

(様式 2)

議事録番号

提出 2018 年 3 月 14 日

会合議事録

研究会名: 第 11 回 SPRUC 核共鳴散乱研究会

日 時: 2018 年 3 月 2 日 (金)

場 所: 名古屋工業大学 (21 号館 2 階 210 共通会議室)

出席者

三井隆也 (量子機構)、筒井智嗣、依田芳卓 (JASRI)、瀬戸誠、齋藤真器名、北尾真司 (京大・原子炉)、岩井一宏 (京大・医)、壬生攻、和佐田祐子、田中雅章、大原繁男 (名工大)、山口毅 (名古屋大)、岡林潤 (東大)、小林寿夫、太田雄大 (兵庫県立大)、吉見彰洋、藤原孝将 (岡山大学)、松岡岳洋、久野敬司 (岐阜大)、中村真一 (帝京大)、中島陽一 (熊本大)、小島憲道 (トヨタ理研)、世木隆 (コベルコ技研)、岸本俊二、春木理恵 (KEK)

計 25 名

議題: 放射光核共鳴散乱法を用いた最近の研究成果報告と情報交換を行う。また、今後の SPring-8 高度化に向けた核共鳴散乱研究会の取り組み方向性を決める。

議事内容:

第 11 回 SPRUC 核共鳴散乱研究会開催の目的は、放射光核共鳴散乱を用いた最近の研究について情報交換を行い、同測定法の今後の発展に向け、ビームラインユーザーの意見交換を行うことである。今回の会議では、全体セッションを物質応用、生物応用、新分野・先端計測技術の開拓の 3 つに分け、各分野で顕著な成果を挙げている研究者の方々による最新の研究報告が行われた。

物質応用に関する研究では、高圧科学分野での核共鳴散乱研究の有効性を示唆する研究報告がなされた。久野 (岐阜大) 氏により、高圧力下 EuH_x の水素化過程で生じる価数変化 (水素侵入) を Eu 放射光メスバウアー分光法で観察した研究が紹介された。本実験では、核共鳴散乱研究、放射光 X 線回折とラマン分光を併用することで、高圧水素下 Eu 水素化物の逐次構造変化における水素位置を決定できることが報告された。また、中島 (熊本大) 氏により、高圧下地球コア物質の構造探査の観点から鉄の核共鳴非弾性散乱測定による音速決定の重要性が最近の実験結果を交え、詳しく紹介があった。高圧科学研究分野での核共鳴散乱を用いた応用研究は、今後活

発になることが期待される。高エネルギーメスバウアー核を用いた物質研究として、増田氏(京都大)により、「Ni ナノ粒子/MOF 複合体の放射光メスバウアー吸収測定」、小林(兵庫県立大)氏により、「 ^{174}Yb 放射光メスバウアー分光法による YbAlB_4 の電子状態」、筒井(JASRI)氏により、「 ^{149}Sm 放射光メスバウアー分光による Sm 金属間化合物の価数評価」が報告された。何れも従来の放射性同位体を用いたメスバウアー分光では観測が困難なもので、計測法の利点を積極的に情報発信することで、利用者が大きく拡大する可能性を示唆するものであった。核モノクロメーターで放射光から直接生成した高輝度メスバウアー γ 線を用いた応用研究として、中村(帝京大)により、「メスバウアー回折実験の現状」が紹介された。メスバウアー回折を利用すると、マグネタイトなどの副サイト構造を有する結晶をサイト選択的にスペクトル測定でき、今後、通常の透過法では解析が困難な複雑構造を有する材料の精密メスバウアー分析が可能になることが期待される。

生物応用に関する研究では、岩井氏(京都大・医)により、生体細胞内での鉄代謝とその調節機構に関する総合レビューが行われ、細胞レベルにおける鉄、鉄補欠分子族の動態やミトコンドリアの鉄代謝調節における鉄および鉄補欠分子族の役割を分子・原子レベルで明らかにすることの重要性が紹介された。本講演は、生物化学分野における鉄の核共鳴散乱の重要性と今後の研究方向性に関する示唆を与えるものとして印象深いものであった。より具体的な研究例として、太田(兵庫県立大)氏により、「核共鳴非弾性散乱分光による鉄蛋白質の構造化学とダイナミクス」に関する講演が行われた。本講演では、生体物質中の鉄の振動状態だけを抽出できる核非弾性散乱法と DFT 計算を組み合わせることで他手法では困難な鉄周辺の原子配列状態を決定できることとその生態研究における重要性が紹介された。また、上記の研究に必要不可欠となる DFT 計算の原理と今後の課題が和佐田(名工大)氏により、詳しく解説された。放射光核共鳴散乱による生物研究は、黎明期であり、今後、飛躍的に発展する可能性がある。

新分野・先端計測技術の開拓に関する講演では、吉見(岡山大)氏により、「 ^{229}Th 極低アイソマー準位の分光に向けた核共鳴散乱実験の進展」が報告された。本研究は非常に野心的なもので、 ^{229}Th の核共鳴散乱実験が実現すれば、次世代の時間標準として、世界中で盛んに研究されている光格子時計の精度を一桁以上も向上できる可能性がある。この他、核共鳴散乱の超高分解能性を活かした研究として、齋藤(京大・原子炉)氏、山口(名古屋大)氏により「核共鳴散乱ガンマ線を用いた準弾性散乱実験の進展」についての計測法の現状と「 $3,7$ -ジメチル- 1 -オクタノールのドメイン構造ダイナミクスと粘弾性」に関する応用事例が報告された。この手法を用いれば、物質のダイナミクスを neV 領域の分解能で調べることができるため、誘電体、高分子、

生体試料の研究として有望である。材料中には特にメスバウアー核を含む必要が無い
ため、その応用性は非常に広い。核共鳴散乱用の高速検出器の高度化では、KEK
の岸本氏により、「APD リニアアレイ検出器システム開発の現状」が紹介された。一辺、
100 μm 程度の素子を 128ch 備えた位置敏感検出器が開発されており、今後、核共鳴
小角散乱やメスバウアーイメージングの実験に応用できると期待される。三井(量子
機構)氏、藤原(岡山大)氏からは、「バンド幅可変核モノクロメーター開発の現状」と
「モバイル型核分光器開発の現状」に関する報告がなされた。この分光器は、核共鳴
分光用の磁性体単結晶に高周波磁場を印加し、内部の ^{57}Fe 原子を磁気弾性振動さ
せ、ドップラー効果で出射 γ 線のエネルギーバンド幅を μeV から neV 領域で制御でき
るもので、講演では、X線非弾性散乱への応用可能性が報告された。また、核分光器
を、SPring-8 の他のアンジュレーターでも利用できる可搬型核分光器開発の現状に
ついて紹介された。

決定事項:

SPring-8 高度化に向けた核共鳴散乱研究会の取り組みとして、本年度の
SPring-8 シンポジウム開催日までを目処に、研究会としての「新放射光源施設にお
ける核共鳴散乱ビームライン提案書」を準備することになった。提案書を準備するに
当たり、SPring-8 高度化後に利用可能な運転モード(トレインバンチモード)に関して
の現状報告が行われ、複数ある核共鳴散乱計測法に最適化したバンチ構造を取りま
とめた上で、加速器側に問い合わせを行うことになった。また、広バンチ間隔を必要と
する時間スペクトル測定に必要なシングル・バンチ運転の実現には、それを必要とす
るユーザー(他の研究会の方も含めた)を組織化して、サイエンスの方向性を明確に
打ち出した上で加速器側と相談することが不可欠であることを確認した。

小島(トヨタ理研)氏から、11 月 15-17 日に開催が予定されている豊田理研(国際
ワークショップ「メスバウアー分光の新展開と将来への展望」(公益財団法人:豊田理
化学研究所:主催)の照会があった。核共鳴散乱研究会の成果発信の場として、積極
的に参加することを研究会として確認した。