

電動キックボード運転時のふらつきとブレーキ反応時間
— 自転車との比較 —

神田 直弥

東北公益文科大学総合研究論集第46号 抜刷

2024年2月15日発行

研究論文

電動キックボード運転時のふらつきとブレーキ反応時間 － 自転車との比較－

神田直弥

1. はじめに

電動キックボードは、国内よりも諸外国での導入が早く、自宅から勤務先までの日常利用や、通勤、通学、買い物等の目的で他の公共交通機関と組み合わせて利用するファースト・ラストマイルの短距離移動のツールとして活用されてきた¹⁾。個人所有の電動キックボードに加え、シェアリングサービスが導入されている国も多いが、個人所有の電動キックボード利用により、自家用車の利用が減少すること²⁾、シェアリングサービスの利用により、複数車両を所有する世帯において、車利用からの代替に寄与する可能性があることが確認されている³⁾。

国内でもシェアリングサービスが一部の都市で導入されているが、若者を対象とした調査では、極めて強い利用意向が示されている⁴⁾⁵⁾。利用の想定距離は800m未満の距離が多数を占める場合⁴⁾や、800mから5km未満まで幅広く分布する場合⁵⁾等、調査により異なるが、日常生活圏域を拡大できる可能性を有しているといえる。

電動キックボードの走行位置は道路環境の影響を受けるが、自転車道を多く選択するという報告⁶⁾や、歩車道区分がある道路では路肩や車道を選択し、区分がない場合は歩行者や自動車の交通量によって車道や路側帯を選択するという報告⁷⁾がある。また、周囲からは電動キックボードが自転車と比べてリスクの高い運転をしていると認識されている⁸⁾。

電動キックボードが関連する事故に着目すると、単独事故が多く⁹⁾、男性の事故、若者の事故が多いこと、交差点よりも単路での事故が多い¹⁰⁾ことが指摘されている。若年男性の事故が多い背景には、他の属性の運転者と比べてアルコールや薬物の影響下での運転や、スマートフォンを用いたながら運転が多

い¹¹⁾という問題がある。

国内において、これまで電動キックボードの車両区分は原動機付自転車に該当し、運転免許が必要であった。2023年4月には道路交通法改正案が可決され、特定小型原動機付自転車という車両区分が新設された。同年7月には特定小型原動機付自転車の交通方法等に関する規定が施行され、同区分に該当する電動キックボードであれば、16歳以上が免許不要で利用できるようになった。ただし、原動機付自転車に該当する電動キックボードも継続して販売されており、両者には運転免許の要不要以外にも、最高速度や走行場所の違いもある。さらに、保安基準に適合した制動装置や後写鏡等の装置を備えておらず、公道走行不可の電動キックボードも存在する。特定小形原動機付自転車の新設により、電動キックボードは気軽に利用できる移動手段となることが期待されるが、上述のようなルールの複雑さにより、通行区分の違反や事故も多く発生しており、利用拡大への懸念もある¹²⁾。

電動キックボードが関連する事故や危険運転を防止するためには、走行環境の整備に加えて安全教育や取り締まりが必要であるが、ルールを周知し、正しい乗り方の理解を促進することも必要である。シェアリングの電動キックボードの違反行為率は時間と共に減少するという報告もあり¹³⁾、ルールが浸透する中で違反が減少することが期待される。

電動キックボード利用時の運転者の認知特性や行動特性、運転者の負担については、同程度の速度で走行する自転車と比較をした研究が行われている。その結果として、電動キックボードはペダル操作を伴わないため自転車と比べて運転負担は低いが、振動の影響で走りづらいと感じることが確認されている¹⁴⁾。また、路面状態が悪い場合に自転車よりも電動キックボード運転時の方が、より手前の路面を注視すること¹⁵⁾が指摘されている。スラローム走行時におけるハンドル操作は、自転車よりも電動キックボードの方がより効率的で主観評価でも評価が高い¹⁶⁾が、自転車と比べ音刺激に対するブレーキ反応時間が長く、制動距離も長いという指摘もある¹⁶⁾¹⁷⁾。

電動キックボードが自転車よりも振動の影響を受けやすく、振動により自転車と比べて手前の路面を注視するのであれば、前方の道路状況への注意の減少や道路を横断しようとする歩行者の見落とし、発見遅れが生じやすくなる可能

性があるが、この点については明らかにされていない。

電動キックボードの特性を理解することで、より安全な利用方法を検討することが可能となる。本研究では、自転車と電動キックボードを取り上げ、走行時のブレーキ反応時間に着目し、「電動キックボードは路面状態が悪い場合に、自転車と比べて歩行者飛び出し等に対するブレーキ反応時間が遅くなる」という仮説を検証することを目的とする。

2. 方法

自転車および電動キックボードを運転し、15km/h でできる限りまっすぐ走りながら、前方や左側方に設置されたライトが点灯したらできる限り早くブレーキをかける課題の実施を求めた。実験条件は移動手段（自転車・電動キックボード）と路面（平坦・凸凹）とし、実験参加者はこれらを組み合わせたすべての条件に参加した。

なお、本研究は、東北公益文科大学研究活動推進委員会の承認を経て実施された（公倫-22-01）。

2.1. 実験コース

安全性を考慮し、実験コースは他の交通のない大学構内に設置し、タイル張り路面（平坦）と砂利路面（凸凹）を使用した。タイル張り路面では、直線状に敷き詰められた幅 30cm のタイルを走行路とし、砂利路面についても水糸を固定して幅 30cm の走行路を作成した。

走行路には図 1 に示す通り、左側 1m の位置に 2 つのライト（L1, L2）を配置した。走行中に左側のライト点灯のみに注意を払うことを避けるため、3 つ目のライト（L3）は走行路の正面に配置した。

ライトの点灯は歩行者の飛び出し等のブレーキ反応が求められる事象を模擬したものとし、昼間での視認性を考慮し、汎用 24 連 LED タイプのハイマウントストップランプを三脚に縦に取りつけて使用した。ライト部の長さは 18.5cm であり、自転車及び電動キックボード運転中の運転者の頭部位置を踏まえて、ライトの中心が地上高 160cm になるように配置した。

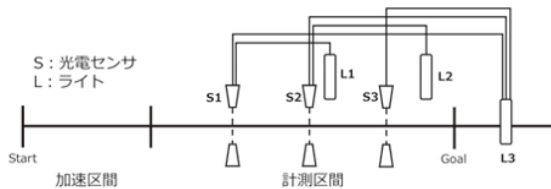


図1 実験コース

走行路上には投受光を行う光電センサ（KEYENCE PW-51J）を3組、向かい合わせて設置しており、自転車や電動キックボードの通過によって遮光されると、接続されたライトが5秒間点灯するようにした。なお、S1のセンサはL1とL3の2つのライトに、S2のセンサはL2とL3の2つのライトにそれぞれ接続され、S3のセンサはL3のみに接続されている。光電センサの作動はスイッチで制御できるようにし、試行ごとに点灯するライトを変更できるようにした。なお、光電センサの投受光部は地上高65cmに設置した。

光電センサやライトの設置位置は表1の通りとした。光電センサからライトの距離は15km/hで走行した場合に、センサー-ライト間の距離が、3秒（S1～L1）、3.5秒（S2～L2）、4秒（S3～L3）となるよう定めた。なお、ライト点灯時の運転者から見たライトの角度はL1が 5.26° 、L2が 4.50° であった。

表1 実験コースの詳細

区間	距離	区間	距離
加速区間	18m	S1～L1	12.5m
計測区間	40m	S2～L2	14.6m
計測開始地点～S1	10m	S3～L3	16.7m
S1～S2～S3	各10m	S1～L3	36.7m
S3～ゴール	10m	S2～L3	26.7m

2.2. 装置

電動キックボードは保安基準に適合し、車両区分が「原動機付自転車」であるカスタムジャパン製eXs1を使用した。15km/hと25km/hの2つのモードがあり、今回は15km/hモードを用いた。このモードではアクセルレバーを下げ

ると 15km/h まで加速し、それ以上は速度が出ないようにしている。ハンドル中央部には速度計が設置されており、速度を確認しながら走行することが可能である。自転車は 26 インチシティサイクルを使用し、ハンドルに速度計を取り付け、電動キックボードと同じく走行速度が確認できるようにした。

自転車および電動キックボードには、いずれも 3 台の小型 CMOS カメラを設置した（ノーブランド SA-51097 または GE055）。カメラ 1 は路面撮影用とし、自転車ではギヤクランク横のフレーム下部に下向きに設置した。電動キックボードでは前タイヤ上部にある前照灯の下側に下向きに設置した。カメラ 2 は速度記録用であり、自転車、電動キックボードとも速度計が撮影できるように設置した。なお、速度計にはブレーキレバーを握った際に点灯する LED ライトを取り付け、このライトの点灯も記録した。カメラ 3 は自転車の前かご左側、電動キックボードのステム左側にそれぞれ左向きに設置し、光電センサを撮影した。これらの映像は画面分割器（ノーブランド QUAD-400DX）を介して、デジタルビデオレコーダ（サンワダイレクト 400-MEDI029）に 60Hz で記録した（図 2）。



図 2 記録した映像のサンプル

2.3. 手続き

フェイスシートへの記入後に走行実験を行った。移動手段と路面を組み合わせた実験条件の実施順はランダムとし、自転車を用いた試行では、サドルの高

さを調整後、加速区間で速度計を見ながら 15km/h まで加速し、その後は速度計を見ずに 15km/h を維持して走行する練習を行った。電動キックボードについては、利用経験のある実験参加者がいなかったため、まず走行練習を行い、その後、自転車の場合と同様に速度計を見ながら加速区間で 15km/h に加速する練習を行った。本研究で用いた電動キックボードは、一旦 15km/h まで加速すれば、その後はアクセルレバーを下げ続けるだけで速度が維持される。いずれの場合も、実験参加者より練習完了の申告を受けた後に本試行を行った。

本試行では、実験参加者は移動手段と路面を組み合わせた 4 条件すべてに参加した。参加者には 15km/h で走行路内の中央をできる限りまっすぐ走り、ライトが点灯した場合にはブレーキをかけて停止し、ライトが点灯しない場合は計測区間を走り抜けるよう求めた。

各条件における走行回数は 10 回で、内訳は L1、L2 のライトの点灯が各 2 回、L3 ライトの点灯は 4 回、いずれも非点灯が 2 回であった。L3 ライトの点灯のうち 2 回は S3 と接続、他の 2 回は S1、S2 との接続が 1 回ずつであった。ライト点灯順はランダムとした。

2.4. 実験参加者

事前に実験内容を文書と口頭で説明し、書面による実験参加の同意を得た者を実験参加者とした。実験参加者は大学生 20 名であったが、天候や器材の影響で全条件のデータが取得できたのは 14 名であり、この 14 名を分析対象とした。14 名の内訳は男性 12 名、女性 2 名であり、平均年齢は 19.1 歳であった。いずれも電動キックボードの利用経験はなく、自転車については今年度は利用していない者もいたが、前年度まで範囲を広げると 14 名中 13 名が利用しており、乗れない者はいなかった。

2.5. 分析方法

記録した映像はコンピュータに取り込み、フレーム解析により 3 つの指標を求めた。

- ・走行速度：ライト非点灯の 2 試行を対象とし、カメラ 2 の速度計を 1Hz で記録した

- ・ライト点灯への反応時間：ライトが点灯した8試行を対象とし、カメラ3で該当する光電センサを撮影してから、カメラ2でLEDライトが点灯するまでのフレーム数より算出した
- ・ふらつき：ライト非点灯の2試行を対象とし、走行時の水平方向のポジションを6Hzで調べた

ふらつきについては、カメラ1で撮影した路面映像より、映像内の中心点から左右いずれかのタイル端または水糸までの距離を求め、あらかじめ求めた走路の中心からタイル端または水糸までの距離との差を取り、右側へのずれをプラス、左側へのずれをマイナスの値で示した。その上でふらつきの平均値を算出するにあたり、正負の影響を排除するため、平方平均を求めた上で平方根をとるRMS値を使用した。

なお、試行後はスタート地点に戻り、次の試行を行ったが、ライト非点灯の試行では、S3の光電センサを通過後、ゴールに到達する前にUターンを始める実験参加者がいたことから、走行速度、ふらつきの算出にあたっては、一律で最後の1秒分の映像は除外した。

走行速度とふらつきについては、移動手段と路面を要因とした反復測定による二要因分散分析を行った。ライト点灯への反応時間については、移動手段と路面に加えてライトを要因とした反復測定による三要因分散分析を行った。分析の際の有意確率は5%を適用した。

3. 結果

3.1. 走行速度

走行速度について、移動手段と路面別に平均値を示したのが表2、図3である。二要因分散分析の結果、移動手段の主効果 ($F(1,13)=24.894, p=.000, \eta_p^2=.657$)、路面の主効果 ($F(1,13)=15.478, p=.002, \eta_p^2=.544$) はいずれも有意であり、電動キックボードに比べて自転車の方が有意に走行速度が高く、凸凹の路面に比べて平坦な道路での走行速度が高かった。移動手段×路面の交互作用は有意ではなかった ($F(1,13)=4.620, p=.051, \eta_p^2=.262$)。

表2 走行速度 (km/h)

	電動キックボード	自転車	平均
平坦	14.731	16.690	15.711
凸凹	14.441	15.720	15.081
平均	14.586	16.205	15.396

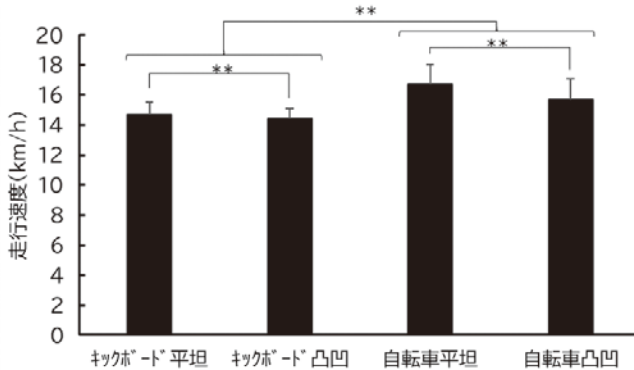


図3 走行速度

3.2. ふらつき

ふらつきについて、RMS 値の平均値を移動手段と路面別に示したのが表3、図4である。分散分析の結果、路面の主効果のみ有意であり ($F(1,13)=0.544$, $p=.474$, $\eta_p^2=.040$)、平坦な道路におけるふらつきが、凸凹の路面におけるふらつきよりも有意に大きかった。移動手段の主効果 ($F(1,13)=6.350$, $p=.026$, $\eta_p^2=.328$)、移動手段×路面の交互作用 ($F(1,13)=1.809$, $p=.202$, $\eta_p^2=.122$) は有意ではなかった。

表3 ふらつき (cm)

	電動キックボード	自転車	平均
平坦	6.330	7.266	6.798
凸凹	4.729	4.491	4.610
平均	5.530	5.879	5.705

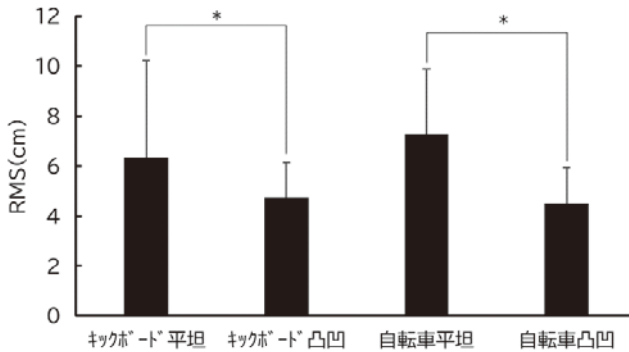


図4 ふらつき

3.3. ブレーキ反応時間

反応時間が2秒以上の場合を遅延反応とした結果、電動キックボード運転時に遅延反応はなく、自転車運転時は全体で4回の遅延反応が見られた。これらの遅延反応を除外した上で、平均値を算出したのが表4、図5である。ライトごとに平均値を求めた結果、欠損値の見られた実験参加者が1名いたため、13名分の値を用いている。三要因分散分析の結果、移動手段の主効果のみ有意であり ($F(1,12)=5.888, p=.032, \eta_p^2=.329$)、自転車と比べて電動キックボードの反応時間が有意に短かった。路面の主効果 ($F(1,12)=0.013, p=.910, \eta_p^2=.001$)、ライトの主効果 ($F(1,12)=0.697, p=.560, \eta_p^2=.055$)、路面×移動手段の交互作用 ($F(1,12)=0.496, p=.495, \eta_p^2=.040$)、路面×ライトの交互作用 ($F(1,12)=1.164, p=.337, \eta_p^2=.088$)、移動手段×ライトの交互作用 ($F(1,12)=1.478, p=.237, \eta_p^2=.110$)、路面×移動手段×ライトの交互作用 ($F(1,12)=2.447, p=.080, \eta_p^2=.169$) はいずれも有意ではなかった。

4. 考察

電動キックボードは振動の影響を受けやすく、悪路では手前路面を注視する傾向があるという先行研究の知見¹⁵⁾に従えば、凸凹路面でのライト点灯に対す

表4 ブレーキ反応時間（秒）

		電動キックボード	自転車	平均
平坦	ライト 1 (L1)	0.521	0.582	0.552
	ライト 2 (L2)	0.509	0.550	0.530
	ライト 3 (L3)	0.499	0.634	0.566
	ライト遠方	0.581	0.546	0.563
	平均	0.527	0.578	0.553
凸凹	ライト 1 (L1)	0.544	0.618	0.581
	ライト 2 (L2)	0.490	0.607	0.549
	ライト 3 (L3)	0.489	0.562	0.526
	ライト遠方	0.536	0.610	0.573
	平均	0.515	0.599	0.557
平均		0.521	0.589	0.555

※「ライト遠方」は S1、S2 と接続した L3 点灯時の反応を指す

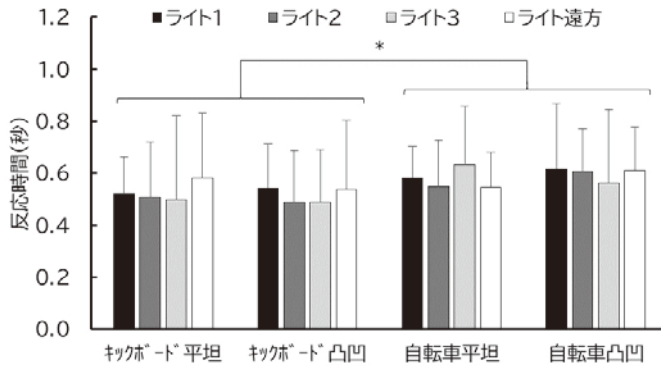


図5 ブレーキ反応時間

る反応時間の遅延が想定されたが、路面状態にかかわらず自転車よりも反応時間が短いという結果となった。この結果は、自転車よりも電動キックボードのブレーキ反応時間が長いという先行研究¹⁶⁾¹⁷⁾とも相違するものであった。

平坦な路面において電動キックボードの反応時間が短い点については、運転負荷の観点から考察が可能である。電動キックボードはペダルを漕ぐという運転動作を必要としないために運転負荷が低い¹⁴⁾。加えて、今回は15km/hで走行することを求めたが、アクセルレバーを下げれば自動的に15km/hで走行できる電動キックボードに比べ、自転車はペダル操作により速度を調整する必要がある。15km/hで走行する練習を行った後に本試行を実施したが、電動キックボードと自転車の走行速度には有意な差が見られ、指定速度である15km/hからのズレも自転車の方が大きかった。ペダルを漕ぐ動作や速度調整が求められる自転車の方が運転負荷が大きく、電動キックボード運転時の方が外界に対してより注意を払うことができた結果、反応時間が短くなったと考えられる。電動キックボードの方がブレーキ反応時間が長いという先行研究¹⁶⁾¹⁷⁾では、聴覚刺激に対するブレーキ反応を求めている。今回はライト点灯という視覚刺激を反応のトリガーとしており、実験方法の違いが結果の違いにつながったと考えられる。なお、飛び出し等の事象に対するブレーキ反応ということを考慮すると、聴覚刺激よりも視覚刺激に対して反応を求める方が、実態に即していると考えられる。

今回は、凸凹路面でも電動キックボードのブレーキ反応時間が短かった。自転車、電動キックボードのいずれにおいても、凸凹路面では平坦な路面と比べてふらつきが小さく、走行速度も低速であった。ふらつきのRMS値が小さいのは、実験参加者が凸凹の路面を走行するにあたり、移動手段にかかわらず、平坦路面よりもまっすぐ走行することにより注意を払ったためと考えられる。

ふらつきや走行速度に路面間の差が見られたということは、本研究で用いた凸凹路面が、平坦路面とは異なる運転を要求した、つまり路面状態が悪いことを示唆するが、それにもかかわらず電動キックボード運転時の反応時間が自転車よりも短いということは、2つの観点から解釈が可能である。1つは路面状態の悪さが、電動キックボード運転時に手前路面を注視させるほどではなかったというものである。今回、凸凹路面として使用したのは砂利路面である。電

電動キックボードの走行位置は、車両区分により異なるが、自転車道や自転車専用通行帯、車両左側端であり、これらは基本的には道路の左端付近となる。道路の端には風雨の影響により砂利が堆積することがあることから、路面状態の悪い道路を一定程度模擬できていると考えられる。ただし、今回は路面状態を定量的に計測していない。アスファルト舗装には、ひび割れやわだち掘れ、補修箇所の凸凹、ポットホールや段差など、様々な損傷が生じるが、これらの損傷が見られる路面と比べれば、路面状態は悪くなかった可能性が高い。2つ目に、凸凹路面をまっすぐ走るために必要な注意の程度がそれほど大きくなかった可能性があげられる。これは1つ目の路面状態の悪さの程度とも関連するが、まっすぐに走行するために求められる注意がそれほど大きくなければ、ライト点灯に対する反応が2つ目の課題として課されても、いずれもパフォーマンスを低下させずに実施することが可能である。

今回は路面状態の評価や注視行動を調べていないため、どちらの解釈がより適切かについては今後のさらなる検討が必要であるが、砂利程度の路面状態であれば、電動キックボードの方が視覚刺激に対するブレーキ反応時間が短いことが明らかになった。

電動キックボードは、その危険性が指摘されることが多いが、本研究の結果は、利用者の情報処理特性という観点で、自転車よりも優れた面がある可能性を示唆する。先行研究との相違が見られるため、同種の研究を積み重ねて結果の妥当性を検証する必要があるが、電動キックボード利用時の運転者の情報処理特性や行動特性を明らかにしていくことは、安全な利用方法の啓発や教育プログラムの開発を進めていく上でも有用な資料となる。さらなる研究の推進により、電動キックボードが安全に利用でき、社会に受け入れられる方法を検討していくことが望まれる。

今後の課題としては、路面状態と運転行動や反応時間の関係をより詳細に把握していくことが求められる。今回は凸凹路面として砂利路面のみを用いたが、ひび割れや段差等のある路面でのデータ収集についても検討する必要がある。その際、路面状態の定量的な表現についても検討が必要であろう。また、路面状態の程度別に注視行動を調べることで、手前路面を注視する傾向がどの程度の路面状態から発現するのかを明らかにすることができ、注視行動とブレーキ

反応時間の関係の検討も可能である。注視行動の計測時は、今回のような他の交通のない状況だけでなく、より日常的な状況の設定も必要である。

5. 結論

電動キックボードと自転車を用い、他の交通のない状況で平坦路面と凸凹路面の直線路の走行を求め、走行路左および正面に設置したライトの点灯に対するブレーキ反応を求めた。その結果、以下の2点が明らかになった。

- ・ 平坦路面において、視覚刺激に対する電動キックボードのブレーキ反応時間は自転車よりも短い
- ・ 路面状態が悪くても、砂利程度の路面状態であれば、視覚刺激に対するブレーキ反応時間は、平坦路面と同様に電動キックボードの方が短い

■ 付記

本研究は、東北公益文科大学 2022 年度学内研究助成を受けて実施したものであり、成果の一部は日本人間工学会第 64 回大会で発表した。なお、本研究の実施にあたり東北公益文科大学の小野桂輔さん、坂井汰我さん、千葉翔太さん、中村駿佑さんの協力を得た。期して感謝する。

■ 引用文献

- 1) Lee, H., Baek, K., Chung, J.-H., & Kim, J. Factors affecting heterogeneity in willingness to use e-scooter sharing services. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.92, 102751, 2021
- 2) Laa, B., and Leth, U. Survey of E-scooter users in Vienna: Who they are and how they ride. *Journal of Transport Geography*, Vol.89, 102874, 2020
- 3) Guo, Y., and Zhang, Y. Understanding factors influencing shared e-scooter usage and its impact on auto mode substitution. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.99, 102991, 2021

- 4) 吉村朋矩．若年層を対象とした電動キックボードの走行調査および利用意向に関する研究．日本都市計画学会中部支部研究発表会論文集，Vol.32, 35-38, 2021
- 5) 吉村朋矩，藤田和秀，三寺潤，池田岳史．一般原動機付自転車扱いの電動キックボード走行体験に基づく評価と今後の利用意向に関する調査．日本都市計画学会中部支部研究発表会論文集，Vol.34, 49-52, 2023
- 6) Pazzini, M., Cameli, L., Lantieri, C., Vignali, V., Dondi, G., & Jonsson, T. Analysis of E-Scooter Users' Behaviour in Trondheim. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol.19, No.12, Article Number 7374, 2022
- 7) 井料美帆，鈴木弘司，川合琉介．電動キックボードの希望通行位置選択に関する要因分析．*IATSS Review*, Vol.46, No.3, 241-249, 2022
- 8) Useche, S.A., O'Hern, S., Gonzalez-Marin, A., Gene-Morales, J., Alonso, F., & Ntephens, A.N. Unsafety on two wheels, or social prejudice? Proxying behavioral reports on bicycle and e-scooter riding safety? A mixed-methods study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol.89, 168-182, 2022
- 9) Stigson, H., Malakuti, I., & Klingegard, M. Electric scooters accidents: Analyses of two Swedish accident data sets. *Accident Analysis and Prevention*, Vol.163, 106466, 2021
- 10) Yang, H., Ma, Q., Wang, Z., Cai, Q., Xie, K., & Yang, D. Safety of micro-mobility: Analysis of E-Scooter crashes by mining news reports. *Accident Analysis and Prevention* Vol.143, 105608, 2020
- 11) Gioldasis, C., Christoforou, Z., & Seidowsky, R. Risk-taking behaviors of e-scooter users: A survey in Paris. *Accident Analysis and Prevention*, Vol.163, 106427, 2021
- 12) 独立行政法人国民生活センター．電動キックボードでの公道走行に注意－公道走行するためには運転免許や保安基準に適合した構造及び保安装置が必要です－．報道発表資料，独立行政法人国民生活センター，2022
- 13) Haworth, N., Schramm, A., & Twisk, D. Changes in shared and private e-scooter use in Brisbane, Australia and their safety implication. *Accident Analysis and Prevention*, Vol.163, 106451, 2021

- 14) 伊藤隆也他 . 電動キックボード利用者の道路交通環境に対する評価要因分析 . 第 63 回土木計画学研究発表会・講演集 . No.PS-1-31, 1-8, 2021
- 15) Trefzger, M., et al. Analysis and comparison of the gaze behavior of e-scooter drivers and cyclists. Depending on road surface quality in a real test environment. Lecture notes in informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik Bonn, 1163-1180, 2021
- 16) Dozza, M., Violin, A., & Rasch, A. A data-driven framework for the safe integration of micro-mobility into the transport system: Comparing bicycles and e-scooters in field trials. Journal of Safety Research, Vol.81, 67-77, 2022
- 17) Dozza, M., Li,T., Billstein, L., Svernlöv, C., & Rasch, A. How do different micro-mobility vehicles affect longitudinal control? Results from a field experiment, Journal of Safety Research, Vol.84, 24-32, 2023