

### 3.4.12 原子周波数標準グループ

#### 中期計画期間全体

##### 目 標

周波数標準の高確度化及び基礎科学の発展に寄与する。中期目標として、 $10^{-15}$  台の確度の周波数標準を確立する。

##### 目標を達成するための内容と方法

光励起型標準器を運用して周波数確度評価を実施し、国際原子時の高確度化に貢献する。光励起型を上回る確度の可能性を有する原子泉型周波数標準器を開発する。衛星測位の要素技術として衛星搭載水素メーザーの開発を進める。次世代周波数標準として光領域の原子標準の発生・計測技術の研究開発を進める。

##### 特 徴

高確度一次周波数標準器による周波数確度評価は秒の定義値の実現確度を与えるものとして、毎月 BIPM で役立てられる。これは知的基盤としての計量標準の最高精度を継続的に提供するものである。また、このような高確度標準の基礎・応用研究は標準の価値を高め、研究の推進力を生むものとして重要である。

#### 今年度の計画及び報告

##### 今年度の計画

CRL-O1 は NICT-O1 として、メーザー棟で運用を続ける。年 6 回以上の確度評価を実施し、2 回以上国際度量衡局に報告できるデータを取得することを目標とするが、加えて今後の安定運用のため、ベークイングなどの大きな保守作業も実施する。原子泉は、一号器の移転後の再立ち上げと二号器の起動を迅速に行い、計測制御システムなども最適化を行い、周波数シフト要因測定を開始する。二号器では  $10^{-15}$  台の低いレベルでの安定度を達成して高精度のシフト要因測定を行うとともに、実運用に向けた三号器の設計開発も開始する。光周波数標準では、所内外との連携を活用し、 $40\text{Ca}^+$  イオンのクロック遷移分光測定、 $43\text{Ca}^+$  イオンの光イオン化と冷却の準備を進めるとともに、クロックレーザーでは防振などによる安定度向上と世界トップレベルの安定化を目指したシステムの開発などを進める。成果が上がっている基礎・応用研究は継続的に研究を進めるとともに新規課題も開拓していく。各種委員会や広報活動についてもこれまでどおり力を入れていく。

##### 今年度の成果

NICT-O1 は春から取り組んだベークイング、オープン改良など大規模保守作業を 10 月に終了し、11 月より運用と調整を進めた。安定したデータが 2 月より得られ始め、3 月初旬に確度評価結果を国際度量衡局に報告した。不確かさ  $8 \times 10^{-15}$  が得られている。また、確度評価の詳細に関する論文が Metrologia 誌に掲載された。

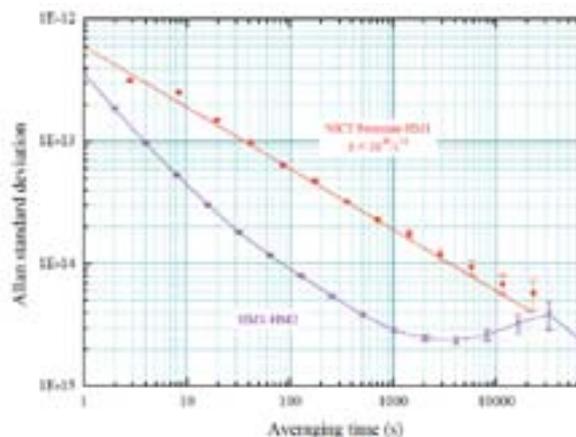
原子泉は実験棟移転後、二号器で実験を始めたが、真空のトラップなどで再度改修が必要になったため、やや計画が遅れた。安定運用に向けたレーザー光学系の改良を実施し、その性能向上をまず一号器で検証した。さらに真空の改修を終えた二号機器にこの工学系を用いたところ、一号器より数倍 SN 比の良い信号が得られ、ほぼ目標おりの  $6 \times 10^{-13}$ @1 秒、 $4 \times 10^{-15}$ @20000 秒の安定度が得られている。不確かさを評価し、確度を高めていくことが今後の課題である。

光周波数標準ではチャンバー、トラップ、レーザーなどの準備を夏に終えて、秋から  $40\text{Ca}^+$  イオンのトラップに取り組んだ。単イオントラップが目標のため従来よりはるかに小さなトラップを用いているため作業が難航したが、年末によく捕獲と冷却信号取得に成功した。現在は更なる冷却、単イオン化と分光観測を目指して条件を出す調整作業を進めている。クロックレーザーは周波数可変システムを完成し、防振防音などによる安定化を進めた結果、数十 Hz の精度での計測が可能システムができた。 $\text{Ca}^+$  イオンレーザー冷却条件を詰める理論検討も有意義な結果が得られ、論文を投稿し、現在審査中である。

様々な基礎・応用研究でもミッションと関連する形で順調に成果が上がっている。



開発中の原子泉二号器



二号器で現在までに得られている周波数安定度  
平均化時間 20000 秒で基準の水素メーザーと同等の  
安定度に達している。