

情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会（第52回）議事録

第1 開催日時及び場所

令和6年12月13日（金） 10時00分～11時59分
於、WEB会議による開催

第2 出席した構成員（敬称略）

相田 仁（主査）、上條 由紀子、増田 悦子、秋山 美紀、飯塚 留美、
今井 哲朗、大柴 小枝子、沖 理子、川添 雄彦、児玉 俊介、寺田 健二、
新田 隆夫、平田 貞代、宮崎 早苗、宮地 悟史、宮田 修次

第3 出席した関係職員

(1) 総務省

近藤 玲子（官房審議官）
松井 正幸（技術政策課長）
井出 真司（技術政策課研究推進室長）
大野 誠司（技術政策課革新の情報通信技術開発推進室長）
扇 慎太郎（宇宙通信政策課長）
内田 雄一郎（技術政策課企画官）
平野 裕基（技術政策課課長補佐）

(2) オブザーバー

望月 康則（日本電気株式会社）

(3) プレゼンター

神武 直彦（慶応義塾大学大学院）
竹井 潔（A. T. カーニー株式会社）
和田 尚也（NICT 未来ICT研究所）
竇迫 巖（NICT Beyond 5G研究開発推進ユニット）

高田 亮介（株式会社日本触媒）

後藤 厚宏（情報セキュリティ大学院大学）

第4 議題

（1）戦略的に推進すべき技術領域に関する事業者ヒアリング

- ・慶応義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授 神武 直彦様
- ・A. T. カーニー株式会社 竹井 潔様
- ・NICT 未来ICT研究所 所長 和田 尚也様
- ・NICT Beyond5G研究開発推進ユニット ユニット長 寶迫 巖様
- ・株式会社日本触媒 エレクトロニクス&環境ソリューション事業部 高田 亮介様
- ・情報セキュリティ大学院大学 学長 後藤 厚宏様

（2）自由討議

開 会

○相田主査 皆様、本日はお忙しいところ、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情報通信技術分科会技術戦略委員会の第52回会合を開催いたします。

本日の会合はウェブ会議でございますので、その補足説明を事務局よりお願いいたします。

○平野課長補佐 事務局でございます。本委員会は、ウェブ会議により行います。

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、画面上の挙手ボタンを押していただきまして、御発言希望の旨を御表明いただき、相田主査からの御指名を受けてから御発言ください。

また、御指名を受けた後、御発言いただく際には、お名前を冒頭に言及いただいた上で、可能であればビデオをオンにしてください。

なお、御発言時以外はマイクとビデオはオフにしてください。

その他、音声による発言が不調の際は、チャット機能を御利用ください。

本委員会では、ウェブ会議システム上に資料の投影を行います。お使いの回線の状況等によっては投映資料の表示が遅れることもございますので、事前送付した資料もお手元

で併せて御覧ください。

事務局からは以上でございます。

○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、配付資料の確認につきまして事務局からお願いいたします。

○平野課長補佐 事務局でございます。

まず、本日の出欠につきまして、森川委員及び山田専門委員が所用のため欠席をされております。

このほか、長内専門委員は途中参加となる旨の御連絡をいただいております。

次に、本日配付資料については、議事次第に記載されておりますとおり、資料５２－１から５２－６の６点及び参考資料５２－１の計７点となっております。過不足などございましたら、事務局までお申出ください。

なお、参考資料５２－１は前回会合（第５１回）の議事録案でございますけれども、構成員の皆様には別途御確認いただいているところでございますので、本日、構成員の皆様のお手元でございますものは未定稿ということで御了承願います。なお、参考資料５２－１につきましては、皆様の御確認を得た上で公表させていただく予定としております。

お気づきの点がございましたら、後ほどメール等で事務局まで御連絡いただければと思います。

事務局からは以上でございます。

○相田主査 ありがとうございました。

資料につきまして、よろしゅうございますでしょうか。参考資料５２－１につきまして、ただいま事務局より説明がございましたように未定稿とのことですので、構成員の皆様の確認後、公表させていただくことにさせていただきたいと思います。

議 事

（１）戦略的に推進すべき技術領域に関する事業者ヒアリング

○相田主査 それでは、早速議事に入りたいと思います。

本日、議事１は「戦略的に推進すべき技術領域に関する事業者ヒアリング」ということで、本日は戦略的に推進すべき技術領域として宇宙通信、Beyond 5G及びサイバーセキュリティという３つのテーマにつきまして、関係者の方から御発表いただく予定

としております。

都合6名の方から御発表いただきますけれども、原則として、テーマごとにまとめて質疑の時間を設けたいと思います。

ただし、宇宙通信の神武様のみ、次の御予定との関係で途中退席されるということですので、個別に質疑時間を設けさせていただきたいと思います。

それでは早速、宇宙通信につきまして、まず、慶應義塾大学の神武直彦様より御発表をお願いしたいと思います。

恐れ入りますけれども、15分程度ということでよろしくお願いいたします。

○慶應義塾大学大学院（神武） 相田先生、御紹介ありがとうございます。慶應義塾大学の神武でございます。では、私から発表させていただきたいと思います。事務局の方からの御依頼として、宇宙通信を含めた宇宙利用という観点でお話をさせていただくということでしたので、通信、あとは宇宙領域においては通信のみならず、地球観測、データの分析ですとか測位、これも考えようによっては通信の一部に入るとは思いますが、その辺り含めてお話しさせていただければと思います。

私のバックグラウンドは長年JAXAにおりまして、15年前に慶應大学に移っております。下線を引いているところが今も進行中のところで、大学の教員と、航空宇宙学会でのビジネスをつくる意味での宇宙ビジネス共創委員会、宇宙ベンチャー、日本は100社ほどあるんですが、大学発ベンチャー14社をまとめまして、大きな会社とのやり取りをする意味での宇宙サービスイノベーションラボという事業協同組合の代表をしております。今年から1兆円、宇宙戦略基金というものが基金として設定されまして、総務省さんをはじめとし、経産省、文科省さんの予算で新たな研究開発をということを進めておりますが、私は、プログラムオフィサーとして、特に宇宙輸送部門の統括をしております。

宇宙産業の今のマーケットの大きさのお話を最初にしたいと思うんですが、全体で、2019年なのでさらに増えてはいますが、およそ40兆円ございます。これを見ていただくと、その中で正午のところから3時ぐらい、右上、テレビと書いてありますが、これは通信放送領域になります。

あとは左下、受信装置・測位システムとありますが、こちらは皆様のスマートフォンにもほぼ含まれているGPS受信機に代表される位置測位のマーケットでございます。これもある意味、宇宙からの信号を受信して位置を測ったり、実はGPSに代表される測位衛星は通信信号を出しておりまして、ブロードキャストの信号ですが、これもある意味、

宇宙通信に含めようと思えば含められるかなと思います。そう考えると40兆円の宇宙作業のうち、20兆円が通信に関わるものだとも言えるかなと思います。

民間事業が全体の4分の3でして、左上が幹事でございます。アメリカをはじめとするヨーロッパ、中国、ロシア、そして日本、インドというところが事業しておりまして、ちょうど真上の辺り、日本は3,410億円となっておりますが、これが国の事業として行われているもので、40兆円のうちの1%が日本の事業になっております。

特筆すべきところは、ロケットによる衛星の打ち上げがこの10年間で10倍に増えているところでございます。衛星の大きさが自動車の大きさのようなものから、50センチぐらいのテーブルの上に乗るような衛星に変わってきているので、一気に100基打ち上げられるということで、スターリンクをはじめとして、多くの衛星が打ち上がっております。

宇宙産業の規模と変化という意味では今、4兆円産業ですが、これを8兆円にしようとか、そのためにルールづくりをかなりしています。また、先ほど申しました宇宙戦略基金ですとか、中小企業関係のSBIRというものが拡充され、JAXAが主導するというよりも、民間や大学が主導するものをJAXAが支援するような形にもなりつつあります。

こちらはよく御存じの方にはもう釈迦に説法ですが、宇宙基本計画というものがありまして、安全保障から国土強靱化、そして科学、総合基盤というこの4つの柱で事業がされています。

私が申したいところの、今日の話の中で、これが一番大きなスライドでして、地上のいろいろなセンサーやネットワークを活用した課題解決に加えて、上で書いております気象衛星ひまわりに代表される観測衛星、GPS、準天頂衛星みちびきに代表される測位、そして右側、BS/CS、スカパーJSATの衛星をはじめとする通信衛星、このインフラが地球上、およそ1万基飛んでいまして、これがIoTのノードとも考えられますので、地上で行っていたIoTの取組が宇宙規模で行われるようになってきたことが世界の流れだと思います。

この視点でIoTというのは地球上だけではなくて、宇宙領域も含めたIoTということで情報通信の研究開発事業をすることがこれから大事であり、総務省さんの、並びにNICTさんが主導していただけるところではないかなと思っています。

事例を少しだけ挙げますと測位衛星、アメリカのGPS、このグラフでいうと一番下の

紫のところですが、のみならず、ロシア、ヨーロッパ、中国、インド、日本と右側に国旗がありますが、各国が安全保障の観点で測位衛星を打ち上げています。日本も2桁台の衛星を上げるようなことが今、議論されていますが、これによって測位の精度が上がってきています。

こちらが測位の信号を受けられる地域ごとのシミュレーションなんですが、準天頂衛星をはじめとする地域限定の測位衛星もアジア・太平洋地域では打ち上がっておりまして、アジア・太平洋地域が最も測位をする意味では精度高くできる領域だという意味では、ある意味、チャンスだと思っております。

どれぐらい違うかといいますと、この辺もよく御存じの方はいらっしゃると思いますが、こちら、ある同一のランナーに右側はアメリカの空軍が運営しているGPSだけ、左側に日本の衛星と中国の衛星とアメリカの衛星を受信できるマルチGNSSというんですが、いろんな測位衛星の信号を受信できる形で一周走っていただいているものです。赤いほうがマルチなGNSSで位置を取ったもので、黄色いほうがアメリカのGPSだけです。これで見るとれますように位置の精度が上がることで、あとはビルの谷間のような、今までGPSですと信号の位置がずれてしまったようなところでも精度がよくなるような時代がやってきています。

例えばラグビーの日本代表に代表されるようなアウトドアスポーツ、彼らは練習時も試合時もこの測位衛星の信号を受信しています。これによって練習時の運動量、試合時の運動量を測って、練習でできないことは試合でできませんので、戦略をつくったり、あとは、肉離れは体の疲労から来ますので、その疲労を把握して、疲労し過ぎると肉離れが起きますので積極的に休息させるようなことをしています。

この受信機が1個、世界のマーケットでは40万円ぐらいするんですが、15人のラグビープレイヤーですと600万円かかりますので、これを3万円ぐらいにするということで、私たちの研究室から例えばベンチャー企業を起業させています。それによって今、いろんなチームがその仕組みを使うようになりまして、例えばこれ、今までのスポーツの分析ですと、左側の映像だけで目で見て分析していたものを右側、選手の位置情報、加速度情報等々見ることで選手の特質ですとか、パーソナルトレーニングですとか、けがの予測に使われています。例えば私が所属している慶応大学は、これで5年間でけがは3割減っています。

こんなことをやっていきますと、スポーツだけではなくて、ほかにも使えるのではないかと

と言われまして、これは牛、今、アニマルウェルフェアの観点で放牧をするような時代になってきております。こちら、動画なんですけど、そうなりますと問題は牛のチェックマークですとか、体調が悪くなった牛を把握することが非常に難しくなってきます。森の中に入ったりしますの。これを牛の位置情報、左側ですが、ラグビーの選手と同じようなものをつけて位置情報、運動量を把握します。あとは観測衛星で草の食べ状況を見て、それらを全てクラウドに上げてA Iで分析をします。

そうすると牛の位置情報、草の食べられる状況、地形を見ることで、それぞれの牛の体調ですとか、何をしていたかということが分かりまして、位置だとか、けがを予測するですとか、病気を予測するですとか、逃げ出してしまった牛を把握する。これ、1頭いなくなると150万円の損になりますので、そういうようなところにも利用できています。宇宙規模のI o Tの例として御紹介しました。

その領域が非常にマーケットとして広がってきていまして、あらゆる領域でビジネスが起きています。これはいろんな事例ですけれども株価予測ですとか、エンターテインメントですとか、いろいろなことが行われています。

あとは、アルテミス計画に代表される新宇宙探査、月に行き、火星に行きということで、こちら情報通信技術が遠くにある場合に必要な技術というのは、地球にいる場合と変わってきますので、そこを新たに研究開発しなければいけないという議論が起きています。

Interopというインターネットオペラビリティに関する会議が年に一度6月にありますが、例えば今年、月面での通信はどうすればいいかというような議論を、これ右下ですが、JAXAの探査の専門家、あとは村井先生等々と議論を始めています。

こちら、最後の資料になりますが、人工衛星を宇宙空間のセンサーと捉えた宇宙規模のI o Tが基盤になってきています。これはテクノロジーの高度化とコモディティ化によるもので、ユーザーは宇宙から来たデータなのか、地上から来たデータなのかということにはあまり重要ではなくて、それをいかに価値を提供できるかということが大事だなと思っています。まさに総務省さん、NICTさんはI o T領域を先導されていますので、宇宙規模のI o Tを先導する研究開発をしていただければと思っています。

JAXAはやはり宇宙領域にフォーカスしていますが、宇宙領域と非宇宙領域を融合させるということですから、利用者の視点での宇宙規模のI o Tがどういうインフラであるべきかというアーキテクチャの研究開発、あとは、この領域でのセキュリティという

意味では、まだなかなか十分ではないと思ってまして、宇宙規模の I o T でのユーザビリティとセキュリティをどう両立させるかというような議論も今後は大事になってくるかなと思っています。

また、最後に申しましたが、地球を見るだけではなくて地球の外の方ですとか火星、さらに遠くに行くような人類の活動において情報通信の技術は必須でして、まだまだなされていることは限定的です。宇宙領域の J A X A 等々でやれることも限定的でして、地球から月へという軌道上ですとか、月に行った後の情報通信基盤を実現する研究開発、この辺りはこれからやっていくべきポイントかなと思っています。

少し駆け足になりましたけれども、宇宙規模での I o T がインフラ化していることと、それが社会課題にかなり役に立ってきていますが、研究開発という意味で、これから情報通信領域でやっていただくべきことは多々あるということでお話しさせていただきました。

以上で、神武からの説明を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

○相田主査 どうも大変興味深いお話、ありがとうございました。

それでは、ただいまの神武先生のプレゼンに関しまして、御質問等ございます方は挙手いただければ、私から順次指名させていただきますし、それが難しいようでしたらマイクを直接オンにして声かけていただいても結構でございます。いかがでございましょうか。

なお、先ほど申し上げましたように神武先生、10時半頃御退室されるということですので、もし質問がございましたら、ぜひ今、お願いできればと思います。

○沖構成員 J A X A の沖と申します。先生、ありがとうございました。

先生が肝だと言われたスライドをもう一度見せていただきまして、この宇宙と地球を合わせて、しかも地球の地上のデータももう千差万別、いろいろございますけれども、こういうのを実際処理するというか、使える形に情報化して料理する計算のシステムとか、その辺りはどのような形が何か望ましいとか、そういうような何か御計画とか、何か御提案とか、ありますでしょうか。

○慶応義塾大学大学院（神武） ありがとうございます。まさに、そこは情報処理の話かなと思ってまして、一つはどこかに集約して一気に分析するということでもありますが、それぞれの衛星もセンサーも高機能化していますので、ある程度、衛星側で処理をするみたいところで、目的に応じて処理する場所を分散させることはあるかなと思っています。

実際、衛星側である程度処理をしてしまえば必要最低限のデータを地上に落とす、ほかのところに渡せばいいようなこともありますので、そういうような研究開発とか実装が行われていたりもします。

あと、通信衛星も地球を周回していますので、常に通信できないような場所に対しては地上でセンシングして、通信インフラがないところで、衛星に1日の何回か宇宙に送って、宇宙から違うところを送るみたいな話をしているんですが、その場合には地上側である程度、データを分析して、最低限のデータを宇宙に上げるとか、その逆もしかりで、これは手段の前に目的に応じて、あとは置かれている状況に応じてどこで計算させるかというところのデザインになってくるのかなと考えています。

○沖構成員 分かりました。確かに目的別がよさそうですね。どうもありがとうございました。

○慶応義塾大学大学院（神武） ありがとうございます。

○相田主査 私から関連して質問させていただきたいんですけども、例として挙げさせていただいたラグビーの例とか、牛の例とかいうようなのは、これはもうデータをリアルタイムに収集していらっしゃるんですか。それとも何か試合が終わった後、まとめて取るとか、そういうような形でやっていたらいいのでしょうか。

○慶応義塾大学大学院（神武） ありがとうございます。ここも目的に応じてなんですが、技術としてはリアルタイムで取れます。なので、チームによってはリアルタイムに取って、ハーフタイムに指示を出したいようなチームの場合には、この受信機に通信機能をつけるんですが、チームによっては試合の前に多分にデータを取っているんで、その場でリアルタイムに取らなくても、それぞれの選手ですとか、現場で把握をできるので集約する必要がないようなところもありまして、リアルタイムに通信するとなるとコストがかかってくる場所があるので、それも技術的にはできるけれども、それを使うかどうかはユーザー次第というところになります。

牛の話も同様でして、毎日モニターしたいような事業者の場合にはモニターはできませんが、その分、通信料がかかってきますので、ここもどんどんコストダウンが図られてきていて、牛はかけるお金の量がスポーツに比べると大きなお金をかけられるので、かなりリアルタイムにできるようになってきているのが現状です。

例えばこれをニュージーランド、オーストラリアでやるという話もあるんですが、その場合には通信回線が届かないような広大な地域でやることになるため、そこに通信イン

フラを打たないといけないとか、スターリンクに代表される通信衛星の回線を使うみたいな話になってきまして、そこもコストとのトレードオフですが、技術的にはもうできますので、やっているところはやっているとお答えできるかなと思います。

○相田主査 リアルタイムでデータ収集する場合には、普通の地上の通信インフラで拾う、吸収すると考えてよろしいのでしょうか。

○慶応義塾大学大学院（神武） 日本の場合、私、九州、鹿児島と北海道でやっているんですが、その辺りは携帯の回線が届くところなのでそのようにやっておりますが、海外の場合にはインフラがない場合があります、その場合には衛星回線を契約することになりますので、そこはケース・バイ・ケースです。

○相田主査 では、続きましてNTTデータ、宮崎構成員、お願いいたします。

○宮崎構成員 非常に興味深いお話、ありがとうございました。牛とかラグビーのこの技術というのは、発展途上国などの課題解決にすごく有効じゃないかと感じたんですけれども、例えば日本のようなインフラが整っていない地域で活用しようとしたときに、通信のネックとか、あるいは収集したデータの解析が難しいとか、何か解決しなきゃいけない課題というのはあるのでしょうか。

○慶応義塾大学大学院（神武） ありがとうございます。実はちょっとこれとは違うんですが、マレーシアやインドネシアで大規模農業において精度よく植林ができないので、測位技術と通信技術を使って精度よく植林をする、それによって面積当たりの植林の数が最適化できるようなことをやっているんですが、その場合には通信インフラが全く届かないので、何をしているかというと、山の上にFMの局、無線通信の局を立てて、そこを中心にデータを収集することをやっています。

データをある1か所に集約できれば、そこにだけ通信回線を引けばいいので、それを回線を引いて、日本側で分析をしてお返しするようなことをやっているのですが、そういう問題はないんですが、もっと違うところでの問題は、ある程度、高価なデバイスを至るところにつけると、夜中に窃盗団がやってきてデバイスを持っていってしまう問題がありまして、技術だけではない地域ごとの課題があるので、そこをどうするかというのが、現状、悩ましいところだったりもするところが、システムを実現する上では考えなきゃいけないところかなと思っています。

○宮崎構成員 そうですか。分かりました。ありがとうございました。

○相田主査 ほかにいかがでございましょうか。

それでは、まだあるかもしれませんが、そろそろ先生もお時間あるということでございますので、ここまでとさせていただいて、もし追加での御質問等ございましたら事務局宛てにメールを頂ければと思います。

神武先生、どうもありがとうございました。

○慶応義塾大学大学院（神武） どうも貴重な機会をありがとうございました。また、何かあればよろしくお願いいたします。

○相田主査 ありがとうございました。

では、続きましてA. T. カーニーの竹井潔様に御説明をお願いしたいと思います。恐れ入りますけど、10分程度ということでよろしくお願いいたします。

○A. T. カーニー（竹井） よろしくお願いいたします。A. T. カーニーの竹井と申します。左上の題、事業化を見据えた宇宙通信技術開発方針ということで、次のページをお願いいたします。

A. T. カーニー、戦略コンサルティングファームの一つですけれども、まず一つは、そもそも何者かということをごここに記載をさせていただいています。チーム体制ということで、ある種、国内、宇宙・通信・安全保障、この辺り、宇宙といっても非常に広いので通信という観点もありますし、当然宇宙にはロケットもあれば通信もあれば、いろいろあるというところ。それから用途としての安全保障みたいなところも含めて、こういったある種、業界の枠にこだわらないような専門家のチームをマネージしているチームの1人ということでございます。

そういう意味で政策の支援ということで、真ん中にも記載をさせていただいておりますけれども、まさにいろいろな省庁の皆様と施策の議論ということも当然そうですし、あとは産業界の支援ということで、こちらがどちらかというと時間の多くを占めているわけではございますけれども、国内の例えば宇宙、衛星、ほかのところ例えば通信、こんなところをはじめとした宇宙に絡む事業戦略の策定とか、あるいは場合によっては買収候補の提携の交渉みたいなところ、それからスタートアップの企業とか、アカデミアとの連携みたいなところを主に活動としてやっているようなものになっておりまして、私、左側、竹井と申します。

ここの宇宙、それから通信、このところの戦略コンサルティングを提供させていただいているということと、総務省さんではないですけど経産省さんでJAXAの部会の委員もさせていただいている人間でございます。

次のページをお願いいたします。本日、お題を頂戴しているところで、まさにこれから日本の産業における今後の宇宙経営議論の第一歩目ということでお伺いをしてございませうけれども、まず、将来に欲される技術ということを当然、挙げて議論していくことに当たって、ある種、将来の産業の土台、こんなことになる素地とか、左上ですね。民間が担いきれない長期開発、あるいは経済安保に求められる要素技術、こういったことにどんな技術があって、それが将来の事業につながっていくのか、こんな左から右、この議論ということと、もちろんそれはされているということだと思いますけれども。

今までとこれからということで申し上げますと、宇宙がある種のビジネスとして、あるいは事業として、それは国のある種、ミッションだとか、あるいは国の中における予算だけではない、民間のビジネスとしての様相を呈してきていることでもあると思いますので、右側、将来創出したい事業ということで、ある種、開発されている事業、技術というものが将来的に例えば民間のところでの明確なニーズがある、出てくる、それがお金になるということとともに、日本の事業の担い手ということですね。

NICTさん、事業者ではないので、そこで開発された技術というものが実際に日本にそれを担っていく、事業として担っていく事業者がきちっといるのかどうか。それは今、いるということとともに、もちろんですけども、その事業に対して投資をして回収をしていくような、こういった技術視点というよりは事業視点で、そういった事業ができ得るものなのかどうかという、この逆算の右から左、この事業起点ということ、この両輪で議論していくということだと思います。こういった観点でということで、本日はお題を頂戴しておりますけれども、次お願いいたします。

今の事業変化、右側ですね。事業環境ということで宇宙、あるいは通信ということで、取り巻く変化ということで大きくキーワードを2つ挙げております。当然ではございませうけれども宇宙事業の出口の変化ということで、国のミッションから来るニーズみたいなところから落ちてくるもの、以外にも当然、グローバルに地球が広がっている。担い手という意味においても下ですね。国から落ちてくる国の国内事業者、こういったものも当然、今までもあるし、これまでもあるということだと思いますけれども。

これまでと違うのは、国から出てくる事業ではなくて民間事業者そのものが、ある種、自らグローバル市場にもう開拓をしていくような、こんな時代感になってくるということだと思いますので、これがある種、5年後、10年後において民間の事業者が何をしていくのか、あるいは、そこにどういう技術が役に立っていくのか、そんなところでの事業

起点のある種、右から左ということを考えてみると、ということ。

左側に移りますけれども、N I C Tさんにそれを求められるのかということで、大きくキーワード2つ記載をさせていただいております。まず一つはN I C Tの開発指針の変化ということで、もちろんミッションから定められる目標仕様みたいなことは当然あるということでありますけれども。

ここの右側から出てくるような市場、あるいは受けられるようなサービス、これは当然、高品質なものをつくっていく、例えば通信ではものすごく多言語ということは当然ながら、ある種、将来的にそれがその品質、あるいは価格ということである種、マーケットで求められるような、何ですかね、その仕様、そこからの逆算の目標仕様みたいなところが開発指針の中にも一部盛り込まれていくような観点ということ等で、それをやろうとしていったときにということで行動指針の変化と記載をしておりますけれども。

ある種、国内のR&Dの技術者ということとともに、国内の今後、企業の担い手となるような事業者の皆様との連携、それをR&Dの皆様ということと、その先にある事業開発、あるいは、その先にもある国内外の潜在顧客との交流みたいなところが、ある種、先々を見据えたときに、こういった行動した上でそれが開発方針の現場を支えていくような話になってくるんじゃないかと思っています。

これは常にやられてということではございますけれども、何というんですかね、こういった色彩がより強くなってくる、こんな中期経営計画になっていくんではないか、こういうふうに見ているということでございます。

次、お願いします。実際にということ、どこの技術の話をしていますかということで、ある種、100メートル引いた上でどういった技術が出てきそうか、あるいは必要になってきそうか、既にあるものということで、ここには展開をしておりますけれども、全ての技術についてここでカバーできるということではございませんので、いろいろある中でということで一番左上、マルチレイヤー、ここで衛星間の光通信ということで入れておりますけれども、主にはここの話についてということでフィーチャーをさせていただいております。

次、お願いいたします。光通信といったときにもということで、その中にもいろいろあるということでL U C A S、左上のところ、L E OからG E Oにということももちろんありますし、真ん中、地上局、地上から衛星に直接ということで、これはもう既にされているよということで。

その1個右、同高度の衛星間の光通信と記載をしています。これはLEOの衛星とLEOの衛星の間をつなぐということで、ここはこれ、後ほど御説明させていただきますけれども、これ、民間の事業者にも事業化のスペースありということで、これは5年後、10年後ということを見据えたときの技術開発というのが、ここでの市場、こういったものがあるのかということのをこの次に御説明させていただきたいと思います。

次、お願いいたします。光通信をLEOのところでということで、先ほど絵が出てまいりましたけれども、一つは観測衛星、これも通信の一つということには多分なろうかと思えますけれども、どんな用途で使われているかということ、ここに市場規模とともに載せていただいています。もちろん政府・防衛みたいな、この黒いところ、これはある種、軍の動き、あるいは敵軍、あるいは違法船のこんなところの取締りのところもちろんございます。

今時点で例えば2025年で、大体30ミリオンぐらいのグローバルでの市場規模感ということにはなっておりますけれども、これ、光の通信で衛星と衛星の間をつなぐようなこと、これはユーザーからすると体感というのは特にないんですけれども、実際にそれがあることによって何が起るかということのを右に示しております。

一つ、大きな固まりとしては、データ中継があるといいというのは、データリンクのデータのダウンリンクのデータ量が増大するという、それは光の通信がないと駄目だと思いますので、ここに記載のとおり、幾つかのユースケースが実際にはあるということです。これはデータ中継があるといいではありますけれども、逆にいうと、ないと駄目というのが右側になります。

これ、リアルタイム性の改善と記載をしておりますけれども、今の衛星の観測衛星ですね。これ、ぐるぐる地球の上を回っているということで、取ったデータをすぐに落とせないという、要は動いている間に地上に下そうとしても、そこから別のところに行ってしまうということもあるので、ある種、光通信でつながっていない場合においては、取ったデータをすぐ地上に下せない問題があると。これを例えば政府・防衛みたいなところでは一番大きな問題になりますけれども、危険あるいは何らかの問題の事象が起っているときに、それがすぐに地上側で分からないみたいなところに対するユースケースということで、行政のリアルタイム追跡とか、このところに入れさせていただいています。

こんなところが例えばリアルタイム性が出てくるということでありますけれども、こういうそれぞれのユースケースが大きく出てくるということで、この25年、30年の一

番左側の資料のとおり、ここら辺は光の通信が可能にするようなユースケースを多く出していくこともあって、この分野で実現するようなところで見ているところでございます。

次、お願いいたします。光通信といったときに今、観測衛星の話も申し上げましたけれども、衛星通信、例えばスターリンクみたいなやつですけれども、そういった観点でも光通信が衛星の間が使われるということで、何というんですかね、ユースケースの中にも取り組まれていくということだと思っています。

これは左側にも市場のそれぞれの用途でどれぐらいということを示してあるんですけども、光通信の必要性というのが、ぐぐっと右下から広がってくるということで、これはもちろん防衛のところでも使えますし、それ以外のところのB to Bのところでも使われていくようになっているところで、ある種、光通信の衛星と衛星の光の通信、こんなものが必要性がどんどんと大きくなっていくということだと思いますので、ある種、こういったマーケットに使われるような技術ということで将来性というのは十分にあるということだと思っています。

次、お願いいたします。そんなことでということで今、もちろん光通信ということでされている部分ということもあるということだと思いますけれども、技術開発というものをある種、市場に持っていくときにということで、これ、エンドツーエンドで考えたときに一番右側、将来創出したい事業ということでグローバルに、これ当然、需要を獲得していく、しに行くことが最終的にはIT化がないと衛星通信、こういったところのビジネスとして成り立たないということだと思いますので、これら逆にすると、ということで、これ、産業の輸出支援みたいなところもちろん別途、入ってくるということだと思いますし、衛星のコンステの構築みたいなところでいえば宇宙戦略基金がありますし、それにつながるような形で、その一歩手前、それはNICTさんの事業開発、あるいはR&Dの中で行っていくということだと思いますけども、ここにある種、線としてつながるような形で、今回の中計の中でもR&Dだけの議論というよりは先々を見据えた、そんな議論がされるとよろしいのかなと思っていますところでございます。

次、お願いいたします。ということで、最後にここを入れておりますけれども、今日は例示的に民間の衛星と光通信の将来みたいな話を記載させていただいておりましたけれども、そういう何というんですかね、事業化を見据えたときにということで、真ん中に書いてある、要はユーザーが求めてくるようなニーズに応じてということで衛星の通信の

速度、重量、サイズ、コスト、こんなところのバランスみたいなところがある種、ピュアなR&Dから追加的に出てくるようなことだと思っていまして、ある種、こんなところのバランスの最適化みたいなのが議論として出てくるということと。

それから一番下ですね。ということもあるので、ある種、バランスをどうするどうするかというのが開発の方針の中でも議論が必要になってくるということだとすると、使われる、ある種、潜在のユーザーみたいなところも含めて、これまで以上に情報収集みたいな話が行動方針としては出てくるのかなと思います。そういった議論を踏まえた開発の方針、あるいは、そこに織り込むべき指標、こんなところが中長期的に議論ができていくとよろしいのかなと思っていますところでございます。

一旦、私からは以上でございます。

○相田主査 ありがとうございました。それでは、ただいまの御発表に関しまして御質問等ございましたら、また挙手いただければと思いますがいかがでございましょうか。

それでは、FMMCの飯塚構成員、お願いいたします。

○飯塚構成員 御説明ありがとうございました。一つ質問をさせていただきます。

9 ページに防衛予算とありまして、国内アンカー需要獲得とありますが、これは防衛をユーザーと位置づけてアプリケーション開発を行うという理解でよろしかったですでしょうか。御承知のとおり、アメリカは、従来、軍事用と民生用のハイブリッドの衛星通信ネットワークの実現ということで、光衛星間リンクも含めて取り組んできた経緯があるかと存じます。また、ヨーロッパにおいても2027年までに60億ユーロ規模の衛星コンステレーションを構築すると承知をしております。これは商業サービスに加えて防衛アプリケーションを含む政府サービスにも焦点を当てたもので、民生用と防衛をまたがる衛星コンステレーションとなっているかと思います。

日本におきましても、商業利用と防衛利用を両輪といたしまして、技術開発及びアプリケーション開発をしていく方向性にあるという理解でよろしかったですでしょうかという質問になります。

○A. T. カーニー（竹井） ありがとうございます。これは防衛省の中で、これは防衛としてある種、使うかどうかという最終的な判断は当然、防衛省の中の議論になる、あるいは、総務省における最終的な判断になるということだと承知していますので、そうすべきということではないというか、ある種、そこで決まるものということだと思っていますけれども。そういったことも将来的には見据えた上で、ある種はアプリケーション開発をし

ていくということ、事業者目線で言うとそういうことがあるんじゃないかと。

ただ、国内の例えば防衛の用途ということに閉じてしまうと、当然この衛星の通信事業という、そのものがある種、企業グループで回っている性質上、グローバルに持っていかないと投資回収できないという、こういう類いのビジネスになりますので、用途という意味では防衛というのももちろんありますけれども、それ以外にもという話。それは用途という意味での幅広さということと、日本以外にもという地理的な幅広さ、これを両立していくことだと思いますけれども、その中の一つに日本の防衛の用途というのが、なので、センターとして位置づけられている、あるいは幾つかある中に位置づけられているのは、自然な姿じゃないかなとは思いますがということですね。

○相田主査 飯塚構成員、よろしゅうございますでしょうか。

○飯塚構成員 ありがとうございます。

○相田主査 ほかにいかがでございましょうか。

それでは電気大の今井構成員、お願いいたします。

○今井構成員 御発表ありがとうございました。宇宙関係の話を聞かるときに私、いつも疑問に思うのが、事業展開してサービスをしたときに、人工衛星って一度上げてしまおうとなかなか、特にハードウェアなんかは回収できないところで、そのサービスをずっと、その内容で使い続けなくてはいけないといったところで、これ、寿命を考えたときって大体サービスでどれぐらいの寿命で考えていらっしゃるのかといったところを教えていただけたらと思います。

○A. T. カーニー（竹井） サービスの寿命。

○今井構成員 寿命ですね。10年ぐらい、そのサービスを続ければいいのか。それでも20年、30年を見据えたサービスを展開していくんだと考えていらっしゃるのか。

○A. T. カーニー（竹井） そういう意味では観測という話と衛星網、通信という話と、用途、あるいは使い方によって区々かなではございますけれども、一般論として申し上げると、例えば観測で申し上げると、これは神武先生のところにもございましたけど、小さい衛星はバラバラとばらまきまくるような手法でやるとすると、これ、衛星の、何ていうんですかね、寿命自体でほぼ決まってくる感じですね。

例えばですけれども、3年、5年ぐらいの衛星の寿命で、もうそれで壊れるというか、エンドオブライフを迎えるので、それ自体は切り替えていくって話になります。ただ、それでサービスを終わりにしてももったいな過ぎることもあって、常にそれは打ち上げを

して更改をしていくということで、サービス自体は続けていく形に多分なるということだと思いますし、衛星通信側でも同じようなことが起こるということだと思います。

それは、打ち上げをやめて衛星を飛ばして浮遊させておくのは、停めるというのは基本的には一度始めるとそんなにならないんじゃないかなと。それは需要がなくなったら、あるいはビジネスとしてほかに取られてしまったらということは、それはないかと思うんですけども、基本的には一度始めたものについては続けていくことが前提になるんじゃないかなと思います。

○今井構成員　そういったところも含めて、コスト計算なんかをされているということなんですかね。

○A. T. カーニー（竹井）　そうですね、もちろんそうです。

○今井構成員　ありがとうございました。

○相田主査　ほかによろしゅうございますでしょうか。

それでは、まだございますかもしれませんが時間、もう押しておりますので先に進ませていただきたいと思います。

竹井様、どうもありがとうございました。

○A. T. カーニー（竹井）　ありがとうございました。

○相田主査　では、続きまして次のテーマ「B e y o n d 5 G」に移りたいと思います。

まず、N I C Tの未来I C T研究所の和田直也所長と、N I C TのB e y o n d 5 G 研究開発推進ユニットの竇迫巖ユニット長から続けて、合わせて20分程度ということで御発表いただければと思います。よろしくお願いいたします。

○N I C T未来I C T研究所（和田）　よろしくお願いいたします。未来I C T研究所の和田でございます。

次のページをよろしいでしょうか。本日、ここで説明させていただきますのは、まず最初に、これまで過去大体20年ぐらいですかね、N I C Tの中で基礎研究、それから実証研究、それから実装研究等、オールジャパンで我々が取り組んできまして、それが社会実装を実現した例というのを3点ほど御紹介させていただきます。

上2つは、どちらもデジタルコヒーレントという、光を無線と同じように使って、非常に高速かつ大容量を実現するというのを世界で初めて実現した例になります。

最後は、これはまだ現在進行形ではありますが、標準外径のマルチコアファイバというものを説明させていただきます。

その後、現在こういった実用化に向けて取り組んでいる最近のテーマ、それと今後どう
いうふうに我々はこういったものに取り組んでいくかという方向性に関しての説明にな
ります。

次のページをお願いいたします。まず、1つ目の例になります。こちらは左下に世界最
高レベルの100Gbpsを実現する変調機器の例があるんですが、これがNICTの
基礎研究から始まっておりまして、要は、それまで光通信というのは1、0の、オンオフ
の信号の変調しかできなかったんですが、光を無線と同じように変調すると、それによっ
て高速、大容量を実現するという基礎研究を行っておりました。

これが実際ものになりそうだということで実現可能性の検証、これはもうNICTの
基礎研究プラス大学、企業を巻きこんでの委託研究等も取り組んでいます。

その後、これが総務省の直轄プロジェクトになりまして、総務省の委託等もいただきま
して、今度は下の真ん中にあります空港監視レーダーということで、この方式を使って羽
田空港、成田空港などに今、試験導入されておりますが、空港の滑走路上の異物を検出す
ると、そういったものに使われるということで、企業が社会実装した例になります。

次のページをお願いいたします。これがどういった形で進んでいたかということ、参加した
企業を、あるいは大学等をここで示しております。まず、基礎研究の時点では主に大学等
との共同研究でして、その後、実現可能性の検証ということで企業がだんだん多くなりま
して、最後に、それを実装した企業と、あと、それを実際使っていただく協力関係機関と
いうことで成田空港、それから羽田空港、それとマレーシアの空港なども協力していただ
きました。こういった形で社会実装を実現していったと、オールジャパンで実現していっ
た例になります。

次、お願いします。これが2つ目になります。こちらは先ほどのデジタルコヒーレント
の、先ほどは信号をつくる側の研究を社会実装した例なんですが、こちらは逆にデジタル
コヒーレント、DSPと上に書かせていただいておりますが、このデジタルコヒーレント
という方式を光ファイバ通信に使おうとすると、受ける側が非常に複雑な処理が必要に
なります。

そのためには複雑なDSP、デジタル信号処理の回路が必要ということで、これを、ま
ず最初の基礎的なところは皆さん、大学とか研究機関で、オフラインと我々呼びますが、
コンピューターの中で処理をしてやっていたんですが、これが実際に使い物になりそう
だということで、本当にDSPのチップをつくらうということでNICTの委託で始ま

っていたのを総務省様の直轄研究でサポートいただいて、それ、N I C Tも参画させていただきましたが、日本のキャリアベンダーさんと一緒にチップをつくることをやってきました。

左下にありますが、世界で初めて実現した100ギガ電送用のD S Pのチップの例になります。2012年にこれ、100ギガのD S PのL S Iが世界で初めてできまして、このときはかなり世界的に大きな衝撃を与えたものということになっております。この次の年ですかね。たしか世界シェアで70%超、これが取れたことがそのときの実績としてございます。

その後100ギガから200ギガ、600ギガ、1.2テラと、D S Pをどんどん高速化していきまして、現在でも10テラを目指したD S Pの開発というのを企業が実際行っておるんですが、こういったものを設計したり伝送試験をしたりするテストベッドをN I C Tの中に持っておりまして、企業ベンダーと、あるいはキャリアさんと一緒にこれを進めているところでございます。

次のページお願いいたします。これがどのような形で、こういった機関がここに携わっていったかという例になっております。まず、基礎はこれ、大学が非常に多かったんですが、その後、実際に企業が入ってきまして、これ、N I C Tの委託研究という形で実証していきました。そして、これが実際にチップをつくって売り物をつくれるレベルになったということで、右側にありますような企業が、キャリアさん、ベンダーさんが入ってやっていただくと。我々、N I C Tも最初是一緒に参画させていただきまして、頻繁に議論して、どういう方向に持っていくかということをやrittつ設計してつくっていったということで実績がございます。

次のページお願いいたします。これは参考資料ですが、D S Pを使ったデジタルコヒーレントの原理ということで、ここは、今回は飛ばさせていただきます。

次、お願いいたします。これ、3つ目の例になります。これ、標準外径のマルチコアファイバということで、これは平成20年なんです、我々I C Tで次の大きなブレークスルーを光ファイバ通信にもたらしたいということで、我々が中心になって国内の大学あるいは企業の、そういった分野の研究者の方々、そういったところに声をかけまして研究会をつくりました。

まず、目標設定から一緒に議論して始めまして、要は、どのぐらいをターゲットにするかということなんです、3つの多重化技術、一つはマルチレベル、これが先ほどのデジ

タルコヒーレントの技術を延長したものになります。さらには光ファイバの光信号を通すコアをたくさん持ったマルチコアファイバ、これまでなかったものですが、それとマルチモード制御ということで、これちょっと少し難しい制御なんですけど、こういったものでそれぞれ最低でも10倍、10倍、10倍ということで、3つの多重化を合わせて合計で1,000倍、そのときの世の中で使われていたものの1,000倍の規模を目指すということで、大体それまでテラが研究の対象だったのを、その1,000倍のペタビット級の伝送を実現することをターゲットいたしました。

次のページをお願いいたします。これが実際に研究を進めていったときなんですけど、まず、最初に産学官でコンソーシアム的なものをつくりまして、実際に目標設定、どういうふうに進めていくかということを経験しました。その後、大学や我々もそうですし、企業もこれは基礎研究やっておりますが基礎研究を行い、NICTの委託研究等を使って実現可能性を検証して、最後にこれがその中の実際、どこから実用化するかということなんですけど、非常にコア数が大きくなると太くなってしまいうんですが、コア数が多くなってもファイバの径を太くしないということで、既存のファイバと同じ太さの標準外径のマルチコアファイバというところから実用化していくということで、その下に年表的に書かれておりますが、2010年に4コアのファイバケーブルを開発しまして、2023年に標準外径2コアファイバが量産化されました。そしてこれ、次、来年になるんですけど、これ、グーグルの海底ケーブルシステムにNECさんと日本の住友電工のファイバが入るということで今、動いておるところでございます。

次のページをお願いいたします。これは、実は基礎研究の部分もまだコア数は社会実装できたのが2コアファイバのところまで、最初の1つ目ですので、今後これ、もうちょっとコア数が多いもの、そういったものをどんどん入れていくということで、基礎研究も引き続き続けております。

それと平行に社会実装のための研究、あるいは量産化の研究というのを進めているということで、右側に書かれたような企業、大学等が参画していただいている状況でございます。これもオールジャパンで進めている社会実装の例になります。

次のページをお願いいたします。これは、先ほどのものにもう少し詳しい情報を入れたものなので、ここでは飛ばさせていただきます。

次をお願いいたします。これで、マルチコアファイバでどのぐらいまで最終的にターゲットにするのかということで、これはまだ基礎研究の伝送、実証のデモですが、大体ファイ

バ1本で20ペタというのが今、世界記録になっておりまして、こういった世界記録はほぼほぼ日本の研究機関、NICTほかの研究機関がこれまでリードしてきたということで、今後まだ伸び代がありますので、こういった研究を進めているところでございます。

次お願いいたします。ここからが現在、こういったこれまで成功した例に引き続くような形で現在、進めている研究です。5つほど、そこに並べさせていただきましたが、一つはBeyond 5Gで非常に重要になってくる超高周波ICTデバイス、これはミリ波やテラヘルツに向けたデバイスの研究。それと酸化ガリウム、これはパワー半導体ということで注目されているやつで、これも基礎、もともとNICTからスタートした研究ということで、これもこの上の2つも企業、あるいは大学もそうなんですが、主に企業を巻き込んで研究をどんどん進めているところでございます。

3つ目がこれ、有機EOポリマーということで、これは環境負荷の少ない材料で、かつ物理的な高周波の限界値がかなり高いものということで、次の世代のデバイスということで研究を開発している。

次に4つ目、深紫外LEDですが、これは水銀ランプでしかできなかった深紫外の光、これ、殺菌に使えるもので、これも実はコロナ禍があったということで企業と一緒にプロトタイプをつくって、電車などに搭載して実証するところまで来ているものになります。

最後が、これは非常に光の集積化したデバイスでして、光と電波を融合したアクセス技術ということで、これも今後の重要な技術になってくるということでハードウェアの研究を行っております。

次のページから3ページほど参考資料が続きますが、時間がありませんので、ここは飛ばさせていただきます。最後のページをお願いいたします。これが2つモデルを示しております。我々NICT、基礎研究から始めておりますので、これまでは従来の先ほど3つ示したもののようにスリーステップのモデルということで、基礎・基盤研究から実現可能性の検証研究の開発、そして社会実装に向けた研究と段階を踏んでやってきたんですが、昨今、できるだけ早く社会実装を求められる背景もございます。

世の中のニーズもあるということで、全てではないんですが我々の基礎研究の中で特に重要なもの、あるいは早期に社会実装が可能であると思われるものに関しては、実現可能性の研究と社会実装に向けた研究をBack to Backでほぼ同時に行うということで、リニアではなくてノンリニアに研究を進めていくということで、こういったノンリニアモデルと我々呼んで、取り込んでいこうと思っております。この2つのモデルを駆使して、

産学官連携してオールジャパンで社会実装に向けた研究を進めているところになります。

私からは以上でございます。

○N I C T B e y o n d 5 G研究開発推進ユニット（賓迫） 続いて、N I C Tの賓迫からお話しさせていただきたいと思います。B e y o n d 5 Gの社会実装に向けたN I C Tの取組ということでお話しいたします。

次のページをお願いいたします。N I C TにおけるB e y o n d 5 Gの戦略的な研究開発というところなんですけれども、B e y o n d 5 Gの時代の情報通信サービスというのは、日本がビジョンとしていますS o c i e t y 5.0のように、現実社会とサイバー空間が高度に融合して実現されるものだという認識に立っております。それに様々な産業のシステムが今まで以上に連携していく仕組みが必要であることになります。

単に研究成果を生み出していくだけではなくて、社会ビジョンに対して、それをどういうふうになっていくのかと提示をし、業種を超えたサービスの創造や基盤技術のアジャイルな研究開発が一体となって実施されることが重要だと認識しておりまして、それに従って、まずホワイトペーパー等によってステークホルダーのよりどころとなるような技術ビジョンを提示し、そして非常に動きが早い世界の動向を踏まえて、集中的に取り組むべき内容を見極めた上で、一貫したリーダーシップの下に国内外のコミュニティーを形成して、研究資源を連携させることによって基礎研究からP o C、社会実装までの取組を行っていくといったことになります。

下の図は日本のビジョン、S o c i e t y 5.0、総務省様のビジョンというものになるのでありますし、真ん中のところでは国内外のコミュニティーの形成例、また、研究のP o Cなどを示すものとして展示会に出したものが示してあります。

次のページをお願いいたします。ビジョンから研究開発へというところなんですけれども、まず、ビジョンに基づいてその中のアーキテクチャというのを考えるということになります。この場合はS o c i e t y 5.0の内部構造ということになると思いますけれども、右の上を書いてあるのがその内部構造でございますが、この構造の中の一番下のところにはリソースとしてのサイバーフィジカルシステムがあり、それらのリソースをコントロールするためのO Sとしてのオーケストレータがあつて、イネーブラというミドルウェアがあつてアプリケーションがあるような構造になっています。

その下には、オーケストレータ以下の詳細化が書かれておりますけれども、オーケストレータには、オーケストレータ自体はサイバーフィジカルにまたがるものであり、なおか

つ、様々な産業にまたがるものだということになります。そこからB e y o n d 5 Gが基盤となるS o c i e t y 5.0の特徴というのが引っ張り出されてくるわけです。それが左下に書かれているものになります。

これはシステムが様々に増加していくわけですが、それらの組合せによって新しいサービスが生まれてくるということになります。オーケストレータが全体を把握してシステムを連動させることが必要ですし、分野を超えてシステムが連携していくことには、我々人間が想像できないような組合せもあるということで、そういったところでA Iが絡んでくるようなことになります。また、参入が難しかった、小さなシステムしか持っていないところであっても、参入障壁が下がることによって参入できる効果もあると考えています。こういった特徴に基づいたビジョン提示やP o Cの社会実装に向けた連携などを今、行っているところでございます。

次のページをお願いいたします。次のページはコミュニティーの形成例でございまして、例えば日本とドイツのコラボレーションといったことを示しています。これまでに一連の日独のB e y o n d 5 G／6 G研究ワークショップというのを開いておりまして、実は第5回目を来年1月、仙台で開く予定になります。4回目までは東京、ベルリンでそれぞれ交互にやってきております。ドイツの研究ハブとの緊密なコミュニケーションというのをとっておりまして、N I C Tとドイツの共同研究といったことで実は既に6件ほど立ち上がっておりますし、また、日独の共同プロジェクトの立ち上げなどにも動機づけとなっていると思っております。

我々はまた、ドイツからのインターンシップの学生もこれまで計3名受け入れておりますし、また、MWC、世界最大のモバイルの展示会であるとか、来年の大阪万博などに共同出展する見込みになっています。

真ん中の写真でございまして、7月に開催されたベルリン6 GカンファレンスにおけるN I C Tの徳田理事長の基調講演の様子やB M B F、ドイツの教育研究省の大臣と徳田理事長のお話ししている様子であるとか、我々が持ち込んだポスターであるとか、その展示の様子などが写っているところでございます。このような同様の活動を各国とも展開しているところでございまして、これまでにシンガポール、フランス、フィンランドやというところとワークショップを開催済みでございまして、米国、オランダ、英国等とはカウンターパートの共有を進めているところでございます。

次のページをお願いいたします。この研究開発ですが、先ほどもお見せしました

Beyond 5Gのアーキテクチャといったものの上で、特徴的となる点のPoCを3つほど今、検討して実質的に動かしてみようということをやっているところでございます。PoCの中身の御説明はいたしません、ここで特徴的なのはNICT内部だけで済んでいるものもありますが、皆さんの技術を持ち寄ってやらないとできないところもございまして、特に海外、一番上の場合はドイツ、2番目の場合はシンガポールなどと組んで、こういったものを行っていることになります。

このように新しいサービスの創出としては、システムの中の膨大な組合せをテストする必要があると思いますし、このような膨大な組み合わせをテストすることが可能なイノベーション拠点というのが、今後の研究開発や社会実装を進める上で必要になってくるというのが実感でございます。

次のページをお願いいたします。海外のBeyond 5Gの研究開発におけるイノベーション拠点というものはどんなになっているかというところなんです、いずれも5Gの頃からの研究開発の実績があり、その上に対して6Gの新しい考え方や活用をしていこうということになっています。これらは民間にも開放されていまして、イノベーションの恩恵としての特性も併せ持っておりますし、当然のようにデジタルツインの活用を全ての各拠点においては行っているところでございます。

これら拠点の経営者や資金提供者の視点からは、6Gの開発が自らの組織や国の競争力を高める宣言であると認識して、ここに重点投資していることが見えてとれます。一番上の例えばアメリカでは、ノースイースタン大学、そういう場所になっておりまして、そこには電波エミュレータのColosseumというプロジェクトが置かれており、それが、Open RANのデジタルツインだといったもの、考え方の下にオープンな環境を提供して皆さんに使っていただいている。

また、PAWRと言われるような1億円の官民パートナーシップなども運営しておりまして、資本金付きのコンテストをするなど求心力を高める工夫もやられておりますし、また、FCC Innovation Zoneというような電波特区もそこに置かれておりまして、研究開発のリードタイムを短縮するようなことも考えられ、非常に競争力の強化というところに視点が置かれています。

ドイツでは、Fraunhoferや、またはアーヘン工科大学などというところが典型なんですけれども、そちらに実際に研究者の居室のそばにアジャイルな環境、テスト環境というのを設けられていたりしておりまして、それらを活用することによって民間との連携を活

性化する、さらにはイベント等に利用して、そこで見てもらうことによってパートナーを呼び込むといったことになっています。

ドイツの研究教育省の担当者からは、欧州のテストベッドの連携というのを考えているけれども、日本はどういうふうにするのかということも問合せをいただいているようなところ です。

またシンガポールでは、シンガポールデザイン工科大学というところにおいて大型の政府予算をもらっていきまして、これはもう後継プロジェクトも決まっているところでございますけれども、民間の協力も取付けて最新のオーランシステムや測定機、ロボットなどを取りそろえ、様々な研究機関、世界の研究機関からの連携を図り、例えばなんですけれども、大きな建物の中庭部分に網を張って、そこで自由にドローンを飛ばしてテストするようなことも行われているといったことになります。こちらは、オーテックとしても機能する機能を持っていて、アーチア県の産業を活性化するような場として機能していると思っております。

次のページお願いいたします。N I C Tがこれまで進めていった研究開発における成果として、S o c i e t y 5.0の内部構造などが見えてきたことと、アーキテクチャに基づくP o Cというのをやっておりますが、ここから先、研究開発や社会実装を進めるためには膨大なリソースの組合せをテストするような場が必要であることは分かっております。

また、一方で海外の拠点においても、先ほど述べましたように5 G以前から大学や公的研究機関におけるオープンイノベーションの拠点というのが整備され、それにさらに民間の人たちを呼び込むような工夫がされ、非常にそこに力を集めるような工夫がなされているといったことになります。N I C Tは、我々が提唱するサイバーフィジカルシステム、S o c i e t y 5.0といったものに力点を置いているわけですが、海外のパートナーもその重要性に気づくということがあって、N I C Tをアジアにおける重要なパートナーとして認識していただいていると思っています。

これらの海外勢と対等以上に付き合っ て、これからも良好なパートナーシップを築き、ともに研究開発を進めていくことが重要だと思ひまして、そういったことも踏まえて新しいサービスの創造などに役立つテスト環境、イノベーション拠点というのが必要になってくるだろうと思っています。N I C Tは公的研究機関としての立場がございますので、いろんな方々も集まってきやすい特性もありますし、そこを特に循環進化ができると

か、民間からの協力を得やすい仕組みを入れるとか、そういった工夫をすることによって日本の競争力を高める場としても用いることができるのではないかなと考えております。

次の最後のページでございますが、こちら、簡単に御説明しますと、まずはそういったイノベーション拠点を準備する意味で技術を入れたいくなる、連携したいくなる、集まりたいくなるような環境を用意すること、さらにステークホルダーが技術を持ち込めることを考えること、そこら辺に対して真ん中に書いてあるような価値の提供ができることをそろえていくところだと思っております。

以上、私からの御説明になります。

○相田主査 ありがとうございました。

続きまして、同じく Beyond 5G に関しまして、日本触媒エレクトロニクス&環境ソリューション事業部の高田亮介様より御発表いただきたいと思えます。恐れ入りますが、10分程度でお願いいたします。

○日本触媒（高田） よろしくお願いします。そうしたら、次のページをお願いします。簡単に今日のアジェンダを書いています。

次をお願いします。まず、簡単に自己紹介ですけれども、私、ポリマー材料系のバックグラウンドを持ちまして富士フイルム、村田製作所、そして現職の日本触媒と、事業領域は違いますが、ディスプレイや通信というところに対して一貫して素材、材料開発ということで社会貢献をずっと目指してきてまいりました。

その中で課題感として、直近の通信ビジネスに対しての課題感が結構あるということで、今、現職に書いてあるようなXGモバイル推進フォーラムですとか、今回お話しするようなバリューチェーンをまたいだ共創連携活動というところをいろんな企業さんと一緒に進めていまして、今回はそういった企業さんの代表として私がお話しさせていただきます。

次をお願いします。まず、既存の電気通信基盤ビジネスのバリューチェーンですけれども、御存じのとおり上流、これ、左側が上流ですね。銅箔、樹脂とか、そういう材料から組み合わせてつくっていった、右側のインフラまで、非常に多くの日本企業が支えています。

特に特徴的なのは、水平分業により各社の強い技術を磨き上げて最終製品価値の向上に貢献してきていることと、同一領域内で複数企業が競争することで技術を錬磨してきていることが今までのバリューチェーンの強みということになっていると思えます。

次をお願いします。現在、御存じのとおり、特に上流側、左側の円グラフですけど、上流

側に関しましては全世界の市場に対して日本のシェアが33%と、非常に高いシェアを有してまして、日本の強みはこの素材・モノづくりにあることが現状だと認識しています。

次お願いします。一方で、強いところに関しても我々、素材メーカーの肌感としては、かなりコモディティ化が進んできています。諸外国、特に台湾がかなりこの辺の上流側に対しても参入してきていて、かなりシェアの拡大が進んでいると。ここ数年で恐らく日本のシェアというのはさらに落ちていくのではないかなという危機感を持っております。

さらに、この通信基板領域ではゲームチェンジの可能性というのが非常に高くなっていると思っております、次のページで簡単に説明します。

3つ代表的なものを挙げております。無線通信周波数が高周波化すること。そこに端を発していますけれども、NTTさんが主導しているIOWNに代表するようにオール光ネットワーク、電気配線が光配線に置き換わること。エネルギー問題に対しても半導体起点でいろいろと技術革新が行われてきて、こういったことがゲームチェンジの種になっていると思っております、こういったゲームチェンジが起こった場合に、既存通信基板ビジネス、日本が強いと言っていたところがひっくり返る、再構築される可能性があると思っています。

今後も電子部品市場で日本企業各社が高シェアを維持、拡大するためには、ゲームチェンジに参画及び主導する必要があると考えていますが、先ほど申し上げた日本の強みである水平分業型のビジネスでは、このゲームチェンジには対応できない可能性が高いと思っております。

次お願いします。ということで、初めのタイトルにあったように、次世代通信の基盤ビジネスを日本の素材・モノづくり力で実現するためには、バリューチェーンをまたいだ共創連携が必要だと強く思っております。

次お願いします。今までもこういう共創連携というところはいろいろと進んでいるんですけども、従来あるようなコンソーシアムとかプロジェクトの課題感として3つ挙げています。

1つ目は、主催者からの一方向コミュニケーションなりがちだということがあります。よくある例としては、情報収集のために参加するとか、勉強のために参加するということであまり発言、議論をしないと。さらに先ほどバリューチェーンの壁と書いていましたけれども、我々素材メーカーが例えば下流側の無線屋さんのコンソーシアムに入ったときに、

言語とか知識が異なるために、なかなか理解ができない、逆もしかりですけれども理解できないこと。

さらに日本の企業、結構日本の文化として特徴的ですけど、NDAがないと何も話せないということで、一方向コミュニケーションになりがちというのは、そういうところが原因かなと思ってまして、それが理由で、まだ不明確な課題や推進すべきターゲットというところに対する議論はなかなか難しいことが現状としてあると思います。

その結果として、2つ目にあげていますように、今既存で成功しているコンソーシアムでは、ある程度、課題を明確にしてあげて、ターゲットを実現するためのプロジェクトということが多く立ち上がっていると思います。ただ、こういったスタンスのプロジェクトになりますと、日本の強みである素材による差別化技術とか、モノづくり力というのはなかなか盛り込みにくいと、もう既に課題が明確になっているところになりますので、諸外国に対しても、そこにアプローチしやすいことが課題としてあると思います。

3つ目の課題は、プロジェクトは目標達成しても社会実装、ビジネスにつながらないということがあると思います。これまでの方の御講演にもあったとおり、ユースケースというところが大事なんですけれども、なかなかそれが消費者の価値に結びつかないですとか、社会実装課題の解決よりも、技術課題の解決が主目的になっているという、ある程度、プロジェクトが成功することを主眼に置いているようなプロジェクトが多いような課題感があります。

次お願いします。こういった課題感がどういう原因に起因するかというと、結局、通信ビジネスの3つの壁と表現できます。まず共創連携を実現するための、2つの壁を書いています。共創連携を実現するにおいて、横軸にバリューチェーンを書いていますけれども、横軸のバリューチェーンの壁、先ほど言ったように水平分業されているため、上流側の素材メーカーとアプリ、システム、通信事業者といった無線屋さんとのリレーションがそもそもないと。無理やりリレーションをつくったとしても、言語とか知識が専門が違うので、なかなか会話ができないというバリューチェーンの壁があります。

一方、縦軸はそれぞれのカテゴリーの中の話ですけれども、競合・ビジネスの壁というのがありまして、日本の企業の文化として機密とか自社利益、中で競争してきて競い合ってきたところがあるので、こういった壁からなかなか議論ができないことがあると思います。これがまず、共創連携を行う上での2つの高い壁です。

次お願いします。さらに、5Gがなかなか社会実装が進まないところの一つの理由だと

は思うんですけども、社会実装の壁ということがあると思います。消費者の価値につなげるところに対してユースケースというところが大事だということがありまして、この3つの壁というところをクリアすることについて、我々は今、いろいろと活動をしております。

次お願いします。次、バリューチェーンをまたぐ競争連携であります、今までの3つの壁をちゃんと乗り越える活動を進めています。

次お願いします。初めに、共創連携の壁を乗り越える活動ですけども、まず、共創連携によるイノベーションというのを我々、化学屋さんですので、化学反応に例えますと化学反応に必要な2つの要素は触媒、我々日本触媒なんで触媒って書いていますけれども、触媒だけじゃ駄目でして、反応物と反応場というのが必要になります。反応物というのは、イノベーションでいうと各企業や研究機関のコア技術になります。反応場というのは、そういったコア技術を持っている人が同じ場所に集まったとしても、例えば会議室に2時間閉じ込めたとしてもイノベーションは起こらないということで、的確な参画企業がちゃんと双方向議論することが大事。さらにそのためには各個人のモチベーションですとか、会社のリソースというのが大事だということで、我々今、反応物と反応場というものの整備、構築を行っております。

次お願いします。この2つの壁を乗り越えるときに、我々がいま一つ定義しているのが、会社として入るといのはなかなか難しいので今回我々は、まず人を集めています。この2つの壁を乗り越えるためには、下に書いていますように競合・ビジネスの壁を乗り越えなきゃいけないという課題感ですね。あと、バリューチェーンの壁を乗り越えるために、言語とか通じなくても粘り強くやる強い意志、あとは、このままでは駄目だと、変革行動が必要という強い想いと、こういった想いを持つ人たちを今、集めています。

次お願いします。現状、ここに今、載せてもいいよって言ってくれた企業だけでも、このぐらいの企業さんが参画していただいています。もちろん、これまだ人が属する企業さんでして、非公式な活動ですので、なかなかここに載せることができないよという企業さんも含めて大体今、50近くの企業に属する方々というところが賛同をいただいております、先ほど私が申し上げたところの課題感に対して皆さん、強く想いを持っているということで、ここは日々共感の輪を拡大している状況になります。

次お願いします。これは再掲ですけども、次、反応場について。今までのコンソーシアムの課題感を書きましたが、それに対して次のページをお願いします。

我々が思っているのは、まだ不明確な「あるべき姿」とか「実現したい未来」に対して、バリューチェーンの壁とか競合の壁を乗り越えて、社会実装に向けた根本課題につながる双方向議論ができる場というのをつくっています。

次お願いします。場所の整備として自己紹介にも書いたように、バリューチェーンをまたいだところで議論をする場というのをXGモバイル推進フォーラムの中でワーキンググループをつくりまして、デバイス、モノづくりに特化したワーキンググループをつくりまして、そこで議論を進めています。さらに横軸、バリューチェーンをまたいだところに関しては産業競争力懇談会というところで、いろんな企業さんとどういふふうにやっていけばいいかという話を進めております。

競合の軸に関しましては、まず、素材メーカーとして新化学技術推進協会というところなど、いろいろなコンソーシアムの中で、素材の中で競合の壁を乗り越えて議論しなきゃいけないような話をするように進めております。

次お願いします。ここ、課題感ですね。こういったことを行うときの課題感ですけれども、早期の段階から組織として参画することが非常に難しいです。先ほど私も個人を集めていますよと言ったんですけど、日本の特に素材・モノづくり企業というのは、世の中の顧客が描いたビジョンや顧客からの要求スペックを起点に開発プロジェクトを推進する文化でして、自らビジョンをつくることに対しては非常に消極的です。

下に会社としての参画のハードルをいろいろ書きましたけれども、このハードルを乗り越えるためには、上位方針ですとか業界環境を整備することで企業を動かすことが必要だと思っていまして、その中の一つとして国の方針ですとか、研究機関の方針というのが非常に大きな影響があると思っています。こういったような御旗が立てば、日本の企業は早いし強いということで、今回皆様、総務省、NICTさんにはこういったところを期待したいなと思って参加をしております。

次お願いします。ユースケースですね。こちらも社会実装の壁を乗り越えてやることに對しては、通信はあくまでも手段であるということをお前提に進めなきゃいけないと思っております。

次お願いします。先ほどNICTさんの御講演ありがとうございましたけれども、NICTさんは通信は手段ですよと、それを手段として、ユースケース及びサービスアプリケーションというのを創出していくことを非常に推進しておりまして、我々の共創連携活動との連携をすることによって技術及び通信、さらに通信及び消費者ということをお、まさにバリュー

チェーンをつないで、社会実装起点の技術開発を推進したいなということで、期待をさせていただいております。

次お願いします。今回、期待に関して本日説明したことは、これは1企業としての課題感ではなくて通信に関与する非常に多くの担当者の課題感であると言えます。現時点で、50前後の企業に入っていただいています。一方で先ほど言ったように、会社、団体で組織としてリソースを割り当てるには限界がありますので、こういったところに対して総務省、N I C Tさんと一緒に御旗を立てて、企業を動かしていきたいなと思っております。

次はまとめてあるだけです、私からの発表は以上になります。ありがとうございます。

○相田主査 ありがとうございました。それでは、お三方のB e y o n d 5 Gに関するプレゼンに関しまして御質問等ございましたら、また挙手いただければと思います。

それではK D D I、宮地構成員、お願いいたします。

○宮地構成員 御説明ありがとうございます。私の質問は、N I C Tの和田様の御講演でマルチコアファイバのお話があったかと思うんですが、マルチコアファイバ、これ、社会実装して実用化していくためには、ファイバだけでなくファイバ同士をつないだりする融着の、このマルチコアに対応した技術ですとか、あとはシングルコアとの変換でファンイン、ファンアウトの装置とか、そういったものの実用化に向けた開発というのも、並行して進んでいると理解してよろしいのでしょうか。

○N I C T未来I C T研究所(和田) ありがとうございます。おっしゃるとおりでして、その部分が非常に大事になっておりまして、そこも今、もともとできたコンソーシアムのところを中心にして、我々の委託ですとか、国のプロジェクトなどをもって企業、あるいは大学も入っている場合もありますが、同時並行的に進めている状況でございます。

○宮地構成員 ありがとうございます。

○相田主査 ほかにいかがでございましょうか。

○秋山構成員 慶應義塾大学の秋山と申します。日本触媒の高田さんに質問させていただきたいんですけども、初めに非常に勉強になるお話、ありがとうございました。

3つの壁を越えていくというところで、こうした化学でいうところの反応物と反応場というところで、この場というものをつくられているところが素晴らしいと思ったんですが、どこの企業もこういうことを考えていて、これが大事だということは分かっている、やろう

とはしていると思うんですけれども、なかなかうまくいかない現状の中で、なぜ、この高田さんたち、日本触媒さんがうまくいったのかという辺りを少し教えていただけたらと思います。

○日本触媒（高田） ありがとうございます。実はまだ成功はしていないんですけれども、今、秋山先生におっしゃっていただいたとおり、皆さん、ここに関しては課題感を非常に持っている。ただ、どうしていいか分からない、どう動いていいか分からないような状態の人が非常にたくさんいると思っています。なので、私はあくまでも触媒、まさに触媒として、そういった方々を1回集めて、そういった方々の思いですとか、今まで失敗してきた経験とかというところに対して、一つ一つアクションを計画していくことでやっております。

ただ、秋山先生がおっしゃったとおり、なかなか会社として動けないところについて、まだ現実問題として課題として残ってしまっていて、その課題を解決するために、いろいろと今回の皆様の御協力というところもいただきたいなと思っていますし、なので、正直言ってまだ成功はしているとは言えないんですけれども、成功するために試行錯誤をしていきたいところになります。

○秋山構成員 このように持ってくるまでに、企業間の関係性構築みたいところというのは、かなり時間をかけてやってこられた感じなんですか。手間とか時間とか。

○日本触媒（高田） そうですね。私、まだ日本触媒に入って10か月程度なんですけれども、基本的にはFace to faceでちゃんと腹の内を話すことを重視してやりながら。本当に壁をつくってしまいがちなので、日本人というのは。そういうところをしっかりと丁寧にやるのが大事かなと思っています。

○秋山構成員 ありがとうございました。

○相田主査 それでは電機大、今井先生、お願いいたします。

○今井構成員 電機大学の今井です。高田様にお伺いしたいんですけれども、まとめのところで次世代通信がなかなか社会実装されないとありますけれども、これは、5Gのことだと思うんですけど、5Gが社会実装というよりは、5Gならではのユースケースが世の中に出てきていないことでよろしいですかね。

○日本触媒（高田） そうです。はい、おっしゃるとおりです。

○今井構成員 5Gって4Gまでと違って、5Gは最初はユースケースありきでこれ、仕様化されていったはずなのに、なかなか5Gならではのユースケースが出てこないとい

うことなんですけれども、高田様のお話で、何かの壁を乗り越えるための非公式な人たちのつながりを持っていらっしゃるといったところで、その人たちとお話しされたときに、5Gのユースケースが出てこないというのはどういうところに原因があるんだということ、何かお話し合いしているのであれば、その内容を教えていただけたらと思います。

○日本触媒(高田)　そうですね。いろいろマーケティング、マーケターのプロの方とか、そういう活動されている方の話を聞いていると、我々もすごい痛感はしているんですけれども、消費者の価値を起点にちゃんと考えられているかというところをもう一度見直したほうがいいのかなと思ってまして。通信関係者というのは通信のプロですので、通信起点にこういったものは消費者の価値になるだろうというようなボトムアップ的な考え方というのが。普通に考えるとそうになってしまうと思っています。

そうではなくて、ちゃんと消費者の価値を実現するためにはどういうところ、要するに、ほかの産業も含めて、まさにNICTさんの竇迫さんのチームがやられているような、産業を通信がつなげることで出すとか、手段として考えないといけない。あと、消費者の価値をちゃんと起点に考えないといけないところを、もうちょっと丁寧にやる必要があるのかなと感じています。

○今井構成員　ありがとうございました。

○相田主査　ありがとうございました。まだ御質問等あるかと思いますけど、時間が押しておりますので、恐れ入りますけれども次に進めさせていただきたいと思います。

3つ目のテーマは「サイバーセキュリティ」でございます。情報セキュリティ大学院大学の後藤厚宏学長から、恐れ入りますが、15分程度でプレゼンをお願いいたします。

○情報セキュリティ大学院大学(後藤)　後藤でございます。それでは本日、深刻化・増大・加速するサイバーリスク対応に必要なサイバー攻撃対処能力の向上と題して、お話をしたいと思います。本日は時間が限られますので国産化という観点を中心にお話をしたいと思います。

まずは環境変化とリスクについてです。こちらにございますように、スマートフォンとインターネット利用率は年齢を関係なく、全国民の必須なデバイスになっています。右側ですが、それを使った行政手続や仕事も本当に活発に行われている。公共空間化という表現がよくつかわれますが、私自身もデジタル技術に依存してしまって、情報通信がなければ生活が成り立たない状況にあると認識しています。

その結果、次のページに示すように、さまざまなリスクが拡大している。左側は生活、

我々市民の生活におけるフィッシング詐欺のリスク、それから偽メッセージに関するリスクが高まっている。右側は仕事、企業を中心にランサムウェアの被害が非常に増えているし、特に昨今のリモートワークの普及に伴い、その攻撃も増えている。これまで企業組織には安全なオフィスが存在していましたが、リモートワークの増加により、企業の境界が曖昧になり、セキュリティ管理者は利用者全体に目が届きにくい状況になっている理解です。

そういう中で世界における大規模なサイバー攻撃例はもう数え挙げていると切りがないう状況です。例えば右上は米国の例ですが、SolarWinds事案というのがありました。これは後でも取り上げますが、実は現在のバイデン政権が強い危機感を持った、国家安全保障の課題として捉えた事案です。

それ以外にも水道の問題、それから食肉加工業者の事業が攻撃された例で、さらには石油パイプライン、石油を運ぶパイプラインの事業者が攻撃された案件、それぞれサービス事業が止まる事案にもなっているわけです。

左下は日本の事例です。これらは報道されているものばかりです。医療機関が攻撃されて地域医療がとまった事例がございました。これも後で取り上げますが自動車製造の部品メーカー、小島プレスさんが攻撃を受けて、結果的にトヨタの14工場全てが稼働停止になったものです。

それから、名古屋港のコンテナのターミナルにおいて、コンテナを船にのせたり下ろしたり、トレーラーにのせたり下ろしたり、それをコントロールするシステムが攻撃されて、結果的に37の貨物船に、それから約2万コンテナに影響があったと言われています。このように、サイバー攻撃事案が深刻になっているのは皆さん、御案内のとおりです。

その性質としましては、まず目的がどんどん変化してきている。金銭目的または地政学的な目的が増えている。その結果として、情報を守ればいいという安全確保の観点ではなくて社会生活全体の安全保障の観点で考えなければいけない形になってきているのが大きな変化だと思います。

このような状況を深掘ってみたいと思います。深掘る観点としましては、まず、攻撃者が極めて高い技術力を持っている、つまり攻撃者同士の裏ビジネスが盛んになっている観点、それから被害が広範かつ深刻になっている観点です。

これは一つの例です。右側にあるのは企業組織をイメージしたものです。本社があります。海外支店もたくさんあります。そういう企業のネットワークは普通、ファイアウォー

ル等で守られていて、インターネットからの攻撃を避けているわけです。一番左側に攻撃者がいる状況でございます。

このような企業が、ランサムウェア攻撃を受ける時、何が起こっているのか。まず、攻撃者は事前に社内事情を徹底的に調査していきます。いろいろな情報を集め、その情報に基づいて一番弱そうなところ、ここでは海外支店と書いてありますが、そこに対して社内事情を踏まえた巧妙な偽装メールを送る。今の偽装メールは本当に巧妙化しております、なかなか気づくことができませんので、ついついそれを開いてしまいます。

開いたことによって感染してしまいます。アンチウイルスで実際今、流れている新種のものはなかなかチェックできない状況です。

これで一つサイバー攻撃が成功されてしまったわけですが、ここで御理解いただきたいのは、この時点では別に特に大きな実被害が出るわけではありません。実被害はこの先で出てきます。その先、攻撃者は執拗に次から次へと攻撃の手段を使って中へ中へ入っていき、最後、重要な情報も管理している管理者のパソコンを通してデータを盗み出す。ランサムウェアの場合はここで機密情報を暗号化して取り出してしまふ。取り出したデータを使って身代金を要求するというパターンになります。

ここでのポイントは、攻撃者によるサイバー攻撃の執拗な繰り返しです。例えば一旦最初に入られるところから最後、盗み出されるまで、最近の大きな事案では半年とか1年、また、数年かけて最後の目標に達成する形で、執拗に執拗に繰り返し攻撃者は攻撃してくることがポイントだと思っています。

さらにこの背景にあるのが裏ビジネスでございます。身代金を要求するようなデータは、闇市場で売買される。または、この攻撃対象の分析情報も闇市場で売買されている。また、ランサムウェアの場合、RaaSとしてもサービス化されてしまっている状況ですので、それを使えば誰でもランサムウェア攻撃ができてしまう状況だということを認識すべきだと思います。

そのような攻撃者の状況を、ざっくりA、B、C、Dと分類してみました。一番上のAは、これは地政学的な目的でサイバー攻撃をしかけている攻撃者です。よくState-Sponsored、国が裏にバックアップしている、攻撃組織のことを言います。事例としては、イランの核施設が攻撃された例とか、先ほどのSolarWindsの事案、それから今、ウクライナの紛争、戦争になっておりますが、その元だったウクライナの電力設備への攻撃がそれに相当するとも言えます。

2つ目は結構ポイントだと思いますが、同じように高度な技術を持っていて、自分が攻撃をするのではなくて攻撃ツール、道具として使ってもらうビジネスにしている例です。さっきのR a a Sを提供しているL o c k B i tがありますが、E m o t e t、またはゼロデイの未知の脆弱性情報を売買してビジネスをしている、そういう集団がいるということです。

次にあるのは、ユーザーとして、そういうものを使って、金銭目的のサイバー攻撃を仕掛けているもので、今、増えている状況です。多分、サプライチェーン攻撃、先ほどの自動車部品のメーカーへの攻撃とか地域の中核病院を狙った攻撃は多分この類いかと思います。それ以外には評判にダメージを出すことを目的としたものや、選挙妨害もあります。

ここで共通としているのは、連携する闇市場が実際あることです。この氷山の絵にありますように、外に見えているSurface Web、我々が普通に検索できるウェブですが、それ以外に普通の非公開情報があります。その下にDark Webと呼ばれている闇市場が実際にあるわけで、ここを介して、このBの集団、またはCの集団がビジネスをして、道具や情報で売買することによって連携している、ここが非常に厄介なポイントということになります。

さらに今の闇バイトじゃないですが、闇市場を使って人材リクルートも行われていると言われています。こういう形で高度な攻撃技術がつくられ、それがコモディティ化しているポイントと、それから、それがビジネスになってしまっているポイント、この2つが一番大きなポイントだと思います。これが1つ目でございます。

2つ目はこちらです。私どもは、このネットワーク社会の恩恵を受けているわけです。下半分がフィジカル空間、上半分がサイバー空間をイメージしています。左から右へとサプライチェーンのイメージを書いております。

この中でいろんなつながりがある。例えば製品のライフサイクル全体にわたるサプライチェーンがあり、それからソフトウェアも世界中でいろんな部品が組み合わされて出来上がってきますので、ソフトウェアのサプライチェーンがあります。いろんなサービスも連携していますし、今は自治体、医療サービスも連携されている。それらを担っているクラウドサービスも、一つのクラウドで全てが行われるのではなくてクラウド同士が連携していますし、A Iやサービスロボットも連携している状況です。

こういう中で先ほどのリスクが高まってくると、どういう問題が起こりえるかです。これは先ほども御案内した3つの例を出しています。一つは先ほどの小島プレスさんが攻

撃されてしまって、結果的に何が起こったかというところ、トヨタの14工場がとまり、自動車生産が1日で1万3,000台減ってしまったと。

名古屋港のコンテナ物流の場合は、コンテナターミナルの管理システムが攻撃されました。結果的に37隻の貨物船が影響を受け、約2万のコンテナが積卸しとかができなくなってしまった。その被害は、名古屋地区の多くの産業、トヨタさんが名古屋地区で盛んなアパレル産業にも広がったと言われています。

事案の3番目は最初で申し上げた、SolarWindsの事案です。これはソフトウェアをアメリカ連邦政府の機関やマイクロソフト等の大企業に提供してサービスをしている会社です。そこが、ソフトウェアのメンテナンスで更新プログラムを配っている時に、その更新プログラム自体にマルウェアが仕込まれてしまった。そうなりますと正規の更新過程でマルウェアがユーザシステムに組み込まれてしまいます。これが致命的な問題を起こしてしまって、1万8,000組織が実際に被害を受けた。

左側は、直接被害を受けたところ以上に波及被害が大きかったという話ですが、この場合は、攻撃されたのはSolarWinds社だけど、被害を受けたのはユーザー1万8,000組織でした。攻撃された場所と被害を受けた場所が異なるというポイント、それから1万8,000に増えてしまうという問題です。

以上のように、いろいろな深刻化する問題がに組み込まなければならないところを示したのがこの図です。先ほど申し上げましたように極めて高い技術力を持つ攻撃者、また、裏ビジネス化している攻撃者に対してどう立ち向かう必要があるのか。それから攻撃の被害が広範かつ深刻になっている、広がっている、こういうものについてどう取り組むべきなのかについて書いています。それをかみ砕いていって、一番右側の欄は今回の委員会の主目的である総務省、NICTに関わる取組を列挙させていただきました。

これら全て重要と認識していますが、本日はこの中で国産化というところを、残りの時間を使ってお話ししたいと思います。

国産化の必要性です。まず今現状、技術とかサービス、どうなっているか。左側に円グラフがございます。これは情報通信白書に出ているものですが、現在、日本で使われているセキュリティ製品の市場シェアでは、半分以上が外資系である。実際には、それ以上と認識したほうがいいと思います。シェアが小さいところは今、表現されていませんので、国内と外資で見ると差が大きい。

その現状をどう見るかが、右側の図です。左半分が海外の仕組み、右半分が日本と考え

ていただきたいと思います。この外資系の企業はグローバル空間、いろいろな情報を集めています。それを収集して分析して、いろいろな形で蓄えて、それをベースに対策技術をつくっています。その対策技術を日本でもユーザー組織に直接または国内ベンダーを経由して提供しています。

ポイントとなるのは、この流れです。特に実際のデータを集めているところですが、例えば創薬、薬をつくる研究開発において、または自動走行の自動車や船を開発する研究においても、大量のデータをいかに集められるかが研究開発力のベースとなっているわけですが、サイバーセキュリティ技術において実施できてきているのは、海外のベンダーさんや研究機関であると。

日本ではどうなっているかというと、使っているユーザー組織の情報に関しても、その大部分は元の技術やサービスを提供している海外ベンダーさんに流れている。日本の中ではデータの利用がなかなかできていない状況です。あえて強調して書いておりますが、現実、このような認識が適切かと思っています。

その意味で、サイバー攻撃対処能力の向上の必要性です。必要となる技術は左に書いてあるとおりです。このような技術を開発するためには、国内で主体的にデータを収集、データ分析、蓄積から開発するという流れをつくる必要がある。それを担う人材が必要になっているという認識です。それを絵で書くとこういう形です。もちろん海外とは連携する必要がありますので相互に協力が必要ですが、国内組織から見た場合に日本の技術もしっかり選んで使えて、そのデータがまた日本の国内にループすると、こういうものをしっかりやっていく必要があるということだと思っています。

ここの辺りにN I C T等が今取り組んでいるものが吹き出しで書いてありますが、まだまだ強化しなければいけない、この日本の全体を担うにはまだ足りていないのが私の認識です。

最後、期待することという形でまとめさせていただきますと、まず現在、海外依存になっているところを自ら担えるように国産化することが必要であり、そのためには一次データ収集、分析、共有、そういう基盤強化をしながら研究開発をする。そこにおいてN I C Tには、ぜひC Y N E X等の取組で、中核的な役割を果たしてほしいということですね。

あと、D D o S 攻撃対策、これも同じです。これに関しましては、先ほどのお話では宇宙もI o Tという世界ですので、ぜひ考えなければいけないということだと思います。

それから今、その基盤となるAI for Securityの取組も必須ですし、最後、暗号技術、

今日は特に取り上げて深く御説明しませんでした、全てのセキュリティ技術に関しまして暗号技術はベースとなっています。それを長期的継続的に維持することは、私どもの国にとって安全保障的にも必須です。暗号研究には高度な専門知見が必要ですので長期的に継続的に維持することが必要になってきます。ぜひ暗号の基礎研究につきましてもNICTが主体となって取り組んでいただきたいと思います。

以上でございます。

○相田主査 ありがとうございました。それでは、ただいまの後藤学長のプレゼンに関しまして、御質問等ございましたら挙手いただければと思います。

それではN T T、川添様、お願いいたします。

○川添構成員 後藤先生、御説明ありがとうございました。今日の御説明で、ますます高度化するサイバー攻撃に対して対処するという話の中で、最後にも出てきていたAI for Securityが私自身は肝要だと思うのですが、例えば今のボットネットが、さらにA I で強化されてしまうと、場合によっては人間が理解できないような、あるいは対処できないようなレベルまでいくことも考えられますよね。

そのとき攻撃者側がA I を使うのであれば、守る側もA I を使わなくてはいけないとなっていく中で、専門人材、人間が対処する、対処できる領域はどこなのかと。場合によっては人間が持っているサイトが一番のセキュリティホールになってしまうような時代も想像できます。

そのような中で人がやるべきことは、ますます変わってくると思います。従来型の知識を蓄えて対処することもあるかもしれませんがそういうものだけではもうまったく足りなくて、逆に人間が足かせになってしまうような事態も考えられます。そのあたりについて先生は、どのようにお考えでしょうか。よろしくお願いします。

○情報セキュリティ大学院大学（後藤） 高いレベルの御質問頂きまして、ありがとうございます。今、ここではAI for Securityを示させていただきましたが、Security for A I も必要になってくる。つまり今、川添様もおっしゃったように、A I システム自体も狙われる対象になっているので、そこをどう守るかが大事になってきています。まさに今、いろいろな研究開発が進められております。それに加えて人間がどうコントロールしていくべきなのかというところですけど、そこに関しては今、適正な答えを持ち合わせておりません。

ただ、今、A I を守るためのセキュリティが必要だよね、A I 自体を守る研究の中で、

A I にもいろいろな弱みが見えてきたなど。弱みというのはある意味では苦手なところでもございますので、私は今、取組の手順としてはA I をいかに安全に使っていくか、A I が攻められないように、攻撃者にA I 自体が攻撃されることを防いでいくかという取組の中で、A I の弱みが分かる、弱みが分かってくることは、逆にそこは人間でないとカバーできないものになると認識しております。

Security for AIの延長線で今の川添様のおっしゃった人間の役割というところ、カバーできる人間というのを実際育てていく必要があるんじゃないかという気もしております。現状のお答えはそういう感じでございます。

○川添構成員 ありがとうございます。本当につい最近まで、いかに人材を増やすかということに注力していましたけれども、もうそれも遅くなってきたようにも感じていまして、ぜひ今後とも、そのあたりの議論できたらいいと思います。よろしくお願いします。ありがとうございます。

○情報セキュリティ大学院大学（後藤） ありがとうございます。よろしくお願いします。

○相田主査 ほかにいかがでございましょうか。私から質問させていただきますと、一つ前のプレゼンでもって消費者の価値の起点でというようなことがあったんですけども、このセキュリティ、安全安心というのは何か日本人は、かたぎとして非常に心配はするんですけども、何もしないというアンケート結果とかございまして、消費者がエンドユーザーからのニーズに応じてという形になかなかないのかなと思うんですけども、この安全安心をいかに育てていくかということについて、どこがどう中心になって牽引していったらいいのかというようなことについて、お考えお聞かせいただければと思うんですが。

○情報セキュリティ大学院大学（後藤） まず、人間はセキュリティに関して自分が1回被害を受けるという経験をしないと、他人事になってしまうというのが事実だと思います。そこに関しては常に私ども、よくサイバー衛生の向上という取組が必要だということを申し上げていますが、ただ、これも簡単にいきません。

先ほどの例でお話ししましたが、今、サイバー攻撃を受けた人／受けた組織ではなくて、サイバー攻撃の結果として、例えば電話が通じなくなったり、停電が起こってしまったり、交通網が混乱したりした時、それらの被害を一般の自分の被害として認識することにつながると良いと思います。

そういうことで考えますと、サイバーセキュリティが大事だよ、というよりも、それが

間接的にサイバー被害、直接的に波及として起こってくる課題をしっかりとみんなで認識し合うような、そういう取組が必要になると思うんです。

そうなりますと、例えば情報通信を担っている組織だけではなくて、それを利用している組織の方が一緒になって、結果的にはサイバーセキュリティ、大事なんだよねということを認識し合う、そういう取組になってくる必要があると思っています。

私としては総務省さん、N I C Tさんもいろいろな形で人材の育成や、啓発活動をしていらっしゃるんですが、ほかの官庁や企業それをしっかりと受けて、さらに認識を広めるような形の取組が必要なのではないかと思います。

○相田主査 ありがとうございました。ほか、よろしゅうございますでしょうか。それでは、どうもありがとうございました。

本日は6名の皆様から貴重なプレゼンいただきまして、ありがとうございました。今後の議論の参考にさせていただきたいと思います。

(2) 自由討議

○相田主査 それで、議題の2として「自由討議」ということで、実は予定といたしましては、本日は御出席の全ての委員、専門委員の方から一言ずつコメント頂こうと思っていたのですが、もう残り時間がほとんどございませんので、各構成員の方におかれましては、この後、一言ずつ事務局までコメント頂ければと思います。本日は特にこの場で御発言されたいという御希望ございましたらお受けしたいと思いますが、いかがでございましょうか。よろしゅうございますか。

閉 会

○相田主査 それでは、事務局から今後の予定等につきまして、まず、お願いできますでしょうか。

○平野課長補佐 事務局でございます。本日、先ほど相田主査から御説明ございましたとおり、コメント等ございましたら事務局宛てメールでお知らせいただければと思います。

また、次回の委員会の日程につきましては、1月30日木曜日の開催を予定しております。詳細につきましては、別途御連絡いたします。

事務局からは以上でございます。

○相田主査　先ほど申し上げましたように、ぜひ事務局まで、それに盛り込むべき内容等、コメント頂ければと思います。

それでは、以上をもちまして本日の第52回技術戦略委員会、これで終了させていただきたいと思います。本日も御協力いただきまして、どうもありがとうございました。