

Newsletter

Vol.01

フロンティアソフトマター開発専用ビームライン产学連合体
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1番1号
TEL 0791-58-1911 E-MAIL fsbl@spring8.or.jp
URL <http://fsbl.spring8.or.jp/>

2011/11

CONTENTS

FSBLニュースレター創刊にあたって

連合体代表 杉 原 保 則

FSBL連合体の船出まで

連合体前代表 岡 田 明 彦

FSBL建設に参加して

連合体運営委員会前委員長 櫻 井 和 朗

FSBL連合体参加19グループの
研究概要と展望

FSBLの現状と今後の研究活動

連合体運営委員会委員長 高 原 淳



FSBL
03XU

Advanced Softmaterial BL Consortium

FSBLニュースレター創刊にあたって

3月11日の東日本大震災や原発事故、それに経済界では円の実力以上の高騰や株価の急落で産業界だけではなく、全世界の人々の社会的価値観を大きく揺るがす出来事を、我々は連續して経験することになりました。これまで当たり前としていたことが、本当にこれでいいのかという課題を突き付けられたわけです。当たり前が当たり前でなくなり、「利便性」や「快適性」よりも「安全・安心」というコンセプトの社会づくりに、将来の方向性が見直されようとしています。



2010.2.4 竣工式

FSBLは約6ヶ月の準備期間の後、2008年2月14日に関西学院大学を含めた17企業グループで結成されました。その後、2グループの加入を受け、19グループで2010年2月4日、待望のビームライン竣工を迎えることとなりました。

FSBLはSPRING-8初の産学連携の専用ビームラインを活動の場とする組織として誕生いたしました。発足当時の苦労は並大抵ではございませんでした。参加企業グループの運営委員の皆様や学術の皆様、理研並びにJASRIの関係者の多くの方々の力を結集して作り上げられてきたといつても過言ではないと思います。FSBLが内外よりユニークであると評価いただいている点は、「官」が提供する大型放射光の高度な光源性能を駆使して、学術研究者の「知」と企業の研究者の「技」による高分子科学のさらなる発展と高分子新素材の開発を目指した活動をコンセプトとしているということです。

高分子材料の応用技術開発ツールとしての放射光の利用に革新をもたらし、まったく新しいコンセプトの材料が創成されるのではないかと大きな関心を寄せられるようになってきており、ビームラインの視察や見学依頼を多く受けるようになってきています。



取材対応の様子



FSBL連合体 代表
日東電工株式会社
機能設計技術センター
センター長 杉原 保則

現在、ビームラインが立ち上がってから1年半経過し、各企業グループの実験も本格化し、幾つかの大きな研究成果を出していただけます。これは、各企業グループ皆様のご努力は勿論のこと、学術の先生方ならびにFSBLを支援していただいている多くの皆様の多大なるご支援の賜であると感謝いたしております。また、产学連携・将来高度化委員会もスタートし、今後の連携展開や技術の高度化を実現させていくため、学術メンバーが主体となって取り組まれてきています。

そこで、皆様の研究成果を広く内外に発信し、活動に対する皆様のご理解やご指導ご鞭撻を賜りたいという思いから、今年度より研究発表会を開催し、今回は「安全安心社会を支える次世代ソフトマテリアルの開発動向と放射光」というテーマを掲げました。また、FSBLの諮問委員長でいらっしゃいました堀江先生のアドバイスをいただき、研究発表会に合わせてニュースレターを創刊する運びとなりました。FSBLホームページも含めFSBLメンバー相互間の情報交換や関係各位の皆様への継続的な情報発信をさせていただき、なお一層のご理解とご支援ご協力をいただけるようスタッフ一同願っております。



2011.3.5 第10回運営委員会

このニュースレター創刊号では、初回ということもあり、FSBL企業グループ皆様のご紹介をお願いいたしました。メンバー間の相互理解の一助としていただければ幸いです。また、FSBLの研究開発活動の現状や今後の展開、FSBLの成果概要や行事予定なども掲載しております。今後、誌面の充実化にスタッフ一同鋭意取り組んでまいりますので、今後とも皆様のご支援、ご協力をいただきますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

最後に、これまで、FSBLに多大なるご尽力をいただきました堀江一之先生に心より感謝申し上げますと共に、ご冥福をお祈り申し上げます。

FSBL連合体の船出まで

早いもので初代代表をお引き受けしたあの時から、はや4年が経過いたしました。当時、私は弊社前任者から連合体関係の仕事を引き継いだばかりでしたが、代表就任により、連合体の設立までに決定しておかなければならぬ事項を、各社の同意を得ながらタイムリーに決めていくことが使命として課されたわけです。学術メンバーと企業が研究グループを形成し、研究グループが構成単位となって連合体を形作るというユニークな組織はそのときすでに骨格が出来上がっておりましたが、決定を要する事項の中には連合体の体制の根幹に関わる事項があり、まだ各社のコンセンサスが得られていなかったこともあります。弊社東京本社に運営委員長の櫻井先生がいらっしゃって打ち合わせをいたしましたが、その時の記録を見ると、今でも当時の切迫した状況が思い起こされます。連合体協定書のひとつひとつの文言に関し各社の合意を得るため、JASRIにいろいろな資料の作成をお願いいたしました。その負荷たるや大変なものだったと記憶しています。JASRIの方々には大変お世話になり、特に担当下さった久保田さんには本当に感謝いたします。



2008.6.2 第2回運営委員会



2008.9.17 第3回運営委員会

連合体代表としての私の仕事といたしましては、FSBLの建設・運営に必要なSpring-8施設側との契約を締結すること、FSBLの建設資金を集めること、連合体の運営に必要なルールを制定することでした。建設資金に関しては、設備仕様をつめている段階でレアメタル価格が高騰したことに加え、続いて起こったリーマンショックにより企業側の環境が厳しくなり、予算の増加という選択肢が考えられなくなりました。そこで、予算削減のため、業者に対し値引き交渉を行うなど、企業人とはいえ普段研究者としては携わらないような仕事も経験させていただきましたし、JASRIの技術スタッフの方々には建設の細部にわたりてご尽力をいただき、特に担当の増永さんには大変なご苦労をおかけいたしました。一方、ちょうど新たに2社が連合体に参加することになり、予算面では大きな助けになりました。参加企業が増えることは、各企業グループに配分されるビームタイムが減ることを意味するのですが、大きな反対もなく参加が認められました。このあたりの経緯については、運営の初期の段階でつまずくのを避けるため、代表として、まず、各企業の意見を聞いて意見の相違を小さくし、連合体としての一体感を醸し出す点に留意したことが功を奏したと思



FSBL連合体 前代表
先端材料探索研究所
研究グループマネージャー
住友化学(株) 岡田 明彦

います。各企業グループ運営委員の皆さんのご協力の甲斐あって、予算面で破綻することなく設備の完成にこぎ着けて、本当によかったです。

ルールの制定・実施に関しては、設備購入ルール、資産管理ルール、安全の諸ルール等、連合体のスタートに必要なルールを制定し、都度参加企業グループの承認を得てきましたが、文言の整理修正等を行ってルールを完成させるまでは連合体事務局の福岡さんに非常にご苦労をいただきました。福岡さんがいなかったら、FSBL設備はできたとしても、今回のようにスムーズに利用期に移行できなかっただと思います。



2008.9.12 建設開始前の様子



2009.2.20 実験ハッチの完成

FSBLの完成までにはいろいろなことがありました。一つ残念だったのは、建設を無事故・無災害で完了することができなかったことです。企業の人間として、安全の確保は最優先・最重要の課題であり、今回のBLの建設でも当然それは守るべきことでした。災害そのものは微小なものでしたが、災害の程度は関係ありません。危険・有害要因を取り除き、利用期に入っても災害・事故を二度と起こさない不断の取り組みが必要で、私としても運営委員の一人として今後も取り組んでいきたいと思います。

最後になりましたが、運営委員長の櫻井先生にはあらゆる面で本当にお世話になりました。私は一足先に任期満了で代表を退任し、後任の日東電工杉原さんに引き継ぎましたが、櫻井先生にはさらに1年ご苦労をいただき、本当に大変だったことと思います。でも、私たちの前には大きな希望や期待があります。苦労を喜びに変え、これから得られる大きな成果を連合体の皆さんと共に享受したいと思います。



2008.8.23 実験装置仕様説明会



2009.5.12 第6回運営委員会

FSBL建設に参加して



FSBL連合体運営委員会 前委員長
北九州市立大学 国際環境工学部
教授 櫻井 和朗

ソフトマテリアル専用のビームラインが必要であると高分子研究者の強い思いと、JASRIの高田昌樹先生の産学連携によるビームライン建設への指導力が出会い、ビームライン建設への機運がようやく具体化し始めたのは平成18年でした。平成19年の2月には建設趣意書が承認されました。そのころ、趣意書を提案された、田代先生と高原先生から、「準備委員会の委員長として、建設にあたって、学術と企業のまとめ役をしてくれないか」と打診がありました。当時の私自身の仕事として、他のJSTのプロジェクトに参加し、新しい核酸医薬の開発が大きく進んでいる時期でもあり、放射光の分野で大きな実績を持っているわけでもなかったため、断るつもりでおりました。しかし、「企業と大学の両方で仕事をしたのは君だけだから」とのみなさま方からの強い推薦を受け、及ばずながら運営委員会委員長の任をお引き受けさせていただきました。



2008.9.4 FSBL建設キックオフミーティング



2009.1.29 実験ハッチ建設中の様子

引き受けてみると、JASRIの事務担当の方々と佐々木園先生（現京都工纖）がすべての書類や事務作業をしておられ、お神輿程度で良いのかと安心をしていましたが、平成19年8月にFSBLの準備委員会が発足し、岡田代表と杉原副代表の体制が決まる中、準備を進めていくと、専用ビームラインの性格が次第に明らかになってきました。それは、供用ビームラインと異なり、出資団体がJASRIとは独立に主体的に建設に関与し、ビームラインを運営する組織を作らなくてはならないということでした。連合体としての主体的な動きとして、平成19年11月に日東電工本社において、岡田・杉原・櫻井で会議を持ちました。連合体の法人格取得の必要有無、会計監査、工業所有権、予算、連合体事務局の設置など、連合体側で解決しなくてはならない、山のように横たわる未知の問題と仕事に暗澹たる思いをしたことを今でも思い出します。膨大な問題を、

JSARI事務担当各部署の方々に相談に乗っていただきながら、平成20年2月に、理研東京事務所で最初の産学連合体運営委員会の開催にこぎつけました。この時は、まだ連合体事務局が完全に立ち上がっておらず、会議の資料を準備するのが大変でした。

ビームライン建設の間も大小さまざまなトラブルが起きました。企業の集まり、公益法人のJASRI、独立行政法人の理研などの性格の異なる組織が共同して建設に関わっているため、その複雑さにもとづくトラブルも何度か発生しました。しかし、大きな事故や怪我もなく無事に建設が終わり竣工式にこぎつけた時は本当に胸をなでおろしました。いつもは出費に関して厳しい岡田代表が、「竣工式には鏡開きをする」と決められたときは大変意外でしたが、いくつかの厳しい判断をしてこられたのを側で見てきたので、私以上に安堵しておられると推察申し上げました。確かに、竣工式でのお酒の味は格別でした。



2010.2.4 竣工式での鏡開きの様子



現在の実験ステーションの様子

FSBLは産学連携の研究を任務としています。製品開発の現場で研究は地味で目立たないテーマが多く、即座に公にできない結果もあると推察します。しかし、我が国の高分子やソフトマテリアルの研究の高さを世界に向けて発信し、最先端の科学を行うのもFSBLの任務です。この任務は我々学術の側の担当です。さらに、FSBLに供されるX線源は公共であり、この部分の社会への還元を速やかに果たしていく責任が企業も含む連合体全体の任務でもあります。運営が始まってすでに2年、外から見える成果を発信していくことがこれからの課題といえよう。

旭化成グループの研究概要と展望

FSBLが稼動し始めて約1年半になります。FSBLが社内の材料開発に与えたインパクトとこれからの期待について記します。

材料開発において、“みる”ことは非常に重要です。近年、高分子に数10～数100nmの微粒子を添加することで機能向上を狙う材料が数多くありますが、こうした系では微粒子の分散状態が物性に大きな影響を及ぼすことが容易に予想されます。しかし、分散状態を定量的に解析する手段はほとんどなく、物性から分散状態を推定するしかありませんでした。最大観測サイズが1μmを超えるFSBLの超小角X線散乱（USAXS）により材料中の数100nmの構造（凝集サイズ等）を定量的に解析することが可能となり、推定ではなく事実に基づく材料設計が進みつつあります。代替解析手段がないため期待も大きく、これまでに10テーマ以上、試料数600点以上の解析を実施しています。

研究室とは比較にならない高輝度も魅力的です。エラストマーでは静置状態における構造解析だけではなく、変形時の構造変化とそれがどのように力学物性に影響するのかを明らかにすることが重要です。試料を一軸延伸しながら応力と小角&広角X線散乱を“その場”同時測定することにより内部構造変化とそれに対応する力学物性を解析することも行っています（写真）。

産学連携による研究成果も上がってきています。液晶エポキシ硬化課程について、エポキシ材料の専門家である関西大学・越智研究室、X線散乱の専門家である京都工芸繊維大学・櫻井研究室との協働により、これまで予想していなかった構造形成がなされることが明らかになりました。

ただ、こうした成果はFSBL稼動前から見通しをつけ準備してきた内容です。一方で、使ってみると当初は予想していなかった活用法も見えてきました。本当はもっともっと使えるツールなのに使いきれていないと感じています。他のグループの方々はいかがでしょうか？

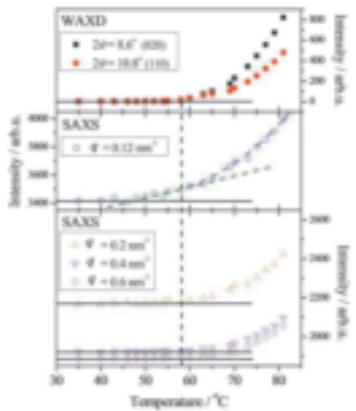
今後は各グループ間（学はもちろん、産も）で情報交換をしつつ、FSBLの真髄を活用し、外部にも発信していければと思います。

あまりにいろいろ使えるようになるとビームタイムの不足が深刻化してきそうですが…。



関西学院大学グループの研究概要と展望

関西学院大学は19社の中で唯一、企業として産学連合体に参加している大学です。関西学院と言えば特に近畿圏では“関関同立”という言葉と共に時計台とその前面に展開する広い芝生を思い浮かべられる方もおられるかと思います（映画「阪急電車」でも口に使われました）、理工学部は時計台のある西宮市ではなく、車で一時間ほど離れた神戸三田キャンパスに位置しております。関学とX線とのかかわりとしては理工学部の前身である理学部の初代学部長仁田勇教授の存在を抜きにしてそれを語ることはできませんが、その理学部を母体とする理工学部が今回FSBLに参加したことには単なる偶然以上のものがあると思われます。関学におけるFSBLプロジェクトはSPring-8を利用している7研究室を中心に推進されていますが、ここでは最初に測定されたデータを紹介させていただきます。図はポリヒドロキシブタン酸（PHB）とポリヒドロキシスチレン（PHS）のブレンド試料のSAXSとWAXS強度の時間変化を示したものです。PHBは硬さともろさにより成形加工等の問題点を有しておりますが、PHS少量添加により結晶化度等のパラメーターが大きく変化するため、PHSブレンドは物理特性改善の手段になり得ると考えられます。今回、ブレンド試料で結晶化に先行して相溶的な状態から比較的大きなスケールでの密度揺らぎが生じていることがわかりました。この系では三種類の水素結合が競合しながら多彩な構造形成が実現されているのですが、密度揺らぎの結晶化温度依存性についての定量的なデータにより各々の水素結合の役割について、今後より踏み込んだ解釈が可能になるものと考えています。最後になりますが、関学グループではFSBLのアンジュレーターの特性を活かした特徴のある研究と大学の使命としての高度な大学院教育を推進することで、スクールモットーであるMastery for Serviceの実現を図りたいと考えます。また産学連携についても連合体の企業と共にFSBLを仲立ちとした新しいタイプの産学連携モデルの構築を目標として努力していきますので、今後ともよろしくお願ひいたします。



キヤノン・京大グループは「液晶及び微粒子分散材料の構造研究」という課題で様々な材料の構造とその特性との関係を調べています。

研究目的の第一は液晶の秩序構造の形成機構を解明することです。ある種の液晶混合系は温度と濃度の変化に応じ、いろいろなミクロ構造を示します。そのサイズや周期性を特定し、形成機構を解明することができれば、新しい特性を持ったソフトマター構造を創造する手掛かりになります。実験ではガラスキャビラリーや薄膜ガラスサンディッシュセルに液晶混合物を入れて、温度を制御しながらX線小角散乱の測定を行い、長周期構造の有無とその周期長、周期長の温度変化と濃度変化、配向変化を調べています。FSBLは短時間で高品位のデータが取得できるので、構造のダイナミックな変化を追跡するのに適しています。今後は、X線マイクロビームの利用によって、構造の揺らぎについての分析も実施します。（写真はX線小角散乱測定用温度制御電気炉です。左側から来たX線ビームが孔の中にある試料に当たり、発生した散乱X線が右側の真空バスを通過して検出器に導かれます。）

研究目的の第二は微粒子分散材料のミクロ構造を解明することです。微粒子分散材料とはその物性値を制御する目的で高分子材料などに微粒子を分散させた材料です。粒子の分散状態のわずかな変化により、物性値が大きく変化する場合があります。物性には機械的、熱的、電気的なものがあり、それらの制御は材料の応用上非常に重要です。X線小角散乱によって高分子材料と微粒子の微細構造を分析しています。現在はモデル試料により分析条件を検討している段階ですが、将来は製品に使われる機能材料について分析し、新製品開発に役立つ情報を獲得することを目指します。

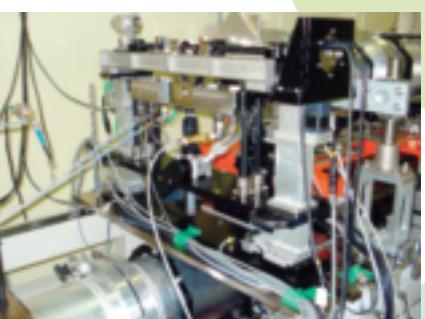


クラレグループの研究概要と展望

レーション事業からスタートしたクラレは、酢酸ビニル系樹脂、熱可塑性エラストマー、人工皮革、高耐熱性ポリアミド樹脂等の多くの機能性高分子とそれらからなる多様な製品群を提供する企業へと成長しました。高分子材料の研究開発にとって、結晶構造や相分離構造、またその高次階層構造を理解して制御することは往年の課題です。輝度・指向性に優れた第三世代放射光施設による高度なX線構造解析手法は、特にここ数年で、企業の研究開発にとっても必須の評価手段となっていました。このような背景のもと、専用ビームライン建設プロジェクトへの参画は大変魅力的であり、本格利用がスタートした2010年から社内でも多くの期待が寄せられています。

近年の企業研究開発では、産官学の繋がりを意識したオープン・イノベーションによって研究開発を大幅に向上させることが重要となっています。研究開発の基盤である構造・物性評価においてもそれは同様であり、特に先端高度な放射光X線構造解析は学術の力なくしては有効に使いこなすことができません。そこで、クラレグループでは、バルク体から薄膜材料のあらゆる高分子材料とそれらへの研究手法を広く深くカバーする目的で、櫻井和朗教授（北九州市立大学）、秋葉勇准教授（北九州市立大学）、田代孝二教授（豊田工业大学）、高原淳教授（九州大学）、鳥飼直也准教授（三重大学）、古賀忠典准教授（Stony Brook University）に学術メンバーとして参画いただいています。学術的および産業的価値のある成果を生み出すために、今後、一層の協同体制を築くことを目指しています。

これまでに、結晶性高分子フィルムの水中延伸挙動の観察、せん断下昇温過程のブロック共重合高分子の構造観察、熱硬化性樹脂ブレンドの硬化過程の観察、高分子／無機ナノコンポジット薄膜の凝集構造解析、温度ジャンプによる結晶性高分子の等温結晶化観察、などの放射光の特長を活かした実験に挑戦してきました。高度な実験に必要な専用装置（図）の開発にも力を入れています。これまで未解決であった多くの研究開発課題に対して答えを導くために、クラレグループでは産学協同でビームラインの活用を目指します。



昭和電工グループの研究概要と展望

私共のグループでは、現在、広島大学の彦坂特任教授と岡田客員准教授とサンアロマー(株)が連携して進めているポリプロピレンの結晶化と高次構造に関する課題を中心に据えて研究を推進しています。ポリプロピレン(PP)は典型的な汎用高分子であり、その製品は、用途分野やその要求特性に応じて、原料PP、添加剤、成形方法等が異なり、その違いに応じて多種多様な高次構造を有しています。物性は高次構造によって左右されますので、これを十分に把握し発現メカニズムを解明して原料や成形方法等へ迅速にフィードバックすることが、高性能PP材料の開発につながります。

彦坂先生、岡田先生を中心とするチームはPPを用いて、過冷却融液を押しつぶすことにより伸長結晶化することに成功しました。その際に、ある臨界の伸長ひずみ速度(ϵ^*)以上で新形態の「ナノ配向結晶体(Nano-oriented crystals, NOC)」が生成して高性能高分子材料となることを発見したことから、「融液伸長によって液晶的になった“配向融液”が局的に実現して核生成と成長が加速されてNOCが生成する」というNOC生成メカニズムを提唱しています。

BL03XUのアンジュレーター光源が細くて高輝度であるという特性を活かした最近の成果として、X線小角散乱(Small angle X-ray scattering, SAXS)とX線超小角散乱(Ultra small angle X-ray scattering, USAXS)を用いた観察から、「 $\epsilon > \epsilon^*$ では、ナノ結晶体のサイズ(d)が ϵ に依らず一定である(Fig.1参照)」という結果を得て、上記のNOC生成メカニズムを検証したことが挙げられます。NOC生成制御による高性能高分子材料の創製へと発展することが期待されます。

今後、私共のグループでは、長崎大学の小椎尾准教授、さらには東京工業大学の戸木田准教授等と昭和電工(株)の連携を深化させて、延伸過程におけるポリウレタンエラストマーのミクロドメイン構造変化に関する課題など、上記以外の課題においても、昭和電工の目指す個性派材料開発の一環として、BL03XUの特徴を活かしてその形成・展開を図って参ります。

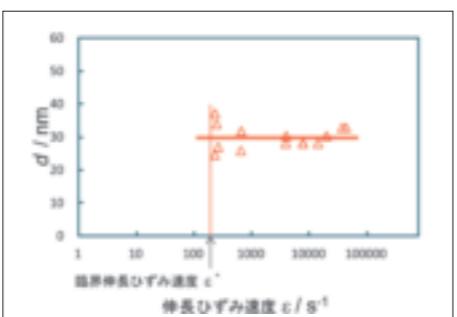
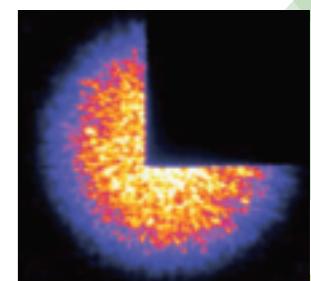


Fig.1 iPPの $\epsilon > \epsilon^*$ における結晶サイズ d の伸長ひずみ速度に対するプロット。

住友ゴムは、タイヤを初めとする様々なゴム製品の開発・販売をしております。ゴム材料は、ポリマーを主とし、カーボンブラック・シリカなどの充填剤(ナノ粒子)や様々な添加剤により形成される構造や相互作用が複雑に関係し物理特性を発現しています。さらにゴム材料を高機能化し、環境や社会的ニーズに対応した製品を開発するには、ゴムの中に形成された複雑な構造を明らかにしコントロールすることが重要となってきます。そこで住友ゴムでは、2001年よりSPring-8の高輝度・高平行なX線の特徴を活かし、様々な研究を産学官連携*により実施してきました。

FSBLでは東京大学大学院新領域創成科学研究科 雨宮慶幸 教授・篠原佑也 助教との産学連携による住友ゴム研究グループを結成し、2D-USAXS,SAXS(二次元極小角X線散乱法、小角X線散乱法)による高分子中のナノ～ミクロンスケールにおける階層構造解析や物性との同時計測による精密解析を実施しております。さらに、当研究グループでは、FSBLの高輝度なアンジュレータ光源の特徴を活かした研究としてXPCS(X線光子相関分光法)の検討を進めています。XPCSはX線を用いた動的光散乱であり、図に示すように準コヒーレントなX線を用いたスペックル状の散乱像の計測が必要で、FSBLの高輝度X線を活かすことのできる手法の一つと言えます。XPCSはナノ粒子ダイナミクス観察を通じてナノ粒子充填ゴムのミクロスコピックなダイナミクスを測定できる手法であり、他の手法では得られない情報を得ることができます。つまり、2D-USAXS-SAXS法における構造研究と組み合わせることで、ゴム中の構造をどのように制御すれば特性を向上させることができるのかダイナミクス計測を通じて予測することが可能となり、製品の開発スピードをアップしていきたいと考えています。現在、FSBLの高輝度X線を活用する光学系検討ならびにXPCS用の検出器開発を進め、実用化に向けて産学連携により研究を進めています。

*兵庫県地域結集型共同研究事業、JST



住友化学グループの研究概要と展望

住友化学は、「創造的ハイブリッド・ケミストリー」を掲げ、100を超えるグループ会社とともに基礎化学、石油化学、情報電子、健康・農業関連事業、医薬の5事業分野にわたり、人々の暮らしや産業を支える製品をグローバルに供給しています。住友化学が研究開発において基本戦略としているのは、基盤技術の充実や、精密高分子加工、機能性染料・顔料、結晶構造制御、焼成、高分子機能設計、バイオ、キラル化、触媒といったコア技術ですが、これら異分野技術の融合によって、より付加価値の高い製品・技術の開発につなげ、「創造的ハイブリッド・ケミストリー」の実践をめざしています。

さらに研究開発の成果を高い効率とスピードをもって事業化するため、国内外の大学や異業種企業との連携にも積極的に取り組んでいます。FSBLにおいては東京大学の雨宮教授、豊田工業大学の田代教授とともに住友化学研究グループを結成し、世界最高レベルの高輝度・高安定性を誇るSPring-8のX線源を共同で利用しながら、基盤技術開発の一環として高分子材料のナノ・ミクロ構造を解析する技術を確立することを目標に研究を行っています。

実験としては、高分子薄膜を測定対象とする第一実験ハッチと、高分子材料の加工装置を持ち込んで高分子材料の成型加工プロセスを「その場」測定することが可能な第二実験ハッチの機能をそれぞれフルに活用することを目指して検討を行っていますが、昨年度は利用の初年度として、第一ハッチでは有機EL材料、有機トランジスタ材料など、厚みがナノメートルオーダーの有機薄膜材料の測定の基礎的検討を行い、また第二ハッチでは「マイクロビーム」と呼ばれるミクロンオーダーに細く絞られたX線を用いたプラスチック材料の微小部の測定や、赤外-X線回折の同時測定を実施し、FSBLの持つすばらしい性能の一端を実感したところです。

住友化学研究グループは、FSBLの性能の優位性を最大限に活用し、今後、本設備から得られる新しい知見を材料の高性能化に活かし、革新的な、全く新しいコンセプトの材料の創成を目指します。



住友ベークライトグループの研究概要と展望

当社では実験室レベルの装置では解析できない問題が殆どであったために、X線散乱解析の実績がそれほど多くありませんでした。シンクロトロン利用についても当初は懐疑的な見方がありました。しかしシンクロトロンでの経験が増えるに従い徐々に社内の認識が変化してきました。今回のFSBLへの参加を機に堀江先生や柴山先生、増渕先生のアドバイスを受けながら、社内に研究会を立ち上げ普及活動に努め散乱解析人口を増やしてきました。

FSBL参画後、我々はまず技術開発に焦点を絞り、測定・解析・評価手法の確立を優先しました。その結果、第一ハッチのすれすれ入射X線回折・散乱法(GI-SWAXS)、第二ハッチの透過型X線回折・散乱法(SWAXS)に関する諸技術を奥田先生や西野先生をはじめとする学術の先生方のご指導により確立し、連携分析会社に移管することが出来ました。

次に評価技術の実用化を目指し「材料開発に活かしうる評価技術」を目標に掲げました。GI-SWAXSではナノスケール薄膜の構造特性と必要性能との関係を明らかにしました。その中で特徴的なのはポリエチレングリコールに代表される結晶性ポリマーは100nm以下の薄膜にすると界面の影響により分子の運動性に変化が生じることで通常は無配向なプロセスにおいても特異な配向状態を示すことが明らかになりました(図1)。その結果は高機能フィルムの開発に繋がります。

さらに、特殊な超高速延伸機を自作し、製品の成形過程(高速熱延伸や押出)における構造形成をモデル的に観察することができるようになりました。その結果、動的緩和プロセスを制御することで新しい準安定な機能を付加する試みに成功しつつあります。

当初社内で想定していた解析対象・解析手法についてはほぼ予定通りの進捗で実現しつつあります。今後の方向ですが、社内実績を増やして行くのは勿論、当初想定していなかった成果を出してこそ差別化技術であり開発競争に貢献できます。そのためには、これまでどちらかと言えば企業の指導をもっぱらお願いしてきた学術メンバーの先生方に自由な発想で利用して頂けるビームタイム割合を産学連携の輪の中で増やしていくことにより、オリジナルな対象や方法が生まれてくると考え、その具体化を模索しています。

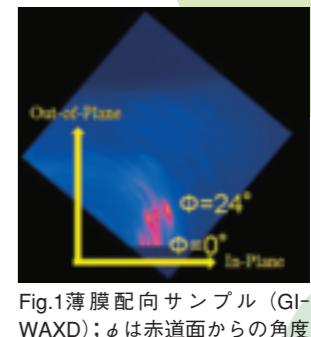


Fig.1薄膜配向サンプル(GI-SWAXS); ϕ は赤道面からの角度

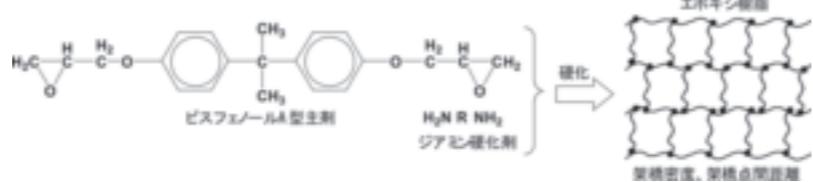
デンソーグループの研究概要と展望

近年の自動車業界では、燃費向上のための部品の小型軽量化や排ガス抑制のためのエレクトロニクス化が進展しています。これに伴い使用される材料は金属から樹脂に変わり、エレクトロニクス部品は小型高密度化が進み、接合方法は従来の金属接合から接着接合に変わりつつあります。一方自動車部品は高度の信頼性が要求され、接着接合においては初期の接着強度と長期寿命の両者が必要となります。

デンソーでは2001～2007年にNEDO「精密高分子技術プロジェクト」に参画した際に、九州大学先導物質化学研究所高原教授との共同研究で初めてSPring-8の放射光を利用する機会を得ました。被着体である樹脂にGIXD法を適用し、10nm領域の表面凝集構造と接着性との関連を明らかにすることができます。このNEDOプロジェクト成果により2011年9月に第9回産官連携功労者表彰（経済産業大臣賞）を共同受賞しています。

プロジェクト終了後FSBL産学連合体に参画し、引き続き放射光を利用した産学連携を高原教授のグループと継続しながら、接着性発現に必要な高分子材料の表面構造および図に示した接着剤の架橋構造を明らかにすることを目的として研究を行っています。

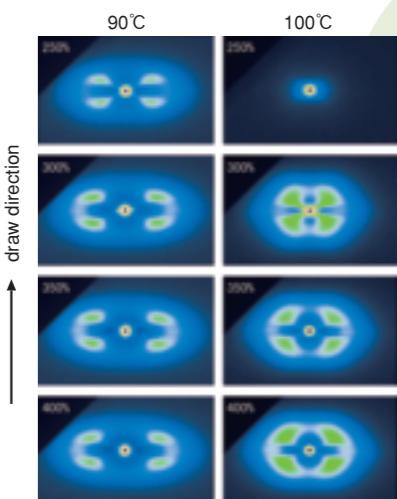
学術メンバーである九大先導研 高原教授のグループは放射光小角散乱（SAXS）による高分子溶液中の分子鎖形態の研究、SAXS・広角X線回折による高分子固体の高次構造解析などの基礎研究を進めています。またGIXD法では高分子固体薄膜表面の構造解析を行い、表面物性との関連を議論しています。これらの手法をデンソーにフィードバックすることにより新規な材料開発へつながることを期待しています。将来的には放射光を用いた表面のダイナミクスの評価方法を確立するとともに、ソフトマテリアル界面の構造・物性の関係を明らかにし、自動車部品産業に有用な知見を提案する計画です。



東レは、高分子化学、有機合成化学、ナノテクノロジー、バイオテクノロジーの4つのコアテクノロジーを軸に、“Innovation by Chemistry”をコーポレートスローガンとして、新素材、ナノマテリアル・ナノプロセス、バイオの技術イノベーションを起こし、成長分野である情報通信、自動車・航空機、ライフサイエンス、環境・水・エネルギーの4領域に向けて新しい価値の創造を行うことによって、社会への貢献を目指しております。SPring-8 FSBLでの東レグループは、東レと東レリサーチセンターおよび大学の产学研同チームで構成されており、FSBLでは高分子のナノ構造を解明して、新素材創出に結び付けることを目標に進めております。

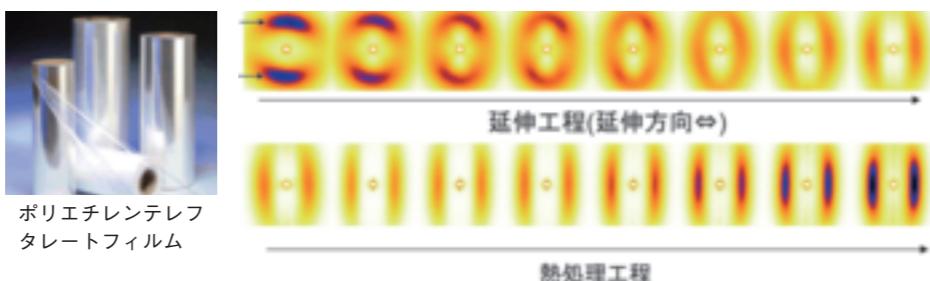
我々のグループでは、種々の工業材料に適用されているポリエチレンテレフタレート（PET）の延伸フィルムを題材に延伸による構造形成の解明を行っております。延伸温度・倍率を変えて作製した試料について、小角／広角X線散乱の同時測定を行い、従来のラボスケールの測定を超える非常に鮮明な小角X線散乱像を得ることができました。散乱像は延伸で生成した結晶ラメラ構造を反映していると考えられます。高い延伸倍率における中心散乱近傍にX字状散乱や延伸温度100°Cにおけるシャープなエッジを持つ四点散乱像という新たな特徴を見出すことができました。現在、小角X線散乱像のシミュレーションを行なながらラメラ構造の解析を試みており、延伸に伴う構造形成過程の解明を行う予定です。

東レ独自のナノ構造制御フィルムは、プロセス条件や異種ポリマーを用いたナノアロイにより高分子の高次構造を制御する技術であり、高分子の力学特性や熱特性などの基本特性を飛躍的に向上させる技術として研究されています。FSBLで得られた延伸過程に伴う構造形成の知見がその制御ポイントを明確化して、高剛性、耐熱性、柔軟性、耐久性などの新機能を付与した新製品開発が加速されることが期待されます。今後、高機能繊維・樹脂の構造解析にも広げてナノ構造制御技術をさらに発展させ、高い機能性を有する製品開発に役立てていくつもりです。



東洋紡グループの研究概要と展望

東洋紡グループは、豊田工业大学 田代孝二教授、九州大学 高原淳教授、京都大学 竹中幹人准教授と東洋紡績株式会社（以下、東洋紡）で構成する産学連携グループです。東洋紡は、繊維、フィルム、機能性樹脂、フィルター類、分離膜、医用器材、診断薬用酵素など多様な製品を提供する素材メーカーです。東洋紡グループでは、現在、BL03XUの強力な光源を利用して、高分子材料の成形加工（例えば繊維やフィルムの製造工程）での構造形成を「その場」観察して解明すること、細く絞ったX線ビームを試料のごく一部に照射して部位による構造の違いを明らかにすること、X線を表面すれすれに入射して厚さ数十ナノメートルの薄膜の構造を明らかにすることなどに取り組んでいます。下図は、ポリエチレンテレフタレート（PET）の一軸延伸フィルムを、加熱下で両端をつかんで引張る過程（延伸工程、上段）と、延伸後に温度を上げて熱処理する過程（熱処理工程、下段）での構造変化を、小角X線散乱によって5秒間隔で追跡した結果です。PETの結晶に由来する散乱ピークは延伸初期には紙面に対して上下方向に現れていますが、延伸に従って紙面左右方向（延伸方向）に変化しています。また熱処理工程では散乱ピークの強度が強くなっています。このような製造工程での結晶構造の変化の様子を知ることで、製品の性能を向上させるヒントが得られると考えています。PETフィルムは、液晶ディスプレイや太陽電池などの製品に多く使われており、放射光を利用した研究を通じてさらなる性能向上を目指します。



日東電工グループの研究概要と展望

材料の機能とミクロな構造とは密接な関係があることはよく知られています。材料に望みの特性を発現させるためには、材料の構造を精密に評価し、制御する必要があります。高分子材料の構造を精密に評価するためにはいくつかの課題があります。それは高分子材料には、①広い長さスケールで複雑な階層構造をもつ②表面とバルクで大きく構造が異なる③製造・加工工程あるいは使われる環境によって大きく構造が変わる、といった特徴があります。

我々のグループでは、SPring-8の放射光を使った構造解析技術を高度化することで上記のような特徴をもつ高分子材料の構造を精密に評価できるのではないかと期待しています。①に対しては、小角X線散乱（SAXS）と広角X線回折（WAXD）の同時測定によりサブナノメートルからマイクロメートルの広い長さスケールでの構造を捉えることができます。②についてはSAXS/WAXD同時測定に、斜入射X線散乱法を組み合わせることによって表面とバルクの構造を切り分けて評価することができると思われます。また③については製造・加工工程を模した装置を作り実験ハッチに持ち込んで、BL03XUのアンジュレータからの輝度の高い放射光をプローブとして、プロセス中での“その場観察”が可能になると期待しています。

現在行っている研究は主に、第一ハッチにおいては種々のホモポリマーあるいはブロックポリマー塗膜、薄膜の構造形成過程のその場観察に向けた予備検討、第二ハッチにおいてはフィルム延伸過程での構造変化あるいは結晶性高分子の溶融・結晶化過程のその場観察です。そのため例えば図に示すようなハッチ内に持ち込むことができる延伸機を製作して実験をおこなっています。その他にも試料を加熱・冷却できる試料ホルダーや、溶融状態でシェアをかけることができる装置などを保有しています。

今後も学術チームと協力してアンジュレータの輝度の高いX線をフルに活用し、より実際のプロセスに近い条件下での観察技術の高度化に取り組みます。それにより材料が機能を発現するまさに“その場”を観察することで機能性材料の開発に寄与していきたいと考えています。

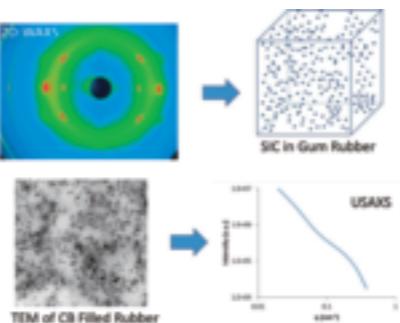


ブリヂストングループの研究概要と展望

（株）ブリヂストン 中央研究所 北村祐二、比嘉友紀
広島大学 総合科学研究所 彦坂正道、岡田聖香／京都大学 化学研究所 金谷利治

ブリヂストングループでは、タイヤ用ゴム材料をはじめとする高分子複合体の構造と物性について研究を行っています。一つ目は、伸長結晶化（SIC）に関する研究です。多くのタイヤに使われる天然ゴムは、伸ばすと結晶化する事が知られていて、このSICが物性向上に寄与していると考えられています。我々はタイヤの使用状況を考慮し、ゴムを変形させながらSICを解析しています。図の左上は二次元WAXS像の一例で、これを解析して得られたSICの様子を模式化したものが右上の絵です。内部に沢山の微結晶が生成している事が分かりました。現在、このSICが物性を向上させるメカニズムの解明に取り組んでいます。二つ目は、補強材粒子の研究です。例として、補強材であるカーボンブラック（CB）粒子を配合したゴムの透過電子顕微鏡写真を左下に示しました。一般に、これら微粒子の分散状態も、物性を決める要因の一つであることが分かっています。そこで我々は、図の右下に示したようなUSAXS測定により、CBなど補強材粒子の分散解析にもトライしています。

FSBLは産官学の連携により成り立っていますが、我々がこの連携に期待しているのは「材料の本質理解」にあります。特に、「構造と物性の相関を理解すること」を目標としています。企業における開発業務では、しばしば製品の性能評価だけに頼り過ぎ、物性発現のメカニズムを疎かにしがちでした。SPRING-8という企業や大学では持てない強力なツールを用い、学術チームの知力を合わせて研究に取り組めば、産官学の相乗効果により物性発現のメカニズム解明につながると期待しています。我々の考える理想の将来像とは、基礎研究から分かったメカニズム（自然原理）は雑誌や学会を通じて広く共有化し、それを利用して高性能化できた製品では特許を出願し、企業にも利益を還元できる、いわゆるwin-winの関係です。企業を取り巻く環境の変化は激しいものがありますが、FSBLを通じての研究活動は腰を据えて取り組む課題と考えています。

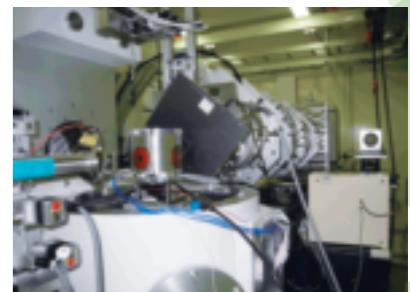


三菱化学グループの研究概要と展望

三菱化学グループでは、高機能素材から有機デバイスに関わる広範囲なソフトマテリアルの開発加速を目指し、FSBLの高輝度放射光を活かした動的な解析により、ソフトマテリアルならではの構造形成過程の解明に取り組んでいます。

有機デバイス関連（三菱化学科学技術研究センター）では、京都大学・竹中幹人准教授とともに、塗布型有機太陽電池のナノ構造解析の検討を行っています。塗布型有機太陽電池は、有機材料の可溶性を利用した塗布プロセスによる大面積化が可能であり、環境に対する負荷が小さい次世代エネルギーとして世界各国で期待を集めています。その開発ならびに製造にあたっては発電層である有機薄膜の構造制御が重要です。構造制御には材料およびプロセス双方が関与することから、有機薄膜に対する理解が重要となります。一例として、FSBLの微小角入射X線散乱（GISAXS/WAXS、2011年5月撮影写真参照）によって薄膜中のp/n半導体の相分離構造について解析したところ、π共役系ポリマー（p型半導体）中のフラー・レン誘導体（n型半導体）の凝集構造が明らかになってきました。今後は有機太陽電池用材料の塗布薄膜の乾燥過程をその場観察して、数ミリ秒～1秒単位での構造変化すなわち薄膜形成過程を追跡していくことを計画しております。

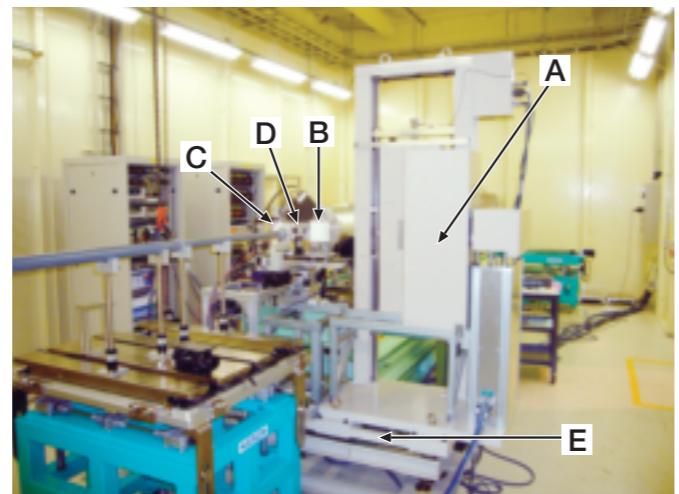
高機能素材関連（日本ポリケム）では、北九州市立大櫻井和朗教授・秋葉勇准教授とともに、FSBLの高強度・高分解能の特性を利用して、ポリオレフィン（PO）材料の流動誘起結晶化挙動について、特に発泡成形で使用されることが多い長鎖分岐構造を有するPOに注目して検討を行っています。発泡成形は使用樹脂の減容及び大きな軽量化効果の観点で、近年例えHV車やEV車向けの材料開発において重要性が高まっている成形法です。これまでに、長鎖分岐POの定常剪断流動下での結晶化挙動が、通常の線状POの場合とは大きく異なることを見出しており、この現象が発泡成形体の気泡形状や外観等に影響を与えることを示唆する結果も得ています。分岐ポリマーの流動下での結晶構造形成は、学術的な興味が尽きない現象であると同時に、より高性能な発泡成形体を製造する目的で、工業的な観点からも更なる理解が期待されるテーマであり、今後も詳細に検討する予定です。



三井化学グループの研究概要と展望

三井化学グループでは、機能性高分子材料開発のための基礎となる、①結晶性高分子の結晶化ダイナミクス測定技術、②成形加工プロセスに近い条件下で高次構造形成ならびに構造変化のX線散乱測定技術の構築、③高分子薄膜の測定技術の獲得の3つに注力しました。②として我々はBL03XUの第2ハッヂの大型装置設置スペースに着目し、異なるスケールの実験を同時に実行できるシステムを設計・開発したので、その概要を紹介します。図は我々が今回開発した装置を実際に第2ハッヂに設置した際の写真です。本装置は、加熱延伸ユニット1機（図中のA）、加熱測定ユニット2機（BとC）、室温測定ユニット1機（D）の合計4つのユニットを、入射X線に対して平行に並べて、ハッヂ外から遠隔操作可能な「ユニット間移動ステージ（E）」の上に設置したものです。加熱延伸ユニットは実際の成形加工プロセスや物性評価試験に近い条件での実験ができるように設計したもので大型です。一方、加熱測定ユニットと室温測定ユニットは基礎的な実験を行うために設計したもので小型です。ユニット間移動ステージを用いることにより、ハッヂ内に立ち入ることなく試料環境の変更ができます。切り替えに必要な時間は、加熱延伸ユニットとそれ以外の間の切り替えは約70s、その他の間での切り替えは約10sです。加熱延伸ユニットは室温から300°Cまでの間の温度制御が可能で、最大延伸倍率が110倍と大きいため、実際の成形加工プロセスや物性評価試験に近い条件で実験が可能です。高い変形速度における構造変化の観察は、時間分解能の関係上捉えきれない問題がありますが、JASRIと協力しながら将来的に改善を目指したいと考えています。

今後は、開発した装置を活用して、高分子材料の開発を行ってゆく所存であります。



三菱レイヨングループの研究概要と展望

三菱レイヨングループでは、「最高の質を追求し、人々の豊かな未来に貢献します」という経営理念のもと、ユニークなスペシャリティー企業を目指した研究開発を行っています。特に今後の成長が期待される炭素繊維複合材料・水・環境・ライフサイエンス分野においては、コアコンピタンス強化につながる基盤技術や生産技術の革新・高度化に取り組んでいます。

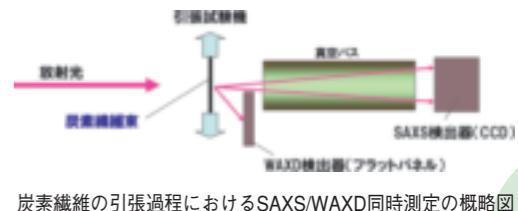
炭素繊維複合材料はスポーツレジャー、航空機分野をはじめ、一般産業分野を中心に着実に需要が拡大しており、炭素繊維の更なる高強度化が課題となっています。

炭素繊維は微細な黒鉛結晶構造を含む構造によって、高強度、高弾性という物性が発現されます。炭素繊維は、黒鉛結晶、ナノボイド、非晶質炭素構造から形成されており、黒鉛結晶構造は広角X線回折（WAXD）、ナノボイドの状態は小角X線散乱（SAXS）により把握することができます。しかし一般的なラボのX線回折（XRD）装置ではSAXS測定は数分～数十分かかるため、炭素繊維の各種変形下（引張、圧縮、曲げ）における黒鉛結晶構造とナノボイドの状態を同時に把握することは困難でした。

非常に高輝度であるSPRING-8ではSAXS測定が数秒で行えるため、SAXS/WAXD同時測定が可能となります。そこで当グループでは小型の引張試験機に炭素繊維を取り付けて引張過程での構造解析を行い、炭素繊維の力学変形モデルを提案し、高性能化に向けた指針を示してきました。

高分子材料の高性能化のためには、実際の成形加工プロセスにより近い条件での材料の構造解析が重要となります。しかし実際の製造プロセスに近づけようすればする程、測定装置は大掛かりになります。

FSBLの第二ハッヂには装置設置用の3m×3m×4mのフリースペースがあり、その部分に大型装置を持ち込むことで、実際の製造プロセスに近い条件での構造変化過程を、その場測定で追跡することができます。現在はそのスペースに大型装置を設置し、SAXS/WAXD同時測定による高分子材料の構造変化の追跡を行っています。これまでラボのXRD装置では得られなかった新規の情報が得られつつあり、今後の革新的な材料開発に繋がる結果を期待しているところです。

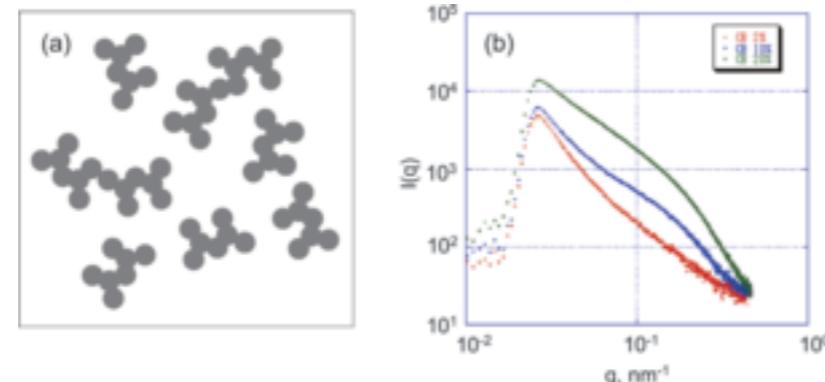


炭素繊維の引張過程におけるSAXS/WAXD同時測定の概略図

横浜ゴムグループの研究概要と展望

タイヤに代表される工業用ゴム製品に欠かせないのは、高い補強性を得るために配合されるカーボンブラックやシリカなどのナノサイズの無機微粒子の配合です。これらはナノ粒子とも呼ばれますととても微細な粒子なので、ただ単にゴムに加えるだけではうまく分散せず、本来の補強機能を十分に発揮しません。そのため最適な加工条件を探りつつ製品に求められる強度や耐久性をチェックしながら、タイヤなどのゴム製品に仕上げられていきます。この分野の研究を進めるうえでナノ粒子の分散性の評価は、透過型電子顕微鏡(TEM)で観察してその良し悪しを比べるのが一般的です。TEMのメリットは写真が直感的に理解しやすいことになります(図(a))。しかし、その一方でしばしば観測者の主観によりサンプル全体を代表していない観測結果をまちがって真実と思い込んでしまう危険性もあります。そういう理由で、理想的には小角X線散乱(SAXS)などを使った統計的でより客観的な情報(図(b))を併用することが望ましいのですが、通常の実験室的なSAXS測定には非常に長時間を要するという欠点がありました。

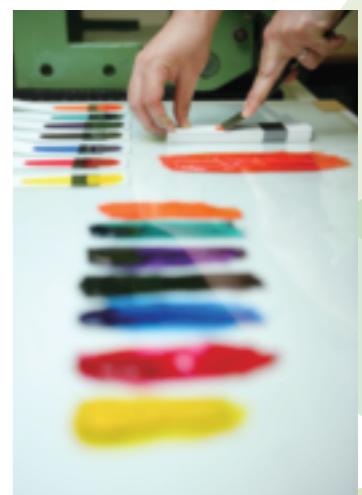
SPring-8のBL03XUでは、高輝度X線によるSAXS測定により短時間に多くのサンプルを測定できるという効率的な利点だけでなく、ゴム中でのナノ粒子の運動を時々刻々観測できるという、従来の実験室では不可能であったことができるようになりました。つまり、製品中でのナノ粒子の分散状態はもとより、加工中の変化まで追跡することができるのです。これにより、今まで良くわからなかったゴム中のナノ粒子の分散メカニズムを物理化学的に説明する道が開けてきました。横浜ゴムではこの研究により、低燃費タイヤをはじめとする環境貢献商品の開発をより一層進めてまいります。



DIC株式会社は2009年からFSBLへ参画しています。学術チームとして高原研(九大先導研)、田中研(九大応用化学)、柴山研(東大物性研)に加わっていただき、実験・解析について協力して研究を進めています。放射光実験の経験が浅い当社としてはこのような产学が協力して研究ができる連合体の意義を高く評価しています。当社は、顔料分散体であるインキ(写真)をはじめ、各種コーティング材や機能性フィルム、複合材料など幅広い製品群を有しています。粒子分散系の材料が多いことや塗膜形成など動的過程評価の重要性、複合材料の高次構造形成による高機能化などを考えると、高輝度放射光によるX線散乱実験の優位性(超小角X線散乱測定、動的過程測定、マイクロビーム測定など)が今後の次世代製品開発には欠かせないと考えています。

最近の成果としては、フタロシアニン系顔料インキの粉体/液体/塗膜での顔料粒子径、凝集状態をそれぞれ明確に評価できることが分かりました。従来のラボでの光散乱などを用いた粒度分布測定では希薄溶液でなければ測定できず、またインキ塗膜としての評価も難しいという問題がありました。高輝度放射光により、系統的に粉体から塗膜までの顔料粒子径、凝集状態の評価ができたことは、今後の製品開発において顔料分散性の制御をする上で非常に有意義な成果となりました。

今後のテーマのひとつとして、インキや高分子溶液の揮発乾燥過程の動的な測定による膜形成とモルフォロジーの評価を進めていきたいと考えています。塗膜やフィルムなどが形成される動的な変化の中で、粒子構造や分散状態、乾燥過程等のどの部分が高次構造形成と機能性発現に関係しているかを明確にできれば、材料の高機能化や製品開発の効率化に大いに役立ちます。そのための溶媒揮発・乾燥過程に着目した動的測定方法の確立と評価・解析には、まだ多くのクリアしなければならない課題があります。今後さらに学術チームとの協力を深めて実験/解析の手法や技術を構築しながら製品開発へつながる成果を上げ、最終的には環境対応製品や高機能製品の開発と日本の技術振興という点で社会へ還元していくことを目指していきます。



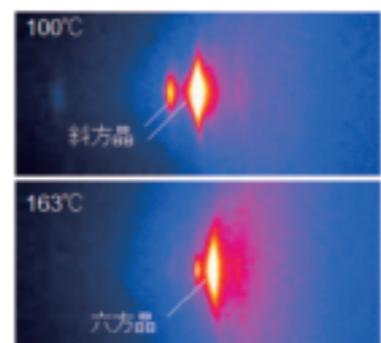
帝人グループの研究概要と展望

平成23年度 広報活動の報告

帝人グループは“Human Chemistry、Human Solutions”をブランドステートメントに掲げ、企業理念である“Quality of Life”を実現するために「グリーンケミストリー」と「ヘルスケア」を重点領域とした研究開発を進めています。

高分子分野では、これまでに培ってきた合成化学、高分子化学、製糸・製膜、成型・加工などのコアテクノロジーを融合することにより、代表的素材であるポリエチレン、ポリカーボネート、アラミド繊維、炭素繊維などで常に市場で求められる性能、環境への配慮など更なる付加価値の付与を目指す研究開発を進めています。更には、ナノテクノロジーに関わる研究開発を進め、表面ナノコーティング技術によるフィルムの表面性の改善、ナノオーダーで高分子を積層することによる光干渉フィルム、超ファインポリエチレンナノファイバーなど新たな価値を持った素材・商品を上市しています。

昨年度からSPring-8で運用を開始したフロンティアソフトマター開発産学連合ビームライン(FSBL)は、このような帝人の新規素材、商品の研究開発において必須となる各種材料の構造評価に欠かせないツールとなっています。また、放射光実験の技術的ノウハウや実験結果の解析では、帝人グループの学術メンバーである九州大学高原淳教授と東京大学岩田忠久准教授のご指導を仰ぎ、サイエンスに基づいたデータ解釈をすすめています。これまでの研究成果としては、高温化におけるポリエチレンの秒単位での結晶相転移の観測(写真)、ポリエチレンの延伸結晶化における準液晶構造形成の検出、ポリ乳酸の高速結晶化速度評価などが挙げられます。これらのダイナミックな構造変化は、いずれも従来の実験室系では測定困難なものであり、放射光の高輝度X線を利用して初めて明らかにすることができます。今後、フィルム、繊維などの製造プロセスと構造物性の相関を更に解明するため、ビームライン用に専用の成型加工装置を設計するなど、FSBLの優位性を生かした応用実験を進めていく予定です。



《BL03XUの見学》

- 4月7日(木) (独)理化学研究所研究戦略会議研究政策企画員 柴田さま、高橋さま見学
4月14日(木) 愛知県副知事 視察 5名
4月30日(土) 第19回 SPring-8施設公開
5月16日(月) (株)テクノアソシエより見学 6名
6月3日(金) 文部科学省研究振興局基盤研究課長 視察 4名
6月28日(火) スイス大使館 科学技術担当参事官 視察 1名
7月7日(木) 理研 国際評価委員会 Sine Larsen コペンハーゲン大学教授 視察
7月14日(木) 昭和電工(株) 取締役会長 視察
7月28日(木) JASRI国際諮問委員会 視察 5名
7月29日(金) 旭化成グループ SPring-8見学及び講演会 32名
8月1日(月) 総合科学技術会議 奥村議員 視察 4名
8月10日(水) デンソー 深谷会長 視察 6名
9月8日(木) 文部科学省 量子放射線研究推進室長 原 克彦様 4名
9月13日(火) 住友ゴム工業(株) 池田社長 視察 4名
9月27日(木) 韓国科学技術情報研究院 視察 23名
10月4日(火) スイス内務省 視察 7名

《講演会などでの発表の実績及び今後の予定》

- 9月8日～9日 繊維学会秋季大会 口頭発表
9月8日～9日 第8回 SPring-8産業利用報告会 ポスター発表
9月28日～30日 第60回 高分子討論会 ポスター発表
10月25日(火) 6th AOFSSR 2011 and 4th SLRI Annual User Meeting

《講演などへの協賛、共催等の実績及び今後の予定》

- 5月20日(金) 中性子産業利用推進協議会 ソフトマター第4回研究会 協賛
9月8日～9日 第8回 SPring-8産業利用報告会 協賛
11月1日～2日 第3回 SPring-8コンファレンス 協賛

《学会誌等への投稿の記録》

- 5月5日(木) PolymerJournal 5月号に掲載
2010年度版 SPring-8年報

FSBLの現状と今後の研究活動



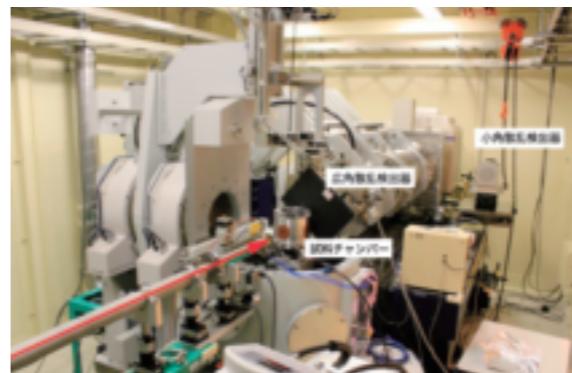
FSBLは連合体19社のご協力により定常的な運用に入り、すでに1年半が経過しました。実験設備に関してはJASRIの高田先生、八木先生、BL担当の増永、小川、高野博士の努力により整備され、ユーザーフレンドリーなソフトマター専用のBLが実現しつつあります。また故堀江先生を中心とする学術諮問委員会の先生方にも様々な観点からアドバイスをいただき、それを運営に反映せんように努力してきました。この連合体の特色である产学官の連携も当初は手探りの状態でのスタートでしたが、より緊密な連携で論文などの出版まで達しているグループも現れ始めました。

FSBL連合体運営委員会 委員長
九州大学 先導物質化学研究所
教授 高原 淳



产学連合体を構成する研究グループ

このビームラインの主たる応用は、熱可塑性高分子材料、熱硬化性高分子、繊維、ゴム、ポリマーアロイ、複合材料、微粒子、低分子も含めた有機機能材料を中心としたソフトマテリアルのバルク構造の広角X線回折 (WAXD)、小角X線散乱 (SAXS)、超小角X線散乱 (USAXS) による解析表面・薄膜の構造へのすれすれ角入射を利用した微小角入射広角X線回折 (GIWAXD)、微小角入射小角X線散乱 (GISAXS) などと多岐に渡っています。それらの構造情報の知見を生かして、ソフトマター特有の階層構造を制御し、構造と性能の相関を解明することにより、階層構造をどのように制御すれば特性を向上させることができるのかという知見を得ることでそれが高性能の製品の開発スピードのアップにつながります。すでに延伸などの変形時の構造変化のその場計測、変形と温度変化を組み合わせた構造解析、結晶化過程のその場測定、溶媒蒸発過程の薄膜の構造解析などの動的な測定あるいは赤外吸収スペクトルとX線回折・散乱の同時測定もスタートしており、さらなるFSBLの高輝度X線の活用が期待されています。



第1ハッチ カメラ距離2mのGISAXS、50cmのGIWAXS同時測定時のレイアウト



第2ハッチ SAXS/WAXS同時測定時のレイアウト

今後は产学官連携を活用して高輝度X線の特性を活用したマイクロビーム化による局所構造解析、高性能X線検出器導入とビーム特性の向上によるX線光子相関分光 (XPCS) の実用化、有機高分子デバイスの動作状態におけるその場X線回折・散乱測定、入射X線エネルギーに依存した異常散乱を利用した元素特異的な構造の可視化などを積極的に導入し、世界的にも高いレベルの独創的な研究を展開することが必要です。そのためには測定法の高度化をいつも頭に中に描きながら、产学官連携により高度な基礎・応用研究を提案し、実施していくことが必要不可欠です。基礎研究と応用研究の関係は、一般的には基礎研究が先行し、その後に応用研究が発展すると考えられています。しかし、歴史的事実としても、応用の中から基礎研究が生まれ、それが広がりをもった応用研究を推進し、その中から新しい基礎研究が芽生えるパターンが多くみられます。FSBLでもこのような目で研究をとらえながら产学連携を推進すれば多くの素晴らしい成果が得られるのではないでしょうか。学術の代表の一人として今後の連携の発展を祈願しています。

最後にFSBLの発展にご尽力いただき、志し半ばで他界された堀江一之先生に感謝するとともにご冥福をお祈りします。なお堀江先生の追悼文はIUPACの会誌にも掲載されています。

http://www.iupac.org/publications/ci/2011/3305/iw5_inmemoriam.html



故堀江一之先生
2010.2.4 竣工式にて

FSBLの現状と今後の研究活動



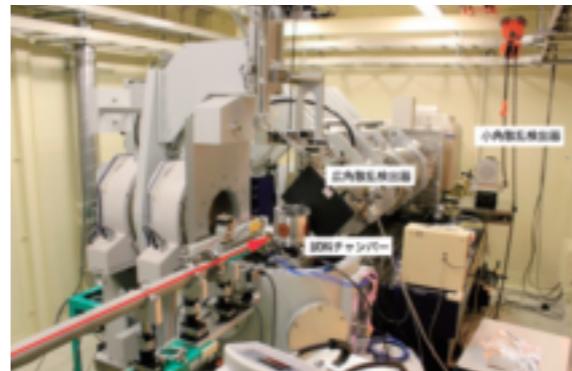
FSBLは連合体19社のご協力により定常的な運用に入り、すでに1年半が経過しました。実験設備に関してはJASRIの高田先生、八木先生、BL担当の増永、小川、高野博士の努力により整備され、ユーザーフレンドリーなソフトマター専用のBLが実現しつつあります。また故堀江先生を中心とする学術諮問委員会の先生方にも様々な観点からアドバイスをいただき、それを運営に反映せんように努力してきました。この連合体の特色である产学官の連携も当初は手探りの状態でのスタートでしたが、より緊密な連携で論文などの出版まで達しているグループも現れ始めました。

FSBL連合体運営委員会 委員長
九州大学 先導物質化学研究所
教授 高原 淳



产学連合体を構成する研究グループ

このビームラインの主たる応用は、熱可塑性高分子材料、熱硬化性高分子、繊維、ゴム、ポリマーアロイ、複合材料、微粒子、低分子も含めた有機機能材料を中心としたソフトマテリアルのバルク構造の広角X線回折 (WAXD)、小角X線散乱 (SAXS)、超小角X線散乱 (USAXS) による解析表面・薄膜の構造へのすれすれ角入射を利用した微小角入射広角X線回折 (GIWAXD)、微小角入射小角X線散乱 (GISAXS) などと多岐に渡っています。それらの構造情報の知見を生かして、ソフトマター特有の階層構造を制御し、構造と性能の相関を解明することにより、階層構造をどのように制御すれば特性を向上させることができるのかという知見を得ることでそれが高性能の製品の開発スピードのアップにつながります。すでに延伸などの変形時の構造変化のその場計測、変形と温度変化を組み合わせた構造解析、結晶化過程のその場測定、溶媒蒸発過程の薄膜の構造解析などの動的な測定あるいは赤外吸収スペクトルとX線回折・散乱の同時測定もスタートしており、さらなるFSBLの高輝度X線の活用が期待されています。



第1ハッチ カメラ距離2mのGISAXS、50cmのGIWAXS同時測定時のレイアウト



SAXS用検出器
WAXS用検出器
真空パイプ自動切替装置

今後は产学官連携を活用して高輝度X線の特性を活用したマイクロビーム化による局所構造解析、高性能X線検出器導入とビーム特性の向上によるX線光子相関分光 (XPCS) の実用化、有機高分子デバイスの動作状態におけるその場X線回折・散乱測定、入射X線エネルギーに依存した異常散乱を利用した元素特異的な構造の可視化などを積極的に導入し、世界的にも高いレベルの独創的な研究を展開することが必要です。そのためには測定法の高度化をいつも頭に中に描きながら、产学官連携により高度な基礎・応用研究を提案し、実施していくことが必要不可欠です。基礎研究と応用研究の関係は、一般的には基礎研究が先行し、その後に応用研究が発展すると考えられています。しかし、歴史的事実としても、応用の中から基礎研究が生まれ、それが広がりをもった応用研究を推進し、その中から新しい基礎研究が芽生えるパターンが多くみられます。FSBLでもこのような目で研究をとらえながら产学連携を推進すれば多くの素晴らしい成果が得られるのではないでしょうか。学術の代表の一人として今後の連携の発展を祈願しています。

最後にFSBLの発展にご尽力いただき、志し半ばで他界された堀江一之先生に感謝するとともにご冥福をお祈りします。なお堀江先生の追悼文はIUPACの会誌にも掲載されています。
http://www.iupac.org/publications/ci/2011/3305/iw5_inmemoriam.html



故堀江一之先生
2010.2.4 竣工式にて