

作動中の固体高分子形燃料電池の内部を可視化する 「中性子超小角散乱・イメージング結合技術」

日本原子力研究開発機構

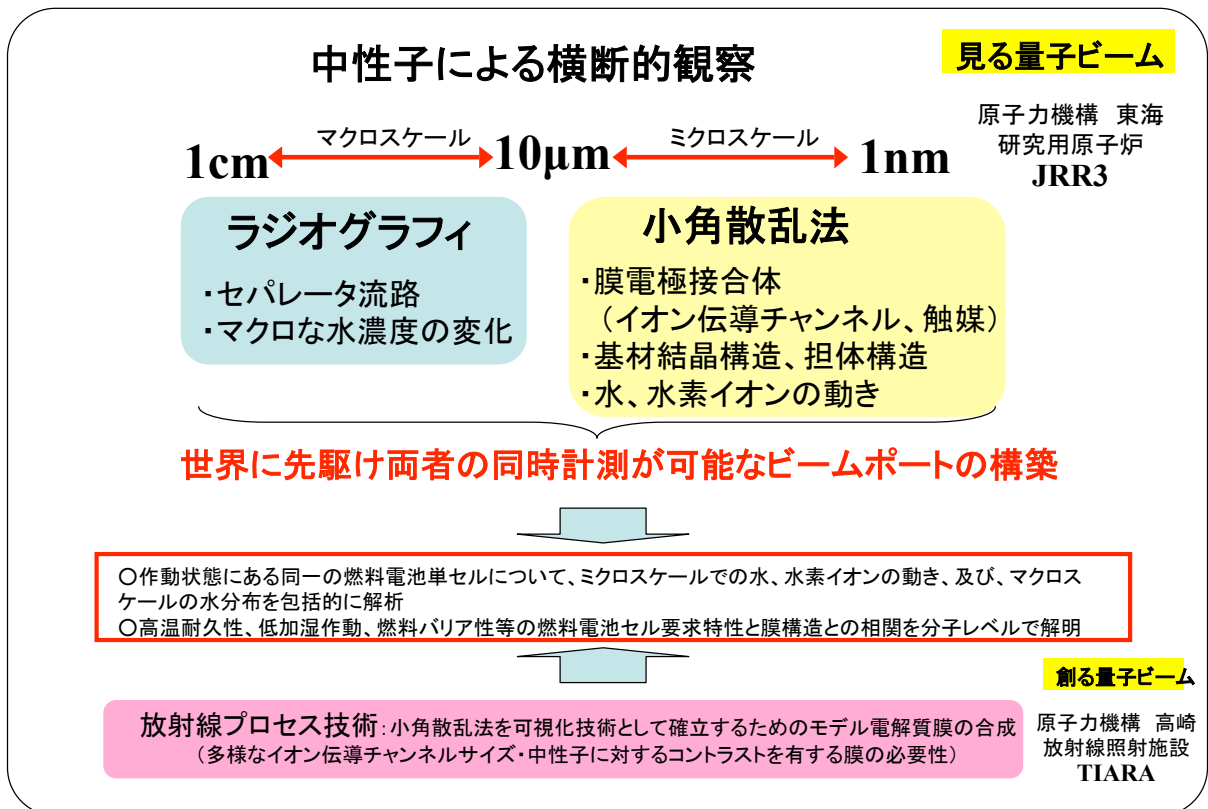
小泉 智

共同研究者

プトラアナンダ 岩瀬裕希 山口大輔 橋本竹治

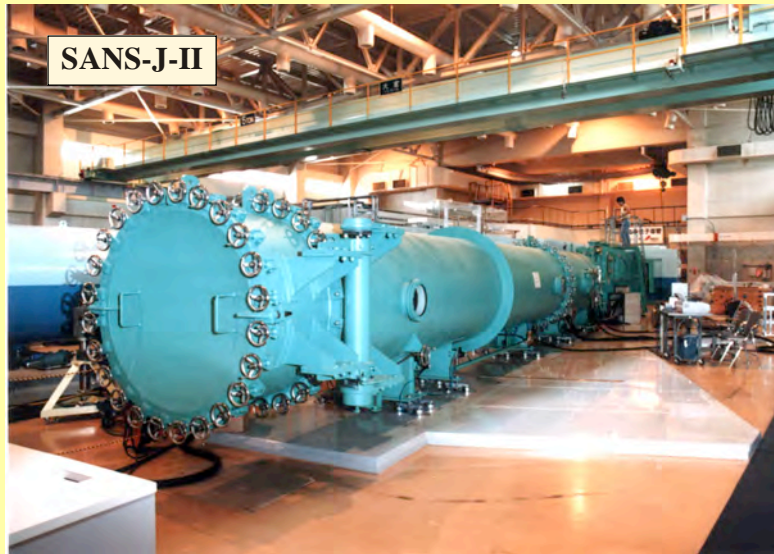
前川康成 八巻徹也 澤田真一

1-4 中性子超小角散乱・イメージング結合技術の開発



研究設備

日本原子力研究開発機構 研究用原子炉JRR3
集光型・偏極中性子超小角散乱装置 (SANS-J-II)

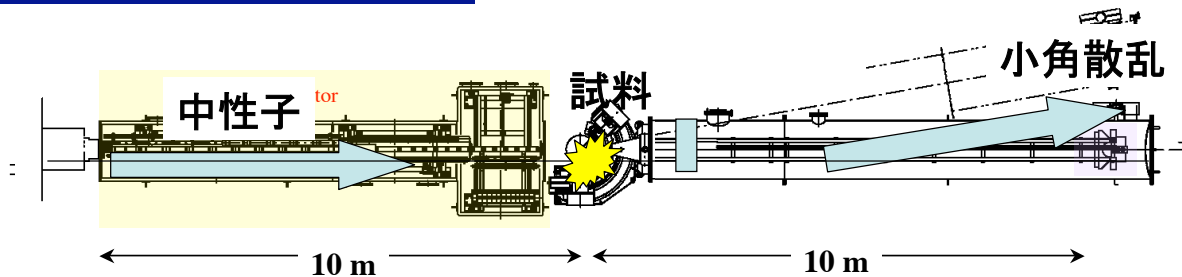


オングストロームから数マイクロメートルの
広範な空間スケールを満遍なくその場観測

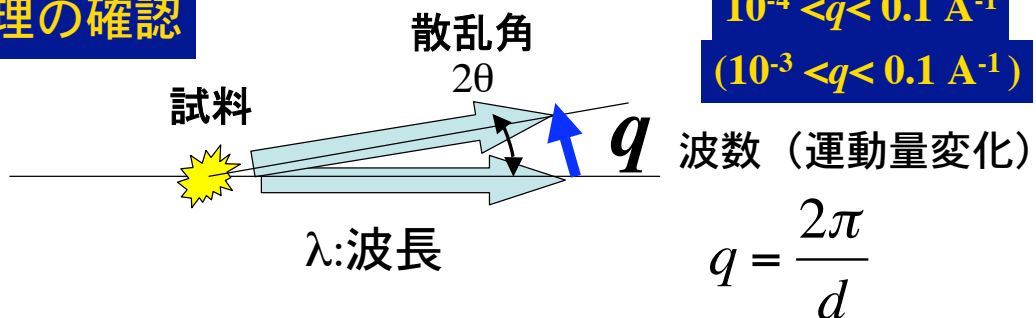
SANS-J-II since 2005

茨城県東海村 研究炉JRR3

C-3-2 (Cold Neutron)@JRR3 (10^8 /cm²/sec)

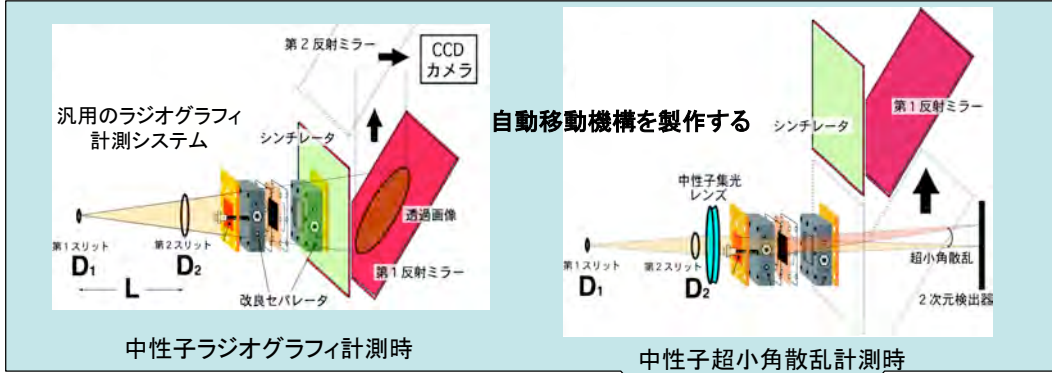


原理の確認



研究開発の内容

-中性子超小角散乱と中性子ラジオグラフィの融合-



同時計測システム概要

- ・既存の冷中性子超小角散乱装置 (SANS-J-II)の試料位置に上下スライド可能な移動機構を備えた汎用のラジオグラフィ用の画像カメラシステムを設置

本計測システムの特長

- ・長いコリメータを活かしたラジオグラフィの位置分解能の向上
- ・装置に付随した速度選別機・中性子偏極素子の活用によりラジオグラフィの画像コントラストを可変にする

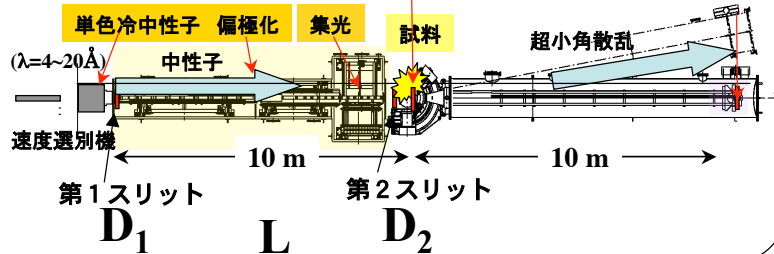
SANS-J-II since 2005

C-3-2 (Cold Neutron)@JRR3

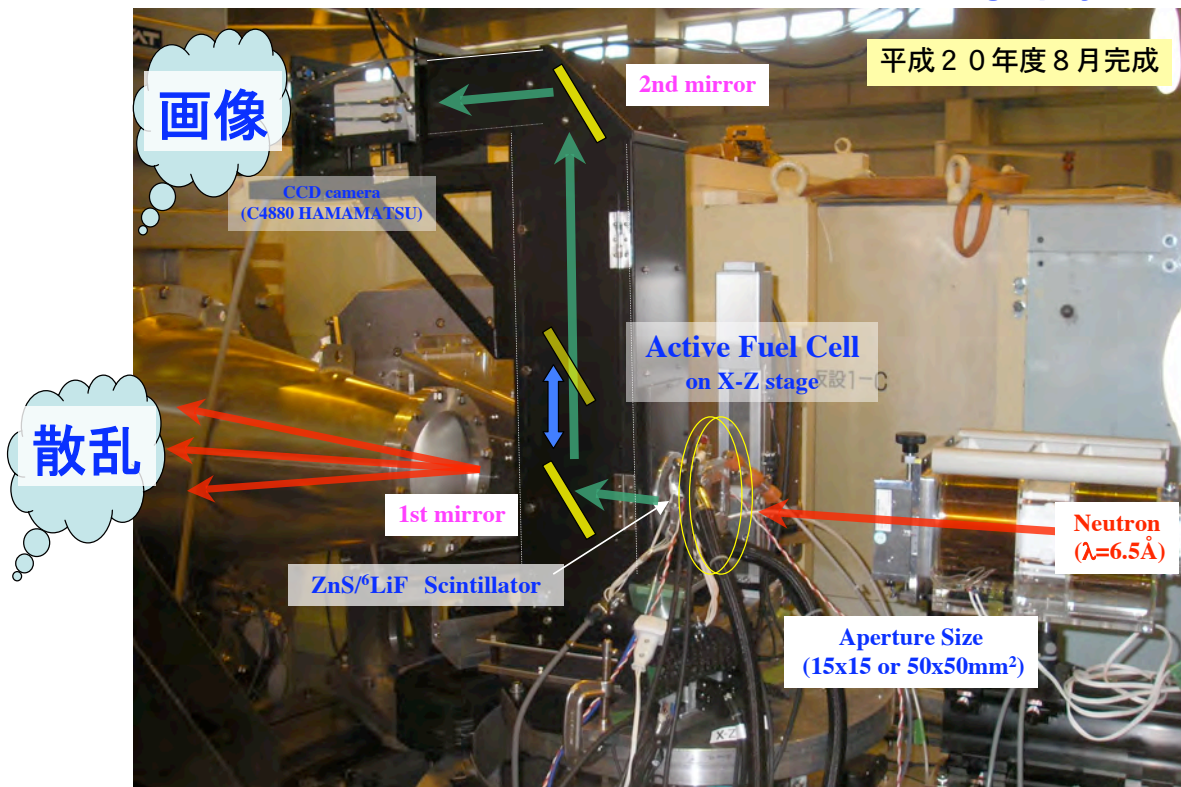
Flux: 10^8 n/cm²/sec

ラジオグラフィ設置位置

小角散乱検出位置

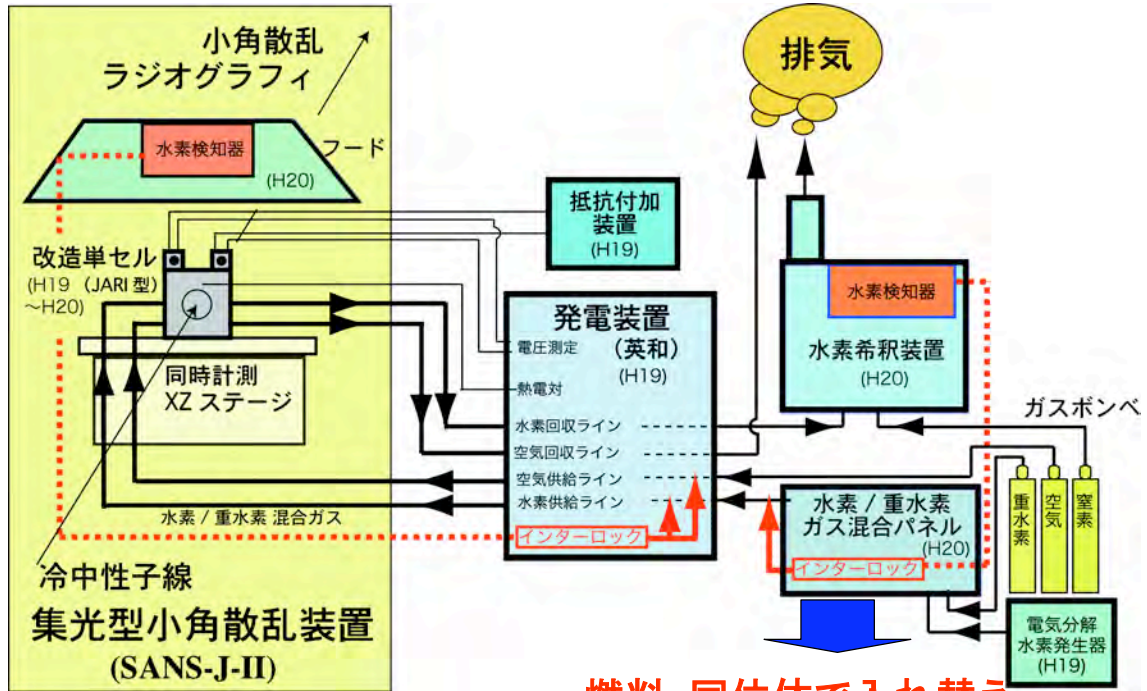


Neutron Imaging System on SANS-J-II
(Monochromatic & Polarized Cold Neutron Radiography)



同時計測 システム概要図

平成20年度8月完成



燃料: 同位体で入れ替え

MEA構造&水プロトンダイナミクス
の解析

JARI型燃料電池単セル (英和社製) 小角散乱単セルへの改良

結果: 透過率: 改良前 0.1 → 改良後 0.86 $\lambda=6.5\text{\AA}$

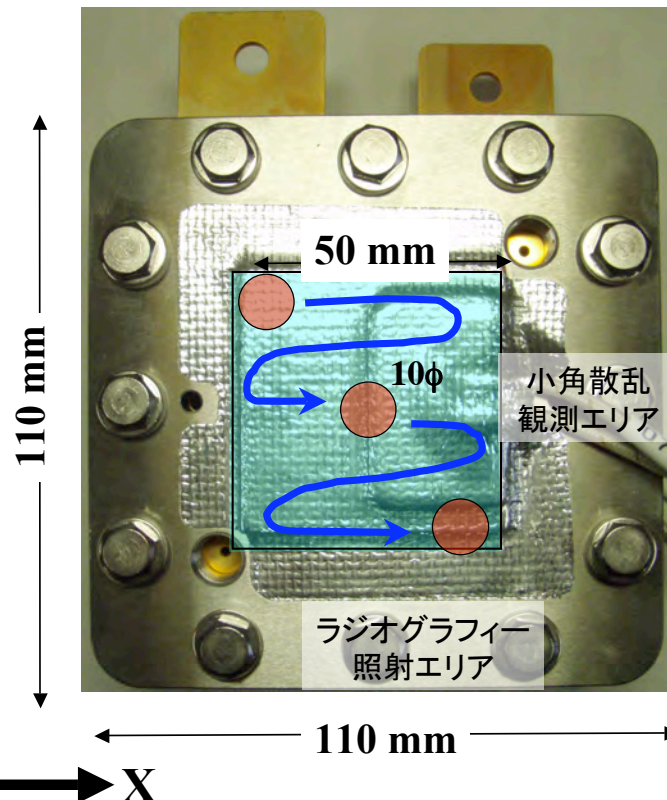
平成20年度8月完成

中性子ラジオグラフィー

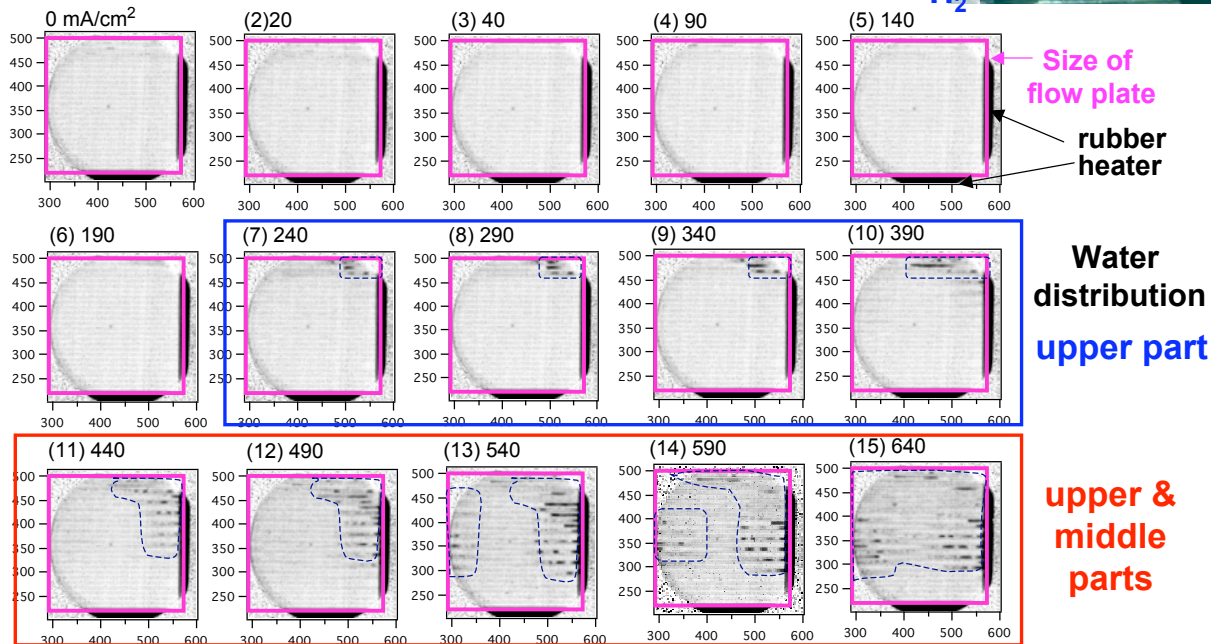
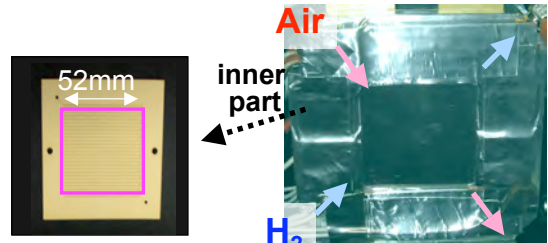
単色、偏極中性子
空間分解能 50 μm
時間分解能 100sec

中性子小角散乱
時間分解能 100sec
軽水素・重水素のコントラスト

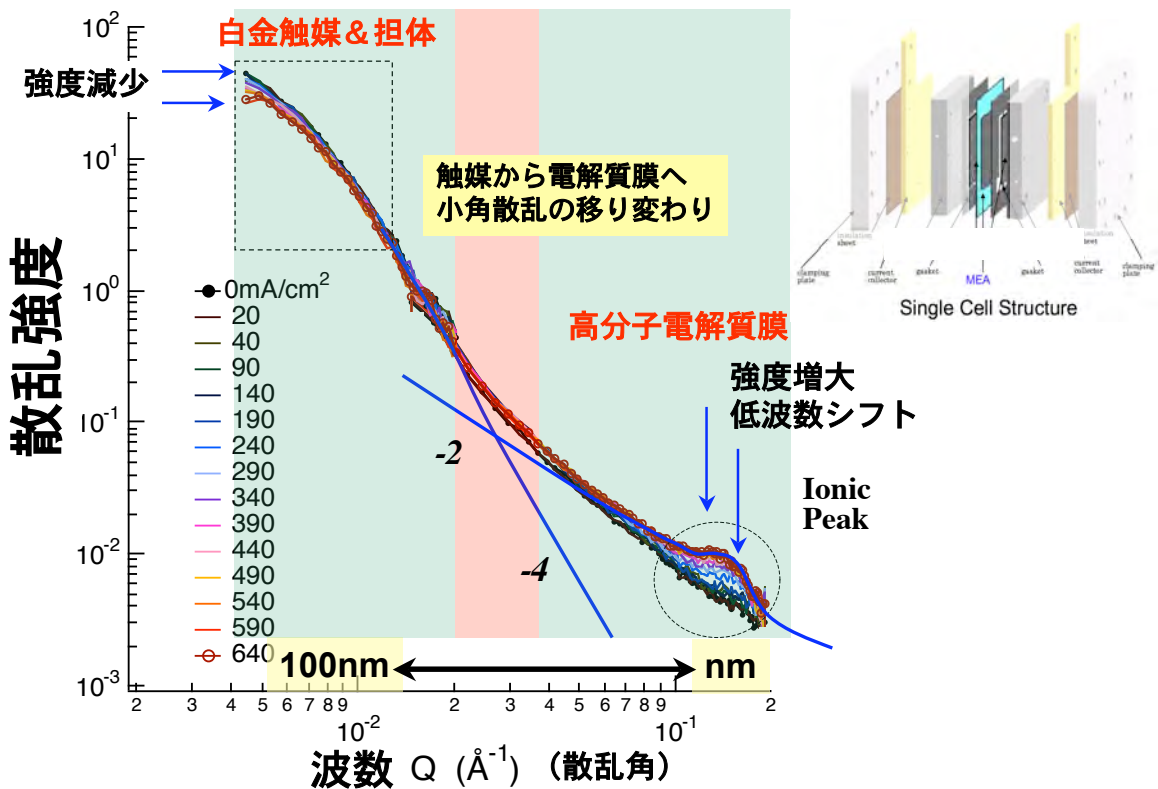
XZ-自動ステージ
中性子小角散乱装置
(SANS-J-II)の測定と
同期させる



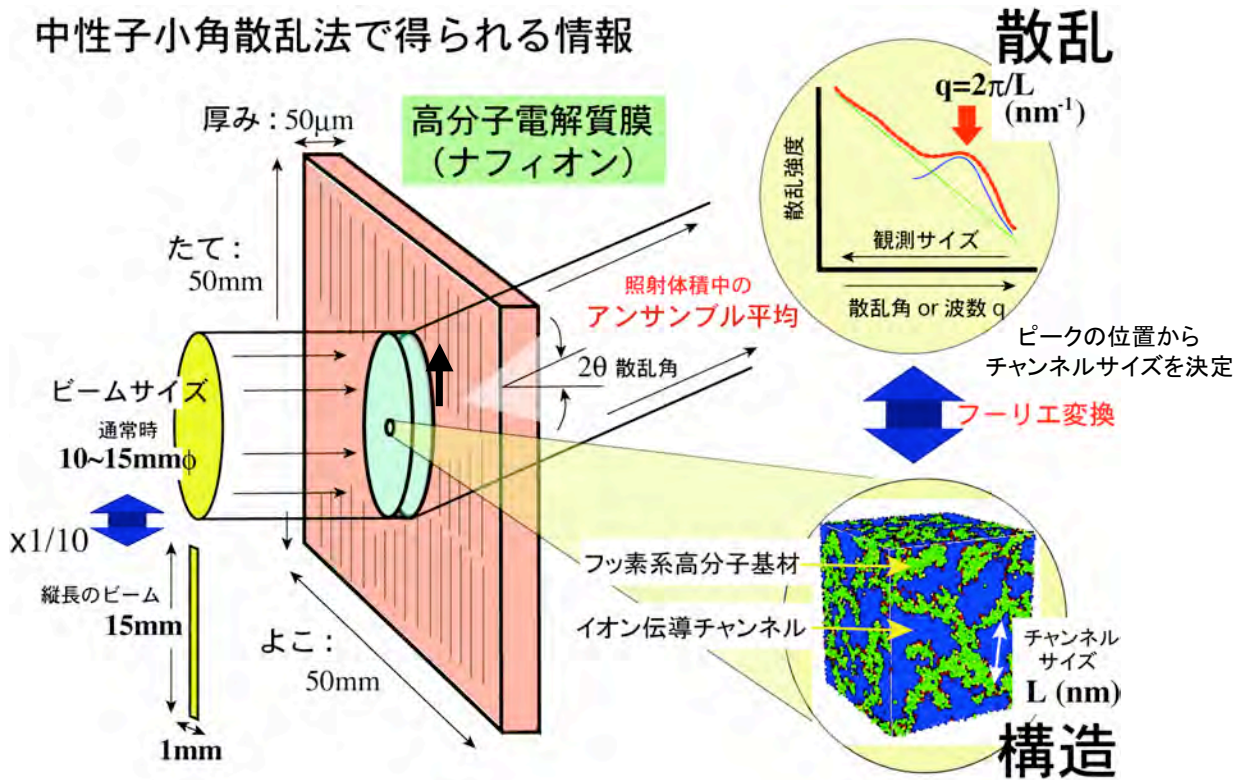
作動状態単セルのその場観察 中性子ラジオグラフィーの結果



作動状態単セルのその場観察 中性子小角散乱の結果



中性子小角散乱法で得られる情報

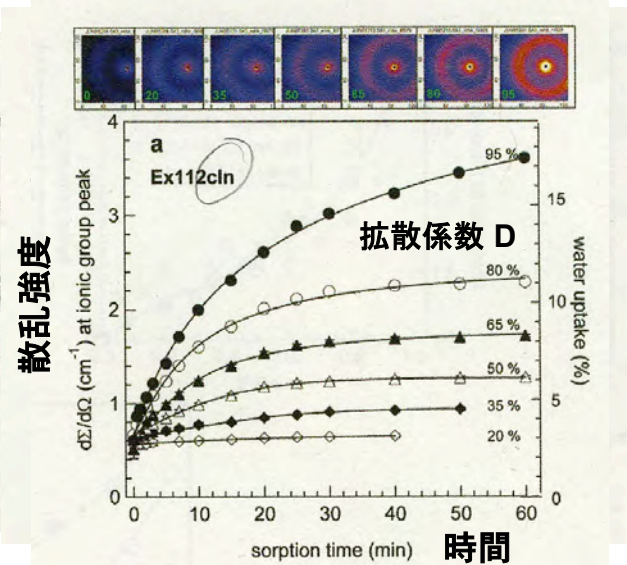
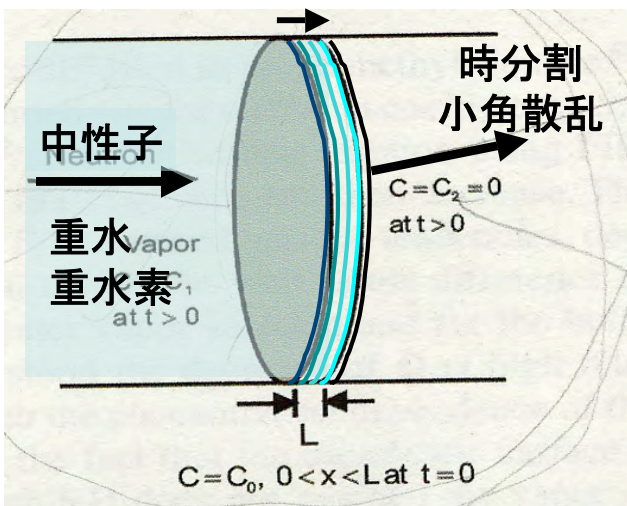


水・プロトンの動きを見る時分割中性子小角散乱

水素・プロトンの拡散

中性子に対するコントラスト変化
散乱強度の時間変化

拡散係数 D

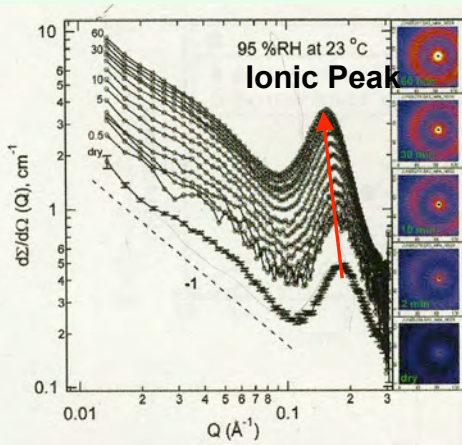


M. Kim et al.
Macromolecules 2006, 39, 4775-4787.

計算機シミュレーションとの連携による水・水素の動きの可視化

時分割中性子小角散乱測定

○ JRR-3、SANS-J-IIを利用して

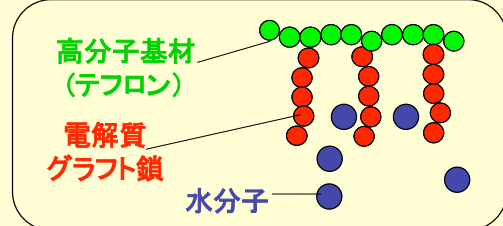


○ 中性子の高い透過性を利用した稼働中“その場”観察

詳細な構造情報の受け渡し

計算機科学

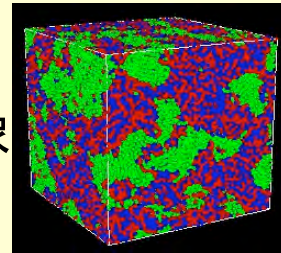
散逸粒子動力学法による大規模計算



電解質膜の粗視化モデル

平衡構造

画像



- 伝導チャンネルの構造
- 伝導チャンネル内部の水素の動き