

自転車レーンにおける逆走警告装置の効果分析

山中 英生¹・竹平 誠治²・道工 敏央³・池田 典弘⁴

¹正会員 徳島大学大学院教授 社会産業理工学研究部 (〒770-8506 徳島市南常三島町2-1)
E-mail: yamanaka@ce.tokushima-u.ac.jp

²正会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ (〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1)
E-mail: takehira@oriconsul.com

³正会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ (〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1)
E-mail: dohko@oriconsul.com

⁴正会員 (株)キクテック (〒470-2295 愛知県知多郡阿久比町大字卯坂字梅ヶ丘150番地)
E-mail: ikeda@kictec.co.jp

我が国の自転車事故は交差点で発生する割合が高く、しかも、自動車の挙動によって衝突する自転車の進行方向に偏りが見られ、世界的に希な双方向通行の常態化が安全性の課題と考えられる。歩道での双方向通行が認められていることから、車道部でも左側通行を遵守しない自転車が多く、通行空間が確保された自転車レーンを逆走する自転車も見られる。本研究では、逆走自転車を自転車センサで感知してLED文字表示板を点灯させることにより警告を行う装置を開発し、徳島市内で整備された自転車レーンにおいて社会実験を実施した。パネルによる立会警告に比べると高いとは言えないものの、逆走自転車の低減に一定の効果は見られており、装置改善、安価化により補助的装置として活用が可能と考えられる。

Key Words : *sports bicycles, promotion scheme, runners and cyclists*

1. はじめに

我が国は世界的に見ても自転車利用率の高い都市を多く有している¹⁾が、人口当たり死者数で先進国と比較して高い²⁾など、安全とは言えない。自転車事故は約70%が交差点で発生し、自動車と自転車が交差する出会い頭事故と右左折事故で8割を占めるなど³⁾、交差の生じる場面での安全性確保が重要と言える。既往研究⁴⁾では、無信号交差点では、自動車の直進・左折時には左側からの自転車との事故割合が高いが、右折時は右側からの自転車との割合が高くなり、信号交差点・無信号交差点での分析⁵⁾でも同様の結果が示されている。

こうした現象の原因として、ドライバーにとって両方向から現れる自転車への注視が困難であることが示唆される。自転車専用道が普及しているオランダ、デンマークも一方向通行が基本となっており、道路上で自転車を無批判に双方向通行させていることが、我が国の交通安全上の重要な課題と言える。

2012年11月に国土交通省と警察庁が発出した「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」(以下ガイドライン)⁶⁾では、自転車の車道部左端通行の原則を明確にし、自転車レーン、走行指導帯、ピクトグラムを整備す

る指針が示されている。さらに2013年6月の道路交通法では、自転車は左側の路側帯を通行する改正がなされた結果、道路交通法上は普通自転車通行可の歩道以外では自転車は全て道路の左側を一方向に通行する規定となっている。

また、2016年7月に改定されたガイドライン⁷⁾では、自転車道も交差点処理の問題から一方向通行を標準とする方向が示されている。このように、今後の安全な自転車利用環境の向上には、一方向通行を基本とした自転車通行空間の整備が鍵となると言える。しかしながら、我が国の自転車は双方向通行が慣習化しており、細街路での左側通行はほとんど浸透していない上、ガイドラインで整備の中心となっている自転車専用通行帯においても、幅をもった自転車空間が明示されていることや、自動車による追い抜きを嫌って対峙する方向に走行するなどの理由⁸⁾で、逆走する自転車も見られる。

本研究では、逆走する自転車をセンサで感知してLED文字表示板を点灯させることにより警告を行う装置を開発し、徳島市内で整備された自転車レーンにおいて社会実験を実施した。また、一般に行われている街頭に立ってパネルを掲げる立会方式の警告を実施した。これらの効果を比較した。

2. 実験の概要

(1) 逆走感知式警告装置

自転車専用通行帯では逆走の発生への懸念から注意看板や矢印の路面表示を多数掲示するなどの工夫が見られる²⁾。一般的に、こうした静的で集団的な注意喚起に対して、危険行為をした主体に個別、動的に警告する方法が効果が高いと考えられる。

そこで本研究では、逆走する自転車を検知した際に、当該自転車利用者が見えるところにLED文字板を点滅灯火させことで、個別の自転車に動的に注意喚起を促すシステムを開発した。

具体的には車道（自転車専用通行帯）に設置されたループコイルセンサ上を逆走自転車が通過すると検知し、逆走自転車から見て前方20mに設置されたLED文字表示板に無線で信号が送られる。信号を受けたLED表示板は1秒後「逆走危険」という文字を点滅させ、自転車が通過する6秒間、点滅が続く仕組みとなっている(図-1)。

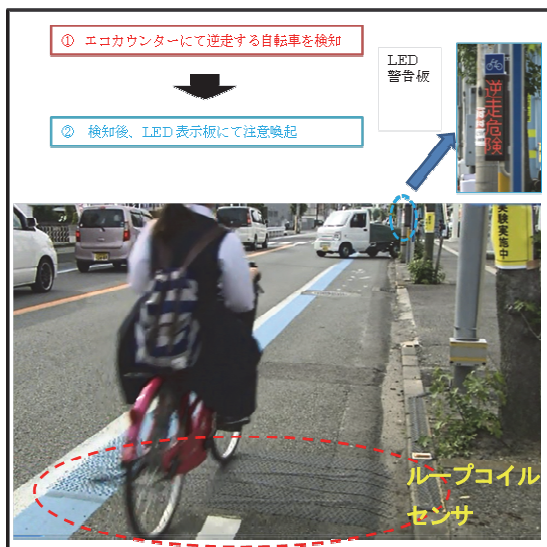


図-1 逆走感知式警告装置



図-2 LED文字警告装置（左：非点灯 右：点灯）

逆走自転車を感知するため、自転車交通量の常時自動観測用に開発されたフランスのエコカウンター社による自転車用カウンターZELTを用いた。自転車を検知するループコイルを2つ連続設置して方向別の自転車を感知できるようになっている。LEDの文字警告は幅150mm、高さ600mmの表示板にオレンジ色で「逆走危険」と表示している。表示板は自転車の目線高さより下になるよう、路面からの高さ900mmから1500mmとしている(図-2)。

なお、上述の自転車カウンターによって、自転車の方向別通過台数が24時間記録されており、ネット回線を通じてフランスのサーバーに24時間値が送信され、遠隔地から確認できるようになっている。なお、警告装置は一日のうち7時から19時の12時間のみ稼働させている。

(2) 対象路線

実験の対象は徳島市内の県道徳島鳴門線の中吉野2丁目交差点付近とした(写真-1)。この路線は、路肩（停車帯）が約1.7m幅あり、この部分を活用して2010年に自転車レーンとして徳島県が青色のカラー舗装（40cm幅）を施工している。自転車専用通行帯の交通規制は実施されていない。実施後2011年に計測された自転車交通量によると、この路線の南側レーンでの逆走は平均30%程度、ピーク時には80%以上に達していた(図-3)。



写真-1 実験対象道路

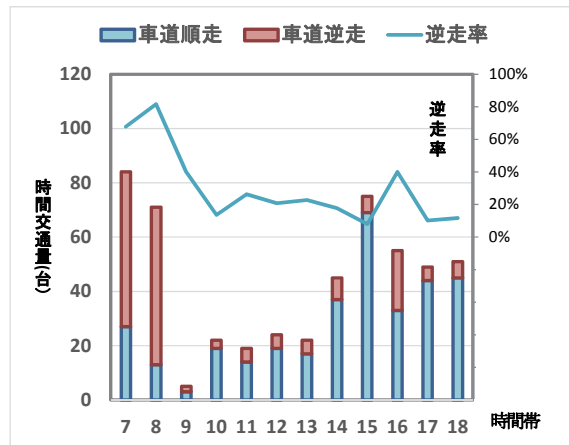


図-3 自転車レーン整備後の自転車交通量・逆走率

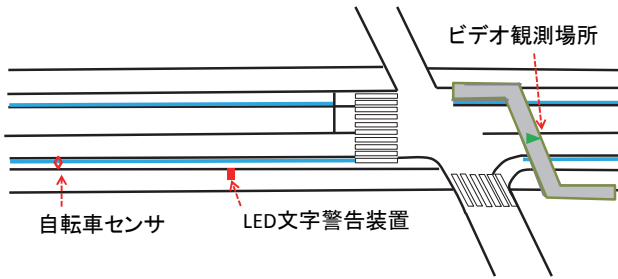


図-4 LED文字警告装置の配置



図-5 パネル立会警告の様子

(3) 警告実験

図-4に示すように当該路線の交差点の西側約20mの地点にLED文字警告装置を設置し、その20m西に自転車の逆走感知センサを設置している。逆走する自転車にとっては交差点手前20mで逆走の警告を受けることになる。なお、実験は2014年の5月末に開始したが、当初の2週間ほど無線装置の不調などが生じたことから、これを試行期間として、6月13日から5週間継続してLED文字による自動警告を実施した。また、途中7月16、18日には、警告装置の西側（逆走自転車にとっては上流）において、図-5のように逆走自転車にパネルを立会者が見せるという警告実験を午前7～9時に実施している。

実験効果の評価には、センサ部を通過した自転車の方向別（逆走、順走）交通量の変化を計測したほか、街路全体の通行位置・方向別交通量の変化について、自転車レーン整備後、実験中（7月17日）、および実験後2ヶ月の3断面で比較した。さらに、LED文字警告（6月中）実施中に2回、パネル立会警告中に2回、付近の歩道橋からビデオ観測により、自転車の警告注視状況を把握した。

3. 実験結果

(1) 車道走行自転車の逆走台数・逆走率の変化

図-6は、警告装置を設置した南側について車道走行をしている自転車の順走・逆走台数（24時間集計値）と逆走率（逆走／順走逆走計）の変化を示している。7月3日、10日は早朝からの強雨、21日は高校行事で交通量が低下しており、また土・日も交通量が少なくなっている。

次に、実験後に装置から回収した時間帯別の自転車交

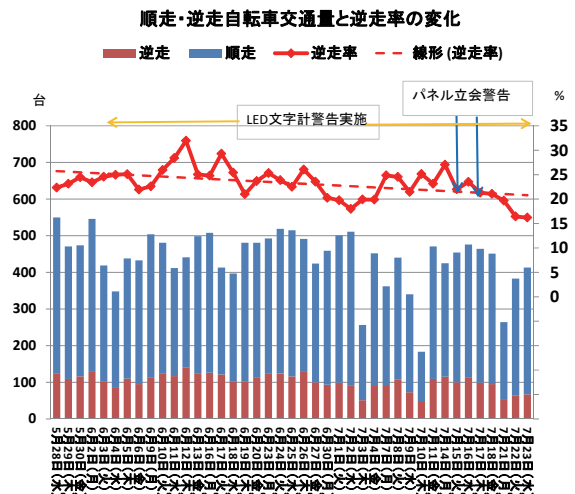


図-6 車道走行自転車の逆走台数・逆走率

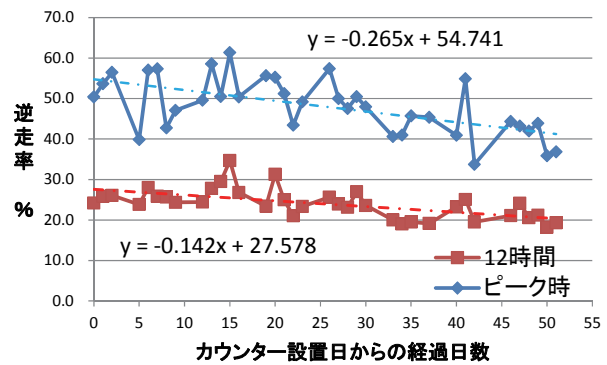


図-7 12時間・ピーク時逆走率の変化

表-1 逆走率と経過日数の関係

12時間	逆走率(%)=27.578-0.142・経過日数 $r=35$ F検定 $F=20.304$ $p=0.000$ 経過日数係数のt検定 $t=4.506$ $p=0.000$
ピーク時	逆走率(%)=54.741-0.265・経過日数 $r=35$ F検定 $F=18.831$ $p=0.000$ 経過日数係数のt検定 $t=4.339$ $p=0.000$

通量をもとに、警告装置の稼働時間帯（7時～19時）と事前調査で逆走自転車の割合が高かった朝のピーク時間帯（7～9時）について、実験開始からの経過日数と逆走率の関係を示した結果を図-7に示す。また、経過日数と逆走率の関係を回帰分析した結果を表-1に示す。なお、土・日および上記の雨天・行事日を除いている。また、7月22日以後は時間帯別データが取得できていない。

2つの時間帯ともR値は高くないものの、F検定、t検定とも有意で、経過日数の影響は見られる結果となっている。これは、通勤通学で利用する自転車がほぼ固定されていることを考えると、警告の効果が浸透している可能性が示唆されるが、地方紙やNHKの地方ニュースなどで警告装置が取り上げられたことなども影響している可能性がある。なお、周辺の高校に対して、この時期に

自転車の安全指導などが実施されているかを確認したところでは、実施していた学校はなかった。また、パネル立会の警告の後日に低下が生じている様子も見られる。

(2) 通行位置・方向別交通量の比率変化

図-8, 9は通行位置・方向別の自転車交通量（7時～9時2時間観測）の割合を実験の前中後で比較した結果である。前はレーン設置後、実験中は実験開始から5週間後、実験後は終了後2ヶ月の1日2時間の計測³⁾となっている。ビデオ計測では、事前調査で逆走率が高い時間帯に着目して実施することとしており、図-8は東向き（警告装置位置で逆走）、図-9は西向きの率を示している。

警告を行っている東向き自転車に着目すると、南側で車道逆走が23.3%から10.9%へと減少した分、歩道逆走が35.9%から40.2%へと増加し、北側車道を順走する自転車も増加している。ただし、北側歩道の自転車も減少している。この比率だけで見ると、警告によって車道を逆走する自転車の割合は元の4割程度に減少し、その半数は同方向の歩道へ、残りは反対側車道を走行するようになったと想定される。さらに、実験後はこの車道逆走の比率は元に戻っており、警告の効果があつたことが示唆されている。次に西向き自転車を見ると、車道順走の割合が徐々に増加している様子が見られる。これは、警告の波及効果やマスメディア等による効果も考えられるが、要因は必ずしも明らかでない。

(3) 警告表示への注視行動と挙動変化

図-10は、警告を受けている自転車を歩道橋からビデオでズーム撮影し、視線の動きから警告を注視しているかを判断して、その割合を比較した結果である。

LED文字警告で2日、パネル立会警告で2日、それぞれ7～9時に観測している。これによると、パネル立会では40%が明らかに注視しているが、LED文字警告では18%程度と低くなっている。

図-11は、警告を受けた自転車が交差点部等で走行位置を変えた率を比較している。なお、走行位置の変化は、車道から歩道へと移行しているのが大半で、ごく一部、自転車を降りる、後方を確認して逆側の車道に移行する行動が見られている。この値もパネル立会では40%が変化しているのに対して、LED文字警告では18%程度に留

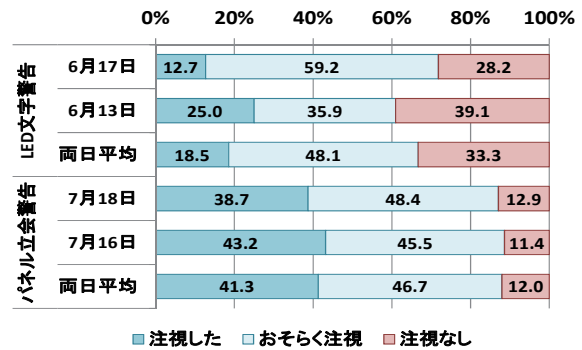


図-10 自転車の警告表示への注視挙動の比較

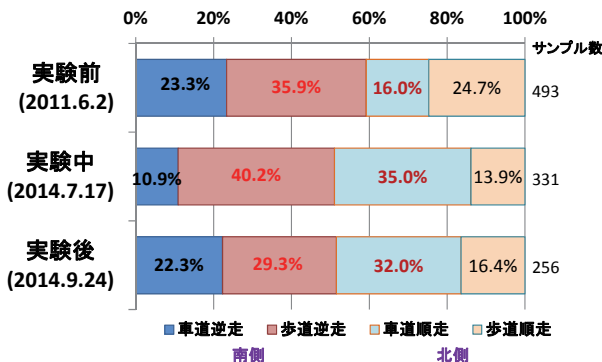


図-8 東向き自転車の通行位置方向別構成率の変化

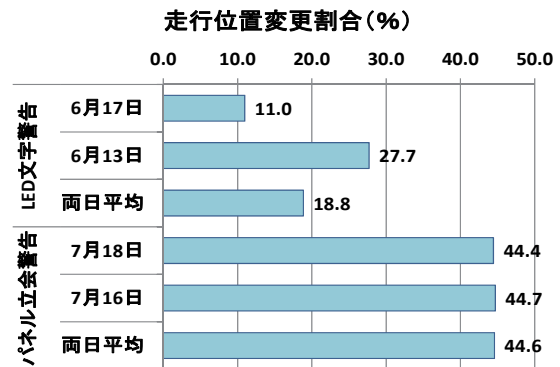


図-11 走行位置を変化した自転車の割合

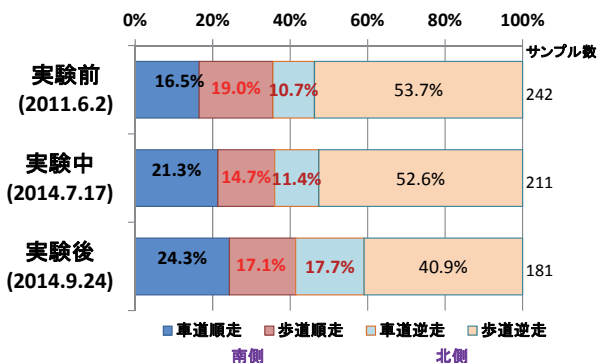


図-9 西向き自転車の通行位置方向別構成率の変化

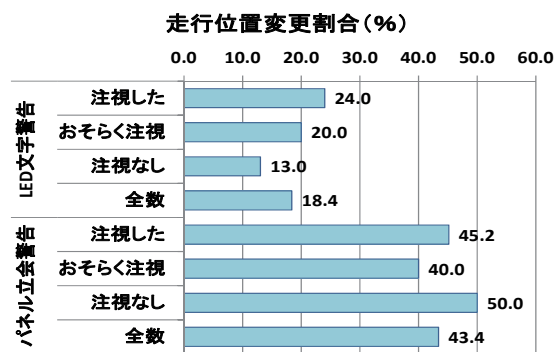


図-12 警告注視挙動別の走行位置変化割合

まっている。また、図-12は警告注視の有無別に走行位置を変化した自転車の割合を求めている。これによると、パネル立会では、注視の有無にかかわらず走行位置を変化しているのに対して、LED文字警告では、注視した自転車の方がしていない自転車よりも走行位置を変化する割合が高くなっている。立会の場合、パネルの記載内容よりも人の存在自体が警告効果を持っていることが原因とも考えられる。

4. おわりに

逆走自転車へのLED文字警告は、人が街頭でプラカードを見せるような立会方式に比しては高くないが、逆走する自転車を低減させる効果は一定の範囲で見られた。

また、警告装置の場合は、人による警告に比べて、視認した自転車ほど走行位置を変更する割合が増加していることから、視認性を高めるような装置の改善を計れば、設置の容易さからみて、街頭指導を補完する手段としての活用の可能性はあると考えられる。

視認性を向上させるには、自転車の視線にあった表示位置やパネルサイズ、点滅方式、さらには街路における警告装置の設置位置などの工夫についての検討も必要と考えている。

謝辞：本研究は、筆者らの共同研究として実施し、その後の分析を科学研究費補助金・基盤研究（A）16H02369（代表：山中英生）の一環として実施している。

補注

[1] 逆走自転車がこのような理由を主張することは、自転車レーン整備時に路面への矢印表示や注意看板を追加整備して、逆走対策を実施した松本市、尼崎市の担当者からのヒアリングで確認している。

[2] 自転車レーンを整備した松本市、尼崎市などで、逆走防止のサイン、路面表示を設置する事例が見られる。

[3] カウンター集計は継続値が得られるが、設置した車道部しか得られないため、断面全体の車道・歩道での順走・逆走状況を把握するため、このビデオ調査を用いて分析している。

参考文献

- 1) 交通工学研究会：自転車通行を考慮した交差点設計の手引き，2015.
- 2) 国土交通省：自転車交通，平成26年度政策レビュー結果（評価書），p.12，2014.
- 3) 金子正洋，松本幸司，簗島治：自転車事故発生状況の分析，土木技術資料，Vol.51，No.4，pp.10-13，2009.
- 4) 藤田健二：四輪車と自転車の無信号交差点・出会い頭事故の人的要因分析，交通事故総合分析センター第15回交通事故調査・分析研究発表会論文集，2012.
- 5) 萩田賢司，森健二，横関俊也，矢野伸裕：自転車の進行方向に着目した交差点自転車事故の分析，土木学会論文集 D3，Vol.70，No.5，pp.I_1023-I_1030，2014.
- 6) 国土交通省，警察庁：安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン，2011.
- 7) 国土交通省，警察庁：安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン（改訂版），2016.

(2017. 2. 24 受付)

AN ANALYSIS OF THE EFFECT OF ON-STREET WARNING DEVICE FOR WRONG WAY CYCLING ON BICYCLE LANE

Hideo YAMANAKA, Seiji TAKEHIRA, Toshio DOHKO and Norihiro IKEDA

The ration of bicycles accidents at junctions is quite high in Japan, and the crash direction of bicycles is biased depends on the vehicles' behaviors. The regularization that bicycles run in both direction on most of streets in Japan, which is rare system in the world, should be considered for the reason of this phenomena In Japan, because both way cycling is permitted on sidewalk, wrong way cycling on not only roadways but also bicycle lanes. The aim of study is to develop an on-street warning device that can sense wrong way running bicycle and warn them by flushing character LED display. By employing the experiments on a street with bicycle lane in Tokushima City, the effects of this device is tested comparing with the personal guidance on street using warning panels. As results, certain effects by the device was found so that the developed device has the possibility of auxiliary warning method for the reduction of wrong way cycling.