

談話室

第16回二次イオン質量分析国際会議 (SIMS XVI) 報告

阿部 芳巳*
横浜分析センター, 株式会社三菱化学科学技術研究センター
〒227-8502 横浜市青葉区鵜志田町1000
*1105863@cc.m-kagaku.co.jp

(2008年2月20日受理)

PSA-07に先立つ2007年10月29日～11月2日に、「第16回二次イオン質量分析国際会議」(SIMS XVI, 16th International Conference on Secondary Ion Mass Spectrometry)が「第6回新材料とデバイスの原子レベルキャラクタリゼーションに関するシンポジウム」(ALC'07, 6th International Symposium on Atomic Level Characterization for New Materials and Devices'07)と並行して、金沢の石川県立音楽堂で開催された。

SIMSの国際会議は、1977年にドイツ・ミュンスターでBenninghoven(ミュンスター大)を中心に第1回の会議が開催されて以降、隔年での開催を続けて今回で16回目を迎えており、世界中のSIMSコミュニティが一堂に会する大きな国際会議に成長している。開催年が同じ「表面分析の応用に関する欧州会議」(ECASIA, European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis)が今年のブリュッセルで12回目[1]を迎えたことと比較すると、SIMS国際会議の方が一足早い歴史を持つ。その開催場所は、ミュンスター(1977)から始めてスタンフォード(1979)、ブタペスト(1981)、大阪(1983)、ワシントンD.C.(1985)、ヴェルサイユ(1987)、モントレー(1989)、アムステルダム(1991)、横浜(1993)、再びミュンスター(1995)、オランダ(1997)、ブリュッセル(1999)、奈良(2001)、サンディエゴ(2003)、マンチェスター(2005)と、欧州・米国・日本を転々としており、日本での開催は、大阪(SIMS IV)、横浜(SIMS IX)、奈良(SIMS XIII)に続いて4回目を数える。SIMS XVIには前回のSIMS XVと同程度[2]の約380名の参加者が集い、ALC'07の約200名の参加者[3]と併せると600名規模の盛大な会議となった。秋の気配が深まり行く北陸の古都金沢を舞台に、晴天にも恵まれて、SIMSを取り巻く最新的话题に

深く熱い議論が展開された。

会議では、2会場(ALC'07を含めると3会場)に分かれての口頭講演、2夜(ALC'07を含めると3夜)にわたるポスターセッション、前回のSIMS XVから取り入れられたディスカッション形式のセッションなどが設けられた。まず、会議の冒頭では、ToF-SIMS、D-SIMS、ALCをそれぞれ代表して、生物学分野でのToF-SIMS利用に関するCastner(ワシントン大)、半導体分野でのD-SIMSの究極の深さ分解能に関するVandervorst(IMEC)、LEEM/PEEMの過去～未来に関する越川(大阪電通大)の3つの基調講演があった。ToF-SIMSでは、あらゆる材料へと適用射程が急速に拡大する中で、依然として生物学分野が注目を集めており、ディスカッションセッションの第2部でも、バイオイメージングがテーマに取り上げられていた。Bi₃やC₆₀などのクラスターイオンを一次イオンに用いることが一般化したことによって有機分子の検出感度が飛躍的に向上しており、MALDI(Matrix Assisted Laser Desorption / Ionization)の空間分解能を補完する手法としてToF-SIMSによるバイオイメージングが実現している。一方、D-SIMSでは、表面極浅領域の評価をはじめ究極の深さ分解能



写真1 開会を待つ。

での深さ分析の実現が不変のテーマとなっている。

基調講演に続く口頭講演では、以下に列記したセッションテーマのくくりで、100件を超える講演が24のセッションに分かれて繰り広げられた。セッションテーマを概観するだけでも、Depth profiling, Dynamic SIMS, Semiconductors といったD-SIMSを代表する分野が減少し、Biomaterials, Organic Depth profiling, Polymers/Organic Materials といった有機・バイオなどのソフトマテリアル分野が急速に増えている様子が実感できる。こうしたテーマの変遷からも、ここ十年でのSIMSを取り巻く状況の劇的な変貌が窺える。

- Applications (1), (2)
- Biomaterials (1), (2)
- Cluster Ion Beams (1), (2)
- Comparison
- Depthprofiling (1), (2)
- Dynamic SIMS
- Earth Sciences
- Fundamentals (1)~(6)
- Imaging
- Instrumentation
- Organic Depthprofiling (1), (2)
- Polymers / Organic Materials (1), (2)
- Semiconductors

ポスターセッションにも200件を超える発表があり、夜毎、弁当を食べながらポスターを前に議論の花が咲いていた。

以下、本稿では、SIMS XVIで議論された中から興味深い話題をいくつか紹介したい。ECASIAの話題が手法を問わず表面分析全般に広範囲に広がっているのに比べて、SIMS国際会議は手法が限定される分、狭い領域が深く議論されている。著者は1999



写真2 ポスター会場を俯瞰。

年にはSIMS XIIではなくECASIA'99を選び、2001年のSIMS XIIIからSIMS国際会議に参加するようになった新参者であり、浅学非才ゆえの認識不足や誤解が多々含まれていることを予めご容赦願う。

■ジャイアントクラスターイオンビーム

2001年のSIMS XIIIでC₆₀銃がイメージングまで可能な実用化レベルで報告[4]されて以降、C₆₀クラスターイオンによる有機物のスパッタデプスプロファイリングがホットな話題として精力的に研究され、報告されてきている。例えば、前回のSIMS XVやPSA-04でも、C₆₀スパッタ技術の適用例が百花繚乱のごとく紹介され、最も大きな話題となっていた[5]。C₆₀銃は有機薄膜を積層した有機デバイスの深さ分析用途のみならず、生物試料の凍結切片表面を覆う氷の除去や、実用材料表面に意図せず付着したコンタミの除去などの用途にも有望であり、三次元でのモレキュラーイメージングや埋もれた界面の分析を実現する上で今後キーになる技術と予想している。こうしたクラスターイオンビームに関する最新の話は、眞田(アルバック・ファイ)による第44回IUVSTAワークショップ報告[6]に詳しく紹介されている。

今回のSIMS XVIでは、さらにクラスターイオンのサイズが巨大化して、Ar₂₀₀₀や帯電水滴などのジャイアントクラスターイオンを一次イオンに利用した新奇な研究成果が報告された。松尾(京大)は、モレキュラーデプスプロファイリングを実現するための戦略としてクラスターイオンの種類、サイズ、エネルギーの観点から整理して紹介し、Ar₂₀₀₀というガスクラスターイオンやMeVの高エネルギーイオンの可能性を示した。

ジャイアントクラスターイオンはビームの細線化に課題が残るため、イメージングにはまだ適さないが、試料表面に損傷や攪乱を与えることなくスパッタできる点が魅力である。この利点をAu₃やBi₃などの金属クラスターイオン銃によるToF-SIMS分析と組み合わせることによって、サブミクロン領域のバイオイメージングへの道が拓ければ、ToF-SIMSに更なる飛躍が期待できる。生物には宇宙とともに、現代科学が未踏の分野がいまなお多く、ToF-SIMSは、その未踏の地を切り拓いていくツールの1つになり得る可能性を秘めている。

■ O₂, Cs 銃による有機物デプスプロファイリング

著者にとって今回の SIMS 会議で最も強いインパクトを受けた話題は、低加速の O₂, Cs 銃でポリマーのスパッタデプスプロファイリングに成功した Houssiau (ナミュール大学) による報告である。旧来から用いられてきた Ar, O₂, Cs などのイオン銃で有機物をスパッタすると、たちまち有機物の化学構造が破壊され、炭化して(バーベキュー) 有意な情報は得られないというのが筆者の認識であり、こうした状況に福音をもたらしたのが前述の C₆₀ クラスタイオンによる低損傷スパッタ技術と考えていた。しかしながら、C₆₀ 銃も万能ではなく、トレハロース, PMMA (ポリメチルメタクリレート), Irganox 1010 などの限定された系には有効に働くものの PS (ポリスチレン) や PET (ポリエチレンテレフタレート), PC (ポリカーボネート) などの芳香環系ポリマーには有効でないことがポリマー分野での活用上致命的課題であった。Houssiau らは、O₂ 銃や Cs 銃を 200 eV 以下の低エネルギーで使用することで、PS, PET, PC などの C₆₀ 銃が苦手とするポリマー材料をうまく測定できる可能性を示した。

工業的に重要なポリマーである PS, PET, PC などのスパッタデプスプロファイリングへの有効性もさることながら、旧来の D-SIMS 技術が有機物のデプスプロファイリングという ToF-SIMS の関心事に適用されることで、D-SIMS コミュニティーと ToF-SIMS コミュニティーとに完全に相分離してしまったかに見える今の状況を変える“界面活性剤”としての働きにも今後注目したい。

次回の SIMS 国際会議、SIMS XVII はカナダのトロントで 2009 年 9 月 14-18 日に開催される予定である[7]。前回の SIMS XV で Winograd (ペン州立大)

が看破したように、最近の SIMS を取り巻く状況はまさに“The end is not yet in sight.” [8]である。さて、次回はどのような話題が飛び出すのであろうか。日本発の、さらには SASJ 会員発のあっと驚く話題が提起されることを期待している。ECASIA'09 [9]が同年 10 月 18-23 日に初めてボスボラス海峡を渡ってトルコの地中海岸リゾートとして知られるアンタリアで開催されることを考えると、選択が悩ましいところではある。

なお、会議風景を点描した写真は、豊田中央研究所の堂前和彦氏にご提供いただいた。

参考文献

- [1] <http://www.ecasia07.be/index.html>; 佐藤秀勝, *J. Surf. Anal.* **14**, 166 (2007).
- [2] http://www.simsociety.org/pdf-doc/graph_pastatendanceI-Sims.pdf
- [3] <http://jsps141.surf.nuqe.nagoya-u.ac.jp/>
- [4] S. C. C. Wong, R. Hill, P. Blenkinsopp, N. P. Lockyer, D. E. Weibel, J. C. Vickerman, *Appl. Surf. Sci.* **203-204**, 219 (2003).
- [5] 例えば, J. Cheng and N. Winograd, *Appl. Surf. Sci.* **252**, 6498 (2006).
- [6] 眞田則明, *J. Surf. Anal.* **14**, 69 (2007).
- [7] <http://www.simsxvii.org/index.htm>
- [8] N. Winograd, Z. Postawa, J. Cheng, C. Szakal, J. Kozole, B. J. Garrison, *Appl. Surf. Sci.* **252**, 6836 (2006).
- [9] <http://www.ecasia09.org/>



写真3 バンケット会場の賑わい。