

# 光格子時計とイオントラップ光時計

～レーザーを駆使して実現する超精密な振り子～

## 概要

光（高い周波数の電磁波）領域の原子時計である「光格子時計」と「イオントラップ光時計」を開発しています。NICTが開発した「ストロンチウム光格子時計」は既に日本標準時の生成に利用され、協定世界時の高精度化・維持に貢献しています。

### - 光原子時計の構成 -

光を閉じ込める共振器(光共振器)により周波数雑音を減らしたレーザー (①) を、空間に捕まえた原子に照射し、原子が常にレーザーの光を吸収するようにレーザーの周波数を調整する (②) ことで、原子を基準に光の周波数が安定化された光原子時計ができます。原子を捕まえる方法に、光格子トラップ と イオントラップ があります。この高精度な光原子時計の光信号は光周波数コムを用いてラジオ周波数信号に変換 (③) し、日本標準時の生成に利用しています。

時間・周波数は他の物理量と比較して桁違いに高精度に計測できる物理量のため、現代の科学技術を支えている重要な物理量なんだよ。



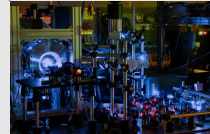
### ②周波数リファレンス (超精密原子分光)

原子は原子固有の周波数のレーザー光を吸収。その周波数は世界中で変わらない  
⇒ 原子周波数標準

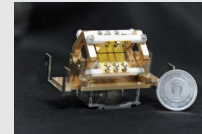
原子サンプル (Sr, In<sup>+</sup>, etc..)

原子がレーザー光を最大に吸収するようにレーザー周波数を調整

### 光原子時計



ストロンチウム光格子時計  
レーザーの定在波(光格子)に多数の中性原子を捕獲。NICTではストロンチウム(Sr)を採用



インジウムイオン光時計  
電場で荷電粒子(イオン)を捕獲。NICTではインジウム(In<sup>+</sup>)を採用

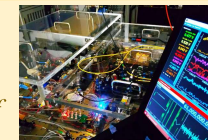
$f_{osc} \rightarrow f_0$



### ①局部発振器(超狭線幅レーザー光)

### 光周波数コムの周波数スペクトル

光信号が周波数軸上に等間隔(くし状)に並んでいる。これを利用して、光の高い周波数(数100THz)をラジオ周波数(数10-数100MHz)に変換して周波数を計測



光周波数コムと光周波数計測システム

### ③周波数計測 (光周波数コムによる計測)

## 特徴

- 光格子：レーザー光の定在波で、原子を捕まえる
- イオントラップ：原子をイオン化し、電場の力で捕まえる
- 光領域の原子時計で時間/周波数をより高精度に生成

## ユースケース

- NICTの光格子時計は既に日本標準時の高精度化や協定世界時/国際原子時の校正に貢献
- 光原子時計を置く場所の重力の差により時の進み方に变化がある事(\*)を利用した標高のリアルタイム計測に寄与  
(\*) 重力の影響が弱いところ(例：標高の高いところ)では時間の流れが速くなる一般相対論効果を利用

## 今後の展開

- 国際的に検討されている「秒の再定義」実現への貢献
- 異なる原子種の光原子時計による日本標準時の校正
- オール光ネットワークでの基準周波数としての利用

【お問合せ先】

電磁波研究所 電磁波先進・基盤研究センター 時空標準研究室  
Mail : stsl\_inquiry@ml.nict.go.jp

NICTオープンハウス2026

Copyright © 2026 NICT All Rights Reserved.