

# 交通施策評価のための QOL評価指標構築に関する研究

柿崎 かぶと<sup>1</sup>・佐々木 昭<sup>2</sup>・高橋 清<sup>3</sup>・杉木 直<sup>4</sup>・有村 幹治<sup>5</sup>

<sup>1</sup>学生会員 北見工業大学 大学院工学研究科 (〒090-8507 北海道北見市公園町165番地)  
E-mail:m1752200081@std.kitami-it.ac.jp

<sup>2</sup>学生会員 北見工業大学 大学院工学研究科 (〒090-8507 北海道北見市公園町165番地)  
E-mail:m1852200071@std.kitami-it.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 北見工業大学 地域未来デザイン工学科 (〒090-8507 北海道北見市公園町165番地)  
E-mail:kiyoshi@mail.kitami-it.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 豊橋技術科学大学 工学部 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1)  
E-mail:sugiki@ace.tut.ac.jp

<sup>5</sup>正会員 室蘭工業大学 大学院工学研究科 (〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1)  
E-mail:arimura@mmm.muroran-it.ac.jp

生産空間、地方部の市街地、圏域中心都市の3層における、交通ネットワーク強化が生産空間を維持するために必要である。ネットワーク強化すなわちモビリティの強化による住民への効果の評価することは重要であるが、生産空間における交通ネットワーク施策の評価指標は構築されていない。

そこで本研究では、交通施策評価を行うため、地域の交通実態に着目した「生活の質(Quality Of Life : QOL)」評価指標の構築を行った。その結果、交通手段や施設までの移動時間、世帯構成や住民の生活満足度を踏まえたQOL評価指標が示された。また生産空間の交通施策評価のため、小地域別にQOLの変化量を示した。

**Key Words :** *production space, quality of life, public transportation, convariance structure analysis*

## 1. はじめに

### (1) 研究背景

北海道の農林水産業や観光を担う地域は、第8期北海道総合開発計画において「生産空間」と位置付けられたり<sup>1</sup>。しかし、生産空間は人口減少・高齢化の進展や北海道特有の散居形態により、維持が困難になる恐れがある。生産空間の維持においては、それを支える人々が住み続けられる環境作りが必要であり、そのための生産空間における居住環境の整備が重要である。特に、生産空間内のモビリティの確保、市街地と都市の円滑な移動を支援する交通結節点機能の強化など、交通ネットワークの改善が必要とされている。また、これらの施策を行うことによる住民への効果を表現することが重要であるが、生産空間における交通ネットワーク施策のための評価指標は提案されていない。そこで本研究では、対象地域の移動特性を踏まえ、都市間高速バスや自動運転などの導入時における、交通施策の評価が可能なQOL(Quality Of Life)評価指標の構築を行う。

### (2) 既存研究のレビュー

客観的評価値と個人の主観的評価値から共分散構造分析を用いて地域の意識構造を把握した研究として、吉田<sup>2</sup>、柿崎ら<sup>3</sup>、石川ら<sup>4</sup>の研究が見られる。これらの研究では、QOLを測定する際に客観的評価だけでなく、個人の価値観を示す生活満足度も考慮する必要があることが明らかにされた。

QOLを評価指標として用いている研究として、林ら<sup>5</sup>や加知ら<sup>6</sup>の研究が見られる。林らは政策目標の提示と達成度の計測のため、指標作りと政策運営に計測結果をフィードバックさせるシステムが必要であると考え、社会資本整備効果を評価するQOLA(Quality of life analysis)を提案し、市場財と非市場財を包括した指標を用いて地域間の差異を表現した。また、充足度の変化に伴う個人の価値観の変化を推定している。課題として、個人のライフステージの進行や地域の社会構成の変化を考慮した評価については検討が必要であると述べられている。また加知らは、「小さな拠点づくり」の対象となる中山間地域・離島において、土砂災害危険地区

から安全な地区に居住地を集約することによって QOL の向上が期待されると考えた。そこで QOL の変化を貨幣換算し、費用便益分析を行った。その結果、QOL と防災力の向上を目指した「小さな拠点」を形成するためには、施設集約とバス交通の導入だけでなく、居住地集約を組み合わせる必要があることを示唆した。

QOL の貨幣化により具体的な評価を行っているが、その指標は客観的評価値である居住環境が主体であり、住民の主観的評価値である生活満足度が十分に反映されていないと考えられる。よって、QOL 評価指標を構築するためには、客観的評価値だけでなく住民の主観的評価値である生活満足度を加味する必要がある。また森山ら<sup>9)</sup>は、高齢化が進む過疎集落において、交通に着目して QOL との関係性を分析した。その結果、過疎集落においては移動のしやすさが向上することで生活のしやすさが向上し、QOL が改善されることを明らかにしている。しかし地域の客観的評価値と住民の生活満足度の両面から移動特性を踏まえて QOL 評価指標を構築した研究は少ない。

そこで本研究では、共分散構造分析を用いて客観的変数と生活満足度の両面から移動特性を踏まえて、住民の意識構造を把握する。またその意識構造をもとに QOL 値を算出する QOL 評価指標の構築を行う。そして移動特性の変化を仮定した際の QOL の推定を試みる。

### (3) 道の駅等を拠点とした自動運転サービス実証実験

人口減少・高齢化が進む中山間地域において、日常生活と観光における移動や、物流の確保が重要とされている。そこで、道の駅や地域の拠点を核とする自動運転サービスの導入を目指し、国土交通省は2017年から全国各地で実証実験を行った。北海道では、大樹町の道の駅「コスモール大樹」を拠点として、2017年12月に自動運転サービスの実証実験が実施された。実験に用いられた車両は、先進モビリティ株式会社の20人乗りバスで、GPSや道路に埋めた磁気マーカーにより位置を特定し、レーダーで周辺の障害物を検知しながら特定の位置を走行するものである。走行ルートは、道の駅「コスモール大樹」を起点として大樹町役場、国民健康保険病院、生涯学習センター、町営団地など町内の生活に必要な施設を選び、一周40～50分程度（7.6 km）のルートであった。

実証実験では、買物や通院などの生活の足を確保できる可能性を検証するため、自動運転バスを試験的に運行した。福祉センター利用者が利用しやすい便や、道の駅で帯広市行きの広域バスの乗り継ぎが容易となる便など、高齢者の外出を考慮したダイヤ設定を行った。また、貨客混載による輸送効率化の可能性を検証するため、道の駅に農産物や加工品を出荷している生

産者の商品を、自動運転バスを用いて集荷した。さらに来訪観光客のスムーズな移動の確保の可能性を検証するため、近隣の中札内村の住民がモニターとして参加し、広域路線バスで道の駅まで移動した後、自動運転バスに乗り継いで、観光施設に立ち寄る試行を行った。

このような新たな交通施策が注目されている中で、交通施策が地域に与える効果の評価や推定は、交通ネットワークの改善や新たな公共交通の導入の際に重要になると考えられる。そこで、本研究では構築した QOL 評価指標を用いて、モビリティの改善に伴う QOL の変化の推定を試みる。

## 2. QOL 指標構築のためのアンケート調査

### (1) 調査対象地域

調査対象地域は、人口減少・高齢化が進行している地域であり、北海道特有の散居形態を有し、北海道十勝地域の南に位置する中札内村、および大樹町とした。調査対象地域を図-1に示す。最寄りの総合病院や大型のショッピングセンター（以下SC）がある帯広市の中心部から、中札内村と大樹町の市街地までそれぞれ約30km、約60km離れた場所に立地している。

中札内村、大樹町ともに15歳以上の人口総数における農林水産業の事業者の割合が約30%であり、地域内の業種において最も高い割合を示している。また国立社会保障・人口問題研究所<sup>9)</sup>の推計によると、2040年の人口は、中札内村は2015年の3,966人から3,300人、大樹町は2015年の5,738人から4,300人まで減少すると予測されている。さらに高齢化率は、2015年には中札内村が27.4%、大樹町は33.9%であるが、ともに2040年には約40%まで上昇すると推定されている。

主な公共交通は、村内や町内を走る無料のコミュニティバス<sup>9),10)</sup>と、市町村間の移動を担う十勝バス<sup>11)</sup>が運

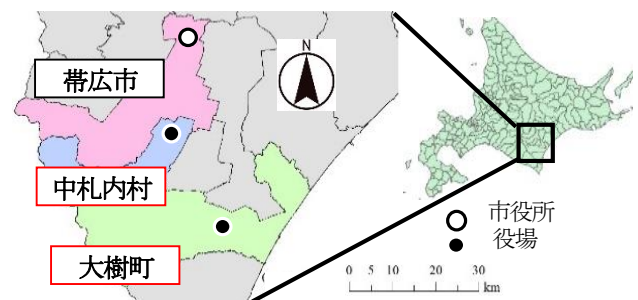


図-1 調査対象地域

行されている。コミュニティバスと十勝バスともに、運行本数が多い路線でも1時間に1本という状況であり、自家用車が主な移動手段となっている。以上の現状から、中札内村と大樹町は典型的な生産空間であると考えられる。

(2) アンケート調査概要

QOL指標を構築するために個人属性、目的別の移動実態、生活満足度の把握を目的としたアンケート調査を実施した。1世帯に対し、世帯構成や個人属性を回答する世帯票1枚と、目的地への移動時間や移動手段などの移動実態や生活満足度を回答する個人票2枚を配布した。配布に関しては、国勢調査に用いられている小地域(丁町字)ごとの人口と配布枚数のバランスを考慮して、小地域ごとの枚数を設定した。アンケート調査概要を表-1に示す。

表-1 アンケート調査概要

	中札内村	大樹町
配布票数	世帯票各1,000票 個人票各2,000票	
配布期間	2017年11月11日～14日	
配布・回収方法	郵送配布, 郵送回収	
回収世帯票数	214票	175票
回収個人票数	351票	286票

(3) アンケート調査結果

中札内村と大樹町の移動特性と生活満足度の関係性を検証するため、アンケート調査結果の移動時間と行きやすさ満足度の関係性に着目する。

買物先と通院先までの移動時間別に行きやすさ満足度の平均値を図-2、図-3に示す。

これらの結果から、移動時間が増加していくにつれて行きやすさ満足度の平均値が低下している傾向が示された。よって、移動時間と生活満足度は関係性があり、地域の意識構造を把握するにあたり移動時間と生活満足度の両面を考慮することは重要であると考えられる。

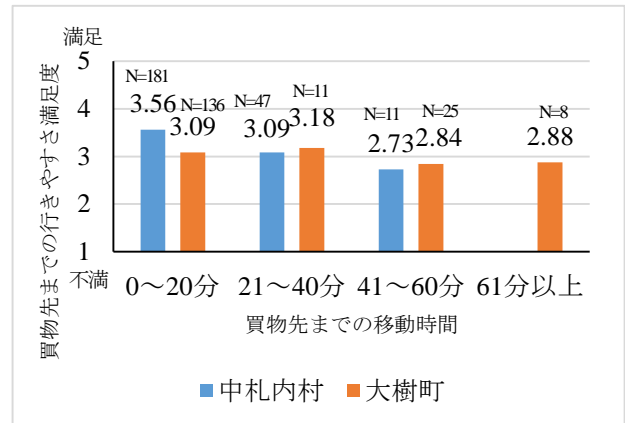


図-2 買物先までの移動時間別行きやすさ満足度

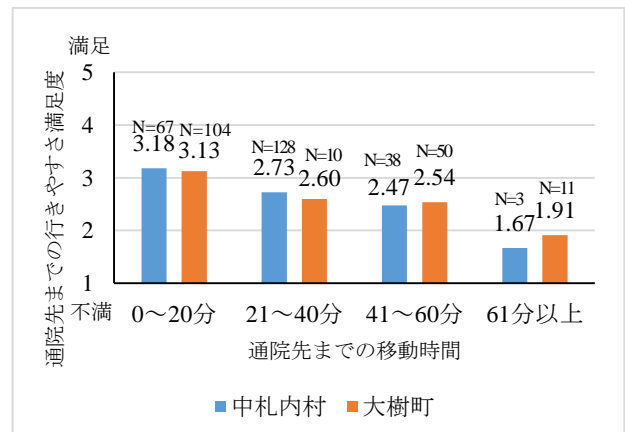


図-3 通院先までの移動時間別行きやすさ満足度

3. 共分散構造分析を用いた意識構造の把握

(1) 意識構造の仮定

QOL 値を算出するため、アンケート調査結果をもとに共分散構造モデルを構築し、中札内村と大樹町における住民の意識構造を把握した。本研究では、潜在変数を「買物」と「医療」のような日常的に行われる活動に関する QOL として意識構造を分析する。設定した意識構造を図-4 に示す。潜在変数の「買物」や「医療」の QOL は、地域の移動特性、個人属性、個人の移動特性等の客観的評価値により構成され、主観的評価値である生活満足度は、潜在変数の指標であると設定する。中札内村と大樹町では、買物施設や医療施設の規模や帯広市までの距離も異なるため、地域の意識構造に差があると考えられる。よって本研究では、地域を分けて共分散構造分析を行った。中札内村、大樹町における住民の「買物」に対する意識構造を分析するために

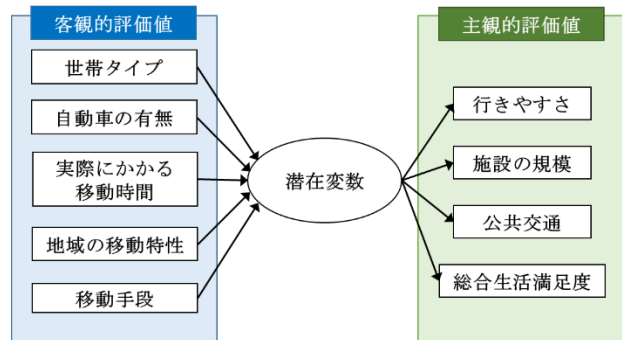


図-4 基本構造モデル

用いたサンプルはそれぞれ 239 人、180 人であり、「医療」に関してはそれぞれ 236 人、176 人のサンプルを用いた。分析に用いた変数を表-2 に示す。世帯タイプ、自動車の有無、移動手段はダミー変数を用いて属性の違いをモデルに組み込んだ。また、小地域ごとの移動特性は 1km メッシュの中心から最寄りの施設への移動時間、または南十勝にある施設への移動時間の平均を用いて表現した。生活満足度は、不満から満足 of 5 段階で評価したものを用いている。

意識構造を特定する際は、はじめに「買物」や「医療」に関係すると考えられる変数すべてを用いて分析を行い、変数間の影響力の大きさを -1 から 1 の範囲で示

表-2 分析に用いた変数

区分	変数
世帯区分	1人暮らしダミー
	夫婦・兄弟ダミー
	親子ダミー
	三世代ダミー
自動車保有	自動車保有ダミー
回答者の移動特性	買物先までにかかる移動時間(分)
	通院先までにかかる移動時間(分)
小地域ごとの移動特性	公共交通で最寄りスーパーまでにかかる移動時間(分)
	自動車でSCまでにかかる平均移動時間(分)
	公共交通でSCまでにかかる平均移動時間(分)
	公共交通で病院までにかかる平均移動時間(分)
移動手段	十勝バスダミー
	コミュニティバスダミー
	自動車ダミー
	送迎ダミー
	自転車ダミー
	徒歩ダミー
生活満足度	買物先への行きやすさ
	店舗の品揃え
	店舗の営業時間
	通院先への行きやすさ
	受診可能な診療科の種類
	公共交通
	総合的な生活満足度

すパス係数を確認した。パス係数の絶対値が 0.01 より小さい変数と解釈が困難な変数を取り除いた。また、GFI (適合度指数) や AGFI (修正適合度指数) を見ながら分析を繰り返した。一般的に2つの適合指数間で差がゼロに近く、2つの値が 1 に近いほど適合度の高いモデルであるとされている。共分散構造分析によって得られるパス係数は、標準化した値を用いることで客観的変数間や生活満足度間で比較することが可能である。また、作成した共分散構造モデルは、意識構造の視覚化が可能である。

(2) 共分散構造分析結果

a) 中札内村における「買物」の意識構造

中札内村における住民の「買物」に関する意識構造のパス係数を図-5 に示す。客観的評価値が「買物」に与える影響の大きさは、標準化したパス係数で比較が可能である。中札内村の「買物移動時間」におけるパス係数は、他の客観的変数のパス係数と比較すると、絶対値が 0.347 と「買物」に大きく影響していることが明らかになった。また、「最寄りスーパー (公共交通)」よりも「SC 平均移動時間」のパス係数が大きい要因は、村内の買物施設への行きやすさよりも、帯広市にある買物施設への行きやすさを重視しているためと考えられる。

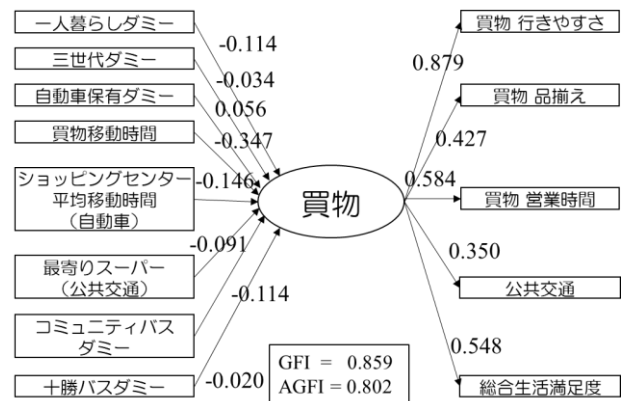


図-5 中札内村の「買物」に関する意識構造

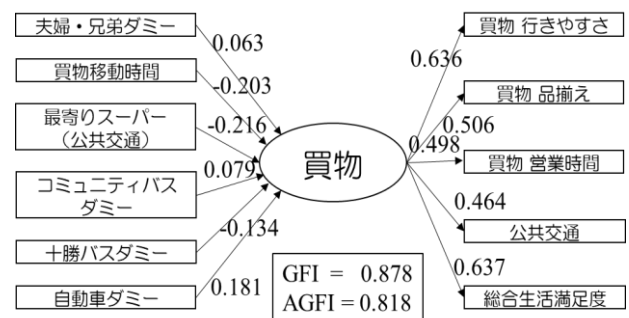


図-6 大樹町の「買物」に関する意識構造



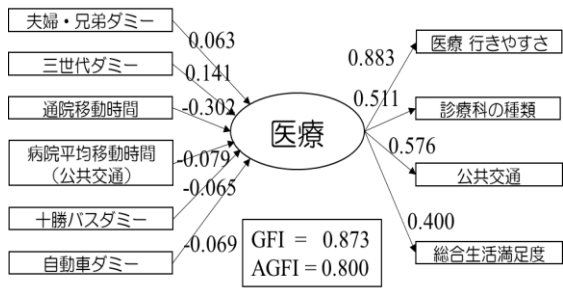


図-7 中札内村の「医療」に関する意識構造

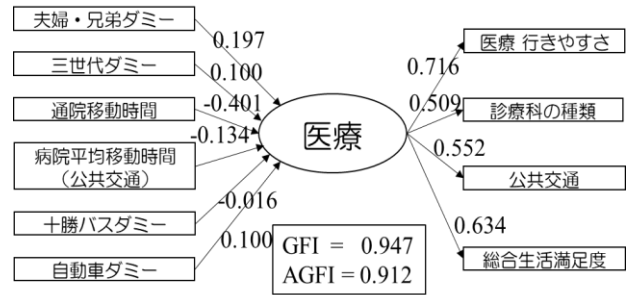


図-8 大樹町の「医療」に関する意識構造

b) 大樹町における「買物」の意識構造

大樹町における住民の「買物」に関する意識構造のパス係数を図-6 に示す。「買物移動時間」と「最寄りスーパー」の変数が他と比べて高い係数の値を示していることから、大樹町の住民は、買物に関して買物施設の近さを重視していると考えられる。また、交通手段の変数同士でパス係数を比較すると「自動車ダミー」が最も高い値を示している。この結果から、自宅から買物施設までの移動ができるだけ容易であることが重要であると考えられる。

c) 中札内村における「医療」の意識構造

中札内村における、住民の「医療」に関する意識構造のパス係数を図-7 に示す。「三世代ダミー」と「通院移動時間」が他の変数より、「医療」に大きく影響している。「三世代ダミー」が「医療」に大きく影響するのは、他の世帯区分より家族の人数が多いことで健康に関してより安心が得られるためと考えられる。また「通院移動時間」が「医療」に大きく影響するのは、病院が身近にあるほど安心が得られるためと考えられる。

d) 大樹町における「医療」の意識構造

大樹町における住民の「医療」に関する意識構造のパス係数を図-8 に示す。「通院移動時間」と「病院平均移動時間(公共交通)」のパス係数が負である。よって病院までの移動時間が短時間であれば、QOL が向上すると考えられる。さらに、各変数の中で「通院移動時間」に負の強い関係が見られることから、移動時間が影響していると考えられる。

e) 意識構造における妥当性の検討

4つの意識構造の適合度指数(GFI, AGFI)はすべてにおいて0.8以上であり、大樹町の医療に関する意識構造では0.9以上を示している。また各パス係数が解釈可能な符号を示しているため、おおむね良好なモデルであると言える。また、4つの意識構造で「十勝バスダミー」のパス係数が負の値であることから、十勝バスで移動する人のQOLは利用しない人よりも低い傾向が見られる。これは、広域バスの停留所までにかかる移動時間や待ち時間、運行頻度等が影響していると考えられる。

以上の結果から、地域の移動特性やアンケート調査より得られた個人の移動特性が反映されており、中札内村や大樹町に適した意識構造モデルが構築できたと考えられる。

4. QOL値の算出

吉田<sup>2)</sup>の既存研究を参考に、アンケート調査結果と分散構造分析で得られた結果から、式(1)を用いてQOL値を算出した。

$$x = \Gamma z + \Psi \Lambda' (\Lambda \Psi \Lambda' + \Theta)^{-1} (y - \Lambda \Gamma z) \quad (1)$$

- x:個人のQOL値を示す潜在変数
- y:主観的評価値ベクトル
- z:客観的評価値ベクトル
- $\Gamma, \Lambda$ :推定パラメータベクトル
- $\Psi$ :潜在変数の相関行列
- $\Theta$ :主観的評価値の相関行列

QOL値は個人で算出されるため、小地域ごとに平均値を算出し地図上に表現した。中札内村と大樹町の「買物」に関するQOLを図-9に示す。「買物」のQOLに関して、中札内村と大樹町ともに市街地から離れるほどQOLが低くなる傾向が見られる。買物施設や広域バス停留所が市街地付近に位置しているためと考えられる。

中札内村と大樹町の「医療」に関するQOLを図-10に示す。「医療」のQOLは両地域ともに、市街地に近いほどQOLが高くなる傾向はみられなかった。これは、実際に通院している病院が村内、町内に限らず広域に分布していることが原因であると考えられる。また大樹町の「医療」に関するQOLに着目すると、十勝バスの停留所がある中心部から離れた小地域でのQOLの低下は、ほとんど見られなかった。さらに大樹町における「医療」のQOLは、広域で高い水準を維持していることが見られた。この要因は、大樹町内に国民健康保険病院が立地しているためと考えられる。

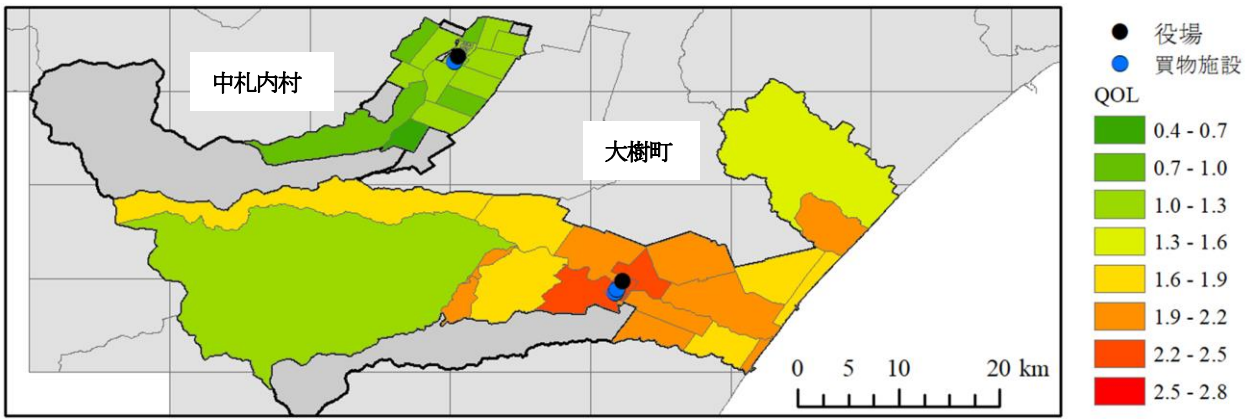


図-9 中札内村と大樹町における「買物」のQOL

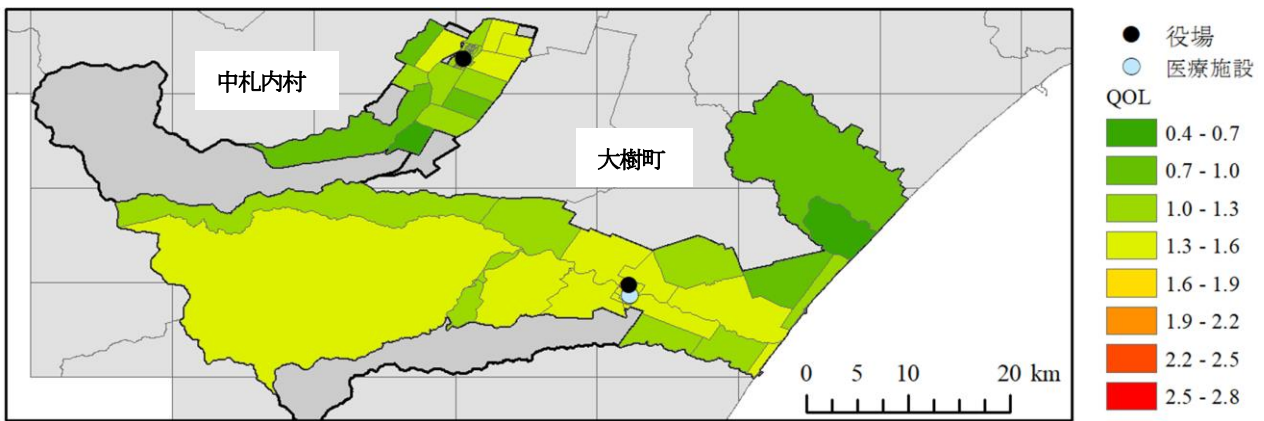


図-10 中札内村と大樹町における「医療」のQOL

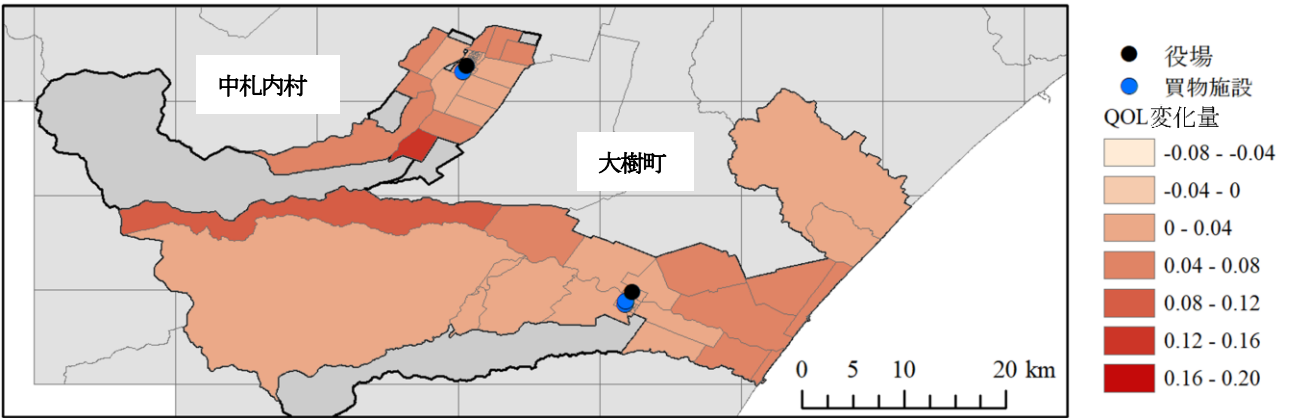


図-11 中札内村と大樹町における「買物」のQOLの変化量

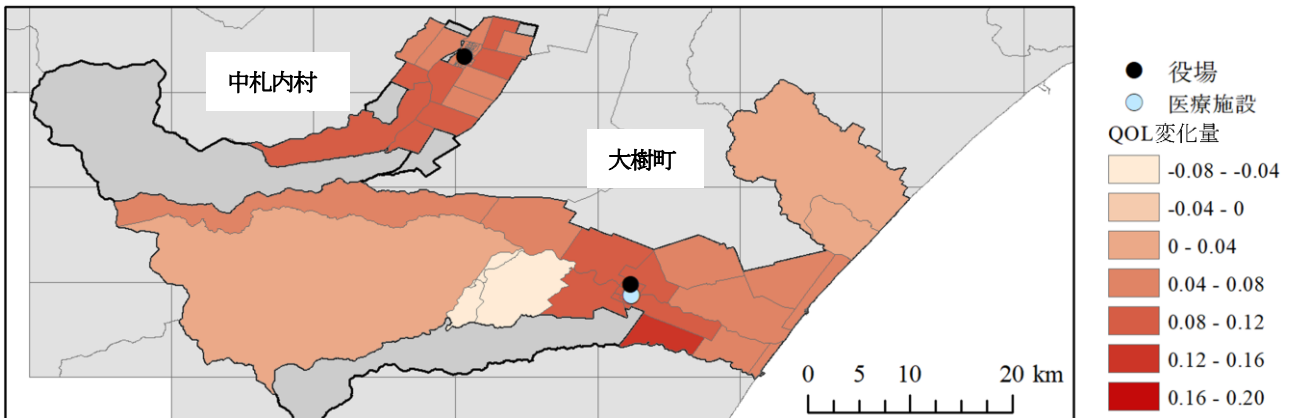


図-12 中札内村と大樹町における「医療」のQOLの変化量

## 5. モビリティ変化を仮定したQOL値の算出

自動運転や都市間高速バスの導入等の交通施策を検討するため、中札内村、大樹町のコミュニティバスと十勝バス広尾線の運行本数を3倍に増便させてモビリティの変化を仮定した。はじめに、モビリティの変化による生活満足度の変化量を、共分散構造分析により得られたパス係数を用いて、式(2)より推定する。その後、アンケートより得られた生活満足度に、推定された生活満足度の変化量を加算して、モビリティ改善後の生活満足度とした。モビリティの変化を仮定した際の、小地域別移動時間と生活満足度を式(1)に代入し、モビリティ変化後のQOLを推定した。

$$\Delta y = \Delta z \times \alpha \times \beta \quad (2)$$

$\Delta y$ :生活満足度の変化量

$\Delta z$ :小地域ごとの移動特性の変化量

$\alpha$ :「小地域ごとの移動特性→買物, 医療」の非標準化パス係数

$\beta$ :「買物, 医療→生活満足度」の非標準化パス係数

交通施策を行ったと仮定した場合の、中札内村と大樹町における「買物」のQOLの変化量を図-11に示す。中札内村における「買物」のQOLは、市街地から離れた小地域ほど上昇していることが確認できる。他の小地域よりも大きくQOLが向上した地域は、交通施策を仮定した際に、最寄りのスーパーまでの移動時間が60分以上短縮されることが見込まれている地域である。

大樹町の「買物」に関するQOLの変化量は中札内村と同様に市街地から離れた地域ほどQOLが上昇している傾向が見られた。しかし市街地から離れていても、QOLが向上していない小地域も見られる。よって、バスの運行頻度を変えるだけでなく、バス路線についても改善する必要があると考えられる。

次に、中札内村と大樹町における「医療」のQOLの変化量を図-12に示す。中札内村の「医療」に関するQOLは、市街地から離れている小地域ほどQOLが向上する傾向が見られる。これは運行頻度が3倍になったことにより待ち時間が大幅に短縮されたためと考えられる。

大樹町の「医療」に関するQOLは、市街地周辺において他の小地域に比べ、QOLの上昇が確認された。また市街地から遠くても、QOLが向上していない小地域があることが確認された。よって、QOLの向上にはバスの運行頻度以外の要素も必要であると考えられる。

## 6. おわりに

本研究では、交通ネットワークの改善が住民に与える効果の評価を行うため、小地域ごとの移動特性や個人の移動特性、生活満足度を踏まえてQOL評価指標を構築した。中札内村と大樹町におけるアンケート調査をもとに、共分散構造分析を行いQOLを算出した結果、「買物」のQOLに関しては共通して市街地から離れている地域ほどQOLが低いことが示された。また、大樹町の「医療」のQOLに関しては、十勝バスの停留所や国民健康保険病院の立地など、地域の現状を踏まえた結果が示された。さらに交通施策の評価を行うため、モビリティの変化によるQOLの変化を推定した結果、中札内村では市街地から離れている小地域ほど交通施策によって移動時間が短縮され、QOLの向上につながることが示された。

今回構築したQOL評価指標では、交通施策による地域の移動特性の変化を取り入れることができた。しかし、個人の移動範囲やモビリティの変化によって、送迎の必要がなくなった際の生活の変化は考慮されていない。また算出したQOL値や、変化量は同じ市町村内の小地域で比較は可能であるが、本研究のQOL値には単位がないため、交通施策を行うことによる住民への効果は相対的なものである。よって今後は、生活の変化を表現する指標を取り入れたモデルの再構築と、算出されたQOL値の定義を検討を行う。また地域の移動特性だけでなく、個人の属性や移動特性の変化なども表現できるQOL評価指標の構築を行うことが課題である。

**謝辞**: 本研究は、国土交通省・道路施策向上に資する技術開発「自動運転と道の駅を活用した生産空間を支える新たな道路交通施策に関する研究開発」からの支援を受けて行われた。

### 参考文献

- 1) 国土交通省: 北海道総合開発計画, 2016.
- 2) 吉田朗: 近隣環境における「生活の質」の計測, 東北芸術工科大学紀要, No.6, 1999.
- 3) 柿崎かぶと, 高橋清: 積雪寒冷地における低密度地域集落のQOL計測のための意識構造分析, 土木学会第72回年次学術講演会, IV-068, 2017.
- 4) 石川徹, 浅見泰司: 都市における居住満足度の評価構造に関する研究—居住属性, 価値観, 物的環境との関係から—, 公益社団法人日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol47, No3, 2012.
- 5) 森山昌幸, 藤原章正, 杉恵頼寧: 高齢社会における過疎集落の交通サービス水準と生活の質の関連性分析, 土木計画学研究・講演集 No.24, 2001.
- 6) 林良嗣, 土井健司, 杉山郁夫: 生活質の定量化に基

- づく社会資本整備の評価に関する研究, 土木学会論文集, No. 751, 2004.
- 7) 加知範康, 梶本涼輔, 塚原健一, 秋山祐樹: 生活環境質(QOL)向上を目指した都市施設・居住地集約による「小さな拠点」形成.
  - 8) 国立社会保障・人口問題研究所: 『日本の地域別将来推計人口』, 2018.
  - 9) 中札内村: コミュニティバスくるくる号 [http://www.vill.nakasatsunai.hokkaido.jp/sonsei/machizukuri/bus\\_kuru.html](http://www.vill.nakasatsunai.hokkaido.jp/sonsei/machizukuri/bus_kuru.html).
  - 10) 大樹町: 大樹町ふれあいバス <http://www.town.taiki.hokkaido.jp/soshiki/kikaku/kikaku/fureai-bus.html>.
  - 11) 十勝バス: 時刻表 <http://tokachibus.jp/rosenbus/timetable/>.
  - 12) 国土交通省: 国土数値情報ダウンロードサービス, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>.
  - 13) 一般社団法人日本ショッピングセンター協会: ショッピングセンター(SC)の定義.
- (2018.7.30 受付)

## CONSTRUCTING THE QOL INDEX FOR ASSESSMENTS OF TRANSPORTATION MEASURES

Kabuto KAKIZAKI, Akira SASAKI, Kiyoshi TAKAHASHI, Nao SUGIKI, Mikiharu ARIMURA