

AI カメラを活用した自転車検知システムによる 道路情報板での注意喚起

小坂井 翠¹

¹中部地方整備局 道路部 交通対策課 (〒460-8514 愛知県名古屋市中区三の丸2丁目5-1)

太平洋岸自転車道はナショナルサイクルルートに指定され、今後の自転車増加に対する安全対策を検討する必要がある。特に狭隘なトンネル区間や先が見えないカーブ区間では自転車走行に対する認知が遅れ、事故を引き起こす可能性がある。トンネル内を走行する自転車を検知し後続ドライバーに情報板を通じて注意喚起を行うことで、自動車の走行挙動の変化等を分析する実証実験を行った。

本稿は、当該路線において、AI カメラを活用して安全で快適な自転車空間を創出するための実証実験の内容と検証結果について事例報告を行うものである。

キーワード AI カメラ、自転車事故対策、ナショナルサイクルルート

1. はじめに

太平洋岸自転車道は令和3年5月31日にナショナルサイクルルートに指定(図-1)され、今後、国内外からのツーリストの増加が見込まれているため、自転車の走行に対する安全対策を推進していく必要がある。

特に狭隘なトンネル区間や先が見えないカーブ区間では自転車走行に対する認知が遅れ、事故を引き起こす可能性がある。そのような区間を自転車が行く際に、自転車走行の情報を後続ドライバーに伝達することで、ドライバーは事前に速度を落とす行動等の対応が可能となり事故の削減につながることを期待される。以上のことから、走行自転車を検知し後続車両のドライバーに情報提供を行うシステムを作成し、自動車の走行挙動の変化等を分析する実証実験を行った。

本稿は、実施した実証実験の内容と検証結果について事例報告を行うものである。

2. 自転車検知及び情報提供システムの構築

自転車検知には、AI カメラを活用し、トンネル内における自転車の走行有無をリアルタイムにドライバーに伝えるシステムを構築した。

情報提供の仕組みは、AI カメラで映像を解析し、検知情報を路肩に設置した簡易型情報提供板に送信する。情報板が検知情報を受信すると、トンネル内に自転車が走行していることを情報板で表示して後続車両に情報提供する(図-2)。なお、映像解析では映像内に設定した検知線を通過する車両や自転車の検出・判別が可能である(図-3)。

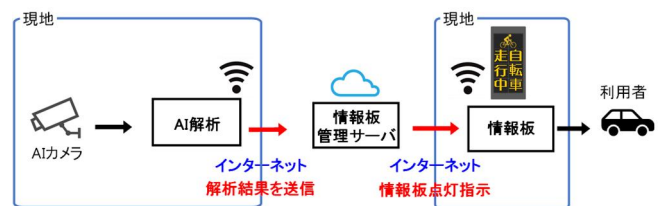


図-2 システム構成図



図-1 ナショナルサイクルルート位置図

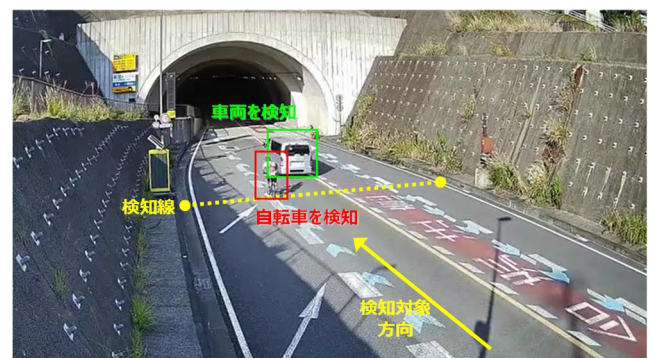


図-3 検知イメージ

3. 実証実験の実施

(1) 実証実験箇所

実証実験箇所は一般国道 42 号紀宝バイパス、紀宝トンネル坑口（新宮側）とした（図-4・図-5）。

簡易型情報提供板は管理用通路に、AI カメラは照明柱に設置した（図-6）。

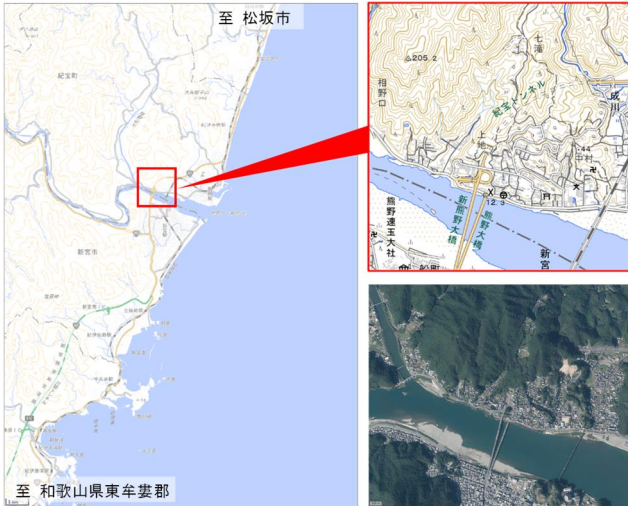


図-4 実験箇所広域図

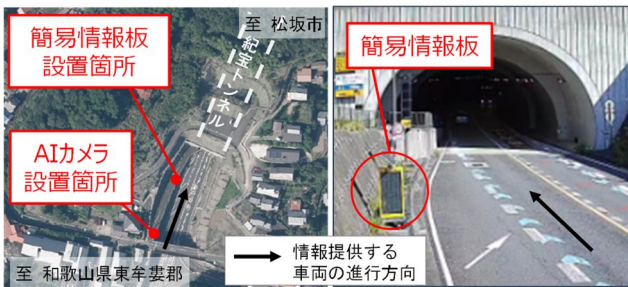


図-5 実証実験箇所

表-1 紀宝トンネル概要

位置	三重県南牟婁郡紀宝町成川
路線	一般国道 42 号紀宝バイパス
延長	680m
交通量	7,503 台/24h
管理	中部地方整備局 紀勢国道事務所
幅員構成	車道 2@3.25m 路肩 0.5m 歩道 3.5m

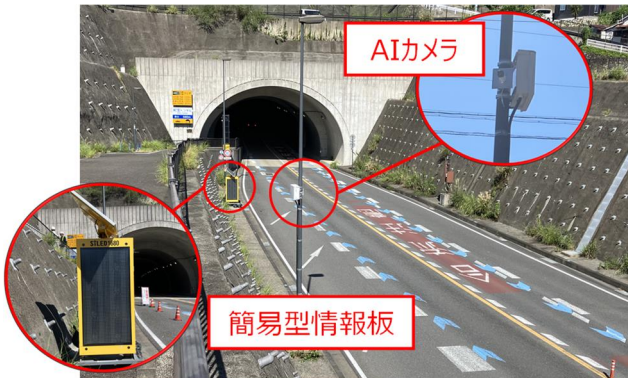


図-6 現地設置写真

(2) 実証実験日程

実証実験の期間は、秋の行楽シーズンに自転車の通行量が増加すると予想されることから、9 月下旬から 12 月中旬までの間で実施することとした。

また、夜間（日の出前・日没後）は AI カメラの映像では自転車の判別が難しい可能性があること、自転車の通行量が少ない可能性があることから、実証実験の実施時間帯は昼間（7～17 時台）とした。

表-2 実証実験日程

期間	時間
令和 5 年 9 月 30 日～12 月 17 日	7:00～18:00

(3) 情報提供手法

後続ドライバーへの情報提供は簡易型情報提供板を用いて実施した。提供内容は、表-3 に示す内容とし、自転車走行時にはドライバーへ注意を促すため交互表示とした。自転車が走行しないときは点灯をしない状態とした。提供時間は、自転車検知から自転車がトンネルを通過するまでの間とし、トンネル延長、検知位置、車両速度、及び車両が情報提供板を視認する距離（必要視認距離）を考慮した上で、79 秒と設定した（表-4・表-5）。

表-3 情報提供板の文字表示

表示パターン	文字表示
自転車が走行する時 (情報提供時)	

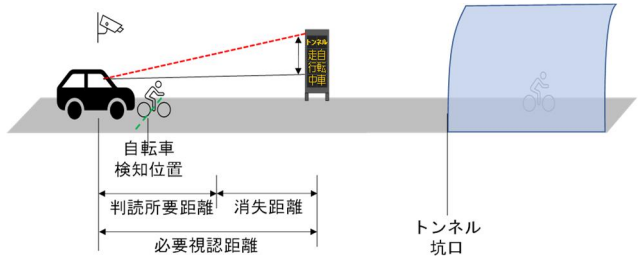


図-7 情報提供時間算出の設定イメージ

表-4 情報提供時間（点灯時間）算出の設定

項目	設定・算出方法
自転車速度	20km/h と設定（ロードバイクを参考）
車両速度	50 km/h と設定（ETC2.0 プローブから算出）
距離	729m（検知位置からトンネル出口までの距離）
必要視認距離	約 33m（ドライバーの目線の高さ、情報板上部の高さ、判読所要時間を考慮）

表-5 情報提供時間（点灯時間）の設定

	速度 (km/h)	通過時間 (秒)	差分 (秒)
自転車	20	132	—
自動車	50	53	79

4. 設置効果の検証

(1) 検証項目

ETC2.0 プローブやカメラの録画映像、ヒアリング・アンケートを用いて自転車走行時の後続ドライバーの走行挙動やシステムの検証を行った。

表-6 検証項目

検証項目	検証方法	検証内容
システムの検証	・カメラ映像 ・システムログ	・カメラ映像からシステムの精度や課題を把握
走行速度の分析	・カメラ映像 ・ETC2.0 プロブデータ	・情報提供時と非提供時の走行速度の変化を確認
走行位置の分析	・カメラ映像	・情報提供時と非提供時の走行位置の変化を確認
道路利用者の分析	・ヒアリング ・アンケート	・交通事業者や道路維持事業者へヒアリングまたはアンケートで、情報提供による行動変容や効果、受容性等を確認

(2) システムの検証

自転車走行時の情報提供の精度について、検証を行った。AI 解析精度の検証の結果、誤計測や未計測は概ね発生しなかったが、連続して複数台の自転車が通過する場合の未計測や車両が自転車を積載する場合の誤計測が発生していた（表-7・図-8）。また、検知情報を情報板に送る際に、接続エラーが1件確認されたものの、誤送信が発生することはなく、検知情報は適切に情報板へ送信されていた（図-9）。

表-7 検知精度の分析

日	AIカメラ検知数	真値 (a)	正解 (b)	誤計測 (c)	計 (d=(b+c))	未計測 (e)	適合率 (b÷d)	再現率 (b÷a)	発生事象
11月1日(水)	1	1	1	0	1	0	100%	100%	
11月2日(木)	1	0	0	1	1	0	0%	-	トラックを検知
11月3日(金)	2	2	2	0	2	0	100%	100%	
11月4日(土)	1	3	1	0	1	2	100%	33%	3台連続通過したが、1台のみ検知
11月5日(日)	2	1	1	1	2	0	50%	100%	乗用車の屋根に積んでいる自転車を検知
11月6日(月)	0	0	0	0	0	0	-	-	
11月7日(火)	0	0	0	0	0	0	-	-	

※真値：CCTV 画像から目視で確認できる、実際に存在した自転車台数（7～18 時）

正解：画像解析により正しく計測できた自転車台数

適合率：正解÷（正解＋誤計測）

再現率：正解÷（真値：正解＋未計測）

誤計測：自転車ではなく他車種を誤って計測した台数

未計測：実際には通過した自転車を、画像解析によって計測できなかった台数（見逃し）



図-8 発生事象の例

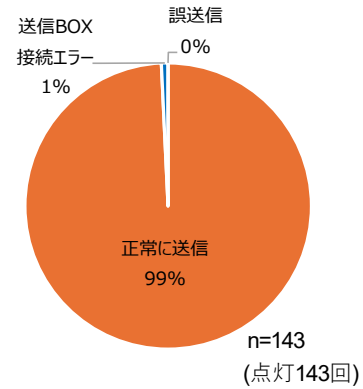
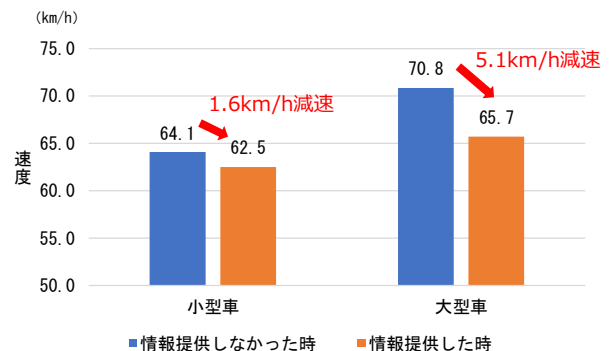


図-9 AI カメラから情報板への送信精度

(3) 走行速度の分析

AI カメラの映像を分析することで、トンネル坑口部での速度を算出した（図-10）。

2022 年 10 月の平均旅行速度と 2023 年 10 月の平均旅行速度は概ね同様であった。一方で、情報提供を行った際の速度は、情報提供を行っていない時の速度より低下しており、情報提供により後続ドライバーの速度が低下したことを把握した。また、大型車と小型車で比較すると、特に大型車では速度を低下させて走行しており、より注意して走行していたことが推測される。



※2023 年 11 月のデータを元に算出

※情報提供時：情報提供（点灯）時に通過した車両速度の平均

※非情報提供時：情報提供（点灯）終了後 2 分間に通過した車両速度の平均

図-10 情報提供時と非情報提供時の旅行速度

(4) 走行位置の分析

カメラ映像を分析することで、トンネル坑口部での走行位置が情報提供を行った時と情報提供を行っていない時での変化を分析した（図-11）。走行位置は車線を 16 分割し、通行車両の左後輪の位置を記録することで分析を行った。

後続ドライバーは情報提供が行われたときは中央線寄りを走行するようになっていた。これは自転車の走行時は事前に自転車に対する対応を行ったためと推測される。

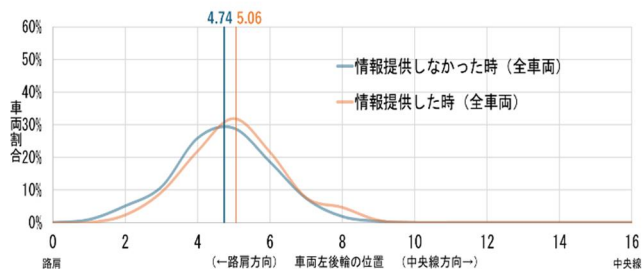


図-11 情報提供時・非情報提供時の走行位置

(5) 道路利用者の分析

設置したシステムの効果を検証するために、本区間の走行が多いと想定されるタクシー運転手やバス運転手、道路維持事業者ヒアリング調査とアンケート調査を実施した。

タクシー事業者の2社に対してヒアリング調査を行った(表-8)。ヒアリング調査から、情報提供により遅い速度で走行することや中央線寄りを走行する行動をとることがわかった。また、情報提供についてはあった方が良く、トンネル入口部や狭い道路、市街地などでの設置があると良いという意見があった。

表-8 ヒアリング調査結果

項目	主な意見
情報提供による運轉行動の変化・意識の変化	- 中央線寄りを走行するようになる - 遅い速度で走行する
情報提供のわかりやすさ	- 前が大型車であると思えない可能性もあるため、高いところにあると良い - 事前の周知など案内があると良い
今後も提供があると良いか	あると良い
設置が望ましい箇所	狭い道路、市街地、トンネル出入口
今後あると良い情報提供	カーナビなどで情報が入ると良い

バスの運転手及び道路維持事業者に対してはアンケート調査を行った(図-12～図-14)。アンケート回収数は9票であり、9名中6名が本取組については非常に良いまたはあった方が良いと回答した。行動変容としていつもより速度を落として走行するや自転車の動きに注意しながら走行するなど、回答者9名のうち5名が自転車を意識した行動を行うことが明らかになった。また、意識の変化としては、安全運転を意識するようになるや自転車がトンネル内を走行していることを意識するようになるなど、回答者9名のうち6名が自転車を意識することが明らかになった。

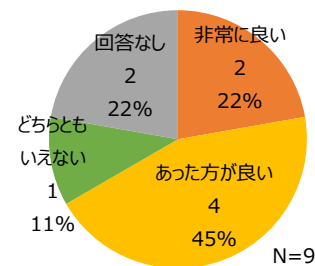


図-12 情報提供について

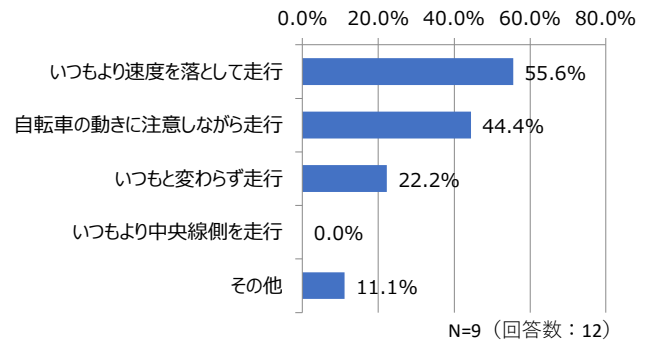


図-13 行動変容について

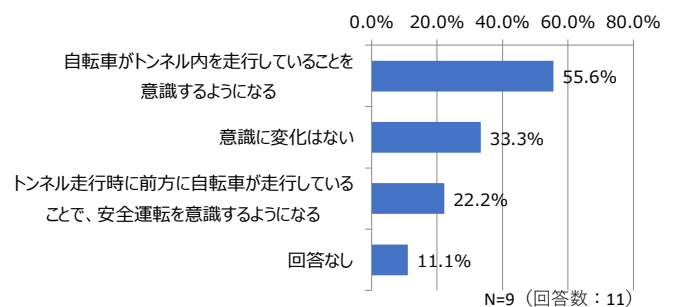


図-14 意識変容について

5. おわりに

本稿では、紀宝トンネル坑口で自転車走行時に後続ドライバーへ自転車走行の情報を提供する実証実験の概要と効果検証結果について報告した。

本実証実験では、AIカメラ及び簡易型情報板を活用したシステムを構築した。構築したシステムは、一部の状況で未計測や誤検知があったものの、一定の検知精度が確保できたことが確認された。設置効果としては、情報提供時には走行速度が低下したり、中央線寄りを走行するなど、ドライバーが自転車を意識する行動を行っていたことが確認された。

今後、安全で快適な自転車走行空間創出のためには、情報提供手段の拡大や情報提供箇所の拡大を検討することが求められる。