

目次

【巻頭言】

- 1 研究者・技術者のためのエッセイ
[エレクトロニクスソサイエティ前会長] 榎木 孝知 (NTT エレクトロニクス)
- 2 就任にあたり思うこと
[エレクトロニクスソサイエティ 次期会長] 橋本 修 (青山学院大学)
-

【寄稿】

[エレクトロニクスソサイエティ 各賞受賞記]

[エレクトロニクスソサイエティ賞]

- 3 スピン注入磁化反転メモリ (STT-RAM) 大容量化回路技術に関する先駆的研究開発
(Si エレクトロニクス分野)
竹村 理一郎 (日立製作所)、河原 尊之 (東京理科大学)、大野 英男 (東北大学)
- 5 低消費電力と高速動作を両立させる InP 系電子デバイスに関する先駆的研究
(化合物半導体および光エレクトロニクス分野)
宮本 恭幸 (東京工業大学)
- 7 複素振幅を扱うニューラルネットワーク理論の構築とレーダ応用への先駆的貢献
(エレクトロニクス一般分野)
廣瀬 明 (東京大学)

[学生奨励賞 (2014 年総合大会)]

- 9 (電磁波・マイクロ波分野)
小形ブリッジ形整流回路を用いた 2.4GHz 帯高効率レクテナ
細谷 鴻平 (金沢工業大学)
- パルス応答特性を用いた GaN HEMT 大信号モデル用多段はしご型 RC 熱等価回路の抽出手法
吉田 慎悟 (電気通信大学)
- 10 (化合物半導体・光エレクトロニクス分野)
ファイバー分散補償のための分極反転構造高速電気光学変調器
三坪 孝之 (大阪大学)
- CMOS-APD の青色波長帯における高感度・高速動作
刑部 僚一 (金沢大学)
- 11 (シリコン・エレクトロニクス一般分野)
コネクタ接触不良部近傍の磁界分布に基づく電流路の推定
佐藤 友哉 (東北大学)
- カレントブリーディングミキサを用いた 60GHz 帯受信機
河合 誠太郎 (東京工業大学)
-

【論文誌技術解説】

- 12 英文論文誌 C「マイクロ波・ミリ波技術の最前線」小特集号の発行に寄せて
[ゲストエディタ] 檜橋 祥一 (NTT ドコモ)

【報告】

- 13 2014 年度 材料・デバイス サマーミーティング報告
[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)] 米田 尚史 (三菱電機)
- 14 電磁界理論研究会の活動について
[電磁界理論研究専門委員会 幹事] 柴崎 年彦 (都立産業技術高専)
- 15 LSI とシステムのワークショップご紹介
[集積回路研究専門委員会 委員長] 山村 毅 (富士通研究所)
- 16 有機エレクトロニクス研究専門委員会活動の活性化ー若手研究者育成を目指してー
[有機エレクトロニクス研究専門委員会 委員長] 加藤 景三 (新潟大学)
- 17 マイクロ波・ミリ波フォトニクス研究専門委員会について
[マイクロ波・ミリ波フォトニクス研究専門委員会 幹事] 関根 徳彦 ((独) 情報通信研究機構)
- 18 Si-photonics; What's next?
[シリコンフォトニクス時限研究専門委員会 委員長] 中村 隆宏 (技術研究組合光電子融合基盤技術研究所)
- 19 MWP 国内委員会の活動と MWP/APMP 2014
[MWP 国内委員会 委員長] 塚本 勝俊 (大阪工業大学)
-

【短信】

[研究室紹介]

- 20 ワイドギャップ半導体の新しい展開を目指して
須田 淳 (京都大学)
-

【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

第 18 回 (2014 年度) エレクトロニクスソサイエティ賞候補の公募について

2015 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

第 1 回 (2014 年度) エレクトロニクスソサイエティ優秀学生修了表彰の公募について

エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞について





【巻頭言】

「研究者・技術者のためのエレソ」

エレクトロニクスソサイエティ前会長

榎木 孝知 (NTT エレクトロニクス)



6月の総会にて、エレクトロニクスソサイエティ会長職を中野義昭現ソサイエティ会長にバトンタッチし、信学会役職を退任しました。この2年間は、学会の理事としての活動を通じ、様々な見方や考え方に触れることができた有意義な期間でした。エレソ運営委員の皆様を始め、関係者の方のご協力に深く感謝申し上げます。

2017年に当学会の100周年を迎えるにあたり、学会のあり方について議論を重ねてきました。概要は、中野会長による本レター 7月号巻頭言⁽¹⁾にまとめられています。このような変革の時こそ、学会の存在目的を確認しておくことが大事だと思います。

本会の理念⁽²⁾に沿った研究開発を私なりに分解すると、
①「社会的課題を正しく認識」し、「高い専門知識」「適正な体制と環境」をもつこと

②「適正な手段で、的確な技術課題」を「効率よく研究開発により解決」すること

③「成果の普及」と「更なる可能性を示す」ことが求められていると思います。シンプルですが、研究途上においては、何が正しく、適正であるか、明確でないことが多いです。研究者や技術者の個人的なエゴや思い込み、さらには一企業や研究機関の方針だけでは、科学技術の社会的役割を果たすことができないこともあり得ます。論文、会誌、国際会議、研究会を通じて、研究成果とともに研究の目的や可能性について多くの意見を交わすことが必要です。これが、学会活動の狙いです。また、上記①～③が完結するためには、産学官の連携も必要となります。

製造技術に関係の深いエレソでは、「適正な体制と環境」は大きく変化し、グローバル化されました。結果として「適正な手段」や「成果の普及」も変化しています。以前に、日本の情報通信産業の雇用者数の変化を紹介した通り⁽³⁾、国内の製造業雇用者数は約1/3に縮小していますが、生産性及び生産性向上度は高く維持されています。アジアを中心とした製造拠点のグローバル化は、学会としても無視できません。この環境の変化に対応し、何を、誰と、どのように議論すべきなのか、見直すことが必要ではないでしょうか。現状のエレソの中では、研究専門委員会が、その必要性を直接感じておられるのではないかと思います。ぜひ、

ボトムアップの議論をお願いします。

余談になりますが、ご存知のとおり、タイは世界の製造工場が集まり急速に成長しています。よく「スパゲティ」の様だと揶揄される日本の電柱ですが、バンコク市内の電柱はその比ではなく、急速な発展を象徴するとともに、さらなる発展のエネルギーが感じられます。ここでも、多くの日本人技術者が活躍しています。海外在住の信学会会員或いは元会員にも存在感のあるエレソでありたいものです。



バンコク市内の電柱

(1)中野, “エレクトロニクスソサイエティの在り方”, NEWS LETTER Vol.157 (2014年7月)

(2) <http://www.ieice.org/jpn/about/rinen.html>

(3)榎木, “エレクトロニクスソサイエティの役割”, NEWS LETTER Vol.153 (2013年07月)

著者略歴:

昭和59年 東京工業大学・大学院修士課程修了し、同年、日本電信電話公社(現 NTT)入社。光通信・無線通信用化合物半導体超高速集積回路技術の研究開発に従事。平成24年よりNTTエレクトロニクス株式会社に移り、ブロードバンドシステム・デバイス事業本部副本部長(現職)。昭和61年 信学会学術奨励賞。平成8年、博士(工学)学位取得。平成15~16年 本会電子デバイス研究専門委員会委員長、平成21~22年 本会東京支部役員(会計幹事)。平成24~25年 エレクトロニクスソサイエティ会長。



【巻頭言】

「就任にあたり思うこと」

エレクトロニクスソサイエティ 次期会長

橋本 修（青山学院大学）



この度、エレクトロニクスソサイエティ次期会長に選出いただきました橋本修です。エレクトロニクスソサイエティの更なる活動活性化に向けて微力ながら全力を尽くさせて頂きたいと思います。

今までに、私は皆さまのご協力を得て、本ソサイエティでは MW 研究専門委員会において、幹事、副委員長、委員長、EST 研究専門委員会において委員長、また APMC 国内委員会の委員長などを仰せつかり、活性化のために微力ながら活動の機会を頂きました。一方、自身を振り返りますと、学会、本ソサイエティは、学生時代から今日に至るまで、大会、研究会等を通じて研究面では様々な議論やアドバイスを頂く場であり、また、企業、大学関係者を含めて色々な方と知り合える場であり、大変に有り難く思っております。本当に今日まで本学会、本ソサイエティに育てて頂いたという深い思いを抱いております。

さて、所信表明の際にも触れましたが、本ソサイエティがカバーしている範囲は、有機、超電導、マイクロ波、電磁界、光、量子、機構、記録、表示、材料、集積回路、シミュレーション技術など極めて広範で、しかも幾つかの魅力的な萌芽的分野を視野に入れています。しかし、この活動には、関連学会との連携、研究会の活性化、和文論文誌のあり方、会員数の減少に対する施策（企業の若手会員の増加等）や国際会議開催などについて改善すべき課題も少なからず残されています。もちろん、国際化の中で、アジア諸国との連携を図ってアジアにおける活動範囲を広げる構築化も、その一つの重要な課題と思います。

このような思いを持ちながら、2013（平成 25）年度の本ソサイエティの事業報告を読ませて頂きましたが、(1) 2014 年度予算を実質黒字ベースで立てることができ、来年度以降も 2014 年度予算の実行ベースでの黒字化と 2015 年以降の安定的黒字化に向けた方向性を示せたこと、(2)

会員である読者、投稿者にとっての論文誌とはどうあるべきかを考えつつ、投稿論文数の増加、投稿論文の効率的な査読による出版化等の課題を検討し、様々な取り組みを実施してきたこと、(3) 15 の研究専門委員会と 7 の時限研究専門委員会、5 の国際会議国内委員会がエレクトロニクスソサイエティの根幹として活発な研究活動を行ない、さらに、国際会議については、主催・共同主催 7 件及び協催・協賛・後援案件 13 件を開催したことなど、さまざまな取り組みを行い、多くの成果が出たことには頭が下がる思いです。

冒頭述べましたように、色々な面で私個人を育てて頂きました学会、本ソサイエティに対して、これから、エレクトロニクスソサイエティ次期会長として、上記のような取り組みを更に継続的に活発化し、より一層健全な運営ができるように望む所存でございます。皆様の御協力、御支援を宜しくお願い致します。

著者略歴：

昭和 51 年電通大・電気通信・応用電子工卒。昭和 53 年同大大学院修士課程了。同年（株）東芝入社。昭和 56 年防衛庁入庁。昭和 61 年東工大大学院博士課程了。平成 3 年青学大助教授。平成 6～7 年イリノイ大客員研究員。平成 9 年青学大教授。工博。環境電磁工学、生体電磁工学、マイクロ波・ミリ波計測に関する研究に従事。平成 2 年防衛論文賞、平成 15 年エレクトロニクス実装学会論文賞、平成 18 年第 9 回エレクトロニクスソサイエティ賞、平成 26 年通信ソサイエティ Best Paper Award 等各受賞。主な著書に、「ミリ波技術の基礎」（2009）、「実践 FDTD 時間領域差分法」（2006）、「高周波領域における材料定数測定法」（2003）、「電波吸収体の技術と応用」（2003）、「電波吸収体のはなし」（2001）等。電子情報通信学会（フェロー）、電気学会（フェロー）、エレクトロニクス実装学会、日本建築学会、IEEE 各会員等。

Si エレクトロニクス分野

「スピン注入磁化反転メモリ (STT-RAM) 大容量化 回路技術に関する先駆的研究開発」

竹村 理一郎 (日立製作所)

河原 尊之 (東京理科大学)

大野 英男 (東北大学)



この度、第17回エレクトロニクスソサイエティ賞をいただくこととなり、大変光栄に存じます。本選考にかかわられた学会員の皆様、ご推薦いただきました皆様には大変深く感謝申し上げます。

現在、スマートフォン、PC、デジタル家電などの情報機器や、社会の情報システムを支えているネットワーク機器、サーバ、ストレージシステムなどの情報処理装置には、多くの半導体が使われています。その代表的なものとして半導体メモリがあります。半導体メモリには、高速な読出し、書込み動作が特長の Random Access Memory (RAM) と、電源を遮断しても情報を保持できる不揮発性が特長の Read Only Memory (ROM) の2種類があります。これらの半導体メモリは用途に合わせ進化し、装置システムも半導体メモリの特性に合わせて性能を向上してきました。しかし、RAMは電源を遮断すると情報が消えてしまうため、待機状態の消費電力の増大を招く原因となっていました。これを解決するために、RAMとROMの特長を併せ持つユニバーサルメモリ(不揮発RAM)の実現が期待されていました。それには、新しい記憶原理と、それを実現する材料、デバイスの開発及び、記憶原理に対応したシリコン集積回路が必要でした。

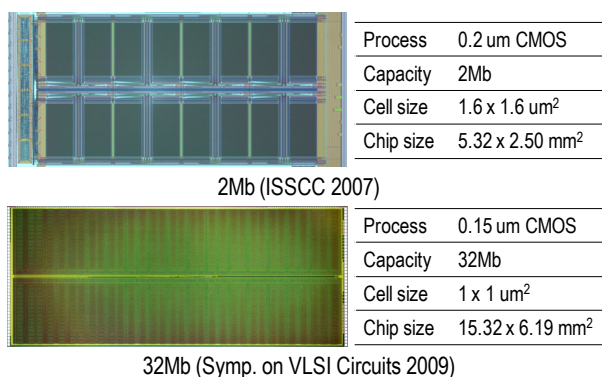
2000年代前半に、磁性体の一つである Magnetic Tunneling Junction (MTJ) を記憶素子として半導体に集積した磁性体メモリ (MRAM) が集積回路の国際学会 ISSCC にて発表されました。磁性体は半導体メモリが使われる前の主記憶であったコアメモリに利用されていましたが、半導体技術との融合で、不揮発 RAM への可能性が拓かれました。この MRAM の動作原理は、MTJ の絶縁体を挟む2つの磁性体の磁化の向き(平行、反平行)により電気抵抗が異なることを利用して情報を記憶し、書換えは隣接配線からの励起磁界により行うものです。しかし、この書換え原理では、記憶素子 MTJ のサイズが小さくなると書換えに必要な電流が増加するので、微細化には適し

せん。また、当時の MTJ の抵抗変化率も 20%程度と低く、読出し信号マージンが小さい問題もありました。

一方で MTJ に直接電流を流して磁化状態を変えるスピン注入磁化反転 (STT: Spin-Transfer-Torque) が知られていました。この方式では、必要な書換え電流の大きさが素子の面積に比例するので、微細化に適しています。この STT に関して、2004年に MTJ の絶縁体に結晶の酸化マグネシウムを用いることで劇的に性能が向上することが実験で示されました。これにより、半導体のメモリ素子に求められる書換え電流 200 μ A 以下、抵抗変化率 100% (2倍) の実現性が高まりました。我々は、この磁性体の革新である STT を利用した STT-RAMこそが高集積不揮発 RAM の最有力候補であると考え、日立製作所と東北大学との間で推進していた国家プロジェクトの目標の一つとして、高集積 STT-RAM の開発を行いました。開発途中、2005年末の電子デバイスの国際学会 IEDM での 4kb STT-RAM 原理検証チップの発表も知り、STT-RAM の有用性を再認識しました。

実際に、高集積 STT-RAM の実現には、①読出し時の電流で誤書込みを防止するための読出し電流量の設計、②書込みデータに従って電流をメモリセルに供給する回路構成、③MTJ の信頼性設計手法の確立が必要でした。読出し電流は大きいほど高速動作に向きますが、MTJ 素子に流れる電流による誤書換えのおそれが生じます。そこで、低抵抗である平行状態になる方向の電流で読出す平行化方向読出し方式を提案しました。書込みに関しては、ビット毎に電流の向きを制御可能な書込み回路を提案しました。これらの方式を 0.2 μ m プロセスの 2Mb チップに実装し、40 ns での読出し性能を実現しました。また、MTJ の信頼性設計手法については、チップ容量、動作条件と素子の熱安定性指標の関係を明らかにしました。さらに高集積化に向けて、微細セルと書込み電流の確保、ロバストな読出し方式を課題として取り組みました。これら

に対して、小面積で大電流駆動力を実現する 2 トランジスタ型セルを提案し、同面積の 1 トランジスタ型に比べ約 1.4 倍のトランジスタサイズを実現しました。さらに、書き込み回路は小さいアレイ毎に配置し、配線抵抗による電圧降下を低減する一方で、読出し回路を複数のアレイで共有して面積を低減する階層化アレイ方式を提案しました。また、読出し動作の安定化のために、'1'と'0'のセルを用いて参照電圧を生成する方式を提案しました。これらを搭載した 0.15 μm プロセスの 32Mb チップは、35 ns の読出し動作を 94.8 mm^2 の面積で実現しました。これらにより、高集積 STT-RAM の基本回路技術を構築しました。



不揮発 RAM としての STT-RAM は、サンプル出荷が開始していますが、本格的な量産化に向けデバイス信頼性の向上、量産技術の開発、高集積化に向けた微細磁性体素子の開発が必要となります。すでにより微細なセル向けの垂直記憶型 MTJ の開発が進んでいます。これらが進むにつれて、DRAM や SRAM に代わり STT-RAM が使われる日も近いと思います。また、不揮発 RAM が普及するとともに、従来の RAM/ROM で構築されてきたシステムも不揮発 RAM を前提とした低消費電力かつ高速動作が可能なシステムへと変わることが期待されます。

最後に、本研究成果に関し、東北大学電気通信研究所 ナノ・スピン実験施設の方々、(株) 日立製作所 中央研究所の方々に感謝いたします。本研究の一部は、文部科学省研究振興局、研究開発委託事業「IT プログラム」の「高機能・超低消費電力メモリの開発」プロジェクトにより開発を行ったものです。

著者略歴：

竹村 理一郎

1995 年 東京工業大学工学部電子物理工学科卒。1997 年 同大学院理工学研究科電気電子工学専攻修士課程了。2011 年 博士(工

学)。1997 年 (株) 日立製作所中央研究所入社。以来、DRAM、相変化メモリ、STT-RAM 等のメモリの低電圧・低消費電力高速回路技術の研究に従事。2008 年 カリフォルニア大学ロサンゼルス校客員研究員。2011~13 年 VLSI 回路シンポジウムプログラム委員、2011~14 年 信学会エレクトロニクスソサイエティ集積回路研究会専門委員、信学会会員。

河原 尊之

1983 年 九州大学理学部物理学科卒。1985 年 同理学研究科物理学専攻修士課程了。1993 年 博士 (工学)、九州大学。1985 年 ~2014 年 (株) 日立製作所。主に同社中央研究所にて、低電圧・低電力回路 (低リーク、電荷再利用、FD-SOI)、DRAM、フラッシュメモリ、相変化メモリ、STT-RAM などのメモリ回路、及び DNA 塩基配列検出回路の開発に従事。1997~1998 年 スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL) 客員研究員。2014 年 東京理科大学工学部電気工学科教授、現在に至る。2009 年 材料科学技術振興財団山崎貞一賞受賞。信学会会員。IEEE フェロー。

大野 英男

1977 年 東京大学工学部電子工学科卒。1982 年 同工学系研究科電子工学専攻修了 (工学博士)。1982 年 北海道大学工学部講師、助教授、1994 年 東北大学工学部教授を経て、1995 年 同電気通信研究所教授、2010 年 同省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター長、2012 年 同原子分子材料科学高等研究機構主任研究者、2013 年 電気通信研究所長、2014 年 国際集積エレクトロニクス研究開発センター教授。2002~2006 年度 文部科学省 IT プログラムならびに 2007~2009 年度 同省「次世代 IT 基盤構築のための研究開発」プロジェクトリーダー、2010~2013 年度 内閣府 最先端研究開発支援プログラム「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」中心研究者。1998 年 日本 IBM 科学賞、2003 年 The IUPAP Magnetism Prize、2005 年 日本学士院賞、2007 年 応用物理学会フェロー、2011 年 Thomson Reuters Citation Laureate、2012 年 IEEE David Sarnoff Award、2013 年 American Physical Society フェロー。信学会会員。



【寄稿】(エレクトロニクスソサエティ賞 受賞記)

化合物半導体および光エレクトロニクス分野

「低消費電力と高速動作を両立させる InP 系電子デバイスに関する先駆的研究」



宮本 恭幸 (東京工業大学)

このたび、平成 26 年度のエレクトロニクスソサエティ賞をいただけることになり、大変光栄に存じます。本選考にかかわられた学会委員の皆様、ご推薦いただきました皆さまをはじめとする関係各位に深く感謝いたします。

卒業研究で所属した末松安晴教授の研究室で半導体結晶成長に従事したことから始まる私の InP 系化合物半導体デバイスの研究は 30 年を超えていますが、その間ご指導くださった末松安晴名誉教授、古屋一仁名誉教授(現東京高専校長)、また荒井滋久教授、浅田雅洋教授を始めとするご指導・ご助言くださる先輩諸氏、渡辺正裕准教授、西山伸彦准教授、鈴木左文准教授を始めとする研究体制を整え維持してくれる同僚に深謝いたします。

さきにも述べたように、卒業研究で InP 系の有機金属気相法 (Metal Organic Vapor Phase Epitaxy : MOVPE) による結晶成長を、研究室の先輩である菅生繁男博士の手ほどきを受けながら携わったことから始まった私の InP 系化合物半導体の研究ですが、開始当初は半導体レーザを目指して研究を行っていました。始めたころは、成長条件がつかめず、結晶成長後も基板の裏側と区別がつかない灰色の表面になることもしばしばでした。その後 MOVPE による日本で初めての InP 系レーザ発振に立ち会うことができ、続いて微細加工と組み合わせて量子箱(量子ドット)レーザ構造の形成をめざした量子箱構造への電流注入による発光を確認して、工学博士を頂きました。

その後教員となり、古屋一仁教授の指導の許で、高速電子であるホットエレクトロンを電子波回折により制御しようというプロジェクトを行いました。残念ながらホットエレクトロンの電子波回折制御は、要求する微細寸法に未だ微細加工技術が及ばないことからダブルスリット構造による干渉像の観測で終わりましたが、1990 年代にホットエレクトロントランジスタや共鳴トンネルダイオード等のホットエレクトロンを用いた電子デバイスの試作・評価をおこなったこと、25nm ライン&スペースの金属電極構造を形成したこと、InGaAs 中の 25nm 周期 InP 構造を形成したことなどから、設計した半導体ヘテロ構造の結晶成長を行い、電子ビーム露光を駆使し数十 nm の微細加工を

施してから、さらに再成長や電極形成などをおこなって、設計した素子構造を形成する研究体制・研究環境が整えられたことは、今回の受賞の理由である InP 系化合物半導体電子デバイスの研究のおおきな基礎となっております。

室温で動作する InP 系電子デバイスの研究としては、1994~95 年に在籍した AT&T ベル研究所での滞在中に取りくんだヘテロ接合バイポーラトランジスタ (Heterojunction Bipolar Transistor : HBT) の研究から始まります。助教授職についていたにも関わらず、1 年間半の海外での経験を積ませていただいたことに感謝しております。ここでも MOVPE や微細加工の経験は、成長担当の研究者との連携や新構造を提案する際には非常に役に立ち、アンダーカットによる加工を用いてコレクタ容量を半分以下にすることが出来ました。ただ、AT&T ベル研究所で自由に使えたのは、一般的なコンタクトリソグラフィーしかないことから、微細化が要求されるエミッタ幅は 2 μm 程度に限られておりました。

帰国後、HBT 作製に電子ビーム露光を用いることで、高電流密度を得つつ、総電流量が減るエミッタ幅の微細化にも取り組み、InP 系 HBT においてエミッタ幅 100 nm を世界で最も早く実現し、さら 2012 年には 55 nm という世界最小幅まで微細化を行い、薄い層構造と組み合わせて、エミッタ電流密度も HBT としての世界最高レベルである 5 MA/cm² が達成できました。コレクタ容量低減についても、コレクタ層下に金属や絶縁体を埋め込むことでコレクタ容量を低減することを提案・実現し、0.6 fF というコレクタ容量を 2005 年に報告しました。

さて、2000 年半ばまでは、InGaAs 電子デバイスの応用は高速化が要求される通信系への応用が主であり、デジタル回路への応用においても HBT で作製される回路は MUX や DEMUX 等がメインであり、低消費電力への要求はそれほど高くありませんでした。しかしながら、2005 年にインテルが、その移動度の高さから低電圧時においても高速 (=高電流密度) に動作することが期待される化合物半導体を Si に代わる MOSFET 用材料として使うべきと提唱し始めたことは、この分野において、大きな転機とな

りました。MOSFET の最も大きな特徴は、待機時のオフ電流が小さく、HBT で主流であるエミッタ結合形論理回路などに較べて非常に消費電力が小さいことであり、大規模論理回路として明らかに有利です。論理回路で InGaAs MOSFET を使う為には、Si 基板上に InGaAs MOSFET を高集積・かつ安価に実現する必要がありますが、この要求は、優れた高周波特性を持つ InGaAs 系 FET を Si 集積回路とモノリシックに形成することも同時に実現することから、いままでにない応用に拡張される可能性も持っています。さらに現時点で最も良い高周波特性を出している HEMT は、更なるチャネル長縮小に必要なゲートチャネル間の垂直方向の縮小においてリーク電流に苦しんでおり、MOS 構造導入による縦方向の縮小で可能になるチャネル長縮小で、InGaAs 系 FET の高周波における更なる高性能化も行える可能性があります。

InGaAs を nMOSFET の材料としてみた場合、Si で通常用いられるイオン注入によるソース/ドレインの形成では充分高いキャリア濃度を得ることができないという欠点があります。ソースが低キャリア濃度の場合は、キャリアに充分な電子が供給できず、また寄生抵抗が大きくなり、高電流密度が流せないという問題が生じます。2008 年に金沢徹助教が我々の講座に着任したことから、彼に、結晶成長により充分高いキャリア濃度を持つソースを作製する技術の開発をお願いしました。その結果、再成長ソースを用いることで、電子ビーム露光による短チャネル化に伴い、電流密度が増大していくことが確認され、チャネル長 170 nm において、世界に先駆けて InGaAs MOSFET の当初の壁となっていたドレイン電圧 1 V での 1 mA/ μm を超える電流密度を観測しました。さらに 2011 年に報告した InP ソースとチャネル長 50 nm とを組み合わせた MOSFET では、ドレイン電圧 0.5 V においてドレイン電流 2.4 mA/ μm という高電流密度を実現できました。この電流密度は ITRS によって予測される 2020 年に実現すべき電流密度も凌駕しており、現在でも 0.5 V のドレイン電圧では最も高い電流密度となっています。

またホットエレクトロンをヘテロ接合に依る電子ランチャで生成して高速動作させようとダブルゲート縦型 InGaAs MOSFET の作製も行いました。15 nm まで縮小したチャネルボディ幅を高濃度のエミッタ層と 70 nm のチャネル長と組み合わせることで、7 MA/ cm^2 という高い電流密度を得ることが出来ました。この構造作成技術を用いてヘテロ構造を持つトンネル FET の試作を行いました。低電圧化を実現するには、オフ電流を保ちつつしきい値を

下げることも重要であり、いままでの熱により決まる 60mV/dec のサブスレッショルド特性を打ち破りしきい値が低減できると注目されているトンネル FET ですが、チャネル抵抗がトンネル抵抗で決まり、大きなオン電流が出難いという難点があります。ここで GaAsSb/IGaAs タイプ II 型ヘテロ接合をソースチャネル間に導入すれば、オフ電流の為のチャネルのバンドギャップをある程度保ちつつ、電子のトンネリング距離を減らせ、低しきい値・低オフ電流と高オン電流が両立できる可能性があります。実際にダブルゲート縦型 MOSFET 構造作成技術を応用して GaAsSb/InGaAs 接合を持つトンネル FET を作製し、71 mV/dec というタイプ II 型を用いたダブルゲート縦型 MOSFET 構造としては最も低いサブスレッショルドスロープ値を得ることができました。

なお、私が研究に用いている結晶成長装置・電子ビーム露光による微細加工装置等は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業（2012 年度より開始。ナノテクノロジー総合支援プロジェクト（2002～2007 年度）・ナノテクノロジーネットワーク事業（2008～2011 年度）の後身）により産学官すべての研究者にむけて技術支援という形で公開されています。これを用いて台湾交通大学との共同研究として InP 系 HEMT における現時点で世界最高の遮断周波数である 710 GHz を実現しています。申し込まれた方は、作製可能であり、かつ営利目的の試料転売が無い場合は、まずかならず採択されますので、ぜひこの分野での研究参入にお使いいただければと思います。

以上、雑駁になってしまいましたが、私の InP 系電子デバイスに関するいままでの経歴を簡単に述べさせていただきました。最後に、今回概説させていただいた結果は、本郷廣生氏、新井俊希氏、齋藤尚史氏、米内義晴氏、藤松基彦氏を始めとする OB を含む研究室学生諸氏のおかげであり、深謝いたします。また、これらの研究は、日本学術振興会科研費/総務省 SCOPE の補助を得て行われました。

著者略歴：

1983 年東京工業大学工学部電子物理工学科卒業、1988 年東京工業大学理工学研究科電子物理学専攻博士課程修了、工学博士。1988 年東京工業大学助手として採用、その後、助教授、准教授を経て現在電子物理学専攻教授。1994～1995 年 AT&T ベル研究所コンサルタント。



【寄稿】(エレクトロニクスソサイエティ賞 受賞記)

エレクトロニクス一般分野

「複素振幅を扱うニューラルネットワーク理論の構築とレーダ応用への先駆的貢献」

廣瀬 明 (東京大学)



この度は、栄えある電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ賞を賜り、大変有難く光栄に存じます。推薦・評価くださった先生方・本会皆様方に、深く感謝を申し上げます次第です。またその成果は、これまでの多くの学生達の尽力の賜物であり、研究室皆でいただいたものと考えております。タイトルを一瞥されますと、これがエレクトロニクスだろうか、といぶかしく思われる方も、あるいはいらっしゃるかもしれません。本稿では、そのもととなりました考えと立ち上げの様子、その展開の一部をご紹介します。またその成果は、これまでの多くの学生達の尽力の賜物であり、研究室皆でいただいたものと考えております。タイトルを一瞥されますと、これがエレクトロニクスだろうか、といぶかしく思われる方も、あるいはいらっしゃるかもしれません。本稿では、そのもととなりました考えと立ち上げの様子、その展開の一部をご紹介します。

標記のように、筆者は複素振幅を扱うニューラルネットワーク理論の構築とそのレーダを中心とする応用に関する研究を進めてまいりました。その一連の研究は、電波伝搬・散乱の物理と適応的情報処理の数理を融合するものであると考えています。これまでの電磁界理論の分野が扱ってきたエレクトロニクスを大きく拡張する新しい領域を切り拓いてゆくものになることを願って、これを進めております。

近年、複素ニューラルネットワークやその考えを基にした情報処理は、衛星/航空機搭載の合成開口レーダなど、レーダ・エレクトロニクスにおける信号処理技術としても利用されています。それは、宇宙からの地球観測でもその威力を発揮しています。その概念を図1に示します。地上数百キロメートル上空の人工衛星からマイクロ波を地表に照射し、合成開口技術によって地表散乱の状況に依存した散乱波の振幅、位相、偏波などを観測して、地表の情報を得ようとしています。その際、電波伝搬にともなう回折や屈折、干渉、空間的・時間的な離散化などによりデータに歪が生じます。この物理と計測に依存して歪んだデータから、知りたい地表の真の情報を得るためには、それをより良く推定・予測する技術が必要になります。そこに、電波伝搬の物理を上手に反映するニューラルネットワーク適応処理が大いに役立ちます。それが、波動現象を前提とする表現を用いる、複素振幅ニューラルネットワークです。また同時に、これは適応的に情報を扱うための数理を波動の物理と融合することでもあります。

その成果は広がりつつあります。位相情報に基づく広範で精密な地形変化の計測による火山・地震の災害把握や減災、氷河・極地雪氷や森林バイオマスの観測による地球温暖化監視、偏波情報をアダプティブに利用した穀物収量把握など、現代社会が直面している幅広い課題の解決に資する技術基盤になりつつあります。

1990年代初めに複素数、あるいは複素振幅を扱うニューラルネットワークの研究が日本、米国、欧州のいくつかの研究グループで始まりました。筆者もその基礎を提案する幸運に恵まれました。その際、波動信号処理から将来の量子デバイスまで視野に入れたアイデアとしてこれを提案しました。そしてこの研究を、特にエレクトロニクスとしての展開を重視する立場で推進してきました。

そのきっかけは次の通りです。筆者は、修士課程の学生の時には深宇宙でのフォトンカウンティング光通信の研究を行い、博士課程ではコヒーレント光ファイバ通信の研究を行いました。そして就職した際に、自分にとって全く別の分野に挑戦したいと考え、ニューラルネットワークの分野に興味を持ってその研究動向を調べてみました。

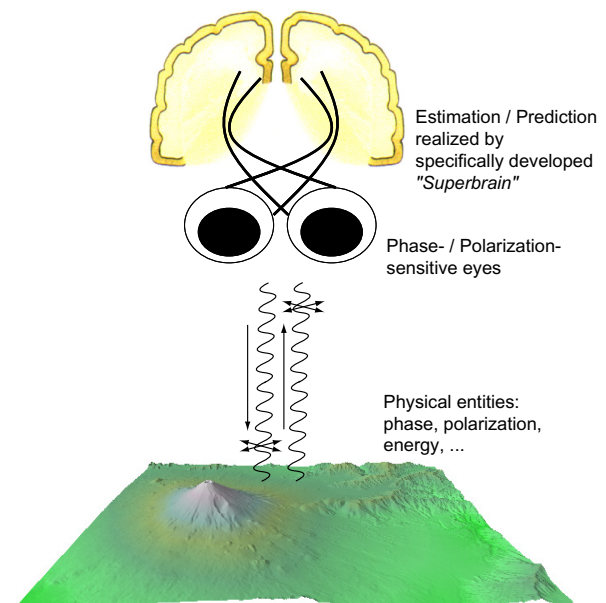


図1 “電波伝搬の物理を取り込んで推定や予測を実現する脳機能を成熟させる” 概念図 (A.Hirose, “Complex-Valued Neural Networks, 2nd Edition” (2012) Springer)

ちょうどいわゆる第2次ニューロ・ブームが過ぎ去ろうとしているところでした。漠然とコヒーレント光通信システムへの応用場面を思い浮かべながら、ニューロ適応信号処理の工学的な利用を考えていました。ところが複素情報や複素振幅を扱うニューラルネットワークが存在していないことに気づきました。不思議に思いました。これは、一般に多次元の情報を扱うニューロ分野では、複素数はせいぜい次元を2倍にする程度の意味しかない、と考えられたのかもしれないと想像しました。またニューロ分野は確率統計を極めて太い理論の柱としていますが、初等の統計で複素数が出てくる場面は特性関数ぐらいでしょうか。複数の先輩研究者から、「廣瀬さん、複素ニューラルネットワークはやめておいたほうがいいよ、脳を計っても虚数は出てこないから」と忠告をいただきました。そのため、問題が出れば臨機応変に方向変更しよう、とにかく行けるところまで行ってみよう、と考えていました。ただ直感的には、ニューロの学習で重要な性質である汎化特性などが、複素ニューロと実数ニューロとで明らかに異なるように感じました。そしてそれは、信号の性質や、情報の得られる実世界の物理と深く関係するものだと思われました。

研究室の立ち上げにあたっては、物も無く学生も居ない状況でしたので、まずは理論から取りかかる以外にありませんでした。しかしお金が無い時ほどいろいろなアイデアが膨らみます。またとりあえずパーソナルコンピュータを購入しシミュレーションも行いました。当時のニューロ研究が未だそのような原始的な取り組みも許していたことは、今思えば、これも幸運でした。当時、およそ次のようなことを思案しました。複素領域での学習理論の基本的枠組みはどうあるべきか、どのような信号情報を本質的な実体として扱うべきか、活性化関数の非線形性はどのようなタイプならば実世界のデバイスやシステムで役立つか、その際にいわゆる Liouville の定理を克服するにはどうしたらよいか、などです。いずれの場合にも、光波、電磁波、電子波などを思い浮かべることによって、理論を構築してゆくことができました。その作業は量子力学の定式化方法との類似性が高く、したがって構築される枠組みの有用性が高いことが予想されて励みになりました。そしてこの分野の世界の多くの研究者らの支援を受け、なんとか形あるものにすることができました。現在、内外の研究者らによって、複素ニューラルネットワークに基づく量子コンピューティングや四元数ニューロなどの研究も進められ、物理と数理の交差する多くの方面に展開されています。

幸いこれら成果は他学会でも高く評価していただいている模様です。IEEE Geoscience and Remote Sensing Society (GRSS) でディスティンディングイッシュト・レクチャラーにも選任していただき、講演・交流活動が世界各国の研究者の新たな着想につながっているようです。また拙著 "Complex-valued neural networks" (1st Edition, 2006 / 2nd Edition, 2012, Springer) は、この分野の多くの研究者のご意見・ご批判をいただきながら活用いただいていて、微力ながら関連分野の展開に貢献している様子です。

理論的な枠組みはかなり充実してきました。しかし具体的な社会への貢献は未だ始まったばかりです。今回の受賞を励みに、精進したく存じます。またこのような発想がエレクトロニクスソサイエティの研究活動の幅の拡張と新展開にいくばくかでも貢献することを意識しながら研究を進めてゆこうと考えています。この度いただきました評価は望外の喜びです。重ねて感謝申し上げます。

著者略歴：

1987 年東京大学大学院工学系研究科電子工学専攻博士課程中途退学、同年東京大学先端科学技術研究センター助手。東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤情報学専攻、同大学院工学系研究科電子工学専攻を経て、現在、東京大学工学系研究科電気系工学専攻教授。この間 1993 年～1995 年ボン大学（ドイツ）神経情報研究所客員研究員、2006 年～2008 年 宇宙航空研究開発機構（JAXA）宇宙科学研究本部（ISAS）客員准教授・客員教授を併任。工学博士。主にワイヤレスエレクトロニクス、ニューラルネットワークの研究に従事。光科学技術研究振興財団優秀研究賞（1998）、稲盛財団スカラーズメンバー（2000）、ICONIP Best Paper Award（2004）、本会エレクトロニクスソサイエティ功労賞（庶務幹事/総務幹事（2006）、EMT 研究専門委員会幹事（2008））などを受賞。これまで IEEE Geoscience and Remote Sensing Newsletter Associate Editor（2008–2012）、IEEE Transactions on Neural Networks Associate Editor（2009–2011）、IEICE Transactions on Electronics Editor-in-Chief（2011–2012）などを歴任。また現在、IEEE Geoscience and Remote Sensing Society (GRSS) All Japan Chapter Chair（2014–）、IEEE GRSS Distinguished Lecturer（2014–）、日本神経回路学会（JNNS）会長（2013～）、本会エレクトロニクスソサイエティ副会長（編集出版担当、2013～）などを担務。本会シニア会員、IEEE フェロー。

「小形ブリッジ形整流回路を用いた

2.4GHz 帯高効率レクテナ」

細谷 鴻平 (金沢工業大学)

この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を授与頂き、大変光栄に存じます。本研究にあたり、ご指導いただきました伊東健治教授、ならびに関係者の方々に深く御礼申し上げます。



今回、受賞対象となりました「小形ブリッジ形整流回路を用いた 2.4GHz 帯高効率レクテナ」は、無線電力伝送の課題である、レクテナの高効率化に関する報告です。整流回路においては、高インピーダンス動作となるほど高整流効率となることが知られています。しかし、無線電力伝送で用いられる高周波数帯では、高インピーダンス動作とすると、ダイオードの接合容量 C_j の影響により漏れ電流が増加し、整流効率が低下してしまいます。

そこで本研究では、新たに提案する L 形ローパスフィルタ (LPF) を整流回路の入力側に設ける構成を提案しています。L 形 LPF は、 π 形 LPF の出力側のキャパシタをダイオードの接合容量 C_j に置き換えたものです。これにより、ダイオードの接合容量 C_j による整流効率の低下を抑制すると共に、高調波処理の効果も合わせてねらっています。ISM 帯 (Industry-Science-Medical band) である 2.4GHz 帯においてこの構成の試作を行った結果、26.2dBm 入力時に 80.0% の整流効率を得ています。これは、市販の Si-SBD (Si-Schottky Barrier Diode) を用いた過去の発表と比較し、最も高い効率のもの 1 つとなっています。

今回の受賞を励みとして、より一層の精進を重ねて参ります。今後ともご指導、ご鞭撻の程、宜しくお願い申し上げます。

著者略歴：

平成 25 年金沢工業大学工学部情報通信工学科卒業、同年、同大学院工学研究科電気電子工学専攻博士前期課程在学中。

「パルス応答特性を用いた GaN HEMT 大信号

モデル用多段はしご型 RC 熱等価回路の抽出手法」

吉田 慎悟 (電気通信大学)

この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を授与いただくこととなり、大変光栄に存じます。ご推薦くださいました学会関係者の皆様に深く感謝申し上げます。また、日頃から熱心にご指導を頂いた本城和彦教授、石川亮助教をはじめとする、研究室の皆様に厚く御礼申し上げます。



今回受賞対象となった「パルス応答特性を用いた GaN HEMT 大信号モデル用多段はしご型 RC 熱等価回路の抽出手法」は、パルス応答特性を用いてトランジスタ内部の発熱の影響を多段はしご型 RC 熱等価回路によってモデル化し、熱によるパラメータ変動を考慮した高精度なマイクロ波回路設計を可能にしようとするものであります。

トランジスタの発熱の影響を考慮したモデリングを行うにあたり、これまでは 3 次元熱解析を用いてきました。この方法はトランジスタ本体の温度分布を解析するもので、チップキャリアなどの外部環境による影響を考慮できませんでした。本研究では、トランジスタのパルス入力応答に見られる熱応答特性である過渡応答を用いて、外部環境も考慮した多段はしご型 RC 熱等価回路のモデル化を行っております。完成した熱等価回路を組み込んだトランジスタモデルを用いて増幅器を製作し、熱効果の影響が大きい 3 次相互変調ひずみを評価することで、精度よく熱効果が再現出来ていることを確認し、本手法が発熱の影響のモデル化に有効であることを明らかにしました。

今回の受賞を励みに、これからもより一層の精進を重ねていく所存です。今後ともご指導・ご鞭撻の程、どうぞよろしくお願い致します。

著者略歴：

平成 24 年 電気通信大学電気通信学部情報通信工学科卒業。
平成 26 同大学院情報理工学研究科情報・通信工学専攻博士前期課程修了。現在、北海道電力株式会社勤務。

「ファイバー分散補償のための
分極反転構造高速電気光学変調器」
三坪 孝之 (大阪大学)

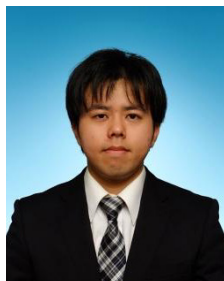
この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を授与いただき、大変光栄に存じます。ご推薦下さいました学会関係者の皆様に深く御礼申し上げます。日頃から御指導頂いている村田博司准教授、岡村康行教授、ならびに関係者の方々に厚く御礼申し上げます。また大学の先輩方の研究に対する姿勢に刺激を受け、私自身も精進することができました。御礼申し上げます。

今回、受賞対象となりました「ファイバー分散補償のための分極反転構造高速電気光学変調器」は、進行波型電極と分極反転構造を組み合わせることにより、ファイバーの分散とは逆の特性をデバイスに持たせ、波形歪みを補償する電気光学変調器に関する報告です。速度整合のとれていない進行波型電気光学変調器のインパルス応答は、分極反転パターンと対応した相似形の実関数になります。この関係を利用し、ファイバーの分散による波形歪みを補償するためのインパルス応答をデバイスに持たせています。本研究では、分極反転パターンの設計に $\Delta\Sigma$ 変換を用い、反転領域が $20\mu\text{m}$ の細かいパターンを施しています。これにより実効的にほぼ連続な分散補償のためのインパルス応答を実現し、高精度な分散補償を可能にしました。さらに、 RZ40Gb/s の入力信号を用いた場合においてシミュレーションを行い、ファイバー ($D=16\text{ps/nm}\cdot\text{km}$) 長 10km における波形歪みを補償できることを示しました。

このデバイスに金属または誘電体を装荷させることにより、マイクロ波の実効屈折率を変化させ、補償可能なファイバー長を変化させることも可能です。現在、設計したデバイスの作製を行っています。この受賞を励みとして、一層精進を重ね研究に励んで参りたいと考えております。今後とも、ご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

著者略歴：

平成 24 年大阪大学基礎工学部電子物理科学科卒業、同年より同大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻電子光科学領域博士前期課程在籍。



「CMOS-APD の青色波長帯における
高感度・高速動作」
刑部 僚一 (金沢大学)

この度は栄誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を頂くことになり、大変光栄に存じます。ご推薦いただいた学会関係者の方々、本研究の遂行にあたりご指導いただきました飯山宏一教授、丸山



武男准教授、並びに関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

標準 CMOS プロセスを用いた Si 光検出器の作製は、光インターコネクションにおける低コストな LSI との集積化を実現します。私達の研究室では $0.18\mu\text{m}$ CMOS プロセスを用いたアバランシェ光検出器 (CMOS-APD) を試作し、低駆動電流による低消費電力化、アバランシェ増幅による高感度と高速応答を実現しています。

今回受賞対象となりました「CMOS-APD の青色波長帯における高感度・高速動作」は、CMOS-APD を Blu-ray Disc の光検出器に用いるため、波長 405 nm 帯における CMOS-APD の感度と帯域を評価した報告です。光ディスクの記録容量を大容量化する多層記録層は記録層の材料が半透明であるため、光検出器には高感度が求められます。また、Blu-ray Disc の読み込み速度は 6 倍速で 216 Mbps となるため、 108 MHz 以上の帯域幅が求められます。本研究における CMOS-APD は、受光部の電極を櫛型にすることでキャリアの移動距離を短くして高速応答を実現しています。電極間隔 $7.6\mu\text{m}$ の CMOS-APD は、 0 V 時の感度 0.08 A/W 、アバランシェ増幅によって最大感度 6.9 A/W (増幅率 91)、最大帯域幅 1.55 GHz を得ました。これは、Blu-ray Disc 用の帯域を十分に満たしており、市販の Si PIN-PD と比較して 10 倍以上の感度を達成しています。また、素子間隔 $6\mu\text{m}$ でも十分な素子間アイソレーションが取れており、多層光ディスク用の光検出器として十分利用できると考えられます。

今回の受賞を励みとして、一層の精進を重ねて研究に励む所存です。今後とも皆様のご指導とご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

著者略歴：

平成 26 年金沢大学理工学域電子情報学類卒業、同年、同大学院自然科学研究科電子情報科学専攻博士課程前期在学中。

「コネクタ接触不良部近傍の

磁界分布に基づく電流路の推定」

佐藤 友哉 (東北大学)

この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を授与いただき、大変光栄に存じます。ご推薦くださいました学会関係者の皆様方には深く御礼申し上げます。また、本研究を遂行するにあたりご指導いただきました曽根秀昭教授、水木敬明准教授、林優一准教授、並びに関係者方に厚く御礼申し上げます。



今回受賞対象となりました「コネクタ接触不良部近傍の磁界分布に基づく電流路の推定」は、身の回りにある様々な電子機器同士を接続しているコネクタに接触不良が生じた際の接触境界面における電流路変化を数値解析により明らかにしました。不十分なトルクによる接続や経年劣化などにより接触状態が悪化した接続部に高周波電流が流れると不要電磁放射が生じ、周囲の機器を妨害することが知られています。過去の研究により僅かな接触不良が存在する接触不良部ではインダクタンス値の増加が放射電磁波の増大と関係があることが明らかとなっており、インダクタンス値増加のメカニズムについては十分な検討がなされていない状況でした。そこで、本報告では接続部における接触不良の状態をモデル化し、時間領域差分法を用いた数値シミュレーションによって接触不良部の磁界分布の変化からインダクタンスの変化を表す電流路の変化を推定しました。その結果、コネクタ近傍を流れる電流が接触不良部に達すると接点に向かって迂回を始め、時間経過と共に接触不良部近傍の一定の区間で迂回が生じることが明らかとなり、この迂回電流がインダクタンス値を増加させる要因であることを解明しました。

今回の受賞を励みとしてより一層の精進を重ね、接触不良が存在する場合における高周波伝送信号と接触不良の関係性や接触不良部検出方法の簡便化に向けて研究に励みたいと思います。今後とも皆様のご指導御鞭撻のほど、よろしくお願いいたします。

著者略歴：

平成 24 年東北大学工学部情報知能システム総合学科卒業、同年より同大学院情報科学研究科応用情報科学専攻博士前期課程在籍。環境電磁工学の研究に従事。

「カレントブリーディングミキサを用いた

60GHz 帯受信機」

河合 誠太郎 (東京工業大学)

この度は名誉あるエレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞を頂き、大変光栄に思います。ご推薦頂いた学会関係者の方々、また本研究を進めるにあたりご指導頂きました松澤昭教授、岡田健一准教授、ならびに関係者の方々に深くお礼申し上げます。



今回受賞対象になりました「カレントブリーディングミキサを用いた 60GHz 帯受信機」は、カレントブリーディングミキサを用いることにより受信機全体の面積及び消費電力を削減できるという報告です。近年、無線周波数帯の逼迫及びデータ量の増大に伴いミリ波、特に 60GHz 帯を用いた近距離無線通信の実現が期待されています。これにより数十 Gbps もの超高速無線通信が実現可能です。スマートフォン等への適用を考えると小面積かつ低消費電力の受信機が求められます。しかし、60GHz 帯の回路では信号の伝送路として伝送線路を用いなければならない、またトランジスタの利得が低いことから受信機等で要求される利得を実現するためには多段構成の増幅器が必要となり、面積・消費電力が増大します。特にミキサを駆動させるための発振器側 (LO) には大きなパワーが要求され、消費電力及び面積の削減が難しいところです。

そこで、本研究では低い LO パワーで駆動可能なカレントブリーディングミキサを採用しました。これにより、ミキサ単体の面積及び消費電力はパッシブのものに比べ増大しますが、LO 側も考慮した場合消費電力を 10mW 削減し、全体の面積 40% の削減を実現しました。

今回の受賞を励みとして、より一層研究に精進してまいります。今後ともご指導御鞭撻のほど、よろしくお願いいたします。

著者略歴：

2013 年 東京工業大学電気電子工学科卒業。2014 年現在、同大学院 電子物理工学専攻修士課程在学中。2013 年 LSI とシステムのワークショップ IEEE SSCS Japan Chapter Academic Research Award 受賞。2014 年 STARC シンポジウム 2014 優秀ポスター賞受賞。



【論文誌技術解説】

英文論文誌 C「マイクロ波・ミリ波技術の最前線」 小特集号の発行に寄せて ゲストエディタ



植橋 祥一 (NTT ドコモ)

ここ数十年の間、マイクロ波・ミリ波技術はワイヤレス通信、センシング、イメージング、電力伝送、医療応用などさまざまなシステムのなかで重要な役割を果たしてきました。モバイル通信に代表されるように、この技術に基づくシステムは私たちの生活様式に劇的な変化をもたらしました。これは、私たちの将来社会を形成するうえでマイクロ波・ミリ波技術が計り知れない可能性を秘めていることを示唆しています。

2014 年 10 月号における「マイクロ波・ミリ波技術の最前線小特集号 (Special Section on Recent Progress in Microwave and Millimeter-wave Technologies)」は、マイクロ波・ミリ波技術に関する最新の、かつ、幅広い研究成果を読者の皆さまにいち早く提供することを目的として企画いたしました。

本小特集号では、国内の大学や企業だけでなく海外からも投稿がありました。投稿論文数は、論文とブリーフ・ペーパーを合わせて 15 件でした。査読結果に基づく編集委員会での厳正な審査の結果、9 件の論文と 2 件のブリーフ・ペーパーを採録いたしました。採録された論文の取り扱うテーマは、能動回路 (極低温冷却時の GaN HEMT の RF 特性、広帯域リニア CMOS PA)、受動回路 (マイクロストリップ線路とポスト壁導波路間の変成器、平面構成 2 周波フォーク型 3 分配器、小型 3 モード H 形マイクロストリップ共振器および帯域通過フィルタ、並列リング型疎結合ラットレース回路)、複素誘電率評価法、マルチセクタアンテナ、マイクロ波加熱、MIMO システムと、幅広い分野に及んでいます。

また、本小特集号の招待論文につきまして、富士通研究所の常信和清氏にご執筆をお願いし、「Millimeter-wave GaN HEMT for power amplifier applications」と題して、電力増幅器への応用を目的としたミリ波帯 GaN HEMT をご紹介いただきました。本企画の主旨に沿うものであり、たいへん興味深い研究成果のご報告であります。

なお、誠に残念ながら採録に至らなかった論文につきましては、査読者のコメントを基に再度ご推敲いただくと

もに論文の完成度を高めていただき、次回の特集号または一般号への投稿をご検討いただけますと幸に存じます。

マイクロ波・ミリ波技術の応用分野は極めて多岐にわたり、かつ、その重要性は今後さらに増すものと確信します。本小特集号が、この分野を専門とする方々にとって役に立つことはもとより、本小特集号をきっかけとして新しくマイクロ波・ミリ波技術の研究開発に取り組む方々が増え、この技術の発展に少しでも貢献できましたら、編集に携わった者として望外の喜びです。

最後になりますが、本小特集号に貴重な最先端の研究成果をご投稿いただいたすべての投稿者の皆さま、それらの論文を丁寧にご査読いただいた査読委員の皆さま、そして本小特集号の編集にあたり多大なご貢献をいただいた編集委員の皆さまに、この場を借りて心より御礼を申し上げます。

編集委員会委員 (敬称略)

幹事 加屋野博幸 (東芝)、岡崎浩司 (NTT ドコモ)

委員 五十嵐一文 (日本無線)、内田浩光 (三菱電機)、大久保賢祐 (岡山県立大)、加保貴奈 (NTT)、君島正幸 (アドバンテスト)、真田篤志 (山口大)、清水隆志 (宇都宮大)、武井健 (日立製作所)、田中聡 (村田製作所)、西川健二郎 (鹿児島大)、藤島実 (広島大)、馬哲旺 (埼玉大)

著者略歴:

1986 年熊本大学工学部電気工学科卒業。1988 年同大学院工学研究科修士課程修了。2008 年北海道大学大学院博士後期課程修了。博士 (工学)。1988 年日本電信電話 (株) 入社。現在、(株) NTT ドコモ先進技術研究所アンテナ・デバイス研究グループリーダー。移動通信用無線回路の研究に従事。2010 年～2012 年エレクトロニクスソサイエティ編集出版会議 編集出版幹事。2011 年～2014 年電子ジャーナル (ELEX) 編集委員。2012 年本会業績賞、2013 年本会論文賞各受賞。IEEE、EuMA、電気学会および計測自動制御学会各会員。



【報告】

「2014 年度 材料・デバイス サマーミーティング報告」

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）

米田 尚史（三菱電機）



2014 年 6 月 20 日（金）、機械振興会館地下 3 階会議室において、エレクトロニクスソサイエティ 材料・デバイスサマーミーティングが開催されました。以下の専門委員会の主催または共催による並列 3 セッションで計 30 件の一般講演が行われました。参加者は計 84 名でした。各セッションで活発な議論が行われました。

セッション 1：光エレクトロニクス研究専門委員会

（OPE）、レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会（LQE）、集積光デバイスと応用技術時限研究専門委員会（IPDA）共催研究会

セッション 2：機構デバイス研究専門委員会（EMD）、電子部品・材料研究専門委員会（CPM）、有機エレクトロニクス研究専門委員会（OME）共催研究会

セッション 3：次世代ナノ技術に関する時限研究専門委員会（NNN）主催研究会

また、午後冒頭では、京都工芸繊維大学特任教授の上田大助先生より、「半導体パワーデバイスの進展と今後の展開」と題する特別講演が行われました。本講演の参加人数は約 60 名でした。

上記特別講演では、グリーン社会の実現に資する技術として世界的に注目を集めている半導体パワーデバイスに焦点を当て、中でも次世代のパワー半導体として期待が高い GaN 系のパワーデバイス技術を中心にその進展と今後の展開について解説いただきました。以下に本講演の概要を簡単に記しますが、その詳細（講演の全容）についてはエレクトロニクスソサイエティ Web 公開コンテンツ



上田大助 京都工芸繊維大学特任教授のご講演の様子

<http://www.ieice-es.jp/movie> よりご覧になることができます。是非、ご活用ください。

<特別講演概要>

本講演では、冒頭にて、高周波からパワー、GaAs から GaN へと変遷した化合物半導体デバイスの進展について触れた後、前半部で、新しい GaN 系パワーデバイス技術が紹介されました。GaN 系の半導体をパワーデバイスとして適用する際に必要不可欠となる高耐压構造として開発された Natural Super Junction（NSJ）、同じくノーマリーオフ化を実現する Gate Injection Transistor（GIT）のメカニズムや動作原理、特性・特長等について各々詳しい解説がありました。また、Double-Gate GIT により優れた双方向スイッチングが可能であることを示し、実例として世界最高の変換効率 99.3%を有する双方向 GaN-GIT インバータが紹介されました。

後半では、マイクロ波（C 帯）の非接触電力伝送で双方向 GaN パワーデバイスを制御する ドライブ・バイ・マイクロウェーブ技術が紹介されました。新たに開発したバタフライ型電磁界共鳴結合器を適用し、駆動回路を半導体プロセスで作製可能な構成とすることで、パワーデバイスと駆動回路の一体集積化を実現しています。また、双方向 GaN-GIT とドライブ・バイ・マイクロウェーブ技術を用いた マトリクスコンバータ技術が紹介されました。電力損失低減と長寿命動作を可能とする超小型電力変換システムが実現されます。更に、サーマルマネジメントの観点から 直接液浸形パッケージング技術が紹介されました。

GaN パワーデバイス技術は、高耐压と低オン抵抗の両立、及び、ノーマリーオフ化の課題を克服し、更にマイクロ波技術との融合により、これまでになかった高速・低損失・高耐压なデバイスを実現し、パワーエレクトロニクスの分野に革新をもたらす可能性があることを示唆する非常に興味深いご講演でした。

著者略歴：

昭和 63 年東北大・工・通信卒、平成 2 年同大大学院修士課程了。平成 2 年三菱電機（株）入社。現在、同社情報技術総合研究所勤務。平成 23 年～平成 25 年エレン財務幹事、平成 25 年～エレン副会長。工博。



【報告】

「電磁界理論研究会の活動について」

電磁界理論研究専門委員会 幹事

柴崎 年彦（都立産業技術高専）



電磁界理論（EMT）研究会の歴史は古く、発足からすでに半世紀以上が経過しました。諸先輩方から伺った話では、当初、電子通信学会（現在の電子情報通信学会）に設立申請を試みたものの、当時、電電公社（現 NTT）などの実用化研究を主とした他研の設立申請が乱立した状況で、すぐの設置が困難であったため、電気学会での設立を打診し、1957 年に、まず電気学会内に設置されたとのことです。それからしばらくの後、当初設立希望であった信学会側からも声が掛かり、1981 年には電子通信学会内にも設置され、その後は両学会の協調のもと、併設された形で今日まで活動を続けております。信学会の活動の中で、研究会の資料が信学技報ではなく、電気学会の研究会資料として発行されるなど、他の研究会と運営システムが若干異なるのは、このような経緯によるものと思われます。

EMT 研では、電磁波（電波、光波、X 線）に起因する電磁現象を取り扱う際の、電磁界に関連する基礎から応用まで、すなわち電磁界の基礎理論、相対論をはじめ、散乱・回折、伝搬、放射の理論と解析、周期構造あるいはランダム媒質中の波動伝搬、マイクロ波・ミリ波及び光導波路の解析、逆散乱問題、波動場の高周波近似解法、計算電磁気学、波動場の数値解法、電磁環境工学などといった幅広い分野を対象としております。そこでは、電磁現象の本質を理論的に捉え、その解析を通じて現象を綿密に解明し、電子デバイス設計等の基礎を築く各種理論の確立、応用を目的として、活発な議論の場を提供する活動を行っています。

定例の活動としては、年 4 回（主に 5、7、11、1 月）の研究会をいずれも電気学会電磁界理論技術委員会と連催

で開催し、ここ近々の発表件数は、5 月研究会 16 件（2014 年）、7 月研究会 9 件（写真 1；MW 研、MWP 研、OPE 研、EST 研と共催、2014 年 40 件中）、11 月研究会 44 件（2013 年）、1 月研究会 10 件（PN 研、EST 研、LQE 研、OPE 研、MWP 研と共催、2013 年 68 件中）であり、いずれも成功裏に終了しています。このうち、11 月の研究会は、「電磁界理論シンポジウム」と題して、毎年、紅葉あるいは暮秋の頃に、風光明媚な温泉郷で 3 日間にわたって開催されるシンポジウムで、特別講演を含めて、約 50～60 件程度の研究発表が行われます。2011 年には第 40 回を数え富山雨晴温泉で開催され、その後、阿蘇内牧温泉、青森古牧温泉と巡り、2104 年には第 43 回として群馬草津温泉で開催することとなっております。参加者は相部屋で、昼は研究発表・聴講、夜は研究談義あるいは若手の懇親会と、寝食を共にしながら親睦を深め、特に若い世代に本研究会の趣旨を継承する良い機会となっております。この他、3 月の総合大会では、EST 研との共同で、「高速・高精度電磁界シミュレーションの最近の進展」と題したシンポジウムセッションを提案するなど、最新の話題を中心とした取り組みも行っており、また、日頃の研究会でのご発表を取り纏めて投稿して頂く機会として、「電磁界理論の進展とその応用小特集号（英文論文誌 C：1 月号）」と特集論文の企画も毎年行っております。

EMT 研では現在、先に述べた両学会に併設した運営形態等について今後のあり方を議論しています。例えば、I-Scover 等の文献検索システムが充実する中、信学技報への参加など、時代に合わせた運用を模索しており、今後も学会活動の一端を担える、より成熟した研究会として継続活動して行くことが最も大切なことと考えております。

著者略歴：

昭和 62 年玉川大・工・電子卒。平成元年同大学院工学研究科電子工学専攻修了。平成 5 年同大学院同研究科生産開発工学専攻博士課程退学。平成 3 年より東京工芸大・工・電子・助手を経て、平成 5 年都立工業高専・電気・助手・講師。平成 9 年同高専・電子情報・講師・助教授。平成 18 年都立産業技術高専・ものづくり工・電子情報・准教授、平成 21 年教授。博士（工学）。電磁界理論の研究に従事。電気学会会員。



写真 1：光・電波ワークショップ（7 月研究会）



【報告】

「LSI とシステムのワークショップご紹介」 集積回路研究専門委員会 委員長



山村 毅（富士通研究所）

今回は、この場をお借りして集積回路研究専門委員会（ICD）の主催する「LSI とシステムのワークショップ」を紹介させていただきます。本ワークショップは毎年 5 月に北九州国際会議場で開催され、1997 年の第 1 回以来、本年で 17 回目を迎え、毎回 300 名から 400 名の方にご参加いただいています。電子情報通信学会の VLD、CPSY、DC の各研究専門委員会、IEEE Solid State Circuits Society Japan/Kansai Chapter、STARC に共催いただいております。毎回その年にちなんだテーマを選択し、その分野の専門家に講演していただき、また同時にパネルディスカッション、ポスターセッションも開催しております。

本年は「LSI とシステムで社会へ貢献（科学する心で未来を創造）」をテーマとして、5 月 26 日から 3 日間開催されましたので、その概要をご紹介します。2 件の基調講演として、東京工業大学の松澤先生と富士通研究所の田村氏に講演をお願いいたしました。松澤先生は、大きな市場に成長し、同時に熾烈な研究開発競争が繰り広げられているアナログ RF 集積回路の開発に必要な高周波集積回路の最新の設計技術について、また田村氏には、Moore の法則が終息後、微細化に代わる新たな価値創造の方向についてご講演いただきました。招待講演として、JAXA の川崎氏には、「はやぶさ」に代表される日本が NASA をも凌駕する宇宙探索の分野にて、特に超遠隔通信という分野にて、集積回路への期待をご講演いただきました。札幌整形循環器病院の太田氏には、内視鏡カプセルなどの新規医療技術に必要な集積回路の将来動向についてご講演いただきました。今後医療と集積回路の協調がますます必要となることを特に主張されていらっしゃいました。

Qualcomm の Gheorghiu 氏は、第 5 世代無線通信の関連技術の開発状況を紹介され、従来にも増して集積回路の多機能化・高速化が必要となることを明らかにしていただきました。60GHz 帯の送受信機は第 5 世代の有力な候補であることをあらためて認識いたしました。中央大学の竹内先生には、Big Data という巨大なエコシステム中で Memory

の役割の新たな進展についてご講演していただきました。日本自動車研究所の青木氏には、現在話題の自動運転技術について、その現状をご報告いただき、ここにも集積回路の貢献が大いに期待されることを認識させていただきました。日本の半導体産業の新たな展開に向けて、ベンチャー企業のさらなる創生が叫ばれる中、日本の半導体ベンチャーの草分けであるザインエレクトロニクスの飯塚氏にご登壇いただき、将来の日本の半導体産業の歩むべき道について提言していただきました。

パネルディスカッションでは、「2020 年 (Olympic Year) の社会に貢献する LSI とシステム」と題し、1) LSI とシステムが今後貢献する分野、2) Moore 則終息後のあらたな付加価値創造、3) 技術またビジネス分野での日本のリーダーシップ確立、を軸にパネリストと参加者に議論していただきました。

最終日の International Solid State Circuits Conference (ISSCC) 企画では、「ISSCC2014 に見る各技術分野の動向」と題し、9 項目の技術分野（プロセッサ・デジタル、メモリ、有線通信、無線通信、A/D コンバータ、ミリ波、アナログ、イメージセンサ、新規回路）について、本年の ISSCC にて発表された注目技術と将来の技術トレンドをプログラム委員に方々に紹介していただきました。

来年は 5 月 11 日から 3 日間、北九州国際会議場にて開催を予定しております。次回のテーマは「先端医療を切り開く LSI とシステム」を予定しておりますので、是非北九州にご参集いただきますようお願い申し上げます。

著者略歴：

1981 年東京大学工学系研究科反応化学専門課程修了。同年富士通株式会社入社。1994 年 Fujitsu Microelectronics Inc. (米国 San Jose) 出向。2004 年富士通研究所システム LSI 開発研究所。2007 年富士通研究開発中心（中国北京）出向。2011 年富士通研究所 R&D 戦略本部。主にアナデジ混載集積回路の研究・開発に従事。



【報告】

「有機エレクトロニクス研究専門委員会活動の活性化 ー若手研究者育成を目指してー」

有機エレクトロニクス研究専門委員会 委員長

加藤 景三（新潟大学）



有機エレクトロニクスは、次世代を担う革新的技術として幅広い分野で活発に研究が行われており、電子情報通信学会は言うまでもなく、電気学会、応用物理学会の他、化学系の諸学会でも注目を集める分野の一つとなっています。電子情報通信学会では、この分野において誘電・絶縁材料にさかのぼる古くからの研究の系譜があり、有機エレクトロニクス研究の初期から世界を先導してきた歴史があります。有機エレクトロニクス研究専門委員会（OME 研専）でも同分野の黎明期からの発展を担ってきた多くの顧問委員がおられる一方で、新しい世代としての若手研究者の育成が重要となっています。そこで、OME 研専では、エレクトロニクスソサイエティの研究会活性化費の支援により、研専活動の活性化と若手研究者育成を目指して、2010 年 3 月 8 日に機械振興会館において「有機エレクトロニクス技術継承のための若手勉強会」を開催しました。その後、前委員長の臼井博明先生（農工大）が中心となり、2011 年 3 月 9 日に機械振興会館において「有機エレクトロニクスリメディアル講義」、および 2013 年 1 月 7 日に CIVI 新大阪研修センター（大阪市）において「有機デバイス実践ワークショップ」を開催してきています。

昨年度、筆者が委員長となり、研専活動の活性化と若手研究者育成を目的とした催しを年 2 回行うこととし、OME 研専として『優秀研究発表賞』を創設し、選奨規程を定め、優れた論文を発表された若手研究者（会員または入会予定者）に授与することにいたしました。そして、若手研究者を奨励すると共に、会員増も図っています。2013 年 7 月 4、5 日にはトキ交流会館（佐渡市）において「有機エレクトロニクス研究討論会」を開催し、学生 2 名に『優秀研究発表賞』を授与しました。また、2013 年 12 月 16 日には東京農工大学（小金井市）において「バイオエレクトロニクス・バイオテクノロジー研究討論会」を開催し、学生 2 名に『優秀研究発表賞』を授与すると共に、『研究発表特別賞』として学生 1 名の表彰も行いました。本年度は、2014 年 7 月 11、12 日に信州大学工学部（長野市）において「有機エレクトロニクスの基礎と先端研究若手セミナー」を開催し、学生 2 名に『優秀研究発表賞』を授与しました。

また、2000 年より隔年で、国際シンポジウム ISOME（International Symposium on Organic Electronics）も開催しています。本年度は、5 月 15、16 日に東京農工大学（小金井市）において臼井博明先生（農工大）を組織委員長として第 8 回の ISOME 2014 を開催いたしました。これまでの ISOME では、賞の授与はしていなかったのですが、発表件数が非常に多かったこともあり、今回、初めて優秀なポスター発表を行った学生を選考し、“Best Poster Award for Student”として 5 名の学生を表彰しました。

来年 1 月には、分子化学研究所（岡崎市）において、主として若手研究者を対象に「有機デバイス・材料研究討論会」の開催も計画しています。なお、OME 研専活動の詳細は、<http://www.ieice.or.jp/es/ome/jpn/welcome.html> をご覧ください。有機エレクトロニクス分野内外の一般の方々や学生の皆様のご参加も歓迎いたします。また、皆様の OME 研専活動へのご助言とご協力をお願い申し上げます。



「有機エレクトロニクスの基礎と先端研究若手セミナー」
におけるポスターセッションの様子

著者略歴：

1982 年 3 月東京工業大学工学部電気・電子工学科卒業。1987 年 3 月同大学院博士課程修了（工学博士）。同年 4 月新潟大学工学部助手。同大学講師、助教授を経て、2002 年 4 月より教授。現在、同大学院自然科学研究科教授。1999 年 4 月～2000 年 3 月英国シェフィールド大学客員教授。電気電子材料、機能性薄膜、有機エレクトロニクスに関する研究に従事。電子情報通信学会、電気学会、応用物理学会、レーザー学会、IEEE 会員。



【報告】

「マイクロ波・ミリ波フォトニクス研究専門委員会について」

マイクロ波・ミリ波フォトニクス研究専門委員会 幹事

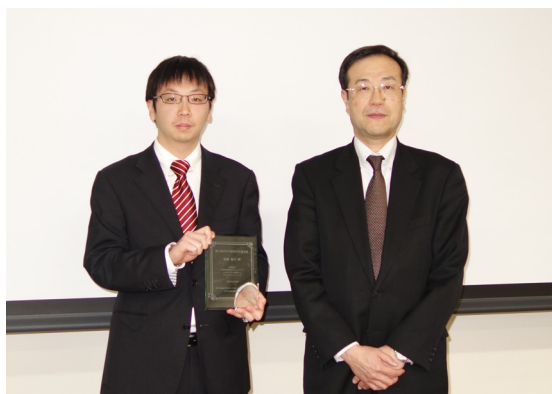
関根 徳彦（独）情報通信研究機構



マイクロ波・ミリ波フォトニクス（MWP）研究会は、無線通信を中心として研究開発が進められてきたマイクロ波・ミリ波技術と、光ファイバ通信を中核とするフォトニクス技術とを有機的に結合することによって、従来技術の枠を超えるマイクロ波・ミリ波技術と光波技術の効果的・効率的融合を図る新技術分野を開拓し、議論の場を提供することを目的とした研究会です。現在、東北大学の岩月委員長のもと、副委員長・幹事を含めて総勢 44 名の専門委員で構成されています。今回、2011 年に常設研究会となつてから、第二期目の 2013 年度以降の MWP 研究会の活動についてご紹介させていただきます。今期においては、本 News Letter へ、岩月委員長より [No.153](#), p. 20（2013 年 7 月）に新任研専委員長として寄稿、また京都工繊大の門副委員長より [No.155](#), p. 29 に研究室紹介をされていますので、併せてご覧いただければ幸いです。

研究会の開催状況については、平成 25 年度に 4 回、合計 47 件の講演が行われました。平成 26 年度も 4 回（執筆時 2 回は終了）を予定しています。2013 年 7 月研究会では EST 研、OPE 研、MW 研、EMT 研と共催、2014 年 1 月の研究会では EMT 研、PN 研、LQE 研、OPE 研、EST 研との共催という形で開催し、共に非常に盛況でした。特に 2014 年 1 月に同志社大学で行われた合同研究会は、MWP 研が主幹研究会として執り行いました。

総合大会およびソサイエティ大会の一般セッション



H25 年度優秀学生論文賞表彰式にて（右より岩月委員長、池應氏（大阪大））

「C-14 マイクロ波・ミリ波フォトニクス」では、2013 年ソサイエティ大会：18 件、2014 年総合大会：23 件の講演がありました。2014 年ソサイエティ大会・2015 年総合大会も同様（もしくはそれ以上）の講演件数になるかと期待しています。また、2014 年総合大会時には下記の企画シンポジウムも行いました。

- ・BCI-2. マイクロ波・ミリ波フォトニクスによる電磁界計測応用の動向（MWP 研専、PEM 時限研専 共催）
- ・CI-3. 環境・生体計測のための光デバイス（LQE 研専、MWP 研専 共催）

研究会・全国大会やシンポジウムでは、MWP 技術の最新動向を議論するとともに、電磁界環境を正確に評価・計測するための新しい電磁界計測技術とその実用化に関する動向や、テラヘルツ波による非破壊検査等を含めた環境・生体計測のための光デバイスについて最新の技術開発の動向について紹介しました。

また、MWP 研では将来の MWP 技術分野を担う研究者や技術者の発掘と育成を目的として、MWP 優秀学生論文賞を設けていますが、2014 年 1 月に同志社大学で開催された研究会にて授賞式を行い、大阪大学の池應氏が受賞されました。

今後も MWP 分野の更なる発展のため、若手研究者や大学院などで研究に従事する学生の方々に魅力ある研究発表・議論の場となるよう、引き続き活動を行ってまいります。MWP 研究会にご興味のある方は、本研専のホームページをご覧ください（<http://www.ieice.org/~mwp/index.html>）。

著者略歴：

1999 年東京大学大学院工学系研究科電子工学専攻博士課程修了、博士（工学）。（株）富士通研究所を経て、2002 年東京大学生産技術研究所助手。2005 年（独）情報通信研究機構研究員。2013 年より同機構研究マネージャー。半導体量子ナノ構造のテラヘルツ領域における物性とデバイス応用、高精度テラヘルツ波発生などの研究に従事。



【報告】

「Si-photonics; What's next?」

シリコンフォトニクス時限研究専門委員会 委員長

中村 隆宏（技術研究組合光電子融合基盤技術研究所）



「Si-photonics; What's next?」この問いかけは、最近の国際学会やシリコンフォトニクス時限研究専門委員会 (SiPH)での話題に上っている内容です。既に、シリコンフォトニクス技術が広く世の中で認識されるようになって10年近くが経ち、良く知られているベンチャーだけでも6社近くが出現し、ここ1~2年の間に、そのうちの4社は大手の装置・モジュール会社に吸収合併されました。マーケットが見えているデータセンタ内の光ケーブル (Active Optical Cable) の領域では、技術から製品まで一巡しつつあります。そのような中で、「次に目指すのは何なのか?」という問いかけです。シリコンフォトニクスは、画期的に低コスト化が出来ると言われつつ、大量のアプリケーションや市場がないとその効果は見えて来ません。また、これまでの光デバイスの主戦場であった幹線系に用いるため、現状の化合物デバイスや Planar Lightwave Circuit (PLC) と同等の性能を達成するためにまだ努力が必要など、技術的な壁も明らかになりつつあります。市場と技術の両方の壁で、少し硬直(あるいは熟成?)しているようにも見え、この状況を打開する革新的な技術に対する期待も感じられます。

その中で新しい動きも見えてきています。例えば、Intel社はスパコン国際会議「International Supercomputing Conference (ISC'14)」で、同社の High Performance Computer (HPC) 用プロセッサ「Xeon Phi」の CPU コア群とメモリ、およびチップセットとの接続にシリコンフォトニクスを適用すると発表しています。また、HP社に関しても、次世代コンピュータに、チップのパッケージ内まで光を導入すると発表しました。この様に HPC のチップ近傍までの光導入を進めようとする動きがあります。一方、学会では、センサへのシリコンフォトニクス適用が進められつつあります。波長 3~8 μm の所謂、中赤外域での導波路や受光器などのデバイスや波長センサなどの検討が進められています。何れにしても PC やセンサへの適用が進むと、これまでと桁違いのマーケットが形成できる可能性があります。更に、低コスト化技術という観点から 200mm か

ら 300mm Silicon on Insulator (SOI) ウエハへの展開が進められつつあり、低コスト化のみならず、SOI 基板や露光技術の進展による高制御性などにも注目すべき部分が出てきています。

この様に市場と技術の両面からの新しい動きが見え隠れする状況の中で、シリコンフォトニクス時限研究専門委員会の第6期が開始され、以下の様な活動を展開しようとしています。まずは、新たな市場開拓を求め周辺技術との結びつきを強くすることです。これまでのデバイスばかりでなく、モジュールを含めた実装技術、更に、装置技術やシステム技術との関係を強化していきたいと考えております。一方で、シリコンフォトニクスデバイスの性能向上に向けた革新的技術や量産のための低コスト、高信頼化技術に関しても国内外を含めて注目していきたい所存です。

今後の活動としましては、研究会開催については、ホームページ <http://www.silicon-photonics.com> をご覧ください。エレゾからの補助をいただき、シリコンフォトニクスポータル機能を強化いたしました。また、国内で世界中の最先端のシリコンフォトニクス研究者の講演が聴講できるシンポジウム「International Symposium on Photonics and Electronics Convergence (ISPEC) 2014」

(<http://pecst.org/ispec2014/>) も 11 月 17 日 (月) ~19 日 (水) に開催されます。来年のソサエティ大会でのシンポジウムや関東以外での研究会も計画しておりますので、是非お見逃しなく。まだまだ若い研究会です。皆様の叱咤激励をいただき、ぜひ育てていただければ幸いです。

著者略歴：

1988 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻電気工学科修士課程修了。同年 NEC 入社。2010 年 4 月より技術研究組合光電子融合基盤技術研究所 (PETRA) に出向。シリコンフォトニクス集積回路、1.3 μm 帯半導体レーザ、面発光レーザなどの研究に従事。電子情報通信学会会員。



【報告】

「MWP 国内委員会の活動と MWP / APMP 2014」 (MWP 国内委員会 委員長)



塚本 勝俊 (大阪工業大学)

マイクロ波フォトニクス (MWP: Microwave Photonics) 技術は、無線通信技術と光ファイバ通信技術の独創的な融合から新しい情報通信技術の創造を目指す分野であり、電波/光融合デバイス、フォトニクス技術を用いた電波の発生・検出・制御、Radio on Fiber、MWP 技術のワイヤレスシステムやモバイルバックホールへの応用、MWP デバイス/システムの標準化など、マイクロ波、ミリ波、THz 波、そして光波にわたる広い周波数範囲における材料/デバイスから様々な応用システムまでと多彩な技術分野を含んでいます。

MWP 国内委員会は、このような技術を議論する国際会議、MWP (International Topical Meeting on Microwave Photonics) や APMP (Asia-Pacific Microwave Photonics Conference) の日本への招致、また他国開催時の国際運営委員や TPC メンバの派遣をミッションとして持ち、これまでの MWP の成功に大きく寄与してきました。また、その名称が表すようにマイクロ波ミリ波フォトニクス (MWP) 研究専門委員会とは密接な連携があります。

MWP 国際会議は、1996 年京都けいはんなの ATR で開催されたのを最初に、今年で 19 回目という歴史を刻んできました (表 1)。まさにこの 20 年間のモバイルや無線通信技術と、光ファイバコア/アクセス技術それぞれの目覚ましい進展と共に歩み、それらの融合技術を先取りして主導してきた会議と言えます。

今年は MWP と APMP 2014 が 10 月 20～23 日にエレクトロニクスソサイエティ主催で札幌にて合同開催されます。最新の Radio over Fiber System 技術に加え、ギガビット無線のための光技術、マルチコア/マルチモード光伝送技術に関する基調講演が予定されており、これらに関連した技術や MIMO 技術、光多値変調技術にスポットを当てた 9 件の招待講演と約 100 件の一般講演が予定されています。また、会議後の 24 日には、場所を仙台空港に移し、RoF を用いた航空機管制システムの見学ツアーも予定されています。詳細は <http://mwp2014.com/> をご覧下さい。本レター発行時は会議の直前になると思われますが、多くの方々の参加をお待ちしています。

今後、光ファイバ並みの高速伝送を目指すモバイルアクセスネットワークでは、そのヘテロジニアス性やオープン性の実現が必要であり、さらに計測/制御なども含めた幅広い分野で MWP 技術の重要性がますます高まるものと考えております。これからの新しいスマートネットワーク社会からのニーズとその多様化に答えるべく、MWP 研究専門委員会と共に MWP 分野の発展に寄与して参る所存ですので、今後ともご支援、ご協力をお願い申し上げます。

最後にこの場をお借りして、川西実行委員長 (NICT)、村田 TPC 委員長 (阪大) はじめ MWP/APMP 2014 実行委員会、ならびに国内委員会の皆様の日頃のご尽力に感謝申し上げます。

表 1 MWP, APMP の開催履歴

1996	MWP 1996 Keihanna
1997	MWP 1997 Duisburg
1998	MWP 1998 Princeton
1999	MWP 1999 Melbourne
2000	MWP 2000 Oxford, JKJWSMWP 2000 Osaka
2001	MWP 2001 Long Beach, JKJWS 2000 Seoul
2002	MWP 2002 Awaji, JKJWSMWP 2002 Tokyo
2003	MWP 2003 Budapest, JKJWSMWP 2003 Daejeon
2004	MWP 2004 Boston, JKJWSMWP 2004 Shiga
2005	MWP 2005 Seoul, JKJWSMWP 2005 Gyeongju
2006	MWP 2006 Grenoble, AP-MWP 2006 Kobe
2007	MWP 2007 Victoria, AP-MWP 2007 Jeju Island
2008	MWP / APMP2008 Gold coast
2009	MWP 2009 Valencia, APMP 2009 Beijing
2010	MWP 2010 Montreal, APMP 2010 Hong-Kong
2011	MWP / APMP2011 Singapore
2012	MWP 2012 Netherlands, APMP2012 Kyoto
2013	MWP 2013 North America, APMP2013 Gwangju
2014	MWP / APMP 2014 Sapporo

著者略歴:

1984 年大阪大学大学院修士修了。1988 年大阪大学大学院工学研究科助手、同講師を経て同准教授。2012 年より大阪工業大学情報科学部 教授、現在に至る。光通信方式、無線通信方式、光電波融合通信方式、RoF/RoFSO/RoR ネットワーク、電波エージェンツに関する研究に従事。1996 年電子情報通信学会論文賞、2005 年同業績賞、工学博士。



【短信】研究室紹介

「ワイドギャップ半導体の新しい展開を目指して」

須田 淳（京都大学）



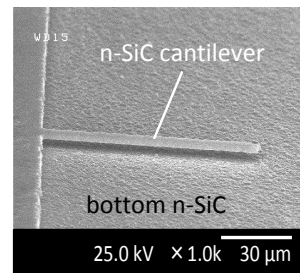
京都大学大学院工学研究科電子工学専攻半導体物性工学分野では、木本恒暢教授、須田淳准教授、西佑介助教の3人の教員が、半導体および関連材料の結晶成長、物性評価、デバイスプロセス、およびデバイス応用に関する研究を行っています。材料としては、SiC、GaN、AlNなどのワイドギャップ半導体、抵抗変化材料、Siナノワイヤなどを対象としています。今回は著者（須田）が取り組んでいるテーマについて紹介したいと思います。

SiCは長年の基礎研究が結実し、パワーデバイスとして、2001年にはSiCショットキーバリアダイオード（SBD）、2010年にはSiC MOSFETの量産がはじまりました。著者は、次なるデバイスとしてSiCバイポーラトランジスタ（BJT）に注目して研究を行っています。Siの歴史を振り返ると、サイリスタの次にパワーBJTが登場しましたが、二次降伏などの問題があり、現在は、MOSFET、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）にその地位を譲った経緯があります。一方、SiC BJTについて検討すると、SiCの優れた物性から二次降伏の問題は生じず、パワーデバイスとして素性は悪くありません。SiCの場合、pinダイオードやIGBT、サイリスタなどのバイポーラデバイスでは、伝導度変調により微分抵抗は小さくできるものの、SiCの大きなバンドギャップのために約2.5Vの立ち上がり電圧が存在し、低電流域での損失低減は難しいのですが、BJTは背中合わせにpn接合を2つ持つため、飽和状態ではコレクタ-エミッタ間に立ち上がり電圧は現れません。BJTは設計を工夫すれば耐圧を維持するコレクタ層の伝導度変調も可能であり、SiC MOSFETを超える低オン抵抗の可能性を秘めています。

しかし、SiC BJTの電流増幅率の報告は、70~130程度にとどまっていました。これでは駆動回路が現実的ではありません。そこで著者らは電流増幅率の向上に取り組んできました。当研究室では、結晶成長から物性制御、デバイス作製までを一貫して行えるメリットを行かして、工程全体を見直して、増幅率向上の試みに取り組みました。エミッタ接合の成長方法、点欠陥低減のためのアニールプロセス、メサ側面パッシベーションの工夫などを組み合わせることで、世界最高の250という増幅率を達成しました。現在、さらに増幅率を向上すべく、キャリア寿命の向上や、SiC

BJTの詳細な測定による増幅率制限要因の明確化などに取り組んでいます。また、高耐圧化にも取り組んでおり20kV耐圧SiC BJTの作製にも成功しています。

SiCは機械的にも優れた特性を持っており、マイクロマシン（MEMS）への応用も期待されています。現在研究されているSiC MEMSはSi基板上に堆積した3C-SiCや多結晶SiCを用いたものです。Siとの融合、MEMS構造を作製しやすいというメリットはありますが、結晶欠陥あるいは結晶粒界のためにSiCの究極的な性能を出すことはできません。著者らは、電子デバイスに使用するレベルの高品質4H-SiC単結晶を電気化学エッチングなどにより加工し、カンチレバーなどのMEMSの基本要素の作製に取り組んでいます。注意深く作製したSiCカンチレバーは機械共振において500,000という極めて高いQ値を持つことを発見しました。今後、高感度センサーなどへと展開したいと考えています。



結晶成長関係では、SiC上へのAlNやAlN/GaN超格子の分子線エピタキシー成長に取り組んで15年になります。SiCに対して0.9%という大きなミスマッチのあるAlNですが、成長方法を工夫することで700nmまでコヒーレント成長が可能であることを初めて明らかにし、現在、これを利用した窒化物デバイスやSiC/窒化物ヘテロ接合デバイスへの展開を模索しています。

また、最近バルク基板が利用可能になったGaNについて、縦型パワーデバイス応用を考えた場合、SiCと比べてそのポテンシャルはどうかを明らかにすべく、基礎的な評価を進めています。例えば、貫通転位によるリークが支配的と言われていたショットキー接合ですが、高品質なGaN結晶を用いれば、電流-電圧特性が熱電界放出モデルに良く従い、予測可能であることを明らかにしました。

研究室 HP : <http://semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp/>

著者略歴:1997年京都大学大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了。工学博士。京都大学助手、講師を経て、2007年より准教授。この間、カルフォルニア大学バークレー校客員研究員、JST さきがけ研究「ナノと物性」プロジェクト研究員。

【お知らせ】

◆フェロー称号贈呈者

下記の方（敬称略、50音順、カッコ内は申請時所属）がエレクトロニクスソサイエティからの新フェローに決まり、2014年ソサイエティ大会においてフェロー称号贈呈式が行われました。（敬称略）

- ・大平孝（豊橋技術科学大学）「衛星搭載 MMIC・エスパアンテナ・ワイヤレス電力伝送の研究」
- ・黒田道子（東京工科大学）「電磁界散乱解析への移動境界問題の導入と数値解法の開拓」
- ・山田浩（東芝）「半導体集積回路の高密度実装技術に関する研究開発」
- ・吉本雅彦（神戸大学）「高性能、高信頼、低消費電力 VLSI の先駆的研究と実用化開発」

◆エレクトロニクスソサイエティ各賞受賞者

2014年ソサイエティ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において、各賞の表彰式が行われました。（敬称略）

*第17回エレクトロニクスソサイエティ賞

- ・シリコンエレクトロニクス分野：

竹村 理一郎（日立製作所） 河原 尊之（日立製作所） 大野 英男（東北大学）
「スピン注入磁化反転メモリ（STT-RAM）大容量化回路技術に関する先駆的研究開発」

- ・化合物半導体および光エレクトロニクス分野：

宮本 恭幸（東京工業大学）
「低消費電力と高速動作を両立させる InP 系電子デバイス構造に関する先駆的研究」

- ・エレクトロニクス一般分野：

廣瀬 明（東京大学）
「複素振幅を扱うニューラルネットワーク理論の構築とレーダ応用への先駆的貢献」

*第14回エレス学生奨励賞 <2014年総合大会>

- ・電磁波・マイクロ波分野

細谷 鴻平（金沢工業大学）、吉田 慎悟（電気通信大学）

- ・化合物半導体・光エレクトロニクス分野

三坪 孝之（大阪大学）、刑部 僚一（金沢大学）

- ・シリコン・エレクトロニクス一般分野

佐藤 友哉（東北大学）、河合 誠太郎（東京工業大学）

＊第 10 回 ELEX Best Paper Award

Yasushi Kishiwada, Hirotsuke Iwasaki, Shun Ueda, Yoshiaki Dei, Yusuke Miyawaki, Toshimasa Matsuoka
(大阪大学)

「Low-power wireless on-chip microparticle manipulation with process variation compensation」

＊第 18 回レター論文賞

中野 純、柴田 知明、森田 弘樹、坂本 宙、森 雅之、前澤 宏一（富山大学）

「溶融 Ga パンプを用いた Fluidic Self-Assembly で配置された微小デバイスの熱的信頼性」

＊第 4 回エレソ招待論文賞

該当なし

◆第 18 回（2014 年度）エレクトロニクスソサイエティ賞候補の公募について

2014 年度エレクトロニクスソサイエティ賞の公募が開始されました。下記をご覧の上、活発な応募（自薦および推薦）をお願いいたします。

【概要】

本賞はエレクトロニクスソサイエティ最高の栄誉であり、賞金も 2006 年度より 15 万円/件に増額されております。エレクトロニクスに関する新しい発明、理論、実験、手法などの研究で、その成果の学問分野への貢献が明確であるもの、エレクトロニクスに関する新しい機器、デバイスまたは方式の開発、製造でその効果が顕著であり、数年以内に産業的業績の明確になったものに該当する業績を対象に、エレクトロニクスソサイエティ賞候補を下記の要領で公募いたします。

【推薦および応募要領】

・締め切り：2014 年 12 月末日

・応募要領：下記様式の推薦書（推薦の場合）あるいは応募用紙（自薦の場合）にご記入の上、受賞対象となる業績名及び業績を示す代表的文献（論文、記事、特許等）1 件を添付して学会事務局宛郵便でお送り下さい。

送付先：〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内

(社)電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ賞 選奨委員会 事務局 宛

・推薦書および応募用紙の様式：

エレクトロニクスソサイエティ・ホームページ“お知らせ”（下記 URL）のエレソ賞公募案内をご覧下さい。<<http://www.ieice.org/es/jpn/notice/>>

※推薦および応募要項についても、上記ページからご確認頂けます。

・選奨規定、手続き等

エレクトロニクスソサイエティ選奨規定 <<http://www.ieice.org/es/jpn/secretariat/kitei2.php>>

エレクトロニクスソサイエティ賞候補選定手続 <<http://www.ieice.org/es/jpn/secretariat/kitei3.php>>

に基づいて選考されます。

◆2015 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正員に対し、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。つきましては、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。

【推薦手順】

フェロー推薦手順の詳細、推薦規程、書式については、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/fellow/suisen.html>>

フェロー候補者の推薦は、「原則、累計在籍年数 10 年以上の正員・名誉員と海外セクション代表者で少なくとも 1 名による他薦」によると定められています。また、3 名以上の評価者（名誉員及びフェロー会員）の評価シートのご提出も必要です。

- ・推薦書、評価シートは、2015 年 1 月 31 日までに(当日消印有効)、
- ・推薦者、各評価者から別々に郵送にて下記までご提出ください。

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館

(社) 電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ・フェローピアレビュー委員会

◆シニア会員の申請について

本年度より、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となりました。1月31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、電子情報通信学会の下記WEB ページにも掲載されています。

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

- ・2015 年シニア申請〆切：2015 年 1 月 31 日
- ・申請資格：本会会員として原則在籍累計 5 年以上で、本会が関連する技術分野に原則 10 年以上従事している正員。
- ・申請方法：シニア会員申請ページからの自己申告です。

◆第1回（2014年度）エレクトロニクスソサイエティ優秀学生修了表彰の公募について
エレス優秀学生表彰を今年度を今年度から開始いたします。本表彰は、本ソサイエティ会員数が多い等エレスに貢献いただいている各大学専攻もしくは専攻に相当する部門の卒業成績優秀者に対する表彰制度です。詳細は電子情報通信学会の下記WEBページにも掲載されています。ふるってご応募いただけますようお願いいたします。

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

なお、表彰は表彰時にエレス学生員であるM2を対象とし、大学専攻ごとに1名枠を与えます。この枠を与える大学専攻を公募します。また、表彰対象学生は各大学専攻が選出し、選定委員会にて承認いたします。

- ・応募期間：平成26(2014)年10月15日～11月30日
- ・募集要領：下記の応募用紙にご記入の上、学会事務局宛郵便でお送り下さい。

送付先：

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館内

(社)電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ優秀学生修了表彰 選定委員会事務局 宛

- ・選定に関する規程、手続き等

エレクトロニクスソサイエティ選奨規程

<http://www.ieice.org/es/jpn/secretariat/kitei2.php>

エレクトロニクスソサイエティ優秀学生修了表彰候補選定手続

http://www.ieice.org/es/jpn/secretariat/kitei_student_syuryo.php

に基づいて選考されます。ご一読の上、ご応募いただけますよう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学生奨励賞について

2015年総合大会（2015年3月10日～13日、草津市、立命館大学）において、第16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：次の全ての条件を満たす方。

- (1) 講演時に電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティの学生員であること。
- (2) 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。
- (3) 過去に電子情報通信学会の学術奨励賞、及び本賞を受けたことがないこと。
- (4) 表彰時に電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティの会員であること。

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。

* 表彰：2015 年ソサイエティ大会のエレクトロニクスソサイエティのプレナリーセッションにおいて、下記 3 分野それぞれについて 2 名の方に表彰および賞金（30,000 円）を贈呈いたします。

- イ．電磁波およびマイクロ波
- ロ．化合物半導体および光エレクトロニクス
- ハ．シリコンおよびエレクトロニクス一般

◆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）にご連絡をお願いいたします。

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

◆エレソ News Letter は年 4 回発行します。次号は 2015 年 1 月発行予定です。

編集担当：佐川（企画広報幹事）、加屋野（編集出版幹事）、小松（技術渉外幹事）

[編集後記]

エレソ News Letter への記事をご執筆いただきました皆様に、この場をお借りして感謝申し上げます。御存知かとは思いますが、News Letter は 1 年間に 4 回発行されており、エレクトロニクスソサイエティの活発な活動の様子を広く伝えるための媒体となっております。各研究専門委員会の活動報告や関連する研究室紹介などの記事により、ソサイエティ会員のみならず広く一般の読者にエレクトロニクスソサイエティの活動を理解して頂くことで、ソサイエティの活動の裾野が広がっていくのではないかと思います。より良い News Letter を作り上げていきたいと考えておりますので、今後も御協力のほど、よろしくお願い致します。(小松)