

「Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」

中間とりまとめ

(これまでの議論の整理)

2023年2月10日

情報通信政策研究所調査研究部

情報流通行政局参事官

目次

- 1 「本研究会の視点」に基づく論点整理
- 2 本研究会で引き続き議題とすべき事項
- 3 今後の想定スケジュール

(参考) これまでの議論で提示された留意点と課題

目次

1 「本研究会の視点」に基づく論点整理

2 本研究会で引き続き議題とすべき事項

3 今後の想定スケジュール

(参考) これまでの議論で提示された留意点と課題

本研究会での議論の対象については新規分野として現時点で確立した用語の定義が存在しないものも多いため、ここまでの議論等を踏まえ、以下のとおり論点整理に用いる用語を整理することとする。

● メタバース

ユーザー間で「コミュニケーション」が可能な、インターネット等のネットワークを通じてアクセスできる、仮想的なデジタル空間（以下「仮想空間」という）。メタバースについてさまざまな定義が提唱されているが、仮想空間が、次の①～④を備えているものとする。

①利用目的に応じた**臨場感・再現性**があること（デジタルツインと同様に現実世界を再現する場合もあれば、簡略化された現実世界のモデルを構築する場合、物理法則も含め異なる世界を構築する場合もある）

②**自己投射性・没入感**があること

③（多くの場合リアルタイムに）**インタラクティブ**であること

④**誰でもが仮想世界に参加できる**こと（オープン性）

また、多くの場合は3次元（3D）の仮想空間として構築され、VRデバイスを必須とするものもあるが、スマートフォンなど一般のデバイスから利用可能なものもあり、ビジネス向けの一部には2次元で構築されるものもある。なお、次の⑤～⑦のいずれか又は全てを備えている場合もある。

⑤仮想世界を相互に接続しユーザが行き来したり、アバターやアイテム等を複数の仮想世界で共用したりできること（相互運用性）

⑥一時的なイベント等ではなく永続的な仮想世界であること

⑦仮想世界でも現実世界と同等の活動（例：経済活動）が行えること

※ なお、「メタバース」という用語は、AR、XRなど、仮想空間の要素が相対的に小さい（現実空間との融合）サービスを含む広義の表現として用いることがありえるところ、アバターの存在などの構成要素が異なること等も踏まえ、本研究会では、このようなサービスも含めた表現としては「メタバース等」を用いることとする。

(参考)「メタバース」の定義例(1)

4

主体（敬称略）	定義	出典
New Oxford American Dictionary	コンピュータによって生成された環境や他のユーザーと交流することができる仮想現実空間	https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/metaverse
Gartner	仮想的に拡張された物理的現実とデジタル化された現実の融合によって創り出される集合的な仮想共有空間（物理的な継続性があり、拡張された没入型（イマーシブ）エクスペリエンスを提供する）	https://www.gartner.co.jp/ja/article/s/what-is-a-metaverse
Matthew Ball	①永続性、②リアルタイム性（同時性）、③無制限に参加可能、④経済が機能していること、⑤デジタル/物理世界やプライベート/パブリック、オープン/クローズにまたがる体験、⑥相互運用性、⑦多様な貢献者により作成・運営されているコンテンツ	https://www.matthewball.vc/all/the-metaverse
三淵 啓自（デジタルハリウッド大学大学院 教授）	①3次元のシミュレーション空間、②自己投射のためのアバター、③複数のアバターによる同一空間の共有、④空間内にオブジェクト（アイテム）を創造可能	日本バーチャルリアリティ学会 編、舘 暲・佐藤 誠・廣瀬 通孝 監修、「バーチャルリアリティ学」、コロナ社（2010）
岡嶋 裕史（中央大学 教授）	現実とは少し異なる理で作られ自分にとって都合がよい快適な世界	「メタバースとは何かーネット上のもう一つの世界」、光文社（2022）
バーチャル美少女ねむ（メタバース原住民）	①空間性、②自己同一性、③大規模同時接続性、④創造性、⑤経済性、⑥アクセス性、⑦没入性	「メタバース進化論ー仮想現実の荒野に芽吹く「解放」と「創造」の新世界」、技術評論社（2022）
加藤 直人（クラスター代表取締役CEO）	①永続的に存在、②リアルタイム性、③同時参加人数に制限がない、④経済性がある、⑤体験に垣根がない、⑥相互運用性、⑦幅広い企業・個人による貢献、⑧身体性（※①～⑦はマッシュ・ボールによるものと同じ）	「メタバースーさよならアトムの時代」、集英社（2022）
佐藤 航陽（スペースデータ代表取締役社長）	インターネット上に作られた3次元の仮想空間	「世界2.0ーメタバースの歩き方と創り方」、幻冬舎（2022）
國光 宏尚（Thirdverse 及びフィナンシェ 代表取締役CEO/ファウンダー）	VR、AR、MR、XR、ミラー・ワールドのリブランディング	「メタバースとWeb3.0」、MdN（2022）
廣瀬 通孝（東京大学 名誉教授）	電子空間の内部につくられた、われわれにとっての新しい活動空間。もうひとつの世界。（メタ＝もう一つの、別の；バース＝世界）	https://10mtv.jp/pc/content/detail.php?movie_id=4644 https://lot.or.jp/project/9896/
三菱総合研究所	バーチャル空間のうち、複数のエージェント（アバター）と操作・改変可能なオブジェクトを内部に含む共有空間	https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20220415.html

- 本研究会のプレゼン資料における記載例

- 栄藤座長代理 (第1回資料1-3)

インターネット上の3次元仮想空間

a network of 3D virtual worlds focused on social connection

- ソニーグループ (第5回資料5-1)

- ・コンピュータによって生成された環境や他のユーザーと交流することができる仮想現実空間
- ・ソーシャル空間であると同時に、多様なエンタテインメントが交差し広がる、「ライブ」ネットワーク空間ととらえる

- 仲上構成員 (第5回資料5-3)

「仮想空間表現」、「自己投射性・身体表現」、「コミュニティ・社会基盤」の構成要素を部分的であっても備えたデジタル空間

※3D仮想空間以外にもメタバースとして認識する

- 塚田構成員 (第6回資料6-1)

厳密な定義は定まっていないが、(1)空間性、(2)自己同一性、(3)大規模同時接続性/同期性、(4)創造性、(5)データ連続性、(6)持続性、(7)相互運用性、(8)経済性、(9)アクセシビリティ、(10)没入性 (VR学会、マシュー・ボール、バーチャル美少女ねむの定義を集約)

- デジタルツイン

現実空間の物体・状況を仮想空間上に「双子」のように再現したもの。製造工程、都市設計、医療、健康、環境など多様な分野でのシミュレーションや最適化、効果・影響・リスクの評価、意志決定などでの活用が進んでいる。現実空間の再現度は目的に応じて変わりうるほか、犯罪やテロ等の危険がある場合等には現実空間の一部をマスク・簡略化して再現することもある。

- (メタバース) プラットフォーム

メタバースを構築したり利用するための基盤。メタバースを構築するための機能や素材、法則やルールなどを提供するもの、ユーザの認証・管理やアイテム等の管理、コミュニケーション機能、契約・取引などの基盤的サービスを提供するもの、すぐに利用できるようにメタバースの基本的なサービス自体を運営・提供するものなど、多岐にわたる。プラットフォームを提供する事業者をプラットフォーマーと呼ぶ。

- ワールド (バースともいう)

プラットフォーム上で構築・運用される、メタバースの個々の「世界」。ワールド間の移動可能性については、移動が可能な場合と不可能な場合があり、ワールド提供事業者が異なると移動できない場合、ワールド提供事業者が異なっても移動可能な場合、ワールド提供事業者が同じでもプラットフォームが異なると移動できない場合、など現状では様々である。ワールド提供事業者が同じであってもプラットフォームが異なる場合には、移動できるケースは現状では少ないとみられる。

- ワールド提供者

プラットフォームと契約（有償・無償を問わず、利用規約への同意等も含まれる）し、**プラットフォーム上にワールドを構築して提供する者**。なお、これをビジネスとして行う者については「ワールド提供事業者」という。プラットフォーム自身がワールドを構築して提供する場合もある。

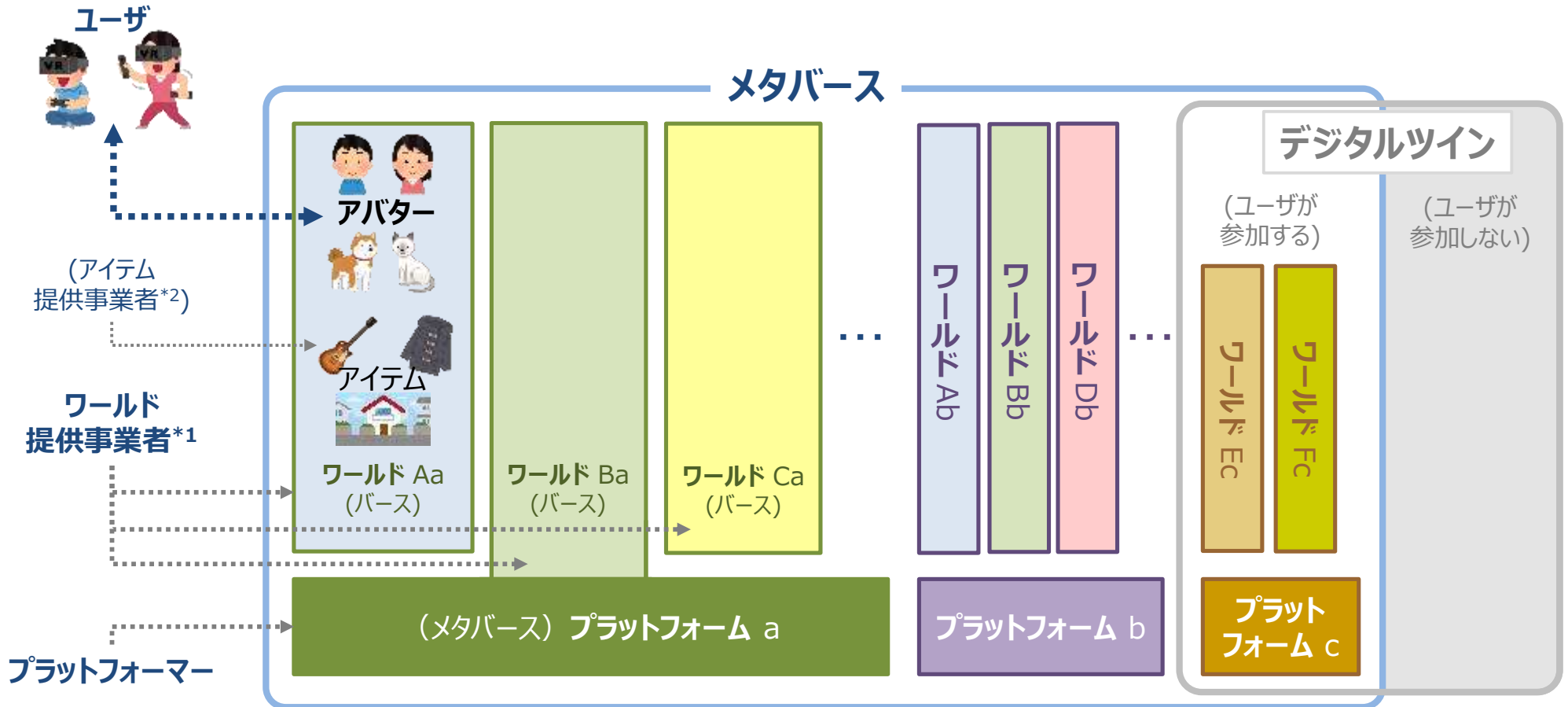
- ユーザ

メタバースを利用する者。特に断りのない限りは**個人のエンドユーザ**を指す。法人等がバーチャルオフィスなどを契約して利用する場合やデジタルツインをビジネスに利用する場合などについては「ビジネスユーザ」と記載する。なお「ワールド提供事業者」はビジネスユーザに含まない。

- アバター

「化身」を意味し、メタバースにおいて、ユーザのアイデンティティを表象するもの。アバターの生物種（例：人間、動物、架空の生命体）、外見（例：顔・髪型、身体、服装）、名前、属性（例：性別、年齢、人種）、人格・意志、身体能力や身体障害、スキル・資格などについて、**ユーザ自身をそのままアバターに反映・具備させる場合と、現実世界とは異なるものにすることがあり**、それらはユーザ自身が選択できる場合もあれば、ワールド提供事業者がルールとして定めている場合（例：匿名・ニックネーム制としている場合）がある。また、アバターとユーザの関係については、アバターと特定の個人が対応している場合、複数の個人が一つのアバターを共有・操作している場合、組織や法人がアバターを操作している場合の他、VTuberのように対応するユーザ（いわゆる「中の人」）の存在に触れない場合もある。

(概念図)



*1 プラットフォーマーがワールドを提供する場合（図のワールドBa）もある

*2 プラットフォーマーやワールド提供事業者、ユーザーの場合もある

（１）今後、多くのユーザがメタバースを利用していくこととなった場合に、そうしたユーザがメタバースの特性を理解し、不利益なく使えるようにするためにはどのような点に留意すべきか。

現実世界のユーザとの関係

- メタバースは、ICTインフラや財等を含む物理層たる現実世界の上に成立するレイヤーとして存在しており、その存続は物理層に依存していると言える。このような前提に立つと、**仮想空間上の出来事が現実世界に影響を及ぼすという「着地問題」を念頭に置く**必要がある。
- メタバース内で教育やビジネス等の活動を行う場合、その効果の向上に向け、メタバース内で観察できるアバターの挙動だけでなく、**現実世界でのユーザの反応等を観測したいというニーズ**も存在する。他方で、相当数のユーザが、現実世界とメタバースにおけるアイデンティティを分離しているという現状を踏まえれば、**現実世界のデータの取得について、どのような手段を用いて、どのような場合にどの程度許容されるのか**は論点となる（なお、ビジネスで用いられる場合は他の既存システムとのデータの連携についても想定される）。
- 現実世界と仮想空間の間で動作を一対一に対応させることは、（例えば設置したカメラのブレなど）技術面からも課題があるが、その一つのアプローチとして、あえて印象等に影響する情報量を抑えることで、見る人の想像力に任せるという手法も考えられる。

- メタバースにおいて人々がアバターを自由に選択できることが、性別や外見からの自由、社会的な制約からの解放を意味する一方で、現実世界における既存の美醜意識を前提としたルッキズムやジェンダーバイアスを反映するものであったり、反対にそれらを助長するという可能性も想定されるとの意見もあることから、今後、メタバースの普及が進むにつれアバターの利用実態がどのように変化していくのかは論点となりうる。

仮想空間内における行為

- メタバース内で出会うアバターについて、アバターを操る人（「中の人」）が存在するか、存在しない（NPC：Non Player Character）か、さらには存在するか不在なのかが、容易にわからない時代が到来しつつある。他方で、そのアバターに対して行う行為について、「中の人」が存在する場合には許容しえない類型も存在すると考えられるため、**「中の人」が存在するか、また今使っているか、必要な場合には「中の人」の存在を他のユーザが判別できるような仕組みとなっているか**は重要な論点となる。
- また、アバターに対して行う行為について、誹謗中傷、わいせつ等の**類型毎に、どのような行為が許容されるか、又はされないのかといった整理の明確化**も求められる。その場合、その行為が行われる**メタバース空間の公共性/プライバシー性によって評価が変わりうるか**についても論点となる。
- 本研究会においては、例えば「なりすまし」を考えた場合、他者（表示するユーザ）の環境内で第三者に気付かれない方法を用いて、（アバターを利用する）本人のアバター表示を偽る行為について、本人の自己像をコントロールするために、他者の私的領域に介入することは容認すべきではないとして、**他者の環境内で表示される自己像を本人が許容するものに限定する旨の法的義務を設けることは慎重に考えるべき**という見解も示された。
- 併せて、特定のユーザへの行為だけでなく、**ユーザー一般に不快感等をもたらすコンテンツやアバターの存在**にどのように対処すべきかについて、**社会としての共通認識やルール設定の在り方、そうした可能性があることへのユーザへの周知、技術的な対応策**についても論点となる。
- メタバース内の商業イベントや店舗などにおいて、ユーザがアルバイトとして働き、アバターで接客や案内をする例も見られる。また、クオリティが高いUGC（User Generated Contents）が提供されるとともに、こうしたユーザ自身が、プラットフォームやワールド提供事業者の社員となって事業者側でコンテンツを提供する場合もあるなど、**場面によってはサービスの提供者にもなりうることを**念頭に置く必要がある。

メタバース上のアイデンティティ

- メタバース内では、現実世界のアイデンティティを引き継ぐアバターのみならず、現実世界と分離して新たなアイデンティティとして創造されたアバターも存在する。後者のように、新たなアイデンティティが創造され、かつそのアイデンティティが継続的に特定のユーザの表象として存在する場合、当該アイデンティティについても一定の法的保護を受けるべきではないかという点は論点となる。
- ユーザがメタバース内で新たなアイデンティティを獲得することは、そのアイデンティティが振る舞いに影響するという「プロテウス効果」（アバターのキャラクターや外見等がユーザの心理的状态・態度・振る舞いに影響を与える効果）にもつながる。ユーザにどのようなプロテウス効果が生じているかについての状況の把握は論点となりうる。
- アバターを利用する本人のアイデンティティやプライバシーの保護の在り方を検討する際には、メタバース内のアバターと現実世界の本人との同一性は所与として捉えるべきかを考える必要がある。なお、自己投射率（本人がどの程度アバターに投射されているか）はユースケースに応じて異なるとも考えられ、さらに、その投射の程度は第三者から見て分かりづらいといった側面もある。
- 逆に、本人自身のアイデンティティを異なる世界に投射することを考えた場合、その表象自体にキャラクター性を持たせるのではなく、その先に存在する本人を投射するものとして意識可能となるよう、表象自体は（キャラクターとしては）非個性的なものとするという手法もある。
- 例えば複数人で扱う一つのアバターが加害者となった場合やアバターの操作を自動化した場合等を想定した場合の責任の主体については、法人論等の考えも踏まえた上で、法解釈も含めて論点となる。

- メタバース内でのアバターの「なりすまし」を、「他者が本人の意思に反して、その氏名と外見を用いて自己のアバターを作成し、仮想空間上で利用する行為」と捉えた場合、アバターと接する人が偽物であると明白に認識できる場合は問題となりにくいにせよ、VRによる没入感によって本人がその行動を取っていると受け止められるような場合には、アイデンティティの権利性が論点となる可能性があるとの見解も示された。
- アバターの「なりすまし」などの不正防止には、ID管理や認証技術といった技術面に加え、制度や仕組みの面からのアプローチも考えられるのではないかと、プラットフォーマーが行う、利用規約等による自主規制に加え、例えば第三者による認証制度を設けるにせよ、必ずしも法律上の根拠に基づかずとも実効性は発揮される、との見解も示された。
- また、当研究会におけるプラットフォーマーのプレゼンテーションにおいても、現時点ではメタバースに関するビジネスの形態が定まっておらず、どのようなものがユーザに受け入れられるかもわからない中で様々な取組が行われており、ソフトロー的なアプローチが望ましいのではないかという見解も示された。なお、こうした議論の前提として、「メタバース内で解決した方がよい問題」と「現実世界に着地させて解決する必要がある問題」を分けた上で、自由な競争に委ねるか、又は（法律、規約、ガイドライン等のソフトローの使い分けも含め）規範が必要なのか、関係者間での対話を通じた価値判断の共有を図ることが必要である。

ユーザと事業者等との関係

- ビジネスモデルによってはプラットフォームやワールド提供事業者がユーザの行動履歴などのデータを相当程度取得しており、ユーザの懸念を招く可能性も指摘されている中で、事業者がどの程度の情報を把握しうるのかについてのユーザに対する開示等の対応の在り方は論点となりうる。
- バーチャルオフィスなどのユースケースにおけるデータの取扱いを想定した場合、プラットフォームやワールド提供事業者に加え、ビジネスユーザたる導入企業と、エンドユーザ的な従業員等との関係も論点になる。このように、各種のユースケースに係るユーザに関する課題を検討する場合、メタバースをとりまくエコシステムがどのような構成になっているかを把握し、ケースバイケースで対応する必要がある。
- ユーザ間でトラブルが起こった場合における、プラットフォームやワールド提供事業者の法的責任の明確化についても論点となる。

ユーザへの負荷

- 眼鏡型のデバイスなど、さらに軽量化したVRデバイスが出現していくかといった点や、長時間利用の負荷等の身体への負担が軽減されるか、デバイス価格が低廉化していくかといった点について、技術・ビジネス動向を注視する必要がある。

（２）社会のデジタルトランスフォーメーション（DX）が進んでいく中で、今後、メタバース等の利活用が進展すると考えられるユースケースにはどのようなものがあるか。また、こうした仮想空間を構築・利活用する者は、その用途を踏まえてどのような点に留意すべきか。

様々なユースケース

当研究会におけるヒアリングにおいて、以下のようなメタバース等のユースケース創出を確認。

- 東京をはじめとする大都市の著名な公共空間（秋葉原、渋谷、札幌等）を皮切りに、実在地域をベースとしたメタバース化が進展する一方で、福井県の越前市のようにシビックテックを活用したデジタルツイン構築事例も存在する。今後、自治体の既存データを活用したデジタルツイン構築を可能とする国土交通省のProject PLATEAUにも期待。
- ビジネス向けのメタバースやVR活用については、仮想的に事物を再現するという特性を活かし、文化や観光などの用途が先行して実用化されている。顧客開拓の一環として若年層へのPRを目的に活用されるケースが多かったが、PRにとどまらず、メタバース上での商取引の拡大も進んでいる。

様々なユースケース（続き）

- 他方で、新型コロナウイルスの感染拡大に際し広がった、テレワークにおける出社従業員とテレワーク中の従業員の間のコミュニケーションの円滑化等を目的に、メタバースを活用したバーチャルオフィスサービスの利用が拡大している。既存のICT資産を活用するとともに、長時間利用に伴う身体的負担を軽減しながら安定的にコミュニケーションを可能とするため、あえて2次元で提供する例も存在する。
- 教育の場面では、ビジネスにマッチするフォトリアルアバターを利用した講演が行われているほか、講師や学生のアバターの外見を変えることが教育効果に及ぼす影響の検証等も実施されている。
- インフラの維持管理や土木工事等の場面では、デジタルツインの産業活用が進んでいる。こうしたユースケースにおいては、デジタルツインの作成により全てが解決するのではなく、ビジネス自体の変革としてのDXの一連の流れの中にデジタルツインの活用を織り込み、
 - ・高頻度でのシミュレーションを可能とする、
 - ・現実世界の対象の変化を逐次反映する
 など、目的に応じた活用が進められている。
- メタバースは、障がい等がある方々に対して、現実世界では困難な体験を行うことができる新たな世界と捉えることができる。他方で、デジタル技術の発達により、ロボット等の新たな物理的な媒体を自由に用いることで、その方々がメタバースなどのサイバー空間に留まる必要もなくなり、現実世界の生活を享受できる機会を創出するというアプローチも進められている。

事例横断的な論点

○ プラットフォーマーの動向等

- 現在のメタバース市場は、国内、海外の多くのプラットフォーマーが存在する中で、ワールド提供事業者は、ターゲットユーザを見定め、いずれかのプラットフォームを選定し、その上に「ワールド」を構築することが主流（プラットフォーマー自体がワールドの提供者を兼ねることも多い）。このため、特に異なるプラットフォーム上に存在するワールド間には、互換性、相互接続性が存在していない。他方で、ユーザ利便の観点も踏まえ、複数のプラットフォームを連携させる「相互接続性の確保に向けた標準化」などの動きも始まっており、こうしたメタバースの動向の継続的な注視は重要である。
- また、メタバース内で適用されるデータの取扱い等をはじめとするルールについては、それぞれのワールドの提供条件の基準たるプラットフォーマーが策定する規約によるコントロールに依存していることが多い。ユーザの行動やワールド提供事業者としての対応にも影響を及ぼすことから、プラットフォームによりこうしたプラットフォーム毎の規約が明確化されるとともに、ワールド提供事業者としても、当該ワールドの提供条件と併せてユーザやその他関係者にわかりやすい説明を行うことが求められる。

事例横断的な論点（続き）

○ メタバース上のアバターの現実世界との紐づけ

- メタバース上のアバターが現実世界での特定の者のアイデンティティを表象するものである場合、そのアバターが正当な方法で登録されたものであることに加え、現実世界に存在する人物等との同一性を認証する手段を確保することが求められるとの見解も示された。

○ 現実世界と異なる３Ｄモデル構築の許容性

- デジタルツインの構築に当たり、３Ｄモデルの現実世界との再現性が高い場合には、犯罪、テロ等に当該モデルが悪用されるおそれがある。こうした懸念を防ぐため、あえて現実と異なる形でのモデルを構築することも許容され则认为るが、この場合念頭に置くべき点はあるかが論点となる。

○ 仮想空間内における行為に関する資格等

- 現在、我が国における資格等は、対面で行うことを前提として構築され、新型コロナウイルスの感染拡大を機に、オンラインでの対応等について議論が開始された段階にある。他方、今後、メタバースの利用が進展していく場合、仮想空間内における行為等について、資格等の仕組みを適用するかどうか、適用する場合、どのように適用していくのかが論点となる。

○ デジタル技術

※ メタバース構築に係る技術も含め、(3)でまとめて記載することとする。

事例横断的な論点（続き）

○ 社会実装への検討

- メタバーズでは、
 - ・現実世界で身体への危険性のある行為や現実世界に重大な影響を引き起こしうる行為を危険性なく再現ができる、
 - ・現実世界で社会参画にハードルがある人にとってのハードルを低下させることができる、
 といった、新たな世界を創造することができる。イベント非開催時にメタバーズに存在するアバターが少ない、「メタバーズ過疎」が発生するなどの課題も踏まえつつ、こうした、「メタバーズに適したユースケース」を見出すことを含め、実証実験などを通じて、社会実装に向けた創造的な活用の可能性を検討していくことは論点となる。
- メタバーズの社会実装が進み、コミュニケーションが複雑化するに従い発生する様々な問題に対し、オンラインゲームの前例を踏まえた対応が可能なのか、メタバーズに特有の問題として対応を要するのかは論点となる。この点の検討に際し、オンラインゲームと比べた場合の経済活動のスケールの規模や、外部サービスとの決済経済圏の範囲などが考慮すべき要素となるとの見解も示された。

○ 仮想空間内の事物への法制度の適用

- 仮想空間内において、デジタルオブジェクトの権利等に対する知的財産権等の適用、アバターへのパブリシティ権や肖像権の適用、購入したモノ（無体物）の法的位置づけ等、仮想空間内の事物に対する法適用や権利処理はどのようにあるべきかといった点は論点となる。今後、ワールド間の行き来が容易になった場合はこれらの議論もより活発になる可能性もある。

事例横断的な論点（続き）

○ 国際標準化の動向等

- データ圧縮技術については、ITU-Tのスタディグループにおいて、メタバースにおける相互互換性の確保を想定し、セキュリティ、有線回線でのコンテンツ伝送、デジタルメディアの符号化と配信等についての検討が行われるとともに、伝送路観点での標準化についても、遅延の許容値、そのばらつきを示す指標であるジッター、パケットロス要件等が示されている。
- また、日本発の3Dアバターの標準規格であるVRMフォーマットを推進するVRMコンソーシアムは、Metaverse Standards Forumに参加するなど、我が国からも国際標準化に積極的に取り組む動きが見られつつある。
- このように、複数のプラットフォーム間の相互接続性の確保に加え、高度なデータ圧縮技術や3Dデータの規格等についても標準化に向けた動きが進んでおり、こうした取組について、我が国としてどのように推進していくべきかは重要な論点となる。

○ Web3との関係

- 当研究会の議論の冒頭で、Web3とメタバースの関係は直結するものではなく、関連する部分がありつつ、独立に発展しているものと理解すべきではないか、他方で、両者の関係は常に意識すべきではないかとの見解が示された。
- メタバースは、NFTや暗号資産などの新たな経済活動を現実的に体感することや、これらによって外の経済圏と繋がることも可能とするものであることに留意すべきとの見解も示された。

事例横断的な論点（続き）

○ メタバースにおけるセキュリティの確保

- メタバースのシステムやアプリケーションは従来のゲームプラットフォームやウェブサービスとして提供されているものを使っており、システム的な対策としては既存の脆弱性の考え方（アプリケーション脆弱性診断による防御対策や、不正課金や不正プレイを抑制するチート対策等）で対処可能であり、プラットフォーマーやワールド提供事業者にはセキュリティ対策の責任が求められる。
- 他方で、メタバースについて特徴的なものとして、視界やVR機器、身体フィードバックへの攻撃が考えられるほか、個人特定、ストーキング、人格のなりすまし、盗聴・盗撮等のユーザへの不正行為も想定される。これらのリスクや脅威に対しては、プラットフォームの規約を含む制度的な対応及びその実効性を確保する手段を想定していくべきと考えられる。
- メタバースにおいては、ユーザ自身が判断し、ブロック等を行うことが可能だが、オンラインRPGにおいて警察的な役割を果たすゲームマスターのような存在はおらず、コミュニティ機能を重視するメタバースでは今後こうした存在が求められる可能性もある。
- 現実世界と連動するタイプのメタバースを想定した場合、アクセスするデバイスとしてスマートフォンを使用することが多いと想定される。スマートフォンは、その通信サービスの提供に当たりキャリアが個人情報や決済情報を把握している、最も本人のアイデンティティに近いデバイスとも言えるものであることから、メタバースと現実世界の間でデータを連携させるに当たってこうした情報を受け渡すことに関して、サイバーセキュリティやプライバシーの面から新たな課題も生ずるとの見解も示された。
- メタバース間の相互接続が実現した場合に、新たに確保すべきセキュリティがあるかについても検討の余地があると考えられる。

事例① 実在地域のメタバース・デジタルツイン化

- 実在地域をモデルとしてメタバース・デジタルツイン化する際には、ユーザから同一のものとして認識されるために、相当程度の実在地域における建造物及びその付帯物を3Dモデルとして再現する必要がある。このため、空間の管理者や地権者等との合意を経た後に構築する場合が多いが、こうした合意形成手法や合意が取れない場合の対処方法の在り方も論点となりうる。
- また、人の手やドローン等を用いて撮影したデータを利用して3Dモデルを構築する場合には、撮影データ内の人物や自動車等、プライバシー情報等の映り込みへの対処が必要となるが、その程度や手法についての合意形成も論点となる。
- 現時点で、既に複数のメタバース提供事業者が同一の地域をモデルとするデジタルツインを作成した事例が生まれており、人格権等の対応すべき課題が相対的に少ない、地域の建造物等についての汎用化された構造化データの有用性が高まっている。この点で、自治体の既存データを構造化し公開する、国土交通省の「Project PLATEAU」の展開が進んでおり、これによりメタバース等の活用可能性が一層高まってくるものと期待される。
- 地方において、市民参加型で実在地域のメタバース・デジタルツイン化を行う場合、3Dデータ構築に係る人的資源の問題が論点となる。デジタル人材を有する企業等の参画や、非専門家でも容易に利用可能となるソフトウェアのUI/UXの改善、既存の建築物の設計データの活用（データ変換技術、データの利用許可等）が望まれている。
- 現実の街をベースにメタバース上に構築する場合、メタバースはただ現実の世界をコピーするだけではなく、象徴的なものにスポットライトを当てつつ、再編成するものといった発想もユースケースによっては重要となる。

事例② バーチャルオフィス

- バーチャルオフィスは、現実世界のオフィススペースと比べ相当程度の低コストで利用可能で、拡張性も高い上、従来のテレワークと比べ、オフィス内外の従業員等が同じメタバース空間を共有し、コミュニケーションを容易に行えるというメリットがある。
 - 他方で、新型コロナウイルスの感染拡大を機に多くの企業等がテレワークを活用することとなったが、一部にテレワークを縮小し、出社を求める形に回帰する企業等も見られている。こうした状況にかんがみ、バーチャルオフィスの導入については、ビジネスユーザである導入企業等自身で、出社とテレワーク利用の最適なバランスを検討した上で行う必要がある。
 - バーチャルオフィスサービスについては、ビジネスユーザである導入企業等を通じて、いわばエンドユーザ的な従業員等が当該サービスを通じてデータを収集されることとなる。このため、メタバースの提供事業者、導入企業等だけでなく、従業員等との間においても、既存のオフィス環境に関するルールも踏まえ、取得・提供データの類型・精度・利用主体等※の明確化及びルール化が論点となる。
- ※ 併せて当該データを他のシステムと連携させる場合には、他のシステムに送られるデータの内容についても、また、AI等を用いて分析（プロファイリング）する場合には、その目的・精度・利用主体等についても同様の対応を行うことが期待される。
- 現時点では、バーチャルオフィスとして3Dのメタバースを提供する場合、長時間利用時の従業員等への身体への負荷や、企業や家庭等のICT利用環境への負荷（端末やLANの通信負荷等）への負荷に課題が残っている。今後の用途の拡大等を想定した場合、3Dメタバースの身体への負荷軽減や、企業や家庭等のICT利用環境の基盤強化が期待される。

事例③ 教育・訓練

- ビジネスや教育等、公的な場面や事業者としてサービスを提供する場面において、我が国ではメタバースにおけるアバターの外見もどこまで許容されるのかという議論がある。例えば、現実世界の本人に近い外見のアバター（フォトリアルアバター）を使うべきか、という論点に加え、その効果等を向上させるために異なるアバターを利用する場合などにおいて念頭に置くべき点はないかについても論点となりうる。
- 参加者（教育の場面では講師、受講者）間におけるVR等の体験の格差がサービス自体の認識にも影響を及ぼすことが知られており、こうした認識の差をどのように埋めていくべきかが論点となる。

事例④ デジタルツインの産業活用

- 例えば道路のインフラの維持管理のためのデジタルツインの構築を想定した場合、様々な管理者の道路が相互に接続されていることも踏まえつつ、複数の管理者間でのデータの標準化や、政府・自治体・企業等が協力し、オープン可能なデータの連携を進めることが有効であると考えられる。
- インフラの実態に合わせてデータを最新のものとしていくためには、定期的な点検におけるデータだけでなく、安価なIoTセンサーを利用したり、日常的な点検や修理の機会も利用するなどしてデータを更新していく必要があり、センサーの低価格化に加え、大量のセンサーからの通信を低コストで可能とする通信基盤の確保など、コスト面も含めたデータ更新の手法も課題とされている。
- 土木工事のDXを進めることを考えた場合、単に特定の建機をICT化するだけでは効率がそれほど上がらず、工事の工程全てを見える化し、ボトルネックとなる部分を把握した上でデジタル化することで全体の生産性向上を図ることが有効である。その際に、現場の地形等をデジタルツイン化し、様々な計画や検討をシミュレーションとして繰り返すことが重要になっている。何千回もデジタルツイン内でシミュレーションを繰り返すことにより、シミュレーション内での事故を分析することで、実際の施工に先立って危険箇所を把握し、対策を事前に立てることができる。

（３）今後、メタバース等の利活用の進展に伴い、社会や経済にどのような影響があり、デジタルインフラやその利用環境等はどのように変わっていくのか。

通信環境

- メタバース等の普及も含め、今後、リアルとバーチャルが密接に連携するSociety5.0に社会が進んでいく際に、モバイル回線の通信量の制限、光回線の有無等のユーザ自身の通信環境の違いがSociety5.0への参画に影響をもたらすこととなることから、こうした課題に対しての対処は重要な論点となる。また、ICTインフラ構築に当たっては、環境負荷への配慮も重要である。
- リアルタイムで同期するコミュニケーションロボットについては、屋外よりも室内における電波伝搬が課題。ネットワークインフラが不安定な場合は、通信を音声優先にする、移動時の衝突防止機能を搭載するなどして対処されている。
- インフラの維持管理用にデジタルツインを作成する場合、その点群データの更新の頻度を高めることが課題であることから、IoTセンサーの低価格化に加え、大量のセンサーからの通信を低コストで可能とする通信基盤の確保が重要となる。
- 建設・土木現場等のデジタルツインを作成するに当たり、位置情報をはじめとする様々なデータをIoTで取得する必要があるが、衛星通信等の選択肢のさらなる拡大等が期待されている。

デジタル技術

- 現在、メタバースと認識されているサービスでは、多くのサービスで、15人程度のユーザ数に達すると画面描画のフレームレートがVRとしての利用が厳しくなる60FPSを割り込むこととなるほか、遅延についても7人程度で許容範囲を逸脱することとなる、との実験結果がある。理想のメタバースの実現に向けては、さらなる技術開発やそのサービスへの実装が求められる。
- メタバースの実現に当たり、レンダリング（描画）の高精細化とネットワーク負荷がトレードオフの関係になる。現状のVRアプリでは軽量のデータをやりとりし、端末側で描画を行うローカルレンダリングが主流だが、クラウド側で処理を行い、端末に映像と音声を配信するリモートレンダリングという手法もある。将来的には、クラウドのデータセンター側処理をネットワークのエッジにオフロードするMEC（Multi-Access Edge Computing）レンダリングの活用が期待され、こうした技術動向の推移を注視する必要がある。その際の技術的課題として、正確なエッジサーバの割り当て等が想定されている。
- MECの実装にモバイルキャリアのエッジサーバを利用している限りにおいては、ユーザ近傍の国内サーバでデータが処理されることが基本と考えられるが、広域のCDNなどを利用する場合には、国外のサーバでデータが処理される可能性がある。この場合、個人情報やメタバース上で体験したデータ等が国外へ越境することとなり、個人情報保護法の適用関係等の法的整理が必要となる可能性も指摘されている。
- なお、メタバースの同期に関する遅延の解消について、インターネット上にユーザが分散するケースでは、光速（30万km/秒）を下回るという光ファイバー内の伝送の速度に関する限界が存在するため、技術的な制約が極めて大きい問題となると考えられる。

デジタル技術（続き）

- メタバース経由で自然なコミュニケーションを行うためには、End to Endでの応答性が求められる。これには通信帯域だけでなく、遅延の低減も重要であり、軽量の3Dデータ圧縮などのメディア技術も求められる。
- また、メタバースをコンサートやスポーツ観戦などのイベントに活用する際、参加者は数百万人規模になることが想定されるが、ライブイベントの臨場感を確保するには、一つの仮想空間への収容人数を増加させられる技術開発や、NPC等で会場の賑わいを演出する技術が求められる。
- さらに、現実世界をセンシングして仮想空間に取り込む際の画像解析、通信経路の最適化などAIが果たす役割は大きいと考えられる。
- こうした各種の技術動向がどのように推移していくのか、注視する必要がある。

VR体験・デバイス

- 6軸の自由度を持つHMDからPC・スマホの平面の画面までの様々なVRについて、「VR体験」という用語が多義的に用いられる現状がある。こうした違いが、VRに関する社会としての認識の差につながり、VR体験の格差（VRディバイド）につながらないか注視する必要がある。

3Dデータの構築

- 特に地方において、市民参加型で実在地域のメタバース・デジタルツイン化を行う場合、3Dデータ構築に係る人的資源の問題が論点となる。デジタル人材を有する企業等の参画や、非専門家でも容易に利用可能となるソフトウェアのUI/UXの改善、既存設計データの活用（データ変換技術、データの利用許可等）が望まれている。（再掲）

利用者層の拡大

- メタバース等の一層の普及に向け、裾野の拡大が論点となる。一般のインターネット利用者層に対してのメタバース講座の開催のほか、その前提となるスマートフォン等のデバイス利用に困難を感じる層へのスマートフォン講座等の開催は重要である。

目次

1 「本研究会の視点」に基づく論点整理

2 本研究会で引き続き議題とすべき事項

3 今後の想定スケジュール

(参考) これまでの議論で提示された留意点と課題

＜取りまとめに向け検討・把握すべき議題＞

- ・ メタバースのユーザインターフェース、没入型技術としてのXR
- ・ 身体への影響（VR酔い等）、個人の可処分時間
- ・ ユーザの立場から見たメタバース（新規ユーザのメタバース体験に係る課題等）
- ・ 他省庁のメタバース関係政策動向

＜これまでの議論を受けて検討・把握すべき議題＞

- ・ メタバースの社会実装に向けた取組
- ・ メタバースに関する標準化等の国際動向、プラットフォーム等の市場動向等

＜課題提案を受けての議題＞

- ・ 課題に関する提案募集の結果を受けて追加すべき課題

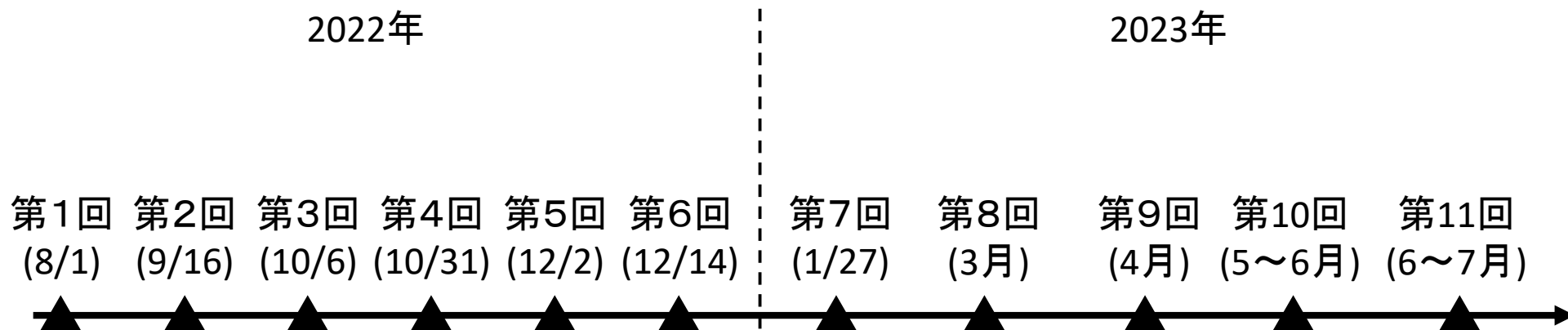
目次

1 「本研究会の視点」に基づく論点整理

2 本研究会で引き続き議題とすべき事項

3 今後の想定スケジュール

(参考) これまでの議論で提示された留意点と課題



- 第1回～第6回
ヒアリング等

- 第7回 中間とりまとめ
- 第8回 ヒアリング等
- 第9回 ヒアリング等
- 第10回 報告書（案）議論
- 第11回 報告書とりまとめ

議題及びスケジュール等については、今後の議論の状況を踏まえて変更する可能性がある。

目次

- 1 「本研究会の視点」に基づく論点整理
- 2 本研究会で引き続き議題とすべき事項
- 3 今後の想定スケジュール

(参考) これまでの議論で提示された留意点と課題

	議事等
第1回 (2022年8月1日)	1 本研究会の運営について 2 事務局資料説明 3 構成員からのプレゼン (1) 栄藤構成員「メタバースがもたらす社会インパクト」 (2) 大屋構成員「メタバースと着地問題」 4 意見交換
第2回 (2022年9月16日)	1 メタバース等の利活用事例のヒアリング、構成員からのプレゼン (1) 大日本印刷株式会社「DNPのXR／メタバースの取り組み XRコミュニケーション事業のご紹介」 (2) oVice株式会社「とらで話しているような、バーチャル空間を oVice（オヴィス）」 (3) 雨宮構成員「教育におけるメタバースの利活用 ―東大VRセンターの取り組み―」 2 意見交換 3 事務局説明「メタバース等の利活用がもたらす社会の未来像とその実現に当たっての課題等に係る提案募集」について
第3回 (2022年10月6日)	1 メタバース等の利活用事例のヒアリング (1) 凸版印刷株式会社「凸版印刷のメタバースへの取り組みについて」 (2) 福井県越前市「福井県越前市 事例報告」 (3) 国土交通省「デジタルツイン実装モデル「PLATEAU」の取組みについて」 2 意見交換
第4回 (2022年10月31日)	1 メタバース等の利活用事例のヒアリング (1) 株式会社オリイ研究所「超高齢化、外出困難社会における分身ロボットによる社会参加事例」 (2) (一財) 首都高速道路技術センター「スマートインフラマネジメントシステムi-DREAMs実装の取り組みについて」 (3) コマツ（株式会社小松製作所）「Smart Construction（スマート コンストラクション）ご紹介」 2 意見交換
第5回 (2022年12月2日)	1 メタバース等の利活用事例のヒアリング、構成員からのプレゼン (1) ソニーグループ株式会社「メタバースへの取り組みについて」 (2) 石井構成員「仮想空間におけるプライバシー：アバターの不正利用を中心に」 (3) 仲上構成員「メタバースにおけるサイバーセキュリティの検討について」 2 意見交換
第6回 (2022年12月14日)	1 メタバース等の利活用事例のヒアリング、構成員からのプレゼン (1) 塚田構成員「メタバース実現に求められるデジタルインフラの課題と要件 ～まだ遠い理想のメタバース～」 (2) 株式会社KDDI総合研究所「メタバースを支えるデータ圧縮技術と標準化動向について」 (3) 株式会社HIKKY「メタバース経済圏の最前線 ―バーチャルマーケットをケーススタディとして―」 2 意見交換 3 事務局説明 中間とりまとめの構成（目次）について（案）
第7回 (2023年1月27日)	1 中間とりまとめ（案）について 2 メタバース等の利活用に係る海外動向等の調査報告 3 意見交換

下線は課題として想定される事項

- メタバースが注目される背景として、過去10年でネットワークとクラウドが劇的に進化するとともに、AIにより実物と遜色ない動画像や音声、文章等を生成することが可能となったことがあげられる。(第1回 栄藤座長代理)
- メタバースの世界で会った人が人間か人間でない(NPC) かわからない時代が到来しつつある。(第1回 栄藤座長代理)
- VRデバイスについては重さやUXにまだ課題が残る、その進化がメタバースの発展を左右する。(第1回 栄藤座長代理)
 - 多くのVRデバイスは3Dによる没入感の高い表現の進化を目指し開発が続けられているが、実際の利用者は必ずしもHMDではなくPCやスマホからメタバースを利用する場合も多いことから、必ずしもVRデバイスを必須としない世界観もありうるのではないか。(第1回 雨宮構成員→栄藤座長代理)
 - 必ずしも3Dにこだわる必要はないと考えている。今後、軽量のデバイスとしてのARグラスに期待しているが、まだこれから3年先に実現できるかも見えていない。(第1回 栄藤座長代理→雨宮構成員)

下線は課題として想定される事項

- (メタバースを利用することで) 限界費用ゼロで社会実験が可能となる世界が到来。(第1回 栄藤座長代理)
 - メタバース空間を、創造的な実験が可能な場として利用していくべき。(第1回 大屋構成員)
- メタバースと、ブロックチェーン技術を利用したWeb3が当然のセットとして語られることが多いが、これらは独立したものであり、抱き合わせで語ることには慎重にならなければならない。(第1回 岡嶋構成員)
- (高速道路のデータプラットフォームとしてのデジタルツイン活用について) インフラマネジメントの生産性向上を図るため、プラットフォームのさらなる高度化が必要と考えている。解析技術、AI、IoTデバイス、センサー、IoTネットワークの通信、自動制御、ロボティクス、XR、メタバースを活用したインフラの管理を、今後、展開できるのではないかと想定している。(第4回 首都高)

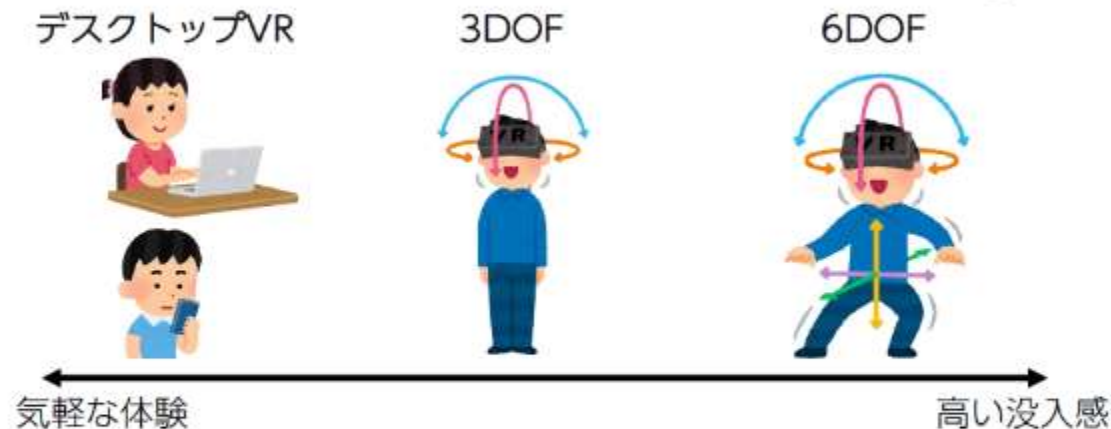
下線は課題として想定される事項

- 2016年に民生向けのHMDが発売され、VRの体験が手軽にできるようになった。それ以降のVRの普及の中で、「VRの体験」という言葉がかなりの多義性を持っており、PCやスマートフォンから体験できる気軽な「デスクトップVR」、見回しができる「3 DOF」、効果で手間もかかるが並進方向への6軸の自由度で高い没入感を得られる「6 DOF」と体験が多様化している。今後、VR格差・VRディバイドとして議論になるのではないかと。(第2回 雨宮構成員)

VR体験の種類



DOF=degrees of freedom



- ・ ユーザ間で体験の非対称性の存在
 - ・ 講師と学生の間、学生間での非対称性
 - ・ いわば「VR格差・VRディバイド」の誕生

下線は課題として想定される事項

- キーデバイスとなるHMDについては高精細化、応答性、軽量化、低価格化などが課題。(第5回 ソニー)
- 情報通信技術はメタバース実現に不可欠。自然なコミュニケーションを行うために、エンドツーエンドの応答性が求められ、通信帯域(データ量)だけでなく遅延(レイテンシ)低減も重要。また、軽量の3Dデータ圧縮などメディア技術も求められる。また、膨大な量のセンサーデータを効率よく、かつ環境負荷に配慮した形で提供するための通信インフラの構築も重要。(第5回 ソニー)
- デジタルツインでの利用にとどまらず、リアルをセンシングして仮想空間に取り込む際の画像解析、通信経路の最適化などAIが果たすべき役割は大きい。(第5回 ソニー)

下線は課題として想定される事項

- (メタバースにおける) ネットワーク要件としては、ユーザーがイベントに参加するとき、もしくはリアルタイムにデジタルツインと物理空間がリアルに同期するとき、ネットワークの要件が関わり、その要件は、規模性、遅延、データ速度がある。(第6回 塚田構成員)
- 制御チャンネル、ゲーム操作やクロック同期はHTTPSを利用し、データチャネルはUDPを利用している。(第6回 塚田構成員)

メタバース概要とネットワーク要件

- ・ネットワーク要件に関わる性質
 - ・(3) 大規模同時接続性：大量のユーザーがリアルタイムに同じ場所に集まることのできる世界
 - ・(3) 同期性：事実上無制限の数のユーザーがイベントやユーザー間のインタラクションが同期して体験できる
 - ・(7) 相互運用性：異なる運用主体・サービス間で、相互運用可能なネットワーク
- ・ネットワーク要件
 - ・規模性
 - ・遅延
 - ・データ転送速度



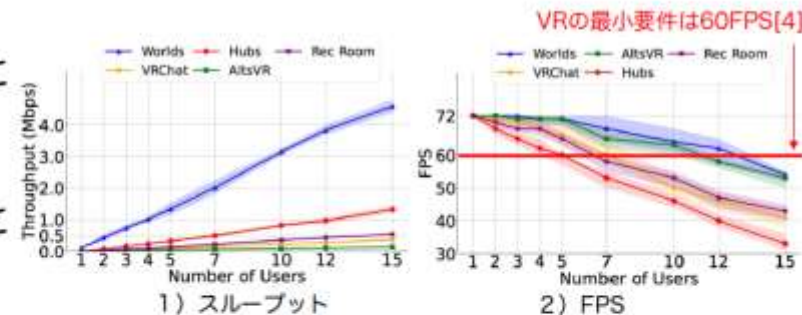
(第6回 塚田構成員ご講演資料)

下線は課題として想定される事項

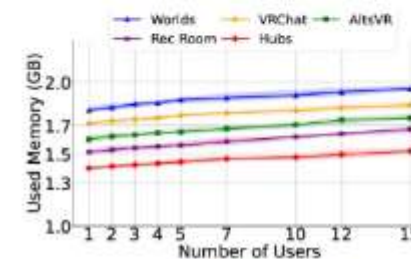
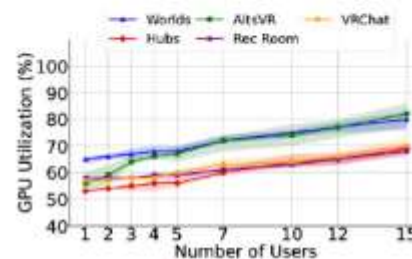
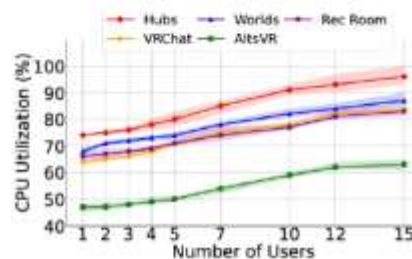
- 規模性を見ると、イベント参加者数が1～15人のケースの場合、イベント参加人数が増えるにしたがってスループットが増加。FPS (Frame Per Second) の観点では、概ね1秒間に60フレームぐらいレンダリングできないとVRアプリは厳しいとされているが、調査対象とされていた全てのサービスで15人ぐらいいると厳しいレベルとなった。(第6回 塚田構成員)

規模性[3]

- ・ イベント参加ユーザ数が増加すると
 - 1) スループットが増加し、
 - 2) FPSが低下する
- ・ イベント参加ユーザ数が増加すると
 - 3) CPU、4) GPU、5) メモリ
 の使用量が増加



[4] Z. Lai, Y. C. Hu, Y. Cui, L. Sun, and N. Dai, "Fusion: Engineering High-Quality Immersive Virtual Reality on Today's Mobile Devices," in *Proceedings of the 23rd Annual International Conference on Mobile Computing and Networking*, Snowbird, Utah, USA, Oct. 2017, pp. 409–421.



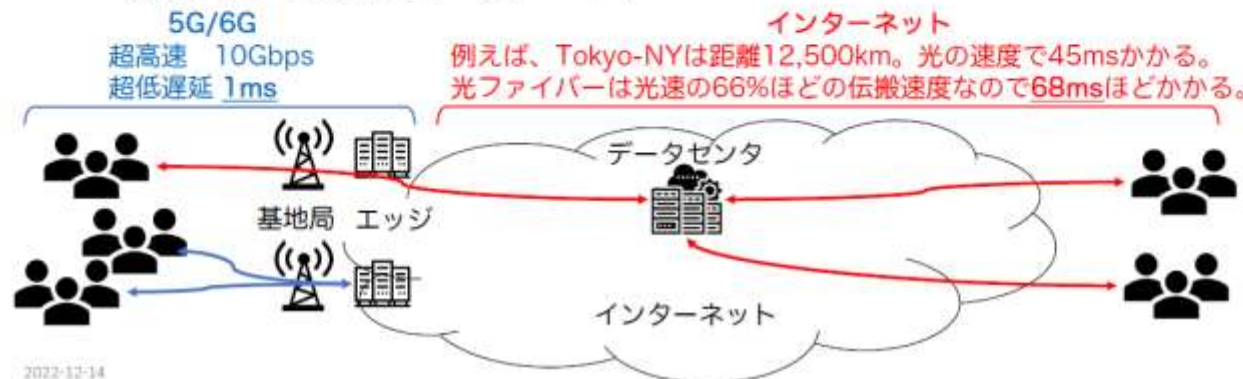
下線は課題として想定される事項

- 同期に関する遅延の解消については、エリア的に限られたデジタルツインやARサービスについては技術の発展により一定の解消が可能と考えられるが、インターネット上でインタラクションするには光速の制約がある。光ファイバーの中では光がジグザグ動いているので、光速より遅く、まっすぐ光ファイバーが引かれたとしても、東京－ニューヨーク間は68msの遅延となる。現状では全世界のデータセンター間において中央値で100-200msほどの遅延が起きている。(第6回 塚田 構成員)

5G/6G MEC※でカバーできる／できない領域

※ Multi-Access Edge Computing

- ・ できる：エッジコンピュータで折り返せるケースはカバー可能
 - ・ 例) スタジアム等の地理的に限定されたケース、特殊なデジタルツイン・ARアプリなど
- ・ できない：インターネット上にユーザが分散するケース
 - ・ 例) メタバース、MMO、オンラインミーティング、遠隔演奏など
 - ・ (緩和できる場合あり→次ページ)

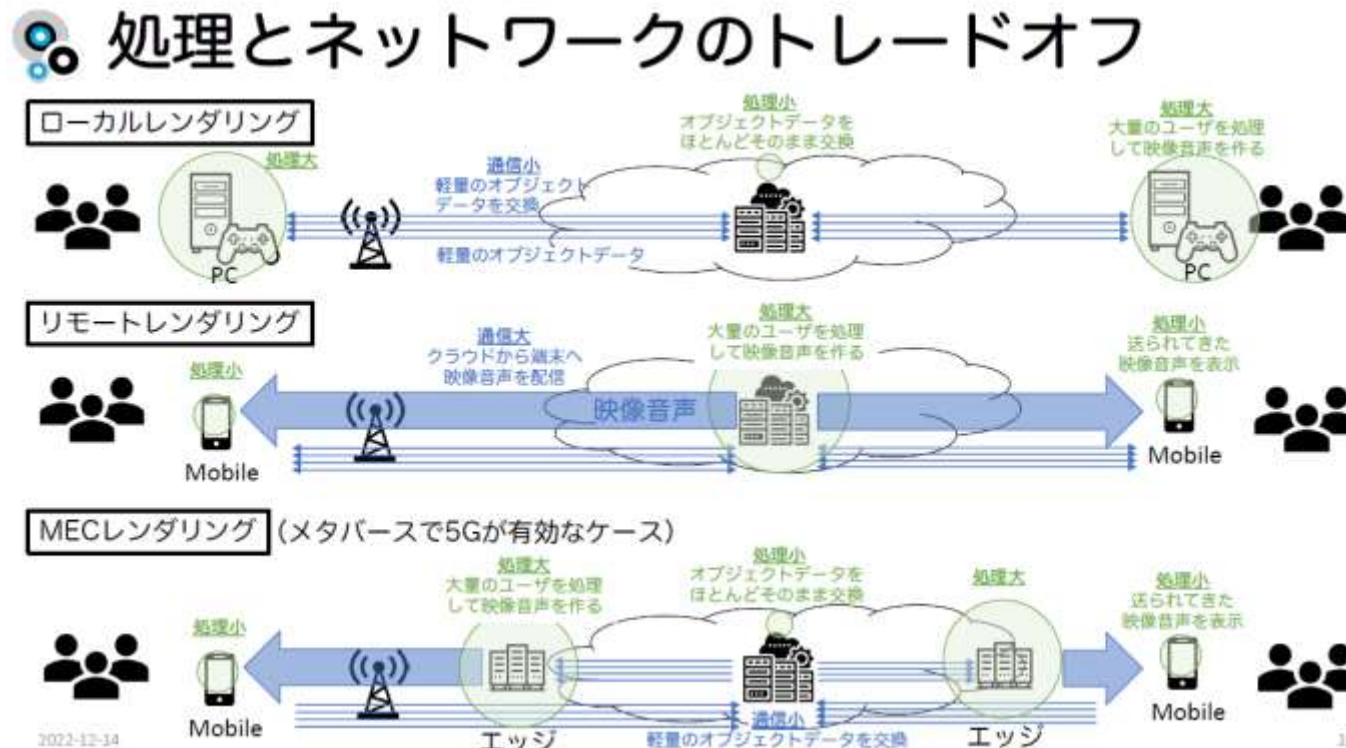


2022-12-14

(第6回 塚田構成員ご講演資料)

下線は課題として想定される事項

- メタバースを実現するにあたって、レンダリングとネットワークのトレードオフがある。現状のVRアプリで主流のローカルレンダリングでは軽量のデータをやりとりし、ユーザーの端末側で映像等処理する一方、リモートレンダリングはクラウド側で映像と音声をつくり出し端末に配信する方法で端末が小型化できるが遅延が大きい。将来的にはデータセンターの処理をエッジにオフロードし、端末から見ると、端末がやるべき処理をエッジにオフロードする、MEC (Multi-Access Edge Computing) レンダリングも考えられている。(第6回 塚田構成員)



下線は課題として想定される事項

- ローカルレンダリングにおける、ネットワークと処理を合わせたEnd-to-Endの遅延については、悪いケースだと（ゲーム不能レベルの）200msに達することもある。人数についても、7人を超えるすべてのサービスで厳しい状況となった。（第6回 塚田構成員）
- リモートレンダリングのサービスでは、最大で4K映像で45Mbpsの帯域を消費するサービスや、独自のUDPを利用することで帯域を13Mbps以下としているサービスもある。（第6回 塚田構成員）

End-to-End遅延^[3] Motion-to-Photon遅延

- ・シューティングゲームの熟達したゲーマー^[5]
 - ・ 20 ms：メーカー推奨
 - ・ 50 ms：フラストレーションがたまる
- ・ カジュアルゲーマー^[5]
 - ・ 110 msで失敗を遅延のせいにする
 - ・ 150 msで素早い反応が必要なゲーム不能
- ・ マルチモーダル・コミュニケーションシステム^[6]
 - ・ 150 msは遅延の安全な目標値
- ・ 映像・音声の同期^[7]
 - ・ 175ms以内のずれに気づかない
 - ・ 275ms以内のずれを許容する
- ・ 楽器演奏^[8]
 - ・ 30ms以上の遅延だと認知され、
 - ・ 50ms以上の遅延だと演奏が困難

[5] F. Ronatt, S. Uddenberg, and R. Scholl, "Input Latency Detection in Expert Level Gamers," Yale University, 2017.
 [6] D. Roberts, I. Duckworth, C. Moore, R. Wolff, and J. O'Hare, "Comparing the End to End Latency of an Immersive Collaborative Environment and a Video Conference," in 2009 13th IEEE/ACM International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications, Oct. 2009, pp. 89–94.
 [7] The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything, Matthew Ball (著), 2022.
 [8] 西島祐, 多田孝生, 豊原卓朗, and Others, "遅延のある演奏系での遅延の認知に関する実験とその考察," 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MIS), vol. 2003, no. 127 (2003 MIS 053), pp. 37–42, 2003.



指を素早く動かして、反映までの時間を動画分析する

Platform	E2E	Sender	Receiver	Server
Rec Room	101.7/8.7	25.9/8.6	39.9/7.8	29.9/6.4
VRChat	104.3/9.3	27.3/6.2	37.4/6.4	33.5/9.5
Worlds	128.5/11	26.2/4.5	49.1/9.1	40.2/11
AltspaceVR	209.2/13	24.5/5.2	36.1/9.9	68.6/12
Hubs	239.1/7.3	42.4/6.3	60.1/6.5	52.2/7.7
Hubs*	130.7/6.3	40.3/5.2	61.5/5.7	16.2/2.4

表4：エンドツーエンド（E2E）の遅延時間（単位：ms）、送信、受信、サーバ処理の遅延時間。各セル内の2つの数値は、平均結果と標準偏差。Hubs*は、我々のプライベートHubsサーバーを指します。

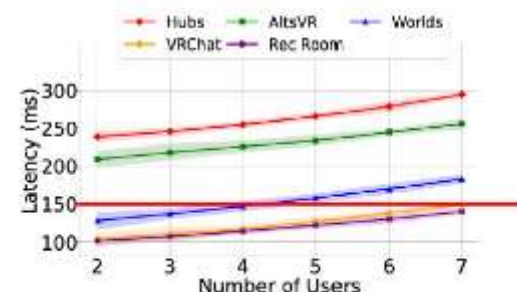


図11：5つのプラットフォームにおける、ユーザー数の異なる平均エンド・ツー・エンド遅延。帯は95%信頼区間を表す。

下線は課題として想定される事項

- メタバースの作成にはゲームエンジンが利用されているが、MMOなどのゲーム会社は、多数同時接続や遅延にどのように対処しているか。(第6回 仲上構成員→塚田構成員)
 - 格闘ゲームなどでは遅延の差による不公平を防止するため、人が気づかないところで動きを省略するなどして同期しているように見せる、ロールバック方式といった技術が使われている。また、一画面内に存在する人の数を100人までに制限する、その中でも全員を描画しないといった手法も使われている。(第6回 塚田構成員→仲上構成員)
- 貴社サービスではどのように、多数の同時接続や遅延に対処しているか。(第6回 木村構成員→HIKKY)
 - 2,30人が同時に入ると利用が難しいという問題は認識。近くにいる人の描画を高精細にする一方で、距離が遠い人のポリゴン数を大幅に下げるなどのアプローチで情報量を削減するための技術開発を進めている。(第6回 HIKKY→木村構成員)
- (MECの採用にも課題があると考えられ、他の候補技術があるかといった質問に対し) MECは、端末の処理をオフロードすることで軽量化でき、データセンターへの負荷の集中を分散できるという点がメリットである一方で、どのように正しいエッジを割り当てるかが課題。
MECだけで解決できない問題としては、ワールドとのインタラクション強化の中で、ある処理でワールド自体に変更が及ぼされるとき、それを矛盾なく全てのユーザが観測できるかという点。背景画像は中央サーバで処理、インタラクションはローカルで処理と分散させる協調レンダリングの仕組みが研究されている。(第6回 塚田構成員⇔栄藤座長代理)
 - 上のレイヤで双方向のCDNを行うという形もあるのではないか。(第6回 栄藤座長代理→塚田構成員)

下線は課題として想定される事項

- ローカルでデータ処理しない場合、処理に必要な情報が持続的に蓄積される場所が中間的に設けられることになり、それが仮に国境の外側だとすると、個人データの越境移転との関係が問題になり得るが、MECレンダリングのように、エッジコンピューティングの発想で行う場合、データの蓄積は基本的に個々の利用者が居住する国や地域の中で完結するのか。（第6回 増田構成員→塚田構成員）
 - エッジにデータをためなければいけないという場合に、想定している「モバイルエッジ」は、キャリアがつくっているエッジとなり、基本的にはSIMカードの契約者が自分の処理をオフロードするというアグリーメントがある状態で処理をオフロードすると思うので、そこは問題にならないと考える。広域のCDN業者とか、その辺りでキャッシュをする場合には、個人情報保護の対象になるのか、そういうことも考えなければいけないのではないか。（第6回 塚田構成員→増田構成員）
- 例えばサイバーシックネス、VR酔いの観点からは、End-to-Endの遅延について、平均値や中央値以外にも、標準偏差などで示されるばらつきもVR体験の質に影響するのではないか。（第6回 雨宮構成員→塚田構成員）
 - ばらつきの指標としては「ジッター」がある。遅延のばらつきを消すのは難しいので、一定時間観測した後、バッファを設けて遅延のばらつきを吸収する手法があるが、遅延自体は拡大してしまう。（第6回 塚田構成員→雨宮構成員）

下線は課題として想定される事項

- 通信に係る国際標準を議論しているITUでメタバースに関する相互互換性を想定した標準化の検討が進んでいる。ITU-TのSG（スタディーグループ）9では、ケーブルテレビ事業者等の有線回線等を想定し、顧客に近いヘッドエンドでのVR映像生成に際して、遅延として30ms未満、ジッタ量として15ms未満、パケットロスとして 10^{-4} 以下と規定されている。また、SG16では映像メディアに関する圧縮、配信等が検討されており、日本も議論を牽引している。（第6回 KDDI総研）
- （標準化で日本の技術を世界のメタバース業界に売り込むという観点について）規格化により特許使用料としてマネタイズが可能になるため、早い時期から自らの特許を規格に埋め込むかという観点での競争がある。また、例えば再生方式だけが規格化される場合、データの圧縮や製品への実装で特色を出すという競争もありうる、（第6回 KDDI総研⇔小塚座長）

3. 通信の要件 ITU-Tにおける標準化動向

総研省メタバース研究会

14

メタバースに関する相互互換性を想定した標準化検討が進行中

- Study Group 7 セキュリティ全般
- Study Group 9 ケーブル事業者など有線回線でのコンテンツ伝送
- Study Group 16 デジタルメディアの符号化と配信

など……

3. 通信の要件 SG9 伝送路観点の標準化（有線回線）

総研省メタバース研究会

15

ITU-T J.1631: Cloud VR向け伝送の諸条件例

- End-to-End遅延 30ms未満 (RTT)
インタラクティブにはやや問題があるレベル
- 全体のジッタ量 15ms未満
e-Sports界隈では少し問題があるレベル
- パケットロス要件 10^{-4} 以下
IP再送信ネットワーク要件とも整合 (FEC適用で 10^{-7} 以下)



下線は課題として想定される事項

- 多様な端末で参加可能なサービスの場合、最も性能的にネックとなるのはスマートフォンであり、バーチャル空間での音楽ライブが、特にデータの使用量が大きいシーンの例となる。アバターや服などの表示、アバターの動きなど、規格上のデータ容量や端末性能の制約もあり、HD解像度が実用的な限度になっており、併せて映像データの圧縮も必要。(第6回 KDDI総研)
- 現在はアバターの関節の位置だけを送る仕組みとなっているが、どうしても不自然に見えることがあり、人物の動きそのものを実写の三次元モデルの「点群」として撮影し、それを送るというV(ビデオベース) -PCCの国際標準化が進められている。例えばファッションショーのランウェイ上のモデルはこれを用いて、観客はアバターとして参加するといった利用が考えられている。(第6回 KDDI総研)

1. メタバース事例について
メディア要素

総研若メタバース研究会

バーチャル空間の音楽ライブは多様なメディアで構成

2D映像

アバター

3次元空間

KDDI au

2. 国際標準化を通じたデータ量削減
点群圧縮技術の標準化動向

総研若メタバース研究会

2種類の国際標準化が同時進行

ビデオベース PCC (V-PCC)
主観画質(見た目の品質)を重視

- 実写により、アバターの不自然な動作を解消
- 2020年7月に標準化完了

座標ベース PCC (G-PCC)
位置精度を重視

- 高精度な位置情報を有する点群として表現
- 2022年10月に標準化完了

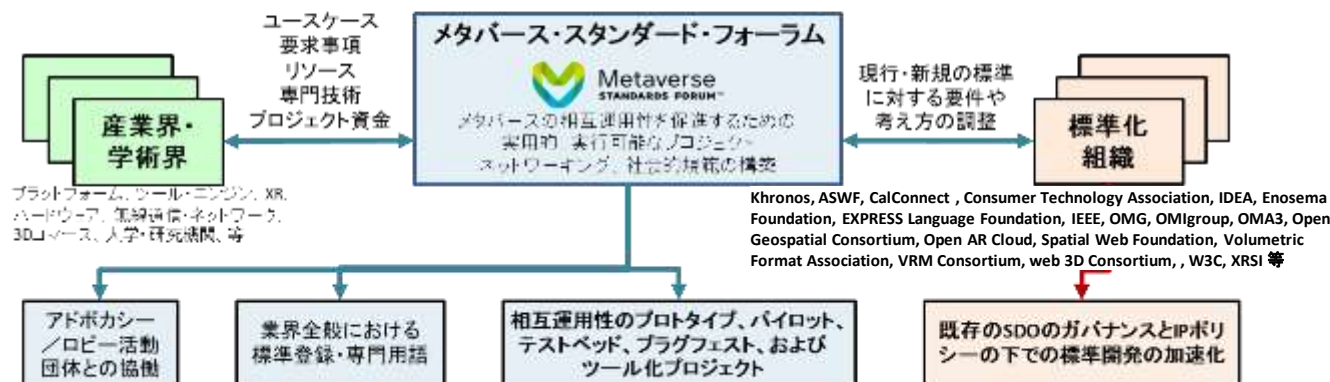
KDDI au

下線は課題として想定される事項

- 三次元空間上の動きを三次元で撮影する、ボリュメトリックの映像撮影について、どのような手法で行っているのか。(第5回 仲上構成員→ソニー)
 - 3D座標データの圧縮について、「MPEG-I」の標準化が進んでいる。ビデオベースでの圧縮のV-PCC方式のほか、3Dの点群そのままに圧縮をかけるG-PCC方式の標準化が進んでいる。また、glTFというフォーマットについて、Metaverse Standards Forumにおいて(画像フォーマットでのJPEGのように)標準フォーマットとする動きが進んでいる。(第5回 ソニー→仲上構成員)
- 日本発の3Dアバターの標準規格であるVRMフォーマットが我が国の大きな強み。VRMコンソーシアムがMetaverse Standards Forumに参加するなど、我が国からも国際標準化に積極的に取り組む動きが見られつつある。(第6回 HIKKY、仲上構成員)

メタバースに関するよりよい標準を早く!

- 標準化組織(SDO)とより広範な産業間の調整・協力
- 参加制限なし、参加費なし、NDAなし、知財枠組みなし
- SDOではない: 標準化の「重要な仕事」は既存のSDOが引き続き実施
- メンバーSDOと支援団体の使命を促進するためのフォーラム



【創設メンバー企業(他は業界団体、標準化組織)】 Alibaba、Meta、Microsoft、Ribose、Sony Interactive Entertainment、Epic Games、OxSenses、Adobe、Autodesk、Avataar、Blackshark.ai、Cesium、Daly Realism、Disguise、Lamina1、Maxon、Otoy、Unity、Huawei、NVIDIA、Qualcomm Technologies、John Peddie Research、VerseMaker、Perey Research and Consulting、IKEA、Wayfair

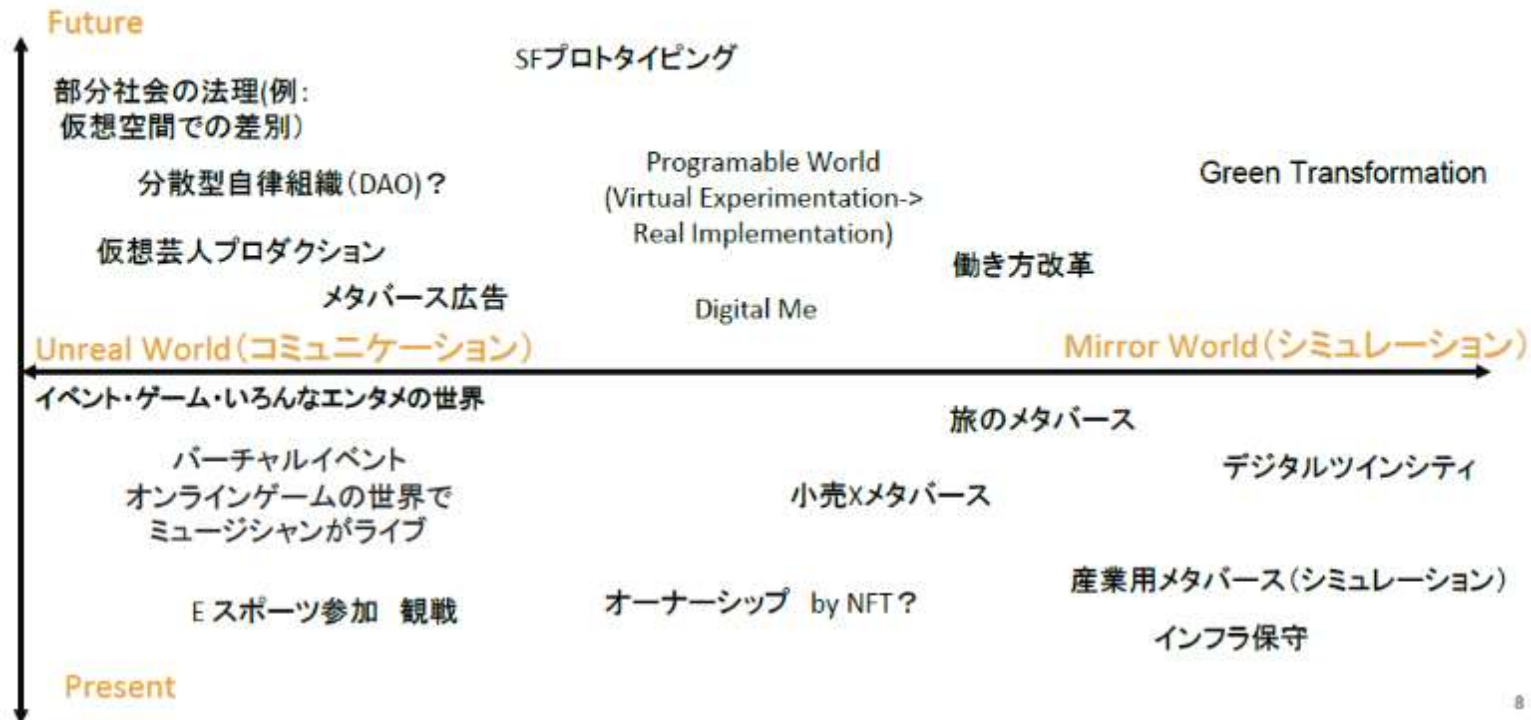
【主な日本企業(上記以外)】 ソニー、トレンドマイクロ; デジタルヒューマン、HIKKY、日立製作所、パナソニック、理経、凸版印刷、日本デジタル空間経済連盟、日本メタバース協会、メタバースジャパン、等

(2022年11月時点の会員数は2000以上)

下線は課題として想定される事項

- 現実世界をモデリングするMirror Worldから現実にはないUnreal Worldまでの様々な仮想空間が生まれてくるが、それらには明確な境界線があるわけではなく相互につながっていくもの。
(第1回 栄藤座長代理)

何が変わるのか？

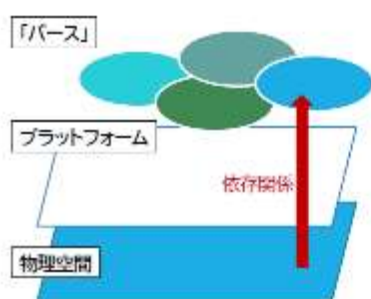


8

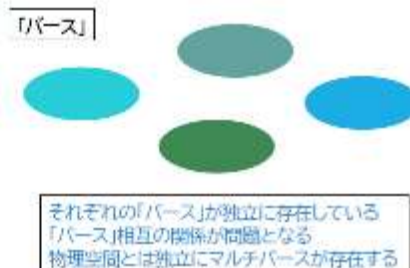
下線は課題として想定される事項

- 需要と供給の視点から、Web2.0のようなプラットフォームの寡占化がメタバースで起こるか、今後注目していくべき。他方でコンテンツとプラットフォームがアンバンドルで提供されていく可能性もあるのではないかと。(第1回 栄藤座長代理)
- 人間の存在はフィジカル空間にあることから、サイバー空間で生じた価値を現実世界に戻す仕組みが必要となる(着地問題)。メタバースにおいても、プラットフォームを通じてメタバースの世界が存在することから、そのプラットフォームにおけるルールやシステムにアーキテクチャ的に依存することとなり、プラットフォームの不当なコントロールの利用に対するアプローチを検討する必要がある。(第1回 大屋構成員)

meta, not multi



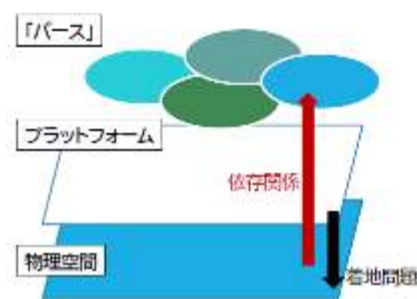
Web2.0時代におけるメタバース形成の前提に関する研究



8/4/AUG/2022

10

meta, not multi



Web2.0時代におけるメタバース形成の前提に関する研究

8/4/AUG/2022

11

- プラットフォームの基底性
 - アーキテクチャ的な統制の可能性
 - eg. ドロップアイテムの処理
特定の価値規範を強制し得る
 - 権力行使の正当性
 - eg. 価値の引き出しと交換レート

下線は課題として想定される事項

- メタバースにおけるルール形成をどの程度までプラットフォーマーに任せるべきか。特に、自分や特定の相手との間の環境内だけで好ましくない表現が行われるときにガバナンスをどう考えるべきか。 (第1回 石井構成員→大屋構成員)
 - まさにそれが今後考えていくべき課題であり、価値観次第でも回答が変わりうる問題。(第1回 大屋構成員→石井構成員)
- メタバース内でステーブルコイン等のブロックチェーン技術を使った参加者による価値のコントロールを行うことができれば、プラットフォーマーの裁量に基づくルール設定を抑止することもできるのではないか。 (第1回 増田構成員→大屋構成員)
 - ご指摘のような形も考えられるが、ステーブルコインであってもアルゴリズムに欠陥が見つかる可能性もある中で、そのプラットフォーマーが一定の責任を負う仕組みは必要になる可能性がある。(第1回 大屋構成員→増田構成員)

下線は課題として想定される事項

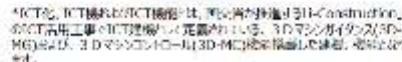
- 複数の「バース（注：「ワールド」と同義。以下同じ。）」の相互接続性をどのように担保していくかが論点となる。（第1回 塚田構成員→栄藤座長代理、大屋構成員）
 - 複数の「バース」が存在する状況において、特定のコンテンツがあるバースにおいて利用禁止となるといった場合を想定したルール形成は考えておく必要がある。（第1回 栄藤座長代理→塚田構成員）
 - 「バース」のプラットフォーム間の競争の中で差別化に向けて囲い込みを始める可能性は想定され、バランスをとるために何らかのルールを作る必要が生じるかもしれない。（第1回 大屋構成員→塚田構成員）
 - メタバーススタンダードフォーラムにおいて、相互接続を念頭に国際的な標準化に向けた議論が開始されている。（第1回 仲上構成員）
- （構築したプラットフォームと他のプラットフォームの相互接続について）現時点でその手法は未定だが、今後、認証も含めオープンにしていきたいという考えはある。相互接続に向けたバースの標準化に向けた動きについても積極的にかかわっていきたい。（第3回 凸版印刷⇔仲上構成員、塚田構成員）
- 多様なメタバース関連サービスが生まれることが予想されるため、一回制作したコンテンツを複数のサービス（注：「ワールド」と同義で使用。以下同じ。）で利用するためには、それぞれのサービスが相互接続するための標準化が必要。（第5回 ソニー）

下線は課題として想定される事項

- 法的な取り扱いも含め、メタバース等に関する世界的な動向をフォローしていく必要がある。(第1回 木村構成員)
- メタバースのイベントに出展する企業等はどのようなメリットを期待しているのか。(第6回 出原構成員→HIKKY)
 - 多くの企業はPR目的で出展している状況ではあるが、リアルの世界でリーチできる顧客層よりも若い年代などにアプローチすることができることがわかってきており、PRからコマーンスへと少しずつ認識がシフトしつつある。(第6回 HIKKY→出原構成員)
- (メタバースのコスト構造について) メタバースのイベントについては企業等の出展でコストを賄っている。出展者が見えてくればコストからどの程度投資できるかが計算することができる。(第6回 HIKKY⇔栄藤座長代理)

(第4回 コマツご講演資料)

- ## 従来の建機をICT建機にする



下線は課題として想定される事項

- UGC作成時にプラットフォーマーが得る手数料率に関し事業者間の差が大きいため、適切な対価を還元する仕組みが求められている。クリエイターの活動をどのようにサポートするか、またユーザーのプライバシー保護や安全なサービスをどうやって構築するかが課題でもあるが、課題が多いほどビジネスチャンスということもある。(第5回 ソニー)
- 急ぎ制度をつくらず、ソフトロー的なアプローチが望ましい。スタートアップ企業を含めて多様なステークホルダーが実証実験等にチャレンジできるような特区や、サンドボックス的な試みを支援する政策を検討いただきたい。(第5回 ソニー)



下線は課題として想定される事項

- (仮想空間もその一つである) サイバーとフィジカルが融合される社会である「Society5.0」では、それらの結節点の自動化、すなわちIoTによる大量のデータの取り込みやAIによるプロファイリングが活用される。(第1回 大屋構成員)
- 「Society5.0」の実現に向けて、物理的な通信基盤の環境 (例えばモバイル通信における通信量の制限や光回線の所有の有無) の確保が前提となっていることは留意すべき。(第1回 大屋構成員)
- 基本的にはサイバー空間とフィジカル空間の存在を切り離して議論できることが多いが、サイバー空間での誹謗中傷やわいせつな行為が現実の本人へ影響を及ぼしうる場合など一定のガバナンスを及ぼす必要がある場合もある。(第1回 大屋構成員)
 - 生活の大半をサイバー空間で過ごす人の存在などを踏まえ、サイバー空間で完結するような問題の存在も念頭におくべきではないか。(第1回 塚田構成員→大屋構成員)
 - 将来、物理的に死後の人格が保存できる技術が完成した場合はともかく、現時点ではメタバースに入るための肉体がリアルの世界に存在することから、「着地」について念頭に置いておく必要があると考えている。(第1回 大屋構成員→塚田構成員)
- 疑似体験のコンテンツの提供に際して倫理的な検討を行う仕組みが現在存在しないことは今後の課題。(第2回 雨宮構成員)
 - 精神的にマイナスの効果をもたらすアバターの取扱い等に関するルールも考えていくべきではないか。(第2回 仲上構成員→雨宮構成員)

下線は課題として想定される事項

- 現在社会にリアルで存在しているものが、リアルの世界だけに「残る」領域があるか、また「残すべき」ものがあるか、言い換えればメタバースに適した領域とそうでない領域とは何か、は論点になるのではないか。（第1回 石井構成員→栄藤座長代理）
 - 現時点では例えば俳句について人間とAIの作品は区別できるが、将来的にはそうした判別がつかなくなってくる可能性もある。また、例えば芸能の世界では、VTuberをはじめ、メタバースで「中の人」がわからないケースが増えてくるかもしれない中で、プロダクションの責任の所在がどうなるかといった議論もあるかもしれない。（第1回 栄藤座長代理→石井構成員）
- フィジカル空間と時間・空間の構成が異なることで、例えば障害者の方の社会参画につながる可能性がある。またフィジカルで危険性のあるものへの現実と切り離された体験を提供可能となる。（第1回 大屋構成員）
- 一つのメタバースの中に複数の法則やルールに基づく「世界」ができる可能性があるが、その場合のルール形成の在り方は。（第1回 雨宮構成員→大屋構成員）
 - 基盤技術としてどのようなものが利用されているかも考慮しつつ、プラットフォーマーがルール形成を行っていくことが考えられるのではないかと。（第1回 大屋構成員→雨宮構成員）
- 事業者としてXR・メタバースに取り組むに際し、バーチャル空間だけでなく、リアルの持つ価値やメリットも活かしつつ、リアルとバーチャルを往来・融合することで体験価値を拡張させることを念頭に置いている。（第2回 DNP）

下線は課題として想定される事項

- パイロットにとって、フライトシミュレーターでの操縦時間が実機の飛行時間と同様に飛行経歴として認められている事例が存在。リアルよりも仮想空間の方がコストが安いという経済的な観点に加え、仮想空間内での行為について対面で行うことを前提とした免許の仕組みをそのまま適用すべきかは今後の課題。(第2回 雨宮構成員)
- アバターとしてふるまうことで、外見を変えることや人間関係をゼロから構築できるなど、リアルに存在する社会的な規範を脱却することができる可能性もあるのではないか。(第2回 雨宮構成員)
 - メタバース内で新たに獲得したアイデンティティも独立の法的保護の対象になるかという論点もあるのではないか。(第2回 増田構成員→雨宮構成員)
 - メタバース内のアイデンティティも保護の対象とすべきだと思うが、簡単にアカウントを作成・削除できる場合も含めて全てがそう言い切れるかという課題はある。(第2回 雨宮構成員→増田構成員)

下線は課題として想定される事項

- いずれ高齢になれば誰もが健康でなくなる中、遠隔操作で自分の「もう一つの体」として動くロボットによって、体を動かすことができなくても働いたり、誰かの役に立てたり生きがいを得られる、「孤独の解消」の仕組みを提供していきたい。（第4回 オリイ研究所）
- （リアルの人々に似せず、見た目を統一したロボットとしている狙いについて）メタバース世界と同様に、「その人そのもの」として投影されると考えた場合、キャラクター性を持たせずに、あくまで依代として、周りの人たちがどういう人だろうと想像できる余地を作ることを考えた結果、このデザインになった。生物に似せると、動きによっては不気味さを感じることもあり、また、操作する人の中には本人の顔を見せたくないという方もかなり多かった。（第4回 オリイ研究所⇔仲上構成員、石井構成員）
- （身体を動かすのが困難な方がサイバー空間の中で働けるようにすることについて）体が動く人たちがメタバースに行く方法ばかり論じられていることに違和感があり、その逆の選択肢をつくっておく必要があると考えている。身体を動かすのが困難な人々を、VRがあるからオンライン空間にいなさい、というのではなく、元々メタバース世界の住人である人々が、リアルという空間に顕現するために必要なのが、リアルの「アバター」だと考えている。（第4回 オリイ研究所⇔塚田構成員）

下線は課題として想定される事項

- 1 人が 1 つのアバターを使う場合、1 人が複数のアバターを使う場合においては、そのアバターの表す人格が多少本人と乖離していても本人の人格の一側面になるだろう。他方、複数人が 1 つのアバターを使うというパターンがあるとすれば、その裏の操作者を、アバターを通じて認識しにくいことから、アイデンティティー権なるものがあつたとしても、その保護は相対的には弱まるのではないか。（第 5 回 石井構成員）
 - アバターがパペットであって、人間がそれを操る人でしかない場合、セキュリティや倫理等の課題に対するアプローチは、アバターと本人を同一視する場合と異なるため、同一視すべきか整理が必要になるのではないかと。（第 5 回 栄藤座長代理→仲上構成員、石井構成員）
 - ユースケース毎に自己投射のパーセンテージが異なるといえるのではないかと。一部分でも生身の人格がそのアバターに投射されていればそこを攻撃された場合に問題を感じる事となると思う。今は第三者から見て、単なる（本人を投射しない）作品なのか、人間がアバターを「着て」表現を行っているのか、第三者から見て非常にわかりづらいという点がこの点を難しい課題としているのではないかと。（第 5 回 仲上構成員→栄藤座長代理）
 - 本人の人格の一部でも表れていれば、その部分が侵害されたときに、その部分の同一性が認められ、本人への侵害とされることになるのではないかと。（第 5 回 石井構成員→栄藤座長代理）
- 実名のアカウントと匿名のアカウントの差など、アイデンティティの結びつきによって法的な取り扱いが変わることはあるのか。（第 5 回 塚田構成員→石井構成員）
 - 法的には、現状の SNS 等におけるアカウントの取扱いと劇的に変わることはないだろう。（第 5 回 石井構成員→塚田構成員）

下線は課題として想定される事項

- 複数人が1つのアバターを使う場合、保護すべき対象としてではなく、加害したアバターについて、現実世界ではどう責任を取るべきか。(第5回 仲上構成員→石井構成員)
 - 現行法の共同不法行為や、共同正犯といった考え方を適用することも考えられるが、メタバースの世界に捜査機関が精通していないと、責任を法的に整理することは難しいかもしれない。また、プロバイダ責任制限法における加害者の特定についても、複雑な整理が必要となるかもしれない。(第5回 石井構成員→仲上構成員)
- 車の自動走行のアナロジーでアバターの「操縦」を考えた場合、操乗者の責任と自動化ツールを提供したソフトウェア提供者との責任分界点はどうなるか。(第5回 栄藤座長代理→ソニー)
 - ボタンを押せば誰でも公序良俗に反する動作をするような機能をサービス提供者が設けるならそれはサービス提供者に責任があるとしても、ユーザーが自分でアバターを操縦して行われた動作はユーザーの責任となると考える。(第5回 ソニー→栄藤座長代理)
 - 複数人が1つのアバターを使う場合を考えると、従来の、例えばパイロットが二人同時にいるといった操作の形態では置き換えられず、例えば朝と夜で使う人が別であるというような場合もあるのではないか。新しく、メタバースとしての人格権を考える必要があるのか。(第5回 雨宮構成員→石井構成員)
 - 現時点でその回答を検討した資料は見つけられていないが、例えば、完全に自律型のロボットやAIに法人格を与え、保険で損害を填補するといった議論はあるようだ。(第5回 石井構成員→雨宮構成員)

下線は課題として想定される事項

- 他者が（自身の）環境内で、第三者に気づかれないような方法を用いて、本人のアバター表示を偽る行為については、アメリカの先行研究も踏まえ、本人が認めるもののみに許容するという法的な義務を課すのは行き過ぎかと思うが、本人にとっての社会関係のゆがみをもたらさないようプラットフォームが表示方法等に制約を課すことは考えられる。（第5回 石井構成員）
- 改変された本人のアバター表示を他人が第三者と共有することについては、原則としては論評にも使われるものであり言論の自由の保護が及ぶものと考えられるが、ディープフェイクなどと同様、本人に対する名誉毀損の議論は生じると考えられる。（第5回 石井構成員）
- 他人が本人を揶揄するためにその氏名と外見を用いて自己のアバターをつくって仮想空間上で利用する行為については、アバターと接する人が偽物であると明白に認識できる場合は問題となりにくいにせよ、VRによる没入感が人間の心理に影響する可能性があり、アバターがばかげた行動をした場合に、本人がその行動を取っていると受け止められるような場合には、既存の商標等の法理では足りず、アイデンティティの権利性に関する議論を検討する必要性が生じる可能性もある。（第5回 石井構成員）
- アバターの「なりすまし」などの不正防止には、権利性や保障内容が確立されることを前提に、アバターの適切なID管理や認証技術といった技術面のアプローチが考えられる。また、制度面からのアプローチとして、EUのAI規則案のような認証制度も考えられるが、必ずしも法律上の根拠に基づかずとも実効性は発揮されるものと考えられるとともに、仮に行うのであれば、国際私法の観点も踏まえ、ハードな法制度とするのか、共同規制的なアプローチとするのかも含め包括的にスキームを検討する必要がある。そのほか、プラットフォームによる利用規約等や事後的な制裁措置による対応も考えられる。（第5回 石井構成員）

下線は課題として想定される事項

- メタバースにおいてアバターを自由に選択できることが、性別や外見などからの解放を意味するという点はあるが、他方、メタバースはなぜ美少女ばかりかとの指摘もあるように、それが既存の美醜意識を前提としたルッキズムを助長するという側面もあるのではないか。（第5回 大屋構成員→石井構成員）
 - 差別や偏見を助長してしまうことになれば、健全な社会に寄与しない面はあるかもしれないが、基本的には、メタバースで活動するアバターは、自由につくれる楽しさを維持し、好きな外見で活動していいというのが原則だと思う。（第5回 石井構成員→大屋構成員）
 - おそらく両面の性質があり、アバターの利用状況にリアルの世界のジェンダーに関する構造が反映されている一方で、それをそのまま続けていくことが、またある種のジェンダーの意識なり構造なりを固定化するという面もあるだろう。（第5回 小塚座長→大屋構成員）
- （VRにおけるハラスメントはあるのか、という問に対し）ほかのアバターに対するハラスメントはあると聞いているが、具体的にどこまで問題となっているかは把握できていない。一定の行動パターンはあるようだ。（第5回 石井構成員⇔木村構成員）
- メタバースにおいて、ユーザ同士の交流が重要になってくると思うが、デバイスによってメタバースの会場が異なると友人等と同じ体験を共有できないということが考えられるが、こうした課題にどのような取組を行っているのか。（第6回 雨宮構成員→HIKKY）
 - 顧客間の体験の共有は大事にしており、SNS等を活用した発信や、初心者に対するガイド等を行っている。他方で、（VRデバイス向けとスマートフォン向けの）二つのワールドは別物と考えている。一般のユーザのメタバース利用を広げていくことは大きな課題。（第6回 HIKKY→雨宮構成員）

下線は課題として想定される事項

- 投票など現実世界と結びつくものをはじめとして、VR空間内のアバターとそれを利用する人を紐づけて保証する仕組みが必要になる可能性もある。(第1回 大屋構成員、類似趣旨：仲上構成員→栄藤座長代理・大屋構成員、類似趣旨：石井構成員→栄藤座長代理)
 - 「中の人」がいるかいないかによって許容される行為に違いがあるのであれば、保護されるべき中の人がいるかどうかをスマートに確認できる仕組みがポイントになってくる。政府が行う場合には、(他の仕組みで補完することはありうるとしても) 概ね全国民が利用できる技術である必要があるとともに、「中の人」が操作していることを保証できても、その人がリアルの世界で脅迫を受けるなど、意思の制約を受けていないことも保証する必要がある。(第1回 大屋構成員→仲上構成員、石井構成員)
 - eKYCの技術革新により、本人確認は技術的には可能だと思うが、メタバースのプラットフォームがどのように運用ルールを設定するかによるのではないか。(第1回 栄藤座長代理→石井構成員)
- アバターをIDと捉えることもできるが、それには異論もあるところ。メタバースで活動するアバターについては、名前とアバターと声の3つの軸でアイデンティティが構成され、アイデンティティに関する他の要素も含めて全体で評価されることとなるだろう。(第5回 石井構成員)

下線は課題として想定される事項

- BtoBでの利用を考えた際に、静脈認証やeKYCと組み合わせることにより、アバターの作成時に本人が作成したことを認証する仕組みが重要。(第3回 凸版印刷)
 - あるアバターの認証を、サイバー空間における正当な権限で利用されていることは認証可能だと思うが、その利用者が本当にリアルの世界でアバターと一致すべき人が利用していることについても認証することは可能か。(第3回 小塚座長→凸版印刷)
 - ご指摘のような懸念は技術的に考えられるところ、生体認証やeKYCなどで何らかの真正性のトレースを行うことにより一定レベルの本人の真正性を保つことを考えていきたい。(第3回 凸版印刷→小塚座長)
 - ワールドの真正性を担保するためにアバターを認証する仕組みは、自社のワールドの利用を前提として認証の仕組みを構築しているのか。他のワールドで利用することを想定して外部提供しようとする場合の課題は。(第3回 塚田構成員→凸版印刷)
 - 現時点でその手法は未定だが、今後、認証も含めオープンにしていきたいという考えはある。(第3回 凸版印刷→塚田構成員)
 - アバターのライセンスやデザインの意匠の観点から、モデルデータを最初に利用する時点で真正性を担保することも必要なのではないか。(第3回 仲上構成員→凸版印刷)

下線は課題として想定される事項

- 例えば自動車のショールームや住宅展示場など、仮想空間が現実を映し出すものとして認識されているような場合、その中で用いられ、表示されているデータに関する真正性の担保が重要になる。(第3回 凸版印刷)
- 実物のVRモデルを精巧に作ることによる犯罪利用等の可能性等をどのように考えるか。(第3回 雨宮構成員→凸版印刷、越前市、国土交通省)
 - 機能は正しく伝えながら、ディテールについてはあえて現実と異なるものとするという手法もあると考えている。また、オープン性を指向するエンターテインメントと異なり、クローズドで利用されるBtoB、BtoGの場面では、セキュリティや公開レベルが異なると考えている。(第3回 凸版印刷→雨宮構成員)
 - 人や車については撮影時のみに存在するものだが、建造物については誰でもその場で見えるものという考えの下、隠すか否かについて判断を行っている。(第3回 越前市→雨宮構成員)
 - 屋内など人が見えない部分を勝手に作成しないといったルールをガイドラインで定めている。屋外で見える部分については、一般の方が入れないエリア等を除き、原則隠す必要はないと考えている。(第3回 国土交通省→雨宮構成員)
- (ICT施工に関するセキュリティについて) 現時点ではクラウドサービスのセキュリティ機能を使っているところだが、データの取扱いも含め、セキュリティに関する検討を引き続き行っていきたい。(第4回 コマツ⇔仲上構成員)

下線は課題として想定される事項

- メタバースのシステムやウェブアプリケーション自体は従来のゲームプラットフォームやウェブサービスとして提供されているものを使っており、システムの脆弱性の悪用対策としては既存の脆弱性の考え方で対処可能。そのほか、ネットワークへの侵入やDDoS攻撃への対処を検討する必要がある。(第5回 仲上構成員)
- また、メタバースについて特徴的なものとして、視界やVR機器、身体フィードバックへの攻撃が考えられ、これについてもシステムの不正対応が必要となる。(第5回 仲上構成員)
- ユーザへの不正行為としては、個人特定、ストーキング、人格のなりすまし、盗聴・盗撮、ハラスメントなどが考えられ、これらには制度的な、例えばプラットフォームによる規約による対応や、その制約を課すための実行手段について議論していく必要がある。(第5回 仲上構成員)
- オンラインRPGにおいては、警察的な役割を果たすゲームマスターのような存在がいるが、メタバースにおいては、ユーザ自身が判断し、ブロック等を行うことを可能とすることに留まる。今後、コミュニティ機能を重視するメタバースではこうした存在が求められる可能性もある。(第5回 仲上構成員)
- 国内外の機関や団体でセキュリティも含めガイドライン等の議論が進んでいる。(第5回 仲上構成員)
- ベースラインセキュリティは必要だが、過度なセキュリティを全てのメタバースコミュニティに適用する場合、メタバースの進化を妨げるおそれがあり、利用形態・利用実態に合わせ、関係者が参照可能なサイバーセキュリティに関するガイドラインが望まれている。また、多くのメタバースプラットフォームがゲームエンジンもしくはオンラインゲームと同等のシステムを用いており、既存のセキュリティ対策はプラットフォームの責任において実施する必要がある。(第5回 仲上構成員)

下線は課題として想定される事項

- 行政サービスやビジネスでの利用については、現実世界のアイデンティティとの一致を図るため、利用者の権限抑制や制限についても併せて議論する必要がある。(第5回 仲上構成員)
- サイバーセキュリティの観点からすると、現行のサイバーセキュリティと似通ったところが多いという印象があるが、メタバースならではのサイバーセキュリティはどういうところか。(第5回 塚田構成員→仲上構成員)
 - 現実世界と連動するタイプのメタバースを想定した場合、アクセスするデバイスとしてスマートフォンを使用することが多いと想定される。スマートフォンは、その通信サービスの提供に当たりキャリアが個人情報や決済情報を把握している、最も本人のアイデンティティに近いデバイスとも言えるものであることから、現実世界とメタバースの接合部分において、新たなセキュリティ課題が生ずるものと考えられる。

また、メタバース相互の接続が実現したとき、例えば、こちらのメタバースできれいに表示されたものが、別のメタバースだときれいに表示されない、又は異なるもののように表示される場合に、誰が保障するのかという課題が発生することが予想され、そこにはメタバースならではのセキュリティを考える余地があるのではないかと考えている。(第5回 仲上構成員→塚田構成員)

下線は課題として想定される事項

- VR空間内における演奏等の権利は、メタバースプラットフォームの規約以外にどのように規律されるかという議論があるのではないか。(第1回 仲上構成員→栄藤座長代理)
- デジタルツインやある地域のメタバースの作成時に、リアルにおける権利との関係を意識することは重要ではあるが、特定の機能を期待して作られるものであることを踏まえれば、現実と離れた形で作りあげることも考えられるのではないか。(第3回 小塚座長)
- リアルの世界において、エンターテインメントの権利を持つ立場でもある企業として、メタバースにおける権利処理のルールをどの程度必要と考えている。例えば、著作権あるいはパブリシティ権などが人格権的な権利構成で処理されていくことでよいか、それとも、対価請求権として処理される方がよいのか。(第5回 小塚座長→ソニー)
 - 演者の権利の処理に関しては、現在の延長線上である程度行けるのではないかと考えているが、メタバースの空間の中で消費されるコンテンツにも、ビッグネームのアーティストのコンサートから一般の方の「歌ってみた」「踊ってみた」といったコンテンツまで様々な形態があるため、一概には言えない。妥当な手法としてはプラットフォーム事業者が包括契約で処理するということが考えられるが、今後メタバースがどのように変化していくかは見えていないこともあり、適切な権利処理によって事業者側と利用者側のバランスが取れていけるとよい。(第5回 ソニー→小塚座長)

下線は課題として想定される事項

- デジタルで購入したモノの権利を利用者にどのくらい保障するか。デジタルの場を提供している企業が事業から撤退した際に、既に購入したモノの権利はどのように扱われるのか。（第5回 木村構成員、小塚座長→ソニー）
 - 具体的な整理はしていないが、例えばゲーム空間の中で入手したNFTが、サービスが終わると自分のものではなくなるというのは許容されるのかといった点や、メタバース間の行き来が可能となったとき、あるメタバースで購入したアバターの服装などについて他のメタバースで再度買わずに行き来させるには、どういう仕組みが要るかという議論は始まっている。（第5回 ソニー→木村構成員、小塚座長）

下線は課題として想定される事項

- アマチュアの作り手も含め、メタバースのコンテンツを自由に作れる環境が必要。（第1回 出原構成員）
 - コンテンツ作成に際し、国ごとの文化的な違いにも留意することが重要。（第1回 栄藤座長代理→出原構成員）
- メタバースのDXとしての側面に着目すると、若い人の盛り上がりを考えることに加え、高齢者等のかかわりについても考える必要があるのではないか。（第3回 雨宮構成員→越前市）
 - 現在はまず参加意欲のある人が作成に取り組んでいただくことを念頭に、そのムーブメントづくりに取り組んでいるが、利用者の拡大に向け、市民向けのメタバース講座の開催等に取り組んでいる。また、高齢者の場合は、メタバース以前にスマホ等のデバイス利用に関するハードルがあることから、スマホ教室も年間数十回行っており、デバイスを利用可能とした後でアプリの利用に進むものと考えている。（第3回 越前市→雨宮構成員）

- ・ パーチャル今立現代美術和紙展
 - ・ フィジカルとパーチャル展示会を同時開催
 - ・ パーチャル展示会で地元アイドルがギャラリートークやアーティストと対談
- ・ 市民向けメタバース体験
 - ・ メタバース体験基礎講座
 - ・ 全4回開催 延40人
- ・ 仁愛大学生によるメタバースフェスin菊人形
 - ・ キャプチャー体験
- ・ 子ども向けまちづくりワークショップ
 - ・ 観光名所の景観づくり
 - ・ まちづくりの興味を醸成
- ・ 地域安全マッププロジェクトへのデジタルツイン利用
 - ・ 事故発生の交差点のデジタルツイン作成→交差点の危険度検証
- ・ メタバースクリニック
 - ・ ひきこもりのカウンセリング



（第3回 越前市ご講演資料）

下線は課題として想定される事項

- メタバースイベントへの出展に当たり、出展企業スタッフに加え、一般のメタバースユーザがメタバース内で接客をするアルバイトとして参加している。VR慣れしている人のほうが、接客がうまいという傾向も分かって、今後、新しいビジネスになっていくだろう。(第6回 HIKKY)
- クリエイティブコントロールという観点では、企業のコンテンツとユーザーが作るCGMコンテンツに質のギャップがあるのではないか。ワールドの世界観を統一するためにどのように取り組んでいるのか。(第6回 仲上構成員→HIKKY)
 - CGMコンテンツについては年々クオリティが上がっている。出展も有料となっているので、ブースが利用されない割合も非常に低く、自由に作っていただいている。
また、企業ブースについても企業が作成する以外に弊社で作成する場合も存在するが、弊社の社員として、VR系の開発を始めてノウハウを積んでいった若い世代の人たちが多く所属しており、日常生活の中でユーザとして遊んでいる人たちが実際に開発をしている状況となっている。こうした形で何ができるかが分かった上で作っており、クオリティーコントロールを行っている。(第6回 HIKKY→仲上構成員)
 - オーサリングツールとUGCの流通はどうなっているか。(第6回 塚田構成員→HIKKY)
 - 基本的にはUnityの環境をベースにしており、メタバース環境、VRチャット環境の場合はVRチャット向けにカスタマイズした納品用のツールを用意しているほか、スマホ向けの場合は独自SDKを無料で用意。また、UGCの流通、販売は、別途専用の販売サイトをつくって決済システムも含め提供している。

下線は課題として想定される事項

- リアルの公共空間を複製したバーチャル空間を展開しており、すでに占有等されている空間を、誰でも自由に使える空間にアップデートして提供している。公共性、拡張性、実連動性、地域間連携などをポイントに新たな地域活性化の可能性を模索。(第2回 DNP)
- (許諾等について) 地権者の明確な地域を選定した上で、施設オーナーや公共施設の指定管理者等と確認・交渉してメタバースを構築しており、合意できない施設等についてマスクすることもある。(第2回 DNP⇔増田構成員)

PARALLEL CITY 展開イメージ

Confidential

DNP

地域共創型XRまちづくり PARALLEL CITY

ベース空間



リアル公園を位置関係含め、正確にデジタル化。このデジタル空間を「ベース空間」として、実施したいイベント要望に応じて空間をカスタマイズし「パラレルサイト」として展開します。



PARALLEL SITE



空間をジャックして絵画のキュレーション展を開催。展示会だけでなく色々なPRイベント等に活用が可能になります。



空間を謎解きスペースとして協力してクリアする体験コーナー。テーマの深掘り含め新しいコミュニケーション体験を実現。

(第2回 DNPご講演資料)

下線は課題として想定される事項

- デジタルツインに必要なデータについての協調領域と競争領域を画定することにより、さらなるデジタルツイン化が推進されるのではないか。(第2回 栄藤座長代理→DNP)
 - 現状では、購入したデータを環境ごとに一つ一つ変換しているところ、広告の看板の差し替えやドアの開閉など空間に機能を持たせる場合に、構造化した元データがあると利便性が向上すると考えている。(第2回 DNP→栄藤座長代理)
- 様々なイベントをメタバース上で提供していても、イベントがないときにはなかなかメタバースにユーザが入ってこない「メタバース過疎」の問題がある。ターゲットユーザのコミュニティを設定し、そのコミュニティとの継続性・連動性を意識した実証を行っている。(第2回 DNP)
 - (同時に同じイベントを複数のワールドで行うことによる人の分散について) 現実の空間では占有に伴う時間的な制約があるところ、コミュニティごとにそれぞれのワールドの利用が可能となることで接触頻度を上げることが可能になるのではないか。(第2回 DNP⇔木村構成員)

下線は課題として想定される事項

- 既に失われてしまった建造物、文化財などをスマートフォンの端末内にデジタルで再現するXRサービスを提供し、そこにアバターで入って見学等のツアーを行うといった展開も実施している。
(第3回 凸版印刷)

ストリートミュージアム®



Confidential TOPPAN
バーチャルリアリティと全地球測位システムを組み合わせた観光ガイドアプリ

私の町には石垣だけの城跡が…。
僕の町には世界遺産になった遺跡が…。
デジタルで町おこし、「観光の起爆剤」を！



福岡城址（福岡市）2014年

……VRで歴史遺産を再現



国宝五城を含む約50史跡を掲載 国内最大級のXR観光プラットフォーム

下線は課題として想定される事項

- シビックテック団体、大学、市のDX推進サポーターの地元アイドル、市役所その他の9団体で実行委員会を結成。携帯やドローンを利用して街並みを撮影してバーチャルなデジタルツインを作り、オープンデータとして公開している。デジタルによって、中心市街地で若者が楽しそうに活動し呈する姿が報道され、関心がなかった人たちに街を知り、街を作るきっかけとなっている。(第3回 越前市)
- (ドローンや人による撮影時の人の映り込みについて) 人の顔のほか、車のナンバープレートなどについて削除を行っている。(第3回 越前市⇔増田構成員)



(第3回 越前市ご講演資料)

下線は課題として想定される事項

- 撮影した写真から3Dデータを作り、それをつなぐプロセスについて、一般の参加者のスキルでは困難でシビックテック団体に頼っている状況。扱いやすいUI/UXを備えたアプリの提供や、技術を持つ企業等の参画を期待している。（第3回 越前市）
- 市民等に向け、交通安全対策やひきこもり対策などのメタバースを活用した様々な取組を計画しつつ、作り手としての市民も増やすためにメタバース体験教室・ワークショップを実施。（第3回 越前市）

全国初での活動を始めたことにより、課題が見えてくるとともに、無償で提供されている既存の技術だけでは困難な作業があることが見えてきた。



下線は課題として想定される事項

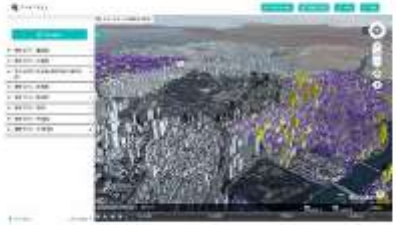
- 現実の都市空間の三次元形状及びその属性情報をデータ化し、デジタルツインモデルとして整備、オープンデータとして公開する取組を実施（Project PLATEAU）。都市計画や災害リスク、その他動的な情報を重ね合わせるにより様々な解析を可能とし、防災対策等に利用されている。（第3回 国土交通省）
- 地域をデジタルツイン化する取組では最初に3Dデータを作る必要がある中で、財政力の弱い自治体がリッチな3Dデータを独力で作ることが難しいことから、その標準製品仕様（標準データモデル）を策定している。（第3回 国土交通省）



2. PLATEAUのデータ特性

②都市スケールの三次元「地図」

- 3D都市モデルは、基本的に市区町村単位で、行政区域の全域又は市街化された区域全域で提供されます。また、公共主体が作成する「地図」データであるため、精度管理された座標値を持っています。
- 精度管理された座標値を持っているということは、建築物や道路などの各データの位置関係が正確ということです。この特性を利用し、現実の都市を舞台とした開発（デジタルツイン）や、現実の都市データを参考にした仮想都市の構築などが可能です。
- 座標付きデータの扱いが最初は難しいかもしれませんが、Unity社から提供されているオフセット（位置調整）の手順等について解説したチュートリアルを利用可能です。



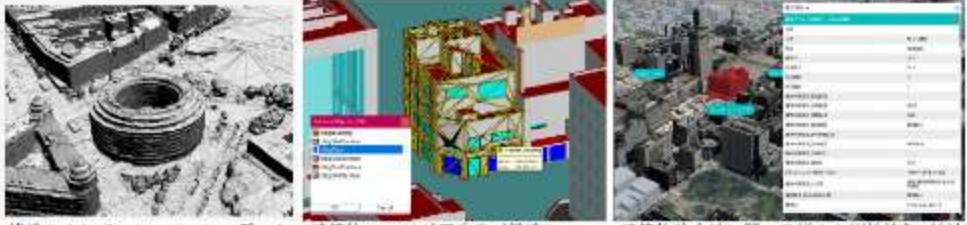

2022/8 最新
今さら聞けない
PLATEAU
Unityのいろは
この資料の目的は、PLATEAUのデータをUnityで活用するための基礎知識を伝えることです。
資料名: PLATEAU Unityのいろは
<https://www.youtube.com/watch?v=10v4g18>



2. PLATEAUのデータ特性

③構造化されたデジタルツイン実装モデル

- 3D都市モデルはメッシュが結合した単なるCGデータではなく、都市空間の「意味」を表現する構造化データです。
- 例えば、LOD2建築物モデルでは、「屋根」や「壁面」、「床」といったオブジェクトが区別されて定義されています。さらに、その建築物が「何なのか」といった情報（用途や構造、建築年など）が主題属性としてコーディングされています。
- この特性を利用することで、特定のオブジェクトだけを編集・加工することや、特定の属性情報を持つオブジェクトを抽出することなど、現実の都市空間と関連付ける形での開発が可能になります。



構造化されていないメッシュデータ 建築物LOD3はドアや窓が構造化 建築物や土地に関する様々な属性情報が付加

下線は課題として想定される事項

- レベル・オブ・ディテール (LOD) という考え方に基づき、単なる箱のLOD 1、屋根があるLOD2から、屋内まで含むLOD4までのレベルを設けている。浸水シミュレーションであればLOD1、景観や太陽光パネル設置を考えた場合はLOD2、自動運転ならLOD3など、ユースケースに応じて、コストと必要性を勘案しながら作っていくこととなる。(第3回 国土交通省)

標準化の範囲

- 第1.0版では建築物LOD0-2、道路LOD1、土地利用LOD1、地形LOD1、災害リスクLOD1、都市計画決定情報LOD1などの基本的なセットを対象に標準化。
- 第2.0版では3D都市モデルが再現できる地物の範囲を拡大。建築物LOD3、道路LOD2-3、都市設備、植生など発展的なモデルを標準化。
- 今後は、未定義領域である建築物LOD4や、橋梁、トンネル、堤防等の土木構造物、水部、地下構造物等の標準化を進め、デジタルツインの社会実装を目指す。

対象地物	第2.0版			
	LOD0	LOD1	LOD2	LOD3
建築物	●	●	●	●
道路		●	●	●
土地利用		●		
地形		●	●	●
災害リスク		●		
都市設備		●	●	●
植生		●	●	●
都市計画決定情報		●		

LOD 1 建物+高さ情報 <箱モデル>	LOD 2 +屋根形状	LOD 3 +外構 (開口部)	LOD 4 +室内 (BIM/CIM)
 - 建物の箱型モデル - 高さ情報を活用した各種Simulationが可能	 - 建物の屋根形状表現 - 景観シミュレーション - 都市計画・建築規制の検討	 - 建物の外構 (窓、ドア) - 自動運転、ドローン配送 - 建築計画の検討等	 - BIM/CIM等の建物内部までのモデル化 - 屋内外のシームレスなシミュレーション

下線は課題として想定される事項

- 国際標準のXMLで記述し、自由に編集・加工して開発プラットフォームで利用することができるようにしている。現在、60都市、1万km²のところ、今年度120都市まで拡大することとしており、デファクトとしてソフトウェア事業者の対応が見込まれている。(第3回 国土交通省)
- 国土交通省が自ら作成するだけでは速度に限界があるのではないか。ユーザや自治体が別のソースから作成したデータを取り込むことは想定されているか。(第3回 塚田構成員→国土交通省、類似趣旨：仲上構成員→国土交通省)
- 市町村は自ら地図を作るために公共測量を行っており、その既存の三次元データを用いてPLATEAUは作られている。国土地理院に求められる基準をクリアしており、一定の精度を保つ観点からはそのデータを利用することが適当。他方で、PLATEAUのデータをベースに、そこにユーザが提供した新たなデータを上乗せして利用するといった取組はすでに行われている。(第3回 国土交通省→塚田構成員、仲上構成員)
- (具体的な測位の方法、自治体の作業について) GPS等の電波やLiDAR等のレーザースキャナーによる測位方式もある中、比較的低コストのVPSという画像による測位方式を用いている。自治体の作業については、基本的には地図会社に作ってもらうこととなるが、既存のデータを利用できるので、100km²当たり300万円程度で作ることができる。現在、さらなる低廉化にむけた技術開発も国土交通省では行っている。(第3回 国土交通省⇔木村構成員)
- (今後の拡大目標について) 今年度120都市、中期目標としては2027年までに500都市としたいと考えている。(第3回 国土交通省⇔塚田構成員)

下線は課題として想定される事項

- (各国都市のデジタルツイン化の状況について) 日本はEUやシンガポールに比べ後発だったが、データカバレッジの拡大が急速であることのほか、都市計画等にとどまらずエンターテインメントやXR等での活用などユースケースが多様であることは海外に対して訴求効果が高い。EUは日本と同様にオープン指向だが、シンガポールはクローズドに利用されている。(第3回 国土交通省⇔栄藤座長代理)

FY2020 Project PLATEAU



XR技術を活用した観光コンテンツの造成
観光庁・京浜東北線電鉄株・(株)シナスタジオ

- 3D都市モデルを活用してAR/VRコンテンツを造成。バスツアーの形態でユーザーにVRゴーグルを通じた観光体験を提供する。
- 従来はコンテンツごとに必要だったベースマップ作成をPLATEAUが代替することで工数削減や後展開の容易性向上が期待される。



観光庁 TR (デジタルトランスフォーメーション) の推進による観光サービスの改善と観光需要の創出事業 : <https://www.naked-ucrc/keikyu-open-bus/vr/contents/>

21

FY2020 Project PLATEAU



バーチャル都市空間における「まちあるき」体験の提供
株式会社伊勢丹ホールディングス



- コロナ禍における新たな都市体験を提供するため、PLATEAUの3D都市モデルをベースにコンシューマ向けVR空間「バーチャル新宿」を構築。
- バーチャル空間にEJやコミュニケーション、映像等のコンテンツを付加することでエクスペリエンスを高める。広告によるマネタイズモデルも検証。
- 通常、ToC向けVR空間でアイレベルのクオリティを担保するためには3DCGスタジオによるスクラッチが必要であり、この工数が非常に大きい。PLATEAUを活用することで、20倍以上の工数削減効果があった。

MLIT

Copyright © 2020 by MLIT. All rights reserved.

17

(第3回 国土交通省ご講演資料)

下線は課題として想定される事項

- メタバース空間を構築するための基本データとしての活用をはじめ、ARやゲーム、人流解析等の様々な活用が見込まれている。更なるユースケースの拡大に向けた官民コンソーシアムの結成、ハッカソン、RFI等も実施している。(第3回 国土交通省)
- (クリエイティブ・コモンズ・ライセンスについて、(CC BY-SAではなく) CC BY4.0とした理由について) 商業利用ができるよう、CC BY-SAではなくCC BYとしている。(第3回 国土交通省⇔増田構成員)
- (PLATEAUの利活用に一定のスキルが求められる中で、コンバージョンツール等も含めたオープン化について) 一般的に使われている変換ツールは無料のものが多く、国交省からも無料でコンバータなどを提供している。(第3回 国土交通省⇔出原構成員)

The screenshot displays the PLATEAU NEXT website. At the top, it states: "PLATEAU NEXT PLATEAUの社会実装を促進するため、アプリコンテスト、LT、ハッカソン、ピッチイベント、ワークショップ等の13本のイベントを一連の企画として開催。" Below this, there are two main sections: "PLATEAU NEXT" with a purple abstract background and "PLATEAU AWARD 2022" with a colorful abstract background. On the right side, there is a timeline diagram showing the sequence of events from 2021 to 2022. The timeline includes: "2021.10.24 PLATEAU NEXT", "2021.11.10 PLATEAU NEXT", "2021.12.10 PLATEAU NEXT", "2022.1.10 PLATEAU NEXT", "2022.2.10 PLATEAU NEXT", "2022.3.10 PLATEAU NEXT", "2022.4.10 PLATEAU NEXT", "2022.5.10 PLATEAU NEXT", "2022.6.10 PLATEAU NEXT", "2022.7.10 PLATEAU NEXT", "2022.8.10 PLATEAU NEXT", "2022.9.10 PLATEAU NEXT", and "2022.10.10 PLATEAU AWARD 2022". Below the timeline, there is a section titled "PLATEAU Hack Challenge 2022 In ヒーローズ・リーグ" with two photographs showing participants at a hackathon.

下線は課題として想定される事項

- 過去の3Dデータと現在の3Dデータをつなぎ合わせることで、過去からの変遷をVRで体験できるのではないか。(第3回 安田構成員→国土交通省)
 - 名古屋市で平成3年から平成28年の都市の移り変わりを再現した例が存在。都市計画等に活用されている。(第3回 国土交通省→安田構成員)
- メタバースでVRの都市空間にいる人とリアルにその場にいる人がコミュニケーションを行うといったバーチャルとリアルの壁を乗り越えることはできないか。(第3回 安田構成員→国土交通省)
 - PLATEAUの活用事例の一つとして、VR空間とリアルにいる人のARデータを同期させて一緒に街歩きをするといった取組も存在。(第3回 国土交通省→安田構成員)



(第3回 国土交通省ご講演資料)

下線は課題として想定される事項

- 地方の街をテーマにしたメタバースについて、地方自治体から、こういったメリットを期待されていると考えているか。(第6回 出原構成員→HIKKY)
- メタバースはただ現実の世界をコピーするだけではなく、象徴的なものにスポットライトを当てつつ、再編成するものと考えている。例えば、技術提供を行い、地方自治体のニーズを汲んだ地元の企業に展開していただくケースもある。(第6回 HIKKY→出原構成員)

下線は課題として想定される事項

- 現実世界のようなコミュニケーションが可能なバーチャルスペースを提供。アバターを自由に動かすことにより、他の人と近づくと音量が大きくなるので、そこで声をかけたりするなどのコミュニケーションができる (第2回 oVice)
- バーチャルオフィスのスペースの賃貸というコンセプトでサービスを提供しており、スペースの広さを基準とした課金体系となっている。(第2回 oVice)
 - (利用停止による顧客の不利益を考慮した事前通告期間について) 賃貸ではあるが、顧客が望む限り利用可能としており、サービスを終了しない限り利用停止はしない。他方で、住所に当たるURL自体にも価値が生まれており、それを他人に転売することは許容されているため、顧客が付加価値を上げることは促していきたい。(第2回 oVice⇔木村構成員)

サービス詳細

oVice とは...

“一緒にいる” という

今までにないコミュニケーションができる

2次元のメタース。

- ウェブ上で自分のアバターを自由に動かし相手のアバターに近づけることで簡単に話しかけられるため、ちょっとした相談や雑談も可能。
- 自分のアバターに近いアバターの声は大きく、遠いアバターの声は小さく聞こえ、現実の空間で話しているような感覚。
- 画面共有やビデオ会議が行えるだけでなく、鍵付きの会議室でのプライベートな会話や会場全体へのアナウンスもボタン一つでOK。



下線は課題として想定される事項

- バーチャル空間の提供だけでなく、勤怠管理システムなどの他のシステムと連携してエコシステムとして提供することが大事だと考えている。（第2回 oVice）
- 顔を偶然合わせた社員間の「偶発的なコミュニケーション」や、会議前後の「連続的なコミュニケーション」は、オン・オフを切り替える既存のWeb会議システムでは実現できず、バーチャルオフィスサービスを利用することとした顧客もいる。（第2回 oVice）
- バーチャルオフィスはリアルオフィスのスペースの削減に寄与し、大きく固定費を抑えることができる。（第2回 oVice）
- バーチャルオフィスを利用する企業等としても、場所があるから集まる、ではなく、場所に集まらない理由を作る、すなわちルール作りが重要。（第2回 oVice）
 - 新型コロナの落ち着きに伴い米国テック企業でも出勤への回帰が見られる中で、バーチャルオフィスなどメタバース的なものへの移行は不可逆的だと考えているか。（第2回 大屋構成員→oVice）
 - オンライン100%、オフライン100%ではなく、企業それぞれに○%：○%でオンライン：オフラインが適正というレベルはあると考えている。その中で、オンラインの人、オフラインの人がそれぞれだけで話すことが断絶をもたらしてしまうので、そのバランスを探せるようにシームレスで入れる環境を提供していきたい。（第2回 oVice→大屋構成員）

下線は課題として想定される事項

- リアルのオフィスでは困難だった社員等の行動のデータを取ることができる。移動、人との接触、発話、リアクションなどを分析し、コミュニケーションのキーマンの特定やエンゲージメントの把握が可能となり、AIを組み込むことでさらなる付加価値が生み出される可能性もある。他方で、どこまでデータを扱うことができるかのルールは慎重に検討する必要がある。(第2回 oVice)
- (プライバシーへの懸念について) 会話を全て管理者が聞く、といった明らかに過剰なもののほか、個人が特定されて低い評価が与えられる可能性があるデータは取得できないようにしている。こうした取扱いについては、弁護士のほか、哲学者や社会学者も交えて議論している。(第2回 oVice⇔増田構成員)
- 個人のプロファイリングについては絶対に許されないものではないと考える一方で、その許容される範囲や一定期間での消去等の対策を考えることも考えられるのではないか。(第2回 石井構成員→oVice)
- プロファイリングが個人の行動の制約につながる、心理的安全性の低下につながる可能性がある場合には避けるべきと考えている。(第2回 oVice→石井構成員)
- コミュニケーションデータの取扱いをプラットフォームの倫理だけに依存するのではなく、法律的な取扱いも含めて議論の対象となりうるのではないか。(第2回 仲上構成員→oVice)

下線は課題として想定される事項

データ活用・プライバシーへの配慮

取得可能なデータ

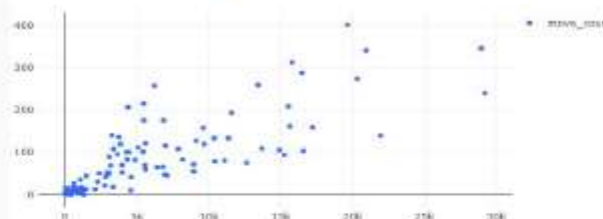


データの見え方 (一部抜粋)

①個人別の発話数や移動数、接触回数等の一覧

name	speak_count	move_count	approach_count
Aさん	1,337	37	9
Bさん	935	16	4
Cさん	306	15	9

②個人別の滞在時間 × 接触回数 実績グラフ



データから分かること (一部事例)



滞在時間と接触回数を見ると、**自立している人かフォローが必要な人**が分かる



滞在時間と発話回数を見ると、**コミュニケーションが増えたか**が一目瞭然



接触回数を見ると、話す人だけでなく、**聞き手に回る人**が分かる



今までの感覚値ではなく、データを利用することで、**社内報告**で説得力が増す

物理オフィスでは取得できないさまざまなデータを活用できるようになる一方で、
「プライバシー配慮のルール作り」が必要

下線は課題として想定される事項

- バーチャルオフィスで3Dのメタバースを提供しようとする、4G以上の通信環境やハイスペックのパソコン等が求められ、場合によってはデバイスを買う必要も出てくる。他方で、利用する社員等の中にはリモートワークやワーケーションの方もいる中で、全ての接続環境まで整備することは不可能。このため、3Gや多くのビジネスPCでも動く2Dのメタバースとして提供し、導入の容易さについての評価をいただいている。(第2回 oVice)
- 現状の技術では、3Dのメタバースについては、(会社のオフィスのような8時間以上の)長時間の継続的な利用は身体への影響の観点から厳しいと考えている。2Dに落とすことで長時間使っても疲れのないような環境として提供することができる。(第2回 oVice)

ビジネスシーンで安定的にメタバースを利用するために必要なインフラ



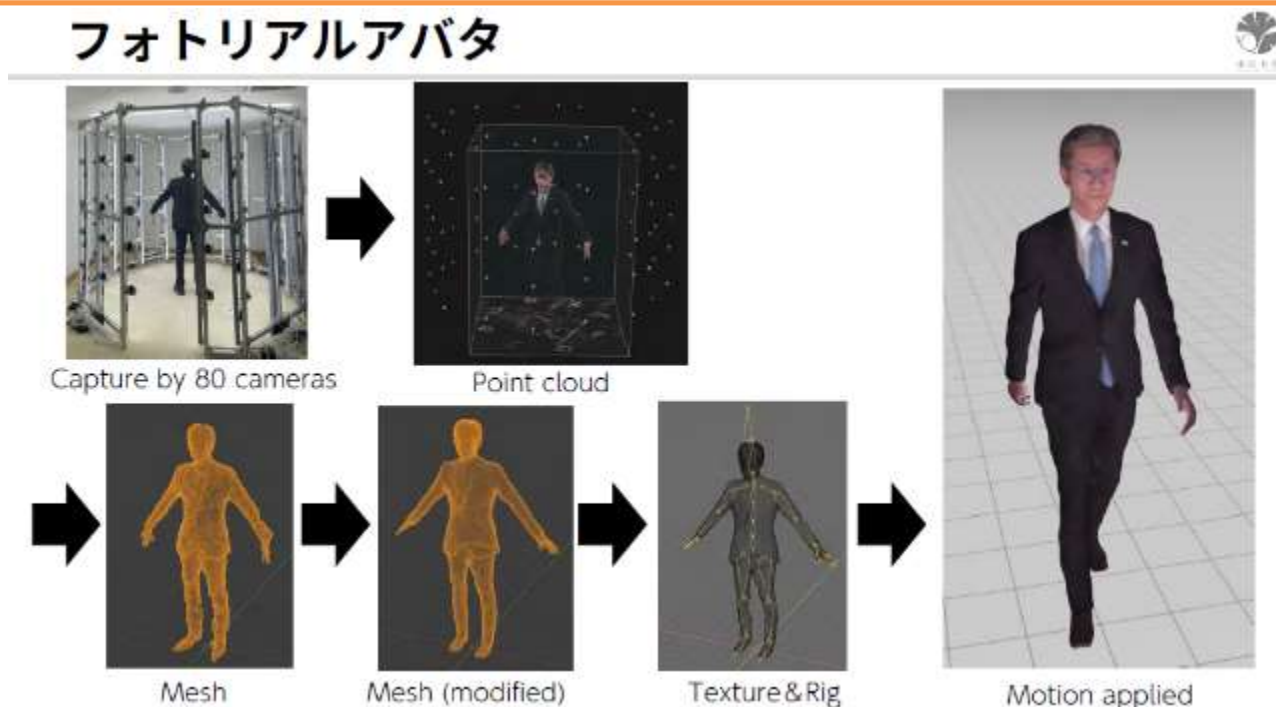
◆高次元メタバースがビジネスシーンに普及するには

- 会社からデフォルトで支給されるPCの進化(高性能CPUやメモリの拡大、グラフィックボードの搭載など)
- ビジネスでは出張先での利用や海外とのやり取りなど、双方が常に安定した環境とは限らないため、日本だけではなく海外を含め、誰でも気軽に5Gを利用できる環境
- 価格・持ち運びやすさ・疲れにくさ・長時間装着する場合の違和感のなさなど、VRゴーグルが今のスマートフォンのように誰もが所持しており、簡単に使えるデバイスとして浸透すること

下線は課題として想定される事項

- VRでの講演においては、ビジネスも含め、オフィシャルな場面ではアバターの見た目をアニメ調等にすることへの抵抗感等も一部あり、本人を模したフォトリアルアバターを作成した。多数のカメラを利用して作成した点群データをベースに、骨格、動作を組み込むことにより、モーションを作ることができる。(第2回 雨宮構成員)
- (フォトリアルアバターを使うことによるリアルとの連続性担保の必要性については) 現状はアバター利用への過渡期として、先生という立場を一意に特定するために必要だと考えている。また、社会通念上許容しうる服装等の問題についても考える必要がある。(第2回 雨宮構成員⇔石井構成員)

フォトリアルアバタ



© Yamashita Aemox, The University of Tokyo

(第2回 雨宮構成員ご講演資料)

下線は課題として想定される事項

- VRの体験について様々なレベルが存在する中で、こうした非対称性が講師と学生、学生と学生の間にあることを前提に、授業での利用を考えていかなければならない。（第2回 雨宮構成員）
- 現状の授業形態をベースに、HMDを利用した同期・非同期の授業を行うことも考えられるが、特にメタバースが強みを発揮するのは、演習・実習である。海外在住者とのコミュニケーションやAIとの対話トレーニングにも利用することができる。また、現実世界のシミュレーションの体験や野外での実習等でのデジタルアーカイブの利用なども考えられる。（第2回 雨宮構成員）
- メタバース空間で通常の授業をするとVR空間内のスライドが小さく投影されるといった問題もあり、現実の授業の代替として考えるのではなく、VR、メタバースでしか（物理法則や資金的な観点から）できないこと、リアルよりも効果が高いもの（難易度の設定や低頻度で高損失の事象等への対応）を考えることが正しい手法だと考えている。（第2回 雨宮構成員）

下線は課題として想定される事項

- 講師側のアバターの姿をディープフェイク技術を利用して変えることによる受講者の集中力の上昇や、受講者側の見せ方を変化させることによるふるまいの変化（プロテウス効果）が観察される。（第2回 雨宮構成員）
 - （ディープフェイクを知っている場合に効果があるのか）実験はできていないが、影響がある可能性はある。AIによる検出も可能となっている。（第2回 雨宮構成員⇔石井構成員）

ディープフェイク遠隔授業



- ・ Zoomのビデオ画面 = アバタ技術



- ・ ディープフェイク技術(Avatarify)を利用して別の人が授業をするように騙す
- ・ StyleGAN (Generative Adversarial Network)
- ・ 1枚の画像を別の顔動画で動かす

カメラ画面の講師のみかで
授業中の発言投稿数が変化する

[雨宮, 青山, 伊藤 (2021) VR学会論文誌]

下線は課題として想定される事項

- 対面とは異なる授業を行う中でどのように受講者の反応を把握・推測するかは今後の課題。
(第2回 雨宮構成員)
- 教育利用を想定した際に、3Dプリンタで行われているように、オープンでシェア可能なデータベースが提供される可能性はあるか。(第2回 栄藤座長代理→雨宮構成員)
 - 人物だと人格権等の問題が発生する可能性もあるが、非生物に関してはそうした問題も少なく、データベースが整備される可能性もあると思う。(第2回 雨宮構成員→栄藤座長代理)
- 従来、製造業などでは、「KKD(経験、勘、度胸)」と呼ばれるように、現場で実際の対象物の大きさを見るなどして感覚をつかむことが重視されていたが、メタバース内でのシミュレーションやVRは、エンジニアや検査員に対してどのように有効な学習効果を与えられると考えられるか。
(第4回 仲上構成員→首都高)
 - 現在、点検員の資格(3年間)の中間審査において、現場ではなくシミュレーターを活用して効率的に教育する事例も出てきている。今後は、AIやXRの技術を実際の現場の点検等に活かせるよう検討を進めていきたい。(第4回 首都高→仲上構成員)

下線は課題として想定される事項

- 高速道路インフラの効率的な管理が非常に重要となっている中、各構造物の台帳ベースでの個別管理から、データプラットフォームによる情報の一元管理に移行すべく開発・実装を進めている。(第4回 首都高)
- 二次元のGISや三次元の点群データを用いて、三次元のバーチャル空間上に327kmの首都高速道路を作成し、台帳や点検データを紐づけることにより、平時と緊急時の対応が可能なデュアルユースプラットフォームを構築している。(第4回 首都高)

インフラデータプラットフォームの開発・実装

- 基本情報及びリアルタイム情報をGIS(地理情報システム)と3次元(点群データ)のプラットフォームに統合
- この仮想空間上で必要な情報の迅速な抽出、確認により、**平常時・緊急時**における**迅速な意思決定を支援するデュアルユース**が可能な**インフラデータプラットフォーム**である。



下線は課題として想定される事項

- データプラットフォーム上で点群データを管理対象と紐づけるデータのフォーマットは、協調領域として他社と共通のフォーマットを用いることが望ましいのではないかと。外部データをプラットフォームに取り込むことは想定しているか。（第4回 栄藤座長代理、是津構成員→首都高）
 - 協調領域として、汎用的なソフトウェアが扱えるデータフォーマットで保有しており、共有は比較的容易にできると思われる。なお、国土交通省や他の高速道路のデータなどは有用だと思うが、構造物の管理単位の違いから個別のデータ形式が異なるなど、まだまだ課題もあるため、Web APIの利用なども含め、今後検討していきたい。（第4回 首都高→栄藤座長代理、是津構成員）
- （デジタルツインのために）各組織がそれぞれデータを取り始めると、何度も同じデータを取ることになってしまう可能性があり、他の組織とデータを連携し、データ取得を省力化することも考えられるのではないか。（第4回 木村構成員→首都高）
 - 組織が持っているデータをレイヤー構造化し、協調領域として、必要な人に必要なタイミングで、どこからでもアクセスできるレイヤーをつくっていくことができれば、そのデータをシェアすることにより、組織ごとに同じデータを取る必要がなくなると考えている。理想的には、国土交通省や自治体に加え、将来的には医療や農業など土木以外の分野ともプラットフォームの連携ができればよいと考えており、現在検討を開始しているところ。（第4回 首都高→木村構成員）

下線は課題として想定される事項

- 点群データは、一度作成したらそのデータをほぼそのまま継続的に使えるようなものなのか、一定期間で更新が必要となるものなのか。（第4回 塚田構成員→首都高）
 - もともと構造物の状況変化を点群データで捉え、コンクリート落下等の事故を防ぎたいというものであり、毎年更新していくのが理想と考えている。ただ、コスト面の問題もあることから、日々の点検・維持工事で納品して貰う出来形データを完了時の点群データに置き換え、都度更新していく必要があると考えている。（第4回 首都高→塚田構成員）
- （疲労損傷を測定するためのIoTセンサーについて）大規模橋梁に従来から設置していた地震計などは高価なものであるが、近年は加速度計、振動計など性能が向上し数万円レベルの廉価なIoTセンサーも開発されていることから、これらに加え、LPWA等を用いて通信の低コスト化も図りながら、全線にセンサーを設置し、データ収集していくことも検討していきたい。（第4回 首都高⇔塚田構成員）

下線は課題として想定される事項

- 施工能力の高いICT建機のみを導入を行ったところ、他の工程でのボトルネック発生を招き、結果的に工事の生産性向上に効果がないことが判明した。施行前の測量から最後の検査・納品までの建設生産プロセス全体をデータで見える化し、現場で起きている状況を次の工程に伝えることで現場全体の生産性向上を目指す、施工のデジタルトランスフォーメーションを進めている。(第4回 コマツ)



下線は課題として想定される事項

- 施工に先立ち、デジタルツイン上で様々なシミュレーションを行い、それを実際の現場に反映している。現場の状況を再度デジタルツインで再現して、再検討を実施、再び実際の現場に戻すということを繰り返し、現場の生産性をより向上させていく。（第4回 コマツ）
- リアルの地形のデジタルデータを取得するに当たり、ドローンやレーザースキャナーのような高価で専門的な能力を必要とする機材を用いずとも、スマートフォンのアプリで地形を計測することが可能となり、小規模な現場でもICT施工が可能となった。（第4回 コマツ）

デジタルツイン施工とは

■「デジタルツイン」とは

DXスマコンを実践するにあたり、まず最初に実際の現場の詳細なコピーを仮想空間に再現する、デジタル現場（**デジタルツイン**）を作成するところから始まります。



「リアルな現場・デジタルな現場」を**同期**させながら**施工の最適化**が可能
→工事全体の**安全性・生産性・環境適応性**を飛躍的に向上

地形の3次元化（デジタル化）

■モバイルSfMアプリ

<モバイルSfMアプリ導入の背景>

現在、ICT施工の広がりにより建設現場の点群化の必要性が増加している。
ただ、ドローン・LSでは**機材の準備や専門知識**が求められ、誰でも簡単に短時間で作業を行うことができない



モバイルSfMアプリの場合、**機材の準備・専門知識をほとんど必要としない**という点で、ドローン・LSの利用が難しい現場において**低予算・低工数でのICT施工の拡大**を見込むことができる。



下線は課題として想定される事項

- デジタルツインによる複雑なシミュレーションを（おそらく土量が基準だと思うが）どのように行っているのか。（第4回 是津構成員→コマツ）
 - ご指摘のとおり、土量をベースにシミュレーションを行っているが、例えば仮設道路のベストのルートを検討する際、現場の勾配を事前に調べ、従来は熟練者がコンピュータ上で経験と勘を元に計算していたところ、AIが様々なパターンからの最適解を導くということが基本ロジックとなっている。また、何千回もデジタルツイン内でシミュレーションを繰り返す中でシミュレーション内で事故が発生した場合、その状況を分析することで、実際の施工に先立って危険箇所を把握し、対策を事前に立てることができると考えている。そのためには人の動きもデジタルデータ化する必要があり、現場の人のベルトに装備する、位置データを送る装置やアプリケーションを開発中である。（第4回 コマツ→是津構成員）
- 施工データがクラウド上に相当程度蓄積されると予想するが、そのデータは貴社としてクラウドにアップロードしてユーザに使用させている形になるのか、それともユーザ自身でクラウドへのアクセス権を持っているのか。（第4回 小塚座長→コマツ）
 - 将来的にはクラウド上に存在するデータをサブスクリプションの形で他者も使える形にしたいと考えているが、現状としてはクラウド上にアップロードしたデータを我々の使うアプリケーションだけが利用する形になっている。（第4回 コマツ→小塚座長）