

自転車乗員の行動特性の把握と安全対策

これは、(一財)日本交通安全教育普及協会発行「交通安全教育」2020年3月号に掲載された標記記事の概要を紹介するものである。筆者は交通安全環境研究所 松井靖浩氏と首都大学東京 及川昌子氏である。図5及び図6は引用文献のものを直接使用させていただいた。

1. はじめに

本稿では、実際の交通事故の特徴を把握し、自転車乗員の行動特性を調査することで、**自転車検知型被害軽減装置に求められる要件**、並びに**自転車乗員事故低減に向けた方策**を提案する。

自転車が関与した交通事故は都市部に多いため、都市部を中心に調査した結果を述べる。

2. 自転車乗員の行動特性

東京都M市で、朝の通勤時間帯に信号機のない交差点における自転車の走行状況を分析した。この交差点周辺は商業店舗と住宅が混在し、自転車・歩行者・車が相互に走行・通行する場所で、自転車による事故が多発する場所である。

図1のように、車は北から南への一方通行となっており(実際には狭い道路)、車が双方向に通る優先道路と交差している。この交差点から北方向徒歩10分のところに駅があるので、朝の通勤時間帯には多くの自転車が南から北方向に移動する。

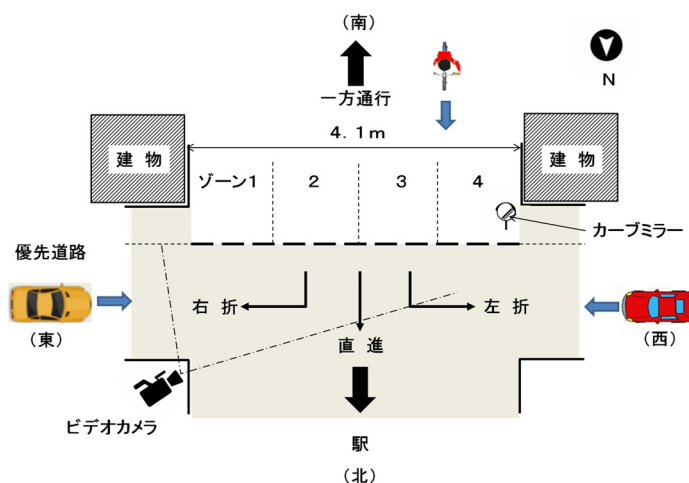


図1 自転車走行状況の調査対象交差点

筆者は狭い道路を四つのゾーンに分けて東側路側帯を1、道路中央(中央線はない)から東側を2、道路中央から西側を3、西側路側帯を4とし、平日朝の60分間、250台の自転車を調査したところ、ゾーン4では左折56台、直進53台、右折1台であり、ゾーン3では左折1台、直進104台であった。自転車乗員は交差点通過後の進行方向を考えながら走行ゾーンを選択していた。また、ゾーン4とゾーン3の合計で86.0%を占め、多くの自転車が道路の左側を通行していることが分かった。

交差点の南西角には建物があるため、特にゾーン4を走行する自転車は、速度を落とさないと車と出会い頭の衝突を引き起こす可能性がある。カーブミラーは一方通行のために北から南に向かう車用に設置されているが、朝の通勤・通学時、南から北に向かう自転車が多いため、この方向用の自転車用カーブミラーの設置が望まれる。

各ゾーンの平均走行速度は、ゾーン1が2.44m/s、ゾーン2が3.23m/s、ゾーン3が3.18m/s、ゾーン4が3.05m/sであった。本交差点の調査において、高速で走行する自転車も観測されており、自転車乗員への走行ルールやマナーの教育など地道な活動が必要であると筆者は述べている。

3. ニアミス事象における車対自転車の接近状況

(1) ニアミスデータの有効性

1999年～2003年の間日本で発生した車対自転車乗員の死亡事故において、車が直進中に自転車乗員が死亡した事故は、青壮年で83%、高齢者で90%と大部分を占めていた。そこで車が直進する事例に着目し、単路において車の移動方向に対し自転車が横断する場合は「分類A」、交差点において車の移動方向に対し自転車が横断する場合は「分類B」、車の移動方向に対して自転車が平行に移動する場合は「分類C」とした。

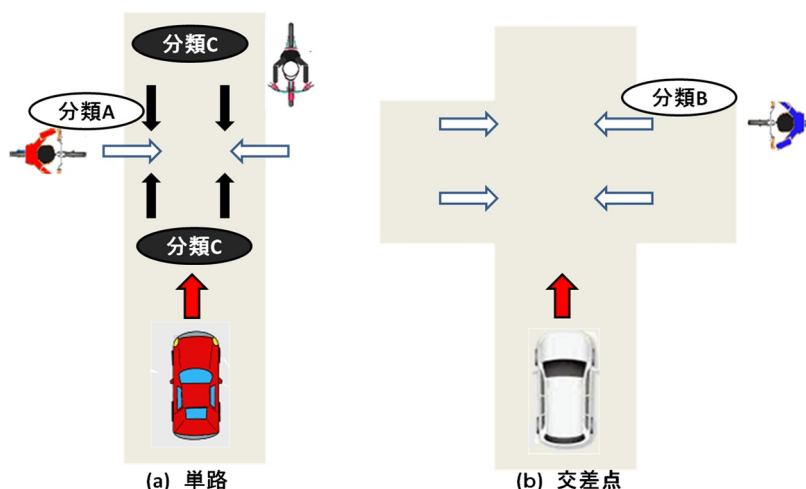


図2 車と自転車との接近パターン

(公社)自動車技術会は、タクシーに装着されたドライブレコーダーのデータを2005年から収集している。そこで、同会が保有するヒヤリハットデータベースを使用し、ニアミスデータの有効性を調査した。

表1は、自転車乗員が死亡した交通事故2,818件とニアミス事象229件の内訳である。分類Bがニアミス事象、死亡事故ともに多く、次に多かったのが分類Cであった。

このように、ニアミス事象・死亡事故共に同様の傾向を示したことから、ニアミスデータが活用可能であることが分かった。

表1 ニアミス事象及び死亡事故における接近パターンごとの自転車乗員数

接近パターン	ニアミス事象		死亡事故	
	自転車(人)	構成比(%)	自転車(人)	構成比(%)
A	22	9.6	386	13.7
B	144	62.9	1,806	64.1
C	63	27.5	626	22.2
合計	229	100	2,818	100

(2) 衝突予測時間(TTC)の推定

車が直進中、自転車がその車の直前を横断するニアミスデータ166件を使用し、衝突予想時間(Time-to-collision: TTC)を算出した。ドライバーが自転車に気付かずブレーキを掛けない最悪の事態を想定し、車と自転車の距離「L」、車の走行速度「V」を用いて次の式から算出した。

$$TTC = L / V$$

車の走行速度は、ドライバーが急ブレーキを踏む直前の速度情報を使用した。車と自転車との危険な接近状況を解明するため、図3に示すとおり、四つのパターンに区分する。

ニアミスデータを図3の四つに区分したときのTTC、車と自転車との距離、車の走行速度の各平均値を図4に示す。自転車が建物の陰から飛び出すときのTTCと対向車の陰から飛び出すときのTTCは、いずれも1.9秒であり、障害物なしの状況で飛び出すときのTTCは3.3秒、駐車車両の陰から飛び出すときのTTCは2.2秒であった。

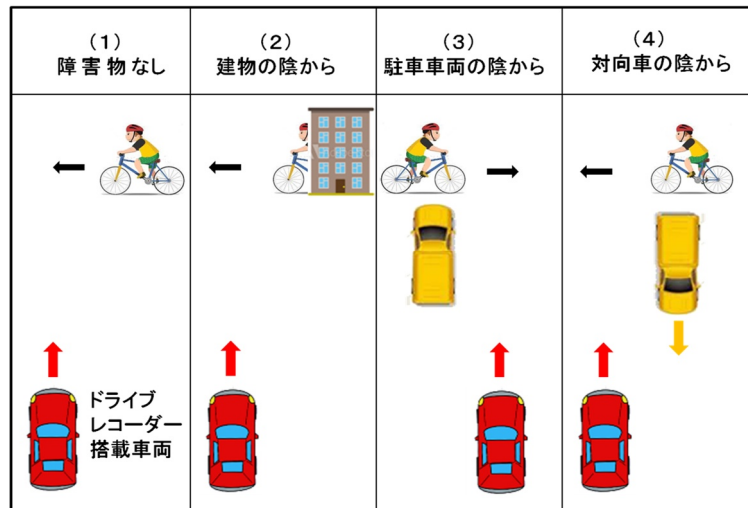


図3 自転車の四つの飛び出しパターン

自転車が物陰から飛び出すときのTTCが短くなる要因としては、車と自転車の距離が短いことが予想される。この結果から、自転車の交通安全対策として車のドライバーの視界確保が必要と考える。また近年、車に装着されたセンサーが歩行者や自転車乗員を検知し、警報を発したりブレーキ制御をしたりする安全装置が考案されており、新型車への装着義務化も検討されている。

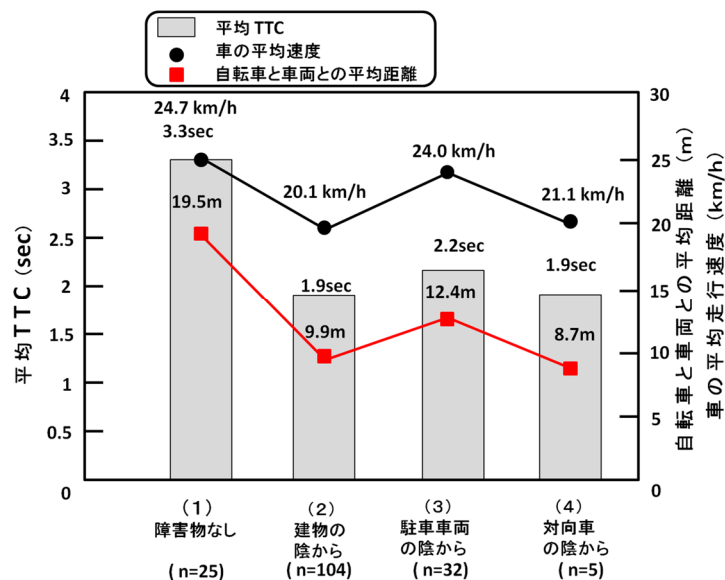


図4 飛び出しパターンごとの平均 TTC、車の平均走行速度、自転車と車両との平均距離

自転車乗員検知に関しては、厳しい接近条件として、建物の陰からの飛び出しを含めた本論文の分析結果

が、装置の開発や欧州自動車アセスメント(E-NCAP)を含む保護性能評価手法に反映されている。

4. 車の衝突速度と自転車乗員の傷害との関係

車のドライバーが危険を認知しブレーキを掛けた場合、車の速度が減速し、自転車に衝突する。その衝突時の速度を「車の衝突速度」と公称する。1993年～2013年の間の(公財)交通事故総合分析センター(ITARDA)のセダンの乗用車と自転車乗員が関与した事故データによると、車の走行速度と衝突速度が同じ(速度減少がない)事例は、重傷事故の51%(43件/85件)に対して、死亡事故は63%(19件/30件)であった。統計によると、重傷事故における車の衝突速度は走行速度の0.77倍、死亡事故では走行事故の0.91倍であった。

2009年～2013年の間のITARDAの交通事故分析データの中で、セダンと軽乗用車が自転車と衝突した事故事例に着目し、近似式を用いて車の走行速度から衝突速度を推定した。

「重傷率」は軽傷者数と重傷者数の合計に対して重傷者数の占める率、また、「死亡率」は軽傷者数・重傷者数・死者数の合計に対して死者数の占める率とした。その結果、表2のように、車の衝突速度が30km/h以下の場合、セダン・軽乗用車の重傷率は18%以下となり、

死亡率は1%以下となることが判明した。また、車の衝突速度が40km/h以上では、衝突速度を10km/h低減させると重傷率・死亡率の低下が可能であることが示された。

「自転車検知型被害軽減装置」には、衝突速度の低減を加味することで、重傷率・死亡率の低減が可能となる。

表2 車の衝突速度と重傷率・死亡率との関係

車の衝突速度(km/h)	重傷率(%)		死亡率(%)	
	セダン	軽乗用車	セダン	軽乗用車
10	4	5	0	0
20	9	10	0	0
30	17	18	0	1
40	29	28	2	3
50	40	43	7	7
60	52		16	13
70			30	25

5. ヘルメット装着による自転車乗員頭部の保護効果

車と自転車が衝突する交通事故の場合、自転車乗員は最初に車に衝突し(一次衝突)、その後、地面に衝突する(二次衝突)することが予想される。

交通事故において、自転車が車の前面に衝突する場合、自転車乗員の頭部は車の窓、窓枠、ルーフ等に衝突する頻度が高い。頭部傷害値 HIC (Head Injury Criterion) という指標があり、HIC が4,000を超えると重篤以上の頭部傷害となる確率が100%となる。

図5の4点に頭部が衝突したときのHICを実験した。図6のように、衝突速度35km/h、衝突角度65度でAピラーに衝突させる。図5の4点におけるHICの平均値が、「頭部インパクト単体」では5,286、「ヘルメット装着」で2,247であった。ヘルメットによってHICが57.5%も減少したのである。

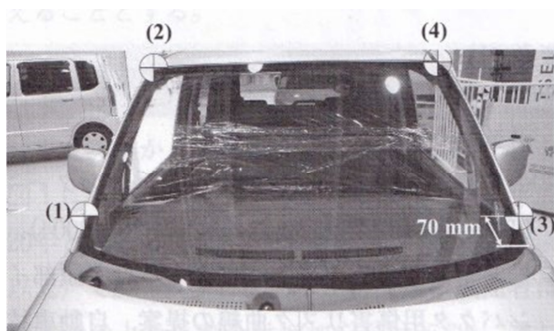


図5 Aピラーの衝撃箇所

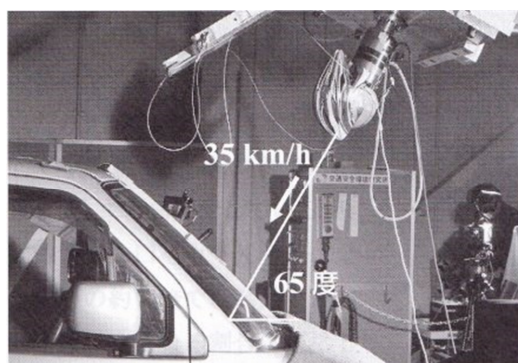


図6 車へのヘルメット衝撃実験

1.5mの高さからのアスファルト路面に落下させる衝撃実験においても、HICは「頭部インパクト単体」で6,525、「ヘルメット装着」で569(重篤以上の頭部傷害となる可能性は極めて低い)であり、91%も減少した。自転車乗員用ヘルメットは極めて頭部保護効果が高いことが分かった。

以上