

# 世界最高水準の 日本標準時をつくる

「NICT では、日本標準時を『つくり』、世界中と『くらべ』、日本中に『くばる』という業務を行っています。世界の標準時にも貢献し、最高水準にある標準時がここにあります。」



## 花土 ゆう子 (はなど ゆうこ)

電磁波計測研究所  
時空標準研究室 室長

1989年郵政省通信総合研究所(現 NICT)に入所。パルサータイミング計測、時間・周波数標準に関する研究に従事。趣味は野山歩き、絵を見ること。

## 今村 國康 (いまむら くにやす)

電磁波計測研究所  
時空標準研究室 研究マネージャー

1976年郵政省電波研究所(現 NICT)に入所。無線機器の検定・試験法開発、国際間周波数・時刻比較の研究に従事。現在、周波数標準・標準時の運用・開発を担当。



## ● はじめに

「私たちの研究室(東京都小金井市)では、日本標準時をつくって供給しています」と説明すると、「え?日本の標準時は明石で決めているのでは?」「標準時を作るとは?」など、いろいろな質問を受けます。ここでは、世界と日本の標準時のなりたちと私たちの活動を、簡単に紹介します。

元々の標準時は、地球の自転を基に決められていました。地球の1回転を1日、それを細分化したものを1秒の単位とし、太陽が真南に来る時刻を昼と決めたのです。これを天文時といいます。しかし自転周期がさまざまな要因でゆらいていることが判明し、原子のもつより安定な固有の周波数を基に1秒の長さを決めることとなりました。これを原子時といいます。1967年の国際度量衡総会で「秒は、セシウム133原子の基底状態の2つの超微細準位間の遷移に対応する放射の周期の91億9263万1770倍の継続時間である」という定義が定まり、1972年からは原子時が世界の標準時となりました。

現在、定義にもとづく1秒がほぼ実現できる超高精度セシウム原子時計が、世界中で10数台動いています(当研究室の原子泉型一次周波数標準器NICT-CsF1もその1台)。ただ、これらは連続運転が難しいため、精度は落ちるが連続運転が可能な市販されるセシウム原子時計をたくさん平均して連続時間を作り、それを超高精度セシウム原子時計で定期的に補正する、という方法で、標準時のおおもとである国際原子時TAIが計算されています。TAIの計算には、世界中の標準機関が持つ約400台の原子時計データが使われています。

TAIは天文時とは無関係であるため、天文時はだんだん原子の時刻からずれていきます。日常生活の感覚に合った天文時と原子時との差が0.9秒以上にならないよう、うるう秒という操作を加えることで、見かけ上原子の時刻と天文の時刻を一致させています。TAIにうるう秒調整をし

たものが協定世界時UTCであり、これが現在、世界の標準時として使われている時刻です。

TAIやUTCは、5日ごとの値が月に1度パリ郊外にある国際度量衡局BIPMで計算されていますが、結果の公表は約1ヶ月後です。世界の標準時は、とびとびで1ヶ月待たないとわからない、しかも計算機の中にしかない時刻なのです。これでは今が何時何分かがわかりません。そのため各国の標準機関では、連続した時間を独自につくりUTCに合うよう調整しながら実信号の形で供給しています。

NICTがUTC準拠でつくる時刻をUTC(NICT)と呼び、日本標準時はこれを基にしています。

## ● 日本標準時をつくる

NICTでは、長期間(1日以上)で安定なセシウム原子時計と短期間(1日以下)で安定な水素メーザ周波数標準器を組み合わせ、標準時を生成しています。まず原子時計相互のわずかな時刻差を高精度に計測します。このデータを基に18台のセシウム原子時計を最適な方法で合成します。たくさんの時計の合成結果を使うことで、各時計のゆらぎがならされるだけでなく、いくつかの時計が故障や寿命で止まっても途切れない時刻を作ることができます。この長期的に安定なセシウム合成原子時で、短期安定度の良い水素メーザ周波数標準器の信号を補正することで、短期も長期も安定な標準時が実現できるのです。その時刻ずれは約100万年に1秒程度です。

こうしてつくられた標準時は、GPS衛星などを仲介とする方法や商用通信衛星を利用した時刻比較方法で海外の標準時と時刻比較され、この結果を基にUTCとの時刻差がBIPMから公表されます。NICTは、その時刻差が小さくなるように調整しながら運用をしています。これがUTC(NICT)です。また同時に、時刻比較のデータがBIPMで



図1 日本標準時システム(左)と日本標準時生成に使われるセシウム原子時計(右)

活用されることで、NICTの原子時計はTAIをつくる時計群の一部としても大きく貢献しています。

日本標準時 JST は UTC(NICT) を 9 時間(東経 135 度分の時差)進めた時刻です。厳密には日本の東西で時刻差があるはずですが、東経 135 度の時刻を一律に日本の標準時としています。(明石は東経 135 度にあるので「明石の時刻が日本の時刻」というのは間違いではありませんが、明石で日本の時刻を決めているわけではないのです。)

日本標準時を構成する原子時計は、温度や地球磁場などの周辺環境で周波数が変化するのを避けるため、温度・湿度管理、電磁界シールドを施した原器室と呼ばれる特別な 4 つの部屋に分けて設置されており、相互に補完することでメンテナンスや万一のトラブルの際にも止まらないシステムが構築されています。

## ● 日本標準時をくばる

NICT でつくられた日本標準時及び 1 秒の基準である標準周波数は、いろいろな形で日本全国に向けて配信されています。その主なものが、電波時計の基準の電波として日本中の皆さんに利用して頂いている標準電波です。福島の送信所からは 40kHz、福岡と佐賀の県境にある送信所からは 60kHz の電波にのせて、時刻信号を常時発信しています。

そのほか、電話回線を使って時刻を配信する「テレホンJJY」、ネットワークを経由してオンラインでコンピュータの内部時計を同期させることを目的とした「NTP サーバ」等、各種サービスも実施しています。最近では、インターネットの普及によって商取引や特許出願など、さまざまな分



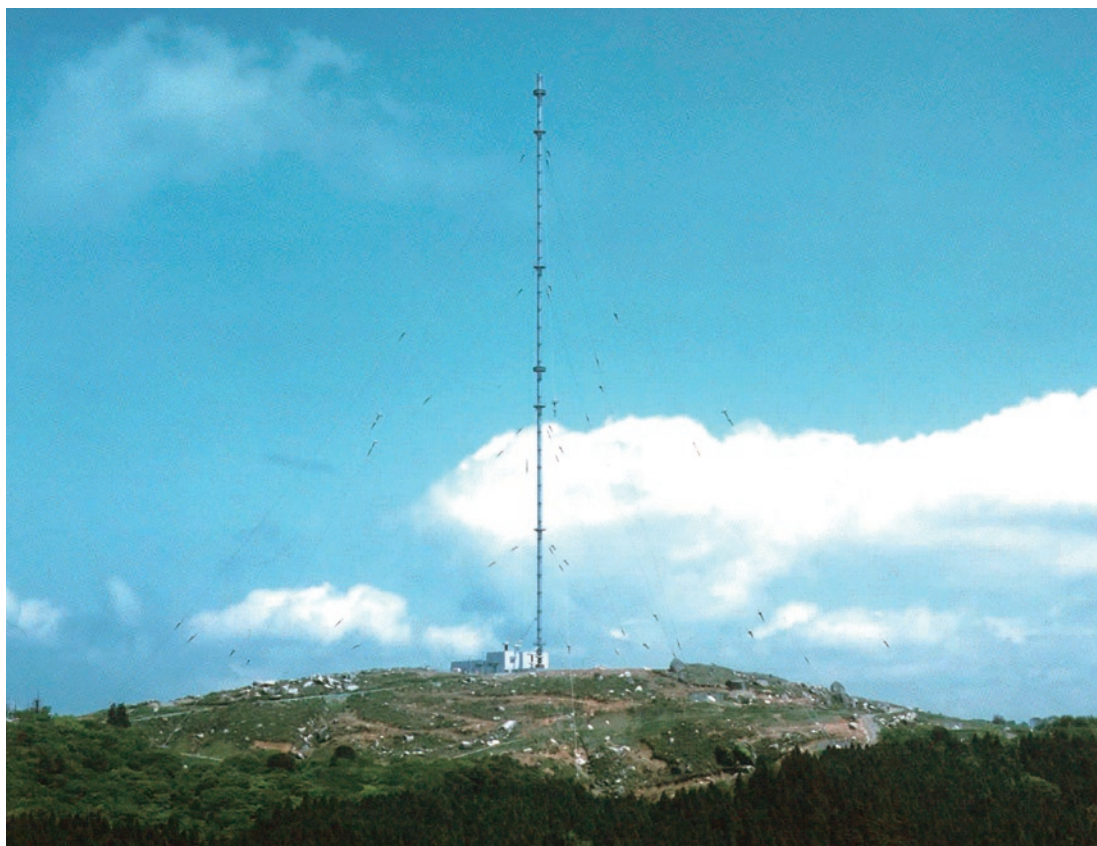


図2 はがね山標準電波送信所(佐賀県と福岡県の境)の全景

野で電子文書の重要性が増してきており、文書の改ざん防止という意味からも、文書作成の時刻を第三者が証明するといったタイムビジネスが注目されてきています。このような時刻認証事業者に対して、正確な日本標準時を配信するというサービスを行っています。また機器持ち込みやGPS衛星を使った遠隔較正サービスにより、ユーザーの周波数標準器と周波数国家標準との周波数偏差を測定する較正業務もを行っています。

### ● 正確な標準時はなぜ必要なのか

正確な時刻と高精度な基準周波数は、日常生活だけでなく社会インフラが機能する上でも欠かせないものとなっています。例えば電波や光の行き来で距離を測る場合(GPSカーナビもこの

原理を利用)、1億分の1秒のずれは3mの誤差を生み、また仲介の時計が増えるほど時刻合わせの誤差も増えるため、大元の時計への要求精度は高くなります。産業経済を支える複雑で高精度なシステムでは、計測や制御の信号の周波数が狂ってしまうと正常に動作しなくなり、最悪の場合システムが破綻してしまうかもしれません。日本標準時とその基となる周波数国家標準は、高精度計測・制御の基盤となり、見えないところで最先端技術を支えているのです。

途切れてはならずやり直しもできず、常に正確で高精度な標準時と周波数国家標準を発生し続けることは、大変ですがとても重要な仕事です。私たちの研究室では、標準時の生成から供給までを絶え間なく行うとともに、更なる高精度化と新たなサービス展開に向けた開発を進めています。