

## 高度精密測位システムの技術的検討

鹿島宇宙通信センター宇宙電波応用研究室

小山泰弘

### 1. はじめに

宇宙測地技術と呼ばれる精密測位技術のうち、GPS (Global Positioning System) はとくに近年急速に発展を遂げている。国土地理院が国内に整備している連続GPS観測網や、IGS (International GPS Service) に参加する世界各国の観測地点では、相対測位の方法を用いて水平成分1 ~ 2 m、鉛直成分5 mm程度の測位精度を達成できるようになった。しかし、このデータ解析には正確な衛星軌道や地球回転パラメータが必要で、観測を行ってからすぐに精度の高い測位結果を得ることは一般に困難である。また、複数の地点で同時にデータ取得を行う必要があり、しかもそのうちの1ヶ所はグローバルな地心座標系でよく位置の求まった基準点でなければならず、一般の利用者がいつでも測定を行なえるわけではない。一方、単周波での放送暦を利用した簡便な測位の方法を用いた装置は、カーナビゲーションの一部として組み込まれ、小型化・低廉化が進んでいる。この方式では、数十m程度の測位誤差が伴うが、複雑な処理をしなくても結果を得ることができるので、特別な知識を必要としないという利点がある。現在提案している高度精密測位システム (APPS = Advanced Precise Positioning System) というシステムでは、この2つの方式の欠点を補い、一般の利用者が簡便に最高精度の測位結果を利用できるようにすることを目指している。本報告では、そのシステムの概要について紹介し、実現のために必要な技術的な課題について述べる。

### 2. APPS計画の概要

APPSは、精度の高い相対GPS測位観測を不特定多数のユーザーにも利用できるようにするシステムである。このシステムでは、ユーザーは相対GPS測位の基準局データ取得とデータ解析を行わず、各自の測定したい場所のGPSデータ取得のみを行えばよい。取得したデータをインターネットを通じて解析センターに転送すると、解析センターで数値大気モデルと地球回転パラメータなどのアプリアリ情報を用いて自動的に解析を行い、その結果を電子メールなどの方法でユーザーに返送する。解析センターで収集している基準局のデータとの相対位相差を用いて解析を行うので、グローバルな地心座標系に準拠した測位結果を提供することができる。また、ユーザーは、精

密衛星軌道や大気遅延モデルの詳細などについて注意を払うことなく高精度な測位結果を得ることができる。GPS受信機を測定したい地点に設置し、目的の測位精度に応じた時間(たとえば 1 時間のデータであれば1 cm程度、24時間のデータであれば数mm程度)だけ観測を行い、データを送信するだけで数分後には解析結果を得ることができることになり、利用目的はGIS (Geographical Information System) におけるデータ取得など広範囲に及ぶと思われる。

一方、解析センターでは、全国各地から観測データが集中するため、これまでになく高密度で地殻変動データや大気モデルデータを得ることができる。これらのデータをデータベース化し、一般の研究者にも利用できるようにすれば、さまざまな研究目的も想定される。

### 3. 技術的な課題

APPSの構想を実現するためには、大きくわけて

GPSデータの自動解析手法の開発  
高精度GPSデータ取得装置の開発  
解析結果の高精度化に関する研究

の3つの技術開発課題が考えられる。GPSデータの自動解析は、すでに実用化されつつあり、通信総合研究所でもKSP観測網のGPSデータを用いた自動解析の研究が行われている。APPSでは、大量のデータを扱う必要があり、効率良くデータを解析することが求められると考えられる。つぎに、高精度GPSデータ取得装置の開発では、位相特性の優れたアンテナの採用や、取得したデータをデータセンターに転送するためのシステムの開発がまず必要である。最後に、解析結果の高精度化の研究では、高精度な精密衛星軌道と地球回転パラメタの速報性を高めることが求められる。このため、IGSの観測データを即時解析し、ほとんど時間遅れなく衛星軌道を推定したり、リアルタイムVLBI観測によって地球回転パラメタの速報値の精度を高めるための研究開発を行う。このような技術開発の結果として、APPSシステムを整備することを目指したい。

スライド 1

高度精密測位システムの技術的検討

鹿島宇宙通信センター-宇宙電波応用研究室  
小山 泰弘

1

---

---

---

---

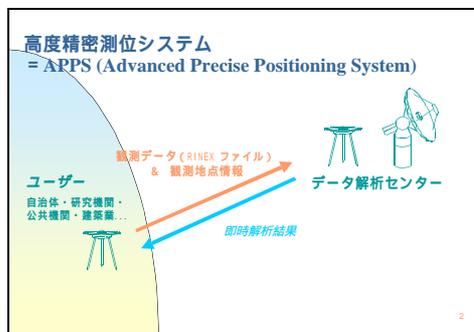
---

---

---

---

スライド 2



---

---

---

---

---

---

---

---

スライド 3

APPSのユーザー

- 取得したGPSデータをデータ解析センターに転送
- データ解析センターで即時解析によって得られた精密測位結果を利用する
  - GISデータベースへの入力
  - 地殻変動観測・地滑り警報システム
  - ダム・橋梁・埋立地などの変動監視
- 複雑な処理 知識 基準局の確保が不要
- データの均一化を図ることが可能

3

---

---

---

---

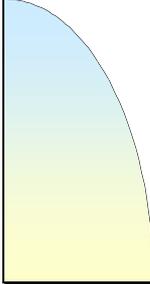
---

---

---

---

スライド 4



### データ解析センター

- ・ 相対測位基準局データ取得
- ・ 宇宙測地技術による各種データの維持
  - ・ 精密衛星軌道
  - ・ 地球回転パラメタ
  - ・ 水蒸気分布モデル
- ・ 準リアルタイム自動データ解析
- ・ 地殻変動データベース

4

---

---

---

---

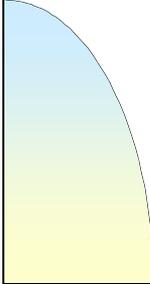
---

---

---

---

スライド 5



### 技術開発課題

- GPSデータの自動解析手法の開発
  - ・ 大規模データ解析
  - ・ 効率的なデータ解析
- 高精度GPSデータ取得装置の開発
  - ・ アンテナの位相特性改善
  - ・ データ取得・転送システム
- 解析結果の高精度化に関する研究
  - ・ 精密衛星軌道と地球回転パラメタ速報値の高精度化
  - ・ 解析手法・モデルの改善に関する研究

5

---

---

---

---

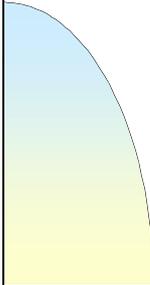
---

---

---

---

スライド 6



### GPS衛星軌道

- 放送層
  - ・ 衛星位置誤差 1~10m
- 予報層
  - ・ 衛星位置誤差 1~2m
- 速報層 (~1日後)
  - ・ 衛星位置誤差 約30cm
- 精密層 (~10日後)
  - ・ 衛星位置誤差 約10cm

6

---

---

---

---

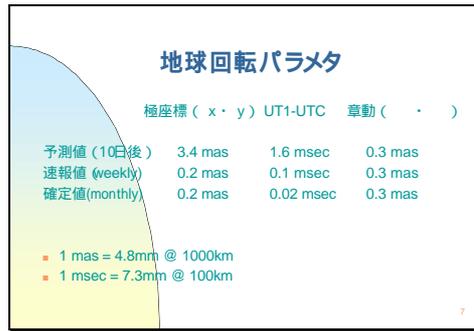
---

---

---

---

スライド 7



---

---

---

---

---

---

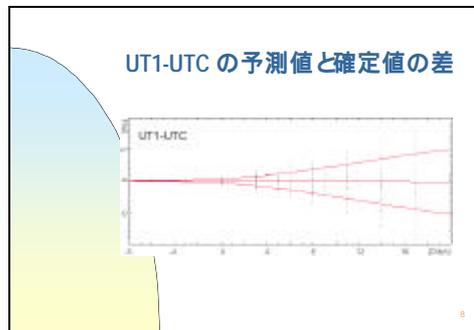
---

---

---

---

スライド 8



---

---

---

---

---

---

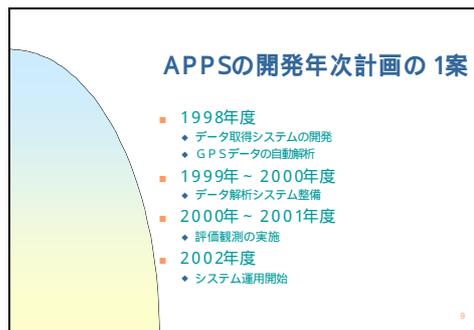
---

---

---

---

スライド 9



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---