

## 講演 2. 自転車乗員の交通事故発生要因と先進安全技術について

自動車研究部  
首都大学東京  
芝浦工業大学

※松井 靖浩  
及川 昌子  
廣瀬 敏也

### 1. はじめに

2016年の我が国の交通事故死者数は3,904人であり、自転車乗員の死者数は13% (509人) を占める<sup>(1)</sup>。自転車は、通学や通勤、買物、子供の送迎、サイクリング等のレジャー手段など、身近で便利な交通手段として、子供から高齢者まで幅広い年齢層に利用されている。

現在、自転車乗員保護のための道路運送車両（以下、車両）に関する技術基準は存在せず、自転車乗員が関与する交通事故の発生メカニズムも充分解明されていない。近年では、自動車に搭載されたセンサが前方の歩行者や自転車乗員を検知し、警報やブレーキ制御をかける歩行者・自転車検知型被害軽減装置の普及が死傷者数低減に有効であると考えられている。

2014年に発生した自転車に関与する交通事故について都道府県別の傾向に着目すると、第1当事者、第2当事者ともに都市部が上位を占めており、第1当事者と第2当事者を足し合わせると自転車の関与する交通事故は東京が最も多い<sup>(2)</sup>。事故類型に着目すると、自転車に関わる交通事故は、出会い頭事故が最も多いことが報告されている<sup>(3)</sup>。

本稿では、都市部における自転車の走行状況及び車両と自転車の危険な接近状況を明確にすることで、交通事故発生メカニズムを解明し、自転車乗員検知型被害軽減装置に求められる要件を提案することを目的とした。ここでは都市部における自転車の走行状況及び車両のニアミス事象を調査したので以下に報告する。

### 2. 都市部における自転車の走行状況

実際の交通環境における自転車乗員の行動に関する特徴を解明するため、東京都 A 市の信号機のない交差点における自転車乗員の走行特性を調査した。対象とした交差点は、東京都 A 市において自転車乗員の関係する交通事故が多発した交差点の中から選定した。調査対象の交差点の概略を図 1(a)に示す。この交差点は、南北

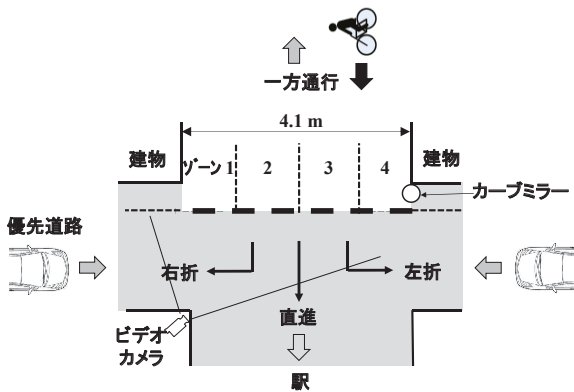
の一方通行（車両は北から南方向への一方方向）と東西の優先道路（車両は双方向）が交差する。

北方向道路及び南方向道路を図 1(b) (c)にそれぞれ示す。図 1(b)に示すように北方向道路角には、車両進入禁止の標識が設置されている。また、車両が北から南方向へ走行することから、路上には停止線を使用し一時停止「止まれ」の表示が塗布されている。なお、南方向道路角には北方向から交差点に進入する車両のドライバー用として、カーブミラーが設置されている。

この交差点から北側へ徒歩約 10 分の距離に鉄道の駅があることから、朝の通勤時間帯には多くの自転車が南から北方向へ移動する。そこで、本調査では、交差点角の道路標識ポールにビデオカメラを設置し、南から北方向へ移動する自転車の走行状況を録画撮影した。調査対象時間は、平日の朝 7 時 10 分から 8 時 10 分までの 60 分間とした。なお、ビデオカメラによる撮影については事前に警察署の許可を取得している。

交差点手前の道路幅は 4.1 m であり、道路の両側に緑色に路面ペイントされた路側帯がある。ここでは、路面を図 1(c)に示すように 4 つのゾーンに分け、自転車乗員の走行位置を調査した。交差点の白破線を通過する時を交差点進入時とし、その進入時の自転車の走行速度も調査した。なお、交差点角のカーブミラー背後には、図 1(d)に示す建物があるため、調査対象とした南から北方向へ走行する自転車乗員には、西側より交差点に進入する走行車両、自転車、歩行者が死角に相当する。

調査対象とした 60 分間に交差点を通過し、画像における分析が可能な自転車の台数は、合計 250 台であった。調査対象すべての自転車の平均走行速度は 3.09 m/s であった。



(a) 概略図



(b) 北方向道路



(c) 南方向道路



(d) 建物

図1 調査対象とした交差点の状況

交差点通過後の進行方向については、表1に示すように直進187人(75%)が最も多く、次いで左折57人(23%)、右折6人(2%)であった。自転車の平均走行速度を進行方向毎に比較すると、左折が最も速く(平均3.14 m/s)、次いで直進(平均3.11 m/s)、右折(平均2.18 m/s)の順であった。

表1 交差点を通過後の進行方向別自転車の平均速度

方向	自転車(人)	構成率(%)	自転車平均速度(m/s)
直進	187	75	3.11
左折	57	23	3.14
右折	6	2	2.18
合計	250	100	3.09

交差点における進行方向毎の自転車の平均走行速度について、安全確認の有・無別に図2に示す。250人中、交差点進入時に左右確認をしない自転車乗員は119人(48%)であった。自転車が直進する場合、安全確認をしない乗員の自転車走行速度(平均3.31 m/s)は、安全確認をした乗員の自転車走行速度(平均2.98 m/s)と比べ有意に速かった( $p < 0.05$ )。自転車が左折する場合、直進と同様、安全確認をしない乗員の自転車走行速度(平均3.16 m/s)は、安全確認をした乗員の自転車走行速度(平均3.06 m/s)と比べ僅かに速いが、有意差はなかった。

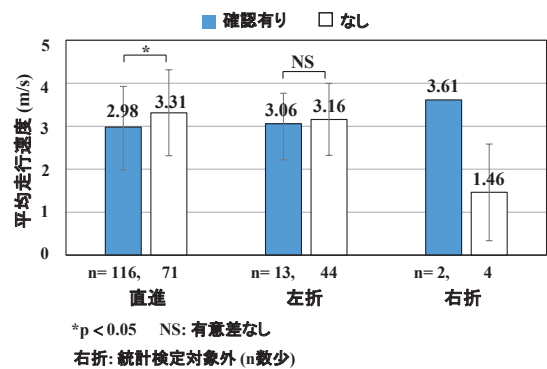


図2 安全確認有・無別の自転車平均走行速度

自転車の走行位置を図1(c)に示したようにゾーン1(自転車進行方向に向かい、道路の右路側帯)、ゾーン2(道路中央より右側)、ゾーン3(道路中央より左側)、ゾーン4(道路の左路側帯)の4つのゾーンに区分した。図3に示すように自転車の進行方向をゾーン別に分析したところ、最も人数の多いゾーン4の場合、左折(56

人)と直進(53人)の差は3人であった。これに対し、ゾーン3を通行する自転車のほとんどは直進(104人)しており、左折した自転車乗員は1人のみであった。ゾーン2では全員が直進(23人)しており、ゾーン1では7人が直進、5人が右折であった。この結果から、左折する自転車の多くはゾーン4を走行し、直進する自転車はゾーン3が最も多いことがわかった。

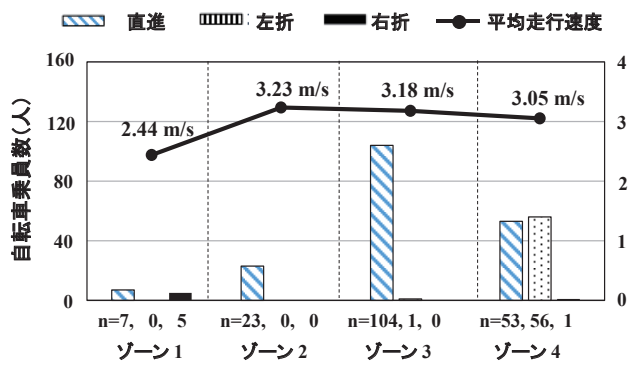


図3 ゾーン別、進行方向別の自転車乗員数

この交差点の南西角には図1(d)に示す建物があるため、交差道路を行き交う車両、自転車、歩行者が自転車乗員には死角となり、交差点進入直前まで認識が困難な環境であった。特にゾーン4を走行する自転車乗員は、交差点直前まで交差する車両等を認識することはできない。このような見通しの悪い条件も交通事故を誘発する一要因となることが推察される。

### 3. ニアミス事象における車両対自転車の接近状況

#### 3. 1. ニアミスデータの有効性

ニアミスデータの有効性を明確にするため、車両と自転車との接近状況について、ニアミスと事故を比較する。公益財団法人交通事故総合分析センターでは、1999年から2003年に日本で発生した四輪車対自転車乗員の死亡事故における車両と自転車の接近状況について調査している<sup>(4)</sup>。その調査結果では、車両が直進中に自転車乗員が死亡した事例が各年齢帯において青壮年では83%、高齢者では90%と大部分を占めることが報告されている。そこで、ここでは車両が直進する事例に着目し、単路において車両の移動方向に対し自転車が横断する場合を「分類A」、交差点において車両の移動方向に対し自転車が横断する場合を「分類B」、車両の移動方向に対し自転車が平行に移動する場合を「分類C」とした(図4)。

公益社団法人自動車技術会は、東京都内105台、静岡市内20台のタクシーに装着されたドライブレコーダのデータを2005年より収集している。ここでは、公益社団法人自動車技術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する。

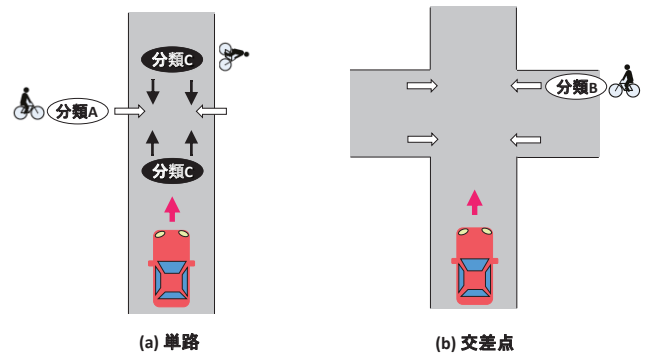


図4 車両と自転車の接近パターン

車両と自転車との接近状況について、自転車乗員が死亡した交通事故2818件<sup>(4)</sup>と、ニアミス事象229件を比較した結果を表2に示す。交差点の直前を車両が移動し自転車が横断する分類Bがニアミス事象(62.9%)、死亡事故(64.1%)ともに最も多く、両構成率に有意な差はなかった。このように、ニアミス事象・死亡事故ともに、車両が直進し、車の前方を自転車が横断する事象が多く、接近形態も違いがないことが判明した。この結果から、ニアミスデータは事故状況を把握する上で活用可能であると考えられる。そこで、車両が直進中、自転車がその車両前方を横断するニアミスデータ166件を使用し、両者接近時の分析を行った知見を次節で述べる。

表2 接近分類毎のニアミス事象と死亡事故の構成率

接近パターン	ニアミス事象		死亡事故		p値
	自転車(人)	構成率(%)	自転車(人)	構成率(%)	
A	22	9.6	386	13.7	0.072
B	144	62.9	1806	64.1	0.704
C	63	27.5	626	22.2	0.054
合計	229	100	2818	100	-

#### 3. 2. 衝突予測時間(TTC)の推定

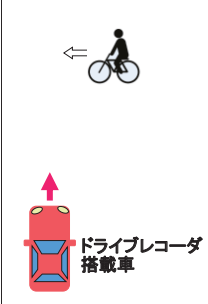
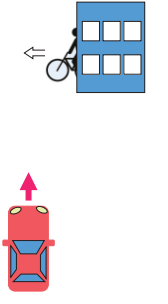
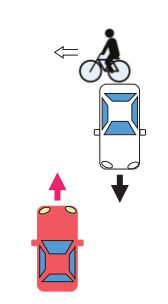
公益社団法人自動車技術会が所有するヒヤリハットデータベースを使用し、ドライブレコーダ画像に自転車が見えた瞬間の自転車前輪から車両前端までの距離(自転車と車両との距離)情報を画像から抽出した。車両走行速度は、ドライバーが急ブレーキを踏む直前の速度情



報を抽出した。なお、衝突予測時間（TTC）は、ドライバーが自転車に気づかずブレーキをかけない最悪の状態を想定し、車両と自転車との距離（L）を車両走行速度（V）で除して求めた。

解析対象は、車両が直進中に自転車はその車両前方を横断した 166 件の中で、自転車前輪の距離情報が確認できる 161 件の事例とした。ここでは、危険な接近状況を解明するため、自転車の飛び出しを表 3 に示す 2 つに区分する：(a) 障害物なし、(b) 物陰（建物の陰、車両の陰）からの飛び出し。

表 3 2 つに区分した自転車の飛び出しパターン

(a) 障害物なし	(b) 物陰からの飛び出し	
	建物の陰から	車の陰から
		

ニアミスデータをそれら 2 つに区分したときの TTC、車両と自転車との距離、車両走行速度の各平均値と統計検定結果を表 4 に示す。自転車が物陰から飛び出す時の TTC（平均 1.95 秒）は、障害物なしで飛び出す時の TTC（平均 3.26 秒）と比べて有意に短かった。

この結果から、車両運転者の視界確保も交通安全対策としては必要と考える。現在、自動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、警報やブレーキ制御をかける安全装置が交通事故防止に有効と考えられ、一部実用化されている。このような予防安全装置を開発、さらにこうした装置の保護性能を厳密に評価する際、障害物の有・無という条件が検知結果に大きく影響を及ぼすものとする。

表 4 飛び出しパターン毎の TTC

解析項目	TTC	
	(a) 障害物なし	(b) 物陰からの飛び出し
飛び出しパターン		
平均	3.26 秒	1.95 秒
標準偏差	2.11 秒	1.52 秒
自転車 (人)	25	136
p値	0.006**	

\*\* p < 0.01

#### 4. おわりに

自転車の関与する交通事故は都市部で多く発生しており、ここでは東京都における自転車の走行状況及び車両のニアミス事象を調査した。その結果、自転車乗員、車両運転者ともに建物などにより見通しが悪く、相手を認識できない交差点の場合、出会い頭での交通事故に至る可能性が極めて高くなることが推察された。現在、自動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、警報やブレーキ制御をかける安全装置が交通事故防止に有効と考えられ、一部実用化されている。欧州における自動車アセスメントでは、自転車乗員検知型被害軽減装置の普及を目指し、保護性評価手法を検討している。このような予防安全装置を開発、またはこうした装置の保護性能を詳細に評価する際、障害物の有・無という条件が検知結果に大きく影響を及ぼすものとする。本結果がそれら装置の開発や保護性能評価手法に反映されることが期待される。

#### 参考文献

- (1) 公益財団法人交通事故総合分析センター：交通統計 平成 28 年版 (2017)
- (2) 公益財団法人 交通事故総合分析センター：交通事故統計年報 平成 26 年版 (2015)
- (3) 公益財団法人 交通事故総合分析センター：ITARDA インフォメーション、pp. 88、4-12。(2011)
- (4) 公益財団法人交通事故総合分析センター：ITARDA インフォメーション、53、pp. 4-6 (2004)