特別寄稿

「No 5G, No Life」

北海道大学　大学院情報科学研究院　教授　大鐘（おおがね） 武雄（たけお）さん

分社化により誕生したドコモという企業が大きな発展を遂げ，第5世代移動通信システム（5G）の実現までに至ったことに，無線通信研究者の端くれとして心よりお喜び申し上げます．そして，5Gの本格サービス開始の時期にこの特別寄稿の機会を頂きましたこと大変嬉しく思います．

とはいえ，特段誇るべき実績もない私が本稿でどのようなお話をするべきか，随分と迷いました．最近取り組んでいる確率伝搬法の話など，多くの読者は見向きもしないことでしょう．そんな折DOCOMO Open House 2020に参加したところ，5Gを取り巻く世界に想像以上の熱気を感じました．本稿では，その印象も交えながら，今後携帯電話事業に大きな変化が訪れるかもしれないという私の勝手な期待と展望を述べたいと思います．

携帯電話システムは，ほぼ10年ごとに新しい世代が登場しています．しかし，細かく見ますと，技術革新が中心だった2Gと3Gに対し，3.5G以降はスマートフォン需要が新世代の登場を後押ししたように思います．しかし，そのスマートフォンが出現したきっかけは，2G時代のi-modeに遡るといっても過言ではありません．当時，9.6kbpsのサービスにどれほどの需要があるのかと懐疑的だったのですが，蓋を開けてみると瞬く間に利用者が増加し，携帯電話は誰もが必要とするツールへと変貌しました．その後のスマートフォンの出現は必然と思います．

では5Gはどうでしょうか．私は当初，大規模MIMO（Multiple Input Multiple Output）*1やNOMA（Non-Orthogonal Multiple Access）*2技術，ミリ波帯の利用など技術革新主導の世代と考えていました．実際，2019年までのDOCOMO Open Houseでは，技術革新を前面に押し出した展示が印象に残っています．ユースケースの3つの柱：eMBB（enhanced Mobile BroadBand），URLLC（Ultra-Reliable and Low Latency Communications），mMTC（massive Machine Type Communications）における具体的なアプリケーションは，5Gサービス開始後に徐々に立ち上がるものと安易に考えていたのです．

しかし，2020年のDOCOMO Open Houseでは様相ががらりと変わり，アプリケーションに関する展示企業の多さに驚きを覚えました．IoT，AIというキーワードを代表にして，スマートオフィス，スマートシティ，XR（VR（Virtual Reality）/AR（Augmented Reality）/MR（Mixed Reality）），デジタルマーケティング，顔認証，自動運転，遠隔操作，ワイヤレス給電など，書ききれないほどのさまざまなアプリケーションや関連技術が登場しています．このような潜在的な需要をサービス開始前に掘り起こしたことが5Gの最大の成果であり，このことが逆に今後の技術革新にも大きな影響を与えると思われます．

将来を占う良い例が，最終日の5Gイノベーション推進室長の中村 武宏氏による5G Evolution & 6Gと題したパネルセッションでした．Ericsson社のErik Dahlman氏，Nokia社のAmitabha Ghosh氏に加え，NVIDIA社副社長の大崎 真孝氏も登壇されたことが，5Gと5G以降のAI（人工知能）の立ち位置を象徴しています．5G以降の仕様上の要求条件は，例えば遅延0.1ms以下，99.9999999％（“nine nines”）の信頼性などの数値が挙げられる例もあります．しかし，今後登場するアプリケーションは単純な数値では表せない多様な要求条件を必要とすると思われます．個々の具体的なユースケースとその要求条件に応えることが5G以降にとって最も重要だという認識はパネリスト共通の理解でした．

例えば，遅延1つとっても，300kmの通信距離で片道1msの遅延が最低限生じることを考えると，無線回線の遅延削減のみを議論することは無意味でしょう．近年注目されているMEC（Multi-access Edge Computing）*3もセットで考えた遅延評価が必要です．また，5Gや5G以降の通信サービスをあまねく展開するには，ドローン・HAPS（High-Altitude Platform Station）*4などを用いた補完ネットワークも重要になるでしょう．

より高速な伝送速度を達成するためにテラヘルツ帯の利用はもちろんのこと，超多数の大規模MIMOも実現されるかもしれません．しかし，このような技術の革新を促すのは，ビッグデータを利

Profile

1986年北海道大学大学院工学研究科修士課程修了．同年郵政省電波研究所入所．1992年ATR光電波通信研究所出向．1994年博士（工学）（北海道大学）．1995年北海道大学工学部助教授．2015年同大学大学院情報科学研究科教授．現在に至る．主に空間領域信号処理の研究に従事．電子情報通信学会学術奨励賞，論文賞など受賞．

本誌に掲載されている社名，製品およびソフトウエア，サービスなどの名称は，各社の商標または登録商標．

用したAIなどのアプリケーションによる需要です．我々の生活をより豊かに・便利にする進化は，このようなアプリケーションによって加速され，さらに要求条件が高まるという正帰還の状態が続いていくと考えられます．

2018年9月の北海道胆振東部地震では，道内すべてが停電するという事態になりました．そのとき，我が家で唯一利用できた情報源が携帯電話ネットワークでした．水道・エネルギーインフラに加え，通信インフラはすでに生活に欠かせない最重要公共設備となっています．5Gおよび5G以降では，多彩なアプリケーションの利用が促進されることにより，さらに携帯電話ネットワークへの依存度が高まることは間違いありません．“DOCOMO 202X CONCEPT”によれば，AIがさまざまな，しかも，欲しいと思う情報を示し，服のレコメンドもしてくれるし，家の温度管理もしてくれます．車は自動運転で，運転から解放された時間を仕事や趣味に当てることもできます．体調は体に付けたセンサがいつでも注意してくれていて，顔認証や生体認証でセキュリティも簡単にクリア．買い物も好きな品物をただ持ち出すだけで精算終了です．

一方で，そのような便利な世界も，災害などで携帯電話ネットワークが使えなくなれば，服も選べない，食品も調達できない，体温も測れない，家の温度も調整できない，車にも乗れない，などなど一転して恐ろしい事態になりかねません．Dahlman氏は信頼性をTrustyという単語で表現していました．通信回線の品質だけでなく，災害などにも強いということがこれからの重要課題であると述べています．我々も何がその解なのかを真剣に考えなければなりません．

現在，ビッグデータはGoogle社などITプラットフォーマーに集中しています．しかし，MECの利用を通して，今後は通信事業者が匿名の個人情報を入手可能となるかもしれません．さらにいえば，移動方向や利用アプリケーションなどの匿名個人情報の対価として，AIを用いてよりユーザ体験の高いサービス（MECなど）や品質（切れにくいビームトラッキング*5，HAPSなどによるエリアの充実など）を提供できる可能性があります．そして，これにIoTなどのセンサ情報が加われば，通信事業者がビッグデータ収集・活用においてITプラットフォーマーと肩を並べる時代が来ることは間違いありません．ビッグデータ企業として将来を見据えることも重要な課題と考えられます．

ただ，少し心配なのは，災害以外のネットワーク障害です．生活に深く密着した携帯電話ネットワーク上のアプリケーションが動作不能となれば，大きな混乱が生じることでしょう．クラッキングによるネットワーク機器への侵入だけでなく，電波妨害や，IoTデバイスの破壊・データの汚染など，無線通信に特有ないくつかの危険性が考えられます．このようなことがないよう，悪意ある無線ネットワーク攻撃に対する研究もさらに進める必要があるように思います．

世界は“No 5G, No Life”という時代に足を踏み入れました．最重要インフラを提供し，近い将来ビッグデータ企業になると期待される通信事業者はもちろんのこと，我々研究・教育者の責任も重大です．会場の熱気に上気しながらも，身の引き締まる思いを感じたDOCOMO Open Houseでした．

＊1　MIMO：送受信に複数のアンテナを配備し，マルチパスによって生じる空間的な伝搬の性質の違いを利用することで，アンテナ数に比例して無線リンクの容量を増大させる無線技術．

＊2　NOMA：時間，周波数，符号のリソースを複数のユーザに割り当てる際，ユーザ間でリソースの重複を許すことで効率化を図る多元接続方式．

＊3　MEC：ユーザに近い位置にサーバを設置したシステムのこと．通常サーバはインターネット上に設置されるが，MECサーバはキャリア網内に設置することで，遅延を減らすことができる．これにより，通信の応答速度（レスポンス）を大幅に向上させる．

＊4　HAPS：成層圏中で風が弱いとされる高度20km付近を飛ぶ無人航空無線局のこと．高高度プラットフォーム局などと呼ばれる．

＊5　ビームトラッキング：複数のアンテナの振幅および位相の制御によってアンテナに指向性パターンを形成し，移動端末の移動方向を追従し，その方向に対してアンテナ利得が増加するように指向性パターンを更新する技術．