

2014 年度 SPRUC 分野融合型研究ワークショップ報告

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 研究会組織検討作業部会責任者
大阪大学 蛋白質研究所
中川 敦史

1. はじめに

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) は、SPring-8 の利用者としての視点で意見の集約ができる学際的組織を目指して2012年4月に約12,000名の全SPring-8ユーザーを会員として発足した。SPRUC の活動の足腰は、同じ研究分野や同一の計測手法で自発的に組織された研究会であり、研究会はその専門性・先端性を高めつつ、SPring-8のより効果的・効率的な利活用によって各研究分野の発展と測定技術の高度化、利用形態の改善に貢献するという役割を担ってきた。さらに高度化計画・次期光源計画などに関するユーザー側の意見を汲み上げてSPring-8内に提言するための機能や、SPring-8外にその活動を積極的に発信していく機能を強化するために、SPRUCは「研究会組織検討作業部会」を通じて研究会を4分野に大別して外部から見えやすい組織へと再編し、2014年度から第2期 SPRUC 研究会をスタートさせた。

しかし、既存のコミュニティや研究分野の枠組における活動に留まっていたは本来SPring-8の威力が発揮されるであろう未踏の研究領域を発掘する機動力に欠け、コミュニティのための集まりで閉塞してしまう恐れがある。そこでSPRUCは、SPring-8の利用により発展が見込まれる新たな学際領域・境界領域を開拓し、研究会組織の新陳代謝を図ることを目的として「融合型研究分野」とその活動母体となる「分野融合型研究グループ」を創成した。この方向性は、SPring-8が目指す「新分野創成につながる利用」のコンセプトとも合致している。そこで、先端サイエンスを牽引する現場とSPring-8の先端的利用を推進する現場の研究者間の情報提供、意見交換により、各分野融合型研究グループで展開可能な研究を明確化するとともに、新たなポテンシャルユーザーを発掘することを目的として、2015年2月19日に東京・秋葉原コンベンションホールにて



写真1 講演会場

「2014年度SPRUC分野融合型研究ワークショップ」を開催した(写真1)。

2. オープニング(写真2)

SPRUCの高原淳会長(九州大学教授)から開会挨拶として、SPRUCの組織体制、本ワークショップの主題であるSPring-8の新たな利活用を促す融合型研究分野の創成と、その活動母体となる分野融合型研究グループについての概要説明があった。続いて、高輝度光科学研究センター(JASRI)の土肥義治理事長より、SPring-8の目指す未踏分野開拓のためにJASRIが新たに設定した新分野創成利用制



写真2 (左から)SPRUC 会長 高原淳氏、JASRI 理事長 土肥義治氏、筆者の講演

度についての概要説明および応募の呼びかけがなされた。すでに4月9日より公募が開始されており、公募の詳細はWebサイト (http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call_for/epoch_15b/) に譲るが、本利用制度は、研究グループと代表責任者が公募され、その中で複数のチームラインにまたがる研究課題が採択されるという本質的に新しいシステムのため、SPring-8利用研究課題審査委員会 (PRC) とは独立に新分野創成利用審査委員会が設けられており、時限付で5年間の制度であること、1グループは2年以内の有効期間とすること、同一時期に採択される実施研究グループ数は最大4件であること、各実験課題の募集は年1回 (B期のみ) であることなどが定められている。最後に、SPRUC 研究会組織検討作業部会責任者である筆者より、SPring-8利用者懇談会から SPRUC 発足に至るまでの経緯と、研究会組織の再編を経て、融合型研究分野および4つの分野融合型研究グループが始まった背景を説明した。

3. 【セッション1】 分野融合型研究グループ紹介

セッション1では、2014年度より順次発足しつつある4つの SPRUC 分野融合型研究グループの趣旨説明と活動方針が示された。各グループとも、始めに顧問を務める先生よりグループ発足の経緯を含めた紹介がなされ、次にグループ代表であるプログラムオフィサーよりグループの活動方針や進捗、今後の方向性についての紹介がなされた。

3.1 「分子機能性材料」研究グループ紹介 (写真3)

梶山千里顧問 (福岡女子大学学長) より、材料と機能性についてのイントロダクションがあり、特定の材料、特定の機能性に着目し、多角的にアプローチする「融合研究」が本質的に重要であることが指摘された。続いて、入江正浩プログラムオフィサー (立教大学教授) より、「分子機能性材料」の概念が実演を交えて紹介され、今後扱うべき研究テーマとして、分子の自己組織化によるメゾスコピック構造から膜材料の構築へとつながるメゾスコピック化学の確立、高分子構造形成の動的解明、バイオミメティック分子機能材料の評価などが挙げられた。またこれらの研究には時間分解分光と散乱手法の融合など、新たな手法開発が必須であることが指摘された。これを受けて櫻井和朗研究代表者 (北九州市立



写真3 (左から)SPRUC 顧問 梶山千里氏、分子機能性材料研究グループプログラムオフィサー 入江正浩氏、分子機能性材料研究グループ研究代表者 櫻井和朗氏の講演

大学教授) より、ナノ空間を利用した新しい機能性材料の創出を目指した「ナノ機能創成」についての説明がなされた。具体的なテーマとして、北川宏研究代表者 (京都大学教授) の牽引する「ナノ固体」においては、燃料電池・リチウムイオン電池などのシステムを構成する個々のパーツ (ナノ空間) の分析をシステム全体の特性と結び付けるオペランド分析や、多孔性配位高分子ナノ薄膜の構造ダイナミクスと物性の同時測定、ナノ粒子/多孔性配位高分子ハイブリッド材料の触媒機能発現下における高速オペランド測定などが提案された。櫻井研究代表者の牽引する「ナノ液体」においては、ナノ流路の配向場・不均場を利用した分子の設計や分子分画のような精密分析が面している種々の問題を克服するために、マイクロビームによる小角散乱や電子状態解析など、その場観察を行うことの重要性が説かれた。薬物送達システム (DDS: Drug Delivery System) に代表される混合系の動的平衡状態における分子の振る舞いをマクロ測定と放射光解析の組み合わせでうまく可視化することによって、再現性の良い、精密な分子設計・分子分画の実現につなげられるという展望が示された。またこれらの可視化技術を発展させることによって、高速同時測定・ナノビームなどの先端ツールが、医療や材料開発などの現場のサイエンス展開に活かされることが強調された。質疑では、融合研究によって新たな分野を創成するにはある程度の熟成期間が必要であること、合成、計測、計算がうまく組み合わせられた組織作りが重要であることが述べられ、分野融合型研究グループの仕組みをうまく使ってこれらを実現していきたいという意気込みが語られた。

3.2 「実用」研究グループ紹介 (写真4)

松井純爾顧問 (放射光ナノテクセンター顧問) よ

り、「実用」研究を目指すにあたって想定される産学連携の形が示された。基礎研究から製品化、生産技術、改良技術に至るまでの各段階におけるアカデミアと産業界の役割分担について俯瞰した後、アカデミアが主となって高い新規性、独自性を持った利用技術を提供し、産業界がそれをうまく利用していく形が良いという見解が示された。続いて、高尾正敏プログラムオフィサー（大阪大学特任教授）より、分野融合型研究で扱うべきテーマの位置づけがなされた。基盤・基礎研究と開発研究の本質的な違いは、人に研究テーマがつくか、研究テーマに人がつくかという点にあり、「実用」研究グループでは、実用材料の開発に向けて背景のサイエンスをきちんと研究すること、ボトルネックにまじめに取り組むこと、そのために最先端の装置を徹底的に使いこなすことを基本精神とした組織作りを行い、新しい参入者を積極的に増やしていくことが示された。また、実用を目指した研究にもサイエンスとしての面白さが不可欠であることも強調された。これらを踏まえ、2年間で集中的に取り組むべきテーマの例として、①人工光合成を目指した、無機系材料の固液界面物性の解明、②二次電池、燃料電池の性能向上を目指した、溶媒和、イオンダイナミクスなどマイクロとマクロをつなぐピコ秒～フェムト秒の動的物性の解明、③省エネ、省資源ものづくりを目指した、触媒の構造と反応ダイナミクスの解明、④有機エレクトロニクス材料の性能向上を目指した、有機薄膜界面の構造と物性の相関の解明、⑤食や暮らしの安全安心を目指した、食糧に含まれる微量元素の研究、を挙げ、各々について具体的な問題設定と解決手法に関する提案がなされた。



写真4 (左から)SPRUC 顧問 松井純爾氏、実用研究グループプログラムオフィサー 高尾正敏氏の講演

3.3 「原子分子生命科学」研究グループ紹介(写真5)

月原富武顧問（兵庫県立大学特任教授）より、構造生物学の目指す対象として、①巨大分子などの「複雑系の構造解析」、②タンパク質場の化学を解き明かす「精密構造解析」、③ルーチン的な迅速解析の

発展が可能にした「多様な構造解析」の3つが挙げられた。具体的には、エネルギー変換に関わるミトコンドリアにおいて多数の複合体同士が離散・集合を繰り返す複雑な相互作用や、精緻な構造で制御されたチトクロムc酸化酵素によるプロトンポンプ機構が例として挙げられ、その取り組みとして、放射光を利用したチトクロムc酸化酵素の電子伝達複合体の解析の例や、計算科学や分光解析により明らかにしたミトコンドリア病に関連するタンパク質間相互作用の解析などの実例が示された。また、構造・分光・計算の統合的な活用が生体機能を理解するための起点となるという見解が述べられた。次に後藤俊男プログラムオフィサー（理化学研究所創薬・医療技術基盤プログラムディレクター）より、現在準備を進めている研究グループの概要について紹介があった。生体の階層構造の中で、放射光はX線回折の原子レベルの構造から細胞のイメージング・ゆらぎ解析までマルチスケールの観測手段を提供している。本研究グループの出口イメージである創薬は構造解析と密接な関係にあり、疾患研究からの創薬標的の同定と妥当性検証から、構造情報、生化学実験、化学合成、相互作用解析、分子デザイン、計算シミュレーションなど様々な分野の研究を必要としていることから、典型的な分野融合型研究が期待できる。本研究グループにおいては中長期的な創薬・医療技術への応用を目指し、多くの研究者の参画のもとに、原子分子から個体まで、放射光を用いた多階層の分析技術（構造解析や元素選択的電子状態解析）を駆使し、または融合して基礎科学として生体機能の解明に取り組み、放射光と学術・産業の懸け橋になるという展望が示された。また創薬において残されている重要な課題として、部分作動性の問題と金属イオン・水分子の役割、放射線損傷の問題が挙げられた。



写真5 (左から) SPRUC 顧問 月原富武氏、原子分子生命科学グループプログラムオフィサー 後藤俊男氏の講演

3.4 「ナノデバイス科学」研究グループ紹介(写真6)

鈴木謙爾顧問（特殊無機材料研究所所長）より、ナノ科学分野における本研究グループの位置づけ

についての見解が示された。半導体を中心とするナノ科学の分野は日本では30年近く右肩下がりの状況が続いているが、先進国に比べて遅



写真6 (左から) SPRUC 顧問 鈴木謙爾氏、ナノデバイス科学研究グループプログラムオフィサー 大野英男氏の講演

れをとっている理由として基礎開発力の不足が挙げられる。研究にはグローバルな視点とベンチャー的な視点の両方が重要であり、分野融合型研究グループは一つの突破口になり得るとの見解が示された。続いて大野英男プログラムオフィサー(東北大学教授)により「先端スピントロニクス素子・材料のブレークスルーと評価技術」と題して、ナノデバイス科学の現状や今後の展開が示された。スピントロニクス材料のさらなる性能向上を図ることが目標として掲げられた。具体例として、磁気トンネル接合を始めとする磁化と電流の相互の制御について紹介がなされた。また、分野融合研究を実施していくためには、デバイスと放射光の両方を理解できる人材が必要であると指摘された。

4. 【セッション2】施設の取り組みと討論(写真7)

JASRI 利用研究促進部門の高田昌樹部門長より、先端ビームラインの横断的利用による分野融合型研究の展開可能性について示された。ピンポイント構造計測から始まったナノアプリケーションは、粒界相における微量元素分析、100 nm の軟 X 線ビームを用いた磁気ドメイン観測などの技術が元素戦略プロジェクトに利用されている。また 200 nm の空間分解能を有する赤外近接場光と軟 X 線の複合的な

利用のような、放射光独自の技術開発が進んでいる。JASRI では SOLUTUS と呼ばれる競争的研究資金制度により、化学反応その場観測のためのセルの開発や斜入射小角 X 線散乱 (GISAXS) とコンピュータトモグラフィ (CT) を組み合わせたナノ界面アプリケーションの開発、軟 X 線干渉計測法の基盤技術開発などが進んでいる。このように、SPRing-8 の低エミッタンス、トップアップ運転、ナノビームという優れた光源性能をうまく活用することによりシステムを原子分子レベルで可視化することが可能である。そこで分野融合型研究で必要とされる光源性能、装置性能の要望を積極的に提案してもらい、それに応えることで新たなサイエンスケースが生まれることに強い期待が寄せられた。質疑では、GIGNO などで開発した新たな手法を公開の研究会などを通じてもっと広くユーザーに伝える努力をしていきたいとの見解が示された。また会場からは、先端テクノロジー開発においては、提起されたアイデアや問題解決の方法を実現するためのコーディネートを JASRI がミッションとして行うべきであるとの意見があった。

続いて、壽榮松宏仁 SPRUC 研究会組織顧問より、新しい放射光科学の創造における「分野融合型研究グループ」の果たすべき役割について講演があった。最近の放射光科学の進展・展開として、特性・機能のナノマッピング手法の確立、動的解析法、in-situ 計測技術の進展が挙げられる。特に静的物性計測から動作下での機能解析(オペランド解析)や外場応答(時空間解析)へと展開が著しい。これらの特徴は、電子・磁気デバイス、電池反応、触媒反応、金属材料・高分子材料の応力応答などの研究分野に応用され活かされている。例えば電池反応研究では、電気化学、放射光計測、標準化グループの共同作業が不可欠であり、上記技術を利用した多様な研究グルー



写真7 (左から) JASRI 利用研究促進部門長 高田昌樹氏、SPRUC 研究会組織顧問 壽榮松宏仁氏、SPRUC 企画委員長 雨宮慶幸氏の講演

ブの共同研究が期待されている。SPRUC 研究会に対しては時機即応した課題解決型の研究会活動が期待される。SPRUC 側が高度化計画などについてユーザーの意見集約・提言、先端的課題や産業界の要請、社会的要請の高い課題の洗い出しを行い、施設側の協力を得ながら未確立・未開拓分野の実験解析手法の開発などを進めていく形が望ましいとの見解が述べられた。

最後に、雨宮慶幸 SPRUC 企画委員長（東京大学教授）の司会により、新たに設定される新分野創成利用制度をどう活用していくべきかというテーマで総合討論（写真8）が行われた。高原 SPRUC 会長から、各課題の分担責任者は次世代の大型研究を担う若手研究者に入ってもらいたいことが好ましく、また最近の JST による産業界強化のための材料開発戦略の調査項目には、空間空隙の制御と利用や界面表面の制御といったテーマが掲げられているため、こういった仕組みとうまく組み合わせた研究提案が将来につながっていくだろうとの見解が示された。会場からは、施設側が提供する柔軟な運営に分野融合の研究テーマがうまく連携することにより成果を出すことへの期待の声があった。また、ユーザー側がやりたいこと、解決したいことを先に提示し、それに対して施設がどのようなアプローチとステップがあるかを考えるというコラボレーションの形が重要であり、このたびの分野融合型研究グループの仕組みをその有効な機会としてとらえたいとの声があった。施設側からも、新しく開発した技術を提供するのみならず、ユーザー側から足りない技術に対する意見、提案をいただき共同開発していく方向を模索したいとのコメントがあった。新分野創成利用制度

に対する意見も出された。従来の SPring-8 の利用形態では実験責任者の裁量でできることが非常に限られていたが、新分野創成利用制度は代表責任者に研究課題やチームタイム配分に関して最大限の裁量を与えるという点が極めて新しく、2年間で複数のチームラインにまたがって最大8%のチームタイムを配分されるという仕組みはユーザーにとって非常に魅力的であるとの見解が示された。土肥 JASRI 理事長は、新しい分野には市販の装置では実現できない新しい技術開発が必要であり、JASRI の研究者たちと共同で画期的な技術を開発すると同時に最先端のサイエンスを展開していく必要があると述べた。

5. おわりに

融合型研究分野および分野融合型研究グループは、SPring-8 のより効果的な利活用を実現するための仕組みを追求して SPring-8 利用者懇談会から SPRUC への組織改編、研究会組織の再編などを経て辿りついた一つの結論であり、本研究会での議論において、従来の利用の枠を超えて新しい成果を創出するためにユーザーと施設双方が何をすべきか、どのように連携を図っていくべきかという視点で建設的な意見が多数出され、大変有意義な会となった。SPRUC 会員が積極的に関与していくことで、融合型研究分野および分野融合型研究グループが今後の SPring-8 の発展の一助となることを期待している。

なお、この報告をまとめるにあたっては、SPRUC の原田慈久庶務幹事、杉本宏利用幹事、久保田佳基会計幹事の多大なるご協力を得た。この場を借りて諸先生に深く感謝する。



写真8 総合討論の様子

2014年度 SPRUC 分野融合型研究ワークショップ
プログラム

- 10:00-10:10 開会挨拶
高原 淳 (SPRUC 会長)
- 10:10-10:20 挨拶
土肥 義治 (JASRI 理事長)
- 10:20-10:50 「分野融合型研究」が拓く SPring-8の新しい
利用の形
中川 敦史 (SPRUC 研究会組織検討作業部会
責任者)

【意見交換会】

17:00-19:00 意見交換会 (秋葉原コンベンションホール
ホワイエ)

中川 敦史 *NAKAGAWA Atsushi*

大阪大学 蛋白質研究所
〒565-0871 大阪府吹田市山田丘3-2
TEL : 06-6879-4313
e-mail : atsushi@protein.osaka-u.ac.jp

【セッション1】

- 10:50-11:30 「分子機能性材料」研究グループ
イントロダクション
梶山 千里 (福岡女子大学)
原子・分子デザインによる高機能材料の創製
入江 正浩 (立教大学)
北川 宏 (京都大学)
櫻井 和朗 (北九州市立大学)
- 11:30-12:00 「実用」研究グループ
イントロダクション
松井 純爾 (放射光ナノテクセンター)
実用材料の創製に真に役立つ基礎科学
高尾 正敏 (大阪大学)

(12:00-13:30 昼食)

- 13:30-14:00 「原子分子生命科学」研究グループ
イントロダクション
月原 富武 (兵庫県立大学)
創薬・医療技術のための生体機能解明
後藤 俊男 (理化学研究所)
- 14:00-14:40 「ナノデバイス科学」研究グループ
イントロダクション
鈴木 謙爾 (特殊無機材料研究所)
先端スピントロニクス素子・材料のブレーク
スルーと評価技術
大野 英男 (東北大学)

(14:40-15:00 休憩)

【セッション2】

- 15:00-15:40 「分野融合」を実現する先端ビームラインの
横断利用
高田 昌樹 (JASRI 利用研究促進部門長)
- 15:40-16:00 新しい放射光科学の創造における「分野融合
型研究グループ」の役割
壽榮松 宏仁 (SPRUC 研究会組織顧問)
- 16:00-17:00 総合討論、全体質疑
雨宮 慶幸 (SPRUC 企画委員長)