

## 安心・安全なメタバースの実現に関する研究会（第7回）

### 議事録

1. 日時 令和6年5月24日(金) 13:00～15:00

2. 場所 オンライン

3. 出席者

(1) 構成員

小塚座長、柴藤座長代理、雨宮構成員、安藤構成員、出原構成員、江間構成員、大屋構成員、岡嶋構成員、辻構成員、仲上構成員、増田構成員

(2) 総務省

湯本官房総括審議官、西泉官房審議官、林情報通信政策研究所長、高本情報通信政策研究所調査研究部長 ほか

(3) オブザーバー

内閣府、金融庁、デジタル庁

4. 議事

1 開会

- 2 議事
- (1) 株式会社Mogura 御発表
  - (2) 株式会社日本総合研究所 御発表
  - (3) 安藤構成員 御発表
  - (4) 意見交換
  - (5) 報告書骨子（案）について

3 閉会

## 開会

【小塚座長】 それでは、定刻となりましたので、安心・安全なメタバースの実現に関する研究会（第7回）会合を開催します。

本日も、皆様、御多忙の中、お集まりいただきましてありがとうございます。いつもと同じく御発言時以外は、カメラとマイクはオフにさせていただきましたら幸いです。それから、本日の会合は公開とさせていただいております。御了承いただきましたらと存じます。

それでは、議事に入る前に、事務局から配付資料の確認をしていただきます。よろしくお願ひします。

【高本調査研究部長】 事務局でございます。配付資料の確認をさせていただきます。本日の資料ですが、御発表資料として資料7-1から7-3までの3点、また、当研究会報告書骨子（案）に関する事務局資料として資料7-4の1点、合計4点の資料を配付しております。何かございましたら事務局までお知らせください。

以上でございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。それでは、議事に入りたいと思います。

本日は御発表3件、それから事務局説明を1件予定しております。本研究会の前にもメタバースに関する研究会（「Web 3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」）が行われておりましたが、そこで「メタバースとUI/UXの関係」というような論点がございました。その前研究会で「各種最新動向をフォローアップする」ということが課題として出されておりました。これらについて、本日、御発表をいただきます。

それから、事務局からの御説明についてですけれども、昨年10月に本研究会を開始しまして、本日が7回目ということで、そろそろ今後の議論の方向性を考えていかなければいけないと思っておりますので、事務局で報告書骨子案をつくっていただきました。これについて構成員の先生方に御議論をいただきましたらと思っている次第です。

そこで、その御発表3件、議事（1）、議事（2）、議事（3）をまず続けてお聞きしまして、その後、議事（4）として、これらについて意見交換をする。次に、議事（5）ということで、事務局から報告書骨子案を御説明いただきまして、また、これについて意見交換を行うということで進めたいと思います。

## 議事

### (1) 株式会社Mogura 御発表

【小塚座長】 それでは早速、議事(1)ということをお願いをしたいと思います。株式会社Mogura代表取締役社長の久保田瞬様から、「XRの最新動向」という御発表をいただきます。資料は7-1です。

久保田社長、よろしくお願いいたします。

【久保田氏】 よろしく申し上げます、株式会社Moguraの久保田と申します。では時間も限られておりますので、早速、XR最新動向の話、スタートさせていただきます。

まず、簡単に自己紹介ですけれども、私はもともとちょっとキャリアはおかしなところから始まっておりまして、もともと国家公務員の仕事を最初はしていたのですけれども、その前からゲームがものすごく好きだったということもあって、スピンアウトしまして、その後はゲーム、それからバーチャルリアリティーの分野に出会いまして、今かれこれメディアとしては9年ほど、VRの専門メディアを運営しております。

そこからAR、MRが出てきて、XRの全般的な部分、それから、関連分野ということでVチューバー、アバター、メタバース、こういったところを専門に見ている人間ということになります。ちょうど2年前に日経BP様より、『メタバース未来戦略』という本を出させていただいたりだとか、あと各種業界団体や行政様のお取組のところで、御協力をさせていただいております。

今回のテーマ、XRの動向という御依頼をいただきまして、メタバースほどではないですけれども、少し定義が揺れる部分があるかなと思っておりますし、直近でもいろいろ揺れ動いていますので、一応今回の私の話の中での定義をさせていただきます。

VR、いわゆるVRヘッドセットを装着して体験をするタイプの没入環境のこと。それから、Augmented Reality、AR、こちらに関しましてはいわゆるARグラスで体験をするような、いわゆる現実の世界に対してバーチャルな舞台というのを重畳させる、そういった技術。それからMRに関しましては、こちらはVRヘッドセットの延長のようなものになりますけれども、VRのヘッドセットの前面にカメラがついていて、それを通して現実の世界を見ることができ、バーチャルな世界との混合をすることができる、そういった技術のことをMRというふうにこの中では呼びたいと思います。ARとMRの区分というのは非常に曖昧ですので、今回はあえて分けてお話をします。

VR、いろんな形で体験形態がございます。スマートフォンをつけて楽しむようなものも数年前まで結構いろんなところでありましたけれども、最近だと、このローエンドではなくてミドルレンジのデバイスが一般的になってきています。特にポイントとしてはパソコンにつなぐ、何かの機器を利用するのではなくて、もうそれ単体で利用できる「一体型」というデバイス。その分少し制限もあったりするのですけれども、十分な体験ができるデバイス群というのが主流になっています。

さらにその上には、高額なPCに接続をするようなハイエンドのデバイスもございまして、これはもう本当にリッチな体験が、コンシューマー向けにもビジネス向けにもできるといったところで、一部のハードコアな利用方法で使われているものかなと考えてございます。

続きまして、ARの分類は二軸取っておりまして（資料7-1 5ページ）、こちらも横軸の左でいきますとスマートフォンを使った簡単なARといったものから、ウェアラブルのデバイスを使っているものがございます。そしてもう一つ、機能面といったところで同じディスプレイを画面に装着するようなデバイスだったとしても、形状を優先して機能が本当に限定的なもの、いわゆるスマートグラスと呼ばれているものから、少し最近だといろいろなところに出てきますけども、サングラスのような見た目をしていて、かけると大画面が目の前に広がっていて、というグラス型ディスプレイなデバイス、そして、いわゆるSFに出てくるようないろんなことができる、そういうデバイスと、ウェアラブル型のまさにARグラスと呼ばれたようなもの、いろんなものがございますので、こちらを簡単に分類として御紹介しておきます。

こういったVRやARが、そもそも何の価値があるというふうに捉えられているのかということ、これは様々、シーンによっては捉え方は複数ありますが、一番メタなレイヤーで言いますと、フィジカルな現実とバーチャルの融合というものを実現する、そういった技術体系であるというふうに考えることができます。つまり、現実として我々が認識をしているものと、バーチャル、本当は存在しないのだけれども、存在しているかのように表現されるものがまさに組み合わせさせたような形、違いが分からないような形で認識をされる。そういったものがこのXRという技術によって実現していくというのがまず大きな価値としてございます。

これがよりブレイクダウンしていくとどういうものなのかといったところで、私の中では2つ御説明をさせていただいています。1つが究極的な体験装置であるといったことに

なります。これまで人間は、文字、言葉、それから写真、そして最近だと動画、様々な形で体験を圧縮して伝達をしてきております。なので疑似体験のようなものが多いわけです。何かの文章を読んでそこで起きたものを想像する。動画を見て、それによって遠くで起こったことを知る。こういったところがXRを使うとそのまま体験を伝えることができる、体験そのものをデリバーする、そういった技術装置であるという考え方がまず1つあります。

2つ目が、これはその少し延長にもなるのですが、空間コンピューティングの実現によるインターフェース革命といったところで、これは我々が日々コンピューターというものをどう接しているかが変わっていく可能性があるということを示唆しております。基本的には、今、私もパソコンのディスプレイに向かって話をしておりますし、手元を見ればスマートフォンがありますと。常に平面のディスプレイにおいてコンピューターと関わっているわけなのですが、これがXRの、特にデバイスを利用する状況というのが一般的になってくると、コンピューターが表現しているものというのが全て空間上に3次元で現れるということになります。

今までであれば、マウスとキーボードを使って操作をしていたものが、自分の手を使って実際に触れる、ボタンに触れるようなことが起こるわけです。これはまさにコンピューターとの関わり方が大きく変わる瞬間であるというふうに考えることができます。ちょっと細かく書いてはいるのですが、いま口頭で御説明したことの補足にはなってきますので、少し後段に向けてスピードアップしていきたいと思えます。

究極的な体験措置というところでは、いわゆる没入感、別の世界にいる感覚。そして実在感、別の世界に自分自身が、物体がある感覚であったり、現実の世界にないものが本当に目の前にあるかのように見えるといった感覚。こういったものがXRの技術によって実現できることによって、ある意味の体験というものが形づくられます。何かをただ見るだけではない、ただ聞くだけではない、ただ触覚で振動があるだけではないといったような複合的な体験というのが実現をすることになります。

ここはもう感覚再現の力によるものが大きいかなと思います。昨今ですと、視聴覚の部分というのが非常に技術的には進んでいますが、ほかにも触覚、嗅覚や直接感覚再現ではなくて脳を刺激して実際はないものを想起させていく、そういったテクニックのようなものもござります。

あとはインタラクション、実際に目の前にあるものに触れようとしても、手が擦り抜けてしまったらそれはもう一気に「体験」にはならないわけです。「つくりもの」になってしまう

うわけなのですが、例えばコントローラーを介して、場合によっては手をトラッキングすることによって、様々なインタラクションというものが発生されまして、それが究極的な体験というところにつながっていきます。

空間コンピューティング、昨今、アップルのデバイスがこれをうたっていますので、少しワードとしても注目されるようになりましたけれども、今まで、現実以外での3次元の世界、コンピューターの中の世界というのは、全て平面のディスプレイによるアクセスになっておりました。これが3次元の空間で実際にそれに接することができるようになる。これは、いわゆるそのコンピューターが世界により自然に存在する状態ともいえるわけです。

こういったXRですけれども、実際に数年前から特に一般普及がスタートしまして、現状どうなのかといったところでは、2016年ぐらいからグラフ自体はつくれますが、ちょっと引用してきたデータの関係で、こちら2021年からのデータとなっておりますけれども、XRのヘッドセットデバイスの出荷台数を示したものになります(資料7-1 9ページ)。現状ですと、2020年に発売されたMetaのデバイス、Quest 2というのが累計2,000万台出たと言われておりまして、こちらが市場を牽引をしています。その少し後に出てきたデバイス群がQuest 2を上回れなかったこともありまして、21年、22年、少し足踏みをしているような状況になりますが、また、23年ぐらいから増えて、ここから先伸びていくのではないかと。そして、今までは真っ黄色、VRばかりだったわけなのですが、(グラフ緑色の)ARのデバイスというのも出ていくのではないかと推測をされている状況がございます。

こちら細かい話なので飛ばしてしましますが、売れ行きが年単位で見たときに、22年と23年を比べると少し伸びているといったようなところが報告をされております。そういう意味ではこのXRの市場、立ち上がりつつあるという状況かなと思います。これをもって「普及した」と言う人は、業界内には誰もいないかなと思いますけれども、今、立ち上がってきていると。

特にまず、VRのほうからお話をしていきたいと思います。先ほどお伝えしましたように、Quest 2というデバイス、こちらが2020年に発売されまして、ある意味、市場を切り開く存在となりました。価格が非常に安かったということです。日本円でも現状少し値段上がりしましたが、それでも発売時は3万円ちょっとで買えたのです。一体型で、しかもかなり高性能なデバイスがまさか3万円で、ゲーム機と同じぐらいの金額で買えてしまうと。これなかなかインパクトがあり、手を出しやすいということになったわけです。

このデバイスが出てくるまでには5年ぐらいかかりました。2016年にVR元年だと言われて、VRのデバイスが市場投入されてから、5年ぐらいかけてようやくこのQuest 2というデバイスが市場を切り開くに至ったということになります。これはイコールいわゆるコンシューマー向け、2,000万台のデバイスが普及しているそういった市場が生まれたということを意味していますので、そこに向けて何かコンテンツをつくって、サービスを展開しよう、ゲームを配信しよう、もしくはそれを企業で利用しよう、こういった取組が進んでいくドライバーとなりました。

デバイスとしては、もう基本的にはパソコンにつないだものとあまり遜色がない体験ができ、性能としても申し分がないもの、なおかつ、比較的小型で軽量であるといったところが特徴になります。ちょうどこの23年、24年というのは次世代のハードウェアが出てくるタイミングにもなっておりまして、昨年、MetaからはQuest 3というデバイスだったり、ソニーからはプレイステーションのVR 2というものが出たり、あとはスタートアップになりますけれども、少し新しいプレーヤーがVRのヘッドセットを出すといったような、次世代のデバイスが登場するタイミングになってございます。

このQuest 3というのは、Quest 2よりも高いのです。なので、少し普及状況どうかと、売行きがどうかという話はあるのですが、少なくとも客観的なデータを見る限り、利用状況みたいのを見ていると確実にシェアは伸ばしてきているのかなというところですね。右下(資料7-1 11ページ)に出しているのはいわゆるPC向けのゲームを配信しているサイトで、どれぐらいのユーザーがVRのヘッドセットを使っている、その使っているユーザーはどのようなデバイスを使っているのかというのを任意調査されたものになりますけれども、Quest 2が圧倒的に使われているのですが、そこにまだ出てきて半年ぐらいのこのQuest 3というのが、これは毎月出てくるデータなのですが、発表されるたびに少しずつシェアを増やしているというような状況になってございます。

ほかの変化というところではいきますと、2016年というのが一つスタート地点になりまして、その頃のデバイスの性能、ちょっとここでは解像度というものを出します(資料7-1 12ページ)。いわゆる画面のきれいさ、どれぐらいきれいに見えるのか。2016年、8年前は片目なのですけれども、片目で1080×1200ということで非常に粗いものしか見えませんでした。今見るともう、よくこんなので満足していたなというレベルですけれども、そこから6、7年経って、2023年に登場したデバイスですと、大体片目、フルHDかそれ以上ぐらいがもうスタンダードになってきています。しかも大分形状が小さ

くなって、スリムになっているのが分かるかと思います。小型軽量になりつつ性能が上がっているということです。

そして、さらに今年出てきているデバイスであったり、もしくはR&Dで開発中と言われているデバイスになりますと、もう片目4Kといったようなデバイスが実際に動くものとして登場してきています。かなりこの辺りは値段が比較的手頃なだけではなくて、性能も上がっているというような状況がございます。

これからどうなっていくかというところですが、VRのヘッドセットからMRのヘッドセットへということで、先ほどのQuest 2というデバイスとQuest 3というデバイスが分かりやすいのですが、Quest 2はVRのヘッドセットでした。Quest 3はVRのヘッドセットでもあり、なおかつ、前面にあるカメラを使ってMRもできてしまうというデバイスになって、つまりMRのデバイスがVRの機能を内包しているのです。そういったところがポイントかなと思います。なので、これからVRだけできるデバイスというのは恐らく少なくなっていったら、MRのデバイスが出てくる中でVRもできるというような包含関係になっていくのかなというところではあります。

一応リーディングカンパニーであるMetaいわく、MRの技術というのがもう一定のレベルに達しているのだから、ここから先はMRの旗頭の下、MR、VRの普及が進んでいくというふうを考えているというような発言をしております。より多用途にもなっていくということかなと思います。

それから小型軽量化です。先ほど来、Meta、Metaという話をしていますが、実際小型軽量というところはもっと掘り進んでいるところがあります。先ほどスタートアップのデバイスということで紹介した、これはBigscreen Beyondというデバイスでパソコンにつながりものです。一体型ではないのでバッテリー等は載っていませんが、127グラムでiPhoneより軽くて小さいというデバイスになります。ただ、性能は先ほどのMetaのQuest以上というデバイスになりまして、この辺り、非常にまだまだ小型軽量の余地はありますし、既にチャレンジしているプレーヤーもいるということです。

高性能化、こちら先ほどアップルのデバイスあたりの例を一番右(資料7-1 12ページ)で出していますが、やっぱりこれは高額なデバイスなのです。なので、いわゆる一般の数万円で購入できるデバイスというところがより高性能になっていくと、これは引き続き値段を下げていくという試みがされるかなと思っております。そして、デバイスにとって非常に重要なのがOSというレイヤーになりまして、これがあるだけでは動かない。これで実際



にどういふふうに駆動させるのかといったところで、例えばPCであればウィンドウズとマック、スマートフォンであればiOSとアンドロイドというのがありましたけども、このVRやMRのデバイスのOSは何になるのだという話です。現状だとハードウェアはMetaが一強ということになっていますが、つい先日、MetaはこのQuestというデバイス群に対するOSをオープンにしていくという話をしております。なのでいわゆるウィンドウズのような展開になっていくということです。

様々なデバイスメーカーから出てくるVRヘッドセットないしMRのヘッドセットが、MetaのOSをビルトインにしたものになっていくというようなことになっております。この辺り、歴史的に考えると恐らくMetaのOS、Horizon OSと言いますが、こちらとアップルが今展開しているVision OSというものがだんだんぶつかっていく構図になっていくのではないかなと、歴史を繰り返していくのではないかなと思っております。

オーバービューのところなのですが、実際にVRってどういふふうに使われているのかといったところが非常に興味深いかなと思うので、少し具体的に御説明をしたいと思っております。メインの用途はゲームとソーシャルで、あと少しあまり実情補足がしきれないですが、フィットネスというのも一個用途があるというふうに聞いていますけれども、一応ここではゲームとソーシャルを御紹介したいと思います。

実際にVRではゲームを遊ばれるというのが一番の用途になっておまして、そこをターゲットにしたデバイス、このQuestだったり、あとはパソコン向けのVR、そしてプレイステーションというものもございます。ただ、少しプレイステーションのVR、直近も動向がやや下降ぎみなのかなといったところで、おそらくこのQuestというものとそれからパソコンでつなぐものの2極ぐらいになっていくのかなというのが見立てとしてございます。

ここで、どんなゲームが遊ばれているのかというところなのですが、いわゆる大手のゲーム会社がものすごい莫大な予算を投下して作ったゲームが売れているというような状況というのはありません。基本的にはもともとは本当に少人数の人たちが作った、VRだったらこんなゲームが面白いのではないかというものが何百と出てきてその中の幾つかが当たる。それをみんな模倣してつくり始めて、徐々に優良な質の高いゲームが増えていく。場合によっては大手がこういったものを追従していくといったような状況でエコシステムが今できつつあります。ですので、これはある意味、新興の開発者、新興のクリエイターが台頭して

いるというような状況になります。もともと出てきた最初のキラータイトル、これはVRだとよく何が普及のドライバーなのかとキラータイトルがされるのですが、最初のキラータイトルはこちらのBeat Saberというゲームになります（資料7-1 14ページ）。こちらはおそらく累計もう1,000万本以上売れているゲームというふうを考えられますけれども、最初にこれを作ったのはチェコの3人組のゲームデベロッパーです。

そしてその次に、最近出てきているVRのキラータイトルがこの真ん中のGorilla Tagというものになりまして、ちょっともうゲームの説明は省いてしまっていますが、こちらは1人の若い20代の開発者が作ったゲームです。そういった状況になっているということです。酔わないゲームだったり、もしくは複数に楽しくネットワークでつないで遊べる、それから最近、VRは若い層に広がっていますので、若い人たちが遊べるゲーム、楽しめるといったところがポイントになってきています。

ソーシャルな話、たった一行しか書いていないのですが、これはまさにそのメタバースにつながっていく話ということで、VRChatが日本では有名ですけれども、こういったところへのアクセスにVRのヘッドセットが一般的に使われているということになります。

キーワードとしては、やはりこの「若年層」というのがあるかなと思っています。日本での統計はまだ出ていないのですが、ここ数か月で米国での調査というのは複数件出ておまして、そのうちの1件です（資料7-1 15ページ）。米国では若年層、これはたしか25歳以下だと思いますけれども、VRヘッドセットがよく使われているというところで、所有率が33%であり、週間利用率13%という非常に高い数値が出てきて、これは本当なのか、そんなことになっているのかとちょっと騒いでいる方々がいましたけれども、そういった統計が出始めていると。つまり、若いユーザーがかなり使っているのではないかと。2,000万台売れていると言っていたうちの若年層所有率が非常に高いのではないかとということの意味しています。

これは納得できる理由としては、没入型コンテンツ、これはデバイスは関係なく、何かゲームの世界であったり、もしくは3DCGの世界により入っていくというコンテンツが、若年層へ急激に浸透しているという状況があります。つまりコンテンツ方面でもこういった流れが来ているのではないかとということです。この研究会でも出ていたか分かりませんが、例えばRobloxという、没入型コンテンツでありゲームのプラットフォームがございしますが、こちらは今デイリーのアクティブユーザーは7,500万人を突破したと公式発表されており、そのうちの半分以上がいわゆるZ世代以下であると言われております。

なのでそういった非常に若い人たちが没入型の環境で遊ぶといったところはある種コンテンツ面でも広がってきていて、そこにヘッドセットをつけて飛び込んでいくという考え方自体も非常になじみが深いのではないかなというふうに考えることができます。ちなみにR o b l o xは、昨年Q u e s tに対応しております。

続きましてARです。時間が少なくなってきたのでARのところも少し駆け足でいきたいと思います。まず、スマホのARですけれども、こちらはもう広がってしまったと言っているかと思えます。もうこれはちょっと言い方としてはずるいかなと思えますが、スマホが広がっているので、あくまでそこに機能としてARが加わっているというだけになりますので、さりげなく例えばアップルの純正のアプリにAR機能が使われている、もしくはインスタグラムの撮影をするときにARをふんだんに使った、ちょっとしたコンテンツが出てくるといったことはもうざらになっておりますので、これは広がったものということになります。

SNSへの組み込みもしくは便利な、スマホをかざすだけで距離が測れるような、メジャーの代わりになるようなユーティリティや、ECサイトでさりげなくものをタップすると、空間にぽんと置いて試し置きできるといったものは非常に広がってきているかなと思えます。あとゲームですかね、特にナイアンティックという会社がポケモンGOであったり、様々なゲームを出して活況ですけれども、特に位置情報とARを絡めたゲームというのが中心になっているかなというふうに思えます。最近だとポケモンGOの中でもAR広告を使って、これが非常にアテンションが取れているとナイアンティックは言っていますけれども、こういった少しARをより活用するようところが位置情報ゲームの中でも増えてきております。

実際に、スマートフォンのARでもいわゆるそのビジネスの用途の中で非常に強い効果が出ているというところは報告をされておまして、例えばS n a pがデロイトと一緒に調査をした調査レポートが出ていて、これはいわゆるECにおけるARの効能といったところです。インテリアだったりバーチャルトライオンといったところで、非常に購買の意思決定にARが寄与したというようなデータが出てきています。

もう少しゼネラルな話ですけれども、こちらはイギリスのZ a p p a rという会社が6年前に出したデータで、ARを使った場合とそうでない場合で脳の状態を見たら、ARを使っているときに圧倒的に活性化していたといった報告も出ていたりしまして、ARというのをスマートフォンベースでも使っていくと、ほかの平面のスマホでのアプリよりも効果

が出てくるというのは、かなりいろんな文脈で語られてきているということになります。

そんなスマートフォンのARを尻目に、デバイスはどうなのかというのは、これはなかなか大変なわけです。常にSF的な世界観で語られるのですが、正直言うとまだまだ課題だらけです。性能を重視しようとする一方で、格好いい見た目、スリムな眼鏡のような見た目、そして、より産業向けには超ハイエンドな要求があるといった中で、値段も下げなければいけない、本当にハードルだらけという状況になっていて、技術的にも超えなければいけないことが非常に多くなっています。

その中でようやく眼鏡型のディスプレイ、右（資料7-1 20ページ）にあるようなデバイスがだんだんニーズを掘り当てていまして、これが夢のARグラスの機能とちょっと違うのです。目の前に大きな画面が出てくるというのは確かにあるのですが、本当にそれだけのもの。ただ、形状はサングラスと変わらなくて、ほぼ自然に見えるよねというようなもの。これはXREAL Airだったり類似のデバイスになりますし、あとは何かが見えるわけではなくて、デバイスの眼鏡の中にカメラがビルトインされていたり、もしくはAIとの会話機能が入っていて、要は何か目の前で見ているものをスマホ代わりに撮ったり、もしくはスマホに打ち込むのではなくてもう口頭でAIと会話ができると、こういったデバイスです。レイバンが出しているRay-ban Metaというデバイス、こういったデバイスというのが最近は売れ筋になってきていて、ようやくARのデバイスがユーザーニーズを掘り起こすことができたのではないかと考えられています。ただ、より高性能なものが将来的には求められるわけなのですが、そちらは技術課題が多いということになります。

【小塚座長】 久保田社長、ちょっと大分時間を使ったのですが、どうでしょう。あとは質疑にという形にしましょうか。

【久保田氏】 分かりました。最後のところぱぱっと1枚、10秒ぐらいで説明していきます。

ARとMR、先ほど説明したとおりで、ここは細かい違いになりますというところと、あとはMRというのがこれから主軸になっていくだろうというところで、やっぱりフィジカルな現実とバーチャルを融合できる、そういった体験ができるというのはXRのゴールになりますので、ここをめぐってOSレイヤーであったり半導体だったり、こういったところで競争が起き始めていると。しかも、テックジャイアントによる競争が起き始めている。

そして、非常に重要なのが開発者の囲い込みといったところで、やっぱりより新しい体験になりますので、これをどういうふうに作っていったらいいのかというのは、これは大きな

課題になります。よりよいものをつくれる、よりアグレッシブでモチベーションのある開発者をしっかり囲っていかないと見向きもされなくなると。自分たちのプラットフォームやデバイスによいものが流れ込んでなくなるといったところで、今開発者の囲い込みというのが活性化していく段階かなというふうに考えてございます。

ということですみません、資料はいろいろありますけれども、状況を説明したのも多くなっておりますので、ツールが最近進化をしていて、XRのコンテンツが作りやすくなっている、生成AIの流れというのは当然XRにも影響を及ぼし始めていますよ、といったところの御解説になります。

すみません、大分長くなってしまいましたけれども、以上となります。

【小塚座長】 ありがとうございます。ちょっと途中で入りまして大変失礼いたしました。構成員の皆様には資料を送られていると思いますので、質疑では御説明のなかった部分も含めて御意見をお出しいただければと思います。

## 議事

### (2) 株式会社日本総合研究所 御発表

【小塚座長】 先に進ませていただきます。議事(2)ですけれども、資料7-2を御覧ください。株式会社日本総合研究所リサーチ・コンサルティング部門 通信メディア・ハイテク戦略グループの上席主任研究員でいらっしゃる山浦康史様にお話をいただきます。「VRデバイスの普及とUI・UXの進化に伴う影響の分析」ということです。

それでは、山浦様、よろしく願いいたします。

【山浦氏】 よろしく願いいたします。日本総研、山浦と申します。タイトルとしては、VRデバイスの普及といわゆる進化でどんな影響が起こるか、ではあるのですが、背景としては、昨年度のメタバースの研究会で、VRデバイスが進化していく中でいろいろ課題があるのではないかと、そこをしっかりとウオッチすべきという示唆があって、それを受けて、総務省からの調査研究を日本総研が受託したという背景になります。

中身としては、課題をしっかりと分析するという背景なので課題を分析したものですから、今回資料の中で、課題を列挙するのですが、申し上げたいのは「すなわち全てが危険だから今すぐやめなさい」ということではなくて、本当に、課題となるようなところはしっかりとウオッチしていきながら、業界全体で解決していきましょうというメッセージになっ

ておりますので、これを取り上げて課題だ、課題だ、と言うつもりは全くないことを先に申し上げさせていただきます。

調査の中身は大きく3つございまして、一般的なVR・ARデバイスに関する市場というところと、精神や身体に関わる影響に関する調査、例えば子供に対してどうかという課題を列挙するのが2つ目。3つ目が、入出力デバイスが進化していく中で、その進化の中でどういった良いこと、悪いことが、どのようなメカニズムで起こるのかという分析、これらについてデスクリサーチや、有識者の方々、大学の先生やサービサー、デバイスメーカーお話を伺いしながら調査をしました。

まず、市場調査でございます。先ほど市場について御発表いただいたので、重なる部分もあるかと思っておりますので、簡単に、VRデバイスとARデバイス、国内、グローバルというところで、一般的に今VRデバイスのほうがARと比べて数が出ています、一方、成長率でいうとARデバイスが増えるというように言われていて、とはいえ、VRデバイスでも数十%の成長というところでまだ普及していくことが様々な調査レポートで言われています。

スペックの観点では、過去2019年以前にどういったデバイスがあったのかと、2021年以降、直近3年でどういったデバイスが出ているのかを比較しました。その中で見えてきたところをグラフでお見せしますと(資料7-2 4ページ)、見方が横軸、価格、縦軸、解像度です。解像度は片目の幅方向で何ピクセルあるかということで、青字が2021以降、黒字が2019以前です。これは見ると一目瞭然で、2019以前では価格が数万円単位で、解像度も小さかったのですが、ここ3年で、価格が上昇しているところと、解像度も伸びているという結果で、先ほどの御発表と同様かなと思ってございます。

続いて、光学シースルー型。先ほどは没入型・ビデオシースルー型なのですが、こちらは光学シースルー型で、いろいろなメッセージはあるのですが、価格に関しては大きく変わっていないと。昔から高いものは高かったところは変わりません。解像度のほうはややよくなっていて、今の横幅方向に2000ピクセルという、これぐらいのものが主流になっているのですが、言えることは、以前、光学シースルー型は結構な種類が出ていたため、プロットを見てもかなりの数があったのですが、最近では数が出てきていないというところは変わってきたことだと思います。

続いて、こちらは没入型・ビデオシースルー型の横軸は発売年、縦軸は重量のグラフになります。こちらは徐々に軽くなっていて、横に行くにつれて最下限が下がってきているように見えます。B to B、ビジネス系についてはしっかりと機能も入れて、かなり重量もかか

っているところはあるのですけれども、コンシューマー向けで見ているところについては、最下点は下がってきています。

光学シースルー型については、昔から大きくは変わっていません。先ほどもありましたが、全ての機能が入っているのではなく、スマホやPCにつなぐ前提で軽いものが出てきて、100グラム前後のものもでてきています。昔は重いものもあったのですが、できるだけ軽いようにしているという変化はあるのだと思います。

続いて、こちら（資料7-2 8ページ）が少しややこしいのですけれども、横軸が視野角で、横幅方向に何度見ることができるのか。縦軸が画素密度で横方向1度に対して何ピクセル画素があるのか。この掛け算をすることによって、横幅の解像度というのが1,000から2,000、最近では2,000に上ってきていることがわかります。また、基本的には視野角はさほど変わっていません。ヒアリングでは130度以上に上げようとするのは結構大変だという指摘があって、視野角は上げられないが、その画素密度が上がってくるというところ。画素密度が上がって視野角は変わらないけれども、掛け算すると解像度は上がっているという見方になるのかなと思います。ここまでが没入型・ビデオシースルー型です。

続いて光学シースルー型です。昔、視野角がかなり狭いところがあったのですけれども、最近では、頑張って視野角を出そうとしているのが見てとれます。ただ、画素密度については昔からさほど変わってなくて、視野角が変わった結果、解像度が上がっているような流れになっています。

少し戻りまして、こちら（資料7-2 3ページ）がスペック調査です。全体的に没入型・ビデオシースルー型だと複数の事業者が多く端末をリリースしていますが、光学シースルー型ではやや撤退していて、あまり多く出ていません。没入型・ビデオシースルー型の価格は上昇していて、光学シースルーの価格は収れんしています。

表示系でいうと、視野角はある程度限界が来ていて、重量に関しましては、ビデオシースルー型も光学シースルー型も軽量化する方向は変わらないと思います。グラフでは出てきていないですが、トラッキング方法の主流について、没入型ではハンドトラッキング、ジェスチャー、アイトラッキングが出ていて、光学シースルー型はセカンドディスプレイ的なので、基本的にスマホで見て、タッチパネルで操作する方向で、法人向けだと、トラッキングやジェスチャー等も入っている流れがあります。

続いて、こちら（資料7-2 10ページ）は主力事業者がどの領域を攻めているかというものです。下に定義を書いているのですが、学術的な定義がAR、VR、MRとあるのも理

解はしていますが、それぞれの事業者が言っているような定義の中で整合を取りながら整理しています。横軸にコンシューマー向けなのか、法人向けなのか、縦軸にVR、MR、ARというところですか。幅広くやろうとしているのは、アップル、Meta、HTCやOPPO、コンシューマーも法人も、ARもMRもVRも頑張ろうというようなところがあるのですけれども、全体を見てみると全方位でやろうとしているところは、やはり米国、中国に限られているという現状があります。あとは今幾つか撤退しているところもあって、なかなか順風満帆ではありません。マイクロソフトやPICOも人員削減をしながら、技術開発のほうに持っていこうとしていて、ある程度撤退のようなどころも出てきて、淘汰されている部分もあるのかなというところですか。

今後主流となるのは、先ほどVR系について、没入型系がたくさん市場に出ていることは申し上げましたけれども、そこが基本的に主流になっていくのだろうなと思います。バーチャル空間への没入体験を提供する、現実とバーチャルの融合体験、MRの部分が没入型なのかビデオシースルー型なのかという部分はありますが、市場も大きいですし、メーカーも注目していて、Vision Proが出てくるなど注目されている領域だと思います。

一方で、光学シースルー型は技術的な限界があって、セカンドディスプレイ的にAIも含めて会話ができるようなデバイスが普及していく可能性もありますが、注目度という観点では没入型・ビデオシースルー型なのかなと思います。

利用者動向については、若い世代が利用しているところや、四十～五十代の方とは少し利用形態が違うというところ、イベント、ショッピング、ゲームのようなどが期待されているという結果が出ています。一方で、コンテンツを体験しない方もいて、その理由としては、やはり体験のハードルが高そうだとあつて、そのハードルの高さで二の足を踏んでしまうところがあるようでした。

続いて2番目の議題になります。身体への影響、精神への影響で、こちら（資料7-2 13ページ）に課題と言われているものを列挙しています。左側が現在利用する際に影響が出ると言われているところと、その右側が将来こういう影響が出そうだとあつて、重なる部分もありますが、分けて書いています。細かくは割愛いたしますけれども、先ほど申し上げたようにあくまで文献を広く調査した結果、課題が出ていて、指摘がされているようなところを列挙していったもので、影響がすなわち大きいことをここで言いたいわけではありません。一つ、子供への影響が指摘されている部分はしっかり見ていかなければいけないのかなと思います。



続いて、先ほど挙げた課題の中からどこに着目すべきか。先ほど子供への影響と申し上げましたが、明らかに影響度が低そうだとするところもあります。マイクロ波があるのではないかと指摘されていますけど、スマホ等でも指摘されていたものであったり、両眼立体視すると斜視への影響があるのではないかとありますけれども、もともと目の弱い子供には影響がある可能性が指摘されていますが、みんなに必ず影響があるわけではないなど、ある程度データが出ているところもあります。影響が明らかに低い枝葉の課題は置いておいて、それ以外の部分を右（資料7-2 14ページ）に記載しています。「それ以外」なのでこれが全部影響あるというわけではなくて、着目すべきというところですよ。

その着目すべき課題は2つに分けられて、既存の延長線上、いわゆるスマホやSNS、Web 2.0の時代から課題と言われているようなものと、XR特有の課題です。VR酔いだとかヘッドセット、顔全面への装着による皮膚への影響のような課題であったり、重さで頭蓋への影響するような課題であったり、このようなXR固有の課題であり、かつ影響がある可能性があるものについては、見ておかなければいけないところがございます。

「注」に記載のとおり、影響の低いもの「以外」を挙げているため、影響が大きいと言っているわけではなくて、それ以外の部分でまだ残っている課題であるということです。

続いてそれを集約して（資料7-2 15ページ）、何に着目して何をしなければいけないのかをまとめています。先ほど挙げたXR特有の課題を身体、精神で幾つか挙げていて、皮膚や頭蓋、骨への成長やそういった影響については、長時間ヘッドマウントディスプレイを装着することが課題であるというところですし、あとはメーカー等で様々な研究であったり、事業者が実施する年齢制限であったり、長時間利用を制限する啓蒙など、既に進んでいるところがありますので、これよりは、真ん中の部分、精神的なところ、VR酔いや認知への影響や行動、感情への誘導、洗脳、恐怖症の誘発のようなところに着目すべきと考えます。

なぜそれが起こるかという観点では、やろうと思えば悪意のあるコンテンツ、低品質のコンテンツを作ってしまう、機能はあるのでできてしまうことが原因ですが、悪意を持ってやらなければ出てこないというところがありますので、悪意が出ないように、そのようなことが起きないようにウォッチする必要があります。様々な事業者にヒアリングした結果、もちろんこれはやろうと思えばできるけど、当然やるわけではないという意見や、様々な仕組みで悪影響が出ない様にしたいというような話もありまして、コンテンツの事前審査のような取り組みは既に進んでいるところですよ。身体・行動への影響、仕組みやリスクというのが1

00%まだなぜそうなるのか分かっていない部分があるので、それを明確化すべきという点と、コンテンツ事業者のベストプラクティスの共有です。悪い影響を防いでいるようなベストプラクティスはあるように思いますが、全体的にまだ浸透していないというところがありますので、しっかりベストプラクティスについて業界で共有していくというような、そういった教育も含めて実施していく必要があるかなと思います。

最後に3番目の話題、入出力デバイスの進化を踏まえた特徴です。まず、入力と出力でどんな進化が起こるのかを挙げた上で、それがどういうメカニズムなのか。まず入力でいうとハンドコントローラー、ジェスチャトラッキング等のコントローラーで、VR空間で自分が自由に移動できるかというとなかなか直感的ではなくて、それが難しいためジェスチャトラッキング、アイトラッキング、音声認識やいろんな入力方法を駆使しながら、没入感を増やしていく。体験を滑らかに、分かりやすくするといった進化の方向性があります。それぞれジェスチャはこう進化する、3自由度が6自由度になるという話や、アイトラッキングも精度が高まるなど、一步一步は進んでいるのですが、そのほかの空間情報の認識やBMI等が近年も進んではいるのですが、直近で進みそうなのは黄色く示した部分かなと思います。出力に関しては、基本的に視覚の進化が進んでいて、聴覚、触覚のようなどころも出てきていますが、解像度が上がっている話を中心になるかなと思います。ただ、結局、コンテンツに対してリアルタイムで視点に反映されるか、そういうところが結構大事な部分がございます。ソフトウェア、ハードとソフトがセットで進化していくものと思います。

そういった進化を踏まえて(資料7-2 18ページ)、左側が入力の進化、出力の進化、それが正の影響、負の影響、どういう影響があるのかという整理をしています。進化すると上から下に影響が広がるイメージで記載しています。個々の入力技術の進化と影響を一对一で整理しづらいのですけれども、基本的に入力を進化させようとしている方々は、手段を増やすところや、操作者の「意図」を認識して補正していくことによって操作性を向上することを目的にしているようです。そうするとVR酔いや疲労感が軽減されて、より簡単に没入できるようになる、これをやりたいのが入力系の目標です。

そうすると、先ほどのコンシューマーの動向の中で、体験が難しそうだから利用しないような課題が緩和されて、みんなが使うようになります。みんなが使うようになると、VR空間上で社会形成が行われて、VR空間上で新たな活躍の場、高齢者の方や育児中の親の方、障害者の方やひきこもりの方などが参画することでチャンスが増えると。そこで社会が形成されていくというところや、もう一つ、業務の付加価値が向上するというところで、特に

昔からVR遠隔会議のようなのはありますが、例えば製造業の設計に生かそうとすると、ARだとかより手触りのあるコンテンツでコミュニケーションが取れるというのが大事になってくる、こういったところがプラスの影響としてあります。

表現性が向上してくると、リアルなNPC、リッチ表現で裏の生成AIが進化していて、バーチャルヒューマンが活躍するようになる。あとはそれによって身体能力を向上させる、スポーツのトレーニングや、精神状態、PTSDを改善させるなどができるようになります。強い外見のアバター、自分自身でいると、その自信が本人のリアルな自信につながってくるプロテウス効果などがひとつの例になります。

一方で、全てマイナス面があって、性能が向上していくとそれを使えないスペック格差が生じて、買えない人たちが困る、コンテンツの負荷、開発負荷が大きくなるなどの課題が発生し得ます。社会がVR上で形成されるとそこでいじめ、ハラスメントが起きてしまうような可能性があります。また、NPCとの関係で信頼性が高まるとそのNPCがだまそうとしてくると、そこでナッジ、フィルターバブル、エコーチェンバーのようなことが起きてしまう可能性があり得るということ。また、身体能力、精神能力を向上させることができるのであれば、悪くさせることもできるため、犯罪を先導するようなことができてしまうかもしれません。こちらも、有識者の方にお話をお伺いしましたけども、やろうと思えばもちろんできてしまうというお話はありました。ただ、皆がそのようなことをするわけではなく、業界としてしっかり見ていく必要があるという話や、何か新しい技術があって、悪意を持って何かしようというのはこのVRだけに限ったことではないことも、指摘として申し伝えたいと思います。

最後に、身体への影響というところは様々な観点で指摘されていて、XR特有の課題は悪意ある配慮に欠けたコンテンツの利用で引き起こされるので、それに対してはベストプラクティスの共有や業界内でしっかり共有していくべきだと考えます。入出力デバイスは、技術が進化するとXRの普及に寄与することによって、社会参画や産業価値が向上するという流れがありますけれども、悪意ある主体がその仕組みを利用しようと思えば今後、身体への影響と一緒になのですけれども、様々な悪影響を及ぼすことは可能ですので、本当に重要な課題についてはしっかりモニタリングが必要だと考えます。最後に、XRコンテンツ、サービスが社会や産業へもたらすメリットというのは大きいので、進化して行ってほしいという個人的な思いもありますし、有識者の方々から産業を萎縮させてはならないという意見もお聞きして、それは我々も同じ思いですので、課題を正しく理解して、真に重要な課題に

ついてモニタリングしながら必要に応じて解決をしていく必要があるのではないかというところが結論でございます。

私からは以上になります。

【小塚座長】 大変充実した調査をいただきましてありがとうございました。

## 議事

### (3) 安藤構成員 御発表

【小塚座長】 それでは、もう1件お話を伺います。安藤構成員より、「リアル・バーチャル融合のテクノロジーと未来社会」ということでお願いしたいと思います。それでは、よろしく願いいたします。

【安藤構成員】 情報通信研究機構（NICT）の安藤です。今回、総務省様からの御依頼で、「リアル・バーチャル融合のテクノロジーと未来社会」というタイトルでお話しさせていただきます。

私のプロフィールですが、専門は認知脳科学、特に知覚認知メカニズムと、それを応用するような面で多感覚の情報処理、XRやインターフェース及びAIというところを専門にしております。

略歴ですが、私はアメリカのMITで神経科学の、特に計算神経科学という分野でドクターを取って、帰国しまして、92年にATR（国際電気通信基礎技術研究所）に入所しまして、研究を行っていました。2006年からNICTのプロジェクトに参画するようになりまして、最初5年ぐらひはATRとNICTを兼務していたのですが、その後はNICTを本務として、現在は先進的リアリティ技術総合研究室で上席研究員を務めております。

まず、このバーチャルな技術を社会実装するといった場合、恐らく現状、2つのコンセプトが混在しているのではないかと考えております。その1つはメタバース、これは狭い意味でのメタバースになると思いますが、インターネット上の3Dの仮想空間で社会・経済活動を行うということで、御存じの2003年のSecond Lifeのブームが一旦収まった後、2021年10月にフェイスブックがMetaという社名に変更したことをきっかけに、Web3のNFTの概念も加わって、新しくこういう「メタバース」という概念が世の中に広まってきたということです。

この左の図（資料7-3 1ページ）にありますように、人が実空間とともに、それとは別の生活圏を仮想空間につくって、人はそこを行き来しながら生活するというようなコンセプトが出されております。こういった仮想空間の良さというのは、実空間に縛られない自由度の高さにあるということで、例えば実在の人物、自分とは異なるアバターで交流できる。これはプロテウス効果と言いますけれども、アバターの外見が本人の行動に影響するというので、例えばひきこもりの方や障がい者の方々にも、活躍の場を提供できるのではないかという期待があるわけです。

ただ現状、一定の利用者層はあるものの社会への普及はそれほど進んでいるわけではないということです。この資料の下に載せていますが、幾つかの調査がありまして、メタバースという言葉の認知度は世の中はかなり広まっていますが、実際利用した方というのはそれほど多くいるわけではない。現在も利用しているという方は、例えば電通の調査ですと8%ぐらい。ただし、Z世代に限れば、かなりのパーセントの方が利用しているということでもあります。

また、博報堂の調査によりますと、それほど前年度に比べて24年、今年の4月の調査ですと、利用者が増えているわけでもないということでもあります。あとクニエというNTTデータ系の会社ですけれども、メタバースのビジネスに関しての調査もありまして、企業もいろいろやり始めてはいるけれども、実は検討が停滞したり、実際にはもう中止に至っているといったところも多く出てきているということで、例えばGartner JapanのHype cycleというのがありますけど、2023年度にはそれまでの「過度の期待」から「幻滅期」に移行したのではないかという指摘もあるということです。その要因としては、今回のご発表でもいろいろ御紹介がありましたように、VRデバイスの重さの問題や装着感の問題、仮想空間の品質の問題や操作性の不十分さというのもあって、心身への負荷が大きいのではないかという指摘があります。

ただ一方、メタバースの利用形態が結局かなり限定的で、ゲームやイベントやアバターグッズの販売はあるのですが、そこにいろんなビジネスが入ってきて事業を展開していくということが必ずしも容易ではないということも挙げられると思います。

一方、右のほうに書きましたような、リアルとバーチャルを融合するというような概念もあるわけです。その図にありますように、これは実空間と仮想空間は別のもの、対立的なものとして捉えるのではなくて、これらを融合させることで実空間をより拡張させるというようなイメージであります。その背景にあるのは3Dデジタルツインを実空間から作って仮想

空間に持っていくという技術と、仮想空間の情報を実空間に融合していくというような空間コンピューティングの技術が進展してきていることが背景にあると考えられます。実世界の多種多様な課題を、バーチャル情報を活用することで打開したり新しく展開していこうということで、今、社会実装が始まっている領域もありますが、技術開発はまだまだ発展途上だという段階にあると考えています。社会実装が始まっている領域としてどのようながあるかという、一つはバーチャルプロダクションという映像制作の分野で、LEDの巨大なウォールの3Dバーチャル背景の前で実在の人や物を同時に映像として撮影することで、屋外ロケが不要になるというようなメリットもあって、世界中で今これが使われるようになってきているということです。

それ以外に3D都市空間や建築の設計や管理ということで、これはもう御存じの方も多いと思いますけど、日本ですと国交省がPLATEAUというプロジェクトを立ち上げて、こういった3D都市空間のデータをいろいろなところで活用してもらおうという動きがあります。また、BIMと言いますが、ビルの3Dモデルと実際の3Dのスキナーで撮った点群データを重畳可視化することで検査や保守に使おうという分野も始まっております。また、製造現場や輸送のプロセス検証、最適化、シミュレーションという分野で、例えば3Dデジタルツインをつかって、製造工場の生産ラインを検証していくというようなことも始まっております。

ただ、応用領域をこうやって拡大していくためには、まだまだ技術開発が必要と考えています。3Dデジタルツインの環境技術の精度、機能、可視化品質の向上やコスト削減、あと3D空間を操作するときの機能の向上、リアルタイム化、遠隔インタラクション技術というところがまだまだ必要となってくる技術だと考えております。

それでNICTですけれども、NICTはこういったリアル・バーチャル融合の技術と、次世代の通信技術、Beyond 5Gや6Gと呼ばれる技術を組み合わせることで、遠隔コミュニケーションの質を上げていこうというコンセプトを持っています。2021年3月にNICTが発表しましたWhite Paperの中ではCybernetic Avater Societyというコンセプトを出しています。これは自分のアバターを用いて、空間や時間の制約を超えて実空間と同等の活動や身体的なインタラクションが将来可能になるのではないかというようなイメージ（資料7-2 2ページ）を描いています。

例えば3D空間を共有した遠隔の共同作業ができる、場合によってはアバターロボットに乗り移って遠隔地の作業ができる、あるいはリモート介助といったことも遠隔からでき

るようになるのではないか。例えばこういうことで、現状ではその場に行かないとできないことも、将来は遠隔である程度できるようになってくるのではないかということです。そういう中から労働生産性が上がったり、ワーク・ライフ・バランスが向上して、自然災害、感染症にも強いような社会が実現できたりするのではないかという未来社会を描いております。

こういう背景もあって2021年の4月に、私が今所属しています先進的リアリティ技術総合研究室を立ち上げております。ここでは、実在感、リアリティを伴う遠隔コミュニケーション、要はtelepresenceの実現を目指そうということで、一つは、実在感というのは、結局何を伝えれば実在感を伝えることができるのかという観点で、人の行動や脳の機能の解析からそれを探っていくという分野をベースにして、AI技術を活用して実世界の3Dデジタルツインをつくっていくという分野、さらにそれを遠隔地に伝えて、実在感として伝わるようなXRや多感覚技術を開発するという分野、この3つの分野をうまく統合していこうというアプローチを取っております。

海外の動向を見てみると、Web 4.0というのがECのほうで昨年7月に発表されていますが、この内容はまさにこの物理世界とデジタル世界をうまく融合させて、virtual worldsの様々な分野の活動を図っていこうというようなコンセプトになっております。ユースケースとしてはManufacture、Cultural Industry、Green、Training、Educationというのが挙げられております。

一方、アメリカのほうではMSF (Metaverse Standards Forum) という団体が2022年6月に設立されております。ここの目的は、標準化自体の組織は別にあるので、そちらではなく、標準化組織と企業を結ぶようなプラクティカルな役割を果たそうということにあります。具体的にはオープンメタバースというものを考えて、相互運用性を推進していこうということで、今12ぐらいのグループが立ち上がっていますが、将来まだ増えてくる可能性があります。その内容を見ますと、先ほど私が言った狭い意味でのメタバースとして、アバターのFashion Wearableの話やアバターの相互運用性もあるのですが、一方、Industry MetaverseやReal/Virtual World Integrationのようなテーマも入っていますので、かなりその辺り広くメタバースという概念の中で取り上げているということでもあります。

それから、ITU-Tのメタバースのフォーカスグループが、2022年12月16日に設立されていますが、これは現在9のグループが設立されていて、その中には、この赤でマーキング(資料7-3 3ページ)しましたようにリアル・バーチャル融合のテーマが幾つも含まれているので、ここも割と広く取り上げられているということでもあります。この

ワーキンググループ、今年6月までにレポートを作成するというのですが、その後、I T U-Tにはスタディーグループがたくさんありますけれど、それらに振り分けられてリコメンデーション（勧告）の成立を目指すというふうに聞いております。

それでN I C Tで行っています技術開発ですけども、今3 Dアバター技術、「R E X R」（レクサー）というものを開発してきております。これがどういうものかですが、現状のオンライン会議は、今この研究会でも行っていますけれど、全員が枠の中で正面を向いて会話するというような仕組みを取っていますので、参加者同士の一体感や共感や親近感や信頼関係を形成するのはかなり難しいと思われるわけです。

実空間ですと3 D空間を共有して、表情や動作や視線や姿勢で、そういった非言語情報を伝え合って、気持ちが自然に伝わるような親密なコミュニケーションが可能であるということであります。そのために遠隔であっても3 D空間を共有して、互いの顔を見合わせたようなコミュニケーションができないかということテーマに、参加者一人一人を3 Dデジタル化していくというような技術の開発につなげております。

このR E X Rは「Realistic and EXpressive 3D avataR」からつくった名前なのですが、この特徴の一つは、今のメタバースのようなキャラクターを用いるのではなくて、本人の3 Dデジタルツイン、つまりフォトリアルな3 Dアバターを構築しようということであります。実際、この3 Dアバターは3 6 0度のフルボディーを1万個以上の頂点からなる3 Dメッシュとテクスチャーで表現されており、さらに個人の形状の特徴や関節位置など約2 0 0個のパラメータで構成されています。

こういった本人のアバターをつくるという技術は、今までですと数十台から数百台の多数のカメラを持ったスタジオであったり、あるいは特殊な奥行きセンサを持った大型の設備が必要だったのですが、我々はそれを一般的なウェブカメラ1台だけで実現しようと考えてやってきております。使っているのはやはりA Iの手法でして、実際にはこのウェブカメラの前で本人が一周だけ回転する。そうすると2 Dの画像が複数枚撮れるのですが、それを基にA Iを使って基本モデルをつくる。数分あれば、身体の基本モデルがつくれるということであります。

特徴の3つ目としましては、そこに本人の細やかな表情、micro expressionsとも呼ばれますが、そういうものや動作をリアルタイムで3 D化して反映させるということでもあります。今のメタバースで使われている3 Dキャラクターですと、典型的な表情をある程度用意しておいて、選択するというものが多いのですが、それではこういった微細な表情を再現す



することは難しいだろうということです。今ちょっと動画で見せておりましたが、滑らかに見えていますでしょうか（資料7-3 5ページ）。こういう形で左のほうは2Dのウェブカメラの映像ですが、これを3D化して口元や目やしわなどの実際の動きも高精細に3Dで再現できるようになっています。これもAIを使っています。フレームごとに機械学習を使ったモデルで、表情や姿勢の3Dパラメータを推定して、基本モデルを更新しながらレンダリングするということを行っております。

こういうものをライブで体験してもらおうというような試みをやっています、「リアルタイムREXR」と呼んでいます。3Dデジタルツイン空間の中にこの3Dアバターを配置してリアルタイム遠隔対話できるというデモを、昨年6月に行ったNICTオープンハウス2023の中で、小金井の本部といま私があります、けいはんなを接続して行っています。そこでどういう映像が見れるかということで、次の動画にまとめてあります。

（動画再生中 資料7-3 6ページ）

**【安藤構成員】** これは私がアバターになってしゃべっているのですが、これを昨年、遠隔でライブのデモを行ったということです。右のほうは、これをさらに発展させた「REXR plus」というもので、これも昨年の秋にデモを行っているのですが、本人の身体モデルは構築せずに、既存の3Dアバターを活用して、それを我々のフォーマットに変換して、本人の表情や動作を実時間で、そのアバターにシームレスに反映させるといった技術になります。身体は違う人にどんどん変わっていきたりするのですが、体験者がウェブカメラの前で動くと、その表情や動作がアバターに反映されるというものです。ユースケースとしては、リモートの接客として、例えば自宅にいても自分の好きな服装や体形や髪形のアバターを選んで、ただし本人の自然な表情や動作はリアルタイムに反映させて、親しみのあるリモート接客が可能になるのではないかと考えております。

これが最後になるのですが、こういう技術を国際標準化という形に持っていきたいと考えています。先月、ITU-TのQ8/SG16というImmersive Live Experienceに関する会合がフランスで行われまして、そこに私も参加して、我々NICTから寄書を提案し、3DIT、3D model-based Immersive Telepresence Systemという新しい作業項目の設置を提案して承認されております。

左の図にありますようにウェブカメラの前にユーザがいるのですが、REXRのような技術を使えば、右の図にありますように、大画面のディスプレイを使って同じような空間で会話するような状況をつくり出したり、あるいはMRグラスをかければ実空間の中に3D

アバターが浮かび上がって会話ができるといったようなものであります。こういった3Dテレプレゼンスシステムのフレームワークというものに対する勧告、リコメンデーションの成立を今後目指していきたいと考えているわけです。

まとめになりますけれども、リアル・バーチャル融合のテクノロジーが進歩していることで、実世界での人々の活動が飛躍的に拡大する未来社会の到来が期待されております。

特にAIによる3Dデジタルツインの技術、3D空間内でそれらを制御する空間コンピューティング技術が、こういったリアル・バーチャル融合のコアとなる技術と考えております。

NICTの3Dアバター技術、REXRもこのような未来社会の基盤として活用されることを期待しております。

ただ、こういった技術はまだ発展途上にあると考えていまして、将来様々な領域で活用されていくためには、さらなる技術開発が不可欠と考えております。下のほう（資料7-38ページ）に参考資料やサイトを載せております。先ほどのビデオの閲覧先も載せていますので、そちらをクリックしてもらって動画も見ただけだと思います。

私から以上になります。ありがとうございました。

【小塚座長】 安藤さん、どうもありがとうございました。

## 議事

### (4) 意見交換

【小塚座長】 14時30分ぐらいをめぐりに、お聞きしました3件のプレゼンテーションに対する御意見、御質問等あるいは意見交換をしていきたいと思っております。御発言を御希望の方は挙手ボタンでお知らせいただけますでしょうか。そして、御発言の冒頭でお名前をいただけましたらと思っております。

それでは、増田先生からお手が挙がりました。よろしく申し上げます。

【増田構成員】 ありがとうございます。弁護士の増田雅史でございます。それぞれ質問させていただきます。

まず、資料7-1について、久保田さんにお伺いします。MRがXRのゴールになっていくという御説明があったかと思っております。VRデバイス、ARデバイスというふうに技術は走り出してきたわけですが、中長期的にはこの2つの方向性というのは、MRの方向に

取れんしていくと考えてよいかどうか御意見いただければと思いました。

2つ目が資料7-2について、山浦さんに対する質問なのですが、ビデオシースルーと光学シースルーについて、それぞれ御説明をいただいている、そのうち光学シースルーに関しては、ここ数年で事業者の撤退や事業縮小が進んでいるという御評価をスライド6でいただいたかと思います。それぞれ進む方向、目的地は同じような気がしつつも、ビデオシースルー方式と光学シースルー方式でこのように大きな動向の差が生じているのは一体どういったところにあるか、光学シースルーの技術的課題が大きいということなのか、御説明いただければ幸いです。

3点目、資料7-3について、安藤先生にお伺いします。御説明いただいた3Dアバターは、リアル空間の存在をバーチャル空間に持っていくという方向での技術的取組だというふうに承知いたしました。バーチャル空間からリアル空間へのフィードバックについてはどういった技術的検討がされているか、補足いただけることがあれば御教示いただけますと幸いです。

私からは以上でございます。

**【小塚座長】** それでは、順次お願いいたします。まず、久保田様、ちょっと先ほど急がせてしまったところですので、ここで御説明ください、お願いします。

**【久保田氏】** そうですね、御質問の内容としてはXRのデバイスの最終形としてのMRというお話に対して、そこにMRに取れんしていくのか、MRヘッドセットに取れんしていくのかという御質問かと思いますが、私のお話の中で大分はしよった部分になりますが、今VRのヘッドセットで体験をされているものというのが、MRヘッドセットに包含されていくというのはあるかと思いますが、ただ、これはどのシーンで使われるのかというのが非常に大きなポイントかと思っております。例えば家の中であったり、オフィス空間の中、基本的には屋内であったり固定の場所を想定されるような用途に関してはMRヘッドセットという形でいわゆる視界を塞いで、あくまでもカメラを通して下界を見ていくといったものが一つの最終的なフォームファクターではないかなと思います。

一方で、光学シースルーもそうですけれども、いわゆる屋外で使うであったり、今の眼鏡、ちょうど増田先生もつけていらっしゃるんですけども、朝起きてからすぐにつけるような、もしそういったシチュエーションで使っていくということであれば、それはまさにARグラスといった形になりまして、いわゆるデバイスを付け替えるといったようなシーンというのは、まだ十分に想定し得る未来像ではないかなというふうに思っております。

【小塚座長】 ありがとうございます。増田先生がうなずいておられるので、それでは、進ませていただきます。山浦様、お願いいたします。

【山浦氏】 ありがとうございます。今のお話と結構重なる部分はあるのですが、MR系の没入型のビデオシースルーと光学シースルーは、ゴールが同じかといったら、私は少し違うのではないかなと思っていて、それが屋内でしっかり空間コンピューティングのようにやるという話と、外で普通の眼鏡と一緒にいろんな表示させるというところで、後者が光学シースルーで目指すところだったのですが、そうすると普段使いなのでものすごく軽くない違和感がある、電池が持たない、画角が広がらないなどの課題があり、いろいろやったら面白いのだけれども技術的にはなかなかついてこない部分がある、価格的にもついてこないところがあるところで、どうしても普及がしにくい、実現しにくいのではないかなと思っています。

【小塚座長】 ありがとうございます。それでは安藤様、このバーチャルからリアルへの逆フィードバックといいますか、これについてお願いいたします。

【安藤構成員】 私が紹介したのはリアル空間をどうやってバーチャルに持っていか、3D化していくかという話の技術だったのですが、一旦3D化したバーチャルの情報というのはCG空間と同じようにバーチャルの中で使うこともできますが、一方、それをさらにリアルにフィードバックしていくという使い方もあるわけで、今もお話があったMRのようなことを使えば、実空間の中にバーチャルな人を出すこともできます。つまり、一旦デジタル化したリアルの情報を、さらにリアルの空間の中に重畳していくということもできますので、人と人の会話のような応用もありますが、それ以外に共同作業のようなことを考えると、自分が作業しているところの横に、遠くにいる専門家やエキスパートが来て、その作業を手伝ってくれるということも実空間の中で共同作業として可能になると考えています。

以上です。

【小塚座長】 ありがとうございます。増田先生、何かありますか。

【増田構成員】 特にございません。どうもありがとうございました。

【小塚座長】 ありがとうございます。それでは、栄藤先生から御質問があるようです。よろしく申し上げます。

【栄藤座長代理】 2つ質問ありまして、最初の1つ目は、久保田さんと山浦さんにお聞きしたいと思っています。AR、MR、XR、ともかくデバイスがボトルネックになってい

と思っています、私個人もいろいろとM a g i c L e a pを試し、X R E A Lも試し、  
ともかくデバイスは買って買って試して、毎回毎回裏切られたという気持ちになっていて、  
先ほどの山浦さんのプレゼン聞いていると何かもう八方塞がり、どれも全部シュリンク  
しているのではないかというふうに感じてしまったのですが、この前、ようやくアップルの  
V i s i o n P r oを使ってみたときに、ここまでチューニングできるのだと思ってび  
っくりしました。ついに装着デバイスが高級な靴のように、個人の目の位置や全てに適用さ  
せてチューニングすると、ここまで映像が定位するのかとびっくりしたのですが、そのと  
きに残念だと思ったのがアップルの出口がよく見えないことです。皆さんはどのようにこ  
のアップルのV i s i o n P r oの出口を考えておられるのかというのが聞きたいのと、  
さらに、B向けだと例えば医療に出るとか、それからいろんな整備や製造業の精密機械の加  
工に持っていくとかなり出口があるのではないかと思うのですが、そういったB向けの  
出口、いわゆるアップルの出口と一般的なB向けの出口はどうお二人お考えかというのは  
1つ目、聞いてみたいと思っています。お願いいたします。

【小塚座長】 まず、これで御回答いただけますか。

【栄藤座長代理】 そうですね、お願いします。

【小塚座長】 分かりました。それではまず、久保田様いかがでしょうか。

【久保田氏】 そうですね、アップルの出口というところでは、まず、アップル  
がそもそもあの製品ラインを「V i s i o n」と呼んでいるのです。アップルの公式サイト  
を見ていただければV i s i o nというカテゴリーになっていて、その中のP r oであ  
ると。つまりi P h o n eのP r oであったりだとか、M a cのP r oと同じ位置づけ、つ  
まりクリエイターであり開発者であり、場合によってはビジネスの中でもハイエンド層と  
いったところがターゲットになったデバイスであるというところから、基本的にはこれを  
廉価版のモデルに落としていくというのが、彼らの中長期的な今のところの見通しではな  
いかなと思っています。

性能面を見ていくと、結局もう片目4Kというところまでいくと、実装のいわゆる英語で  
言うところの「20/20」ですよね、1.0の視力を再現するということにはほぼ到達を  
しきってしまったところから、恐らく技術的には、あとは小型軽量化のところ  
だけなのです。それも彼らの場合は、ちょっとこの場で言うのもあれですけど、正直、無駄  
にガラスを使ってしまっていたり、初代機であるがゆえにいろいろ欲張りなことをした結  
果、あの重さと大きさになり、そしてそれが一番不満になっているといった意味では小型軽

量化をしながら値段をどんどん下げていく、そして初代機を出したことによって一定程度のニーズと、ここから先の需要予測のようなものを比較的正確に立てながら、あとは競合との金額を、比べながらどのラインで、例えば無印Visionを出すのか、Vision Airを出すのかというところをどんどん考えていくのではないかなと思いますので、基本的にはある種iPhone、それからMacですね、主にMacBookかなと思いますけれども、それと一緒に使う、ないし場合によってはそれを代替してしまうデバイスといったところを目指して、あとは一定程度、一般層まで値段を落としていく、または10万円から20万円のラインですか、日本円だと、その辺りがターゲットになっているのではないかな。

ただ、そこに至るためには技術的にはまだ練度を上げないといけないということと、あとはいわゆるアプリの部分です。今、正直、アップルのファーストパーティが提供しているものしか質が高いものはないかなと思いますけれども、そこがよりサードパーティがiPhoneのときのように、非常によいものをたくさん出してくる、それによって世の中が変わるようなインパクトのあるアプリケーションをつくらせるぐらいまでには恐らく数年かかるので、その時間をかけて値段を下げていく、デバイスをよりコンパクトをよくしていくかなと思っております。

【栄藤座長代理】 なるほど、ありがとうございます。

【小塚座長】 それでは、山浦様、いかがでしょうか。

【山浦氏】 アップルの出口、ほぼおっしゃっていただいたところかなと思いますけれども、アップルとしては高いハイエンドだけで終わるというよりは、iPhoneを出したときのように世の中を変えたいという思惑があるのではないかなというところは、空間コンピューティングと言ってVRやXRというキーワードを全く使っていないところからも想像できます。VR、XR、MRのような言い方をすると過去出てきたものがっかりしたという経験がたまってしまうので、なかなか突破しにくいのですけれども、全然違うものとしてブランディングしているのかなと。ブランディングするときは今までと同じものと感じさせないように差別化するのは常とう手段なのですけれども、そういうこともやっていますし、あとはアップルなのでコンシューマー向けに幅広くということでは基本的な戦略では思っているはずだなというふうに思っていて、そこが出口なのではないかなと思います。

【栄藤座長代理】 ありがとうございます。2つ目の質問についてよろしいでしょうか。時間、私ばかり取ってはあれなので、次は3人に簡単に短いお答えをお願いしたいのです

けど、やっぱりChatGPT-4oのインパクトが大きいとっていて、短い応答時間で映像と画像認識と音声認識が統合されていくという意味では、没入感のないデバイスでもそこそこ、いわゆるMRとしてのデバイスとして動くのではないかと。空間コンピューティングを入れれば、よりいろんなその情報が取れるので、こういった生成AIがインタラクションを向上させるという意味で、何かブレークスルーが出るのではないかとということに関して簡単に、お三人からコメントを聞きたいと思います。

【小塚座長】 それでは、ちょっと同じ順番でお願いしても恐縮ですので、逆にさせていただきます。安藤様、山浦様、久保田様の順番でいただけますでしょうか。

【安藤構成員】 生成AIがこういったXR関係に及ぼすインパクトは、実は今後ますます大きくなると考えております。一つはやっぱりコンテンツをどうつくるかというのは人が全部つくと大変なわけですが、それを生成AIで、誰でも気軽につくれるというのは、こういった分野を普及させるのに非常に有効であろうというふうに思っているわけがあります。

一方、実は私が話したこの3Dの世界を再構築していくというところにも実はAIが相当入ってまして、これは完全にクリエイターが新しい映像をつくっていくというだけではなく、こういったデジタルツインをつくっていくというところにも相当AIが、今の技術開発が進んでいますので、実世界を3D化するというようなところでのAIの活用も非常に進んでいくというふうに考えております。

以上です。

【栄藤座長代理】 ありがとうございます。

【山浦氏】 私も生成AIがかなり変えるのだらうとっています。VR空間だからこそというわけではもちろんないのですが、いろんなコンテンツで生成AIが浸透していく現状があるのと、あとは使ってみた感触でいうと、昔は少しがっかりしていたところが本当に変わってきたなとみんなが言い始めるぐらい、本当に体験として変わっているというところは大きいと思います。それで何が起こるかというVR空間の中での人が、リアルな人ではなくってその裏がAIかもしれないけど分からないというところ、分からなくてもそれはそれでよくてAIとの関係をうまくつくっていくというような、そういったことが起こると思います。あとは、先ほどおっしゃっていたようにこのコンテンツをAIが生成していくという、昔のSFの映画、アニメではないですけども、そのVR空間のゲーム全部をAIが考えて、ストーリーもNPCも含めて展開していく、それが横展開されて広がって

いくような、そういった世界が動き始めるというところに到達し得るのではないかなというふうに思います。

【栄藤座長代理】 没入感がなくても大丈夫ではないか、いわゆるインタラクションのほう結構効いてこないかというのはどうですか、山浦さん。

【山浦氏】 AIの進化により没入感がなくてもよくなる部分はもちろんあるのですが、そうなると、スマホ上の2次元のPC、NPCとそんなに変わらないという感じになるので、XRの没入感により提供できる価値はそれとは別にあると思うので、AIの進化でXRに没入感がなくなることにはならないかもしれないという印象です。

【栄藤座長代理】 ありがとうございます。では、最後。

【久保田氏】 私はそうですね、多分、今、没入感への影響というポイントでいくと、没入感よりももしかしたらちょっと言葉は非常に近いですけど、実在感、センスオブプレゼンスのほうかなというふうに思っていて、いわゆる人間が入っていると同じようにバーチャルヒューマンであったり、もしくはこのアバターがしゃべるようになっていくというところでいくと分かりやすいのでVチューバーですよ。

Vチューバーという領域も既に産業として確立しましたがけれども、正直、2次元の子がしゃべっているだけでもそこにファンはつきますし、その人間としての個性を感じていくというのもある意味、社会実証されてしまった状況かなと思いますので、ある意味、その応答する中身のところがより人間に近づいていくと、そこに人間を感じるというのは非常にあり得るのではないかなと思います。だから、3Dモデルが非常に雑だったとしても、それはもう人間になっていくというふうに感じていくとかというような意味で、まさに同じ空間にいる、そこに対して何か人間と同じであるからこそ新しい価値が生まれていくのは十分あるのではないかなというふうに思います。

【栄藤座長代理】 ありがとうございます。時間とってすみませんでした。

【小塚座長】 いいえ、とんでもありません。非常に有意義な議論ができたと思います。もうお一方ぐらい御質問、御発言等ありますでしょうか。

岡嶋先生、よろしくお願ひします。

【岡嶋構成員】 ありがとうございます。中央大学、岡嶋と申します。今日はお三方、御発表ありがとうございます。久保田様に伺ってみたいのですが、XRは体験装置だというお話を頂戴したかと思ひます。これまでのビジネスが破壊されて、その担い手たちが「体験」に逃げてきたという一連の動きがあったように思ひます。デジタルの技術に侵食



され、例えばCDはコピーされてしまう。コピーからは収益が上げられない。体験はデジタルコピーしにくい、デジタルの不得意分野なので、そこに逃げることによってマネタイズしよう、ライブをやったり握手をしたりして収益を確保しようという動きです。でも、体験装置としてのXRが進歩していくことで、デジタル機器が体験を扱えるようになる、それは「コピーできる」ということにもつながっていくと思います。例えば握手はもうコピーできる、ライブの臨場感もコピーできるとなったとき、やっぱりビジネスの破壊につながっていくのか、久保田様の御見解を伺えればと思いました。お願いいたします。

**【久保田氏】** ディスラプトに関しては確実に起きるかなというふうには思います。なので、その現地に行かなければいけなかったことが遠隔でも同じようにヘッドセットつきでできるようになってしまう、場合によってはMRのヘッドセットやARのグラスをつけることによって、現地に来れなかった人と現地のライブを楽しむようなこともあるかもしれないですし、いずれにせよ、これまでの既存のビジネス体系を考え直さないといけない。そこで、企業に入替えが起こっていくというのは十分あると思いますが、ただ、いずれにせよ、もともとその体験というかコンテンツの根源的な発信というのが現実に端を発すると思うのです。なのでそれがあつ限りは、必ずその現実とそうではない再現、それに非常に近い再現という関係性は残っていきますので、もちろんその価格感だったり変わっていくかもしれないですけども、その両方が併存したりだとかもしくはグラデーション、結局、今までであればライブのA席、B席のようなところで値段が決まっていたところが、いや、実は何かヘッドセットを持っているもの、クオリティによって4Kで見えるのとフルHDで変わるネットフリックスのようなことが、VRやARでも当然起こり得るかなと思いますし、ビジネスを結局どうフィットさせていくのか、そこにある意味、乗り遅れないようにするということが企業にとっては非常に重要なのではないかなというふうに思います。

**【岡嶋構成員】** ありがとうございます、なるほど。僕は意外と人間はプアな体験で満足できてしまうかなと思っていたので、そういうふうに共存していけるならすばらしいことだと。

**【久保田氏】** 最近だとVRチャットをやっている方も、普通に皆さんで結局オフ会して楽しそうにアバターをスマホで映して、みんなで集まった写真をアップしていますからね。その辺りはそこは人間なのだなというところですか。決して何かマトリックスのような、ディストピアのようなところにはいかないのだなと最近の動きを見て思うことではありますね。

もちろんそうではない方だったり、デジタル100%になることが非常に価値になるような現実で生きづらさを感じている方やいろんな方々いるとは思いますが、そのの意味、選択肢が増えるというふうには私はポジティブに捉えています。

【岡嶋構成員】      ありがとうございます。

【小塚座長】      ありがとうございました。まだまだお聞きしたいことがたくさんあるのですけれども、時間が来ておりますので、この辺りにさせていただきたいと思ひます。どうもありがとうございました。

## 議事

### (5) 報告書骨子(案)について

【小塚座長】      それでは、議事5に進みたいと思ひます。事務局から、当研究会の報告書の骨子(案)を御説明いただきたいと思ひます。資料は7-4です。

それでは、よろしくお願ひいたします。

【高本調査研究部長】      事務局でございます。それでは、事務局より骨子案について説明をいたします。

本骨子案ですけれども、次回以降、本研究会の議論を踏まえた報告書をまとめるに当たつての構成案ということで、事務局よりお示しするものでございます。

初めに構成案でございますけれども、全体の構成としては5章に分かれております。では、それぞれ以下のページ、各章の詳細について御説明いたしますけれども、全体を通して、この報告書案の作成時には最新状況を踏まえた更新があり得るということはお含みおきいただければと存じます。

では、まず3ページ目ですけれども、こちらは第1章、メタバースをめぐる最近の動向ということで、まず、市場動向ですけれども、この市場動向としてメタバース市場の規模やメタバースユーザーの将来的な予想などについて記載いたします。それから、メタバースに関する諸外国の主要プレイヤーということで、アメリカのVRChatや韓国のZEPETO等、こういった事業者が有力であるという状況から大きな変化がないという旨を記載する予定でございます。

それから国内の動向ですけれども、こちらは業界団体における取組ということで、研究会で御発表いただいた団体の取組を中心に記載をするものと考えております。

続いて4ページ、海外の動向ですが、まず、主要な国の動向としてアメリカ、EU、イギリス、中国、韓国の取組を紹介いたします。具体的に2月の第4回会合の段階で海外動向については御報告をしておりますけれども、その後も事務局として海外動向の調査を引き続き行いまして、その結果を追加したのがこの下線の取組でございます。アメリカではNIST（国立標準技術研究所）が、没入型技術に関する現状調査を実施している、あるいは韓国のMSIT（科学技術情報通信部）が仮想融合産業振興法を制定するといった取組が行われています。

続いて5ページ、国際的な議論の状況として、国際機関、OECD、ITU-Tにおける取組を紹介することを考えております。

続いて、6ページですけれども、インターネット上の情報流通の特性による影響の可能性ということで、本研究会でもフィルターバブルやエコーチェンバー等による情報の偏りやアテンションエコノミーの広まりによる偽・誤情報の流通・拡散といった可能性の指摘をいただいておりますけれども、また、下の方ですが、本研究会とは別途、総務省において「デジタル空間における情報流通の健全性確保の在り方に関する検討会」が開催されておりますが、この検討会において、本メタバース研究会の取組として原則案などを紹介しておりますところ、その動きについても記載を考えております。

続いて、第2章、メタバースの原則でございますけれども、3月にメタバースの原則（1次案）を公表いたしました。そこに至る議論の経緯などをまとめるということでございます。

まず、検討の経緯・背景として、G7などの国際的な議論の中で、「メタバースの理念に関する共通認識の形成」が示されたこと、これを踏まえて前研究会において課題解決の方向性として、原則の検討が示されたという状況でございます。

そしてこれを受けて、本研究会事務局からメタバースの原則の素案をお示しして、それから、メタバース事業者の団体の方からお考えをお伺いするとともに、構成員の皆様からも御意見、御指摘をいただいたところでございます。こういった議論についても補記をしております。

そして、次のページですけれども、こちらが皆様からの御意見を受けて修正したメタバース原則の1次案でございます。1次案の構成と、メタバースの原則として2つの柱がございますが、このような構成になっておりまして、報告書ではこれらの各項目の解説の追記も予定しております。各項目の解説については、次回第8回の会合までに構成員の皆様へ、事前

に御確認をいただければと考えております。

続いて、第3章、メタバースに関する技術動向ということで、先ほど御発表いただきましたけれども、基本的にはそれを踏まえながらまとめていくということを考えておりますけれども、構成としましては、VR・AR等デバイスの動向等ということで、デバイスのスペックや今後のトレンド、それからVR・AR等の利活用と課題ということで、この利活用の場面の拡大の状況や活用のメリット、それから、このVR・ARに特有の影響・課題など、それからデバイスの進化を踏まえたUI・UXの変化とその影響ということで、入出力デバイスの進化の方向性や操作性、それから表現性の向上などを踏まえて、社会形成や認知等へ影響を与え得るといったところについて、記載したいと考えております。

続いて、10ページでございますけれども、第4章、メタバースに関する様々な利活用事例ということで、こちらは現在、生成AIの発展が世界的に非常に著しいですが、今後、そのメタバースの利活用を進めるに当たっては、より自然なコミュニケーション体験やコンテンツの創作ハードルの緩和などに大きな効果を与え得る生成AIですが、これを何らかの形で活用したメタバースが非常に多く登場すると考えられるということで、この生成AIを活用している先進事例として前回御発表いただいた企業の取組等ということで、例えば生成AIを活用した対話アバターやNPCの自動生成・活用、それからメタバースの産業応用といった事例を紹介するとともに、そこで御指摘いただいた論点なども御紹介できればと考えております。

それから、メタバースを利用する際の課題として、青少年への対応なども挙げられるところですが、その事例として、東京都で「メタバース教室」という取組をしておりますので、その御紹介などもできればと思います。

それから、生成AIの台頭について、メタバースの特有の観点なども踏まえたコラムなども記載したいと考えます。

続いて、第5章、今後の検討事項でございます。こちらでは、前研究会やあるいは本研究会の議論も踏まえつつ、今後メタバースあるいは仮想空間、特にOECDなどではイマーシブ・テクノロジー、没入型技術などとも称しておりますけれども、これらの空間や技術の利活用などによって生じるこの社会への影響全般というのを広く検討していくとした場合に、どういった論点があるのかということで、事務局より案をお示ししております。

まず、1つ目の柱ということで、メタバース等に関する国際的な議論の状況のフォローでございますが、本研究会でこのメタバース原則案を検討しましたけれども、今後の国際機関

などでの議論の状況なども適宜フォローアップをすることが必要と考えております。

それから2つ目の柱ですが、没入型技術の利活用促進に向けた検討ということで、さらにこれをブレイクダウンして幾つか論点ございますけれども、1つ目の没入型技術の利活用等に関する動向ということで、事務局の認識としては、これまで本研究会で議論の中心でありましたコミュニケーションを主目的とするメタバースというのは、一定の認知を得ると同時に、産業面においてはメタバースに限らず、この没入型技術全般の利活用が着実に増えているという状況にあると承知しております。こういった状況、現状認識を踏まえて、このメタバースに関する国内外の状況や市場や技術等に関する調査というのは引き続き行う。そのほかに、それとともに旧来議論の中心としてきたメタバースに加えて、産業メタバースやトレーニング等の多様なユースケースを調査しまして、没入型技術の活用のメリットや普及に向けた課題の整理が必要ではないかと考えております。

続いて、2つ目のポツでございますけれども、このVR・AR等に特有の影響・課題、それからXRデバイスの望ましい利用の在り方についての検討でございます。こちらですが、近年、青少年を中心に利用者が増加しているVRゴーグルなどのデバイスについて、この利活用によってメリットが得られる一方で、深い没入感などが心身に影響を与える可能性もあるということを踏まえて、XRデバイス利用による身体、感情・行動への影響が発現する仕組みや望ましい利用の在り方など、どのような活用方法により大きな効果が得られるのかといった点を検討すべく、調査研究を行っていくという方向性があるかと考えております。

3つ目ですけれども、リアルとバーチャルの連動に伴う影響についての検討ということで、VR・ARの実装が進む中で、リアルとバーチャルのより一層連動した社会の形成が想定されるところでございますけれども、こうした中において没入型技術が、あるいはAI等の活用がこのユーザーの認知や行動に影響する、あるいは、ユーザーの社会参画に影響する可能性もあるというところで、この実態の把握に向けた検討を行うという方向性があるのではと存じます。

そして最後にその他ということで、これまでに挙げた事項以外にも必要な事項については、検討してまいりたいと考えております。

最後は、この参考資料ということで構成員や研究会の開催実績、それから、第1回から第4回の議論のまとめでございます。

事務局からの説明は以上でございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。それでは、この報告書骨子案につきまして、意見交換を行いたいと思います。特に第5章の今後の検討事項というあたりがこれでいいのか、もっとこういうことを検討すべきではないか、あるいはこれは検討の必要がない、その辺り御意見をいただきたいのですが、皆様から御意見いただく前に事務局から御案内があるということですので、もう一度、事務局からお願いできますか。

【高本調査研究部長】 事務局でございます。本日、御欠席・御早退の構成員のうち、石井構成員から、事前に書面にて御意見をいただいておりますので、本会議のチャット欄に御意見を添付しておりますが、読み上げさせていただきます。「気になった点をお伝えいたしますと、

- ・国内の市場動向はどのような状況であるか（今後の見込みも含め）。
- ・メタバース上で特徴的な偽・誤情報の種類や現れ方、流通状況等は生じているか。
- ・生成AIによるアバター操作が行われるようになると、誰に対してどのようなルールを適用するのが複雑になると思われるが、自動運転のような問題※も生じ得るのかとなります。」

以上でございます。

【小塚座長】 このような石井先生の御意見を頂戴しているところです。生成AIによるアバター操作が行われるようになると自動運転のような問題が生じるか、自動運転のような問題※とはどういう問題なのでしょうね。それはそれで幅広いので非常に気になりますが、ぜひ構成員の皆様からも御意見を頂戴できればと思います。

先ほどどなたかお手を挙げてくださったような気もするのですが、増田先生、よろしくお願ひします。

【増田構成員】 ありがとうございます。弁護士の増田でございます。

2点ございまして、いずれもスライド11についてなのですが、まず、1つ目の国際的な議論の状況フォローに関してです。こちら、メタバース原則を踏まえて、安心・安全なメタバースの実現の観点からフォローアップすると書いていただいているのですが、国際動向のフォローについては、特定の観点を置かずに実施されたほうがよいと思います。この観点からフォローアップするとお書きいただいた趣旨について、もう少し補足いただけますと幸いです。これが1点目でございます。

---

※ 会議終了後、生成AIアバターが問題を起こした際の、メタバースを巡るステークホルダ間の責任の所在（の在り方）を念頭に置いたコメントである旨、石井構成員より補足があった。

2点目については、石井先生からテキストでいただいたコメントとも若干関連するのですが、2点目の検討の内容について、AIの活用については、今3点目のリアルとバーチャルの連動に伴う影響等についての検討というところで言及していただいておりますけれども、今日も議論になったように、AIの影響は恐らくここに全く限られないのかなと思っています。例えば、XRデバイスの利用の在り方やそういったところにも非常に大きな影響があるのかなと思っています。AIがどう影響してくるのかという点は、横断的に今後の検討対象とされたほうがよいと思いました。

私からは以上です。

【小塚座長】 ありがとうございます。それでは、第1点は事務局への御質問ですので、よろしくをお願いします。

【高本調査研究部長】 事務局でございます。国際動向に関しては特定の観点に限らないようにという御指摘、確かにごもっともと思いますが、このようにに記載した趣旨は、もともと原則が「安心・安全なメタバースを実現するため」の原則ということでしたので、その原則との関わりで国際的な議論の動向を押さえるということですが、当然それに限らず、国際の動向全般についてしっかり見ていかなければいけないと思っていますので、書き方についてはご指摘も踏まえつつ、広く読めるような書きぶりにしたいと思います。

【小塚座長】 当研究会が「安心・安全なメタバースの実現に関する研究会」ですので、恐らく国際的な議論の状況をフォローアップし、安心・安全なメタバースの実現を一層追求するという趣旨で書かれているのではないかと思いますし、そのように趣旨が分かるように、直したほうがいいかなというふうに思います。御指摘ありがとうございました。

それから、第2点については御意見ということで、ほかの先生方の御意見と合わせて事務局でまた練っていただければと思います。

そのほかにも様々な御意見があらうかと思っています。ぜひ今日は事務局がまとめていく上での素材ということで、御自由に御発言いただければと思います。もちろん第5章に限らず御指摘いただいても結構です。いかがでしょうか。

ありがとうございます。出原先生ですね、お願いします。

【出原構成員】 ありがとうございます。本日も先生方からいろいろ勉強させていただき、ありがとうございました。それでは、5章のことになってしまうのですが、コンテンツの開発者というか、提供者サイドからの現状の問題やその開発者たち、コンテンツを提供する側の方々からの問題提起のようなものも含まれてもいいのではないかと思いますので

が、いかがでしょうか。

【小塚座長】 ありがとうございます。なるほど、それは今確かにありません。事務局としてどうですか、1つポツを立てるような形になりますかね。

【高本調査研究部長】 事務局でございます。確かに御議論いただいていた論点でもありますので、そういったことを明確に、明示的に読めるように、書きぶりは考えてみたいと思います。御指摘ありがとうございます。

【出原構成員】 ありがとうございます。以上でございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。先ほどの増田先生の御指摘も、そういう意味でいうと例えばコンテンツをつくるという項目でいうとそこにもまたA Iの影響も出てまいりますので、よく受け止められるかと思えます。そのほか、どなたからでも御指摘いただきたいと思えます。

仲上さん、お願いします。

【仲上構成員】 日本スマートフォンセキュリティ協会の仲上と申します。よろしく願いいたします。本日も久保田先生、安藤先生、山浦先生、非常に内容の濃い御説明いただきまして、非常に大変勉強になりました。

今回お示しいただいている事務局の報告書骨子なのですけれども、2点、ちょっと御意見させていただければと思っております。まずは、資料3ページのところなのですけれども、多分前回も出ていたと思うのですけれども、メタバース市場規模の推移と予測が2023年から2030年に非常に大きくジャンプアップしているかなと思っております。昨今の状況を見るとまたこの辺りの予測数値というのは、ディテールが上がるというか、解像度が上がってきたり、着地点のようなものの見え方もより精緻になっているのかなと思えますので、もし何か数字のアップデートや2024年、5年、6年含めた細かい予測等があれば、そういったものが掲載されているといいなというふうに思った次第でございます。

もう1点なのですけれども、出原先生と同じ話になるのですが、5章の11ページの部分でございます。こちらは国際的な議論については安心・安全なところだけではなく、まさにそのとおりでございますというのと、没入型技術の利活用促進に向けた検討では、基本書いただいている内容は技術的な利活用にフォーカスされているというふうな印象がございまして、先ほど御指摘いただいたように、これまでの議論にありましたメタバース内のコミュニティーやクリエイターエコノミーの課題についても今後検討課題として、取り上げていただけると本当に安心・安全なメタバースというものの実現に近づいていくので



はないかというふうに思った次第です。

以上でございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。事務局から何かコメントがありますか。よろしいですか。

【高本調査研究部長】 事務局でございます。まず1つ目の視点、御指摘につきましては、最終的に報告書でまとめるに当たっては、できるだけその時点で入手できる新しい数字、データを使いたいと考えております。それから2つ目は、こちらも既にいろいろと御意見いただいていますけれども、できるだけそういった論点を広く扱ってまいりたいと思います。

以上でございます。

【仲上構成員】 ありがとうございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。そのほか御意見いかがでしょうか。

まだもう少し時間がありますので、それはをお考えいただいている間に、私からも今の仲上さんの御意見とも、あるいは出原先生の御意見ともつながりますが、この没入型技術を使ったメタバース経済圏というか社会圏というような観点を出していったほうがよいと思いますし、それを考えるときに結局プラットフォームの位置づけや役割を少し掘り下げてはどうかなというふうに感じています。

プラットフォーム、OS的なレベルのプラットフォームもあり、残念ながらそこはあまり日本のプレイヤーがいないのですけれども、その上に何層にもアプリケーションに近いところのプラットフォーム的なものもありますので、そういうものの在り方や場合によっては行動指針というものもあるかもしれませんので、少しその辺を研究してはどうかなというふうに思っています。ということで私からもお願いをいたします。

そのほか御意見、御発言、どうぞ御自由にお出しいただけますでしょうか。今は気がつかなかったけれども、例えば何日かたって気がついたというようなときには、事務局にメールなどで御連絡すればよろしいですか。

【高本調査研究部長】 事務局でございます。事務局にメールなりでお寄せいただければと思います。

【小塚座長】 それは例えば1週間ぐらいであれば大丈夫ですかね。今日から1週間ぐらいの範囲であれば。

【高本調査研究部長】 そのぐらいの期間でいただければ。

【小塚座長】 では、そういうことですので、事後でも結構ですが、何かこの場で御発言

がありましたらぜひお願いいたします。いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、特に御意見、御質問等がないようでございますので、議事(5)につきまして、この辺りまでとさせていただきますと思います。今、事務局とやり取りさせていただきましたように、追加的に後でお気づきになった点などは、1週間ぐらいの間に御連絡をいただきましたら幸いです。

そうしますと、本日予定していたことは、全て議論をしたということになります。皆様、本日も活発な御議論いただきまして、ありがとうございました。それから、前半でプレゼンをいただきましたお三方にも改めて御礼申し上げます。

事務局から事務連絡がありますでしょうか。

**【高本調査研究部長】** 事務局でございます。本日はありがとうございました。次回第8回につきましては、別途御連絡いたしますのでよろしくお願いいたします。

以上でございます。

**【小塚座長】** ありがとうございました。それでは、本日これにて閉会とさせていただきますと思います。どうもありがとうございました。

以上