

第 61 回応用物理学会春季学術講演会 シンポジウム報告 「真空の制約を超える: 電子やイオンを用いた分析法の実環境測定への挑戦」

世話人 佐々木 正洋(筑波大)、中村 健(産総研)、吉越 章隆(原子力機構)

第 61 回応用物理学会学術講演会(青山学院大学相模原キャンパス)において、薄膜・表面分科企画として標記シンポジウムを同学術講演会 3 日目の 2014 年 3 月 19 日(水)14:00~17:30 に F7 会場にて開催した。その目的は、真空を必要とする物理分析法で実環境測定を行うための測定技術の改良について、現状と課題を議論することにある。

応用物理学を支える種々の物理分析法は真空技術と一体になって進歩してきた。これは多くの分析法ではプローブまたは信号のいずれかに電子またはイオンを用いるため、データの取得に際して電子またはイオンの十分な平均自由行程を確保できる真空環境が原理的に必要になるからである。ところが、大気環境下や溶液中あるいは実デバイス構造の内部など、理想的な真空環境下とは異なった条件にある試料の測定ニーズが近年益々高まっており、電子やイオンを用いてこれらに対応できる測定の実現が求められている。本シンポジウムでは、具体的には電子の結像により観察する電子顕微鏡とイオンを信号として検出する質量分析法に関して、試料取扱法の開発・改良等を通じてこれら課題を解決した事例を各々 3 件ずつご紹介いただき(各 30 分の講演)、真空技術と実環境ニーズの共存についての議論を試みた。これに先立って、世話人の中村健(産総研)から「電子で観る・イオンで測る: 物理分析と真空技術」(19p-F7-1)と題して、上記を含む本シンポジウムの趣旨説明についての 15 分のオープニングトークと招待講演者の紹介を行った。

竹田精治先生(大阪大学)は講演「環境制御型透過電子顕微鏡(ETEM)の開発とその実環境下での応用」(19p-F7-2)において、電子顕微鏡の歴史とその発展及び成熟から説き起こし、差動排気を駆使して試料極近傍のみのガス圧環境を実現した透過電子顕微鏡(TEM)開発の経緯を解説した。さらにこれを特に触媒化学に応用し、化学反応下にある金ナノ粒子触媒の吸着サイトや反応サイトの構造変化をダイナミックな TEM 像として示して感銘を与えた。

「大気圧走査電子顕微鏡の開発」(19p-F7-3)と題した須賀三雄先生(日本電子)の講演では、液体などの状態にある測定試料を保持する大気に開放された直径 35mm の試料室(「ディッシュ」)に SiN 薄膜製の窓を設け、この窓を介して実環境下の試料に対する真空下の測定側からの電子線の入射・反射を用いた走査電子顕微鏡(SEM)像観察の実現が報告された。またディッシュでの細胞培養も含めて、本装置を用いた各種生物試料のその場観察の実例が紹介された。

真空装置の真空を維持するためには、高い蒸気圧の物質を真空装置内に導入することは禁忌である。桑畑進先生(大阪大学)は講演「イオン液体を用いた *in situ* 電子顕微鏡観察技術の開発」(19p-F7-4)で、蒸気圧が極めて低いユニークな物質状態であるイオン液体を積極的に真空装置内に導入し溶媒に用いることによって、電子顕微鏡を用いた電気化学反応や生体反応等のその場観察を実現したことを、SEM や TEM の測定例から明瞭に示した。

質量分析法については、まず松見豊先生(名古屋大学)が「レーザーイオン化個別粒子質量分析装置による大気エアロゾルの研究」(19p-F7-5)と題した講演を行った。国境を越えた環境問題になっている PM2.5 等の大気エアロゾル(大気環境中に浮遊する固体や液体の粒子)の分析について、開発したエアロダイナミックレンズによって測定現場でサンプリングした大気中からの微粒子の選別を実現したのち、この個別粒子のレーザー散乱光による粒子径評価とレーザーイオン化による質量分析を通じて、現在の日本における大気中の微粒子の動態を把握するためのホットなデータを提供した。

河野淳也先生(学習院大学)の講演「液滴分子線法による溶液試料の真空中への導入とその反応解析」(19p-F7-6)では、化学の本質は溶液にあるとの基本的立場から、真空中での気相溶液化学の確立を目指して開発した液体分子線法及び液滴分子線法についての解説と、本法で真空中に導入された溶液試料に対してレーザー蒸発・イオン生成を介して行なった質量分析により生体高分子等の溶液反応を解析した例が報告された。溶液化学の新たな展開の萌芽が示された。

松尾二郎先生(京都大学)の講演「低真空二次イオン質量分析法(Wet-SIMS)の開発」(19p-F7-7)では、生体構成物質も含めた有機材料分析への二次イオン質量分析法(SIMS)の展開の現状が紹介された。揮発性成分や水分を多く含むこれら試料の真空装置への導入に起因する低真空化に SIMS 分析を対応させるために、低真空下でも長い平均自由行程を確保できる高エネルギーイオンを生成させ、これを SIMS 分析の一次イオンへ適用した Wet-SIMS 法を開発するとともに、種々の有機材料への分析に本法を応用した例も紹介された。

実環境測定を指向する物理分析においても、分析する環境の基礎となる「真空」との共存および展開の重要性を再認識したシンポジウムであった。真空の制約を超える必要が真空技術の研究開発の駆動力でもあることを自覚し、応用物理学の基盤の一つである真空の科学技術の発展を引き続き図っていくことが、応用物理学の新たな研究分野の開拓につながっていくことを確信する。

なお本シンポジウムは、真空及びこれに関わる科学技術の専門学会である日本真空学会の協力を得て企画立案したことを付記する。

(平成 26 年 4 月 3 日)