

目次

【巻頭言】

- 1 エレクトロニクスサイエティ編集出版事業の発展に向けて
[エレクトロニクスサイエティ副会長編集出版担当] 津田 裕之 (慶應義塾大学)
-

【寄稿】

- 2 SOI 構造 FET のためのデバイス物理およびレーザ結晶化技術の研究
佐々木 伸夫 (奈良先端科学技術大学院大学)
- 4 高密度磁気記録を支える磁性薄膜基礎研究に携わって
二本 正昭 (中央大学)
- 6 高密度集積型石英系プレーナ光波回路の研究開発」を振り返って
鈴木 扇太 (NTT エレクトロニクス株式会社)
- 8 超高周波 CMOS 集積回路の研究を通じて
藤島 実 (広島大学)
-

【論文誌技術解説】

- 10 和文論文誌 C 「エレクトロニクス分野におけるシミュレーション技術の進展」特集号によせて
[ゲストエディタ] 辻 寧英 (室蘭工業大学)
- 11 英文論文誌小特集: 「Solid-State Circuit Design -Architecture, Circuits, Device and Design Methodology」
の企画内容と論文傾向
[ICD 研専委員長、Guest Editor-In-Chief] 日高 秀人 (ルネサスエレクトロニクス)
[ICD 研専委員、Guest Editor] 小林 伸彰 (日本大学)
- 12 英文論文誌 C 小特集 「Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices」
発行に寄せて (2018 年 5 月号)
[ゲスト・エディタ] 國清 辰也 (ルネサス エレクトロニクス)
- 13 英文論文誌小特集 「Innovative Superconducting Devices Based on New Physical Phenomena
(新奇物理現象に基づく革新的超伝導デバイス)」発行に向けて
[超伝導エレクトロニクス研究専門委員会前委員長、ゲストエディタ] 吉川 信行 (横浜国立大学)
-

【報告】

- 14 エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会 (EST) 活動報告
[エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会 委員長] 木村 秀明 (日本電信電話株式会社)
- 15 レーザ・量子エレクトロニクス分野の活性化に向けて
[レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会 委員長] 山本 剛之 (富士通研究所)
- 16 シリコンフォトンクスは見えない技術になるべき
[シリコン・フォトンクス特別研究専門委員会 委員長] 丸山 武男 (金沢大学)
- 17 光エレクトロニクス研究専門委員会の活動報告
[光エレクトロニクス研究専門委員会 委員長] 加藤 和利 (九州大学)
- 18 量子情報技術(QIT)特別研究専門委員会報告
[量子情報技術特別研究専門委員会 第 10 期委員長] 竹内 繁樹 (京都大学)

- 19 半導体レーザ国際会議 International Semiconductor Laser Conference の 2018 年度に向けた活動
[半導体レーザ国際会議 (ISLC) 国内委員会 委員長] 東盛 裕一 (ツルギフォトニクス財団)
- 21 地球観測、生活イメージングが住みよい社会を作り、さらには新たな電磁気・電波工学を
つくります
[APSAR 国内委員会 委員長] 廣瀬 明 (東京大学)
-

【短信】

[研究室紹介]

- 22 超伝導検出器・センサーによる未踏領域への挑戦
明連 広昭 (埼玉大学大学院理工学研究科)
-

【お知らせ】

フェロー称号贈呈者

エレクトロニクスソサイエティ各賞受賞者

2018 年フェロー候補者推薦公募開始について

シニア会員の申請について





【巻頭言】

「エレクトロニクスソサイエティ編集出版事業の発展に向けて」 (エレクトロニクスソサイエティ副会長編集出版担当)

津田 裕之 (慶應義塾大学)



平成 29 年度の編集出版担当の副会長を務めさせていただきました。世界で発表される論文数が益々増大している中で、日本から投稿される論文の数と質が他国と比較して相対的に減っていることが指摘されています。このような状況に対して電子情報通信学会が競争力のある論文誌を発行していくことは、学会のみならず日本にとって重要なことと思います。

さて、エレクトロニクスソサイエティでは、会員の皆様方の最新の研究開発成果を発信する場として、和文論文誌(C)、英文論文誌(C)、及びオンラインジャーナルの ELEX を発刊しております。和文論文誌上での発表は、日本の電子情報通信コミュニティの中で迅速に、認知性高く研究成果を発表するのに適しています。著作権などの問題が生じないので、研究会での予稿を利用して効率的に発表することも可能です。また、学生が日本語で論理的かつ科学的な文章を書くことによって、思考力を高めることに有効であると思います。明治時代の先人達が日本語で科学技術を勉強出来る環境を築き上げたことによって、日本人は効率的に科学技術を身につけて世界を先導する一翼を担えるようになりました。この様な環境を維持するためにも、和文論文誌を活用すべきだろうと思います。一方、世界的に先導性をアピールするためには、英語での発表が不可欠となってきています。英文論文誌と ELEX は、海外の論文誌との競争下にあり、インパクトファクターを上げることが重要な課題となっています。各編集委員会では、論文誌の魅力を高めるために、論文掲載までの日数の削減に努力してきました。英文論文誌の採録論文の早期公開も来年度から始まります。査読委員の皆様にも、迅速で緻密な査読にご協力頂いています。英文論文誌では、研究専門委員会からの提案による様々な分野の特集号の発行により魅力的な論文を掲載して、読まれる論文誌を目指しています。また、ELEX はオープンアクセスの特徴を活かし、多数の研究者からダウンロードされ、論文の認知度が向上するようになっています。会員の皆様におかれましても、是非、エレクトロニクスソサイエティの論文誌を利用して成果発表を行って下さい。その結果としてインパクトファクターも向

上して、次の成果を発表するという良い循環が産まれると思います。さらに、電子情報通信学会として本部論文賞、エレクトロニクスソサイエティとしてエレクトロニクスソサイエティ招待論文賞、ELEX Best Paper Award、和文論文誌ではエレクトロニクスレター論文賞を授賞していますので、会員の皆様の奮起を期待致します。

従来、編集出版会議では、論文誌の電子化を進めるなど発行費用を削減し、論文誌発行事業の黒字化を進めて参りました。かつては、発行論文数が増えると学会の財政に負担がありましたが、現在は財政上も論文誌のページ数増大がプラスに寄与する状況となっています。また、海外から ELEX への投稿数は 1,000 件を越え、海外会員数の増加にも寄与しています。今後は、英文誌の IEEE Explore との連携やオープンアクセス化の議論、著者と読者及び会員との費用負担のバランスの議論などが進んでいくと思います。大きな分岐点になると思いますので、エレクトロニクスソサイエティの論文誌をどうすべきであるか、会員の皆様のご意見を是非頂戴したいと思います。

最後になりますが、論文誌の発展は皆様の積極的な投稿、査読委員と編集委員の方々活動に支えられています。今後とも皆様方のご協力をお願いいたします。

著者略歴：

1985 年早稲田大学理工学部物理学科卒業、1987 年東京工業大学総合理工学研究科物理情報工学専攻修了、同年日本電信電話株式会社入社。光信号処理素子の研究、10Gbps 伝送システムの研究開発に従事。2000 年慶應義塾大学理工学部電子工学科専任講師、2001 年同助教授、2007 年同教授で現在に至る。光通信機能素子、光計測用機能素子、光通信システムの研究に従事。2006～2007 年 ELEX 編集幹事、2008～2009 年エレクトロニクスソサイエティ編集出版会議庶務幹事、2012 年レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会委員長、2012～2013 年和文論文誌(C)編集委員会委員長、2017 年エレクトロニクスソサイエティ副会長(編集出版担当)、本会シニア会員。



【寄稿】（新フェロー）

「SOI 構造 FET のためのデバイス物理およびレーザ結晶化技術の研究」

佐々木 伸夫（奈良先端科学技術大学院大学）



このたび、本学会フェローの称号を賜り、大変光栄に存じます。評価頂いた研究は、SOI 構造 FET のためのデバイス物理および、絶縁膜上での Si のレーザ結晶成長に関するものです。この研究を続けてこられたのも、会社や大学の諸先輩や同僚のご協力に加え、いろいろの方々との出会いのおかげと、深く感謝申し上げます。

大学時代にはデバイスには縁がありませんでした。ただ、大変な努力でつくった大きな Si 単結晶インゴットも、デバイスとして使うのは、そこから切り出した薄いウエハのしかも、表面領域のみと聞いて、何か大変な回り道をしているような印象を持ちました。何もわからないながらも、幸なことに、入社した会社では丁度、設備やプロセスが整備されたところで、すぐ研究が可能でした。

入社した 1971 年は、インテルの DRAM 実用化を追いかけて MOS 開発が盛んになった時期で、PMOS-FET の信頼性の評価を行い、閾値変動に対して Si-SiO₂ 界面での熱励起を伴う電子のトンネルモデルを提案しました(JJAP, 1973)。また、ゲート下のチャネル領域のソース・ドレイン近傍にイオン注入し、ソース・ドレインの張り出し領域を造ると、トランジスタの G_m が大きくなるだけでなく、ドレイン耐圧も向上する現象を見つけました(SSE, 1975)。この研究は、その後に盛んとなったドレイン近傍へのイオン注入研究の先駆であると思います。2000 年頃には、LCD 用 LTPS-TFT で、全く同一構造がゲートオーバーラップ LDD として実用になりました。

入社当時に他の研究グループが試作した SOS (silicon-on-sapphire) トランジスタを初めて実体顕微鏡で覗いた時、デバイスが空中に浮かんでいるように見え、幻想的な美しさに打たれたことが思い出されます。1976 年頃、私自身も SOS デバイス開発グループの一員に任命され TFT や SOI (silicon-on-insulator) との縁が始まりました。SOS-CMOS 開発では、バルク CMOS に対して、遅延速度、消費電力の優位性が期待されていました。欠陥の存在で閾値がエンハンスメント側へシフトする事を発見し、欠

陥に付随する深い準位の帯電で説明しました(SSE, 1979)。また、高速動作の測定のために、段数を 101 段と格段に大きくしたリング発振器を試作し、リング発振器の高調波動作を発見しました（電通学会総合全国大会、1978）。SOS でチャージポンプの実験をし、SOS 浮遊基板のチャージアップでの閾値変動により、SOS-MOSFET がそれ自身で 1bit のメモリになり得ることを発見しました(IEDM, 1978 年)。閾値変化には、ゲート下の最大空乏層幅が Si 膜厚よりも大きいことが条件になることも実験的に確かめました。このチャージポンプ効果で、当時 SOS-IC で問題となり始めた伝搬遅延速度の動作周波数依存現象が説明できます。従ってこの不安定性は完全空乏化(Fully-Depleted SOI)で抑制できることも明らかになりました。逆にこのメモリ効果を利用して、メモリセルにキャパシタを必要としない 1 トランジスタのみからなるダイナミック・メモリを提案しました。読み出しは閾値の検出で行います。また、チャージポンプ（書き込み）に加えて、ドレイン近傍での基板への多数キャリア注入（消去）を組み合わせます。メモリアレイも試作し、アレイでの選択的メモリ動作を実証しました（SDM, 1979 年）。

SOS は基板の価格が高いことがネックとなり、主流にはなれませんでした。技術部に移管したとき、ウエハサイズ仕様を合わすため、初めてウエハサイズの大きな SOS 基板を使ったところ、熱ショックでウエハがほとんど割れてしまい、再ロットのお願いをする元氣も失せてしまったのは、今では悔やまれます。その後バルク Si ウエハでも、さらなるウエハサイズの大口径化に伴い、熱ショック対策として昇温/降温速度を遅くすることは常識になり、熱ショック問題は SOS の本質ではなかったことを知りました。

1978 年頃、アメリカでレーザ結晶化の研究が、熱平衡状態から離れた高速の結晶成長として盛んとなり、日本でも三次元 IC の実現可能性が各社で注目されました。二次元のデバイス配置を三次元配置すれば集積度が上がるだろうという素朴な動機でしたが、LSI プロセスの真髄は平

坦性を保ちつつ薄膜層を重ねて行くことで、微細加工リソグラフィを行うことにあるので、むやみな三次元化はその精神に反するように感じました。ただ、SOI のデバイス動作なら、自分は社内で最も理解していると密かに思っていました。こうして、レーザ再結晶化 SOI のデバイス応用を担当することになり、自分の考える三次元 IC の姿を世に問うことにし、最初の三次元 IC としてリング発振器を発表しました (SDM Late News, 1983 年)。既存のプロセス技術との組み合わせだけで、三次元 IC ができると、上層の結晶化をしても下層 MOSFET の特性劣化を抑制できることを実証しました。続けて、三次元のゲートアレイ、SRAM、高耐圧 IC などを 1992 年にかけて試作し、私の三次元化のイメージを提案し続けました。同時に SOI トランジスタの微細化も目指しました。微細化を推し進めると、トランジスタの側面の面積が平面の面積より大きくなり、デバイス性能は側面で決まるようになると予想しました。試作すると確かにその効果は見られたものの、投稿した国際会議では採択されず、国内学会での発表 (応物、1988 年秋) と特許出願だけで終わってしまったのは残念なことでした。その後は、一度の不採択でも気落ちしないように意識的に心を保つようにしています。

この研究では、三次元化で通常の LSI を越える事が目標でしたから単結晶 SOI 成長を目指しました。しかし、ビーム形状やデバイス構造の工夫で、トランジスタ毎の単結晶化そのものはできたのですが、結晶方位制御ができませんでした。1981 年になると、アメリカでは SOI にレーザを使う流行が去り、MIT は strip-heater による ZMR (zone-melting-recrystallization) を発表しました (JECS, 1982)。(100) に結晶方位制御をした Si 薄膜を基板全体に渡って造れるとのことでしたが、Si の融点近くの 1,100~1,300℃までの基板加熱が必要とされたため、デバイスの三次元積層はもちろん LCD にも使えません。

さて、ここでレーザ結晶化の研究が一旦行き詰ってしまいましたが、世の中では LCD の開発が始まりました。そこでは、安価なガラスを用いるため基板温度を 450~550℃以下にすることが至上命題でした。ただ、三次元 IC 用の CW レーザ照射装置での結晶化トライアルでは、ガラス基板が割れてしまい、結晶化条件を見出せませんでした。1998 年に、同じ SOI 構造ということで、LCD 用の TFT 開発グループに参加しました。再び CW レーザの研究をす

るチャンスが回ってきました。当時は、技術的には a-Si 薄膜のエキシマーレーザ結晶化 (ELA) がほぼ実用化の手前まで来ていましたが、a-Si TFT が全盛でポリ Si への工場投資の決断がなかなかできず、a-Si LCD と明らかに差別化できる LCD を可能にするために、より高性能のポリ Si-TFT を造る技術が求められました。ELA の移動度 100~200 cm²/Vs に対して移動度 300~500 cm²/Vs を得るのは CW レーザ結晶化ならば、三次元 IC 開発のときの経験からすれば容易です。問題は、基板温度が室温のままで結晶化ができるかということと、ガラス基板が耐えるかどうかでしたが、試してみると意外にもガラスの変形や割れなしに室温で CW レーザ結晶化ができました (SID, 2002)。数年のうちに LCD 用のガラス自体の熱膨張係数が改善されていたためではないかと思われます。

2004 年頃から、ELA 低温ポリ Si-TFT は広く、LCD や OLED で実用化が始まりましたが、特性の基板面内バラツキが当初から問題になっています。その主な理由は、方位制御ができないことだと考え、レーザ結晶化の種無し方位制御の課題に本格的に取り組むことにしました。ELA でも多数回の照射をすると方位制御ができることや、CW レーザ結晶化でも多数回の重ねスキャンで配向改善の報告がありましたが、ともに、スループットの低下が、実用化には致命的です。ところが、CW レーザのラテラル結晶化 (CLC) でパワー密度を落としてみると、1 回スキャンのみで、スキャン領域全体の (100) 方位制御に成功しました (SID, 2016)。しかも表面方向だけでなくスキャン方向も (100) にそろった結晶粒界の見られない Si 薄膜が得られました。ようやく、方位制御された単結晶 SOI 薄膜をアモルファス絶縁膜上へ自由に成長できるようになってきました。自然は秘密のベールを少し上げてみてくれたと感じています。

著者略歴：

1971 年東京大学理学部物理学科卒業、同年富士通株式会社入社。2005 年シャープ株式会社、2008 年岡山県立大学教授、2009 年 Samsung Display 技術顧問、2014 年日本女子大学非常勤講師。2015 年 Sasaki Consulting 設立 (現在に至る)、2016 年明治大学兼任講師 (現在に至る)、2017 年奈良先端科学技術大学院大学非常勤講師 (現在に至る)。1984 年博士 (工学) 学位取得。1985 年科学技術庁長官賞受賞。2008 年電子情報通信学会第 11 回エレクトロニクスソサイエティ賞受賞。



【寄稿】（新フェロー）

「高密度磁気記録を支える磁性薄膜基礎研究に携わって」

二本 正昭（中央大学）



「磁性薄膜および高密度磁気記録技術に対する貢献」でフェロー称号を賜りました。本学会では、研究発表や議論など専門知識の切磋琢磨だけでなく、個性的な方々との交流を通して人として成長していく上で多くのことを学びました。私を育てて頂いた学会からフェロー称号を頂けることは身に余る光栄で、厚く御礼申し上げます。

今回、記事を書く機会を頂きましたが、専門内容を説明できるだけの紙数がありません。私は大学卒業後、企業で研究開発を30余年経験した後、大学に移り今日に至っています。研究対象は変化しましたが、一貫して基礎研究の継続を心がけてきました。企業と大学では、研究に対する考え方が異なり、企業でも会社、経営環境、時代によって変化するように思います。本稿では、私が経験を通して感じた2~3の事項を述べたいと思います。独断と偏見が含まれている点をご容赦頂き、記事が会員諸氏の何らかの参考になれば幸いです。

（自分の専門を生かす）

磁気記録研究を担当する前の約10年間、1970年代に電子線源の開発を担当しました。系統的な材料探索や物性評価を繰り返し、単結晶 LaB_6 電子線源を開発しました。この研究を通して、材料構造や基本物性が応用特性に大きな影響を与えることを実感するとともに、結晶成長、真空物理、分析機器を活用した構造や物性の評価技術を学びました。この後、電子線源の研究は終了し垂直磁気記録媒体の研究開発に参画することになりました。研究テーマの突然の変更は、企業では良くあることです。

構成メンバーとして磁気記録の専門家、長年の経験者が多い中であって、如何に貢献するのかという問題に遭遇しました。磁性や磁気記録の知識を習得することが必要ですが、30才も相当過ぎていましたので通常ペースでは遅すぎます。そこで、これまで蓄積した知識を磁気記録媒体の研究に生かすことを考えました。別専門から新課題に取り組むことで従来とは異なったアプローチが可能となり、研究開発が進展することがあります。今となっては当たり前ですが、電子顕微鏡を活用した磁性薄膜の微細構造観察、

磁化状態解析、単結晶磁性薄膜を用いた磁気基本物性測定などを行い、得られた結果をベースとした薄膜媒体の配向制御の研究を共同研究者と進めました。最先端の観察技術を磁性薄膜の解析に適用することで開発の着眼点が明確化でき、効果的な技術改良ができたように思います。80年代から始めた磁性材料の微細領域の結晶構造や磁化状態を調べる技術は、磁気記録の高密度化の流れに沿っていました。興味深い結果には周囲も関心を示してくれました。磁化状態観察や磁気物性解析では、これら課題に思い入れの深いメンバーの協力も得られ、研究の幅が広がりました。それぞれの専門性を技術開発に生かせれば、新展開の可能性も増大しますし、困難に直面しても乗り越える元気が出るように思います。

（発表と外部交流の重要性）

企業では、製品技術から遠い基礎研究結果の外部発表は許容される場合が多く、硼化物系材料の結晶成長、表面物性解析、垂直磁気記録の媒体関連技術の学会発表や論文発表を行いました。垂直磁気記録は今では全てのHDDで活用されていますが、80~90年代は製品化にはまだ年月を要する先物技術と見なされていました。基礎フェーズ研究者は、ビジネスに直結する技術開発に追われている部署から見ると利益に繋がらない研究を気楽に行っていると思われ、厳しい視線にさらされます。国家PJなどに参画している場合を除いて、関連業務の合間や週末を活用してデータ取得を行うことも必要でした。昨今ビジネス環境が厳しくなり、基礎的な研究を行うことさえも困難化していると聞いていますが、私が企業に在籍していた70~90年代はある程度の基礎研究を行うことができました。先行研究に理解のある上長に恵まれたことも大きな要因です。時間も予算も限られますので、研究データの量や質は必ずしも十分ではありませんでしたが、研究発表を意識的に継続しました。第三者の研究に対する客観的な評価や批判は研究推進の大きな刺激となりました。論文として発表すれば、多くの研究者の目に触れる機会も増え、それが契機となって新たな進展に繋がることとなります。論文や特許などの

形にしなければ、困難な中で行った研究や考察で得た貴重な情報が朽ちて失われるだけです。拙速な研究発表や論文投稿であっても継続することで大きな成果に繋がる可能性があると思います。

80年代後半から90年代にかけてIBMを初めとする主要HDDメーカーが垂直磁気記録の研究開発から撤退しました。私が所属していた企業ではこの間も垂直磁気記録研究を継続していましたが、主要企業が撤退した研究に対し厳しい視線が注がれ、継続が危ぶまれる状態でした。国内外の学会や研究会で批判にもさらされました。批判的な見方をする研究者が多かったように思いますが、国内ではT大関係者の方々、N社のT博士、J社のN氏など垂直磁気記録の可能性を確信している方々と連携できたことにより、何とか研究を継続する元気が出ていたように記憶します。海外ではA大のD教授から90年頃に「垂直磁気記録技術が必要とされる時まで持続することが大切」、W大のI教授からは「信号処理や回路は何とかなる」といったコメントを頂きました。私にとって信号処理は非専門です。HDD技術は要素技術の集合ですので、要素技術の整合性がとれないことには製品にはなりません。技術一貫性の観点から弱点技術で批判的な方々から厳しい指摘をされ落ち込んだこともありましたが、国内外の専門家のコメントで元気も出ました。私たちの研究発表を聴講し、あるいは論文を見て頂いたことによる効果の一端であったように思います。外部の方々と交流することで、自分の研究を客観的に見ることができていたように思います。実際、第三者の客観的なコメントは、研究推進のヒントや励みになりました。積極的な外部交流の必要性は大きいと思います。

(潮目の変化は急激)

電子源の研究では、研究が実用化に至るまでの期間は5年ほどでした。電子線描画装置の開発責任者が装置の電子線源として採用を決定し、製品化が始まりました。製品化は突然にあっけなく始まりました。

垂直磁気記録に関する研究を80年代半ばから90年代にかけて細々と継続しましたが、HDD分野の有望将来技術として90年代半ば過ぎに通産省/NEDOの国家PJに取り上げられました。最初は媒体技術を中心に研究開発を進めましたが、90年代後半からは媒体以外の要素技術も含めた装置技術としての検討に研究フェーズがシフトし、総合技術へと飛躍していきました。面内磁気記録における熱揺

らぎ問題の認識が進んだこと、H社による垂直記録による高密度磁気記録デモンストレーション、T社によるHDD装置の発表などを契機に、面内磁気記録から垂直磁気記録への急激な潮流変化が起こりました。私は大学に転出したため、潮目の変化した以降の技術開発には携わっていませんが、外部から驚きをもって潮流の変化を目撃しました。多数の研究者や技術者が開発に加わり、一挙に実用化が進みました。垂直磁気記録を岩崎俊一先生が発明されてから約30年、私が関与し始めてから20年後に起こった世界を巻き込んだ急激な技術潮流の変化が2~3年で進みました。潮目変化の前後で、研究に対する研究者や技術者の見方も大きく変質します。基礎研究はもはや細々と継続するレベルではなく、応用技術を支える基幹研究、多くの研究者が従事する主流研究に成長します。

革新技術の実用化は競合技術や産業規模にも関係するかも知れませんが、技術を必要とする環境が整えば、一挙に進むように思います。私の狭い範囲の経験ではありますが、実用化時期の事前予測は難しく、事後に振り返ることによって納得させられるケースが多いように思います。

(おわりに)

技術成果を果実に例えると、基礎研究は果樹を支える幹あるいは根に相当するでしょう。環境が整った研究機関では幹に相当する研究も可能ですが、大部分の大学では根に相当する基礎研究を進めることが多いと思います。根の張り方には多様性が許容されますし、養分に恵まれない土壌でも生命力があれば成長可能です。

最近、H社の若手研究者が突然大学に来てくれました。40年ほど前のLaB₆材料に関する基礎研究の内容について知りたいことがあったのが理由です。LaB₆結晶が真空関連学会で最近話題になっており、拙速で書いた私の昔の論文が引用されているとのことでした。論文執筆は、基礎研究では特に大切であることを再認識しました。

著者略歴：

1973年 大阪大学大学院工学研究科修士課程修了、同年3月(株)日立製作所中央研究所入社、1995年(株)日立製作所中央研究所主管研究員、2004年 中央大学理工学部教授(現在に至る)。2000~2002年 磁気記録研究専門委員会委員長、2013~2015年 日本磁気学会会長、2002年 IEEE Fellow、2011年 IEEE Distinguished Lecturer、2015年 日本磁気学会名誉員。



【寄稿】（新フェロー）

「高密度集積型石英系プレーナ光波回路の研究開発」を振り返って

鈴木 扇太（NTT エレクトロニクス株式会社）



このたび、電子情報通信学会よりフェローの称号を賜り、大変光栄に存じます。ご推薦頂きました方々、ご審査いただいた方々に厚く御礼申し上げます。また、日本電信電話株式会社(NTT)研究所において、筆者の研究開発推進に様々な視点からご指導ご協力頂いた諸先輩や同僚の皆様に、この場をお借りして深く感謝申し上げます。

今回のフェロー業績としてご評価頂いた「高密度集積型石英系プレーナ光波回路に関する研究開発」ですが、本研究テーマは筆者が1986年にNTTに入社して配属された電子機構技術研究所(当時)で研究開発に着手しました。その後、NTT 光エレクトロニクス研究所やNTT フォトニクス研究所で研究開発に取り組み、現在はNTT エレクトロニクス株式会社(NEL)に移り研究開発成果を事業化する立場に変わりましたが、30 年以上に亘り石英系プレーナ光波回路技術に携わってきました。

さて、筆者と光回路技術との関わりは、横浜国立大学学生時代の1983年に、國分泰雄教授の研究室に第一期生として配属されたことに始まります。当時は、光ファイバ通信の商用導入が始まった時期であり、1985年には旭川から鹿児島までの日本縦貫光ファイバ網が構築されました。光ファイバや光半導体レーザ技術に続き、研究テーマとして光信号を光のまま合流分岐・合分波・切替等を行う光回路技術に注目が集まっている時期でした。新しい技術分野への期待を抱いて、國分教授と東工大伊賀健一教授のご指導の下でイオン拡散型多モード光導波回路の研究に携わり、光導波回路設計・導波路作製・評価技術等を学びました。学生時代の研究テーマとして関わった光ファイバ通信用光導波回路技術の将来性に魅せられ、当時光ファイバ通信技術とその光導波回路部品技術研究を精力的に進めていたNTT研究所で研究開発に取り組む道を決めました。

1986年に入社したNTT研究所では、西功雄氏をリーダーとする光通信用部品の研究開発チームで、多成分系ガラスを用いた高比屈折率差(高 Δ)光導波路に取り組みました。当時、単一モード光導波路は0.25~0.75%- Δ が主流で曲げ半径が25~5mm程度に制限されていました。将来の多機能光回路の実現には光導波回路の小型が必要と考え、多成分系ガラスを用いて曲げ半径 $r<1\text{mm}$ を可能とする5%- Δ

導波路技術に取り組みました。1990年には、高橋浩氏(現、上智大教授)と共に本多成分系ガラス光導波路を用いてアレイ導波路回折格子(AWG: Arrayed-Waveguide Grating)の原理実証¹⁾にも成功しました。しかし、当時は多成分系ガラスを用いた導波路コアの精密加工性には難があり、研究としては加工性に優れる高 Δ 石英系ガラス光導波路に移行する判断を行いました。しかし、当時取組んだ微細光導波路(コア寸法: 約 $1\mu\text{m}$ 角)の回路設計や特性測定技術は、その後の高 Δ 石英系光導波路の研究開発に活かされることになりました。

その後、河内正夫氏をリーダーとするプレーナ光波回路(PLC)の研究開発チームで、導波路加工性と導波損失に優れる石英系ガラスでの高 Δ 光導波路技術に取り組みました。チームとして0.25~0.75%- Δ 光導波路によるPLC開発を推進する中、河内氏は筆者の提案する1.5~2%- Δ 光導波路技術を次世代技術の研究として進めることを認めて頂きました。そのご判断が、今回のフェロー受賞に繋がったものと感謝しております。

高 Δ 石英系 PLC の研究成果として、1994年に最小曲げ半径2mm以下と低伝搬損失0.1dB/cmを両立する1.5%- Δ を有する石英系光導波路技術²⁾を開発しました。この高 Δ 石英系光導波路を用いて、当時の光導波路としては最長である200cm長の光導波回路、 1×16 マッハツェンダ(MZ)干渉計型光合分波器および 16×16 熱光学マトリックス光スイッチを実現し、1995年には1.75mmの最小曲率半径を有する微小リング導波路による広FSR(Free Spectral Range)100GHzを有する二重リング共振器フィルタなども実現することができました。光導波回路の小型高密度集積化を可能とする高 Δ 石英系光導波路技術は、その後NTT同僚研究者やNEL技術者により実用化に向けた開発・技術改良が行われ、現在ではAWG型光フィルタやコヒーレント用PLC受信回路など様々なPLC型光部品に適用され、実際の光ファイバ通信用光部品に適用されています。

NTT研究所でPLC研究に携わっていた中で、高橋氏と共にAWG型光フィルタの先駆的研究開発に取り組む機会を得たことは幸運でした。前述のように5%- Δ 導波路を用いてAWG型光フィルタを実証した後、石英系ガラス導波路

を用いて AWG 型光フィルタの高性能化を図りました。例えば、偏波無依存 AWG 型光フィルタとして、1994 年に石英 on 石英構造を有する偏波無依存 AWG を、1997 年にはドーパント濃度で光導波路内複屈折率を制御する偏波無依存 AWG を実証しました。高 Δ 石英系 PLC 向け高均一光導波路形成技術により、1995 年には 64 チャンネル以上の大規模 AWG 型光フィルタを実現しました。これらの AWG 技術の研究成果は、NTT の同僚研究者によって 2001 年に 400 チャンネル超大規模 AWG、2009 年にチャンネル間隔 50GHz の温度無依存(アサーマル)AWG 光フィルタの開発などに展開されました。

また、筆者は高 Δ 光導波路の特徴を活かした新たな PLC 集積化技術についても取り組みました。その一つとして、光導波路の材料と構造が異なる 2 種類の光導波回路を基板上に積層化する多層集積型 PLC を提案し、1992 年には 2%- Δ と 0.75%- Δ の 2 種類の光導波路が積層形成された積層集積光リング共振器³⁾を実証しました。この積層集積型 PLC の概念は、他の研究者によって垂直結合型マイクロリング共振器技術等の集積型光デバイス研究に展開されています(例えば、Y. Kokubun, et al., IEEE J. Selected Topics in Quantum Electronics, Vol.11, No. 1, pp.4-10, 2005)。

また、光ファイバ通信の高度化に資するため、小型集積性に優れる高 Δ 光導波路による多機能集積 PLC 技術として、多機能光回路の 1 チップ集積化技術、異種機能 PLC を組合せたマルチチップ PLC 集積技術、光素子を PLC 上に集積化した積層集積型 PLC 技術の研究開発にも取り組みました。1998 年には AWG 型光フィルタと光スイッチアレイを 1 チップ集積した波長選択機能を備えた集積型波長選択スイッチを、2004 年には可変光減衰回路・ハイブリッド集積パワーアップモニタ回路・温度無依存 AWG 型光フィルタをマルチチップ集積した小型集積型 32 チャンネル AWG 型マルチプレクサモジュール⁴⁾を実証しました。これらの多機能集積 PLC 研究で培われた技術は、その後の ROADM 用 PLC 光スイッチ等に適用されています。

高密度集積型 PLC の研究開発と並行し、PLC 光部品の実用普及に資するために国際電気標準会議(IEC)や日本工業規格(JIS)の標準化活動に参画する機会を持つことが出来ました。光スプリッタや AWG 型光フィルタを扱う TC86/SC86B/WG7 パッシブコンポーネントと JIS ファイバオプティクス標準化委員会/光受動部品標準化委員会、光スイッチ等を扱う TC86/SC86C/WG5 ダイナミックモジュールと JIS ダイナミックモジュール分科会委員として、光部品性能や試験・測定法を標準化することが出来ました。

学生時代に出会った光回路部品技術を切っ掛けとして、NTT 研究所で筆者自身が研究開発に取組んだ高 Δ 光導波路による高密度集積型 PLC 製品が実用化され、広く実際の光ファイバ通信システムで使われるようになり、1990 年台後半からの ICT 社会インフラの発展の一助になったこと、さらに現在所属の NEL でその PLC 製品事業推進に携わることができたことは、光部品技術に関わった研究開発者として大きな満足感と充実感を感じています。

最近、高密度集積光導波回路と言えば石英系 PLC に加えてシリコンフォトニクス(SiP)技術を指すことが多くなりましたが、高 Δ 石英系 PLC 技術研究開発で培った導波路設計技術・光実装技術・測定評価技術は SiP 光部品技術の基礎になっています。また、石英系 PLC 技術において、新たな集積化技術と共に光ファイバ通信以外の産業・技術分野への応用も模索されています。今後、若手の研究者や技術者の創造力と努力により、光波を自在に操る PLC 技術が更に発展することを期待しています。

参考文献：

- 1) H. Takahashi, S. Suzuki, and K. Kato, Electron. Lett, Vol. 26, No. 2, pp. 87-88, 1990.
- 2) S. Suzuki, M. Yanagisawa, Y. Hibino, and K. Oda, IEEE J. Lightwave Technol., Vol. 12, No. 5, pp. 790-796, 1994.
- 3) S. Suzuki, K. Shuto, and Y. Hibino, IEEE Photon. Technol. Lett., Vol. 4, No. 11, pp. 1256-1258, 1992.
- 4) S. Suzuki, Y. Inoue, S. Mino, M. Ishii, I. Ogawa, R. Kasahara, Y. Doi, Y. Hashizume, and T. Kitagawa, OFC2004, ThL2, 2004.

著者略歴：

1984 年横浜国立大学電気工学科卒、1986 年同大学院修士課程修了、同年日本電信電話株式会社(NTT)入社。以来、導波路型光集積回路、複合機能光部品技術の研究開発に従事。1995 年工学博士(横浜国立大学)。2012 年 NTT フォトニクス研究所所長、2014 年 NTT デバイスイノベーションセンタ所長を経て、2016 年 NTT エレクトロニクス株式会社に移り、現在フォトリソコンポーネント事業本部本部長。2006～2007 年本会エレクトロニクスソサイエティ総務幹事、2014 年本会光エレクトロニクス研究専門委員会委員長。1994 年本会学術奨励賞、2006 年本会論文賞・猪瀬賞、2010 年本会エレクトロニクスソサイエティ賞、2013 年本会業績賞、2014 年前島密賞、2015 年文部科学大臣表彰科学技術賞受賞。IEEE フェロー、応物会員。



【寄稿】（新フェロー）

「超高周波 CMOS 集積回路の研究を通じて」

藤島 実（広島大学）



今年度、電子情報通信学会より「超高周波 CMOS 集積回路の先駆的研究」における貢献に対しフェロー称号をいただけることになりました。大変光栄でありがたく思います。学生時代より今に至るまで多くの先生方にご指導をいただき機会が与えられただけでなく、共に研究を進めてきた学生やスタッフや、共同研究を行ってきた産学の多くの関係者も恵まれ、これまで続けてこられたおかげと感謝しております。また、今回フェローを推薦頂きました先生方に心より御礼申し上げます。

私は、超高周波トランシーバを CMOS 集積回路で実現することをテーマに、こここのところ 10 年以上研究を続けています。きっかけは、学生時代に平泳ぎを専門種目とした競泳に没頭し、「速い」ことに強い関心をもっていたことに始まります。超高周波回路を極めることは、アナログ回路における「速さ」を極めることに似ています。得意種目の平泳ぎは、他の泳法に比べて水の抵抗が大きく遅いため、様々な制約の中で泳ぎ方を最適化することが求められます。一方で、大学でも試作が比較的容易であった CMOS 集積回路に用いられるシリコントランジスタは、最先端の化合物半導体でつくられるトランジスタに比べて高周波性能が劣ります。そのため、ミリ波からテラヘルツに至る高周波数帯で CMOS 集積回路を動作させるには、そこに用いられるトランジスタの性能限界を回路技術により克服することが求められます。その結果、研究は、デバイスの評価とモデリング、レイアウト技術、および回路技術に及ぶことになりました。

このような動機はありますが、当該分野の研究に着手した社会的な背景ももちろんあります。社会で用いられる無線端末の数は急激に増加し、無線リンクも高速となるため、通信に使用される搬送波周波数は年々高まっています。従来は、微細化に伴うトランジスタの性能向上が無線で用いられる周波数の上昇に大きく貢献していました。しかし、微細化は続くものの、現在では微細化されたトランジスタですら、その高周波性能は頭打ちとなっています。一方で、まもなく始まる第五世代(5G)ではミリ波が本格的に利用されるように、通信用に高周波数帯を開拓する要請が止まることがありません。その結果、回路はトランジスタの性

能限界付近で動作する必要があります。そのため、2000 年代半ば以降、デバイスの性能限界に挑む回路の研究が不可欠となりました。

私がこの分野の研究に着手した 2000 年代半ばは、トランジスタの最大動作周波数が 100GHz を超えるサブ 0.1 μm プロセスは大学では利用できませんでした。そのため、ミリ波トランシーバシステムの研究を直ちに始めることはできません。そこで、当時はミリ波帯動作の注入同期発振器の高周波数化に関する研究に取り組みました。注入同期発振器は、ミリ波 PLL (Phase-Locked Loop) の初段分周器に用いられ、その性能向上に重要な役割を果たします。私たちが提案した注入同期回路では、ミリ波信号が入力されるトランジスタが差動出力間に挿入されます。このときのトランジスタのオン抵抗は、従来の回路で出力とグランド間挿入されていたトランジスタのオン抵抗に比べて半分となるので、超高周波での注入同期が可能となります。さらに、この技術を低電源電圧のリングオシレータに適用することにより、マイクロ波の 2 分周器や 3 分周器をマイクロワットで動作することもできます。これとは別に、高周波信号を直接生成するパルス注入同期型通信発振器を提案し、位相ノイズを従来の PLL に比べて低減できることも実証しています。

その後、サブ 0.1 μm の先端プロセスが利用できるようになると、低電力ミリ波送受信機の基本回路の研究を開始しました。トランシーバを低電力動作するには、振幅変調 (ASK) が有効です。そこで、まず、インバータチェーンとパルス結合器を用いた、発振器を用いない準ミリ波パルス発生器を作りました。この回路は、入力データが変化しない限り電力を消費しないので、入力データレートに比例した消費電力でミリ波パルスを生成することができます。さらに、伝送線路とシャント型 MOS スイッチを組み合わせることにより、最大 8Gbps のデータレートで動作する 60GHz 帯 ASK スイッチも作りました。

2010 年代から 100GHz 以上のキャリア周波数を持つ CMOS 無線トランシーバの研究を開始しました。100GHz 以上の周波数では、60GHz 帯より潜在的に広帯域が利用可能です。そこで、ソース接地型包絡線検波器を用い、

120GHz 帯および 140GHz 帯の CMOS デュアルモード受信器を作りました。この ASK 受信器とパワーアンプのない ASK 送信器を組み合わせることで、わずか 98mW で 10Gbps の通信が可能な 135GHz 帯無線トランシーバを実現しました。最近、275GHz を超える未割り当て周波数領域を使用する 300GHz 帯トランシーバを研究しています。2016 年には、世界で初めて直交振幅変調(QAM)を送信できる 300GHz 帯 CMOS 送信器を実現しました。ISSCC 2016 および ISSCC 2017 の 2 年連続で、300GHz 帯 QAM 無線リンクのデモを行いました。

これらの回路は、単にパラメータを最適化するだけで性能が得られるわけではありません。IEDM2013 の招待講演では、性能を維持しながら低消費電力を実現できるバイアス電圧について紹介しました。地味ですが、レイアウトも重要です。超高周波では、回路シミュレーションと測定結果の違いがデカップリング素子の寄生インピーダンスに起因することが多くなります。それに、電源を介した回路間のカップリングにより発振に至ることもあります。そこで、ゼロオーム伝送線路と名付けた特性インピーダンスの低い伝送線路を用いたデカップリングデバイスを提案しました。このゼロオーム伝送線路を用いると 63GHz 低雑音増幅器を設計し、実測とシミュレーション結果が一致することを示しています。

当初はそれ以外の選択肢がなくて始めた CMOS 集積回

路を用いた超高周波回路の研究ですが、結果として私たちは一貫して CMOS 回路にこだわって高周波回路の研究をしてきました。微細化の進展した現在でも、CMOS 集積回路のトランジスタの性能は、最先端の化合物半導体の性能には及びません。その意味で、真の最高の性能を CMOS 集積回路ではこれからも得られることは難しいのかもしれませんが、CMOS 集積回路には、化合物半導体に比べ性能ばらつきが小さく、設計精度を向上させることができるという利点があります。この特徴を活かせば、化合物半導体トランジスタで作られる回路性能に一步でも近づくことができるのではないかという希望をもち、これからも研究を続けていきたいと思います。それと同時に、CMOS 集積回路の特徴を活かすことのできる超高周波と大量生産に適したアプリケーションは何なのか、これからも知恵を絞っていきたいと思っています。

著者略歴：

1993 年東京大学工学系研究科博士課程修了、同年東京大学工学部助手。1994 年東京大学工学系研究科講師、1999 年東京大学新領域創成科学研究科助教授を経て、2009 年より広島大学先端物質科学研究科教授。2015～2017 年集積回路研究専門委員会委員長、2016～2017 年回路デバイス技術領域委員会委員長。平成 23 年度エレクトロニクスソサイエティ賞受賞。



【論文誌技術解説】

和文論文誌 C「エレクトロニクス分野におけるシミュレーション技術の進展」特集号によせて (ゲストエディタ)



辻 寧英 (室蘭工業大学)

近年、エレクトロニクス分野におけるシミュレーション技術の進展は著しく、電磁界、電気・電子回路から、その隣接分野（機械／化学／熱など）との複合シミュレーションまで、計算機ハードウェア技術の進展と相まって、より現実的な問題を現実的な時間で解析できるようになり、今ではその応用分野も多岐にわたっている。シミュレーション技術は、新しい物理現象の理解、デバイスの設計に今や欠くことのできないものとなり、独創的なアイデアを仮想空間の中で容易に検証でき、さらには、最適設計技術や人工知能技術の進展とともに、付加価値の高い成果へと効率的に結実させるツールとなっている。シミュレーション技術は、科学技術の進展がますます加速していく現代において、高い競争力を維持するためにますます重要性が高まり、その技術の進展が期待されている。

本ソサイエティにおいて関心が持たれるシミュレーション技術は多種多様であるが、類似する点も多く、シミュレーション技術に軸足を置く研究者の論文を一斉に配信することができれば、我が国の研究開発のより一層の発展に寄与できるものと期待される。このような背景のもと、和文論文誌において特集を企画するに至り、今回で6回目を数える。今回の本特集では厳正な査読プロセスに基づき、編集委員会で審議した結果、論文7編、ショートノート2編の採録となった。これに招待論文1編を加えた計10編が本特集に掲載されている。

招待論文は、山口大学名誉教授の羽野光夫先生にご執筆いただいた。電磁界解析の代表的手法である有限要素法における、高次要素を含めたベクトル要素の高機能化と非物理理解の抑圧について、数値解析の高速化・高精度化を図る指針となる内容になっている。

一般論文もいずれも興味深い内容となっており、詳細は以下のとおりである。解析の高精度化・効率化の基礎的な論文からデバイスの設計、シミュレーションによる最適化まで多岐に及ぶ。「色々な解析分野の線形方程式に対する並列 BiCGSafe 法の性能評価」は線形方程式の反復解法の並列化・高速化の検討であり様々な分野への応用が期待される。「FDTD 単位格子の離散化グリーン関数とダイアコ

プティックスを用いた周期構造解析への応用」、「有限要素法に基づく伝搬演算子法による光導波路突合せ接続の解析に関する検討」は問題の性質を利用した高精度・高効率解析を提案するものであり、「車載非接触給電システム近傍の人体に生じる体内誘導電界の解析」は磁界と体内誘導電界の二段階解析に基づき電磁界の人体に及ぼす影響を調べたものである。「等価回路に基づいた円形パッチ配列電波吸収体の設計」、「FSS を用いた帯域外透過性を有する 2.4GHz 帯用円形パッチ配列吸収体」は実構造に対する等価回路表現を利用した効率的な設計手法を提供し、「選好度付セットベースデザイン手法の屈曲差動伝送線路設計への適用」、「ビーム伝搬解析と随伴変数法による感度解析を用いた非線形光学デバイスのトポロジー最適設計に関する検討」は最適設計の技術を駆使した光・マイクロ波デバイスの設計を可能とするものであり、今後のデバイス設計の効率化・自動化への展開が期待される。「サブグリッド法に基づく SPFD 解析による一様磁界ばく露解析」は大規模問題を高精度で効率的に扱うための方法を提供し、シミュレーション技術の一層の展開が期待される。

最後に、本特集を発行するにあたり、ご投稿頂いた方々、論文査読にご協力頂いた査読委員の方々、企画および編集にご尽力頂いた編集委員の方々、並びに事務局の皆様方に深謝の意を表する。この特集が今後も継続的に実施され、技術立国日本の将来に資することを期待する。

著者略歴：

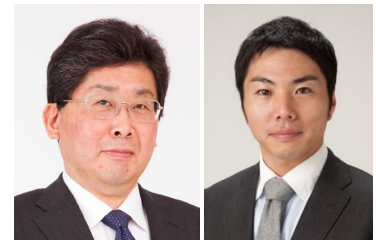
1991 年北大・工・電子卒。1993 年同大学院修士課程了。1996 年同博士課程了、同年北海道工大・応用電子助手、同年同講師、1997 年北大大学院工学研究科助教授、2004 年北見工大電気電子工学科准教授、2011 年室蘭工大大学院工学研究科教授、現在に至る。光・波動エレクトロニクスに関する研究に従事、博士(工学)。1996 年度、1998 年度本会論文賞、1998 年度本会学術奨励賞、2000 年 IEEE Third Millennium Medal 受賞、応用物理学会、IEEE、OSA 各会員。



【論文誌技術解説】

英文論文誌小特集：

「Solid-State Circuit Design -Architecture, Circuits, Device and Design Methodology」の企画内容と論文傾向



(ICD 研専委員長、Guest Editor-In-Chief) 日高 秀人 (ルネサスエレクトロニクス)
(ICD 研専委員、Guest Editor) 小林 伸彰 (日本大学)

集積回路研究専門委員会(ICD)では、IoT や AI が本格的に社会への普及期に入るにつれ、微細化によるスケールアップメリットに頼る単純発展から、応用開拓とそれに合わせた集積回路の展開というテーマ転換をモットーとしています。歴史上は、集積回路の大きな応用分野が従来の Computation (計算機)、Communication (通信) から、これらを維持しつつ Mobility、IoT、AI 応用などへ拡大し、いわゆるクラウドからエッジに至るまで目覚ましい進歩・展開が進行中であり、Society 5.0 など未来社会の現実化への取組みが盛んです。これらの中で、新たなシステム集積化課題を、単に回路・システム技術のみならず、応用や技術標準化・社会実装など広汎な観点でとらえることが肝要と認識し、これらを触発することを目指しています。

本小特集では、これら IoT 動向を先取りする集積回路の様々な側面を取り上げ、11 編の論文を掲載します。それぞれのキーワードを挙げると以下ようになります。

- (1) 5G 携帯用 28GHz 周波数シンセサイザ
- (2) 高直線性 Gm セルを用いた $\Delta\Sigma$ AD コンバータ
- (3) 7GS/s デジタル周波数シンセサイザ
- (4) 周波数・フェーズプリセットによる高速スタート PLL
- (5) カレントミラー回路のしきい値ミスマッチ補正法
- (6) 加速度および心拍を利用した低消費電力の身体活動モニターシステム
- (7) SSD (Solid-State Disk)の実使用ベース信頼性解析
- (8) SCM (Storage-Class Memory)の構成・性能をもとにした SCM ベースの SSD の性能解析
- (9) CMOS イメージャのデータ圧縮法と LSI アーキテクチャ
- (10) FD-SOI 上に構成した放射線に強いフリップフロップ
- (11) CORDIC(Coordinate Rotational Digital Computer)の新アルゴリズムによる低消費電力化

これらは、エッジコンピューティング、コネクティビティと RF 技術、ストレージ、センサ・アクチュエータ、耐環境技術など、IoT 新時代へ向けた新要素技術がテーマであり、背景にある社会・産業の変化が現実化してきたことを反映しています。今後も新時代を先取りし、方向付けする論文の掲載を目指して異分野間協調など推進していきますので、皆様の御理解・御協力をお願いいたします。

最後に、ご尽力いただいた編集委員の皆様に感謝いたします。

・編集委員会委員 (敬称略)

○ ゲストエディタ

日高 秀人 (ルネサスエレクトロニクス)、

小林 伸彰 (日大)

○ 委員 (ゲストアソシエイトエディタ)

飯塚 哲也 (東大)、岩崎 裕江 (NTT)、

永田 恭一 (マイクロンメモリジャパン)、

新居 浩二 (ルネサスエレクトロニクス)、

新津 葵一 (名大)、三木 隆博 (ルネサスエレクトロニクス)、吉田 毅 (広大)

著者略歴 (日高 秀人) :

1983 年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了、同年三菱電機(株)入社。現在、ルネサスエレクトロニクス(株)に在籍。専門は半導体メモリ開発・設計と応用、組込みシステム開発、および技術開発マネジメント。工学博士、IEEE Fellow。

著者略歴 (小林 伸彰) :

2004 年中央大学・理工卒。2011 年同大大学院博士課程後期課程修了。博士 (工学)。現在は日本大学理工学部精密機械工学科に在籍。専門は半導体動画像符号化プロセッサ、半導体メモリ LSI、BCI (ブレイン・コンピュータ・インタフェース) の研究に従事。



英文論文誌 C 小特集「Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices」発行に寄せて (2018 年 5 月号)

ゲスト・エディタ

國清 辰也 (ルネサス エレクトロニクス)



シリコン材料・デバイス研究専門委員会 (SDM 研) が企画・運営している研究会では、シリコンに限らず、GaAs、SiC、GaN 等の化合物半導体やペントセン等の有機半導体から HfS₂/MoS₂ 等の二次元材料や熱電材料に至るまでの幅広い材料やデバイスが取り上げられ、デバイスはもちろんのこと、さまざまな物質の基礎物性に関する研究発表があり、広い領域をカバーしています。

こうした基盤技術としてのシリコン材料・デバイス分野の大きな変化および発展を受けて、SDM 研では、本分野における最新の研究成果を広く世界に発信する目的で Asia Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD) を 1993 年から日本と韓国で交互に開催しています。昨年 (2017 年) は、7 月 3 日から 5 日にかけて、ED 研 (電子デバイス研究専門委員会) と合同で AWAD2017 が韓国の慶州市で開催され、25 回目を迎えました。論文数の内訳は、プレナリ 3 件、オーラル 62 件、ポスター 57 件で、計 121 件でした。

このような背景の下、AWAD2017 の研究成果を中心とする小特集を 2018 年 5 月号に掲載しました。今回の小特集には、多数の投稿論文の査読結果に基づく小特集編成委員会での厳正な審議の結果、最終的に 9 件の論文が採録されました。以下、掲載順に、論文の概要を紹介します。

1 件目の論文では、超高周波アプリケーション用に、共鳴トンネルダイオードと HEMT トリガー回路を用いたハード・タイプのオーシレータを提案しています。2 件目の論文では、スパッタ用に開発した PdEr 合金のターゲットを用いて、n 型シリコン(100)面上に PdEr シリサイドを形成し、ドーパントの偏析を利用して初めて形成された同シリサイドのコンタクト抵抗を評価しています。作製したショットキーダイオードの J-V 特性から、ショットキー障壁を Pd₂Si の 0.75eV から PdEr-シリサイドの 0.43eV に低減したことが判明し、 $4 \times 10^{-8} \Omega \text{cm}^2$ のコンタクト抵抗が示されています。3 件目の論文では、前駆体としてのテトラメチルスズとプラズマ励起された加湿アルゴンを用いた、二酸化スズの室温での原子層堆積法を報告しています。4 件目の論文では、ペントセンを用いた n 型有機電界効果トラ

ンジスタへ窒素添加 LaB₆ で形成された下部コンタクト電極から電子を注入する効果を議論しています。5 件目の論文では、原子レベルで平坦なシリコン(100)表面に形成された Hf を用いた MONOS 構造のメモリ・ウィンドウやゲートリークについて議論しています。6 件目の論文では、超急峻なサブスレッショルド傾きを持つ SOI FET におけるヒステリシス・ウィンドウは、従来のフローティング・ボディやボディ・タイに比べて、提案した PN ボディ・タイの方が小さくなることを報告しています。7 件目の論文では、縦型 p⁺-MoS₂/n-HfS₂ ファン・デル・ワールス タイプ II ヘテロ構造のトランジスタ動作を初めて実証し、4 桁の電流オン・オフ比と 24nA のドレイン電流が示されています。8 件目の論文では、フレキシブルな熱電材料の厚さ方向に沿ってゼーベック係数を評価する測定システムを報告しています。9 件目の論文では、ナノメートルスケールの熱電材料の熱伝導率を評価する目的で、交流熱量測定を用いた新しい測定システムを報告しています。これらの論文が、関連分野における研究開発や学生・若手研究者の方々の向学のために、お役に立てれば幸いです。

本小特集の発行にあたり、編集幹事ならびに編集委員に加えて、多数の査読委員の方々にご尽力を頂きました。ご多忙中のところ、編集・査読にご協力を頂いた皆様に厚く御礼を申し上げます。特に、編集幹事である静岡大学・池田浩也先生と新日本無線 (株)・新井学博士の献身的なご協力無くしては、本小特集を纏めることは困難でした。この紙面を借りて重ねて御礼を申し上げます。

著者略歴:

1988 年 3 月 東京大学工学部電子工学科卒業、1997 年 米スタンフォード大学大学院電気工学科 M.S. degree、2004 年 大阪大学工学博士号 (論文) を取得。1988 年 4 月 三菱電機株式会社に入社、2003 年 4 月 株式会社 ルネサス テクノロジーに承継転籍。2010 年 4 月からルネサス エレクトロニクス株式会社に勤務。応用物理学会会員。IEEE EDS Senior member。専門は半導体プロセス・デバイスのモデリングとシミュレーションおよびデバイス構造設計。



【論文誌技術解説】

英文論文誌小特集「Innovative Superconducting Devices Based on New Physical Phenomena（新奇物理現象に基づく革新的超伝導デバイス）」発行に向けて

（超伝導エレクトロニクス研究専門委員会前委員長、ゲストエディタ）
吉川 信行（横浜国立大学）



近年、超伝導に関連する新しい物理現象の発見や新奇超伝導デバイスの発明が相次いでいます。例えば超伝導接合を利用する量子コンピュータは、最近になってその集積規模が飛躍的に向上し、世界各国の研究機関や企業において活発に研究が進められています。また、2016年のノーベル物理学賞はトポロジカル相転移に関するものであり、新たな量子コンピュータへの応用が期待されています。超伝導細線におけるコヒーレント位相すべりの発見は、電流標準や高感度電圧デバイスなどへの応用の可能性があります。スピンと超伝導体を融合させたスピンジョセフソン素子は、高密度なメモリーを実現するデバイスとして集中的な研究が進められています。超伝導ナノ接合を熱で制御するデバイスは、高いドライブ能力を持つ素子として、新たな展開を見せようとしています。

以上のように近年の超伝導エレクトロニクスに関連する新奇物理現象の発見や新原理デバイスの発明の事例には枚挙に暇がありません。従来の超伝導エレクトロニクスにさらに新奇物理現象に基づく革新的な機能が追加されることで、学術分野の広がりと同時に新たな応用が期待されます。このような背景の中で、超伝導エレクトロニクス(SCE)研究専門委員会では、これらの新奇物理現象や新デバイスの原理を初学者にわかりやすく解説することを目的として、2017年電子情報通信学会総合大会においてチュートリアルセッション「相次ぐ低温物理現象の発見と革新的超伝導機能デバイス」を企画しました。チュートリアルセッションにおける講演内容を以下に示します。

- ・トポロジカル絶縁体・超伝導入門：田仲由喜夫（名大）
- ・コヒーレント位相すべり素子と量子電流標準：蔡 兆申（東京理科大）
- ・電界誘起超伝導-絶縁体転移現象と理想 FET：山本浩史（分子研）
- ・超伝導ナノ構造熱援用デバイス：藤巻 朗（名大）

このチュートリアルセッションの成功を受け、更に新奇物理現象に基づく超伝導エレクトロニクス分野の学術的發展を目指して、英文論文誌小特集「Innovative

Superconducting Devices Based on New Physical Phenomena

（新奇物理現象に基づく革新的超伝導デバイス）」を企画しました。本性特集では、4件の招待論文を依頼し、一般論文を募集しました。各招待論文の概要は以下の通りです。横浜国大の竹内氏らには、可逆超伝導回路を用いた超低消費電力論理回路の研究進捗状況について紹介を頂きました。九大の井上氏らには、超伝導単一磁束量子回路を用いた超高速集積回路技術について、著者らが進めているビットパラレルアーキテクチャに基づく最近の研究成果を紹介いただきました。名古屋大学の佐野氏らには、超伝導ナノブリッジにおける熱的効果を用いた高利得増幅デバイスについて最近の研究動向をまとめていただきました。また、NICTの山下氏らには、磁性体接合を用いた超伝導スピン接合素子に関する研究進捗状況についてご紹介を頂きました。これらはいずれも今後の学術的發展が大きく見込まれるテーマであり、本小特集がこれからこれらの分野を志す初学者の一助となることを期待します。

最後に本特集号の発刊に向けてご協力を頂いた、以下の英文小特集編集委員会の方々に深く御礼を申し上げます。
幹事：山梨裕希（横国大）

委員：赤池宏之（大同大）、内田貴司（防衛大）、山下太郎（名大）、入江晃亘（宇大）、丸山道隆（産総研）

著者略歴：

1989年3月横浜国立大学大学院工学研究科博士後期課程電子情報工学専攻修了。同年4月同大学工学部電子情報工学科助手。1993年同大工学部電子情報工学科助教授。現在、横国大大学院工学研究院教授。主として超伝導エレクトロニクス、単電子デバイス、量子効果デバイス、低温デバイス、単一磁束量子回路、集積回路設計に関する研究に従事。博士（工学）。2005年末踏科学技術協会超伝導科学技術賞。応用物理学会、電子情報通信学会、電気学会、低温工学・超伝導学会、IEEE各会員。



【報告】

「エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会 (EST) 活動報告」

エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会 委員長

木村 秀明 (日本電信電話株式会社)



エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会 (Electronics Simulation Technology: EST) は、産学界への貢献を図るべくシミュレーション技術をベースとした活動を行っています。本報告では、H29 年度 EST 研活動振り返りと今後の予定について簡単に紹介します。

1. 従来型施策企画・実行 (ベースロード)

シミュレーション技術へのニーズ・期待が高まる中、H29 年度 EST 研では電子情報通信学会および電気学会に属する関連研究専門委員会との連携を強化、学会、研究会における各種セッション、和文論文特集号、会誌小特集号等様々な企画を立案・実行、関連技術者間の議論による情報共有等を図ることで学会活性化に貢献しました (表 1)。

表 1 活動状況 (従来型施策)

(a) 全国大会 (ソサイエティ大会、総合大会)				
開催月	テーマ	開催区分	講演数	会場
9	パネリングセッション：デバイス開発から回路設計にわたる光・マイクロ波シミュレーション技術の現状と展望	単独	6	東京 (東京都市大)
	一般：エレクトロニクスシミュレーション	単独	17	
3	シンポジウム：エレクトロニクス分野における最適化・自動設計および人工知能技術の応用と最新動向	単独	10	東京 (東京電機大)
	一般：エレクトロニクスシミュレーション	単独	28	
(b) 研究会				
開催月	テーマ	開催区分	講演数	会場
5	シミュレーション技術、一般	単独	7	東京 (東北大東京分室)
7	光・電波ワークショップ	MWP/EST/EMT/ MW/OPE/IEE-EMT	40	北海道 (帯広商工会議所)
10	電磁界シミュレーション、EMC、マイクロ波、一般	MW/EST/EMC/ IEE-EMT	42	秋田 (芸術村温泉ゆほぼ)
1	フォトニックNW・デバイス、フォトニック結晶、フレイブとその応用、光集積回路、光導波路素子、光スイッチング、導波路解析、マイクロ波・ミリ波フォトニクス、一般	OPE/EST/EMT/ LOE/PN/MWP/ PEM/IEE-EMT	64	兵庫 (姫路・西はりま 地場産業センタ)
(c) 論文特集号 (和文)				
掲載月	テーマ	論文数		
5	エレクトロニクス分野におけるシミュレーション技術の進展	10		
(d) 会誌 (小特集)				
掲載月	テーマ	論文数		
5	電磁界シミュレーション技術の進展	5		
(e) その他				
開催月	テーマ	開催区分	会場	
11	ワークショップ：最新のデバイス、光、高周波シミュレーション技術の動向と実用例	協賛 (MWE'2017)	神奈川 (パシフィコ横浜)	

また、従来の施策とともに「教育 (ソフトウェア開発専門技術者、子供)」および「広報」という観点から新たな施策を企画、実施したので次章で簡単に紹介します。

2. 新規施策企画・実行 (新たなベースロード構築に向け)

H29 年度の新たな取組みとして、「シミュレーション技

術分野人材育成」という観点から「エレクトロニクスソフトウェアコンテスト」を企画・実施しました (表 2)。また、「学会活動への理解」という観点から、一般市民向けに「サイエンス教室」を開催、シミュレーション技術の歴史とともに技術発展・進化がもたらす未来を想像することで「学会活動の意義」を示しました。さらに、長期的視野に立った教育界貢献 (子供科学育) を目指し、通常目に見えない「音」、「電波」、「光」を数値シミュレーション、実験により可視化することで「基本原理の理解度向上」、「科学分野への興味拡大」が図れるイベントも開催しました。

表 2 活動状況 (新規施策)

(a) 技術者育成			
開催月	イベント企画名	参加チーム数	会場
9	若手・学生エレクトロニクスソフトウェアコンテスト	7	東京 (東京都市大)
(b) 広報、教育			
開催月	テーマ	開催区分	会場
12	電子情報通信学会創立100周年記念イベント： サイエンス教室 シミュレーションが拓く未来 ～見えないモノが見える感動を子供たちに～	単独	東京 (中野区産業振興推進機構)

3. 今後の予定

H30 年度 EST 研 (<http://www.ieice.org/es/est/index.html>) は、本技術領域のさらなる活性化に向け、積極的に各種イベントのベンチマークを実施、研専活動項目のスクラップ & ビルドを進めていく予定です。その際、技術分野を超えた連携を強化、従来の枠組みに捉われない「広義のシミュレーション技術」という観点から産学界および社会へ貢献すべく活動を推進していきたいと考えております。

今後とも皆様ご協力の程よろしく申し上げます。

著者略歴：

1992 年北大大学院工学研究科電気工学専攻博士後期課程修了 (工学博士)。同年 NTT LSI 研究所入社。デバイス、システム、オペレーションに関する研究、商用化開発に従事。現在、NTT ネットワークサービスシステム研究所主席研究員、本会電磁波基盤技術領域委員会委員長。ITU-T FG-FN (2009～2010)、FG-DR&NRR (2012～2014) 国際標準化メンバ、エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会副委員長 (2012～2016)。Kazakh Telecom's Workshop Best Presentation Award 受賞 (2013)。IEEE 会員。



【報告】

「レーザ・量子エレクトロニクス分野の活性化に向けて」

(レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会 委員長)

山本 剛之 (富士通研究所)



レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会 (LQE) では、半導体光デバイスを中心としたアクティブデバイスや光の基礎物理・物性などをテーマに活動しており、2017年度は8回の研究会を開催いたしました。半数の研究会はフォトン領域で分野の近い光エレクトロニクス研究専門委員会 (OPE) と共催し、連携してこの分野全体の発展につなげられるよう進めています。研究会活動には、各分野の専門性を追求して深化させていく側面と、関連分野や応用分野との議論から新たな方向性を探る側面があり、前者を LQE 単独/主体で開催している研究会で主に担い、後者を複数の研究専門委員会と共催する研究会で担う形で研究会毎に性格を分けて企画しています。本稿では2017年度に専門性に重きを置いた研究会で行った活動についてご紹介いたします。

2017年5月の研究会は加賀で宿泊できる会場で開催し、新たな試みとしてナイトセッションを行いました。既存のデバイスが成熟期に入りつつある中、新たな展開は新しい材料からではないかという見方が一昨年のパネル討論であったことを受けて、プラズモニクス、メタマテリアル、ペロブスカイト半導体、窒化物半導体、酸化物半導体、有機半導体などの材料について、最近の話題を先生方から提供いただき、自由に意見交換を行いました。夕食後のセッションということで、いろいろな意見が飛び交い、技術だけではなく研究のあり方といった話題も含みながら、当初予定を大幅に超えて議論が続きました。いろいろな材料技術の現状について課題も含めて知識を得るとともに、参加者の日頃考えていることも垣間見ることができ、次を考える良いきっかけになったと思います。

2018年2月には「受光技術の新しい地平」と題して LQE としては初めて受光素子に特化したテーマの研究会を横浜で開催しました。通信などデータ伝送では受光素子がシステム性能のベースラインを決めている重要なデバイスですが、半導体レーザなどの発光素子に比べて、受光素子を議論する機会がないとのご意見をいただき企画した研究会です。「受光素子内の超高速キャリア輸送」と「Si 上への Ge のエピタキシャル成長と受光素子応用」というデバイス物理と材料に関する2件の特別招待講演と、「光通

信向け PD/APD のデバイスコンセプトと実用化」、「受光素子技術の新たな応用展開～THz から光給電まで」、「光レーザおよび受光素子への期待」というデバイス開発、新応用、システムからの期待の3つのテーマについて各2件の招待講演からなるセッションで構成しました。後者は2件の連続講演の後に、講演された2名の方と25分と比較的長めの時間をとって議論という形です。50名近くが参加した会場からは途切れることなく質問が出て、それぞれのテーマについて活発な議論がなされ、受光素子の重要性を改めて認識し、将来を考える機会となりました。2018年度は7月の研究会の中に受光素子のテーマを入れていきます。

半導体レーザに関しては、2017年が面発光レーザ (VCSEL) の発明から40年にあたることを踏まえ、VCSEL の生みの親である東京工業大学名誉教授の伊賀健一先生にこの40年についてご講演いただくとともに、海外からの3名を含む著名な先生方をお招きして、2018年9月に米国サンタフェで開催される半導体レーザ国際会議 (ISLC) のプロモーションも兼ねた国際シンポジウム形式の研究会を12月に東京で開催しました。参加者は80名近くにのぼり、大盛況の会となりました。

2018年度は9回の研究会を予定しています。新たに OCS と OPE の共催でこれまで行われてきた OFC 報告会に参加します。下半期に偏重していた開催時期も少し見直し、5月 (あわら)、7月 (札幌)、8月 (東北エリア)、10月 (佐賀)、11月 (名古屋)、12月 (首都圏エリア)、1月 (大阪) と OFC 報告会 (5月11日、東京)、ECOC 報告会 (11月12日、東京) という形で実施する計画です。詳細は LQE のホームページ (<http://www.ieice.org/~lqe/jpn/welcome.html>) に順次掲載していきますので、ご参照ください。多くの皆様に参加いただき、活発な議論から新たな展開が拓けていくことを期待しています。2018年度も LQE 研究会をよろしくお願いいたします。

著者略歴:

1990年東京工業大学修士課程修了、同年株式会社富士通研究所入社。以来、光半導体デバイスの研究開発に従事。平成8年度学術奨励賞受賞。



【報告】

「シリコンフォトニクスは見えない技術になるべき」

(シリコン・フォトニクス特別研究専門委員会 委員長)

丸山 武男 (金沢大学)



シリコン・フォトニクス特別研究専門委員会 (SiPH) は、2004 年 9 月に設立され現在 7 期 14 年目を迎えている。これまでに当該専門委員会やその他の研究機関の努力によって、シリコンフォトニクス分野の研究開発は急速に発展し、光エレクトロニクスにおける大きな研究分野としての立場を確立するとともに、製品化がなされる状況になっている。

しかしながら、光エレクトロニクス市場における小型・低消費電力・低コスト化などの市場の要求は高く、シリコンフォトニクス技術には、更なる低消費電力化、高速化、波長制御など継続的な技術革新が求められている。そして、次世代製品の実現に向けて萌芽の技術に対して積極的にサポートする研究会は必要であると感じている。また、これまでのシリコンフォトニクス技術においても、初期段階から量産段階に進むべく、制御性や信頼性などの量産技術も視野に入れた議論を推し進める必要があり、当該研究会は各企業間の議論の場を提供している。さらに、CMOS ラインとの共存が困難なプロセスや材料に関してどのように生産展開するか、新たな市場・分野を開拓するために実装技術をどうするかに対しては、他の研究会との連携が必要不可欠であり、その橋渡しとしても研究会は有用であると考えている。

そこで、今期は SiPH の委員の意見・見識をこれまでよりも多く取り入れることができるように、SiPH 研究会を 4 つのサブグループ (応用・アプリケーション、集積技術、材料・発光、実装技術) に分けて、グループ単位で議論を活発にしながら下記のようなテーマで研究会を実施している。

第 25 回研究会

「シリコンフォトニクスとファウンドリ」

2016 年 12 月 8 日、9 日 @石垣市商工会館

第 26 回研究会

「シリコンフォトニクス実装技術の現状とこれから」

2017 年 7 月 18 日 @東工大イノベーションセンター

第 27 回研究会

「シリコンフォトニクス材料の機能と応用」

2017 年 12 月 7 日、8 日 @まりんぴあみやこ

12 月研究会は OPE 研究会と合同で開催し、2 日間の日程となるため、多数の参加者による議論が活発になる。また 7 月研究会は単独開催で 1 日開催だが、毎回内容の濃いものとなっている。

さて、シリコンフォトニクス技術の特徴は、強い光閉じ込めが得られ、高密度の光集積が可能になること、シリコン CMOS デバイス技術と製造設備を利用できるため高機能・超小型チップが低コストで得られることが挙げられる。しかし、当研究会の秋山副委員長が以前の News Letter に寄稿しているが、シリコンフォトニクスは既存の光エレクトロニクス部品の一部が置き換えたのみで、この技術でなければできない異次元の光集積技術を用いて、市場が要求する圧倒的な小型・低消費電力・低コスト化を実現したフォトニクスの製品は未だ登場していない。

これを解決するには、多くのプレイヤーの参入が必要である。そしてその参入障壁を低くすることも重要である。例えば、LSI は設計・シミュレーションと作製プロセスは分離している。すなわち設計側は作製プロセスの知識がなくても、ファウンドリを用いることで LSI 作製が可能となる。シリコンフォトニクスの分野もファウンドリーサービスを利用できるが、設計とシミュレーションの統一化はされていない。また大学などでの教育もバラバラである。これらが統一され、利用者が意識しないように容易に設計やシミュレーションができる技術が開発されれば、参入障壁は下がる。そしてわざわざ「シリコンフォトニクス」と明言せず、光エレクトロニクスの設計には当たり前の技術になることが最終的には重要であると考えます。

最後に、当研究会は「シリコンフォトニクス」をキーワードに魅力ある研究発表・議論の場となるよう研究会運営し、皆様にとって有益な研究会となるように努力致しますので、ご協力をお願い致します。

著者略歴：

2002 年 東京工業大学 大学院 博士課程修了、同年 東京工業大学 助手、2008 年 金沢大学 准教授。量子効果半導体レーザ、半導体薄膜レーザ、超高速シリコン光検出器に従事。電子情報通信学会、応用物理学会、IEEE、各学会会員。

【報告】

「光エレクトロニクス研究専門委員会の活動報告」

光エレクトロニクス研究専門委員会 委員長

加藤 和利 (九州大学)



光エレクトロニクス (OPE) 研究会は光通信技術を支える光デバイス、光集積化技術、光サブシステム研究をコアとして活動しており、近年は光通信技術の周辺分野への波及、異分野融合による技術革新の時流に乗って、材料、物性からシステム、応用に至るすべてのレイヤ、また情報通信にとどまらず自動車、計測、医療などへの技術展開など広範囲な領域が対象となっています。この広い分野を反映しエレクトロニクスソサイエティ内の他研専のみならず通信ソサイエティ、基礎・境界ソサイエティ、電気学会との共催、連催により年に7回の一種研究会と2回の二種研究会を通じて、研究活動の活性化、普及を精力的に行っています。また将来にわたる技術の継承、さらに発展を目指して学生、若手研究者の教育にも力を入れています。

2017 年度に開催した研究会の日程、開催地を図 1 に示します。4 月研究会、12 月研究会以外は他の研専との共催により光エレクトロニクスに関連する幅広い研究分野のディスカッション、交流を行いました。特に 5 月研究会、11 月研究会ではそれぞれ光通信関係の世界規模の国際集会である OFC2017, ECOC2017 の参加報告会を行い、会場が満席になる盛況ぶりでした。一方、4 月研究会は 2012 年から始めた OPE 単独の二種研究会で、企業等の若手研究者・学生中心の研究会を合宿形式で行い、ポスター発表のコンペティションを中心に、次代を担う若手研究者間の相互の情報交換、著名な研究者の方を囲んでのセミナー講演会等、熱い議論を行いました。また 12 月研究会 (OPE 主催) は前年度に続きシリコンフォトリソグラフィ研究会との共

催で行い、口頭発表に加え、今年度新たに学生英語ポスターセッションを試行し、16 件のポスター発表を中心に学生・若手研究者および企業・大学研究者間の交流促進が行われました。図 2 は参加者数、投稿数 (共催研専への投稿含む)、投稿数 (OPE への投稿)、OPE 学生表彰対象講演数です。OPE 主催の 4 月研究会、12 月研究会で投稿が増えていることが活動を特徴づけています。OPE 学生表彰の講演は 28 件あり、この中から優れた発表をした学生 3 名を総合大会で表彰しました。全国大会では「異種材料融合技術で加速する集積光デバイスの新展開」(2017 年ソサイエティ大会)、「光×車 ～光が拓くクルマ社会の可能性～」(2018 年総合大会) を主催で企画し、デバイス技術と社会応用の両面から光技術の今後を議論する場が提供できたのではないかと考えています。

さて 2018 年度の計画ですが、一昨年度から続いているレーザ・量子エレクトロニクス (LQE) 研究会との連携を一層と深める方針です。具体的には大会での OPE/LQE 合同セッション枠の拡大、研究会では特に 12 月研究会を合同開催とし、光技術の研究者、学生にとってワンストップの研究交流、教育の場となるような施策を検討中で、光分野の研究者、学生にとってはワクワクするような企画を考えています。是非、期待してお待ちください。

主な取扱いテーマ

- 光集積回路/光・電子集積回路
- ハイブリッド集積
- 導波路デバイス(各種材料)
- 光導波路・伝搬解析
- 光ファイバ(マルチコア・マルチモードファイバ・特殊ファイバ・接続技術を含む)
- 光モジュール
- 光インターコネクション
- 光センサ
- 光計測
- 光メモリ
- 光情報処理
- 光スイッチ・光変調器(誘電体)
- 空間光学デバイス(MEMS含む)
- フォトリソグラフィ(パッシブ)
- 光・光制御



図 1 2017 年度研究会の日程と開催地

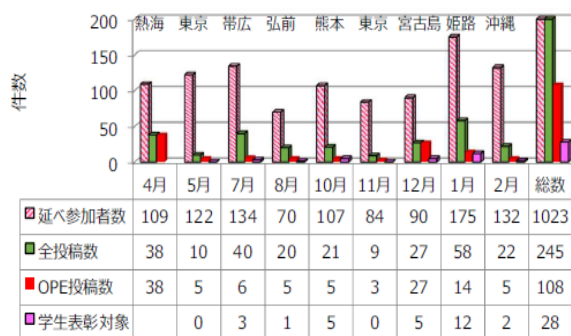


図 2 2017 年度研究会の参加者数と論文投稿数

著者略歴：

1987 年早稲田大学大学院修士課程修了。同年日本電信電話会社入社。1993 年工学博士 (早稲田大学)。2012 年九州大学教授。電子情報通信学会、応用物理学会、レーザー学会、IEEE/PS 会員。



【報告】

「量子情報技術(QIT)特別研究専門委員会報告」

(量子情報技術特別研究専門委員会 第10期委員長)

竹内 繁樹 (京都大学)



量子情報技術時限研究専門委員会は1998年11月に発足し、この第10期より特別研究専門委員会と名称が変更され現在に至っている。本特別研究専門委員会は情報科学と量子力学を融合させた分野としての量子情報科学の発展を目的としている。1999年以来、年2回量子情報技術研究会を開催し、数学、情報科学、物理学、エレクトロニクス等の様々なバックグラウンドを持ち、理学、工学、数理科学に携わる研究者間に自由な討論の場を提供してきた。研究会では毎回活発な研究発表・討論が行われているほか、研究会資料(予稿集)の刊行を行っている。前回は、第9期の第31回研究会(2014年11月17日(月)～18日(火)開催)から第34回研究会(2016年5月30日(月)～31日(火)開催)について報告した。今回は、以降これまでに開催した第35回～第37回研究会について報告する。各回の概要は以下のとおりである：

● 第35回研究会 2016年11月24(木)～25日(金)

高エネルギー加速器研究機構 つくばキャンパス

一般口頭発表(20件)、ポスター発表(23件)

参加者 一般65名 学生40名 合計105名

【招待講演(3件)】

清水明 (東大) “アンサンブルの等価性の量子破綻ともなう異常な量子状態”

長谷川祐司 (ウィーン工科大・北大) “残留する確定性：混合状態でも有効な誤差と擾乱の不確定性関係”

横倉祐貴 (理研) “ネーター不変量としての熱力学エントロピー”

【チュートリアル講演(1件)】

高柳匡 (京大) “ホログラフィー原理に基づく量子ビットからの時空の創成”

● 第36回研究会 2017年5月29(月)～30日(火)

立命館大学 朱雀キャンパス

一般口頭発表(18件)、ポスター発表(18件)

参加者 一般56名 学生37名 合計93名

【招待講演(4件)】

笹川崇男 (東工大) “トポロジカル量子計算に向けた材料科学者の取り組み”

田家慎太郎 (京大) “光格子を用いた実験による、量子磁性や高温超伝導といった固体電子系の物理に対する量子シミュレーションに関した最近の成果と展望について”

谷誠一郎 (NTT) “機能制限された量子計算モデルの能力について”

並木亮 (学習院大) “連続量量子ゲートにおける不確定性関係”

● 第37回研究会 2017年11月16(木)～17日(金)

埼玉大学 総合研究棟

一般口頭発表(14件)、ポスター発表(16件)

参加者 一般57名 学生51名 合計108名

【招待講演(4件)】

小坂英男 (横国大) “ダイヤモンドへの量子テレポーテーション転写と万能ホロノミック量子操作～量子系の機械学習による最適量子操作の試み 量子情報通信への応用～”

添田彬仁 (東大) “高階量子情報処理の最近の展開”

古澤明 (東大) “Hybrid quantum information processing: A way for large-scale optical quantum information processing”

森前智行 (群馬大) “セキュアクラウド量子計算”

これらの招待講演やチュートリアル講演のタイトルからも本研究会の間口の広さ、奥行きの高さを感じていたのではないかと思います。なお、次回第38回研究会は2018年6月4日(月)～5日(火)に広島国際会議場(広島市)にて開催される(詳細は“QIT38”で検索)。新たに興味をもたれた皆様のご参加をお待ちしています。

著者略歴：

1993年京都大学大学院理(物理)修士修了、同年三菱電機(株)入社 中央研究所。1999年北海道大学電子科学研究所講師、2000年同助教授、2007年同教授、2014年より京都大学大学院工学研究科教授。2016年11月量子情報技術時限研究専門委員会委員長。



【報告】

「半導体レーザ国際会議 International Semiconductor Laser Conference の 2018 年度に向けた活動」

(半導体レーザ国際会議 (ISLC) 国内委員会 委員長)

東盛 裕一 (ツルギフォトニクス財団)



1. はじめに

半導体レーザ国際会議 (International Semiconductor Laser Conference、ISLC) は日米欧の持ち回りで隔年で開催されており、2016 年には神戸で開催された。

本年は、9 月 16 日～19 日に米国サンタ・フェで開催されるが、それに先立って 2017 年 12 月 15 日に LQE 研究会と共催で“ISLC プレコンファレンス”と位置付けた研究会を機械振興会館にて開催し、著名な研究者を招聘すると共に、2018 年の ISLC 本会議に向けたプロモーションを行った。ここではその研究会模様について報告する。

2. 半導体レーザ国際会議 (ISLC) の歴史

第一回は米国ラスベガスで開催され、日本での開催は 1976 年の第 5 回にねむの里で行われ、それ以降、1986 年金沢、1992 年高松、1998 年奈良、2004 年松江、2010 年京都、2016 年神戸で開催された。

Year	Location	Country	General Chair	Program Chair
1967	Las Vegas	USA	George Smith	Jacques Pankove
1969	Mexico City	Mexico	Jacques Pankove	Art D'Asaro
1972	Boston	USA	Art D'Asaro	Henry Kressel
1974	Atlanta	USA	Nick Holonyak	Art Calawa
1976	Nemunosato	Japan	Jun-ichi Nishizawa	Yasuo Nannichi
1978	San Francisco	USA	Tom Paoli	Chuck Neuse
1980	Brighton	England	Peter Selway	Ben Thomas
1982	Ottawa	Canada	Jack Dymant	Bill Streifer
1984	Rio de Janeiro	Brasil	Jose Ripper	Yasuharu Suematsu
1986	Kanazawa	Japan	Yasuharu Suematsu	Ivan Kaminow
1988	Boston	USA	Ivan Kaminow	Bob Goodfellow
1990	Davos	Switzerland	Bob Goodfellow	Tetsuhiko Ikegami
1992	Takamatsu	Japan	Tetsuhiko Ikegami	Martin Pollack
1994	Maui	USA	Martin Pollack	Chris Harding
1996	Haifa	Israel	Chris Harding	Yasuhiko Arakawa
1998	Nara	Japan	Yasuhiko Arakawa	Thomas Koch
2000	Monterey	USA	Thomas Koch	Karl Ebeling
2002	Garmisch	Germany	Karl Ebeling	Yuzo Yosikuni
2004	Matsue	Japan	Yuzo Yosikuni	Larry Coldren
2006	Hapuna Beach	USA	Larry Coldren	Anders Larsson
2008	Sorrento	Italy	Anders Larsson	Fumio Koyama
2010	Kyoto	Japan	Fumio Koyama	John Connolly
2012	San Diego	USA	John Connolly	Peter Smowton
2014	Mallorca	Spain	Peter Smowton	Yuichi Tohmori
2016	Kobe	Japan	Yuichi Tohmori	Kent D. Choquette

図 1 半導体レーザ国際会議の歴代の開催場所

3. ISLC プレコンファレンス (2017 年 12 月 15 日) の会議模様

本年は伊賀健一教授の VCSEL 発明 40 周年の年であるため、研究会の構成は

- ・ VCSEL 発明 40 周年記念研究会
 - ・ 2018 年半導体レーザ国際会議プレ研究会
- を合わせた研究会として開催した。



研究会には以下の国内外の研究者を招聘した。

- 国内 伊賀 健一 教授 (東京工業大学 名誉教授)
- 荒川 泰彦 教授 (東京大学)
- 小山 二三夫 教授 (東京工業大学)
- 野田 進 教授 (京都大学)
- 魚見 和久 博士 (日本オクラロ)
- 小路 元 博士 (住友電工)
- 定 昌史博士 (理化学研究所)

- 海外 Kent Choquette 教授
(University of Illinois at Urbana-Champaign)
- Connie C. Hasnain 教授
(University of California, Berkeley)
- Yong-Hee Lee 教授
(Korea Institute of Advanced Study)
- Chung-en Zah 博士 (Focuslight)

まず伊賀健一教授より“40 Years of VCSEL: Invention and Innovation”と題して講演があり、引き続いて VCSEL 関係者より講演が続いた。



図2 伊賀健一教授の講演模様

Connie C. Hasnain 教授からは“VCSELs for 3D Sensing and Imaging”、Yong-Hee Lee 教授からは“Very Small Lasers”の進捗について講演が行われた。また VCSEL 以外の最新データについては、荒川泰彦教授から“Advances in quantum dot lasers”、野田進教授から“Progress in Photonic Crystal Lasers”などが報告された。

ISLC2018 の組織委員長の Kent Choquette 教授は飛行機トラブルで来日できなかったため、筆者と横内 ISLC 国内委員会幹事とで Kent Choquette 教授の VOICE メッセージ付き PPT を紹介し、会議のプロモーションを行った。



図3 ISLC2018 のプロモーション

開催日： 2018 年 9 月 16 日～19 日

論文投稿締め切り：2018 年 5 月 21 日

当日は末松安晴・東工大名誉教授をはじめ多くの参加者があり、研究会、懇親会共に盛況に開催された。



図4 会議会場模様



図5 懇親会模様

4. おわりに

今回の研究会は、著名な研究者の講演に対し若手・中堅を含めた多くの研究者の参加により、有意義な議論がなされ、ISLC2018 のプロモーションと共に半導体レーザの研究・開発の更なる加速にも多少なりとも貢献できたのではないかと考えている。

ISLC2018: <http://ieee-islc.org>

著者略歴：

1986 年 東京工業大学・電子物理専攻博士課程修了、工学博士。同年、日本電信電話株式会社・厚木研究所入社。波長可変レーザ、半導体光集積回路の研究・開発に従事。1989～1990 年 コロラド大学 客員研究員。2007 年 NTT 光半導体研究部・部長。2009 年 NTT エレクトロニクス技術開発センター・部長。

2015 年 4 月ツルギフォトンクス財団設立、代表理事。半導体レーザの研究支援活動を開始、現在に至る。

1988 年 学術奨励賞、1987 年、2005 年論文賞、2005 年エレクトロニクスソサイエティ賞受賞。

IEEE フェロー、電子情報通信学会フェロー、応物学会会員。



【報告】

「地球観測、生活イメージングが住みよい社会を作り、さらには
新たな電磁気・電波工学をつくります」

(APSAR 国内委員会 委員長)



廣瀬 明 (東京大学)

APSAR (Asia-Pacific Synthetic Aperture Radar: アジア太平洋合成開口レーダ) 国際会議は、開始から 10 年の若い会議です。奇数年度に開催しており、中国、韓国、日本、シンガポール、オーストラリアの国々の持ち回りで開催されてきました。さらにインドネシア、インド、アラブ首長国連邦などでも近年この分野の重点化が進んでおり、近い将来に急速に研究開発が活発化してゆきます。いずれにしても、コアメンバーの一層の牽引力、統合力が不可欠です。

本会議は広く合成開口レーダ(SAR)の関連科学技術を扱います。それはさまざまな時空間でのコヒーレントなイメージングの科学技術です。その特徴は、電子情報通信技術から理学応用、社会利用まで横断的な議論を展開していることです。電磁波計測・信号処理のエレクトロニクス/エンジニアリングから災害把握・環境保全・農業システム化・社会インフラなど工学を利用する理学および人文社会の分野と融合しています。これらを少しご紹介します。

SAR の代表的用途は、人工衛星・航空機による地球観測です。巨大地震、火山噴火は日本を含む環太平洋地域の宿命ともいえます。人工衛星から地球を観測することにより、全世界的に地殻の変動や火山の膨張を頻繁に観測することが可能になりつつあります。衛星で得られるデータは 1 日当たりテラバイトの単位を超え、急増しています。この「全地球ビッグ SAR データ」を解析することにより、災害状況把握、その経時変化監視を行い、物流や人間行動への情報提供、復旧支援に役立てます。さらに通常難しいと考えられている災害予測も、いくつかの異なるレベルで実現できる可能性があります。

またサステナブル社会の実現への貢献も重要です。すなわち、これは氷河や極地雪氷の観測とその将来予測、森林伐採状況の把握と監視、海洋汚染の発見、風力発電にもからむ海洋風速の把握など、グローバルな環境監視・維持分野です。農業での利用も現在では欠かせないものになりつつあります。農作物の生育状態の把握、収量予測、作付け立案などに近い将来、変革をもたらします。

地上では、霧中でも自動運転可能なレーダシステムや工事現場での安全確保のためのレーダイメージングが実用に近づいています。近代社会が 100 年弱を迎え、各種イン

フラのモニタリングも欠かせません。ビルディングの柱・壁、橋の床板や橋脚といったコンクリートの劣化や浸水・空洞の発見、航空機・列車の保守でも活躍します。近年の物騒な世の中で、セキュリティ確保用の保安イメージングはますます重要性を増しています。バイオ応用も重要で、電磁波による生体計測やレーザ細胞イメージング、磁気共鳴イメージング(MRI)での信号情報処理なども、医学、生理学、薬学と一緒に進められます。このように、多くの分野がユーザとして直接関わりフィードバックを与えます。

現在、SAR 技術自体も新たな展開を開始しています。上記の地球観測では、GPS に代表される GNSS (global navigation satellite system)やレーザドップラー計測による「点」での観測も有用ですが、全地球的に長期継続して頻繁に 2 次元/3 次的にイメージングすることにより、これまで見えなかったものが見え、気づかなかったものを発見できます。時代が変わり社会需要が変化して、新たな利用分野が広がります。すると、電磁気・電波工学への研究者の見方が変わり、学問上の新たな重要問題が浮上し、その解決のため科学技術体系の見直しが必要になります。

電磁気・電波工学はマクスウェル方程式の完成により終わったという見方もできなくはありません。しかし真に人間に必要な科学技術体系はその先にありました。これから一層進展・多様化します。特に人間と密接に結び付いているこの分野では、社会に依存して変化する「見たいもの」「知りたいこと」が、技術を動かしてゆく、ということもできます。いわば Human society driven の電磁気・電波工学を新たに構成してゆくことになります。

著者略歴：

1987 年東大大学院電子工学専攻博士課程中退、同年東大先端科学技術研究センター光デバイス分野・助手。同大新領域創成科学研究科基盤情報学専攻を経て、現在、東大大学院電気系工学専攻・教授。本会エレクトロニクスソサイエティ (エレス) 賞、エレス招待論文賞などを受賞。日本神経回路学会(JNNS)会長、アジア太平洋神経回路学会 (APNNS) 初代会長、本会エレス副会長 (編集出版担当) などを歴任。IEEE フェロー。



【短信】研究室紹介

「超伝導検出器・センサーによる未踏領域への挑戦」



明連 広昭（埼玉大学大学院理工学研究科）

埼玉大学はさいたま市の西端に位置し、5 学部と大学院の 4 つの研究科からなる比較的小規模な国立大学である。筆者は理工学研究科数理電子情報部門電気電子システム工学領域に属し、学部教育では電気電子システム工学科の学生を担当している。平成 30 年度から学科名が再編に伴い電気電子物理工学科と名称が変更され、定員 110 名の新入生を迎える。また、理工学研究科は理化学研究所と産業技術総合研究所と連携大学院の関係にあり、学生の派遣や共同研究が盛んに行われている。

当研究室は筆者と田井野徹准教授、成瀬雅人助教の 3 人の教員で共同運営しており、主に赤外から放射線にいたる光子検出器、サブミリ波、テラヘルツ (THz) 波などの高感度検出器などの超伝導検出器、センサーの研究を行っている。さらに超伝導エレクトロニクスを駆使した信号処理回路により光子検出器のアレイ化、光子数検出器への拡張、高感度検出器のイメージングアレイ化などに取り組んでいる。一部の研究は、理化学研究所や産業技術総合研究所など国内外の研究機関との共同研究により進めている。

研究室には、簡易クリーンルームを備え、超伝導トンネル接合 (STJ)、超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (SNSPD)、マイクロ波カインエティックインダクタンス検出器 (MKID) などの素子が作製できるように、超伝導薄膜作製装置、絶縁膜作製装置、直接描画装置、電子ビーム描画装置、プラズマエッチング装置など一連の超伝導素子作製プロセスが可能となる設備を整えている。また、到達温度 0.3K と 1K の無冷媒機械式冷凍機を保持し、作製された素子の特性評価も研究室内で行うことが可能である。これらにより、素子の設計のみでなく試作・測定・評価に関する一連の研究を一人一人の学生が行え、それらの研究活動を通じて様々な分野で活躍できる人材育成に力を入れている。

以下に、主な研究成果を示す。STJ は、X 線光子の入射により超伝導電子対が励起された準粒子の増加に伴う準粒子トンネル電流の増加分を検出信号とする。この際、超伝導トンネル接合に磁場を印加して超伝導電流を抑制する必要がある。この外部磁場を小さくしたり、オンチップで超伝導永久電流で発生させる目的で、正規分布形状やオンチップコイル集積化 STJ 素子を提案した。さらに、基板

に THz 波を吸収する LiNbO_3 基板や中性子の吸収断面積の大きな $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 基板を用いることにより STJ 素子を THz 波検出器や中性子検出器を構成できることに着目して、応用研究を進めている。

SNSPD は、GS/s の単一光子検出器として研究が行われており、量子情報通信分野の光ファイバーによる暗号通信への応用が期待されている。SNSPD をアレイ化することにより光子数検出器が実現できることが示されているが、単一磁束量子論理 (SFQ) 回路による読み出し回路により、より高速でタイミングジッタの少ない読み出しが可能となる。本研究室では、この SNSPD アレイ光子数検出器の読み出し回路に SFQ 論理回路を適用し、さらにオンチップで SFQ パルス電圧を増幅する回路を結合することにより高速読み出し可能な光子数検出器を提案している。

MKID は、高感度かつイメージングアレイに適した超伝導検出器として提案された。MKID を用いた宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) 観測用イメージングアレイに関する研究では田井野准教授と成瀬助教がそれぞれ異なるプロジェクトに参画しており、成果が期待されている。さらに、MKID の高感度性を活かして、放射線検出器や SNSPD のカインエティックインダクタンスを利用する光子数検出器への応用研究を進めている。図 1 は作製した CMB 観測用 TiN/N-MKID イメージングアレイである。一方、図 2 は Nb-MKID による放射線 (α 線) の検出信号の一例を示している。

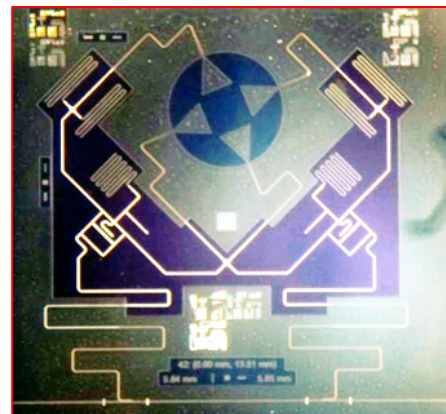


図 1 CMB 観測用 TiN/Ti-MKID イメージングアレイ

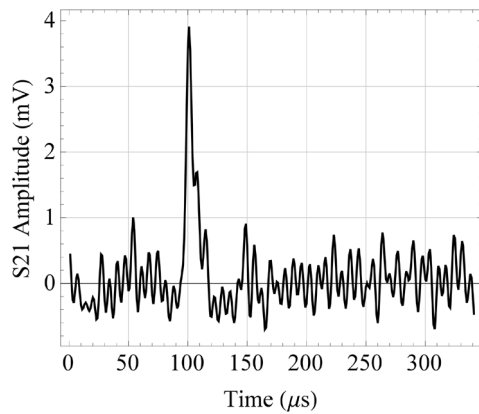


図2 Nb-MKIDによる放射線（ α 線）観測信号の例

SFQ 論理回路による信号処理回路は、その超高速クロック動作と低消費電力動作に特長があり、次世代のプロセッサとして研究が行われている。我々は、極低温で動作する

超伝導検出器やセンサーの信号読み出し回路とともに信号処理回路として SFQ 論理回路を用いることに着目して研究を行っている。例えば、SFQ 論理による高速フィードバック回路を備えたデジタル SQUID 磁束計では、従来の SQUID 磁束計のスルーレイトを mT/s から数 T/s へと 3 桁以上の性能向上をもたらし、今後の応用研究が期待される。

著者略歴：

1989 年広島大学大学院工学研究科博士課程後期中途退学、同年、広島大学工学部第二類（電気系）助手。1992 年東北大学電気通信研究所助手。1998 年埼玉大学工学部電気電子システム工学科助教授。2008 年 10 月埼玉大学大学院理工学研究科数理電子情報部門教授。1993 年日本学術振興会第 146 委員会賞。1992 年広島大学博士（工学）。

【お知らせ】

◆フェロー称号贈呈者

2018年総合大会プレナリーセッション（2018年3月22日開催）において、エレクトロニクスソサイエティから5名の方にフェロー称号が贈呈されました。（50音順、敬称略）

佐々木	伸夫	奈良先端科学技術大学院大学
鈴木	扇太	NTTエレクトロニクス
藤島	実	広島大学
二本	正昭	中央大学
村岡	裕明	東北大学

なお、2018年フェロー称号贈呈候補者の推薦に関するお知らせは[こちらを](#)ご覧ください。

◆エレクトロニクスソサイエティ各賞受賞者

2018年総合大会エレクトロニクスソサイエティ・プレナリーセッション（2018年3月20日開催）において、各賞の表彰式が行われました。（敬称略）

《第21回学生奨励賞》

<電磁界理論およびマイクロ波分野>

- ・阿部 優樹（青山学院大学）

「帯状ゾーニングによる集束型誘電体レンズホーンアンテナの集束性に関する一検討」

- ・キム ヒョンス（東京大学）

「教師なしPolSAR地表分類のためのQuaternion Auto-Encoder による偏波特徴抽出と自己組織化マッピング」

<光半導体およびフォトニクス分野>

- ・菅沼 貴博（東京大学）

「多重量子井戸光検出器を集積したInPストークスベクトル受信回路」

- ・長山 竜也（東京工業大学）

「1.3μm帯光源と可変光遅延器を用いたRadio-over-Fiberによる40GHz帯アンテナビーム制御」

<回路およびエレクトロニクス分野>

- ・高橋 悠太（電気通信大学）

「統計的画質評価を考慮した画像の暗部視認性向上」

- ・土屋 春樹（東京工業大学）

「DA型共重合体配向膜における光学・電氣的異方性の相関の評価」

《平成29年度（第4回）エレクトロニクスソサイエティ優秀学生修了表彰》

東京大学	大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 電気電子工学コース	市川 和秀
九州大学	大学院 電気電子工学専攻	岩崎 和也
東北大学	工学研究科 電子工学専攻	川守田 聖矢
日本大学	理工学研究科 電気工学専攻	種田 亮太
東京大学	大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 融合情報学コース	寺尾 直樹
慶應義塾大学	大学院 理工学研究科 総合デザイン工学専攻 電気電子工学専修	藤井 瞬
東京工業大学	工学院 電気電子系専攻	水野 皓介
豊橋技術科学大学	工学研究科 電気・電子情報工学専攻	宮崎 基照
早稲田大学	大学院 基幹理工学研究科 電子物理システム学専攻	山野 颯

《2017年度エレクトロニクスソサイエティ活動功労表彰》

飯沼 昌隆（広島大学）	量子情報技術時限研究専門委員会幹事としての貢献
石樽 崇明（慶應義塾大学）	光エレクトロニクス研究専門委員会幹事としての貢献
石橋 孝一郎（電気通信大学）	集積回路研究専門委員会の基盤 TPC チェアとしての貢献
井上 弘士（九州大学）	集積回路研究専門委員会のアーキテクチャ TPC チェアとしての貢献
内山 博幸（日立製作所）	I-Scanner プロジェクト担当アドホック幹事としての貢献
太田 淳（奈良先端科学技術大学院大学）	集積回路研究専門委員会のアナログ TPC チェアとしての貢献
加藤 景三（新潟大学）	大会運営幹事としての貢献
河口 民雄（株式会社 東芝）	英文論文誌C 編集委員としての貢献
川崎 健一（富士通研究所）	集積回路研究専門委員会の基盤 TPC チェアとしての貢献
毛塚 敦（電子航法研究所）	エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会幹事補佐としての貢献
鴻野 晃洋（NTT アドバンステクノロジー）	OME 研究専門委員会幹事としての貢献
古神 義則（宇都宮大学）	エレクトロニクスソサイエティ総務幹事としての貢献
小久保 優（日立製作所）	エレクトロニクスソサイエティ 企画広報幹事としての貢献
佐々木 愛一郎（日本電信電話株式会社）	エレクトロニクスソサイエティ編集出版会議 財務・庶務幹事としての貢献

佐藤 潤二（パナソニック株式会社）	マイクロ波研究専門委員会幹事としての貢献
庄司 雄哉（東京工業大学）	和文論文誌 C 編集幹事としての貢献
鈴木 寿一（北陸先端科学技術大学院大学）	電子デバイス研究専門委員会幹事としての貢献
關谷 尚人（山梨大学）	マイクロ波研究専門委員会幹事補佐としての貢献
高橋 宏行（日本電信電話株式会社）	ELEX 編集委員会幹事としての貢献
田口 健治（北見工業大学）	エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会幹事補佐としての貢献
辻 寧英（室蘭工業大学）	和文特集号幹事及びエレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会幹事の貢献
戸田 裕之（同志社大学）	マイクロ波・ミリ波フォトンクス研究専門委員会幹事としての貢献
中川 剛二（富士通研究所）	光エレクトロニクス研究専門委員会幹事としての貢献
中島 雅逸（株式会社ソシオネクスト）	集積回路研究専門委員会のアーキテクチャ TPC チェアとしての貢献
中津原 克己（神奈川工科大学）	エレクトロニクスソサイエティ技術渉外幹事としての貢献
成瀬 雅人（埼玉大学）	超伝導エレクトロニクス研究専門委員会幹事としての貢献
新居 浩二（ルネサスエレクトロニクス株式会社）	集積回路研究専門委員会のメモリ TPC チェアとしての貢献
西岡 泰弘（三菱電機株式会社）	電磁界理論研究専門委員会幹事としての貢献
長谷川 誠（千歳科学技術大学）	アドホック幹事として 100 年コンテンツワーキンググループの活動に貢献
平野 拓一（東京工業大学）	英文特集号幹事及びエレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会幹事の貢献
藤井 孝治（NTT テクノクロス株式会社）	研究技術会議 庶務・財務幹事としての貢献
藤原 誠（住友ベークライト株式会社）	ポリマー光部品技術特別研究専門委員会幹事としての貢献
藤本 竜一（東芝メモリ株式会社）	集積回路研究専門委員会のアナログ RF TPC チェアとしての貢献
前澤 正明（産業技術総合研究所）	アドホック幹事として 100 年コンテンツワーキンググループの活動に貢献
梶井 昇一（富士通研究所）	集積回路研究専門委員会のアナログ TPC チェアとしての貢献
三輪 達（サンディスク株式会社）	集積回路研究専門委員会のメモリ TPC コチェアとしての貢献
向原 智一（古河電気工業株式会社）	集積光デバイスと応用技術時限研究専門委員会幹事としての貢献
柳生 栄治（三菱電機株式会社）	光エレクトロニクス研究専門委員会幹事としての貢献
山梨 裕希（横浜国立大学）	超伝導エレクトロニクス研究専門委員会幹事としての貢献
山本 直樹（慶應義塾大学）	量子情報技術時限研究専門委員会幹事としての貢献
吉田 毅（広島大学）	集積回路研究専門委員会幹事としての貢献
米本 成人（電子航法研究所）	マイクロ波・ミリ波フォトンクス研究専門委員会幹事としての貢献

◆2018年フェロー候補者推薦公募開始について

電子情報通信学会では、本会規則第2条第5項により、「学問・技術または関連する事業に関して顕著な貢献が認められ、本会への貢献が大きいシニア会員に対し、フェローの称号の証を贈呈」しています。エレクトロニクスソサイエティでは、皆様方からご推薦いただいた方の中からフェローピアレビュー委員会と執行委員会でフェロー候補者を選定し、学会本部のフェローノミネーション委員会に推薦します。推薦期間は4月1日から6月30日ですので、エレクトロニクス分野でフェローの称号にふさわしい方のご推薦をお願い致します。

なお、フェロー推薦に関しては以下のURLに掲載されておりますので、ご覧ください。

<<http://www.ieice.org/jpn/fellow/suisen.html>>

◆シニア会員の申請について

シニア会員推薦の申請書及び推薦書の提出は年間を通して可能です。本年度は、平成30年6月30日までに提出された申請書及び推薦書を審査対象といたします。詳細は、電子情報通信学会の下記WEBページに掲載されています。

<<http://www.ieice.org/jpn/senior/index.html>>

- ・2018年シニア申請〆切：2018年6月30日
- ・申請資格：本会が関連する技術分野に原則10年以上従事しており、本会会員として累計在籍年数5年以上の正員、あるいは顕著な業績・貢献が認められる正員。
- ・申請方法：シニア会員申請ページからの自己申告です。

◆エレソ News Letter 研究室紹介記事募集研究室紹介記事を募集します。

今年度も昨年度と同様に、【短信】研究室紹介のコーナーに一般公募記事の掲載も予定しております。研究紹介の機会として奮って応募下さい。

*応募方法： タイトル、研究室名、連絡先（e-mail）を下記応募先までご連絡下さい。

応募多数の場合は選考の上、編集担当より、フォーマット書類一式をお送り致します。

*応募先： エレソ事務局（h-sakai@ieice.org）TEL:03-3433-6691

これまでの記事は、下記URL エレソニュースレターのページに掲載されております。ご参考下さい。

< <http://www.ieice.org/es/jpn/newsletters/> >

◆エレス News Letter の魅力的な紙面づくりにご協力下さい

本 News Letter は、エレス会長、副会長からの巻頭言や論文誌編集委員長、研究専門委員会委員長からの寄稿を中心に、年 4 回発行しております。今後、さらに魅力的な紙面づくりを進めるため、エレクトロニクスソサイエティでは、会員の皆様から企画のご提案やご意見を募集いたします。電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ事務局宛（詳細は下記 URL）にご連絡をお願いいたします。

< <http://www.ieice.org/es/jpn/secretariat/> >

◆エレス News Letter は年 4 回発行します。次号は 2018 年 7 月発行予定です。

編集担当：枚田、山脇（企画広報幹事）、山口（編集出版幹事）、今井（研究技術幹事）

〔編集後記〕

News Letter No.169をお届け致します。昨今のAI技術の発展に見るようにエレクトロニクス技術は大きな変革の時代にあると思います。産業界に身を置いておりますと、つつい直近の成果に目がいきがちです。しかし、AI技術にしても長い研究の歴史があつて現在があるということを肝に銘じたいと思っています。本News Letterが本ソサイエティの活動を俯瞰し研究の芽を発見するための一助になれば幸いです。（山脇）