

時の番人 NICT - O1 から NICT - CsF1 へ

原子の刻む時計をより正確に計る

独立行政法人 情報通信研究機構
新世代ネットワークセンター
光・時空標準グループ
次世代時刻周波数プロジェクト

時間、あるいはその単位の中の周期の数を示す周波数は、人類にとって最も基本的な物理量であり、古代から自然界の様々な物理現象を利用して時間と周波数を測る努力を継続してきました。古代エジプトでは農業のため、天体観測から暦が発達しました。17,18 世紀のヨーロッパでは安全で効率的な航海のために正確な時計が必要となり、イギリスではこれに膨大な懸賞金を懸けた結果、クロノメータが開発され航海術が飛躍的に発展しました。現代の科学技術社会では GPS に代表される衛星測位技術をはじめ、様々な先端科学技術分野で原子時計 (= 原子周波数標準器) が重要な役割を果たしています。

では、現代の科学技術社会では時間はどのように決められているのでしょうか？
人類は以前は地球の自転や公転を利用して時間を定義してきましたが、原子時計の精度が向上し、天文時の不安定性が明らかになり、1967 年の国際度量衡総会で、時間の単位である秒を次のように定義することにしました。

「秒は、セシウム 133 の原子の基底状態の二つの超微細準位の間の変移に対応する放射の周期の 9 192 631 770 倍の継続時間である」

すなわち、現代の科学技術社会ではセシウム (元素記号: Cs) 原子の出す電波の波の数を数えて時間や周波数を決めているわけです。

情報通信研究機構 (NICT) は、通信や産業、科学において最も重要な物理量である周波数の国家標準機関として、周波数標準値を定めるとともに日本標準時を社会に供給しています。この周波数標準の基準になるのがセシウム原子周波数標準器であり、NICT はこれまで一貫してセシウム周波数標準器の開発を継続してきました。NICT は米国 NIST と光励起型セシウム一次周波数標準器 NICT - O1 を共同開発し、2000 年より実運用を始めました。

光励起型と呼ばれるタイプは、レーザー光で原子の状態を制御する方法を用いています。以前使われていた磁気選別型と呼ばれていたものは磁石による選別をおこなっていたため、効率も悪く、強い磁場による周波数シフトの影響もありました。



光励起型一次周波数標準器 NICT - O1

NICT - O1 はこの光励起型で、磁気選別型のこれらの欠点を取り除かれているため、その周波数の正確さは一桁以上も向上し、 6×10^{-15} に達しています。この値は比率として、500万年に一秒の誤差しかないというものでした。

NICT - O1 は 2006 年 6 月運用を終了し、現在、より精度の高い原子泉型セシウム一次周波数標準器 NICT - CsF1 の運用が開始されようとしています。

NICT - CsF1 では今まで秒速 200m で飛んでいた原子をレーザー光の力で止め、泉のように打ち上げます。セシウム原子を打ち上げ、重力で落下することを利用するため、いくつもの新たな改良が出来ます。原子の状態をより理想に近づけられること、時間をかけて計測できること、セシウム原子が同一経路(上下方向)を往復することで計測の対称性が良くなることなどです。これらの点の改良により、周波数の正確さは 2×10^{-15} に達しました。これは 2000 万年に 1 秒の誤差しかないという正確なものです。



原子泉型一次周波数標準器
NICT - CsF1

問合せ先

独立行政法人 情報通信研究機構
新世代ネットワークセンター
光・時空標準グループ

<http://www2.nict.go.jp/w/w114/next-generation/>