



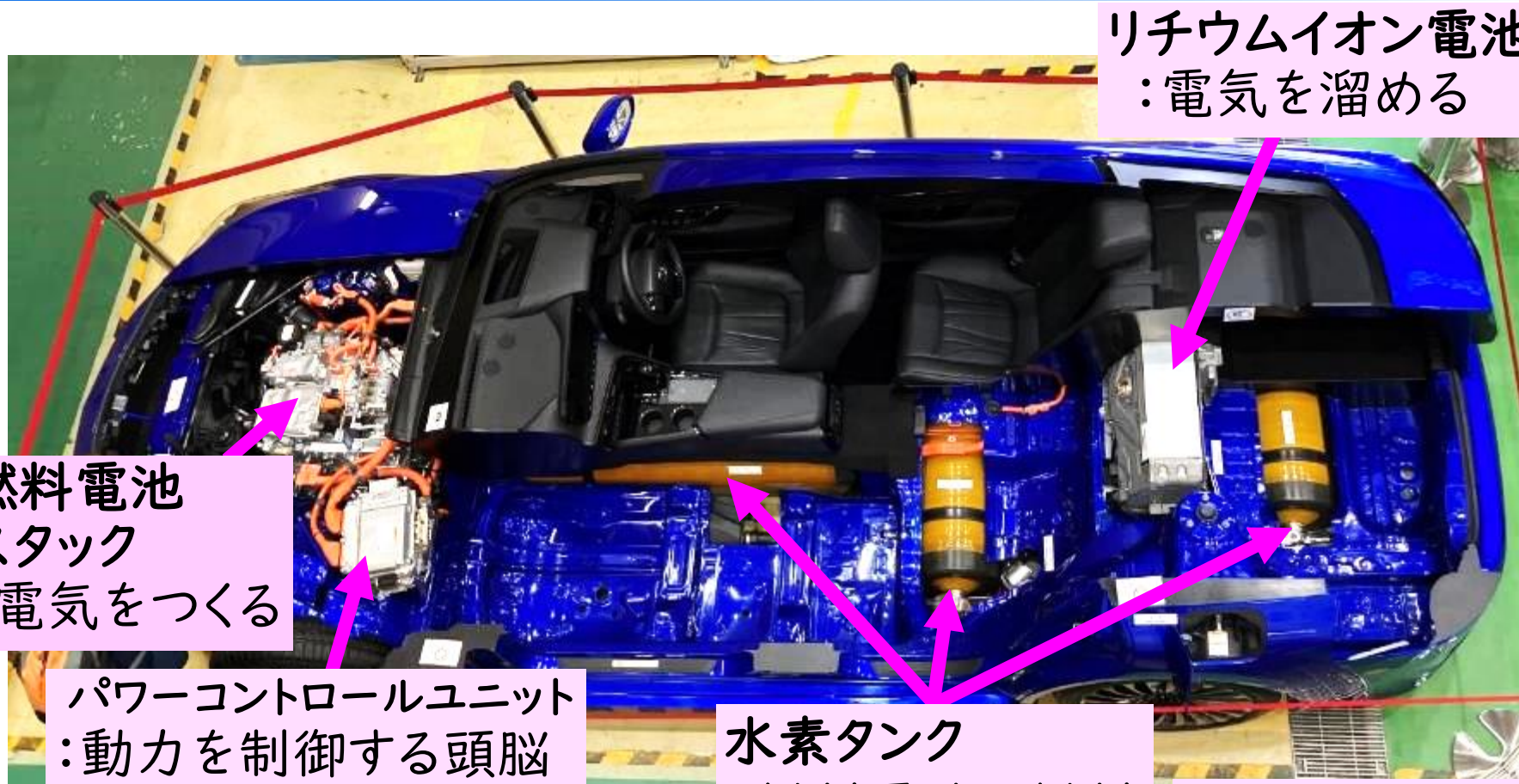
第18回東海フォーラム



# 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2)

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・豊田中央研究所

野崎 洋



**燃料電池  
スタック**  
: 電気をつくる

**リチウムイオン電池**  
: 電気を溜める

**パワーコントロールユニット**  
: 動力を制御する頭脳

**水素タンク**  
: 燃料電池の燃料

**モータ**  
: タイヤをまわす

図 MIRAIのカットモデル

## 新技術を活用した自動車の増加



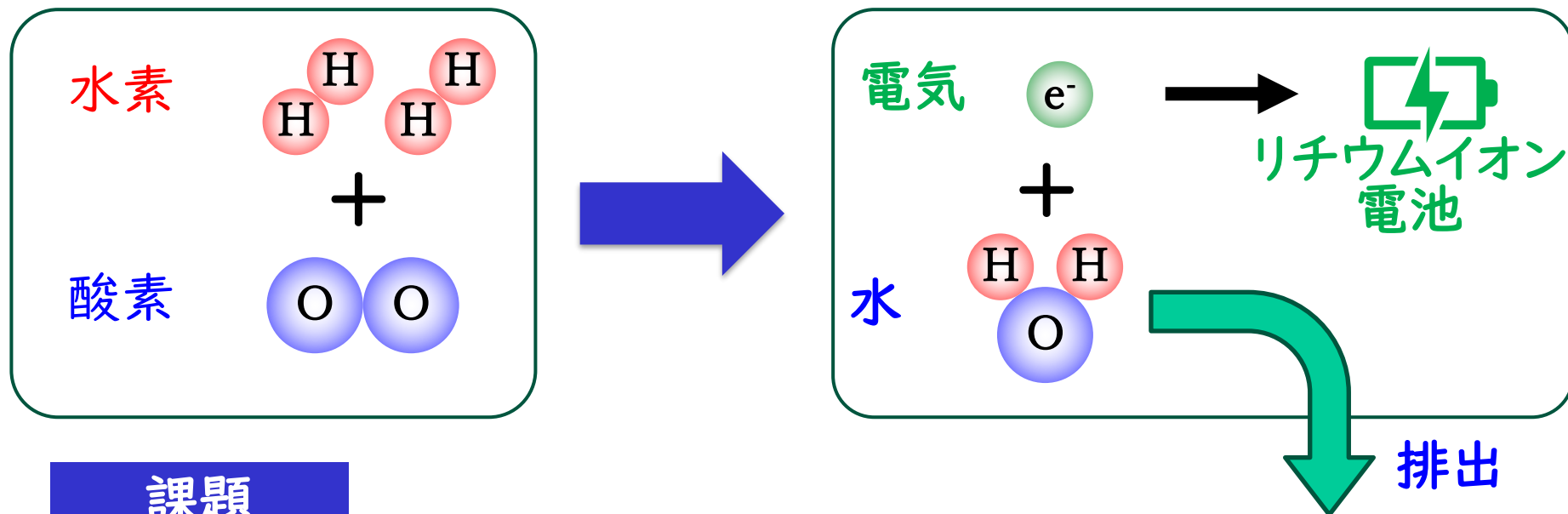
# 中性子を用いた非破壊観察技術の進歩と自動車の新技術への応用

## 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

## 燃料電池スタック

水素と酸素を反応させて電気を発生



## 課題

0°C以下の低温で生成した水が凍る可能性

➡氷点下(-30°C程度)で始動する必要

燃料電池内の水を直接観測できない

## 燃料電池スタック

金属製 ➡ 中を直接見ることができない

- 金属を透過する中性子を用いて、FC内部の水を可視化
- J-PARCの中性子は水と氷を識別可能

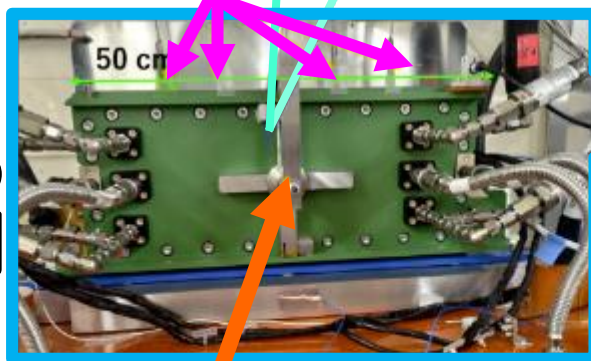


## 中性子イメージング実験

J-PARC BL22 (RADEN)



温度計

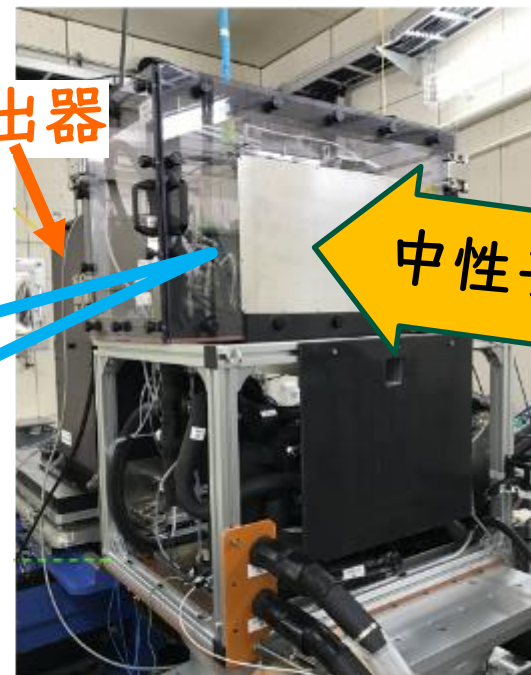


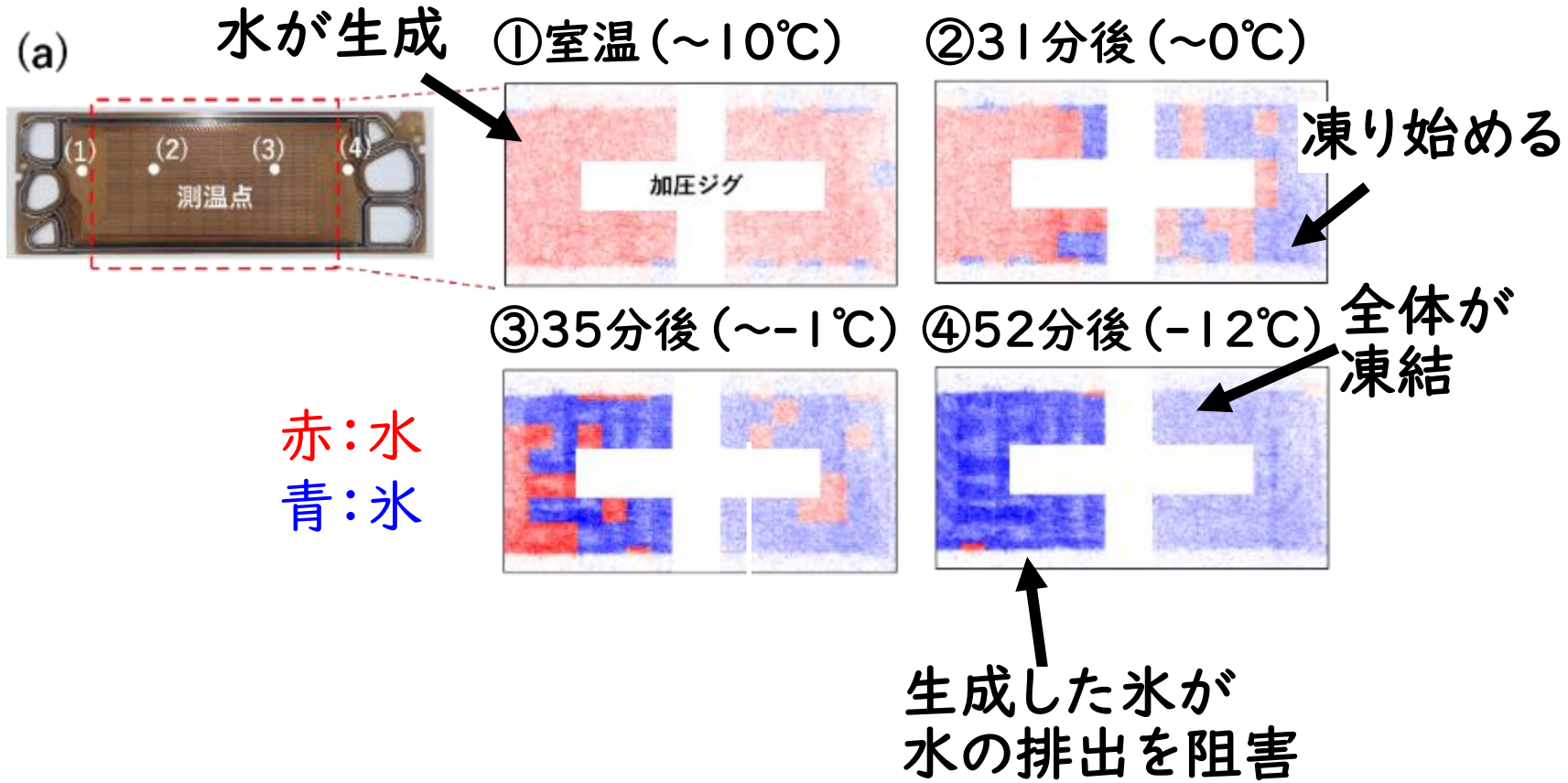
冷却しながら  
燃料電池内部の  
水を観測

加圧治具

検出器

中性子





燃料電池内における水の凍結の様子を明らかにした  
→始動時の制御に活用



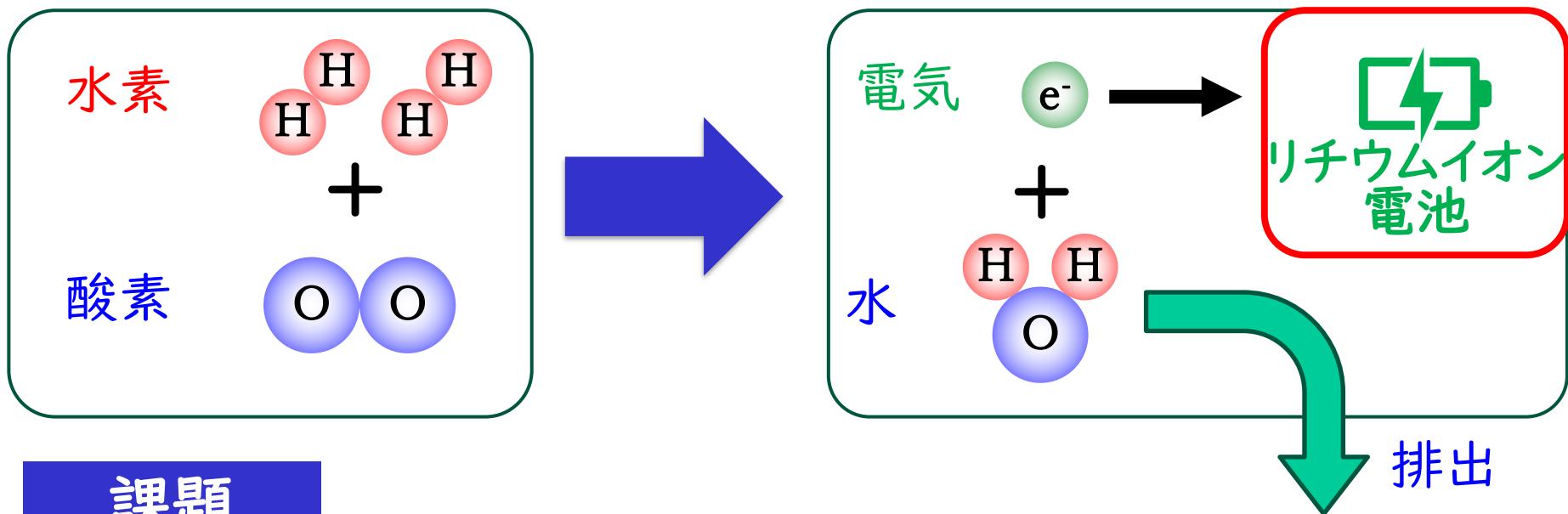
# 中性子を用いた非破壊観察技術の進歩と自動車の新技術への応用

## 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-PARC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

## 燃料電池スタック

水素と酸素を反応させて電気を発生



## 課題

中古リチウムイオン電池の増加が見込まれる

- 中古電池の再利用（リユース）
- 希少金属などのリサイクル



## 電動自動車の急速な普及

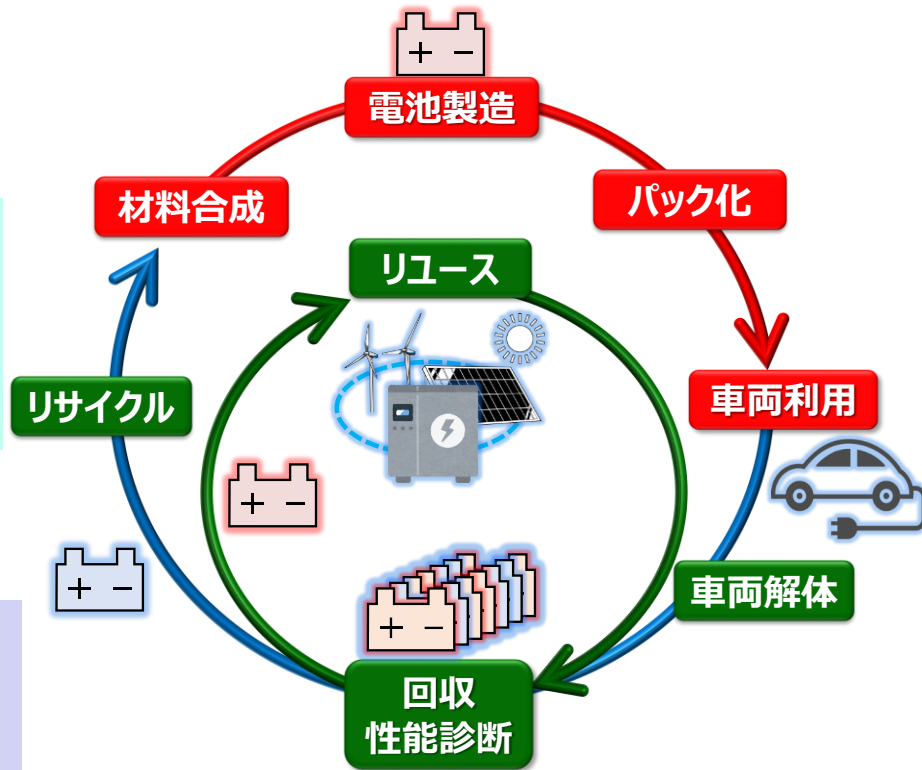


中古リチウムイオン電池の増加  
(高価値)  
→リユースやリサイクルが必須



### 問題

中古電池の状態が不明  
→安全性の把握が必要



リユース促進: 中古電池の劣化を理解し、安全性を把握する必要

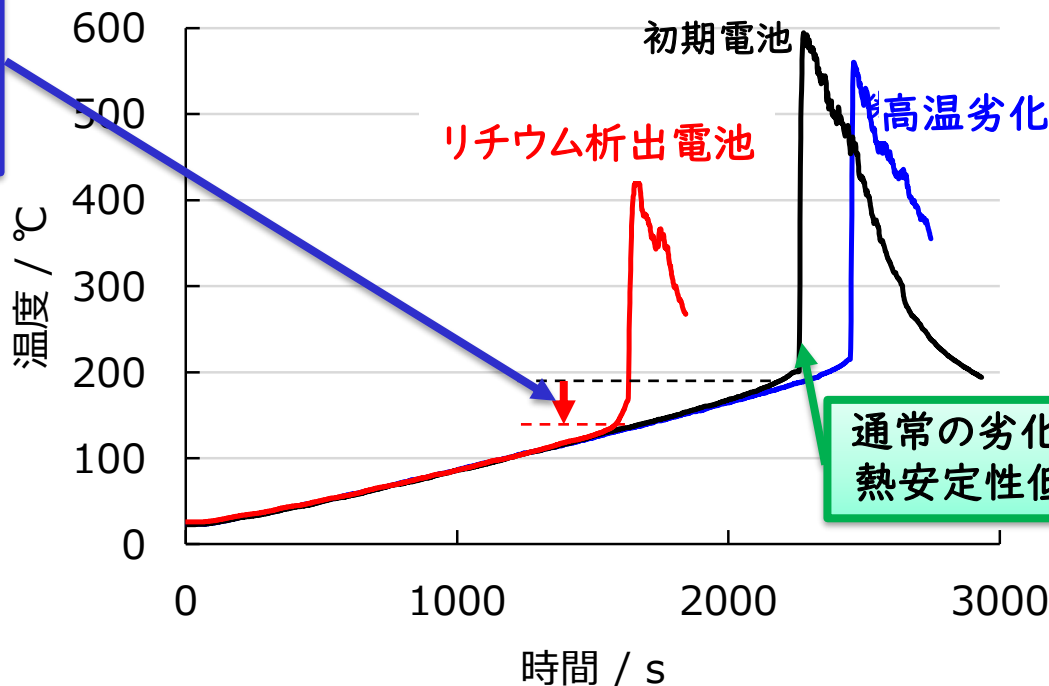
特定の劣化モード※で  
熱暴走温度低下  
(熱安定性低下)

※特定の劣化モード=リチウムイオン析出  
通常の利用では発生しないモード

◆モデルリチウムイオン電池の負極  
初期電池    リチウム析出電池



リチウムイオン電池の安全性試験(例:加熱試験)



通常の劣化モード:  
熱安定性低下無し

リチウム析出が  
リチウムイオン電池の熱暴走挙動に  
及ぼす影響が不明

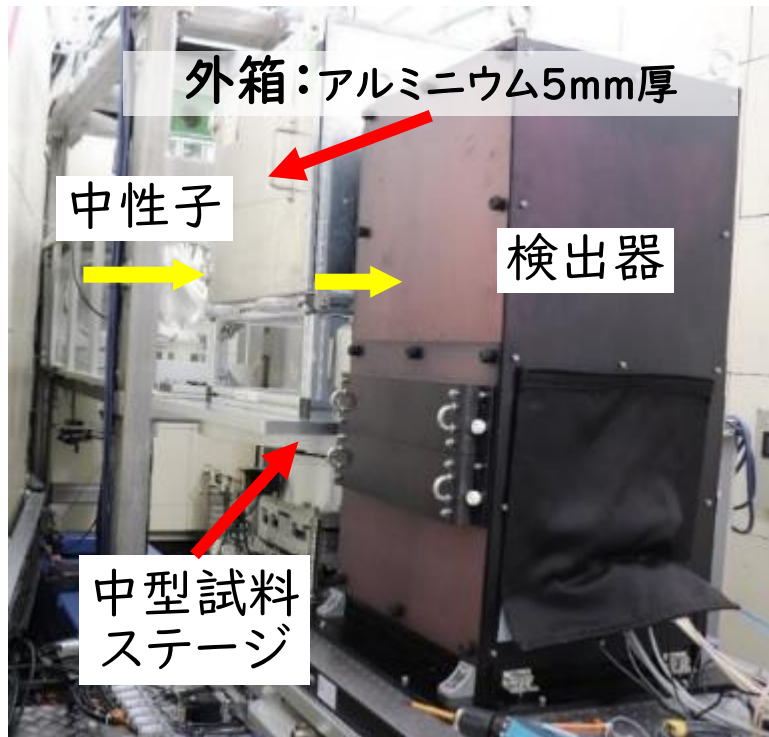
劣化がリチウムイオン電池の熱安定性に  
及ぼす影響を中性子イメージングにより明確化



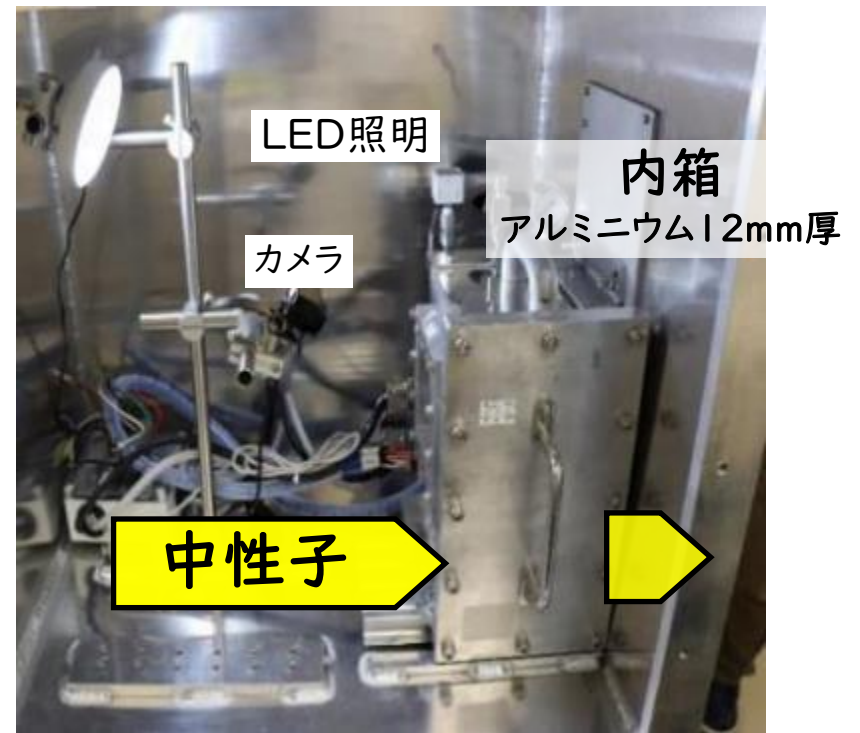
リユース電池の  
信頼性向上

二重構造のチャンバーを設計

➡熱暴走後、外部に放射化物を漏洩させない構造



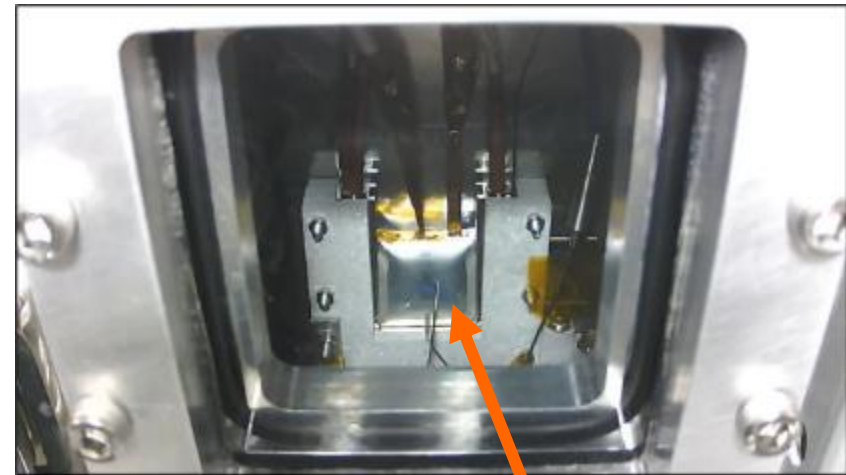
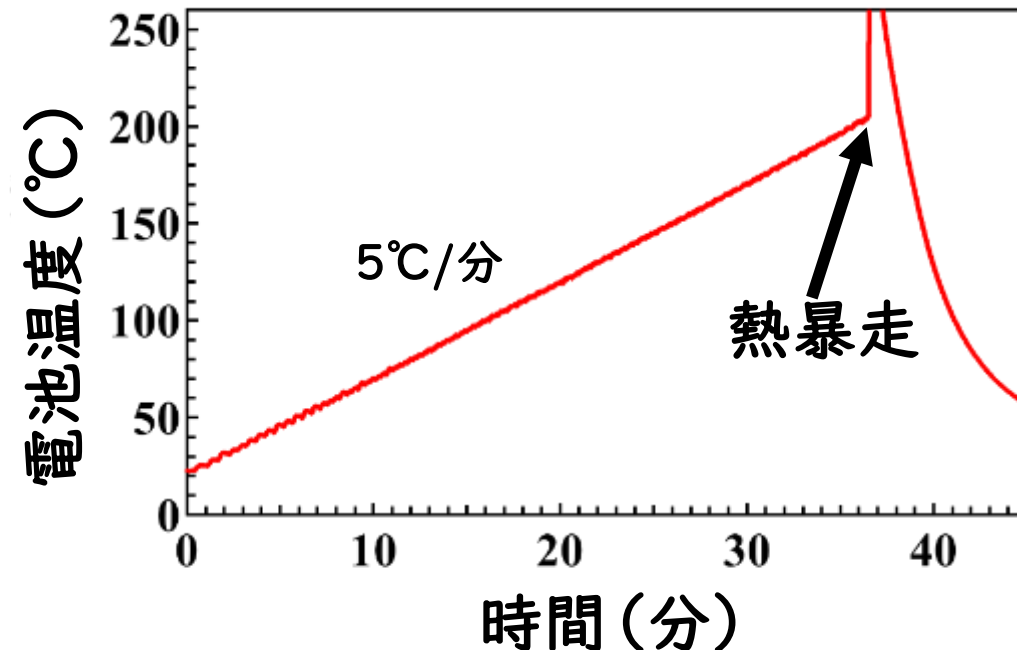
計測系全体



外箱の内部

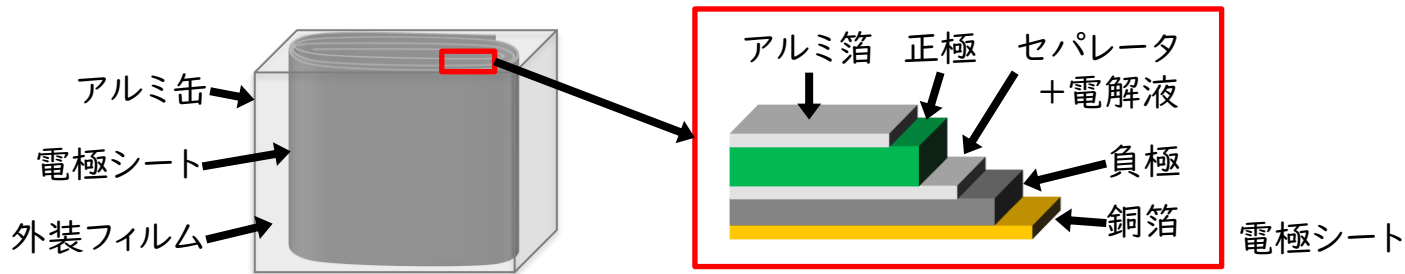
ビームライン上で安全に加熱試験を行う専用チャンバーを作製

【試験条件】 初期電池、満充電、1分あたり5°C昇温加熱  
中性子イメージング: J-PARC BL22 (RADEN)

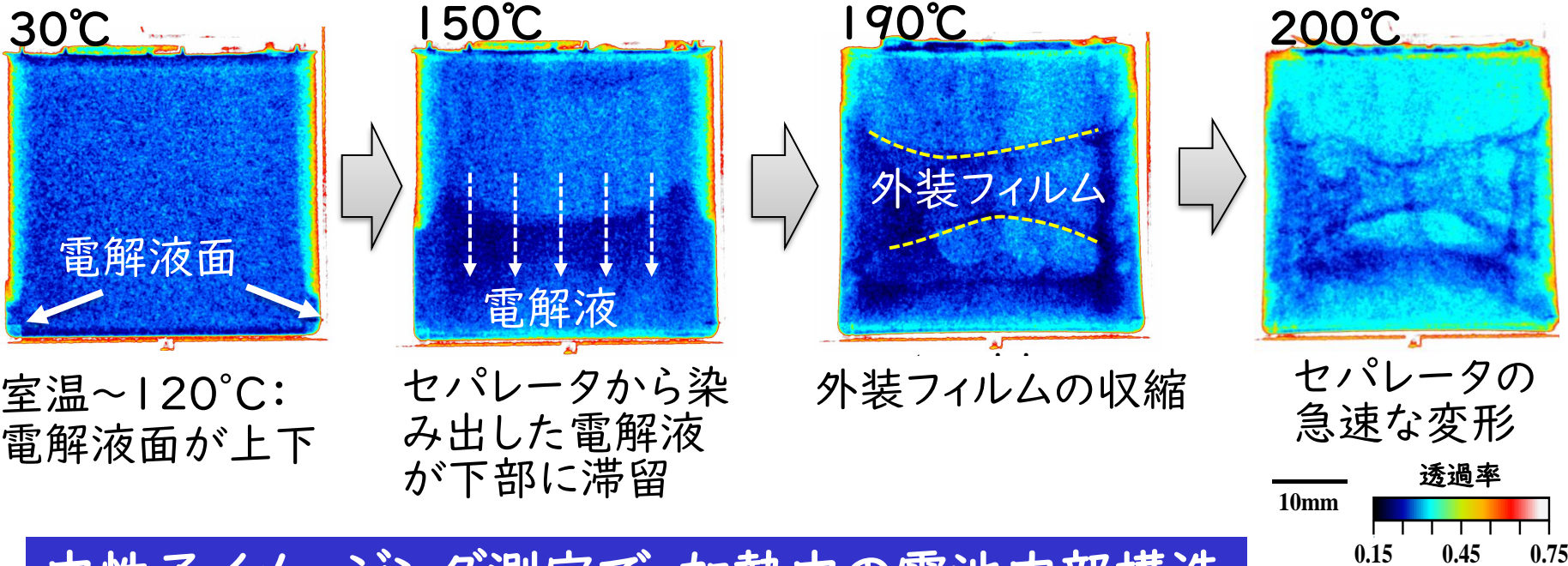


電池試料

専用チャンバ加熱を用いて、安全な加熱試験に成功



リチウムイオン電池模式図



中性子イメージング測定で、加熱中の電池内部構造  
変化の可視化に成功(世界初)

J-PARC/BL22(RADEN)の  
中性子イメージングにより、

- 燃料電池の水/氷識別技術を開発した  
➡ 今後、氷点下始動時の制御に活用
- リチウムイオン電池の内部構造変化観察技術を開発した  
➡ 今後、リチウムイオン電池の安全性評価に活用し、リサイクル・リユースを促進する