

2. 技術進化が変える暮らし

(1) 印刷される家、自動で組み立てられる家具

◆3D プリンターで家を出力——海や月面への展開も

3D プリンターによる「建築イノベーション」が世界規模で進んでいる。2016年に世界で初めて3Dプリンターで作られたオフィスビル（床面積250㎡）¹⁴は着工からわずか17日間で完成。ドイツにある2階建て住宅（同160㎡）は躯体工事がたったの8日間で完了。戦火のウクライナでは3Dプリンターによる学校建設が2024年に始まり、370㎡の校舎の壁が40時間で完成したという¹⁵。

3Dプリンターは樹脂や金属などの素材を積層して立体構造物を出力（プリント）する。構造物そのものを出力するので型枠を必要とせず、あらかじめインストールした設計図をもとにノズルから噴出する生コンを1層ずつ積み上げて建物を造形していく。従来の建築工法に比べて工期を大幅に短縮でき、資材や人件費も削減できる。

3Dプリント建築は従来の工法では難しかった斬新なデザインを実現できる点も魅力である。実際、既存の3Dプリント住宅には、曲面や空洞を多用した独特のフォルムを持つ建物が多く見られる（図表7-3）。また、材料の輸送や建材の廃棄時に発生するCO₂の排出を抑制できるため、環境面でもメリットがある。

図表 7-3 3Dプリント住宅

ドイツにある2階建ての家。曲線的なフォルムが特徴的だ。



（出典）Jarret Gross YouTube channel, “Move In Ready 3D Printed House in Germany”

一方で、日本では3Dプリント住宅は普及しないという見解もある。地震大国の日本では、海外に比べて高い耐震性が求められており、建築基準法をクリアするのが難しいからだ。コンクリートで住宅を作る場合、壁内に鉄筋を入れる必要があり、これは3Dプリント住宅も例外ではない。

しかし、建設業界の労働力不足が深刻化する中、この課題を解決する切り札として3Dプリンターへの期待も高まっている。建設機械の無人化や遠隔操作も進み、日本にしながら砂漠地帯の機械を操作するといった技術も実現しつつある。

こうした技術革新により、2050年には海中や月面に家を建てられる可能性も見えてきた。清水建設の深海未来都市構想「OCEAN SPIRAL」では、海面近くの居住空間と海底の資源開発工場を結び、球体構造の居住空間を3Dプリンターでつくる構想が示されている¹⁶（図表7-4）。また、米国航空宇宙局（NASA）は3Dプリント住宅メーカーICONと共同で、テキサス州で月面用3Dプリント住宅の試験施工を開始。2040年までに月面に住宅を建設し、現地の岩石粉などを利用した建築技術の確立を目指している¹⁷。

2050年には住宅購入が「一生に一度の買い物」ではなく、自由にカスタマイズした住宅を気軽に建てられる時代が到来しているかもしれない。

図表 7-4 深海未来都市構想「OCEAN SPIRAL」

球体部分のコンクリートフレームを3Dプリンターでつくる構想。



（出典）清水建設「OCEAN SPIRAL」パンフレット

¹⁴ ドバイ未来財団の本社「The Office of the Future」

¹⁵ CNN.co.jp 「戦闘地域に3Dプリンターで校舎を建設 ウクライナでの取り組み」（2024年3月31日）

¹⁶ 実現可能な3Dプリンターは2024年11月時点では登場していない。

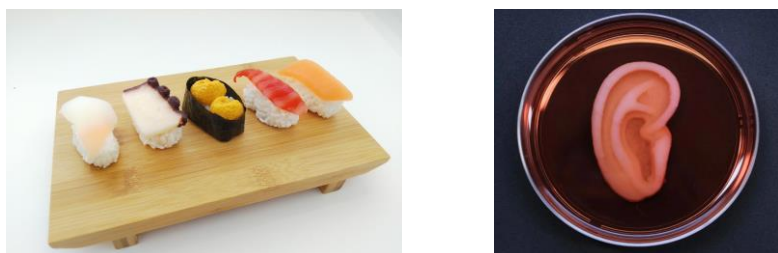
¹⁷ The New York Times “Maybe in Your Lifetime, People Will Live on the Moon and Then Mars.”, Oct.5,2023.

◆デジタル・ファブリケーションの波

3D プリンターによるイノベーションは建築分野だけに留まらない。デジタルデータからモノを製造する「デジタル・ファブリケーション」の潮流が今、さまざまな分野に押し寄せている。複雑な形状の金属製品から寿司や培養ステーキ、さらには人体パーツに至るまで、かつては困難だった精巧な製造が可能になっている。

3D プリンターの躍進を支えるのは使用可能な素材の多様化である。当初は樹脂や金属がメインだったが、今では食品や生きた細胞までもが研究対象になっている<図表 7-5>。将来の宇宙食として寿司の 3D プrint の研究に取り組むのは山形大学だ¹⁸。ペースト状にした食材をノズルから射出してマグロやサーモンといった寿司ネタを成形する技術は、宇宙でも本格的な食体験を楽しむ未来を期待させる¹⁹。医療分野では、2022 年に米国の再生医療企業 3DBio Therapeutics（現 PrintBio）が先天的な耳の異常を持つ患者に対して、軟骨細胞を培養して 3D プリンターで耳たぶを形成、世界で初め

図表 7-5 食品や人体パーツも 3D プリンターで成形



（出典）左＝山形大学工学部ソフト&ウェットマター工学研究室
右＝3DBio Therapeutics

て移植手術に成功した²⁰。20～30 年後には皮膚や骨、神経、臓器など、体のあらゆるパーツを患者一人ひとりに合わせて作ることが可能になり、再生医療の可能性が広がっているだろう。

3D プリンターの進化はモノづくりだけでなく、サプライチェーンにも影響を及ぼす。3D プリンターさえあれば、いつでもどこでもその場で製品をプリントできるため、「オンデマンド製造」が可能になる。オンデマンド製造が広がれば、大量の在庫や保管倉庫も不要となり、工場から消費者に届くまでのサプライチェーンが簡略化される。

3D プリンターがもたらす変革は日常生活にも浸透していく可能性がある。生活必需品から家具やファッションアイテムまで、小さなモノであればオンラインで気に入ったデザインデータと素材を購入し、自宅で印刷できる日が来るかもしれない。あるいは近隣のホームセンターなどに 3D プリンターが配置されていて、そこで作りたいモノを作って持って帰る——そんな「新しい買い物体験」が広がりを見せるかもしれない²¹。

さらにリサイクル可能な素材を使うことで、環境に優しいモノづくりも可能である。例えば、廃棄食材や廃プラスチックを素材として再利用するアイデアが提唱されている。固くなったパンや果物の皮をペースト状にして 3D プリンターで出力し、オーブンで焼き上げてクッキーを作ったり、あるいは家庭で不要になった小物やおもちゃなどのプラスチック製品を粉碎してペレット状にした素材を使い、新たな食器や玩具に生まれ変わらせたり、といった活用が想像できる。

¹⁸ 日刊工業新聞「山形大学、3D プリンターで“すし” 宇宙船搭載へ小型化図る」（2024 年 3 月 29 日）

¹⁹ 山形大学の寿司は白身魚のすりみが主な素材である。見た目は本物に近いが、味や香り、栄養の再現は今後の課題とされる。

²⁰ Newsweek 日本版「世界初、患者の細胞をもとにバイオ 3D プリンターで作製し、耳の再建に成功」（2022 年 6 月 10 日）

²¹ 設置スペースの問題があるため、一家に一台とはならず、店舗に行って出力する未来のほうが現実的だろう。

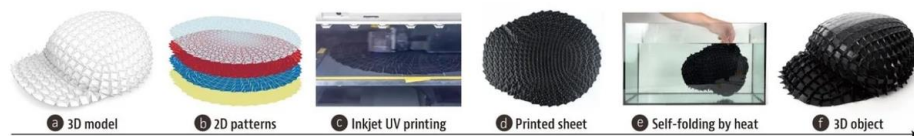
◆3D プリンターの次は 4D プリンター

3D プリンティングに「時間」の次元を加えた「4D プリンティング」の研究も進んでいる。4D プリンティングとは、3D プリンターで作った製品が外部からの刺激（温度、光、水など）を受けることで、自ら形状や機能を変化させる技術である。つまり 3D プリンターに「時間の経過」と「環境適応」という要素を加えて動的で柔軟な製品を実現するものである。米マサチューセッツ工科大学（MIT）のスカイラー・ティビッツ准教授が 10 年ほど前に TED Talks で提唱した概念が、その出発点とされる²²。

4D プリンティングの核となるのは、温度、水分、圧力、磁力、振動、光などの外部環境の変化に応じて形状や特性を変化させる「スマートマテリアル（知能材料）」である。知能材料は特定の条件下でどのように変形し、機能を発揮するかを綿密に計算し設計される。例えば、平面的な形状で 3D プリントされた知能材料が、水に浸したり熱を加えたりすることで、立体的な帽子や動物の形に変化する実例が研究で示されている（図表 7-6）。

図表 7-6 折り紙シートが過熱により自動変形

東京大学大学院などの研究グループによる技術開発例。熱収縮性のシートに折紙のパターンを印刷したものを温水につけると、多面体を自動的に折って帽子のかたちに変形する。



（出典）東京大学など「折紙シートが自動で望みの立体に —インクジェットプリンターでパターンを印刷、加熱により自動変形—」（2023 年 7 月 24 日）

では、4D プリンディング技術によって、将来どのような製品が可能になるのだろうか。典型的な例として、破損しても自己修復する形状記憶メガネや、箱を開けると自動で組み上がる家具が挙げられる。また、温度や湿度に応じて剛性が変化する車体の外装や、太陽の位置に合わせて最適な角度を保つ太陽電池といった応用も期待されている。

医療分野でも 4D プリンティングの潜在的可能性は大きい。体内で特定の形状に変化する人工臓器や、装着者の動きに合わせて形状を自動調整する義肢などがその代表例である。個々の患者に最適化された医療機器が実現すれば、医療の質は大きく向上するだろう。

ファッション分野でも期待は広がる。ユーザーの動きや周囲の環境に応じて通気性や形状が変化する衣服は、快適さと機能性を融合した新しいスタイルを提案する。また、着用者の成長や体型の変化に合わせて調整可能な衣服は、特に成長の早い子ども用の衣服に向いているだろう²³。

前項で述べた 3D プリンターの進化がもたらす変革に加え、4D プリンティングが実用レベルになれば、製造や物流のあり方はさらに劇的に変化するだろう。限られた物資しか運べない場所でもコンパクトに圧縮して運べるので、宇宙開発にも役立ちそうだ。究極的には、漫画『ドラゴンボール』の「ホイポイカプセル」²⁴のように、小さな物体が瞬時に大きな構造物に変化する夢のような技術が実現するかもしれない。

現在の 4D プリンティング技術はまだ研究段階にあるが、知能資材や設計手法の開発が進むにつれて応用範囲は拡大していくと考えられる。機能性材料の研究開発で国際競争力を持つ日本にとって、この分野は新たな強みを発揮できる潜在力を秘めた領域である。

²² ティビッツ准教授は近年、材料に情報を埋め込み、自ら組み立てや形状変化が可能な「プログラマブル材料」という新たなアイデアを提唱している。（MIT Technology Review 「スカイラー・ティビッツ：材料に魔法をかける 4D プリントの先駆者」（2024 年 9 月 9 日））

²³ 熱で活性化する糸で編んだ 4D ニットドレスの試作品が作られている。（MIT Technology Review, “Is this the future of fashion?”, Mar.7,2024.）
²⁴ 鳥山明の人気漫画に登場するアイテム。小さく軽いカプセルを投げると、バイクや飛行機、家具家電付きの家が瞬時に出現する。

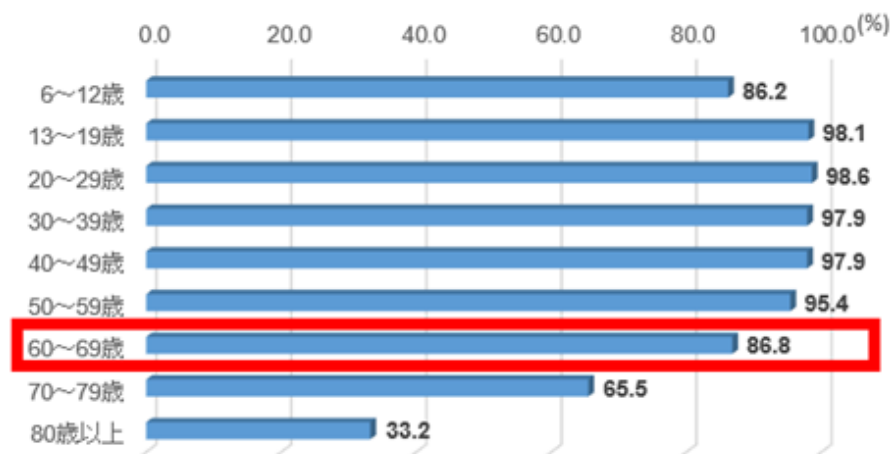
(2) どこでもEコマース(EC)

2050年には誰もがインターネットやデジタル技術を使いこなすようになり、消費行動は大きく変貌を遂げるだろう。場所や時間を問わず、あらゆるモノにアクセスしやすくなる未来を展望する。

◆2050年にはほぼ全ての世代がインターネットを使いこなす

総務省によると、年齢階層別のインターネット利用率は、ICT（情報通信技術）教育の推進もあり6～12歳は86%を超え、13～59歳の各年齢階層で95%以上と非常に高い²⁵＜図表 7-7＞。30年後には90歳以上となる60～69歳の層についてもすでに86%を超えており、2050年代前半にはほぼ全ての

図表 7-7 年齢階層別個人のインターネット利用率



(出典) 総務省「情報通信白書令和5年版」(2023年7月)より当社作成

の世代がインターネットを使いこなしているだろう。

◆食品のEC化が買い物難民を救う

消費者庁の調べでは、インターネットの利用目的として7割以上が「商品・サービスの予約や購入」を挙げる²⁶一方、飲食料品・生活家電・書籍・衣類などを含む物販系分野のEC化率は9.13%と低位である²⁷。物販系分野の中で「書籍、映像など」は5割超、「生活家電など」は4割超とEC化が進んでいる反面、「食品、飲料、酒類」は4%程度と低い。食品のEC化が進まない理由としては、近くのスーパーで間に合うことや、実際に手に取って確認できないことが挙げられている²⁸。一方で、主に60代以上は「重い荷物を持ち帰る負担軽減」を、20代・30代は「時間の節約」などを理由に食品をネット購入する人もおり²⁹、利便性の面から食品のEC化を求める声も少なくない。

食品のEC化は「買い物難民」の救済に貢献することも期待できる。スーパーなどの減少を背景に食料品店にアクセスしづらくなる人が増えており、農林水産政策研究所によると、現在全国平均で高齢者の約4人に1人が買い物難民だ³⁰。買い物難民は地方だけの問題ではなく、その人口比率は東京・名古屋・大阪の三大都市圏でも全国平均とほぼ変わらない。現在は近くのスーパーで買い物ができていても、特に人口が減少する地域では店舗撤退などによって食料品店へのアクセスが難しくなるかもしれない。高齢化の進行は避けられないが、ネット利用の世代間格差解消と共に食品ECが普及していけば、買い物難民の課題を解決できる可能性がある。

²⁵ 総務省「情報通信白書令和5年版」(2023年7月)

²⁶ 消費者庁「令和4年度消費者意識基本調査」(2023年6月)。インターネット利用目的に関する問いは、複数回答方式。

²⁷ 経済産業省「令和4年度電子商取引に関する市場調査報告書」(2023年8月)。EC化率は、電話、FAX、Eメール、対面等含めた全商取引額に対するBtoC-EC市場規模の割合。

²⁸ 令和2年度消費者庁委託事業「ECサイト食品表示実証モデル構築事業実施報告書」

²⁹ 前掲注28

³⁰ 農林水産政策研究所「2020年食料品アクセスマップと困難人口の推計結果について」。アクセス困難人口(買い物難民)とは店舗まで500m以上かつ自動車利用困難な65歳以上の高齢者を指し、全国で904万人、65歳以上の人口比率25.6%と推計。

◆仮想空間やデジタル技術の利用により変わる「お買い物の姿」

技術進歩とともに「お買い物の姿」の多様化が見られるだろう。総務省は、2030年の世界のメタバース市場規模を123.9兆円と予想し、2022年の8.6兆円からの急拡大を見込む³¹。日本については、2021年の744億円から2026年には1兆円を超える見通しだ³²。すでに大手百貨店、アパレル、住宅メーカーなどが実店舗に並行して仮想店舗も展開している。仮想空間の商業利用は、実店舗にかかる維持管理や人員配置などのコスト面で運営者に利点があるだけでなく、さまざまな事情で実店舗へのアクセスが困難な消費者にとっても有益だ。

仮想空間で売買される商品が洋服や家電などから食料品にも拡大すると、買い物難民の救済にもつながるだろう。特に「食品を手にとって鮮度や重さを確認したい」という消費者の希望を叶えてくれるデジタル技術は、仮想空間における食品の取り扱いの加速に寄与すると考えられる。例えば、デジタル空間で「体験」した振動や力を皮膚に伝えて実際に触れたような感覚が得られるハプティクス技術や、嗅覚体験が得られる技術の研究³³は、こうした食品のEC化が抱える課題を解決できる可能性がある。2050年は、「見る」「触る」「匂う」「味わう」などの感覚を得て、実店舗さながら臨場感のある食品購入が実現する未来かもしれない。

また、すでに「顔が見える野菜。」³⁴など生産者を特定する仕組みは存在するが、仮想空間で消費者が生産者とアバターを介して対話することも可能になるだろう。消費者と生産者の「距離」がより近くなることで、食の安心・

安全を繋ぐ一助となるだけでなく、「契約農家」が個人間で成立しやすくなるだろう。そして、国内のみならず国境を越えた「契約農家」も一つの選択となり得るかもしれない。仮想空間の活用により、場所に制限されることなく、消費者にとって選択の幅が広がる未来となっているだろう。

仮想空間だけでなく、実店舗も進化を遂げるだろう。来店客のARグラスを用いて商品とCG映像を重ねることで、肉眼よりも多くの情報量を得ながらの購入が可能になる。ARはすでに世界的高級ブランドや化粧品メーカーで導入され、消費者は試着やタッチアップしているような感覚が得られる³⁵。日本貿易振興機構（JETRO）によると、米国の小売業界ではAR導入が進行し、2020年は約7,000万人だった利用者は2024年には1億人を超え、人口比では2020年の21.1%から2024年には30%を超える予測がある³⁶。食品販売にAR導入が実現すれば、産地、生産者、栄養素、レシピなどより多くの情報をARグラスから得て、考えを巡らしながら食品を購入する、そんな2050年かもしれない。

◆デジタル化が進む「商品・サービス」

商品・サービス自体のデジタル化も進行するだろう。世界のデジタルコンテンツ市場規模は2030年に868億ドルを超えると予測され、2023年推計の362億ドル超から年平均成長率13.28%で伸びていく³⁷。総務省調査によると、日本の市場規模も拡大基調である³⁸。特に映像やゲームソフトなどが増え、動画配信の輸出額も伸びている。音楽や映像などのエンタメ商品はす

³¹ 前掲注25。メタバース市場規模は、インフラ、ハードウェア、ソフトウェア、サービスの合計。

³² 前掲注25。メタバースプラットフォーム、プラットフォーム以外（コンテンツ、インフラ）、XR（VR、AR、MR）機器の合計。

³³ MIT Technology Review「VRに「匂い」をもたらすパッチ型のウェアラブル・デバイス」（2023年5月15日）

³⁴ イトーヨーカ堂傘下のアイワイフーズが手がける、トレーサビリティ確認システムを備えた野菜ブランド

³⁵ Blue Trail Software ホームページ<<https://www.bluetrail.software/casecartier/>>

³⁶ 日本貿易振興機構（JETRO）「米国の小売業界で普及する拡張現実（AR）の動向」（2023年9月25日）

³⁷ グローバルインフォメーション「デジタルコンテンツ市場：コンテンツタイプ別、提供サービス別、展開別、企業規模別、業界別-2024年～2030年の世界予測」

³⁸ 前掲注25

に配信サービスが主流になっており、2050年のエンタメ業界のビジネスモデルはさらに多様化が進んでいるだろう。例えば、コンサート会場ではなく自宅に居ながらVR技術を使ってライブに「没入」することや、ハプティクス技術の採用によりゲームの世界を「体感」することも可能になるだろう。音楽や映像、ゲームの楽しみ方に「体感」や「体験」が加われば、エンターテインメントの幅は大きく広がっていく。誰もが場所や時間の制限なく、デジタル化されたエンタメ商品を躍動感や臨場感と共に楽しめるようになり、2050年のエンターテインメントは、かつてなら年齢や闘病などの事情で現地に足を運べなかった人も含め、誰にとっても身近なものになるだろう。

（3）商品・サービスの個別最適化

人々の趣味嗜好は2050年にかけて一段と多様化していくと見込まれる。細分化する顧客ニーズに応えるため、商品・サービスは個別最適化が進み、そこでは進化するAIが大きな役割を果たすと考えられる。AIが私たち一人ひとりのライフステージや習慣、健康状態を把握し、感情をも認識することによって最適な提案を行う時代になるだろう。

◆「マス広告」から「個別提案」の時代～人間よりも空気が読めるAI～

マス広告の代表例であるテレビCMを目にする機会が減少している。総務省によると、2022年の平日1日平均のテレビ視聴時間（リアルタイム）は4年前と比較し全世代で約15%以上、特に10代と20代では30%以上短縮している³⁹。一方で、ネット利用はテレビ視聴（リアルタイム）を3年連続で超過した。将来の現役世代を担う若年層のテレビ離れとネット利用の高まりを背景に、すでにマス広告は縮小し、閲覧履歴などから個人に最適化された

デジタル広告が増加している。しかし、昨今Amazon.comやGoogleなどのプラットフォーム提供者に対する規制⁴⁰が強化され、個人情報の取り扱いや透明性・公平性の観点からも、デジタル広告のあり方が問われている。

2050年には感情認識AIの台頭により、端末搭載のカメラがユーザーの表情から感情を読み解き、AIとの対話を通じた最適な提案が実現するだろう。年齢・性別・年収などの基礎属性や閲覧履歴という「過去」に依拠するだけでなく、AIが「現在」の表情や声から感情を読み取り、適時最適な提案がなされることが主流になるだろう。MITメディアラボから独立したAffectivaは、世界90か国以上から収集した990万人以上の表情データベースを基に感情認識AI「Affdex」を開発し、教育・医療・マーケティングなど各分野で効果実証を進めている⁴¹。2050年はAIが人間よりも深く人間のニーズやウォンツを理解し、空気を読んだ提案が実現するかもしれない。続いてAI提案の高度化など、技術進歩によって需要が加速する商品・サービスの未来を予測する。

◆人生の伴侶をAIが提案～婚活は科学～

結婚相談所や婚活アプリの運営会社⁴²は、東京大学大学院の技術協力を得てAIマッチングアルゴリズムの開発・導入を進め、AIによる最適なパートナー提案を行っている。国立社会保障・人口問題研究所の2021年調査⁴³によると、恋人や婚約者と出会ったきっかけは「職場や仕事」が減少する一方、「SNSやマッチングアプリなどを含むインターネット」が増加し、結婚に至るケースも増えている。コロナ禍の影響も相まって、出会いの場が様変わりしていることがうかがえる。また、こども家庭庁はAIマッチング技術を利用した結婚支援事業に補助金を交付するなど、国としても婚活分野における

³⁹ 前掲注25

⁴⁰ 特定デジタルプラットフォームの透明性及び公平性の向上に関する法律

⁴¹ Affectiva ホームページ<<https://www.affectiva.jp/aboutus>>

⁴² IBJや婚活アプリ「Pairs」を運営するエウレカなど。

⁴³ 国立社会保障・人口問題研究所「現代日本の結婚と出産―第16回出生動向基本調査（独身者調査ならびに夫婦調査）報告書―」（2023年8月31日）

AI利用を後押ししている。感情認識力が追加され、提案の精度が高くなったAIに薦められた人生の伴侶と過ごす未来——それが2050年の家族のあり様の一つかもしれない。

◆個人に最適化された栄養バランスをAIが提案～Personalized Nutrition～

遺伝、体質、代謝、運動量、ストレス状態など心身に関する個人的な情報に基づき、一人ひとりに最適な栄養バランスのとれた食生活を提案する「Personalized Nutrition⁴⁴ (PN)」が関心を集めている。米国の調査会社によると、世界のPN市場は2022年以降年平均15.2%で拡大し続け、2032年には459億ドルに達する⁴⁵。農林水産省も、先進国を中心にDNAやアレルギー情報などの特性が考慮された個別最適な食事療法や栄養素の提案が一般化されつつあるとしている⁴⁶。消費者動向調査では、食の三大志向として「健康志向」、「経済性志向」、「簡便化志向」、その中でも「健康志向」は30代を除く全世代において2半期連続で上昇している⁴⁷。特に世代が高いほど健康志向が高く、健康志向と高齢化が進む現状を踏まえると、PN需要は2030年代以降も高まると予想される。

日本では、尿検査結果に基づき個人に最適化された栄養素を配合したサプリメントが提供され始めている⁴⁸。また、健康寿命延伸や生活習慣病の予防を目指し、個々の健康状態に適した栄養素の提供を可能にする研究が進行している⁴⁹。遺伝情報にも学習が及んだAIによって、体質やライフスタイルに照らして個別最適化された食生活の提案が2050年の当たり前になるかもしれない。

《BOX》メタバース婚活の可能性

近年「メタバース婚活」<図表 7-8>が日本各地で開催されている。事前質問によるパートナーシップ診断で参加者の特性を分析し、アバターでデートをする。2022年6月～2024年3月上旬にメタバース婚活協会が実施した19の自治体におけるメタバース婚活のマッチング率は8割を超え、リアルなデートに発展する確率も高い⁵⁰。

図表 7-8 メタバース婚活



(出典) 中京テレビ『「メタバース婚活」アバターデートに記者が潜入!』(2023年11月10日)

リアル世界の外見が分からないメタバースは、婚活に適しているとも考えられる。国立社会保障・人口問題研究所によると、結婚相手に求める条件として男性の77.0%、女性の88.2%が「人柄」を重視する一方、「容姿」を重視するのは男女共に2割程度にとどまる⁵¹。日本人の多くは結婚を決める際に外見より内面を重視していることがうかがわれ、相手の容姿を判断材料としないメタバース婚活は広がりを見せる可能性がある。実際、三重県桑名市が開催したイベントの参加者からは「外見にさほど自信がなく『中身』から始められる婚活が自分に向いている」といった声が聞かれる⁵²。

この新しいスタイルの婚活の先には、仮想空間上でのみ成立する夫婦「メタバース婚」も考えられる。デジタル化する婚活は、家族のあり様を変える契機にもなるのかもしれない。

⁴⁴ Jose M Ordovas et.al, “Personalised nutrition and health”, Jun.13, 2018. 日本語では一般的に「栄養のパーソナライズ化」と表現される。

⁴⁵ Spherical Insights, “Global Personalized Nutrition Market”, Jun.2023.

⁴⁶ 農林水産省「令和元年度新たな時代にふさわしい「食と健康」のあり方の検討に係る調査委託事業」

⁴⁷ 日本政策金融公庫「消費者動向調査（令和6年1月）」(2024年2月)

⁴⁸ ユカシカド「VITANOTE」ホームページ<<https://vitanote.jp/>>

⁴⁹ 味の素「弘前大学と味の素（株）、「デジタルニュートリション講座」を開設」(2020年4月16日)

⁵⁰ 一般社団法人メタバース婚活協会ホームページ<<https://metaverse.or.jp/>>

⁵¹ 前掲注43

⁵² 中京テレビ『「メタバース婚活」アバターデートに記者が潜入！現実世界でカップル誕生、“中身で勝負”が最先端』(2023年11月10日)

◆「万が一の備え」から「予防的アプローチ」へ～データドリブン保険～

質・量とも増していくデータの活用によって保険も個別提案が進むだろう。テレマティクス保険は、自動車に搭載した通信機器から得られる走行距離や運転速度・ブレーキのかけ方などの運転データに基づき保険料を算出する自動車保険であり、保険分野における FinTech を指す Insurtech の一例として挙げられる。テレマティクス保険は、ドライバーごとの運転特性に照らした保険料割引や運転アドバイスに特徴があり、保険加入者に安全運転を促し、交通事故の発生を抑止する効果があるとされる。自動車保険契約者のうちテレマティクス保険に加入する人が増えてきており、今後緩やかに増加すると推計される⁵³。

水災補償の保険についても、気候変動の影響を考慮した高度な洪水リスク予測に基づくリスクに応じた地域の細分化が進み、より合理的な保険料が提案されるだろう。住まいごとに災害リスクを評価し、防災対策を提案するコンサルティングが、保険会社のサービスとして普及する可能性もある。

保険会社の主眼はこれまでの「万が一の備え」から普段からの「予防的アプローチ」へと変化しているだろう。生命保険では、契約者が健康を意識した行動を取ることで保険料が割引されるなどの特徴がある健康増進型保険⁵⁴の年間保険料が発売以来6年間で11倍以上に増加するなど、「万が一の備え」から「予防的アプローチ」へ主眼を変えた商品に関心が高まっている。先行研究⁵⁵によると、健康増進型保険は、契約者にとっては生活習慣の改善に資するものであり、保険会社にとっては支払保険金の減少により収益性や事業

価値の向上に繋がり、両者にとって有益とされる。

2050年には、人々が保険会社と二人三脚で健康を意識した生活を送る時代が訪れるだろう。政府は2050年までに数理データ解析などによる超早期の疾患予測と予防方法が確立した社会を見据えている⁵⁶。東京大学らは2030年までに体内ネットワークを解明し、未病状態で発病予兆を突き止めるとしている。実現すれば健康を取り戻しやすい超初期段階での対策が可能になる。2050年にはラインアップされた保険商品から「選ぶ」のではなく、自分の体内データに基づき「デザイン」する保険へ進化しているだろう。

(4) 家事からの解放

単独世帯の増加が進む2050年には家事の担い手が不足すると見込まれ、多くの家庭でロボットをはじめとしたテクノロジーが人間を代替するようになるだろう。まず家事のタスクに応じた特化型のロボットの導入や自動化が進み、その後はマルチタスク型のヒューマノイド（人型）ロボットが家中いたるところで家事を行うようになるかもしれない。

◆単独世帯が4割を超す

2050年にかけて日本の世帯構造は高齢化と単身化が加速する。国立社会保障・人口問題研究所の推計によると、2050年に世帯主が65歳以上の世帯は全世帯の45.7%にのぼる⁵⁷。未婚率の増加により世帯の単独化も進むとみられ⁵⁸、単独世帯の割合は2020年の38.0%から2050年には44.3%に高ま

⁵³ 矢野経済研究所によると2023年度8.0%から2026年度14.2%へ増加が見込まれる。

(矢野経済研究所「テレマティクス保険市場に関する調査を実施」(2023年9月21日))

⁵⁴ SOMPO ひまわり生命ホームページ「インシュアヘルス」。健康増進型保険には、契約後に禁煙の成功、BMI値や血圧などの数値が改善されれば、加入者が保険料割引の適用やお祝い金を受け取れるという特徴がある。

⁵⁵ 諏澤吉彦・永井克彦「生活習慣をリスク指標として健康増進型医療保険が生命保険会社の事業価値に及ぼす影響」(生命保険文化センター「生命保険論集」、2022巻220号、2022年9月)

⁵⁶ 内閣府「ムーンショット目標2 2050年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現」

⁵⁷ 国立社会保障・人口問題研究所「日本の世帯数の将来推計(全国推計) ―令和6(2024)年推計―」(2024年4月12日)

⁵⁸ 男女・年齢別配偶者関係別人口における15歳以上全体の未婚者の割合。2020年の男性34.6%、女性24.8%から、2050年は男性36.5%、女性27.1%へ増加する予測。

ると予測される⁵⁹。65歳以上の単独世帯も全世帯の20%を超える⁶⁰。こうした見通しを受け、国は誰もが安心日常生活を送ることができるよう制度面の対策を進めており、2024年3月には単身高齢者などに対する賃貸住宅の供給促進に向けた関連法の改正が閣議決定された⁶¹。

他方、技術面から課題解決を目指す動きも活発になっている。英オックスフォード大学とお茶の水女子大学の共同研究では、AIやロボットなどの技術進歩が家事の自動化を加速させ、今後10年以内に人が家事に費やす時間の39%を削減することが可能だと予測している⁶²。自動化が進みやすい家事としては、食料品の買い物や掃除、洗濯などを挙げている<図表7-9>。

図表 7-9 日英共同研究による「自動化が進みやすい家事」

主な家庭内労働	5年後予測	10年後予測
食料品の買い物	45.3%	59.3%
ショッピング（食料品以外）	39.2%	50.2%
各種サービスの利用	36.9%	51.6%
家の掃除と片付け	33.6%	46.2%
食器洗いと片付け	33.3%	46.9%
料理	32.5%	46.1%
アイロン掛け、畳み・収納	30.7%	43.5%
洗濯と衣類の片付け	28.7%	43.0%
家庭での子どもの教育	27.4%	39.6%
庭仕事	27.2%	39.6%
家や車のメンテナンス	24.9%	36.1%
成人のケアや世話	23.8%	34.8%
衣類の製作・繕い	21.5%	29.1%
ペットの世話	21.1%	31.7%
子どもと遊ぶ	14.7%	22.3%
子どもの送り迎え・付き添い	14.1%	23.6%
家庭での子どもの身体的ケア	12.3%	20.8%
平均自動化率予想	27.5%	39.1%

（出典）永瀬伸子ら「家事自動化の実現性に対する技術開発者の意識とその国際比較 - AI技術と家事の自動化に関する日英専門家デルファイ調査より -」より当社作成

◆家事はロボットにおまかせあれ！

こうした家事自動化の担い手として期待されるのがロボットだ。特に調理や掃除について、世界各国で開発が盛んになっている。例えば米スタンフォード大学は複数の家事タスクを担うロボット「Mobile ALOHA」⁶³<図表7-10>の開発を進めている。2本の腕と車輪を使って動き、食材を焼く、テーブルを拭く、戸棚に器具を収納する、エレベーターを呼ぶなどのタスクをこなすことができる。

図表 7-10 Mobile ALOHA



（出典）Mobile ALOHA ホームページ掲載の動画に当社にて翻訳追加

複雑な作業である洗濯物を畳む技術の開発も進められている⁶⁴。現時点では、多種多様な衣服の形態や素材を個別に正しく認識し、それらに応じた畳み方を実現するのが難しいとされるが、今後学習量を積み上げていくことで、2050年には高度かつ複雑なタスクもこなせるようになるだろう。

⁵⁹ 前掲注 57

⁶⁰ 前掲注 57

⁶¹ 国土交通省「住宅確保要配慮者に対する賃貸住宅の供給の促進に関する法律等の一部を改正する法律案を閣議決定」（2024年3月8日）

⁶² University of Oxford, “40% of time spent on chores could be automated within 10 years – AI experts”, Feb.22,2023、永瀬伸子ら「家事自動化の実現性に対する技術開発者の意識とその国際比較 - AI技術と家事の自動化に関する日英専門家デルファイ調査より -」（一橋大学経済研究所「経済研究」、Vol. 75 No. 1、2024年4月）

⁶³ Mobile ALOHA ホームページ <<https://mobile-aloha.github.io/>>

⁶⁴ MIT Technology Review「AIとの融合で家事ロボットがいま再び注目される理由」（2024年1月19日）

日本でも家事ロボットの開発は活発になっている。早稲田大学が 1999 年に世界で初めて卵をきれいに割れるロボットを開発する⁶⁵など、日本は家事を担うロボットの開発で先行してきた。現在は内閣府が進める「ムーンショット型研究開発事業」の 1 つ⁶⁶に人間協調ロボット「Dry-AIREC」＜図表 7-1 1＞がある⁶⁷。洗濯の補助や、テーブル上のものを動かし滑らかに拭く動作など、一つひとつの家事タスクの習得が進行している。

図表 7-1 1 Dry-AIREC



（出典）左・中＝科学技術振興機構（JST）ホームページ、右＝AIREC ホームページ

課題は家事ロボットが学習しなければならない動作が複雑かつ多種多様であることだ。調理ロボットを例に挙げると、食材と調理方法は千差万別であり、あらゆるジャンルの料理をオールラウンドに作ることは、人間とて困難である。和食や中華、イタリアンなどジャンルごとのレシピ情報を選択的にロボットに搭載し、カスタマイズする方法が現実的だろう。他にも、掃除ロボットには一軒一軒異なる住環境に応じた適切な方法の習得が必要となるなど課題は多く、一体のロボットが人間しながらに家事をこなすようになるにはしばらく時間がかかる可能性がある。一方で個別のタスクを実行するレベルは向上していくと考えられ、単身世帯などでは執事のような心強い味方として、いくつかの家事ロボットと「同居」するようになるかもしれない。

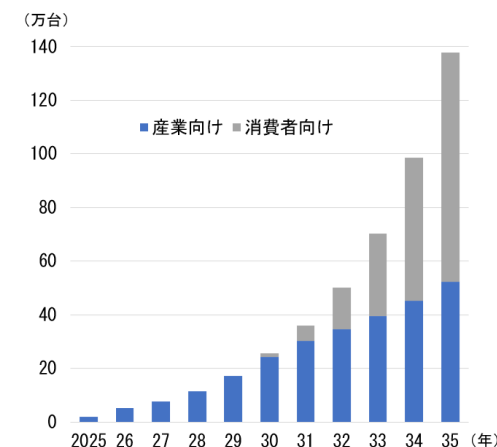
◆ヒューマノイドがマルチタスクを担う

家事は一つひとつのタスク量が多く、高い状況判断能力も求められることから、一体のロボットが人間しながらに活動するのは難しいと考えられてきた。ただ近年はヒューマノイドロボによってマルチタスク型に挑戦する動きも出てきている。

例えば電気自動車（EV）大手の米 Tesla はマルチタスク型のヒューマノイド「Optimus」を 2026 年にも発売する方針で開発を進めている。2024 年 10 月に開いたイベントでは Optimus が数十台登場し、バーテンダーを務めたり客と会話を交したりしてみせた⁶⁸。同社のイーロン・マスク CEO は「子どもの世話や犬の散歩、飲み物の提供など思いつくことは何でもできる」と話す⁶⁹。AI の活用によってヒューマノイドの性能は環境認識や挙動の面で急速に向上しており、人間のように多種多様なタスクをこなせるようになれば、家庭の光景は大きく変わるだろう。

金融機関等の予測によると、ヒューマノイドは 2020 年代後半から産業用途で導入が進み、製造コストの低下を背景に 2030 年代には消費者向けの販売も増えていく。米 Goldman Sachs によると 2035 年には年間 140 万台近くが販売され、うち消費者向け製品が 6 割を占める見通しだ＜図表 7-1 2＞。

図表 7-1 2 ヒューマノイドロボの出荷台数の見通し



（出典）Goldman Sachs, “Humanoid Robot: The AI accelerator”, Jan.8,2024.より当社作成

⁶⁵ 早稲田大学菅野研究室 TWENDY-ONE ホームページ＜<http://www.twendyone.com/>>

⁶⁶ 内閣府「ムーンショット目標 3 2050 年までに、AI とロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現」

⁶⁷ AIREC ホームページ＜<https://airec-waseda.jp/>>

⁶⁸ このデモンストレーションは人間が遠隔操作していたことが明らかになっている。

（Bloomberg, “Tesla Optimus Bots Were Remotely Operated at Cybercab Event”, Oct.15, 2024）

⁶⁹ Tesla YouTube channel, “We, Robot | Tesla Cybercab Unveil”, Oct.10,2024.

《BOX》産業用途での期待が大きいヒューマノイド

ヒューマノイドロボットはヒト様の形態のため、人間用に設計された既存の環境で人間に交じって活動できる。この特徴を活かし、まずは人手不足に悩む産業での実用化が進むと考えられる。具体的には、細かい作業でありながら、いわゆる「3D」(dangerous, dull, dirty : 危険、退屈、汚い)を伴う労働で、製造業や物流、農業、医療・介護、小売、建設といった労働集約的産業の一部に該当する。人手不足の影響が顕著なため、多少高コストであってもヒューマノイドロボの利用を望むニーズは強いと考えられ、こうした産業が初期の主なユーザーとなるだろう。

製造業では組み立て作業や資材搬送、化学薬品の取り扱いなどが主な役割となる。物流現場ではピッキングや荷下ろしを行い、既存の自動搬送車と協調することも可能だ。医療・介護では患者の移動支援や簡易な診療支援など細やかな動作・コミュニケーションが求められる状況での活用も想定される。月面基地など宇宙開発の現場でも活躍するかもしれない。

実際こうした分野では既にヒューマノイドの試験導入が始まっている。米 Agility Robotics は 2023 年に「Digit」の実証を Amazon.com の物流施設で始めた<図表 7-13>。米 Boston Dynamics は 2024 年に「Atlas」を油圧式から電動式に変更して性能を高め、親会社である韓国・現代自動車の工場への導入を計画している。

図表 7-13 Agility Robotics 「Digit」



(出典) Amazon.com, “Amazon announces 2 new ways it's using robots to assist employees and deliver for customers”, Oct.18,2023.

実際に一般家庭がヒューマノイドの購入を検討する際は、特に価格が重要な判断材料になるだろう。性能にもよるが、ヒューマノイドを「1台で何役もこなす家電」と考えてみると、100万円程度まで下がれば普及の可能性は大きいのではないだろうか。米運用会社の Global X は 2035 年までに販売価格が1台1万～1万5,000ドルに下がり、最大で世界15億世帯の15%に普及すると予想する⁷⁰。

家事の自動化はロボットだけでなく、家電をはじめ家庭の設備のデジタル化・スマート化によっても進むだろう。例えば冷蔵庫内の在庫管理と発注機能が連動して食料品を自動補充したり、AIによって空調・照明等を制御したりといったスマートホームの機能が進化すると考えられる。「モノ」を相手にする家事については、2050年までに多くの部分が自動化するだろう。

一方で、子どもの教育や一緒に遊ぶなどの育児や介護といった「人」に対する家事の自動化は課題が残っているが⁷¹、こうした領域はロボットによって解決することが期待される。見守りやコミュニケーション機能が向上することによって個人の生活やライフステージに応じた対応が可能になり、成長を促す、寄り添う、安心を提供するなど、ロボットが人間一人ひとりに最適な支援を行うことが可能になるだろう。次項では家事代行の「執事」としての枠組みを超えて、新たな「家族」として人と共存する未来を考察する。

⁷⁰ Global X, “The Rise of Humanoids, Explained”, Mar.1,2024.

⁷¹ 前掲注 62

（５）家族になるロボット

2050 年は、家事代行という物理的支援の枠を超え、ロボットが見守りや寄り添いを通じて人間に対して心理的支援を行うことが珍しくなくなるだろう。ロボットが人間にとって「家族」のように欠かせない存在になっているのは、SF 世界だけではないかもしれない。

◆見守られている安心感

2021 年 9 月に米 Amazon.com は、世界初の Alexa 搭載家庭用見守りロボット「Astro」⁷²を発表した<図表 7-1 4>。室内監視と画像転送機能が搭載され、不審者をはじめ、煙やガラスが割れる音などを検知し 24 時間 365 日緊急通報する。予定のリマインド機能も搭載され、遠隔地からでも家族の生活リズムを見守る。Alexa 機能が人間とのコミュニケーションを通じて家電操作や運動など日々のタスク管理を行うなど、ユーザーに「家族」のように寄り添う。現在米国のみでの展開だが、単独世帯の拡大が予見される日本でも、一家に一台の見守りロボットが人々の安心・安全を守る未来が訪れるかもしれない。



図表 7-1 4 Astro

(出典) Amazon.com ホームページ

2024 年 1 月の CES2024 にて、韓国 Samsung は新型ロボット「Ballie」⁷³を発表した<図表 7-1 5>。利用者の行動習慣や室内空間を学習し、自律的に必要タスクを判断することで、パーソナライズされたサービスを提供する。家電操作、運動量の管理、ペットの見守り・餌やりや室内監視機能も搭

載されて、利用者がどこにいても、利用者に寄り添い日常生活のニーズを満たしてくれる。2050 年は、一家に一台、さらには一人一台の寄り添いロボットとともに生活しているかもしれない。

日本でも研究開発が進められ、ユカイ工学社の次世代コミュニケーションロボット「BOCCO emo」⁷⁴<図表 7-1 6>は、遠隔地の家族との対話を可能にする。服薬や運動などの生活習慣のリマインド機能、天気予報や防災情報の通知を行う。また、室内に設置したセンサーと連動

し、家族の帰宅を離れた家族に通知することも可能だ。「BOCCO emo」は警備会社と連携し、高齢者の見守りサービス⁷⁵の展開に繋がっている。高齢者世帯が増える未来において、ロボットによる見守りは、行政サービスの一環として展開される可能性もあるだろう。

◆育児支援ロボット

育児をサポートするロボットも開発されている。大阪大学らは、遠隔育児

図表 7-1 5 Ballie



(出典) Samsung ホームページ

図表 7-1 6 BOCCO emo



(出典) ユカイ工学「BOCCO」ホームページ

⁷² Amazon Japan 「Amazon デバイスが描く近未来のテクノロジー&イノベーションの世界」

⁷³ Samsung, “[Video] [CES 2024] A Day in the Life With Ballie: An AI Companion Robot for the Home”, Jan.9, 2024.

⁷⁴ ユカイ工学「BOCCO」ホームページ<<https://www.bocco.me/>>

⁷⁵ セコム「コミュニケーションロボットによる声かけサービス「あのね」」

支援ロボット「ChiCaRo」⁷⁶＜図表 7-17＞の開発を進めている。ワンオペや核家族の子育て負担を軽減することから着想を得て、ロボットモニターを介して離れた祖父母による見守りや子どもと一緒に遊ぶことを可能にする。育児に不安を抱く親のストレスや悩みを和らげ、遠くにいる家族と一緒に子育てを実現する。また、リモートシッティング機能として今後保育士や小児科との連携も期待され、開発が進められている。ロボットが遠隔地の家族はもちろん、子育ての専門家とも距離を縮め、2050年には社会が重層的に子育て支援を実現する世の中になっているだろう。

図表 7-17 ChiCaRo



(出典) ChiCaRo ホームページ

◆教育支援ロボット

ロボットの活用領域は教育支援にも広がりつつある。学習指導要領に準拠した 4,000 本以上の教育支援動画を使用し、授業を行う「ユニボ先生」＜図表 7-18＞が開発され、2022年に広島県内の小学校で実証実験が行われた⁷⁷。教師の職務負担軽減、過疎地域の複式学級や特別支援学級における補助として、教師に代わり一部の授業を「ユニボ先

図表 7-18 ユニボ先生



(出典) ひろしまサンドボックス【公式】
「先生はロボット！？三次の小学校に未来がやってきた【RING HIROSHIMA】」

生」が行った。ロボットは、褒めたり励ましたりと学ぶ側の感情に寄り添い、コミュニケーションを図りながら理解の進捗に応じたアドバイスをするなど伴走支援を可能にする。教師とロボットが協働して教育にあたる未来はそう遠くないだろう。

米 Embodied 社の 5～10 歳を対象にした感情知能を搭載した学習支援ロボット「moxie」⁷⁸＜図表 7-19＞は、子どもの感情発達を支援する。また、米 MOVIA Robotics 社は自宅で自閉症児の教育支援を目的としたロボット開発を行っている⁷⁹。誰もが場所を問わず学習できる未来に向けた取組みが窺える。日本でも、病気療養などさまざまな事情を抱えて登校が困難な児童の教育支援として、熊本市教育委員会が教育支援ロボット「temi」⁸⁰に着目し、小中学校での導入を決めている。

図表 7-19 moxie



(出典) moxie ホームページ

(6) デジタル化で深まる学びと広がる可能性

教師の長時間労働、さまざまな事情で登校が難しい子どもたちへのケアなど、現代の教育現場は多くの課題を抱えている。しかし、DXによる校務の効率化や、最新技術の活用による学習スタイルの進化など、教育現場の課題解決に向けて希望が見える。例えば、生徒ごとの理解度に照らした AI による伴走機能や、個別最適化された学習支援プログラムが実現するだろう。また、「仮想教室」の活用が「教育現場」の空間的制限を解き、教育の可能性を広げるとみられる。生徒ごとの特性や境遇を考慮し、誰も取り残すことのない

⁷⁶ ChiCaRo ホームページ＜<https://www.chicar.co.jp/>>

⁷⁷ ロボフィス「AI ロボット」

⁷⁸ Moxie ホームページ＜<https://moxierobot.com/>>

⁷⁹ MOVIA Robotics ホームページ＜<https://moviarobotics.com/>>

⁸⁰ 読売新聞「不登校や病気の子ども 「分身ロボット」で授業参加 スマホ操作 熊本市立小・中に導入 「不安解消の一步に」(2023年12月16日)

い教育の実現を目指した研究が進められている。最新技術を駆使した「珍しい」事例を紹介しつつ、2050年の教育現場の「当たり前」を展望する。

◆伴走するAIによって最適化された教育支援

米国では、教育現場における人間とAIとの関わり合いとして“Human in the Loop”⁸¹＜図表 7-20＞という概念が提唱されている。これは、生徒の理解度や資質に応じてカリキュラムをカスタマイズするAI利用の可能性を謳ったものである。また、教師がAIによって置き換わることを否定し、教育現場の中心は人間（教師）であるべきと主張している。AIによる採点や評価支援を受けて、教師の役割は、生徒への最適なアプローチ方法やAI提案のカリキュラムの見極めが中心になるとみられる。AIによる補助を受け、教師はグループ学習やディスカッションにおける生徒間の橋渡し役により注力しやすくなるだろう。2050年の教育現場では、教師・生徒・AIが三位一体となり、生徒一人ひとりに最適化された教育プログラムが実現するだろう。

図表 7-20 Human in the Loop



(出典) 米国教育省教育技術局資料へ当社にて翻訳追加

◆空間的制限からの解放と学習機会の多様化で幅が広がる「教育現場」

2024年に3年連続で「世界で最も革新的な大学」に選ばれた米ミネルバ大学⁸²は、全学生の85%を海外から受け入れ、教授による一方的で受動的な講義ではなく、学生が相互的で能動的に議論に参加する学習スタイルなどを意味するアクティブラーニングを中心とした少人数規模のオンライン授業を行う。教授は議論への参加度合いや理解度に応じて学生ごとに丁寧なフィードバックを行い、強みの発揮をサポートする。学生は在学中に世界7都市での寮生活を経験しながら各地の企業などを巡り、異文化と実社会を経験しながら、さまざまな社会課題の解決に必要な思考を養う。多くの外国人学生と活発な議論を交わし、教育拠点を一国内に限定せず、充実した現場体験とオンライン講義とのハイブリッドで思考力を高める——そんな高等教育が2050年の世界標準かもしれない。

義務教育課程においても、2050年の「教育現場」は、空間的制限から解放されるだろう。「仮想教室」がさまざまな事情で通学が困難な生徒にも、等しく学習機会を提供できるようになるだろう。すでに帯広市⁸³やさいたま市⁸⁴は、登校が難しい子どもたちを対象に「仮想教室」を導入している。月に一回程度の集団での校外学習を行うなど、実社会での交流機会も並行して設けることで協調性を養い、社会的自立を促す体制を整えている。今はまだ珍しい取り組みかもしれないが、2050年では仮想と現実空間を併用することが当たり前になっているだろう。

「仮想教室」が「教育現場」の幅を広げるだけでなく、「疑似体験」が加わり教育方法の多様化が進むと考えられる。国内外の各地、宇宙、海中など実際に行くことが難しい場所はもちろん、過去や未来もVR技術で教科書の中の世界を「疑似体験」できるようになるだろう。臨場感ある学習が可能にな

⁸¹ The US Department of Education, Office of Educational Technology “Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning” May 2023

⁸² Minerva University ホームページ＜<https://www.minerva.edu/>>

⁸³ 帯広市「いじめ・不登校に対する取り組み」

⁸⁴ さいたま市教育委員会不登校等児童生徒支援センター（Growth）ホームページ＜<https://growth.saitama-city.ed.jp/>>

り、学習効率が向上し、記憶に残りやすい学びが 2050 年の当たり前かもしれない。「仮想教室」では子どもたちが「失敗を恐れずまずやってみる」という動機付けにも繋がるだろう。「教育現場」が「仮想教室」にまで拡大し、学びの可能性が無限に広がると期待できる。

「仮想教室」が普及しても、実際に登下校する「リアル教室」としての「教育現場」が消滅することはない。運動会、修学旅行、体育、理科の実験などリアルならではの有意義な行事や授業がある。前述の帯広市やさいたま市による不登校支援プログラムでも、職場体験や収穫体験ができる「遠足チョイス」やリアルな場に集まって交流する「オフ会」が取り入れられている。このように、実社会における体験学習の機会を設け、実体験や集団生活における協調性の重要性にも着目されている。「リアル教室」と「仮想教室」のベストミックスが誰一人取り残さない「教育現場」として、2050 年の主流になるだろう。

◆教師の負担軽減と情操教育の重要性を再考

2019 年 12 月に閣議決定された GIGA スクール構想⁸⁵の下、教育現場における DX が加速しており、2050 年には多くの校務がデジタル化されているだろう。現時点では、9 割以上⁸⁶の教職員が紙での書類提出を求められ、また、FAX を業務で使用するなど、教育現場では紙文化が根強い。教師に求められる授業準備、保護者対応、庶務など多岐に渡る校務は、デジタル化により効率化が推進されている。一方で、すでに多くの校務を抱えている中で、デジタル化に向けた新しい動きに割く時間が限られることが、紙文化からの脱却

が思うように進まない一因だろう。例えば公立高校の校長として初めて就任したインド出身者は、IT 技術者や銀行員というキャリアを活かして学校改革を推進している⁸⁷。デジタル技術に明るくない教師もいるため、今後は国内外から積極的に専門人材を招聘し、校務の DX 化を加速させることが有益だろう。学力テストや通常のテストなどに PC 上で行う CBT⁸⁸を採用し、AI による採点や成績管理、家庭との連絡をデジタル化することで、教師の時間創出と校務効率化と共に、教師と生徒間、学校と家庭間のコミュニケーション機会の増加にも繋がるだろう。教師、学校、家庭のそれぞれが密に連携し、生徒と向き合うことで、デジタル化された教育現場にあっても人間本位であるべきとする“Human in the Loop”を体現する 2050 年を迎えるだろう。

未来の教育現場も人間本位であるために、生徒に考える力、倫理観、道德感を伝える情操教育のあり方を再考する必要があるだろう。米国では人間関係の構築、問題解決、環境適応、協調などさまざまな場面で必要な能力を養う Social and Emotional Learning (SEL、社会性と情動の学習)^{89,90}の重要性が注目され、SEL に取り組む学校が増えている。日本でも学校教育のデジタル化の進捗を背景に、関心が寄せられている⁹¹。意思決定力、感情のコントロール、他者の感情を理解し共感する力などは「生きる力」とされ、SEL がそれらを育むとされる。現代も 2050 年の「教育現場」にあっても、「生きる力」を育む重要性は不変的であろう。

⁸⁵ 1 人 1 台の端末配備と学校における高速大容量の通信ネットワーク整備計画。

⁸⁶ 文部科学省「「GIGA スクール構想」の下での校務 DX 化チェックリスト」(令和 5 年度)に基づく自己点検結果(確定値)」(2024 年 3 月 29 日)

⁸⁷ 西川裕治「日本の先生はよく働くが大きな目標がない…インド出身の公募校長が「茨城の公立中高一貫校」で始めた学校改革」(President Online、2024 年 6 月 19 日)

⁸⁸ 文部科学省「文部科学省 CBT システム (MEXCBT:メクビット) について」。CBT は、Computer Based Testing の略称。

⁸⁹ 小泉令三「社会性と情動の学習 (SEL) の導入と展開に向けて」(福岡教育大学「福岡教育大学紀要」、第 54 号第 4 分冊、2005 年 2 月 10 日)。

⁹⁰ Elias, M.J. et.al, “Promoting Social and Emotional Learning Guideline for Educator”, 1997.

⁹¹ 渡辺弥生ら「デジタル社会における感情の発達と教育」(日本教育心理学会「教育心理学年報」、第 61 集、2022 年)