

# 平成29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 藤田大介

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1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8名の委員が推薦された業績の審査にあたりました．ただし，審査員を含む業績が候補となった真空技術賞の審査は，表彰審査会規程に従い該当審査員を除いて行われました．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，2017年真空・表面科学合同講演会（第58回真空に関する連合講演会）（横浜市立大学金沢八景キャンパス）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42回 熊谷記念真空科学論文賞

該当なし

### 第42回 真空技術賞

受賞者：糟谷圭吾，大嶋 卓，片桐創一，川崎 猛（株式会社日立製作所）

業 績：極高真空冷陰極電界放出電子銃の開発

1. Keigo Kasuya, Souichi Katagiri and Takashi Ohshima, “Stabilization of a tungsten <310> cold field emitter”, J. Vac. Sci. Technol. B, **28** (2010) L55.
2. Keigo Kasuya, Takeshi Kawasaki, Noboru Moriya, Makoto Arai and Tadao Furutsu, “Magnetic field superimposed cold field emission gun under extreme-high vacuum”, J. Vac. Sci. Technol. B, **32** (2014) 031802.
3. Keigo Kasuya, Souichi Katagiri, and Takashi Ohshima, “High emission current of 1000  $\mu\text{A}$  at  $4 \times 10^{-10}$  Pa from W<310> cold field emitter in electron gun”, J. Vac. Sci. Technol. B, **34** (2016) 042202.



糟谷圭吾



大嶋 卓



片桐創一



川崎 猛

## 推薦理由：

電子顕微鏡に用いる冷陰極電界放出電子源は，従来の熱電子源よりも輝度が3桁高く，電子顕微鏡を高分解能化できる．しかし，電子源の表面に残留ガスが吸着すると電流が不安定になり，安定に連続使用できないという課題があった．この課題に対し，受賞者らは電子銃チャンバーへの非蒸発ゲッターポンプ，スパッターイオンポンプの搭載や，電子銃内の放出ガスの低減，排気コンダクタンスの改善等を行うことで，電子銃周りの圧力を  $1 \times 10^{-8}$  Pa から  $4 \times 10^{-10}$  Pa へと極高真空化することに成功した．その結果， $1 \times 10^{-8}$  Pa の真空中では  $30 \mu\text{A}$  が限界とされていたタングステン冷陰極電界放射電子銃の電流値を  $1000 \mu\text{A}$  まで向上させた．また，常用の電流値  $10 \mu\text{A}$  では20時間程度，長時間安定に連続使用できることを示した．その

他に、電流値の上限を決める因子は残留ガスからの水素吸着、一酸化炭素吸着であることを明らかにした。さらに受賞者らは本技術を適用し、1.2 MV 原子分解能ホログラフィー電子顕微鏡に搭載する新たな電子銃を開発した。本電子顕微鏡は、2015年に世界最高分解能43 pm を達成した。

このように、受賞者らは高輝度でかつ安定な電流を長時間利用できる冷陰極電界放出電子源技術を確立し、電子顕微鏡の性能向上に貢献した。本業績は電界放出電子銃の実用化以来の革新的技術であり、電子顕微鏡以外の真空関連技術分野にも大きな波及効果をもたらすと期待される。よって、本件を第42回真空技術賞候補として推薦する。

#### 受賞者略歴：

糟谷圭吾（かすや けいご）

2007年3月 東京大学大学院 工学系研究科産業機械工学専攻 博士課程修了

2007年4月 株式会社日立製作所 入社

2017年現在 同社 研究開発グループ エレクトロニクスイノベーションセンタ 研究員

大嶋 卓（おおしま たかし）

1983年3月 東北大学大学院 工学部金属加工学科 修士課程修了

1983年4月 株式会社日立製作所 入社

2013年7月 早稲田大学大学院 先進理工学研究科 博士（工学）

2017年現在 同社 研究開発グループ エレクトロニクスイノベーションセンタ 主任研究員

片桐創一（かたぎり そういち）

1986年3月 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 精密機械システム専攻 修士課程修了

1986年4月 株式会社日立製作所 入社

2004年2月 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 博士（工学）

2017年現在 同社 研究開発グループ エレクトロニクスイノベーションセンタ 主任研究員

川崎 猛（かわさき たけし）

1983年3月 東京大学大学院 理学系研究科物理学専攻 修士課程修了

1983年4月 株式会社日立製作所 入社

2013年10月 名古屋大学大学院 工学系研究科電子情報システム専攻 博士（工学）

2017年現在 同社 研究開発グループ 基礎研究センタ 主任研究員

#### 第42回 真空技術賞

受賞者：末次祐介，柴田 恭，石橋拓弥，白井 満，照井真司，金澤健一，久松広美（大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構）

業績：大電流電子・陽電子加速器用超高真空システムの開発

1. 末次祐介，柴田 恭，石橋拓弥，金澤健一，白井 満，照井真司，久松広美：建設の最終段階に入った SuperKEKB の真空システム，*J. Vac. Soc. Jpn.*, **59** (2016) 73.
2. 末次祐介，柴田 恭，石橋拓弥，白井 満，照井真司：SuperKEKB 新規ビームパイプ用 NEG ポンプ，*J. Vac. Soc. Jpn.*, **59** (2016) 100.
3. 石橋拓弥，照井真司，久松広美，末次祐介，小田切純一，芳藤直樹：SuperKEKB 真空機器制御システムと立ち上げ試験，*J. Vac. Soc. Jpn.*, **58** (2015) 126.
4. 末次祐介，白井 満，大塚美智夫：加速器ビームパイプへの MO 型フランジの応用 4—SuperKEKB 加速器での実用化，*J. Vac. Soc. Jpn.*, **58** (2015) 150.
5. 柴田 恭，末次祐介，金澤健一，石橋拓弥，久松広美，白井 満，照井真司：SuperKEKB 真空システム建設の現状，*J. Vac. Soc. Jpn.*, **57** (2014) 136.
6. 末次祐介：大型加速器における真空システム—KEKB 加速器を例にして，*J. Vac. Soc. Jpn.*, **54** (2011) 79.
7. 末次祐介，白井 満，大塚美智夫，西殿敏朗，渡邊一彦，鈴木康明，森重 晶，土屋将夫，米本朋弘：加速器ビームダクトへの MO 型フランジの応用 3—実機加速器での経験および銅・アルミ合金フランジの適用，*J. Vac. Soc. Jpn.*, **53** (2010) 144.
8. 柴田 恭，久松広美，金澤健一，末次祐介，白井 満：加速器ビームダクト用 TiN コーティングシステムの開発，*J. Vac. Soc. Jpn.*, **52** (2010) 99.
9. 末次祐介，白井 満，大塚美智夫：MO 型フランジの加速器ビームダクトへの応用 2—実機への適用，*真空*, **49** (2006) 135.
10. 末次祐介，白井 満，大塚美智夫：MO 型フランジの加速器ビームダクトへの応用，*真空*, **48** (2005) 106.

(参考文献)

1. Y. Suetsugu, K. Shibata, T. Ishibashi, H. Fukuma, M. Tobiyama, J. Flanagan, E. Mulyani, M. Shirai, S. Terui, K. Kanazawa and H. Hisamatsu, "Achievements and problems in the first commissioning of SuperKEKB vacuum system", J. Vac. Sci. Technol. A, **35** (2017) 03E103.
2. Y. Suetsugu, K. Shibata, T. Ishibashi, M. Shirai, S. Terui, K. Kanazawa and H. Hisamatsu, "First commissioning of SuperKEKB vacuum system", Phys. Rev. Accel. Beams, **19** (2016) 121001.
3. Y. Suetsugu, K. Kanazawa, K. Shibata, T. Ishibashi, H. Hisamatsu, M. Shirai and S. Terui, "Results and problems in the construction phase of the SuperKEKB vacuum system", J. Vac. Sci. Technol. A, **34** (2016) 021605.
4. Y. Suetsugu, K. Kanazawa, K. Shibata, T. Ishibashi, H. Hisamatsu, M. Shirai and S. Terui, "Construction status of the SuperKEKB vacuum system", Vacuum, **121** (2015) 238.
5. Y. Ohnishi, et al. (56 authors), "KEKB accelerator: Accelerator design at SuperKEKB", Prog. Theor. Exp. Phys. (2013) 03A001.
6. K. Kanazawa, Y. Suetsugu, S. Kato, K. Shibata, T. Ishibashi, H. Hisamatsu, M. Shirai, M. Shimamoto, M. Satoh, M. Nishiwaki and S. Terui, "Experiences at the KEK B-factory vacuum system", Prog. Theor. Exp. Phys. (2013) 03A005.
7. Y. Suetsugu, K. Kanazawa, K. Shibata, T. Ishibashi, H. Hisamatsu, M. Shirai and S. Terui, "Design and construction of the SuperKEKB vacuum system", J. Vac. Sci. Technol. A, **30** (2012) 31602.



末次 祐介



柴田 恭



石橋 拓弥



白井 満



照井 真司



金澤 健一



久松 広美

推薦理由：

近年の高ルミノシティ衝突リングや高輝度放射光リングの真空システムでは、超高真空を生成・維持すると同時に、大強度の放射光発生、電磁場やイオン・電子を媒介とした各種真空機器との強い相互作用といった、大電流に起因する多くの問題に対処する必要がある。受賞者らは、10年以上にわたって、電子・陽電子衝突によりB中間子を生成することを目的としたSuperKEKB加速器の真空システムの開発に取り組み、MO型フランジ、ビームパイプ、ベローズチャンバー等の大型加速器特有の各種超高真空機器や陽電子リングにおいて光電子や二次電子がビーム軌道に集まって生成する電子雲によるビーム不安定性の対策技術等を開発してきた。2016年の初期運転では、5ヶ月という短期間での蓄積電流約1A達成に大きく貢献し、開発した各種真空機器の基本的性能を実証した。開発で得られた知見は、今後の最先端大強度加速器真空システムの設計指針の一つとなるのは必至で、本学会誌等多くの雑誌や国際会議で広く公表され、高い評価を得ている。また、業績内容が示すように、受賞者らは開発の初期段階から、各種技術開発の報告を当学会誌等に行ってきた。

以上、本業績は加速器真空システムの性能向上に大きく貢献するのみならず、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、第42回真空技術賞として末次祐介氏をはじめとする上記関係者を推薦する。

受賞者略歴：

末次祐介 (すえつぐ ゆうすけ)

1985年10月 九州大学工学部大学院応用原子核工学科 博士課程単位取得退学

1985年11月 高エネルギー物理学研究所 助手  
1987年 3月 九州大学理学博士（論文）  
2003年 7月 高エネルギー加速器研究機構 助教授  
2011年 4月 高エネルギー加速器研究機構 教授 現在に至る

柴田 恭（しばた きょう）

2002年 3月 東京工業大学 大学院理工学研究科 原子核工学専攻 博士課程卒業  
2002年 4月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 研究機関研究員  
2004年 4月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 助手  
2012年 4月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 准教授 現在に至る

石橋拓弥（いしばし たくや）

2010年 3月 東京工業大学 大学院理工学研究科 博士課程卒業  
2010年 4月 高エネルギー加速器研究機構 助教 現在に至る

白井 満（しらい みつる）

1985年 3月 茨城工業高等専門学校 機械工学科卒業  
1987年 4月 高エネルギー物理学研究所 加速器研究部 技官  
2015年 4月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 専門技師 現在に至る

照井真司（てるい しんじ）

2008年 3月 金沢大学大学院自然科学研究科 社会基盤工学専攻 修了  
2011年 7月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 技術員  
2013年 4月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 准技師 現在に至る

金澤健一（かなざわ けんいち）

1979年 3月 京都大学大学院理学研究科 物理学第二専攻 単位取得退学  
1979年 4月 東京農工大学工学部 技官  
1983年 6月 高エネルギー物理学研究所 加速器研究部 助手  
1989年11月 京都大学理学博士（論文）  
2003年 4月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 教授  
2014年 3月 定年退職  
2017年 4月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 研究員 現在に至る

久松広美（ひさまつ ひろみ）

1973年 2月 高エネルギー物理学研究所 加速器研究部 技官  
1993年 4月 放送大学 卒業  
2013年 3月 定年退職  
2014年 4月 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 シニアフェロー 現在に至る

## 第26回 真空進歩賞

該当なし

## 第6回 真空会誌賞

受賞者：後藤康仁（国立大学法人 京都大学）

業績：[解説] フィールドエミッタアレイの新しい応用技術～耐熱・耐放射線素子や光源応用に向けて～  
J. Vac. Soc. Jpn., **60** (2017) 55.



後藤康仁

#### 推薦理由：

フィールドエミッタは冷陰極型電子放出源のひとつで、鋭く尖らせた金属の先端に電界集中による強電界を形成することで、トンネル効果によって金属内部から真空へと電子を取り出すデバイスである。強電界が実現し、電子放出に寄与できる面積が単一素子では小さいため、複数のエミッタを配列し、アレイとして利用されることが多い。金属を加熱し、熱励起によって電子を取り出す熱電子型電子放出源に比べて、デバイスの小型化・微細化が可能であるため、様々な応用が期待され、一部が現実化しつつある。特に近年では、半導体の微細化技術を利用するかたちで「真空ナノエレクトロニクス」として分野の発展が進み、様々な背景を持った研究者が参加するようになってきている。後藤氏はこの分野の中心的な研究者であり、第56回真空に関する連合会においてオーガナイズドセッションを主宰するなど、この分野と本学会との交流においても主導的な役割を果たしてきた。

本解説記事は本学会関西支部における後藤氏の講演をベースにしたもので、背景および電界電子放出現象の基礎から始まり、フィールドエミッタアレイの利点や弱点を議論して、これらをベースに期待される応用分野が紹介されている。以上は引用してある文献とともに、真空学会誌の一般的な読者に対して好適な解説となっており、デバイスの作製においても利用においても、真空技術が深く関わっていることが良く理解できる。また後半では後藤氏らによる本分野への貢献として、デバイスの基礎特性、苛酷環境下・高放射線環境下におけるデバイス劣化の議論、さらにイオンを用いた固体表面改質プロセスにおける電荷中和素子としての利用などが紹介されている。

以上、本解説記事による貢献は、本学会会員の真空ナノエレクトロニクス分野に対する理解を深める一方、後藤氏のこれまでの活動と相俟って、分野における本学会のプレゼンスの向上に大いに寄与するものと言える。よって第6回真空会誌賞として推薦する。

#### 受賞者略歴：

後藤康仁（ごとう やすひと）

- 1987年3月 京都大学大学院工学研究科電子工学専攻 修士課程修了
- 1987年4月 株式会社豊田中央研究所 入社
- 1990年6月 京都大学工学部 助手
- 1995年4月 京都大学大学院工学研究科 助手
- 2002年3月 京都大学博士（工学）
- 2003年3月 京都大学大学院工学研究科 助教授
- 2007年4月 役職名が准教授に変更（現在に至る）

#### 平成29年度 表彰審査会 審査員

議長：藤田大介（物質・材料研究機構）

審査員：井上泰志（千葉工業大学）、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）、間瀬一彦（高エネルギー加速器研究機構）