

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04383

研究課題名(和文) 自転車と他者の交通コミュニケーション方法の調和型最適設計と交通規則マナーの制度化

研究課題名(英文) Harmonious optimal design of the methods of traffic communication between the bicycle and others

研究代表者

金 利昭 (KIN, Toshiaki)

茨城大学・理工学研究科(工学野)・教授

研究者番号：40205050

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：第一に、意識調査により、車道通行自転車の進路変更においては後方ドライバーの観点から自転車の後方確認や合図の必要性が高いこと、及び自転車の追い越し・追い越され時においては追い越される自転車の観点からコミュニケーションの必要性が高いことを明らかにした。第二に、自転車走行実験により、自転車利用者が道路交通法通りの手合図を実行すると走行挙動が不安定になること、腕振型は自転車利用者の実行可能性とライバーへの有効性がともに高いことを見出した。第三に、歩行者-自転車間では、開発した二人協力型ゲーミングシミュレーターを用いて、ベルや声かけ、鈴といった自転車側のコミュニケーションの必要性と有効性を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自転車レーンと車道混在を基本とする新しい自転車通行帯整備の進展に伴って、自転車の進路変更・追い越し・待避(譲り)に伴う当事者間(自転車、車、歩行者)のコンフリクトが増大し危険な交通状況が発生している。本研究によって歩行者・自転車・自動車間の交通コンフリクトを解消するための優先順位と後方確認・合図に関する具体的な知見が得られたことは社会的意義がある。またこれまでの道路整備中心のハード研究に対して交通制度を直接対象としたソフト的発想は学術的独自性があり、科学的制度設計手法であるゲーミングシミュレーションによって当事者の実行可能な交通コミュニケーション方法を最適設計したことは学術的意義がある。

研究成果の概要(英文)：First, the following findings were clarified by an awareness survey. In cases where the bicycle changes course on the roadway, there is a high need for rearward confirmation and cues for the rear driver. Similarly, in cases where the rear bicycle overtakes the front bicycle, there is a high need for a signal for the front bicycle. Secondly, the following findings were found by bicycle running experiments. In the case where the bicycle user executes the hand signal according to the Road Traffic Act, the running behavior becomes unstable, and the arm swing type hand signal is highly feasible for the bicycle user and highly effective for the driver. Thirdly, in the case of between pedestrians and bicycles, the necessity and effectiveness of bicycle-side communications such as bicycle bells, voice calls, and quiet bells were clarified using the developed two-person cooperative gaming simulator.

研究分野：交通工学

キーワード：自転車 交通規則 交通コミュニケーション 手合図 後方確認 進路変更 追い越し 協力ゲーム

1. 研究開始当初の背景

自転車レーンと車道混在を基本とする新しい自転車通行帯整備の進展に伴って、自転車の進路変更・追い越し・待避(譲り)に伴う当事者間(自転車と自転車、自転車と車、自転車と歩行者)のコンフリクトが増大し極めて危険な交通状況が発生している。自転車レーンや車道混在を安全に運用するためには、当事者間(人-自転車-車)の進路変更・追い越し・待避(譲り)を安全に実行するための優先順位・後方確認・合図が必要不可欠である。しかしながら道路交通法で規定する優先順位は不徹底で、自転車の方向指示・手合図は現状では全く実行されていない。

2. 研究の目的

- (1) 自転車と他者の関わる進路変更・追い越し・待避(譲り)において道路交通法が規定する後方確認・合図の実行可能性と当事者間の交通コミュニケーションギャップを明確にし、交通コミュニケーション方法と道路交通法の問題点・課題を構造化する。
- (2) 交通当事者間の交通コミュニケーションギャップを解消する調和点を探索するための実験装置として協力二人ゲーミングシミュレータを開発し、これを用いて当事者間で実行可能な交通コミュニケーション方法の当事者調和型最適案を見出す。
- (3) 最適設計した交通コミュニケーション方法をWebアンケート調査によって社会的受容性を評価し、後方確認・合図の交通規則・マナーとして提案する。

3. 研究の方法

- (1) 現行法制度における交通コミュニケーションの問題点と課題の構造化  
意識調査を用いてコミュニケーション不足による危険・不快場面を特定し、歩行者 自転車車間には交通コミュニケーションギャップが存在し、このギャップの原因が交通優先順位の認識ギャップと交通規則・マナーの不完全性にあるという発生構造仮説を実証することによって、交通コミュニケーション方法の必要性を示す。
- (2) 協力二人ゲーミングシミュレータの開発とシミュレーション実験  
交通当事者の属性を考慮して実行可能な後方確認・合図の代替案を作成し、この代替案に関して交通当事者のコミュニケーションギャップを解消する調和点(均衡点)を探索するための協力二人ゲーミングシミュレーション実験を行い、交通優先順位と交通規則・マナーの最適解を求める。
- (3) 新しい交通規則・マナーの受容性の評価  
最適設計した個々の交通場面における新しい規則・マナー(優先順位、新しいコミュニケーション方法)の社会的受容性をWeb調査等により評価し、新しい交通規則・マナーとして提案する。

4. 研究成果

(1) 車道通行自転車の追い越し・進路変更における交通コミュニケーションの必要性と可能性  
後方の自転車が前方の自転車を追い越す場面では、現状では何もせずに追い越している場面が多いが、ベルを鳴らしたり、ペダルやブレーキ音を鳴らしたり、声掛けなど何らかのコミュニケーション行動をとっている場面も多々ある。追い越される自転車は56.4%が危険・不快と感じた経験があり、その理由として気付かずに追い越された、ベルを鳴らされた、黙って後ろをついて来られたなど、コミュニケーション方法に関わるものが多く挙げられている。何らかのコミュニケーションにより追い越される自転車の安全感が高まること、及び理想とする追い越し方法でも双方が何らかのコミュニケーションを必要としていたことから、十分な側方間隔をとれな

		現状	理想	考察
自転車同士の追い越し	追い越され自転車	危険不快 近距離・速いスピード コミュニケーションなし	コミュニケーションあり →安全感高まる	存在を知らせることがマナーとして確立されるべき ・ベル(警音器)ではなく、 <b>コミュニケーション用のベル</b> の開発利用
	追い越し自転車	①何もせずに追い越す ②ベルを鳴らす	①ベルを鳴らす ②声かけ	
自転車の進路変更	進路変更自転車	①後方確認のみ ②立ち止まって安全を確認する 実行 できる ← → できない	後方確認のみ	・後方確認できない場合は一時停止 ・合図の重要性を自転車にも理解させる
	ドライバー	危険不快 後方確認や合図のない進路変更	後方確認・手信号あり →安全感高まる	

— :有意差あり    ①:1番目に多い方法    ②:2番目に多い方法

図1 自転車の追い越し・進路変更問題の構造化

い場合におけるコミュニケーションの必要性が示された。

自転車が進路変更する場面において、後方を走る自動車ドライバーの75.9%が、自転車が合図や後方確認をせずに急に進路変更してきたことによる危険・不快経験がある。この危険・不快感を解消するために、少なくとも自転車の後方確認を強く望んでおり、後方確認に手合図が併用されれば安全感は大きく向上する。また、現在手合図をしない人でも、約半数が手合図の必要性を感じていることや、6割以上が手合図を実行できると回答していることから、ルールとしての啓発を強化し、必要性を広く周知することで実行しやすい環境をつくることは可能と考えられる。

(2) 後方確認・手合図の四つの代替案作成と実行可能性

走行実験より、ふらつきが大きくなるのは、「簡易型」・「腕振型」は3割程度であるが、「道交法型」は半数程度であり、道路交通法通りの手合図は走行挙動への影響が出やすい。体感評価としては「簡易型」・「腕振型」は「道交法型」と比較してやりやすく安全と感じられることから、自転車運転者にとって受け入れられやすいことがわかった。

Web アンケート調査より、自動車利用者の意識として、「道交法型」・「腕振型」は「後方確認のみ」と比較して進路変更する意思が伝わりやすくなり、有効な手合図であることがわかった。「腕振型」は実行可能性・有効性がともに高く、合図に動作を加えることで両者にとっても受容性が向上する。

**【後方確認・手合図の四つの代替案】**

合図なし：後方確認・合図ともになし

道交法型：  
後方確認し、進路変更の3秒前から腕を水平に伸ばし、進路変更が終わるまで継続する

簡易型（自転車にとって比較的やりやすく簡易的な方法）：  
後方確認し、進路変更の3秒前に腕を曲げて横に伸ばし、1秒程度継続

腕振型（腕を振る動作により他者からの視認性が高まる方法）：  
後方確認し、進路変更の3秒前から腕を右に2回振る

(3) 二人協力型ゲームを用いた自転車 - 歩行者間の交通コミュニケーション方法の設計

被験者はディスプレイに映し出された自転車と歩行者の追い越し・追い越され場面の動画を見ることによって、当事者のつもりでその場面の受容度を評価する。まず被験者は追い越し・追い越され事象の動画を自転車・歩行者それぞれの立場から視聴し、各々のコミュニケーション方法についての評価とその理由を回答する。次に、その回答の集計結果を見て、自転車・歩行者双方の立場や他の被験者の回答を踏まえたうえで総合評価する。こうすることで被験者は自転車視点と歩行者視点の評価でそれぞれの立場の利得を相互に認識することができ、双方の立場や他の被験者の回答を踏まえた総合評価でその調和点を把握することができる。

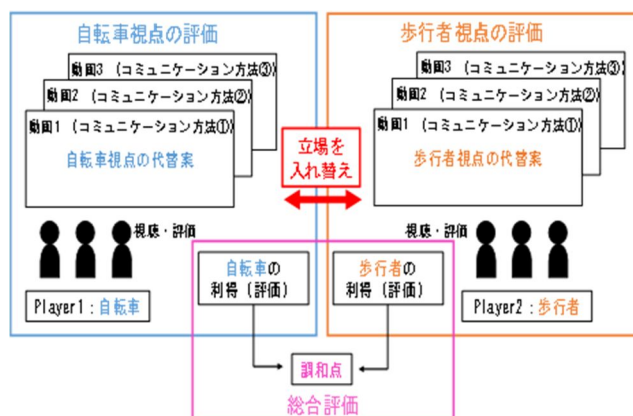


図2 二人協力型ゲームの実験装置

5 種類のコミュニケーション方法がルールとして定められた場合の受容度について分析した結果、現状で横行している何もしないでそのまま歩行者を追い越すことや、歩行者の後ろにつき追い越さないことは受容されない傾向にあり、ベルや声かけ、鈴といった自転車側が歩行者側に対して自身の存在をはっきりと知らせることのできるコミュニケーションの必要性が明らかとなった。

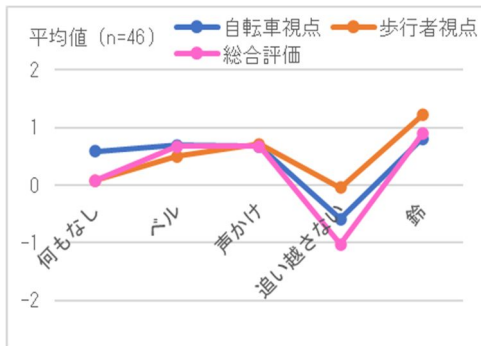


図 3 コミュニケーション毎の受容性果

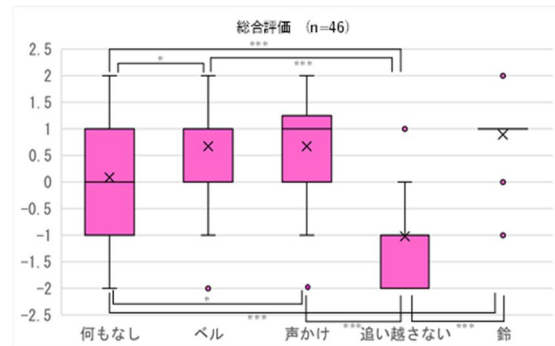


図 4 多重比較分析 (総合評価)

動画ディスプレイ実験後のアンケート調査により、被験者の 6 割が社会全体を考えた際には場面に応じてコミュニケーション方法を使い分けすると回答していることや、動画ディスプレイ実験にて比較的高く評価されたコミュニケーション方法であっても場面や属性により否定的な意見もありデメリットが存在することから、一元的に最適な方法は決めがたいといえる結果となった。また音によるコミュニケーション方法ごとに受容される使い方や性質・性能などをさらに検討する余地が見出された。

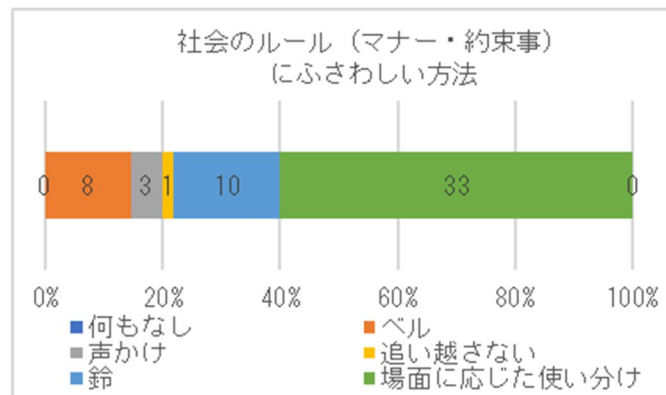


図 5 社会全体の評価

以上を踏まえると、今後の戦略として場面ごとにコミュニケーション方法の利点・欠点を整理したものを交通利用者に周知し、各々の交通利用者がその場面において他者に配慮したコミュニケーションを選択実行していくことで、自転車と歩行者の双方が調和する交通社会が醸成されると考察する。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2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 川井涼太、金 利昭	4. 巻 74(5)
2. 論文標題 車道通行自転車の進路変更時における交通規則の遵守実態と安全挙動分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_1091-I_1100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.74.I_1091	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 大川貴祥、金 利昭	4. 巻 76(5)
2. 論文標題 車道通行自転車の追い越し・進路変更における交通コミュニケーションに関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_879 ~ I_887
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.5_I_879	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4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大川貴祥、金 利昭
2. 発表標題 車道通行自転車の追い越し・進路変更における交通コミュニケーションに関する研究
3. 学会等名 第60回土木計画学研究発表会(秋大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金 利昭、稲川智幸、大川貴祥
2. 発表標題 自転車歩行者間の追い越し・追い越され事象における交通コミュニケーション方法に関する研究
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会(秋大会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大川貴祥、金 利昭
2. 発表標題 自転車運転者による手合図の実行が走行挙動へ与える影響に関する研究
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会（秋大会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲川智幸、金 利昭
2. 発表標題 二人協力型ゲームを用いた自転車・歩行者間の追い越し・追い越され事象における交通コミュニケーション方法に関する研究
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会（秋大会）
4. 発表年 2021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

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