

## 23. 準天頂衛星による高精度測位実験システムの開発状況

通信・航法・監視領域 ※伊藤 憲、福島 莊之介、坂井 丈泰、武市 昇

### 1. はじめに

現在、我が国においては全地球的測位システム（GPS）による測位技術の利用が拡大しており、カーナビゲーションを始めとした交通分野や測量、防災、国土管理など幅広い分野で利用されているが、GPSには山岳や都市部のビル等により遮られ、十分な数の衛星からの信号を受信できない地域が存在するという問題がある。

また、現在のGPSを単独で用いて得られる位置の精度は列車などの高速移動体にとっては十分ではなく、さらに、位置精度の信頼性が保証されていないことから、安全性を重視する用途では何らかの手段を用いて、求められた位置の信頼性を確保する必要がある。

そのため、国土交通省等では、常に天頂付近に見える準天頂衛星（平成21年度打上げ予定）を利用することにより、測位不可能な地域を縮小し、高速移動体にも適用できる高精度測位補正技術とともに移動体への利用技術を確立するための研究開発に取り組んでいる。

電子航法研究所は、国土交通省における技術開発の一環として、平成15年度から、高速移動体に適用可能で、信頼性を確保できる高精度測位実験システムの開発を開始した。

ここでは、電子航法研究所における研究開発の概要・年次計画・開発状況を報告する。

### 2. 準天頂衛星システム

準天頂衛星は、日本付近で、約8時間、仰角が70度から80度と高くなり、その間はだいたいの天頂方向に見えることになる軌道を持つ衛星である。この準天頂衛星を3個組み合わせると、各準天頂衛星が8時間ずつ次々に日本上空に見えるようにすることができる。言い換えると、24時間のうち、いつでも、いずれかの準天頂衛星が天頂方向に見えていることになる。

このような準天頂衛星は、常に、高い仰角で

見えるので、都市部や山間部でも、建物や山岳により信号が遮られることが少なくなる。これが、準天頂衛星の大きな特徴である。

準天頂衛星を用いたシステムについては、民間の通信放送事業（高仰角からの移動体通信・放送サービス提供）に国の衛星測位研究開発（GPS補完・補強）を組み合わせる形で、平成15年より研究が開始された。平成18年3月にこの方針が見直され、測位機能のみを持つシステムを段階的に整備することになった。

(1)第1段階：初号機（測位単独衛星、

平成21年打上げ）による技術・利用実証

(2)第2段階：2号機、3号機を打上げ、

システム実証（打上げ年度は未定）

初号機の開発・実証はJAXA（宇宙航空研究開発機構）が担当し、文部科学省が計画レベルでのとりまとめを行う。

準天頂衛星を用いる測位関連測位技術開発は4省（文部科学省、総務省、経済産業省、国土交通省）の関連研究機関が中心になって実施している。電子航法研究所は国土交通省の委託を受けて、GPSより更に精度の高い測位を実現するのに利用できる広域補強信号（L1-SAIF：Submeter class Augmentation with Integrity Function）の技術開発を担当している。

### 3. 実験システム

電子航法研究所が実施している高精度・高信頼性の測位補正技術の開発目的は、鉄道などの高速移動体の安全性向上に寄与する高精度・高信頼性の測位システムの実現である。

1m程度の測位精度を実現することができ、信頼性を確保するのに必要な情報を提供可能な方式の開発を、SBAS（衛星航法補強システム）で用いられている方式を基にして進めている。図1は、高精度かつ高信頼性を持つ高精度測位補正技術の実験システムである高精度測位補正

実験システムの概念図である。国土地理院電子基準点で得られたデータを電子航法研究所で収集し、そのデータを用いて、高精度かつ高信頼性の測位を可能にする補正情報を、電子航法研究所におけるテストシステムで生成する。

本実験システムでは、衛星の軌道推定誤差・時計誤差、電離層・対流圏伝搬遅延推定誤差に対する補正情報を生成する。生成した補正情報は、地上局および準天頂衛星を経由して利用者に送信される。送信周波数はL1(1575.42MHz)であり、補正情報のデータ伝送速度は250bpsである。利用者はその補正情報を利用することで、高精度・高信頼性の測位が可能になる。補正情報を利用者に向けて送信するときに、GPS互換信号も送信する。L1-SAIF信号の信号形式とメッセージ構造はSBASと同じである。

本システムの開発での実施項目は、(1)完全性監視方式開発、(2)電離層・対流圏伝搬遅延推定方式開発、(3)補正情報作成・配信方式開発、(4)プロトタイプ受信機開発、(5)評価試験である。

#### 4. 年次計画

平成15、16年度において、補正情報を生成する方式を検討し、その方式により、高精度かつ高信頼性の測位が可能であることを、電子基準点のデータをオフラインで用いて検証した。

平成17年度から19年度にかけては、平成16年度までに開発したシステムを改修し、電子基準点のデータをリアルタイムで利用して高精度かつ高信頼性の測位が可能となる補正情報を生成するシステムを開発する。また、この期間には、平行して、利用者用受信機に相当するプロトタイプ受信機も開発する。

平成20年度には、補正情報をリアルタイムで生成するシステムとプロトタイプ受信機を組み合わせ、高精度かつ高信頼性の測位が可能であることを実証するための総合試験を実施する。総合試験は、衛星シミュレータを用いて地上で実施する。

そして、平成21年度に打ち上げられる予定の準天頂衛星を用いて、平成22年度に実衛星を用いる評価試験を行う。

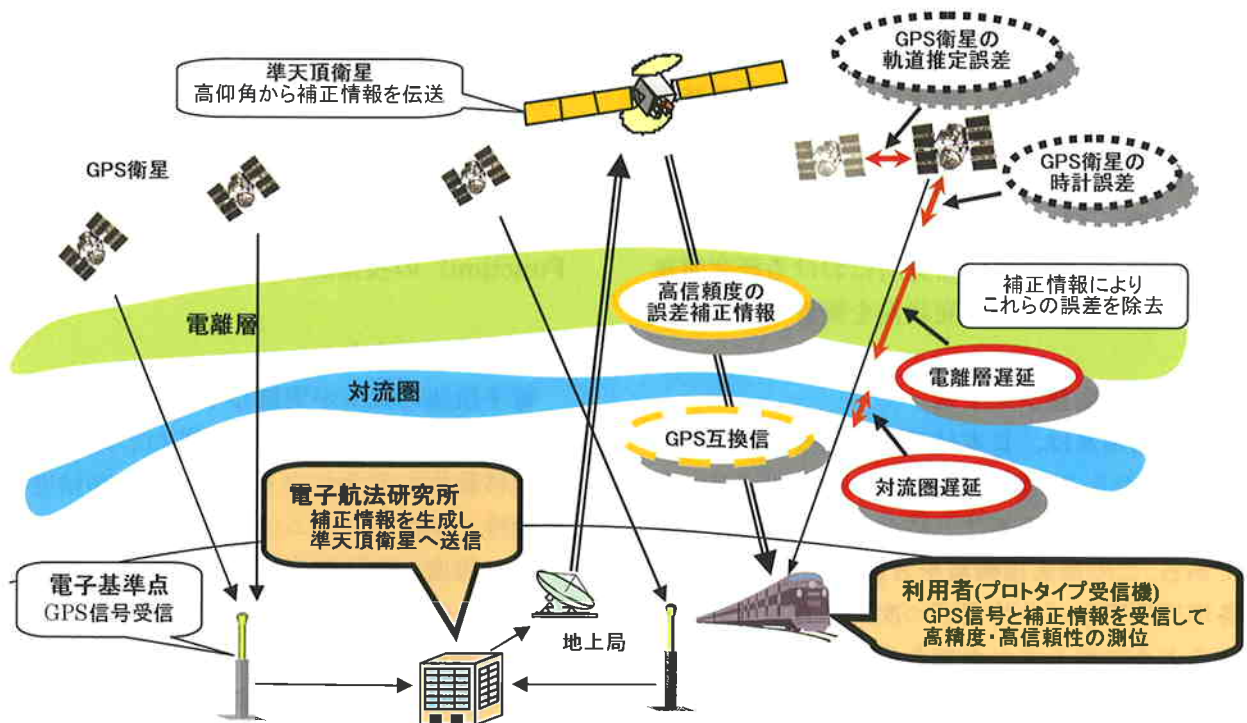


図1 高精度測位実験システム概念図

5. 開発状況

5.1 補正情報リアルタイム生成・配信システム

図2は平成17年度から開発を始めている補正情報リアルタイム生成・配信システムの構成図である。日本測量協会から収集する電子基準点データを用いて補正情報を生成する。その補正情報は、JAXA地上局を経由して準天頂衛星に送信される。本システムには、生成した補正情報を保存するデータサーバやシステムを監視する装置も含まれる。また、電子航法研究所にプロトタイプ受信機を設置して、準天頂衛星から放送される補正情報をモニタすることも計画している。

図3は補正情報リアルタイム生成・配信システムの外観図である。

5.2 プロトタイプ受信機

平成17年度からはプロトタイプ受信機の開発を開始していて、図4はその構成図、図5は外観図である。プロトタイプ受信機は受信機本体とモニタ用パソコンから構成され、L1 C/A、

L1-SAIF、SBASの各信号を受信可能となっている。受信機本体は、信号捕捉・追尾、データ取得を行う信号処理部と、測位計算を行う部分から構成される。受信機本体で取得されたデータや、測位計算結果は、外部のモニタ用パソコンで表示・処理される。

6. おわりに

ここでは、電子航法研究所で開発を進めている高精度測位実験システムの概要・年次計画・開発状況について述べた。平成19年度には、補正情報リアルタイム生成・配信システムの構築およびプロトタイプ受信機の単体評価試験を行い、平成20～22年度にかけて、それらを組み合わせた評価試験を実施する。

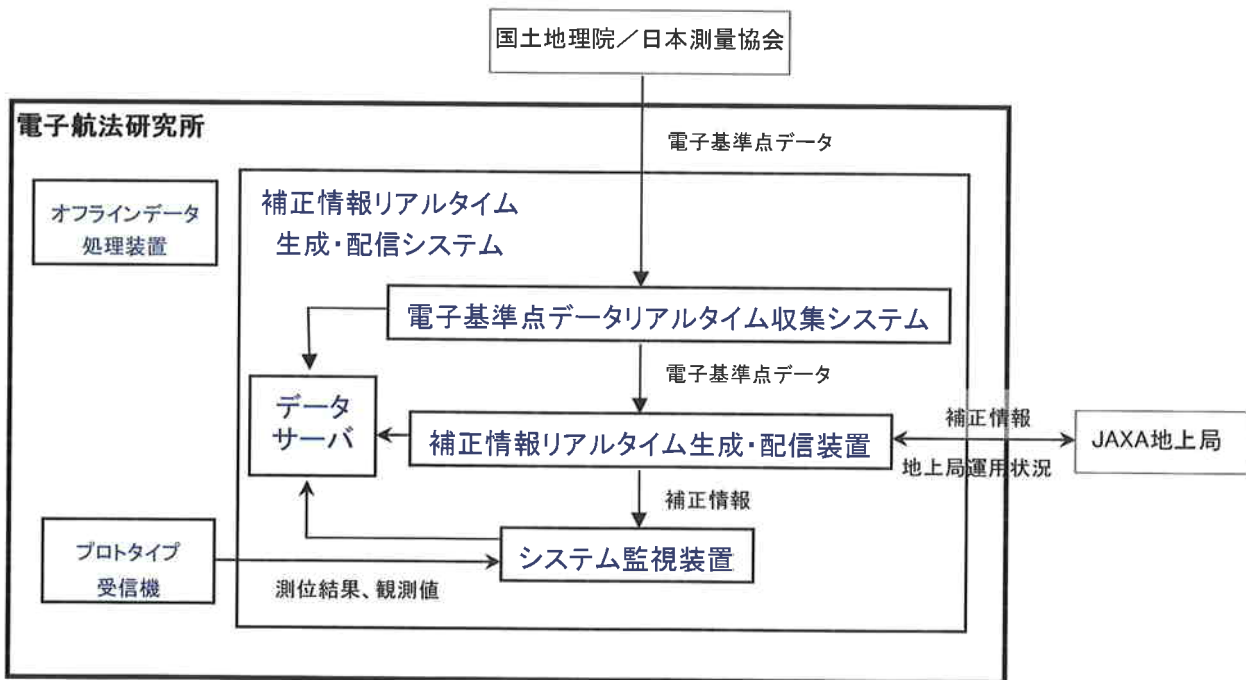


図2 補正情報リアルタイム生成・配信システム構成図

参考文献

- 1. 伊藤ほか：“準天頂衛星を用いる高精度測位実験システム”，電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-2-18(2006.9)
- 2. 坂井ほか：“GPS 広域補強システムのプロトタイプ評価”，電子情報通信学会論文誌、

J89-B、7、pp.1297-1306、July 2006

- 3. 武市ほか：“サブメータ級測位補正における対流圏遅延補正”，第50回宇宙科学技術連合講演会、3B14、Nov. 2006

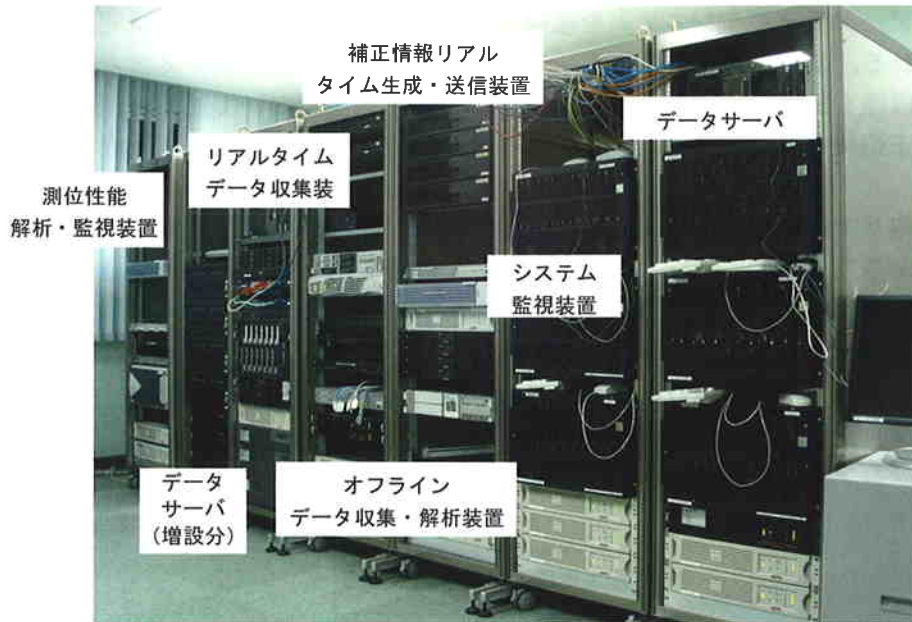


図3 補正情報リアルタイム生成・配信システム外観図

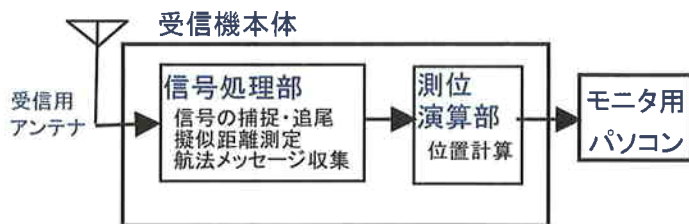


図4 プロトタイプ受信機構成図



図5 プロトタイプ受信機外観図