

第15回 ECOMO交通バリアフリー 研究・活動助成 成果報告会

2023.3.9
2023.3.15



目 次

はじめに	1
ECOMO 交通バリアフリー研究・活動助成審査委員会名簿	3
プログラム	5
2020 年度事業成果報告書	7
1. 子供連れの移動時の安全性と利便性の両立をめざした子供と乗る自転車	7
2021 年度事業成果報告書（発表順）	15
2. 携帯型触知案内図の研究開発とその評価	15
3. 視覚障害者のホーム転落をなくすための啓発活動	23
4. SfM を用いた高精度 3 次元復元に基づく歩行空間のバリア表示と活用	27
5. MaaS および新モビリティサービス時代の交通システムの災害発生後バリアフリー交通における活用可能性に関する研究	37
6. 地域公共交通サービスにおける健康に関する加減乗降効果の算出	69
7. 交通弱者のための AR 技術を用いた大型複合施設のナビゲーションアプリの開発と検証	105
8. 公共交通機関における、健常者による配慮が必要な人のニーズへの「気づき」と「気づかい」を促進するメッセージの表示方法に関する予備的研究	119
9. 公共交通を支える担い手確保に関する研究	149
10. 復興事業中における標高の変化を考慮した移動制約者の津波避難に関する研究	183

はじめに

この度は「第 15 回 ECOMO 交通バリアフリー研究・活動助成報告会」にご参加を頂き、誠にありがとうございます。

この ECOMO 交通バリアフリー研究・活動助成は、2008 年度より交通バリアフリーに関する先進的な調査研究や活動、技術の研究開発を対象に助成を行っております。国内の大学院・大学・高等専門学校やこれらに付属する機関、研究機関及び、企業等の研究者の研究活動や個人で活動されている方々のわが国の交通バリアフリーの促進に寄与する取り組みを奨励したいとの思いから開始したものであります。

本日の報告会では、プログラムにありますように、2020 年度、2021 年事業で終了した 10 事業の成果報告を行って頂き、ご参加の皆様にも広くこれらの研究・活動の意義をご理解頂きたいと考えております。残り 5 事業は新型コロナウイルス感染症の影響により期間延長となっており、この 3 月末には成果報告を提出いただくことになっております。

いずれも、先進性や社会貢献性の高い研究・活動成果であり、今後の交通バリアフリーを検討していく上で「使いやすさ」、「利便性」、「効率性」といった重要なキーワードも内包されたものとなっております。ご来場の皆様にも研究・活動成果をご聴講頂き、活発に質疑にご参加頂ければ幸いです。

なお、2023 年度の研究・活動助成につきましては、全国からご応募を頂き、審査委員会の厳正なる審査を経まして、7 事業を研究助成の対象といたしまして、来年 3 月に成果報告を提出いただくことになっております。

今回も新型コロナウイルス感染症の感染防止の観点からオンライン方式で 2 日に開催日を分けての開催といたしました。従来の対面式ですと様々な分野の方が一堂に会し、新しいネットワーク形成の場ともなっておりましたが、オンライン方式での開催により、今まで参加が難しかった方々にもご参加頂く機会になることを期待しているところです。

最後に、本研究・活動を行われた皆様に厚く御礼申し上げますと共に、本事業の推進と報告会開催にあたりまして、秋山哲男委員長をはじめ、ご指導・ご意見を頂きました審査委員会の委員の皆様に深く謝意を表します。

2023 年 3 月

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団
理 事 長 門 野 秀 行

ECOMO 交通バリアフリー研究・活動助成審査委員会 名簿

(敬称略 五十音順)

秋山 哲男	中央大学研究開発機構 教授
鎌田 実	一般財団法人日本自動車研究所 代表理事・研究所長
高橋 儀平	東洋大学 名誉教授
田中 理	横浜市総合リハビリテーションセンター 顧問
新田 保次	大阪大学 名誉教授
萩野 美有紀	アール・イー・アイ株式会社 代表取締役
浜田 義和	国土交通省 総合政策局 バリアフリー政策課 バリアフリー政策室 室長
原 文宏	一般社団法人北海道開発技術センター 理事
藤井 直人	リハビリテーション工学者
藤本 浩志	早稲田大学人間科学学術院 教授
三星 昭宏	近畿大学 名誉教授
森口 弘美	天理大学人間学部人間関係学科社会福祉専攻 准教授
門野 秀行	公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団 理事長

プログラム

(敬称略)

1 日目 2023 年 3 月 9 日 (木)

- 15:00 開会／開会挨拶 (公財)交通エコロジー・モビリティ財団 理事長 門野秀行
- 15:05 2020 年度成果報告：若手研究者部門 1 事業
①子供連れの移動時の安全性と利便性の両立をめざした子供と乗る自転車
法政大学 山田泰之 コメンテーター：萩野美有紀委員
- 15:25 2021 年度成果報告：研究・活動部門 1 事業
②携帯型触知案内図の研究開発とその評価
グローイングビープルウィル 高橋和哉 コメンテーター：藤本浩志委員
③視覚障害者のホーム転落をなくすための啓発活動。
ホーム転落をなくす会 高山久美子 コメンテーター：森口弘美委員
- 16:01 2021 年度成果報告：若手研究者部門 1 事業
④SfM を用いた高精度 3 次元復元に基づく歩行空間のバリア表示と活用
関西大学大学院 谷口皐貴 コメンテーター：三星昭宏委員
- 16:21 休憩
- 16:35 質疑応答
- 16:45 全体講評 秋山哲男委員長
- 17:05 閉会

2 日目 2023 年 3 月 15 日 (水)

- 15:00 開会／開会挨拶 (公財)交通エコロジー・モビリティ財団 理事長 門野秀行
- 15:05 2021 年度成果報告：一般部門 1 事業
⑤MaaS および新モビリティサービス時代の交通システムの災害発生後バリアフリー交通における活用可能性に関する研究
呉工業高等専門学校 神田佑亮 コメンテーター：鎌田実委員
⑥地域公共交通サービスにおける健康に関するクロスセクター効果の算出
近畿大学 柳原崇男 コメンテーター：新田保次委員
⑦交通弱者のための AR 技術を用いた大型複合施設のナビゲーションアプリの開発と検証
崇城大学 古賀元也 コメンテーター：高橋儀平委員
⑧公共交通機関における、健常者による配慮が必要な人のニーズへの「気づき」と「気づかい」を促進するメッセージの表示方法に関する予備的研究
帝京大学 内山由美子 コメンテーター：浜田義和委員
⑨公共交通を支える担い手確保に関する研究
富山大学 猪井博登 コメンテーター：田中理委員
⑩復興事業中における標高の変化を考慮した移動制約者の津波避難に関する研究
岩手大学 谷本真佑 コメンテーター：藤井直人委員
- 17:05 休憩
- 17:20 質疑応答
- 17:35 全体講評 秋山哲男委員長
- 17:45 閉会

子供連れ移動時の安全性と利便性の両立をめざした 子供と乗る自転車

研究代表者 山田 泰之

(法政大学デザイン工学部システムデザイン学科 准教授)

アブストラクト

日本は現在、さらに都市部への人口集中時、生産人口の低下、持続可能な社会のための低炭素化などの課題がある。このような背景の中、都市部では、共働き家庭などにおいて、こども連れ移動時の安全性と利便性の両立が望まれている。一方で、日本の都市事情、すなわち、狭い道路や狭い駐輪空間を前提とした現在の子供乗せ自転車は、必ずしも子供の安全性を確保できているとは言えない。そこで、子供の搭乗と移動時の安全性、転倒時のリスク低減を目指した子供乗せ自転車を開発した。一般的な子供乗せ自転車の子供の重心高は高く、転倒時の子供の頭部に与える衝撃（HIC）が高く脳障害のリスクがある、重心の高い自転車は走行安定性が低い課題があった。そこで、後輪を小径化して子供の乗車位置を下げることで、子供の乗せ自転車の転倒時の子供への衝撃を低減した。また、転倒時の子供の保護を目的としたロールケージを設置して、子供乗せ自転車転倒時の子供にかかる衝撃を低減した。実験により、提案自転車は子供への衝撃（HIC）を3割程度低減して安全性を高められることを確認した。

キーワード： 自転車、子供の乗せ自転車、安全性、人間中心設計

1. 背景

健康や環境への関心から日本の都市部では自転車が日常の重要な移動手段として用いられている。自転車普及による交通事故の急増への安全対策として自転車通行空間整備促進の検討がされている[1]。しかし、子供を自転車の前後に搭乗させる子供乗せ自転車に対する安全対策は十分とは言えない。現在日本で普及している子供乗せ自転車は図 1[2]に示すように一般的自転車に子供が搭乗する座席を追加しただけの形式が大半である。このような子供乗せ自転車は高重心で、転倒しやすく運転者、搭乗する子供と共に怪我を負うリスクが高い。また、転倒時の頭部への障害リスクが高いにも関わらず子供乗せ自転車に子供を乗せる際に、ヘルメットを必ず着用する家庭が 48.1 %であることが報告されている[3]。このように日本では子供乗せ自転車のデザインの問題と運転者や子供の利用スタイルなどの安全対策や安全に対する意識の低さなどの課題がある。自転車先進国であるオランダやデンマークでは、自転車の安全走行のための道路整備対策や大型の安全な子供乗せ自転車が普及している。しかし、大型の子供乗せ自転車は日本の狭い道路と駐輪スペースでは実施困難である。そのため日本の都市に適応しつつ、安全に子供が利用できる子供乗せ自転車が望まれている。



図 1 一般的な子供乗せ自転車[2]

1. 子供乗せ自転車と安全性

日本では、道路交通法により普通自転車である子供乗せ自転車長は 1900 mm 未満、幅 600 mm 未満と定められている。また、子供乗せ自転車の安全対策において自転車側のアプローチとしてマーク制度と安全設計がある。マーク制度は、BAA マークや SG マーク、TS マークがある。また、安全設計として転倒した際に地面に子供の頭部が叩きつけられることを防ぐためにチャイルドシートにヘッドレストが付属しているものがある。ヘッドレストが付属していることで、自転車の走行中に路面の段差や凸凹などで子供の頭部がふらつくことを防ぐ他、転倒した際に子供の頭部が直接地面に叩きつけ

られることを防止する。このように子供乗せ自転車では、運転手や搭乗する子供に対する規定と、自転車自体への安全担保の双方の動きがある。しかし、これらは根本的に子供乗せ自転車の事故自体を減少させる対策ではない。平成 23 年から平成 28 年までの 6 年間における東京都での子供乗せ自転車での病院への緊急搬送は 1349 人に及び、走行中だけではなく子供乗せ自転車の停車中も多くの事故が発生している[4]。オランダやデンマークなどの自転車先進国では子供乗せ自転車の安全対策として図 2[5]と図 3[6]に示すような子供の搭乗部分が地面に近く、乗り降り時や走行時の転倒防止のために 3 輪となっているカーゴバイクや、子供の搭乗部分を牽引するトレーラータイプがある。しかし、日本ではこれらの大型の子供乗せ自転車は狭い都市事情から普及せず、子供乗せ自転車は一般的なシティサイクルのハンドル付近やリアキャリアにチャイルドシートを搭載したものであり、安全対策が十分とは言えない。しかし、図 4[7]に示すように都市部における自転車の駐輪場は一般的な自転車の駐輪を前提に設計されているために煩雑であり、図 2 や図 3 のカーゴバイクなどは駐輪が難しい。以上から、日本の都市部における課題は、日本の子供乗せ自転車が一般的な自転車に搭乗席を追加した形式であり、搭乗時の子供の重心が高いことに関係すると考えた。そこで、安全な子供乗せ自転車を実現するために課題を解決するために、子供の搭乗位置を低くする基本デザインの有効性を検討する。



図2 カーゴバイク[5]



図3 トレーラータイプ[6]



図4 煩雑な駐輪スペース[7]

2. 提案自転車のデザイン

3.1 タイヤサイズの検討

後輪タイヤサイズを小径化するため、普及している子供乗せ自転車のタイヤサイズを調査した。現在普及している子供乗せ自転車のタイヤサイズは 20 inch が最も多いことが確認できた。一般的に 10 inch 以下の極小径車は 40 mm 以上の段差を乗り越えられないとされている。現在バリアフリーの観点から歩道における段差及び勾配等に関する基準により歩車道境界に設ける段差が 50 mm とされており、車両乗り入れ部の段差が 50 mm であることが多いと考えられるので[8]、このような段差を超えられるように 12 inch のタイヤサイズとした。

3.2 走行安定性確認実験

後輪サイズを小型化した子供乗せ自転車を試作して、重心位置の違いによる走行安定性を確認する。一般的な成人向け自転車、前後が 20 inch タイヤであるが、重心を下げるために、後輪を 12 inch とした。また、チャイルドシートに搭乗する子供の重心位置を再現して、変更するためにリアキャリアの上にアルミフレームを用いた土台を設置した。4 歳児の平均身長約 1000 mm の子供が座位重心を座面から 400 mm の高さとして、子供の重心位置を地面から 700 mm から 1000 mm まで変更可能とした。重心位置には、4 歳児の平均体重約 17 kg のダンベルを設置した[11]。作成した重心位置を変更可能な実験用子供乗せ自転車を図 5 に示す。実験では図 6 のような全長 9 m の直線を 3 m ごとに立てられた 2 本のパイロン間をスラローム走行する。子供の重心の位置を地面から 700 mm, 1000 mm, 重りなしの 3 種類とした。また、運転条件は、自転車に乗った場合と、駐輪場などを想定して手押しした場合の 2 条件とした。これら合計 6 条件について、1 被験者あたり、それぞれ 2 度ずつ実験した。被験者は 20 代の成人男性 5 名である。実験の様子を観察と被験者に対してのアンケートの実施で走行安定性を比較調査した。アンケートは 5 段階評価を用いた。また、被験者には、実験全体をとおした自由形式のインタビューも行った。アンケート結果より、試作自転車の運転時と手押し操作時で、同じ重心条件であれば、その操作性に大きな違いが出ない傾向がみられる。また、普通の自転車を運転するときと比べて運転性に問題は生じないため、後輪の小径化による走行安定性に与える影響は無視できるほど小さいことが予想される。また、普通の自転車を運転するときと比べて多くの被験者は普通に乗り回せると感じているが、運転のしにくさを感じている被験者もいた。そして、普通に試作自転車

を取り回すことが出来ないことがわかる．これらの結果から重りの重心は低いほどに走行安定性を与える影響が小さくなると予想される．実験の様子やインタビューからも同様の結果が得られた．これらの結果から，一般的な子供乗せ自転車の重心高では，そもそも走行安定性は高くなく，後輪を小径化して重心を低くすることにより，操作性や走行安定性は改善されるため，舗装路の多い都市部ではメリットが高いと予想される．



図5 実験用子供乗せ自転車

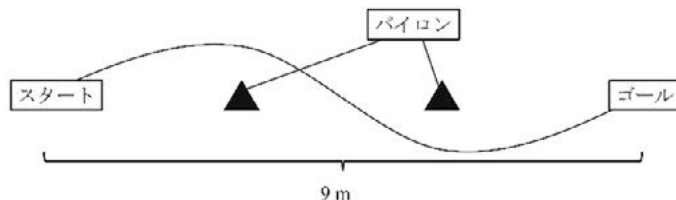


図6 実験コース

3.3 チャイルドシート位置の検討

チャイルドシートの位置決定では，子供の乗り降りのしやすさと子供の足と地面との距離が危険ではないかと運転者と搭乗する子供の距離が接触しなく，子供の乗り降りの際に接触しないかの3点の項目を検討した．子供自らの子供乗せ自転車への乗り降りのしやすさを考慮する際，人間が段差を上り下りする際に段差が股下の高さよりも低ければ上り下りが可能で，ひざの高さよりも低いほうが上り下りをしやすいと仮定した．チャイルドシートの足置きの高さを子供の股下の高さよりも低くすることでだれでもチャイルドシートへ自ら乗ることが出来るチャイルドシートの高さを考えた．2歳児の股下は296 mm[9]であるためシート足置きを地面から280 mm程度にすることで自らチャイルドシートに乗り降り出来ると考えられる．チャイルドシートに搭乗した子供の足と地面との距離が危険ではないかの検討については，運転者のペダル回転時に最も低くなる高さが，自転車に乗る人物が最も地面に近くなるので，この高さ以上なら少なくとも危険ではないと言える．ここで試作自転車においてペダルが最も低くなる高さを計測した結果，80 mmであった．これにより80 mm以上の高さに図8の様にチャイルドシートの足置きを設置することで地面との距離では危険ではないと考えられる．運転者と搭乗する子供の距離が接触しなく，子供の乗り降りの際に接触しない位置を検討については実際に大人が自転車のペダルを漕ぐ様子を観察して，チャイルドシートの前後の位置は図9に示すように運転者のペダル回転範囲の最右端から100 mmの位置に決定した．

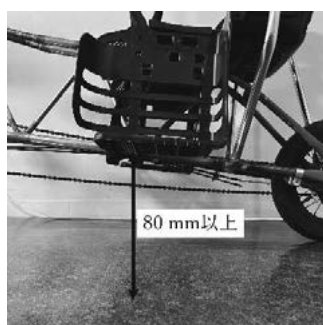


図8 チャイルドシートの足置きの高さ



図9 運転者と子供の乗車位置の関係

3.4 ロールケージの設計

子供乗せ自転車が転倒した際に搭乗する子供を転倒衝撃から保護する機構が一般的にはチャイルドシートのプラスチック製のヘッドレストとヘルメットのみである．そこで子供乗せ自転車用のロールケージを製作して乗員である子供の保護をする．本研究では子供乗せ自転車の転倒時の保護を目的としているためロールケージの素材としてスチール素材で直径19.1 mmのパイプを用いる．子供乗せ自転車用のロールケージを設計するにあたりロールケージを装着した子供乗せ自転車の大きさが道路交通法などの制限内である必要がある．高さについては道路交通法では制限はないが，都市部で運用していくにあたり駐輪場など煩雑な箇所ではより低いほうが使用しやすいと考えられる．一般的な2段

式の駐輪場は高さ 1100 mm 以下の制限がある[10]。また、ロールケージをチャイルドシート及び搭乗する子供に沿わせることで子供の保護の効果が大きくなると考える。子供乗せ自転車に搭乗できる最高年齢が小学校へ入学するまでの 6 歳なのでロールケージの設計には 6 歳の子供を基準とする。6 歳児の座高の 95 パーセンタイルは 673 mm である。また、ヘルメットの厚さを 30 mm と考えると、地面からヘルメットを被った子供の頭頂までは 1103 mm となる。そこで地面からロールケージの頂点を含めて高さが 1110 mm とした。また幅についてはチャイルドシートに沿わせることを考慮してロールケージの幅を 380 mm とする。ロールケージを設計したものを図 10 に示す。ロールケージの特性上、ロールケージは継ぎ目のない 1 本のパイプで製作することが良いと考えられる。

3.5 提案自転車の概要

本研究で提案する子供乗せ自転車は図 11 に示すものである。提案自転車は全長 1890 mm、ハンドル幅 560 mm、高さ 1035 mm、タイヤサイズを前輪が 20 inch、後輪が 12 inch となっている。提案自転車は市販されている 3 人乗り対応子供乗せ自転車を利用して、フレームを切断、延長を行い、ロールケージを搭載して後ろ乗せ用のチャイルドシートを設置したものである。

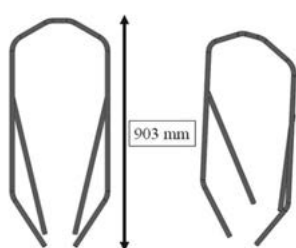


図 10 ロールケージの設計



図 11 提案自転車

4. 検証実験

4.1 自転車転倒時の衝撃比較実験

低重心化とロールケージの搭載が自転車転倒時にどれほど衝撃低減に寄与するかを確認する。実験に使用する試作自転車を図 12 に示し、一般的自転車を図 13 に示す。試作自転車はロールケージを搭載して、全長が 1890 mm である。また一般的自転車は前後が 20 inch であり、全長は 1740 mm である。各自転車にチャイルドシートに搭乗する子供の重心位置を再現するための重りを自転車に搭載するアルミフレームを用いた図 14 の土台を設置する。4 歳児の平均身長約 1000 mm の子供の座位重心を座面から 400 mm の高さとして、その位置に子供の重心を再現する重りを設置可能にした。重心位置には、4 歳児の平均体重約 17 kg のダンベルを設置した[11]。実験では自転車を立てた状態から初速度ゼロで転倒させる。重りの部分に図 15 の様に加速度センサを設置する。転倒させる自転車の条件として子供の重心を再現するための重りの部分にチャイルドシートのヘッドレストを付けて行う場合の条件 1 とチャイルドシートのヘッドレストを付けてヘルメットを装着して行う場合の条件 2 の 2 種類として各条件を試作自転車と実験用一般的自転車の 2 台でそれぞれ 3 度ずつ実験する。実験の様子を前面からビデオ撮影と加速度センサにより転倒時の衝撃を比較することで調査する。転倒衝撃比較の手法として頭部傷害基準値 HIC を算出して比較する。

$$HIC_{15} = \left\{ \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} (t_2 - t_1) \right\}_{max} \quad (1)$$

頭部傷害基準値は式 1 により求める。ここで、 $a(t)$ を頭部の合成加速度として、 t_1 と t_2 は積分の開始時間と終端時間、時間間隔 $(t_2 - t_1)$ は 32 ms を超えないものとする。試作自転車の実験の様子を図 16 に示す。図 17 に全条件の時の試作自転車と一般的自転車の地面との衝突時の加速度波形を表 1 に各条件時の転倒時の最大加速度と HIC をまとめる。図 17 より条件 1 と条件 2 を比べると条件 2 の方が試作自転車と一般的自転車と共に転倒時の最大加速度が小さくなり、HIC の値も小さくなっていることが分かる。これよりヘルメットを被ることにより頭部への衝撃が減ることが予想される。また、HIC は低いほど頭部が衝撃を受けていないことを示しており、1000 未満である時、脳障害を負う重大な事故が起こる可能性が低くなることより、一般的自転車はヘルメットを被ることで HIC は 1000 付近か

ら半分以下まで減少していることから、チャイルドシートのヘッドレストを設置していても、ヘルメットを被らないと頭部への衝撃が大きく、ヘルメットを被ることで頭部衝撃が減少する。また、試作自転車はチャイルドシートのヘッドレストを設置することでヘルメットを被らなくとも頭部への衝撃が小さく、ヘルメットを被ることでより安全であることが予想される。

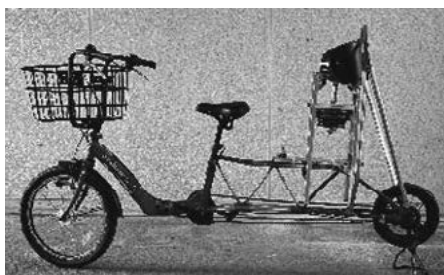


図 12 試作自転車



図 13 一般的自転車

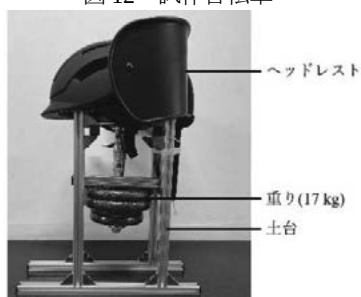


図 14 子供の重心を再現するための土台



図 15 加速度センサの設置



図 16 実験の様子

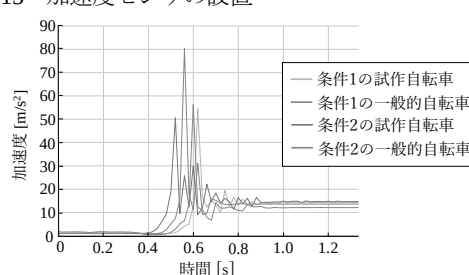


図 17 全条件時の加速度波形

表 1 各条件時の転倒時最大加速度と HIC

		試作自転車	一般的自転車
条件 1	最大加速度	53 m/s^2	74 m/s^2
	HIC	418	963
条件 2	最大加速度	49 m/s^2	57 m/s^2
	HIC	351	492

4.2 駐輪等の街中での利便性の確認実験

子供の低重心化とロールケージの搭載が実際の走行安定性や取り回しやすさなどを確認する。本実験では本研究で試作した子供乗せ自転車を自転車 1、一般的な子供乗せ自転車を自転車 2 と呼ぶことにする。実験に使用する自転車 1 を図 18 に示し、自転車 2 を図 19 に示す。

自転車 1 は前輪が 20 inch で後輪は 12inch であり、ロールケージを搭載して全長が 1890 mm である。また自転車 2 は前後が 20 inch であり、全長は 1740 mm である。また各自転車にチャイルドシートに搭乗する子供の重心位置を再現するための重りを自転車に搭載するためにリアキャリアの上にアルミフレームを用いた図 20 に示す土台を設置する。重りの条件は 4 章 1 項の実験と同様とする。全長 9m

の直線を 3 m ごとに立てられた 2 本のパイロン間をスラローム走行する。運転条件は、自転車に乗った場合と、駐輪場などを想定して手押しした場合の 2 条件とした。また、子供の重心を再現する重りを搭載した状態での運転者の乗り降りの子供の乗り降りを想定した重りの昇降時の運転者による自転車支持を確認する。これら運転条件と乗り降り、子供の乗り降り時の運転者の自転車支持について、試作自転車と一般的自転車の双方で実施する。1 被験者あたり、それぞれ 2 度ずつ実験する。被験者は 20 代の成人女性 3 名、成人男性 3 名である。実験の様子を前面と側面からビデオ撮影して、実験中の被験者のふらつき具合を定性的に確認した。また、被験者に対しアンケートを実施して各条件での子供乗せ自転車の走行安定性と乗り降りのしやすさ、子供の乗り降り時の運転者の自転車支持を比較調査した。アンケートでは各自自転車において乗った状態、押した状態、乗り降り、重りの昇降時に思い通り支えられたかを 5 段階評価で評価した。アンケート結果より、平均を見ると自転車 1 と自転車 2 はどちらにおいても乗った状態、押した状態、運転者の乗り降り、重り昇降時の自転車支持を行う際にその操作性に大きな違いが出ない傾向がみられる。しかし、分散を見ると自転車 1 よりも自転車 2 の方が広く分布しており、被験者によって感じ方に幅がある傾向が見られる。各自自転車に乗った状態の結果より子供の低重心化とロールケージの搭載が走行安定性に与える影響は小さいことが予想される。また、各自自転車を押した状態の結果より各自自転車は取り回しにおいて大きな差が生じていないことが分かった。これより子供の低重心化とロールケージの搭載が取り回しに与える影響は小さいことが予想される。各自自転車の乗り降りと重り昇降時の自転車支持の結果ではどちらも各自自転車間に大きな差が生じていないことより、子供の低重心化とロールケージの搭載が取り回しに与える影響は小さいことが予想される。

5. 結論

日本の都市事情に適応しつつ、子供乗せ自転車への子供の搭乗と移動時の安全性、転倒時のリスク低減を目指した子供乗せ自転車を開発した。一般的な子供乗せ自転車の重心高さである 1000 mm ではそもそも走行安定性が高くなく、後輪を小径化して重心を下げることにより、操作性や走行安定性が改善されるため、舗装路の多い日本の都市部でのメリットが高いことを示した。子供乗せ自転車の後輪を小径化して、転倒時の子供の保護を目的としたロールケージを設置したことにより、子供乗せ自転車転倒時の子供にかかる衝撃の大きさが小さくなったこと、一般的子供乗せ自転車との利便性の差がないこと、搭乗している子供の頭部へかかる加速度が低減されることを確認した。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局、警察庁交通局，“安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン”，2016
- 2) Panasonic，“ギョット・クルーム R・DX”，<https://cycle.panasonic.com/products/frd/>，（参照 2022-1-16）
- 3) 自転車の安全利用促進委員会，“主婦の子ども乗せ自転車利用に関する意識調査”，2014
- 4) 内閣府、警察庁、消費者庁，“子供を乗せた「幼児用座席付自転車の事故」（転倒など）に気を付けましょう”，2018
- 5) EUROBIKE JAPAN，“BULLITT”，<https://www.eurobike.net/larryvsharry>，（参照 2022-1-16）
- 6) BURLEY，“HONEY BEE”，<https://www.riteway-jp.com/bicycle/burley/product/honey-bee/>，（参照 2022-1-16）
- 7) サス・サンワ株式会社，“サイクルラック”，<https://www.sassanwa.co.jp/service/construction/>，（参照 2022-1-27）
- 8) 国土交通省，“歩道の一般的構造に関する基準の改正について”https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/06/060203_.html，（参照 2022-1-16）
- 9) 株式会社ワークスコーポレーション，“子どものからだ図鑑 キッズデザイン実践のためのデータブック”，2013
- 10) 株式会社ニチプレ，“自転車ラック操作説明”，https://www.nichipure.co.jp/rack/r_sousa.html，（参照 2022-1-6）
- 11) 厚生労働省，“21 世紀出生児縦断調査（特別報告）結果の概況 2001 年ベビーの軌跡（未就学編）”，<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/syusseiji/tokubetsu/kekka03.html>，（参照 2022-1-27）

携帯型触知案内図の研究開発とその評価

代表者 高橋 和哉

(特定非営利活動法人グローイングピープルウィル)

共同メンバー 高橋 玲子

(株式会社タカラトミー)

共同メンバー 佐藤 一人

(ワッカの会)

研究・活動報告書

①研究・活動題目

携帯型触知案内図の研究開発とその評価

②キーワード

携帯型触知案内図 中途視覚障害者

③研究・活動成果

1. 研究の背景

- ・冊子型触知図に対する検討の必要性。

視覚障害者にとっては自宅などでゆっくり調べることができる冊子型の方が利便性に富む場合が多い。

- ・点字使用者のみを対象としている。

点字表記をすることは点字使用者への配慮であって、視覚障害者に配慮しているとは言えない。

- ・据置型にはその他にも様々なデメリットがある。
- ・一定の場所で二次元のものを触知して、眼前の空間を認識できるのか。
- ・情報取得の一つとして触知案内図を普及する必要性はある。

2. 研究の目的

今後も触知能力が求められる触知案内図を視覚障害者の誘導装置の一つとして採用するのであれば、より多くの視覚障害者を対象にする必要がある。それと同時に、より理解しやすい形態にする必要があると考える。そうすることで、これまで触知することを敬遠していた多くの視覚障害者が触知を体験する機会が増えることにより、触知能力も向上すると考える。

3. 研究の内容

3-1 据え置き型触知案内図の問題点

- ・設置の有無が分からない。
- ・設置場所が分からない。
- ・汚かったり、熱かったり、冷たかったり、触るのに勇気がいる。
- ・点字表記である。
- ・持ち歩けない。
- ・視覚障害者の外出行動の認識不足 設計者に対して
- ・視覚障害者の触知行動の認識不足 設計者に対して
- ・触知で認識するため時間がかかるし、正しく理解することが難しい。
- ・触知案内図と現場のランドマークを見比べる（確認できる）ことができない。

3-2 検討課題

1) 触知案内図の構成要素に関して

(1) 点字表記に関して

公共施設を構成する要素としては、受付、階段、エレベーター、トイレ（男子・女子・多目的）、利用する部屋（集会室、料理室、和室、音楽室、体育室、給湯室等）利用しない部屋（スタッフのみが立ち入る部屋）などがある。

これらの情報を点字の短縮形で表示するのではなく、記号や浮き出し文字を活用する。

(2) 空間の表現に関して

立ち入れない場所、留まる場所、通行する場所の3つの空間を触知で区別する。

2) 触知案内図本体に関して

触読するためには適度な大きさが必要であり、携帯するためにはコンパクトであることが望ましい。

また、ストレスなく上下の判別ができることが大切である。

3-3 研究内容

触知案内図を正しく理解できる点字触読者である視覚障害者と点字が読めない視覚障害者の協力を得て、メールや対面でのインタビューとワークショップを繰り返し現時点での最適解を求めた。触知記号を確認する媒体は、全てカプセルペーパーで行った。

1) 触知表現対象箇所と記号のマッチング

表現すべき場所を洗い出し、それらを単純な記号で表現する。

(1) 触知表現対象箇所に対するイメージを共同研究者に意見聴取し、そのイメージに沿って表現対象箇所に想像しやすい記号を当てはめる。

(2) 触知案内図を正しく理解できる視覚障害者に、決定したマッチング（案）の確認を行った。アイデアが浮かばなかった「受付」に関してはアイデアを募った。

(3) 決定した記号をどの程度までコンパクトにできるのかを中途視覚障害者が触読することで確認を行った。その結果を表―1に記す。

表 1 決定した記号とサイズ

場所	記号	備 考
受付		正三角形 空洞 1辺 10mm
エレベーター		正方形 空洞 1辺 10mm
階段		矢印 JIS規格
男子トイレ		長方形 塗り潰し 高さ = 10mm 底辺 5mm
女子トイレ		二等辺三角形 塗り潰し 高さ = 10mm 底辺 = 5mm
多目的トイレ		円 塗り潰し 直径 = 10mm
入れない場所		ドット 直径 = 3mm 中心間隔 = 5mm
各種部屋		ローマ数字

(4) 触知案内図上では、それぞれの記号は多くの浮き出し線と共に表現されており、記号の近くに浮き出し線があった場合でも記号を正しく認識する必要がある。中途視覚障害被験者 6 名は、20 mm の正方形の枠の中に置いた記号を全て認識できた。(図―1)

(5) 各種部屋の表現に関して

最終的に、10 文字のローマ数字を使用することにし、その判別の可能性を確認した。正方形 20 mm の中に、枠から最低 5 mm の離隔をとって 4 種類の数字の読み取りの正確さを確認し、それぞれの字体に対する感想を 5 名の視覚障害者に聞き取った。(図―2 参照) その結果、5 名ともゴシック体の 1 本線が読みやすいと回答した。

一般的に、数字や文字は統一した書体を活用するが、触読に関しては統一することは意味がない。聞き取った意見を基にして触読しやすいと考える数字を作った。(図―3 参照)

2) 触知案内図の形態の確認

JIS では触知案内図の大きさは、横 1000 mm 以内、縦 600 mm 以内が望ましく、冊子型の場合は折線が触読の邪魔にならないよう配慮すると記されている。上下の区別は、当事者に意見聴取し右上部の角を

切り落とすことにした。2 穴 B5 サイズ紙ファイルに挟み、谷折りになるように収納する。

3) 空間を触知で表現する。

(1) 指が滑る模様の検討

触知案内図の難しさは、線と点のみによって表現されるため、壁を表している線の両サイドの空間が廊下なのか部屋なのか瞬時には区別がつかない。カプセルペーパーは熱を与えることで黒い部分が浮き上がり、その黒い部分は抵抗が大きい。よって、通常は何もしない箇所より浮き上がる部分の方が指運びの抵抗は大きくなる。浮き上がる部分の面積を極力狭くするように細い線状にすればその線の方に指が滑ることがわかった。また、建物内の廊下の多くは 90 度に屈折することが多いので、極力細い線で格子状に表現することで廊下を表すようにした。

検討したもの（図-4 参照）を 5 名の視覚障害被験者に確認したところ、0.50pt が滑りが良く、格子模様の中に数字が入っていると戸惑うとの意見があり、廊下部を格子にした。

(2) ドットの検討

JIS 規格では、おおよそドットの規格は決まっているが、今回のように同一触知図内に指滑りが良くなる格子模様を用いることから、指の滑りが悪くなるドットを検討した。

点の大きさを 3 種類、間隔を 3 種類の計 9 種類のドット（図-5 参照）を比較検討した。

(3) 触知案内図としての検討

検討する図面は、廊下が横に通じ、その上部に 2 つの部屋があり、廊下の下部に階段があるものとした。格子で表現する場所を廊下と部屋の 2 種類提示した。（図 6-①参照）

5 名の被験者は、両方の触知図ともに理解ができた。廊下に格子模様がある方が評価が高かった。

この確認で新たにわかったことは、廊下と階段の境目や廊下と部屋の入口の境目に指の動きを遮らないような描き方が必要なことであった。また、階段を見つけやすいように踊り場も格子模様にした方が良いという意見が多数あった。

次に、前回指摘のあった 2 か所（廊下と部屋や階段の境目の処理、階段の踊り場まで格子模様で表現）を改善し、かつ立ち入れない場所をドットで表現したものを 2 種類提示した。（図-6-②参照）

ドットが加わっても 5 名の評価は変わらず、廊下を格子で表現することで、廊下の存在が分かり部屋のローマ数字が読みやすいとのことだった。

4) 触知案内図作成

現地において携帯型触知案内図の有効性を確認するために、阿佐ヶ谷地域区民センターの 2 階部分の触知案内図を作成した。

2 階には誘導ブロックは敷設されておらず、4 か所（エレベーター、トイレ 3 か所）に警告ブロックが敷設されているため、この警告ブロックを表現する必要がある。直径 7 mm の円の中に全長 5 mm の手裏剣型の模様を加えた。この触知案内図が認識できるのかは、現地で確認することにした。（図-7 参照）

3-4 現地での確認

阿佐ヶ谷地域区民センター（令和 4 年 4 月に開館）でワークショップを行った。

現在、当センターは据え置き型の触知案内図を設置せず受付で希望者に塩ビ版の B4 サイズ携帯型触知案内図（点字表記）を貸し出すスタイルに変更している。

2 階にある第 3 集会室に集合し、6 名の被験者に対して 3 種類の触知案内図を提示し、目的となる場所にたどり着き、戻って来れるのかを確認した。

携帯型の触知案内図がどのような効果があるのか、また新たな気づきがあるのかが重要であると考え、複数回歩くことの学習効果は問題視しなかった。

1) ワークショップ前

事前に、8 名の被験者に WS 案内と共に携帯型触知案内図（図-7）を郵送した。それと同時にメールでワークショップの目的（参考-1）を伝えた。

2) ワークショップ

当日は、2名が体調不良で欠席し、被験者は6名（うち点字使用者3名）となった。

（1）概要

触知案内図の現状と今回のWSの進め方を説明し、参加者の触知案内図に対する意見を聞き取り、歩行実験を行った。その後に今回の触知案内図の感想を聞いた。

歩行実験は、据え置き型、携帯型（点字表記あり）、携帯型（点字表記なし）の3種の媒体を元に歩行を行った。一人ずつ異なる触知案内図を使って目的地まで往復を移動するものとした。

触知案内図を読み込む時間は最大で2分間。読み込んだ後に視差と口頭で男子トイレまでと戻ってくるまでの道順を聞き取る。その後、男子トイレに向かい、たどり着けば第3集会室に戻る。戻った後に聞き取りを行う。2回目は媒体と目的地の変更をし、同じような確認作業を行った。

（2）評価項目とその結果

- ・主観的な評価として① WS前と後の触知案内図に対する自由意見
- ・主観的な評価として② 歩行後のインタビュー
- ・客観的な評価として① 触知案内図の理解力の確認
- ・客観的な評価として② 歩行時間計測・歩行方向

3-5 結果

（1）触知案内図の理解に関して

被験者は、触知案内図上で、これから行くべき地点（2点）とその経路（2経路）を全て、正しくスタッフに視差し口頭で説明ができた。

（2）触知案内図を正しく読み込むことによって、現場との違いに戸惑う現象が多く見えた。単独歩行をする視覚障害者は、壁伝いに扉の数などを数えながら歩行する。よって、この壁の部分でデフォルメした触知案内図を読み込んで歩行をすると、現実空間では混乱を引き起こすことがわかった。このことから、視覚的に分かりやすくデフォルメした案内図を基に作成された触知案内図では、正しく視覚障害者を誘導することはほぼ不可能であることがわかった。また、扉の形状はできる限り正しく表現する必要もある。

第1～第3集会室の入り口はアルコーブ、給湯室などはオープン、立ち入れない箇所にも扉があるので、それらを触知で判別できるように正しく表現する必要がある。

（3）線ではなく面で経路を考えた被験者がいた。

歩行能力が非常に高い先天盲の参加者2名は、この触知図を読み込むことでこれまでの歩行行動を見直す発言をした。この二人に限らず多くの視覚障害者は、たどった道を戻する場合、その廊下の形状等の歩行空間を覚えようとする。しかし、触知案内図を正しく読み取ることで、来た道を戻す必要性がないことが分かった。今回の場合、トイレ・エレベーターから第3集会室に戻る場合、反時計回りだと、第1、第2集会室の扉の確認をしなければならないが時計回りで第3集会室に向かうと初めの角を左に曲がって一つ目の扉が第3集会室となり、探索が非常に楽である。

（4）晴眼者と共通の認識が持てない。

黒しか反応しないカプセルペーパーの特徴を利用して、赤字で表記することで晴眼者と視覚障害者は共通理解が進む。

（5）改良した触知案内図（図-8）の検証

視覚障害者の歩行行動を頭に入れていれば、晴眼者用にデフォルメした案内図を基に触知案内図を作成しても意味がないことがわかり、WSの意見を取り入れて改良したものを参加者のうち4名に提示した。現地の様子を記憶していたので触知案内図と記憶を照らし合わせて図の確認を行った。

・第1～3集会室の扉、ボランティア室、事務室、給湯室などの扉を全て記載したことは高い評価を得た。特にアルコーブは廊下を伝って歩く人には非常に特徴的であり、表現したことに喜ばれた。

- ・晴眼者にもわかるように、触読の邪魔にならないよう赤字で部屋の名前を記載したこと

に対しては、自分が迷って人に聞くときに困らないから良いとの評価を得た。

・警告ブロックに関しては、ミスプリと間違えられるとの意見があり、いくつか検討を行ったが、答えが出なかった。

玄関・受付がある1階には利用者が目的とする部屋は少なく、目的とする部屋は他階であることが多い。

よって、1階に触知案内図が設置されてもその効果は非常に薄いと考える。

利用者の行動は、目的の部屋に行くだけでなく、その部屋からトイレや自動販売機に行くだろうし、その部屋から玄関に向かう。この一連の行動を玄関付近に設置する触知案内図で対応できるとは思えない。また、“こころのバリアフリー”と周囲の協力を借りれば良いとの考えもあるが、このような基本的な移動は、他人の世話にならずに対応できたほうが良いと視覚障害者は考えている。

4. 今後の課題

晴眼者にとって、おおよその位置関係が分かれば良いことから色分けをして部屋の区分を明確にする構内案内図が有効である。一方で視覚障害者は、広い空間でおおよその場所が分かっても壁沿いに歩行するので、構内案内図を基に作成された触知案内図は歩行の助けにはならない。もちろん、その空間に何が存在するのかを把握することは可能であるが、それは点字触読者が凡例を読むことで認識可能である。触知案内図が、視覚障害者のための装置と言われ長い年月が経過しているが、164万人と想定される視覚障害者の中の果たして何%の人がその恩恵を受けているだろうか。

「携帯型触知図は一定の役割を果たす」という仮説を証明すべくこの取り組みを始め、少なくとも杉並区の公共施設においては、携帯型触知案内図が有効であることが分かった。

触知案内図を構成する要素をJISで検討を重ねるより、まずは触知案内図の役割を定義づける必要があると考える。

視覚障害者の情報提供・誘導に関しては、ICTを活用することも検討すべきである。ただし、晴眼者においても車載ナビやスマホのナビ機能を多用することで地図の読み取り能力を発揮する場面は確実に減少している。また、携帯電話ができたことによって多くの電話番号を覚えていた視覚障害者も記憶する必要性が少なくなり、その能力は確実に落ちている。

新たな技術を取り入れながらも一方では、人としての感覚を大事にするバランスよい開発を目指すべきだと考える。

私は、杉並区内において視覚障害者の支援者であり、日常的に研究を行う者ではないため、調査結果に対しては偏りがあることは否めない。研究者がこの活動に関心を寄せていただけることを願っています。

謝辞

本研究は、公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団の研究助成「2021年度 ECOMO 交通バリアフリー研究・活動助成」を受け実施したものであり、ここに謝意を表します。

参考資料：

JIS S 0052 : 2011

高齢者・障害者配慮設計指針—触覚情報—触知図形の基本設計

JIS S 0922 : 2007

高齢者・障害者配慮設計指針—触知案内図の情報内容及び形状並びにその表示方法

JIS T 0921 : 2017

アクセシブルデザイン—標識、設備及び機器への点字の適用方法

視覚障害者のホーム転落をなくすための啓発活動。

代表者 高山 久美子

(ホーム転落をなくす会)

共同メンバー 小澤 和夫

(吹田ホスピス市民塾 会長)

共同メンバー 原田 敦史

(堺市健康福祉プラザ視覚聴覚障害センター点字図書館 館長)

研究・活動報告書

①研究・活動題目

視覚障害者のホーム転落をなくすための啓発活動

②キーワード

「あなたのひと声が命を救います」

鉄道駅を利用する一般の人々に、的確な声かけを知っていただき、実際に声をかけていただくことで転落事故を減らす。

③研究・活動成果

助成金を活用して、イラストレーター・かたおか朋子さんにポスターのデザインを依頼。新しいデザインのチラシ、ポスター、ポストカードなど、約2万枚を印刷し普及させた。

配布先は、あちらに20枚、こちらに10枚といった小さい数のものも多いのですが、まとまった数のものと、

- ・兵庫県立西宮南高等学校 800枚
- ・埼玉県立浦和西高等学校 1200枚
- ・西武鉄道（全駅分+予備） 100枚
- ・日本ライトハウス 500枚

などがあります。

他は、善意のボランティアの方々にお送りして、その方から、少しずつ、ひろめていただいている感じです。

また、東京都眼科医会様・日本眼科医会様との協力により、当会のイラストを用いて、JRをのぞく、都内に乗り入れているすべての鉄道事業者に、当会のポスターをご掲示いただくことができました。印刷は眼科医会様ですが、ポスターのデータは、このたびの助成金によって、当会が新規に作成したものです。



西武線秋津駅



青稜中学校



国リハ



街の灯 2021 年 6 月号



荏原第5 地域センター1

東京都眼科医会様・日本眼科医会様



表参道駅



京王線府中駅



都営地下鉄小川町駅



京成市川真間駅

SfM を用いた高精度 3 次元復元に基づく 歩行空間のバリア表示と活用

研究代表者 谷口 皐貴

(関西大学大学院理工学研究科 2 年)

共同研究者 安室 喜弘

(関西大学環境都市工学部都市システム工学科 教授)

アブストラクト

高齢者、車椅子利用者等の交通弱者の安全かつ快適な移動をソフト面から支援することを目的として、高い地表解像度の路面画像からの3次元再構成で得られる精緻な路面データに基づいて、路面上のバリアを幾何的・画像的に抽出し、歩行者の通行特性に適応したバリア情報として多角的に可視化した。

画像フィルタを用いた検出では再現率、適合率ともに0.99以上の高い精度を実現し、画像認識による検出では0.9以上の高い再現率で、それぞれ網羅性があり十分な性能を示した。また、広域のバリア分布を表す2Dマップとバリア箇所が強調された3D路面モデルを伴うパノラマビューワで、実際の歩行空間と整合の取れた情報として可視化し、交通弱者の移動計画への有効性を示した。さらに、高い地表解像度を担保した計測と各路面特徴に適応したバリア検出の手法に基づき、今後の計測エリア、検出バリアの拡張性も確認した。

キーワード: 写真測量, SfM, 3次元再構成, DEM, 画像フィルタリング, 画像認識, GIS, パノラマ可視化

1. 研究背景と目的

日本社会は超高齢化に直面し、高齢者や下肢不自由者が増加の一途を辿る中、駅周辺や公共交通機関において高齢者、車椅子利用者等の交通弱者でも円滑に移動できる環境づくりを目指して、ユニバーサルデザイン整備がなされてきたが、整備率は約5割に留まっている[1]。近年では、各地方公共団体が発行するバリアフリーマップや、バリア情報を加味したナビゲーションシステム[2]等のソフト面の対策も推進されている。しかし、生活圏全般においては、健常者には問題にならなくても、交通弱者には妨げとなるような路面の起伏や段差が依然として遍在する。また、マンホールやグレーチングのように、路上にあるインフラの一部が、足腰が弱い高齢者の転倒を招く可能性があり、格子の大きなグレーチングは車椅子利用者における通行リスクにもなる。既存のバリアフリーマップ等には、このような情報は無いことから、知らずに現地に赴いた歩行弱者が通行に困る可能性がある。一方で、これらの情報は歩行弱者のみならず、車椅子を押す介助者やベビーカーを押す者にとっても、安全かつ快適に通行できる経路選択には重要である。

路面性状や形状を計測する既存手法は、慣性センサによる振動計測[3]、レーザ測量[4]、UAV測量[5]等多岐にわたり、いずれも移動体を用いた効率的な計測を実現している。しかし、慣性センサによる計測では、車輪の通過動線上のデータに限定されるため、路面を網羅した計測には時間と労力の面で現実的ではない。レーザ測量、UAV測量は上空や車道からの計測となるため、歩道路面を覆う遮蔽物により解像度や欠損の点でデータが不十分となり得る。交通弱者にとっては、施設への出入り、歩道への乗り上げに際して縁石が物理的バリアとなるため、縁石の分布やその切れ目の位置は、安全かつ快適な路面を辿って最短で目的地に到達するための重要な情報となる。そのため、上空や車道視点から計測した場合に遮蔽されがちな歩道部の縁石の段差と分布を確実に捉えることが必要である。

そこで本研究では、現地及び周辺において通行の障害となり得る路面特徴や地物に注目し、

これらを検出及び可視化することで、交通弱者が安全かつ快適な移動を計画できるような情報リソースの提供を目的とした。

2. 手法

本研究では、適切な地表解像度 (GSD: Ground Sample Distance) を保持するように、独自に計測台車を開発し、空撮のような網羅性と近接での解像度を併せもった歩道路面の 3 次元データを取得し、色情報と 3 次元幾何情報から多角的な路面特徴を抽出し、マップとパノラマで可視化する。図 1 の処理手順に基づいて詳細を説明する。

取得した路面画像群から、Structure from Motion (SfM) に基づく 3 次元再構成を実施して、Ground Control Point (GCP: 地上基準点) の測地座標に則った 3D モデル、Digital Elevation Model (DEM)、オルソ画像の各種路面データを生成する。DEM は標高分布を輝度値とする距離画像データである。この DEM に対して基本的な画像フィルタリングを施して物理的な勾配と高度差を検出する。構築できる DEM の解像度はミリ単位と非常に細かいため、大きな起伏を取る際に路面の機微はノイズとなり得る。よって、抽出したい路面特徴に合わせてフィルタ設計を変え、種々の起伏や勾配を画一的に検出する。そして検出結果はオルソ画像とともに Geographic Information System (GIS) に統合してバリア分布として可視化する。一方で、起伏や勾配等の高度情報をもたない路面特徴については、2D のオルソ画像に対して深層学習による画像認識処理を施して画像的に検出する。以上により、物理的バリアをはじめ交通弱者の通行において快適性に影響するような路面性状を抽出できる。歩行路面を表現した 3D モデルは、画像フィルタリング及び 2D 物体検出の処理結果とともに 3D 仮想空間に投影し、ユーザが歩行路面を周辺の環境と併せて確認できるように、各所のパノラマ画像と統合して提示する。

3. 実験

歩行空間の撮影には、図 2 のように小型カメラと 360 度カメラを先端に組み込んだカメラクレ

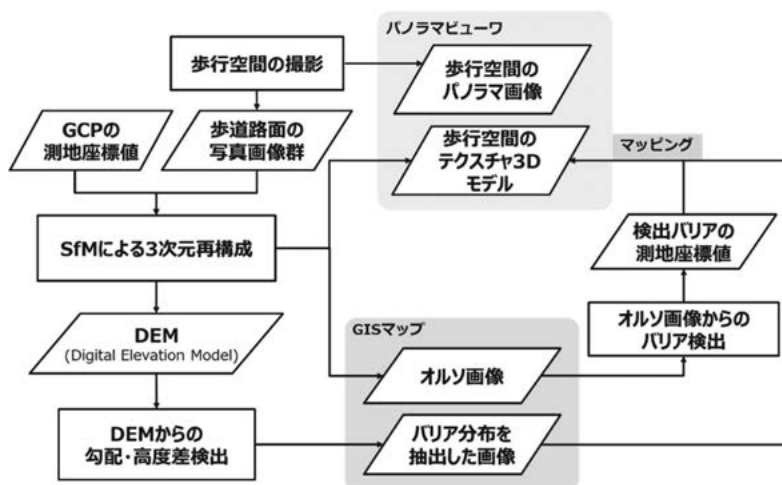


図 1 提案手法のフローチャート

ーンを搭載した計測台車を使用した。小型カメラを 2.3m の高さで保持して路面を撮影し、フレーム間のオーバーラップが 80% 以上になるように画像を切り出して、図 3 のような解像度 5184 × 3888px の路面画像を取得した。同時に、360 度カメラを用いて一定間隔で周囲のパノラマ画像を撮影した。路面画像群からの 3 次元再構成では、図 4(a) のように 3D 路面データが構築され、その路面データを基に高度を 32bit 浮動小数点数のグレースケールで表現した 1 画素が 3.0cm 四方に相当するスケールの DEM を生成した。

DEM は、平滑化フィルタによる処理を施してノイズを除去した後、3×3 Sobel フィルタを用いて、図 4 (b) のように車椅子利用者の自立移動が可能な程度の 1/25 以上の勾配から、地面から切り立った段差を検出の閾値としてフィルタリングを施した。また、5×5 画素近傍における地面との高度差を抽出するフィルタリングを適用して、図 4(c) のように歩車道境界の縁石や階段等の 3cm 以上の段差と、図 4(d) のようにポールや植生等の 10cm 以上の高度差を抽出した。これらのバリア情報は 3 次元再構成で得られるオルソ画像とともに、図 5 のような衛星写真 [6] をベースマップとした GIS に統合することで、図 5 のように一帯のバリア分布を一覧できる 2D マップを構築した。

一方、路面との物理的な高度差をもたないマンホールとグレーチングについては、マンホールとグレーチングを写した画像 (5,184×3,888px) 計 353 枚を用いて 2 クラス問題として構成し



図 2 カメラ類(左)と計測台車による計測の様子(右)

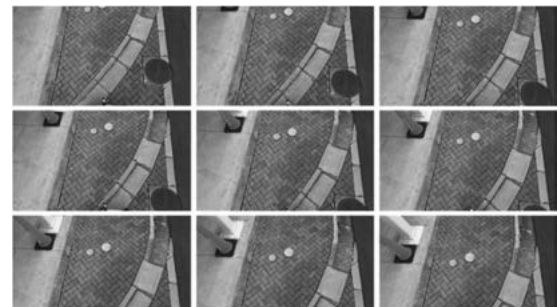
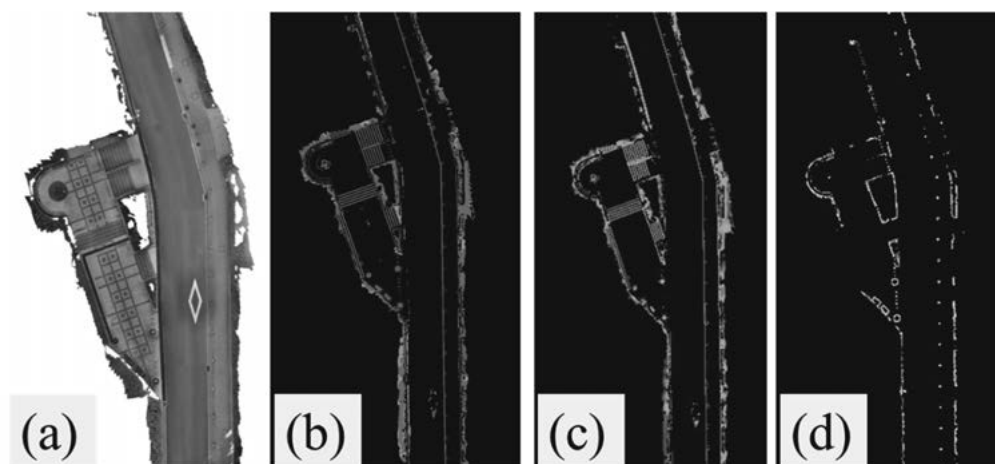


図 3 路面画像群の例



(a) 再構成された路面データ, (b) 勾配 1/25~1/15: 緑, 1/15 以上: 桃,
(c) 高度差 3cm 以上の段差, (d) 高度差 10cm 以上の地物

図 4 画像フィルタリングによるバリア抽出結果

た学習モデルを独自に作成し、図 6 のように、 $4,000 \times 4,000\text{px}$ のブロックに分割した解像度 1.5mm/px のオルソ画像に画像認識処理を適用して、路面一帯から網羅的に検出した。検出結果として、対象箇所を囲む矩形で出力され、矩形中心の測地座標と検出対象のクラス情報を取得した。

パノラマビューは、歩行空間を写したパノラマ画像を背景とした 3D 空間内に、バリア情報をテクスチャマッピングした 3D モデルと、画像認識結果の矩形座標とクラス情報に基づいてマンホールとグレーチングの位置を表すシンボルオブジェクトを配置して、図 7 のようなパノラマ撮影した各所からのビューを作成した。

今回の実験は、関西大学千里山キャンパスで計測したデータに基づいて実施した。路面撮影、各種処理で使用した環境を以下の通りである。路面撮影には GoPro 社製 HERO9 Black、パノラマ撮影には RICOH 社製 THETA Z1 を使用した。SfM による 3 次元再構成処理には Agisoft 社製 Metashape を使用した。Metashape では、画像群を入力として 3D モデル、DEM、オルソ画像の生成までを自動処理できる。DEM に対する画像処理には Microsoft Visual Studio 2019, OpenCV を使用した。2D マップ構築には、フリーの GIS ソフトウェアである QGIS を使用した。画像認識には YOLOv4 アルゴリズムを使用した[7]。学習環境は Windows10 CPU: Intel(R) Core(TM) i9-9900K, GPU: NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti である。3D モデル、各種



図 5 QGIS で構築した 2D バリアマップ



図 6 マンホールとグレーチング検出の様子



図 7 バリア情報を統合した 3D パノラマビューワ

バリエイタ、パノラマ画像を統合した 3D 仮想空間は、WebGL, Three.js を用いて環境を構築した。

4. 考察

今回計測台車で実走した、幅が 10m、延長が 180m の歩行空間の計測に要した時間は約 12 分であった。同じ箇所について、カメラを先端に取り付けた一脚を手で保持して歩行しながら実施した撮影では、歩行動作によるカメラの上下動を低減するため速度を落とした歩行となり、約 20 分を要した。また、一脚による撮影では約 8.5cm のカメラの上下動が生じていた一方で、計測台車では 1.0cm 以内に抑えられ、GSD は 0.2mm/px 程度でほぼ一定の精度の路面画像を収集できている。よって、計測台車を用いる路面計測の効率化とデータの均質化を実現できたといえる。

路面画像群からの 3 次元再構成では、再構成の精度を示す再投影誤差 (Root Mean Square Error) が 0.6px 程度であり、実際の路面の 3 次元形状と整合の取れた再構成が実現できていると考えられる。この 3 次元再構成により、DEM、オルソ画像はそれぞれ 1.5mm/px の高解像度で、ミリ単位の細かな起伏を捉えた路面データとして構築できている。

DEM からの勾配、段差の検出処理では、基本的な画像フィルタでも画一的にバリア検出が可能である。表 1 は Sobel フィルタリングによって抽出された地物のうち、歩車道境界の縁石部分の検出評価を示している。再現率と適合率はいずれも 0.99 以上であることから、画像フィルタリングの有用性が判断できる。一方で誤検出や検出漏れがあった箇所は、モデル端部の画像間のラップ率が低い箇所であったため、3 次元再構成時にあらかじめラップ率の低い画像を除いておくことでさらなる精度向上が見込める。

深層学習によるマンホールとグレーチングの検出評価を表 2 に示す。ここでは、矩形の信頼度が 0.25 以上のものを検出物体としてカウントしている。2 クラスの学習モデルでも F-measure

表 1 Sobel フィルタリングによる縁石の検出評価

総延長	正常検出 (TP)	誤検出 (FP)	検出漏れ (FN)	再現率	適合率
815.6 m	806.9 m	4.7 m	2.2 m	0.997	0.994

表 2 マンホールとグレーチングの検出評価

クラス	総数	TP	FP	FN	再現率	適合率	F-measure
マンホール	112	103	15	9	0.920	0.873	0.896
グレーチング	41	40	2	1	0.976	0.952	0.964

はマンホールとグレーチングともに 0.9 近くであり、検出器の感度を示す再現率はともに 0.9 以

上と高いことから、取り漏らしの少ない安全側の検出であると判断でき、実装の有用性は確認できた。今回の学習モデルは地域で異なるマンホールのレイアウト等のバリエーションを加えていないため、今後は地域性への対応も考慮して2クラス以上の学習モデル構築を検討する。

2D マップでは、衛星画像の上から路面のオルソ画像を投影することで、建物や植生に路面が隠蔽させることなく表示させ、その上にバリアレイヤを重畳させることで、バリアを回避した経路判断を容易にしている。また、各バリアレイヤの表示を切り替えることができ、利用者の通行特性に合わせた経路探索に有効である。

パノラマビューワに配置される各オブジェクトは、測地座標に基づいて正確な位置に投影されており、現実とのギャップが少ないビューワとして構築されている。このビューワは、パノラマ画像を方角として水平1次元のみを手動で合わせることで構築できるため、あらゆる視点でビューワを作成、再現性は高い。現実のデジタルコピーとしての3Dモデルにバリア情報を投影し、さらに、2D画像から検出した路面とフラットに位置するマンホールとグレーチングに対するアノテーションオブジェクトを周囲の景観と併せて辺り一帯を見渡せるビューワを構築することで、拡張現実として付加情報を提示した。また、2DマップとパノラマビューワはGISとWeb3Dに整合した環境で動作するため、既存のアプリケーションの拡張機能として実装できると考えられる。

本研究では、細かいGSDの路面画像群に基づいてミリ単位の路面データが構築できたことで、バリアサイズに適応したダウンサンプリングにより、DEMへの画像フィルタリングとオルソ画像への画像認識において高い検出精度でバリアを検出し、2Dと3Dで多角的に可視化した。今回は歩車道境界の縁石や段差等の大きなバリアを抽出したが、ミリ単位で表現される路面データからはより細かい路面の起伏を抽出できるため、新たな画像フィルタ設計にも取り組む。

5. まとめ

本研究では、歩行空間の写真撮影により面的に収集した多視点画像から再構成された3D情報をもとに、2D及び3Dのフィルタリング処理による画一的なバリア検出を実施して、多様な路面性状の抽出及び可視化する方法を検証した。以上は、自立移動や介助者を伴う移動等、交通弱者の通行能力に合わせてそれぞれが円滑に通行できる経路を事前に把握して移動計画に活用できるシステムとして、ソフト面からユニバーサルデザイン整備に貢献できると考える。

今後の課題としては、Google Map等の既存プラットフォームに則った形で開発し、経路案内を含む交通弱者向けのシステムの拡張が挙げられる。

6. 引用文献

- [1] 国土交通省：バリアフリー実態調査結果，
<https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/bf/design_activities/index.html> (入手:2022.01.17)
- [2] Arai, K., *et al.*, “On-demand barrier-free street view system using sensor information from general-purpose wheelchair users”, In 2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Vol.2, pp.348-353, 2017.

- [3] Zang, K., *et al.*, “Assessing and mapping of road surface roughness based on GPS and accelerometer sensors on bicycle mounted smartphones”, *Sensors*, Vol.18 No.3, p.914, 2018.
- [4] Vosselman, G. *et al.*, “Detection of curbstones in airborne laser scanning data”, *Proc. of ISPRS*, Vol.38, 3/W8, pp.1-2, 2009.
- [5] Zhang, C., “An UAV-based photogrammetric mapping system for road condition assessment” *int. Arch. Photogrammetry*, Vol.37 No. Part B5, pp.627-632, 2008.
- [6] 国土地理院: 地理院タイル全国最新写真(シームレス)
- [7] Bochkovskiy, A., *et al.*, “YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection”, *arXiv:2004.10934*, 2020.

MaaS および新モビリティサービス時代の交通システムの
災害発生後バリアフリー交通における活用可能性に関する研究

代表者 神田 佑亮

(呉工業高等専門学校環境都市工学分野 教授)

アブストラクト

本研究では、災害発生後のユニバーサルなモビリティサービス確保策に資するため、災害時で活用可能かつ、平常時でも活用可能な新たなモビリティサービスやシステムの適用可能性について、特に柔軟な交通サービスの1つであるAI オンデマンドバスシステムおよび電動キックボードに着目し、それらの設計および活用可能性を検証することを目的とする。具体的には、既存のAI オンデマンドシステムのユーザビリティ評価を行い、既存のアプリでは特に目的地選択において過度に時間を要していることが確認された。電動キックボードの適応性に対する試乗・悪路走破性実験では、高齢層でも乗りこなせることや、危険が予知される場所では減速して対応し、危険を十分に回避していることが確認された。それらを踏まえ、個々の交通サービスを単体で捉えず、ユースケース全体で対応すること、電動キックボードは危険性を過度に評価せず、特性にあったコミュニティ内の移動に活用することで様々な人のモビリティが改善され得ると結論づけた。

キーワード： 電動キックボード，MaaS，デマンド交通，非定常時交通

1. 背景と目的

近年、人々のモビリティに影響を及ぼす災害の発生が相次いでいる。2018年には中国地方を平成30年7月豪雨（西日本豪雨）が襲い、2019年には令和元年東日本台風（台風19号）が関東甲信越地方を、2020年には令和2年7月豪雨が熊本県を中心に九州地方を襲った。

これらの自然災害に共通する点として、都市間交通のみならず生活を支える鉄道やバスなどの都市内・地域内交通にも甚大な影響を与えた点である。平成30年7月豪雨では、申請者の拠点である広島・呉間の交通において、JR呉線、広島呉道路が約3ヶ月寸断された。2019年台風19号では中央本線が約2週間、そして、令和2年7月豪雨ではJR肥薩線・くま川鉄道が被災し、現時点でまだ復旧していない。

こうした鉄道やバス網の長期寸断は、高齢者やクルマを持たない方々の生活を直撃する。申請者の過年度の研究調査結果では、2018年の西日本豪雨時では、生活交通路線の復旧が遅れがちであったこと、代替交通手段の提供が困難であったが故に、外出が困難な環境下に高齢者等がおかれたこと、その結果、買い物や通院、薬の確保等が難しくなった等の影響が生じたことが確認された。加えて、被災者のための仮設住宅が交通不便地域に設営されたため、外出時の交通が確保されなかったという問題も確認された（岩本・神田(2019)）。さらに、自動車を保有していた被災者が、被災後に地域での移動を自動車で行なっていたため、深刻な交通渋滞の要因の一つとなったことが明らかにされている（力石ら(2020)）。同様の問題は、2020年の令和2年7月豪雨で被災した、熊本県人吉地域でも確認されており、特にこの災害では公共交通事業者のバス車両が被災したため、発災後の復旧フェーズでの公共交通サービスの提供が困難となった。

こうした経験を踏まえると、災害発生後の、特に高齢者等にとって生活不可欠なモビリティサービスを確保するためには、①車両等の供給が厳しい環境下において、柔軟な公共交通サービスを提供できる環境の構築、②自動車に依存しないモビリティの確保、が求められる。

ここで、近年のモビリティを取り巻く状況についてみると、前者については、ワゴン型車両などの汎用的な車両を用いた、AI を活用したデマンド交通の導入の試行が「過疎地 MaaS」の取り組みの一環として進められている。後者については、電動キックボードなどのマイクロモビリティの導入に向けた議論が進められている。

「過疎地 MaaS」に関しては、申請者は 2019 年度より広島県庄原市で AI オン・デマンド型交通と地域の公共交通網を乗り放題とする「ルーラル・サブスクリプション」の実証を継続して展開している。この実証の経験から災害発生後の地域モビリティ確保方策を俯瞰すると、車両、ドライバー（大型に限る必要はない）、管理用タブレット端末が整えば、モビリティサービスを柔軟に提供可能となる。いずれも汎用性の高い設備・機器であり、ハード面での導入課題は大きくない。しかしながら、予約のしやすさなどの視点では、現在市場で提供されているサービスは、わかりやすさ、設定などの点で課題が大きい。実際に広島県庄原地域では、大手情報系事業者が提供するデマンド管理システムを使用しているが（2019 年と 2020 年で異なる事業者のシステム）、実際の使い勝手には課題を感じている。災害発生後の状況を想定すると、高齢者等の利用者にとってもわかりやすく、また運営側にも導入しやすいシステムの開発が必要不可欠である。特に災害発生後は、より「わかりやすさ」が追求される。

他方、マイクロモビリティについては、特に最近は「電動キックボード」が、その手軽さから導入に向けた議論が活発化している。その手軽さから、おり、東京都内・藤沢市・柏市・尾道市・福岡市・今治市で実証実験が展開されており、今後の導入が期待される。しかしながら、上記のフィールドは都市部や観光地が中心であり、災害発生後の、また、高齢者にとってのモビリティとしての活用可能性については、議論がなされていない。

上記のような背景、観点から、今後の災害発生時に備えたモビリティ確保方策として、過疎地 MaaS のコンセプトの拡張による転用、また、マイクロモビリティの活用可能性が考えられるが、実用化に備えては、検証すべき課題がいくつかある。特に災害時も視野に入れた公共交通輸送やモビリティ～サービスのバリアフリーの観点では、以下に挙げる 2 点の課題への対応が必要となる。

課題①：災害発生後、高齢者等の生活の確保のために、非定常時の公共交通サービス提供に向け、AI オンデマンド交通のシステムが、特に利用者の目線からどのような点を考慮したものであるべきか？
--

課題②：電動キックボード等のマイクロモビリティが、災害発生後の地域内モビリティとして活用可能かどうか？ 特に、高齢者でも活用可能か？

課題①については、2019 年度からの過疎地 MaaS や、平成 30 年 7 月豪雨での災害時交通マネジメントでの知見を踏まえると、わかりやすい交通体系とともに、予約プロセスの簡素化が必要になってくるであろう。そのためには、普段から使いやすいサービスであることが望まれるとともに、そのサービスが平常時からある程度定着していることが望まれる。

課題②については、国内では電動キックボード等の新たなマイクロモビリティが、どのような属性に親和性が高いのか、あるいは、どのような層まで活用可能なのかを検証しておく必要がある。

以上のような背景から、本研究では、災害発生後のユニバーサルなモビリティサービス確保策に資するため、災害時で活用可能かつ、平常時でも活用可能な新たなモビリティサービスやシステムの適用可能性について、特に柔軟な交通サービスの 1 つである AI オンデマンドバスシステムおよび電動キックボードに着目し、それらの設計および活用可能性を検証することを目的とする。

2. 既存の AI オンデマンドシステムのユーザビリティ評価

2-1 調査の背景と目的

近年日本の多くの地域では過疎化と高齢化が進んでおり、自家用車以外の交通手段を必要とする高齢者、いわゆる交通弱者の増加が大きな課題となっている。過疎地域では、自家用車の代替手段として路線バスが生活に必須であるが、本数が少なく、乗車率は低迷している。公共交通が住民に一般化しておらず、利用者が少ないことから、交通事業者の赤字は拡大している。公的負担も増加し、環境はますます厳しくなっている。移動の不便さが増大すると、地方の更なる人口減少を招き、コミュニティが維持できなくなるだろう。こうした中、公共交通を中心に、デジタルを活用しつつ複数のモビリティを連携させ、ユーザーが自由にアクセスし選択できるサービスを提供する MaaS という概念が、過疎地域の課題解決に導くと期待されている。実際に、地域交通を維持するためのデマンド交通やコミュニティバスの導入は進んできているが、その多くは実験段階であり、高齢者の配慮した予約方法や既存公共交通との共存など導入に向けた課題は多い。例えば平井ら（2021）1)は、過疎地域の交通弱者問題の解決を目的に、EV 車を利用した AI オンデマンド型サービスの実証実験を行い、高齢者スマートフォンでの自動予約といった複雑なシステムへの対応が難しいことを明らかにしている。条件不利環境地域に適した MaaS モデルの構築・実装により、地域住民の外出意欲を高め、健康的な生活を促すには、これらの課題を解決する必要がある。

これらの課題意識から、デマンド交通の既存乗降予約アプリを評価し、高齢者への適応の観点からアプリ機能の改善点を提案する。

2-2 実験の対象と方法

本研究では、既存のオンデマンド交通予約・配車システムを対象とし、利用者利便性の評価を行った。対象とするアプリは、現在我が国で実際に利用されているサービスより、NTT ドコモ・富士通・順風路の3社サービスを対象とした。いずれのサービスも国内複数の地域で運用されている。

この3社のサービスを対象とし、6名のモニター（10代、20代、うち男性4名、女性2名）に、スマートフォンを用い、初期登録である「利用者登録」と、乗車の際の「予約登録」の画面操作を依頼した。なお、「予約登録」は、乗車場所、降車場所をリストから選ぶ方式と地図から選ぶ方式がいずれのサービスでも提供されており、両方式を評価の対象とした。モニターが用いたスマートフォンはiPhoneが5名、Androidが1名であった。ただし、iPhoneとAndroidでは操作性は変わらない。

分析の方法は、画面操作の様子を映像に収録し、その映像から必要な情報の入力を完了するための時間を計測した。

2-3 対象とするシステムの画面の遷移

2-3-1 NTT ドコモ製システム

(1) 利用者登録の流れ

はじめに、NTT ドコモの利用者登録の流れを説明する。NTT ドコモのシステムでは、初回利用前に、利用者の情報をインターネットにアクセスし、登録する必要がある。この画面で登録する情報は、「電話番号」、「氏名（カタカナのみ）」、「メールアドレス」、「ユーザ ID」、「パスワード」である。なお、「ユーザ ID」と「パスワード」は、利用者が任意で設定することが可能であり、例えば、メールアドレスや電話番号でも代用可能である。



図2-1 NTT ドコモシステムの利用者登録画面

(2) 予約登録の流れ

NTT ドコモの予約登録の流れは、まずアプリ（Web 画面）を起動し予約画面を開く。次に、乗降場所を選択するが、バス停リストから選択する方法と地図上から選択する方法がある。本実験では、これら 2 つの選択方法を分けて実証する。そして、「利用日時」、「人数」を設定し、「予約確認」画面が表示される。



図2-2 NTTドコモシステムの予約登録画面

2-3-2 富士通製システム

(1) 利用者登録の流れ

NTT ドコモ同様、初回利用前に、利用者の情報をインターネット上に登録する必要がある。この画面で登録する情報は、「利用者番号」、「パスワード」、「氏名」、「生年月日」、「性別」、「住所」、「電話番号」、「メールアドレス」、である。なお、「利用者番号」は、電話番号でも代替可能である。

The registration process is shown in three steps:

- Step 1:** Initial registration fields including:
 - * 印は必須入力項目です。
 - * 利用者番号 (Note: #ログインの際に必要になります。)
 - * パスワード (Note: #8文字以上、英数字混在で指定してください。)
 - * パスワード確認用
 - * 姓
 - * 名
 - * 姓 (ふりがな)
- Step 2:** Additional registration fields including:
 - * 姓 (ふりがな)
 - * 名 (ふりがな)
 - * 生年月日
 - * 性別 (Selected: 男性)
 - * 郵便番号 (例) 1234567
 - * 住所
 - * 電話番号 1 (例) 09012345678
 - 電話番号 2 (例) 0312345678
 - メールアドレス
 - 登録する
- Step 3:** Final registration fields including:
 - * 郵便番号 (例) 1234567
 - * 住所
 - * 電話番号 1 (例) 09012345678
 - 電話番号 2 (例) 0312345678
 - メールアドレス
 - 登録する
 - 【運行に関するお問い合わせ】
備北交通 (株)

図2-3 富士通システムの利用者登録画面

(2) 予約登録の流れ

富士通の予約登録の流れは、インターネットでログインし、「乗降場所」、「利用日時」、「人数」を入力する。なお、NTT ドコモと同様に、乗降場所の選択方法として、リスト選択および地図選択があげられる。



図2-4 富士通システムの予約登録画面

2-3-3 順風路製システム

(1) 利用者登録

順風路製システムでは、まず、「ログイン ID」を設定する必要がある。さらに、「パスワード」、「住所」、「電話番号」、「氏名」、「性別」、「生年月日」を入力すると登録が完了する。

Step 1: Login screen with fields for 利用者番号 (User Number) and パスワード (Password), and a ログイン (Login) button.

Step 2: Registration form with fields for 番地※ (Address), 建物名 (Building Name), 電話連絡先1※ (Phone Contact 1), 氏名※ (Name), ふりがな※ (Furigana), 性別※ (Gender), 生年月日※ (Date of Birth), 電話連絡先2 (Phone Contact 2), 電話連絡先3 (Phone Contact 3), and メール連絡先1 (Email Contact 1).

Step 3: Registration form with fields for ログインID※ (Login ID), パスワード※ (Password), 住所※ (Address), 郵便番号 (Postal Code), 都道府県※ (Prefecture), 区市※ (City/Town/Village), 町村※ (Municipality), and 番地※ (Address).

Step 4: Registration form with fields for 性別※ (Gender), 生年月日※ (Date of Birth), 電話連絡先2 (Phone Contact 2), 電話連絡先3 (Phone Contact 3), メール連絡先1 (Email Contact 1), メール連絡先2 (Email Contact 2), 属性 (Attributes), and a checkbox for 利用規約・個人情報の提供に同意する (I agree to the Terms of Use and provision of personal information).

図2-5 順風路システムの利用者登録画面

(2) 予約登録

順風路の予約登録の流れは、インターネットでログインし、「乗降場所」、「人数」、「乗車日時」を入力する。なお、「乗車時間」は「乗降場所」選択後に入力が可能である。



図2-6 順風路システムの予約登録画面

2-4 入力に要する時間と評価

2-4-1 利用者登録

(1) NTTドコモ製システム

NTT ドコモの入力項目別の入力所要時間を表 2-1 に示す。最も入力に時間を要したのは電話番号であり、平均 30 秒を要しているが、この時間には電話番号の入力後、確認のためのショートメールを受信する時間が含まれており、電話番号の入力に実質要した時間は長くない。

また、パスワードの設定にも時間を要している。この理由として、パスワードの入力のタイミングでパスワードを検討したためと考えられる。その他の項目については、入力には大きく時間を要していない。また、全体的に標準偏差も小さく、それぞれの項目で入力に要した時間は、個人の間で大きな差はない。

表2-1 入力時間（利用者登録：NTTドコモ）

	A	B	C	D	E	F	平均	標準偏差
規約確認	0:09	0:08	0:18	---	0:10	0:10	0:11	0:04
電話番号	0:30	0:30	0:23	0:31	0:38	0:28	0:30	0:05
氏名(カナ)	0:04	0:06	0:10	0:06	0:15	0:06	0:07	0:04
メールアドレス (ID)	0:10	0:08	0:08	0:10	0:15	0:22	0:12	0:05
パスワード	0:15	0:10	0:16	0:24	0:32	0:23	0:20	0:08
登録確認	0:26	0:06	0:06	0:08	0:02	0:10	0:09	0:08
合計時間	1:34	1:08	1:21	1:19	1:52	1:39	1:28	0:16

(2) 富士通製システム

富士通製アプリの入力項目別の入力所要時間を表 2-2 に示す。当アプリは、操作時の画面切り替えはなかった。最も入力に時間を要したのは住所とパスワードであり、いずれも平均 18 秒を要している。パスワードの設定に時間を要している理由は NTT ドコモ製システムと同様であり、パスワードそのものの決定に要する時間が個人により異なることが、標準偏差の大きさに現れているものと考えられる。同様に時間を要している住所は、入力する文字数の多さや漢字への変換により複雑となっているためと考えられる。その他の項目はあまり時間を要しておらず、この傾向は NTT ドコモ製システムと同様の傾向であった。

表2-2 入力時間（利用者登録：富士通）

	A	B	C	D	E	F	平均	標準偏差
利用者番号	0:12	0:07	0:10	0:15	0:23	0:11	0:13	0:06
パスワード	0:07	0:11	0:44	0:11	0:13	0:24	0:18	0:14
氏名	0:10	0:07	0:10	0:06	0:17	0:07	0:09	0:04
生年月日	0:18	0:10	0:09	0:10	0:20	0:08	0:12	0:05
性別	0:02	0:01	0:05	0:02	0:02	0:02	0:02	0:01
住所	0:12	0:09	0:20	0:13	0:37	0:17	0:18	0:10
電話番号	0:05	0:08	0:06	0:06	0:14	0:04	0:07	0:04
メールアドレス	0:21	0:03	0:09	0:15		0:27	0:15	0:10
完了	0:07	0:02	0:09	0:06	0:07	0:06	0:06	0:02
合計時間	1:34	0:58	2:02	1:24	1:34	1:46	1:33	0:21

(3) 順風路製システム

順風路製システムの入力項目別の入力所要時間を表 2-3 に示す。富士通同様、画面切り替えはない。また、「住所」の入力項目では、郵便番号からの住所検索機能があり、住所の手打ちを省くことができる。全体的に標準偏差が小さく、大きな個人差は見られない。

表2-3 入力時間（利用者登録：順風路）

	A	B	C	D	E	F	平均	標準偏差
ID 設定	0:27	0:17	0:12	0:15	0:16	0:25	0:18	0:06
パスワード	0:07	0:05	0:08	0:16	0:07	0:09	0:08	0:04
住所	0:36	0:18	0:15	0:17	0:17	0:14	0:19	0:08
電話番号	0:05	0:03	0:05	0:03	0:11	0:11	0:06	0:04
氏名	0:15	0:10	0:06	0:12	0:14	0:14	0:11	0:03
性別	0:02	0:02	0:02	0:02	0:03	0:02	0:02	0:00
生年月日	0:13	0:05	0:11	0:17	0:15	0:12	0:12	0:04
合計時間	1:45	1:00	0:59	1:45	1:28	1:31	1:24	0:17

2-4-2 予約登録（リスト予約）

(1) NTT ドコモ製システム

利用時の予約画面での必要項目の入力に要した時間を分析する。はじめに、乗車場所・降車場所をリストから選択する予約方式について、NTT ドコモ製システムの入力項目別の入力所要時間を表 2-4 に示す。最も入力に時間を要したのは乗降場所であり、平均 29 秒を要している。一方で標準偏差は小さい。この理由として、提示される乗降場所候補の数が多く、希望する場所を探すのに時間を要しているためと推察される。日時、人数選択の入力時間に関しては、入力事項は少なく、標準偏差は小さい。

表2-4 入力時間（リスト予約：NTT ドコモ）

	A	B	C	D	E	F	平均	標準偏差
乗降場所	0:49	0:24	0:32	0:27	0:15	0:31	0:29	0:11
日時	0:11	0:05	0:11	0:11	0:11	0:05	0:09	0:03
人数	0:04	0:02	0:02	0:02	0:12	0:02	0:04	0:04
予約確認	0:09	0:05	0:10	0:08	0:06	0:09	0:07	0:02
合計時間	1:13	0:36	0:55	0:48	0:34	0:47	0:48	0:14

(2) 富士通製システム

続いて、富士通製システムの入力項目別の入力所要時間を表 2-5 に示す。最も入力に時間を要したのは乗降場所であるが、NTT ドコモと比較すると、さほど入力に時間を要していないことが分かる。この理由として、乗降場所名が簡潔で分かりやすいことが挙げられる。その他の項目については、入力には大きく時間はかかっていない。また、全体的に標準偏差も小さく、それぞれの項目で入力に要した時間は、個人の間で大きな差はない。

これらの結果から、予約操作については、乗降場所が容易に入力できるようであれば、利用者にとってそれほど負担感はないものと推察される。

表2-5 入力時間（リスト予約：富士通）

	A	B	C	D	E	F	平均	標準偏差
乗降場所	0:26	0:10	0:14	0:10	0:15	0:10	0:14	0:06
日時	0:16	0:04	0:10	0:05	0:14	0:06	0:09	0:05
人数	0:03	0:02	0:03	0:02	0:01	0:03	0:02	0:04
合計時間	0:45	0:16	0:27	0:17	0:30	0:19	0:25	0:11

2-4-3 予約登録（地図予約）

(1) NTT ドコモ製システム

今回分析の対象とする 3 社の予約システムでは、いずれも地図による乗降場所の設定が可能であった。はじめに NTT ドコモ製アプリの入力項目別の入力所要時間（表 2-6）は、最も入力に時間を要したのは乗降場所であり、平均 42 秒を要し、標準偏差も大きい。リスト予約と比較して、約 20 秒も時間を要している。このような結果になった要因として考えられることとして、地図上から選択する際、現在の位置情報が表示されず、位置関係の理解に時間がかかることが挙げられる。その他の項目については、入力には大きく時間はかかっていない。

表2-6 入力時間（地図予約：NTT ドコモ）

	A	B	C	D	E	F	平均	標準偏差
乗降場所	0:33	1:33	0:44	0:23	0:46	0:15	0:42	0:28
日時	0:24	0:02	0:05	0:06	0:01	0:13	0:08	0:09
人数	0:07	0:03	0:06	0:02	0:07	0:02	0:04	0:02
予約確認	0:29	0:07	0:12	0:08	0:07	0:08	0:11	0:09
合計時間	1:33	1:45	1:07	0:39	1:00	0:38	1:07	0:28

(2) 富士通製システム

富士通製アプリの入力項目別の入力所要時間を表 2-7 に示す。最も入力に時間を要したのは NTT ドコモ製システムと同様、乗降場所であり、平均 36 秒を要している。同社製システムのリスト予約と比較しても、標準偏差が大きく、時間を要していることが分かる。この理由として、サービスで乗降場所を密に設定した場合、地図上に多くの選択候補が提示され、その中から最も希望する場所を抽出するのに時間を要しているためであると考えられる。その他の項目については、入力には大きく時間を要してはいない。

表 2-7 入力時間（リスト予約：富士通）

	A	B	C	D	E	F	平均	標準偏差
ログイン	0:09	1:21	0:20	0:10	0:17	0:19	0:26	0:27
乗降場所	0:42	0:16	0:38	0:32	1:08	0:22	0:36	0:18
日時	0:15	0:04	0:33	0:07	0:20	0:09	0:14	0:11
人数	0:03	0:02	0:03	0:02	0:03	0:07	0:03	0:02
合計時間	1:09	1:43	1:34	0:51	1:48	0:57	1:20	0:24

(3) 順風路製システム

順風路製アプリの入力項目別の入力所要時間を表 2-8 に示す。他 2 社ではリスト予約を選択できたが、順風路製システムは地図予約のみであった。また、予約操作方法をマニュアル化した、「アプリの使い方ガイド」があった。他 2 社と比べ、乗降場所を選択する地図画面に行きつくのが難しく、時間を要した。さらに、各項目の入力時間にばらつきが見られた。原因として、「アプリの使い方ガイド」を見ながら画面を操作したり、入力する項目の順番が異なったためと考えられる。

表 2-8 入力時間（地図予約：順風路）

	A	B	C	D	E	F	平均	標準偏差
ログイン	0:16	0:12	0:16	0:10	0:19	0:18	0:15	0:03
日時	0:07	0:05	0:03	0:08	0:54	0:14	0:15	0:19
発地選択	0:44	0:45	1:32	1:18	2:00	0:14	1:05	0:38
着地選択	0:16	0:25	0:33	0:44	0:45	1:45	0:44	0:28
人数選択	0:02	0:02	0:02	0:02	0:03	1:48	0:19	0:43
乗車時刻	0:07	0:04	0:09	0:06	0:17	0:31	0:12	0:10
予約確認	0:04	0:03	0:08	0:07	0:10	0:03	0:05	0:03
合計時間	1:36	1:36	2:43	2:35	4:28	4:53	2:58	1:24

2-5 3 社システムの比較評価

NTT ドコモ，富士通，順風路の 3 社システムを比較する．

2-5-1 利用者登録

利用者登録の平均入力時間を表 2-9 に示す．入力項目が最も少ないものは NTT ドコモ製システムであったが，利用者登録に要する時間は 3 社とも大きな差は見られなかった．また，3 社とも「パスワード」・「住所」入力の標準偏差が大きく，パスワードの長さや，個人の記憶能力により所要時間が左右されている．

表 2-9 平均入力時間(利用者登録:左から NTT ドコモ・富士通・順風路)

	平均	標準 偏差
規約確認	0:11	0:04
電話番号	0:30	0:05
氏名(カナ)	0:07	0:04
メールアドレス	0:12	0:05
パスワード	0:20	0:08
完了確認	0:09	0:08
合計時間	1:28	0:16

	平均	標準 偏差
利用者番号	0:13	0:06
パスワード	0:18	0:14
氏名	0:09	0:04
生年月日	0:12	0:05
性別	0:02	0:01
住所	0:18	0:10
電話番号	0:07	0:04
メールアドレス	0:15	0:10
完了確認	0:06	0:02
合計時間	1:33	0:21

	平均	標準 偏差
ID 設定	0:18	0:06
パスワード	0:08	0:04
住所	0:19	0:08
電話番号	0:06	0:04
氏名	0:11	0:03
性別	0:02	0:00
生年月日	0:12	0:04
合計時間	1:24	0:17

2-5-2 予約登録（リスト予約）

順風路製アプリの予約登録方法にリスト予約がないため、NTT ドコモと富士通の平均入力時間を表 2-10 に示す。乗降場所の入力時間は、富士通の方が短くなっている。これは、乗降場所のリスト数が富士通より少なかったためと考えられる。

表2-10 平均入力時間(予約登録:リスト予約, 左から NTT ドコモ・富士通)

	平均	標準偏差
乗降場所	0:29	0:11
日時	0:09	0:03
人数	0:04	0:04
予約確認	0:07	0:02
合計時間	0:48	0:14

	平均	標準偏差
乗降場所	0:14	0:06
日時	0:09	0:05
人数	0:02	0:04
予約確認	-	-
合計時間	0:25	0:11

2-5-3 予約登録（地図予約）

地図予約の 3 社システム比較を表 2-11 に示す。NTT ドコモは、すでにアプリ化されているため、ログインする必要がなく、また、NTT ドコモ・富士通間では所要時間に大きな違いは見られない。一方で、順風路は他 2 社の 2 倍程度の時間を要しており、これは、アプリ内に複雑な操作が含まれていたためと考えられる。

表2-11 平均入力時間(予約登録:地図予約, 左から NTT ドコモ・富士通・順風路)

	平均	標準偏差
ログイン	-	-
乗降場所	0:42	0:28
日時	0:10	0:09
人数	0:04	0:02
予約確認	0:11	0:09
合計時間	1:07	0:28

	平均	標準偏差
ログイン	0:26	0:27
乗降場所	0:36	0:18
日時	0:14	0:11
人数	0:03	0:02
予約確認	-	-
合計時間	1:20	0:24

	平均	標準偏差
ログイン	0:15	0:03
乗降場所	1:49	0:39
日時	0:15	0:19
人数	0:19	0:28
予約確認	0:05	0:03
合計時間	2:43	1:24

2-6 まとめ

本分析では、公共交通を取り巻くサービスやデジタルツールが高度化する中、利用者とのコミュニケーションで中心となるスマートフォンでの予約システムについて、その操作性を検証した。分析の結果、利用者登録時では住所やメールアドレスの入力に、予約時では乗降場所のリスト選択や地図からの選択に時間を要することが確認された。必ずしも所要時間を要していることが、利用者のストレスにつながっているとは言えないが、時間を要している項目については、入力・提示方法の単純化、さらには情報として得る必要があるか否かの検討も必要であろう。

なお、本分析の対象としたモニターは、10代～20代の若い世代であった。特に地方部では、デマンド交通の利用者は高齢者層も多く、今回の分析で協力を得たモニターよりもスマートフォン等のデバイスの操作に慣れておらず、入力にはさらに時間を要する可能性が高いことに注意が必要である。また、高齢者をモニターとした AI オンデマンド予約アプリの評価を行うことが今後の展望として挙げられる。

これらを踏まえ、デマンド予約アプリにおいて、シンプルな画面表示・予約操作が重要であると考えられる。具体的に、予約時の必要項目が一目で分かるような表示や、バス停リストのバス停名に周辺の建物名を入れるなどが挙げられる。また、入力項目を必要最低限に抑えることで、利用者の負担は軽減され、予約アプリの利用が促進されると推察される。

3. 高齢者の特性を考慮した AI オンデマンド予約システムの GUI の検討

3-1 本章の分析の概要

AI オンデマンド交通は、路線バスのサービスと比較して、乗降できる場所を柔軟かつ機動的に増やしたりすることが可能である。すなわち、公共交通利用時のアクセス・イグレス距離を短くすることが可能であり、サービス水準を高くすることができる。しかしながら、AI オンデマンド交通の普及状況を見ると、こうした特性が十分に発揮できているとは言い難い。AI オンデマンド交通の予約はスマートフォン等インターネットを通じて行われることが多いが、一方で高齢者にとって使いやすいシステムを提供することが必要不可欠である。

こうした問題意識から、本章では、AI オンデマンド予約システムの GUI について、高齢者の特性を考慮して行う。はじめに、2021 年度に中国地方の過疎地域で実施した AI オンデマンド交通実証実験を通じて得た、AI オンデマンド交通利用ログと、モニター利用者の公共交通 IC カード利用ログ、加えて、地域キャッシュレス決済ログデータを統合して分析し、高齢者の移動パターンを把握する。その上で、高齢者の移動パターンを考慮しつつ、望ましい AI オンデマンド交通の予約システムの画面 (GUI) 等を検討する。

3-2 AI デマンドデータ・消費データ・交通系 IC カードデータを用いた

本章で取り扱うデータは、中国地方の中山間地域でデマンド交通の導入による可能性を検証することを目的に得たものである(2021 年度後半に実施)。デマンドバスの運行は、市街地中心部と郊外の農村地域を接続する形で、主に平日に運行された。デマンドバスは事前予約制であり、予約にあたり、インターネットまたは電話で受け付けた。なお、利用にあたっては事前登録制とはしなかったが、円滑な予約処理のため、氏名、住所、連絡先等の事前の登録を推奨した。

表 3-1 に分析で用いたデータを示す。入手可能なデータは、①公共交通決済ログデータ（以下、公共交通決済ログ）、②デマンド交通予約・利用ログデータ（以下、デマンド利用ログ）、③域内店舗等でのキャッシュレス決済ログデータ（以下、消費ログ）の 3 種類である。

表 3-1 分析に用いるデータと特性

データ種別	①公共交通決済ログ	②デマンド交通予約・利用ログ	③域内店舗等でのキャッシュレス決済ログ
管理者	公共交通事業者の 連合組織	実証実験事務局(地 域内)	実証実験対象地域 内の商工団体
属性 データ	なし	・年齢 ・性別 ・住所(郵便番号)	・年齢 ・性別 ・住所(郵便番号)
交通 データ	・利用日時(分・秒) ・乗車・降車バス停 ・支払額・方法	・利用日時(分・秒) ・乗車・降車バス停 ・予約日時	・乗車ポイント付与の 際の日時・端末 ID
消費 データ	なし	なし	・来訪店舗・端末 ID ・決済日時(分・秒) ・決済金額

データのカバー状況は、①公共交通決済ログは、地域での公共交通利用の 8 割程度の支払いで使用されている。②デマンド利用ログは、全ての利用履歴が把握可能である。③消費ログは、域内の人口に対し約 9 割の住民が保有しており、店舗カバー率も高く、域内の消費額の約 5 割がこのカードを通じて決済されている。

ただし、いずれのデータベースも独立したものであり、データベースの管理者・保有者も異なる。そのため、上記 3 種類のログデータ相互で共通のユーザー ID は付与されておらず、データに共通するキー項目は存在しない。加えて、個人情報保護の観点から、個人名や住所の詳細、電話番号、年齢、生年月日などの情報は除外され、また、利用者固有の ID も変換して提供を受けた。

複数のデータに含まれる内容を最大限活用するには、これらの異なるデータベースを紐づける必要がある。しかしながら、上記の事情から、3 つのデータベースを対に紐づけるデータ項目が存在しない。そのため、①公共交通決済ログと②デマンド予約

ログでは、当該交通の乗車時または降車時の記録（時刻等）から両者のデータベースに記録された同一のイベントをマッチングした。また、③消費ログと交通系データベース（①，②）のマッチングは、デマンドバス乗車時にキャッシュレスカードへの乗車ポイント（10 円相当）を付与することで、デマンドバス交通利用の記録が、③消費ログに記録され、3 つのデータベースの連携を図った。

上記による紐付け分析の結果、②デマンド予約ログに記録のあった ID34 件のうち、①公共交通決済ログとマッチングできた ID が 11 件③消費ログとマッチングができた ID が 21 件、全てのデータベース間でマッチングできた ID が 10 件であった。なお、全ての利用者が公共交通 IC や地域キャッシュレス IC を保持しているわけではない。分析事例の一例として、消費ログデータに記録のあった日を外出した日と見なし、うち、その日の公共交通利用の有無別に集計し、決済のあった店舗の種類から移動目的を設定し集計したものである（図 3-1）。公共交通利用をする人であっても、公共交通の利用記録のない日に買い物や余暇（温浴施設）等の店舗・施設での決済が記録されている日があり、そうした小移動パターンのある人も多い。こうしたデータに表現される背景には、家族や知人等の送迎や相乗りにより日常生活移動が支えられていることが窺える。実際に事業実施地域の住民を対象に別途実施したアンケートでは、回答者(n=158)の約 3 割が、週に 2 回以上家族や知人のための移動や送迎を担っていると回答し、そのうち、約 4 割が「負担に感じる」という回答があった。

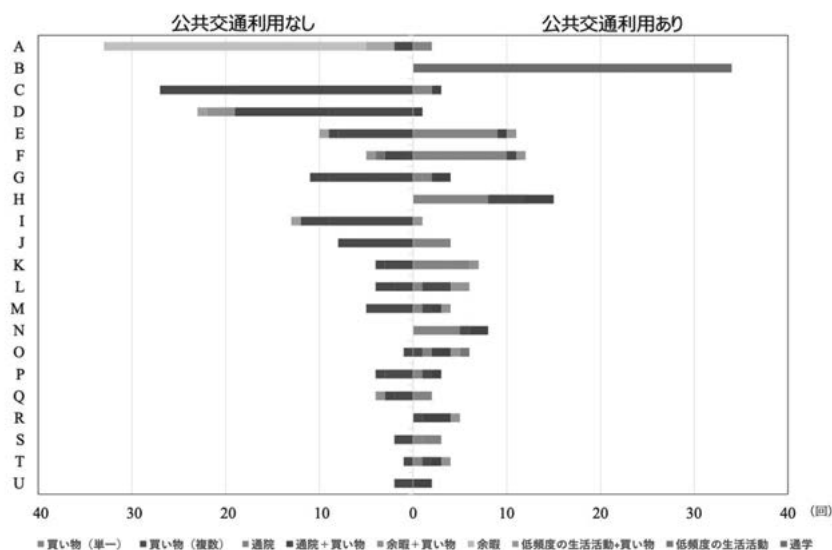


図3-1 公共交通およびその他の交通手段での外出回数(個人別)

表 3-2 はデマンドバス運行地域において、路線バスも併用されている地域での往復の利用状況を示したものである。この地域では 2021 年 11 月から 2022 年 1 月までの 3 ヶ月間、1 日あたり 3 往復のデマンドバスと、1 往復の路線バス便が運行された（早朝の中心部行きおよび終発の郊外行き）。デマンドバスの利用状況は予約ログから、路

線バスの利用ログは交通系 IC カード利用ログに記録されているが、これらの2つの異なるデータベースを、上記の要領で紐づけて分析を行った。

デマンドバス1（昼前）に郊外部から中心部方面に乗車し、デマンドバス2（昼前）で中心部から郊外に帰宅している人が最も多い。次いで、デマンドバス2（夕方）に乗車し、デマンドバス3（夕方）のデマンドバスで帰宅している人も多いことが読み取れる。3つのデータベースを統合して判断すると、前者は主に通院や買い物、後者は買物のために利用されているという傾向が読み取れる。そして、利用者の多くが、午前中に外出し戻る、または午後に外出し夕方までに戻るという、外出の滞在時間が短い傾向にあった。また、路線バス（朝・夜）の往復や朝の路線バスのみで、帰りの路線バス・デマンドバス利用の記録のない利用も多い。これは、この地域に住む学生が通学時に利用し、朝はバスで出かけるものの、帰りは保護者の送迎等により帰宅していることが窺える。

表3-2 デマンド便・路線バス便の往復での利用状況

		郊外部発				
		路線バス (朝)	デマンドバス1 (昼前)	デマンドバス2 (夕方)	デマンドバス3 (夜)	なし
中心部発	デマンドバス1 (朝)					
	デマンドバス2 (昼前)	9.5%	28.5%		3.6%	
	デマンドバス3 (夕方)		6.6%	12.4%		0.7%
	路線バス (夜)	10.9%		0.7%	2.9%	0.7%
	なし	19.0%	2.2%	0.7%	1.5%	

3-3 高齢者の特性を考慮した AI オンデマンド予約システムの GUI の検討

発着の時間帯や出発地・目的地の傾向を見ると、ほとんどの利用者が朝の時間帯に郊外の自宅を出発し、昼前に自宅に戻る移動パターンであった。訪問先は、買い物単体か、通院が主目的であり、ついでに買い物に行き、戻るというパターンであった。

上記のように移動のパターンがある程度限定されることから、一方で上記の実証実験ではほとんどが電話予約のみであったことから、①GUIの改善点として、あらかじめパターン化されることから、時間帯に応じてよく使う目的地をすぐにレコメンドできるようにするとともに、②利用者へのコミュニケーションとして、時間を要する初期登録の段階で対面で設定し、上記の行動パターンも登録する、などの対応が必要である。

なお、上記について災害時での活用を想定した場合、災害発生後の目的地が行政手

続きのために市役所等の行政機関や、病院や食料品や日用品の買い物施設、経済活動の復旧後は職場といった目的地が増加する。災害発生後はこうした施設を乗降スポットとして登録し、上記のように利用の抵抗のない状態を整える必要がある。

4. 電動キックボードの適応性に対する試乗・悪路走破性実験

4-1 本章の概要

電動キックボードは、徒歩よりも長距離を、自転車のように気軽に移動できる交通手段であり、加えて、走行中にはCO₂を排出しないといった利点を有することから、ラストワンマイルでの移動や、身近な近距離圏域での移動に、特に海外では活用されるようになってきている。

一方で、電動キックボードの国内での普及状況を見ると、大都市部を中心にシェア利用が進みつつあるが、広く普及しているとは言い難い状況である。その背景には、電動キックボードの安全性を懸念するイメージが依然強いことが挙げられ、普及に向けた大きな課題となっている。

電動キックボードは若者世代の乗り物というイメージがあるが、「気軽に乗れる」という特徴を踏まえると、若者世代のみならず、高齢世代の移動や活動の圏域を拡大したり、移動の回数を増加させるなどの効果も期待される。その上で、電動キックボードのどのようなところが危険であるか、また、その危険の感じ方の違いに、年代等の違いがあるかどうかを検証しておくことは重要である。

このような課題認識から、本研究では若者世代から高齢世代に電動キックボードを実際に乗車してもらうことを通じ、走行性や安全性、悪路走行性などの評価を得る

4-2 電動キックボードの走行性に関するアンケート評価

(1) 着眼点

前述のように、電動キックボードの安全性を十分に評価されているとは言い難い状況であり、また、その導入効果も懐疑的であるというのが現在の状況であるといえる。しかしながら、「安全ではない」というイメージが過度に先行した場合、新たなモビリティによる諸課題の解決の機会を奪ってしまうこととなり、適性は評価が必要となる。そのためには何が危険であるのか、また、実際に乗りにくいものであるのかを実証的に分析する必要がある。

「電動キックボード」の安全性の視点から、実際に電動キックボードに乗車した経験者に安全性・走行性に対する評価を尋ねる。

利用者の走行性・安全性に対する評価が高ければ、車や徒歩などの移動手段に変わるサービスとなり、また高齢者の免許返納後の移動手段として利用可能であると考えられる。また走行時間や危険を感じる箇所のデータより、電動キックボードが普及し

ていく際の改善につなげる。

このような視点から、電動キックボードの利用可能性について利用者の走行性・安全性に対する評価から考察すると共に電動キックボードの危険性について体験走行者アンケート調査により把握する。

(2) 走行性実証評価のためのアンケート調査の実施

「電動キックボード」利用の安全性・走行性を把握するため、国営備北丘陵公園（広島県・庄原市）で園内の周回路での走行を対象としたレンタルサービスの利用者を対象にアンケート調査を実施した。同公園には全長約 7km の自転車専用のサイクリングコース（周回路）があり、電動キックボードはこのサイクリングコースを走行可能である。また、このサイクリングコースはカーブやアップダウンがある。



図4-1 実証走行の対象とした周回路の様子

アンケート調査は、主に安全性や走行性に関する評価を把握することを目的に実施した。アンケートでの質問項目を表4-1に示す。

アンケート調査は走行終了後に聞き取り方式で実施し、229名の方から回答を得た。

表4-1 アンケートでの質問項目

質問項目	質問事項
属性	・ 年代 ・ 性別 ・ これまでのキックボードの乗車経験
利用形態	・ 乗ってみようと思った理由 ・ 走行時間 ・ 利用時間に対する評価
安全性・走行性に対する評価	・ 指導時間に対する評価 ・ 危険個所の有無 ・ 危険を感じた箇所 ・ 楽しさに対する評価 ・ 便利さに対する評価 ・ 歳をとっても乗れるか

4-3 走行性の実証評価アンケートの分析結果

(1) 回答者の属性

回答者の年代を見ると、最も多いのは40代であり、回答者の約3割を占めている。20代、30代などの比較的若い年代もそれぞれ2割程度を占めており、多くなっている。また、60代、70代の回答者もあった。

回答者の性別を見ると、男性の方が若干多かった。また、乗車した人の9割が初めての乗車、1割がこれまでに乗車経験があった。

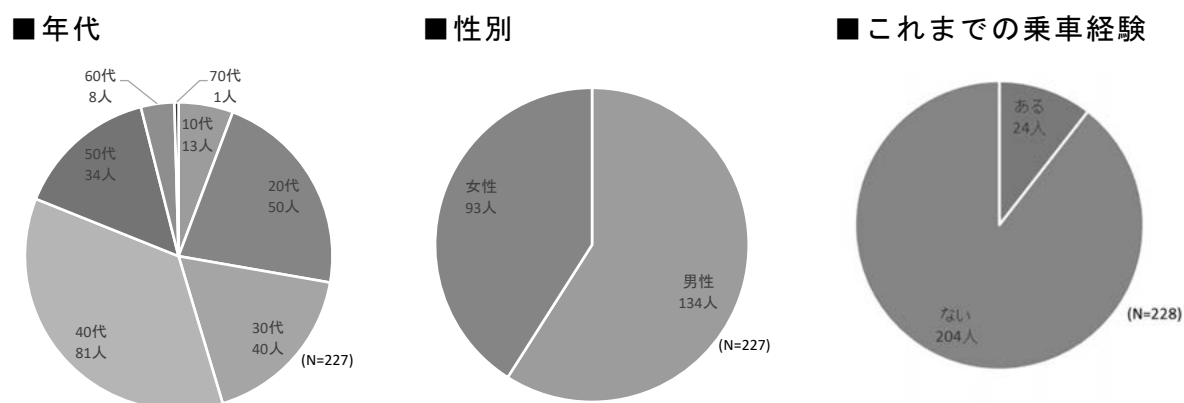


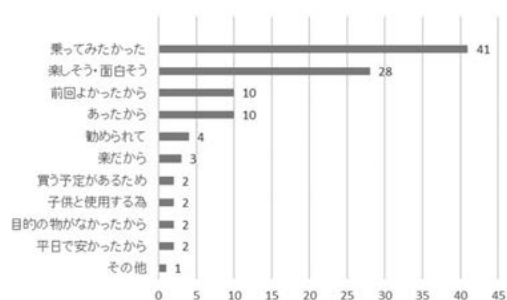
図4-2 回答者の属性

(2) 利用形態

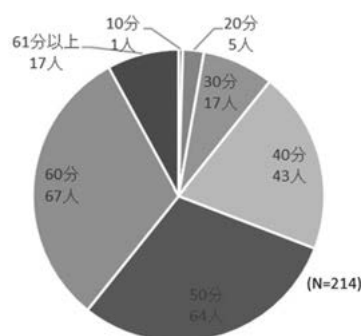
回答者の電動キックボードに乗ってみようと思った理由は、「乗ってみたい」、「楽しそう」など、交通手段としての電動キックボードそのものへの興味や関心を示す意見が半数以上を占めるなど突出しており、新しい交通手段としての電動キックボードを好意的に捉えている様子が窺える。

回答者の走行時間と利用した時間に対する評価を見ると、走行時間は60分以上走行した回答者が4割程を占めた。走行時間が30分以下の回答者は1割と少なくなっている。回答者の利用時間に対する評価を見ると、基本レンタル時間の60分の利用時間を適切であるとした回答者が7割程を占めた。この点から、一般の道路環境ではない点は注意する必要があるが、60分程度までであれば、乗車することは対応可能であることが窺える。

■ 乗ろうと思った理由



■ 利用時間



■ 利用時間に対する評価

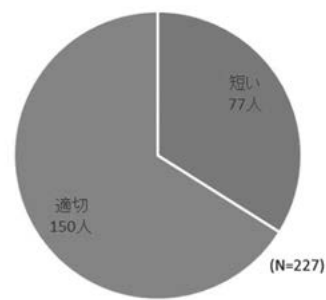


図4-3 回答者のモニター利用形態

(3) 安全性・走行性に対する評価

a) 乗車前指導に対する評価

全ての利用者は、電動キックボードの操作方法、停車時の方法、速度制限について5分程度の説明を受けるとともに、乗車前に敷地の広場で走る、曲がる、止まるなどの慣熟走行を通じた乗り方の指導(10分程度)を受けた上で乗車した。乗り方の指導時間について適正とする回答者が9割以上(回答229名中、224名が適正と回答)を占めており、上記のような指導で利用者は電動キックボードの乗車に概ね適応できている。

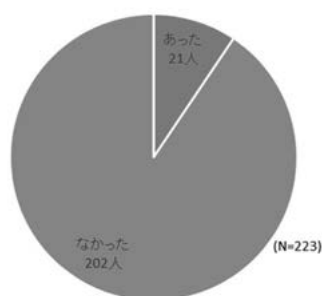
b) 危険を感じた箇所

回答者の危険箇所の有無や、危険を感じた箇所について下図に示す。

「危険な箇所はなかった」とした回答者が9割を占めた。自転車と混走し、アップダウンのある状況であったが、このような場合は電動キックボードの利用者は概ね対処できていることが伺える。

危険を感じた箇所について尋ねると、「段差」よりも「速度制御(20km/h以上出ないようなリミッター制御)」による急ブレーキと回答した者が7人と圧倒的に多かった。公園内の道路はアスファルト舗装がほとんどであったが、一部、インターロッキング施工された路面があり、この区間を通行するには振動を受けたため、「段差」を指摘する意見が少なくなかったものと考えられる。ただし、段差や障害物などは公道ではより多く存在するため、実際の利用シーンでは危険を感じる箇所も増加すると考えられる。

■ 危険な個所の有無



■ 危険を感じた箇所

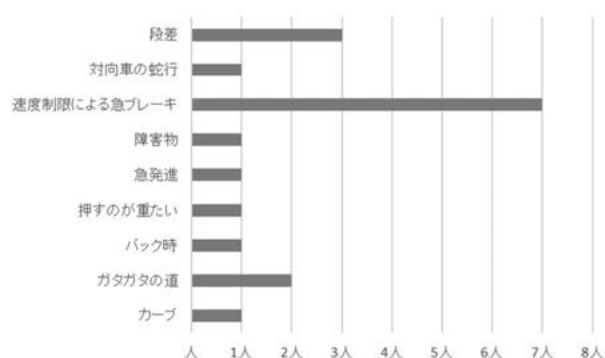


図4-4 危険を感じた状況

c) 歳をとっても乗れるかどうか

電動キックボードは若者向けのモビリティのイメージがあるが、気軽に乗れるという面では中高年齢層のモビリティにも大きく貢献する可能性を有している。このような認識から、利用者に「歳をとっても乗れるか」という質問を尋ねた（図4-5）に示す。全年代層でポジティブな感想を持った回答者が9割を占めた。特に50代以上の高年齢層では全員が「歳をとっても気軽に乗れる」とポジティブな評価をしており、高い年代層でも気軽な交通手段として活用できる可能性があることを、実際に乗車した人は評価している。

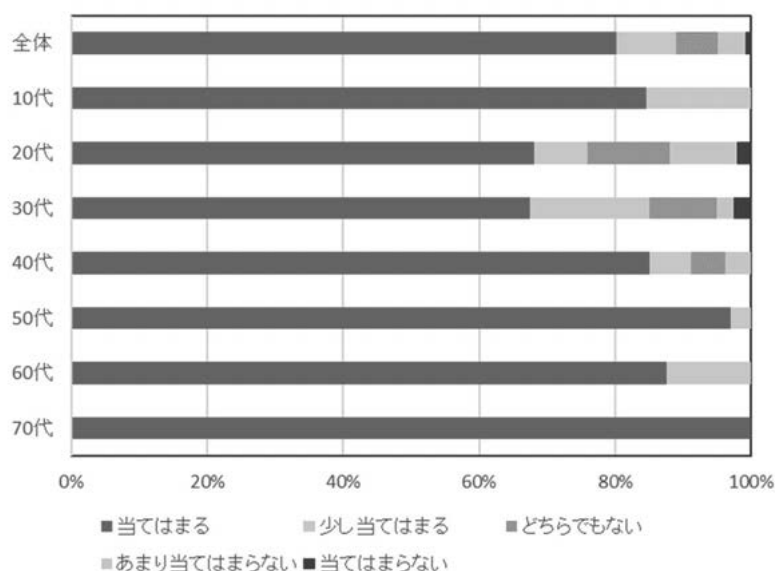


図4-5 歳をとっても乗れるかに対する評価（年代別クロス）

4-4 GPS 走行軌跡解析による悪路・危険箇所等の走行状況分析

電動キックボードに対して懸念されることの1つは悪路の走破性である。自転車と

同様に前後 2 つの車輪で走行するため、安定性が懸念される。

前項でモニター走行したコースには、急勾配やインターロッキング舗装による不陸箇所がある。こうした箇所の走行には、前項のアンケート調査ではあまり問題ないという回答状況であったが、電動キックボードから得た GPS による速度状況から、実際の走行速度を分析した。

図 4-6 では、左の図は定常走行速度の分布、右の図は徐行や停止等、5km/h 以下の速度で走行した場所の分布を示している。「定常走行速度」は、電動キックボードの速度リミッターが 20km/h であることから、15km/h～20km/h と設定した。定常走行速度は、走行ルート全般で一様に分布している。一方、徐行や停止を伴う「5km/h 以下の走行場所」では、幾つかの場所に集中している。集中している場所を見ると、走行ルートの交差点部や、沿道に休憩施設があり、歩行者が多く輻輳する場所、段差が多い場所である。こうした場所では、乗車した方が速度を落として慎重に走行している様子が窺い知れる。危険を感じた状況について尋ねた結果(図 4-6)と併せて考えると、不陸や交錯等の危険性はあまり指摘されておらず、これらの結果から、不陸や交錯が生じうる場所では、運転者は危険を予知し慎重に走行しており、結果として、実質的な危険を認知したという回答にはつながらなかったものと考えられる。

▼15km/h～20km/h の走行場所(定常走行) ▼5km/h 以下の走行場所



図4-6 走行位置別の走行速度

4-5 本節のまとめ

本節では、若年層から高齢層の幅広い範囲での走行性や安全性などの評価を得た上で、電動キックボード危険性や課題について検討を進めるためにアンケート調査を行い、また GPS データを解析した。

電動キックボードに対し、新しい交通手段として好意的に捉えていることが窺えた。また、15 分程度の指導で十分乗ることができ、操作も簡単でまた便利であるため気軽に利用することができると言える。また交通手段としてだけでなく、楽しむために利

用することもでき、また、60 分程度であれば乗車することは可能であることが窺えた。

電動キックボードの乗車の危険性について、実際に乗車した人による評価は、危険を感じた箇所が少なかったこと、比較的整備された道であれば多くの人が安心して電動キックボードを利用可能であることが分かった。加えて、若者世代だけでなく、高齢世代でも気軽に電動キックボードを利用できることが窺えた。

一方で、公道では障害物はより多く存在するため、危険を感じる箇所も増加すると考えられる。よって、今回の結果を踏まえ、公道での危険性を検討する必要がある。しかし、段差や振動の危険性や障害物による影響は電動キックボード固有の問題ではなく、同様の手軽さを有する自転車や、電動キックボードと同様にモーターの動力を有する電動アシスト付き自転車にも共通する問題でもあり、自転車にも交通事故のリスクが存在する。

したがって、電動キックボードの危険性だけを特別に問題視するのではなく、自転車と同様に動力を有する小型モビリティの走行環境を検討することや、利用者が電動キックボードに慣熟できる環境を整えること、ハード・ソフトの両面から今後の普及を検討する必要があると考えられる。その上で、電動キックボードが多くの人の外出機会の増加に繋がるような地域での利活用の方法を、電動キックボードという機器単体で考えるのではなく、使われ方や環境全体を捉えて検討していかなければならない。

5. 災害発生時等の条件不利環境下での MaaS・新モビリティの在り方

本研究では、災害発生後のユニバーサルなモビリティサービス確保策に資するため、災害時で活用可能かつ、平常時でも活用可能な新たなモビリティサービスやシステムの適用可能性について、特に柔軟な交通サービスの 1 つである AI オンデマンドバスシステムおよび電動キックボードに着目し、それらの設計および活用可能性を検証することを目的として研究分析を行なった。特に災害時も視野に入れた公共交通輸送やモビリティサービスのバリアフリーの観点から、災害発生後、高齢者等の生活の確保のために、非定常時の公共交通サービス提供に向け、AI オンデマンド交通のシステムが、特に利用者の目線からどのような点を考慮したものであるべきかという点、電動キックボード等のマイクロモビリティが、災害発生後の地域内モビリティとして活用可能かどうか、特に、高齢者でも活用可能かという 2 つの観点から分析した。

はじめに、AI オンデマンド交通のシステムは、仕組みそのものは乗降スポットの追加等の柔軟性を有するとともに、一般的な AI オンデマンド配車システムは、複数の利用者それぞれの乗車・降車場所の予約パターンに応じて、複雑なルート設定を行なう面で極めて効果的である。また、利用者自身が直接 Web 予約等で入力することで、予約作業の効率化も期待できる。

ところが実際は、特に高齢者は Web での予約の割合は少なく、多くが電話で予約をしてしまっているのが実態である。また、AI オンデマンドシステムの使用量が高額で

あるケースが多く、AI オンデマンド交通の持続的な運用にはつながっていない。

本研究の分析の結果が示すように、AI オンデマンド交通の Web アプリでの予約は容易であるとは言い難い。予約画面の GUI の難しさもあり、システムによっては目的地を探すのに非常に時間を要していた。こうした難しさに初めて利用する際に直面すれば、AI オンデマンド交通に対する利用抵抗は非常に大きくなる。

こうした現状を見ると、AI オンデマンド交通の予約システムの GUI の改善以上に、利用者の層がどのような方々で、どういった移動パターンがあり、その中で AI おデマンド交通がどのように使用されるかといったサービス全体を俯瞰して設計を行っていく必要がある。換言すると、AI オンデマンド交通予約・運用システムに過度に依存してはならない。

具体的な改善策として、まず1点目は利用者の移動の多くは、通院や買い物などの日常のパターン化された移動になる。こうした移動は、分析したデータが示すように、出発地や目的地がほぼ一定であり、訪問順序もほぼ決まっており、AI オンデマンド交通を利用する時間帯もほぼ一定となっている。こうした点から、例えばよく使う出発地・目的地をレコメンドしたり、加えて、利用時間帯を記憶・レコメンドするようにすれば、予約時の利便性は大きく向上する。さらに、初回までの利用の抵抗感が大きいことから、交通のシステムや予約方法を丁寧に説明する機会が必要となる。モビリティマネジメントを援用した丁寧なコミュニケーションにより、利用に向けた行動変容が図られる。

これらの視点から災害発生後の交通状況に拡張して検討すると、平常時と比較して、普段の地域交通の利用層以外が、自動車での移動を失ったために潜在的な公共交通移動需要として生じる点、日常的な通院・通学や買い物以外に、行政への手続きや復旧のための買い物などの新たな移動需要が生じる点が挙げられる。そして、過去の筆者らの研究から、平成30年7月豪雨の際には、こうした地域交通への対応は、都市間の幹線交通の復旧と比較して遅れがちであった。今後の災害発生時には、こうした生活に密着した地域交通の復旧が少しでも早くなるように、AI オンデマンド交通を活かした臨時の交通サービスの導入、円滑な利用のための利用方法説明のコミュニケーションが必要となり、こうした手順を BCP に定め、関係者で共有しておく必要もあるであろう。

次に、電動キックボードの活用について触れる。電動キックボードを社会は安全でない乗り物として認識されつつある。しかしながら、本研究の分析結果が示したように、若年層だけでなく、高齢層も乗りこなすことができること、また、走行上危険と認知される箇所は、徐行等の走行により安全に走行し、危険を回避していること、結果、自動車との混走ではないという環境下ではあるが、走行上、危険だと感じたケースは極めて限定的であったことが確認された。また、電動キックボードの乗車の難し

さは、自転車に乗れるようであれば、指導を受け 15 分程度の慣熟走行により乗られるようになる水準であった。

電動キックボードの公道走行についてはさまざまな議論があるが、自転車のような手軽さを有し、かつ、動力を備えるため、勾配にも強い特徴を踏まえると、移動の機会や圏域を広げるポテンシャルを有している。この際、全ての高齢者が乗りこなすことは勿論難しいものの、電動キックボードを活用できる高齢層にはモビリティ環境が改善する機会となる。加えて公道での自動車との輻輳が懸念されるが、逆に、コミュニティ道路内など自動車と輻輳しない環境下であれば、議論されているような危険事象はあまり発生しなくなる。

こうした点を踏まえると、駅やコミュニティセンターと自宅との往復などの使用には適しており、地域内での狭域の移動に活用することが考えられる。実際に平成 30 年 7 月豪雨の被災地では、上記のようなコミュニティ内の短いトリップが多く、こうした短トリップの移動ニーズには十分応えられるであろう。ただ、こうした移動・利用に対し、電動キックボードに対して危険であるという先入観を持つのではなく、試乗等の機会を設けて少しずつ慣れていく必要がある。こうした場を重ねることで、幅広い層へのモビリティ提供による移動機会の増加、また、災害時等条件不利状態でのモビリティの確保につながる。加えると、国内外で普及しつつある電動キックボードのシェアリングを災害時に応急的に導入することも考えられ、モビリティの選択肢を増やして移動を確保することは MaaS の思想に合致する。

地域公共交通サービスにおける健康に関する クロスセクター効果の算出

代表者 柳原 崇男

(近畿大学理工学部社会環境工学科 准教授)

共同研究者 伊勢 昇

(和歌山工業高等専門学校環境都市工学科 准教授)

アブストラクト

本研究では、コンパクトシティの形成に取り組む目的の一つとしての「歩く」ことを基本とした日常生活が送れる都市構造への転換を図るため、公共交通政策を歩行量増加による医療費抑制効果という視点から評価した。その方法は、1日の歩数を計測し、地域公共交通政策利用による医療費抑制効果を検討した。また、フレイル診断およびアンケート調査より、公共交通利用が健康に与える影響について検討した。その結果、公共交通を利用すると、他の外出手段と比べ、有意に歩行量が増加しており、その増加歩行量から、地域公共交通利用による医療費抑制効果を算出すると 5334 円/人/年となった。アンケート調査の乗り合いタクシー利用率から、行政が負担する医療費は約 130～160 万円程度抑制していることがわかった。さらに、加齢に伴い身体的健康や社会的健康は低下するものの、継続的な公共交通の利用がその傾向の緩和に寄与する可能性を見出すことができた。

キーワード： 交通行動、健康、フレイル、歩数、医療費抑制効果

1. はじめに

我が国の高齢化率は増加を続け、2040 年には高齢化率 35%を超え、特に認知症や要介護状態のリスクの高い 75 歳以上の人口は、20%を超えると予想されている。また、2019 年度の国民医療費は 44 兆 3,895 億円と前年に比べ 2.3%増加し¹⁾、年齢階級別に見ると、65 歳以上の高齢者の割合が 61.0%となっている。そのような中、厚生労働省では「健康日本 21」で、すべての国民がともに支え合い、健康で幸せに暮らせる社会を目標に置き、第一次では個人の生活習慣に着目し、第二次では社会環境の整備に関する必要性を述べている²⁾。

特にまちづくりや公共交通政策などの外出支援は、買い物困難の解消や運動、社会参加に寄与すると期待されている。コンパクトシティの形成に取り組む目的の一つに、都市機能や居住を計画的に誘導し、公共交通の利用環境を高め、自動車に依存することなく歩くことを基本とした日常生活が送れる都市構造への転換を目指すことが挙げられている。歩くことによって身体活動量を維持でき、それにより健康増進に効果があることが様々な研究により示されており、医療費の抑制にも資することが期待されている。

コンパクトなまちづくりには、コンパクト・プラス・ネットワークの推進が掲げられ、拠点エリアにおける公共交通ネットワークの形成、コミュニティバス等によるフィーダー輸送、デマンド型乗合タクシー等の導入などの公共交通の利便性向上が重要となっている。

近年、地域公共交通を取り巻く環境は、厳しい状態にあり、運賃収入では運行経費を賄うことが出来ないコミュニティバスやデマンド型乗合タクシーのフィーダー輸送などは、行政の公的負担で維持されているものがほとんどである。しかし、地方自治体による交通事業に関する財源確保も困難な状況にある中、交通事業を廃止しても、他の部門での支出が増加する可能性もあり、単に交通事業の廃止が、費用の削減になるとは

限らない。そこで、近年、地域公共交通サービスは「交通産業」ではなく「社会資本」として捉え、地域公共交通サービスの多面的な効果（クロスセクター効果）を定量的に把握することが求められている³⁾。このように公共交通の価値を様々な観点から評価することがなされ、その一つとして、交通政策と高齢者の健康問題についても検討されつつあるが、地域公共交通サービス利用がどの程度、健康維持に影響を与えているか実証的なデータにより検証されている例はほとんどされていない。

そこで、本研究では、コンパクトシティの形成に取り組む目的の一つとしての「歩く」ことを基本とした日常生活が送れる都市構造への転換を図るため、コンパクト・プラス・ネットワークという施策の中に位置づけられている公共交通政策を歩行量増加による医療費抑制効果という視点から、評価するものである。

その方法としては、健康増進効果に着目したコンパクトシティの施策を推進する際に活用できるよう、施策効果の指標の一つとなる日常生活における歩行量（歩数）の調査方法や分析の際の留意点についてまとめた「まちづくりにおける健康増進効果を把握するための歩行量（歩数）調査のガイドライン」（以下、歩数調査ガイドライン）⁴⁾を参考に、地域公共交通政策による地域住民の歩数量を計測し、それらの結果を用いて、医療費抑制効果を検討する。

2. 調査の概要

本研究では、歩行量調査、フレイル調査、アンケート調査の3つの調査を実施した。本研究のクロスセクター効果を算出する流れは、図-1のように、公共交通利用時の歩行量から、医療費抑制効果を算出し、アンケート結果から全体を推計する方法である。また、被験者の客観的な虚弱状態を把握し、継続的な研究により、公共交通利用と虚弱状態の関連性を分析する。

- ・歩行量調査：高齢者を対象に、約1ヶ月間、毎日、歩数を調査する。またそれに伴い、1日の行動の移動した場所、移動目的、交通手段について記述してもらう。被験者は、河内長野市楠ヶ丘地域住民20名であった。

- ・フレイル調査：その20名に対し、フレイル計測（バランス計測、内外転筋力測定、下肢伸展筋力測定、立ち姿勢計測）を行った。

- ・アンケート調査：地域公共交通サービスのクロスセクター効果を算出、および地域住民の交通行動等を把握するため、地域への全戸配布による調査を実施した。調査内容は、個人属性、外出状況、QOL、活動量（歩行量）などである。調査対象は、河内長野市楠ヶ丘地域の全世帯（世帯員2名（高校生以上））とし、回収方法は、訪問配布・楠ヶ丘自治会回収とした（配布世帯数：867世帯（1,734人）、回収世帯数：373世帯（617人）、回収率：43.0%）。

歩行量調査より、外出別歩行量、外出手段別歩行量を計測する。特に、公共交通利用

時と自動車利用時との歩行量を比較し、公共交通利用時の歩行量増加量を明らかにする。その歩行量増加から、歩行による医療費削減効果の原単位 0.065～0.072 円/歩/日（歩数調査ガイドライン）を用い、公共交通利用時の医療費削減効果を算出する。

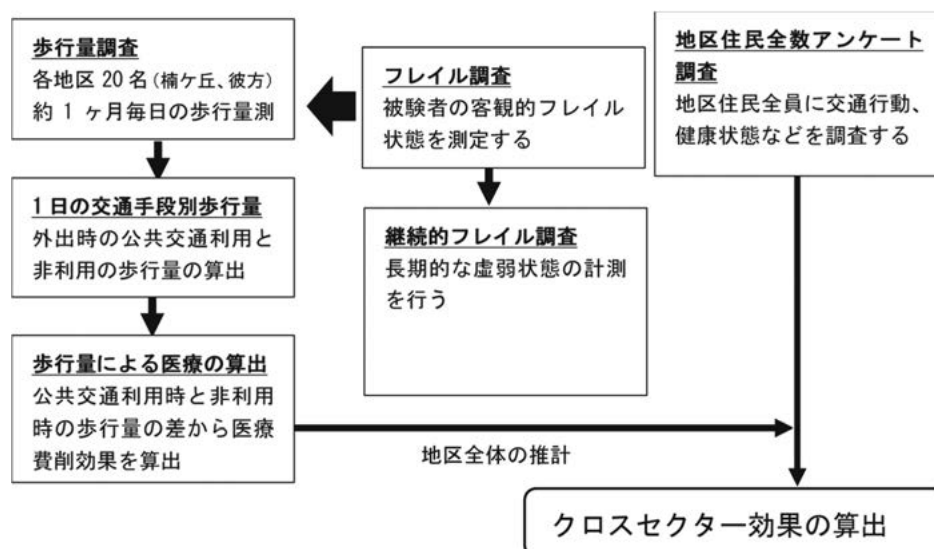


図-1 本研究のフロー

3. 調査地区の概要

本研究の被験者居住地域は、大阪府河内長野市楠ヶ丘地区である。楠ヶ丘地区は南海電気鉄道三日市町駅から 西北西に約 1km の丘陵地に位置する郊外型のニュータウンである。高度経済成長期の 1965 年前後から丘陵部に住宅地域が造成され、2019 年現在、997 世帯 2345 人が生活しており、65 歳以上の高齢者は 806 人、高齢化率は 34.4% である。楠ヶ丘地区内を運行する公共交通はタクシーを除き、公共交通不便地域であった同地区では、2013 年度から地域・民間タクシー事業者・河内長野市の 3 者協働の取り組みのもと、地域主体の乗り合いタクシー「くすまる」が運行している。「くすまる」は地域主体による様々な利用促進により、高い利用率を維持し、2018 年では、運行経費約 813 万円、運行収入約 611 万円、市負担額約 205 万円、収支率は約 75% と高く、交通政策の模範的事例として他自治体からも注目されている。地区内のバス停は 7 箇所、運行時間は 8 時半から 18 時半、30 分に 1 本の運行間隔である。買い物場所としては、地区内にスーパー等はなく、最も近いスーパーは楠ヶ丘地区から約 1.0～1.5km 離れたところにあり、周辺にはもう一つのスーパーと 2 つのコンビニエンスストア、南海電気鉄道三日市町駅がある。楠ヶ丘地区内と同駅は上記のくすまるで結ばれている。病院の場所は、地区内にはなく、楠ヶ丘地区居住者が行く病院は南海電気鉄道三日市町駅付近に 9 箇所あり、この地区の高齢者の主な通院箇所である。

三日市町駅周辺は、河内長野市立地適正化計画の中で、都市機能誘導区域に設定さ

れ、乗り合いタクシー「くすまる」は、楠ヶ丘地区と拠点をつ結ぶ交通であり、かつ鉄道へのフィーダー交通を担っている。本研究では、この乗り合いタクシー利用による歩行増加量から医療費抑制効果を算出し、地域公共交通政策を医療費抑制効果という視点から検討するものである。



※国土地理院発行の2万5千分の1地形図を一部変更したものである。

凡例 ー：バス路線 □・△：くすまるのバス停（△：降車のみ）

図-2 対象地区の概略図

4. 歩数調査による医療費抑制効果の算出

4.1 歩数調査の概要

「歩数調査のガイドライン」では、5つの歩行量の調査方法を提示している。その5つは、パーソントリップ調査、プローブパーソン調査、歩数計と行動日誌による調査、歩数計による調査、身体活動量として歩行時間を把握するアンケート調査である。それぞれの調査方法には、メリット・デメリットがあり、最適な調査方法は決められていない。本研究では、地域公共交通利用における歩行増加量を計測するため、実質的な歩数を計測し、かつ交通行動以外の歩数を除外する必要があることを考慮し、歩数計と行動日誌による調査をすることとした。この調査のデメリットとしては、毎日の行動日誌を被験者に記入してもらう必要があり、負担が大きく、モニター調査となり、サンプルに偏りが生じる。

調査としては、地域に居住している方を対象に、約4週間、毎日、外出時の歩行量を調査した。またそれに伴い、外出時の外出場所、外出目的、交通手段、外出時間について記述してもらった。毎日の通勤行動のない高齢者の外出は、天候などの影響を受けやすく、年間歩数を80%の信頼性で見積もるためには、男性で25日間、女性で8日間、90%の信頼性だと男性で105日間、女性で37日間連続でのデータ収集が必要だと言われているが⁵⁾、長期的に歩行量を測定することは被験者への負担が大きくなると

考え、被験者には約 4 週間程度の調査を依頼した。

日常的に散歩をする被験者に対しては、その後 1 週間は散歩時のみの記録を依頼し、散歩時の歩行量とその時間から散歩時の歩行速度を算出した。歩数計調査では 1 日のトータル歩数しかわからないため、1 日の行動の中で、散歩による影響が大きく、利用交通手段の違いによる歩行量の違いを明らかにするには、散歩時の歩行量を除く必要がある。今回の有効データ日数は、最小 25 日間、最大 33 日間であった。また、今回の実験被験者募集では男性 7 名、女性 13 名の計 20 名、そのうち 65 歳以上の高齢者は男性 4 名、女性 5 名の計 9 名となった。

調査概要を以下に示す。

期間：2021 年 11 月 1 日から 2020 年 12 月 3 日(12 月 1 日から 12 月 7 日は、散歩時を追加で記録)

- ・被験者：楠ヶ丘地区に居住している非高齢者の男性 3 名、女性 8 名(20 代 1 名、30 代 1 名、40 代 3 名、60～64 歳 6 名)、高齢者の男性 4 名、女性 5 名

- ・調査項目：

- ① 一日の活動記録(毎日)

被験者に毎日どのような行動をしたのか記述してもらった。また、12 月 1 日から 12 月 7 日間は、散歩時のみの記録も記述してもらった。

- ② 歩行量(毎日)

歩数計を渡し 1 週間に 1 度程度自宅に伺い、1 週間分のデータを回収した。機器は、ヤマサ歩数計(TH-300W)を使用した。また、被験者の 3 名は、各自のスマートフォンで歩行量を測定した。スマートフォンと規定の歩数計との整合性は 1 週間の検証を行い判定した。

- ③ SF-36

今回の被験者がどのような健康状態で、交通行動で差があるのかを把握するため、SF-36 で健康状態を測定した。SF-36 とは、世界で最も広く使われている自己報告式の健康状態調査票である。特定の疾患や症状などに特有な健康状態ではなく、包括的な健康概念を「身体機能」、「日常役割機能(身体)」、「体の痛み」、「全体的健康感」、「活力」、「社会生活機能」、「日常役割機能(精神)」、「心の健康」の 8 つの領域において測定するように組み立てられているもので、領域ごとに 100 点満点で評価するものである。本研究においては、8 つの領域を「身体的側面」、「精神的側面」、「役割/社会的側面」の 3 つのコンポーネント・スコアで評価した。

4.2 被験者属性と行動

被験者は楠ヶ丘地区に居住している男性 7 名、女性 13 名、計 20 名で、年齢は 20 代 1 名、30 代 1 名、40 代 3 名、60～64 歳 6 名、65～74 歳 5 名、75～80 歳 4 名、平均年

齢は 65.6 歳であり、高齢者は 9 名である。世帯構成は、被験者 K が単独世帯、被験者 F・I・J・L・M・N・P・T の 8 名が夫婦のみの世帯、被験者 A・B・C・G・H・O・Q・S・V の 9 名が二世帯世帯(子と同居)、被験者 U が二世帯世帯(親と同居)、被験者 E が三世帯世帯(子・孫と同居)である。運転免許の所有状況は被験者 E・F・J・K は所有しておらず、残りの 16 名は所有している。一日の平均歩行量は、一番少ない人が被験者 J で 489/日、一番多い人は被験者 Q で 8234/日であった。外出時における全員の 1 日平均歩行量の中央値は 4124/日、外出する日における自宅内歩行量の中央値は歩数調査のガイドラインから 1733/日であり、被験者の平均年齢が 65.6 歳、調査対象地である河内長野市の人口は 2021 年 12 月末時点、101,838 人であることを考慮すると、60 歳代における人口 5~15 万人の市における歩行量の中央値 5961/日⁴⁾と比較して、少し少ない結果となった。SF-36 における 3 コンポーネント・スコアの結果は、2017 年に行われた SF-36 バージョン 2(v2)スタンダード版(自己記入式)を使用した全国調査の結果から算出した国民標準値の平均値と比較した。つまり、プラスの値は、各年代の平均より高い健康状態を示し、マイナスは平均より低い健康状態を示している。身体的側面では被験者 I・T が特に低く、精神的側面では被験者 A・H・Q・U が特に低い結果となった。また役割/社会的側面においては、被験者 C・M が特に低い結果となった。今回の被験者は各年代における平均的な健康状態よりも少し悪い状態にあると考えられる。また、フレイル上がりテストでは、被験者 F・J がフレイル状態にあった。膝下伸展力では、左足・右足共に被験者 N が基準値より低く、被験者 S は右足のみ基準値よりも低く、被験者 B・T は左足のみ基準値よりも低い結果となった。内転筋力は、被験者 A・B・F・H・K・N・P が基準値よりもやや低く、外転筋力は、基準値と比べ被験者 E・F が低く、被験者 L がやや低い結果となった。

表-1 調査概要

		A	B	C	E	F	G
年齢		47歳	46歳	76歳	79歳	81歳	64歳
世帯構成		二世代世帯(子と同居)	二世代世帯(子と同居)	二世代世帯(子と同居)	三世代世帯(子・孫と同居)	夫婦のみ世帯	二世代世帯(子と同居)
運転免許		あり	あり	あり	なし	なし	あり
歩数計				TH-300W	TH-300W	TH-300W	TH-300W
平均歩行量 (歩/日)		6078	6733	627	3821	4422	2474
散歩時の歩行速度 (歩/分)				80.9	100.6	98.8	122.7
トリップ数 (回/日)		5.1	8.7	2.6	4.1	2.0	2.9
調査日数 (日)		30日	30日	30日	30日	30日	31日
外出日数 (日)		21日	30日	29日	30日	27日	31日
SF-36	身体的側面	-7.62	-1.62	9.67	0.59	-6.09	-4.81
	精神的側面	-19.39	8.86	-4.58	1.42	4.07	7.48
	役割/社会的側面	18.10	5.81	-19.56	-3.42	1.21	6.36

H	I	J	K	L	M	N
61歳	70歳	64歳	65歳	66歳	81歳	62歳
二世代世帯(子と同居)	夫婦のみ世帯	夫婦のみ世帯	単身世帯	夫婦のみ世帯	夫婦のみ世帯	夫婦のみ世帯
あり	あり	なし	なし	あり	あり	あり
TH-300W	TH-300W	TH-300W	TH-300W		TH-300W	TH-300W
8215	4067	489	5071	2387	4180	1813
	105.0	104.6		109.2		77.7
2.2	4.2	1.6	3.2	3.3	3.0	2.0
30日	32日	26日	30日	32日	21日	31日
25日	32日	22日	27日	32日	19日	27日
-8.65	-12.43	-1.14	-1.28	-4.34	-5.84	-2.82
-23.53	-1.00	5.37	11.50	3.90	-3.09	1.05
3.61	8.90	3.83	2.65	2.21	-12.18	7.53
O	P	Q	S	T	U	V
73歳	63歳	74歳	47歳	63歳	25歳	39歳
二世代世帯(子と同居)	夫婦のみ世帯	二世代世帯(子と同居)	二世代世帯(子と同居)	夫婦のみ世帯	二世代世帯(親と同居)	二世代世帯(子と同居)
あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり
TH-300W	TH-300W	TH-300W	TH-300W	TH-300W	TH-300W	TH-300W
4363	4976	8234	4002	3037	3841	5594
		90.0			116.9	
3.0	3.6	6.5	2.1	0.7	5.9	3.136363636
30日	33日	30日	33日	31日	30日	22日
29日	31日	30日	26日	10日	30日	11日
7.96	10.58	3.12	5.12	-12.88	8.77	4.29
7.39	13.40	-10.63	-8.80	-7.06	-14.20	8.86
2.05	-6.23	9.16	7.74	14.01	-2.47	1.86

※網掛けは、高齢被験者を示す。

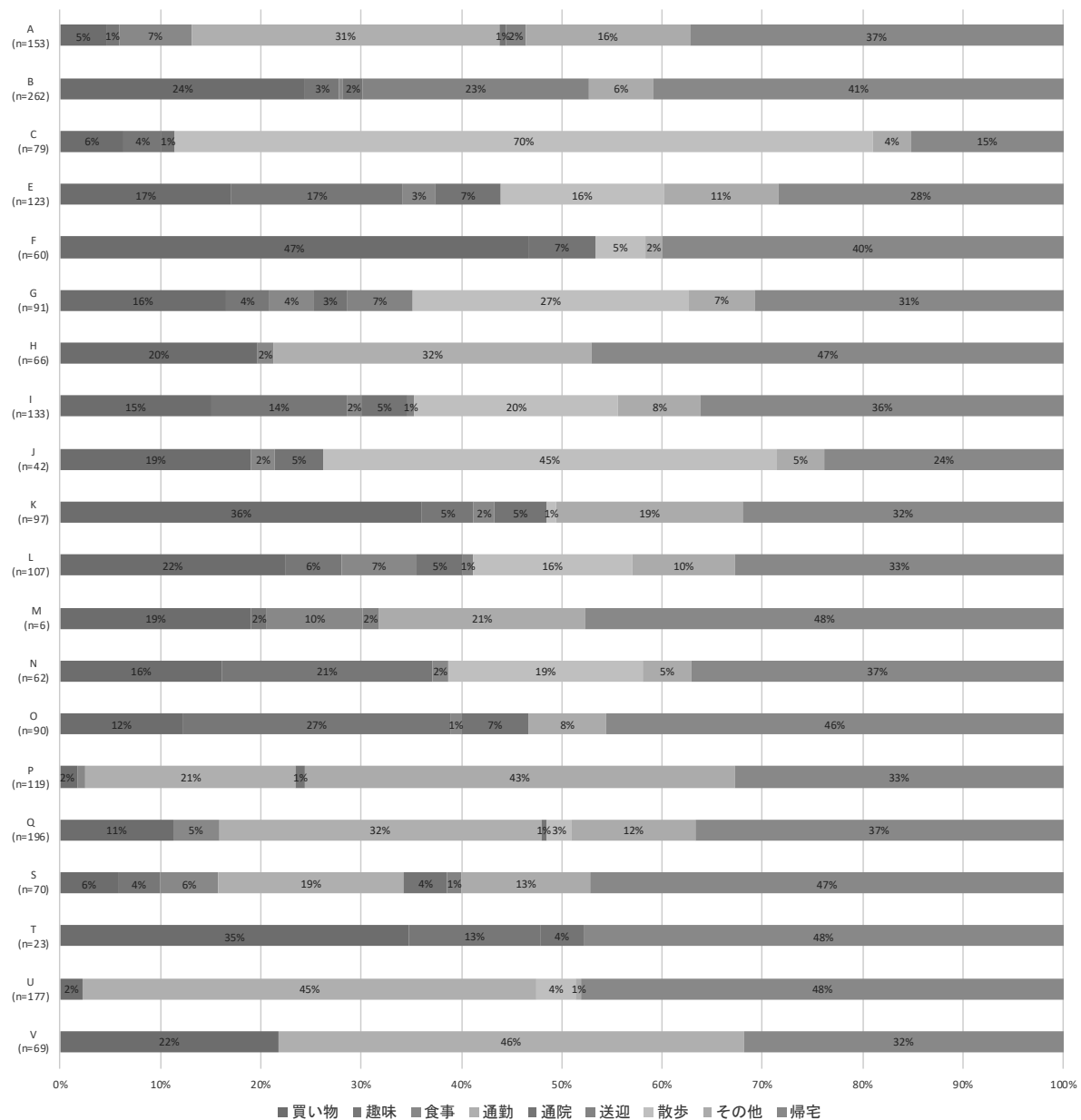


図-3 目的別トリップ/日の構成比



図-4 代表交通手段の構成比

表-2 交通手段別の平均歩行量（歩/日）

	公共交通+徒歩・自転車		自動車・バイク+徒歩・自転車		公共交通・自動車・バイク+徒歩・自転車		徒歩・自転車		徒歩のみ	
	平均歩数(歩)	日数(日)	平均歩数(歩)	日数(日)	平均歩数(歩)	日数(日)	平均歩数(歩)	日数(日)	平均歩数(歩)	日数(日)
A	0	0	4576	7	6375	15	0	0	0	0
B	0	0	6616	28	0	0	8366	2	0	0
C	0	0	1029	9	0	0	0	0	4453	2
E	4953	4	2065	2	5185	10	0	0	3882	10
F	8531	2	0	0	0	0	0	0	4651	22
G	0	0	3334	23	0	0	0	0	0	0
H	0	0	8215	25	0	0	0	0	0	0
I	5120	5	4061	22	7593	2	0	0	0	0
J	0	0	1291	8	0	0	0	0	212	2
K	10280	1	1905	4	0	0	5012	12	5886	10
L	8835	1	2387	24	0	0	0	0	3423	3
M	11689	1	3763	18	0	0	0	0	0	0
N	7400	1	2525	10	5300	2	0	0	5700	1
O	5918	3	4004	22	6980	1	0	0	4567	3
P	0	2	4757	25	8699	3	0	0	1354	1
Q	12759	3	2470	8	10499	18	0	0	0	0
S	1179	1	4045	18	6001	4	0	0	2021	3
T	0	0	3262	8	0	0	0	0	2136	2
U	0	0	477	1	5217	22	0	0	0	0
V	5089	9	8479	1	7249	1	0	0	0	0

表-3 散歩時の歩行速度（歩/分）

歩行速度計算に用いたデータ			散歩時の歩行速度(歩/分)
散歩行動者	総散歩歩行量(歩)	総散歩時間(分)	
C	116301	1437	80.9
E	127199	1264	100.6
F	35184	356	98.8
G	129717	1057	122.7
I	39367	375	105.0
J	70706	676	104.6
L	90057	825	109.2
N	82350	1060	77.7
Q	27904	310	90.0
U	129780	1110	116.9

図-3 は各被験者の目的別トリップ/日の構成比を示したものである。帰宅を除くと、通勤と買い物トリップが多いことがわかる。

図-4は各被験者における代表交通手段の構成比を示したものである。非免許保有者3名と20代、テレワーク中心の被験者以外の被験者は、自動車利用が多い結果となった。

表-2 は各被験者の外出時における散歩時の歩行量を排除した交通手段別歩行量の一日平均値を示したものである。公共交通は、鉄道・バスを指し、家族・知人による自動車送迎及びタクシー利用日は自動車・バイクに分類した。散歩時の歩行量は、調査期間内における散歩のみの外出日の歩行量及び別途調査での散歩時の歩行量、つまり散歩時の歩行量と散歩時間から、散歩時における歩行速度を計算し、散歩時の歩行量を算出した。最小データ数 5 回、最大データ数 25 回であり、調査期間内における散歩行動者は C・E・F・G・I・J・L・N・Q・U の 10 名であった。

表-3 は散歩行動者における散歩時の歩行速度の算出結果を示したものである。被験者 A・E・Q・U・V は公共交通利用日が多く見られ、そのうち被験者 V は、公共交通のみで外出する日数が多く見られた。被験者 A・Q・U・V は通勤での交通手段として公共交通を利用していたため、公共交通利用日が多く見られた。また、通勤での交通手段として自宅から三日市町駅間で、被験者 A・Q は、家族の自動車送迎で交通手段として自動車を利用し、被験者 U は、バイクを利用していた。被験者 T は、リモートワークであり会社へ出勤していないため、調査期間内での通勤行動が 1 日と少なくなっている。被験者 E・I は、目的地までの交通手段は徒歩で、外出先から自宅までの交通手段としてくすまるを利用する日が多く見られた。

表-4 に被験者の調査期間内における、くすまる利用回数とバス停までの歩行距離を示す。また、被験者 E・J・K は免許を返納しており、自動車・バイクの運転能力が無い。しかし、家族や知人による自動車送迎で交通手段として自動車を利用していた。免許を所持していない被験者 F は、交通手段は徒歩のみであった。被験者 B・G・H・I・L・M・N・O・P・S は自動車・バイク利用日が多く見られた。被験者 H・N・P・S は、通勤での交通手段として自動車を利用していたため、自動車・バイク利用日が多く見られた。被験者 B は、家族の送迎で交通手段として自動車を利用していたため、自動車・バイク利用日が多い結果になった。また、被験者 G・I は、楠ヶ丘地区内に居住している親族の介護で自動車を利用していた。

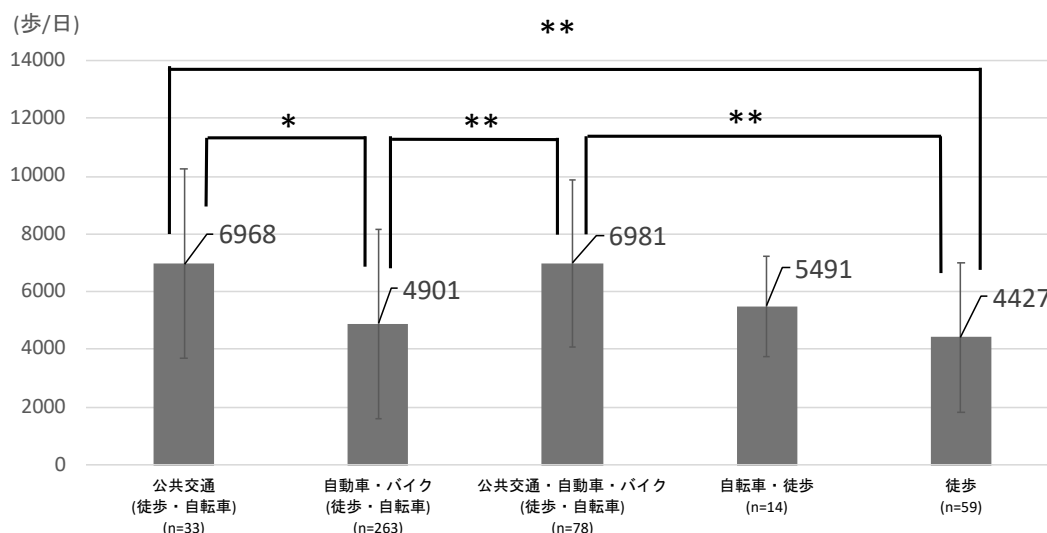
表-4 乗合タクシーの利用回数とバス停までの歩行距離

	公共交通利用回数	くすまる利用回数	自宅からバス停までの歩行距離(m)	年齢
A	32	0	240	40代
B	0	0	240	40代
C	0	0	40	70代
E	30	13	5	70代
F	4	0	120	80代
G	0	0	280	60代
H	0	0	240	60代
I	11	8	170	70代
J	0	0	15	60代
K	1	1	70	60代
L	2	0	200	60代
M	2	0	130	80代
N	6	0	60	60代
O	11	1	180	70代
P	11	0	250	60代
Q	42	0	170	70代
S	13	1	70	40代
T	0	0	60	60代
U	84	0	240	20代
V	20	0	75	30代

4.3 交通行動と歩行量の関係

図-5 は、外出時における散歩時の歩行量を除外した交通手段別の平均歩行量である。公共交通利用日、自動車・バイク利用日、公共交通及び自動車・バイク利用日、徒歩・自転車利用日、徒歩のみを利用した日に分類した。分析には、クラスカル・ウォリス検定を用い、下位検定にはスティーラー・ドゥワース検定を行った。図中の N 数は、被験者における調査期間中の交通行動のうち、各交通手段での交通行動が出現した日数を示している。また、家族・知人による自動車での送迎とタクシー利用も自動車利用に含めた。

公共交通利用日の平均歩行量は 6968 歩/日、自動車・バイク利用日は 4901 歩/日、公共交通及び自動車・バイク利用日は 6981 歩/日、自転車・徒歩を利用した日は 5491 歩/日、徒歩のみを利用した日は 4427 歩/日となった。公共交通利用日は自動車・バイク利用日と比べて、有意に歩数が増加しており、約 2000 歩増加していることがわかる。また、公共交通及び自動車・バイク利用日と自動車・バイク利用日を比較すると、有意に歩数が増加しており、約 2000 歩増加していることがわかる。



*:P<0.05、**:P<0.01

図-5 交通手段別の平均歩行量

4.4 乗り合いタクシー利用による医療費抑制効果の検討

前述の分析で公共交通利用日には、他の交通手段で外出した日よりも歩行量が増加していることが分かった。そこで、被験者が様々な公共交通機関を利用した中で、乗り合いタクシー利用が医療費抑制にどの程度影響を与えたかを検討する。それらの考え方と算出方法を図-6 に示す。

乗り合いタクシー利用による歩行増加量は直接測定できないため、公共交通利用日の平均歩行量と他の交通手段で外出した日の平均歩行量の差から算出した①。

例えば、被験者 E では、公共交通を利用した日の歩行量は、公共交通のみを利用して外出した日（4953 歩/日）と公共交通・自動車・バイクを利用して外出した日（5,185 歩/日）の平均歩行量であり、そこから、自動車・バイクを利用して外出した日（2065 歩/日）の平均歩行量を引く。つまり、その差 3054 歩/日（図の①-E）は公共交通を利用した時の歩行量と他の交通手段を利用した時の歩行量の差を表し、この値が公共交通を利用することで増える歩行量と考えられる。その結果から、一年間の公共交通を利用する頻度を乗じ、公共交通利用による一人当たりの 1 年間の医療費抑制効果を算出した（②）。算出結果（①-E）に、医療費抑制効果 0.065 円/歩/日と、公共交通利用日数を乗じることで、一年間の医療費抑制効果を算出した。被験者 E の例では、表-2 から調査期間内の公共交通利用日数（公共交通＋徒歩・自転車と公共交通・自動車・バイク＋徒歩・自転車）を表-1 における被験者の総調査日数を除した値に 365 日を乗じることで、1 年間の公共交通利用日数とし、その値に 3054 歩/日と 0.065 円/歩/日を乗じると、1 年間の公共交通利用を利用して出かけた日の歩数から算出される医療費抑制効果は 33,813 円（図の②-E）となる。

次に、乗り合いタクシー利用が含まれた場合のみの医療費抑制効果を算出するため、上記の算出結果（②-E）に、公共交通利用のうち乗り合いタクシーを利用した割合を乗じることで、乗り合いタクシー利用による医療費抑制効果を算出した（③）。被験者 D の例では、D は公共交通を利用し外出することで、年間 33,813 円の医療費を抑制していると考えられるが、それらすべての外出時に乗り合いタクシーを利用しているわけではない。そこで、本研究では被験者 E が公共交通を利用した回数（30 回：表-4）のうち、乗り合いタクシーを利用した回数（13 回：表-4）の割合を乗じ、14,652 円（③-E）算出した。

この金額が、公共交通を利用することにより抑制された医療費のうち、乗り合いタクシー利用が貢献している費用となる。

各被験者の医療費抑制効果を算出すると、表-5 のようになる。乗り合いタクシー利用のあった、被験者 I は公共交通利用により歩行量が 1765 歩増加し、一年間の公共交通利用による医療費抑制効果は 9162 円となった。そのうち、乗り合いタクシー利用による医療費抑制効果は 6664 円であった。

被験者 K は公共交通利用により歩行量が 6044 歩増加し、一年間の公共交通利用による医療費抑制効果は 5311 円となった。公共交通利用は乗り合いタクシー利用のみだったため、乗り合いタクシー利用による医療費抑制効果も 5311 円であった。

被験者 M は公共交通利用により歩行量が 7926 歩増加し、一年間の公共交通利用による医療費抑制効果は 8954 円となった。そのうち、乗り合いタクシー利用による医療費抑制効果は 4477 円であった。

被験者 O は公共交通利用により歩行量が 2179 歩増加し、一年間の公共交通利用によ

る医療費抑制効果は 6894 円となった。そのうち、乗り合いタクシー利用による医療費抑制効果は 627 円であった。

被験者 S は公共交通利用により歩行量が 991 歩増加し、一年間の公共交通利用による医療費抑制効果は 3564 円となった。そのうち、乗り合いタクシー利用による医療費抑制効果は 274 円であった。

乗り合いタクシー利用者は 6 名のみであったが、6 名の乗り合いタクシー利用による 1 年間の利用者 1 人当たりの医療費抑制効果の平均は、5334 円となった。利用者数が少ないため、信頼性には欠けるが、5 章のアンケート調査より、乗合タクシーの利用率は、34.9%（回答者 607 名）であった。サンプル数 607 に対する母比率 95% の信頼区間をとると、31.1%～38.8% となり、これらを今回のアンケート対象者（高校生以上）の全楠ヶ丘人口 2076 人（令和 2 年）に対し、利用者数を換算すると、645.8～806.3 人の利用者数となる。それに 1 年間の利用者 1 人当たりの医療費抑制効果の平均は、5334 円をかけると、医療費抑制効果は 3,444,612 円～4,300,969 円となる。これに、平成 30 年度財源別国民医療費割合の国庫負担割合 25.3%、地方負担割合 12.9% の合計 38.1% を適用すると、1,312,397 円～1,638,669 円が、乗り合いタクシーくすまるによる医療費削減のクロスセクター効果であると考えられる。つまり、乗り合いタクシーくすまるを廃止すると、この費用分が、行政の医療費負担増分になる。

表-5 各被験者の医療費抑制効果

被験者	公共交通利用日の 歩行増加量 (歩/日)	公共交通利用日の歩 行増加量から算出さ れる1年間の医療費 抑制効果 (円)	乗り合いタクシー利 用が含まれた場合の みの医療費抑制効果 (円)
A	1,799	21341	なし
B	なし	なし	なし
C	なし	なし	なし
E	3,054	33814	14653
F	なし	なし	なし
G	なし	なし	なし
H	なし	なし	なし
I	1,765	9162	6664
J	なし	なし	なし
K	6,044	5311	5311
L	6,448	4781	なし
M	7,926	8954	4477
N	3,475	7978	なし
O	2,179	6894	627
P	463	1663	なし
Q	8,352	138712	なし
S	991	3564	274
T	なし	なし	なし
U	4,740	82460	なし
V	-3,174	-34229	なし
平均	3,389	22,339	5,334

5. フレイルと交通行動の関係

5.1 フレイル調査の概要

高齢者のフレイルについては、日本国内における代表的な4つのコホート研究を統合した解析の結果では、地域高齢者における身体的フレイル、プレフレイル、健常の有症率はそれぞれ7.4%、48.1%、44.4%であり、加齢に伴って有症率は上昇し、75歳以降でその割合の上昇が著しくなる⁶⁾。高齢者のフレイルにおいての多くの既往研究では、フレイル高齢者に対する介入が多く、高齢者の交通行動とフレイルの関係性については明らかになっていないため、本研究では、フレイルと交通行動の関係について調査を行った。フレイルは、健常、プレフレイル、フレイルの三段階で評価し、診断の内容は、2ステップテスト、立ち上がりテスト、膝下進展力(両足)、外転筋力、内転筋力を計測した。

表-6 フレイル診断結果

	2ステップテスト結果		立ち上がりテスト結果		膝下伸展力				内転筋力		外転筋力	
	最大二歩幅(cm)	状態	結果	状態	右スコア(kg)	参考評価基準対比：右	左スコア(kg)	参考評価基準対比：左	スコア(kg)	参考評価基準対比	スコア(kg)	参考評価基準対比
A	260	健常	片足20cm	健常	38	基準超え	27.1	基準超え	23.3	やや低い	29.3	標準
B	209	プレフレイル	両足10cm	プレフレイル	16.9	基準範囲	9.3	基準未満	14.5	やや低い	18.1	標準
C	174	プレフレイル	両足10cm	プレフレイル	25	基準超え	22.3	基準超え	19.1	高い	18.4	高い
E	138	フレイル	両足10cm	プレフレイル	8.7	基準範囲	10.4	基準範囲	14	標準	8.5	低い
F	155	フレイル	両足30cm	フレイル	11.8	基準範囲	12.1	基準範囲	10.7	やや低い	6.9	低い
G	206	健常	両足10cm	プレフレイル	22.3	基準範囲	23.9	基準範囲	20	高い	19.1	標準
H	261	健常	片足40cm	健常	11.2	基準範囲	19.1	基準範囲	12.3	やや低い	16.5	標準
I	208	健常	片足40cm	健常	20.8	基準超え	26.8	基準超え	20.3	優れている	19.6	高い
J	182	プレフレイル	両足30cm	フレイル	32.3	基準超え	29.8	基準超え	18	高い	20.1	高い
K	235	健常	両足10cm	プレフレイル	31.7	基準超え	34.2	基準超え	17	やや低い	24.8	優れている
L	210	プレフレイル	両足10cm	プレフレイル	23	基準範囲	26.7	基準範囲	23.3	標準	22.9	やや低い
M	208	プレフレイル	両足20cm	プレフレイル	23.9	基準範囲	18.7	基準範囲	21.2	標準	23.4	標準
N	242	健常	両足10cm	プレフレイル	5.5	基準未満	7.7	基準未満	11.9	やや低い	16	標準
O	205	プレフレイル	両足10cm	プレフレイル	19.3	基準範囲	19.3	基準範囲	19.6	標準	27.3	高い
P	214	健常	両足20cm	プレフレイル	35.5	基準超え	32.9	基準超え	19.6	やや低い	38.2	優れている
R	未測定											
S	226	健常	片足10cm	健常	28.3	基準未満	18.1	基準範囲	21.2	高い	20.1	標準
T	227	プレフレイル	両足20cm	プレフレイル	28	基準範囲	20.5	基準未満	27.3	高い	27.1	標準
U	未測定											
V	未測定											

表-7 フレイル評価基準

膝下伸展力 参考評価基準		あなたの記録					
		右: . Kg			左: . Kg		
	29歳以下	30歳～39歳	40歳～49歳	50歳～59歳	60歳～69歳	70歳以上	
男性	34.1～54.9	31.5～48.7	29.1～44.3	22.6～41.6	21.6～34.2	13.5～26.6	
女性	21.8～39.6	18.2～38.6	16.2～26.2	12.4～28.0	10.3～28.7	6.4～19.0	

mobile project 新型徒手筋力計「モービー」による日本人筋力標準値の作成より

内転筋力 参考評価基準		あなたの記録					
		. Kg					
		低い	やや低い	標準	高い	優れてる	
男性	49歳以下	18.5以下	18.6～24.8	24.9～31.0	31.1～37.2	37.3以上	
	50歳～59歳	16.7以下	16.8～22.9	23.0～29.2	29.3～35.4	35.5以上	
	60歳～69歳	14.2以下	14.3～20.2	20.3～26.1	26.2～32.0	32.1以上	
	70歳以上	12.3以下	12.4～17.9	18.0～23.5	23.6～29.0	29.1以上	
女性	49歳以下	10.4以下	10.5～14.5	14.6～18.7	18.8～22.9	23.0以上	
	50歳～59歳	10.6以下	10.7～14.3	14.4～18.1	18.2～22.0	22.1以上	
	60歳～69歳	9.3以下	9.4～13.4	13.5～17.4	17.5～21.4	21.5以上	
	70歳以上	8.0以下	8.1～11.9	12.0～15.8	15.9～19.7	19.8以上	

天理大学体育学部

外転筋力 参考評価基準		あなたの記録					
		. Kg					
		低い	やや低い	標準	高い	優れてる	
男性	49歳以下	21.0以下	21.1～27.9	28.0～34.8	34.9～41.7	41.8以上	
	50歳～59歳	18.2以下	18.3～25.9	26.0～33.6	33.7～41.4	41.5以上	
	60歳～69歳	16.3以下	16.4～23.0	23.1～29.8	29.9～36.5	36.6以上	
	70歳以上	14.7以下	14.8～20.8	20.9～26.9	27.0～32.9	33.0以上	
女性	49歳以下	9.3以下	9.4～15.1	15.2～21.0	21.1～26.8	26.9以上	
	50歳～59歳	10.1以下	10.2～14.9	15.0～19.7	19.8～24.5	24.6以上	
	60歳～69歳	10.5以下	10.6～15.0	15.1～19.5	19.6～24.1	24.2以上	
	70歳以上	9.1以下	9.2～13.6	13.7～18.0	18.1～22.4	22.5以上	

天理大学体育学部



写真 膝下伸展力の計測（左）、外転筋力・内転筋力の計測（右）



写真 2 ステップテスト（左）、立ち上がりテスト（右）

5.2 交通行動とフレイルの関係

調査対象者の交通行動とフレイルの関係を明らかにするため、重回帰分析を行った。交通行動と健康関連 QOLSF-36、フレイル診断、交通手段別平均歩数、手段トリップ数を 2021 年の結果から 2020 年の結果を引いた値を分析に用いる。2021 年の結果から 2020 年の結果を引いた値を表-7、8、図-6、7 に示す。2020 年の結果は、値は、プラスの値は、2021 年の値の方が大きいことを示し、マイナスは 2020 年の値の方が大きいことを示している。また、2020 年と 2021 年の二年分のデータを得ることができた 15 名を対象とする。分析対象者のうち 65 歳以上の高齢者は、C・E・F・I・L・M・O である。ここで、手段トリップ数とは、外出時に用いた交通手段の回数を表している。

表-7、図-6 は交通手段別の歩行量を示している。ほとんどの被験者で、2021 年の方が歩数が減っていることがわかる。これらは、図-7 で示すようにコロナ禍の影響で、外出そのものが減少したと考えられる。

表-9、10、図-7、8 は健康関連 QOLSF-36 とフレイル診断の 2020 年と 2021 年の差を示したものである。SF-36 の身体的側面の点数がやや低下しているものの、主観的に感じる健康観や客観的なフレイル診断では、ほとんど変化はなかった。つまり、この 1 年間では、外出やそれに伴う歩数は減少しているが、この 1 年での健康の低下は見られないと考えられる。交通行動や歩数が健康に与える影響について、引き続き調査を行う必要がある。

表-7 2020 年と 2021 年の歩行量の変化

	交通手段別の平均歩数(歩/日)				年齢(歳)
	公共交通	自動車・バイク	公共交通・自動車・バイク	徒歩	
A	-6576	2403	-480	0	47
B	0	1512	-5698	7389	46
C	-5066	-5069	-6205	-3296	76
E	-7319	-4391	-3015	-2082	79
F	8531	0	0	-2172	81
G	0	681	-6219	-1581	64
I	-3284	-3485	-1098	0	70
J	0	-2653	-11101	-3728	64
L	-390	-1723	-8019	3423	68
M	11689	838	-5093	0	81
N	7400	-913	1718	-7074	62
O	5918	1603	2180	3031	73
P	-11627	-2750	275	1354	63
S	-4844	791	6001	1124	47
T	-7612	-1852	0	80	63
全数平均	-879	-1001	-2450	-235	66
高齢者のみ平均	1440	-1747	-3036	-157	75

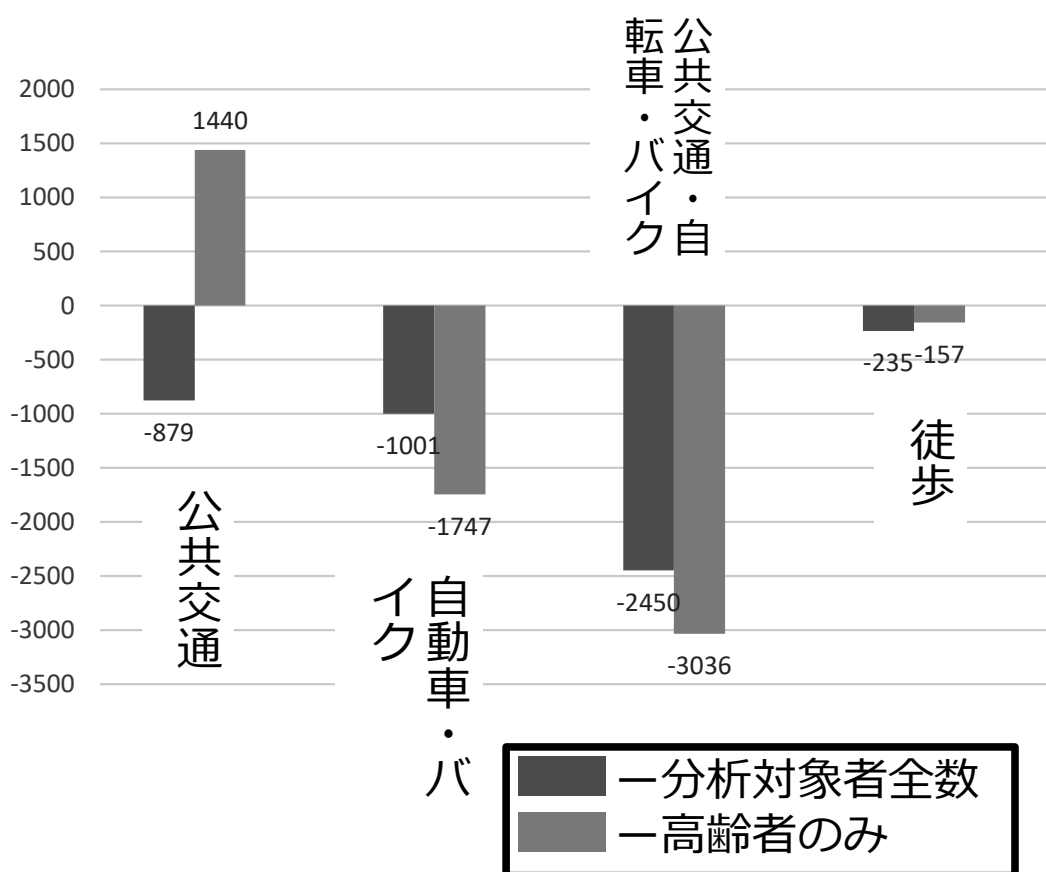


図-6 2020 年と 2021 年の交通手段別平均歩行量の変化

表-8 2020 年と 2021 年の手段トリップの変化

	手段トリップ数(回)						
	鉄道	バス	自動車	送迎	バイク	自転車	徒歩
A	-8	-1	-31	-7	0	-2	1
B	-4	0	-20	-1	0	28	-38
C	0	-4	-16	0	0	0	47
E	-8	-5	0	-4	0	0	-2
F	2	2	0	0	0	0	-23
G	-2	-1	-22	0	-10	0	6
I	3	4	-24	-2	0	0	15
J	-2	-2	19	-33	0	0	15
L	-26	0	22	-2	0	0	-20
M	0	-1	-3	-1	-18	0	-4
N	-2	0	-3	-8	0	0	15
O	3	6	5	3	0	0	11
P	3	-2	18	3	0	0	33
S	8	2	-5	0	0	0	6
T	-2	0	9	0	0	0	-10
全数平均	-2.3	-0.1	-3.4	-3.5	-1.9	1.7	3.5
高齢者のみ平均	-3.7	0.3	-2.3	-0.9	-2.6	0.0	3.4

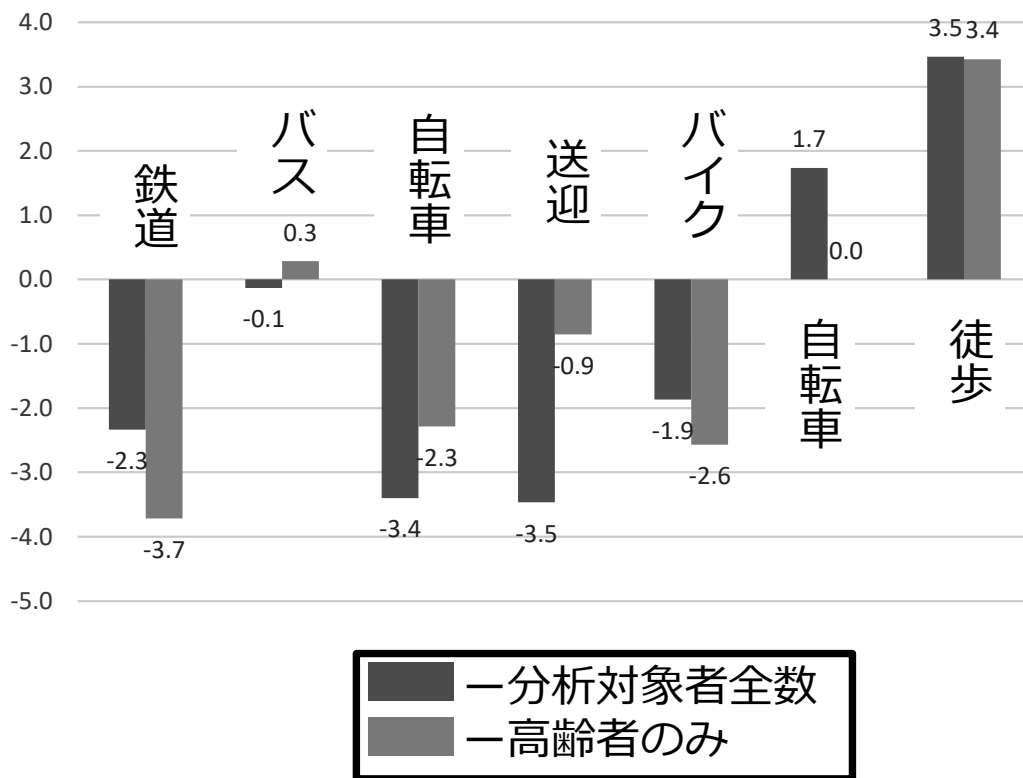


図-6 2020 年と 2021 年の交通手段別手段トリップの変化

表-9 2020 年と 2021 年の健康関連 QOL（SF-36）の変化

	SF-36			
	身体的側面	精神的側面	役割/社会的側面	合計
A	-2.52	-2.49	8.05	3.03
B	-5.66	-8.51	4.96	-9.22
C	4.39	-0.91	1.72	5.20
E	-6.84	-2.68	7.10	-2.42
F	-28.95	15.87	13.30	0.21
G	-14.75	19.94	8.53	13.72
I	0.36	-1.13	-2.40	-3.17
J	-6.60	-6.61	3.96	-9.25
L	6.18	-4.93	-2.20	-0.96
M	6.03	0.87	-6.36	0.55
N	-0.57	12.82	11.05	23.31
O	-4.84	13.44	11.67	20.27
P	13.14	-4.82	0.35	8.68
S	-5.99	-0.82	6.66	-0.14
T	-7.73	-2.48	5.01	-5.19
全数平均	-3.62	1.84	4.76	2.97
高齢者のみ平均	-3.38	2.93	3.26	2.81

■ SF-36の結果

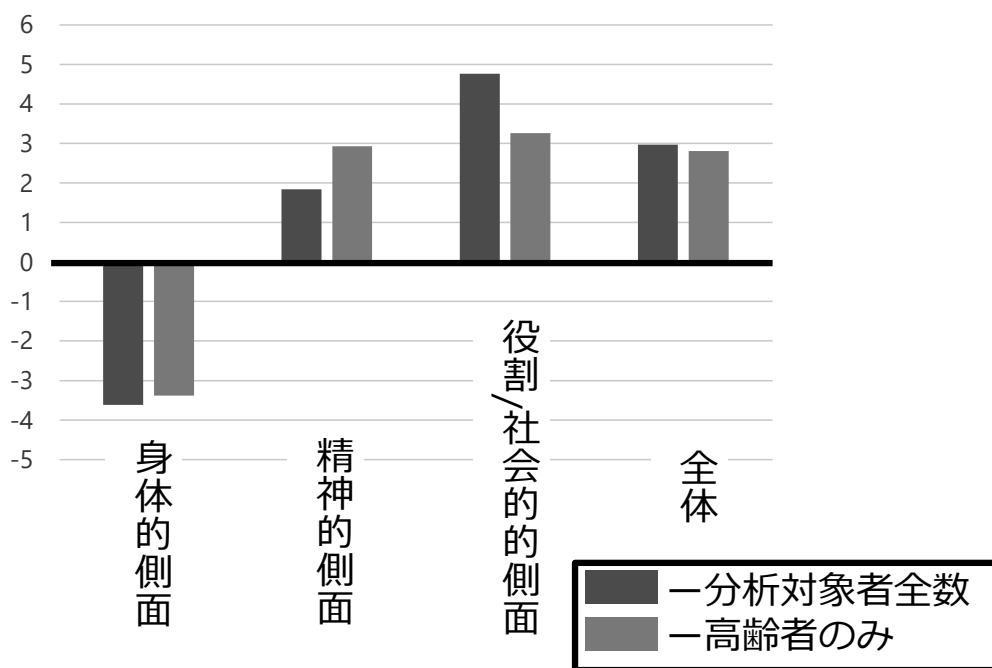


図-7 2020 年と 2021 年の健康関連 QOL（SF-36）の平均値の変化

表-10 2020 年と 2021 年のフレイルの変化

	フレイル診断				
	2ステップテスト(cm)	右足(kg)	左足(kg)	内転筋力(kg)	外転筋力(kg)
A	2.0	12.8	10.9	-3.6	4.7
B	-1.0	7.5	-1.3	1.3	0.4
C	-30.0	2.9	-3.3	-0.5	-1.9
E	-3.0	-3.4	1.0	-0.2	-1.2
F	3.0	3.4	-1.2	0.1	-1.1
G	-6.0	-4.1	1.9	0.2	0.9
I	18.0	4.5	10.4	4.3	-0.2
J	-29.0	18.3	7.4	-1.1	1.4
L	-11.0	8.7	9.1	-0.8	0.9
M	15.0	-5.6	-10.7	-4.5	-3.7
N	38.0	-0.4	7.7	0.8	4.2
O	-1.0	1.4	0.0	-3.5	-1.0
P	6.0	12.5	13.0	-3.0	-2.1
S	-10.0	12.3	3.5	0.7	1.2
T	3.0	2.1	-4.2	0.6	1.2
全数平均	-0.4	4.9	2.9	-0.6	0.2
高齢者のみ平均	-1.3	1.7	0.8	-0.7	-1.2

■ フレイル診断の結果

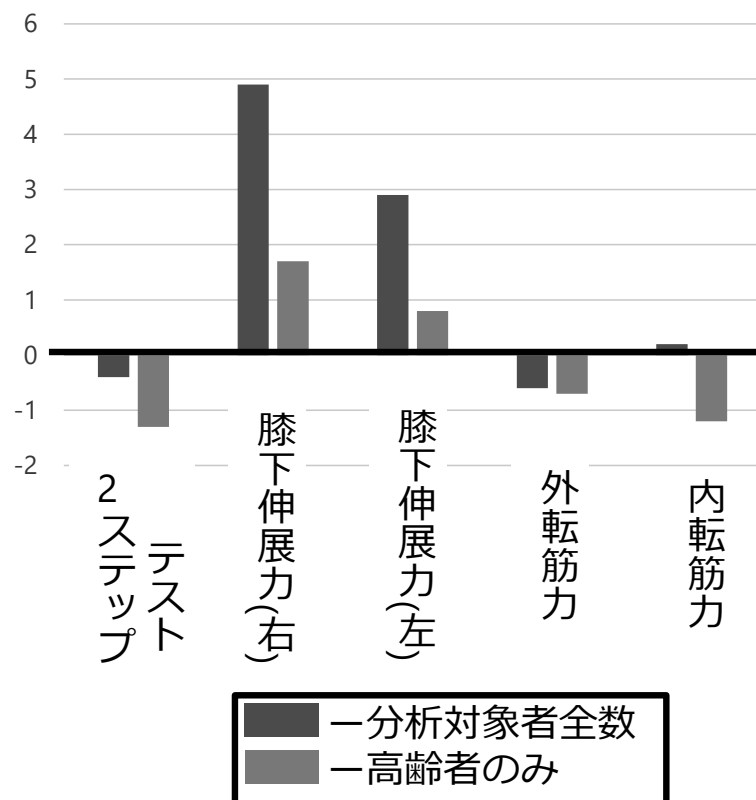


図-8 2020 年と 2021 年のフレイル診断の平均値の変化

5.3 交通行動が健康の変化に与える影響の分析

前節の分析より、外出や歩行量は、減少している。健康状態は特に変化は見られなかったが、重回帰分析により、どのような交通行動が健康等に影響を与えているのかを重回帰分析により分析した。

その結果を表-11 に示す。SF-36、フレイル診断の差の値を目的変数、交通手段別歩数、年齢、手段トリップ数を説明変数としている。その結果、交通行動は、SF-36 の合計、外転筋力に影響を与えていることがわかった。SF-36 の合計においては、決定係数 0.97、有意確率 0.187 と 5%有意ではなかったが、徒歩の手段トリップ数増加が正の影響を与えた。また、外転筋力においては、決定係数 0.99、有意確率 0.034 と 5%有意となり、鉄道の手段トリップ数及び徒歩数の減少が負の影響を与えることがわかった。

つまり、歩数の増加が SF-36 の値の増加、鉄道の手段トリップ数及び徒歩数の減少が外転筋力の低下に影響していた。

これらの結果は、十分な精度ではないが、歩行量が減少することで、下肢の筋力低下に繋がる可能性が示唆される。

表-11 重回帰分析の結果

	SF-36				フレイル診断				
	身体的側面	精神的側面	役割/社会的側面	合計	2ステップテスト	膝下伸展力右足	膝下伸展力左足	内転筋力	外転筋力
決定係数	0.93	0.91	0.90	0.97	0.84	0.91	0.67	0.96	0.99
F値	0.347	0.421	0.471	0.187	0.638	0.417	0.913	0.227	0.034
	標準回帰係数								
公共交通	0.329[]	-0.837[]	-1.015[]	-1.023[]	-1.324[]	1.124[]	-0.702[]	0.07[]	-0.593[]
自動車・バイク	-0.740[]	1.329[]	1.754[]	1.487[]	0.315[]	-0.533[]	0.192[]	-1.405[]	0.483[]
公共交通・自動車・バイク	1.135[]	-0.697[]	-0.252[]	0.364[]	1.670[]	-0.551[]	0.312[]	-0.453[]	0.138[]
徒歩	0.856[]	-1.760[]	-1.463[]	-1.598[]	-1.484[]	1.344[]	-0.418[]	-0.723[]	-1.127[*]
年齢	-0.226[]	0.636[]	0.941[]	0.901[]	0.950[]	-1.206[]	-0.004[]	-0.936[]	-0.354[]
鉄道	-1.006[]	-0.038[]	0.047[]	-1.028[]	1.400[]	0.782[]	-0.763[]	0.274[]	-0.709[*]
バス	-0.079[]	0.862[]	0.287[]	0.879[]	1.245[]	-0.750[]	0.681[]	0.816[]	0.615[]
自動車	0.047[]	0.296[]	0.235[]	0.456[]	0.162[]	-0.021[]	0.065[]	-0.236[]	-0.035[]
送迎	-0.553[]	0.805[]	0.253[]	0.327[]	-0.584[]	-0.150[]	-0.394[]	0.482[]	-0.172[]
バイク	-0.820[]	0.068[]	0.735[]	-0.344[]	-1.388[]	0.937[]	-0.093[]	-0.070[]	-0.037[]
自転車	0.461[]	0.612[]	0.770[]	1.475[]	1.989[]	-1.408[]	0.391[]	0.032[]	0.428[]
徒歩	1.200[]	0.094[]	-0.035[]	1.283[*]	0.441[]	-0.184[]	0.521[]	-0.855[]	0.027[]

6. アンケート調査の結果

6.1 アンケート調査の概要

本研究では、日常生活実態と健康との関係を明らかにするため、個人属性、自宅周辺環境、外出行動、健康 QOL を主たる項目として、2021 年 11 月に河内長野市楠ヶ丘地域の住民にアンケート調査を実施した(表-12)。

調査対象は、河内長野市楠ヶ丘地域の全世帯(世帯員 2 名(高校生以上))とし、配布回収方法は、訪問配布・楠ヶ丘自治会回収とした(配布世帯数:867 世帯(1734 人)、回収世帯数:373 世帯(617 人)、回収率:43.0%)

表-12 代表的なアンケート調査項目

調査項目	設問
個人属性	性別、年齢、職業、世帯構成、介護認定、歩行可能時間、交通手段保有状況
自宅周辺環境	自宅から最寄り鉄道駅までの距離、自宅から最寄りバス停までの距離
外出行動	外出頻度、交通手段別利用頻度、1 日あたりの歩行時間
健康 QOL	身体的健康、精神的健康、社会的健康

表-13 回答者の個人属性

項目	内容(度数と構成割合)
性別	男性:260(43.3%)、女性:341(56.7%)
年齢	20～29 歳:10(1.7%)、30～39 歳:27(4.5%)、40～49 歳:53(8.8%)、50～59 歳:93(15.5%)、60～69 歳:144(24.0%)、70～79 歳:168(28.0%)、80～89 歳:94(15.7%)、90～99 歳:10(1.7%)
職業 (複数回答可)	会社員・公務員:140(23.3%)、農林漁業:1(0.2%)、自営業:16(2.7%)、パート・アルバイト:86(14.3%)、専業主婦(夫):135(22.5%)、大学生:1(0.2%)、専門学校生:1(0.2%)、高校生:0(0.0%)、無職:217(36.2%)、その他:5(0.8%)
世帯構成	単身世帯:55(9.1%)、夫婦のみ世帯:260(43.2%)、二世帯世帯(夫婦と子など):247(41.0%)、二世帯世帯(夫婦と夫の親など):23(3.8%)、兄弟姉妹・親戚:0(0.0%)、三世帯世帯:0(0.0%)、四世代世帯:1(0.2%)、その他:2(0.3%)
介護認定	受けていない:546(91.0%)、自立:5(0.8%)、要支援 1:18(3.0%)、要支援 2:9(1.5%)、要介護 1:7(1.2%)、要介護 2:9(1.5%)、要介護 3:3(0.5%)、要介護 4:0(0.0%)、要介護 5:3(0.5%)
歩行可能時間	歩けない:10(1.7%)、3 分程度:7(1.2%)、6 分程度:11(1.8%)、9 分程度:6(1.0%)、12～15 分:25(4.2%)、16～20 分:22(3.7%)、21～25 分:15(2.5%)、26～30 分:72(12.1%)、31～45 分:61(10.2%)、46 分以上:368(61.6%)
交通手段 保有状況 (複数回答可)	自分が運転する車がある:416(68.5%)、家族にらせてもらう車がある:194(32.0%)、自分が運転するバイクがある:103(17.0%)、家族にらせてもらうバイクがある:4(0.7%)、自分が運転する自転車がある:88(14.5%)、自分が運転する電動カートがある:1(0.2%)、いずれも保有していない:46(7.6%)

6.2 外出行動実態に関する基礎的分析

外出頻度と交通手段別の利用頻度を図-9に示す。なお、外出(利用)率とは、「3か月に1日未満」～「週に6日以上」に該当する回答者の割合を指す。

まず、外出頻度についてみると、ほぼ全ての人が外出する中で、90%以上の人は週に2日以上外出していることが分かる。次に、交通手段別の利用頻度をみると、自動車(運転)や自動車(同乗)を中心的に利用する一方で、鉄道やくすまるなどの公共交通や徒歩での移動も比較的高くなっていることが見て取れる。

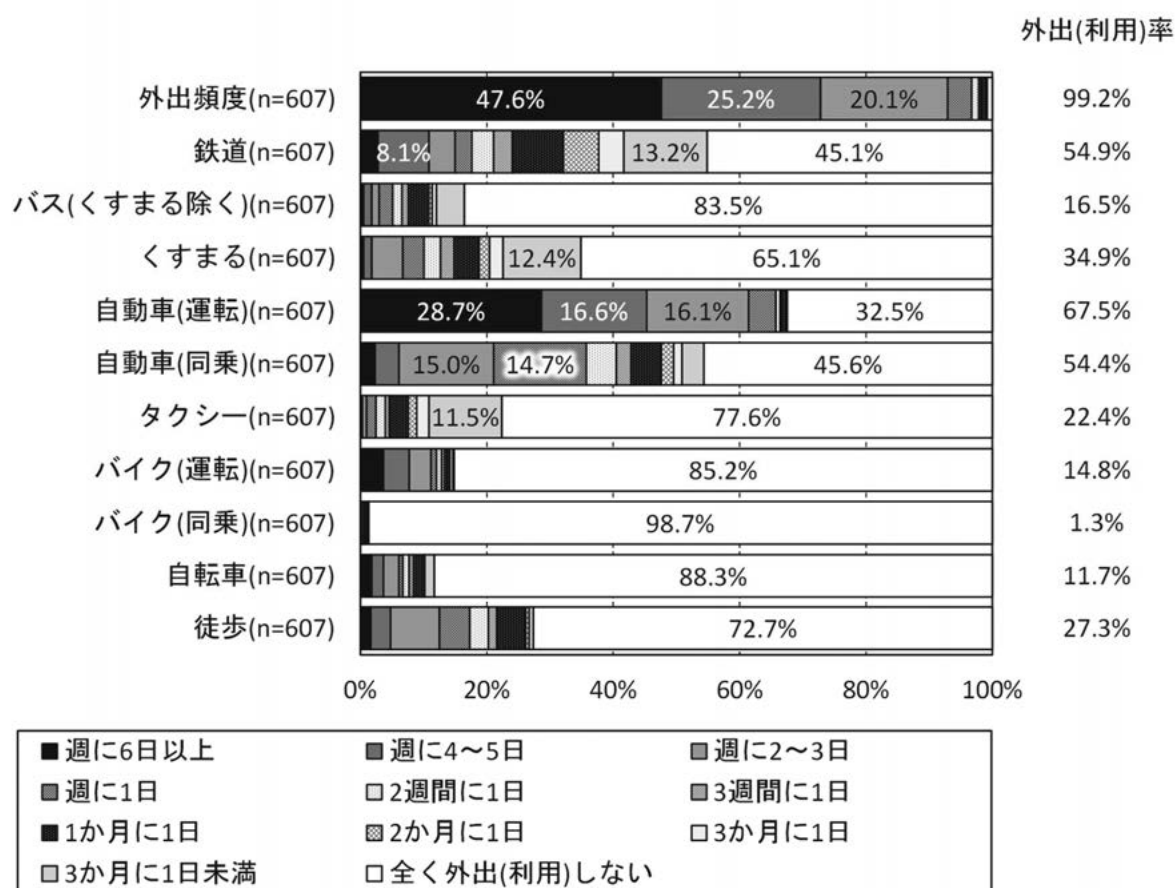


図-9 外出頻度及び交通手段別利用頻度

そこで、鉄道、バス、くすまるの3つの公共交通手段に着目し、その利用の組み合わせパターンについて分析を行った(表-14)。

その結果、鉄道のみを利用する人が最も多く、次いで「鉄道+くすまる」、「鉄道+バス+くすまる」、「くすまる」の順になっていることがわかる。このことから、くすまるは身近な移動に加えて、鉄道駅までのアクセス交通としての役割も担っていることが見受けられる。

表-14 公共交通の利用の組み合わせパターン

鉄道	バス(くすまる以外)	くすまる	グラフ	構成割合
利用	利用	利用		9.7%
		非利用		4.6%
	非利用	利用		18.0%
		非利用		22.6%
非利用	利用	利用		1.0%
		非利用		1.2%
	非利用	利用		6.3%
		非利用		36.7%

最後に、1日当たりの歩行時間の分布状況を図-10に示す。なお、本分析における歩行時間とは、趣味や運動としてのウォーキングや散歩を除いた歩行時間を指す。

これをみると、歩行時間の範囲は0～600分/日と広く分布しており、第1四分位数が30分/日、第2四分位数が40分/日、第3四分位数が60分/日となっている。また、最頻値は60分/日であり、平均値(64.8分/日)とほぼ同様の値を示していることが分かる。

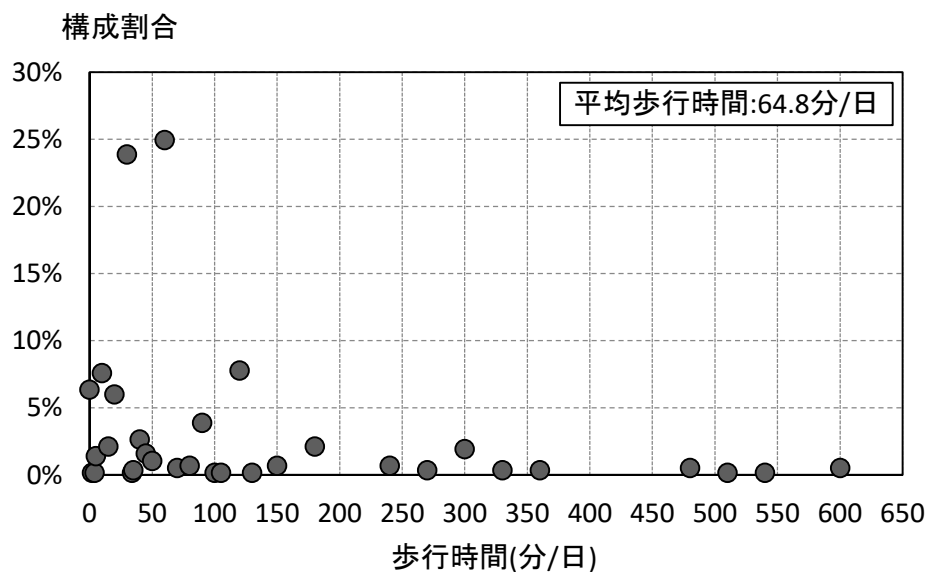


図-10 1日当たりの歩行時間の分布

6.3 健康関連 QOL に関する基礎的分析

本研究では、世界保健機関(WHO)の健康の定義を勘案し、「身体的健康」、「精神的健康」、「社会的健康」の3つの側面に着目して、健康関連 QOL を計測することとした。なお、本研究で利用した健康関連 QOL 尺度は SF-36TMv2 である。

まず、健康関連 QOL の下位尺度である 8 つの尺度(0-100 点)について計測した結果を図-11 に示す。これをみると、「身体機能」、「日常役割機能(身体)」、「社会生活機能」、「日常役割機能(精神)」の4つの下位尺度については、過半数が 90 点以上であり、また、平均値は 80 点を上回っていることが分かる。続いて、「体の痛み」や「心の健康」については、90 点以上の人最も多くを占めるものの、前述の下位尺度と比較してその割合は小さく、平均値も 70 点前後となっている。最後に、「全体的健康感」と「活力」については、8 つの下位尺度の中で比較的低い数値を示した尺度であり、両尺度ともに 50～59 点に該当する人が最も多く、平均値は約 60 点となっている。

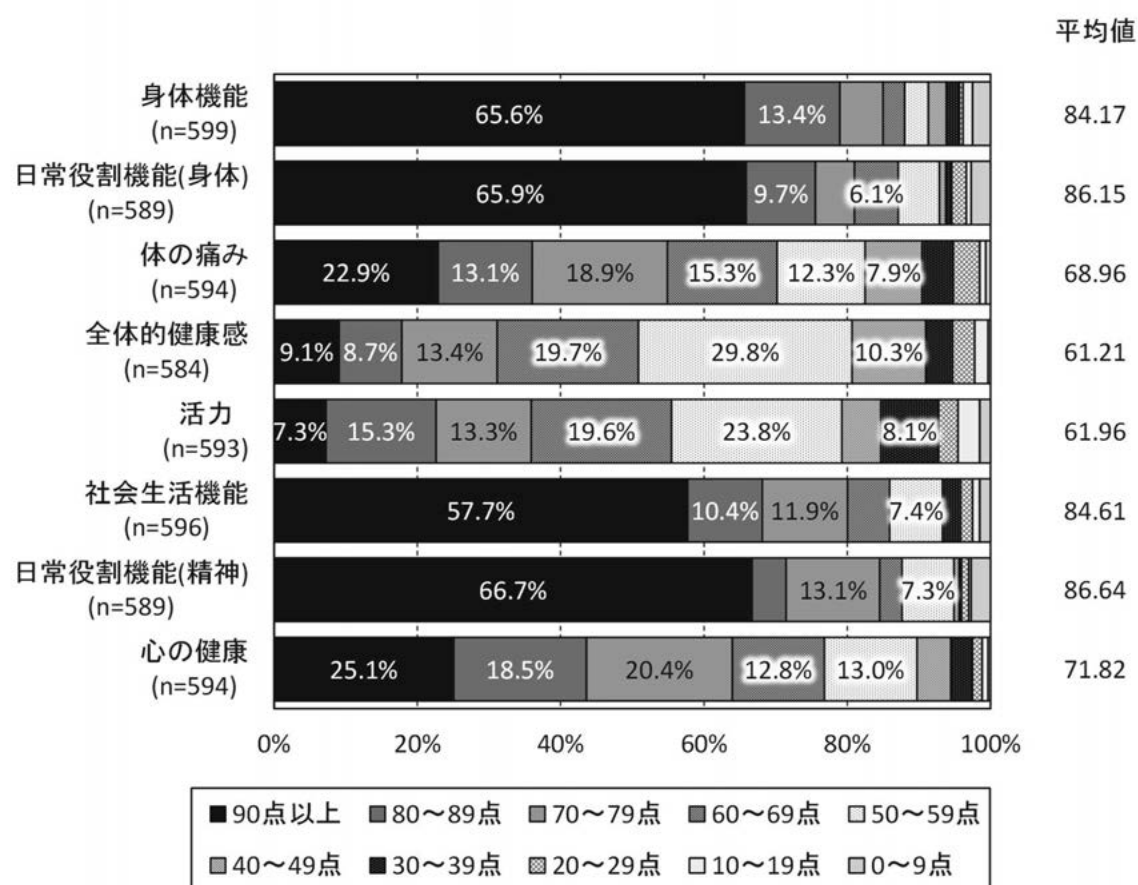


図-11 下位尺度における点数分布

次に、健康関連 QOL の上位尺度(3 コンポーネント)について計測した結果を図-12に示す。

これをみると、「身体的健康」、「精神的健康」、「社会的健康」のどの尺度についても、50～59 点に該当する人が最も多く、次いで 40～49 点となっており、結果として、どの尺度も平均値は 50 点前後になっていることが見て取れる。しかしながら、「精神的健康」と「社会的健康」については、60～69 点の割合が「身体的健康」に比べて高くなっており、平均値は 50 点をやや上回る結果となっている。

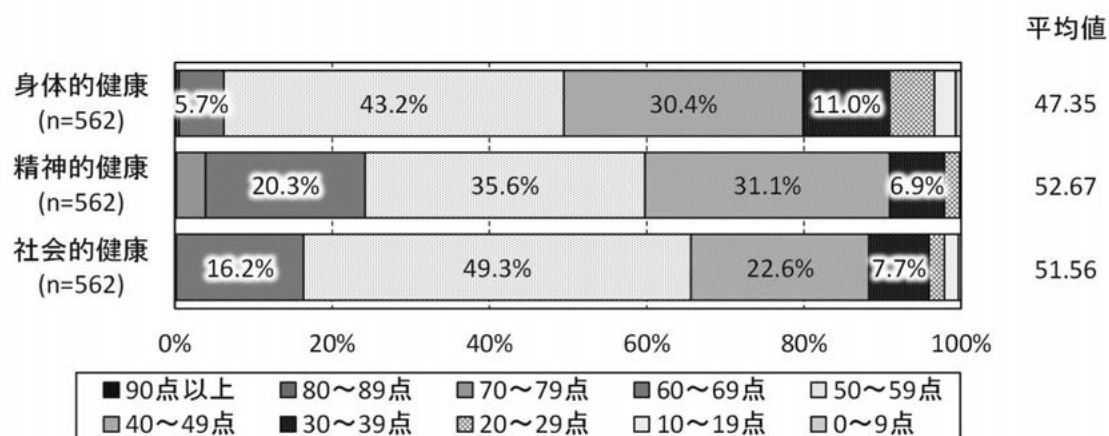


図-12 上位尺度における点数分布

そこで、国民標準値(全国データ)との比較を行った(図-13)。なお、A は第 3 四分位数以上、B は第 3 四分位数～第 2 四分位数、C は第 2 四分位数～第 1 四分位数、D は第 1 四分位数以下、を意味する。

分析の結果、「精神的健康」と「社会的健康」において、過半数の人が第 2 四分位数(全国の中央値)を上回っているものの、身体的健康については 37.4%に留まっていることがわかる。よって、当該地域住民の身体的健康は、全国データと比較してわずかに低いことが示された。

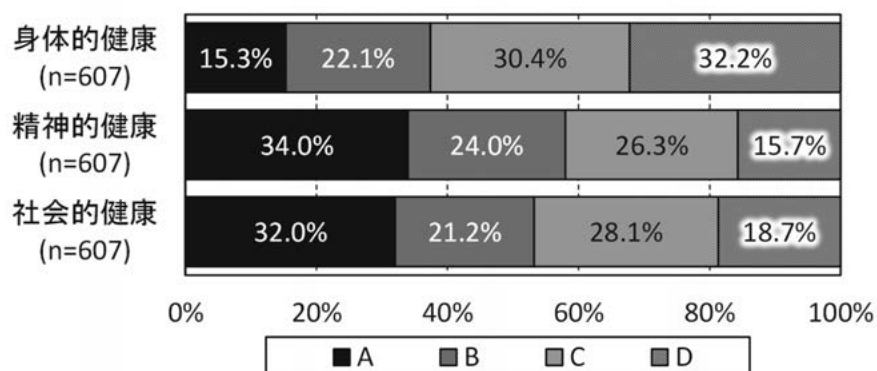


図-13 国民標準値に基づいた上位尺度のランク分布

6.4 外出行動実態と加齢に伴う歩行時間及び健康状態の変化

本分析では、外出行動実態を「公共交通利用」、「くすまる利用」、「公共交通非利用」の3つに分類し、それぞれにおいて加齢に伴う歩行時間及び健康状態の変化について分析を行った。なお、「公共交通利用」には、くすまる利用者も含まれる。

まず、外出行動実態別にみた加齢に伴う歩行時間の変化を図-14に示す。

これをみると、外出行動実態に関わらず、65歳未満に比べて65～74歳の人の歩行時間が低くなる傾向が見て取れる。しかしながら、75歳以上の人と比較すると、公共交通利用やくすまる利用では、歩行時間に差異は見られない（微増傾向にある）ものの、公共交通非利用は14分ほど低くなっていることが分かった。

以上のことから、公共交通を利用しない生活は加齢に伴い歩行時間の低下を招く一方で、継続的な公共交通の利用は、65歳以降の歩行時間の維持・微増につながる可能性が示唆されたと言えよう。

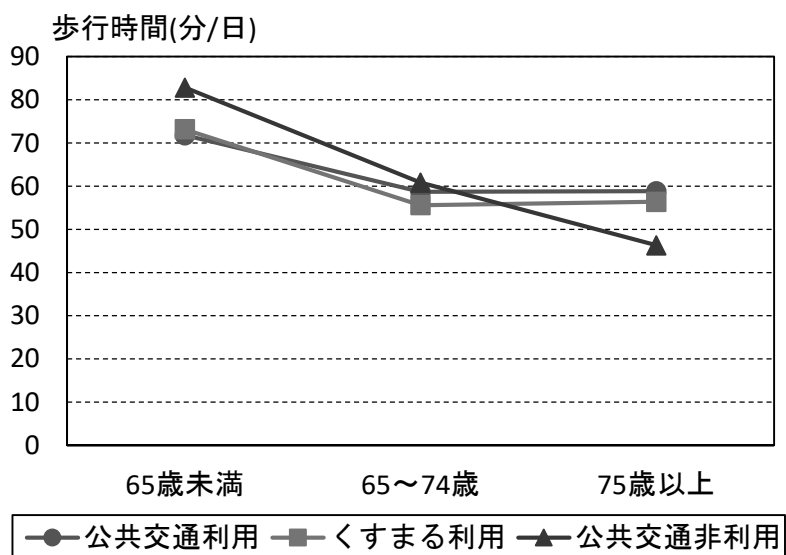


図-14 外出行動実態別にみた加齢に伴う歩行時間の変化

続いて、外出行動実態別にみた加齢に伴う健康状態（身体的健康/精神的健康/社会的健康）の変化を図-15-17に示す。

まず、図-15を見ると、外出行動実態に関わらず、加齢に伴い身体的健康が低下する可能性を示唆する結果となっている。特に、公共交通利用やくすまる利用に比べて、公共交通非利用においてその傾向が顕著となっている。

その一方で、精神的健康については、年齢階層や外出行動実態の違いによる大きな差は見られず、ほぼ一定に推移することが想定される結果となっている（図-16）。

社会的健康（図-17）については、身体的健康（図-15）と類似した結果を示しているものの、加齢に伴う変化は比較的緩いことが見て取れる。

以上のことから、加齢に伴い身体的健康や社会的健康は低下するものの、継続的な公共交通（くすまるを含む）の利用がその傾向の緩和に寄与する可能性を見出すことができた。

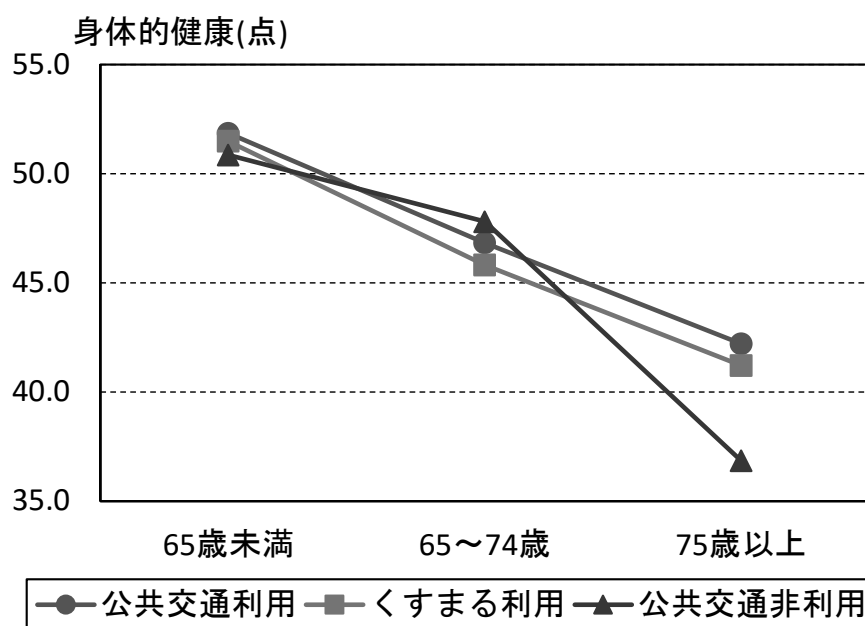


図-15 加齢に伴う身体的健康の変化

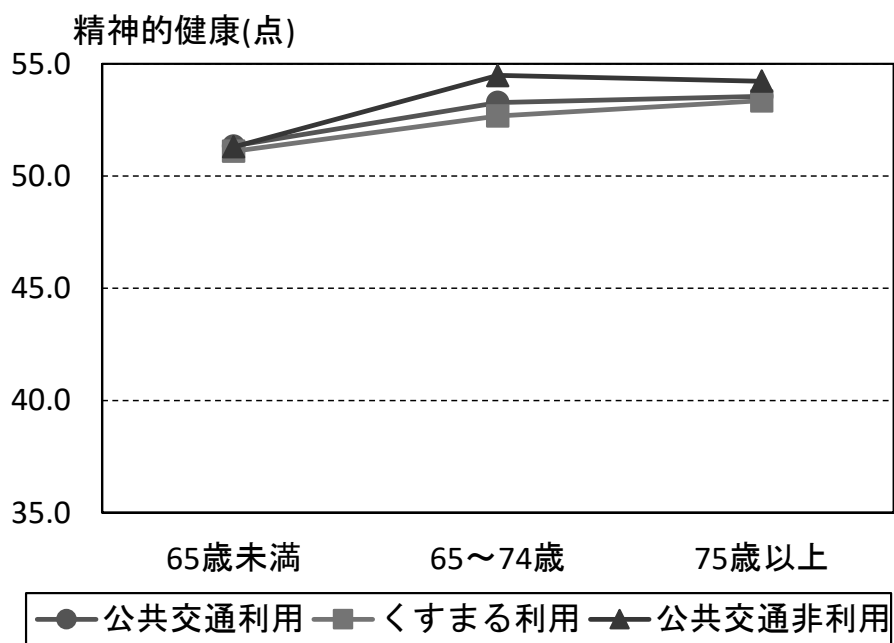


図-16 加齢に伴う精神的健康の変化

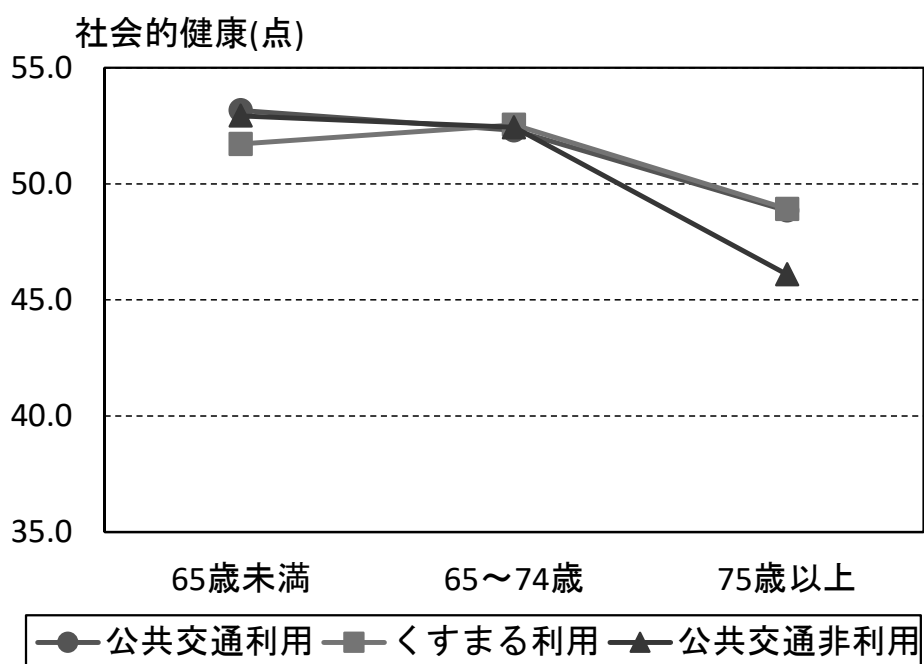


図-17 加齢に伴う社会的健康の変化

7. まとめ

本研究では、コンパクトシティの形成に取り組む目的の一つとしての「歩く」ことを基本とした日常生活が送れる都市構造への転換を図るため、コンパクト・プラス・ネットワークという施策の中に位置づけられている公共交通政策を歩行量増加による医療費抑制効果という視点から、評価した。

その方法としては、施策効果の指標の一つとなる日常生活における歩行量（歩数）を計測し、地域公共交通政策利用による医療費抑制効果を検討した。また、フレイル診断およびアンケート調査より、公共交通利用が健康に与える影響について検討した。

その結果を以下に示す。

- 被験者 20 名の 1 日の歩行量を散歩の除いた外出手段別で平均すると、公共交通利用日は 6968 歩/日、自動車・バイク利用日は 4901 歩/日、公共交通及び自動車利用日は 6981 歩/日、徒歩・自転車のみ利用日は 5491 歩/日となり、公共交通利用日は、他の外出手段と比べ、有意に歩行量が増加していた。
- 乗り合いタクシー利用が医療費抑制にどの程度影響するのかを検討した結果、乗り合いタクシー利用者は 6 名のみであったが、6 名の乗り合いタクシー利用による 1 年間の利用者 1 人当たりの医療費抑制効果の平均は、5334 円となった。
- 乗り合いタクシー利用により、アンケート調査の乗り合いタクシー利用率から、行政が負担する医療費は 1,312,397 円～1,638,669 円分抑制していることがわかった。
- 2020 年から 2021 年にかけての縦断調査の結果、外出やそれに伴う歩数は減少しているが、この 1 年での健康の低下は見られないと考えられる。しかし、十分な精度ではないが、歩行量が減少することで、下肢の筋力低下に繋がる可能性が示唆された。
- アンケート調査の結果では、加齢に伴い身体的健康や社会的健康は低下するものの、継続的な公共交通（くすまるを含む）の利用がその傾向の緩和に寄与する可能性を見出すことができた。

8. 引用文献

- 1) 厚生労働省：国民医療費の概要、<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/19/index.html>（最終閲覧日 2022 年 2 月 24 日）
- 2) 厚生労働省：健康日本 21、https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/kenkou/kenkounippon21.html（最終閲覧日 2022 年 2 月 24 日）
- 3) 国土交通省近畿運輸局：クロスセクター効果「地域公共交通 赤字＝廃止でいいの？」、<https://www.tb.mlit.go.jp/kinki/kansai/program/index.htm>（最終閲覧日 2022 年 2 月 24 日）
- 4) 国土交通省：まちづくりにおける健康増進効果を把握するための歩行量（歩数）調査のガイドライン <https://www.mlit.go.jp/common/001186372.pdf>（最終閲覧日 2022 年 2 月 24 日）

目)

- 5) Togo, F., Watanabe, E., Park, H., Yasunaga, A., Park, S., Shephard, R.J. and Aoyagi, Y. : How many days of pedometer use predict the annual activity of the elderly reliably?, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol.40, No.6, pp.1058-1064, 2008.
- 6) Kojima G, Iliffe S, et al.: Prevalence of frailty in Japan: A systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol.* 2016: in press.

交通弱者のための AR 技術を用いた大型複合施設の ナビゲーションアプリの開発と検証

代表者 古賀 元也

(崇城大学工学部建築学科 准教授)

共同研究者 松原 誠仁

(学校法人銀杏学園熊子保健福祉科学大学保健科学部
リハビリテーション学科理学療法学専攻 准教授)

アブストラクト

我々は交通弱者のまちなか回遊支援として、3D スキャン技術と AR 技術を活用して、GPS の届かない施設内におけるナビゲーションシステム“Smart Info. & Mobility Town(SiMT)”の開発を目的としており、熊本市中心市街地にある大型複合施設である『SAKURA MACHI Kumamoto』(サクラマチ)をケーススタディとした。SiMT は 3D マップとスマートフォンのカメラ機能によって現在地から自己位置推定を行い、その場所から目的地までの経路を探索する。このシステムでは、スマートフォンのカメラ機能によって映し出される映像に、経路を示す矢印と目的地のマーカの CG モデルが投影され、ユーザーをナビゲーションする。また、SiMT の開発に先立ち、対象地であるサクラマチの現状分析として、サインの配置計画に着目し、シナリオに基づいて目的地までのアクセスの認識について調査分析した。

キーワード：交通弱者、車いす使用者、大型複合施設内の移動支援、AR 技術、アプリの開発、実証実験

1. 研究背景と目的

近年、都市における商業施設や公共交通、道路といった様々な情報は IT 技術によってデータベース化され、我々はアプリケーションを通じて店舗の検索、公共交通の乗り換えの検索、経路の探索といった形でまちなか活動に必要な情報を利用することができるようになった。さらに現在では、スマートフォンやタブレットのカメラ機能の向上によって 3D スキャンによる都市の点群データの集積が進むことで、実在する都市のメタバースも実現されつつある。しかし一方で、ユーザーに提供される情報(アプリ)は、健常者を想定しているものが多く、身障者や幼児帯同者、高齢者など交通弱者を対象としたものはまだ多くはない。

我々は交通弱者のまちなか回遊支援として、この汎用性の高い 3D スキャン技術と AR 技術を活用して、GPS の届かない施設内におけるナビゲーションシステム“Smart Info. & Mobility Town(SiMT)”の開発を目的としており、熊本市中心市街地にある大型複合施設である『SAKURA MACHI Kumamoto』(以下、サクラマチ)をケーススタディとした。

本研究課題では以下の 2 点に取り組んだ。【1】SiMT の開発に先立ち、対象地であるサクラマチの現状分析としてサイン計画と目的地に向かう経路の分かりやすさを調査した。【2】サクラマチ全体を 3D スキャンし、交通弱者のための経路探索モデルを開発し、スマートフォンのアプリとして SiMT を開発し、モデルの有用性を検証した(経路探索と自己位置推定)。

2. 研究背景と目的

近年、AR 技術(カメラで撮影している画面上に CG を投影する技術)を用いたナビゲーションシステムの研究は増えてきているが、その多くは GPS の位置情報を使用しており、例えば田中ら¹⁾は、GPS による位置情報をもとに目的地の方向を AR で表示するナビゲーションシステムの開発に取り組んでいる。しかし、本研究では施設内を対象としたナビゲーションシステムの開発を目的としているため、位置推定精度の低い GPS を使用することは困難であ

る。屋内での位置推定に関して、AR マーカを用いた研究がある。栗原ら²⁾は、AR マーカと配置したマーカの情報を登録したサーバを用意し、ユーザー同士の位置情報を共有するナビゲーションシステムの開発に取り組んだ。結果として、高い位置測定を可能にしたが、精度を高くするためには多くのマーカが必要になり、コスト増や内観デザインへの影響といった課題がある。また、Thomas Varelas ら³⁾は、カメラで多くの特徴点を捉えていくことで自己位置を推定していくマーカーレスによるナビゲーションシステムの開発をし、高い位置推定が可能であると考察した。藤本ら⁴⁾の研究では、RGB-D カメラを用いて、自己位置推定と並行してマップ作成を行う SLAM 技術を使用し、高い位置測定を可能にした。このように、カメラを用いた自己位置推定は精度が向上する。また、現在では高い精度で距離測定ができる LiDAR が搭載された端末 (iPad Pro や iPhone 12 Pro など) により、3D スキャン技術が身近になりつつある。そこで我々は、iPad Pro を用いて、3D マップを作成し、3D マップとカメラ機能による自己位置推定を行い、ナビゲーションシステムの開発に取り組む。

3. 研究方法

以下の方法で研究を進めた。①サクラマチ施設内にある視覚情報サインについて位置や種類を調査し、図面上に整理した。②施設に併設されている公共交通『熊本桜町バスターミナル』のバス乗り場へのアクセスのしやすさについて視覚情報サインの配置計画を基に分析、考察した。③サクラマチおよびバスターミナル全体を 3D スキャンし、3D マップを作成した。④3D マップ上にノードとリンクを配置し、健常者用、交通弱者用の経路探索のアルゴリズムを組み込んだ。⑤対象エリア内のどこからでも空間認識し、自己位置推定するシステム、SiMT を開発した。⑥SiMT における自己位置推定および経路探索を検証し、本研究をまとめた。

4. サイン計画の調査と分析

図 1 に示すサクラマチは、熊本都市計画桜町地区第一種市街地再開発事業により、熊本交通センターおよび県民百貨店を取り壊し、バスターミナルの改修に加え、飲食店、ホテル、公益施設等が併設された複合商業施設として、2019 年 9 月 14 日に開業した。建設場所は繁華街から近く、バスターミナルは熊本県全域、九州各地、関西方面等を行き来するバスが集中している。また、電停が徒歩 3 分圏内にあり、駐車場の収容台数は約 800 台となっており、バス、市電、自動車を用いてのアクセスが容易である。床面積約 162,000 m²に対して商業施設は約 4 分の 1 を占め、店舗数は 146 店舗にも及び、多くの人が訪れている。しかし、1 階に設けられているバスターミナルのホームが 3 か所に分かれており、ホームへ移動する際には、1 階から直接行く場合と一度地下 1 階または 2 階に行く必要があることや誘導サインがわかりづらい問題がある。提案する AR ナビゲーションシステムにより、来館者が迷わずに目的地への移動が可能になる。



図1 サクラマチの外観の様子

4.1. サクラマチ内におけるサインの現状

サクラマチ地下1階から5階までと熊本桜町バスターミナルのフロアに掲示されている視覚情報サインについて目視調査した(2021年5月～7月の間の4日間)。調査後、視覚情報サインについて「既存建築物の視覚情報サイン改善マニュアル」(熊本県)⁵⁾を参考に機能種別に①案内サイン、②誘導サイン、③位置サインに分類した。図2、図3に示すサクラマチ1階と2階の平面図にはバスターミナルに関する情報を記載している。案内サインは、建物の全体像、そして利用者の現在地との位置関係を知らせるサインである。比較的多くの情報があため設置してあることが多く、立ち止まって見ることが可能な場所に設置されている。誘導サインは、施設の方角を指示するサインで、矢印や名称などを組み合わせて表示する(例えばトイレは直進方向)。誘導サインは移動しながら見ることを想定し、短時間で利用者が読み取れるよう単純明快性が求められる。位置サインは、名称、記号、ロゴマークなどを用いてその場所にある施設(例えば受付など)を告知するサインである。調査の結果について表1に示す。案内サイン、誘導サインはテナントが多く集まっている地下1階～3階に10箇所以上見られた。案内サインはすべての出入り口付近に設置されており、誘導サインは施設内全体に十分に配置されていた。特にバスターミナルには案内サイン97箇所、誘導サイン124箇所と、商業エリアに比べて多く設置されていた。

表1 サクラマチ クマモトにおける視覚情報サインの設置数

サイン 場所	案内サイン (192)						誘導サイン (286)						位置サイン (91)				
	商業 施設	公共 交通	トイレ	EV	全館	合計	商業 施設	公共 交通	トイレ	EV	全館	合計	商業 施設	公共 交通	トイレ	EV	合計
地下1階	5	1	3	2	14	25	15	12	8	5	0	40	3	0	2	3	8
1階	6	2	0	0	12	20	11	7	6	8	0	32	0	0	0	2	2
2階	4	1	4	2	11	22	12	13	14	5	0	44	1	0	2	3	6
3階	1	0	4	2	11	18	14	3	15	5	0	37	2	0	3	2	7
4階	0	0	2	0	5	7	5	0	3	0	0	8	0	0	1	1	2
5階	0	0	1	0	2	3	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2
バスターミナル	2	52	15	11	17	97	19	36	50	8	11	124	0	56	5	3	64
合計	18	56	29	17	72	192	77	71	96	31	11	286	6	56	14	15	91

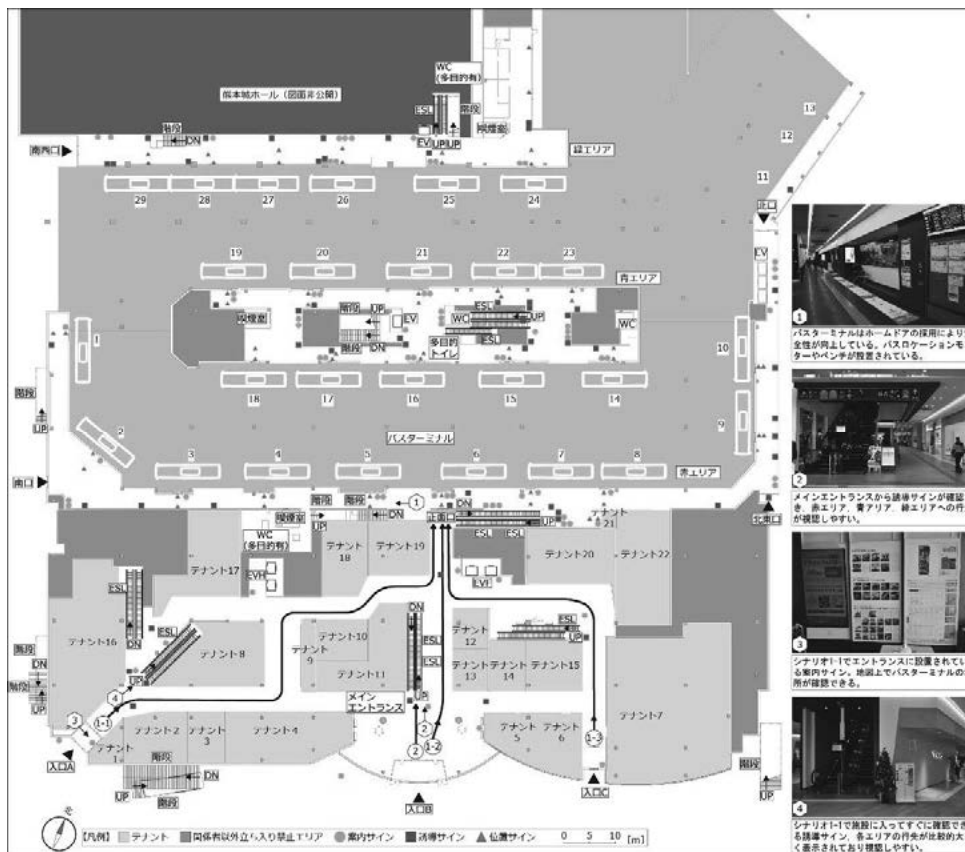


図2 サクラマチ クマモト1階のサイン配置

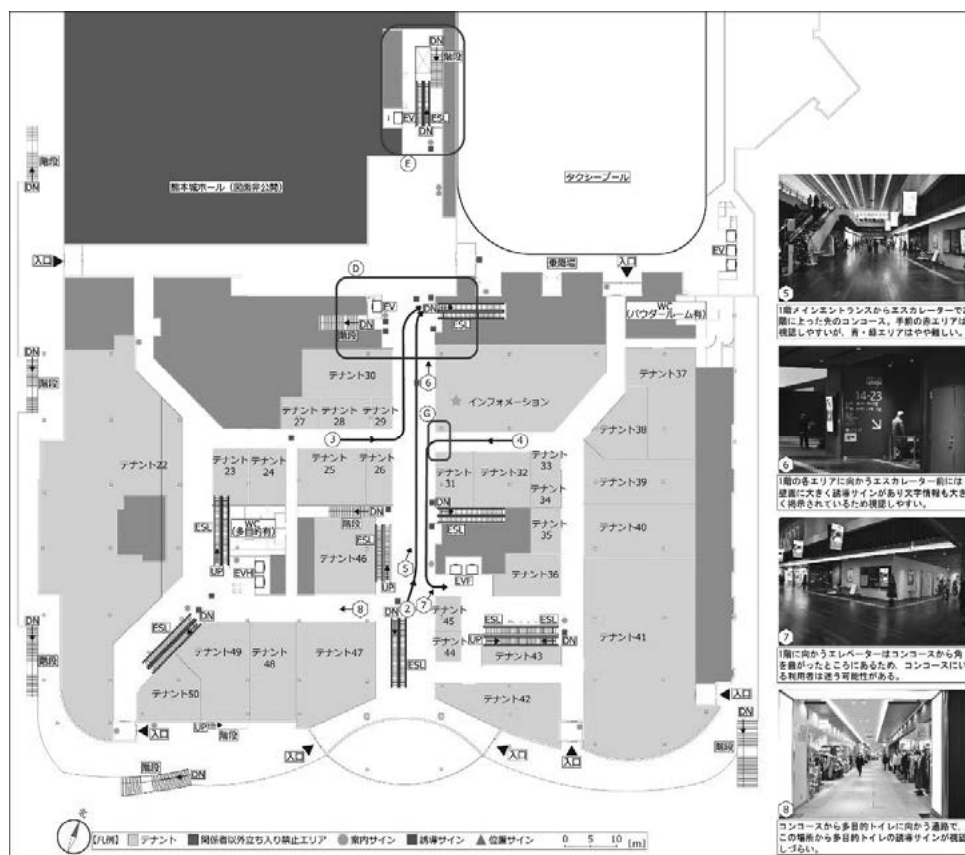


図3 サクラマチ クマモト2階のサイン配置

4.2.バスターミナルへのアクセス

複合商業施設 1 階に位置するバスターミナルへのアクセス方法は赤エリア、青エリア、緑エリアでそれぞれ異なっている。それぞれのアクセス方法について整理し、各目的地までのシナリオを設定し、サインによる情報を得ながら目的地に到達するプロセスについて分析、考察する。赤エリアへのアクセス方法については、まず、屋外から直接赤エリアにアクセスすることができる 1 階の『北口』、『北東口』、『南口』の 3 箇所がある。加えて、図 2 に示すサクラマチの正面入り口 3 ヶ所から入り、1 階の商業エリアを通り抜けてアクセスする。青エリアへは 1 階から直接アクセスすることはできず、図 3 内に示す D の 2 階(もしくは地下)の階段、エスカレーター、エレベーターで下り(上り)、アクセスする。緑エリアへのアクセス方法については、まず、外部から直接乗り場にアクセスすることができる 1 階の『南西口』がある。また、図 3 内に示す E の 2 階の階段、エスカレーター、エレベーターで下り、アクセスする。図 2、図 3 内に示すシナリオ 1~3(バス乗り場へのアクセス)、シナリオ 4(階段、エスカレーターを使用せずエレベーターのみでバス乗り場にアクセスする)、そして多目的トイレへのアクセスについて、サインの配置と共に検証した。

まずシナリオ 1 では、サクラマチ正面からの入り口 A、B、C から入り、商業エリアを通り抜けて赤エリアにアクセスする(A はシナリオ 1-1、B はシナリオ 1-2、C はシナリオ 1-3 とする)。シナリオ 1-1、1-2 の施設入口にはどちらも大きく案内サインが掲示されており、さらに施設に赤エリア、青エリア、緑エリアそれぞれの行き先を示す誘導サインがあるため、目的地である赤エリアの方向を認識しやすい。一方、シナリオ 1-3 については施設入口付近の天井に設置してある誘導サインにはバスターミナルの情報はなく、エスカレーター脇に設置されている誘導サインは前者のシナリオと比べて小さく、青エリアと緑エリアしかないため、前者の経路と比べて情報量が少なく、赤エリアまでの経路が利用者にはやや分かりにくい可能性がある。

シナリオ 2 では、サクラマチ正面からの入り口 B から入り、正面エスカレーターで 2 階に上り、そのまま直進して、青エリアにアクセスする。まず 1 階の入り口 B から施設に入るとすぐに案内サインがあり、メインエントランスに大きな誘導サインで「青エリアと緑エリアが 2 階からアクセスする」ということが移動しながら認識できる。また 2 階に上ると赤エリアに下るエスカレーター、階段の場所に大きな赤色の誘導サインがある。しかし、その先にある青エリア、緑エリアに向かう下りの階段、エスカレーターは、先ほどの場所からは認識が難しく、先に進まないと青エリア、緑エリアの情報が掲載されている誘導サインがないため、赤エリアと比較するとやや分かりにくい可能性がある。

シナリオ 3 では、2 階のテナントで買い物をし、その後、青エリアにアクセスする。通路を直進すると広い通路に繋がり、左側が青エリア、右側が赤エリアの方向となる。広い通路からは壁面タイプで視認しやすい大きな誘導サインがそれぞれ視認できるため、迷う可能性は低いと思われる。

シナリオ 4 では、交通弱者の視点でエスカレーターを使用せずエレベーターのみで赤エリアにアクセスする。2 階のテナントで買い物後、左に曲がり、エレベーター乗り場 F に向かい、1 階に降りる。この場合、G 地点では左右、どちらに曲がればいいのか分かりにくい。また、エレベーターが通路から死角になっており、通路から確認することが難しく、4 つのシナリオの中で、比較的わかりにくい経路となっている。

4.3.多目的トイレへのアクセス

サクラマチ、バスターミナルの多目的トイレについて考察する。多目的トイレは 1 階ではサクラマチ(商業エリア)にはなく、バスターミナルにあるため、バスターミナル入口から入り、左折して多目的トイレに向かう。サクラマチ 1 階では車いすマークの案内サイン、誘導サインが配置されていることで経路に迷う可能性は少ないと思われるが、バスターミナル内は通路が狭く、バスを待つ人が多い場合は車いすやベビーカーなどの通行の妨げになる可能性がある。また 2 階の多目的トイレの利用を想定した場合、1 階のエレベーター F から 2 階に上がった際、案内サインはあるものの、誘導サインがないため多目的トイレの場所がややわかりにくい可能性がある。

4.4.複合商業施設におけるナビ支援の必要性

サクラマチおよびバスターミナルの案内サインおよび誘導サインの配置は今回設定したシナリオにおいては健常者に対しては十分な配慮ができていると思われるが、その一方でエスカレーター、階段が使用できない交通弱者にはやや分かりにくい場面が見られた。その対策として施設側は仮設的な案内サイン、誘導サインを立地することで改善を図っていたり、2 階の各バスターミナルの乗り場に分かれる中央の場所にインフォメーション・センターを配置することで施設利用者にスタッフが直接誘導するなど対策が取られている。しかし、商業エリアと公共交通機関がひとつになった複合施設では買い物をする利用者、公共交通機関の利用者など目的が異なるため、目的地が分かりにくい場合も想定される。また、多くのテナントがある商業エリアではサインに加えて季節ごとの展示や広告も設置されていることから、サインを増やすことは容易でない。そこで我々は既存の案内サイン、誘導サインに加え、新たな情報支援ツールとして AR 技術を活用したナビゲーションアプリを施設利用者に提供することで、目的地までの誘導を支援することが可能となる。

5. ナビゲーションシステムの概要

SiMT は複合商業施設であるサクラマチとバスターミナルをモデルケースとしており、図 4 に示すように 3D マップとスマートフォンのカメラ機能によって現在地から自己位置推定を行い、その場所から目的地までの経路を探索する。このシステムでは、AR 技術を用いており、スマートフォンのカメラ機能によって映し出される映像に、経路を示す矢印と目的地



図4 SiMTの概要

のマーカのCGモデルが投影され、ユーザーをナビゲーションする。

ユーザーはシステムを起動後、スマートフォンのカメラ機能を用いて周辺をかざすことにより、事前にスキャンした3Dマップ上から自己位置を推定する。プロトタイプモデルでは、サクラマチの2階フロアの一部を対象としており、スタート地点を1箇所に固定していたが、本研究で開発を進めたSiMTは施設内すべてを対象としており、施設内すべての場所からスタートすることができる (目的地も5箇所から237箇所とした)。

また、SiMTは健常者だけでなく、車いすやベビーカー利用者、高齢者などの交通弱者の支援を目的としており、提示する経路では、最短経路に加え、階段、エレベーターを使用しない経路を選択することができる。

6. SiMTの開発プロセスについて

図5に開発プロセスを示す。iPad ProにはLiDAR (光を放出し、反射して戻ってくるまでの時間から距離を計測する) 技術が搭載されており、精度の高い3Dスキャンが可能である。そこで本研究ではiPad Proを用いてサクラマチ全体とバスターミナルを3Dスキャン (図5内a) し、スキャンデータから3Dモデル (図5内b) を構築し、3Dモデルを繋ぎ合わせて3Dマップ (図5内c, d) を作成した。なお3Dスキャンでは、3Dモデルを容易に構築できるアプリ3D Scanner App⁶⁾を用いた。その後、3D Scanner Appにより構築された3Dモデルを開発ツール (Unity) にインポートし、3Dモデルを繋ぎ合わせ、3Dマップを作成した。次に3Dマップ上にノードとリンクを配置した。そして、自己位置推定のアルゴリズムを開発し、経路探索のアルゴリズムを組み込んだ。最後にAR機能を組み込み、システムのインターフェイスを設計、デザインし、スマートフォンで使用するアプリケーションとして開発した。

7. ナビゲーションの経路探索について

SiMT のナビゲーション（現在地から目的地までの案内）はスマートフォンのカメラ画面上で行い、画面に表示されるカメラ映像に青色の矢印で目的地までの経路を AR 表示する。そのナビゲーション機能の経路探索にはダイクストラ法のアルゴリズムを採用している。サクラマチ（地下 1 階から 5 階まで）およびバスターミナルで利用者が利用できるテナント、バス乗り場、出入り口等を目的地とし、利用者が通行できる通り、階段、エスカレーター等をすべて通行できるようノードを配置し、ノード間をリンクで繋いだ。設定したノード数は 594、リンク数は 455 である。図 6 にサクラマチおよびバスターミナル 1 階のノードとリンクの配置計画を示す。経路探索では最短経路に加え、車いす使用者、ベビーカー使用者を想定し、エレベーターを使用する（階段、エスカレーターを使用しない）経路を探索するモデルを開発した。

8. 自己位置推定

施設内のどこからでも空間認識し、自己位置推定する機能の概要を図 7 に示す。まず、3D スキャンしたマップの情報から画像特徴点のデータベースを構築する。特徴点の抽出に SuperPoint⁷⁾を用いる。SuperPoint は、D. DeTone らが提案した CNN（畳み込みニューラルネットワーク）で構成された特徴検出器である。従来の古典的な画像処理による手法に比べ、頑健性、正確性に優れている。次に SiMT を起動し、周辺の画像を読み込み、その画像から特徴点を抽出、その特徴点と特徴点データベースを照合し、特徴点マッチングを行い自己位置を推定する。

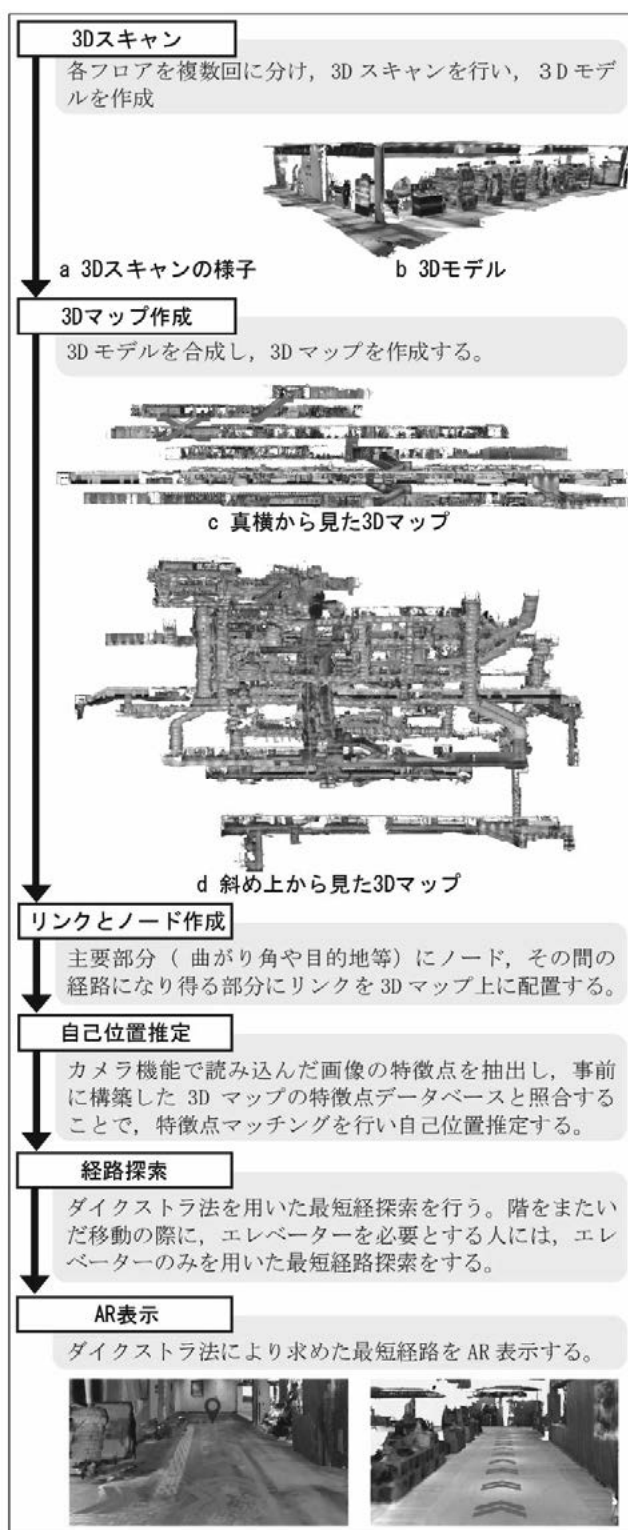


図 5 SiMT の開発プロセス

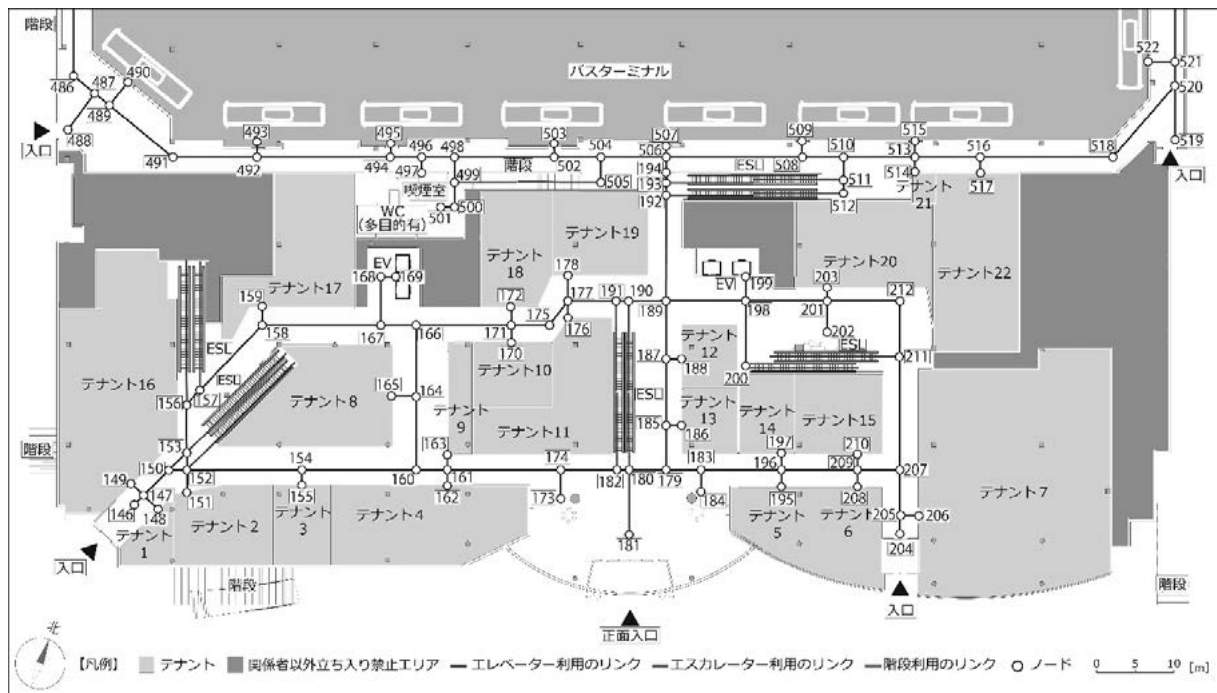


図6 サクラマチ クマモト1階のノードとリンクの配置計画

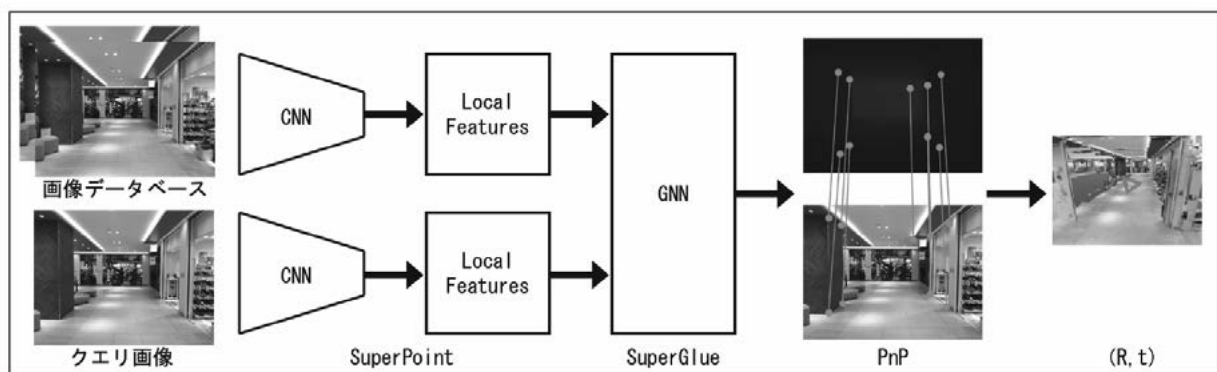


図7 自己位置推定の概要

特徴点マッチングには SuperGlue を用いる。SuperGlue は、P. Sarlin ら⁸⁾ が提案した特徴点マッチングのためのグラフニューラルネットワークであり、比較的困難なシーンでも正確にマッチングすることができる。クエリ（データベースの中から検索対象の画像、ここでは現在読み込んだ画像を指す）を行う画像特徴点の特徴点データベースの 3D 点群を X_i 、カメラの内部パラメータを K 、自己位置を (R, t) とすると、2D-3D 対応関係から再投影誤差 e は式 1 で表される。

$$e = \sum_x \|K(RX_{i-1}[x] + t) - p_i[x]\|_2 \quad (1)$$

式 1 を PnP (Perspective-n-Point) アルゴリズム⁹⁾を用いて解くことで自己位置を求める。自己位置推定後、最近傍にあるノードとユーザーが選択した目的地のノードをダイクストラ

法により経路計画し、最短経路で結ぶ。その後 AR ナビゲーションを開始する。特徴の少ない壁や複数箇所に同じロゴがある場所、連続したパターンのある場所などにカメラを向けると誤認識するという課題がある。今後、経路の進行方向を向くように誘導するユーザーインターフェースや、特徴点データベースとの照合の際に効率的に探索できるようにする仕組みを作ること、少ないクエリ回数で高速に正しい位置推定ができると考える。

9. 経路探索と自己位置推定の検証

自己位置推定の精度（アプリが認識する場所と実際の場所が一致しているか）を検証するため、アプリを使用してサクラマチ クマモト 2F テナント 24 番からテナント 2 番までを歩く実験をして、①その経路でのクエリ画像（この実験で得た画像であり位置情報は持っていない）と②画像データベース（アプリに格納されている 3D マップのデータベース）の 2 つの特徴点を照合し、自己位置推定した。その結果を図 8 に示す。

検証で用いたデータは 3 つあり、①-A：実験で歩いた際に生成された 3D マップデータであり（位置情報はある）、これが真値となる、①-B：実験で歩いた際のクエリ画像（アプリを使用してスマートフォンの画面から抜き出した特定の場所の画像で位置情報はない※図ではスターバックスのロゴの前）、②画像データベース（アプリに格納されている 3D マップのデータベース）である。検証では、まず、『実際に歩いた①-A のローカルマップ』と『画像データベースの②のグローバルマップ』から手動で位置合わせすることで、実際に歩いた場所を算出し、特定した（グレーの立方体、これが真値となる）。

次に『実験で歩いた際にアプリで収集した画像（クエリ画像、ここではスタバのロゴ）の撮影場所』を『画像データベースの②のグローバルマップ上の画像群』と特徴点をマッチングすることで自己位置推定し、特定した（赤の立方体）。撮影場所の特定にはクエリ画像から『画像データベースの②の情報』にある位置情報（青の立方体）を基に算出している。赤の立方体（場所を特定したクエリ画像）とグレーの立方体（真値）の位置情報の誤差が小さかったことから、高い精度で自己位置推定ができたことが分かった。

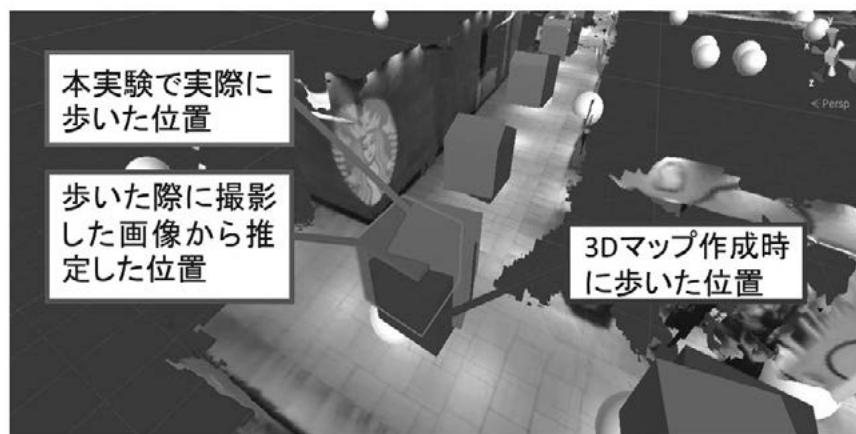


図 8 自己位置推定の検証結果

10. まとめ

本研究では複合商業施設の現状分析として、サインの配置計画に着目し、シナリオに基づいて目的地までのアクセスの認識について調査分析した。そして SiMT において健常者と交通弱者（車いすやベビーカー使用者など）両者に対応した経路探索モデルを開発し、検証した。以下に得た知見をまとめる。

1) サイン計画と目的地に向かう経路の分かりやすさ：施設内にある視覚情報サインについて位置や種類を調査し、健常者、交通弱者から見たバスターミナルへのアクセシビリティ、多目的トイレへのアクセシビリティを調査した。一部のシチュエーションの際、エスカレーターを使用できない交通弱者にとって目的地（バスターミナル）が分かりにくいケースがあった。現状のサインに加えて、SiMT のようなアプリによる移動支援が有用であることが確認できた。

2) SiMT の開発：SiMT の開発を進め、対象エリアを施設内全体に広げ、どの場所からも自己位置推定でき（どこからでもスタートできる）、健常者だけでなく交通弱者向けのナビゲーション（経路探索）が可能となった。

3) 今後の課題：本研究で SiMT に組み込んだ経路探索、自己位置推定のシステムをアプリに反映させ実用化を進める。また、この技術を応用し、災害時の避難経路探索や車いすの自動運転（アプリの信号をデバイスに送信）に応用する。

11. 引用文献

- 1) 田中成典, 中村健二, 藤本雄紀: AR ナビアプリケーションの開発, 第 76 回全国大会講演論文集, 2014 巻, 1 号, pp. 221-222, 2014. 03. 11
- 2) 栗原和也, 佐藤文明: 位置情報を共有するマーカベースの屋内ナビゲーションシステム, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集, 2014 巻, pp. 1099-1103, 2014. 07. 02
- 3) Thomas Varelas, Alexandros Pentefoundas, Charalabos Georgiadis, Dionysios Kehagias: AN AR INDOOR POSITIONING SYSTEM BASED ON ANCHORS, International Journal of Science and Technology, December 2020
- 4) Satoshi Fujimoto, Zhencheng Hu, Roland Chapuis, Romuald Aufrere: ORB-SLAM map initialization improvement using depth, IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Phoenix, September, 2016
- 5) 熊本県: 既存建築物の視覚情報サイン改善マニュアル 2021. 08
- 6) 3D Scanner App, <https://apps.apple.com/jp/app/3d-scanner-app/id1419913995>, (参照 2020. 12. 08)
- 7) D. DeTone, T. Malisiewicz and A. Rabinovich, "SuperPoint: Self-Supervised Interest Point Detection and Description," Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2018.
- 8) P. Sarlin, D. DeTone, T. Malisiewicz and A. Rabinovich, "SuperGlue: Learning Feature Matching with Graph Neural Networks," Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2020
- 9) S. Fujimoto, N. Matsunaga, "Deep Feature-based RGB-D Odometry using SuperPoint and SuperGlue", The 6th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCSCI), 2021

公共交通機関における、健常者による配慮が必要な人の
ニーズへの「気づき」と「気づかい」を促進する
メッセージの表示方法に関する予備的研究

代表者 内山 由美子

(帝京大学医療技術学部スポーツ医療学科 助教)

共同研究者 森山 政与志

(生活環境・企画設計工房 L.E.D Studio 代表)

アブストラクト

本研究では、公共交通機関利用時に、健常者による配慮が必要な人のニーズへの「気づき」と「気づかい」を促進するメッセージの表示方法を検討することを目的とし、1. 電車や駅構内に掲示されているマナー啓発ポスターの内容と掲示方法を分析による、効果的なメッセージと表示方法の検討と、2. 健常者がどのようにしたら、配慮が必要な人のニーズに気づき、行動を起こすことができるのかを探るため、①配慮を必要とする側の公共交通機関利用時の困難とニーズの把握、②健常者側が感じている配慮意向と配慮時の心情の把握を行った。配慮を必要とする側の困難とニーズの把握については、肢体不自由者（成人）へのインタビュー、車いすバギーユーザーの母親へのインタビューを行った。健常者側の配慮意向と配慮時の心情把握については、より健常者目線で調査を実施するため、大学生が調査設計者となり、アンケートを作成し、同じ大学の学生に対して調査を行う方式で行った。本研究より、効果的なメッセージの表示方法として、乗客がスマートフォンやイヤホンを利用していたとしても気づきやすいスペースや、吊り革や手すりなど乗客が直接触れる場所にメッセージを表示していくこと、配慮が必要な理由、配慮により何が助かるかという結果の表示、エレベーターを譲ったり、車いすスペースを空けることにより、他の乗客の移動の妨げにならないという利点について、動画により配信し健常者に伝えていく必要性が挙げられた。

キーワード： 公共交通機関 メッセージ表示 コミュニケーション 気づかい

1. 背景

我が国の都市部において、公共交通機関は多くの地域住民にとって主要な移動手段である。しかし、子育て中の母親の外出のバリアの一つとして、東京都心部では公共交通機関が挙げられている¹⁾。一般財団法人運輸振興協会による「子育て中の母親を対象とした公共交通機関利用についての要望調査」（H27）からは、鉄道は「時間が正確」、バスは「運賃が安い」ため移動手段として選択され²⁾、外出時におむつなどの荷物が多く、ベビーカーと合わせるとおよそ 20 キロもの荷物を持って移動する³⁾乳幼児連れの保護者にとって、ベビーカーのまま乗せられることや、運転ができなくても遠くに移動できる公共交通機関はなくてはならない移動手段となっている。

障害者にとっても公共交通機関は、障害者割引制度により 50%程度運賃で利用可能であり移動手段として欠かせない。各社による、点字表示や音声読み上げサービス、係員による個別対応がなされ、JR 東日本⁴⁾を例にあげると「長さ・高さ 120 センチメートル、幅 70 センチメートル程度の車いす」であれば、そのまま乗車可能である。

こういった、駅構内や公共交通機関車内のバリアフリー化は、高齢者だけでなく子供、乳幼児連れ、障害者など多くの利用者にとって便利になり、外出及び移動の負担が軽減に繋がっている⁵⁾。

健常者側の視点からも、鉄道・バスなど各社のバリアフリー化、ユニバーサル・デザインの取り組みについてポスターや掲示物を目にする機会が増え、利用者に対する情報提供や啓発活動の様子が確認できるようになった。近年では、「心のバリアフリー」「ユニバーサルデザイン 2020 行動計画（2017 年 2 月ユニバーサルデザイン 2020 関係

閣僚会議決定)」⁶⁾にみられるような、すべての人々の相互理解を深めるコミュニケーションの推進や、支え合いが大きく取り上げられるようになった。国土交通省は「バリアフリー教室」を開催し、全国各都市で擬似体験、介助体験、バリアフリー化された施設の体験ができる場を提供している。

しかし、公共交通機関等におけるベビーカー利用に係る現状として、外出時に多くの子どもの荷物を持つ乳幼児連れの母親が、他の乗客から心無い言葉を言われるなどの報道が日々絶えない。他方、国土交通省による公共交通機関等におけるベビーカー利用に関する協議会では、ベビーカー利用者と一般利用者の意識の双方を調査しており⁵⁾、一般利用者がベビーカーで足を踏まれる、我が物顔で乗車する、ぶつけられる経験等、ベビーカー利用者側の一般利用者に対する思いやりの欠如を指摘している。こういった経験は、利用者が配慮を行いたいと思ってもその気持ちの喪失や、声をかけたくないと思うなどの心情に繋がる可能性もうかがえる。

それでは、配慮が必要な人、配慮を行う人双方が気持ちよく公共交通機関を利用するために必要なことはなにか。藤村⁷⁾は、電車や駅構内に掲示されているマナー啓発ポスターを分析し、そのメッセージタイプを15に分類したのち「お願い」「強い禁止」「被害の付加」「呼びかけ」「ユーモア」の5つのタイプを抽出した。その結果、電車内のマナー啓発メッセージがマナー遵守行動意図に与える影響として、「お願い」「被害の付加」が有効であると報告している。「お願い」や「被害の付加」をどのように表示することで、配慮が必要な人への気づきや気づかいに繋げることができるだろうか。

ヒトには視覚優位 (visual dominance) という、外界を知覚し環境への適応を計る行動においては視覚による情報が他の感覚による情報よりも良く使われ、視覚を中心に外界認識が成立していることを説明する言葉があり⁸⁾、一般の書籍にも、「人が得る情報の八割から九割は資格に由来する」⁹⁾ というように取り上げられている。

昨今、スマートフォン等が普及し、公共交通機関利用者の乗車中の視線の先はスマートフォンなどの電子機器にあり、両耳はイヤホンで塞がれている光景を目にする。このように、公共交通機関利用時の乗客の視覚と聴覚がそれらの機器に奪われている状況下においてもなお、配慮が必要な人が適切に配慮を受けることができるような車内環境を作るためには、乗客の視覚に働きかけることができるようなメッセージの表示方法が必要ではないかと考えられる。

本研究では、公共交通機関利用時に、健常者による配慮が必要な人のニーズへの「気づき」と「気づかい」を促進するメッセージの表示方法を検討することを目的とし、まず電車や駅構内に掲示されているマナー啓発ポスターの内容と掲示方法を分析し、効果的なメッセージと表示方法を検討した。次に、健常者がどのようにしたら、配慮の必要な人のニーズに気づき、行動を起こすことができるのかを探るため、①配慮を必要

とする側の公共交通機関利用時の困難とニーズについて把握し、②健常者側が感じている配慮意向と配慮時の心情について明らかにした。

2. 調査方法

1) 研究 1

公共交通機関の車内や駅構内に掲示されているポスターの内容分析

1) ー1 方法

2021年5月～7月と、2022年1月～2月の2回、京王線、JR山手線、東武スカイツリーライン、JR武蔵野線の車内、駅構内に掲示されているポスターやステッカーのうち、配慮を促す工夫や表示の工夫が感じられるものを選択的に写真撮影し、メッセージの表示方法、メッセージの内容（テキスト）の分析を行った。

1) ー2 倫理的配慮等

写真撮影時には、乗客や駅利用者が写りこまないようにした。やむを得ず写ってしまう場合にはトリミングして削除した。個人のスマートフォンを用いて撮影を行ったが、撮影後は研究用に準備したHDDにデータを転送し、スマートフォンから削除した。

1) ー3 結果

駅構内・電車内のメッセージの表示方法（図1、図2）：配慮・思いやりの促しに関するメッセージは駅構内改札近くに掲示されていた。エスカレーター付近の表示方法にみられた工夫は、エスカレーター利用時に最初に一瞬視線が行くと考えられる手摺のそばに、目につく黄色を用いてメッセージが表示されていた。道案内については、エスカレーター進行に従い視線が行くように段階的にメッセージを短く区切って表示されていた。また、山手線などで見られる床への表示は駅構内の床面にもみられ、方向指示がなされていた。また、ベンチがないことを示すメッセージやバリアフリー経路の案内も見られた。電車内の危険を喚起するメッセージは手摺のそばに「てすりにおつかまりください」というステッカーが貼られていたが、手摺そのものには何も貼られていなかった。ドアには、子どもと大人の目線両方の高さに年齢に合わせたメッセージが表示されていた。

優先性を示すメッセージ（図3）：エレベーターには「優先（Priority Elevator）」というように、優先席同様に必要としている人が必要な時に使えるよう呼びかけるメッセージが表示されていた。



図1 駅構内のメッセージの表示方法



図2 メッセージの表示方法



図3 優先性を示すメッセージ

1) ー4 考察

電車内のメッセージの表示内容では、危険を知らせるメッセージが多く、配慮を促す内容の掲示は優先席付近以外では確認されなかった。駅構内では、改札に入ってしまう場所やホームの掲示板に、配慮を求めるメッセージが書かれた情報量の多いポスターが掲示されていた。また、エレベーターにも「優先」というメッセージが貼付されていたが、色は控えめな安全色（安全・避難・衛生・救護・進行を表す）とされる「緑色」用いた表示となっていた。優先席に関する認識は既に一般に浸透しているが、エレベーターが優先であることについてはエレベーターの設置が近年急速に進んだこともあり一般乗客にはまだ広く認知されていない可能性があることがうかがえた。

表示方法については、ドアの危険を知らせるメッセージに用いられているような、大人・子どもなど公共交通機関利用者の目の高さに合わせて表示し、目につきやすくすることや、アイコンやマークを用いて誰の目にも触れやすいようにすること、子どもと大人両方に伝わる表現をすることにより、大人だけでなく子どもも配慮への気付きの機会を得やすくなると考えられた。また、手すりには何もメッセージが表示されていなかったが、多くの配慮が必要な人は手すりが必要としている。また、健常者も手すりや吊り革につかまり乗車するので、視線が自身のスマートフォンに向いていたとしても、つかまる前には一瞬手すりに視線が動き、必ず目に留まる場所ではないか。手すりに直接ステッカーを貼ることや、配慮時に実際に使うものやスペースに直接メッセージを貼付するなどの工夫により、多くの人が「その場所」を必要としているという気づきを得ることができると考えられた。

2) 研究 2

公共交通機関利用時に配慮が必要な人へのインタビュー（配慮を求める側の調査/研究 5 のプレ調査として）

2) ー 1 対象と方法

本研究では、麻痺や関節に疾患があり、公共交通機関利用時に配慮や介助が必要な 3 名に対して半構造化インタビューを行った。表 1 に対象者の特性・属性を示す。調査項目は、公共交通機関利用時の困難と、受けている配慮の実際、困難の内容や必要な配慮の内容を示すメッセージの表示方法についての意見とした。B さんには電車の乗り降りの様子を撮影した写真を提供いただいたため、図 4 として示す。

2) ー 2 倫理的配慮

プレ調査として調査への協力を申し出てくださった方に対してインタビューを実施した。個人が特定されないよう、氏名と関係のないイニシャルで表示している。答えたくない質問には答えなくて良い旨を説明し、事前にインタビュー内容を提示して確認していただいた。A さんのインタビュー時間が長時間となった理由は、脳性麻痺があるため、発語ペースがゆっくりであることと、疲労を考慮しながら休憩をはさんでインタビューを実施したためである。

表 1 対象者の属性・特性

	A さん	B さん	C さん
性別	男性	男性	男性
年代	70 歳代	70 歳代	50 歳代
障害程度	脳性麻痺	脳出血後左半身不随	両膝人工膝関節
移動手段	車いす、バス	自家用車、杖	自家用車、杖
インタビュー場所	A さんの勤務先	Zoom	Zoom
所要時間	120 分	70 分	60 分

2) ー 3 結果

2) ー 3 ー ① 障害のある人の公共交通機関利用時の困難

対象者により語られた言葉を以下に示す。

“昔よりもバスや駅員さんのサービスが良くなったこともあって、周りの人に声をかけなくても駅員さんに声をかければ手伝ってもらえるようになりました。逆に乗客の人たちは駅員さんがやってくれるから気づかなくなったのかもしれないですね・・・だいたいスマホかイヤホンしていて気づいてもらえないことがあります。”（A さん）

“電車に乗るときは杖をついた状態で乗り降りしますが、電車のドアのすぐ横のスペースは杖をついている人にとって、乗り降りしやすいので必要なスペースです。そこが空いていないことが多いです。たいてい声をかけると空けてくれますが、スマホやイヤホンをしていて気づいてもらえないこともあります。”（Bさん） 図4 下部参照



図4 Bさんの電車乗車時の困難

注）図4下部の写真はBさんが、スマートフォンの画面を見ている学生の乗客に声をかけ、Bさんが乗車動作に必要なスペースを空けてもらっている場面である。

2) —3—② 受けている配慮・配慮でカバーできないこと

対象者により語られた言葉を以下に示す。

“杖をついて電車に乗ると、席を譲ってもらえることがありますが、その席が電車のドアから遠いとか、手すりが麻痺側にある場合は逆に難しくなるためお断りすることがあります。それを電車の中での短い時間で伝え合わなければならないので、譲ってくれた人に申し訳ないと思うことがあります。”(Bさん)(図5参照)



図 5

注) 電車では中央の席に着席した場合、ドアまでの距離があり降車に時間がかかるため、停車時間内の降車に間に合わないことがある。

“前もって連絡すれば地方でない限り、電車の乗り降りはお手伝いしてもらえます。天候が悪いと駅にたどり着けないとか、たどり着いた先で動けないことがあるため介助者が必要です。”(Cさん)

2) —3—④ 困難の内容や必要な配慮の内容を示すメッセージの表示方法についての意見

対象者により語られた言葉を以下に示す。

“電車なら駅員さんに伝えてくれればどうにかなることが多いので、駅員さんの呼びかたがわかりやすいといいなと思います。”(Aさん)

“短い時間で動いている電車でのやり取りなので、こちらの求めていることが一目で

わかるようなのがいいですね。そうするとお互い申し訳ない気持ちになることが減るのではないかと思います”（Bさん）

“ヘルプカードとかマタニティマークのような、多くの人知っている状態になると周囲の人の気づきにつながるのかなと思います。”（Cさん）
れた。

2) ー4 考察

これらの結果より、鉄道・バス等の会社のサービス向上により駅員からの配慮が受けやすくなった一方で、一般利用客の配慮意識の低下がうかがえ、配慮を必要とする人は、駅員を頼りにしていることがうかがえた。しかし車内では駅員が直接対応できないため、一般利用客の配慮や気づかいが必要である。乗降時の短い時間でのコミュニケーションを円滑にする方法として、一目でわかる表示や、配慮の必要な場所・空間に直接表示すること、Bさんに帝京いただいたような情報を乗客が観ることができるような動画やポスターの掲示が必要であると考えられた。

3) 研究3

配慮が必要な学生へのインタビュー（通学時の困難等）

3) ー1 対象と方法

2022年2月～3月にかけて、A大学に在学する聴覚障害のある学生2名に対して、通学で公共交通機関利用時に感じる不便さと、聴覚障害者が求めるメッセージの表示方法についてインタビューを実施した。表2に対象者の属性・特性を示す。

表2 対象者の属性・特性

	Dさん	Eさん
性別	男性	男性
学年	4年生	4年生
障害程度等	聴覚障害（人工内耳）	聴覚障害（補聴器）
通学手段	バス	電車＋バス
インタビュー場所	Zoom	対面（教室）
所要時間	62分	45分

3) — 2 倫理的配慮

本研究は帝京大学医学系研究倫理委員会の審査を受けて行われた。

承認番号：帝倫理 21-193 号

3) — 3 結果

3) — 3 — ①公共交通機関利用時に感じる不便さ

対象者により語られた言葉を以下に示す。

“あまり電車やバスで配慮が必要なことはないんですが、テロとか事故とかで逃げるとかそういう状況になったとき大丈夫かな・・・と思います。” (D さん)

“見た目では耳が聞こえないのがわからないので、周りの人に気づかれないです。雑音みたいな感じで、電車やバスではアナウンスがすごく小さく聞こえるくらいなので、電車の電子掲示板とかの車内の表示がなくなったらけっこう困ります。”
(E さん)

3) — 3 — ②聴覚障害者が求めるメッセージの表示方法

対象者により語られた言葉を以下に示す。

“耳が聞こえない人がどんな感じなのかはみんな知らないと思います。補聴器みたいなのをつけていれば聞こえていると思われることが多いです。でもそれを伝えるのは難しいと思います。” (D さん)

“他の人には耳が聞こえないのはわからないと思います。なので、多分「すみません」って声をかけた時にも、何故僕が話しかけているのか他の人に気づかれにくいと思いますし、その後のやりとりも、コロナの今みたいに口の動きが見えないと大変ですね。やっぱり文字や図が、言葉のやり取りなしに伝わる方法なのかなと思います。” (E さん)

3) — 4 考察

聴覚障害の場合、視覚的情報を頼りに情報を得ながら公共交通機関を利用している。今回の対象者は日常的に公共交通機関内での配慮を必要としているわけではないが、外見から他者に聴覚障害であることを認識されにくいため、必要時に配慮を得られるだろうかという不安を有していることが分かった。物理的な配慮よりも、必要時に配慮が受けられるよう、障害特性について他者が知識を得られるような情報表示の工夫

が必要であることが推察された。

4) 研究 4

公共交通機関を利用する健常者の、配慮の必要な人への配慮意向とその時の気持ちについてのアンケート（配慮を行う側の調査）

4) — 1 対象と方法

公共交通機関を利用して通学する A 大学スポーツ医療系学生の 2 年生のうち、筆者の調査協力要請に応じていただいた教員のクラスに在籍する 89 名の学生を対象にアンケートを実施し、当日欠席者 19 名を除く 70 名から回答を得た。この調査は大学生の教育の一環として演習授業内で実施した。調査対象者と同じ立場の学生の声を引き出すことができるよう、研究 1・2 の結果を学生と共有した上で筆者のクラスの学生がアンケートを作成し、同学年の他のクラスにアンケートへの回答の協力を要請する、学生主体の参加型形式で行った。調査項目は、公共交通機関利用時の座席を譲る意向、座席を譲ったときに断られた経験の有無、座席を譲って断られたときの気持ち、座席を譲ることへの躊躇、座席以外の場所を譲った経験の有無、公共交通機関内で配慮が必要な人に対して気づきや気づかいを促す方法についての考えとした。

4) — 2 倫理的配慮

大学生の教育の一環として演習授業内で調査を実施した。まず、研究の目的、概要についての説明と、協力依頼を 2 年生の担任に対して行った。次に協力の得られたクラスの学生に対して同様に研究目的、概要について説明し、協力は自由であること、プライバシーは保護されること、無記名であるため提出後は撤回ができないことを説明し、同意した学生に対してアンケートを実施した。帝京大学医学系研究倫理委員会に示されているガイドラインに沿って調査を行った。

4) — 3 結果

4) — 3 — ① 公共交通機関利用時の座席を譲る意向（図 6）

「あなたは公共交通機関利用時、身体の不自由な人、怪我をしている人、高齢者等配慮の必要な人に席を譲りますか」という質問に対して、44.3%が「譲る余裕のある時に譲る」、42.9%が「いつも譲る」と回答した。(n=70)

あなたは電車やバスなどの公共交通機関利用時、身体の不自由な人、怪我をしている人、高齢者等に席を譲りますか？

70 件の回答

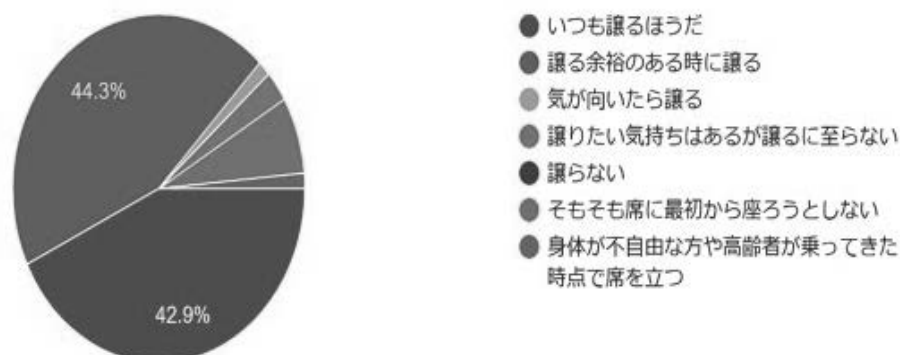


図 6

4) — 3 — ② 座席を譲ったときに断られた経験の有無、座席を譲って断られたときの気持ち、座席を譲ることへの躊躇（図 7～8、表 3）

「あなたは公共交通機関利用時、席を譲ったけれど断られたことはありますか」という質問に対して、57.1%が「ある」、42.9%が「ない」と回答した。断られた時の気持ちを表 3 に示す。“本当に大丈夫かな”といった、声をかけた人に対する心配の気持ちを表出するような回答が多くみられた。座席を譲って断られたと回答した学生のうち、「座席を譲って断られた理由を思いつくことができましたか」という質問に対して 75.6%が「思いつくことができた」と回答した。座席を譲ることへの躊躇については、

「あなたは公共交通機関利用時、身体の不自由な人、怪我をしている人、高齢者等に席を譲ろうとしたけれど、譲ることをためらったことはありますか？」という質問に対して、ためらったことが「ときどきある」との回答が 41.1%で最も多く、ためらったことが「ない」人は 35.7%であった。

あなたは、公共交通機関利用時、席を譲ったけれど断られたことはありますか？
70 件の回答

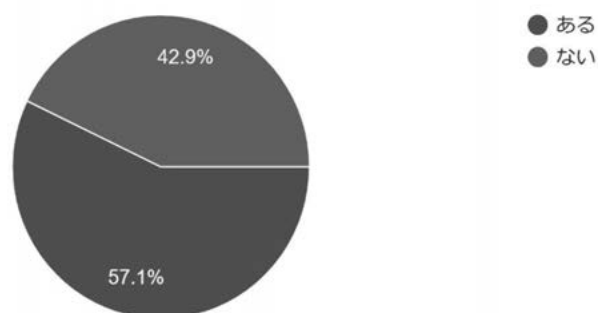


図 7

断られた方が答えてください。あなたは、公共交通機関利用時、席を譲っても断られる時、その断られた理由を思いつくことができましたか？

41 件の回答

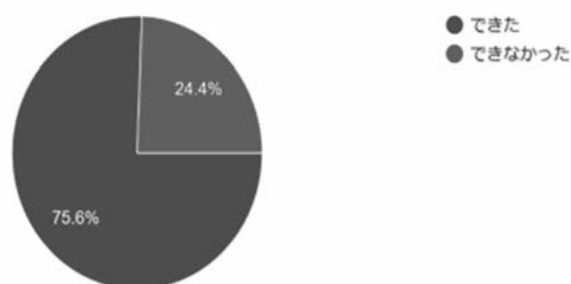


図 8

表 3 公共交通機関利用時席を断られた時の気持ち（自由記載）

仕方がないと思いつつ、断り方は優しくしてほしいと思った。
悲しい。
本当に席を譲らなくていいのか不安になった。
そういう人もいるんだな。
なら座っていようと思った。
本当に大丈夫かな？という気持ち。
「次降りるんでー」とか言われました。了解です～。
何とも言えない。
あまり気分は変わらなかった
そうか～。って感じ。

少し恥ずかしい。
 どうしたらいいかわからない。
 その時が次の駅が終点だったので仕方がないと思った。
 そういうひともいるんだと知れた。
 言ってよかった。
 まあいっかー。
 大丈夫な人なんだと感じた。
 席に座らなくて本当に大丈夫かなと心配になった。
 次の駅で降りるならいいかと思った。
 少し残念に思った。
 複雑。
 素直に座ってほしい。
 戸惑った（悪い気はしない）。
 気にしない。
 理由がわかったので特に何も感じなかった。
 ぴえん。
 申し訳ない気持ちになった。

注）回答者が記載した言葉をそのまま引用した。

あなたは公共交通機関利用時、身体の不自由な人、怪我をしている人、高齢者等に席を譲ろうとしたけれど、譲ることをためらったことはありますか？
 70 件の回答

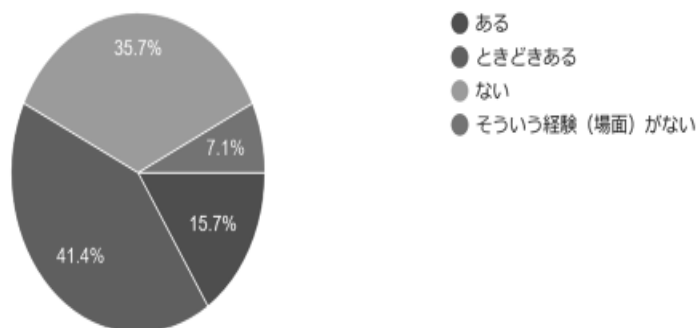


図 9

4) — 3 —③座席以外の場所を譲った経験の有無

「あなたは公共交通機関利用時、身体の不自由な人、怪我をしている人、高齢者など配慮が必要な人に「席以外のスペース」を譲ったことがありますか」という質問に対して、35.7%が「ある」、48.6%が「ない」と回答した。また、自分はそのような経験がないが「他の人がそうしているのを見たことがある」と回答した学生が 8.6%あった。
(n=70)

あなたは電車やバスなどの公共交通機関利用時、身体の不自由な人、怪我をしている人、高齢者等に「席以外の手すりやスペース」を譲ったことがありますか？
70 件の回答

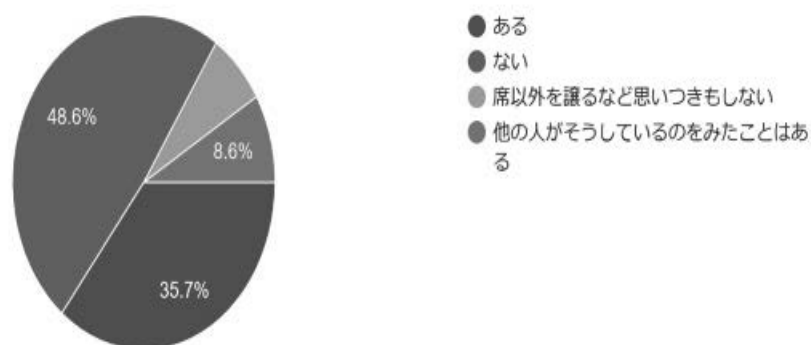


図 1 0

4) — 3 —④公共交通機関内で配慮が必要な人に対して気づきや気づかいを促す方法についての考えについて (図 1 1)

「あなたは公共交通機関利用時、席を譲ってほしい人と、席を譲ろうという気持ちがある人のコミュニケーションを円滑にするには何が必要と考えますか」という質問に対して、60.9%が「車内の空けてほしいスペースや席の色をステッカーや色分けでわかりやすく示す」、43.5%が「席やその他のスペースを譲ることで何が助かるのか理由を書いたメッセージを健常者の目につくところに貼る」と回答した。また、「モニターで障害のある人が困っている様子を流す」「駅構内や車内に、配慮の必要な人の困難と健常者の配慮により助かることを伝えるポスターを掲示する」という回答が多くみられた。(複数回答 n=69)

あなたは、公共交通機関利用時、席を譲ってほしい人と、席を譲ろうという気持ちがある人のコミュニケーションが円滑にするには何が必要と考えますか？

69 件の回答（複数回答）

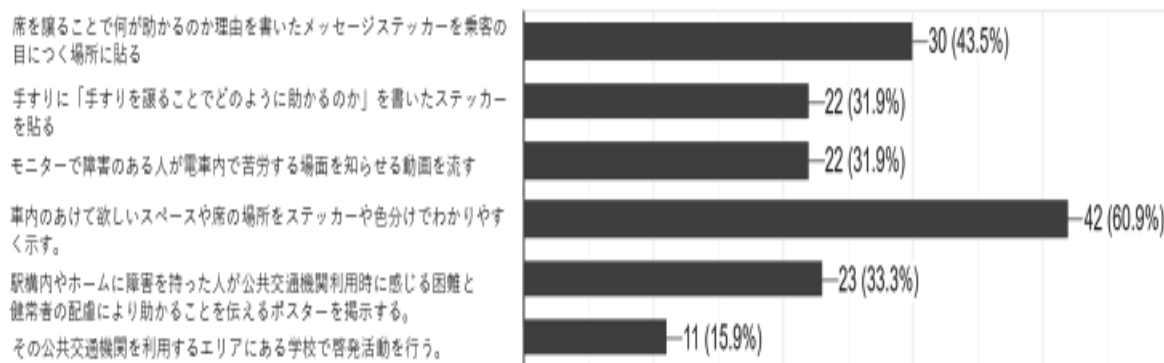


図 1 1

4) — 4 考察

本研究の対象の学生の多くは座席を譲る意向があり、座席を譲った時に断られた経験を有するケースにおいても、概ねその理由を考えることができていた。しかし、理由を思いつかない人も 2 割程度おり、席を譲って断られた時の気持ちも「悲しい」「残念」といったネガティブなものがあった。このように席を譲る意向があっても、断られた際にその理由を思いつかなかった場合や、ネガティブな感情を抱いた場合、次の機会の配慮意向に影響を及ぼす可能性があることが考えられた。また、席以外のスペースを譲ることについては、その経験が無かったり思いつかないことが多く、そういったスペースが配慮の必要な人にとって何故必要なのか、譲ってもらえることでどのように助かるのかをわかるよう表示することにより、配慮への促しにつながるのではないかと考えられた。また、表示方法についても、配慮の必要な人が必要とするスペースそのものをわかりやすく色分けするなど、一目でわかるようにし、その理由が伝わるような工夫も必要であることが分かった。

5) 研究 5

車いすユーザーの保護者の公共交通機関利用時の困難とニーズに関するアンケート

5) — 1 対象と方法

2022 年 4 月～8 月にかけて、A 市にある 0 歳から小学校 6 年生までの子どもを対象とする療育センターのリハビリテーションに通所する、車いす・バギーを使用している子どもの保護者 13 名に対して、公共交通機関利用時の困難とニーズについてのアンケートを実施した。調査項目は、児の属性・特性、公共交通機関利用時の困難と困難の程度、子どもの成長と保護者の加齢に伴う公共交通機関を利用した移動に関する心配事、困難に関連したニーズとした。

5) — 2 倫理的配慮

本研究は帝京大学医学系研究倫理委員会の審査を受けて行われた。

承認番号：帝倫 22-010 号

5) — 3 結果

5) — 3 — ① 児の属性・特性、回答者について

児の性別 (n=12) は、男児 9 名 (75%)、女児 3 名 (25%)、児の年齢 (図 1 2) は 2 歳～10 歳だった。アンケートの回答者は全員児の母親であった。児の診断名・障害の状態は表 4 に示す。

お子さんの年齢

13 件の回答

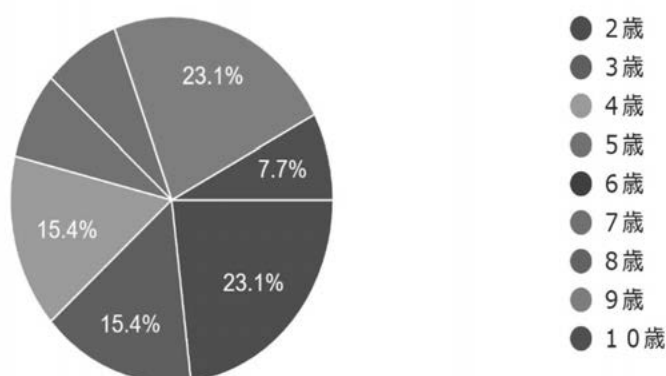


図 1 2 児の年齢

表 4 児の障害名・疾患名

ID	障害名・疾患名
1	早産時・未熟児網膜症・左 2, 4, 5 指欠損・成長発達遅延
2	脳性麻痺・四肢麻痺
3	脳室周囲白質軟化症・四肢麻痺
4	片麻痺
5	急性脳症、両下肢、体幹、両上肢機能障害
6	回答なし
7	神経芽腫 両下肢機能障害
8	染色体部分欠損
9	超低体重出生児 四肢麻痺
10	B リンパ芽球性リンパ腫による脊髄損傷
11	肢体不自由 てんかん、GRINI
12	水頭症 脳性麻痺
13	プラダウイリー症候群

お子さんの状態を教えてください

13 件の回答

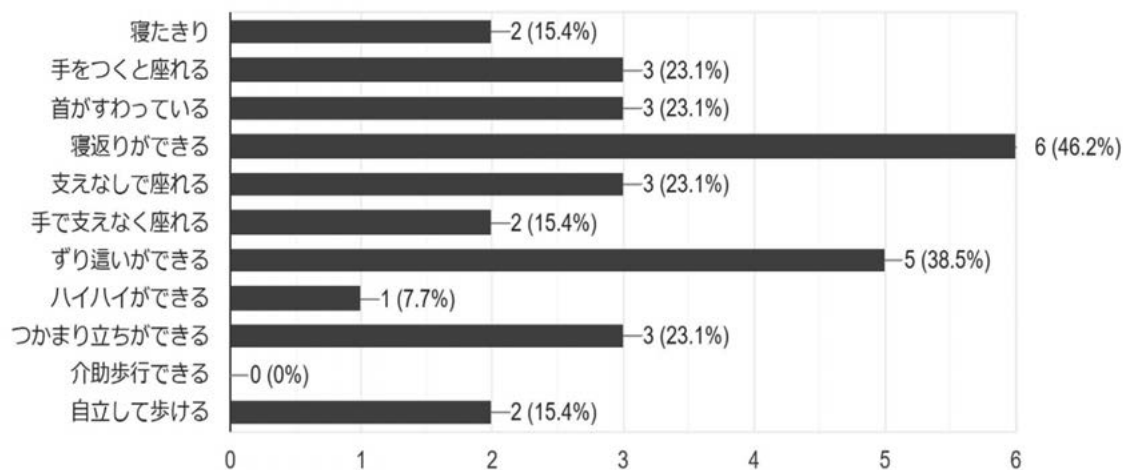


図 1 3

児の介助の状態は、抱っこで全介助（76.9%）、見守り（15.4%）、手つなぎ＋見守り（7.7%）だった。移動手段（図 1 5、1 6）は、通院時・通院時以外いずれも車いす・バギー＋自家用車がほとんどであった。

お子さんの移乗について教えてください

13 件の回答

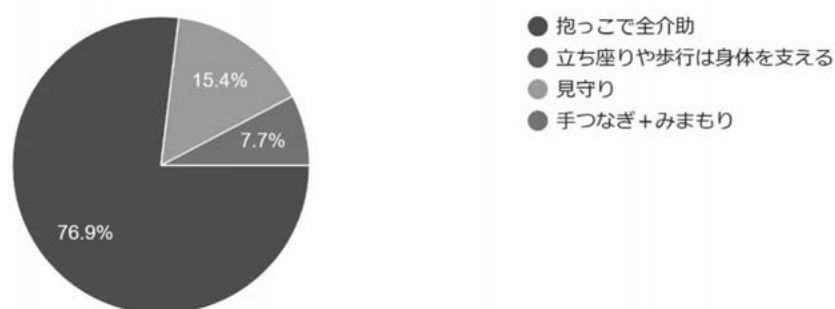


図 1 4

病院・リハビリ・療育通院時の外出時に最も多い移動手段について教えてください

13 件の回答

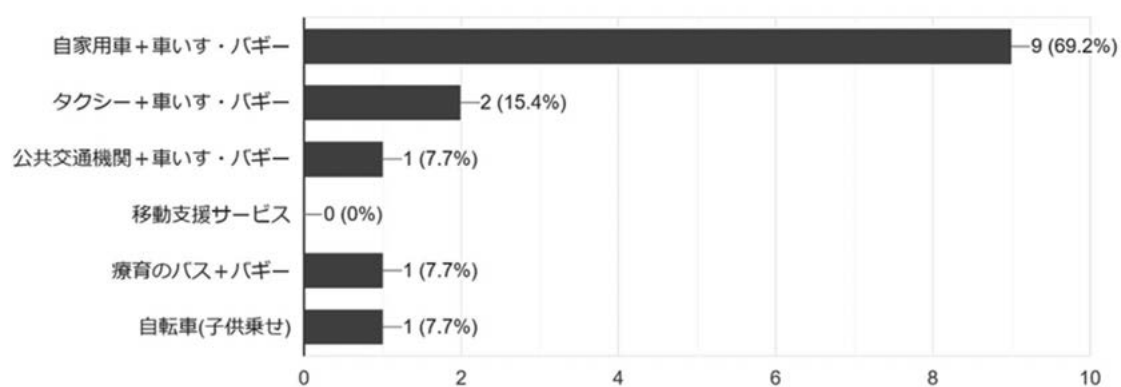


図 1 5

病院・リハビリ・療育通院時以外の外出時に最も多い移動手段について教えてください

13 件の回答

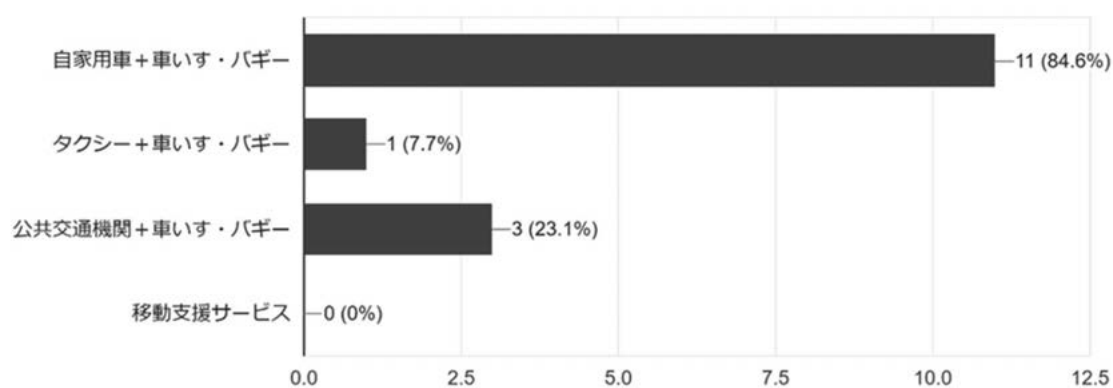


図 1 6

外出頻度と外出先については、以下図 1 7 ～ 2 1 に示す。

外出頻度について教えてください

13 件の回答

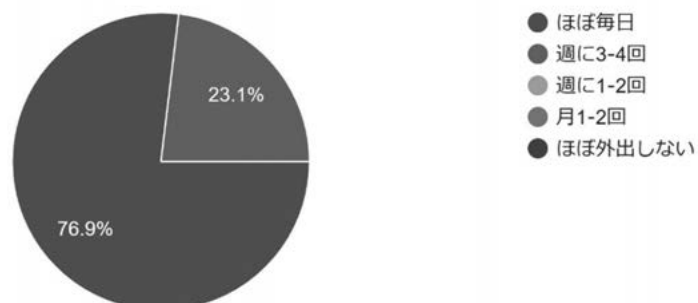


図 1 7

外出先について教えてください (病院)

12 件の回答

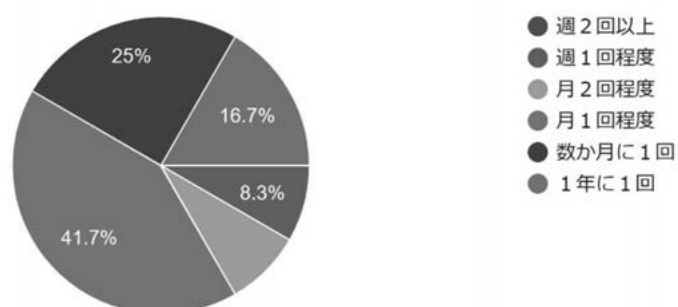


図 1 8

外出先について教えてください (リハビリ・療育)

13 件の回答

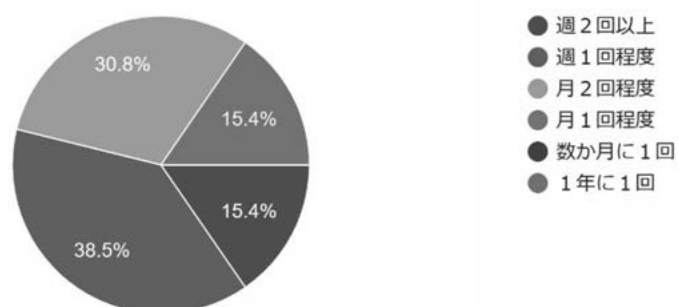


図 1 9

外出先について教えてください（学校・保育園・幼稚園）

8 件の回答

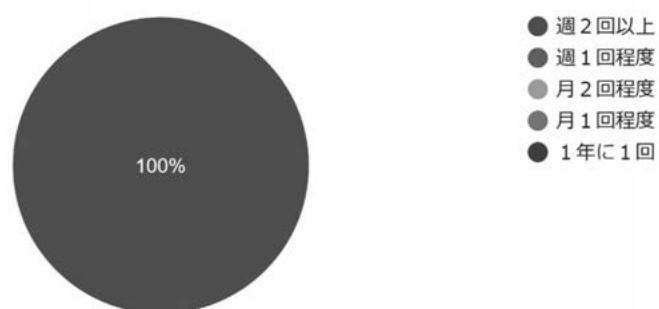


図 2 0

外出先について教えてください（児童発達支援・放課後デイ・多機能拠点）

4 件の回答

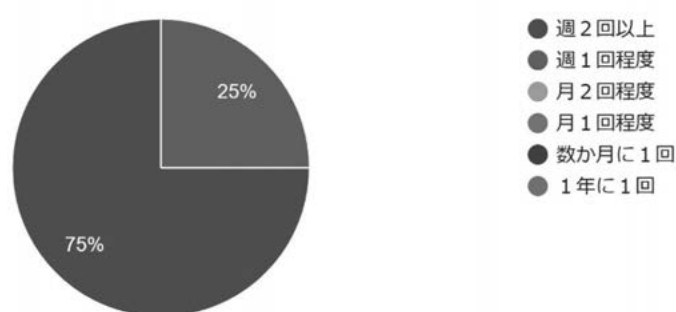


図 2 1

5）— 3 —② 公共交通機関利用時の困難（n=13）

公共交通機関利用時に、対象者が困難を感じる経験のうち、高い困難感が示されたものを図 2 2～2 5 に示す。「混雑時、人の波で車いす・バギーが通れる自動改札にたどりつきにくい」「エレベーターを譲ってもらえない経験」「車内の車いすスペースを空けてもらえないという経験」について 5～7 割の回答者があると答え、それらに対して「非常に困難」との回答が多かった。また、周囲に気をつかう経験を 9 割以上の回答者が有しており、それらに対して「困難でない」との回答はなかった。

外出時の公共交通機関利用時の困難について教えてください
(混雑時、人の波で車いす・バギーが通れる自動改札にたどりつきにくいという経験)

13 件の回答

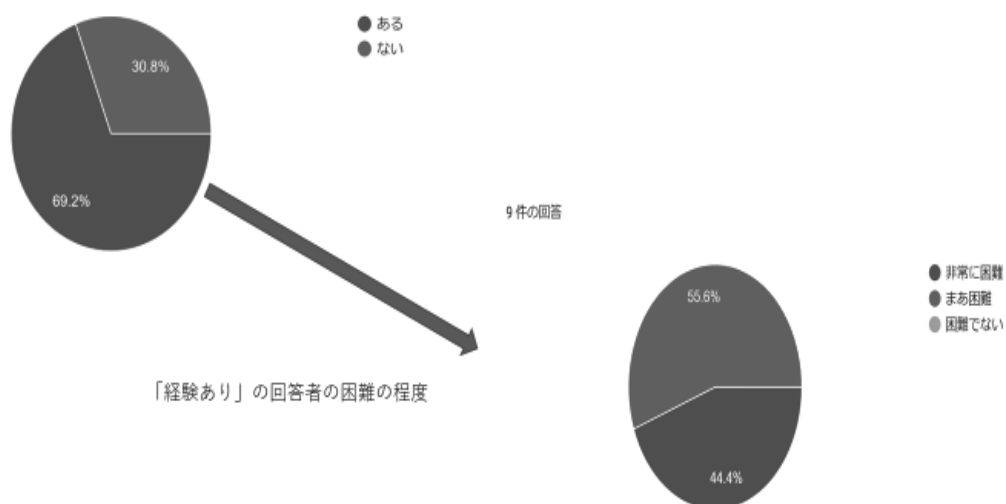


図 2 2

外出時の公共交通機関利用時の困難について教えてください
(エレベーターを譲ってもらえない経験)

12 件の回答

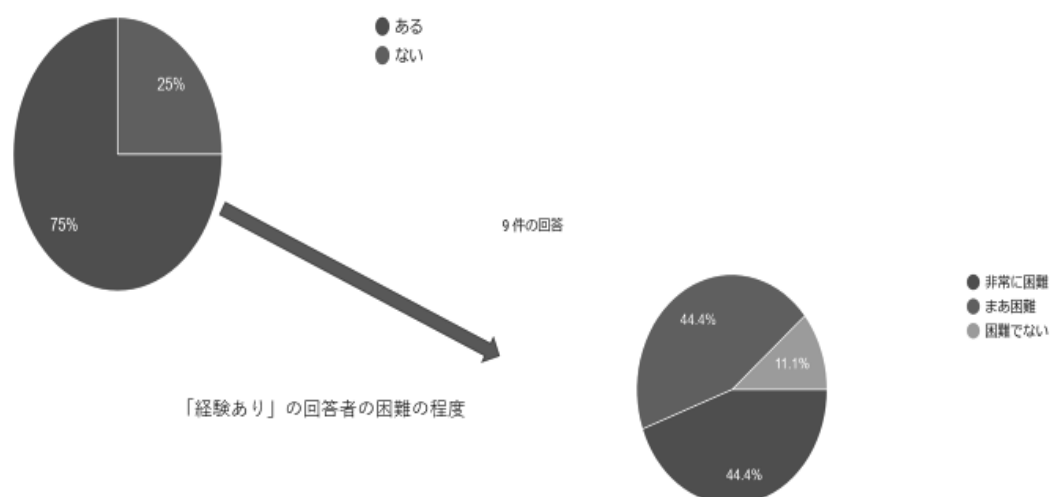


図 2 3

外出時の公共交通機関利用時の困難について教えてください
(車内の車いすスペースを空けてもらえないという経験)

13件の回答

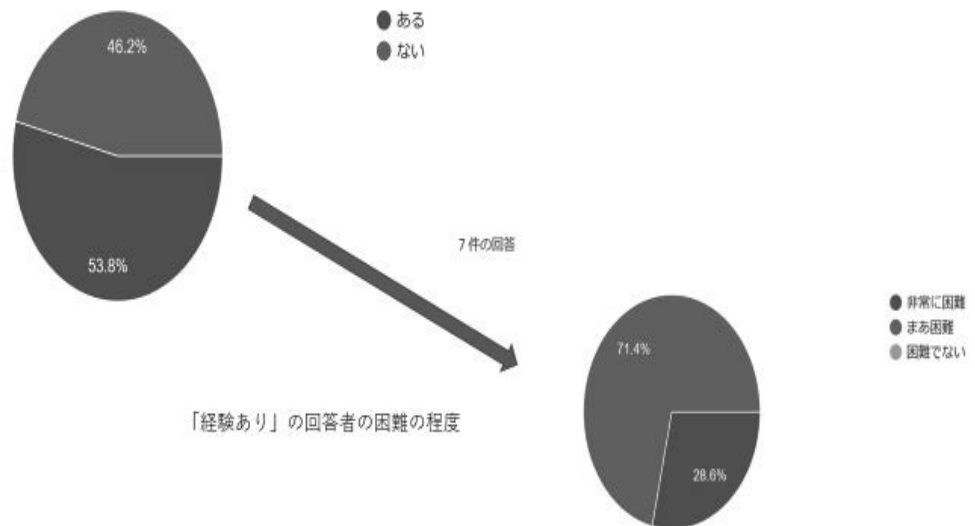


図 2 4

外出時の公共交通機関利用時の困難について教えてください
(混雑していると周りに気をつかうという経験)

13件の回答

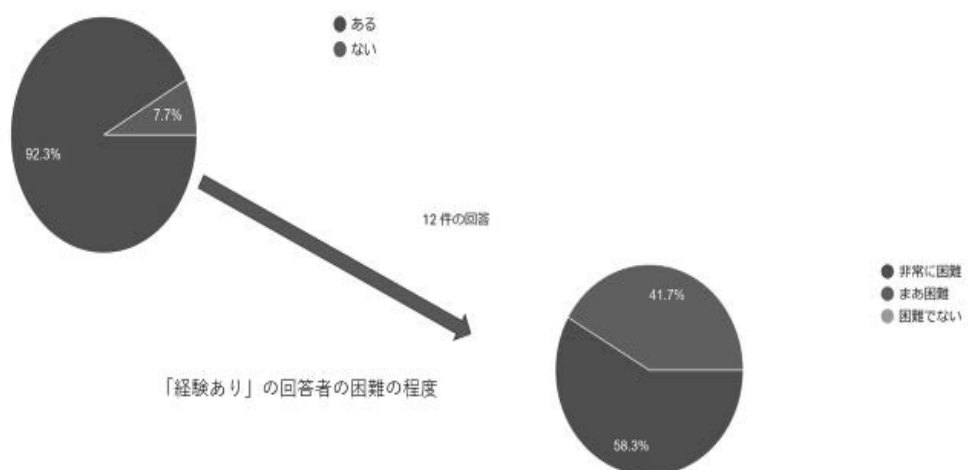


図 2 5

5) — 3 —③ 公共交通機関利用時のニーズ（自由回答より）

公共交通危難利用時のニーズを自由回答より以下に引用する。

“車いすスペースが車いすとベビーカーでいっぱいがあるので、増やしてほしい。混雑時でも車いすスペースはあけて欲しいです。”

“駅を利用して、改札をくぐるとき、駅員さんが「お手伝い大丈夫ですか？」と声をかけてくれるので、ありがたいです。大人がいるからではなく、子供ひとりで利用する際も言っただけだと子供は心強いです。”

“3階以上あるような場合、途中階から乗車できず(既に上下階からの利用で混雑)、介助者が上下階へ移動して乗って、車いすが途中階から乗り込むので同乗をご遠慮いただくようお願いの聲がけをすることが(駅に限らず)何度もある。必要のない方には階段をご利用いただきたい。”

“大きな駅の改札口が2か所あるところで、エレベーターがある改札口と、ない改札口があったりするので、駅の地図には「エレベーターを利用する方は○改札口を利用ください」などわかりやすくしてほしい。”

5) — 3 —④ 公共交通機関利用時に周囲の人に求める理解

公共交通機関利用時に、周囲の人に求める理解について自由回答より以下に引用する。(n=12)

- ・歩行が困難で移動するためにはどうしてもバギーが必要である相手の立場に立った思いやりが必要だと思います。ただ身近に利用者がいないと困難やニーズがわかりにくい。小さい頃から、学校や家庭内で話し合える場があると理解が深まるのではないかと思います。
- ・どのような場面で困るのかは実際に経験がないとわからないと思うので、理解を得るには啓発や教育活動が必要かと…。
- ・車いすやバギーの利用者も電車やバスを利用したい。利用しなければならないことがあること、基本的なことではあるが、まずはその理解がもっと必要だと思う。また通常の人よりも何においても時間がかかることへの理解が必要だと思う。
- ・できればエレベーターを譲っていただきたい。高島屋のエレベーターが車いすや必要な人専用になっており、スムーズに利用できてよいので駅もそうして欲しい。
- ・思いやり
- ・車いすのスペース、エレベーター、本当に必要な人がいるということをもっと理解してもらわなきゃ変わっていかないと思う
- ・目線が低いことでほかの人の荷物が顔の前に来ること。車いす用のスペースを譲ってくれることで、他の通路の妨げにならないこと。

- ・場所をとってしまうことに理解してほしい。泣いてしまっても温かい目で見て欲しい。
- ・バス乗車時はスロープを出して、乗せてもらい、安全ベルトを着用し・・・など、運転手さんにたくさん手伝ってもらいます。そのため出発までに時間がかかることを理解してほしい。ホームへ行くため改札口へ行くためにエレベーターに乗らなければいけないので、階段やエスカレーターで行ける人はエレベーターを譲ってほしい。
- ・車いすやバギーの重さを知ってもらいたいです。
- ・すいている時間帯なら助けてくれる方のほうが多いのであまり困っていません。（まだ乳幼児に見えると思うので偏見の目などもあまり感じないです）
- ・エスカレーターを使える人はエレベーターをつかわないようにしてほしいです。もしくは優先してほしい。

< 考察 >

車いすユーザーの子どもの保護者の困難は、「通路をあけてもらえない」、「エレベーターや車内の必要なスペースを譲ってもらえない」といった、公共交通機関側から「優先」とされているものを健常者が使用していたり、配慮をうけられないことに由来しており、それらの困難を感じる度合いも高かった。公共交通機関のサービス向上により保護者が一緒にいる現在は安心して利用できるが、将来子どもの成長に伴い、介助なしで公共交通機関を利用した際も同様に利用できるためには、現在解決されていないエレベーターや車内スペースの適正利用がなされるよう、配慮が必要な場所にメッセージを掲示し、一般の利用者の気づきや気づかいを促していく必要があると考えられた。特にエレベーターについては、優先席と異なり配慮が必要な人が優先であることの認識が一般の利用者間で浸透していないことが考えられたため、エレベーターの優先利用について啓発していく必要がある。

3. 総合考察

本研究では、公共交通機関利用時に、健常者による配慮が必要な人のニーズへの「気づき」と「気づかい」を促進するメッセージの表示方法を検討した。

電車や駅構内に掲示されているマナー啓発ポスターの内容と掲示方法の分析から、効果的なメッセージの表示方法として、電車内の広告のように、目立つ色やフォント、デザインを用いて、乗客がスマートフォンやイヤホンを利用していたとしても気づきやすいスペースや、吊り革や手すりなど乗客が直接触れる場所にメッセージを表示していく必要があると考えられた。また、乗客がそれらをどのように認識するかについてアイトラッキング等を活用し、公共交通機関各社と連携し、詳細に検討していくことも重要である。

次に、健常者がどのようにしたら、配慮の必要な人のニーズに気づき、行動を起こすことができるのかを探るため、①配慮を必要とする側の公共交通機関利用時の困難とニーズについて把握し、②健常者側が感じている配慮意向と配慮時の心情について明らかにした。配慮を必要とする側の公共交通機関利用時の困難とニーズとして、駅員やバス乗務員によるサービスが向上したため、乗客による配慮の認識が低下していることがうかがえた。配慮への気づきを促すには、配慮が必要な理由、配慮により何が助かるかという結果を表示することが方法の一つとして考えられた。これらを伝達するには、メッセージに表示する文字数が多くなるため、乗客の目につき、じっくりと読むことができる駅構内の掲示板や動画モニターなどを活用して啓発する必要があると考えられた。また、聴覚障害者は、視覚的情報を頼りに公共交通機関を利用しており、乗車や乗換時の慌ただしい時間の中で、言葉のやり取りなしに伝わる方法として文字や図が頼りになっている。見た目では聴覚障害者であることがわかりにくいいため、配慮が必要な時に配慮を受けにくい状況であることがわかった。これらのことから、もし、配慮が必要な人が他の乗客から配慮を受けられない場合、駅員や乗務員に繋がる方法を駅構内や電車内に表示することで、乗客に配慮を求めるよりも気軽に配慮を受けることができるようになると考えられた。

他方、健常者は、公共交通機関利用時、配慮の必要な乗客へ席を譲る意向があるが、それを躊躇する経験を有していた。その要因として、席を譲って断られた経験がある者の中で断られた理由を考えることができなかったとの回答が24%あった。断られた理由を考えることができなかった場合、次の配慮意向や配慮行動に影響を及ぼすと考えられた。これらのコミュニケーションを円滑にするため、配慮が必要な人が具体的にどんな配慮が必要なのかを乗客が予め知っておくことが大切であると考えられた。駅構内の啓発ポスターの内容を「配慮が必要な理由、具体的配慮例」を添えたものにする、動画を用いて配慮方法例について表示することも活用例の一つとして考えられる。

さらに、障害のある車いすユーザーの子どもの母親の公共交通機関利用時の困難・ニーズに関する研究からは、エレベーターや車いすスペースの適正利用への課題が示された。エレベーターは健常の乗客にとって、優先席ほど優先性を認識されておらず、エレベーター以外に駅構内の移動手段がない車いすユーザーの子どもの母親にとって、エレベーターを譲ってもらえない経験は困難度が高かった。また、車いすスペースを空けることにより、他の乗客の移動の妨げにならないという利点について、健常の乗客が認識していないことがうかがえた。今回の研究でエレベーターに優先ステッカーが貼付されていることがわかったが、ステッカーを貼るだけでなく、動画を流す、ポスターを用いて情報提供を行うなど、優先席同様に、乗客がエレベーターや車いすスペースを譲ることができるように啓発していく必要がある。

4. 引用文献 参考文献

- 1) 大森 宣暁, 谷口 綾子, 真鍋 陸太郎, 寺内 義典, 青野 貞康: 子育て中の女性の外出行動とバリアに対する意識に関する研究, 都市計画論文集, 46 (3), 259-264, 2011
- 2) 子育て中の母親を対象とした公共交通機関利用についての要望調査報告書 (H27), 一般財団法人 運輸振興協会, p4-7, p15-17
<https://www.transportpf.or.jp/zaidan/riyou/pdf/fullpage.pdf> (2022 年 9 月 1 日最終アクセス)
- 3) 松原 淳 公共交通機関における 子ども連れ等の移動に関する調査 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団
<https://www.mlit.go.jp/common/001002187.pdf> (2022 年 9 月 25 日最終アクセス)
- 4) JR 東日本 安全・安心の取組み 車いすをご利用のお客さまへ
https://www.jreast.co.jp/equipment/equipment_1/wheelchair/ (2022 年 9 月 30 日最終アクセス)
- 5) 公共交通機関等におけるベビーカー利用に係る現状と課題:
公共交通機関等におけるベビーカー利用に関する協議会
<https://www.mlit.go.jp/common/001014270.pdf> (2022 年 9 月 10 日最終アクセス)
- 6) 国土交通省 障害の社会モデル 心のバリアフリー
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/barrierfree/sosei_barrierfree_tk_000014.html
(2022 年 10 月 15 日最終アクセス)
- 7) 藤村 美月, 谷口 綾子: 電車内マナー啓発メッセージがマナー遵守行動意図に与える影響, 土木計画学研究・論文集, 73 (5) 1033-1051, 2017
- 8) 大城敬良, 視野変換実験と視覚優位, 大阪市立大学文学部, 人文研究 36(6)337-356, 1984
- 9) 伊藤亜沙「目の見えない人は世界をどう見ているのか」, 光文社, 2015

【備考】本研究の一部を第 25 回日本福祉のまちづくり学会全国大会にて発表した。当事者調査である調査 3, 5 については、帝京大学倫理委員会の審査を受けて実施した。

公共交通を支える担い手確保に関する研究

代表者 猪井 博登

(国立大学法人富山大学学術研究部都市デザイン学系 准教授)

アブストラクト

バス事業では、運転手の担い手不足が問題視されている。本研究では、バス運転手の希望する就業条件を把握するために、現在の雇用実態の把握に加えて、バス運転手の継続意向や仕事に求める重要項目を把握した。また、就業意向を促すことが期待される支援内容を明らかにするために、介護離職があることを踏まえ、新規の雇用条件として介護・保育サービスを提供することに着目した。関西圏、近畿圏、中部圏の大型二種免許保有者及び大型免許保有者を対象に雇用条件ごとの就業意向をアンケートで把握した。

その結果、バス運転手の希望する就業条件と就業意向を促すことが期待される支援内容が明らかになった。バス運転手の希望する就業条件においては、「十分な給与」「充実した勤務時間・休日の確保」「良好な職場の人間関係」に着目して取り組みを行っていく必要があることが明らかとなった。

キーワード： 路線バス、意向調査、雇用条件、介護・保育サービス

1. 序論

1.1 研究の背景

近年、少子高齢化や団塊の世代の定年退職などを背景に、乗合バス事業において運転手の担い手不足が問題視されている¹⁾。運転手不足は様々な問題を引き起こす原因となる。例えば、利用率の高い路線の増便や、新規路線の開設などサービスの拡充を行おうとしても運転手不足が原因で実施できないケースがあるだけでなく、通常の運行においても路線の維持が困難となり、サービスの低下につながる。さらに、運輸業は労働集約型産業であることより、人材不足を補うために、一人当たりの労働時間が伸びることによる事故発生リスクもまた高まる。運転手不足を解消するために、運転手の確保に向けて「給与のベースアップ」「労働環境の改善」「大型二種免許取得費用の支援」などのような様々な取り組みが行われている。

一方、こうした取り組みが行われてはいるものの運転手不足の問題解決に至っていない。これは、人手不足が年々深刻化していることに加えて、有効求人倍率が全職業平均の約2倍もあることから分かる²⁾。国土交通省によるバスの運転手の確保及び育成に向けた検討会とりまとめより、『バス運転者については、一部の労働条件のみならず幅広い観点で総合評価することが極めて重要であり、採用の拡大や離職の抑制を図っていく上でも、労働条件のみならず、意欲ややりがいなども含めて幅広い総合評価の観点から着実な改善を図っていくことが必要である³⁾』と示している通り、バス運転手の就業意向やバス運転手のニーズに適した雇用条件の把握を十分に行っていく必要がある。これより、運転手の担い手を確保するためには、運転手の就業意向を考慮した上で雇用条件を展開する必要があると考える。

既に採用されているバスの運転手の離職を抑制することも運転手の担い手の確保につながるとされる。バス運転手の離職理由には給与への不満や長い拘束時間に加えて、介護離職がある⁴⁾⁵⁾。また、バス運転手は長距離移動や利用者へ直接的にサービスを提供するという労働形態であるため、身内に何かあった時にすぐに駆け付けることがで

きないといったことを考慮して、安心して就業できる環境の構築を図る必要がある。

上記の観点を踏まえて、運転手の雇用条件の中に「介護・保育サービス」を加えることで、介護希望者が働きやすい環境を提供することによる運転手の担い手の確保を検証する。

1.2 バス運転手の担い手不足

乗合バス運転手の数は減少傾向にある⁶⁾。バス運転手の担い手不足が問題視される背景として大きく、時代の変化に伴う外的要因と行政や事業者による内的要因が考えられる。外的要因としては、モータリゼーション化の浸透に伴う自宅から事業所までの距離が遠くなり、出勤しにくくなってきたことや少子高齢化による就業人口の減少などが考えられる。また、内的要因としては不況に基づく人件費の賃金カットや過密労働をはじめとする待遇切り下げ⁷⁾などによる労働人口の低下などが考えられる。

このような状況の中、運転手の確保に努めるために様々な取り組みを行っている事業所が多くみられる。しかし、運転手の就業意向や効果的な雇用条件の把握が不十分であることから、十分な運転手確保にはつながっていないのが現状である。

1.3 バス事業者が介護・保育サービスを提供することによる利点

バス事業は、長距離移動や利用者へ直接的にサービスを提供するという労働形態であるため、身内に何かあった時に迅速な対応が行えない。また、バス運転手は4勤2休制という変則的なシフト体制であるということで、拘束時間の制約を補う雇用条件を提供することによる就業意向の向上が期待できる。加えて、業界別の介護離職者の発生状況や一般従業員の介護離職に対する影響において運輸業が最も懸念されていることが示された調査がある⁸⁾。このように、身内に介護を必要としている人が働きやすい環境を構築することで運転手の担い手を確保するための手助けとなる。

また、営業環境が厳しく、個人の賃金を向上することが困難な事業所がみられる中、給与に代わる要因を見つけることで、効率的に担い手を確保することに寄与する。

1.4 既往研究と本研究の特色

路線バス運転手の接客内容がバス利用意識に与える影響に関する研究として鈴木ら⁹⁾は、運転手のサービス内容について顧客がどう評価しているかについて着目しており、評価されることが就業意向につながるという事は示唆されているが、サービスの質を評価しており、運転手の反応については検証していない。

バス運転手の労働環境に関する研究として草刈⁷⁾は、バス運転手や労働組合の立場から労働環境を捉えており、給与の向上や労働時間の短縮及び就労継続期間を延ばすことが就労意欲を高めることが示唆されているが、現在の雇用条件とは異なった雇用

条件でも働き続けるかについて示唆しているものではない。

バス運転手の担い手不足に関する研究として前田の研究がある¹⁰⁾。これは、バス運転手の担い手不足が深刻化した原因への考察をもとに、バス運転手の雇用条件およびバス路線の見直しをもとに課題解決の方法について提案しているが、具体的な支援内容や指標を用いた提案を行ったものではない。

運輸業における担い手を確保するために、国土交通省及び事業者により賃金の向上や待遇の改善が議論されている³⁾が、営業環境が厳しく、個人の賃金を向上することが困難な事業者が多くみられる。そこで、雇用条件の向上を図り、より良い労働環境の構築を目指す必要がある。しかし、雇用条件に対する運転手の反応に着目した研究は殆どされていないため、複数の雇用条件に対しての運転手の就業意向を把握した考察が不足している。

運転手に着目し、現在の雇用条件だけでなく、より高い雇用条件や介護保育の提供といった新たな項目を含んだ雇用条件を提示し、これらへの就業意向を分析することも本研究の特色である。

1.5 研究の目的

バス運転手の担い手を確保するためには、バス運転手の就業意向やバス運転手のニーズに適した雇用条件の把握を十分に行っていく必要がある。そこで、本研究の目的として以下の2点を設定する。

(1) バス運転手の希望する就業条件の把握

バス運転手の担い手を確保するためには、バス事業における就業環境の実態を十分に把握する必要がある。そこで本研究では、給与や拘束時間、有給休暇日数などのバス事業における現在の就業環境の把握に加えて、バス運転手の継続意向や仕事に求める重要項目を把握する。これより、バス運転手の希望する就業条件を明らかにすることを目指す。

(2) 就業意向を促すことが期待される支援内容の把握

乗合バスの運転手不足が問題視されている中、運転手確保のための様々な取り組みが行われてはいるが、運転手不足の解消に至っていない。既往研究では、既存の雇用条件とは異なった雇用条件に対して運転手の就業意向を把握したものが殆ど行われていない。これに加えて介護離職があることを考慮して、本研究では、既存の雇用条件の向上及び、新規の雇用条件として介護・保育サービスを提供することにより、バス運転手の担い手の確保を検証する。

1.6 研究の方法

本研究は、近畿2府4県（大阪府、京都府、兵庫県、和歌山県、奈良県、滋賀県）、

関東1都6県（茨城県，栃木県，群馬県，埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県），中部10県（新潟県，富山県，石川県，福井県，山梨県，長野県，岐阜県，静岡県，愛知県，三重県）の大型二種免許及び大型免許保有者を対象にアンケート調査を行った．アンケートでは，免許保有者の属性と就業環境の調査，バス運転手の継続意向や仕事に求める重要項目の調査に加えて介護・保育サービスを含んだ仮想的な雇用条件に対する就業意向を調査した．就業環境においては，厚生労働省により示されている統計データと比較することで，本研究における免許保有者に偏った属性があるかを確認した．これに加えてバス運転手の継続意向や仕事に求める重要項目の調査をもとに，バス運転手の希望する就業条件について明らかにした．就業意向の把握においては，介護・保育サービスを加えた仮想的な雇用条件をもとにコンジョイント分析を実施した．なお，就業環境の把握の際に免許保有者に偏った属性が見られた点においては，属性別にコンジョイント分析を実施し，就業意向に差異が生じているかを確認した．これより，既存の雇用条件の向上及び，新規の雇用条件として介護・保育サービス提供した際にバス運転手の担い手の確保が期待できるかを検証した．

2. 就業環境及び就業意向の把握手法の整理

2.1 就業環境の把握手法

1.5で述べたように，本研究ではバス運転手の担い手の確保を検証することを目的として大型二種免許及び大型免許保有者に対してwebアンケートを実施する．そこで本研究では，現職の給与，拘束時間，有給休暇に関する現職の労働条件を調査する．これに加えて仕事への継続意向や職業に求める重要項目などを調査し，職場の実態を把握する．

2.2 就業意向の把握手法

大型二種免許及び大型免許保有者に対してwebアンケートを実施する．本研究では，仮想的に構築する雇用条件をもとにコンジョイント分析を行う．これより，現在の雇用条件を向上した際，または新規の雇用条件を提供した際にバス運転手の担い手の確保が期待できるかを検証する．

2.3 コンジョイント分析の概要

コンジョイント分析とは，評価対象に対する選好を回答者に直接尋ねる表明選好型のアプローチ¹¹⁾であり，主にマーケティングの分野で活用されてきた．表明選考型のアプローチとしてはCVM（仮想評価法）も挙げられるが，評価対象が持つ複数の属性を同時に評価できないという問題点がある．一方，コンジョイント分析は，複数の属性で構成されたプロファイル（選択肢）とそれに対する回答者の選好との関係を統計的に

処理することで、属性別の価値を推定することができる。これより、本研究ではコンジョイント分析を実施した。

2.5 本研究におけるコンジョイント分析の適用

コンジョイント分析の代表的な設問形式には、表 1 に示すように完全プロファイル評定型、ペアワイズ評定型、選択型、フルランキング型などがある。この中でペアワイズ評定型は、属性と水準で構成された 2 つの対立するプロファイルを回答者に提示し、いずれか一方を選択して採点する必要があるため、好ましくない。選択型は、より現実性の高い質問形式としたい場合や、質問にかかる時間を短くしたい場合には適しているが、単調な回答になりやすく、因子間の詳細な把握を行えないため、好ましくない。また、フルランキング型は、相当な数の組み合わせを検討することが不可避となり、回答者への負担が懸念されるために見送った。本研究では、完全プロファイル型をもとにタクシー事業者からの参入行動が期待できる支援内容の把握に努めた藤本の既往の研究成果¹²⁾に着目した。この研究では、「タクシー事業者からの評価が高い支援内容」ではなく、「実際に参入行動が期待できる支援内容」について検討することを目的としている。本研究もまた「バス運転手の就業意向に影響を及ぼす支援内容」について検討することを目的としているため、完全プロファイル評定型を適用した。

本研究では、評価対象の選考を尋ねる際に順序尺度を用いて、分析方法は質的変数を量的変数とみなした重回帰分析を適用した。今回、以下の(1)式のような効用関数を仮定する。

$$Y_i = a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + a_3 X_{3i} + a_4 X_{4i} \dots (1)$$

Y_i … 雇用条件 i に対する働きたいと思う度合

X_{ji} …雇用条件 i の因子 j の水準のダミー

a_j … X_{ji} に対する効用値

表 1 コンジョイント分析の代表的な質問形式¹³⁾

質問形式	概要
完全プロファイル評定型	ある 1 つのプロファイルを回答者に提示して、そのプロファイルの好ましさを尋ねることで評価を行う。
ペアワイズ評定型	2 つの対立するプロファイルを提示して、どちらがどのくらい好ましいかを尋ねることで評価を行う。
選択型	複数のプロファイルを回答者に提示して、最も好ましいものを選択してもらうことで評価を行う。
フルランキング型	複数の異なるプロファイルを提示して、最も好ましい順番に全てのプロファイルを並び替えてもらう

2.5 コンジョイント分析における因子の設定

本研究では、就業意向に影響を与えている要素を「バス運転手の労働環境に関する調査」や、製造・運輸・警備の求人を専門に扱う総合求人サイト「ジョブコンプラス」等による情報を参考に抽出した。就業意向に影響を及ぼす可能性のある要素は「十分な給与」や「充実した福利厚生」「適切な拘束時間」「良好なコミュニティの有無」「自宅から職場までの通勤距離・時間」「十分な有給制度」など多くのものが考えられるが、厚生労働省が提示している改善基準告示に則り、最低限法律に沿った内容とし、事業の概要（社会保険や残業代、昇給制度など）は固定のものとした。これより、運転手の就業意向を左右する項目として「給与」「拘束時間」「有給休暇」の3つを設定する。また、仮想的な雇用条件として、少子高齢化の進行に伴い、需要の増加が見込まれる「介護・保育サービス」についても、その効果を把握するために因子として設定することとする。従って、合計4つの因子を設定する。

2.6 コンジョイント分析における水準の設定

厚生労働省による令和2年の賃金構造基本統計調査より、運輸業の平均年収は452.27万円とされており、16産業のうち、5番目に低い数値をとった。労働時間目分けて考察すると、他産業と比較して、平均的な労働時間が長く、時間当たりの給与水準も低いことが分かる。本研究では、運輸業の平均年収が452.27万円であることに加えて、今回16産業の中で最も平均年収が低かった宿泊業、飲食サービス業の354.86万円を考慮した水準設定を行った。

厚生労働省より出される労働者の休日総数と月間総実労働時間に関する統計によると、運輸業は他産業と比較して月間総実労働時間が長い。加えて、労働者1人平均年間休日総数は16産業の中で2番目に少ないことが分かった。バス運転手の休憩時間や拘束時間、休息期間に関しては厚生労働省より改善基準告示にて定められている。本研究では改善基準告示に則り水準設定を行った。

運輸業の年次有給休暇取得率は16産業の中で10番目に大きく、全産業の中で平均的な値を取った。また、年間就業日数は宿泊業、飲食サービス業に次いで多いことが分かった。就業形態就業期間により差異はあるが、原則として有給休暇は5日を義務、10日を規定として定められている。そこで、有給休暇を最低10日は付与されているものとみなして水準設定を行った。

バス事業は長距離移動や宿泊等を伴う労働形態であるため、身内に何かあったときに迅速な対応が行えないということや変則的な労働時間であるということ、時間的な制約を補う雇用条件を提供することでの就労意向向上に期待ができる。加えて、業界別介護離職者発生状況や一般従業員の介護離職に対する影響として運輸業が一番大きな影響を受けるという調査⁸⁾がある。以上のようにバス事業において介護・保育サー

ビスを提供することは拘束時間を緩和するだけでなく、介護離職を希望する人たちに対して就業しやすい環境をつくるのを助ける。そこで、本研究では介護・保育サービスがあるかないかを水準に設定した。

上記の就業環境を考慮して、水準の設定を行った。本研究では、4つの因子に対して3つの水準を設定した。これらのすべての組み合わせを回答者に提示する際、 $3^4=81$ ものプロファイルが存在する。そこで、直行配列表を用いて9つのプロファイルに縮約した。この際、回答数が多いと回答者に疲労やストレスを与え、適切な回答を得ることを妨げてしまうため、10件程度の質問数に留めた。コンジョイント分析を実施している大場ら¹⁴⁾や田邊ら¹⁵⁾の既往研究において8つのプロファイルの組み合わせは多くないと考えられているため、9つの設定も回答を問うことは十分に可能であると思われる。これより、介護・保育などのケア環境の整備によるバス運転手の担い手の確保が期待できるかを検証した。各属性の水準を表2に示す。

2.7 プロファイルの作成

2.5、2.6で設定した属性と水準の組み合わせから、直交計画法により属性間の交互作用がない組み合わせを9通り抽出した。抽出したプロファイルを表3に示す。

表 2 支援内容の属性と水準

因子	水準	備考
給与	300万/年	総支給額より、税金や保険料等の各種控除額を差し引いた手取り額とする。 諸手当含む。
	450万/年	
	600万/年	
拘束時間	8時間	所定労働時間+休憩時間+残業等を組み込んだものとする。なお、休憩時間においても給与は発生するものとする。
	12時間	
	16時間	
有給休暇	10日/年	1年間における有給休暇日数の限度のことを指す
	15日/年	
	20日/年	
介護・保育サービス	あり	政策変数として算出
	なし	

表 3 作成したプロフィール

No	給与	拘束時間	有給休暇	介護保育
1	300 万	12 時間	10 日	あり
2	600 万	16 時間	10 日	あり
3	300 万	8 時間	15 日	あり
4	450 万	16 時間	15 日	あり
5	600 万	8 時間	20 日	あり
6	450 万	12 時間	20 日	あり
7	450 万	8 時間	10 日	なし
8	600 万	12 時間	15 日	なし
9	300 万	16 時間	20 日	なし

3. 大型二種免許及び大型免許保有者に対する調査概要と集計結果

3.1 調査概要

就業意向を把握するためには、バス運転手の就業環境を細かく捉える必要がある。そこで本研究では、近畿 2 府 4 県（大阪府、京都府、兵庫県、和歌山県、奈良県、滋賀県）、関東 1 都 6 県（茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県）、中部 10 県（新潟県、富山県、石川県、福井県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県）の大型二種免許及び大型免許保有者を対象にした調査を行った。株式会社クロス・マーケティング社の登録者に調査を実施した。調査概要を表 4 に示す。

3.2 調査項目

(1) 就業環境に関する質問

これまで、バス運転手の担い手を確保するために様々な取り組みが行われてきた。しかし、社会環境や生活環境が変わりゆく中で、求める就業条件が変化してきている。既存の就業環境を把握し、新規な雇用条件を提案する必要があると考える。そのために、既存の就業環境を把握する必要がある。2020 年度の年収、一日当たりの拘束時間、有給休暇日数を調査し、現職に対して継続していくのか今後退職を検討しているのかも踏まえて尋ねる。また、進路選択の理由を把握する。

表 4 調査概要

項目	内容
対象	近畿 2 府 4 県、関東 1 都 6 県、中部 10 県の大型二種免許保有者と大型免許保有者
配布部数	1,500 票 割付：近畿 2 府 4 県 400 票、関東 1 都 6 県 550 票、中部 10 県 550 票
調査期間	2021 年 11 月 4 日～2021 年 11 月 5 日
配布・回収	株式会社クロス・マーケティングより、Web 上でアンケートを実施

(2) バス事業への就業意向に関する質問

就業意向については、既存の雇用条件に介護・保育サービスを加えた状況を仮想的に設定した上で、2章で抽出したプロフィールを提示し、各プロフィールへの選考を把握する。選択肢は、「とても好む」「好む」「どちらかといえば好む」「どちらかといえば好まない」「好まない」の5つを設定した。なお、仮想的に設定したバス事業の事業概要（プロフィールの内容にかかわらず固定）を表5に示す。

表 5 仮想的に設定した事業概要

- ・勤務地は自宅から自動車で1時間以内の距離とする。
- ・社会保険、車両保険、対人対物保険等は別途ついているものとする。
- ・残業代、賞与、年齢給、勤続給、諸手当は給与に組み込まれているものとする。
- ・昇給制度あり
- ・拘束時間とは、通勤から退社までのトータル時間を指し、労働時間外(1日8時間以降の労働および休日出勤等)での残業手当は保障されているものとする。
- ・有給休暇とは1年間における有給休暇日数の限度のことを指す。

3.3 回答者の属性とバス事業への就業意向

回答状況としては、1,500人（近畿2府4県、関東1都6県、中部10県）から回答があった。しかし、9つのプロフィール全てに「好む」「どちらかといえば好む」「どちらかといえば好まない」と同一の回答をしたものは、適切に調査に取り組んでいないと判断し、分析から除いた。そのため、分析の対象となる回答者は1,415人となった。

(1) 回答者の属性

本調査における回答者の属性を表6に示す。

表 6 回答者の属性

				()内は%	
地域		性別		年代	
近畿二府四県	372 (26.3)	男性	380 (97.5)	～39歳	58 (4.1)
関東一都六県	520 (36.7)	女性	35 (2.5)	40～64歳	109 (78.4)
中部十県	522 (36.9)			65歳～	248 (17.5)
業種		職種		扶養家族の有無	
貨物自動車事業	229 (15.3)	バス運転手	84 (5.9)	いない	546 (38.6)
郵便事業	8 (0.5)	S D職（セールスドライバー、宅配員）	131 (9.3)	1人	433 (30.6)
貴重品輸送警備	3 (0.2)	法人営業（事務職）	69 (4.9)	2人	230 (16.3)
バス事業	92 (6.1)	管理（物流管理、配送管理、在庫管理）	101 (7.1)	3人以上	206 (14.6)
タクシー事業	23 (1.5)	経営企画	75 (5.3)		
運輸業以外	891 (59.4)	人事	18 (1.3)	介護保育者の有無	
主婦・主夫	15 (1.0)	総務	117 (8.3)	いる	225 (15.9)
学生	0 (0)	経理財務	44 (3.1)	いない	190 (84.1)
無職	239 (15.9)	主婦・主夫	15 (1.1)		
		学生	0 (0)		
		無職	226 (16.0)		
		その他	535 (37.8)		

(2) 2020 年度の年収

2020 年度の年収に近いものはどれかを調査したものを図 1 に示す。また、業種と年収の間に差があるのか検証する。表 7 に業種別平均年収と 2.7 で示した賃金構造基本統計調査データを比較した。なお、本調査の結果は、選択肢の区間における中央値を用いて平均値を算出した。

2.7 で示したようにバス事業の平均年収は 484.3 万円、他の運輸業(航空機操縦士は除く)の平均年収は 461.40 万円、他産業の平均年収は 517.68 万円であった。今回の調査結果は表 7 から分かるようにバス事業の平均年収は 471.26 万円、他の運輸業の平均年収は 451.6 万円、他産業の平均年収は 517.74 万円であった。本調査の回答者の 2020 年度の平均年収は賃金構造基本統計調査データと比較して大きな違いが見られなかった。

業種別の年収に対して多重比較を行い、結果を表 8 に示した。その結果から、「主婦・主夫及び無職」と「他の運輸業・バス事業」と「バス事業・他産業」の間に有意差があり、運輸業は他産業と比較して年収が低いことが確認できた。

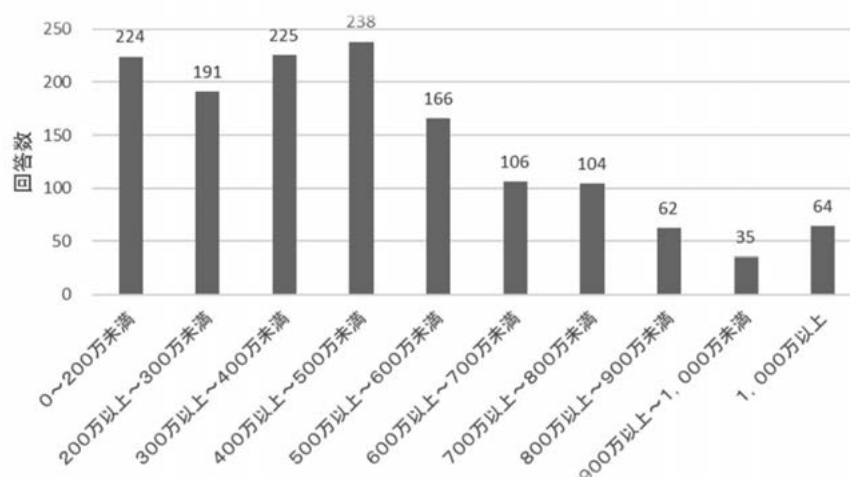


図 1 2020 年度の年収に近いものはどれか (n=1,415)

表 7 2020 年度の年収における賃金構造基本統計調査データと本研究の回答者の比較

	賃金構造基本統計調査データ	本研究回答者データ
バス事業	484.30 万円	471.26 万円
他の運輸業	461.40 万円	451.60 万円
他産業	517.68 万円	517.74 万円
主婦・主夫及び無職		236.10 万円

表 8 2020 年度の年収データの業種による多重比較

従属変数: 年収

Tukey HSD

(I) 業種	(J) 業種	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
バス事業	他の運輸業	19.66437	28.83404	.904	-54.4995	93.8283
	他産業	-46.47757	26.09359	.283	-113.5928	20.6376
	主婦・主婦及び無職	235.16478 [*]	28.97270	.000	160.6442	309.6853
他の運輸業	バス事業	-19.66437	28.83404	.904	-93.8283	54.4995
	他産業	-66.14194 [*]	16.69561	<.001	-109.0846	-23.1992
	主婦・主婦及び無職	215.50041 [*]	20.91137	.000	161.7144	269.2865
他産業	バス事業	46.47757	26.09359	.283	-20.6376	113.5928
	他の運輸業	66.14194 [*]	16.69561	<.001	23.1992	109.0846
	主婦・主婦及び無職	281.64235 [*]	16.93395	.000	238.0866	325.1981
主婦・主婦及び無職	バス事業	-235.16478 [*]	28.97270	.000	-309.6853	-160.6442
	他の運輸業	-215.50041 [*]	20.91137	.000	-269.2865	-161.7144
	他産業	-281.64235 [*]	16.93395	.000	-325.1981	-238.0866

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

(3) 希望年収額

希望する年収の最低額を質問した結果を図 2 に示す。また、業種別の希望年収の最低額と現在の年収の平均値の比較を表 9 に示した。希望年収の最低額は全業種において高く答えていたことが分かる。バス事業従事者の平均年収は 471.26 万円であることより、バス事業における平均年収は主婦・主夫及び無職の方の希望年収最低額を上回っていたことが分かった。一方、バス事業の平均年収はバス事業従事者、他の運輸業従事者、他産業従事者の希望年収最低額を下回っていたことが分かった。

年収額と同様に希望年収の最低額についても多重比較を行った。結果を表 10 に示した。「主婦・主夫及び無職」と「他の運輸業、バス事業、他産業」の間に有意差があり、運輸業従事者は他産業従事者と比較して最低希望年収に大きな差がないことが分かった。

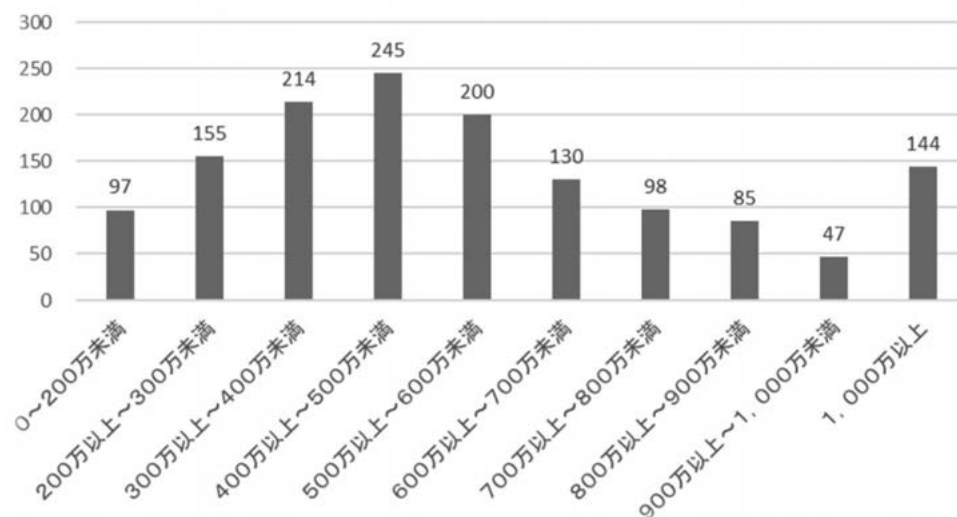


図 2 希望する年収の最低額 (n=1,415)

表 9 2020 年度の年収と希望年収最低額の比較

	希望年収最低額	2020 年度の年収
バス事業従事者	567.24 万円	471.26 万円
他の運輸業従事者	538.2 万円	451.60 万円
他産業従事者	588.59 万円	517.74 万円
主婦・主夫及び無職	356.64 万円	236.10 万円

表 10 希望年収の最低額の業種による多重比較

従属変数: 希望年収

Tukey HSD

(I) 業種	(J) 業種	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
バス事業	他の運輸業	29.041	30.341	.774	-49.00	107.08
	他産業	-21.349	27.458	.865	-91.97	49.27
	主婦・主夫及び無職	210.602 [*]	30.487	<.001	132.19	289.02
他の運輸業	バス事業	-29.041	30.341	.774	-107.08	49.00
	他産業	-50.390 [*]	17.568	.022	-95.58	-5.20
	主婦・主夫及び無職	181.561 [*]	22.004	.000	124.96	238.16
他産業	バス事業	21.349	27.458	.865	-49.27	91.97
	他の運輸業	50.390 [*]	17.568	.022	5.20	95.58
	主婦・主夫及び無職	231.951 [*]	17.819	.000	186.12	277.78
主婦・主夫及び無職	バス事業	-210.602 [*]	30.487	<.001	-289.02	-132.19
	他の運輸業	-181.561 [*]	22.004	.000	-238.16	-124.96
	他産業	-231.951 [*]	17.819	.000	-277.78	-186.12

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

(4) 現職の一日あたりの拘束時間

現職の一日あたりの拘束時間を調査し、結果を図 3 に示す。また、業種別拘束時間を表したものを表 11 及び図 4 に示す。

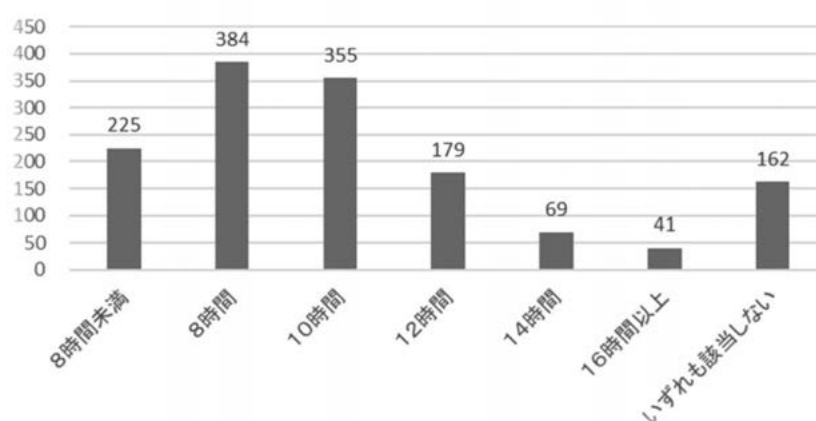


図 3 現職の一日あたりの拘束時間 (n=1,415)

一日の拘束時間の業種による多重比較を行った結果を表 11 に示した。「主婦・主夫及び無職」と「他産業」と「他の運輸業、バス事業」の間に有意差があり、運輸業従事者は他産業従事者や主婦・主夫及び無職の方と比較して拘束時間が長いことが分かった。

表 11 一日の拘束時間の業種による多重比較

従属変数: 拘束時間

Tukey HSD

(I) 業種	(J) 業種	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
バス事業	他の運輸業	.323	.402	.853	-.71	1.36
	他産業	1.737 [*]	.363	<.001	.80	2.67
	主婦・主夫及び無職	6.458 [*]	.403	.000	5.42	7.50
他の運輸業	バス事業	-.323	.402	.853	-1.36	.71
	他産業	1.414 [*]	.233	<.001	.82	2.01
	主婦・主夫及び無職	6.135 [*]	.291	.000	5.39	6.88
他産業	バス事業	-1.737 [*]	.363	<.001	-2.67	-.80
	他の運輸業	-1.414 [*]	.233	<.001	-2.01	-.82
	主婦・主夫及び無職	4.721 [*]	.236	.000	4.11	5.33
主婦・主夫及び無職	バス事業	-6.458 [*]	.403	.000	-7.50	-5.42
	他の運輸業	-6.135 [*]	.291	.000	-6.88	-5.39
	他産業	-4.721 [*]	.236	.000	-5.33	-4.11

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

(5) 有給休暇日数

現職で年間に付与される有給休暇を図 4 に示す。現職で年間に付与される有給休暇と業種による多重比較の結果を表 12 に示す。多重比較によれば、「主婦・主夫及び無職」と「他の運輸業」と「他産業」と「バス事業」の間に有意差があり、バス事業従事者は他産業や他の運輸業、主婦・主夫及び無職の方と比較して年間付与有給休暇日数が多いことが分かった。

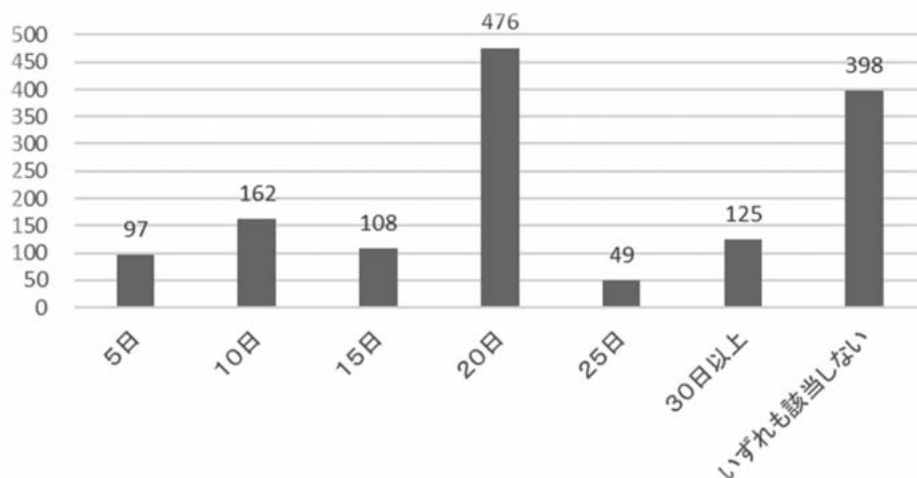


図 4 現職で年間に付与される有給休暇 (n=1,415)

表 12 年間付与有給休暇日数の業種による多重比較

従属変数: 付与有給休暇

Tukey HSD

(I) 業種	(J) 業種	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
バス事業	他の運輸業	6.406 [*]	1.188	<.001	3.35	9.46
	他産業	3.613 [*]	1.075	.004	.85	6.38
	主婦・主夫及び無職	11.158 [*]	1.193	.000	8.09	14.23
他の運輸業	バス事業	-6.406 [*]	1.188	<.001	-9.46	-3.35
	他産業	-2.792 [*]	.688	<.001	-4.56	-1.02
	主婦・主夫及び無職	4.752 [*]	.861	<.001	2.54	6.97
他産業	バス事業	-3.613 [*]	1.075	.004	-6.38	-.85
	他の運輸業	2.792 [*]	.688	<.001	1.02	4.56
	主婦・主夫及び無職	7.545 [*]	.698	.000	5.75	9.34
主婦・主夫及び無職	バス事業	-11.158 [*]	1.193	.000	-14.23	-8.09
	他の運輸業	-4.752 [*]	.861	<.001	-6.97	-2.54
	他産業	-7.545 [*]	.698	.000	-9.34	-5.75

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

一方，現職で年間に消化できた有給休暇を図 5 に示す．また，現職で年間に消化できた有給休暇日数と業種による多重比較の結果を表 13 に示す．多重比較によれば，「主婦・主夫及び無職，他の運輸業」と「他産業」と「バス事業」の間に有意差があり，バス事業従事者は他産業や他の運輸業，主婦・主夫及び無職の方と比較して年間消化有給休暇日数が多いことが分かった．

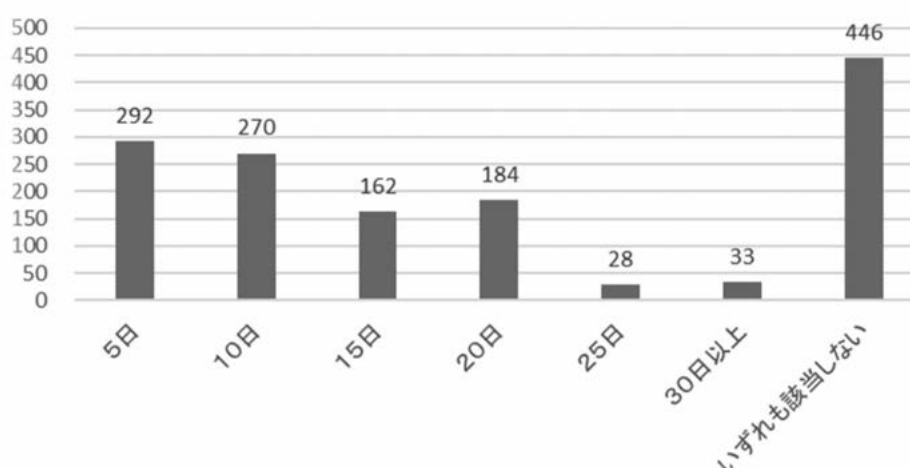


図 5 現職で年間に消費できた有給休暇 (n=1, 415)

表 13 年間消化有給休暇日数における多重比較

従属変数: 消化有給休暇

Tukey HSD

(I) 業種	(J) 業種	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
バス事業	他の運輸業	6.533 [*]	.964	<.001	4.05	9.01
	他産業	3.996 [*]	.873	<.001	1.75	6.24
	主婦、主婦及び無職	8.001 [*]	.969	.000	5.51	10.49
他の運輸業	バス事業	-6.533 [*]	.964	<.001	-9.01	-4.05
	他産業	-2.537 [*]	.558	<.001	-3.97	-1.10
	主婦、主婦及び無職	1.468	.699	.154	-.33	3.27
他産業	バス事業	-3.996 [*]	.873	<.001	-6.24	-1.75
	他の運輸業	2.537 [*]	.558	<.001	1.10	3.97
	主婦、主婦及び無職	4.005 [*]	.566	<.001	2.55	5.46
主婦、主婦及び無職	バス事業	-8.001 [*]	.969	.000	-10.49	-5.51
	他の運輸業	-1.468	.699	.154	-3.27	.33
	他産業	-4.005 [*]	.566	<.001	-5.46	-2.55

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

(6) 現職に対する就業意向

業種別に現職を継続したいのか転職や就職を検討しているのかについて進路希望を調査したものを表 14 に示した。

特にバス事業従事者に着目し、現職を継続するかどうかを判断した理由や内容を図 6、図 7 に示す。図 6 より、バス事業における現職を継続していく理由として”仕事への慣れ”が一番多く、次いで”労働形態が自分に合っているから”が多く、次いで”家から職場までの距離が近いから”が多かった。また、図 7 より、バス事業における転職を希望する理由として”給与面への不満”が一番多く、次いで”福利厚生への不満”が多く、次いで”労働形態が自分に合わない”が多かった。また、給与面への不満や福利厚生への不満など、バス事業所による支援内容面での不満が一定数見られた。

一方、他の運輸業における現状維持を考えている人たちの判断理由や内容を図 8 に、転職及び新たに就職を考えている人たちの判断理由や内容を図 9 に示す。図 8 より、他の運輸業における現職を継続していく理由として”仕事への慣れ”が一番多く、次いで”労働形態が自分に合っているから”が多く、次いで”給与面が充実しているから”が多かった。また、図 9 より、他の運輸業における転職を希望する理由として”給与面への不満”が一番多く、次いで”労働形態が自分に合わない”が多く、次いで”職場環境への不満”が多かった。

表 14 業種別進路希望

度数

		現在の職や状態の進路希望			
		現在の職、状態を継続していく	今後、転職や新たに就職を検討	わからない／決まっていない	合計
現職の業種	バス事業	57	12	18	87
	他の運輸業	139	45	66	250
	他産業	525	126	186	837
	主婦・主夫及び無職	142	24	75	241
合計		863	207	345	1415

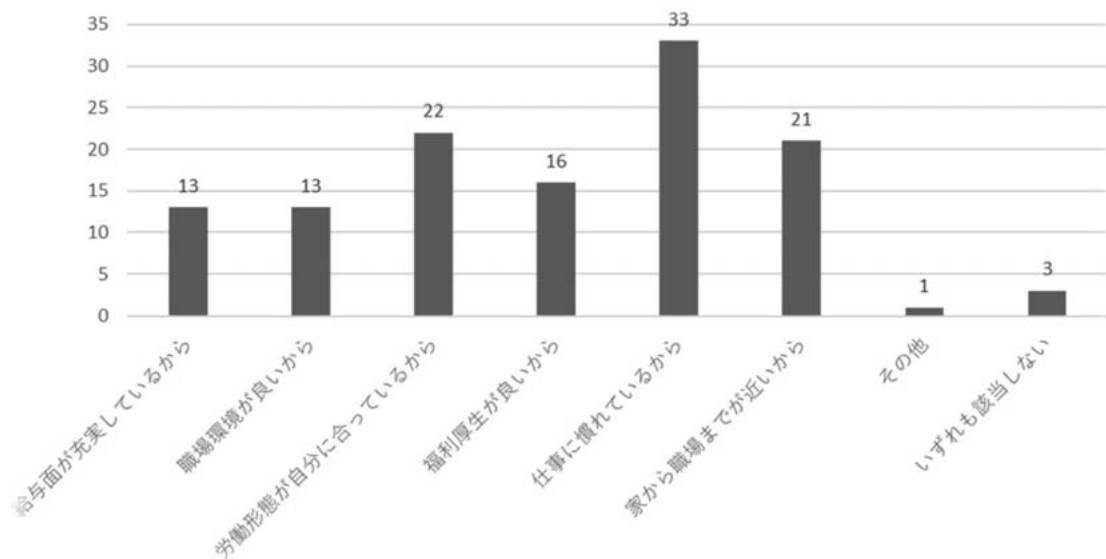


図 6 バス事業における現職を継続していく理由や内容 (n=57)

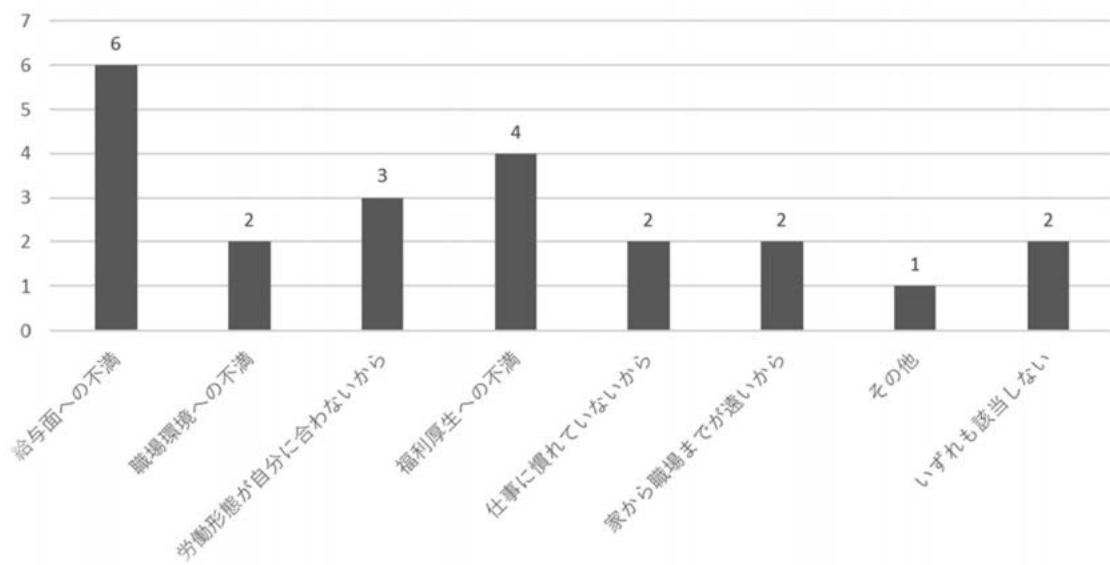


図 7 バス事業における転職を希望する理由や内容

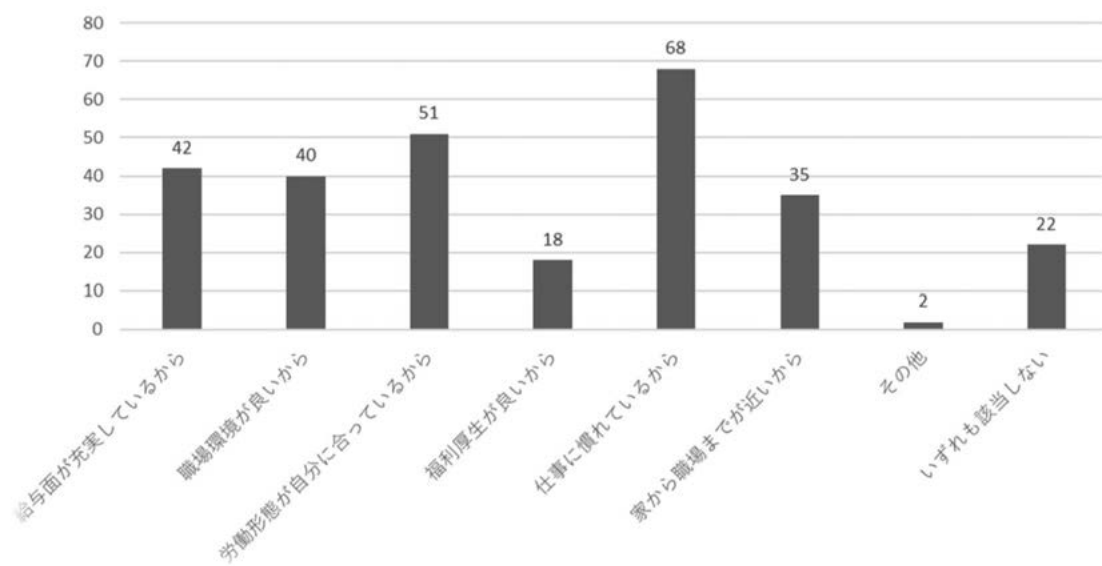


図 8 他の運輸業における現職を継続していく理由や内容

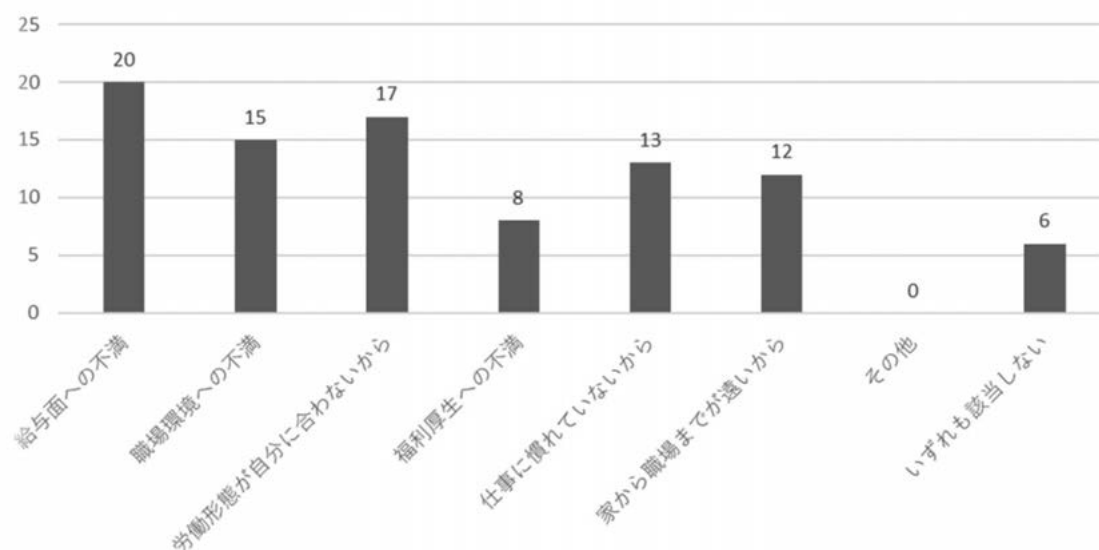


図 9 他の運輸業における転職を希望する理由や内容

他産業における現状維持を考えている人たちの判断理由や内容を図 10 に、転職及び新たに就職を考えている人たちの判断理由や内容を図 11 に示す。図 10 より、他産業における現職を継続していく理由として「仕事への慣れ」が一番多く、次いで「給与面が充実しているから」が多く、次いで「労働形態が自分に合っているから」が多かった。図 11 より、他産業における転職を希望する理由として「給与面への不満」が一番多く、次いで「職場環境への不満」が多く、次いで「労働形態が自分に合わない」が多かった。

以上より、現職を継続していくことを検討しているバス事業従事者、他の運輸業従事者、他産業従事者の方に共通して、継続していく理由で最も多かったのが「仕事への慣れ」によるものだった。一方、転職を検討しているバス事業従事者、他の運輸業従事者、他産業従事者においては給与面への不満が最も大きかった。

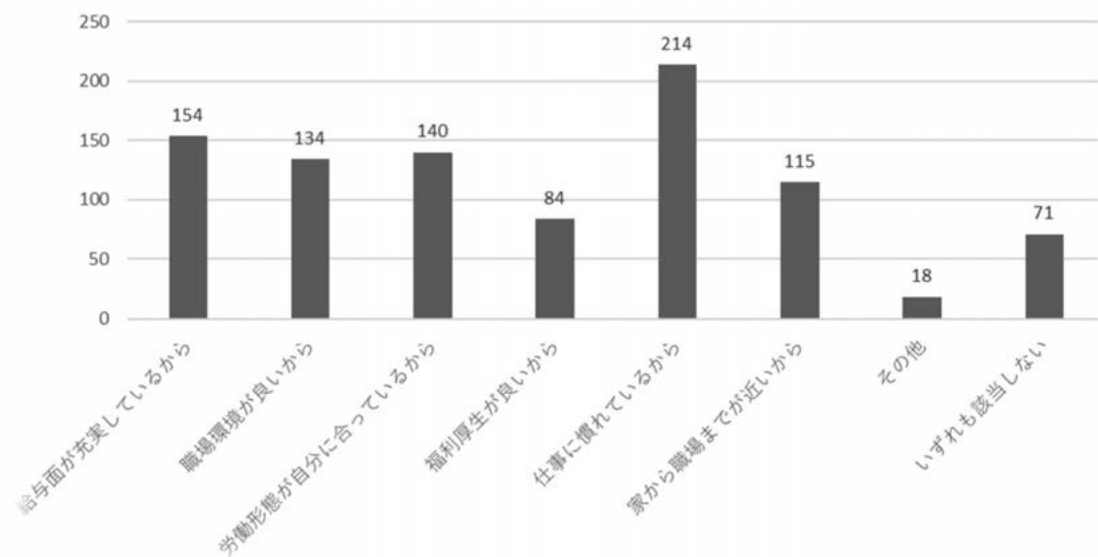


図 10 他産業における現職を継続していく理由や内容

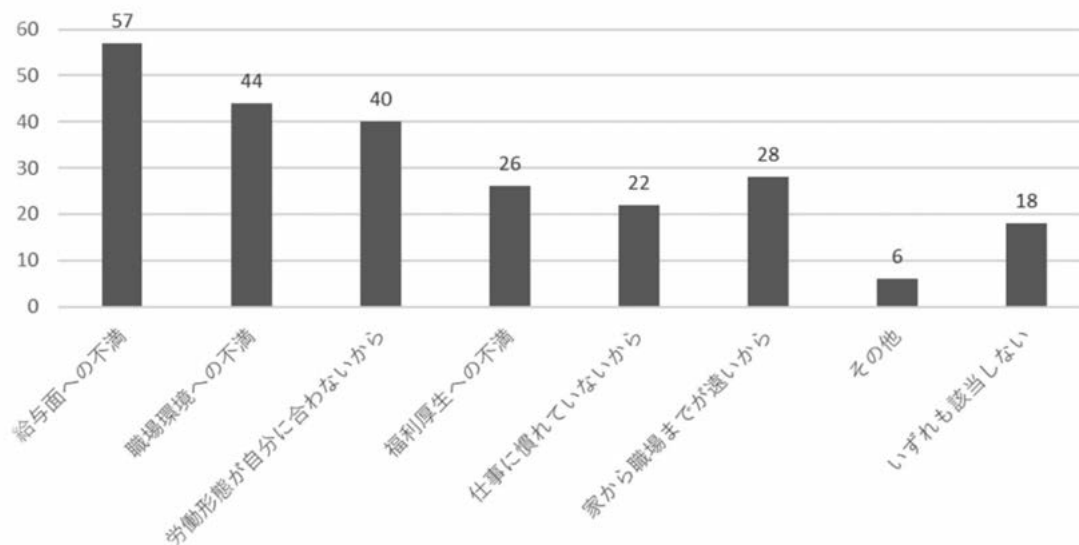


図 11 他産業における転職を希望する理由や内容

(7) 職場に求める重要事項

業種別に職場に求める重要項目を示す。バス事業従事者の重要項目を図 12 に、他の運輸業従事者の重要項目を図 13 に、他産業従事者の重要項目を図 14 に、主婦・主夫及び無職の方の重要項目を図 15 に示す。

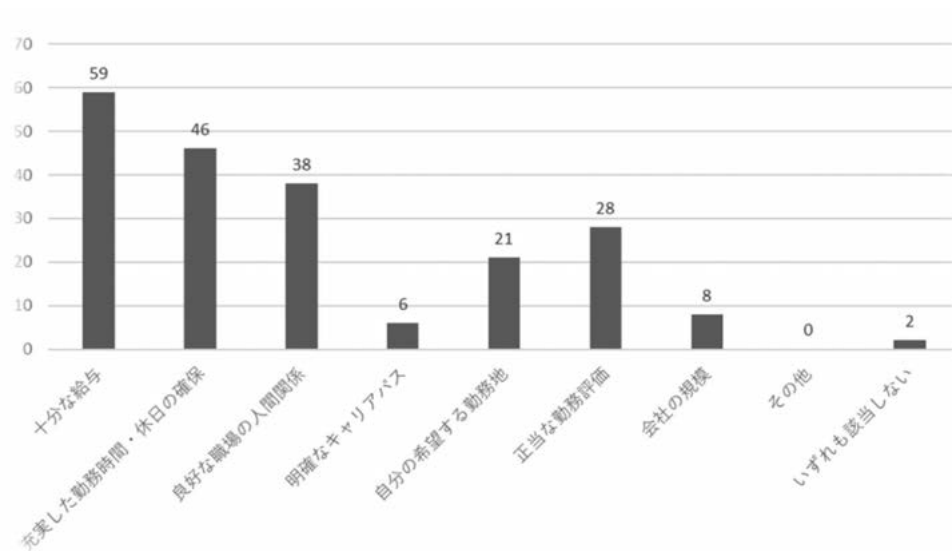


図 12 バス事業従事者における職業に求める重要項目

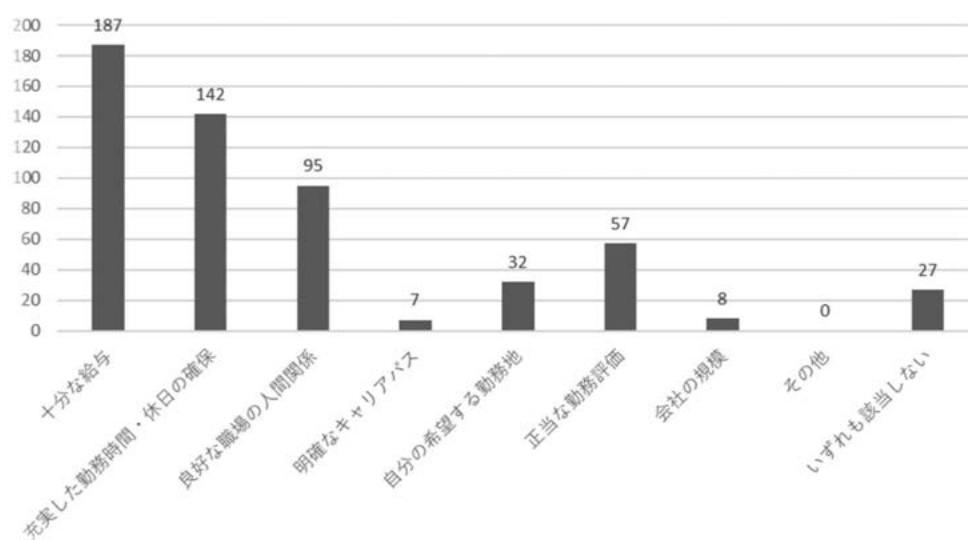


図 13 他の運輸業従事者における職業に求める重要項目

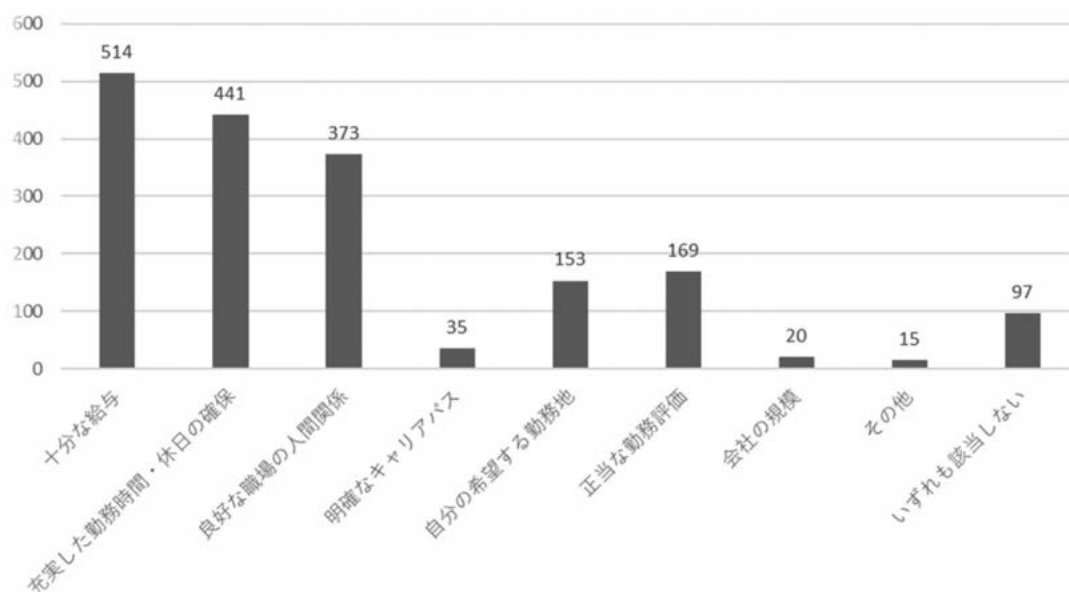


図 14 他産業従事者における職業に求める重要項目

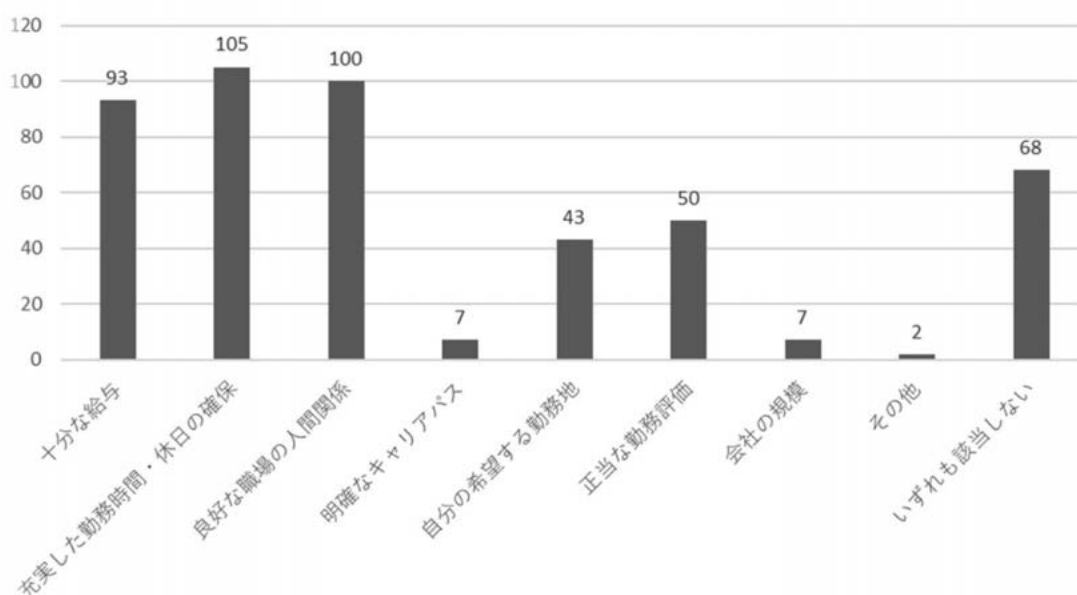


図 15 主婦・主夫及び無職における職業に求める重要項目

バス事業従事者における職業に求める重要項目として”十分な給与”が一番多く、次いで”充実した勤務時間・休日の確保”が多く、次いで”良好な職場の人間関係”が多かった。他の運輸業従事者における職業に求める重要項目として”十分な給与”が一番多く、次いで”充実した勤務時間・休日の確保”が多く、次いで”良好な職場の人間関係”が多かった。他産業従事者における職業に求める重要項目として”十分な給与”が一番多く、次いで”充実した勤務時間・休日の確保”が多く、次いで”良好な職場の人間関係”が多かった。

バス事業従事者，他の運輸業従事者，他産業従事者における職業に求める重要項目として”十分な給与”が一番多く、次いで”充実した勤務時間・休日の確保”が多く、

次いで”良好な職場の人間関係”が多かった。また、主婦・主夫及び無職における職業に求める重要項目は”充実した勤務時間・休日の確保”が一番多く、次いで”良好な職場の人間関係”が多く、次いで”十分な給与”が多かった。

以上より、産業を問わず働いている人たちが重視する項目には大きく違いがないことが分かった。今回、重要な項目順に給与面、時間面、人間関係面があった。営業環境が厳しく、個人の給与を向上させることが困難な中、拘束時間の緩和や働きやすい環境を構築することが担い手の確保につながると考えられる。

4. 大型二種免許及び大型免許保有者における就業意向についての分析

4.1 はじめに

前章では、大型二種免許及び大型免許保有者を対象に実施したアンケート調査の結果をもとに、現在の資格保有者の方たちの就業環境を把握した。その結果、バス事業従事者は他産業従事者と比較して給与が低く、拘束時間が長い、年間有給休暇日数が多いことが分かった。また、現在就業している方が職場に重視しているものには大きな差異が無いことが分かった。本章では、近畿2府4県、関東1都6県、中部10県の大型二種免許及び大型免許保有者を対象として、既存の雇用条件に新規の雇用条件として介護・保育サービスを加えた仮想的な雇用条件に対して「働きたい・働きたくない」といった意思決定がどのように行われているかを把握する。具体的には、2章で述べたようにコンジョイント分析を実施する。それにより、介護・保育サービスを含んだ様々な支援内容に対する資格保有者の評価を捉え、バス運転手への積極的な参入が期待できる支援内容を明らかにする。本研究では、「介護・保育などのケア環境の整備を行うことでバス運転手の担い手の確保が期待できるかを検証する」ことを目的としている。そこで、設問形式は完全プロフィール評定型とし、「給与」「拘束時間」「有給休暇」「介護・保育サービス」の4つの因子に基づくプロフィールに対して五件法を用いて調査する。調査票では、「自分の周りに介護保育が必要な方がいると仮定した場合として調査を行う」ことを標記した上で、仮想的に設定した事業概要および変化する4つの支援内容を提示した。そして、プロフィールをもとに設問を設定し、質問した。

本研究で設定した共通条件を図16に、調査票に記載した設問を図17に示す。なお、設定した評価尺度に対して「とても好む=5」「好む=4」「どちらかといえば好む=3」「どちらかといえば好まない=2」「好まない=1」のように値を割り振っている。

また、本研究では4つの因子と3つの水準から作成される9つのプロフィールに対して「好まない」「どちらかといえば好まない」「どちらかといえば好む」「好む」「とても好む」といった5つの選択肢を設定したため、雇用条件下における効用値が2.5以上のものを働きたいと思える雇用条件と捉える。

労働環境に関して

「給与、拘束時間、有給休暇、介護・保育サービスの提供」の条件が異なる労働環境が提示されます。

あなたの周りで介護・保育が必要な人がいると仮定した際、それぞれの雇用条件に対して、あなたが就業したいと思うか回答してください。

ただし、給与、拘束時間、有給休暇、介護・保育サービスの提供以外の条件は共通として、下記の様に設定します。

- ・勤務地は自宅から自動車で1時間以内の距離とする。
- ・社会保険、車両保険、対人対物保険等は別途ついているものとする。
- ・残業代、賞与、年齢給、勤続給、諸手当は給与に組み込まれているものとする。
- ・昇給制度あり
- ・拘束時間とは、通勤から退社までのトータル時間を指し、労働時間外(1日8時間以降の労働および休日出勤等)での残業手当は保障されているものとする。
- ・有給休暇とは1年間における有給休暇日数の限度のことを指す。

コロナ禍が収束した後での就業を考慮しご回答ください。

図 16 仮想的に設定した支援内容

Q8. あなたの周りで介護・保育が必要な人がいると仮定した際、以下の雇用条件に対して、どの程度魅力を感じますか？

- ☐ とても好む ☐ 好む ☐ どちらかといえば好む
☐ どちらかといえば好まない ☐ 好まない

図 17 調査票におけるコンジョイント分析で使用する設問

4.2 分析結果

回答者を属性分けし、それぞれにコンジョイント分析を適用させ、水準別効用値を算出したものを表 15 に示す。なお、属性分けはアンケート調査を行った際のスクリーン調査及び質問項目に対する回答をもとに行った。また、効用値の最大値と最小値の差は、雇用条件全体の効用値を上下させる範囲を意味しているため、このレンジはその実験条件での製品効用値を規定する要因の大きさ(重要度)を表していると考えられる。

表 15 回答者個人属性別の部分効用値

個人属性	コンジョイント分析属性		給与			拘束時間			有給休暇			介護・保育サービス	
	属性値	サンプル数	300万	450万	600万	8時間	12時間	16時間	10日	15日	20日	あり	なし
	全体	1415	-0.4543	-0.0470	0.5014	0.4269	-0.1003	-0.3267	-0.1088	-0.0854	0.1942	0.0618	-0.0618
性別	男	1380	-0.4559	-0.0472	0.5031	0.4224	-0.0994	-0.3230	-0.1076	-0.0868	0.1944	0.0606	-0.0606
	女	35	-0.3937	-0.0413	0.4349	0.6063	-0.1365	-0.4698	-0.1556	-0.0317	0.1873	0.1095	-0.1095
年齢	～39歳	58	-0.5019	-0.0766	0.5785	0.4291	-0.1456	-0.2835	-0.0939	-0.0881	0.1820	0.0489	-0.0489
	40～64歳	1109	-0.4823	-0.0519	0.5342	0.4191	-0.0964	-0.3227	-0.1126	-0.0904	0.2030	0.0545	-0.0545
	65歳～	248	-0.3181	-0.0184	0.3365	0.4615	-0.1071	-0.3544	-0.0950	-0.0627	0.1577	0.0974	-0.0974
地域	茨城県	35	-0.3397	-0.1206	0.4603	0.5651	-0.1778	-0.3873	-0.0921	-0.1016	0.1937	0.1262	-0.1262
	栃木県	36	-0.5617	0.0216	0.5401	0.4198	-0.1080	-0.3117	-0.0525	-0.1265	0.1790	0.0741	-0.0741
	群馬県	21	-0.2222	-0.1270	0.3492	0.4603	-0.1905	-0.2698	-0.0317	-0.1429	0.1746	0.0000	0.0000
	埼玉県	89	-0.4544	-0.0162	0.4707	0.3883	-0.0162	-0.3720	-0.2335	-0.0237	0.2572	0.0768	-0.0768
	千葉県	88	-0.5240	-0.0391	0.5631	0.4495	-0.1073	-0.3422	-0.0657	-0.0770	0.1427	0.0350	-0.0350
	東京都	144	-0.4660	-0.0471	0.5131	0.3997	-0.1119	-0.2878	-0.1327	-0.0772	0.2099	0.0579	-0.0579
	神奈川県	107	-0.3967	-0.0571	0.4538	0.4663	-0.0945	-0.3718	-0.1163	-0.0758	0.1921	0.0522	-0.0522
	新潟県	62	-0.4391	-0.0735	0.5125	0.6416	-0.1595	-0.4821	-0.1595	-0.1219	0.2814	0.1035	-0.1035
	富山県	31	-0.2545	0.0036	0.2509	0.3799	-0.1470	-0.2330	-0.0179	-0.0609	0.0789	-0.0027	0.0027
	石川県	21	-0.3862	-0.1005	0.4868	0.4233	-0.0688	-0.3545	-0.0212	-0.1640	0.1852	0.0397	-0.0397
	福井県	11	-0.5758	-0.0303	0.6061	0.4545	-0.2727	-0.1818	-0.1515	-0.1515	0.3030	0.1591	-0.1591
	山梨県	12	-0.5370	-0.0093	0.5463	0.3796	-0.0648	-0.3148	-0.0093	-0.1204	0.1296	0.0069	-0.0069
	長野県	40	-0.4611	-0.1444	0.6056	0.3389	-0.1028	-0.2361	-0.1028	-0.1861	0.2889	0.1646	-0.1646
	岐阜県	40	-0.5000	-0.0417	0.5417	0.5083	-0.1750	-0.3333	-0.0833	-0.0583	0.1417	0.0750	-0.0750
	静岡県	86	-0.4522	0.0207	0.4315	0.3928	-0.0956	-0.2972	-0.0956	-0.0995	0.1951	0.0746	-0.0746
	愛知県	178	-0.4270	-0.0581	0.4850	0.4045	-0.0861	-0.3184	-0.1199	-0.1049	0.2247	0.0829	-0.0829
	三重県	41	-0.5014	-0.0542	0.5556	0.3279	-0.1030	-0.2249	-0.1599	-0.0217	0.1816	0.0407	-0.0407
	滋賀県	19	-0.3626	-0.0117	0.3743	0.3567	-0.1345	-0.2222	-0.0292	-0.0819	0.1111	0.1140	-0.1140
	京都府	64	-0.4531	-0.0521	0.5052	0.4167	-0.1146	-0.3021	-0.0833	-0.1094	0.1927	0.0898	-0.0898
	大阪府	138	-0.5153	-0.0129	0.5282	0.4098	-0.0515	-0.3583	-0.0950	-0.0588	0.1538	0.0205	-0.0205
	兵庫県	112	-0.4851	-0.0744	0.5595	0.4405	-0.0863	-0.3542	-0.1101	-0.0565	0.1667	0.0335	-0.0335
	奈良県	23	-0.4203	-0.1449	0.5652	0.4638	-0.2174	-0.2464	-0.0725	-0.1014	0.1739	0.0326	-0.0326
	和歌山県	17	-0.5359	-0.0261	0.5621	0.2876	-0.0261	-0.2614	-0.0458	-0.1438	0.1895	-0.0098	0.0098
扶	いない	546	-0.4499	-0.0171	0.4670	0.4597	-0.0940	-0.3657	-0.1221	-0.0763	0.1984	0.0728	-0.0728
養	いる	869	-0.4571	-0.0658	0.5230	0.4063	-0.1042	-0.3021	-0.1004	-0.0912	0.1915	0.0549	-0.0549
業種	バス事業	87	-0.6986	0.0294	0.6692	0.4317	-0.0434	-0.3883	-0.1622	-0.0856	0.2478	0.0670	-0.0670
	他の運輸業	250	-0.6089	-0.0209	0.6298	0.4098	-0.0556	-0.3542	-0.0996	-0.0929	0.1924	0.0307	-0.0307
	他産業	837	-0.4267	-0.0674	0.4941	0.4280	-0.1224	-0.3056	-0.1069	-0.0953	0.2022	0.0586	-0.0586
	主婦・主夫、無職	241	-0.3020	-0.0309	0.3329	0.4394	-0.0904	-0.3490	-0.1056	-0.0433	0.1489	0.1030	-0.1030
周	いる	225	-0.4336	-0.0706	0.5042	0.4672	-0.1240	-0.3432	-0.0884	-0.1210	0.2094	0.0841	-0.0841
	いない	1190	-0.4583	-0.0426	0.5008	0.4193	-0.0958	-0.3235	-0.1126	-0.0787	0.1913	0.0576	-0.0576
年収	300万未満	415	-0.2913	-0.0375	0.3288	0.4838	-0.1090	-0.3748	-0.1041	-0.0343	0.1384	0.0847	-0.0847
	300～600万	629	-0.6116	-0.0302	0.6418	0.4743	-0.1044	-0.3699	-0.1240	-0.1092	0.2332	0.0529	-0.0529
	600万以上	371	-0.3702	-0.0863	0.4564	0.2830	-0.0836	-0.1995	-0.0881	-0.1024	0.1905	0.0512	-0.0512
希望年収	300万未満	252	-0.1861	-0.0551	0.2412	0.4555	-0.1199	-0.3355	-0.0935	-0.0207	0.1142	0.0999	-0.0999
	300～400万	214	-0.4450	0.0130	0.4320	0.5379	-0.1397	-0.3982	-0.1023	-0.0540	0.1563	0.0826	-0.0826
	400～500万	245	-0.6376	0.0249	0.6127	0.5637	-0.0907	-0.4730	-0.1288	-0.1234	0.2522	0.0568	-0.0568
	500～600万	200	-0.6467	-0.0800	0.7267	0.4867	-0.0967	-0.3900	-0.1417	-0.1300	0.2717	0.0300	-0.0300
	600～800万	228	-0.5585	-0.1140	0.6725	0.3436	-0.0980	-0.2456	-0.1491	-0.1126	0.2617	0.0592	-0.0592
	800～1000万	132	-0.3628	-0.0850	0.4478	0.2357	-0.0572	-0.1785	-0.0648	-0.0926	0.1574	0.0467	-0.0467
	1000万以上	144	-0.2778	-0.0579	0.3356	0.2037	-0.0718	-0.1319	-0.0417	-0.0694	0.1111	0.0347	-0.0347
拘束時間	8時間未満	225	-0.2672	-0.0449	0.3121	0.4647	-0.1635	-0.3012	-0.1205	-0.0449	0.1654	0.0737	-0.0737
	8時間	384	-0.4253	-0.0773	0.5026	0.4835	-0.1441	-0.3394	-0.1146	-0.0903	0.2049	0.0794	-0.0794
	10,12時間	534	-0.5932	-0.0289	0.6221	0.4243	-0.0558	-0.3685	-0.1107	-0.1169	0.2276	0.0367	-0.0367
	14,16時間	110	-0.5556	-0.0859	0.6414	0.2838	-0.0707	-0.2131	-0.0949	-0.0586	0.1535	0.0621	-0.0621
	なし	162	-0.2565	-0.0117	0.2682	0.3464	-0.0754	-0.2709	-0.0816	-0.0446	0.1262	0.0859	-0.0859
有給休暇	5日	97	-0.4284	-0.0126	0.4410	0.3963	-0.0745	-0.3219	-0.0710	-0.0641	0.1352	0.0687	-0.0687
	10日	162	-0.5350	-0.0021	0.5370	0.5165	-0.1358	-0.3807	-0.1029	-0.0823	0.1852	0.0247	-0.0247
	15日	108	-0.5535	-0.0597	0.6132	0.4650	-0.0628	-0.4023	-0.1152	-0.1214	0.2366	0.0448	-0.0448
	20日	476	-0.4890	-0.0759	0.5649	0.4206	-0.0969	-0.3238	-0.1417	-0.1095	0.2512	0.0937	-0.0937
	25,30日以上	174	-0.4853	-0.0639	0.5492	0.3825	-0.1041	-0.2784	-0.1098	-0.0754	0.1852	0.0580	-0.0580
	なし	398	-0.3459	-0.0285	0.3744	0.4146	-0.1047	-0.3099	-0.0787	-0.0578	0.1365	0.0433	-0.0433
勤務年数	5年未満	311	-0.4334	-0.0186	0.4519	0.5495	-0.1365	-0.4130	-0.1043	-0.0915	0.1958	0.0284	-0.0284
	5～10年	190	-0.5292	-0.0538	0.5830	0.4953	-0.0924	-0.4029	-0.1152	-0.1064	0.2216	0.0588	-0.0588
	10～15年	160	-0.5208	0.0000	0.5208	0.3812	-0.0917	-0.2896	-0.1083	-0.0687	0.1771	0.0641	-0.0641
	15～20年	143	-0.4911	-0.0435	0.5346	0.3807	-0.1041	-0.2766	-0.1111	-0.0785	0.1896	0.0659	-0.0659
	20～25年	159	-0.5241	-0.0629	0.5870	0.3543	-0.0881	-0.2662	-0.1132	-0.1069	0.2201	0.0943	-0.0943
	25～30年	149	-0.3721	-0.1148	0.4870	0.3639	-0.0902	-0.2737	-0.0969	-0.0768	0.1738	0.0811	-0.0811
	30～35年	114	-0.3655	-0.0673	0.4327	0.3743	-0.0877	-0.2865	-0.1257	-0.0497	0.1754	0.0592	-0.0592
	35年以上	189	-0.3892	-0.0506	0.4397	0.3727	-0.0788	-0.2939	-0.1035	-0.0841	0.1875	0.0736	-0.0736
現職	継続	721	-0.4637	-0.0504	0.5141	0.4105	-0.0948	-0.3158	-0.1165	-0.0980	0.2145	0.0579	-0.0579
進路	転職、就職	207	-0.5432	-0.0537	0.5969	0.5115	-0.1213	-0.3902	-0.0972	-0.1004	0.1975	0.0668	-0.0668
	未定	345	-0.4367	-0.0493	0.4860	0.4203	-0.1092	-0.3111	-0.1034	-0.0657	0.1691	0.0565	-0.0565
	無職希望	142	-0.3200	-0.0149	0.3349	0.4030	-0.0759	-0.3271	-0.0994	-0.0477	0.1471	0.0869	-0.0869

4.3 全体集計結果

回答を回収した大型二種免許及び大型免許保有者計 1,415 人に対してコンジョイント分析を実施したものを表 16 に示す。また、因子別のレンジをもとに平均相対重要度を算出したものを図 18 に、水準別の効用値を図 19 に示す。属性のレンジは大きい順に「給与(0.956)」「拘束時間(0.754)」「有給休暇(0.303)」「介護・保育サービス(0.124)」となっている。各因子に対する t 検定は、全ての因子において 0.1%水準で有意差が見られた。また、モデルのあてはまりの精度を表す重相関係数は 0.192 であり、精度が十分に高いとはいえないが、回帰式の有意性を確かめるためことに有効な F 検定を実施したところ 0.1%水準で有意差が見られた。よって、信頼できる分析結果であるといえるため、以下で結果の解釈を行う。

表 16 効用値の推計結果 (n=1,415)

因子	水準	効用値	レンジ	t値
給与	300万/年	-0.454	0.956	-33.744 ***
	450万/年	-0.047		-3.493 ***
	600万/年	0.501		
拘束時間	8時間	0.427	0.754	31.708 ***
	12時間	-0.100		-7.447 ***
	16時間	-0.327		
有給休暇	10日/年	-0.109	0.303	-8.077 ***
	15日/年	-0.085		-6.345 ***
	20日/年	0.194		
介護・保育サービス	あり	0.062	0.124	6.118 ***
	なし	-0.062		

***：有意水準 1%で有意

給与	45%
拘束時間	35%
有給休暇	14%
介護・保育サービス	6%

図 18 因子別平均相対重要度

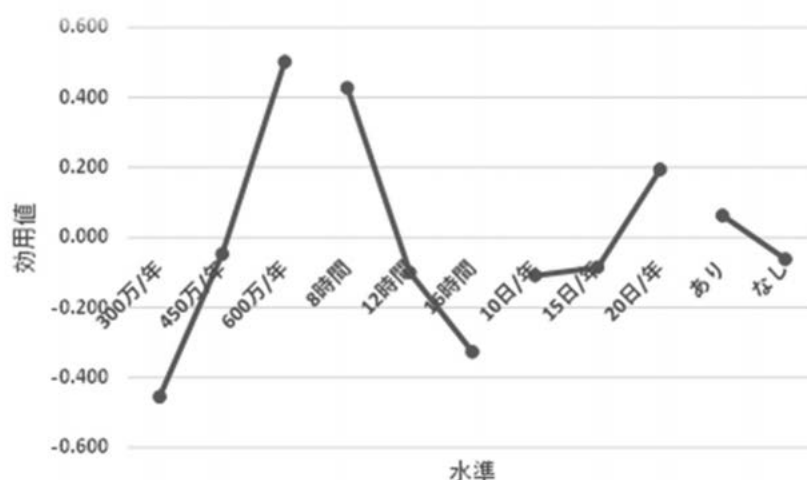


図 19 各水準の効用値

ここで、水準を向上させた際にどの程度就業意向が向上するかを確認した。一般的な雇用条件として[給与:450 万，拘束時間:12 時間，有給休暇:15 日，介護・保育サービス:なし]を仮定する。一般的な雇用条件に対して給与，拘束時間，有給休暇，介護・保育サービスの水準を向上させたものをそれぞれ雇用条件 1～4 とする。表 17 に一般的な雇用条件及び代替的な雇用条件 1～4 における全体効用値を整理したものを示す。

表 17 免許保有者 1,415 人における一般的及び代替的な雇用条件下での全体効用値

	給与	拘束時間	有給休暇	介護・保育サービス	全体効用値
一般的な雇用条件	450 万円/年	12 時間/日	15 日/年	なし	1.86
代替的な雇用条件1	600 万円/年	12 時間/日	15 日/年	なし	2.408
代替的な雇用条件2	450 万円/年	8 時間/日	15 日/年	なし	2.387
代替的な雇用条件3	450 万円/年	12 時間/日	20 日/年	なし	2.139
代替的な雇用条件4	450 万円/年	12 時間/日	15 日/年	あり	1.984

代替的な雇用条件を一般的な雇用条件で除すことで，各々の雇用条件の水準を向上させる上で，どの程度就業意向が得られるかを求めた。結果は，年間給与額を 450 万から 600 万に向上させることは全体として 29%の就業意向を向上させることが分かった。同様に，1 日の拘束時間を 12 時間から 8 時間に短縮することは 28%の就業意向を向上させ，有給休暇を 15 日から 20 日に増加させることは 15%の就業意向を向上させ，介護・保育サービスを提供することは 6%の就業意向を向上させることが分かった。

次に，担い手の確保が期待できる組み合わせとなるものを表 18 に示す。54 通りある支援内容の組み合わせに対して，得られた効用値をもとに算出した回帰式の値が担い手の確保を期待できる「2.5」よりも大きくなる組み合わせとした。

表 18 担い手の確保が期待できる支援内容

	給与	拘束時間	有給休暇	介護・保育 サービス	回帰式の値
条件①	600 万	8 時間	20 日	あり	3.338
条件②	600 万	8 時間	20 日	なし	3.215
条件③	600 万	8 時間	15 日	あり	3.059
条件④	600 万	8 時間	10 日	あり	3.035
条件⑤	600 万	8 時間	15 日	なし	2.935
条件⑥	600 万	8 時間	10 日	なし	2.912
条件⑦	600 万	12 時間	20 日	あり	2.811
条件⑧	450 万	8 時間	20 日	あり	2.79
条件⑨	600 万	12 時間	20 日	なし	2.687
条件⑩	450 万	8 時間	20 日	なし	2.666
条件⑪	600 万	16 時間	20 日	あり	2.585
条件⑫	600 万	12 時間	15 日	あり	2.531
条件⑬	450 万	8 時間	15 日	あり	2.51
条件⑭	600 万	12 時間	10 日	あり	2.508

担い手の確保を期待する際、条件⑩、⑬より給与を固定した状態の場合、拘束時間の充実化を図ることに加えて、有給休暇制度または介護・保育サービスのどちらかの支援内容を充実化させる必要があることが分かった。条件⑪より、拘束時間を 16 時間と設定した際、給与、有給休暇制度、介護・保育サービスの全ての支援内容を充実化させる必要があることが分かった。また、条件⑫より、給与を 600 万に向上させるだけでは担い手の確保が期待できなく、介護・保育サービスのような他の支援を必要とすることが分かる。介護・保育サービスを提供することは条件⑭より、有給休暇制度を還元できることが分かった。

表 19 に一般的な雇用条件を基に、最低限担い手の確保が期待できる効用値が「2.5」となるための雇用条件の組み合わせを整理したものを示す。なお、本研究では設定した水準値に収まっていないものにおいても設定した水準値間と同様の線形関係を持つものとする。水準幅を各属性のレンジで除したものを介護・保育サービスのレンジとそろえることで介護・保育サービスと他の属性の関係性を求めた。これより、介護・保育サービスを提供することは給与 33.81 (万円/年)、拘束時間 0.94 (時間/日)、有給休暇 4.42 (日/年)と同値であることが分かった。

表 19 の支援内容に介護・保育サービスを加えたものを表 20 に示す。介護・保育サービスを提供することより、全ての因子において雇用条件が緩和されることが確認できた。なお、表 20 の 1, 2 の支援内容は各々、表 18 の条件⑬, ⑭に対応しているものであり、細かく支援内容を確認できた。表 20 の 3 の支援内容は本研究で設定した有給休暇の水準幅の 5 日を上回る数値であるため、表 18 の組み合わせの中には記載されていない。

表 19 最低限担い手の確保が期待できる支援内容

1. 年間給与額を 175.22 万円上げる
2. 拘束時間を 1 日 4.86 時間減らす
3. 年間付与有給休暇日数を 22.91 日増やす

表 20 介護・保育サービスを提供した際の最低限担い手の確保が期待できる支援内容

1. 年間給与額を 141.41 万円上げ、かつ介護・保育サービスを提供する。
2. 拘束時間を 1 日 3.92 時間減らし、かつ介護・保育サービスを提供する。
3. 年間付与有給休暇日数を 18.49 日増やし、かつ介護・保育サービスを提供する。

4.4 本章のまとめ

本章では、近畿 2 府 4 県、関東 1 都 6 県、中部 10 県の大型二種免許及び大型免許保有者を対象として、既存の雇用条件に新規の雇用条件として介護・保育サービスを加えた仮想的な雇用条件に対して「働きたい・働きたくない」といった意思決定がどのように行われているかを把握するためにコンジョイント分析を行った。一般的なバス事業の雇用条件〔給与：450 万、拘束時間：12 時間、有給休暇：15 日、介護・保育サービス：なし〕に対する全体効用値は 1.85 であり、担い手の確保が期待できる雇用条件ではないことが分かった。また、雇用条件の中で最も重視されている項目が給与であり、次いで拘束時間、有給休暇、介護・保育サービスと並ぶことが分かった。加えて、水準別の全体効用値をもとに全体効用値が担い手の確保が期待できる「2.5」を超える組み合わせを抽出し、給与に関しては最低限 450 万円以上の支援が必要であり、担い手の確保を期待するには給与か拘束時間のどちらかの雇用条件の向上を図ることに加えて有給休暇や介護・保育サービスなどの項目の充実化も図る必要があることが分かった。

5. 結論

5.1 結論

本研究では、大型二種免許及び大型免許保有者の就業意向について把握するため、まずはバス事業の就業環境を把握した。バス事業の就業環境としては、バス事業従事者は他の運輸業従事者よりも給与が高く、他産業従事者よりも低い給与であったが、他の運輸業従事者や他産業従事者と比較して大きな差は見られないことが分かった。また、バス事業従事者は他の運輸業従事者及び他産業従事者と比較して拘束時間が長い、年間に有給休暇日数が多いことが分かった。以上の知見のもとバス運転手の担い手の確保に向けた就業条件及び支援内容について整理した。その結果、(1)バス運転手の希望する就業条件について、(2)就業意向を促すことが期待される支援内容を明らかにした。

(1) バス運転手の希望する就業条件について

バス事業における現職を継続していく理由として「仕事への慣れ」が一番多く、次に「労働形態が自分に合っているから」が多く、次に「家から職場までの距離が近いから」が多かった。一方、他の運輸業従事者、他産業従事者における現職の継続理由でも同様に「仕事への慣れ」が一番多く、次に「給与面が充実しているから」や「労働形態が自分に合っているから」が目立った。また、バス事業従事者における転職を希望する理由として「給与面への不満」が一番多く、次に「福利厚生への不満」が多く、次に「労働形態が自分に合わない」が多かった。一方、他の運輸業従事者、他産業従事者における転職を希望する理由として「給与面への不満」が一番多く、次に「職場環境への不満」や「労働形態が自分に合わない」が目立った。以上より、バス事業従事者に限らず、他の運輸業従事者、他産業従事者においても現職への継続及び転職を促す要因は類似しており、「仕事への慣れ」や「自分に合った労働形態」を目指すことに対して、「給与面」や「福利厚生の充実」を目指すことが、バス運転手の担い手を確保することにつながると考えた。

また、バス事業従事者が職業に求める重要項目として「十分な給与」が一番多く、次に「充実した勤務時間・休日確保」が多く、次に「良好な職場の人間関係」が多かった。これはバス事業従事者に限らず、他の運輸業従事者及び他産業従事者においても同様の結果が得られた。これより、バス運転手の担い手を確保するためには「十分な給与」「充実した勤務時間・休日の確保」「良好な職場の人間関係」に着目して取り組みを行っていく必要があると考えた。

(2) 就業意向を促すことが期待される支援内容

4 章では、コンジョイント分析を実施することで大型二種免許及び大型免許保有者

の就業意向を把握し、担い手の確保が期待できる支援内容を明らかにした。一般的な雇用条件として〔給与：450万、拘束時間：12時間、有給休暇：15日、介護・保育サービス：なし〕とした際、働きたいと感じる属性は見当たらなかった。介護・保育サービスを提供することで担い手の確保を期待することは難しいが、拘束時間や有給休暇制度を補う働きをもつことが分かった。

5.2 今後の課題

就業意向について把握する際、今回は「給与」「拘束時間」「有給休暇」「介護・保育サービス」の4つに着目して分析を行った。しかし、具体的な介護・保育サービスの内容や職場までの距離などといった支援についても、その有効性について考察する必要があると思われる。

参考文献

- 1)公益社団法人 日本バス協会：『運転手不足問題』に対する今後の対応方策について、<https://www.mlit.go.jp/common/001023162.pdf>, pp.05, 2015. (最終訪問日：2022.02.08)
- 2)国土交通省：乗合バス等地域交通における競争支援内容のあり方について、<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/chihouhisaku/dai1/siryous.pdf>, pp.03, 2018. (最終訪問日：2022.02.08)
- 3)国土交通省：バスの運転手の確保及び育成に向けた検討会とりまとめ、<https://www.mlit.go.jp/common/001047072.pdf>, pp.06, 2014. (最終訪問日：2022.02.08)
- 4)厚生労働省：離職理由別離職の状況、https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/koyou/doukou/21-2/dl/kekka_gaiyo-05.pdf, pp.02, 2020. (最終訪問日：2022.02.08)
- 5)厚生労働省：2019年(令和元年)雇用動向調査結果の概況、<https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/koyou/doukou/20-2/dl/gaikyou.pdf>, 2020. (最終訪問日：2022.02.08)
- 6)国土交通省：交通支援内容基本法に基づく支援内容展開、<https://www.mlit.go.jp/common/001187028.pdf>, pp.09, 2016. (最終訪問日：2022.02.08)
- 7)草刈 いずみ：バス運転手の労働環境に関する研究, TORC レポート, No.34, pp.149-172, <https://www.kankyo-u.ac.jp/f/introduction/research/innovation/field/43.pdf>, 2011. (最終訪問日：2022.02.08)
- 8)株式会社インターリスク総研：仕事と介護の両立に関する企業実態調査 報告書, https://www.irric.co.jp/pdf/reason/research/care_and_work.pdf, pp.05-pp.10, 2015. (最終訪問日：2022.02.08)
- 9)鈴木 雄, 日野 智, 三上 晃平：路線バス運転手の接客内容がバス利用意識に与える影響に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 75 巻, 6 号, pp.I_513-I_522, 2020. (最終訪問日：2022.02.08)
- 10)前田 善弘：運転手不足をめぐる課題, https://www.jstage.jst.go.jp/article/kotsuken/2019/36/2019_5/_pdf/-char/ja. (最終訪問日：2022.02.08)
- 11)君山 由良：「コンジョイント分析」, データ分析研究所, 2021.
- 12)猪井 博登, 藤本 隆史, 土井 健司：タクシー事業者の乗合事業への参入に菅須江宇態度・意向分析, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejpm/72/5/72_I_853/_article/-char/ja, 土木計画学研究・論文集, 33 巻, pp.10, 2016. (最終訪問日：2022.02.08)
- 13)寺脇 拓：コンジョイント分析の実践, <http://www.ritsumei.ac.jp/~ttt20009/classes/1011/CA.pdf>, pp.07. (最終訪問日：2022.02.08)
- 14)大場 亨：Web GIS を用いた情報サービスの住民の選好の評価に関するコンジョイント分析の適用可能性, https://www.jstage.jst.go.jp/article/thagis1993/15/2/15_2_49/_article/-char/ja, GIS-理論と応用, 15 巻, 2 号, pp.49-58, 2007. (最終訪問日：2022.02.08)

15)田邊 勝巳：地域交通におけるミニマム基準の考え方，https://www.jstage.jst.go.jp/article/tpsr/7/4/7_TPSR_7R_17/_article/-char/ja，運輸政策研究，7 巻，4 号，pp.027-035，2005.
(最終訪問日：2022.02.08)

復興事業中における標高の変化を考慮した
移動制約者の津波避難に関する研究

代表者 谷本 真佑

(岩手大学理工学部システム創成工学科社会基盤・環境コース 助教)

共同研究者 南 正昭

(岩手大学理工学部システム創成工学科社会基盤・環境コース 教授)

アブストラクト

本研究では、岩手県陸前高田市の海岸付近に立地する高田松原津波復興祈念公園からの避難について、標高増加の程度や舗装状況、階段の有無などを現地で計測・確認した結果より、移動制約者の避難を考慮し分析を行った。

5つの避難経路を選定し分析したところ、最寄りの避難場所である気仙小学校へ最短で到達できる経路が、短距離で標高の高い地点へ到達可能であり、かつ移動距離が最短であることを定量的に明らかにした。また、階段の存在など、移動制約者にとってバリアになり得る箇所が存在も標高変化で示すことができた。

本研究ではGPS測量の実施により、階段など短い距離での標高変化を捉えたことに加え、従来の測量と比べ作業の省力化および迅速化を図ることができた。市街地嵩上げや高台造成などによる標高変化の大きな地域や、今後の津波襲来が予測されている地域において、本研究で示した方法により、避難計画の立案に有用な定量データが提供できると考えられる。

キーワード： 復興事業、嵩上げ、標高、現地計測、GIS、津波避難、移動制約者

1. はじめに

東日本大震災から10年以上が経過し、各地で復興にむけた様々な事業が行われている。大津波による浸水被害を受け、災害危険区域の指定による建築制限や避難路となる道路整備など、津波による人的被害を減らすための様々な取り組みが行われているが、その中でも市街地の嵩上げや高台造成は事業規模が大きく、津波からの避難を検討する上でも非常に大きな影響を与える。

東日本大震災による大津波で市街地が壊滅的な被害を受けた岩手県陸前高田市では、中心市街地の嵩上げおよび高台造成事業が行われるとともに、区画整理事業により新たな道路網が形成され、避難環境が大きく変化している。また、災害危険区域の指定により、海岸付近の低標高部への住宅建設が規制される一方、国営の追悼施設や道の駅が含まれる復興祈念公園が建設され、これらの施設に集まる人の避難計画が、より重要性を増すものと思われる。避難計画の立案に際し、嵩上げや高台造成により変化した標高値の把握は重要で、特に移動制約者や土地勘のない来訪者の避難の検討には必要な情報である。

国土地理院では、5m間隔で計測した標高値を公開しているが、直立しているような段差の補足が難しい点や、嵩上げ市街地や高台造成地で標高値が未更新であるケースが見受けられる点など、詳細な分析に用いるには課題が残る。

本研究は、東日本大震災からの復興まちづくりが進む岩手県陸前高田市において、道路網の標高データをGPS測量により計測し、避難環境の検討に要する詳細な標高データを収集する。得られた結果を基に避難経路の分析を行い、高齢者や来訪者などの移動制約者を考慮した避難の検討を行う。

2. 研究対象地域

(1) 陸前高田市について

本研究では、東日本大震災で甚大な被害を受け、現在も復興事業が進められている岩手県陸前高田市を研究対象地域とした。

陸前高田市は、岩手県沿岸部の最南端に位置する市であり、2020年の国勢調査によると、同市の人口は18,262人である。

陸前高田市では東日本大震災による津波被害を受け、今後も津波浸水による大きな被害が想定される区域を災害危険区域に指定している。この指定により、区域内の住居建築に規制がかけられることになり、陸前高田市内の住居建設は嵩上げ市街地や高台などが中心となった。これにより、震災から10年以上が経過した現在では、海岸から住居までの距離が長くなるとともに、住居から避難所までの距離が短縮され、震災前よりも安全に避難できる環境が整えられた。また、浸水想定域内からの避難においても、避難経路となる新たな道路の建設や、避難経路上の階段部に並行してスロープが設置されるなど、移動制約者の避難にも配慮がみられる。一方、避難所の方向を示す案内板の通りに進むと、途中で砂利道となる区間があるなど、復興事業が未だ進行中であることを窺わせる箇所も存在する。

津波浸水想定域内に含まれる海岸部でも復興事業が進められ、運動場や公園などの集客施設が整備されている。中でも、国営の追悼・祈念施設を含む復興祈念公園には道の駅も併設され、陸前高田市民をはじめ周辺地域や他県からの来訪者も見受けられる。

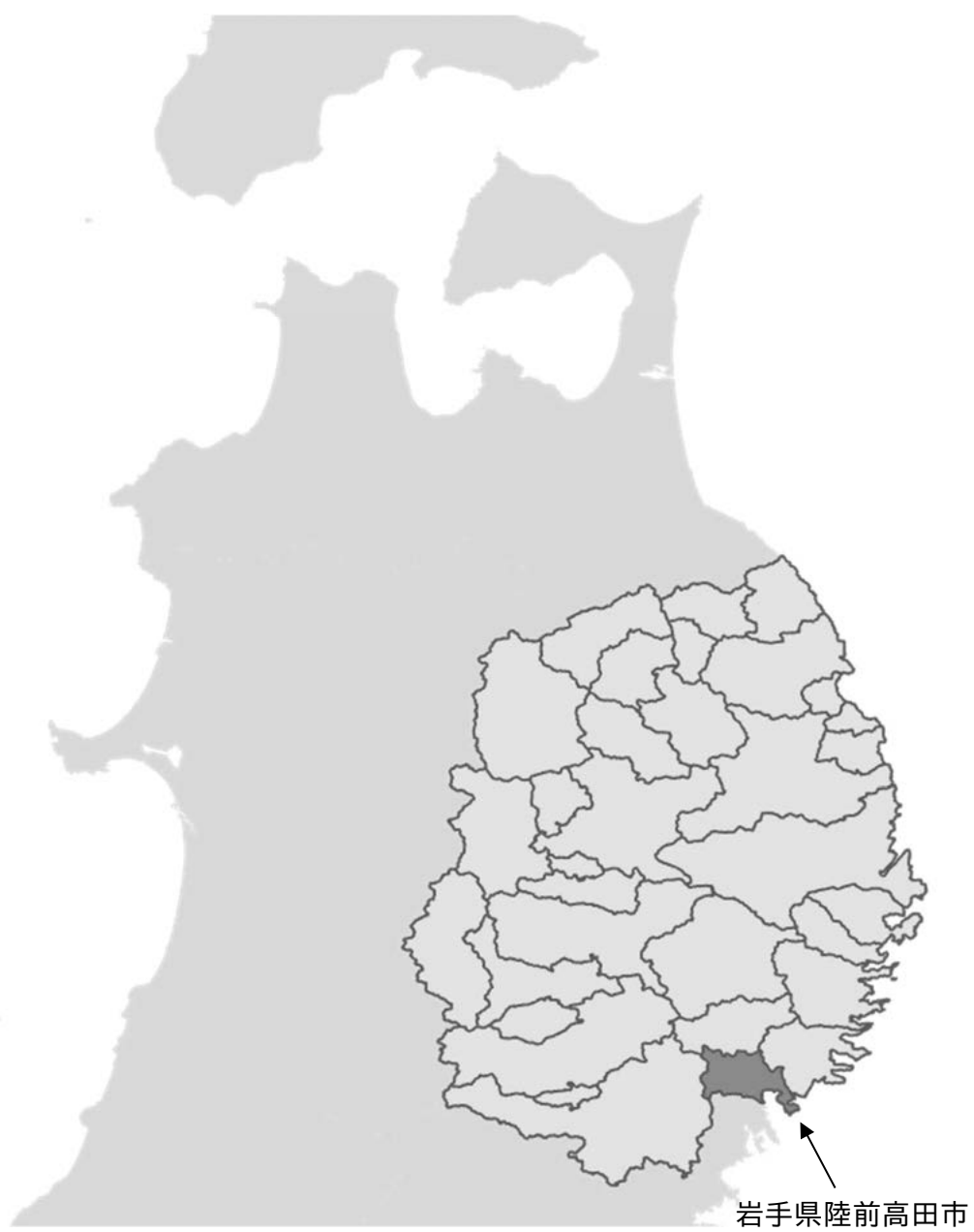


図1 陸前高田市の位置

（２）市街地整備事業

陸前高田市では，東日本大震災による大津波により，市街地は壊滅状態に陥った．
広範囲に及ぶ甚大な被害を受け，陸前高田市の市街地では嵩上げ事業が行われた．事業対象範囲はおよそ 126ha におよび，事業期間は平成 24 年度から令和 2 年度までの約 8 年におよんだ．また，海岸に近い今泉地区では高台造成事業も行われ，60ha におよび高台市街地が，山を切り崩して整備された．

（３）研究対象ルート

本研究では、海岸付近の津波浸水域内に立地する集客施設である、高田松原津波復興祈念公園からの避難を対象に、分析を行った。

本研究で設定する避難先は、最寄りの避難所である気仙小学校、海岸から離れる方向への移動が主となる城山公園、避難経路上の勾配が比較的緩やかな今泉コミュニティセンターの３カ所を設定した。気仙小学校と今泉コミュニティセンターは、高台造成事業により形成された市街地に立地し、城山公園へ向かう途中で嵩上げされた市街地を経由し、いずれも復興事業により避難環境に変化がみられる区間である。

また、気仙小学校と城山公園への最短避難経路には階段が存在し、移動制約者には通行が難しい状況も想定される。そこで本研究では、両避難場所への避難経路として、階段が存在する最短経路のほか、階段を回避する経路についても分析を行う。

本研究で分析を行う避難経路は、気仙小学校へ向かう２本、城山公園へ向かう２本、今泉コミュニティセンターへ向かう１本の計５本を対象とした。

本研究で設定した避難先および避難開始場所（高田松原津波復興祈念公園）の位置を図２に示す。



図２ 避難開始場所および避難場所の位置

3. 研究方法

本研究のフローを図3に示す。本章では、このフローに沿って研究方法を説明する。

(1) 分析対象経路の選定

前章で述べたとおり、本研究では、津波の浸水想定域に立地する高田松原津波復興祈念公園からの避難を対象とした。避難先は、最寄りの気仙小学校のほか、城山公園、今泉地区コミュニティセンターの3カ所とし、最短経路上に階段がある場合は階段を経由しないルートも併せて検討した。分析対象経路は計5本である。

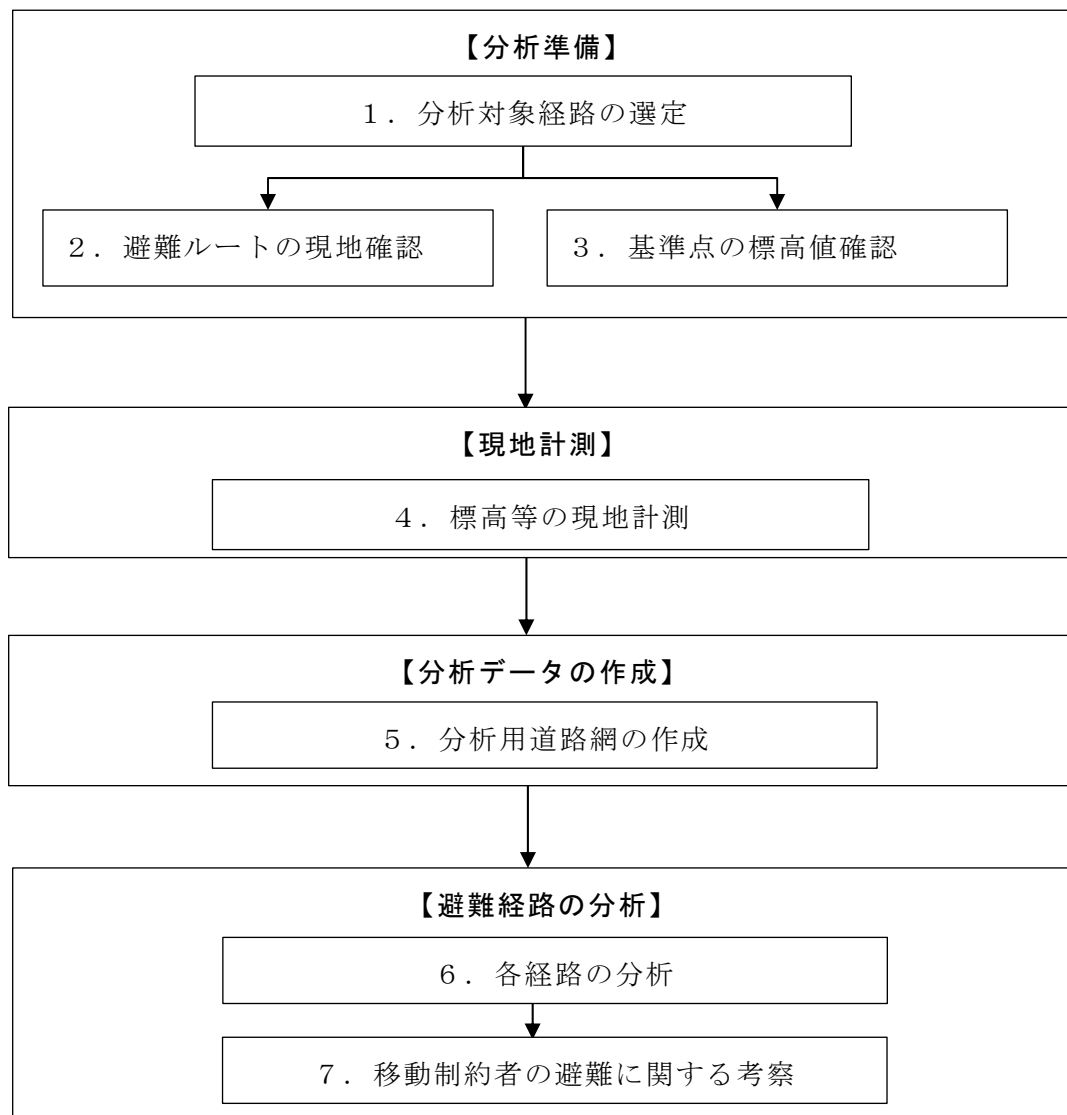


図3 本研究のフロー

（２）避難ルートの現地確認

次に、分析対象の経路となり得る道路およびその周辺の道路について、現地にて確認を行った。ここでは、移動制約者による避難を考慮し、道路の舗装状況や階段の有無について確認を行うとともに、後述する国土地理院発行の「数値地図」の内容を比較した。分析用の道路網として、「数値地図」の道路網へ新たに追加すべき道路や、現存しない道路として削除すべき道路の有無を確認した。

（３）基準点の標高値確認

続いて、分析対象となり得る道路の周辺に設置された三角点や水準点（以降、基準点と記載）の標高を確認した。

陸前高田市内の嵩上げされた市街地や高台造成された市街地内には、国土地理院や自治体により震災後に設置された三角点や水準点があり、それらの点の緯度・経度・標高が公表されている。本研究では、後述のGPS測量による標高の計測結果について、その妥当性を判断するため、震災後に設置された基準点の標高値を参考にした。

（４）標高等の現地計測

続いては，分析対象の経路となり得る道路を対象にＧＰＳ測量を行い，道路網の緯度・経度・標高を計測した．

本研究では，機材が小さく，かつ精度の高い計測結果の得られるＧＰＳ測量を実施することで，データ収集の省力化を図った．

分析対象とした避難経路にてＧＰＳ測量を行った結果を用いた．「数値地図」にも、DEMと呼ばれる標高データが5mおきに提供されているものの，市街地嵩上げや高台移転により変化した標高の詳細把握や、DEMでは反映しきれない標高変化も想定されるため，本研究ではＧＰＳ測量による標高を用いて分析を行った．

本研究では，経路上に階段が存在する場合も想定されたことから，徒歩によるＧＰＳ測量を行った．1秒ごとに受信したＧＰＳの電波を基に，各地点の緯度・経度・標高の情報を記録した．ＧＰＳ測量では，電波を受信するアンテナの位置についての情報が得られるため，アンテナの位置を固定し，その高さを計測結果（標高値）から減ずることで各地点の標高値として分析を行った．ただし，徒歩による振動により，計測された結果には数センチ程度の誤差が含まれている可能性がある．

本研究では，株式会社ジオセンスが開発したMZ-M5F9PAIIを使用してＧＰＳ測量を行った．



図４　ＧＰＳ測量で使用した機材

（５）分析用道路網の作成

以上より得られた情報を基に、避難経路の分析に用いる道路網を作成した。この道路網は、国土地理院が発行する「数値地図」に収録されている道路網のデータを基に作成し、現地調査の結果等を考慮して道路の追加および削除を行った。

陸前高田市内では 2022 年 2 月現在も道路網の整備が行われ、それらが「数値地図」に十分反映されていないことも考えられる。また、避難路の中には「数値地図」に掲載されないような街路が含まれることも想定される。そこで本研究では、「数値地図」の道路網を基に、現況を反映させた道路網にて分析を行うこととした。なお道路網の追加に必要な緯度・経度・標高の位置情報については、前節で述べた現地計測（GPS 測量）にて得られた情報を基に作成を行った。また、「数値地図」に掲載の道路網を分析にも使用する際は、前節での得られた計測結果を用い、道路網の標高値を更新した。

（６）避難経路の分析

以上までで得られた結果を基に、GIS を用いて避難経路の分析を行った。分析では、高田松原津波復興祈念公園を避難開始地点とし、最寄りの避難所である気仙小学校のほか、城山公園、今泉コミュニティセンターの 3 カ所へ避難する最短経路を探索した。各々の経路について、移動距離と標高の関係を図示し、特徴について比較を行う。なお、最短経路に階段が存在する場合、移動制約者の避難を考慮し、別途階段を経由しない最短経路を探索した。

4. 研究結果

(1) 分析対象経路

本研究で分析対象経路に設定されたのは、図5～図9に示す計5経路である。

高田松原津波復興祈念公園を出発点とし、最寄りの避難場所である気仙小学校までが2経路，海から離れる方向への移動となる城山公園が2経路，勾配が比較的緩やかと思われる今泉コミュニティセンターが1経路である．1つの避難場所に2経路が存在するのは，最短経路上に階段を含む場合と含まない場合である．

以降は、この5経路について分析を進めた．



図5 設定した経路（経路1）



図6 設定した経路（経路2）



※「城山公園」は、公園に至る避難路の入口までの経路を分析
 図7 設定した経路（経路3）



※「城山公園」は、公園に至る避難路の入口までの経路を分析
図 8 設定した経路（経路 4）

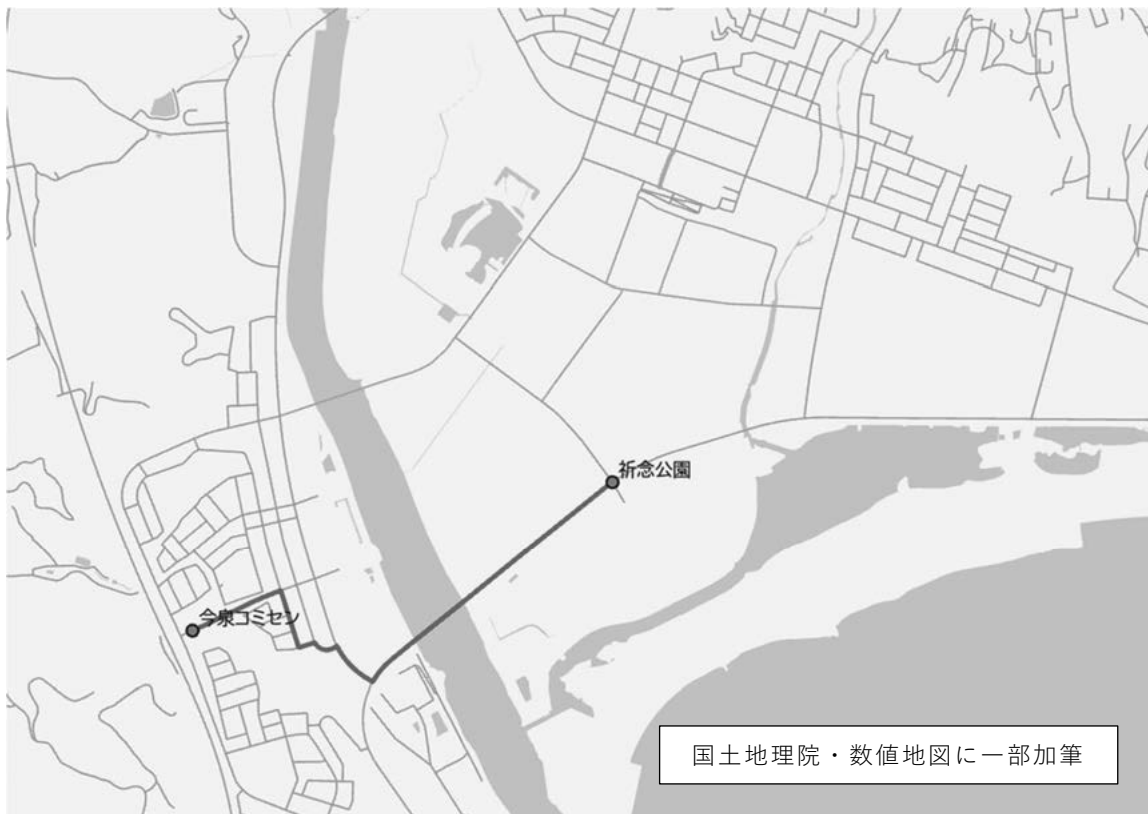


図 9 設定した経路（経路 5）

（２）現地調査による避難経路の状況

前節にて選定された５経路について、経路上の特徴を現地調査にて把握した。

（ａ）経路１：祈念公園～気仙小学校（階段あり）

本経路は、高田松原津波復興祈念公園の最寄り避難場所である気仙小学校へ最短で向かう経路になる。両者の位置関係から、基本的に海岸とほぼ並行した方向への移動となるのが大きな特徴である。また、経路の前半で川を渡ること、経路の後半に歩行者専用のスロープがあること、経路の終盤に階段が存在することも特徴として挙げられる。また、経路は全て舗装されている。

（ｂ）経路２：祈念公園～気仙小学校（階段回避）

本経路は、経路１とほぼ同様であるが、経路終盤の階段を回避するため、経路１よりも移動距離が若干長くなる。経路上に階段が存在しないことを除き、経路の特徴は経路１と同様である。

（ｃ）経路３：祈念公園～城山公園（階段あり）

本経路は、高田松原津波復興祈念公園からみて、海岸から離れた方向に位置する城山公園へ最短で向かう経路になる。両者の位置関係から、経路１および経路２とは異なり、海岸から離れる方向への移動が主となる経路となるのが大きな特徴である。また、経路の前半に砂利道が、中盤に階段がある。

（ｄ）経路４：祈念公園～城山公園（階段回避）

本経路は、起点と終点は経路３と同様であるが、移動制約者の避難を考慮し、階段を回避するルートである。また、経路３の経路前半の砂利道も移動に際するバリアになり得るため、これも回避するルートを採用した。本経路は全区間にわたり舗装路である。

（ｅ）経路５：祈念公園～今泉コミュニティセンター

本経路は、経路上の勾配が比較的緩やかである今泉コミュニティセンターへの最短経路である。途中までは経路１および経路２と重複している。本経路上には、階段など移動制約者にとってバリアとなり得る箇所は存在せず、経路上の道路は全て舗装されている。

（３）基準点の標高

次節で述べる標高の現地計測結果について，その妥当性を検討するため，国土地理院が公表している基準点（三角点・水準点）のうち，前節で述べた経路の周辺の基準点を対象に，その標高を整理した．図１０は，得られた結果を基に作成した，基準点の位置と標高値である．



図１０ 基準点の位置と標高

（４）標高値の現地計測

分析対象経路上およびその周辺の標高を詳細に把握するため、GPS測量による現地計測を行い、位置情報を収集した。計測点を図11に示す。

以上の結果の妥当性について、前節で述べた基準点の標高や、現地に設置された標高を示す看板等と照らし合わせて検討したところ、概ね同様の値を示していることが確認できたため、現地計測で得られた標高値を用いて分析を進めることとした。

なお、城山公園付近の標高については、十分な精度をもった計測結果が得られなかったため、城山公園へ続く避難路の入口までの計測結果を用いて分析を行った。



図11 現地調査による標高計測点

（５）分析対象道路網データの作成

国土地理院が発行する「数値地図」の道路網データを基に，前節までで得られた結果を用いて，分析を行う道路網データを作成した．図１２は，分析に用いる道路網を示している．図中の赤色のリンクは，数値地図には収録されておらず，現地計測の結果を基に追加したリンクである．

また，図１２中には示されていないが，復興事業に伴う道路整備事業により，現地調査で確認できなかったリンクは分析対象から除外した．

さらに，図１２中の各リンクに対し，GPS測量より得られた標高値を付与した．



図１２ 分析対象道路網

（６）避難経路の分析

本節では、分析対象の各経路の標高変化図を基に各経路の特徴について分析を行った。結果を次項以降に示す。なお、標高変化図に示す経路距離は、水平距離ではなく斜距離としている。

（ａ）経路１：祈念公園～気仙小学校（階段あり）

経路１は、高田松原津波復興祈念公園の最寄り避難場所である気仙小学校へ向かう最短経路である。本経路の標高変化を図１３に示す。経路延長はおよそ1,350mで、避難場所の標高は45mであった。

本経路の特徴として、経路起点から1,000m付近を境に標高変化の状況が異なる点が挙げられる。起点から1,000m付近までは比較的緩やかな傾斜であり、特に起点から400m付近から800m付近は、気仙川河口付近に架かる気仙大橋に該当しており、標高は2～3m程度の変化に止まっている。また、その前後区間である、起点から400m付近までの区間および800m～1,000mの区間でも、標高の変化は10m以内に抑えられている。起点から1,000m付近の標高は15.5m前後であった。起点から1,000m付近までは、国道45号の歩道部であり、海岸とほぼ並行して進む形となる。

起点から1,000m～1,200mの区間では、標高の変化が大きくなっている。この区間は、国道45号を離れて歩行者専用の避難路を進み、高台造成事業が行われた今泉地区の高台を目指す区間となっている。約200mの移動で標高が16mから44mに変化し、28mの標高上昇がみられた。特に起点から1,180m付近からは特に高度上昇が大きく、10m程度の移動で標高が5mも上昇している。起点から1,180m付近を境に高度上昇の度合いに差が見られるのはこれより前の区間は舗装されたスロープ、これより後の区間は階段となっているためである。

起点から1,200m以降の区間の標高は、45m前後の標高を維持しながら、目的地の気仙小学校へ向かう形となる。この区間は、造成された高台を移動する区間となる。

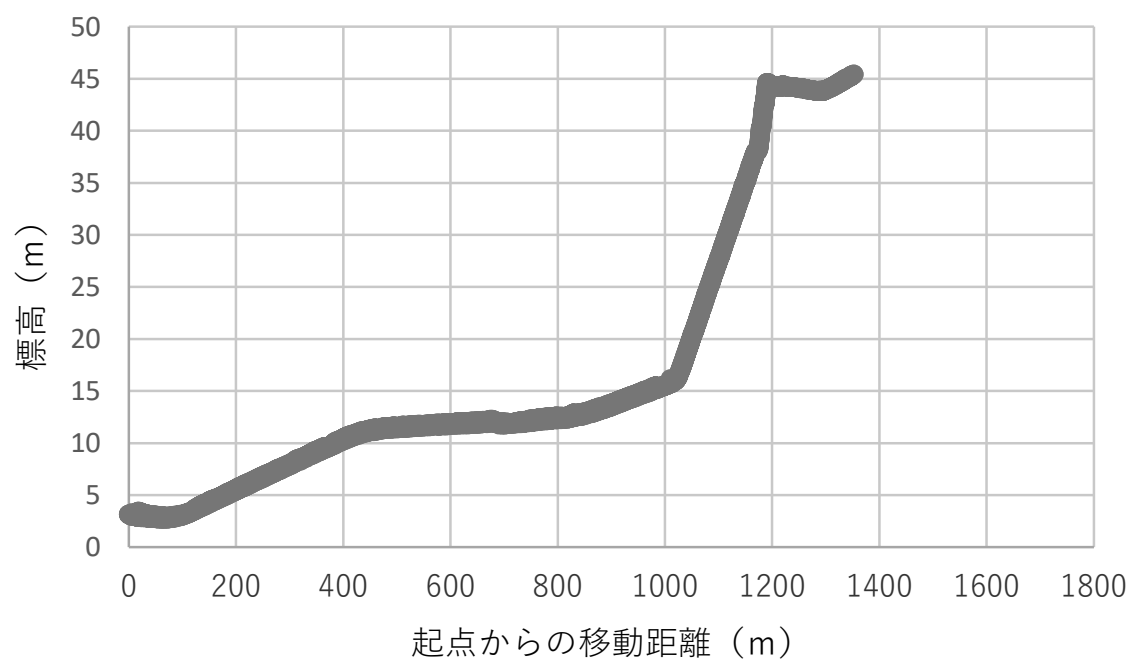


図 1 3 経路 1 の標高変化



図 5 設定した経路（経路 1）※再掲

（b）経路 2：祈念公園～気仙小学校（階段回避）

経路 2 は，高田松原津波復興祈念公園の最寄り避難場所である気仙小学校へ向かう経路であり，経路 1 でみられた階段を回避する条件での最短経路となる．本経路の標高変化を図 1 4 に示す．経路延長はおよそ 1,420m で，経路 1 より 70m 程度長い．到達点の標高は，経路 1 と同じ 45m であった．

起点から 1,180m までの経路は，経路 1 と同様である．その先は，経路 1 で通過した階段を回避し，起点から 1,000m の地点から続く歩行者専用避難路のスロープをそのまま進む形である．

起点から 1,180m～1,290m の区間では，それまで続いた高度上昇が緩和され，標高は 40m 前後で推移している．起点から 1,290m～1,330m の区間では再び高度上昇がみられ，40m の移動距離に対し標高が 5m 上昇している．

階段を経由しない分，移動制約者にとっては経路 1 よりも最大勾配の面で避難しやすい経路といえる．

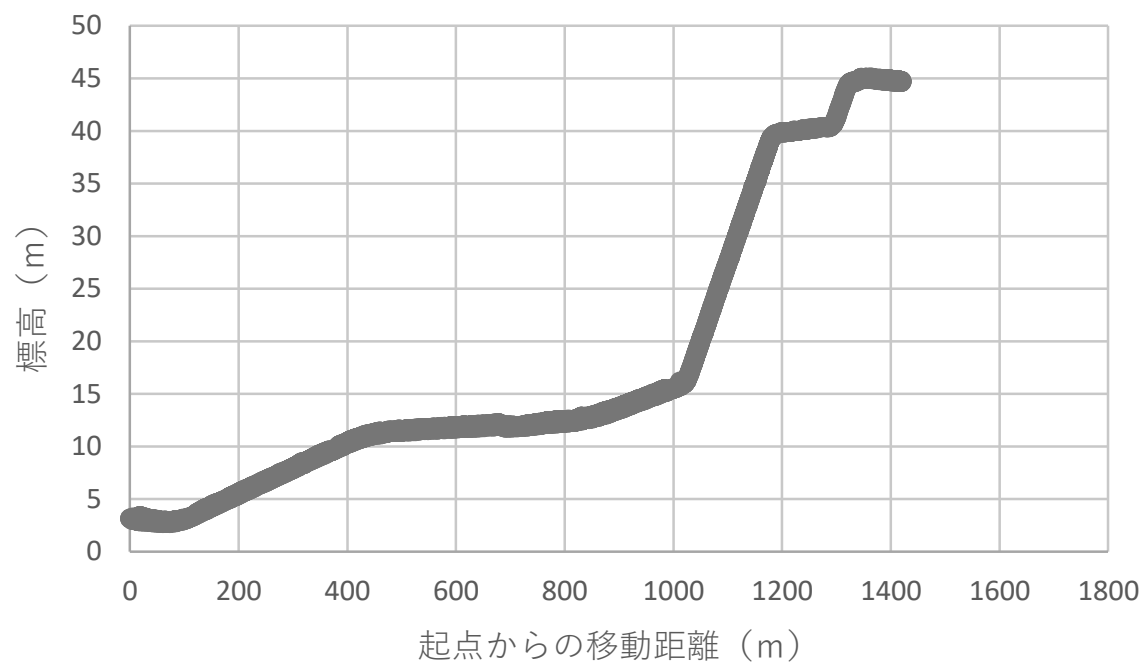


図 1 4 経路 2 の標高変化



図 6 設定した経路（経路 2）※再掲

（c）経路 3：祈念公園～城山公園（階段あり）

経路 3 は，高田松原津波復興祈念公園からみて海から離れた方角に立地する城山公園への最短経路である．経路延長はおよそ 1,420m で，到達点の標高は 11m であった．

なお，経路 3 と経路 4 については，GPS 測量の結果，到達点より先の経路で十分な精度が得られなかったため，城山公園へ続く避難経路の手前までを標高の分析対象とした．

経路 3 の標高変化を図 15 に示す．本経路は，全体的に緩やかな勾配となる区間の割合が高いものの，起点から 950m 付近で急激に標高が上昇している傾向が読み取られる．起点から 950m 付近は，嵩上げされた市街地に登るための階段であり，ここで一気に標高が 7 m 程度上昇している．また，起点から 300m～650m は，水田の間を通る砂利道である．さらに，起点から 550m や 650m 付近など、短距離で標高が 1m 程度変化する区間も見受けられる．これらは砂利道から舗装路など，路面の状況が変化する地点に存在する段差に起因する．

経路 3 は，全体的に海から離れる方向への移動が主となるため，経路 1 や 2 と比較して，心理的に避難しやすい経路と思われる．一方，階段や砂利道、段差が経路上に存在し，移動制約者の通行には不安な面も存在する．従って経路 3 は，移動に対する制約が比較的少ない人に向けた避難経路の選択肢となり得る経路と考えられる．

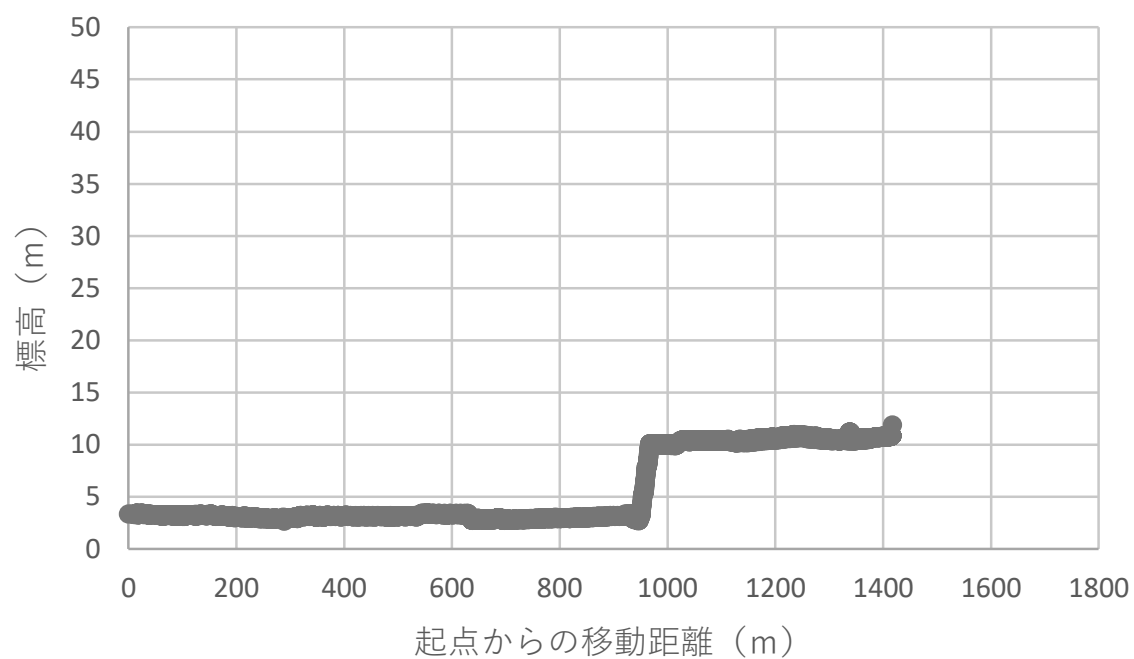


図 1 5 経路 3 の標高変化



※「城山公園」は、公園に至る避難路の入口までの経路を分析
 図 7 設定した経路（経路 3）

（d）経路4：祈念公園～城山公園（階段回避）

経路4は、経路3と同様に城山公園を目指す経路であるが、経路3上に存在する砂利道や階段を回避するため、経由地は経路3と異なる区間が存在する。経路延長はおよそ1,700mで、経路3より280m程度長い。到達点の標高は、経路3と同じ11mであった。

本経路の標高変化を図16に示す。本経路は、起点から約250m、950m、1,250mの3点を境に、標高変化の傾向に変化がみられる。起点から250mまでは標高が低下傾向にあるが、3m前後の標高を維持している。起点から250mを過ぎると、標高は一転して増加に転じ、概ね一定の割合で標高の増加が見られ、標高は約5mに達する。起点から950mを過ぎると標高の増加割合が大きくなり、ここから300m程度の移動で標高が6m程度増加している。この区間は、嵩上げされた市街地へ登る区間であるが、経路3の階段よりも傾斜は緩く、歩道が設置されている道路の移動となることから、比較的登坂が容易である避難経路といえる。

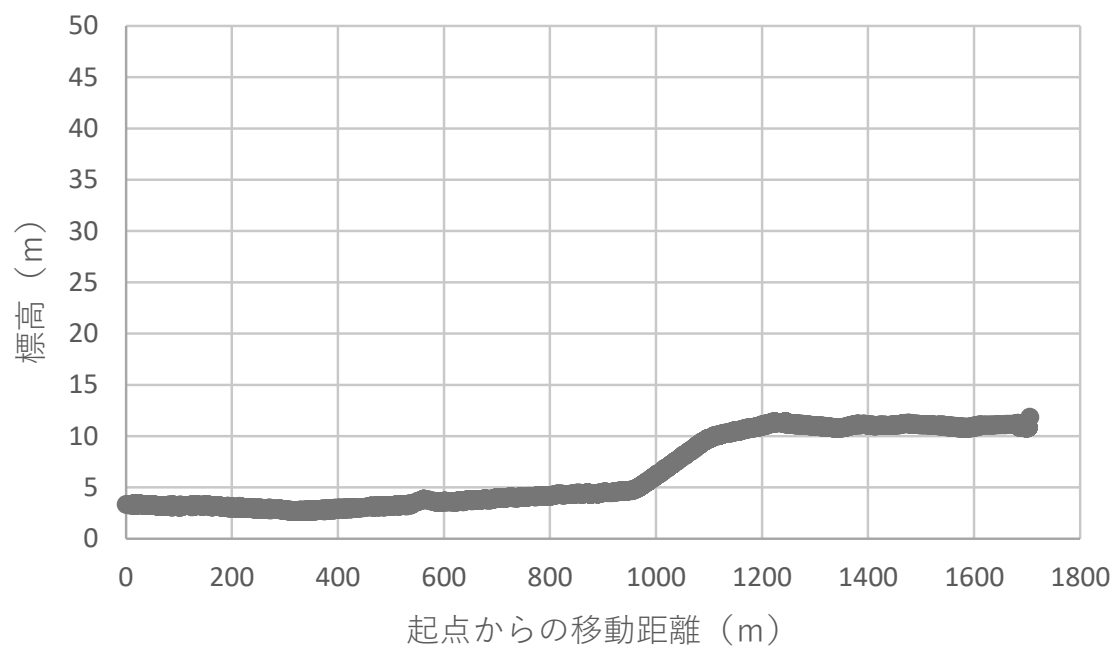


図 1 6 経路 4 の標高変化



※「城山公園」は、公園に至る避難路の入口までの経路を分析

図 8 設定した経路（経路 4）

（e）経路5：祈念公園～今泉コミュニティセンター

経路5は、目的地までの勾配が比較的緩やかと思われる今泉コミュニティセンターへの最短経路である。本経路の標高変化を図17に示す。経路延長はおよそ1,470mで、到達点の標高は23mであった。なお本経路は、起点から800m（気仙大橋西交差点）までは経路1および経路2と重複しており、それ以降が経路5のみのルートとなる。

経路1および経路2の分岐点（起点から800mの地点）の標高は12mで、起点から1,200mの地点にかけて徐々に標高が低下し、最も低い地点での標高は約10mであった。その後は到達点にかけて標高は増加し、約250mの移動で標高が約13m増加した。

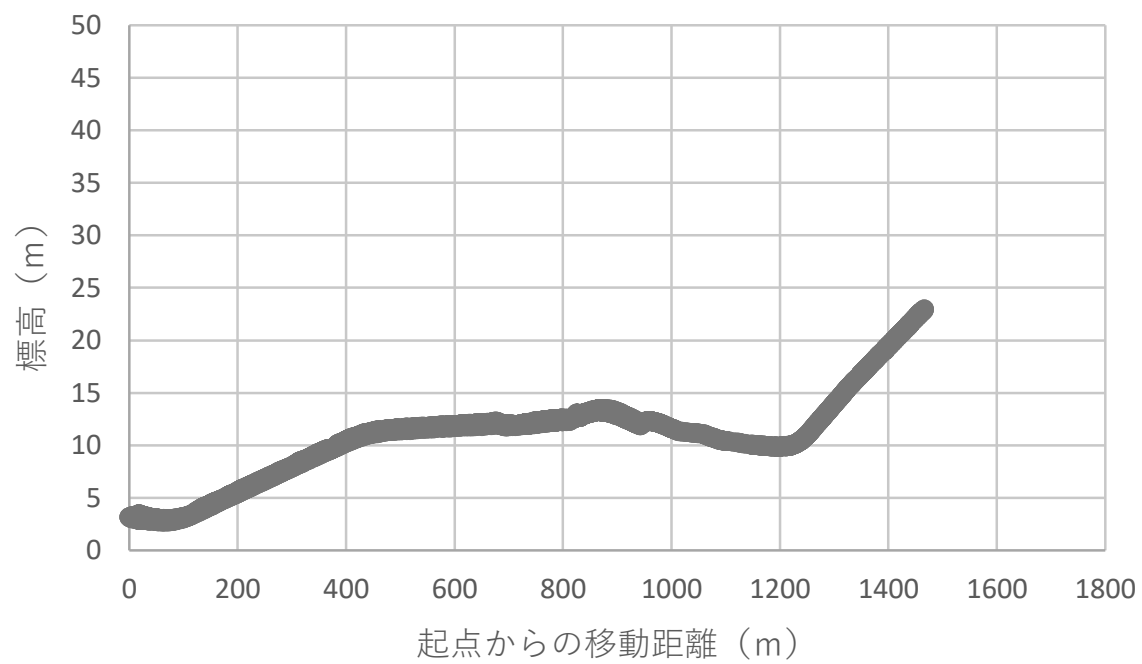


図 1 7 経路 5 の標高変化



図 9 設定した経路（経路 5）

(7) 移動制約者の避難の検討

本節では、分析対象の各経路特徴を比較し、移動制約者の避難について検討を行う。

表1は、前節で整理した各経路の特徴を整理した結果である。

到達点までの移動距離を比較すると、経路4を除く各経路で1,400m前後となり、最短は経路1の1,350mであった。また、標高が10mに達するまでの移動距離は経路1, 2, 5で384m、標高20mに達するまでの移動距離は経路1, 2が1,049mであり、経路1および経路2で比較的短距離で標高の増加が見込める経路であることが示された。

経路1には、途中に階段を通行する区間があるものの、標高40mの地点から階段を登り始めることから、階段の有無による津波の第一波の回避が左右される状況は考えにくい。また、避難場所である気仙小学校へ向かうには、経路長が70m長くなるものの、階段を経由しない経路2も選択可能である。津波からの迅速な避難には、経路1および経路2が最も適切と考えられる。ただし、海岸とほぼ並行している経路のため、移動速度によっては、十分な高度に達しないまま海岸の近くで津波の襲来を受ける可能性もある。また、経路の後半にはやや傾斜のあるスロープを登坂する区間も存在する。このため、移動制約者自身が身体状況に応じた避難が必要となる。やむを得ず徒歩以外の手段で避難を行う場合、徒歩専用区間のない経路4または経路5のうち、比較的短距離で標高が増加する経路5が適切と考えられる。

また、経路1または経路2での避難が、高台へと至る最短ルートであるものの、海岸と並行する避難路が続くことは、当地に不案内な来訪者へ不安を与える可能性が考えられる。到達点までの距離や到達点の標高などの案内を経路上に頻繁に掲示するなど、不安を緩和するような対策が求められる。

表1 各経路の特徴

	経路1	経路2	経路3	経路4	経路5
到達点	気仙小学校	気仙小学校	城山公園	城山公園	今泉地区 コミュニティセンター
階段の有無	あり	なし	あり	なし	なし
未舗装路の有無	なし	なし	あり	なし	なし
徒歩専用区間	あり	あり	あり	なし	なし
到達点までの 移動距離 (m)	1,350	1,420	1,420	1,700	1,470
到達点の標高 (m)	45	45	11	11	23
標高10mまでの 移動距離 (m)	384	384	967	1,110	384
標高20mまでの 移動距離 (m)	1,049	1,049	-	-	1,412

5. おわりに

本研究では、大規模な嵩上げ事業や高台造成事業により市街地の標高が大きく変化した陸前高田市を対象に、津波浸水想定域内の集客施設である高田松原津波復興祈念公園からの津波避難について、GPS測量による標高計測結果を用いて避難経路の分析を行った。

分析では、高田松原津波復興祈念公園からの避難経路を複数設定し、それぞれの経路について標高推移や移動距離などの特徴を比較し、移動制約者の避難について考察を行った。

高田松原津波復興祈念公園からの津波避難を例に、簡素な計測器械を用いたGPS測量により短い間隔で標高を把握でき、避難経路の分析や移動制約者の避難計画立案に活用できることを示した。

東日本大震災の被災地では、陸前高田市のように嵩上げや高台造成により市街地の標高が変化した地区も多く存在する。また、岩手県沿岸北部や青森県・北海道の太平洋沿岸では、日本海溝・千島海溝連動地震により、東日本大震災を上回る高さの津波が想定されている。本研究で示した詳細な標高計測に基づく避難経路の分析は、今後の津波浸水が予測されている地域の避難計画の立案に対し、定量的で有用な情報を与えるものと考えられる。

今後の課題として、本研究で行った計測および分析の他地区での応用や、居住者・就業者・来訪者の分布を考慮した分析が挙げられる。

6. 引用文献・参考文献

(引用文献)

陸前高田市，UR 都市機構：復興陸前高田 高田地区・今泉地区 被災市街地復興土地地区画整理事業，pp.4-5，2019.

※事業概要の施工面積を引用

UR 都市機構：東日本大震災の復興支援・津波被災地域での 10 年の歩み・岩手県陸前高田市 高田地区・今泉地区，2022 年 3 月 1 日閲覧.

<https://www.ur-net.go.jp/saigai/10years/project/rikuzentakata.html>

※事業受託期間を引用

(参考文献)

谷本真佑，宇都宮健太，川下 亨・南 正昭：震災前後の標高変化を考慮した岩手県大槌町における津波避難に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.61，CD-ROM，2020.

吉川慶彦，宇都宮健太，谷本真佑・南 正昭：岩手県陸前高田市における震災前後の津波避難環境について，令和 2 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，CD-ROM，2021.



公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団は競艇の交付金による
日本財団の助成をうけて活動しています。

この事業は、2020/2021 年度公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団自主事業で実施したものの成果である。

第 15 回 ECOMO 交通バリアフリー研究助成 成果報告会

2023 年 3 月 9 日、3 月 15 日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団

本件についてのお問い合わせ

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団バリアフリー推進部

〒112-0084 東京都文京区後楽 1-4-14 後楽森ビル 10 階

無断での転載および転写は堅くお断り致します。Copy Rights Reserved.

