道路運送法の一部改正に伴い、それまでの需給調整規制が緩和され参入退出の自由度が大幅に高まったこともあり、地方都市などは利用者の減少と共に不採算バス路線の撤退が段階的に進み、公共交通空白地域の拡大が目立つようになった。本研究の対象地域である北海道北見市のバス交通においても、例外ではない。そのため北見市では、平成23年度に「北見市地域公共交通計画」が策定され、市内のバス交通について「路線の変更・新設」、「新たな交通システムの導入」や「モビリティ・マネジメントの推進」等の実施が計画された¹⁾。特に、北見市川東地区、若松地区では同計画において、バス交通の利便性向上や公共交通空白・不便地域の解消を目指し、従来の路線バス(若松線)に代わる新しいバス交通として、ディマンドバスの導入検討が平成24年度から進められ、平成24年12月には実証運行が実施された。その後、実証運行を経たディマンドバスは、平成25年10月1日より本格

運行が開始されている²⁾。

そこで本研究は、川東・若松地区住民を対象に、ディマンドバス導入の事前及び事後アンケート調査を実施し、利用実態及び利用者意識把握を行う。さらに得られた結果から、CS(Customer Satisfaction)ポートフォリオ分析を用いて、ディマンドバス導入前後における利用者意識の変化を把握し、バスサービスの改善すべき点を抽出する。さらに、抽出した改善点について、今後の継続的な運行に向けた取り組みとしての具体的な改善策を検討することを目的とする。

2. 既存研究と本研究の位置づけ

バス交通に対する意識調査・分析に関する研究はこれまでに数多く報告されている。坂本ら³⁾は埼玉県ときがわ町における路線バス再編前後でのバスサービス項目別に把握した満足度の集計分析から、路線バス再編の効果と住民意識変化を明らかにしている。小林ら⁴⁾はバス到

着時刻情報の取得実態と利用者意識を調査・集計により把握し、バス利用者の情報取得に対しては消極的であることを明らかにしている。こうした集計による意識把握の他に、意識を構造化して視覚的に把握する研究も多くみられる。塚田ら⁵⁾や斎藤・高野⁶⁾は自由記述意見を基に、テキストマイニング手法を用いてバス交通に対する意識を共起ネットワークにより構造化して把握している。金井ら⁷⁾はバス非利用者に対する今後のバス利用意向とバス路線存続意向に関する意識構造モデルを共分散構造分析により明らかにしている。こうした調査・集計による再編前後での意識変化や1時点における意識構造を視覚化し分析した研究は多く行われているが、実際に計画策定の段階から実証運行、本格運行といった一連のプロセスの段階において住民の意識を構造的に把握し、改善点を抽出している研究は少ない。

本研究の対象地区のような需要の少ない地域のバス運行計画に関する研究では、岸ら⁸⁾が住民のニーズを踏まえた生活交通手段の策定プロセスを提案している。森山ら⁹⁾は、中山間地域における公共交通の運行計画を支援するためのツールとして、人口等に基づき1日のバス利用者数や便数を決定するシステムを開発している。しかし、バス運行計画を考えるには、地区住民の活動実態を時間単位で捉え、何時にバスを運行すればよいかというダイヤを設定することが重要な視点の1つであると考えられる。

そこで、住民の活動機会に着目したバスダイヤの設定方法を提案している研究として、岸野ら¹⁰⁾は、目的地における活動時刻とバスダイヤが与えられたとき、活動機会の獲得水準を表すモデルを構築し、獲得水準を最大化するバスダイヤの設定法を提案し、有用性を示している。しかし、本研究のようにバスダイヤに関する事前・事後での評価や、具体的なバスダイヤの改善策を検討するといったところまでには至っていない。

以上より、計画策定の段階から実証運行、本格運行といった一連のプロセスの段階において住民意識を構造的に把握し、改善点を抽出している研究は少なく、その先の具体的な改善策の検討まで行っている研究は見受けられない。

3. 対象地区のバス交通の概要

(1) 北見市川東地区・若松地区の概要

北見市川東地区、若松地区は、北見駅から南東の方角2kmに位置しており、常呂川を一边とした東西約7km、南北約9kmの地区である。人口は両地区合わせて2,334人、世帯数は1,138世帯であり、その内訳は、川東地区が2,192人、1,164世帯であり、若松地区が142人、78世

帯(平成26年6月現在)である。また、高齢化率は約30%と、市内の中でも高齢者割合が高く、人口密度が低い典型的な郊外地区に位置付けられる。

(2) 旧路線バス(若松線)の概要

本研究の対象地区を従来運行していた若松線は、1日9便で運行していた路線バスである(図-1)。また、運行ルートは図-1に示すように、バス路線が両地区をうまくカバーできていない状況であった。このことは、利用者のおよそ半数を占める高齢者等の交通弱者にとって、大きな負担になっていた。

(3) 導入されたディマンドバスの概要

従来の路線バスが見直され、実証運行を経て、平成25年10月より本格運行が実施されているディマンドバスは、「北見駅ー北見老人ホーム」間を定時定路線として運行し、北見老人ホームから先を予約制のディマンドバスとして、定時定路線区間とディマンドバス区間を連結した形態として運行された(図-2)。

これは、「北見駅ー北見老人ホーム」間では住宅地が多く立地しており、比較的密集した居住エリアであるが、

図-1 従来の若松線の路線図

図-2 ディマンドバスの路線図

北見老人ホームから先の郊外エリアでは住居が点在し、農家等の低密度なエリアであるため、従来のバス路線と新たな路線を組み合わせた設計がなされたものである。

バスサービスの視点からみると、運行ルートについては、ダイヤモンドバスを取り入れたことで両地区を広域的にカバーすることが可能となった。ダイヤモンド区間利用については電話予約制となっており、1便目の利用は前日予約、2便目以降の利用では2時間前予約が原則となっている。また、車両自体は従来と比較し小型化され、運転手を含む14人乗りのワゴン車で運行している。

その他、ダイヤモンドバスの概要を表-1に示す。

表-1 デiamondバスの概要

運行期間	実証運行：平成24年12月10日～平成25年3月31日 継続運行：平成25年4月1日～平成25年9月30日 本格運行：平成25年10月1日～
車両	トヨタハイエース通勤用（ワゴン車）2台 四輪駆動、自動ドア、14人乗（運転手含む）
運賃	定時定路線 大人210円/小人110円 ※平成26年4月より ダイヤモンド 大人410円/小人210円 消費税分の10円増額
料金制度	身体障害者手帳・療育手帳保持者は半額 小人運賃は、6歳～12歳（小学生） 高齢者等無料バス乗車証利用可能

4. デiamondバスの利用実態

本格運行が継続しているデiamondバスの利用実態は以下の通りである¹¹⁾。

図-3 は、導入前の旧路線バスと導入後のデiamondバス実証運行期間及び、本格運行後の利用実態を3時点で比較したものである。

図-3 より、旧路線バスとデiamondバス実証運行期間で乗車人数が7,486人から8,871人と1,385人の利用者増加が確認された。また、平均乗車人数は1便当たり2.36人から3.48人と約1.5倍に増加している。このことは、従来の路線バスからデiamondバスへのシステム変更に伴って「運行ルート」の新たな設定が潜在需要を取り込むと同時に、従来からの利用者の利用頻度が増加したものと考えられる。

このように、デiamondバスが導入されたことによって、利用者の増加が確認されたため、平成25年10月より本格運行が決定した。また、旧路線バスのときと比較して、現在の本格運行では、乗車人数が12,580人、平均乗車人数は1便当たり3.99人であり、年間乗車人数では約5,000人の増加、平均乗車人数は約2倍の増加が確認されている。

図-3 3時点におけるバス利用実態の比較

表-2 事前・事後調査の概要

調査対象	15歳以上の北見市川東・若松地区住民
配布票数	川東:750票、若松:142票 計:892票
調査回収期間	事前調査：平成24年11月27日～平成24年12月14日 事後調査：平成25年11月29日～平成25年12月16日
配布方法	川東:直接配布、直接回収 若松:直接配布、郵送回収
回収票数	事前調査：259票 回収率29.0% 事後調査：285票 回収率32.0%
調査項目	個人属性、バス利用頻度、バスサービスに対する満足度

5. CSポートフォリオ分析を用いた意識構造分析

(1) 事前・事後調査の概要

本研究では関係機関と協力し、平成24年に従来の路線バスに対する調査、そして、平成25年にデiamondバスに対する調査を実施した。以降、平成24年の調査を事前調査、平成25年の調査を事後調査と記す。以下、調査概要を表-2に示す。

(2) 導入前後における回答者年齢層割合の比較

事前・事後調査によって得られた回答者の年齢層割合

図-4 導入前後における回答者年齢層割合の比較

(3) 導入前後におけるバス利用者満足度の変化

ディマンドバス導入前後における各バスサービス項目に対するバス利用者満足度の変化を図-5 に示す。なお、以下では満足度を質的データから量的データに変換するため、満足と回答した割合を算出し、これを「満足度」として示している。図-5 から、ディマンドバスの導入前後において、全 10 項目に対するバス利用者満足度が向上していることが明らかとなった。特に「自宅からバス停までの距離」と「運行ルート」の満足度が大きく向上していることから、この 2 つのバスサービスの改善が総合評価の向上に起因していると考えられる。

(4) CS ポートフォリオ分析手法の概要

CS ポートフォリオ分析は、顧客満足度 (CS: Customer Satisfaction) を用いて、多数のサービスの中から優先的に改善すべき項目を視覚的に把握することが可能な分析手法である。その際、満足度と重要度の 2 つの指標値を縦軸と横軸とした CS ポートフォリオ図を作成する。この図から、第 1 象限～第 4 象限にプロットされた項目をそれぞれ、重要維持項目、維持項目、改善項目、重要改善項目と呼び、特に第 4 象限にプロットされる項目を優先的に改善すべき項目であると解釈される。

一般的に、「満足度評価項目が、総合満足度を向上させるためにどの程度影響しているのか」を定量化するため、総合評価と各満足度評価項目との相関係数または偏相関係数を「重要度」として捉える^{12), 13)}。しかし本研究では、重要度を住民があるサービスに対して改善を要求している度合いと考え、「要求度」と捉える。また、満足度を 5 段階評価のカテゴリとしているため、質的データ間の相関である独立係数を要求度として扱うこととする。さらに、満足度についても満足度回答した割合を算出し、これを「満足度」として扱っている。

また、CS ポートフォリオ分析では軸交点のとり方と縦軸・横軸の指標値によって各象限範囲が変わってしまう、分析結果に大きな違いが生じてしまう。そのため本分析では、満足度と要求度をそれぞれ偏差値化し、軸の統一化を図った。両軸を統一することで自ずと軸交点の座標は (50, 50) と決まるため、各評価項目間の相対的な位置関係を正確に図へと落とし込むことが可能になる。

(5) 事前と事後におけるバス利用者の意識構造分析

a) 導入前における意識構造分析結果

ディマンドバス導入前において、バス利用者の意識構造を示した CS ポートフォリオ図を図-6 に示す。なお、バス利用者については、年に 1 回以上バスを利用している人をバス利用者として集計を行った。

図-6 より、重要改善項目として「バスの遅れ」と「乗車時間」の 2 つの項目が抽出され、乗車時間と比較

してバスの遅れの満足度が低く、重要改善項目エリアに位置している。このことから、バス利用者の意識としては、目的地までの乗車時間が長くなることよりも、バスの遅れにより、いつ到着するかわからない状況の中で待たされることに不満を感じていると考えられる。

b) 導入後における意識構造分析結果

ディマンドバス導入後において、バス利用者の意識構造を示した CS ポートフォリオ図を図-7 に示す。

図-5 導入前後におけるバス利用者満足度の変化

図-6 導入前における意識構造

図-7 導入後における意識構造

図-7 より、ディマンドバス利用者では、重要改善項目として「運行ダイヤ」が抽出され、全項目の中で要求度が最も高いことが分かる。また、ダイヤに関する項目である「始発時間」と「終発時間」に着目すると、両項目ともに要求度は高くないが、始発時間と比較して終発時間の満足度が低く、満足度は最も低い結果となった。これは「運行ダイヤ」の改善が利用者ニーズとして求められており、特に「終発時間」について遅い便の設定が求められていると考えられる。一方で、満足度が相対的に高い位置にプロットされた「自宅からバス停までの距離」、「運行ルート」、「フリー乗降」の3項目については、ディマンドバスが導入されたことによる広域的なルート設定と、それに伴う自宅からバス停までの距離の短縮及び、自由に乗り降りできる区間が従来と比較して増えたことで満足度が相対的に高くなっているものと考えられる。

c) 導入前後における意識構造の比較

導入前後で得られた意識構造を比較したものを図-6に示す。なお、図-8 については導入前後で大きく変化した5つのバスサービスのみを抽出し示している。

「自宅からバス停までの距離」と「運行ルート」に着目すると、導入前後において改善項目から維持項目に位置している。これは、ディマンドバスの導入による広域的なルート設定が、自宅からバス停までの距離の短縮と運行ルートの拡大につながったため、利用者満足度が向上し、維持項目へと位置する結果になったものと考えられる。

「バスの遅れ」、「乗車時間」の2項目は導入前後で要求度が低くなり、「乗車時間」については重要改善項目から維持項目へと位置している。これは、ディマンドバス利用者の約9割が60歳以上の高齢者であることから、利用者意識としては乗車時間に対する抵抗はあまり感じていないことが要因であると考えられる。また、平成26年度の北見市地域公共交通会議資料では、「お客同士が仲良くなり、楽しく利用している。」といった声が挙げられていることから、バス自体が小型化されたことによって、車内での地域住民同士の交流機会が増えたため、満足度が高くなり維持項目へ位置したものと考えられる。一方、「バスの遅れ」は、相対的に要求度が低くなっている。これは、利用者が事前予約をすることによって、利用者意識として必ずバスに乗れるという安心感が生まれ、バスの遅れによる抵抗感が減少していると考えられる。また「運行ダイヤ」に着目すると、重要改善項目に位置していることから、今後の継続的な運行に向けて利用者ニーズに合った運行ダイヤへの改善が必要であることが明らかとなった。

上記の結果を受けて、対象地区のバスダイヤを具体的にどのように改善するべきかを検討する。

6. アクセシビリティ指標の算出

本研究では、対象地区住民の活動機会に着目し、既存研究で用いられている活動機会の獲得水準を表すアクセシビリティ指標¹⁰⁾を用いて、ディマンドバスの導入前後でのバスダイヤについて、住民の活動機会がどの程度獲得できているのかを定量的に示し、バスダイヤに関する事前・事後評価を行う。さらに、活動機会の獲得という視点から新たなバスダイヤの設定を行い、対象地区のバスダイヤにおける具体的な改善策について検討する。

(1) 対象地区のバスダイヤの概要

旧路線バスのダイヤと現在のディマンドバスダイヤを表-3に示す。

対象地区を出発する往路便を見ると、従来と比較して、ディマンドバスのダイヤは午前中に多く便が設定されており、北見駅から地区へ向かう復路便では、終発便が従来より遅い時間に設けられている。しかし、バスの運行本数自体は1日9便となっており、増便などのような抜本的な改善を行ったとは言い難い。

(2) 分析フロー

本研究では、対象地区のバスダイヤを評価・検討するため、対象地区住民の日常的な外出における活動時間帯をアンケート調査によって把握した後、図-9のような流れで分析を行う。

図-8 導入前後におけるバス利用者の意識構造の変化

表-3 導入前後でのバスダイヤ

往路便	[1]	[2]	[4]	[6]	[8]
ディマンドバスダイヤ	7:25	8:00	10:45	13:55	16:45
旧路線バスダイヤ	7:30	9:20	13:30	16:20	18:20
復路便	[3]	[5]	[7]	[9]	
ディマンドバスダイヤ		9:45	12:40	15:00	18:30
旧路線バスダイヤ		9:00	12:50	16:00	17:40

Case1) 事前・事後でのダイヤ評価：得られた地区住民の活動時間帯を基に、活動機会の獲得水準をダイヤモンドバス導入前後でそれぞれ算出し、比較することで、事前・事後での活動機会獲得水準の向上を示す。

Case2) 活動機会獲得水準が最大となるダイヤ設定：ここでは、制約条件を考慮したバスダイヤの設定を行うため、現在運行しているダイヤモンドバスの実際の便数を基に、活動機会の獲得水準が最大となるバスダイヤの組み合わせを算出する。

Case3) 増便した場合のダイヤ設定：増便したときに活動機会の獲得水準がどのくらい変化するかを示すため、現状のダイヤモンドバスダイヤから1便増便した場合のダイヤ設定を行い、その時の獲得水準を算出する。

以上のような分析フローを通して、ダイヤモンドバス導入前後におけるバスダイヤの評価および、活動機会の獲得水準が最大となるダイヤの算出を行い、活動機会の獲得という視点からどの便を組み替えた方が良いのか、また、増便した場合の獲得水準の向上がどのくらい見込めるのかを定量的に示し、今後のバスダイヤの具体的な改善策を検討する。そこで、本分析では、活動機会の獲得水準を表す指標としてアクセシビリティ指標を用いて分析を行った。

(3) アクセシビリティ指標

a) 地区のアクセシビリティ指標

本研究で用いるアクセシビリティ指標¹⁴⁾は式(1)で表される。これは、公共交通を利用して行う活動について、移動と活動に利用可能な時間、活動時間、総移動時間、公共交通の待ち時間を変数として、実行可能な時間配分の多様性を表す指標となっている。なお、ここでいう実行可能な時間配分の多様性とは、活動機会を獲得することのできる時間の配分がどれだけ多くあるか(時刻を分単位など離散的に捉えたとき、実行可能な活動の開始時刻と終了時刻の組み合わせが何通りあるか)を意味している。

$$A_{\max} = \sum_i \sum_j \frac{e^{-\beta(t_j - t_i)}}{\gamma} \left(1 - e^{-\gamma(t_j - t_i - M)}\right) P_{ij} \quad (1)$$

t_i : 自宅を出発する時間帯 M : 総移動時間
 t_j : 自宅に帰宅する時間帯 $\beta\gamma$: パラメータ
 P_{ij} : 時間帯 i, j に活動を行う人の比率

式(1)を用いるにあたり、時間帯 t_i に自宅を出発し時間帯 t_j に帰宅する活動は、 t_i の直前に出発するバスと、 t_j の直後に帰宅するバスを利用して行うものとし、それ以外のバスの利用は考えないものとする。すなわち外出パターンを1通りと仮定している。加えて、活動パターンが2つ以上の場合は、活動パターンそれぞれについてのア

クセシビリティ値を算出し、活動パターンの数だけ合算すればよい。

また、式(1)は、地区住民が活動を行いたい時間帯にいつでも交通機関が利用可能である状態を想定しており、活動時間帯がわかっているとき、それらの活動機会が全て保障される場合のアクセシビリティ指標となっている。

b) バスダイヤを考慮したアクセシビリティ指標

次に、式(1)をもとに構築された、バスダイヤを考慮したアクセシビリティ指標を式(2)に示す。

$$A_{\max} = \sum_i \sum_j \frac{e^{-\beta(a_i - d_k)}}{\gamma} \left(1 - e^{-\gamma(a_i - d_k - M)}\right) P_{ij} \quad (2)$$

d_k : 地区の出発時刻 M : 総移動時間
 a_i : 地区の到着時刻 $\beta\gamma$: パラメータ
 P_{ij} : 時間帯 i, j に活動を行う人の比率

上式では、ある地区を運行するバス路線が往路1日 K 便、復路が L 便で運行されているとしたとき、往路のバスダイヤを d_k ($k=1, \dots, K$)、復路のバスダイヤを a_i ($i=1, \dots, L$) で表している。このとき、自宅出発時間帯 t_i 、帰宅時間帯 t_j という活動について、 $t_i \geq d_k$ と $t_j \leq a_i$ を満たすバスがあれば活動機会を獲得できるとし、いずれか一方を満たさないとき活動機会は獲得できないとする。すなわち、式(1)における $t_j - t_i$ が $a_i - d_k$ に置き換えられる形となる。また、前提条件として、ここでは、ある都市の周辺部に位置する地区を想定しており、その地区において、中心部に行くことにより通勤、通学、買い物、通院などの日常生活に必要な活動機会が得られると仮定する。

c) アクセシビリティを最大化するバスダイヤの設定

地区住民の活動時間帯に対し、式(2)のアクセシビリティ値を最大化するバスダイヤの組み合わせを求める。活動時間帯が与えられたとき、式(2)はバスダイヤ d_k と a_i の関数となるため、アクセシビリティが最大となるときのバスダイヤの組み合わせは式(3)のように書ける。

図9 バスダイヤの評価・分析フロー

$$\left(d_1^* \dots d_K^*, a_1^* \dots a_L^*\right) = \arg \max \sum_i \sum_j \frac{e^{-\beta(a_i - d_k)}}{\gamma} (1 - e^{-Z}) p_{ij} \quad (3)$$

ただし、 $\left(d_1^* \dots d_K^*, a_1^* \dots a_L^*\right)$ はアクセシビリティ値が最大になるときのバスダイヤ出発時刻，到着時刻の組み合わせであり， $Z = \gamma(a_i - d_k - M)$ である。

本研究では，式(3)を用いて，往路・復路のバスの便数 K 便と L 便を所与とし，現在運行している便数を基にしたときのアクセシビリティが最大となるバスダイヤの組み合わせを算出する。

なお，本分析は，同地区内のバス路線におけるアクセシビリティ値の比較を目的としており，異なる地域特性をもった地区間の比較を目的とした分析ではない。また，既存研究¹⁹⁾における対象地区（兵庫県豊岡市）は，人口が約 9 万人（北見市は約 10 万人）であり，対象路線は，従来運行されていた路線バスが見直され，定員 10 人のワゴン車を用いたコミュニティバスが 1 日 8 便で運行されている。これらの状況は，本研究の対象地区と類似する点が多い。

以上のことから，指標中のパラメータ値については既存研究¹⁹⁾の値を用いることとし， $\beta=0.188$ ， $\gamma=1.814$ とする。また，総移動時間は旧路線バスとダイヤモンドバスの実際の乗車時間として，それぞれ M （旧路線バス）=40 分， M （ダイヤモンドバス）=50 分とする。

ここで，以上に示したアクセシビリティ指標を用いるにあたって，対象地区住民の自宅出発時間帯 t_i 及び帰宅時間帯 t_j を把握する必要がある。

7. バスダイヤの評価と検討

(1) 対象地区住民の活動実態の把握

a) アンケート調査概要

本研究では対象地区住民の自宅出発時間帯(t_i)及び帰宅時間帯(t_j)を把握するため，平成 26 年 11 月よりアンケート調査を実施した。調査の概要は表-4 の通りである。

b) 活動時間帯分布表の作成

対象地区住民の日常生活の外出における活動時間帯を，表-5 のような活動時間帯分布表として作成する。

この活動時間帯分布表は，各時間帯の組み合わせに対するその活動を行う頻度（1 日当たりの平均回数，例えば週に 1 回なら 1/7）を人数分足し上げて集計し，規準化（100 分率表示）したものである。一例として，午前 10 時頃に自宅を出発し，午前 12 時頃に帰宅するという活動を行う人の比率が 6.4(%)であることを表している。この表を基にアクセシビリティ値が算出される。また，自宅出発時間帯(t_i)，及び帰宅時間帯(t_j)は一定の幅をもつ

た時間帯として設定され，本研究では 1 時間単位で時間帯を区切ることにしている。

(2) バスダイヤの事前・事後評価 (Case1)

活動時間帯分布表を基に，表-3 に示した旧路線バスのダイヤと現在のダイヤモンドバスによって活動機会がどのくらい獲得できるのかを定量的に示すため，式(2)を用いてアクセシビリティ値を算出する。なお，旧路線バスのときと現在において，対象地区住民の活動時間帯は同じものと仮定する。分析結果として，ダイヤモンドバス導入前後におけるアクセシビリティ値の算出結果を表-6 に示す。

旧路線バスでは，アクセシビリティ値の合計が 1.298 であるのに対し，ダイヤモンドバスは 2.646 となり，導入前後で活動機会の獲得水準が向上していることが明らかとなった。これは，旧路線バスのダイヤと比較して，ダイヤモンドバスのダイヤは，地区から北見駅へ向かう往路便が午前中に多く設定されているため，往路便に対する復路便の組み合わせが多くなり，活動時間帯分布表の獲得できる出発・帰宅時間帯の組み合わせが増えたためであると考えられる。

表-4 アンケート調査概要

調査対象	15歳以上の北見市川東地区住民・若松地区住民
配布票数	川東:726票, 若松:136票 計:862票
調査回収期間	平成26年11月20日～平成26年12月12日
配布方法	川東地区:直接配布, 直接回収 若松地区:郵送配布, 郵送回収
回収票数	350票 回収率:41%
調査項目	個人属性, 外出目的, 外出時間帯, 外出頻度, 満足度(5段階評価)等

表-5 地区の活動時間帯分布表 (百分率)

	帰宅時間帯																			合計
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
自宅 出発 時間帯	6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	1.2					
	7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.6	0.0	0.0	0.6	1.5	1.1	0.4	4.5				
	8		0.0	0.0	1.5	0.7	3.3	0.9	0.0	0.5	0.5	3.1	2.9	1.7	0.4	15.5				
	9			0.0	4.8	2.7	2.8	3.2	0.0	1.2	1.0	0.4	0.4	0.9	0.0	17.3				
	10				0.0	6.8	6.4	1.6	1.5	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7				
	11					0.0	3.9	2.0	2.8	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7				
	12						0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7				
	13							0.0	0.9	3.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6				
	14								0.0	2.3	2.8	0.1	0.0	0.0	0.0	5.2				
	15									0.0	5.3	1.6	0.0	0.0	0.0	7.0				
	16										0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	5.9				
	17											0.0	3.9	0.0	0.0	3.9				
	18												0.0	5.1	0.3	5.4				
	19													0.0	1.5	1.5				
	20														0.0	0.0				
	合計	0.4	0.0	0.0	6.3	10.2	16.5	7.9	6.1	9.6	10.6	11.6	9.3	8.9	2.5	100				

表-6 アクセシビリティ値の算出結果

便名	ダイヤモンドバス	A値	旧路線バス	A値
[1]	7:25	0.272	7:30	0.329
[2]	8:50	1.465	9:20	0.906
[4]	10:45	0.693	13:30	0.063
[6]	13:55	0.217	16:20	0.000
[8]	16:45	0.000	18:20	0.000
	合計	2.646	合計	1.298

ここで、現在のバスダイヤから、今後どのようなダイヤの再設定を行うべきかを検討するため、対象地区全体の活動機会の獲得水準が最大となるバスダイヤの設定および、現在のダイヤモンドバスダイヤから増便した場合のバスダイヤの設定を行った。

(3) バスダイヤの設定と改善策の検討

a) アクセシビリティが最大となるダイヤの設定 (Case2)

現在運行しているダイヤモンドバスの運行本数と同じ便数の基で、アクセシビリティ値が最大となるよう設定した新たなバスダイヤと、ダイヤモンドバスダイヤを比較したものを表-7 に示す。表-7 では、新たなバスダイヤにおけるアクセシビリティ値は 5.248 となり、現在のダイヤと比較してアクセシビリティ値が大きく向上している。

新たなダイヤでは、往路便の第[2]便が 10 時頃となっており、復路便の第[3]便は 11 時頃となっている。また、第[7]、[9]便では、16 時、17 時頃と夕方に集中していることがわかる。これらのことから、対象地区住民が 10 時頃に自宅を出発し、11 時頃に帰宅する活動と、15 時、16 時頃に発し、夕方に帰宅する活動が比較的多く、設定されたバスダイヤは、それらの活動をうまく獲得できているため、同じ便数であってもダイヤの組み方によって、アクセシビリティ値に大きな差が生じたものと考えられる。

これらの結果より、今後、バスダイヤの組み方によって対象地区全体の活動機会の獲得水準は更に向上する可能性があることを示した。

b) 増便した場合のダイヤ設定 (Case3)

現在運行しているダイヤモンドバスダイヤから 1 便増した場合のダイヤ設定を行った。ここで、増便する際の時間帯の選択条件としては、式(2)に示したバスダイヤを考慮したアクセシビリティ算出式において、アクセシビリティ値が最も向上する時間帯を選択し、1 便増便させる方法を取った。復路便の[5]便を 12:00 に設定した。ここでは、ダイヤモンドバスダイヤから 1 便増便した場合のダイヤと、表-7 に示したバスダイヤを組み替えた場合のダイヤを比較し、今後の対象地区のバスダイヤについてダイヤを組み替えるべきか、または、増便するべきかを検討した。増便した場合のバスダイヤの設定結果とダイヤを組み替えた場合の新たなバスダイヤを比較したものを表-8 に示す。

増便した場合のバスダイヤでは、アクセシビリティ値が 3.617 であるのに対し、ダイヤモンドバスと同じ便数の基で、バスダイヤを組み替えた場合のダイヤでは、5.248 であり、結果として増便するよりも、現在のダイヤモンドバスダイヤと同じ便数の基でバスダイヤを組み替えた方が、アクセシビリティ値としては高い値を示すことが明らかとなった。このことから、対象地区全体のア

クセシビリティの向上という視点に基づいたとき、現状のダイヤから増便するよりも、まず同じ便数の基でバスダイヤを組み替えることで対象地区の活動機会の獲得水準は大きく向上する可能性があると考えられる。

(4) 分析結果のまとめ

バスダイヤの評価・分析の結果を図-10 に示す。事前・事後評価では、ダイヤモンドバス導入前後で、地区の活動機会の獲得水準が向上していることが明らかとなった。さらに、今後の改善策として、現在運行しているダイヤモンドバスダイヤから増便するよりも、まず現状の便数の基で、地区住民の活動を行う比率が高い午前中と夕方の運行密度を高くするようなバスダイヤに組み替える、すなわち、ダイヤ自体の体質改善を行うことによって、地区全体の活動機会の獲得水準は更に向上する可能性があることが明らかとなった。なお、以上に示した結果は地区住民の活動機会にのみ着目した結果であり、バスダイヤの実現可能性を検討するためには、車両台数や運行効率等の制約を十分に考慮する必要があると考えられる。

表-7 設定したバスダイヤと現状のバスダイヤの比較

往路便	[1]	[2]	[4]	[6]	[8]
ダイヤモンドバスダイヤ	7:25	8:50	10:45	13:55	16:45
新たなバスダイヤ	8:00	10:00	11:00	15:00	16:00
復路便	[3]	[5]	[7]	[9]	
ダイヤモンドバスダイヤ		9:45	12:00	12:40	15:00
新たなバスダイヤ		11:00	12:00	16:00	17:00
ダイヤモンドバスダイヤのA値	2.646				
新たなバスダイヤのA値	5.248				

表-8 増便した場合とダイヤを組み替えた場合の比較

往路便	[1]	[2]	[4]	[6]	[8]
1便増便した場合のダイヤ	7:25	8:50	10:45	13:55	16:45
新たなバスダイヤ	8:00	10:00	11:00	15:00	16:00
復路便	[3]	[5]	[7]	[9]	[10]
1便増便した場合のダイヤ		9:45	12:00	12:40	15:00
新たなバスダイヤ		11:00	12:00	16:00	17:00
1便増便した場合のダイヤのA値	3.617				
新たなバスダイヤのA値	5.248

図-10 各バスダイヤのアクセシビリティ値の比較

8. おわりに

本研究では、意識構造分析により明らかとなった「運行ダイヤ」の改善の必要性を受け、地区住民の活動機会に着目し、アクセシビリティ指標を用いてバスダイヤの事前・事後評価及び、具体的な改善策の検討を行った。本研究で示した分析結果は、地区住民の活動機会のみに着目して得られた解であり、運行効率やコスト等の制約を考慮した最適解ではない。しかし、現状としてバスダイヤ設定の際は、一般的に事業者任せられることが多く、“かん”や“経験”に寄るところも多い。そのため、住民懇談会などの場において、本分析結果を提示することにより、その結果を受けて自治体や事業者、住民らが調整したり、代替案を適格に選択することが可能になるなど、バスダイヤ設定の際の対象地区住民への合意形成ツールとしての役割を担うものであると考える。

また、実際のフィールドにおける運行計画では、運行費用などのコストによる制約を必ず考慮しなければならない。そのため今後の課題としては、対象地区住民の活動機会を獲得可能なバスダイヤを実現するため、運行コストを考慮した分析が必要である。具体的には、ダイヤを改善することによるアクセシビリティ値の増分に対する運行コストの試算といった、活動機会とコストの両視点を考慮したバスダイヤの評価および検討が挙げられる。

謝辞：本研究にあたり、北見市、北見市地域公共交通会議の担当者に協力をいただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 北見市：北見市地域公共交通計画
- 2) 北見市ホームページ：http://www.city.kitami.lg.jp
- 3) 坂本邦宏，谷島賢，栗田唐：路線バス再編の効果と住民意識変化ーときがわ町地域公共交通総合連携計

- 画一，土木計画学研究・講演集，Vol. 44, p. 35, 2011.
- 4) 小林昂弘，岡村敏之，中村文彦：バス到着時刻情報の取得実態と利用者の意識に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol. 44, p. 57, 2011.
- 5) 塚田伸也，湯沢昭，森田哲夫：公共交通不便地域におけるバス再編・新駅設置に関する意識分析ー群馬県吉岡町を対象にー，土木計画学研究・講演集，Vol. 48, p. 151, 2013.
- 6) 斎藤奈穂，高野伸栄：需要減少を踏まえたバス事業者の意識構造分析，土木計画学研究・講演集，Vol. 48, p. 247, 2013.
- 7) 金井昌信，青島縮次郎，杉木直：バス非利用者のバス路線に対する認知度を考慮した今後のバス利用意向とバス路線存続意向との関連分析，土木計画学研究・講演集，Vol. 45, p. 35, 2002.
- 8) 岸邦弘，佐藤岸邦宏，佐藤馨一：住民ニーズに基づいた過疎地域における生活交通手段の策定プロセス，土木計画学研究・論文集，Vol. 23, No.3, pp. 591-597, 2006.
- 9) 森山昌幸，藤原章正，杉恵頼寧：GISを活用した中山間地域の公共交通計画支援ツールの開発，土木計画学研究・論文集，Vol. 21, No. 3, pp. 759-768, 2004.
- 10) 岸野啓一，喜多秀行，寺住奈穂子：活動機会の獲得水準最大化を目指したバスダイヤの設定法，土木計画学研究・論文集，Vol. 27, No. 4, pp. 633-641, 2010.
- 11) 北見市：北見市地域公共交通会議資料，2013.4.
- 12) 南学：学生による授業へのCS分析の適用，三重大学教育学部附属教育実践センター紀要，No. 27, pp. 29-34, 2007.
- 13) 大西智司：農家満足度調査を活用した農業技術評価ーCSポートフォリオ分析の適用，香川県農業試験場研究報告，No. 51, pp. 61-66, 1999.
- 14) 岸野啓一：活動機会の獲得水準に着目した過疎地域の公共交通計画に関する方法論的研究，博士(工学)論文，2012.
- 15) 谷本圭志，牧修平，喜多秀行：地方部における公共交通計画のためのアクセシビリティ指標の開発，土木学会論文集D，Vol. 65, No. 4, pp. 544-553, 2009.

(2015. 2. 27 受付)

STUDY ON IMPROVEMENT PLANS AND EXTRACTION OF THE BUS SERVICE REFINEMENT BASED ON THE CHANGE OF USERS CONSCIOUSNESS STRUCTURE

Tomohide SASAKI, Kiyoshi TAKAHASHI, Taku SHIBAZAKI and Genki OOI

The proof service of the Demand Bus was implemented for the purpose of the cancellation of the public transport blank and bus transit convenience improvement from December, 2012 in Kawahigashi district and Wakamatsu district that are located in Kitami city, Hokkaido. And full-scale service is implemented now. This Study elucidated users consciousness structure before and after introduction of Demand bus by CS portfolio analytical method. As a result improvement of the satisfaction for the bus service and changes of users consciousness structure was elucidated. Furthermore, refinement for continuous service was extracted and specific improvement plans was examined.