

独立行政法人 日本原子力研究開発機構(JAEA)

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構(KEK)

J-PARCセンター

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

<http://j-parc.jp/>

MLFの装置・利用に関するお問い合わせ先



J-PARCセンター ユーザーズオフィス

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方162-1

いばらき量子ビーム研究センター1F

TEL 029-284-3398

FAX 029-284-3286

<http://is.j-parc.jp/uo/>

大強度陽子加速器施設J-PARC

物質・生命科学実験施設



ビッグバン
宇宙

地球外生命
惑星

化学
地球科学

ひと

都市工学

環境

病理学

生命誌

超伝導

ナノテク

材料科学

細胞

考古学

歴史

物理学

エネルギー

中性子・ミュオンで探る 物質・生命の科学

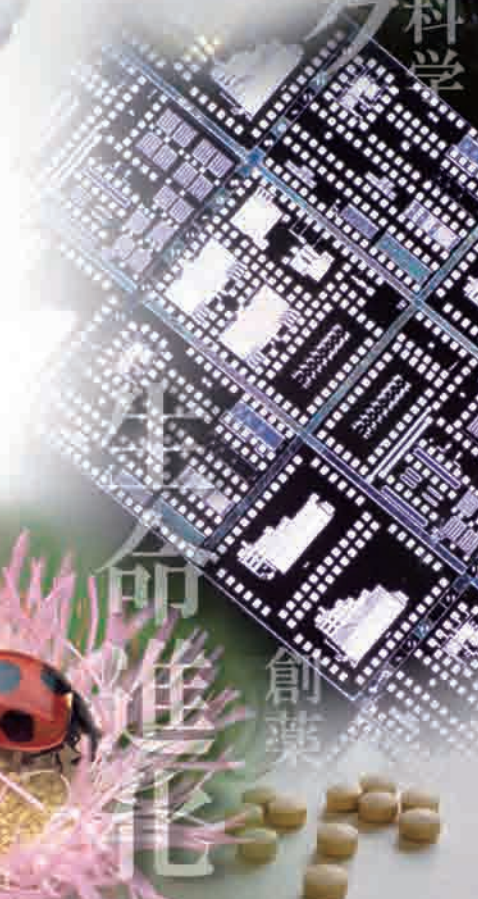
MLF

Materials and Life Science
Experimental Facility

J-PARC 物質・生命科学実験施設

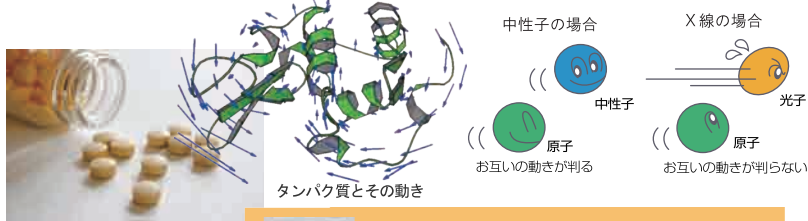
パルス中性子とパルスミュオンの世界最高峰
～ 物質と生命の謎が、ここで明らかになる ～

世界最高クラスの大強度陽子加速器と、加速器が放つ大強度陽子ビームを利用する実験施設で構成されるJ-PARC。その中ほどに位置する物質・生命科学実験施設(MLF)は、加速器からの1MWのパルス陽子ビーム(3GeV, 25Hz, 333 μ A)を利用して世界最高強度の中性子及びミュオンビームを造り出し、これらを用いて物質・生命科学研究を推進させることを目的とした施設です。
独立行政法人日本原子力研究開発機構と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構の共同プロジェクトとして運営されるJ-PARCの一つの施設として、MLFは学術・基礎研究や産業利用に広く供用の機会を設けています。



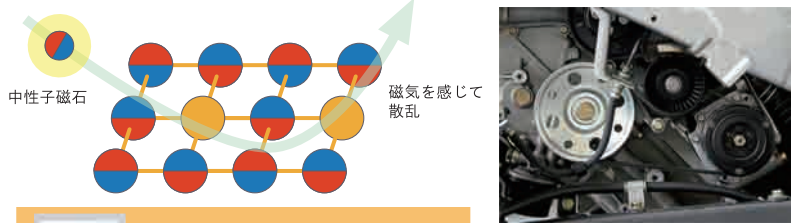
動を見る

中性子の質量は、水素原子とほぼ同程度です。原子の周囲をとりまく軽い電子雲と相互作用するX線に比べ、自分と同程度の重さの原子核と相互作用する中性子は、原子の動きを観測するのに適しています。このため、タンパク質の機能や超伝導現象の解明などの研究に利用されます。



磁気構造を調べる

中性子は $\frac{1}{2}$ のスピンを持ち、微小な磁石として振る舞うため、物質内の磁場により力を受けます。この力で散乱された中性子の振る舞いを調べることで、物質中の磁気構造や磁場分布を知ることができます。省エネ化に貢献するモーターの強力磁石や高温超伝導送電材料の分析に威力を発揮します。



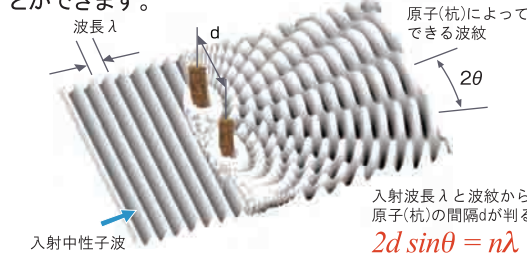
透かして見る

中性子はその名の通り電荷を持たない中性の粒子であり、ほとんど相互作用せずに物質を通り抜けることができるため、物質を破壊することなく内部構造を調べることができます。また、物質中の水素や水などが含まれる部分を識別することにも優れています。



静を見る

粒子であると同時に波の性質も持つ中性子は、X線回折と同様に結晶中でブラッグ回折を起こすため、干渉現象を観測することにより結晶の構造を知ることができます。



中性子 Neutron

質量: $1.67 \times 10^{-24} \text{g}$
電荷: 0
スピン: $\frac{1}{2}$
平均寿命: 約15分

静を見る

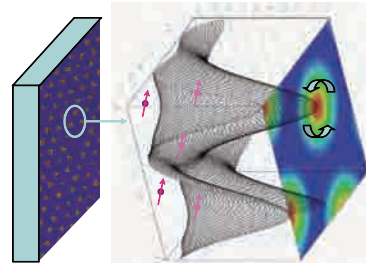
正の電荷を帯びたミュオンは、物質に注入されると原子と原子の間で止まり、物質の内部の状態を観測します。また、負の電荷を帯びたミュオンは原子核



のすぐ近くに止まり、ミュオンを含めた原子を形成します。磁石の性質を持つミュオンを利用すれば、内部磁場の検出を通じて物質と生命をミクロな視点から解き明かすことができます。

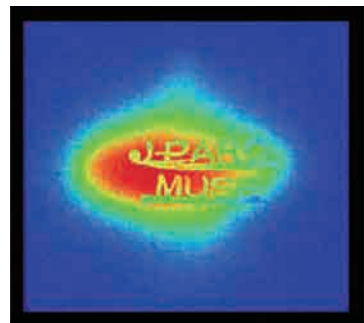
磁気構造を調べる

$\frac{1}{2}$ のスピンを持つミュオンは、小さな磁石として振る舞います。ミュオンを物質中に注入すると、周囲の電子や原子核の作る磁場を感じて歳差運動をし、やがて崩壊します。崩壊により放出される陽電子の方向を観測することにより、物質内部の磁気構造や磁場分布を知ることができ、磁性体や超伝導体の解明に役立ちます。



透かして見る

ミュオンは物質中で電磁相互作用と弱い相互作用のみを起こすため、透過性が高いのが特徴です。このため、ミュオンによるレントゲン写真撮影で、物体内部の状態や元素を選別した探索ができます。



元素を見わける

原子核の周りを回る電子が出す特性X線を分析することで、物質の組成を知ることができます。物質を構成する原子の電子をミュオンに置き換えたミュオン原子が放つ特性X線は、通常の原子が放射する特性X線に比べて高エネルギーで透過性が高いため、より深部の組成を知ることができます。



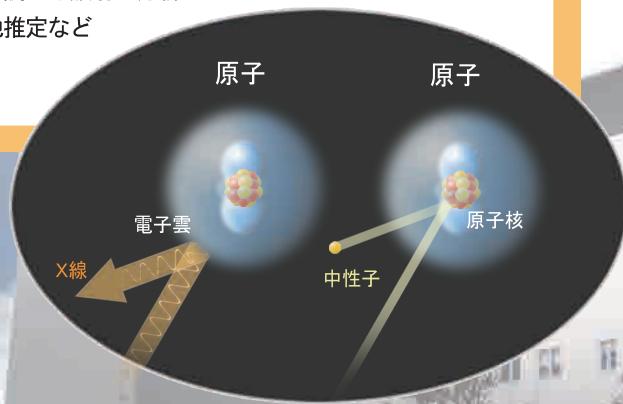
画像提供: 国立歴史民俗博物館・齋藤努先生

元素を見わける

原子核と相互作用する中性子は、電子と相互作用するX線に比べ、軽い元素の観測や同位体の検出に適しています。このため、新しいエネルギーとして期待される燃料電池内部の水の動きの観察などに用いられます。また、中性子を照射して物質を放射化し、その放射能から組成を調べる放射化分析は、遺跡出土品の産地推定などにも利用されます。

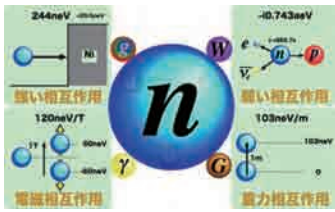


Photoby (c)TomaYun (http://www.gunphoto.net)



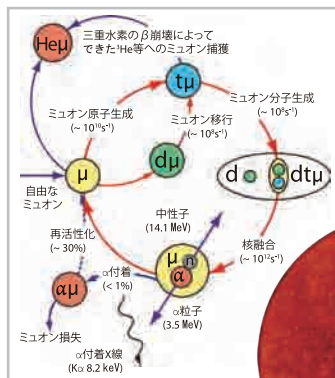
物質のなりたちを調べる

中性子の崩壊、中性子内部の電荷の偏り、原子との散乱には、未だ知の及ばない高エネルギー現象の影響がわずかに含まれています。これらを正確に計測することで新しい素粒子の証拠を探ることが可能であり、これは宇宙の歴史、特に反物質が失われ物質が残っている理由などを解き明かす重要な手がかりとなります。



物質のなりたちを調べる

原子核の周りを回る電子を負ミュオンに置き換えたミュオン原子を利用すると、原子核の構造を知ることができます。また、ミュオンと水素同位体からなる小さなミュオン原子はミュオン触媒核融合を引き起こすため、将来のエネルギー源として期待されています。





J-PARC全景

光速に近い速さに加速した陽子をターゲットとなる物質(標的)の原子核に衝突させることで中性子やミュオンなどの粒子を造り出す

中性子・ミュオンを造り出す



3GeV 陽子シンクロトロン
線形加速器から送り込まれる陽子を加速するための電磁石がリング状にずらりと並ぶ陽子シンクロトロン。
陽子を30億電子ボルト(光速の約97%)まで加速します。



超高耐放射線電磁石
高エネルギーの陽子を標的に向かって撃ち込むための電磁石。陽子が放つ放射線を遮蔽するために鉄でおおわれています。

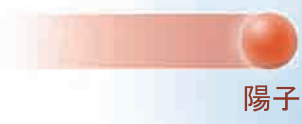


陽子シンクロトロン
陽子を加速する

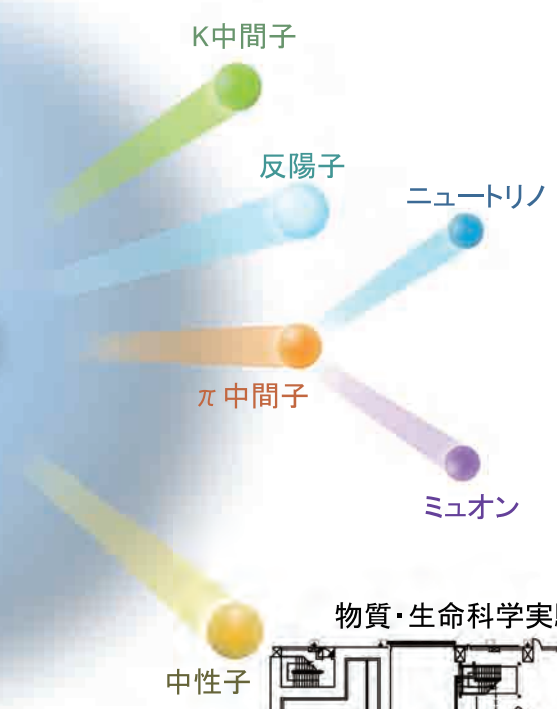
物質・生命科学実験施設
加速した陽子をターゲットに撃ち込み中性子やミュオンなどの粒子を発生させさまざまな実験に利用する

核破碎反応

光速近くまで加速された陽子を標的の原子核に衝突させると、そのすさまじいエネルギーから核子を含む様々な粒子が生み出されます。



原子



ミュオン生成標的
陽子を衝突させミュオンのもととなるπ中間子を発生させるための標的。黒鉛でできた標的の周囲を放熱のための銅で囲ってあります。



ミュオン実験装置
ミュオンビームラインの最下流に位置する装置。ビームラインに沿って導かれ、試料内部に撃ち込まれたミュオンが崩壊する際に放出する陽電子をキャッチします。

中性子実験装置



光速近くまで加速された陽子を標的の原子核に衝突させて造り出した中性子を、ビームラインによって実験装置へ導き、さまざまな実験に利用します。

中性子源ステーション

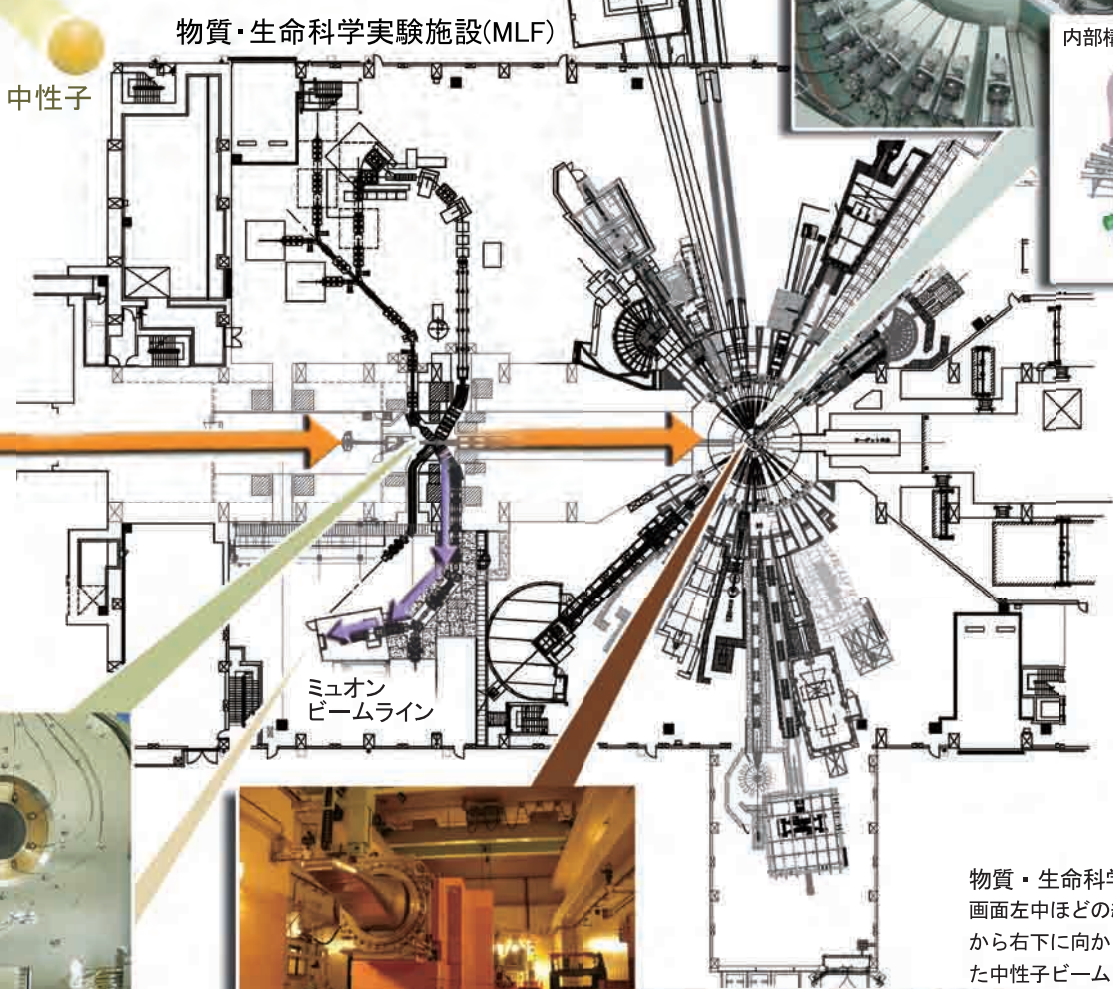
中性子ビームの通過と遮断を制御するシャッターや、超臨界圧状態の極低温水素を用いて標的で生成した中性子のエネルギーを落とし“低速化”するモデレータなどから構成されています。



内部構造



結合型モデレータ



物質・生命科学実験施設(MLF)

中性子ビームライン

ミュオンビームライン



物質・生命科学実験施設の内部
画面左中ほどの紺色の中性子源ステーションから右下に向かって、白色の遮蔽体に覆われた中性子ビームラインが伸びています。

中性子生成標的
中性子を発生させるための標的台車。台車内で標的の水銀が循環し放熱する仕組みです。



大強度陽子加速器は、パルス状の陽子ビームをMLFの中性子及びミュオン生成標的に撃ち込みます。陽子ビームが標的に衝突して生み出される中性子やミュオンも、パルス状のビームとなります。

中性子で探る

中性子は粒子であると同時に波の性質も持ちます。

中性子の波長は中性子の速度に反比例するのですが、その長さが物質を構成する原子や分子の大きさ程度であれば、X線や電子線のように物質により散乱された中性子の波の干渉現象を観測することで、その物質の内部構造を調べることができます。

ほぼ同時刻に生み出されたパルスを構成する中性子の速度には、ある程度の幅があります。そのため、速度が速く、波長の短い中性子が先頭切って試料に飛び込み、速度の遅い、波長の長い中性子は遅れて試料に到達します。

中性子が同じ距離を飛行するのにかかる時間は、中性子の速度に反比例しますので、中性子が生み出され、試料により散乱され、検出器に到達するまでの時間を観測することで、中性子の速度(波長)を知ることができます。

これを中性子飛行時間法といいます。

非弾性散乱を利用した解析

色々なエネルギー(速度)を持つ中性子の中から、特定のエネルギーを持つ中性子だけを選び出し、試料に入射します。

試料に入射した中性子は原子や分子、スピンと相互作用します。運動量保存則とエネルギー保存則に従って試料からエネルギーを受け取った中性子は速度を速め、試料にエネルギーを与えた中性子は速度を落とします。

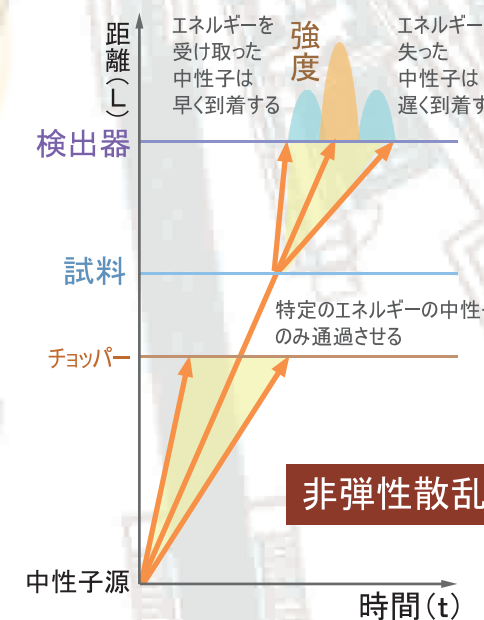
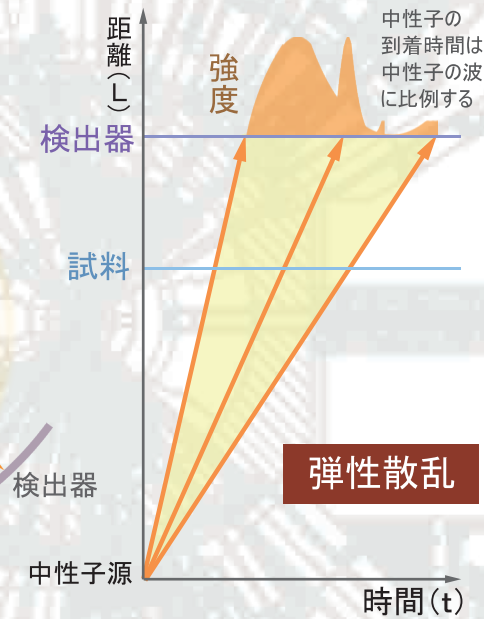
非弾性散乱により中性子を受け取ったり、与えたりするエネルギーは、エネルギーをやり取りする試料の原子や分子の置かれている状況を反映しています。これらを詳しく観測することで、物質中の原子や分子、スピンの振動や結合状態などを調べることができます。

弾性散乱を利用した解析

試料に飛び込んだ中性子の波は原子や分子により散乱されます。

散乱された波は互いに重なり合うのですが、試料の内部構造を反映して強め合い、また弱め合いながら検出器に到達します。試料を取り巻く検出器は、飛び込んでくる中性子の数の時間変化を観測します。どの散乱角度(2θ)の検出器にどの波長(λ)の中性子がどのくらい飛び込んでくるか、その強度の分布から、試料の内部構造を調べることができます。

試料が磁性を持つ場合には、散乱中性子の強度分布は磁性原子の磁気モーメントの大きさや向きに関係するので、磁気構造を調べることもできます。また、広い散乱角度範囲における散乱中性子の強度分布を観測することで、原子レベルの構造情報だけでなく、タンパク質などの生体物質や高分子の構造を調べることもできます。



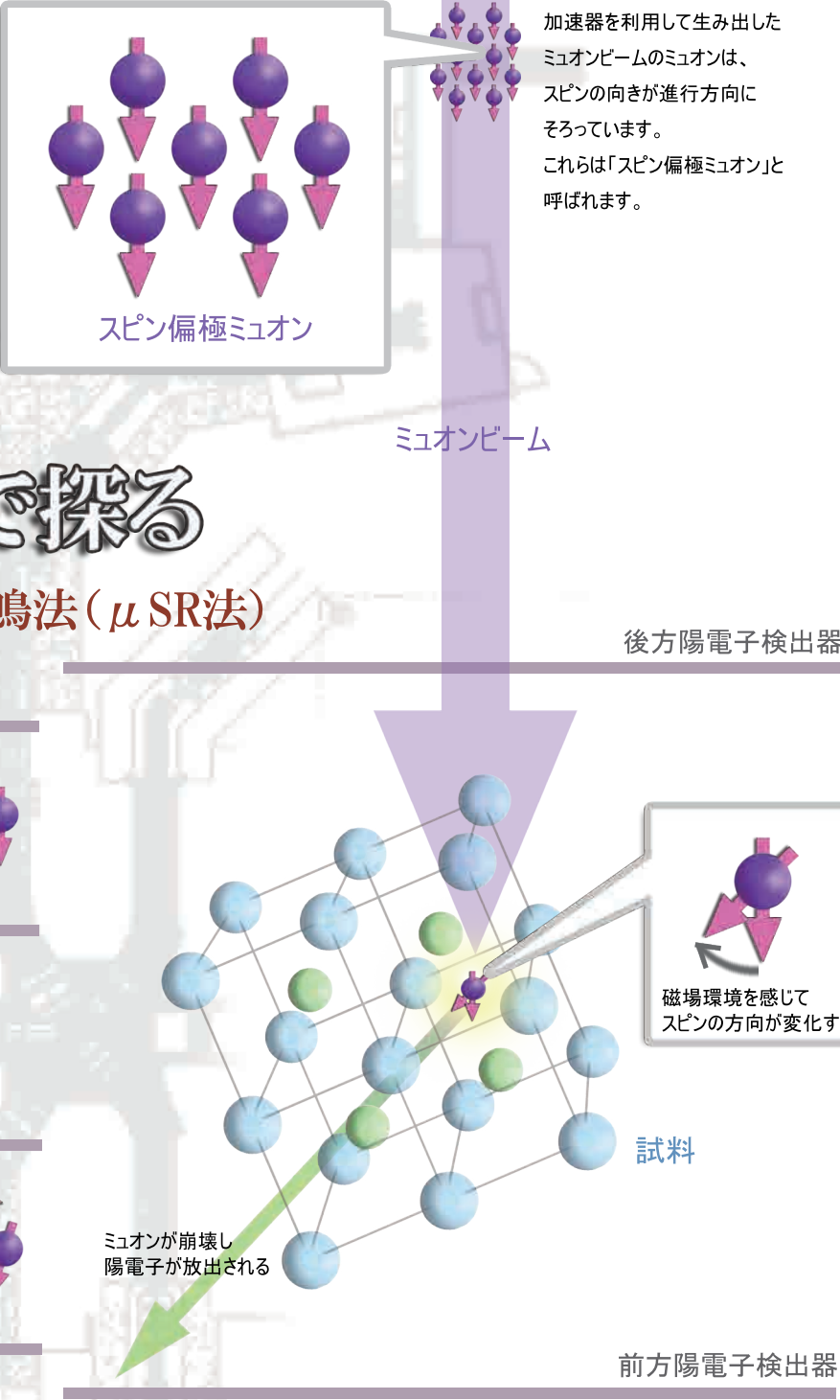
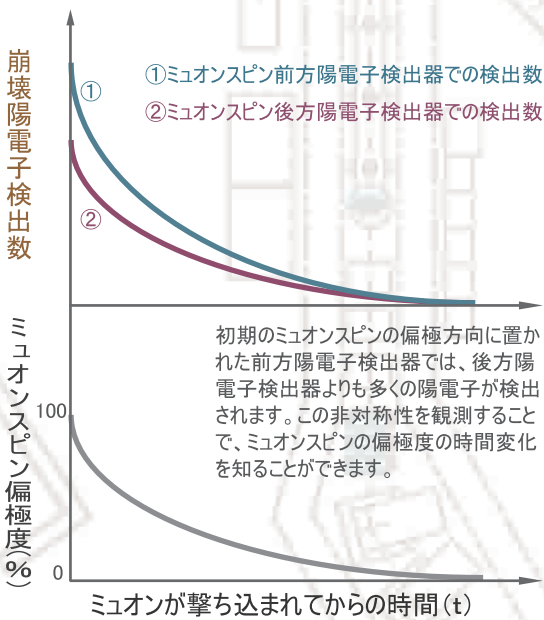
物質の性質は、その物質を構成する原子の中の電子の状態によって大きく左右されます。電子は磁石としての性質(スピン)を持つので、その磁石が作る磁場を観測することで電子の状態を調べることができます。ミュオンを用いた代表的な実験手法であるミュオンスピン回転・緩和・共鳴法(μSR法)は、物質の内部に存在する磁場(内部磁場)を、超高感度で観測できる実験手法です。この内部磁場の観測を通じて電子の状態を理解し、物質の性質を解き明かします。

ミュオンで探る

ミュオンスピン回転・緩和・共鳴法(μSR法)

試料に撃ち込まれたミュオンは原子と原子の隙間に止まり、周りの電子の作る磁場を感じて歳差運動をします。そして約2マイクロ秒という短い平均寿命でミュオンは陽電子に崩壊します。その際、ミュオンのスピン方向への陽電子の放出確率が最も大きくなる原理(パリティ非保存と呼ばれます)により、陽電子の放出方向とその時間変化を調べること、物質の内部でミュオンスピンのように運動したか、ひいては物質内部にどのような磁場が存在し、周囲の電子の状態がどのようなものであったかを知ることができます。

それぞれのミュオンは内部磁場を感じ、スピンの向きを変えます。そのため、全体として見た場合、初期のミュオンスピンの偏極度は時間とともに失われます。偏極度の時間変化を追うことで、物質内部の電子状態を調べることができます。



中性子やミュオンを用いて得られる情報には、他の手法では得ることができないユニークな情報が含まれています。それらは物質や生命の謎を解き明かす上で欠かすことができないものです。そのため、中性子やミュオンは基礎科学から産業応用に及ぶ幅広い分野で活用されています。

J-PARCのMLFは自然の謎を解明し、産業の発展に寄与することで、よりよい暮らしの実現に貢献します。



ものづくり社会を支える基礎科学

日本が世界に誇るものづくり社会は、幅広い基礎科学研究に支えられています。
物質・生命科学の基礎研究を推進し、世界中の研究者と成果を共有することで、
国際社会における日本の存在感を高め、ものづくり社会を育てます。

加速器がひらく 物質・生命科学の未来

科学文化を醸成する学術研究

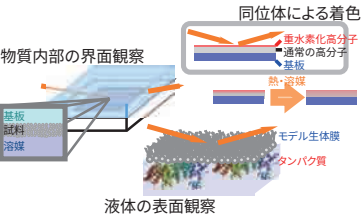
学術研究の成果は、人々の世界観を支え、豊かな文化を育む土壌となります。
学術研究を推進し、未来に花開く科学文化の種を創造します。

持続可能な発展を実現する産業支援

環境と調和し、省エネルギーを実現しながら豊かな社会を維持するために、科学技術と産業の
更なる融合を目指します。持続可能社会を育み維持するために、エネルギー問題の解決の道
を探りつつ、社会に役立つ科学技術を推進します。

BL16 高性能試料水平型中性子反射率計 ARISA-II 静動磁透元物

サイエンス



物と物との境界である「界面」で起こる未知の現象を、中性子の「反射」で解明する
研究対象: 固体/固体や固体/液体、気体/液体など様々な界面
特徴: 中性子の高い透過性や同位体を区別できる性質を利用して、通常の方法では観察できない界面のナノ構造を調べることができます。また、ビームを下に向けることで、液体表面からの反射も観察できます。



山田 悟史
yamadan@post.kek.jp

仕様



広い波長の中性子を用いた効率的な測定と二次元検出器による多次元構造解析
入射波長: $\lambda = 2 \sim 9 \text{\AA}$ (第1フレーム), $10 \sim 18 \text{\AA}$ (第2フレーム)
ビーム取り出し角度: 水平に対して $0.75^\circ \times 2^\circ \times 5.7^\circ$
q領域: $q_z < 0.2 \text{\AA}^{-1}$
検出器: 二次元シンチレータ検出器 (分解能 1mm, 有感領域 100mm ϕ)

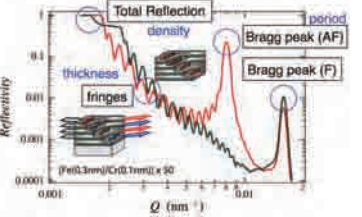


瀬戸 秀紀
hideki.seto@kek.jp

(独)科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業(ERATO)高原プロジェクトとの共同研究

BL17 試料垂直型偏極中性子反射率計 VNR 静動磁透元物

サイエンス

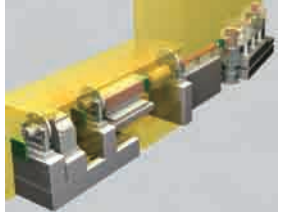


中性子のマイクロな磁石でマイクロな界面構造に迫る
研究対象: 機能性薄膜材料、生体膜などの機能発現機構を表面及び埋もれた界面の構造から解明します。
特徴: 偏極中性子を利用することで、磁性体、非磁性体、金属、ソフトマターなどの幅広い測定対象の反射率測定を高精度に実現。



武田 全康
takeda.masayasu@jaea.go.jp

仕様



偏極中性子の魅力を感じる存分感じてください
飛行距離: $L_1 = 15.5 \text{m}$, $L_2 = 2.5 \text{m}$
入射波長: $\lambda = 2.0 \sim 8.4 \text{\AA}$ (偏極モード), $1.0 \sim 8.8 \text{\AA}$ (非偏極モード)
q領域: $q = 0.01 \sim 1.2 \text{\AA}^{-1}$ (偏極モード), $0.005 \sim 2.5 \text{\AA}^{-1}$ (非偏極モード)
散乱角: $2\theta = 5 \sim 23^\circ$
検出器: 0次元 ^3He ガス検出器, 2次元MWPC検出器 (有感面積 128 $\times$ 128mm 2), 2次元シンチレータ検出器 (有感面積 256 $\times$ 256mm 2)

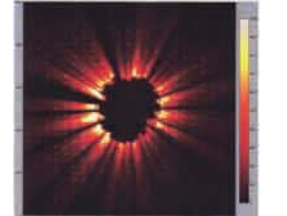


山崎 大
yamazaki.dai@jaea.go.jp

特定先端大型研究施設整備費補助金による

BL18 特殊環境微小単結晶中性子構造解析装置 千手 静動磁透元物

サイエンス



モデルフリーで結晶構造・磁気構造を高精度に解明
研究対象: 有機物、無機物を問わず、機能材料の発現機構を結晶構造から解明
特徴: 水素原子位置や磁気構造の決定に威力。複合特殊環境下での測定に注力。



及川 健一
oikawa.kenichi@jaea.go.jp

仕様

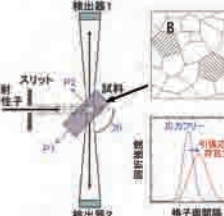


研究室のX線回折装置から、その試料をそのままお持ち下さい
飛行距離: $L_1 = 34.8 \text{m}$, $L_2 = 0.8 \text{m}$
入射波長: $\lambda = 0.3 \sim 4.3 \text{\AA}$
最大格子長: $d_{\text{max}} \sim 50 \text{\AA}$
散乱角: $2\theta = 11 \sim 169^\circ$
検出器: 2次元シンチレータ検出器 (有感面積 256 $\times$ 256 mm 2)

特定先端大型研究施設整備費補助金による

BL19 工学材料回折装置 匠 静動磁透元物

サイエンス



材料科学・工学における実用材等の内部応力、組織等に係る様々な課題を解決する
研究対象: 鉄鋼やその他の金属材料、セラミクス材料、金属/金属複合材料、金属/セラミクス複合材料、小型部品から大型部品
特徴: 直交2方向以上のひずみ成分の同時測定、マルチピークの同時測定が可能です。現存の同種装置の中で最高分解能(最高ひずみ測定精度)を有し、結晶方位による異方性、微小組織変化、集合組織、相変態の観測にも適用できます。



相澤 一也
aizawa.kazuya@jaea.go.jp

仕様



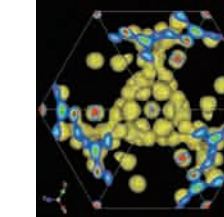
様々なその場測定環境での工業部品等の高効率・高分解能内部残留応力解析
飛行距離: $L_1 = 40 \text{m}$, $L_2 = 2 \text{m}$, 入射波長: $\lambda = 0.7 \sim 7.0 \text{\AA}$
格子長: $d = 0.5 \sim 5.0 \text{\AA}$ (通常: $0.5 \sim 3.0 \text{\AA}$)
d分解能: $\Delta d/d < 0.2\%$ (ひずみ測定精度 100×10^{-6} 以下)
検出器: 1次元シンチレータ検出器
試料空間・環境: 直径 約1m, ゴニオテーブル (耐荷重 1t), 変形・引張・圧縮装置, 高温装置



ハルヨ ステファナス
harjo.stefanus@jaea.go.jp

BL20 茨城県材料構造解析装置 iMATERIA 静動磁透元物

サイエンス



広い格子長領域・高効率・高分解能での結晶構造や原子配列の精密観測
研究対象: リチウム電池・燃料電池等エネルギー関連材料等の結晶構造や原子配列の解明
特徴: 従来の粉末中性子回折装置に比べて100倍の強度
4つの検出器バンクによる多彩な観測モード
広いd領域での同時観測、産業利用の促進



石垣 徹
toru.ishigaki@j-parc.jp

仕様



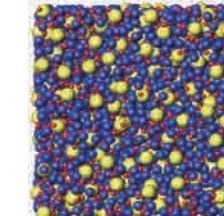
広いd領域での観測と高分解能観測を両立
飛行距離: $L_1 = 26.5 \text{m}$
入射波長: $\lambda = 0.2 \sim 10 \text{\AA}$
格子長: $d = 0.09 \sim 800 \text{\AA}$
d分解能: $\Delta d/d < 0.16\%$ (背面バンク)
検出器: ^3He 位置敏感型検出器 (600mm長)



星川 晃範
akinori.hoshikawa@j-parc.jp

BL21 高強度全散乱装置 NOVA 静動磁透元物

サイエンス



材料中の原子位置の解析、水素-水素相関の導出、貯蔵サイト・死蔵サイトの特定等による水素貯蔵メカニズムの解明
研究対象: 水素貯蔵・放出過程における物質の構造変化の観測、特に水素位置の精密観測
特徴: 最隣接原子間距離からナノメートル程度の構造変化の観測が可能です。中性子全散乱装置としての測定効率は、世界最高レベルです。



大友 季哉
toshiya.otomo@j-parc.jp

仕様



短時間で、4桁にわたる運動量空間を観測し、結晶、ガラス、液体の構造を解析
飛行距離: $L_1 = 15 \text{m}$, $L_2 = 1.2 \sim 4 \text{m}$
検出器: ^3He 位置敏感型検出器 (1/2inch径, 800mm長, 20atm)
検出器設置面積: 最大14m 2
q領域: $q = 0.01 \sim 100 \text{\AA}^{-1}$ (同時に観測可能)
q分解能: 約0.3% (最大)

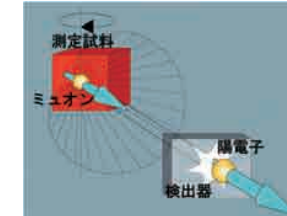


鈴谷 賢太郎
suzuya.kentaro@jaea.go.jp

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)委託研究「水素貯蔵材料基礎研究事業」による

Muon D1 ミュオン物質生命科学実験装置 静動磁透元物

サイエンス

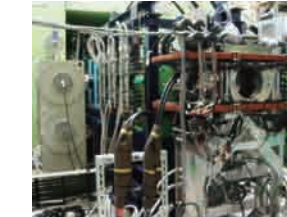


超高感度の内部磁場測定を通じて物質と生命をミクロな視点から解き明かす
研究対象: 磁性体、超伝導体、半導体、生体物質、燃料電池等あらゆる物質
特徴: 世界最高強度パルスミュオン利用の μSR 実験装置
様々な複合環境下での測定により多種多様な現象に対応
ビームスライサーによる時間分解能の向上



三宅 康博
yasuhiro.miyake@kek.jp

仕様



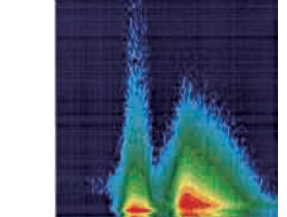
大強度パルスビームを用い、多彩な環境下での長時間ミュオンスピン緩和測定を推進
運動量: $29 \sim 50 \text{MeV/c}$ の正負のミュオン
検出器: 多分割化された μSR 実験用シンチレータ検出器
時間分解能: 最小30ナノ秒までパルススライス可
測定温度域: $20 \text{mK} \sim 400 \text{K}$
印加磁場: 0.15T (ビーム方向), 0.02T (ビームと垂直方向)



髙根 亘
higemoto.wataru@jaea.go.jp

Muon D2 ミュオン基礎科学実験装置 静動磁透元物

サイエンス



正負のミュオンを用いて基礎物理から核融合によるエネルギー生産まで広く研究
研究対象: 物質の新奇な現象解明、ミュオン原子の構造や核融合、素粒子としてのミュオンの性質、考古学資料の非破壊検査
特徴: 正負の大強度高速ミュオン利用により、 μSR 、 μCF 、ミュオンX線測定、ミュオンラジオグラフィなど多彩な実験を実現
自由な装置レイアウトが可能



三宅 康博
yasuhiro.miyake@kek.jp

仕様



大強度ディケイミュオンビームを用いた自由度の高い実験環境を提供
運動量: $29 \sim 120 \text{MeV/c}$ の正負のミュオン
検出器: 多分割化されたシンチレータ検出器, X線用Ge検出器, イメージングプレート, 核融合中性子検出器
測定温度域: $2 \sim 400 \text{K}$



下村浩一郎
koichiro.shimomura@kek.jp

Catalogue of instruments

J-PARCセンター ユーザーズオフィス

〒319-1106
茨城県那珂郡
東海村白方162-1
いばらき量子ビーム
研究センター1F

TEL 029-284-3398
FAX 029-284-3286
E-mail j-uo@mlj-j-parc.jp

アイコンは得意分野を表します。

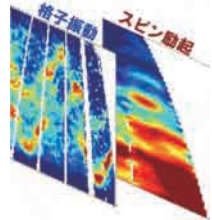
枠の色は
中性子のビームラインの場合は
モデレータの種類を表します。

桃: 結合型モデレータ
緑: ボイズン型モデレータ
黄: 非結合型モデレータ

青色の枠は
ミュオンのビームラインを表します。
青: ミュオンビームライン

BL01 4次元空間中性子探査装置 四季 静 動 磁 透 元 物

サイエンス

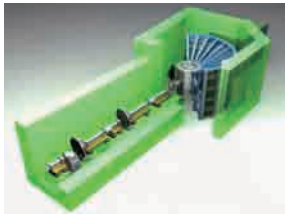


格子系およびスピン系の動的性質を運動量・エネルギーの4次元空間にわたって高い効率で幅広く観測
研究対象: 高温超伝導体を中心とする強相関電子系の格子振動、磁気励起の測定
特徴: 高効率ビーム輸送系、大面積検出器、さらにフェルミチョッパーとしては世界初の複数エネルギー同時測定手法を採用し、これまで捉えきれなかった原子・スピンの微小な動きを効率良く捉えます。



梶本 亮一
ryoichi.kajimoto@parc.jp

仕様



最先端光学機器により、熱中性子領域で世界最高性能を実現するフェルミチョッパー型分光器
飛行距離: $L_1=18\text{m}$, $L_2=2.5\text{m}$ *1
入射エネルギー: $E=5\sim 300\text{meV}$
エネルギー分解能: $\Delta E/E \sim 6\%$ @ $E=0\text{meV}$
q分解能: $\Delta q/q \sim 1.5\%$
検出器バンク: $-35\sim 130^\circ$ (現在 $-35\sim 55^\circ$ まで検出器取付済み)(水平), $-25\sim 27^\circ$ (鉛直)

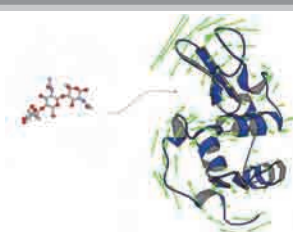


中村 充孝
mitsutaka.nakamura@jaea.go.jp

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水素高温超伝導機構の解明」(JAEA, KEK, 東北大)による *1: L₁は線源-試料間距離、L₂は試料-検出器間距離を表す。

BL02 ダイナミクス解析装置 DNA 静 動 磁 透 元 物

サイエンス

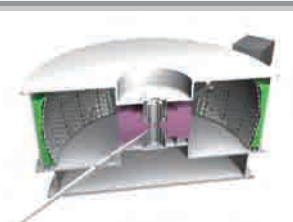


ナノ秒領域のゆっくりとした原子・分子・スピン運動の測定により物質の機能と運動の関係を解明
研究対象: 生体高分子、ソフトマター、機能性材料中の原子運動、磁性体中のスピン運動
特徴: 革新的な低BG加工Siアナライザーと複数エネルギーの同時利用で、これまで困難だった微量の重水素化生体高分子試料からの微弱な非弾性シグナルの測定を、高効率かつ高いS/Nで実現する。



柴田 薫
shibata.kaoru@jaea.go.jp

仕様



最先端パルス整形デバイスで革新的な測定手法を実現する新世代Si結晶アナライザー型分光器
飛行距離: $L_1=42\text{m}$, $L_2=4.3\text{m}$
解析エネルギー: $E=2.09\text{meV}$ (Si(111)), 7.63meV (Si(311))
エネルギー分解能: $\Delta E=1\text{meV}$ (Si(111)), 5meV (Si(311))
q領域: $q=0.07\sim 2.0\text{\AA}^{-1}$ (Si(111)), $0.6\sim 3.8\text{\AA}^{-1}$ (Si(311))
アナライザーバンク: $-162\sim 162^\circ$ (水平), $-14.2\sim 20^\circ$ (鉛直)

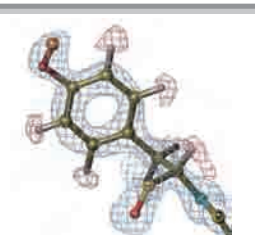


高橋 伸明
nobuaki.takahashi@parc.jp

特定先端大型研究施設整備費補助金による

BL03 茨城県生命物質構造解析装置 iBIX 静 動 磁 透 元 物

サイエンス



高測定効率、高分解能で生体高分子や有機分子結晶の水素・水和構造を観測
研究対象: タンパク質等の機能、化学反応に寄与する水素・水和構造の解明
特徴: X線では困難な水素原子位置の決定、実験室X線装置並みの小さな結晶での測定が可能



田中 伊知朗
itanaka@mx.ibaraki.ac.jp

仕様



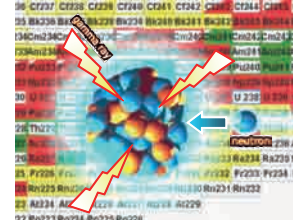
広波長領域の高強度中性子源に新規開発検出器を広く立体角に装備した単結晶飛行時間中性子回折装置
飛行距離: $L_1=40\text{m}$, $L_2=0.47\text{m}$
入射波長: $\lambda=0.5\sim 4\text{\AA}$ (第1フレーム), $4\sim 8\text{\AA}$ (第2フレーム)、中間領域の選択も可能
最大格子長: $d_{\text{max}} \sim 150\text{\AA}$
d分解能: $d_{\text{min}} \sim 1.2\text{\AA}$ (タンパク質), $d_{\text{min}} \sim 0.5\text{\AA}$ (有機分子)
検出器: 2次元シンチレタ検出器 (有感面積: $133 \times 133\text{mm}^2$)



日下 勝弘
kusakats@mx.ibaraki.ac.jp

BL04 中性子核反応測定装置 ANNRI 静 動 磁 透 元 物

サイエンス



一瞬の核反応を手中に
研究対象: 中性子と原子核の反応を中性子のエネルギー毎に精密に測定し、新しい原子炉の開発や中性子科学研究を進展させる。
特徴: 中性子の飛行時間毎に中性子核反応で発生する放射線を精密に計測します。
大強度中性子ビームにより微量サンプルでも測定できます。



原田 秀郎
harada.hideo@jaea.go.jp

仕様



幅広い中性子エネルギー領域に対してγ線を高エネルギー分解能で弁別
飛行距離: $L=22\text{m}$ (Geスペクトロメータ)
 $L=28\text{m}$ (NaIスペクトロメータ)
中性子エネルギー: $E=10\text{meV}\sim 100\text{keV}$ (Geスペクトロメータ)
エネルギー分解能: $\Delta E/E \sim 0.1\%$ (Geスペクトロメータ)
検出効率: $\epsilon_\gamma=10\sim 15\%$ @ 1MeV (Geスペクトロメータ)

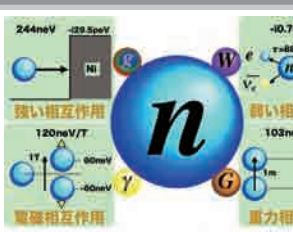


木村 敦
kimura.atsushi04@jaea.go.jp

(独)科学技術振興機構 原子カシステム研究開発事業「高強度β/γ中性子源を用いた革新的原子炉用核データの研究開発」(北大、東工大、JAEA)による

BL05 中性子光学基礎物理実験装置 NOP 静 動 磁 透 元 物

サイエンス



先進中性子光学を駆使して、わずかに現れる高エネルギー現象の足跡を捉える
研究対象: 中性子崩壊、散乱、干渉、回折の精密測定による素粒子標準理論(小林-益川理論)を超える新たな素粒子現象の探索、中性子光学の基礎研究及び応用研究



清水 裕彦
hirohiko.shimizu@kek.jp

仕様



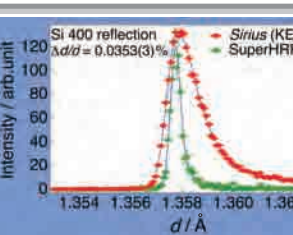
中性子の運動及びスピンの精密制御による高中性子輝度、低バックグラウンド環境下での超精密測定
入射エネルギー: $E<20\text{meV}$
高偏極プランチの中性子偏極度: $P>99.5\%$
特徴: ビームの多分岐により、高偏極、大強度、低発散のプランチを実現



猪野 隆
takashi.ino@kek.jp

BL08 超高分解能粉末中性子回折装置 SuperHRPD 静 動 磁 透 元 物

サイエンス



わずかな構造歪みを精度良く捉え、新しい構造物性を開拓
研究対象: 最新材料開発技術により生み出される複雑な構造、複合材料、階層構造の高精度解析
特徴: X線では困難な水素原子位置の決定が可能です。また、強度、分解能の点でX線との相補性を実現させ、新しい構造解析法を開拓します。



神山 崇
takashi.kamiyama@kek.jp

仕様



「わずかな変化も見逃さない」世界最高性能の中性子回折装置、秘密は中性子の100m走
減速材: 非結合型ボイソンド水素モデレータ
飛行距離: $L_1=92.4\text{m}$, $L_2=2.0\sim 2.3\text{m}$ (高角バンク), $2.0\sim 4.5\text{m}$ (中低角バンク)
格子長: $d=0.5\sim 60\text{\AA}$
d分解能: $\Delta d/d \sim 0.03\%$ (高角バンク)
散乱角: $2\theta=150\sim 175^\circ$ (高角バンク), $10\sim 120^\circ$ (中低角バンク)



鳥居 周輝
torii@post.kek.jp

BL09 特殊環境中性子回折装置 静 動 磁 透 元 物

サイエンス

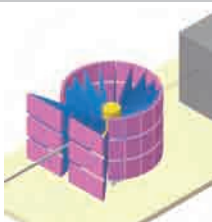


蓄電池関連材料の構造科学の構築、リチウムイオン分布の精密測定
研究対象: 様々な特殊環境下における物質構造変化(蓄電池材料、機能性材料、物性物理など)
特徴: 特殊環境発生装置を容易に設置できる空間を確保し、高分解能背面バンク及び検出器を連続的に配置した多目的バンクを設置することで、様々な特殊環境中性子回折実験のニーズに対応します。



森 一広
kmori@rikyoto-u.ac.jp

仕様



特殊環境下で高分解能及び広d領域のその場測定が可能
飛行距離: $L_1=50\text{m}$, $L_2 \approx 2\text{m}$ (背面バンク), $L_3=1.5\text{m}$ (多目的バンク)
入射波長: $\lambda=0.2\sim 8\text{\AA}$
格子長: $d=0.1\sim 125\text{\AA}$
d分解能: $\Delta d/d \sim 0.08\%$ (最高)



米村 雅雄
masao.yonemura@kek.jp

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」に係る共同研究による

BL10 中性子源特性試験装置 NOBORU 静 動 磁 透 元 物

サイエンス



線源特性評価に加え、機器開発、照射、分析等、幅広い中性子利用の場を提供
研究対象: 線源の特性評価や、中性子の粒子、波、磁石としての性質を利用した非破壊の3次元イメージング



前川 藤夫
maekawa.fujio@jaea.go.jp

仕様



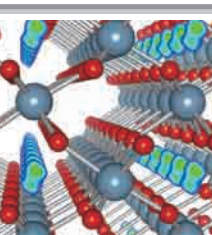
中性子イメージングに適したMLF最大のビームサイズ、メートル規模の実験装置を持ち込める装置空間と強固な遮蔽能力
飛行距離: $L_1=14\text{m}$
入射エネルギー: $E=\text{meV}\sim \text{MeV}$
パルス幅: $\Delta t_{\text{FWHM}}=11\text{ }\mu\text{s}/\text{\AA}$
ビームサイズ: $10 \times 10\text{cm}^2$ 、実験室空間: 幅 $2.5\text{m} \times$ 長さ $3.5\text{m} \times$ 高さ 3.0m



及川 健一
oikawa.kenichi@jaea.go.jp

BL11 超高压中性子回折装置 PLANET 静 動 磁 透 元 物

サイエンス



圧力による物質の構造変化を見る地球深部を分光器室内に再現する
研究対象: 高圧下における水素化合物の挙動、マグマの構造、高密度液体の構造、水惑星の内部構造
特徴: マルチアンビル装置による高温高圧発生(30万気圧, $2,000^\circ\text{C}$)
ナノ多結晶ダイヤモンドセルの導入
スーパーミラーガイド管による中性子の微小試料への集光



服部 高典
hattori.takanori@jaea.go.jp

仕様



超高压状態で結晶・液体の構造解析高波数領域までの高分解能・高効率測定
最大プレス荷重: $1,500\text{t}$ 、試料サイズ: $1\sim 10\text{mm}^3$
飛行距離: $L_1=25\text{m}$, $L_2=1.5\text{m}$
格子長: $d=0.21\sim 4.1\text{\AA}$
d分解能: $\Delta d/d < 0.5\%$
最大q値: $d_{\text{max}}=30\text{\AA}^{-1}$



有馬 寛
arima.hiroshi@jaea.go.jp

文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究「高温高圧中性子実験で探る地球の物質科学」(研究代表 東京大学 八木健彦)
文部科学省科学研究費補助金 学術研究成果「強力β/γ中性子源を用いた超高温物質科学の開拓」(研究代表 東京大学 藤村 之)による

BL12 高分解能チョッパー分光器 HRC 静 動 磁 透 元 物

サイエンス



高分解能で広くエネルギー・運動量空間を探索し、物質のダイナミクスを観測
研究対象: 固体中のスピン・原子・分子の運動
特徴: 高速回転フェルミチョッパーにより、世界最高分解能を実現し、高エネルギー中性子と小角散乱検出器の利用により、これまで到達不可能だったエネルギー-運動量空間へアクセスすることを目指します。



伊藤 晋一
shinichi.itoh@kek.jp

仕様



eV領域の高エネルギー中性子までを利用する高分解能フェルミチョッパー型分光器
飛行距離: $L_1=15\text{m}$, $L_2=4\text{m}$
入射エネルギー: $E=1\text{meV}\sim 2\text{eV}$
エネルギー分解能: $\Delta E/E \sim 1\%$ @ $E=0\text{meV}$
q分解能: $\Delta q/q \sim 0.5\%$
検出器バンク: $-30\sim 130^\circ$ (水平), $-22\sim 30^\circ$ (鉛直)

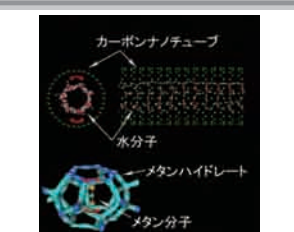


横尾 哲也
tetsuya.yokoo@kek.jp

高エネルギー加速器研究機構と東京大学による共同建設

BL14 冷中性子ディスクチョッパー型分光器 アマテラス 静 動 磁 透 元 物

サイエンス

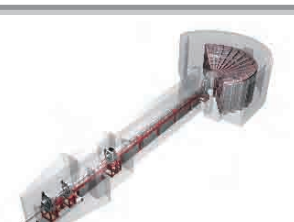


「おまねく照らす」、「おまた照らす」のアマテラスで、低エネルギーのダイナミクス解明はお任せ！
研究対象: 固体内部の格子振動や磁気励起、また、液体、高分子、電池材料、触媒内部の原子、分子の移動、振動、拡散現象
特徴: 低エネルギー中性子を用いた高分解能測定に複数エネルギー同時測定手法を加え、物質中の原子、分子、スピンのゆっくりとした運動を効率的に観測します。



中島 健次
kenji.nakajima@parc.jp

仕様



パルス整形高速ディスクチョッパーによる大強度・低エネルギー・高分解能のディスクチョッパー型分光器
飛行距離: $L_1=30\text{m}$, $L_2=4\text{m}$
入射エネルギー: $E=1\sim 80\text{meV}$
エネルギー分解能: $\Delta E/E \sim 1\%$ @ $E=20\text{meV}$
q分解能: $\Delta q/q \sim 1\%$
検出器バンク: $-40\sim 140^\circ$ (現在 $5\sim 112^\circ$ まで検出器取付済み) (水平), $-16\sim 23^\circ$ (鉛直)

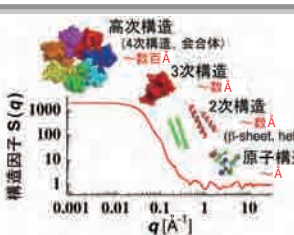


河村 聖子
seiko.kawamura@parc.jp

特定先端大型研究施設整備費補助金による

BL15 大強度型中性子小中角散乱装置 大観 静 動 磁 透 元 物

サイエンス



サブナノからミクロンスケールを広く見渡し、様々な物質の立体構造を解析
研究対象: 金属材料、ナノ磁性材料、ソフトマターや蛋白質およびそれらの複合体の構造解析、非平衡現象の解明
特徴: 高い空間・時間分解能での小中角散乱測定を最先端の偏極・集光中性子光学素子の利用により実現し、幅広い空間スケールの構造を解明します。



鈴木 淳市
suzuki.junichi@jaea.go.jp

仕様



大強度パルス中性子、大立体角検出器、最先端の中性子光学素子の利用による高効率、高精度観測
飛行距離: $L_1+L_2=20\text{m}$ (最大)
散乱角: $2\theta=0.2\sim 50^\circ$ (小中角バンク), $150\sim 175^\circ$ (高角バンク)
入射波長: $\lambda=0.5\sim 7.8\text{\AA}$
q領域: $q=5 \times 10^{-4}\sim 6.6\text{\AA}^{-1}$ (小中角バンク), $1.5\sim 15\text{\AA}^{-1}$ (高角バンク)
入射中性子偏極度: $P>99\%$



高田 慎一
takata.shinichi@jaea.go.jp

特定先端大型研究施設整備費補助金による