第３６回原子力委員会定例会議議事録

１．日　時　　令和８年１０月７日（水）１５：００～１６：０２

２．場　所　　中央合同庁舎第８号館８階８１６会議室

３．出席者　　内閣府原子力委員会

上坂委員長、直井委員、吉橋委員

内閣府原子力政策担当室

恒藤審議官、北郷参事官、中島参事官

ＮＴＴ宇宙環境エネルギー研究所

所長　前田裕二氏

４．議　題

（１）グローバルサステナブル社会の実現に向けたＩＯＷＮ構想について（ＮＴＴ宇宙環境エネルギー研究所　所長　前田裕二氏）

（２）その他

５．審議事項

（上坂委員長）時間になりましたので、令和８年第３６回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目がグローバルサステナブル社会の実現に向けたＩＯＷＮ構想について、二つ目がその他であります。

それでは、事務局から説明をお願いいたします。

（北郷参事官）それでは、一つ目の議題でございますが、グローバルサステナブル社会の実現に向けたＩＯＷＮ構想について。ＮＴＴ宇宙環境エネルギー研究所所長、前田様より御説明いただきます。

本件は、原子力利用に関する基本的考え方の２．２－２「国民生活や経済活動を支えるエネルギー安定供給、安全保障をめぐる状況変化」に主に関連するものです。

それでは、前田様から御説明をお願いいたします。

（前田所長）皆様、こんにちは。ただいま御紹介いただきましたＮＴＴ研究所の前田でございます。本日は、このような我々の取組を紹介する機会を頂きましてありがとうございます。

タイトルにありますように、サステナブル社会の実現に向けて、ＩＯＷＮ構想、これはアイオンと呼ぶ次世代のネットワーク構想、コミュニケーション基盤構想になりますが、今日は最初にデータセンターの話をさせていただいて、その後、データセンターの消費電力どんどん増えている中で、これをどう解決していくかという話をさせていただきたいと思います。

なので、まずめくっていただきまして、ＮＴＴグループが、多分皆さん御存じだと思うのですが、どういった会社かというのを改めて説明させていただきます。左の方にありますように、ＮＴＴグループ、今、実は社員が約３４万人おりまして、これは全世界での話です。子会社の数が１，０００も超えておりまして、これも全世界での数で、実はこのうち半数ぐらいが外国人になっています。ただ、日本国内で半分が外国人ではなくて、全世界で半数が外国人でございまして、日本国内の研究所では１割２割ぐらいが外国人となっています。

ＮＴＴ研究所は昨年の７月に会社名変わりましたが、ＮＴＴ株式会社、持株会社の中の組織になりまして、我々研究所全体で２，４００名ほど研究者がおります。通信キャリアが持っている研究所では多分世界で一番研究者が多い組織になっております。

下の方を見ていただきますと、ＮＴＴグループ会社なのですが、ＮＴＴドコモグループ、ＮＴＴデータグループと、この２社で大体データセンター事業をやっております。グローバルのデータセンターはＮＴＴデータグループが中心に全世界で展開しておりまして、ＮＴＴ東西は地域の中心で、そのほかに不動産であるとかエネルギーの会社もございまして、我々研究所は事業会社から資金を頂きまして、成果を事業会社に返してビジネス化するようなスキームになっております。

次のページをお願いします。研究所自体、字が薄くて見づらいかもしれないですが、実は今年７月から左上にあるセンターが名称を変えまして、四つほどセンターがございます。ここは開発部隊です。それ以外はリサーチ、研究をやっている部隊で、１０個研究所がございまして、左半分が日本です。右半分三つございますが、ＮＴＴリサーチ・インクと書いているところは米国にある研究所で、量子と暗号セキュリティと生体情報という三つの研究所を米国のシリコンバレーに設けております。これら全体で２，４００名ほどの研究者となっております。ここまでがＮＴＴの紹介で、この後からデータセンターの話をさせ

ていただきたいと思います。

３ページにはデータセンタービジネス全体像を書いておりますが、皆さんデータセンター、データセンターと言われても、皆さんは多分左端、個人、法というか、組織として若しくは個人としてＡＩであるとかデータセンターを利用されていると思いますが、左から２番目にあるのがサービス提供者で、ここは皆さん色々使われていると思います。上の方からネットフリックスであるとか、ＬＩＮＥであるとか、ユーチューブ、そしてマイクロソフト、グーグル、アマゾンとか、この辺りのサービス提供者、主に皆さんの頭の中にデータセンターと聞くと彼らの名前が最初に出てくると思うのですが、実は右の隣、データセンター事業者にＮＴＴがおりまして、上の方からＥＱＵＩＮＩＸ、ＤＥＧＩＴＡＬ　ＲＥＡＬＴＹ、ＮＴＴと書いておりますが、これは次のページにありますように、シェアの順番で書いております。このデータセンター事業者のもう一つ右の方に不動産デベロッパーであるとか、ゼネコンさんとか、メーカーさんがいらっしゃって、メーカーというのはサーバーを作っているメーカー、そういったところから我々が購入してデータセンター事業というものをやりながら、中のサーバーはサービス提供者が使ってユーザー、利用者にサービスを提供しているという形になります。

次のページをお願いします。これがデータセンターのシェアでございまして、字が薄くて見づらいかもしれませんが、左が国内です。国内ではＮＴＴグループが約１５％でナンバーワンシェアを持っております。右の方がグローバルで、先ほど言いましたようにＮＴＴは第３位のグローバルデータセンターのシェアを獲得しているサービサーになってございます。

次のページお願いします。これも画面ですと地図が見づらいので、お手元の資料の方が分かりやすいかと思いますが、グローバルでＮＴＴグループは今、データセンターの規模というのは消費電力で言いますが、現在１，６３０メガワットを提供中で２０３０年までに３ギガワット、倍ぐらいですね、の拡大をしていこうということで今進めていまして、アメリカ、ＥＭＥＡ、インディア、ＡＰＡＣと四つの地域で書いておりますが、やはりアメリカが一番サービス提供規模が大きい状況になっております。その次がヨーロッパですね。インドが実は４２５で、インドではＮＴＴデータがインド国内ではナンバーワンのシェアを持っている形になります。ＡＰＡＣ、日本を含めたアジアですが、実は我々サービス提供しているところは非常に少ない１００メガワットという形になっております。これは、電力提供できる余力が余りないというのもありまして、アジアはどこに行っても、中国は

分からないのですが、電力がやはり足りない状況になっており、新しい大きなデータセンターを造るには結構厳しい状況です。米国も同じですね。データセンター設立に反対する色々な訴訟問題も米国では起きつつあります。ヨーロッパはそこまで余り聞かないですが、一番伸びしろがあるのは今インドと言われておりまして、インドはもっとどんどん拡大していく予定で考えていると聞いております。

このような状況が大体データセンターの世界情勢でございまして、次のページは御参考までなのですが、２０２３から今年ぐらいまでの予定を書いておりますが、大体データセンターというと、大型データセンターが大体消費電力の規模で言うと２０メガワットぐらいから大型のデータセンターと言われているのですが、近年これが１００メガワットを超えるような超大型のデータセンターも出てきておりますし、数百メガワットというハイパースケーラーが米国で造ろうとしている大きなデータセンターもございますし、その中には発電所もデータセンターの横に自前で造ると言っているハイパースケーラーも存在しております。中にはＳＭＲ含めた新型の原子力発電所を造るとか、そこから電力を買うと契約を交わしたハイパースケーラーもおりますし、あと核融合発電、これは主にマイクロソフトとかですが、核融合発電の電力も買うと契約をしている会社もございます。ただ、どこまで実現できるかは今後の進み方次第なのですが、そういった話も米国では聞こえつつあるような状況でございます。

次、お願いします。今度は我々グループの国内でのインフラ環境の拡張ということで、これは４月に報道発表した内容になりますが、２０３３年度中に、国内のデータセンター事業を３倍、今の３００メガワットから１ギガワットまで３倍超に増やすという宣言をいたしまして、遠隔地であるとか郊外型のデータセンターを造る計画を進めております。その右の方には、ＮａａＳとかＧＰＵａａＳと書いていますが、これはネットワーク・アズ・ア・サービス、サービスごとにネットワークを提供したり、あとＧＰＵ、要はマシンの心臓をユーザーに合わせて提供するようなサービスを開始したりしておりますし、一番右端になりますが、ＡＩネイティブインフラと書いておりますが、これが次のページですね、すみません。ページが抜けているような気がします。戻っていただいて、ＡＩＯＷＮという言い方をしております。すみません。飛んでいただいて２２ページです。ＡＩＯＷＮと呼んでいますが、これも同じ日に報道発表したものですが、ＡＩをよりよく使っていただくためのネットワークから電力からＧＰＵまで一括でお客様に最適サービスを行うという統合オペレーションをするようなサービスＡＩＯＷＮというものを４月に報道発表して、

これを提供するために２０３３年までにデータセンターの容量全体を３倍にするというような発表もしております。

戻っていただいて８ページです。これらのデータセンター全体がどういった消費電力かというのを数値で説明したいと思います。この図で左の方がネットワーク、右半分がデータセンターになるのですが、ネットワークも２０１８から２０３０では約４倍、更にこれが２０５０になるとネットワーク自体で３８９倍もの電力を消費すると予測されています。データセンターに至っては、２０１８年比で８５７倍というとてつもない消費電力になるという予測がされております。

更に、次のページをお願いします。世界のデータセンターでいきますと、これは２０１８年と２０３０年の比ですが、日本は６倍なのですが、世界全体でも１３倍の消費電力になると言われています。これは言われているだけであって、誰がどう電力を提供するのかという話は別です。こういった予測になっているという状況でございます。

次のページがそれの主な原因なのですが、これはＡＩの学習に掛かるエネルギーで、ＧＰＴ４クラスのＬＬＭの学習です。一つの開発です。推論ではなくて一つのＬＬＭの開発に今、４万メガワットアワーの電力が必要です。これは大体１ギガワットの原子力発電所に換算すると、原発１基が約４０時間発電する電力量に匹敵すると言われておりまして、最近の新しいＡＩでは消費電力、若干減る傾向にあるのですが、何せ開発規模がどんどん増えていますので、これはもう増える一方でしかないと。

これを放っておくわけにはいかないので、どうするかというのが次のページでございまして、これはこのまま放っておくととんでもない世界になってしまうので、このためにはやはり限界打破のイノベーションが必要ということです。ＮＴＴグループではＩＯＷＮ、イノベーティブ・オプティカル・アンド・ワイヤレス・ネットワークの頭文字を取ったものですが、このＩＯＷＮ構想を７年前に提唱を始めまして、色んな開発を進めているところでございます。

まず、ＩＯＷＮについて御理解していただくためにビデオを御覧いただきたいと思います。

（ビデオ視聴）

（前田所長）では、次のページをお願いします。ビデオで御覧いただきましたように、ＩＯＷＮのキーになるところが、エレクトロニクスからフォトニクス（光技術）というところで、従来、光技術というのは通信の伝送のところだけ光ファイバーで、そこにしか使われておりませんでした。あとジョブ処理のところ、計算のところは半導体による電子技術が使わ

れておりまして、これをミックスさせる光電融合というものを開発しておりまして、これがＩＯＷＮのキー技術になります。将来的には全て光で演算までやりたいのですが、まだまだそれには技術革新が必要でして、２０５０年ぐらいにはできるのではなかろうかと言われているような技術になります。その前にできる範囲をどんどん光に換えていくというのが光電融合の技術です。

次のページをお願いします。ビデオでもありましたように、電気と光の違いですが、このグラフは横軸が距離、縦軸が消費電力になります。距離というのは３０センチまでなので、電子回路上の距離です。電気配線ですと白線になりますが、周波数が増えたり、距離が長くなるほど消費電力は指数関数的に増えていくというような形になります。一方、光では光ファイバーですので、ガラスの中を光が反射していくだけですので、ほとんど消費電力は増えないです。同じく電気抵抗が電気配線ではありますので、周波数が上がったり、距離が長くなると発熱もします、ところが光では、ガラスに光が反射しているだけですので、ほとんど熱も発生しないという特徴がございます。

次のページをお願いします。これがＮＴＴグループで約６０年間にわたって研究を続けている光技術の成果になります。左端にありますのが光トランジスタといいまして、２０１９年４月にネイチャーフォトニクスに掲載された技術です。この光回路でトランジスタができるというのが、実はＩＯＷＮ構想の発表のきっかけになった技術でございます。これ以外に、全光スイッチであるとか光論理ゲート、直接変調レーザー、こういった様々な光デバイスの技術をブラッシュアップしておりまして、こういったものが全てＩＯＷＮのキー技術になってきております。光論理ゲートは３番目に書いていますが、これがもっともっと高度化すると演算処理ができるようになりますので、光コンピューターというのができるようになるかと思っていますが、今はでも数ビットぐらいの計算能力しかないものなので、２０５０年ぐらいにはもっと高度化できるのではなかろうかと考えております。

次、お願いします。ＩＯＷＮのロードマップになりますが、実は２０２２年にオール・フォトニクス・ネットワークというデータセンター間通信のサービスは既に始めております。今現在と書いているのが２０２６年のところですが、現在はボード間の光接続までできておりまして、昨年は大阪・関西万博でデモをしておりました。２０２８年にはチップ間光接続、最後２０３２年にはチップの中を光接続するような形で、下の方に消費電力を書いております。今実現できているのは現在でＩＯＷＮ光コンピューティングというところで、８分の１まで万博では消費電力を下げることができました。この後、２０２８年以降もっ

と下げて、２０３０年以降にはビデオにありました目標値１００分の１の消費電力まで下げる目標で今、開発を進めているところでございます。

次、お願いします。まとめますとＩＯＷＮの主要技術としては右の一番上、①の光電融合デバイス（ＰＥＣ）、フォトニクス・エレクトロニクス・コンバージェンス・デバイス、ＰＥＣと呼んでいますが、こういった光電融合デバイスと、②で書いたＡＰＮ、オール・フォトニクス・ネットワーク、これはビデオでもありましたように、電気変換せずに全て光のパスでつなぐというようなネットワーク。今日は説明を割愛しますが、③の分散型光コンピューティングというのもございまして、これは簡単に言うと、色んなところにサーバーの機能を分けておいてＡＰＮで接続して、分散させてコンピューティングするようなもの、要は複数地方にまたがるリソースをあたかも一つのサーバーのように見立てて計算するような仕組みになります。

次のページをお願いします。まとめますと、低消費電力化ということで、２０３０年以降電力効率１００倍、１００分の１にするという目標と、伝送容量も１２５倍、これ真ん中の下の方に絵があるのが分かりづらいかもしれませんが、今、光ファイバーは普通、一つのファイバーに一つの芯だったのですが、一つのファイバーの中に複数のコアを持つ束ねるような技術もできておりまして、これで１，０００テラ、１ペタｂｐｓのファイバーを作ろうということを進めています。今、例えば海底ケーブルでは四つのコアが一つになった光ファイバーケーブルが主流になってきておりまして、実際に海底に設置されて国際通信をしている事例もございます。右端にあるエンドエンド通信遅延で２００分の１というのは実はもう達成できておりまして、ＩＯＷＮのオール・フォトニクス・ネットワークを使っていただければ、ほぼほぼ遅延のない通信が可能なようになってきております。

次のページお願いします。ここからは事例の紹介になりまして、２０１９年６月、７年前にＩＯＷＮの構想を発表しまして、ＮＴＴだけではＩＯＷＮ構想を実現できませんので、その年の１０月にグローバルのコンソーシアム、ＩＯＷＮグローバルフォーラムというのを発足させました。

次、お願いします。誕生から７年経ちまして、次、お願いします。このグローバルフォーラムのメンバー、これ５月末時点で今も余り変わっていないですけれども、１７４組織がメンバーに入っておりまして、グローバルな体制で進めております。

次のページ、お願いします。どういった会社がいるかというと、最初のファウンダー、発起人はＮＴＴとソニーグループとインテルの本社になりまして、今はその下にありますよ

うに、ＮＶＩＤＩＡであるとかＣｉｓｃｏ、マイクロソフト、ＩＢＭとこういったビッグネームも参加していただいているところでございます。

次、お願いします。先ほど御紹介しましたが、ＡＩＯＷＮというＡＩに特化したＩＯＷＮのサービスも開始しておりまして、次のページもお願いします。これは先ほど言いましたけれども、お客様に最適なＡＩネイティブインフラを提供するネットワークサービスになります。

次、お願いします。もう一つ、これは今年６月に発表したもので、ＩＯＷＮのＡＩファンドというものを立ち上げました。これは何かといいますと、光電融合のデバイスであるとか、分散制御の技術をシリコンバレーのスタートアップを中心に投資しようというファンドでございまして、グローバルなＩＯＷＮのエコシステム構築を目指すというファンドでございます。

次のページお願いします。ＮＴＴを中心に、主に真ん中の絵の中に日、韓、台湾がありますが、要は日本と韓国、台湾、アジアを中心にファンドを集めて、米国のスタートアップを中心にもっともっとエコシステムを作っていこうというファンドでございます。

次のページ、お願いします。一応８００億円ほど見込んでファンドを集めておりまして、つい先日、報道発表がございまして、第１号の支援会社が決まりました。これは米国ではなくて実はスペインの会社に決まったのですが、スペインの光ネットワークデバイスを作っている会社に支援が決まって提供開始したところでございます。

次のページをお願いします。ただ一方、ＮＴＴ、このＩＯＷＮグローバルフォーラムグループ以外にも、ここの右の方の写真にあるように、ＮＶＩＤＩＡであるとかＢｒｏａｄｃｏｍさんが独自の光電融合のデバイスを開発されてということで、左の方は６月の日経新聞ですが、揺らぐ光の国際標準とありますが、国際標準としてはデファクトをやるＩＷＯＮグローバルフォーラムと実はＩＴＵでも標準化が完了しまして、国際標準という形ではＩＯＷＮの通信方式、こういったものは標準化されております。ところが、米国の大きな各社でもこういったシリコンフォトニクス技術、光電融合技術を用いた、ただ１００から２００ギガということで性能的には低いのですが、こういったものが出始めてきております。右の上の方にＰＥＣ、ＣＰＯと書いていますが、我々は昔からフォトニクス・エレクトロニクス・コンバージョン・デバイスをＰＥＣと呼んでいたのですが、米国を中心にＮＶＩＤＩＡ、Ｂｒｏａｄｃｏｍ等の業界ではＣＰＯ、コ・パッケージド・オプティクスという方が主流になってきております。なので、グローバルではＣＰＯと言った方が通じや

すいような状況になってきております。ただ、これは敵対視しているわけではなくて、こういった光電融合デバイスが世の中で今かなり脚光を浴びてきている証拠でございまして、我々の方向性は間違っていなかったという証明でもございますし、業界全体で色んな会社がこういったデバイスを作りながら市場をどんどん拡大していくことが多分、世の中的にはいい方向だと思いますので、その中でどうシェアを獲得して利益を日本に持ってくるかというのが戦略として重要なところですので、市場が盛り上がっているということはウェルカムな状況かと思っております。

次のページお願いします。ここからはデモを含めたＩＯＷＮの御紹介になります。これはビデオでもありましたが、オール・フォトニクス・ネットワークの紹介です。上の方は従来のネットワークでルータの中を取る度に電気信号に変換して行っておりました。これを下の方は電気信号に変換することなく、光、これ波長変換とかも実はできるのですが、光のままエンドエンドで通信をする技術でございます。東京大阪間も僅か４ミリ秒の遅延で接続可能ということでございます。

次のページが、音楽会の事例のビデオでございますので御覧ください。

（ビデオ視聴）

（前田所長）これ、左が大阪、右が神奈川で、下が東京で、ばらばらなところで個別に演奏して、音が小さいですか。これもシュールな映像ですけれども、指揮者が１人で指揮していて、大阪の方で演奏している映像になります。

これもうちょっと補足すると、東京大阪間、このとき大体５ミリセックぐらいの遅延でした。実はオーケストラで実際の同じ場にいると、指揮者と後ろの方のシンバルって１０メーターぐらい距離があります。実はこの間の音の遅延の方がネットワークの遅延より実は大きいのですね。なので、距離限界をもう実はこの時点で超えている。ネットワークの方が速い、音より速いという事実でございまして、こういったことが可能になるということでございます。

次のページをお願いします。これは遠隔操作の事例でございまして、４Ｇの回線とオール・フォトニクス、ＡＰＮを使った回線なのですが、ＡＰＮのほうはほとんどリアルタイムでそこにあるのと同じように、これも大阪で動かしていますので５００キロ離れているのですが、インターネットを使うとどうしても一定の時間差が生じるので、操縦できないことはないのですが、突発的な事象には対応できないという形になります。今、実はこれ総務省さんのプロジェクトでチリの銅鉱山で、銅鉱山というのは非常に過酷な環境でござ

いますので遠隔操業をやっているのですが、そこにＩＯＷＮを導入してもっと効率のいい遠隔操縦にするというトライアルを今年から始めたところでございます。

次のページをお願いします。これはインドの例なのですが、先ほど分散コンピューティングの話をしましたが、インドでは実はまだ予定ではあるのですが、３か所のデータセンターをＡＰＮでつないで、あたかも一つのデータセンターとして分散したデータセンターを動かすというようなこともチャレンジしているところでございます。これも場所も結構離れておりまして、１００キロ以上離れたようなところを接続しております。

更に次のページ、お願いします。これは新たな取組でワット・ビット連携ということで三つ絵を描いていますが、右端の方を見てもらうと一番分かりやすいかと思うのですが、データセンターの消費電力にもやはりグリーンな電力を使いたい、再エネを使いたいと思っているのですが、日本国内ではやはりまだ再エネ、太陽光発電を出力制御をしたり、要は系統につなげなくて出力を制限してしまうような事象でかなりの電力が発生しております。データセンター事業者としては、捨てられるといいますか使われない電力を効率よく使って、再エネを最大活用したいというニーズがございまして、であれば、例えばこの右端でいうと、九州が晴れているのであれば、九州の方に計算量を動かして、そこの電力を使うと。曇っているところには計算量を少なくするというようなコントロールができるであろうということで、これをワットとビットの連携でワット・ビット連携ということで考えておりまして、これも総務省さんの実証事業で、今年度複数社採択されておりますが、ＮＴＴグループも右端のようなトライアルをすることが決まりまして、これから実証を始める予定で進めているところでございます。

次のページ、お願いします。次のページはもうちょっと詳細に書いたもので、計算量を動かすというものをワークロードと我々は呼んでいます。実はリアルタイムというよりは、前日に綿密に計算しまして、天気予報を含めて前日に計算して処理量を動かしながら、あとはリアルタイムで天気が変わってきたら、可能な範囲でまた動かすというような処理をするような実証を行う予定でございます。

次、お願いします。最後のトピックになりまして、更なる進化へということで、もう一回押していただけますか。これまで言っていたオール・フォトニクス・ネットワーク、光電融合の更に先に、デジタル超越ということで量子コンピューターをＩＯＷＮにつないで更なる低消費電力にしたいと考えております。

次のページです。量子コンピューターというと幾つか方式があるのですが、ＮＴＴグルー

プでは光量子コンピューターというものに長年チャレンジしております。他社さんの量子コンピューターでいうと、超伝導を使いますので、かなり冷やさないといけないものがあったり、かなり電力を使うものがあったりしますが、我々が開発している光量子コンピューターは、先ほどから言っていますように、光回路ですので電力消費がほとんどないことはないのですが、かなり少ない電力消費量になっております。

次が最後ですかね。最後はビデオなのですが、ビデオで説明したいと思いますので、御覧いただければ思います。

（ビデオ視聴）

（前田所長）ということで、まだこの量子コンピューターではＡＩに使うような話にはなっていないです、適用分野が限られているというところもありまして。でも、将来的には光の量子コンピューターとＡＩが組み合わさって、ネットワークがＩＯＷＮでつながって消費電力を下げていくような世界を実現したいということで、研究開発を継続して進めているところでございます。

私の説明は以上となります。御清聴ありがとうございました。

（上坂委員長）前田さん、ＮＴＴが中心に進めるＩＯＷＮ、そして将来の通信、それから計算、そして省エネの御説明、どうもありがとうございました。

それでは、委員会の方から質問させていただきます。

直井委員からお願いします。

（直井委員）どうも前田様、大変夢に満ちたＩＯＷＮ構想のお話ありがとうございました。

確認をしたいのですけれども、８ページ目で消費電力の話が出ておりまして、ＩＣＴインフラの消費電力量で、２０５０年に３８９倍とか、データセンターの方は８５７倍というのは、これは従来どおりのワイヤーでつないだ電気を使ったＩＣＴインフラであると、実際にこうなってしまうと。

（前田所長）予測としては。

（直井委員）ただ、今までエネ基の議論のときにも出ていたのは、たしか２０３０年で２０％とか４０年で３０％だとか、それぐらいの規模の電力の需要増になるというようなお話だったのではないかなと思ったのですけれども、これはＩＣＴインフラの消費電力量だけで見るとこういうふうになるということになるわけですね。すみません、確認させてください。

（前田所長）そうですね。出典の資料を私も詳細に読み解いたわけじゃないのですが、実は色んな予測がございまして、同じこと言っている人はなかなかいないのが事実でございまして、

多分一番多く言っていたデータを、これは持ってきたものかと思います。

（直井委員）分かりました。すみません。ありがとうございました。

それから、ＩＯＷＮのグローバルフォーラムメンバーのお話が２０ページに出てきていて、すごい数の企業さんが関係をしているのですけれども、このグローバルフォーラムのメンバーは基本的に開発を一緒にやるメンバーというようなことなのでしょうか。それとも得られた成果を将来的に利用できる権利を有するというようなメンバーなのでしょうか。そこら辺教えていただけますでしょうか。

（前田所長）一緒に開発若しくは一緒に実験というかＰｏＣというか、そういうことをやるのは別の契約になります。このコンソーシアムの中では、基本的にはホワイトペーパーを書いて、使い方及びユースケースの検討をしているメンバーになります。要はそこまでで、そこから先はまた別の契約でそれぞれやってくださいという形です。

（直井委員）分かりました。

それで、私心配だったのは、経済安全保障上の情報なり技術の流出の防止措置というのがＩＯＷＮになっても非常に重要になってくるのではないかなと思ったのですけれども、そこら辺は契約の中で縛るというような形になるのでしょうか。

（前田所長）参加メンバーに関しても、ボードメンバーで協議して決めています。実はこのＩＯＷＮグローバルフォーラムの所在地は米国に置いていまして、それは安全保障上の問題もあって、米国に登記して、その中でボードメンバーが参加各社を吟味して許可を出していますので、今のところ某国のメンバーは誰も入ってなかったり、そういった形は当初から考えた上で実行しております。

（直井委員）ありがとうございました。

それから１６ページ、光電融合デバイスの開発の歩みということで、これを見ますと、かなり近い未来にいわゆるチップ内光化といいますか、光だけでのオール・フォトニクス・ネットワークでコンピューティング活用に至るというような見通しというか、そういう目標でやられているということでしょうか。

（前田所長）この１６ページのチップ内光化というのは、チップの中である程度光にするのですが、実はこの絵に見づらいのですけれどもＸＰＵって、ＧＰＵ、ＣＰＵは従来のままなのです。なので、その周りまでできる範囲で光化するということなので、まだまだ実は現状のＧＰＵ、ＣＰＵはそのまま残っている状況になりますので、消費電力、熱は下がるのですが、そこは変わっていないということになります。

（直井委員）よく分かりました。ありがとうございました。私から以上です。
（上坂委員長）吉橋委員。
（吉橋委員）前田様、私も最近ＡＩをよく使うのですが、ＡＩが発展してきている現在で、データセンター等で必要になる電力需要とか、その辺りの状況について、御説明いただいてありがとうございます。データセンターで８５７倍というのは驚きましたが、今後増えるであろう電力需要に対応するために、ＮＴＴ様の方で色んな光技術とかＩＯＷＮを開発されているということで、非常に勉強になりました。

そこで、先ほどの８５７倍であるとか他にもあると思うのですが、こういったＩＯＷＮ等が導入されると、何％ぐらい電力消費量は抑えられるという、何かそういった予測みたいなものはあるのでしょうか。
（前田所長）御質問ありがとうございます。実は残念ながらそこまで試算ができておりませんので、チップレベルというか、サーバー単体レベルでは１００分の１に減らせるのですが、問題はこれがどれだけ市場に普及するかという予測を立てないと計算ができないので、まだ目標値含めて試算している段階でございまして、公表できる数値は今のところ持っていない状況です。すみません。
（吉橋委員）いえ、ありがとうございます。

先ほどワット・ビットの話があって、これはいわゆる再生可能エネルギー、太陽光だとかを利用されるというお話だったかと思うのですけれども、電力需要、途中でも原子力発電という話もありましたが、ＮＴＴ様というか、前田様から見て、電力の観点で原子力に期待されるようなことというのはありますでしょうか。
（前田所長）もちろんございまして、我々幾ら努力してもやはりデータセンターは増えていく一方ですので、これをどうやって本当に電力を賄うのというのは誰も実は答えは持っていなくて、ワット・ビット連携の中で、大手の電力会社などとも色々な議論をしています。５年先の計画までは配電側で、系統側で５年先までは計画しているという話を聞いているのですが、そこから先どうするのというのは、まだまだ全然不透明な状況ですので、何を言っているかというと、実は大型データセンターは設置するのに５年ぐらい掛かるんですね。これはなぜかというと、やっぱり電力系統の整備に時間が掛かるのが一番の原因で、建屋はすぐできるのです。建屋とサーバーは持って来ればいいのですけれども、やはり系統整備がものすごく時間が掛かるので、要は今から５年先の計画を立てていないとできないので、５年先ぐらいまで見えているのですね。そこから先が全く不透明な状況なのが現状だと思っています

ので、そこに原子力がないと多分無理なんじゃないかなというのは、ひしひしと感じているところです。

（吉橋委員）ありがとうございます。

色々な地域分散みたいなお話もあったかと思うのですが、そういったときに原子力発電所の近くでデータセンターを建てるのか、でも先ほどの話ですと、ある程度離れたところでも通信ができるということであれば、そこは原子力発電所の近くに必ずしも建てなければいけないという制約があるわけでもないのですか。

（前田所長）そうですね。

（吉橋委員）ありがとうございます。

またさきほど１００キロぐらいの伝送があるということで、光の通信というのは長距離伝送もですし、デバイスの中もなんですが、これ全部有線になるのですか。

（前田所長）有線というか、光ファイバーですね。

（吉橋委員）もちろん電線なんかも伝送していく上で熱によって減衰すると思うのですけれども、光ファイバーももしかしたら私の知識が古いかもしれないですけれども、減衰するというイメージがありまして、その辺りどうなりますか。

（前田所長）減衰はしますが、光が弱くなってくるので、特に海底ケーブルとか何千キロもあるところは途中に中継局で増幅しています。光を強くしているのはありますが、今、我々は海底ケーブル使って台湾とはほぼほぼ低遅延というか、あたかも一つのデータセンターになるようなつなぎ方を３，０００キロぐらいできていますし、ここでは東京大阪７００キロと書いていますが、もっと長距離でも可能ですので、ケース・バイ・ケースにはなるのですが、あと中に幾つか装置もまた入ってくるところもあるので、それは設計次第ですが、基本的には数千キロまでは実績もございますので、かなり長距離はいけると思います。

（吉橋委員）ありがとうございます。大変勉強になりました。私からは以上になります。

（上坂委員長）それでは、上坂から意見を述べさせていただきます。

まず１６ページですが、先ほどの吉橋委員の質問と関連しますが、一番下の電力消費で、これも２０２５年ですので去年ですが、ここで言う電力消費が８分の１というのは、この上に書いてあるＩＣチップがあって、その周りに光デバイスがあって、この上のデバイス全体で電力消費が８分の１になったということでしょうか。

（前田所長）注意書きに星が二つございまして、右の下です。ＡＰＮ、サーバー機器ごとによると書いてあって、それぞれの機器で８分の１にできましたという意味でございます。

（上坂委員長）それぞれの機器というのは、この上の絵でいくと、両側から接続しているのは光デバイスですよね。真ん中にある四角いのは半導体デバイス、ＣＰＵですよね。

（前田所長）計算するところです。

（上坂委員長）そうすると、これ全体で８分の１に、そんなになるのですか。

（前田所長）結構な減衰かと思います。

（上坂委員長）すごいですよね。これ本当に進展すれば、ＣＰＵはそのままにしても、まさに右側の目標の２０３２年の１００分の１という目標も利用数が増えてくれば可能かと。

（前田所長）まだアナウンスはできていないのですが、今年度より、ちょうど写真にある２番目の写真、これのサーバーは発売開始になる予定です。

（上坂委員長）そうしますと、コストはどうなのですかね。２０２５年のときの光デバイスを使う場合の消費電力が８分の１になるケースと、使わないで従来どおりの銅線を使った場合のコスト比較はいかがでしょうか。

（前田所長）コスト比較というのは、装置の価格という意味で言うと、何とも言いようがない。かなり高いものになるとは思います。なので、値付けも含めてまだ聞いておりませんので、従来のものよりはかなり高くなるということです。

（上坂委員長）なるほどね。電気料金も関わりますね。

（前田所長）電気料金は安くなります。

（上坂委員長）ですよね。節約できる分で補うというような考え方でしょうかね。

（前田所長）ただ、電気料金の下がる分、ハードウエアがそれぐらい高くてもといっても、やはり価格のほうがもっと高くなるのですね。やっぱりこれは数がどれだけ出るかという話もありますので、その辺りは営業の方の戦略ですので、どうするかというのはまだ聞いていないところでございます。

（上坂委員長）分かりました。

世界の情勢で、２７ページにＰＥＣ、ＣＰＯというグループがあって、当然世界の競争ですね。その中での、ＮＴＴグループＩＯＷＮの優位性ですね。これはどうでしょうかね。

（前田所長）優位性という意味では、やはりもともとこの技術、ずっと磨いている技術という意味では、知財の権利とかたくさんございます。なんですが、先ほども言いましたように、これ市場でどれだけ売れるかというのはやはり重要ですので、その辺りは今後の競争かなとは思っております。

（上坂委員長）分かりました。

１７ページに、最後の今後の方向に、光分散コンピューターがあります。最終的にはコンピューターのＣＰＵまでと光でしたいところであります。③の光分散型光コンピューティングですが、こちらは先ほど最後にお話しされた量子コンピューターとは１対１ではないと。これは光コンピューティングであって、追加で量子コンピューターがあるということですね。

（前田所長）量子コンピューターとはこの③は違うものです。

（上坂委員長）分かりました。

まずは光分散型光コンピューターでいって、そして開発が成功したら量子コンピューターにつなげるという形ですか。

（前田所長）多分③書き方おかしくて、光は通信に使っているだけですので、光の文字は要らないです、実は。分散型コンピューティングと思っていただければいいです。

（上坂委員長）そういうことですか。コンピューティングのところは、光は使わない。

（前田所長）光じゃなくて従来のＧＰＵ、ＣＰＵを使うということです。

（上坂委員長）半導体、ＧＰＵ、ＣＰＵ。

（前田所長）光回線を使って分散させているという意味です。

（上坂委員長）分かりました。

あとレーザーのＩＯＷＮで、素材でレアアース使うとか。今、レアアースを確保するのが大変な時代です。こういうレアアースの問題はＩＯＷＮにはないでしょうか。

（前田所長）レアアースの問題はないです。

（上坂委員長）ないですか。光ファイバーも大丈夫ですね。

（前田所長）大丈夫です。ガラスですので。

（上坂委員長）分かりました。

あとは、これ前田さんに質問するべきかどうか分からないのですが、量子コンピューターの最後、レーザーの写真がありました。私も高出力レーザーの研究をやっていたので、こういうシステムは慣れています。３５ページの右側です。量子コンピューターは超伝導、光と中性原子という媒体の種類があります。確かに超伝導ですと冷やす必要があって、それが非常にコスト高になると思います。一方、光量子コンピューターの場合は常温でいいのですが、これ見て分かるように、非常に精密といいますか、高精度の配置の光学機器です。今はまだ余り光ファイバーを使わないでミラーだけで光路組んでやっていると思うのですけれども。

（前田所長）これはそうです。

（上坂委員長）量子コンピューター自身も光ファイバー等を使うという方法はないのですかね。

（前田所長）まだ実験中ですので、多分実験しやすいようにこういう形にしています。これは本当に商品化するときは、多分こんな大型じゃなくて。

（上坂委員長）もっとデバイス化して同じようなＩＯＷＮみたいになりますよね。

（前田所長）しないと多分作れないと思います。

（上坂委員長）そういう方法もありますよね。量子コンピューターが原理的に成功していけば、それをＩＯＷＮの技術を使って光ファイバーを使って小型化するということも当然あるわけですね。

それと、これも釈迦に説法ですけれども、データセンターの場合、供給電力の安定性が９９．９％と言われています。先ほど再生可能エネルギーとおっしゃったけれども、太陽光とか風力というのは、ずっと安定で電力を出してくるわけじゃない。火力を組み合わせるか、原子力も今一番最新のまだ実現していないのですけれども、ＳＭＲというタイプは大体１０メガワットぐらいのユニットを幾つか並べて、ユーザーの要望に応じて幾つか設置すると。それでメーカーに聞いたら１ユニットずつ定期検査できるということなので、８０％程度の出力で、１ユニットずつ毎年点検できるそうなのです。そうすると、９９．９％安定性が達成できるかなと思います。前田さんもやはりこういう光デバイスを使いながらデータセンターを考えるときは、これくらいの電力の安定性が必要だとお考えですか。

（前田所長）そうですね。

（上坂委員長）分かりました。ありがとうございます。

それでは議題１は以上でございます。前田さん、どうも御説明ありがとうございました。

（前田所長）ありがとうございました。

（上坂委員長）それでは、説明者におかれましては、非常に恐縮ですけれども、退席の方をよろしくお願いします。

（前田所長　退室）

（上坂委員長）それでは、議題２について事務局から説明お願いします。

（北郷参事官）今後の会議予定について御案内いたします。次回の定例会議につきましては、令和８年１０月１４日水曜日１４時から中央合同庁舎８号館６階６２３会議室において予定しております。議題については調整中でございまして、ホームページなどによりお知らせする予定でございます。

以上です。

（上坂委員長）ありがとうございます。その他委員から何か御発言ございますでしょうか。

御発言ないようですので、これで本日の委員会を終了いたします。お疲れさまでした。ありがとうございます。

－了－