

搬送波位相衛星双方向測定による仲介水素メーザー不要の 光時計絶対周波数測定

Absolute frequency measurement of an optical clock without a hydrogen maser
by carrier-phase two-way satellite frequency transfer

○藤枝 美穂¹、井戸 哲也¹、後藤 忠広¹、瀧口 博士¹、早坂 和弘¹、

豊田 健二²、米垣 賢治²、田中 歌子²、占部 伸二² (1. 情通機構、2. 阪大基礎工)

○Miho Fujieda¹, Tetsuya Ido¹, Tadahiro Gotoh¹, Hiroshi Takiguchi¹, Kazuhiro Hayasaka¹,

Kenji Toyoda², Kenji Yonegaki², Utako Tanaka², Shinji Urabe² (1. NICT, 2. Osaka Univ.)

E-mail: miho@nict.go.jp

これまでの光領域の絶対周波数測定は、一次周波数標準器と光周波数コム、または国際原子時へリンクするための衛星経由比較測定システムとそのリファレンス信号を供給する水素メーザーおよび光周波数コムを用いて行われてきた。周波数を 10^{-14} ~ 10^{-15} 乗の誤差で測定したい場合、GPS や静止衛星を利用する従来の比較測定ではその測定精度により、数時間から一日程度統計のため平均値を算出する必要がある。逆に言えば、数時間から一日程度の間周波数が変動しない時計(例えば水素メーザー)が被測定周波数の近くにリファレンス信号として必要になる。しかし NICT が開発した搬送波位相衛星双方向システムでは 1 秒平均から水素メーザーと同等の精度を持つため、平均化時間の大幅な短縮が可能であり、リファレンス信号の中長期周波数安定度はそれほど高くなくてもよい。今回我々は光時計にロックした光周波数コムからマイクロ波を発生させ搬送波位相衛星双方向システムのリファレンス信号とし、国際原子時に対する光時計の周波数測定を実施した。図 1 に測定システム概念図を示す。

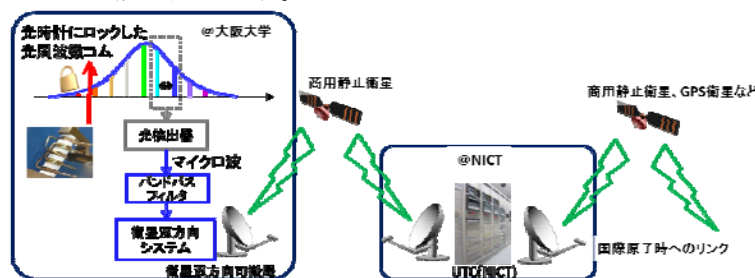


図 1: 光時計絶対周波数測定システム概念図

大阪大学で開発された量子情報実験用リニアトラップにおいて $^{40}\text{Ca}^+$ イオンの時計遷移周波数を UTC(NICT) を基準として測定した。UTC(NICT) と国際原子時との差は国際度量衡局により一月に一度発表される。測定結果として、1 秒平均で 3×10^{-13} 、1000 秒平均で 4×10^{-15} の周波数安定度を得た。これは NICT 小金井本部で得られる UTC(NICT) の周波数安定度と同等であり、光時計と光周波数コムから発生させたリファレンス信号と衛星双方向システムが水素メーザーと同等またはそれ以下の安定度で動作したことを意味する。本実験により水素メーザーなどの高価な原子時計がなくても光時計の絶対周波数測定が可能となった。