

経済教室

5Gが開く未来(中)「超スマート社会」実現へ

阪口啓 東京工業大学教授

2019年12月4日 6:00 [有料会員限定]

ポイント

- 通信の高速・低遅延性・同時接続数が飛躍
- 人間と機械の関係性が従来とは激変する
- 5G網による進化が社会問題の解決にも

2020年を5G（第5世代移動通信システム）元年にしようと考えたのは13年冬のことである。当時は4Gを導入していない国も多く、5Gという世代が存在するかどうかも分からなかった。しかし日本では07年ごろから販売され始めたスマートフォンに、10年に導入された4Gが搭載され、ユーチューブやインスタグラムといったアプリが老若男女に普及することで、モバイルトラフィック（基地局を介して通信されるデータ量）が指数関数的に増加した。

12年ごろのデータ増加量は年率約2倍であり、10年後には約千倍になると予想された。このデータ量の急増には新しい周波数と通信規格が必要で、この課題が無線通信に関わる研究者、技術者、官僚たちを動かした。そして13年9月に20年のオリンピック東京開催が決まり、5Gの目標も定まったわけである。



5Gの特徴は超高速大容量（4G比で約100倍）、高信頼低遅延（同約10分の1）、同時多数接続（同約100倍）である。5Gと4Gとの最大の違いは、5Gがミリ波という、これまで携帯電話に全く使われていない高い周波数を用いるところにある。電波を用いる無線通信では、周波数を上げれば広い帯域幅を使えるため高速通信が可能になるが、一方で電波が飛びにくく切れ易くなるというトレードオフ（相反）がある。

そのため4Gまでの携帯電話では接続性、つまり切れないことを重視し、2ギガヘルツ以下のマイクロ波の周波数が主として使われてきた。しかし12年ごろの研究がブレークスルーとなり、ミリ波という未開の地に光が当たる。通信範囲が狭いミリ波のセル（基地局）を多数、広いマイクロ波のセルに重ね合わせる（ヘテロロジニアスネットワークと呼ぶ）手法が開発された。

接続性が重要となる制御信号はマイクロ波を用い、高速性が重要となるデータ信号はミリ波を用いて伝送するという、制御とデータを分離して通信するアイデアである。これにより接続性を損なうことなく超高速大容量な通信が実現可能となった。

携帯ネットワークにおけるミリ波使用の第1弾として、総務省は19年4月に28ギガヘルツ帯の周波数を国内の4キャリア（グループ）に割り当てた。キャリアはこの周波数も用いて20年より5Gのサービスを始める予定だ。また総務省はローカル5G（プライベート5G）に割り当てる周波数として28.2～29.1ギガヘルツ間の900メガヘルツを検討している。これはスタジアム、工場、学校などのプライベート空間に用いる5Gを想定しており、一部は19年12月には制度化が完了する予定である。これにより5Gの普及が一挙に加速する。

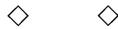
そしていよいよ20年には5Gの商用サービスが開始される。東京五輪では、5G端末（スマホ）を用いることで自由視点によるスポーツ観戦や、注目選手の追跡中継が可能になる見込みだ。また5Gを活用したメカネ型端末（MR=複合現実）の商用化も期待されている。MR端末では、実際に見ている現実世界に、バーチャルな情報が重なって表示される。例えばスポーツ観戦をしているときに選手の情報を重ねて表示することが可能になる。

この様な技術は、端末に接続されたカメラ（センサー）の情報を、5Gを介して超高速低遅延に人工知能（AI）サーバー（MEC=判断サーバー）に伝送し、AIにより検出された選手の情報をデータベースから端末に低遅延で伝送し、端末で検出された選手の位置に融合することで実現される。5Gを活用したMR端末は、スポーツ観戦だけでなく職場や学校などにも広まると予想される。

さらに未来を考えてみよう。MR端末において5Gはセンサー（眼）とデータベース（情報）とAI（脳）をつなぐ神経の様な役割を担っていた。これを人間の神経系と比べると1つ足りない要素がある。それは筋肉、つまり制御対象（アクチュエーター）である。5Gの世界では筋肉はロボットであり、車であり、ドローンであり、都市であり、社会であり得る。

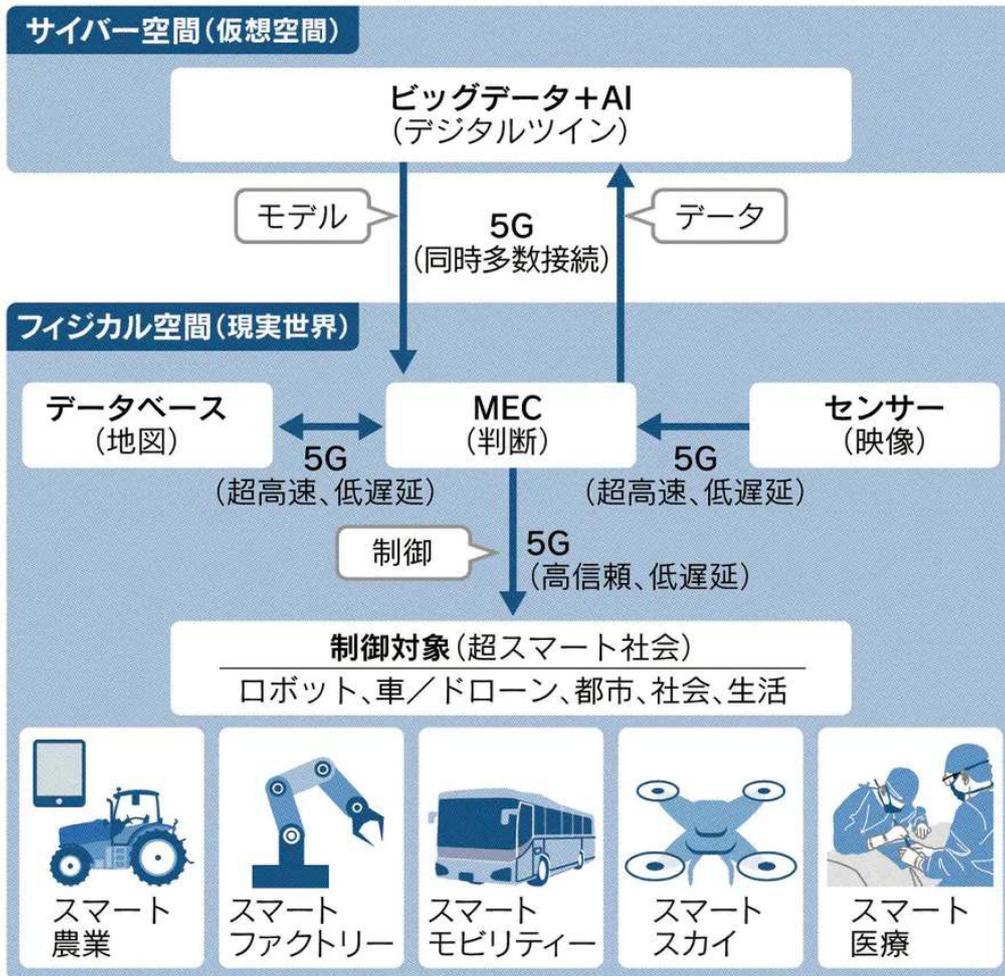
例えば車の世界ではセンサー（カメラ）、データベース（地図）、AI（機械学習）、制御対象（車）をつなぐことで「自動運転」というアプリケーションが実現される。人間と異なるのは、個人の神経系は閉じているが、5Gはほかと容易につながる点だ。よって自動運転においては、センサーは他車や交差点に設置されたカメラを用いることができ、AIはクラウド上のサーバーを用いることができ、複数の車を連携して制御することもできる。

そうなる人間と車の関係も大きく変わる。従来は、車は制御対象であり、センサーとデータベースとAIの役割は人間が担っていた。これが5Gによって激変する。それが5Gが開く未来なのである。



我々はそのような未来を超スマート社会と呼んでいる。図に5Gが開く超スマート社会とその構成要素を示した。超スマート社会はセンサーとデータベースとAI（ビッグデータを含む）とMECと制御対象から構成される。制御対象はロボット、車・ドローン、都市、社会、そして生活などあらゆるものに及ぶ。5Gはこれらの構成要素をつなぐ。センサー・データベースとMECの間は高速性と低遅延性が要求され、MECと制御対象の間は高速性よりも高信頼・低遅延が求められる。一方、AIとMECの間は膨大な数の制御対象を接続するため、同時多数接続が必要となる。

超スマート社会における5Gの役割



超スマート社会の例としては、トラクターを遠隔操縦するスマート農業、複数のロボットが連携してものを作るスマートファクトリー、自動運転車を活用するスマートモビリティ（移動体）、ドローンが宅配するスマートスカイや介護ロボットが活躍するスマート医療などが考えられる。

この中で、センサーとデータベースとMECと制御対象は場所に依存する現実世界（フィジカル空間）にあるが、ビッグデータとAIはコンピューターの中の仮想空間（サイバー空間）にある。サイバー空間にフィジカル空間と同じモデル（デジタルツイン）を構築することで、これまで実現し得なかった人間とロボット・都市・社会との共同作業が可能になるのである。

昨今の日本には様々な課題がある。筆者は、働き方改革、地方創生、労働力不足、少子高齢化、自然災害などの課題を解決し得るのが超スマート社会であると考えている。きっとそこには5Gが目に見えない神経網の様に張り巡らされていることだろう。

このような未来を共創する団体として、**超スマート社会推進コンソーシアム**が18年に設立された。団体では、超スマート社会をけん引するリーダー育成のための新しい教育プログラム（超スマート社会卓越教育課程）を20年春にスタートさせる予定である。日本の、そして世界の豊かな未来のために超スマート社会の早期実現を目指したい。



さかくち・けい 73年生まれ。東京工業大博士(学術)。専門は無線通信システムの設計と応用