

# 平成26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2014年11月18日（火），第55回真空に関する連合講演会（大阪府立大学 I-site なんば）において行われる予定です．

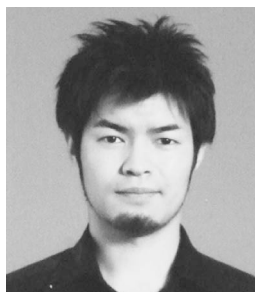
## 受賞業績，受賞者と推薦理由

### 第39回 熊谷記念真空科学論文賞

受賞者：杉本敏樹（京都大学大学院理学研究科），武安光太郎，福谷克之（東京大学生産技術研究所）

業績：真空容器の排気過程に関する新しい物理的描像の提唱

1. 杉本敏樹，武安光太郎，福谷克之：単一の表面吸着サイトを持つ真空容器内のガスダイナミクス～キロ秒オーダーの指数関数的排気曲線の正体～，*J. Vac. Soc. Jpn.*, 56巻8号（2013）322-329.



杉本敏樹



武安光太郎



福谷克之

#### 推薦理由：

本研究論文は，真空容器を大気から排気するときの圧力減少過程において，容器内壁表面での水分子の吸着状態や排気ダイナミクスに関して従来から広く信じられてきた描像を覆す新しい考え方を提唱するものであり，真空工学において極めて重要な進展をもたらす成果といえる．

真空容器を大気から排気すると，その圧力は，時間に対して指数関数的に減少した後，時間のべき乗則に従ってゆっくりと減少していく．べき乗則が現れる直前の指数関数的な圧力減少過程では，排気の時定数よりはるかに長い時定数の排気曲線がしばしば観測される．従来，この現象を説明するために，単一の吸着状態を仮定した（最も基本的な）ヘンリー型の吸脱着レート方程式を無理やり当てはめ，「不自然に大きな粗さ係数を持つ容器内表面」の存在とその大表面積に吸着する「不自然に大量の物理吸着水」の存在が仮定されてきた．それゆえに，その吸脱着レート方程式の有効性についても過小評価されてきた．

著者らは，ヘンリー型の吸脱着レート方程式と排気の方程式を連立させることによって，容器内面に吸着している分子数と容器内の気相分子数の時間変化を同時に解いた．その結果，従来信じられてきた「各時点の圧力における壁面での水分子の平衡吸着量に向かって排気が進行する」という真空排気の描像が間違っていることを見出した．水分子のような吸着性分子の遅い排気過程ではこのような「吸脱着平衡状態」ではなく，むしろ吸着脱離過程が律速となる「圧力定常状態」が近似的に成り立っていると考えることで大きな時定数をもつ指数関数的排気曲線が無理なく説明できることを見出した．この考え方に基くと，遅い排気に寄与する水分子の正体が化学吸着水であることが予測され，排気曲線の解析から求められた水分子の脱離エ

エネルギーは最新の表面科学的実験で得られた値と合致しており、提唱された描像の正当性を強化している。

以上のように本研究は、真空容器の排気過程という非常に基本的な現象に関して、最新の表面科学的研究成果を取り入れつつ、従来からの理論を包括的に解析することによって、長い間信じられてきた定説を覆し、新しい明確な物理描像を与えた。これは、真空の科学と工学の進歩発展に大きく寄与する成果といえるので、熊谷記念真空科学論文賞として推薦する。

#### 受賞者略歴：

杉本敏樹（すぎもと としき）

- 2007年3月 京都大学理学部理学科（物理学）卒業
- 2009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 修了
- 2011年9月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 博士課程 修了
- 2011年10月 東京大学生産技術研究所 日本学術振興会特別研究員（PD）
- 2012年3月 京都大学大学院理学研究科化学専攻 助教（現在に至る）

武安光太郎（たけやす こうたろう）

- 2009年3月 東京大学工学部物理工学科 卒業
- 2011年4月 日本学術振興会特別研究員（DC1）
- 2014年3月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 博士課程 修了
- 2014年4月 東京大学生産技術研究所 特任研究員（現在に至る）

福谷克之（ふくたに かつゆき）

- 1985年3月 東京大学理学部物理学科 卒業
- 1990年3月 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 博士課程 修了
- 1990年4月 東京大学物性研究所 助手
- 1995年4月 東京大学生産技術研究所 講師
- 1996年4月 東京大学生産技術研究所 助教授
- 2006年4月 東京大学生産技術研究所 教授（現在に至る）

### 第39回 真空技術賞

受賞者：岡野夕紀子，田尻修一（株式会社岡野製作所），岡本昭夫（大阪府立産業技術総合研究所），  
小川倉一（小川創造技術研究所），美馬宏司（大阪市立大学）

業績：マイクロコイル真空計およびマイクロハクマク真空計の開発

1. 岡野夕紀子：マイクロコイル真空計，J. Vac. Soc. Jpn., 56巻6号（2013）227-229.
2. 実用新案第3175319号「熱伝導型真空圧力計」.
3. 岡野夕紀子，田尻修一，青園隆司，岡本昭夫，小川倉一，美馬宏司：Ta-Al 複合ターゲットを用いた反応性スパッタ法による窒化物薄膜の形成，J. Vac. Soc. Jpn., 52巻9号（2009）524-526.
4. 岡野夕紀子，田尻修一，青園隆司，岡本昭夫，小川倉一，美馬宏司：高周波電力を重畳した直流反応性スパッタ法による TaAl-N 薄膜の作製，J. Vac. Soc. Jpn., 51巻3号（2008）208-210.



岡野夕紀子



田尻修一



岡本昭夫



小川倉一



美馬宏司

**推薦理由：**

受賞者らの一連の業績は、中間流領域を中心とする圧力領域において、圧力計の小型化ならびに信頼性向上を実現した点にある。真空装置における圧力計の重要性は言うまでもないが、特にガスを導入してプロセスを行う装置においては、プロセスの制御性や再現性のために、数 Pa 程度の圧力領域を中心とした圧力モニタがかかせない。また中間流領域では装置内のガス流れに応じて位置により圧力が異なる可能性があるため、可能であれば小型で装置各所に配置でき、かつプロセスを擾乱しないモニタが望まれている。

受賞者らは業績 1, 2 において、熱伝導型真空計の白金フィラメントを線長約 5 mm、線径 15 μm の微小な巻線構造とすることで、大幅に小型化したセンサを実現した。これによって耐衝撃性が高まっただけでなく、熱伝導型真空計の高精度計測で要求される、フィラメントを囲む領域の温度計測、温度補償が可能となった。真空装置内部への配置の自由度が高まっただけでなく、従来のピラニゲージに比べてより広範囲な領域での圧力計測が可能となった。

業績 3, 4 は、抵抗温度係数の大きな金属窒化膜 TaAlN を、反応性スパッタリングによってポリイミド基板上に低温製膜する技術を確認し、同じく熱伝導型真空計のセンサとしての利用を可能とした報告である。このセンサをベースにした真空計は「マイクロハクマク真空計」として商品化され、センサの小型化による感度・応答性の向上が実現された。本商品は第26回「中小企業優秀新技術・新製品賞」において中小企業庁長官賞の受賞対象となった。

以上のように新たな真空計を実現した受賞者らの業績は、真空技術の進歩に寄与するところ大である。さらに、真空に関する連合講演会への発表ならびに J. Vac. Soc. Jpn. 誌への論文として、開発で得られた一連の知見を定期的に報告し続けた受賞者らの姿勢は、学会員として賞賛されるべきものである。よって、第39回真空技術賞として推薦する。

**受賞者略歴：**

岡野夕紀子（おかの ゆきこ）

- 1996年 3月 京都工芸繊維大学工学科学研究科博士前期課程物質工学専攻
- 1996年 4月 シャープ株式会社
- 1998年12月 株式会社 関西新技術研究所（現 株式会社 KRI）
- 2005年11月 株式会社岡野製作所 現在に至る

田尻修一（たじり しゅういち）

- 1982年 3月 熊本県立熊本工業高等学校 電子科 卒業
- 1982年 4月 株式会社日立製作所 入社
- 1988年 8月 大阪コンピュータ工業株式会社 入社
- 1993年 8月 株式会社岡野製作所 入社 現在に至る。

岡本昭夫（おかもと あきお）

- 1986年 3月 大阪府立大学大学院 工学研究科 電子工学専攻 博士前期課程修了
- 同年 4月 大阪府立工業技術研究所（現 大阪府立産業技術総合研究所）電子部 薄膜研究室 研究員
- 2001年11月 大阪府立大学大学院 工学研究科 学位取得 博士（工学）
- 2012年 4月 地方独立行政法人 大阪府立産業技術総合研究所 制御・電子材料科 科長、現在に至る。

小川倉一（おがわ そういち）

- 1969年 3月 大阪市立大学大学院理学研究科博士課程修了
- 1969年 4月 大阪府立工業奨励館電子材料課
- 1993年 4月 大阪府立産業技術総合研究所材料技術部長
- 2000年 4月 大阪府中小企業支援センター 技術担当サブマネージャー
- 2003年 4月 勲大阪産業振興機構 技術アドバイザー
- 小川創造技術研究所代表 現在に至る。

美馬宏司（みま ひろし）

- 1961年 3月 大阪市立大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了
- 1961年 4月 大阪市立大学工学部応用物理学科助手  
同 講師，助教授，教授を歴任
- 2000年 3月 同退職 同名誉教授
- 2003年10月 大阪市立大学特任教授
- 2006年 3月 同退職
- 2006年 4月 株式会社岡野製作所 顧問  
現在に至る。

## 第23回 真空進歩賞

受賞者：武安光太郎（東京大学生産技術研究所）

業績：圧力-吸着状態密度変換式による水排気曲線の解析

1. 武安光太郎，杉本敏樹，福谷克之：圧力-吸着状態密度変換式による水排気曲線の解析，J. Vac. Soc. Jpn., 56巻11号（2013）457-460.



武安光太郎

### 推薦理由：

$10^{-2}$  Pa 程度以下の圧力における真空排気においては，容器表面からの気体分子の脱離過程が系の圧力変化を律速している．排気過程の初期において観測される指数関数的な圧力降下は時間の経過とともに鈍化し，べき乗則（時間  $t^{\gamma}$ ,  $\gamma \sim 1$ ）に従って緩やかに圧力が低下することが知られている．指数関数的な圧力降下は，吸着分子の表面滞在時間が単一値で表現される場合によく理解され，べき乗則に従う圧力降下は，表面滞在時間がある適当な分布を有することを仮定することで説明される．従来は，吸着状態密度を仮定した吸脱着モデルを用いて圧力変化が説明されてきた．一方，受賞者らは，吸脱着モデルの枠組み内で測定された排気曲線から吸着状態密度を導出する理論（圧力-吸着状態密度変換式）の構築を行った．真空容器表面の吸着状態密度は排気速度を決定する要因の一つであり，その形状を知ることは容器の排気特性，とりわけ壁面の表面処理・材質依存性を評価する上で不可欠である．ある時点での壁表面の変化を排気曲線から得た吸着状態密度を通じて定量的に評価することができれば，その都度，真空容器壁表面の適切な整備を施すことが可能になる．

以上のように真空工学の基盤となる新たな概念を構築した受賞者の業績は，真空に関する科学技術の進歩に寄与するところ大である．さらに，真空に関する連合講演会や J. Vac. Soc. Jpn. 誌への発表を継続的に行っており，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23回真空進歩賞として武安光太郎氏を推薦する．

### 受賞者略歴：

武安光太郎（たけやす こうたろう）

- 2009年 3月 東京大学工学部物理工学科 卒業
- 2011年 4月 日本学術振興会特別研究員（DC1）
- 2014年 3月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 博士課程 修了
- 2014年 4月 東京大学生産技術研究所 特任研究員（現在に至る）

### 第3回 真空会誌賞

受賞者：吉原一紘（オミクロンナノテクノロジージャパン株式会社）

業績：表面分析の基礎(1)~(6)

1. J. Vac. Soc. Jpn., 55巻10号 (2012) 459-463.
2. J. Vac. Soc. Jpn., 55巻12号 (2012) 562-565.
3. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻2号 (2013) 72-75.
4. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻4号 (2013) 153-157.
5. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻6号 (2013) 243-247.
6. J. Vac. Soc. Jpn., 56巻8号 (2013) 333-337.



吉原一紘

#### 推薦理由：

受賞対象となるのは、56巻4号の「表面分析の基礎(4)」から8号の「表面分析の基礎(6)」の3回の掲載であるが、吉原氏は2012年から2013年にわたって計6回の連載を行っている。

吉原氏は表面分析の第一人者であるが、本連載は、詳しい技術的な内容はあえて割愛し、これまで全く表面分析に携わったことのない技術者でも表面分析法がどのようなものかをとっても効率的に理解できるように教育的配慮がなされている。

表面分析法は、オージェ電子分光法、X線光電子分光法、二次イオン質量分析法など固体の表面の組成や構造を解析する標準的手法として、表面科学研究から各分野の産業技術応用まできわめて広範囲の領域において欠くことのできない技術で、真空技術の発展により実現された手法である。

本連載は、電子、X線、イオン、探針と固体表面との相互作用から進めていくことで、表面分析の系統的な理解ができるようにはかられており、手法ごとに特徴を有する表面分析技術を一貫して把握することに役立っている。

このように、吉原氏の「表面分析の基礎」は、表面分析全般について、簡潔かつわかりやすく解説されており、真空にかかわる研究者や技術者にとっても大変効果的に理解できる工夫など真空会誌賞にふさわしい内容となっており、よって、第3回真空会誌賞として推薦する。

#### 受賞者略歴：

吉原一紘（よしはら かずひろ）

- 1971年3月 東京大学大学院工学系研究科原子力工学専門課程修了 工学博士
- 1971年4月 東京大学工学部原子力工学科助手
- 1973年4月 科学技術庁金属材料技術研究所研究員  
同研究室長，総合研究官，センター長を歴任
- 2001年4月 独立行政法人物質・材料研究機構ナノマテリアル研究所長  
同材料研究所長，理事を歴任
- 2005年3月 同機構退任 同名誉顧問
- 2005年8月 アルバック・ファイ（株）理事
- 2009年6月 同社退職
- 2009年7月 オミクロンナノテクノロジージャパン最高顧問 現在に至る

平成26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）

副議長：道園真一郎（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），田沼繁夫（物質・材料研究機構），土佐正弘（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）