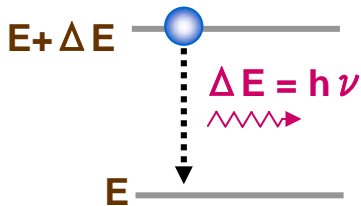


# 1秒の定義

“1秒” は、セシウム(Cs)原子の遷移周波数で定義。

“1秒”の長さは、従来、天文観測から決められていましたが、1967年より、Cs原子の出す電磁波の周波数による定義に変わりました。



「秒は、セシウム133原子の基底状態の二つの超微細構造準位間の遷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」

## なぜ電磁波が出るの？

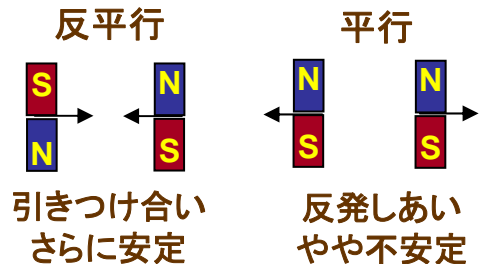
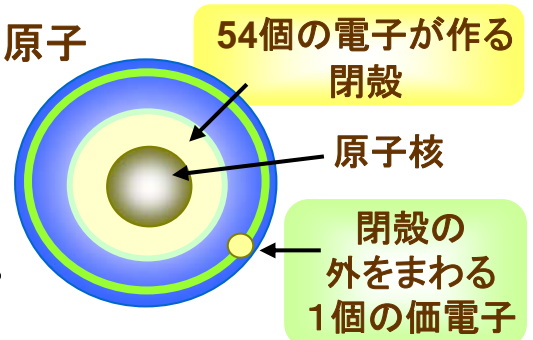
Cs原子のエネルギーが定まっている時、価電子は特定の軌道にあり、その磁石の向きは原子核と揃っています。



これらが

反対向き（反平行） → 最も安定  
同じ向き（平行） → 準安定

Cs 原子



平行状態と反平行状態には、わずかなエネルギー差( $\Delta E$ )があります。

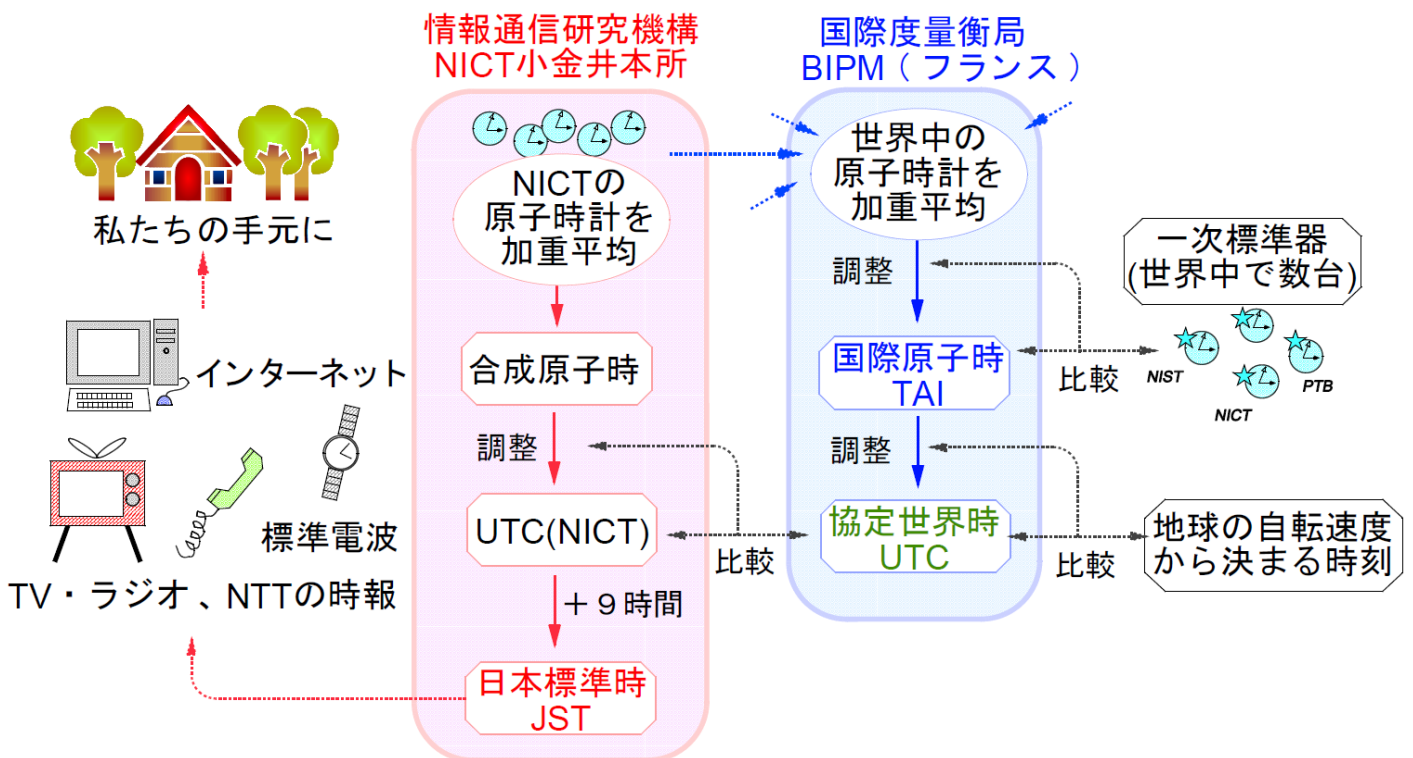
磁石の状態が 平行 ↔ 反平行 と移り変わる時、エネルギー差( $\Delta E$ )に応じた周波数( $\nu$ )の電磁波が放出されたり吸収されたりします。この電磁波が、1秒の定義の元となります。

Cs原子時計は、この電磁波を使い、高精度な時を刻みます。

# 日本の時刻はここから

日本標準時はどのように作られているの？

日本標準時は、NICTの原子時計群から作られます。  
NICTの原子時計は、世界の標準時にも大きく貢献しています。



## 時間・周波数標準を支える技術

- 一次周波数標準器の開発 ..... 超高安定な精密時計
- 日本標準時の発生 ..... 信頼できる時刻をいつでも
- 高精度な全世界の時刻比較 ..... 宇宙技術で時計を合わせる
- 地球自転・形状変化の計測 ..... 原子時と天文時の比較を
- 信頼できる電子時刻認証 ... 電子資料の存在証明・改ざん防止

# 正確な時間・周波数のために

## 一次周波数標準器



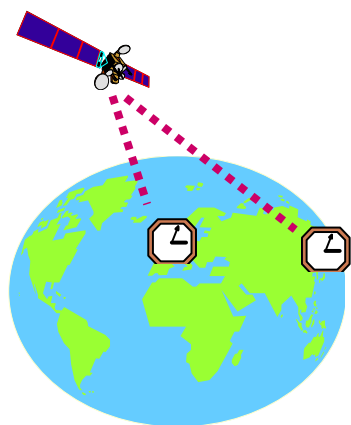
- 1秒の定義を実現できる時計です。
- 光周波数計測など最先端技術を駆使し、「時計の神様」を開発しています。
- 新器は、1500万年に誤差1秒の正確さ。
- 超高精度時計の開発は、広く未来の計測技術全体を支える土台となります。

## 日本標準時の発生・供給

- 原子時計群の信号から、絶え間なく日本標準時をつくり続けています。
- トラブルに備え2重3重の安全対策。
- 10億分の1秒以下の超精密な計測と制御を行い、協定世界時と同期します。
- 標準電波、インターネットなど種々の方法で、正確な時刻を供給します。



## 高精度時刻比較・計測技術



- 人工衛星などを使い、遠く離れた時計同士の時刻差を測ります。
- 時刻差の計測精度は、100億分の5秒。
- 世界中の原子時計が、この技術で日夜繋がり、世界の標準時を作ります。
- カーナビにも、この技術が活かされています。  
(数mの精度には、1億分の1秒の精度が必要)

# 電子ホログラフィの研究

## 自然な立体映像の実現

- ホログラフィは、本物のようなリアルな立体映像を作り出すことができる技術ですが、現在はおもに感光材料などを用いた静止画が対象です。
- NICTでは、将来の通信やテレビへの利用をめざし、通常の照明で動く物や人を撮影し表示できる電子ホログラフィの技術を研究しています。

## 展示装置の概要

- 電子的な装置でホログラフィによる立体像を再生しています。
- インテグラル式\*1の画像から変換することによって、これまで困難だった実写動画像の入力・表示を行っています\*2。

※電子ホログラフィの実現に向けこのほかの課題についても広く研究を進めています。

### 電子ホログラフィの課題

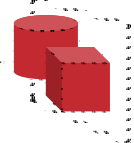
◇ 不要な光が重なり妨害となる



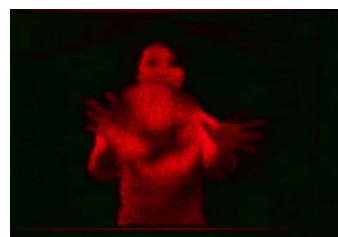
◇ 視域(見える範囲)が十分でない



◇ 実写動画像の入力に制限



◇ 再生像の大きさや解像度が不足



電子ホログラフィによる実写・動画の再生像

NICTのユニバーサルメディア研究センターでは“見る、聞く、触れる、香る、あなたのそばに超臨場感環境を実現”をキャッチフレーズに電子ホログラフィのほか、立体音響の再生技術、超臨場感をもたらす知覚・認知メカニズムの解明とそれを実現する技術の研究開発を進めています。

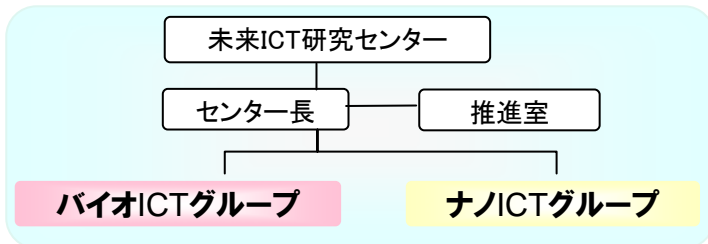
\*1 複眼状のレンズ用いて撮影・表示する立体映像方式。展示ではこの技術に関し、情報通信研究機構からの委託研究「多並列・像再生型立体テレビシステムの研究開発」の一部としてNHKが実施した成果を用いています。

\*2 実写動画像入力・変換の研究はNHK放送技術研究所と共同で進めています。

# 未来ICT研究センターの研究内容

## 未来ICT研究センターは

人に優しい未来創造のために、分子通信技術や脳情報通信などの新たなネットワーク技術の開発と高性能・高機能デバイスの研究開発を実施しています。



- 本部
- 研究センター
- リサーチセンター
- 観測・技術センター
- ▲ 標準電波送信所



## バイオICTグループ3つの基本研究テーマ

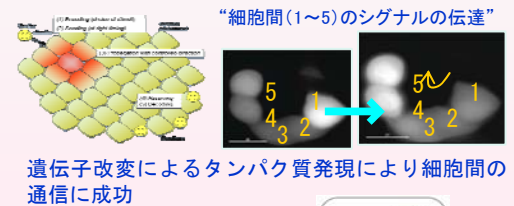
### 脳情報通信技術

非侵襲脳機能計測法の統合・高度化により、脳情報の「こころの動き」を評価し、その意図を復号化し送信する技術の研究開発。



### 分子通信技術

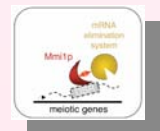
細胞間情報伝達等の分子相互作用を解析し、超低エネルギーで高機能な通信ネットワークを創出するための要素技術の研究開発。



### 生物アルゴリズム

生物の優れた自己組織性、自立性、特異的認識能力などに基づく新アルゴリズムにより、高機能な情報通信システムを設計する技術の研究開発。

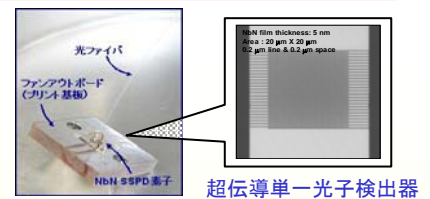
RNA分子の安定性制御が細胞分裂の進行に重要であることを発見



## ナノICTグループ3つの基本研究テーマ

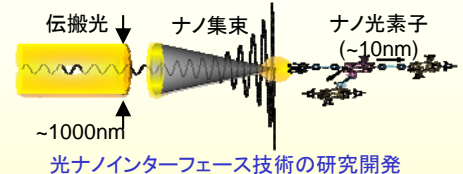
### 量子通信デバイス

新規ナノ材料とデバイス技術による超高感度光子検出器や単一光子発生分子システムの研究開発。



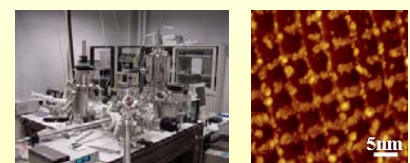
### 次世代フォトニックデバイス

ネットワークの高効率化を目指した光子エネルギーレベルで情報制御が可能な光・電子融合デバイスの研究開発。



### 高機能センシング

安全で、人と機械を結びつけるような、人の情報処理能力を助ける高機能センシング技術の研究開発。

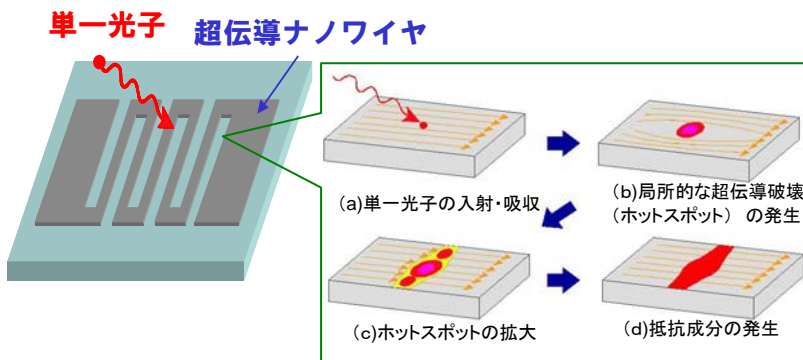


未来ICT研究センター

# ナICTグループ—2つのプロジェクトの先端研究

## ①超伝導プロジェクト『高速超伝導単一光子検出素子』

量子力学の原理に基づく量子情報通信技術は、21世紀における安全・安心ネットワーク社会を支える基盤技術として注目されています。量子情報通信では「単一光子」を情報担体として用いるため、単一光子検出素子は必要不可欠なキーデバイスとなります。我々が開発を行っている超伝導ナノワイヤ単一光子検出素子は、従来のAPD素子等に比べ高速動作、高量子効率、低暗計数率が実現できる素子として期待されています。



### 様々な単一光子検出素子の素子性能

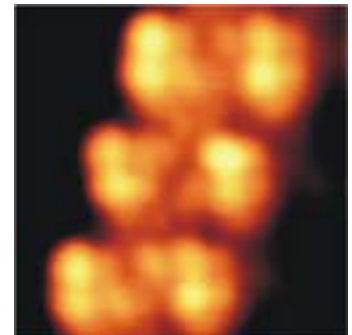
検出器	応答速度 (Hz)	量子効率 (%)	暗計数 (c/s)	動作温度 (K)
InGaAs APD	5 M	16	10000	270
Si APD	5 M	0.01	25	270
光電子増倍管	9 M	0.5	20000	250
量子ドット	-	0.14	100	4.2
超伝導転移端センサー	50 k	88	0.001	0.1
超伝導ナノワイヤ単一光子検出素子	2 G	57	0.1	4.2

### 超伝導ナノワイヤ単一光子検出素子の動作原理

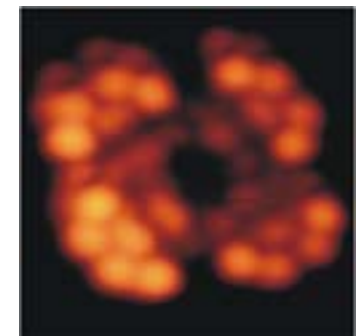
単一光子入射による局所的な超伝導破壊を効率良く検出するために極薄超伝導薄膜をナノワイヤ加工することが必要となってきます。

## ②分子フォトリックプロジェクト『自己組織化による分子配列モデル』

分子が自由に基板の上を滑る様な足と、分子同士が引き合う様な手を分子につけてあげると、分子は基板上を自由に動くと同時にお互いに引き合って自ら構造を作る様になります。分子サイズで構造を作るには、人間の手で一つずつ組み立てるのには限界があるために、このような自己組織化を制御する技術が重要になります。分子が並ぶ様子をCGや模型で紹介します。右図2点は走査プローブ顕微鏡で実際に並んだ分子を観測した例です。



分子が直線に配置



分子が四角形に配置