



化学工学会エレクトロニクス部会ニュース増刊号をお届けします。内容は、12月21日に開催された2020年エレクトロニクス部会シンポジウムの概要です。

5G を活用した地方創生や近未来の農工業とこれを担うエレクトロニクス

2020年度エレクトロニクス部会シンポジウム（エレクトロニクス先端技術シンポジウム）を、12月21日にオンライン開催いたしました。今回のシンポジウムでは、5G対応を謳った機器や端末を分解し、使用される技術内容の分析の他、材料や放熱技術の解説、そして5Gの活用される場面として農業と地方創生に焦点をあて、最新トピックを盛り込んだ5件の講演が行われました。

ご聴講いただいた皆様方と講師の先生方、ならびに協賛いただいた電子SI連絡協議会(ESIC)、表面技術協会、エレクトロニクス実装学会(JIEP)、日本電子回路工業会(JPCA)、スマートプロセス学会 エレクトロニクス生産科学部会(MSTE)、よこはま高度実装技術コンソーシアム(YJC)、NPO 法人サーキットネットワーク(C-NET)の各機関に、この場を借りて御礼申し上げます。

■シンポジウムプログラム

	講師	所属	講演タイトル
1	柏尾 南壮	株式会社フォーマルハウトテクノソリューションズ	5G関連機器の分解事例、今後登場する技術の解説
2	池田 健一郎	株式会社NTTドコモ	ICTを活用した地方創生の取組について
3	長崎 裕司	農研機構	ロボット農機元年以前とこれからのスマート農業の展開
4	青木 正光	NPO法人 日本環境技術推進機構	次世代通信向け銅張積層板材料への期待と課題
5	末光 吾郎	NECプラットフォームズ株式会社	NECにおける5G基地局の冷却技術開発事例

※敬称略

■講演の概要

5G 関連機器の分解事例、今後登場する技術の解説

株式会社フォーマルハウト テクノソリューションズ 柏尾 南壮 様

5G 向けの基地局や端末を分解し、使用される技術及び部材供給元の解析を行い、米中関係との関連性を絡めて解説が行われた。HUAWEI 社製の基地局向けBBU を分解したところ、主要部品であるネットワークやアプリケーション用のプロセッサには、HUAWEIグループ会社

である HiSilicon 社製の部材が使用されていた。しかしながら設置箇所ごとのローカライズを行うために必要なFPGA は米国製であり、この点、米中貿易摩擦の影響は、今後 HUAWEI 社に大きな影響を及ぼすと推測される。HUAWEI 製の CPE (宅内機) も同様で、熱対策

部材など日本メーカー製の部材が多く使用されていた。日本の政府・企業が米国に同調すると、HUAWEI など中国メーカーの受ける影響は大きくなると思われる。一方で、中国 Hisense 社のスマホを分解したところ、Unisoc など中国内製のデバイスが多く見つかった。高周波フィルタや熱対策の部材は依然として日本メーカー製の使用が多いものの、送受信に使用する Si 系の IC のみならず、パワー系の GaAs 系のチップでも中国メーカーが自前で実現できるようになってきている。当初中国の技術力は日米欧と比べると数年遅れていると見られていたが、最新の機器を分解する限り急速に追従している様子が見える。

この他当日の講演では、米アルカテル社の 38GHz 帯用基地局間通信機器では、PTFE 基板にセラミック添加された樹脂

を基板材料に使用している事例や、エリクソン、ノキア、サムソンは基地局の設置に注力されており、現時点では入手が困難であることが紹介され、急速に 5G が普及している様子をうかがい知ることができた。



中国Hisense社のスマートフォン

ICT を活用した地方創生の取組について

株式会社 NTT ドコモ 池田 健一郎 様

国や自治体による新しい地方創生に向けた動きが活発化している。新型コロナウイルスの流行による外出自粛や消費縮小を受け、2020 年にスタートした第二期総合戦略では、中期戦略として「地方創生」を主要な取り組みとして社会課題の解決を進めることが盛り込まれている。これに対し、NTT ドコモでは、ICT を活用し、社会課題の解決と持続可能な成長を実現するために活動を行っている。講演では、その一環として一次産業分野での取り組みが紹介された。

農業や水産業などの一次産業では、データの収集・解析と活用による高度な社会の実現を目指している。すなわち IoT センサを使用したデータの収集と、従事者の経験を組み合わせ、AI を活用して解析を行い、現場にフィードバックしながらサイクルを回すことを行っている。ところが一次産業に携わってきた方にとっては経験に基づいた対応を行うのが基本であり、課題が課題として認識されておらず、従い何をセンサで測定すれば良いのか、見極めるのが非常に大変である。また小規模の生産者は IT 技術に投資する、という考えが薄く、特に高齢の従事者

は敬遠することが多い。このため、メリットを簡単にわかりやすく、且つ速く結果が見えることが必須であり、地域のコミュニティに応じた個別のアプローチにより関係構築するなどの地道な活動が欠かせない。このような状況を打破するために、ドコモでは、スマホと 4G ネットワークを利用したセンサーネットワークを構築して動き出しているおり、各県に一次産業担当者 300 人を配置したサポート体制を構築しているほか、農業 ICT を推進する非公式チーム「アグリガール」による支援を行っている。

実際の導入事例として、牛の分娩を監視する牛温恵や、ドローンを使用したパクチャーの生産管理等の紹介があ

農業ICTを推進する申告制の非公式チーム「アグリガール」 2014年2名⇒2020年160名

<p>088</p>	<p>「IoTは簡単」というイメージに変えたいです</p> <p>新潟アグリガール</p>	<p>115</p>	<p>牛の見回りは女性も！楽になってほしいです</p> <p>和歌山アグリガール</p>
<p>144</p>	<p>熊本の一次産業の発展をめざして頑張ります！</p> <p>熊本アグリガール</p>	<p>146</p>	<p>鹿児島県の一次産業の発展をめざして頑張ります！</p> <p>鹿児島アグリガール</p>

り、また実証実験として、牡蠣養殖場における水中ドローン画像の解析による出荷時期判断や研修センター研修生の視野を、スマートグラスで遠隔地にいる指導者と共有し、リアルタイムでの指導する例、GPS とドローンに

よる牛追いなどの事例が紹介された。これらは現在 4G を使用して検証中であるが、特にドローンや VR を使用する場合は、5G の低遅延通信により映像伝送に同期した操作が必須、との提言をいただいた。

ロボット農機元年以前とこれからのスマート農業の展開

農研機構 長崎 裕司 様

「情報社会」から「Society5.0（サイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した、経済と社会課題の解決を両立した人間中心の社会）」に向けて、2025 年までに農業の担い手のほぼすべてがデータを利用した農業を実践することをめざし、ICTを活用したスマート農業の実証をすすめている。スマート農業とは、ロボット技術やICTを活用して超省力・高品質精算を実現する新たな農業であり、熟練農業者の匠の技をデータの形で継承し、大規模化への対応や低コスト化を行うものである。このような技術は、小規模、分散圃場の中山間でこそ威力を発揮するが、現状ではコスト面で導入が進んでいないケースが大半である。水稻作を例に挙げると、トラクターなど農業機械の導入により、この半世紀で総労働時間は 1/6 に減少し、また規模の拡大も行われたが、大きな面積になるほど人員が必要となるなどのトレードオフがあり、単位面積あたりの労働時間の削減は 15ha くらいで頭打ちになっている。農業・食品分野における Society 5.0 では、育種、生産、加工・流通、消費にわたるフードチェーンの全てのプロセスを「AI＋データ連携基盤」でスマート化し、生産性向上、無駄の排除、トータルコスト削減、高付加価値化、ニーズとシーズのマッチング等を実現するものであり、従来の精密農業から、ICT や AI を活用したデータ駆動型の農業への進化をすすめるものである。

現在農研機構を中心に進めているスマート農業実証プロジェクトでは、2025 年までに農業の担い手のほぼ全

てが、データを活用した農業における Society5.0 の実現により、1 人あたりの生産性・収益性を向上することを目指している。わが国は世界に先駆け、2018 年にロボット農機の市販化を実現したほか、2019 年には G20 首席農業研究者会議のイベントで、ロボットトラクタの複数台協調作業を実演している。このようなスマート農業は労力不足が進行する中で必要な技術であり、若い就農者でも精度の高い作業ができるなど期待が大きい反面、1 つの作業を省力化しても経営全体へのインパクトがそれほど大きくないこと、全体的に価格が高いことが指摘されている。またソフト面でも、圃場管理支援ソフトウェアは位置情報と連動した作業記録が自動的に行えるメリットがあるが、異なるメーカーの農機との連携が現状出来ないなどの課題が存在する。これらの課題を踏まえた上で、ムーンショット型研究開発の構想として 2040 年までに農林水産業の完全自動化を実現することを目指しており、場外、出荷、流通まで無人農作業システムの適応範囲を拡大し、また環境認識センシング技術や遠隔監視システムの確立をすすめる計画である。このためには、5G のような遅延のないシステムが必須である。

さらに、田園回帰 1% 戦略などで構成される縁辺革命と称される農村活性化の動きに合わせて、自然、暮らしや働き方との共生をキーワードにした、エネルギーマネジメント等も含めたスマート農業技術のバージョンアップが重要である。



G20（G7 主要国首脳会議及び新興国を主要 20 国による地域首脳会合）で行われたロボットトラクタの複数台協調作業及び自動運転田植え機のデモンストレーションの様子（2019 年）

次世代通信向け銅張積層板材料への期待と課題

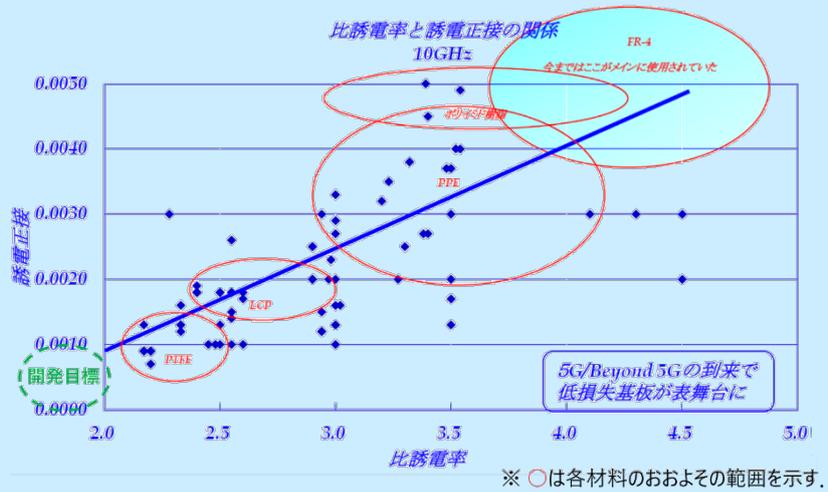
NPO 法人 日本環境技術推進機構 青木 正光 様

初期の携帯電話は、北欧からはじまった。冬期極寒となる北欧では、移動中に車が故障するなどすると命に関わるため、携帯できる通信手段が必須であり、このような需要を受けてノキアなどが台頭してきた。その後携帯電話が日本や欧米に普及するにつれて技術開発は軽量化が中心となり、また iPhone の登場を契機としてキーボードを用いなくともタッチ入力が可能となり、更に扱うデータ量の増大に応じ高速通信に適した高い周波数を利用する方向にシフトしてきた。一方で、高周波は、通信のみならず、兵器としての利用も可能であり、実際米軍は 95GHz の電磁波を使った非殺傷兵器 (ADS; Active Denial System) を開発している。また自動車のミリ波レーダや、6G で使われる 300GHz の高周波は人体に影響が無いことが十分に検証されておらず、現状でも各国で導入反対運動が起きている事実がある。しかしこれらの負の側面は日本では注目されていないのが現状である。

通信に使用される周波数の高周波化に伴い、プリント配線板に用いられる材料の高周波対応が進んでいる。周波数が高くなると、伝送損失が小さな材料が必要となる。伝送損失は誘電率(Dk 値)の平方根と誘電損失(Df 値)に比例するため、材料開発の方向性としては両者の小さな材料を選定することになる。リジッド基板であれば PPE や PPO、ふっ素系の基板が、フレキシブル基板では PET や LCP などが注目される。また材料以外にも、銅箔の表面凹凸や加工性、

実装性、信頼性、配線の短距離化 (ビルドアップ、フリップチップ接続) などが重要な要素技術となる。現在市販されている基板材料 371 種類の Dk 値と Df 値をプロットすると、5G に使用される材料は Dk 値が 2.0~2.4 程度、Df 値が 0.0010~0.0020 程度の材料が中心であり、樹脂材料では PTFE などふっ素系の材料が主に使用される。最近、国内 R 社より、PPE を使用した新基板が市販された。これは PTFE に匹敵する高周波特性を示し、尚且つ加工性やコストの面で PTFE を凌ぐ材料であり、注目が高い。今後セラミックやふっ素系樹脂だけではなく、このような有機系の材料の使用が増えるものと予想される。また 6G では、300GHz の周波数を扱うために、Dk : 1.9 以下、Df : 0.0009 以下の材料が求められ、そのために材料の多孔質化や、エアギャップ化によりこれを達成していくことが必要となることから、各社開発をすすめている。

市販されている各種銅張積層板の比誘電率と誘電正接の関係



NEC における 5G 基地局の冷却技術開発事例

NEC プラットフォームズ株式会社 末光 吾郎 様

5G の多次元的な革新 (超高速、多数接続、超低遅延) により、これを支えるネットワーク機器も高速化がすすんでいる。5G では、超多素子アンテナ、デジタルビームフォーミング、ミリ波の活用などの無線技術の高度化に加え、ネットワークスライシング、マルチアクセスエッジコンピューティングなどのネットワーク技術の高度化によりハードウェアの高速化がすすみ、デバイスの発熱密度の増大 (IC あたり 120W レベル) や、基板・装置の発熱量の

増大がすすむ。これに対応するために、熱設計技術と冷却技術は、5G 革命を実現するための重要な技術要素である。

5G 普及の初期は、NSA (Non-Standalone) と呼ばれる、4G ネットワークや機器を活かした 5G ネットワーク網が構築される。NSA では、屋内基地局装置 (CU) において、4G 用の基地局装置に挿入されたスロットカードを 5G 用のものに差し替えることで 5G 対応が可能となる

が、5G 対応によりカードの消費電力は 20%アップし、発熱量は 3.5 倍となるなど、発熱対策が必須となる。これに対応するためには、冷却のためのエアフロー流量を 20%以上アップすることが必要であるが、一方で流量アップは騒音とのトレードオフであり、また設備の高密度実装のため流量を高めるのも簡単ではない。そこで、5G 対応の基地局では、放熱フィンの狭ピッチ化（放熱面積の増大）に加え、ヒートシンクベース全体をベーパーチャンバで構成する、等価熱伝導率を高める、吸気と排気の方法を曲げたサイドフローファンを導入するなどの技術により、対応をおこなっている。

無線子局（RU）も同様に冷却の問題は重要である。4G では自然空冷で十分であったが、RU における消費電力は、4G の 70～250W に対し、5G ではロジックデバイスの高性能化により 250～800W と増大するため、ファンによる強制空冷が必須となる。しかしながら、ファン搭載による筐体の大型化は許容されず、また設置場所を考えると、ファンの動作音は意外と大きくなる感ぜられてしまうため静音化も課題

となる。この問題に対しては、ヒートパイプにより熱を外に輸送し、フィンとファンで放熱することを念頭に、熱シミュレーションによる機器設計やヒートパイプヒートシンク（HP-HS）の最適化をすすめている。

また同社では、このような冷却技術に関する内容を国際規格 IEC62610 に、熱設計課題を解決するための新たな理論/手法を取り込む活動をすすめている。この中で、キャビネット放熱における再循環問題、すなわち排気が吸気に戻ってしまう熱循環を測定し、定量的に評価する方法を含めラックの熱管理要件を整理し、規格に盛り込むべく提案を行っている。

冷却に主に用いられる物理現象の種類

冷却法	対流熱伝達	輻射伝熱	熱伝導	熱電効果	熱輸送	冷媒	相変化
自然空冷	○	○					
強制空冷	○				○		
熱交換器	○						
熱伝導			○				
水冷	○				○	○	
アドバンスド冷却	○			○			
エアコン	○					○	○

■あとがき

本年度の化学工学会エレクトロニクス部会シンポジウム（エレクトロニクス先端シンポジウム）も、盛況のうちに無事に終わることができました。今回は初のオンライン開催で、また担当の委員が集まって準備を行うこともままならない状況で、バタバタしながらも何とか終わることができたと関係者一同、胸をなで下ろしています。とはいえ必要な連絡の遅れなど、参加者の皆様、講師の方に大変ご不便をおかけしたこともあるかと思ひます。あらためて皆様のご協力に感謝いたします。

さて世の中を見渡してみると、新型コロナウイルスの流行もあり気軽に外出も旅行もできず、また多くの企業活動にも影響が及んでいます。そんな中、今年のシンポジウムテーマに選んだのは、“5G の活用”でした。これまで一般消費者をターゲットとした電子機器や自動車に目を向けがちだったところ、今回エレクトロニクスを農業や地方創生に活用する、という新たな視点でのお話を伺うことができました。また中国メーカーの実力が想像以上に高く、日本もうかうかしてられないこと、5G の普及に伴う信号処理の超高速化で、材料や放熱など、我々がこれまで取り組んできた分野の重要性をあらためて認識でき、今後の開発方向性を考える良い一日となりました。

あらためまして、参加者の皆様と、ご講演いただいた講師の先生方に、御礼申し上げます。

新年の皆様のご多幸とご活躍を、祈念いたします。

今後とも、化学工学会エレクトロニクス部会をどうぞお引き立ての程、お願い申し上げます。

★ご案内

例年ですとシンポジウム後に交流会（懇親会）を催し、参加者の方と講師の方の交流の場としていますが、本年はオンライン開催のため未開催でした。ご聴講いただいた方で、講師の方に直接ご挨拶等のご希望がある場合、お気軽に事務局までメールにてご連絡ください。ご要望をお伝えいたします。（連絡先 electro_div@chemeng.osakafu-u.ac.jp）