

2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム (T15) 報告

イオンビーム分析の最新動向 Latest Trends in Ion Beam Analysis

開催日時 : 2023 年 3 月 17 日

場所・形式 : 上智大学四谷キャンパス・ハイブリッド

企画 : 薄膜・表面物理分科会「イオンビームによる表面・界面の解析と改質」特別研究会

世話人 : 瀬木利夫 (京都大学)・鈴木拓 (NIMS)・土田秀次 (京都大学)・山形武靖 (東京大学)

イオンビーム分析(IBA: Ion Beam Analysis)は、イオンビームを使用して物質の元素組成、同位体比、有機分子分布などを分析する技術である。この分析技術は、地質学、考古学分野での活用の他、工業材料や生体材料の分析にも利用されるようになってきている。イオンビーム分析は、大型の加速器を用いて発生させた高エネルギーのイオンを用いた分析が一般であるが、近年は、低エネルギーのイオンを用いた表面分析技術も進展している。本シンポジウムでは、高エネルギーイオンを用いた分析に加え、低エネルギーイオンを用いた有機材料分析の最新成果についての講演を実施し議論することにより、加速器ユーザーのみならず利用するビームの種類を越えたイオンビーム分析研究者間の交流とそれによる本分野のさらなる発展を目的として開催した。シンポジウムでは加速器質量分析(AMS)、粒子線励起 X 線分析(PIXE)、粒子線励起ガンマ線分析(PIGE)、イオンビーム誘起発光(IBIL)、ラザフォード後方散乱分光法(RBS)、核反応分析(NRA)、低エネルギーイオン散乱分光(LEIS)、二次イオン質量分析法(SIMS)など多岐にわたるイオンビーム分析に関する 4 件の招待講演と 1 件の一般講演、及びヨーロッパにおける多国間にまたがるイオンビーム研究開発プロジェクトについての招待講演を通じて活発な議論が行われた。

はじめに、「加速器質量分析による同重体分離・検出限界へのチャレンジから天文学研究へ」と題して ^{10}Be 、 ^{60}Fe 、 ^{146}Sm 、 ^{244}Pu に関する AMS を用いた同重体の分離・検出技術開発とそれらが超新星爆発の位置推定等の天文学的な展開を可能とした研究成果を木下哲一氏 (清水建設) にご紹介いただき、AMS の技術革新の重要性とその応用分野の広さを実感する講演となった。次に「QST 量医研静電加速器施設におけるマイクロ PIXE/PIGE 分析の動向」と題してマイクロ PIXE を用いた内部被曝核種の骨移行評価やアイソトープ治療薬の可視化などの応用研究事例を及川将一氏 (量子医科学研究所) に複数ご紹介いただき、イオンビーム分析によるイメージングが生体分野への応用に深く進展しており、高いアクティビティを有していることが示された。次に「集束イオンビーム分析技術による時分割捕集された大気中微粒子試料の特徴量解析」と題して PIXE や IBIL を用いた大気中微粒子の分析に関する講演が加田渉氏 (群馬大学) からあった。PIXE を用いた従来の元素分析のみならず IBIL を用いた有機物分析による大気バイオエアロゾルの観察についての報

告があり、大気汚染の越境伝搬という環境分野でもイオンビーム分析の重要性が上がってきていることが示された。

休憩を挟んだシンポジウム後半では、まず「産業界でのイオンビーム分析の活用状況」と題して、高分解能 RBS や NRA による半導体ディスプレイ薄膜分析や LEIS による触媒微粒子表面第 1 層分析などの産業界での材料分析へのイオンビーム分析の活用事例の紹介が齋藤正裕氏（東レリサーチセンター）からあった。この分野では大学や研究機関で開発された新技術の社会実装が進んでおり、高エネルギーから低エネルギーまで様々なイオンビームが材料分析分野に用いられていることが示された。次に「50 年を迎えるイオンビーム分析技術のこれから」と題して、イオンビーム分析のこれまでの歴史に加え、新しいイオン源の開発や有機分析技術の開発などのご紹介が松尾二郎氏（京都大学）からあり、今後もイオンビーム分析に関する基盤技術の開発により新たな応用分野の開発が期待されることについて議論が行われた。最後に、「Transnational Access to European Ion Beam Centers: RADIATE and ReMade@ARI」と題して、EU における多国間にまたがるイオンビーム研究開発プロジェクトの歴史と現在動いているプロジェクトである RADIATE と ReMade@ARI について紹介が Stefan Facsko 氏（Helmholtz-Zentrum Dresden）からあり、プロジェクトのネットワークを通じて EU におけるイオンビーム分析設備の国境を越えた相互利用が促進されていることがよく理解できた。

以上のように、高エネルギー・低エネルギーを問わずイオンビーム分析は従来の材料分野のみならず生体分野や宇宙分野など幅広く応用展開されていることが示された。さらには新しいイオンビーム分析法の研究開発の進展により今後もその重要性は衰えないと期待される。また、加速器などのイオンビーム分析に必要な設備は大型で高価であるため、EU にて実施されているように、国内だけでなく多国間での設備の相互利用が進んでいくと考えられる。最後に、本シンポジウムがこれからのイオンビーム分析分野の発展に少しでも寄与できることを期待するとともに、興味深い発表と活発な議論をして頂いた講演者の皆様、聴講者の皆様に感謝申し上げます。