

- 高速インターネットを利用し地球姿勢計測の速報化に成功
 - 平成16年9月1日
-

独立行政法人情報通信研究機構(以下NICT。理事長:長尾 真)は米国マサチューセッツ工科大学へイスタック観測所と協力し、高速インターネットを活用して地球姿勢変動を高精度に計測する時間を大幅に短縮(1週間から4.5時間)することに成功しました。

<背景>

VLBI(*1)は天体が発する電波を複数のアンテナで受信することにより、アンテナ間の相互位置を超高精度で測定したり、電波を発する天体の高解像度画像を得たりすることができる技術です。しかし従来、国際的な規模のVLBI実験の処理には観測データを記録した磁気テープ等の記録媒体を輸送する必要があり、測定結果を得るまでに最低でも1週間程度の時間が必要でした。

地球の自転速度や自転軸の方向は、大気や海の動きなどの影響により、常にわずかながら不規則に変化しています。このため、各国の研究機関が協力してVLBIによる正確な地球姿勢(*2)のモニタリングを行っています。地球姿勢の変動はGPSなどの人工衛星を用いた測位や惑星探査機の軌道を正確に知る際の誤差要因となります。特に惑星探査機のスイングバイ(*3)の際には、スイングバイを行う直前の地球姿勢の正確な情報が必要です。しかし、従来のVLBIでは速報性に欠けることが問題でした。我々は高速インターネットを利用することにより、VLBIの地球姿勢計測の速報化に成功しました。

<今回の成果>

NICTは、2004年4月から研究開発用テストベッド・ネットワークJGN II(*4)の運用を開始しました。このネットワークを活用し、VLBI観測データを日米間で高速伝送することにより、地球の自転速度の変動を表すUT1(*5)を約4.5時間という極めて短時間のうちに推定することに成功しました。今回行った実験は、平成16年6月30日、日本時間早朝の約1時間VLBI観測を行い、ヘイスタック観測所のアンテナで取得した観測データを米国の研究用高速インターネットとJGN IIを経由してNICTの鹿島宇宙通信研究センターに伝送しました。鹿島宇宙通信研究センターでは、伝送された観測データと鹿島宇宙通信研究センターのアンテナで観測したデータを処理しました。

<今後>

今回の実験では鹿島宇宙通信研究センターに設置されたJGN IIの新しい接続拠点で利用可能な10Gb/sの帯域のうち1Gb/sのみを使用したこと、また今後米国内でボトルネックとなっているネットワークを増強することが計画されていることから、近い将来、処理の高速化とあわせてさらに短時間でUT1を推定することが可能になると期待されます。

<問い合わせ先>	<研究内容に関する問い合わせ先>
総務部広報室	情報通信研究機構 電磁波計測部門
大崎祐次	宇宙電波応用グループ
大野由樹子	小山泰弘、近藤哲朗
Tel:042-327-6923	Tel: 0299-84-7143
Fax:042-327-7587	Fax: 0299-84-7159

研究成果のポイントと用語解説

研究成果のポイント

- JGN II(NICTが運用を開始した研究開発用テストベッド・ネットワーク)によって、国際規模での科学技術計測に成功。
- 従来、磁気テープの輸送などで1週間程度必要であった処理時間を、約4時間半に短縮。
- 直線距離にして約9502km離れた地点間で、大量のデータを高速に伝送して処理。
- 惑星探査機の高精度管制や、GPSなどの衛星測位の精度向上につながる研究成果。

用語解説

*1 VLBI

Very Long Baseline Interferometry(超長基線電波干渉法)の略。複数の電波望遠鏡=アンテナで同一の天体電波を受信し、その信号を合成処理することによってアンテナの相互位置を正確に測定したり、天体の高解像画像を得たりすることができる技術。国内では、NICTをはじめ、国土交通省国土地理院、国立天文台、国立極地研究所、宇宙航空研究開発機構などの研究機関が、多くの大学や海外の研究機関と協力してさまざまな目的・用途のために研究開発に取り組んでいます。

*2 地球姿勢

宇宙空間における地球の自転軸の方向を決める歳差・章動、地球の自転軸に対する地球の傾きを決める極運動、および地球の自転に基づいて定義される世界時(UT1)の原子時との差を求めることで、宇宙空間における時々刻々の地球の姿勢が記述されます。これらの量をまとめて、地球姿勢パラメタと呼びます。地球姿勢パラメタは Earth Orientation Parameterに対応する訳として使用されますが、Earth Rotation Parameterに対応する訳として地球回転パラメタという用語が使われることもあります。

*3 スイングバイ

地球などの惑星の重力を利用して、惑星探査機などの宇宙飛翔体の軌道を制御する技術。惑星の重力をうまく利用すれば、宇宙飛翔体の速度を加速することができ、限られた燃料で遠方の惑星を探査する場合などに活用されます。一方、スイングバイを成功させるためには、前もって正確な軌道に探査機を誘導する必要があり、探査機の位置を正確に計測しておくことが特に重要となります。

*4 JGN II

NICTが平成16年4月より運用を開始した研究開発用テストベッド・ネットワーク。次世代高度ネットワークを国内外の産・学・官・地域連携によって早期実現させ我が国経済社会の活性化と国際競争力の向上を目的としている。

*5 UT1

世界時(Universal Time)のうち、天文観測から決定される時系に地球の極運動の補正を加えたもの。現在の時刻の標準として用いられるUTC(協定世界:Coordinated Universal Time)は、セシウム原子の固有振動をもとに定義される国際原子時に1秒単位のステップ調整(うるう秒)を行って、UT1との差が0.9秒以内になるように管理されています。

実験に使用された電波望遠鏡

NICT鹿島宇宙通信研究センター34m電波望遠鏡(茨城県鹿嶋市)



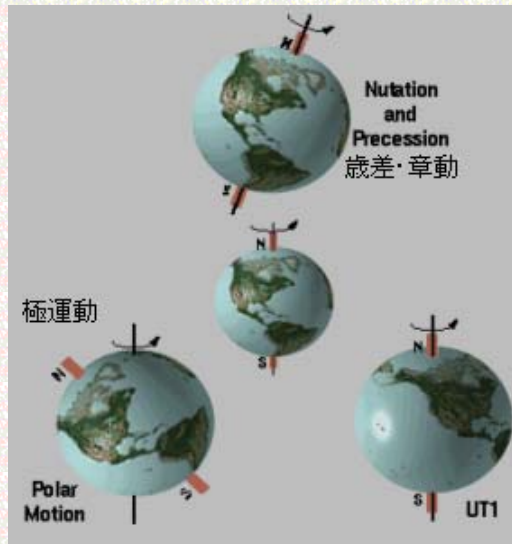
マサチューセッツ工科大学ヘイスタック観測所18m電波望遠鏡
(米国マサチューセッツ州ウェストフォード)



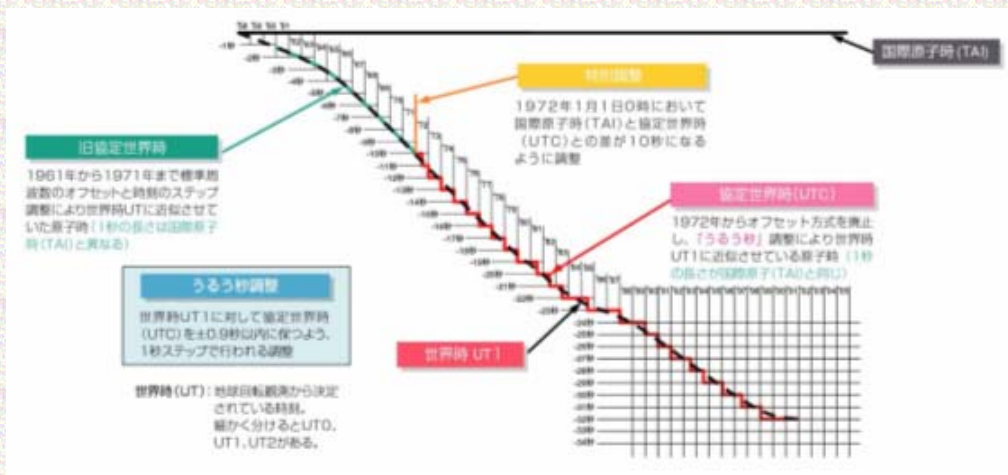
地球姿勢の変動について

地球姿勢の変動の原因には、太陽・月・太陽系惑星からの引力の作用や、地球内部流体核や外層流体(海や大気)の運動などがあります。ある程度の変動は物理モデルで計算によって予測することが可能ですが、予測ができない不規則な成分があり、定期的を実施される国際VLBI実験によって正確に計測されることが必要です。ところが、その処理に現状では少なくとも約一週間の期間が必要であり、その結果、予測値には大きな誤差が含まれることになっています。今回、計測に必要な時間を大幅に短縮したのは、地球の自転速度の変化を決める世界時(UT1)の協定世界時(UTC)からのずれの量です。さらに大規模な実験データを即時に処理することができるようになれば、すべてのパラメタの計測を即時化できると期待されます。

地球姿勢を決めるパラメタ



世界時(UT1)の変動に伴って調整される協定世界時(UTC)



VLBIの概要

VLBIでは、数億光年もの距離にあるクェーサーと呼ばれる天体などから地球に届く非常に微弱な電波信号を、世界各国にある大型で高感度な電波望遠鏡で受信します。その後、受信したデータを合成処理することで、さまざまな観測目的の研究を行います。従来、受信したデータを保存して、合成処理を行う相関処理装置と呼ばれる装置のある場所まで輸送するため、高密度の磁気テープが使用されていました。今回の実験では、受信データを磁気テープで輸送するかわりに、高速な研究用インターネットを活用して遠距離のデータ伝送を行って、処理に必要な時間を大幅に短縮しました。このように、情報通信技術を活用してVLBI処理時間を短縮し、また、処理できる受信データの量を増やして干渉計としての感度を向上させる試みに対して、近年e-VLBIという用語が使われています。e-VLBIでは、きわめて膨大なデータを、地理的に離れた地点間で高速に伝送することが本質的に重要ですが、このような要求を満たすインターネット環境を実現することは、情報通信技術の研究開発を加速させることにつながる事が期待されます。NICTをはじめ、国内の研究機関が取り組むe-VLBI研究は、世界的に非常に進んだ成果をあげており、国際的な研究動向をリードしています。

VLBIの原理説明図



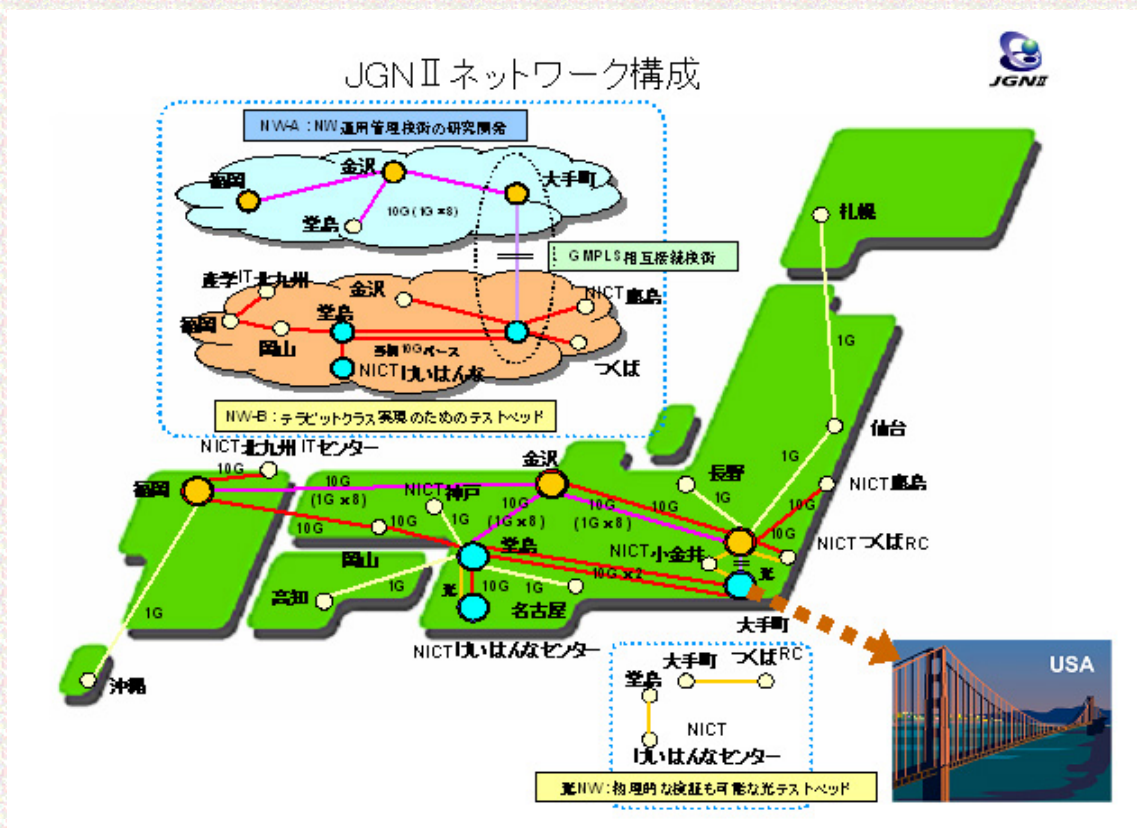
JGN II: 研究開発用テストベッド・ネットワーク

1. JGN IIの目的

- 広範な情報通信技術の研究開発の促進
- ICT(情報通信技術)利活用に視点を置いた実証研究の支援
- 地域の活性化
- 実践的な研究活動を通じた人材育成
- 将来のICT社会の姿を展望・実践等

2. JGN IIネットワーク概要

- 光とIPを基本としたネットワーク
- 主要なネットワーク間を最大20Gbpsに高速化
(鹿島宇宙通信研究センターの接続は最大10Gbps)
- 多様な実験が可能な光テストベッド環境を併せて整備
- 最先端の光交換機を導入し、高速交換等を実践



参照: <http://www.jgn.nict.go.jp/>