

■JSR14 企画講演報告

企画講演1 『SACLA のあゆみと将来展望』

矢橋牧名 (理研放射光センター XFEL 研究開発部門)

企画趣旨

SACLA は、供用開始から約2年がたち、立ち上げ期から本格利用期へと順調に移行している。本企画講演では、2007年より毎年開催してきたXFEL 企画講演の締めくくりとして、これまでのSACLA・SCSSの歩みを振り返るとともに、超低エミッタンス蓄積リング光源との連携や、次世代コンパクトXFELの可能性も含めた将来の展望を議論したい。

講演構成

司会 登野健介 (JASRI)

1. 「はじめに 石川哲也 (理研放射光センター) 10分
2. 「SACLA/SCSS のあゆみ」
矢橋牧名 (理研放射光センター) 20分
3. 「XFEL と次世代蓄積リング (加速器の立場から)」
田中 均 (理研放射光センター) 15分
4. 「XFEL と次世代蓄積リング (BL の立場から)」
後藤俊治 (JASRI) 15分
5. 「レーザー加速 XFEL 光源の可能性」
細貝知直 (阪大工学系研究科) 20分
6. 総合討論 10分

企画参加人数 約210名

講演概要

登野健介氏の司会のもと、石川哲也氏から、企画の導入が行われた。世界初のコンパクトXFELであるSACLAが順調に稼働していることが示され、さらにXFEL光源の将来展望が議論された。XFEL光源開発の大きな流れとして、コンパクトな低繰り返しパルス光源と、大規模な高繰り返しCW光源の2つがある。現在は、前者は常伝導ライナック、後者は超伝導ライナックをベースとしているが、将来的には、それぞれレーザー航跡場加速、リング加速器が立ち上がってくると予想される。次いで、矢橋牧名氏から、SACLA・SCSSのあゆみ、供用運転の現状、高度化の計画が紹介された。施設の成果に続き、利用の成果が順調に立ち上がってきたこと、特に、高インパクト雑誌の割合が6割を超えているということが報告された。また、新規のXFELビームラインの整備、基幹実験装置の開発が行われ、より多くの利用者が実験できるための環境の整備が行われている。田中均氏からは、SPring-8における光源整備計画の概要が紹介された(図1)。2020年の運用開始をターゲットにSPring-8のアップグレードの検討を進めている。様々な要素について検討を行うことによ

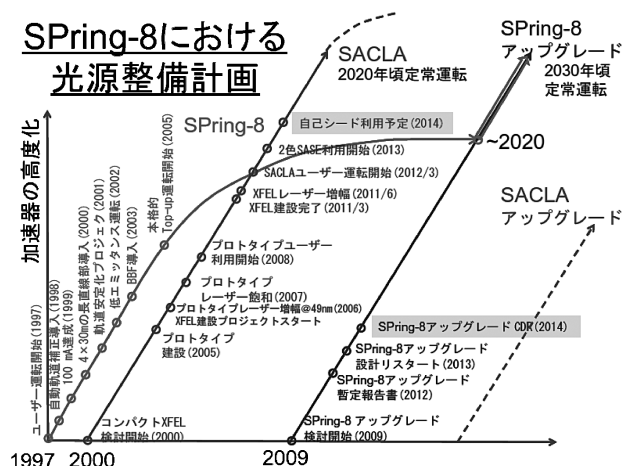


図1 SPring-8における光源整備計画案

り、100 pm.rad という極めて小さい水平エミッタンスが視野に入ってきた。10 keV 領域ではコヒーレントフラックスは数パーセントに達する。また、入射効率の観点から、SACLAの加速器を入射器として利用することが想定されている。後藤俊治氏から、超低エミッタンスの蓄積リング光源における光性能及びビームラインの課題が紹介された。2次元的な仮想光源なしで集光を行うことにより、100 nmの微小ビームで、現状より3桁高い 10^{13} photons/s 台のフラックスが得られると見積もられる。水平方向のビームサイズが小さくなることにより、熱負荷を抑制しながらセントラルコーンをはばロス無く取り込むことができ、輝度のみならず実効フラックスも向上する。最後に、細貝知直氏から、レーザー航跡場加速によるXFEL光源の可能性について講演が行われた。安定かつ高品質の電子ビームを生成するためにステージング加速の実証実験が行われており、ビーム品質・安定性・制御性について飛躍的な向上がみられている。エミッタンス、到達加速エネルギー等は十分達成可能であると考えられており、実用化に向けて一層の開発が行われる。

本企画講演は、200名を超える多くの聴衆が参加し、活発な議論が行われた。これまでの8回を締めくくるにふさわしい充実した内容だったと思う。SACLAの年次報告としての企画講演は一旦これで終了するが、今後も新たなかたちで先端光源の議論を継続していきたい。

企画講演2 『放射光・光電子分光で解き明かす超伝導』

藤森伸一 (JAEA)

企画趣旨

超伝導は、マクロスコピックに量子効果が現れる大変魅力的な物理現象であると同時に、応用の面からも大変重要な研究課題である。特に1986年の銅酸化物高温超伝導体の発見は、光電子分光実験においても世界的なエネルギー分解能競争を促し、結果として光電子分光実験技術の著しい進展をもたらした。現在では、高輝度放射光を利用した光電子分光研究は、銅酸化物のみならず、様々なエキゾチック超伝導体の研究においても中心的な役割を果たしている状況にある。その一方で、各々の研究分野において先端的研究が進むにつれて、分野外の研究者からは最先端の研究の把握が困難になっていると感じられる。そこで、本企画講演では、世界第一線で活躍する研究者の方々に最新の研究成果について講演をしていただいて、近年多様な広がりを見せる放射光光電子分光を利用した超伝導研究に対する理解を共有し、各分野間の相互理解と、そこから生まれる研究の新しい方向性を見出すことを目的とした。さらには、将来を担う若手研究者や大学院生の方々に對しても、広い視点から研究の現状を把握し、今後の指針を見いだす機会を提供することも期待した。

企画参加人数 100名

講演構成

1. 「趣旨説明」 藤森伸一 (JAEA) 5分
前半司会 藤森伸一 (JAEA)
2. 「銅酸化物超伝導体の ARPES—超伝導ギャップ異方性と質量増大関数」 井野明洋 (広大院理) 35分
3. 「銅酸化物超伝導体の HAXPES—O 1s スペクトルの異常な温度振る舞い」
小林啓介 (JAEA/広大放射光セ) 30分
後半司会 木村昭夫 (広島大理)
4. 「鉄系超伝導体の ARPES—元素置換効果と超伝導ギャップ」 吉田鉄平 (京大人環) 35分
5. 「ルテニウム酸化物超伝導体の ARPES—電子格子相互作用と電子間相互作用」 相浦義弘 (産総研) 30分
6. 「重い電子系超伝導体の ARPES—電子状態から見た URu_2Si_2 の隠れた秩序」
横谷尚睦 (岡大院自然) 30分

講演概要

講演前半では、JAEA の藤森伸一が趣旨説明を行った後、2名の先生方によりご講演をいただいた。

最初に広島大学の井野明洋氏より、銅酸化物高温超伝導体研究に対する高エネルギー分解能角度分解光電子分光 (ARPES) の最新の研究成果について講演頂いた。放射光光電子分光法による超伝導研究の分かり易い解説から始めて頂いたので、分野外の方にも大変分かりやすい導入となった。井野氏の研究では、放射光光電子分光におけるエネルギー可変性や偏光可変性が有効に活用されており、超伝

導ギャップの対称性と自己エネルギー解析を利用した電子間相互作用に関する研究成果について詳細な解説をしていただいた。特に近年議論が集中している擬ギャップと超伝導ギャップの関係について、最新のデータをもとに非常に明快な解説をしていただいた。系統的な実験データと定量的な解析によって、銅酸化物高温超伝導体に対する理解がかなり進んでいることを理解することができた。

続いて、JAEA/広大放射光センターの小林啓介氏より、硬 X 線光電子分光 (HAXPES) を用いた銅酸化物高温超伝導体の研究について講演して頂いた。光電子分光法を用いた超伝導体に対する研究は、真空紫外領域の高エネルギー分解能実験が主流であるのに対して、小林氏の実験では硬 X 線 ($h\nu \sim 8 \text{ keV}$) を利用しており、放射光光源ならではの研究である。HAXPES で測定された O 1s 内殻スペクトルの詳細な解析から、酸素の電子状態に関する情報が得られており、さらには超伝導転移によって O 1s 内殻スペクトルの構造が変化することが報告された。高エネルギーのプロープで低エネルギーの物理現象を捉えたという点でも大変画期的な実験結果で、高エネルギー放射光分光の今後の可能性を感じる事ができた。また、井野氏の研究が各現象を深く掘り下げる物理的なアプローチをとっているのに対し、小林氏の研究は、系統的な研究から電子状態とスペクトルの関係性を理解する化学量論的なアプローチをとっており、対比的に見ても興味深い講演であった。

休憩をはさみ、京大の吉田鉄平氏より鉄系超伝導の最新の研究成果を報告していただいた。鉄系超伝導体は2008年の最初の報告以来、世界的にも非常に競争的に研究が進んでいる。研究の進展が非常に早いため、分野外の研究者には最先端の研究をフォローするのが困難な状況にあるが、研究の現状について大変分かり易く解説して頂いた。吉田氏の講演では、特に Fe サイト置換による電子構造変化に関する研究成果と、超伝導ギャップの直接観測の結果を中心に解説して頂いた。鉄系超伝導体では複数のバンドが超伝導に関与しているが、各バンドの3次元的な構造を解明することが特に重要であり、放射光 ARPES を用いた研究が大変有効であることが理解できた。また、3次元的な超伝導ギャップ構造を明らかにした研究結果では、高エネルギー分解能が進んだ放射光 ARPES の威力が如何なく発揮されていることが理解できた。

続いて、産総研の相浦義弘氏より Ru 系超伝導体である Sr_2RuO_4 に対する研究成果について講演していただいた。 Sr_2RuO_4 はスピン三重項の超伝導が発現していることで知られる物質であり、超伝導発現において、複数のバンドにおける電子間相互作用が本質的な役割を果たしていると考えられている。相浦氏の講演では、 Sr_2RuO_4 に対する放射光角度分解光電子分光の結果と、ピーク形状解析によって得られた各バンドの電子格子相互作用・電子間相互作用の解析結果が示された。非常に精密に測定されたデータを

基に定量的な解析が行われており、フェルミ面の大きさや電子の有効質量に関して、de Haas van Alphen 効果から得られた値と定量的に比較可能な結果が得られていることが示され、放射光 ARPES 実験の進歩を理解することができた。さらに、実験に利用された多軸ゴニオメータの開発の経緯についても詳細な説明があり、実験装置側の発展と研究の高度化の関係を理解することができて大変興味深い講演であった。

最後に岡山大学の横谷尚睦氏より、重い電子系超伝導体 URu_2Si_2 に対する最新の高分解能 ARPES の研究結果について報告していただいた。 URu_2Si_2 は $T_{\text{SC}} = 1.2 \text{ K}$ の超伝導体であるが、 $T_{\text{HO}} = 17.5 \text{ K}$ において、その秩序変数が理解されていない「隠れた」秩序転移を示す。この秩序相が超伝導状態と共存しており、超伝導メカニズムの理解においても重要であるため、研究が競争的に行われている。横谷氏には、放射光施設の光電子分光装置としては世界で最も高いエネルギー分解能と試料冷却能力を持つドイツの BESSY II 1-cubed ステーションで行った高エネルギー分解能角度分解光電子分光実験の結果について報告していただいた。特に重い電子系においては、極低温で f 電子が形成する狭いバンドを直接観測する必要があるが、3次元的な f 電子状態を直接的に観測成功し、隠れた秩序相の秩序ベクトルに関する情報が得られたことが報告された。海外の放射光施設を利用する際の苦労話も織り交ぜていただき、その点でも大変参考になる講演であった。

今回は研究対象と研究手法をかなり絞った特別講演ではあったが、個々のトピックをフォローするのが大変困難な最新の研究成果を一度に聞くことができたという点において開催の意義があった。講師の先生方には、放射光技術の進展に伴う研究の将来展望に関してコメントしていただくようお願いしていたが、高エネルギー分解能を進めてさらに精度の高い実験を行うという方向性を示された先生方が多かった。超伝導は基本的に低エネルギー現象なので、もちろんこれは必要な方向性ではあるが、世界に目を向けると、時間分解や空間分解の研究が本格的に始まっており、いままで考え付かなかったような研究成果が次々と報告され始めている。このような、新しい切り口新しい方向性についても取り組む必要があるのではないかと感じた。

企画講演 3 『ソフトマテリアル研究における異常 X 線小角散乱の最新動向』

Recent Trend of Anomalous Small Angle X-ray Scattering in Soft Material Research 櫻井和朗 (北九州市立大学)

企画趣旨

異常 X 線小角散乱法 (ASAXS) を用いた構造解析の研究は、散乱長の差が明瞭であり利用できる原子の種類が多い金属やセラミックスの分野で盛んである。しかし、トップアップ運転を利用した第三世代の放射光の安定した光源の特徴を利用して、従来では困難であったソフトマテリア

ルの構造を、異常 X 線小角散乱を用いて解析する試みが最近行われるようになってきた。最新の動向を、国内外の第一線で活躍する研究者から紹介してもらうことを目的とした。

企画参加人数 69名

講演概要

「PROBING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF COUNTERIONS BY ANOMALOUS SMALL-ANGLE X-RAY SCATTERING」

Theyencheri Narayanan (European Synchrotron Radiation Facility)

ASAXS を用いたソフトマテリアルの研究が最も盛んな ESRF の部門長をしている Narayanan 博士からは、ASAXS の測定原理の解説をしてもらった後に、ESRF でおこなっている ASAXS の装置の概要が紹介された。そのあと、Br をプローブ元素とした DNA の周囲のイオン対の分布や高分子電解質に特徴的に見られるイオン対凝集に関するデータが紹介された。また、Br を共有結合した化合物のミセル内での分布などの最新の論文の紹介があった。

「異常小角 X 線散乱でみる高分子ミセル内での薬剤の分布」
秋葉勇 (北九州市立大学)

高分子ミセルは、適度な大きさと内部への疎水性物質の取り込み能ゆえに、薬物送達システム (DDS) のキャリアーとして注目されているが、高分子ミセルや薬剤は低濃度であるため、薬剤のミセル内部での分布状態を観測した例はない。この課題を解決するために、秋葉らは Br を標的要素として利用した ASAXS を利用して高分子ミセルの内部の組成分布について検討し、その有効性を示してきた。講演ではその結果を紹介するとともに、さまざまな疎水性が異なるモデル化合物を用いて、内核からの薬物のはみ出し挙動について基礎的なデータが紹介された。

「加硫ゴムのイオウ K 吸収端での異常小角 X 線散乱」

篠原佑也 (東京大学)

タイヤに用いられているゴムは、高分子鎖をイオウによって架橋 (加硫) することでネットワークを形成し、弾性体としての機能を発現する。したがってゴムのネットワーク構造と物性との関係を明らかにするためには、ゴム中のイオウの分散状態に関する知見が求められる。しかし、イオウの分散状態や架橋構造を解析する上で適した手法がこれまではなく、ゴム中のイオウの分散状態について十分な知見が得られているとは言えない。篠原らはこの課題を解決するために、イオウ K 吸収端での異常小角 X 線散乱の確立、およびゴム中でのイオウの分散状態の解明に取り組んできており、その結果を紹介した。

「時間分割異常小角 X 線散乱測定法の開発によるポリプロピレン結晶化の前駆現象の観測」

増永啓康 (JASRI/SPring-8)

増永らは、高輝度アンジュレータ光源を利用した

ASAXS の時間分割測定法 (TR-ASAXS) を開発し、そのシステムを利用してポリプロピレン (PP) 結晶化の前駆現象を明らかにすることに成功した。高分子の熔融状態からの等温結晶化においては、熔融状態から結晶化誘導期を経て結晶構造発現に至ると言われている。この結晶化誘導期における構造発展機構としては、相分離による濃度揺らぎ発展からの結晶成長とナノ結晶核発生からの結晶成長の説があり、結晶化の前駆現象は明らかにされていない。小角散乱法を用いることで、結晶化誘導期において観測される数十 nm の濃度揺らぎを観測することが可能であるが、結晶構造に由来する構造とそれとは異なる密度ゆらぎに起因する構造とを分離して観測することはできない。臭素原子を含む低分子物質を異常小角 X 線散乱 (ASAXS) 測定のプロープとすることで、それらを分離して評価することが可能となった。

企画講演 4 『Crystallography in Photon Science』

高原 淳 (九州大学)

企画趣旨

放射光科学は、構造物性学、物質科学、構造生物学、地球科学、分析化学など、結晶学をベースとする広大な学術領域の発展に貢献してきた。一方で、シリコンに代表される完全結晶は、結晶学によりその素性が明らかにされてきたとともに、分光や偏光制御など放射光 X 線の性質の操作に積極的に用いられ、放射光科学の発展を担ってきた。放射光科学と結晶学は、互いに学問の発展に大きな貢献をして、協奏的發展を遂げてきた。近代結晶学の創世から 100 年を迎え、国際連合総会は、2014 年を「世界結晶年」(International Year of Crystallography: IYCr2014) と制定した。

本企画講演は、世界結晶年に開催の年会・シンポジウムの機会に、これまでの X 線結晶光学を軸としたマイルストーンの概観、今後の結晶学の展望の講演を通して、新しい結晶学の在り方について議論する場として企画した。

企画参加人数 約 120 名

講演構成

司会 高田昌樹 (理化学研究所)

1. 趣旨説明「結晶と放射光」
後藤俊治 (高輝度光科学研究センター) 10分
2. 「結晶による X 線回折と分光器」
玉作賢治 (理化学研究所) 25分
3. 「光を集める結晶精密加工：OSAKA-Mirror のこれから」
山内和人 (大阪大学) 25分
4. 「偏光による磁気結晶学」有馬孝尚 (東京大学) 30分
5. 「コヒーレント X 線が拓く新しい結晶学」
高橋幸生 (大阪大学) 30分

講演概要

企画講演は、世界結晶年日本委員会の高田昌樹実行委員長の司会進行で進められた。企画提案者の一人である高輝度光科学研究センターの後藤俊治氏から企画の趣旨と企画構成が紹介された。ここでは、結晶学と放射光科学の発展における、分光技術、集光技術、偏光制御技術とコヒーレント光科学が概観され、学問分野の発展と企画における各講演の位置づけが整理された。

理化学研究所の玉作賢治氏は、物質と X 線との相互作用、動力学的回折について概観したうえで、Si 結晶、ダイヤモンド結晶における技術革新と放射光科学への貢献を示した。更に、XFEL の光源特性が顕著に表れる物質との相互作用、XFEL を用いた最近の研究成果を紹介した。これらの歴史的発展を踏まえ、今後の X 線回折による研究、結晶光学素子、超高ピーク強度 X 線回折実験による将来展望が示された。

大阪大学の山内和人氏は、世界中の放射光施設で独壇場となっている集光ミラー“Osaka-Mirror”の開発経緯とそれを支えた結晶精密加工技術とその将来展望を示した。“Osaka-Mirror”による 7 nm 集光という世界最高記録は有名であるが、SACLA での sub-50 nm 集光や動的補正など、更なる発展も含め、結晶精密加工技術を駆使した世界最先端の X 線集光技術を紹介した。さらに、化合物結晶にも応用可能な化学的結晶加工技術の開発についても触れ、放射光科学のみならず素子応用など様々な分野の展開



が示された。

東京大学の有馬孝尚氏は、急速に学問分野が広がりつつある磁性、磁気現象への放射光偏光 X 線散乱の最近の研究動向と将来展望について示した。講演では、偏光 X 線散乱によるスピン角運動量と軌道角運動量の分離、元素選択的な磁気構造解析の例が示され、その測定に必須であった放射光光源特性の発展が概観された。講演最後には、偏光 X 線によるスピン制御などの将来展望が示された。

大阪大学の高橋幸生氏は、コヒーレント光の利用で可能となった非結晶性物質の電子密度可視化研究の最新の動向と将来展望を示した。講演では、コヒーレント X 線回折イメージングの導入から、光源の安定化技術、測定・解析手法の開発、高ピーク強度 X 線による試料損傷などの課題とその解決策を示したうえで様々な物質のイメージング結果が紹介された。講演最後には、XFEL 光源、次世代リング光源の活用や先端技術の融合による今後のブレークスルーについて言及した。

総括

近代結晶学の創成から100年を迎え、結晶学は成熟し、物質科学において有用なツールとしての地位を確立した。さらに、その学問に支えられて利用が可能となった結晶は、放射光のみならず光科学の素子としてその学問の発展を支えてきた。本企画講演では、放射光光源の進化やXFELからのコヒーレント光発振によって新しい光を得た我々が、次に向かうべき新しい結晶学の扉がいくつか示された。世界結晶年を機に、物質科学における結晶学のさらなる発展に本企画講演が一助となることを期待する。

企画講演 5 『放射光ビームラインの横断的利用：赤外線と硬 X 線・軟 X 線』 池本夕佳 (JASRI)

企画趣旨

本企画では、赤外線を含む複数の放射光ビームラインの横断的利用によって実現される多角的な研究を取り上げた。放射光施設では、一般に硬 X 線、軟 X 線の利用が活発で、特に最近では、その高輝度特性を活かしたマイクロビーム、ナノビームの利用が盛んである。赤外放射光も輝度が高いことが重要な特徴で、SPRING-8 の BL43IR など赤外放射光ビームラインでは、この特性を活かした顕微分光が主として行われている。放射光は広いエネルギー領域をカバーし、それぞれの波長、測定技術によって得られる情報が異なる。硬 X 線、軟 X 線利用においては、構造、元素組成、電子状態、磁気状態に関する研究が行われている。一方、赤外線分光では、化学結合、格子振動、低エネルギーの電子状態に関する情報を得ることができる。本企画では、赤外ビームラインを含む複数のビームライン、手法を相補的に組み合わせて多角的に行われている研究のご講演を頂いた。

企画参加人数 92名

講演構成

司会 前半：岡村英一（神戸大学）、
後半：木村真一（大阪大学）

1. 「赤外放射光の特徴と今後の方向性」
池本夕佳 (JASRI) 10分
2. 「強相関電子系における赤外分光と光電子分光の相補利用」
松波雅治 (分子科学研究所) 20分
3. 「医薬品非晶質製剤の安定性評価のための粉末構造解析と赤外顕微分光」
米持悦生 (星薬科大学) 25分
4. 「環境・地球化学における放射光赤外分光法の利用可能性」
高橋嘉夫 (広島大学) 25分
- 休憩 15分
5. 「CT および赤外顕微分光に基づく骨機能評価」
松本健志 (大阪大学) 30分
6. 「放射光を利用した頭髪用化粧品の開発」
伊藤 廉 (株式会社ミルボン) 25分
7. 「高分子などソフトマテリアルの階層構造変化追跡のための放射光広角小角 X 線散乱および赤外スペクトル同時測定システム開発」
田代孝二 (豊田工業大学) 30分

講演概要

まずはじめに、企画提案者から、赤外放射光の特徴と、本企画の趣旨説明を行った。二番目の講演では、分子科学研究所の松波雅治先生から、「強相関電子系における赤外分光と光電子分光の相補利用」に関するお話しを頂いた。多彩な物性を示す強相関物質だが、講演では Yb 化合物の研究が紹介された。硬 X 線・軟 X 線光電子分光で得た内殻光電子スペクトルと、赤外反射分光から導出される損失関数とを比較・解析し、Yb の価数を高い精度で評価した。また YbS について、赤外放射光の高輝度性を活かした圧力下赤外分光測定 (<20 GPa) を行い、4f 電子が関与する圧力誘起絶縁体—金属転移のメカニズムについてもお話しがあった。三番目の講演では、星薬科大学の米持悦生先生より、「医薬品非晶質製剤の安定性評価のための粉末構造解析と赤外顕微分光」に関する研究を紹介して頂いた。医薬品と種々の高分子誘導体からなる固体分散製剤について、放射光赤外顕微分光によるマッピング測定を行い、高分子中での薬剤の拡散速度を算出して製剤の安定性評価を行った。また、種々の医薬品と添加物を組み合わせた試料で粉末 X 線構造解析を行い、溶解性・吸湿性に優れた共結晶を見いだしたご研究についてもお話しがあった。四番目の講演では、広島大学の高橋嘉夫先生から、「環境・地球化学における放射光赤外分光法の利用可能性」についてお話しして頂いた。先生は、赤外放射光を利用した実験はまだ本格的には開始しておらず、XAFS 測定を中心としたエアロゾル、微生物、土壌などを対象としたご研究について、赤外分光の可能性を提案して頂いた。エアロゾルに含まれる物質の解析、環境中の金属イオンを固定する微生物における金属イオンの結合状態、土壌中の有機

物とその分解過程など、高輝度赤外放射光利用の可能性が示され、非常に興味深い講演であった。

休憩を挟んで五番目の講演は、大阪大学の松本健志先生による「CTおよび赤外顕微分光に基づく骨機能評価」に関するご研究であった。骨の構造、高齢化に伴う骨質の変化、骨形成のメカニズムなどの丁寧なイントロダクションがあり、専門外の聴衆にもわかりやすく興味深かった。その後、放射光を利用したマイクロCTによる骨の微細構造解析の結果と、骨形成に重要な役割を果たすコラーゲン架橋やアパタイトの成熟度について赤外分光の結果が示された。これらの情報は相補的に利用され、骨形成のメカニズムが多角的に議論された。六番目のご講演は株式会社ミルボンの伊藤廉先生による「放射光を利用した頭髪用化粧品の開発」に関するお話しであった。加齢に伴う毛髪特性の変化についてその原因を調べ、特性を改善する物質の探索を行い商品開発につなげるご研究である。X線結晶構造解析では、毛髪の主成分であるタンパク質の疎水化と凝集を、ビタミンB6が抑制することを明らかにした。また、加齢に伴って起こるタンパク質の流出と密度低下については、ある種のケラチンタンパク質が有効に作用することが赤外マッピング測定により見いだされた。七番目のご講演は豊田工業大学の田代孝二先生による「高分子などソフト

マテリアルの階層構造変化追跡のための放射光広角小角X線散乱および赤外スペクトル同時測定システム開発」のお話しであった。他の先生方のご講演は、放射光赤外分光と他の放射光技術を組み合わせたご研究だが、サンプルはそれぞれの測定手法にあわせて準備しておられた。田代先生のご研究は、市販の赤外分光装置を改造し、X線広角小角散乱実験装置に搭載して、同時に測定しておられる。具体的には、張力誘起結晶相転移を示すポリテトラメチレンテレフタレートについて、延伸力下での構造変化を調べられた。 α 型 β 型などの結晶構造と、高次構造としてのラメラ構造が延伸力下でどのように変化するか、同時測定により明らかにされており、大変興味深いご講演であった。

放射光赤外分光と相補的に利用される実験手法として、光電子分光、粉末構造解析、XAFS、CT、単結晶構造解析、小角散乱を取り上げた。また取り扱う物質についても、強相関物質、薬剤、環境物質、生体材料、高分子材料など多彩な試料を取り上げた。放射光赤外分光が多様な試料に利用できることが示されたことと思う。講師の先生方には背景を丁寧にご説明頂き、わかりやすく興味深いご講演内容で、会場からの質疑応答も活発であった。本企画を機に赤外放射光の利用が更に広がることを期待する。