

平成 30 年度

自動車安全運転センター 交通安全等に関する調査研究

高齢者による電動アシスト自転車事故の
要因解明と安全教育手法に関する研究

最終報告書

平成 31 年 3 月 31 日

東海大学 鈴木 美緒

要 旨

近年、高速道路での逆走やアクセルとブレーキの踏み間違いなど、高齢者が第一当事者として自動車事故を起こすケースが増加、深刻化しており、高齢者に免許を自主返納させる動きが強くなってきた。そこで、免許返納後の高齢者の足として期待されているのが電動アシスト自転車である。自転車乗用中の事故はわが国において問題が深刻化しているが、特に高齢者の免許保有率が少ないこと、保険加入率が低いことは、自身の危険への認識が低くなる要因であると考えられる。高齢者にとって免許返納後の交通手段として期待される電動アシスト自転車の安全性を高めることは、わが国の交通にとって非常に重要な課題である。そこで本研究では電動アシスト自転車利用に至る経緯に着目し、高齢者の自転車利用時の交通ルール、マナーへの関心、自転車に関する知識、自身の身体能力への自覚と、自転車利用時の危険挙動を調査し、自転車安全利用への示唆を得た上で、交通安全教育手法を構築することを目的とする。

本研究は以下の内容からなる。まず、高齢者の自転車利用実態についてのアンケート調査により、運転免許の有無、自転車の利用時間の他、ヘルメット着用の有無、保険加入の有無等の安全利用への関心、事故歴、転倒の有無、自転車違反の有無等の経験を尋ねた。また、自転車の整備を行なっているか等の自転車の車体に対する意識や、交通安全セミナーへ参加意向等の交通マナーに対する意識を尋ね、これらのふりかえりが気付きにつながるかを調査した。また、高齢者が自転車をどのように利用しているかを知るために、高齢被験者が日常的に利用している自転車に3日以上GPSを装着し、その挙動を観測した。そして、交通安全教育手法を検証するため、軽快車と同様で軽量なタイプと小径で低重心の高齢者向けのタイプの2種類の電動アシスト自転車を用意し、自転車の車種による運転挙動の違いと、高齢者自身の運転感覚の違いや、安全への意識醸成効果を知るべく、大学構内での走行実験を実施した。また、上記の仕様を自転車シミュレータで再現し、走行後のヒアリングで一時停止挙動、速度、運転感覚や危険に対する自覚等を尋ねた。

まず、アンケート調査によって自身の運転を振り返り、気づきが得られるかを試みた結果、電動アシスト自転車利用者は「安全に対してポジティブな取り組み」を尋ねると、道路交通法による通行ルールを気にし、それ以外はあまり気にしていない傾向が強いことがわかったが、「忘れがちなルール」を尋ねると、軽快車利用者も同様に、ルールを遵守していることを前提とした回答が得られ、自身の行動を正当化する虚偽発見尺度が高い傾向が見て取れた。また、交通ルールを学ぶ意思については、軽快車利用者も電動アシスト自転車も同程度で、「身近で交通ルールを教えてくれるなら学びたい」との考えが現れた結果となった。さらに、電動アシスト自転車利用者の中に、「電動アシスト自転車の説明会や試乗会があったら参加したい」と回答した人が軽快車と同様の4割弱おり、日頃はメンテナンスや車種について情報を得る機会がないものと推察される結果となった。実際に「安全に電動アシスト自転車に乗るための試乗会」と銘打って実験を実施したところ、非日常的な場所に集まる高齢者は非常に少なく、安全教育を身近な場所で実施する必要性が非常に強いことがわかった。なお、アンケートから数か月後、限られた被験者にはあるが「アンケート調査を実施したことによって安全に対して何か意識することはあったか？」と質問したところ、全員が「特になし」と回答した。中には、アンケートに回答したこと自体を忘れていた被験者もあり、自身の日常を振り返って気づきを得ることは難しい結果となった。なお、運転免許を返納した後に電動アシスト自転車利用に至る高齢者のサンプルは非常に少なく、利用経緯としては軽快車あるいは徒歩の代替である高齢者の方が多いことがわかった。

次に、行動を裏付けるべく、GPSを装着して日常の自転車利用を観測した結果、軽快車より電動アシスト自転車の

方が加減速が大きく、電動アシスト自転車は短時間で高速となり、停止前の減速時間も短く、速度を出して走っている時間の割合が高いということがわかった。そして勾配の多い地域で軽快車を使う場合、上り坂と下り坂での速度差が大きくなる傾向があるのに対し、平坦な地域では、電動アシスト自転車を使う場合に加速しやすい傾向があると考えられる。経路選択としては、信号等による停止を避ける傾向が現れたほか、免許を持たない電動アシスト自転車利用者は特に停止挙動が少ないことがわかった。今後、勾配データを含めた分析を行なったり、調査対象都市数を増やしたりする必要があるが、高齢者の走行挙動については速度が高い属性のばらつきが大きく、体力がある属性の自転車利用がそのばらつきに影響しているということができるとわかった。なお、被験者自身は自転車操作について危険を感じることはないとしていることから、日常利用時から自転車の安全利用について認識する機会はないものと考えられる。

最後に、安全教育手法への展開について、軽量モデルと低重心モデルの電動アシスト自転車に試乗してもらい、その差異による感覚の把握を試みた結果、軽量モデルで高速が出ていること、低重心モデルで加速が大きいことのいずれに対しても自覚がなかった。「速度が出すぎ」と感じた被験者は、加速度が他の被験者よりも高かったことから、自身の速度の印象には加速度が影響している可能性があるが、その感覚には差異があり、危険を自覚させるのは難しいと考えられる。また、低重心モデルでは「乗りづらくふらついた」、軽量型モデルでは「ふらつくことはなかった」と回答した。しかし、実際にふらつきは確認されたが、極度の蛇行運転はなく、危険と言えるほどではなかった。高齢者にとっての主観的な“ふらつき”が、実際の感覚よりも比較により評価されているか、自転車操作時の身体の動き等の別の要因が評価されている可能性がある。そして、仮想空間でのシミュレーションによる自身の自転車運転への気づきについては、シミュレータの画面が仮想空間であったことから、「走り出しの加速度を実際以上に速く感じる」ことは体験できたものの、「加減速や停止挙動が思い通りにいかない」ことをシミュレータに起因する意見として述べており、安全への意識と結び付けるには至らなかったが、比較による評価には信頼性があり、自身の運転に対する評価と安全意識の醸成を図ることで、安全に対する意識の発現効果が見込める可能性があることがわかった。

本研究の結果より、電動アシスト自転車利用に至る経緯別の特徴を掴めるほど十分なサンプルは取得できなかったが、高齢電動アシスト自転車利用者全般に対する安全教育には以下の3点が必要であると結論付けられ、高齢者の自動車の運転経験や体力に応じた安全教育手法が提案されることが望ましいとの結論を得た。

- 1) 情報提供内容として比較対象を挙げること：安全教育時の情報提供として、日常的に利用する自転車と比較させたり、複数の自転車を比較させたりすることで、操作性や速度感を認識させるのが効果的である。
- 2) 高齢者の身体能力に応じてメニューを変えた情報提供をすること：自動車利用が前提となっている地域では、必ずしも電動アシスト自転車の足腰は弱っておらず、平坦な地域でも速度を出しがちになっていることがわかった。このことから、足腰が弱っているなら急な坂道を避けること、足腰が弱っていないなら加減速や速度を認識することを入口とし、止まりやすい自転車、止まっている間に支えられる自転車を選択する必要性を教えることが効果的である。
- 3) 自覚が意識の変容に結びつくとはいえないことから、ストレートに安全について訴える必要があること：アンケート調査やGPS調査から、自身の行動をふりかえり、認識することが安全な自転車利用意識の醸成には結びつかないことや、シミュレータでの急発進を装置の特性と認識し、自身の自転車運転をふりかえる機会とは捉えないことから、自身の運転とより安全な運転の双方を体験させ、比較させることで、自身の運転が危険だと認識させる必要がある。

目 次

1. 背景と目的	3
1.1. 背景	3
1.2. 本研究の目的	5
2. 既往研究と本研究の位置付け	6
2.1. 既往研究	6
2.2. 本研究の位置付け	7
3. 研究概要	8
3.1. 高齢者の自転車利用実態と安全利用に対する意識調査	8
3.2. 高齢者の日常的な自転車走行挙動の観測	8
3.3. 高齢自転車利用者の交通安全意識の醸成	9
3.3.1. 電動アシスト自転車試乗による安全意識の醸成効果	9
3.3.2. 電動アシスト自転車を模したシミュレータ試乗による安全意識醸成効果	10
4. 高齢者の電動アシスト自転車利用と安全への意識	12
4.1. 高齢者の自転車利用と安全への意識	12
4.1.1. アンケート調査の回答者の概要	12
4.1.2. 高齢者の自転車利用の状況	12
4.1.3. 高齢者の電動アシスト自転車利用のきっかけ	13
4.1.4. 高齢者による自転車の選定基準	15
4.1.5. 自転車乗用時の事故経験	16

4.1.6. 高齢者による自転車乗用時の特徴.....	17
4.1.7. 自転車の安全に対する意識.....	18
4.1.8. 自転車の車体の安全に対する意識.....	21
4.2. 高齢者の日常的な自転車走行挙動.....	23
5. 安全教育手法の効果発現の可能性の検証.....	30
5.1. 事故経験およびアンケート調査による交通安全の意識醸成	30
5.2. 電動アシスト自転車の実走による交通安全の意識醸成	30
5.2.1. 「試乗会」調査への参加意思と車体に対する評価.....	30
5.2.2. 安全確認と停止に関する挙動.....	31
5.2.3. 速度に関する挙動	32
5.3. 自転車シミュレータ試乗による交通安全の意識醸成	36
6. 結論	38
6.1. 電動アシスト自転車利用時の危険挙動と安全の意識醸成	38
6.2. 電動アシスト自転車利用者への安全教育手法.....	42
6.3. 今後の課題.....	43
参考文献.....	44
謝辞	46

1. 背景と目的

1.1. 背景

近年、高速道路での逆走やアクセルとブレーキの踏み間違いなど高齢者が第一当事者として自動車事故を起こすケースが深刻化しており、高齢者に免許を自主返納させる動きが強くなっている。2017年の道路交通法改正により、75歳以上の高齢ドライバーの免許更新時に認知機能検査を実施することになった。その結果、75歳以上の申請による運転免許の取消（返納）件数は、2015年123,913件、2016年162,341件に対して、2017年には253,937件、2018年には292,089件、75歳以上の運転経歴証明書交付件数は2015年96,282件、2016年131,728件に対して、2017年には213,152件、2018年には244,726件と急増しており、道路交通法改正による返納促進が影響しているといえる。鈴木によると、自動車を運転しなくなった場合の代替手段として自転車を使用すると答えた高齢者は全体の64.4%と非常に高く、その中の一定の割合の高齢者が電動アシスト自転車への移行を検討することが予想される。

自転車に関しては、軽快車の出荷台数は2001年から2010年まで減少傾向にあり、633万台から381万台へと約4割減少している。図1-1に示すように、原動機付自転車も54万台から23万台とほぼ半減している。その一方で、電動アシスト自転車の出荷台数は年々増加し、19万台から38万台へとほぼ倍増となっている。2008年には、電動アシスト自転車の出荷台数が原動機付自転車の出荷台数を上回るほどである。このような情勢から、価格の低下や車種の増加が促進されており、高齢者にとっても手に入れやすくなったことで、今後ますます電動アシスト自転車利用者が増えるものと考えられる。

しかし、図1-2に示すように、自転車乗員の死者数は2001年の973人から2011年の578人と約4割減少し、原動機付自転車乗用中の死者数は2001年の753人から2011年の333人とほぼ半減しているにもかかわらず、電動アシスト自転車乗用中の死者数は2001年の19人から2011年の50人と、件数は少ないものの約2.6倍と急増している。図1-3の死亡者の年齢層別構成率をみると、軽快車に比べ電動アシスト自転車の高齢者が占める割合は高く、約85%を高齢者が占めている。図1-4の死傷者の事故類別構成率によると、軽快車、電動アシスト自転車ともに、出会い頭事故、次いで右左折時の事故が多く、事故形態としては自転車特有といえるが、図1-5の死傷者の損傷主部位別構成

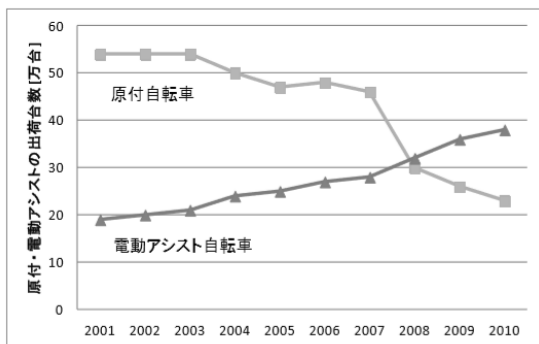


図 1-1 原動機付自転車と電動アシスト自転車の国内出荷台数の推移

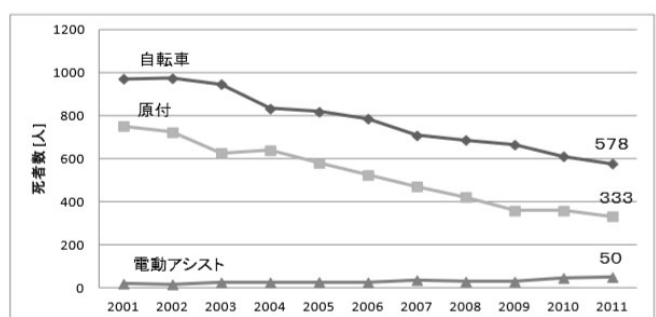


図 1-2 乗員死者数の推移

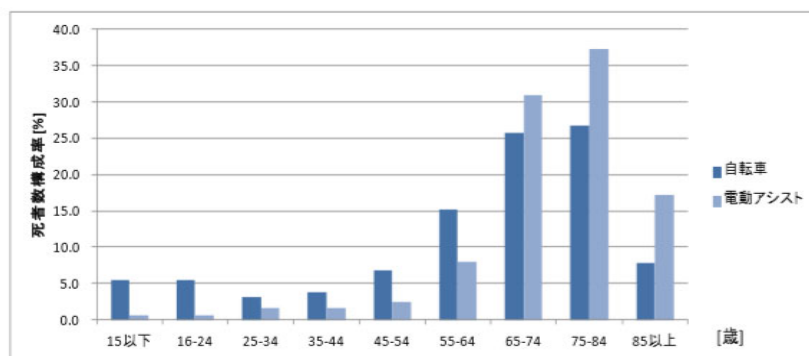


図 1-3 死者数の年齢層別構成率

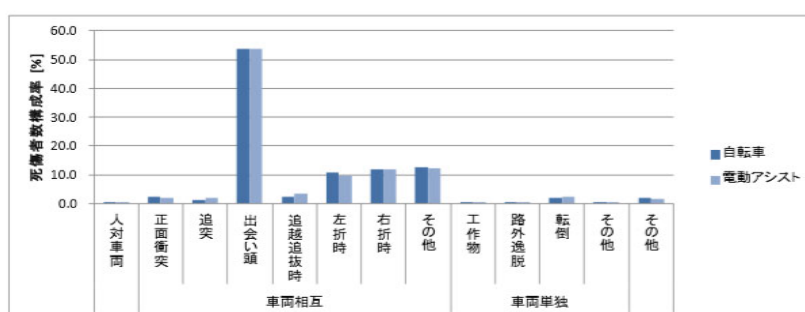


図 1-4 死傷者の事故類別構成率

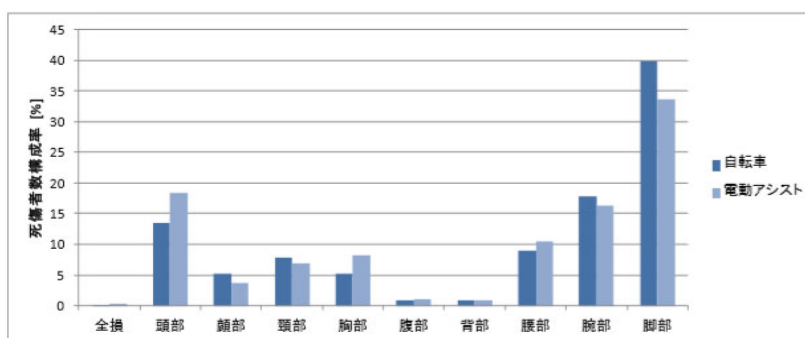


図 1-5 死傷者の損傷主部位別構成率

率をみると、電動アシスト自転車の方が、軽快車と比較して脚や腕を損傷している比率が低く、頭部、胸部を損傷している比率が高いことから、より重症化しやすいことが分かる。自転車乗用中の事故による死者数を減少させるには、高齢者の電動アシスト自転車による事故を抑えることが効果的であるとともに、自身に合った車体を選んだり、ヘルメットを着用したり、保険に入ったりして自身を守る努力も求められる。

図 1-6 の運転免許保有者別死者数に示すように、自転車乗車中の死者のうち、65～74 歳では約 74.6%，75～84 歳では約 87.2%，85 歳以上に至っては約 92.2%と、圧倒的に運転免許を保持していない者が多く、交通ルールを知る機会がなく、死者が多くなっていると推察できる。また、図 1-7 に示すように、ヘルメット着用者の死者割合は、64 歳

未満では非着用者と比較して差が小さいのに対し、65歳以上では、その死亡割合が非着用者と比較して2倍以上にな

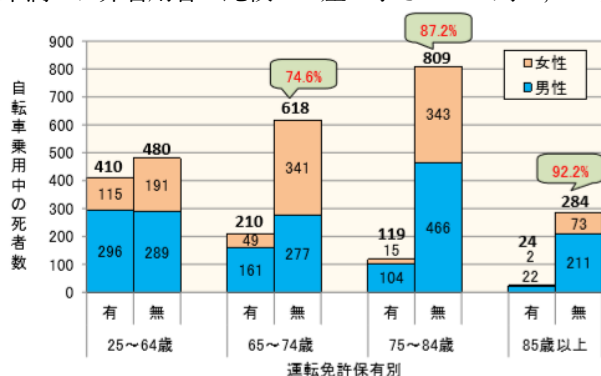


図 1-6 運転免許保有別死者数

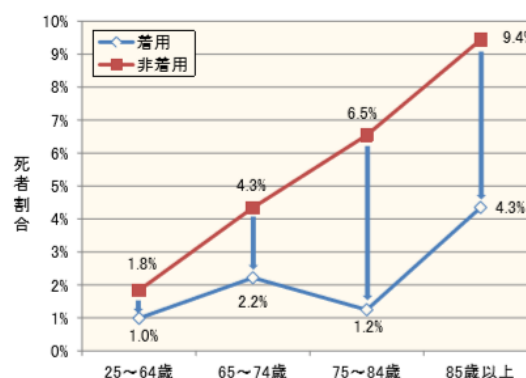


図 1-7 ヘルメット着用・非着用別死者割合

っており、身体的能力が低下した高齢者は、転倒や事故による被害が甚大になりやすいことを示している。さらに、電動アシスト自転車事故は増加傾向にあるにもかかわらず、高齢者に関らず保険加入率は低く、たとえば2018年7月に神奈川県相模原市で自転車保険の加入を義務化するなど、全国的に自転車保険について見直されている。2017年のアンケート調査では、自転車事故による高額賠償請求例を知っている人は6割を超えているが、実際に自転車保険に加入している人は2割以下であり、自身が事故を起こす危機感が低く、保険への関心が無いことがわかる。

このように、電動アシスト自転車はあくまで自転車の一種でしかないため、独立した統計資料が少なく、高齢者の利用者に限定すると非常に限定的な情報しかない。それに対し、2018年に閣議決定された自転車活用推進計画によると、高齢者を含むあらゆる属性の自転車利用がしやすい環境整備が掲げられており、高齢ドライバーの免許返納促進施策と併せ、高齢者の電動アシスト自転車の利用を促進する機運が高まっている。

1.2. 本研究の目的

わが国の高齢化が進むことで、高齢者の電動アシスト自転車による事故はますます増加し、深刻化していくと予想される。事故統計から鑑みて、自転車活用推進計画でいわれるような「高齢者も含む属性が自転車を利用する」環境を整えるのであれば、免許を保有しておらず、ヘルメットをしていない高齢自転車利用者に対し、事故による危険性を認識させ、ルールを学んだり、保険加入やヘルメット着用を意識したりさせる安全意識の醸成が重要であると考えられるが、現状では利用者自身が安全への対策をさほど意識していない。

そこで本研究では、高齢者の自転車利用時の交通ルール、マナーへの関心、自転車に関する知識、自身の身体能力への自覚等、自転車に関する多方面の情報が自転車の安全利用への意識醸成に及ぼす影響について、電動アシスト自転車利用に至る経緯（自動車利用からの転換か、軽快車からの転換か、徒歩からの転換か）により、それまでの知識等を前提とした振る舞いがなされているかに着目して調査することで、より効果的な電動アシスト自転車の安全教育手法を構築することを目的とする。

2. 既往研究と本研究の位置付け

2.1. 既往研究

高齢者の自転車利用についての研究は多く、草野らは、福山都市圏で小学校、高校、老人クラブ連合会に対しアンケート調査を行ない、有効回答者ひとりあたりのヒヤリハットを調査している。その体験指数を比較した結果、高校生 0.55、高齢者 1.08 で、高齢者は高校生の約 2 倍ヒヤリハットを体験していることを明らかにしている。ヒヤリハットの場所は出会い頭が多く、見通しが悪いことや相手の不注意が原因と回答しており、「相手が悪い」と考える傾向が強いことを示唆している。また、桜井らは、東京都板橋区在住の高齢者を対象に、郵送によるアンケート調査を行ない、警察に通報されていない潜在的な自転車関連事故を明らかにしている。また、日常的に自転車を運転している高齢者サンプルのうち、約 9.4%が自転車乗車中に事故にあったと回答し、女性が有意に多いことも報告している。さらに、事故経験者の約 76.1%は傷害を負い、約 47.5%の高齢者が通院を必要とする傷害を負っているが、事故経験者のうち、警察に通報した高齢者は約 20.1%のみであると示しており、事故統計の陰に多くの事故が存在していることを指摘している。

一方で、電動アシスト自転車での挙動に関する研究については多くは存在しない。たとえば山中は、電動アシスト自転車および軽快車のそれぞれのプローブバイシクルを作製、それを用いて公道で決まったルートを走らせる調査を行ない、高齢者と若年者との総走行時間に対する加減速時間や走行速度の違いなどを分析、走行挙動特性の違いを明らかにしている。また亀谷らは、勾配部における電動アシスト自転車および軽快車の走行特性の違いについて、若年者と高齢者を比較し、走行挙動特性を分析している。さらに稲垣らは、レンタサイクルにおける回遊性挙動分析を行ない、用途別の分類や車種による走行挙動特性の分析を行なっている。また、海外では、わが国のようにアシスト率が制限され、初動のアシスト率が高い電動アシスト自転車は一般的ではないため、主に、電動フルアシスト自転車を対象とした走行挙動の観測や、安全面での考察がなされている。その中で、高齢者による電動アシスト自転車 (Pedelec) と非電動自転車の挙動を比較した研究はいくつか存在し、たとえば Vlakveld らは、非高齢者は交通状況に依らず同じような速度で電動アシスト自転車に乗るのに対し、高齢者は交通状況により速度が異なる傾向にあり、複雑な交通状況では心理的負担が大きく、速度が出ないことを実証している。また、Wolf らは、オーストラリアで電動アシスト自転車を購入した高齢者に調査をし、電動アシスト自転車は主に私用での身体的負荷を軽減するのを目的として購入されており、環境への配慮ではなく、移動が楽になることがメリットと考えられていることを示している。さらに、Twisk らは、65 歳以上の高齢電動アシスト自転車利用者と、30-45 歳の利用者による発進時の安定性を比較し、高齢者の発進は、加速時ではなく最初の漕ぎ出しの方法により安定性に差が出ることを明らかにしている。

さらに、高齢者の電動アシスト自転車の研究は非常に少なく、鈴木らによる高齢者による電動アシスト自転車事故発生要因に関する分析などが存在する。なお、それは 2015 年度自動車安全運転センター交通安全等に関する調査研究の一部である。この研究は、東京都大田区山王地区の交差点を横断した自転車を対象に行った調査であり、高齢自転車利用者の交差点での挙動特性を調べ、信号待ちの位置では電動アシスト自転車利用者の方がより多く、車道の停止線から超えた位置で信号待ちする傾向があることや、交差点通過時の軌跡では電動アシスト自転車利用者の方が乱横断、逆走

など違反している傾向にあることを提示している。そして、自転車の走行ルート調査により、電動アシスト自転車利用者の方が軽快車利用者より平均速度が5%ほど高いことや、アンケート調査により、交差点で止まりたくないと思うことがあるかとの質問では、電動アシスト自転車利用者の方が停止したくない意識が強いことを明らかとしている。

2.2. 本研究の位置付け

前項で述べた通り、高齢者の電動アシスト自転車利用者の増加を鑑み、その利用実態や走行挙動を踏まえ、安全利用を促す必要性が高まっているにもかかわらず、現状では高齢者の電動アシスト自転車利用時の危険に対する意識や、安全意識の醸成に効果的な方策を検討した研究は存在しない。そこで本研究では、電動アシスト自転車利用での事故が多いのは、ルールの知識のみならず、自転車の車体、特性などの自転車への知識が少ないため事故が起きているとの仮説を立て、高齢者の電動アシスト自転車利用に至る履歴（徒歩、軽快車あるいは自動車利用の履歴）による振る舞いや知識の違いに着目し、高齢者の自転車利用アンケートによる利用実態の調査、日常的な自転車運転挙動の観測による意識と挙動の把握を行なった上で、実走およびシミュレータによる電動アシスト自転車試乗による安全意識の醸成可能性のヒアリング調査を行なうことで、高齢者の電動アシスト自転車利用と危険挙動についての知見を得るとともに、安全への気づきに及ぼす影響をふまえた安全教育手法の提案を行なうことを目的とする。

3. 研究概要

3.1. 高齢者の自転車利用実態と安全利用に対する意識調査

高齢者の自転車利用実態と自転車に対する意識についてアンケート調査を実施した。運転免許の有無、自転車の利用時間の他、ヘルメット着用の有無、保険加入の有無等の安全利用への関心、事故歴、転倒の有無、自転車違反の有無等の経験を尋ねた。さらに、自転車の車体に対する意識として、自転車の整備の内容、自転車購入時に気にすること、交通安全セミナーへ参加意向等の交通マナーに対する意識を尋ねた。

被験者は、秦野市の公民館利用者、伊勢原市シルバー人材センター、大和市シルバー人材センター、町田市シルバー人材センター登録者で、日常的に自転車を利用している高齢者である。秦野市と伊勢原市は坂道が多いこと、大和市と町田市は自転車分担率が高いことから選定した。

調査実施期間は、2019年7月～10月である。

3.2. 高齢者の日常的な自転車走行挙動の観測

高齢者が自転車をどのように利用しているか、前項の軽量モデルや低重心モデルの自転車との挙動の違いを見るため、高齢被験者が日常的に利用している自転車に3日以上GPSを装着し、その挙動を観測した。GPSロガーは、5秒ごとにプロットできるものを使用し、緯度経度以外に加速度センサによって速度も記録されるが、加速度センサは自転車の挙動（たとえばハンドル操作など）に影響されるため、本調査ではGPSの緯度経度情報から進行距離を算出、速度と加速度を計算した。被験者自身がGPSロガーの存在を意識しないよう、サドルの下にGPSロガーを設置した。

被験者は、伊勢原市、大和市のアンケート回答者から22名を選出した。シルバー人材センター登録者であるため、なじみのあるシルバー人材センター本部へ自転車で来てもらい、その場でGPSを装着した。3日以上自転車を利用してもらった後、シルバー人材センター本部へGPS装置を返却してもらい、そのデータを分析した。

実験実施期間は、2019年3月11日(月)～3月26日(火)である。



図 3-1 自転車にGPSロガーを設置した状態（赤丸部にGPSロガーを設置）

3.3. 高齢自転車利用者の交通安全意識の醸成

3.3.1. 電動アシスト自転車試乗による安全意識の醸成効果

自転車の車種による運転挙動の違いと、高齢者自身の運転感覚の違いを知るべく、大学構内の上り坂、下り坂を使い高齢者の自転車走行挙動の観測を行なった。図 3-2 に示す 1 号館の前、下り坂の後にコーンを立て、停止線を設置し、スタートライン、一時停止位置を簡易的に設けた、一時停止を行った後、U ターンし、上り坂を上り 8 号館をゴールとした。高齢者には事前に試運転をさせ、運転に支障がないことを確認した後、実験を実施した。この際、自転車のアシスト率、ギアを走りやすいように設定させた。被験者自身の自転車と比較して走行しやすいとされる軽量タイプ（図 3-3）と低重心タイプ（図 3-4）の電動アシスト自転車で走行させ、4 台のカメラで漕ぎ出し、下り坂、上り坂、一時停止、U ターンをビデオ撮影、サイクルコンピュータで走行挙動を観測するとともに、アンケートで回答した利用実態との相違、普段の自転車利用を調査し、走行後のヒアリングで一時停止の有無、ふらつきの有無、速度の適切か等を尋ね、その自覚があるかを確認した。なお、アンケート調査から整備不良車に乗用していると思われる被験者に声をかけ、実験への参加を促したが、日頃整備を行っていない被験者の実験参加には繋がらず、自転車に対する意識が比較的高い被験者しか集めることができなかった。

実験は、学生数が少なく運転がしやすい休日である、2019 年 1 月 13 日(日)に実施した。

なお、今回軽量モデルとして使用した YAMAHA PAS SION 24 型は、高齢者に最適なモデルとして販売され、全長 1,765mm、全幅 565mm、サドル高 725mm（最も低い状態）、軸間距離 1,125mm、タイヤサイズ 24 インチ、タイヤ幅約 38mm、重量 23.9kg、電動機はブラシレス DC モーターで定格出力 240W、駆動方式はチェーン型、補助力は踏力比例制御方式である。また、今回低重心モデルとして使用した YAMAHA CITY-C は、前頭 1,540mm、全幅 585mm、サドル高 710mm（最も低い状態）、軸間距離 1,010mm、タイヤサイズ 20 インチ、タイヤ幅約 4.2cm、車両重量 21.kg、電動機はブラシレス DC モーターで定格出力 240W、駆動方式はチェーン型、補助力は踏力比例制御方式である。また、



図 3-2 大学内走行コース・カメラ位置



図 3-3 YAMAHA PAS SION 24 型（軽量モデル）



図 3-4 YAMAHA CITY-C（低重心モデル）

いずれも補助速度範囲は道路交通法に定められる最大値である，0km/h 以上 10km/h 未満で 1：2 の比例補助，10km/h 以上 24km/h 未満で逡減補助となっている。

3.3.2. 電動アシスト自転車を模したシミュレータ試乗による安全意識醸成効果

近年，交通安全教室で自転車シミュレータの活用がなされる事例が多いが，電動アシスト自転車を想定したシミュレータ教育はまだなされていないことから，シミュレータ試乗による交通安全の意識醸成効果を検証することとした。従来の自転車シミュレータによる安全教育は，ルールの通りに走行させることを目的とし，ルールの教示→走行→交差点でのアクシデント発生，の手順となっていることが多いが，本研究で用いるシミュレータは軽快車とヘッドマウントディスプレイを用いたシステムであり，没入感が高いが小径車とモニターを用いる従来型のシミュレータより高齢者への負荷が高い欠点がある。当初はシミュレータにより高齢自転車利用者による典型的な事故を再現し，その経験に依る気づきを観測する予定であったが，交差点で出会い頭事故を発生させるのではなく，一時停止挙動を観測することとした。

軽量タイプと同様のタイヤ径，アシスト率，上記の実験で得られたブレーキ特性を自転車シミュレータ EPISODE で再現し，直線コースを走行させた。発進，加速，減速，停止（停止線での停止）を体験させ，停止線を越えた後の速度を記録できるようにした。走行後のヒアリングで一時停止，ふらつきの有無，速度の適切さ等を尋ね，その自覚があるかを確認した。被験者は，日頃，電動アシスト自転車を利用している高齢者 20 名である。

EPISODE は，文部科学省科学研究費補助金（基盤研究(B)）により製作された自転車シミュレータである。EPISODE の外観とシステム構成を図 3-5 に示す。EPISODE は軽快車を用い，基本は後輪支持装置から後輪の回転数を計測して速度を算出することとしているが，図 3-5 に示すような後輪を支持する装置の特性上，自転車の路面抵抗が考慮できない。また，後輪の回転数での速度計測では前輪ブレーキが考慮できないため，ペダリングによる加速とおよび前輪・後輪両ブレーキングによる減速を別個に計測してモデル化し，実装している。（詳細は，宮之上慶，鈴木美緒，屋井鉄雄：自転車シミュレータにおけるハンドル操作及び走行速度の再現性検討，人間工学，Vol.52-2，pp.81－88，2016 年 3 月を参照されたい。）また，これらの特性の計測のため，自転車にセンサを装着し，一部固定している。そのため，自転車を複数台用意することや，電動アシスト自転車に変更することが難しい。また，車体を電動アシスト自転車に変更したとしても，上記の路面抵抗と前輪ブレーキの問題が発生するため，実走実験によってペダリングの加速特性とブレーキングの減速特性を計測し，モデルに実装する必要がある。さらに，安全教育で自転車シミュレータを用いる際には，自身の自転車をを用いない限りは車体の見た目による先入観をなくす必要もある。それらの理由から，複数の電動アシスト

自転車シミュレータに実装するのではなく、既存の軽快車の車体に対し、新たに電動アシスト自転車の速度モデル(図 3-5 の赤線部分)を実装する形とした。

上述 3.3.1 の走行実験における平坦な路面において、速度 10km/h 未満(アシスト率が最大である速度帯)で走行させ、被験者が握りやすいブレーキ角度をあらかじめ計測し、走行中にその再現をさせて減速度を計測した。軽快車と同様の速度モデル

$$v(t) = \alpha + \beta V(t-1) - \gamma p$$

ただし、 $v(t)$ は時刻 t での出力速度、 $V(t-1)$ はペダル回転数から得られる速度、 p はブレーキ圧力に対し、ブレーキをかけていない加速状態のデータから α 、 β を算出し、軽快車モデルにおけるブレーキ角度-ブレーキ圧力関係を疑似的に本調査で用いた自転車に適用することで、 γ を算出した。各被験者ごとに求められたパラメータを平均化することで、最終的に $\alpha=67.1$ 、 $\beta=0.72$ 、 $\gamma=32.3$ を用いた(決定係数 0.86)。さらに、ペダル回転数については、アシスト率によってペダルにかかる力とペダル回転数の関係が変わることを考慮し、シミュレータにおけるペダル踏力計の平均値から、角速度にアシスト率を乗じて速度を計算する補正をかけた。なお、すでに述べた通りこの式は速度とペダル回転数、ブレーキ強度の実測値の関係を線形で示す目的で立式されたものであるため、単位系は合わないが、データとして t は 0.01 秒、距離は m、ブレーキ強度は kgを用いている。また、ブレーキ p には遊びを設けている。それを図 3-5 におけるシステムのペダル回転数、ブレーキ強さから速度ベクトルを求める間の関係(図 3-5 の赤線部分)としてシミュレータに入力することで、電動アシスト自転車の走行挙動特性を出力させる仕様とした。

実験は、平坦な延長 100m 程度の直線道路において、実走と同様の動作を行ってもらい、その感覚として危険を感じるか、評価を問うこととして実施し、実際には一時停止挙動も観測した。

実験実施日は、2019 年 3 月 21 日(木)~28 日(木)である。

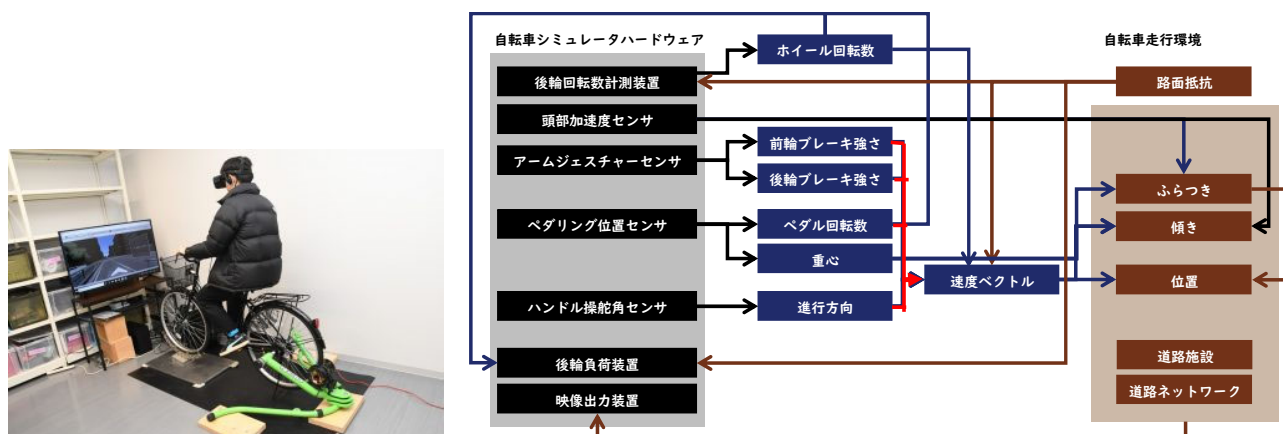


図 3-5 自転車シミュレータ EPISODE の外観とシステム構成

※プライバシー保護の都合から、被験者ではなく学生が乗用しているところを撮影。

4. 高齢者の電動アシスト自転車利用と安全への意識

4.1. 高齢者の自転車利用と安全への意識

4.1.1. アンケート調査の回答者の概要

本調査では、4市在住の高齢者から200の有効サンプルを得た。本来であれば条件を揃えてシルバー人材センターあるいは公民館での調査に統一すべきだったが、調査の許可の都合により条件の異なる募集方法を取った。電動アシスト自転車利用者は56、軽快車利用者は136、無回答は8であった。本調査は「自転車利用者」を対象として調査を実施したが、表4-1に示すように、坂道が多い秦野市、伊勢原市と比較して、坂道が少ない町田市、大和市での電動アシスト自転車利用の比率が少ないとは言えないことが分かった。電動アシスト自転車利用者の平均年齢は74.4歳（標準偏差3.90歳）、軽快車利用者の平均年齢は74.0歳（標準偏差4.86歳）であり、軽快車、電動アシスト自転車ともに、最高年齢は86歳（3名、うち軽快車2名、うち電動アシスト自転車1名）で、利用者の年齢に車種による差異もみられなかった。

4.1.2. 高齢者の自転車利用の状況

1週間の利用回数、1日の利用時間、1日の走行距離を比較すると、利用回数の平均は、電動アシスト自転車で4.5回、軽快車で3.9回であり、統計的に差異はみられなかった（ $t=0.91$ ）。また、走行距離の平均は、電動アシスト自転車で5.8km、軽快車で4.2kmであり、こちらも統計的に差異はみられなかった（ $t=1.51$ ）。一方、利用時間の平均については、電動アシスト自転車で80.9分、軽快車で56.9分であり、有意水準10%ではあるが統計的に差異が見られた（ $t=1.92$ ）。自己申告であるために実際の利用と差があるためか、電動アシスト自転車と軽快車で速度が異なるために利用時間と走行距離について特徴が異なるためか、については、今後より詳細な調査が必要であるが、これらのことから、電動アシスト自転車利用者は、軽快車利用者に比べて自転車の利用時間が長く、自転車を主要な交通手段としていると考えられる。このことは、他の交通手段の利用状況からも窺うことができる。運転経験に依らず、ルールについての学習経験

表 4-1 アンケート調査のサンプル数

	軽快車	電動アシスト自転車	無回答	計
神奈川県秦野市本町公民館	5	0	0	5
秦野市鶴巻公民館	23	10	3	36
伊勢原市シルバー人材センター	42	16	1	59
大和市シルバー人材センター	34	15	1	50
東京都町田市シルバー人材センター	32	15	3	50
計	136	56	8	200

として運転免許の保有について尋ねたところ、運転免許を保持しているのが、軽快車利用者で136名中108名(79.4%)、電動アシスト自転車利用者で56名中38名(67.9%)であり、軽快車利用者の方が運転免許を保有している傾向を見ることができた($\chi^2=3.24$)。また、現在運転している回答者は、軽快車利用者で136名中96名(70.6%)、電動アシスト自転車で56名中32名(57.1%)であり、軽快車利用者の方が運転している傾向を見ることができた($\chi^2=3.49$)。シルバー人材センターに登録している高齢者にアンケート調査を行なったため、一般の高齢者の中では外出が多い被験者と考えられるが、電動アシスト自転車利用者は、主な交通手段として電動アシスト自転車を利用し、軽快車利用者は、自動車と自転車を併用しているといえる。また、運転免許保有の点から、電動アシスト自転車はルールについて学ぶ機会がないユーザが比較的多いということがわかった。坂の多い秦野市や伊勢原市では、坂の多い移動では電動アシスト自転車ではなく自動車を利用しており、結果として電動アシスト自転車と軽快車の利用の比率に差異が見られない、ということが窺える結果となった。

4.1.3. 高齢者の電動アシスト自転車利用のきっかけ

現状では自動車と電動アシスト自転車が競合状態になっていると考えられるが、利用者自身がそれをどのように捉えているかを、電動アシスト自転車利用者が同じ目的地への移動の際に以前利用していた交通手段、自身の身体の自覚、電動アシスト自転車を利用するきっかけから考察する。図4-1に示すように、電動アシスト自転車利用者は、電動アシスト自転車を購入する前には、その約37%が軽快車を利用しており、約28%が徒歩、約22%が自動車を使っていたことがわかった。利用者自身について、「体力の低下を感じるか」に対しては、電動アシスト自転車で40名、軽快車で102名が低下を感じると答え($\chi^2=0.11$)、「足腰の衰えを感じるか」に対しては、電動アシスト自転車で38名、軽快車で90名が低下を感じると答え($\chi^2=0.15$)、「視力の衰えを感じるか」に対しては、電動アシスト自転車で34名、軽快車で84名が低下を感じると答え($\chi^2=4.7 \times 10^{-5}$)、「反応速度の低下を感じるか」に対しては、電動アシスト自転車で32名、軽快車で84名が低下を感じると答え($\chi^2=7.5 \times 10^{-3}$)、いずれも車種による有意な差異は認められなかった。筆者らによる東京都大田区・目黒区での先行研究(2015年度自動車安全運転センター交通安全等に関する調査研究)では、「足腰の衰えを感じるか」、「反応速度の低下を感じるか」については、電動アシスト自転車利用者の方が衰えを感じていることが示されていたが、本調査では、そのような傾向を見ることができなかった。東京都特別区のように、自動車

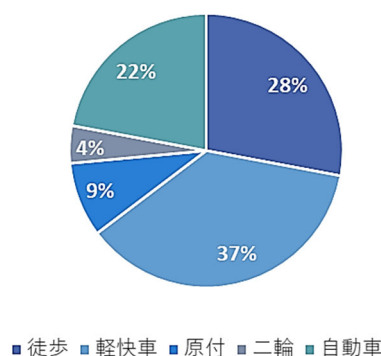


図 4-1 電動アシスト自転車利用以前の交通手段 (N=200)

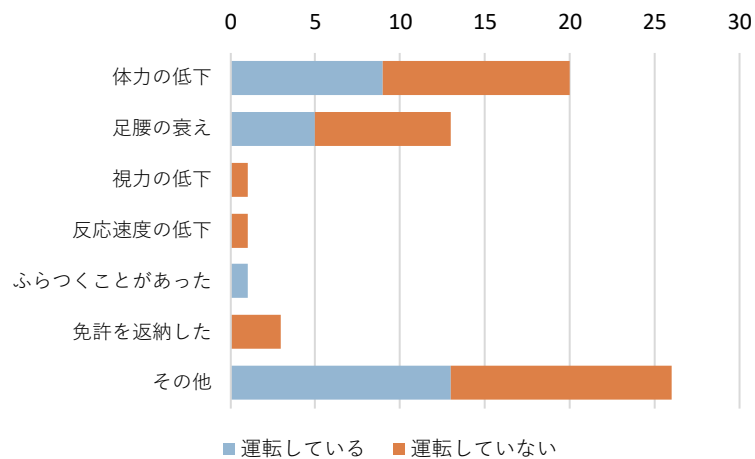


図 4-2 運転状況別の電動アシスト自転車を利用するきっかけ（複数回答可，数値は回答数，運転状況の無回答 4 を除く）

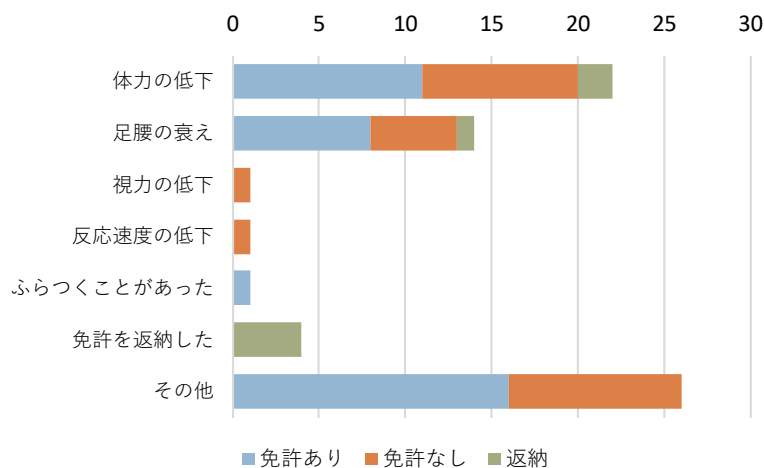


図 4-3 免許保有状況別の電動アシスト自転車を利用するきっかけ（複数回答可，数値は回答数）

との併用や、自動車利用からの転換がなされていない場合、軽快車と電動アシスト自転車の選択となることから、足腰の衰えや反応速度の低下により自転車の車種を変えるに至るが、自動車が選択肢として存在する場合には、必ずしも足腰の衰えや反応速度の低下が電動アシスト自転車利用のきっかけにはなっていないということができ、高齢の電動アシスト自転車利用者の身体能力には、その利用のきっかけが異なることから地域により差異があると考えられる。なお、当初の研究目的として、「電動アシスト自転車利用前の交通手段別にサンプリングして安全教育手法を検討する」としていたが、図 4-1 に示すとおり、現状では自動車からの転換が 12 名、軽快車からの転換が 21 名、原付・二輪からの転換が 5 名のみであり、特に運転免許を返納してから電動アシストに乗る高齢者は 3 名と非常に少なく、一般性を保つ分析が不可能である。このため、当初の目的としていた転換前の交通手段による経験や知識を基にした比較分析を行なうことは困難であるため、転換前の交通手段別での安全教育手法を検討するのではなく、今後の分析はこの属性に限ら

ず電動アシスト自転車利用者全体、あるいは自動車の利用経験の有無に着目して安全教育への示唆を得るべく分析を行なうこととした。ただし、この先、「運転を辞めてから初めて利用する自転車が電動アシスト自転車」という属性が増加するものと予想されるため、今後より多くのサンプルを集めて検証する必要があると考えられる。

図 4-2、図 4-3 に、電動アシスト自転車を利用する動機を回答させた結果を示すが、体力の低下、足腰の低下、視力の低下、反応速度の低下を感じている被験者の数より、それを電動アシスト自転車利用の動機としている被験者の数は少ないことが見て取れる。自身の身体的な変化を具体的に捉えて電動アシスト自転車を利用し始めるのは、運転をしていない回答者であり、運転をしている回答者は、特に視力の低下や反応速度の低下のような、事故に直結する身体能力の低下によって電動アシスト自転車を利用していないことがわかった。なお、その他も複数回答可としたが、具体的には、「坂道があるから（回答数 15）」、「楽だから（回答数 5）」、「前の自転車や原付が壊れて買い替える必要があったから（回答数 2）」、「安く買えるようになったから（回答数 1）」、「家族が通勤で利用しているから（回答数 1）」が挙げられた。運転免許の有無や運転状況にかかわらず、「坂道があるから」や「楽だから」といった回答が存在し、高齢者にとって、電動アシスト自転車が便利な交通手段となっている現状が窺える。

4.1.4. 高齢者による自転車の選定基準

自転車購入時の判断基準について、理由を上位 3 つまで挙げさせ、1 位を 3 点、2 位を 2 点、3 位を 1 点として計上した結果、図 4-4 のようになった。車種別にみると、軽快車での 1 位が価格、2 位が乗車のし易さ、3 位が変速機の有無であり、電動アシスト付き自転車での 1 位が乗車のし易さ、2 位が価格、3 位がバッテリー容量であった。前に述べた「電動アシスト自転車を利用するきっかけ」の中に、「電動アシスト自転車が安くなったから」との回答が見られたように、自転車は価格弾力性が高く、電動アシスト自転車に対してもより安い自転車を購入しようとする傾向が現れていることがわかった。また、現在は、本研究でも用いているように、ふらつきや転倒が少ないとされる低重心型や軽量型の電動アシスト自転車が販売されているが、そのような安全に係わる要素が重要視されていないことがわかった。そのほか、電動アシスト自転車では、オートライト、変速機は標準装備であるため、軽快車利用者と比較して決め手になっていないものと思われる。

電動アシスト自転車が安価になったとはいえ、電動アシスト自転車はバッテリーがついており、経年劣化により蓄電量が少なくなるため、軽快車と比較して寿命が短い。充電回数や経過年月によって変わってくるが、メーカーでは製品保証が充電回数 700 回または 2 年以内など制約があり、一般的には寿命 5 年程度と言われている。そこで、今使っている自転車は何年前に購入したかを尋ねたところ、図 4-5 のようになった。電動アシスト自転車利用者で、「5 年以上使っている」と回答したのは 31 名であり、バッテリー交換を行った回答者も数名いたが、多くはバッテリー交換を行わずに乗り続けていることがわかった。全体のメンテナンスなどが必要になると推察でき、整備を行わないと重大な事故に遭う危険性も考えられる。また、2008 年に道路交通法が改正され、電動アシスト自転車の最大アシスト比が 1:1 から 1:2 に引き上げられたが、10 年以上同じ電動アシスト自転車を利用している回答者が 12 名おり、最長では「20 年乗っている」と回答した。日本で電動アシスト自転車が初めて販売されたのは 1993 年であることから、初期型のアシスト率 1:1 電動アシスト自転車を利用し続けていることになる。つまり、現在販売されている電動アシスト自

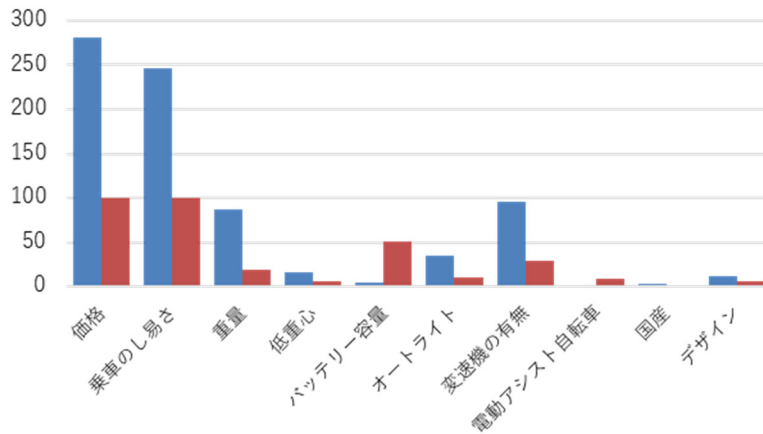


図 4-4 軽快車 (青)、電動アシスト自転車 (赤) の選定理由

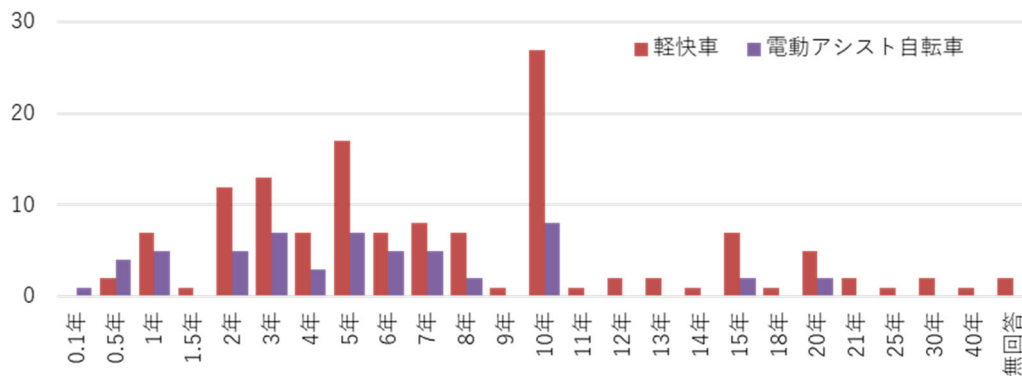


図 4-5 現在の自転車の利用年数

転車よりも重量があり、非効率な車種を使用している高齢者が、多く存在することが明らかとなった。選定理由と併せて考えると、電動アシスト自転車の価格が（特に今回の調査協力者が購入した時代には）高価で、長く乗り続けようとの考えに至っているものと予想され、安全のために買い替えるという発想にはなっていないといえることができる。

4.1.5. 自転車乗用時の事故経験

自転車乗用時に事故に遭ったことがあると回答したのは、軽快車利用者 13 名、電動アシスト自転車利用者 7 名の 20 名であり、車種による事故経験に統計的な差異は見られなかった ($\chi^2=0.254$)。

軽快車利用者の事故は以下の通りである。なお、25 年で区切った理由は電動アシスト自転車の普及がここ 30 年程度のことであることを根拠としており、内容は自由回答での記述をそのまま記載している。

【25 年以上前、あるいは時期不明】

- ✓ 若い頃、ロード用で擦り傷。
- ✓ 30 年前、学生と信号機のない四つ角で衝突事故。ケガなかった。
- ✓ 40 年前、車道左側で歩行者と相手がよろけてきた手にかすり傷程度。

- ✓ 55歳の頃、T字路で車と接触骨折圧挫傷。
- ✓ 30代の頃、下り坂でスピード出しすぎてダッチロールして転倒。
- ✓ 自転車からおりる時。
- ✓ 走行中横から来た車に後方部を当てられた。
- ✓ 曲がり角で乗用車と接触。打撲。
- ✓ 右に曲がろうとした時、後ろの自転車が私の後輪にぶつかってひっくり返った。軽い打撲。後ろの人が左側で追い越せばよかったのに右側から来た。

【ここ25年】

- ✓ 2001年、交差点渡る時車と衝突1か月半入院。
- ✓ 2013年12月自宅前で転倒。鎖骨骨折。
- ✓ 5年前、歩道を夜間走行中縁石に乗り転倒。右手肩打撲。
- ✓ 2017年3月、駅に向かって走っている時、一時停止を無視して走ってきた自家用車に接触され転倒。打撲。ハンドルでおなかを強打。

これに対し、電動アシスト自転車利用者の事故は以下のとおりである。

【25年以上前、あるいは時期不明】

- ✓ 青信号を直進中学生が信号無視して左折転倒して手足打撲
- ✓ 自損事故、膝をすりむく車道から歩道に上るとき車止めに後輪が引っ掛かり転倒
- ✓ 住宅地内坂道下り左折しようとしたら後ろから小学生が左から追い越し転倒右足を痛めた
- ✓ ふらつき電柱に衝突
- ✓ 段差で転倒。

【25年以内】

- ✓ 3年前、秦野市内でT字路のところ左折しようとして軽トラックにから木材が3~4m出ていてぶつかり転倒
- ✓ H30年4月、自宅近辺で転倒。軽傷。

このことから、今回得られた限られたデータでは、電動アシスト自転車利用時に確実に起きている事故は、転倒による自損事故であることがわかった。また、近年起きた事故に限定すると、軽快車利用者でも転倒が多いことが分かった。さらに、時期が不明であるが、電動アシスト自転車利用時に起きている可能性のある事故は他の自転車との衝突である。電動アシスト自転車利用中の死者数については、信号無視あるいは交差点での飛び出しによる出会い頭事故が多いとの統計もあるが、その場合は被害が甚大になるため、現状でも自転車に乗り続けているような属性の場合は出会い頭事故の経験はなく、その危険性への認識は薄いものと考えられる。

4.1.6. 高齢者による自転車乗用時の特徴

まず、自転車乗用時にヘルメットを着用するかを尋ねたところ、ヘルメットを着用していると回答したのは電動アシスト自転車利用者で1名(1.8%)、軽快車利用者で7名(5.1%)のみであり、全体として非常に少ないだけでなく、統計的な差異は見られなかった($\chi^2=1.12$)ものの、総じて自転車利用者はヘルメットの着用率が低い結果となった。

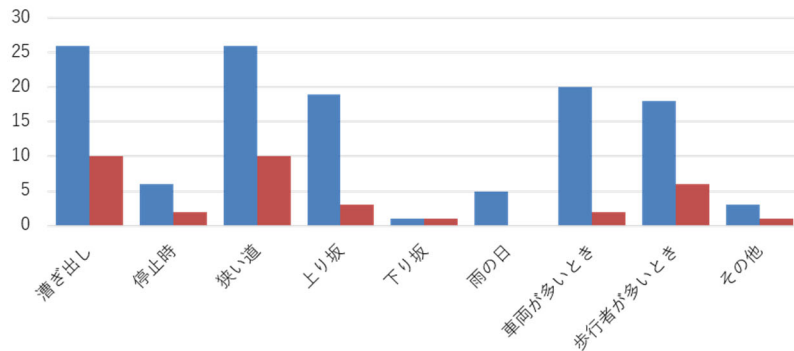


図 4-6 軽快車（青）あるいは電動アシスト自転車（赤）に乗っていてふらつくとき

また、自転車乗用時のふらつき経験について尋ねたところ、電動アシスト自転車利用者で 13 名（約 23%）、軽快車利用者で 43 名（約 32%）が「ふらついたことがある」と回答し、統計的な差異は見られなかった（ $\chi^2=2.03$ ）。ふらつく要因として、速度が低下して倒れそうになることと、加速や路面抵抗等に耐え切れずにハンドルを振ってしまうことの 2 つが考えられる。最も多いのは、「狭い道でのふらつき（電動アシスト自転車利用者で 10 名、軽快車で 26 名）」と、「漕ぎ出しでのふらつき（電動アシスト自転車利用者で 10 名、軽快車で 26 名）」であり、前者は速度低下によるふらつき、後者は急な加速によるふらつきである。車種による特徴が見られたのは、軽快車で 20 名、電動アシスト自転車 2 名が、「車両が多いときにふらつく」と回答し、ふらつきの有無に差異が見られた（ $\chi^2=4.84$ ）。車両が多いときにふらつくのは軽快車特有の状況であるといえる。また、電動アシスト自転車利用者のうち 3 名、軽快車利用者のうち 19 名が、「上り坂でふらつく」と回答しており、有意水準 10% であるが、軽快車利用者は上り坂でふらつきやすい傾向があることがわかった（ $\chi^2=2.90$ ）。これとは逆に、速度が出すぎになると考えられる「下り坂でふらつく」と回答したのは、電動アシスト自転車利用者、軽快車利用者ともに 1 名ずつであり、今回尋ねた選択肢の中では最も少なかった。つまり、軽快車利用者は特に速度が出づらい環境でふらつきを感じており、それは歩道（歩行者が多いとき）、車道（車両が多いとき）の双方で感じている。電動アシスト自転車利用者も同様に低速でふらつくと感じており、高速でふらつくとは感じていないことから、電動アシスト自転車利用者は、車道で車両が多いときでも速度を落として周囲に注意を払うようなことはせずに速度を保っているものと予想される。さらに、自転車の対人事故が起きやすい状況のうち、歩行者と混在し、混雑していて避けきれないような状況では、電動アシスト自転車利用者は速度を落とし、操作性を失っているのに対し、車道や交差点での、混雑しておらず速度の出しすぎで自動車と衝突してしまうような状況では速度を落としていないことになり、いずれにしても事故を起こしやすいと予想することができる結果となった。

4.1.7. 自転車の安全に対する意識

今回の被験者の中で、保険加入者は、電動アシスト自転車利用者で 33 名、軽快車利用者で 29 名であった。しかし、加入している保険名まで回答できたのは、そのうち電動アシスト自転車利用者で 14 名、軽快車利用者で 11 名であった。保険の必要性を問う設問では、「保険は必要ある」と回答したのが、電動アシスト自転車利用者で 49 名、軽快車利用者で 110 名とかなり多数であったにもかかわらず、実際の加入率は低く、保険の内容はほぼ把握されていないことが

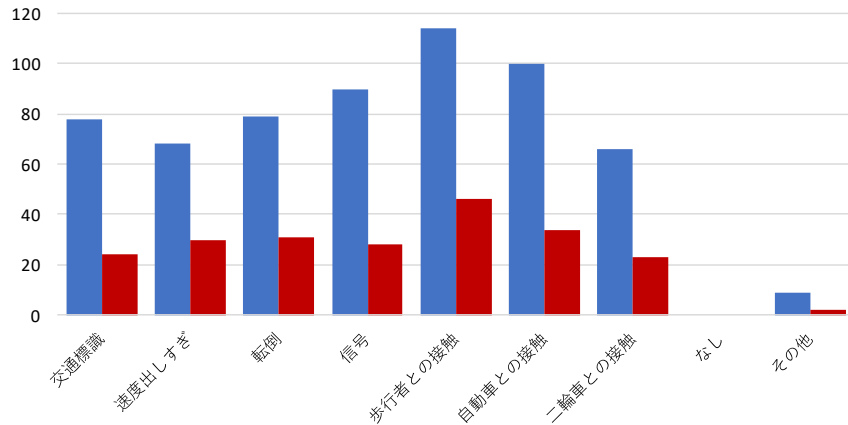


図 4-7 自転車に乗るとき気を付けていること（複数回答） 青：軽快車，赤：電動アシスト自転車

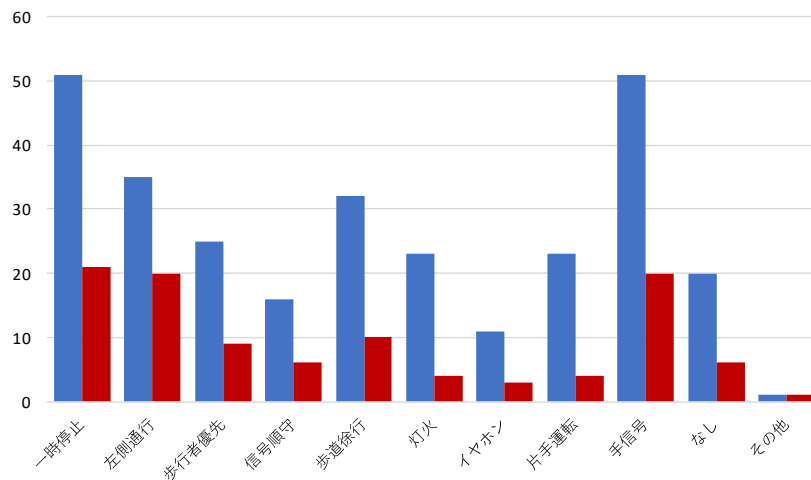


図 4-8 自転車に乗るとき忘れがちなルール（複数回答） 青：軽快車，赤：電動アシスト自転車

わかった。前項でのヘルメット着用率の低さと併せて考えると、自身が事故に遭うという意識は決して高くないといえることができる。

すでに述べた通り、電動アシスト自転車利用者で 7 名、軽快車利用者で 13 名が事故経験ありと回答し、電動アシスト自転車利用者と軽快車利用者での事故経験の差異は見られなかった ($\chi^2=0.33$)。この原因として、事故に遭ったのがかなり以前のことで、当時は軽快車に乗っていた回答者が多いためと考えられる。回答のあった事故のうち、電動アシスト自転車の 4 件、軽快車の 5 件が自損事故であり、対人では出会い頭事故が多く見られた。これは、警察等の事故統計と近い傾向であるが、前述の通り、電動アシスト自転車利用者にはその経験が確認できなかった。

前項のふらつきに関連し、事故とは別に転倒経験についても尋ねたところ、電動アシスト自転車利用者で 8 名、軽快車利用者で 15 名が転倒を経験していた ($\chi^2=0.33$)。多く見られたのが「道路と歩道の縁石にタイヤが引っかかり転倒した」もので、次いで、「自転車に重量のある荷物を積んでおりバランスを崩し転倒した」ものであり、転倒経験の有無に車種による差異は見られなかった ($\chi^2=0.34$)。今回の調査協力者のうち、事故経験がある被験者が、電動アシスト自転車利用者で約 11.2%、軽快車利用者で約 14.9%もいること、転倒経験についても、あると回答した被験者が、電動

アシスト自転車利用者で約 12.9%，軽快車利用者で約 17.0%もいることから，車種に依らず，自転車は事故に遭いやすい乗り物であるといえる。

安全への自主的な意識を問う目的で設問した「自転車の乗る際に気を付けていること」の回答について，図 4-7 に結果を示す。電動アシスト自転車利用者は，軽快車利用者と比較して，交通標識 ($\chi^2=3.34$) や信号 ($\chi^2=4.38$)，自転車との接触 ($\chi^2=3.09$) を意識していることが明らかとなった。これは，電動アシスト自転車利用者に免許保有者が多いことが影響しているものと考えられる。ただ，回答数で言うと，電動アシスト自転車，軽快車ともに，歩行者との接触を最も気を付けていることがわかり，基本的には歩道通行をしている現状が窺える。これに対し，図 4-8 に，別の解釈で安全意識を問うために設問した「自転車の乗る際に忘れがちなルール」の回答結果を示す。左から，一時停止，車道での左側通行，歩道での歩行者優先，信号遵守，歩道での徐行，夜間の灯火義務，イヤホン禁止，片手運転禁止，手信号，忘れがちなルールはない，その他，となっている。電動アシスト自転車利用者は，軽快車利用者と比較して，夜間の灯火義務 ($\chi^2=3.13$) や片手運転禁止 ($\chi^2=3.13$) を忘れがちと回答している傾向にあることがわかった。これは，電動アシスト自転車が自動で灯火するシステムになっており，灯火を気にする必要がないこと，そして車体が重く速度が高いため，片手運転が難しく，実質する機会がないために気にする必要がないことが影響しているものと考えられる。さらに，このふたつの設問を比較することにより，図 4-7 のように「安全に対してポジティブな取り組み」を尋ねた結果によると，電動アシスト自転車利用者は道路交通法による通行ルールを気にする傾向が強いことがわかったが，図 4-8 のように「安全に対してネガティブな行動」を尋ねた結果によると，電動アシスト自転車利用者も軽快車利用者も同様に，ルールを遵守していることを前提とした回答が得られることがわかった。高齢者の運転意識に関する研究では多様な知見が得られているが，性格的な特徴として，HQL 式運転スタイルチェックシートによる高齢ドライバーの特徴を捉えた研究等があり，平均よりも運転に対して消極的であり，几帳面な運転傾向，心配性傾向が高く，虚偽発見尺度（自分をよく見せようとする傾向）が高いことや，特に男性ドライバーは，虚偽発見尺度が高く，心配性的傾向の個人差が大きいこと，それに対し，女性ドライバーは，几帳面な運転傾向で，心配性的傾向が高めであることが明らかとなっており，高齢ドライバーは全般的に心配性で，運転が慎重になると考えられるとしている。自転車利用時の意識としても同様の傾向がある可能性があり，特にこの 2 問からは，虚偽発見尺度が高い傾向が見て取れる。違反をしていることを回答させるには抵抗があると予想され，実態を把握するには，ポジティブな尋ね方にする方が効果的である可能性が示唆される。

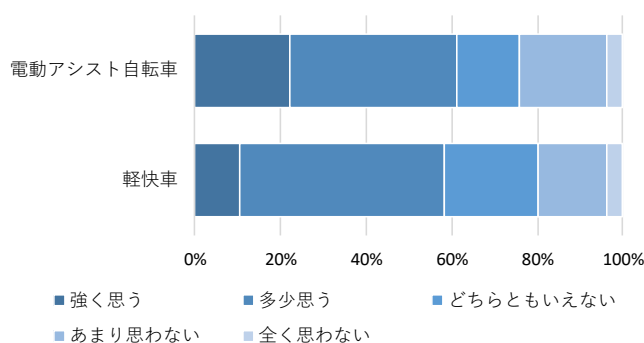


図 4-9 交通ルールを学びたいと思うか

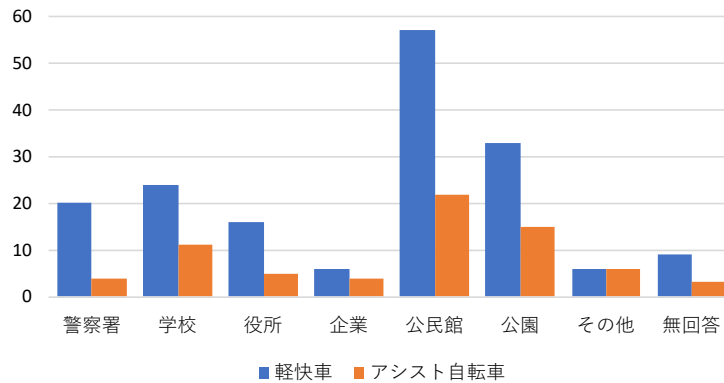


図 4-10 交通ルールをどこで学びたいか

図 4-9 に、交通ルールを学びたいと思うかを 5 段階で尋ねた結果、図 4-10 に交通ルールをどこで学びたいかを尋ねた結果を載せる。交通ルールを学ぶ意思については、軽快車利用者も電動アシスト自転車も同程度で、学びたいと思うと回答したのが約 6 割となった。また、交通ルールを学びたい場所については、特に秦野市での調査では公民館が多く、その他、電動アシスト自転車利用者は、公園、学校の回答が多く、軽快車利用者は、公園、学校、警察署、役所の回答数が多い結果となった。公民館については、秦野市での調査場所が公民館であったことが影響していると考えられるが、選ばれた場所は、学校と警察署以外はいずれも高齢者が定期的に訪れる場所であり、「身近で交通ルールを教えてくれるなら学びたい」との考えが現れているといえることができる。

4.1.8. 自転車の車体の安全に対する意識

自転車に乗る際に点検をしているかを尋ねたところ、電動アシスト自転車利用者のうち 28 名が点検していると答え、7 名がしていない、22 名が業者に頼んでいると回答した。また、軽快車では 87 名がしていると答え、18 名がしていない、35 名が業者に頼んでいると回答し、点検の有無で、有意水準 10% で車種間による差異が認められた ($\chi^2=2.83$)。電動アシスト自転車は価格も高く、バッテリーもあるため、点検を意識する利用者が多いものと考えられる。

そこで、自転車のどこを点検しているかを尋ねたところ、結果は図 4-11 のようになった。容易に整備できる空気入れ、ライトの点検が多い結果となった。本調査では、自転車の車体への意識が低いとの仮説を立て、点検・整備の項目をアンケートに入れたが、半数以上が自分の乗っている自転車の車体の安全を確認していることがわかる結果となった。ブレーキはしっかり整備をしないと制動距離が延びるため危険であるが、どこまで整備をしているか詳細は不明とはいえ、ある程度意識して乗っているということが窺える。なお、電動アシスト自転車利用者は、軽快車利用者と比較してチェーンの整備をしている人が少なかった ($\chi^2=5.83$) が、電動アシスト自転車にはモーターがあるため素人では難しく、整備をしている人が少ないのが理解できる結果といえる。自転車の車体に関連し、「電動アシスト自転車の試乗会、説明会があったら参加したいか」を尋ねた結果を図 4-12 に示す。ここからわかるとおり、電動アシスト自転車利用者

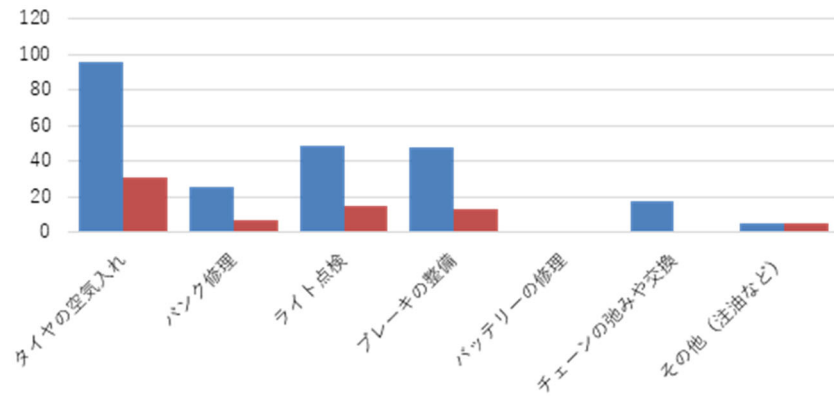


図 4-11 自転車の点検・整備箇所 (複数回答) 青：軽快車，赤：電動アシスト自転車

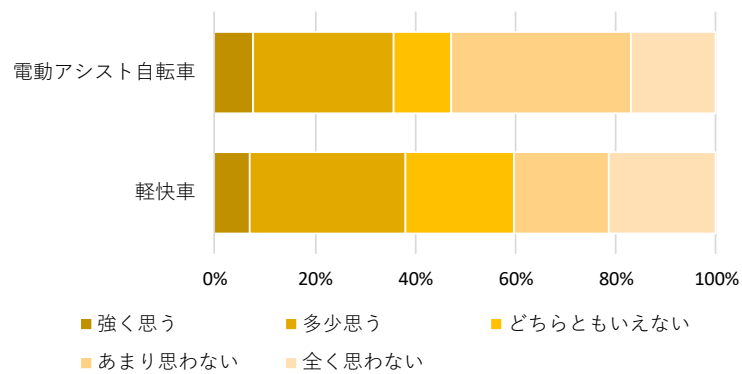


図 4-12 電動アシスト自転車に関する試乗会・説明会に参加したいと思うか

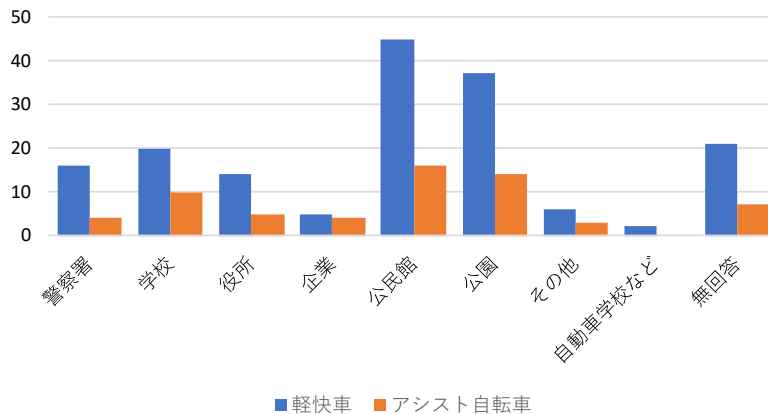


図 4-13 どこで電動アシスト自転車に関する説明会・試乗会に参加したいか

でも、軽快車と同様、4割弱が情報を得たいと考えており、現在利用している電動アシスト自転車について何らかの問題あるいは相談したいことを抱えている可能性が示唆される結果となった。また、図 4-13 に、電動アシスト自転車に関する説明会・試乗会に参加したい場所を回答させた結果を示しているが、こちらも交通ルールを学びたい場所と同様、公民館、公園、学校が多いことが分かった。公民館はすでに述べたように秦野市での調査が影響していると考えられる

が、交通ルールを学ぶ場所と、電動アシスト自転車の試乗会・説明会について、高齢者が集まる場所以外であれば、学校で実施してもある程度の効果が見込める結果となった。

4.2. 高齢者の日常的な自転車走行挙動

4.2.1. 車種別の走行特性

伊勢原市、大和市の高齢者 22 名（男性 18 名、女性 4 名、平均年齢 73.8 歳、標準偏差 3.35 歳）の自転車に GPS を装着し、日常利用の自転車の走行挙動を観測した。本来であれば電動アシスト自転車、軽快車各 20 名からのサンプル取得を予定していたが、調査依頼を許可された場所が限定された上、許可された場所においても 160 名に声掛けをしたが、参加の同意を得られなかった。シルバー人材センターに登録している高齢者は仕事があり、GPS 装置取り付けのために日頃行かないシルバー人材センターへ自転車で往復する時間が取れないとの理由が多かった。自転車の車種の内訳は、電動アシスト自転車 10、軽快車 11、スポーツバイク 1 である。電動アシスト自転車 245 トリップ（平均トリップ長 1,178.9m）、軽快車 189 トリップ（平均トリップ長 1,128.8m）の走行データを得た。平均トリップ長はアンケート調査の回答より短くなった。季節的に走行距離が短いのか、アンケート調査では自己申告であるため、実際の距離より長く感じているのか、今後より詳細な分析が必要である。なお、トリップとはある出発地から目的地への移動の単位のことを指し、本研究では停止時間が 15 分以上（自動的に GPS がスリープ状態になる）を目的地と設定した。

なお、電動アシスト自転車の最高速度は 27.9～43.8km/h（平均 36.8km/h、標準偏差 5.47km/h）、軽快車の最高速度は 24.6～37.0km/h（平均速度 32.0km/h、標準偏差 4.06km/h）であり、電動アシスト自転車の方が速度が出ていることが見て取れた。また、上図に示されているように、軽快車より電動アシスト自転車の方が実走行でも加減速が大きいことが観測され、軽快車と電動アシスト自転車の加速度の分散には統計的な差異が認められた ($F=0.791$)。電動アシスト自転車は短時間で高速となり、停止前の減速時間も短く、速度を出して走っている時間の割合が高いといえることができる。また、大学構内での実験と比べて特異点が多く、個人差が大きいこともわかる。特に、電動アシスト自転車利用者のうち 8 名はアシスト比 1:1 の旧型で、タイヤ径 26 インチの自転車に乗っており、車体も軽量ではないことが推察されるため、加速がしづらい。それでも軽量タイプの実験時と同様、25km/h 程度の速度が出ていることが確認された。ヒアリングによると、被験者自身は「自転車操作について危険を感じることはない」としていることから、日常利用時から自転車の安全利用について認識する機会はないものと考えられる。

4.2.2. 都市別の走行特性

本調査では対象都市数が少ないが、勾配のある伊勢原市と、平坦な大和市において、各車種での走行特性を比較する。図 4-15 に、加速度の分布を示す。軽快車では、加減速度は地形的要因によるとはいえない ($F=1.05$) が、電動アシスト自転車では、平坦な大和市の自転車利用者の方が走行時の加減速が大きい ($F=0.558$) ことが明らかとなった。なお、

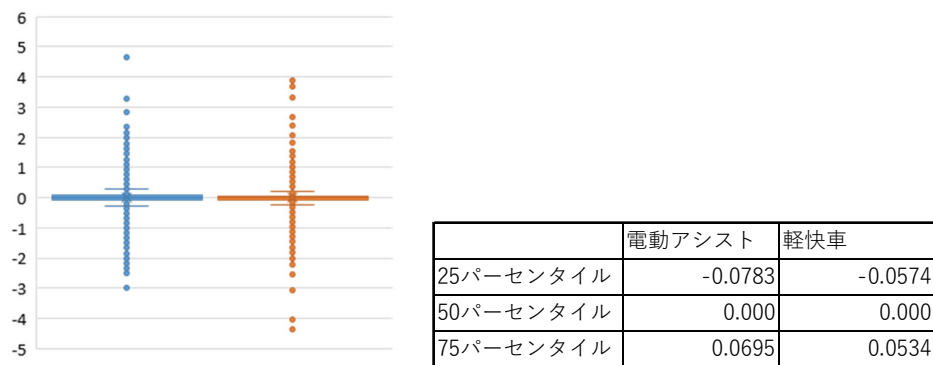


図 4-14 加速度[m/s²]の分布 ※左：軽快車、右：電動アシスト自転車

いずれの車種でも、都市間による加減速の平均値に差異は認められなかった（軽快車 $t=0.241$ ，電動アシスト自転車 $t=0.130$ ）。勾配のある場所で電動アシスト自転車の加減速が大きくなるものと想定していたが、実際には速度を調節しており、かえって平坦な道路の方が加速しがちである可能性が示唆される結果となっている。また、電動アシスト自転車については、特に大和市の方で特異点も多く見られ、個人差が大きいと考えられ、今後、よりサンプル数を増やして検証する必要がある。

いずれの都市でも、都市ごとに車種間で加減速の分布を比較すると、分散には統計的な差異があり、伊勢原市では軽快車の方が加減速のばらつきが大きく（ $F=0.725$ ）、大和市では電動アシスト自転車の方が加減速のばらつきが大きい（ $F=0.476$ ）ことが明らかになった。勾配のある伊勢原市では、坂道での挙動に車種による差が出ることは容易に想像され、その差が加速度の分散として現れていると考えられる。それに対し、すでに述べたように、電動アシスト自転車は平坦な道路で加速しがちで、平坦な大和市の方では、電動アシスト自転車の方が軽快車より加減速の分散が大きくなっていると考えられる。

図 4-16 に、速度の分布を示す。軽快車、電動アシスト自転車のいずれにおいても、速度の分散に統計的な差異が認められ、軽快車では伊勢原市の方が速度のばらつきが大きく（ $F=0.614$ ）、電動アシスト自転車では大和市の方が速度のばらつきが大きい（ $F=0.485$ ）ことがわかった。また、速度の平均値についても、軽快車と電動アシスト自転車のいずれにおいても都市間で統計的な差異が認められ、軽快車では伊勢原市の方が平均速度が高く（ $t=14.3$ ）、電動アシスト自転車では大和市の方が平均速度が高い（ $t=21.0$ ）ことがわかった。

また、各都市における速度の分散を車種別にみると、伊勢原市では電動アシスト自転車の方が速度の分散が大きく（ $F=0.754$ ）、大和市では軽快車の方が速度の分散が大きかった（ $F=0.464$ ）。平均速度をみても、伊勢原市では電動アシスト自転車の方が速く（ $t=17.6$ ）、大和市では軽快車の方が速かった（ $t=18.0$ ）。勾配の多い伊勢原市で軽快車を使う場合、上り坂と下り坂での速度差が大きくなる傾向があり、それに対し、平坦な大和市では、電動アシスト自転車を使う場合に加速しやすい傾向があると考えられる。アンケートより、高齢者の一定数が「楽だから」と考えて電動アシスト自転車に乗っており、それは地形的要因に依らないことが明らかになった。しかし、アンケートやヒアリングから、高齢者自身がそのことを自覚しているとは考えにくい。加速度と速度の平均・分散については、限られたサンプルからの考察になるため、今後、勾配データを含めた分析を行ったり、調査対象都市数を増やしたりする必要があるが、現

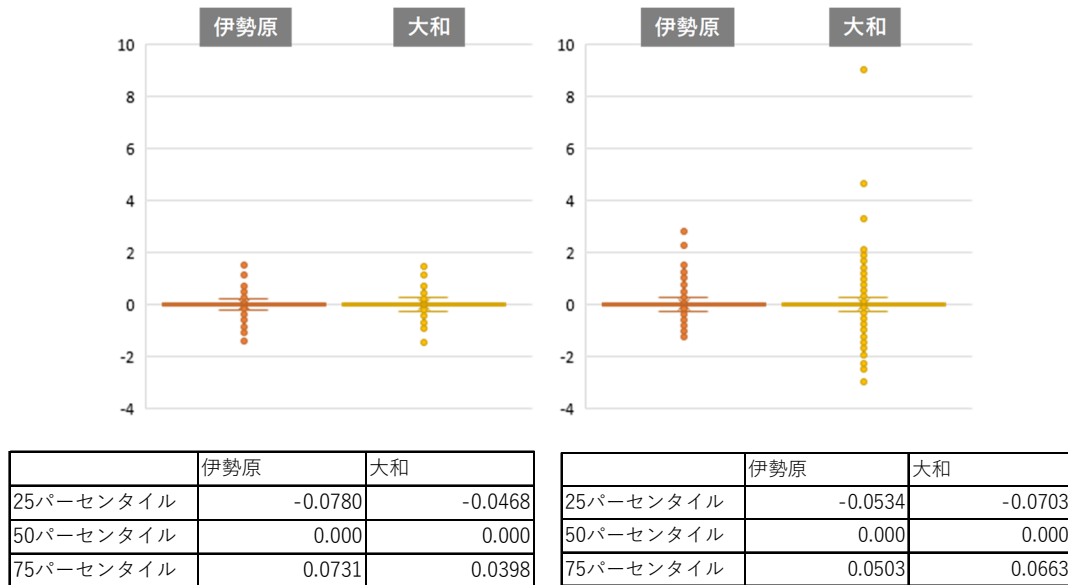


図 4-15 都市別の加速度[m/s²]の分布 ※左：軽快車，右：電動アシスト自転車

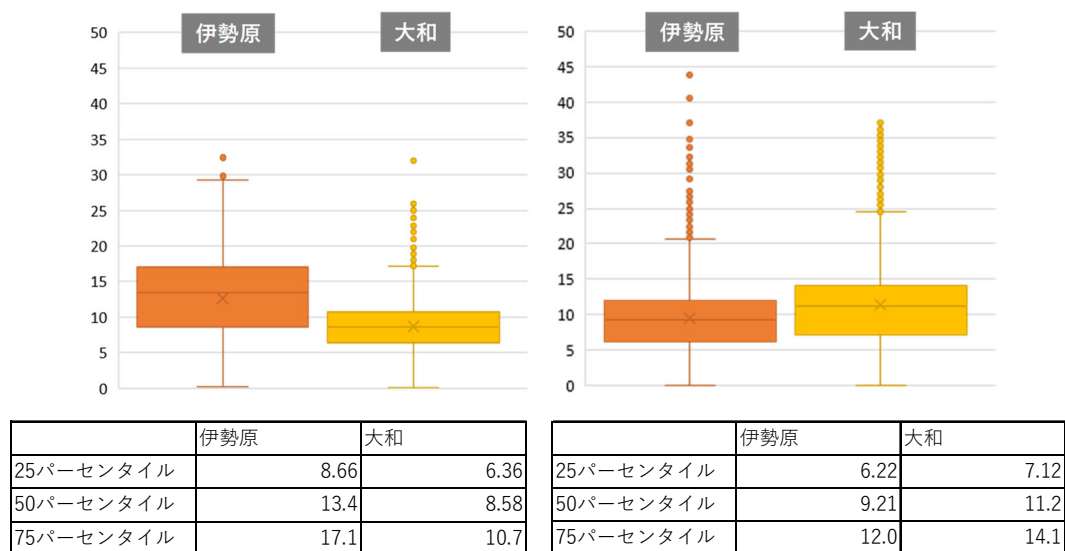


図 4-16 都市別の速度[km/h]の分布 ※左：軽快車，右：電動アシスト自転車

状から統計的に差異のある結果も得られていることから、高齢者の自転車利用における走行挙動については、速度が高い属性のばらつきが大きく、体力がある属性の自転車利用がそのばらつきに影響しているといえる。

今後、足腰の弱くなった高齢者が平坦な場所で電動アシスト自転車を利用することが増えると予想される。本調査から、平坦な場所でこそ健脚の高齢者による自転車の速度が出やすい可能性が明らかになったことから、今後、サンプル数を増やして他の都市でも検証し、危険が起きやすい状況をより詳細に調査する必要があるといえる。

4.2.3. 車種別の経路選択の傾向

高齢自転車利用者の選択する経路については、以下の特徴がみられた。なお、経路選択については既往研究より「最短経路+迂回率 5%程度」が自転車利用者の基本的な経路選択との知見が得られている。本研究では、既往研究で述べられているような自転車利用者の直進嗜好性を前提に置き、目的地への近さより道路種別や停止・右左折に対する認識を調査することとし、特に同じ目的地に向かう際に、トリップによって直進と右左折の両方が観測された経路について分析を実施した。

- 細街路を通行している被験者については、特定の細街路をいつも使っているわけではなく、同じ細街路を複数回通行していた被験者は 4 名のみであった。それに対し、幹線道路や川沿いの道路はいずれの被験者でも複数回通行されていた。
- 図 4-19 に示すような往路と復路が異なる経路（調査の趣旨より、同じ目的地で通行していながら直進と右左折の差が見られたもの）であるトリップの割合は、軽快車+自動車利用者で約 35.7%，電動アシスト自転車+自動車利用者で約 50.0%，電動アシスト自転車のみ利用者で約 41.7%であり、電動アシスト自転車利用者の方が往復で異なる経路を取る傾向が見られたが、統計的な差異は見られなかった。
- 図 4-20 に示すような同一目的地でも日によって経路が異なるトリップでは、その分岐点には踏切、交差点がある。このうち、交差点の場合は、観測された事例では 100%停止せずに通行できる方角へ進んでいることがわかった（32 トリップ）。踏切も同様に、速度を落としていないため、開いているタイミングで渡っているものと予想される（4 トリップ）。
- 図 4-21 に示すように、交差点での分岐において、信号交差点より手前にある無信号交差点で曲がる行動が 40 トリップ見られた。

免許を持たない自転車利用者が非常に少なく、統計的な差異を見ることはできなかったが、交差点で止まらずに進める方向を選択していることが確認され、自動車利用によって細街路の情報を得ていると、抜け道のような感覚で細街路を通行していると想定されることが明らかとなった。

さらに、各被験者の停止箇所を図 4-22 に示す。信号のタイミングがわからないため、停止回数の比較は意味を持たないが、参考までに停止箇所の数を計測すると、運転免許を持つ（自動車の運転経験がある）自転車利用者の場合は、トリップ長に比較して電動アシスト自転車利用者の停止箇所が多く、運転免許を持たない電動アシスト自転車利用者は停止箇所が限定的であることがわかった。

限られたサンプルではあるが、本調査により、

- ✓ 免許を持たない自転車利用者は交差点での一時停止に対する意識が低い可能性が示唆され、安全教育をより強化する必要がある
- ✓ 今回の被験者のうち事故経験のある被験者が 8 名いたが、いずれも数十年前の事故であり、現状で事故経験のない被験者より交差点での停止挙動が多く取られているわけではないことから、事故経験が自転車の走行挙動に影響を及ぼしているとは言えない
- ✓ アンケート調査では一時停止を忘れがちと回答した被験者は非常に少ないにもかかわらず、実際には停止挙動が

取られることは少なく、アンケート調査で自身の行動を正しく認識しているとは言い難いことが明らかになった。ただし、免許を持たない属性は女性の比率が高いことから、性別による影響の可能性も否定できず、よりサンプル数を増やした検証が必要である。

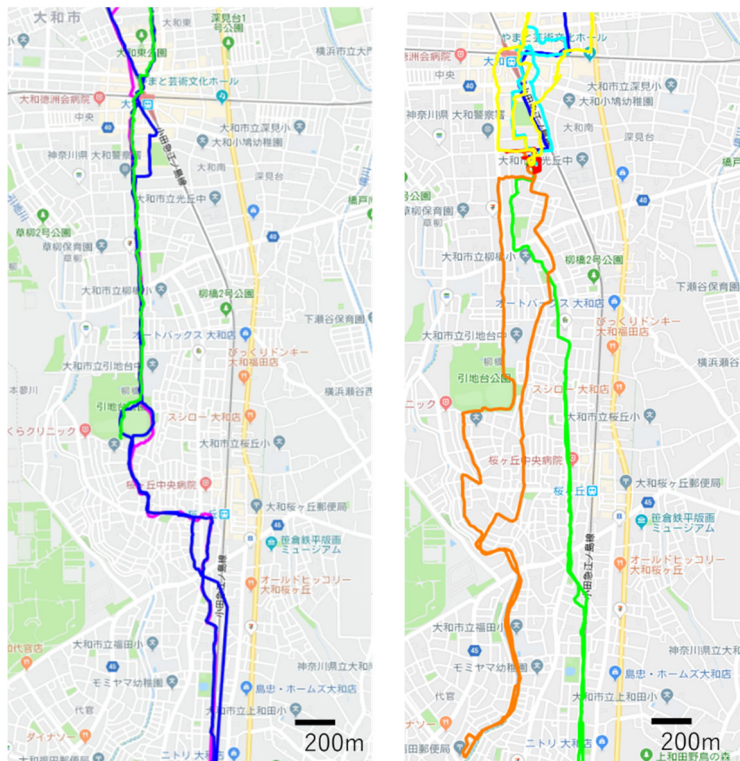


図 4-17 被験者の走行経路データの例（起終点がわからないように加工）

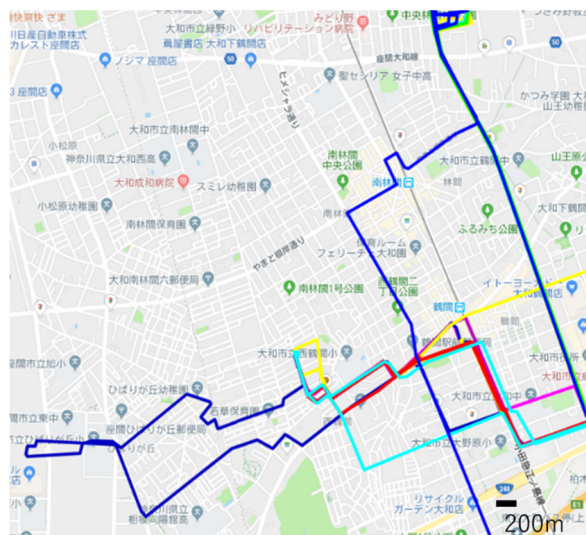


図 4-18 幹線道路を選択して走行している例（原データ）

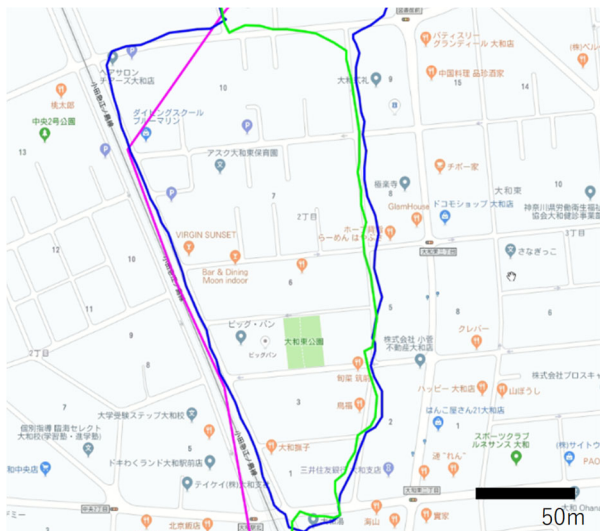


図 4-19 往路と復路で経路が異なる例（青色，原データ）

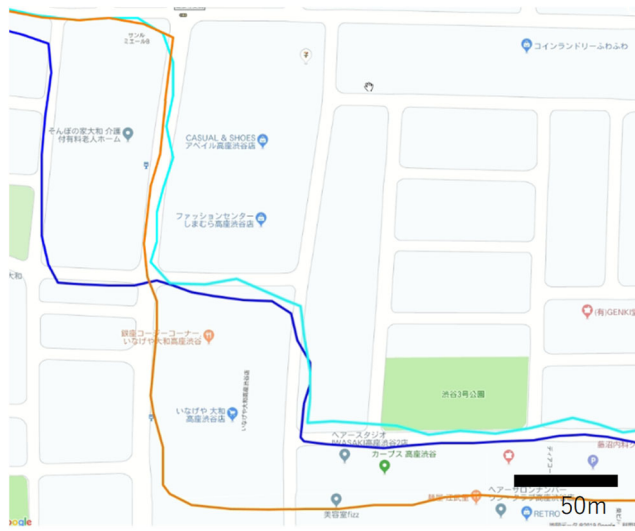


図 4-20 日によって経路が異なる例（原データ）



図 4-21 停止しない方向へ進路を取る例（原データ）



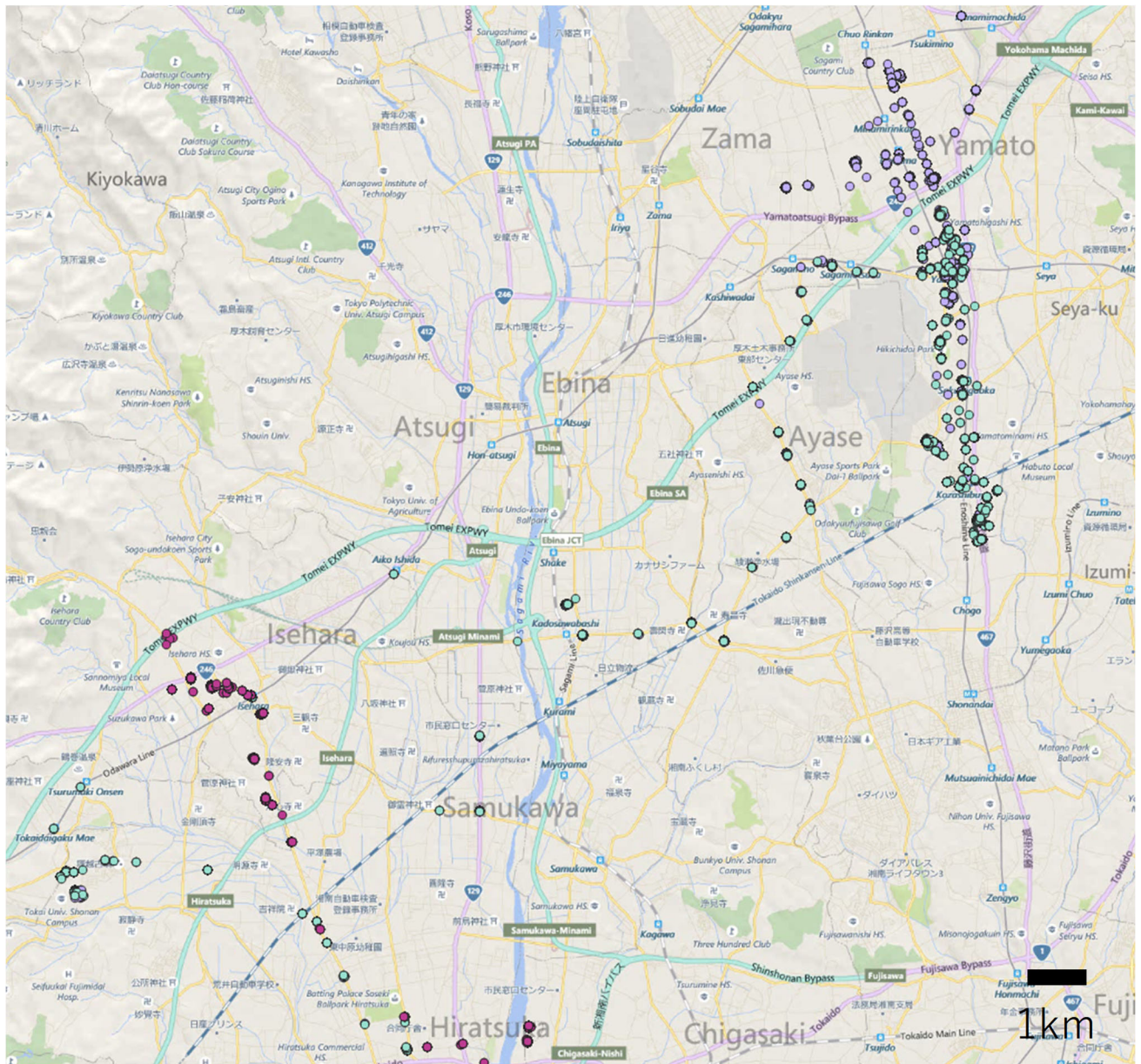


図 4-22 免許を持たない電動アシスト自転車利用者（赤紫）、運転免許を持つ電動アシスト自転車利用者（薄紫）、運転免許を持つ軽快車利用者（緑）の停止位置

5. 安全教育手法の効果発現の可能性の検証

5.1. 事故経験およびアンケート調査による交通安全の意識醸成

現在の交通安全教育では、シミュレータで事故を経験させたり、スクエアードストレートで事故を見せたりして、自身の安全に意識を持たせる取り組みが多くなされている。そこで、4章の調査を通して安全への意識が醸成されるかを確認した。

すでに述べたことだが、

- ✓ アンケート調査では一時停止を忘れがちと回答した被験者は非常に少ないにもかかわらず、実際には停止挙動が取られることは少なく、アンケート調査で自身の行動を正しく認識しているとは言い難い
- ✓ 事故経験のある被験者が8名いたが、現状で事故経験のない被験者より交差点での停止挙動が多く取られているわけではないことから、事故経験が自転車の走行挙動に影響を及ぼしているとは言えない

ことから、事故経験が必ずしもその後の交通行動へ影響しているとはいえないことがわかった。

また、後述の電動アシスト自転車試乗実験の後、アンケート調査との意識への影響の差異を見るべく、ヒアリング調査を実施したが、「アンケート調査において安全に対して何か意識することはあったか？」との問いに対し、被験者である4名全員が「特にない」と回答した。うち2名は、アンケート調査に協力したこと自体を忘れており、高齢者に対し自転車利用を振り返らせ、自覚を持たせるのは難しいことがわかった。また、乗っている高齢者自身は、軽量モデルで高速が出ていること、低重心モデルで加速が大きいことのいずれの自覚もなかった。このことから、本人の自覚だけで安全への意識を醸成するのは難しいといえる。

5.2. 電動アシスト自転車の実走による交通安全の意識醸成

5.2.1. 「試乗会」調査への参加意思と車体に対する評価

当初予定では、伊勢原シルバー人材センターのアンケート内容を確認し、ふらつき、事故歴、免許所持、男女から10名程度を選定し、東海大学構内を走行させる調査を行なう予定であったが、「慣れない場所へは行きたくない」という高齢者が多く、4名（男性2名、女性2名、平均年齢77.0歳、標準偏差2.74歳）のみでの調査となった。参加を見送った中には、「東海大学の伊勢原キャンパスであれば行けたことがあるので参加するが、湘南キャンパスは行ったことがないので不参加」と回答した高齢者もあり、自動車にしろ、その他の交通手段にしろ、日常的な行動範囲外への移動には抵抗があることがわかった。上記のアンケート調査では、「電動アシスト自転車の説明会、試乗会に参加したいと思うか」の質問に対し、電動アシスト自転車利用者は19人が参加希望しており、参加したい場所として「学校」も挙げられていたが、実際に「安全に電動アシスト自転車に乗るための試乗会」と銘打って集まるのは16人中4人となり、アンケートでの回答には実際の意向よりもポジティブな傾向があることを裏付ける結果となった。

実験概要に示した通り、電動アシスト自転車の中でも新型である軽量モデル、低重心モデルの双方に試乗させたが、身長が低い高齢者にも乗りやすいと考えられた低重心モデルは、タイヤ系が20インチ、ハンドルがストレート形状だ

ったため、4名とも「乗りづらい」と回答した。また、軽量モデルは典型的な軽快車と同様の形状であり、高齢者に最適と謳うだけあって好評であった。スペックとしてはほぼ同じ重量であるが、低重心モデルが小径であるにもかかわらず乗りづらいと感じた要因には、高齢者自身と自転車の重心位置に距離があることが影響しており、普段乗り慣れている形状の軽量モデルでは、地面からの重心位置の比率が相対的に少なく乗りやすかったと考えられる。また、低重心タイプは、ストレートハンドルで両手を使わないと操作できないため、乗り慣れていない場合にはふらついてしまい、乗りづらいと推察される。それだけでなく、高齢者は慣れで評価することも多くあり、ちょっとした違いが違和感になり、自身の電動アシスト自転車と似たものを高く評価する傾向が出たことも影響している。

5.2.2. 安全確認と停止に関する挙動

大学構内であるため、厳密には道路交通法が適用されないが、実験実施日には学生も行き来していたことから、安全確認の必要はある状況であった。そこで、安全確認挙動について観測したところ、安全確認では4名とも発進時に安全確認を行なっていなかった。また、坂道を下る手前の右折時の確認では、減速して後方確認を行ってから右折した被験者は1名のみであった。他の1名は右折しながら後方確認をし、2名は後方確認を一切行なわなかった。また、Uターン時に一時停止を行なった人はいなかった。さらに、8号館に左折するときには歩道を跨ぐが、1名が1走目（軽量モデルでの走行時）だけ足を地面につき一時停止、安全確認をしたが、2度目（低重心モデルでの走行時）は行なわず、安全確認も行なわなかった。1名は左折しながら安全確認をしたが減速をせず、他2名は安全確認を怠っていた。乗り慣れない自転車であったため操作に気を取られていた可能性や、大学構内であったため危険意識が少なかった可能性はあるが、歩行者、自動車の交通もあったため、日常的に安全確認を行なっておらず、行なっても減速、一時停止をすることは少ないものと推測できる。万が一危険な状況になった場合、反応が遅れ重大な事故になると懸念される。

一時停止については、構内の下り坂を下った後、簡易的に設けた一時停止線があることを被験者に説明し、一時停止することを要請した。一時停止場所は事前に教えてあり、停止線手前では実験補助員が立っている状態であったため、場所を忘れるとは考えにくい状況であった。その結果、3名は停止線手前で一時停止をしたが、被験者Aの1名のみ、1走目（軽量モデルでの走行時）で一時不停止、2走目（低重心モデルでの走行時）は1.01mも停止線を越えて停止した。1度目に止まる意思がないと考えられたため、再度「一時停止がある」ことを伝え、調査員を停止線に立たせていたが、2度目も止まらなかった。被験者Aは、実験実施側が用意した停止線のルールを認識できていなかった可能性があるが、実験後の聞き取り調査では「一時停止はしっかりと行なった」と回答し、一時不停止の自覚がないものと思わ

表 5-1 一時停止線に対する停止距離（+は停止線を越えた距離、-は停止線手前の距離）

被験者	1走目（軽量モデル）[m]	2走目（低重心モデル）[m]
A	不停止	+1.01m
B	-0.61m	-0.61m
C	-0.83m	-1.27m
D	-0.79m	-0.10m

れる。また、他の被験者については、日常的に一時停止を遵守しているかは定かではないが、停止線に対して止まれるよう速度を制御することはできることは確認できた。しかし、一時停止の後、再発進する際に左右確認を行なわなかったことから、周囲の安全確認をする習慣がないものと考えられる。

5.2.3. 速度に関する挙動

本調査では、自転車にサイクルコンピュータを装着し、その速度センサを使い速度の測定を試みたが、測定抜けなどがありしっかりと測定できたとは言えなかったことから、GPS の緯度経度から速度を算出した。その結果、最高速はサイクルコンピュータ（表 5-2）、GPS（表 4-4）から求めた数値に大きな違いはなかったため、以後、GPS の緯度経度から算出された速度を基に考察を行なう。走行コース全体での平均速度は、軽量モデルで 9.3km/h～12.6km/h、低重心モデルで 8.6km/h～11.8km/h であり、3 名では軽量モデルの方が低重心モデルより高速で走行していたことが分かった。軽量である上に慣れている形状であったため、速度を出しやすかったと思われる。しかし、加速度の分布を見ると、低重心モデルの方が加速が大きく、分散検定により統計的に有意な差異が認められた。被験者が操作しづらいと話していることから、被験者が意図的に速度を出していたとは考えづらく、構造的に加速しやすい特徴があるものと考えられる。低重心モデルは、乗りづらい感覚があるため速度が出るのを抑えている可能性はあるが、加速しやすい構造ではあると言える。本実験では初めて構内を走行したことから、いずれの型でも速度を抑えがちな環境であるが、それでも乗りづらいと言っていた低重心モデルで加速度が出ていたり、軽量モデルでも高速を出していたりする結果になったことから、高齢者の筋力等の身体的特徴と自転車との関係性に着目し、より多くのサンプルで走行挙動を詳細に把握する必要がある。

表 5-2 サイクルコンピュータで計測された最高速度

被験者	1 走目（軽量モデル）[km/h]	2 走目（低重心モデル）[km/h]
A	31 km/h	29.1 km/h
B	23.1 km/h	20.8 km/h
C	30.5 km/h	19.1 km/h
D	24.7 km/h	30.2 km/h
平均	27.3 km/h	24.8 km/h

表 5-3 GPS 情報から算出された最高速度

被験者	1 走目（軽量モデル）[km/h]	2 走目（低重心モデル）[km/h]
A	32.1 km/h	25.6 km/h
B	21.8 km/h	20.8 km/h
C	29.7 km/h	19.6 km/h
D	29.0 km/h	33.3 km/h
平均	28.2 km/h	24.8 km/h

5.2.4. 走行感覚

各自転車での走行後に「ふらついてたか」を尋ねたところ、4名とも、低重心モデルでは「乗りづらくふらついた」、軽量型モデルでは「ふらつくことはなかった」と回答した。しかし、実際にふらつきは確認されたが、極度の蛇行運転はなく、危険と言えるほどではなかった。

また、「今回の実験中の走行速度は適切であったか」という問いに対し、被験者 D のみが「下り坂で速度を出しすぎたかも」と回答したが、実際に軽量モデルでの最高速度が 29.0km/h、低重心モデルでの最高速度が 33.3km/h と、かなり高速であり、自覚があったといえる。他 3 名は「しっかりと速度を抑えていた」と回答したが、被験者 A や被験者 C の軽量モデルでの走行も最高速度は高くなっている。図 5-2～図 5-5 の速度推移を見ると、いずれの被験者も下り坂の途中で局所的に高速になっているが、その後急速に速度を下げ、停止線手前で止まっており、それ以外では 10km/h～15km/h 程度で、特に高速を出していない。一方で、図 5-6 によると、各被験者の加速度の統計的な最大値や最小値はほぼ同じであるが、被験者 A と被験者 D は特異点が多い。特に被験者 D は、加速度の特異点が多いことから、被験者 D は「高速だった」と感じ、他の被験者は「速度を抑えた」と感じる可能性が示唆される。

この結果から、自身の速度の印象には加速度が影響していると考えられるが感覚には差異があり、危険を自覚させるのは難しいことがわかる。

5.2.5. 安全に対する意識

実験中は、道路交通法に定められる左側走行をお願いしたが、実験実施日に坂道で練習を行なっている部活があり、それを避けるため道路の中央を走る形となってしまった。そのため、走行ルートが変わり比較が難しくなるが、4名ともスタート直後は左側通行を意識して走っているが、坂道を右折するときにインコーナーに寄っている。見通しが良く前に自動車がいないため大回りをせず最短距離を走ったと思われるが、日頃からそのように右折をしている可能性が示唆される。また、部活の学生が練習等で往来しているにもかかわらず、下り坂での最高速度が平均 27.3km/h であり、歩行者の急な進路変更に対する意識が低いといえることができる。



図 5-1 前被験者の走行軌跡（左上から被験者 A, B, 左下から被験者 C, D）

※ 青が軽量モデル，橙・黄が低重心モデル

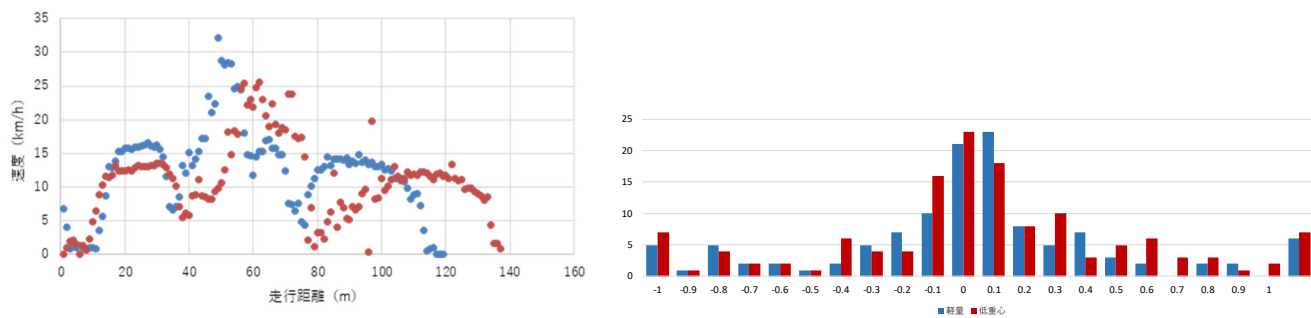


図 5-2 被験者 A の電動アシスト自転車での走行速度の推移（左）と加速度の分布（右）

※青が軽量モデル、赤が低重心モデル（以下図 5-6 まで同様）

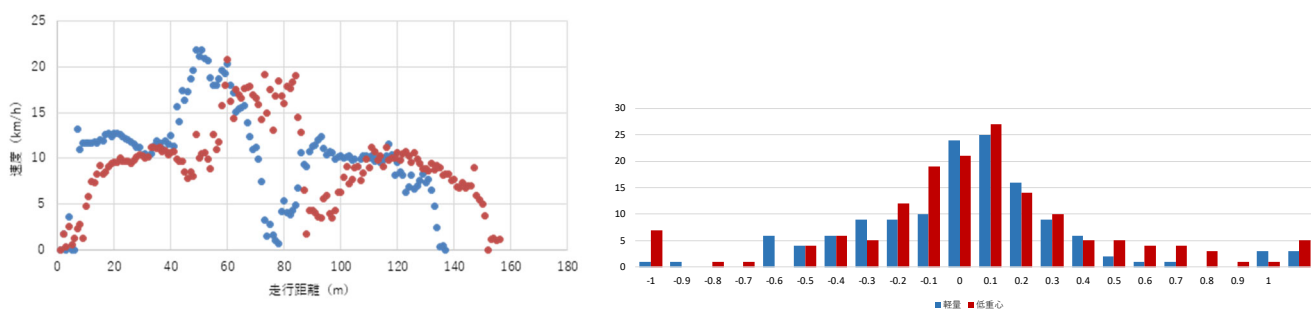


図 5-3 被験者 B の電動アシスト自転車での走行速度の推移（左）と加速度の分布（右）

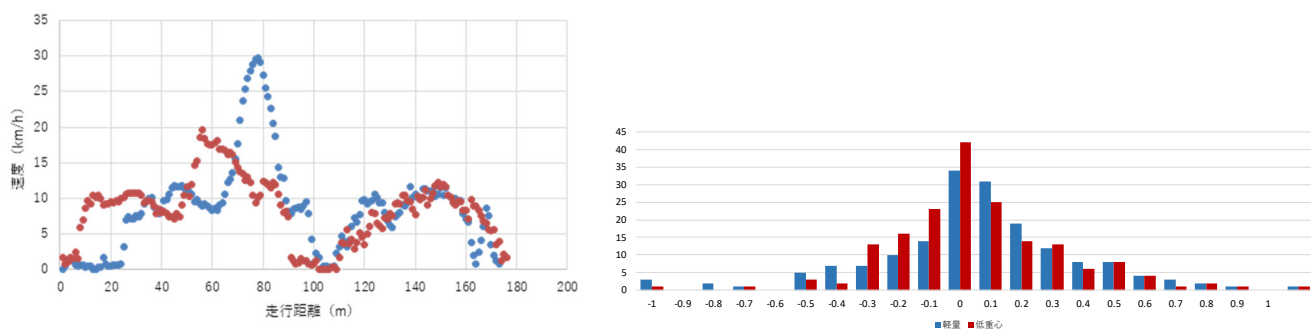


図 5-4 被験者 C の電動アシスト自転車での走行速度の推移（左）と加速度の分布（右）

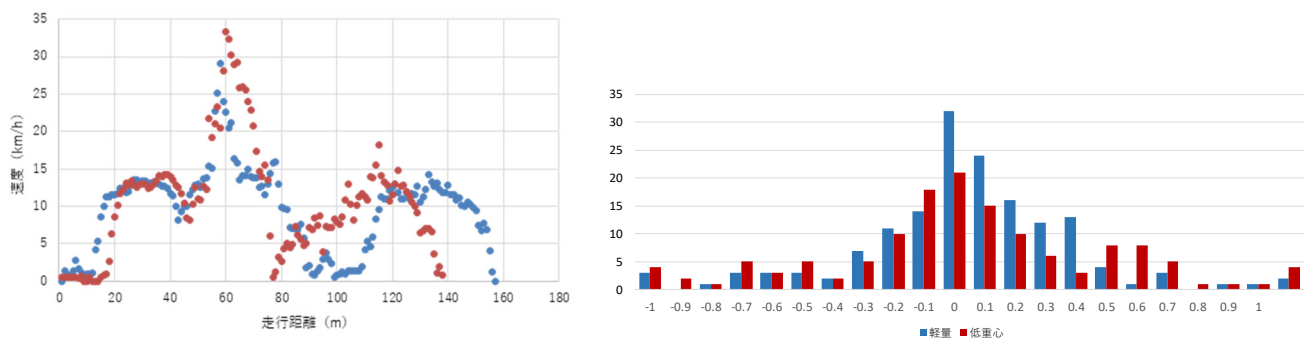


図 5-5 被験者 D の電動アシスト自転車での走行速度の推移（左）と加速度の分布（右）

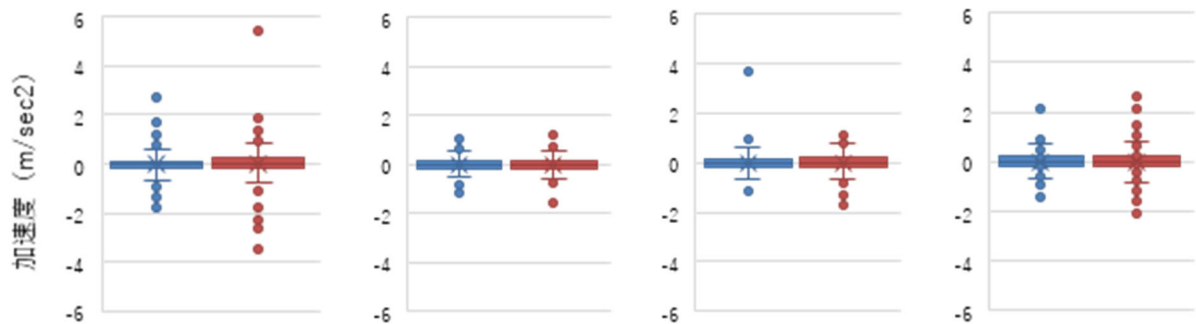


図 5-6 各被験者の加速度[m/s²]の分布 (左から被験者 A, B, C, D)

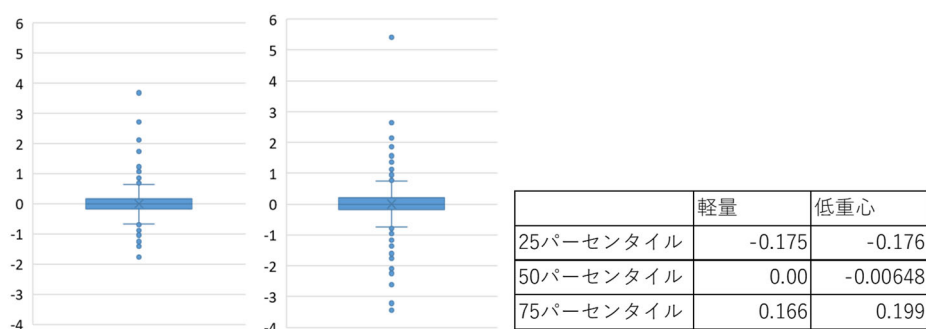


図 5-7 全被験者の加速度[m/s²]の分布 ※左：軽量モデル，右：低重心モデル

5.3. 自転車シミュレータ試乗による交通安全の意識醸成

実験概要に記載した通り、当初はシミュレータにより高齢自転車利用者による典型的な事故を再現し、その経験に依る気づきを観測する予定であったが、出会い頭事故死に至る甚大な被害をもたらす場合に発生し、実験概要に記載した通り、アンケート調査において現状での事故経験は転倒による自損事故であることが判明したことから、出会い頭事故を再現することで被験者に与える精神的な負荷は非常に大きいものと予想される。しかしながら GPS 調査において高齢自転車利用者の交差点での一時停止挙動が非常に少なく、現状の自転車利用において出会い頭事故の危険性は孕んでいる。これらのことから、倫理的な観点から交差点で出会い頭事故を発生させるのではなく、一時停止挙動を観測する実験を実施することとした。

実験は、平坦な延長 100m 程度の直線道路において、実走と同様の動作を行ってもらい、その感覚として危険を感じるか、評価を問うこととして実施し、実際には交差点での一時停止挙動を観測した。被験者は、アンケート調査に協力した高齢者 20 名（男性 16 名、女性 4 名、平均年齢 77.3 歳、標準偏差 3.78 歳）である。こちらも声をかけた人数は 100 名に及ぶが、慣れない場所でのシミュレータ実験への参加へ同意する被験者が少なく、サンプルが限定された。

すでに述べた通り仮想空間であることで周囲の交通環境を同一にでき、先入観なく評価できるため、シミュレータに

よる安全教育に期待がかかっているが、本調査の結果、以下の結果を得た。

- ✓ 最大ハンドル操舵角の平均は 6.59 度であったが、慣れないために必要以上にハンドル操作をしてしまった 4 名がシミュレータ酔いで実験継続が不可能であった。
- ✓ 「走り出しの加速度を速く感じた」との意見を得たが、実走と異なり、その後の加速を抑える傾向にあった。その結果、最大速度の平均が 15.7km/h であった。
- ✓ 加速が控えられたこと、乗り慣れないことにより、いずれの被験者も交差点のかなり手前で停止した。
- ✓ シミュレータ酔いがなかった被験者 16 名全員が「加減速や停止挙動が思い通りにいかない」ことをシミュレータに起因する意見として述べた。
- ✓ 本シミュレータは、停止線通過後の距離を記録できるように設計していたことから、停止線手前での停止位置を記録することはできなかったが、実走実験と同様、画面上、1m 程度手前での停止と推察される。

以上のことから、シミュレータの試乗では安全への意識と結び付けるには至らなかった。近年の自転車安全教育にはシミュレータが用いられることが多いが、電動アシスト自転車を想定したシミュレータを用いても、日頃使っている自身の自転車に対する慣れとの乖離が大きく、走行挙動が再現されないため、結果として本人への気づきが得られにくいことが示唆される結果となった。

特に加速がなされなかったことを受け、被験者のうち、自身の電動アシスト自転車が 1:1 の旧型である 4 名に対し、アシスト率 1:1 と 1:2 の比較をさせたところ、自身の自転車が 1:1 の感覚に近いこと、それに比べて 1:2（軽量モデル）は「走り出しが急でこわい」との評価がされた。本調査では、実走データを基にシミュレータの加減速特性を構築していることから、走行特性自体を評価することはできなかったが、調査結果からは、走行空間を現実の空間の再現とすべきこと、自身の自転車の特性を考慮し、比較ができるシナリオにすべきとの示唆を得た。つまり、シミュレータが仮想空間を用いた非現実的なものではないと示すフェーズを設け、その上で、自身の運転に対する評価と安全意識の醸成を図ることで、安全に対する意識の発現効果が見込める可能性があることがわかった。

6. 結論

6.1. 電動アシスト自転車利用時の危険挙動と安全の意識醸成

免許を持たない高齢者にとってだけでなく、自動車を運転しなくなった場合の代替手段としても有効な電動アシスト自転車については、わが国の高齢化が進むことで、高齢者の電動アシスト自転車による事故はますます増加し、深刻化していくと予想される。特に、事故統計から鑑みて、免許を保有しておらず、ヘルメットをしていない高齢自転車利用者に対し、事故による危険性を認識させ、ルールを学んだり、保険加入やヘルメット着用を意識したりさせる安全意識の醸成が重要である。本研究は、免許を保有している高齢者はルールを知っていて安全なのか等、統計だけでは安全意識の醸成のポイントが掴めないのが現状であることから、高齢者の自転車利用時の交通ルール、マナーへの関心、自転車に関する知識、自身の身体能力への自覚等、自転車に関する多方面の情報が自転車の安全利用への意識醸成に及ぼす影響について、電動アシスト自転車利用に至る経緯に着目して知見を得ることを目的とし、アンケート調査、GPSによる日常利用調査を実施し、それぞれにおいて自転車利用に対する意識と行動を把握した上で、実走および自転車シミュレータにより、自身の危険運転への自覚と安全意識の醸成効果を検証した。

まず、高齢者に対するアンケート調査により、高齢者の自転車利用実態については以下のことが分かった。

- 自動車運転をしながら電動アシスト自転車に移行する、あるいは運転免許を返納した後に電動アシスト自転車を利用する高齢者は、本調査からはごくわずかししか発見することができなかった。今回対象とした東京・神奈川西部において現状で電動アシスト自転車を利用している高齢者は、徒歩あるいは軽快車からの乗り換えが多いことが分かった。今後、運転免許を返納した高齢者の電動アシスト自転車利用が増加するものと考えられる。
- 電動アシスト自転車利用者は、軽快車利用者に比べて自転車の利用時間が長く、自転車を主要な交通手段としていくことがわかった。また、高齢者の場合、電動アシスト自転車利用者は主な交通手段として電動アシスト自転車を利用し、軽快車利用者は自動車と自転車を併用している傾向が見られた。ただし、自動車を運転できる環境にあっても、ある特定のトリップに対しては電動アシスト自転車が便利な交通手段となっている特徴も見られた。
- 東京都特別区のように、自動車との併用や、自動車利用からの転換がなされていない場合、軽快車と電動アシスト自転車の選択となることから、足腰の衰えや反応速度の低下により自転車の車種を変えるに至るが、自動車が選択肢として存在する場合には、必ずしも足腰の衰えや反応速度の低下が電動アシスト自転車利用のきっかけにはなっていない。電動アシスト自転車利用者の、利用前の交通手段も、自動車、軽快車、徒歩等が混在していることから、特に自動車が交通手段の選択肢となる地方都市においては、電動アシスト自転車利用者の身体能力には、地域による差異があると考えられる。
- 自動車から転換している利用者も含め、より安い自転車を購入しようとする傾向があり、一般的に言われているように、安全に係わる要素が重要視されていないことがわかった。電動アシスト自転車利用者においてもそれは同様で、高価な自転車を購入しているが、その多くはバッテリー交換を行わずに保証年数以上乗り続けていることが明らかとなった。
- 電動アシスト自転車は価格も高く、バッテリーもあるため、点検を意識する利用者が多いことが明らかとなった。

が、高齢者の自転車利用者が自身で点検している内容は、容易にできる空気入れやライトが多く、ブレーキやチェーン等の運転に関わる点検はなされていないことがわかった。

- 電動アシスト自転車は2008年にアシスト率が改定されているが、現在販売されているアシスト率1:2の電動アシスト自転車よりも重量があり、アシスト率1:1と非効率な車種を使用している高齢者が多く存在することが明らかとなった。高価で、長く乗り続けようとの考えに至っているものと予想され、安全のために買い替えるという発想にはなっていないものと推察される。
- 今回調査対象とした地域では、電動アシスト自転車利用者の方が、軽快車利用者よりヘルメット着用率が高いとはいえないとの結果が得られ、「速度が高いから身の安全を守る」という発想に至らないものと考えられる。
- 軽快車利用者の方が、電動アシスト自転車利用者よりも「自転車を利用しているときにふらついた感覚を持っている」と感じている可能性があることがわかった。低速での運転の機会が多いためと考えられる。しかし実際には、電動アシスト自転車利用者の方が、軽快車利用者よりも転倒経験が多いことがわかった。
- 電動アシスト自転車利用者に関しても、速度が出づらい環境でふらつきを感じており、歩道（歩行者が多く速度が落ちてふらつく）でのふらつきある。歩行者と混在し、混雑していて、避けきれないような状況では、電動アシスト自転車利用者も速度を落とし、それが操作性を失っていることになる。それに対して、車道や交差点でもふらつきやすい環境（速度が出すぎて操作しづらい）がある可能性があるが、混雑しておらず速度の出しすぎで自動車と衝突してしまうような状況では、電動アシスト自転車利用者は速度を落としておらず、それをふらつきとして違和感をもっていないことになるため、いずれにしても事故を起こしやすいと予想することができる。また、電動アシスト自転車利用者の方が、軽快車利用者よりもふらついた感覚を持っていないことから、日常的に高速で走行している実態が窺える結果となった。
- 保険の必要性を問う設問では、「保険は必要ある」と回答したのが、電動アシスト自転車利用者で49名、軽快車利用者で110名と、今回のアンケート回答者の多数を占めていたにもかかわらず、実際の加入率は低く、保険の内容はほぼ把握されていないことが明らかとなった。
- 事故経験がある被験者については、電動アシスト自転車利用者で約11.2%、軽快車利用者で約14.9%もいること、転倒経験についても、あると回答した被験者が、電動アシスト自転車利用者で約12.9%、軽快車利用者で約17.0%もいることがわかり、事故に遭っても、被害が甚大でなければ自転車に乗り続けることがわかった。
- 電動アシスト自転車利用者は、軽快車利用者と比較して、交通標識や信号、自転車との接触を意識していることが明らかとなった。電動アシスト自転車利用者は、軽快車利用者と比較して、自動車運転免許を保有している人が多いが、運転している人は少ない。このことから、電動アシスト自転車利用者には、交通ルールを知っている人が多くいるため、道路標識や信号に意識が向いていると考えられ、自動車に近い感覚で道路環境を捉えていることがわかった。
- 電動アシスト自転車利用者も、軽快車利用者も、忘れがちなルールとしては、一時停止や車道の左側通行といった、車道を通行する際のルールを挙げる被験者が回答数としては多かった。しかし、軽快車利用者と比較して、電動アシスト自転車利用者は、夜間の灯火義務や片手運転禁止を忘れがちと回答している傾向にあり、それ以外のルールについては統計的な差異はないことがわかった。これは、電動アシスト自転車が自動で灯火するシステ

ムになっており、灯火を気にする必要がないこと、そして車体が重く速度が高いため、片手運転が難しく、実質する機会がないために気にする必要がないことが影響している。つまり、歩道通行を前提とした高齢者は、自身に関係ないルールを「忘れない」と言っているに過ぎない。

- 事故経験については、近年の事故は圧倒的に転倒が多いことが明らかとなった。他者との関わり以前に、体力的に自転車の操作に問題が起きている可能性があると考えられる。
- 「安全に対してポジティブな取り組み」を尋ねた結果によると、電動アシスト自転車利用者は道路交通法による通行ルールを気にする傾向が強いことがわかったが、「忘れがちなルール」を尋ねた結果によると、電動アシスト自転車利用者も軽快車利用者も同様に、ルールを遵守していることを前提とした回答が得られる。虚偽発見尺度が高い傾向が見て取れる。
- 交通ルールを学ぶ意思については、軽快車利用者も電動アシスト自転車も同程度で、学校と警察署以外はいずれも高齢者が定期的に訪れる場所であり、「身近で交通ルールを教えてくれるなら学びたい」との考えが現れている。また、電動アシスト自転車利用者の中に、「電動アシスト自転車の説明会や試乗会があったら参加したい」と回答した人が、軽快車と同様の4割弱おり、日頃はメンテナンスや車種について情報を得る機会がないものと推察される。実際に「安全に電動アシスト自転車に乗るための試乗会」と銘打って非日常的な場所に集まる高齢者は、今回の実験のように謝金が出るとしても非常に少なく、自らの意思のみであれば参加者はより少なくなると容易に想像される。参加しない理由がいずれも「行ったことがない場所だから」であることから、アンケートでの回答には実際の意向よりもポジティブな傾向があり、安全教育を身近な場所で実施する必要性が非常に強いことがわかった。
- アンケートから数か月後、限られた被験者にはあるが「アンケート調査を実施したことによって安全に対して何か意識することはあったか？」との問いに対し、「特にない」と回答した。中には、アンケートに回答したことで自体を忘れていた被験者もあり、自身の日常を振り返って気づきを得るより、ストレートに安全について訴える必要があると考えられる結果となった。

そして、GPSを装着して日常の自転車利用を観測した結果、以下の結果が得られた。

- 軽快車より電動アシスト自転車の方が実走行でも加減速が大きく、電動アシスト自転車は短時間で高速となり、停止前の減速時間も短く、速度を出して走っている時間の割合が高いといえる。被験者自身は自転車操作について危険を感じることはないとしていることから、日常利用時から自転車の安全利用について認識する機会はないものと考えられる。
- 勾配のある場所で電動アシスト自転車の加減速が大きくなるものと想定していたが、実際には速度を調節しており、かえって平坦な道路の方が加速しがちである可能性が示唆される結果となった。また、電動アシスト自転車については、平坦な地域の方で特異点もより多く見られ、個人差が大きいと考えられる。
- 勾配のある地域では、坂道での挙動に車種による差が出ることは容易に想像され、その差が加速度の分散として現れるため、軽快車の方が加速度の分散が大きい結果が得られた。それに対し、電動アシスト自転車は平坦な道路で加速しがちで、平坦な地域では、電動アシスト自転車の方が軽快車より加減速の分散が大きくなっていることがわかった。今後、勾配データを含めた分析を行ったり、調査対象都市数を増やしたりする必要があるが、現状から

統計的に差異のある結果も得られていることから、高齢者の自転車利用における走行挙動については、速度が高い属性のばらつきが大きく、体力がある属性の自転車利用がそのばらつきに影響しているといえることができる。

- 経路としては、基本的には決まった道路沿いを走行しているが、信号のタイミングや踏切のタイミングによって、停止する必要が生じた時には、細街路に入るなどして停止せずに進めるようにしていることがわかった。
- 停止する場所は信号交差点が大半で、特に免許を持っていない電動アシスト自転車利用者は停止箇所が非常に少ないことがわかった。

これらの知見を基に、安全教育ツールとして実走と自転車シミュレータの活用可能性を検討したが、まず、大学構内を複数の電動アシスト自転車で実際に走行させたところ、走行挙動や気付きについて以下の結果が得られた。

- 身長が低い高齢者にも乗りやすいと考えられた低重心モデルは、タイヤ系が20インチで高齢者自身と自転車の重心位置に距離があり、ハンドルがストレート形状だったため、4名とも乗りづらいと回答した。高齢者は慣れで評価することも多くあり、ちょっとした違いが違和感になり、自身の電動アシスト自転車と似たものを高く評価する傾向が出たことも影響しているものと考えられる。
- 乗り慣れない自転車の操作に気を取られていた可能性や、大学構内であったため危険意識が少なかった可能性はあるが、歩行者、自動車が交通もあったにもかかわらず、発進時や方向転換時の安全確認を行なっていなかった。日常的に安全確認を行なっておらず、行なっても減速、一時停止をすることは少ないものと推測できる。また、学生が往来しているにもかかわらず、下り坂での最高速度が平均 27.3km/h であり、歩行者の急な進路変更に対する意識も低いことが確認された。
- 低重心モデルは、乗りづらい感覚があるため速度が出るのを抑えている可能性はあるが、それでも加速度が大きい傾向が見られ、構造的に加速しやすい可能性がある。また、軽量モデルは、乗り慣れている形状であるがために高速を出している結果も得られたことから、高齢者の筋力等の身体的特徴と自転車との関係性に着目し、より多くのサンプルで走行挙動を詳細に把握する必要がある。
- 軽量モデルで高速が出ていること、低重心モデルで加速が大きいことのいずれに対しても自覚がなかった。「速度が出すぎ」と感じた被験者は、加速度が他の被験者よりも高かったことから、自身の速度の印象には加速度が影響している可能性があるが、その感覚には差異があり、危険を自覚させるのは難しいと考えられる。
- 低重心モデルでは「乗りづらくふらついた」、軽量型モデルでは「ふらつくことはなかった」と回答した。しかし、実際にふらつきは確認されたが、極度の蛇行運転はなく、危険と言えるほどではなかった。高齢者にとっての主観的な“ふらつき”が、実際の感覚よりも比較により評価されているか、自転車操作時の身体の動き等の別の要因が評価されている可能性があるといえる。

さらに、仮想空間でのシミュレーションによる走行挙動と自身の自転車運転への気付きについては、以下の示唆を得た。

- シミュレータの画面が仮想空間であったことから、「走り出しの加速度を実際以上に速く感じる」ことは体験できたものの、「加減速や停止挙動が思い通りにいかない」ことをシミュレータに起因する意見として述べており、安全への意識と結び付けるには至らなかった。
- 「走り出しの加速度を速く感じた」との意見を得たが、実走と異なり、その後の加速を抑える傾向にあった。その結果、最大速度の平均が 15.7km/h であった。実走では慣れにより加速への認識が薄まっているが、慣れないツー

ルでの加速は怖く感じる事がわかった。

- 加速が控えられたこと、乗り慣れないことにより、いずれの被験者も交差点のかなり手前で停止した。実走実験と同様、画面上、1m程度手前で停止と推察される。
- 走行空間を現実の空間の再現とすべきこと、自身の自転車の特性を考慮し、比較ができるシナリオにすべきことがわかった。つまり、シミュレータが仮想空間を用いた非現実的なものではないと示すフェーズを設け、その上で、自身の運転に対する評価と安全意識の醸成を図ることで、安全に対する意識の発現効果が見込める可能性があることがわかった。

6.2. 電動アシスト自転車利用者への安全教育手法

本研究の結果より、安全教育には以下の3点が必要であるといえる。

1)「情報提供内容として比較対象を挙げること」

①アンケート調査からヒヤリハット経験が抽出されず、②事故体験が停止挙動などの行動に影響していないこと、③アンケートにより自身の行動を振り返ることでの気づきがないこと、④シミュレータのような仮想的な状況での減少を受容できないこと、がわかったのに対し、⑤複数種の自転車を乗り比べると速度感や操作性の違いを説明できること、⑥シミュレータにおいても複数種の自転車の速度感を比較して評価できること、がわかり、安全教育時の情報提供として、日常的に利用する自転車と比較させたり、複数の自転車を比較させたりすることで、操作性や速度感を認識させるのが効果的である。

2)「高齢者の身体能力に応じてメニューを変えた情報提供をすること」

2015年度の先行研究では、東京23区内の電動アシスト自転車利用者が、足腰が弱ったことを理由に電動アシスト自転車に（軽快車から）乗り換えたことを明らかにしたが、自動車利用が前提となっている地域では、必ずしも電動アシスト自転車の足腰は弱っていないことが明らかとなった。そして、今回の調査から、平坦な地域でも速度を出しがちになっていることがわかった。このことから、足腰が弱っているなら急な坂道を避けること、足腰が弱っていないなら加減速や速度を認識することを入口とし、止まりやすい自転車、止まっている間に支えられる自転車を選択する必要性を教えることが効果的である。

3)「自覚が意識の変容に結びつくとはいえないことから、自身の運転に関連して危険を訴える必要があること」

アンケート調査やGPS調査から、自身の行動をふりかえり、認識することが安全な自転車利用意識の醸成には結びつかないことや、シミュレータでの急発進を装置の特性と認識し、自身の自転車運転をふりかえる機会とは捉えないことから、ルール等の一般論を説くより、自身の運転とより安全な運転の双方を体験させ、比較させることで、自身の運転が危険だと認識させる必要がある。

さらに、本研究において被験者が集まらなかった状況を鑑みると、日頃から自転車で行っている馴染みのある場所において安全教育をしないと参加が難しいことが示唆される。

本調査の結果から、高齢者の自動車の運転経験と体力により、自転車で良くアクセスする公共施設等において、以下の通りの安全教育を実施することが有効であると提案する。

★自動車利用をしてこなかった高齢者：

足腰等の体力について自身の認識を伺い、自身の自転車と、軽快車、軽量の電動アシスト自転車を支えて立たせたり、試乗させて制動距離を比較したりすることにより、止まりづらい坂道利用で高齢者にかかる負荷を説明、支えられ、止まりやすい自転車について情報提供する。

★自動車利用をしてきた高齢者：

自身の自転車と、軽快車、軽量の電動アシスト自転車を試乗させて、加減速や制動距離を比較することにより、速度が出がちな状況が多いこととその制動で高齢者にかかる負荷を説明、加速度が出づらく、止まりやすい自転車について情報提供する。

6.3. 今後の課題

本調査は限られた都市を対象として実施しており、サンプル数も多くは取得できなかった。また、シルバー人材センター登録者は、一般的な高齢者よりアクティブであると考えられ、結果にはそのバイアスもかかっているものと考えられるため、今後、サンプル数を増やして他の都市でも検証し、危険が起きやすい状況をより詳細に調査する必要がある。また、速度自体よりも、加速度の高さにより「危ない」という自覚を感じやすい可能性があることから、加速特性による運転操作への影響を検証し、安全運転をより高く意識できる自転車の諸元や特性についても検証するのが今後の課題である。

参考文献

- 1) 警察庁：運転免許統計平成 29 年度版
- 2) 経済産業省：生産動態統計年報 機械統計編
- 3) 鈴木春男：生活構造からみた高齢者交通政策への提言，国際交通安全学会誌（IATSS REVIEW），vol.22，No.2，1996.
- 4) 堤陽次郎：電動アシスト自転車の事故分析，交通事故総合分析センター研究発表論文，2012.
- 5) 林祐輔：自転車乗車中の高齢者の事故分析と対策，交通事故総合解析センター第 16 回研究発表会テーマ論文，2012.
- 6) au 損害保険株式会社，KDDI 株式会社：自転車保険に関する意識調査.
- 7) 草野優太：高齢者・高校生の自転車による交差点ヒヤリハットの比較分析，土木学会論文集，Vol.67，No.5，
- 8) 桜井良太：地域高齢者における自転車関連事故発生率とその障害率：潜在的傷害事故の把握に向けた検討，日本公衛誌，2015.
- 9) 山中明彦：電動アシスト自転車の事故分析，第 13 回交通事故調査・分析発表会，2009.
- 10) 鈴木春夫：高齢ドライバー事故の実態と対策，予防時報 228 号，pp14-19，2007.
- 11) 元田良孝，宇佐美誠史，永田彩：高齢自転車運転者の利用実態と特性，土木計画学研究・講演集，Vol45，No.297，2012.
- 12) 元田良孝，宇佐美誠史，鈴木智善：高齢者の運転意識と安全のギャップに関する研究，第 29 回交通工学研究発表会論文集，CD-ROM，Vol45，2009.
- 13) 山中英生：高齢者・若年者による電動アシスト自転車の走行挙動特性の比較分析，土木学会論文集 D3(土木計画学)Vol.67，No.5(土木計画学研究・論文集第 28 巻)，p831-836，2011.
- 14) 亀谷友紀，山中英生，柿原健祐，横田周典：坂道と発進時における高齢者の自転車走行特性，土木計画学研究・講演集，Vol.39，2009.
- 15) 稲垣具志，三村泰広，安藤良輔：軌跡データに基づく走行挙動比較による電動アシスト自転車の回遊特性分析，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.67，No.5(土木計画学研究・論文集第 28 巻)，p683-688，2011.
- 16) 鈴木 美緒，村田 直人：高齢者による電動アシスト自転車事故発生要因に関する基礎的分析，土木学会論文集，2018 年 74 巻 4 号 p. 334-342.
- 17) Keshuang Tang et al.: Behavior of Riders of Electric Bicycles at Onset of Green and Yellow at Signalized Intersections in China, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Volume 2317, DOI: 10.3141/2317-11, 2014.
- 18) J.P.Schepers, E.Fishman, P.den Hertog, K. KleinWolt, A.L.Schwab: The safety of electrically assisted bicycles compared to classic bicycles, Accident Analysis & Prevention. Volume 73, December 2014, Pages 174-180.
- 19) Willem P. Vlakveld, Divera Twisk, Michiel Christoph, Marjolein Boele, Rommert Sikkema, Roos Remy, Arend L. Schwab: Speed choice and mental workload of elderly cyclists on e-bikes in simple and complex traffic situations: A field experiment, Accident Analysis and Prevention, Vol.74, pp.97-106, 2015.
- 20) Angelika Wolf, Sebastian Seebauer: Technology adoption of electric bicycles: A survey among early adopters, Transportation Research Part A, Vol.69, pp.196-211, 2014.
- 21) D.A.M. Twisk, S. Platteel, G.R. Lovegrove: An experiment on rider stability while mounting: Comparing middle-aged and elderly cyclists on pedelecs and conventional bicycles, Accident Analysis and Prevention, Vol.105, pp.109-116, 2017.

- 22) 宮之上慶, 鈴木美緒, 屋井鉄雄: 自転車シミュレータにおけるハンドル操作及び走行速度の再現性検討, 人間工学, Vol.52-2, pp.81-88, 2016 年 3 月.
- 23) Kei MIYANOUE, Mio SUZUKI, et al: RIDING PERFORMANCE EVALUATION OF CYCLING SIMULATOR “MORICS” CONSIDERING RIDER’S CONTROLLABILITY, The 5th Road Safety and Simulation International Conference, Orlando, Oct. 2015.
- 24) Hyodo, Suzuki and Takahashi: Modeling of Bicycle Route and Destination Choice Behavior for Bicycle Road Network Plan, Transportation Research Record 1705, pp.70-76, 2000.7

謝辞

本調査は、漆原利哉氏（東海大学工学部土木工学科 2019 年 3 月卒業）に多大なる協力を得て遂行された。また、伊勢原市シルバー人材センター花井氏、大和市シルバー人材センター鈴木氏には、高齢自転車利用者の実験環境構築に際し、ご尽力いただいた。ここに深謝する。