



【論文誌技術解説】

英文論文誌小特集「マイクロ波・ミリ波フォトニクス」によせて ゲストエディタ（小特集編集委員会）



村田 博司（大阪大学）

マイクロ波・ミリ波技術とフォトニクス技術との融合領域であるマイクロ波・ミリ波フォトニクス（MWP）は、その基本概念の提唱から約 30 年、第 1 回 MWP 国際会議が日本で開催されてから約 20 年を経て、着実に発展を続けています。MWP の黎明期に最も注目を集めていた光ファイバ無線（Radio over Fiber: RoF）技術は、移動体無線通信や TV 放送において実用化されています。近年では、フォトニクス技術を利用した低雑音マイクロ波・ミリ波発振器や光制御フェーズドアレイアンテナ、光デバイスによるミリ波・テラヘルツ波の発生・制御、光 A/D 変換、高速信号処理、センシング等の新しいデバイス・サブシステム・応用システムの研究が進められています。さらに、携帯電話・スマートフォンの目覚ましい普及を受けて、無線通信と光ファイバ通信との融合が一層進み、MWP 技術を駆使した通信ネットワークが形成されつつあります。最近のトピックスである第 5 世代（5G）無線システムにおいては、MWP 技術の導入が不可欠だと考えられています。

このような背景の下で、「マイクロ波・ミリ波フォトニクス」小特集が企画されました。特に、2014 年 10 月には、MWP 関係の世界最高峰の国際会議 MWP/APMP2014 (2014 International Topical Meeting on Microwave Photonics / the 9th Asia-Pacific Microwave Photonics Conference) が、エレクトロニクスソサイエティ主催で札幌コンベンションセンターにおいて開催されました。

札幌での MWP/APMP2014 には、MWP 会議史上最多となる 140 編の一般論文投稿がありました。質の高い論文が多く、査読は大変悩ましいものとなりましたが、世界各国の第一線の研究者から最新の報告があり、内容の濃い活発な議論が展開されました。マイクロ波工学とフォトニクスの融合・境界領域から、真の意味での新しい研究領域へと発展していることが感じられた、有意義な会議となりました。本小特集は、札幌において議論された研究成果を中心に最新の MWP 技術を集めたものとなっています。

本小特集への一般投稿は、論文 17 編、レター 1 編の計 18 編でした。第一線でご活躍中の査読委員の皆様による厳正なる査読結果に基づき、編集委員会で議論を重ね、15

編の論文を採択することになりました。これに 2 本の招待論文を加えた計 17 編が本小特集に掲載されています。

招待論文は、最新のシリコンフォトニクス技術を駆使した高速 UWB 信号の制御・生成に関するレビューと、超高速フォトダイオードと RoF への応用に関する最新の研究成果が纏められています。一般論文では、MWP 分野の最新のデバイスの報告が 4 編、光デバイスを用いた MWP サブシステムの報告が 2 編、光 A/D 変換およびフォトニクスによる信号処理関係が 3 編、RoF 応用システム技術が 2 件、センシング応用関係が 4 編と多岐にわたっています。現在の MWP の動向を纏めた面白い小特集になっています。関連分野における研究開発や学生・若手研究者の方々の向学のお役に立てるのではと思います。

本小特集の発行にあたっては、編集幹事ならびに編集委員に加えて、多数の査読委員の方々にご尽力を頂きました。ご多忙中のところ、編集・査読にご協力を頂いた皆様に厚く御礼を申し上げます。特に、編集幹事である同志社大学・戸田裕之先生と電力中央研究所・池田研介博士の献身的なご協力無くしては、本小特集を纏めることは困難でした。この紙面を借りて重ねて御礼を申し上げます。



小特集編集幹事ならびに編集委員

著者略歴：

平成 2 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程修了。同大学助手、講師、助教授を経て、平成 19 年准教授。現在に至る。高速電気光学変調・非線形光学デバイス、Radio-Over-Fiber システム、レーザーディスプレイ等の研究に従事。国際会議 MWP/APMP2014 プログラム委員長。第 35 回欧州マイクロ波会議（EuMC）最優秀論文賞受賞。



【論文誌技術解説】

英文論文誌 C 小特集「Recent Development of Electro-Mechanical Devices」発行に寄せて (2015 年 9 月号)

ゲスト・エディタ

長谷川 誠 (千歳科学技術大学)



機構デバイス (Electro-Mechanical Devices) とは、狭義には一対の電極 (電気接点) の間の物理的な接触の有無により電流や電気信号の制御を行うリレー、スイッチ、コネクタを指し、より広義には、小形モータやアクチュエータなどの電気機械変換系、センサやマイクロマシン (MEMS)、光コネクタなど幅広い分野のデバイスを含みます。特に、リレー、スイッチ、コネクタによる電気・光信号の接続・制御技術は、デジタル化、小形化、高速化などが進む各種の電気電子機器の性能を根底で支える重要な基盤技術となっています。さらに最近では、マイクロエレクトロニクスからナノスケールエレクトロニクスへの技術の進展に伴う超小形機構デバイスにおける接触現象が重要な研究課題になる一方で、自動車のエレクトロニクス化の進展や直流給電技術の実用化への対応など、新しい局面での基礎研究や技術開発も活発となっています。

こうした基盤技術としての機構デバイス分野の大きな変化および発展を受けて、機構デバイス研究専門委員会では、本分野における最新の研究成果を広く世界に発信していく目的で、2001 年度から国際セッション (International Session on EMD : IS-EMD) を開催するとともに、この国際セッションで発表された研究成果を中心とする小特集を、英文論文誌 C にて継続的に企画・発刊しています。今年度は、昨年 (2014 年) の 11 月 29~30 日に北海道・千歳市で開催された国際セッション IS-EMD2014 で発表された研究成果を中心とする小特集を、2015 年 9 月号に掲載しました。

今回の小特集には、国内外から計 19 件 (フルペーパー 16 件、ブリーフペーパー 3 件) の投稿がありました (そのうち海外からの投稿は計 8 件)。これらの投稿に対して、査読結果に基づく小特集編集委員会での厳正な審議の結果、最終的に 4 件の論文が採録となりました (フルペーパー 2 件、ブリーフペーパー 2 件)。

フルペーパーのうち 1 件目の論文は、高い導電性および熱伝導性と高い硬度とを併せ持つ Cu-Mo 合金材料の電気接点としての特性に関する実験結果を報告しています。また、

2 件目の論文では、Au コーティングされたカーボンナノチューブ材料を MEMS リレーの電極材料として、その動作特性が報告されています。一方、2 件のブリーフペーパーでは、銅製のアークランナが設けられている場合の Ag 接点における開離アーク放電の挙動、電極開離速度が AgSnO₂ 接点对の開離アーク放電に与える影響に関する研究成果がそれぞれ報告されています。これらの論文で紹介されている研究成果は、いずれも実際の機器の設計や性能向上につながり得るものであり、ご興味をお持ちいただける様であれば、是非とも内容をご参照ください。

機構デバイス研究専門委員会では、今年度も 11 月 5~6 日に東北大学工学部の青葉記念会館で国際セッション IS-EMD2015 を開催するとともに、来年 (2016 年) 9 月号の英文論文誌 C にて小特集を企画しています。これらへの積極的なご参加、ご投稿を、是非ご検討ください。

おわりに、本小特集にご投稿いただいた著者の皆様、査読にご協力いただいた査読委員の皆様、ならびに編集作業にご尽力いただいた小特集編集委員の皆様に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

小特集編集委員会 (敬称略)

委員長：長谷川誠 (千歳科学技術大学)

幹事：和田真一 (TMC システム)

委員：阿部宜輝 (NTT)、梅村茂 (千葉工大)、萱野良樹 (秋田大)、澤孝一郎 (日本工大)、鈴木健司 (富士電機機器制御)、関川純哉 (静岡大)、曾根秀昭 (東北大)、高見幸二 (オムロン)、虎澤裕康 (沖センサデバイス)、長瀬亮 (千葉工大)、林優一 (東北学院大)、吉田清 (日本工大)

著者略歴：

1986 年慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業、1991 年同大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士課程修了。工学博士。現在、千歳科学技術大学理工学部教授。2012~2013 年度 機構デバイス研究専門委員会委員長。2014 年度 エレクトロニクスソサイエティ 大会運営委員。



【論文誌技術解説】

英文論文誌 C 小特集「Special Section on Terahertz waves coming to the real world」の発刊によせて 編集委員会 委員長



中舎 安宏 (富士通研)

IoT (Internet of Things) 時代が到来し、近い将来、モバイルスマートデバイス、M2M (Machine to Machine) デバイス、センサなど数兆台規模の機器がインターネットに接続され、膨大なデータがクラウドネットワークに氾濫すると予想されています。これに対応するため、従来より格段に高いスループット例えば毎秒 100 ギガビット (100 Gbps) クラスの無線システムの実現が期待されています。100 GHz から 10 THz 程度までの周波数帯はテラヘルツ波帯と呼ばれます。テラヘルツ波帯は、未利用の周波数帯を多く含み、10 GHz を超える広大な周波数帯域幅を使用できる可能性があることから、超大容量無線システムの実現に向けて注目を集めてきました。今世紀に入ってからのテラヘルツ波帯通信システムを振り返ると、2002 年に NTT から 120 GHz 帯を利用する 10 Gbps の通信システムが世界で初めて報告されました。それ以来、主にフォトニクス技術を利用したテラヘルツ波帯通信システムが開発され、伝送速度は数十 Gbps に達しました。更に近年、これまでは超高周波動作の研究が中心だった電子デバイスにおいて III-V 化合物半導体デバイスや Si デバイスの着実な性能向上が進み、エレクトロニクス技術をベースとするテラヘルツ波帯通信システムの開発が着手され、100 GHz から 300 GHz 超の周波数帯ではフォトニクス技術ベースのテラヘルツ波帯通信システムに負けない性能が報告されるようになりました。こうした技術の進展にともない、IEEE や ITU-R において標準化が議論され始めるなど、テラヘルツ波帯通信分野は、基盤技術からシステムへと開発フェーズが進み、実用化が近いことを強く感じるところです。

本小特集は、こうした状況の中で、テラヘルツ応用システム時限研究専門委員会の主導により、フォトニクススペースあるいはエレクトロニクススペースのテラヘルツ波帯通信システムの最新動向をご紹介することを目的として企画されました。もちろんそのみにとどまらず、システムを支える固体素子デバイス、テラヘルツ集積回路、アンテナ、実装、評価に関する最新成果もご提供します。

本小特集には、国内外から 11 件の投稿があり、通常の査読プロセスと編集委員会での厳正な審査を行い、4 件の

招待論文を含む 9 件の論文を掲載することができました。最初の招待論文は永妻先生 (大阪大) によるもので、フォトニクススペースのテラヘルツ波帯通信システムにおける最近の進展を振り返り、今後の開発方向について議論していただきました。NICT の菅野様は次の招待論文で、次世代バックホールやフロントホールへの応用に向け、最新フォトニクス技術に基づく超高速コヒーレント伝送をご提案いただきました。三番目の招待論文は Kalfass 先生 (Stuttgart 大) に執筆いただき、屋内無線伝送に向けたエレクトロニクススペースのテラヘルツ波帯通信システムに関する最新技術を紹介いただきました。最後の招待論文は、今後のテラヘルツ波帯通信システム普及の切り札となる Si CMOS 技術について、藤島先生 (広島大) より、低消費電力超高速無線通信に向けたテラヘルツ CMOS 設計技術の最新動向を報告していただきました。

編集委員一同を代表し、本小特集の出版にご協力いただいた著者ならびに査読者の皆様に御礼申し上げます。また、編集作業に関し助言いただいた電子情報通信学会編集出版部の皆様にも感謝いたします。最後になりますが、本小特集が、テラヘルツ波帯通信システムの発展に多少なりとも貢献することを願ってやみません。

小特集編集委員会 (敬称略)

ゲストエディタ: 寶迫 巖 (NICT)

幹事: 矢板 信 (NTT)、笠松章史 (NICT)

委員: 伊藤 弘 (北里大)、鈴木左文 (東工大)、野竹孝志 (理研)、味戸克裕 (NTT)、ソンホジン (NTT)、田島卓郎 (NTT)、久々津直哉 (NTT)、川野陽一 (富士通研)

著者略歴: 1989 年 名古屋大学大学院工学研究科電気系工学専攻博士課程前期課程修了、同年株式会社富士通研究所入社、2014 年 主管研究員、化合物半導体デバイス・集積回路、70-100GHz 帯無線通信装置の研究開発に従事。2011 年 東京工業大学大学院理工学研究科電気電子工学専攻博士。現在ミリ波帯・テラヘルツ波帯通信用デバイス・集積回路技術の研究開発に従事。

2013 年 電波功績賞 (ARIB 会長賞)。