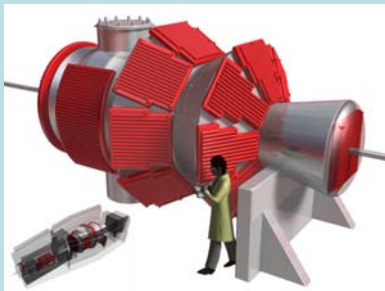
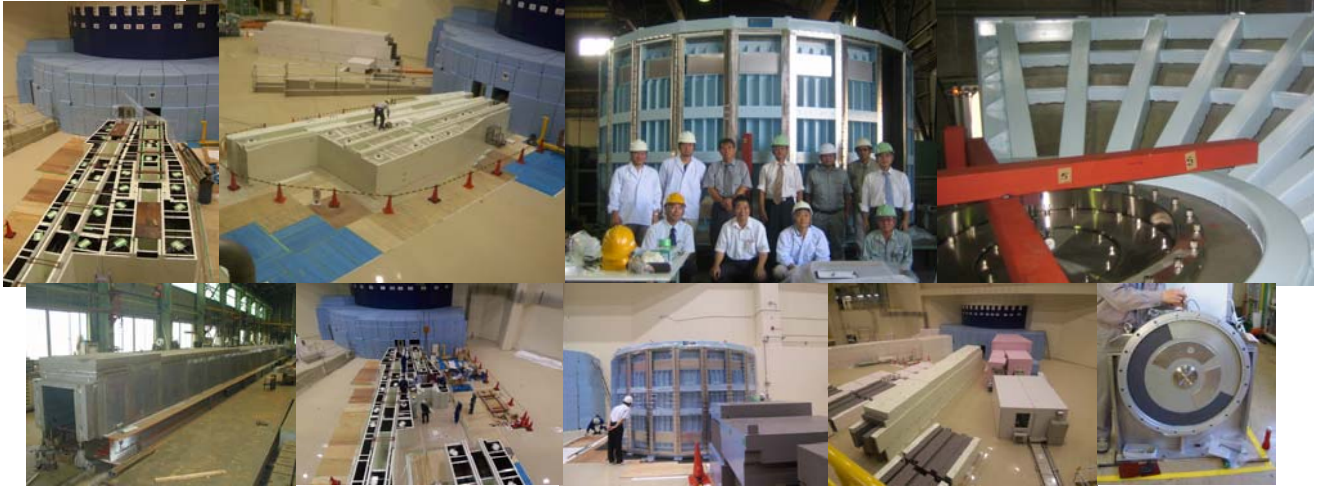
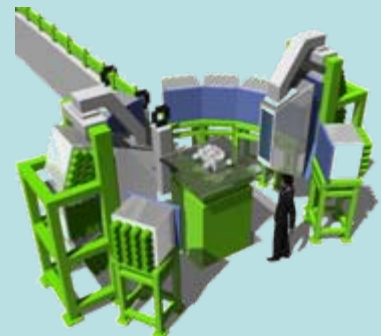
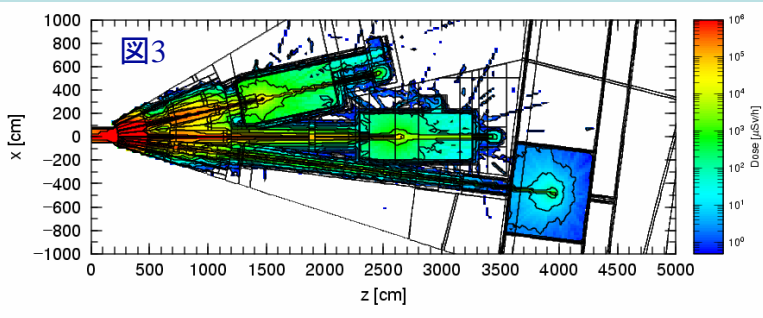
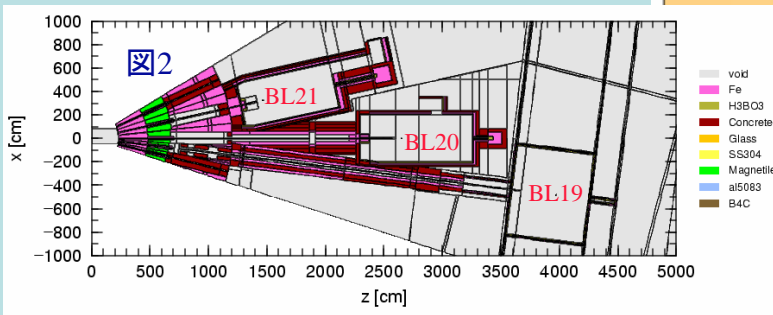
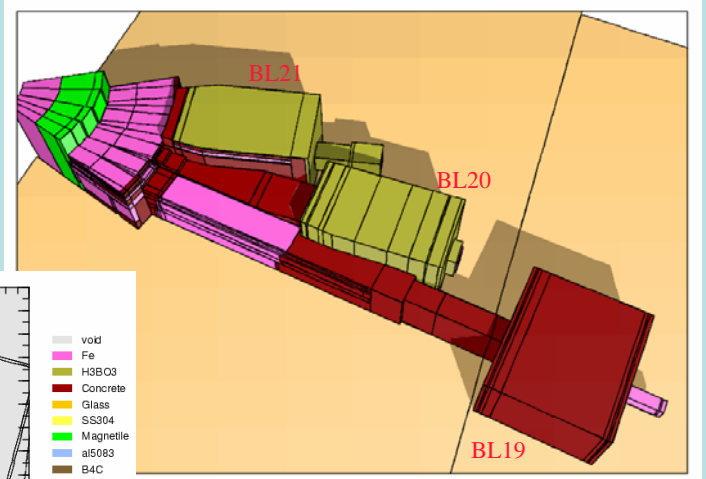


J-PARC Spallation Neutron Source Materials & Life Science Experimental Facility Neutron Scattering Instruments



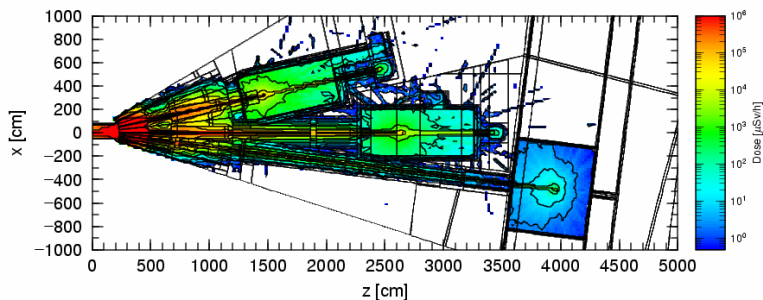
BL21:高強度汎用全散乱装置

図1 BL19-20-21の遮蔽体3-Dモデル



BL19:工學材料回折装置「匠」

遮蔽体の評価 (説明は裏へ)



表紙: 遮蔽計算の実際

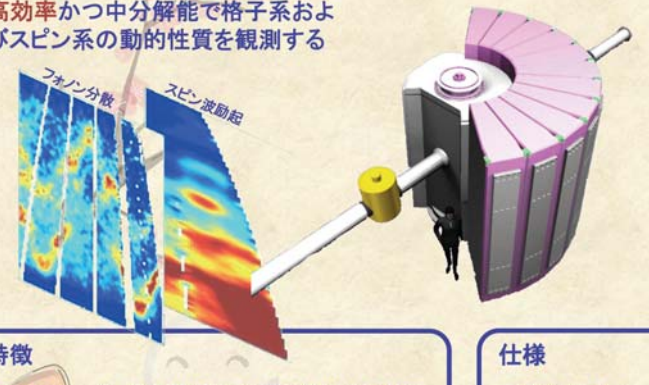
中性子実験装置やビームラインは厚い鉄やコンクリートの遮蔽体で覆われている。安全に実験を遂行するために、またきれいな (S/Nの良い) 実験データを得るためには、遮蔽体の適切な評価とそれに基づいた設計が重要である。遮蔽体の評価はそれぞれのビームラインおよび装置の遮蔽体3次元 (3-D) モデルに対してモンテカルロ・シミュレーションによって行われている。PHITSという計算コードを用い、形状、厚さ、材質の異なる多数の遮蔽体モデルが逐一評価され、放射線安全と。図1はBL19 (工学材料回折装置), BL20 (茨城県材料構造解析装置), BL21 (高強度汎用全散乱装置) の遮蔽体3-Dモデルである。この平面 (断面) 図 (図2) においてピンク色の部分が鉄で、茶色がコンクリートである。図3は、このモデルの遮蔽計算の結果 (中性子・ガンマ線) である。左の線源 (赤色の強い線部分) から来る中性子や中性子がミラーやスリット、測定試料などの物質に当たって発生するガンマ線は遮蔽体によって止められており、遮蔽体外へ漏洩していない様子がわかる。(単位: マイクロ・シーベルト/時間)

BL01 建設中

4次元空間中性子探査装置 (四季分光器)

BL01, MLF@J-PARC
装置責任者: 梶本亮一 (kajimoto.ryoichi@jaea.go.jp)
中村充孝 (nakamura.mitsutaka@jaea.go.jp)

**4次元の運動量-エネルギー空間を
高効率かつ中分解能で格子系およ
びスピン系の動的性質を観測する**



■ 高温超伝導体にあられる格子ダイナミクスとスピンダイナミクスの解明

- ・ 異常磁気励起(砂時計型)
- ・ フォノンのハーフフリージングモードのソフト化
- ・ その他 ...

■ 強相関電子系における他の新奇的な現象も対象

特徴

既存のチョッパー分光器に比べて100倍以上の効率で単結晶の非弾性散乱実験が実行できる。

- JSNS結合型減速材(液体水素)
- 複数の入射エネルギーを同時に利用する Multi-Ei 法の採用(MAGICチョッパー)
- 高Q値スーパーミラーの最適配置による高効率収束デバイスを実現

仕様

- 飛行距離: $L_1 = 18 \text{ m}$, $L_2 = 2.5 \text{ m}$, $L_3 = 1.8 \text{ m}$
- 入射エネルギー: $5 < E_i < 300 \text{ meV}$
- エネルギー分解能: $\Delta\hbar\omega/E_i \sim 6\%$ ($\hbar\omega = 0$)
- Q分解能: $\Delta Q/k_i \sim 1.5\%$
- 検出器: ^3He PSDs (2.5m, 20atm, $\Phi 3/4''$)
-35° - 130° (水平); -27° - 27° (垂直)
- 偏極解析: ^3He スピンフィルター

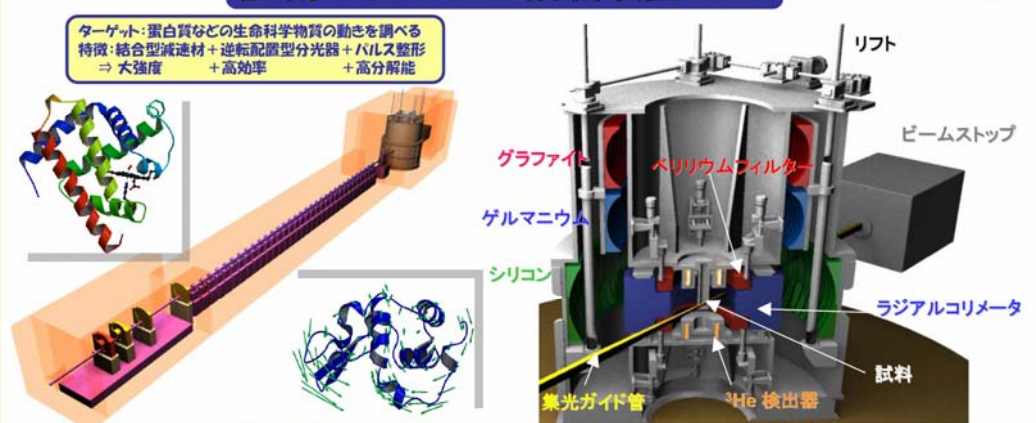
文部科学省科学研究費補助金 特別推進研究「4次元空間中性子探査装置の開発と酸化物高温超伝導機構の解明」(JAEA, KEK, 東北大)

BL02

生物ダイナミクス解析装置 DNA

BL2

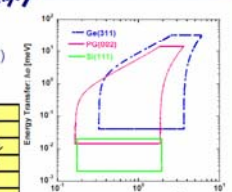
ターゲット: 蛋白質などの生命科学物質の動きを調べる
特徴: 結合型減速材 + 逆転配置型分光器 + ハルス整形
⇒ 大強度 + 高効率 + 高分解能



基本スペック

- 線源: 結合型減速材 (25Hz)
- 飛行距離: $L_1=42\text{m}$,
- 散乱角: $7.5^\circ \sim 152.5^\circ$
- アナライザー-立体角: $\Delta\Omega=1.1\pi \text{ str.}$

	ch1	ch2	ch3	ch4
用途	ハルス整形		チールカッター	
ディスク	ダブル	ダブル	シングル	シングル
直径 [m]	7.5	8.5	10.05	12.75
回転 [Hz]	300	25	25	25
スリット	30 mm	96°	113°	144°




アナライザー

	PG(002)	Ge(311)	Si(111)
E_i [meV]	1.9	7.2	2.1
$\Delta\hbar\omega$ ($\omega=0$)	23 μeV	82 μeV	3.8 μeV
E range	+14 meV	+40 meV	$\pm 40 \mu\text{eV}$
θ_0 [degree]	80	80	67.5
L_2 [m]	1.4	1.4	2.2

BL03 建設中

- 茨城県生命物質構造解析装置 -



J-PARC MLF施設 BL03

回折計

- 産業利用を目的とした中性子回折計
- 生体高分子の水素・水和構造の解明
- 従来装置 (BIX-3, JRR-3 JAEA)

の50から100倍以上の測定効率

- 最小サンプルサイズ (*1): $0.5 \times 0.5 \times 0.5 \text{ mm}^3$
- 測定可能サンプル数 (*1): 100サンプル/年 (*2)

(*1) 生体高分子の場合
(*2) [サンプル体積が 2 mm^3 の場合]

- タンパク質立体構造に基づいた医薬設計
- 生体高分子、有機分子による機能性材料の開発

回折計主要諸元

- 減速材 : 結合型 H_2 (para) 100 X 100mm²
- L_1 & L_2 : 40m, 0.45m
- ガイド管 : 1~3Qc
(70X20~15X15mm curved & focusing)
- 最大格子長 : 135 Å
- d_{min} : <1.2Å (高分子結晶)
<0.7Å (有機分子結晶)
- 入射中性子波長範囲 : 0.7~3.85 Å
- 検出器空間分解能 : 1 X 1 mm² 以下

BL04 建設中

- 中性子核反応測定装置 -



BL4, MLF@J-PARC

連絡先: 北海道大学 梶柳善明 (kiyanagi@qe.eng.hokudai.ac.jp)

- 革新炉の核設計に必要なマイナーアクチニドや長寿命核分裂生成核種の中性子捕獲断面積を、中性子飛行時間測定法により、広範囲のエネルギー領域にて測定
- マイナーアクチニド (MA)
 ^{244}Cm , ^{246}Cm など
- 長寿命核分裂生成核種 (LLFP)
 ^{129}I , ^{99}Tc , ^{93}Zr など

仕様

- 結合型モデレータ (液体水素)
- 飛行距離: $L_1 = 22 \text{ m}$ (全立体角Ge π 検出器)
 $L_1 = 28 \text{ m}$ (NaI 検出器)
 $L_1 = 29 \text{ m}$ (中性子モニター)
- 中性子エネルギー: $0.01 \text{ eV} < E_n < 100 \text{ keV}$
- T_0 チョッパー: 13 m位置
- ディスクチョッパー: 15 m位置

ガンマ線検出器

中性子捕獲断面積測定のために、中性子捕獲反応と同時に放出される即発ガンマ線を高分解能・高効率で測定

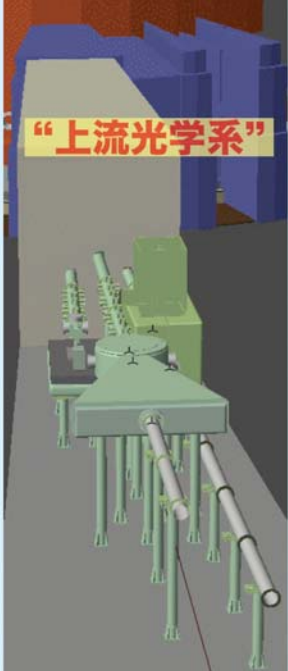
- 高分解能全立体角 Ge スペクトロメータ
*エネルギー分解能: $E_\gamma/\delta E_\gamma = 1,000$
*検出効率: 10-15% at 1 MeV
- 高速 NaI シンチレーション検出器

本研究は、特別会計に関する法律(エネルギー対策特別会計)に基づく文部科学省からの受託事業として、北海道大学が実施した平成19年度「高強度パルス中性子源を用いた革新的原子炉用核データの研究開発」の成果です。

BL05

BL05 中性子光学・基礎物理ビームライン (NOP)
 Neutron Optics and Physics
(A J-PARC Beamline for Neutron Optics and Physics Researches)

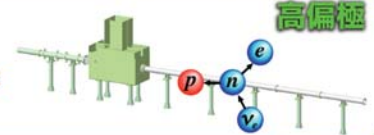
n



“上流光学系”

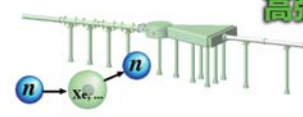
“崩壊”
高偏極

- 加速パラメータ精密測定
- 小角-益川ユニタリティ検証
- 時間反転対称性の破れ
- ビッグバン宇宙微粒子合成



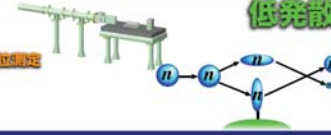
“散乱”
高強度

- 未知中間核の探検
- 余剰次元
- 慣性における荷電対称性 etc.




“干渉”
低発散

- 量子相互作用による中性子位相変化測定
- Aharonov-Casher効果 etc.



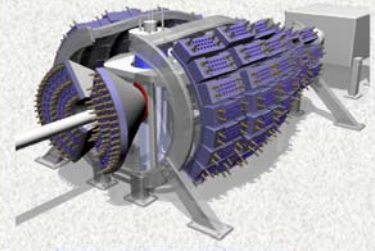
“小角散乱”
多分岐集光型小角散乱

- 結晶素粒子メソスケール秩序観察
- 高分子科学
- 水溶液中蛋白質集合状態観察
- ナノ電子顕微鏡



BL08 建設中

-超高分解能粉末中性子回折装置- SHRPD



JSNS BL08
装置責任者：神山 崇 (takashi.kamiyama@kek.jp)

超高分解能粉末回折装置SHRPD

全長約100mの中性子飛行長と新しく開発された中性子源により世界最高分解能を持つ粉末中性子回折装置です。

【装置の性能上のポイント】

- 1) 全長100mの中性子飛行長と新しく開発された中性子源により世界最高分解能を持つ中性子粉末回折装置です。
- 2) 結晶構造のわずかな構造歪みも精密に計測することが可能です。
- 3) 粉末法が苦手としてきた大きな単位胞を持つ構造解析が可能で、新規に開発された複雑な機能性材料の構造科学研究に適します。

装置の仕様

減速材：非結合型ボイスソンド水素モデレータ

飛行距離： $L_1 = 92.4[m]$

カーブガイド 32[m] (曲率半径 $R = 5[km]$)

直線ガイド 50[m]

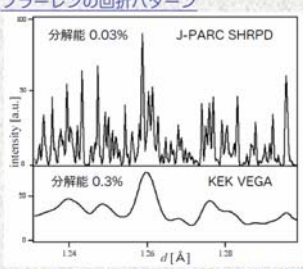
装置分解能： $\Delta d/d = 0.03\%$ at $d < 4 [Å]$

測定可能な面間隔 d ： $0.5 < d [Å] < 60$ ($0.1 < Q [Å^{-1}] < 15$)

高角バンク： $150 \leq 2\theta [degree] \leq 170$, $L_2 = 1.9 - 2.5[m]$

中低角バンク： $10 \leq 2\theta [degree] \leq 100$, $L_2 = 2.0 - 4.5[m]$

フラレンの回折パターン



SHRPDでは、
回折ピークがはっきりと
分離できる。

シミュレーションによる現在の装置との性能比較

BL10 建設中

BL10 中性子源特性試験装置
NeutrOn Beam-line for Observation and Research Use (NOBORU)

★中性子源施設として自ら責任を持って中性子ビーム性能を把握し、質の高い中性子ビームをユーザーに提供すること。 ★ビーム制御、検出器開発などを含むテストポートとしての利用。

Contact person: F. Maekawa (maekawa.fujio@jaea.go.jp)
 K. Oikawa (kenichi.oikawa@jaea.go.jp)

ビームライン番号: BL10 (非結合型モデレータ)
 L1 (モデレータ-試料間距離): 14.0 m
 最大ビーム形状: 100 mm x 100 mm
 実験室空間: 幅2.5 m x 長さ3.5 m x 高さ3.0 m

試料位置での冷中性子束: 4.8×10^7 [n/s.cm²]
 10 meVのピーク強度: 1.5×10^{12} [n/eV.s.cm²]
 10 meVのパルス幅 (FWHM): 33 [ms]
 波長バンド幅: 9 Å (シフト可能)

BL12

-高分解能チョッパー分光器 (HRC) -
-High-Resolution Chopper Spectrometer JSNS BL12


BL12 は以下の分野の高分解能測定を可能にする分光器です

- フォノン (格子振動) と分散
- 磁性体におけるスピンや軌道の素励起
- ガラスや液体の緩和現象とその集団励起
- 強相関電子系における相互作用
- 固体中に於ける水素原子の特異な運動
- 電子励起の可能性 (小角オプション)

HRC分光器の特徴

- ・デカップルモデレータ (液体水素)
- ・モデレータサイズ: 10cm x 10cm
- ・最大試料サイズ: 5cm x 5cm
- ・L1=15m, L2=4m, L3=1m
- ・運動量分解能: dQ/ki~0.5%
- ・散乱角: $-30^\circ < 2\theta_{\text{hor}} < 130^\circ$ (水平)
 $-22^\circ < 2\theta_{\text{ver}} < 30^\circ$ (垂直)
- ・利用中性子エネルギー: 1meV < Ei < 2000meV
- ・エネルギー分解能: dE/E~1%
- ・フェルミチョッパー, T0 チョッパー
- ・偏極中性子と小角バンクオプション

BL14 建設中



AMATERAS - 冷中性子ディスクチョッパー型分光器 -

～ 物質中の原子、分子の運動を**大強度、高分解能**で測定する新型分光器～

～アマテラス高性能の秘密 その1～

■ 新開発高速ディスクチョッパー

- 高分解能を実現する世界最速クラスの高速チョッパー
- 最大回転数: 350Hz
- 最少開口時間7.5 μs以下
- ディスク直径: 700mm

～アマテラス高性能の秘密 その2～

■ パルス整形チョッパー+結合型減速材

- 高強度、高分解能を同時に実現
- 実験に合わせて、強度と分解能を容易に最適化

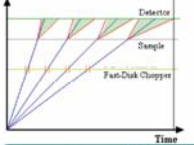
～アマテラス高性能の秘密 その3～

■ マルチE_i測定

■ 複数E_iビームの使用で高測定効率測定

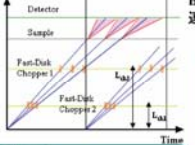
高エネルギーモード

高いエネルギーの非弾性散乱を中程度の分解能で高効率測定 ($\delta h\omega/E_i = 1\sim 7\%$)



低エネルギーモード

低いエネルギーの非弾性、準弾性散乱を高分解能で高効率測定 ($\delta h\omega/E_i = 0.3\sim 1.5\%$)



AMATERAS BL14, MLF@J-PARC


連絡先: 中島健次 (J-PARCセンター) kenji.nakajima@j-parc.jp

アマテラス分光器主要諸元

- 減速材: 結合型 (BL14)
- 飛行距離: 線源-試料: $L_1=30$ m, 試料-検出器: $L_2=4$ m
- 入射中性子範囲: $1 \leq E_i \leq 80$ meV
- 測定可能散乱角度範囲: $-40^\circ \sim 140^\circ$ (水平面), $-16^\circ \sim 23^\circ$ (垂直面)
- 運動量遷移分解能: $\delta Q/k_f \sim 1\%$
- エネルギー分解能: $\delta h\omega/E_i \geq 1\%$ @ $E_i=20$ meV (容易に変更可能)
- 試料位置中性子強度: 4×10^5 n/cm²/sec. @ $\delta h\omega/E_i = 3\%$, $E_i=20$ meV
- 検出器: 3m長 ³He 1次元位置敏感型検出器
- 偏極中性子: 偏極ミラー+³Heフィルター (SEOP)

アマテラスの主な利用分野

- 固体内部の格子振動、磁気励起の測定
- 液体、非晶質、高分子、溶媒内分子等のダイナミクスの測定
- 電池材料、触媒内の分子、原子の拡散運動の測定



BL15

HI-SANS 「大強度型中性子小中角散乱装置」

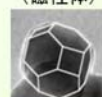
～ High-intensity Smaller Angle Neutron Scattering ～

目的

ナノ～サブミクロンに及ぶ幅広い空間スケールの同時構造解析を可能にし、金属や蛋白質等を含む種々のナノ粒子、さらに、これらのナノ粒子が形成する高次構造系や非平衡系、ナノ粒子を内在する工率材料の構造と機能を解明し、新規機能材料の開発指針を与える。


ナノ粒子

Pd ナノ粒子 (磁性体)

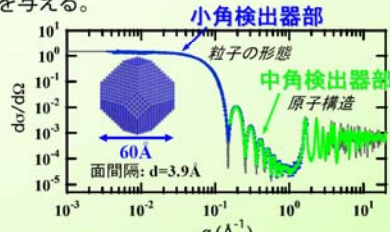


水和蛋白質

蛋白質



小角検出器部



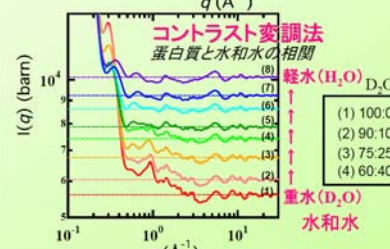
60 Å
面間隔: d=3.9 Å

中角検出器部

原子構造

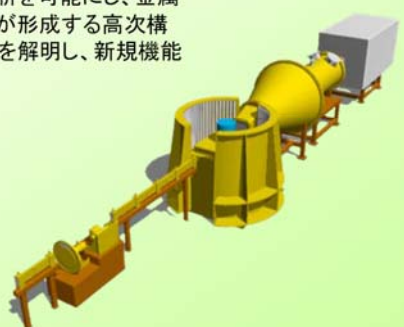
コントラスト変調法

蛋白質と水和水の相関



(1) 100:0	(5) 50:50
(2) 90:10	(6) 33:67
(3) 75:25	(7) 20:80
(4) 60:40	(8) 0:100

軽水 (H₂O) D₂O:H₂O
重水 (D₂O) 水和水



装置仕様

装置全長: 約20m

q レンジ: $10^{-3} \sim 60$ Å⁻¹

有効波長帯: 0.1 ~ 8 Å

減速材: 結合型液体水素

飛行距離: $L_1=14.5$ m, $L_2=1 \sim 5$ m

散乱角 (標準): $< 60^\circ$

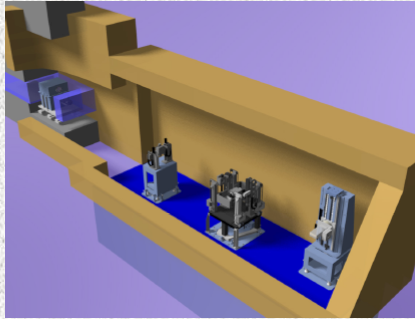
BL16

BL16 高性能試料水平型中性子反射率計

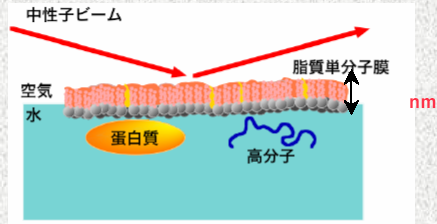
大強度入射フラックスと最先端の測定オプション

KEK
(naoya.torikai@kek.jp)

物質界面の構造とダイナミクスの観測 → 界面に由来する現象と機能の解明

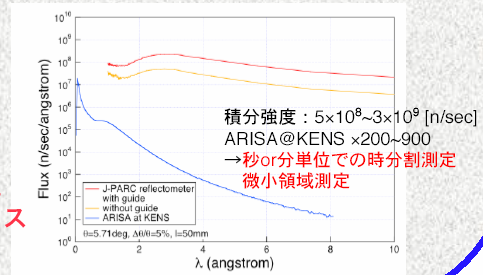


例) 脂質膜上での生体物質の相互作用
情報伝達やウイルス感染



結合型液体水素減速材
下方ビームライン取出し (5.71 and 2.22度)
→ $Q_z = 5 \text{ nm}^{-1}$ for 自由界面試料

- 偏極中性子モード
- 斜入射回折/小角散乱モード → 面内ナノ構造
- 中性子スピンエコーモード → 界面ダイナミクス
共鳴スピンエコー法



BL19 建設中




工学材料回折装置「匠」

- ポート19: ポイズン非結合型モデレータ
- L1 = 40 m, L2 = 2.0 m
- 主検出器: $2\theta = 90^\circ \pm 15^\circ$
アジマス角 $\pm 20^\circ$ をカバーする
- チャンネル幅が3mmのシンチレータ検出器
→ 0.15%分解能 → 15MPa応力精度(鉄鋼)
- ディスクチョッパー: 7.7m位置(25Hzの標準運転)
→ $\Delta\lambda = 3.51 \text{ \AA}$ → 15反射ピークが同時測定可能(鉄鋼)
水平湾曲(上流側)と上下集光型(下流側)のガイド管組み合わせ
- → $5 \times 10^7 \text{ n/cm}^2/\text{s}$ 高強度モード
 $2 \times 10^7 \text{ n/cm}^2/\text{s}$ 高分解能モード
- ラジアルコリメータ ゲージ幅: 1, 2, 3, 5 mm
- 1トンの x, y, z, θ 試料テーブル(オープン型κクレドルは将来オプション)
- 分光器遮蔽体内のクレーン(試料セッティングのサポート等に役立つ)
- 試料位置決めシステム(3Dディジタイザーを含む)
- 50kNの引張試験機(加熱炉のオプション)
- ソフトウェア: 制御、解析、可視化、等

全ての部品の入札は終了(ラジアルコリメータ以外)
19年11月: 匠用増築建屋の完成
20年5月: ファーストビーム、コミッションング開始
20年4月: 一般ユーザープログラム開始

デイ・ワン装置

中性子ガイド管
ディスクチョッパー
検出器
中性子

コリメータ
試料テーブル

連絡者:
ステファナス ハルヨ
harjo.stefanus@jaea.go.jp

社会の生活および安全

中性子による内部観察

新材料開発


変形機構
集合組織

製造過程のその場測定

特性評価
量産的な機械性能の確保




BL20 建設中




iMATERIA

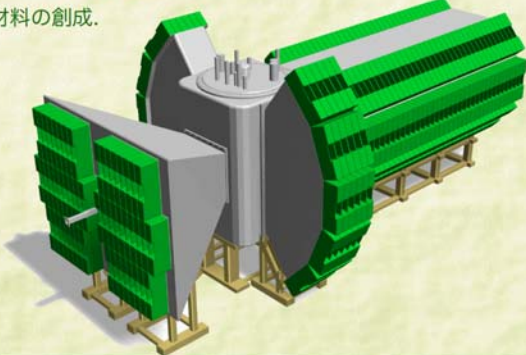
- 茨城県材料構造解析装置 -

JSNS BL20

Contact Person: 石垣 徹 (茨城大学 toru.ishigaki@j-parc.jp)



- ・茨城県材料構造解析装置を中核とした新規材料構造評価システムの開発。
- ・高付加価値材料の創成。



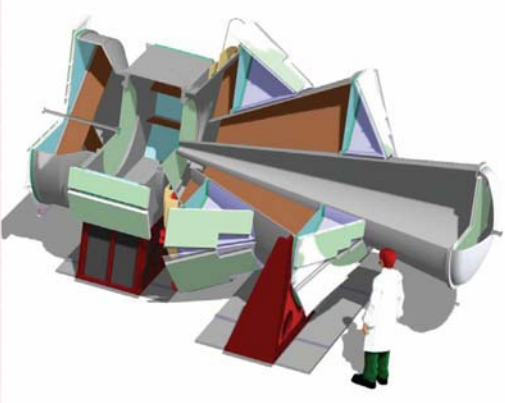
- ・ X線では困難な水素やリチウムのような軽原子の位置と量が決定可能
- ・ 実験室 X線並みの手軽さ
- ・ 原子サイズからナノ領域までの材料構想解析が可能
- ・ 短時間の測定 (数分程度)、従来の高エネルギー機構 KENS の装置に比べて 50-100 倍の効率
- ・ 様々な特殊環境での測定が可能 (温度、圧力などの変化の測定、時間変化の測定)

<ul style="list-style-type: none"> ・ 減速材: 非結合 (ポイズン) 型 37 mm 厚さ側 ・ L1=26.5m, L2=2-4.5m ・ ガイド管: 3Qc supermirror (14m) ・ TO チョッパー: 1 (at 10.53m) ・ ディスクチョッパー: 3 (at 7.5m, 11.25m, 18.75m) ・ 波長領域: 0.18 Å - 10.19 Å 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 検出器 ・ 2θ (高角バンク): 175° ~ 150° ± 30° ・ 2θ (特殊環境バンク): 100° ~ 80° + 35°-60° ・ 2θ (低角バンク): 10° ~ 40° ± 60° ・ 2θ (小角バンク): 0.7° ~ 5° ± 5° ・ 分解能 (高角バンク): ~ 0.16 % (const) ・ 強度: KEK-Sirius の約 100 倍
--	---

BL21 年内建設開始

高強度汎用全散乱装置

平成19年度より
KEK-NEDO事業



BL21 建設責任者: 大友季哉 (toshiya.otomo@kek.jp)

装置の特徴:

- ・ 広い距離相関を短時間で測定可能
 - 過渡現象の観測が可能
- ・ 非晶質物質 (液体・ガラス) から結晶まで様々な物質の構造解析に有効
 - とくにナノ構造の揺らぎを持つ物質に有効

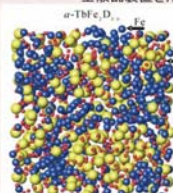
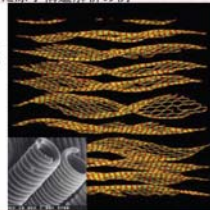
主な研究対象:

- ・ エネルギー材料 (水素貯蔵材料、超イオン伝導材料他)
 - 水素を始めとする軽元素の挙動の理解
- ・ 非平衡物質 (ガラス)
 - 乱れた構造による物質の機能発現メカニズムの理解
- ・ 有機溶液・生体分子
 - 水分子の果たす役割の理解

装置仕様:

- ・ デカップルドモデレーター
- ・ 使用中中性子波長領域: 0.12 Å < λ < 8.8 Å
- ・ モデレーター-試料間距離 (L1): 15 m
- ・ 試料-検出機関距離 (L2): 1.3 - 4.0 m
- ・ 測定 Q 領域: 0.008 Å⁻¹ < Q < 100 Å⁻¹
- ・ 最高 Q 分解能 (ΔQ/Q): ~ 0.25 %
- ・ 試料サイズ: 5 mm * 5 mm ~ 20 mm * 20 mm

全散乱装置を用いた原子構造解析の例

BL番号未定

PRODUCED BY KYOTO UNIVERSITY

VILLAGE OF
**NEUTRON RESONANCE SPIN ECHO
 SPECTROMETERS**



NRSE

MIEZE

DYNAMICS OF GLASS, NANO-PARTICLE, SOFTMATER AND BIOMATERIAL

3 SPECTROMETERS J-PARC **BL 17**

CONTACT PERSON **M. HINO** hino@rri.kyoto-u.ac.jp

JAPAN PROTON ACCELERATOR RESEARCH COMPLEX
 MATERIALS AND LIFE SCIENCE EXPERIMENTAL FACILITY, JAPAN SPALLATION NEUTRON SOURCE

中性子共鳴スピンエコー分光器群 (VIN-ROSE)

中性子共鳴スピンエコーは最も高分解能な準弾性散乱分光器の一つで、他の装置では到達できない時間・空間領域のダイナミクスを測定することができます。J-PARC BL17のこの装置では三台の分光器で広いダイナミックレンジをカバーします。

MIEZE : $0.01 < Q < 3.5$ (\AA)
 $20 < t < 1300$ (ps)

High Intensity NRSE :
 $0.005 < Q < 3.1$ (\AA)
 $1 < t < 170$ (ns)

High Resolution NRSE :
 $0.003 < Q < 1.2$ (\AA)
 $0.03 < t < 1$ (μs)

