

2021～2022年のモバイルICT社会 トレンド総括

前著、『データで読み解くモバイル利用トレンド2020-2021 モバイル社会白書』(以下、モバイル社会白書¹⁾) から、約2年が経過した。

5G (第五世代移動通信システム) サービスエリアおよび5Gを用いたさまざまなソリューション^{2, 3}の展開が急速に拡大しつつあり、その次の世代の6G (Beyond 5Gとも呼ばれる)^{4, 5, 6, 7, 8}を見据えた技術コンセプトについても総務省や通信事業者などから発表されている⁹。通信対象の領域拡大に伴い、成層圏や宇宙空間を視野に入れた通信ネットワークについても具体的に言及されるようになった。その一方で、コロナ禍による行動制限やオンライン学習/テレワークの広がりに伴い、インターネット上に構築されるメタバース¹⁰という概念が注目されている。また、IoT (Internet of Things)¹¹ではなくIoB (Internet of Bodies/Internet of Behavior)¹²というキーワードを目にすることも多くなった。世の中でデジタルデータとして扱われる情報は日々増加し、さまざまな組織・企業活動で収集・処理されるデータが急速に拡大している。サーバー処理能力などの技術的な課題だけでなくプライバシー保護に関する懸念も指摘されている。ここでは、そのような社会やサービス、技術の進化をめぐる2021年から2022年にかけての主な動きについて、概観する。

1. 移動通信ネットワークのトレンド

5G通信が可能な人口カバー率が2020年度末では30%台であったが、総務省の報告書¹³では2023年度末には5G通信の人口カバー率が95%に達すると試算している。5Gでは、4Gで提供してきた高速・大容量をさらに進化させ、それに加えて低遅延、多数接続という特徴を有する。さまざまな通信対象(人、モノ)や通信条件(速度・容量、遅延など)に広く対応することを想定しており、携帯電話事業者による全国的な商用ネットワークだけでなく自治体や地域企業などが主体となって構築・運用するローカルなネットワークも対象としている。

衛星などを用いた非地上系ネットワークや超高信頼低遅延通信などの新たな機能が国際的な標準化仕様¹⁴として継続的に追加・強化され続けており、5Gはさまざまな分野や地域にて新たなソリューションを創出する原動力となりつつある。さらには世界規模で起きている社会全体の急速なデジタル化の動きに取り残されることのないように、総務省やNICTをはじめ国内の主要な通信事業者などは、5Gの次の世代の6G(またはBeyond 5G)で想定されるさまざまなユースケースと技術コンセプト(図表1を参照)を発表している^{4, 5, 6, 7, 8}。総務省では6Gがサイバー空間と現実世界とを一体化させ、新たな社会システム構築の基盤として中核的な機能を担うとしている⁸。

図表1 ● 6G時代における世界観のイメージ⁴



さらに、内閣府の第5期科学技術基本計画¹⁵によれば6Gを基盤としたシステムにより現実空間のセンサーからの膨大な情報がサイバー空間にリアルタイムに集積され、サイバー空間では、このビッグデータを人工知能(AI)が解析し、その解析結果が現実空間の人間にさまざまな形でフィードバック可能になるとしている。膨大なビッグデータを人間の能力を超えたAIが解析し、その結果がロボットなどを通して人間にフィードバックされることで、これまでにはできなかった新たな価値が産業や社会

にもたらされ、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society 5.0）を実現するとされている。具体的には、交通渋滞緩和や移動支援、病気の早期発見・最適治療などによる健康／介護支援、産業のバリューチェーン強化、生育情報や気象情報に基づくスマート農業、人工衛星やドローン、地上センサー情報に基づく防災・避難・救援支援、的確なエネルギー需要予測に基づく需給調整・環境負荷低減、さらには、領域の枠を越えて、コミュニティ単位から、都市や列島の単位までデータがつながることで、誰もがどこでも暮らしやすい、社会の実現に貢献するとしている¹⁶。このため地上、海、空、宇宙などさまざまな場所において生ずるさまざまな事象についての最新データをできる限り多く収集することが求められている。通信事業者各社は衛星やHAPS（High Altitude Platform Station：成層圏プラットフォーム）^{17、18}を用いた宇宙ネットワークの構想を発表している。以下、各社の動きを記す。

- NTT・スカパーJSAT：「宇宙統合コンピューティング・ネットワーク構想」を発表¹⁹。
- (仏)エアバス社・NTT・ドコモ・スカパーJSAT：HAPSの早期実用化に向けた研究開発などの推進を発表²⁰。
- KDDI：光ファイバーなどの敷設が困難な地域への高速インターネットの提供・エリア補完のため、(米)スペースX社の「Starlink」をau基地局のバックホール回線（基幹回線と基地局などを結ぶための大容量中継回線）に利用すると発表²¹。
- ソフトバンク：子会社であるHAPSモバイル、(米)Skylo社、(米)OneWeb社と提携し、宇宙空間や成層圏から通信ネットワークを提供するソリューションのグローバル展開推進を発表²²。
- 楽天・ボーダフォン：衛星と地上のスマートフォンとを直接接続するモバイルブロードバンドネットワーク構築に向け、(米)AST社への出資を発表²³。

2. インターネットのトレンド

近年、「メタバース」というキーワードを目にすることが多くなった¹⁰。

しかし、確立された定義はなく、漠然とインターネット上に構築されている多くの人が参加する仮想空間だと理解されている。馴染み深い例としては複数人が同時に参加して遊ぶことが可能なオンラインゲームが理解しやすい。スマートフォンやパソコンの性能向上に伴いオンラインゲームの市場規模も拡大しており、さまざまなアイテムの購入や企業広告、アーティストによるデジタルイベントなどの幅広いサービスを展開している。コロナ禍による行動制限やオンライン学習／テレワークの広がりに伴い、従来は現実世界で行っていたさまざまな社会活動を仮想空間で可能とするメタバースサービスの発表も相次いでいる^{24、25、26、27、28、29}。また、VR（Virtual Reality）あるいはXR（Extended Reality）と呼ばれる技術の開発^{30、31、32}も進んでおり、現実世界と仮想空間との垣根が低くなっていくと考えられている（図表2）。

図表2 ●メタバース／仮想空間サービスの例「バーチャル銀座」²⁵



CGで再現した銀座の街並み



フィールドに設置されたアドトラック

Society 5.0¹⁶の実現に不可欠なインターネット技術であるIoT（Internet of Things）¹¹技術は、製造業や建設業、農業などさまざまな産業へと広がっている。これに関連して近年見かけるようになったキーワードが、IoB（Internet of Bodies／Internet of Behavior）¹²である。Internet of Bodiesの意味では、収集・活用の対象となるデータはスマートウォッチなどにより取得される心拍数や運動量である。Internet of Behaviorの意味では、さらに個人の行動データを対象としており、位置情報、運動履歴などの他、自動車の運転情報やWebサイトの閲覧履歴、商品・サービスなどの購入履歴も含まれるとしている。IoBはIoTの中でも特に人の身体

や行動に関するものであり、現時点で利益を生みやすい分野であることがうかがえる。

巨大IT企業が自社のプラットフォームを通じてユーザーからデータを大量に収集し、その独占的立場をさらに強めていく中で、ブロックチェーン技術^{33,34}は新たなプラットフォームの流れを起こしている。現在、ブロックチェーンと呼ばれるものの多くは「パブリックチェーン」と呼ばれ、無数の参加者により管理・運営されるプラットフォームである。代表例はビットコイン³⁵やイーサリアム³⁶であり、特定の管理者は存在せず、処理の内容（正しい処理か否か）は参加者によって確認・承認（合意形成）される。ブロックチェーンは仮想通貨の他、デジタルアートなどの電子的なコンテンツを唯一無二なオリジナルとして証明するNFT（Non-fungible token：非代替性トークン）³⁷にも利用されている。NFTの技術は、音楽や絵画、ゲームなどのデジタルコンテンツを、オリジナルであることを証明したデジタルデータとして誰でも販売・購入することを可能とし、近年、仮想空間における経済活動をさらに活発なものにしている³⁸。

3. サーバー、クラウド、セキュリティ、AIをめぐるトレンド

メタバース¹⁰やブロックチェーン^{33, 34}の広がりに伴い、サーバー・コンピュータには非常に高い処理能力が要求されるようになってきている。（米）インテル社は、「本当の意味でのメタバースの実現には現在の最先端技術によって得られる計算効率の1,000倍が必要となる」と述べ、メタバースへの対応強化を発表している³⁹。メタバースとまではいわずとも世の中でデジタルデータとして扱われる情報の種類とその量は日々増加し、さまざまな組織・企業活動で収集・処理されるデータが急速に拡大しており、通信量の増大、サーバー処理の遅延、アプリケーションのレスポンス低下などの問題が懸念されている^{40, 41, 42}。

大量のデータ処理をインターネット上のクラウドや特定のサーバーに集約した場合、さまざまな場所からネットワークを介して大量のデータがやりとりされることになり遅延が生じやすい。そこで、リアルタイム性が要求される場面などでは、データ処理や分析をユーザー側（入出力側）に分

散することでサーバー側の負荷を低減させるエッジ処理（またはエッジコンピューティング）という手法が広く用いられている^{42、43、44}。たとえば、車の自動運転システムでは、各種車載センサーによって得られた膨大なデータと周囲の交通状況などのデータを分析して運転にフィードバックする必要があり、車載コンピューターのみで実現することは困難である。しかし、処理遅延は人命に関わることから、車載コンピューター側のエッジ処理とクラウドを用いたAIプラットフォームを連携させたシステム構成にて開発が進められている^{45、46}。また、オンラインゲームでは複数人が同時にアクセスして対戦／協力しながら進めるものが多く、わずかなタイムラグでもユーザー体験を大きく左右することがある。このようにレスポンスが重視される場合は扱うデータ量が少なくともエッジ処理が用いられている^{44、47}。

企業におけるネットワーク環境も変化しており、ネットワーク構成やセキュリティの考え方も変化している。従来、企業独自の技術情報や顧客情報、内部資料などは、外部からの不正アクセスや流出を防ぐため社内限定のネットワーク（社内イントラ）にて管理・運用され、外部とのアクセスは必要最小限とされたうえでファイアウォールやVPNゲートウェイなどのセキュリティ機器にてフィルタリング・監視・暗号化などが行われることが一般的であった^{48、49}。しかし、Office 365などのクラウドサービスの利用、さらにはリモートオフィスやテレワークの広がりにより、社内イントラではインターネットを介した外部（クラウド、テレワーク実施者など）とのアクセスが増大している。このため、社内イントラ側のネットワークおよびセキュリティ機器などへの負荷が増大しており、パフォーマンス低下の懸念だけでなく不正アクセスの監視や情報流出などへの対策もより難しくなっている。このような状況を受けて、社内イントラと複数のクラウド接続を一元的に管理、制御するソリューションも提供されている⁵⁰。

なお、これまでのセキュリティの考え方は境界型防御と呼ばれるものであったが、テレワークやクラウドサービスの併用などによって守るべき情報がさまざまな場所に分散する傾向にあり、またウイルス感染や不正アクセスの被害も後を絶たない⁵¹。これらのことからゼロトラスト（何も信頼

しない) という新たなセキュリティの考え方も注目されている^{48、49}。ユーザーや端末、アクセス元のネットワークなどによって無条件に信頼するのではなく、アプリケーションやデータへのアクセスの都度、認証(検証)・認可を行うことを基本とするというものである。この考え方を取り入れたセキュリティソリューションは、ZTNA (Zero Trust Network Access) と呼ばれている。

ネットワークやシステムの構成が一極集中型から分散型へと移行する中でAIの機械学習についても新たな手法が広がっている。ディープラーニング^{45、52、53}の登場によりAIはその応用の幅を急速に広げてきた。AIの性能は学習に用いたデータに左右され、多種多様な大量のデータを用いて学習させることで精度が上がる。しかし、銀行や保険の取引情報、病院などでの診療記録、スマートフォンの操作履歴などの個人に紐づいた情報はプライバシー侵害につながる恐れがあり、データ収集/外部提供には高いリスクが伴う。そこでこのようなデータをAIの機械学習に利用する際の手法としてフェデレーテッドラーニング (Federated Learning) が着目されている⁴⁴。これは複数の場所で分散して同一のAIモデル (共有モデル) の機械学習を行い、学習結果(AIモデルの改善情報) のみを集中型サーバー (通常はクラウドを使用) に送信し、集中型サーバーでは集約した情報から最新の共有モデルを作成し、それを各場所へフィードバックするという手法である。この手法では、個人情報を外部に送信せずに、より多くのデータを用いた学習が可能となる。たとえば、銀行や保険の取引情報からは不正アクセスを検知するAI、病院などでの診療記録からはより良い治療・投薬を提案するAIというような利用が可能である。

スマートフォンの操作履歴などは予測変換候補の精度向上や、OSの品質改善などに利用されている。この手法では集中型サーバーの管理運用組織・企業にて機械学習に利用するデータの種類をコントロールすることが可能であるが、それでもなおプライバシー侵害のリスクがある。そこで、ブロックチェーン技術と組み合わせて、設定されたプライバシーポリシーの条件を満たす場合のみデータ交換を行うことも検討されている。また、同一のAIモデルを用いて学習結果を集中型サーバーに集約して処理する

のではなく、エッジコンピューティングによる非同期分散型の技術⁵⁴や、データを暗号化したまま集中型サーバーで処理を行う技術⁵⁵も提案されている。

近年、ディープフェイク⁵⁶と呼ばれる偽の画像・映像に関する話題を目にすることが多くなったが、これは比較的最近のAI技術によって生成されたものである。初期のAIは音声や画像などの認識や判定・推定を行うものが主であったが、最近ではさまざまな事象の予測や創造性が必要とされる文章や音楽、画像・映像を新たに生成・創造⁵⁷するものが増えてきている。ディープフェイクではAIが偽物のデータを生成する側（だます側）と、偽物と本物のデータとを識別する側（見抜く側）とに分かれて競い合うことで最終的に本物のデータに非常に近い偽物のデータが生成される敵対的生成ネットワークという手法^{56, 57}が使われている。近年、本物と偽物との識別が非常に難しくなっており大きな社会問題となりつつある⁵⁸。AI、セキュリティ、クラウドなどの技術は互いに深く関係しており、これら技術はメタバース、5G／6Gの新たなソリューション、Society 5.0実現の鍵となっている。

注

- 1 <https://www.moba-ken.jp/whitepaper/index.html>から参照可能
- 2 ドコモ、5G 提供サービス
https://5gbiz.idc.nttdocomo.co.jp/contents/5g/service_index.html
- 3 KDDI、つなぐチカラ『ビジネス5G』
<https://biz.kddi.com/5g/>
- 4 ドコモ6Gホワイトペーパー
https://www.docomo.ne.jp/corporate/technology/whitepaper_6g/
- 5 KDDI総合研究所、Beyond 5G/6G ホワイトペーパー
https://www.kddi-research.jp/tech/whitepaper_b5g_6g
- 6 ソフトバンク、Beyond 5G／6Gのコンセプトおよび実現に向けた挑戦を公開
https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20210714_01/
- 7 NICT、Beyond 5Gホワイトペーパーについて
<https://beyond5g.nict.go.jp/download/index.html>
- 8 総務省、「Beyond 5G 推進戦略 - 6Gへのロードマップ」の公表
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000364.html

- 9 6Gの前段階として、5G evolution（または5G Advanced）というコンセプトも存在
- 10 産総研、メタバースとは？
https://www.aist.go.jp/aist_j/magazine/20220406.html
- 11 広義のIoTはIoE（Internet of Everything）とも呼ばれている
- 12 NTC、技術コラム
<https://www.ntc.co.jp/column/culumn08>
- 13 総務省、「デジタル田園都市国家インフラ整備計画」の公表
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban01_02000042.html
- 14 <https://www.3gpp.org/release-16>
- 15 内閣府、第5期科学技術基本計画
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>
- 16 内閣府、Society 5.0
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- 17 HAPS – High-altitude platform systems
<https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/High-altitude-platform-systems.aspx>
- 18 HAPSは高高度プラットフォームと訳されることもある
- 19 <https://group.ntt.jp/newsrelease/2021/05/20/210520a.html>
- 20 https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2022/01/17_01.html
- 21 <https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2021/09/13/5392.html>
- 22 https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20210609_01/
- 23 https://corp.rakuten.co.jp/news/press/2020/0303_02.html
- 24 ドコモ、マルチデバイス型メタバース「XR World」
https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2022/03/31_00.html
- 25 NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル Vol.30, No.2, pp.27-35, 都市空間データセットを活用したバーチャル銀座の開発
https://www.docomo.ne.jp/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol30_2/
- 26 JR東日本、世界初の「メタバース・ステーション」Virtual AKIBA World
<https://jrakiba.vketcloud.com>
- 27 KDDI、バーチャル渋谷にライブハウスが誕生！
<https://time-space.kddi.com/au-kddi/20210428/3101>
- 28 KDDI、都市運動型メタバース「バーチャル大阪」
<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2022/02/24/5904.html>
- 29 ソフトバンクと福岡ソフトバンクホークスが協業してPayPay ドームをメタバース化
https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2022/20220525_03/
- 30 「おうちで体験！ かはくVR」
<https://www.kahaku.go.jp/VR/>
- 31 東京大学バーチャルリアリティ教育研究センター
<https://vr.u-tokyo.ac.jp/>

- 32 NICT、先進的リアリティ技術総合研究室
<https://ucri.nict.go.jp/art/>
- 33 進むブロックチェーンの活用 - 総務省
https://www.soumu.go.jp/hakusho-kids/use/market/market_07.html
- 34 仮想通貨に技術的跳躍をもたらしたブロックチェーン技術
<https://www.nii.ac.jp/today/69/3.html>
- 35 仮想通貨の代表であるビットコインの仕組み
<https://www.nii.ac.jp/today/69/2.html>
- 36 イーサリアムとは？
<https://ethereum.org/ja/what-is-ethereum/>
- 37 非代替性トークン（NFT）
<https://ethereum.org/ja/nft/>
- 38 SNSの投稿が数億円に？ 話題の「NFT」の仕組みと魅力を解説
https://www.nomura.co.jp/el_borde/view/0053/
- 39 インテル、Powering the Metaverse
<https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/opinion/powering-metaverse.html>
- 40 総務省、我が国のインターネットにおけるトラヒックの集計・試算
https://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eidsystem/market01_05_03.html
- 41 総務省、令和3年版 情報通信白書 第1部第4節
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/html/nd124400.html>
- 42 総務省、「将来のネットワークインフラに関する研究会」報告書の公表
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban05_02000138.html
- 43 総務省、平成28年版 情報通信白書 第1部第2節
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc122320.html>
- 44 DX白書2021 第4部 第2章
https://www.ipa.go.jp/ikc/publish/dx_hakusho.html
- 45 AI白書2019 ～企業を変えるAI世界と日本の選択～
<https://www.ipa.go.jp/ikc/info/20181030.html>
- 46 東京大学、プロジェクト - PFLab
<https://www.pf.is.s.u-tokyo.ac.jp/ja/projects-ja/>
- 47 IoTに関連したエッジコンピューティングのメリットは何ですか。
<https://j-net21.smrj.go.jp/qa/productivity/Q1312.html>
- 48 総務省、テレワークセキュリティガイドライン
https://www.soumu.go.jp/main_content/000733340.pdf
- 49 IPA、ゼロトラストという戦術の使い方
https://www.ipa.go.jp/icscoe/program/core_human_resource/final_project/zero-trust.html
- 50 NTTコミュニケーションズ、Flexible InterConnect
<https://www.ntt.com/business/services/data-utilization/dxplatform/sdpf/fic.html>

- 51 情報セキュリティ白書2021
<https://www.ipa.go.jp/security/publications/hakusyo/2021.html>
- 52 AI白書2017～人工知能をもたらす技術の革新と社会の変貌～
<https://www.ipa.go.jp/about/report/ai/201707.html>
- 53 総務省、令和元年版 情報通信白書 第1部第3節
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd113210.html>
- 54 エッジコンピューティング環境を想定した非同期分散型深層学習の実現
<https://journal.ntt.co.jp/article/9097>
- 55 プライバシー保護深層学習技術「DeepProtect」
<https://www.nict.go.jp/press/2020/05/19-1.html>
- 56 ディープフェイクと生成ディープラーニング
<https://www.nablas.com/post/deepfake-and-generative-deep-learning-3?lang=ja>
- 57 DX白書2021 付録 第1部 第1章
https://www.ipa.go.jp/ikc/publish/dx_hakusho.html
- 58 SNS発信・情報戦・情報統制、日本メディアにも影響
https://www.nhk.or.jp/bunken/research/focus/f20220501_8.html