

二輪車用ETC2.0車載器の開発

Development of ETC 2.0 Onboard Unit for Motorcycles

杉 崎 裕 吾
Yugo Sugizaki

守 田 洋
Hiroshi Morita

翠 簾 野 豊
Yutaka Misuno

浦 下 雅 弘
Masahiro Urashita

要 旨

本稿で紹介する二輪車用ETC2.0車載器は従来の二輪車用ETC車載器の機能、利便性を踏襲して、ETC2.0の機能を追加した新しい二輪車用のETC車載器である。ETC2.0車載器は従来のETC車載器と比較して、ETCの自動料金支払い機能の他に、全国の道路に設置されたITSスポットより渋滞、落下物、災害などの道路状況の情報を受信したり、GPSによる高速道路利用時の渋滞経路回避による優遇措置や一時退出が可能なサービスを受けることができる。当社はETC2.0の機能を実現するため、ETC2.0対応のチップセットを搭載し、GPS機能に対しては自社のGPS10のチップセットを実装し、従来のアンテナとほぼ同サイズのETC/GPS複合アンテナを採用し、十分な性能が得られることを確認した。

Abstract

The ETC2.0 onboard unit for motorcycles introduced in this paper is a new onboard ETC unit for motorcycles which had followed the conventional function and convenience of the onboard ETC unit for motorcycles and to which the function of ETC2.0 has been added. Compared with the conventional ETC onboard unit, in addition to the ETC automatic toll payment function, ETC2.0 onboard unit provides a variety information on road conditions such as traffic congestion, falling objects, disasters, etc. from the ITS spots installed on the nationwide roads. User can receive preferential toll treatment and temporary gate exit and reentry services by avoiding congestion route according to the GPS location information when using a highway. In order to realize the function of ETC 2.0, JRC has installed the chip set corresponding to ETC2.0, and for GPS function, JRC own GPS 10 chipset has been mounted. For the antenna, the ETC / GPS compound antenna of almost the same size as conventional antenna has been adopted and confirmed that sufficient performance was obtained.

1. まえがき

ETC2.0はGPSによる位置情報を取得して走行履歴をアップロードする機能が必要である。四輪車用ETC2.0はGPS情報をカーナビから供給を受けるナビ連動型が主流であるが、二輪車用ETC2.0はほとんどの車両がカーナビを搭載していない為、車載器内部にGPS機能を搭載する必要がある。車載器のコンセプトとしては従来のETCと同じサイズにする必要があり、同じ基板サイズの中にGPSを搭載し、しかもETCの送信波がGPSに干渉しない様に考慮する必要があった。本稿はその実現方法について報告する。

2. 装置概要

当社の開発した二輪車用ETC2.0車載器は従来のETCの自動料金支払い機能の他に、ITSスポットからの情報を受信できるDSRC機能と、走行履歴をアップロードするためのGPS機能が搭載されている。本節では当社が開発した二輪車用ETC2.0車載器の概要と仕様を説明する。

2.1 装置概要

本装置は、図1に示す様に車載器本体、ETC+GPS複合アンテナとETC、DSRCの情報及び車載器の状態を表示するインジケータによって構成される。

車載器本体はETCゲートの路側機やITSスポットと通信するためのチップセット (CPU, RFIC) やメモリ、ETCカー

ドインタフェース部とGPS情報を受信する当社のGPSチップセットで構成されている。

ETC+GPS複合アンテナは当社二輪車用ETC2.0向けに開発し、従来のETCアンテナの性能とサイズを保ちながら、ETCとGPSのアンテナとGPS用のLNAを複合させたアンテナとなっている。

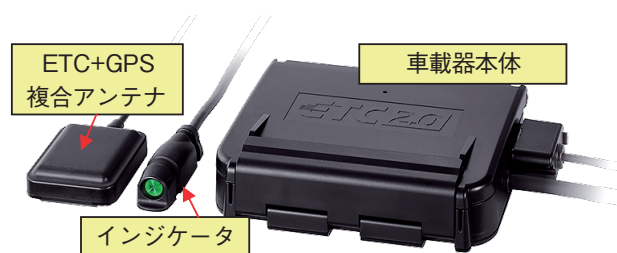


図1 二輪車用ETC2.0車載器の構成

Fig.1 Configuration of ETC2.0 Onboard Unit for Motorcycles

2.2 装置仕様

本装置の仕様を表1に示す。本装置は送信周波数に5.815GHzから5.845GHz、受信周波数に5.775GHzから5.805GHzを使用し、ETCとしては2ch、ETC2.0としては7chに分割して割り当てに応じて使用チャネルを選択している。また、ETCゲート通過時にはエラー率の低いASK変調方式を使用

し、ITSスポットとの大容量のデータを通信する際には $\pi/4$ シフトQPSK変調方式を使用している。

表1 二輪車用ETC2.0車載器の仕様

Table1 Specifications of ETC2.0 Onboard Unit for Motorcycles

ETC		
項目	仕様	
変調方式	ASK	$\pi/4$ シフト QPSK
データ通信方式	半二重方式	
伝送速度	1,024kbps	4,096kbps
信号速度の許容偏差	$\pm 100\text{ppm}$	
符号化方式	スプリット フェーズ	NRZ
送信周波数	5.835/5.845 GHz (ETC) 5.815/5.820/5.825/5.830/5.835/ 5.840/5.845 GHz (ETC2.0)	
周波数安定度	$\pm 50\text{ppm}$	$\pm 20\text{ppm}$
空中線電力	10mW [10dBm]	5mW [7dBm]
占有周波数帯幅	4.4MHz以内	
受信周波数	5.795/5.805 GHz (ETC) 5.775/5.780/5.785/5.790/5.795/ 5.800/5.805 GHz (ETC2.0)	
GPS		
項目	仕様	
受信衛星	GPS	
受信周波数	1,575.42MHz	
測位精度	4.0m 2DRMS	
共通		
項目	仕様	
電源電圧	DC12V専用	
動作温度範囲	$-20\sim+85^{\circ}\text{C}$	
寸法 (車載器本体)	110 (W) $\times$ 24 (H) $\times$ 83 (D) [mm]	
質量 (車載器本体)	約190g	

本車載器のブロック図を図2に示す。主にCPU、RFIC、メモリ (ROM、RAM)、GPSチップ、カードコネクタインタフェース、電源から構成されている。

CPUにはETC、ETC2.0の信号処理、ETCカードの暗号化処理を行うASICを搭載している。また、GPS情報を受信してITSスポットへアップリンクする処理やインジケータへ車載器の状態を表示するヒューマンインタフェースの処理も行っている。

RFICでは5.8GHz帯のETC、ETC2.0の無線通信を実現している。ETC/ETC2.0の送受信信号とGPSの受信信号は一つの

アンテナユニットで送受信させるため、それぞれの信号を混合、分離させ、更にアンテナのLNA (Low Noise Amplifier) 回路に電源を供給するため直流電圧重畳を行っている (図3)。

また、カードインタフェースには防水仕様の専用のカードインタフェースコネクタを採用している。

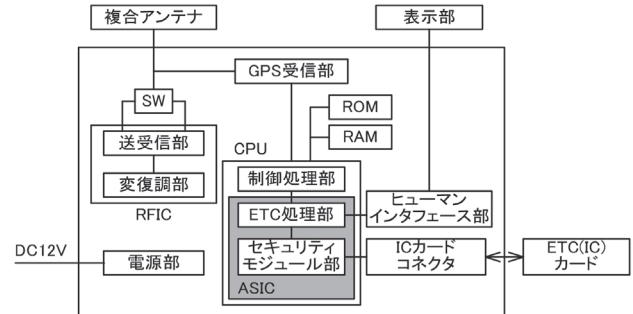


図2 二輪車用ETC2.0車載器ブロック図

Fig.2 Block Diagram of ETC2.0 Onboard Unit for Motorcycles

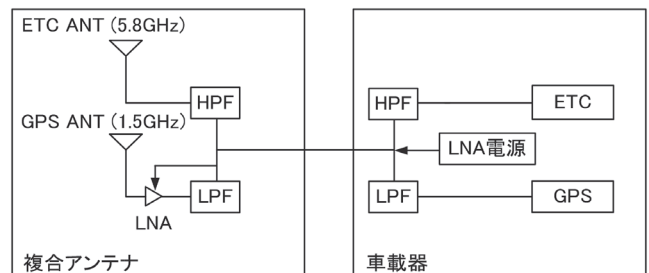


図3 アンテナRF信号系統図

Fig.3 RF Signal System Diagram of Antenna

3. ETC2.0車載器干渉設計

ETC2.0車載器は料金所ゲートの路側機以外に走行中にITSスポットとの通信を行うため、GPSの定期的な情報収集時にETCの通信を同時に行う可能性がある。ETCとGPSの通信周波数は異なるが、GPSの受信感度のレベルが低いため、ETCの送信時に抑圧を受ける可能性がある。よってETC送信時にGPSの受信に影響が無いよう、回路設計、及びプリント基板上の空間配置について考慮した。

まず、回路設計的にはETCとGPSの干渉経路として図4の等価回路となっている。ETCの送信パワーに対して、GPSが正常に動作するために、GPSに入り込むETCのレベルが低くなるよう、アイソレーションがとれる回路設計としたことにより、GPSへの影響を回避している。

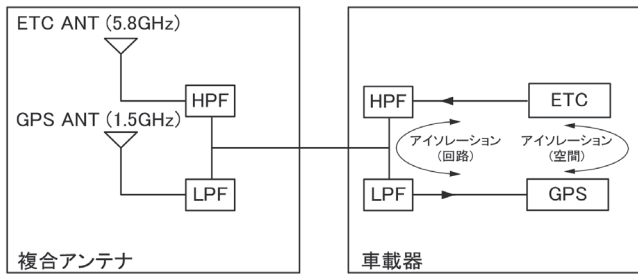


図4 ETC,GPS干渉経路等価回路

Fig.4 Equivalent Circuit of ETC, GPS Interference Path

また、プリント基板上の空間配置についてはETC送信、GPSの干渉が予測されたので空間解析による事前解析を行い設計を進めた。結果を以下に示す。水平／垂直方向に対しての各結合量を確認しており、結果としては1.5GHz帯 (GPS) に対しては水平／垂直共に十分な空間アイソレーションを確保できているため、GPSの受信レベルに対して問題はない。

図5に空間配置図、図6にETCのRFICの送信出力端とGPSチップの受信入力端との空間結合量の結果を示す。

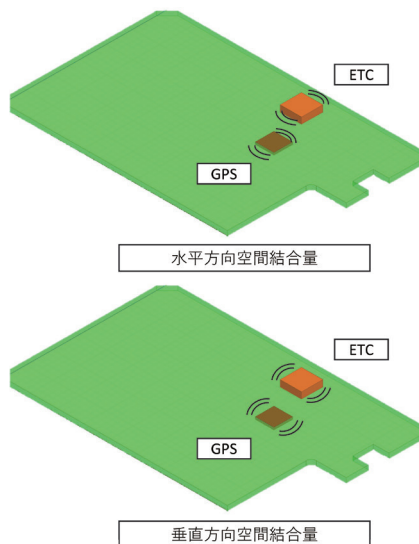


図5 ETC,GPS空間配置図

Fig.5 ETC, GPS Space Layout

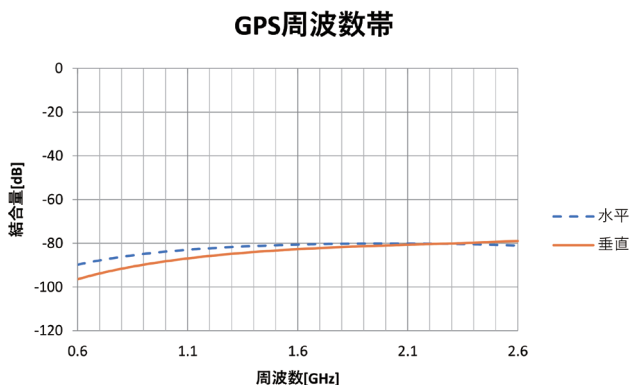


図6 ETC,GPS空間結合量

Fig.6 ETC, GPS Space Coupling Amount

4. 評価結果

ETC送信時のGPS受信性能の測定を実施した結果、ETC送信状態においてGPS受信性能に影響が無いことを確認した。また、ETCの各周波数帯においてASK変調,QPSK変調での送信中にGPS受信部を動作させ、測位精度が規格の4.0m 2DRMS以内に収まっていることを確認した。

GPS受信試験の試験環境を図7に示す。

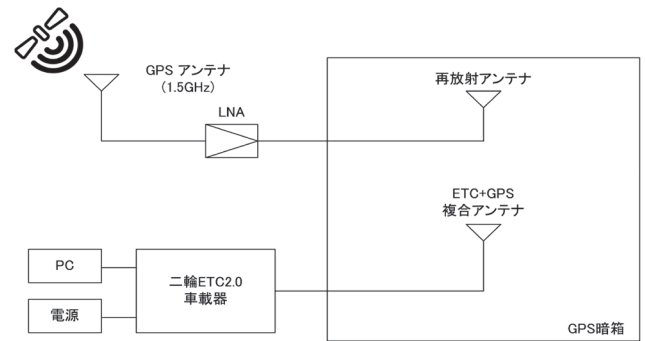


図7 GPS受信試験環境

Fig.7 GPS Receiving Test Environment

5. あとがき

GPS搭載のETC2.0車載器を開発したことにより、二輪車などのナビ非搭載の車両に対してETC2.0のサービスを受けることができるETC車載器をリリースすることができた。当社は二輪車用のETC車載器を業界初でリリースしており、長年実績のある二輪車用の品質（防水性能、耐振動・耐衝撃性能等）を確保しながら、今回の新しい規格のETC2.0車載器を開発することができた。

今後はETC2.0の機能としてITSスポットからの渋滞、落物、災害などの道路状況の情報をナビが無くてもユーザーに伝えることができ、更に利便性を持たせた車載器を開発していく予定である。

用語一覧

- ASIC : Application Specific Integrated Circuit (特定用途向け集積回路)
- ASK : Amplitude Shift Keying (振幅偏変調)
- CPU : Central Processing Unit (中央処理装置)
- 2DRMS : Twice the Distance Root Mean Square (水平方向の放射状測位誤差の自乗平均の平方根の2倍)
- DSRC : Dedicated Short Range Communications (狭域通信)
- ETC : Electronic Toll Collection System (電子式料金自動収受システム)
- GPS : Global Positioning System (全地球測位システム)
- ITS : Intelligent Transport Systems (高度道路交通システム)
- LNA : Low Noise Amplifier (低雑音増幅器)
- NRZ : Non Return to Zero (非ゼロ復帰)
- QPSK : Quadrature Phase Shift Keying (四位相偏変調)
- RAM : Random Access Memory (随時書き込み読み出しメモリ)
- RFIC : Radio Frequency Integrated Circuit (無線周波数集積回路)
- RMS : Root Mean Square (自乗平均平方根)
- ROM : Read Only Memory (読み出し専用メモリ)
- SAM : Secure Application Module (セキュアアプリケーションモジュール)