

# 平成27年度熊谷記念真空科学論文賞，真空技術賞，真空進歩賞， 真空会誌賞の審査経過と受賞業績紹介

表彰審査会 議長 間瀬一彦

日本真空学会では，真空科学・技術およびその関連分野の発展に寄与した顕著な業績に対し，毎年，熊谷記念真空科学論文賞，真空技術賞，真空進歩賞，真空会誌賞の表彰を行っています．本年度も会誌 *Journal of the Vacuum Society of Japan* の第3号で受賞候補業績（候補者）の公募を行い，会員の皆様より推薦をいただきました．

表彰審査会では9名の委員が推薦された業績の審査にあたりました．慎重に審議を重ねた結果，審査会は下記の業績を受賞候補として推薦することとし，理事会においてこれが承認され，各賞の表彰が決定されました．

なお，授賞式と受賞記念講演は2015年12月2日（水），第56回真空に関する連合講演会（つくば国際会議場）において行われます．

## 受賞業績，受賞者と推薦理由

### 第40回 真空技術賞

受賞者：大南祐介（株式会社 日立ハイテクノロジーズ）

業績：大気圧走査電子顕微鏡の開発

1. 特許 大南祐介，伊東祐博，大瀧智久，「荷電粒子線装置」，特願2011-86904，出願日 平成23年4月11日，特許 第05699023号
2. Yusuke Ominami, Shinsuke Kawanishi, Tatsuo Ushiki and Sukehiro Ito, A novel approach to scanning electron microscopy at ambient atmospheric pressure, *Microscopy*, **64** (2015) 97.



大南祐介

#### 推薦理由：

走査電子顕微鏡（SEM）は，電子銃から引き出した電子ビームを X-Y 二次元走査しながら試料表面の微小領域に照射し，このとき発生した二次電子や反射電子などを検出して拡大像を表示する装置である．焦点深度が深い像が得られることから，微小な表面構造を三次元的な画像で鮮明に観察できるという特徴があり，工学だけでなく，理学，生物学，医学などのさまざまな分野で広く利用されている．

しかし SEM には，「試料を真空に入れなければならない」という使用上の制約があった．気体分子の存在は，電子銃の劣化，電子線を散乱することによる輝度や分解能の著しい低下などの致命的な問題を引き起こすためである．通常 SEM 試料室の圧力は  $10^{-3}$ ~ $10^{-5}$  Pa であり，ソフト・バイオマテリアル（生物，食品，高分子，生体材料など）の直接観察は不可能である．このような試料に対しては，脱水，乾燥，コーティングなどの試料前処理を行って観察するため，本来の自然な三次元構造を保存しながら観察することは出来なかった．一方で成長著しいソフト・バイオマテリアル分野において，前処理の無い「生」の状態を観察したいとのニーズが急増しており，大気圧下，無処理でバルク体を直接観察できる大気圧 SEM が求められていた．これまでも開発・販売されている大気圧 SEM はあったが，金属染色などの前処理が必要である，観察可能な試料が限られかつ通常のバルク試料の観察が不可能であるなどの課題がありユーザーニーズを満足させるものではなかった．

これに対し大南氏は、電子光学系と試料室間に大気と真空を隔離する隔膜を脱着可能に取付けることによって、バルク体試料を前処理無しで大気圧観察を可能とする SEM を開発した。本装置は、「試料を真空に入れなければならない」という SEM の欠点の克服したもので次の特徴がある。より生の状態で画像を観察可能とするため試料空間の気圧を制御（大気圧～減圧（ $10^4$  Pa））できる機能を持つ。また、大気中での電子線散乱を補正する画質改善技術も合わせて開発し解像度の高い観察を可能とした。なお、大気と真空を分離する隔膜を外すことで真空でも観察が可能である。

本開発のもう一つの優れた点は、大掛かりな装置ではなく卓上レベルの SEM で大気圧観察を可能としたことである。SEM をより身近なものにするために卓上サイズにこだわったユーザの視点の装置となっている。小型で使い勝手よく研究者が利用しやすいため、SEM 観察の応用範囲を広げるものでもある。

以上のように大南氏は、これまで不可能であった大気圧下、無処理でのバルク体直接観察を可能とする画期的な技術を、市販製品として研究開発しており、真空技術分野への貢献は極めて大きい。よって、本件を第40回真空技術賞候補として推薦する。

#### 受賞者略歴：

大南祐介（おおみなみ ゆうすけ）

- 2000年3月 北海道大学工学研究科原子工学科卒業
- 2002年3月 北海道大学工学研究科量子エネルギー工学専攻卒業
- 2002年4月 株式会社日立ハイテクノロジーズ入社
- 2004年10月 米国サンタクララ大学に訪問研究員
- 2009年3月 北海道大学大学院工学研究科量子理工学専攻学位取得（工学博士）
- 2015年4月 株式会社日立ハイテクノロジーズ主任技師 現在に至る

#### 第24回 真空進歩賞

受賞者：笠嶋悠司（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

業績：プラズマプロセスにおける異常放電検出システムの開発

1. 笠嶋悠司，田原竜夫，小林由和，八坂三夫，阪本真悟，秋山守人，上杉文彦：Thin Type Acoustic Emission Sensor for Detection of Micro-arc Discharge, J. Vac. Soc. Jpn., 57巻7号（2014）272-276.



笠嶋悠司

#### 推薦理由：

半導体デバイス製造プロセスの一つであるプラズマエッチングにおいて、突発的に発生する異常放電は、ウエハや電極にダメージを与えるだけでなく、プラズマ放電が不安定になるなど、デバイスの製造効率を著しく下げ得る厄介な現象であることが知られている。しかしながら、通常のプラズマエッチング装置は、異常放電を効率よく検知できる機能を装備しておらず、異常放電の発生やその発生源をその場で検出できるシステムの開発が望まれていた。笠嶋氏は、所属機関において開発された薄膜型アコースティックエミッション（Acoustic Emission, AE）センサーを内蔵した静電チャックウエハステージを作製し（笠嶋悠司他：IEEE Trans. Semicond. Manuf., **52**（2013）350他），プラズマプロセス条件下において、ウエハ近傍で発生した異常放電を検出することに成功した。本検出システムでは、ウエハ近傍で起きた異常放電による微細な弾性波を、ウエハステージに内蔵した AE センサーにより、ウエハ直下で高感度に検出することが特長である。比較のために装置の大気圧側に装着した従来型のセンサーによる同時計測では、異常放電に全く応答しない一方で、内蔵型 AE センサーは影響を受けない外部の振動や装置の真空バルブの開閉動作などによる雑音を信号として検出しており、笠嶋氏の検出システムの優位性が実証された。また、笠嶋氏は異常放電と強い関係性がある装置内の微粒子発生に関する研究も実施しており（笠嶋悠司他：Jpn. J. Appl. Phys., **52**（2013）066201他），単なる異常放電検出システムの開発に留まっていない点も高く評価される。

以上のように、プラズマプロセスの環境中で良好に動作する高感度な検出システムを開発した笠嶋氏の業績は、真空に関する科学技術の進歩に寄与するところ大であり、若手新進研究者として、日本真空学会ならびに真空科学技術の発展に対して大いなる貢献が期待できる。このような観点から、第24回真空進歩賞として笠嶋氏を推薦する。

#### 受賞者略歴：

笠嶋悠司（かさしま ゆうじ）

2005年 東北大学工学部電子情報物理工学科卒業

2007年 東北大学大学院工学研究科電気・通信工学専攻修士課程修了

2010年 独立行政法人産業技術総合研究所入所

2015年 学位取得 博士（工学） 現在に至る

#### 第4回 真空会誌賞

受賞者：小林正典（高エネルギー加速器研究機構 名誉教授）

業績：〔随想〕うたかたの記(1)-(7)

〔講座〕電子ストレージリング真空系ハードウェア(1)-(2)-うたかたの記 番外編-

1. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻3号 (2013) 111-114.
2. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻5号 (2013) 191-194.
3. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻7号 (2013) 284-289.
4. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻9号 (2013) 389-394.
5. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻12号 (2013) 513-519.
6. J. Vac. Soc. Jpn., 57巻2号 (2014) 71-77.
7. J. Vac. Soc. Jpn., 57巻6号 (2014) 239-246.
8. J. Vac. Soc. Jpn., 57巻7号 (2014) 285-293.
9. J. Vac. Soc. Jpn., 57巻12号 (2014) 461-465.



小林正典

#### 推薦理由：

小林氏は、超高真空・極高真空分野の第一人者であるのみならず、粒子加速器（放射光リング）の大型真空システム設計・構築に関する先駆者の一人でもある。本連載は、1964年頃の大学時代に初めて「真空」に触れてからその後の約半世紀にわたる真空科学・工学、そして粒子加速器の真空との関わりをまとめたものである。

過去7回連載された随想では、大学時代に真空を「科学する」ことの面白さに気付いたこと、重要性を当時の指導教官から学んだことが、その後の小林氏の丁寧で緻密で、かつ様々な現象に対して真摯な態度で向きあう研究姿勢の基盤となっていることがわかる。

高エネルギー加速器研究所（KEK）の放射光リング真空系の責任者となってからは、加速器の真空システムや放射光と真空表面との関係について広範囲の研究を重ねられた。この連載では加速器の真空特有の問題を詳しく、また加速器に馴染みのない読者にもわかりやすく解説している。講座となっている2回の「番外編」では特に放射光リング（電子加速器）の技術的な点をより詳細に記述している。

また、小林氏は研究に没頭するだけでなく、若い世代の教育にも熱心に取り組み、真空夏季大学の講師、さらに校長として長年にわたり若手育成に貢献されてきた。海外滞在時の経験から、日本と海外の文化についても比較・考察されていて、本連載全体にわたり、教育・文化に関する深い洞察や貴重な提言も多く述べている。

本連載は、過去の自身の研究成果を含め、各時代の苦勞、失敗、感激などが随想という形式をとることにより非常に身近な

ものとなり、読む人の興味を引くものとなっている。失敗談についてもざっくばらんに述べられており、今となっては笑えることであろうが、当時の苦勞が良くわかり共感する読者も多かったはずである。

本連載は、全体を通して、加速器真空システムに関わる研究者はもちろんのこと、一般の真空システムの設計・製作に関わる全ての人に有益な事柄が数多く述べられている。特に「番外編」は、放射光リングについて技術的な面から詳細に紹介されていて、加速器の真空に関わる者にとってはこれ以上ない教科書となろう。

以上のように、小林氏の一連の「うたかたの記」は、真空科学・工学の諸問題について自身の経験を含めて、読者目線でわかりやすく解説されており、真空会誌賞にふさわしい内容となっていることから、第4回真空会誌賞として推薦する。

#### 受賞者略歴：

小林正典（こばやし まさのり）

- 1964年3月 東京理科大学理学部物理学科 卒業
- 1969年3月 東京大学大学院 工学系研究科物理工学専攻 修士課程終了
- 1969年4月 東京大学大学院 工学系研究科物理工学専攻 博士課程入学
- 1969年4月 同大学院 工学系研究科物理工学専攻 博士課程中退、4月 東京大学工学部 物理工学科、助手
- 1973年4月 東京大学生産技術研究所へ配置換え
- 1979年4月 文部省 高エネルギー物理学研究所へ配置換え、助教授
- 1989年10月 同研究所 教授
- 1997年4月 組織改編にて、高エネルギー加速器研究機構 教授 研究主幹
- 2004年3月 定年退官 高エネルギー加速器研究機構 名誉教授
- 2004年4月 総合研究大学院大学退官 名誉教授  
真空協会関連 委員など
- 1995年 IVC-13/ICSS-9 (Yokohama) 実行委員会総務委員長、国際プログラム委員会 副委員長
- 1996～2003年 真空夏季大学 校長
- 2005～2006年 日本真空協会 会長

#### 第4回 真空会誌賞

受賞者：越川孝範・鈴木雅彦・安江常夫・E. Bauer・中西 彊・金 秀光・竹田美和

(大阪電気通信大学・アリゾナ州立大学・名古屋大学・あいちシンクロトロン光センター)

業績：[解説]「スピン偏極低エネルギー電子顕微鏡」

1. J. Vac. Soc. Jpn., 57巻10号 (2014) 382-390.



越川孝範



鈴木雅彦



安江常夫



Ernst Bauer



中西 彊



金 秀光



竹田美和

## 推薦理由：

スピン偏極低エネルギー電子顕微鏡 (spin-polarized low-energy electron microscopy, SPLEEM) は実時間で表面スピニメージングが可能な画期的な表面顕微解析手法であり、著者の越川氏とそのグループ (越川氏, 鈴木氏, 安江氏), 中西氏, 竹田氏とそのグループ (竹田氏, 金氏) が中心となって開発と高性能化に成功したものである。実際に開発した研究者自らの解説であり, いかにして困難な技術課題を解決してきたかが, 読者にとっても手に取るように示してくれるリアル性が感じられる貴重な解説論文となっている。まず, SPLEEM のベースとなる LEEM についても主に携わった Bauer 氏の技術開発の歴史を詳しく紹介されている。Bauer グループが LEEM の実用機の開発を達成するまでに24年間もの長期間を費やしたこと, このような開発がもとになり, 国家プロジェクトの支援を受け, 高分解能化への様々な技術開発により, 通常の10 nm から2 nm 以下まで高分解能化が達成された歴史は興味深い。さらに困難な SPLEEM の実時間計測の実現に関しては, 日本のスピン偏極電子源の技術開発が重要な貢献をしたことが示されている。超高輝度・高偏極・長寿命のスピン偏極電子源の開発は上記3グループがそれぞれの専門性を遺憾なく発揮しつつ強力な連携の元に成され, それが SPLEEM として完成した。負の電子親和力(negative electron affinity, NEA)を有する NEA 表面を長時間維持するために極高真空が必要である。3グループの技術開発により, カソードの NEA 表面の寿命は数時間レベルから2か月単位まで改良され, 電子エネルギー幅が小さいことから, スピン偏極電子銃としてのみならず, 高分解能電子銃としても利用が期待できる。さらに試作された SPLEEM によるスピントロニクス薄膜材料への興味深い応用事例が記載されており, 磁性薄膜研究者にとっても表面磁性の研究者にとっても興味深いはずである。また, 極高真空発生技術や表面計測手法の開発に携わる技術者や研究者にとっては, 技術開発のノウハウが数多く示されており, わくわくするような解説になっている。

このように越川氏らの著した解説論文は, 最先端の表面スピニメージング計測手法として SPLEEM がいかにして開発されたか, 当該分野の研究者にとって学術的に有益な知見を与えるのみならず, 真空工学や表面科学に携わる一般の J. Vac. Soc. Jpn 誌読者にとっても知的な好奇心を満足させるものであり, まさに真空会誌賞にふさわしい内容であることから, 第4回真空会誌賞として推薦する。

## 受賞者略歴：

越川孝範 (こしかわ たかのり)

- 1974年3月 大阪大学工学研究科応用物理学専攻 博士課程 修了 (工学博士)
- 1975年4月 大阪電気通信大学工学部 講師
- 1879年4月-1980年3月および1982年7月-9月  
西ドイツフンボルト財団フェロー (クラウスタール工科大学物理学研究所)
- 1982年4月 大阪電気通信大学工学部 教授
- 2014年3月 大阪電気通信大学工学部 定年退職
- 2014年4月 大阪電気通信大学工学部 名誉教授
- 2014年4月 大阪大学工学研究科 招聘教授
- 2014年10月 重慶大学 客員教授 (現在に至る)

鈴木雅彦 (すずき まさひこ)

- 2000年3月 東京理科大学理学部物理学科 卒業
- 2002年3月 横浜市立大学大学院総合理学研究科 修士課程 修了
- 2005年3月 横浜市立大学大学院総合理学研究科 博士後期課程 単位修得満期退学
- 2005年4月 横浜市立大学国際総合科学部 非常勤講師
- 2005年4月 横浜市立大学国際総合科学研究科 共同研究員
- 2006年2月 大阪電気通信大学 学術研究員 (現在に至る)
- 2006年3月 理学博士

安江常夫 (やすえ つねお)

- 1985年3月 名古屋大学工学部応用物理学科 卒業
- 1990年3月 名古屋大学大学院工学研究科応用物理学専攻 博士課程 修了 (工学博士)
- 1990年4月 大阪電気通信大学工学部 講師
- 1993年4月 大阪電気通信大学工学部 助教授
- 2002年4月 大阪電気通信大学工学部 教授 (現在に至る)

Ernst Bauer (エルンスト バウアー)

- 1953年 M. S. in Physics, University Munich
- 1955年 PhD in Physics, University Munich
- 1955年-1958年 Research Assistant, University Munich
- 1958年-1969年 Head, Crystal Physics Branch, Michelson Laboratory, China Lake,

California, USA

1969年-1996年 Full Professor, Director of Physics Institute at the Technical University  
Clausthal, Germany

1996年-2010年 Distinguished Research Professor, Department of Physics, Arizona State  
University, Tempe, USA

2010年 Distinguished Research Professor Emeritus, Arizona State University  
(現在に至る)

中西 彊 (なかにし つとむ)

1973年3月 名古屋大学理学研究科 博士課程 満了

1973年8月 名古屋大学理学研究科 助手

1987年12月 名古屋大学理学研究科 助教授

1995年4月 名古屋大学大学院理学研究科 教授

2009年3月 名古屋大学大学院理学研究科 定年退職

2009年3月 名古屋大学大学院理学研究科 名誉教授

2013年12月 病気により死去

金 秀光 (きん しゅうこう)

2003年8月 中国西安交通大学 (材料工学) 卒業

2008年3月 名古屋大学大学院工学研究科結晶材料工学専攻 修士課程 修了

2010年3月 名古屋大学大学院工学研究科結晶材料工学専攻 博士課程 修了 (工学博士)

2010年4月 日本学術振興会特別研究員 (PD)

2010年7月 名古屋大学高等研究院 特任助教

2014年4月 高エネルギー加速器研究機構 特別助教 (現在に至る)

竹田美和 (たけだ よしかず)

1977年3月 京都大学工学研究科 博士課程 満了

1977年4月 京都大学工学部 助手

1986年4月 京都大学工学部 講師

1990年4月 京都大学工学部 助教授

1991年4月 名古屋大学工学部 教授

2007年4月 名古屋大学シンクロトロン光研究センター センター長

2012年4月 (公財)科学技術交流財団 あいちシンクロトロン光センター 所長  
(現在に至る)

#### 平成27年度 表彰審査会 審査員

議長：間瀬一彦 (高エネルギー加速器研究機構)

審査員：井上泰志 (千葉工業大学), 橘内浩之 (㈱日立ハイテクノロジー), 末次祐介 (高エネルギー加速器研究機構),  
田沼繁夫 (物質・材料研究機構), 中野武雄 (成蹊大学), 野中秀彦 (産業技術総合研究所),  
長谷川修司 (東京大学), 藤田大介 (物質・材料研究機構)