

Beyond 5G 推進に係る取組

総務省 総合通信基盤局 新世代移動通信システム推進室長 五十嵐大和 氏

本日は、Beyond 5G をテーマとして、Society 5.0 やローカル 5G の話も含めています。また、研究会ということで、必ずしも組織を代表する意見ではない部分も含め、自由に議論したいと考えておりますので、予め御了承ください。

社会課題の解決と 5G の進展、Society 5.0

まずは、我が国が向き合っている社会課題とその解決への方策についてお話しします。Beyond 5G も、突き詰めれば日々の暮らしをより文化的で豊かなものにするところを目指すものと言えると思います。

では、我が国が直面している社会課題を見ていきましょう。例えば、超高齢化社会という社会課題があります。数年のうちに、国民の3人に1人が65歳以上になり、2030年までには、認知症の患者さんが800万人を超えるというデータもあります。さらに、首都圏においても人口の減少が始まり、労働力人口が大幅に減ることや、団塊ジュニア世代が50代になり、企業にとっては人件費が高騰するという課題があります。それから、昨今の新型コロナウイルス、新興感染症の流行は、自由な経済活動にも制約をもたらしています。

一方で、ビデオ会議といった技術を導入することによって、密集する状態を回避しつつ、密なコミュニケーションを可能にしています。第5世代移動通信システム(5G)をはじめとするICT(情報通信技術)を活用することで、コロナ対策だけではなく、少子高齢化や労働力人口の減少への対策が可能になると考えます。厚生労働省の専門家会議が公表した「人の接触を8割減らす、10のポイント」のうち、実に七つまでが、ICTに依存した対策です。

5G、Beyond 5G などの情報通信インフラが、なぜ重要なのかということについて引き続き説明いたします。

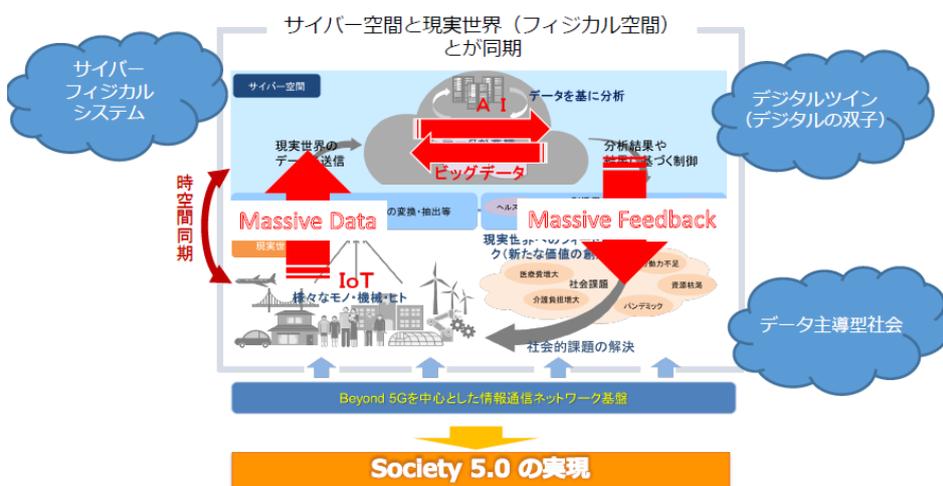
携帯電話、移動通信システムの進化の具合を、横軸に年代、縦軸に通信速度をとって、通信速度で比較した場合、左下から右上に向かって、第1世代移動通信システムから始まって、1990年代にデジタル化されて第2世代になって、ここで大幅に小型化されて、爆発的に普及しました。2000年代に入って、3Gと呼ばれる時代が到来し、高速なインターネット通信が手のひらで楽しめるようになりました。更に10年経って、LTE、LTE-Advanced という第4世代でスマートフォンが登場し、より高速なインターネット接続が実現しました。そして、2020年には5Gが始まりました。この間、30年間で10万倍の通信速度を実現しました。

こういう進歩は、半導体の分野でも経験しています。ムーアの法則では、3年で4倍、10年で100倍です。つまり、コンピューター等が世の中に入り込んだのと同じようなスピードで進化する通信が世の中に入ってきているという時代を迎えています。

政府全体が推進している新しい社会像に **Society 5.0** があります（図表 1）。**Society 1.0** の狩猟社会等から順々にインクリメントして、情報化社会と言われているのが **Society 4.0** で、その次に来るものが **Society 5.0** だというふうに位置づけられています。私の理解では、**Society 5.0** とは以下のような社会です。まず、現実の世界の様子を多数のセンサーでサイバー空間に写し取り、そのサイバー空間で未来予測を行います。次に AI やビッグデータを使って、いろんな分析をして将来予測もして、その結果を現実世界にフィードバックします。そして、その結果を受けた現実世界の人間が、望ましい判断をしていきます。

Society 5.0と情報通信

6



図表 1

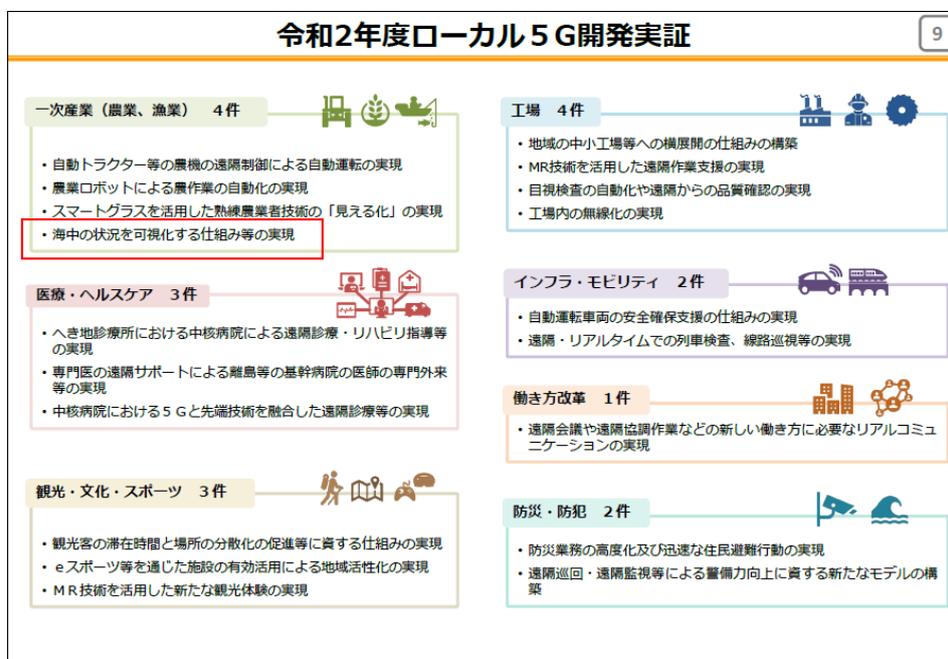
Society 5.0 で実現する社会は、デジタルツインや、サイバーフィジカルシステムと呼ばれたり、データ主導型社会というふうにも呼ばれたりすることもあります。本質的には同じものだと思っています。大事なことは、大量のデータが主役だということと、通信回線がそれを支える肝だということです。IoT で得たデータがサイバー空間に移動する。そのために、通信回線が必要になります。もちろんサイバー空間の中でも大量の情報がやりとりされます。そして、分析結果として再度現実世界に戻すために、また通信が必要です。そのため、高度な情報通信システムが必要になってきます。

成熟しつつある技術である IoT、AI と、ロボティクス、自動運転が、Beyond 5G などの情報通信システムと組み合わせることで、単なる情報化社会だけにとどまらなくなる。それが **Society 5.0** であり、いろいろと快適な暮らしが実現すると思います。

ローカル 5G・活用事例—水産業—

令和 2 年度、総務省では、およそ 37 億円の予算を使って、ローカル 5G、キャリア 5G により、さまざまな身の回りの課題を解決する実証を進めていきました。農業、漁業、医療・ヘルスケア、観光・スポーツ・文化、工業、インフラ・モビリティ、働き方改革、それから

防犯・防災など、七つの分野から、19のテーマを採択しました（図表2）。これらについては、詳細な結果の報告を、『GO!5G』（<https://go5g.go.jp/>）というサイトに掲載しております。



図表2

たとえば、広島県の江田島の牡蠣の養殖に関して、海中の状況を可視化する仕組みの実現に取り組まれました。水産業には、資源を増やしたい・安定させたいとか、生産性を向上させたい、担い手をもっと増やしたいといった課題があります。また、養殖では、海洋環境と資源変動との関係が十分に解明されていないこともあり、勘に頼ってやっていく部分が多いそうです。そこで、これらの課題への対処のため、水温、潮流などについてセンサーを駆使して把握し、更に水中ドローンと呼ばれる機械を使ってリアルタイムで映像を取得することで、海中の状況を把握するためのデータ化とビジュアル化に取り組んでいただきました。

水中ドローンに搭載するセンサーを用いることでリアルタイムの観測が可能になり、これらの計測値を基に補正と演算を行うことで、調査エリアの貧酸素水塊の判定が可能な漁業場環境分析を実現しました。水中ドローンの遠隔操縦では、5G技術の大容量、低遅延を活用して水中ドローンからリアルタイムに伝送される映像を確認しています。

こういった取組は、広い意味でサイバーフィジカルシステムの一つかと思います。潮の流れや、プランクトンの状況を数値化して、より効率のよい収穫につなげることができます。

5Gへの取組を振り返って

5Gの取組を国内でスタートさせたのは、2013年から2014年にかけてです。私は、そのころに、「電波政策ビジョン懇談会」の事務局に携わっておりました。懇談会の報告書では、5Gの取組を進めるべきとか、研究開発や標準化が大事だといった三つの柱をつくり、2020年の東京オリンピック・パラリンピックで、世界に披露することを計画しました。当時、国

際会議でこういった話をすると、野心的すぎると評されたものですが、民間企業、大学の方々の研究開発など、様々な方面の多大な努力があって、2020年に5Gを実現することができました。

2019年の世界初の5G商用化にあっては、アメリカと韓国が、1時間単位での競争を繰り広げました。その他の地域でも、出来合いの機材を外国から買ってきて、素早く導入した国が、結果的にいち早く5Gの商用化を達成しました。結果として、日本が後れを取ったのかな？という話になることがあります。

一方でデータを見ていくと、2013年ー2018年のグローバルに見た特許・標準化活動の状況のグラフでは、日本企業ではNTTドコモが5.5%で、その上に海外企業が5社あります。標準化団体の3GPPへのコントリビューションの数では、HUAWEI、Ericsson、Nokia、SAMSUNG、Qualcomm、ZTE、Intel、LG、その次にドコモという状況です。

サイバー創研が特許の品質について評価したデータ（5Gにとって必須だと自己評価したものが第三者から見てどうかというのを、整合率という形で計算したもの。）では、ドコモ、SONY、Fujitsu、NECの宣言した8割、7割、6割が、第三者から見ても必須だという評価です。一方で、HUAWEIは20%、SAMSUNGは15%などとなります。この5G規格整合率を使って計算しなおすと、ドコモは5.5%から11.4%にあがりますが、しかしそれでもトップではない状況です。

更に言えば、5GとLTEとを合わせた基地局市場のシェアで見した場合、上位の3社HUAWEI、Ericsson、Nokiaで、およそ4分の3が占められています。日本企業は、1～2%で、存在感で言えば、限定的な状況にあります。

Bloombergのデータで、2018年の研究開発投資を比較したものがあります。グローバル企業で比べたときに、1位はAmazon、2位がAlphabet、3位がSAMSUNG、4位が1.7兆円を投じているHUAWEI、という結果です。比較対象としたフォルクスワーゲンが1.6兆円、トヨタ自動車は1兆円を超えるぐらいです。2018年の研究開発費を2014年のそれと比べると、HUAWEIはプラス149%、2.5倍になっています。フォルクスワーゲンはプラス5%で、ほぼ横ばいです。研究開発費が売上に占める割合では、HUAWEIで14%、フォルクスワーゲンが6%で、HUAWEIが群を抜いています。

『Newsweek』（日本版2020年10月20日号）では、論文の数の年次変化が掲載されています。情報通信分野に限らず科学技術論文全体の数を見ても、5年前、15年前、25年前という順位を比べてみると、日本はだんだんと下がっています。各国の国公立大学における研究開発費の増減では、日本ではだいたい横ばいという状況で、中国の国公立大学では、12倍になっていて、韓国も2000年比で4倍、5倍になっています。

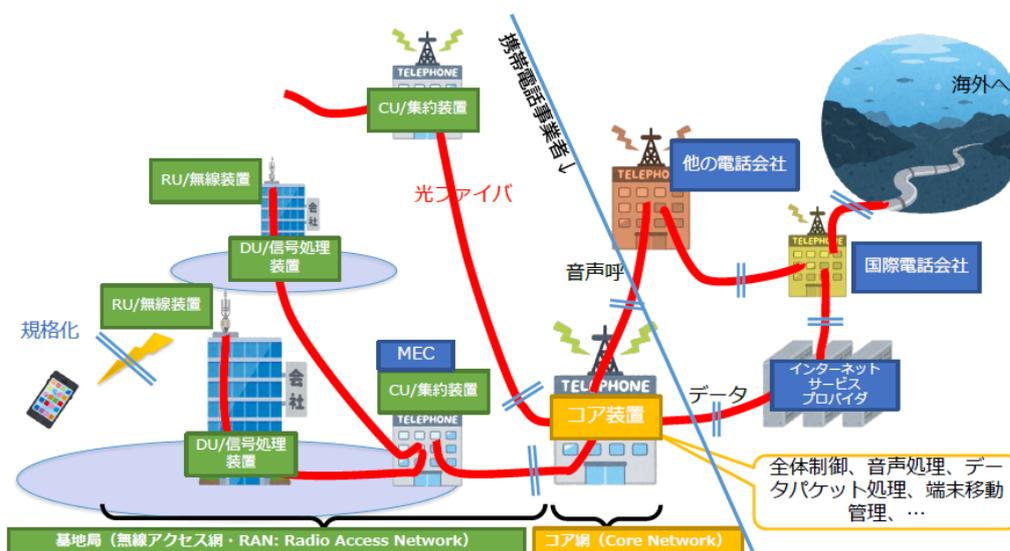
5Gの今後に向けて

この状況下で、総務省をはじめ、この業界で何ができるかと考えたとき、代表的な取組として、一つはオープン化、二つ目に仮想化があります。

図表 3 は、携帯電話のネットワークを簡単に示しています。真ん中に斜めの線を入れて、そこから左下が携帯電話事業者のネットワークで、右上が他の電気通信事業者のネットワークです。携帯電話事業者のネットワークについても、基地局の部分と、コアの部分に分けられます。コアの部分というのは、端末の位置の管理であるとか、音声の処理であるとか、あるいはデータパケットの転送といったことを行っています。基地局の部分は、RAN(Radio Access Network : 無線アクセス網)とも呼ばれて、端末とコアの間に入って、無線に関する処理をつかさどる部分です。このなかを細分化すれば、RU (Radio Unit: 無線装置)、DU (Distributed Unit : 信号処理装置)、CU (Centralized Unit: 集約装置)に分けられ、RU は、3G、4G、5G 用のものを合わせて、日本国内には数十万を超える装置があると聞いています。

携帯電話網

23



図表 3

これら RU、DU、CU の製造者で見ると、多くの場合で同一の会社でつくられている状況です。というのも、これらの装置間のインターフェースが十分に標準化されていないのです。5G の導入の際、機器の置換えが行われますが、ノンスタンドアロンと呼ばれるモードの 5G では、制御については 4G のネットワークに乗っかっています。つまり、4G の機器のメーカーに引きずられてしまうというような状況が起こっています。性能、機能ではなく、機器の互換性などの点でやむを得ずこれまで同じ会社の機器を使わざるを得ないという状況であるならば、それは通信事業者にとっても、サービスの利用者である我々にとっても、理想的な状況とは言えません。

そのため、装置間のインターフェースを標準化しようという動きが出てきております。NTT ドコモや AT&T などの通信キャリアが中心になって、オープン化の取組を進めています。RU については、日本企業が強みを持っているため、市場に入っていくチャンスになり

ます。RU、DU、CUを自在に組み合わせて使うこともできるようになれば、サプライチェーンリスクの低減にも寄与します。一方で、オープン化するとあらゆるところで競争が起こるという状況になりますので、オープン化が必ずしも日本を安泰に導くというわけではなく、そこでも頑張る必要はあります。

「Open RAN」と呼ばれていますけども、これら装置間のインターフェースの標準化を進めていこうという取組がO-RANアライアンスです。キャリアが28社と、ベンダーなどは248社参加して業界団体ができております。4月に総理が米国を訪問して首脳会談を行った際の成果の一つが共同声明で、そこに「イノベーションの促進及び信頼できる事業者や多様な市場の促進による、オープンな無線アクセスネットワーク（Open RAN）等の安全でオープンな5Gネットワークを推進する」とあります。

また、2020年にできた新しい法律により、セキュリティの確保を重視するために、5Gの導入に当たっての税制支援を実現しました。この法律では、5Gやドローンなどの高度なシステムについて、サイバーセキュリティを確保しつつ普及を図るため、ベンダーによる開発供給及び通信事業者には導入を促進するための措置を講ずるというもので、これによって5Gインフラの展開を前倒しします。さらに、15%という税額控除を実現しています。ここでは、国際アライアンスのもとに進められるオープンな規格を認定の条件としています。

税制優遇のほかにも、オープンな規格を用いることを電波割当ての条件に盛り込むなどの形でOpen RANの取組を推進しています。

今後に向けた取組の中で、もう一つ、重要になっていく技術に仮想化があります。これは、専用の機材ではなく、汎用の機材の上で動くソフトウェアで作業をこなして、同じ仕上がりを得る手法です。たとえば、もともとタイプライターで文書を清書していたわけですが、これをソフトウェア化（仮想化）したというのがワードプロセッサで、そしてそれがパソコンという汎用の機材で動作するひとつのソフトウェアになりました。実現の手段は変化しても、アウトプットはタイプライター時代と変わらないということです。

究極の仮想化は、スマホかもしれないと思っています。30年前のアメリカの家電量販店の広告を見ると、テープレコーダーやカメラなど、総額で3,000ドルを超える色々な商品が掲載されています。しかし、これらを買わずとも、同じことが今はスマホ1台でこなせる状況です。こういった状況が、端末側だけではなく、基地局の側で可能になるようにしていきます。

今まで基地局に必要な装置というのは全て専用でしたが、少しずつ汎用のコンピューターが高性能になり、処理を代替できるようになっています。そうすることによって、競争の中心がソフトウェアに移ってきています。また、1台のコンピューターに二つのソフトウェアを入れると、コストを下げることもできます。

技術の進歩というのはまだまだ続くと思います。日本の技術の国際競争力を高めていくためには、技術の進歩を捉えて、ゲームのルールがダイナミックに変わっていくところに対

応する、ないしは、ルールを変える側に回る必要があると感じています。

Beyond 5G への取組

ハードウェアの進歩はどんどん続いており、ソフトウェアについても、AI 技術についても、日進月歩で高度化しているという状況です。そのなかで世界は、5G の次に Beyond 5G、いわゆる 6G に向けて動いております。

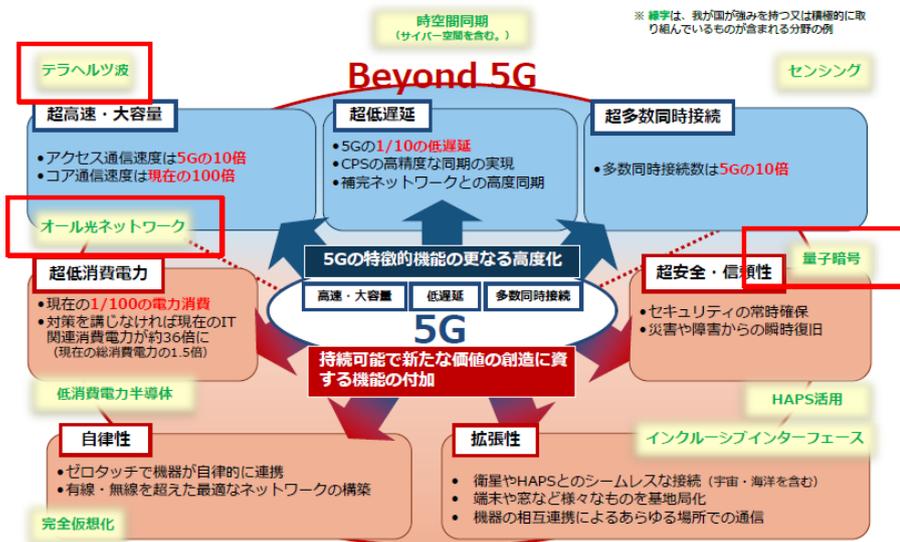
世界各国の状況については、欧米では、最も早くから活動しているのはフィンランドで、2018 年頃から動き出して、Oulu 大学を中心に研究開発プロジェクトが進行しています。携帯電話基地局市場では、欧州と中国企業が現在支配的な立場にあります。米国の業界も巻き返しを図るために、Nokia、Ericsson を含む 25 の団体が参加して Next G アライアンスという業界団体を立ちあげて、ロードマップを作って推進しています。フィンランド以外のところの EU 全体としては、Hexa-X というプロジェクトを今年の 1 月に発足させ、今後 2 年半にわたって、6G に関する研究開発を進めていくということです。

アジアでは、韓国が 2020 年の 8 月に研究開発推進戦略 R&D 戦略を公表し、2020 年の終わりには研究開発事業の公募を始めたと聞いております。中国では、2020 年の 1 月に、5G の推進体制を 6G の体制にアップグレードしました。

日本では、「Beyond 5G 推進戦略懇談会」を 2020 年 1 月から開催して、6 月に Beyond 5G のニーズや技術進歩などを踏まえた総合戦略（ロードマップ）を取りまとめました。12 月には、Beyond 5G 推進コンソーシアムと Beyond 5G 新経営戦略センターを立ちあげております。

6G と言わず、Beyond 5G と言っているのはいくつか理由があります。一つには、まだ規格という規格ができていないということが挙げられます。もう一つには、この懇談会では、2030 年から 2040 年までと限定せず、2030 年を超えてその先のことまでも含めて議論しました。つまり、6G だけでなく 7G も概念的に含めて議論しようという意見があったということが挙げられます。

図表 4 がその懇談会でまとめた提言で、Beyond 5G/6G の特長や機能を挙げています。このうち三つは、5G の時代にあった三大特長で、これらを強化していこうという方針です。他の四つのは、新たに導入するものです。まず、消費電力の大幅な低減である「超低消費電力」で、これは通信量当たりの電力を大幅に下げようというものです。ほかには「自律性」と呼んでいる設定の自動化ですとか、「拡張性」ということで、地球上どこでも使えるようにして宇宙空間や海の中というのもチャレンジしていきましょうというものがあります。そして、「超安全・信頼性」では、信頼性の向上が必要とされるという議論がありました。ただ、ここで示した七つで、Beyond 5G/6G の全てということではありません。今後、内外での様々な議論を経て、6G の要求条件というのが形づくられていくステージにあります。

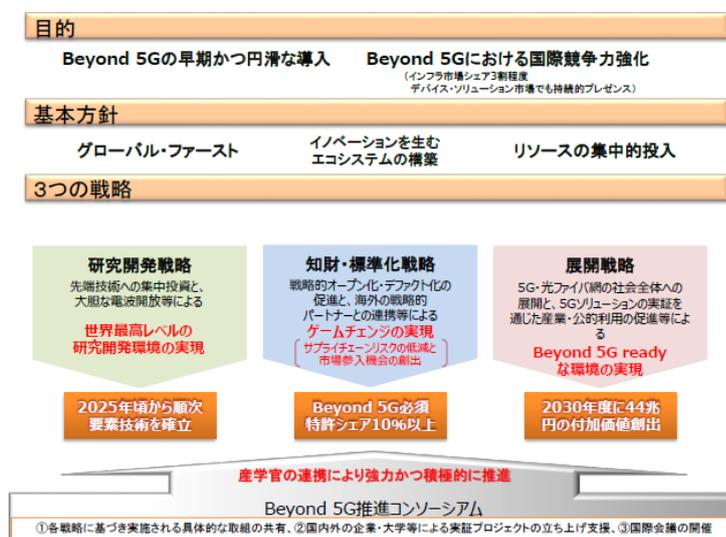


図表 4

図表 4 の特長の周りに、主要な技術というのがあります。超高速・大容量の実現を支える「テラヘルツ波」や、半導体との入出力まで光にしてしまう「オール光ネットワーク」、それから「量子暗号」などが、今日本にとって重要な技術だと思っています。

図表 5 は、報告書で示した戦略の全体像です。戦略は真ん中に研究開発戦略、知財・標準化戦略、展開戦略と三つありますが、注目いただきたいのはその一つ上にある基本方針でして、「グローバル・ファースト」、「イノベーションを生むエコシステムの構築」、それから「リソースの集中的投入」です。なかでも、グローバル・ファーストの考え方というのは大事です。これまで多くの企業は、日本で製品を作って日本で売る、そしてうまくいったら海外に持っていくというケースが多かったと思います。今後ははじめから世界で売って、それで日本でも売れそうだったらローカライズするというように発想をひっくり返すというものです。また、日本は魅力的な研究ができる場所だというふうに思ってもらえるようにし、海外の研究者にたくさん来てもらうということが大事だという議論も、グローバル・ファーストにつながるものでした。

報告書のロードマップでは、2030 年頃の Beyond 5G/6G の導入に向けて、時間軸でやるべきことを示しました。2025 年の大阪関西万博というところで、やはり Beyond 5G Ready なショーケースを開いて、グローバル展開を加速したいと考えて準備しています。



図表 5

それを支えるものとして、日本の産学官全体で Beyond 5G を進めていこうということで、「Beyond 5G 推進コンソーシアム」が 2020 年末につくられております。懇談会のメンバーの方々が発起人になるかたちでスタートして、コンソーシアムの会長には五神 真 第 30 代東京大学総長、副会長にはドコモ、NTT、KDDI、NICT、経団連、ソフトバンク、楽天モバイル、5GMF の代表者の方々が就任されていらっしゃいます。このコンソーシアムの発足と同時に、知財の取得や国際標準化を戦略的に推進するための「Beyond 5G 新経営戦略センター」も同時に立ちあがっております。

コンソーシアムでは、総会の下に企画・戦略委員会と国際委員会を設置して、2021 年 1 月から本格的な活動が開始されております。コンソーシアムの全体の会員としては 100 社を超える状況で、いろいろな分野から参加があります。

企画・戦略委員会では、国内有識者を対象とした技術動向調査、あるいはテラヘルツ波の伝搬特性に関する技術的検討、Beyond 5G 時代のあるべき社会像の作成、それから、今後活発化していく ITU (国際電気通信連合) における国際的な議論に役立てるように、日本としての白書作成に取り組んでいるところです。国際委員会では、諸外国の動向調査、国際的な情報発信、海外メディアを通じて情報発信、あるいは、諸外国の類似の組織との情報交換や MOU 締結の準備をしています。

Beyond 5G 新経営戦略センターについては、こちらにも産学官のプレーヤーが参画して、Beyond 5G に関する知財の取得、国際標準化というのを戦略的に進めていくために立ちあげられました。センター長は、森川博之教授、柳川範之教授に共同でお務めいただき、特許庁や内閣府の知財事務局とも共同して活動しています。

そして、研究開発支援という面では、総務省が NICT (情報通信研究機構) の中に基金を

つくって、要素技術の確立に取り組んでいます。競争的資金で 300 億円、設備の整備で 200 億円を用意しております。基金ですので、複数年にわたって柔軟に使えるといったことがポイントです。

研究開発のテーマの例を挙げると、例えば、5G の 10 倍の無線通信速度というのを実現しなければいけませんので、テラヘルツ波ですとかミリ波の開発といったものが引き続き必要です。ほかにも、光電変換ですとか、オールフォトニクスのもの、あるいは量子暗号通信技術もさらなる高度化が必要な状況になっています。そのため、NICT はプログラムとして三つ用意する予定で、一つが **Beyond 5G 機能実現型**プログラム、二つ目が **Beyond 5G 国際共同研究型**プログラム、そして三つ目が **Beyond 5G シーズ創出型**プログラムとなります。**Beyond 5G 機能実現型**プログラムは、基幹課題と一般課題（自由な発想を外部に委ねて、公募を実施。）から構成されています。基幹課題については、2021 年 1 月に、次世代エッジクラウドコンピューティング基盤の研究開発の公募を終わらせております。また、2021 年 4 月には空間多重光ネットワークの技術ですとか、テラヘルツ波、あるいは電波・光の融合システムなどについて募集をしております。

Beyond 5G については、大阪関西万博でいろいろアピールしたいと考えています。5G も **Beyond 5G** も、究極を言えば高速な通信回線ということではありませんので、それを直接アピールするというのはなかなか難しい面もありますが工夫したいところです。先日も、省庁間連絡会議で空飛ぶ車やカーボンニュートラルといった話題が出ましたが、たとえば、空飛ぶ車の通信インフラとして **Beyond 5G** を投入することも考えられます。広く意見を募集しながら、2025 年に **Beyond 5G** のよさというものをアピールできるようにしたいと考えています。

最後になりますが、様々な課題があっても、皆さまのアイデアと、ICT のフル活用で乗り越え、我々の暮らしが少しでも素晴らしいものになっていくとよいなと考えております。