

多様なシーンに機動的に対応できる 可搬型ETC2.0路側機の開発

小木曾俊夫・大竹 岳・牧野浩志

1. はじめに

平成23年よりETC2.0が全国で運用開始し、収集されたETC2.0プローブ情報は道路交通分野の各種分析に活用されており、これからの道路交通分析には無くてはならないデータとなっている。一方で、地理的条件等により各種分析に必要な十分な量のETC2.0プローブ情報収集ができていない地域もあり、対応が必要となっている。

本稿では、ETC2.0プローブ情報の収集が十分でない箇所や災害時等においても、簡単に設置できるように小型・軽量でかつ安価な可搬型ETC2.0路側機（以下「可搬型路側機」という。）を開発したので報告する。

2. 研究の背景

2.1 ETC2.0プローブ情報収集にあたっての課題

ETC2.0プローブ情報は、走行中に車載器メモリに蓄積され、蓄積されたデータは路側機を通過した際に収集される。車載器に蓄積されるデータ量については最大4キロバイトとなっており、その内訳は走行履歴が約3キロバイト(80km程度)、挙動履歴が約1キロバイト(31事象)である。蓄積データが上限を超えた場合は古いデータから順次、新しいデータで上書きされる。

現在、路側機は高速道路や直轄国道等に整備されており、路側機通過後概ね80kmで次の路側機を通過するように考慮して、高速道路上に約1,600基、直轄国道上に約1,900基が配置されている。しかし、北海道のように路側機間隔が広い地域や中山間地・半島のように最寄りの高速道路・直轄国道まで数十kmあるような地域も存在する。これらの地域では、走行延長が80kmを超えるため、車載器メモリの上限を超えてしまい古いデータが得られない状況が発生する。

また、挙動履歴を用いた危険箇所の把握では、車載器に記録できる挙動履歴数が31事象と上限

があることから、路側機から遠方にある履歴については収集できる可能性が低くなる。

その一例として、伊豆半島におけるETC2.0プローブ情報の収集状況を図-1に示す。走行履歴は伊豆半島一円の履歴を収集できているが、挙動履歴は取得範囲が限定的となっている。南部や外周部における挙動履歴が取得できていないことから、ETC2.0プローブ情報を用いた危険箇所把握が困難となっている。

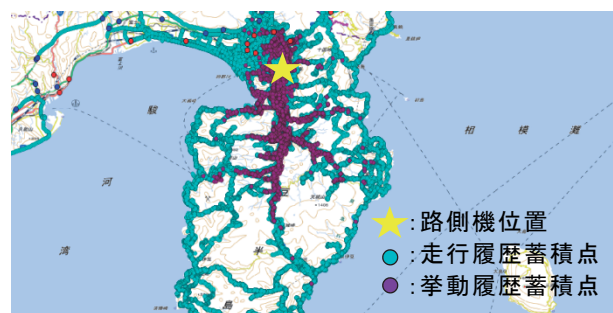


図-1 伊豆半島における走行履歴と挙動履歴の収集状況

2.2 対策案

現在、ETC2.0プローブ情報が収集できていないエリアにおいて、収集できるようにするためには、次のような対応策が考えられる。

- ①車載器のメモリを増やし、現状より大量のデータを蓄積する
- ②路側機の数を増やし、ETC2.0プローブ情報を収集する機会を増やす

①の車載器メモリを増やす手法については、メモリが増えることによる車載器価格の上昇が見込まれる。また、蓄積データが増えることから1回あたりの路車間通信のデータ量が増え、現在の路側機的设计では通信時間が不足するため、路側機の再設計が必要となる。

一方、②の路側機の数を増やす手法については、車載器側での対応の必要が無く、道路管理者側の対応のみで実現することから導入が容易である。

路側機の数を増やすにあたり、高速道路や直轄国道等の定常的にETC2.0プローブ情報収集が必要な箇所については既に路側機が設置されている又は今後路側機を整備する事を前提とし、その補

完としてデータが必要な箇所を定めて機動的にETC2.0プローブ情報を収集するものとして、可搬型路側機の諸元を検討することとした。

3. 可搬型路側機の諸元と運用方法

3.1 リクワイアメントの整理

ETC2.0プローブ情報の収集が十分でない箇所は、中山間地域や生活道路であり、走行速度が高速道路ほど高くないことや電源の確保等に制約があること、災害時等の突発的な事象における情報収集やイベント開催中の暫定的なニーズに答えることが大切である。このような利用シーンを想定して、必要となる事項を抽出し、開発に向けて次の3つのリクワイアメントを整理した。

(1)簡単な設置・利用

災害時やイベント開催時においては、簡単に設置でき、迅速にETC2.0プローブ情報を収集することが必要であり、道路パトロール車両等で容易に運搬ができ、かつ人力での設置が可能であることが求められる。

(2)場所を限定しない利用

①電源

設置箇所に必ずしも商用電源があることが保証されないことから、電源については商用電源に限定しないことが求められる。

②通信回線

既存の路側機は、高速道路会社や国土交通省の保有する専用の光ネットワークで支社や地方整備局と結ばれ、収集したETC2.0プローブ情報をプローブ情報収集サーバへ送信している。

一方、可搬型路側機の設置場所には、専用光ネットワークが無いことも想定し、収集したETC2.0プローブ情報のプローブ情報収集サーバへの送信は、無線・有線を含む民間の事業者回線の使用を前提とする必要がある。

(3)低コスト化

既存の路側機は、高速道路での利用を想定し、100km/hの速度で走行する車両と通信できることとしている。しかし、可搬型路側機は中山間地域や生活道路での利用を想定していることから、60km/h程度の速度で走行する車両と通信可能であれば良い。そのため、通信可能範囲や出力を抑えることが可能となり、より安価な路側機を製作することが可能と考えられる。

3.2 諸元

3.1において整理したリクワイアメントより検討した主な諸元を表-1に示す。

表-1 可搬型路側機の主な諸元

項目	主な諸元
電源	商用電源およびバッテリー
通信回線	国土交通省専用光ネットワーク、携帯電話・衛星携帯電話、WiMAX、等の民間事業者回線
無線の変調方式	$\pi/4$ シフト QPSK(Quaternary Phase-Shift Keying) 変調方式 ASK(Amplitude-Shift Keying) 変調方式
大きさ重量等	寸法：(H)330mm×(W)550mm×(D)440mm以内 重量：20kg以下 (機器を収納した状態で全ての構成部分、金具等を含める。)

3.3 無線局運用

一定以上の出力で無線通信をする場合は総務省から無線局の免許を受ける必要があり、既存の路側機についても無線局免許を受けている。

可搬型路側機は、ETCと同一の周波数を使用しており、料金所等に近接して設置した場合、可搬型路側機から発する電波がETC通信に対する妨害電波となり料金収受が不可能になるという支障をおよぼすことから、設置場所はETCに妨害を与えない場所であることが必須である。

無線局の免許申請では、近接する他の無線局に対して妨害となる可能性がある場合は免許を受けられない。ETCに対し妨害を与えないことを担保するため、既存の路側機と同様の免許申請を行うこととし、設置場所を移動する場合には、その都度、無線局免許を受ける対応とした。

4. 試作機における通信実験の概要

4.1 通信可能範囲の確認

これらの検討を元に試作機を製作し、国総研試験走路において、平成29年2月に通信実験を実施した。

本実験にて設定した利用シーンおよび各条件を表-2に示す。利用シーンを想定して、アンテナ設置高、方向角、起し角を設定して電界強度測定を行い、その後、複数台の車両、車載器を用いて通信の可否について確認を行うこととした。

表-2 利用シーンごとの条件

利用シーン	車線数	最高速度	無線部設置高
幹線道路	2車線	60km/h	5m
生活道路	1車線	60km/h	4m、3m、2m
道の駅等	1車線	10km/h	4m

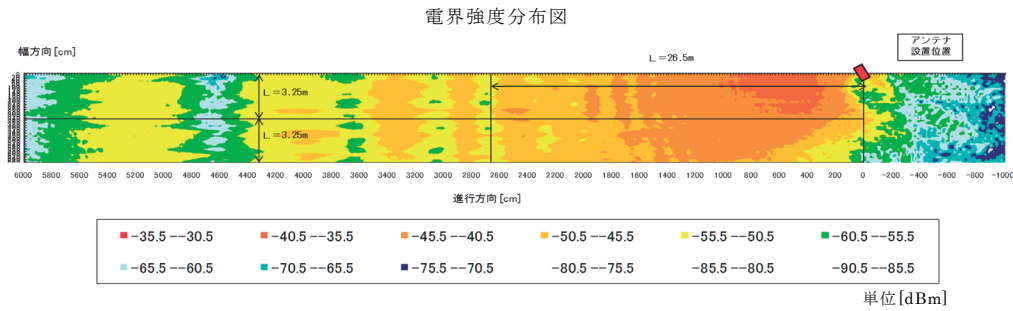


図-2 電界強度測定結果 (例)

一例として、2車線の幹線道路において空中線部設置高5mを想定した際の電界強度測定結果を図-2に示す。

車載器の規格では、電界強度が-60.5dBm以上の連続した領域を通信エリアとしており、この例ではアンテナ位置から26.5mの範囲が通信エリアであることが確認できる。車載器が4キロバイトのデータを路側機に送信するためには約750ミリ秒の通信時間が必要であり、60km/hで走行する車両では12m以上の通信エリアを必要とする。この例では第1車線・第2車線とも12m以上の通信エリアを確保できており通信可能と判断できる。

そして、想定される全ての利用シーンについて、電界強度測定を行い、通信エリアが確保できていることを確認した。

次に、実際に車載器を搭載した車両を走行させてデータの受信を確認した。2車線を想定した実験では、第1走行車線・第2走行車線それぞれを単独で走行するケース、千鳥状に連続走行するケース、並行に連続走行するケースについて実験を行った(図-3,4)。実験では、車載器データは概ね3キロバイト以上蓄積した状態とし、走行速度は60km/hとした。また、路側機とプローブ情報収集サーバの間の接続では、一般の携帯電話回線での遅延時間に相当する50ミリ秒の通信遅延を発生させる装置を用いて接続することとした。

通信実験結果は表-3に示すとおりであり、想定される全ての利用シーンについて、データが受信できることが確認された。

表-3 通信実験結果

車両走行パターン	車線数	速度	無線部設置高	結果
1台単独	1車線	60km/h	5m, 4m, 3m, 2m	○
1台単独(第1車線)	2車線	60km/h	5m	○
1台単独(第2車線)	2車線	60km/h	5m	○
4台(千鳥)	2車線	60km/h	5m	○
4台(並行)	2車線	60km/h	5m	○

4.2 外的要因の確認

人家等への影響として、通信中の路側機の周囲1mの範囲で他の通信機器(携帯電話, テレビ)を動作させその影響について調査を行った。その結果、テレビの受信障害、携帯電話での通信への妨害は無く、ETC2.0プローブ情報収集についても収集でき、双方へ影響が出ないことを確認した。

また、歩道が無い箇所への設置や災害時等の設置検討の余裕が無い場合は、路側機と車載器の間に通行人等が通過する位置への設置可能性があることから、空中線設置高さ2mとし、路側機と車載器の間に人間を静止又は通過させ通信状況を調査した。その結果、人間が静止した場合は人体が電波遮へいし通信が失敗することを確認した。

路側機前を人が通過する設置環境ではETC2.0プローブ収集に一部欠落等の影響が出る可能性があり、今後その詳細調査を考えている。

5. 可搬型路側機の活用方法

可搬型路側機はETC2.0車載器との通信を行う事を主目的としているが、従来のETC車載器との通信機能についても具備している。これはETC2.0車載器が普及するまでの過渡期において既に普及しているETC車載器の活用を考慮しているためである。そして従来のETC車載器との

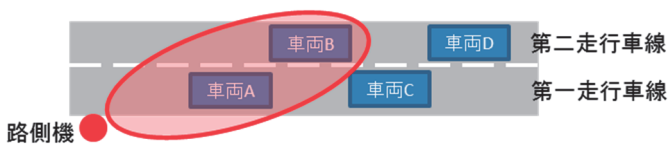


図-3 千鳥状に連続走行するケース

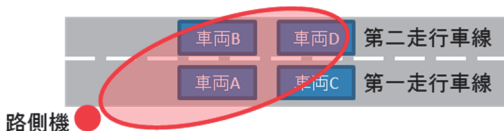


図-4 並行に連続走行するケース

通信機能を活用することにより次のようなことができると考えられる。

(1)ETC決済への活用

ETC決済の1形態として民間向けETC装置が別途検討されており、安価な可搬型路側機と組み合わせ、駐車場決済をはじめとする民間での料金決済等への応用・利活用も想定される。

(2)交通エリアマネジメント

生活道路や中心市街地、観光地等における事故、さまよい交通あるいは路上駐車は、地域の安全性や活性化の阻害要因となり問題となっている。

この問題に対しては、一定のエリアで車両の流入を制限する等の交通エリアマネジメントが有効であり、ライジングボラード等の物理的デバイスを活用して、対自動車の交通静穏化が期待できる⁷⁾。可搬型路側機と物理的デバイスを組み合わせ、ETC車載器の固有IDを読み取りデバイスの動作の制御が可能である。この仕組みを活用することで、道路空間の分離やシェアリングを行うことができ、良好な交通環境の形成等につながるものと考えられる。これらを含めた活用例一覧およびイメージを表-4、図-5に示す。

6. まとめ

今回、既存の路側機と比較して小型・軽量で簡単に設置でき、かつ安価な可搬型路側機の諸元について検討を行った。その諸元に基づき製作した試作機を用いて通信実験を実施し、通信できる範囲等について確認した。

さらに可搬型路側機の活用方法として、ライジングボラード等の物理的デバイスと連携し、交通エリアマネジメントを実現できる可能性を探った。

今後は、本運用に向けて、実道に設置し検証・評価等を行っていく。

表-4 交通エリアごとの活用例一覧

交通エリア	活用イメージ(案)	特徴
生活道路・通学路の安全確保	①通過車両の排除	・時間を決めて車両排除が可能 ・歩行者の安全確保 等
	②通過車両の排除	・時間を決めて車両排除が可能 ・歩行者の安全確保、イメージ向上 等
	③ゾーン課金による流入車両の抑制	・市街地周辺部において無駄な車両を排除可能 等
	④荷捌き駐車場	・渋滞要因(路上駐車)の排除 ・共通荷捌き駐車場として自治体等が借上げ 等
	⑤カーシェアリングの運用	・歩行者への新たな移動の提供 ・公共交通の利用促進 等
	⑥タクシープールの運用	・渋滞要因(路上駐車)の排除 等
観光地(市街地)	⑦予約駐車場	・平日は通常課金、休日は予約制など運用変更が可能 ・来訪者の負担軽減、地域魅力向上 ・無駄な駐車場運営経費の削減 等
	⑧駐車場の利用率向上のための駐車箇所別料金設定	・効率的な料金設定が可能 ・音声案内を活用し、合言葉等のキー運用(駐車場や地元店舗等)が可能 等
	⑨駐車場間の連携(ポイント制の導入)	・地域の回遊性向上、魅力向上 ・観光地の活性化、滞在時間の増加 ・来訪者の駐車場探しの負担軽減 等
	⑩歴史的中心市街地における車両排除	・観光客の安全確保 ・観光地の活性化、イメージ向上 等

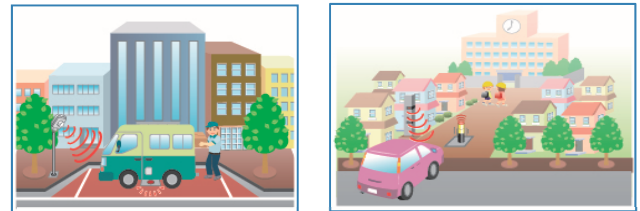


図-5 生活道路や中心市街地・商店街での活用イメージ

参考文献

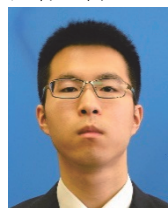
- 1) ARIB STD-T75 狭域通信(DSRC)システム標準規格(一般社団法人 電波産業会)
- 2) ARIB STD-T88 狭域通信(DSRC)アプリケーションサブレイヤ規格(一般社団法人 電波産業会)
- 3) ARIB STD-T110 狭域通信(DSRC)基本アプリケーションインタフェース標準規格(一般社団法人 電波産業会)
- 4) 電波ピーコン5.8GHz帯路車間インタフェース仕様書(一般財団法人 道路新産業開発機構)
- 5) 電波ピーコン5.8GHz帯データ形式仕様書 アプリック編(一般財団法人 道路新産業開発機構)
- 6) 電波ピーコン5.8GHz帯データ形式解説書 アプリック編(一般財団法人 道路新産業開発機構)
- 7) 久保田尚、小嶋文、坂本邦宏、三浦清洋、佐々木政雄：ライジングボラード実験と「天下の公道」についての一考察、土木計画学研究発表会講演集、Vol.36(CD-ROM)、2007.11

小木曾俊夫



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部高度道路交通システム研究室 主任研究官
Toshio OGISO

大竹 岳



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部高度道路交通システム研究室 研究員
Gaku OHTAKE

牧野浩志



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部高度道路交通システム研究室長、博士(工学)
Dr. Hiroshi MAKINO