



【論文誌技術解説】

「大学発マイクロ波論文特集の発刊に寄せて」 (大学発マイクロ波論文特集編集委員長)

豊田 一彦 (佐賀大学)



大学発マイクロ波論文特集は、マイクロ波研究会の学生発表会で発表された論文をベースとして、更に大きく大学発として論文を集約し掲載することを目的に企画され、2004年の12月号以来、今回で13回目となる。この間、東日本大震災の影響を大きく受けたと思われる年を除いて常に10編以上の論文・ショートノートが掲載されており、この分野における大学等の教育研究機関によるアクティビティが衰えることなく継続されていることが伺える。また、干支でいえば一巡して新しい時代に入ったということであり、新たなスタートにふさわしい特集になるよう編集を行った。

本特集では、13編の論文と3編のショートノートの投稿があり、招待論文2編を含めて10編の論文と1編のショートノートを掲載している。技術的な内容としては、これまでと同様にマイクロ波回路・デバイスに関するものが多いが、メタマテリアルや無線電力伝送のためのビーム設計技術、更にはマイクロ波技術の医療応用や学生実験への適用などと幅の広いものとなっている。1件目の招待論文は呉工業高等専門学校の黒木太司先生らによるミリ波低損失伝送線路に関するものである。この論文では、ミリ波帯におけるプリント伝送線路の損失改善方法として、トリプレート型伝送線路を元にした新しい伝送線路を提案し、その低損失性や有効性を実証している。また、2件目の招待論文は、国士舘大学の二川佳央先生らによるマイクロ波技術の医療応用に関するものであり、核磁気共鳴画像(MRI; Magnetic Resonance Imaging)装置を用いた生体内温度分布の非侵襲推定を提案している。MRIの高分解能化に伴って要求される核磁気共鳴周波数はマイクロ波領域に及ぶため、今後の展開が期待される。いずれの論文も今後のマイクロ波・ミリ波技術の発展に重要な示唆を与えるものである。

近年は、5G(第5世代移動通信システム)やIoT(Internet of Things)、IoE(Internet of Everything)あるいは超スマート社会といったキーワードに代表されるように、ワイヤレス通信やレーダ・センサ等の高周波応用技術が我々の身近で広く利用されるようになってきた。このような高周波応

用技術を用いたサービス・システムは我々の生活の利便性の向上のみならず、省エネルギーなどの環境問題に対しても有効な手段であり、今後ますます利用されていくであろう。このようなサービスやシステムを実現するためには、ハードウェア技術であるマイクロ波・ミリ波技術が一つのキーであり、このマイクロ波・ミリ波などの高周波関連の技術開発をリードする優れた技術者の育成が喫緊の課題となる。大学等の高等教育研究機関における基礎的な研究は、その技術的な貢献もさることながら、これからの産業界の発展を担う若手技術者の育成にも大きく貢献している。本特集は大学等における研究開発の最先端の動向を集めたものであり、日本語で書かれているため、経験の浅い方々にも理解しやすいものとなっている。本特集が若手技術者の成長やこれから技術者になろうとする学生諸君のモチベーションの向上に寄与できることを期待している。しかしながら、大学等での研究活動には産業界や社会のサポートが必要不可欠である。産業界に対しては、これからも継続的なサポートと共同研究などによる連携をお願いしたい。

最後に、本特集のために貴重な研究成果を投稿頂いた著者の皆様、編集・査読に尽力いただいた編集幹事・編集委員・査読委員の皆様、ならびに事務的な面でお世話になった学会事務局の皆様には紙面を借りてお礼を申し上げます。

著者略歴:

1985年大阪大学工学部通信工学科卒業。1990年同大学院博士後期課程了。工学博士、同年、日本電信電話(株)入社。3次元MMICおよびユニプレーナMMICの研究及び事業化、ミリ波高速ワイヤレスシステムの研究開発及び標準化ならびに研究所のインキュベーション業務等に従事。2011年より佐賀大学教授。現在、電磁波の波動的性質を活用したマイクロ波回路とアンテナを融合したマイクロ波信号処理技術の研究に従事。1993年本会学術奨励賞、Japan Microwave Prize(APMC'94)、2003年電気通信普及財団テレコムシステム技術賞、2006年本会エレクトロニクス賞、2010年本会論文賞など受賞。本会シニア会員、IEEE、EuMA、電気学会各会員。



【論文誌技術解説】

英文論文誌小特集

Recent Progress in Electromagnetic Theory and Its Application の 発刊によせて (ゲストエディタ)



佐藤 源之 (東北大学)

電磁界理論研究専門研究会では電磁波の解析、散乱応用問題、アンテナ、光導波路、光デバイスに関する解析などの伝統的な電磁界問題に加え、メタマテリアル、効率的な数値解析を行うための手法提案や熱伝導など電磁気以外の物理法則と連携した数値解析など、新しい電磁界理論の応用への挑戦も発表されている。一方で電磁気学の基本法則をどのように解釈するかなどの議論も行われている。物理の基礎から最先端の応用まで網羅する幅の広い活動を特徴としている。

本専門委員会では、電磁界理論の進展とその応用に関する最近の新しい研究成果を総括することを目的として、毎年秋に泊まりがけで電磁界シンポジウムを開催している。第44回目を迎えた本シンポジウムは平成27年10月29日(木)～31日(土)に宮城県宮崎市で開催された。学生を含む研究者が60名以上集うシンポジウムでの発表を中心に、研究専門委員会では「電磁界理論の進展とその応用」小特集号 “Special Section on Recent Progress in Electromagnetic Theory and Its Application” (平成29年1月号) の発行を企画した。本小特集号では、加えて本研究専門委員会が深く関わる関連の国際会議 (2015 AP-S and URSI, PIERS 2015, ISAP2015) 等での発表成果を発展させた論文についても募集した結果、国内国外の研究者から多くの投稿があった。査読を経た論文について編集委員会において慎重に審議し、小特集号にふさわしい9本の一般論文と2本のブリーフペーパーを採録した。

本小特集号の一般論文では基礎理論・解析としてグレーティングからの電磁波散乱解析、ウィーナーホッフ法を用いた解析、スモールアンテナに関する基礎理論の展開、数値解析としてDFBEM法によるグレーティングの解析、TDBEM法、モーメント法の新しい展開、更に電磁界解析の応用として誘電率測定方法、レーダイメージングのためのアンテナ校正法、FDTDによる電波伝搬など、またブリーフペーパーでは摂動法を利用する電磁界解析、FILT法による周期構造解析など、電磁界理論を応用する広い分野の論文が収められている。

本特集号の編集にあたっては、幹事を務められた新潟大学佐藤亮一先生のご尽力によるところが大きく、ここに改めて感謝いたします。

編集委員会委員 (敬称略)

ゲストエディタ

佐藤 源之 (東北大), 廣瀬 明 (東大)

幹事

佐藤 亮一 (新潟大), 西岡 泰弘 (三菱電機)

委員

安藤 芳晃 (電通大), 稲沢 良夫 (三菱電機), 上田 哲也 (京都工繊大), 大貫 進一郎 (日大), 尾崎 亮介 (日大), 後藤 啓次 (防衛大), 鈴木 敬久 (首都大東京), 柴崎年彦 (都立産技高専), 高橋 一徳 (東北大), 中嶋 徳正 (福岡工大), 平野 拓一 (東工大), 平山 浩一 (北見工大)

著者略歴:

1980年東北大・工・通信卒。1985年同大大学院工学研究科博士課程了。同大工学部助手、助教授を経て現在、同大東北アジア研究センター教授。2008～2011年東北大学ディスティングイッシュト プロフェッサー。1988～1989年ドイツ連邦地球科学資源研究所客員研究員。電磁波応用計測、人道的対地雷検知除去の研究などに従事。工博。2014年 Frank Frischknecht Leadership Award (SEG)受賞。2015年電磁界理論研究専門委員会委員長。電子情報通信学会正員、IEEE Fellow、電気学会 会員。



【論文誌技術解説】

英文論文誌 C 小特集「有機エレクトロニクスの新展開」の発刊によせて (ゲストエディタ)

加藤 景三 (新潟大学)



有機エレクトロニクスは、従来の半導体技術とは異なった観点からエレクトロニクス技術に新しいパラダイムをもたらし、環境負荷が少なく、ヒューマンフレンドリーなエレクトロニクス社会の実現に寄与すると期待されている。有機エレクトロニクス研究専門委員会では、急速に進展するこの分野で、関連する有機材料や、物理・化学、プロセス技術、デバイス応用などの国内外の最新の研究情報を交換し、有機エレクトロニクスの学術的進展に資すると共に、同技術分野の将来展望を共有することを目的とし、有機分子エレクトロニクスに関する国際シンポジウム“International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME)”をエレクトロニクスソサイエティの支援に基づいて開催してきている。第1回国際シンポジウムを2000年5月に名古屋大学で開催して以来、2002年に理化学研究所、2004年に京都大学、2006年に埼玉大学、2008年に兵庫県立大学、2010年に千葉大学、2012年にNTT研究開発センター、2014年に東京農工大学、と隔年で開催してきた。そしてこの度、第9回国際シンポジウム ISOME 2016を2016年5月18日(水)～20日(金)に新潟大学駅南キャンパス「ときめいと」にて開催した。

有機エレクトロニクス研究専門委員会では、従来から ISOME 国際シンポジウムと並行して、IEICE Transactions on Electronics の特集号を企画しており、毎回の国際シンポジウムの重要な成果を参照することができる。これまでに蓄積された情報は、有機エレクトロニクス分野の進展を総括するのみならず、将来を展望するための重要な学術資産となっている。今回の国際シンポジウム ISOME 2016 と関連して、2017年2月号 (Vol.E100-C, No.2, 2017) に小特集「有機エレクトロニクスの新展開」“Special Section on Recent Progress in Organic Molecular Electronics”を企画しており、9件の Brief Paper が掲載される予定である。

ISOME 2016 では、Prof. Mitsumasa Iwamoto (Tokyo Institute of Technology)より“Dielectric Physics Approach for Visualizing Carrier Motion in Organic Materials and Device”、Prof. Seung-Wuk Lee (University of California, Berkeley, USA)より“Manufacturing Goes Viral: Biomimetic Self-templating Assembly and Applications”、および Prof. Mitsuyoshi Onoda

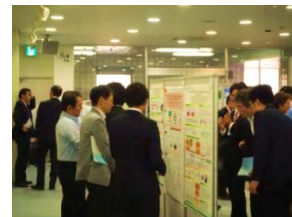
(Univ. of Hyogo)より“Electrochemistry in Organic Electronics: Learn of Ions -Beginning of Iontronics-”と題した3件のプレナリー講演が行われた。また、15件の招待講演も行われた。一般の口頭講演は18件、ポスター講演は42件で、プレナリー講演、および招待講演と合わせて計78件の発表があった。参加者数は招待者や同伴者等すべて含めて合計117名で、国内92名、国外25名(9ヶ国)であった。当日の会議の様子(写真)を図1に示す。今回の国際シンポジウムでは、優秀な研究発表を行った学生を“Best Poster Award”と“Best Oral Presentation Award”として口頭講演とポスター講演から各2名選考し表彰した。これにより、若手研究者育成の一助とするとともに、本学会の諸活動への参画を促す効果があるものと期待される。



口頭講演の様子(1)



口頭講演の様子(2)



ポスター講演の様子



学生の表彰の様子

図1 ISOME 2016 国際シンポジウムの様子 (写真)

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。2013～2014年度有機エレクトロニクス研究専門委員会委員長。



【論文誌技術解説】

英文論文誌 C 「Fabrication Technologies Supporting the Photonic/ Nanostructure Devices」小特集号の発刊に寄せて

(レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会委員長・
小特集号編集委員長)



野田 進 (京都大学)

半導体発光デバイスは、我々の生活の中では 1980 年代初頭から CD や DVD 等の読み取り用レーザを代表に長年に渡って用いられてきました。21 世紀に入り、家庭でのインターネット用通信用機器をはじめ、映像機器のバックライトや投影装置、信号機や照明、更には無被爆検査が可能な医療機器に到るまで広く発展し活用し、我々の生活に欠かせない存在になりました。最近では、ナノ構造と呼ばれる微細技術と融合したり、成熟したシリコン LSI 製造技術を利用するための基盤技術開発も盛んで、応用的発展を続けています。

レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会 (LQE) では、前述の半導体発光デバイス技術を広く扱っており、年 7 回の研究会活動に加え、全国大会では企画シンポジウムも開催しております。中でも、2015 年秋全国大会に基礎・基盤技術を扱ったシンポジウムは、大勢の皆様に興味をもって頂き大変盛況でした。今回、先のシンポジウムの内容を中心に、現在の最新のデバイス作製技術も盛り込み発刊の運びとなりました。

本特集号では、当分野で経験の深い研究者の皆様には査読をお願いし、編集委員会での厳正な審査の結果、計 8 件(招待論文 7 件、一般投稿 1 件)のフルペーパーを採録いたしました。1 件目の招待論文は、III-V 族半導体加工の最新動向を紹介し、加工のメカニズムから装置の構造に到るまで詳しく解説しています。2 件目の招待論文は、ウェハ貼り付け技術です。原子レベルで平坦な金薄膜をウェハ上に形成することで、これまで必要とされていた高温/高圧での長時間の圧着工程を無くし、室温雰囲気でもしかも極弱い力で、1 秒程度で広い面積を均一に圧着でき、将来の新しい製造技術として期待されます。3 件目の招待論文は、半導体結晶成長バッファ層技術で、グラフェンをバッファ層とすることで、ガラス上に窒化物 LED が作製できるようになります。LED 作製には高価な基板が使われていましたが、将来的にはウェハ種類を選ばず、製造コスト低減に期待できます。4 件目の招待論文は、従来の露光工程を用いずに、ナノインプリントと呼ばれる鋳型押し付けによりフォトニック結晶を形成する技術です。バイオメディカル分野へ

応用しています。極少量の血液でフィブリノゲンを検出することができ、様々な病気の発見への利用・応用が期待されています。5 件目の招待論文は、テラヘルツ光を差周波発生させるため、VCSEL 技術とウェハ貼り付け技術を応用した作製技術・コンセプトの紹介です。テラヘルツ光は医療や環境面で、イメージングやセンシング技術への応用が期待されております。6 件目の招待論文は、最新の大容量コヒーレント通信用の InP モノリシック集積デバイス技術の紹介です。様々な機能を持つデバイスを洗練された結晶成長技術・加工技術により 1 チップ上に作りこむことで優れた特性のデバイスが大量生産できるようになりました。最後の招待論文は、光デバイスのモジュール実装技術の紹介です。パッケージの中に光デバイス実装して超小型の光学系を組み込む技術です。部品をレーザ照射により位置補正(トリミング)し、高精度でバラツキの無い特性を実現できます。

多くの皆様に興味を持ってご覧いただければ幸いです。最後に、著者の皆様、査読委員、および編集委員の皆様、心より御礼申し上げます。

特集号編集委員会 (敬称略)

委員長：野田 進 (京都大学)

幹事：藤原 直樹 (NTT)

委員：有賀 博 (三菱電機)、佐藤 健二 (NEC)、
田中 有 (富士通研)、野村 政宏 (東京大学)、
宮本 智之 (東京工業大学)、八木 英樹 (住友電工)、
石川 光映 (NTT/リエゾン委員)

著者略歴：

1984 年京都大学修士課程卒業 (1991 年論文博士)、三菱電機中央研究所勤務、1988 年京大助手、1992 年同助教授、2000 年同教授。現在、量子ナノ構造、フォトニックナノ構造の研究に従事。日本 IBM 科学賞 (2000)、応用物理学会光量子エレクトロニクス業績賞 (2005)、IEEE LEOS Distinguished Lecturer Award (2005)、OSA Fraunhofer Award / Robert M. Burley Prize (2006)、文部科学大臣表彰科学技術賞 (2009)、IEEE Nanotechnology Pioneer 賞 (2009)、江崎玲於奈賞 (2009)、紫綬褒章 (2014)、他。



【論文誌技術解説】

英文論文誌 C 小特集「Special Section on Low-Power and High-Speed Chips」発行に寄せて

(ゲストエディタ)

池田 誠 (東京大学)、荒川 文男 (名古屋大学)



低電力高速チップは、主に組み込み機器の小型化、電池長寿命化、高性能化、多機能化に貢献しながら発展を遂げてきた。スマートフォンなどのモバイル通信端末、テレビ、監視カメラなどの様々なマルチメディア機器、ロボットや自動車、産業機械などのマイコン制御製品、広汎な IoT 関連機器など、その応用分野は多岐に亘る。また、担うべき機能も画像・音楽などのメディア処理、暗号処理、通信処理、制御処理と多様である。

さらに、従来は低電力化が重要ではなかったサーバやスパコンに於いても、大規模化と共に電力性能比が性能を決める時代となり、低電力高速チップが欠かせなくなっている。また、ハードウェアの進化と共にそれを活用するソフトウェアの進化も重要であり、これらの両輪がシステムの進化を支えている。

こうした低電力高速チップを取り巻く状況を鑑み、我々は 1998 年より毎年、国際会議 COOL Chips を開催し、その発展をサポートしてきた。特に、学術研究と製品開発の協創を意識して運営している。また、本会議では、参加者に魅力的な情報交換の場を提供すべく、一般論文の他に、キーノート、招待講演、スペシャルセッション、パネルディスカッションを企画している。

本小特集は、こうして発展してきた COOL Chips の発表論文の掲載機会を提供すべく企画した。しかし、発表論文に限定せず、広く質の高い論文を受け入れている。

今回の小特集には、国内外から 7 件の投稿があり、このうち 4 件を採択した。1 件目は 4K 動画のモーションエンステイメーションプロセッサの論文で、7 チップを三次元実装することで 120 fps を達成している。2 件目は、高速プロセッサに欠かせないレジスタファイル (RF) の小型低電力化に関する論文で、レジスタキャッシュ方式の 24 ポート RF を詳細に評価することで、有意義なサーベイ情報を提供している。3 件目は、フリップフロップ (FF) のタイミングマージンを削る方式として一般的な Razor FF をダイナミック回路に適用できるよう、新たなブリチャージ方式を提案し SRAM に適用評価したものである。4 件目は、10G bps クラスで高いジッター耐性を持つクロック

データリカバリ回路の自動設計を可能にした論文である。

最後に、本小特集号に貴重な先端研究成果をご投稿頂いた投稿者、それらの論文の査読に尽力して頂いた査読委員、そして本小特集号の編集にあたり多大なご苦勞を頂いた幹事の和田先生、江川先生をはじめとする編集委員の皆様、心より感謝の意を表す。また、国際会議 COOL Chips の開催を通じて当該分野の活性化に尽力いただいている、同会議 Advisory Committee 委員長の中村維男先生、Organizing Committee 委員長の小林広明先生をはじめ OC 委員の各位に感謝の意を表す。

小特集編集委員会 (敬称略)

ゲストエディタ：池田誠 (東大)、荒川文男 (名大)

幹事：和田康孝 (明星大)、江川隆輔 (東北大)

委員：大谷寿賀子 (ルネサス)、佐藤幸紀 (東工大)、柴田裕一郎 (長崎大)、島村光太郎 (日立)、滝沢寛之 (東北大)、並木美太郎 (東京農工大)、室山真徳 (東北大)、木村啓二 (早大)、児玉祐悦 (理研)、Jun Yao (Huawei)

著者略歴 (池田誠)：

1991 年東京大学工学部電子工学科卒業、1993 年同電子工学専攻修士課程修了、1996 年同博士課程修了。博士 (工学)。1996 年より東京大学助手。現在東京大学教授 (工学系研究科電気系工学専攻)。専門はスマートイメージセンサ、非同期式制御を用いた回路設計、暗号処理エンジンなど。ISSCC, VLSI Circuits Symposium, A-SSCC, COOL Chips など数多くの委員を歴任。

著者略歴 (荒川文男)：

1984 年東京大学工学部物理工学科卒業、1986 年物理工学専攻修士課程修了、2007 年同研究科より博士 (工学) 学位取得。日立、ルネサスなどを経て、2013 年 12 月より名古屋大学特任教授。専門はプロセッサアーキテクチャで、TRON チップ、SH シリーズなどを開発。COOL Chips PC Co-chair、IEEE Micro Guest Editor、ICD アーキテクチャ TPC チェア、ISSCC、A-SSCC、VLSI Circuits Symposium の TPC などを歴任。