



第18回東海フォーラム



中性子を用いた 非破壊観察技術の進歩と 自動車の新技術への応用 (その1)

J-PARCセンター 物質・生命科学ディビジョン
中性子利用セクション 篠原武尚



中性子を用いた非破壊観察技術の進歩と自動車の新技術への応用

講演内容

1. 中性子を用いた非破壊観察技術
(中性子イメージング)の紹介
 - 放射線を用いた非破壊観察
 - 中性子を用いたイメージング技術
 - J-ARCでの中性子イメージング研究
2. 中性子イメージングの自動車新技術への応用
 - 燃料電池研究の氷点下始動性能研究
 - リチウムイオン電池の安全性研究

「百聞は一見に如かず」

観察すること = 人の直感的な理解に役立つ

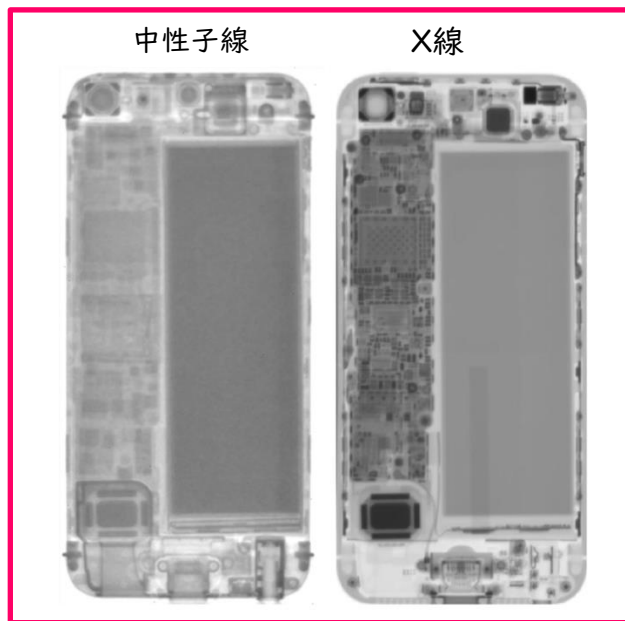
レントゲン



目に見えないものを観察 → 放射線の利用

物体の内部を“壊さずに”観察する

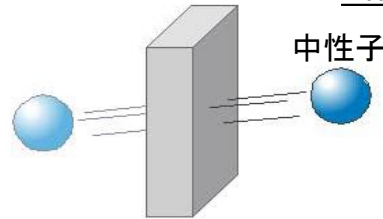
= 非破壊観察



中性子線を使うとどう見える？

中性子は電気を持たない

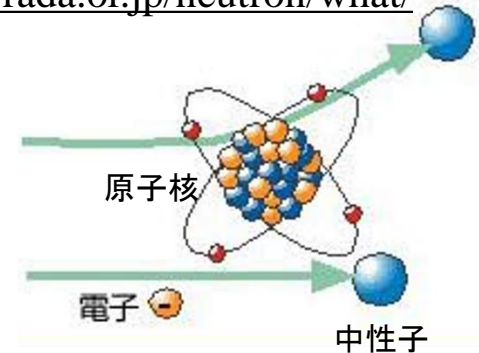
→ 物質を透過しやすい



<https://rada.or.jp/neutron/what/>

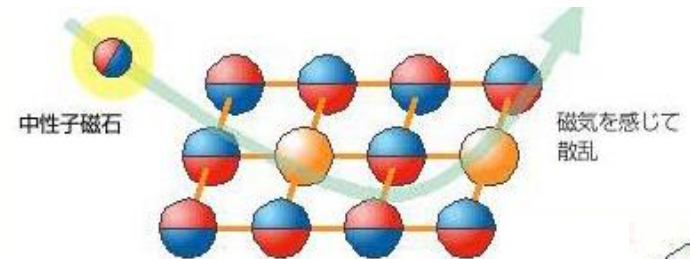
中性子は原子核と直接反応する

→ 軽い原子(水素やリチウム)も判別できる



中性子は磁石の性質を持つ

→ 磁界を感じる事が出来る



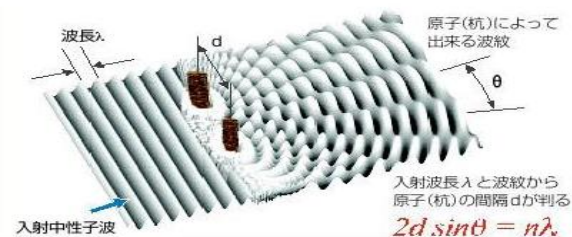
中性子は原子の運動と同程度の速度を持つ

→ 分子・原子の動きがわかる



中性子は波のように振る舞う

→ 原子の並び方がわかる



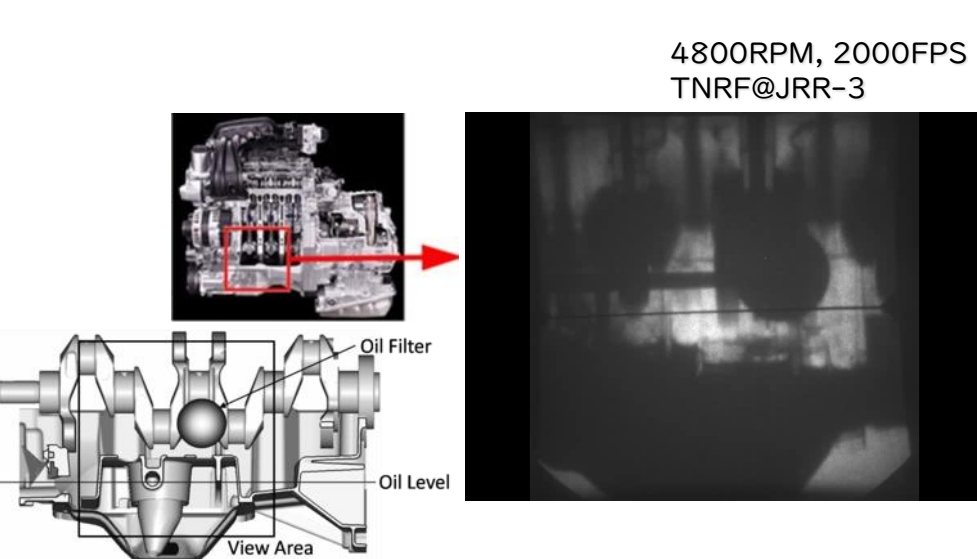
中性子線を観察に使う利点

✓ 物質透過能力が高い

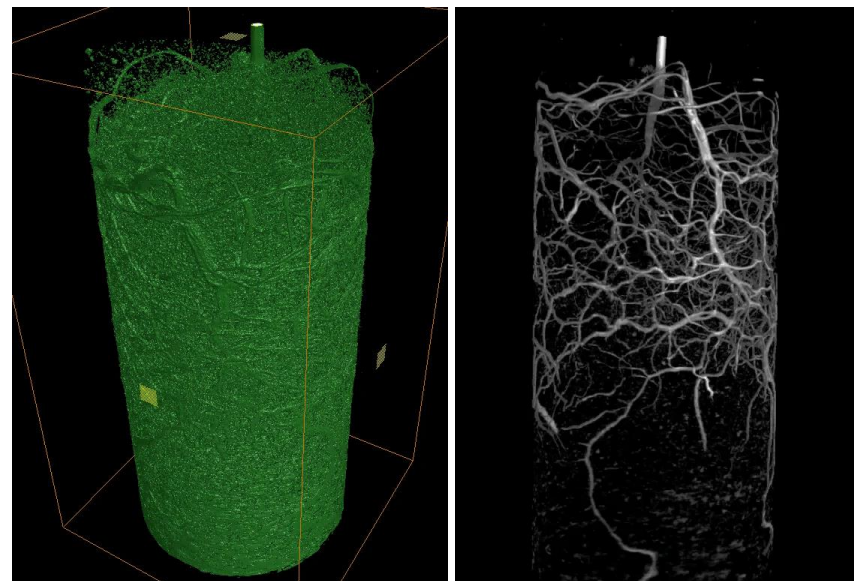
物質を透過しやすいので、大きな物体の内部を観察できる（鉄の中も見える）

✓ 軽い原子への感度が高い

水素などの軽い原子の観察ができる（液体の挙動などが見える）



自動車のエンジンの中のオイルの挙動



土壌中の大豆の根の3次元分布

機械から植物まで = 幅広い利用分野

陽子を光速度まで加速して、さまざまな2次粒子を生成



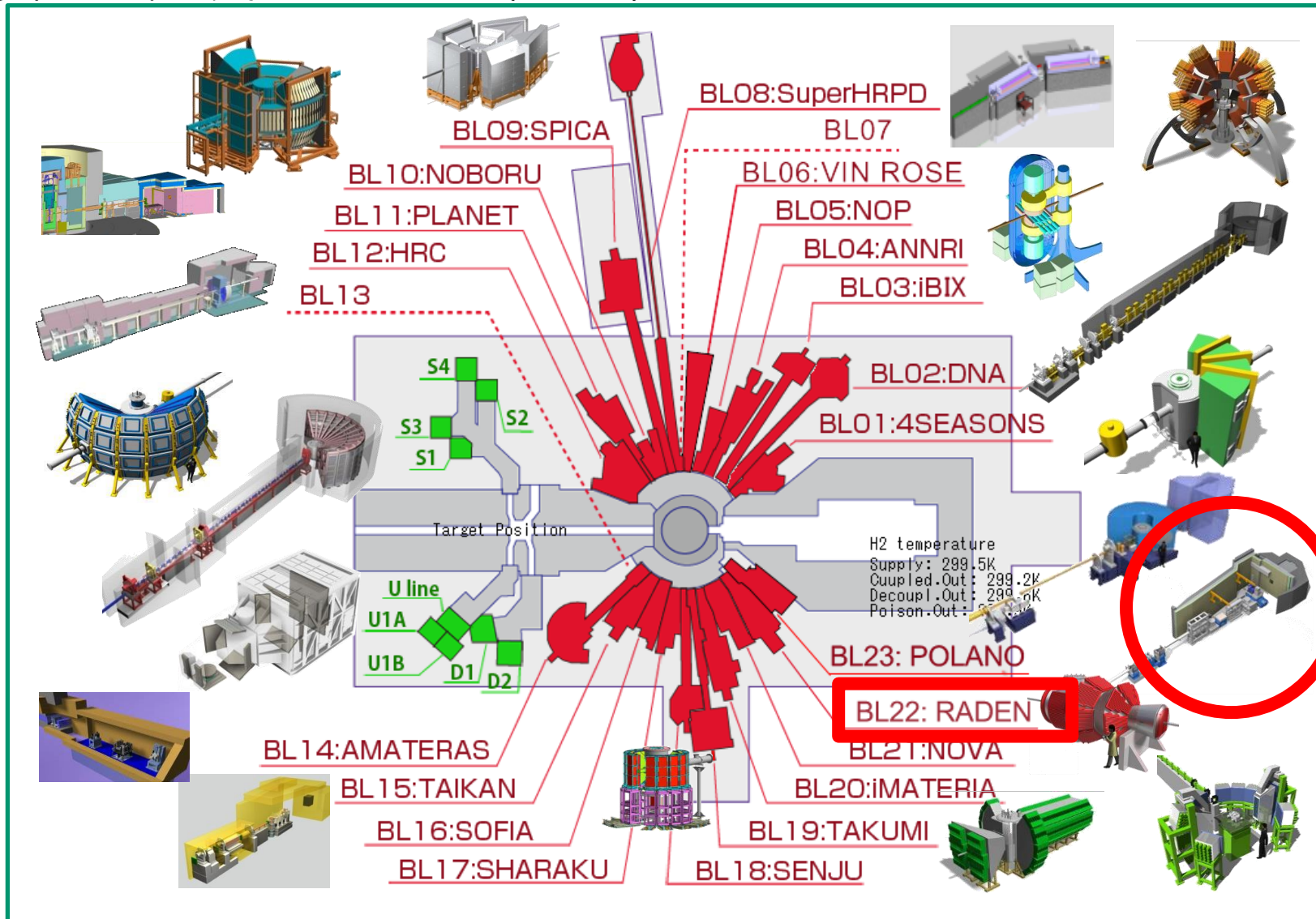
物質・生命科学実験施設

中性子ビームとミュオンビームを提供

物質科学、生命科学の研究、産業応用

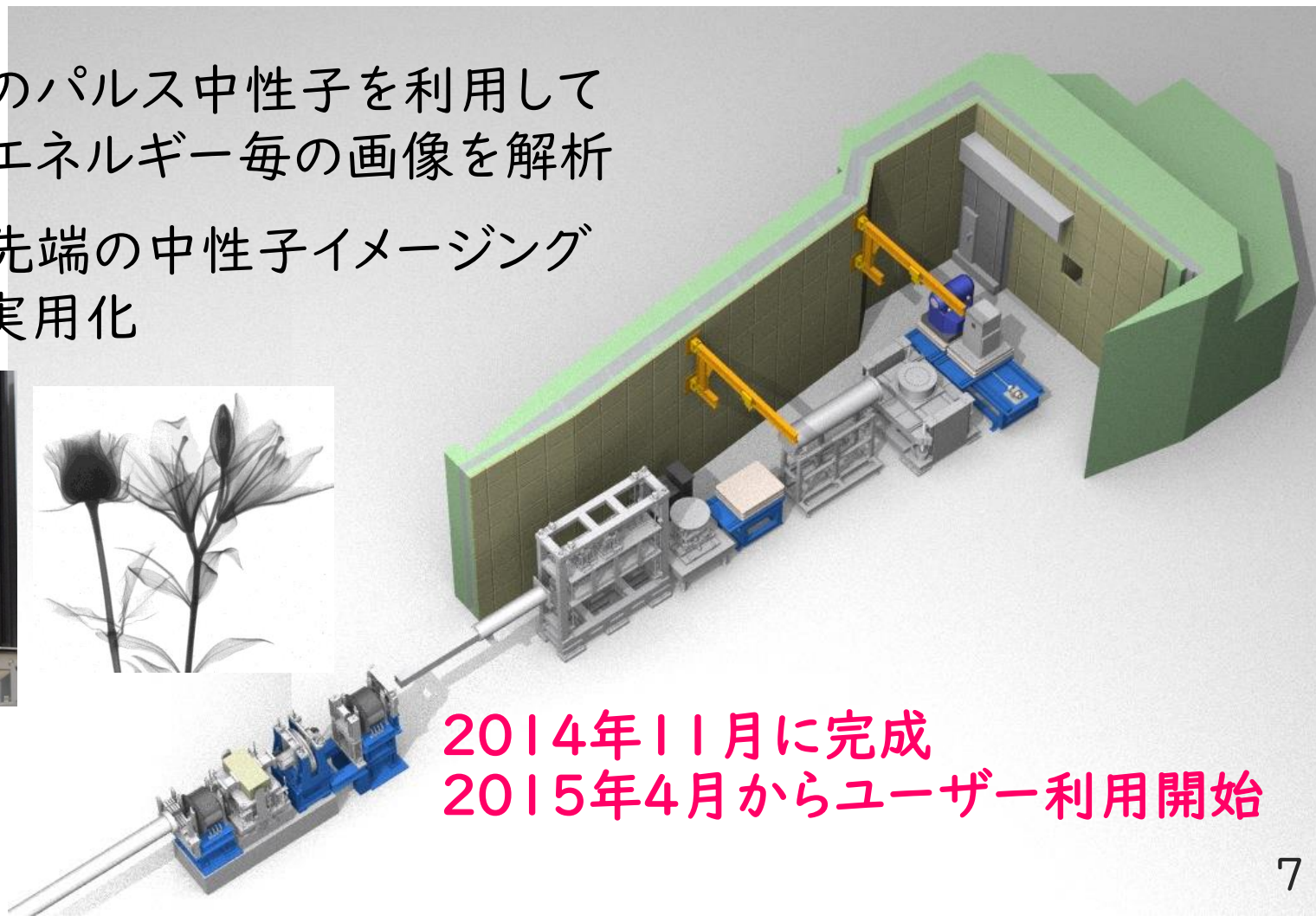
物質・生命科学実験施設 (MLF)

21台の中性子実験装置



エネルギー分析型中性子イメージング装置RADEN(螺鈿) 世界で最初のパルス中性子イメージング専用実験装置

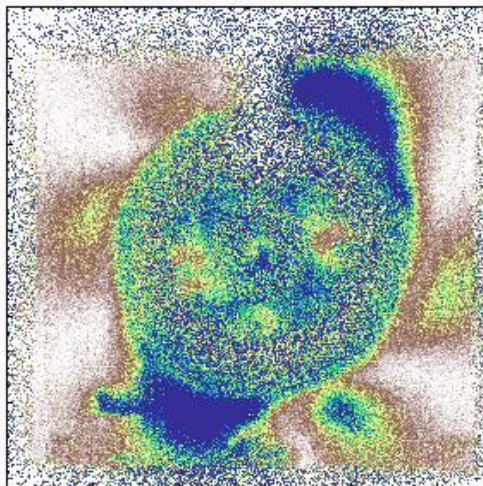
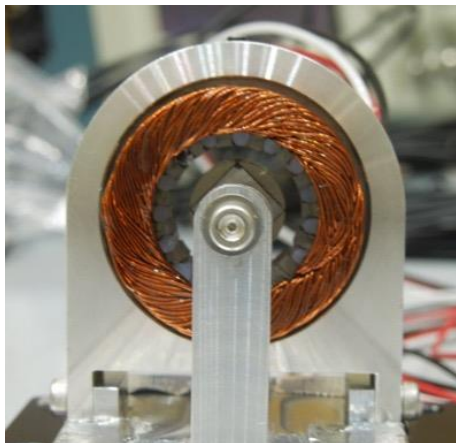
- 大強度のパルス中性子を利用して中性子エネルギー毎の画像を解析
- 世界最先端の中性子イメージング技術を実用化



2014年11月に完成
2015年4月からユーザー利用開始

RADENが完成してから さまざまな実験が可能になりました

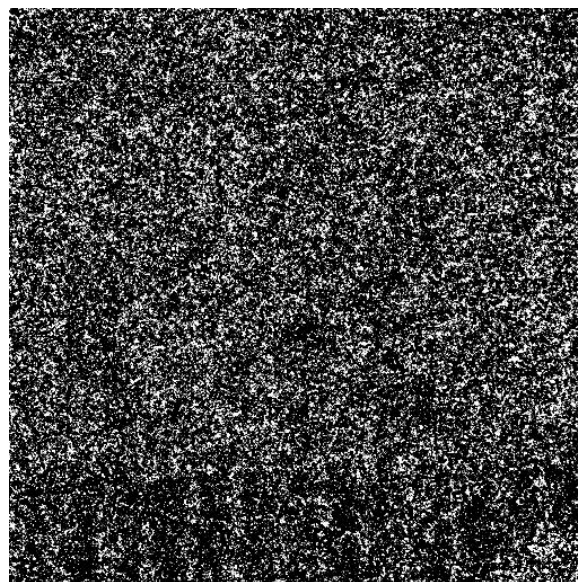
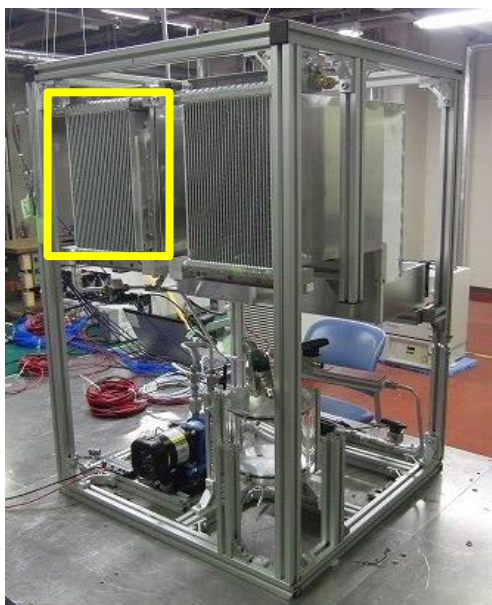
視野範囲=50mm x 50mm



モデルモーターの磁界
(回転周期21.5Hz)

中性子の**磁石としての性質**を利用
モーターの中の磁界を観察

協力:日立製作所



車載エアコンの内部

中性子の**高い物質透過能力と軽元素に対する高い感度**を利用

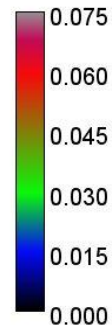
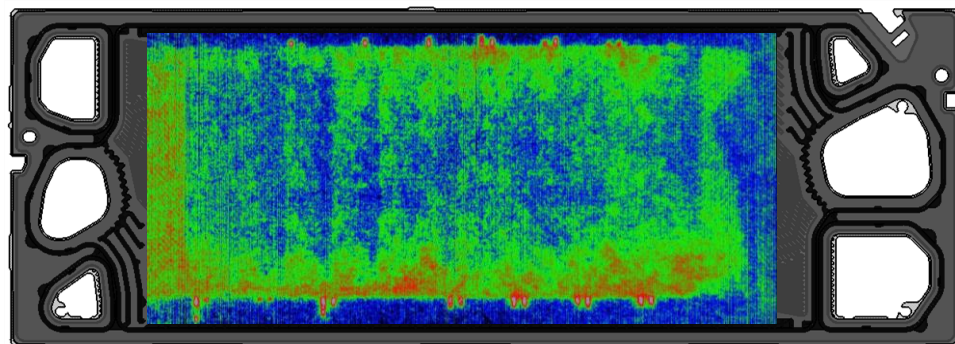
細い金属配管の中でのフロン液体の挙動(蒸発の様子)を観察

協力:豊田中央研究所、デンソー



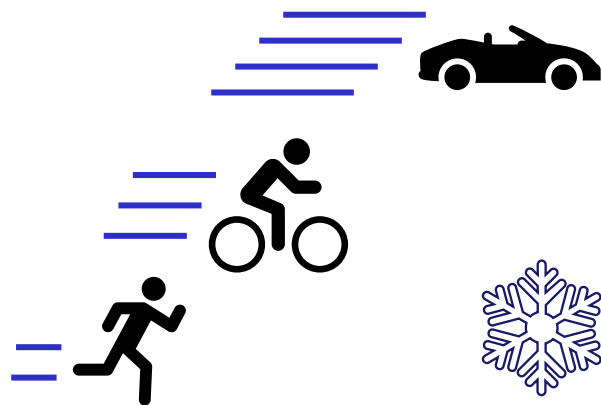
トヨタ 燃料電池自動車MIRAI

トヨタMIRAIに使用されている燃料電池(1枚)



水分量 [mm]

発電中に生成する水の様子を観察



水=液体
→ 分子が動きやすい



氷=結晶
→ 分子が動きにくい

速さの違う中性子からは水と氷が
違って見える

J-PARCのパルス中性子を使えば
水と氷の運動の様子の違いを見分けることができる

= 水と氷の識別して観察する技術を開発

地球温暖化対策・カーボンニュートラルを目指した研究開発・産業利用を推進中

中性子は物質を透過しやすい

- 身の回りで使用されている機械や部品を
そのままの状態・稼働している環境で観察できる

中性子は水素やリチウムに対する感度が高い

- 水素エネルギーに関連する機器・技術開発
 - ✓ 燃料電池 (水素 + 空気 → 水 + 電気)
 - ✓ 水の電気分解 (水 + 電気 → 水素 + 酸素)
- 二次電池(リチウム電池)の高性能化

中性子イメージングの利点を活かして
電気自動車の高性能化に向けた研究開発に貢献