



第20回東海フォーラム



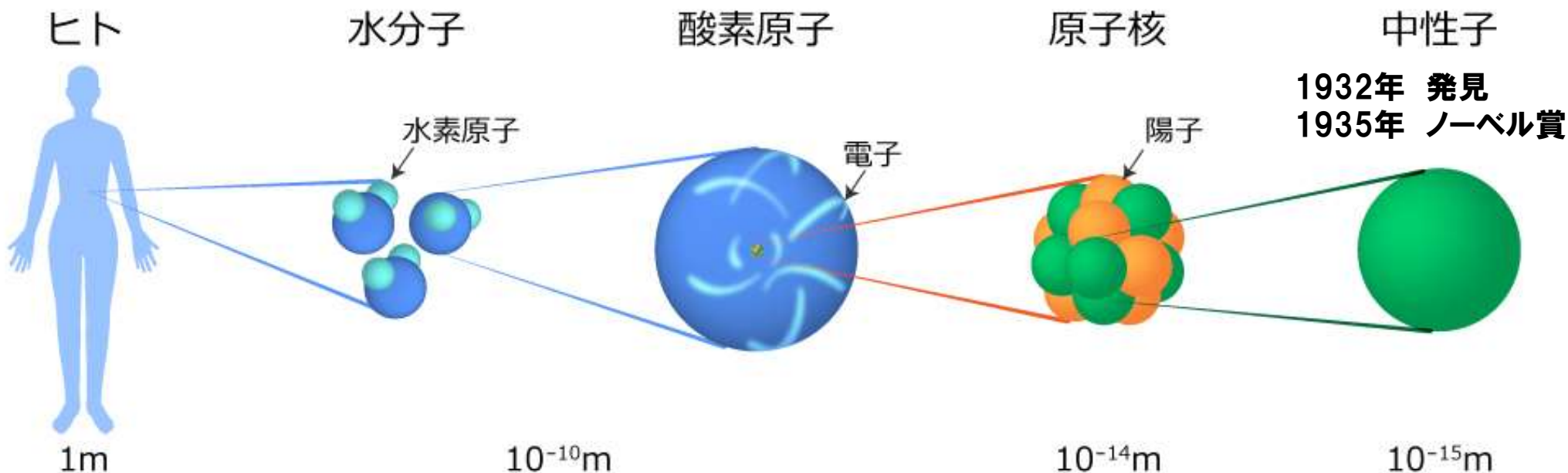
# 未来を作る力、 MLF中性子実験装置の挑戦

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

J-PARCセンター 物質・生命科学ディビジョン

中村 充孝

# 中性子の特徴



➤ 中性子をビームとして使うと ~ X線にはない特徴が

優れた透過力

軽い元素に敏感

磁気を感じる

原子の動きが観える

## 挑戦

物質や生命の多様性を追求し、  
その起源を探る



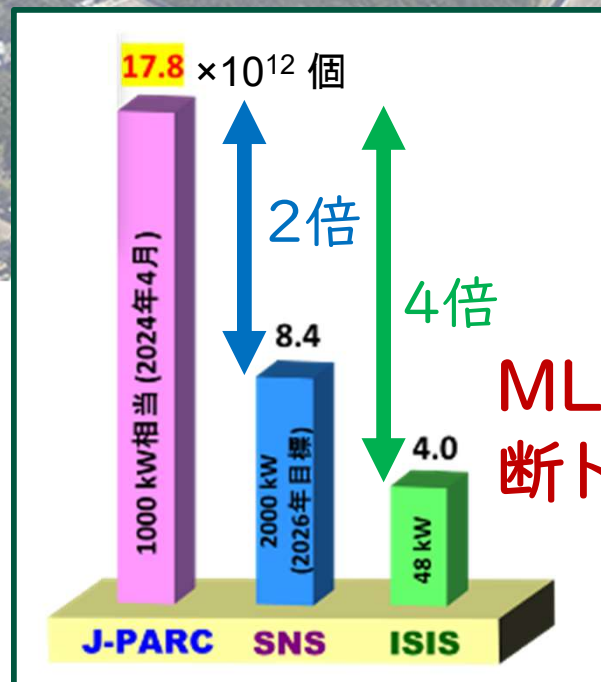
# 物質・生命科学実験施設 MLF



大強度中性子・ミュオンビームを用いて研究するユーザー利用施設



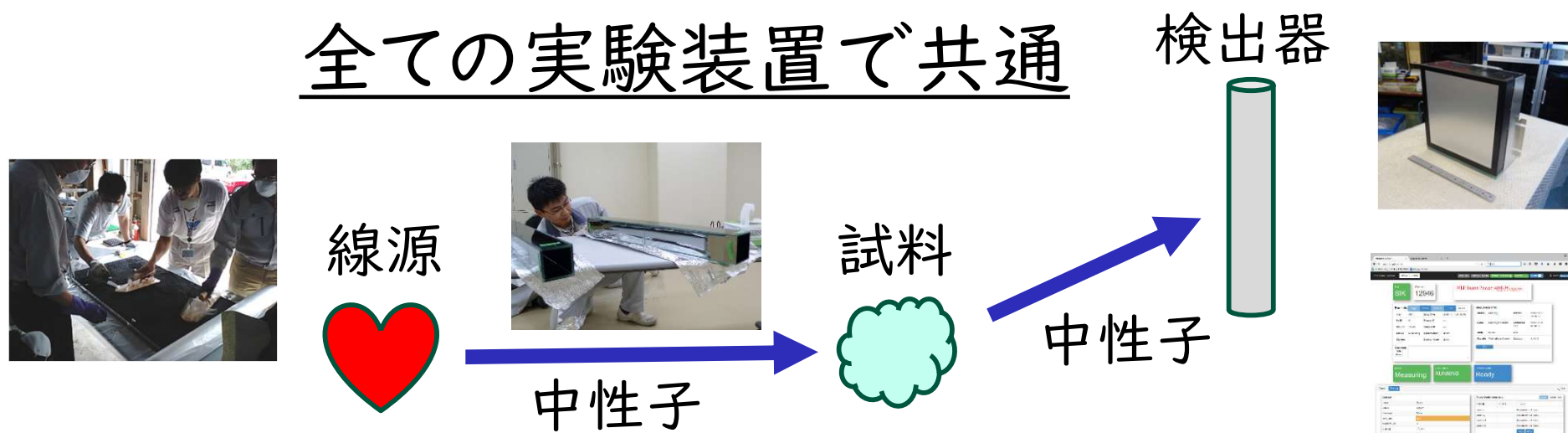
## 世界のライバル施設



MLFの中性子数は断トツで世界一

- 世界最強の中性子線源を手に入れた  
→ 世界最高性能の実験装置を作らないと！

全ての実験装置で共通



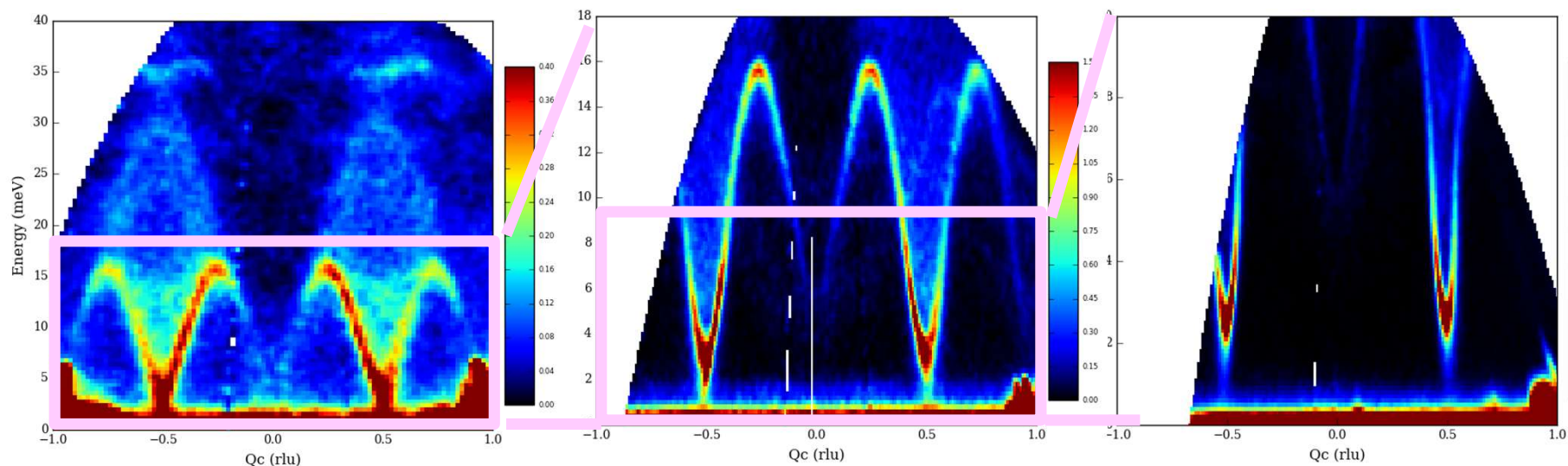
「構造を調べたい」、「動きを調べたい」、「もっと精密に！」、  
「もっと迅速に！」、…

→ 利用者のニーズにマッチした装置を徹底的に作り込む

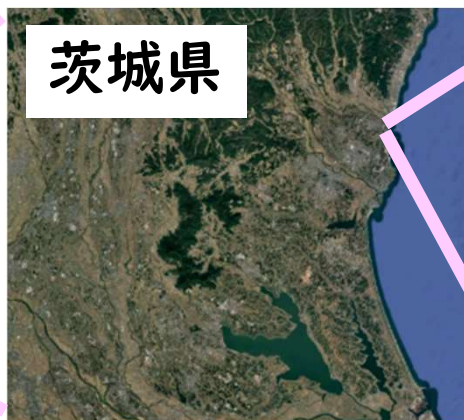
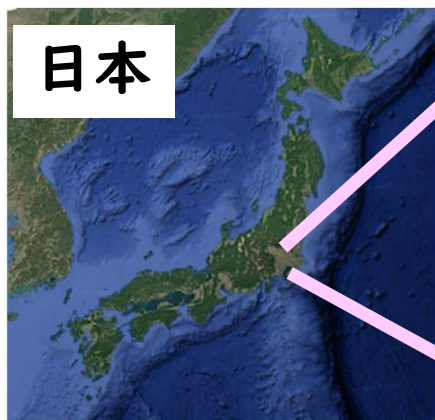
**我々の腕の見せどころ**

# 我々が「腕」を見せた例

## 原子の動きが観える



物質内原子運動の全体像と詳細を一挙に捉える新規手法の実証実験に成功  
—中性子により視覚化された原子運動情報を自在にズームイン・アウト—



# 我々が「腕」を見せた例

2009年9月

JPSJ Papers of Editor's Choice

2009年10月

科学新聞 第二面

2010年2月

固体物理 第45巻第2号 表紙

2010年3月

原子力科学研究所長表彰 創意工夫功労賞

2010年8月

理事長表彰 研究開発功績賞

2011年11月

日本中性子科学会 第9回技術賞

2012年4月

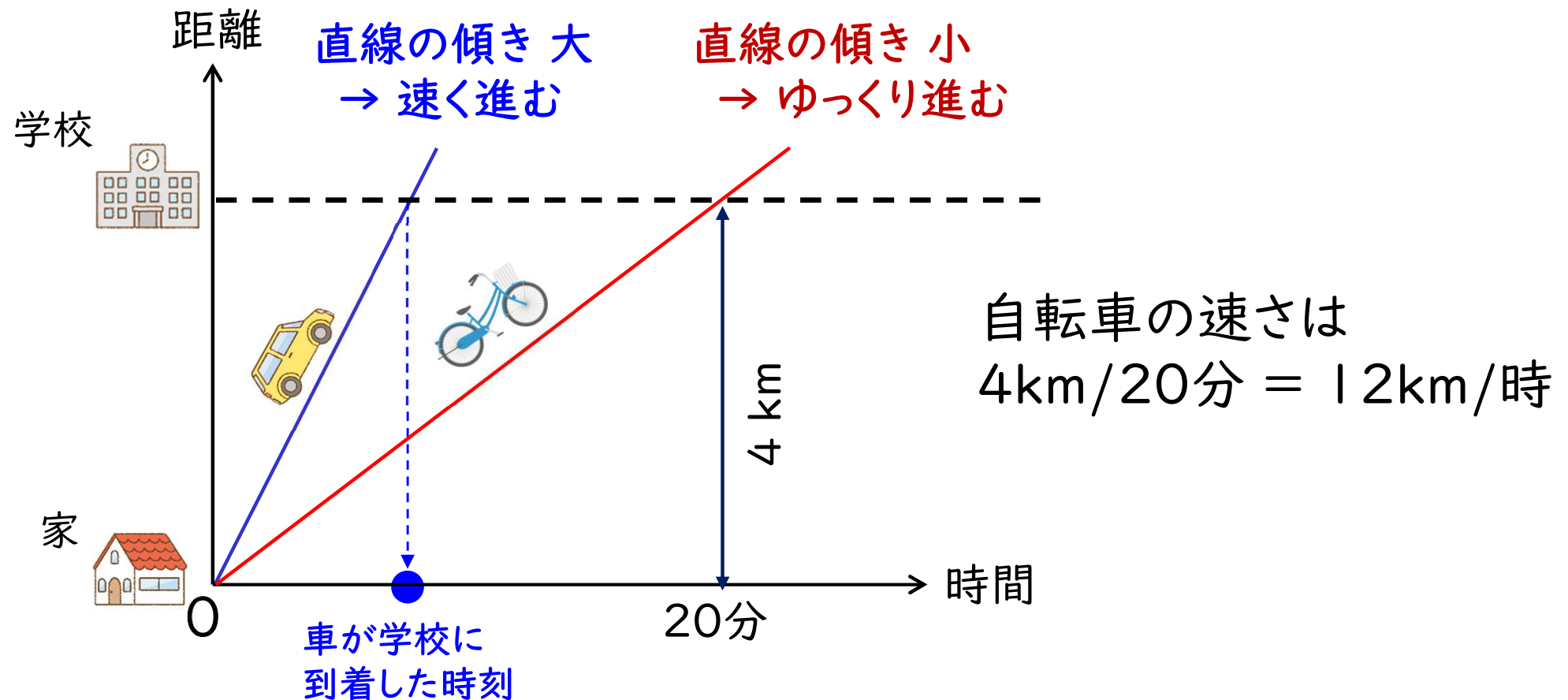
平成24年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 研究部門



我々が提案・実証した新規実験手法は、  
瞬く間に世界のスタンダード手法になった

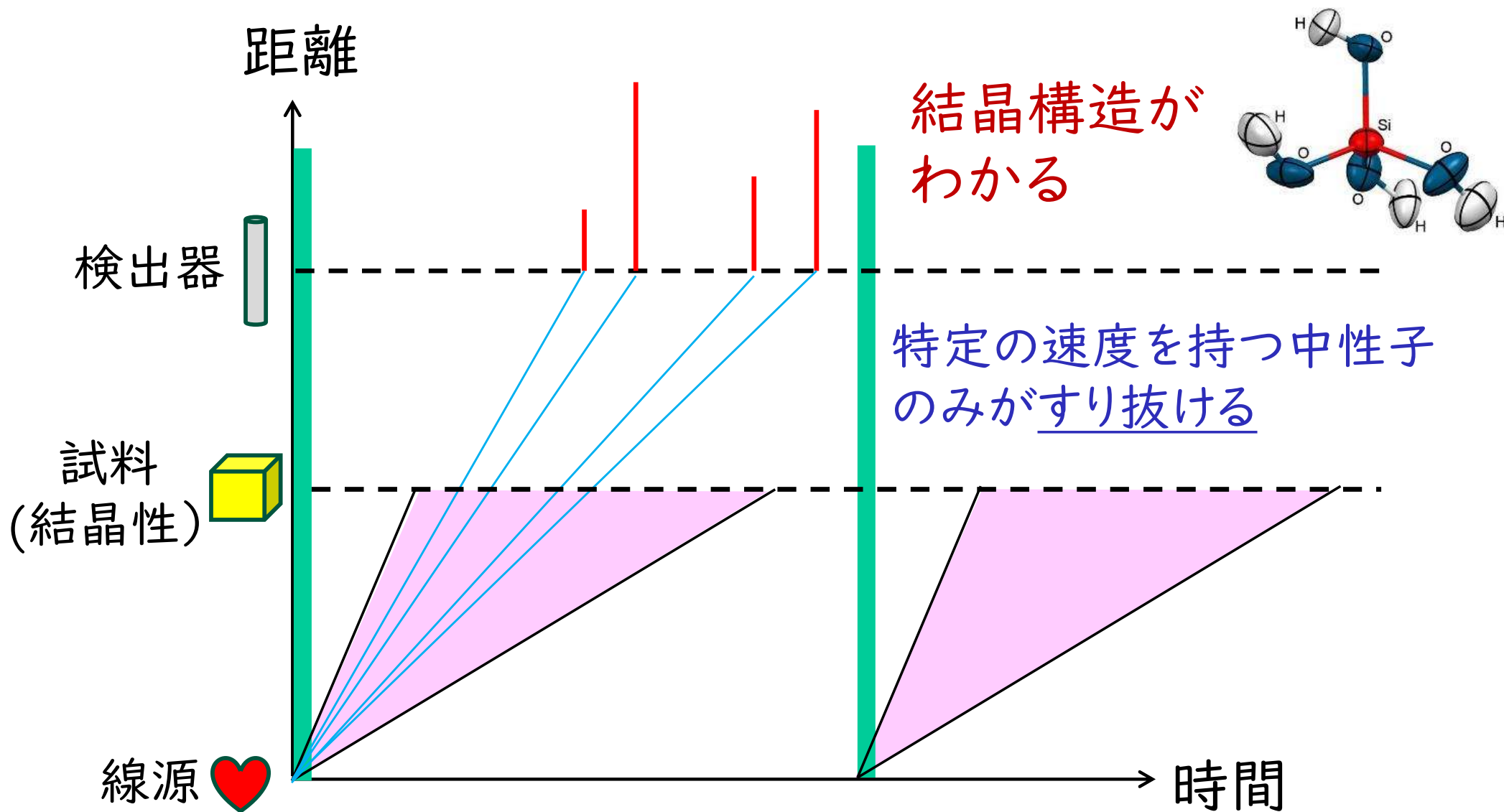
# 速さ・時間・道のり ～ 算数ドリル!?

問題：家から学校までの道のりは、4kmです。自転車で行くのに20分かかりました。自転車の速さを求めましょう。



横軸：時間、縦軸：距離の図は装置設計のスタートポイント

# 構造を調べる装置をつくる





工学材料回折装置

## 匠 (TAKUMI)

工学で良い物を創る:

匠の技術で匠の仕事(研究)をし、匠の成果を創る

今、社会に役立つ金属材料が続々と開発されている

→ そのメカニズムは未解明のまま

- 水素を導入すると強くなる金属
- 宇宙環境でも使える形状記憶合金
- 「結晶粒」を細かくすると強くなる金属
- …

匠がすべての  
謎を解明

→ 新材料開発への  
フィードバック



特殊環境微小単結晶中性子構造解析装置

## 千手 (SENJU)

様々な試料環境機器を使い、多種多様な環境下で測定を行える



© Wikipedia

## ノーベル化学賞の「金属有機構造体」研究に活用

**J | A | C | S**  
JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

Article

pubs.acs.org/JACS

### Encapsulating Mobile Proton Carriers into Structural Defects in Coordination Polymer Crystals: High Anhydrous Proton Conduction and Fuel Cell Application

Munehiro Inukai,<sup>†,‡</sup> Satoshi Horike,<sup>\*,§</sup> Tomoya Itakura,<sup>||</sup> Ryota Shinozaki,<sup>||</sup> Naoki Ogiwara,<sup>§</sup>  
Daiki Umeyama,<sup>§</sup> Sanjog Nagarkar,<sup>†</sup> Yusuke Nishiyama,<sup>⊥,#</sup> Michal Malon,<sup>⊥,#</sup> Akari Hayashi,<sup>▽</sup>  
Takashi Ohhara,<sup>□,||</sup> Ryoji Kiyonagi,<sup>□</sup> and Susumu Kitagawa<sup>\*,†,§</sup>

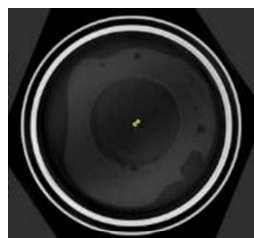


提供：京都大学高等研究院

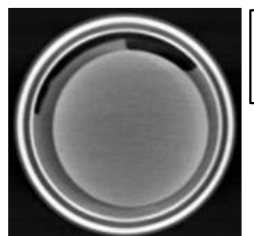
# 物質内部を観る装置をつくる



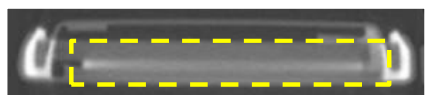
コイン電池



X線

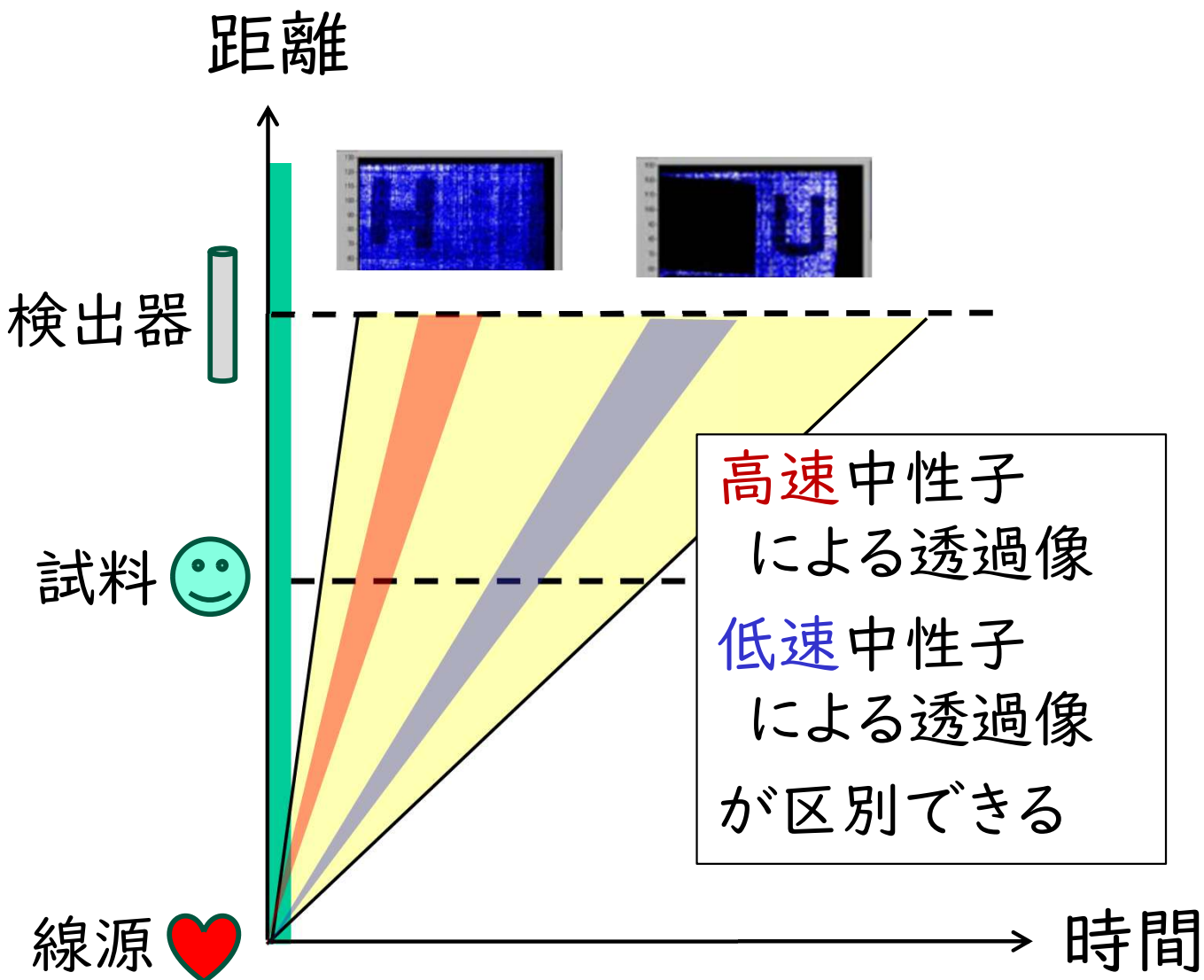


中性子



リチウムが見えている

中性子は、水素やリチウムなどの軽い元素に敏感



# MLFに設置した装置と研究例



エネルギー分析型中性子イメージング装置

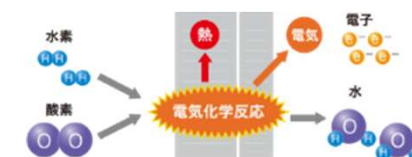
## 螺鈿 (RADEN)

「螺鈿」のように、複雑な物質の内部を「中性子」という光の彩り(イメージング)で浮かび上がらせる

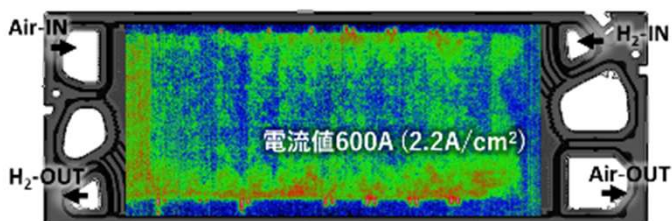


© Wikipedia

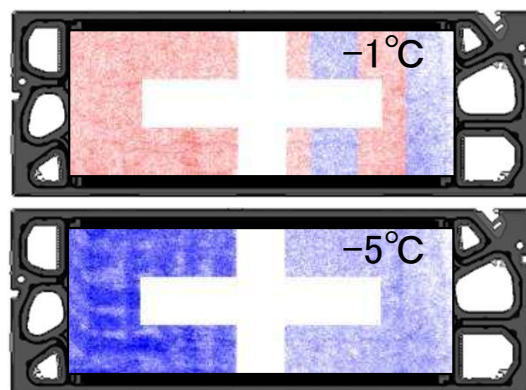
燃料電池のさらなる性能向上を目指して



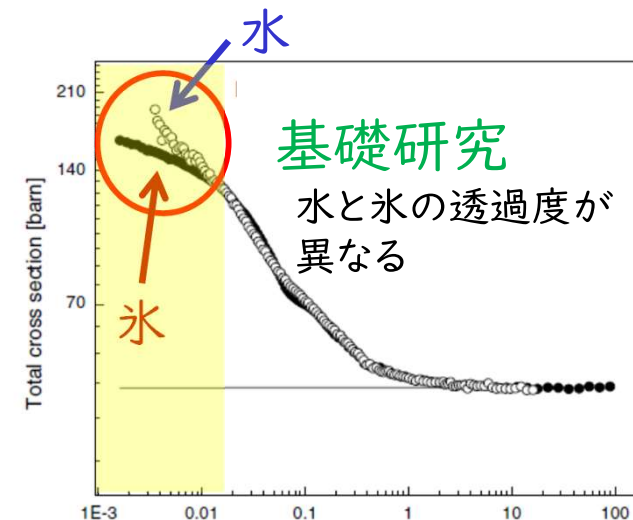
トヨタ MIRAI



水の生成・排出の可視化に成功(2022年)



水の凍結過程観測に成功(2024年)



中性子エネルギー

L. Torres 他, NIMB 25 I (2006) 304.



エネルギー分析型中性子イメージング装置

## 螺鈿 (RADEN)

「螺鈿」のように、複雑な物質の内部を「中性子」という光の彩り(イメージング)で浮かび上がらせる



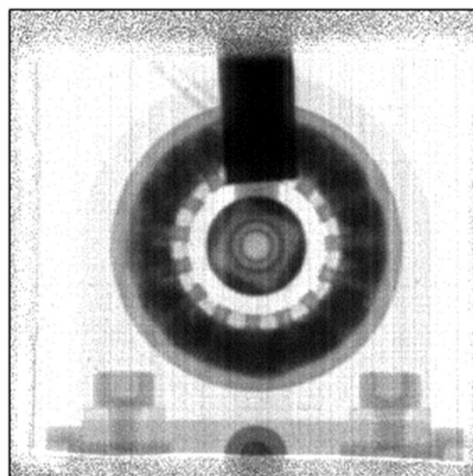
© Wikipedia

中性子は「磁気を感じる」の特徴を利用

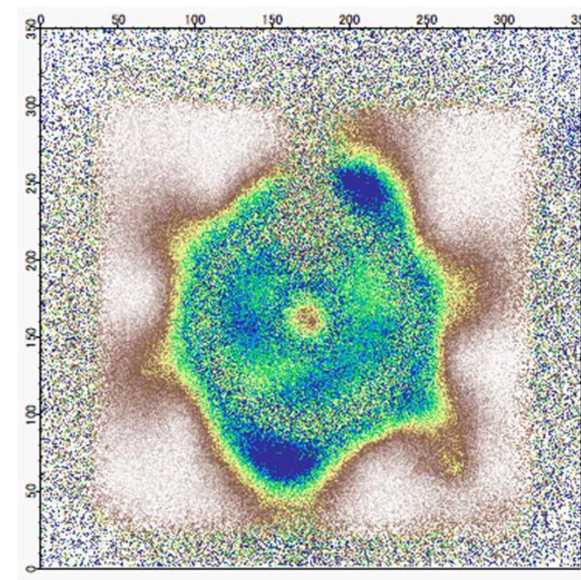
小型モーター



中性子透過像



漏れ磁場を可視化



## 原子力機構が目指す研究開発の3つの柱

### 【シナジー Synergy】

原子力と再生可能エネルギーの相乗効果を追求する研究開発

### 【サステナブル Sustainable】

原子力自体を継続可能なエネルギーとする研究開発

### 【ユビキタス Ubiquitous】

原子力をエネルギー分野のみならず幅広い分野で活用する研究開発

今後も、J-PARC MLFはユビキタス分野を牽引するトップランナーとしての自負を持ち、輝かしい未来を作ってまいります。