

# 中学生の自転車通学時の 交差点における安全確認挙動の分析

荻谷 英祐<sup>1</sup>・鈴木 弘司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 名古屋工業大学都市社会工学科 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)  
E-mail: 31415022@stn.nitech.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 名古屋工業大学大学院准教授 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)  
E-mail: suzuki.koji@nitech.ac.jp

交差点における若い世代の自転車事故抑制対策を検討するため、本研究では安全確認挙動に着目して観測データに基づき分析を行った。交通安全教育のための自転車ワークショップを受講した中学生が利用する信号交差点を分析対象に、安全確認挙動がどのような交通環境で行われやすいのかを調査した結果、信号停止や集団で走行することで安全確認を行いにくいという結果が得られた。また中学生に対して安全教育を実施することによる安全確認挙動に及ぼす影響と教育効果の持続性に関する分析を行った結果、安全教育を行った直後は安全確認率が増加したが、安全教育を行って4カ月と時間が経過すると安全確認率が低下することが明らかとなった。

*Keywords: traffic safety, safety confirmation behavior, intersection, junior high-school students*

## 1. はじめに

近年我が国の自転車保有台数は増加傾向にあり、通勤や通学、買い物など身近な移動の手段として活用されている。一方で、若年者の自転車事故の問題は大きな社会問題として認識されつつある。例えば、男子中学生が無灯火で、交差点信号機が青のうちに早く渡ろうと速度を上げたところ、高齢の男性会社員に正面衝突し、死亡させた事故がある<sup>1)</sup>。

図-1と図-2に免許保有の有無による事故割合と免許非保有者における年齢別自転車事故の割合を示す。ここで、1当は自転車が事故の原因を作った過失が大きい第1当事者（以下、1当）であり、2当は自転車が過失の小さい第2当事者（以下、2当）である。図-1より1当と2当ともに免許非保有者の事故割合が高く、1当では約80%、2当では約70%を占めている。また、図-2より、0-19歳の自転車事故割合が約60%を占めていることが分かる。このことから、免許非保有者の中でも、19歳以下の若い世代の事故割合が高いことが分かる。次に、図-3に自転車事故の発生位置別の割合を示す。これより、交差点事故件数が約80%を占めており、交差点での事故対策が必要であることも分かる。以上のことから、若い世代の交差点での自転車事故対策は課題である。さらに、図-4に1当における事故原因を示す。これにより、事故原因の約70%

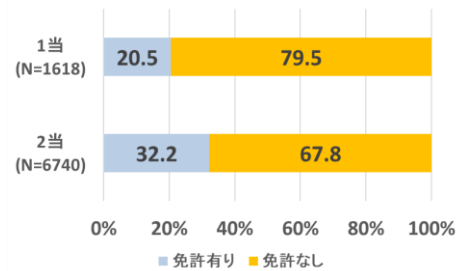


図-1 免許保有の有無による事故割合

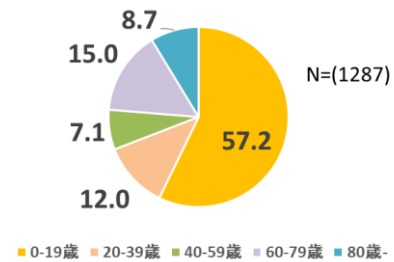


図-2 免許非保有者の年齢別自転車事故割合 (1当)

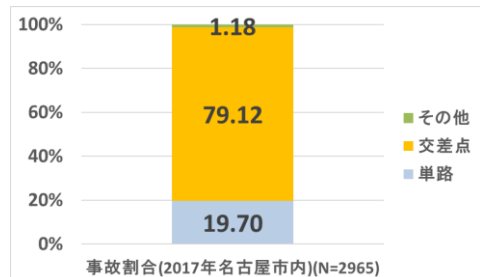


図-3 自転車事故発生位置の割合 (名古屋市内)

は安全確認を行わなかったことによる事故であることが分かる。よって適切に安全確認を行えば事故件数が減少するのではないかと考えられる。

ここで国内の既往研究として、菊池ら<sup>2)</sup>は、中学生に安全教育を行い、安全教育により安全確認挙動がどう変化したか、安全確認に対する意識がどう変化したかを明らかにしている。また金井<sup>3)</sup>らは、高校生が過去に行った交通安全教育の知識がどの程度残っているかを分析している。しかしこれらの研究は、安全確認挙動と周辺の道路状況や交通環境の関係を評価した研究ではないため、実際の安全対策に結び付けるのは難しい。また西原<sup>4)</sup>らはアイマークレコーダを用い、自転車利用者が走行中にどこを注視するかをアイマークレコーダにより分析しているが本アプローチには十分なサンプル数の確保やサンプリングバイアスの問題が含まれる。

そこで本研究の目的は、自転車利用の中学生を対象に、交差点進入時の安全確認挙動に着目し、どのような道路交通環境が安全確認挙動に影響するかを外部観測データを用いて分析する。これは基礎分析にて、集団で走行している場合や信号停止などにより、安全確認の割合に変化があるのかを分析する。その後安全教育の実施により、安全確認挙動への影響を分析する。これはモデル分析により、教育効果の有無や持続性を評価していく。

## 2. 調査の概要及びデータ取得方法

本研究で対象とする交差点を図-5に示す。ここは宮城県亶理郡亶理町に位置する国道6号と県道14号が交差する信号交差点である。本箇所において東北工業大学小川研究室により、交差点付近の亶理消防署の屋上からビデオ観測調査が4回（2017年の4月25日から4月28日、5月9日から5月12日、5月23日から5月26日、9月19日から9月21日）行われている。なお、各日7:30-8:30の登校時間と17:00-18:30の下校時間で調査実施されている。本研究ではこの観測データを用いて、同交差点を自転車利用する宮城県亶理町立亶理中学校の全生徒を調査対象とし図-5赤丸の横断歩道付近の挙動を調査した。本論文では4月26日、4月27日、5月9日、5月11日、5月23日、5月24日、9月20日、9月21日の下校時間帯のデータを扱う。なお、下校時間帯に着目したのは、登校時間帯は、始業時間に合わせて学校に向かう生徒が集中するため、集団走行データが多くなり、個人の挙動データが取得できないことを懸念したためである。

ここで、2017年5月9日の2回目調査前と2017年5月23日3回目に自転車ワークショップを行っている。自転車ワークショップとは亶理中学の生徒を対象に行った安全教育のことである。2017年5月9日のワークショップでは全校

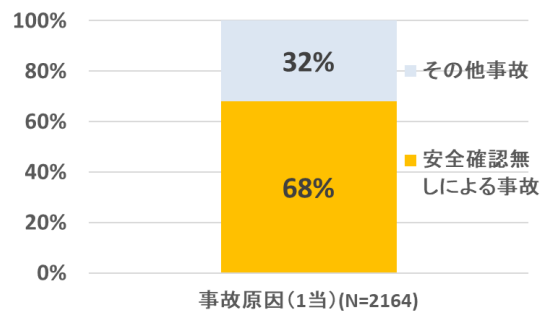


図-4 自転車事故原因の割合(1当)

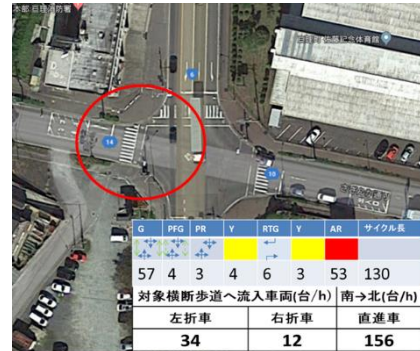


図-5 対象交差点

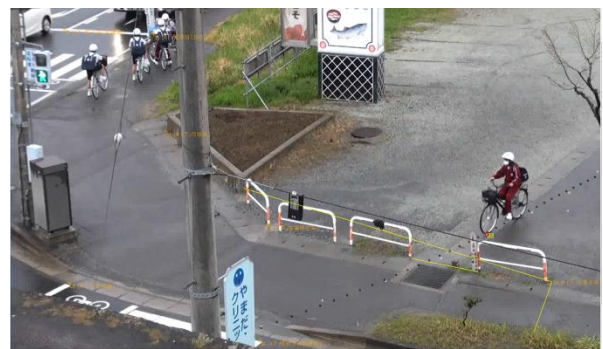


図-6 映像データの取得範囲

生徒の半分が受講し、2017年5月23日のワークショップでは5月9日に受講していない半数の生徒が受講している。すなわち、2回目調査時は全校生徒の半数が、3回目の調査時は全校生徒がワークショップを受講している状態となっている。内容は、生徒らが登下校の様子を実際に見せ、どのような危険が予測されるのかを話し合わせる、またどのような場面で生徒自身が安全確認を行わずに横断歩道を通過してしまうのかを文章に書き起こさせることが行われている<sup>2)</sup>

各データの取得方法はまず映像解析ソフトウェアGeorge<sup>5)</sup>にて、各自転車が図-6の範囲に出現した時点から、前輪位置が確認できなくなる時点までの軌跡を0.5秒単位で取得する。安全確認挙動は交錯する左折車の方向を確認した時点(安全確認開始)と確認し終わった時点(安全確認終了)の自転車の前輪と地面の設置位置を記録する方法で行う。速度は横断歩道もしくは安全確認を行った地点の軌跡点に記録されている瞬間値を用いる。なお、個人属性として性別、周囲の交通環境として、信号現示、交差点接近車両の存在及び位置を計測している。

### 3. 安全確認に関する基礎分析

ここでは誰も安全教育を受講していない状態での安全確認挙動を分析する。

まず全体的な傾向を捉えるため、安全確認をしている割合と性別による安全確認挙動の違いを分析する。

図-7の安全確認挙動の有無より、安全確認割合は約40%程度にとどまっていることが分かる。

図-8の性別による安全確認挙動の違いより男子生徒と女子生徒の間では男子生徒のほうが安全確認割合が若干低いことが分かる。

次に交通環境と安全確認挙動の関係について、信号停止の有無、同時通行人数、自動車位置の観点から分析する。

自転車を対象交差点を通過する際に信号で停止したかどうかにより安全確認挙動が変わってくるのかについて、図-9に信号停止の有無による安全確認挙動の違いを示す。

図-9より、信号停止を行った自転車のほうが安全確認を行う割合が低下していることが分かる。

同時に通行する人数により、安全確認挙動に違いがあるのかを分析する。なお本研究では2人以上でまとまって走行している人を集団と定義している。同時に走行する人数の違いによる安全確認挙動の違いを図-10に示す。

図-10より、集団で走行しているほうが安全確認する割合が低い傾向にあることが分かる。

交差点付近の車両の位置により安全確認挙動に違いがあるのかを分析する。今回対象とするのは対象自転車対象横断歩道に差し掛かった際に交差点の中か外のどちらにいないかとする。自動車が複数台いた場合は先頭車両を対象とする。車両位置による安全確認挙動の違いを図-11に示す。

図-11より交差点内に車両がいるほうが安全確認する割合が増加していることが分かる。

最後に安全確認挙動の有無が自転車の横断歩道進入時の速度に影響があるかどうかを分析する。図-12に横断歩道進入時の自転車通過速度を示す。箱ひげ図の上端と下端はそれぞれ最大値と最小値、箱の上側と下側はそれぞれ第3四分位点と第1四分位点、箱の中央の線は中央値、バツ印は平均値を表している。

図-12より安全確認を行ったほうが、走行速度が低下することが分かる。

以上より、安全確認は走行条件により違いがみられることが分かったが、安全確認の割合自体は高いとは言えないことも分かる。

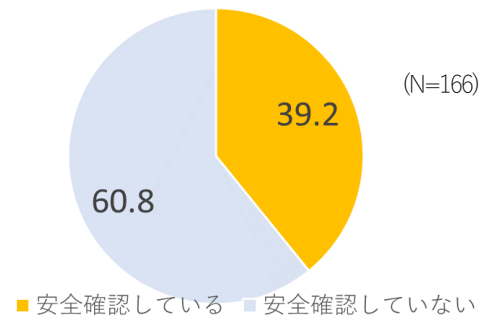


図-7 安全確認の有無

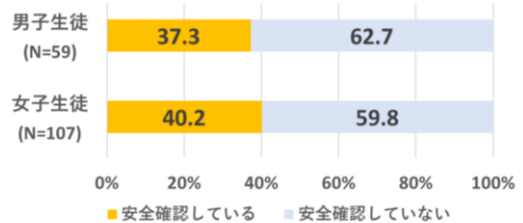


図-8 生徒の性別による安全確認挙動の違い

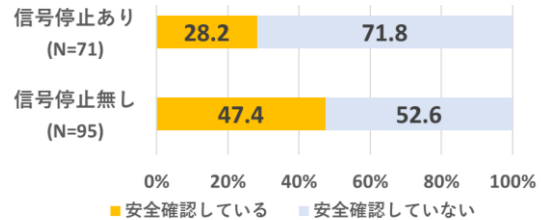


図-9 信号停止の有無による安全確認挙動の違い

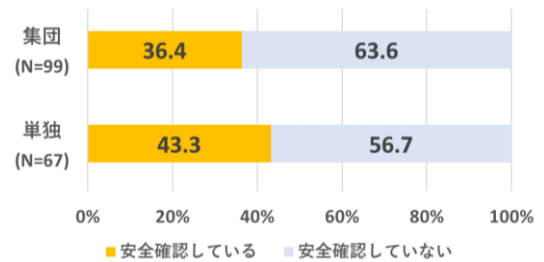


図-10 同時通行人数の違いによる安全確認挙動の違い

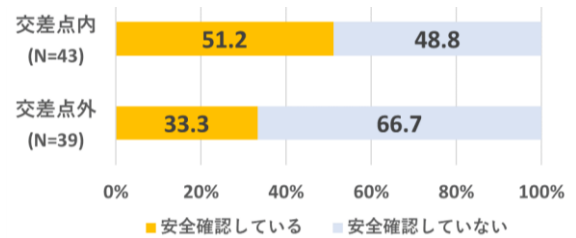


図-11 自動車位置による安全確認挙動の違い

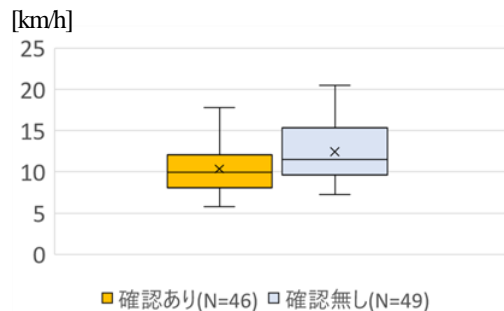


図-12 安全確認の有無による横断歩道進入時の速度の違い



#### 4. 安全教育が安全確認挙動に与える影響分析

本章では2章で述べた自転車ワークショップを生徒が受講することにより、安全確認挙動がどう変化していくかを分析する。今回教育効果について、安全確認率の推移、安全確認位置、横断歩道進入時の速度等の挙動特性、ワークショップの有無による安全確認率の違い、集団走行による安全確認率の違い、信号停止の有無による安全確認率の違いの観点からそれぞれ分析を行う。

##### (1) 安全確認率

本節では、安全確認挙動を行った生徒の割合を示す指標として安全確認率を式(1)を用いて示す。

$$P_{SC} = \frac{N_{SC}}{N_{OC}} \quad (1)$$

ここで、

$P_{SC}$  : 安全確認率,  $N_{SC}$  : 安全確認を行った横断者数,  
 $N_{OC}$  : 観測した横断者数

この指標により算出した安全確認率を用い、各調査時期による安全確認率の違いを図-13に示す。ただし、1回安全確認を行った生徒の割合をオレンジ、2回以上安全確認を行った生徒の割合を黄緑で示し、全体の安全確認率は2つの割合の合計とする。

図-13より、ワークショップを行うことにより、安全確認率が増加することが分かる。特に全生徒がワークショップを行った際はワークショップを行っていない時と比べ、10%ほど増加していることが分かる。2回以上安全確認している生徒も5%ほど増加していることが分かる。しかし、ワークショップを行って4か月が経過すると安全確認率がワークショップを行う前の状態に戻ってしまうことから、ワークショップには持続性が期待できないと推察される。

##### (2) 安全確認位置

本節ではワークショップを受けた後、安全確認位置がどのように変化するのかを調べる。安全確認位置は横断歩道端と安全確認を開始した位置の距離を個々に計測して1m単位で集計する。調査時期別の安全確認位置の分布を図-14に示す。

図-14より、ワークショップ1回目で安全確認位置が横断歩道端より離れていることが分かる。ワークショップ2回目後は、1回目より安全確認位置が歩道に近づいているが、ワークショップを行っていない事前とワークショップを行った4か月後よりは確認位置が遠いことが分かる。

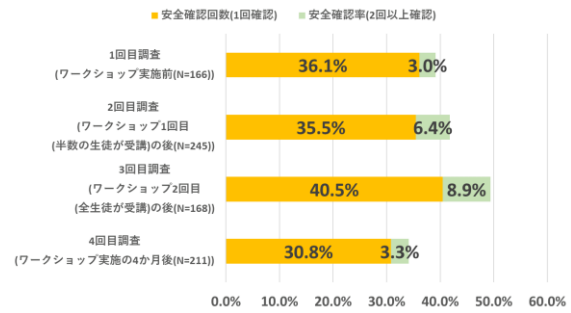


図-13 ワークショップの有無による安全確認率の違い

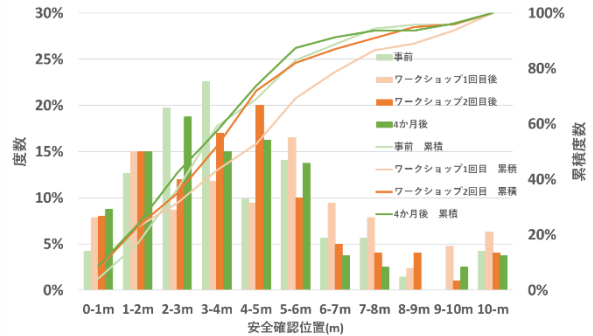


図-14 ワークショップの有無による安全確認位置の違い

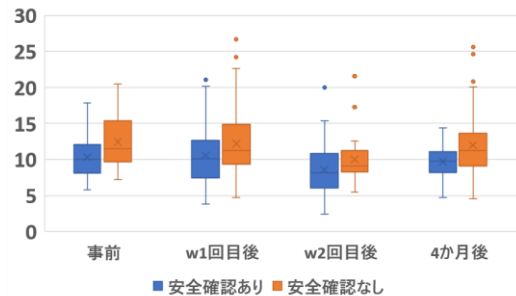


図-15 速度と安全確認の有無

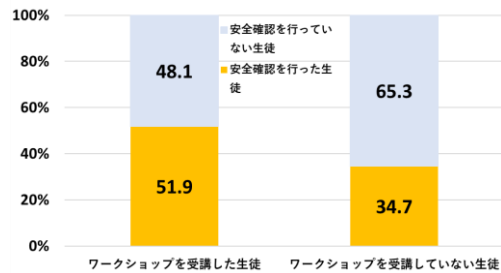


図-16 ワークショップの有無による安全確認率の違い

##### (3) 安全確認の有無と速度の関係

本節では、安全確認を行った場合と行わなかった場合の横断歩道進入時で且つ信号停止をしていない場合の速度の違いを箱ひげ図にて分析を行う。ここでの速度は3章で述べた横断歩道端に差し掛かった際の速度である。図-15に各時点ごとの速度と安全確認の有無の箱ひげ図を示す。

図-15よりワークショップの有無に関わらず、安全確

認を行うことにより速度が低下していることが読み取れる。

(4) ワークショップの有無による安全確認率の違い

本節ではワークショップを行った生徒と行わなかった生徒が混在する中で、安全確認率に違いが出るのかを分析する。対象として、2回目調査時のデータを使用する。図-16にワークショップを受講した生徒と受講していない生徒それぞれにおける安全確認の有無を示す。

図-16より、ワークショップを受講した生徒は約50%安全確認を行っているのに対し、ワークショップを受講していない生徒は安全確認率が約35%であることから、安全教育が安全確認に影響を及ぼすことが確認できる。

(5) 集団走行による安全確認率の違い

本節では集団で走行していることが安全確認率にどう影響してくるかを分析する。ここでいう集団とは、2人以上で走行している生徒を指す。集団による安全確認率は集団（2人以上）で走行している生徒の中で安全確認を行っている生徒数を集団走行している全生徒数で割った値とする。図-17にワークショップの有無による集団走行時の安全確認率の違いを示す。

図-17より、集団走行時はワークショップの有無に関わらず安全確認率が低い傾向にあることが分かる。

(6) 信号停止の有無による安全確認率の違い

対象自転車が信号停止を行っているかどうかにより、安全確認率が変化するかどうかを分析する。図-18に信号停止の有無による安全確認率の違いを示す。

図-18より、信号で停止せずに通行するほうが安全確認率が高いことが分かる。特にワークショップ2回目の後は信号停止を行う時と比べ25%ほど高いことが分かる。

以上のことより、ワークショップを受講することにより、安全確認率が増加していることが分かる。しかし、ワークショップを行って4か月が経過するとどの条件でも安全確認率が低下することが分かる。

5. 安全確認挙動の影響要因分析

4章で確認できたことを踏まえ、生徒が横断歩道を渡る際に安全確認を行うか、行わないかに関わる要因を、ロジスティック回帰分析(式2)により明らかにする。

$$P = \frac{1}{1 + \exp\{-(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k)\}} \quad (2)$$

ここで、

$P$  : 安全確認確率,  $b_k$  : パラメータの推定値,  
 $x_k$  : 説明変数の実測値

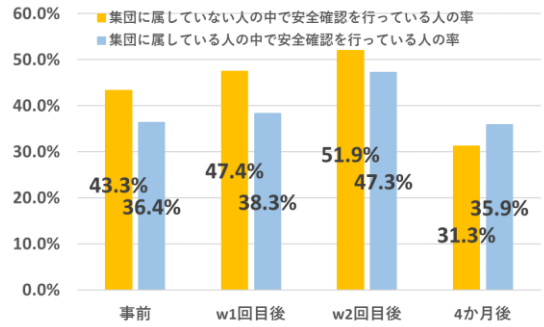


図-17 集団走行の有無による安全確認率の違い

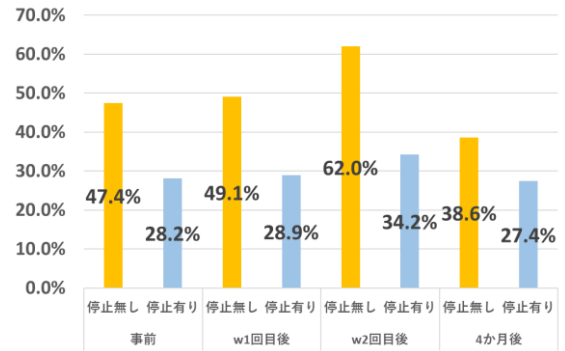


図-18 集団走行の有無による安全確認率の違い

表-1 ロジスティック回帰分析の説明変数

説明変数	定義
ワークショップ受講有無ダミー	ワークショップを受講したかどうか
ワークショップ参加時点ダミー(1回目, 2回目, 4か月後)	1回目, 2回目, 4か月後の時点でそれぞれ該当するかどうか
赤信号停止ダミー	対象横断歩道を通過する際、信号停止したかどうか
車両接近ダミー	自転車が横断歩道を通過する際に自動車と交差点内にいるかどうか
集団通行ダミー	2人以上で登下校を行っているかどうか
薄暮ダミー	辺りが薄暗いかどうか
速度	赤信号停止をしない自転車は敷地境界にある柵(安全確認位置の平均値5m付近)の通過速度、停止した自転車は横断歩道端通過時の速度を採用
性別ダミー	男子生徒かどうか

分析に用いた説明変数を表-1に示す。本論文では2つのモデル分析を行う。モデル1は2回目調査である5月11日のデータのみを用い、ワークショップ受講の有無による影響を評価する。モデル2では、4時点全てのデータを用い、ワークショップ受講後の時間経過が挙動に与える影響を評価する。それぞれのロジスティック回帰分析のパラメータ推定の結果を表-2と表-3に示す。

まず表-2より、ワークショップ受講有無ダミーが正であることからワークショップを行うことで安全確認をしやすくなることが確認できる。また、集団通行ダミーは負の値を示していることより、集団通行することで安全確認をしにくくなっていることが確認できる。

次に表-3より、ワークショップ2回目後ダミーと車両接近ダミーが正であることから、これらが安全確認しやすくなる要因であることが確認できる。また、4か月後ダミーと赤信号停止ダミーが負であることから、これらは安全確認しにくくなる要因であることが分かる。さらに、ワークショップ2回目後ダミーは正であるが、4か月

表-2 モデル1のパラメータ推定の結果

説明変数	推定値
ワークショップ受講有無ダミー	1.15***
集団通行ダミー	-0.86**
切片	-0.41
R2乗(U)	0.09
的中率[%]	70.34
p値	<0.01

表-3 モデル2のパラメータ推定の結果

説明変数	推定値
ワークショップ2回目後ダミー	0.41**
車両接近ダミー	0.77***
4か月後ダミー	-0.32*
赤信号停止ダミー	-0.67***
切片	-0.37
R2乗(U)	0.06
的中率[%]	63.96
p値	<0.0001

後ダミーは負であることから、ワークショップ直後は教育効果があり、安全確認が増加するが、4か月後と期間を開けることで、安全教育は効果がなくなり、安全確認をしにくくなることが確認できる。

## 6. おわりに

本研究では、観測データを用いて中学生がどのような道路交通環境で安全確認をするかどうかを分析した。また、安全教育による安全確認挙動の変化と持続性についても、統計解析を行い、それぞれに影響を及ぼす要因を明らかにした。

安全確認に関する分析では、特に信号で停止することや、交差点内に自動車が存在することが安全確認する割合を低下させていることが分かった。また、安全教育が安全確認挙動に与える影響分析より、安全教育を施すことで安全確認率が向上することが確認できた。しかし、

4か月後と安全教育受講から時間が経過すると教育効果が低下することも示された。また、集団で走行することで安全確認を行いにくくなることが分かった。

今後の課題として、登校時の挙動分析を行い、登校時と下校時で安全確認挙動が異なるかどうかを検証すること、同様の安全教育プログラムを受講した中学校を対象とした他箇所の調査を実施し、本分析結果の妥当性を確認すること、さらに、これらの分析を通じて交差点における自転車利用者の安全確認を促すソフト・ハードの対策を立案することが挙げられる。

## 謝辞

本研究は（公財）国際交通安全学会1906Bプロジェクト「児童生徒等に対する効果的な交通安全教育を普及させるために何が必要か～教育普及スキームの構築研究～」（PL：小川和久教授（東北工業大学））の一環として実施したものです。研究を進めるにあたって同プロジェクトの委員から多くの助言を受け賜りました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 西島法律事務所 自転車事故凡例, [https://n-gyosei-shinryu.com/gyosei/jiko\\_3\\_hanrei.php](https://n-gyosei-shinryu.com/gyosei/jiko_3_hanrei.php)
- 2) 菊池輝, 小川和久, 只野健一: 中学生のためのミラーリング自転車安全教育プログラムの効果測定, 第38回交通工学研究発表会論文集, 2018
- 3) 金井昌信, 青島縮次郎, 皆川雅之: 自転車通学マナー改善のための交通安全教育の在り方に関する実証的研究, 第23回交通工学研究発表会論文報告集 pp.33-36, 2003
- 4) 西原大樹, 辰巳浩, 吉城秀治, 堤香代子: シェドウ内自転車走行時の注視挙動に街路特性が及ぼす影響に関する分析, 第35回交通工学研究発表会論文集 pp.653-658, 2015
- 5) 鈴木一史, 中村英樹: 交通流解析のためのビデオ画像処理システム Traffic Analyzer の開発と性能検証, 土木学会論文集 D, Vol.62, No.3, pp.276-287, 2006.

(?)

## ANALYSIS ON SAFETY CONFIRMATION BEHAVIORS OF JUNIOR HIGH-SCHOOL STUDENTS DURING COMMUTING TIME AT SIGNALIZED INTERSECTION

Eisuke KARIYA and Koji SUZUKI