

11. 準天頂衛星を用いる高精度測位実験システム

*伊藤憲、福島荘之介(#)、新井直樹、坂井丈泰
(#)：航空システム部

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。

さらに現在の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、国土交通省では、常に天頂付近に見える準天頂衛星(平成20年度打ち上げ予定)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、かつ、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開発の概要、年次計画、平成15年度の検討状況を報告する。

2. 実験システム

高精度測位実験システム(図1)は、準天頂衛星、テストシステム、GPS観測局(国土地理院電子基準点を想定)、プロトタイプ受信機から構成される。

この実験システムでは、GPS観測局で取得されたデータをテストシステムに送り、テストシステムで、高精度・高信頼性を実現するため

の補正情報を生成する。生成された補正情報は地上局に送られ、準天頂衛星を経由して利用者に放送される。利用者側では、この補正情報により、高精度・高信頼性の測位が可能となる。

3. 年次計画(図2)

平成15年度に、高精度・高信頼性を実現するための方式を検討し、平成16年度に、GPS観測局のデータをオフラインで用いて、方式の評価を行う。ここで、方式の検討にあたっては、SBAS(静止衛星型GPS補強システム)をベースにしている。

平成17、18、19年度にGPS観測局データをリアルタイムで用いて補正情報を生成するシステムを開発する。

平成20年度には、GPS観測局データをリアルタイムで利用して実験システムの機能・性能を確認するための実証試験を行う。

4. 検討状況

4.1 完全性監視方式の検討

人命に関わる用途など安全性の確保が重要な利用者に対して測位情報を提供する場合、その情報を用いることの安全性の度合いについても同時に提供する必要がある。提供する測位情報についての安全性に関しては、航空機を対象としたSBASにおいてのみ、「完全性」として厳密な定義がなされている。

一般に、完全性とは、システムが使われるべきではない時、利用者に対して直ちに(要求された時間内で)そのことを伝えるか、もしくは自らそのサービスを停止できる能力のことである。

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では、SBASで用いられている完全性監視方式を用いる計画である。

SBASでは、測位誤差が、利用状況に応じ

て規定される一定の値(警報限界)以内になっているかを監視するため、プロテクションレベルと呼ばれる量を算出する。ここで、プロテクションレベルとは、所要の確率でその範囲内(真の位置を中心、プロテクションレベルを半径とした円)に測位結果が入っていることを保証するものである(図3参照)。プロテクションレベルが警報限界を超えると利用者受信機は警報を発する。

4.2 測位誤差補正方式

4.2.1 電離層遅延推定

SBASで用いられている電離層遅延推定方式の概念を図4に示す。

SBASでは、電離層を高度350kmの単一の薄い層としてモデル化している。この単一層中に仮想的に2次元的な格子点(図5のIGP)を設け、その格子点における垂直方向の電離層遅延量を、GPS観測局で収集した観測量から決定する。こうして作成された各格子点の垂直遅延量を準天頂衛星経路で利用者へ送る。利用者は、送られてきた情報を用いて電離層遅延量を推定し、誤差補正を行う。

目標精度を実現するためにはSBASで用いられている電離層遅延量推定方式を改良する必要がある。改良の方法として、電離層格子点間隔の細分化および電離層モデルの多層化が考えられる。また、各格子点における垂直遅延量を観測量から求める方法も改良すべきであると考えられる。

4.2.2 対流圏遅延推定

SBASでは、対流圏遅延量を補正情報としては放送せず、利用者側で気温・湿度などの平均値や季節変動を考慮して推定している。日本付近では、季節、場所で水蒸気分布が大陸地域よりも不均質であるため、1m未満の測位精度を目標とするシステムにおいては、対流圏遅延誤差は考慮しなければいけない課題となる。電離層遅延量に加え、対流圏遅延量も補正することにより、目標とする測位精度の実現が期待できると考えられる。

対流圏遅延量の補正方式は、遅延量を推定する側(テストシステム側、利用者側)、推定の方法などにより分類される。現在、準天頂衛星システムによる高精度測位補正において検討して

いる方式は下記のとおりである(図5参照)。

- ① モデル方式：SBASで用いられている方式
- ② ユーザ気象センサ方式：利用者が持つ気象センサのデータを利用して利用者が推定する方式
- ③ 広域気象センサ方式：気象庁が配信する気象データを用いてテストシステム側または利用者側が推定する方式
- ④ 広域GPSデータ方式：電子基準点のデータを用いてテストシステム側が推定する方式

4.3 テストシステム

テストシステムとは、平成15年度に開発した方式の有効性を計算機シミュレーションにより検証するためのものであり、次に述べるような装置から構成される。

(1) オフラインデータ収集・管理装置

GPS観測データ、GPS衛星軌道暦等をオフライン処理により収集・管理するものである。

(2) オフラインデータ解析装置

完全性監視方式、電離層遅延量推定方式、GPS衛星軌道推定方式の評価などを行うものである。

(3) データサーバ

収集したデータや解析結果の保存に利用する。

5. 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、平成15年度の検討状況を述べた。

平成16年度においては、計算機シミュレーションを実施し、平成15年度に開発した方式を定量的に評価する予定である。

なお、高精度測位実験システムの開発を進めるにあたり、国土地理院および宇宙航空研究開発機構と共同研究を実施する。

最後に、高精度測位実験システムの開発を進めるにあたり、関係各位のご指導をお願いする次第である。

[参考文献]

1. 新井直樹ほか：“準天頂衛星による高精度測位補正実験”，電子情報通信学会ソサイエティ大

会(2003年9月)

2. 福島荘之介ほか：“準天頂衛星によるGPS
の補強”，電子情報通信学会総合大会(2004.3)

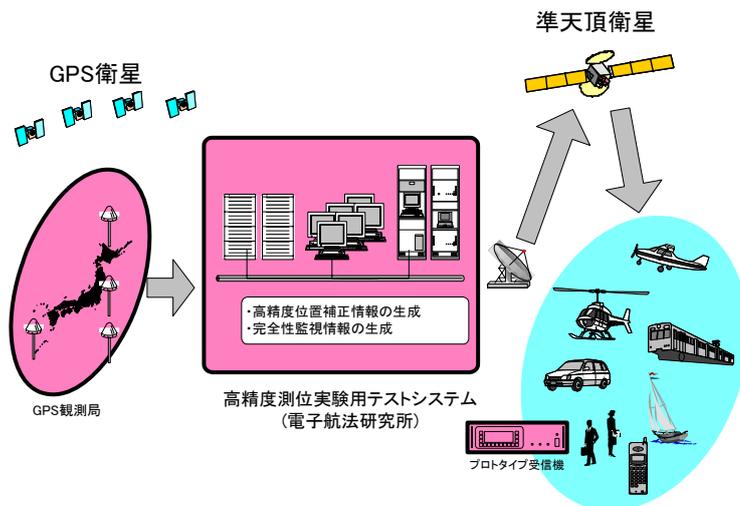


図1 高精度測位実験システム概念図

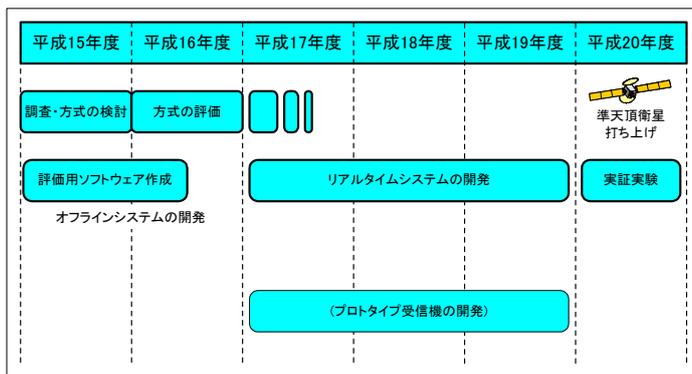


図2 年次計画

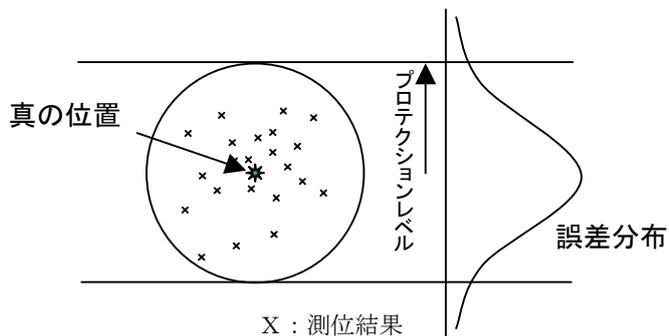


図3 完全性監視の概念

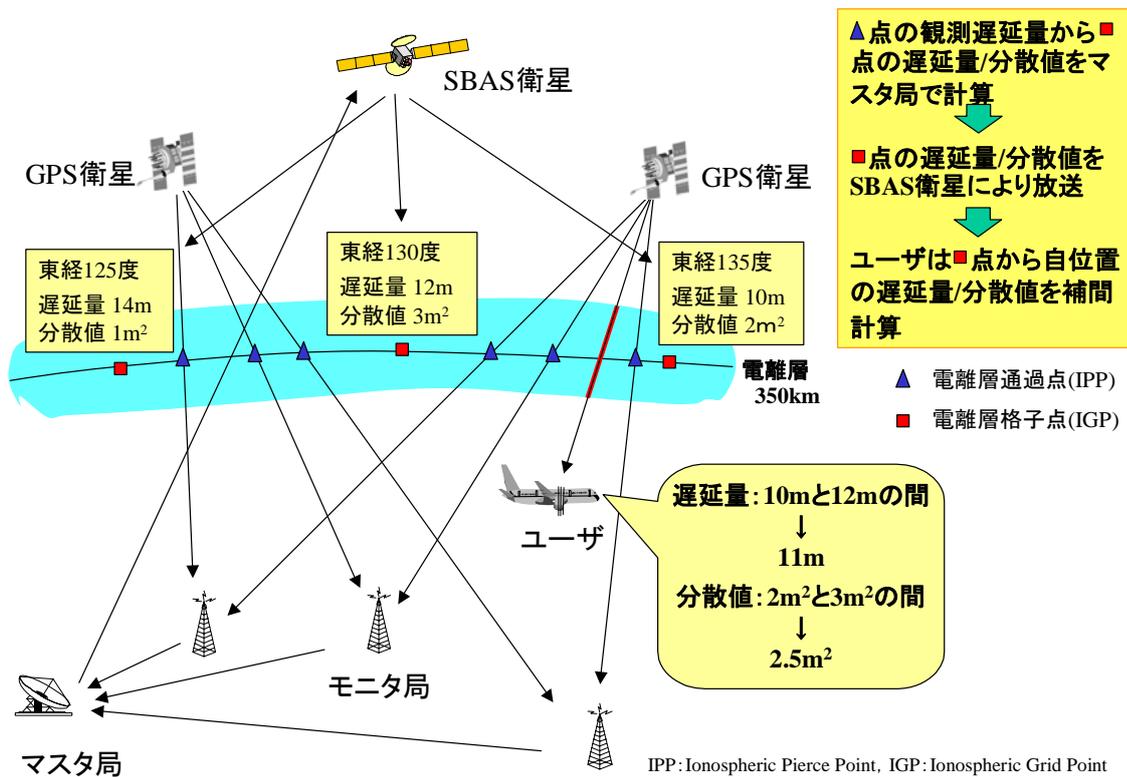


図4 SBASによる電離層補正の概念図

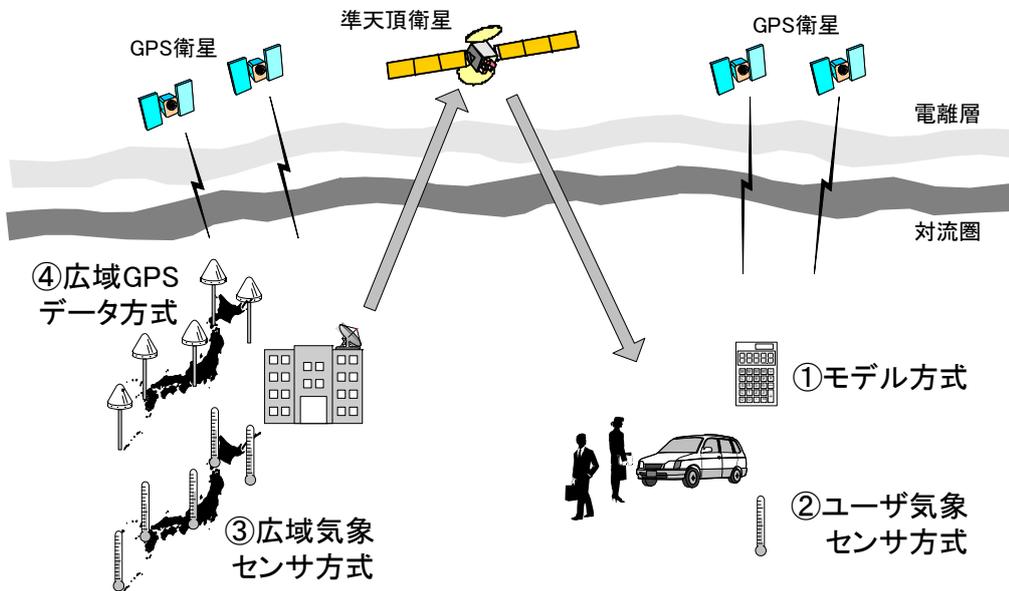


図5 対流圏遅延補正方式概念図