

情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会（第32回）議事録

1 日時 令和4年2月10日（木） 13時00分～14時58分

2 場所 ウェブ開催

3 出席者

①構成員

相田 仁（主査）、秋山 美紀、浅見 徹、飯塚 留美、石井 義則
伊藤 伸器、今井 哲朗、江村 克己、大柴 小枝子、沖 理子、上條 由紀子
川添 雄彦、児玉 俊介、小西 聡、中沢 淳一、増田 悦子、宮崎 早苗
森川 博之、森田 俊彦

②オブザーバー

中尾 彰宏（東京大学大学院工学系研究科教授）
鈴木 淳一（NTTデータグリーンイノベーション推進室部長）
湯浅 雄太（NTTデータグリーンイノベーション推進室課長）
桑津 浩太郎（野村総合研究所未来創発センターセンター長）
杉浦 孝明（三菱総合研究所営業本部）

③総務省

（国際戦略局）

田原 康生（国際戦略局長）
山内 智生（官房審議官）
新田 隆夫（技術政策課長）
山口 典史（通信規格課長）
山口 真吾（宇宙通信政策課長）
清重 典宏（標準化戦略室長）
小川 裕之（研究推進室長）

古川 易史（技術政策課 企画官）

影井 敬義（技術政策課 統括補佐）

（総合通信基盤局）

井出 真司（新世代移動通信システム推進室長）

4 議題

（１）Beyond 5Gに向けた技術戦略の具体化について（ネットワークアーキテクチャ、グリーンICT、国際競争力 等）

（２）その他

開 会

○相田主査　それでは、本日も、皆様お忙しいところをお集まりいただきまして、ありがとうございます。定刻となりましたので、ただいまから情報通信審議会技術戦略委員会の第32回会合を開催いたします。

本日の委員会もウェブ会議となりますので、事務局より補足説明をお願いいたします。

○影井統括補佐　事務局、総務省技術政策課でございます。

会議の円滑な進行のため、構成員及びオブザーバーの皆様におかれましては、御発言を希望される際は、ウィンドー右下の挙手ボタンを押していただきまして、主査から指名がありましたら御発言ください。御発言の際は、お名前を冒頭に言及し、可能であればビデオをオンにしてください。御発言のとき以外はマイクとビデオはミュート（オフ）にしてください。音声の不調の際は、チャット機能も御利用ください。

このウェブ会議上に資料は投影いたしますが、表示が遅れることもございます。事前送付した資料もお手元で併せて御覧ください。

なお、本日、一般傍聴の方々については、ウェブ接続で音声のみの傍聴となっております。

事務局からは以上です。

○相田主査　ありがとうございました。

続きまして、本日の出欠等について事務局から説明をお願いいたします。

○影井統括補佐　まず、構成員の欠席につきまして、本日の委員会では、東京大学大学院

の大島構成員、NHKの児玉構成員が所用のため欠席されております。

次に、本日の委員会のオブザーバーにつきまして、東京大学大学院工学系研究科教授の中尾彰宏様、NTTデータグリーンイノベーション推進室部長、鈴木淳一様、NTTデータグリーンイノベーション推進室課長の湯浅雄太様、野村総合研究所未来創発センターセンター長の桑津浩太郎様、三菱総合研究所営業本部、杉浦孝明様に御出席をいただいております。

以上でございます。

○相田主査 ありがとうございます。

続きまして、事務局から本日の配付資料の確認をお願いいたします。

○影井統括補佐 本日の配付資料につきましては、議事次第に記載のとおり、資料32-1から32-4までの計4点となります。

事務局からの連絡は以上でございます。

○相田主査 資料につきまして、よろしゅうございますでしょうか。

議 事

(1) Beyond 5Gに向けた技術戦略の具体化について

(ネットワークアーキテクチャ、グリーンICT、国際競争力 等)

○相田主査 それでは、早速、議事に入りたいと思います。

議題は、議事次第にございますとおり、「Beyond 5Gに向けた技術戦略の具体化について(ネットワークアーキテクチャ、グリーンICT、国際競争力 等)」ということになっております。

前回の委員会に引き続き、先般の中間論点整理を踏まえたより詳細な調査や論点の深掘り等を行い、技術戦略の具体化につなげていきたいと考えております。ということで、本日の委員会では、中間論点整理の際の論点に挙がりましたBeyond 5Gについてのネットワークアーキテクチャ、それから主要な要求条件である低消費電力の観点でグリーンICT、それから国際競争力というものなどをテーマとして審議を行います。

プレゼンテーションといたしましては、ただいま事務局から御紹介がございましたとおり、ネットワークアーキテクチャ等の観点から東京大学大学院の中尾教授、それからグ

リーンICTの観点からNTTデータの鈴木様、それから国際競争力の観点から野村総合研究所の桑津様と三菱総合研究所の杉浦様ということで、計4点のプレゼンテーションを御用意いただいております。

これら4件の御説明を続けて行っていただいた後、質疑や意見交換をまとめて行いたいと考えております。

それでは、まず、東京大学大学院、中尾先生から資料の御説明をお願いいたします。

○中尾オブザーバー 相田先生、御紹介どうもありがとうございます。東京大学の中尾でございます。本日はこのような機会をいただきまして、ありがとうございます。本日は、東京大学の教員の立場からお話をさせていただきたいと思っております。

「将来ネットアーキテクチャを先取りする迅速展開性ファースト・キャンパステストベッド構想」という題目でお話をいたします。お伝えしたいことは、今日は大きく分けまして2点でして、まず、将来ネットワークアーキテクチャについて考えるべきこと、それから、迅速展開性戦略ということでお話をさせていただきたいと思っております。

まず、最初のネットワークのアーキテクチャについてなんですけれども、3ページ目を御覧いただけますでしょうか。新しいBeyond 5Gネットワークアーキテクチャへの「マイグレーション」シナリオが必要ではないかという思いが日に日に強くなってきてございます。こちらのニュースは、コロナ禍で2021年度のPCの出荷台数が過去10年で最高の伸び率を示したと。我々、デジタルトランスフォーメーションという言葉を使っていますが、これからはデジタルアクセラレーションではないか言われております。インフラがBeyond 5Gに向かって進化する一方で、この「ファーストマイル」では、(私は「ファーストマイル」という言い方をしているのですが)従来型のインターフェースを持った有無線端末が爆発的に増加しつつある現状があります。私自身は、NTTさんのIOWNをはじめとするオール光に有線で直取可能な端末への切替えが進むとよいと考えていますが、ただちに移行するにはチャレンジングな可能性も出てきているかなとも思っております。

理想形としては、無線と光の融合はいずれ進んでいくと思っております。Beyond 5Gの戦略では、高周波利用が進むことになっていきます。低周波の利用は従来どおり「面」で構成可能ですが、大容量化をするために、広帯域を使うために高周波数の利用が進みますと、どうしてもスポット的な高周波数利用と面的な低周波数利用の併用が必要になってくると思われます。例えば、全ての端末の有線の光パス収容がすぐには実現しないとなりますと、

端末は無線で収容しておいて、RANスライス、（これは次のページで御説明しますけれども）RANスライスを含む無線と光のエンド・ツー・エンドのQoS保証型のスライスアーキテクチャが理想ではないかと考えています。つまり、この絵が示していますように、超分散で分散しているスポット的な高周波無線と面的な低周波無線、これに低消費電力と大容量有線（光パス・パケットスライス）ですね、こうこうしたものが組み合わさっていくのではないかと考えています。ですから、オール光パスへの移行と並行して、「ファーストマイル」の無線でのトラフィック分離、それから、有線は、光パスと従来のパケットスイッチのスライスアーキテクチャが合理的だと考えています。こちらにお聞きになっている皆さんは、我々がスライスという概念を研究開発で推進してきたということは御承知のとおりだと思いますけれども、今後は、この「ファーストマイル」の部分で、RANスライスなど、多くの進化が重要となるということを強調したいと思います。この部分は、ラストマイルという言葉がよく使われるんですけども、これはネットワークから見たラストマイル、つまり、通信業界の目線であって、あまり民主的な言い方ではないということで、あえて、一般消費者から見た呼び方、「ファーストマイル」と呼んでおります。

それでは、次のページですけれども、この「ファーストマイル」の進化ということで、なぜここに注目をしないといけないと考えているかといいますと、従来モバイル網に比べて、将来アーキテクチャでは、光パスに加えて従来型のパケットスイッチをマイグレーションシナリオでスライスのように収容していく必要があると思います。そうすると、スポット的で高周波になっていくRANの部分ですね、この基地局のところはスライスが非常に重要になりまして、改めてスライスの重要性というものが注目されるようになると思われまます。端末から発せられたトラフィックは無線収容していくことが合理的です。これはNTTさんもおっしゃっている無線と光の融合という概念にも沿っているわけですが、さらに言えば、ここにRANのスライスが組み合わさって、エンド・ツー・エンドで、光パスと、それから従来型のパケットスイッチが共存しながらマイグレーションを進化していくというシナリオが合理的だと思います。それに加えて、モバイルアクセスはスポット的になりますので、モバイルアクセスの民主化が進むと思われまます。これはいろいろなステークホルダー、例えばIT企業であるとか大学といったプレーヤーが、新しくカスタム化のハードウェアと柔軟なソフトウェアのらせん進化で基地局を開発し、接続する、あるいは、通信事業者の基地局をRANスライスで設備共用する可能性もあります。民主化された基地局をは、民主化スライスで収容して、エンド・ツー・エンドでこの

大容量が使えるような、こういったアーキテクチャも考える必要があると思われます。

こうした考え方は、ちょっと古い話で恐縮なんですが、NICTのネットワーク仮想化の委託研究に遡ります。この当時も実は光パスパケット統合という、こういう概念がございました。これを実現するためには、新しいクリーンスレートなアイデアが必要だったわけですが、しかし、どうしても、従来の端末、サーバーと接続していくために仮想化ゲートウェイというものを考える必要がございました。つまり、従来のアーキテクチャと新しいアーキテクチャの接合点となります。現代になって、大容量のモバイル通信が当たり前になると、この仮想化ゲートウェイが、RANスライスの機能を持つ基地局に進化したといえるでしょう。つまりRANの部分で収容する端末が多くなってきたことから、どうしても、このゲートウェイ部分で、スライスをRANに拡張するという概念が必要となります。このRANスライスは、概念としては存在しますが、まだこれからの技術だと私は認識をしております。こうしたところを含めた無線と光の統合が今後進んでいくと思われま

す。ここから少しユースケースのお話をさせていただきますけれども、次のページ、7ページですが、私も参加させていただいて勉強会等でいろいろ聞いておりますと、Beyond 5Gではどうしてもミッションクリティカルなユースケースの対応が新しい付加価値を生むのではないかという議論が多く見られます。ミッションクリティカルというのは、これは私が勝手に書いた定義ですが、業務遂行に必要不可欠であること、つまり、人間の生命維持とか、事業や組織などの存続に影響を与える障害や誤動作などが許されないこととなります。なかなか情報通信でこの生命維持に関するところの議論はこれまでタブーとされてきたという経緯もございますけれども、今後、この安全・安心、それから高可用性・低遅延保証・帯域保証といったところが、特に医療ヘルスケア・先進モビリティ・製造マニュファクチャリングなど、こうした御専門の方々からよく聞かれるようになってきています。こうした特徴を持った通信が必須と認識されています。ですので、例えばですけども、先ほどのスライスのアーキテクチャで「セキュアなプライベートネットワークが動的に生成」されて、課題解決に必要な通信品質を迅速に提供可能なネットワークアーキテクチャが望まれていると考えられます。ですので、まとめますと、有無線統合のQoS保証のプライベートネットワーク（スライス）の動的生成、それから、課題に応じて、迅速展開可能・継続進化する「柔軟・迅速進化可能なインフラ」が必要だと思われま

少しまとめますと、次世代のネットワークアーキテクチャの要件としましては、こちらに書かれている「ファーストマイル」の民主化を含めた次世代基地局・端末の在り方を考える必要があるということ。それから、継続進化・マイグレーションシナリオが重要であるということ。それから、プライベートネットワークの動的生成が重要であること。カスタム可能ハードウェアと柔軟なソフトウェアのらせん進化によって、「柔軟・迅速進化可能なインフラ」が必要であるということになります。前回、国際委員会の委員長として発表させていただいたときは、ソフトウェア化という表現を使って、このインフラの迅速進化可能性が非常に重要だとお話をさせていただきましたが、今回は、迅速展開性という言葉ですね、迅速進化可能、迅速展開可能という言葉を使わせていただいています。もっと言うと、この民主的な考え方、ローカル5Gからローカル6G、そして6Gに至る課題駆動型のネットワークアーキテクチャ研究開発が望まれると考えております。

続きまして、大きく、次のページ、9ページですけれども、迅速展開性戦略の重要性についてお話をいたしたいと思います。これは再掲なので割愛させていただきますが、この7つの方向性ができるきっかけとなりました2019年の総務省の勉強会になりますけれども、こちらで私の過去の資料を引用させていただきます。

様々な変化が起こっていく中で、Beyond 5GのネットワークインフラにどのようなKPIが必要かという議論がございました。12ページ目ですけれども、この中で私から申し上げたのは、新たに生じる自動化、未開拓領域通信、展開性という言葉を入れさせていただきました。この中で自動化は自律性という言葉、それから、未開拓領域は拡張性という言葉で戦略の中に入れていただいております。残る展開性 (Deployability)、どれだけ簡単につくれるかというところは、まさに今、GAFAMなどが取り組んでいる「インフラのデジタル化」と換言ができると思います。ソフトウェア化、それからカスタム可能ハードウェア、これを組み合わせるアプローチによって進化の加速が重要とされていると思います。

ここで、手法についてお話をしたいと思いますが、13ページ目はオープンインターフェースの進化ということで、最近の思いは、「Open RANからよりグローバルなOpen RAN++へ」と書かせていただいておりますが、このOpen RAN++というのは私の作った造語でして、特に世間一般の定義があるわけではございません。先日のIndicoの2回目のEU-Japanのワークショップにおいて、Open RANの欧州への拡大の可能性として話題提供を私のほうからさせていただきました。それに対して欧州は短期的には賛同す

るが新たな6G向けのグローバルなオープンインターフェースを定義する方向性に興味を示されておりました。ですので、例えば一つ考えられる方向性ですけれども、これは、日本の中で民主化の動きがローカル5Gで始まったこと、これは6G Flagshipでも大変興味があり、評価をされているところになりますので、例えばローカル5Gからローカル6Gという流れの中で、この新たな6G向けのオープンインターフェース、Open RAN++——これは仮称ですけれども、これを国際連携プロジェクトで研究開発してはどうかと思っております。例えばO-RAN++準拠のローカル6G次世代基地局を標準化、デファクト・デジュールに向けて定義をしていく活動を国際で進めていくという方向性もあるかなと思います。

ここで、協調領域・競争領域について少しお話をします。これは皆さん御承知のとおりだと思いますが、協調は、複数の企業がコスト低減、業界全体の進化を加速するということ、それから競争領域は、新規性や独創性を追求して他社を上回る市場割合や利益を獲得するという動きの競争を行うべき領域となります。

オープン・クローズド戦略は、これとはちょっとまた先ほどとは直交した軸になりますけれども、オープン戦略は、自発的・合理的なサプライチェーンを構築し、構成要素レベルでのモジュール代替性を実現するというところで、これがOpen RANと言われている戦略となります。クローズド戦略は、それに反して、仕様を公開することなく、秘匿したまま、ほかの事業者を提供する、つまりブラックボックスで提供するというところで、差異化要素を保持したまま競争力を行使するという戦略となります。どちらにおいても、迅速展開性（Rapid Deployability）というのは競争力を生むんですけれども、特にオープン・協調領域戦略においては、例えばソフトウェア・ハードウェアのカスタム化を駆使しましてこの協調領域・オープン領域を迅速につくっていくということ、ハードとソフトの統合的な活用あるいはらせん進化による駆使というところが必要となると思います。こうしたところでテストベッドが必要になるのではないかと考えています。

次のページですが、こちらは、もう次世代サイバーインフラ連携研究機構という組織を仮想的に東大内につくっておまして、こちらに関しては先日も御紹介をしたこととなります。

次のページになりますが、私が考えている大学の役割としては、1、2、3、先導的研究や国際連携、若手人材の育成ですね。こうしたものは、例えば連携研究機構みたいところで学生を巻き込んでやっていくということです。4番目と5番目としましては、民主

化のアプローチ、それからキャンパステストベッドにおいて新技術の苗床として活用していくという戦略が、これが大学の役割として重要であると考えています。

森川先生に御招待いただきまして、先日行われました新経営戦略センターの新ビジネス戦略セミナーの第7回でお話をさせていただきましたが、この中で、NECの新井さんと、それから串山先生、小林先生とのパネルの中で、新たな産学連携の在り方として、キャンパスを共創の場として使う、それから多面的人材の育成、産学の中で人材循環による産学ギャップを解消するべきという結論が導かれました。このうちの最初の、キャンパスを共創の場に使うという観点ですけれども、ここは、これまで申し上げたようなキャンパステストベッドの活用というところが注目に値すると思います。

次、19ページ目で、Beyond 5Gにおける海外のテストベッド、これは5Gももちろんなんですけれども、5Gから6Gへの進化ということで、海外で数多くのテストベッドが構築されています。もちろん、我が国でも、NICTがつくられる、徳田先生がつくられるテストベッドが計画されておりますけれども、見ていただくと、海外では、PAWRとかフィンランドの6G Flagshipの5G TN、UKの5G TT、それからサリー大学のCAMBUS TESTBEDという具合に、結構キャンパスがテストベッドとして、活用されていることが分かると思います。これらのインフラのテストベッドはインフラのソフトウェア化のプロジェクトが下支えをしておりますして、数えただけでこれだけのソフトウェア化のプロジェクトがございます。なぜキャンパスが使われるかという、これはテストベッドの課題として、ユーザーが不在であっては無益となる可能性があるということで、最初からユーザーが存在しており、産学連携の可能性が高い国家プロジェクトが走っているキャンパスを使うべきだということが言えるかと思えます。

これが最後のページになりますが、20ページ目ですけれども、こういう迅速展開性ファースト、つまり、新たな発想をとにかく迅速に社会実装してフィードバックを早回しする戦略として、キャンパス上にオープンな協調領域としてのキャンパステストベッドを構築し、その上にクローズドの共創領域を追求する企業に御参加いただいて、協調領域に関しても、企業、それから国研、海外大学、海外機関、それから標準化組織等の呼び込みを行い、総合大学としての最先端の多様な学術の集約を利用したり、Beyond 5Gのネットワークアーキテクチャ技術の苗床として使ったり、それから、先ほど申し上げたオープンインターフェースの提案をしたり、社会受容性の検証を行ったり、産学人材循環を行ったり、それから、ここが重要なんですけれども、大学の中でソフトウェア・カスタム可能ハ

ードウェアをア統合してシステムをつくる人材を育成するということ、それから、グローバルフェローなど双方向性の国際連携を推進していくということが挙げられます。1つだけ、例として、文理融合の例として挙げられますけれども、新しい技術として、通信だけではなくて、例えばメタマテリアルといった材料であるとか、情報通信を考慮した建築の在り方とか、それからデータの扱い、データガバナンス・倫理、こうしたところがキャンパステストベッドで実証ができるということになります。国策への期待としましては、こういった環境構築の支援、それからNICTとの連携・共創、それから電波利用の民主化といったところ、特区構想といったものが挙げられるかと思えます。

これはまとめになりますので割愛させていただきますが、1点だけちょっと御紹介で、人材循環、人材育成のところでも少しお話が足りていないので、こちらは東京大学で開講中のBeyond 5G特論の講義でして、Beyond 5Gの一線で活躍される方々から学生に直でお話をさせていただく機会を設けております。総務省からも竹内総審にお話をいただいているような状況になります。

ちょっと長くなりましたが、私の発表とさせていただきます。

以上です。御清聴ありがとうございました。

○相田主査 どうもありがとうございました。

それでは、続きまして、鈴木オブザーバーからまた資料の説明をお願いいたします。

○鈴木オブザーバー NTTデータの鈴木でございます。それでは、始めさせていただきます。カーボンニュートラル実現に向けたICT分野の取組についてということで、NTTデータグリーンイノベーション推進室の鈴木のほうから御説明をさせていただきます。

本日でございますが、グリーン、環境・気候変動問題というところに対して、企業を取り巻く環境変化、これ、皆様御存じだと思いますが、少しそういった環境変化の内容から、当社がそこに向けてどういう対応をしているかということと、あとは、その中でもソフトウェア開発における排出量の基準づくりのところについてといった内容と、3つ目につきましては、グリーンICTという形になりますが、各産業に向けてICTが排出量を削減することにどう貢献していくかといったことについて、我々なりの考えを御説明させていただければと思っております。

まず1つ目でございますが、こちらはもう釈迦に説法でございますけれども、気候変動問題に対する社会的な要請の高まりを受けて、各企業の取組というのが今、活性化してきているというのがマクロ的な背景だと思っております。実は、そのような中で、私たちは

グリーンイノベーション推進室を設立いたしました。ここ半年ほど、ここに書いてありますように、様々なお客様から、カーボンニュートラルに向けた取組に関するお問合せをいただいております。その中でもやはりテクノロジーを活用してどうやって課題解決していくかみたいなお問合せが非常に多くて、ICTに対する活用のニーズというのは非常に期待が高いのかなと感じております。先日、実はガートナー社とミーティングしていた中でも、ガートナー社のほうのサステナビリティに関するインクワイアリーとかレポートに対する検索が、ここ1年前と比較して非常に増えているといったことを伺っております。

こちらはNTTグループの目標でございますが、そういった社会的な背景を受けまして、NTTグループにおいても前倒しでチャレンジングな目標を立てておりまして、2030年段階で2013年度比で80%削減、さらには、モバイル、データセンターにつきましてはカーボンニュートラルを目指すといったもの、さらに全体では2040年にカーボンニュートラルを目指すといった目標値を設定しております。

こちらがその実現に向けたロードマップでございますが、成り行きでは860万トンまで増えていくものを、再生可能エネルギーの導入によって約半分に、あとはIOWN等をはじめとした先進技術を導入して省エネを行っていくことによってカーボンニュートラルを目指す、そういった計画となっております。

こちらが当社の取組でございます。そういったNTTグループの動きも踏まえまして、我々として具体的なアクションを推進するべく、グリーンイノベーション推進室を設立しております。ここに書いてある5本ですね、注力テーマを定めまして、社会全体のCO₂削減への貢献というのを目指して、取組をまさに2021年の10月から、約半年前から推進しているといった状況でございます。

これが我々の理解として少しまとめたものでございますが、ICTの全体像の中でそれぞれの取組がどう位置づけられるかといったものを整理したものでございます。まず、Green of ICTということで、ICTのところは実は3層に分けておりますが、ネットワークとかデータセンターといった物理的なインフラレイヤー、ここに、先ほどもございましたが、NTTの先進技術、例えばIOWNみたいなところで、基地局だったりとか無線ネットワーク、そういったところをオールフォトニクス・ネットワークを活用して省エネしていくといったところが当てはまるかと思っております。その上にデータセンター、さらにはデータセンターとか物理レイヤーの上に乗っかるクラウドコンピューティング基

盤、さらにその上に乗っかるアプリケーションということで、そのアプリケーション等の上には、こういったICTの基盤を通じて、ここに書いてあるような各社会とか業界の削減に向けた取組を実現するGreen by ICTという形で全体の構成がされていると思っております。このインフラレイヤーのデータセンターの部分に関しましては、我々のさっきの5本柱の革新的な省エネの導入であつたりとか、アプリケーションのところは後ほど御説明しますが、今、明確な基準がなく、業界として正しい方向にこれから動いていかなければいけない基準づくり、アプリケーションソフトウェアの動作に関する基準づくりの牽引だつたりとか、Green by ICTのところにつきまして、社会全体をカーボントレーシングによってしっかりと削減していく動きに導いていくことであつたりとか、再生可能エネルギーの創出とか、その全体をコンサルティングしていくグリーンコンサルティングといった構成となっております。

こちらがグリーンコンサルティングサービスでございますが、ちょっと内容の細かいところは割愛させていただきますが、1月に発表させていただいた内容でございます。お客様の事業課題に合わせて、お客様自体のカーボンニュートラルの実現から、あとお客様がグリーンビジネスということでマーケットに対して提供していくもの、あとは全体的な社会的な視点で脱炭素都市の構想の実現というところまで、幅広く対応する形でプレス発表させていただいております、先ほど冒頭にも御説明差し上げたとおり、様々な業界のお客様からお問合せをいただいている状況でございます。なので、そういったコンサルティングサービスを通じて様々なお客様の脱炭素に関する課題の解決に当社としてぜひ取り組んでいきたいといった形でございます。

こちらが、先ほどの5本柱の1つのGreen of ICTのところですね。データセンターの革新的な省エネの実現ということで、我々の保有している三鷹のデータセンターEAST、こちらが国内最大級で最新鋭のデータセンターで、ここの中でやっている取組について少し御説明させていただければと思っております。

データセンターにおける排出量削減に向けた取組でございますが、データセンターの排出量、要は電気の使用のところにつきましては、実は空調とIT機器で約8割消費しているといったところでございます。それぞれのところに対して、右側に書いてあるようなデータセンターそのものの空調を改善するであつたりとか、あと空調をコントロールするところにIoT等の最新の省エネ技術を活用していったりとか、あと動くサーバーですね、IT機器自体の省エネみたいなのところに取り組んでいくことと、グリーンエネルギー

一の調達ということで、省エネと再エネを組み合わせることで目標の達成に取り組んでいくといったことで、これがすごくビジュアルな絵で、イメージが伝わったかと思いますが、三鷹のデータセンターが実はLEEDという建築や都市の環境性能を評価するシステムのところでGOLD認証をいただいております。このPUEと書いてあるものは、先ほどのスライドでもちょっとありましたが、IT機器の電気消費量とデータセンター全体の電気使用量がとんとんになって、1.0というのが理想と言われているんですけど、それを、自然エネルギーを活用して空調を回すことによって1.3以下といった形の目標をクリアしているといったものになっております。

この次が、空調機器のところについて、IoTとか、あとAIとかも導入して最適な制御を行うことで省エネに取り組んでいくといった内容でございますが、これが、今まさに技術検証中の事例でございますが、サーバー機器を空冷から液浸冷却という形で特殊な液の中につけ込んで、空調を必要としないような形にすることで、これからやはりいろいろクラウドとか進んでいきますとサーバー機器ってどんどんどんどん高度化していきますので、そういったものをぎゅっと集約して液浸の中につけ込むことによって、従来比で30%の削減を目指すといった取組でございます。

というところまでがデータセンターの部分の取組でございますが、もう一つは、これからかなり注目されてくる再生可能エネルギーに対する取組の部分でございますが、現状はアグリゲーターとか電力系統に接続されているDERって分散型エネルギー源の情報というものは、十分に公開とか流通されている仕組みが整っておりません。ますますこれからVPPとかDERみたいなところは必要になってきますので、そういったところにつきまして、我々として課題を解決していくために国内における情報をしっかりと集約して流通させていくようなことが必要と考えておりまして、なので、こういったところに関する情報流通基盤の実証実験にトライすると。将来的には、やっぱりここをIOWNを活用して行って、デジタルツインコンピューティングの技術を用いて、どういうデータが必要かということシミュレーションして、必要とされている方々にお届けしていくような取組をしたいと考えております。

ここからがセクションの2ということで、ソフトウェア開発における排出量の基準づくりについて御説明をさせていただきます。

先ほどの絵でお示した3層目の1番上のアプリケーションのところですね。実は今、ソフトウェア開発においては成熟した基準がなく、実はこの製造工程におきましては

人月という、つくるのにどれだけ人がかかったかといったところで単純に決まってしまうだったりとか、製品を利用するところにつきましては、実はハードウェア性能とかデータセンターの効率化や再エネ化といったことで、実は動作を決めるソフトウェアそのものの効率性みたいなところに着目した基準がない状態でございます。本来であれば、やっぱりソフトウェアが効率よく動くことによってハードウェアのところの消費電力を減らしていくみたいなことが理想でありますし、これからクラウドからもっとエッジコンピューティングみたいなところが増えてくると、いろんなデバイスが動いていくことになりますので、そのデバイスを効率よく動かしていく。そういったソフトウェアをみんなで作って、いこうねというような基準をつくって、ソフトウェア産業自体をちゃんと効率のいいソフトウェアをつくるような動きに導いていくといったことが本来必要であると考えております。

ですので、そういった基準づくりに向けて、同じようにグローバルの中で、マイクロソフトとかアクセンチュアとかGitHubとか、同じような志を持ったメンバーがおりますので、そういったメンバーとコンソーシアムをつくっております。このGreen Software Foundationという、ソフトウェア開発に向けた標準とかツールとかベストプラクティス、教育を提供するコンソーシアムのほうに加盟をしております。

これが、つい最近ニュースリリースしていただいたものでございますが、その取組の第1弾として、やはりなかなかソフトウェアの排出量を測定するというのは難しいところなんですけれども、その第1弾目として、SCIといって、ソフトウェアの、自動車でいうところの燃費をはかるような指標のところ、それを定めるような動きをしております。そのソフトウェアの排出量の比較とか、要はAとBどっちが効率いいのとか、それを見て、あ、こういうふうの実装していけば燃費のいいソフトウェアが作れるんだといった形で改善していくようなことに期待できるような基準でございます。

最後、セクションの3つ目ということで、ここはGreen by ICTのほうですが、社会全体、我々のお客様がどうやって排出量削減に向けて取り組んでいくかといったところについてでございます。

まず、冒頭にも申し上げましたが、脱炭素社会の要請として、やっぱり自社のみだけじゃなくて、自社が保有するサプライチェーン全体で適切にCO₂を把握して、CO₂を発生させるものがどういうふうにつくられてきているかみたいなところをちゃんとトレーサビリティを取って、削減に動いていくといったことがやっぱり必要になってきます。

実はICTというのは、例えば基幹系システムで既存に企業活動の土台として組み込まれていますので、どういうものを仕入れていて、どういう製品をつくっているかみたいな情報は既にあります。なので、そういったICTを使って、今、左側にあるようなところのプロセスを可視化していくとか、あとはAIとかIoT、先ほどのデータセンターのところでも御説明差し上げましたが、今、そういったエッジ側の機器は普及していますので、そういったものを活用することによって正しくリアルタイムに情報を見える化するということもできるかと考えております。なので、そういった今の企業活動を記録している基幹系システムに最新の先端技術を組み合わせることで、より高度な可視化ができるのではないかなというのが我々が考えていることでございます。

これが、製造・流通業さんを少し例に、どうやって企業活動としてCO₂削減に取り組んでいくかといったところのプロセスとアクティビティーを示したものでございます。やはりCO₂削減のところに目が行きがちなんですが、削減するにしても、どこを削減すればいいのかとか、どういうところを見直していけばいいのかといったところがポイントになってきますので、やっぱり可視化から始まって削減、さらには経済活動のところのオフセットみたいなところとか回収・吸収とかといったような動きになっていくというところでございます。

これが、我々としてそういった各企業様の活動の中で可視化していく、社会全体の可視化というところまで行くに当たっての5段階のレベル定義をしておりますが、レベル0とかレベル1みたいなところは、既存の仕組みを用いて、基本的には我々、その会社様の中にある情報、かつ、特に投資家とかに向けて公表していくことを目的として排出量のところを見える化していくといったところでございます。その次から、きちんと削減に向けた様々な努力が反映されて正しく可視化された状態になっていき、それをさらに企業間、先ほど申しあげましたサプライチェーン全体で見える化していったら、さらには社会全体で見える化していくといったことで、全体としての可視化が実現されて、全体が削減に正しく動いていくといった状態がつけられると考えております。

これの少し具体的なイメージを下に書いておりますが、この3章の冒頭で御説明差しあげましたとおり、まず、既存の基幹システムに入っている企業の生活行動の中で、こういった材料を仕入れているとか、就業管理のところから従業員の人がどれだけ出勤してきているとか、そういったいろんな情報を取得して、その中からまず机上で計算することができるようになると。さらにそれを高度化していくといったことで、IoTと

かAIの技術を使って、そういった活動が、左の絵では実はシステムとくっついてないんですけど、そういったデバイスとかセンサーとかネットワーク化の情報からちゃんと収集をして、正しくどれだけの活動がされているかといったことを把握していくと。さらに、そういったものをここに書いてあるような業界横断でつないでいったりとかということでサプライチェーン全体を可視化するところから、社会全体がこうやってつないでいられるようになると、全体でどここのところが一番排出量の削減のボトルネックになっているのかとか、そういったことが見える化されてくると考えております。ただ、そういった理想的な社会を実現するには、企業間のデータというところにつきましてはやはり企業の競争力の源泉であったりもしますので、それをちゃんと秘匿性を持ってやり取りできるようにしなければいけないと思いますし、かつ、接続するのに一々作り込んでいくと企業としての負担も大きくなってしまいますので、その接続性、安易に接続できるといったところを担保していくことが必要かと思っております。そういったものを我々としてはデータ連携基盤という、ちょっと名前としてはありふれた名前なんですけど、様々な企業に対して接続性を担保して、かつ安全に、しかもちゃんと各企業は競争力を維持したような形でデータを流通させて、社会全体のCO₂削減に対するトレーサビリティがしっかりと取れるような仕組みをつくっていくと。こういった仕組みを用意して、そこに日本の様々な企業がつないでいって、社会全体として削減のアプローチに動いていくといったことを目指して取り組んでいきたいと考えております。

こちらが最後のペーパーでございます。今、だーっと御説明差し上げたことをまとめているペーパーでございますが、カーボンニュートラルに向けた取組というのはいろんな業界で多岐にわたっておりまして、ICTに対する期待も大きいですし、貢献できる領域も大きいと考えております。我々ICT産業のGreen of ICTの部分につきましては、ネットワークだけじゃなくて、データセンターからアプリケーションまでトータルで取り組んでいく必要があると考えております。特にアプリケーションのところにつきましては、やっぱりほかのレイヤーと違ってまだまだ基準のところは未成熟だと思っておりますので、そういったところ、正しい基準をつくって、みんなが正しく取組をしていくような形に仕向けていく必要があると考えております。その次、Green by ICTの各業界の新たな取組における第一歩目というのはCO₂排出量の可視化でありまして、正しく削減するためには正しく把握していく必要がありますし、それをやっぱり将来的には日本全体、社会全体で目指していけるように、ちゃんとそれを全部つないで、そういったICT基盤をつくる

ことで社会全体のカーボンニュートラルというところにICTが貢献していくといったことができるのではないかと考えております。

以上でございます。

○相田主査 どうもありがとうございました。

それでは、続きまして、野村総合研究所の桑津様から御説明をお願いいたします。

○桑津オブザーバー どうも御紹介ありがとうございます。野村総合研究所の桑津でございます。資料のほうを表示いただきましてありがとうございます。では、早速ですが、特にBeyond 5G、国際競争力の観点で、ちょっと資料は広めに取っておりますので、ポイントを絞って御説明させていただきます。

いわゆる技術戦略という観点で言いますと、特に通信の分野は昔からも何回もやっているよという話なんですけど、いわゆる交換、伝送、それから端末といった正統派の基幹技術群があるわけですけれども、当然これは大事で、やらなくてはいけないんですが、正直、このプランAといいますか、オーソリティーの部分は非常に苦戦していると。GAF A、中国、大手半導体メーカー等に、規模、人材、速度等で劣位になっております。もちろん、やらなくていいというわけではなくて、やるんですけれども、単独で主導的な地位を回復するというのは、少なくとも短期でやれというのは非常に厳しいだろうというのが現実です。

一方で、3G以降、いわゆるアプリやプラットフォームという議論が盛り上がったわけでありまして。実際、言うまでもなく、プラットフォームやアプリやインダストリーの境界だ、融合領域だというのが挙がってきていて、これまでの交換と伝送と信号方式を標準化すればいいよという議論じゃなくて、結構上の領域等をにらんだ取組になっていると。Open RANもそうなんですけれども、インフラ自体がクラウドですというような議論が本格化しているという状況です。その横で米国を見ますと、メタバースとかWeb 3.0、また言葉のお遊びかよという話はあるんですけれども、このプラットフォームグロウンがある一定の方向を示しているのは間違いないだろうと。後ほどありますが、メタバースというのは人のデジタルツインだろうと。リアルで人と仮想空間内の人をうまくつなげる。Web 3.0は、それを含めて、あと分散技術なんかが入っているのかな、もう片方でデジタルツインと。これはどっちかという、中国の大都市を想定しているようなものが割とリアルに近いと。その一方、日本は、社会的背景から見た遠隔操縦とか自動化・無人化のサポートの部分に比較的強みがあって、また、諸外国も日本はそこが強いんじゃないか

などというふうに見ている雰囲気を感じられます。建設機械や自動車もそうです。ですので、人のデジタルツインと、中国が想定しているような街のデジタルツイン以外に見ますと、マシンのデジタルツインの中で相対的に日本は割と競争力があるんじゃないかというふうに見られているという状況です。

最後が、ちょっとこれまでと流れが変わったなというのがカーボンニュートラルの議論でありまして、先ほどお話があったように、情報通信ネットワーク自体がカーボンを含んまり出すなという話は当然なんですけど、それ以外にも、中長期的にカーボンニュートラルが来て、サーキュラーエコノミーが来て、生物多様性が来てということで、多分これから10年間ぐらいこの手のトレンドががーっと続くんだろうなと思っています。特にカーボンニュートラルで非常に気にしていますのは、全部水素を作ってくればそれでいいんですけど、感覚的なところで、どうも欧州の状況を見ていますと、あまり大都市に集中させたくないんだなというような議論が出ていると。つまり、再生エネルギーというのは非常に密度の薄いエネルギーであるので、人間があんまりいないほうがいいと。つまり、再生エネルギーは地産地消を前提として、人口4万とか30万というのを基準にして最適化していくんだみたいな議論が出始めていると。これまで、アジアや中国、我々の強みというのは、人を都市部に集中して馬力を発揮するというモデルだったわけでした、3G、4G、5Gもそこで圧倒的な強みを発揮してきたわけなんですけど、Beyond 5Gに関しては、欧州はここをちょっと流れにさお差して、いわゆる人口密度の低いところに最適化するというような検討をしたいということで、例えばBeyond 5Gに衛星の流れが非常に入ってきている。もちろん衛星がなきゃいけないってわけではないんですけど、従来は割とそこは別系統かなと思っていたのが、いや、Beyond 5Gにおいてはこれはもう別系統じゃなくて、衛星も当然入れて、人がいないところでもネットワークするんだよというような議論が出始めたということで、集中じゃなくて、ある種、分散に対応したネットワーク構造をつくらうよという議論がプランCで出てきたのかなと思います。

次のページをお願いいたします。プランAは、もうさんざんばらやっているところなので、これはポイントですけど、半導体は今後の巻き返しかなと。量子コンピューター分野は、不透明感が強いのでまだ分からない。リスクもあるし、チャンスもあるねと。従来の大手メーカー主導から、通信機器はGAFAM等がかなりくちばしを突っ込んでくる、もしくは半導体メーカーが直接作るという状況で、世界中の通信機器メーカーが非常に苦しい立場に置かれていると。光ファイバーの高速・大容量化とか、MPUの高精細

度化・省エネ化とか半導体がという議論はずっとやっているわけですし、これはもう期待すべきは、迅速なフォロワーで領域を絞ってリーダーになるんだというところしかないんだなと。そして通信の本業の部分は、もう実はIOWNさんが言い尽くされている光伝送・スイッチ、光電融合、これはある意味、残っているフロンティア領域だと。もう一つは、電波の受発信の部分、つまり、アンプに代表されるような、プログラムは書かなくて素材に近い領域。最後が省エネ系技術ということで、これが中心技術かって言われると、一部中心な技術なんですけど、全部これさえあればできるという議論ではありません。若干、日本が競争力を国際的に保てそうな分野というのがそんな無限大に残っているわけではなくて、ある程度絞り込まざるを得ない状況にプランAの領域は入ったんだなと思います。

次のページをお願いします。一方、プランBは、御存じのように、デジタルとリアルの融合だという本命が来ました。いわゆるコミュニケーションのネットワークじゃなくて、社会・産業の神経網としてのネットワークだという議論です。米国はWeb 3.0ということで、非集中化とサイバー・リアル連携ですが、メタバースに代表されるように、明らかに人と人の連携に人のリアルと人のサイバーを連携させると。中国は、先ほど申しましたように、完全に人と街を前提にした街を対象にしていると。日本側は、どっちかという人とマシンの連携のところと比較的残された領域があって、ここへ向かうべきなのかなというのが何となくのコンセンサスなんじゃないかと思います。

次のページをお願いします。これは中国の例ですね。中国は言うまでもなく大量の監視点と大量の情報、つまり、監視カメラも4Kになって、顔の造形だけじゃなくて歩く歩幅とか、あるいはポケットの中に入っている物とか、そういうもので認証しますよみたいなところから始まって、それにグリーン基盤が乗っかって、全部データを取って全部やりますという、街のデジタルツインという議論がリアルになってきたと思います。

次のページをお願いします。一方で、日本側はというと、高齢化、労働力不足を背景に、いわゆる遠隔操縦の議論が出始めたり、あるいはコンビニで並べるとかというような議論はいろいろやっています。これは、まずは遅延を少なくして低遅延という議論から始まっているわけですが、行き着くところは人とマシンの間のデジタルツインの議論になってくるんだろうと思っています。つまり、無人化、対面・非接触という議論です。

次のページをお願いします。同じようなことが普通のお店でも起きているなということで、自動化ががんがん進んできたコンビニを見ていますと、例えば、人間はずっとお店

にへばりつく必要はなくて、人間はお店を回って順番に品を出す。品出しをして商品を並べる。そうしないと店舗が汚くなっちゃうと。トラブル処理も、1店舗にいるんじゃなくて、ぐるぐる回りながら、画像で何かトラブっているなど見たら、そこへ駆けつけていくというような議論が出されています。これは、流通といったお店に人がへばりつくという議論じゃなくて、AIで5Gとかのデータを取りながら認識して、必要なところに行って必要なことをやりますということで、店員じゃなくて店群で管理するようなモデルが出始めたということで、ある意味、ネットワークの進展が、働き方を流通といったような生産性の低い分野においてもリアルになってきたんだなと思います。

次のページをお願いします。同じことは実は産業革命のときも起きたということで、これはお話ですが、ポイントは、昔は職人さんがばらばらにいろんなものを勝手に作っていたわけですが、いわゆる産業革命によって、農村からたくさんの人を調達して、大量に作ることを前提にプロセスを標準化してやるのを短納期化したということで、特定の部分で生産性をすごく上げるんだよという構造が、これは蒸気機関によってできたわけですが、先ほど言ったように、ネットワークで人を広域に分散して仕事をすることができるようになってきたんだというのが、多分、Beyond 5Gにおけるもう一つの働き方への影響という部分だと思います。

次のページをお願いします。実は同じようなことというのはバスにおいてもなされているなということでありまして、これは実は後ほどやりますカーボンニュートラルとか過疎地・僻地対策で出てくるんですけど、よく自動運転という言い方をされていますが、恐らく最も最初に入れるべきは高速道路の乗用車じゃなくて、僻地のバスなんだろうなという検討であります。ポイントは、バスはもうからないと。実は人件費が圧倒的に高いんだということで、無人化はここにいい答えになるんじゃないかということで1点目。ただ、本質はそこではなくて、恐らく人とバスを切り離すことによってバスを小型化できる。つまり、今まではバスはでかくなっています。でかくなる一方でした。なぜなら、運転手が少ないから。少ない運転手で稼ごうとするとバスを大きくする。結果、本数が少なくなると利便性が下がるという悪いループだったわけですが、運転手とバスを切り離すことができれば、バスは小さくして、台数を増やすことができます。ピーク時はたくさん走らせて、ノンピーク時は台数を減らすということをやっても合理的です。人の遊びが発生しませんので。こういった議論が、例えば山間・僻地においてできる。むしろ山間・僻地のほうが事故の心配がないので、こういった小型のバスを無人でたくさん走らせると

いうことがより合理的になってくる。ここが地方のエネルギーの地産地消との組合せなんだろうなど。その際、働き方というのは、運転手要らないってわけじゃなくて、運転手はセンターに1人いて、バスを6台面倒見ると。で、トラブル時は遠隔で操縦する、それ以外は自動で運転するといったようなモデルが出てくるんだろうなどということ、これは5Gでできるんですけど、Beyond 5Gもこういった流れの中で、比較的人口密度が少ないところでもカバーできるといったようなアプリが重要な対象になってくるんだろうなどというように思っています。

次のページをお願いします。もう1点、国際競争力の観点でやっぱり気をつけておかないといけないのは、多分セキュリティーなんだなと思っています。これはBeyond 5Gだけじゃないんですが、自動化・無人化が進んだ世の中においてどういう技術が求められるかという議論の中で、やはりセキュリティーを気にせざるを得ないのかなと思っています。これは中国の事例なんですけど、電子マネーが物すごく普及したことによって、中国においては強盗が減っています。なぜならば、人を襲ってもそこにお金がないからです。したがって、強盗は減ったと。逆に、自動販売機はめっちゃくちゃ増えています。なぜなら、自動販売機が全部電子マネー対応ですので、自動販売機を襲ってもそこにお金がないので、飲物が欲しいからといって自動販売機を襲う人はいないので、自動販売機がすごく安全で増えた。一方で、じゃあ安全になったのという、そうじゃなくて、だます強盗が増えた。つまり、ネット詐欺がべらぼうに単価が上がってきているということで、要は、電子化がすごく進んだ社会においては、奪うことはなくなるんだけど、だます方向はすごく増えるんだなと。

かつ、気をつけなくてはならないのは、自動化や無人化がすごく進むことによってモラルが下がると。見守っている人がいなくなるので、人間の悪いことをする欲望にブレーキが利かなくなるという傾向は出ているんだらうと思います。これまた典型例で面白いのが、この右側の下のパンの無人店舗問題なんですけど、これは、パンをトレーに並べて無人店舗にして、カメラでパンを画像認識して料金が決まるという仕組みなんですけど、ある方々が同じパンを縦に2個、3個重ねるようにしたんですね。そうすると、上から画像で撮ると1個になるので、パンを3個買っても1個の値段の支払い済むということで、これは普通に詐欺なんですけれども、こういうことがはやったことがあるということで、何を言わんとしているかということ、これまでのシステムリスクは、高度な技術を持った人が高度なサーバーに侵入するというモデルだったんですけど、恐らくBeyond 5Gの時代という

のは、自動化や無人機が大量に出ていますので、普通の人が普通に悪いことをする。ハッカーじゃない普通の人が無人機をだますという時代になるんだろうなということで、恐らく、よく通信でレイヤーと、伝送レイヤー、交換レイヤーとかいうふうに昔から言ってきたわけですけど、ある意味で、ソーシャル・セキュリティー・レイヤーというのが多分要るんだろうなと。その際、今、我々の論点でいくと、プライバシーの問題があって、あんまり人間の情報を取っちゃいけないわけですけど、悪いことをされたら話は別なわけですから、そういった議論が恐らく標準化、標準化になるかどうか分かりませんが、少なくとも社会的に必要なアプリというよりは、かなりネットワークに近いところにこれがないといけないんじゃないかという議論が出ております。

次のページをお願いします。あと、プランC、カーボンニュートラルなんですけど、これは2点ありまして、これまでの3G、4G、5Gは高速・大容量化をがんがんやってきました。ポイントは、ある意味、大都市化だったんだなと思います。つまり、たくさん人を集めることで、ICTは集中のメリットを享受してきたんだと思います。中国が代表例で、次は日本です。ある意味、日本は今でも東京圏、これは東京都じゃなくて3県を入れてですけれども、世界最大の都市圏で、強力な競争力を持っております。ですが、これからあんまり人口は増えませんか、むしろ減っていきますので、2050年ぐらいになったらえらい勢いで抜かれちゃって、10番以内から落ちちゃうということになります。そういう面で、Beyond 5Gに求められる一つの役割は、この東京の位置づけを少なくとも十分高い位置に置いておくべきなんだと。つまり、国の中の代表選手として、まさにオリンピックの代表選手として、東京の都市圏の競争力を高めるという観点で、スマートシティとしてBeyond 5Gは必要ですねというのが1点。

もう一方が、それ以外のまちはどうよという話になるわけですし、先ほどカーボンニュートラルの議論、欧州を見ていると、大都市ではないだろうと。むしろ大都市はカーボンニュートラルに不適だと。人口4万とか30万ぐらいが、より効果的で、効率的にカーボンニュートラル対応できるんだよというような仮説が出てきていると。私はちょっと何かヨーロッパの邪念が入っているようにも感じるんですけど、一理あるなど。人口が急増しないんだったら、例えばインフラも、電力、ガス、水道、通信という縦割りじゃなくて、地域インフラ横串のシュタットベルケみたいな仕組みをつくろふみたいな議論が出ている。ポイントは、過度な集中が地産地消をゆがめるので、教育や医療や金融みたいなやつは全国でネットでやりゃいいんだけど、現地密着のエネルギーやハンズオンは少

人数の規模でやるべきなんだという議論です。ここは、Beyond 5Gにもう一つ流れが出てきたので、山間・僻地、郊外対応でネットワーク対応する。それがカーボンニュートラル等に適したネットワーク、つまり、Beyond 5G自体の消費電力を減らしますという議論と同時に、社会全体のエネルギーの消費量を減らしてカーボンニュートラルに対応するためには、ネットワークもそちらに合わせろよという議論が出ているんだなと思います。

次のページをお願いします。最後です。ちょっとBeyond 5Gって書いていませんが、要は、日本の社会的課題の解決のためにプラットフォームを頑張って自動運転しましょうという議論と、世界が要請している地産地消だから、プランC、つまりカーボンニュートラル対応で人口密度低いところでやれよという議論が出ているわけです。ただ、今すぐはプランAはやらなくていいという議論はなくて、やらなきゃいけないんですけど、これ、かつてのジャパン・アズ・ナンバーワンに短期で回帰するというシナリオはあり得ないので、人的資源とか劣位なので、現状は、迅速なフォロワーで、かつ領域を特化して戦うんだらうなと思っています。これが、電波を発信するところであったり、先ほどNTTさんのIOWNであったような光電融合だったり、その候補になるんだと思います。

プランBは、米国は明らかに人視点のメタバースにいったと。中国は都市デジタルツインにしているわけですし、日本もこれ、両方やるんですけど、やはり日本は恐らく産業・機械領域で遠隔操縦や無人化と組み合わせたコア領域のサイバー・インフラ連携。もともとデジタル・サイバー連携というのは結構日本は早い時期から言っているんですよ。ただ、それが、人地点でやるのか、街視点でやるのか、産業・機械視点でやるのかみたいな議論は、ちょっともう一段深掘りしなくてはいけなくて、どうも残っているのは、この3番目が日本側として比較的何か相性よさそうかもねというような仮説であります。

プランC、これは、要は人口密度が低いほうに対応しろという要件でして、人口減少環境下でカーボンニュートラルに対応するためのネットワーク、あと交通、ヘルスケア、教育といった研究開発をしないといけないと。具体的に言うと、1つは衛星であって、山間・僻地側のネットワークをより効率的にカバーするんだよという仕組み。もう一つは、地方で出てくる小規模なエネルギー、あるいは波であったり太陽光発電等であったり、一部電気をためて、その電気で通信ネットワークを維持するんだよといったような、カーボンニュートラルと寄り添う、もしくはビルトインされた形のネットワークという研究開発も入るのかなというように思っております。

すみません、ちょっと雑駁な話でございますが、私どもからお伝えしたいのは以上でござ

ざいます。どうもありがとうございました。

○相田主査 どうもありがとうございました。

それでは、続きまして、三菱総合研究所の杉浦様から御説明をお願いいたします。

○杉浦オブザーバー 三菱総合研究所の杉浦でございます。よろしくお願いいたします。

本日、ここまで3人の先生方のお話もお伺いしまして、私も大変勉強になりました。冒頭、中尾先生のお話也非常に印象に残っているんですけども、ミッションクリティカルという言葉がございましたが、今日、私のほうでお話しさせていただく御提案というのは、まさにこのミッションクリティカルな通信サービスをどのように実現していくかということで、技術的アプローチとしては信頼性をいかに高めるかということで、様々な技術が、今、研究開発されているところだとは思いますが、このミッションクリティカルな通信サービスを実現するために、技術だけじゃなくて、制度とかビジネス面からのアプローチができないかというような趣旨でプレゼンをさせていただきます。よろしくお願いいたします。

次のページへ進んでいただいてよろしいでしょうか。ありがとうございます。今現在のBeyond 5G関連の状況ということで、背景と問題意識を書かせていただいています。Beyond 5Gの研究開発、今後、どういった技術を開発していけばいいのか、研究していけばいいのか、開発テーマを具体化することが必要な段階だと思っています。この中で、今後、我が国の通信事業をされている皆様ですとか、あるいは通信機器を作っている製造事業者の皆様が、日本だけではなくて世界中でグローバルなマーケットを取っていく、グローバルなマーケットでビジネスをつくるのが可能なBeyond 5G関連技術は何なのかという、ここに一つこだわりたいなと思っていて、もちろん、大容量とか高信頼性ということもあるんですけども、日本だけじゃなくて海外でも広くマーケットが取れる、売っていくことができるような技術、これをつくっていかないと、経済的なインパクトの面からいいますと、こういうことがないと一義的には開発の意義も薄れてしまうのかなと思っていて、このビジネスを創ることが可能な関連技術ということにこだわって考えております。

次のページをお願いいたします。ここまでの論点整理との関係ということで、先日、1月中旬に事務局のほうでまとめていただいていると思うんですけども、この技術戦略委員会の中間論点整理というものがあつたかと思えます。この論点1の中で、Beyond 5Gが必要とされる社会的背景ということで事務局のほうから3つ挙げていただいているん

ですけれども、これの1-1、1-2、1-3とありまして、この3番目、1-3ですね。安心して活用できる社会ということで、ウィズコロナ／ポストコロナですとか、防災・減災あるいは経済安全保障の観点もあるんですけれども、この中でBeyond 5Gに関連する重要技術の育成を通じた日本の優位性の確保ということを研究テーマとして具体化しなきゃいけないかなと思っけていまして、この中で、通信の中核技術ですね、コアテクノロジー、これは光電融合しかり、様々なコアテクノロジーがあって、もちろんこれは非常に大事な技術でして、これは研究開発は進めていかなければならないんですけれども、市場獲得という意味でいいますと、必ずしも中核技術だけにこだわらなくても、周辺で発生するようなビジネスを想定して、そこで必要な要素技術というのを幾つか探索していてもいいのではないかなというふうなことで、コアテクノロジーと周辺テクノロジーというのが定義は曖昧ではあるんですけれども、通信そのものの技術の中核技術以外ですね、周辺で使われるような制度とか仕組みに使うような技術も想定していてもいいのではないかなと思っけているところです。

次のページをお願いします。これがネットワークの進化とビジネス・信頼性の拡張概念ということで、ここまで先生方がお話しいただいた内容とほぼほぼ似ているかなというふうには思うんですけれども、3G、LTE、ここは基本的に個人利用というのが中心だったかなと思うんですが、5Gに入りまして、ようやく業務利用(B to B)の利用が本格化しています。これは5Gもありますし、ローカル5Gもあると思うんですけれども、ビジネス利用というのが本格化してきますが、この先のBeyond 5G、6G、I OWNなんかもこういう部類になるかなと思うんですけれども、本当の意味での業務利用の中でも、中尾先生の言葉をお借りすればミッションクリティカルな部分で、もう社会利用に近いような概念ですね、金融の非常に基幹的な部分に使ったりですとか、大口取引に使ったりですとか、公共データベースに使ったり、交通・運輸、あるいは医療みたいなものもここに入るかなと思うんですけれども、欠損が許されないような社会基盤になっていく必要があるかなと思っけています。このソサエティーで使うという意味でいうと、通常のインフラでいいますと、例えばほかに水道ですとか道路とか鉄道ですとか、そういったインフラがあるわけなんですけれども、これも同じように、例えば水道法とか道路法とか鉄道事業法とか、法律でも守られている部分がありまして、こういった実は欠損が許されないような社会基盤というのは、法的な立てつけも含めて制度的な立てつけと相まって信頼性って確保されている部分があるので、そういった概念整理というのができないかなというの

発想でございます。

次のページをお願いいたします。ここ、仮説として置いているんですけども、Beyond 5Gの主要市場がビジネスユースになるという意味でいうと、4Gまでの個人契約が主体の利用形態のみならず、本格的なビジネスユースということで、例えば交通、鉄道、航空みたいな道路交通とか公共交通系、それから金融とか、小売、流通とか、農林水産、エンターテインメント、高付加価値なコンテンツ配信とか、医療、介護、保育みたいなものもそうなんですけれども、こういった分野というのは、人命に関わるとか、あるいは非常に高額な取引だったりとか、一定の付加価値が高い商品の取引や何かと直接関わるということで、社会基盤として必要不可欠なサービスみたいなものの提供の一部になっている必要があるかなということ、ビジネスユースを前提とした次元の異なる通信サービスの提供というのが求められるんじゃないかなと。これまでと次元の異なるようなサービスレベルというか、そういったものをつくっていく必要があるかなと。これで、今までの一般利用者の回線との差別化みたいなことができるのかなと思っています。

次のページをお願いします。こういったサービスをつくることでかなりメリットも出てまいります。これ、結局、我々を含めて関わっているビジネス関係者の方々にはメリットがないとやる意義がないわけなんですけれども、例えば通信キャリアの方々にとっては、ビジネスで広く利用されるということになると、一般の加入者回線とは異なる大きな市場を創出することができます。もちろん、一般の加入者回線って、ある程度人口ですとか人の数で限られるところがあるわけなんですけども、ビジネス利用が広がればもちろん大きな市場が広がりますし、ビジネス利用を前提とすると、通信サービスも、これまでの通信サービスの例えば通信料とは違う付加価値の向上、回線利用料の値づけみたいなこともできるかなと思います。それから、回線がビジネスユースということになりますと、ただ単に回線を提供するということから、さらにビジネスと組み合わせたような商品のレイヤーアップ、サービスのレイヤーアップみたいなこともできるかなと思います。

それから2番目、通信機器ベンダーの方なんですけども、通信機器ベンダーの方にとっては、通信機器ですね、基地局とか移動局とか交換機とかいろいろあると思うんですけども、中核技術はもちろんあるんですが、中核技術全てを日本の企業で総取りって、これはなかなか難しいかなと思っていて、国際的な競争力もありますし、アメリカですとか他国にもかなり技術に強いような会社がある中で総取りはなかなか難しい中で、中核技術以外でも様々な分野で技術ソリューションの市場を取っていくということができ

ば、結果的に大きいマーケットを取ることになります。それから、今、単なる機器提供とかデバイスの提供というところをメインのビジネスにされているかと思うんですけども、オペレーションのところにも多少入っていただいて、オペレーション運用サービスビジネスへの転換を図ることもできるかなと思います。それから、標準化とか国際協調とか、業界のデファクトづくりをしていけば、これ、日本の通信オペレーターだけじゃなくて海外の通信オペレーターにも積極的に展開することができますので、海外の市場進出も非常にできるようになるかなと思います。

それから、その他ユーザーとかほかの業種にとってはどうかということなんですけれども、高い安全性が求められるサービスを通信で適用することができれば、今やられているビジネスも、真のDX化というか、デジタル化もできますし、運用も非常に効率的にできるようになりますし、例えば、今の通信回線だとたまに切れてしまう、そういったことを前提に、事故時の対応について、ユーザーサイド側で独自の対応策、例えば予備の回線を取っておくとか、そういうことをしなきゃいけなかったという部分があったとしても、そういうユーザー側での対応の措置を講じるという必要がなくなるというのもメリットになるかなと思います。

次のページをお願いします。ここが今日のメインの話題になるわけなんですけども、将来のビジネス、これ、仕組みとも言えると思うんですが、そこを想定して、そこから必要になる技術をバックキャストで特定することができないかなというのが今日の御提案でございます。例えば、Beyond 5Gで想定されるビジネス（仕組み）ですね、これは今の技術のやり方に起点を置くんじゃなくて、将来起り得るビジネスというのを先に想定しておいて、例えば利用者が安心して利用できる仕組みだとか、金融機関などで金融取引とか安全・公共で社会基盤として欠損しない仕組み、あるいは異常時などに適切な対処ができるようにする仕組みとか、こういったような仕組みを、将来的にこういう制度とか仕組み（ビジネス）ができるということを前提にここを具体化しておいて、次のページに行っていただいて、そこからバックキャストしてきまして、ビジネスで優位なポジションを獲得するための技術ということで、例えばネットワークオペレーションの関連技術ですとか、組織あるいは財務のマネジメント関連技術ですとか、あるいは予兆・予知技術ですとか、あと復旧・異常時の対応技術ですとか、状態監視の関連技術みたいな、そういったような、ここで右側で使われるような技術をバックキャストして考えるということができれば、将来的に、この右側の仕組みというのが、これが法律になるのか、国際標準になる

のか、あるいはデファクトスタンダードになるのか、あるいは独自の標準になるのかとかという、ここのものがどうなるのかというのはまた別にあるにせよ、ある程度、将来のマーケットを見据えたような技術開発ができるのじゃないかなと思っていて、技術ありきではなくて、あくまで将来のビジネス（仕組み）から想起されるような技術を研究開発として何をしていけばいいかということ、テーマを特定していくというようなことを考えています。ちなみに、この右側のビジネスのほうは、このビジネスとか仕組みとかというのは議論のあくまで対象外なんだと思うんですけども、こうした仕組みが社会実装されるということを前提に、仮説として設定しておくということで左側を紡ぎ出すことができるかなと思っています。

次のページをお願いします。これ、どういうふうにこれを実現していくかということで、難しいんですけども、1つは、課題の1として将来のビジネスとか仕組みの仮説をどう設定するかということなんですが、右が将来どういうビジネスができるかって、ここを設定することは非常に難しいんですけども、例えばアプローチ方法の案としては、右下に吹き出しで書いているんですが、事業者（ビジネス利用）とか社会利用起点で利用者から望まれているサービスというのはどういうものなのか、あるいは通信事業以外の他業種での事例ではどういうふうにして安全性・信頼性を担保しているのかというのを、水道とか鉄道とか道路交通を参考にしてもいいと思うんですけども、そういうことを参考にしながら仮説設定してはどうかかなと思っています。

次のページをお願いします。課題の2番目として想定したビジネス（仕組み）の普及・標準化ということなんですが、実はここで周辺ビジネスを想定して必要な技術をつくるというと、その技術自体がすごく高度なもので、模倣が困難なものでない可能性もあって、技術自体、まねしようと思えばまねができるというものが、模倣できるようなものも結構出てくると思うんですね。そういう意味でいうと、実は、このビジネス（仕組み）を普及・標準化させて、なおかつ日本の企業がマーケットで優位性を取っていくためには、かなり標準化とか特許戦略みたいなものも大事になるかなと思っています。そこで、目標設定（KG I）を設定した普及・標準化活動と書かせていただいているんですけども、国内外の通信キャリア、機器ベンダー、学会が協調して活動して、仕組み（ビジネス）の標準化をしていかなきゃいけないですとか、もともとどういったビジネスを標準化していくかという、ここをゴール、KG Iとして設定して、それに必要な標準化とか特許戦略みたいなものをつくっていかなきゃいけないというような話ですとか、既存のデファクト、デ

ジュール団体における新しい枠組みの提案とか、様々なことをやっていかなきゃいけないかなと思います。

次が最後のページなのですが、最後のページをお願いします。ほかの事例も参考にといいことで、例えばこういうことができるのかなということ、開発要素技術のアイデア例ということ、書いてあるんですけども、BCPですとか、AIを活用したリスク予測ですとか、あるいは、通信キャリアとかベンダーさんの中でも教育資格制度みたいなものをもう少し公的なものにしたたりオフィシャルなものにして運用していくとか、あるいは障害時の補償や何かをどういうふうにしていくかということ、今、この補償だとか、例えば損害保険との関連とかというのはあまり通信ビジネスの中では議論されていないんですけども、こういう金融サービスのなアプローチを組み合わせるようなこともできるんじゃないかなと思っています。他業種で欠損が許されないような社会基盤ですと、例えば車なんかは、自賠責保険みたいな保険制度が必ず強制保険としてついていたりと、あるいは車検のような国の制度が決まっていて、国家資格のある人が車検を取るとか、そういうような制度もできていると。こういうものを参考にしながら将来のビジネスとか仕組みを考えていけたらいいんじゃないかなと思っています。

すみません、以上になります。

○相田主査 ありがとうございます。

それでは、今、14時19分過ぎですので、残り40分くらい時間がございますので、ここから先、これまでの資料説明等を踏まえ、意見交換をさせていただければと思います。

ネットワークアーキテクチャ、グリーンICT、国際競争力、大きく3つテーマがございましたけれども、どれについても結構でございますので、御発言を希望される方は挙手をお願いできればと思います。

それでは、まず、NTTの川添構成員、お願いいたします。

○川添構成員 川添です。皆様、本当にプレゼンテーションありがとうございました。私からは中尾先生に対してなんですけども、今回、5Gから新たなBeyond 5Gに変わるところで、非常に大きな変化、どういうところが変わっていくのかということをもとめていただいて、本当にありがとうございます。特にミッションクリティカルということで定義していただいたのは本当に素晴らしいと思っていて、これはまさに先生の中で発表していただいたオール光・無線統合という概念、これは、今、我々NTTも進めているIOWNの内容と非常にマッチしておりまして、このIOWN、時として機能別専用ネ

ットワークというふうにも言っているんですけども、それはエンド・エンドで、無線だけではなくて有線も含めてできる新しいスライスということで発表していただいて、本当にありがとうございました。

一方で、5ページとか8ページに出てきたところでちょっと気になったところがあるんですけども、新たに民主化というスライス、これをつくるべきだということで御発表いただきましたが、この民主化というキーワードだけは非常に引っかかってしまいまして、なぜならば、私たちのつくっている全ての仕組みが、民主主義は私たちの我が国の政治原理でございますから、民主的でないものというのではないはずなんですけども、ここだけが民主化というふうに定義されてしまうのはどうかなと思った次第です。これまでもローカル5Gとかプライベート5Gみたいな形で定義していたものが、無線から有線へわたってこういうスライスができていくという概念は非常に理解できるんですけども、このキーワードだけは何ともちょっと引っかかってしまったものですから、何か別の表現をされたほうがいいんじゃないかなと思ったところです。

以上です。

○相田主査　ありがとうございました。

もうお二方、手を挙げていただいている方がいらっしゃいますので、それを先にお伺いしてから、中尾先生等にお答えいただければと思います。

それでは、続きまして、富士通の森田構成員、お願いいたします。

○森田構成員　ありがとうございます。皆さん、貴重なお話をどうもありがとうございました。

私からも中尾先生に質問させていただきたいのですが、今日のお話の前半の「ファーストマイル」のところ、大変重要なお話をいただいたと思っていますが、こういうアーキテクチャについてグローバルではどういう議論がなされているのでしょうか。その中で、先生が言われたようなエンド・ツー・エンドのスライスアーキ、しかもそこにローカル5Gも収容する考え方、この辺について議論がどのように進んでいるか、併せて教えていただければと思いました。

以上です。

○相田主査　ありがとうございました。

では、続きまして、森川先生、お願いいたします。

○森川構成員　森川です。ありがとうございます。本日は、中尾先生、鈴木さん、桑津さ

ん、杉浦さん、本当にありがとうございました。3点あります。

1点質問で、鈴木さんへの質問が1点目です。ありがとうございます。GHGプロトコルでのスコープ3の排出量、これはやっぱりとても重要だと思っていて、御説明いただいたようなカーボントレーシング基盤、これはとても重要だと思っております。そこで質問は、このスコープ3を目指していくに当たって、鈴木さんから見て一番の課題というか、やっぱり難しいところ、それをちょっと教えていただきたいというのが質問になります。

あとの2点はコメント・感想になります。今日の中尾先生、桑津さん、杉浦さんのお話、大きく分けると、通信インフラレイヤーと、あとはサービスミドルウェアというか、サービスと通信インフラの間のところですね、間のミドルウェアという言葉が適切かどうか分かりませんが、そのレイヤーの2つに分かれると思ってお伺いしておりました。

初めのほうの通信インフラレイヤーなんですけど、こちら、先ほどの川添さんのIOWN等でゲームチェンジを起こしていきたいというのは応援していきたいと思いますが、ソフトウェア的なところは、中尾先生のお話にもありまして、OSSの動きがやっぱりますますこれから進んでいく中で、どれだけ多くの方々を集められるかというのがポイントかと思っております。インターネット創成期、もう今から三、四十年前には、多くの企業からもやっぱり多様な方々が集まってきたというのが強みだったかなと思っております。ただ、今は、事業環境が当時と今とではがらっと違っていますので、工夫が必要だと思っております。この辺り、ぜひ中尾先生をはじめとして皆さんとも議論させていただければと思ったのが2つ目になります。

最後の3点目が、サービスミドルウェアというんですかね、通信インフラとそのサービスをつなぐところ、これ、桑津さんのプランBとか、杉浦さんが御指摘いただいたところだというふうに位置づけていますが、こちら、桑津さんが言われましたように、諸外国からもここが実は日本の強みだというふうに認識されているというのは、僕も共通認識です。1兆円企業がこれだけある国というのはほとんどありませんので、やっぱりこれは強みにしていかなければいけないと思っておりますが、残念ながら、この動きが日本は弱いと感じております。企業の皆様方もここを攻めようとされてはおりますが、まだまだ国全体として大きな流れにはなっていない。国の研究開発プロジェクトを見ても、やはりどうしてもこちらが弱いと思っておりますので、ぜひともこちらのレイヤーのところをこれからしっかり大きな動きにしていきたいと思った次第です。

ありがとうございます。

○相田主査 では、もうお一方、KDDIの小西様からお願いいたします。

○小西構成員 ありがとうございます。今日はいろいろと貴重なお話をいただきまして、ありがとうございました。

私からは3点質問させてもらいたいんですけども、1点目は、中尾先生のお話で、エンド・ツー・エンドスライスの重要性、私も非常に感じておりまして、弊社も2020年の9月からエンド・ツー・エンドスライスの実証実験をさせてもらっています。ここでやっぱり大事なことは、RANのところがどうしてもボトルネックになってしまうので、端末と基地局の間ですよ、ここが最終的にはボトルネックになってくるのかなと思っています。ここを解決しないことにはどうしようもないかなと思って、今、弊社でも研究開発をNICTさんのBeyond 5Gの基金を使わせてもらいながらやっています。この辺りをどういふふうにお考えなのかという話と、それから、O-RANとかOpen RANの++という話がありましたが、あちらは今のO-RANの仕組みとはまた別のことを考えていらっしゃるのか、あるいは、今の3GPPのような形で進化していく、リリース何とかという形で進化していくことをおっしゃっているのかというのが、中尾先生への御質問になります。

それから、NRIの桑津さん、非常に興味深い御発表だったと思います。ありがとうございました。ルーラルといいますか、地方のほうでいろいろとバスも小型化していったらいいんじゃないかという話は、私たちも共感していまして、弊社も、名古屋といいますか、愛知県の春日井市というところで、高蔵寺で、ゴルフとかのカーブをイメージしていただければいいんですが、ああいうカーブを使って自動運転・遠隔操作というのをやっています。なので、座れる人数は6人とか4人とか、ああいった人数でやっているのが非常に受けているというのを実感しておりまして、そういうのは確かに大事だなという話と、衛星とか空のプラットフォームとの親和性という意味でもいい話かなと思って聞いておりました。

1点御質問は、ソーシャル・セキュリティー・レイヤーって話があったと思うんですけども、あちらのもう少し具体的なイメージを教えてくださいなと思っています。例えば、人が自発的にやっていかないといけないよねという同調圧力的な話もあると思いますし、もう少しシステムとしてサポートするような形を考えていらっしゃるのか、その辺りを教えてくださいなと思っています。

私からは以上です。ありがとうございました。

○相田主査　それでは、もう一方、江村構成員、お願いいたします。

○江村構成員　ありがとうございます。私からは桑津さんに質問があります。プランBというところの見方について非常に合意できるところがあるのですが、一つの見方というところ、メタバースというのはどちらかというとサイバーの世界に寄っていて、スマートシティーはリアルな世界に寄っていて、人とマシンの協調という辺りが次の展開じゃないかという点については、日本の強みを出すという意味でも非常に必要なのではないかと思います。いわゆるサイバーやリアルに限った範囲の中では様々な議論が行いやすいという中で、人とマシンが協調していく新しい領域ということを考えていくと様々な事を考えなくてはいけないと思っています。1つは、そういう中で産業構造みたいなものの変化をどう見ていくかということと、今申し上げたサイバーとリアルの融合という観点を考えたときに、標準みたいなものの取組についても一段進んだ思想で考えないといけなくなるのではないかと思います。その辺についてコメントいただけると幸いです。

以上です。よろしく申し上げます。

○相田主査　ありがとうございました。

それでは、これで、現時点までに手を挙げていただいた方は御指名させていただきましたと思いますので、一旦ここでお答えいただける部分をお答えいただければと思いますけど、まず、中尾先生、お願いできますでしょうか。

○中尾オブザーバー　ありがとうございます。まず、川添さんからの御質問なんですけれども、実は、必ず川添さんから御意見いただくだろうなと思いながら作った絵です。こちらの民主化という言葉なんですけど、私が割愛してしまった部分がありまして申し訳ありません。例えば、ローカル5Gのようなものが高周波数利用で進んでいくと、無線機のところは例えば自前で準備してスポット的に配置をするというような動きが必ず進んでいくだろうと思います。それに付随して、例えば、これは通信事業者さんが準備するオール光基盤ということだけではないのですが、自前で光ファイバーを整備する動きがあるかと思っています。例えば、GAFAMと呼ばれるハイパースケラーの企業体が整備することも可能性としてあります。ただし、特定企業を意図するわけではありません。ステークホルダーとしては通信事業者だけがこの光の基盤を提供すると考えがちですが、私がここで民主化スライスという言葉を使ったのは、例えば一般事業者等が海底ケーブルを引いたりとか、光の基盤を自前で準備したものがブレンドされていく世界も、RANでスライスが

切られるとそちら側にもつながっていくというような図式も十分考えられるので、従来のインフラの考え方というのをかなり柔軟に考えていく必要があるという意味で使っています。決してこれはI OWNだけを意図して描いた図ではございませんので、I OWNの中に民主化スライスができて、それはこれまでのNTTさんの取組も民主的なものではないということを意図したものではありません。意図が伝わらず申し訳ございませんでした。

ただ、分かっていたきたいのは、こういったスライスで切っていくという概念は、(これまで我々は随分研究でやりましたけれども) 実はまだ重要で、例えば、テストベッドでこういったアーキテクチャが正しいかどうか、あるいはどういうふうに使われるかをNTTさんをはじめ大学のキャンパスのテストベッドで実証していくと、そのときには、いろんな民主化された、私が申し上げた意図での民主化されたインフラがブレンドされていくような世界も模索するべきではないかなと考えております。特に端末近傍のところですね、「ファーストマイル」のところはとても重要で、光通信の基盤ができたとしても、どうやって既存の端末をQoS保証してつないでいくか。そうしないと、先ほど話題になっておりますミッションクリティカルもサービスが展開できないということになります。またコメントがとおりかと思えますけど、一旦、回答とさせていただきます。

それから、富士通、森田様からいただいた、グローバルではどうなっているかということなんですけれども、先ほど小西さんからもございましたように、RANスライスの重要性というものは、これはグローバルで指摘をされているところになります。ただ、この無線と光を一気通貫してスライスでつなぐといった概念は、まだ成熟しているとは言えないと思います。RANの中でのスライス、これは3GPPでも議論され、既にスライスの概念は入っておりますけれども、ここで言っているRANスライスというのは、例えばこのアプリケーションやデバイス毎に、リソースブロック等をきちんとスケジュール管理して、リソースアイソレーションを行っていくという意味でのQoS保証が必要です。この意味でのRANスライスの実現はまだこれからだと私は考えておまして、そういった研究開発はグローバルでどんどん進められています。恐らく私の予想では、例えばOpen RANの活動の一つ、O-RANのような中でこういった概念も醸成されて、デファクトで進んでいくんじゃないかなと考えております。

それから、森川先生からいただきました通信レイヤーのところですが、ソフトウェア化、ちょっと12ページを開けていただければと思うんですが、先生おっしゃるとおりでし

て、私の思いも全く一緒です。OSSの活動というのは、この12ページで言っている展開性 (Deployability) で迅速に展開していくためのツールとしては非常に有効でして、こういったところ。もう一つ、19ページを開けていただきたいんですけども、実はこのことに気づいている様々なコミュニティがどんどん先に進んでいます。これ、残念ながら日本の活動は全く見えていない、ビジビリティーがない状態で、一部、Open Air Interface (OAI) に関しましては富士通さんがボードメンバーになって活躍されていらっしゃいますけれども、こうした活動の中で、日本の人材育成をソフトとハード統合的に迅速展開できる人材を育てていかないといけないと本当に心底感じておまして、先生がおっしゃっていただいたソフトウェア化、ソフトウェア化プラスそれを支えるハードですね、カスタム可能なハードのところもぜひ一緒に進める必要があると思います。その心は、やっぱり迅速に展開する可能性が生む競争力だと考えています。

それから、小西さんからいただきましたご質問への回答です。ご質問2ついただきましたけれども、1つ目は、RANのスライスですね。これは、KDDIさんも随分進められていらっしゃることは私も承知しておりますけれども、ここで言っているRANの重要性というのは、単にスライスに分けるということだけではなくて、設備共用をしたり、アプリ毎・デバイス毎に品質保証したり、高周波領域あるいは自由に周波数をダイナミックに使っていくといったような、先進的な「ファーストマイル」の機能強化が必要です。一言では、RANスライスというときまざまなことを思い浮かべる方がいらっしゃるんですけども、小西さんと同じように、この部分の進化が肝になると思っております、ここの研究開発に力を入れるということは非常に重要だと思います。

それから、もう一つご質問いただきましたO-RAN++になりますけれども、Open RAN自体は、今、5Gの世界のことですので、実は6G Flagshipと会話をするうちに、欧州の中にも6G向けのグローバルなオープンインターフェースに興味を示しているグループがあることを知りました。全く別のものになるのか、ここから継続進化するものになるのか分かりませんが、とにかく6Gに向けたオープンインターフェース等を新たに定義しないといけないという動きになっています。ですから、ここで私が申し上げたのは、自然の流れではあるんですけども、6G向けのオープンインターフェースの国際連携の研究開発が必要だということを申し上げました。

私にいただいた質問は以上だと思いますが、相田先生、もし間違っていたら教えてください。

○相田主査 取りあえず大丈夫だと思います。どうもありがとうございました。

では、続きまして、NTTデータ、鈴木様、森川先生から排出量のところで御質問があったと思いますので、お願いできればと思います。

○鈴木オブザーバー じゃあ、事務局の方、26ページ目をお願いできればと思います。

森川先生、ありがとうございます。まず、実現に向けての課題ということで、やっぱり技術的な点で、御説明の中でも申し上げましたが、データって各企業の競争優位性の源泉ですし、これからますますデータの重要性って高まっていきます。我々の中でもやっぱりデータ活用のビジネスというのは増えてきていますので、なので、データの秘匿性をしっかりと担保するということと、あとは接続性のところで、これにつながるために一々インターフェースをつくり込まなきゃいけないとか、そういったことが起こってしまいますと、結局、その削減ということをするために企業側に多大なコストがかかるようになってくると、皆さん参加してこなくなると思いますので、なので、一番はやっぱりデータの秘匿性だと思いますが、あと、その接続性、容易につなげるといったところが技術的なところでは大きいと思います。

ちょっと僕も技術の完全な専門家ではないので、正しく説明できないかもしれないんですけど、データの秘匿性のところで、今の暗号化とかでの解凍みたいなところをアプリケーションレベルでやってしまっていると、そこに疑いとかも生じてしまいますし、速度も出なくて、高価になってしまうということもあって、CPUレベルで暗号化されたデータをそのまま動かせるような、そういった高度な技術的な側面での課題があるというのは、技術とか話しているときに結構話題になるところでございます。

あともう1点、技術的な面でいきますと、本当にこの仕組みでみんなやっぺいこうねってなったときに、かなりのネットワークに対して流れるデータが増えてきますし、あとデバイスも本当にちゃんと末端のルーラルエリアもそうですし、いろんな製造業の中小企業のところまで行き渡っていくのかといったことで、やっぱりその展開のところについては問題あると思いますし、それを支えるようなネットワーク基盤みたいなのところも併せて整備していかなくちゃいけない、そんなところもあると思っています。

あとは、ビジネス的な側面で言いますと、先ほど競争の源泉と申し上げましたが、やっぱり各企業は社会的な要請で脱炭素に向いていけと言われて、じゃあみんなやりますという、性善説的な形で皆さん参加してくれるみたいなのところはあるかもしれませんが、やっぱりそれだとなかなか企業の背中を押すには力が足りないと思いますので、そこが何

か共通的なルールづくりみたいなものは必要だと思っています。私たちが、実は地銀さんとかに提供している地銀共同システムとか、あとATMのネットワークのところとかでも、やはりそれを全銀協さんとか第三者の立場の方々がちゃんとルールをつくって、みんなが参加するような枠組みをつくってやってきたということがありますので、これについても同じように何かしらそういった皆さんが参加するための業界共通のルールづくりであったりとか、それは統治するような団体の存在みたいなのが必要なんだなと思っています。かつ、それを提供する人に公共性が必ず求められてくると思いますので、何かどこかの業界の色がついていたりとか、そういったことがあると参加しづらくなるのかといったところですね。

あとは、そこで参加したときに、どこかの（音途切れ）要は、みんな公平に減らすというよりか、もうボトルネックになっているのはここじゃんというので、関わる業界の人かが、要は悪者と言うとあれですけど、ひとしくボトルネックが現れるわけじゃなく、何かしらどこかに、業界に偏ったときに、やっぱりそれをちゃんとシミュレーションで正しく証明できるような技術みたいなところも必要になってくるのかなと考えたりもして、そこにはデジタルツインコンピューティングみたいな形で、しっかりとみんなが納得できるような、確かにこういうふうには減らしていくとこんなふうには減るんだねみたいなところを高度にシミュレーションして証明するみたいなところも必要になってくるのかなと。

ちょっと私たちもまだ考えを整理し切れてなくて、取り留めもなくいろいろ回答してしまいましたが、今のところ考えているような課題感というのはそういったところでございます。

○相田主査　　ありがとうございました。

では、続きまして、野村総合研究所、桑津様、お願いいたします。

○桑津オブザーバー　　桑津でございます。どうもありがとうございます。質問は3点いただいたと理解しています。

1点目は、KDDIの小西様からいただいたソーシャル・セキュリティー・レイヤーってどんなんだという、そういう議論だと思います。これはもちろん言うまでもなく、今、標準化もしくはそういう検討があって具体的に定義されているものではありませんので、今後の課題だと思っています。ただ、先ほどの中国の話でも出たんですけども、今後、Beyond 5G等が出たときに、例えば位置情報一つ取っても、GPSのようなものではなく

て、それこそビルの何階にいて、どう動いている、あるいは身体情報として、今、動悸・息切れじゃないですけども、ちょっとそういうところにも不調が出ていますみたいな情報がかなり取れるようになってくると。これを全部取ってしまうというと、監視社会だということで非常に困るわけですが、一方で、安心・安全という観点で、何かトラブルが起きたときのサポートやそういったものを考えますと、ここをサポートするサービスが必要なんだろうなと。ただ、それを個別企業に義務として全てのセキュリティーと全てのリスクをカバーするものを全部用意しろというのはかなり厳しいということで、公共性が高いもの、例えば今、警察や消防や防災がやっているのに近いところに関しては、ネットワークのそばのレイヤーとして、サービスレイヤーですが、位置づけることは必要じゃないかなと。例えば通信事業者様の視点でいうと、かなりBeyond 5Gで、短い、高い周波数帯のものを使うようになってきたりする過程で、今、人がどういうふうに動いていて、次、どこに来るかというようなデータをかなり細かく取ってくることになると思います。これは、名前をつけちゃったら、取っちゃったら、プライバシーとバチバチにぶつかってしまいますので駄目なんですけど、例えば一定量は必要な場合は取って、ある一定時間使わなければ廃棄する、もしくは、トラブルに巻き込まれた場合は遡って一定量はデータを戻して見るができるといったような、人々の安心・安全に近づく方向感でそういった見守りをする必要があるんだろうなと思っていて、こういったものが恐らく、通信事業者様が個別にやるのだけではなくて、パブリックなレイヤーとして1つ用意しておいたほうがよいのではないかというのが、多分、ソーシャル・セキュリティー・レイヤーの議論なんだと思います。これが1点目です。

2点目は、すみません、いただきました、メタバースやスマートといったプランBのプラットフォーム系の議論で産業構造はどう変わるんだろうという議論でございまして、これはまさに御指摘のあったとおりでございまして、例えば建設機械の例で言うと、オペレーターが現場から分離されますので、オペレーターは自分の家で座って現場の仕事をします。もちろん現場にも必要なんですけど、現場のオペレーターと、現場の仕事がないときは離れていて、現場の仕事がピークになったらよそからネットワークで遠隔でサポートに入る。場合によっちゃ、夜中の工事は地球の裏側のアメリカからサポートが入るといったような議論が出てくるということで、かなり働く人たちの位置・場所が変わってくるんだろうなと思っていて、店員もそうですし、オペレーターもそうですし、今までのオペレーション職の方々がかなり場所への制約がなくなるようなビジネスモデルになっ

て、それを束ねていくような形になるんだろうなと思っています。この辺りはちょっとまだ詳しくは見ていませんが、代表的な産業構造の変化かなと思います。

3点目に、こういった産業構造のサイバー・リアル連携で標準化をどう考えるんだと。必要なんじゃないかという議論で、おっしゃるとおりです。ただ、残念ながら、産業分野の標準化は、いわゆる通信のプロトコルの標準化以上に利害の相反もありますし、最大公約数は物すごくちっちゃくて、最小公倍数はめちゃくちゃでかくなるという非常にたちの悪い分野でありまして、これは、1つシナリオとして言われているのは、ヨーロッパの方と中尾先生のおっしゃっていたテストベッドなんだろうと思っています。つまり、標準化はみんなで有志で集まってやるんです。ただ、世界中の人が同じテーブルに集まってコンセンサスを取るのには、短期的には無理なんだろうなと思います。これはインターネットと同じで、要は、日本の有力なテストベッドは、例えば建設機械の遠隔操縦に対して、日本発標準案というのを、例えばA、B、寒冷地仕様とかそういうふうにつくっていくべきなんだと。それをヨーロッパの同じテストベッドが評価して、これ、いいじゃん。じゃあ温帯地方はこれでいこうよみたいなところを、例えば日本とヨーロッパでは認識し合う。ただ、じゃあサハラ砂漠の奥とか、ロシアの奥の冷たいところでやっている標準がそのまま通用するのかというと、これまた要件が異なってきますので、それはロシアの標準機構と、あるいはアフリカの砂漠のそばのチュニジア辺りの標準化テストベッドがお互いに評価し合うというほうがいいんじゃないかということで、ちょっと標準から離れるというふうにお叱りを受けそうなんです。産業分野の一つのポイントは、標準化のメリットもそうなんです。中尾先生がおっしゃっていた迅速な採用・展開というほうとのインターフェースもすごく重要でして、ある意味、迅速性と標準化のバランスを取るために各国がそれぞれ強みを持ったテストベッドを持って、例えば日本のNICTテストベッドは、人とマシンの連携の部分に関しては先行的で、リスク高いやつから低いやつまでかなり幅広くカバーしているんだよというような位置づけで動いていくのが、多分、標準化の次のパターンかなと。そうしないと、位置情報もそうですし、連携もそうですし、ソフトもそうですし、通信以外の標準化対象があまりにも多くて、全員で集まって完全なコンセンサスの標準化を取ろうとすると何年かかるか分からないと思います。そういう面で、ちゃんと動いているということを確認してくれる人と示される場所があって、それが有志で連携するというのが恐らくお互いにメリットがあるので、そこでうまくいけば全世界的な標準に展開していくのであって、最初から第1段階ゴールを全世界標準に置くの

はかなり厳しいんじゃないかなというように産業分野では考えていると思います。

以上です。

○相田主査 ありがとうございます。

それでは、ATRの浅見所長が手を挙げていらっしゃると思いますので、お願いいたします。

○浅見構成員 浅見です。桑津さんのパワポの7枚目というのが一番気になったんですけども、このところに「プロセスの規格化と、プロセス単位での人員配置によって大量生産」と書いてあるんですが、最近のデジタルとかDXとかというパラダイムで考えたときのプロセスとは何か。プロセス単位、その標準化って何なのかと、それが質問です。

あと、私の感想なんですけど、産業革命というので考えたとき、ここで一番重要なのは、農村から労働力を持ってくるわけなんですけど、一番有効だったのは教育ですよね。学校の授業で一緒にみんな同じことをやるというのは、これは工場労働者はぴったりの施策だったと思うんです。ということは、これに類することを今後やろうとしたらどうしたらいいのかなということで、中尾先生の質問にも入るんですけど、そういうふうな観点で見たときに、テストベッドってどういうふうに位置づけたらいいのかなというのが質問です。特にプロセスとかも含めてなんですけど、これをもうちょっと広げてみると、企業の情報処理部門にいる方々、必ずしもプロじゃないですよ、人事異動があるので。ということは、その人たちのレベルを上げるにはどうしたらいいのか。それをやらないと社会インフラとしての情報システムって成り立たないと思うんですよね。その辺についてどうお考えか、教えていただければと思います。よろしくお願いします。

○相田主査 じゃあ、桑津様、お願いできますでしょうか。

○桑津オブザーバー 桑津です。どうもありがとうございます。この例とアナロジーという観点で言うと、農村から人を引っ張ってきたというのが、今、ネットワークによって引っ張ってこなくてもできるようになった、もしくは、店員さんがネットワークによって複数の店をぐるぐる回っても同じ仕事ができているということだと思います。例えばコンビニの店員さんで言うと、トラブル処理のひと、あとそれから在庫を引っ張ってきてお店にきれいに並べるという処理の部分が、1人の人間が複数の店をぐるぐる回ってもネットワークで効率的に行うことができます。例えば品出しの例を取ると、今、AIは、コンビニのお店の棚の写真を撮って、ここは汚いと判断して人を呼びます。順番にぐるぐる回るんじゃなくて、「汚いからここに来い」と。今ある商品を並び替えるとしたら、こういうふうに並べ替えるというのを映像を作れるようになっていきます。この辺りが恐らくお

っしゃっていたプロセスのことで、やっていることは品出しなんですけど、多分、品出しのルールとかやり方を、プロになるんじゃないなくて、これは極論すればAIが指示した品出しをAIの指示に基づいてやりゃいいということで、プロセスとしてちょっとどうかなというふうに思うんですけれども、場所の制約がなくなったことと、サポートが中央から出せるということで、こういうプロセスというのがお店別にばらばらだったのが、1人の人間が横串でできるようになるよねというのがポイントですし、例えばトラブル処理も、ポルトガルの外国語対応、中国語の外国語対応をネット側と人でやれるようになっていくみたいに、やっていることの業務上の呼び名は同じなんですけど、人間がエリアをまたがってサポートを受けながらやっていくよというところが恐らく違いになるのかなと思います。

後半は中尾先生への御質問だと思いますが、私も一部だけお答えさせていただくと、既存の産業、情報システム部員の方がシステム化のプロではないというのはおっしゃっており、これは人事異動でそうなったわけなのでありまして、プロの方ももちろんいらっしゃいます。すごい方はいらっしゃいますけど、そうじゃない方もたくさんいますので、そのレベルアップをどうするんだよという議論は、正直、もうただひたすらリスクというのを唱えるしかないなって思っています。全体を通して、先ほどの教育の部分なんですけど、デジタルのリテラシーに尽きちゃうんだろうなと思っています。事務局の指示を受けてやるだけだったらデジタルスキル要らないと思うんですけど、でも、デジタルだからこうで、こういう落とし穴があるんだよということを分かっていないと、遠隔操作指示対応もやっぱりちょっとリスクがあるのかなと思いました。ちょっとお答えになっていませんが、私どもからお伝えしたいのは以上です。

○相田主査　それでは、中尾先生のほうから何かお答えございますでしょうか。

○中尾オブザーバー　浅見先生、どうも質問ありがとうございます。今、教育というか、人材育成について御質問いただきましたけれども、私、感じているのは、使うことにたけた人材というのは、大学で座学でかなり教える仕組みというのは整っていると思うんですけど、その作って動かすという、桑津さんが言われた、動かして見せるというところまでの教育というのは、なかなかできていないんじゃないかなと思っています。実は通信というのは、目の前で動かして動く、そこからデータが伝送できるというところを体感することが、言ってみれば一番醍醐味なところだと思います。その喜びを、例えば、テストベッドを通じて人材育成する際に伝えていくというのが重要だと思っています。

衝撃的だったのが、今、基地局ベンダー3社が、海外ベンダーがトップシェアですけれども、ある通信事業者さんの言葉で、なぜ日本の基地局ベンダーが採用されていないのかという理由として、日本の基地局ベンダーはまず仕様書を持ってくるけれども、海外ベンダーさんは物を持ってきます。これは動かない基地局のことが多いらしいのですが、まず物を作って持ってきて、どんどん改版をしていく。そのスピリットというか、動かして見せる考え、その姿勢がもう既に違うのではないかということをお聞きして、あ、これはやっぱりテストベッド等を早い段階で、例えば学生と一緒に物づくりをしていくというところの喜びをシェアしながら教えていくような教育がどうしても必要なんじゃないかなということを感じました。その思いを込めまして、今日、キャンパステストベッドというお話をさせていただきました。浅見先生の御期待に沿ったお答えかどうか分かりませんが、そのようなことを考えております。

以上です。

○相田主査　　ありがとうございました。

○浅見構成員　　ありがとうございました。

○相田主査　　そろそろ予定していた時間が近くなってまいりましたので、前に質問いただいた5人の方も含めて、もし鈴木様あるいは杉浦様のほうから追加で発言いただけることがあったら、お願いしたいと思いますけど、いかがでございましょうか。

○鈴木オブザーバー　　特には大丈夫です。

○杉浦オブザーバー　　特にありません。大丈夫です。

○相田主査　　ありがとうございました。

大変興味深い話を聞かせていただきまして、まだ御質問、御意見等残っているんじゃないかと思いますが、そろそろ予定していた時間になりましたので、本日はここまでとさせていただきますと思います。

もし追加で本日御講演いただいた方に質問したいこと、あるいは感想等ございましたら、事務局のほうまでお寄せいただければ、事務局のほうで取りまとめた上で、本日御講演いただいた方に追加で質問等させていただくことになるかと思いますが、その場合にはよろしく御対応いただければと思います。

(2) その他

○相田主査　それでは、その他ということで、今後の予定など、事務局から連絡事項がございましたらお願いしたいと思います。

○影井統括補佐　事務局でございます。次回の委員会は2月28日（月曜日）の開催を予定しております。詳細については、別途御連絡をさせていただきます。

○相田主査　ありがとうございました。

以上で本日の予定していた議事は終了いたしましたけれども、先ほども申し上げましたように、大変興味深い話及び活発な討論をいただきましてありがとうございました。全体を通じまして何か発言を希望される方がおいでになりましたら、また挙手いただきたいと思いますけれども、よろしゅうございますでしょうか。

それでは、以上をもちまして、本日の第32回技術戦略委員会、閉会させていただきます。どうも御協力いただきましてありがとうございました。

(閉会)

(参考) 会合後の追加質問

○ 大柴構成員

NTT データの鈴木様のご講演のカーボントレーシングはとても重要と考えております。

データ連携基盤は国内に限ったお話のように伺いましたが、キャリアにとってデバイスや部品調達はグローバルかと存じます。また、ベンダーにとっても、ビジネスをグローバルマーケットで展開する必要があると思います。

そこで、現在のカーボントレーシングに関するグローバルな動向はどのような状況なのか鈴木様にコメントをお伺いできればと存じます。

○ 鈴木オブザーバー

ご存じかとは思いますが、GAIA-X (※1)、Catena-X (※2) といった、欧州を中心に国・産業単位でデータ連携を行う動きが始まっております。

※1 欧州統合データ基盤プロジェクト

※2 自動車業界におけるバリューチェーン全体でデータを共有するためのアライアンス
ご質問いただいております通り、キャリアを含めグローバルでサプライチェーンを展開
している産業は多く業界全体として Catena-X のようなエコシステムが作られる動き
と、国や地域・サプライヤーの単位で作られるデータ連携の仕組みをつないでいく動き、
それぞれ進んでいくものと考えております。

講演の中でお話をさせていただきましたが、実現に向けては接続性や秘匿性の担保が
必要になってくると考えております。さらに、国や地域を跨ぐ場合は経済安全保障など、
より複雑な課題もあると考えております。とはいえ、現状は先行している地域・業界で動
きが始まった段階であり、正直なところ今後の展望が見通せていない状態であります。

頂いたご質問は非常に示唆に富む内容であり、弊社内でもまだまだ検討が足りていない
部分であり、引き続き、各地域・産業の動きを注視していく予定です。