

公道における電動キックボード 走行実証実験に関する考察

立松 秀樹¹・佐々木 啓太²・高山 琴名³
・加藤 明里⁴・田中 淳⁵・鈴木 弘司⁶

¹ 非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 中部支社 総合計画部
(〒450-0003 名古屋市中村区名駅南二丁目 14-19 住友生命名古屋ビル 7 階)

E-mail: tatematsu@oriconsul.com

² 非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 中部支社 総合計画部
(〒450-0003 名古屋市中村区名駅南二丁目 14-19 住友生命名古屋ビル 7 階)

E-mail: sasaki-ki@oriconsul.com

³ 非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 中部支社 総合計画部
(〒450-0003 名古屋市中村区名駅南二丁目 14-19 住友生命名古屋ビル 7 階)

E-mail: takayama-kt@oriconsul.com

⁴ 非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 中部支社 総合計画部
(〒450-0003 名古屋市中村区名駅南二丁目 14-19 住友生命名古屋ビル 7 階)

E-mail: katoh-ar@oriconsul.com

⁵ 会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 中部支社 総合計画部
(〒450-0003 名古屋市中村区名駅南二丁目 14-19 住友生命名古屋ビル 7 階)

E-mail: tanaka-at@oriconsul.com

⁶ 正会員 名古屋工業大学大学院准教授 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

E-mail: suzuki.koji@nitech.ac.jp

わが国では、近年様々な電動モビリティが開発され、次世代モビリティとしての普及が期待されている。また、警察庁では、多様なモビリティの安全性と快適性の確立に向けた交通ルールの見直し等の検討が進められ、2021年12月に「多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会」の報告書が公表されるなど普及にむけた検討が進められている。そこで、次世代モビリティが普及した際にも安心して利用できる道路空間の在り方の明確化を目的に、公道で電動キックボードを走行させ現況の道路空間を評価する実証実験を行った。

本稿は、実証実験の内容及び実証実験により明らかになった、電動キックボード混在下で想定される影響・課題を紹介し、想定される影響や課題を踏まえ、今後の道路空間整備における留意事項等を整理したものである。

Key Words: *electric kickboard, next-generation transportation, road space, demonstration experiment, bicycle*

1. はじめに

わが国では、近年、少子高齢化や人口減少が急速に進んでいるなかで、新たな交通手段として、超小型モビリティが開発されており、次世代のモビリティとしての普及が期待されている。

警察庁では、「多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会」において多様なモビリティの

安全性と快適性を確立するための交通ルールの見直し等の検討が進められており、また、国内の各地において公道での電動キックボードの実証実験が行われているなど普及に向けた取り組みが進められている。

しかし一方で、利用者の増加に伴い、一部地域では電動キックボード等の利用者による交通違反や交通事故が発生しており²⁾、海外では死亡事故も発生している³⁾など、電動キックボードも含め多様な道路利用者が安全に利用

できる道路空間の整備が求められている。

電動キックボードの走行空間に関する既往研究としては、伊藤ら³⁾による電動キックボード走行者の快適性評価と道路構造・交通状況等の環境要因との関係等の研究、井料ら⁴⁾による電動キックボードの走行位置の選択に関する研究がある。しかし、電動キックボードと自転車の交通特性の比較や、安全性や快適性に影響を与える要因の詳細な評価に関する研究は限られている。

そこで、次世代モビリティ混在下に安心して利用できる道路空間のあり方を明確化することを目的に、2021年10月に豊田市内の一般道において電動キックボードを走行させる実証実験を実施した。先行研究⁵⁾においては、電動キックボードが自転車通行空間を走行する際の課題や、電動キックボード利用者の安全性・快適性の評価や走行時における危険事象等の課題について報告した。

本稿では、電動キックボードと自転車の交通特性の比較分析結果及び電動キックボードの安全性や快適性に影響を与える潜在的な要因の分析結果を報告する。

告書を踏まえ、15km/hを上限とし、指定のルートを2周した。また、被験者には事前に電動キックボードの走行練習を行っていただき、原動機付自転車と同様の走行ルールで走行していただくよう説明した。走行位置は指定せず被験者の走行したい位置を走行していただいた。

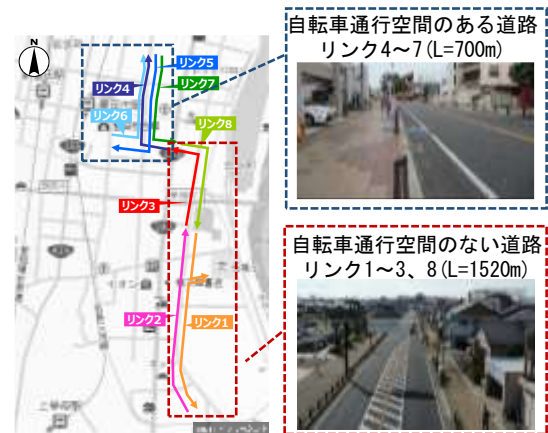


図-1 位置図⁵⁾

表-1 使用した電動キックボードの諸元⁵⁾

車名	Rimo Light Pro (タイプⅠ)	Rimo Light2 (タイプⅡ)
写真		
重量	17.2kg	13.7kg
最高速度	20km/h	20km/h
タイヤ	前10 後10(inch)	前8.5 後8.5(inch)
航続可能距離	40km	20km

2. 実証実験の内容

(1) 実証実験の場所

実証実験は、2021年10月27日(水)に愛知県豊田市の一般道において実施した。対象とした道路は自転車通行空間(矢羽根が整備された道路)約700m、自転車通行空間のない道路約1500m、合計約2200mの区間を走行した(図-1)。なお、走行ルートは自転車通行空間の有無や車道幅員によって8つのリンクに分けた。

(2) 実証実験で使用した電動キックボード

実証実験では表-1に示すとおり、電動キックボードのタイヤサイズが異なる、Rimo Light Pro、Rimo Light 2の2種類の電動キックボードを使用した。また、使用した電動キックボードについては、株式会社ゴールドストーンブラザーズよりお借りしたものである。

(3) 実施方法

実証実験は表-2に示す30代、40代の10人のモニターにより実施した。自動車と電動キックボードで走行ルートを走行し、各走行後にアンケート調査を行った。また、走行時の状況を観測するため、電動キックボード走行者のヘルメットにGoPro、走行ルート沿道にビデオカメラを設置した。なお、走行順序は、先に電動キックボードで走行するグループと、先に自動車で走行するグループに分けた。

電動キックボードの走行速度は、「多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会」の中間報

表-2 モニターと使用した電動キックボード及び走行順序⁵⁾

No	年代	性別	電動キックボード種別	走行順序
1	40代	男性	タイプⅠ	自動車⇒電動キックボード
2	40代	女性	タイプⅠ	自動車⇒電動キックボード
3	40代	男性	タイプⅡ	自動車⇒電動キックボード
4	40代	男性	タイプⅡ	自動車⇒電動キックボード
5	30代	男性	タイプⅡ	自動車⇒電動キックボード
6	30代	男性	タイプⅠ	電動キックボード⇒自動車
7	30代	女性	タイプⅠ	電動キックボード⇒自動車
8	30代	女性	タイプⅡ	電動キックボード⇒自動車
9	40代	女性	タイプⅡ	電動キックボード⇒自動車
10	40代	女性	タイプⅡ	電動キックボード⇒自動車

(4) 効果検証方法

a) アンケート調査

電動キックボードの走行性や快適性について、走行後のモニターにアンケートを実施した(表-3)。1周走行ごとに1度ずつ計2回、走行時に撮影した実際の映像を見ながら行った。走行ルートリンク1~8について、走行性等を7段階で評価した。

またアンケート項目については、伊藤ら³⁾による電動キックボード利用者の快適性評価と道路構造・交通状況等の環境要因との関係等の研究や、鈴木ら⁶⁾による心拍変動を用いた自転車利用者の幹線街路評価に関する研究を参考に設定した。

b) ビデオ調査

走行ルート上にビデオカメラを設置し(図-2, 図-3)、表-4の項目について、読み取りを行った。読み取りにあたっては、アンケート調査同様リンク毎に集計した他、電動キックボードと自転車の特性の分析にあたっては、ビデオの設置箇所毎に集計を行った。

① 電動キックボード・自転車の走行位置

電動キックボード・自転車が自転車通行空間と車道のどちらを走行したか、自転車通行空間が無い場合は路肩と車道のどちらを走行したかを読み取った(図-4)。

表-3 電動キックボード走行後のアンケート⁵⁾

No	項目	質問内容
1	<単路部> 走行しやすさ	<ul style="list-style-type: none"> ■路面舗装による振動 段差や路面舗装から生じる振動による走りづらさ ■路上障害物の存在 路上障害物の存在による走りづらさ
2	<交差点【直進時】> 左折車に対する危険度	■左折車との交錯 交差点直進時における左折車との交錯に対する危険度
3	<交差点【左折時】> 歩行者の見やすさ	■左折時の歩行者の存在 左折時の歩行者の存在の確認しやすさ
4	<リンク全体> 安全性・快適性	■安全性評価・快適性評価 リンク全体の安全性・快適性についての総合評価



図-2 ビデオ位置図



図-3 ビデオ画角

表-4 ビデオ調査内容

No	項目	調査内容
1	電動キックボード・自転車の走行位置	・走行位置 (自転車通行空間 or 車道)
2	自動車への円滑性	・電動キックボード・自転車の走行速度, 車群形成回数
3	電動キックボード・自転車の安全性	・自動車による電動キックボード・自転車の追い越し回数, 離隔距離
4	電動キックボード・自転車の無理な交差点進入	・交差点内の捌け残り台数



図-4 電動キックボード・自転車の走行位置⁵⁾

② 自動車への円滑性

電動キックボード・自転車の走行速度及び電動キックボード・自転車の後ろに車群が形成された回数を読み取った (図-5)。

③ 電動キックボード・自転車の安全性

自動車が電動キックボード・自転車を追い越した回数及び追い越し時の離隔距離を読み取った (図-6)。離隔距離は電動キックボード (又は自転車) の前輪と地面の設置点、自動車の左側後輪と地面の設置点の距離を計測した。

④ 電動キックボード・自転車の無理な交差点進入

赤信号になった際の交差点内の電動キックボード・自転車の捌け残り台数を読み取った (図-7)。

3. 実証実験の検証結果

(1) 電動キックボードと自転車の交通特性の比較分析

電動キックボードが自転車通行空間を走行するにあたり、別途配慮すべき事項等の有無を明らかにするため、自転車との相違点を分析した。

a) 走行速度

今回の実証実験においては、被験者に上限15km/hで走行するように条件を設定したため、電動キックボードの走行速度は平均約14.3km/hであった (図-8)。一方、自転車の走行速度は平均約17.7km/hであり (図-9)、電動キックボードの走行速度は、自転車と比較して低い結果となった。

また、変数1を電動キックボードの走行速度、変数2を自転車の走行速度としてt検定を行ったところ、P値が0.01より小さく、2変数間に有意な差がみられることが分かった (図-10)。



図-5 車群形成回数⁵⁾



図-6 自動車の電動キックボード・自転車の追い越し回数、離隔距離⁵⁾



図-7 交差点内の捌け残り台数⁵⁾

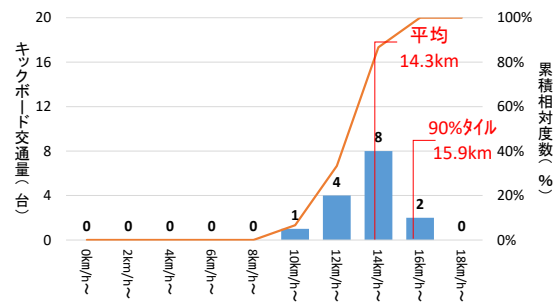


図-8 電動キックボードの走行速度

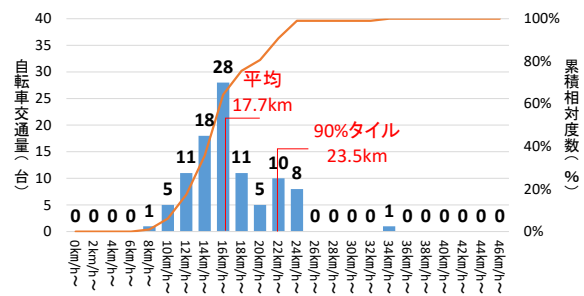


図-9 自転車の走行速度

	変数 1	変数 2
平均	14.271	17.667
分散	2.214	17.545
観測数	15	98
t	-5.942	
P(T<=t) 両側	1.793×10^{-7}	

図-10 電動キックボードと自転車の走行速度の有意差

b) 走行位置

電動キックボードと自転車の走行位置を分析すると、電動キックボードは自転車通行空間の利用率が若干低い結果となった(図-11, 図-12)。

これは、後述における結果から電動キックボード利用者は路面振動の影響を受けやすく、電動キックボード走行時は自転車通行空間上にあるマンホール等の障害物を避けていることが要因と考えられる。

c) 自動車の車群形成回数

電動キックボードと自転車が走行することによる自動車の車群形成回数を分析すると、電動キックボードと自転車で車群形成頻度に大きな違いは無い結果となった(図-13, 図-14)。

d) 自動車の追い越し回数

電動キックボードと自転車を対象にした自動車の追い越し台数を分析すると、電動キックボードは自転車と比較し追い越される台数が多い(図-15, 図-16)。

これは、電動キックボードは自転車と比較し速度が遅いためと考えられる。

e) 離隔距離

電動キックボード及び自転車が自動車に追い越される際の自動車との離隔距離を分析すると、平均値は電動キックボードが約2.0m、自転車が約1.9mと差はないが、90%タイル値は電動キックボードが2.9m、自転車が2.4mと、電動キックボードの方が大きい(図-17, 図-18)。

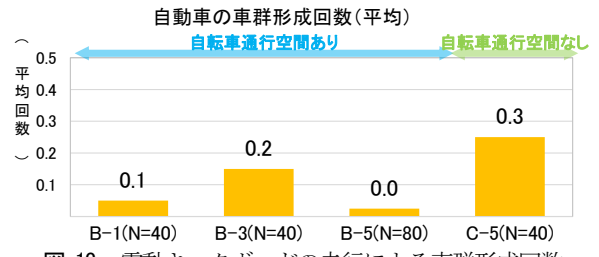


図-13 電動キックボードの走行による車群形成回数

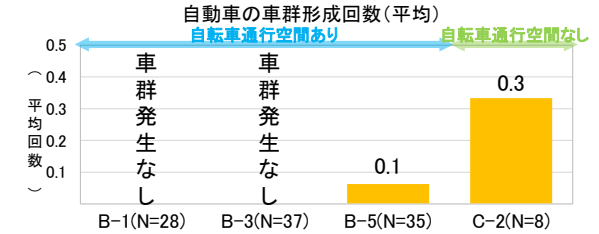


図-14 自転車の走行による車群形成回数

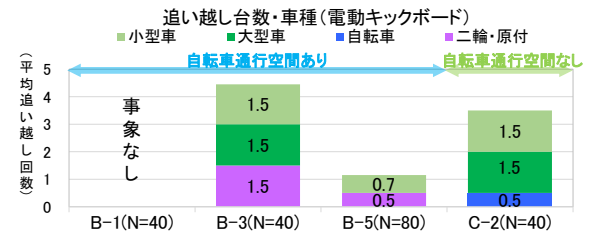


図-15 自動車の追い越し台数・車種 (電動キックボード)

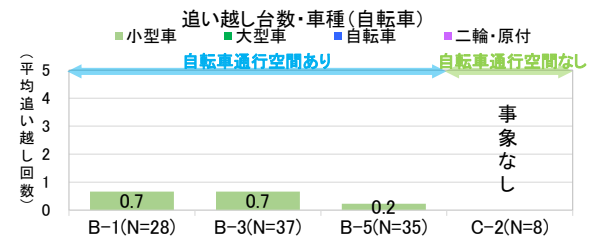


図-16 自動車の追い越し台数・車種 (自転車)

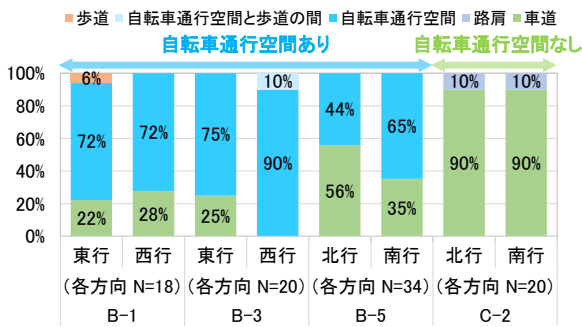


図-11 電動キックボードの走行位置

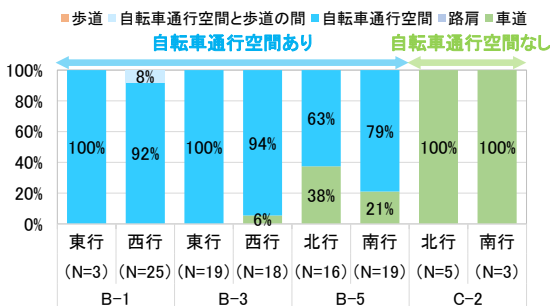


図-12 自転車の走行位置

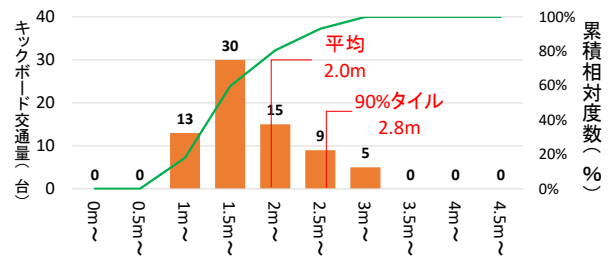


図-17 自転車と電動キックボードの離隔距離

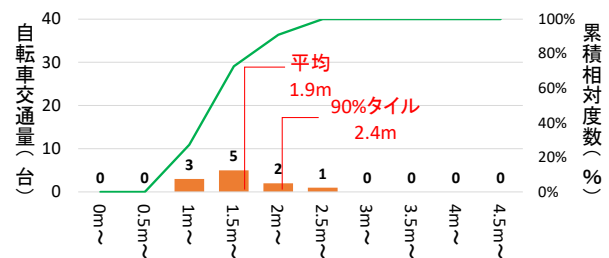


図-18 自動車と自転車の離隔距離

しかし、変数1を電動キックボードと自動車の離隔距離、変数2を自転車と自動車の離隔距離としてt検定を行ったところ、P値が大きく、2変数間に有意な結果は見られなかった(図-19)。

f) 交差点内の捌け残り台数

交差点内の捌け残り台数を分析すると、電動キックボードは捌け残りが発生したが、自転車は捌け残りが発生しなかった(図-20)。

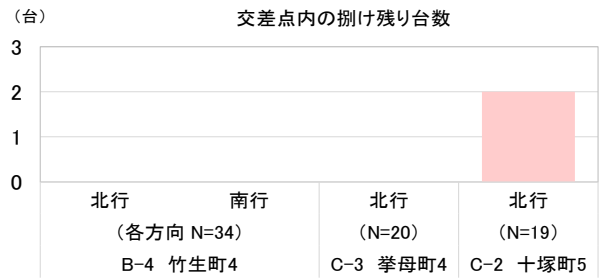


図-20 電動キックボードの交差点内の捌け残り台数

(2) 安全性・快適性に関する分析

アンケート調査結果をもとにリンク毎の安全性、快適性の総合評価に影響を与える要因を明確化するため、安全性評価、快適性評価を目的変数として共分散構造分析を行った。分析に当たっては、道路の構造や状況などの道路環境や、自動車等の他の道路利用者の存在、個人属性が安全性評価や快適性評価に影響を与えると想定されることから、それらを加味した潜在変数を設定した。

共分散構造分析において、採用した説明変数を表-5に示す。

なお分析に当たっては、系列間隔法を用いてアンケートの7段階評価を100点満点の間隔尺度に変換し、定量化したデータで評価を行った。

はじめに、「路面舗装による振動」と「路上障害物の存在」を集約した潜在変数「道路環境」を設定し、分析した結果、「道路環境」は、「安全性評価」、「快適性評価」の両方と相関がみられる結果となった(図-21)。

次に、「追い越され回数」、「左折車との交錯」、「左折時の歩行者の存在」を集約した潜在変数「自動車等との関係」を設定したうえで、「走行順序」や「性別」、「走行位置」の個人属性を追加して分析した結果、潜在変数の「自動車等との関係」や「走行順序」と「快適性評価」に相関がみられた(図-22)。

表-5 共分散構造分析における説明変数の内容

説明変数	説明
路面舗装による振動	段差や路面舗装から生じる振動による走りづらさの評価
路上障害物の存在	路上障害物が存在による走りづらさの評価
左折車との交錯	交差点直進時における左折車との交錯に対する危険度の評価
左折時の歩行者の存在	左折時の歩行者の存在の確認しやすさの評価
追い越され回数	単路部走行時に自動車に追い越された回数
走行順序	電動キックボードか自動車のどちらを先に走行したか
性別	モニターの性別
走行位置	各リンク走行時の走行位置

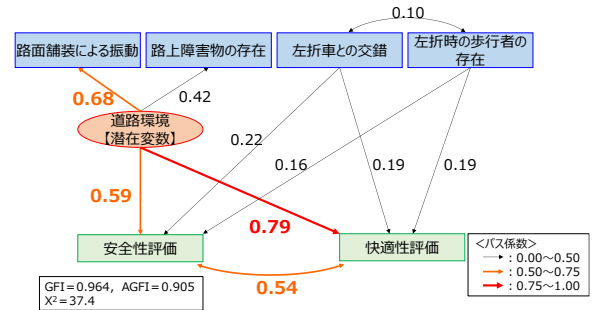


図-21 共分散構造分析結果(道路環境)

	変数 1	変数 2
平均	1.9799	1.8629
分散	0.2949	0.2084
観測数	72	11
t	0.771	
P(T<=t) 両側	0.453	

図-19 自動車と自転車の離隔距離

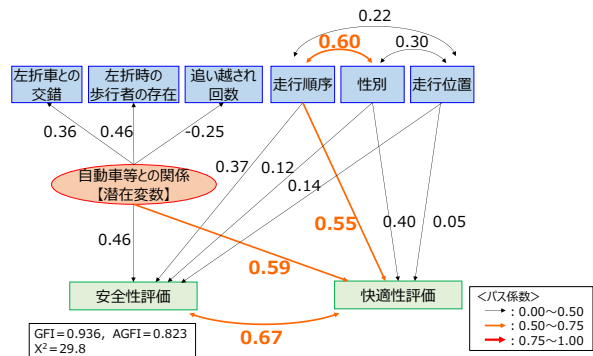


図-22 共分散構造分析結果(自動車等との関係・個人属性)

4. おわりに

本実証実験は、豊田市内の一般道において、電動キックボードでの走行を行い、電動キックボードと自転車の交通特性の違いの分析及び電動キックボードの走行に関する安全性・快適性等の評価を行ったものである。

電動キックボードと自転車の走行位置をみると、電動キックボードは自転車通行空間ではなく、車道を走行するケースも多くみられた。これはマンホール等による路面の凹凸の影響と推測されるため、今後、自転車通行空間整備時において、特に電動キックボードの走行も想定される場合は、凹凸への配慮が必要と考えられる。

更に、自動車が電動キックボードを追い越す際の離隔距離は平均約2.0mとなっており、自転車を追い越す際の離隔距離よりも大きい。そのため、電動キックボードの走行も考えられる自転車専用通行帯の整備時には可能な限り「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン⁷⁾」の原則の幅員である1.5m以上での整備により極力自動車が追い越す際に離隔距離が確保できることが望まれる。

また、安全性・快適性についての共分散構造分析からも、安全性・快適性は「路面舗装による振動」や「路上障害物の存在」に関する「道路環境」と相関がみられ、電動キックボードの普及にあたっては、電動キックボードが走行しやすい安全・快適な道路環境の形成が必要であることに加え、「自動車等との関係」と快適性評価にも相関がみられることから、電動キックボードが利用しやすい道路空間を整備する際には、電動キックボードが自動車等の走行に与える影響を抑制するとともに、自動車や歩行者等の他の道路利用者との交錯や接触の危険性を軽減し、安心して走行できる空間を形成するための検討が必要と考えられる。

本実験は「多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会」の中間報告書結果を踏まえ、電動キックボードの速度を 15km/h と設定した。今後は、最

終の報告書の結果を踏まえ、電動キックボードの速度 20km/h で走行した場合の評価も分析する必要がある。

謝辞：本実証実験を実施するにあたっては、豊田市役所の方々にご協力いただきました。また、使用した電動キックボードは株式会社ゴールドストーンブラザーズにお貸ししていただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 警察庁：多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会 報告書，警察庁HP
<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/council/houkokusyo.pdf>, 2021.
(2022.9.20閲覧)
- 2) 警察庁：電動キックボード等に係る広報啓発活動の推進等について（通達），警察庁HP,
<https://www.npa.go.jp/laws/notification/kickboardkeihatsu.pdf>, 2021.
(2022.9.20閲覧)
- 3) 伊藤隆也，川合琉介，鈴木弘司，吉岡慶祐：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，2021.
- 4) 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最新号，Vol.46 No.3, P241-249, 2022
- 5) 佐々木啓太，立松秀樹，田中淳，高山琴名，鈴木弘司：次世代モビリティを踏まえた道路空間のあり方に関する実証実験，第42回交通工学研究会論文集，p737-743, 2022
- 6) 鈴木弘司，今井克寿，藤田素弘：心拍変動を用いた自転車利用者の幹線街路評価に関する研究，土木学会論文集D3（土木計画学），Vol.69, No.5, 1_857-1_867, 2013.
- 7) 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，
<https://www.mlit.go.jp/road/road/bicycle/pdf/guideline.pdf>, 2016
(2022.9.20閲覧)

(2022. 9. 30. 受付)

CONSIDERATION OF THE ELECTRIC KICKBOARD DEMONSTRATION EXPERIMENT ON PUBLIC ROADS

Hideki TATEMATSU, Keita SASAKI, Kotona TAKAYAMA,
Akari KATO, Atsushi TANAKA and Koji SUZUKI

In Japan, various types of electric mobility have been developed in recent years and are expected to spread as next-generation mobility. In addition, the National Police Agency is currently reviewing traffic rules to establish safety and comfort for various types of mobility. And it published the report about the paradigms of Traffic Rules for Various road users, and other studies are in progress to promote the spread of mobility. Considering this situation, we conducted a demonstration experiment which evaluated the road space by running electric kickboards to figure out the paradigms of a safe road space.

In this paper, we introduced the contents of this demonstration experiment, and also introduced effects and issues which can be possibly brought by electric kickboards mixed flows on public roads. Furthermore, we summarize the considerations on the public road improvement in the future.