

3.2.4 新世代ネットワーク研究センター 光・時空標準グループ

グループリーダー 細川瑞彦 ほか29名

情報通信の基盤として産業、学術、一般社会に貢献する周波数・時空標準の構築と供給

概要

NICTがこれまで培ってきた時刻周波数標準と時空基準座標系を発展させ、さらに、最先端の光技術を積極的に取り入れることにより時刻・周波数・位置の標準を高精度に構築する。また、これらを使いやすく信頼できる様々な形で社会に供給する技術を確立する。具体的課題としては以下が挙げられる。

日本標準時として、世界トップレベルの時系を維持し、供給する。原子時計群と一次周波数標準器の運用で国際原子時に貢献する。最高のCs原子標準とその限界を超える光標準を構築し、その精度を評価できる時刻・周波数国際比較の技術を確立する。位置計測、基準座標系構築の研究を進める。構築した日本標準時と位置の標準をネットワーク時代に適応した供給方法で更に広く活用していただくための研究を進める。

また、次世代の標準技術につながる基礎研究を進めていくことと、新たなネットワークアーキテクチャに標準のネットワーク配信技術を融合させ、ネットワークの高品質化・高性能化への寄与を図り、新たな情報通信の価値の創造と時空標準の価値を自ら高めることにも努める。

平成19年度の成果

(1) 日本標準時の運用と供給

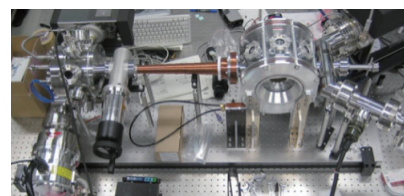
日本標準時システムの定常運用をCs原子時計18台等で行い、日本標準時を協定世界時UTCに対して+10, -30ns (ナノ秒)の同期を達成した。協定世界時への貢献も原子時計の寄与率約9% (世界第二位)や、原子泉一次周波数標準器の性能が国際審査で承認され、精度 2×10^{-15} で貢献した。時刻比較業務では、日独定常時刻比較に衛星双方向方式が欧亜間では初採用され、UTCに対する日本標準時のタイプA不確かさを0.7nsから0.5nsに改善した。長波帯標準電波による標準時供給は、2局体制でほぼ100% (各送信所では約98%)での運用を実施。その他の標準時供給では、テレホンJJY、専用線NTPサービス及び公開NTPサービスによるほぼ100%の安定した時刻提供を実施し、タイムビジネス(時刻認証事業者等)に対して日本標準時を安定して提供した。周波数標準器校正サービスでは、委託校正、登録点検校正、jcss校正、遠隔校正で合計36件の周波数校正を実施。周波数校正の最高測定能力を 1×10^{-13} から 5×10^{-14} に引き上げ、認可を受けた。また、周波数遠隔校正について、計量法に基づく校正制度(jcss)の認可によるサービスを開始した。



性能が国際的に承認された
原子泉一次周波数標準機

(2) 次世代原子時計標準器の研究

Ca+イオン標準器では、真空度の改善、計測シーケンス高速制御システム開発、冷却レーザー増設などを行い、サブkHz (13けた)という商用原子時計を超えるレベルで世界初の高精度四重極遷移線周波数測定に成功した。Sr光格子時計についてはトラップチャンバーを完成、光源開発では予備冷却用461nm、赤MOT (磁気光学トラップ)用689nmレーザーを完成、後者では必要な高い安定性を確認するなど順調に進展した。数百THz帯の可視域とGHz帯間の周波数リンクの研究では、2種類の広帯域超短パルスレーザーを用い、独立した2台の広帯域光コムを完成。共通水素レーザーによる同一クロックレーザーの測定により水素レーザーの安定度による限界を超えた評価を実施し、相対値では1万秒で 10^{-16} 以上と十分な性能であることを確認した。超高安定冷却サファイア発振器については、光コムなどに利用可能な1GHzへの変換器が完成した。



Sr光格子時計トラップチャンパー

(3) 精密時刻比較の研究

衛星双方向比較方式では、複帯域方式で室内実験とともに、衛星折り返し実験を行い、100ps以内の精度への目途を得た。またETS-VIII 時刻・周波数比較測定では、双方向コード位相・搬送波位相計測による搭

載原子時計性能評価を行い、搬送波位相計測では、コード位相計測より2けた以上というこれまでにない高精度計測ができることを確認した。非静止衛星を用いた衛星双方向時刻比較方式の研究開発に関しては、準天頂衛星システムへの搭載を目指したベントパイプの研究開発を行った。広帯域用では小型軽量のBPFを開発、狭帯域用では高精度化の基礎実験を行った。搭載に向け、信頼性向上の対策を実施し、詳細設計審査も完了した。1.5 μ m光通信帯の光周波数絶対値計測技術では、光コムで測定可能な可視域への二倍波生成システムを作成した。また、1.5 μ m帯信号を用いたマイクロ波伝送では、10km程度のファイバを用い、1日で 10^{-17} の伝送精度が得られることを実証した。

(4) 時刻・位置情報認証技術の研究開発

時刻認証について、クライアント側で時刻認証を行う場合の安全性を確保するために必要な技術要件等の検討と制度化に向けての作業を行った。また、位置認証における位置情報の確度向上のため、数値気象予報データを用いて電波伝搬遅延誤差を大幅に軽減するモデル計算手法の研究を進めた。時刻・位置情報の配信技術として、1芯光ファイバ時分割双方向方式による時刻伝送装置を開発し、光ファイバ長にかかわらずナノ秒台の時刻伝送精度を確認した。また、セルフチェック機能と自動再起動機能等を装備したハードウェアNTPサーバを開発し、インターネット時刻供給サービスで運用を開始した。さらに、長波標準電波の受信が困難な地下や建物内の電波時計利用を可能にするための、標準電波リピータを試作した。

空間計測技術については、日本とスウェーデンの間の国際ネットワークにより、e-VLBI技術を用いてUT1を推定するのに必要な時間を前年度よりも更に大幅に短縮して5分以内とすることに成功した。また、大幅な観測感度向上を可能とする8Gbpsでのリアルタイムデータ処理を鹿島-小金井基線でのe-VLBI実験により実現した。距離基準計測技術の研究では、実証実験の実施と並行して小型分割可搬型1.6mアンテナを開発した。

(5) 非静止衛星を利用したKu帯移動体衛星通信システム技術

電波利用料により実施した技術試験事務の結果を、最終報告書として取りまとめた。

(6) 準天頂衛星の開発

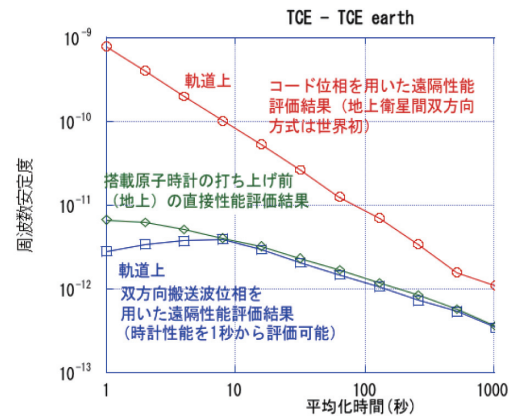
時刻管理系の搭載機器については、軌道上での信頼性確保の対策を実施してPFM（プロトフライトモデル）の開発を開始し、またEM（工学モデル）を利用した性能試験も実施した。地上系については搭載系やJAXAのシステム等との調整を確保しながら、ソフトウェア等の詳細設計を実施した。NASAやJAXAとの交渉が進み、ハワイモニタ局の設置が決定した。

(7) 電波資源拡大のための研究開発

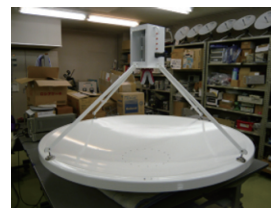
電波・周波数資源を効率的で的確な配分に必要な、電波利用状況の客観的で詳細な把握を可能とすることを目的に、総務省から広域電波強度分布測定技術の研究開発を研究課題とする委託研究を受託した。平成19年度には4か年計画の初年度として、概念実証実験を実施するとともにデータ取得システムの試作を行った。

(8) 広報活動など

日本標準時、位置計測関連を中心に、幅広い層への見学対応やインターネットや電話による問い合わせ、新聞雑誌等の取材、記者報道に積極的に対応し、広報・啓発活動を行った。また、時の記念日イベント初開催に向けて準備を進めた。



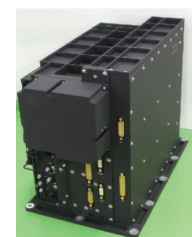
新型ハードウェアNTPサーバ



小型分割可搬型1.6m
アンテナ：主鏡部



駆動部



TCU(時刻比較装置)
のEM