

# 交通手段の組み合わせを考慮した 移動の質の評価

大矢 周平<sup>1</sup>・板倉 颯<sup>2</sup>・中村 一樹<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 名城大学 理工学部社会基盤デザイン工学科 (〒468-0073 名古屋市天白区塩釜口1-501)

E-mail: 193433002@ccmailg.meijo-u.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部 (〒460-0002 名古屋市中区丸の内二丁目1-36)

E-mail: 150448015@ccalumni.meijo-u.ne.jp

<sup>3</sup>正会員 名城大学准教授 理工学部社会基盤デザイン工学科 (〒468-0073 名古屋市天白区塩釜口1-501)

E-mail: knaka@meijo-u.ac.jp

社会変化に伴う自動車依存の限界はより顕著となり、公共交通を中心とした移動をより安全で快適に行える都市空間の再整備は急務である。この中で、大型の公共投資が難しい財政制約下では、複数の交通システムを繋ぐネットワークとしての歩行空間整備の有効性が高いかもしれない。特に、駅周辺の歩行環境の質が、公共交通の利用意向に影響すると考えられる。しかし、複数の交通手段による移動において、手段間の移動の質に相互影響があるかは明らかでない。そこで本研究では、交通手段の組み合わせが移動の質に与える影響を把握する。まず、交通手段別の移動の質について整理する。次に、Google Mapのタイムライン機能を用いて移動ログデータを収集し、交通手段別に移動の質を評価するアンケートを行う。最後に、交通手段の組み合わせ別に前後の移動の質の評価の影響を分析する。この結果、交通手段の組み合わせにより移動の質が異なることを示した。

**Key Words :** *Transport Modes, Walk, Quality of Travel, Timeline*

## 1. はじめに

従来の社会基盤整備では、移動時間や移動コストの削減といった移動の効率化が重要であるとされ、車での移動を中心とした交通インフラの整備が行われてきた。しかし、近年の高齢化に伴い、高齢者による交通事故の増加や郊外部における交通弱者などの社会問題が深刻化しており、自動車依存の限界はより顕著になっている。これに対して、日本では自動車依存社会からの脱却を目指し、コンパクトシティ+ネットワークをコンセプトとした都市機能の集約が進められており、公共交通を中心とした交通手段を用いて、より安全で快適に移動できるような都市空間の再整備が求められている。その中で、歩行空間は、都市施設や交通システムを繋ぐ上で不可欠なネットワークの一部である。インフラの老朽化によって維持管理費が増大している昨今の財政状況においては、鉄道整備のような大型の公共投資が難しいため、低コストで整備が行える歩行空間の整備はより効果的であることが考えられる。

また、歩行のような低速の移動空間においては、移動

時間削減といった移動の効率性を重視した量的な整備だけでなく、安全や街並みなどの移動空間の多様な魅力を考慮した「移動の質」を向上させるような整備が重要と考えられる。このような移動の質は個別の移動手段のみで決まるものではなく、日常の移動は複数の交通手段を組み合わせる移動を行うことが多いため、ある移動の質の向上はその前後の移動の質にも影響するかもしれない。特に、駅周辺の質の高い歩行環境は、駅周りの公共交通への乗り換え環境を向上させることで、公共交通の利用を促すことが期待される。しかし、複数手段による移動において、手段間の移動の質がどのように関係しているのかは明らかでない。

そこで本研究では、交通手段の組み合わせが移動の質に与える影響を明らかにすることを目的とする。まず、交通手段別の移動の質の評価指標について整理する。次に、GPSツールとしてGoogle Mapのタイムライン機能を用いて移動ログデータを収集し、交通手段別に移動の質を評価するアンケートを行う。最後に、交通手段の組み合わせ別に前後の移動の質の評価の影響を重回帰分析を用いて明らかにする。

## 2. 移動の質の評価指標の整理

交通手段別の移動の質の評価に関する既往研究を整理する。バスや鉄道などの公共交通を評価対象とした研究について、服部ら<sup>7)</sup>は、交通弱者のうち、免許を持てず経済的にも自立していない年少者に着目し、公共交通の移動の質に影響を与える要因を明らかにしている。ここで、公共交通としてバスと電車を対象とし、この移動の質の評価指標として、各交通手段の利用満足度を用いている。この結果、公共交通の利用満足度の向上に寄与する要素として、バスにおいては、乗車時間や乗り換え回数、電車においては、待合所や路線・ルートがより重要であることを示した。

また、公共交通の移動の質が、どのような行動意識に影響するかについても研究が行われている。齋藤ら<sup>8)</sup>は、鉄道への満足度が、鉄道駅と路線に対して抱く愛着に対してどのように関係しているのかを明らかにしている。ここでは、移動の質の評価指標として、鉄道設備への満足度や鉄道全体への満足度を用いている。この結果、鉄道設備への満足度や鉄道全体への満足度が愛着に影響していることを示している。榊原ら<sup>9)</sup>は、コミュニティバスの満足度・利用頻度に対する、利用形態や利用者意識の関係を分析している。ここでは、移動の質の評価指標として、コミュニティバス利用者の総合満足度を用いて、利用行動との関係が分析されている。この結果、総合満足度が高い利用者は、より高頻度でバスを利用し、バスの本数、バス停の位置、運賃などの運行サービスにより満足していることを示している。

歩行空間の質の評価枠組みとしては、Speakら<sup>4)</sup>は、歩行者のニーズを用いて、利便性、安全性、快適性、楽しさの4つの要素で整理している。これらのニーズには階層性があり<sup>5)</sup>、利便性、安全性、快適性、楽しさの順で高くなっていると言われている。これらの歩行ニーズは、歩行空間の評価研究でも用いられている。藤田ら<sup>6)</sup>は、自動車交通と歩行交通が混在する生活道路に対して、歩道と車道の利便性・安全性・快適性の各ニーズに対する満足度を評価し、これらの評価に対して道路空間デザインが与える影響を分析している。この結果、歩車分離は交通安全性に、マウントアップ歩道は騒音にそれぞれ影響があることを示した。山田ら<sup>7)</sup>は、駐車場内の歩行空間の評価に対して影響する意識要因を分析している。ここでは、駐車場内の歩行空間の満足度を評価指標として用いており、安全性と快適性に関する満足度との関係づけが行われている。この結果、歩行空間の満足度に安全性と利便性が正に影響しており、特に歩行空間の清潔

感、歩道幅、安全な経路の分かりやすさが重要であることを示した。

また、歩行者のニーズ要素と歩行行動や道路デザインとの関係構造も、分析されている。轟ら<sup>8)</sup>は、歩行空間の利便性、安全性、快適性が、歩行者の回避行動や錯綜行動を表す歩行者行動、歩行者密度や歩行速度を表す歩道利用状況、歩道幅員や植栽の数を表した道路交通条件にどのように影響を受けるかを分析している。ここでは、歩行空間の利便性、安全性、快適性に関する18項目に対する満足度を質問し、これらの指標を、探索的因子分析を用いて歩行安全性、歩行環境、歩行利便性の3つの因子に整理している。そして、これらの因子を用いた意識構造分析の結果、自動車の流入規制、道の見通しの向上、人ごみの歩行速度、歩行者密度が因子に大きく影響することを示した。

さらに、移動の質の評価は、複数の交通手段にも適用されている。鈴木ら<sup>9)</sup>は、交通目的・手段を含む様々な移動環境が、移動時の幸福感に与える影響について分析している。この結果、移動全体の幸福感に対して、各交通手段の移動時の幸福感が影響を与えることを示した。加えて、娯楽と帰宅を目的とした移動については、移動時の幸福感が高い傾向にあることも示している。

また、移動の質は個人の経験にも影響を受けるとされている。清水ら<sup>10)</sup>は、交通事故や混雑などのネガティブな経験の有無が、公共交通と自動車に対する満足度に及ぼす影響を分析している。ここでは、各交通手段の利便性、安全性、快適性の満足度を評価指標として用いている。この結果、ネガティブな経験は公共交通・自動車の両方の満足度に及ぼし、ネガティブな事象に遭遇した頻度が多いほど満足度が低くなるという関係を示した。

以上より、移動の質は交通手段別に分析されており、移動全体の満足度と、その構成要素としての利便性・安全性・快適性に対するニーズの満足度は、移動手段の質の評価指標として共通に用いられることが分かった。また、移動目的の違いも移動の質に影響し得るという報告も見られた。しかし、いずれの既往研究も、交通手段別に評価が行われており、交通手段の組み合わせにおける手段間の相互影響については考慮されていない。そこで本研究では、1日の移動において、利用した交通手段それ

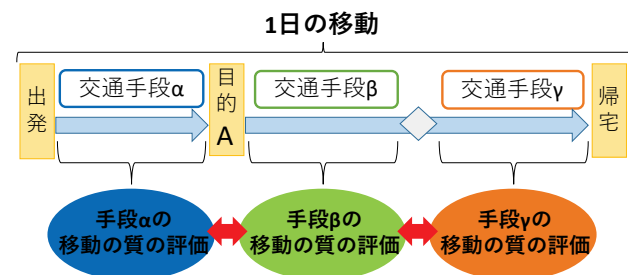


図-1 本研究の評価アプローチ

それぞれの移動の満足度の評価を行い、これらの相互関係について分析を行う（図-1）。

### 3. データの収集

#### (1) 1日の移動ログデータの収集手法

1日の移動における複数の交通手段に対して、移動の質の評価を行うためには、被験者の1日の移動を詳細に記録する必要がある。より詳細な移動ログデータを自動的に収集するために、本研究では、携帯アプリのGoogleMap内の機能の1つであるタイムライン機能を使用する。タイムライン機能とは、GoogleMapのアプリをインストールしたスマートフォンを携帯して移動することによって、1日の移動ログデータとして、移動経路、移動時間、利用した交通手段、滞在地を記録できるツールである（図-2）。

このツールの利点として、GoogleMap上で利用できる多様な情報と連携することで、より詳細な移動ログデータを記録できることが挙げられる。通常のGPSロガーでは、移動経路や滞在地を緯度経度をもとに記録することが出来る。それに対しタイムライン機能では、これらのデータに加えて、移動速度と移動経路から利用した交通手段を判別したり、GoogleMap上の施設データから滞在地名などを記録することが可能である。また、GoogleMapは無料アプリとして普及していることから、移動ログデータの収集が容易に行えることも特徴の1つである。

#### (2) 調査方法

大学生50名を対象に、移動ログデータの記録と、各交通手段に対する移動の質に関するアンケート調査を行った。まず、移動ログの記録として、被験者にGoogleMapのタイムライン機能を用いて移動経路データの記録をしてもらった。記録期間を2週間とし、「通学が主なパターンの1日の移動」「休暇が主なパターンの1日の移動」

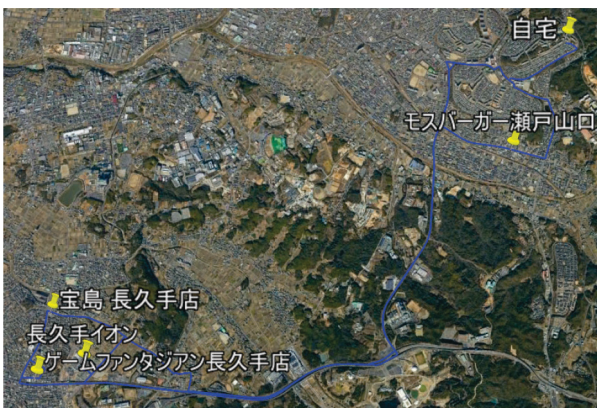


図-2 タイムライン機能による移動ログの記録例

表-1 移動の質のアンケート調査の概要

調査対象		大学生50名（男性26名，女性24名）
アンケート項目	個人属性	性別，年齢，最寄り駅，車の保有，交通手段の利用頻度など
	交通目的	通学，アルバイト，日常的な買い物，通院，運動，娯楽，娯楽の買い物，外食，人との交流，一時帰宅，帰宅，その他
	交通手段	歩行，自転車，バス，電車，バイク，車，車（送迎）
	移動の質	移動の総合満足度 利便性の満足度 安全性の満足度 快適性の満足度

「2つ以外で普段からよく行うパターンの1日の移動」の3つの移動パターンについて、それぞれ1日以上ずつ記録するように依頼した。

2週間の記録の後に、記録した移動ログの収集と誤差修正を行った。まず、先に依頼した3つの移動パターンごとに、手段トリップが6個以上存在するものを選定し、計3日分の移動ログを収集した。次に、被験者自身に記録した移動ログを見せながら、実際の移動と記録された移動ログの滞在地名や利用した交通手段が間違っていないかの確認を行った。

最後に、被験者に記録した移動ログを見せながら、移動時の記憶を想起してもらい、3つの移動パターンごとに、移動時の満足度の評価アンケートを行った（表-1）。移動満足度の評価指標として、移動の総合的な満足度に加えて、その構成要素としての利便性、安全性、快適性のニーズの満足度を用いた。移動の満足度は、1日の移動を交通手段別にトリップ単位に区分した上で、各トリップを10段階で評価を行った。

#### (3) 調査結果の基本集計

本調査の結果、合計902トリップ分のログデータを得ることが出来た。本調査における被験者のトリップの特徴を把握するために、交通目的と交通手段の内訳を比較した（図-3，図-4）。交通目的については、通学が最も多く、次いで娯楽、外食が多かった。これは全ての被験者が学生のため、通学や学校後の娯楽と外食の目的の比率が高くなったためと考えられる。また、交通手段については、学生の車保有率は高くないため、歩行が最も多く、次いで電車、車が多かった。

さらに、交通手段別の満足度を比較した（図-5）。この結果、特に満足度が高い交通手段は、車（送迎）の移動であった。これは、移動中の疲労やストレスが少なく、混雑などの外的要因による影響を受けにくいためであると考えられる。また、2番目に満足度の高い交通手段は車であることから、自動車での移動は常に満足度の高くなる傾向にあることがわかった。また、満足度の分散が



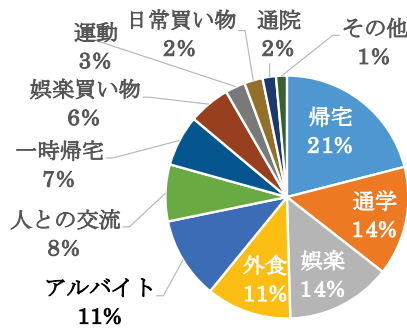


図-3 交通目的の内訳

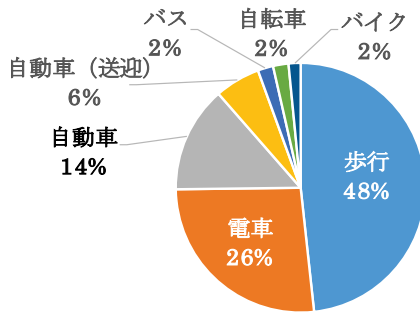


図-4 交通手段の内訳

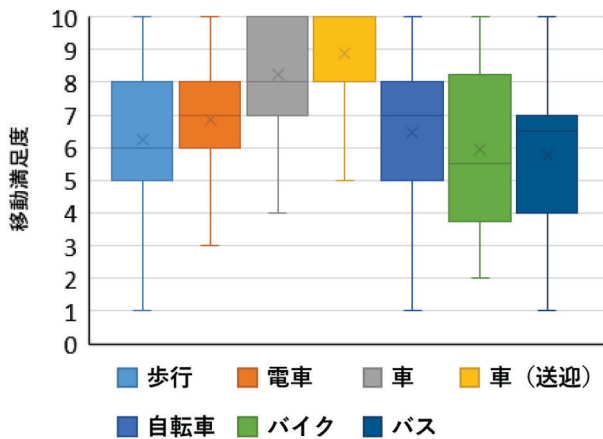


図-5 交通手段別の満足度の比較

大きい交通手段として、歩行、自転車、バイク、バスが挙げられる。このことから、これらの交通手段での移動は、移動空間の良し悪しが移動満足度に大きく影響することが考えられる。

#### 4. 移動の質の評価分析

##### (1) 交通手段の相互影響

複数の交通手段の組み合わせが、移動満足度に与える影響を明らかにするために、目的変数をトリップの移動満足度、説明変数をトリップの利便性、安全性、快適性のニーズ満足度、前のトリップの移動満足度、後のトリ

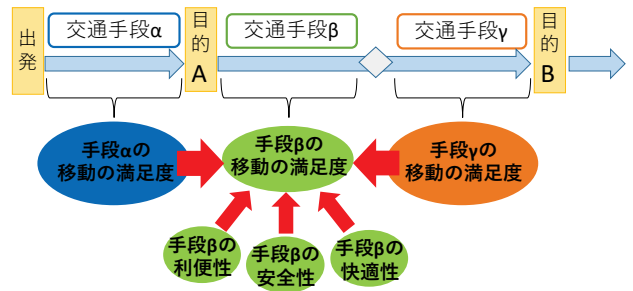


図-6 重回帰分析の方法

表-2 全サンプルを用いた重回帰分析の結果

説明変数	B	T値
利便性	0.28	12.9**
安全性	0.07	3.36**
快適性	0.41	20.65**
前のトリップにおける移動満足度	0.13	7.05**
後のトリップにおける移動満足度	0.18	9.62**
R <sup>2</sup>	0.75	
サンプル数	902	

B : 偏回帰係数, \*p<0.05, \*\*p<0.01

ップの移動満足度として重回帰分析を行った (図-6)。

まず、全てのサンプルを用いて分析を行った結果、統計的に有意な結果が得られた (表-2)。トリップの移動満足度に最も影響を与えたのは、利便性と快適性のニーズ満足度となった。この中でも、特に快適性の影響が大きく、歩行ニーズの階層性における高次なニーズとして、まだ快適性に関する移動空間の整備は進んでいないことを示していると考えられる。一方、安全性の影響は小さく、これは、低次なニーズとして安全性についての移動空間の整備はより進んでいることを示していると考えられる。

また、移動満足度に対する前後のトリップの満足度の影響も、統計的に有意に関係していることが示された。影響の大きさについては、利便性と快適性に比べると小さいが、安全性に比べると大きい。このことから、複数の交通手段による移動において、各交通手段の移動の質は相互に影響していることが示唆される。

##### (2) 交通手段別の分析

次に、交通手段の組み合わせが、移動満足度にどのように関係するのかを明らかにする。ここで、交通手段について、サンプル数が少ない自転車とバイクは分析対象から除外し、歩行 (418トリップ)、バスと電車を含めた公共交通 (189トリップ)、車と車での送迎を含めた自動車 (119トリップ) に分類した。そして、全トリップを交通手段別に分けて重回帰分析を行った (表-

表-3 交通手段の組み合わせの重回帰分析

説明変数	歩行		公共交通		自動車	
	B	T値	B	T値	B	T値
利便性	0.27	7.38**	0.36	8.82**	0.29	4.96**
安全性	0.07	1.99*	-	-	-	-
快適性	0.4	12.1**	0.5	3.21**	0.34	5.74**
前の歩行のトリップ満足度	0.18	5.64**	0.18	4.03**	-	-
前の自動車のトリップ満足度	0.15	4.52**	0.09	2.21*	-	-
前の公共交通のトリップ満足度	0.13	4.01**	0.18	2.55*	-	-
後の歩行のトリップ満足度	0.24	6.98**	-	-	0.39	7.8**
後の自動車のトリップ満足度	0.18	5.74**	-	-	0.34	7.79**
後の公共交通のトリップ満足度	0.18	5.46**	-	-	0.43	6.34**
R <sup>2</sup>	0.72		0.7		0.67	
サンプル数	418		189		167	

B : 偏回帰係数, \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$

3) . 目的変数として、歩行トリップの移動満足度、公共交通トリップの移動満足度、自動車トリップの移動満足度を用いた。説明変数として、利便性、安全性、快適性のニーズ満足度、前のトリップの移動満足度、後ろのトリップの移動満足度を用いた。前後のトリップの満足度は、交通手段ごとに算出し、前トリップと後トリップがそれぞれ歩行の移動満足度、前トリップと後トリップがそれぞれ公共交通の移動満足度、前トリップと後トリップがそれぞれ自動車の移動満足度の指標を用いた。

歩行のトリップ満足度に関する結果について、利便性と快適性のニーズ満足度だけでなく、全ての交通手段の前後トリップの満足度が統計的に有意に関係していることが分かった。これより、歩行移動の質は、接続する交通手段の質に影響を受けることが考えられる。また、これらの説明変数の中でも、特に歩行間の影響が大きいことが分かった。これは、歩行のネットワークの接続性がより重要であることを示している。

次に、公共交通のトリップ満足度は、利便性と快適性に加えて、全ての交通手段の前トリップの満足度から影響を受けていることが分かった。特に、公共交通利用前の歩行の影響が大きく、これは、公共交通の乗り場までの歩きやすさが、公共交通の移動満足度に大きく影響することを示唆している。

最後に、自動車のトリップ満足度は、利便性、快適性に加えて、全ての交通手段の後の移動満足度から影響を受けていることが分かった。自動車利用後の歩行の影響は比較的大きく、これは、駐車場から目的地までの歩きやすさが、自動車の満足度にも影響することを示していると考えられる。

表-4 交通目的の組み合わせの重回帰分析

説明変数	日常的な目的の移動		余暇活動の目的の移動	
	B	T値	B	T値
利便性	0.38	9.7**	0.31	8.34**
安全性	-	-	0.1	2.98**
快適性	0.47	11.94**	0.51	16.52**
前の余暇活動の目的のトリップ満足度	-	-	0.05	2.98**
後の日常的な目的のトリップ満足度	0.06	2.67*	-	-
R <sup>2</sup>	0.69		0.72	
サンプル数	268		370	

B : 偏回帰係数, \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$

### (3) 交通目的別の分析

交通手段に加え、交通目的間の組み合わせが、移動満足度にどのように関係するのかを明らかにする。ここで交通目的は、日常活動の目的（日常の買い物、通学、アルバイト、一時帰宅、帰宅）と、余暇活動の目的（運動、娯楽、交流、娯楽買い物、外食、その他）の2つに分類し、全トリップを交通目的別に分けて重回帰分析を行った（表-4）。目的変数として、日常目的のトリップ満足度、余暇目的のトリップ満足度を用いた。説明変数は、利便性、安全性、快適性のニーズ満足度、前トリップが日常目的のときの満足度、後トリップが日常目的のときの満足度、前トリップが余暇目的のときの満足度、後トリップが余暇目的のときの満足度の指標を用いた。

この結果、まず、ニーズ満足度が与える影響として、日常目的のトリップ満足度には利便性、快適性、余暇目的のトリップ満足度には、利便性、安全性、快適性が統計的に有意に関係していることが分かった。目的別に比較すると、余暇目的では、快適性の影響がより高くなっている。

また、日常目的のトリップ満足度には、後の日常トリップの満足度が、余暇目的のトリップ満足度は、前の余暇トリップの満足度が影響していることが分かった。これらの結果では、同じ種類の目的のトリップが続く場合でのみ影響が見られ、目的別に満足度が異なることが示唆される。しかし、目的の影響は、利便性、快適性のニーズ満足度の影響に比べて小さく、トリップ満足度の相互影響は、交通目的より交通手段で顕著であることが示された。

## 5. 結論

本研究では、交通手段の組み合わせが移動の質に与える影響を分析した。この結果、まず、トリップの移動満足度に対して、利便性と安全性のニーズの満足度と、前

後のトリップの満足度が影響することが示された。加えて、前後のトリップの満足度の影響は、交通目的より交通手段の組み合わせによって大きく異なることが示された。歩行の評価は、前後の全ての交通手段に大きく影響を受け、特に歩行間の影響が大きいことが分かった。公共交通は主に前のトリップの交通手段、自動車は後のトリップの交通手段から影響を受け、その中でも前後の歩行の影響は大きいことが示された。

これらの結果は、移動空間の質の向上には隣接する移動空間の改善がより効果的であることを示している。これは、膨大な公共投資が必要な鉄道などの交通インフラ整備に対しても、より低コストな隣接した移動空間の整備を行うことで、移動の質を向上させることが可能であることを示している。このことから、今後の交通システムの整備において、個別の移動空間の整備だけでなく、その前後の移動空間との繋がりを含めたネットワーク単位でも、移動の質を向上することが重要になると考える。

謝辞：本研究は、JST asia Joint Research Program（研究課題JPMJSC16E1：スマートライフを実現する知的統合交通）と、JST/JICA SATREPS（研究課題JPMJSA1704：Thailand4.0を実現するスマート交通戦略）の支援により実施された。ここに記して謝意を表する。

#### 参考文献

1) 服部 誠一郎, 小塚 みすず：交通弱者（年少者）の潜

- 在的交通需要に関する研究, 日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集, Vol.14, pp.93-96, 2016.
- 2) 齋藤 宣弘, 寺部 慎太郎, 武藤 雅威, 葛西 誠：都市鉄道顧客満足度調査からみた満足度と愛着の関係, 土木学会論文集 D3（土木計画学）, Vol.72(5), pp. I\_231-I\_239, 2016.
  - 3) 榎原 充輝, 松本 幸正, 高橋 政稔：利用者属性に着目したコミュニティバス利用者満足度と利用頻度向上施策に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, pp.817-824, 2009.
  - 4) Speck, J.: Walkable City, North Point Press, New York, 2012.
  - 5) Alfonzo, M.: To walk or not to walk; The hierarchy of walking needs, Environment and Behaviour, 37: 808-836, 2005.
  - 6) 藤田 素弘, 山岡 俊一, 松井 寛：意識量と実環境値に基づく生活道路の歩道形態別評価分析, 都市計画論文集, Vol.36, pp.607-612, 2001.
  - 7) 山田 稔, 赤津 典生：大規模店舗駐車場における利用者の経路選択挙動と安全意識に関する研究, 都市計画論文集, Vol.47(3), pp.805-810, 2012.
  - 8) 轟 直希, 柳沢 吉保, 高山 純一, 長峯 史弥：歩行者行動と歩道利用状況を考慮した歩行者優先道路空間評価意識構造モデル, 交通工学論文集, Vol.1(2), pp. A\_187-A\_196, 2015.
  - 9) 鈴木 春菜, 北川 夏樹, 藤井 聡：移動時幸福感の規定因に関する研究, 土木学会論文集 D3（土木計画学）, Vol.68(4), pp.228-241, 2012.
  - 10) 清水 明彦, 中村 俊之, 宇野 伸宏, Jan-Dirk, Schmocker, 山崎 浩気：ネガティブな経験に着目した交通手段利用特性に関する研究, 都市計画論文集, Vol.49(3), pp.435-440, 2014.

(2019.10.4 受付)

## Evaluation for Quality of Travel considering Multi-Mode Trip Chains

Shuhei OYA, So ITAKURA and Kazuki NAKAMURA

The car dependent society is the limit. Therefore, it is necessary to redeveloped the urban space focusing on public transportation and walking. On the other hand, if large-scale public investment is difficult, improvement of walking space may be effective because it is cheaper. The quality of walking space around the station may also promote using public transportation. However, it is not clear what the quality of travel have mutual relationship when using the multiple transport modes. Accordingly, the aim of this study is to explore the effect of the combination of transport modes on the quality of travel. First, it started with sorting out the quality of travel by transport modes. Next, the movement record is collected using the Timeline function of Googlemap. And, a questionnaire survey was carried out to evaluate for quality of travel by transport modes. Finally, the relationship of the combination of travel modes and quality of travel was analyzed with multiple regression analysis. The results showed difference of quality of travel by combination of transport modes.