

目次

---

【巻頭言】

- 1 エレクトロニクスソサイエティのオンラインサービス充実化に向けた取り組み  
[エレクトロニクスソサイエティ副会長] 湯川 秀憲 (三菱電機)
- 

【寄稿】

[各賞受賞記]

[エレクトロニクスソサイエティ賞]

- 3 導波路型光デバイスのトポロジー自動最適設計法の開発に関する先駆的研究  
辻 寧英 (室蘭工業大学)
- 5 光通信用垂直入射型高速アバランシェフォトダイオードに関する先駆的研究および実用化開発  
名田 允洋 (日本電信電話株式会社)
- 8 集積回路のソフトウェアの高耐久化技術の先駆的研究  
小林 和淑 (京都工芸繊維大学)

[ELEX Best Paper Award]

- 11 Lateral Integration of VCSEL and Amplifier with Resonant Wavelength Detuning Design  
Shanting Hu (Tokyo Institute of Technology)
- 12 後方誘導ブリルアン散乱光をシードとした多段前方ブリルアン散乱光の発生  
林 寧生 (光産業創成大学院大学)
- [エレクトロニクスソサイエティ招待論文賞]
- 14 T/O バンドを用いた 1000 チャネル級波長ルーティング技術による大容量かつ  
多様な光ネットワークの実現に向けて  
久保 亮吾 (慶應義塾大学)
- 

【報告】

- 15 2021 年ソサイエティ大会開催報告と 2022 年総合大会へのお誘い  
[エレクトロニクスソサイエティ大会運営委員長] 廿日出 好 (近畿大学)
- 16 光科学と応用視点が刺激しあう超高速光エレクトロニクス (UFO) 研究会  
[超高速光エレクトロニクス (UFO) 研究会 委員長] 芦原 聡 (東京大学)
- 17 集積回路研究専門委員会(ICD)の活動状況  
[集積回路研究専門委員会 委員長] 高橋 真史 (キオクシア)
- 18 エレクトロニクスシミュレーション (EST) 研究専門委員会の活動状況  
[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] 柴山 純 (法政大学)
- 19 ポリマーによる光制御部品を目指して  
[ポリマー光部品特別研究専門委員会 委員長] 望月 博孝 (産業技術総合研究所)
-

## 【お知らせ】

2022年フェロー候補者推薦公募について  
シニア会員の申請について  
エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞について  
各種募集、編集後記

---





## 【巻頭言】

### 「エレクトロニクスソサイエティのオンラインサービス充実化に向けた取組み」

(エレクトロニクスソサイエティ副会長)

湯川 秀憲 (三菱電機)



2021 年度より、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ副会長(企画広報財務担当)を拝命しました三菱電機の湯川です。2019 年度、2020 年度はエレクトロニクスソサイエティ企画会議財務幹事を務めておりました。よろしくお願いいたします。

エレクトロニクスソサイエティ(エレソ)企画会議は、編集出版会議、研究技術会議とともに3会議体制のもと、本会全体及びソサイエティの活性化につながる施策の検討及び具体化を進めています。企画会議の具体的施策は、エレソ全体の財務立案と把握、企画の取りまとめと発信、会員サービスの充実、対外広報などになります。エレクトロニクスソサイエティ独自の事業費に関する予算を確保し、会員活性化・増加施策の強化を図っています。

会員活性化につきましては、やはりコロナ禍の影響は避けられません。学会活動も昨年は基本的にオンライン中心となりました。いま(原稿執筆時点の12月)は日本国内では感染者数は低く抑えられており、本会 APMC 国内委員会が主催するマイクロウェーブ展も2021年はリアル開催を実施することができました。しかしながら、海外に目を転じますと各地で再感染が拡大しており、新たな変異株の報告もあります。今後もオンライン開催またはリアルとオンラインのハイブリッド開催がなくなることはないものと予想されます。現地の臨場感を体験できないのは残念ですが、オンラインにはオンラインのメリットもあるようです。図1は近年の大会における期間中の延べ参加者数を

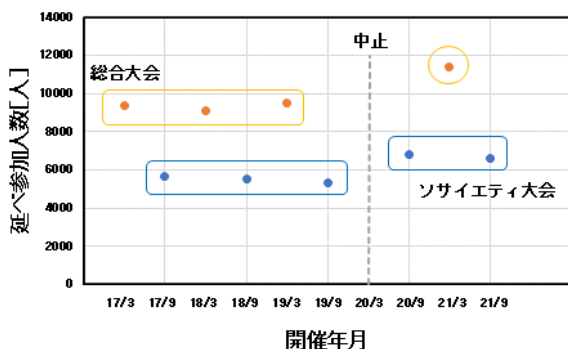


図1 大会参加者数の推移

まとめたものです(電子情報通信学会の大会実施報告[1]より作成)。2020年3月の総合大会は中止になりましたが、以降はオンラインで開催されています。コロナ以前の参加者数は、コロナ前は総合大会が平均9,300人、ソサイエティ大会が平均5,500人に対し、コロナ後は総合大会が約11,000人、ソサイエティ大会が平均6,700人と、総合大会で約1,700人、ソサイエティ大会で約1,200人増加しました。オンライン企画の充実などにより、会員活性化は十分に見込めるものと思われま。

オンラインに関連する取り組みとしまして、エレソ企画会議ではこれまで大会のプレナリ講演などを動画配信してきましたが、昨年、会員サービスの充実や研究技術活動の活性化を目的として、配信システムの更新を行いました。本会の配信システムに統合し、動画コンテンツのアーカイブ化およびその配信を開始しております。図2に示しますように、エレソ HP[2]、本会 HP[3]からアクセス可能です。エレソ以外のコンテンツ(IEICE ICT Pioneers シリーズ、チュートリアルシリーズ、テクノロジートレンドシリーズなど)のアクセスも容易となりました。また、ソサイエティ間の相乗効果でさらなる活性化が見込まれるものと期待されます。ぜひご覧いただければと思います。



図2 動画配信ページ

エレン企画会議では、今後も時代のニーズにあわせた会員サービスの充実を図っていきたいと考えております。これからもよろしく願いいたします。

[1] <https://www.ieice-taikai.jp/jpn/report.html>

[2] <https://www.ieice.org/es/jpn/>

[3] <https://webinar.ieice.org/>

著者略歴：

1993年早稲田大学大学院理工学研究科物理および応用物理修士課程修了、同年三菱電機（株）入社。以来、通信及びレーダ装置用アンテナ給電回路の研究開発に従事。現在、同社情報技術総合研究所勤務。2019年～2020年本会エレクトロニクスソサイエティ企画会議財務幹事、2021年～本会エレクトロニクスソサイエティ副会長（企画広報財務担当）。



## 【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ賞受賞記)

### 電磁界理論およびマイクロ波分野

### 「導波路型光デバイスのトポロジー自動最適設計法の開発に関する先駆的研究」



辻 寧英 (室蘭工業大学)

この度は、栄えあるエレクトロニクスソサイエティ賞を頂き、誠に光栄に存じます。この栄誉は私個人の力ではなく、これまでに私を指導し育てて頂いた先生方・先輩・同僚・学生、エレクトロニクスソサイエティの皆様、特にエレクトロニクスシミュレーション(EST)研究専門委員会、電磁界理論(EMT)研究専門委員会の皆様のお陰であると実感しております。お世話になった皆様に深く感謝申し上げます。今後も、多くの人たちにお力添えを頂きながらになりますが、エレクトロニクスシミュレーションの分野で、産業界および学会に貢献していきたいと思っております。

導波路型光デバイスの数値解析手法のひとつである有限要素ビーム伝搬法(FE-BPM)の高性能化と光シミュレータの開発に関するテーマで北海道大学から学位を取得後、北海道工業大学(1年半)、北海道大学(7年)において、主に有限要素法(FEM)を基礎とした、導波路型光デバイスの数値解析法の高性能化と光シミュレータの開発に関する研究を行い[1~7]、その後、北見工業大学(6年半)、室蘭工業大学(10年半)においてそれまで開発してきた数値シミュレーション技術を活用した光デバイスの自動最適設計法に関する研究を行ってきました[8~17]。

学生時代から2004年に北見工業大学に移るまでは、北海道大学の小柴正則教授の指導の下、汎用的な光シミュレータの開発を目標に、非線形光学効果を始め電気・磁気・音響・熱等の各種光学効果を考慮して、様々な光デバイスを精度良く効率的に解析するための研究を進めていました。今でこそ製造の現場で市販のシミュレータが標準的に使われていますが、当時はまだ計算機資源も今に比べて限られ、シミュレーション技術も発展途上であり、これらの技術を基に共同研究を通して企業の方々と仕事をする機会を頂けたことは、数値解析が果たすべき役割を考え、発展させる上で大いに役立ちました。

この頃取り組んでいたことの一つに、非線形光学効果を考慮した光デバイスの解析があり、後年、今回の受賞テーマであるトポロジー自動最適設計法と組み合わせた光論理ゲートに関する論文[14]が、2019年の本会論文賞の受賞につながりました。光に関わる物理と計算電磁気学につい

てのこの頃の研究が後の研究の基礎となっています。この頃、FEMを用いた導波路不連続解析において、無限に続く入出力導波路の処理にはモード展開を用いるのが一般的でしたが、光導波路のような開放系の問題では放射モードまで含めたモード展開が必要で、大きな計算負荷でした。完全整合層(PML)を用いることでモード展開を不要にしたFEMを開発し[6,7]、これは後の自動最適設計法のソルバーとして活用されることになりました。また、固有モード解析にPMLを用いて漏れモードを解析できることも明らかにしました[5]が、これはフォトニック結晶ファイバの閉じ込め損失の解析によく用いられています。

一方、光シミュレータの開発に関する研究は、それ自体は論文にしばらく、研究成果という点では大変苦勞したことを思い出します。FEMは媒質境界に合わせて要素分割をすることでデバイス構造を忠実にモデリングできますが、任意の構造に対してFEMメッシュを自動生成することはそれほど容易ではなく、光シミュレータの開発で最も苦心したところです。学位取得のテーマであったFE-BPM[1,2]では、伝搬方向の構造変化に合わせてFEMメッシュを逐次生成し直す必要があり、また計算の効率化のため電磁界分布の変化に合わせてアダプティブに不均一メッシュを生成することが重要です。この成果[3,4]は奈良教育大学の藪哲郎教授の著者の中で、三次元FE-BPMはその当時国内では私しか開発しておらず、2006年時点では市販品もない、と評価していただきました[18]。トポロジー最適設計は、その過程で構造が多様に変化するため、このアダプティブメッシュの技術は、自動最適設計法の開発において大きな意味を持つものとなりました。

2004年に北見工業大学に移ったのをきっかけに、北見工業大学の平山浩一教授の指導の下、光デバイスのトポロジー最適設計の研究に取り組み始めました。シミュレーションは最終的に製造に役立てられるべきということ、共同研究を通して感じていたので、所望の特性を与えるだけで計算機が自動的に最適な構造を作り上げてくれる技術の開発は意義あるものと感じていました。トポロジー最適設計は機械系において研究が進んでいて、京都大学の西脇

眞二教授にもご指導をいただき、最初は標準的な密度法による最適化法を開発しましたが、感度解析のために用意するグレイ領域が最終的な最適化構造に残ることがありました[8]。これを解消するため、レベルセット法の一種として関数展開法を独自に開発しました[9]。設計領域内の構造を基底関数の線形和で表現し、その係数を最適化することでグレイ領域を抑圧して任意の構造を表現します。自動最適設計ではこれまで考えられなかったまったく新しい構造が得られる反面、構造が複雑化する傾向があります。関数展開法では、用いる基底関数の関数系や展開項数を調整することで最終的に得られる構造をある程度制御できるのもひとつの特徴です。この成果は S. Molesky らのレビュー論文[19]の中でも、トポロジー最適設計の初期の成果として年表に引用していただきました。

2011年に室蘭工業大学に移ってからは、北見工業大学の柏達也教授の誘いもあり EST 研究会に活動の場を頂き、学生とともに研究を大きく前に進めることができ、新たに BPM を活用した最適化法の開発[13]を始め、多媒質問題[10]、3次元問題[11]、波長分離素子[12]への拡張、非線形デバイス[14]、プラズモニックデバイス[15]への拡張、新たな FEM 解析の効率化手法[16]、人工知能の活用[15,17]など、最適化手法を進化させることができました。この受賞を機に、また新たな何かに取り組みたいと思っているところでもあります。

最後になりますが、これまで研究を指導して頂いた北海道大学 小柴正則先生、北見工業大学 平山浩一先生、柏達也先生を始め、大学および学会でお世話になった先生方に改めて深く感謝申し上げます。また、研究室で一緒に研究を進めてくれたメンバーの皆様には感謝いたします。

文献：

- [1] Y. Tsuji and M. Koshiha, *J. Lightw. Technol.*, vol. 14, no. 2, pp. 217-222, Feb. 1996.
- [2] Y. Tsuji, M. Koshiha, and T. Shiraishi, *J. Lightw. Technol.*, vol. 15, no. 9, pp. 1728-1734, Sep. 1997.
- [3] Y. Tsuji and M. Koshiha, *IEICE Trans. Electron.*, vol. E81-C, no. 12, pp. 1813-1820, Dec. 1998.
- [4] Y. Tsuji and M. Koshiha, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, vol. 6, no. 1, pp. 163-169, Jan. 2000.
- [5] Y. Tsuji and M. Koshiha, *J. Lightw. Technol.*, vol. 18, no. 4, pp. 618-623, Apr. 2000.
- [6] Y. Tsuji and M. Koshiha, *J. Lightw. Technol.*, vol. 20, no. 3, pp. 463-468, Mar. 2002.

- [7] N. Kono and Y. Tsuji, *J. Lightw. Technol.*, vol. 22, no. 7, pp. 1741-1747, July 2004.
- [8] Y. Tsuji, K. Hirayama, T. Nomura, K. Sato, and S. Nishiwaki, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 18, no. 7, pp. 850-852, Apr. 2006.
- [9] Y. Tsuji, and K. Hirayama, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 20, no. 12, pp. 982-984, June 2008.
- [10] K. Fujimoto, Y. Tsuji, K. Hirayama, T. Yasui, S. Sato, and R. Kijima, *J. Lightw. Technol.*, vol. 30, no. 13, pp. 2210-2215, July 2012.
- [11] T. Yasui, Y. Tsuji, J. Sugisaka, and K. Hirayama, *J. Lightw. Technol.*, vol. 31, no. 23, pp. 3765-3770, Dec. 2013.
- [12] Z. Zhang, Y. Tsuji, T. Yasui, and K. Hirayama, *Opt. Express*, vol. 23, no. 4, pp. 3936-3950, Feb. 2015.
- [13] A. Iguchi, Y. Tsuji, T. Yasui, and K. Hirayama, *J. Lightw. Technol.*, vol. 34, no. 18, pp. 4214-4220, Sep. 2016.
- [14] 森 洗遥, 辻 寧英, 電子情報通信学会論文誌, vol. J101-C, no. 5, pp. 245-252, May 2018.
- [15] A. Koda, K. Morimoto, and Y. Tsuji, *J. Lightw. Technol.*, vol. 37, no. 3, pp. 981-988, Feb. 2019.
- [16] K. Morimoto, A. Iguchi, and Y. Tsuji, *J. Lightw. Technol.*, vol. 39, no. 9, pp. 2941-2948, May 2021.
- [17] K. Kudo, K. Morimoto, A. Iguchi, Y. Tsuji, and T. Kashiwa, *Microw. Opt. Technol. Lett.*, vol. 63, no. 7, pp. 1978-1983, July 2021.
- [18] 藪哲郎, 光導波路解析入門, 森北出版, 2007.
- [19] S. Molesky, et al. *Nature Photonics*, vol.12, pp.659-670, Oct. 2018.

著者略歴：

1991年北海道大学工学部電子工学科卒業、1993年同大大学院工学研究科電子工学専攻修士課程修了、1996年同大同博士後期課程修了、博士(工学)。同年北海道工業大学応用電子工学科助手、同年同講師、1997年北海道大学大学院工学研究科助教授、2004年北見工業大学電気電子工学科准教授、2011年室蘭工業大学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分野における数値解析法・最適設計法の研究に従事。2000年 IEEE Third Millennium Medal、1997年、1999年、2019年本会論文賞、2019年 IEEE Photonics Technology Letters Outstanding Reviewer Award、1999年本会学術奨励賞などを受賞。



【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ賞受賞記)

## 光半導体およびフォトニクス分野

### 「光通信用垂直入射型高速アバランシェフォトダイオードに関する先駆的研究および実用化開発」

名田 允洋 (日本電信電話株式会社)



この度は、第24回エレクトロニクスソサイエティ賞を頂き、誠に光栄に存じます。大変栄えある本賞に推薦して頂きました先生、および審査に当たられました皆様に改めて厚く御礼申し上げます。本賞は吉松俊英氏、松崎秀昭氏(ともに日本電信電話所属)と共同受賞したのですが、本稿では受賞者を代表して、受賞の対象となりました、高速アバランシェフォトダイオード(私たちは反転型アバランシェフォトダイオードと呼んでいます)に関してその研究開発の経緯を含めて述べさせていただきます。

#### 研究開発の背景

高速アバランシェフォトダイオード(APD)のテーマは、私が2009年に日本電信電話に入社して以来、一貫して携わってきたテーマです。入社当時はIEEEにおいて、高速イーサネットとして100 Gbit/s級のイーサネット(100GbE)が仕様策定に向けて議論がなされている渦中でした[1]。100GbEの標準化は、イーサネットとしては初めて波長多重(WDM)を採用し、変調速度も従来の10 Gbit/sから25 Gbit/sへと引き上げられました。また変調速度の上昇に伴い光信号の伝送路における波長分散の影響も無視できなくなるため、波長は1.3 μm帯となるよう設定されました。ちょうどこの頃は、今では当たり前となっている動画配信やサブスクリプションでの音楽配信等の各種クラウドサービスに代表されるような、インターネットを介したサービスコンテンツの多様化が急速に広がっていた頃でした。そんな中での100GbEの議論は、10 Gbit/sイーサネットと比べると単なるバージョンアップではなく、まさにフルモデルチェンジと言えるほどのあらゆる物理パラメータが変更されました。このことは、それまでの短距離光通信とは大きく異なる伝送容量が必要とされる時代になっていくことを予感させるに十分な議論でした。

100GbEの議論の中でひととき議論が難航した仕様は、40 kmの伝送距離を保证する100GBASE-ER4でした。100GbEの旧世代に相当する10 Gbit/sイーサネットにおいては、伝送距離40 kmまでは光受信器としてはpinフォトダイオード(pin-PD)が想定されていました。しかし100GbE

となって変調速度が25 Gbit/sとなることで、pin-PDの受光感度では40 km伝送後の光信号を受信するには受光感度が不足したのです。当時は10 Gbit/s以上で動作する実用的なAPDは存在しなかったため、光レシーバ(ROSA)内のpin-PDの前段に半導体光アンプ(SOA)を配置することを想定して、標準化が進行しました[2]。

SOAは10dBを超えるような大きな信号利得を得ることが可能な一方、消費電力やROSA内でのフットプリントの問題があり、当時議論が進行していたCFP4やQSFPといった小型フォームファクタへの実装が難しいように見えました。また、100GbEは4波長のWDMを想定しているため、SOAにおける各波長の利得の均一性も考慮する必要があります。25 Gbit/sで動作するAPDが実現できれば、フットプリントはpin-PDと変わらず、消費電力の上昇もROSA全体の電力と比べると無視出来る程度に抑えることができます。光トランシーバ業界において大きなインパクトを世の中に与えることができる研究になると考え、高速APDの研究開発を開始しました。

100GbEに向けたAPDの研究開発に当たり、最初にそのコンセプトを決めました。すなわち、

1. ROSAへの実装が容易であること
2. デバイス作製が容易であること

です。100GbEの実用において、私たちの研究開発のターゲットは伝送距離40 kmの100GBASE-ER4ではありますが、世の中で多く使われる伝送距離は10 km以下であることは明らかです。そこで可能な限り、10 km以下の用途と同様の実装技術を用いてROSAの作製が可能であり、40 km向けのROSAにしか使われないような実装技術の適用は避けるべきであると考えました。また、私自身が無精者であるため、デバイス作製において凝った工程やトレランスの小さい工程を行いたくないという思いがありました。可能な限り、緻密な工程制御を行わなくても問題なく動作するデバイスが理想でした。

そうして生まれたのが、「反転型APD」でした[3]。

## 反転型 APD

図 1 に反転型 APD の断面図を示します。まず、ROSA への実装の容易性の観点から、垂直入射型を選択しました。従来の 10 Gbit/s 級 APD との大きな違いとして、メサ構造を用いる点が挙げられます。APD は、動作状態では pin-PD と比べて十倍以上の電界強度が局所的に生じます。この動作状態で信頼性を担保するため、従来 APD では選択ドーピング技術を用いて、素子側面に高電界が発生しないように電界狭窄構造が用いられてきました。反転型 APD では、同じ効果をウェットエッチングによる多段メサ形成で実現しています。このことから、加工条件のウィンドウの狭い選択ドーピング工程を適用することなく、ウェットエッチングによって素子構造の形成が可能になります。

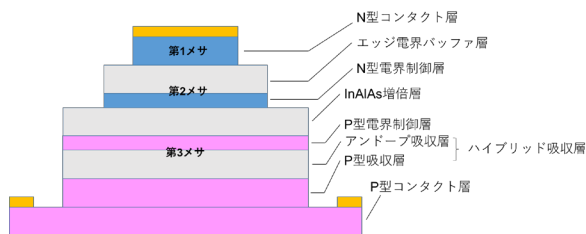


図 1 反転型 APD の断面図

また一般的な PD および APD は、光吸収層としてアンドープの InGaAs が用いられてきましたが、私たちの APD では、有効キャリアとして電子拡散のメカニズムを利用した単一走行キャリア (Uni-traveling carrier: UTC) 吸収層と、電子・正孔のドリフトを利用したアンドープ吸収層の組み合わせによる、ハイブリッド吸収層を採用しました。ハイブリッド吸収層では、UTC 吸収層とアンドープ吸収層の両方の膜厚の和が受光感度に寄与します。一方、キャリア輸送機構に着目すると、吸収層内におけるキャリア走行時間の律速要因としては、UTC 吸収層内では電子拡散移動時間が、アンドープ吸収層内では正孔ドリフト移動時間が支配的になります。結局、電子・正孔ともに、一部の膜厚に対する走行時間のみを考慮することになり、キャリア走行時間が短縮できます。このようにハイブリッド吸収層は、高感度性を維持したままキャリア走行時間を短縮することで広帯域化が可能になります。一方、この吸収層を多段メサ構造に導入しようとする、バンドギャップの小さいアンドープ吸収層部に高い局所電界が発生することになり、信頼性を損なう懸念があります。そこで、p 型層を基板側、n 型層をエピ表面側に配置しました。一般的には InP 系デバイスでは n 型層を基板側に配置することが多く、それとは反転したエピ構造となるため、「反転型 APD」と名付けました。

## APD 光受信器

作製した反転型 APD を用いて、100GbE における実動作をデモンストレーションするため光受信器を作製しました[4]。図 2 は作製した APD-ROSA です。CFP4 等の小型フォームファクタに搭載可能なサイズでありながら、ROSA 内部には平面光導波路型の分波器と 4 チャンネルの APD アレー、およびトランスインピーダンスアンプが集積されており、1 台の ROSA で 100 Gbit/s のスループットを有しています。この APD-ROSA の発表により、100GbE の標準化は既に完了していたものの、100GBASE ER4 lite や ER4-f といった、APD の利用を前提とした新たな規格や MSA が登場しました。

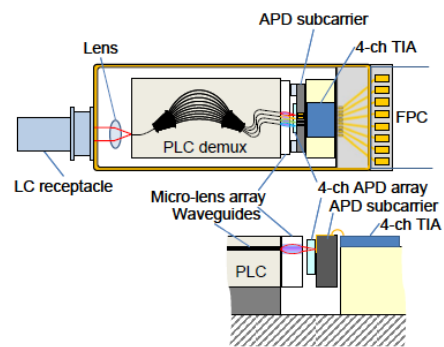


Fig. 1. Schematic view of the 4-ch APD-ROSA.

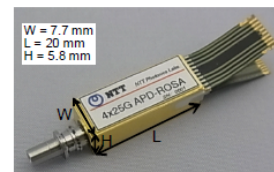


図 2 APD-ROSA の実装図と外観

2015 年ごろになると、更なる高速イーサネットの規格設立に向け、従来の non-return-to zero (NRZ) 変調方式に変わり、4-level pulse-amplitude modulation (PAM4) 変調方式が登場しました[5]。PAM4 変調方式においては、1 波長あたりのスループットが変調速度の 2 倍となります。そのため、100GbE に向けた開発した 25 Gbit/s 動作向けの APD はそのまま、変調方式を PAM4 とすることで 1 波長あたりのスループットを 50 Gbit/s まで拡張することができます。それを 4 波長分集積することで 200 Gbit/s イーサネットまで対応することができました[6]。更に 2018 年頃からは変調速度を 50 Gbit/s まで上昇させ、PAM4 変調方式を用いることで 1 波長あたり 100Gbit/s のスループットを実現する「100Gbit/λ」技術が注目を集め始めます。私たちの APD も、吸収層厚および素子径のスケーリングにより、世界初となる高速 APD による 100 Gbit/λ 40 km 伝



送をデモンストレーションすることができました[7]。

変調速度 50 Gbit/s への対応に代表されるように、反転型 APD 特筆すべき特徴は、そのスケーリングの容易性です。キャリア走行時間はエピ層厚の調整により、nm オーダでの制御が可能であり、また素子径はウエットエッチング加工により決定されるため、マスクパタンとサイドエッチング量で規定されます。この反転型 APD のスケールビリティを生かし、これまでに世界最高感度となる 10 Gbit/s APD[8]と、100Gbaud 動作も可能とするような 70GHz 超の帯域を有する反転型 pin-PD[9]も実現しています。

### むすびに

本賞は吉松俊英氏、松崎秀昭氏と共同受賞したものであり、受賞者を代表して反転型 APD について述べさせていただきました。また、本賞のタイトルは「光通信用垂直入射型高速アバランシェフォトダイオードに関する先駆的研究および実用化開発」とあるように、実用化開発により世に出た部分が大きく評価されたものと存じます。反転型 APD を世に出す上では素子作製、評価、モジュール設計・実装、伝送評価等社内外の多くの方が携わっております。特に、NTT エレクトロニクステクノ 石橋忠夫様には高速 APD の構想段階から多大なご指導をいただきました。また、反転型 APD の実用化は NTT エレクトロニクス株式会社の皆様のご尽力の賜物であります。この場を借りて厚く御礼申し上げます。最後に日本電信電話株式会社 中島史人氏、中西泰彦氏、山田友輝氏、辰己詔子氏、前田圭穂氏、

神田淳氏、進藤隆彦氏、金澤慈氏、陳明晨氏、葉玉恒一氏、小菅祥平氏、中村浩崇氏、佐野公一氏にはいつも研究の進め方や悩みについてご助言をいただきました。改めまして感謝申し上げます。

### 参考文献

- [1] <https://www.ieee802.org/3/ba>
- [2] R. Arima et al., in proc. OFC 2011, Los Angeles, CA, USA, paper JWA9.
- [3] M. Nada et al., J. Lightwave Technol., 32, 260 (2014).
- [4] T. Yoshimatsu et al., Opt. Express, 20, B393 (2012).
- [5] H. Isono, in proc. SPIE 97750C (2016).
- [6] Y. Nakanishi et al., in proc. OECC2015, Shanghai, China.
- [7] M. Nada et al., J. Lightwave Technol., 37, 260 (2019).
- [8] M. Nada et al., IEICE Electron. Exp., 18, 20210142 (2021).
- [9] M. Nada et al., in proc. ECOC2020, Brussels, Belgium.

### 著者略歴：

2009 年電気通信大学量子物質工学専攻修了、2018 年東京大学工学系研究科 博士（工学）取得。2009 年日本電信電話株式会社入社。以来、光通信用高速高感度フォトダイオードの研究開発に従事。2013 年電子情報通信学会 学術奨励賞受賞。米国光学会（Optica）会員。IEEE および電子情報通信学会各シニア会員。



## 【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ賞受賞記)

### 回路及びエレクトロニクス分野

#### 「集積回路のソフトウェアの高耐化技術の先駆的研究」

小林 和淑 (京都工芸繊維大学)



この度は令和2年度(第24回)エレクトロニクスソサイエティ賞を頂き、誠に光栄に存じます。推薦頂きました神戸大学 永田真教授を始めとするエレクトロニクスソサイエティ関係各位、選考委員各位に厚くお礼申し上げます。また今回受賞の対象となりましたソフトウェアに関する研究は、前職の京都大学と現職の京都工芸繊維大学で実施したもので、研究をともにした教員、学生はじめ多くの方々に深く感謝申し上げます。

以下では、本賞の対象となりました集積回路のソフトウェアの高耐化技術の先駆的研究について、その研究の発端から現状までをご紹介します。

電気電子工学の分野に入るきっかけとなったのは、中学生の頃から興味を持ち始めた音楽鑑賞からでした。当時は1980年代前半でアナログレコード、FMラジオ、カセットテープというアナログメディア全盛時代です。初のコンシューマ向けデジタルメディアであるCDが登場したのが1983年で当時はCD音源をFMラジオで流すという番組があったのを今でも覚えています。1987年に京都大学の工学部電気系工学科に入学し、意気揚々と音楽関係の勉強をするぞと息巻いておりましたが、すでに時代はデジタル化の波に乗っており、オーディオ関連する講義は「音響工学」くらいしかなく少々落胆しました。しかし、学部の授業でNANDゲートやFFなどのデジタル電子回路に触れ、俄然、そちらに興味が移りました。幸い、京大には東芝から招聘された集積回路ご専門の田丸啓吉教授、情報工学から来られた安浦寛人助教授、現職への転職までお世話になった小野寺秀俊助手の豪華メンバーで構成されていた研究室があり、4年生では希望通りその研究室に配属されました。配属後は、CAM(Content Addressable Memory)を並列計算機に応用するFMPP(Functional-memory Type Parallel Processor)の研究に従事し、MOSトランジスタの原理もわかっていないような状態から始め、国際会議で発表し論文を書けるまでになり、博士論文もその内容で執筆しました。その後はばらつきを利用したFPGAの速度と歩留まりの向上手法の研究を開始し、この研究内容に関して発表した論文にて2009年に電子情報通信学会論文賞を受賞しました。

集積回路の微細化に伴い、デジタル回路はゲートレベル設計からHDLを使ったRTL設計へと変遷して行きました。おかげで、MPEGエンコーダ、デコーダなどの複雑な処理をデジタル回路で実現できるようになり、CDに続くDVD、デジタルテレビなどのデジタル化が進みましたが、研究テーマとしては難しい局面に陥ります。アナログ回路は、作って測ってそのFoMで勝負できますが、デジタル回路は仕様どおりに作って測って動いても、論文にはなりません。もちろん、洗練したアルゴリズムを実装したSoCを大学で設計できれば可能ですが、費用対効果の面で難しいところがあります。なかなかいいテーマが見つからず悶々としていた2007年にJSTのCRESTにてDependable VLSIという新しいプロジェクトが始まりました。このプロジェクトに小野寺秀俊教授を代表者として“ロバストファブリックを用いたディペンダブルVLSIプラットフォーム”なる研究課題で採択されたのがソフトウェアに関する研究を始めたきっかけです。そこでは集積回路の信頼性にフォーカスし、一時故障であるソフトウェアと永久故障であるBTI(Bias Temperature Instability)による経年劣化を柱として研究を開始しました。両者ともに、回路を作って測定して初めて効果が実証できるところが、「作って測る」私の研究ポリシーに非常にマッチしました。

ソフトウェアに関する最初の対外発表は、2008年8月の情報処理学会のDAシンポジウム[1]で行いました。この年の4月に、京都工芸繊維大学の助教として活躍いただいている古田潤助教が4年生として配属されました。古田先生は、Stanford大学とIntelが提案したBISERというFF(フリップフロップ)の問題点を的確に見つけ、その改良版であるBCDMR FF[2]を提案し特許化しました。BCDMR FFはBISERの欠点である高いクロック周波数でのソフトウェアへの脆弱性を改良したものです。 $\alpha$ 線、中性子での実測でも、予想通り高いクロック周波数で高いソフトウェア耐性が実証されました。ただし、予想よりもエラー率が大きく、原因を探っていたところ、回路レイアウトの問題であることが分かりました。BCDMR FFは、2個のラッチと1個のキーパーで3重化しソフトウェア耐性を確保しています。これらが近くに配置されていると同時反転が発生

し FF の出力が反転します。SRAM の MBU を抑止するためのインターリーブ技術と同様にこれらの回路ブロックを離して配置することにより、ソフトエラー耐性を大幅に向上することができました[3]。ここでも、「作って測ってなんぼのもの」という信頼性研究の面白さに魅了されました。BCDMR FF は人工衛星搭載用の LSI の FF として共同研究先のテストチップにも採用されています。

2012 年から 2015 年にかけては、NEDO の LEAP プロジェクトで開発中であったルネサスエレクトロニクスの 65nm FDSOI プロセス(通称 SOTB)の立ち上げに協力するとともに、SOI 向けの耐ソフトエラー FF の提案[4, 5]を続けました。平面型トランジスタとしては微細な 22nm FDSOI プロセスで FRFF[5]の試作をフランスの企業との共同研究にて行い、今後試作チップのソフトエラー耐性を実測する予定です。

2017 年からは JST の OPERA にて、RCNP の中野センター長の先導の下、「安心・安全・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出」をテーマとして、産官学共同でソフトエラー測定手法の標準化に取り組んでいます。ソフトエラー実験を共同で実施し QST でも協力関係にある大阪大学の橋本昌宜教授、九州大学の渡辺幸信教授、JAEA の安部晋一郎博士、京都工芸繊維大学の古田潤助教らとソフトエラーの測定とシミュレーション方法をまとめた招待論文[6]の執筆も行いました。

ソフトエラーの実測は  $\alpha$  線源、白色中性子、重イオン等で行うことができます。 $\alpha$  線源による評価は研究室内で可能ですが、白色中性子、重イオンは外部の加速器施設での実験が必須です。白色中性子による初の加速器実験は 2009 年 12 月に大阪大学 RCNP にて実施しました。2009 年 4 月に京都工芸繊維大学に異動した直後から、実験に使える可搬型 LSI テスタの導入、実験に必要な放射線教育訓練や健康診断などの様々な手続を踏んで、市販の 1Mbit SRAM と BCDMR FF の測定を行いました。重イオン実験も群馬県の QST 高崎量子応用研究所にて 2011 年より実施しています。ソフトエラー耐性の高い回路を作ると、なかなかエラーが観測できません。白色中性子実験では地上の  $10^8$  倍以上に加速していますが、ソフトエラー耐性が高い FDSOI プロセスでは通常の DFF ですらほとんどエラーが観測できません。重イオン実験は荷電粒子を直接 LSI に当てるため、白色中性子実験よりも多数のエラーを観測できます。加速器は 24 時間運転が基本で、深夜早朝にもわたる実験では学生の協力なしには不可能です。

このように、2007 年より研究に着手し、最初は  $10^9$  時間

でのエラー個数を表す FIT (Failure in Time) という単位も知らなかった頃から数えてすでに 14 年目に突入した集積回路のソフトエラーに関する研究は順調に進んでおり、国内外の多数の企業との共同研究を重ねています。2019 年にはソフトエラーに関するセッションを有する信頼性物理に関する国際会議 IRPS にて、チュートリアル講演[7]も行うなど、国内外からソフトエラーに関する講演依頼を受けることも多くなりました。白色中性子は世界中でも 4 施設しかなく、日本の RCNP も改装中であることなどから、がん治療に使う重粒子線を使ったソフトエラー測定法に関する研究も開始したところです[7]。ソフトエラーに関わる国内研究者の情報交換を目的とした「ソフトエラー勉強会」も毎年開催しており、今後も国内外の信頼性研究を先導すべく研究を続けていく所存です。

[1] 小林和淑他, "SET パルスによる誤動作を防止する遅延挿入フリップフロップのソフトエラー耐性の検討", DA シンポジウム, pp. 181-186, 2008.

[2] J. Furuta et. al, "A 65nm Bistable Cross-coupled Dual Modular Redundancy Flip-Flop Capable of Protecting Soft Errors on the C-element", VLSI Circuit Symposium, pp. 123-124, 2010.

[3] R. Yamamoto et. al, "An Area-efficient 65 nm Radiation-Hard Dual-Modular Flip-Flop to Avoid Multiple Cell Upsets", IEEE Trans. on Nuclear Science, vol.58, no. 6, pp. 3053-3059, 2011.

[4] H. Maruoka et. al, "A Low-Power Radiation-Hardened Flip-Flop with Stacked Transistors in a 65 nm FDSOI Process", IEICE Trans. on Electronics, vol.101-C, no. 4, pp. 273-280, 2018.

[5] M. Ebara et. al, "Evaluation of Soft-Error Tolerance by Neutrons and Heavy Ions on Flip Flops with Guard Gates in a 65 nm Thin BOX FDSOI Process", IEEE Trans. on Nuclear Science, vol.67, no. 7, pp. 1470-1477, 2020.

[6] Hashimoto, K. Kobayashi, S. Abe, Y. Watanabe, and J. Furuta, "Characterizing SRAM and FF soft error rates with measurement and simulation", Journal of Integration, vol.69, pp. 161-179, 2019.

[7] K. Kobayashi, "[Tutorial] SER-Radiation Hardening by Design of Digital Circuits", IEEE International Reliability Physics Symposium, 2019.

[8] 松本隆洋他, "医療用炭素線ビームの二次粒子により発生する電子機器のソフトエラーの実測評価", 応用物理学会秋季学術講演会, 13a-N206-7, pp. 02-084, 2021.

著者略歴：

1991年3月京都大学工学部電子工学科卒業、1993年3月京都大学大学院工学研究科電子工学専攻修了、博士(工学)。1993年4月より京都大学工学部助手。同大学助教授、東京大学助教授、京都大学准教授を経て、2009年4月より京都工芸繊維大学教授。並

列演算可能なメモリ、ばらつきを用いたFPGAの速度と歩留まり向上手法、ソフトウェア、経年劣化などの研究に従事。電子情報通信学会/情報処理学会/応用物理学会正員、IEEE Senior Member。電子情報通信学会論文賞、IEEE IRPS Best Poster 賞など受賞。



【寄稿】 (ELEX Best Paper Award 受賞記)

---

## 「Lateral Integration of VCSEL and Amplifier with Resonant Wavelength Detuning Design」

Shanting Hu (Tokyo Institute of Technology)



It is my great honor to get the ELEX Best Paper Award with the paper published in 2020 on IEICE Electronics Express titled as “Lateral Integration of VCSEL and Amplifier with Resonant Wavelength Detuning Design”. I will briefly introduce the research background of my awarded research here.

As for applications such as 3D scanners, LiDAR, free-space optical communications and so on, optical scanning technology with low cost, high resolution and high speed is highly demanded. While a mechanical beam scanner has been commercially available, there remain difficulties such as its large module size, uncertain long-term reliability and low steering speed. With potential of low cost and super compactness, solid-state scanning is considered to be an attractive option. On the other hand, VCSELs have various advantages such as low-cost, high-efficiencies and easiness in mass-production. Solid state scanning devices utilizing 2-dimensional VCSEL array and phased arrays have been reported, but there remain difficulties in their limited steering performances.

In our group, a solid-state scanner based on a VCSEL structure is proposed and demonstrated. In the device, an input light from a tunable laser is coupled into the Bragg reflector waveguide by a lensed fiber. When the waveguide is pumped above threshold, amplification of the coupling light along the waveguide can be achieved. The amplified output is getting larger and larger with increasing the device length and the corresponding beam divergence is getting smaller and smaller. Large angle beam steering can be achieved by a scan through the input wavelength since the slow-light waveguide can provide large dispersion near the cut-off wavelength. We then presented a 10mW-class single-mode amplifier composed of a VCSEL

working as a seed laser laterally integrated with a slow-light waveguide. However, when we pump the seed laser and the slow-light waveguide simultaneously, coupling light from the slow-light waveguide will cause mode hopping and multimode operation in the seed laser. The mutual coupling between the seed laser and amplifier strictly limited the beam steering range of the device, since the beam steering range is dependent on the continuous wavelength tuning range of the seed laser.

In my research, we demonstrate a novel beam scanner based on a VCSEL-integrated amplifier with an in-plane cut off wavelength detuning design. Thanks to the mode stability brought by the unidirectional behavior of the new structure, a continuous beam steering of  $16^\circ$  is obtained, exhibiting a record number of resolution points of over 200 for the total chip length of 1.2 mm, which has been a great improvement compared with our former work ( $13^\circ$  beam steering range and 30 resolution points).

### Biography:

Shanting Hu received his BS degree from Beijing University of Posts and Telecommunications, majored in Information Engineering on 2011. He received his M.S and Ph.D degree from Tokyo Institute of Technology in Electronic and Electrical Engineering on 2014 and 2020. From 2020 to 2021, he worked as a post doctor in Koyama Lab in Tokyo Institute of Technology. From 2021, he has been working as a Specially Appointed Assistant Professor. He has 6 publications, 9 accepted papers in international conferences including CLEO, OFC, OECC. He also won the best paper awards from iNOW 2017 and 2019. His research interest has been in the area of VCSELs.

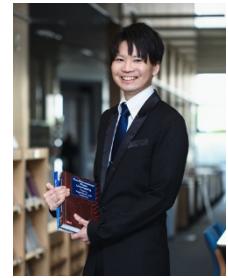


## 【寄稿】(ELEX Best Paper Award 受賞記)

### 「後方誘導ブリルアン散乱光をシードとした多段前方ブリルアン散乱光の発生」

(電子情報通信学会/正会員)

林 寧生 (光産業創成大学院大学)



この度は、本論文「Characterization of cascaded forward Brillouin scattering seeded by backward stimulated Brillouin scattering in optical fibers」[1]に対し大変光栄な賞を下さりありがとうございます。推薦者の先生、ELEX 編集者の先生方に感謝致します。また、水野 洋輔先生、李 ひよん先生、Sze Yun Set 先生、中村 健太郎先生、そして山下 真司先生に感謝申し上げます。

現在、人工知能、仮想空間、そして仮想通貨の使用によるシステムの発熱問題の解決策として光の利用が盛んに注目されています[2]。それは、モノのインターネット (IoT) の分野でも同じです[3]。特に、100 個、1000 個、1 万個と多くのセンサを使用するには、たくさんの配線が必要となり、同時に熱も生じます。また、電気センサの耐用年数は高負荷環境下では、二カ月が限度です[4]。すると、センサの交換が必要となり、センサの運用で生じる総合熱量は多くなります。この問題を解決する一つの手法として、分布型光ファイバセンサが着目されています。このセンサは、光ファイバに沿って加わったひずみや温度の大きさを分布的に測定することが可能です。このセンサでは、光ファイバ中のブリルアン散乱光 (光子と音響子の相互作用による散乱光) を測定します。一般に、ブリルアン散乱光の周波数は、ブリルアン周波数シフトと呼ばれ、温度やひずみの印加によって変化します。この値を読み取ることにより、ひずみや温度の大きさがわかります。また、光源に直接変調を加えることで、ファイバ中の任意部分のブリルアン信号の位置情報を知ることが可能です。なお、この手法は光相関領域法と呼ばれます。従来、このセンサで取得可能な物理量は、ひずみと温度のみでした。本論文[1]では、光ファイバ外部の音響インピーダンスを分布的に測定するために有用な光学現象を観測しましたのでご報告致しました。

ファイバ中の音響波は、径方向に伝搬する波と長手方向に伝搬する波に分けられます。長手方向の音響波により生じるブリルアン散乱光は後方ブリルアン散乱光、そして、径方向の音響波により生じるブリルアン散乱光は前方ブリルアン散乱光と呼ばれます。前方ブリルアン散

乱光を用いると、光ファイバ外部の音響インピーダンスを測定することができます。両者とも散乱強度の強い誘導散乱と散乱強度の弱い自然散乱という区分けがあります。本論文では、後方誘導ブリルアン散乱光をシードとして、前方誘導ブリルアン散乱光を発生させています。さらに、その前方誘導ブリルアン散乱光のエネルギー分配により、多段前方ブリルアン散乱光を生じさせています。また、ポンプ光・プローブ光・温度に対する多段前方ブリルアン散乱光のパワー依存性を解明致しました[1]。これらの現象の意味することは、後方誘導ブリルアン散乱光が生じた位置に多段前方ブリルアン散乱光を生じさせることができるということです。一般に、後方誘導ブリルアン散乱光の発生位置は光相関領域法等で制御可能です。よって、多段前方ブリルアン散乱光の発生位置制御も可能となります[5]。

センシング以外の応用として、次の展望が考えられます。現在のデジタルコヒーレント通信において、前方ブリルアン散乱光はその制御が困難なため捨てられています[6]。光通信において、余すことなくすべての光信号を活用するという観点から考えると、この前方ブリルアン散乱光 (径方向の音響波) を有効活用する方向性もあります。本論文等により示した前方ブリルアン散乱光の制御可能性を示しました[1]。これは、空間多重用光ファイバ中の任意点での光変調が可能なインターネットシステム[7]の開発にも役立つと考えております。

[1] N. Hayashi, Y. Mizuno, H. Lee, K. Nakamura, S.Y. Set, S. Yamashita, "Characterization of cascaded forward Brillouin scattering seeded by backward stimulated Brillouin scattering in optical fibers," IEICE Electron. Exp. vol. 17, no. 12, p. 20200139, 2020.

[2] S. Sunada, K. Kanno, A. Uchida, "Using multidimensional speckle dynamics for high-speed, large-scale, parallel photonic computing," Opt. Exp. vol. 28, no. 21, pp.30349-30361 Oct. 2020.

[3] シーン フィリップ ロドリゲス et al., トヨタ, 特開 2021-36420(P2021-36420A).

[4] 岸田 欣増、山内 良昭、西口 憲一, “IoTにおける光ファイバ分布センシングの動向及び課題,” 第 60 回光波センシング技術研究会, LST60-26, Des. 2017.

[5] N. Hayashi, Y. Mizuno, K. Nakamura, C. Zhang, L. Jin, S.Y. Set, S. Yamashita, “Pilot demonstration of correlation-domain distributed temperature sensing using forward Brillouin scattering,” Jap. J. Appl. Phys. vol. 59, no. 8, p.088002, Jul. 2020.

[6] N. Takefushi, M. Yoshida, K. Kasai, T. Hirooka, M. Nakazawa, “GAWBS phase noise characteristics in multi-core fibers for digital coherent transmission,” Opt. Exp. vol. 28, no. 15, pp.23012-23022, Jul. 2020.

[7] N. Hayashi, Y. Mizuno, K. Nakamura, S.Y. Set, S. Yamashita, “Experimental observation of spontaneous depolarized guided acoustic-wave Brillouin scattering in side cores of a multicore fiber,” Appl. Phys. Exp. vol. 11, no. 6, p.062502, May, 2018.

著者略歴 :

2015 年 東京工業大学 博士課程修了 (DC1)、同年 東京工業大学 学振研究員 (PD)、プラスチック光ファイバを用いた分布センシングの研究に従事、2016 年 東京大学 先端科学技術研究センター 学振研究員 (PD)、光ファイバレーザおよび音響インピーダンスの分布測定研究に従事、2019 年 東京工業大学 常勤研究員、2020 年 光産業創成大学院大学 特任助教。超高精度レーザー溶接用マイクロライダ(A-STEP)と非接触生体微小振動計(COI)の開発に従事。光波センシング技術研究会 常任幹事、米国光学会 正会員、第 34 回 テレコムシステム技術賞受賞 (財団法人電気通信普及財団、2019 年 3 月 20 日)。平成 30 年度 光設計賞 受賞 (日本光学、2018 年 10 月 31 日)。平成 28 年度 研究開発奨励賞、受賞 (エヌエフ基金、2016 年 11 月 25 日)。平成 27 年度 手島精一記念研究賞 博士論文賞 (東京工業大学、2016 年 2 月 23 日)。第 28 回 テレコムシステム技術学生賞 受賞 (財団法人電気通信普及財団、2013 年 3 月 19 日)。



【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ招待論文賞受賞記)

「T/O バンドを用いた 1000 チャネル級波長ルーティング技術による大容量かつ多様な光ネットワークの実現に向けて」

久保 亮吾 (慶應義塾大学)



この度は以下の論文に対してエレクトロニクスソサイエティ招待論文賞を頂き、大変光栄に存じます。ご推薦頂きました方々、選考委員およびエレクトロニクスソサイエティの皆様へ感謝申し上げます。本研究は、国立研究開発法人情報通信研究機構委託研究および一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター SCAT 研究費助成の支援を受けたものです。また、合同会社フォトニッククリスタル研究所の川西悟基氏には、実験等において多大なご協力を頂きました。関係の皆様へ心より御礼申し上げます。

本研究の背景と概要をご紹介します。近年の通信トラフィックの急増に伴い、各種ネットワークシステムでは大容量化が求められています。本研究では、データセンタ内ネットワークや LAN (Local Area Network) など数キロメートル以下の光通信システムに着目し、大容量かつ多様な通信サービスを収容可能な波長ルーティングシステムの構築を目指しました。光通信の大容量化に向けては、空間分割多重 (SDM : Space Division Multiplexing) 技術や多値変調技術の研究が盛んに行われていますが、これらに加えて波長分割多重 (WDM : Wavelength Division Multiplexing) 通信に利用される波長帯を拡大することで、ネットワークシステムのさらなる大容量化が期待されます。

図 1 に示すように、光通信における T バンドは 1000~1260 nm の波長帯のことであり、光ファイバ伝送で主に用いられている C バンド (1530~1565 nm) や L バンド (1565~1625 nm) と比較して伝送損失が大きく長距離伝送が難しいため、これまで通信用途には用いられてきませんでした。しかし、比較的短距離のネットワークにおいては、T バンドを有効活用することで通信波長帯を拡大できます。今回受賞対象となった論文は、T バンドおよび隣接する O バンド (1260~1360 nm) で動作可能な量子ドット (QD : Quantum Dot) 利得チップ、波長可変光源 (QD-WTL : QD Wavelength Tunable Laser)、半導体光増幅器 (QD-SOA : QD Semiconductor Optical Amplifier)、アレイ導波路回折格子 (AWG : Arrayed Waveguide Grating) を開発し、それらを用いて 1000 以上の波長チャネルを収容可能な大規模波長ルーティングシステムが構築可能であることを実証した研究成果について纏めたものです。

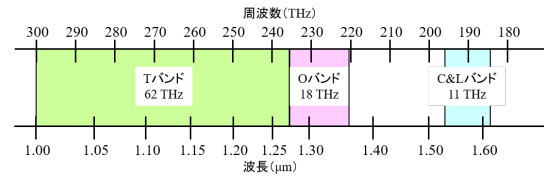


図 1 光通信波長帯と T バンド

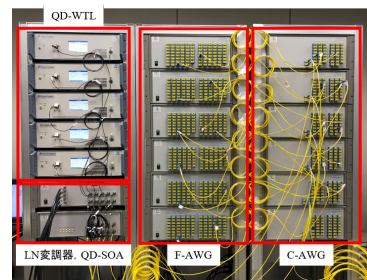


図 2 波長ルーティング実験システムの外観

図 2 に、今回構築した波長ルーティング実験システムの外観を示します。本研究では、慶應義塾大学津田裕之教授を実施責任者とし、パイオニア・マイクロ・テクノロジー株式会社が QD 利得チップの開発を、光伸光学工業株式会社が QD-WTL の開発を、株式会社オプトクエストが QD-SOA の開発および実験システム構築を、慶應義塾大学が AWG ルータおよび波長ルーティングシステムの開発を担いました。T/O バンドで動作する各種コンポーネントの開発から始まり、波長ルーティング実験システムの構築や伝送特性評価を行い、最終的には超高精細 (4K-UHD : 4K Ultra High Definition) 映像の非圧縮伝送を実現しました。

実用化に向けては、長距離伝送を可能とする光ファイバ技術の開発等、様々な課題がありますが、今回開発した波長ルーティングシステムは、大容量化に加えて多様な通信品質が求められる Beyond 5G/6G ネットワークへの適用も期待されます。

著者略歴 :

2007 年慶應義塾大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年日本電信電話 (株) 入社。2009 年慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。2010 年慶應義塾大学理工学部電子工学科助教、現在同学部電気情報工学科准教授。2019~2020 年 UCL (University College London) 客員研究員。博士 (工学)。





## 【報告】

### 「2021年ソサイエティ大会開催報告と2022年総合大会へのお誘い」 (エレクトロニクスソサイエティ大会運営委員長)

廿日出 好 (近畿大学)



2021年ソサイエティ大会が2021年9月14日(火)～17日(金)の期間にオンラインで開催されました。延べ参加人数は約6,600名となり、実参加人数は3,865名でした。今回のソサイエティ大会では、一般講演が990件、シンポジウム講演が66件と、昨年度の合計1003件からわずかに増加しています。聴講参加者は2,585名となり、オンラインでの実施、および一般無料公開(今回の参加者は1,086名)の導入により、近年増加傾向にあります。

エレクトロニクスソサイエティでは、各専門委員会からの一般講演(C-1 電磁界理論、C-2 マイクロ波、C-3/C4 光エレクトロニクス/レーザ・量子エレクトロニクス、C-5 機構デバイス、C-6 電子部品・材料、C-7 磁気記録・情報ストレージ、C-8 超伝導エレクトロニクス、C-10 電子デバイス、C-12 集積回路、C-13 有機エレクトロニクス、C-14 マイクロ波・ミリ波フォトニクス、C-15 エレクトロニクスシミュレーション)の総計で246件となっており、各分野において精力的に進めておられる研究の貴重な成果をご発表いただきました。講演数は昨年度より2割ほど増加しており、コロナ禍でも活発に研究活動が行われている分野であることが示唆されます。

また、エレクトロニクスソサイエティでは、ソサイエティ企画セッションを1セッション、依頼シンポジウムを6セッション行っています。企画セッションのエレクトロニクスソサイエティ プレナリーセッションでは、エレクトロニクスソサイエティ賞、レター論文賞、ELEX Best Paper Award、招待論文賞、学生奨励賞の贈呈式が行われ、続いて特別講演会「アフターコロナ時代の情報通信とエレクトロニクスへの期待」、「コロナが加速した世界半導体産業」、「アフターコロナ時代における情報セキュリティ」、「コロナ時代の医療ビッグデータシステム」の3つの特別講演が行われました。全て時代を強く反映した内容で、さらなる市場・科学技術の競争・発展の激化が予想される時代であることをひしひしと感じました。企画セッションでは、CI-1. Beyond5G/6Gを支える高周波回路の省電力技術の最新動向、CI-2. 狭線幅光源とその応用、CI-3. Society 5.0を実現するリモートテクノロジー、CI-4. 先端バイオテクノロジーの医工展開、CI-5. Beyond 5G、6Gに向けたデバイ

ス・材料技術とその応用、BCI-1. 光量子技術の情報通信・処理への応用に向けた研究最新動向、シンポジウムセッションではCS-1. プラズモニクデバイスの電磁界解析とその応用、が企画・開催されました。

なお、今大会での新たな取組として、大会全体の企画セッションから、以下の4つのセッションを、許可をいただきアーカイブ化することになりました：TK-2：6Gの胎動～みんなでつくる6G～(大会委員会企画)、BK-1：論文の書き方講座(通信ソサイエティ)、BP-3：医療における安全・安心な無線通信は建築から～医用テレメータ設置に関わる建築ガイドライン～(通信ソサイエティ)、BI-4：クラウドネイティブを支えるネットワーク技術(通信ソサイエティ)。現在、学会HPへの掲載準備中であり、評判がよければさらなる拡張を予定しています。

また、2022年総合大会が2022年3月15日(火)～18日(金)にオンラインで開催予定です。今回のスローガンは「持続可能な未来を拓く電子情報通信」であり、プレナリーセッションでは、日本酒学および地球環境計測に関する基調講演を予定しています。新たな取組として、このプレナリーセッションでEventINの導入を計画しています。また、大会企画セッションとして「産業界でのデジタルトランスフォーメーション(DX)の推進の取り組み」を始め、5G・6G、サイバー、センシング等、最新のテーマを取り上げた多くの魅力的なセッションが開催予定です。ISSジュニア&学生ポスターセッション特別企画もあります。参加人数延べ1万人を目指しており、周辺の関係者をお誘いいただき、積極的なご参加をお待ちしております。

穏やかな年始年末を願って。2021年12月10日

著者略歴：

2003年早稲田大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士課程修了。同年4月より2014年3月まで豊橋技術科学大学にて超伝導SQUID磁気センサ応用研究に従事。現在、近畿大学工学部電子情報工学科に所属、SQUID応用研究に加え、AI・IoT等を応用した非破壊検査技術の研究に従事。電子情報通信学会、応用物理学会会員、低温工学・超伝導学会、日本生体磁気学会会員、IEEE会員、非破壊検査協会会員、博士(工学)。



## 【報告】

### 「光科学と応用視点が刺激しあう超高速光エレクトロニクス (UFO) 研究会」

(超高速光エレクトロニクス (UFO) 研究会 委員長)

芦原 聡 (東京大学)



超高速光エレクトロニクスとは、光と電子の相互作用を通して超高速な光の制御を行う技術、と言えるでしょうか。超高速光エレクトロニクス研究会 (Ultrafast Optoelectronics Technical Group, UFO 研究会) では、超高速光エレクトロニクスを中心に据えつつも、この言葉のもつ響き以上に多彩なトピックについて、情報交換を行っています。

超高速な情報通信・信号処理へ向けた、光・電子デバイス技術、変復調技術、伝送方式などは、当然のことながら当研究会の重要トピックです。と同時に、超高速光エレクトロニクスを支える基礎的な光科学の最先端、さらには、バイオ計測や材料加工など、超高速光エレクトロニクスの新たな応用展開も積極的に取り扱っています。基礎から応用までの広範な科学・技術を俯瞰することによって、新たな視座、あるいは、新たなブレークスルーのきっかけを獲得すべく活動している、と言えます。より具体的には、取り扱うトピックは多岐にわたり、超短パルスレーザーや光周波数コムが発生・伝送・制御・計測技術とその応用 (バイオ・メディカル・加工等)、超高速光波形制御と大容量光信号伝送への応用、超高速分光・計測技術、超高速光物性、光ファイバ中の超高速非線形光学やフォトニック構造の光伝搬特性とデバイス・システム応用、超高速光通信・各種光/電子デバイス技術、テラヘルツ電磁波の発生・応用技術、高強度光電場と物質の相互作用、ナノフォトニクス、量子レベルの光-物質相互作用などに及んでいます。

これらのトピックをカバーするため、以下の4つの部会を編成して活動を行っています。メンバーは、多彩な専門分野の若手からベテランまで、産学官を横断する約70名の委員から構成されています。

(第1部会) 材料・デバイス

(第2部会) 新レーザー技術・新レーザー応用技術

(第3部会) バイオ・通信計測

(第4部会) fs, as 基礎科学

今期の活動のキックオフとなる第1回の研究会を、2021年10月5日にオンラインで開催しました。“超高速光エレクトロニクスの最新動向”と題し、委員長・幹事、そして各部会の主査による7件の講演を行いました。学生を含む多数の参加者を得て大変盛況な会となりました。また、各分野の最新トピックの紹介を皮切りに、活発な意見交換が行われ、当研究会の今後の展開の可能性を俯瞰する貴重な機会となりました。

先に述べた通り、当研究会は、基礎的な光科学にしっかり根ざしつつ、新しい技術の創出や応用展開に関する議論を行う、というスタイルをとっています。光の学際性ゆえに、応用分野は多岐にわたります。そのため、理学から工学にわたるバラエティー豊かな専門性をもつ委員が集まっています。また、著名な先生を含めたベテランと若手が分け隔てなく議論できる雰囲気があります。こうした文化を大切に育て、さらには他の研究会とも積極的に交流することで、超高速光エレクトロニクスを中心とするフォトンクス分野の発展と人材育成に貢献したいと考えています。

今後の活動については、当研究会のホームページにおいて、随時アナウンスします。是非ともご参照ください。

<https://www.icice.org/~femto/>

著者略歴：

1998年東京大学工学系研究科修士課程修了。同年東京大学生産技術研究所助手、2003年博士(工学)。2004年マックスボルン研究所客員研究員。2006年JST さきがけ、同年東京農工大学特任准教授、2011年同大学准教授。2014年東京大学生産技術研究所准教授、2020年より教授、同年JST CREST 研究代表。超高速光科学、振動分光、プラズモニクスの研究に従事。2009年文部科学大臣表彰若手科学者賞、2010年日本分光学会奨励賞。



## 【報告】

### 「集積回路研究専門委員会(ICD)の活動状況」 (集積回路研究専門委員会 委員長)



高橋 真史 (キオクシア)

AIや5Gの普及、EVや自動運転、Society5.0への取り組み等、社会全体のデジタル化が急速に進んでおり、半導体の果たすべき役割はますます大きくなっています。COVID-19の世界的パンデミックによる半導体不足は様々な産業に影響を及ぼしており、社会における半導体の重要性を再確認させられています。

さらに、全世界でカーボンニュートラルの動きが活発化し、半導体においても、コスト、性能のみならず、低消費電力化がこれまで以上に重要になってきています。高度デジタル社会と持続可能な社会の両立に向けて、半導体開発も新たな局面を迎え、さらにはMore MooreやMore Than Mooreをはじめとした新たな技術革新の議論が続けられています。

1987年に発足した集積回路研究専門委員会は、半導体集積回路に関する技術を議論する場を提供し、半導体産業の発展と半導体に携わる人材の育成に取り組んできました。議論内容は、アーキテクチャやシステム、デジタル/アナログ回路技術、設計手法、実装技術、評価技術等の多岐にわたっています。

2021年度の活動計画は下記の通りです。電子情報通信学会や情報処理学会の他の研究会、IEEE等の他団体との共催あるいは協賛を得て多くの研究会を開催しており、専門分野の異なる研究者間の議論の場としても活用いただいています。

- (1)4月 第二種研究会“メモリ技術と集積回路関連一般”
- (2)5月 第二種研究会“LSIとシステムのワークショップ 2021 近未来コンピューティングとその応用”
- (3)8月 第一種研究会“アナログ、アナデジ混載、RF及びセンサインタフェース回路、低電圧/低消費電力技術、新デバイス・回路とその応用”
- (4)9月 第二種研究会“第14回アクセラレーション技術発表討論会「富岳による高度科学技術計算」”
- (5)9月 ソサイエティ大会 ICD企画セッション“Society 5.0を実現するリモートテクノロジー”
- (6)10月 第一種研究会“ハードウェアセキュリティおよび一般”
- (7)12月 第一種研究会“デザインガイア —アプリケーション・ドリブン・システム開発技術および一般—”

ション・ドリブン・システム開発技術および一般—”

(8)12月 第二種研究会“学生・若手研究会”

(9)3月 総合大会 ICD企画セッション“極限環境で動作する集積回路”

(10)3月 第一種研究会“学生・若手研究会”

集積回路研究専門委員会では、アカデミアと産業界の幅広い分野から多くの方に参加していただき、様々な立場の方の異なる目線での活発な議論を目指しています。委員の構成も、アカデミアと産業界でバランスよく構成するように工夫しています。5月のLSIとシステムのワークショップ2021では、完全オンライン開催という要因もありましたが、企業からも多くの方に登録いただいた結果、800名超の参加者を記録しました。

また、学生を含む若手の方に積極的に参加していただけるよう、研究会の企画を進めています。今年中止となりましたが、7月の夏の合宿では若手の方が実際に開発に挑戦する企画を設けています。12月及び3月の学生・若手研究会では、特に学生の方を中心に発表の機会を提供する取り組みを進めています。これらの企画を通じて、若い方に研究会を理解していただくとともに、将来学会および研究会の活動を担う役割を期待しています。

感染症対策によりほとんどの研究会がオンライン開催となっておりますが、可能な限り現地開催を進めるとともに、一方では遠方からでもWeb参加可能なハイブリッドな研究会運営を進めていきます。

皆様の積極的なご参画をお待ちしております。今後とも、集積回路研究専門委員会をよろしく願い申し上げます。

著者略歴：

1987年3月筑波大学大学院博士課程工学研究科前期課程修了。同年(株)東芝総合研究所入社。現在、キオクシア(株)メモリ技術研究所システム技術研究開発センターにて、メモリ/ストレージのシステム技術に関する研究開発に従事。専門はプロセッサ/SoCアーキテクチャ。IEEE会員。2021年6月より集積回路研究専門委員会委員長。



## 【報告】

### 「エレクトロニクスシミュレーション (EST) 研究専門委員会の活動状況」

(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)

柴山 純 (法政大学)



2020年の初頭から始まりましたこのコロナ禍の状況も3年目を迎えようとしています。様々な活動が大きく制限され、エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会 (EST 研) の活動にもどれだけの影響があったのだろうか? と思い、ここ3年間の研究会の発表件数を数えてみました。すると、19年度58件、20年度51件、21年度65件と、20年度は多少減少したものの、21年度は大きく増加しております。計算機に繋がりがさえすれば基本的にシミュレーションは可能ですので、この状況下でも大きな影響を受けなかったのは幸いでした。ここでは EST 研の最近の活動状況をお知らせいたします。

EST 研は2011年度に設立され、21年5月に創立10周年記念祝賀会を開催しました。前研専委員長の日本大学大貫進一郎先生と幹事団とで最後まで対面での開催を模索しておりました。残念ながらオンラインでの開催となりましたが、25名が参加し大変盛況な祝賀会となりました。特に、設立に関わった皆様から、設立時にご苦労されたお話を伺うと共に、最近の EST 研の多少内向きな活動に対する苦言なども頂き、今後の活動展望を考える良い機会となりました。

2021年の総合大会では中部大学木村秀明先生主導のもと「AIは本当にPoCを超えられるのか?—実用化を阻む大きな壁—」と題した大会委員会企画を実施いたしました。標準化の難しさ、社会実装への難しさなどの議論と共に、種々の有用な応用例についても紹介されました。

2022年の総合大会では、パワーエレクトロニクスシミュレーションに関するシンポジウムを行います。EST 研の活動の幅を広げたい、との思いから、これまで EST 研でご発表のない他学会等でご活躍の皆様にもお声がけております。特にテーマを絞らず、両面受光型太陽電池、電力用パワーエレクトロニクス機器、ワイヤレス給電技術、モータ構造トポロジー最適化、磁気回路法に基づくヒステリシス解析など幅広い話題が議論される予定です。多くの皆様のご聴講をお願いしたいと思います。

論文特集号の企画も進められております。和文論文誌特集号に関しては毎年企画として実施しており、22年5月掲載の特集号は10回目となります。昨年度より、5月

研究会で学生の皆様から発表された内容を特集号に投稿して頂けるよう、論文指導会を実施しています。研究会でのQ&Aの時間を長めに取り、内容をブラッシュアップすることで論文としての質を高め、採録に繋げる活動を今後も続けていきます。学生の皆様にはこの機会を積極的に利用してほしいと思います。また、英文論文誌の特集号も隔年で進められており、22年11月の発行に向け、現在準備が進められています。

EST 研では年4度の研究会を実施しています。発表は優秀論文発表賞の審査対象となります。5月研は EST 研単独、7月研は光・電波ワークショップとして EMT、MW、OPE、MWP、EST 共催、THz、IEE-EMT 連催、10月研は EMCJ、MW、EST 共催、IEE-EMC 連催として、いずれもオンライン開催となりました。10月研では、IEEEの各チャプター協賛で、本会業績賞の受賞記念講演を兼ねた Distinguished Lecturer 講演を名工大平田晃正先生から頂きました。1月研は EST 研単独で石垣島からのハイブリッド開催を予定しております。38件と多くの投稿がありプログラムを組むのに苦労しました。考えてみますと現在の修士課程2年生は学会発表での出張が一度もない方が多いのではないのでしょうか。オミクロン株の発生により雲行きが怪しくなってきましたでしたが、投稿して頂いた M2 の皆さんが現地で発表できるよう、願わずにいられません。

最近では市販シミュレーターが比較的安価に入手でき、産学で広く利用されていますが、計算結果の妥当性を必ず検証しなければなりません。特に、コアとなっている計算技法がどのような手法でどのような問題に適用可能かを知ることが、結果の検証に重要と考えます。そこで EST 研設立当初は毎年開催されていまして計算技法に関する講習会を、次年度に開催したいと考えています。学生や若手研究者の皆様にも有用な講習会となるように準備いたしますので、多くの皆様のご参加を期待しています。

著者略歴:

1993年法政大・工・電気卒。1995年同大学院修士課程了。同年古河電工入社、光技術研究所勤務。1999年法政大助手。2015年同大教授。博士(工学)。電磁波デバイスの数値解析の研究に従事。2018年本会エレクトロニクスソサイエティ賞を受賞。



## 【報告】

### 「ポリマーによる光制御部品を目指して」

(ポリマー光部品特別研究専門委員会 委員長)

望月 博孝 (産業技術総合研究所)



ポリマー光部品特別研究専門委員会 (POC) は、ポリマー光回路の実用化に向けた研究開発の促進を目的とし、平成 14 年に戒能俊邦教授 (東北大) を初代委員長として発足しました。ポリマーは多種多様な可能性があり、それらも研究の対象として取り込むことで多くの研究の種を発掘すべく、委員会名を「光回路」から「光部品」に変更しました。その上で一貫して、材料～デバイス～システムの研究者間で“フォトンクス&ポリマー”をキーワードとした有機的に交流する場として、同時に、分野横断での連携環境を整備する場として、積極的に活動を続けています。

平成 26 年度より POC のスコープとして「ポリマーと光 (の相互作用) による革新的光部品・技術の創造」を掲げ、システム/デバイス側と、機能付与の応用先を探す材料側との橋渡しをすることで、ブレークスルーや革新を生む「きっかけ作り」を使命とします。研究分野の詳細は、下記の通りとなります。

1. 産業界の求める革新ポリマー光部品・材料技術
  - 1-1. 医療用材料技術：成型加工や透明・着色制御技術
  - 1-2. 光通信用材料技術：透明、耐熱、屈折率制御技術 (ポリマーの高次構造設計等)
  - 1-3. 太陽光発電用材料技術：太陽電池用ポリマー材料、太陽電池エンハンストポリマー材料技術
  - 1-4. 光接続用材料技術：ファイバ接続用ポリマー材料、自己形成ポリマー材料技術
2. 産業界に貢献する革新ポリマー技術
  - 2-1. デバイス応用に適した革新ポリマー材料技術と、設計・合成技術
  - 2-2. 経済性に優れたポリマー光部品実装技術
3. 光部品・サブシステム展開
  - 3-1. シリコンフォトンクスを始めとする異種材料との融合可視化技術

さらに近年では、「基礎から学ぼう」をコンセプトに主催研究会の最初にチュートリアルを設け、「これから学ぼうとする」研究者に参加を呼び掛けています。

POC 研究会はこれまで 46 回を数え、概ね 2 年で 5 回の頻度で主催研究会を開催しております。ポリマーは無機酸化物のガラスに比べ軽量で、成形がしやすく、近年ではガ

ラスからポリマーに材料が置き換わる光学部品も多く、特に眼鏡レンズの 90% 以上はポリマー (プラスチック) レンズになっています。「ポリマー光部品」という比較的限定された分野がミッションですが、「ポリマーが光を〇〇〇する」という講演会のテーマは想像以上な広がりがあると考えています。この 1 年間の活動を新規開催順でまとめると次のようになります。

第 46 回 2021 年 11 月 26 日、テーマ「ナノインプリント技術の最新動向と光ポリマー部品への応用」と題し、チュートリアル講演として、大阪府立大学の平井義彦教授にご講演頂き、ナノインプリント技術の基礎と技術応用について議論を行いました。会場：WEB 講演会、講演数 5 件。

第 45 回 2021 年 6 月 25 日、テーマ「プラスチック光ファイバ (POF) 応用技術の最新展開」と題し、光伝搬から光ファイバの最新動向を宇都宮大学の杉原興浩教授にチュートリアル講演をして頂きました。さらに、POF を用いたセンサーやエネルギー送信技術など様々な講演がありました。会場：WEB 講演、講演数 5 件。

この他、2021 年電子情報通信学会総合大会 (3/11、オンライン) にて企画セッション「ポリマー発光デバイスの現状と今後の展望」の主催を行いました。発光現象のメカニズムとデバイス化について大阪大学の梶井博武准教授にチュートリアル講演をして頂き、応力発光から有機 EL 素子まで興味深い内容で、多くの聴講者にご参加頂きました。

POC では企業からの参加者が多いことを生かして、異分野間のシナジー効果となる情報交換や、事業連携、産学連携のきっかけとなることを望んでおり、前述の活動方針を基に、時代の要請も鑑み、他研究専門委員会や他学会との積極的に協賛したいと思っています。電子情報通信学会の会員の皆様からのご提案も頂きながら、ポリマー光部品の発展に貢献したいと思います。皆様からの忌憚のないご意見をお待ちしております。

著者略歴：

1991 年東京工業大学総合理工学研究科修士課程修了。(株) リコーを経て、2001 年同大学院にて博士取得、2004 年産業技術総合研究所入所、2010 年 4 月主任研究員、現在に至る。

## 【お知らせ】

### ◆ 2022年フェロー候補者推薦公募について

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にて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。本年の推薦期間は4月1日から6月30日です。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。詳細は以下のURLに記載されています。

< [https://www.ieice.org/jpn\\_r/awards/title.html?id=a](https://www.ieice.org/jpn_r/awards/title.html?id=a) >

### ◆ シニア会員の申請について

シニア会員推薦規程が改正され、申請書及び推薦書の提出は年間を通して可能であり、6月30日までに提出された申請書及び推薦書を当該年度の審査対象といたします。詳細は以下のURLに記載されています。

< [https://www.ieice.org/jpn\\_r/awards/title.html?id=b](https://www.ieice.org/jpn_r/awards/title.html?id=b) >

- ・2022年シニア申請〆切：2022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。

### ◆ エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞について

2022年総合大会（2022年3月15日～18日、オンライン開催）において、第29回エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞の審査を行います。本賞はエレクトロニクス分野における優秀な発表（一般講演、シンポジウム講演）を行った学生に対して贈呈するものです。概要は以下の通りです。

\*選定対象者：次のすべての条件を満たす方。

- (1) 講演申込の際に筆頭者かつ講演者として登録し、かつ実際に講演を行った者。
- (2) 過去に電子情報通信学会の学術奨励賞、及び本賞を受賞したことがないこと。

該当者は自動的に本賞の選定対象者として登録されますので、申込み手続きは不要です。

### ◆ エレソ News Letter 研究室紹介記事を募集します。

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。

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

◆ エレソ News Letter の魅力的な紙面づくりにご協力下さい

本 News Letter は、エレソ会長、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）にご連絡をお願いします。

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

◆ エレソ News Letter は年 4 回発行します。次号は 2022 年 4 月に発行予定です。

編集担当：中西、乗松（企画広報幹事）、清水（編集出版幹事）、葉玉（研究技術幹事）

[編集後記]

今期、縁あって News Letter の編集に携わることになり、エレソの活動内容をまとまって拝見する機会をいただきました。コロナ禍を機に半ば強制されたオンラインでの学会活動も、まもなく丸 2 年を迎えることとなりますが、各種研究会運営にも様々な工夫が凝らされていることがよくわかりました。ただそれでも、リアル会場での雑談や、それらがもたらす気づきやアイデア創出は、オンラインでの代替が難しい学会活動の価値だと改めて感じました。（葉玉）