

CONTENTS

P2 中性子産業利用推進協議会の平成24年度の体制

P2-7 研究トピックス

P8 研究会活動報告／お知らせ

J-PARC登録機関としての利用促進業務2年目

総合科学研究機構・東海事業センター 藤井 保彦

一般財団法人総合科学研究機構 (CROSS) が、J-PARCの特定中性子線施設の登録施設利用促進機関 (登録機関と略称) に選定され、2011年4月1日にその利用促進業務を開始して1年が経過しました。特定中性子線施設とは、共用促進法で指定された物質生命科学実験施設 (MLF) の中性子共用ビームライン (現在5本) と、その実験のためにビームを供給する中性子源、さらに上流の陽子加速器である3GeVシンクロトロン、ライナックで構成される一連の装置群を指します。登録機関のミッションとしての利用促進業務は、中性子共用ビームライン (所有者はJ-PARC/JAEA) を利用する課題選定と利用者支援、さらにはJ-PARCの設置者であるJAEAとKEK以外の第三者が設置を希望する専用ビームラインの選定です。

共用促進法の下で運用される共用ビームラインは、第4期科学技術基本計画等の国の方針を踏まえ、国の抱える問題解決に資することが期待されていますので、基礎研究、応用研究、そして産業利用の広範な分野での優れた課題を選定するとともに、国際的な視点で研究の動向を的確に見極めることが重要です。このため、登録機関の最上位委員会として選定委員会

が設置されています。それと同時に、アウトリーチ活動等を通じて利用者の裾野の拡大を図ることも重要です。このため2012B期 (平成24年度後期) から、まずは文部科学省が推進する元素戦略の重点分野を指定した課題や、初心者の方々に対象としたトライアルユース課題の募集も行う予定です。

利用者の皆さんに充実したサービスが提供できるように、選定業務管理者としての場徹利用推進部長、利用者支援責任者として鈴木淳市利用研究促進部長、利用相談窓口ならびにアウトリーチ活動の推進役として2名のサイエンスコーディネーター、佐藤正俊 (学術分野担当)、福嶋喜章 (産業利用担当)、安全管理者として山下利之安全管理室長をはじめ合計48名のスタッフが対応いたします。

J-PARCに設置されている実験装置群は、自動車に例えれば世界最先端マシンのF1に当るもので、高度な専門性を有するプロフェッショナルな支援者により利用者の皆さんが安心して楽しめる運転が必要です。このため新利用技術開発や内外の研究者との積極的交流を通じて研究機能の強化を図り、登録機関のスタッフ自身が優れた研究者・技術者として、皆さんに高度な支援を提供する所存です。

中性子線による構造解析

富士フィルム株式会社 松井 高史

私は、長年、放射光施設での研究に携わり、近年はX線を用いた物質の構造解析に携わっています。X線は物質の様々な構造分析に対応できるもので、結晶であれば回折測定や材料中のドーパント測定、原子レベルの近接構造であればX線吸収微細構造 (XAFS) 測定、そしてアモルファス材料についてはX線散乱測定などが行えます。アモルファス材料はデバイス材料として近年盛んに利用されています。それは、大面積化に適していること、低温成膜が可能でフレキシブル基板への成膜に適用できるためです。アモルファスというと、原子の配列がランダムで、構造解析など意味がないように思えるかもしれませんが、実際には数十Å規模で、ある程度規則的な構造パターンである「中距離構造秩序」を有しています。しかし、原子位置のゆらぎが大きいアモルファスの原子配置から、材料特性に関わる構造パターンを抽出するのは一筋縄ではいきません。より精密な解析を行おうとすれば、スペクトルの情報量を増やす必要がありますが、X線では高角領域になるほど散乱強度が減衰し、解析に十分なS/Nが取れなくな

るといふ欠点があります。

中性子線は軽元素による散乱能が高く、水素原子の検出も可能であるなど、X線にはない特性があります。散乱角に依存して散乱強度が減衰しないというのも大きな利点であり、アモルファス材料の構造解析にはうってつけの量子ビームであると言えます。私は4年前に初めてJRR-3での実験に参加し、研究員の方々の手厚いサポートのもとで中性子線回折や散乱測定を行い、構造解析に対する中性子利用の利点について十分認識することができました。高強度かつ高エネルギー中性子が利用可能なJ-PARC/MLFは、アモルファス材料の構造、特性を制御する上で欠くことのできない実験施設になると期待しています。目下の悩みはX線に比べて、多量のサンプルを必要とすることですが、ビーム強度の向上や集光技術導入などで、この問題も緩和されるものと期待しています。この分野を始めてまだ経験の浅い私ですが、中性子線の産業利用促進に積極的に関わり、新たに手にしたこの量子ビームを機能性材料開発に有効に活用できるよう取り組んでいきたいと考えています。

中性子産業利用推進協議会の平成24年度の体制

平成24年4月1日付けで運営委員長代理であった田中隆治(株)サントリー顧問が星薬科大学学長に就任されることとなり、運営委員を退任されることになりました。それを受けて運営委員会と研究開発委員会幹事会の構成を見直しました。

運営委員会委員長代理には田中前委員長代理と同じバイオ関係からとし、前研究開発委員会副委員長の味の素(株)上席理事である鈴木榮一郎氏に委嘱することとしました。また、化学業界の会員数が多いことを考慮し、富士フイルム(株)執行役員R&D統括本部解析技術センター長である古屋和彦氏に運営委員を委嘱することとしました。

研究開発委員会幹事には、サントリービジネスエキスパート(株)技術開発本部植物科学研究所長である田中良和氏、精密機器業界からキャノン株式会社総合R&D本部分析技術研究部長である野間敬氏、非鉄金属業界から三井金属鉱業株式会社総合研究所評価解析技術センター長である田平泰規氏、化学業界から三菱レイヨン株式会社中央技術研究所基礎解析センターの赤井俊雄氏に幹事を新規に委嘱することとしました。

以上の結果、中性子産業利用推進協議会の平成24年度の体制は下記の通りとなります(敬称略)。

会長

今井 敬 新日本製鐵株式会社 名誉会長

副会長

庄山 悦彦 (株)日立製作所 相談役
内藤 晴夫 エーザイ(株) 社長
内山田竹志 トヨタ自動車(株) 副社長

会計監事

滝澤 廣照 (株)日立エンジニアリング・アンド・サービス 社長
富田 祐介 日本アドバンステクノロジー(株) 社長

顧問

有馬 朗人 武蔵学園 学園長

運営委員会

委員長：須藤 亮 (株)東芝 執行役専務
委員長代理：鈴木榮一郎 味の素(株) 上席理事

運営委員(50音順)

住友金属工業(株)	内原 正人
住友化学(株)	岡田 明彦
(株)日立製作所	長我部信行
エーザイ(株)	川上 善之
(株)東レリサーチセンター	石切山一彦
新日本製鐵(株)	日比 政昭
(株)豊田中央研究所	杉山 純
富士フイルム(株)	古屋 和彦

研究開発委員会

委員長：エーザイ(株) 川上 善之
副委員長：(株)ブリヂストン 大月 正珠
幹事(50音順)

三菱レイヨン(株)	赤井 俊雄
トヨタ自動車(株)	金子美智代
(株)東芝	佐野 雄二
サントリービジネスエキスパート(株)	田中 良和
住友金属工業(株)	谷山 明
三井金属鉱業(株)	田平 泰規
キャノン(株)	野間 敬
旭化成(株)	松野 信也

研究トピックス

●J-PARC

高圧下中性子回折で明らかになった新しいランタン水素化物の形成

日本原子力研究開発機構 町田 晃彦、服部 高典
高エネルギー加速器研究機構 大友 季哉

次世代クリーンエネルギーとして、水素は有力な候補の一つとして期待されています。水素ガスの大量かつ安全な貯蔵と輸送には水素貯蔵合金など水素貯蔵材料の高性能化が必要であり、その開発に向けた取組みがなされています。水素の吸蔵・放出には材料を構成する元素と水素との相互作用(結合状態)が大きく関わっています。そのため、吸蔵・放出過程に関わる水素と材料の結合状態の形成・切断過程に関する知見は重要な要素であり、その相互作用の解明が期待されています。

本研究で対象とした希土類金属は水素との親和性が極めて高い金属です。希土類金属は水素を多量に吸収して高濃度水素化物を形成することが知られおり、水素吸蔵合金の構成元素として広く利用されています。希土類金属では金属原子が四面体に配置したサイトと八面体に配置したサイトの2種類の隙間が存在し、この隙間に水素原子が入ることで水素が吸蔵されます。希土類金属では吸収された水素原子は初めに四面体サイトを一つずつ占有して2水素化物となり、さらに八面体サイトを占有してすべての隙間が埋められた3水素化物となります。八面体サイトだけが占有された1水素化物はバナジウムなどでは良く知られていますが、希土類金属では報告がなく、存在しないと考えられていました。

これまでに私たちの研究グループではSPring-8のBL22XUにおいて、代表的な希土類金属であるランタンの2水素化物(LaH₂)が11万気圧を超える高圧力下で金属格子の大きさが異なる2つのfcc構造の状態に分かれることを見出し、それらの格子体積から、一方は水素濃度が低い状態であると推測しました。これは高圧力を加えることで2水素化物が水素濃度の低い状態と高い状態とに分れるという興味深い現象です。圧力を下げると元のLaH₂単相の状態に戻ってしまうために回収試料での分析が不可能で、どのような状態ができていたのか未解明でした。高圧下での状態を明らかにするため、従来日本では困難であった10万気圧を超える高圧力下での中性子回折実験をJ-PARC/MLFのBL21 (NOVA)で行いました。LaD₂で実施した高圧下中性子回折と放射光X線回折の結果を比較したところ、低濃度状態のfcc構造の回折パターンの内、奇数で表される指数の回折線が観測されることが分かりました(図1参照)。これは、La原子とD原子の中性子散乱長が近い値のため、La原子とD原子がNaCl型に配列した結晶構造で説明できます。この構造は八面体サイトの全てにD原子が位置している構造です。本研究によって希土類金属でNaCl型I水素化物の形成が世界で初めて示されました。

高密度に水素が吸蔵された状態で格子間の水素がどのような状態を取り得るのかについては水素貯蔵の基本原則の理解に重要な課題の一つです。水素吸蔵合金の高性能化に

は水素吸蔵・放出特性に対しての水素と金属の相互作用の影響を知ることが重要ですが、希土類金属を一つのモデルとして高性能化に向けた基礎的な知見を与えると考えています。

本研究の一部は「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」のもと新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて行いました。

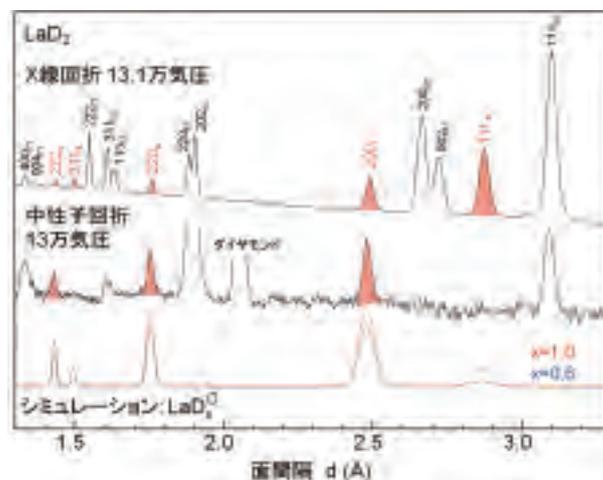


図1 高圧力下13万気圧におけるLaH₂の放射光X線回折パターンと中性子回折パターン。LaDの八面体サイトの重水素(D⁰)の占有率を変えて回折パターンのシミュレーションを行った結果、占有率が下がると実験結果を再現できないことが分かりました。

中性子回折を用いた岩石中のひずみ測定

日本原子力研究開発機構/J-PARCセンター 阿部 淳

J-PARCの物質・生命科学実験施設(MLF)に建設されたBL19工学材料回折装置「匠」は、工学材料中の応力ひずみ状態を中性子回折法により測定する装置であり、これまでに金属材料を対象にした測定が多く行われています。

工学材料というと金属材料が一般的ですが、高レベル放射性廃棄物の地層処分のような地下構造物建設あるいは地熱エネルギー・天然ガスなどの地下資源開発は、地下岩盤環境を工学的に利用するものであり、これらの実現のためには地下の応力状態の解析および岩石材料の力学的理解が必要です。これまでは室内実験に基づく岩石中の応力ひずみ状態の測定が重要な役割を果たしていましたが、試料表面のバルクなひずみ量しか得ることができませんでした。中性子回折による応力ひずみ測定を岩石材料へ応用すれば、中性子の高い透過能を活かして岩石試料内部のひずみ測定が可能であり、き裂先端部分などの微小領域のひずみ測定も可能です。

中性子回折による応力ひずみ測定を、岩石材料へ展開することを目指して、「匠」で一軸圧縮応力下にある岩石のその場ひずみを行いました(図1参照)。岩石試料には様々な岩種を用いました。測定の結果、中性子回折により得られたひずみから、岩石材料の結晶中にひずみが蓄積していること、また、岩種によってもひずみ発生挙動が異なることが分かりました。特に、空隙を多く含む岩石試料では、結晶に蓄積するひずみに比べて岩石全体のバルクなひずみ量が大きくなることが明らかになりました。これは、岩石材料に含まれる空隙の変形量が大きいことと、粒子の滑りに起因するものと考えられます。

「匠」を用いて、岩石材料中の応力ひずみ測定が可能になり、現在は、AE法などを組合せて、岩石材料中のひずみ発生挙動の解析を進めています。今後、岩石の力学挙動・破壊発生メカニズムの解明に繋がる情報や、岩石中の残留ひずみを解析することにより、地下の応力状態を評価するのに有益な情報が得られることが期待されます。

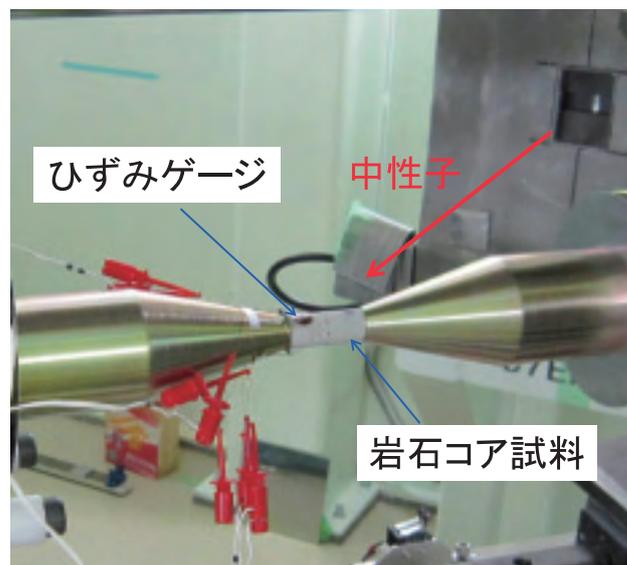


図1 「匠」における岩石コア試料の一軸圧縮試験の様子

茨城県 林 眞琴、森井 幸生
日本原子力研究開発機構 鈴木 裕士
(株)神戸工業試験場 齋藤 徹

中性子はラボX線や放射光と比較して侵入深さが極めて大きいのが特徴です。この特性を活かして各種構造物の溶接部内部の残留応力が測定されています。アルミニウムの場合、侵入深さが1,200mmにも達するため、最近では自動車エンジン部品の組立て応力の評価やエンジンプロック周りの铸造残留応力の評価に適用する試みもなされています。

自動車は燃費改善のためにさまざまな取組みがなされています。その1つが車体の軽量化です。中でもエンジンの小型軽量化は大きい効果を有します。エンジンの小型化のためには、エンジンプロックの大きさを1mmでも縮小することが重要です。その場合、最も強度信頼性上重要となるのはシリンダヘッドやシリンダブロック内部の残留応力です。エンジンプロック内部の残留応力測定においては2つの問題があります。1つはエンジンプロックが全長数百mmもあるため、従来の中性子入射ビームスリットではゲージ体積が大きくなってしまいます。このため、新たに入射ビームを縦方向に収束させるラジアルコリメータスリットを開発しました。2つ目は、アルミニウムエンジンは铸造されるため結晶粒が粗大で、かつ、集合組織が強いことです。回折に預かる結晶粒を多くするために試料を揺動させたとしても十分な回折強度を得ることができず、高い精度での応力が期待できません。今回、入射スリットに新開発の縦収束ラジアルコリメータを採用し、さらに、エンジンプロックを±5度揺動させて測定しました。測定状況を図1に示します。新しい縦収束スリットの採用により、スリット線から測定部まで500mmも離して測定が可能となり、2方向のひずみ測定を入射スリット位置を変えることなく連続で測定できるようになりました。

図2にエンジン中央部のシリンダ隔壁内の残留応力測定結果を示します。隔壁内部で引張り応力、隔壁表面で圧縮

応力となっています。隔壁全体の平均の残留応力は15MPaの引張り応力です。周方向応力が隔壁内において2次式で近似できると仮定すると、青線で示したようになり、シリンダ隔壁表面の残留応力は-130~140MPaと、十分に高い圧縮応力であることが分かりました。

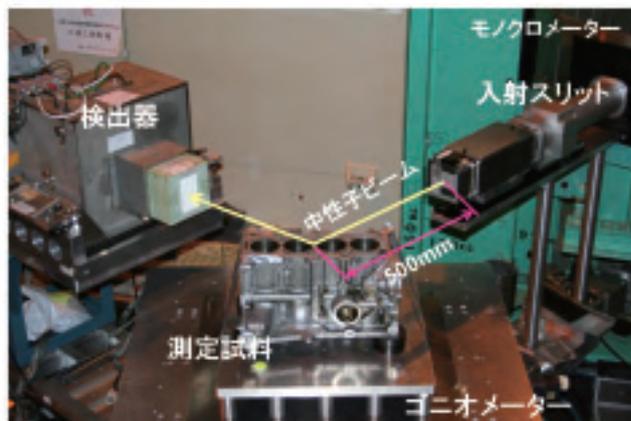


図1 アルミ合金エンジンプロックの測定状況

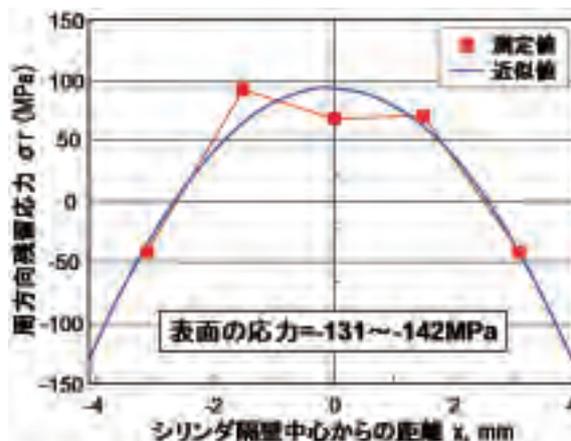


図2 シリンダ隔壁における周方向残留応力分布

燃料電池用電解質材料の構造評価

物質・材料研究機構 田中 喜典、金 濟徳、大野 隆央
日本原子力研究開発機構 脇本 秀一

余剰エネルギーの貯蔵による電力安定供給は、省エネ化を促進します。揚水式発電は信頼できる二次電池ですが、水に係る重力エネルギーを運動エネルギーへ変換し電力を得るため巨大になります。今日、高エネルギー密度や携帯性の観点から、質量・体積の小さな水素、リチウム等の異種物質間の移動を伴った化学エネルギーの貯蔵、変換システムが注目を集めています。

本研究では、水素の移動によって得られるエネルギー(ケミカルポテンシャルの差)を利用する燃料電池において、セパレーターとして使われる固体電解質とナフィオンを取り上げました。この物質は200℃付近まで機械的に安定ですが、プロトン伝導は通常加湿した状態で得られます。この伝導は、

水分子の作る水素結合のネットワークを介したGrotthussメカニズムとして知られ、媒体としての水の存在に依存しています。そのため動作温度は大気圧下で80℃以下に抑えられています。アレニウスの定理によると、動作温度を高くする、もしくは活性化障壁を低くすることによって拡散速度を高くでき、エネルギー貯蔵にとってハイパワーな特性を得ることができるようになります。

水の代替物質として沸点203℃の1H-1,2,3-triazoleイオン液体を用い、ナフィオンの温度耐性限界近くで動作させるという試みがなされており、本研究では、その可能性とメカニズムを第一原理MDによって明らかにすることを目的としました。このイオン液体の水素結合ネットワークを含めた構造の解析は、性能評価や開発指針策定に不可欠なため、実測値からの検証を目的に、中性子による解析を行いました。本来水素の非常に大きな非干渉性散乱を避けるために、水素(H)を重水素(D)に

置換して測定し構造を同定すべきでしたが、今回の測定は、骨格の構成元素である炭素(C)と窒素(N)の情報から分子間相関等の検証可能性について議論するに留まりました。図1に代替イオン液体の概略図、計算結果、ならびに、測定結果を示します。測定値はバックグラウンドの高いものとなりましたが、顕著な第一ピークが実空間換算約4.1Åの位置に現われています。このピーク位置は、MD解析の結果が示した、擬二次元的に配列した1H-1,2,3-triazol分子の重心の動径分布関数の第一ピークと重なり、C-C, N-Nのピークとも重なりました[1]。物性の理解は、構造に基づいた議論により深められるため、燃料電池用電解質材料に留まらず、エネルギー貯蔵材料開発には、水素位置の特定を含めた実験と理論の両面からの更なる丁寧な解析が必要不可欠な状況となっています。

なお、この研究は文部科学省委託事業“ナノテクノロジーを活用した環境技術開発プログラム”の助成を得て実施しました。

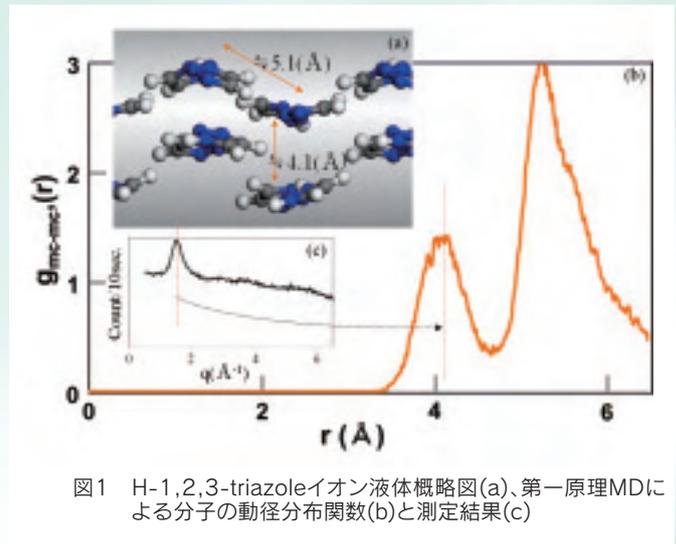


図1 H-1,2,3-triazoleイオン液体概略図(a)、第一原理MDによる分子の動径分布関数(b)と測定結果(c)

[1] ECS Trans, 35 (2011) pp.107.

中性子小角散乱による毛髪の構造解析

資生堂リサーチセンター

萩原 基文、八巻 悟史、藤山 泰三

資生堂リサーチセンターではシャンプー・トリートメントなどのヘアケア製品の開発を行っています。

ヘアケア製品は毛髪のダメージを修復したり、感触を向上させるもので、ヘアケア製品を開発する上で対象となる毛髪の研究は不可欠です。毛髪は直径100μmほどの細長い円柱形状で、その中にはケラチンタンパクと呼ばれる構造タンパクが存在します。この構造タンパクはマイクロフィブリルと呼ばれる集合体を形成し、毛髪内部に規則正しく配列しています。毛髪の物性・形状はマイクロフィブリルを始めとする毛髪の内部状態により決まっており、毛髪の内部状態を解析することは毛髪の研究を行う上で重要です。近年SPring-8のマイクロビームX線を利用した毛髪構造解析が盛んに行われており、毛髪内部の様々な知見が得られています。しかし、毛髪研究に中性子を利用した研究例はほとんどありません。本研究では中性子がX線に比べて軽元素の検出に優れるという特性を活かし、毛髪中の水の分布状態について、中性子小角散乱を用いて解析しました。

実験にはJRR-3の中性子小角散乱装置(SANS-J)を使用しました。健康毛髪を乾燥状態または所定の重水比率(重水の割合=1.0、0.75、0.5)に調整した溶液に浸漬し、毛髪内の水分分布について測定を行いました。図1に毛髪の繊維軸と垂直方向の中性子小角散乱の結果を示します。重水比率を変化させたとき $q=0.06 \text{ \AA}^{-1}$ 付近に散乱強度の変化が認められます。毛髪を水に浸漬したとき、水はマイクロフィブリルの間(約10nm)に浸透していくと考えられていますが、中性子小角散乱の実験結果からもこれを示唆するデータを取得できました。

本研究より中性子小角散乱を用いることで毛髪内に存在する水の分布を解析できることが明らかになりました。中性子はX線とは異なる特性を有する放射線であり、中性子小角散乱からはX線小角散乱とは異なる情報を得ることができます。そのため、今後中性子小角散乱は毛髪の基礎研究において新しい価値を見出す手法になることが期待されます。

最後になりましたが、SANS-Jの測定やデータ解析ではJAEA関係者の方々にご支援、ご教授をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

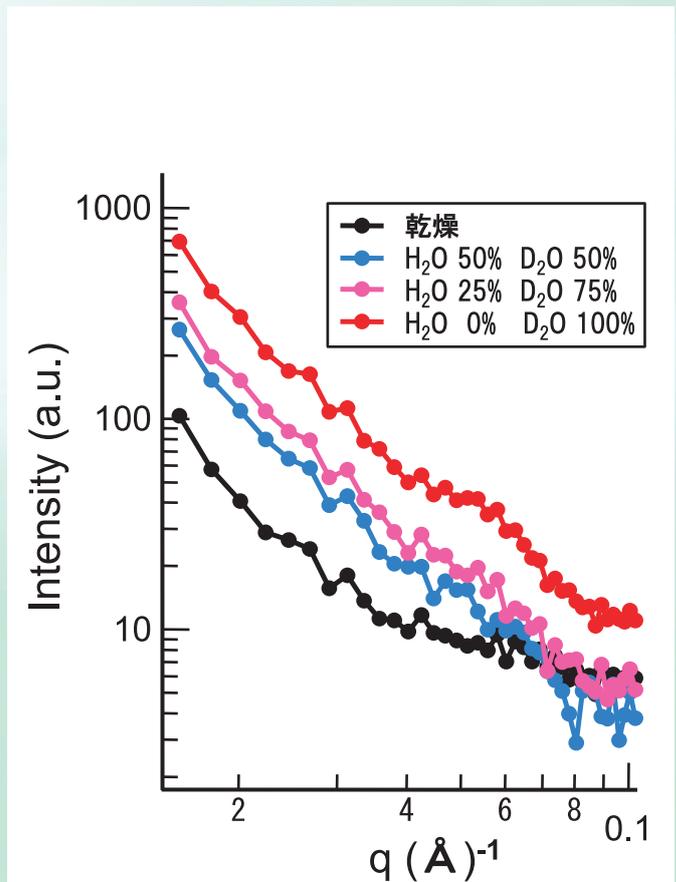


図1 健康毛髪の中性子小角散乱結果 (繊維軸と垂直方向)

●茨城県BL

火力発電所排ガスからCO₂を吸収する吸収液の中性子散乱解析

関西電力(株) 出口 博史
三菱重工(株) 山崎 紀子
山形大学 亀田 恭男

地球温暖化問題に対応するため、火力発電所の排ガスからCO₂を分離・回収する「化学吸収法」の開発に取り組んでいます。

化学吸収法では、排ガスをCO₂吸収液に接触させることによりCO₂を吸収液に吸収させ、その後吸収液を加熱することによりCO₂を脱離・回収します。この方式における大きな課題の1つは、多くのCO₂をすばやく吸収するとともに、少ない熱エネルギーでCO₂を脱離できる吸収液の開発にあります。しかしながら、吸収液は溶液系であり構造解析が難しく、このことが新吸収液を開発する上で1つの支障となっていました。

著者らは、第三世代の放射光施設“SPring-8”によるX線散乱手法とJ-PARCによる中性子散乱手法を併用し、CO₂吸収液の構造解析に取り組んでいます。中性子散乱法では、同位体間で散乱長が異なることを積極的に利用することで試料中の特定の元素の周辺構造を解析できます。本課題では、典型的なCO₂吸収液の1つであるモノエタノールアミン(NH₂CH₂CH₂OH)水溶液に対して、アミンの窒素原子を安定同位体の¹⁵Nに置換した試料(¹⁴N/¹⁵N = 0.3/99.7)と天然同位体比の試料(¹⁴N/¹⁵N = 99.6/0.4)を測定し、それらの差分をとることにより、窒素原子のみの周辺構造を解析しました。試料に水素(H)が多く含まれていると非弾性散乱の影響が強くなり、データの精度が低下しますので、試料は通常の水溶液(H₂O)ではなく重水溶液(D₂O)としました。

このようにして求めた窒素原子周囲の動径分布関数($G_N(r)$)を図1に示します。アミン分子内のN-D、N-C、N...Hに起因するピークが明瞭に現れています。X線の場合、N-CとともにC-C、C-Oのピークも現れます。これらの原子間距離は近いために互いに区別することは困難ですが、中性子同位体置換法では差分によりC-C、C-Oはキャンセルされ、N-Cのみを解析することが可能です。現在、CO₂吸収後のモノエタノールアミン重水溶液のデータと合わせ、原子間距離や配座の解析を行っています。

ここで紹介した結果は、BL20 (iMATERIA) を利用して測定したものです。課題申請にあたり森井幸生茨城県産業利用コーディネーターにご助言をいただきました。また、実験では石垣徹茨城大学教授にご指導いただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

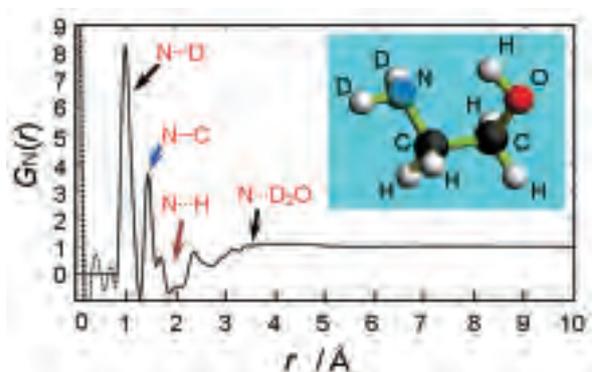


図1 モノエタノールアミン重水溶液における窒素原子周囲の動径分布関数とモノエタノールアミン分子の構造

iBIXを利用したアミロイド性タンパク質の中性子結晶構造解析

富山大学 医学薬学研究部(薬学) 横山 武司、水口 峰之
茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター
田中 伊知朗、新村 信雄

タンパク質を構成する原子の約半分が水素原子であり、タンパク質が触媒反応・機能的構造形成・分子認識などの役割を果たす上で重要な原子です。トランスサイレチン(TTR)はアミロイドーシスと呼ばれる疾患の原因タンパク質であることが知られており、TTRがアミロイド線維を形成して臓器等に沈着することで発症します。TTRがアミロイド線維を形成する過程では、TTRホモ四量体解離と構造不安定化が重要とされています。また、pHが低下すると四量体が解離し、アミロイド線維形成が促進されることが分かっています。これらの因果関係を解明するため、iBIXを用いてTTRの中性子結晶構造解析を行い、水素(プロトン)に関する貴重な情報を得ました。

iBIXで収集したデータを解析した結果、TTR内部に特徴的な水素結合ネットワークが形成されていることが分かりました(図1参照、水素結合は黄色点線で表示)。H88、T75、W79、S112、P113、水分子などが水素結合ネットワークに関わり、構造安定性に重要であることが分かります。この水素結合ネットワーク形成はH88のプロトン化状態に依存し、低pHではH88がダブルプロトン化されて水素結合ネットワークを維持できず、構造が不安定化することが示唆されます。また、この水素結合ネットワークに関わるS112とその近傍のY114はサブユニット間相互作用(A-D間)にも関わり、低pHでは水素結合ネットワークの欠如によって四量体が解離しやすいことも中性子構造から判明しました。H88がリジンに変異するとアミロイド心筋症を発症することが知られており、H88を中心とした水素結合ネットワークの維持がアミロイドーシス抑制に重要であることが伺えます。

中性子解析で得た情報は構造生物学的な知見だけではなく、

創薬への応用など様々な可能性を秘めていると考えられます。中性子解析結果は他のアミロイド性変異体研究に利用でき、現在使われている対症療法薬を発展させる基礎にもなります。また、水素原子を含んだTTR立体構造データを用いれば、より正確な力場を用いた量子化学計算を行うことができ、インシリコ創薬研究において有効と考えられます。この研究を機会に、アミロイド線維形成を完全に阻害する薬剤の研究開発を開始しました。今後もiBIXを活用した研究がさらに盛んになると確信しています。

本研究は茨城県受託研究(先導的研究)として、また、県プロジェクトテーマとしても採択されて行ったものです。この場を借りて茨城県関係者に深く感謝申し上げます。

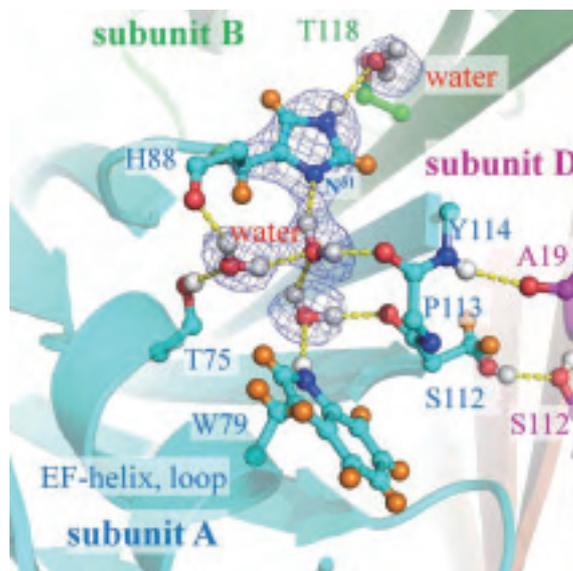


図1 TTR分子内の水素結合ネットワーク

●トリアルユース制度

剪断変形下におけるポリアクリロニトリル溶液のSANS解析

東レ株式会社 奥田 治己、林田 賢吾
東レリサーチセンター株式会社 岡田 一幸、中川 武志
山形大学 松葉 豪、富田 直人

工業的なプロセスにおいて剪断流動は普遍的な変形様式と言えます。そのため剪断流動下における高分子溶液や融液の構造変化について理解することは、工業的な観点からも非常に重要です。

高分子溶液等の解析に中性子散乱法を用いる利点の一つとして、重水素原子と水素原子の散乱断面積の差を利用して、高分子化合物の特性に影響を与えることなくコントラストを付与して解析が可能な点が挙げられます。

このことを利用した例として、平均分子量がそれぞれ異なる二成分のうち一方が重水素化された i-PP を用いた中性子散乱において、各成分が微細構造(シシーケバブ)のどの部分に取り込まれていくのかを検討した研究が最近報告されています¹⁾。このような知見は、結晶性高分子の特性発現との関係を紐解く上で、重要な知見であると言えます。

そこで、工業的に重要な非晶性高分子の一つであるポリアクリロニトリル(PAN)を用いて、剪断下における構造変化に関する基礎的な実験を行いました。試料として、重量平均分子量が約700の重水素化PANと30万のPANの重水素化ジメチルスルホキシド混合溶液を用い、剪断速度を種々変えたときの挙動を比較しました。

得られた散乱像が等方的であったため、円環平均をとり一次元化しました(図1)。散乱強度が全体的に弱く、詳細な解析を行うには実験系の改善が必要ですが、剪断速度が速くなるにつれて低角側の強度が高くなる様子が明確に観察されました。剪断付与により、溶液中の濃度揺らぎが増大したと考えています。

今後は、実験系を改良し、さらに詳細な構造形成過程を明らかにすることにより、マクロな物性発現との関係を明らかにしていきたいと考えています。

本研究は(財)放射線利用振興協会が運営する文部科学省「中性子利用技術移転推進プログラム」制度の下で実施しました。この場を借りて関係者に感謝申し上げます。

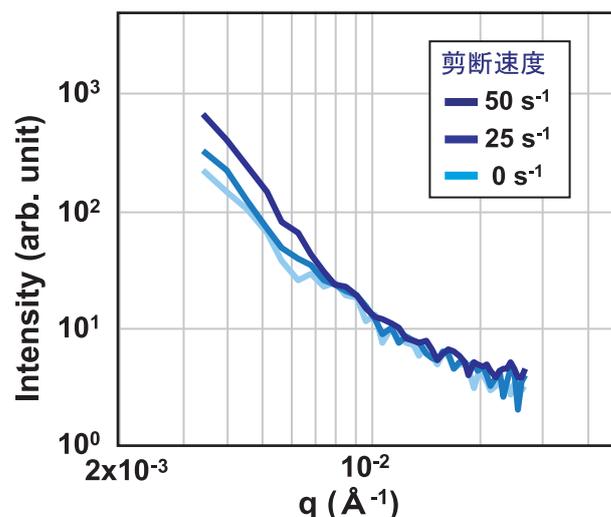


図1 剪断速度と小角散乱強度

1) Science, 2007, Vol.316, pp.1014

研究会活動報告

●ソフトマター中性子散乱研究会

3月28日(水)に研究社英語センタービルにおいて、茨城県中性子利用促進研究会の有機材料開発研究分科会、J-PARC/MLF利用者懇談会のソフトマター・反応分科会、および、SPRING-8 フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体と共催し、CROSS東海が協賛して「産業利用を目指した中性子が拓くダイナミクス研究」と

題してソフトマター第5回研究会を開催しました。午前中は、中性子非弾性散乱と中性子スピネコーの講義があり、午後には、主として放射光と中性子による準弾性散乱を利用した高分子材料のダイナミクスに関する研究トピックスの紹介がありました。

お知らせ

●平成24年度中性子産業利用推進協議会総会および平成23年度成果報告会

日時：平成24年7月26日(木) 13:00～17:30

場所：東京ステーションコンファレンス 6F

平成24年度の総会のおと、平成23年度成果報告会を開催します。報告会においては、施設側から、J-PARC/MLFとJRR-3、ならびに

茨城県BLの現状についてご紹介していただいた後、J-PARC/MLFを利用しての研究成果を4件紹介していただく予定です。多くの会員企業の皆さまのご出席をお願い致します。

●中性子産業利用推進協議会の平成24年度の分担金について

平成24年5月31日(木)に中性子産業利用推進協議会運営委員会と研究開発委員会幹事会の合同会議を開催致しました。席上、事務局より平成24年度の分担金を平成22年度、23年度に続いて10

万円に減額するとの提案があり、承認されました。平成25年度の分担金については、平成24年度の収支決算の状況を見ながら臨機応変に対応していきたいと考えています。

●中性子産業応用セミナーin大阪

日時：平成24年8月8日(水) 13:00～17:20

場所：大阪科学技術センター小ホール(8F)

茨城県と中性子産業利用推進協議会、CROSS東海が主催し、日本原子力研究開発機構とJ-PARCセンター、茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター、兵庫県が共催し、SPRING-8利用推進協議

会と、公益財団法人ひょうご科学技術協会が協賛して開催します。J-PARCの現状、ならびに、J-PARC/MLFに整備されている共用法装置や茨城県BLなどの産業利用に適した実験装置の概要と利用成果などについて8件の講演を行います。多くの会員企業の皆さまのご出席をお願い致します。

●第4回MLFシンポジウム・茨城県BL平成23年度成果報告会

日時：平成24年10月10日(水)～11日(木)

場所：日本科学未来館

J-PARCセンター、KEK物質構造科学研究所とCROSS東海、茨城県が主催し、中性子産業利用推進協議会やJ-PARC/MLF利用者懇談会などが共催し、高分子学会や日本金属学会、日本機械学会な

どが協賛して開催します。従来はMLFシンポジウムと茨城県成果報告会は別々に開催していましたが、より多くの産業界の皆さまに、学術成果から産業応用までの幅広い成果を聞いていただくために本年は合同で開催することにしたものです。是非多くの会員企業の皆さまのご出席いただき活発な議論をお願い致します。

●薄膜・界面研究会(予定)

日時：平成24年9月3日(月) 13:00～17:00

場所：研究社英語センター大会議室

中性子産業利用推進協議会や茨城県、CROSS東海が主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会などが共催し、「中性子反射率法の測定

原理と界面ナノテクノロジー」をテーマに開催します。反射率法の原理の講義に加えてJ-PARC/MLFのBL16 [SOFIA]の概要と研究成果などを紹介する予定です。

●残留ひずみ・応力解析研究会(予定)

日時：平成24年9月25日(火) 10:00～17:00

場所：研究社英語センター大会議室

中性子産業利用推進協議会や茨城県、CROSS東海が主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会などが共催し、「回折法による残留応力

測定」をテーマに開催します。午前中には回折法の基礎と回折法による残留応力測定と強度に関する講義を行い、午後には、中性子や放射光を利用した残留応力測定と強度評価に関する講演を7件予定しています。

中性子産業利用推進協議会 季報【12年・夏】Vol.15

発行日 2012年6月25日

発行元 中性子産業利用推進協議会

〒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2F D201

TEL:029-352-3934 FAX:029-352-3935 E-mail:info@j-neutron.com URL:http://www.j-neutron.com/