自転車との比較に基づく電動キックボードの回避特性と不安感に関する分析

群馬工業高等専門学校　学生会員　○守田　佳弘　　群馬工業高等専門学校　正会員　鈴木　一史

1. はじめに

近年，海外主要都市において電動キックボード(以下，電動 KB)のシェアリングサービスが急速に普及しており，既存公共交通のラストワンマイルの移動手段として注目されている．わが国においても都市部を中心にシェアリングサービスが導入されつつあり，2020 年 10 月には産業競争力強化法に基づく新事業特例制度を活用し，一部地域では自転車専用レーンでの走行も可能な公道走行実証実験が始まっている．一方，わが国では電動 KB は原動機付自転車に該当するものの，必ずしも道路空間上でのモビリティとしての位置づけは明確ではなく，歩行者との混在環境下での影響も十分に明らかになっていない．類似の小型電動モビリティであるセグウェイについては既往研究[例えば 1)2)]がみられるものの，電動 KB については十分な検討がなされていない．

そこで本研究では，電動 KB が歩行者を回避する場合，歩行者が電動 KB を回避する場合のそれぞれについて，回避時の走行挙動と回避時に利用者が感じる不安感について，自転車との比較に基づく走行実験を通じて明らかにすることを目的とする．

2. 研究方法

2.1 実験場所および実験パターン

本研究では，高専構内に 40m×3.5m のコース(図 1)を作成し，電動 KB・自転車と歩行者を交錯させる実験を行う．被験者は電動 KB の乗車経験のない群馬高専の学生 5 名(19～21 歳，男性 3 名/女性 2 名)とする．実験パターンは表 1 に示す通り，被験者が自転車または電動 KB の運転者として歩行者を回避する場合，被験者が歩行者として自転車または電動 KB を回避する場合の 4 種類とし，それぞれについて進行方向，走行速度，走行位置を変えた合計 30 パターンを設定する．実験に使用する電動 KB は Segway-Ninebot 社 Kickscooter E25(図 2(a))であり，自転車は電動アシスト機能のない一般的なシティサイクルを用いる．被験者が自転車で走行するときの速度は特に指定せず，被験者が普段運転するときの速度とし，電動 KB で走行するときは電動 KB に付属のクルーズコントロール機能を用い，低速(8km/h)または高速(16km/h)の 2 種類とする．被験者は図 1 に示すように事前に指定された走行位置に沿って走行するよう指示し，回避対象に接近して危険を感じた時点で回避挙動をとり，再び元の走行位置に復帰するよう指示した(図 2(b))．なお，実験で使用する自転車および電動 KB に習熟してもらうため被験者には慣らし走行をしてもらい，被験者が運転操作に十分に慣れた後に実験を開始するものとする．

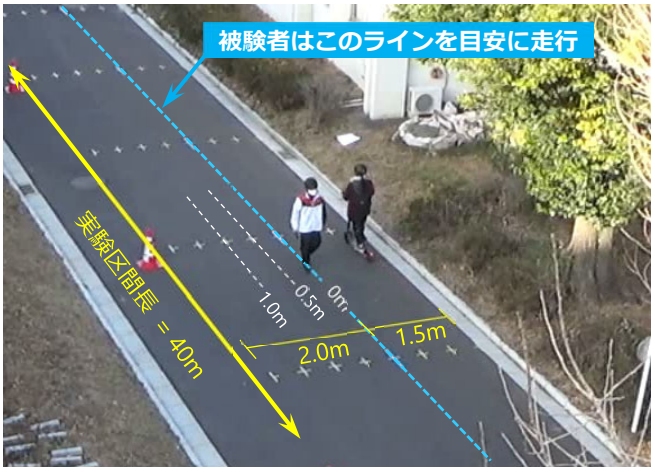

図 1　実験フィールドのレイアウト

表 1　本研究で考慮する要因・水準と実験パターン

被験者	回避対象	進行方向	走行速度※	走行位置[m]	パターン数
自転車	歩行者	対面/追越	任意	0 / 0.5 / 1.0	6
電動 KB	歩行者	対面/追越	高速/低速	0 / 0.5 / 1.0	12
歩行者	自転車	対面	高速/低速	0 / 0.5 / 1.0	6
歩行者	電動 KB	対面	高速/低速	0 / 0.5 / 1.0	6

※低速＝8km/h，高速＝16km/h，任意＝被験者が自転車で普段走行する際の速度を目安

(a) Kickscooter E25
(出典：Segway-Ninebot 社)

(b) 交錯回避実験のイメージ
(電動 KB×歩行者/対面/低速/1.0m の場合)

図 2　実験で用いる電動キックボードと回避実験イメージ

2.2 収集データ

被験者に対しては，実験の開始前と終了後にアンケートに回答してもらうとともに，各実験パターン終了の都度，交錯回避時に感じた不安感を 5 件法により尋ねる．また，被験者や回避対象の位置・速度データを取得する

キーワード　電動キックボード，自転車，回避，歩行者，不安感
連絡先　〒371-8530　群馬県前橋市鳥羽町 580　群馬工業高等専門学校　TEL. 027-254-9000　E-mail：ksuzuki@gunma-ct.ac.jp

ため，校舎屋上にビデオカメラを複数台設置し，専用のビデオ画像処理システムを用いて，カルマンスムージング補間により 1/30 秒単位の移動軌跡データを抽出する．

3. 実験結果および考察

3.1 走行軌跡データに基づく交錯回避挙動

対面走行時の走行軌跡データより，交錯回避対象を基準とした相対距離ベースでの全被験者の走行軌跡（平均値）を**図 3** に，実験パターンごとの交錯回避時の側方距離の平均値を**表 2** に示す（追越の実験結果は本稿では割愛）．**図 3** より，交錯回避対象との距離が近いほど回避時の側方距離は大きく，走行速度が低いほど手前側から早めに交錯を回避していることがわかる．また，**表 2** より，被験者が自転車または電動 KB を運転しているときの側方距離を比較すると，自転車と電動 KB とで側方距離に大きな差異はみられないことがわかる．被験者が歩行者の場合では，交錯相手が自転車または電動 KB いずれの場合も側方距離は同程度であることがわかる．以上より，運転者または歩行者いずれの場合において，電動 KB は自転車とほぼ同様の回避特性を示す傾向にあるといえる．

3.2 アンケートに基づく交錯回避時の不安感

実験パターンごとの交錯回避時の不安感について，被験者が歩行時の場合を**図 4** に，運転時の場合を**図 5** に示す（図中の数値は 5 名分の不安感 5 段階評価の平均値であり，全く不安でない=1，とても不安=5 とした）．**図 4** より交錯相手との走行位置が被験者に近づくほど，また，走行速度が高いほど被験者の不安感は高まる傾向にあることがわかる．電動 KB に比べて自転車はやや不安感が高い傾向がみられ，自転車は電動 KB よりも車幅が大きいことから，車幅の違いが影響したものと推察される．一方，運転時の不安感である**図 5** より，電動 KB の場合に不安感がやや高い傾向がみられる．この要因として，一般に乗車経験の長い自転車に比べ電動 KB の乗車経験は浅く，不安感が高めに感じられたものと推察される．

4. おわりに

本研究では，電動 KB が歩行者を回避する場合，歩行者が電動 KB を回避する場合の回避特性や不安感について，自転車との比較実験に基づき分析した．その結果，電動 KB の回避特性は自転車とほぼ同様の傾向を示す一方，不安感は電動 KB で歩行者を回避する場合に自転車よりもやや高く，歩行者が自転車を回避する場合に電動 KB よりも不安感がやや高いことがわかった．なお，これらは被験者数 5 名の結果に基づくものであり，今後はさらに被験者を追加して，統計的モデル分析も活用しながら精査していくことが課題として挙げられる．

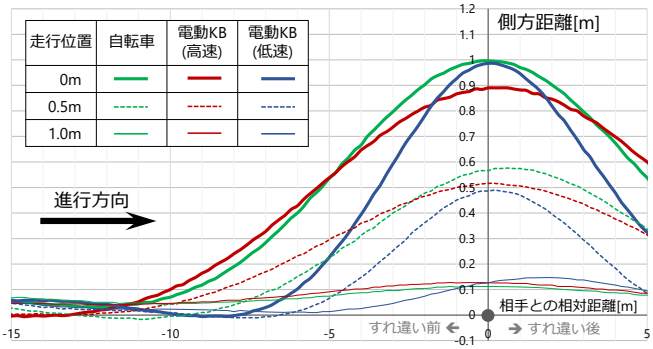

図 3 歩行者回避時の被験者の平均的な移動軌跡

表 2 実験パターンごとの交錯回避時の平均側方距離(m)

実験パターン (下線部は被験者)	走行速度	走行位置 0m	0.5m	1.0m
自転車×歩行者	任意	0.97	0.56	0.09
電動 KB×歩行者	低速	0.95	0.58	0.02
	高速	0.84	0.40	0.07
歩行者×自転車	低速	0.69	0.28	-0.04
	高速	0.72	0.30	-0.04
歩行者×電動 KB	低速	0.79	0.42	-0.03
	高速	0.72	0.30	-0.03

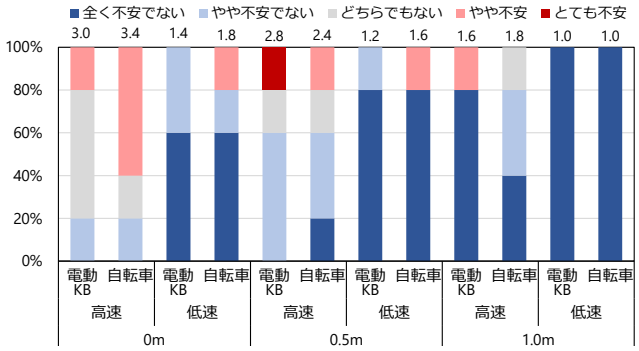

図 4 実験パターン別の歩行時不安感の回答状況

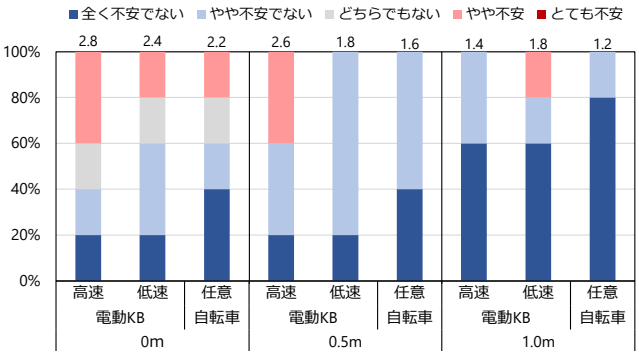

図 5 実験パターン別の運転時不安感の回答状況

参考文献

1) 西内裕晶・塩見康博：乗車経験に着目したセグウェイの走行挙動特性に関する基礎的研究，土木学会論文集 D3，Vol.68, No.5, pp.I_917-I_927, 2012.
2) 井料美帆・ Charitha DIAS・加藤弘則・霜野慧亮・中野公彦：歩行者・自転車に反応するパーソナルモビリティ挙動の実験的分析，生産研究，Vol.68, No.4, ppo.281-284, 2016.
3) 足立健夫・吉村正浩・萩原亨・内田賢悦・加賀屋誠一：歩行者・自転車双方の立場から見た歩道空間における危険感知領域に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集，Vol.23, pp.567-573, 2006.