

# 通信回線や電波環境が 簡易型路側機の性能に与える影響の調査

寺口敏生・小原弘志・関谷浩孝

## 1. はじめに

ETC2.0特定プローブデータ配信事業<sup>1)</sup>では、高速道路や国道に設置された路側機（路車間通信用の無線アンテナ）で取得した特定車両の走行履歴データを物流事業者に配信するサービスが行われている。物流事業者は、配信データを車両の運行管理や運転手の安全教育等に活用している。国道から離れた物流拠点等にて、発着を含む運行管理をタイムリーに行うためには、これらの拠点に路側機を設置する必要がある。そこで、国土技術政策総合研究所では、設置場所の制約条件が緩く簡易に設置しやすい「簡易型（拠点用）路側機」の開発を進めてきた。

簡易型路側機では、データの送受信にモバイル回線等の通信回線を活用するため、設置場所の制約条件に、通信回線の性能や周辺の電波環境が影響する。簡易型路側機の開発にあたっては、拠点に出入りする際に車両は一時停止するため、通信に必要な時間が確実に確保されるものと想定していた。しかし、運送業者のニーズを調査した結果、一時停止せず低速で拠点に出入りする場合にも対応する必要があると判明した。そこで、実験を通じて、通信に関する諸条件が簡易型路側機の性能に与える影響を明らかにするとともに、導入時に検討すべき設計条件を整理した。

本稿では、複数の通信回線を用いた試行や疑似的に再現した電波環境を用いたシミュレーションにより、簡易型路側機の設置場所の条件を調査した結果を報告する。

## 2. 簡易型路側機の構成

### 2.1 簡易型路側機のシステム構成概要

ETC2.0プローブ情報を取得する路側機は主に、ETC2.0車載器と無線通信する「無線部」と、通信内容を制御し受け取った情報をプローブ処理装置に受け渡す「制御部」の2つの装置で構成され

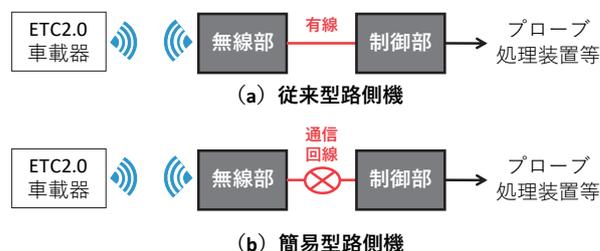


図-1 従来型路側機と簡易型路側機の違い

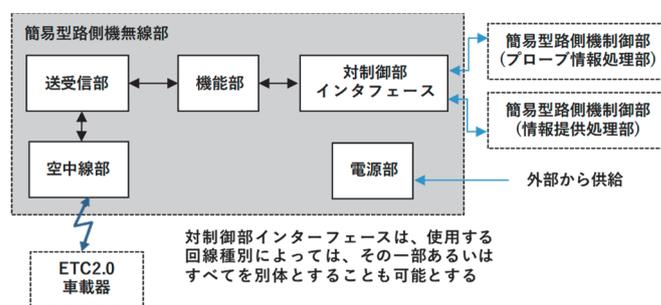


図-2 無線部の構成

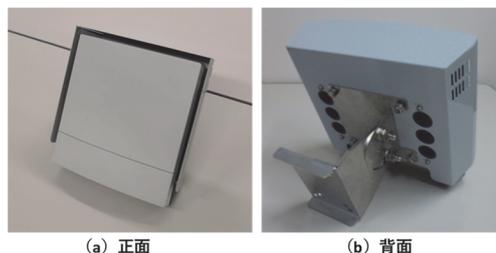


図-3 簡易型路側機（無線部）の外観

る。無線部の設置箇所を選定する際、無線部を介してETC2.0車載器と制御部間が通信し、データの送受信が完了するまでに必要な時間（以下「通信時間」という。）を確保可能であることを確認する必要がある。

無線部と制御部が有線で接続される従来型（図-1 (a)）に比べ、簡易型（図-1 (b)）は、インターネットやモバイル通信等の通信回線経由で無線部と制御部が接続される。通信時間を確保するためには、通信回線の性能や設置箇所周辺の電波環境等の諸条件の影響を考慮する必要がある。

### 2.2 無線部の構成

無線部（図-2）は主に、電波の送受信を行う「空中線部」、搬送波の変復調を行う「送受信部」、



御部の種類を表-2に示す6パターンで切り替えて、通信回線の種類と性能の影響を調査した。なお、実験1は、2019年に東京都内の建物内にて実施した場合の参考値であり、今後あらゆる場所で同じ結果になると限らない点に留意が必要である。実験1の実施手順を以下に列記する。

- ① 路側機（制御部、無線部）の電源をオンにし、無線部から電波を送出
- ② 通信エリア内で試験用車載器の電源をオンにし、無線部と通信
- ③ 車載器ログ収集PCで、全通信ステップ（表-1）に係る通信時間を計測
- ④ 4GモデムのSIMを差し替えて、通信回線の種類を表-2の6パターンに変更
- ⑤ 実験環境の影響を低減することを目的に、各通信回線につき①～④の手順を3回繰り返し、通信時間の平均値を算出

### 3.1.2 実験2：電波環境の影響調査

実験2では、図-7に示す通り、回線遅延挿入装置を介して無線部と制御部を接続し、回線遅延（1msから100msの間の24パターン）を挿入した場合の通信時間を計測した。実験2の実施手順を以下に列記する。

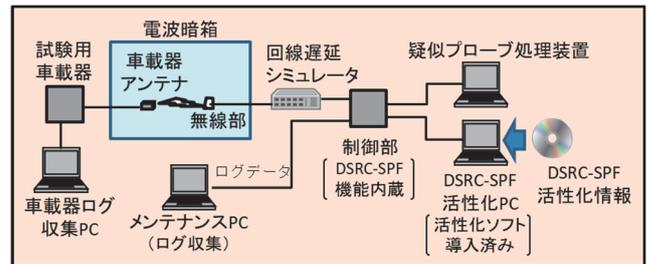
- ① 路側機（制御部、無線部）の電源をオンにし、無線部から電波を送出
- ② 通信エリア内で試験用車載器の電源をオンにし、無線部と通信
- ③ 車載器ログ収集PCで、全通信ステップ（表-1）に係る通信時間を計測開始
- ④ 回線遅延挿入装置により、全通信ステップ（表-1）に対し同じ回線遅延を挿入し、通信時間を計測
- ⑤ 回線遅延時間を1msから100msまで変えて、①～④の手順を24回繰り返し、通信時間を計測。なお、1度の通信が完了するまでに回線遅延時間は変化しないため、各計測では回線遅延時間は変動しないものとして計測

### 3.2 結果と考察

実験1と実験2により求めた通信時間のグラフを図-8に示す。

表-2 実験に用いた通信回線の種類

No.	接続条件
1	LTE回線A（大手キャリアA社）
2	LTE回線B（大手キャリアB社）
3	LTE回線a（MVNOの格安キャリアa社）
4	LTE回線b（MVNOの格安キャリアb社）
5	光回線
6	Wi-Fi+光回線



※装置間の接続は全てLANによる直結

図-7 実験2の機器構成

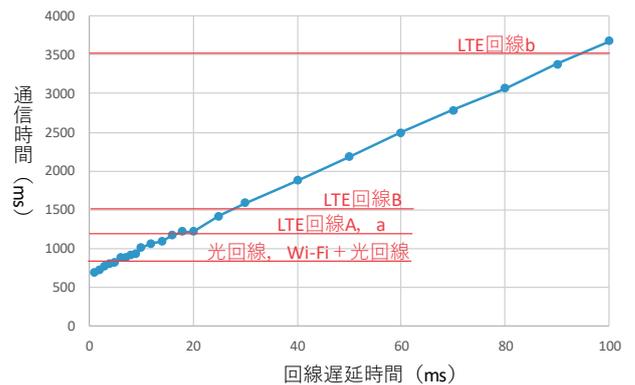


図-8 プロープ情報取得に係る通信時間

図-8の縦軸は、表-1の全ステップが完了するまでにかかった通信時間（ms）を示す。縦軸方向に引かれた赤ラインは、実験1の結果より求めた各通信回線経由の通信時間の平均値である。

一方、横軸は回線遅延挿入装置により疑似的に再現した回線遅延時間（ms）である。青色のプロット（折れ線）は、実験2にて24通りの回線遅延を挿入した際の通信時間を表す。

図-8の赤ラインより、通信回線の種類により通信時間が大幅に変化することが分かる。想定通り、通信回線が光回線の場合に通信時間が最小化された。一方、LTE回線の場合、実験環境の影響が無視できないにせよ、キャリアによって通信速度に大きな差が生じた。そのため、実現場に導入する際には、各回線の通信状況を比較した上で、利用する通信回線を選定する必要があることが分かつ

た。また、光回線を用いる場合、間にWi-Fi接続を挟んでも通信時間には影響が見られなかった。このことから、設備の状況によっては無線部と制御部間に、部分的にWi-Fi接続を挿入する方策も有効であることが明らかとなった。

一方、図-8の青色のプロットより、回線遅延を疑似的に再現して調査した電波環境の影響を確認すると、実験環境では、回線遅延が大きくなるにつれて、おおむね比例関係を保ったまま通信時間が増加する傾向が見られた。実環境でも類似の傾向があると想定されるため、導入時には、設置箇所周辺の電波環境を測定または推定し、回線遅延の程度を確認したうえで、利用する通信回線を選定する必要があることが分かった。

以上の実験結果と簡易型路側機の設置箇所に係る「車両」の観点とを関連付けると、表-3の通りとなる。表-3は、走行速度と通信エリアの大きさから算出した通信可能時間（s）の理論値を一覧している。表-3に実験1で求めた通信時間を重畳すると、通信回線の選択により、計測可能な車両の走行速度や設置箇所に係る通信エリアの大きさの制約条件が明らかとなる。例えば、簡易型路側機の設置箇所の影響で通信エリアの大きさが10mとなった場合、LTE回線（A、B、a）では、黄色の凡例の範囲に示す通り、車両の走行速度を20km/hまでに制限する必要があることが分かる。

地域ごとに通信回線の電波環境の特性は異なり、表-3に色分け表示した制約条件は本実験限りの参考値である。現場導入に際しては、表-3と導入地域の回線遅延時間を組み合わせ、適した導入方法を検討する必要がある。

#### 4. まとめ

本研究では、通信回線の性能や設置箇所周辺の

表-3 走行速度と通信エリアに基づく通信可能時間（s）

走行速度 [km/h]	通信エリアの大きさ[m]				凡例
	5	10	15	20	
10	1.80	3.60	5.40	7.20	■ LTE回線(b)が使用可能 ■ LTE回線(A、B、a)が使用可能 ■ 光回線のみが使用可能 ■ 拠点用路側機ではサービス提供困難
20	0.90	1.80	2.70	3.60	
30	0.60	1.20	1.80	2.40	
40	0.45	0.90	1.35	1.80	
50	0.36	0.72	1.08	1.44	
60	0.30	0.60	0.90	1.20	
70	0.26	0.51	0.77	1.03	
80	0.23	0.45	0.68	0.90	
90	0.20	0.40	0.60	0.80	
100	0.18	0.36	0.54	0.72	

電波環境が、簡易型路側機の無線部と制御部およびETC2.0車載器の情報伝達に与える影響を明らかにした。また、通信に係る諸条件が路側機の設置に関する制約条件に与える影響の理論値を明らかにした。簡易型路側機の設置に当たっては、表-3の考え方を参考にしつつ、通信に係る諸条件を考慮した上で、通信エリア内に車両を通信時間分留まらせる方法を工夫する必要がある。

今後は、実環境への導入時の検討事項をより具体化するために、実道路に簡易型路側機を設置し、ETC2.0車載器を搭載した車両の進行方向や挙動がプローブ情報の取得に与える影響を調査する。そして、以上の実験を通じて得られた知見を基に、簡易型路側機の導入時に参照する資料として取りまとめる予定である。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：ETC2.0車両運行管理支援サービス、2018.8.<<https://www.mlit.go.jp/common/001250856.pdf>>（取得：2020年9月）

寺口敏生



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 研究官、博士（情報学）  
Dr. TERAGUCHI Toshio

小原弘志



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 主任研究官  
OBARA Hiroshi

関谷浩孝



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. SEKIYA Hirotaka