

車載カメラを用いた電動キックボードの走行挙動計測に関する基礎的研究

Basic study on measurement of riding behavior of electric kickboard using vehicle-mounted camera

室蘭工業大学建築社会基盤系学科 ○学生員 日原弘貴 (Hirohisa Hihara)
室蘭工業大学大学院工学研究科 正会員 浅田拓海 (Takumi Asada)

1. はじめに

昨今、電動キックボード（以下、電動 KB）のシェアサービスが世界各国で普及している。電動 KB は、軽量かつコンパクトで気軽に利用できるため、通勤、通学や観光地におけるラストワンマイルの移動手段として注目を集めている。一方、電動 KB の急速な普及は混乱を招いており、車や歩行者との接触、衝突、また、舗装損傷箇所での転倒事故が発生しており、安全性に懸念が残されている¹⁾。日本の法律では、モーターの定格出力が 0.6kw 以下の電動 KB は、道路交通法及び道路運送車両法上の原動機付自転車に該当し、車道走行が義務付けられている。2021 年 4 月には、国家公安委員会及び国土交通省において、「道路交通法施行規則」及び「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令」の適用に関して新たな特例措置が講じられ、特例電動 KB の安全性について実証実験により検証している。しかしながら、現在のところ、電動 KB の利用意識に関する調査²⁾は報告されているものの、走行挙動に関する実験や分析の事例は少ない³⁾。多様な道路環境において走行挙動計測を行い、道路状況や舗装損傷の影響を評価できれば、走行環境の整備、経路案内、運転者講習などの安全対策につながる。そこで、本研究では、電動 KB の走行挙動データを簡易に収集するための仕組みとして、車載カメラを用いた計測方法について検討する。さらに、走行実験を実施して、道路環境が走行挙動に及ぼす影響について分析し、本方法の有効性について確認する。

2. 方法

本研究では、図-1 に示す電動 KB「COSWHEEL EV Scooter」を実験に使用した。車両寸法は全長 1170mm、全幅 580mm、全高 1000mm であり、総重量は 22kg、タイヤサイズは 10×2.5 インチである。最大速度のモードは、低速（23km/h）、中速（32km/h）、高速（45km/h）から選択でき、本研究では低速モードで実験を行った。走行中のハンドル部および運転者頭部の振れや振動を計測するため、それぞれに市販カメラ（GoPro HERO8）を設置した（図-1）。このカメラは、動画撮影と位置情報取得（20Hz）に加えて、加速度（200Hz）やジャイロセンサーによる角速度（400Hz）の計測が可能である。

実験は、2021 年 10 月の晴天日昼間に実施し、室蘭工業大学敷地内に設定した実験コース（約 450m）で実施した。被験者は普通自動車免許を持っている男子学生 3 名（被験者 A, B, C）と女子学生 2 名（被験者 D, E）の計 5 名である。全員が電動 KB の未経験者であったため、事前に十分な練習走行を行ってから、実験走行を 7



図-1 実験に用いた電動 KB とカメラ

回行ってもらった。最後の 5 回分を分析に用いる。また、被験者には、一時停止や左右確認を徹底し、安全に走行できる速度で走行してもらい、走行位置は車道の左側と指示した。道路環境は、現地や動画で確認を行い、右左折、一時停止、路上駐車、舗装ひび割れが著しい箇所などを位置データとして整理した。

3. 実験結果および考察

計測したハンドル部および頭部の上下方向の加速度および鉛直方向を軸とした角速度を 1 秒毎に分割し、それぞれ標準偏差（以下、ACC, GYR）を算出し、道路環境データと統合した。

一例として、被験者 B の計測結果と道路環境を図-2 に示す。ハンドル部および頭部の ACC は、舗装ひび割れ箇所や段差部で大きくなっており、舗装損傷が車体に加えて頭部にまで大きな振動を生じさせていることがわかる。一時停止時に発生している頭部の ACC は停車時、片足を地面に下ろすために発生したものである。ハンドルの GYR は、路上駐車箇所、対向車とのすれ違い時、一時停止箇所で大きくなることがわかる。このような、回避行動や停止を行う場合、バランスを崩しやすい状況になるといえる。頭部の GYR は路上駐車箇所、車両とのすれ違い箇所に加えて、右左折時の左右確認を行うときに大きくなることがわかる。

代表的な道路環境におけるハンドル部および頭部の挙動を図-3、図-4 に示す。オレンジは対象道路環境下での ACC あるいは GYR であり、青はそれ以外の区間での値を示す。一時停止箇所の両部の GYR は、非一時停

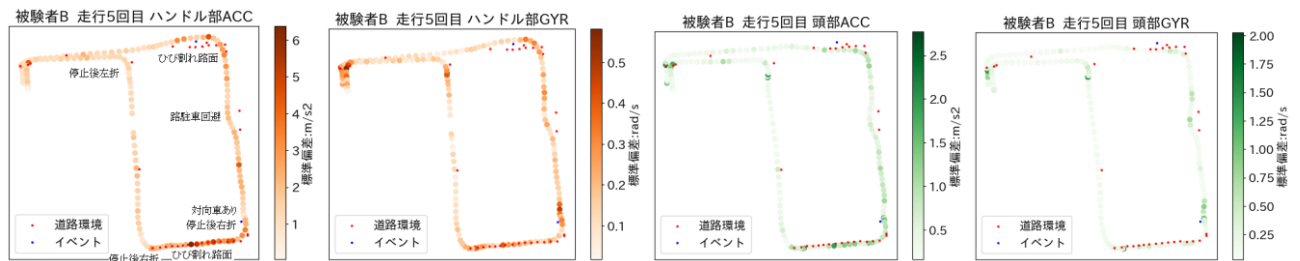


図-2 走行中のハンドル部および頭部の挙動（一例）

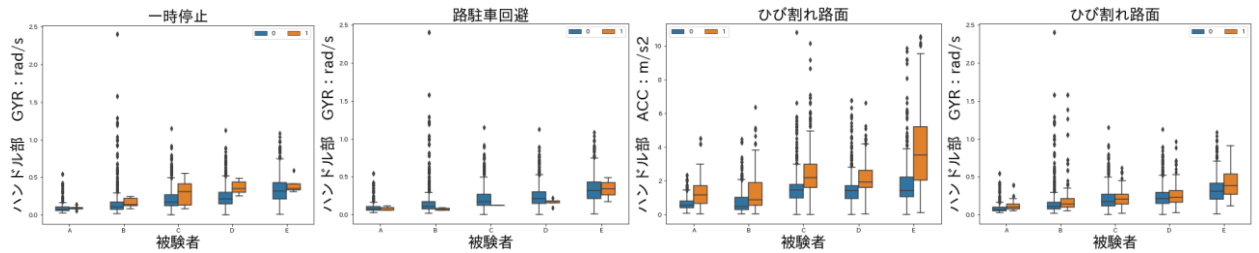


図-3 ハンドル部の挙動と道路環境の関係

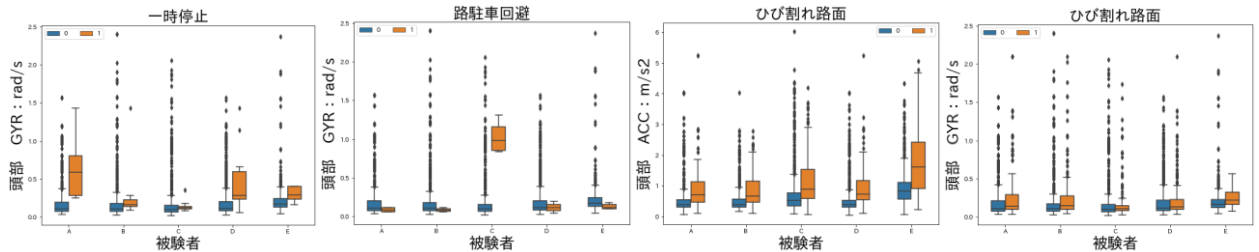


図-4 頭部の挙動と道路環境の関係

止箇所よりも大きくなった被験者が多い。一時停止箇所では、速度低下によってハンドルの振れが発生し、さらには左右確認のため頭部の振りが発生したと考えられる。次に、路上駐車箇所では、特に、被験者 C の頭部の GYR が著しく大きくなった。動画を確認したところ、この被験者 C は、路上駐車箇所の手前で、ミラーではなく直接後方確認を行っていた。一方、ハンドル部 GYR は他の被験者と同様に大きな値となっていない。後方確認により頭を大きく後ろに向けてもハンドルの振れは発生しにくく、安定した走行と言える。最後に、舗装ひび割れ箇所では、ほとんどの被験者において両部の ACC が大きいことがわかる。これは、単に、路面凹凸が上下方向の振動を発生させたためである。注目すべきは、ハンドル部の GYR であり、若干ではあるが舗装ひび割れ箇所で大きくなっている。電動 KB は自転車などと比較してタイヤの径が小さいため、路面損傷は、振動による走行快適性の低下だけではなく、走行安定性にも影響を及ぼすことが示唆される。

4. まとめ

本研究では、電動 KB の走行挙動データを簡易に収集することを目的として、車載カメラを用いた計測方法について検討した。また、走行実験を行って、道路環境が走行挙動に及ぼす影響について分析し、本方法の有効性について確認した。その結果、電動 KB の速度が低下し

た場合やひび割れ路面を走行した場合、通常走行時よりも挙動が不安定になることが明らかとなった。また、障害物を回避する場合に直接後方確認を行っても安定して走行できることも明らかとなった。以上のように、簡易なカメラであるが、電動 KB 走行時の挙動を容易に計測できることが示された。

なお、本研究では大学敷地内での限定的な実験に終わったが、今後は、被験者を増やし、公道を含む多様な道路条件において実験を行う予定である。電動 KB の普及が進んでいる海外では、舗装損傷部で転倒が多いという調査報告⁹⁾もあり、それは、舗装老朽化が進む我が国においても大きな問題となる。特に、生活道路や観光路線を対象に、舗装に着目した実験を行いたい。

参考文献

- 1) 後藤りえ, 谷口綾子: 諸外国における電動キックボードの導入実態と社会的受容, 第 64 回土木計画学研究発表会講演集, CD-ROM, 2021.
- 2) 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 No.32, pp.35-36, 2021.
- 3) 鈴木一史, 電動キックボードすれ違い時の工作回避特性と利用者不安感の分析, 第 64 回土木計画学研究発表会講演集, CD-ROM, 2021.