



09/08/04 盛大RT研究会@波紋館東京海村

平成21年度 原子力基礎戦略研究イニシアティブ
研究炉・ホットラボ等活用研究プログラム

平成21年4月21日 ヒアリング
場所：科学技術振興機構 上野事務所
平成21年8月3日 契約

研究課題名：

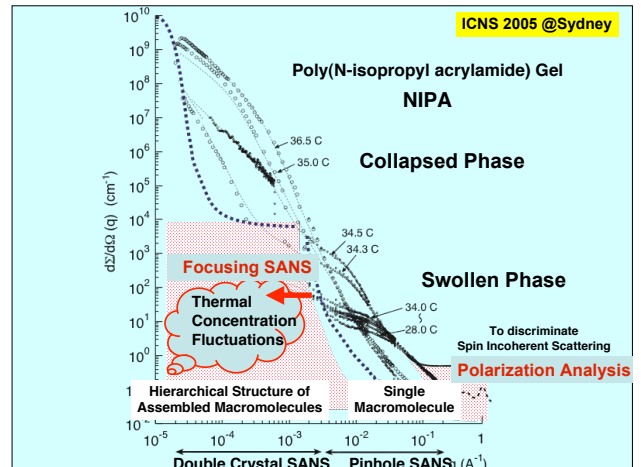
研究炉JRR-3中性子輸送の高効率化が拓く新しい物質・生命科学
-機能場における水・プロトンの輸送現象の解明を目指して-

独立行政法人日本原子力研究開発機構

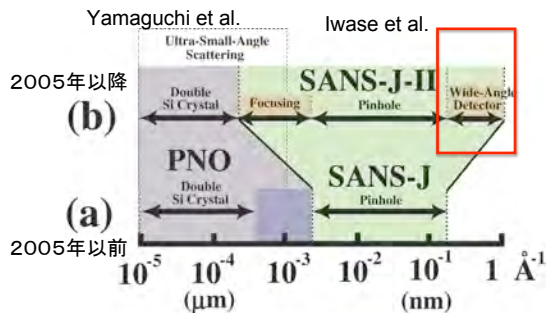
東京大学物性研究所

吉沢英樹、山室修、古府麻衣子 ほか、

山下清信、田村格良、佐川、山口大輔、小泉 智、ほか



原子力機構における超小角散乱の進展



原点

W. Schmatz, T. Springer, J. Schelten, K. Ibel (1974)

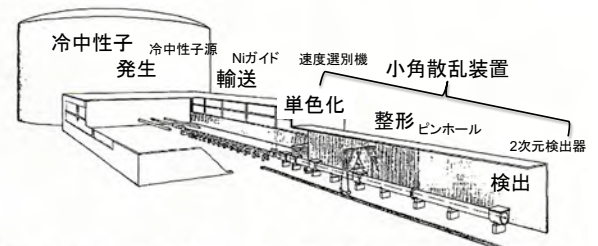
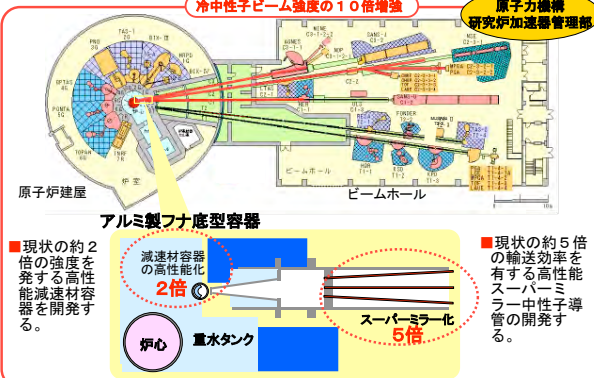


Fig. 4. The small-angle scattering equipment at the Grenoble high-flux reactor. The sample position is in the middle. To the left of the sample there are neutron-guide sections, which can be replaced by collimators with caesium apertures. The large tube to the right of the sample contains the two-dimensional detector which can be operated at five different distances from the sample. Maximum distance between entrance slit, and detector: 80 m.

JRR-3冷中性子ビーム強度10倍化

冷中性子ビーム強度の1.0倍増強

原子力機構
研究炉加速器管理部



三者一体の研究体制と達成目標

平成21年度 原子力基礎戦略研究イニシアティブ 1.2億円/2001~03
研究炉・ホットラボ等活用研究プログラム

それぞれに蓄えた知見を持ち寄る

構造とダイナミクスを観測する
中性子散乱装置の高度化

原子力機構
先端基礎研究センター
高エネルギー中性子小角散乱装置 (SANS-J-II)

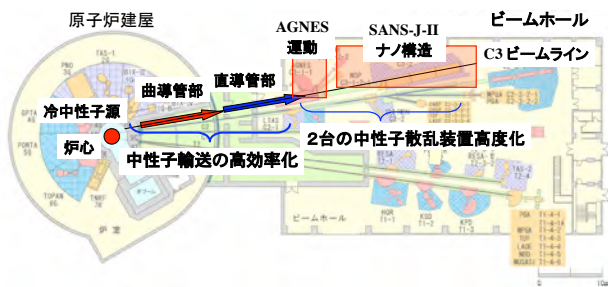
東京大学物性研究所
高分解能パルス冷中性子非弾性分光装置 (AGNES)

原子力機構
研究炉加速器管理部

スーパーミラー中子導管を導入
中性子輸送効率を向上

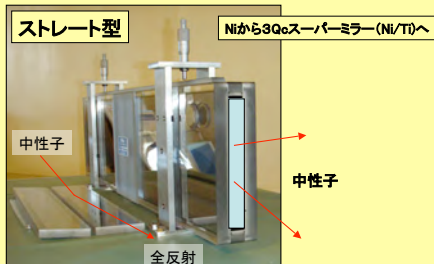
中性子散乱実験を実施、得られた知見をもとに
「機能場における水・プロトン輸送現象」
新しい物質・生命科学の開拓

研究計画の実施場所



C3ライン 冷中性子導管スーパーミラー化

原子力機構
研究炉加速器管理部

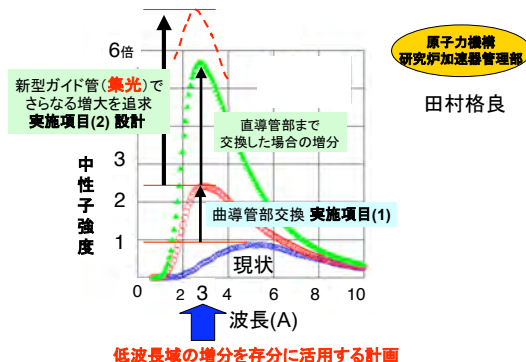


実施項目

- (1) 曲導管部に反射効率3倍のストレート型ガイド管を設置する (平成22年度下期)
- (2) 直導管部は下流分光器に最適化した新型ガイド管を設計する

冷中性子導管スーパーミラー化 試算

中性子散乱装置入り口での中性子強度の増分をモンテカルロシミュレーション



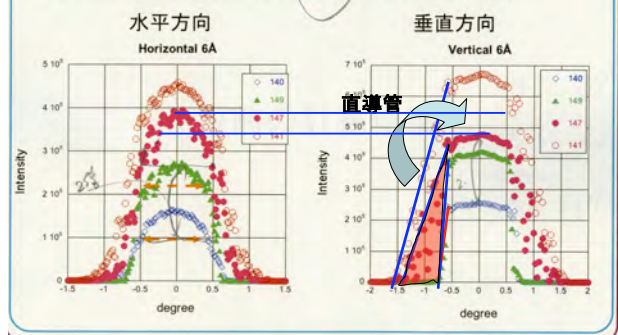
原子力機構
研究炉加速器管理部

田村格良

McStasの計算結果

JAERI

C3冷中性子導管の現在の特性波長(6 Å)での分散の程度(C3-2)



水・プロトンの輸送現象と関連した研究対象

物質から生命にまたがる広範な話題

- ・高分子電解質膜プロトン伝導体(ナフィオンなど)
- ・無機錯体プロトン伝導体(ルベアン酸銅)
- ・水素吸蔵物質(金属水素化合物およびそのナノ粒子)
- ・イオン液体、クラスレートハイドレート
- ・水和タンパク質、微生物の細胞膜

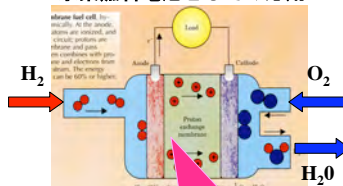
物質構造と水・プロトンの拡散運動の理解が重要

水素原子の大きな中性子散乱断面積
水素/重水素のコントラスト

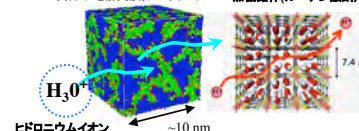
複雑な物質の中の水素原子だけを選択的に観測

水・プロトン伝導体の基礎と応用

水素燃料電池としての応用

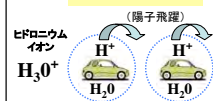


様々なプロトン伝導体

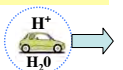


基礎研究としての話題 プロトン伝導機構の解明

Grotthuss機構

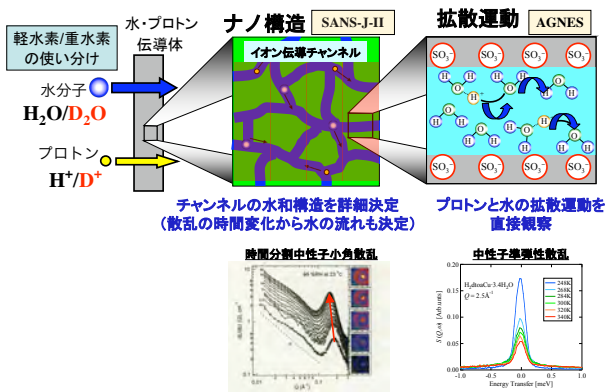


Vehicle機構



伝導機構は物質(水)の構造と密接に関係

2台の中性子散乱装置の役割（構造と拡散運動）



中性子散乱装置の高度化

高強度に輸送された短波長中性子 ($\lambda=2\sim3\text{\AA}$) を有効利用する

ナノ構造

集光型中性子超小角散乱装置
SANS-J-II

マルチワイヤ2次元検出器（新規導入）

0.1秒刻みの短時間観察が可能とする

プロトン伝導体膜を通過する水の流れを観測することが可能となる

複数年分割

拡散運動

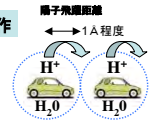
高分解能非弾性散乱装置
AGNES

Ge311モノクロメータ（新規導入）

1Å程度の拡散過程の観測を可能とする

プロトンを独立に観測することが可能となる

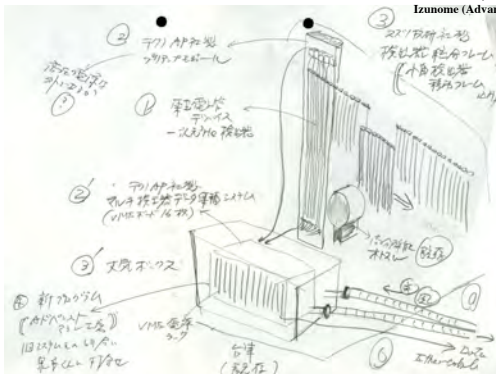
初年度製作



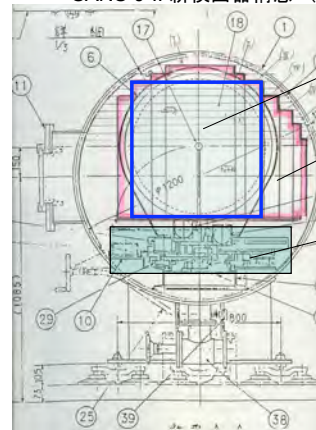
SANS-J-II 新検出器構想（相場の1/2の予算で）

1次元検出器 (8~6.5φ) + J-PARC標準モジュール

Discussions:
Dr. Dewhurst (ILL)
Dr. J. Suzuki (J-PARC)
Dr. T. Otomo (J-PARC)
Toshiho Co. Ltd.
Techno A. P (Hitachinaka)
Izumome (Advanced)



SANS-J-II 新検出器構想（第1期 & 第2期）



第1期計画（青枠）

有感エリア 650x640mm²
（有感長650mm 8φ直径 80本）

第2期計画（ピンク枠）

非対称有感エリア

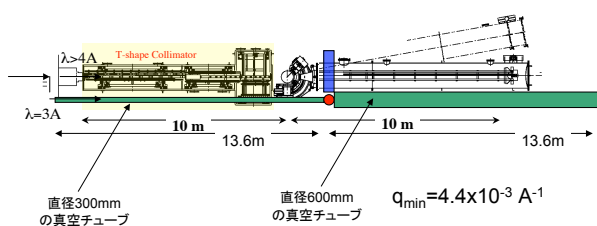
既存駆動系
（2次元台車、ビームストップ）

第2 SANS の提案
産業利用専用 分光器

茨城県東海村 研究炉JRR3

C-3-2 (Cold Neutron) ($10^8/\text{cm}^2/\text{sec}$)

($10^9/\text{cm}^2/\text{sec}$)



SANS-J-II & PNO 運営体制

提案

ソフトマター & バイオマター

先端基礎研究センター 強相関超分子G ほか
（2010~ 量子ビーム応用研究部門）

ハードマター & 固体物理関係

J-PARCセンター 鈴木淳市ら
2001~ TAIKAN(HI-SANS)建設開始

物材機構量子ビームセンター中性子散乱グループ
（いばらき県量子ビームセンター）

大沼正人主席研究員 大場洋次郎博士研究員