



神奈川県

政策研究センター
2024.3

かながわ

政策研究

ジャーナル

17

調査研究報告書

「自治体の施策におけるメタバース及びWeb3の活用」

寄稿

「メタバースとデジタルツインの構想と課題」

政策研究センター調査研究の紹介

「障害者支援施設における意思決定支援の検証」

神奈川の知的資源

CONTENTS

第17号の刊行に当たって..... 2

神奈川県 政策局 政策部 総合政策課長 馬淵 靖公

調査研究報告書

「自治体の施策におけるメタバース及びWeb3の活用」..... 3

神奈川県政策研究センター

寄稿

「メタバースとデジタルツインの構想と課題」.....77

奥出 直人（慶應義塾大学 AIC 特任教授・慶應義塾大学名誉教授）

政策研究センター調査研究の紹介

「障害者支援施設における意思決定支援の検証」.....81

神奈川県政策研究センター

神奈川の知的資源86

神奈川の研究者紹介87

川崎市立看護大学、上智大学短期大学部、
湘北短期大学、総合研究大学院大学

神奈川の大学博物館・美術館等の紹介..... 95

明治大学平和教育登戸研究所資料館

神奈川県政策研究センターの紹介..... 96

第17号の刊行に当たって

政策研究センターは、県庁の調査研究部署として、政策の企画立案や具体的施策の遂行に資する調査・分析を幅広く行っています。2023年度は、「自治体の施策におけるメタバース及びWeb3の活用」と「障害者支援施設における意思決定支援の検証」の二つをテーマとして調査研究を行いました。

調査研究「自治体の施策におけるメタバース及びWeb3の活用」では、現実世界の制約を超えて交流・活動できるメタバースの特長、また、ブロックチェーンを基盤技術とした非中央集権性・透明性・堅牢性というWeb3の特長に注目し、今後の自治体におけるこれらの技術の活用を資することを目的に実施しました。本誌では、概念や技術の体系の整理、自治体における活用事例の紹介、適用可能分野の提示、自治体の施策に用いる場合の課題の整理及び活用に向けた提案を行いました。

また、メタバースが社会や人間に与える変化について造詣が深い、慶應義塾大学AIC特任教授・慶應義塾大学名誉教授の奥出 直人（おくで なおひと）氏に御寄稿をいただきました。

調査研究「障害者支援施設における意思決定支援の検証」では、全国に先駆けて障害者支援施設における利用者の意思決定支援に取り組んできた本県において、その全県への展開に当たり、取組の効果を客観的に検証するために実施しています。事業の効果を因果関係の明確化や客観的データに基づき検証して事業の改善を図ることは、証拠に基づく政策立案（EBPM：Evidence-based Policy Making）の重要な要素です。本検証は2024年度まで継続して行うため、本誌では、EBPMのモデルケースとして実施している調査研究について、目的や方法の概要を御紹介します。

また、連載「神奈川の知的資源」では、川崎市立看護大学、上智大学短期大学部、湘北短期大学、総合研究大学院大学で活躍されている研究者の方々及び明治大学平和教育登戸研究所資料館を御紹介しています。

本誌が、県内外の多くの方々にとって役立つものとなれば幸いです。

2024年3月

神奈川県 政策局 政策部 総合政策課長 馬淵 靖公

調査研究報告書

自治体の施策におけるメタバース及びWeb3の活用¹

神奈川県政策研究センター²

【要 旨】

メタバース及びWeb3が、行政や民間企業の活動を一層拡充するものとして全国で用いられ、注目されている。メタバースは現実世界の物理的な制約を超えて交流・活動できることが特長であり、Web3はブロックチェーンを基盤技術とした改ざん耐性の強さが特長である。そこで、今後の自治体におけるメタバース及びWeb3の活用に資することを目的として、本調査研究を実施した。

第1章では、メタバース及びWeb3の概念や技術の体系について、それぞれ解説した。

第2章では、国の研究会等の動きを概観した上で、本県を含む自治体における活用事例について、ヒアリングを通じて把握した注目点及び課題とともに紹介した。

第3章では、メタバース及びWeb3の特性や自治体での活用事例を基に、自治体の施策における適用可能分野を検討し、「どのように使うか」が焦点となるメタバース及び「技術を何に適用するか」が焦点となるWeb3のそれぞれについて提示した。

第4章では、自治体の施策に用いる場合の課題について、①ルール整備、②技術革新、③ユーザーの使いやすさ、④自治体の職員や事業の企画、の四つの区分により整理した。

最後の第5章では、活用に向けた提案を行った。特にWeb3については、有効な事業実施の具体例が全国的にも少ないことから、当センターで検討した独自の政策を提案した。

さらに、メタバース及びWeb3が普及しても、なおリアルでの価値が残るかについて議論したところ、地域で実際に他者と会って交流することの価値は残るとの考えに至った。自治体には都市と自然からなる地域があり、地域と関わりながら住民が生活しているが、これらはリアルで不可分なものだ。そこで、メタバース及びWeb3の特長を現実世界につなげる視点を持ち、人々の安全安心で豊かな暮らしが実現するように地域を変えていくことが、今後の自治体像といえるのではないだろうか。

¹ 本稿の内容は、原則として2023年10月時点の情報を基に執筆している。メタバース及びWeb3の分野では技術の進歩が著しいため、活用の際は最新の情報を確認する必要がある。

² 本調査研究は、阿部 泰則（特任研究員）、大澤 幸憲、澤 紫臣（特任研究員）、平田 実、深澤 宏輔が主に担当した（50音順）。

目次

(はじめに)	7
第1章 メタバース及び Web3 の概念及び技術の体系	8
1 メタバース	
(1) メタバースとは	
(2) メタバースの歴史	
(3) メタバースの基本概念	
(4) メタバースを支える技術	
2 Web3	
(1) Web x.0 の整理	
3 Web3 に欠かせないブロックチェーン	
(1) ブロックチェーンとは	
(2) ブロックチェーンの仕組み	
(3) 様々なブロックチェーンネットワーク	
4 ブロックチェーンが実現する分散型アプリケーション	
(1) 暗号資産	
(2) トークン (NFT 等)	
(3) DApps (DAO、DeFi、GameFi)	
第2章 国の動きと自治体における活用の現状	35
1 メタバース及び Web3 に関する国の動き	
(1) 会議や研究会	
2 自治体におけるメタバースの活用事例	
(1) 横須賀市「メタバースの構築による市の魅力度向上『メタバースヨコスカ』」	
(2) 岐阜県 岐阜市教育委員会「メタバースによる不登校児童・生徒の支援」	
(3) 神奈川県「ともいきメタバース推進事業」	
(4) 神奈川県「『ひきこもり×メタバース』社会参加支援事業」	
3 Web3 に関する自治体での活用事例	
(1) 群馬県「Web3 推進のための部署を設置」	
(2) 山形県 西川町「デジタル住民票 NFT の発行」	
(3) 神奈川県「AI 葛飾北斎 NFT」	
第3章 自治体の施策における適用可能分野	46
1 メタバースの活用可能性	
(1) 仮想空間・コンテンツとしてのメタバース	
(2) 社会参加のツールとしてのメタバース	
(3) アバターの匿名性又は仮想人格活用の場としてのメタバース	
(4) 「居場所」としてのメタバース	
(5) デジタルツインとしてのメタバース	
2 Web3 の活用可能性	
(1) ブロックチェーンネットワーク	
(2) NFT	
(3) SBT	
(4) DAO	
(5) その他の DApps 等	

第4章 自治体の施策に用いる場合の課題	50
1 メタバース及びWeb3を取り巻く課題	
2 メタバースに関する課題	
(1) 権利の保護や取扱いの明確化などルール整備に関する課題	
(2) システム性能の向上など技術革新が待たれる課題	
(3) ユーザーが使いやすいメタバースを提供するための課題	
(4) 自治体の職員や事業の企画に関する課題	
3 Web3を取り巻く課題	
(1) 権利の保護や取扱いの明確化などルール整備に関する課題	
(2) システム性能の向上など技術革新が待たれる課題	
(3) ユーザーが安全安心に利用できるサービスを提供する上での課題	
(4) 自治体の職員や事業の企画に関する課題	
第5章 自治体のメタバース及びWeb3活用に向けた提案	62
1 活用に向けた自治体の対応	
(1) メタバース	
(2) Web3	
2 当センターで考案したWeb3に関する新たな活用法	
(1) DA-NPO (Decentralized Autonomous Non-Profit Organization)	
(2) 自治体発行NFT/STB	
3 地域と人に焦点を当てた活用	
調査研究を終えて（総括）	71
謝辞	71
【BOX】自治体コンソーシアムチェーン	72
付録 DAOについて学べる教材カードゲーム「 ^{だお} DAO！」	73
本調査研究におけるヒアリング先	74
当センターにおける実証など	75
参考文献	75

重要な用語

(定義や説明等が記載されている代表的な箇所のみ示した。)

AR	10	ウォレット	32
DAO	33	ガス代	24
DApps	32	ガバナンストークン	33
DeFi	33	公開鍵暗号技術	23
DEX	34	コンセンサスアルゴリズム	25
DID	32	コンソーシアムチェーン	25
Discord	14	スマートコントラクト	27
GameFi	34	ゼロ知識証明	31
GIGA スクール端末	17	単一障害点	25
MR	11	デジタルツイン	12
NFT	30	テストネット	26
PoS	26	デプロイ	26
PoW	26	トークン	30
SBT	31	トークンエコノミー	10
SSI	32	トランザクション	22
UGC	37	ナンス値	23
UI/UX	35	ノード	22
VR	10	ハッシュ値	23
VRM	18	パブリックチェーン	25
VR ゴーグル	15	ビットコイン	21
Web3	20	プライベートチェーン	26
アセット	18	プラットフォーム	8
アバター	13	プラットフォーム	8
アルトコイン	27	ブロックチェーン	21
暗号資産	28	マイナー	23
イーサリアム	27	メタバース	8
インターオペラビリティ	18	ワールド	12

(はじめに)

現代社会は、デジタル技術の進展によって、日々変化している。その中でも、メタバース及び Web3 といった比較的新しい技術は、行政や民間企業の活動を一層拡充するものとして全国で用いられ、注目されている。

これらの技術について、メタバースは現実世界の物理的な制約を超えて交流・活動できることが特長であり、Web3 はブロックチェーンを基盤技術とした改ざん耐性の強さが特長である。

メタバースと Web3 は別の技術であり、必ずしも同時に用いなければならないものではないが、それぞれの長所を生かし、政策に的確に取り入れることで、これらの新技術は社会にとって一層有効なものになると考えられる。

政策研究センター（以下「当センター」という。）では、今後の自治体におけるメタバース及び Web3 の活用に資することを目的として、概念及び技術の体系を整理し、先進的な事例を収集するとともに、自治体における活用可能性と課題を検討するため、本調査研究を実施した。

本調査研究は、事例を紹介するだけでなく、自治体や公共分野に関わる民間企業がメタバース及び Web3 を活用して、行政サービスを企画し、提供するに当たってどのような社会的意義を打ち出すことができるかを念頭において進めた。

第1章では、基礎知識としてメタバース及び Web3 それぞれの概念や技術の体系を整理した。

第2章では、国の研究会等による報告の要点を整理するとともに、本県を含むいくつかの自治体で政策課題に対応した活用を開始していることから、自治体での取組に焦点を当て、ヒアリングを通じて把握した注目点及び課題とともに紹介した。

第3章では、メタバース及び Web3 の特性や自治体での活用事例を基に、適用可能分野を示した。メタバースについては、イメージが湧きやすい反面「どのように使うか」が焦点となり、仮想空間・コンテンツ、社会参加のツール、アバターの匿名性又は仮想人格活用の場、「居場所」、デジタルツインとしての適用可能分野を提示した。Web3 については、「技術を何に適用するか」が焦点となり、ブロックチェーンネットワーク、NFT、SBT、DAO、その他 DApps 等の各要素に分けて、技術的な特性から適用可能分野を提示した。

第4章では、自治体の施策に用いる場合の課題について、先行調査等の確認、ヒアリング及び当センターにおける実証などを通じて、①ルール整備、②技術革新、③ユーザーの使いやすさ、④自治体の職員や事業の企画、の四つの区分により整理した。

第5章では、活用に向けた提案を行った。特に Web3 については、有効な事業実施の具体例が全国的にも少ないことから、当センターで検討した独自の政策を提案した。

さらに、技術や話題先行でメタバース及び Web3 が普及していく中であって、行政が見つめるべき「リアル」の価値についても改めて問い直した。

第1章 メタバース及びWeb3の概念及び技術の体系

メタバース及びWeb3（ウェブスリー）は比較的新しい技術であるが、現在では民間でのブームにとどまらず、DX（Digital Transformation、デジタルトランスフォーメーション）の一環として自治体での活用も増えている。一方、その活用を考える際、どちらも様々な特徴があるために、俯瞰しづらいものとなっている。

本章では、メタバース及びWeb3の成り立ちや仕組みを理解できるよう、近年のトピックに触れつつ解説する。

1 メタバース

ここではまずメタバースに焦点を当て、メタバースを理解するための基礎知識を、歴史、基本概念及び支える技術の視点から紐解く。

(1) メタバースとは

メタバースについて、一般的に確立した定義はないが、おおむね「仮想世界」を指す。様々な機器からアクセスすることができ（【図表1-1】）、CG（Computer Graphics、コンピュータグラフィックス）を用いて表現される。メタバースを利用するための基盤となるシステムであるプラットフォームを開発運営している企業であるプラットフォーマーは国内外に多数ある。

ユーザーは「アバター」と呼ばれる分身をメタバース上で操作し、機能の利用やほかのユーザーとのコミュニケーションなどの活動をする。企業ユーザーによる利用では、リモートワークや遠隔ミーティングを行うためのバーチャルオフィスとしてメタバースを活用することもある。現実よりも広い空間を設定でき、その中でアプリケーションを使用し、共同作業もできる。

また、メタバースで活動するだけではなく、プラットフォーマーが開催するイベントに個人や企業が出展をすることに話題性があるため、広報の場として活用されることも多い。

【図表1-1】メタバースは身近な機器からアクセスすることができる



図：当センター作成（画像は株式会社HIKKY提供）

(2) メタバースの歴史

メタバースの概念の初出は、米国のニール・スティーブンスン氏によるSF小説『Snow Crash (スノウ・クラッシュ)』(1992年)に登場する「メタヴァース」であるといわれているが、メタバースは何もないところから突如SF作品内に現れたのではなく、少なくとも1980年代から技術的な片鱗を見せていた。ここでは、映像の進化やコンピュータネットワークの発展といった仮想世界に関わる技術が開いていった過程を追う。

ア 黎明期：CG技術や通信の進歩

メタバースを構成する技術の積み重ねについて、1980年代からの3DCG(3次元CG)映像の飛躍³が挙げられるほか、メタバースに欠かせない「アバター」(13頁参照)や、ネットワークを通じたコミュニケーション方法に関して、電話回線による「パソコン通信」を使用したサービスが同じ年代から登場⁴している(【写真1-1】)。

【写真1-1】富士通 Habitat



出所：富士通 Web サイト⁵

1990年代には、インターネットへの接続が一般的になったことで、サーバー上に構築された仮想世界を多人数で冒険するMMO(Massively Multiplayer Online、大規模多人数接続型)ジャンルのPCゲーム⁶が登場し、アイテムや仮想世界の土地といったデジタルデータのRMT(Real Money Trading、現金取引)が自然発生した。

その他、仮想空間を記述する言語としてVRML(Virtual Reality Modeling

³ 1980年代からの映像技術の飛躍は目覚ましいが、1990年代に公開された映画『MATRIX(マトリックス)』(1999年)は、当時における斬新なCG表現とともに、現実世界と仮想世界を行き来するメタバースの世界観を観客に強く印象づけた。

⁴ 1980年代のPC用サービスの『Lucasfilm's Habitat(ルーカスフィルムズ・ハビタット)』及びその日本版の『富士通Habitat(ハビタット)』(1989年)が先駆的である。

⁵ このページで使用している富士通Habitatの画像の著作権は富士通株式会社が保有しています。この画像は、富士通株式会社の許諾を受けた株式会社ジー・サーチの許可を得て使用していますので、無断での転載をお断りいたします。(C)FUJITSU LIMITED

⁶ 『Ultima Online(ウルティマオンライン)』(1997年)、『EverQuest(エバークエスト)』(1999年)等。

Language、仮想現実モデリング言語) が設計された。

イ 2000年代：「セカンドライフ」

一般家庭で用いられる PC やテレビゲーム機の性能が上がり、アプリケーション上の映像表現にポリゴン (polygon、多面体) による 3DCG 描画が豊富に用いられるようになった。

高精細な動画像の流通に応じて通信データ量が増加したが、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line、非対称デジタル加入者線) や FTTH (Fiber To The Home、家庭用光回線) など、高速な回線が普及したことで、大量のデータを送受信する仮想世界の可能性が広がった。

その中で『Second Life (セカンドライフ)』(2003年) (【写真1-2】) が開発され、日本国内では2007年ごろにブームとなった。大企業等が代理店を通じて仮想世界内に店舗や看板を設置し、広告に活用するなどした。

【写真1-2】 Second Life



画像提供：Linden Research, Inc.

また、セカンドライフ内で用いられている仮想通貨「リンデンドル」は米ドルと交換ができ、メタバース上での創作が金銭に換算可能になることで注目を集めた。これは前述の RMT とともに、近年の Web3 分野における NFT (Non-Fungible Token、非代替性トークン) (30 頁参照) やトークンエコノミー⁷に近い概念といえる。

ウ 2010年代：VR (Virtual Reality、仮想現実) ブーム

2010年代に入ると、スマートフォンの普及に伴い、カメラ機能を通じて現実世界に情報を重ね合わせる AR (Augmented Reality、拡張現実) が、GPS 位置情報を利用したゲーム⁸等の身近なアプリケーションとともに徐々に広まっていった。

⁷ 本来は心理学用語で行動と報酬 (トークン) を結びつけることでオペラント行動 (結果のために自発的になされる行動) を強化する一般化されたシステムを指すが、ここでは暗号資産 (仮想通貨) を介して相互に経済活動が行われる仕組みを指して使われている。類義語にクリプトエコノミクスがあり、クリプトとは「暗号」の意である。

⁸ 『Ingress Prime (イングレスプライム)』(2013年)、『ポケモン GO』(2016年) 等。

また、スマートフォンは各種センサーによる方角や上下左右の傾きの検知ができることから、ヘッドバンド状の器具と組み合わせ、簡易的にVRゴーグルとして用いる方法も生まれた。

2016年はマーケティング視点で「VR元年」と呼ばれており、「Oculus Rift（現Meta Quest）」「Microsoft HoloLens」「HTC Vive」「PlayStation VR」を始めとした家庭向けVRゴーグル製品が相次いで発売されたほか、メタバースを題材とした映像作品⁹や遊園地のような施設型VRレクリエーションも多数登場し、VR技術とメタバースが同列に語られることも多くなった。

エ 2020年代～現在

2021年、世界的なSNSプラットフォームである旧Facebookが社名をMeta Platformsへと変更し、VRゴーグルのブランド名もOculusからMetaへと変えた。これは国際的なIT企業がメタバースに注力するという強力なアピールとなり、再びメタバースブームが到来した。国内でもメタバースのプラットフォームが、ベンチャー企業や大企業のプロジェクトとして興った。

同時期にブームとなったWeb3とともにメタバースの解説書籍が書店に並び、2022年の新語・流行語大賞に「メタバース」がノミネートされた。

また、新型コロナウイルス感染症の流行下では、外出や対面での交流が制限される中、仮想空間で活動できるメタバースの活用が注目された。

この他、テレビでも幅広く取り上げられ、ニュースや生活情報番組にとどまらず、子供向けヒーロー番組¹⁰にもメタバースは広がり、世代を超えて浸透した。

2022年12月に実施された調査¹¹によれば、メタバースを何らかの意味で知っている回答者（認知者）は83.3%、他者に説明できるほどよく知っている回答者（理解者）は11.6%であり、2022年6月の62.7%、4.5%から半年間でいずれも増加した。

2023年、VRのほかにAR、MR（Mixed Reality、複合現実）を含む分野¹²にも適応した新型VRゴーグル端末の「Meta Quest3」や「Apple Vision Pro」が発表された。

（3）メタバースの基本概念

ここでは仮想世界を構成する要素ごとに、基本概念をそれぞれ解説する。

⁹ VRやメタバースをモチーフにしたエンターテインメント作品が相次いで公開された。『ソードアート・オンライン -オーディナル・スケール-』（2017年）、『Ready Player One（レディ・プレイヤー1）』（2018年）、『Free Guy（フリー・ガイ）』（2021年）等。

¹⁰ 『暴太郎（あばたろう）戦隊ドンブラザーズ』（2022年）が名称のとおりアバターをモチーフにしており、メタバース世界をCGで描いた。

¹¹ 株式会社三菱総合研究所先進技術センター（2023）「メタバースの認知・利用状況に関するアンケート結果（抜粋）」

¹² これらを総称して「XR分野」と呼ぶことがある。

ア 仮想世界

(ア) プラットフォーム、ワールド

メタバース事業者が構築するプラットフォームは世界中に存在し、「VRChat」「NeosVR」「ZEPETO」「Meta Horizon Worlds」等がある。また、国内では「cluster」「REALITY」「PARALLEL SITE」「Metapa」などがある。

一般的に、プラットフォーム内では「ワールド」と呼ばれる区分けがされており、ユーザーはメタバースへログインした後に好みのワールドを選択し、アバターの姿でそこへ出かける。

(イ) 3DCG

仮想世界の描画には3DCGが多く用いられる。現実世界の再現もあれば芸術的な空間表現もあるほか、プラットフォームのコンセプトやデザイン表現、そして光源処理の違いといった技術要件によっても、グラフィックの風合いはそれぞれ大きく異なる。

3DCGで描かれた仮想世界で円滑にアバターを操作するためには、VR機器や高性能PC等が必要となり、例えばスマートフォンでアクセスできるとうたっているプラットフォームでも、旧式の端末ではメモリ不足で動作しない、動作しても描画が追いつかない、端末が高温になることがある。

そうしたことから、「バーチャルオフィス」と呼ばれる分野のビジネス用アプリケーションでは、3Dではなく2D（2次元）による俯瞰で描かれたオフィスにユーザーのアイコンを配置し、ビデオチャットや共同作業アプリケーションと組み合わせて使用するものもある（【写真1-3】）。

【写真1-3】3Dメタバースと2Dメタバース



出所：(左・3D) HIKKY Web サイト (<https://www.hikky.co.jp/>)

(右・2D) MetaLife Web サイト (<https://metalife.co.jp/>)

(ウ) デジタルツイン

メタバースの技術だけでなく、実景写真や地形データを使用して都市や地域の全体を再現するものを「デジタルツイン」と呼ぶ¹³。表層的なグラフ

¹³ データのみで都市や地域の全体を表現したのもデジタルツインと呼び得るが、本調査研究では主に3DCGによって空間を表現するものに注目している。

ニックを似せるだけでなく、現実と連動する施策やシミュレーションに活用することで、現実とメタバースでのイベント同時開催や、土地の開発、防災等にも役立てることができる¹⁴。

イ ユーザー

(ア) アバター

アバターとはメタバース上でのユーザーの分身のことで、その語源はサンスクリット語の「アヴァターラ（化身）」といわれている。おおむねどのプラットフォームでも、顔つきや体格、肌の色などを選択でき、衣服や装飾品の着脱ができる。

これらのカスタマイズによってファッションを楽しむように個性を演出できるほか、動物や無機物など人間ではないキャラクターに扮して活動することもできる（【写真1-4】）。

【写真1-4】メタバースにおけるアバターの例



画像：スマートフォン向けメタバース

「REALITY」にて当センター撮影（©REALITY XR cloud）

(イ) アイデンティティ、人格

メタバース上では、ユーザーはアバターを通じて多様な自己表現が可能となる。例えば、一般のユーザーの場合は、匿名により自らの本心をさらけ出したり、ロールプレイにより、全く別の人格を演じる場合がある。

逆に著名人の場合は、現実世界での影響力を行使するために、メタバース上で自身に似せたアバターを用いて発信することが考えられる。

¹⁴ 例として、静岡県「VIRTUAL SHIZUOKA」では、県土を3次元点群データで取得・蓄積し、オープンデータ化している。国土交通省九州地方整備局では、河川の整備をメタバースで事前体験し、住民との合意形成に役立てている。国土交通省では、日本全国の3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化プロジェクト「PLATEAU」が進行中である。

ウ コミュニケーション

(ア) ボイスチャット

メタバースでのコミュニケーションには、主にボイスチャットが用いられる。

ボイスチャットが用いられる理由は、即時性が高いことだけでなく、VRゴーグルやゲーム機をメタバースの端末とする場合、両手でコントローラーを操作するため、キーボードによる文字入力現実的ではない¹⁵ことが挙げられる。

エ コミュニティ

(ア) 継続的なコミュニティ

コミュニティは、自然発生的に成立するアバター同士の寄り合いのようなものもあれば、組織の運用に必要な機能をプラットフォームが実装することで成立するものもある。

コミュニティの存在はユーザーに大きく作用し、単なる空間（スペース）を居場所・活動の場（プレイス）へと変えて社会を形成し、継続利用を促すきっかけとなる。

(イ) 一時的なコミュニティ、イベント

メタバース上では多数の参加者を募ったイベントが開催されることがある。例えばプラットフォームが主催するコンサートやステージパフォーマンスのほか、ユーザーの自主企画による小規模なものから、現実の祭事を模した大規模なものまで多様である。

ユーザーは個々に自宅などからアクセスして参加しているに過ぎないが、メタバースによって空間を超えて共通の体験をすることで、一体感とともにアバター同士の連帯やプラットフォームへの帰属意識が生まれる。

(ウ) メタバース外コミュニティ

メタバースの外部にもコミュニティが設けられることがある。ユーザーはメタバースに24時間365日ログインしているわけではないので、普段はメタバースの外部（現実世界）で「Discord」¹⁶等のSNSアプリケーションで連絡を取り、生活時間帯や必要に応じて適宜メタバースへログインする利用法がみられる。

(エ) リアルイベント、オフ会

メタバースのプラットフォームやVR関連企業等によって、現実世界で

¹⁵ VRゴーグルに内蔵されたカメラでユーザー周辺の風景を撮り込み、メタバース上のグラフィックと重ね合わせるパススルー技術も活用されている。現実のキーボードをメタバース上に表示し、ユーザーが現実のキーボードを叩くとメタバース上でもその様子を反映させるなどが可能である。

¹⁶ テキストチャット、ボイスチャット、ビデオ通話に対応したコミュニケーションツール。

メタバースそのものの広報を目的としたイベントが開催されることがある。主にVR機器の体験や、メタバースやアバターと親和性の高いVTuber¹⁷を出演者としたステージ等で構成されている（【写真1-5】）。

【写真1-5】 イベント「Vket」のリアル会場とメタバース会場



リアル会場には、来場者がメタバース会場のアバターとコミュニケーションを取るための巨大モニターとカメラを組み合わせたステージが設置された。

画像提供：株式会社HIKKY

また、オフ会としてユーザーが現実世界で集うこともあり、事前の取り決めにより、氏名や所属など本人の素性を明かさずに参加することが可能な場合もある¹⁸。

(オ) メタバース用データの取引

メタバース向けに作成されたデータは、国内では主に「BOOTH」を始めとしたデータ販売に対応するマーケットサイトを通じてユーザー間で取引されている。

完成されたアバターの衣装や装飾品だけでなく、ベースとなる部品の3Dモデルのみが提供される場合もある。こういった部品をアバターに組み込むには、購入者にも知識が必要とされる。

(4) メタバースを支える技術

ここでは主にハードウェアやソフトウェアの観点から、メタバースに用いられている主要な技術について解説する。これらは人とメタバースをつなぐインターフェースとして重要なものである。

ア ユーザー側の環境

(ア) VRゴーグル、HMD、コントローラー

VRゴーグル（【写真1-6】）は「VR HMD（Head Mount Display、ヘッドマウントディスプレイ）」とも呼ばれ、^{はんごう}飯盒状の箱にレンズのついたモニター

¹⁷ Virtual YouTuber、キャラクターを用いたリアルタイム動画配信者。ライバーともいう。

¹⁸ メタバースのアバターやVTuberの中には、いわゆる「中の人」（操作者のこと）を知られたくないユーザーも多く、他人による「本名バレ」を始めとしたアウトティング（本人の意に反する暴露）を起因としたトラブルも発生している。

部を頭部にバンドで固定する。

人間の視野角は左右に約 210 度といわれており、VR ゴーグルは 110 度程度をカバーしているものが多いため、視野を変えるには頭部を動かす必要があるが、近年はアイトラッキング技術¹⁹の進歩により、ゴーグル内で視線を動かすことで映像を追従させられる端末も存在する。

【写真 1-6】VR ゴーグルとコントローラー



画像提供：Meta Platforms, Inc.

VR ブーム以降、ゴーグルは常用するには重いものとされてきたが、パンケーキレンズ²⁰が使用されるようになったことで小型化し、2023 年以降登場した各社の新機種では快適な装着感になるよう重量バランスが改良されている。

VR ゴーグルは単体で稼働できるもののほか、PC やゲーム機と接続してそれらの演算能力を利用するもの、モニター部の代用としてスマートフォンを用いるものなどがある。

モニター部とともに重要なのはコントローラーで、両手で保持して使用する。ボタンによる能動的な操作だけでなく、内蔵されたセンサーによって頭と左右の手の位置や傾きが検出される。この状態を「3 点トラッキング」と呼び、ユーザーが腕を振ればアバターの腕も振れるというように、メタバース上での活動に現実感や臨場感を与えている。

(イ) モーショントラッカー

VR ゴーグルと左右のコントローラーのほかに、全身の動きを検知するため追加で装着するセンサーがモーショントラッカー（【写真 1-7】）である。

腰と両足首にトラッカーを装着すると、合わせて「6 点トラッキング」となり、この段階は両手両足が動かせるため「フルトラッキング」と呼ばれる。さらに主要な関節である両肘と両膝にそれぞれトラッカーを追加して「10 点トラッキング」とすることにより、ダンス等の複雑な動きをアバターに伝える際に正確さや自然さを加えることができる製品もある。

¹⁹ 眼球の動きを計測し、視線の動きや注視先の追跡をする技術。

²⁰ レンズの形状の一種で、比較的薄く生産することができる。

【写真1-7】市販のモーショントラッカーの例²¹



ソニー モバイルモーションキャプチャー 『mocopi』
画像提供：ソニー株式会社

(ウ) ゲーミングPC、GPU

近年では「ゲーミング」という言葉が高性能を指す代名詞となっており、オフィス用途で使用するにしても負荷がかかる処理のためにゲーミングPCを用いることが増えている。

かつてはCPUの処理速度がPCの性能を決めたが、現代ではグラフィック描画や並列処理等を高速に行えるGPU（Graphic Processing Unit、グラフィック演算ユニット）が重要視²²されている。

(エ) スマートフォン、タブレット

スマートフォンやタブレットは、VRゴーグルに比べて描画範囲がディスプレイ内に限られ、上下左右の動きを画面内と連動させるには本体ごと保持しなければならないことや、アバターの移動や各種機能の利用の際に画面を頻繁にタッチする必要があるなどの難点がある。

しかし、一般のユーザーにとって最も身近なメタバース端末といえ、特にスマートフォンは、比較的高性能なプロセッサとセンサー群、鮮やかな画面、タッチパネル、カメラや音声入出力などの主要機能がコンパクトにまとまっていること、また、タブレットは画面サイズの大きさに対してPCよりも設置スペースが小さく、ペンを始めとした入力補助装置の選択肢も多いことから、利用のハードルが低いといえる。

(オ) メタバース用アプリ、ブラウザ、アカウント

ユーザーがメタバースへアクセスするためには、プラットフォームでアカウントを作成し、専用のアプリをインストールする必要があるものが多い。ただし、中にはブラウザでアクセスするだけで利用できるものもあり、GIGAスクール端末²³のように、アプリのインストールに制限のある環境で有

²¹ 画像の機器は一例であり、本文の説明は画像の機器の仕様を示すものではない。

²² GPUはCG描画に必要な計算だけでなく、暗号資産の演算やAIの強化学習・ディープラーニング（深層学習）にも用いられており、流行のIT分野では必要不可欠なパーツとなっている。

²³ 2019年に閣議決定されたGIGAスクール構想に基づき、児童生徒向けの1人1台端末とクラウド活用、高速大容量ネットワーク環境の整備が実施された。

用である。

イ プラットフォーマー側の環境

(ア) Unity、Unreal Engine、Blender など

メタバースのプラットフォームに採用されているデータ形式には複数の種類がある。

例えばアバター用の 3DCG データには主に「VRChat」で用いられる FBX 形式、「NeosVR」で用いられる GLB (glTF、GL トランスミッションフォーマット) 形式、3D モデリングツールの「Blender」で用いられる BLEND 形式等の規格がある。これらの 3DCG データやそれに付随するモーション、スクリプト、サウンド等の素材データは「アセット」と呼ばれる。

開発用ソフトウェアには Unity や Unreal Engine などがあり、これらは元来ゲーム開発に用いられるもので「ゲームエンジン」とも呼ばれている。

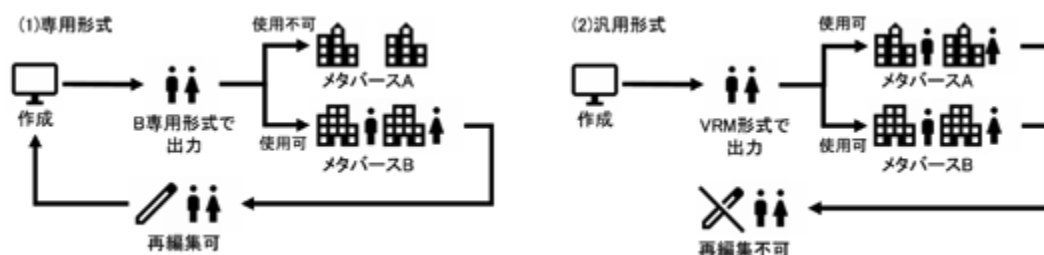
(イ) VRM、共通フォーマット

プラットフォームが林立している現状において、アバターやオブジェクトのインターオペラビリティ (interoperability、相互運用性) すなわちデータ形式の互換が重要視されている。

例えば、一人のユーザーがメタバース A とメタバース B で同じグラフィックデザインのアバターを作成するには、A と B の両方でアカウントを取得しつつ、それらに紐付いたアバターを互いに風合いを似せてそれぞれ作成することになり、煩雑である。

この状況を解消するに当たり、共通フォーマットの策定が求められており、VRM はその一つである。専用形式で作成したアバターなどのデータを汎用形式 (VRM) で出力することで、同じアバターを異なるメタバースでそれぞれ使用することができる。ただし、データの再編集については、原則として汎用形式で出力する前段階の専用形式のみで行うことができる (【図表 1-2】)。

【図表 1-2】データを専用形式と汎用形式 (VRM) でそれぞれ出力した場合の違い



図：当センター作成

VRM は主に民間企業で構成された一般社団法人 VRM コンソーシアムにおいて策定が進められているアバターのデータ規格であり、背景には VTuber

の流行とその文化がある。

例えば、これまでは、各種メタバース上のアバターエディター、VTuber 配信アプリ、ゲームエンジン、CG 作成ソフト等の異なる技術仕様で作られた VTuber 各員が集合して配信を行う際に、その仕様の差異からアバターが正常に表示されなかったり、別々に撮影した映像を合成して調整する必要があるなどの課題があった。

共通フォーマットがあれば、これらの差異を吸収して、単一のプラットフォーム内にアバターを並べることができる²⁴。

現在、世界でメタバースの相互運用性に関する標準化を推進している MSF (Metaverse Standards Forum、メタバース・スタンダード・フォーラム) では、日本企業によってアバターの標準化が提唱されている。ほかに標準化団体として、国際電気通信連合の ITU-T (電気通信標準化部門) における Focus Group on Metaverse (メタバース・フォーカスグループ) が挙げられる。

共通フォーマットに関連して、日本のユーザーは現実の自分と異なる姿になってメタバース上でのアイデンティティを形成する傾向があり、アバターとアイデンティティが密接に紐づくため、どのメタバースでも同一の見た目のアバターで活動できることが望まれているという。

一方、海外のユーザーは、アイデンティティは現実の自分そのものにあり、アバターはあくまでそれを投影するものとして利用しているとのことで、現実の自分の姿と異なるアバターを持ち運びたいというニーズはまだ顕在化していないという²⁵。これは、日本の SNS における匿名文化やなりきり文化に対する、海外 SNS の顕名文化になぞらえることができるだろう。

(ウ) プラットフォーマーのビジネスモデル

メタバースのプラットフォームや、そこで何らかのコンテンツを展開する事業者のビジネスモデルは BtoC (Business to Consumer、消費者個人を対象としたビジネスやサービス) と BtoB (Business to Business、法人を対象としたビジネス) に大別できる。

BtoC では、プラットフォームが直接ユーザーに対してメタバースを体験させ、サブスクリプションで月額等の利用料を徴収したり、アバターの装飾やアセットを販売したり、無料利用の代わりに広告をユーザーに閲覧させる等のビジネスを展開する。

BtoB においては、消費者向けサービスを行う法人を対象にしたビジネスが展開されている。メタバース分野では CG の制作代行やイベントの運営受

²⁴ 一般社団法人 VRM コンソーシアムによると、現在では国内のメタバースプラットフォーム及び VTuber 配信ソフトはほぼ VRM に対応が完了しているとのことである。どの開発用ソフトウェアでアバターを作成しても、VRM 形式に書き出せれば、持ち込み先のメタバースや VTuber 配信アプリにインポートして使用することができる。

²⁵ 当センターによる一般社団法人 VRM コンソーシアムへのヒアリング (2023 年 7 月 11 日実施)

託などが挙げられる。

その他、メタバースの利用者同士でアバターやアセットを売買する CtoC (Consumer to Consumer、個人間取引) がある。

2 Web3

Web3 は、ブロックチェーン技術を中心とし、様々な分野で分散型ネットワークの利点を活用したアプリケーションやサービスが実装される技術の体系、それを取り巻く世界観を示す。

しかし、マーケティング用語として使われる例が多く、何を示しているどのような活用ができるものなのかについては一定の整理が必要である。

ここでは Web3 が誕生した背景とともに、中心的な技術であるブロックチェーンと、ブロックチェーンが実現する分散型アプリケーションについて解説する。

(1) Web x.0 の整理

Web に関して、3 や 2.0 といった数字表記は何の違いを示しているのか。その背景を読み解く。

ア Web1.0

Web の黎明期を指す。「Web2.0」の語が生まれた際に、比較として用いられるようになった。いわゆる「ホームページ」による情報発信を指す。

WWW (World Wide Web、ワールド・ワイド・ウェブ) の黎明期においては、HTML や CGI (Common Gateway Interface、Web サーバー上で動作しクライアントのブラウザへ結果を送信するプログラム) の扱いに習熟が必要であった。

このことから、情報発信は限られた組織や技術のある個人のものでされ、大多数のユーザーは情報を享受するのみという意味合いで Web1.0 は「一方向」の時代といわれている。

イ Web2.0

オンラインメディア創業者のティム・オライリー氏が 2004 年ごろ提唱した。

広告モデルを主要ビジネスとして、多くの人を誘導する検索サイトが力を持ち、e コマースや SNS が拡大し、Google や Amazon、Facebook 等の巨大プラットフォームが誕生した。

SNS や動画投稿サイトを始めとして誰でも気軽に情報発信ができるようになったことから、Web1.0 と比較して「双方向」の時代といわれている。

ウ Web3.0

主に二種類の「Web3.0」の定義が存在する。

一つ目は、WWW の考案者である科学者のティム・バーナーズ＝リー氏が 2006 年ごろ用いた「セマンティック Web」の再定義で、これはコンピュータが自律的に処理できるメタデータが付与された Web を指す。

二つ目は、暗号資産の一つであるイーサリアムの共同創始者、ギャビン・ウッド氏が 2014 年に「DApps: What Web 3.0 Looks Like」と題したブログ記事

で提唱したもので、これはブロックチェーン技術によって非中央集権的な分散型 Web を実現するものである。

エ Web3

前述の「Web3.0」と似ているが、トークンエコノミーを含む分散型アーキテクチャを指す言葉として投資家のクリス・ディクソン氏が2021年ごろ提唱したものである。

これにはNFT、DAO（ダオ。Decentralized Autonomous Organization、分散型自律組織）、DeFi（ディーファイ。Decentralized Finance、分散型金融）、GameFi（ゲーミファイ。ゲームで稼ぐ事）等が含まれている。

Web3.0 や Web3 が提唱された時代背景として、GAFAM（ガーファム。Google、Apple、Facebook（現 Meta）、Amazon、Microsoft の頭文字をとったもの）に代表されるビッグテックへの反発がある。

Web2.0 時代は、プラットフォーム企業が自身のビジネスモデルを支えるために個人情報や履歴情報を一手に保有し、それらの情報を広告や購買の推奨に活用して更に拡大するという大企業中心の中央集権的な構造があった。

そうした情報の独占に伴って発生する富の集中を避け、目的外利用や漏洩といったリスクに対抗するものとして、非中央集権的で分散型であることを重視する考え方が生まれた。

3 Web3 に欠かせないブロックチェーン

Web3.0 や Web3 の実現にはブロックチェーン技術が欠かせない。しかしながら、日常のニュースでは暗号資産の名が時折出るくらいで、実際にどのようなものなのかを知る機会は少ない。ここではブロックチェーン技術とその特性を解説し、後述する活用可能性につなげる。

(1) ブロックチェーンとは

Web3 の基盤技術であるブロックチェーンは、「一つ一つの取引履歴（ブロック）が1本の鎖のようにつながる形で情報を記録する技術²⁶」と説明することができる。

ブロックチェーンは理論のみが突如として世に現れたのではなく、ビットコインという最適な用法とともに誕生した。

ア ビットコインの誕生

ブロックチェーンは、2008年11月にサトシ・ナカモトと名乗る人物が発表した「Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System（ビットコイン：ピアツーピア電子通貨システム）」という論文によって社会に提示された。

その内容は、世界における金融不安を背景に、電子通貨システムにおける

²⁶ 経済産業省（2022）「Web3.0 事業環境整備の考え方」

二重支払い問題²⁷を解決するために、中央に管理サーバーを設置することなく二者間での取引を安全に行う仕組みを説いたものである。

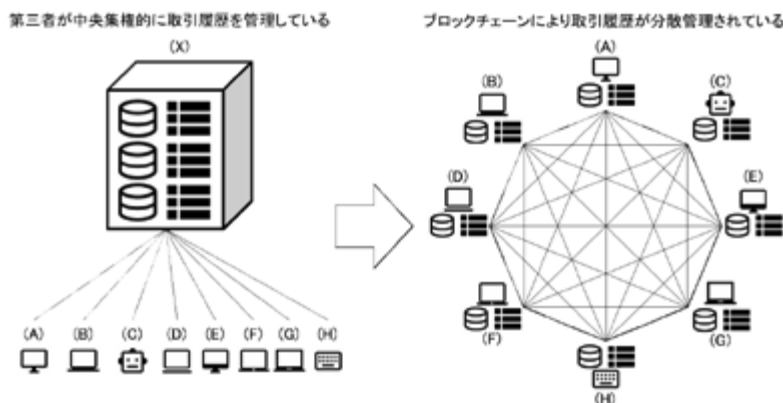
ここで提起されたブロックチェーン技術は、論文を元に、「分散型台帳」と呼ばれるネットワークシステムとそのネットワーク上で流通する暗号通貨（Crypto Currency、国内においては資金決済法で定義される暗号資産）として実装された。これがビットコインである。

ビットコインは、ピザ店のピザ2枚と10,000BTC²⁸が交換されたという印象的な逸話をもって、ブロックチェーンデータそのものに「価値」があると認識され、広く知られるようになった。

（２） ブロックチェーンの仕組み

ブロックチェーンのブロックに記録される一つ一つの取引履歴を「トランザクション」と呼ぶ。トランザクションを始めブロックチェーンは、世界中のコンピュータがネットワークで結ばれることによって実現しているが、ここではその仕組みを図示し、解説する（【図表1-3】）。

【図表1-3】 ブロックチェーンにより取引履歴が分散管理されている



図：経済産業省（2016）「ブロックチェーン技術を利用したサービスに関する国内外動向調査」を基に当センター作成

ア ノード

ノードはブロックチェーンネットワークに接続されている端末を指す。この端末が大量の演算をし、検証や承認を行っている。

ビットコインにおけるノードの数は、アメリカ合衆国で1,580なのに対し、日本は98である²⁹。

イ マイニング

ノードを設置し、ブロックチェーンネットワークの演算に参加することを

²⁷ 同じ電子通貨を異なる取引にそれぞれ使用できてしまうこと。法定通貨の場合、金融機関などの中央機関がすべての取引を把握して確認することで二重支払いを防いでいる。

²⁸ ビットコインの単位。

²⁹ ビットコインに係る統計サイト Bitnodes (<https://bitnodes.io/>) による。(2023年11月14日閲覧)

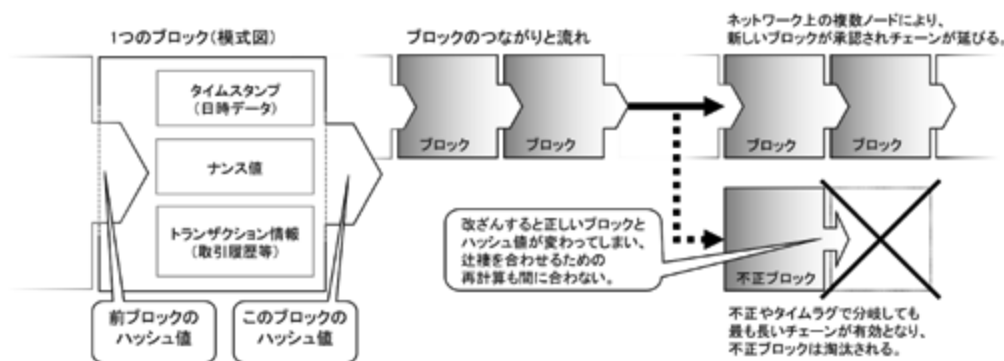
マイニングという。演算の結果が承認されることによってブロックを追加できたノードは、報酬を受け取ることができる。

報酬を目的としてビットコインなど暗号資産のネットワークに参加する者を「マイナー（採掘者）」と呼ぶ。

ウ ハッシュ値、ナンス値と改ざん耐性

ブロックチェーンは、【図表1-4】のような流れでブロックが追加され、チェーンが延長される。

【図表1-4】ブロックチェーンの流れ



図：当センター作成

ハッシュ値とは、ある値についてハッシュ関数³⁰を用い、一定桁かつ重複が起こらず³¹復号できない値へと変換したものである。

ナンス値とは、ノードが演算で求める値のことである。何らかの公式で即時に求められるものではなく、例えば「あるナンス値を加えた演算結果をハッシュ値にした際に、先頭16桁がゼロとなるもの」といった条件に合うようなナンス値を、ノードは数字を当てはめて演算し、時間をかけて繰り返すことで探し当てる。

ブロックチェーンでは、一連の取引データに、前のブロックの演算結果を含めたものをハッシュ値にして現在のブロックに格納している。

これにより、過去のある時点の取引データを改ざんできたとしても、元の値を変更するとそれ以降の正しいチェーンのブロックに格納されているハッシュ値が異なるため、整合性が取れなくなる。辻褄を合わせるために同じハッシュ値になるようそれぞれのブロックを再演算しても、ハッシュ値の演算にはナンス値が必要な上、そもそもナンス値を求めることに時間がかかるため、正しいチェーンのブロックが延長されていくスピードに追い付くことができず、これが結果的に改ざんを妨げる要因となっている。

エ 公開鍵暗号技術

取引データの真正性を保証するものとして、公開鍵暗号技術が使われてい

³⁰ 任意のデータを暗号学的アルゴリズムにより不可逆かつ短い固定長の値へと変換する関数。

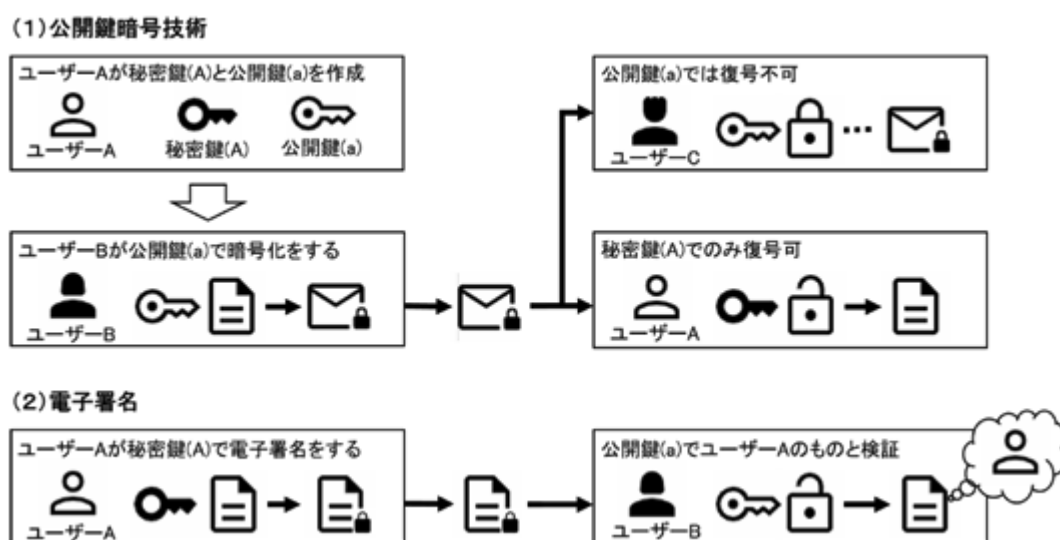
³¹ 理論的には重複可能性はあるが、それが発生する確率は大変低い。

る。これは秘密鍵と公開鍵を用いて、暗号化や「署名」を行うものである。

基本的な仕組みは【図表 1-5】(1)に示される。ユーザーAが秘密鍵(A)と公開鍵(a)を作成し、公開鍵(a)のみ公開する。ユーザーBがユーザーAに向けて暗号化文書を送りたい場合は、ユーザーAの公開鍵(a)を用いて文書を暗号化する。この場合、対応する秘密鍵(A)を持つユーザーAにしか復号することはできない。この公開鍵を検証に用いるのが「電子署名」である。公開鍵による検証は【図表 1-5】(2)に示される。ユーザーAが自身の文書であることを証明するために秘密鍵(A)をもって文書に電子署名(暗号化)をすると、ユーザーBはユーザーAの公開鍵(a)でのみ検証(復号)できることから、文書に署名をしたのはユーザーA本人であるとわかる。

ブロックチェーンではこれを応用し、一連の取引データにおいて、前のトランザクションが正しく秘密鍵をもって署名され、かつ改ざんされていないことを公開鍵によって検証することで真正性を保っている。

【図表 1-5】公開鍵暗号技術と電子署名



図：当センター作成

オ ブロードキャスト

ナンス値を求めたノードは、ネットワークを通じてほかのノードへこれをブロードキャスト(伝達)し、承認されることで新たなブロックが追加され、チェーンが延長される。当該ノードへは報酬が付与される。

複数のノードによって同時多発的にナンス値が求められた場合や、ネットワークのタイムラグ等が原因で承認が前後して差異が生じた場合には分岐が生じるが、最も長いチェーンが有効となり、分岐は淘汰される。

カ ガス代、手数料

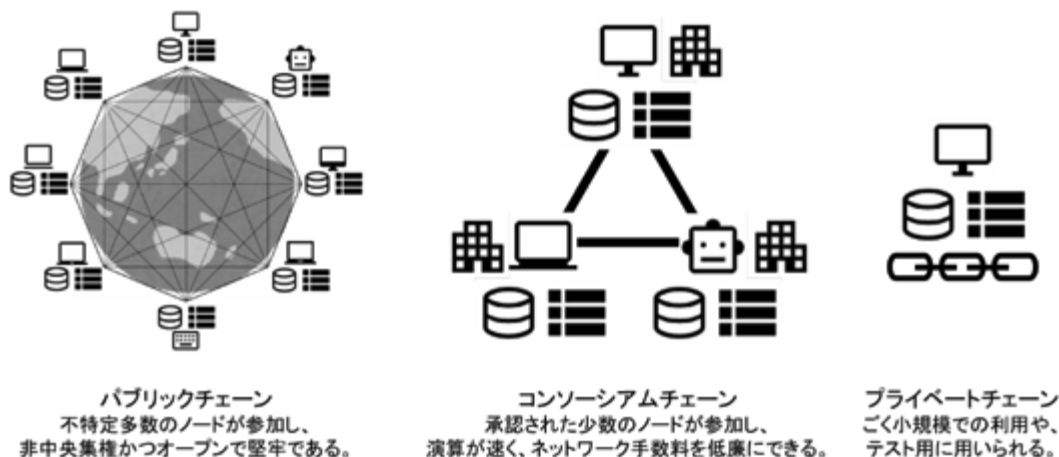
ブロックチェーンへのデータ書き込みにはネットワーク手数料が必要で、利用時に暗号資産が自動的に徴収される。この手数料は「Gas-Fee(ガス代)」

と呼ばれており、ブロックチェーンの演算を行ったマイナーに報酬として分配される等でネットワークの維持に用いられる。

(3) 様々なブロックチェーンネットワーク

ブロックチェーンネットワークは常にノードが演算を繰り返すことでその性質を保っているが、規模やコンセンサスアルゴリズム³²の特徴によって違いがある。ここでは代表的なものを取り上げる（【図表 1-6】）。

【図表 1-6】 3種のブロックチェーンネットワーク



図：当センター作成

ア パブリックチェーン

世界中にノードが存在しており、誰でも演算に参加できる開かれたブロックチェーンネットワークを「パブリックチェーン」と呼ぶ。ビットコインやイーサリアムはパブリックチェーンである。ほかのネットワークによらず独立したチェーンを「メインネット」と呼ぶ。

改ざんに対する耐性や、いくつかのノードが故障してもネットワーク全体への影響はないなど、SPOF (Single Point Of Failure、単一障害点³³) を持ち得ないことによる耐障害性が高い。一方で、PoW (26 頁参照) を使用しているパブリックチェーンの利用に当たっては、世界中のノードが演算を競うために稼働することから、電力消費が膨大になる課題がある。

イ コンソーシアムチェーン

パブリックチェーンが世界中に開かれたネットワークであるのに対し、コンソーシアムチェーンは限定されたネットワークと考えることができる。ノードを設置できるのは、そのネットワークの運営者から許可された者に限られる。

中央集権的な方針で運営されれば、ブロックチェーンの利点を損なうおそ

³² 全体によって演算の正当性を合意形成するための方法のこと。

³³ その箇所に障害が発生すると全体が停止する箇所。

れがあり、ノード数が少ないほど、不正侵入を受けた際などにブロックチェーン全体での合意形成が阻害される危険がある。

ただし、パブリックチェーンを用いないことによるメリットもあり、演算時間の短縮や手数料の低減、さらに、SDGs の観点では、世界的な電力消費を抑えられるという利点がある。なお、自治体によるコンソーシアムチェーン活用にはいくつかの意義と課題がある（詳細は 72 頁の BOX を参照）。

ウ プライベートチェーン

パブリックチェーンに対し、非公開のブロックチェーンネットワークを指す。コンソーシアムチェーンよりも更に小さく、ノード数も最低限³⁴で構成され、非中央集権的であることや冗長性の高い分散処理を期待せず、ごく小規模でのブロックチェーン利用のために運用される。

ブロックチェーンに対応したアプリケーションの開発時、パブリックチェーンにデプロイ³⁵しての試験は現実的ではないため、プライベートチェーンを構築して動作確認をするなどの用途がある。この場合、前述したメインネットに対し「テストネット」と呼ばれる。

エ サイドチェーン

パブリックチェーンのデータを頻繁に変更すると費用がかかるため、プライベートチェーンであらかじめ複雑なデータの処理をしておき、その結果のみをパブリックチェーンに書き込む方法がある。この用途でメインネットに接続されているチェーンは、「サイドチェーン」と呼ばれる。

オ PoW

PoW (Proof of Work、プルーフ・オブ・ワーク) は、ブロックチェーンネットワークにおけるコンセンサスアルゴリズムの一つである。

この PoW は「早い者勝ち」であるため、物理的に大量のノード、すなわち GPU と電力への投資をした上で演算に参加することで、トークン報酬を受け取れる可能性が高くなる。しかし、これは SDGs の観点から資源の無駄遣いであるとの批判も多く、次に説明する PoS へ移行するイーサリアムのようなネットワークもある。

カ PoS

PoW が演算速度ひいては大量のマシンパワーを保有するノードが有利であるのに対し、PoS (Proof of Stake、プルーフ・オブ・ステーク) は、ブロックを生成できるノードをトークン保有量に応じた確率で決める仕組みである。これにより、これまでに獲得できた報酬のトークンを手放さずに長期保有しておけば、追加で報酬が得られるインセンティブが発生する。トークン保有量の多いノードは、これまでも安定して演算力をネットワークに提

³⁴ 分散処理には最低三つのノードが必要だとされている。

³⁵ 開発物を公開し稼働させること。

供してきた参加者であるとみなすことができる。

その他、アルトコインのネムではネットワーク内で評価の高い端末に優先権を持たせるPoI (Proof of Importance、プルーフ・オブ・インポートランス) があり、テストネットではPoA (Proof of Authority、プルーフ・オブ・オーソリティ) という承認された権威の強いノードのみがブロックを生成できるものもある。

キ 各種ブロックチェーンネットワーク

ブロックチェーン技術を用いているのはビットコインのネットワークだけではなく、近年では様々なものが誕生している。いずれも分散型台帳であることには変わりはないが、アルゴリズムやネットワーク上で稼働するアプリケーションに違いがある。

(ア) アルトコイン

ビットコイン以外の暗号資産は「アルトコイン」と呼ばれ、イーサリアム、ライトコイン、リップル、ネム、モナコイン等、様々なものがある。

また、暗号資産取引所では、過去にビットコインやイーサリアムから分岐した³⁶、ビットコインキャッシュやイーサリアムクラシックも取り扱われている。

これらアルトコインについて、新たに1号暗号資産や2号暗号資産(28頁参照)を開発しても国内では即取引できるようにはならず、暗号資産取引所での事前審査³⁷を受けて上場(29頁参照)する必要がある。上場することによって取引所内で日本円やほかの暗号資産と交換できるようになる。

(イ) イーサリアムとスマートコントラクト

ブロックチェーンを用いたアプリケーション開発にはイーサリアムが多く用いられている。イーサリアムにはERC20、ERC721、ERC1155などの共通規格があり、オープンソースとして公開されていることから開発者向けの情報も多い。

ブロックチェーン上で動くプログラムは「スマートコントラクト」と呼ばれており、仲介者を必要とせずあらかじめ決められたルールに基づいて契約(コントラクト)を遂行することから、自動販売機に例えられる。

自動販売機において、購入者は販売物を選択し、コインを入れ、対応するボタンを押すと商品が出るが、この過程には仲介者や手数料、客への個別対応といった変動する要素は一切ない。スマートコントラクトも同様であり、変動する要素から発生する価格の上昇やサービスの低下といった購入者のリスクが極力抑えられることになる。

³⁶ ブロックチェーンが大幅にアップデートされた際に、後方互換性を失って従来の暗号資産と新しいバージョンの暗号資産へと分岐する。これは「ハードフォーク」と呼ばれている。

³⁷ かつては審査が長期にわたっていたが、現在では業界団体を中心に審査基準の緩和や審査の効率化が進められている。

その他、ブロックチェーンならではの利点があり、例えば、あるアーティストが「NFT」（30 頁参照）を販売し、購入者がそれを転売する場合、二次流通以降の売買において、ロイヤリティがアーティストに自動で支払われる仕組みをスマートコントラクトで実現する³⁸ことができる。

4 ブロックチェーンが実現する分散型アプリケーション

(1) 暗号資産

ブロックチェーンの誕生がビットコインと共にあったように、Web3 を考える上で暗号資産は切り離すことのできない存在である。暗号資産は国内外で法の制約を強く受け、利用に際しては細心の注意が必要である。

暗号資産は Fiat Currency（法定通貨）に対して「Crypto Currency」と呼ばれている。Crypto とは暗号を意味し、直訳では「暗号通貨」である。

ア 1号暗号資産、2号暗号資産

ビットコインやイーサリアム等の暗号資産、そしてそれらと交換できるトークンについて、日本では資金決済に関する法律（資金決済法）に定められており、一般的に前者を1号暗号資産（物品やサービスの購入が可能）、後者のトークンを2号暗号資産（1号暗号資産との交換のみ）と呼んでいる³⁹。

暗号資産は基本的にマイクロペイメント⁴⁰としての使用が可能で、法定通貨は「0.01 円」のように分割して使用することはできないが、暗号資産は0.0000001BTC など超少額での決済を行うことができる。

また、法定通貨の海外送金には多くの銀行手数料が発生し日数も必要とするが、暗号資産には国境が無く、仲介者なく直接相手に送ることができる。

イ 暗号資産交換業、暗号資産取引所

国内において、暗号資産を現金やほかの暗号資産へ交換する暗号資産交換業は資金決済法に定められており、金融庁が管轄し、内閣総理大臣への登録を要する事業である。

暗号資産交換業者が開設する暗号資産取引所において、ビットコインやイ

³⁸ 従来の e コマースやフリーマーケットのサービスで二次流通でのロイヤリティ配分を実行しようとする、全ユーザーの購入履歴を遡及して突合せをした上で二次流通分を抽出し、完了した決済情報からロイヤリティ分を計算して元の販売者へ付与し直すなどの複雑なシステムが必要となる。

³⁹ 資金決済法第2条第14項第1号に「物品等を購入し、若しくは借り受け、又は役務の提供を受ける場合に、これらの代価の弁済のために不特定の者に対して使用することができ、かつ、不特定の者を相手方として購入及び売却を行うことができる財産的価値（電子機器その他の物に電子的方法により記録されているものに限り、本邦通貨及び外国通貨、通貨建資産並びに電子決済手段（通貨建資産に該当するものを除く。）を除く。次号において同じ。）であつて、電子情報処理組織を用いて移転することができるもの」と定められているので「1号」暗号資産と呼ばれている。同様に2号暗号資産は同項第2号に「不特定の者を相手方として前号に掲げるものと相互に交換を行うことができる財産的価値であつて、電子情報処理組織を用いて移転することができるもの」と定められている。

⁴⁰ 電子決済における少額決済を指す。現実の通貨支払いでは不可能な少額を扱うことができる。

一サリアム等の暗号資産が売買される。暗号資産取引所によって取り扱われる暗号資産の銘柄が違い、暗号資産取引所でその銘柄の取り扱いが開始されることを「上場」と呼ぶ。

ウ 暗号資産（仮想通貨）を巡る主な事象

暗号資産は高騰が起こるたびに社会現象となるなど、世界経済や投資・投機市場に影響を及ぼしている。

主な事件は次のとおりだが、取引所から暗号資産が流出した事件のほとんどは、ブロックチェーンの仕組みそのものの脆弱性ではなく、暗号資産の操作に付随するアカウントや秘密鍵の管理手段への不正アクセスによるものであることに留意が必要である。

（ア） キプロス危機

2013年3月にキプロス共和国にて、ユーログループ（ユーロ圏財務相会合）の決定による100億ユーロの金融支援の条件としてキプロス国内の銀行預金すべてに最大9.9%を課税することが合意されたことにより、金融危機が発生した。

キプロス国内では取り付け騒ぎでATM内の現金が枯渇するなどの混乱の中、現地で用いられるユーロやルーブルを保有していた同国民や国外投資家がビットコインを買い求めるなどして、ビットコインの価格が高騰した。このニュースは国際的にビットコインの知名度を高めるきっかけとなった。

（イ） マウントゴックス事件

2014年2月末に、世界最大級の仮想通貨取引所であった株式会社MTGOXが、不正操作による流出によって約460億円相当の顧客の資産を失い破綻した事件。

当時の取引所代表者が日本で業務上横領の罪に問われたが、東京地裁にて無罪が確定し、私電磁的記録不正作出・同供用罪に関しては、2021年1月に最高裁が上告を棄却し、一審二審の判決である懲役2年6月執行猶予4年の有罪判決が確定した。

その後、2023年6月に米司法省によって容疑者2名がビットコインのハッキング及び資金洗浄の容疑で新たに起訴された。

（ウ） コインチェック事件

2018年1月に、日本の暗号資産取引所のコインチェックから約580億円の暗号資産ネムが流出した事件。流出した暗号資産を不正入手してビットコインと交換した複数の人物が組織的な犯罪の処罰及び犯罪収益の規制等に関する法律の違反で逮捕されたが、真犯人はいまだ捕まっていない。

（エ） FTX 経営破綻

2022年11月に、世界的な大手の暗号資産取引所のFTX Trading Ltd.が米連邦破産法の適用を申請し経営破綻した事件。財務の健全性を疑問視す

る報道を受け、発行していた暗号資産 FTX トークンが下落して、取り付け騒ぎに至った。その後、創業者が詐欺や資金洗浄などの疑いで逮捕された。

(2) トークン (NFT 等)

ブロックチェーンネットワーク上で扱われるデータを指す。暗号資産もトークンの一種であり、その他 NFT や SBT (Soul Bound Token、ソウルバウンドトークン) など、性質によって呼び分けられている。

ア NFT

NFT は、ブロックチェーン上に生成されるユニークデータ⁴¹である。

(ア) NFT ブームの始まり

NFT ブームの火付け役として「ビープル氏による 5,000 日がかりの自作絵をカラージュしたアートの NFT」「Twitter 創業者ジャック・ドーシー氏の原初のツイートが NFT 化したもの」が挙げられる。それぞれオークションにて約 74 億円、約 3 億円の高額⁴²で落札され、世界中の話題をさらった。これにより NFT の認知度が上がった。

(イ) NFT マーケット

NFT を出品登録し、売買することができるサービス。売買方法には出品者による定価の設定、購買者による指値のほか、価格が上がっていくオークションや、価格が下がっていくオークション (ダッチオークション) などがある。代表的なサービスとして「OpenSea」が挙げられる。

NFT の発行者に対しその後 NFT が売買されるごとにロイヤリティが入るマーケットも存在するが、マーケットにおける取引を担うスマートコントラクトによる機能であり、NFT そのものにロイヤリティを担保する性質はない。

(ウ) データの生成と滅却

ブロックチェーンネットワーク上にトークンを生成させることを「ミント (mint)」と呼び、滅却することを「バーン (burn)」と呼ぶ。ただし、ブロックチェーンデータは一般的なオフィス用途のファイルデータとは異なり、消去することはできない。例えば NFT をバーンすると、その NFT は使用不能になるが、かつてその NFT が存在した履歴は、ブロックチェーンネットワーク上に残る。

(エ) NFT のコンテンツデータの保管方法

NFT はブロックチェーンデータのため、データそのものが肥大化すると演

⁴¹ 民間では NFT がブロックチェーンに紐付くことをもって「唯一無二」や「所有権を得られ、資産となる」というキーワードで喧伝されることがあるが、後述するようにコンテンツデータ自体はブロックチェーンの外部に保存されていることや、国内法において所有権は有体物にしか及ばないこと等を考えると、必ずしもこれらが適切な表現であるとはいえない。

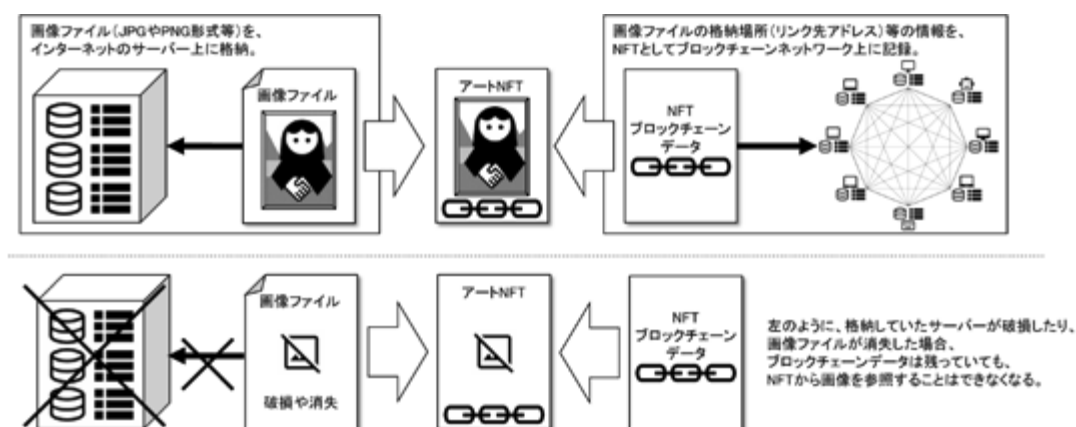
⁴² 2021 年当時の価格。

算に時間がかかり手数料が高くなる特性がある。これを回避するため、高精度で容量の大きい絵画の NFT などにはブロックチェーンデータ内に URL のみを記載し、絵画のコンテンツデータはその URL で表されるインターネット上のストレージサーバーに格納するなどの方法がある。

このコンテンツデータは一般的にコピー可能なデータである。ストレージサーバーに障害や破壊が発生した場合、紐付いているブロックチェーンデータは無事でも、参照されるべき絵画のファイルは破損するので、NFT の利用者はコンテンツデータへのアクセスはできなくなる（【図表 1-7】）。

このように、コンテンツデータが外部にある場合、ブロックチェーンの特長であるユニークデータであることや、分散処理によって高められる耐障害性は望めない。

【図表 1-7】コンテンツ（画像）データがブロックチェーンの外部にある場合



図：当センター作成

イ SBT

SBT は「譲渡不可能な NFT」と説明されるもので、実態は勲章や実績バッジを想起させるユニークデータである（【図表 1-8】）。

スマートコントラクトにより発行され、ウォレット（32 頁参照）に付与されるとそれ以上移動や取引をすることができない。このことを利用して、トークンの所持によってユーザーの属性情報を表すことができる。

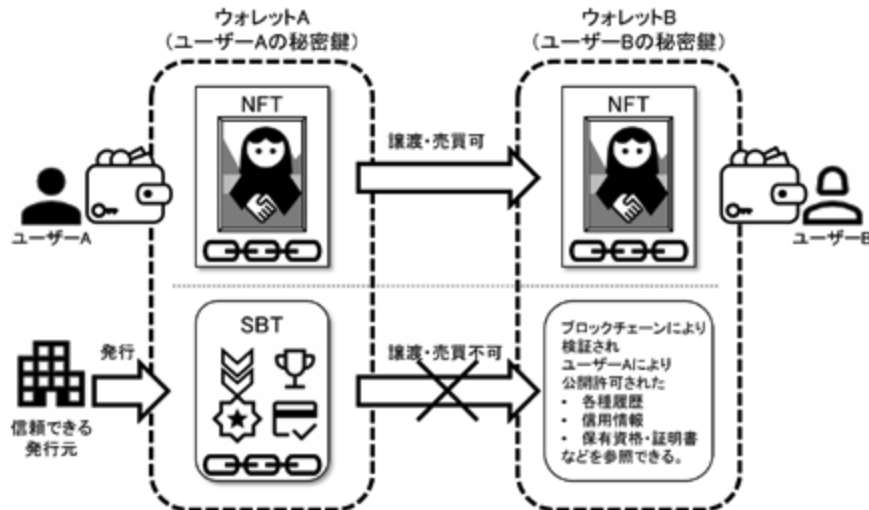
例えば、ユーザーが銀行の口座を開設した際に同時に発行された SBT を所持していることで、自身がどこの誰かを伏せておいても「この人は銀行の KYC⁴³ を通過した人物」というゼロ知識証明⁴⁴をもって一定の信頼を得る、などが考えられる。

⁴³ Know Your Customer の略で、「顧客を知る」ということから転じて与信審査や反社チェックを含めた本人確認とそのプロセス。

⁴⁴ 情報そのものを開示せず、その情報を保持していることや妥当性を証明すること。例えば年齢を開示せずとも、普通自動車運転免許証を所持していることが真であれば、年齢は少なくとも満 18 歳以上であることが証明できる。

個人情報的一种であるが、従来のプラットフォームに蓄積するデータベースと違って、すべてがウォレットに紐付くため、ユーザー自身で開示すべき情報をコントロールすることができる。これは DID (Decentralized Identity、分散型アイデンティティ) や SSI (Self-Sovereign Identity、自己主権型アイデンティティ) の考え方につながる。

【図表 1-8】 NFT と SBT、ウォレット



図：当センター作成

ウ ウォレット

直訳すると「財布」で、暗号資産や NFT、SBT 等のトークンの取引や保管に必要な口座の役割を果たす。ハードウェアウォレットやソフトウェアウォレットなど、形態によって様々であるが、実態は公開鍵暗号方式における秘密鍵と、電子署名を取り扱うためのユーザーインターフェースが一体になったものと捉えることができる。

秘密鍵と組になる公開鍵から作られた「ウォレットアドレス」と呼ばれる固有の「口座番号」を持ち、このアドレスでトークンの出納が行える。

(3) DApps (DAO、DeFi、GameFi)

DApps (ダップス。Decentralized Applications、分散型アプリケーション) は、主にブロックチェーン技術を用いたシステムやサービスを指す。DApps に用いられるスマートコントラクトはソースコードが公開されているため、誰でもそのコードの妥当性を確認することができる。

また、ブロックチェーンネットワーク上にデプロイされたスマートコントラクトは基本的に不変のものとして扱われ、開発者であってもすべてのユーザーの合意を得ることなく改変することは不可能⁴⁵である。

DApps の最たるものとして知られているのはビットコインである。完全に分

⁴⁵ スマートコントラクトを不具合の修正などで更新するには、手間と時間をかけてユーザーの合意を得る必要がある。そのため、これを一部簡易化するための手段も生まれている。

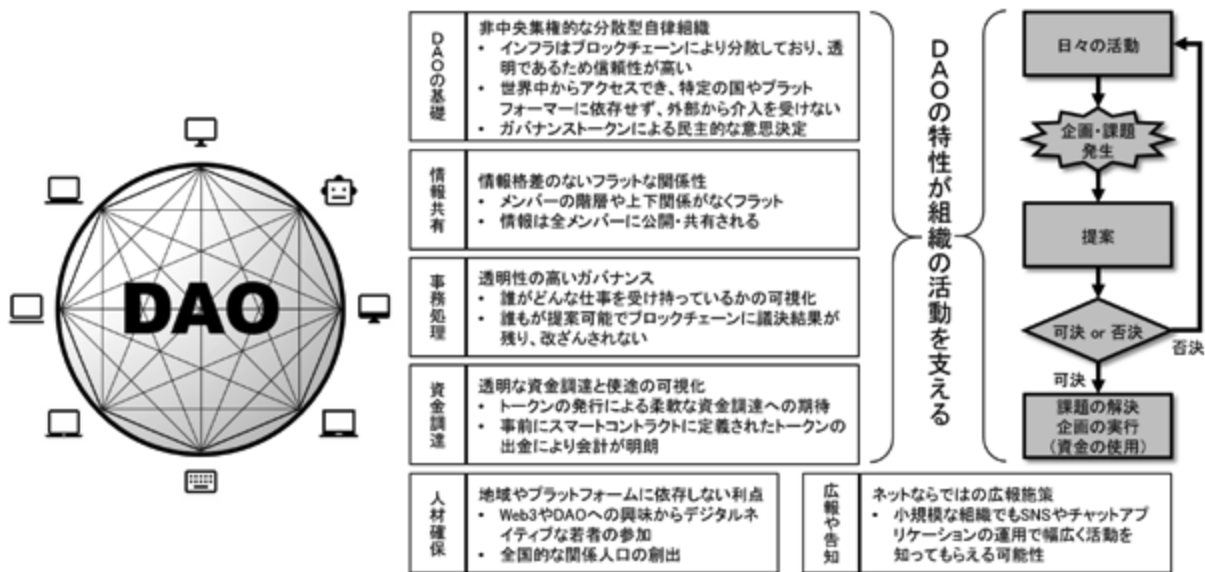
散しており、取引にまつわる演算やノードへの報酬配分が全自動で処理されている。

ア DAO

DAOは、ブロックチェーン技術を使用し、世界中のどこからでもアクセスできる非中央集権的な組織⁴⁶である。

スマートコントラクトを活用し、ガバナンストークン⁴⁷による投票システムでの意思決定が可能で、参加者以外の干渉を受けないことが特長とされる（【図表1-9】）。

【図表1-9】理想的なDAO



図：当センター作成

だが、DAOの初期段階において、活動がスマートコントラクトに落とし込まれておらず、合意形成された評価制度や意思決定のフローが定義されていない状況では、組織としての迅速な判断が期待できず、モデレーターやファシリテーターが不可欠であり、実質的な代表者による運用が行われる。

この状況は中央集権に近い状態と解釈できるため、DiscordやSlackといったコミュニティツールやグループウェアによって、初期段階においても全員参加による合意形成を行うことが重要と考えられる。

イ DeFi

DeFiは、銀行や証券会社といった中央集権的な存在がなく、暗号資産同士の両替からレンディング（貸借）による利息の回収に至るまでを、スマートコントラクトにより全自動で行うサービスを指す（【図表1-10】（1））。

⁴⁶ 本稿執筆時点では、DAOを定義する法律がないため、DAOは法人格を持つことができない。このためDAOは任意組合と解釈され得る。その場合、構成員は無限責任となる。これを回避するため、別途合同会社等の法人を設立し、その内側でDAOを組成することが考えられる。

⁴⁷ 民主主義的な意思決定のための投票に参加する権利を付与するトークンのこと。

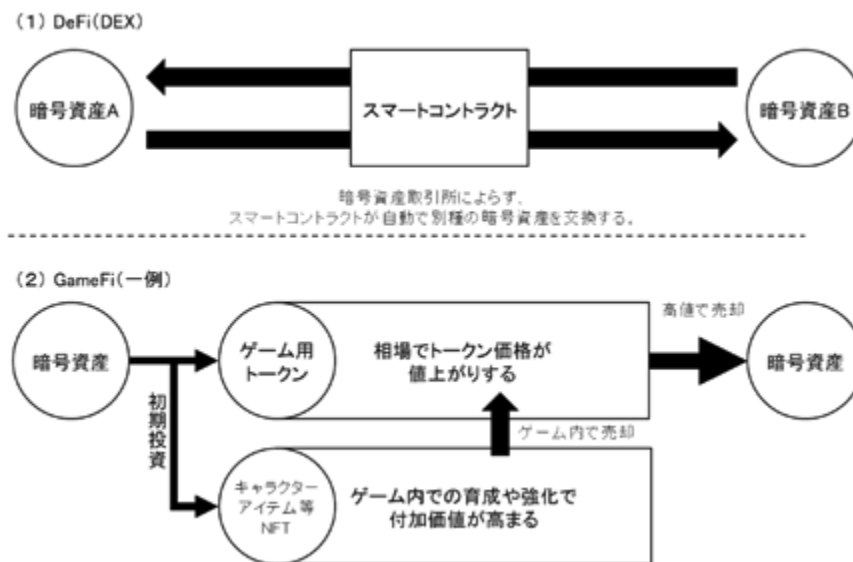
DeFi の例として、DEX（デックス。Decentralized Exchanges、分散型取引所⁴⁸）の「Uniswap」やレンディングプラットフォームの「AAVE」がある。これは別種の暗号資産同士を相場に従って交換するものであるが、取引はすべてスマートコントラクトが行っている。

ウ GameFi

これは Game Finance の略ではなく、DeFi から転じてゲームと稼ぎをイメージして結びつけられた言葉であり、「Play to Earn（稼ぐために遊ぶ）」とも呼ばれる。ゲームプレイヤーは、ゲーム内のキャラクターを育成したりアイテムを収集して、ブロックチェーンゲーム内で獲得したトークンをほかのプレイヤーへ売却することで利益を得ることができる（【図表 1-10】（2））。

海外では、初期投資としてプレイ開始に必要な NFT を購入して他人に貸し、又はそれを借りてゲームプレイを代行し、収益を折半する者が現れた⁴⁹。

【図表 1-10】 DApps の例



図：当センター作成

⁴⁸ 中央管理主体の存在しない取引所を指し、売り手と買い手のマッチング、価格形成、決済など、取引所として必要な一連の機能を中央管理主体なしに提供するもの。

⁴⁹ 海外で先行して流行した GameFi の実態について、ゲームの運営期間が長くなるにつれプレイヤー同士で売買するトークンの価値が目減りしていくことから、新規ユーザーに NFT を購入させ、その代金を先行ユーザーがゲーム内で獲得するトークンへと充当する自転車操業の類であるとの批判も出ている。

第2章 国の動きと自治体における活用の現状

本章では、まず国の会議や研究会の動きを概観し、次に自治体における活用例を紹介する。

特に自治体の活用例については、前章にて記載したメタバース及びWeb3ならではの特性をどのように事業に活用したか、ヒアリングに基づき解説する。

1 メタバース及びWeb3に関する国の動き

国ではメタバース及びWeb3に関する検討や取組が進んでいる。それぞれの方角性や視点について特徴的なものとして次の会議や研究会が挙げられる。

(1) 会議や研究会

ア デジタル庁「Web3.0研究会」⁵⁰

2022年12月に公表された報告書では、Web3.0分野について「テクノロジーや事業環境の変化のスピードが速い」ことや「活動が国境を越える」ことを前提に、目指すべき姿について議論された。また、NFTを始めとしたデジタル資産、DAO、DID、メタバースとの接合や利用者保護までの主要なトピックスについて、今後の取組の課題や重要なポイント、議論の内容や特筆すべき意見などが網羅されている。

イ 内閣府「メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題への対応に関する官民連携会議」⁵¹

内閣府知的財産戦略推進事務局が開催した。メタバースの発展に伴う仮想空間上の新たな法的課題に関する議論と整理が行われており、2023年5月に論点整理が公表された。

主にルール形成が重要であるとの観点から、仮想空間における知的財産利用、権利者の権利保護、ライセンス処理といった法的課題とともに、ユーザー創作やNFT等を活用した取引、アバターの肖像権や乗っ取り事案等、現状で考え得る内容がほぼ網羅されている。

ウ 総務省「Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」⁵²

2023年7月に報告書が公開されている。研究会は主に学識者で構成され、民間事業者へのヒアリングを実施しながら意見交換を行っており、特にUI/UX⁵³やインターオペラビリティを中心に、ユーザーの視点を踏まえた課題抽出と議論がなされている。

冒頭では荘子の「胡蝶の夢」部分が引用されており、仮想空間での体験が人間の在り方やその哲学と密接に関わるものであるというメッセージを感じる

⁵⁰ <https://www.digital.go.jp/councils/web3>

⁵¹ https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/kanmin_renkei/index.html

⁵² https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/metaverse/index.html

⁵³ UIは「ユーザーインターフェース」のことで、ユーザーと製品間の接点を指し、機能性や操作性などが含まれる。UXは「ユーザーエクスペリエンス」のことで、UIを含むユーザーの体験全体を指す。

ことができる。

エ 経済産業省「Web3.0 促進のための政策手法等に係る調査等事業」⁵⁴

上記三つの会議等とは異なり、民間に委託された調査事業の報告書であり、2023年3月に公表された。この報告書は、Web3.0分野の中でも特にトークンに着目しており、その分類や世界における主要国での税・会計制度、トークンを介した資金や取引の流れが社会にどう影響するかという切り口での分析がなされている。具体的なプロジェクト例について構造を図示しているのが特徴的である。

2 自治体におけるメタバースの活用事例

施策の参考となるよう、当センターでヒアリング（一覧は74頁参照）を行った全国のメタバースの活用事例を紹介し、それぞれについて、当センターで考察した注目点とその施策・プロジェクトによって判明した課題を記載する。

(1) 横須賀市「メタバースの構築による市の魅力度向上『メタバースヨコスカ』」

横須賀市文化スポーツ観光部観光課では、メタバースを用いた観光施策として2023年度に計5,000万円の予算を計上し、認知度の向上と観光客の増加に取り組んでいる。著名な軍港であるということにとどまらない観光地としてのPRにおいて、メタバースを活用しようという試みが注目されている（【写真2-1】）。

【写真2-1】メタバースヨコスカの様子



画像提供：横須賀市

メタバースそのものによって直接的に市民生活が豊かになるわけではないしつつも、市の魅力を発信できることに意義を見だし、メタバース利用を観光以外の地域の産業にも波及させていくことを目的としている。また、関連事業として、市民が技術を習得し、クリエイターとして活躍していくことを目的とした講習も行われている⁵⁵。

⁵⁴ https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2022FY/000296.pdf

⁵⁵ 2023年11月から2024年3月まで、ゲーム開発プラットフォーム「Unity」や3DCG制作ソフト「Blender」の使い方を無料で学べる「メタバースヨコスカ EDUCATION」が開講された。この講習は、1日4時間、全8回の講座を行うもので、中高生を対象としたコースも設定された。

ア 注目点①：従来からサブカルチャーを手掛け、クリエイターとの関係を構築

同市では2013年ごろから漫画、アニメ、ゲームを始めとしたサブカルチャーを活用し、記念艦「三笠」を題材としたクリエイターとのコラボレーション等を手掛けてきた歴史がある。市がワールド制作などを手掛ける若手クリエイターとの間に人脈や関係性を構築する中で、VRやメタバースが潮流にあると知り、数年前からこれらの事業化を検討してきた。国の「デジタル田園都市国家構想」をきっかけに、ようやく予算化することができた。

イ 注目点②：自由度の高いメタバースプラットフォームを選択

メタバースのプラットフォーム決定に当たり、コミュニケーションを主体としつつ多数のクリエイターが集まる空間として「VRChat」(VRChat Inc.)を選択し、このプラットフォームでのアセットが豊富で、ワールド制作に長けた事業者を選定している。

ウ 注目点③：ユーザー生成コンテンツ(UGC)⁵⁶やインフルエンサーを想定したブランド拡散

アセットの販売だけでなく、横須賀にとって象徴的な「スカジャン」をVRの分野で著名なインフルエンサーのアバターに着用してもらい、いわば「歩く広告塔」として活動してもらおう。さらに、制作するワールド、アセット、アバターに意匠の統一感を持たせるトータルコーディネート概念によりブランディングを行っている。

この試みについては、アセットダウンロード数や配布サイトでの3Dデータ掲載数、それらを用いた露出件数がKPI(Key Performance Indicator、重要業績評価指標)として設定されており、制作のみにとどまらない展開を図ろうとしていることがうかがえる。

また、アバターは統一規格であるVRMで出力され、VRChatだけでなく、ほかのメタバースプラットフォームでも利用できるように考慮されている。

エ 課題：属人化しない仕組みづくり

同市ではeスポーツ推進やChatGPT(大規模言語モデルのAI)活用など、ITを用いた新技術等に積極的に対応している。同市に倣って各自治体が取組を行うためには、新技術等に即応できる職員が力を発揮できる環境を整える必要があり、そのためには、試行錯誤的な活動の容認といった対応が不可欠であると考えられる。

また、その過程で得られたノウハウや民間との連携が、できる限り属人化しないように共有し、年度替わりや人事異動で失われないように努める必要があるだろう。

(2) 岐阜県 岐阜市教育委員会「メタバースによる不登校児童・生徒の支援」

岐阜市では不登校対策に力を入れており、「誰一人取り残さない不登校支援」

⁵⁶ UGC(User Generated Contents)とは消費者自身が制作したコンテンツを指す。

を目指している。従来から相談やカウンセリング等を行う岐阜市子ども・若者総合支援センター「エールぎふ」などにより支援が行われてきたが、こうした支援に加えて、小中学校の欠席日数の多い児童・生徒を対象に、タブレット（GIGAスクール端末）を用いた「メタバース学校（オンライン自立支援教室）」の実証が実施された⁵⁷（【写真2-2】）。

【写真2-2】メタバース学校の様子



画像提供：岐阜市

実施後のアンケート結果では、参加者はメタバースにおおむね好意的⁵⁸で、効果が認識されていることがうかがえる。特に、匿名やニックネームにより、それぞれの境遇を意識することなく交流できる点が魅力的であると受け止められている。

同市としては、学習支援において最大の効果があるものは学校、つまり直接つながることのできる場であるとしながらも、メタバース及びアバターが使用でき、匿名やニックネームで参加できることや個別の空間が得られることで、従来型オンライン授業の不参加に関する課題は一定の解決⁵⁹をみる可能性が高いと考えている。

ただし、不登校児童・生徒それぞれの背景や状況は様々であるため、学習上で分からないところ等の個別の学習支援は行えるが、通常の授業のように、一斉にメタバース上でオンライン授業をして解決するものではないとしている。

ア 注目点①：従来の支援をメタバースにより補完

同市によるアンケート結果をみると、メタバースは、安心できる居場所や

⁵⁷ 同市では、2023年6月に体験会を開催し、100人程度が参加した。これは、市内の不登校生約1,000人に対して、約1割となる。メタバースプラットフォーム「Metalife」（NTTコミュニケーションズ株式会社）を用い、参加者は主にGIGAスクール端末や自宅のPCからアクセスした。メタバース上では、操作方法の練習や授業ルームにおける対象学年を選ばない内容のオンライン授業のほか、1対1の相談ルームやフリートークルームが設置された。これらへの参加は、学校に報告することで「指導要領上の出席扱い」となる。

⁵⁸ 事後のアンケートでは、参加者の9割が「すごくよかった」、保護者も9割がこのようなサービスを「提供してほしい」と回答している。

⁵⁹ メタバースを使用しないビデオチャットによるオンライン授業を従来開催していたが、これを受けていない不登校生からその理由として挙げられていたのは「名前が伝わってほしくない」「先生の顔を見たくない」「一人の時間を少しでも長くしたい」等であった。

仲間とのつながりといったコミュニティ醸成に役立っているといえる。

メタバースによって授業を代替することは必ずしもできないものの、学校に通うことが難しい児童・生徒に対して居場所を提供するといった支援には有効と考えられる。

イ 注目点②：GIGA スクール端末に合わせたアプリ環境を整備

2022年度の試行では3Dグラフィックのメタバースを用いていたが、生徒が利用するGIGAスクール端末では処理が重く、アプリが異常終了する、インターネットへの接続が切断されてしまう等の問題が発生した。

このため2023年度には、処理を軽くするため2Dグラフィックとし、ブラウザでアクセスできるメタバースプラットフォームを採用したところ、GIGAスクール端末を用いた接続やアプリ操作における課題はほぼ解消されている。

ウ 注目点③：「スマート連絡帳」を用いた周知を実施

市内の全小中学校にデジタル化された連絡支援システムである「スマート連絡帳」が導入されており、これにより実証への参加者を募ることができた。また、参加者の半数近くは、教師又はスマート連絡帳の案内によりこの取組を知った保護者の勧めがきっかけであったという。

エ 課題：インフラ及び運営費用

実証では既存のメタバースプラットフォームを使用したこと、また、協力企業から運営面や技術面でも支援を受けることができたことから、実証に要する人員や費用は最小限に抑えられたとしている。

本件を成功事例としてほかの自治体が独自運用を行う場合、サーバーや回線等のインフラ管理を含めて、費用に係る課題を解決する必要がある。これについては事業の予算化だけでなく、民間企業との包括的な取組も視野に入れる必要がある。

(3) 神奈川県「ともいきメタバース推進事業」

本県の福祉子どもみらい局共生推進本部室では、2022年に「ともいきメタバース研究会」を立ち上げ、県の掲げる「ともに生きる社会かながわ憲章」が目指す共生社会の実現に向けたメタバースの利活用について議論を進めている。

また、実践的なイベントとして、「ともいきメタバース講習会」（以下「講習会」という。）及び展覧会「かながわ“ともいきアート”ワールド」（以下「展覧会」という。）を開催している。

講習会は障がい者を対象に2023年度は全7回にわたって行われ、内容はメタバースの基礎的な操作方法からアバターやデジタルイラストの作り方を学ぶものまで多岐にわたるものとなった。また、障がい者がメタバースをユーザーの立場で使用するだけでなく、アート作品の制作を通じて必要なCG技能を体験することで、障がい者が創作活動を行い、社会に対して発信する力を身に付けられるようにして、社会参加の機会を増やすことを目的としている（【写真2-3】）。

【写真2-3】ともいきメタバースの様子



画像提供：神奈川県 共生推進本部室

また、展覧会はメタバース上に、2023年11～12月及び2024年2月にそれぞれ二週間開設され、講習会で制作された作品や特別支援学校の生徒が制作した作品を展示した。

今後の展開について、共生推進本部室では、「今後もメタバースを活用したイコールフットィング⁶⁰の追求を進めていきたい」としている。

ア 注目点①：研究会と事業の二段構えで議論を踏まえて実践

「ともいきメタバース研究会」では、障がい当事者、大学教授及び弁護士のほか、県職員も参加し、それぞれの立場からメタバースがどのように共生社会の実現に資するかを議論している。

研究会では有識者からの報告や発表だけでなく、実際にメタバースを体験しながらそこでどのようなコミュニティが育まれるのかといった検討や、メタバースへの参加障壁に関する議論も行われている。

このような研究会での議論を基に「ともいきメタバース」と後述する「ひきこもり×メタバース」という事業の実践へとつなげ、二段構えで取り組んでいることが特徴である。

イ 注目点②：イベントにおけるコミュニケーションを重視

講習会と展覧会のどちらもコミュニケーションを重視しており、アートの制作と発表において、制作者、来場者がアートに触れただけで終わらないように配慮している。

特に、展覧会は広く一般に公開し、会期中は講習会の講師がアバターによる作品解説を行ったほか、制作者である障がい者もアバターとして参加し、来場者とコミュニケーションを取った。

⁶⁰ 参加者が同等の条件や基盤で競争でき、利便性が高まるよう整えること。

ウ 注目点③：スマホ・タブレットを端末に選定

できるだけ多くの人に参加できるように、手軽に使えるスマートフォン・タブレットを端末として使用できるプラットフォームである「REALITY」（REALITY XR cloud 株式会社）を選定した。当該プラットフォームは、平常時から利用者が多いプラットフォームであることや、一般利用者へのイベント開催告知が可能なことも選定の理由となった。

エ 課題：広報の在り方や参加ハードルを下げる工夫

共生推進本部室では、2023年度は実証段階と位置付け、今後もメタバースを活用したプロジェクトを実施する予定があるとしているが、メタバース上のワールドへの集客や、そこで行われるイベントの広報には大きな課題があるとしている。

また、メタバースを体験したことがない人にとって、アプリのインストールやアバターの作成は手順が多く、肝心のワールドに辿り着くまでのハードルが高い。

さらに、今後ワールドが増加するとともに、行政が設置したメタバースは民間のイベントや人気配信者によるトークと利用時間の面で競合していくことになるため、どれだけ魅力的な内容をもって棲み分けできるかが重要となるであろう。

（４）神奈川県「『ひきこもり×メタバース』社会参加支援事業」

本県の福祉子どもみらい局子どもみらい部青少年課では「つながり発見」をキーワードに、メタバースを用いてひきこもり当事者等へ他者との交流機会や就労へのきっかけを創出している。

メタバース上に設置された「神奈川県“つながり発見”パーク」は、プラットフォームに「Metapa」（TOPPAN 株式会社）を用い、2023年9月にテストイベントとしてプレ公開され、同年11月から12月及び2024年2月に本番イベントが公開された（【写真2-4】）。

【写真2-4】ひきこもり×メタバースの様子



画像提供：神奈川県 青少年課

VTuberのアバターがステージでのトークイベントでメタバース上の仕事を紹介したほか、漫画や動画で仕事やキャリアの未来を展示する「マンガでみつけ

る！趣味と仕事の世界」など、来場者がやりがいと未来を考えるきっかけを数多く公開した。

今後の展開について、青少年課では、「この取組の試行結果を踏まえて、次年度以降もメタバースを通じた情報発信やリアルとの橋渡しをするきっかけづくりに努めたい」としている。

ア 注目点①：社会参加支援事業として当事者を意識

本事業はひきこもり当事者を社会参加につなげるためにメタバースを活用する試みである。来場者に向けてアンケート調査を実施し、アンケートの一部回答結果から回答者の3割程度⁶¹がひきこもり当事者であると推計している。

イ 注目点②：テーマ観のはっきりした展示物を用意

前述の「マンガでみつける！趣味と仕事の世界」のほか、本県の特徴を「ブチトリップ」と称した大判の写真展で表現し、また、前述の共生推進本部室による「ともいきメタバース」で生まれたアート作品を展示する「かなカフェ」を設置するなど、本県が掲げる「ともに生きる」のコンセプトに沿った展示物をコンテンツとして用意し、来場者がこれらを巡ることで、地域での活動や就労の意欲を高める工夫をしている。

ウ 注目点③：ユーザー導入のハードルを緩和

プラットフォームの仕様について、スマートフォンのアプリとPCのブラウザによる利用を前提とすることにより、多くの人が気軽に使えるようにした。さらに、アカウント登録なしでもアバターとしてメタバースに入ることができるなど、アクセスのハードルが低い。プレ公開イベントの広報は県 Web サイト等最小限であったにも関わらず、ユニークユーザー数は220名と、テストには十分な人数が集まった。

エ 課題：コンテンツとコミュニケーションの相反

2023年9月のプレ公開イベントでは、来場数の増加や滞留を目的としてメタバース上に設置した漫画コンテンツに来場者の興味が集中したため、アバター同士でのコミュニケーションが広がらないという事象が観察されたという。

また、ステージでのトークイベントはアクセス数が多く、運営はスムーズに行われたものの、イベントが終了するとアバターが散り散りになってしまい、アバター同士の交流にはつながらなかった。

選定したプラットフォームの特性で、ボイスチャットやテキストチャット以外にコミュニケーションを促す機能が少なかったため、今後は他者とのコミュニケーションにインセンティブが発生する仕組みの導入などが考えられ

⁶¹ 2023年12月11日現在で、アンケート回答者は76人、内ひきこもり当事者と推計した人数は24人であった。

る。

3 Web3に関する自治体での活用事例

メタバース同様、Web3に関してもヒアリングを行った。メタバースに比べて目に見えない基盤技術をどのように可視化し活用しようとしているのか、アイデアを実現するための工夫が読み取れる。

(1) 群馬県「Web3推進のための部署を設置」

群馬県では「Web3推進室」を設置し、産業政策の一環としてWeb3の推進に取り組んでいる。都道府県がWeb3を積極的に推進するのは特筆すべき事例で、デジタルやDXといった切り口だけでなくWeb3というキーワードを冠した部署の設置は全国でも珍しい。

群馬県は、Web3を産業創出・地方創生・行政課題解決につなげることを意図しており、「新・群馬県総合計画（ビジョン）」（2021年）においてスローガンに掲げられた「自立分散型社会」と親和性の高いDAOについて調査研究を行い、ガイドラインやマニュアルの作成を進めている。行政主導で新技术をより使いやすいものにしていこうという側面支援の意図がうかがえる。

市町村との連携については機運を醸成する段階であり、具体的なWeb3関連施策を立案しやすくなるよう、自治体、企業を対象としたセミナーを開催している。

ア 注目点：チャレンジしやすい組織風土

Web3推進室の前身である「Web3推進プロジェクトチーム」は、2022年に「古墳NFT」を発行したほか、調査研究で得られた知見を庁内向け広報紙「Web3かわら版」で共有するなど、比較的取り組みやすいものから開始している。

その他、県庁内に開設している官民共創スペース「NETSUGEN」など、内外で情報交換が可能な環境もこの取組の推進を支えており、参加している企業や群馬大学から情報が寄せられることもあるという。

イ 課題：制度上の制約

様々な取組にチャレンジしている同県であるが、法令など制度上の制約により、技術が存在しても活用できない場合がある。例えば、自治体が暗号資産（コイン等）を保有することが法的に認められるかが不明な中で、暗号資産の発行や売買はリスクが高いと判断し、実施には至らなかったとのことである。

(2) 山形県 西川町「デジタル住民票NFTの発行」

西川町では「デジタル住民票NFT」を発行し、販売準備個数の13倍に及ぶ約13,000人の申し込みがあったことで話題となった。

「デジタル住民票NFT」の名称からは、町民や町外NFT保持者が何らかの証明や認証に使用できることが期待されるが、現状では温泉の入場料が無料になる等の特典が提供されているものの、町役場での電子申請に有効な機能等はな

い。

同町の NFT は、Polygon ブロックチェーンネットワークを使用した「HEXA」（メディアエクイティ株式会社）上で発行されている。購入した NFT は、HEXA 内の NFT マーケット機能によって売買することができる。

また、広報は、町が従来から発信する SNS や広報紙等の既存のメディアのほか、提携企業であるメディアエクイティ株式会社及び東武トップツアーズ株式会社のプレスリリース等により行い、町として別途の広告費の予算計上はしていないという。取組の新規性が事業への注目を集めた要因と考えられる。

販売数を限定したこともあり、歳入への影響はほとんどないとのことであるが、潜在需要が判明したことで、今後は引き続き新しい NFT の企画販売⁶²や、民間企業と連携した地域づくりを進めていくとしている。

したがって、本事業によって、同町の関係人口は NFT という新技術の話題性をもって広がり、一定の成果を上げたと考えられる。

ア 注目点：既存の制度と整合する事業設計

同町の NFT は、クレジットカード支払いにより暗号資産ではなく日本円で購入できることを特徴としている。これは、現状では自治体が暗号資産を保有することが法的に認められるかが不明であるという制約を踏まえ、既存の制度の範疇で NFT を発行・販売するための工夫といえる。

同町の NFT 販売に関しては、提携企業（委託ではなく包括連携協定を締結）であるメディアエクイティ株式会社及び東武トップツアーズ株式会社が販売代金から手数料 40%を引き、残額が町の歳入となる。運営経費は、提携企業の手数料の中から支出される。また、歳入については、NFT による収益を高齢者の生活環境向上等に充てる基金条例を制定した。

イ 課題：町民の理解

高齢化が進む同町において、NFT に関する町民の理解は追いついていないといえないとのことであった。

利用環境の課題として、本件 NFT を購入するには SNS のアカウントが必要であったが、ユーザーの年齢層が高くなるほど SNS アカウントを持っておらず、活用もできていない傾向にあるため、今後は購入手続きの簡素化を図るといふ。

（3）神奈川県「AI 葛飾北斎 NFT」

「神奈川冲浪裏」は葛飾北斎の「富嶽三十六景」に含まれる名画で、2024 年から発行される新千円札の絵柄でもある。本県のいのち・未来戦略本部室では、2024 年度に観光施策の一つとして「AI 葛飾北斎 NFT」の発行を実証予定である。

本件 NFT は、観光写真を葛飾北斎風の画像へと変換する生成 AI の技術を利用して画像を作成する。県内に宿泊した外国人観光客は、県内の観光地等を訪れ

⁶² その後、同町では 2023 年 9 月に公園の命名権を NFT にして販売しており、こちらは 130 万円で落札された。

た際に、自身が撮影した風景写真を当該生成AIにて加工する利用権を得る。AIで北斎風に加工された写真は、複数のNFTとなり、ほかの外国人に配布されることでAI北斎や本県への興味の喚起を図るとしている。

なお、将来的にAI北斎の利用が拡大した際には、NFTの販売も想定しており、この場合、販売益の一部を環境団体に寄附する等によりリアルとの橋渡しをすることとしている。

ア 注目点①：体験の見える化と共有や連鎖への期待

観光の体験をNFTによって可視化し、流通可能とすることで、コミュニケーションのきっかけとしたり、コミュニケーションから更なる体験への興味を喚起するものとしている。

イ 注目点②：行動変容を促進し、将来へつなぐ企画

施策の企画と並行して「外発的な動機付け」「内発的な動機付け」の整理が行われ、プロジェクトを通じて個人の行動変容が起こることを想定している。また、実証によって得られる「価値の可視化」と「価値の連鎖」をより一層深め、将来的なNFT関連施策へつなげるとしている。

ウ 課題：ウォレットの普及

NFTの配布に当たっては、観光客がウォレットをスマートフォンにインストールし、適切にNFTを受け取ったり、流通させたりすることができるかという懸念がある。これは本件独自の課題にとどまらず、ブロックチェーンを取り扱うすべてのサービスにおける課題であろう。

第3章 自治体の施策における適用可能分野

本章では、メタバース及びWeb3の特性や自治体での活用事例を基に、どのような分野でこれらの新技術が適用可能かを検討した。アイデアを出したり企画を作ったりする際の参考となるよう、ある程度抽象化して記載した。

1 メタバースの活用可能性

メタバースの特長や事例から、自治体の施策に対して次のような適用分野が考えられる。メタバースの場合、Web3に比べてイメージが湧きやすい反面、「どのように使うか」が焦点となる。

(1) 仮想空間・コンテンツとしてのメタバース

メタバースの空間は無限の広さがあり、物理的な建築資材を必要とせずに建造物を設置でき、世界中からアクセスできる。また、メタバース上に映像・音声・文章といったコンテンツの展示物や、ギミック（仕掛け）を持たせたオブジェクトを設置できる。

なお、メタバースには現実の距離や場所の制約を受けない特性があるため、都市部から遠方にある、ホール等の施設を持たないなど、不利な条件のある自治体においても、それらの条件に関わらず活用を構想することができる。

- 現実世界を模した空間を構築するもの。記録やアーカイブに用いるもの
- 観光や情報発信に用いるもの
- 距離や場所といった地理的・物理的制約を超えて人が集うもの。会議、セミナー、コンサート等の会場又は交流の場として利用するもの
- エンターテインメントによって遊園地的な要素を持たせたもの。集客やブランディングに利用するもの

(2) 社会参加のツールとしてのメタバース

ユーザーの心身の状況に関わらず、社会参加を促し、又は支援をすることができる。

- 引きこもり・不登校支援、これらの相談窓口とするもの
- 障がい者の社会参加、就労、発信に役立つもの

一方で、メタバースでのコミュニケーションは、実際に対面することの価値を高めることができる。

- 会合や面談における前段階のコミュニケーションを図るもの⁶³

(3) アバターの匿名性又は仮想人格活用の場としてのメタバース

アバターの利用により、ユーザーの本人性と切り離された仮想人格でのコミュニケーションや活動が可能となる。

- 匿名相談など、本人の顔や名前を出すことなくコミュニケーションすることで効果を発揮するもの

⁶³ 地域のお見合い・婚活への活用事例として、千葉県のかずさ4市（木更津、君津、富津、袖ヶ浦）による合同メタバース婚活イベント（2022年）がある。

- 現実の肩書きや立場に縛られずに、創造的な活動や意見交換の際の発言ができるようになるもの
- オブザーバーを招いた会議や、匿名者を含めて意見調整をするもの
- 本人性によらず、アバターで表現される人格が長期間同一不変であることで積み重なった信頼⁶⁴を用いるもの

(4) 「居場所」としてのメタバース

多くのアバターが存在し、利用しているという状況そのものによって孤独感が和らぎ、心理的安全性が確保される。

- 常に運営者や卓越したガイド役が存在するもの。特定の友人関係がなくともメタバースで過ごすきっかけとなるもの
- 特に目的がなくとも、メタバースの社会に参加することで、ユーザーが精神的安寧を感じるもの

(5) デジタルツインとしてのメタバース

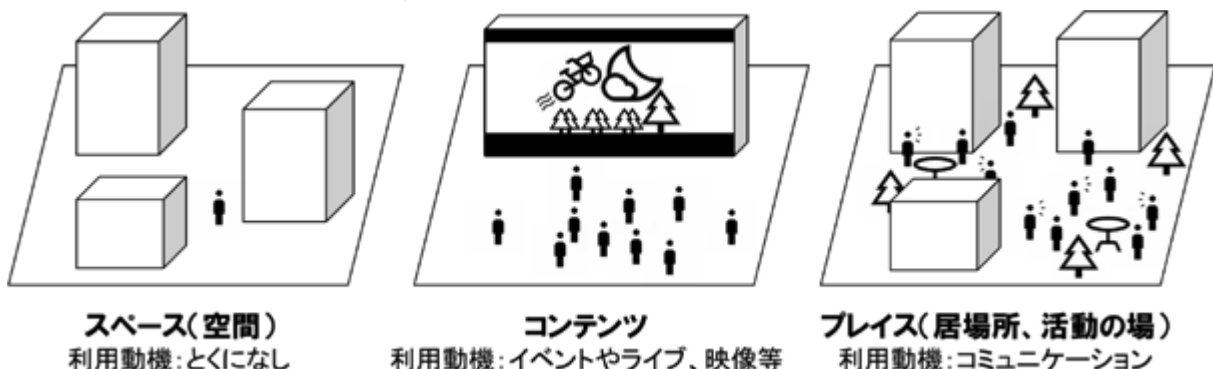
建物・施設情報や地形情報などを基に、現実世界の建造物や自然環境、人々の動態を仮想空間にデジタルツインとして再現し、シミュレーションを行うことができる。特に、センサーで取得したリアルタイムデータ（人流、交通等）をデジタルツインに取り込み、3次元で即時に反映することができれば、信頼性の高い予測を迅速に行い、かつ視覚的に分かりやすい形で把握することができる。安全安心な都市の実現につなげることができる。

- 地震や水害等の災害時を再現して防災に活用するもの
- インフラの整備や修繕の計画を支援するもの

メタバースの活用にあたっては、【図表3-1】で表現したように、単に「スペース」（空間）を作るだけではなく、利用の動機となるイベントやライブ、映像等の「コンテンツ」を提供することが必要と考えられる。

さらに、利用者同士のコミュニケーションが生まれることを企図し、メタバースを居場所や活動の場となる「プレイス」にしていくことが重要である。

【図表3-1】メタバースをどのように使うか？



図：当センター作成

⁶⁴ SNSの固定ハンドルネームに近い考え方である。

2 Web3の活用可能性

Web3の各要素について、それぞれ次のような適用分野が考えられる。Web3の場合は「技術を何に適用するか」が焦点となる。

(1) ブロックチェーンネットワーク

非中央集権的でデータの履歴に関して透明性が高く改ざんに強い。また、分散しているため単一障害点が無く、耐障害性が高い。

- 文書と紐付けたタイムスタンプ、変更履歴を記録するもの
- 各種登記、証書、遺言状など、それより新しいものが存在せず、唯一の真正なものであると示すことに意義があるもの
- DID、SSIの基盤として利用するもの

(2) NFT

NFTは、権利や体験など形のないものを記録したり、ほかと区別がつくことに意味があるものをユニークデータとすることができる。また、パブリックチェーンを用いる場合は、プラットフォームに縛られずに取引や流通ができ、暗号資産と交換可能なものとして価値をユーザーに提示できる。

- イベントや施設の入場用チケットとして利用するもの
- 芸術作品の公式のデジタルレプリカや地域ゆかりの文化財として権威付けや意味付けを行うもの
- 登記や公証のように、スマートコントラクトと組み合わせた自動処理とその堅牢性が利点となるもの

(3) SBT

譲渡不可能なNFTという性質のため、取引や流通が想定されないことから、それらによる価値変動は起こらない。このため、本人が所持していることや記録されたことに価値が認められるものに使用できる。

- 行政の取組に参加している企業や店舗へ加盟の証として発行するもの
- スタンプラリー、謎解きゲーム等のスタンプや参加賞代わりとするもの
- 「御用達」「お墨付き」といった認定証の意味を持つもの
- 表彰、褒賞や寄附者に対する感謝状などに相当するもの

(4) DAO

適切なグループウェアと組み合わせることで、参加者によって意思決定ルールを策定できる非中央集権的な組織に適用できる。

- 非営利組織、任意団体、地域支援組織など、既存の組織・団体のガバナンス維持や強化のために用いるもの
- フラットで自律的なプロジェクトチームとして発足させるもの

(5) その他のDApps等

トークンを軸に自動処理をするスマートコントラクトを用いたDAppsが、従来にはない信頼と公正なデータ処理を可能にするものとして期待される。

- あらかじめルールが決まっており、デジタル上で処理を自動的に完結できるもの
- トークンやNFTの活用が暗号資産と結びつくことで、利用者にインセンティブの提供が可能になるもの

第4章 自治体の施策に用いる場合の課題

1 メタバース及びWeb3を取り巻く課題

本章では、先行調査等の確認⁶⁵、ヒアリング⁶⁶及び当センターにおける実証⁶⁷などを通じて、自治体の施策に利用する場合の課題を整理する（【図表4-1】）。

【図表4-1】メタバース及びWeb3を取り巻く課題

	メタバース	Web3
(1) ルール整備	ア 個人・法人の権利の取扱い イ アバターの相互行為で生じる課題 ウ メタバースの特性を踏まえたルールの順守と策定	ア トークンが有する性質と各種法規制のすり合わせ イ 既存の法制度下における分散型金融（DeFi）の取扱い ウ 税制及び会計監査環境の整備 エ 行政事務におけるWeb3の取扱い オ DAOに関する課題
(2) 技術革新	ア 安価でアクセスしやすいデバイス	ア ユーザビリティの高いツール（トークンを管理しやすいアプリケーション、分かりやすいUI/UX）の開発
(3) ユーザー環境	ア ユーザーがプラットフォーム横断でメタバースを利用できるためのアバターやアセット規格の標準化 イ 特定のプラットフォームに依存しないための戦略 ウ ユーザーの利用を支援する仕組み	ア 利用者保護・安心安全な取引の推進
(4) 自治体	ア 職員の知識・技能向上と担当職員の業務負荷改善 イ 新技術を試行しやすい研究開発環境の整備 ウ 技術特性を踏まえた事業設計	

表：当センター作成

2 メタバースに関する課題

メタバースを活用するに当たって、対応・留意すべき課題は次のとおり。

⁶⁵ 参考にした先行調査等の出所は75頁を参照。

⁶⁶ ヒアリング先の一覧は74頁を参照。

⁶⁷ 実証の一覧は75頁を参照。

(1) 権利の保護や取扱いの明確化などルール整備に関する課題

ア 個人・法人の権利の取扱い

(ア) 知的財産の取扱い

メタバースでは、プラットフォームの仕様によってはユーザーが自由に仮想アイテムを創作・公開・販売できる。そして、ユーザー生成コンテンツは、ユーザーの自己実現や、メタバース上での新たな価値や市場、文化の創造につながる点で注目されている。

一方で、現実世界の意匠や商標が無断でメタバース上に再現され、知的財産権の権利者が権利侵害を訴える事案が生じている⁶⁸。また、デジタルツインを構築する際に、意図せず現実世界の知的財産が映り込み、再現・再生した場合に、解像度の度合いや再現方法によっては著作権を侵害していると認定されるおそれもある。

以上のように、仮想空間と知的財産の関係への配慮は欠かすことができず、仮想空間における創作物をどのように保護するのか、また現実世界の権利をどのように守るのか、留意が必要である⁶⁹ ⁷⁰。

(イ) 肖像権・パブリシティ権等の取扱い

メタバースでは、ユーザーはアバターの姿で活動することになる。アバターは、多くのプラットフォームにおいて、ユーザーが自分の好みにカスタマイズできる仕様となっており、自己実現・自己拡張等の点で重要な意味がある。

一方で、実在する他者の肖像を模したアバターや、他人のアバターを無断でコピーしたアバターによるトラブルが想定される。例えば、有名人の肖像を無断で模したアバターの場合は、パブリシティ権侵害の疑義が生じ得る。

したがって、現実世界の人物の肖像及び仮想世界のアバターの肖像に付帯する権利の取扱い並びにアバターの保護について留意が必要である⁷¹。

<ヒアリングにおける主な発言>

- アバターは単なる著作物ではなく、アバターそのものに人格権が存在すると考えている。新しく生まれたアバターの権利について議論する必要がある。

(一般社団法人 VRM コンソーシアム)

イ アバターの相互行為で生じる課題

メタバースは現実世界の制約を離れ、人々や文化が交流する場として期待されている。また、現実世界における肩書き、年齢、所属及び身体的特徴等による先入観や偏見を持ち込まれることがなく、これらに制約されずに創作や

⁶⁸ 米国では、エルメスのバッグ「バーキン」をデジタル上で模した「メタバーキンズ」をデジタル空間で販売したものが、商標権侵害等を理由として提訴された。

⁶⁹ 2023年7月3日に改正不正競争防止法が施行され、「他人の商品の形態を模倣した商品を、電気通信回線を通じて提供する行為」は不正競争に該当すると規定された。

⁷⁰ 国は「メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題への対応に関する官民連携会議」等を通じて、こうした課題の取扱いについて議論している。

⁷¹ 同上

発信等の活動ができるため、自己実現の場としても注目を集めている。

今後、メタバース上で過ごすユーザーが増えた場合、過激な表現・言動、痴漢・つきまとい・のぞき等の現実世界では犯罪となる行為、感覚的・精神的苦痛⁷²を伴う迷惑行為等にどう対応すべきかについて留意が必要である⁷³。

また、例えば極端に巨大なアバターを使用してほかのアバターの視界を遮る等の仮想空間特有の迷惑行為や、AI チャットボットの高度化に伴う NPC アバター⁷⁴による加害、複数人や法人で共用されるアバターの責任の所在についても留意が必要である⁷⁵。

＜ヒアリングにおける主な発言＞

- メタバース事業を実施するに当たり、特段、法的又は道義的な課題が問題になることはなかった。VRChat 内におけるトラブルの責任の所在が問題となったが、VRChat の利用規約では、ユーザーに対する暴力等不適切行為は禁止事項として明示されている。(横須賀市)

ウ メタバースの特性を踏まえたルールへの順守と策定

ユーザーは、基本的に国内外のメタバースへどこからでもアクセスすることができる。そのため、仮にトラブルが生じた場合の国際裁判管轄・準拠法等について、プラットフォームの利用規約や適用法、未成年保護方針、GDPR⁷⁶に代表される個人情報の取扱いを理解した上で、メタバースを利用することが重要になる。

メタバースを支える 3DCG や身体感覚へのフィードバック等の技術は、今後とも発展すると見込まれる。メタバースの世界やそれを支える技術は急速な発展の途上にあり、ハードローである法律や条例の改廃等には相当の手續を要することから、当面は、より柔軟に行うことのできるハードローの解釈・運用や、ソフトローである利用規約やガイドライン等の整備による対応が望ましい面が多いとされている⁷⁷。

ソフトローの整備に当たっては、プラットフォーム内の共通のルールをプラットフォーム管理者が利用規約として規定した上で、ワールド管理者が個々のワールドごとのローカルルールを設定することが有効な方策の一つと考えられている⁷⁸。

⁷² 没入感の強いメタバースでは、アバターを殴る等の暴力行為による感覚的・精神的苦痛が現実と同じように強く感じられることがある。

⁷³ 動画配信をする VTuber のアバターに対する誹謗中傷が、アバターを操作しているユーザーへの侮辱行為に当たると認定された事例がある（東京地方裁判所 2021 年 4 月 26 日判決、令和 2 年（ワ）第 33497 号）。

⁷⁴ NPC は Non Player Character の略で、プレイヤーが操作しないアバターを指す。

⁷⁵ 大島義則（2023）「メタバースにおける人格権と表現の自由」『法学セミナー』2023 年 2 月号、日本評論社

⁷⁶ General Data Protection Regulation（EU 一般データ保護規則）、EU 域内の個人データ保護を規定する法。

⁷⁷ 「知的財産推進計画 2022」、「メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題等に関する論点の整理」

⁷⁸ 「メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題等に関する論点の整理」において、より拘束力のあるローカルルールとするために、違反者については、ワールド管理者が被害者からの申告を受け、利用規約に基づく制裁措置の対象とすることが提言されている。

(2) システム性能の向上など技術革新が待たれる課題

ア 安価でアクセスしやすいデバイス

ユーザーが快適かつ手軽にメタバースを利用できる環境の整備が課題である。比較的低価格で利用できる個人のスマートフォンやタブレットからメタバースにアクセスする場合、映像の処理能力等が不足し、快適な利用が難しい場合がある。現状、メタバースの映像を遅延なく利用できるアクセス用デバイスは高額であるため、利用目的に即した仕様や設計が必要となる。

＜ヒアリングにおける主な発言＞

- 実証事業の考え方として、基本的にメタバース空間には、GIGA スクール事業で一人一台配付されたタブレットを使うことを考えた。このタブレットはすべての児童・生徒が利用できるのが不公平さがなく、メタバースを利用するために必要な性能を十分持っている。(岐阜市)
- 当市で実施した実証実験では、システムの提供を受けた民間企業から人員や技術等で手厚い支援を受け、かつ、費用は実証の範囲内で収まった。仮に市だけで運営する場合、どこまで市が自力でできるかは今後の課題だ。(岐阜市)
- メタバース空間内のアバターであれば、我々が現実空間の認知で頼っている視覚や社会的身分に左右されることなく、気が合う者同士で仲良くなることができる。これは、例えば 70 代と 10 代がお互いアバター姿で仲良くなることも容易に想定できる。メーカーと協力して、高齢者施設等に機材を提供できればと考えるが、現在、サーバーを始めとしたメタバースを提供するシステムの費用が高いことが課題である。(株式会社 HIKKY)

(3) ユーザーが使いやすいメタバースを提供するための課題

ア ユーザーがプラットフォーム横断でメタバースを利用するためのアバターやアセット規格の標準化

それぞれのプラットフォーマーが独自の規格でメタバースを構築すると、次のような事象が生じる可能性があり、その結果、ユーザーの利便性が下がるおそれがある。

- 一つの仮想アイテムを複数のプラットフォーム間で相互運用するニーズに対応できない。
- 運営企業の破綻などの理由でサービスが終了した場合、当該企業のデータ規格で作成されたユーザー生成コンテンツや独自に提供されていた仮想アイテムなどは利用できなくなる⁷⁹。

アバターやアセット規格の標準化を進めることで、自治体を含めた多くのユーザーがプラットフォームを横断して異なるメタバースに垣根なく参加できることにつながるため、データ規格の標準化が重要である。

なお、データ規格の国際的な標準化について、現状では、標準化を推進する団体に取り組んでいるが、資金力のある海外プラットフォーマーと交渉を進めるには、人員や資金の面で課題がある。そうしたことから、コンテンツ業界と国が連携して、国際標準化に取り組む必要があり、自治体としては、データ

⁷⁹ 2022年6月にサービスが終了した「V カツ」では、そのプラットフォームを用いてユーザーが作成した一切のアバターの利用が不可能となった。

の国際標準化に係る議論の動向を注視する必要がある。

<ヒアリングにおける主な発言>

- 横須賀市のスカジャンを着たアバターには、ぜひほかのワールドにもそのアバターで訪問してもらいたい。それがPRにつながる。アバターの規格は統一してほしい。(横須賀市)
- 標準化を推進するリソースに課題がある。「VRM」を立ち上げたばかりのころは、有志が資金を持ち寄り、規格の整備・維持管理・普及を担ったが、今後、グローバル標準化をすべく、海外のプラットフォームビジネスと調整するに当たっては、リソースが足りない。(一般社団法人 VRM コンソーシアム)
- 標準化の推進について、海外のプラットフォームビジネスに対抗するためには、メタバース産業とコンテンツ産業がスクラムを組み、国際会議等を通じて交渉を進める必要があるが、その旗振り役がない。現状、経済産業省がコンテンツ標準化の話に関心を持っているが、直接支援する枠組みは少ない。どこかの官公庁が主体となって標準化を推進する状況になっていないので、まずはどこかに決めてほしいと思う。(一般社団法人 VRM コンソーシアム)

イ 特定のプラットフォームに依存しないための戦略

海外では、巨大資本を背景としたプラットフォームによるユーザーの囲い込みが起きているが、特定のプラットフォームだけがメタバースを提供する場合、当該企業が自身に有利な規約や高額の手数料を設けることなどにより、メタバースを十分に活用しにくくなるおそれがある。

特定のプラットフォームに依存しない、インフラとしてのメタバースの整備が重要である。

<ヒアリングにおける主な発言>

- 海外のプラットフォームは、大半がプラットフォームビジネスとなっており、ユーザーの囲い込みが起きている。日本では誰もが使えないインフラとしてのメタバースが期待されており、海外プラットフォームに依存しないインフラの整備が重要だ。(株式会社 HIKKY)
- 海外のプラットフォームのビジネスモデルは、自社で垂直統合を図るもの。海外のプラットフォームが日本のメタバース産業を飲み込んだ場合、決済手段を指定され、Apple や Google のアプリ市場のように手数料を 30%取られるなど、事業者にとって不利な世界になってしまう。コンテンツ産業とメタバース産業がスクラムを組むなど、飲み込まれないようにするための日本の戦略を考えなければならない。(一般社団法人 VRM コンソーシアム)

ウ ユーザーの利用を支援する仕組み

ワールドの構築に当たっては、ユーザーのメタバース上での活動を支援する NPC アバターの配置や運営者が操作するアバターでの巡回など、初心者でも気軽にメタバースを利用できる仕組みが重要である。特に、メタバースは 24 時間いつでもどこからでもアクセスできることが利点の一つであるため、想定しているユーザー特性に合わせた支援が重要になる。例えば、観光や広報目的のメタバースなど、幅広い来場者を対象とする場合、こうした手厚い支援を用意することで、メタバース利用のハードルが下がるだろう。

(4) 自治体の職員や事業の企画に関する課題

ア 担当職員の業務負荷改善及び職員全体のリテラシー向上

自治体の人員、システム環境、予算、知識・ノウハウは限られており、自治

体が単独でメタバースを運営するのは難しい。そこで、民間事業者や個人クリエイターとの密な連携が重要となる一方で、事業の担当職員への業務負荷の増大、ノウハウの属人化が課題となる。メタバースはデジタルに関連した専門的な業務であるという意識ではなく、複数の職員がメタバースを運用できるだけの知識とノウハウを身に付け、メタバース事業者と対等な関係で連携を取る姿勢が重要である。なお、メタバースに限らず、行政課題の解決に必要な新しいツールが出現した際に、誰もが理解し、使えるような仕組みづくりが有用と考える。

また、自治体職員は、人事異動により事業担当者の変更があることから、事業の連続性を保つために、メタバースに係る自治体職員全体のリテラシー向上を図る取組が重要となる。

<ヒアリングにおける主な発言>

- 当市で実施した実証実験では、システムの提供を受けた NTT コミュニケーションズ株式会社から人員や技術等で手厚い支援を受け、かつ、当市から持ち出しの費用は生じなかった。仮に行政だけで運営する場合、どこまで市が自力でできるかは今後の課題だ。(岐阜市)
- 事業運営に当たって、Discord を活用し、色々なクリエイターとやり取りしたり、ジャンルごとのスレッドでやり取りしたりしている。関わっている複数のクリエイターと毎日連絡を密にとっている。相手の予定に合わせて丁寧なコミュニケーションを心掛けている。そのため、担当者の業務負荷は課題である。(横須賀市)
- 担当者が異動になった場合、どう事業に影響が出ないようにするかが課題だ。(横須賀市)
- メタバースはあくまでツールなので、特定の課の業務ではなく、各課がメタバースを運用できるだけの知識とノウハウを身に付けるべきだ。(横須賀市)

イ 新技術を試行しやすい庁内環境の整備

民間で注目されている新技術や国内外の DX 推進に関わる情報について、自治体職員が試行的に使用して有効性を調査するための庁内環境の整備が重要である。職員が比較的容易に新技術を試行できるシステム環境があることで、具体的な政策立案につながる基礎的な情報収集を迅速に行うことができるであろう。

しかし、自治体では、情報セキュリティポリシー等によって、PC 等の端末へ職員が自由にソフトウェアをインストールすることが制限されている場合がある。また、新技術の検証を支援する担当部門を庁内に持たない場合もある。さらに、配付されている端末の性能が不十分である場合や庁内のネットワークの制限により、新技術の検証ができないケースもある。そのため、庁内全体で検討し、全庁的にそうした環境を用意することが重要である。

ウ メタバースの特性を踏まえた事業設計

(ア) 事業目的に合致したメタバースの設計

近年メタバースを施策に活用する自治体が増えているが、ヒアリングを通じて、施策の目的がうまく達成できていないと思われる事例があることが分かった。

例えば、観光や広報を目的にメタバースを構築したものの、ユーザーが継続的に集まらなかった事例がある。この事例については、メタバース構築時に、自治体側と受託事業者がユーザーを楽しませようとする方針を共有し、密にコミュニケーションを取っていれば、改善が図られた可能性が考えられる。

一方、引きこもりの児童・生徒の支援を目的に3Dのメタバースを作ったものの、通信回線の制約で動作が不安定になり、当初は十分な支援ができなかったが、システム負荷の小さい2Dのメタバースを用意して再度事業を実施したところ、施策目的に沿った支援を行うことができたという事例もある。この事例からは、事前の準備とともに、事業を推進する中でも方法を見直し、修正していくことが必要と考えられる。

以上のように、対象者の使いやすさや楽しさを追求し、目的に合った設計とするなど、事業目的や運用体制、予算、人員配置等を庁内で十分に議論した上で事業計画を策定することが重要である。

<ヒアリングにおける主な発言>

- 当局が実施した1回目の実証事業では、3Dのリアルな空間を作り込んだが、3D空間には、操作が難しい、回線が途切れるなどの課題があり、参加者がやる気をなくすことにつながった。児童・生徒が求めているのは、リアルさではなく気軽さであり、3D空間は必要なかった。2回目の実証事業は2Dの空間で開催したところ、アンケートでは参加者の9割が「すごく良かった」、保護者も9割が「(このようなサービスを)提供してほしい」と回答した。(岐阜市)
- 事業化に当たって、メタバースを作ったが誰も集まらないという事態は避けたいと考えていた。そのため、観光地のデジタル化ではなく、ギミック(仕掛け)が楽しめるワールドを目指している。また、メタバースがユーザー同士のコミュニティの場にならないと、継続してユーザーを獲得できないと考える。メタバース空間にリアルなものをデジタル化してもただの景観保存にしかならない。(横須賀市)
- メタバースを作ったものの人がなかなか集まらないという事例をよく聞く。そうした事例には、ユーザーを楽しませるという考え方が足りていないと思う。行政がメタバースに進出する際、行政と事業者がBtoBの関係になるため、消費者との間に入る事業者が行政の言うとおりの「つまらない」ものを作り、ユーザーがいないメタバースになってしまうことがある。行政も事業者も、楽しませる、価値のあるものを作るという考え方を持つことが必要だ。(株式会社HIKKY)
- メタバースはあくまで「箱」である。官民で実証するなど実施体制を工夫した上で、どういった目的で作るのか、運用をどうするか、人をどう配置するか、費用をどう工面するか、といったことを議論してから活用すべきだ。(岐阜市)
- メタバースでは、イベントをやり続けないとユーザーが来ないことは分かっているが、いつまでも行政がイベントを主催するのは限界がある。公民館の会議室のように、次々とユーザー主体のイベントが行われる状態にしたい。つまり、メタバース事業の主体を、スタートは市で、それ以降は地元事業者に移行するのが理想だ。地元事業者には、ぜひ市が立ち上げたワールドに参加して、宣伝の場として使ってほしい。今年市から声をかけた事業者が多いが、来年度以降は事業者から声がかかることを期待している。(横須賀市)

(イ) 社会的意義の明確化と認知の拡大

現状、メタバースは、一般的にはレクリエーションの一種とみなされることが多いが、一方で社会課題解決の新たなアプローチや自己実現の場としての価値創出が期待されている。メタバースを活用した事業を設計する上

では、メタバースが持つ社会的意義を明確に認識するとともに、その意義が広く認知されるようにすることが重要である。

<ヒアリングにおける主な発言>

- 行政が、メタバースを単なるレクリエーションではなく、社会的意義のあるものとして整理すれば、国内の事業者の参入が進む。(一般社団法人 VRM コンソーシアム)
- メタバース上に、オンラインの居場所、相談機関としての場所を作りたい。メタバースは、これまでの不登校児童・生徒の支援施策に参加してこなかった児童・生徒に向けた施策として考えている。メタバース上で学校と同じ教育を提供することは非常にハードルが高い。例えば、不登校の生徒の学習進度は、児童・生徒ごとによりバラつきがあるため、一堂に会した授業形式の場合、個別のフォローに手が回らないおそれがある。(岐阜市)

3 Web3 を取り巻く課題

Web3 を活用するに当たって対応・留意すべき課題は次のとおり。

(1) 権利の保護や取扱いの明確化などルール整備に関する課題

ア トークンが有する性質と各種法規制のすり合わせ

トークンの活用に当たっては、発行しようとするトークンの機能や権利と照らし合わせて該当する法規制の適用を判断する必要がある⁸⁰。例えば、トークン保有者に対してコミュニティの貢献度に応じた収益分配を受ける権利を付与する場合、当該トークンはセキュリティトークン⁸¹とみなされ有価証券に該当する可能性がある。その場合、金融商品取引法が適用され、発行者に対する情報開示規制や金融商品取引業者としての規制を受ける可能性がある。その他、刑法や景品表示法等の法規も関連する可能性があるため、確認する必要がある。

イ 既存の法制度下における分散型金融 (DeFi) の取扱い

金融業界における Web3 の活用事例として DEX があり、中央管理主体が存在する取引所と比べて、ハッキング被害やサーバー障害による被害等を受けにくい点がメリットである。一方で、金融庁は、DEX の理念の上では存在しないはずのトラストポイント⁸²が、現状では存在すると指摘しており、そうしたトラストポイントを規制対象として捉えていくアプローチについて議論している。

今後、暗号資産が金融商品や資金調達手段としても一般的に使われるようになると、様々な価値を表象するトークンが発行される可能性がある。実際に、金融商品や資金調達手段として暗号資産による取引が行われる事例も見られる (セキュリティトークン、IEO⁸³等)。そのため、市場のニーズと法令な

⁸⁰ 一般社団法人日本暗号資産ビジネス協会 (JCBA) が 2022 年 3 月 31 日改定「NFT ビジネスに関するガイドライン」において、法規制に係る検討フローチャートを公開した。

⁸¹ 一般的には、金融商品取引法において有価証券として取り扱われるデジタルトークン (電子記録移転有価証券表示権利等) を指す。

⁸² 利用者等が無条件に信用せざるを得ない中央集権的要素。

⁸³ Initial Exchange Offering の略で、暗号資産を利用した資金調達手段を指す。

ど既存の規制との調整が進められている⁸⁴。

ウ 税制及び会計監査環境の整備

国は、Web3 に関して、日本の経済成長につなげる観点から様々なチャレンジが不合理な障壁なく行える環境整備を掲げている⁸⁵。

そうした中、世界的にトークン発行による幅広い資金調達が目撃されているが、現行の国内税制が障壁になっている⁸⁶。

また、Web3 関連企業が会計監査を受けやすいような環境整備が課題となっている⁸⁷。

以上の課題については、業界団体から国への要望や、所管省庁から財務省への税制改正の要望⁸⁸などの動きがある。

エ 行政事務における Web3 の取扱い

自治体が暗号資産を保有する場合、会計処理の在り方や情報公開制度との整合性の確保、ウォレットの運用ポリシーの策定等、行政事務上の整理が必要である。

例えば、パブリックチェーンの利用と暗号資産の保有は不可分であるが、現状、自治体の暗号資産の保有に関しては明確な法令が存在せず、自治体が暗号資産を保有することが法的に認められるかが不明なため、法令の整備が待たれる。

また、行政文書とブロックチェーンデータを紐付けた仕組みとすれば、文書の存在がブロックチェーンデータから明らかになるとともに、文書の改ざんが困難なことにより、行政活動の透明性の確保につながる。

ただし、情報公開制度では、例えば特定個人の難病の治療歴に関する情報など、文書が存在しているか否かを答えるだけで、不開示情報を開示することとなる文書の開示請求があった場合、当該文書の存否を明らかにしないで

⁸⁴ 一般社団法人日本暗号資産取引業協会（JVCEA）は、IEO 審査の円滑化に努めているほか、JCBA は 2023 年 9 月 26 日に、IEO 制度改革の方向性の初期案を公表した。IEO 後の値崩れなどを背景に、現在進行形で市場の整備が進められている。

⁸⁵ 2023 年 6 月 9 日「デジタル社会の実現に向けた重点計画」デジタル庁

⁸⁶ 2023 年 6 月 20 日「法人税基本通達等の一部改正について（法令解釈通達）」（国税庁発出）により、法人が事業年度末において保有する暗号資産のうち、自社発行分については時価評価の対象から除外された。他者が発行した暗号資産の保有については、引き続き期末時価評価課税制度の対象。他者が発行した暗号資産に関する保有についても、対象外とするよう、JCBA 及び JVCEA から 2023 年 7 月 31 日付で「2024 年度税制改正に関する要望書」が国へ提出されるなど、税制改正にかかる動きは引き続き継続中である。

⁸⁷ JCBA 及び JVCEA は、2023 年 9 月 6 日「暗号資産発行者の会計処理検討にあたり考慮すべき事項」を公表した。Web3.0 に関する事業へ参入する日本企業が円滑に監査を委嘱できる環境整備を目的とする。

⁸⁸ 2023 年 8 月経済産業省及び金融庁は、令和 6（2024）年度税制改正要望の中で、第三者保有の暗号資産の期末時価評価課税に係る見直しを要望している。また、2023 年 12 月 22 日に閣議決定された「令和 6 年度税制改正の大綱」において、発行者以外の第三者が継続的に保有する暗号資産については、一定の要件の下、期末時価評価課税の対象外とする見直しを行う旨を示した。

開示請求を拒否することができる（「行政機関の保有する情報の公開に関する法律」第8条⁸⁹）。しかし、ブロックチェーンデータの紐付けを行うと、文書の存在が明らかになってしまうため、一律に行うことは慎重な検討が必要だ。

加えて、自治体がウォレットを管理する場合、ID やパスワードといったアカウント情報の管理方法を検討する必要がある。現在、主に普及しているウォレットには、ウォレットサービス提供者がユーザーに代わって秘密鍵を管理するもの⁹⁰と、ユーザーが自身で秘密鍵を管理するもの⁹¹の2種類が存在する。前者は、分散性を欠き、個人がコントロールできる範囲が狭まる点や煩雑な認証過程が必要となる点が課題である。一方、後者は、ユーザー自身による秘密鍵の管理が必要で、ID やパスワードといったアカウント情報を忘れるとウォレットにアクセスできなくなるリスクがある。そのため、自治体でのウォレット運用に際しては、ウォレットやその本体である秘密鍵の管理について、保管運用の取扱方針の検討が必要になる⁹²。

このことに関して、国は、2022年10月7日に「デジタル改革共創プラットフォーム」上にWeb3.0情報共有プラットフォームを設置し、国における検討状況、自治体における先進的な取組事例などについて情報交換を行いつつ、双方の課題共有を図っている。

<ヒアリングにおける主な発言>

- 自治体が暗号資産を保有することに関して問題がある。自治体が暗号資産を保有することが法的に認められるかが不明な中で、暗号資産の発行や売買はリスクが高い。（群馬県）
- 事業開始に当たり、NFTを使用したときの歳入・歳出の取扱いが課題となったため、NFTの購入はイーサリアムなどの暗号資産によるのが一般的だが、クレジットカードによる決済とし、日本円で購入できるようにした⁹³。（山形県西川町）

オ DAOに関する課題

DAOには、Web3全般における課題とは性質の異なる課題があるため、別に課題を整理する。

（ア）DAOの法的位置付け

DAOは、法的な位置付けがないため、その性質によって法律上の様々な団体として位置付けられ得る。仮にDAOが、民法上の任意組合に該当すると

⁸⁹ 同法は自治体を対象としていないが、本県では神奈川県情報公開条例により同様の内容を規定している。

⁹⁰ 「カストディアルウォレット」と呼ばれ、一般に暗号資産取引所のユーザーが使うウォレットを指す。

⁹¹ 「ノンカストディアルウォレット」と呼ばれ、例えば、自身のスマホやブラウザにアプリをインストールして使うウォレットを指す。

⁹² 近年、分散性を維持したまま、秘密鍵を容易に管理できる技術の研究が進められている（アカウントアブストラクション等）。また、2025年開催予定の大阪万博においては、サービス提供者やその関連会社とユーザーそれぞれで秘密鍵の一部を持ち合って管理する「セミカストディアルウォレット」のサービス提供が予定されている。

⁹³ 法定通貨でNFTを購入する場合、仲介として法定通貨を暗号資産に換金し、NFTを購入する事業者が必要となる。その場合、一般的なNFTの購入と異なり、NFTと紐付くウォレットの管理も事業者が行うこととなるため、分散性が低下するおそれがある。

解釈された場合、組合員には無限責任が課せられ、例えば組合の事業で生じた負債（金銭債務）は各組合員個人の負債とされ、その負債に対して個々の組合員は組織の資産を超えて無限責任が生ずる。この場合、活動に慎重になり、柔軟で迅速な運営の障壁となるおそれがあるため、法的位置付けの整理が待たれる。

(イ) DAOにおける意思決定スピードと非中央集権性のバランスに関する課題

DAOの活用に当たっては、意思決定のスピードと意思決定者の分散による非中央集権化のバランスが取れたガバナンスの検討が重要となるだろう。DAOが世間に認知され始めた2021年ごろは、直接民主制による意思決定が特長として支持された。しかし、多くのDAOにおいて意思決定の遅延が見られたことで、DAOと称しつつも、運用に当たって中心人物や活動的なメンバーに決定権を委ねている組織がみられる。DAO本来の非中央集権的な利点を生かしつつ、事業を行う運用の在り方について、試行錯誤が続いている状況である。

(2) システム性能の向上など技術革新が待たれる課題

ア ユーザビリティの高いツール（トークンを管理しやすいアプリケーション、分かりやすいUI/UX）の開発

現状、ブロックチェーンに誰もが簡単にアクセスできるツールが存在しないことが課題である。ウォレットや履歴を確認するサイト等のツールの使いにくさがユーザーの心理的障壁とならないよう、サービスの改良が待たれる。

＜ヒアリングにおける主な発言＞

- Web3が社会に広まらない原因の一つとして、ブロックチェーンに誰もが簡単にアクセスできるツールが世の中にまだないことがある。現状、ブロックチェーンネットワークへのアクセスにはウォレットアドレスとウォレットアプリが必要だが、操作が難しい。(株式会社HashPalette)
- DAOが今後更に発展するための課題は、Web3ツールの使いにくさである。ツールの使いにくさが、ユーザーの心理的障壁となっている。(株式会社ガイアックス)

(3) ユーザーが安全安心に利用できるサービスを提供する上での課題

ア 利用者保護・安全安心な取引の推進

現状、利用者保護や安全安心な取引の仕組みは十分に整理されていない。例えば、仮想アイテムの高額取引が可能なブロックチェーンゲームにおいて消費者をどのように保護するか、分散性・匿名性を特長とする暗号資産の推進とマネーロンダリング対策をどのように両立させるかなどの課題がある。また、そもそも、社会におけるNFT保有やブロックチェーンへの書き込みといった基礎的な技術への理解をどのように醸成するかという課題もある。

こうした課題については、業界団体⁹⁴が中心となり、ガイドラインや自主規

⁹⁴ 一般社団法人コンピュータエンターテインメント協会（CESA）は、ブロックチェーンゲームに関するガイドラインを制定したほか、利用者が安全安心にゲームを楽しむための啓発イベントを主催している。

制の制定、利用者への啓発活動等によって対応が図られつつある。

(4) 自治体の職員や事業の企画に関する課題

ア 担当職員の業務負荷改善及び職員全体のリテラシー向上

メタバースの課題と同様に、担当職員の業務負荷改善及び職員全体のリテラシー向上が課題となる⁹⁵。特に、Web3は社会で注目されているのとは対照的に、具体的にどのような仕組みで、それによってどのような便益が受けられるのか等について、一般の理解が十分進んでいる状況ではない。

イ 新技術を試行しやすい庁内環境の整備

メタバースの課題と同様に、庁内環境の整備が重要になる。

ウ Web3の特性を踏まえた事業設計

自治体が利便性を高めるために施策や事業にWeb3を活用するに当たって、利用者にWeb3技術の理解や複雑な操作を要求する設計をした場合、かえって利便性を下げてしまうおそれがある。そのため、利用者のハードルを下げる工夫を取り入れた上での仕様設計が重要となる。

また、Web3は、その注目度の高さから活用可能性について多くの提案がされているものの、事業化に向けて検討を進めると、ここまで述べてきたような課題も多く、自治体での効果的な活用事例も少ない。そのため、Web3が注目されているという理由のみで、必ずしもWeb3である必要がない事業に適用されてしまうことも予想できる。

現状、ブロックチェーンを主軸事業とする民間企業においても、ブロックチェーンのメリットを生かしたビジネスモデルを模索している段階が続いているといえる。自治体においては、なお一層Web3の特性を理解し、事業化に当たっては、自身の企画が地域における行政課題の解決に寄与するかどうかを慎重に検討する必要がある。

<ヒアリングにおける主な発言>

- 技術先行で検討した場合、企画することはできるが、施策に適用しようとする問題が生じることが多い。例えば、現状、自治体が暗号資産を保有することが法的に認められるか不明な中で、ガス代（暗号資産の移転に発生する費用）を適切に払うことができないため、業務を委託するなど実施方法の検討を同時に行う必要がある。（群馬県）
- ブロックチェーン上にリアルの情報を取り込んだ時のメリットが、まだ完全には見いだせていない。誰かが活用方法を作らなければ、Web3が一般化するための課題を解決することはできない。（株式会社HashPalette）

⁹⁵ Web3を積極的に推進している自治体や、企画設計に突出したアイデアのある自治体の特徴として、関わる職員の属人的な資質がプロジェクトを支えているケースが見られる。

第5章 自治体のメタバース及びWeb3活用に向けた提案

前章では、メタバース及びWeb3を取り巻く課題を整理した。本章では、自治体がメタバース及びWeb3を施策に用いる場合に、課題に対してどのような対応が考えられるかという視点から特に活用に向けた提案をする。提案の検討に当たっては、先行事例に取り組む自治体における課題への対応や、民間企業との連携による課題の解決可能性について、ヒアリングを実施した。

なお、前章で法整備や技術革新が待たれると整理した課題については、それぞれ国の会議や研究会における検討や民間企業における研究開発が進められているため、これらの動きを注視していく必要がある。

1 活用に向けた自治体の対応

(1) メタバース

ア メタバースに関する知識習得と体験の機会提供

自治体職員のリテラシー向上のため、まずは知識を身に付ける必要がある。例えば、使用するプラットフォームによっては、メタバースの利用にVRゴーグルやゲーミングPCが必ずしも必要ないと知っているだけでも、活用に踏み出しやすくなると考えられる。また、本稿も、こうした基礎的な知識を得る機会となることを意図した内容としている。

そうした知識を踏まえて、実際にメタバースを体験することで、メタバースがどのようなものであるか、実感を持って議論ができるようになると考えられる。例えば、体験会⁹⁶の開催により職員にメタバースでの活動を体験してもらうことが考えられる。なお、この体験会の段階では、必ずしも実際の行政課題に対応したメタバースとする必要はなく、単に体験することが目的となってもよい。

また、これらの取組により、限られた職員だけではなく全庁で理解やリテラシーの向上を図ることで、メタバース関連業務が特定の部署に集中することを避け、業務負荷の軽減を図ることもできると考えられる。

イ 新技術を試行できる庁内環境の整備

様々なプラットフォームが存在し、新たなサービスやイベントが生まれているメタバースを適時に行政課題の解決に活用するには、本格的な利用の前にこれらを試行し、その有効性や活用方法を探ることのできる環境を確保することが重要である。

例えば、庁内に3DCGのメタバースを利用できるVRゴーグル等の機材や、主要なプラットフォームのアカウントを用意することなどが考えられる。

また、組織面では、メタバース分野に知識のある職員を集めるなど、常設形式かプロジェクトチーム形式かを問わず、新技術の試行に人員と予算を投じ

⁹⁶ 本県では、2022年9月27日に体験会が開催され、スマートフォンを用いて職員がメタバース上でアバターを操作し、ワールドを見て回る体験をした。

ることが望ましい。庁内環境を整備することで、知識があれば防げたはずの不要の投資を避けることができ、結果的に行政の効率的な運営につながると考えられる。

ウ 民間における取組を含むメタバース関連情報の入手

民間における取組を含め、自治体に適用できるものは活用していくことが望ましい。そのために、民間におけるメタバースの動向や流行を把握するなど、積極的な情報収集が重要である。例えば、職員がメタバースで開催されるイベントに参加するなどが考えられる。

エ メタバースにユーザーが流入し続けるための対応策

メタバースは、空間が存在するだけでは機能しない。行政課題の解決に資するためには、自治体が設置したメタバースにユーザーが流入し続ける状態を実現することが望ましい。また、「常時人がいること」自体がコミュニケーションの場としての魅力になり、更なるユーザー流入につながる一方で、メタバースに人がいないと、一度アクセスしたユーザーが離脱する原因となり得る。そこで、次の対応策が考えられる。

(ア) ターゲット層が使いやすいプラットフォームの選択

施策のターゲットを明確にして、当該ターゲット層が使いやすいプラットフォームや端末を選択することが重要である。このターゲットには、全国・都道府県・市町村などの区域の観点と、観光客・ひきこもりの人など属性の観点が想定できる。例えば、第2章で取り上げた岐阜市の事例は、児童・生徒をターゲットとする施策であり、スマートフォン保有の有無により利用が困難となる児童・生徒が生じないように、児童・生徒が必ず保有しているGIGAスクール端末を使用してアクセスできるメタバースを構築した。一方、横須賀市の事例では、クリエイターの活動を意図し、より自由度の高いプラットフォームを選択してメタバースを構築した。

(イ) 人とのつながりが得られる仕組みの導入

人とのつながりが得られる仕組みが重要である。例えば、通常メタバースでは同時にアクセスしている人としか交流できないが、掲示板のようにアクセスする時間が異なっても相互にコミュニケーションが成立する仕組みにより、同時刻にログインしていないユーザー同士のつながりも可能にすることが想定できる。また、ユーザーがあらかじめ用意されたコンテンツを楽しむだけでなく、ユーザーが自らコンテンツを創作し、発信できるようにすることで、コンテンツを介してコミュニケーションが生まれるきっかけにすることも考えられる。

(ウ) 「楽しさ」と「遊び心」を取り入れた設計

ユーザーの流入を実現するためには、機能に加えて、「楽しさ」や「遊び心」を感じるワールドの設計も重要と考えられる。例えば、委託する業務の

仕様を作成する際に、画像の SNS 映えなどの要素も含めた「楽しさ」や「遊び心」のある提案を求めることが想定できる。こうした工夫により、ファンを増やすことで、メタバースへの継続的なユーザー流入につながると期待できる。

(エ) 活動内容が見て分かる広報

構築したメタバースの広報に当たり、自治体が開発途上のメタバースを紹介する画像や動画は、風景だけの無人の空間になりがちである。しかし、メタバースの楽しさを伝えるためには、大勢のユーザーを配置し、活動内容が見て分かる画像や動画を用いることが効果的と考えられる。

オ メタバースの社会的意義に対する認知の拡大

メタバースの社会的意義が認知されていない背景には、上記のアからエまでに挙げた課題を解消できていなかったことがあると考えられる。普及啓発を行うことも一案ではあるが、上記の課題に取り組み、効果的なメタバースの活用を図ることで、徐々に社会的意義が認知されていくようになるだろう。

さらに、一層社会的意義に対する認知を拡大するための方法として、メタバースを行政計画に位置付けることも想定できる。

(2) Web3

ア 自治体職員や住民向けの知識習得の機会提供

自治体職員の知識習得については、先述したメタバースの場合と基本的に同じであるが、Web3 の場合には、技術そのものを理解して、できることとできないことを区別することが特に必要であり、知識を身に付けることがより重要になる。また、技術そのものへの理解は、職員だけでなく、利用する側の住民にも必要となる。例えば、群馬県では、予算を計上して DAO に関する調査を実施したり、職員が試行錯誤しながら Web3 の活用方法を検討することが、職員の知識の蓄積につながったと考えられる。対応策として、Web3 に係る委託事業を実施する際に、職員向けの研修や住民に向けた理解促進を図る教室開催等の業務を仕様を含めることが想定できる。

なお、当センターでは、自治体職員等が Web3 の理解を深め、知識を習得することを意図して、DAO による組織運営を体験するゲーム「DAO! (だお)」⁹⁷を制作し、公開している。

イ 新技術を試行できる庁内環境の整備

組織の面を含め、庁内環境の整備が重要であることは、様々な新技術の登場する Web3 についても、メタバースと基本的に同じである。

ただし、特に技術面についていえば、テストネットへの接続など、庁内の重要情報を扱うネットワークから切り離して Web3 に係る新技術を試行できる

⁹⁷ 本稿の付録 (73 頁参照) に「^{だお}DAO!」の解説及びゲームに用いるカード等をダウンロードできる当センターの Web サイトの URL を掲載した。

ネットワーク環境が整備されることが効果的と考えられる。

ウ 知識を基にした多角的な視点での情報の吟味

活用の拡大に係る対応も、先述したメタバースの場合と基本的に同じである。

ただし、Web3の活用事例として取り上げられるものの中には、技術やサービスの営業を目的として発信されている情報もあると考えられることから、知識を身に付けることにより、適さない用途に無理にWeb3を適用しないことが重要である。また、適する用途と適さない用途を見極めるためには、自治体の枠を超えた情報収集を行うことも効果的と考えられる。

エ 利用のハードルを下げる工夫を取り入れた事業設計

Web3に関していえば、利用者が直感的に利用できる設計とすること、Web3の利用によって行政サービスの質が向上することが重要である。

オ マスアダプション⁹⁸における地域との橋渡し

これまで述べてきた活用事例やその課題からも分かるとおり、Web3分野では民間でのマスアダプションが重要視されている。マスアダプションに際してのハードルとなっているウォレットなどのWeb3関連技術について、使いやすく普遍的なUI/UXへの進化を期待しながら待つだけではなく、積極的な官民連携・産官学連携によって自治体がマスアダプションに寄与できる可能性がある。

Web3は本来分散型を指向するものであり、自治体の枠組みを超えて活動が広がる可能性も秘めている。自治体等の行政機関はそもそも中央集権的な性質を持っているため、非中央集権的なDAOとは異なる面があるが、民間と連携してマスアダプションを図るに当たっては、自治体がWeb3の利活用を進めるための誘導を担っていくことが有効と考えられる。

(ア) 啓発イベントやセミナー・勉強会の開催

体験してすぐにイメージがつかめるメタバースに対し、Web3は技術や世界観を理解するまではイメージがつかみにくいといえる。地域への理解促進を目的とした啓発イベントやセミナーの開催のほか、民間企業の取組の支援事業は、マスアダプションにつながると考えられる。

アイデアソン⁹⁹などの方法を用い、地域の課題をテーマに設定しつつ地域のIT企業からファシリテーターを選出することで、その地域ならではの価値の創出に気付くことができ、より一層のWeb3の可能性へと良質のアイデアを募ることもつながるだろう。

⁹⁸ 大規模に普及し、大衆へと浸透すること。

⁹⁹ 「アイデア」と「マラソン」を掛け合わせた語。あるテーマに対する発案や企画を目的として、集中的に討議やプレゼンテーションを行い、競う。本県では2023年9月及び12月にデジタル戦略本部室主催で「行政DXアイデアソン」が開催され、DX分野での行政課題解決のアイデアについて議論が行われた。

(イ) 地域課題の提示、既存事業との組み合わせ促進

産業創出・地方創生の観点から、地域や既存事業での課題について Web3 が活用できる、又は活用が模索できる領域を率先して明確にすることにより、例えばその領域に詳しい関係人口が生まれたり、地元企業が参画を検討しやすくなるなど、民間との連携の間口を広げることができる。また、地域内で Web3 企業が新たに生まれる可能性もある。

(ウ) 地域コミュニティと融合した関係人口の創出

NFT や DAO といった Web3 技術やそれらを活用した行政サービスの導入により関係人口の創出を図る際には、Web3 技術を使いさえすれば地域外から人が流入するわけではないことに留意が必要である。

前述 (ア) (イ) のような方法を通じてあらかじめ地域コミュニティにおける Web3 への理解と利活用を進めておき、そこへ関係人口が参加できるとスムーズである。

例えばプロトタイプとなる DAO の運用や実証を行っておくことなどが考えられ、Web3 について準備が整っている地域であると PR できれば注目度も上がる。自治体は、こうした準備や地域との調整において強みを持つと考えられる。

2 当センターで考案した Web3 に関する新たな活用法

第2章で本県を含む自治体におけるメタバース及び Web3 の活用事例を紹介したが、特に Web3 について現状では確立した活用事例が少ないことから、ここでは当センターで考案した、期待できる分野での活用法を提案する。

(1) DA-NPO (Decentralized Autonomous Non-Profit Organization)

NPO は非営利組織を指し、例えば地域でまちづくりや環境保護、文化振興などの活動を担っている。中でも特定非営利活動促進法 (NPO 法) の定めるところにより設立された非営利組織は「NPO 法人」と呼ばれる。

ここでは、地域で活動する非営利組織に DAO を導入する試みを提案し、この仕組みを当センターの造語として「DA-NPO」と呼称する。

【図表 5-1】の左側には、一般的に多くの NPO が抱えていると考えられる課題、右側には、DAO を導入することによる解決の方向性を示した。NPO に DAO を導入する場合、フラットな組織を生かして日々の事業運営に係る情報共有を行う、明確化された役割に応じて意思決定に参加できるガバナンストークンを付与する、各種トークンの発行により資金調達を行うといった形が想定できる。契約や取引など法令に則して社会と関わる活動については、既存の法令に基づく法人格が必要であり、DAO の仕組みはそのままでは既存の法令との矛盾や不整合が起こってしまう。だが、NPO 法人をそのまま DAO に置き換えるのではなく、NPO 内部でのルールの方策とその運用や、ガバナンスを支える日ごろの事務を DAO として行うことは十分に可能であると考えられる。

新たに活動を始めようとする組織の選択肢として、また、従来からある組織

の選択肢として、構成員全員がフラットに組織に参加して事業を展開していくに当たり、ルールを策定し、ブロックチェーンやスマートコントラクトにより透明かつ堅牢にそのルールの運用を担保する DAO の仕組みは有用であろう。例えば、地方創生の場面では、地域に居住する住民という枠を超えて情報を共有し、広く全国・全世界からアイデア・人材・資金を集めて地域に資する活動を行い、さらにその活動を民主的なものとするのが重要と考えられる。このような活動を行う際に、DAO を活用することが想定できる。

【図表 5-1】NPO の課題と DAO の導入による解決の方向性

観点	NPOの課題	DAOの導入による解決の方向性
意思決定	代表者に権限が集中すると、メンバー間で情報共有やコミュニケーションが不十分になりやすく、参加意識が希薄になる。	代表者のいないDAOは、全員がフラットに参加する組織であり、ガバナンストークンにより民主主義的な意思決定ができる。
事務処理	明確な役割分担や組織体系が確立されていないNPOも多く、事務の非効率やミスが発生しやすい。また、本来の活動目的となる分野について知見や経験のある職員が、必ずしも会計等の事務に長けているとは限らない。	あらかじめルールを決めれば、スマートコントラクトにより効率的かつ確実に会計等の事務処理を行うことができる。事務処理の効率化により、職員は本来の活動目的となる分野に専念できる。
資金調達	小規模な組織が多いNPOは、持続的な資金源を確保することが難しい。	ガバナンストークンや記念品となるトークン等の発行による柔軟な資金調達が期待できる。
人材確保	専門的なスキルや経験を持つ人材が少ないため、適切な運営やプロジェクトの進行が難しい場合がある。また、1990年代の創成期に活動の主軸を担っていた層が高年齢化し、活動の継続が困難となっているNPOも多々ある。	Web3やDAOという切り口により、興味を持つ人が現れる。明確化された役割に基づき遠隔で参加することもできるため、特定の地域に依存せず、広く人材を集めることができる。
法人化	NPOをNPO法人化し、特定非営利活動促進法に基づく認証を受けることで多くのメリットが得られるが、認証の基準や手続きが厳格であるため、小規模な組織がNPO法人になるハードルは高い。	DAO化により、NPO法人化しなくても透明かつ堅牢にルールを運用する組織を作ることができる。※現状では、NPO法との矛盾や不整合が発生するため、解決には至らない。

表：当センター作成

(2) 自治体発行 NFT/ SBT

既に自治体が NFT を発行しているケースはいくつも存在するが、単なるデータ販売や記念データ発行ではないもの、機能性があり、付加価値を生ずるものとしての活用を提案する。

ア ふるさと納税返礼品 NFT/ SBT¹⁰⁰

ふるさと納税の返礼品として、NFT や SBT を自治体が発行する。例えば、地域の景観や特産品等をモチーフにしたアートの場合、譲渡可能な NFT として発行することで、流通させることもできる一種のコレクションとなり、入手を希望する人からの納税が期待できる。また、特定の施策やイベント、施設等に寄附をしたことを証明する記念品の場合、譲渡不可能な SBT として発行することで、関係人口の一人として自分が特定の地域に貢献している、その地域と関わりを持っている人物であるという価値を可視化することができる。この場合、保有するユーザーの判断で誰に見せるかを選択でき、地域に関する活動を行う際に特定の相手に開示することで信用を生むことができる。

また、ふるさと納税による NFT/ SBT の保有者に、デジタル上の住民として地域活動に参加する機会など、付加価値を設けることも想定できる。

イ SBT を利用した地域の各種証明プラットフォーム

SBT を利用し、各種事業の参加記録から公的な証明書まで、地域における各種の証明を行うプラットフォーム（【図表 5-2】）を自治体が整備する。

各種証明に用いる情報は、ブロックチェーンネットワーク上に暗号化されて存在し、ユーザー（住民）の保有するウォレットに紐付けられる。ブロックチェーンを利用することで、情報の真正性が担保され、改ざんが防がれ、どの情報を誰に開示するかを選択できる。

従来の証明の仕組みでは、住民がまず行政に申請書類等の資料を提出し、次に行政が管理する情報と照合するため、資料提出の手間や照合の事務負担が生じる。SBT を利用することで、一度 SBT を発行すれば、必要になった際にウォレットに紐付けられた情報を参照して証明を行うことができるため、手間や事務負担が軽減される。これは「情報を登録・管理し、申請内容と照合することで証明する」という従来の仕組みから「情報を発行し、必要な時に参照する」という仕組みへの転換である。

運営費用については、SBT を発行する際にガス代が必要となるが、情報を管理するデータベースの維持費用は不要になるため、長期的な費用低減が期待できる。また、ガス代については、安価なブロックチェーンネットワークを選択することが可能である。

なお、この仕組みは、公的な証明書の発行だけでなく、イベントや地域活動への参加記録など、身近な幅広い分野にも役立てることができる。一回限り

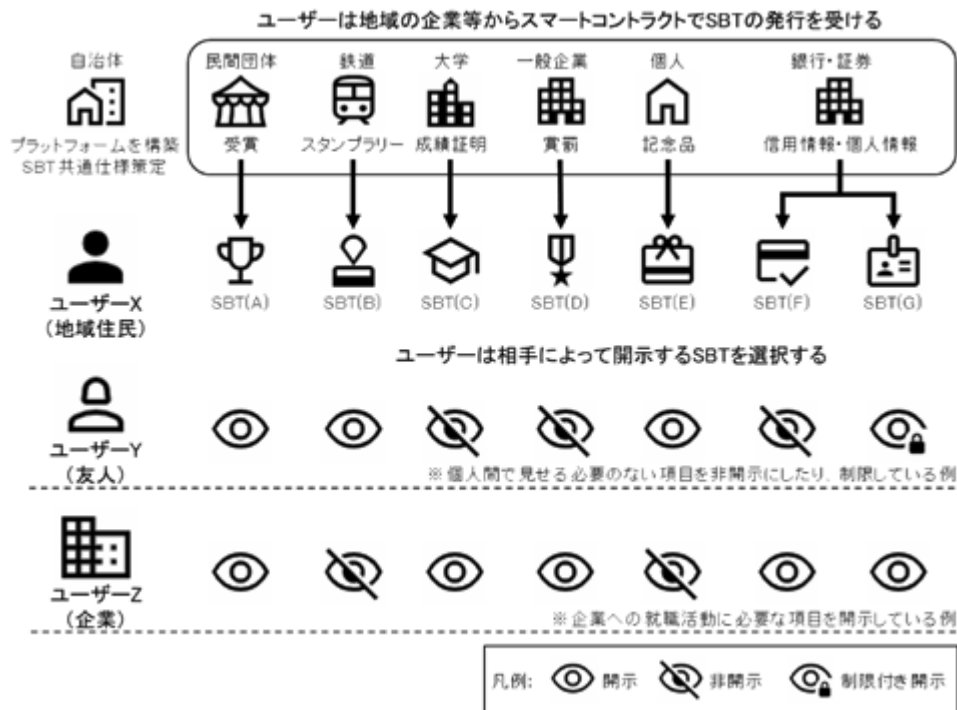
¹⁰⁰ ふるさと納税の返礼品については、総務省告示第 179 号（2019 年 4 月 1 日告示、2023 年 6 月 27 日最終改正）により定められた基準に適合させる必要がある。

のイベント等であれば、従来の紙にスタンプを押す等の記録方法と SBT の発行とでは同等の効果でしかないと考えられるが、数千～数万名を超える大量の対象者への発行や、将来的にプラットフォームを様々な分野に応用することを念頭に置くと、SBT は有用と考えられる。

例えば、自治体が運営する文化施設の見学や科学教室での探求学習を行った児童・生徒は、SBT の発行を受けることで、成績の優劣といった軸にとられない自分だけの学習の実績を保有することができ、参加のきっかけやインセンティブとなる。発行や受け取りについても、2次元コードをスマートフォンで読み取って発行サイトへアクセスする等の簡便な手段が考えられる。

最初に述べた各種証明のフローへの組込みが難しい場合でも、将来への応用を見込み、まずは実施しやすいイベント参加記録等の分野から適用していくと良いだろう。

【図表 5-2】 SBT を利用した地域の各種証明プラットフォーム



図：当センター作成

3 地域と人に焦点を当てた活用

これまで本稿では、自治体におけるメタバース及び Web3 の活用について述べてきたが、自治体の政策は、最終的には実際の地域とそこに関わる人を対象とするものである。そのため、本調査研究を通じて、自治体がこれらの技術を活用する際には、常に地域と住民に焦点を当てることが重要と考える。

本調査研究において実施したヒアリングの結果を当センター内で取りまとめるに当たって、メタバース及び Web3 が普及しても、なおリアルでの価値が残るかについて議論したところ、地域で実際に他者と会って交流することの価値は残るとの考えに至った。

究極的には、地域の物理的制約を超えてメタバースに自治体を設け、DAO を始

めとした Web3 の仕組みを用いて行政や議会の機能と代替することができれば、現在と全く異なる役割の仮想の自治体を実現すると考えられる。

しかし、現実の自治体には、都市と自然からなる地域があり、地域と関わりながら住民が生活している。これらはリアルで不可分なものであるから、実際には仮想空間のみで自治体を成立させることは不可能である。

そのため、メタバース及び Web3 の活用にあたって重要なことは、現実世界における社会活動や経済活動などを置き換えたり、単なるデジタル化にとどめるのではなく、現実世界の人々の安全安心で豊かな暮らしにつなげることである（【図表 5-3】）。

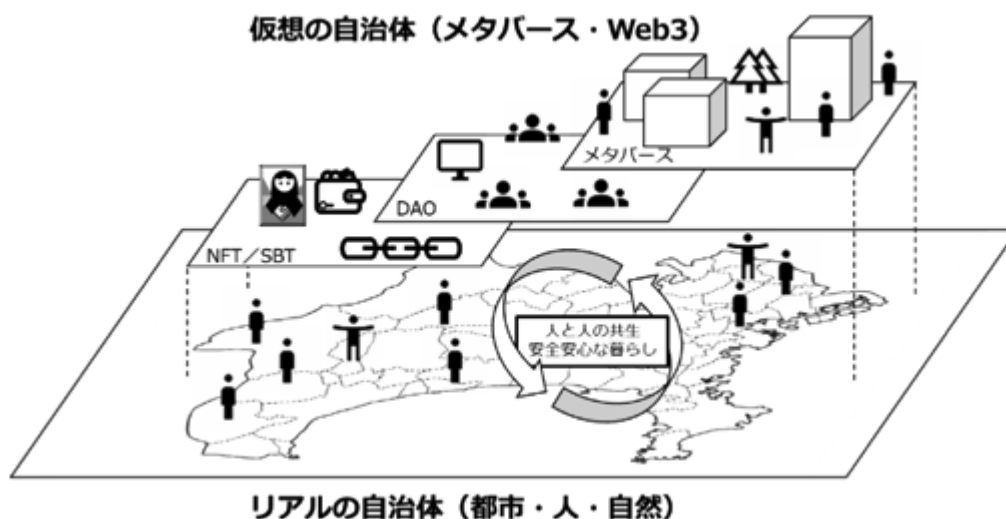
メタバースによって、参加者同士が同等の条件や基盤となり、「人と人の共生」が実現する。加えて、データ利活用を基盤としたデジタルツインによって、都市と自然の状況を把握・予測できることから、いわば「人と地域の共生」も実現できる。

また、Web3 における DAO は、リアルか仮想かを問わず、特定の管理者に依存しない非中央集権性、意思決定のプロセスを誰でも把握することができる透明性、改ざんに強いことによる堅牢性などを実現するツールである。

こうした特長を現実世界につなげる視点を持って、新たに生まれた技術を活用し、人々の安全安心で豊かな暮らしが実現するように地域を変えていくことが、今後の自治体像といえるのではないだろうか。

今後も、本稿で取り上げたメタバース及び Web3 に限らず、ICT 分野で多様な新技術が世に出てくる¹⁰¹と想定されるが、これまでに述べてきた点を踏まえて臨み、行政課題の解決につなげることが重要であろう。

【図表 5-3】 仮想の自治体とリアルの自治体をつなげる



図：当センター作成

¹⁰¹ 本県では、例えば 2023 年に本格導入された生成 AI (ChatGPT) が、情報収集及び試行を通じて活用の可能性や課題を把握し、スピード感を持って安全な新技術の導入を図った事例である。

調査研究を終えて（総括）

今回のテーマでは、メタバース及びWeb3を取り上げたが、特にWeb3については、自治体での活用事例が少ない上に、暗号資産やNFTは知っていても「Web3そのもの」は見たことがないものであるため、まずは様々な基本的概念を学び、情報を収集し、思考を巡らせることから調査研究を開始した。

そして、メタバースも含め、概念や技術の整理及びいくつかの自治体における活用事例の収集を行い、ヒアリングや議論を重ねたことで、それぞれの技術を行政課題の解決に用いる可能性と課題が徐々に浮かび上がってきた。

また、本調査研究と並行して、本県では2023年度に「ともいきメタバース」や「ひきこもり×メタバース」の事業が行われているため、具体的な事業を基にした意見交換や情報共有を通じて、活用可能性を更に前向きに検討することができた。

現在メタバース及びWeb3分野は注目を集めており、書店やインターネット上には多くの情報が流通している。本調査研究をきっかけとして、興味を持っていたただけの方は、これらの情報を幅広く吸収するだけでなく、是非メタバース及びWeb3の技術を用いたサービスに実際に触れてみて欲しい。知識を得るだけでなく、体験することで、課題解決の選択肢の一つとしてこれらを活用できるかについて、考えが深まると思われる。

メタバース及びWeb3に限らず、AI(人工知能)その他の新たな技術に対しても、「まず体験してみる」というアプローチは重要だと考える。予測が難しく先の見えない時代にあっても、次々に生まれてくる新技術を体験し、学んでいけば、従来のやり方では解決できない行政課題に対しても、知識と実感に裏付けられた取組を進めていくことができるであろう。

本調査研究が、メタバース及びWeb3を活用した事業を検討している方々の一助になれば幸いである。

謝 辞

本調査研究を進めるに当たっては、ヒアリング先の自治体、民間企業等の方々に、貴重な御意見を頂きました。本調査研究に快く御協力くださったすべての皆様に深く感謝申し上げます。

【BOX】自治体コンソーシアムチェーン

パブリックチェーンを使用する代わりに、自治体の連合などが独自にノード群を運用してコンソーシアムチェーンを保有する場合、次に挙げる意義と課題が想定され、現状では、必ずしもパブリックチェーンの使用より望ましいとはいえない。

<自治体によるコンソーシアムチェーン活用の意義>

- パブリックチェーンにおける遅延とガス代高騰の回避
パブリックチェーンにおけるトランザクションの影響を受けないため、利用者の急増に伴うトークン移転等の取引の遅延や、ガス代高騰を回避できる。
- SDGsの観点での使用電力削減、再生可能エネルギーの使用
自治体同士で設置する各ノードは競合関係になく、パブリックチェーンのように大量の電力を投入して「早い者勝ち」の演算を行う必要がないため、使用電力削減によりSDGsに貢献できる。また、自治体の判断で、再生可能エネルギーのみを使用してチェーンを運用することも可能になる。
- 行政専用ネットワークの利用によるセキュリティ確保
自治体間で閉じられたネットワークを利用することで、セキュリティを確保できる。また、パブリックチェーンを利用する場合のように、「外部」であるインターネットに接続するための新たなシステムを導入する必要がない。
- パブリックチェーンの規格によらない独自の設計が可能
自治体のアイデアでチェーン自体の仕様を独自に設計できるため、パブリックチェーンの規格では導入できない独自トークンなどを導入できる可能性がある。

<自治体によるコンソーシアムチェーン活用の課題>

- 自治体がコンソーシアムチェーンを保有する意義が不明確
現状では、自治体でブロックチェーンを有効に用いた活用事例が少なく、そもそもコンソーシアムチェーンを保有する意義が必ずしも明確ではない。
- コンソーシアムチェーンを構成する自治体における知識や理解の不足
知識不足から操作を誤りチェーンの運用に支障が生じたり、庁内で理解を得るための説明に多くの労力を要したりする可能性がある。
- 高度なエンジニアの採用が困難
チェーンの開発や運用に必要な知識のあるエンジニアは、市場価値が高く流動的な人材と考えられるため、自治体で採用し続けることは難しい可能性がある。
- 関係する民間事業者の撤退リスク
民間事業者からチェーンの運用について技術的な支援を受ける場合、当該事業者が事業から撤退することで、運用の継続が困難になる可能性がある。
- 場所と費用を要するノードの設置
演算に勝って換金可能なトークンを得るインセンティブがないため、ノードや設置場所について、自治体が自ら費用を負担する必要がある。
- ガバメントクラウドへの負荷
「地方公共団体情報システム標準化基本方針」に基づき、仮にガバメントクラウドを利用し構築しても、演算がクラウドへ負荷をかける可能性がある。

付 録

DAO について学べる教材カードゲーム「^{だお}DAO！」

本ゲームは、DAO の仕組みについて学び、議論するための教材として制作したものである。

ゲームの制作に当たって、DAO の機能としての本質は、ルールの策定、並びにスマートコントラクトによる承認及び実行プロセスの透明化にあるとの認識を元にした。その上で、ゲームのルールやカードに書かれた指示をスマートコントラクトが自動で処理する内容になぞらえ、中央集権的な裁定者（ゲームの審判役）がいなくても、民主的な投票によって意思決定が行われ、トークンエコノミーが社会に組み込まれている様子をゲームとして再現した。

1 ゲームの概要

(1) 本ゲームのカードの種類

本ゲームのカードの種類は次のとおりであり、それぞれのカードには DAO の運営中に発生する様々な事象がゲームの指示として記載されている。

ア 「タスクカード」

スマートコントラクトの内容が記載されている。

イ 「議決カード」

投票を要する議決事項が記載されている。

ウ 「イベントカード」

好景気やトラブルの発生などの外的要因が記載されている。DAO を取り巻く事情のダイナミックな変動を表現している。

(2) 体験・学習できること

- トレジャーリー（DAO の事業資金）からプレイヤーへ報酬が支払われ、寄附によって社会資本からトレジャーリーへとトークンが移るなど、トークンエコノミー（クリプトエコノミクス）を体験することができる。
- これらの要素によって、DAO の基本的な仕組みや組織を取り巻く環境を体験的に学ぶことができる。

2 使用方法

次の URL から、本ゲームのルール説明書やゲームに用いるカード等の PDF ファイルをダウンロードすることができる（2024 年 3 月現在）。

カードは一般的なプリンター用名刺用紙（カード用紙）に印刷し、切り離して使用することができる。

^{だお}「DAO！」ダウンロード

<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/r5k/cnt/f7282/20240307.html>

本調査研究におけるヒアリング先

当センターが実施したヒアリング先については次のとおり。

(実施日はいずれも 2023 年)

	ヒアリング先	主なヒアリング項目	実施日
1	群馬県知事戦略部デジタルトランスフォーメーション戦略課 Web3 推進室	<ul style="list-style-type: none"> ○ Web3 推進プロジェクトチームの目指す社会 ○ 想定する Web3 関連施策と見込む効果 ○ Web3 の発展を見据えた上での課題 ○ DAO のルールメイキングに着目した理由 ○ DAO に係る技術的な事項 	6月28日
2	株式会社 HashPalette	<ul style="list-style-type: none"> ○ ブロックチェーン事業を主軸とする理由 ○ 自治体等におけるコンソーシアムチェーンの活用事例 ○ コンソーシアムチェーンに係る技術的な事項 	7月3日
3	横須賀市文化スポーツ観光部観光課	<ul style="list-style-type: none"> ○ 予算が計上された背景を含め、庁内での検討の経緯 ○ 構築予定のメタバースの特徴 ○ メタバースとリアルを連携させる工夫 ○ メタバースプロジェクトの課題 ○ 市におけるほかの IT 施策との連携 	7月5日
4	一般社団法人 VRM コンソーシアム	<ul style="list-style-type: none"> ○ 統一規格の普及に向けた取組と社会的な影響・効果 ○ 統一規格の導入に当たっての課題 	7月11日
5	岐阜県岐阜市教育委員会事務局 学校安全支援課	<ul style="list-style-type: none"> ○ 不登校児童・生徒への学習支援の方法としてメタバースに注目した理由 ○ メタバース学習の利用者への効果 ○ 特に進級・卒業要件など、法令に基づく既存の枠組みとの関係性に係る課題 	7月18日
6	株式会社ガイアックス	<ul style="list-style-type: none"> ○ DAO の導入の流れ ○ DAO を適用することの効果 ○ 広域 DAO を中心とした、自治体等における活用事例 ○ DAO の運用とガバナンスに係る実情や工夫 ○ DAO に係る課題 	7月19日
7	山形県西川町商工観光課	<ul style="list-style-type: none"> ○ デジタル住民票を通じて実現したい社会のかたち ○ デジタル住民票の使用状況及び効果 ○ デジタル住民票の発行に係る課題 	7月26日
8	株式会社 HIKKY	<ul style="list-style-type: none"> ○ 企業や団体のメタバースへの進出目的 ○ メタバースに係る課題 ○ メタバース上で再現できず残るもの 	8月9日

当センターにおける実証など

メタバース及びWeb3を自治体が施策に用いる場合に課題となり得る事項について実感を持って検討できるよう、当センターで次の取組を行った。

1	本県のNPO協働推進課へNPO法人がDAOを活用する上での課題等についてヒアリングを実施。福祉子どもみらい局の「ともいきメタバース」及び「ひきこもり×メタバース」事業の会議にオブザーバー参加。
2	チャットアプリ「LoGoチャット」を活用して、非営利活動を行う場合のコミュニケーションやガバナンス投票などを手動でシミュレーションし、どのような機能をスマートコントラクト化（自動化）すべきかを議論。
3	DAO構築サービス「Aragon」を利用して、DAOの特性を把握し、どのようなアプリケーションインターフェースが使いやすいかを議論。
4	メタバースサービス「cluster」「REALITY」を体験し、業務利用時の課題等を検討。
5	自治体がコンソーシアムチェーンを構築することを仮定して課題を検討。

参考文献

<書籍・論文・報告書>

- 天羽健介、増田雅史（2021）『NFTの教科書』、朝日新聞出版
- 大島義則（2023）「メタバースにおける人格権と表現の自由」『法学セミナー』2023年2月号、日本評論社
- 斉藤邦史（2023）「仮想空間におけるアバターのアイデンティティ」『法学セミナー』2023年2月号、日本評論社
- 酒井麻千子（2023）「メタバース上でのコンテンツ流通と知的財産法」『法学セミナー』2023年2月号、日本評論社
- デロイトトーマツコンサルティング合同会社（2022）「日本におけるデジタル資産・分散台帳技術の活用、事業環境整備に係る調査研究」
- 株式会社HashHub、KPMGジャパン、アンダーソン・毛利・友常法律事務所外国法共同事業編（2023）『DeFiビジネス入門』、中央経済社
- PwCコンサルティング合同会社、PwC弁護士法人、PwC税理士法人（2023）「令和4年度内外一体の経済成長戦略構築にかかる国際経済調査事業（Web3.0促進のための政策手法等に係る調査等事業）調査報告書」
- 増島雅和、堀天子（2023）『暗号資産の法律 第2版』、中央経済社
- 松本恒雄、福島直央、澤紫臣（2022）『NFTゲーム・ブロックチェーンゲームの法制』、商事法務

<Webサイト>

- 金融庁 デジタル・分散型金融への対応のあり方等に関する研究会、[<https://www.fsa.go.jp/singi/digital/index.html>]（2023年10月5日閲覧）
- 経済産業省大臣官房Web3.0政策推進室「Web3.0事業環境整備の考え方-今後の

- トークン経済の成熟から、Society5.0への貢献可能性まで-」、2022年12月16日、[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shin_kijiku/pdf/010_03_01.pdf]
- KPMGコンサルティング株式会社「Web3.0～ブロックチェーンが支えるインターネット上の新しい世界観～」、2022年12月19日、[<https://kpmg.com/jp/ja/home/insights/2022/12/web3-blockchain-01.html>]
 - 自由民主党デジタル社会推進本部web3プロジェクトチーム「web3ホワイトペーパー～誰もがデジタル資産を利活用する時代へ～」、2023年4月、[https://note.com/akihisa_shiozaki/n/n669dee962b15]
 - 総務省 Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会、[https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/metaverse/index.html]、(2023年10月5日閲覧)
 - 知的財産戦略本部「知的財産推進計画 2022～意欲ある個人・プレイヤーが社会の知財・無形資産をフル活用できる経済社会への変革～」、2022年6月3日、[<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/kettei/chizaikeikaku2022.pdf>]
 - 知的財産戦略本部 メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題への対応に関する官民連携会議「メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題等に関する論点の整理」、2023年5月、[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/metaverse/pdf/ronten_seiri.pdf]
 - デジタル庁「デジタル社会の実現に向けた重点計画」、2023年6月9日、[<https://www.digital.go.jp/policies/priority-policy-program>]
 - デジタル庁 Web3.0研究会、[<https://www.digital.go.jp/councils/web3/>]、(2023年10月5日閲覧)
 - 一般社団法人日本暗号資産ビジネス協会、一般社団法人日本暗号資産取引業協会「暗号資産発行者の会計処理検討にあたり考慮すべき事項」、2023年9月6日、[<https://cryptocurrency-association.org/cms2017/wp-content/uploads/2023/09/2.considered-in-accounting-for-crypto-asset-issuers-1.pdf>]
 - 一般社団法人日本暗号資産ビジネス協会「NFTビジネスに関するガイドライン第2版」、2022年3月31日、[https://cryptocurrency-association.org/cms2017/wp-content/uploads/2022/10/JCBA_NFTguidline_v2.1.pdf]
 - 一般社団法人日本暗号資産取引業協会、一般社団法人日本暗号資産ビジネス協会「2024年度税制改正に関する要望書」、2023年7月31日、[<https://jvcea.or.jp/news/main-info/20230731-001/>]

寄稿

「メタバースとデジタルツインの構想と課題」

慶應義塾大学 AIC 特任教授・慶應義塾大学名誉教授 奥出 直人

2023年11月、筆者たちが構想した糸島サイエンス・ヴィレッジが糸島市により正式の計画として受理され、本格的な開発を本年度から開始することになった。(『広報いとしま』2024年1月号、<https://www.sciencevillage.jp>) 筆者はこの構想においてメタバースとデジタルツインの設計に深く関わった。その経験を元に、今後メタバースとデジタルツインが都市基盤としてどのように展開していくのかを概説してみたい。



1 メタバースとは

メタバース (Metaverse) という用語は3次元仮想環境を指す言葉として使われている。現実と模倣されたオブジェクトから構成されるハイブリッド世界を特徴とする。メタバースは物理的空間をサイバースペースに取り込み、そこで人々は交流することができる。人々はアバターを使って交流し、オブジェクトを構築し、取引を行うことができる。現実世界で行われる取引は、仮想世界にも存在する。

メタバースシステムとは、高度な仮想現実 (VR) 及び拡張現実 (AR) デバイスを使

用して、空想と現実を仮想環境に統合した没入型3次元(3D)仮想世界のことである。生成AIの進歩は、多くの領域で技術の進歩をもたらした。医療、教育、スマートシティ・サービスは今後生成AIの能力でメタバースのなかで豊かになっていく。もちろんこうした技術環境はまだ開発途上であるが、具体的な詳細な計画をたてることは出来る段階にきている。

2 デジタルツインとは

メタバース・サービスを実現するためにデジタル・ツイン(Digital Twin)を構想した。デジタルツインとは、現実世界の物理的なオブジェクトやプロセスをデジタルのミラーイメージとしてモデリングしたものを示す概念である。デジタルツインは、センサーデータ、リアルタイム情報、履歴データなどを使用して、物理的なオブジェクトやプロセスの状態や挙動がリアルタイムで反映する継続的なエンド・ツー・エンドのメタバース・サービスを維持するフレームワークである。デジタルツインは、以下のことが出来る。

- メタバース体験を提供：デバイスの品質と効率的なリソース管理を維持しながら、強化されたメタバース体験を提供することが出来る。
- 監視と予測：デジタルツインは、物理的なオブジェクトやプロセスのリアルタイムの状態をモデリングし、問題や異常を検出するために使用できる。また、将来の挙動を予測し、問題を予防するのにも役立つ。
- シミュレーションと設計：デジタルツインは、新しい製品やシステムの設計段階で使用され、シミュレーションやテストに役立つ。
- メンテナンスと効率化：デジタルツインは、設備や機械のメンテナンスを効率的に行うのに役立つ。デジタルツインは、機器の健康状態をリアルタイムでモニタリングし、必要に応じてメンテナンススケジュールを最適化するために活用できる。

メタバースは、現実世界の物体やプロセスに対応するデジタルツインを持つことで物理的なオブジェクトやプロセスの状態をリアルタイムでモニタリングし、仮想空間内での相互作用や体験を向上させることができる。デジタルツインをメタバース内に統合することで、設計プロセスを向上させ、リアルタイムでの反応やフィードバックを受け取ることができる。デジタルツインを活用して新しい製品や建築物の設計やシミュレーションを行うプラットフォームとしメタバースを使用することが出来る。

3 エンド・ツー・エンド (End-to-End)

メタバースとデジタルツインはエンド・ツー・エンド (End-to-End) でつながっている。エンド・ツー・エンドは、コンピュータネットワークにおいて情報やデータが送信元から受信先まで、ネットワーク内の各コンポーネントや中間ノードを信頼せずに直接通信する原則やアーキテクチャのことを指す。この原則は、ネットワーク通信の信頼性、セキュリティ、効率性を確保するために重要である。

エンド・ツー・エンド原則は、インターネットの設計原則の一部であり、信頼性の高い通信やセキュリティの確保に貢献する。

4 データのクローン化

オブジェクトを物理世界から仮想世界へ複製するには、オブジェクトを正確に類似させる。データをクローン化し、インテリジェントにデータ分析を実行する。ここでAIおよび生成AIを活用したソリューションが関与する。メタバースで行われるトランザクションやインタラクションは、XRデバイスを通じて行動が把握され、現実世界と仮想世界の両方のオブジェクトの動きと特性は、高い精度を持って結合される。

5 ブロックチェーン

メタバースには、参加者間の大量のインタラクションとトランザクションが組み込まれている。信頼性と完全性の問題が最大の関心事である。そこで分散型のデジタル台帳技術が導入されなくてはならない。従来の中央集権型システムとは異なり、ネットワーク上の多くのコンピュータノードにデータのコピーが保存され、ネットワーク全体で合意を形成して新しい情報を追加または変更する方式である。以下に、分散型のデジタル台帳技術の特徴といくつかの重要な要素を説明する。

- 分散性：データは中央サーバーではなく、ネットワーク内の複数のノードに分散して格納される。この分散性により、システムは単一障害点を持たず、耐障害性が向上する。
- 透明性と不可逆性：ブロックチェーンのデジタル台帳は、過去のトランザクションが不可逆的に記録され、誰でも閲覧できるようになる。この透明性は信頼性を高め、不正行為を減少させる。
- 暗号化：ブロックチェーンは強力な暗号化技術を使用してデータのセキュリティを確保する。トランザクションや情報はプライバシー保護のために暗号化され、安全に保護される。
- コンセンサスメカニズム：データの変更や新しいデータの追加には、ネットワーク内のノード間で合意が必要である。これを達成するためにさまざまなコンセンサスアルゴリズムが使用され、不正行為を防ぐ。
- スマートコントラクト：スマートコントラクトは、ブロックチェーン上で実行可能なプログラムであり、特定の条件やルールに従って自動的にトランザクションを実行する。これにより、契約の自動化や実行の透明性が向上する。

分散型のデジタル台帳技術は、主に仮想通貨（例：ビットコイン）、供給チェーン管理、投票システム、不動産取引、金融サービス、ヘルスケア、エネルギー管理などの様々な分野で活用されており、中央集権型の制約を克服し、信頼性と透明性を提供する。集中型ソリューションは非効率的であり、現状では適応不可能である。現状ではメタバースで行われるトランザクションのほとんどは、暗号通貨の形で行われることが想定されている。したがって、トランザクション認証のための分散型ソリューションが必要である。

ブロックチェーンはメタバースに統合することで、非中央集権性、透明性、認証の信頼性を維持することができる。ブロックチェーンは、この仮想エコシステムにおいて、信頼と説明責任を可能にし、実施することが期待されている。ブロックチェーン

によって、取引の真正性ブロックチェーンを通じて取引の真正性が確保されるだけでなく参加者の完全性、プライバシー、評判も維持される。

6 実現までのステップ

ステップ1：さまざまなオブジェクト、オペレーション、サービスのデジタルツインを作成する。さまざまなタイプのデータを実世界から収集し、デジタルツインを構築するために使用できる有用なデータを抽出し、クリーニングする。その後、生成AIをつかったデジタルツインレイヤーのモデルがデータを処理・分析し、デジタルツインを構築・更新する。

ステップ2：データはブロックチェーンに追加される。参加者がメタバースへの参加リクエストを開始すると、他の参加者につながる。

ステップ3：ブロックチェーンから設計環境のデジタルツイン情報を抽出して3D構築に必要なタスクを実行する。そして、ブロックチェーンとデジタルツインレイヤーの間にデータ・トラッキング・ブリッジを作成し、デジタルツイン情報を転送し、メタバース環境をリアルタイムで更新する。

XRレイヤーは、専用トラッキング・ツール（ハンドヘルド・トラッカーやセンサー）をつかって参加者がメタバース内でインタラクションを行うことを可能にする。

7 結論と今後の課題

メタバースのコンセプトは、技術とともに進化している。メタバースが単なるアバターのエコシステム以上のものになることが想定される。単なるアバターとバーチャルな相互作用のためのエコシステム以上のものになり、メタバースはコンテンツ創造、仮想経済、社会的交流創造、仮想経済、社会的交流、サービス提供のためのサイバースペースとなる。(完)

障害者支援施設における意思決定支援の検証

神奈川県政策研究センター¹

1 はじめに

本県では、障害者支援施設における意思決定支援の取組を進めており、EBPM のモデルケースとして、政策研究センターと県福祉子どもみらい局共生推進本部室が連携し、その検証を試みることにした。

意思決定支援とは、障がい者が自ら意思を決定すること（自己決定）が困難な場合において、可能な限り自らの意思が反映された日常生活及び社会生活を送ることができるよう、自己決定を支援すること²と定義される。

また、EBPM とは、政策運営において、政策課題の発見から、政策立案と実施、成果の検証までのつながりを、因果関係の明確化やデータによる検証等を行うことによつて、根拠をより強く意識するための仕掛け³と定義される。

なお、本検証は 2024 年度まで継続して行うため、本稿では、取組の経緯を概観した上で、調査研究の目的や方法についての概要を紹介することとする。

2 意思決定支援の取組の経緯

(1) 成立期（2016 年度～2022 年度）：津久井やまゆり園利用者の意思決定支援の取組

本県の意思決定支援の取組は、県立障害者支援施設「津久井やまゆり園」利用者が生活の場の選択を迫られる中、本人の意思決定を支援する実践の中で形作られたものである⁴。

取組の背景には、2016 年 7 月に津久井やまゆり園で発生した大変痛ましい事件⁵がある。翌 2017 年 10 月に県が公表した「津久井やまゆり園再生基本構想」⁶では、事件発生後の利用者の生活の場について、選択の幅を広げ、一人ひとりがその人らしく暮らすことができる環境を提供することが課題とした上で、課題解決のために取り組むべき事項の一つとして「利用者の意思決定支援」が挙げられ、県として取組を開始した。

この取組は、施設職員による 125 名の利用者一人ひとりに対する個別支援が積み

¹ 本調査研究は、阿部 泰則（特任研究員）、大澤 幸憲、澤 紫臣（特任研究員）、平田 実、深澤 宏輔が主に担当した（50 音順）。

² 神奈川県当事者目線の障害福祉推進条例～ともに生きる社会を目指して～第 2 条第 3 項参照

³ 神奈川県政策研究センター（2019）「「根拠に基づく政策運営」(Evidence-based Policy Making)－EBPM の基本的な考え方と自治体の今後の対応－」、『かながわ政策研究ジャーナル』第 13 号、18 頁、[<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/r5k/cnt/f7282/p20190304.html>]

⁴ 取組の概要については、神奈川県ホームページ[https://www.pref.kanagawa.jp/docs/m8u/info_ishi_tukui.html]（2023 年 9 月 19 日閲覧）で公表している。

⁵ 事件の詳細については、神奈川県ホームページ[<http://www.pref.kanagawa.jp/docs/dn6/cnt/f535096/>]（2023 年 7 月 30 日閲覧）で公表している。

⁶ <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/61974/898509.pdf>

重ねられながら、県の事業として「7つの事業」(【図表1】)が実施されるに至った。これにより、利用者ごとに施設職員だけでなく、外部機関もメンバーとする意思決定支援チームが結成され、利用者に対してチームによる支援が行われた。7つの事業は、いずれもこの支援チームの体制づくりとチームを機能させることで、施設職員による利用者への個別支援を支えるものである。

このような津久井やまゆり園利用者に対する足掛け7年間の取組で得られた知見の蓄積から、本県における意思決定支援の仕組みや方針が明確化された。

【図表1】 意思決定支援に係る7つの事業

個別事業	概要	実施期間
意思決定支援チーム責任者業務委託	利用者と契約している指定特定相談支援事業所に意思決定支援チームの責任者として必要となる業務を委託	2018年度 ～2022年度
意思決定支援チームメンバー研修	意思決定支援チームのメンバー等に対して意思決定支援の取組に関する研修を実施	2018年度 ～2022年度
意思決定支援専門アドバイザー派遣	意思決定支援チームに法律の専門家、権利擁護・地域生活支援に関する有識者、相談支援に精通する実践的な指導者をアドバイザーとして派遣	2018年度 ～2022年度
意思決定支援専門職員業務委託	津久井やまゆり園利用者の意思決定支援の進捗管理	2018年度 ～2021年度
社会体験支援補助	利用者と契約している居宅介護事業所等が、外出等の施設内ではできない個別の社会体験を支援(ヘルパー等が同行)した場合、人件費相当額を補助	2021年度 ～2022年度
意思決定支援関係性構築事業(お友達事業)	利用者と大学生等の第三者が友人関係のような対等な立場で交流することで、利用者の人間関係を広げ、意思の形成や意思の表出を支援	2020年度 ～2022年度
指定一般相談支援事業所補助	利用者と契約している指定一般相談支援事業所が新たに地域移行支援事業所を配置した場合に、人件費相当額を補助	2018年度 ～2021年度

表：当センター作成

(2) 全県展開期(2022年度～)：条例から令和5年度意思決定支援実践研修事業費補助まで

2022年10月21日に「神奈川県当事者目線の障害福祉推進条例～ともに生きる社会を目指して～」が公布された。同条例では、「意思決定支援の推進(第10条)」が規定され、意思決定支援の推進に関する必要な情報の提供、相談及び助言等を行うための体制整備などを県の義務とした。そして、2023年3月、県は「意思決定支援の全県展開」に向け、県内の障害者支援施設に対して「神奈川県版意思決定支援ガ

イドライン⁷（以下、「県版ガイドライン」という。）を発行した。

こうした中、県は2023年度に、県版ガイドラインに基づく意思決定支援を実践する研修⁸に取り組む障害者支援施設を対象として意思決定支援実践研修事業費補助（以下、「補助事業」という。）を創設した。2023年度は、補助事業に16施設が参加した。

3 検証対象と方法の概要

意思決定支援の検証に当たっては、EBPMの考え方と方法論を、いくつかの領域に分けて適用した。

今回の検証対象となる取組の特殊性も踏まえ、対象ごとに検証方法を検討した結果、選択した方法は【図表2】のとおりである。

【図表2】対象ごとの検証方法

対象		方法
津久井やまゆり園利用者の意思決定支援に関する取組	事業レベル	ロジック・モデルの作成と分析
	個別支援レベル	「記録」に基づく質的データの分析
令和5年度意思決定支援実践研修事業費補助		アンケート調査と差分の差分法分析

表：当センター作成

第一に、成立期に実施した県の事業の検証である。津久井やまゆり園利用者の意思決定支援に係る「7つの事業」を対象に、ロジック・モデル⁹（【図表3】）による因果関係の明確化とデータによる検証を行い、効果を検証することとした。

ロジック・モデルは、事業の一連の流れを「投入」「活動」「結果」「成果」などに分解し、どのような道筋で目的が実現されるかを図式化するものである。7つの事業のロジック・モデルを作成して、意思決定支援の成果につながる因果関係を明確化することにより、そのうちどの個別事業が効果的だったかなどが明らかになる。

【図表3】一般的なロジック・モデル



図：当センター作成

第二に、成立期に行われた個別支援の検証である。ロジック・モデルは県の予算における事業レベルを対象としたものだが、それだけではなく、施設職員の支援目標の変化に着目した個別支援レベルの分析も行うこととした。そもそも意思決定支援は利

⁷ 詳細については、神奈川県ホームページ[<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/m8u/ishikettei1.htm>]（2023年8月6日閲覧）で公表している。

⁸ 研修として位置付けた上で、施設における県版ガイドラインに基づく意思決定支援の実践に対して人件費を補助する事業である。

⁹ 神奈川県政策研究センター 注3前掲書、41頁参照

用者一人ひとりに対して実施されるもので、その支援の検証には利用者の変化を分析する必要があるが、利用者の意思を表す行動の捉え方の難しさのため、直接的に利用者の変化を測定することが困難であることから、実際には施設職員の支援目標の変化の分析が重要となる。津久井やまゆり園の意思決定支援においては、意思決定支援の内容や判断の根拠、支援を行った結果について利用者一人ひとりに対する多くの記録が県に残されている。そこで、こうした記録を分析することで、意思決定支援の取組が施設職員の支援に与えた影響を読み取ることとした。

第三に、現在進行形の事業（令和5年度意思決定支援実践研修事業費補助事業）の検証である。障害者支援施設を対象として、補助事業実施の効果を検証するため、介入群（補助事業を活用する施設）・対照群（補助事業を活用しない施設）に対する事前・事後のアンケート調査により補助事業の効果分析を行うこととした¹⁰。全県展開期の2023年度に実施した補助事業については、新たに開始した事業であること、及び県内の一部の施設で実施したことから、当該年度の補助事業実施の前後及び実施の有無を比較して検証を行うことが可能と考えた。

4 検証の展開

(1) ロジック・モデルの作成

ロジック・モデルを作成することで、終了した事業全体によって得られた成果（アウトカム）に対し、そのうちどの個別事業が最も効果的であったか、あるいは、複数の個別事業の相乗効果によるものかを図式化することを目指す。具体的には、意思決定支援を推進するための7つの事業についてロジック・モデルを作成し、その相互関係を分析することにより、7つの事業全体のアウトカムを得るために効果的な個別事業が抽出される。

なお、ロジック・モデルの作成においては、各種報告書及び既存資料の分析並びに第一線で意思決定支援に携わった職員¹¹への聞き取りを行ったほか、実際に津久井やまゆり園を訪問し、実践的な活動を観察した。これにより、7つの事業全体の活動が意図したとおりに実施されてきたかの評価にもつながるものとなる。

(2) 「記録」に基づく質的データの分析

個人情報の取扱いに十分注意した上で、一人ひとりの意思決定に焦点を当てた津久井やまゆり園利用者の支援に関する県の記録を質的データとして、テキストマイニング¹²を行う。これにより、意思決定支援の取組を行うことで、個別支援レベルの支援がどのように変化したのかが分析される。また、分析を補うため、取組に関わった当時の施設職員へのインタビューを行う。

¹⁰ 本アンケートの設計は、「個体間の差」と「時点間の差」の両者を使って因果効果を推定する「差分の差分法」(Difference in Differences)の考え方に基づく。

¹¹ 本稿では、職務を通じて施設利用者や施設職員と直接相互作用し、取組の遂行について実質的に任されていた担当職員を指している。

¹² 文章データを対象として出現頻度や相関関係等を分析し、情報を得ること。

(3) アンケート調査

調査対象として、先述した補助事業に参加した16施設のうち、指定管理施設の4施設を除いた12施設を介入群に、介入群と利用者の障害支援区分や所在地域等の条件ができるだけ類似する12施設を対照群に設定し、2回のアンケートを実施することで、調査項目から測定される補助事業実施前後の施設職員の意識と行動の変化を比較する。本アンケート調査を通じて、補助事業が実際に効果を挙げているのかが測定される。

また、県版ガイドラインが「管理者編」、「サービス管理責任者編」及び「生活支援員編」の三編で成り立っており、職種による差異が想定されることから、管理者、サービス管理責任者及び生活支援員の三職種の施設職員それぞれをアンケート調査の対象とする。これにより、職種の違いによる回答の差異が分析される。

なお、政策効果を評価する際に、最も信頼性の高い方法はランダム化比較試験(RCT)とされるが¹³、今回は障害福祉政策の観点から補助事業に取り組む施設を無作為に選択することは適切でないため、連携して検証に取り組んでいる共生推進本部室の協力を得て対照群を設定することとした。

5 おわりに

今回扱った「意思決定支援」の対象は、自ら意思を決定することが困難であったり、意思確認が難しい施設利用者であることから、支援の実践には様々な困難を伴う。ここでの困難とは、利用者の意思を表す行動の捉え方の難しさや、それに対して支援者がどのように支援すればよいのかといった不確かさに起因している。そのため、今回の検証に当たっては、この困難にいかに取り組んできたのかを理解することに努めている。

「意思決定支援」は、我が国における今後の障害福祉政策の重要な要素になるだろう。本県では、津久井やまゆり園で始まった意思決定支援の取組を全県展開する段階にある。諸条件の異なる障害者支援施設に取組を広げていくためには、利用者自らが意思決定するために、何についてどのような支援をするかの様々な選択肢がある中で、何が効果的であるかについて、確かなエビデンスを積み重ねていくことが重要である。EBPMの考え方に基づく効果検証は、そのエビデンスを示すことによって、県の取組の改善にとどまらず、県内民間施設の取組、ひいては広く全国の取組の改善につながるだろう。本調査研究がその一助になれば幸いである。

¹³ 神奈川県政策研究センター 注3前掲書、31～36頁参照

神奈川の知的資源

神奈川県内には、大学をはじめ、国や民間の研究所などが多く立地しており、その豊かな人材により、まさに神奈川は知的資源の宝庫となっています。当センターにおいても、県内の大学・研究所等の方々とは、引き続き協力・連携関係を深めていきたいと考えています。

本誌では、毎号、県内の大学で活躍されている研究者及び大学が所有する施設を紹介しています。今号では、次の大学からの研究者及び博物館を紹介いたします。

[神奈川の研究者紹介]

川崎市立看護大学 廣川 聖子氏、松田 有子氏
上智大学短期大学部 宮崎 幸江氏、狩野 晶子氏
湘北短期大学 加藤 美樹雄氏、小笠原 大輔氏
総合研究大学院大学 渡辺 佑基氏、木下 充代氏

[神奈川の大学博物館・美術館等の紹介]

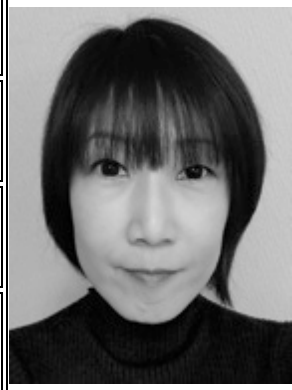
明治大学平和教育登戸研究所資料館




【横浜みなとみらい 21 地区の風景】

寄稿いただいた大学の方々に、この場を借りて改めて感謝申し上げます。

神奈川の研究者紹介

氏名	廣川 聖子（ひろかわ せいこ）	
現職	川崎市立看護大学 看護学部 精神看護学領域 教授 川崎市立看護大学 研究・研修センター センター長	
主な経歴	聖路加看護大学（現 聖路加国際大学）看護学研究科博士 後期課程修了 博士（看護学）	
専攻分野・研究テーマ	精神看護、地域精神保健、自殺予防、アウトリーチ	
主要業績 （これまで 発表した著 書、論文、 行政委員 の経験等）	<p>廣川聖子, 松本俊彦, 勝又陽太郎 他. 死亡前に精神科治療を受けていた自殺既遂者の心理社会的特徴 心理学的剖検による調査. 日本社会精神医学会雑誌. 2010;18(3):341-351</p> <p>Hirokawa S, Matsumoto T, Katsumata Y, et al. Psychosocial and psychiatric characteristics of suicide completers with psychiatric treatment before death: a psychological autopsy study of 76 cases. Psychiatry and Clinical Neurosciences. 2012; 66(4):292-302</p> <p>Hirokawa S, Kawakami N, Matsumoto T, et al. Mental disorders and suicide in Japan: a nation-wide psychological autopsy case-control study. Journal of Affective Disorders. 2012;140(2):168-75</p> <p>廣川聖子, 大山早紀子, 大島巖 他. 生活保護受給者自立支援事業における行政と民間との連携;今後の地域精神保健アウトリーチ支援に必要な技術に関する検討. 医療と社会. 2013; 22(4):343-357</p> <p>廣川聖子, 松本俊彦, 勝又陽太郎 他. 精神科治療を受けていた自殺既遂者の心理社会的特徴:心理学的剖検による 76 事例の検討. 精神神経学雑誌. 2013; 115(9):923-932</p>	
神奈川県との関わり	川崎市立看護大学は、公益財団法人 川崎市産業振興財団 ナノ医療イノベーションセンター（iCONM）が代表を務める研究プロジェクト「レジリエント健康長寿社会の実現を先導するグローバルエコシステム形成拠点（通称 CHANGE）」に参画し、医学、工学、県内企業等と連携しながら看護職の負担軽減に向けた取り組みを進めています。	
メッセージ	人とのつながりが、こころの健康度を高めることにつながると考えています。自殺予防に関する研究に取り組んでいますが、人とのつながりを軸にした予防対策について、これからも考えていきたいと思っています。	
連絡先	川崎市立看護大学 看護学部 〒212-0054 神奈川県川崎市幸区小倉 4-30-1 電話：044-587-3500（代表） E-mail：hirokawa-s@kawasaki-cn.ac.jp	

神奈川の研究者紹介

氏名	松田 有子（まつだ ゆうこ）	
現職	川崎市立看護大学 看護学部 成人看護学領域 准教授	
主な経歴	国際医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科保健医療学専攻博士課程 修了 北里大学病院（看護師）、富士ゼロックス株式会社（保健師）、国際医療福祉大学（教員）を経て、現職。	
専攻分野・研究テーマ	専攻分野：救急・クリティカルケア看護 研究テーマ：クリティカルケア看護、産業保健、継続教育	
主要業績 （これまで 発表した著 書、論文、 行政委員 の経験等）	<p>主要な論文</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 松田有子, 山邊悠太, 大村和也, 横溝郁美, 荒木田美香子. 救急救命士が期待する事業場および産業看護職の救急対応. 健康開発 (in press) ・ Mikako Arakida, Tokiichiro Takahashi, Yuko Matsuda, et al. Investigation of the possibility of using an augmented reality-based endotracheal aspiration simulation tool for nursing education. Japan Journal of Nursing Science (http://doi.org/10.1111/jjns.12573) ・ 松田有子, 山田智美. 周麻酔期看護師教育への示唆：大学院生の視点から. 日本手術医学会誌. 2023;44(1):53-8. ・ 松田有子, 根岸茂登美, 大谷喜美江, 荒木田美香子, 東敏昭. 産業看護職のための救急処置研修プログラムの評価. 産業衛生学雑誌. 2016;58(4):118-29. 	
神奈川県との関わり	2021年、神奈川県職員併任にて新型コロナウイルス感染症に対する「神奈川モデル」の自宅療養支援に携わった。	
メッセージ	<p>保健、医療、福祉の在り方が変化しており、住み慣れた地域で自立した日常生活を営むためには、医療、介護、介護予防などの生活支援を総合的に受けることが重要になっています。このシステムを実現する上で、看護職の果たす役割は非常に大きいです。本学では、『医療機関はもとより地域の様々な場で活躍することができ、地域包括ケアシステムに資する人材』の養成を目指しています。そして、看護職を養成する看護大学は、地域の皆様を含む多職種と連携を図り、共に成長していく存在であると考えています。</p> <p>また、2025年度に大学院を開設するにあたり、看護学の研究やイノベーションにも寄与できるよう努めています。地域との連携を図り、看護の質の向上に貢献する活動を推進していきます。</p>	
連絡先	川崎市立看護大学 看護学部 〒212-0054 神奈川県川崎市幸区小倉 4-30-1 https://www.kawasaki-cn.ac.jp/	


神奈川の研究者紹介

氏名	宮崎 幸江 (みやざき さちえ)	
現職	上智大学短期大学部 英語科 教授	
主な経歴	英語教育修士 (テンプル大学)、言語学博士 (ミシガン州立大学) 2006 年から現職	
専攻分野・研究テーマ	年少者日本語教育、バイリンガル教育、ことばとアイデンティティ、茶の湯と日本文化	
主要業績 (これまで 発表した著 書、論文、 行政委員 の経験等)	<p>著書 『日本に住む多文化の子どもと教育 ことばと文化のはざままで生きる 増補版』 (2016) 上智大学出版</p> <p>論文 「サービスラーニングによる地域貢献-正課カリキュラム化までの経緯と課題」 (2022) 『上智大学短期大学部紀要 43』 「大学における言語文化的多様性：日本育ちの外国につながる大学生」(2021) 坂本光代編『多様性を再考する：マジョリティに向けた多文化教育 Rethinking diversity: multicultural education for the majority』上智大学出版</p> <p>所属学会 母語・継承語・バイリンガル教育 (MHB) 学会理事、日本語教育学会会員</p>	
神奈川県と の関わり	<p>2021 年 神奈川県立地球市民かながわプラザ「日本語学習者応援プロジェクト」 講師、KIF 2019 年「日本語学習者・支援者のための集い」講演 2018 年 かながわ教育フェスティバル「インクルーシブな学校・地域を目指して」講演</p>	
メッセージ	<p>日本で育つ外国につながる子どもの言語発達やアイデンティティを研究しています。上智大学短期大学部と秦野市の提携事業協定のもと、市内の小中学校へ学生を派遣し、日本語指導が必要な外国につながる児童生徒の日本語や教科学習支援を行うサービスラーニングを展開してきました。地域が持続可能な発展を続けるためにグローバル化は避けては通れません。一方「内なる国際化」の進行に伴い、外国につながる第二世代の子ども達の日本社会への統合も次の課題となることは必須です。外国につながる子どもだけでなく全ての子どもが「誰も取り残されることのない」包摂的で公正な社会づくりのために、大学は地域と連携しどのような貢献ができるかを考えています。</p>	
連絡先	<p>上智大学短期大学部 英語科 〒257-0005 神奈川県秦野市上大槻山王台 999 電話：0463-83-9331 (代表) E-mail: sa-miya@sophia.ac.jp</p>	

神奈川の研究者紹介

氏名	狩野 晶子 (かの あきこ)	
現職	上智大学短期大学部 英語科 教授	
主な経歴	上智大学大学院外国語研究科応用言語学専攻博士前期課程修了。東京外国語大学大学院総合国際学研究科助教を経て2009年より上智短期大学英語科助教、2020年より現職。	
専攻分野・研究テーマ	応用言語学、第二言語習得研究、外国語教育 児童期の英語教育、小学校英語教育	
主要業績 (これまで 発表した著 書、論文、 行政委員 の経験等)	<p>[小学校検定教科書]BLUE SKY elementary 5・6. 新興出版社啓林館 2020年.</p> <p>[中学校検定教科書]BLUE SKY English Course 1・2・3. 新興出版社啓林館 2021年.</p> <p>[共著書]『小学校外国語活動・外国語とっておきの言語活動レシピ』 加藤拓由, 狩野晶子, 東仁美, 明治図書出版, 2021年.</p> <p>[論文(共著)] “Clarifying Classroom Responsibilities in Elementary English Education” Akiko Kano, Atsuko Nakazawa, Timothy Gould. JALT Postconference Publication – Issue 2022. 1; August 2023 2022(1), 127-127.</p> <p>[論文(共著)] “Elementary Senka/specialized English teachers (SETs): Finding a place among the HRTs and ALTs” Akiko Kano & Takaaki Hiratsuka <i>Team Teachers in Japan</i>, 2023. Routledge, 186-195</p> <p>[論文]『これからの小学校英語のために—小学校英語の指導に求められる「力」を考える—』神奈川県教育文化研究所『所報』2019年</p>	
神奈川県との関わり	神奈川県国際文化アカデミア 外部評価委員 (2015-2020)。 神奈川県各市での小学校の研究授業講師などを務めている。	
メッセージ	上智大学短期大学部では地域とのつながりを「サービスマーケティング活動」という形で長年にわたって紡いできました。本学の学生たちは授業で学んだ専門性を活かして地域の小学校などで教育支援活動に携わり、その体験をまた学びに還元するカリキュラムの中で深く実践的に学びながら成長していきます。私は、児童英語教育の専門家の立場で地域の小学校で学生たちが行う英語授業を監修してきました。2023年度からは秦野市内の全小学6年生が本学キャンパスを訪れて様々な英語のアクティビティに取り組み、言語活動を通して英語を学ぶプログラムを実施しています。短大生が英語を使う姿が、小学生にとっては身近なロールモデルとなり、子どもたちの学習への意欲や将来の自分の進路にも思いを馳せることにつながっているのを実感します。	
連絡先	上智大学短期大学部 英語科 〒257-0005 神奈川県秦野市上大槻山王台 999 電話：0463-83-9331 (代表) E-mail:akikano@sophia.ac.jp	

神奈川の研究者紹介

氏名	加藤 美樹雄 (かとう みきお)	
現職	湘北短期大学 総合ビジネス・情報学科 教授	
主な経歴	神奈川県立高校教諭、関東学園大学を経て、現職 横浜国立大学大学院国際社会科学研究所単位取得 東京地方税理士会所属税理士	
専攻分野・研究テーマ	簿記学、会計学、ファイナンシャル・プランニング 会計教育、収益認識基準について研究	
主要業績 (これまで 発表した著 書、論文、 行政委員 の経験等)	<p>著書</p> <p>『基礎簿記テキスト』中央経済社、2020年</p> <p>『ゼロからスタート簿記入門』税務経理協会、2018年</p> <p>論文</p> <p>「投資教育の一環としての会計教育」湘北短期大学『湘北紀要』第40号 2019年5月</p> <p>「新収益認識基準における経営者の会計的判断ー建設業の会計的判断に焦点を当てた考察」日本経営管理学会『経営管理研究』第8号 2018年7月</p> <p>「収益認識時における仕訳と勘定科目の考察ー本人か代理人かの判断を中心として」日本簿記学会『簿記研究』第1巻 2018年4月</p> <p>「初級段階の簿記・会計教育のアプローチー財務諸表の作成者と利用者の視点からの検討」日本簿記学会年報第29号 2014年7月</p> <p>「現代会計の基礎概念とIFRSの会計教育」横浜国立大学『横浜国際社会科学研究所』第17巻 2013年1月</p>	
神奈川県との関わり	<p>神奈川県立高校の教諭として、25年勤務</p> <p>神奈川県立厚木商業高等学校 学校運営協議会委員(現在)</p>	
メッセージ	<p>私は、神奈川県で生まれ育ち、大学卒業後は神奈川県立高校の教員として働き始めました。仕事のスキルも専門知識も、25年間の神奈川県職員の間にも培いました。縁があって、現在は湘北短期大学の教員として勤務しておりますが、かつて勤務した高校からの入学者も多く、親近感をもって学生に接しながら、教鞭をとっております。</p> <p>近年のわが国では、社会保障や金融投資などの面で、自己責任となる比重が高まってきています。そのような中、学生をはじめ、地域の方々に少しでも金融や会計に関することでお役に立つことができればと考えています。自分が生まれ育ち、社会人としての基礎を培った神奈川県に在住されている皆さまに、少しでも貢献していきたいと考えています。</p>	
連絡先	<p>湘北短期大学</p> <p>〒243-8501 神奈川県厚木市温水 428</p> <p>電話：046-247-3131 (代表) E-mail：mi-kato@shohoku.ac.jp</p>	


神奈川の研究者紹介

氏名	小笠原 大輔（おがさわら だいすけ）	
現職	湘北短期大学 保育学科 准教授	
主な経歴	横浜国立大学大学院教育学研究科修了。県内高校創作舞踊部コーチを長年務める。東京純心女子大学（現・東京純心大学）に着任。2014年より現職。	
専攻分野・研究テーマ	専門は舞踊教育学。笑いとダンスに関する研究、新しい「側転」に関する研究、全国各地で「笑いとダンス」のワークショップを行っている。	
主要業績 （これまで 発表した著 書、論文、 行政委員 の経験等）	<p>【論文・執筆等】</p> <ul style="list-style-type: none"> 『ダンス領域の指導実践上の課題解決のための方策』（2017）文部科学省委託研究 2016年度武道等指導充実・資質向上支援事業（テーマ4：指導成果の検証）研究代表者：高橋和子 ・乳幼児による無作為的ユーモア行動（2020）『笑い学研究』27，日本笑い学会 ・『リラックス学級レク75』（2022）共著／明治図書出版 ・『0～6歳児「創造性を豊かにする」保育』（2023）共著／東洋館出版社 <p>【ダンス・舞台関係】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コント&ダンス公演（2008～現在）脚本・構成・演出・美術・映像・振付 ・第71回新潟県高等学校総合体育大会ダンスコンクール審査員（2018） 	
神奈川県との関わり	神奈川県女子体育連盟主催かながわ保健体育・スポーツ学習会実技講習会ほか、厚木市、秦野市、横浜市など自治体主催の「笑いとダンスのワークショップ」講師。	
メッセージ	神奈川県にお住まいの皆様、こんにちは。私は身体表現を専門としておりますが、コントの脚本・演出も手掛け、「おもしろくおどる」ダンスの指導・実践・研究を日々行っております。（所属が保育学科ということもありますが）子どもの動きは本当に面白く、大人の動きと違って見ていて飽きることはありません。そんな私が、神奈川県の魅力を一つ挙げるなら、それは「自然が豊かなところ」です。悲しいことに我々、現代に生きる大人は既に「非自然化された“からだ”」になりつつあります。そんな大人たちにとって「THE 自然」である子どもは、ありがたい・あやかりたい存在であり、大人が子どもから受ける恩恵は計り知れません。「自然・子ども・笑い」をテーマに神奈川県と連携を図り、子どもも大人も笑って健やかに暮らせるような取り組みに貢献したいと思っております。よろしく願いいたします。	
連絡先	湘北短期大学 〒243-8501 神奈川県厚木市温水 428 電話：046-247-3131（代表） FAX：046-247-3667（代表）	

神奈川の研究者紹介

氏名	渡辺 佑基 (わたなべ ゆうき)	
現職	総合研究大学院大学, 先端学術院統合進化科学コース/統合進化科学研究センター, 教授	
主な経歴	東京大学農学生命科学研究科博士課程修了。日本学術振興会特別研究員、国立極地研究所助教、同准教授を経て現職。	
専攻分野・研究テーマ	生態学・海洋生物学	
主要業績 (これまで発表 した著書、論文、 行政委員の 経験等)	<p>代表的な論文</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Watanabe YY and Payne NL (2023) Thermal sensitivity of metabolic rate mirrors biogeographic differences between teleosts and elasmobranchs. Nature Communications 14:2054. ● Watanabe YY, Baranov EA, and Miyazaki N (2020) Ultrahigh foraging rates of Baikal seals make tiny endemic amphipods profitable in Lake Baikal. Proc Natl Acad Sci USA 117:31242-31248. ● Watanabe YY, Ito K, Kokubun N, and Takahashi A (2020) Foraging behavior links sea ice to breeding success in Antarctic penguins. Science Advances 6:eaba4828. <p>代表的な著書</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 渡辺佑基 (2019)「進化の法則は北極のサメが知っていた」(河出書房新社) ● 渡辺佑基 (2014)「ペンギンが教えてくれた物理のはなし」(河出書房新社)(2020年に文庫化) 	
神奈川県との関わり	湘南国際村にある総合研究大学院大学のキャンパスで研究教育活動をしています。三浦半島の漁業者や遊漁船業者の方々の協力を得て、サメ類の生態調査を進めています。	
メッセージ	動物の体に記録計を取り付ける「バイオロギング」と呼ばれる手法を使い、様々な海洋動物(サメ、アザラシ等)の生態を調べています。2023年4月に葉山の総合研究大学院大学に来たのですが、近くの相模湾で様々なサメ類が捕獲できることを初めて知りました。これは私にとってはうれしい驚きで、早速、こちらで野外調査を始めました。大型サメ類に記録計を取り付け、回遊パターンを調べるとともに、温暖化の影響を明らかにしたいと思っています。	
連絡先	研究室ウェブサイト: https://rcies.soken.ac.jp/labs/ywatanabe/ E-mail: watanabe_yuuki@soken.ac.jp	

神奈川の研究者紹介

氏名	木下 充代（きのした みちよ）	
現職	総合研究大学院大学，先端学術院統合進化科学コース/統合進化科学研究センター，准教授	
主な経歴	横浜市立大学大学院卒業・学位取得後，日本学術振興会特別研究員，キャノンフェローを経て，2006年総合研究大学院大学・助手に着任。その後、同大学助教，講師を経て2019年より准教授	
専攻分野・研究テーマ	神経行動学・生理行動学・視覚生態学	
主要業績 (これまで発表した著書、論文、行政委員の経験等)	<ul style="list-style-type: none"> ● Kinoshita M, Arikawa K. (2023) 'Color' Processing in the butterfly visual system. <i>Trends in Neuroscience</i> 46: 338-340. ● Kinoshita M, Stewart F.J. (2022) Cortical-like colour-encoding neurons in the mushroom body of a butterfly. <i>Current Biology</i> 32: 114-5 ● Céchetto C, Arikawa K, Kinoshita M. (2022) Motion-sensitive neurons activated by chromatic contrast in a butterfly visual system. <i>Philosophical Transactions of The Royal Society B</i> 377: 20210277 ● Kinoshita M. and Stewart F.J. (2020) Retinal organization and visual abilities for flower foraging in swallowtail butterflies. <i>Current Opinion in Insect Science</i> 42: 76-83. ● Kinoshita M, Stewart F.J., Ômura H. (2017) Multisensory integration in Lepidoptera: insight into flower-visitor interactions. <i>Bioessays</i>. 39: 1600086 	
神奈川県との関わり	三浦半島の根元葉山町にある総合研究大学院大学を拠点に、里山や住宅街に多数生息するアゲハチョウ類の訪花行動を対象に、彼らの見ている世界の理解とその小さな脳の仕組みを明らかにする研究を行っています。	
メッセージ	我々ヒトに自然を感じさせてくれる身近な生き物の一つに昆虫がいます。彼らはヒトとは大きく違う見た目を持つ一方、その知覚能力や行動には目を見張るものがあり、古くから多くの研究者を惹きつけてきました。私の研究対象であるナミアゲハは、ヒトより鋭い色覚を持つため、色覚研究のモデル生物のひとつです。彼らの色覚能力は、その訪花戦略を通じて、植物の多様性や生態系の維持に寄与してきたと考えることができます。このような研究は、ヒト以外の生き物についての理解を深めるだけでなく、多様な生物が共存できる社会や生態系保全などを考える上で重要な知見を与えてくれます。	
連絡先	研究室ウェブサイト： https://sites.google.com/view/soken-biology-of-butterfly-j/ E-mail: kinoshita_michiyo@soken.ac.jp	

神奈川の大学博物館・美術館等の紹介

明治大学平和教育登戸研究所資料館

明治大学生田キャンパスは、旧日本陸軍の登戸研究所の跡地に立地している。登戸研究所は、陸軍の秘密戦（スパイ活動など）のための兵器・資材を研究・開発する機関であった。登戸研究所時代の建物を保存・活用して展示スペースとし、戦争の裏側で展開されていた秘密戦の実態について、ありのままに現代に伝えようという資料館である。

1 博物館の沿革

1980年代に川崎市民の中で登戸研究所遺跡の保存運動が生まれ、登戸研究所関係者への聞き取り調査などが行われ、登戸研究所の実態解明が進んだ。川崎市民・研究所勤務者が遺跡の保存と資料館建設を明治大学に働きかけ、大学は平和教育・科学教育発信の拠点として位置付けて、研究所時代の建物1棟を保存・活用して、2010（平成22）年3月に資料館を設立した。

2 博物館の特色

登戸研究所は、1937（昭和12）年に電波兵器の実験場として生田の地に開設され、日中戦争の泥沼化に対応するために、1939（昭和14）年に総合的な秘密戦研究機関として再編拡充された。

本資料館には5つの展示室がある。第1展示室では、ジオラマや航空写真などのパネル展示で登戸研究所設立の目的や組織の構成を示し、秘密のベールに包まれた研究所の全体像を明らかにしている。

第2展示室では、登戸研究所で開発された代表的兵器である「ふ号」＝「風船爆弾」

（アメリカ本土攻撃のための気球）と電波兵器「く号」（電磁波で人員を殺傷しようとする兵器）などを模型や写真で示している。



第3展示室では、スパイが使用する毒物・薬物・時限爆弾・放火道具、相手国の食糧生産に打撃を与えるため穀物を枯らしたり、家畜を殺傷したりする細菌兵器などについて展示している。

第4展示室では、大戦中に大規模に実施された中国（蒋介石政権）紙幣の偽造とその撒布作戦について、当時製造された実物の偽札も交えて展示している。

第5展示室では、大戦末期、「本土決戦」に備えて、登戸研究所は長野県を中心とした地域に分散移転する。研究所本部とゲリラ戦のための兵器を製造する部門が移転した長野県伊那地方に残された遺跡・遺物について展示している。

3 地域文化との関わり

資料館は、大学にとって平和教育・科学教育の発信地であると同時に川崎市民の方々との地域連携の場であると位置付けられており、毎年企画展・講演会などを通じて連携・協力を深めている。

4 ご利用案内

・開館時間 10:00～16:00

・休館日 日・月・火

・入館料 無料

・問合せ先

HP：<https://www.meiji.ac.jp/noborito/>

電話：044-934-7993

・交通アクセス 小田急線「生田駅」南口から新宿方向に徒歩約12分、あるいは小田急線「向ヶ丘遊園駅」北口から小田急バス「明大正門前」行で20分、終点下車。

神奈川県政策研究センターの紹介

当センターは、県政の重要課題を中心に、関係部局と連携しながら、政策の企画立案や具体的施策の遂行に資する調査・分析（論点整理、事例調査、政策提言など）を幅広く行っています。



■ 最近の主な調査テーマ

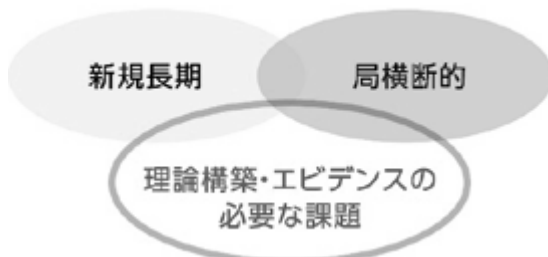
- 2022 年度「コロナ禍における『見えない困窮』の現状把握と対応策」
- 2022 年度「移住施策を通じた地域づくり」
- 2021 年度「コロナ禍における特定非営利活動法人に関する実態調査」
- 2021 年度「かながわの地域づくりとワーケーション」
- 2020 年度「調査：中長期政策課題」
- 2019 年度「自治体における ICT 化の推進に向けて」
- 2019 年度「疾病・医療費データの分析」
- 2018 年度「『根拠に基づく政策運営』(Evidence-based Policy Making) –EBPM の基本的な考え方と自治体の今後の対応–」
- 2017 年度「人生 100 歳時代」

■ 役割

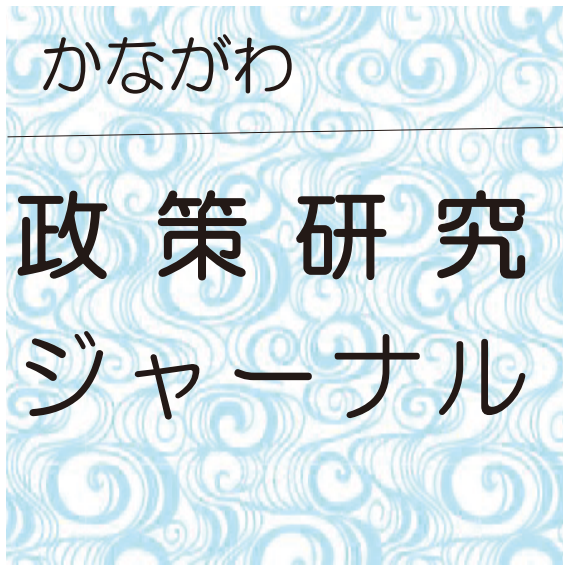
当センターでは、関係部局の業務を多面的に支援しています。

具体的には、①新規・長期的な課題、②局横断的な課題、③理論構築・エビデンスの必要な課題など、各事業課だけでは十分対応できない政策課題を中心に、調査・分析を行っています。

政策の企画立案を支える調査・分析



☆ 当センターの各種調査報告書は、神奈川県政策研究センターのホームページに掲載していますので、ぜひご覧ください。



かながわ政策研究ジャーナル No.17

発行 2024（令和6）年3月

編集・発行 神奈川県政策研究センター

〒231-8588 横浜市中区日本大通1
神奈川県政策局政策部総合政策課内

Tel: 045(210) 1 1 1 1 Fax: 045(210)8819

<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/r5k/cnt/f7282/>

