

# 協定世界時と水素メーザー一周波数標準器の時間差予測とその評価

## 解析技術を駆使して時間周波数国家標準UTC (NMIJ) を高精度化する

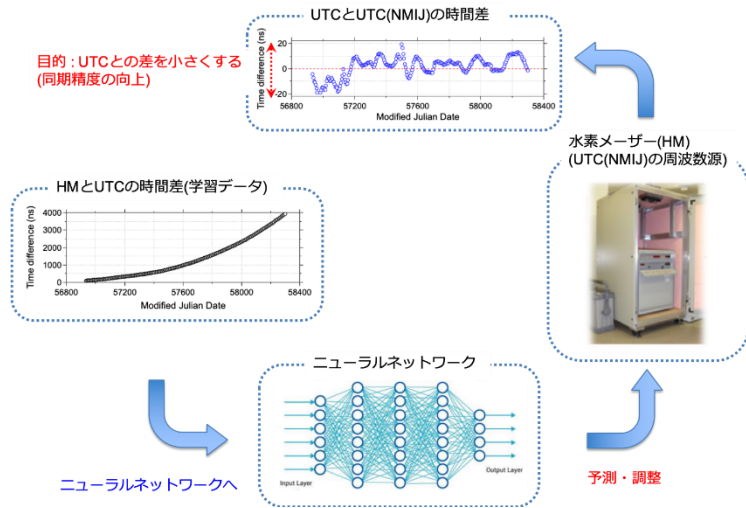
- 深層学習を用いて協定世界時UTCと水素メーザーの時間差を予測
- 時刻系信号UTC (NMIJ) のUTCへの同期精度の向上を目指す

### 研究のねらい

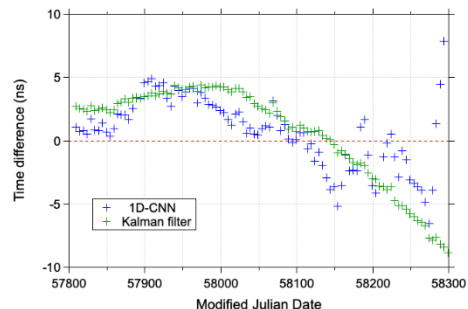
正確な時刻を認識・共有することは、私たちの日常生活に留まらず、交通機関の運行スケジュール管理やGPSなどの衛星測位システムなど、社会を支える様々な技術において必要不可欠です。現在の時刻の標準は、世界中の約80の研究機関で稼働中の約500台の原子時計から計算された「協定世界時(UTC)」というものです。産総研では、UTCと同期した時刻系信号UTC (NMIJ) を運用し、これを周波数機器の校正や各種測定に用いています。UTC (NMIJ) は、周波数源である水素メーザー一周波数標準器(以下HM)の周波数を適宜調整することでUTCと同期していますが、私たちは最近、UTC (NMIJ) のUTCへの同期精度の向上を目的として、深層学習を活用する手法の開発に取り組んでいます。

### 研究内容

UTC (NMIJ) をUTCに同期するためのHMの周波数調整は、熟練の研究者が過去のHMの周波数挙動から今後を予測して行っています。一方、深層学習とは、現在手元にあるデータの特徴を機械自身が認識し、その性質や挙動を予測・分類する技術です。私たちは、「過去のHMの周波数データを用いた深層学習でその周波数を精密に予測できれば、UTC (NMIJ) とUTCの同期精度を向上できるのではないか？」という発想に基づき、研究に取り組んでいます。本研究ではその第一歩として、「一次元畳み込みニューラルネットワーク(1D-CNN)」を用いてHMとUTCの時間差を予測し、その結果が時系列予測においてよく用いられる「カルマンフィルター」による予測よりも精度が良いことを見出しました。今後は、更なる予測精度の向上を目指すとともに、予測結果のHMの周波数調整への実装について検討していきます。



### UTC (NMIJ) の高精度化に向けた本研究の概念図



1D-CNN, カルマンフィルターによる  
予測結果と実際のデータの差

### 連携可能な技術・知財

- 時系列データ解析
- T. Tanabe *et al.*, Rev. Sci. Instrum. 90, 125111 (2019)