

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：82505

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K14932

研究課題名（和文）幼児同乗自転車および三輪自転車の関わる交通事故実態の解明に関する研究

研究課題名（英文）Study on traffic accidents involving bicycles carrying children or three-wheeled bicycles

研究代表者

寺島 孝明 (Terashima, Takaaki)

科学警察研究所・交通科学部・主任研究官

研究者番号：70623354

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：自動車対幼児同乗自転車の事故、自動車対三輪自転車の事故における乗員および自転車の挙動、傷害リスクを明らかにすることを目的として研究を行った。

幼児同乗自転車の衝突実験から、路面衝突において自転車同乗幼児の頭部傷害のリスクが高くなる傾向が示された。また、ヘッドレストのある幼児用座席を用いてシートベルトを着用することで、頭部の路面衝突時にヘッドレストが介在することで路面と頭部の直接の衝突が防がれて、安全性が高くなることが明らかとなった。三輪自転車の衝突実験から、路面落下時に自転車乗員と自転車が干渉して、乗員の飛翔滑走距離が長くなる場合があることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、自動車と幼児同乗自転車の事故、自動車と三輪自転車の事故を模擬した実車衝突実験を行い、事故時の乗員および自転車の挙動、傷害リスクを明確にした。研究成果は、これまでの一般的な一人乗りの二輪自転車の交通事故対策では検討されていなかった、幼児同乗自転車、三輪自転車に適した安全教育や今後の自転車乗員の保護技術・保護試験法の研究、開発における土台になると考えられ、子供や高齢者の更なる交通安全対策につながると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to understand the kinematic behavior of bicyclists and bicycles and the risk of injury in accidents between cars and bicycles carrying children, and between cars and three-wheeled bicycles. The collision tests of bicycles carrying children showed that the risk of head injury to the child passenger tended to be higher in contact with the road surface. In addition, it was found that using the seat belt and the head restraint reduced the risk of the head injury to the child dummy in the contact with the road surface, because the head restraint prevented a direct contact between the head and the road surface. The collision tests of three-wheeled bicycles showed that the interference between the bicyclists and the bicycles may increase the throw distance of the bicyclists.

研究分野：交通事故解析、自動車工学

キーワード：交通事故 幼児同乗自転車 三輪自転車 衝突 頭部傷害

1. 研究開始当初の背景

2018年の交通事故における自転車乗用中の死傷者数は自動車乗用中に次いで2番目に多く、死者、重傷者に占める自転車乗員の割合も高いものとなっている¹⁾。特に、自転車関連の事故の相手当事者の約8割が自動車であることから、自動車との事故の対策が最重要であるといえる。一方、日本における少子高齢化は年々深刻となっている。そのため、子供と高齢者にとって安全・安心な社会を作り上げることは喫緊の課題である。第10次交通安全基本計画²⁾においては、重点的に対応すべき対象として、自転車の事故対策、子供と高齢者の安全確保が掲げられている。

子供と高齢者の交通手段の一つとして、自転車がある。自転車は、自動車に比べて低コストであり、駐車場のない場所にも行きやすく、短距離移動に適していることから、人気の高い移動手段である。幼児を乗せられる自転車としては、自転車に専用の座席を取付けたものが広く普及してきている。また、高齢者でも使いやすい自転車として、安定性を高めて転倒のリスクを減らした三輪自転車などが市販されるようになってきている。このように、幼児や高齢者をターゲットとした自転車として、一般的な一人乗りの二輪自転車(以下、一般的な自転車とする)とは異なる装備や形状を有したものが登場してきている。

既存の自転車の関わる交通事故に関する研究は、一般的な自転車を対象としたものが多く行われており、事故の傾向や衝突時の自転車乗員の挙動などが明らかにされてきている³⁾。しかし、近年普及してきた幼児同乗自転車や三輪自転車については事故実態の解明が行われておらず、事故対策を行う上で基盤となる情報が不足している。

2. 研究の目的

本研究では、子供や高齢者の利用が想定される幼児同乗自転車、三輪自転車などの一般的な自転車とは異なる自転車の交通事故実態の解明を目的とする。自動車と幼児同乗自転車の事故、自動車と三輪自転車の事故を模擬した実車衝突実験を行い、事故時の乗員および自転車の挙動、傷害リスクを明らかにする。これにより、傷害の発生要因を明確にする。

本研究成果は、安全教育や今後の自転車乗員の保護技術・保護試験法の研究、開発における土台になると考えられ、子供や高齢者の更なる交通安全対策を進めていく上で非常に重要である。

3. 研究の方法

(1) 幼児同乗自転車

自動車の前面中央付近が自転車の左側面に衝突する形態(以下では、側面衝突とする)、自転車の後面に衝突する形態(以下では、後面衝突とする)の実車衝突実験を行った。側面衝突、後面衝突共に、自転車には成人女性ダミー(Hybrid-III 5F、以下では大人ダミーとする)をペダルに足を乗せた状態で乗車させ、リアキャリアに設置した幼児用座席に3歳児ダミー(Hybrid-III 3Y0、以下では幼児ダミーとする)を乗車させた。自転車のタイヤサイズ、幼児用座席のヘッドレストの有無、幼児ダミーのシートベルトの着用条件を変化させて実験を行った。なお、シートベルト着用の条件では、緩みのないようにシートベルトを幼児ダミーに着用させた。側面衝突では、自動車の目標衝突速度は30 km/h、自転車の目標衝突速度は15 km/hまたは0 km/hとし、自動車は自転車との衝突直後に急制動させた。後面衝突では、自動車の目標衝突速度は20 km/h、自転車は停止状態とし、自動車は自転車との衝突直後に急制動させた。幼児ダミーの頭部内には加速度センサを設置し、衝突時に頭部に発生した3軸方向の加速度を計測した。

(2) 三輪自転車

自動車の前面中央付近が自転車の左側面、左斜め後ろ、後面に衝突する形態の実車衝突実験を行った。自転車には成人女性ダミー(Hybrid-III 5F)をペダルに足を乗せた状態で乗車させた。自動車の目標衝突速度は30 km/hまたは15 km/h、自転車は停止状態とし、自動車は自転車との衝突直後に急制動させた。

4. 研究成果

(1) 幼児同乗自転車

実験の結果、ダミー及び自転車の挙動、傷害のリスクに以下の傾向が認められた。

側面衝突実験

自転車の側面衝突の実験では、「自動車との衝突」、「路面との衝突」の二つの場面で幼児ダミー-頭部に衝撃が発生し、路面衝突時に幼児が重篤な頭部傷害を負う可能性が認められた。

シートベルト非着用の場合は自動車との衝突より幼児ダミーが幼児用座席から投げ出され、着用の場合は衝突後に停止するまで座席に保持されることが示された。幼児ダミーが単独で跳ね上げられたシートベルト非着用の場合の方が、自転車と一体となって運動していたシートベルト着用の場合よりもより高い位置まで跳ね上げられていた(図1)。そのため、シートベルトを着用することで跳ね上げられる高さを抑えることができ、路面衝突時の衝撃が低減されると考えられる。また、シートベルトを着用することで、衝突開始から停止するまで幼児ダミーは座席に保持されるため、路面衝突時において、座席から外に出て直接路面に衝突する身体の部位が

限定的となり、路面接触による傷害リスクが低減されると考えられる。

ヘッドレストのない幼児用座席を用いてシートベルトを着用した場合、自転車が路面に衝突する前に幼児ダミーから路面に衝突することにより、幼児ダミーの衝突部分に自転車の重量が加わり、危険性が高くなる可能性が認められた。図2に示すように頭部から路面に衝突することで頸部が大きく伸展しており、頸部に重篤な傷害を受ける可能性が考えられる。一方で、ヘッドレストのある幼児用座席を用いてシートベルトを着用することで、頭部の路面衝突時にヘッドレストが介在して、路面と頭部の直接の衝突が防がれた。

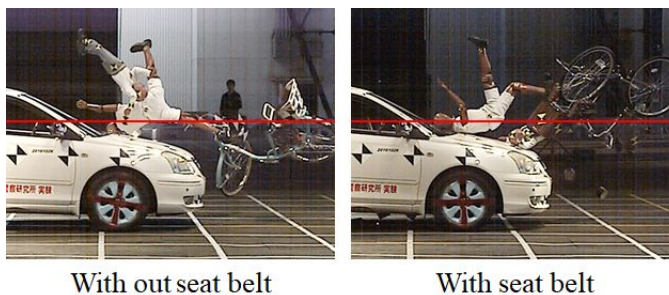


図1 幼児ダミーの跳ね上げられた状況



図2 幼児ダミーの路面衝突時の状況（ヘッドレストなし，シートベルト着用）

後面衝突実験

自転車の後面衝突の実験では、「自動車またはヘッドレストとの衝突」、「自転車運転者（大人ダミー）との衝突」、「路面との衝突」の三つの場面で幼児ダミー頭部に衝撃が発生した。ヘッドレストのない幼児用座席を使用した際は「路面との衝突」において、ヘッドレストのある幼児用座席を使用した際は「自転車運転者との衝突」において幼児の頭部傷害のリスクが高くなるということが明らかになった。

自転車のタイヤサイズは自転車の挙動に影響を及ぼした。自動車との衝突により、タイヤサイズが大きな自転車（26・27 インチ）は前輪が持ち上がり後方に回転した。タイヤサイズの小さな自転車（20 インチ）は前方に押し出された後、路面に向かって側方に倒れる挙動となった（図3）幼児用座席に着座した幼児も同様の挙動となり、自転車の挙動の影響を大きく受けた。また、タイヤサイズの大きな自転車では大人と幼児の頭部高さの差が小さくなり、頭部同士が衝突する可能性が高くなった。

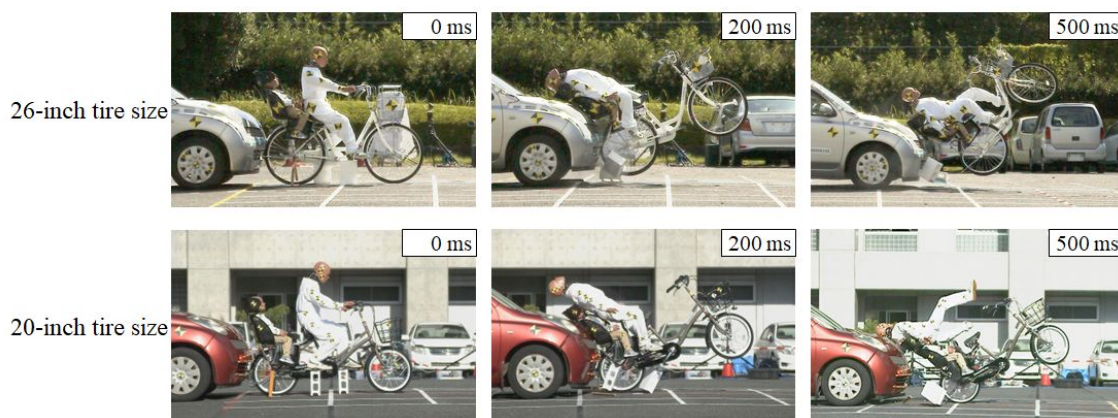


図3 自転車のタイヤサイズによる挙動の変化

シートベルトの影響は側面衝突と同様であり、シートベルト着用の場合、衝突後に停止するまで幼児ダミーは幼児用座席に拘束された。シートベルト非着用の場合、本実験条件においては、大人ダミーが後方に倒れ、幼児ダミーを押しつぶす形態となったことで、幼児ダミーは座席から大きくは飛び出さない挙動となった。

ヘッドレストにより、自動車との衝突初期における頸部の伸展が低減される効果が認められた。また、路面衝突時には、ヘッドレストありの幼児用座席を使用し、シートベルトを着用することにより、頭部の路面衝突時にヘッドレストが介在する可能性が高くなることが示唆された。

以上より、各衝突形態におけるダミー及び自転車の挙動、傷害のリスクを明らかにするとともに、自転車のタイヤサイズ、幼児用座席のヘッドレストの有無、幼児ダミーのシートベルトの着用条件が与える影響を示した。また、頭部傷害のリスクの高かった路面衝突においては、ヘッドレストのある幼児用座席を用いてシートベルトを着用することで、頭部の路面衝突時にヘッドレストが介在することで路面と頭部の直接の衝突が防がれて、安全性が高くなることが示された。さらに、幼児用座席が幼児を覆う面積を増やすことにより、路面接触時の傷害低減が期待される。

なお、本研究と概ね同じ条件であれば、幼児や自転車の運動挙動、傷害のリスクは、本研究の結果と同様になると予測される。しかし、衝突速度などは、自転車同乗幼児の運動挙動や傷害にも影響を与える可能性があるため、今後は他の衝突速度などについても検討する必要がある。

(2) 三輪自転車

自動車との衝突時における自転車乗員の挙動は概ね一般的な自転車の乗員と同じであった。一方で、路面衝突においては一部の条件で三輪自転車特有の挙動が認められた。衝突速度 15 km/h の後面衝突の実験（図 4）では、自動車との衝突後に自転車乗員が自動車前方に落下する際に、三輪自転車後部のかごの上に乗員の腰部が乗る形態となった。その後、自転車は三輪であるため転倒せずに乗員をかごに乗せた状態で前方に進んでいき、乗員は後方に倒れ込んで、後頭部を路面に衝突させた。乗員が自動車との衝突後に自転車後部のかごに乗って移動したため、衝突速度 15 km/h の左側面、左斜め後ろの衝突に比較して、乗員の飛翔滑走距離が長くなった。

なお、本研究と概ね同じ条件であれば、乗員や自転車の運動挙動は、本研究の結果と同様になると予測される。しかし、衝突速度などは乗員の運動挙動にも影響を与える可能性があるため、今後は他の衝突速度などについても検討する必要がある。

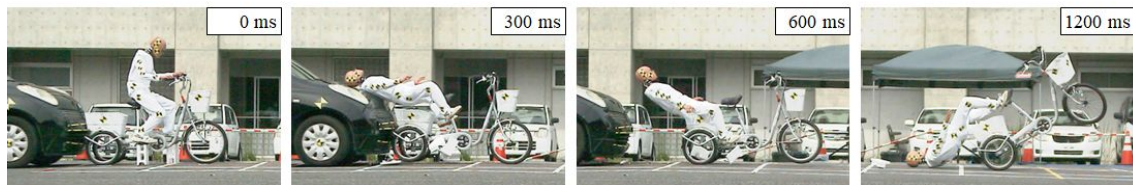


図 4 自転車乗員の挙動（後面衝突，15 km/h）

【参考文献】

- 1) 警察庁：平成 30 年中の交通事故の発生状況（2019）
- 2) 内閣府：第 10 次交通安全基本計画（2016）
- 3) Simms C., Wood D. : Pedestrian and Cyclist Impact, Springer（2009）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 寺島孝明	4. 巻 53(4)
2. 論文標題 幼児同乗自転車の側面へ自動車が発生する事故を想定した実車実験の解析～幼児用座席の影響の検討～	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月間交通	6. 最初と最後の頁 5-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Terashima Takaaki, Kato Kenshiro, Oga Ryo, Takubo Nobuaki, Mizuno Koji	4. 巻 166
2. 論文標題 Experimental study on car collisions with bicycles equipped with child seats	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Accident Analysis & Prevention	6. 最初と最後の頁 106535 - 106535
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.aap.2021.106535	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 寺島 孝明、大賀 涼、加藤 憲史郎、木戸 晶洋、水野 幸治	4. 巻 55
2. 論文標題 幼児同乗自転車への追突事故における幼児の挙動と傷害の分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 自動車技術会論文集	6. 最初と最後の頁 474 - 481
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11351/jsaeronbun.55.474	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Terashima T., Kato K., Oga R., Takubo N.
2. 発表標題 Experimental Study on Car Collisions with Bicycles Equipped with Child Seats
3. 学会等名 International Cycling Safety Conference 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺島 孝明、大賀 涼、加藤 憲史郎、木戸 晶洋、水野 幸治
2. 発表標題 幼児同乗自転車への追突事故における幼児の挙動と傷害の分析（第一報）
3. 学会等名 自動車技術会2023年秋季大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	大賀 涼 (Oga Ryo) (50392262)	科学警察研究所・交通科学部・室長 (82505)	
連携研究者	加藤 憲史郎 (Kato Kenshiro) (10462756)	科学警察研究所・交通科学部・主任研究官 (82505)	
連携研究者	木戸 晶洋 (Kido Akihiro) (30978599)	科学警察研究所・交通科学部・研究員 (82505)	
連携研究者	水野 幸治 (Mizuno Koji) (80335075)	名古屋大学・工学研究科・教授 (13901)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------