特集

業務用携帯無線機へのGPS機能の搭載

Development of additional installation of GPS function to portable radio

柴沼　徹　Toru Shibanuma
進藤政宏　Masahiro Shindo
吉家雅人　Masato Yoshiie

要　旨

業務用無線機は，近年，従来のアナログ方式からデジタル方式への移行が進み，更にデータ通信機能の要求も高まっており，アナログ方式では実現できなかった高度で便利な機能が実現できるようになっている。このような流れの中で当社は，市場からの「無線機の位置管理，行動監視を目的としたGPSの搭載」という要求に対し，外観は従来機そのままでGPS機能を搭載する開発を行った。搭載したGPS性能の評価結果としては，仕様を満足し，フィールド試験では，他社無線機より測位精度で優れていることが確認できた。

Abstract

In recent years, the transition from the conventional analog system to the digital system has progressed, and the demand for the data communication function to the land mobile radio has been increased. For this reason, it is becoming possible to realize advanced and convenient functions which could not be realized by the analog system. In such a situation, because there have been many customer demands for the installation of GPS function into portable radio equipment for location management and operation monitoring of the radios, JRC has developed a new portable radio with built-in GPS without changing the outside design from the current model. As the evaluation results of installed GPS performance, the specifications have been satisfied, and in the field test, the positioning accuracy has been confirmed to be superior to other manufacturers' radios.

1. まえがき

業務用無線機，特に警察，消防・救急，電気，ガス，水道，道路など，公共安全ライフライン分野においては，近年，デジタル方式への移行が進んでいる。デジタル方式はデータ通信と親和性が高く，位置情報や画像データの受け渡し等，データ通信による高度で便利な機能を実現することが可能となってきている。当社製業務用携帯無線機においても，既にデジタル方式を採用しているが，この度，無線機の位置管理，行動監視を目的としたGPS機能の追加搭載の顧客要求があり，GPS機能搭載業務用携帯無線機の開発を行った。

本稿では，GPS機能搭載にあたり，外観は従来機そのままという制約の中，検討した開発内容及び開発無線機の評価結果について紹介する。

2. 無線機の仕様

当社開発の北米向け業務用携帯無線機は，北米市場をターゲットとした業務用無線機であり，APCO P25，P25 Phase2及びアナログに対応した，警察，消防などの公共保安，緊急業務向けの無線機である。

本携帯無線機は，無線部コアに当社開発のRFLSIモジュールを搭載し，VHF帯，UHF帯，700/800MHz帯の3機種に渡り，共通プラットフォーム化を実現している。

2.1. 無線機概要

図1に携帯無線機の外観，表1に装置仕様を示す。

図1　装置の外観
Fig.1　Outside view of Radio Unit

表1　携帯無線機の装置仕様
Table 1　Specification of radio equipment

項目	仕様
周波数	VHF帯：136-174 MHz UHF帯：378-470 MHz 700/800MHz帯： TX：764-776，794-805，806-825，851-870 MHz RX：764-776, 851-870 MHz
変調方式	FM，C4FM
送信出力電力	VHF帯，UHF帯：5W 700/800MHz帯：3W
電源電圧	NiMH：6.0 to 9.0（7.5 nom.）V Li Ion：5.7 to 8.4（7.4 nom.）V
通話方式	PTT : Push to Talk
動作温度範囲	-30～+60℃
防塵，防水性能	IP66
環境性能	MIL-STD-810G
外形寸法	62.0(W)×149.5(H)×46.3(D) [mm] バッテリ装着時 アンテナ，突起部は除く

3. GPS機能の追加

本携帯無線機にGPS機能を追加するにあたり，以下3点の課題が挙げられる。

1）外観変更無くGPSアンテナを内蔵するスペースの確保
2）確保したスペースに入るGPSアンテナの開発
3）基板外形変更無くGPS受信機を追加搭載する

これらの課題に対して，下記対応を行った。

3.1. GPSアンテナのスペース確保

業務用携帯無線機は，使用者が手で持ったり腰にぶら下げたりして使われるため，無線機の天面が天頂方向を向いている事が多い。このためGPSアンテナの位置は図2に図示した通り，天頂方向に指向性を向けるため無線機の天面に配置する。GPSアンテナのスペースを確保するために，図2右図の通り，基板上の部品の移動とシールドケース形状の変更を行った。

図2　GPSアンテナ追加エリア
Fig.2　Area for GPS antenna

3.2. GPSアンテナの開発

確保したスペースに配置可能なアンテナの種類について検討した。表2にアンテナ比較表を示す。

表2　アンテナタイプ比較表
Table 2　Antenna type comparison table

アンテナ種類	価格	サイズ	性能	総合評価
パッチアンテナ	B	C	A	C
ヘリカルアンテナ	C	C	A	C
チップアンテナ	A	B	C	C
カスタムアンテナ	A	A	B	A

採点説明　A：優，B：普通，C：劣

検討の結果，表2にあげた各項目について総合的に満足する市販品のアンテナが存在しなかったため，今回カスタムアンテナを開発することとした。

アンテナの開発にあたり，下記の点を考慮した。

・天面方向にヌル点の無い広角な指向性にする
・プリント基板へのSMT対応可能な形状とする

実装エリアが狭く，シールドケースが近接する条件のため，複数の形状をシミュレーションにより検討した。

3.3. GPS受信機の追加配置

搭載するGPS受信機は，当社製品のGPS9を使用する。GPS9の仕様を表3に示す。また，GPS機能搭載により追加となったブロックを図3に示す。

表3　GPS9仕様
Table 3　Specification of GPS9

受信衛星	GPS，Galileo，QZSS，SBAS
受信感度	アクイジションレベル　−148dBm 以下 トラッキングレベル　−163dBm 以下
消費電流	Icc：42mA typ.（3.3V，+25℃，外部ANT除く）
動作温度	−40〜+85℃
外形寸法	12.4（W）×12.4（H）×2.45（D）[mm]

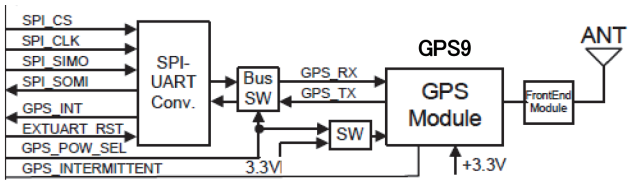


図3　GPSブロック図
Fig.3　GPS Block Diagram

GPS受信機追加のため，現行機の搭載部品を一部小型化し実装位置を移動することで追加スペースを確保した。図4にGPS受信機追加前後のプリント基板図を示す。

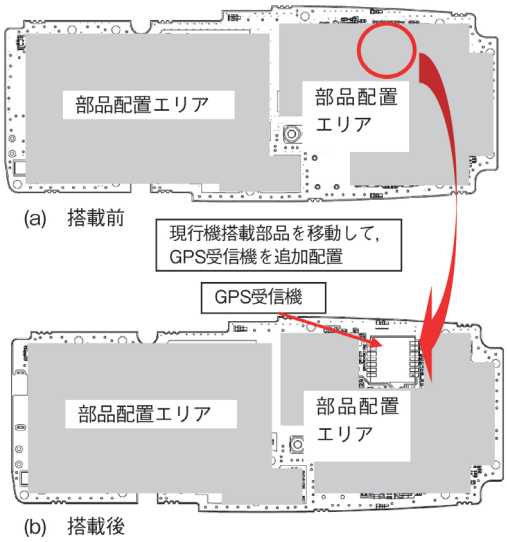


図4　GPS搭載前後基板図
Fig.4　PWB diagram before and after adding GPS function

4.　評価結果

製作したGPS機能搭載無線機の評価として，開発したGPS用アンテナの放射パターン測定と，GPS性能確認のため測位時間の測定，測位精度の測定及びフィールド試験を実施した。

4.1.　GPSアンテナ評価

無線機内蔵の状態でGPSアンテナの放射パターンを測定した。結果を図5に示す。この結果より，天頂方向に対してヌル点の無い広角な指向性が実現できたことが分かる。

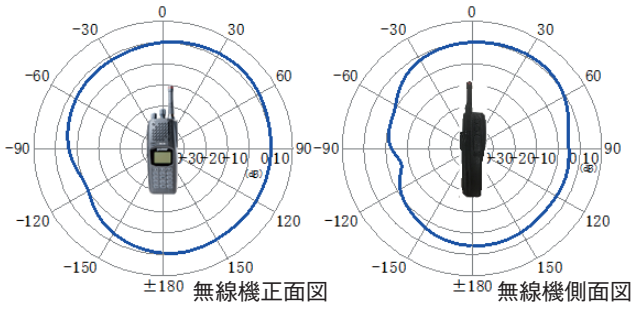


図5　GPSアンテナ放射パターン
Fig.5　Radiation pattern of GPS antenna

4.2.　GPS性能評価

搭載したGPS機能の性能評価を行った。
表4に目標とする無線機のGPS仕様を示す。

表4　無線機のGPS仕様
Table 4　GPS specification of radio equipment

測位時間	ホットスタート　＜ 10sec. コールドスタート　＜ 60sec.
測位精度	＜ 15m 2DRMS
フィールド試験（位置情報精度）	他社機同等以上

4.2.1.　測位時間評価

測位時間評価として，位置情報の無い状態からの測位時間であるコールドスタート及び位置情報を保持した状態からの測位時間であるホットスタートについて測定を行った。測定は当社長野事業所内技術棟屋上（地上6階建て，周囲障害物無し）で実施し，無線機を立てた状態で行った。図6，図7に示す通り，仕様を満足する結果を得た。

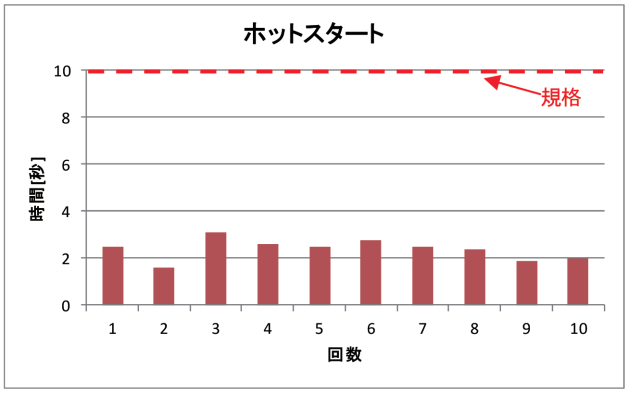


図6　測位時間試験結果（ホットスタート）
Fig.6　Positioning time data（Hot Start）

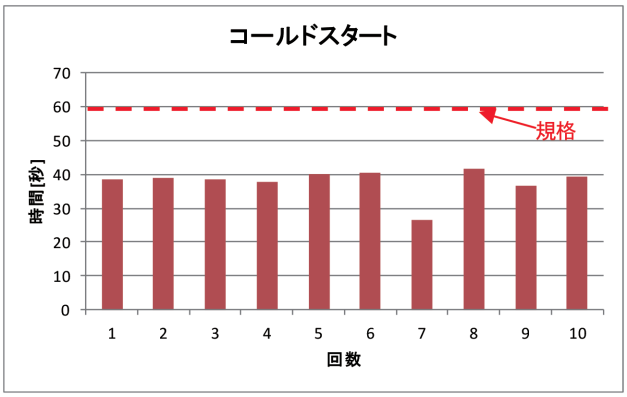


図7　測位時間試験結果（コールドスタート）
Fig.7　Positioning time data（Cold Start）

4.2.2.　測位精度評価

測位精度評価として，24時間固定位置における測位データの誤差を測定した。測定はGPSシミュレータからの擬似信号を無線機GPSアンテナで受信する方法とした。受信レベルは約－130dBmとし，シールドボックス内で測定を実施した。図8に示す通り，仕様を満足する結果を得た。

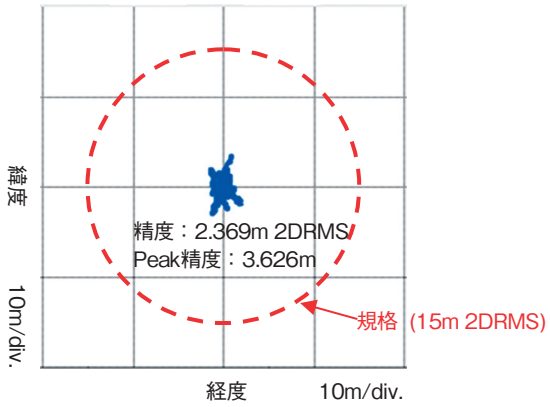
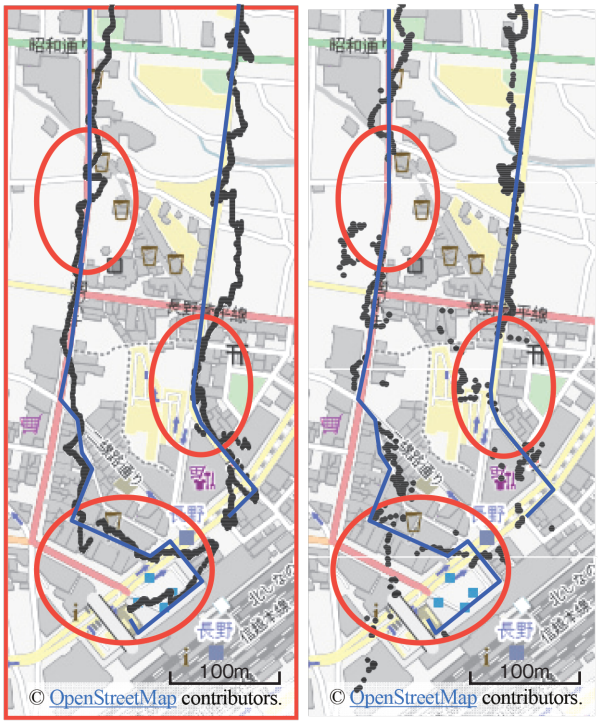


図8　測位精度データ
Fig.8　Position Accuracy data

4.2.3.　フィールド試験

フィールド試験として，長野駅周辺の繁華街一周約3kmを徒歩で周回し取得した位置情報を地図上に黒色でプロットした。無線機は，上着の胸ポケットに入れた状態でデータ取得した。比較対象として，他社製のGPS機能搭載携帯無線機を同一の条件で位置情報を取得した。比較データを図9に示す。高層の建物付近においては，測位誤差が見られるものの，おおよそ徒歩経路（青線）を再現できており，他社無線機との比較においても優位性の見られる結果となった。特に差異が見られる部分を赤丸で示した。他社無線機の位置情報が欠落しているのに対して，当社無線機は，位置情報を捕捉できている事が分かる。



（a）　当社無線機　　（b）　他社無線機

図9　フィールド試験結果
Fig.9　Field test results

5.　あとがき

今回の業務用携帯無線機へのGPS機能追加開発は，現行機種から外観の変更はしないという前提での要求であり，元々GPS機能の搭載はまったく考慮していない構造への追加ということで，対応に苦慮した。

特にアンテナについては，狭いスペースで性能を満足することが必要となり，小型で高性能なアンテナ設計技術の会得につながったと考えている。

今後，業務用無線機にも多くの無線通信機能の追加要求が予想されるので，今回会得した設計技術を生かして顧客の要望に沿った無線機開発を進めて行く。

用　語　一　覧

GPS：Global Positioning System（全地球測位システム）
APCO P25：Association of Public safety Communications Officials international Project 25（米，豪等の公共機関で使われる通信方式）
APCO P25 Phase2：Association of Public safety Communications Officials international Project 25 Phase 2（「Phase1」と呼ばれるFDMA（周波数分割多元接続）技術の次に規格化されたTDMA技術を採用した規格）
VHF：Very High Frequency（超短波）
UHF：Ultra High Frequency（極超短波）
TX：Transmitter（送信機）
RX：Receiver（受信機）
FM：Frequency Modulation（周波数変調）
C4FM：Continuous 4 level Frequency Modulation（4値FSK方式の一種）
SMT：Surface Mount Technology（表面実装技術）
QZSS：Quasi-Zenith Satellite System（準天頂衛星システム）
SBAS：Satellite-Based Augmentation System（衛星航法補強システム）
ANT：Antenna（アンテナ）