

電動車いす等の交通事故から想定する 搭乗型移動支援ロボットの危険性

横関 俊也¹

¹正会員 科学警察研究所 交通科学第一研究室（〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1）

E-mail: yokozeki@nrrips.go.jp

近年、様々な搭乗型移動支援ロボットの開発・実用化がなされている。本研究では、搭乗型移動支援ロボットに近いモビリティとして電動車いすを想定し、電動車いすの交通事故を分析することにより、搭乗型移動支援ロボットの安全性を検証することとした。その結果、電動車いすが車道を走行中（横断中を除く）に重傷以上の事故にあいやすいことがわかった。また、歩道があるにもかかわらず、電動車いすが車道を走行している時に発生している事故については、現地の歩道の幅員が狭い、段差や障害物がある等のやむをえない事情により車道を走行して事故にあっていると想定できるケースがあった。そのため、段差のない幅広い歩道網を整備していくとともに、やむを得ず車道を走行するときに備えた車体整備や操作技術の習得等が必要であると考えられた。

Key Words : pedestrian signal, pedestrian safety

1. はじめに

各国において、様々な種類や用途の搭乗型移動支援ロボットの開発・実用化がなされている。セグウェイに代表される立ち乗り型のもの、座りながら搭乗する車いす型のもの、一輪車タイプのもの等がある。これらのモビリティがすでに公道を走行している国もあるが、日本国内においては法規制による影響等もあり、特区等においてのみ公道での実証実験が行われていた¹⁾。しかし、平成27年7月には各種規程²⁾が整備されて、全国の公道での実証実験が可能となった。今後、各地での実証実験をとおして、搭乗型移動支援ロボットの安全性が検証されることで、これらの新しいモビリティが普及していくことも考えられる。

ここで、現在実施されている公道での実証実験においては、通行できる場所は幅員の広い歩道等の安全性の高い道路のみに限定され、さらに、保安要員を配置する等の安全対策を行っていることが多く、交通事故は発生しにくい状況にあると考えられる。そのため、実際に発生した交通事故から走行方法等の安全性を検証することは難しい状況にある。そこで、本研究では搭乗型移動支援ロボットに近いモビリティとして電動車いす等を想定し、電動車いす等の交通事故を分析することにより、搭乗型移動支援ロボットの安全性を検証することとした。

2. 既存研究と本研究の位置づけ

国内における搭乗型移動支援ロボットの交通事故に関する研究は、実証実験以外での公道での走行が行われていないこともあり少ないと考えられる。一方、電動車いす等の交通事故についてはいくつかの実施例がある。交通事故総合分析センターでは⁴⁾平成14年の交通事故統計データを用いて電動車いすの交通事故について分析している。ここでは、電動車いすの交通事故の約58%が交差点内、約28%が横断歩道上で発生していること、やむを得ず直線道路の車道を走行していた電動車いすの後ろから自動車が増突するパターンが多いこと等が指摘されている。大賀らは⁵⁾ハンドル型電動車いすの衝突実験を行っている。電動車いすの側面から自動車を衝突させたところ、電動車いす搭乗者は衝突後、自動車のボンネットに乗り上げて頭部を接触させたあと、自動車の前面に投げ出され、路上に落下する軌跡をとったとしている。このとき、ボンネットでの接触よりも路上に投げ出されることによる衝撃が大きい結果となった。

交通事故以外の搭乗型移動支援ロボットや電動車いす等の走行時の危険性に着目した研究もある。田平・上野は⁶⁾歩道短部の切り下げの勾配と手動及び電動車いす使用者が感じる負担の関係について分析している。その結果、車いす利用者の感じる負担は勾配は障害の程度によ

り大きく異なり、5%程度の勾配であっても負担に感じる使用者がいたとしている。また、切り下げ部においても車いす1台分の水平部を確保することで負担が大きく軽減できるとしている。井料らは⁷⁾パーソナルモビリティビークル（以下、PMVとする）の交錯回避行動について、目的地への予測旅行時間が最短になるように回避行動をする傾向があるとしている。中川らは⁸⁾PMVの大きさとそれに対する歩行者のパーソナルスペースの関係について調査した。車両幅やステップ高さを大きくすると、歩行者のパーソナルスペースも拡大したとしている。溝端・北川⁹⁾は電動車いすの利用者と販売担当者に電動車いすの利用状況、歩道上での問題点等についてアンケートによる調査を行った。その回答からは、歩道を通行しない理由として、歩道が狭い、歩車道境界の段差、歩道上の障害物等の理由が上げられていた。

以上の既存研究から、電動車いす等の利用者は、歩道が狭い、歩道に段差がある等の事情により車道を走行して事故が発生している等の実態が想定できる。しかし、既存研究においては、実際の事故発生地点の状況を踏まえた考察や、他交通モードでの事故の特徴との比較等は十分に行われているとはいえない。本研究では、電動車いす等が関連する事故について、手動車いすの事故等と比較を行うとともに、事故の緯度経度情報から発生地点の道路形状等を詳細にみることで事故に至った要因を詳細に分析することとした。その結果から導き出された電動車いす等の事故発生要因や事故対策のうち、搭乗型移動支援ロボットにおいても共通する点を見出し、搭乗型移動支援ロボット走行時における危険性を低減させる方策を考察することとした。

3. 分析方法

(1) 事故データ等

本研究では、警察庁で整備する交通事故統計（平成30年4月12日のデータ）を事故データとして用いることとした。交通事故統計には、各事故の発生日時、当事者の情報、発生場所、発生要因等のデータが含まれている。H24の交通事故統計からは各事故が発生した地点の緯度経度も記録されるようになり、より詳細な分析が可能となっている。当事者の形態としては、乗用車、貨物車、特殊車、二輪車、軽車両、列車、歩行者等の大きな分類に分けられるが、歩行者の細分類としては、「一般歩行者」、準歩行者とされる「電動車いす」、「手動車いす」、「ローラースケート等（スケートボード、一輪車等を含む）」、「幼児用車（遊戯用の人力模擬車両）」、「その他準歩行者（原付・自転車を引きいている歩行者、乳母車搭乗者及びそれを押す歩行者等）」に分類されて

いる。この中から電動車いす利用者が関連した交通事故を抽出・集計し、手動車いすや一般歩行者等の他形態の歩行者と比較することで、電動車いすの事故の特徴を把握することとした。

(2) 分析対象

交通事故統計における「電動車いす」には、手動の車いすにモータを設置してジョイスティック等の操作で自走が可能にしているいわゆる車いす型のほか、主に高齢者が用いるハンドル型（シニアカー等）も含まれる（図-1参照）。この2種の「電動車いす」は、使用者層や使用方法が異なると想定されるが、双方ともにモータで動く歩行者に準ずるものという点で搭乗型移動支援ロボットと類似することから、ひとつにまとめて分析することとした。



図-1 電動車いすの種類（左：車いす型、右：ハンドル型）

4. 分析結果

(1) 電動車いす等の事故の現況

表-1は、電動車いすと手動車いす、一般歩行者が関連した事故及び全事故件数の推移（H10-29）を示したものである。本研究で定義する各形態（電動車いす、手動車いす、一般歩行者）が「関連した事故」とは、事故の第1当事者または第2当事者が該当する形態である事故とする。そのため、第1当事者が電動車いすで第2当事者が一般歩行者である事故は表中で重複して計上されることになる。しかし、交通事故統計には歩行者同士の事故や歩行者の単独事故は交通事故として計上されていないため、重複計上されている事故はない。電動及び手動車いすの事故に着目してみると、双方ともにH17-18をピークに減少傾向となっておりH29には約5～6割程度まで減少している。H29における電動車いす関連事故と手動車いす関連事故の発生件数を比較すると、電動車いすの件数が約2.6倍多くなっている。しかし、双方の交通量に差異があるため、事故件数が多いとしても危険性が高いとは言い切れない。

表-2はH24-29の事故について事故内容別に集計したものである。電動車いす関連事故が重傷以上の事故となる

割合は20.9%と、手動車いすの13.5%より高くなっており、モーターの動力や車体の重量化等、電動車いすの特性により大きな怪我をする危険性が高くなることを示唆する結果となった。

(2) 事故類型

表-3は、各形態が関連した事故について、事故類型及び当該形態の当事者の怪我の程度別に集計したものである。怪我の程度については、各形態を利用する当事者本人の怪我の程度となっており、怪我がない場合は集計から除外している。また、表-2における事故内容は事故で最も怪我の程度が重い当事者のもによる分類となっている。例えば、電動車いす利用者が軽傷で相手の自転車が高重傷であった場合は表-2では「重傷」に分類され、表-3では「軽傷」に分類されることになる。そのため、表-2と表-3の数値は若干のずれがある。

表中の歩道通行中の事故とは、歩道にて電動車いす等と自動車等が対面通行若しくは背面通行していた状態で発生した事故となっている。どの形態であっても横断中の事故が多くなっているが、手動車いすは他の形態と比

較して駐車場場内等での事故の割合が多くなっているのがわかる。

電動車いすの重傷以上の事故の割合については、車道通行中や横断歩道以外を横断中の事故類型において高くなっている。特に、電動車いすと自動車との動線が交わるわけでもない「車道や路側帯通行中」の事故の重傷以上の事故の割合は40%以上となっており注意が必要である。列車事故も件数は少ないが重大な事故になりやすいことが特筆される。

(3) 当該当事者の年齢層と違反状況

表-4は、各形態の関連した事故について、当該当事者の年齢層及び怪我の程度別に集計したものである。

電動車いす関連事故の全事故の構成率からは、手動車いすや一般歩行者と比較して、70歳以上の高齢者が多いことがわかる。これは、電動車いすに含まれるハンドル型が高齢者向けに販売されていることが影響していると考えられる。また、性別で見ると、電動・手動ともに多くの年代で男性の割合が高くなっていた。しかし、80歳以上では女性の割合が多いのは、女性の方が平均寿命が長いことも影響していると考えられる。

事故にあった場合に重傷以上であるかどうかを各年齢層別にみると、電動車いすは80歳以上の年齢層で重傷以上になる割合が特に多かった。一般歩行者でも同様であったが、こちらは70～79歳でも重傷以上の割合が30%前後と多くなっており異なる傾向となっている。また、電動車いす関連事故の死亡者数39人のうち20人

表-1 電動車いす関連事故等の発生傾向の推移 (H10-29) (件)

	電動車いす	手動車いす	一般歩行者	全形態
H10	141	64	73,405	803,882
H11	165	64	75,852	850,371
H12	187	61	81,624	931,950
H13	207	74	80,965	947,253
H14	209	74	80,852	936,950
H15	257	84	80,954	948,281
H16	271	74	78,657	952,720
H17	281	85	76,283	934,346
H18	258	112	73,704	887,267
H19	228	89	70,580	832,704
H20	232	81	68,469	766,394
H21	232	79	66,419	737,637
H22	258	93	66,558	725,924
H23	196	86	63,233	692,084
H24	215	87	60,207	665,157
H25	191	101	57,439	629,033
H26	182	95	53,706	573,842
H27	179	75	52,520	536,899
H28	155	76	49,081	499,201
H29	162	62	49,546	472,165

※H10-29に発生し、各形態が第1当事者か第2当事者であった事故を集計

表-2 電動車いす等関連事故の事故内容 (H24-29) (件)

	電動車いす	手動車いす	一般歩行者	全形態
死亡	39	17	8,380	24,061
	3.6%	3.4%	2.6%	0.7%
重傷	188	50	52,514	233,648
	17.3%	10.1%	16.3%	6.9%
軽傷	857	429	261,605	3,118,588
	79.1%	86.5%	81.1%	92.4%
合計	1,084	496	322,499	3,376,297
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

※H24-29に発生し、各形態が第1当事者か第2当事者であった事故を集計

表-3 事故類型と当該当事者の怪我の程度 (H24-29) (件)

	電動車いす		手動車いす		一般歩行者	
	全事故 (全類型に 占める割 合)	重傷以上 (類型ご との重傷以 上の割合)	全事故 (全類型に 占める割 合)	重傷以上 (類型ご との重傷以 上の割合)	全事故 (全類型に 占める割 合)	重傷以上 (類型ご との重傷以 上の割合)
歩道 通行中	20 1.9%	1 (5.0%)	8 1.6%	0 (0.0%)	4,671 1.5%	609 (13.0%)
路側帯 通行中	9 0.8%	4 (44.4%)	6 1.2%	1 (16.7%)	6,083 1.9%	636 (10.5%)
車道 通行中	100 9.3%	41 (41.0%)	49 10.0%	12 (24.5%)	28,757 8.9%	4,188 (14.6%)
その他 通行中	34 3.2%	7 (20.6%)	33 6.7%	3 (9.1%)	11,597 3.6%	1,403 (12.1%)
横断歩道 横断中	306 28.5%	40 (13.1%)	94 19.2%	13 (13.8%)	100,934 31.4%	17,916 (17.8%)
横断歩道 以外横断中	298 27.7%	96 (32.2%)	80 16.4%	19 (23.8%)	86,176 26.8%	23,138 (26.8%)
路上で 作業中等	18 1.7%	4 (22.2%)	19 3.9%	1 (5.3%)	15,733 4.9%	4,032 (25.6%)
駐車場 出入部等	218 20.3%	20 (9.2%)	95 19.4%	8 (8.4%)	39,421 12.3%	4,560 (11.6%)
駐車場 場内等	65 6.1%	6 (9.2%)	103 21.1%	7 (6.8%)	28,234 8.8%	3,668 (13.0%)
列車事故	6 0.6%	6 (100.0%)	2 0.4%	2 (100.0%)	183 0.1%	178 (97.3%)
合計	1,074 100.0%	225 (20.9%)	489 100.0%	66 (13.5%)	321,789 100.0%	60,328 (18.7%)

※H24-29に発生し、各形態が第1当事者か第2当事者であった事故を集計

※当該形態利用者の損傷程度のため、事故内容の件数とは一致しない

表-4 当該当事者の年齢層と怪我の程度 (H24-29) (人)

	電動車いす		手動車いす		一般歩行者		
	全事故 (全年齢層 に占める 割合)	重傷以上 (年齢層ご との重傷以 上の割合)	全事故 (全年齢層 に占める 割合)	重傷以上 (年齢層ご との重傷以 上の割合)	全事故 (全年齢層 に占める 割合)	重傷以上 (年齢層ご との重傷以 上の割合)	
1-19歳	5 0.5%	0 (0.0%)	9 1.8%	1 (11.1%)	57,776 18.0%	7,282 (12.6%)	
20-39歳	男	41 3.8%	4 (9.8%)	60 12.3%	5 (8.3%)	37,794 11.7%	3,486 (9.2%)
	女	26 2.4%	2 (7.7%)	15 3.1%	1 (6.7%)	27,317 8.5%	2,059 (7.5%)
40-49歳	男	47 4.4%	3 (6.4%)	56 11.5%	4 (7.1%)	23,437 7.3%	2,761 (11.8%)
	女	30 2.8%	1 (3.3%)	18 3.7%	1 (5.6%)	15,588 4.8%	1,514 (9.7%)
50-59歳	男	83 7.7%	5 (6.0%)	55 11.2%	8 (14.5%)	20,117 6.3%	3,248 (16.1%)
	女	38 3.5%	3 (7.9%)	22 4.5%	1 (4.5%)	15,256 4.7%	2,527 (16.6%)
60-69歳	男	103 9.6%	15 (14.6%)	63 12.9%	8 (12.7%)	21,371 6.6%	4,916 (23.0%)
	女	54 5.0%	9 (16.7%)	33 6.7%	4 (12.1%)	22,175 6.9%	5,201 (23.5%)
70-79歳	男	133 12.4%	19 (14.3%)	45 9.2%	8 (17.8%)	18,151 5.6%	5,255 (29.0%)
	女	116 10.8%	17 (14.7%)	28 5.7%	3 (10.7%)	29,961 9.3%	9,278 (31.0%)
80歳以上	男	190 17.7%	71 (37.4%)	23 4.7%	6 (26.1%)	10,063 3.1%	3,806 (37.8%)
	女	208 19.4%	76 (36.5%)	62 12.7%	16 (25.8%)	22,783 7.1%	8,995 (39.5%)
合計	1,074 100.0%	225 (20.9%)	489 100.0%	66 (13.5%)	321,789 100.0%	60,328 (18.7%)	

※H24-29に発生し、各形態が第1当事者か第2当事者であった事故を集計
※当該形態利用者の損傷程度のため、事故内容の件数とは一致しない

表-5 当該当事者の違反状況と怪我の程度 (H24-29) (人)

	電動車いす		手動車いす		一般歩行者	
	全事故 (全年齢層 に占める 割合)	重傷以上 (違反ごと の重傷以 上の割合)	全事故 (全年齢層 に占める 割合)	重傷以上 (違反ごと の重傷以 上の割合)	全事故 (全年齢層 に占める 割合)	重傷以上 (違反ごと の重傷以 上の割合)
信号無視	27 2.5%	6 (22.2%)	8 1.6%	4 (50.0%)	6,799 2.1%	2,686 (39.5%)
左側通行	35 3.3%	16 (45.7%)	7 1.4%	4 (57.1%)	6,604 2.1%	1,017 (15.4%)
車道通行等	28 2.6%	17 (60.7%)	18 3.7%	5 (27.8%)	3,695 1.1%	943 (25.5%)
車両前後での横断	63 5.9%	21 (33.3%)	22 4.5%	8 (36.4%)	14,205 4.4%	4,578 (32.2%)
斜め横断	22 2.0%	9 (40.9%)	4 0.8%	2 (50.0%)	4,602 1.4%	1,308 (28.4%)
横断歩道外横断等	68 6.3%	27 (39.7%)	17 3.5%	4 (23.5%)	21,073 6.5%	7,013 (33.3%)
飛出し	12 1.1%	4 (33.3%)	3 0.6%	2 (66.7%)	18,868 5.9%	3,541 (18.8%)
踏切不注意	5 0.5%	5 (100.0%)	2 0.4%	2 (100.0%)	167 0.1%	152 (91.0%)
その他違反	48 4.5%	8 (16.7%)	15 3.1%	4 (26.7%)	18,775 5.8%	4,687 (25.0%)
不明	1 0.1%	1 (100.0%)	0 0.0%	-	983 0.3%	575 (58.5%)
違反なし	765 71.2%	111 (14.5%)	393 80.4%	31 (7.9%)	226,018 70.2%	33,828 (15.0%)
合計	1,074 100.0%	225 (20.9%)	489 100.0%	66 (13.5%)	321,789 100.0%	60,328 (18.7%)

※H24-29に発生し、各形態が第1当事者か第2当事者であった事故を集計
※当該形態利用者の損傷程度のため、事故内容の件数とは一致しない

が80歳以上の男性、13人が80歳以上の女性と、電動車いす利用中に死亡している者の約85%は80歳以上の高齢者で占められていた。重傷以上となった当事者の損傷部位を見てみると、すべての形態で頭部が多く25%前後となっていた。死亡のみに限定してみると、頭部損傷の占める割合がさらに高くなった。それに加え電動車いすでは、重傷以上の事故では胸部損傷の占める割合も21.3%（一般歩行者9.4%）と高くなっていた。

表-5の違反状況については、電動車いす利用者は一般歩行者と比較して飛出しが少なくなっていたが、特徴的に多くなっているものは確認できなかった。しかし、当事者の怪我の程度を見てみると、電動車いす利用者は左側通行や車道通行等の違反をすると重傷以上の事故となる割合が高くなるのがわかる。また、横断中の事故はどの形態でも重傷以上となる割合が30%程度と高くなっていた。

(4) 相手当事者

表-6は、当該当事者の事故の相手を計上したものである。各形態間でどのような相手との事故が多くなるかを比較してみると、当該当事者が電動車いす利用者であった場合は、相手当事者が軽自動車である割合が36.3%と、手動車いすや一般歩行者であった場合と比較して高くなっていた。重傷以上の割合についても、電動車いすは対軽自動車の事故において高くなっている。

表-6 相手当事者と当該当事者の怪我の程度 (H24-29) (件)

	電動車いす		手動車いす		一般歩行者	
	全事故 (全相手に 占める割 合)	重傷以上 (相手ごと の重傷以 上の割合)	全事故 (全相手に 占める割 合)	重傷以上 (相手ごと の重傷以 上の割合)	全事故 (全相手に 占める割 合)	重傷以上 (相手ごと の重傷以 上の割合)
大中型貨物車 乗用車	52 4.8%	18 (34.6%)	16 3.3%	5 (31.3%)	9,608 3.0%	2,959 (30.8%)
普通貨物車	62 5.8%	13 (21.0%)	31 6.3%	1 (3.2%)	15,265 4.7%	3,132 (20.5%)
普通乗用車	489 45.5%	63 (12.9%)	241 49.3%	33 (13.7%)	158,598 49.3%	27,400 (17.3%)
軽自動車	390 36.3%	116 (29.7%)	152 31.1%	20 (13.2%)	92,766 28.8%	20,272 (21.9%)
自動二輪 原付	28 2.6%	7 (25.0%)	24 4.9%	4 (16.7%)	17,824 5.5%	3,294 (18.5%)
自転車等	24 2.2%	2 (8.3%)	14 2.9%	0 (0.0%)	13,632 4.2%	1,771 (13.0%)
特殊車両	0 0.0%	0	0 0.0%	0	388 0.1%	159 (41.0%)
列車	6 0.6%	6 (100.0%)	3 0.6%	2 (66.7%)	200 0.1%	188 (94.0%)
不明等	23 2.1%	0 (0.0%)	8 1.6%	1 (12.5%)	13,508 4.2%	1,153 (8.5%)
合計	1,074 100.0%	225 (20.9%)	489 100.0%	66 (13.5%)	321,789 100.0%	60,328 (18.7%)

※H24-29に発生し、各形態が第1当事者か第2当事者であった事故を集計
※当該形態利用者の損傷程度のため、事故内容の件数とは一致しない
※ミニカーは軽自動車、準中型貨物車は普通貨物車(H29より)、準中型乗用車は普通乗用車(H29より)を含む

相手当事者が事故を起こした人的な要因としては、当該当事者の形態にかかわらず発見の遅れによるものが多かった。ただ、当該当事者が座っているために他者から見つけにくいと考えられる電動車いすや手動車いすの場合は、発見遅れの割合は87.8%、90.6%と一般歩行者の80.5%よりも若干高くなっていた。

(5) 事故発生地点

事故発生地点の人口集積と道路幅員、当該当事者の怪我の程度別の集計結果を表-7に示す。事故件数は、どの形態であっても人口集積が高い地域で多くなっている。一般的に人口集積が高いと交通量も多くなるため交通事故が多くなるのは当然とも考えられる。一方で、電動車いす関連事故は、手動車いすや一般歩行者と比較すると非市街地での発生割合が高くなっており、手動車いす14.3%、一般歩行者16.0%に対して26.2%であった。

当該当事者の重傷以上の割合については、市街地よりも自動車の速度の出しやすい非市街地において高くなると想定できるが、電動車いす関連事故ではこの傾向が強くなっていた。この点についてさらに詳細に見てみると、

表-7 事故発生地点の人口集積と道路幅員及び当該当事者の怪我の程度 (H24-29)

		電動車いす		手動車いす		一般歩行者	
		全事故 (全要因に 占める割 合)	重傷以上 (要因ごと の重傷以 上の割合)	全事故 (全要因に 占める割 合)	重傷以上 (要因ごと の重傷以 上の割合)	全事故 (全要因に 占める割 合)	重傷以上 (要因ごと の重傷以 上の割合)
DID	道路幅員 5.5m未満	92	12	72	5	36076	3931
		8.6%	(13.0%)	14.7%	(6.9%)	11.2%	(10.9%)
	道路幅員 13m未満	275	38	115	19	95187	16469
		25.6%	(13.8%)	23.5%	(16.5%)	29.6%	(17.3%)
	道路幅員 13m以上	79	12	40	5	30383	6275
	7.4%	(15.2%)	8.2%	(12.5%)	9.4%	(20.7%)	
駐車場 広場等	33	5	56	3	14887	1698	
	3.1%	(15.2%)	11.5%	(5.4%)	4.6%	(0.0%)	
DID以外市街地	道路幅員 5.5m未満	58	11	33	7	17615	2691
		5.4%	(19.0%)	6.7%	(21.2%)	5.5%	(15.3%)
	道路幅員 13m未満	202	44	55	10	52456	11582
		18.8%	(21.8%)	11.2%	(18.2%)	16.3%	(22.1%)
	道路幅員 13m以上	28	5	12	1	10660	2649
	2.6%	(17.9%)	2.5%	(8.3%)	3.3%	(24.8%)	
駐車場 広場等	26	2	36	3	13108	1679	
	2.4%	(7.7%)	7.4%	(8.3%)	4.1%	(0.0%)	
非市街地	道路幅員 5.5m未満	54	15	9	1	11448	2380
		5.0%	(27.8%)	1.8%	(11.1%)	3.6%	(20.8%)
	道路幅員 13m未満	191	77	24	9	26100	8205
		17.8%	(40.3%)	4.9%	(37.5%)	8.1%	(31.4%)
	道路幅員 13m以上	15	3	0	0	3379	1094
	1.4%	(20.0%)	0.0%	—	1.1%	(32.4%)	
駐車場 広場等	21	1	37	3	10490	1675	
	2.0%	(4.8%)	7.6%	(8.1%)	3.3%	(0.0%)	
合計	1,074	225	489	66	321,789	60,328	
	100.0%	(20.9%)	100.0%	(13.5%)	100.0%	(18.7%)	

※H24-29に発生し、各形態が第1当事者か第2当事者であった事故を集計
 ※当該形態利用者の損傷程度のため、事故内容の件数とは一致しない
 ※市街地：道路に沿って500m以上にわたって住宅・事業所等が連立し、その地域の80%以上となっているいわゆる市街地的形態の地域。DID：市街地のうち国勢調査に基づき設定された人口集中地区。非市街地：それ以外の地域
 ※交差点部は広幅員の方の道路に分類

非市街地の中での道路幅員が5.5~13.0mの中程度の道路において重傷以上の事故の割合が40.3%と特に高い。それ以上の幅員の道路については、サンプル数が少なく比較ができなかった。

(6) 事故発生地点の詳細

交通事故統計には事故発生地点の緯度経度が記録されている。ここでは、特徴的であった電動車いす関連事故の発生地点の状況の詳細を見てみる。まず、表-3では車道走行中に重傷以上となる割合が高いことが分かった。そこで、H24-29の電動車いす関連事故において、歩道があるにもかかわらず、車道を走行中（横断中を除く）に重傷以上の事故となっている22件について、Googleストリートビューを利用して目視により現地状況を確認した。その結果、場所の確認ができた21件中14件については歩道の急な段差や車止め等の障害物、狭隘な歩道幅員、歩道が途中で途切れているといった状況が確認できた。これらの理由のため、電動車いすが車道を走行せざるを得なかったと推察された。電動車いすの歩道走行が可能な道路環境であったとしても、歩道上の駐車車両等により車道を走行しなくてはならないような状況も発生すると考えられる。

発生するとほぼ重大事故となる列車事故については、6件中4件が交通量の少ない規模の小さな踏切で発生していた。歩行者自転車専用の踏み切りで段差や勾配のきつと思われる箇所もあった。そのような踏切では転倒、脱輪等による立往生が発生しやすく、通行人による救助も期待できないため危険性が高いと感じられた。

5. 考察

電動車いす関連事故等の交通事故統計分析からは、電動車いすが車道走行時に重傷以上の事故になりやすことがわかった。これについて事故発生地点の詳細を見てみると、歩道の段差や障害物、狭幅員、歩道の途中断絶といった歩道を走行できない事情により仕方なく車道を走行して事故に遭遇した事案も多いと考えられた。そのため、搭乗型移動支援ロボットを導入するうえでは、これらの障壁がない道路ネットワークを走行路として指定しておくことが有用だと考えられた。

手動車いすは、電動車いすとは異なり駐車場場内での事故が多くなっていた。これは、駐車場にて自動車から手動車いすに乗り換えて、駐車場内を移動しているときに事故にあっていると考えられる。車いす利用者は座っているため自動車からも発見しにくい。電動車いすで同様な傾向にはならなかった理由は、電動車いすに多く含まれるハンドル型が自動車に乗せて、駐車場で乗り換え

る様な用途では使われにくいからだと考えられる。一方で、駐車場出入部では、手動車いすと同様に電動車いすの事故も多くなっていた。座って搭乗するタイプの搭乗型移動支援ロボットには周囲に存在を示すためのパーツをつけておくことや駐車場近辺での搭乗を控えてもらうことも事故防止に有効だと考えられる。

電動車いす関連事故の利用者に着目してみると、70歳以上の高齢者が多くなっていた。また、非市街地での事故が多くなっていたことから、地方部の起伏のあるような地域で、高齢者向けのハンドル型の電動車いすが普及していると推察された。非市街地において普及することで、郊外部において保有されることの多い軽自動車¹¹⁾との事故も多くなっていると考えられる。また、体力の低い高齢者の利用者が多くなることで、重傷以上の事故の割合が多くなる要因にもなっていると懸念される。

次に手動車いすと比較した電動車いすの事故リスクについて考えてみる。H28の車いすの販売台数の統計値¹⁰⁾を見てみると、手動車いすは226,234台、電動車いすは13,166台となっており、手動車いすの販売台数が約17倍も多くなっている。しかし、H24-29の交通事故件数は電動車いす関連事故が1,084件と手動車いす関連事故の496件の約2倍となっている。ここからは、販売台数が少ないにもかかわらず交通事故件数が多い電動車いすが圧倒的に危険であるように思われるが、手動車いすは室内で用いられることも多いため、販売台数から屋外で発生する交通事故の事故リスクを比較するのは難しいと考えられる。そこで、車いすの車種別交通量データが必要となるが、車いすの車種別に集計した交通量調査はあまり行われていない。筆者らが平成26年度に、病院付近（信濃町駅前、御茶ノ水駅前、航空公園駅近く）及び首都圏駅周辺（巣鴨駅、立川駅、浦和駅）の横断歩道において歩行者の観測調査¹²⁾を実施したところ、手動車いすは171台、電動車いすは56台（うちハンドル型は1台）であった。しかし、この調査にはハンドル型の利用が多いと思われる郊外の非市街地での調査が含まれていない。そのため、DID地区の交通事故件数と先ほどの車いすの車種別交通量で簡易な事故率を算出してみると、電動車いすは484件/56台(=8.6件/台)なのに対して、手動車いすは290件/171台(=1.7件/台)となった。この計算には、車いすの走行距離の情報等が考慮されていないため完全とは言えないが、手動車いすよりも電動車いすの事故のリスクが高い傾向がうかがえる。このような差が発生する要因としては、電動と手動という性能の差の他に、手動車いすには介助者がついてることが多いことが挙げられる。先ほどの観測調査において、手動車いすには171台中140台で介助者がついていたのに対し、介助者のいた電動車いすは56台中5台のみであった。介助者がいることで安全に気を配る人が増え、自動車等からも見やすくなるた

め、事故にあうリスクを抑えることができると考えられる。搭乗型移動支援ロボットの実験時にも、このような安全保安員を置くことで、事故に巻き込まれるリスクを大きく抑えることができると思われる。

6. おわりに

本研究では、電動車いすの交通事故分析から搭乗型移動支援ロボットの事故の危険性を考察した。その結果、電動車いすが交差点以外の車道走行中に重傷以上の事故に巻き込まれるケースが多いことがわかった。また歩道があるにもかかわらず電動車いすが車道を走行して発生している事故については、歩道の復員が狭い、段差がある、歩道が途切れている等のやむをえない事情により車道を走行している際に事故にあっていると考えられるケースが多くあった。このことから、搭乗型移動支援ロボットを安全に用いるためには、段差や障害物の無いバリアフリーの歩道を整備していくとともに、やむを得ず車道を走行するときに備えて、自動車から発見しやすくする車体整備が必要であると考えられた。また、搭乗型移動支援ロボットの利用者に、車両特性と操作技術を身につけさせるとともに、段差・障害物のある場所や踏切等では無理に車道を走行せずに、押して歩くことを指導することが必要であると考えられる。また、介助者のいる手動車いすの事故の危険性が低かったことから、搭乗型移動支援ロボットの公道走行実験では安全保安員をつけることは非常に有効であると考えられた。

今回の研究では、交通事故統計ではカバーできない歩行者との事故や単独事故については調べきれていない。今後は、自転車の事故等からすることも考えられる。

謝辞：本研究は科学研究費助成金（若手(B), 17K18382）の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 鶴賀孝廣：モビリティロボットの公道実証実験—特区制度の利用から全国展開へ—, 日本ロボット学会誌, Vol.33, No.8, pp.564-567, 2015.
- 2) 国土交通省：搭乗型移動支援ロボット認定申請の手引き, 2017.
- 3) 警察庁：「搭乗型移動支援ロボットの公道実証実験」に係る取扱いについて, 2017.
- 4) (財)交通事故総合分析センター：電動車いすの交通事故, ITARDA INFORMATION, No.49, 2004.
- 5) 大賀涼, 田久保宣晃, 木平真, 加藤憲四郎, 奥野健：ハンドル型電動車いすの交通事故に関する衝突実験, Vol.40-No.3, pp.687-69, 2009.
- 6) 田平博嗣, 上野義雪：歩道単路部の切り下げにおける車いす歩行者の負担に時間する実験的検討, 土木計画学研

- 究・論文集, Vol.16, pp.609-616, 1999.
- 7) 井料美帆, 井料隆雅, 杉森千恵: パーソナルモビリティビークルの交錯回避行動規範の実験的分析, 土木計画学研究・講演集, No.52, pp.1591-1598, 2015.
 - 8) 中川智皓, 今村和樹, 新谷篤彦, 伊藤智博: パーソナルモビリティ・ビークルと歩行者の親和性に関する実験的研究, 日本機会学会論文集 C 編, Vol.78-No.794, pp.2-12, 2012.
 - 9) 溝端光雄, 北川博巳: 高齢者のモビリティ確保のための電動車いす利用に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.26(CD-ROM), 2002.
 - 10) 経済産業省大臣官房調査統計グループ: 平成 28 年経済産業省精算動態統計年俸機械統計編, p349, 2016.
 - 11) 全国軽自動車協会連合会: 平成 28 年 12 月末現在軽四輪車保有台数と世帯当たり普及台数 <<http://www.zenkeijikyo.or.jp/statistics/fukyu-1730>>2018 年 3 月 24 日アクセス.
 - 12) 森健二, 横関俊也, 矢野伸裕, 萩田賢司: 信号付横断歩道における移動制約者の横断速度, 科学警察研究所報告, Vol66-No.1, pp25-32, 2017.

(2018.4.27受付)

THE RISK OF PMV ASSUMED WITH REFERENCE TO ELECTRIC WHEELCHAIRS TRAFFIC ACCIDENT

Toshiya YOKOZEKI