

www.ark-invest.com



BIG IDEAS 2022

2022年1月25日

Annual Research Report | 当資料は情報提供のみを目的としています

※当資料は、英語による2022年1月発行「Big Ideas 2022」の日本語訳です。内容については英語による原本が日本語版に優先します。



破壊的イノベーションへの投資のリスクについて

注：破壊的イノベーションを活用し、既存の技術を置き換える、あるいは新しい市場を創造する技術を開発しているとARKが考えている企業が、実際にはそうではない場合があります。ARKは、投資家の皆様に破壊的イノベーションに関する情報を紹介するとともに、その潜在的な投資機会の規模を拡大することを目指していますが、リスクおよび不確実性がARKの予測やリサーチモデルに影響を及ぼす可能性があります。投資家の皆様は、当資料の内容をあくまでも参考情報として扱い、また市場リスク、破壊的イノベーションリスク、規制リスク、および特定のイノベーション分野に関連するリスクにも注意する必要があります。

リスクに関するディスクロージャーを入念にお読みください。



→ トップダウンおよびボトムアップのリサーチを組み合わせ、テクノロジーについてのセクター横断的な理解をめざす

→ 規制、市場、セクターおよび個別企業リスクの理解をめざす
(最終ページの「ディスクロージャー」をご参照ください。)



Big Ideas 2022: 変化と融合

投資はいつから未来に関するものではなくなったのでしょうか。

変化とは、ゆっくりと始まったように見えて、ある時突如、一斉に起こるもののようなものです。イノベーションはやがて、業界の既存企業に取って代わり、効率を高め、市場シェアの大半を獲得していくでしょう。破壊的イノベーションを正しく理解し、長期的な時間軸を持つことで、投資家は飛躍的な成長機会を捉えることができることから、ポートフォリオにおいて戦略的配分を行なう価値があると私たちは考えています。このような理由から、ARKでは、テクノロジーが融合し、産業全体を変革していくにつれて規模が拡大する可能性の高い機会に注目しています。

ブレイクスルー・テクノロジーのもたらす影響を投資家の皆様にご紹介するために、2017年から「Big Ideas」の発行を開始しました。以来、毎年発行している本リサーチ・レポートでは、当社のリサーチが行き着いた、これからの1年に向けた最も挑発的なリサーチ結果を特に強調してご紹介することを目的としています。2022年の「Big Ideas」を楽しくお読みいただければ幸いです。





| | | | |
|---------------|----|------------------|-----|
| はじめに | 5 | 遺伝子編集 | 77 |
| 人工知能 (AI) | 14 | マルチオミクス | 84 |
| デジタルコンシューマー | 24 | 電気自動車 (EV) | 93 |
| デジタルウォレット | 30 | 自動運転配車サービス | 101 |
| パブリックブロックチェーン | 38 | 自動配送 | 108 |
| ビットコイン | 44 | 3Dプリンティングとロボティクス | 114 |
| イーサリアムとDeFi | 56 | 地球周回軌道 | 122 |
| Web3 | 66 | | |



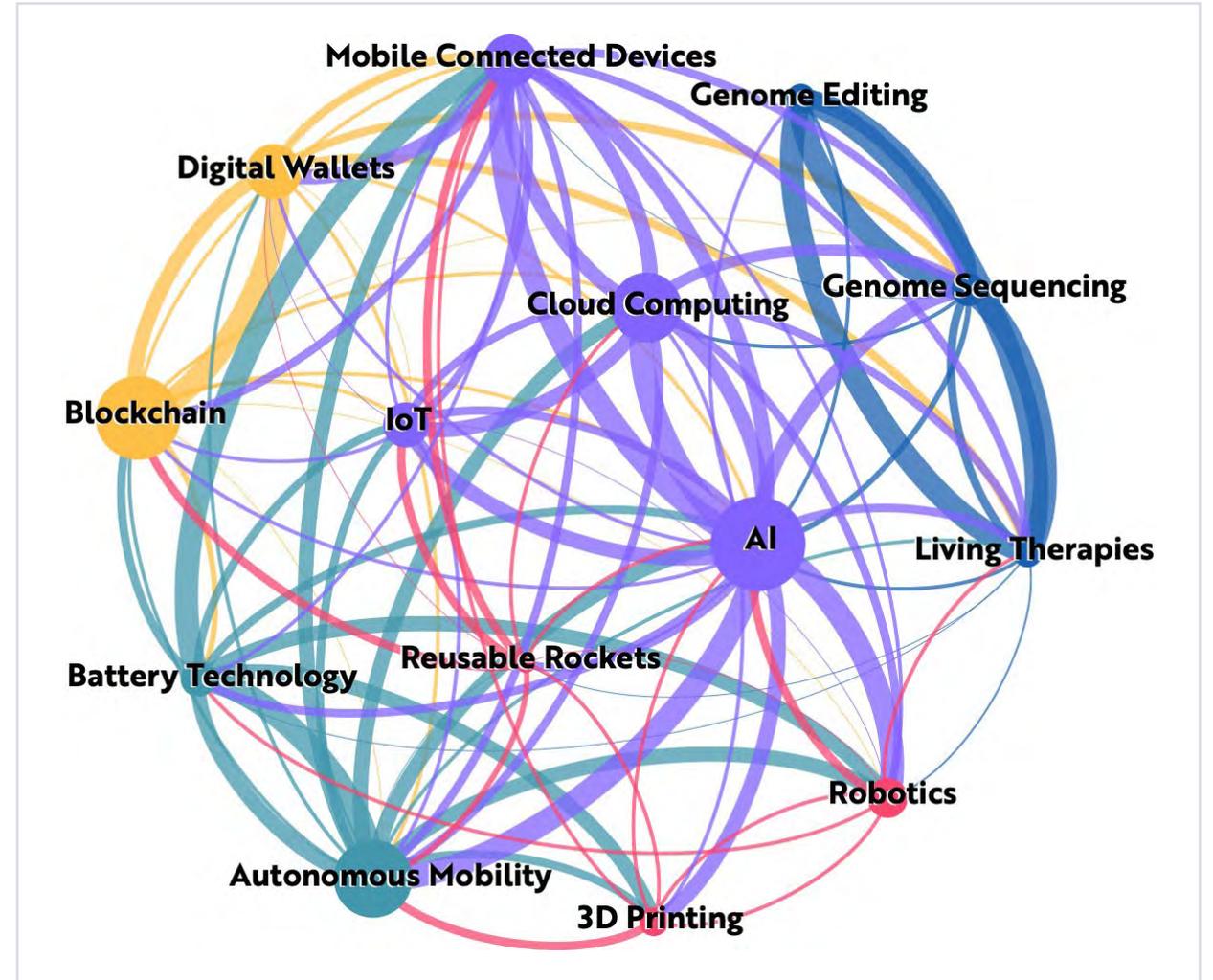
融合しつつあるテクノロジー

リサーチ・ディレクター プレット・ウイントン

ARKのリサーチは、人工知能(AI)、ロボティクス、エネルギー貯蔵、DNAシーケンシング、ブロックチェーン技術という5つのイノベーション・プラットフォームが、同時に進化しながら融合していくという信念に基づいています。

私たちは、コストの低下により、セクターや地域を超えた需要が生まれ、さらなるイノベーションを生み出しながら転換点を迎えてつつある14の変革的テクノロジーを特定しました。

後に歴史家はこの時代を、かつてないほどの技術的発展を遂げた時代として振り返り、「すべてが変わった」と語るようになるでしょう。



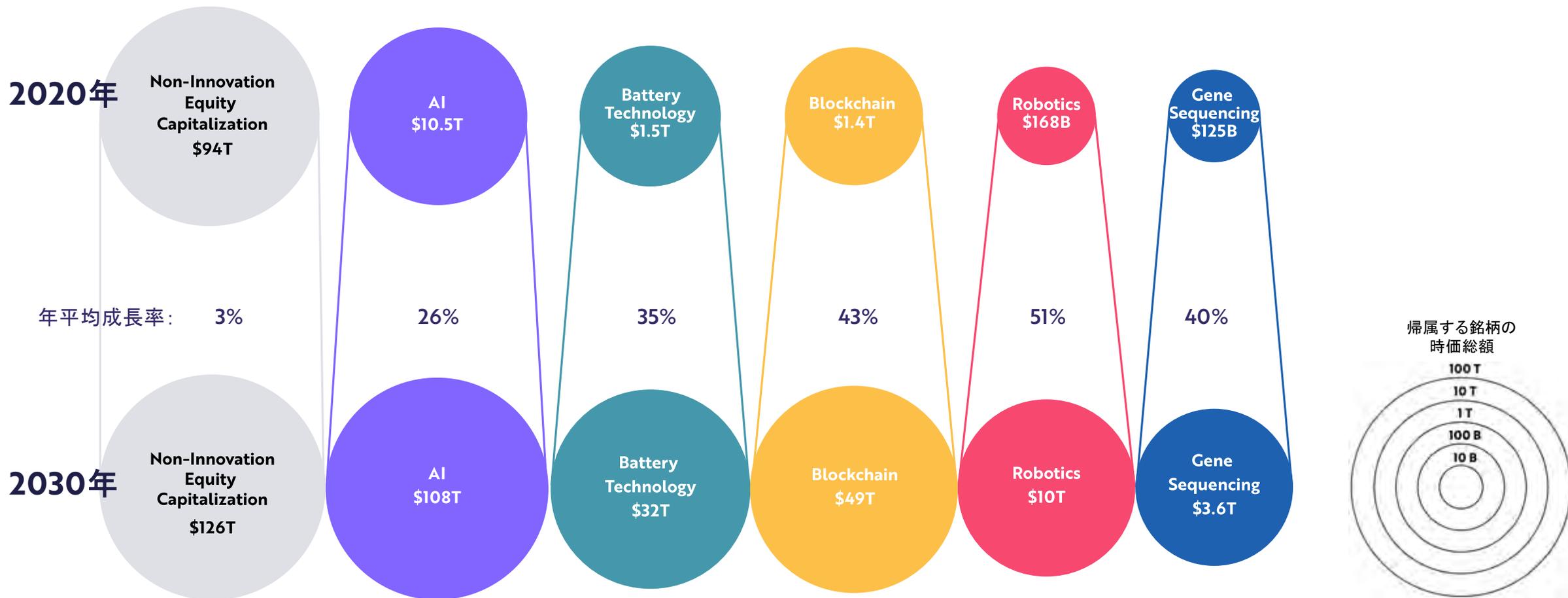
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

ARK Investment Management LLC (2021年)。上記の予測は、ARK社が5つのイノベーション・プラットフォームの基盤と定義した14のテクノロジーに関する予測を合わせたものです。伝統的な株式市場へのエクスポージャーは、価値がインフレ率を上回る率で拡大し続け、イノベーションへの負のエクスポージャーによって大きく崩壊したり減少したりしないことを前提としています。暗号資産は次第に多くによって別の資産クラスとみなされるようになるとみられ、暗号資産の価値と株式市場の時価総額の比較は資産クラス間の比較となっています。数値は四捨五入しています。

出所: 国際取引所連合、ARK Investment Management LLC (2021年)



5つのイノベーション・プラットフォームが長期的に大きな株式市場リターンをもたらすと予想

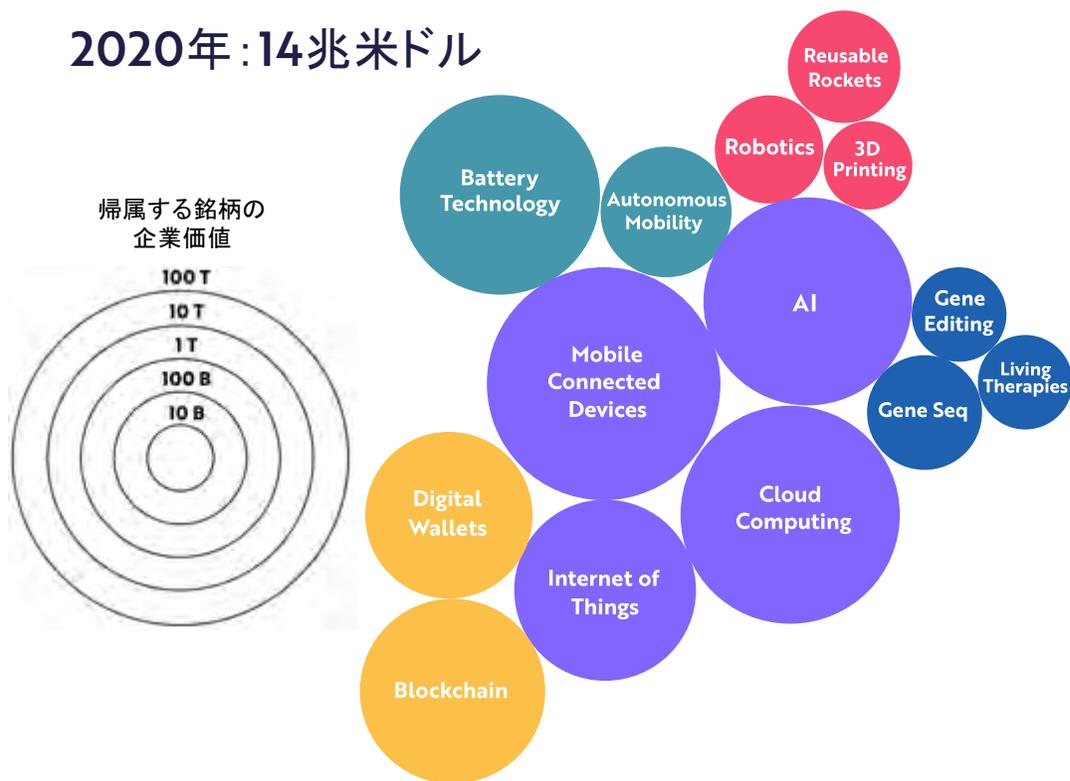


上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。ARK Investment Management LLC(2021年)。上記の予測は、ARK社が5つのイノベーション・プラットフォームの基盤と定義した14のテクノロジーに関する予測を合わせたものです。伝統的な株式市場へのエクスポージャーは、価値がインフレ率を上回る率で拡大し続け、イノベーションへの負のエクスポージャーによって大きく崩壊したり減少したりしないことを前提としています。暗号資産は次第に多くによって別の資産クラスとみなされるようになるとみられ、暗号資産の価値と株式市場の時価総額の比較は資産クラス間の比較となります。数値は四捨五入しています。出所:国際取引所連合

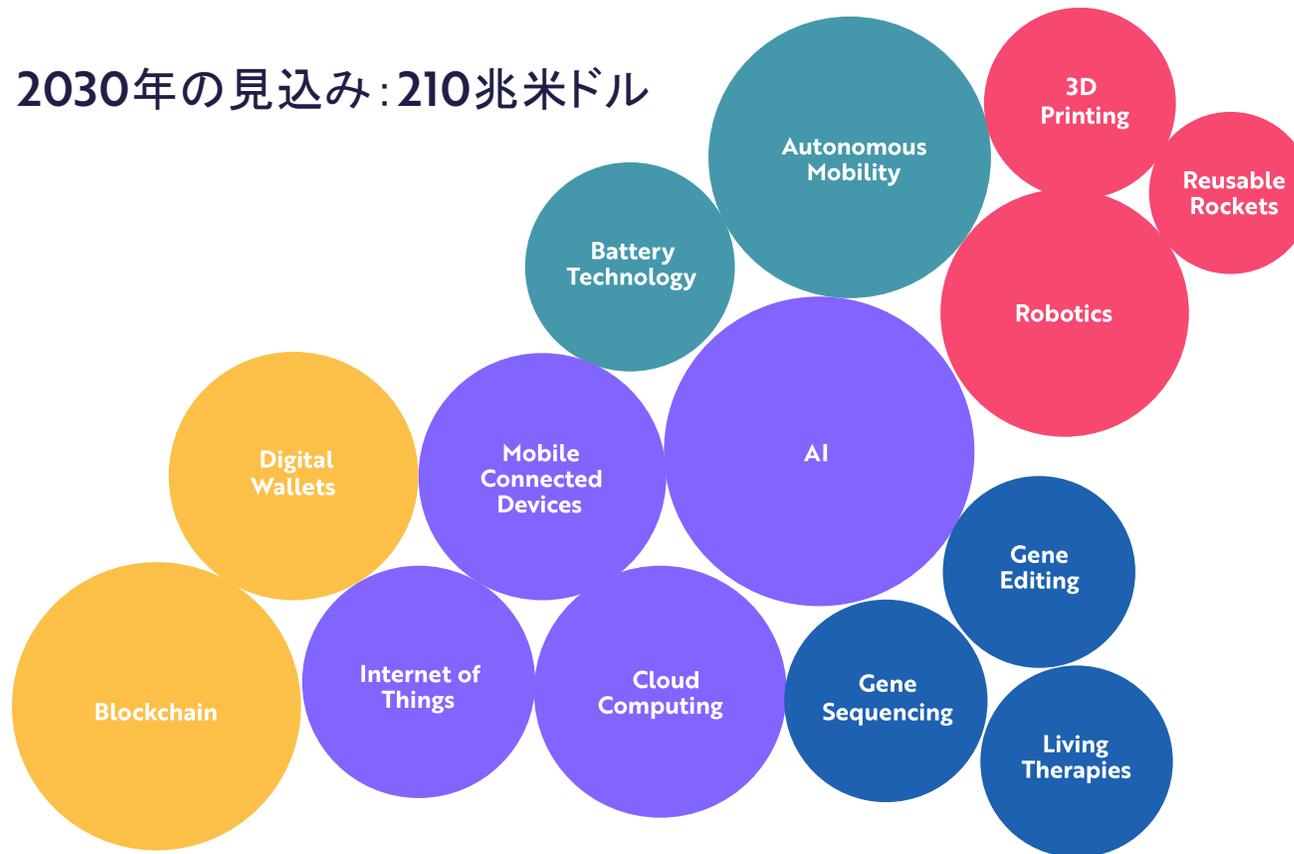


最盛期を迎えようとしている破壊的イノベーション・テクノロジー

2020年: 14兆米ドル



2030年の見込み: 210兆米ドル



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。2030年の予想企業価値は、ARK社予想のテクノロジー普及率に基づく個々のテクノロジーからの発生価値、創出される売上高、およびバリューチェーンの十分に投資可能な部分から生じるキャッシュフローから、重複部分を排除した予想です。2030年の市場価値は、市場参加者がバリューチェーンのモデル化部分をおよそ5%のキャッシュフロー利回りで評価するとの想定で算出しています。価値の発生が公開株式市場のみで起こることを示唆または想定するものではなく、またモデル化したテクノロジー分野における株式発行への資金提供や株式発行の想定を意味するものでもありません。
 出所: ARK Investment Management LLC(2021年)



AIイノベーションは2030年までに株式市場での時価総額が10倍近く拡大して100兆米ドルを超えるかもしれない

モバイルコネクテッドデバイス:

人類は、様々なコネクテッドデバイスに囲まれて暮らすようになるかもしれません。こうしたデバイス群は私たちに情報を与え、娯楽を提供し、私たちを関連付け、私たちを保護し、私たちの認識を媒介する存在になるでしょう。また、デバイス群は主要なエンドポイントへの配信と生産性の向上を提供するための有力なソフトウェア開発プラットフォームとなる可能性が高いです。そうすると、旧来のコンピューター・メーカーやオペレーティング・システム・プロバイダーは、旧来の配信プラットフォーム向けに最適化されたビジネスモデルで操業するメディア企業やエンターテインメント企業、コンテンツ制作会社とともに、危機に瀕する可能性があります。

モノのインターネット(IoT):

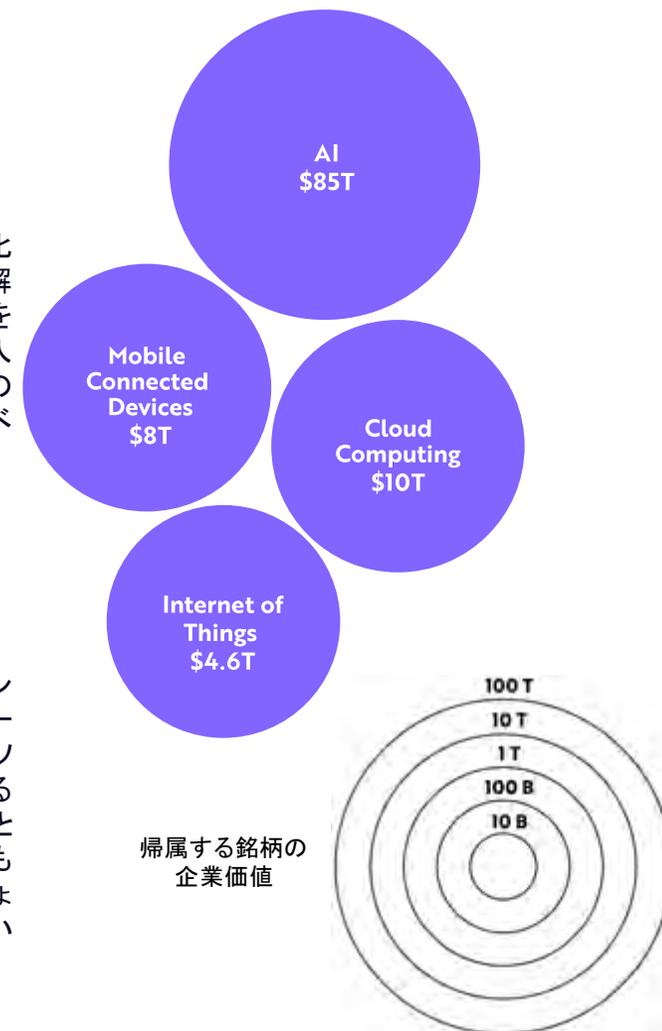
モノのインターネットはメディアの配信を一変させるかもしれません。エンドユーザーは世の中と接する新しい方法を提供され、新しいビジネスモデルやサービスの進化を可能にするようなデータストリームを捉えることができるようになります。消費者の習慣は大きく変化し、新たな方法で収益化される可能性があります。音声インターフェースがeコマースでシェアを占めるとともに、デジタルミラーがファッションやエクササイズサイズのインターフェースとなるとみられ、リニアTVの時代は終焉を迎えるかもしれません。デジタル配信プラットフォームは、プライベートブランドのコンテンツやサービスを宣伝することで、その力を発揮していくと思われます。

AI:

一見不可能に見える問題も、新しいデータを統合して学習し、変化するソフトウェアやその他のコンピューター・システムによって、解決できるかもしれません。このような進化するシステムは、仕事を一変させ、あらゆる経済セクターへのコンピューター技術の取り入れを加速させるでしょう。学習システムの採用は、インターネットの導入以上に画期的なこととなり、医療や金融サービスを含む、すべての経済セクターを変革する可能性があります。

クラウド・コンピューティング:

計算インフラが集中することで、あらゆるデバイスがスーパーコンピューターの能力を活用できるようになり、ソフトウェア側ではデータに基づく継続的な改善が可能になります。また、最上級のソリューションは、顧客の困り込みによって優れた経済性を発揮するため、各業種における勝者が大半のシェアを獲得することになるとみられます。エンドユーザーの生産性が価格設定を左右するとともに、データ活用型のソリューションによって継続的に改善するでしょう。旧来のソフトウェアおよびハードウェアのプロバイダーは、弱い立場に追い込まれると想定されます。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

2030年の予想企業価値は、ARK社予想のテクノロジー普及率に基づく個々のテクノロジーからの発生価値、創出される売上高、およびバリューチェーンの十分に投資可能な部分から生じるキャッシュフローから、重複部分を排除した予想です。2030年の市場価値は、市場参加者がバリューチェーンのモデル化部分をおよそ5%のキャッシュフロー利回りで評価するとの想定で算出しています。価値の発生が公開株式市場のみで起こることを示唆または想定するものではなく、またモデル化したテクノロジー分野における株式発行への資金提供や株式発行の想定を意味するものでもありません。

出所: ARK Investment Management LLC(2021年)



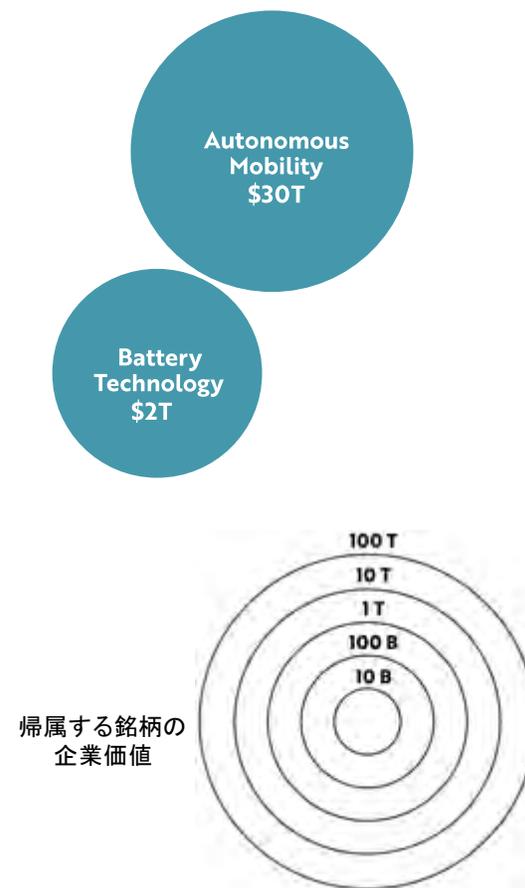
バッテリー技術が自動運転モビリティを実現させ 2030年までに30兆米ドル超の時価総額を創出するかもしれない

バッテリー技術:

バッテリーコストの低下によって、モビリティのフォームファクター（仕様・規格）が爆発的に増え、電力供給が送電網のノード（結節点）以外へと拡大するとともに、電気自動車の価格が従来のガソリン自動車と十分に競合できる水準へと下がる可能性があります。マイクロモビリティや「空飛ぶタクシー」などの空中システムは、景観を一変させ、液体燃料に代わる電気エネルギーへの需要を加速させる可能性があります。従来の自動車メーカーやそのサプライヤーは崩壊するかもしれない、また石油需要が世界的にピークを迎えつつあるなか、インフラは適応を余儀なくされるでしょう。

自動運転モビリティ:

人や荷物を運ぶバッテリー駆動型のロボットが従来の交通インフラに加えて稼働することにより、物理的な移動の経済性が桁違いに変わる可能性があります。タクシー・サービスが通常の移動手段となって自家用車の所有が例外的になるかもしれません。また、スムーズな配送はeコマースを加速させ、自動運転モビリティに基づくデータから、世界の状況をリアルタイムに把握できるようになるはずです。自動車、物流、小売り、保険といったセクターの既存プロバイダーは、根底から覆されるかもしれません。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

2030年の予想企業価値は、ARK社予想のテクノロジー普及率に基づく個々のテクノロジーからの発生価値、創出される売上高、およびバリューチェーンの十分に投資可能な部分から生じるキャッシュフローから、重複部分を排除した予想です。2030年の市場価値は、市場参加者がバリューチェーンのモデル化部分をおよそ5%のキャッシュフロー利回りで評価するとの想定で算出しています。価値の発生が公開株式市場のみで起こることを示唆または想定するものではなく、またモデル化したテクノロジー分野における株式発行への資金提供や株式発行の想定を意味するものでもありません。

出所: ARK Investment Management LLC (2021年)



ロボティクスの進化により2030年までに10兆米ドル超の株式時価総額が創出される可能性

3Dプリンティング:

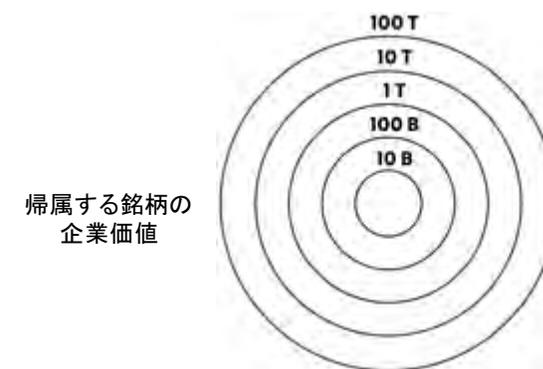
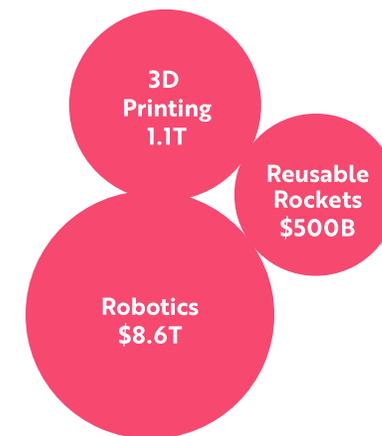
3Dプリンティングは、設計の障壁を取り除き、コスト、重量、生産までの時間を削減することで、従来の製造方法を変革する可能性があります。医療器具はすでに3Dプリンターで作られており、パーソナライズが可能のため、患者と医師の両方にとっての使い勝手を向上させることができます。3Dプリント製の軽量な航空宇宙部品は、二酸化炭素排出量の世界的な削減を実現し、地球・宇宙用の新たな航空機の誕生を可能とするかもしれません。また、人口知能を備えた3Dプリンターによって、最終用途により適した革新的な部品を従来の製造コストの何分の一かでオンデマンド設計できる可能性があります。

ロボティクス:

人工知能を搭載した協働ロボットは、更に変化の大きさが増す環境において活躍し、経済を変革する可能性があります。AIの力を活用することでロボットは周囲の世界から学んでそれに適応し、初期コストやトレーニング・コストの削減を可能とするでしょう。参入する企業が増えるにつれ、様々な産業にわたり生産性が大きく向上するとみられます。

再利用型ロケット:

かつてはばかげた考えと思われたロケットの再利用が、今日ではほぼすべてのロケット打ち上げサービス提供会社によって計画されている模様です。ロケットの再利用により、コストが桁違いに低下し、エキサイティングな新ビジネスモデルが可能になるとみられます。ロケットの再利用の経済性から、低軌道衛星群と極超音速のポイント・ツー・ポイント移動がともに実現可能となり、それが軍事資産の輸送を一変させ、世界のサプライチェーンを縮小し、地球上のあらゆる場所で経済的なブロードバンド接続を可能とするかもしれません。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

2030年の予想企業価値は、ARK社予想のテクノロジー普及率に基づく個々のテクノロジーからの発生価値、創出される売上高、およびバリューチェーンの十分に投資可能な部分から生じるキャッシュフローから、重複部分を排除した予想です。2030年の市場価値は、市場参加者がバリューチェーンのモデル化部分をおよそ5%のキャッシュフロー利回りで評価するとの想定で算出しています。価値の発生が公開株式市場のみで起こることを示唆または想定するものではなく、またモデル化したテクノロジー分野における株式発行への資金提供や株式発行の想定を意味するものでもありません。

出所: ARK Investment Management LLC (2021年)



ゲノム技術により2030年までに株式時価総額が3兆米ドル以上になる可能性

遺伝子シーケンシング:

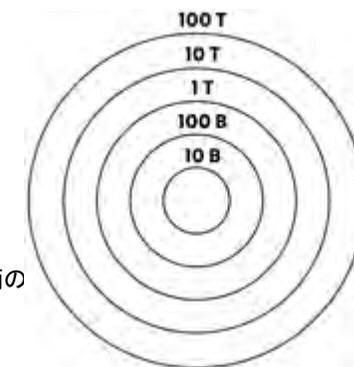
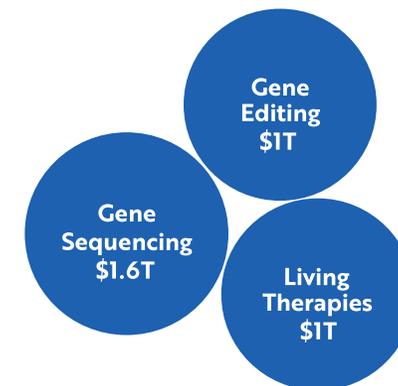
ゲノム解析のコスト低下に伴い、かつては研究所に限られていた検査が広く展開され、その検査量は3桁の増加が進むとみられます。汎用のがんの血液検査は規模を拡大して商業化され、治療法は正確で効果的になり、遺伝性の複合疾患に対する非常に効果的な処置は予防としての効果を発揮するでしょう。重要なのは、遺伝子シーケンシングの進歩が農業や材料科学の分野にまで拡大する可能性があることです。したがって、従来の医薬品フランチャイズや伝統的な診断検査ビジネスは、弱い立場に追い込まれる可能性が高いと想定されます。

細胞療法:

新しい形の治療介入を生み出す遺伝子ツールが出現し、悪性疾患や慢性疾患に対する正確で効果的、かつ長く続けられる治療を可能にするかもしれません。疾病の治療が期待できることから、医療成果を向上させながら高価格を設定・維持できるようなツールや送達インフラへの投資が進む可能性があります。また、この分野の進歩は、食糧生産の経済性を一変させる培養たんぱく質製品の舞台となる可能性もあります。これにより、初期がん関連の事業を営む企業は、リスクに晒されることになるかもしれません。

遺伝子編集:

遺伝子編集技術は、ヒトゲノムの狙った部分で遺伝子を挿入したり取り除いたりすることを可能とします。2012年のCRISPRの発見をきっかけに発展したこれらの分子構造編集技術は、効果的で安価、かつ利用しやすい技術として、生体システムを把握し操作する能力を向上させることができます。医療分野では、前臨床試験をより迅速かつ正確に行なうことが可能となり、初期段階の研究が臨床試験に進む可能性が高まります。治療レベルでは、遺伝性疾患の治療や希少疾患の治療措置が可能となります。この革新的な遺伝子技術は、新たに出てきた遺伝子合成技術とともに、農業、食糧生産、害虫駆除、素材、エネルギーといった分野へとさらに拡大する可能性があります。



帰属する銘柄の
企業価値

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

2030年の予想企業価値は、ARK社予想のテクノロジー普及率に基づく個々のテクノロジーからの発生価値、創出される売上高、およびバリューチェーンの十分に投資可能な部分から生じるキャッシュフローから、重複部分を排除した予想です。2030年の市場価値は、市場参加者がバリューチェーンのモデル化部分をおよそ5%のキャッシュフロー利回りで評価するとの想定で算出しています。価値の発生が公開株式市場のみで起こることを示唆または想定するものではなく、またモデル化したテクノロジー分野における株式発行への資金提供や株式発行の想定を意味するものでもありません。

出所: ARK Investment Management LLC (2021年)



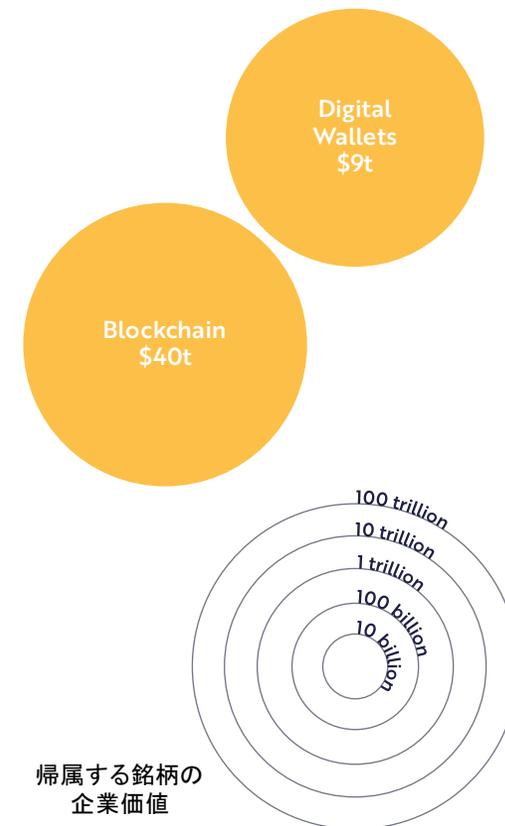
ARKは暗号資産とデジタルウォレットが2030年までに50兆米ドル近い株式時価総額を占めると予想

ブロックチェーン:

すべてのマネーと契約は、デジタル希少性と所有権の証明を可能にし、検証するオープンソースのプロトコルに移行する可能性があります。金融エコシステムは、これらのテクノロジーが提供する機能を活用するために再構築を余儀なくされ、結果として透明性の向上、必要な資本と規制による管理の減少、契約実行コストの大幅な削減につながるかもしれません。あらゆるものがマネーと同様の性質を持つようになる可能性があります。つまり、交換可能で流動性があり、定量化可能で、あらゆる企業体や消費者が適応しなければならず、企業構造が疑問視されるようになり、あらゆるセクターが影響を受ける可能性があります。

デジタルウォレット:

デジタルウォレットは、インターネットに接続されたデバイスを持つ誰もが即座にマネーの取引を行うことを可能にし、商取引や金融のあり方を変革しています。消費者は銀行の支店の機能をポケットに入れて持っているようなもので、多くの金融取引にホールセール価格が求められるとともに、消費者と金融サービスプロバイダーの関係を変化させます。当社では、年間数兆件の現金取引がデジタル化され、これがGoogle検索と概ね同等のデータ収益化の機会をもたらすと考えています。デジタルウォレットは、様々なデジタルサービスの接点となる可能性があり、従来の金融サービス機関はリスクに晒されることになるかもしれません。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。2030年の予想企業価値は、ARK社予想のテクノロジー普及率に基づく個々のテクノロジーからの発生価値、創出される売上高、およびバリューチェーンの十分に投資可能な部分から生じるキャッシュフローから、重複部分を排除した予想です。2030年の市場価値は、市場参加者がバリューチェーンのモデル化部分をおよそ5%のキャッシュフロー利回りで評価するとの想定で算出しています。価値の発生が公開株式市場のみで起こることを示唆または想定するものではなく、またモデル化したテクノロジー分野における株式発行への資金提供や株式発行の想定を意味するものでもありません。

出所: ARK Investment Management LLC (2021年)

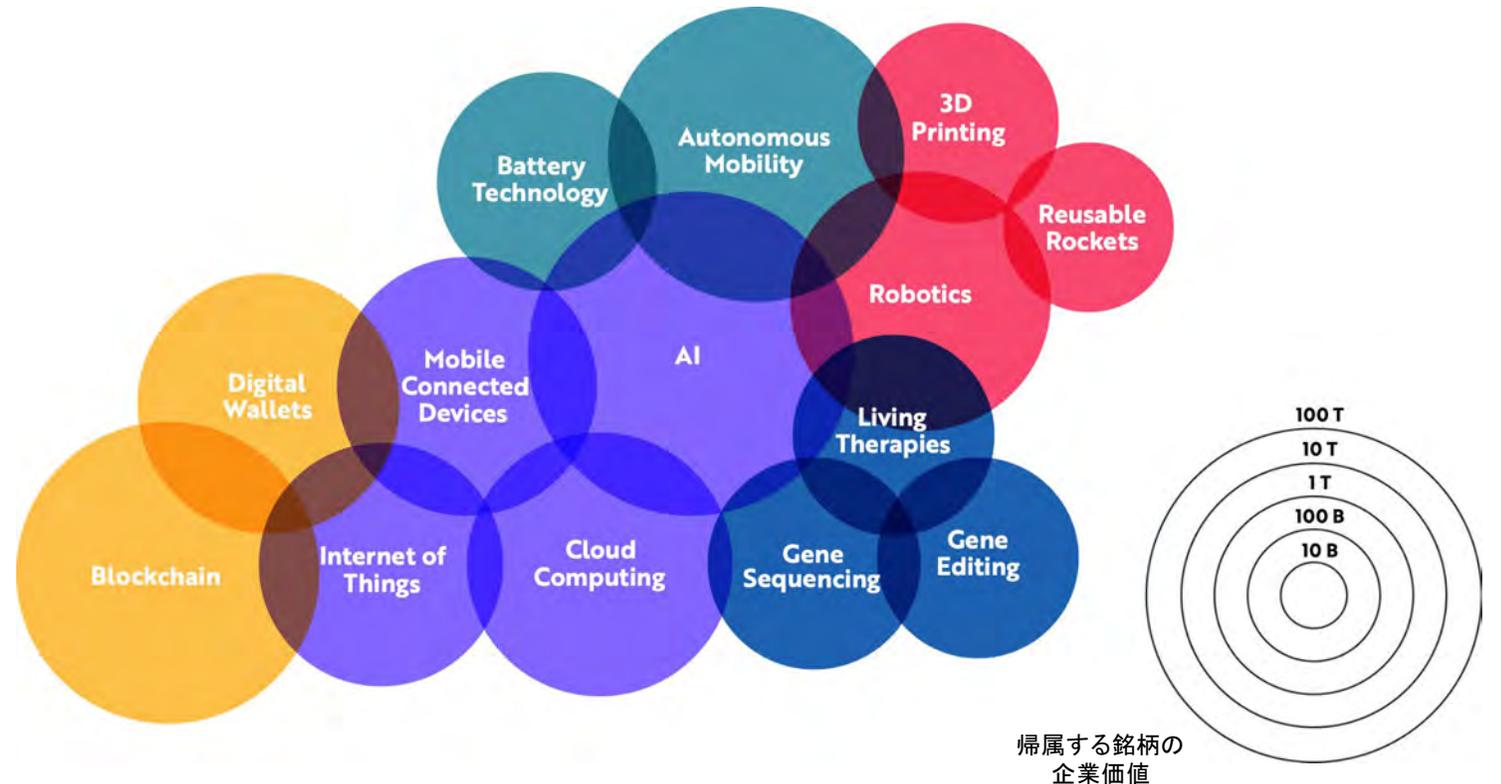


テクノロジーの融合が、そのポテンシャルを増幅する

融合するテクノロジー:

- ロボティクス、バッテリー技術および人工知能の融合は、輸送のコスト構造を崩壊させ、自動車、鉄道、航空会社の活動の経済性に影響を及ぼすとみられます。
- 次世代型DNAシーケンシング、AIおよび遺伝子治療の融合により、投資収益率が大幅に向上し、80年代・90年代に匹敵するヘルスケア黄金時代が到来する可能性があります。
- アプリケーション・プログラミング・インターフェース(API)、ソーシャルプラットフォーム、およびブロックチェーン技術の融合により、ビジネス市場と消費市場が統合され、金融エコシステムの支配的存在である仲介業者が排除される可能性があります。

2030年



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。2030年の予想企業価値は、ARK社予想のテクノロジー普及率に基づく個々のテクノロジーからの発生価値、創出される売上高、およびバリューチェーンの十分に投資可能な部分から生じるキャッシュフローから、重複部分を排除した予想です。2030年の市場価値は、市場参加者がバリューチェーンのモデル化部分をおよそ5%のキャッシュフロー利回りで評価するとの想定で算出しています。価値の発生が公開株式市場のみで起こることを示唆または想定するものではなく、またモデル化したテクノロジー分野における株式発行への資金提供や株式発行の想定を意味するものでもありません。

出所: ARK Investment Management LLC(2021年)

人工知能 (AI)

「超人化」を実現するテクノロジー

リサーチ担当者: William Summerlin、Frank Downing (ARKアナリスト)

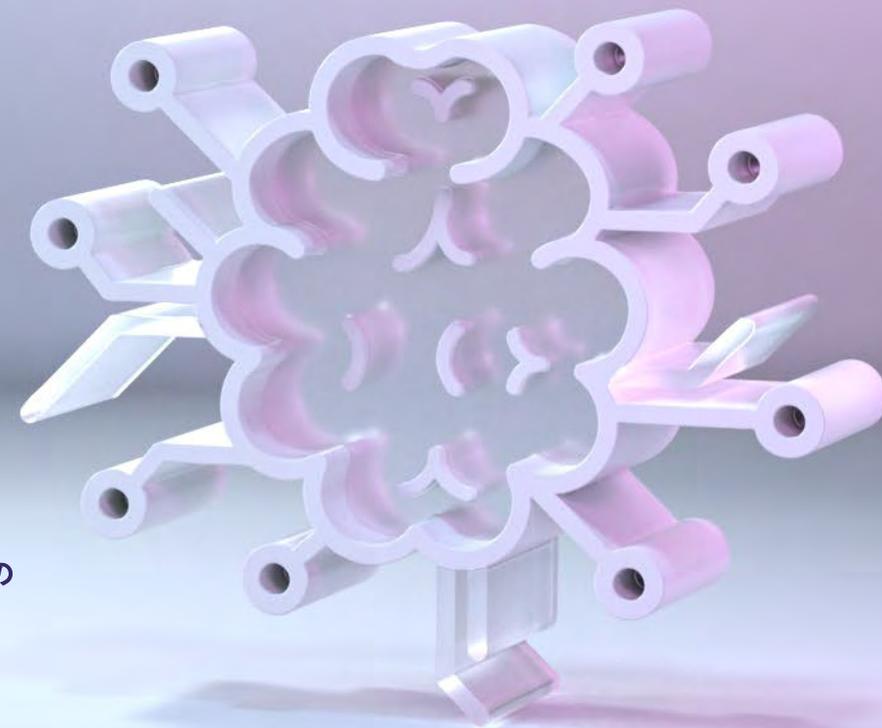
人工知能(AI)に知識を学習させるためのトレーニングコストは、AIの精度が飛躍的に向上する中、「ムーアの法則」^[1]の2倍以上のペースで低下していくものと予想されます。

AIは、ナレッジワーカー(知識労働者)の作業を自動化してその生産性を高め、単位労働コストを大幅に引き下げるはずで、当社のリサーチによると、AIのハードウェア企業およびソフトウェア企業の時価総額は年率約50%のペースで増加し、2021年の2.5兆米ドルから2030年には87兆米ドルへと拡大すると予想されます。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] ムーアの法則は集積回路に搭載されるトランジスタ数が2年ごとに倍増し、それにより計算コストを50%削減することが可能になるとしています。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021.



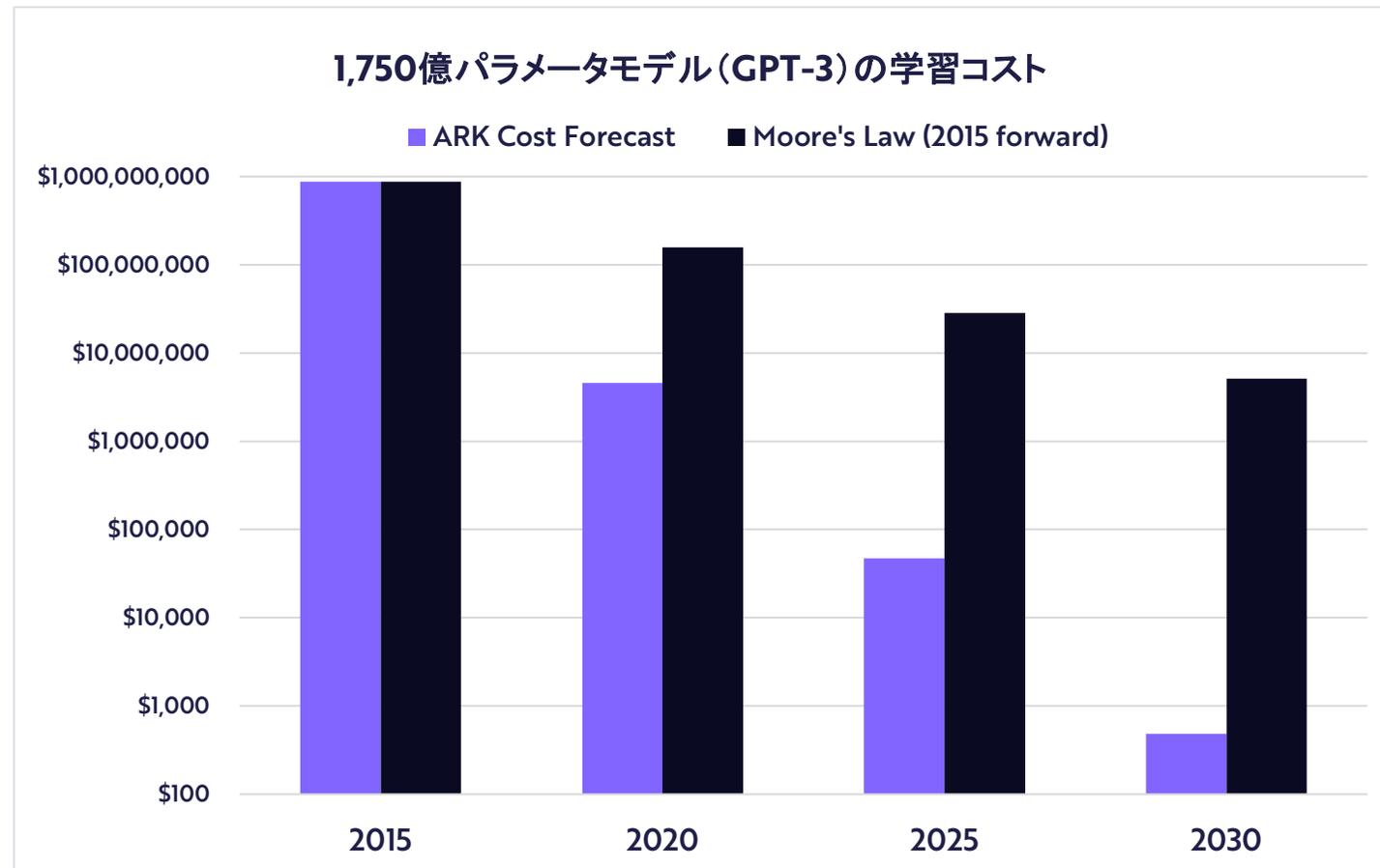


AIのトレーニングコストは「ムーアの法則」の2倍のペースで低下

「GPT-3」は、ディープラーニング(深層学習)を用いて翻訳から、詩を詠むことまで、あらゆる文章を生成する大規模な自然言語処理モデルです。

2015年から2020年にかけて、GPT-3対応のモデルを学習させるコストは、8億7,500万米ドルから460万米ドルへと、年率65%のペースで低下しました。当社のリサーチによると、2030年にはさらに4桁も小さくなり、500米ドルになる見込みです。

人間の脳には240兆個のシナプスがあるとされています。2021年に脳と同等量のニューラルネットワークを学習させるには25億米ドルのコストがかかるとされていましたが、今後は年率60%減のペースでコストが下がり、2030年には60万米ドルにまで低下すると予想されます。



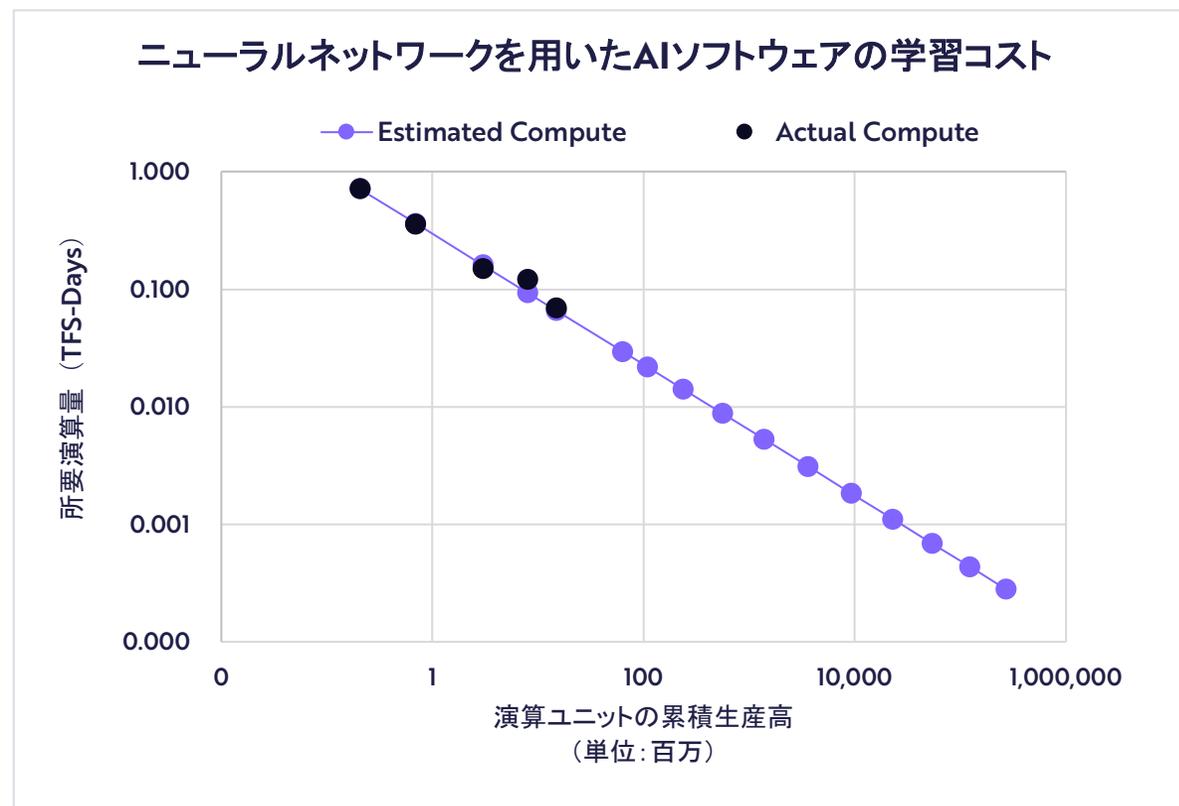
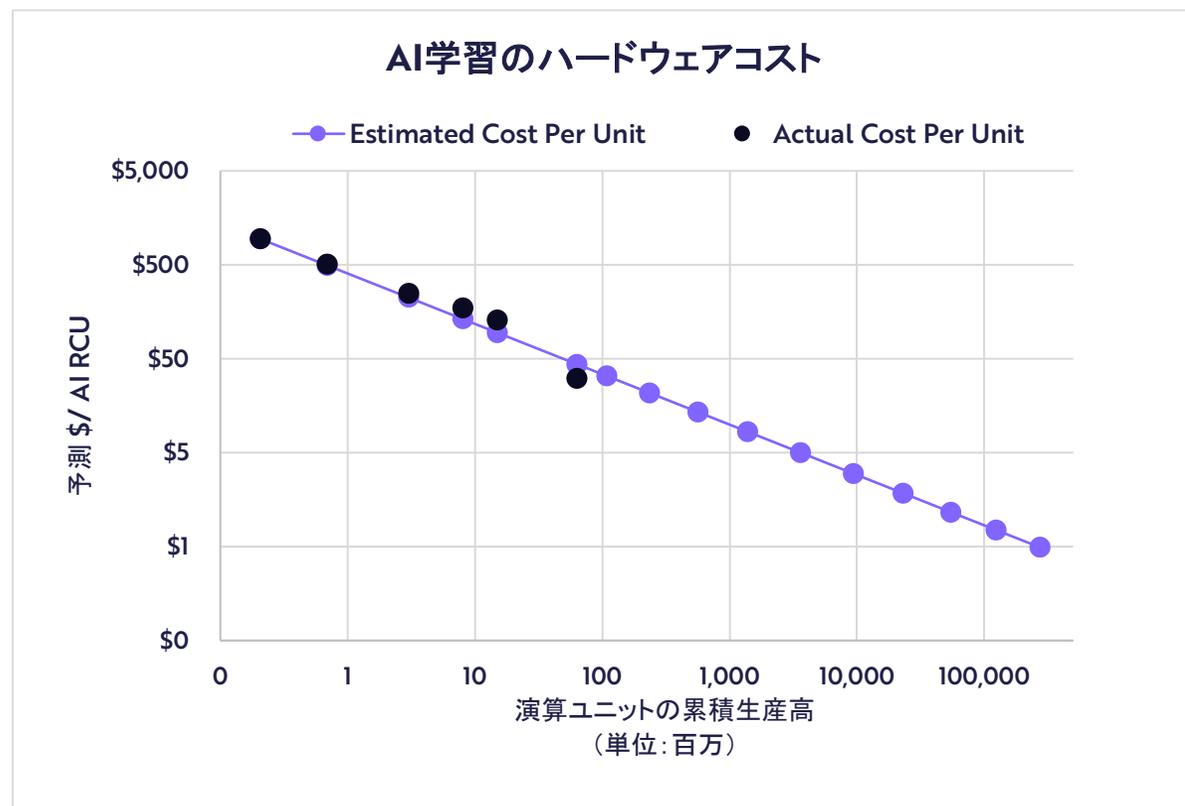
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Hernandez, Danny, and Tom Brown. "AI and Efficiency." OpenAI, OpenAI, May 2020, openai.com/blog/ai-and-efficiency/, NVIDIA, "Demystifying GPT-3." lambdalabs.com/blog/demystifying-gpt-3/, and "Brain Facts and Figures." faculty.washington.edu/chudler/facts.html.



「ライトの法則」が示すAIのハードウェアとソフトウェアのコスト低下

ライトの法則によれば、今後8年間でAIの相対演算ユニット(RCU)の製造コストは年率39%のペースで低下することになりますが、それに加えてソフトウェアの改善によってさらに年率37%のコストダウンが見込まれています。つまり、ハードウェアとソフトウェアの融合効果により、2030年までにAIの学習コストが年率60%のペースで削減できる可能性があるのです。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

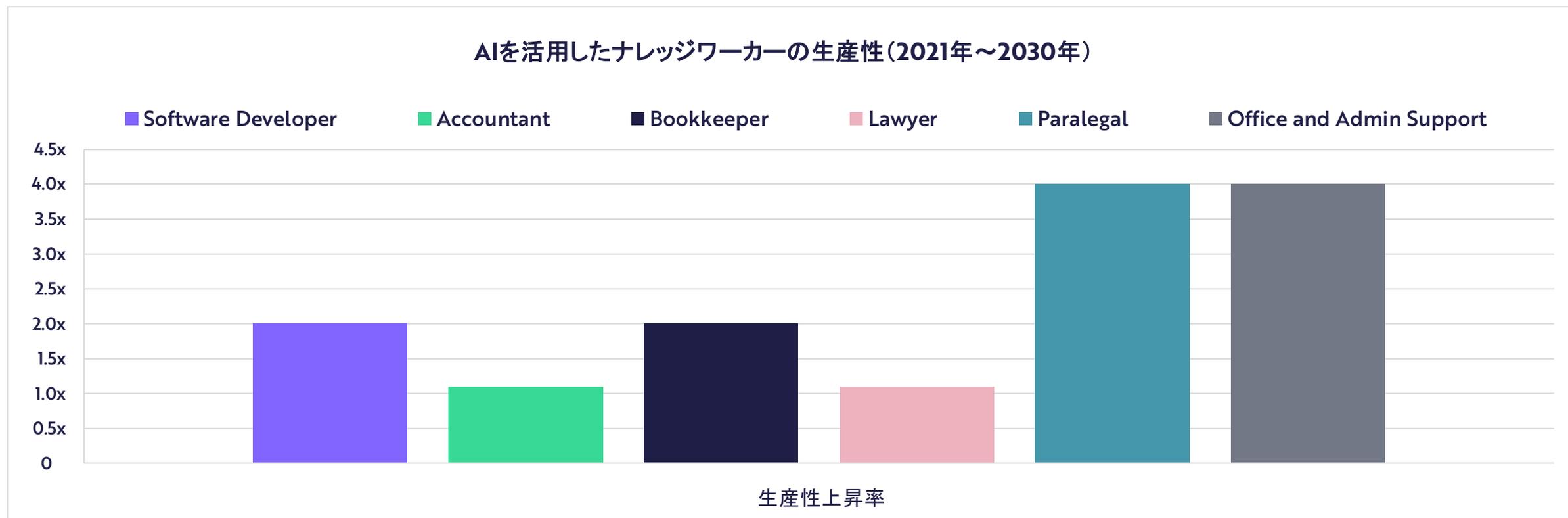
出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Hernandez, Danny, and Tom Brown. "AI and Efficiency." OpenAI, OpenAI, May 2020, openai.com/blog/ai-and-efficiency/, and NVIDIA.

TFS-Daysは、モデルの学習に必要な計算量を示す指標です。AIの相対演算ユニット(AI-Relative Compute Unit : RCU)は、NVIDIA K80(2014)のベースラインと比較した場合のAI学習における相対的な性能向上を測定するものです。



AIがナレッジワーカーのタスクを自動化し、生産性を向上させる

当社のリサーチによると、2030年までにAIの活用により、ナレッジワーカーの生産性が140%向上すると見込まれます。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | the US Bureau of Labor Statistics. "Occupational Employment and Wage Statistics." www.bls.gov/oes/current/oes_stru.htm, and McKinsey Global Institute. "A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity." mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/digital%20disruption/harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/mgi-a-future-that-works_full-report.pdf



事例： 「OpenAI Codex」は、既にコーディングタスクの37%を完了可能

Codexは、「赤いボールを画面上で跳ね返させろ」といった英語の文章コマンドからソフトウェアコードを自動生成することができ、将来的にソフトウェア開発者の作業時間を短縮できると考えられています。

現在、Codexはコーディング作業の37%をこなすことができますが、この割合は今後数年の間に大幅に拡大すると見込まれます。

```
/* Make a red ball bounce around the screen */
var canvas =
document.createElement('canvas');
canvas.width = window.innerWidth;
canvas.height = window.innerHeight;
document.body.appendChild(canvas);
var ctx = canvas.getContext('2d');
var ball = {
  x: canvas.width / 2,
  y: canvas.height / 2,
  radius: 20,
  speed: {
    x: 2,
    y: 2
  }
};
var draw = function() {
  ctx.clearRect(0, 0, canvas.width,
canvas.height);
  ctx.beginPath();
  ctx.arc(ball.x, ball.y, ball.radius,
0, Math.PI * 2, false);
  ctx.fillStyle = 'red';
  ctx.fill();
  ball.x += ball.speed.x;
  ball.y += ball.speed.y;
```

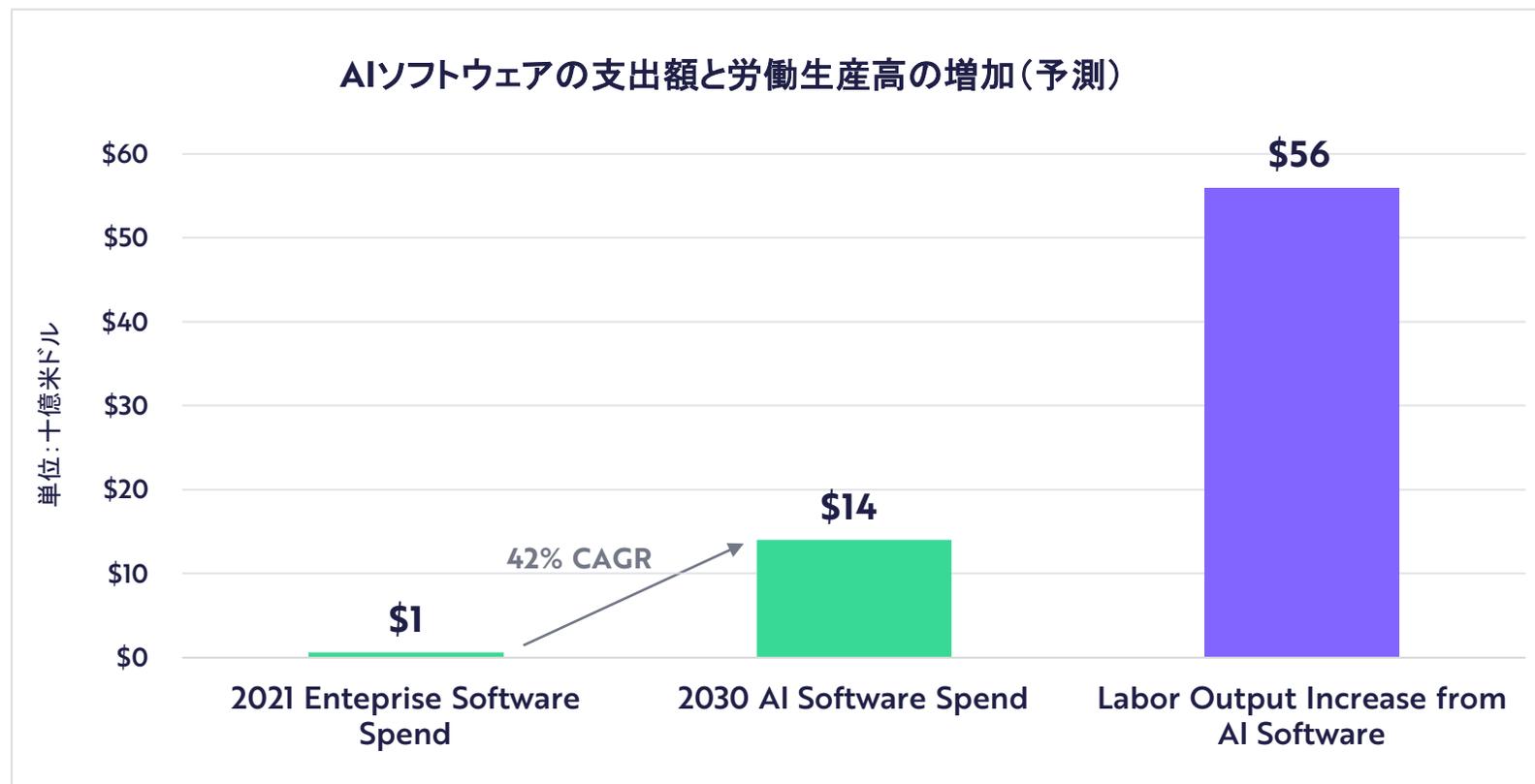


AIが生産性向上を加速

2030年までに、人工知能が世界のナレッジワーカーの生産高を年率9%のペースで押し上げる可能性が高いと考えられます。予想される人間の労働生産高は、AIを活用することで41兆米ドルから約97兆米ドルに拡大する見込みです。

ARKでは、企業のエンタープライズ・ソフトウェアに対する支出が年率42%のペースで拡大し、年間14兆米ドルに達するものと試算しています。

自動化によって生産性が140%向上する場合、AIソフトウェアは世界のナレッジワーカーの生産高を年率9%のペースで押し上げ、2030年には労働生産高が総額97兆米ドルに拡大すると考えられます。



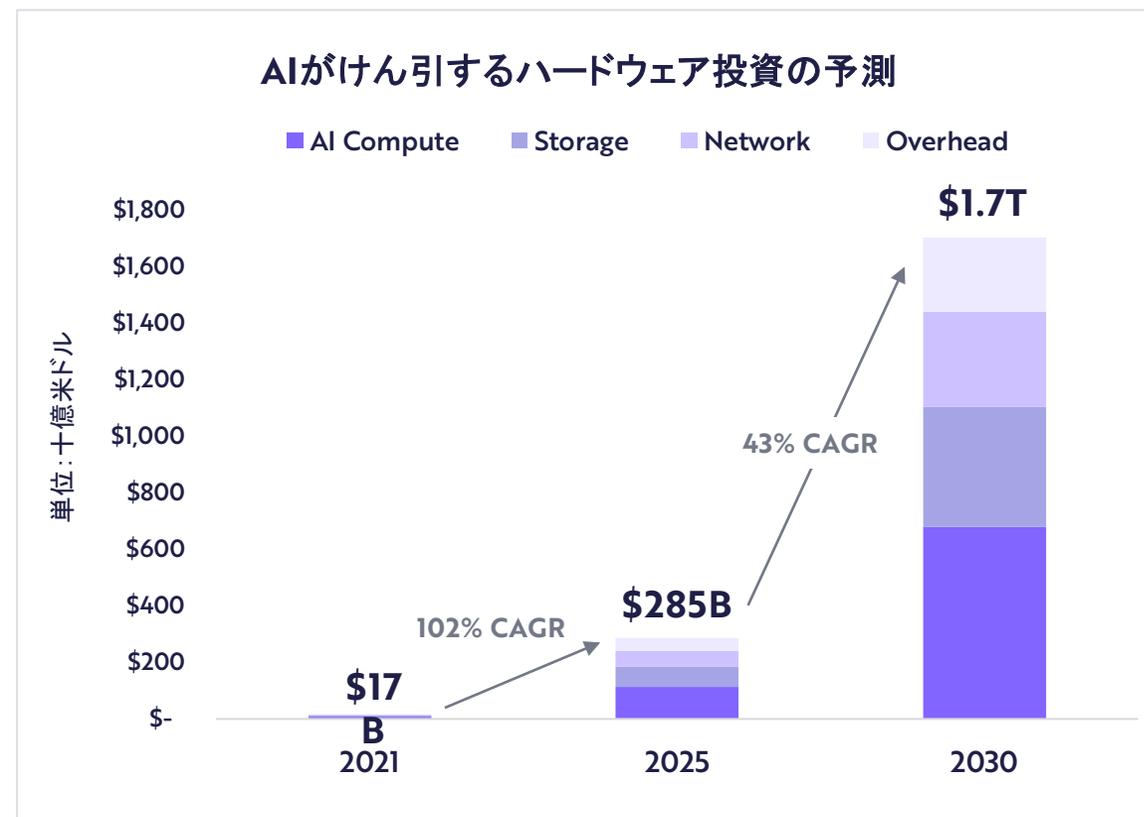
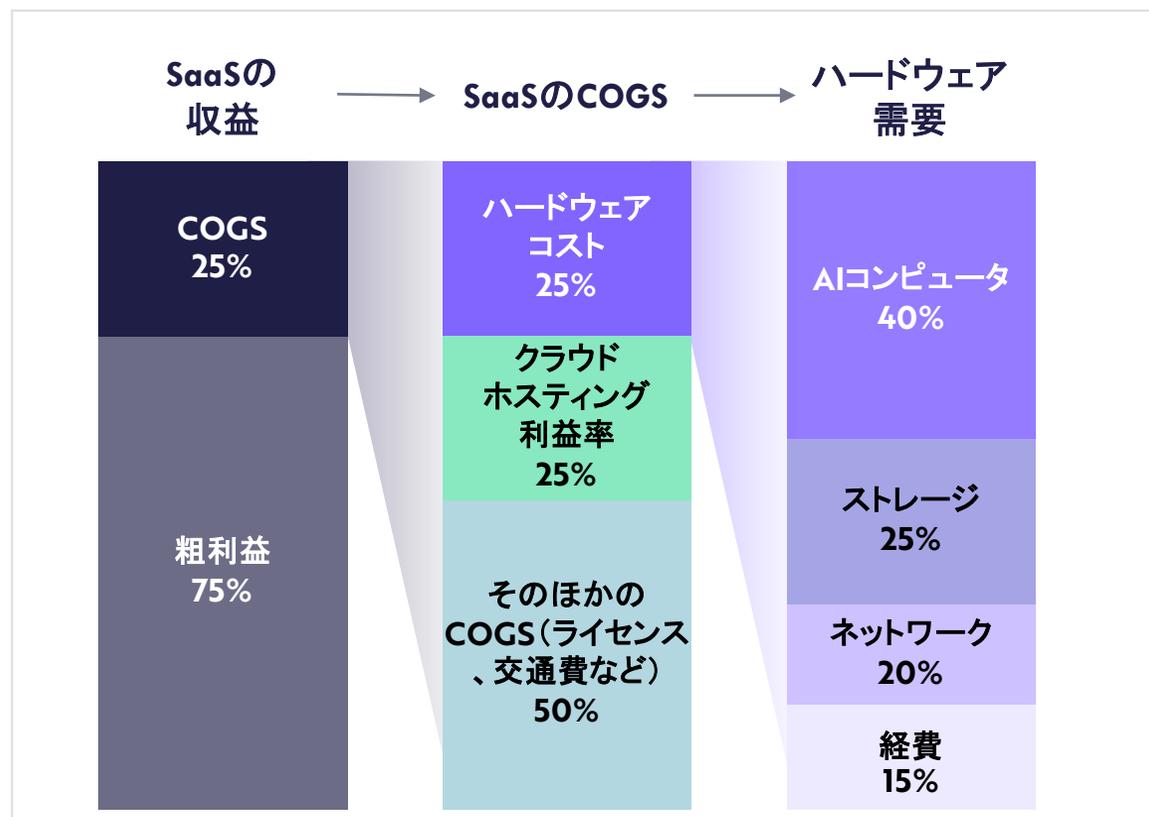
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。予想に中国は含まれません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | the US Bureau of Labor Statistics. "Occupational Employment and Wage Statistics." www.bls.gov/oes/current/oes_stru.htm, Gartner gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-10-20-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-exceed-4-trillion-in-2022, and McKinsey Global Institute. "A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity." mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/digital%20disruption/harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/mgi-a-future-that-works_full-report.pdf



AIソフトウェアがAIハードウェアの需要拡大をけん引

ARKの試算では、SaaS企業は売上原価(COGS)の50%以上をインフラのホスティングに費やしています。AIソフトウェアの需要が高まれば、それに伴いハードウェア需要も拡大する可能性があります。

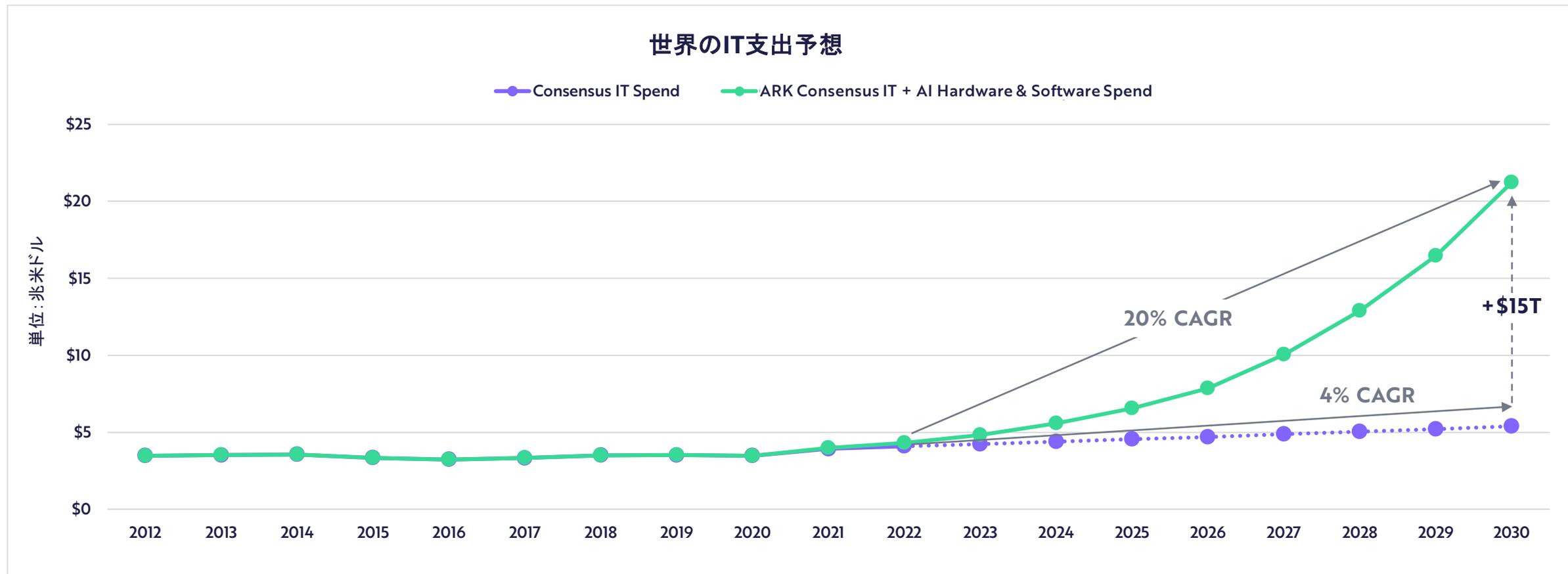


上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | a16z. "The Cost of Cloud..." <https://a16z.com/2021/05/27/cost-of-cloud-paradox-market-cap-cloud-lifecycle-scale-growth-repatriation-optimization/>, Gartner [gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-10-20-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-exceed-4-trillion-in-2022](https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-10-20-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-exceed-4-trillion-in-2022), and IDC. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47961621>. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47528921>. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47525621>. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47525621>.



2030年までに、全世界におけるAI関連のソフトウェアとハードウェアへの支出は コンセンサス予想の3倍以上に増加する可能性

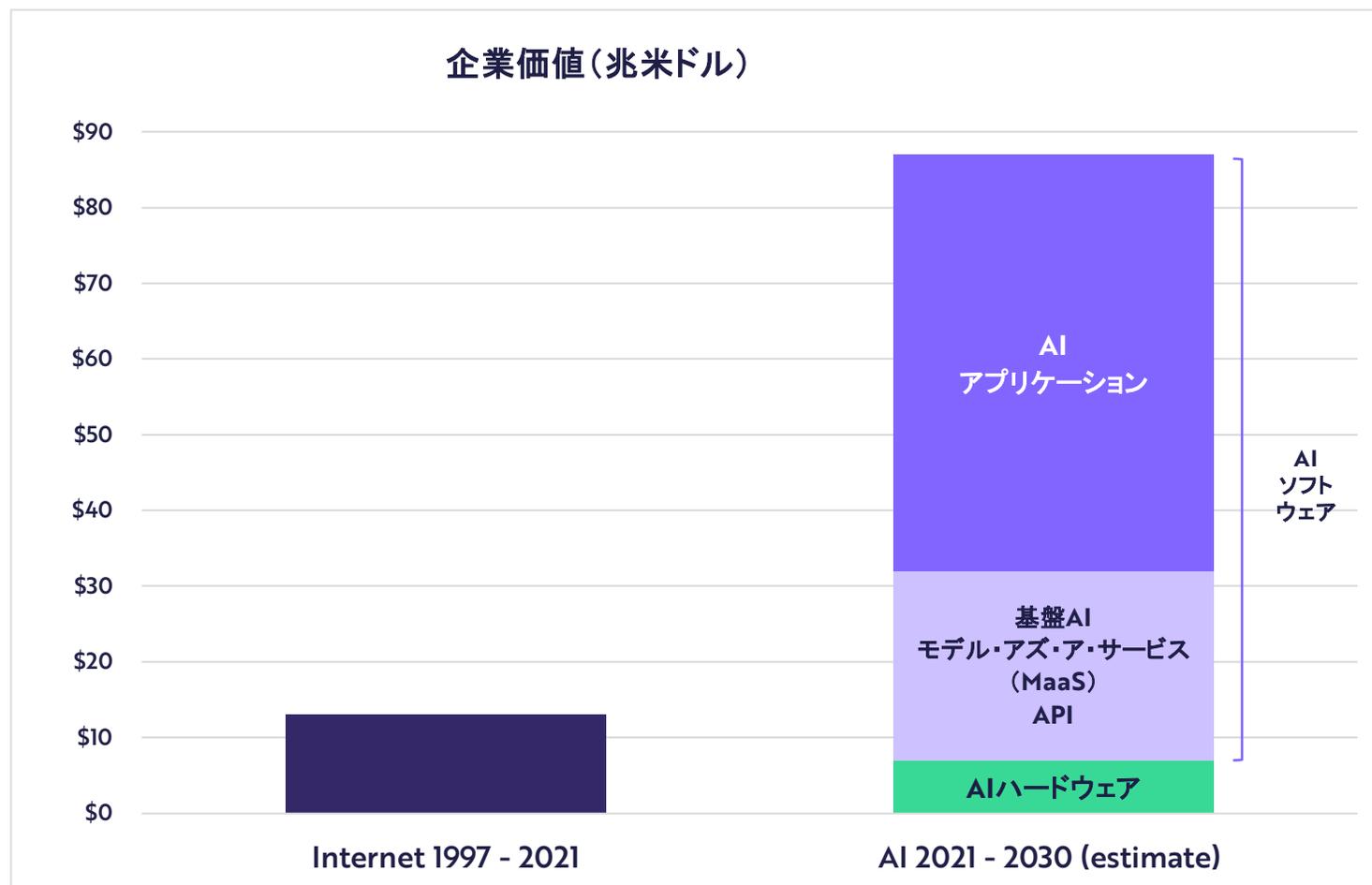




2030年までに、AI関連企業の企業価値は約2.5兆米ドルから87兆米ドルに拡大する見込み

2030年までに、AIソフトウェア企業の年間売上高は合計14兆米ドルに達すると予想されます。その結果もたらされる4兆米ドルのフリーキャッシュフローにより、企業価値が2021年の2.3兆米ドルから2030年には80兆米ドル超に増加する可能性があります。つまり、今後9年間で年率48%のリターンを生み出す可能性があります。

同様に、2030年までにAIハードウェア企業の年間売上高は合計1.7兆米ドルに達する見込みです。また、その結果もたらされる3,500億米ドルのフリーキャッシュフローにより、企業価値が7兆米ドルに増加する可能性があります。つまり、今後9年間で年率57%のリターンを生み出す可能性があります。



デジタルコンシューマー

オンラインでより多くの時間とお金を使う

リサーチ担当者: Nicholas Grous (ARKアナリスト)、Andrew Kim (ARK アナリスト・インターン)

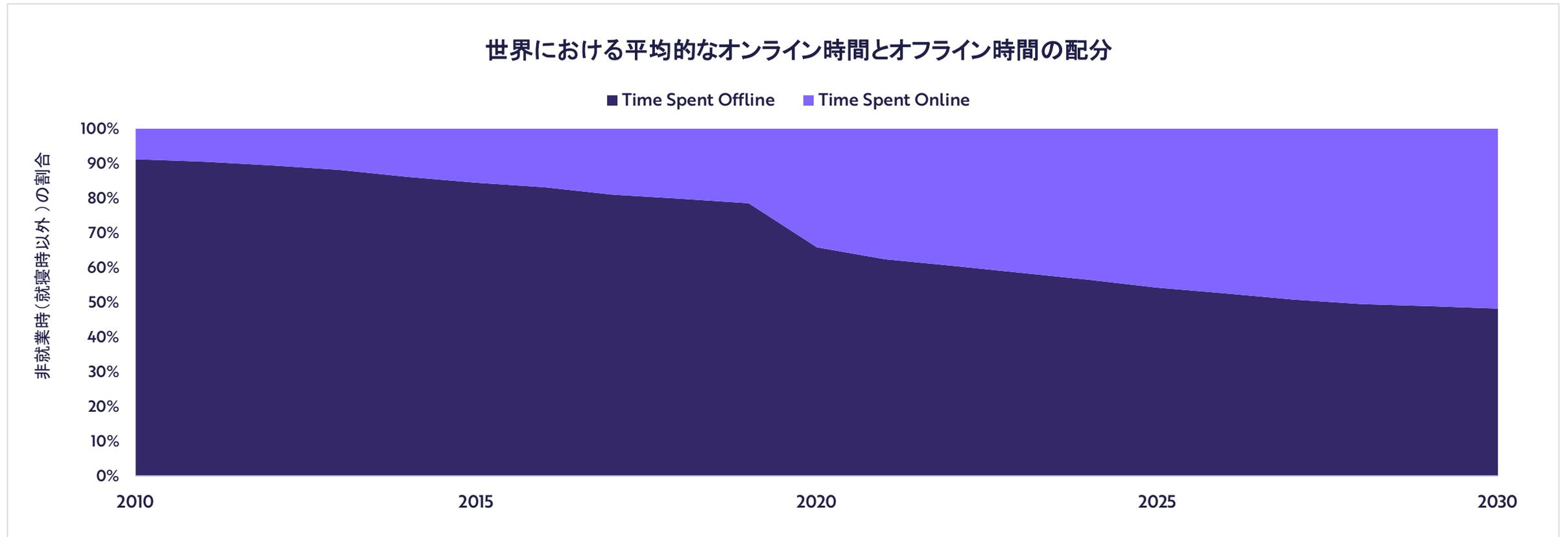
デジタルネイティブである新世代の消費者たちは、ますます多くの時間をオンラインでの交流、娯楽、購入に費やしています。デジタルが私たちの日常生活に浸透するにつれ、オンラインのエンターテインメント支出、広告支出、Eコマースプラットフォームの手数料等で測定される市場規模は、今後5年間にわたり年率18%のペースで成長し、現在の1.1兆米ドルから2026年には4.1兆米ドルに達すると予想されます。





デジタルがますます日常生活の一部に

新型コロナウイルス感染症が引き起こした危機により、私たちの生活はオフラインからオンラインへと加速度的に移行しました。当社では、2021年にインターネットユーザーが1日の非就業時間のうち平均で38%をオンライン、62%をオフラインで過ごしたと推定しています。2030年には、この割合が逆転し、人々は非就業時間の52%をオンライン、48%をオフラインで過ごすと予想されます。



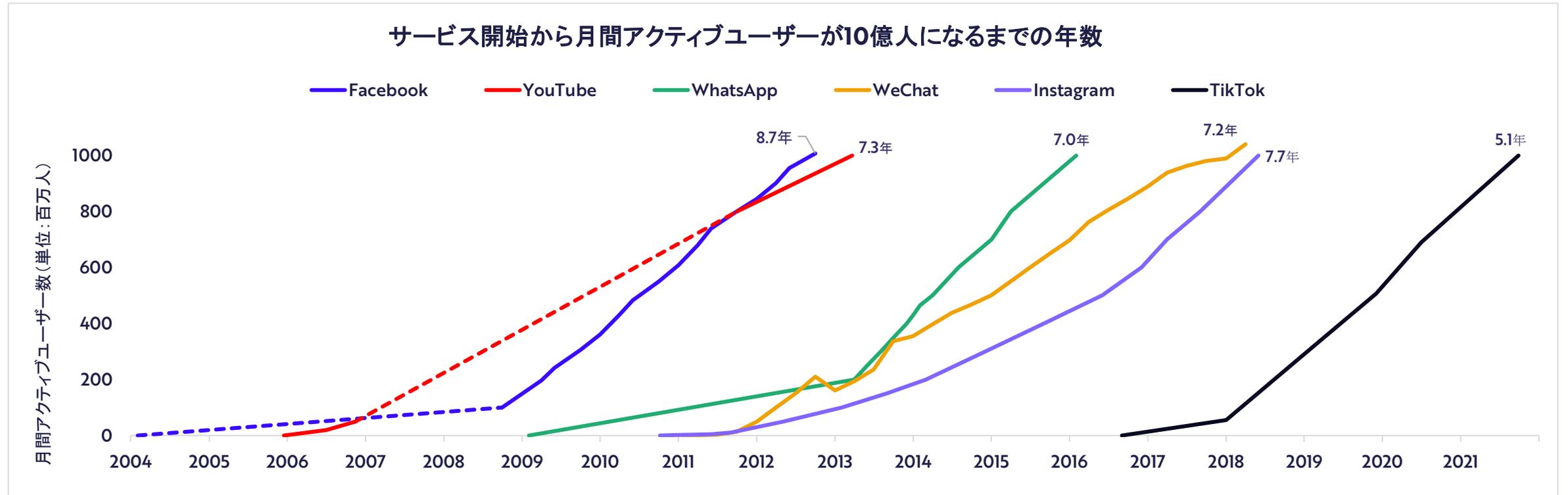
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | eMarketer, Federal Reserve Economic Data, Organization for Economic Cooperation and Development, United States Census Bureau, United States Department of Labor, and World Bank Group.



ソーシャルプラットフォームはかつてない規模に拡大中

オンラインプラットフォームの加速度的な普及により、企業や個人は世界中のユーザーにリーチすることができるようになりました。現在、6つのプラットフォームの月間アクティブユーザーが10億人を超えるほか、月間アクティブユーザーが1億人以上のプラットフォーム数は29にのぼっています。



投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

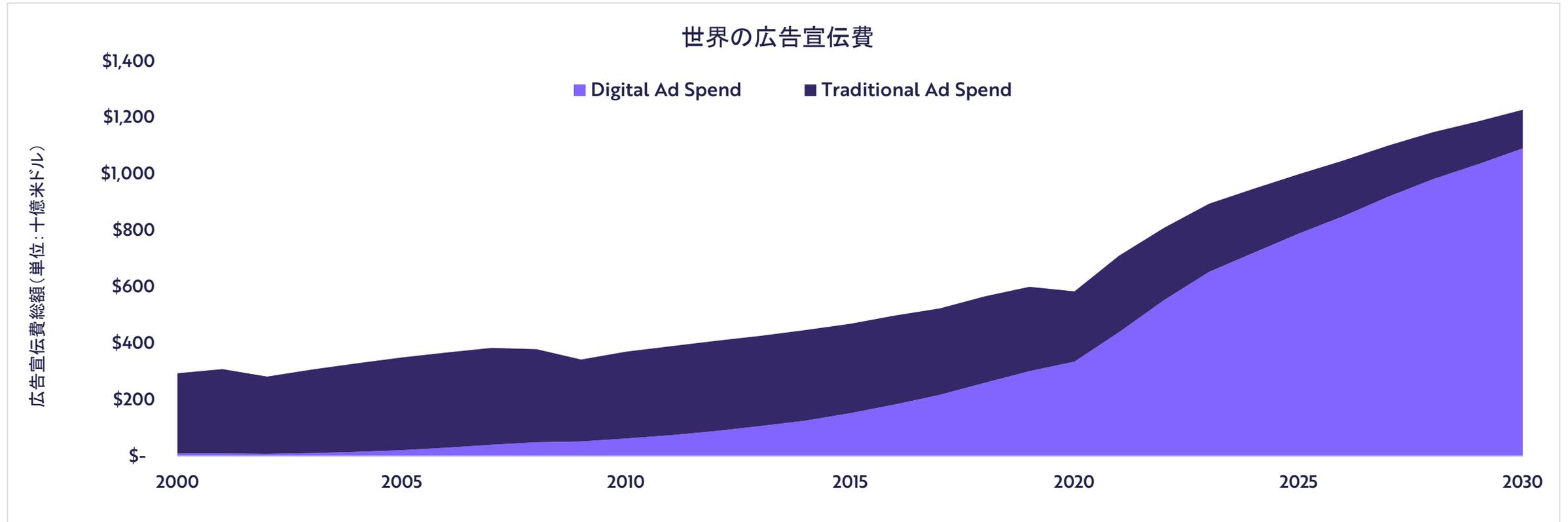
出所: ARK Investment Management LLC, 2021, "List of social platforms with at least 100 million active users," Wikipedia, last accessed January 18, 2022,

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_social_platforms_with_at_least_100_million_active_users, | CNBC, Meta Platforms, TechCrunch, Tencent Holdings, and USA Today.



デジタル広告は消費者にリーチするための主要なチャネル

新型コロナウイルス感染症のパンデミックの最中は従来型の広告収入が落ち込んだ一方、デジタル広告がシェアを伸ばしました。2021年末には、世界のデジタル広告費の総額がおよそ4,400億米ドルに達し、広告市場全体の62%を占めました。ARKでは、世界のデジタル広告市場が今後8年間にわたり年率11%のペースで成長し、2029年末には広告費が1兆米ドルを突破すると予想しています。



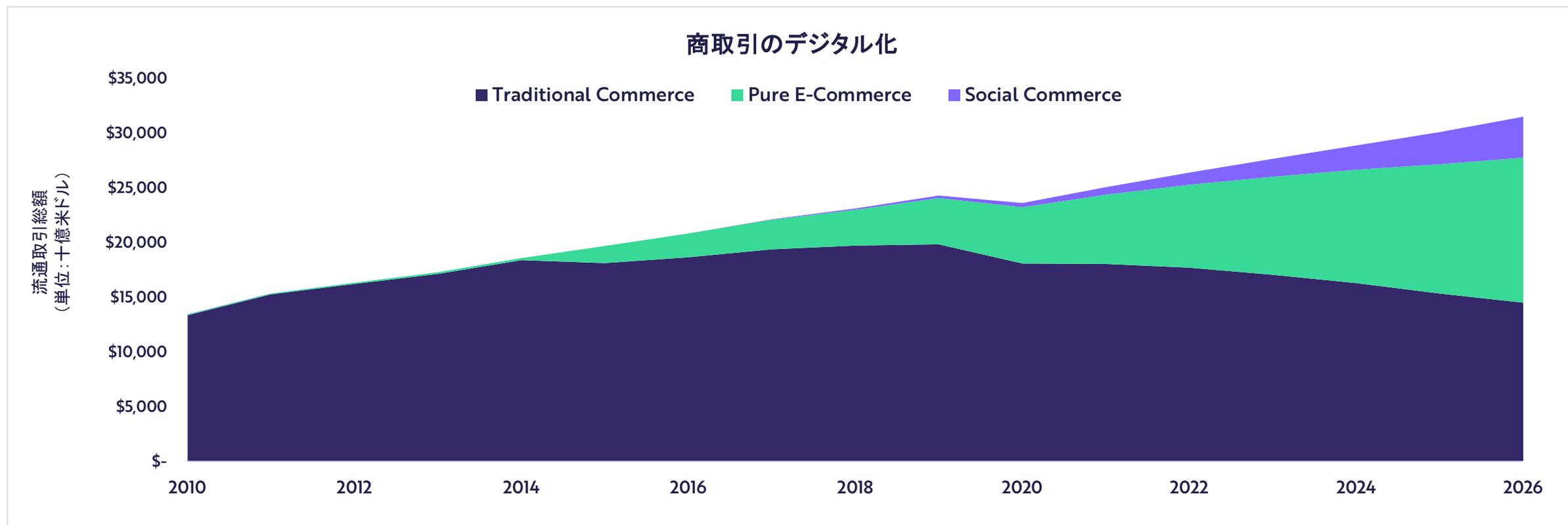
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Kagan Research and MAGNA Global USA.



オンラインショッピングの次の波はソーシャルコマース

ソーシャルコマースは、正しく導入すればオンラインショッピングの利便性とソーシャルメディアのネットワーク効果を融合させることができます。ARKでは、ソーシャルコマースの流通取引総額(GMV)が今後5年間で年平均41%のペースで増加し、3.7兆米ドルに達すると予想しています。現在、ソーシャルコマースがEコマース全体に占める割合は10%未満ですが、2026年には22%へと倍増すると予想しています。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

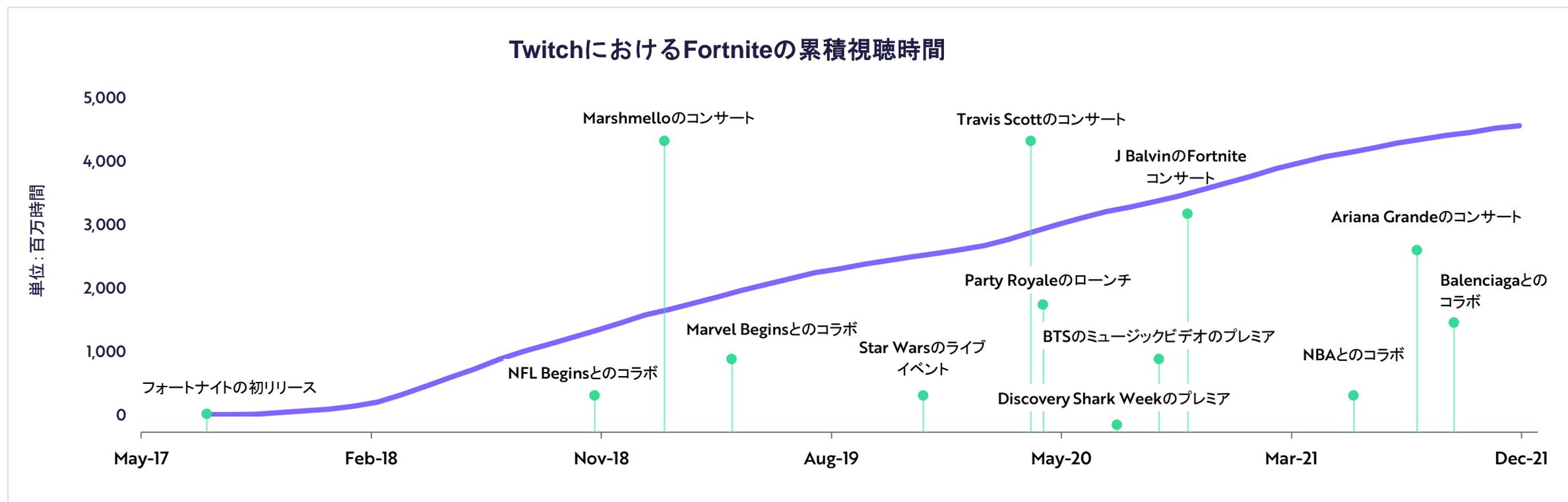
注) ARKではソーシャルコマースを、ソーシャルメディアプラットフォームで行われる物理的な商品のオンライン販売、またはEコマースプラットフォーム経由でソーシャル機能を介した物理的な商品の販売と定義しています。

出所: ARK Investment Management LLC 2021 | Bond Capital, CEIC Holdings, China Internet Watch, Digital Commerce 360, eMarketer, EuroCommerce, FTI Consulting, Invesp, National Bureau of Statistics of China, and U.S. Census Bureau.



新しいソーシャルプラットフォームとしてのゲーム

Fortniteは、ソーシャルゲームへの大規模な移行を示す良い例です。2017年に一人用のバトルロワイアルゲームとして発売されたFortniteは、現在では数百万人規模のプレイヤーを対象に仮想コンサートを開催し、ユーザーがたむろする専用スペースも設けています。ARKでは、今後の「仮想世界」の台頭に伴い、ビデオゲームのコンテンツとサービスの規模が年平均15%のペースで成長し、2021年の約2,000億米ドルから2026年には4,000億米ドル以上に拡大すると予想しています。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

ARKのゲーム産業に関する推定および見通しは、ゲームソフトおよびサービスのみを対象としており、関連するハードウェアおよびアクセサリの売上を含みません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Epic Games, NPD Group, and TwitchTracker.



非就業時のオンライン活動から生じる収益が、現在の1.8兆米ドルから2026年には4.1兆米ドルに増加する見込み

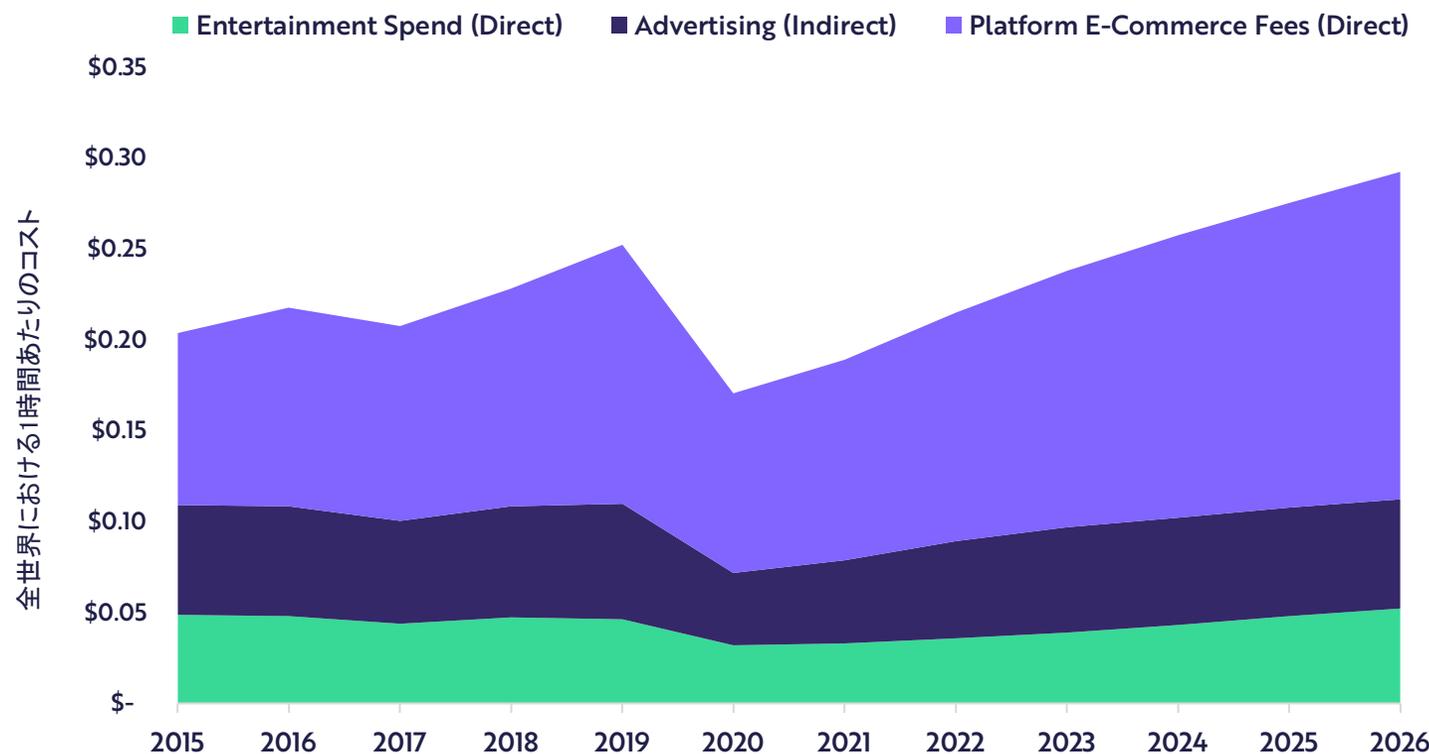
ARKでは、オンライン収益を3つのセグメントに分類しています。

- エンターテインメント支出
- 広告費
- Eコマースプラットフォームの手数料

ARKの研究によると、今後5年間で、この市場は1時間あたりのコストで0.19米ドルから0.29米ドルに成長する見込みです。

総収益ベースでは、今後5年間に年率18%のペースで成長し、現在の1.8兆米ドルから2026年には4.1兆米ドルに達すると予測しています。

非就業時のオンライン活動における1時間あたりの収益予想



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | CEIC Data, China Internet Watch, Department of Labor and Training, Digital Commerce 360, EuroCommerce, eMarketer, Federal Reserve Economic Data, FTI Consulting, Invesp, Mary Meeker, National Bureau of Statistics of China, Newzoo, NPD Group, Organization for Economic Cooperation and Development, Statista, US Census Bureau, the World Bank, and US Bureau of Labor Services.

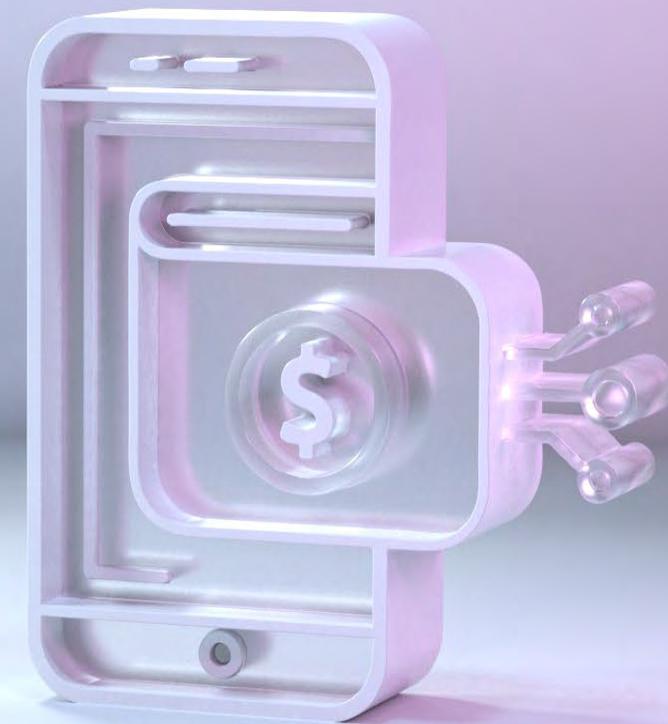
デジタルウォレット

従来型の銀行業務を根本から覆す

リサーチ担当者: Max Friedrich (ARKアナリスト)、Nishita Jain (ARKリサーチアソシエート)

現在、VenmoやCash Appをはじめとする世界のデジタルウォレットは、優れたユーザー体験と著しく低い顧客獲得コストを追い風に、証券投資や融資など従来の金融サービスにも進出しつつあります。

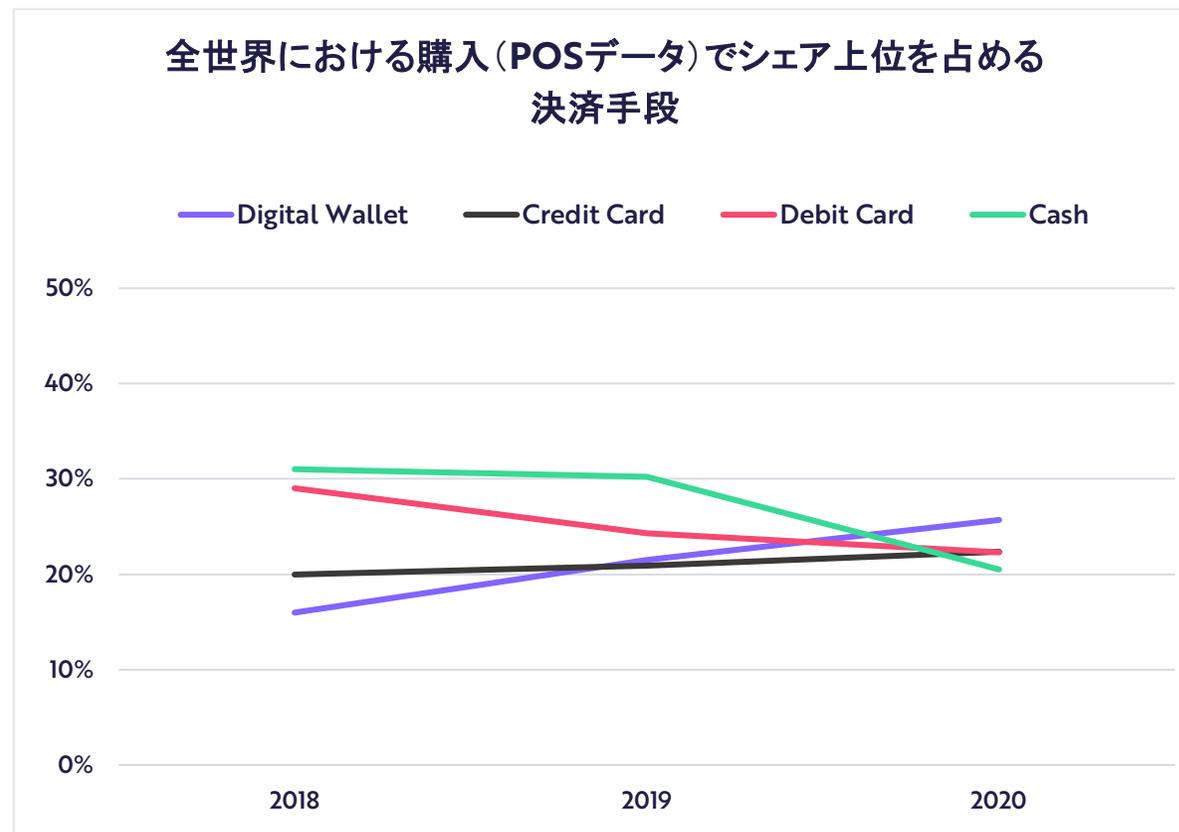
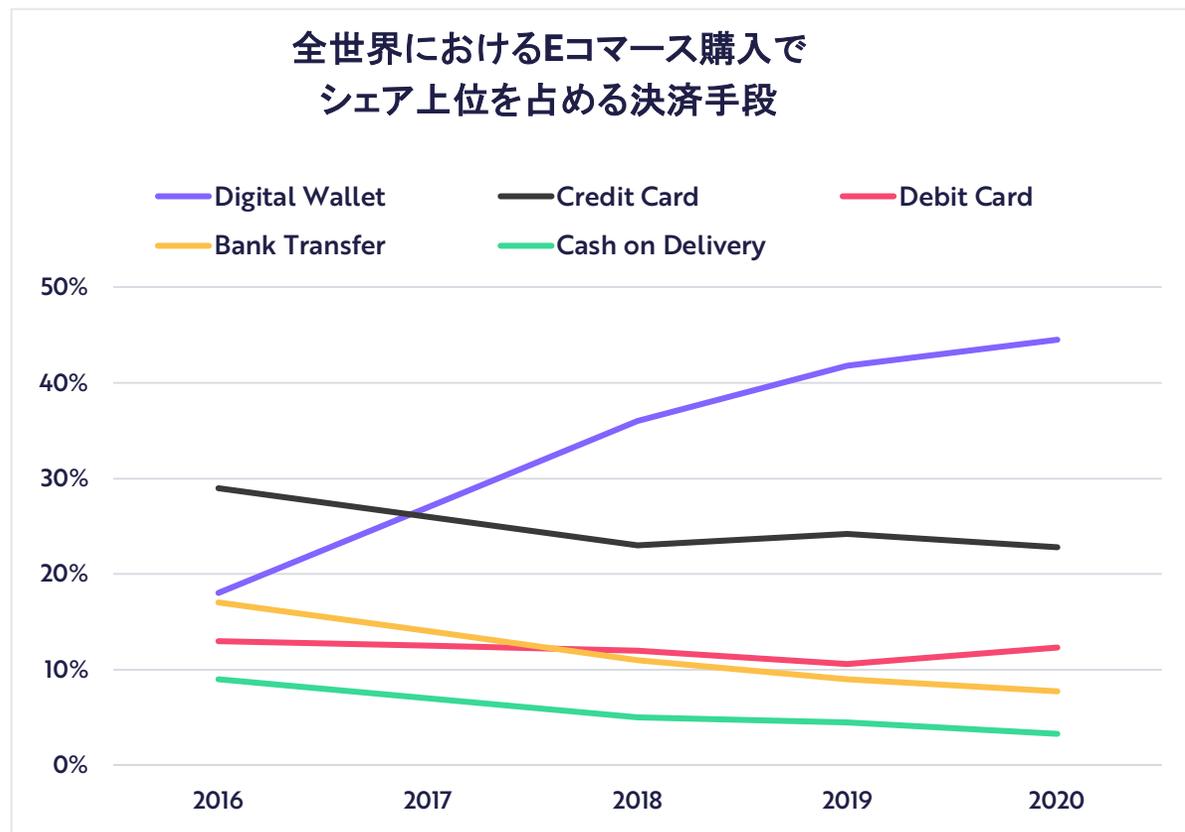
ARKでは、今後5年間で米国のデジタルウォレット企業の時価総額は4,000億米ドル超から5.7兆米ドルへと年率69%のペースで拡大し、世界全体では1.1兆米ドルから20兆米ドルへと年率78%のペースで拡大するものと予想しています。





デジタルウォレットはオフラインとオンラインを合わせた場合でも最大の決済手段

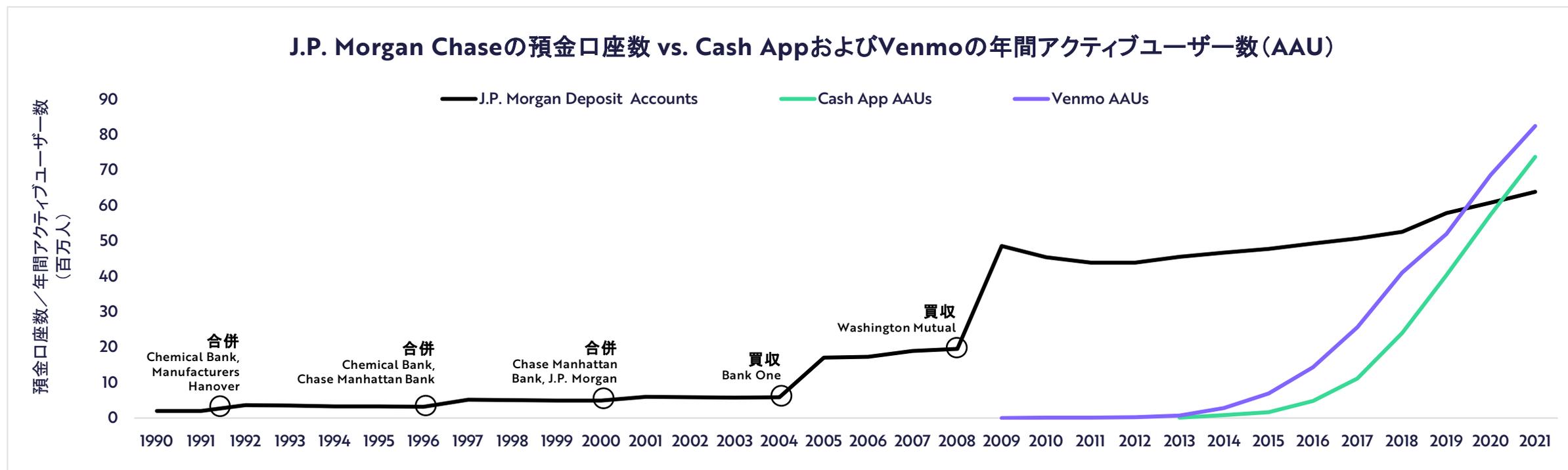
2017年以降、デジタルウォレットはEコマース決済で圧倒的なシェアとなっており、昨年はPOS(販売時点情報管理)決済額で現金を上回りました。これは、新型コロナウイルス感染症のパンデミックで人々の決済に対する考え方が変化したことによるものと考えられます。





デジタルウォレット利用者数は、米大手金融機関の預金口座保有者数を超えた

公開されているデータによると、デジタルウォレットの年間アクティブユーザー数(AAU)は、SquareのCash App (8年前にサービスを開始)が7,400万人、PayPalのVenmo (11年前にサービスを開始)が8,200万人にのぼります。一方、J.P. Morgan Chaseは、預金口座保有者数が6,000万人を突破するまでに5回の買収を経て、30年以上かかっています¹。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] 報告制度の改正により、2010年以前は10万米ドル未満の預金口座数、2010年以降は25万米ドル未満の預金口座数です。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC) Statistics on Depository Institutions (SDI) and RIS.



顧客獲得戦略によって異なるデジタルウォレット企業

| 顧客獲得 | ピア・ツー・ピア (個人間;「P2P」) | ランド・アンド・ エクスパンド | 金融サービスへの垂直統合 | マーチャント・ファースト |
|------|--|--|--|---|
| 市場構造 | P2P決済や国境を越えた決済の手段に苦勞している先進国と発展途上国 | 金融サービスにおいて単一のユースケース(利用者があるシステムを用いて特定の目的を達する)を最適化する機会がある先進国と発展途上国 | 金融サービスの普及率が低い発展途上国 | 金融サービスが既に確立されていて、P2P決済が顧客獲得戦略として魅力的でない多くの先進国 |
| 戦略 | P2Pネットワークは有機的に成長しているが、ブランドやインフルエンサーとのパートナーシップによって成長が加速する可能性がある | 顧客の信頼関係を活かした、他商品のクロスセル | 金融サービスへの展開。景品や特典を提供することも多い | 既存加盟店との関係を利用し、主にキャッシュバック・キャンペーンでリテール顧客を獲得 |
| 企業例 |     |     |     |   |



顧客獲得戦略の差別化により、顧客獲得コストを削減

米国における従来型の金融機関が新規顧客獲得に要する純費用は、マーケティングコストが約750米ドルで、支店賃料などを含めた合計コストは約2,500米ドルとなっています。

ネットワーク効果、バイラルマーケティング(急激に広がるマーケティング)、非常に優れたバリュー・プロポジション(顧客に提供する価値の組み合わせ)のおかげで、デジタルウォレットプロバイダーの新規顧客獲得のコストはわずか1米ドル程度です。このため、余裕資金を投資に回すことにより、市場シェアを拡大する余地が生まれます。



投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021, Company information and ARK Estimates



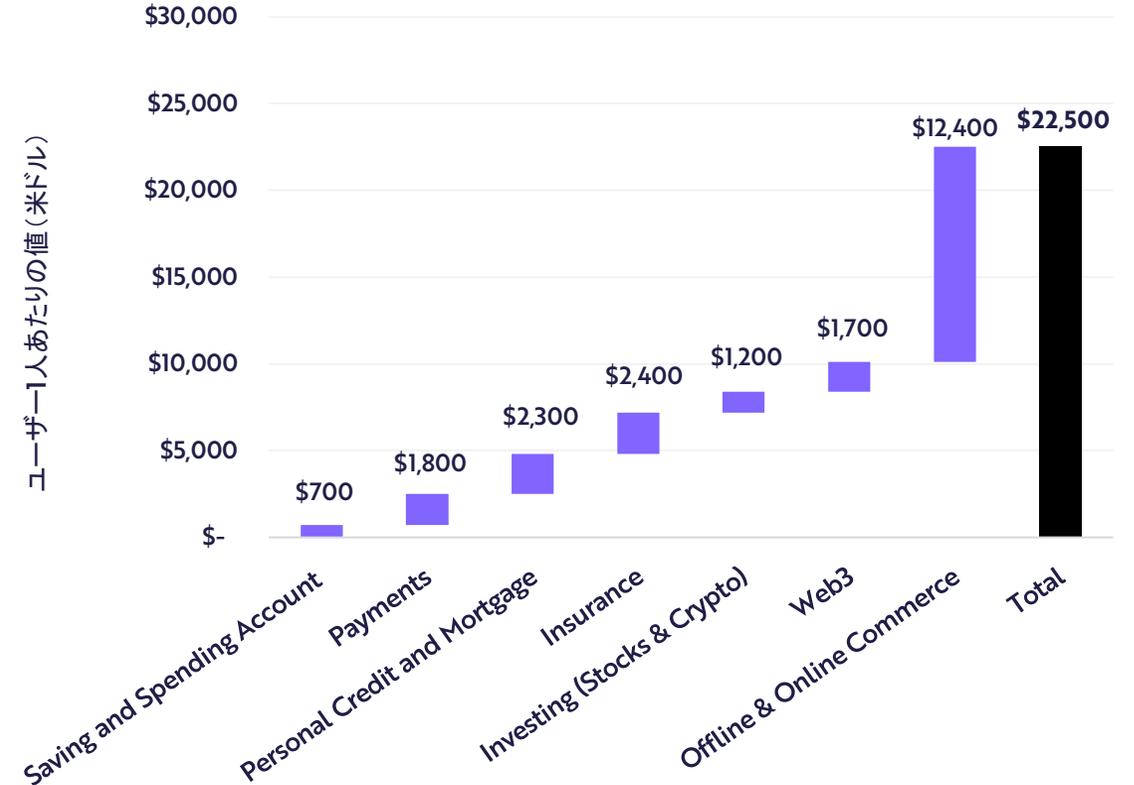
米国のデジタルウォレットユーザーの 1人当たりの顧客生涯価値は 22,500米ドルに上る可能性

ARKでは、デジタルウォレットが消費者向け金融サービスのダッシュボード的存在となる場合、当該の金融サービス売上高の正味現在価値は、米国の平均的利用者1人当たり10,000米ドル程度になると予測しています。

金融サービスの他にも、デジタルウォレットは オフラインおよびオンライン商取引で潜在顧客を獲得できるプラットフォームとなり、利用者の正味現在価値を12,000米ドル以上押し上げる可能性があります。

デジタルウォレットはまた、非代替性トークン(NFT)などのWeb3資産への入り口としても機能する可能性があります。ARKでは、Web3のマネタイゼーション(収益化)が進むに伴い、ユーザー1人当たりの正味現在価値がさらに1,700米ドル増加すると試算しています。

米国における平均的なデジタルウォレットユーザー
1人あたりの潜在価値



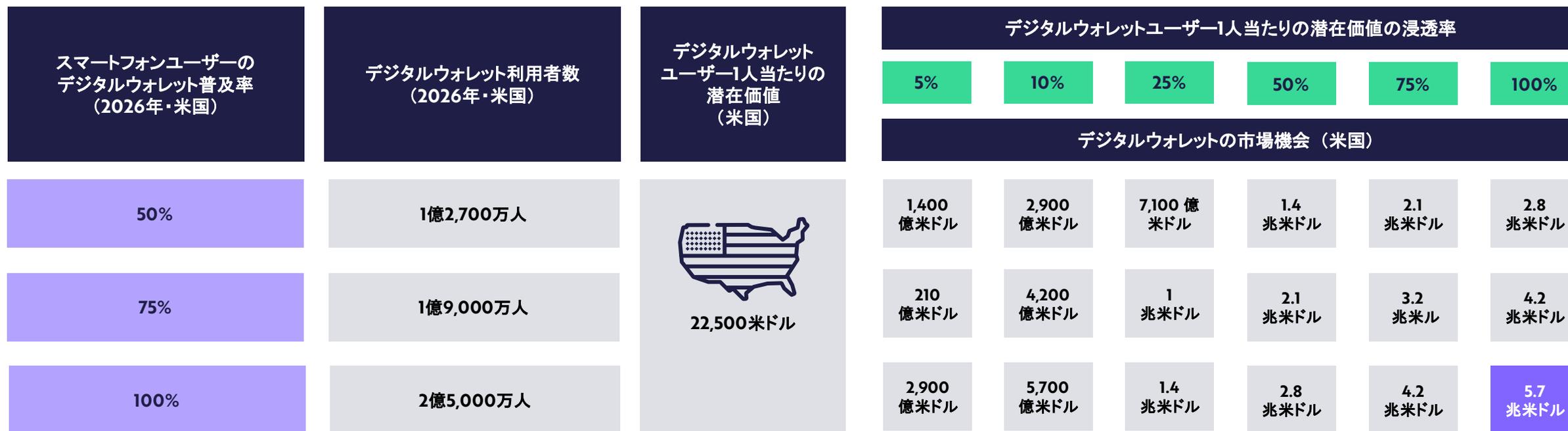
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021.

Web3を除き、すべての正味現在価値は2020年または2021年を基準としています。「オフラインおよびオンライン商取引」では、オフラインおよびオンライン販売における米国の平均的消費者の総支出額について、デジタルウォレットが顧客獲得手数料を得るものと想定しています。「保険」では、米国消費者1人当たりの平均保険料において、デジタルウォレットが顧客獲得手数料を得るものと想定しています。「預金・支払口座」では、米国連邦準備制度理事会の定義による米国の決済性預金の平均残高において、デジタルウォレットが預金金利と無リスク金利のスプレッドを得る、または純利息収入において顧客獲得手数料を得るものと想定しています。「オフラインおよびオンライン決済」では、オフラインおよびオンライン販売における米国の平均的消費者の総支出額に対して、デジタルウォレットが手数料を得るものと想定しています。「個人向け融資」と「住宅ローン」では、デジタルウォレットが米国消費者の個人向け融資平均残高からの利息収入の金利と無リスク金利とのスプレッドを得る、または純金利収入に対して顧客獲得手数料を得るものと想定しています。「投資」では、デジタルウォレットが証券会社および暗号通貨取引所を利用する米国の平均的消費者からの収益(売買委託手数料を除く)を得ると想定しています。「Web3」では、ARKが予測した2026年のWeb3流通取引総額(GMV)について、デジタルウォレットが顧客獲得手数料またはファーストパーティマーケットプレース手数料を得ると想定しています。



米国のデジタルウォレットの市場機会は年率69%のペースで拡大し、2021年の4,000億米ドル超から、2026年には5.7兆米ドルに達する可能性

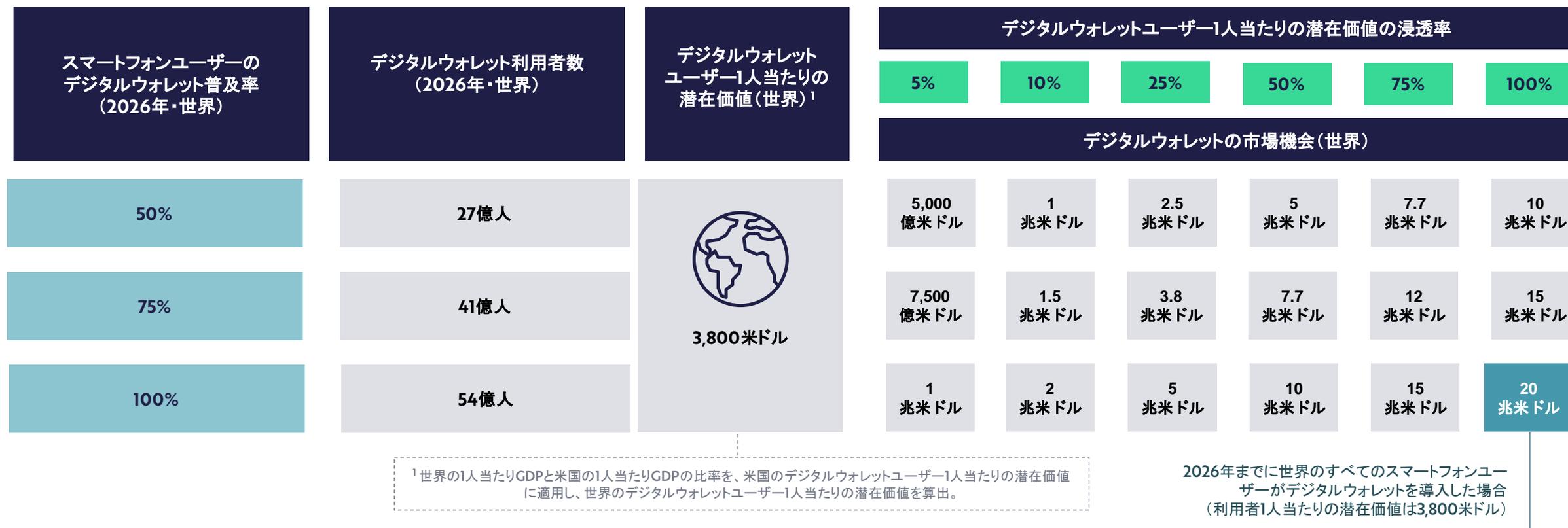


2026年までに米国のすべてのスマートフォンユーザーがデジタルウォレットを導入した場合 (利用者1人当たりの潜在価値は22,500米ドル)

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
出所: ARK Investment Management LLC, 2021.



世界のデジタルウォレットの市場機会は年率78%のペースで拡大し 現在の1.1兆米ドルから、2026年には20兆米ドルに達する可能性



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
出所: ARK Investment Management LLC, 2021.

パブリックブロックチェーン

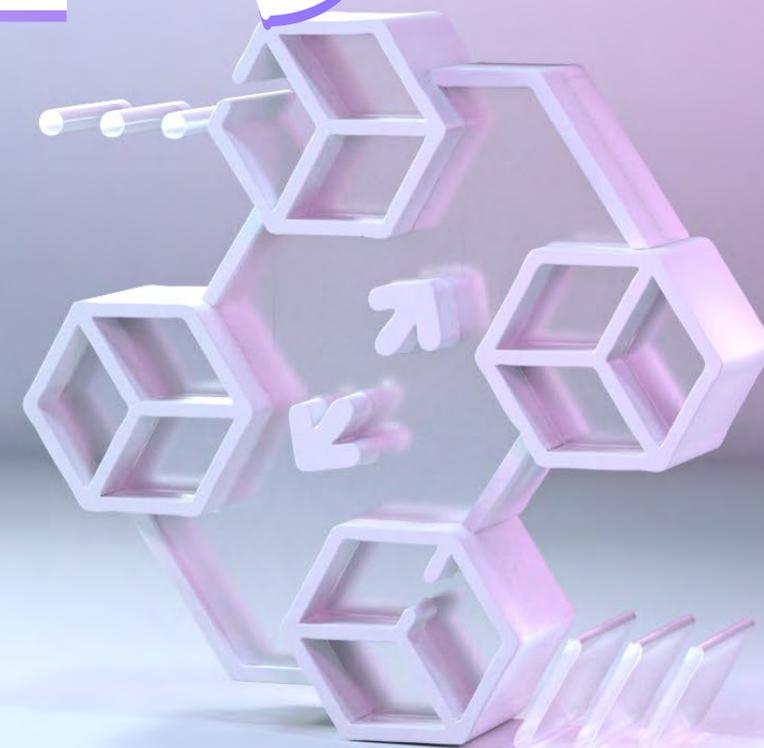
融合がもたらす革命

リサーチ担当者: Yassine Elmandjra、Frank Downing (ARKアナリスト)、
Nishita Jain (ARKリサーチアソシエート)

パブリックブロックチェーンは、通貨、金融、インターネットにまたがる新しい融合の形を実現しています。ブロックチェーン技術はオープンソースソフトウェアを利用して機関を分散化することで、中央集権的な当局に依存する必要性を最小限に抑えます。

ARKでは、ビットコインこそパブリックブロックチェーンの最も大規模かつ重要な応用例であり、「自己主権型」デジタルマネーの基盤を成すものだと考えます。ビットコインのプロトコルはまた、金融(分散型金融: DeFi)革命とインターネット(Web3)革命という2つの革命をもたらしています。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。





パブリックブロックチェーンは政府などの管理機関に依存する必要性を最小化

パブリック(公開型)ブロックチェーンは「信頼」を分散化させ、政府などの管理機関に依存する仕組みを分散型のオープンソース・ソフトウェアに置き換えるものです。この仕組みを初めて本格的に導入したのが、自己主権型のデジタルマネーである「ビットコイン」です。中央集権型の機関は金融システムの機能を調整する必要がありますが、ビットコインは単一の分散型機関として機能します。ビットコインの運営ルールは、会計士、規制当局、政府に依存することなく、同業者で構成されるグローバルネットワークで運営されています。



注: 上記の企業は、それぞれの業種における「有名企業」を例として使用しています。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021



パブリックブロックチェーンのユニークな特徴

パブリックブロックチェーンのインフラは、政府などに依存する必要性を最小限に抑え、新しい形の経済の仕組みを融合したバックボーン(かなめ)として機能します。「分散型」「公開型」「自由参加型」といったパブリックブロックチェーンの特徴は、他の利点とともに融合にかかるコストを低減することができます。

| 従来のインフラ | | パブリックブロックチェーンのインフラ | |
|----------|---|--------------------|--|
| 中央集権型 | 政府などの管理機関がネットワーク活動に関与 | 分散型 | 分散化されたコンピュータノードがネットワーク活動の媒体 |
| クローズドソース | ネットワークのルールは、企業、プラットフォーム、規制当局の裁量で秘密裏に決定される | オープンソース | ネットワークのルールはオープンかつ監査可能で、ユーザーやステークホルダーが協調作業を担う |
| 企業主導型 | 企業が協業の調整役を担い、ネットワーク参加者を排除することも多い | ユーザー主導型 | ネットワーク参加者は、公正なチェック・アンド・バランスを通じて、協業体制を促進 |
| 許可型 | 各国政府等の規制により、プラットフォームへのアクセスが管理されている | 自由参加型 | インターネットに接続できる環境であれば、誰でも参加し、イノベーションを起こすことが可能 |

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021



パブリックブロックチェーンは、あらゆる伝統的な資産クラスに変革をもたらす

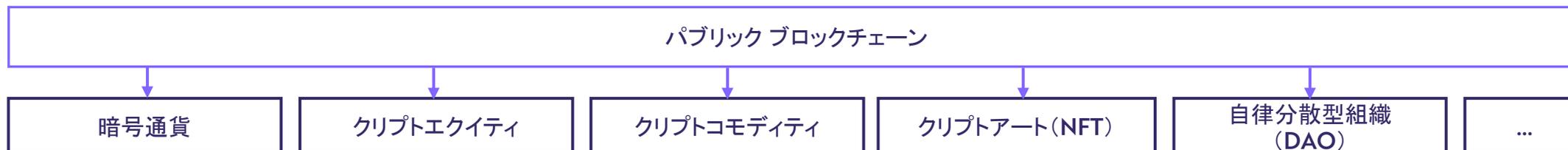
かつて投資家は、インターネットは複数ある新しいチャンネルの1つだとみなしていました。



現在、インターネットはすべての チャンネルを円滑に促進する役割を担っています。



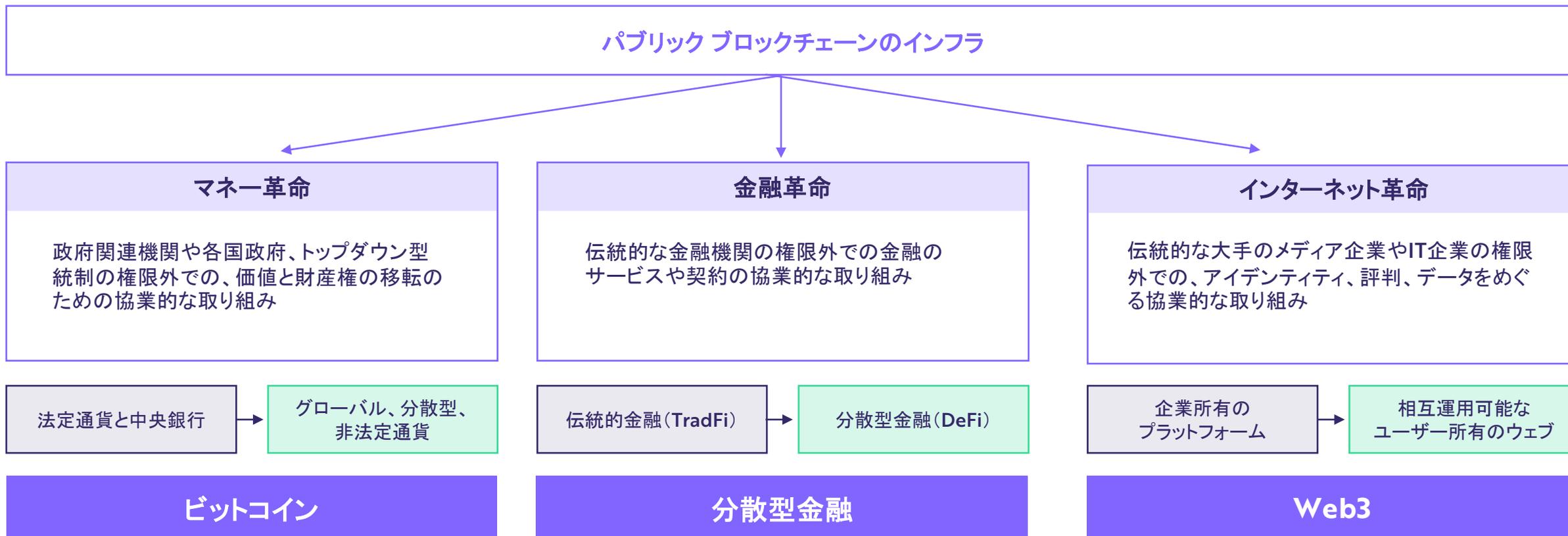
同様に、パブリックブロックチェーン上で発行される暗号資産は、すべての 資産クラスに影響を及ぼす可能性があります。インターネットが情報をオンライン上のパケット(分割されたデータ)に変換させたように、パブリックブロックチェーンはすべての資産をオンチェーン上の取引に変換する可能性があるのです。





パブリックブロックチェーンは複数の革命を巻き起こしている

ARKは、パブリックブロックチェーンインフラを最も大規模に変革したのがビットコインの Protokol だと考えます。マネー革命に加え、パブリックブロックチェーンは金融革命やインターネット革命の起爆剤にもなっています。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021



それぞれの革命には異なるレベルの「信頼」が必要

ARKでは、「マネー革命」には通貨当局が承認する見通し、最大限の分散化、そして保守性が必要だと考えます。また、「金融革命」と「インターネット革命」でスケーラビリティ(拡張性)、利便性、イノベーションを実現するには、ある程度の不都合は仕方ないと考えます。競合する各ブロックチェーンは、政府などの管理機関に対する過剰な信頼は、従来の形に逆戻りする危険性をはらんでいることを認識すべきと考えます。



注: 上記は、それぞれの業界における「有名企業」を例として使用しています。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
出所: ARK Investment Management LLC., 2021

ビットコイン

マネー革命

リサーチ担当者: Yassine Elmandjra (ARKアナリスト)

ビットコインの時価総額は2021年に過去最高水準になりました。ARKの研究によると、ビットコインのネットワークのファンダメンタルズは引き続き良好です。

ビットコインの時価総額は依然として全世界の資産に占める割合はごく小さいのですが、世界の国々が法定通貨として採用するようになれば、その割合は大幅に高くなると考えられます。ARKの試算によると、2030年にはビットコインの価格が100万米ドルを突破する可能性があります。

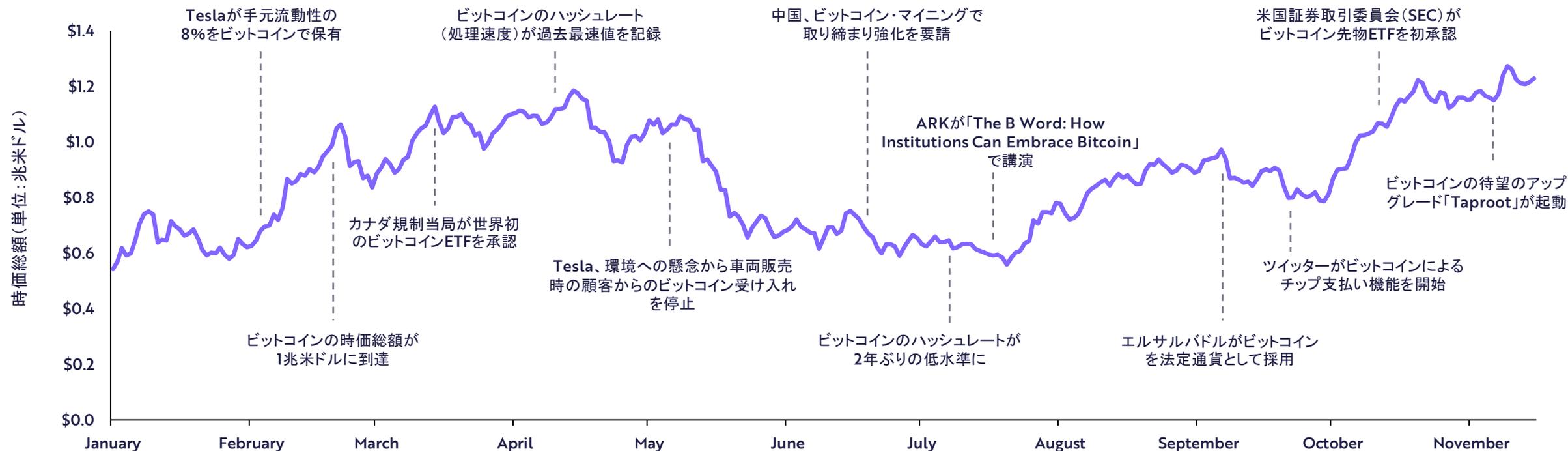
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。





ビットコインの時価総額は2021年に1兆米ドルに

2021年におけるビットコインの時価総額推移



投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

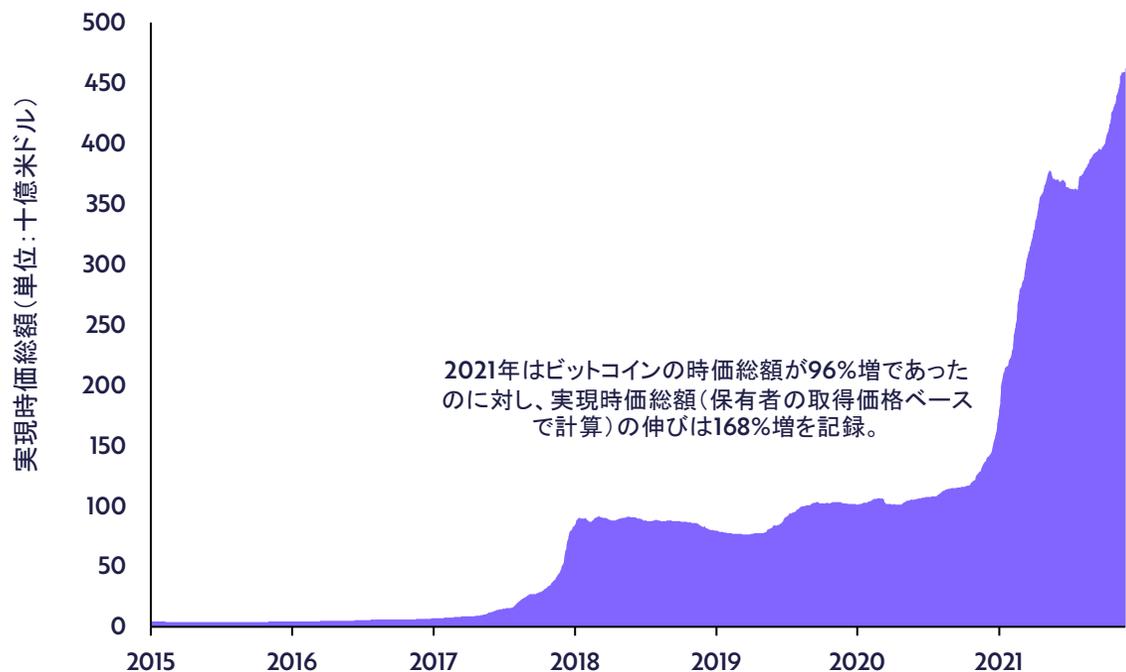
出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Glassnode Pro, Cointelegraph, Feb 8, 2021 <https://cointelegraph.com/news/tesla-allocates-7-7-of-gross-cash-to-bitcoin>; Mondaq March 18, 2021 <https://www.mondaq.com/canada/fin-tech/1047964/canadian-regulators-approve-worlds-first-bitcoin-etf-for-individual-investors>, Wall Street Journal May 12 2021 <https://www.wsj.com/articles/elon-musk-says-tesla-suspends-accepting-bitcoin-for-vehicle-purchases-11620858838> NPR September 7 2021 <https://www.npr.org/2021/09/07/1034838909/bitcoin-el-salvador-legal-tender-official-currency-cryptocurrency>; Twitter September 23 2021 https://blog.twitter.com/en_us/topics/product/2021/bringing-tips-to-everyone; Coindesk October 15 2021 <https://www.coindesk.com/policy/2021/10/15/sec-approves-bitcoin-etf-opening-crypto-to-wider-investor-base/>; Coindesk November 12 2021 <https://www.coindesk.com/tech/2021/11/13/taproot-bitcoins-long-anticipated-upgrade-activates-this-weekend/>



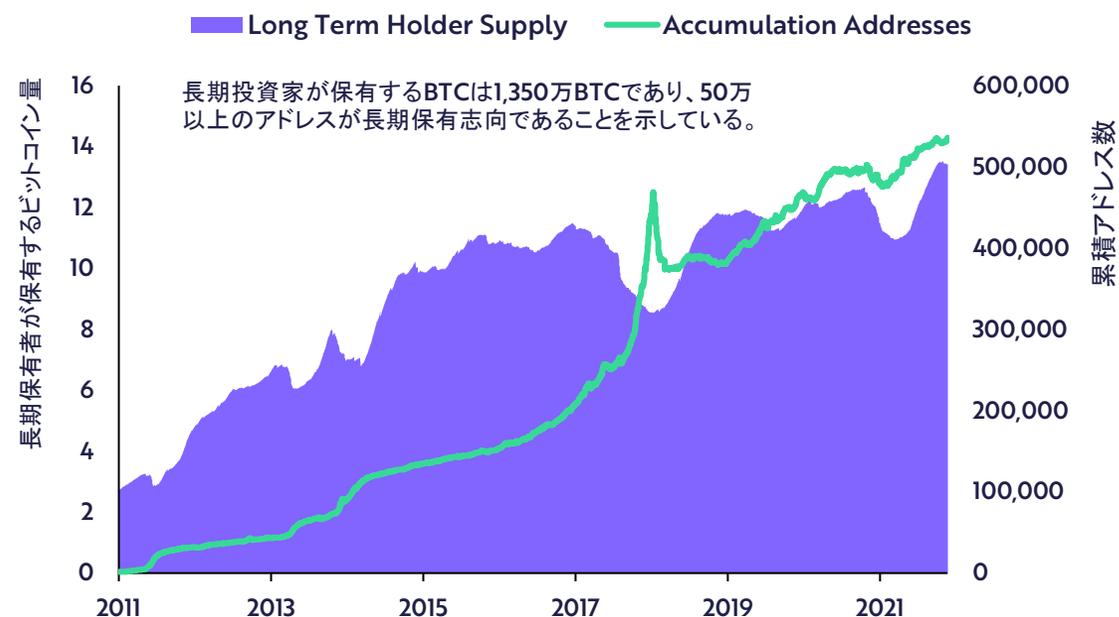
ビットコインの市場参加者は成熟し、より長期的な運用を視野に

ビットコインが史上最高値を更新したことで、市場の高揚感が高まりました。しかし、オンチェーンデータ(ブロックチェーン上に記録される取引データ)によると、ビットコイン保有者は長期的なファンダメンタルズに着目していることが窺えます。

2021年、ビットコイン取得価格の総額が過去最大に



2021年、ビットコインの長期保有者数が過去最大に



注:「累積アドレス」とは、最低取引金額(ダスト)以上の入金か2回以上あり、一度も資金を出金したことがないアドレスと定義します。注:「長期保有者層」とは、保有日数が155日以上ビットコインを指します。

「ビットコインダスト」とは、有効な取引の最低限度額よりも少ない、取引で余った釣り銭、または使われなかったごく少額のビットコインのことを指します。

投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Glassnode



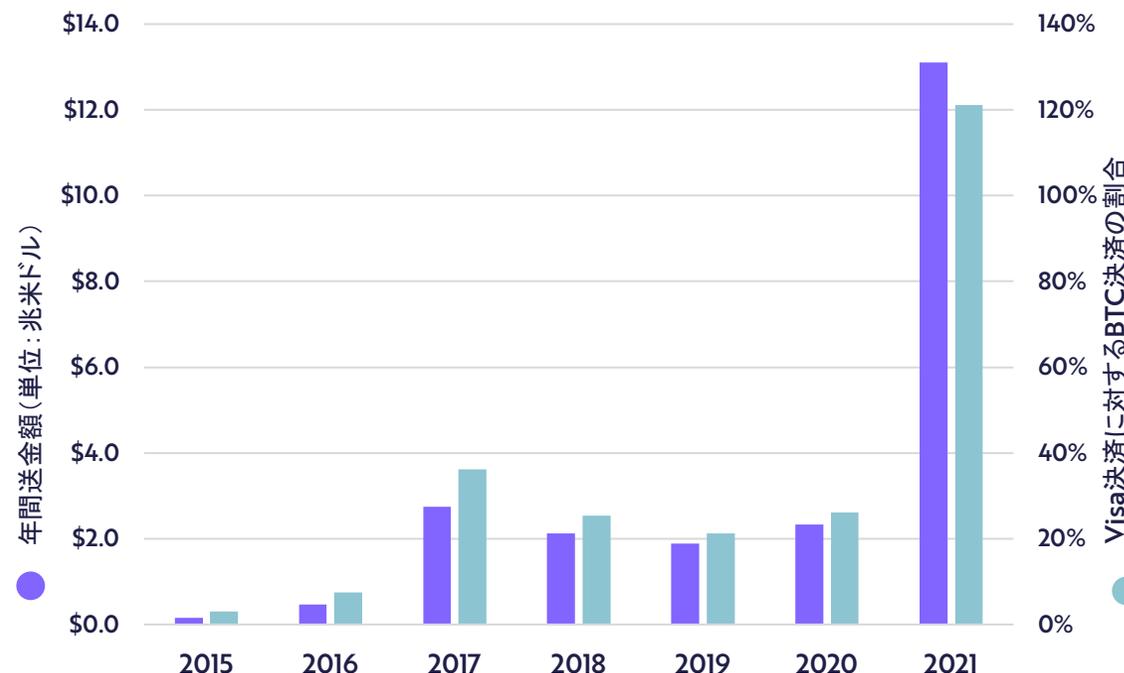
決済ネットワークとして、ビットコインは世界シェアを拡大中

ビットコインの2021年の年間送金額は前年比で463%増加し、年間決済額はVISAを上回りました。

ビットコインの送金額
(名目金額と価格調整後の額)

| ビットコインの指標 | | 2020 | 2021 |
|-------------|-----|------------|-------------|
| 年間累積送金額 | \$ | 2.3兆米ドル | 13.1兆米ドル |
| | BTC | 2億1,200万 | 2億7,540万 |
| 1日あたりの平均送金額 | \$ | 64億米ドル | 359億米ドル |
| | BTC | 579,190 | 754,499 |
| 平均送金額 | \$ | 2万1,590米ドル | 13万6,555米ドル |
| | BTC | 1.97 | 2.87 |

2021年のビットコインによる決済額は約13.1兆米ドル



注: ビットコインの送金額および取引額はすべて変動調整済みベースです。ARKの平均変動調整済み取引額に関する計算は、Glassnodeによって集計された合計と平均の変動調整済み取引額を使用しています。Visaの決済額は同社が報告した名目ベースであり、グローバルな消費者信用、消費者デビット、商業決済の金額が含まれています。Visaの2021年第4四半期の名目決済額は、それ以前の年の第4四半期における対前四半期成長率を年率換算しています。

投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC | Glassnode, Visa, and FRB Services

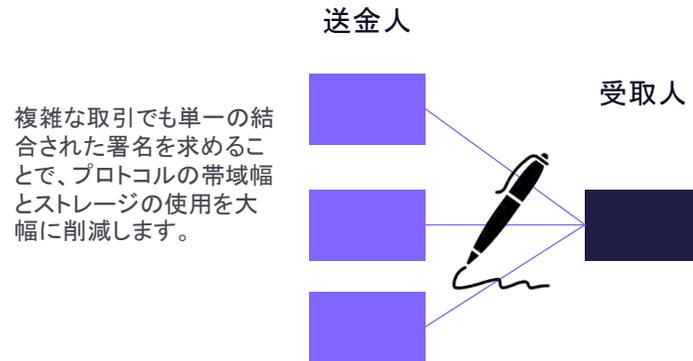


ビットコインは技術の飛躍的進歩を追い風に成長を続けると考えられる

昨年、ビットコインは基礎となる部分で地味だが戦略的な強化を図り、ブロックチェーン上には記録されない、いわゆる「オフチェーン」取引の実証実験を後押ししました。

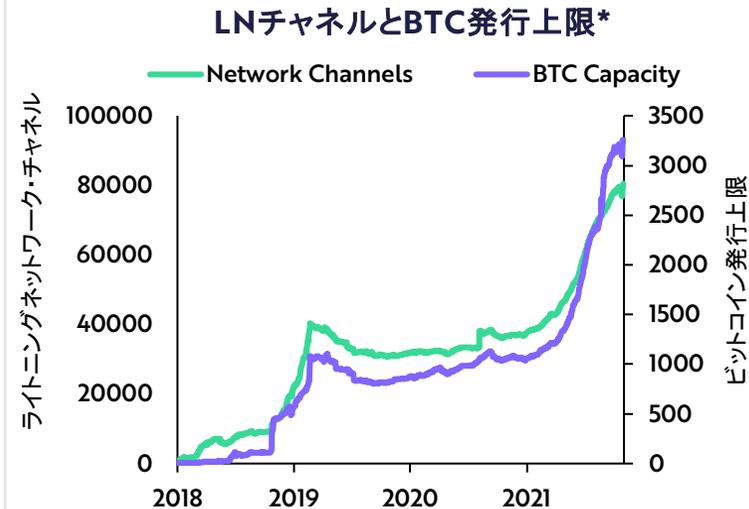
ソフトフォーク (プロトコルアップグレード)に成功

ビットコインは、2017年に実行したSegWit以来プロトコルの最大のアップグレードとなる「Taproot」の開発に成功しました。「Schnorr署名」の実装とともに、Taprootはビットコイン取引のプライバシーと効率を高めると期待されます。



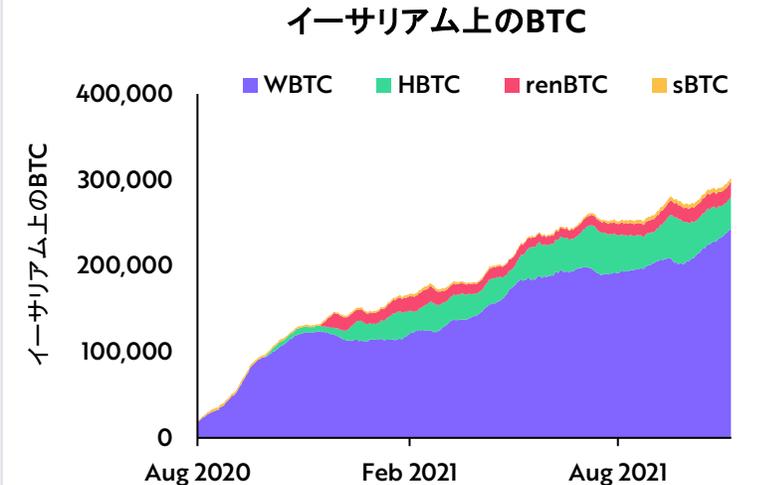
「レイヤー2」の台頭

ビットコイン上に構築された決済の第2層プロトコル「ライトニングネットワーク(LN)」が著しい成長を遂げ、LNチャンネルは119%増、LN上のBTCの発行上限は210%増と大きく拡大しました。



ビットコイン建てのDeFi

他のブロックチェーン上でトークン化されたビットコインは、ビットコインのネットワークでは利用できない特徴や機能があります。2021年11月21日現在、ビットコイン流通量の1.5%にあたる31万5,000BTCが、イーサリアム上に「ラップ」されています。



*BTC発行上限とは、ライトニングネットワークの全チャンネルで預け入れられた(ロックされた)BTCの合計です。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Glassnode and Coingecko



ビットコインは機関投資家を惹きつけている

ビットコインを保有する機関投資家層は、規制当局が承認する商品の設定が増えていることに加え、企業や国家による採用に支えられて一段と拡大しています。

2021年11月現在、上場取引型金融商品(ETP)、国家、法人が
ビットコイン供給量の8%を保有

| 保有者分類 | BTC保有数 | 流通量に占める割合 | 現在の価値 (単位:10億米ドル) |
|-----------|------------------|--------------|----------------------|
| ETP | 816,379 | 4.32% | \$49.0 |
| 国家 | 263,037 | 1.39% | \$15.8 |
| 上場企業 | 231,781 | 1.23% | \$13.9 |
| 非公開企業 | 174,068 | 0.92% | \$10.4 |
| 合計 | 1,494,824 | 7.91% | \$89.7 |

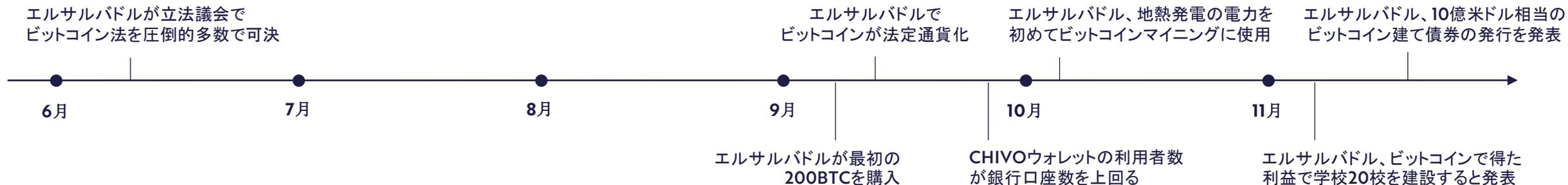
2021年11月時点、Grayscale Bitcoin Trustが引き続き
保管機関以外では最大のビットコイン保有者

公開されているビットコイン保有量の上位10社

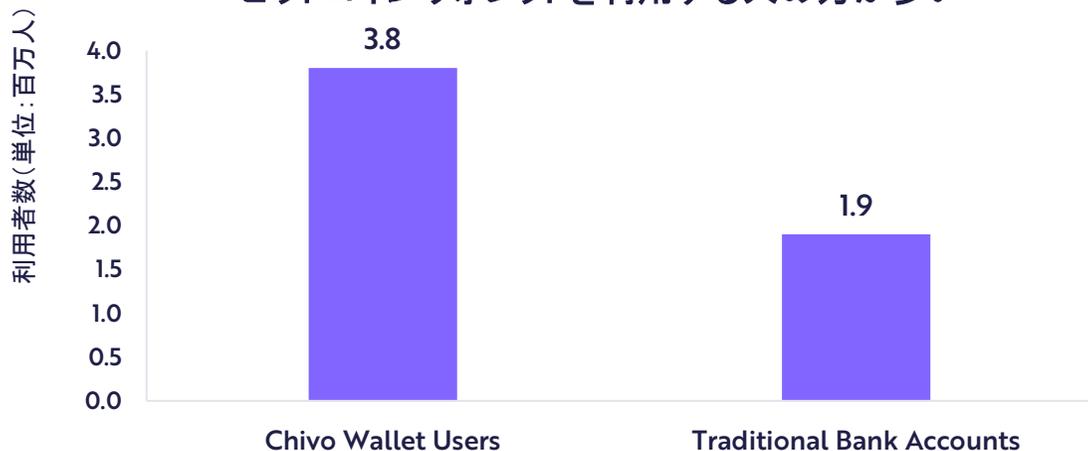
| 保有者 | 種類 | BTC |
|----------------------------|---------|---------|
| 1. Grayscale Bitcoin Trust | ETP | 654,200 |
| 2. Block.one | バランスシート | 140,000 |
| 3. Microstrategy | バランスシート | 121,044 |
| 4. Coinshares XBT Provider | ETP | 48,466 |
| 5. Tesla Inc. | バランスシート | 42,902 |
| 6. Purpose Bitcoin ETF | ETP | 24,097 |
| 7. 3IQ Coinshares ETF | ETP | 22,010 |
| 8. ETC Group Bitcoin ETP | ETP | 17,976 |
| 9. The Tezos Foundation | バランスシート | 17,500 |
| 10. Galaxy Digital | ETP | 16,400 |



エルサルバドルが国家として初めてビットコインを法定通貨に採用



エルサルバドルでは、従来の銀行口座よりもビットコインウォレットを利用する人が多い



- エルサルバドルは2021年9月、世界で初めてビットコインを法定通貨として採用した
- 2021年12月31日現在、エルサルバドルは1,391BTCを購入済み
- 推定380万人がエルサルバドルのビットコインウォレット「Chivo」を使用しており、国民の普及率が84%に達している
- Chivoは2021年10月時点で1日あたり200万米ドルの送金を決済している。これはエルサルバドルの年間送金額60億米ドルの約12%を占める規模で、GDPの2%以上に相当



ビットコインの持続可能性に対する懸念は、誤った情報に基づいている

ARKの研究によると、ビットコインが公正かつグローバルな分散型であることで、人々に金融取引に対する自由と、自身で取引できる仕組みをもたらし、マネーの歴史に変革を巻き起こすと考えられます。



環境

ビットコインは、新しい、より効率的なエネルギーを生産する動機になります。

ビットコインのマイニングにより、通常なら排出・燃焼されてしまう天然ガスを回収することができます。

ビットコインのマイニングは、出力が変動する電力供給システムへの投資を促進し、再生可能エネルギー発電の割合を増加させることに寄与します。



社会

ビットコインは国家に依存しない所有権を提供することで、資本規制が厳しく、自国通貨が高インフレにさらされ、政治情勢が不安定な国の人々の購買力を保護します。

ビットコインは、政府などが参加資格に関与せず、誰でも利用可能です。



ガバナンス

ビットコインはオープンで透明性があり、監査可能かつ予測可能です。

ビットコインは単一障害点がないシステムであり、また、人間の先入観や誤りを低減することができます。

ビットコインには、プロトコルの革新とメンテナンスを促進することを目的とした独自のチェック・アンド・バランスのシステムが組み込まれており、あらゆる変更が確実に利害関係者のためになります。



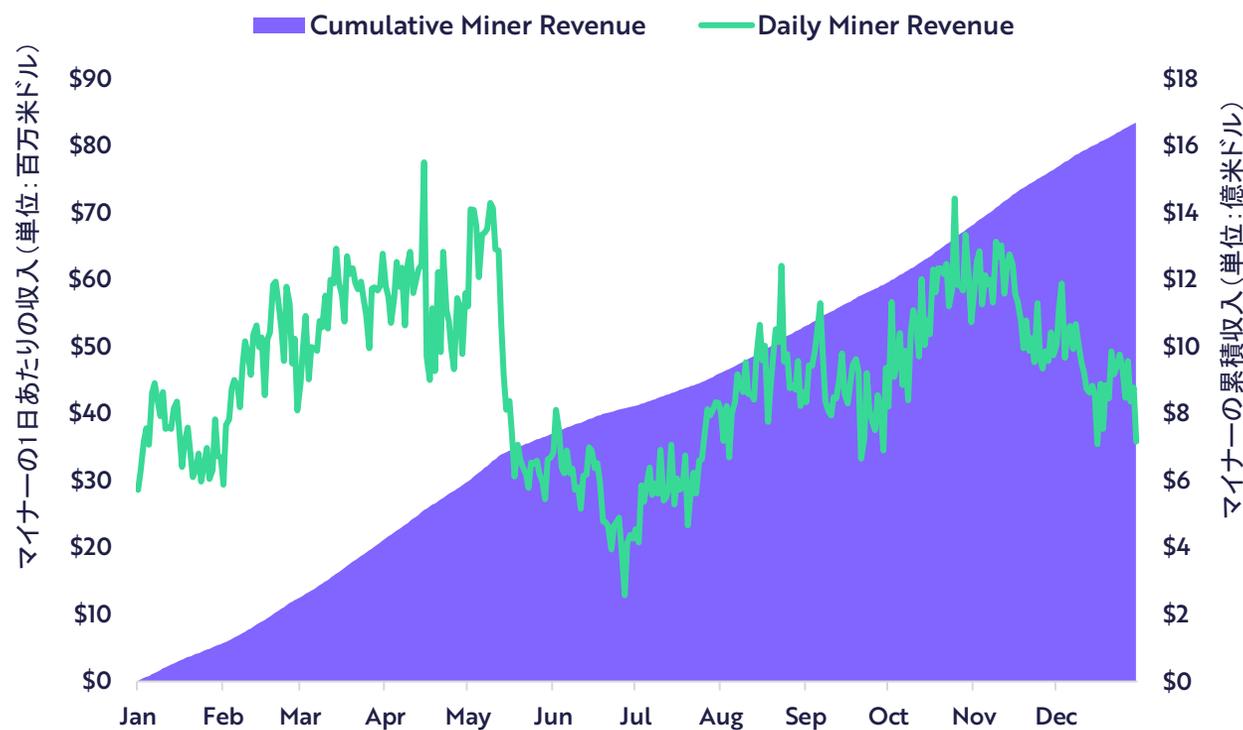
ビットコインのマイニングは数十億米ドル規模の産業に成長

地政学面の不確実性や金融市場のボラティリティが高い現在、エネルギーを金融資産に転換することが非常に重要です。

デジタル金融資産とエネルギー

- ビットコインの将来的な革新性を支えているのが、国などの機関に依存することなく、価値を移動できる能力です。その鍵となっているのが、プルーフ・オブ・ワーク(PoW)方式のマイニングです。
- ビットコインは、場所や消費者需要に左右されることなく、コスト効率の良いエネルギー源を見つけ出すインセンティブを与えています。
- 中国政府によるマイニングの取り締まり強化を背景に、米国はマイニングで最大の国として台頭しました。2021年11月時点で米国のマイニング量は、ビットコインの総ハッシュレートの35%以上を占めています。
- エルサルバドルをはじめとする国家は、ビットコインのマイニング用の発電を目的とするインフラに多額の投資を行なっています。同国は国営地熱発電会社La Geolにビットコインのマイニング計画を指示し、3カ月後の2021年10月には、火山の地熱で発電した電力で初めてビットコインのマイニングに成功したことを発表しました。

2021年におけるビットコインのマイナーの収入は167億米ドル



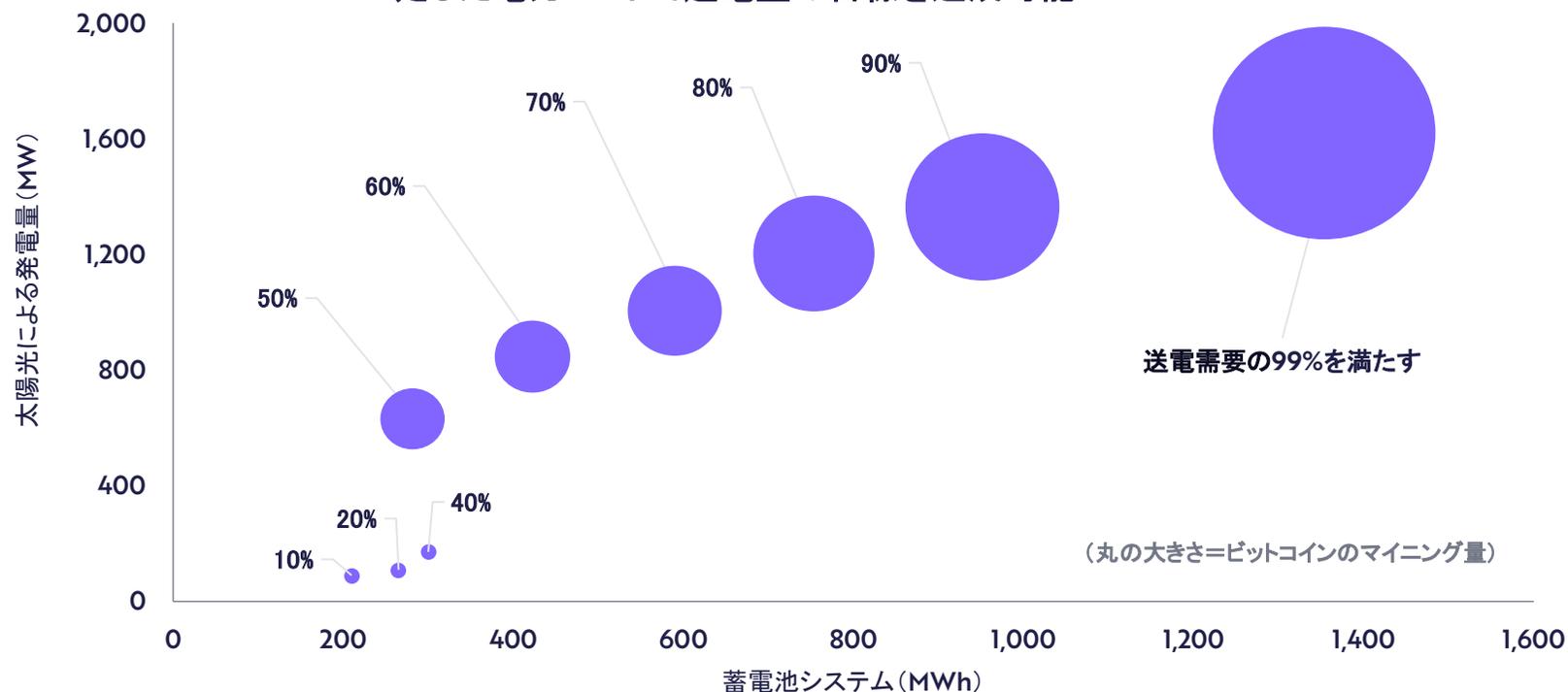


ビットコインのマイニングがエネルギー生産に革命をもたらす可能性

ARKの研究によると、ビットコインのマイニングは二酸化炭素排出量がゼロの再生可能エネルギーによる発電を促進すると考えられます。

- エネルギーの購入者であるビットコインのマイナーは、エネルギー生産者に、より効率的に新しいエネルギー源による発電を動機付けることになるとみられます。
- ARKの研究によると、ビットコインのマイニングが電力供給網に影響を与える場合、風力や太陽光などの出力が変動する電力供給源がより大きな割合で需要を満たしていくと推測されます。
- エネルギー資産の所有者がビットコインのマイナーになる可能性があります。
- 発電事業者がビットコインマイニング向けの発電を戦略に加えることで、出力が変動する再生可能エネルギーのTAM(獲得可能な最大市場規模)を拡大させるとみられます。グラフの左下部が示すように、ビットコインマイニング需要がない場合、再生可能エネルギーは送電需要の40%しか満たすことができません。一方、グラフの右上部が示すように、ビットコインマイニング向けを対象にすることで、太陽光発電と蓄電池により送電需要の99%を満たせる見込みです。

ビットコイン向けに太陽光発電と蓄電池を活用することにより
一定した電力コストで送電量の目標を達成可能¹



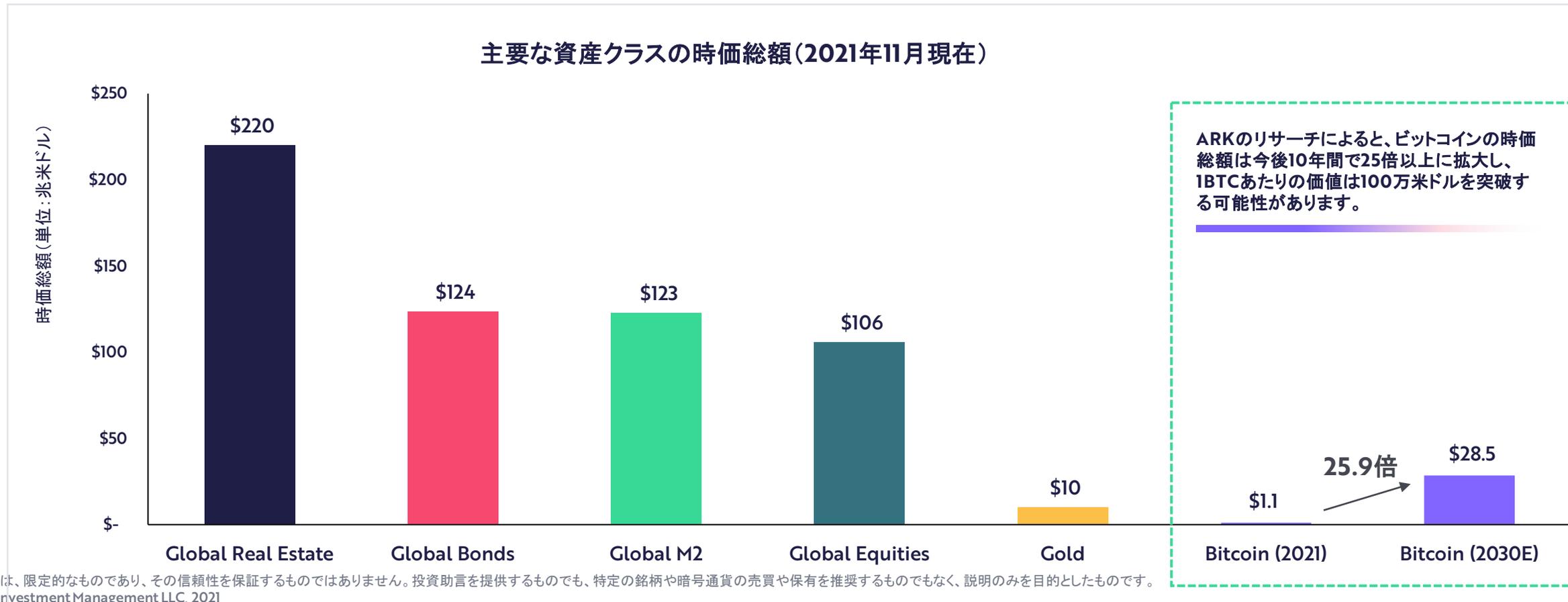
[1] 注: 発電事業者がビットコインマイニングを対象に加えることで、出力が変動する再生可能エネルギーのTAM(獲得可能な最大市場規模)が拡大するとみられます。グラフの左下部が示すように、ビットコインマイニングを対象としない場合、再生可能エネルギーは送電需要の40%しか満たすことができません。一方、グラフの右上部が示すように、ビットコインマイニングを対象とすることで、太陽光発電と蓄電池による送電需要の99%を満たせる見込みです。

投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021.

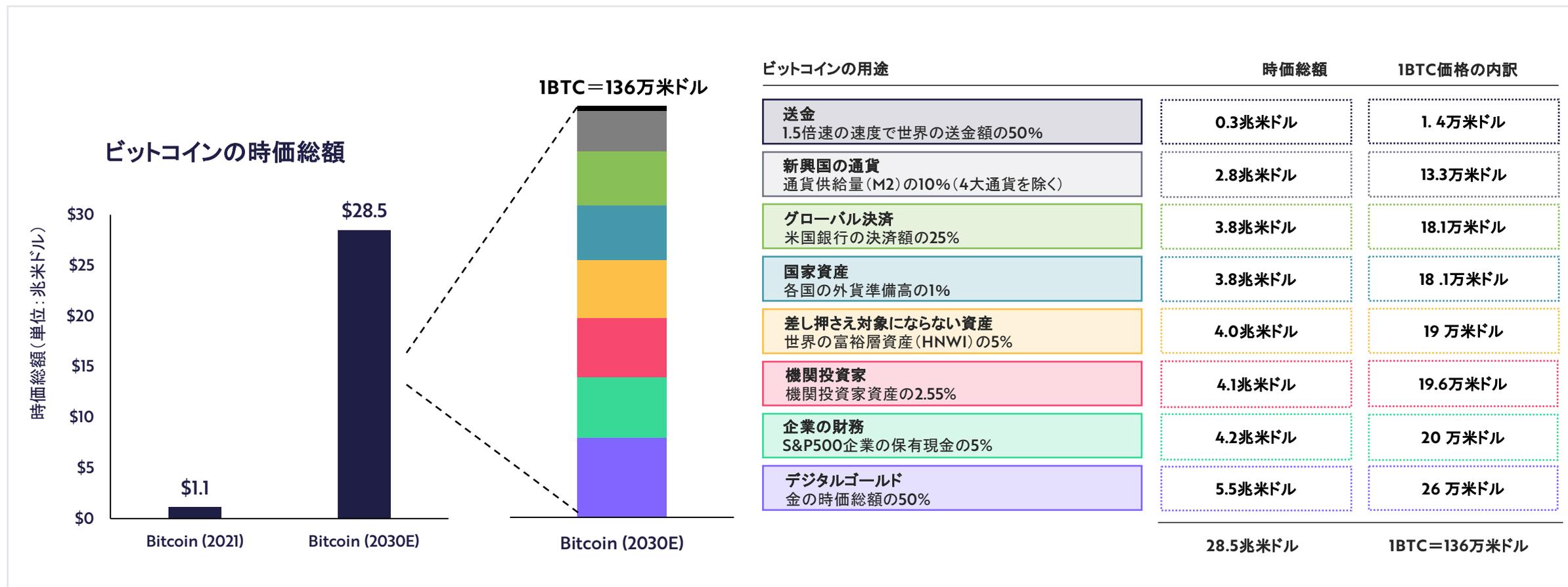


現在、ビットコインは全世界の資産価値のごく一部にすぎないが、将来的に価値が急騰する可能性を秘めている





2030年には、1BTCあたりの価格が100万米ドルを突破する可能性



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
 出所: ARK Investment Management LLC, 2021。 | Corporate Treasury Data 出所: Capital IQ, Seizure Resistant Asset Data 出所: <https://worldwealthreport.com/wp-content/uploads/sites/7/2021/07/World-Wealth-Report-2021.pdf>, Remittances Market Data 出所: <https://theintechtimes.com/global-remittance-market-is-expected-to-grow-by-200-billion-by-2026/>, Nation State Treasury Data 出所: <https://data.worldbank.org/indicator/FI.RES.TOTL.CD?end=2020&start=2002>
 注: 国家資産と企業財務には、25倍の価格倍率を適用しています。価格倍率はChris Burniske氏(「Cryptoassets: The Innovative Investor's Guide to Bitcoin and Beyond and Partner at VC firm Placeholder」の共著者)が算出した推定上限値を採用しており、この値はBurniske氏による推定下限値とシティバンクによる推定上限値の平均にほぼ等しくなっています。
<https://medium.com/@cburniske/cryptoassets-flow-amplification-reflexivity-7e306815dd8c>

イーサリアムと DeFi

金融革命

リサーチ担当者: Frank Downing (ARKアナリスト)、Nishita Jain (ARKリサーチアソシエート)

分散型金融(DeFi)は、手数料とカウンターパーティーリスク(取引相手の破綻リスク)を最小限に抑えつつ、相互運用性、透明性、金融サービスの向上を図ることを可能にします。変動の激しかった2018年から2019年を経て、イーサリアムは2021年にDeFiと非代替性トークン(NFT)で支配的な役割を果たすスマートコントラクト・プラットフォームとして台頭しました。

ARKのリサーチによると、イーサ(ETH)はDeFiにおける担保として選好されていると同時に、NFTマーケットプレイスにおけるユニット・オブ・アカウント(価値尺度)でもあることから、将来的には123兆米ドル規模の世界のマネーサプライの一部を獲得する可能性が高いとみられています。

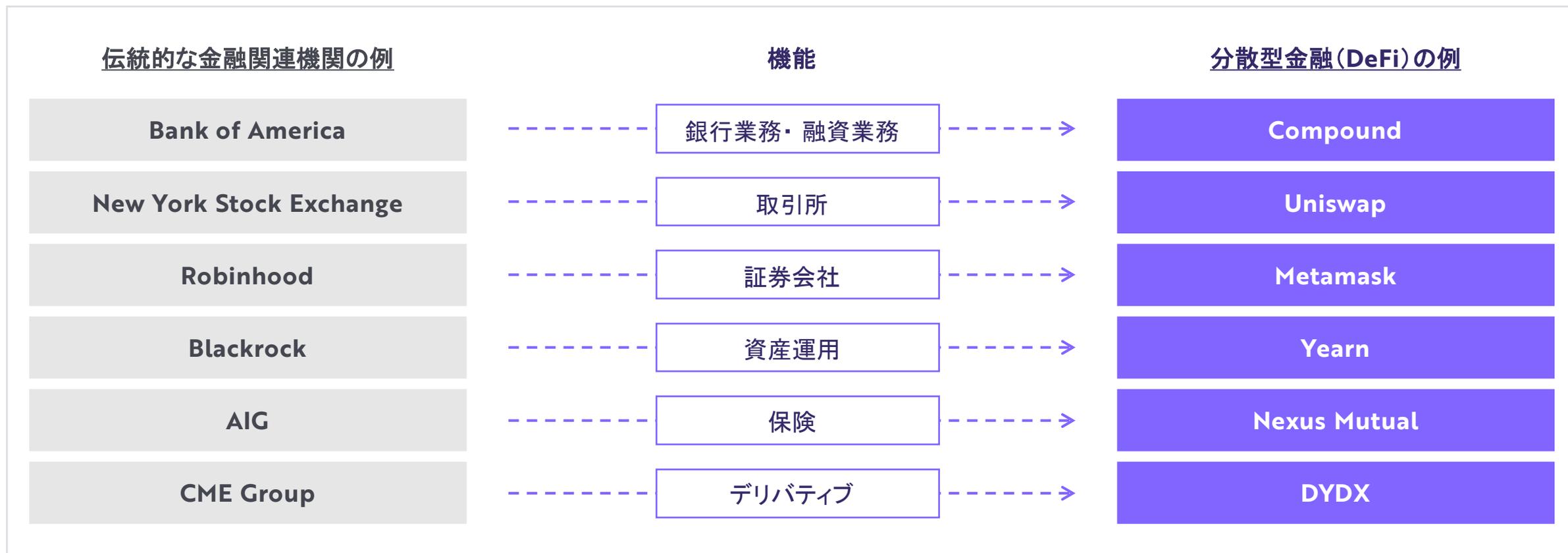
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。





これからはスマートコントラクトが伝統的な金融サービス機能に取って代わる

イーサリアムをはじめとするスマートコントラクト・プラットフォームは、オープンで透明性が高いのが特徴です。伝統的な金融サービスの仲介機関に依存しないため、カウンターパーティーリスクを低減することができます。



注: 上記の企業やサービスは、それぞれの業界における「有名企業」を例として使用しています。

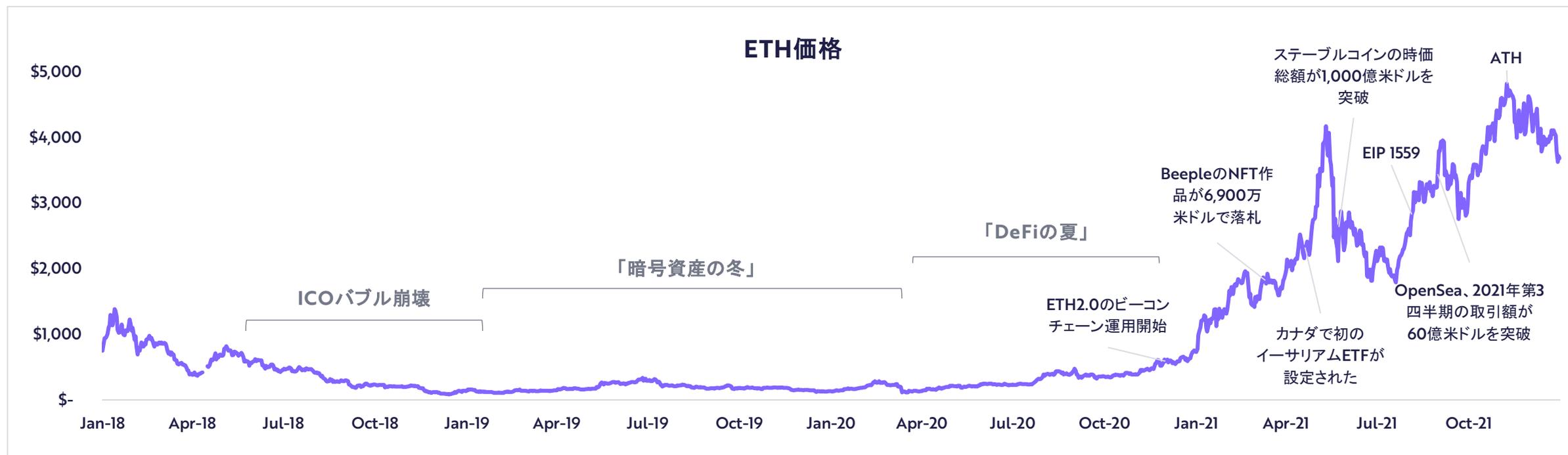
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | "Defi Report Q1 2021." Consensys, <https://consensys.net/reports/defi-report-q1-2021>.



DeFiとNFTの利用拡大を追い風に、ETHは史上最高値を更新

イーサリアムのネットワーク上に構築されたDeFi、ステーブルコイン、NFTの利用拡大を追い風に、2021年後半にはETH価格が史上最高値を更新しました。2018年の投機的なICOバブル崩壊以降、イーサリアムの取引は著しく活発化しています。



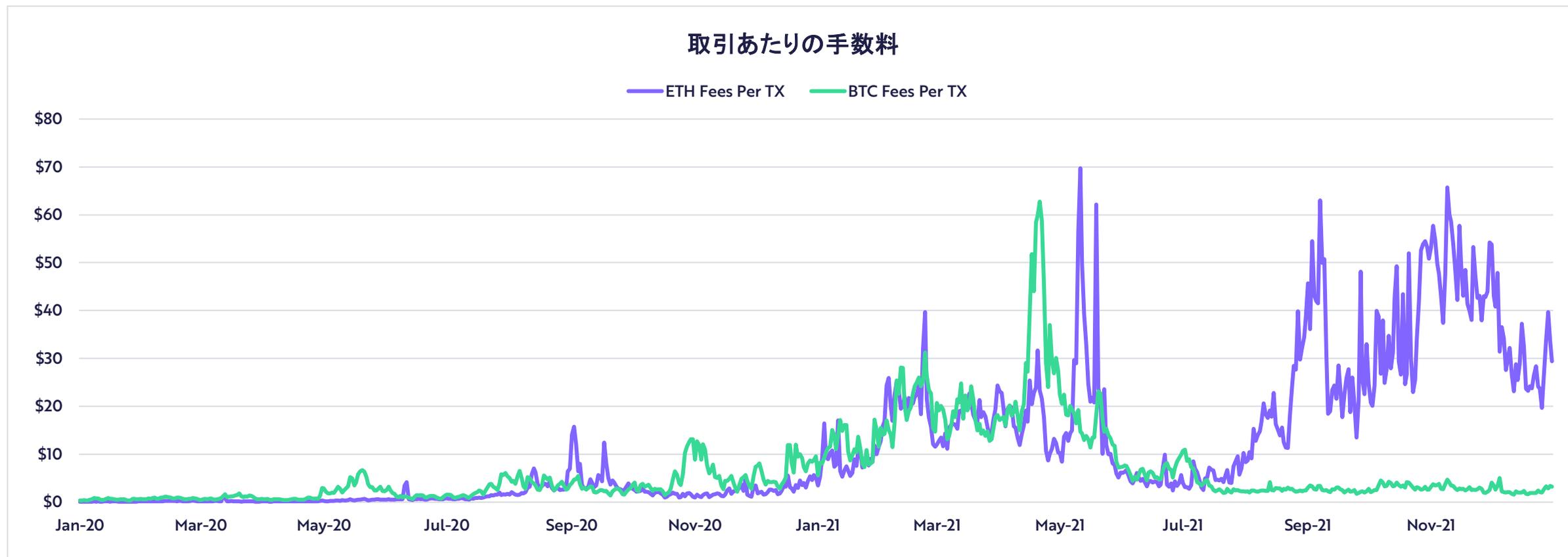
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | "The Beacon Chain." Ethereum.org, Ethereum Foundation, 7 July 2021, <https://ethereum.org/en/eth2/beacon-chain/>; DiCamillo, Nate. "Canada Approves Three Ethereum Etf's in One Day." CoinDesk Latest Headlines RSS, CoinDesk, 16 Apr. 2021, <https://www.coindesk.com/markets/2021/04/16/canada-approves-three-ethereum-etfs-in-one-day/>; "Ethereum: Price." Glassnode, <https://studio.glassnode.com/metrics?a=ETH&category=&m=market.PriceUsdClose>; Kastrenakes, Jacob. "Beeple Sold an NFT for \$69 Million." The Verge, The Verge, 11 Mar. 2021, <https://www.theverge.com/2021/3/11/22325054/beeple-christies-nft-sale-cost-everydays-69-million>; "NFT Marketplace Monthly Volume." The Block, <https://www.theblockcrypto.com/data/nft-non-fungible-tokens/marketplaces/nft-marketplace-monthly-volume>; Sigalos, MacKenzie. "Ethereum Just Activated a Major Change Called the 'London Hard Fork' - Here's Why It's a Big Deal." CNBC, CNBC, 5 Aug. 2021, <https://www.cnbc.com/2021/08/05/ethereum-just-activated-its-london-hard-fork-and-its-a-big-deal.html>; "Total Stablecoin Supply." The Block, <https://www.theblockcrypto.com/data/decentralized-finance/stablecoins/total-stablecoin-supply-daily>;



ネットワーク活動の活発化で、 イーサリアムの取引手数料率がビットコインを上回る

取引手数料の上昇を背景に、イーサリアムのセキュリティを維持しつつ、手数料を引き下げる「レイヤー2」スケーリングソリューションを求める声が高まりました。



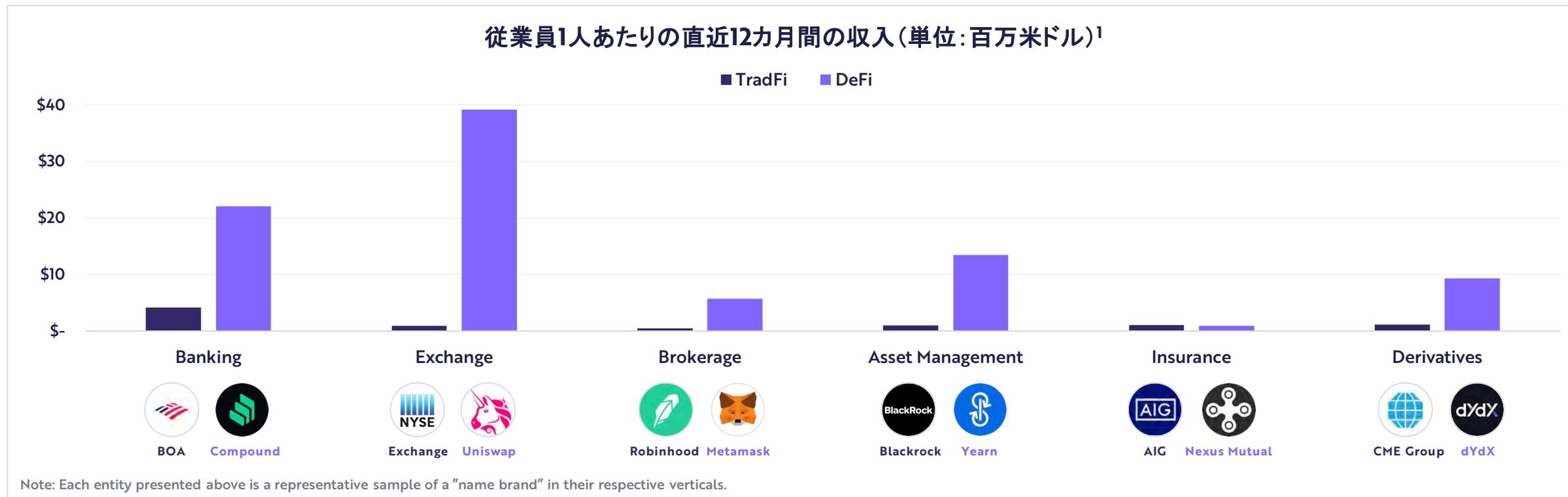
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Glassnode



暗号化された金融サービスの規模は、 伝統的な金融サービスよりも効率的に拡大すると考えられる

スマートコントラクトに基づく金融取引は、世界中のどこでもほぼリアルタイムに決済されます。従業員1人あたりの収入は、DeFiが伝統的な金融(TradFi)より効率的であることを示しています。



投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

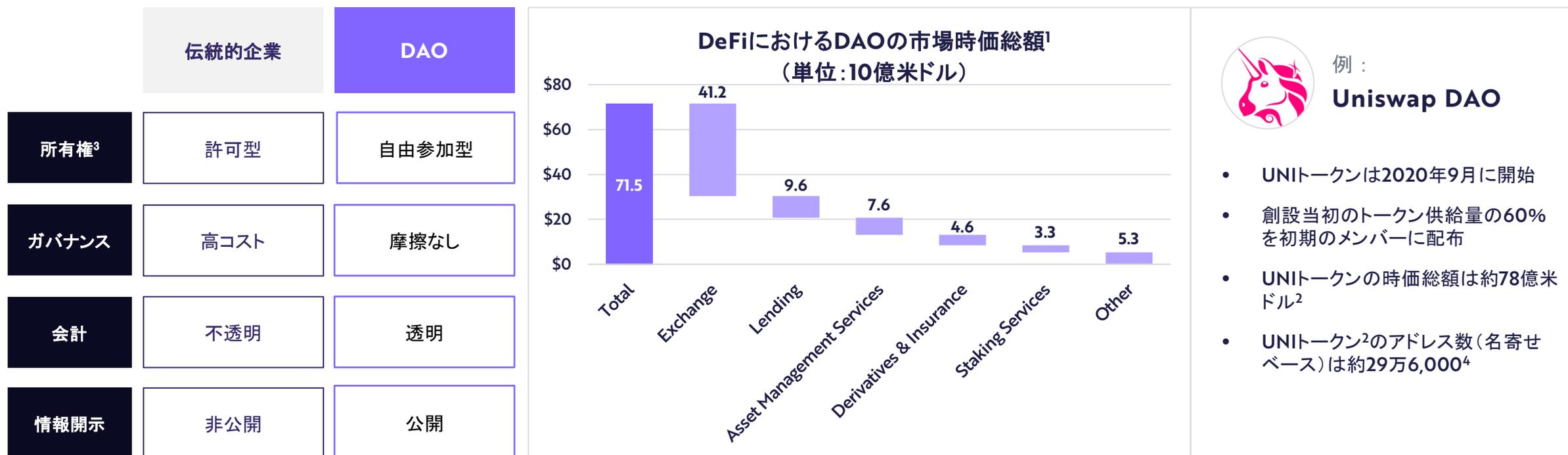
注: DeFiの収入は、TokenTerminalによる総収入(<https://www.tokenterminal.com/terminal/metrics/revenue>)、つまり「ユーザーがプロジェクトのサービスを利用するために支払った金額」と定義しています。収入とは、ブロックチェーンや分散型アプリケーションのエンドユーザーが支払った料金の合計を指し、イーサリアムの取引手数料は含まれません。DeFiの従業員数は、当該企業のLinkedInページに掲載されている従業員数としています(例えば、Compound ProtocolならばCompound Labsの従業員数)。TradFiの収入と従業員数はYchartsのものであり、標準的な四半期財務諸表に基づいています。代表的な企業の[1] 直近12カ月間(LTM)の数値は、直近12カ月の収益と定義されます。TradFiは「Traditional Finance」のことであり、金融サービス業界の伝統的な上場企業を代表しています。DeFiは「Decentralized Finance」のことであり、金融サービス機能に焦点を当てたパブリック・ブロックチェーン上に展開されるソフトウェアのカテゴリに分類されます。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | YCharts; TokenTerminal; LinkedIn



自律分散型組織(DAO)が実現する新しい形の協業とガバナンス

DeFiのガバナンスにとって不可欠なDAOとは、中央集権的で階層的な企業組織を分散型組織に置き換えるものです。



投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] 2022年1月4日現在 | [2] 2021年12月31日現在のCoinGeckoの時価総額 | [3] 許可型 / 自由参加型は、伝統的な企業(非公開または上場企業)とDAOにおいて、所有権を取得または承継するために必要なアクセス権限のレベルを意味します。伝統的な企業では、所有者となるために適格投資家であること。またはKYCで確認済みの米国の証券口座へのアクセスが求められることが一般的です。対照的に、DAOの参入障壁ははるかに低く、基盤となるブロックチェーンネットワーク上で取引するためのインターネットアクセス以外何も必要としないのが通常です。|参考資料:[4] CoinMarketCapのデータ

注: UniswapのDAOは、説明のために、DAOの「有名企業」として選びました。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | DeFi Llama, Etherscan, CoinGecko, Uniswap



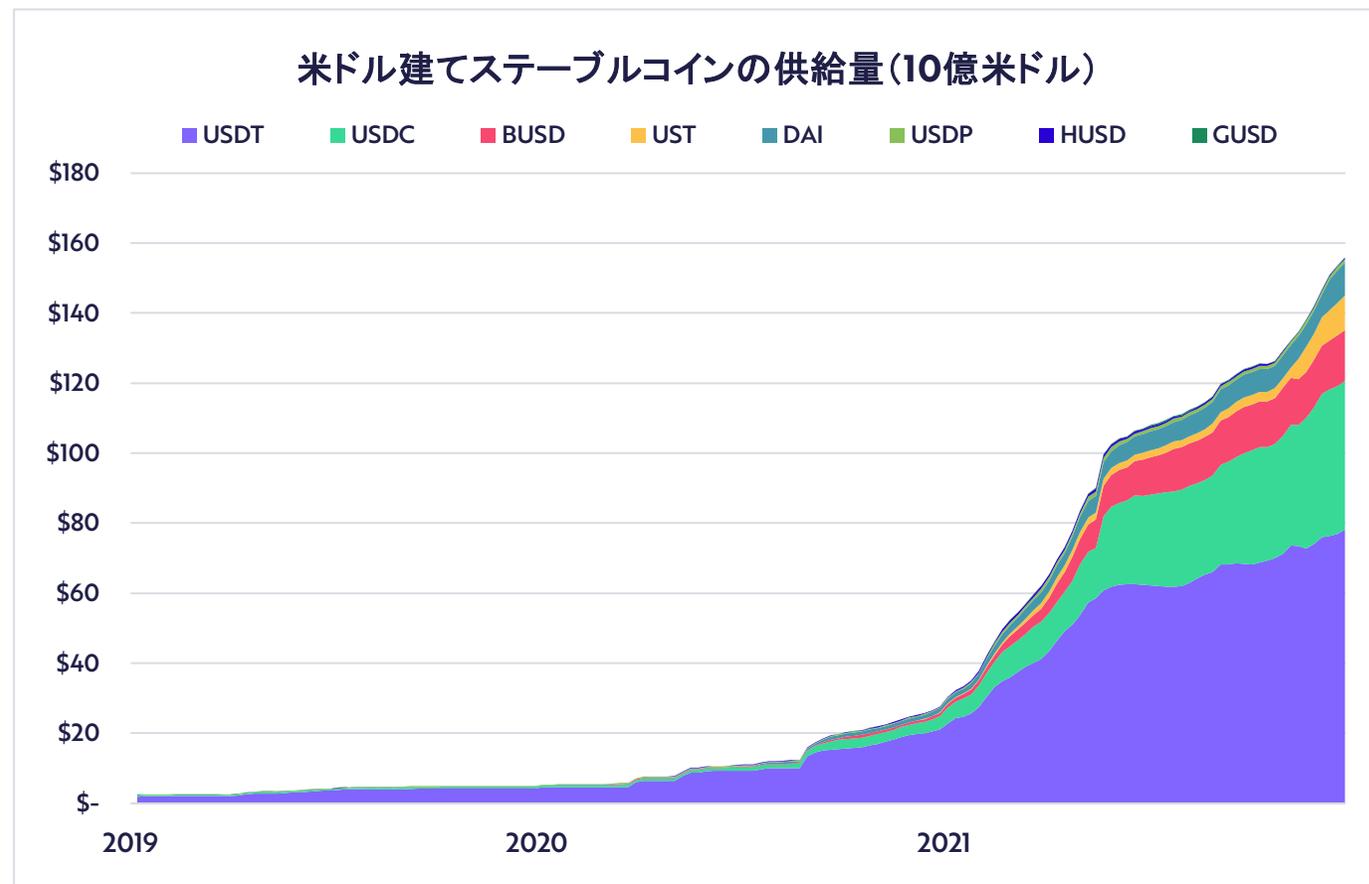
ステーブルコインが暗号資産の取引、融資、決済を促進

法定通貨(多くの場合は米ドル)に価値が連動する暗号通貨「ステーブルコイン」は、中央集権型市場と分散型市場の両方において、暗号資産の売買、融資、決済に使用する固定価格の資産として機能します。ステーブルコインの供給量は、2021年の1年間に5倍近く増加しました。

Binanceをはじめ、米国の銀行口座へのアクセスが制限されている世界の仮想通貨取引所におけるステーブルコインを売買の相手通貨としたペア通貨取引量は、中央集権的な仮想通貨取引所の総取引量の70%以上を占めています。これに対し、米ドルを相手とした取引はわずか15%に過ぎません。

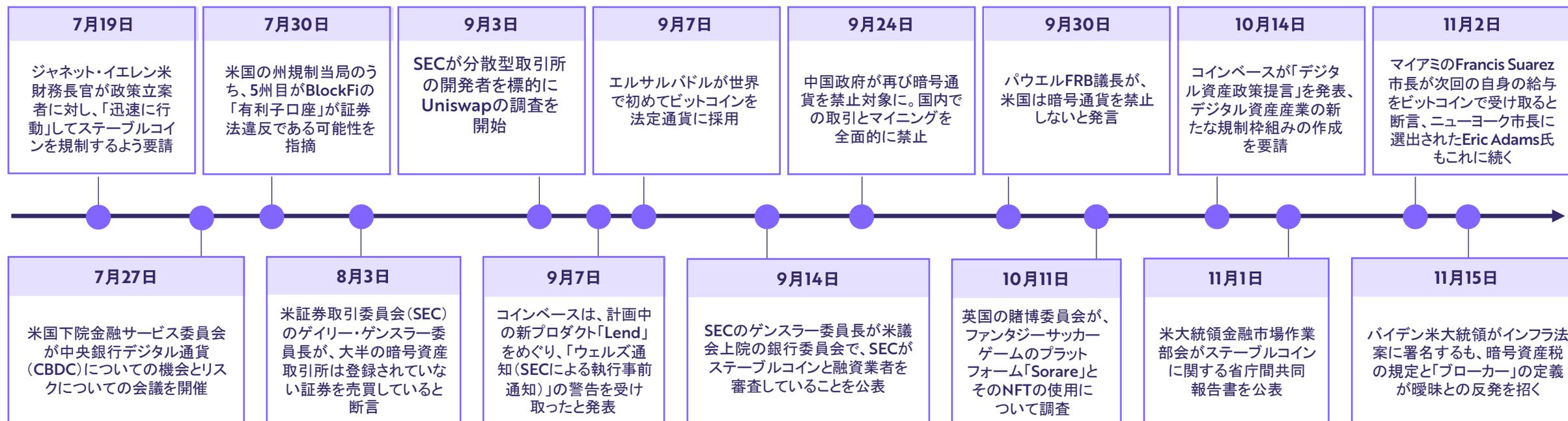
DeFiで幅広く利用されているステーブルコインは、Compoundの総債務残高の95%、Uniswapの流動性資金の22%を占めています。

米ドル建てステーブルコインの供給量(10億米ドル)





規制当局がDeFiを中心に、暗号資産のイノベーションを優先事項に



出所: ARK investment Management LLC, 2021 based on data sourced from: Banjo, Shelly, and Francesca Maglione. NYC Mayor-Elect Adams Says He'll Take Paycheck in Bitcoin. Bloomberg, 4 Nov. 2021, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-04/nyc-mayor-elect-eric-adams-says-he-ll-take-paycheck-in-bitcoin?sref=1f7Aj053>. China's Top Regulators Ban Crypto Trading and Mining, Sending Bitcoin Tumbling. Reuters, 24 Sept. 2021, <https://www.reuters.com/world/china/china-central-bank-vows-crackdown-cryptocurrency-trading-2021-09-24/>. Coinbase. The SEC Has Told Us It Wants to Sue Us over Lend. We Don't Know Why. The Coinbase Blog, 8 Sept. 2021, <https://blog.coinbase.com/the-sec-has-told-us-it-wants-to-sue-us-over-lend-we-have-no-idea-why-a3a1b6507009>. Condon, Christopher. "Yellen Tells Regulators to 'Act Quickly' on Stablecoin Rules." Bloomberg.com, Bloomberg, 19 July 2021, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-07-19/yellen-tells-regulators-to-act-quickly-on-stablecoin-rules?sref=1f7Aj053>. Crooks, Nathan. Miami's Mayor Says He'll Take His Next Paycheck in Bitcoin. Bloomberg, 2 Nov. 2021, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-02/miami-mayor-suarez-says-he-ll-take-next-paycheck-in-bitcoin-kvifidjb?sref=1f7Aj053>. Digital Asset Policy Proposal: Safeguarding America's Financial Leadership. The Coinbase Blog, 14 Oct. 2021, <https://blog.coinbase.com/digital-asset-policy-proposal-safeguarding-americas-financial-leadership-ce569c27d86c>. Federal Reserve Chair Jerome Powell: U.S. Has No Plans to Ban Bitcoin and Crypto. Nasdaq, 30 Sept. 2021, <https://www.nasdaq.com/articles/federal-reserve-chair-jerome-powell-u.s.-has-no-plans-to-ban-bitcoin-and-crypto-2021-09>. Hayward, Andrew. Ethereum NFT Game Sorare Investigated by UK Gambling Commission. Decrypt, 11 Oct. 2021, <https://decrypt.co/83194/ethereum-nft-game-sorare-investigated-uk-gambling>. Michaels, Dave, and Alexander Osipovich. Regulators Investigate Crypto-Exchange Developer Uniswap Labs. The Wall Street Journal, 3 Sept. 2021, https://www.wsj.com/articles/regulators-investigate-crypto-exchange-developer-uniswap-labs-11630666800?mod=latest_headlines. Post, Kollen. Biden Signs Infrastructure Bill, Handing Crypto Broker Definitions to the US Treasury. The Block, 15 Nov. 2021, <https://www.theblockcrypto.com/linked/124387/biden-signs-infrastructure-bill-handing-crypto-broker-definitions-to-the-us-treasury>. Post, Kollen. "Kentucky Is Fifth State to Scrutinize Blockfi's Interest Accounts." The Block, The Block, 30 July 2021, <https://www.theblockcrypto.com/linked/113124/kentucky-regulator-blockfi-interest-security>. President's Working Group on Financial Markets Releases Report and Recommendations on Stablecoins. U.S. Department of the Treasury, 1 Nov. 2021, <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0454>. The Promises and Perils of Central Bank Digital Currencies. U.S. House Committee on Financial Services, 27 July 2021, <https://financialservices.house.gov/events/eventsingle.aspx?EventID=408111>. Remarks Before the Aspen Security Forum. U.S. Securities and Exchange Commission, 3 Aug. 2021, <https://www.sec.gov/news/public-statement/genzler-aspen-security-forum-2021-08-03>. Sinclair, Sebastian. Bitcoin Now Legal Tender in El Salvador, Marking World First. CoinDesk, 7 Sept. 2021, <https://www.coindesk.com/policy/2021/09/07/bitcoin-now-legal-tender-in-el-salvador-marking-world-first/>. Testimony Before the United States Senate Committee on Banking, Housing, and Urban Affairs. U.S. Securities and Exchange Commission, 14 Sept. 2021, <https://www.sec.gov/news/testimony/genzler-2021-09-14>.



イーサリアムは依然として開発段階



ETH2.0の長所*

検討事項

取引規模の拡大

シャーディングとレイヤー2スケーリングソリューションにより、イーサリアムのスループットは毎秒15取引から100,000取引に拡大

- レイヤー2スケーリングソリューションは資金の引き出しに長時間を要するため、レイヤー2の限定的な流動性が妨げとなり、予想以上に時間を要した
- シャードや複数のレイヤー2の管理は、開発者にとって課題

安全性の向上

プルーフ・オブ・ステーク (PoS) のコンセンサスアルゴリズムは、一段の分散化を実現するとともに、ネットワークを攻撃する際のコストを押し上げる

- 最も保有額の多いトークン所有者にコントロールを委ね、物理的に参入を制限することは、中央集権化のリスクを増大させる
- 既存のPoSのブロックチェーンが、PoWよりも分散性が高いことは立証されていない

サステナビリティの向上

PoSのコンセンサスアルゴリズムは、PoWに代わる「環境に優しい」コンセンサスである

- PoWのマイニングは、世界の再生可能エネルギーへの移行を加速させる可能性がある
- エネルギーを消費することは、エネルギーを無駄にしていることと同義でない

投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | "The Beacon Chain." Ethereum.org, 31 July 2021, <https://ethereum.org/en/eth2/beacon-chain/>; Buterin, Vitalik. "Ethereum Whitepaper." Ethereum.org, 2013, <https://ethereum.org/en/whitepaper/>; Caffyn, Grace. "Ethereum Launches Long-Awaited Decentralized App Network." CoinDesk Latest Headlines RSS, CoinDesk, 30 July 2015, <https://www.coindesk.com/markets/2015/07/30/ethereum-launches-long-awaited-decentralized-app-network/>; Ethereum Foundation. Eth2.0 Implementers Call #19 [2019/6/13]. 13 June 2019, <https://www.youtube.com/watch?v=izspfej051E&t=2640s>; Fadilpašić, Sead. "Ethereum Merge Estimated in May-June 2022 - Developers." Crypto News, 18 Oct. 2021, <https://cryptonews.com/news/ethereum-merge-estimated-in-may-june-2022-developers.htm>; Vitalik.eth. "2. Ethereum Proof of Stake Research Began in Jan 2014 with Slasher..." Twitter, Twitter, 16 Aug. 2018, <https://twitter.com/VitalikButerin/status/1029900794353483776>.

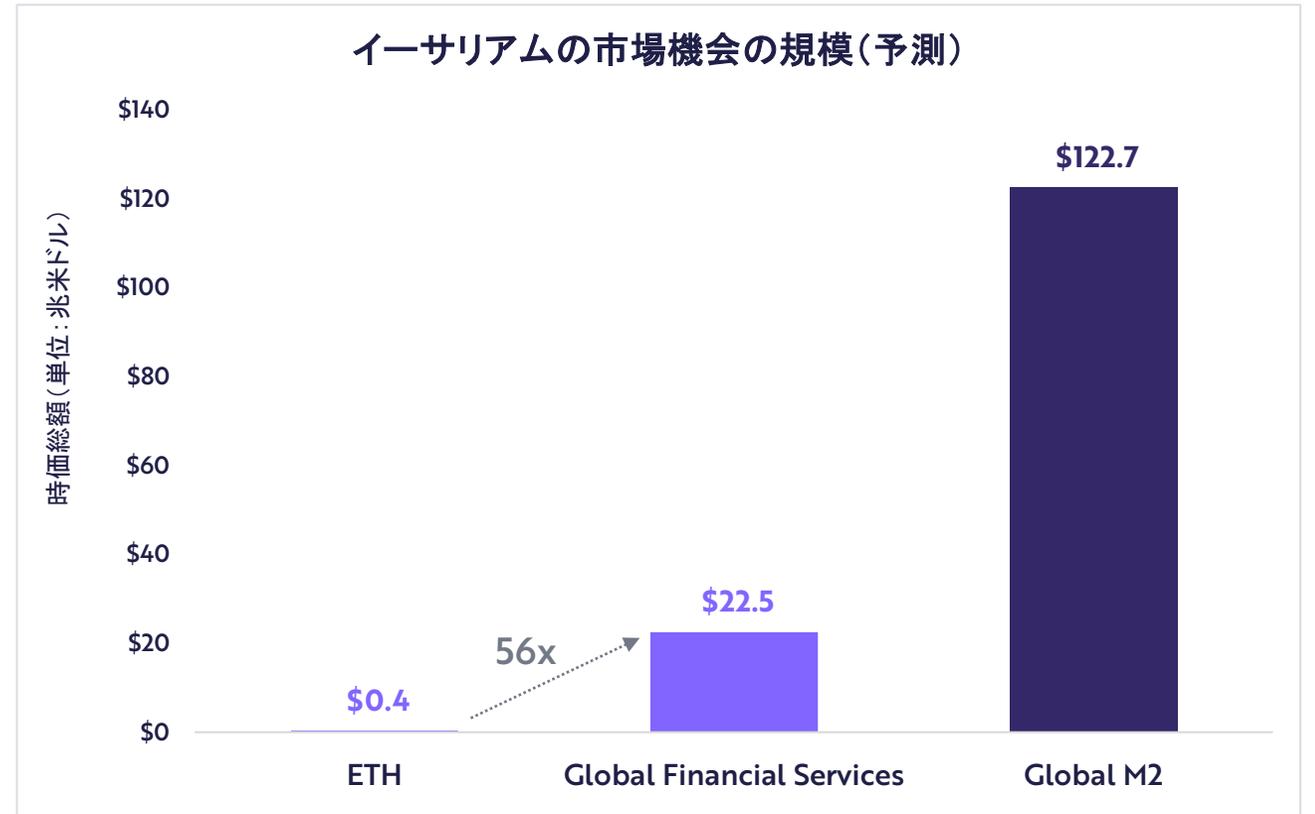


イーサリアムの時価総額が今後10年で20兆米ドルを突破する可能性

ARKの調査によると、イーサリアムは多くの伝統的な金融サービスに取って代わる可能性が高く、イーサリアムのネイティブトークンであるETHはグローバルマネーとしての競争的地位を獲得するものとみられます。

金融サービスがオンチェーン化されることで、分散型ネットワークは既存の金融機関からシェアを奪う可能性が高いと考えられます。こうした変化に伴い、基本プロトコルであるイーサリアムと、イーサリアム上に構築された分散型アプリケーションであるDeFiが恩恵を受けるでしょう。

ETHはDeFiにおける担保として好まれていると同時に、NFTマーケットプレイスにおけるユニット・オブ・アカウント(価値尺度)でもあることから、将来的には123兆米ドル規模の世界のマネーサプライの一部を獲得する可能性が高いとみられています。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
 出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | "Broad Money (% of GDP)." The World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/FM.LBL.BMNY.GD.ZS>; "GDP (Current US\$)." The World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>; "Global Financial Services Market Outlook 2021-2030; Expected to Reach \$28.52 Trillion by 2025 - Researchandmarkets.com." Business Wire, 10 Mar. 2021, <https://www.businesswire.com/news/home/20210310005386/en/Global-Financial-Services-Market-Outlook-2021-2030-Expected-to-Rreach-28.52-Trillion-by-2025---ResearchAndMarkets.com>.

Web3

インターネット革命

リサーチ担当者：Nicholas Grous、Frank Downing（ARKアナリスト）

Andrew Kim（ARKアナリストインターン）

消費者がより多くの時間とリソースをオンラインで費やすようになった今、個人消費がバーチャルワールドへと移行するにつれ、デジタル資産の重要性は大幅に増加するとみられます。

非代替性トークン(NFT)のようなグローバルな枠組みは、デジタル資産の所有権や管理を企業から個人へと移す、安定的な方法をもたらしています。

2030年までに、Web3はオフラインの年間消費額を7.3兆米ドル押し下げる一方、オンラインの直接消費額は現在の1.4兆米ドルから年率28%で拡大し、12.5兆米ドルへ増加すると予想されます。



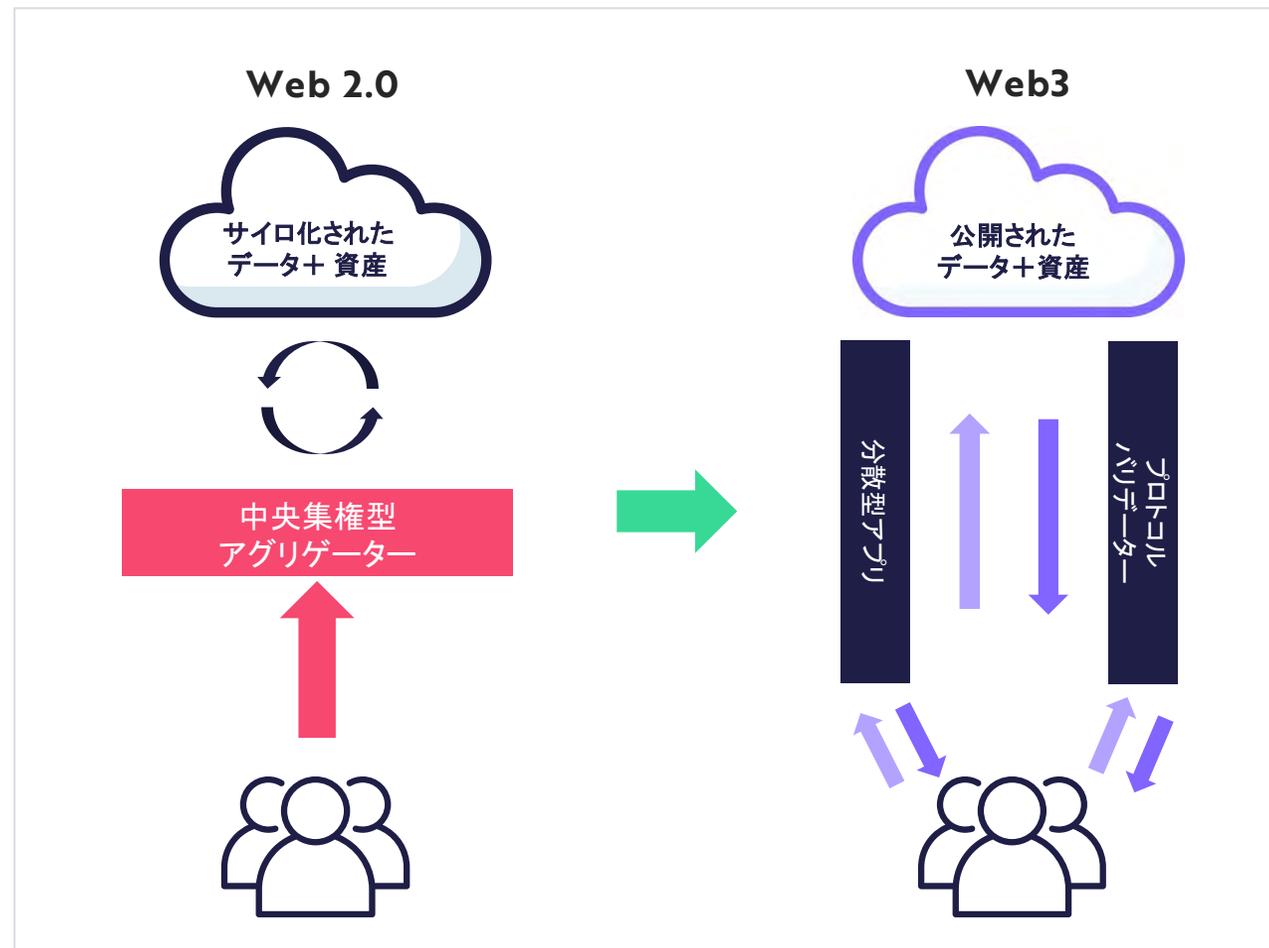


デジタル所有権により物理的世界からデジタル世界へ活動の移行が加速する可能性

私たちは、Web 3のバーチャル・エコシステムは、オンライン上の人間の参加者が、デジタル資産を利用したりレンタルするのではなく、所有することができれば、発展するものと考えています。

従来のWeb 2.0のビジネスモデルでは、エンドユーザーは大抵、商品やサービスに対する制約に直面します。例えば、ゲーム内で保有している資産を別のゲームへとそのまま移植することはできませんし、また、ユーザーのコンテンツから利益を得ているソーシャルメディア・プラットフォームでは検閲のリスクがあります。

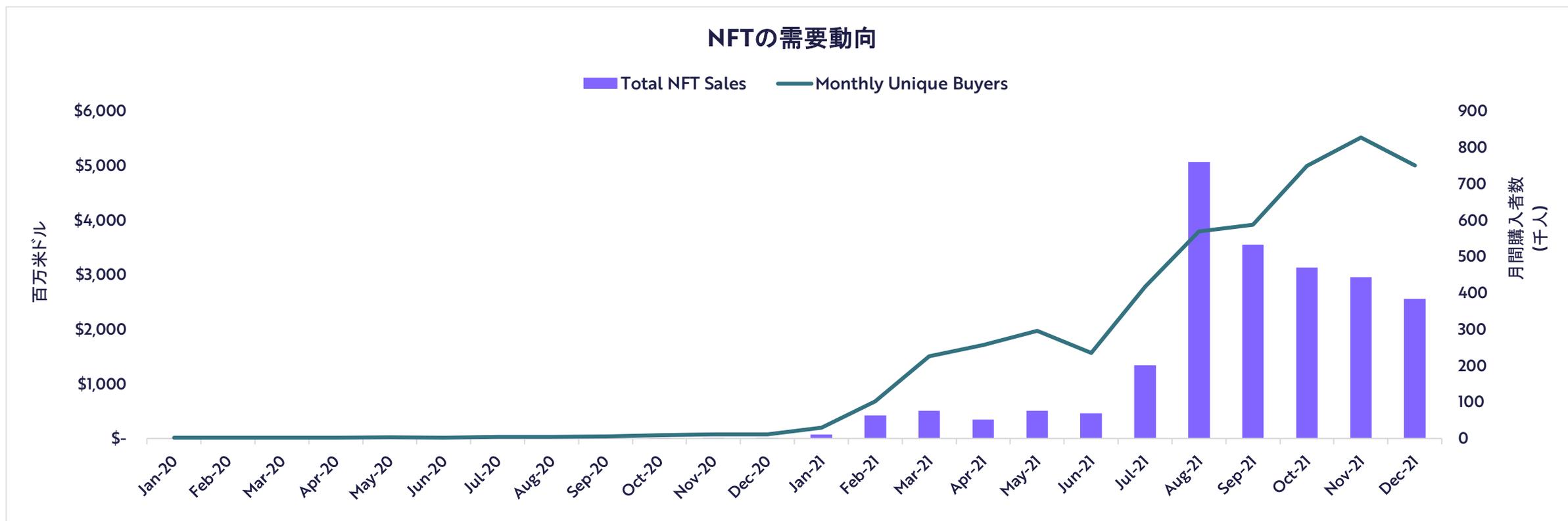
対照的に、パブリック(公開)・分散型のブロックチェーンでは、ユーザーが合法的な流通市場で自分の資産を保管し、取引することができます。





デジタル資産の所有権を可能にするパブリックブロックチェーン

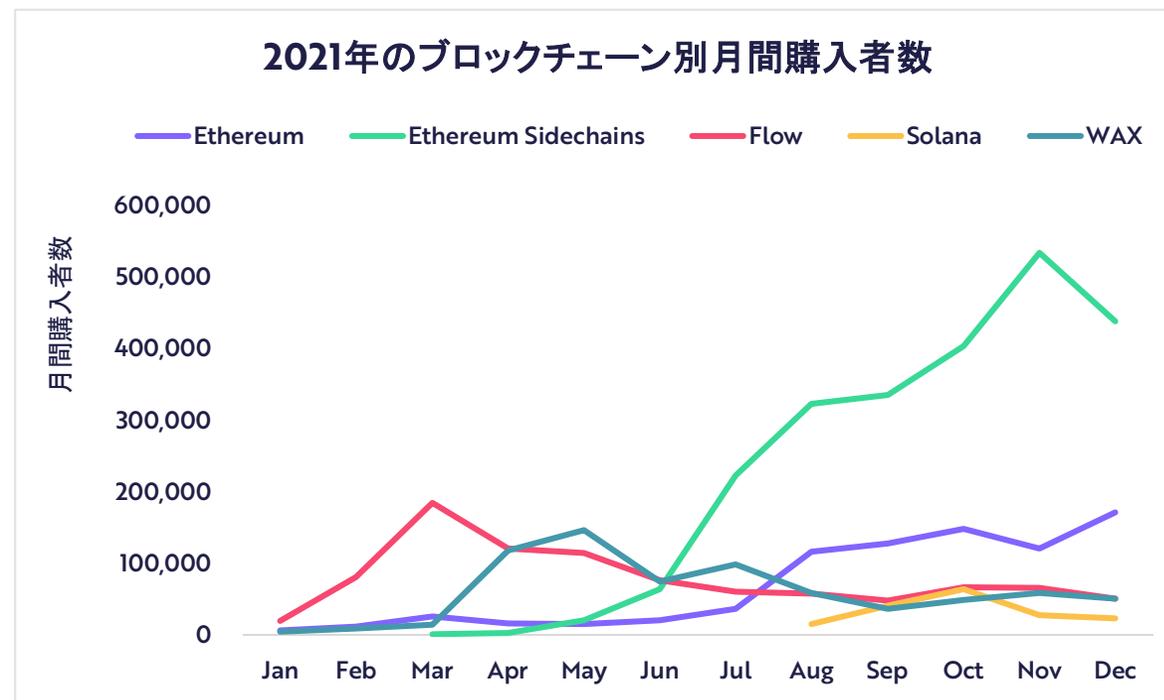
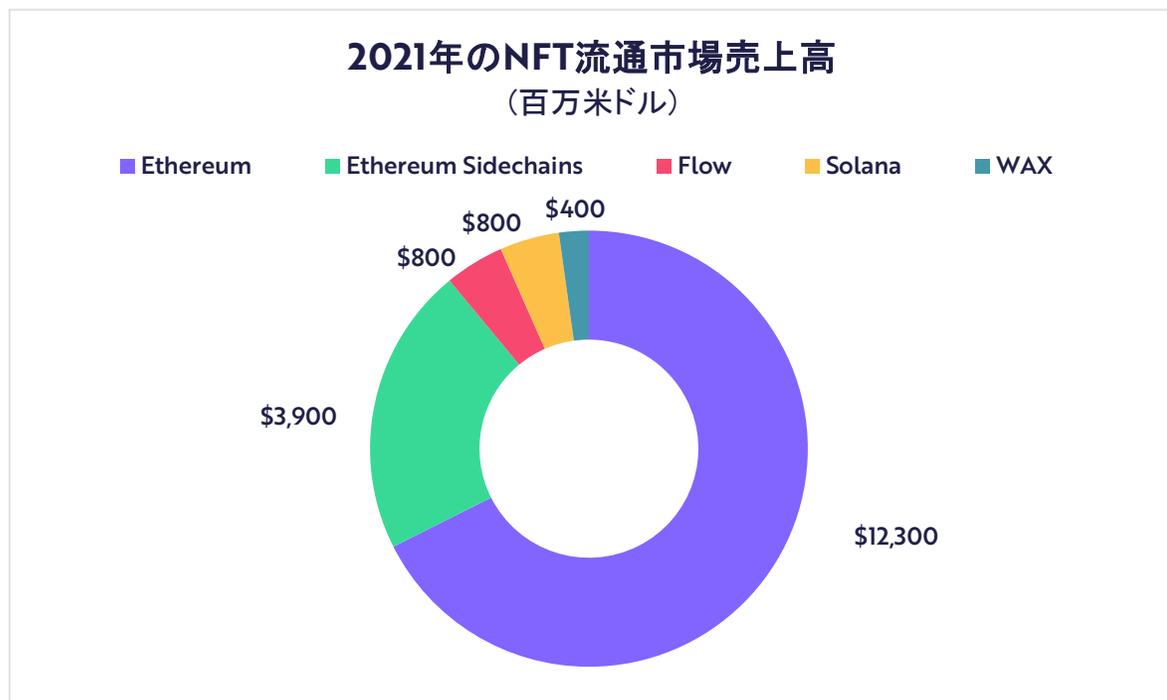
非代替性トークン(NFT)は、パブリックブロックチェーン上でデジタル資産の所有権を検証するスマートコントラクトの役割を果たし、資産の保管・管理・検証を行なう中央集権型プラットフォームの特権を奪います。2021年、NFTは月間購入者数が約8倍の70万人超に急増し、総売上高は210億米ドルに達しました。





スマートコントラクト分野で優位性を発揮してきたのはイーサリアム

公開データによると、イーサリアムはスマートコントラクト・プラットフォームとして支配的であり、NFTの発行・取引において最も選ばれるブロックチェーンとなっています。しかし、イーサリアムの手数料が上昇し続けていることから、他のレイヤー1のブロックチェーンやレイヤー2のスケーリング技術からの競争が高まってくるとみられます。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

レイヤー1とは、あらゆるスマートコントラクト・プラットフォームの土台となるブロックチェーン・アーキテクチャをさしています。イーサリアムの基盤のブロックチェーンにおいて利用が増加するにつれ、各ブロックでのスペースに対する需要が高まる一方でブロックのサイズ自体は変わらないため、概して参加者に対して課される手数料が高くなります。イーサリアムに対する需要増加の悪影響を和らげるべく、様々な開発者チームが取引処理速度(スループットとも言う)を上げるために様々な革新的なスケーリング・ソリューションの開発を進めています。イーサリアムのサイドチェーンとは、イーサリアムと互換性のある独自のコンセンサス・メカニズムのセットを持ち、イーサリアムとは別個のブロックチェーンをさしています。チャートではRoninおよびPolygonの合計数のみをEthereum Sidechainsに含めています。レイヤー2のソリューションとは、サイドチェーンのように別個のブロックチェーン上ではなく、オフチェーン(ブロックチェーン外)で大量の取引をバッチ処理するために、イーサリアム自体の上にプロトコルを構築するものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Cryptoslam

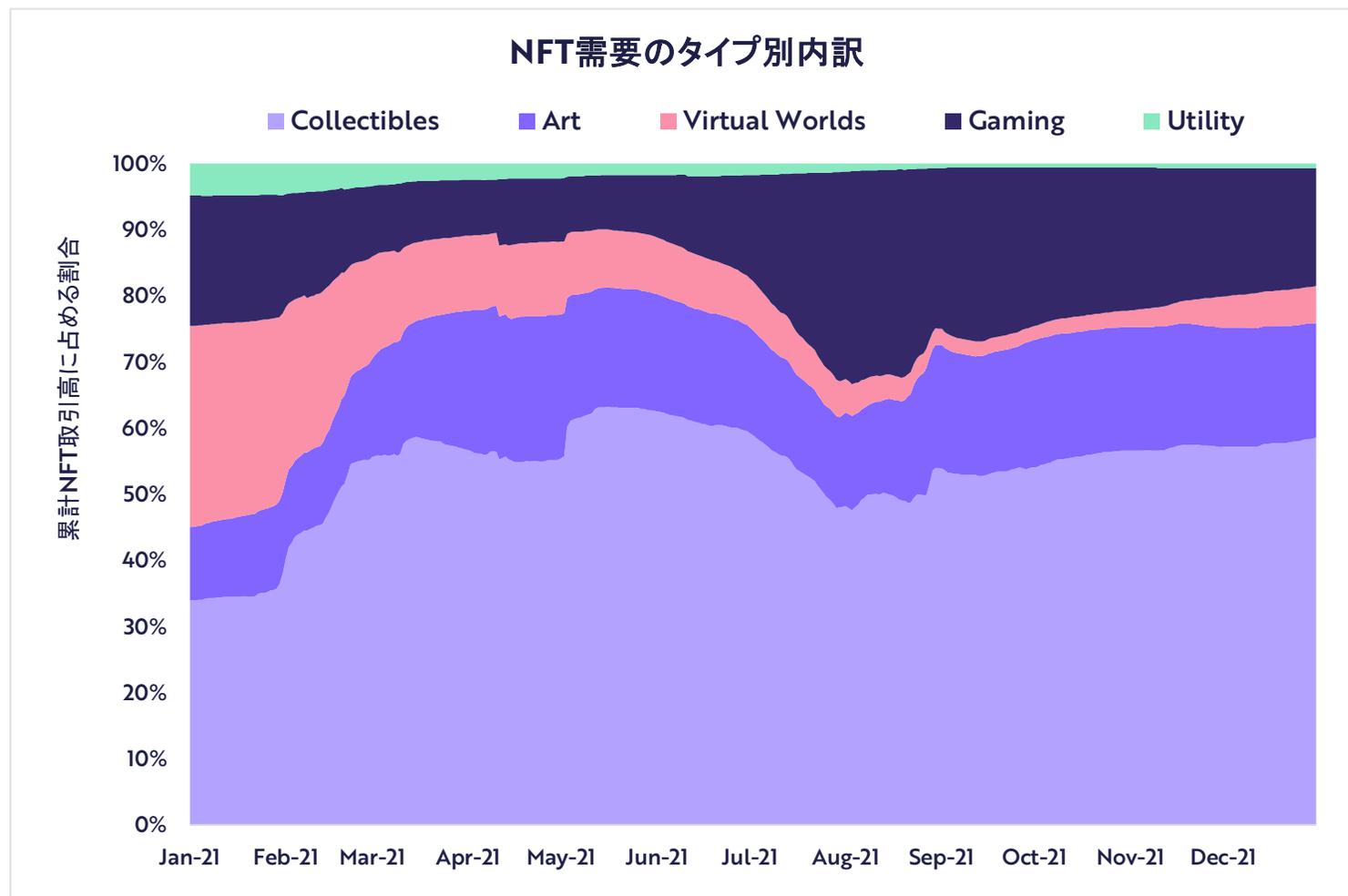


NFTは静的な収集品からダイナミックなデジタル資産へのシフトをもたらす可能性も

現在、コレクターズアイテムやデジタルアートが、イーサリアムでのNFTの売上高の75%以上を占めています。

The SandboxなどのバーチャルワールドやAxie InfinityなどのゲームでのNFT売上高は、まだイーサリアムの累計売上高全体の25%未満です。

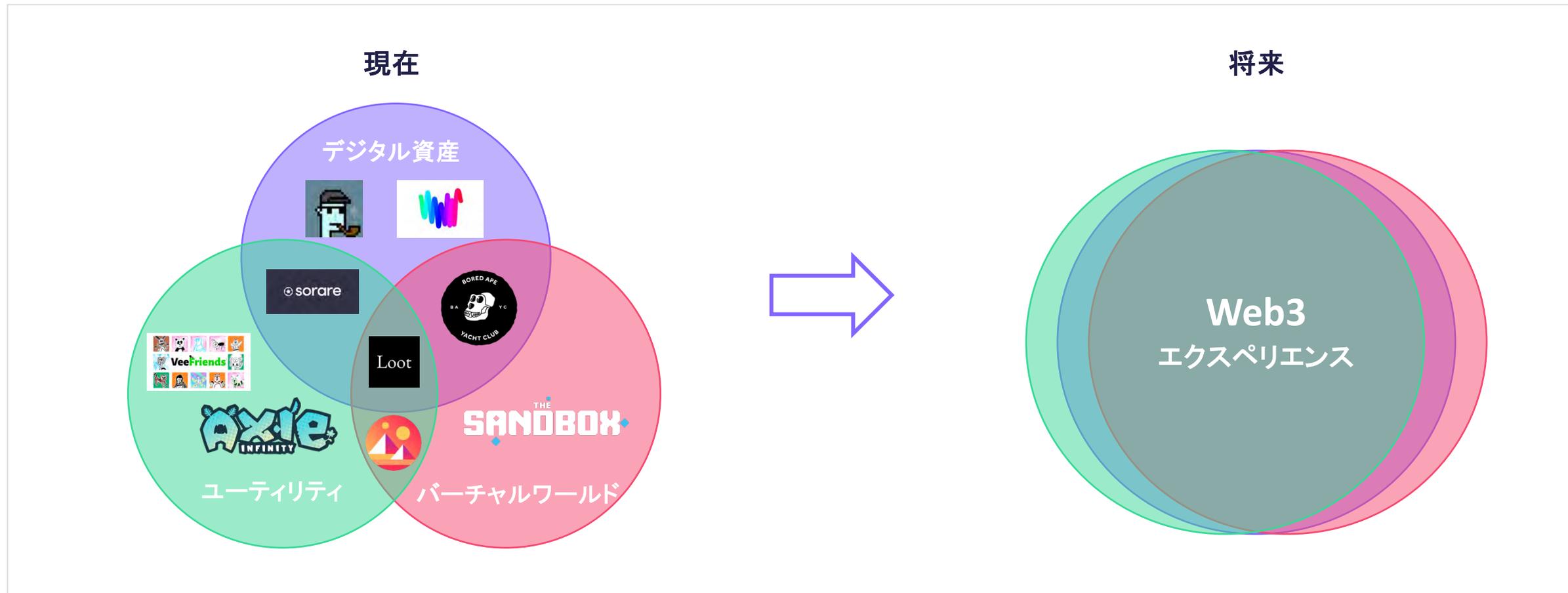
ビデオゲーム市場が遂げた進化を踏まえれば、ブロックチェーンベースのゲームやバーチャルワールド向けのNFT需要は、デジタル収集品やアートを上回る可能性があります。特に、コレクターズアイテムやアート作品は、今後5年から10年の間に、様々なゲームで実用化されるでしょう。





ダイナミックNFTが創り出す新しい形のアクティブエンターテインメント

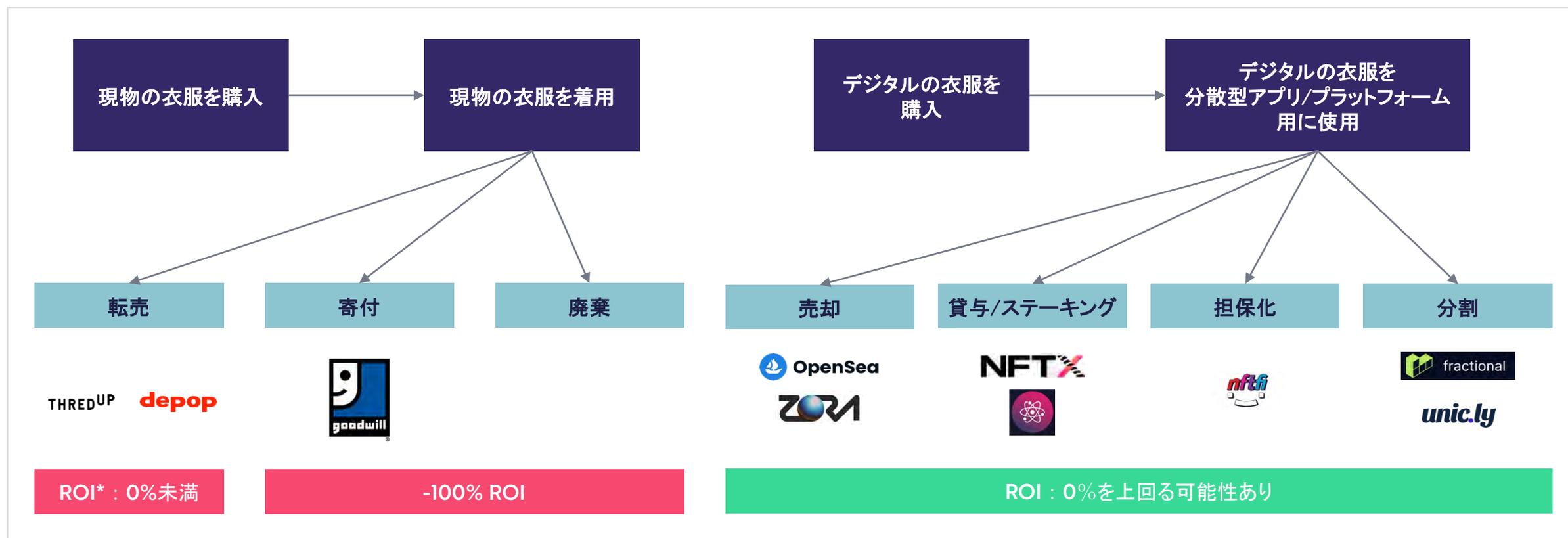
NFTの相互運用性の高まりは、収集、ゲーム、交流、投資の融合を実現可能になると期待されます。





NFTによって曖昧になる消費と投資の境界線

NFTは、消費者が様々なデジタル資産に投資し、ピア・ツー・ピア(個人間)取引を行なうことができる流動性の高い市場をもたらしています。NFTの買い手と売り手は、データアグリゲーション・プラットフォームではなくブロックチェーン上で市場取引価格を決定し、新しい形の資産の収益化を実現します。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

*現物衣服のセカンダリー(二次流通市場)取引の投資利益率(ROI)がマイナスとなるケースは、希少性に対するプレミアムが付かない高級品以外のものに最も当てはまると考えています。

出所: ARK Investment Management LLC., 2021 | 注: 上に示した各企業はそれぞれの分野における代表的な「ブランド」の例です。

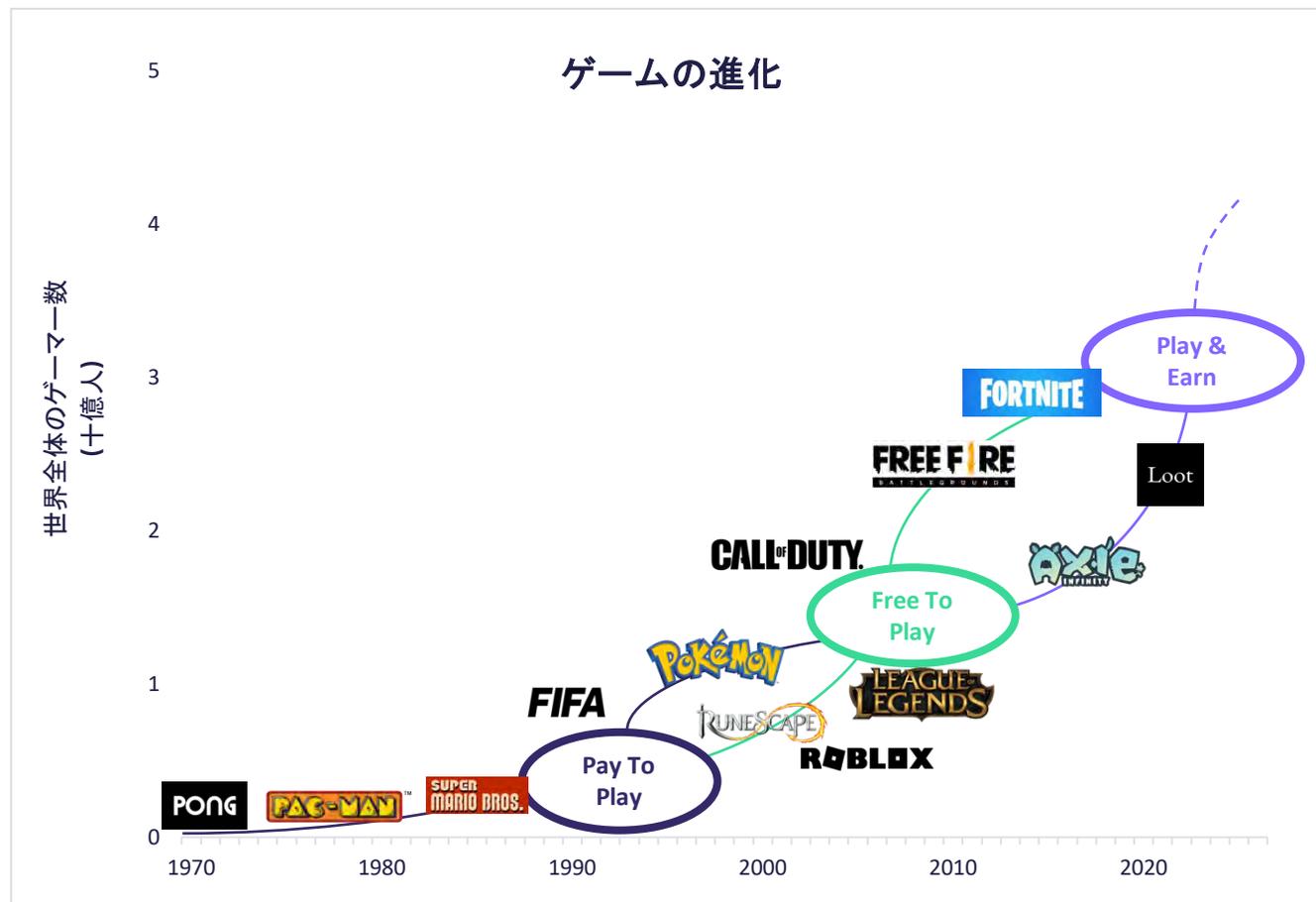


ブロックチェーンを利用したゲームでは エンターテインメントとマネタイゼーションを同時に実現可能

Pay-to-Playモデルでは、エンドユーザーが定められた価格でゲームを購入する必要があります。

Free-to-Playモデルは、Pay-to-Playモデルに代わって主流になりつつあり、より多くの顧客層を獲得することができます。バーチャルグッズやGaaS (Game as a Service: ゲームの継続的な更新をサービスとして提供) は、ゲーム開発者の収益拡大を実現しています。

NFTはゲーム内の資産の所有権を認めるものであり、プレーして稼ぐ**Play-to-Earn**モデルを可能にします。NFTの販売やゲーム内のリワード(賞金)獲得を通じ、ゲームによって資金を調達したり、ユーザーにリワードを提供したりすることができるのです。

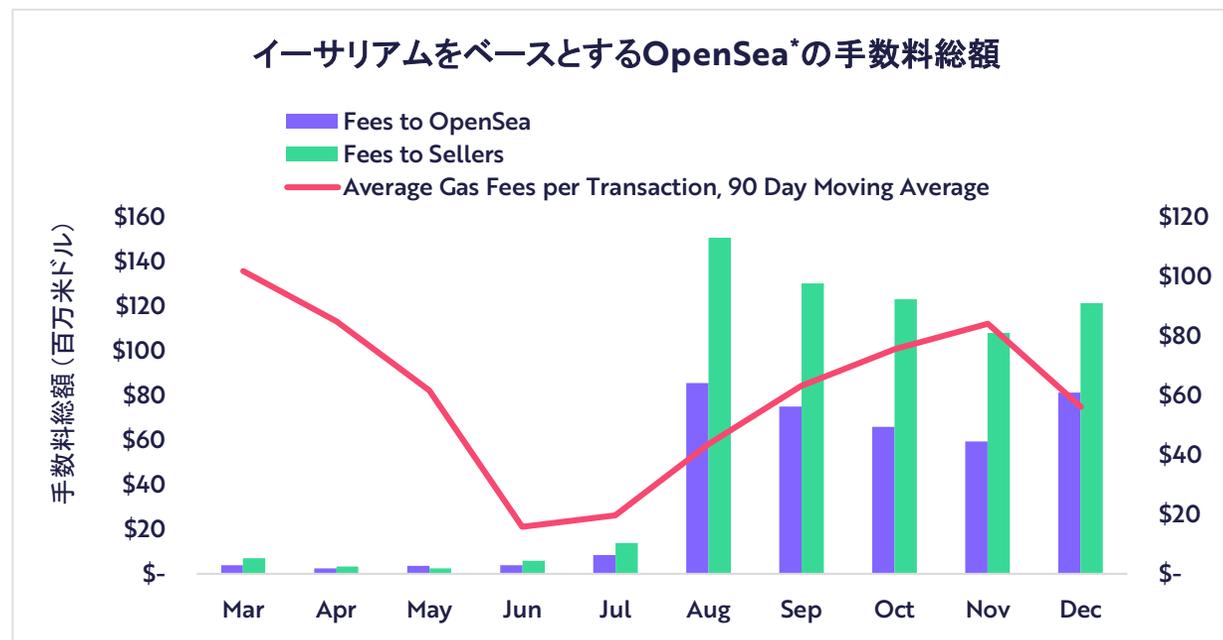




NFTプロジェクトが個人の買い手や売り手の利益を最大化する

Amazonなどの中央集権型プラットフォームに比べ、OpneSeaなどのNFTアグリゲーターが取引に対して課すテイクレート(手数料)は非常に低い水準です。しかし、ブロックチェーンを利用した資産への需要が高まるにつれ、ブロックチェーンを使用するコスト(いわゆる「ガス代」のコスト)も上昇していきます。こうしたブロックチェーンの利用コストを下げるために、様々なスケーリング・ソリューションの開発が進められています。

| プラットフォーム | テイクレート (手数料) | 取引1件当たりの プロトコル・レベルのコスト |
|-------------|-----------------|---------------------------|
| Sotheby's | 13.9% - 25.0% | \$0 |
| Amazon | 8.0% - 15.0% | \$0 |
| eBay | 10.0% | \$0 |
| Etsy | 5.0% | \$0 |
| OpenSea | 2.5% | \$65* |
| Immutable X | 2.0% | 約 \$0 |



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

ガス代とは、イーサリアムのブロックチェーン上での取引を処理・検証するために必要な演算エネルギーの対価としてユーザーが支払う報酬のことです。Immutable Xのテイクレートには、アプリ開発者に支払われるアプリの初期手数料を含んでおらず、Immutableに対して発生する手数料のみを含んでいます。

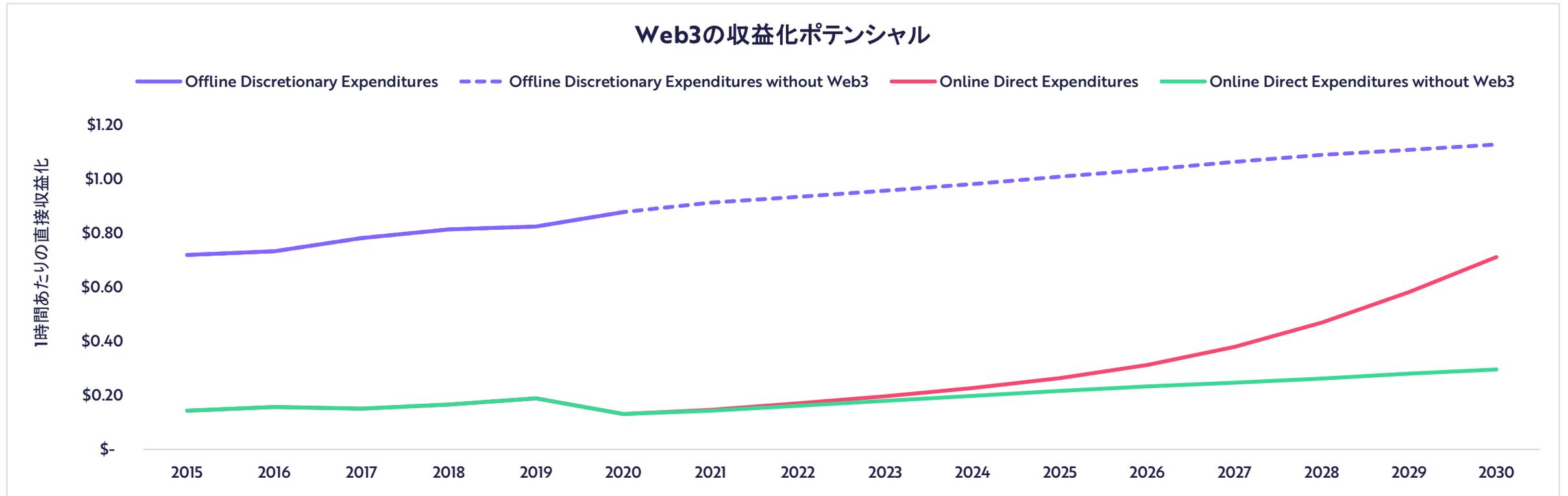
* OpenSeaの取引1件当たり分散型管理コストの算出には、単一の取引に対するOpenSeaの契約に適用される日次平均取引手数料の年平均値を用いています。取引1件あたりのガス代の90日移動平均値の算出には、OpenSeaの分散型管理コストの計算に用いたものと同じの元データを用いています。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Amazon, Dune Analytics, eBay, Etsy, Immutable X, OpenSea, Sotheby's



Web3が普及すれば、2030年までにオンライン消費の収益化率がオフライン消費の収益化率に迫る見込み

ARKの研究によると、今後10年間においてオンラインで費やされる時間のマネタイゼーションレート(収益化率)は、Web3が普及すれば年率19%で成長しますが、Web3が普及しない場合は年率8%の成長にとどまるとみられます。



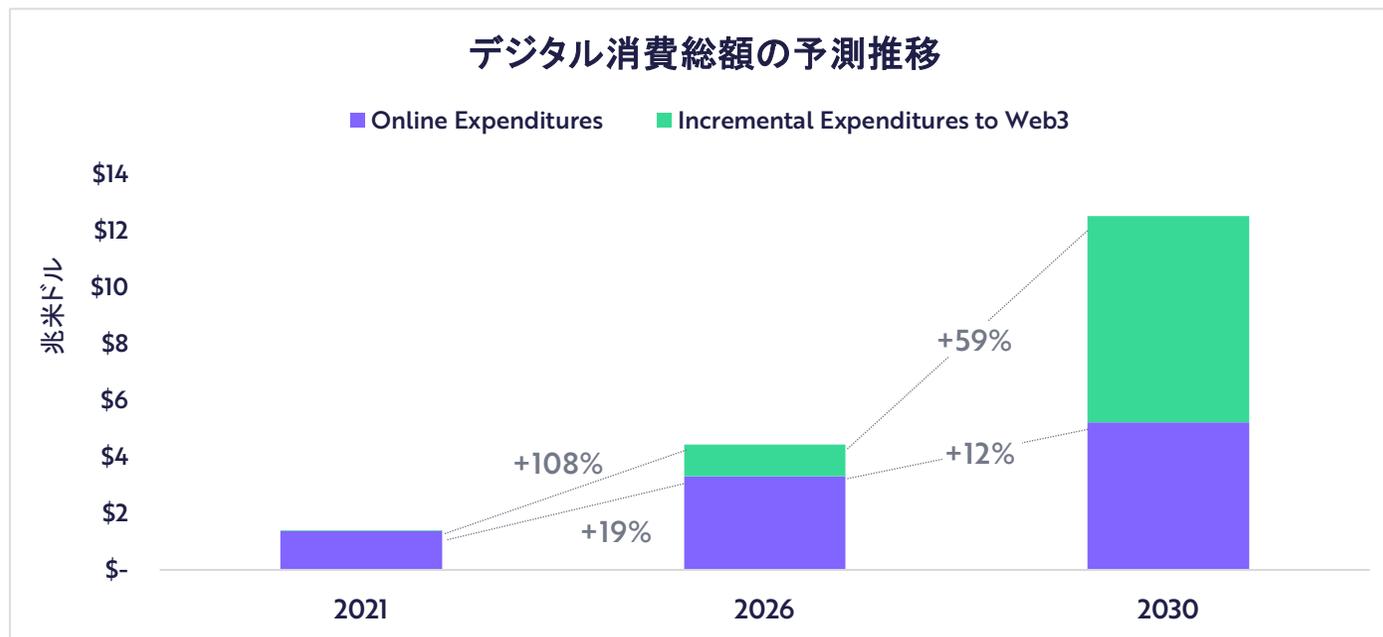
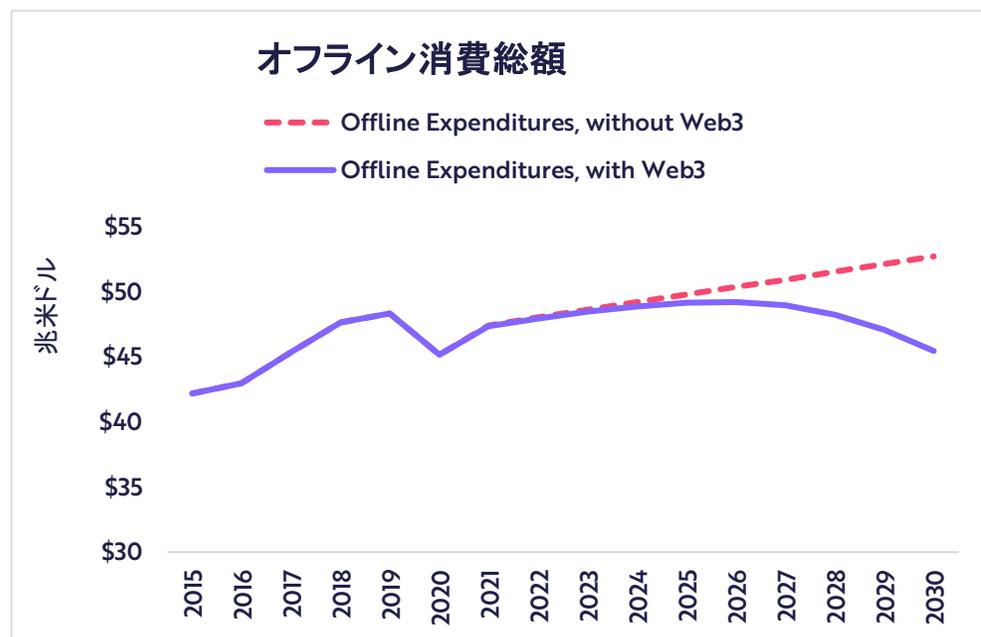
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC | データ出所: Bond Capital, CEIC Holdings, China Internet Watch, Cryptoslam, Digital Commerce 360, Dune Analytics, eMarketer, EuroCommerce, Federal Reserve Economic Data, FTI Consulting, Invesp, National Bureau of Statistics of China, Newzoo, NonFungible, NPD Group, Statista, United States Bureau of Labor Services, United States Census Bureau, United States Department of Labor, World Bank Group



Web3のおかげで、年間オンライン消費額は今後10年で12.5兆米ドルへ達する見込み

ARKの研究によると、オフライン消費は2020年代半ばに年間49兆米ドルでピークを迎えたのち、Web3の普及に応じて減少していくとみられます。Web3が普及しない場合、年間オンライン消費額は2021年の1.4兆米ドルから年率16%の伸びをみせ、2030年には5.2兆米ドルへの増加となるでしょう。しかし、Web3が普及すれば、年間オンライン消費額は年率28%の伸びをみせ、12.5兆米ドルに達する見込みです。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | データ出所: Bond Capital, CEIC Holdings, China Internet Watch, Cryptoslam, Digital Commerce 360, Dune Analytics, eMarketer, EuroCommerce, Federal Reserve Economic Data, FTI Consulting, Invesp, National Bureau of Statistics of China, Newzoo, NonFungible, NPD Group, Statista, United States Bureau of Labor Services, United States Census Bureau, United States Department of Labor, World Bank Group

遺伝子編集

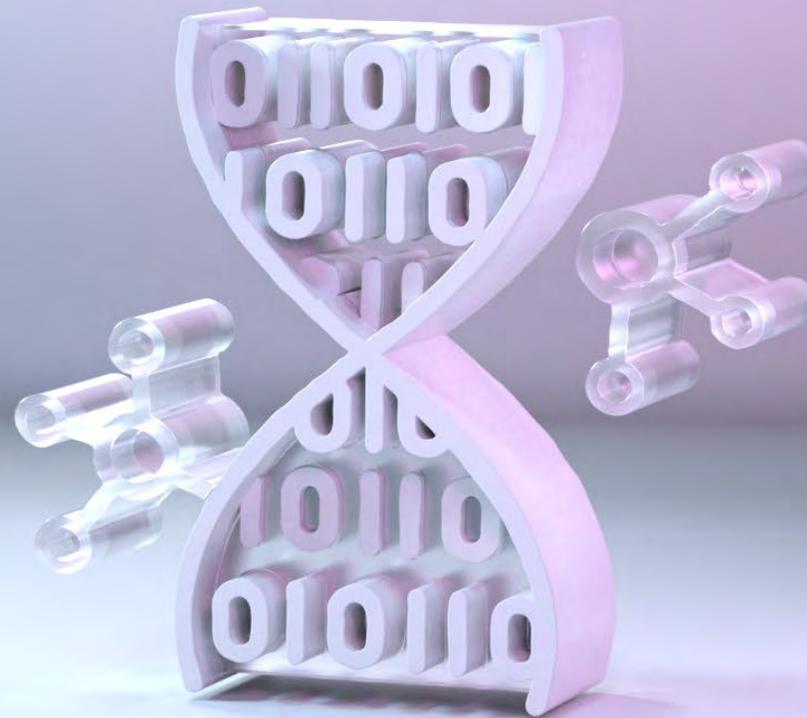
症状を隠すのではなく、病気を治す

リサーチ担当者: Ali Urman (ARKアナリスト)

次世代DNAシーケンシング(NGS)、DNA編集ツールであるCRISPR(クリスパー)、そしてAIの融合は、ヘルスケアに変革をもたらす可能性を秘めています。こうした技術の進歩は、科学的発見のペースを加速させるとともに、患者に合わせた個別化医療を実現し、症状を緩和させるのではなく治癒させることにつながります。

ARKのリサーチによると、遺伝子編集および遺伝子治療企業の時価総額は年率54%のペースで増加し、現在の約1,300億米ドルから2026年までに1兆1,000億米ドルになる可能性があります。

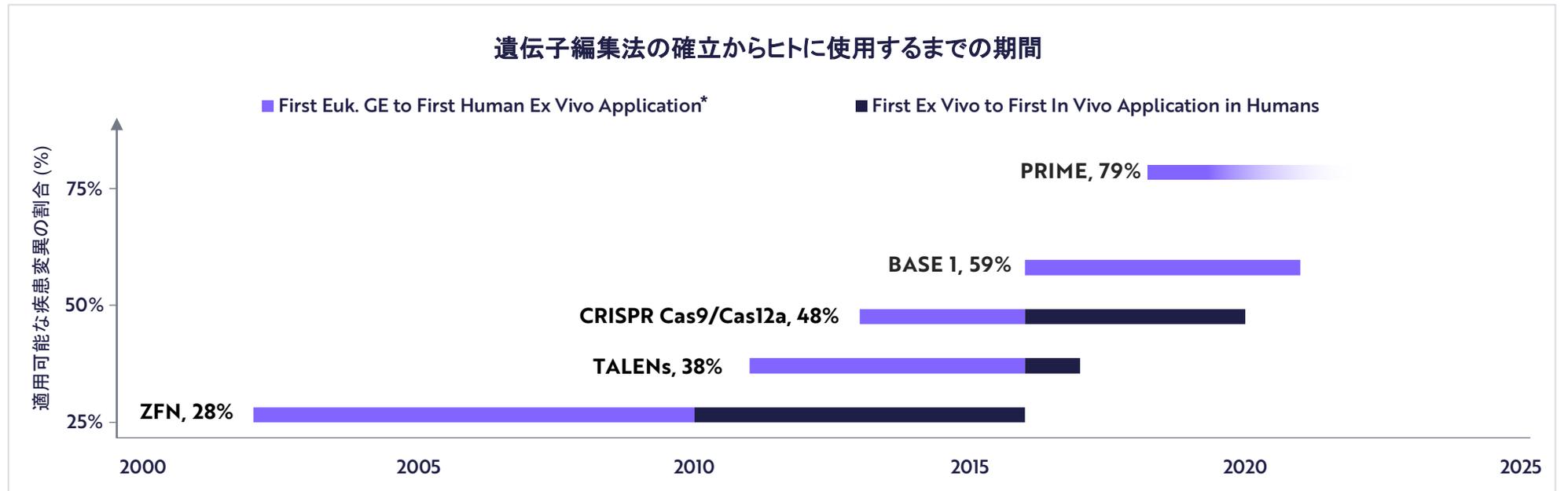
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。





加速する遺伝子編集のイノベーション

ARKの研究によると、遺伝子編集の飛躍的進歩により、従来よりも速いスピードで効果的な治療法を発見することができるようになりました。例えば、ジンクフィンガーヌクレアーゼ(ZFN)では、発見からヒトに初めて投与できるまでに約8年間を要したのに対し、CRISPRはその半分以下の3年間でした。また、既知疾患の治療における適用範囲がZFNは28%であるのに対し、CRISPRは48%とほぼ2倍に適用可能です。さらに、CRISPRの派生技術であるプライム編集と塩基編集の適用範囲もそれぞれ79%と59%と、さらに多くの疾患治療に適用することが可能になりました。



注：
「Ex vivo」は患者の細胞を取り出して体外で改変後、患者の体内に戻す方法

「In vivo」遺伝子治療は患者の細胞を体内で改変

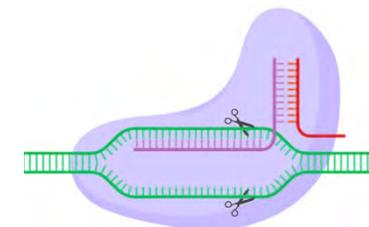
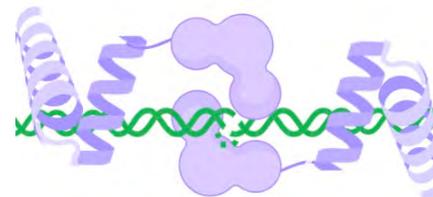
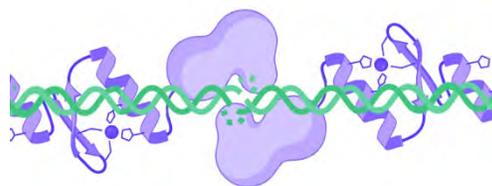
*Euk GE(Eukarys Gene Editing)は、特定の遺伝子編集技術を用いて、ヒト以外の真核生物の細胞で初めて遺伝子編集に成功したことを意味します。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: Orphanet: an online database of rare diseases and orphan drugs. Copyright, INSERM 1997. Available at <http://www.orpha.net> Accessed (12/10/2021). P. A. Jamieson, Addressable Variants Analysis Tool, (2021), GitHub repository, https://github.com/jamiesonpa/addressable_variants_gene_editing; Bibikova M, Golic M, Golic KG, Carroll D. Targeted chromosomal cleavage and mutagenesis in Drosophila using zinc-finger nucleases. Genetics. 2002 Jul;161(3):1169-75. doi: 10.1093/genetics/161.3.1169. PMID: 12136019; PMCID: PMC1462166. Sander, J., Cade, L., Khayter, C. et al. Targeted gene disruption in somatic zebrafish cells using engineered TALENs. Nat Biotechnol 29, 697–698 (2011). <https://doi.org/10.1038/nbt.1934>. Liu, X., Zhang, Y., Cheng, C. et al. CRISPR-Cas9-mediated multiplex gene editing in CAR-T cells. Cell Res 27, 154–157 (2017). <https://doi.org/10.1038/cr.2016.142> CRISPR-Cas9-mediated multiplex gene editing in CAR-T cells Cell Research - CRISPR-Cas9-mediated multiplex gene editing in CAR-T cells. Su, S., Hu, B., Shao, J. et al. CRISPR-Cas9 mediated efficient PD-1 disruption on human primary T cells from cancer patients. Sci Rep 6, 20070 (2016). <https://doi.org/10.1038/srep20070>. National Library of Medicine (U.S.). (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02702115>; National Library of Medicine (U.S.). (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03226470>; National Library of Medicine (U.S.). (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04601051>



CRISPRは最も優れた遺伝子編集技術



ZFN

TALEN

CRISPR

| | | | |
|------------|---------------|---------------|-----------------|
| コスト | 高い | 低い | 非常に低い |
| 時間 | 数ヵ月間 | 数週間 | 数日間 |
| 技術的難易度 | 高い | 中程度 | 低い |
| 認識の種類 | タンパク質-DNA相互作用 | タンパク質-DNA相互作用 | RNA/DNA相互作用 |
| デリバリー | 標的を囲む2つのタンパク質 | 標的を囲む2つのタンパク質 | ガイドRNAとCasタンパク質 |
| マルチプレックス編集 | 非常に困難 | 困難 | 困難ではない |

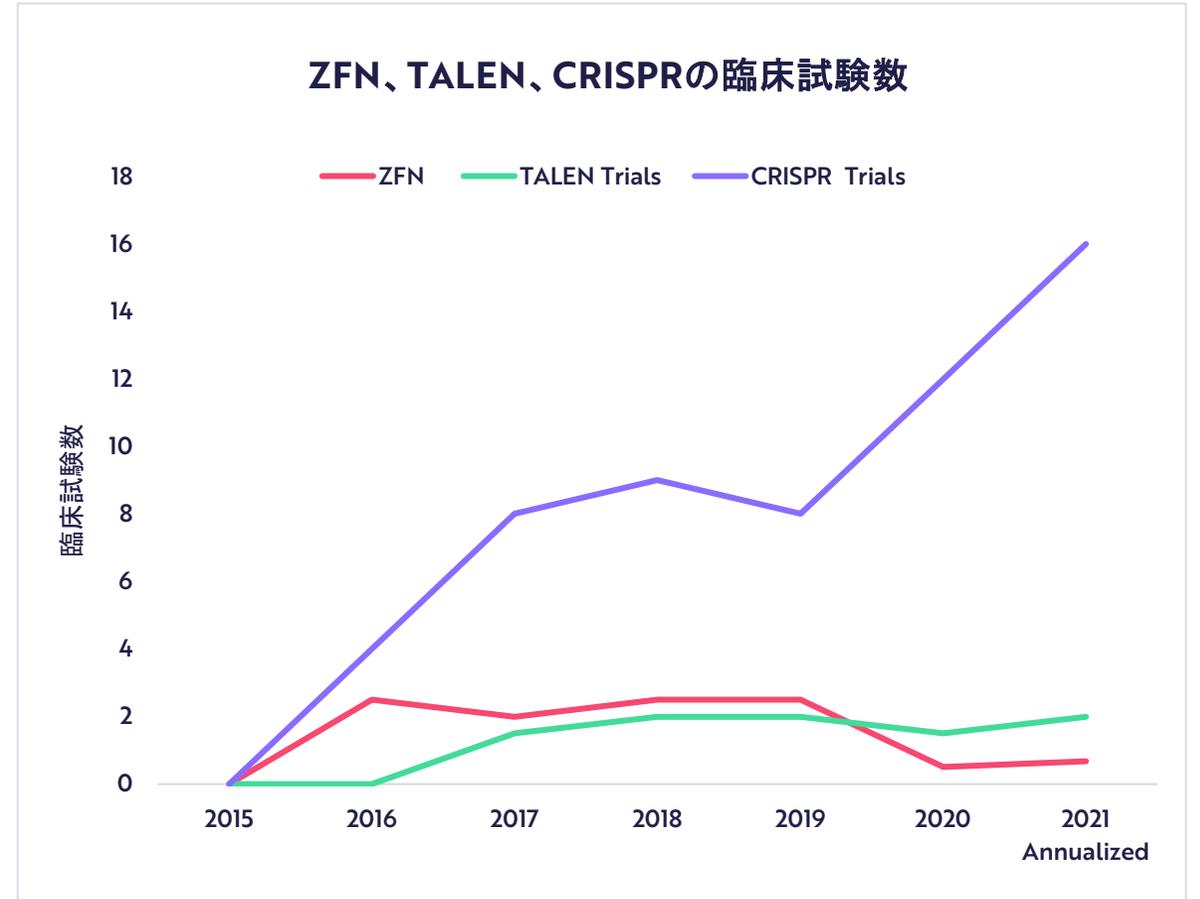
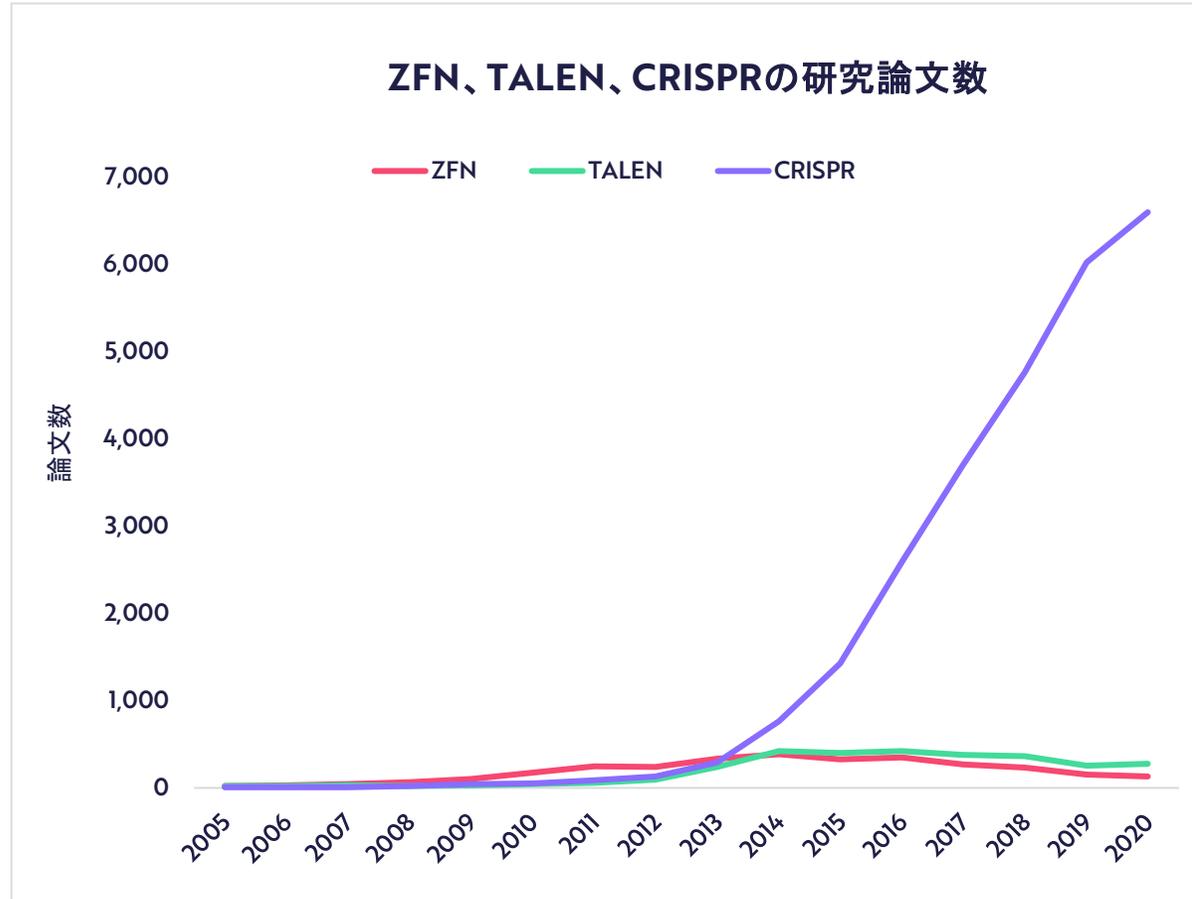
- **ZFN** (ジンクフィンガーヌクラーゼ) は、ZFのリポータードメインを操作して宿主DNAの特定部位を標的とし、ヌクラーゼ (切断酵素) で二本鎖切断 (DSB) を誘発します。
- **TALEN** (転写活性化因子様エフェクターヌクラーゼ) は、独自のモジュール型タンパク質を用いて宿主のDNAを標的とし、ヌクラーゼによりDSBを誘発します。
- **CRISPR** (クラスター化して規則的な配置の短い回文配列リポーター) は、タンパク質とRNAの複合体を用いて、標的部位にヌクラーゼを誘導します。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021

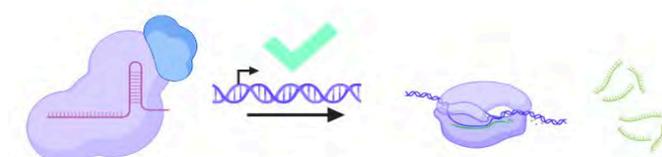
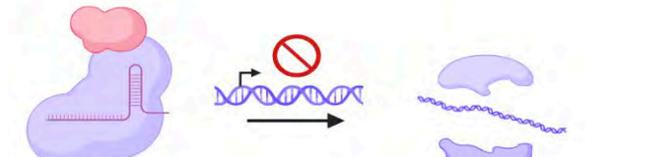
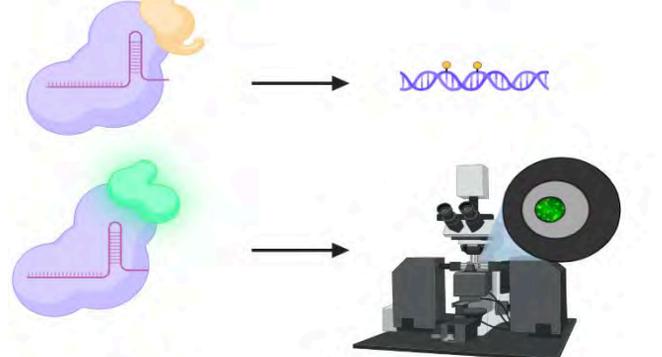
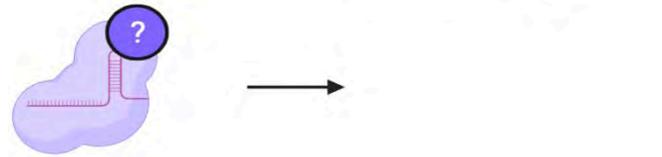


CRISPRが学術研究と臨床試験で圧倒的多数を占める





CRISPRは遺伝子編集の枠を超える

| | 機能 | メリット・応用例 |
|--|---|----------------------------|
|  | 転写活性化 目的の遺伝子を発現させるためにRNAポリメラーゼをリクルートする(呼び込む) | 休眠状態や発現していない遺伝子の活性化 |
|  | 転写抑制 CRISPRによって指示されたリプレッサータンパク質で特定の遺伝子の発現をブロックする | 有害な遺伝子や遺伝子変異の不活性化 |
|  | エピジェネティック制御 DNAやそのパッケージングタンパク質に化学的な部位を付加・除去することで発現を制御する | 遺伝子をオンまたはオフに切り替え |
|  | 画像診断 CRISPRを用いた蛍光レポーターにより、疾患変異やウイルスの遺伝物質の存在を可視化する | コスト削減 |

投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021. CRISPR/Cas9-Based Engineering of the Epigenome. Pulecio, Julian et al. Cell Stem Cell, Volume 21, Issue 4, 431 – 44. Zhang, F. (2019); Development of CRISPR-Cas systems for genome editing and beyond. Quarterly Reviews of Biophysics, 52, E6. doi:10.1017/S0033583519000052

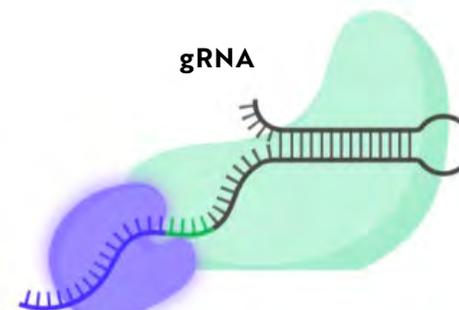


増加するCRISPRの機能

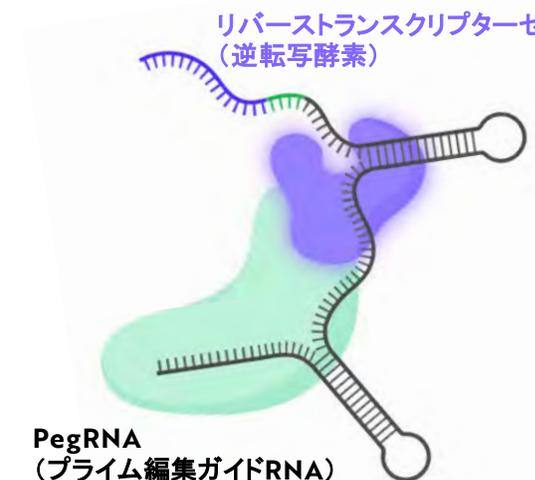
塩基編集とプライム編集は、心筋症をはじめとする現在は治療不可能な病気に適用できます。



gRNA
(ガイドRNA)



gRNA
デアミナーゼ



リバーストランスクリプターゼ
(逆転写酵素)
PegRNA
(プライム編集ガイドRNA)

| | CRISPRヌクレアーゼ | 塩基編集 | プライム編集 |
|---------------------------------------|--------------|--------|--------|
| サイズ | 約4キロベース(kb) | 約5 kb | 約6 kb |
| PAM(protospacer adjacent motif)への依存性* | 高い | 高い | 低い |
| 切断 | 二本鎖切断 | 一本鎖ニック | 一本鎖ニック |
| 適用可能な疾患 | 48% | 59% | 79% |

**PAMはCRISPRのランディング部位で、Casヌクレアーゼが目的の部位を切断するために必要であり、一般的に切断部位から3-4ヌクレオチド下流で検出されます。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021



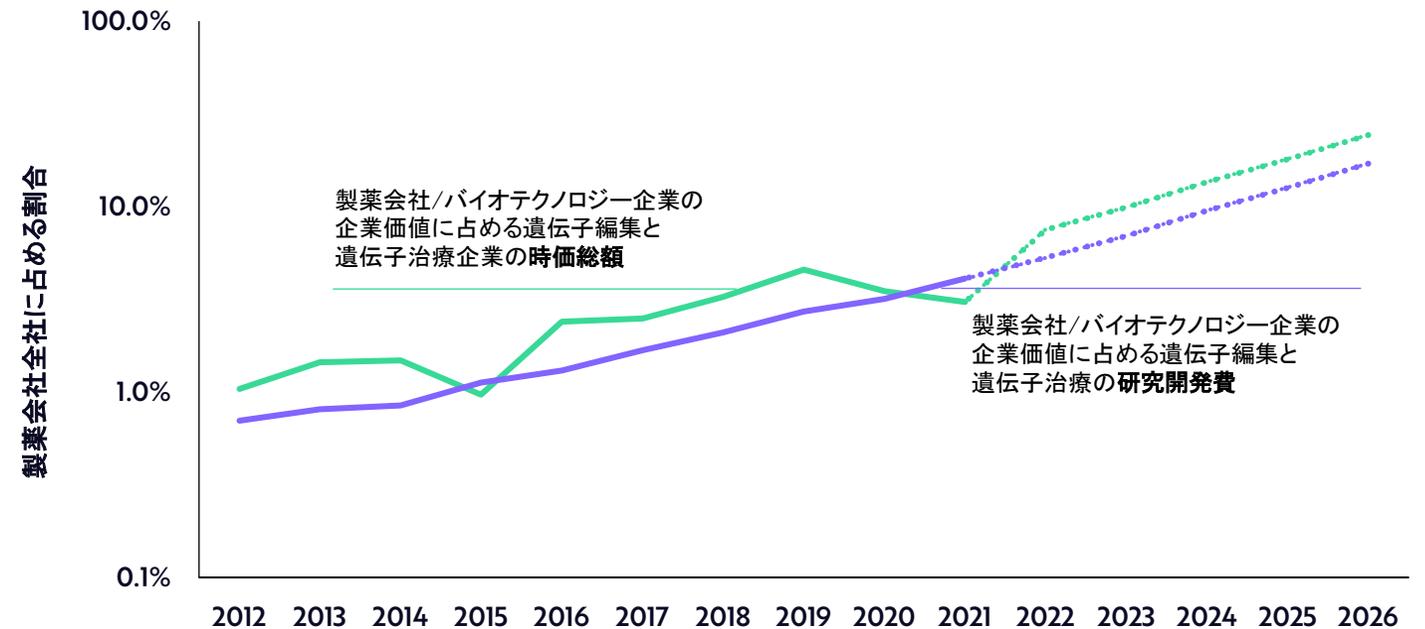
遺伝子編集・遺伝子治療企業の時価総額は、 2026年までに約1兆1,000億米ドルに達する可能性

様々な病気を治療できる可能性を踏まえると、遺伝子治療のイノベーションに対する研究開発費の割合は今後も増加を続けるでしょう。

研究開発費のなかで遺伝子編集・遺伝子治療企業に当てられる割合は、現在の3%から2026年までに17%に増加する見込みです。

遺伝子編集・遺伝子治療企業の時価総額は、現在のおよそ1,300億米ドルから2026年までに1兆1,000億米ドルへと年率54%のペースで拡大する可能性があります。

遺伝子編集・遺伝子治療企業の時価総額は 医薬品/バイオテクノロジーの研究開発費が目安となる指標



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021; PhRMA annual reports. Public filings of companies. Capital IQ. Equivate.

遺伝子編集・遺伝子治療企業が過去と同じ割合でキャッシュフローを研究開発に投資し、遺伝子編集・遺伝子治療における研究資本のリターンが過去水準と同じであると仮定しています。市場価値の仮定では、市場が遺伝子編集および遺伝子治療のパイプライン資産を従来のパイプライン資産よりも高く評価するものと仮定しています。

マルチオミクス

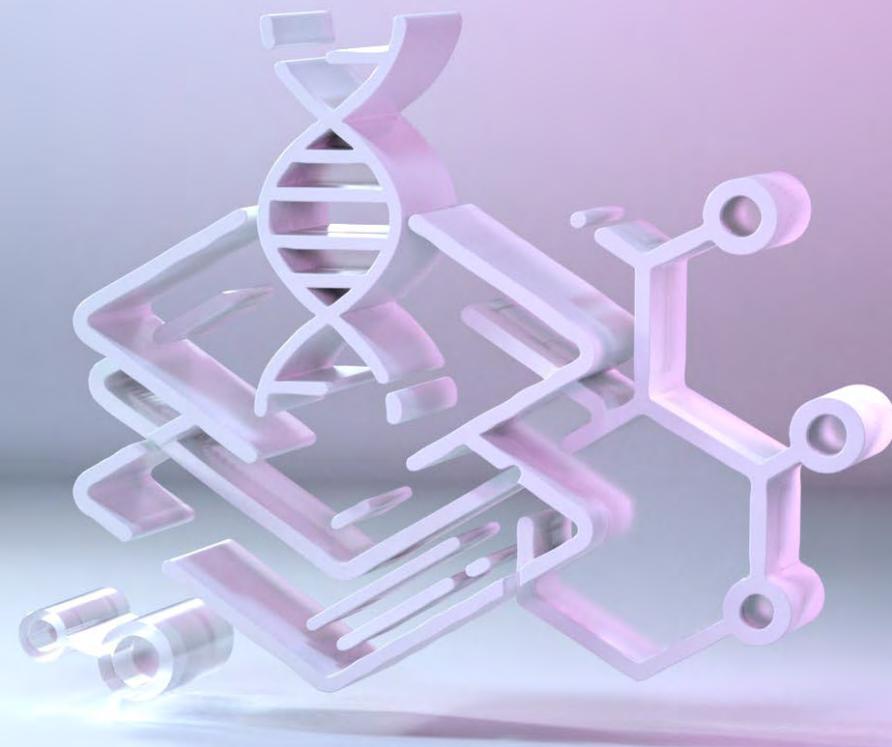
分子生物学の未来

リサーチ担当者: Simon Barnett (ARK Invest アナリスト)

ゲノム、トランスクリプトーム、プロテオームなどの「オミクス(生体中に存在する分子の研究)」を活用することで、科学者たちは画期的な発見を臨床的なソリューションに結びつけることができるようになるでしょう。特にハイスループット・プロテオミクスに焦点を当てた新しい分析・ソフトウェアツールによって、科学者たちは生命、疾病、健康の体系を解き明かすことができるようになるはずです。

ARKのリサーチによると、生命科学分野、基礎研究、トランスレーショナルリサーチ、人々の健康増進、分子診断などを含むマルチオミクスの売上は、今後5年間にわたり年率22%のペースで増加し、約1,100億ドルから3,000億ドルに拡大する見通しです。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。





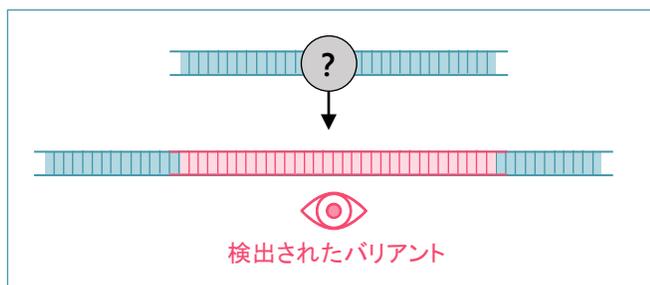
「ヒトゲノム計画」は2021年にようやく終了

次世代シーケンサー(NGS)を用いて作成された2003年のヒトゲノムドラフト配列は不完全なものでした。Telomere-to-Telomere (T2T) Consortiumは、ロングリードシーケンス(LRS)法を組み合わせ使用し、その過程でさらに2億塩基対(bps)のDNAと1,500の遺伝子を新たに発見し、完全なヒトゲノム配列を発表しました¹。ARKでは、この歴史的に価値の高い成果が、これまで解明されていなかった生物学を解明する新しい生命科学のツールや方法を導くことになるとみています。

LRSは、白黒の画像に色をつけるように、ゲノムの見え方をこれまでになく鮮明にします。

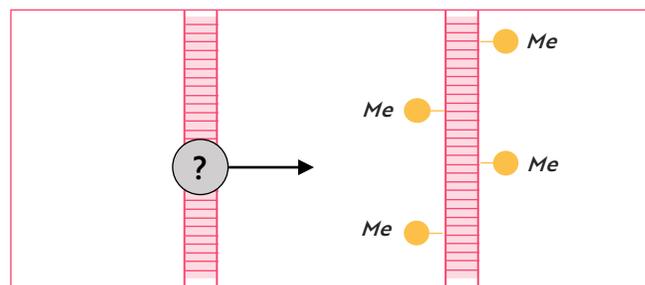
構造上の変異

LRSは、SRSに比べて少なくとも2倍以上の構造上の変異をもつことが特徴です²。



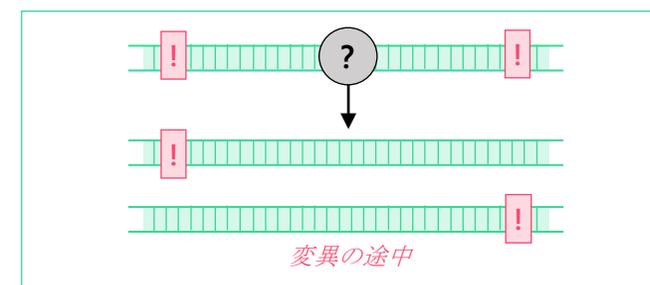
エピジェネティクス

LRSは、メチル化などのエピジェネティック情報を、別途サンプルを用意することなくネイティブに取り込むことができます^{3,4}。



ロングレンジ・フェージング

LRSは2倍体のゲノムを識別し、突然変異が「母方」にあるのか「父方」にあるのかを確認することを可能にします⁵。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] Nurk, Sergey, et al. "The Complete Sequence of a Human Genome." *BioRxiv*, Cold Spring Harbor Laboratory, 1 Jan. 2021, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.05.26.445798v1>.

[2] "Epigenetics and Methylation Analysis." *Oxford Nanopore Technologies*, 26 Oct. 2021, <https://nanoporetech.com/applications/investigation/epigenetics-and-methylation-analysis>.

[3] Ebert, Peter, et al. "De Novo Assembly of 64 Haplotype-Resolved Human Genomes of Diverse Ancestry and Integrated Analysis ..." *BioRxiv*, Cold Spring Harbor Laboratory, 1 Jan. 2020, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.12.16.423102v1>.

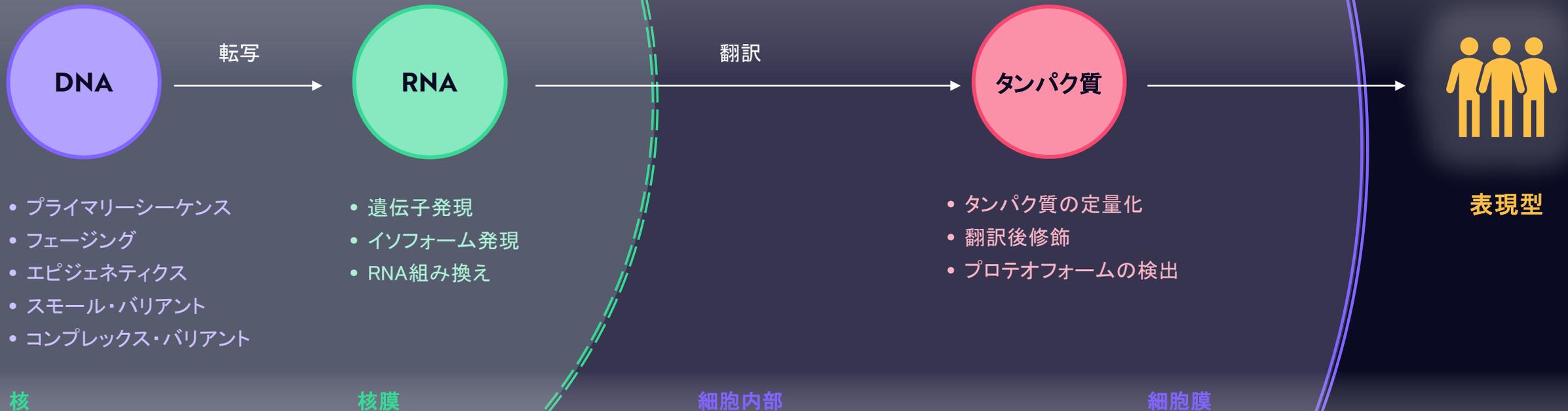
[4] "Direct Detection of DNA Methylation during Single-Molecule, Real-Time Sequencing." *PacBio*, 2010, <https://www.pacb.com/publications/direct-detection-of-dna-methylation-during-single-molecule-real-time-sequencing/>.

[5] Botton, Mariana R., et al. "Phased Haplotype Resolution of the SLC6A4 Promoter Using Long-Read Single Molecule Real-Time Sequencing." *MDPI*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 12 Nov. 2020, <https://www.mdpi.com/2073-4425/11/11/1333>.



セントラルドグマ は生物の中における情報の伝達の仕組みを解析する概念

要約すると、セントラルドグマでは、**DNA** (ゲノム) が **RNA** (トランスクリプトーム) に転写され、それが最終的にタンパク質 (プロテオーム) に翻訳されるとしています¹。タンパク質は、生命維持に必要なほとんどすべての機能を担っていますが、その機能が変化すると病気の原因となります。セントラルドグマの各過程の間の相互作用を理解することで、予測、診断、そして基本的な生物学的洞察の飛躍を実現する能力が向上します。



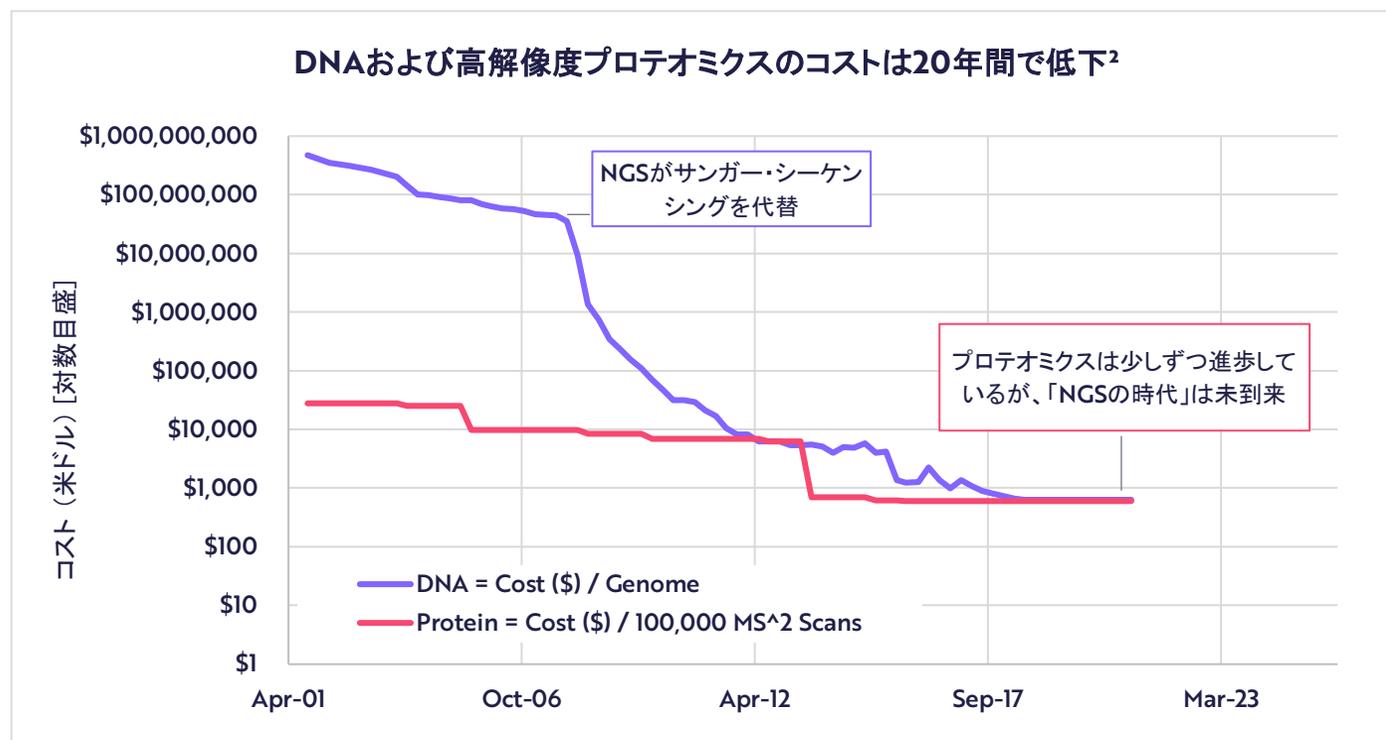
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] Malone, Cindy S. "Central Dogma of Genetics - CSUN.EDU." *csun.edu*, <https://www.csun.edu/~cmalone/pdf360/Ch13-1transcription.pdf>.



高額な費用等、様々な課題を抱える包括的臨床プロテオミクス

血清(プラズマ)は、複雑なヒトプロテオームを偏りなく見ることができる唯一のサンプルの種類です。ARKでは、臨床プロテオミクスが人間の健康の指標として非常に大きな可能性を秘めており、セントラルドグマの概念を理解する鍵になると考えています¹。



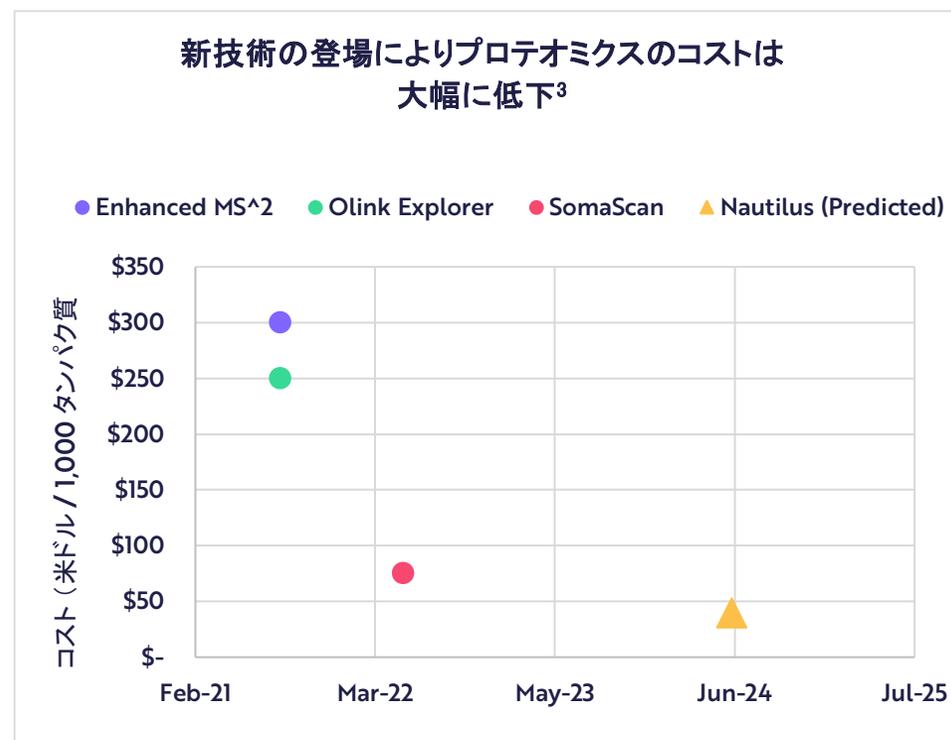
MS² = “Tandem Mass Spectrometry (タンデム式質量分析装置)”の略で、血漿のような複雑なプロテオミクスサンプルを分析するための一般的な手法です。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] Blume, John E., et al. “Rapid, Deep and Precise Profiling of the Plasma Proteome with Multi-Nanoparticle Protein Corona.” *Nature News*, Nature Publishing Group, 22 July 2020, <https://www.nature.com/articles/s41467-020-17033-7>.

[2] ARK Investment Management LLC, 2021, Data sourced from the National Human Genome Research Institute (NHGRI) and Nature Reviews, Chemistry

[3] ARK Investment Management LLC, 2021, Data sourced from Seer (SEER), Olink Proteomics (OLK), SomaLogic (SLGC), and Nautilus (NAUT)



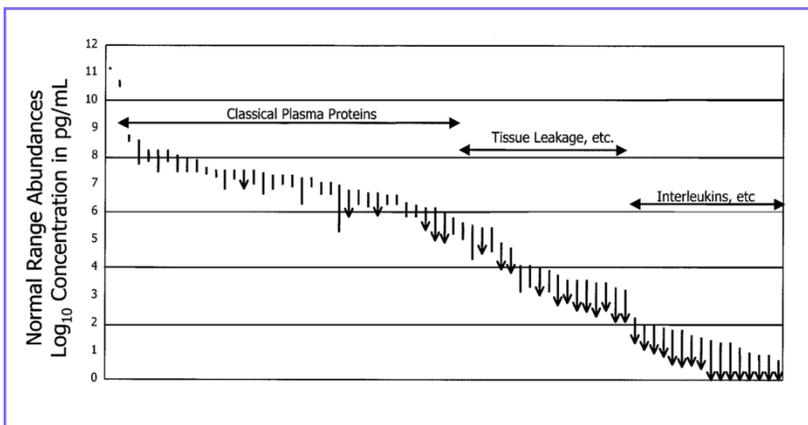


ルネッサンス期にある質量分析(MS)

質量分析(MS)は、タンパク質の質量や電荷の違いを利用して、複雑なプロテオミクスサンプルを一度に分析する技術です。MSは、血漿中のタンパク質レベルを検出できないことが多い手作業による分析を必要とするため、規模の拡大が難しいとされてきました¹。

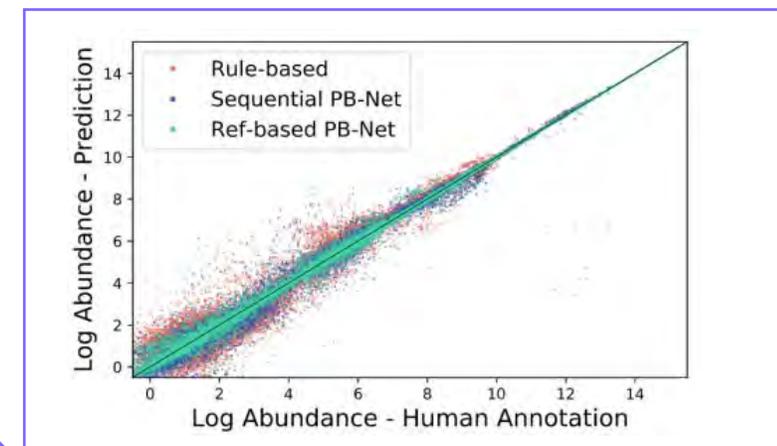
MSの欠点を補う方法として新しいサンプルの前処理と分析を行なうようになりました。MSは一般的な技術であり、市場はすぐにこれらの進歩を取り入れることができるでしょう。

調整可能なナノ粒子のような新しいサンプル前処理法は、血漿プロテオームのダイナミックレンジを圧縮し、低濃度および高濃度のタンパク質を検出しやすくすることができます^{1,2}。



- 新しいMS装置では、**Scanning SWATH**のような巧妙な方法により多くのデータを入手できます³
- **Scanning SWATH**は、血漿タンパク質の検出率を70% (CV: 6.4%) 向上させ、サンプルの前処理時間を5分に短縮します

OpenPIPのようなディープニューラルネットワーク(NN)ツールは、MSのスペクトルデータの解析に必要な時間を短縮します⁴。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] Blume, John E., et al. "Rapid, Deep and Precise Profiling of the Plasma Proteome with Multi-Nanoparticle Protein Corona." *Nature News*, Nature Publishing Group, 22 July 2020, <https://www.nature.com/articles/s41467-020-17033-7>.

[2] Anderson, Norman, and N. Leigh Anderson. "The Human Plasma Proteome." *Molecular and Cellular Proteomics*, [https://www.mcponline.org/article/S1535-9476\(20\)34246-8/fulltext](https://www.mcponline.org/article/S1535-9476(20)34246-8/fulltext).

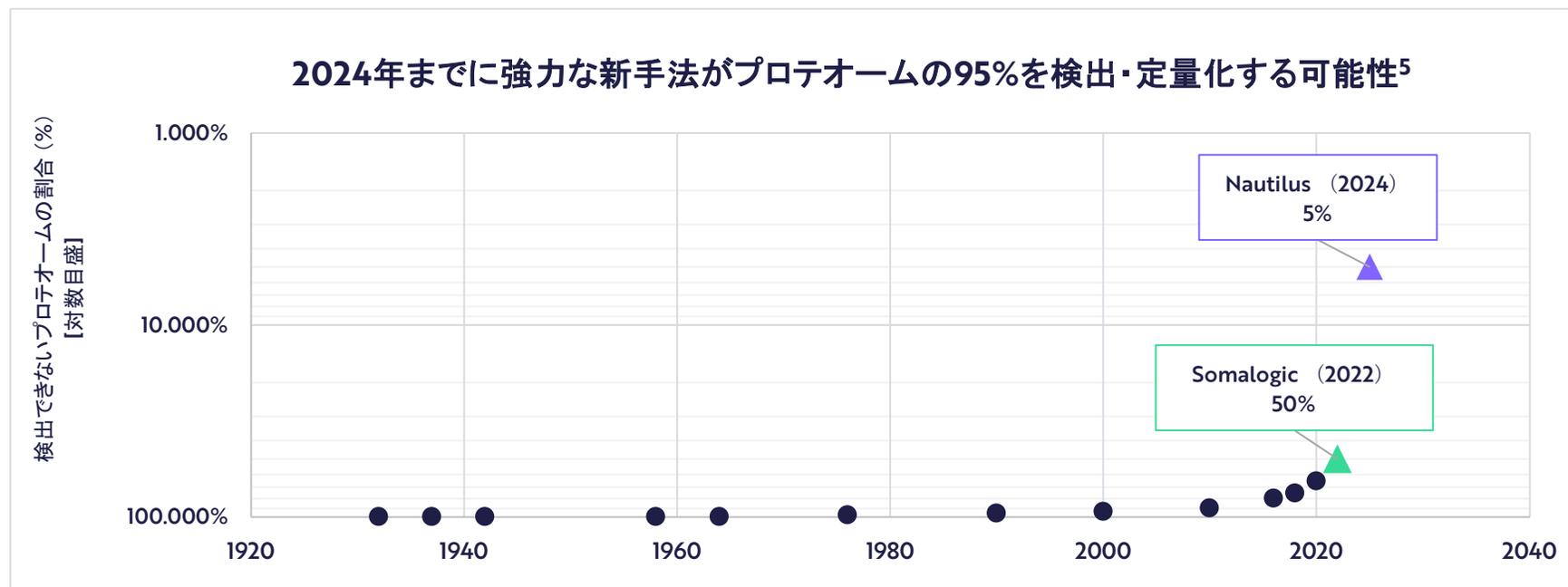
[3] Messner, Christoph B., et al. "Ultra-Fast Proteomics with Scanning Swath." *Nature News*, Nature Publishing Group, 25 Mar. 2021, <https://www.nature.com/articles/s41587-021-00860-4>.

[4] Biosciences, OpenPIP | InterVenn. "OpenPIP: Intervenn Biosciences." *OpenPIP | InterVenn Biosciences*, <https://intervenn.com/enabling-technologies/openpip/>.



科学者たちは、これまで発見されなかったタンパク質を検出する方法を創出中

NGSはDNAやRNAデータの解析の並列処理能力を著しく高め、研究実験の大幅な増加を可能にしました¹。新しい検出技術の一部は、タンパク質の検出と分析を並列的に行なうことを可能にしました^{2,3,4}。ARKでは、2022年末までに、科学者が1回の実験でヒトの血漿プロテオームの半分以上*を定量化できるようになると予測しています²。



- 一つのタンパク質が原因の疾患は少なく、複数のタンパク質を検査することが必要とされています⁶
- 多くの遺伝子を含むNGSベースの検査は、タンパク質の「パネル」への道を開くかもしれません
- 多変量解析(ML)とバイオインフォマティクスは、科学者が急増するプロテオミクスデータを理解するのに役立ち、概念実証から臨床への移行を加速させる可能性があります

*次のスライドで詳しく説明するプロテオフォームではなく、標準構造のヒトタンパク質(1万以上のタンパク質)の半分を指します。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] "DNA Sequencing Costs: Data." *Genome.gov*, <https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets/DNA-Sequencing-Costs-Data>.

[2] "Technology." *SomaLogic*, 15 Nov. 2021, <https://somallogic.com/technology/>.

[3] "Technology." *Nautilus Biotechnology*, <https://www.nautilus.bio/technology/>.

[4] "Olink Explore 3072." *Olink*, 29 Nov. 2021, <https://www.olink.com/products-services/explore/>.

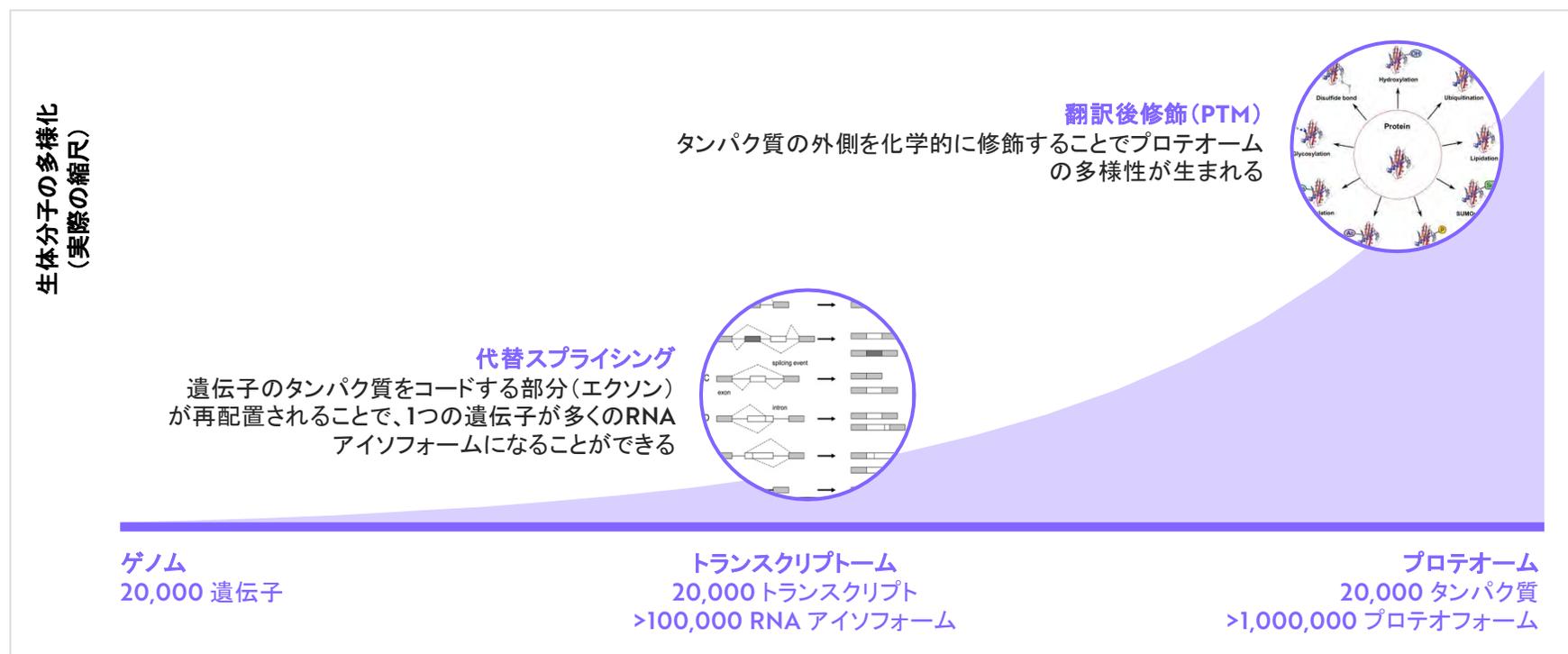
[5] ARK Investment Management LLC, 2021, | the Journal of Molecular and Cellular Proteomics

[6] Anderson, Norman, and N. Leigh Anderson. "The Human Plasma Proteome." *Molecular and Cellular Proteomics*, [https://www.mcponline.org/article/S1535-9476\(20\)34246-8/fulltext](https://www.mcponline.org/article/S1535-9476(20)34246-8/fulltext).



セントラルドグマの各過程が複雑さを増大させる

ゲノムに含まれる約20,000個の遺伝子が約20,000個の標準的なタンパク質を作り出す一方で、トランスクリプトームやプロテオームには何十万もの異なった微分子が含まれています¹。例えば、代替スプライシングや翻訳後修飾などの生物学的プロセスは、以下に示したように、多様性と複雑性をもたらします。



- ARKでは、半導体やナノポアを用いたシーケンス技術が、完全長のRNAアイソフォーム、タンパク質の配列変異、および代替スプライシングやPTMなどのプロセスを分析するのに最も適していると考えています^{2,3,4}
- 半導体およびナノコアベースのシーケンス技術のスケラビリティと成熟度は、新しい研究結果を臨床に結びつけるのに役立つかもしれません
- **AlphaFold v.2**のようなアルゴリズムは、タンパク質の配列データをプロテオフォーム構造の正確な3D予測に変換することができ、仮説や創薬への道筋を迅速かつ安価に作ることができます⁵

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] September 12, 2017, et al. "Intro to Proteogenomics." *National Cancer Institute*, <https://www.cancer.gov/about-nci/organization/ccg/blog/2020/intro-proteogenomics-central-dogma>.

[2] Al'Khafaji, Aziz M., et al. "High-Throughput RNA Isoform Sequencing Using Programmable Cdna Concatenation." *BioRxiv*, Cold Spring Harbor Laboratory, 1 Jan. 2021, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.10.01.462818v1>.

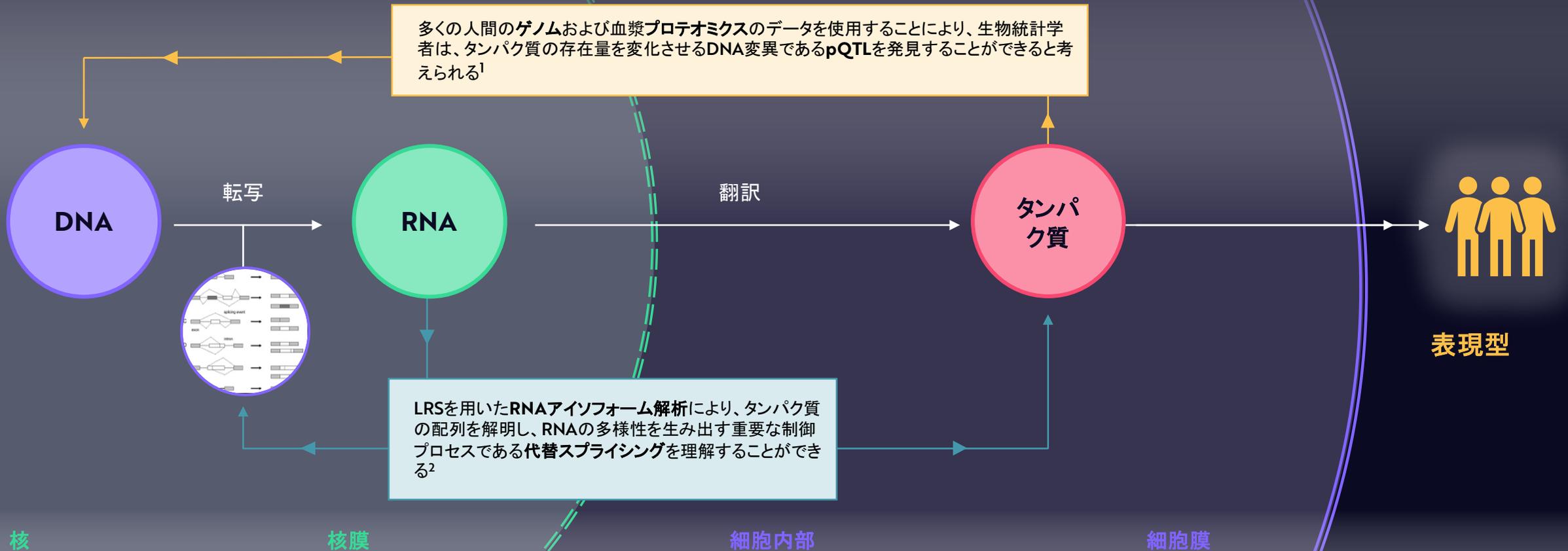
[3] "See beyond Color - Quantum-Si Products and Technology." *Quantum*, 21 June 2021, <https://www.quantum-si.com/products-and-technology/>.

[4] <https://orcid.org/0000-0003-2083-6027>, Winston Timp, et al. "Beyond Mass Spectrometry, the next Step in Proteomics." *Science Advances*, 10 Jan. 2020, <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax8978>.

[5] Jumper, John, et al. "Highly Accurate Protein Structure Prediction with AlphaFold." *Nature News*, Nature Publishing Group, 15 July 2021, <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03819-2>.



生物学の謎を解き明かす新しいツールと方法



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] Malone, Cindy S. "Central Dogma of Genetics - CSUN.EDU." *csun.edu*, <https://www.csun.edu/~cmalone/pdf360/Ch13-1transcription.pdf>.



マルチオミクス市場の規模は 1,100億米ドルから3,000億米ドルに拡大する可能性

ARK では、分子生物学の未来は、セントラルドグマの根本部分を統合したマルチオミクス技術にあると考えています。ARKの研究によると、生命科学分野、基礎研究、トランスレーショナルリサーチ、人々の健康管理、分子診断などを含むマルチオミクスは、がん治療、臓器の診断、人間の健康にインパクトを与え、市場規模は今後5年間は年率22%のペースで増加し、1,100億米ドルから約3,000億米ドルに拡大するとみられます¹。

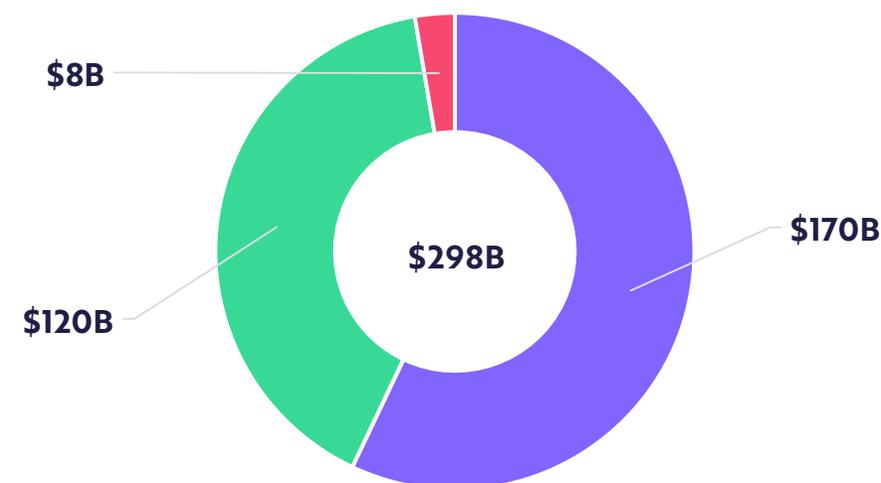
コストの低下に伴い、DNA、RNA、タンパク質を組み合わせた分子診断テストは、既存のテストよりも正確かつ包括的に病気を診断できるようになると考えられます。

ARKでは、ゲノミクス、トランスクリプトミクス、プロテオミクス技術のコストが低下することにより、今後5年間で、**がん、臓器の診断、多くの人間での研究において液体生検が飛躍的に拡大すると予想しています。**

マルチオミクスの市場規模予測

(単位:10億米ドル)

- Oncology
- Organ Health
- Population Health



MRD = Minimal Residual Disease (微小残存病変) の略

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

[1] ARK Investment Management LLC, 2021 | Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER), SomaLogic (SLGC), and the American Society of Human Genetics (ASHG)

電気自動車 (EV)

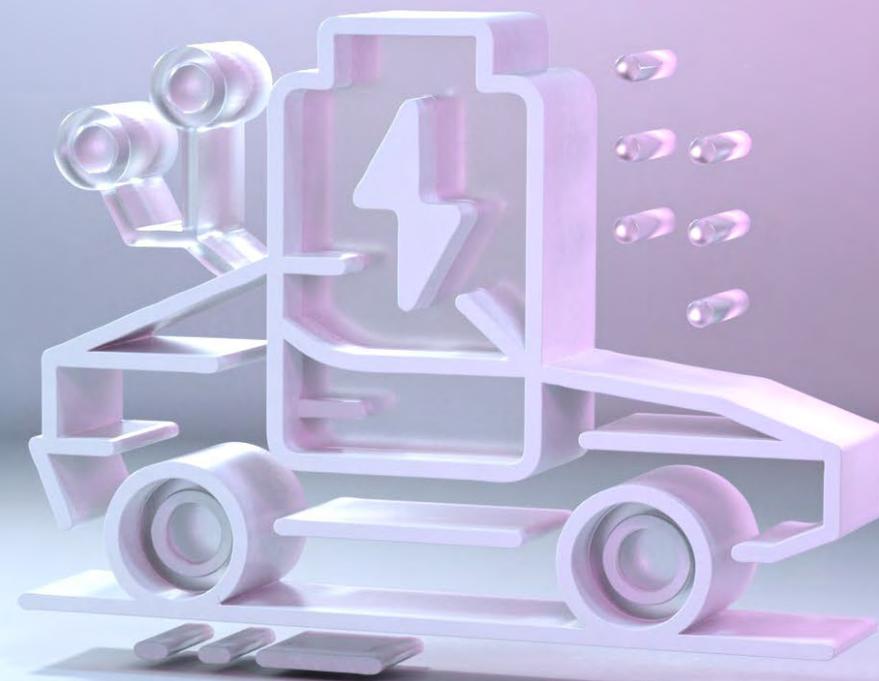
ガソリン車との価格差解消へ

リサーチ担当者: Sam Korus (ARK Invest アナリスト)

電気自動車(EV)の価格は低下傾向にあり、顧客が購入するにあたり最大の障壁を克服しつつあります。

ライトの法則に基づき、EV販売は2021年の480万台から2026年には約8倍の4,000万台へと、年率53%のペースで増加するとARKでは予測しています。ARKの予想どおりに進展しない最大のリスク要因は、従来型の自動車メーカーが電気を動力とする自動運転車へ移行できるかだと考えています。

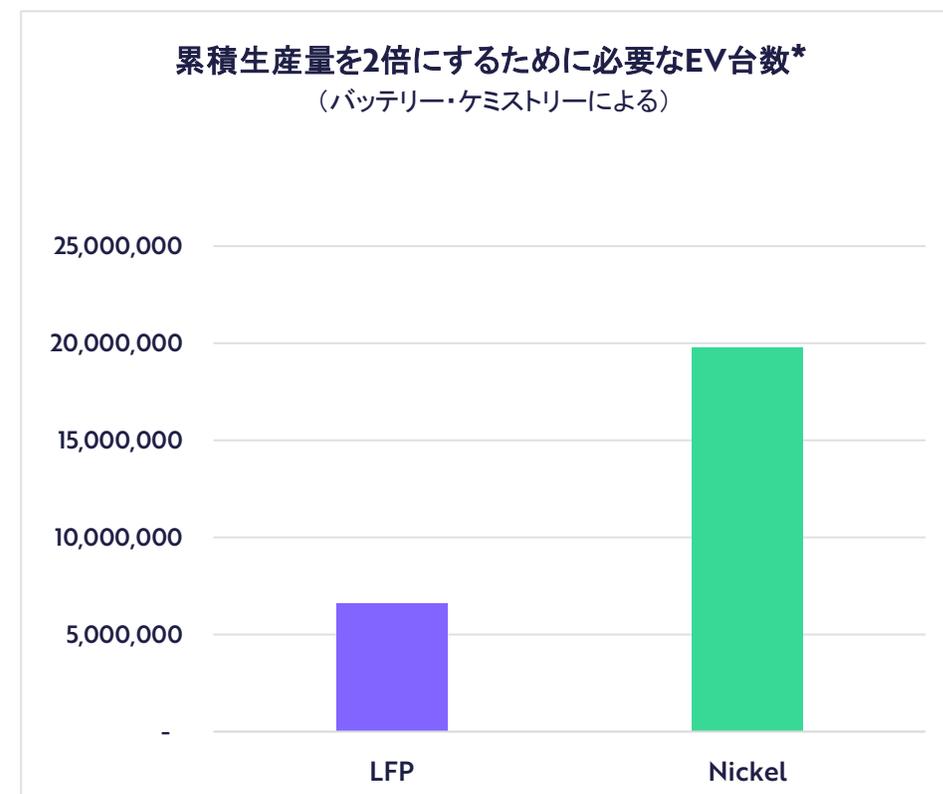
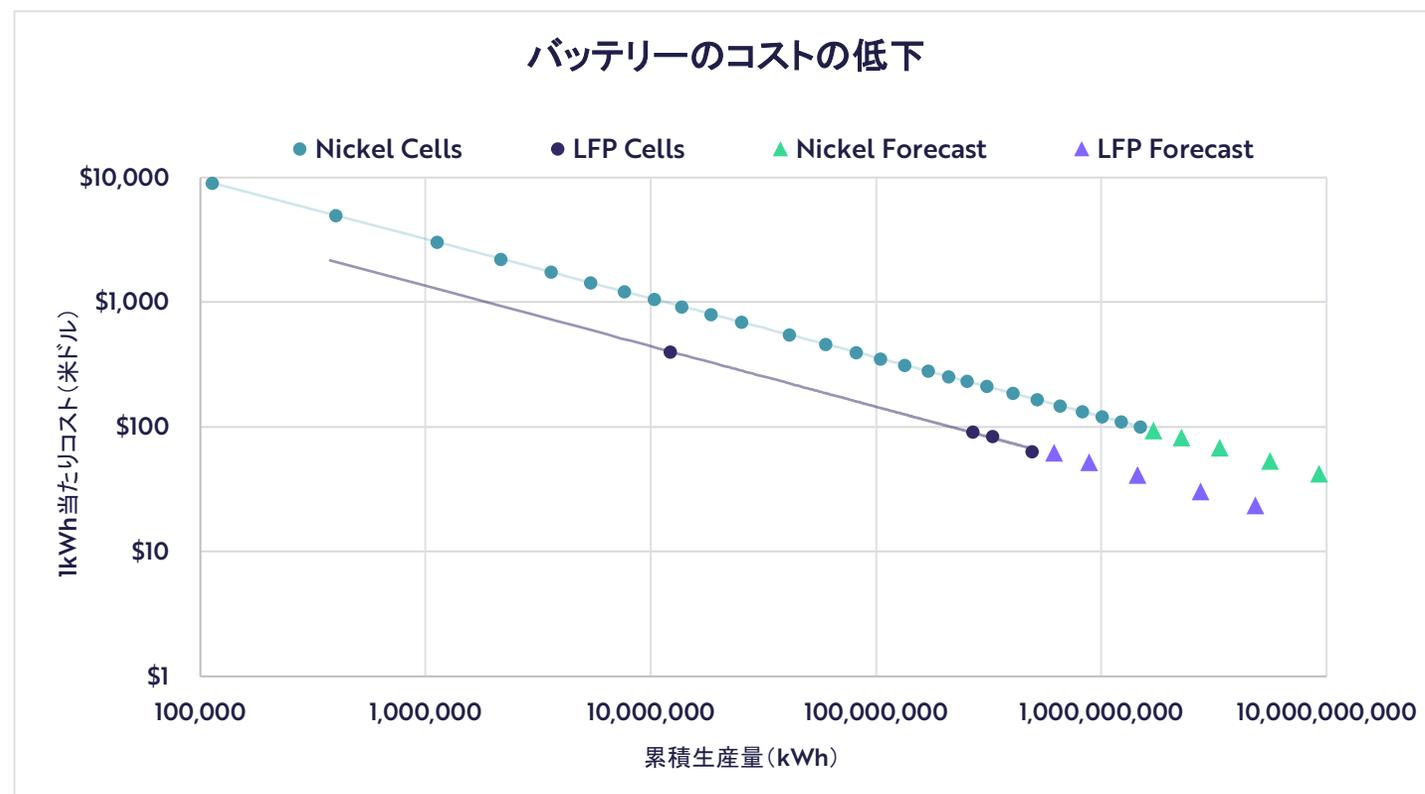
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。





ライトの法則はバッテリー価格の低下を正確に予測

EVの部品の中で最もコストが高いのは車載用のバッテリーであり、バッテリーの価格を引き下げることが、EVの価格(店頭表示価格、以下同じ)をガソリン車並みにする上で不可欠です。ライトの法則によると、バッテリーのコストは累積生産量が2倍になると28%低下します。LFP電池(リン酸鉄リチウムイオン電池)は、ニッケル電池より安価で生産拠点の設備投資も小さくすむので、バッテリーコスト、そして車体価格の引下げを速めると考えられます。



*EV業界以外でも電池が使われるため、累積生産量を現在の水準から倍増するために必要なEV車載ユニット数は現在のEV車両数に基づく予想を上回ります。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

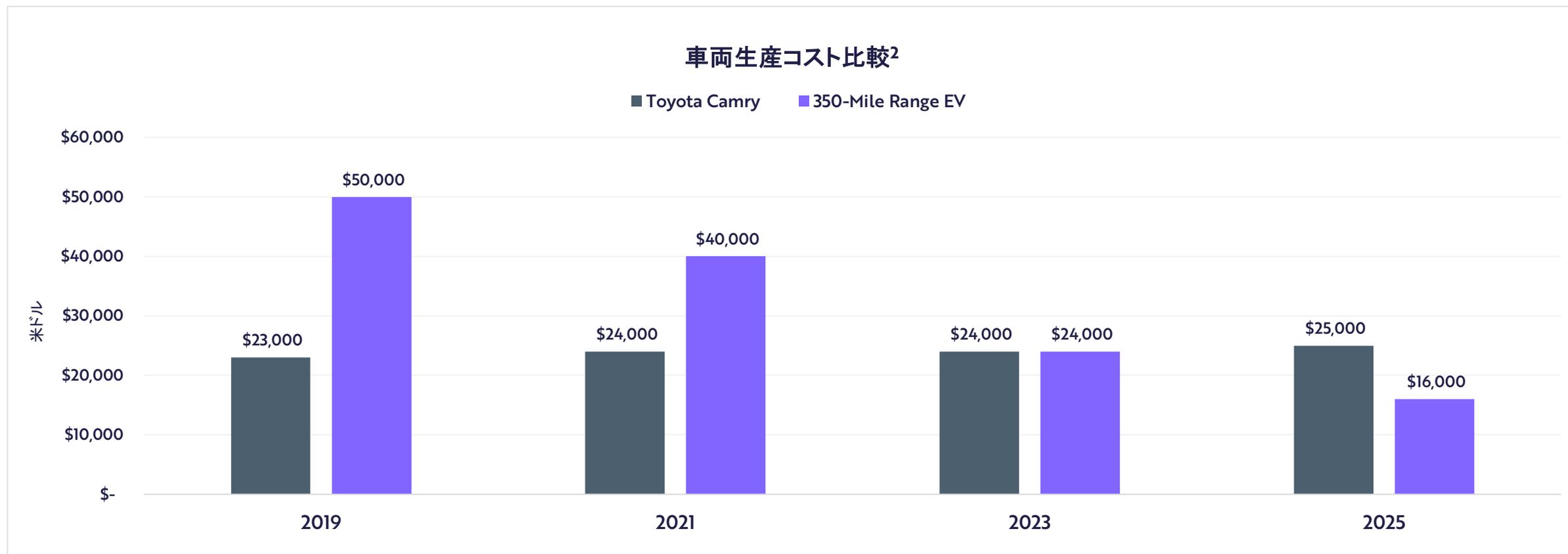
出所: ARK Investment Management LLC, 2021, EV Volumes, Avicenne Energy, Bloomberg New Energy Finance, Snow Bull Capital, ICCSino, GGII, JP Morgan, CIAPS, <https://onlinelibrary.com/doi/10.1002/ese3.47>,

<https://pushevs.com/2021/08/10/this-is-why-byd-blade-battery-is-ahead-of-competition/>



2023年には電気自動車のコストがガソリン車と同程度になる可能性も

トヨタのカムリと同等のEVを所有する総コストは、2019年にカムリを下回りました¹。EVの生産コストと価格は向こう1~2年のうちにガソリン車を下回り、2025年にはガソリン車より25%から35%安くなる見通しです。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC., 2021. MSRP (希望小売価格) に対し5%の粗利益率を想定しています。

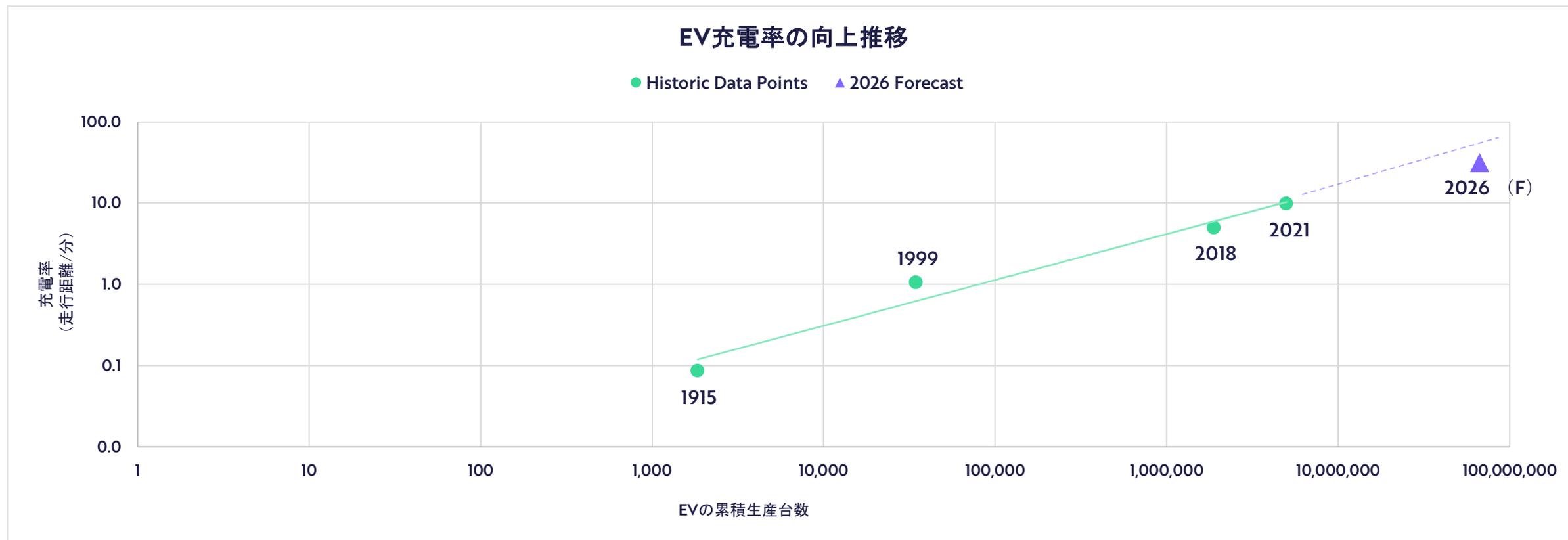
[1] 総所有コストにはガソリン代、維持費、保険料の節約と再販価値が含まれます。

[2] 数値が前年度の予測と異なることがあります。これは、今年のBig Ideasは価格ではなくコストに重点を置いており、電池コストの低下について新しい予想を組み込んでいるからです。



ライトの法則はEVの充電率向上もモデル化

EVを早く充電することは車両と充電インフラの両方の影響を受けます。EVの充電率が満足できる水準に達した時点で、EV業界はその後自動運転や安全性、さらにはエンターテインメントなど、他の機能を追求していくとARKは予想しています。



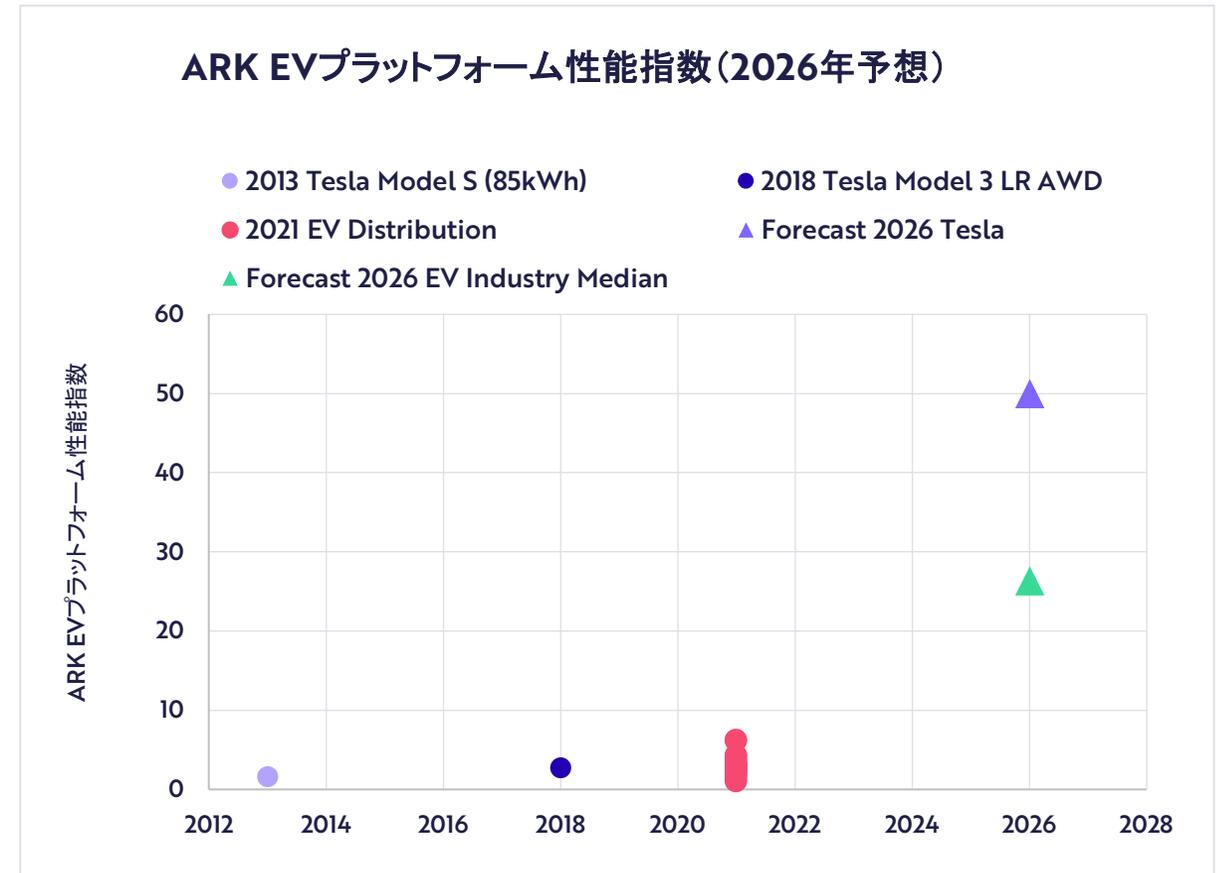
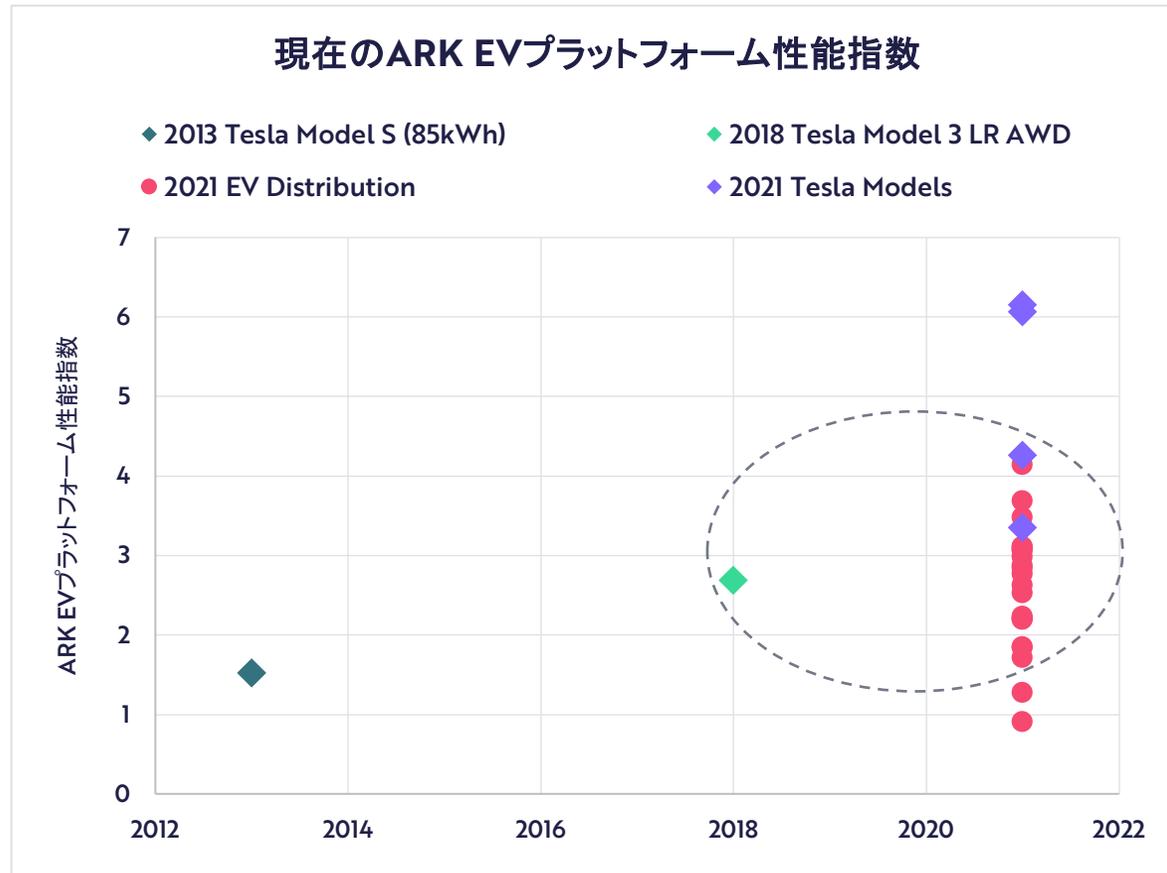
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021



EVの性能は向上している

ARKの研究によると、2021年には平均的なEVの性能は2018年のTeslaの水準に近づくと考えられます。そして、どちらも改善が続くはずです。

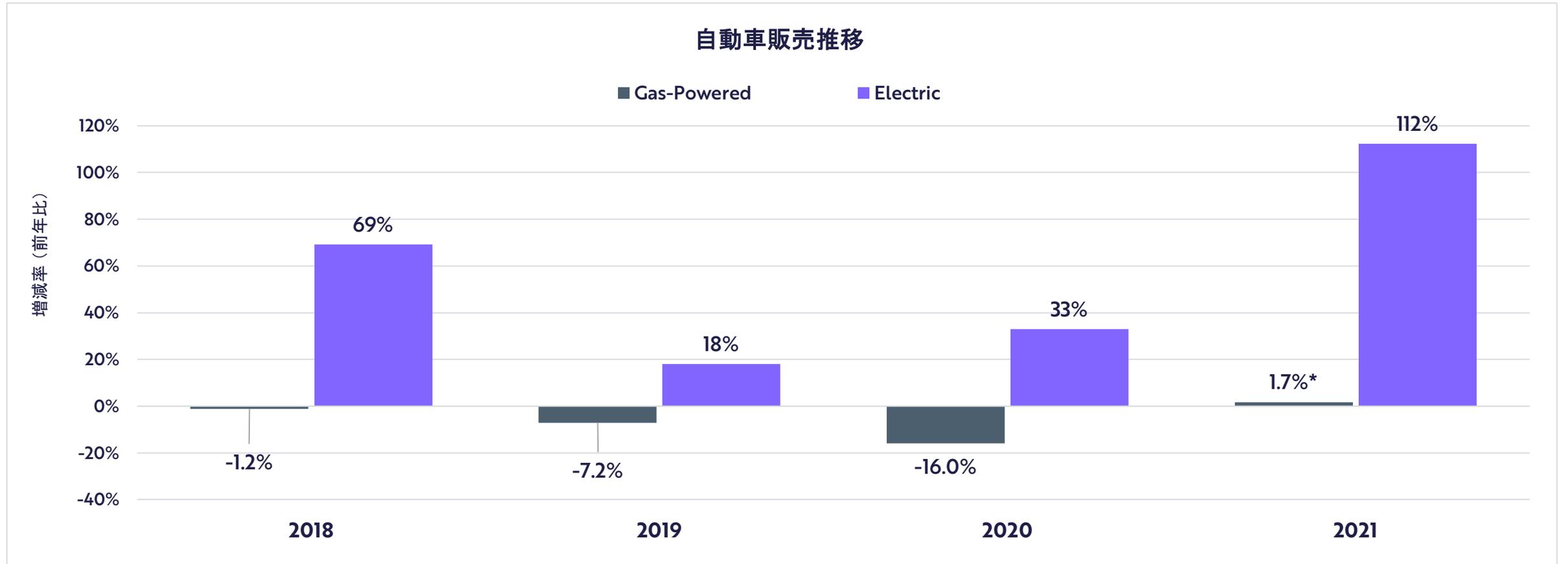


上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
注: この指数は充電率(充電1分あたりの追加走行距離)を車両コストで除して算出します。ARKでは、充電率はシステムの効率、走行距離、電源能力を要約する数値なので、良い指標であると考えます。
出所: ARK Investment Management LLC, 2021.



シェアを拡大し続けるEV

2021年にはガソリン車の販売台数が若干回復した一方、EVの販売台数は急増し、引き続き世界シェアを拡大させました。



* 予想。本レポートの発行時現在、正式な販売台数はまだ発表されていません。

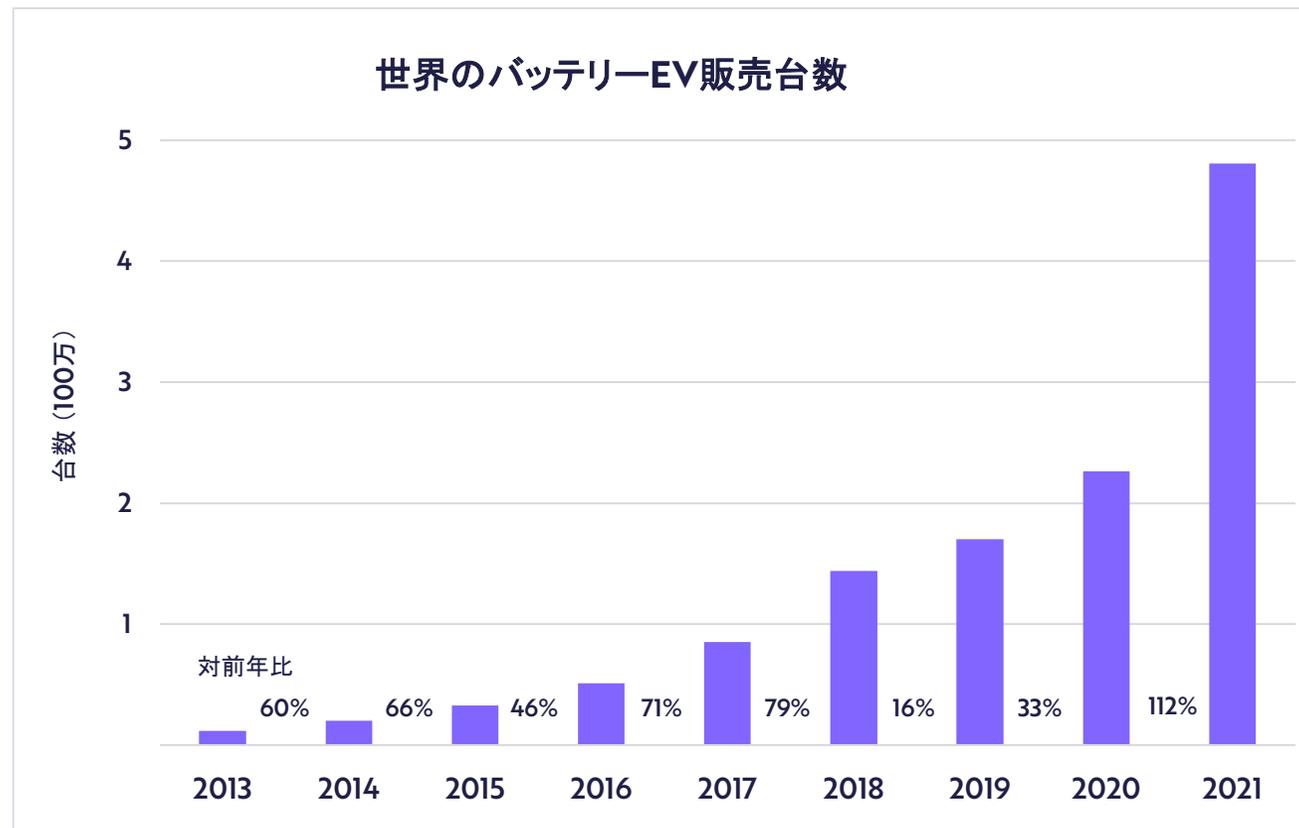
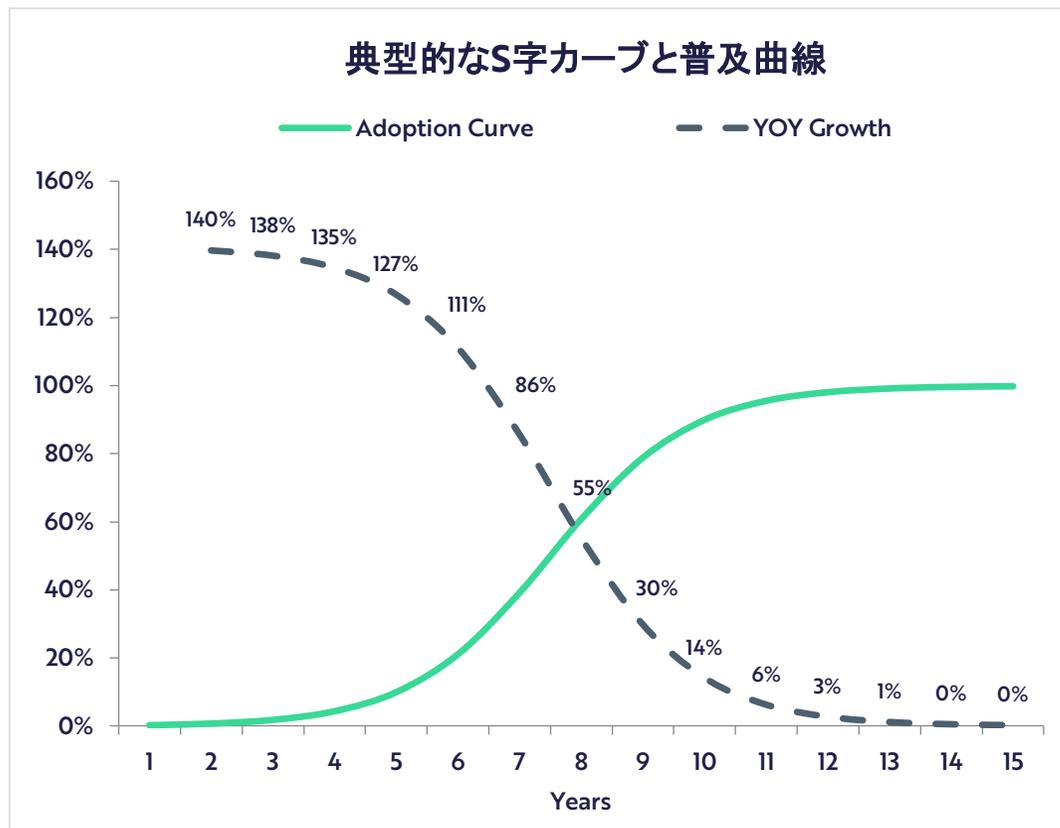
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC | "EV Data Center." EV, <https://www.ev-volumes.com/datacenter/>, Automotive Industry Outlook, <https://www.cargroup.org/wp-content/uploads/2019/02/Wall.pdf>.



EVは伝統的な技術進歩のS字カーブの概念を崩す

典型的なS字カーブの普及曲線では、新技術の進歩は普及率の上昇とは反対に減速します。これに対し、EVの世界販売台数の伸びは2013年の前年比60%から2021年には推定100%強に加速しています。



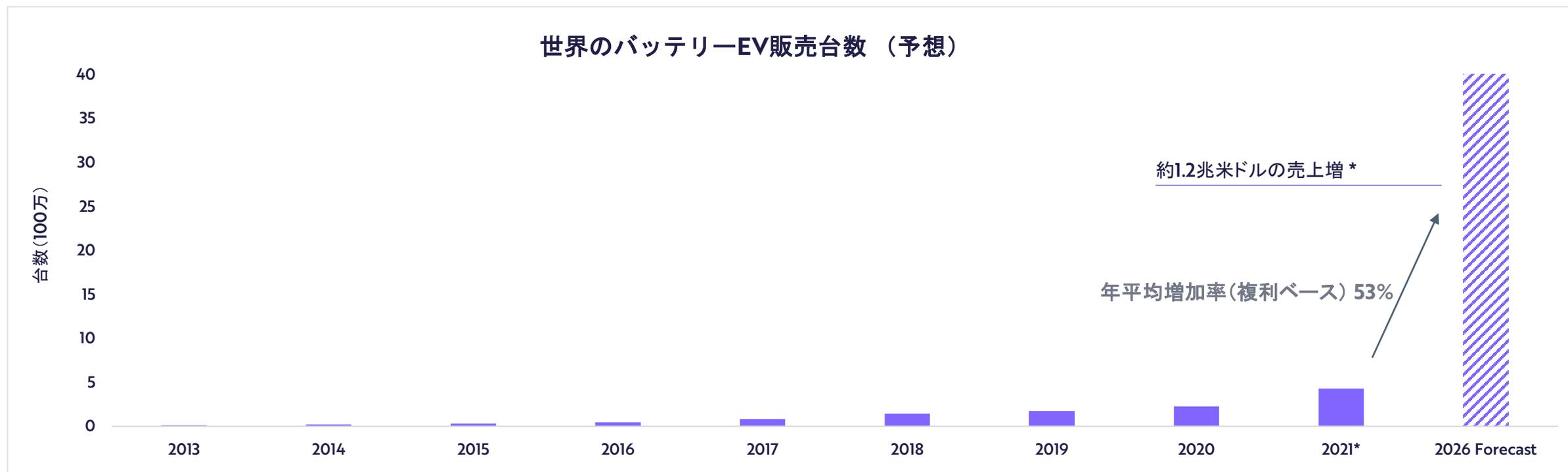
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021. 右グラフ: Evvolumes.com



従来型自動車メーカーがガソリン車から順調に移行できれば、 今後5年間でEV販売台数は480万台から4,000万台へと8倍に拡大するかもしれない

ARKでは、2026年までに、より小型で手頃な価格の「都市型EV」の販売が本格化すると予想しています。



*注: 平均小売価格(ASP)を3万米ドルと想定しています。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Evvolumes.com

自動運転配車サービス

かつてないほどの経済生産性を実現

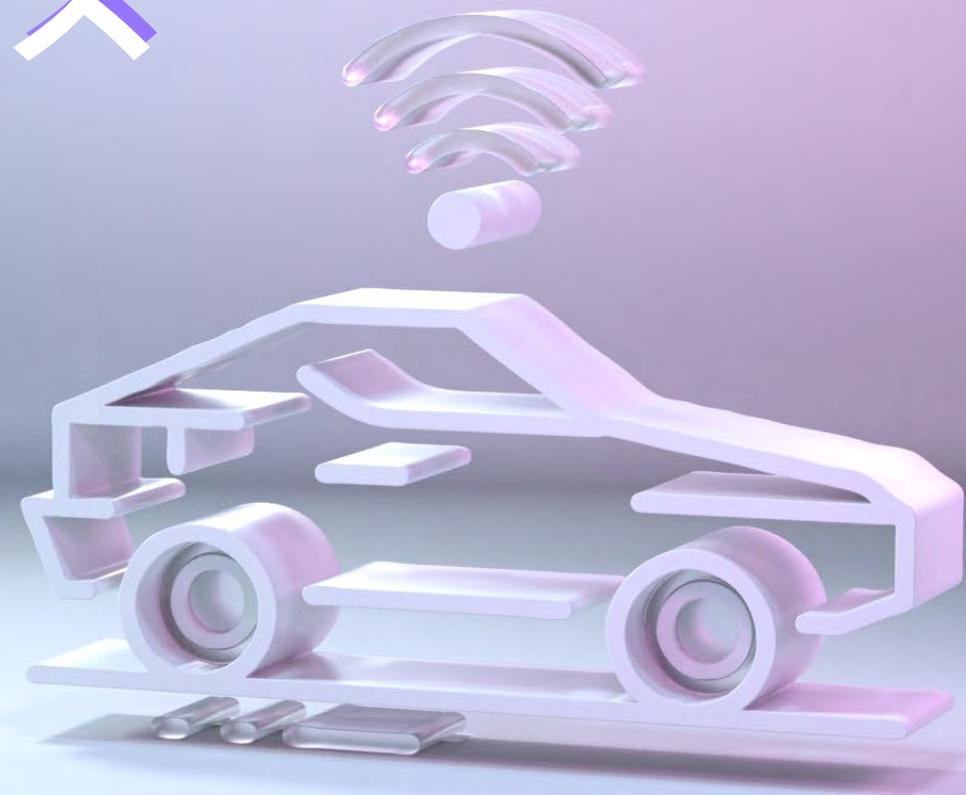
リサーチ担当者: Tasha Keeney (ARK Investアナリスト)

自動運転配車サービスの導入により、移動コストは現在の配車サービスの平均コストの8分の1に低下してその普及に拍車がかかり、かつてないほどの経済生産性を実現することが見込まれています。

ARKの研究によると、2030年には自動運転配車サービス・プラットフォームは世界の年間GDPを約26兆米ドル拡大させ、企業利益も同2兆米ドル増加させるとみられます。ちなみに、2021年の世界のGDPは89兆米ドル弱です¹。

[1] "GDP (Current US\$)." のデータに基づく推定値です。 <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD> and "The Global Economic Outlook in Five Charts." World Bank Blogs, <https://blogs.worldbank.org/voices/global-economic-outlook-five-charts-1>.

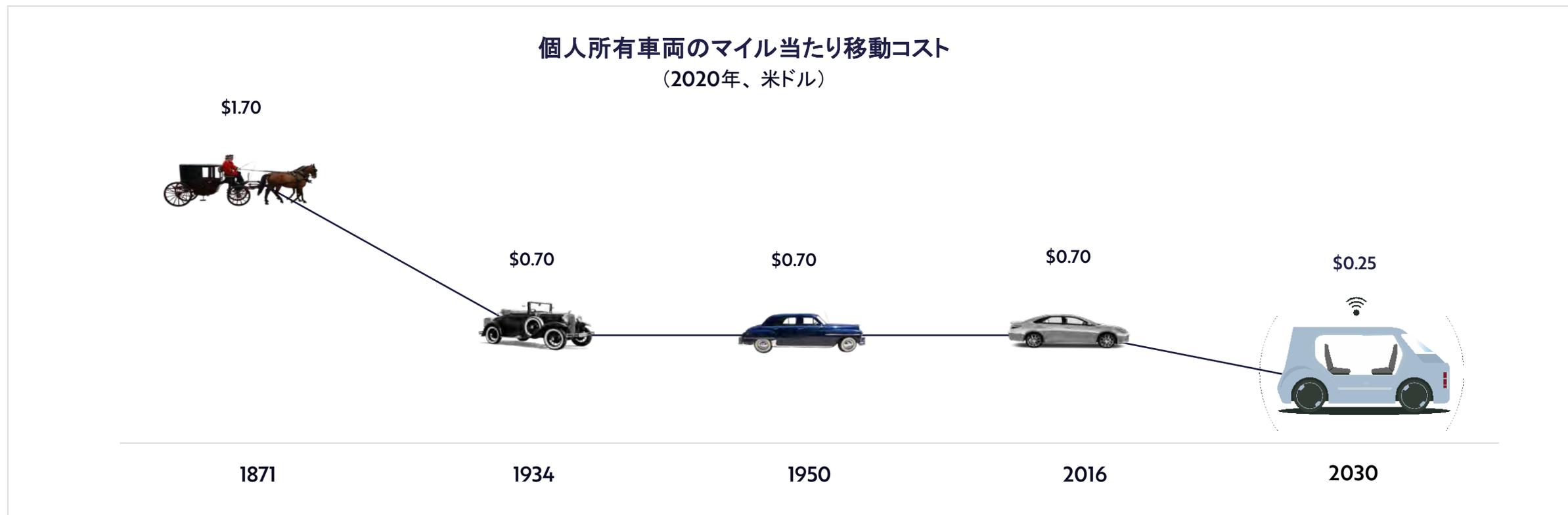
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。





自動運転サービスは手頃なコストになる見込み

インフレ調整後のベースでみると、自家用車を所有し運転するコストは、T型フォードの発売当時から変わっていません。ARKの試算によると、自動運転タクシー市場の規模が大きくなれば、消費者が支払う額は1マイル当たり0.25米ドルとなり、普及に拍車がかかるとみられます。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021; Morton Salt Company Records, American Automobile Association (AAA) .



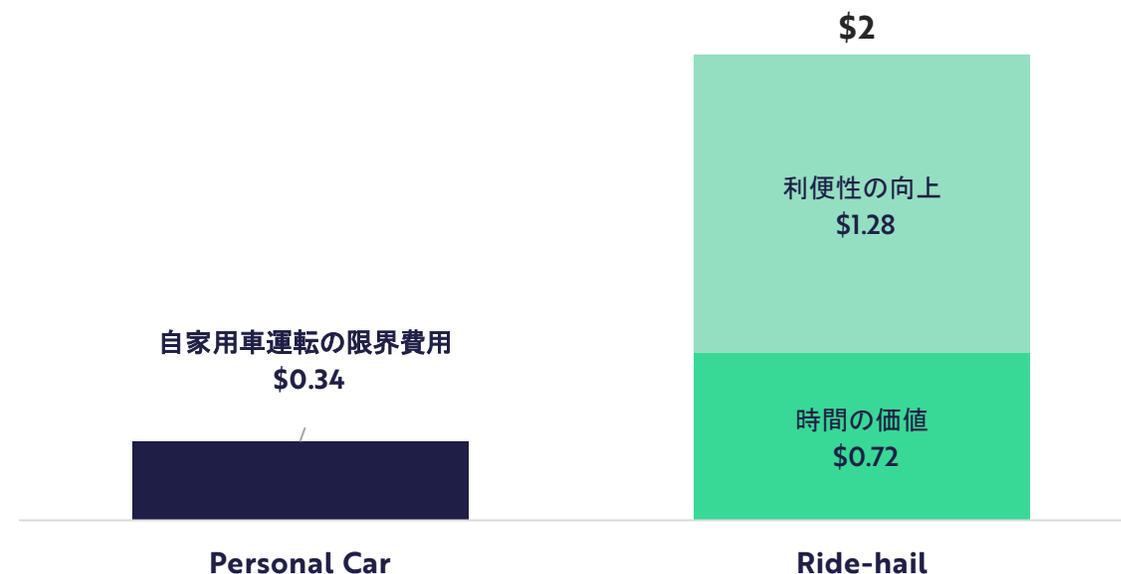
マイカー保有者も自動運転配車サービスを利用する見込み

ARKの研究によると、消費者は、自動車の運転コストを1マイル当たり0.60米ドルから1.10米ドルだと考えています。総じて、仕事に関連した移動時間を、仕事以外の移動時間より高く評価しています。

現在、消費者は配車サービスに1マイルあたり平均2米ドルを支払っていますが、これは自家用車を運転する際の限界費用や消費者が感じている時間の価値を大きく上回る金額です。

ARKの研究によると、消費者が時間や利便性に価値を置くことで、自動運転配車サービスの料金は想定下限価格(1マイルあたり25セント)より高くなると考えられます。また、提供するサービスに応じて複数の価格帯が形成される見込みです。

現在の移動手段ごとのコスト(1マイル当たり)



注: 自家用車運転の限界費用には保険、燃料、メンテナンス、タイヤの消耗コストが含まれ、自動車の固定費は除きます。ARK推計の1マイルあたり\$0.70のコストには、固定費が含まれています。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, Revised Departmental Guidance 2016 - Transportation. <https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/2016%20Revised%20Value%20of%20a%20Statistical%20Life%20Guidance.pdf>, Summary of Travel Trends - National Household Travel Survey. https://nhts.ornl.gov/assets/2017_nhts_summary_travel_trends.pdf. Goldszmidt, Ariel, et al. "The Value of Time in the United States: Estimates from Nationwide Natural Field Experiments." EconPapers, 2020, <https://econpapers.repec.org/RePEc:feb:natura:00720>. "Average Hourly Earnings for Private Payrolls Increased 3.1 Percent for Year Ended January 2020." U.S. Bureau of Labor Statistics, U.S. Bureau of Labor Statistics, 11 Feb. 2020, <https://www.bls.gov/opub/ted/2020/average-hourly-earnings-for-private-payrolls-increased-3-point-1-percent-for-year-ended-january-2020.htm>. Your Driving Costs 2021. AAA, <https://newsroom.aaa.com/wp-content/uploads/2021/08/2021-YDC-Brochure-Live.pdf>.



配車サービス需要により市場規模は11兆米ドルに達する見通し

自動運転配車サービスが1マイルあたり0.25米ドルに抑えられることにより、現在の配車サービス利用者よりも幅広い層を惹き付けられると見られます。またARKは、消費者が感じている時間の価値を考慮すると、高価格帯に大きな需要があると予想します。



注: 各長方形は、特定のプライス・ポイント(高さ、単位は1マイルあたりの価格)における、特定の走行距離に対する需要(幅)を表しています。

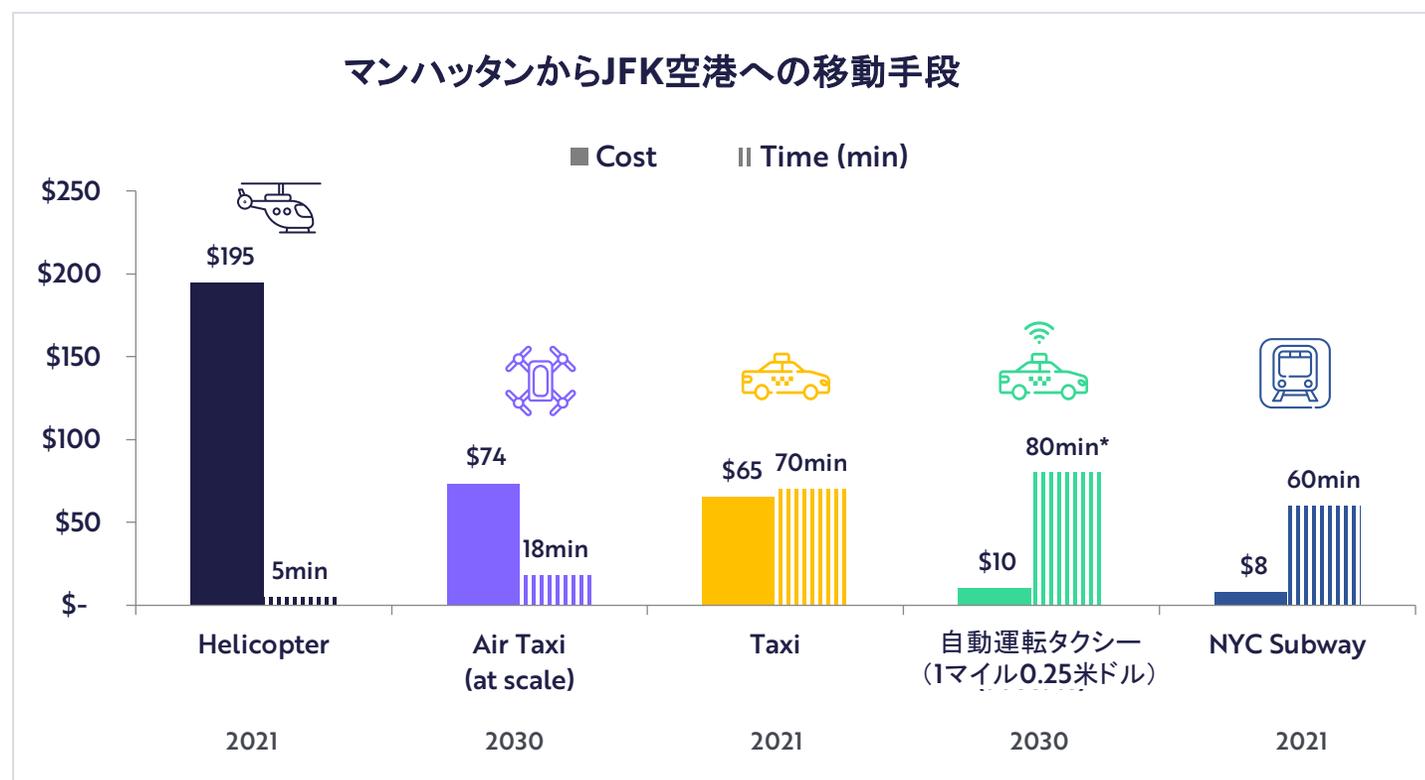
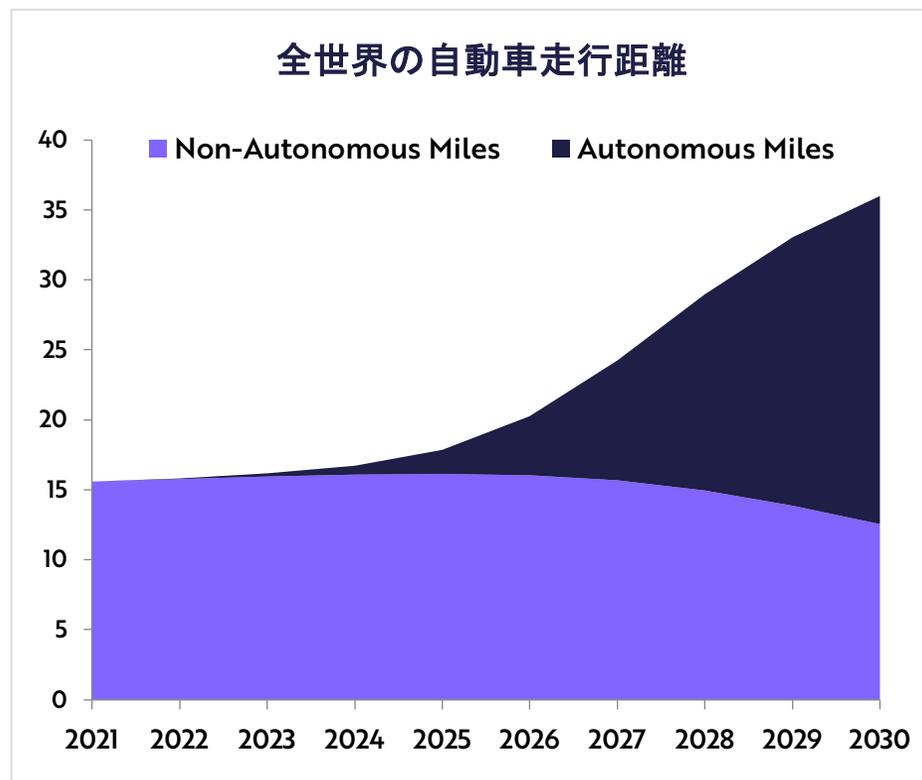
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, Revised Departmental Guidance 2016 - Transportation. <https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/2016%20Revised%20Value%20of%20a%20Statistical%20Life%20Guidance.pdf>, Summary of Travel Trends - National Household Travel Survey. https://nhts.ornl.gov/assets/2017_nhts_summary_travel_trends.pdf. Goldszmidt, Ariel, et al. "The Value of Time in the United States: Estimates from Nationwide Natural Field Experiments." EconPapers, 2020, <https://econpapers.repec.org/RePEc:feb:natura:00720>. "Average Hourly Earnings for Private Payrolls Increased 3.1 Percent for Year Ended January 2020." U.S. Bureau of Labor Statistics, U.S. Bureau of Labor Statistics, 11 Feb. 2020, <https://www.bls.gov/opub/ted/2020/average-hourly-earnings-for-private-payrolls-increased-3-point-1-percent-for-year-ended-january-2020.htm>. Your Driving Costs 2021. AAA, <https://newsroom.aaa.com/wp-content/uploads/2021/08/2021-YDC-Brochure-Live.pdf>.



自動運転が交通量を増加させることにより、エアタクシーが成長する機会

自動運転配車サービスの価格が1マイルあたり0.25米ドルまで低下すると、利用者が増加し、交通渋滞を大幅に悪化させる可能性があります。ARKの研究によると、自動操縦エアタクシーは、現在の地上タクシーとほぼ同じ価格帯で、より迅速な移動手段を提供するとみられます。



*ARKでは、自動運転車によって交通量が増えると予想しています。

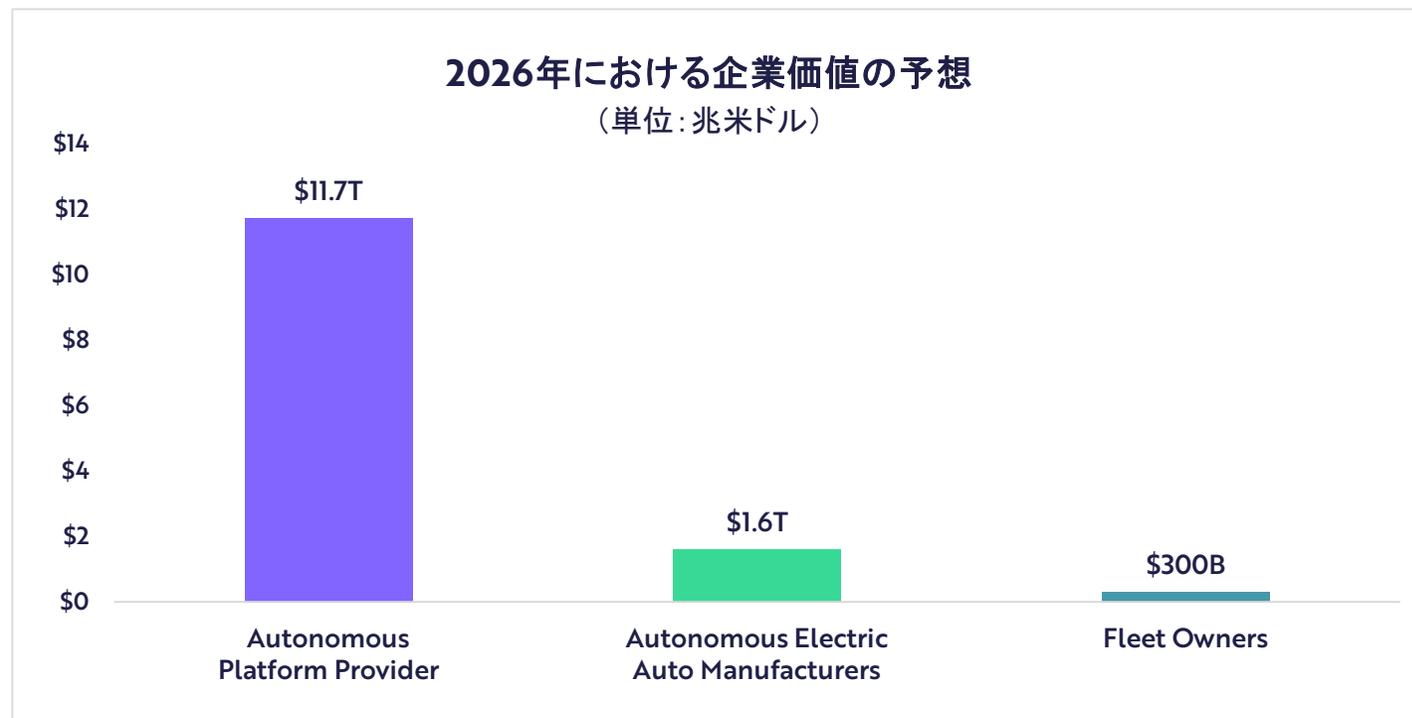
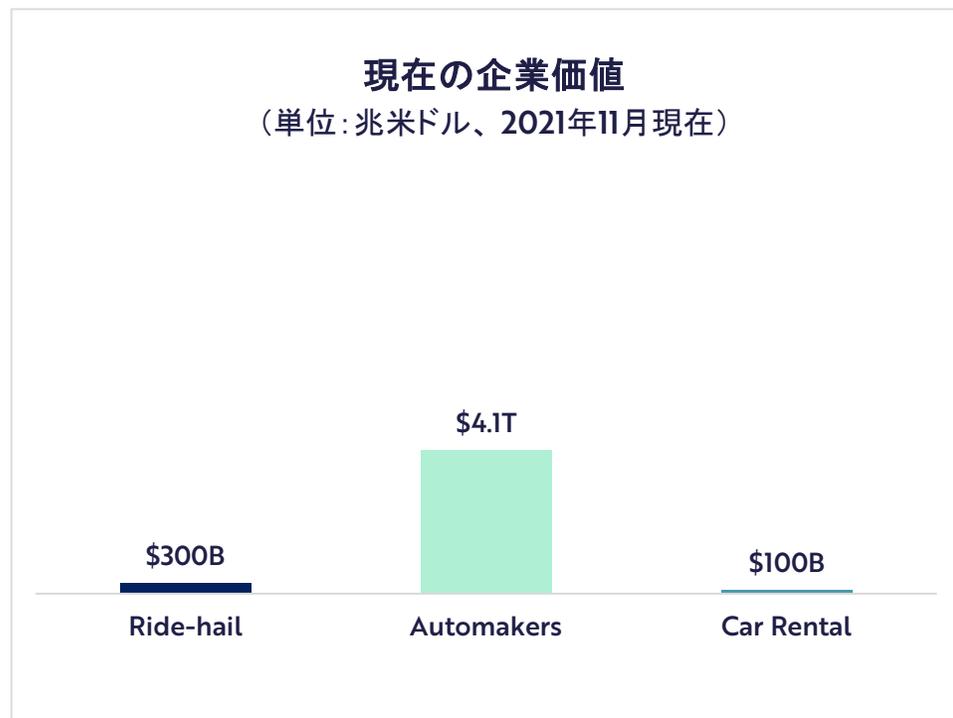
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021.



2026年までに、自動運転配車サービス・プラットフォームの企業価値が現在の自動車メーカーの企業価値をはるかに上回る

ARKの研究によると、企業価値の面において、自動運転技術をもつ企業が将来の自動車産業界では支配的な位置を占める可能性があります。現在の配車サービス、自動車製造、レンタカー会社の多くは市場の変化を乗り切れないと見られます。



注:プラットフォーム・プロバイダーは19倍、自動運転電気自動車メーカーは13倍、レンタカー会社は5倍の 株価収益率を想定しています。| 注:四捨五入して10億の位の概数にしてあります。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC | 2021CapitalIQ



2030年には自動運転配車サービスが世界の年間GDPを約26兆米ドル拡大させ、歴史上のあらゆるイノベーションを上回る経済効果をもたらす

自動運転配車サービスが世界経済にもたらす効果 2030年予想

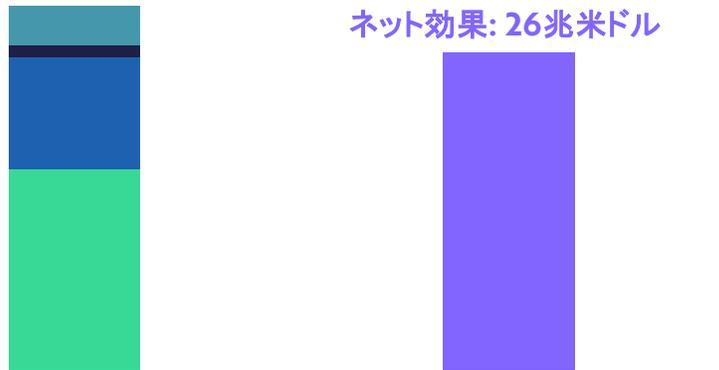
プラス効果: 30兆米ドル

- + 16兆米ドル: 生産性向上
- + 10兆米ドル: サービス収入
- + 3兆米ドル: 生命を守ることによる経済利益
- + 1兆米ドル: 自動運転車の販売台数増加分

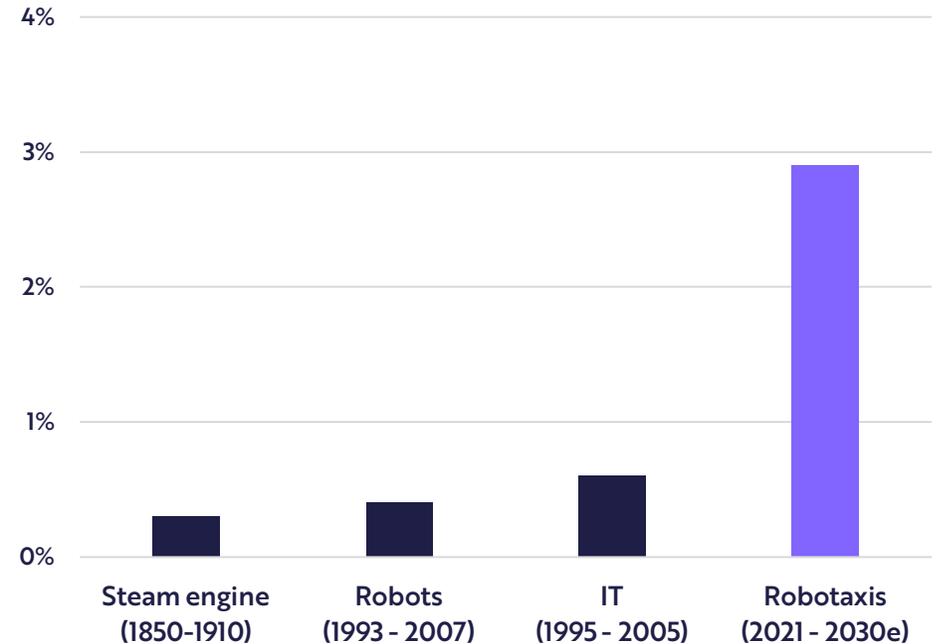
マイナス効果: -4兆米ドル

- 600億米ドル: 医療費
- 2,100億米ドル: 自動車の修理
- 4,700億米ドル: 自動車のメンテナンス
- 6,600億米ドル: 燃料
- 7,000億米ドル: 保険
- 1.8兆米ドル: 自家用車販売

ネット効果: 26兆米ドル



年間GDPに与える生産性向上効果



注: ITはInformation Technology(情報技術)の略語です。グラフ内の数値は概数です。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021; Bughin, Jacques, et al. MGI Notes from the AI Frontier Modeling the Impact of AI ...McKinsey, 2018 <https://www.mckinsey.com/-/media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Notes%20from%20the%20frontier%20Modeling%20the%20impact%20of%20AI%20on%20the%20world%20economy/MGI-Notes-from-the-AI-frontier-Modeling-the-impact-of-AI-on-the-world-economy-September-2018.ashx>

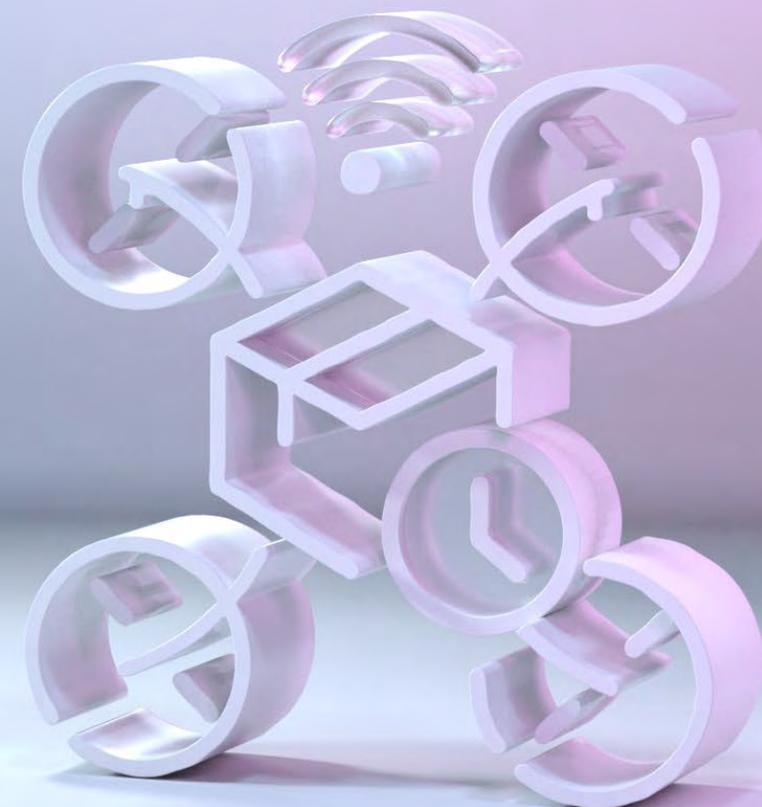
自動配送

新しい形のグローバル・サプライチェーン

リサーチ担当者: Tasha Keeney (ARK Investアナリスト)

トラック、ドローン、自動配送ロボットなどによる自動配送は、コストを下げ、より早く、より便利に商品をお届けることができます。

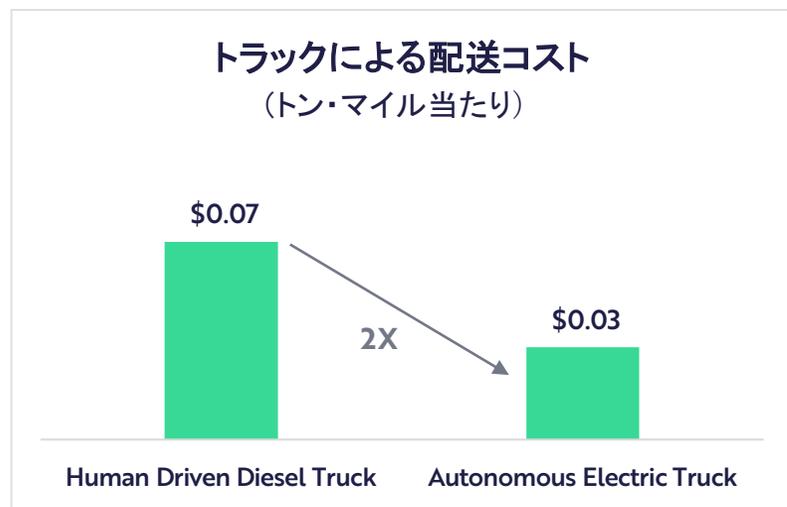
ARKでは、自動配送システムの売上げは、現在のゼロから2030年には9,000億米ドルに拡大するとみています。



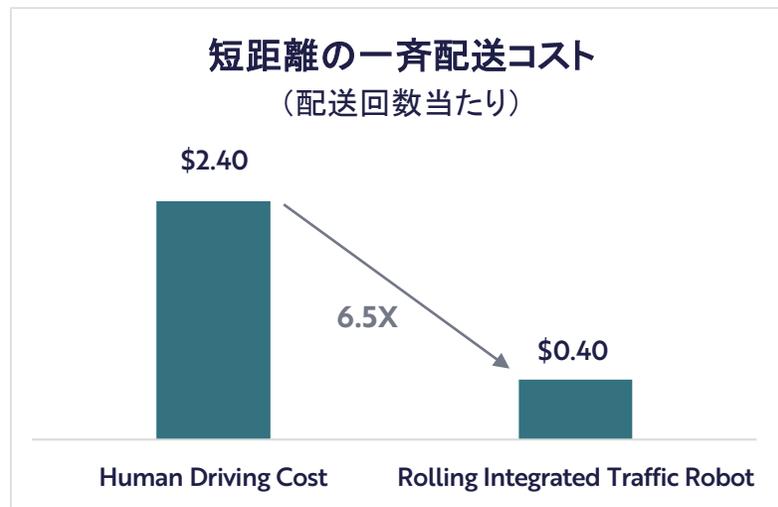


自動運転車(地上走行と飛行の両方)が サプライチェーン全体のコストを低下させる

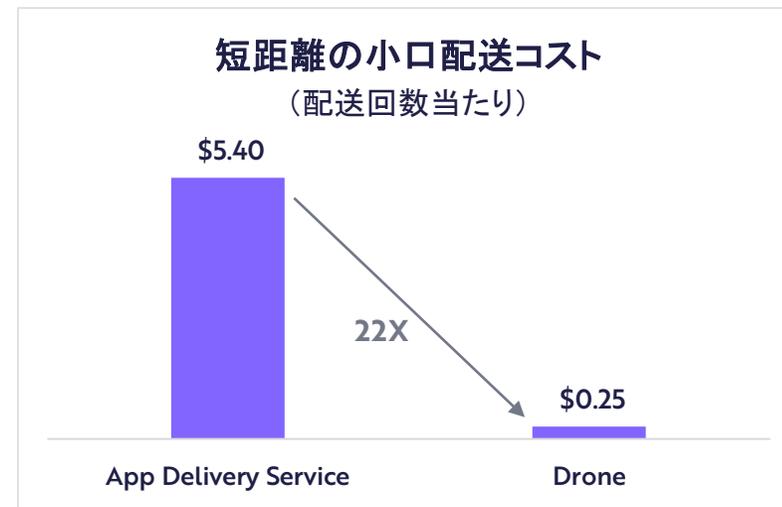
ARKの研究によると、自動運転車の稼働率は人間に依存する方法よりも高くなり、特にラストマイル(最終配送拠点から届け先まで)の少量輸送において、よりコスト効率の高い配送システムとして機能します。



自動運転の電気トラックは、人間が運転するディーゼルトラックよりも稼働率が高く、維持費や人件費が低いというメリットがある



食料品の自動配送ロボットは低コストで便利な配送を可能にし、消費者の買い物の仕方を変える見込み



自律型ドローンはオンライン販売の品物や食事の配送において相当のシェアを獲得する見通し

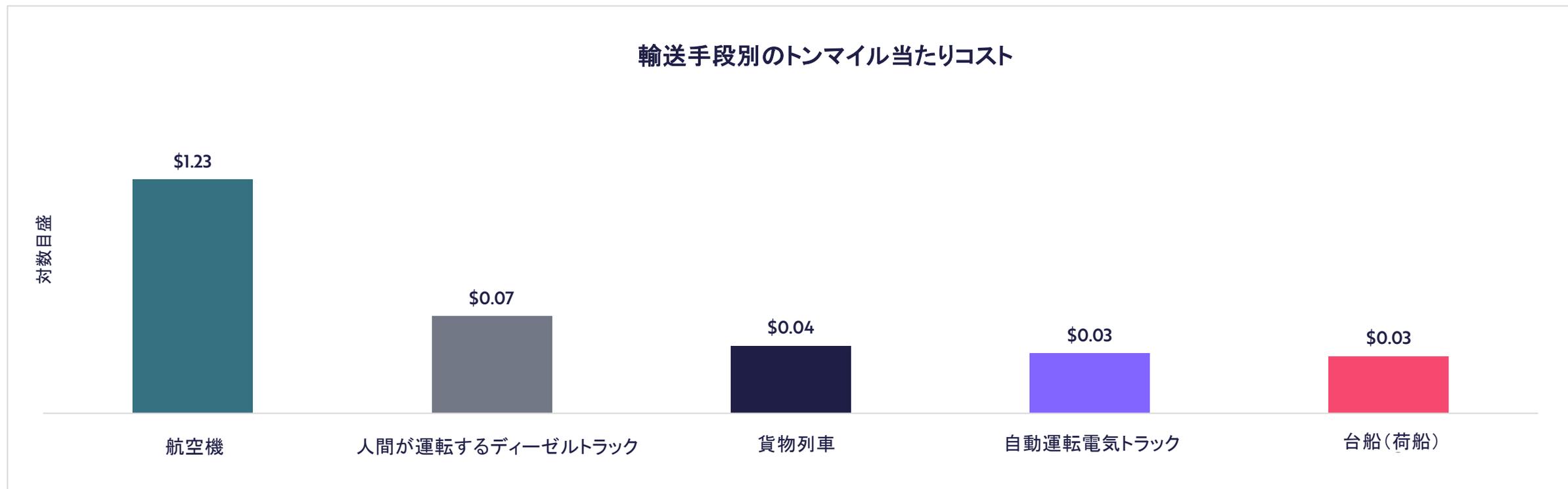
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021, 出所: ARK Investment Management LLC, 2021; "National Statistics and Maps." National Statistics and Maps - FHWA Freight Management and Operations, https://www.ops.fhwa.dot.gov/Freight/freight_analysis/nat_freight_stats/index.htm. ; "Average Truck Speeds." Energy.gov, <https://energy.gov/eere/vehicles/fact-671-april-18-2011-average-truck-speeds>. ; Fleet Owner, <https://www.fleetowner.com/>. ; Ferguson, Dave. "Introducing R2, Nuro's next Generation Self-Driving Vehicle." Medium, Nuro, 6 Feb. 2020, <https://medium.com/nuro/introducing-r2-nuros-next-generation-self-driving-vehicle-a9974ff6c2e0>. ; "Most U.S. Households Do Their Main Grocery Shopping at Supermarkets and Supercenters Regardless of Income." USDA ERS - Most U.S. Households Do Their Main Grocery Shopping at Supermarkets and Supercenters Regardless of Income, <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2015/august/most-us-households-do-their-main-grocery-shopping-at-supermarkets-and-supercenters-regardless-of-income/>. ; Your Driving Costs. <https://newsroom.aaa.com/wp-content/uploads/2021/08/2021-YDC-Brochure-Live.pdf>. ; "Phantom 2 Vision+ v3.0." DJI Store - Official Store for DJI Drones, Gimbals and Accessories (United States), <https://store.dji.com/product/phantom-2-vision-plus>. ; Chen, Brian X. "Up to 91% More Expensive: How Delivery Apps Eat up Your Budget." The New York Times, The New York Times, 26 Feb. 2020, <https://www.nytimes.com/2020/02/26/technology/personaltech/ubereats-doordash-postmates-grubhub-review.html>.



自動運転トラックは鉄道よりもコスト効率が高く、 参入できる市場は多岐にわたる見通し

宅配用のトラックは鉄道に比べて配送に要する時間の面で大きなメリットがあり、インターモーダル輸送^(注)からシェアを奪うと考えられます。



注: インターモーダル輸送とは、2種類以上の輸送手段を組み合わせて貨物を輸送することです。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021, data sources: "National Statistics and Maps." National Statistics and Maps - FHWA Freight Management and Operations, https://www.ops.fhwa.dot.gov/Freight/freight_analysis/nat_freight_stats/index.htm. ; "Table 3-21: Average Freight Revenue per Ton-Mile (Current Cents)." Bureau of Transportation Statistics, https://www.bts.gov/archive/publications/national_transportation_statistics/table_03_21. ; "Average Freight Revenue per Ton-Mile." Average Freight Revenue per Ton-Mile | Bureau of Transportation Statistics, <https://www.bts.gov/content/average-freight-revenue-ton-mile>.



ロボットによる食料品配送はコストを6分の1に削減し、 現在無償で提供している労働を有償にすることも可能に

ARKでは、電気トラックによる自動配送ロボットがガソリン車に取って代わることにより、食料品の自動配送ロボットが約400億米ドル相当の無償労働を有償に転換し、同時に60億米ドル相当のガソリン需要を削減できると予測しています。その結果、ロボット配送は年間約1,800万トンのCO₂排出を削減でき、この削減量はガソリン車400万台分に相当します。



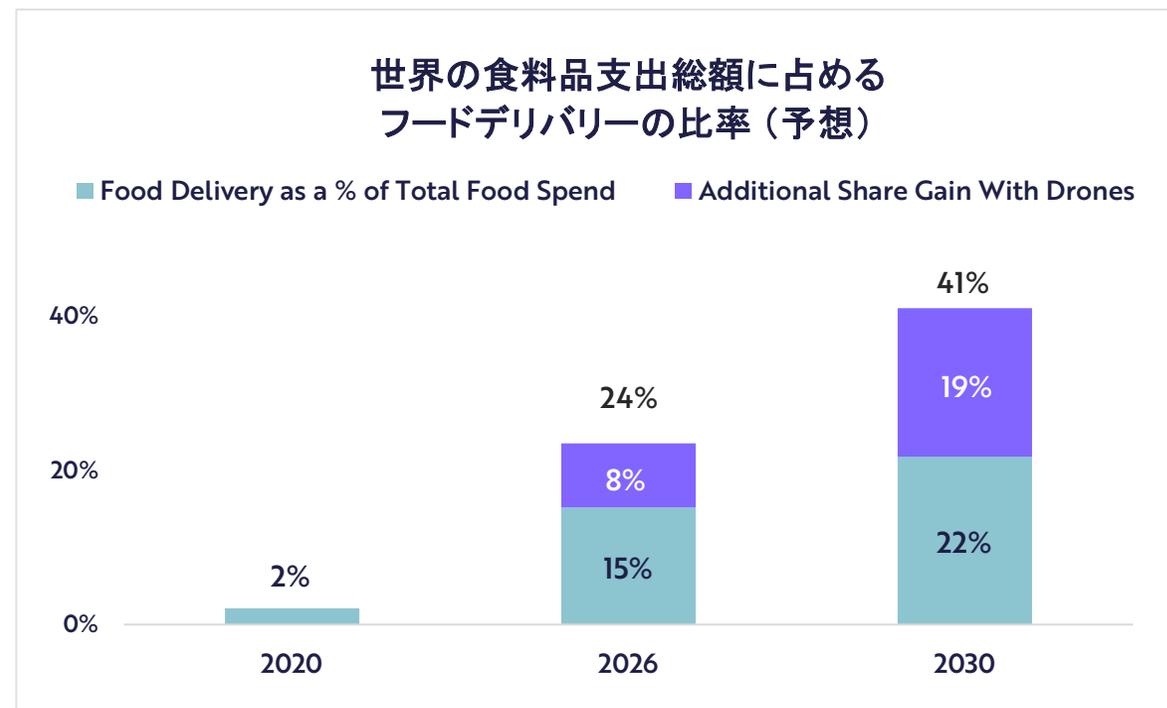
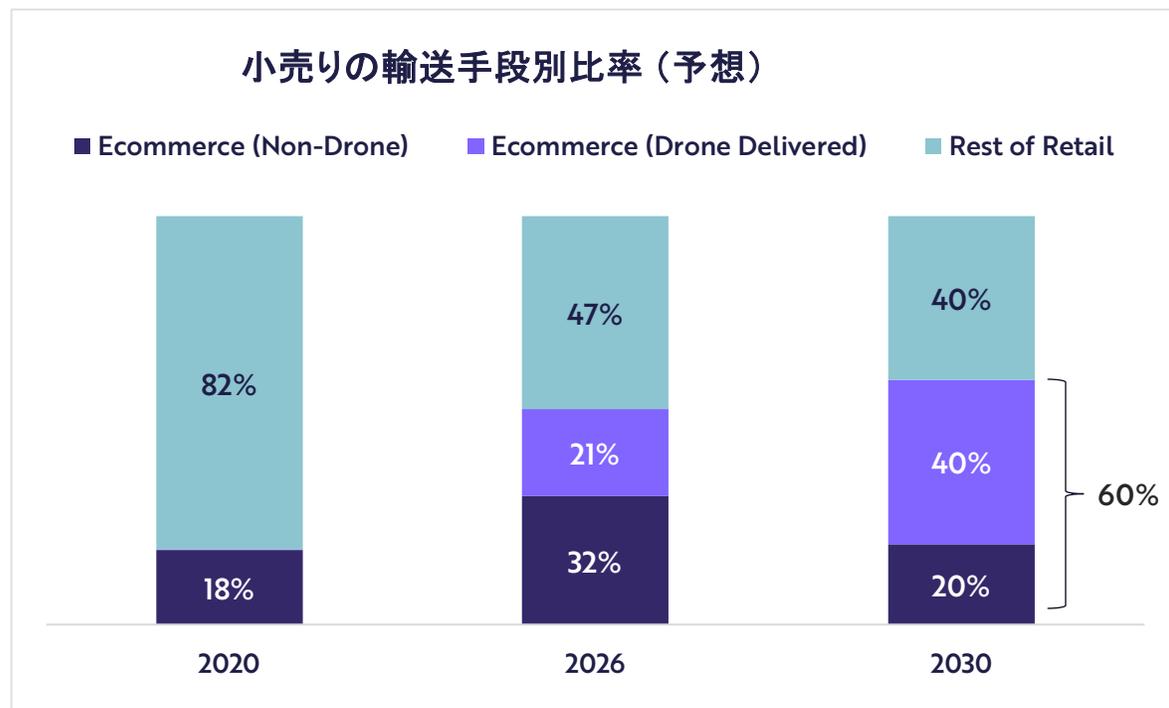
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021; "FMI's 2019 U.S. Grocery Shopper Trends Examines Personalized Grocery Shopping." FMI, 18 June 2019, <https://www.fmi.org/newsroom/news-archive/view/2019/06/18/fmi-s-2019-u.s.-grocery-shopper-trends-examines-personalized-grocery-shopping>. "U.S. Energy Information Administration - EIA - Independent Statistics and Analysis." Environment - U.S. Energy Information Administration (EIA) - U.S. Energy Information Administration (EIA), https://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.php.



ドローン配送がEコマースの配送の大部分を占めることにより、 フードデリバリーの分野はS字曲線を辿る見込み

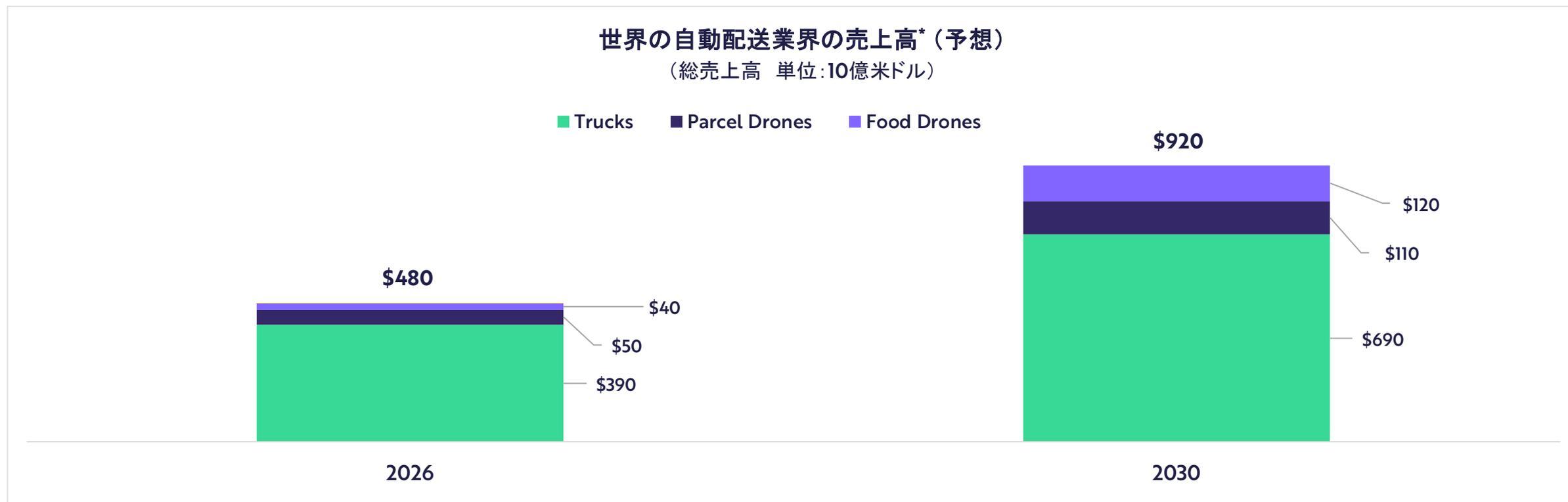
ドローンによる配送は、特に郊外や地方に住む人に、商品や食事を配送する手段として、ますます効率的でコスト効率の高いものになり、食料品支出総額に占めるフードデリバリーの比率を高めると考えられます。





自動配送業者の売上高は現在のゼロから2030年には 9,000億米ドル超に拡大するかもしれない

ARKの研究によると、自動配送によって世界のサプライチェーンは一変し、消費者はより早く、より便利に商品を受け取れるようになると考えられます。消費者にとっては、買い物の仕方や住居に対する考え方が一変し、その結果、時間とお金を節約することができると思われれます。

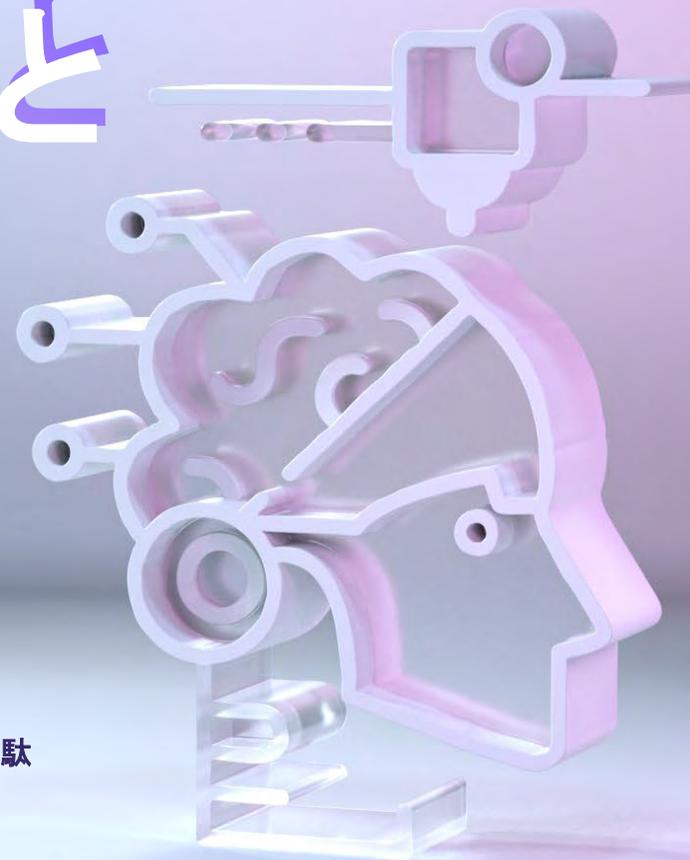


*自動配送ロボットの市場規模と実現のタイミングに関するARKの研究はまだ完了していないため、2030年のデータには含まれていない。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021

3D プリンティングと ロボティクス



次世代のものづくり

リサーチ担当者: Tasha Keeney、Sam Korus (ARK Invest アナリスト)

3Dプリンティングと適応型ロボットはサプライチェーンの短縮化やデジタル在庫を可能にし、材料の無駄を省くとともにコスト削減と生産までの時間を短縮できます。

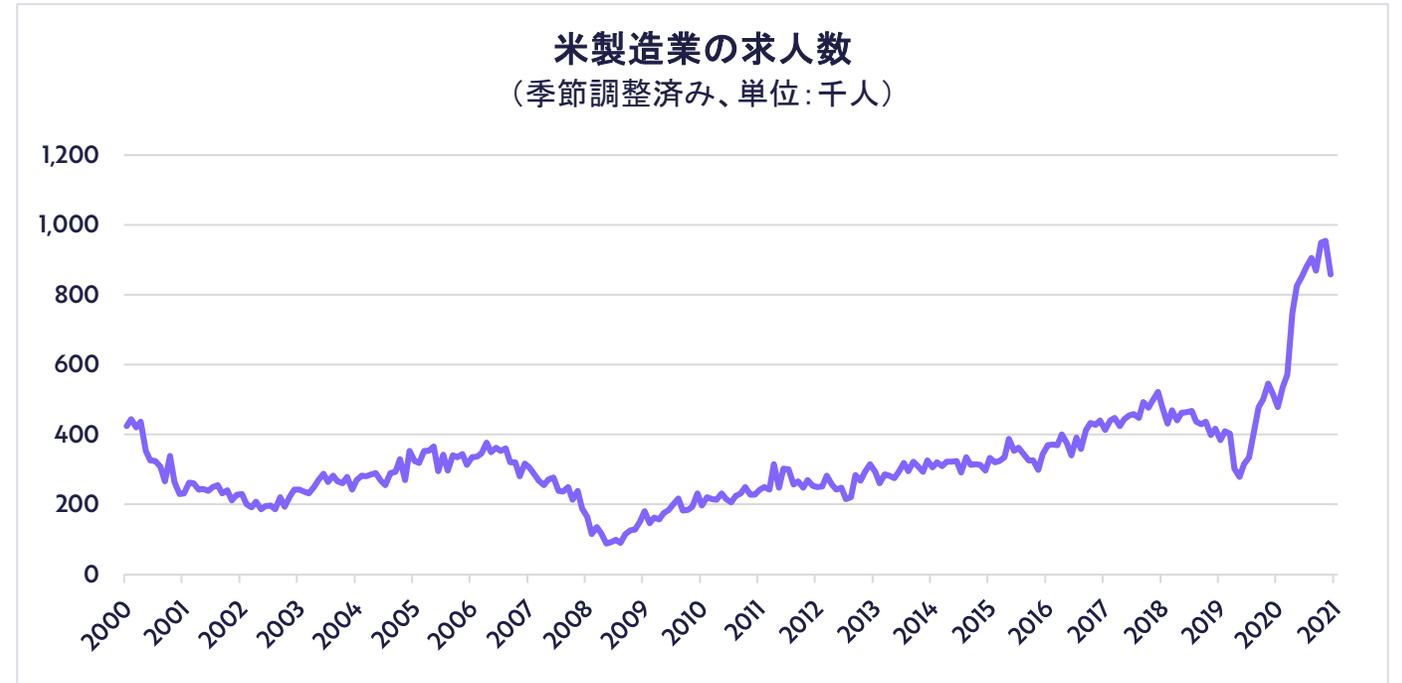
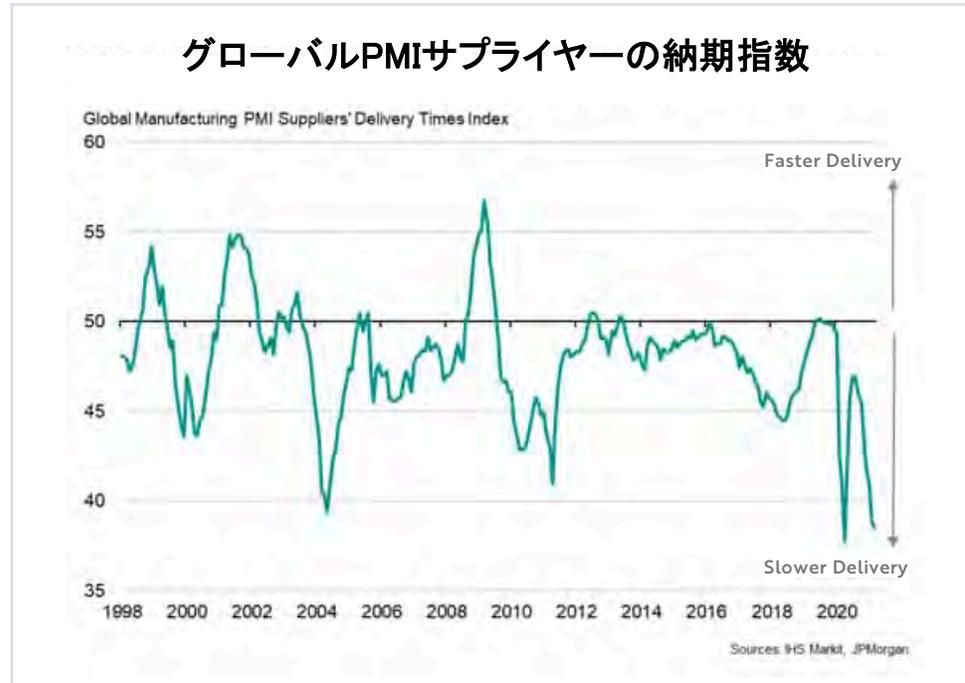
サプライチェーンの混乱や労働力の不足は、3Dプリンティングとロボティクスの利用を加速させると考えられます。ARK では、3Dプリンティングとロボティクスの市場規模は年率56%のペースで拡大し、上場企業の企業価値を2020年の約700億米ドルから2030年には6兆米ドル超に増大させると推測しています。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。



サプライチェーンと労働力の混乱が自動生産システム導入を加速させる

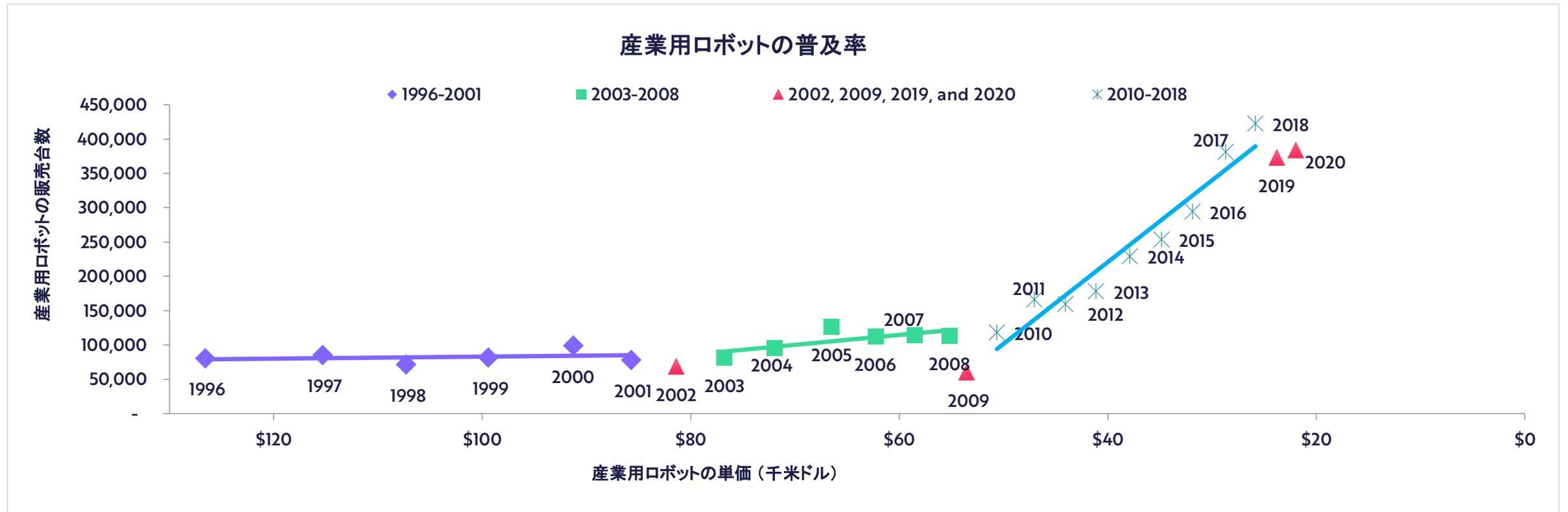
ARKでは、3Dプリンティングとロボティクスの導入により、製造業者が、需要の急増、サプライチェーンの混乱、労働力不足に対応できる柔軟性と対応力を高めると考えています。





自動化は危機に瀕して加速することが多い

産業用ロボットの導入は、2002年のドットコムバブルの崩壊後に加速し、2008年～2009年の世界金融危機後に再び加速しました。2019年の米中貿易摩擦、2020年～2021年のサプライチェーンの混乱時に産業用ロボットは普及し、今後さらに勢いを増しそうです。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021; Executive Summary World Robotics 2021 Industrial Robots. https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2021.pdf.



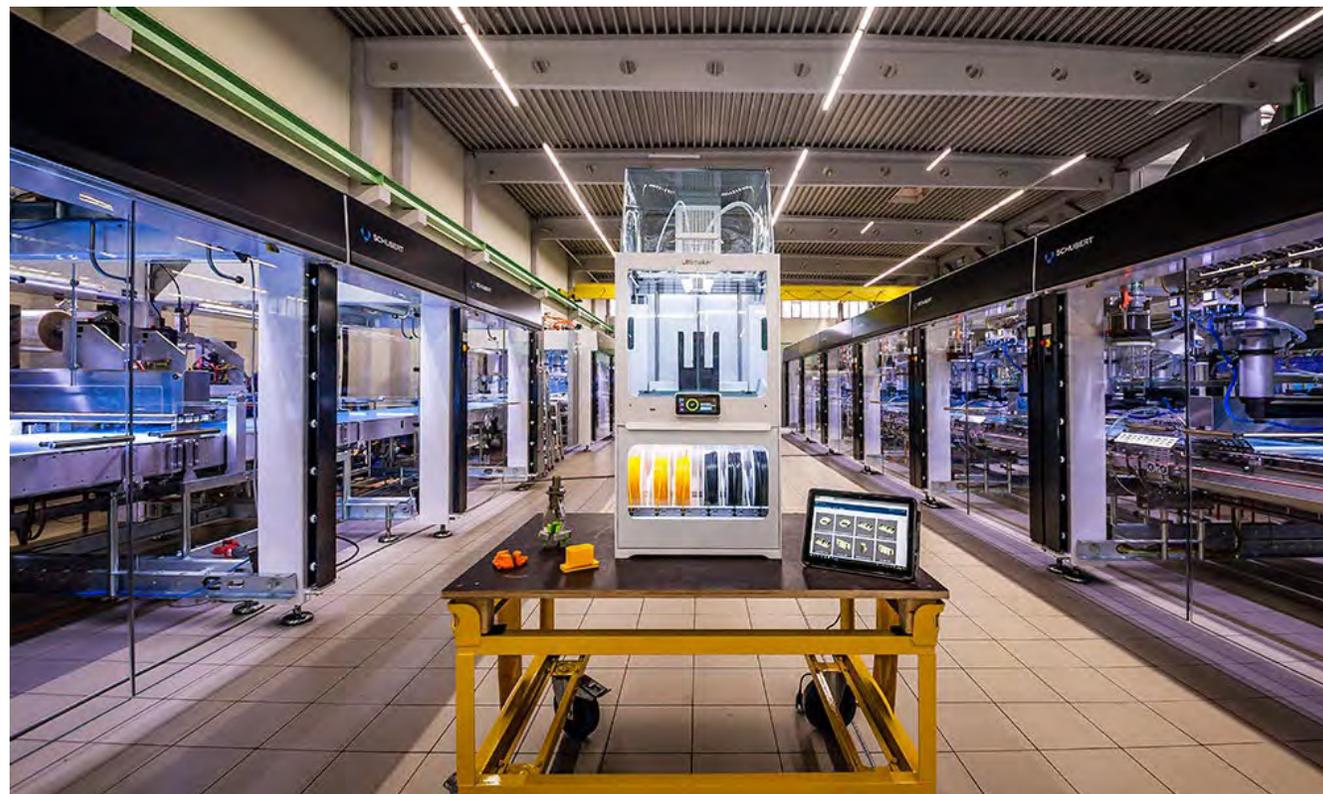
3Dプリンティングはデジタル在庫と分散生産を可能にし、サプライチェーンに柔軟性を与える

部品メーカーは3Dプリンターを使うことにより、部品をオン・デマンド(注文対応)で生産することができ、予備の在庫や少量生産品の物理的な在庫を削減できます。

部品の設計図や印刷方法のマニュアルなどの「デジタル在庫」を物理的な原材料の在庫と同じ場所に置くことにより、倉庫面積を削減できます。

メーカーは、最終製品の出荷先に近い場所に3Dプリンターを設置することで、サプライチェーンへの依存や輸送コストを削減できます。

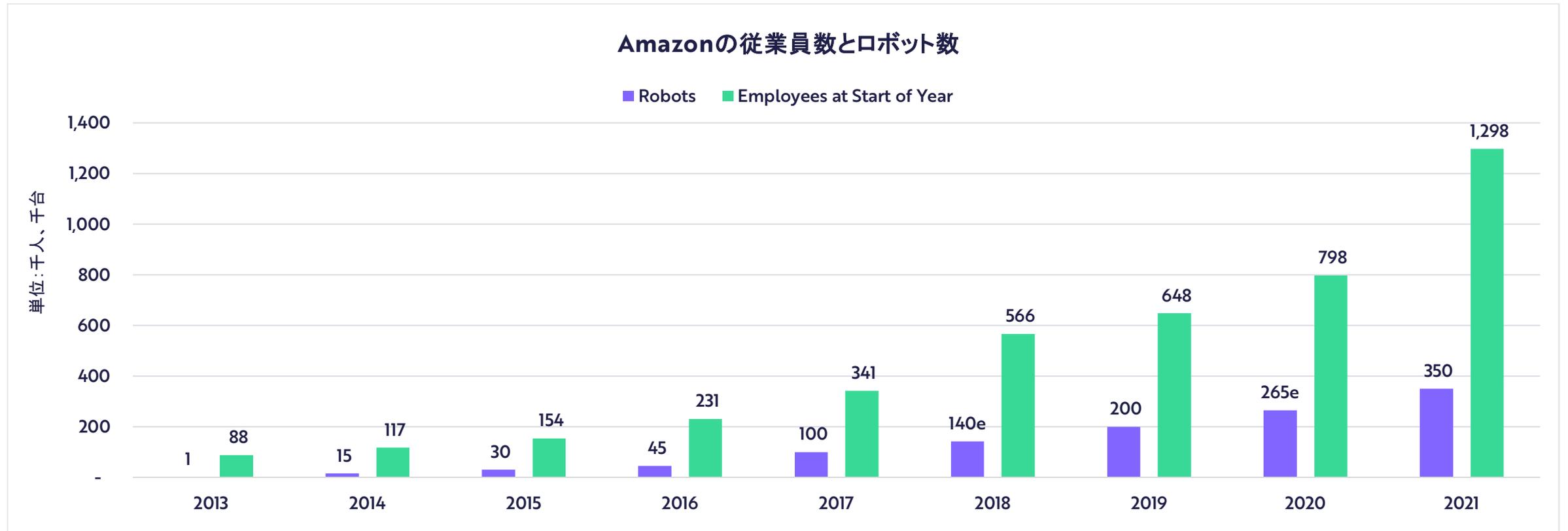
3Dプリンティングは、メーカーが製造工程を垂直統合することを可能にし、外部サプライヤーへの依存度を下げ、時間とコストを削減します。





自動化により雇用は増加する

Amazonは最初の20万台のロボットを7年かけて設置しましたが、次の15万台はわずか2年で設置しました。この9年間に、Amazonの従業員は約15倍に増えています。自動化により、小売業の雇用は減少しますが、自動化なしでは存在しえない新しい製品やサービスを誕生させることを可能にし、総合的には労働需要が高まると考えています。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021; Amazon 10-ks.



3Dプリンティングが製品の性能を高め、イノベーションのペースを加速

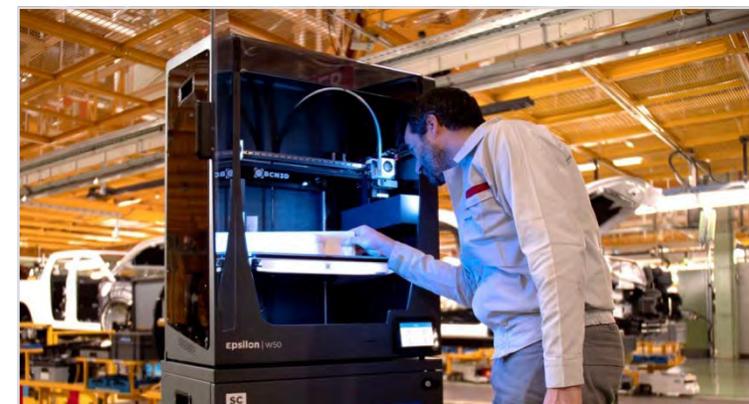
ARKの研究によると、今後5年間で電気自動車(EV)の販売台数が約500万台から約4,000万台に増加すると、自動車メーカーは製造ラインの設備一新や再構築で対応する必要があります。3Dプリンティングは試作に要する時間を短縮し、工作機械の削減、部品点数の削減、製品化までの時間の短縮を可能にします。



Volkswagenはドイツの主要工場で、Aピラーの重量を74%削減し、部品数を3分の2減らすことができました。2025年までに3Dプリンターで年間10万個の部品を生産する計画です。



自動車メーカーの**Dana**は3Dプリンティングを使って10倍のスピードアップを実現しました。



部品を外注から社内の3Dプリンティングに切り替えることで、日産はコストを200分の1に、部品の待ち時間を7分の1に短縮しました。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

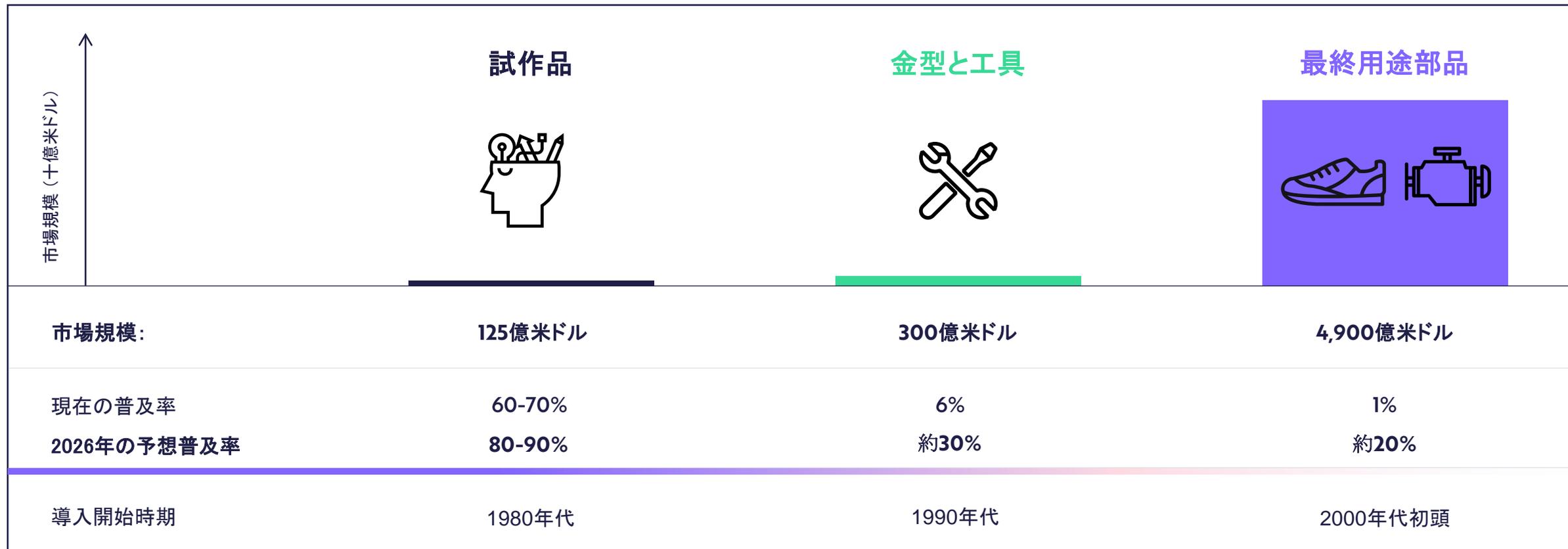
出所: "Open Visual Engineering Platform: Bionic Design of Volkswagen Golf A-Pillar." ELISE, 10 Dec. 2020, <https://www.elise.de/industries/automotive/volkswagen-a-pillar/>. Markforged Investor Presentation.

<https://static.markforged.com/downloads/Markforged+Investor+Presentation.pdf>. "Nissan Accelerates Assembly, Lowers Costs with 3D Printing." Control Engineering, 8 July 2021, <https://www.controleng.com/articles/nissan-accelerates-assembly-lowers-costs-with-3d-printing/>. "Volkswagen Plans to Use New 3D Printing Process in Vehicle Production in the Years Ahead." Volkswagen Newsroom, <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-plans-to-use-new-3d-printing-process-in-vehicle-production-in-the-years-ahead-7269>.



3Dプリンティングはまだ初期段階

ARKの調査は、3Dプリンティングの次の対象分野は、最終ユーザーが使用する製品（最終用途部品）であることを示しています。



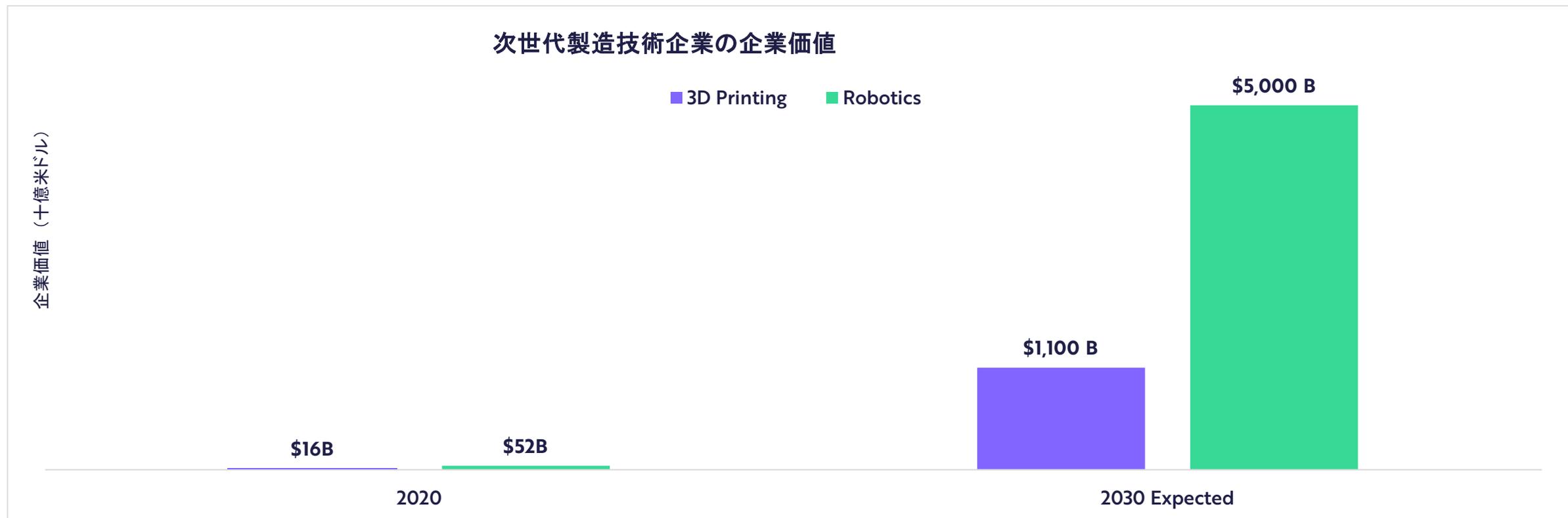
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | McKinsey; Stratasys; "3D Printing History." AV Plastics, 14 June 2018, <https://arkinv.st/2TC57HI>



ARKでは、3Dプリンティングとロボティクス企業の企業価値が現在の700億米ドルから2030年には6兆米ドル超に増加すると予測

3Dプリンティングとロボティクスはコスト削減、イノベーションの起爆剤としての役割とともに、生産性の向上を提供します。サプライチェーンと労働市場の混乱が次世代製造技術へのシフトを加速させると考えられます。



注：企業価値の計算では3Dプリンティングとロボティクス企業のキャッシュフロー利回りを5%と想定しています。ロボティクスには個人の住居で使用するロボティクスは含まれていません。上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。出所:ARK Investment Management LLC, 2021; CapitalIQ data

地球周回軌道

グローバル・コネクティビティを実現

リサーチ担当者: Sam Korus (ARK Invest アナリスト)

ディープラーニング、モバイル接続、センサー、3Dプリンティング、ロボティクスなどの技術の進歩により、航空宇宙関連のコストが低下しています。その結果、人工衛星の打ち上げや着陸可能なロケットが急増しています。

ARKのリサーチによると、衛星ブロードバンド事業の売上高は5年~10年後には、米国で年間100億米ドル、世界全体で400億米ドルに迫る可能性があります。また、極超音速旅客機市場は年間売上高がゼロから2,700億米ドルに拡大する可能性があります。

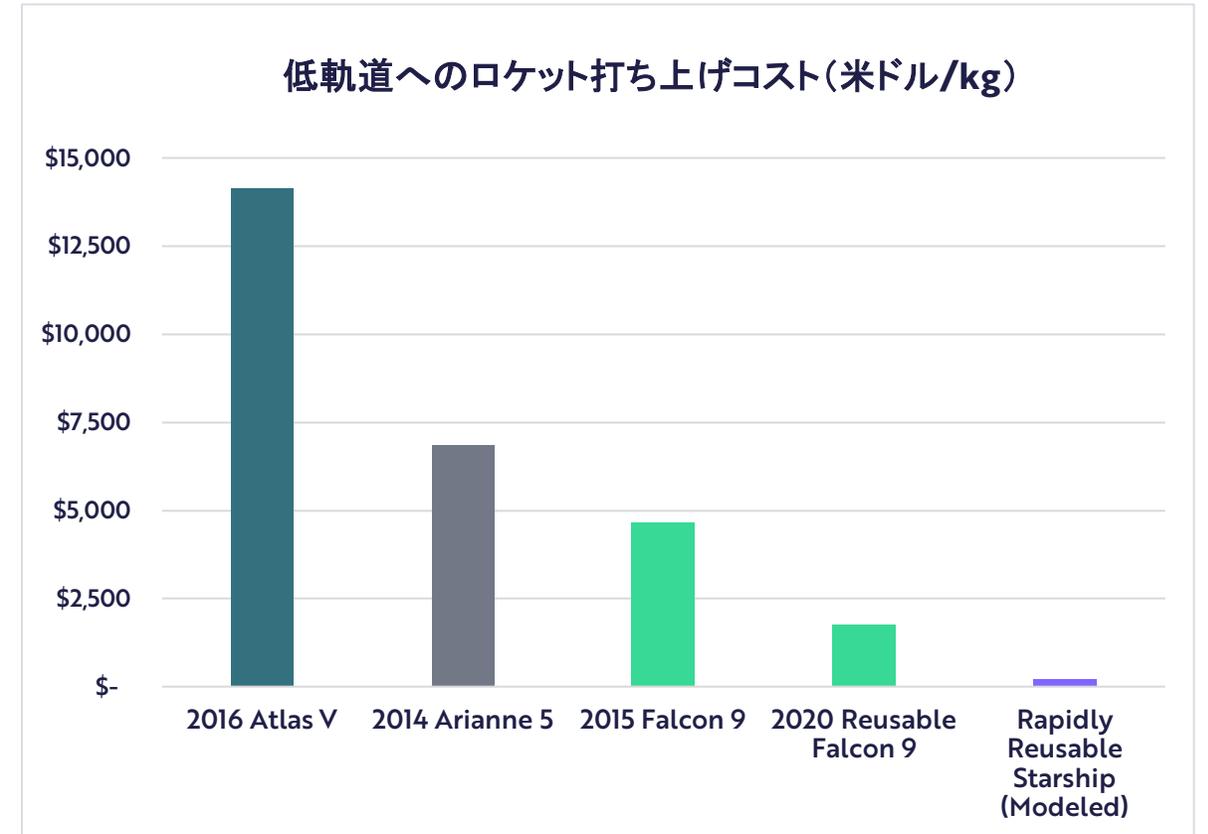
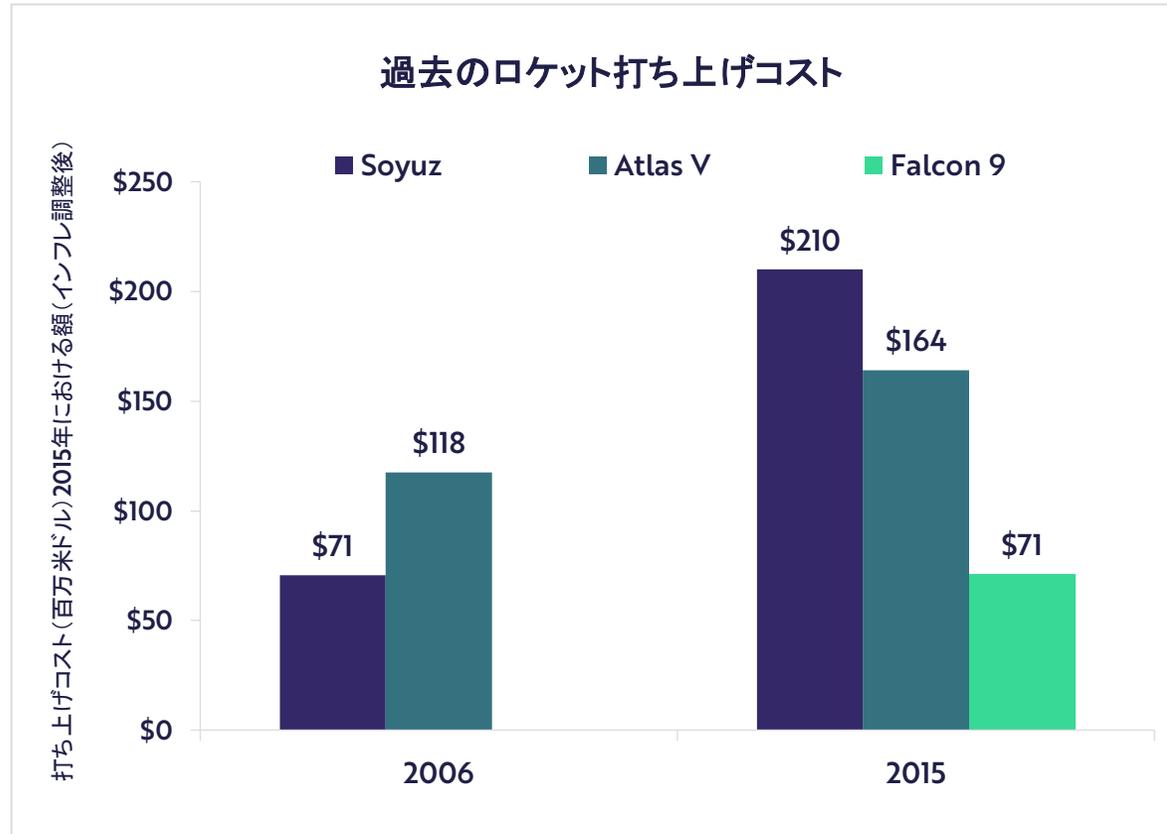
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。





ロケットの再利用により、打ち上げコストが一桁小さくなる可能性

SpaceXは、同じブースターを11回使用して再利用可能なロケットであるFalcon 9の打ち上げに成功しており、急騰する打ち上げコストに歯止めがかかりました。



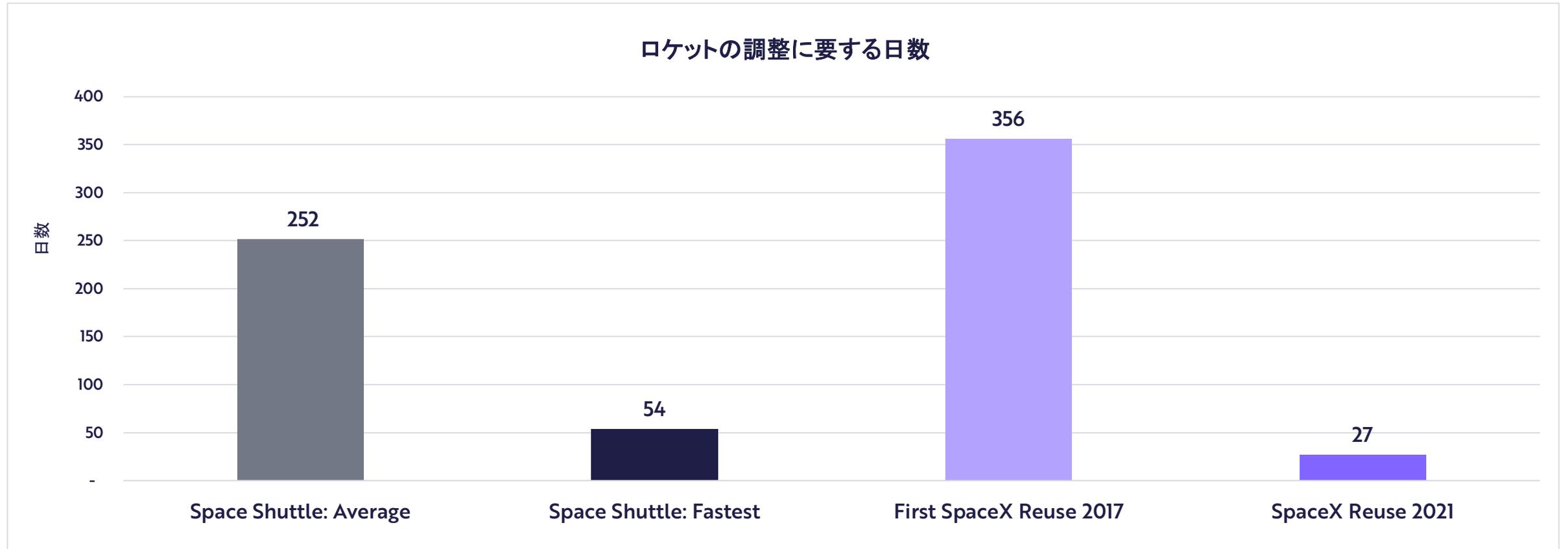
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021, <http://spacenews.com/40006spacex-says-requirements-not-markup-make-government-missions-more-costly/>, <https://oig.nasa.gov/audits/reports/FY13/IG-13-019.pdf>, <http://spacenews.com/rising-engine-costs-uncertainty-drive-atlas-5-prices-nasa/>, <http://www.ulalaunch.com/faqs-launch-costs.aspx>, <http://www.spacex.com/about/capabilities>, <http://spacenews.com/rising-engine-costs-uncertainty-drive-atlas-5-prices-nasa/>,



SpaceXは記録的な短期間でロケットを再利用可能に調整できる

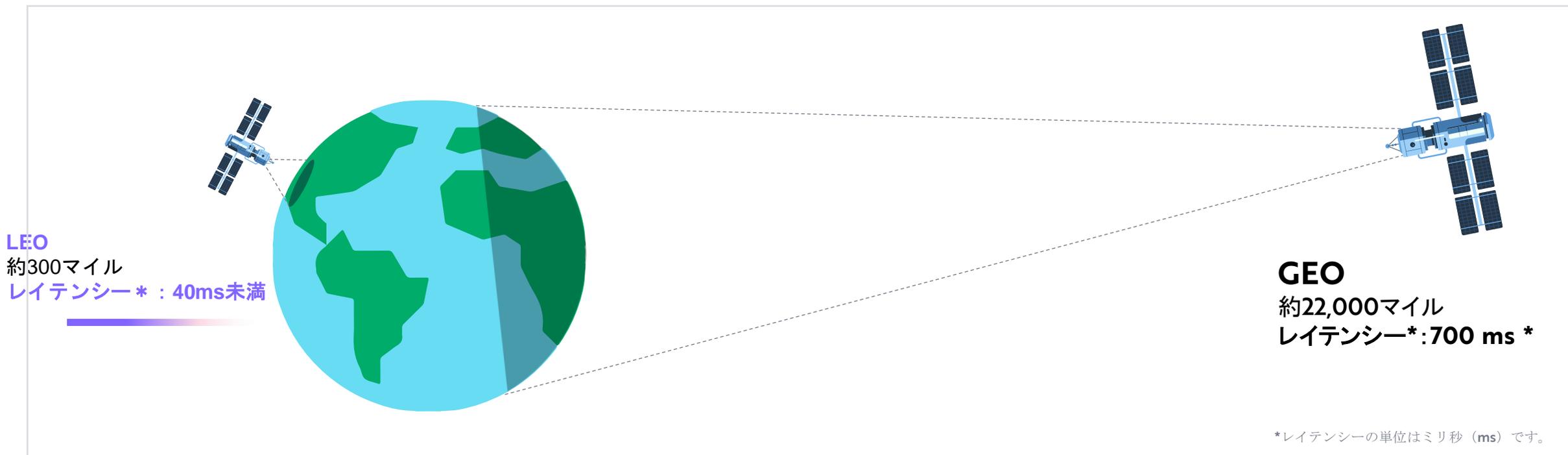
ARKの見解では、コスト低下に不可欠な要素はロケットの調整に要する時間です。





衛星打ち上げコストの低下で、全世界を網羅する低遅延の通信が可能に

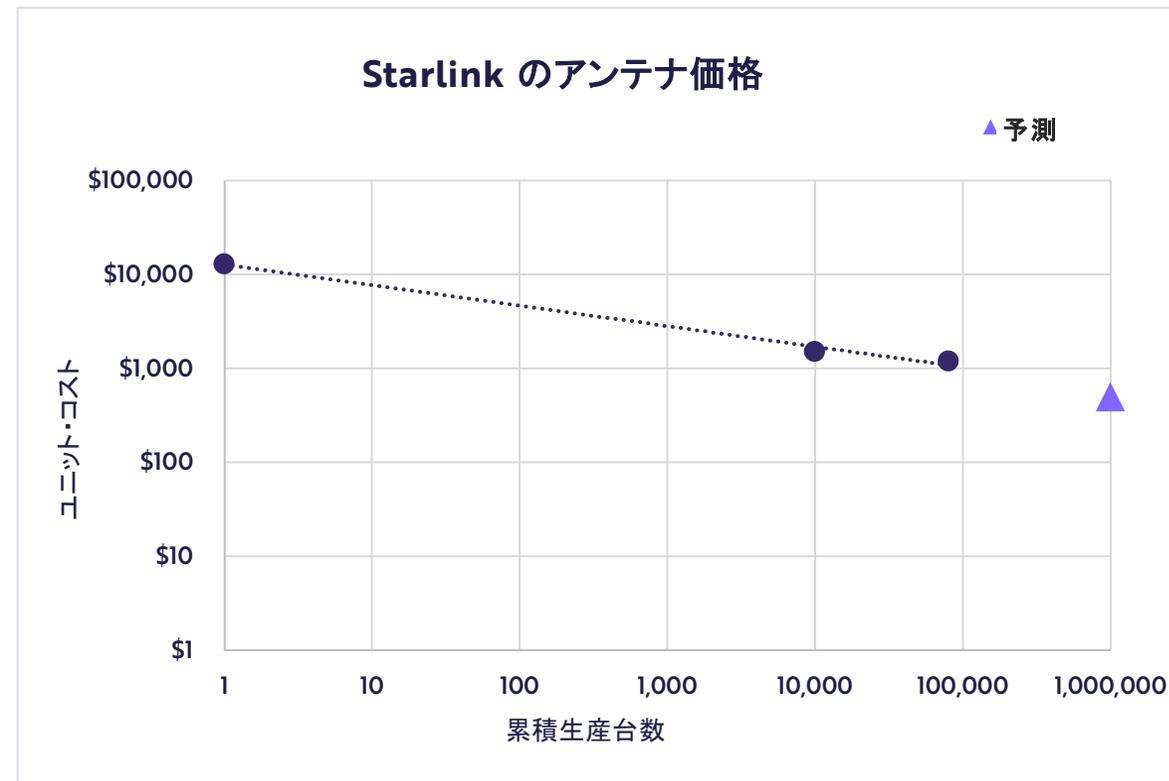
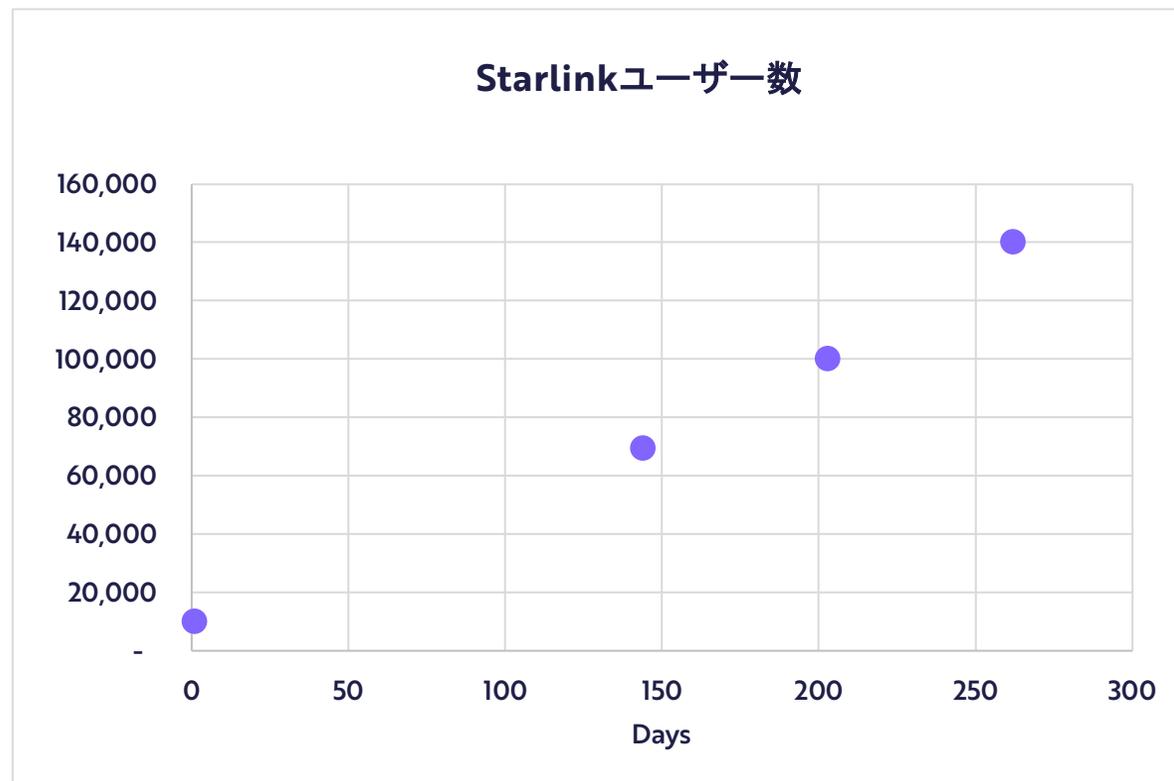
静止衛星(GEO)が実現した時点で全世界を網羅する通信ネットワークが実現したものの、レイテンシー(遅延)は避けられず、魅力的なブロードバンド・インターネットサービスとは言えませんでした。今日、SpaceX、OneWeb、Amazonなどの企業は低コストで低軌道を周回する(LEO)数千機の衛星を打ち上中、または計画しており、全世界を網羅する低レイテンシーの通信が現実になりつつあります。





アンテナの価格は今後数年間で500米ドル以下に低下するかもしれない

ARKリサーチの、独自モデルに基づいたStarlinkの加入者予測などのデータの分析結果は、2023年末に累積生産台数が100万台に達した時点で、今日約1,000米ドルであるエンドユーザー向けのアンテナの価格が500米ドルに低下する可能性を示しています。



注：ARKのモデルでは、Starlinkのアンテナ数を試算に使用しています。同社は、打ち上げ済みの衛星数が最も多く、データをすぐに入手できることがその理由です。

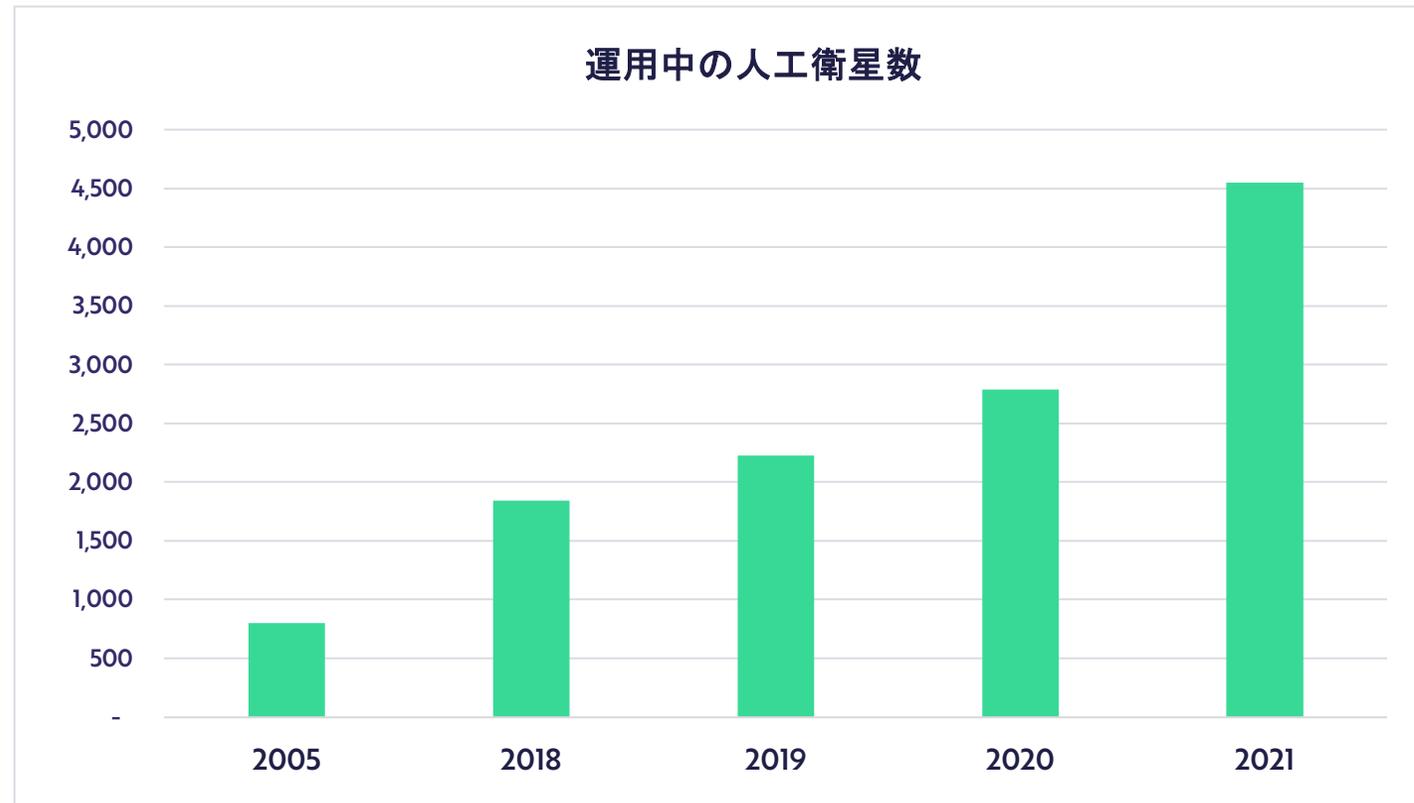
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021, <https://twitter.com/elonmusk/status/1408558492009566214>, <https://twitter.com/elonmusk/status/1429907171639103489>, <https://www.tesmanian.com/blogs/tesmanian-blog/starlink-users-fcc>, <https://www.engadget.com/spacex-starlink-satellite-internet-global-coverage-084815155.html>, https://twitter.com/Free_Space/status/1379459724991725571



コスト低下により、打ち上げられる人工衛星数の大幅な増加が見込まれる

地球の周回軌道で運用中の人工衛星数はこの2年間で約2倍になりました。公開されているデータによると、企業は今後10年間に桁違いの衛星数を打ち上げる計画をもっています。2030年までに計画されている打ち上げ回数は7万5千回で、昨年時点の3倍に増加しました。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

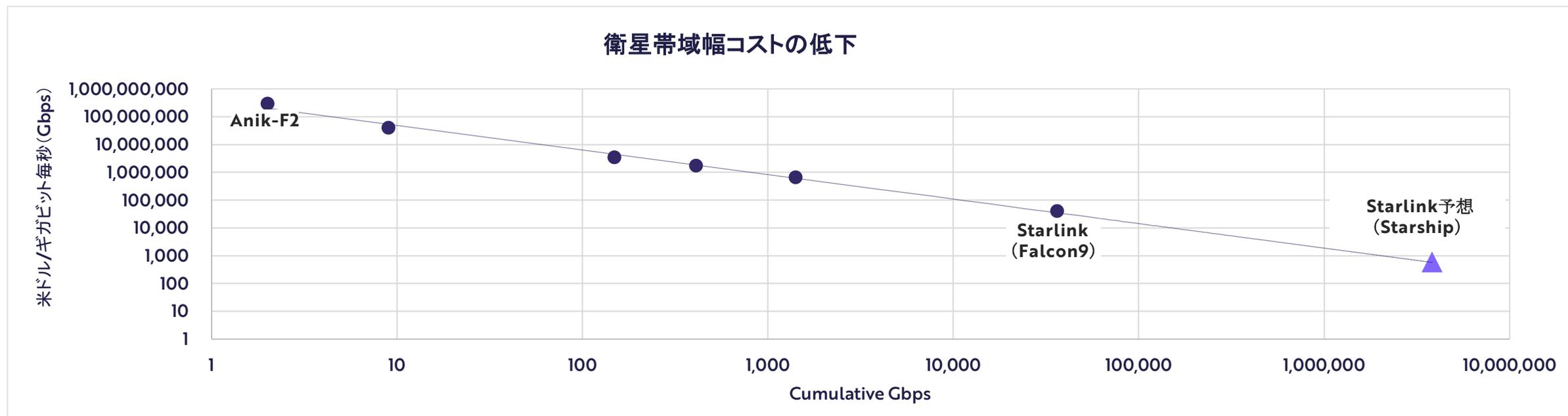
出所: ARK Investment Management LLC, 2021; Union of Concerned Scientists Satellite Database, <https://www.cnbc.com/2021/11/05/space-companies-ask-fcc-to-approve-38000-broadband-satellites.html>, <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5092&context=smallsat>



ライトの法則は衛星帯域幅のコスト低下を予測

2004年以降、衛星の帯域幅のコストは、3億米ドル/ギガビット毎秒(Gbps)から4万米ドル/ギガビット毎秒(Gbps)へと、7,500分の1に低下しました。ARKの研究によると、Space Xの次世代ロケット「Starship」と次世代衛星のおかげで、今後5年間でさらに40分の1の約1,000米ドル/Gbpsまで下がる可能性があります。

ARKの研究によると、1Gbpsで200人のユーザーにサービスを提供できます。資本コストが約1,000米ドル/Gbpsの場合、SpaceXは顧客1人あたり5米ドル(一回払い)で投資を回収することができます¹。

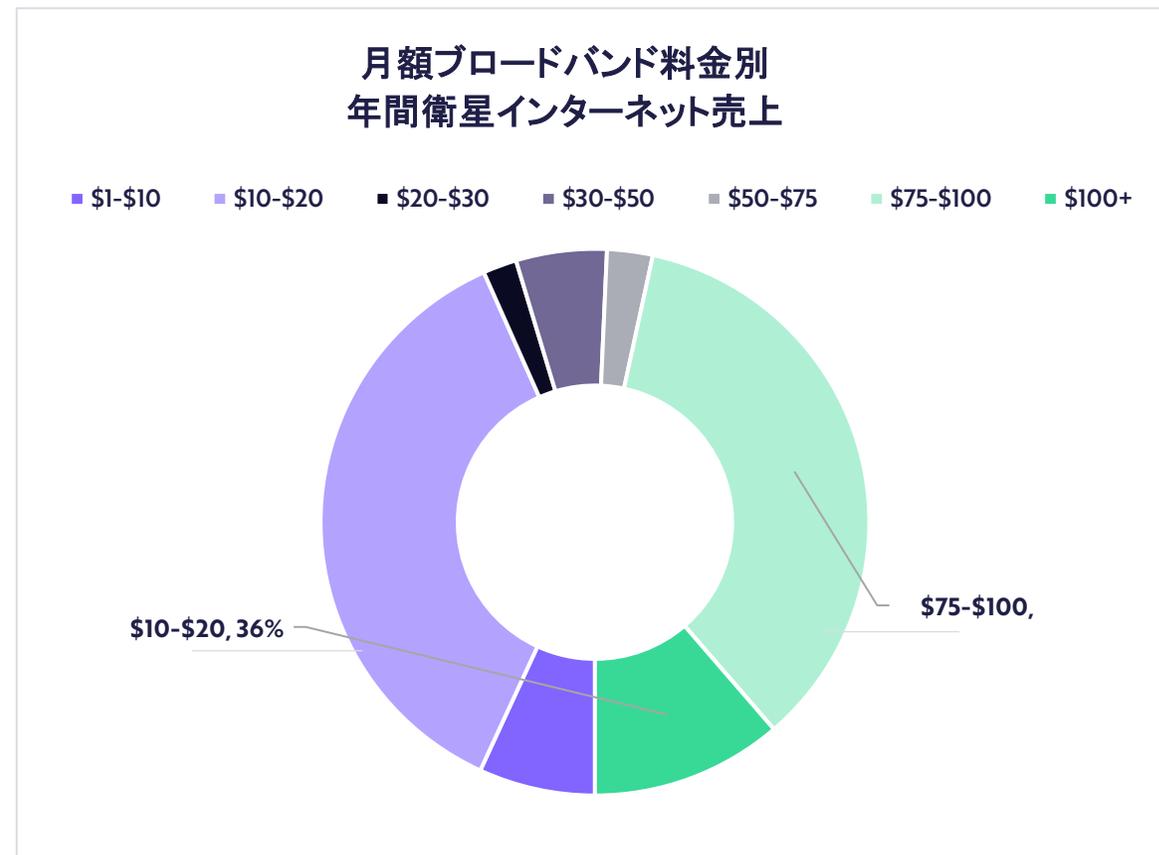
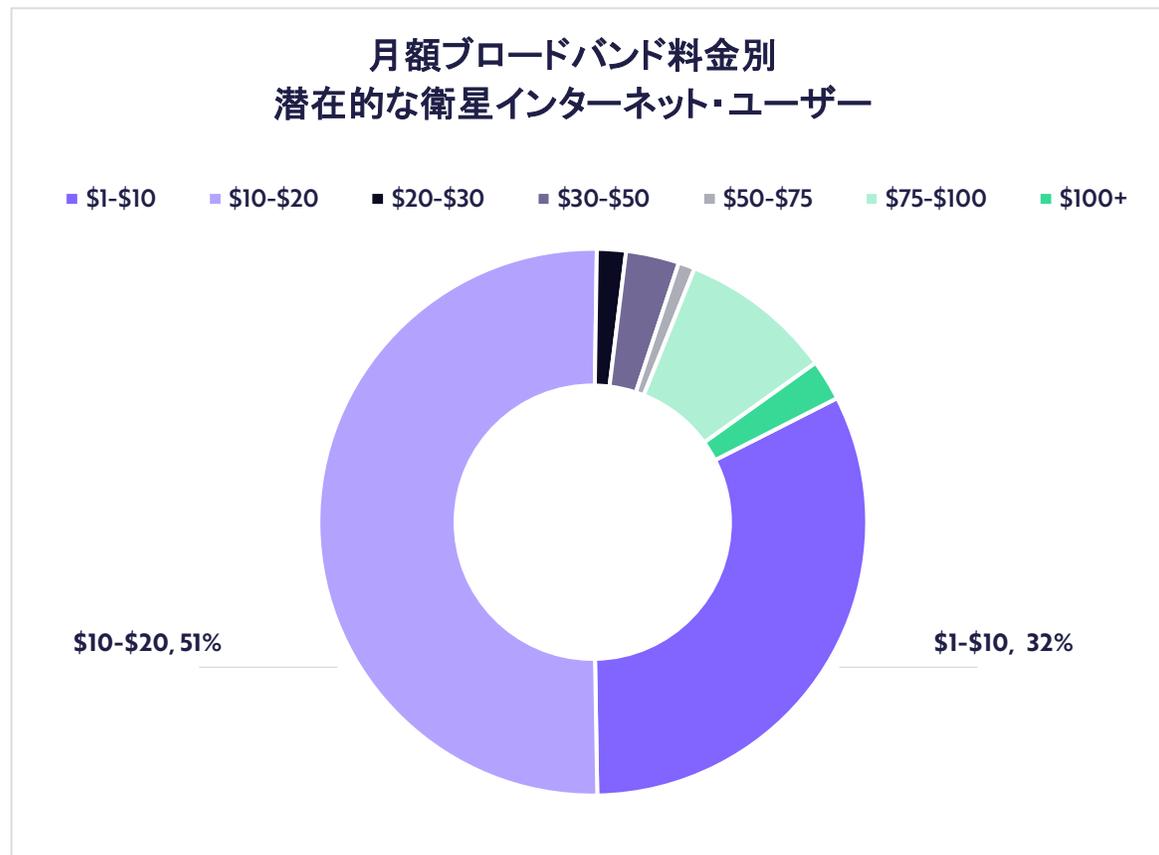


[1] これはオーバーサブスクリプション率が20（実際に利用しているユーザー一人の20倍のユーザーが加入）と想定しています
また、この計算には、衛星の寿命、衛星の稼働率、地上インフラのコストが含まれていません。実際の価格は、これら要素を考慮して決定されます



当初は、高い料金を払うことをいとわない顧客が衛星インターネットに加入すると考えられる

ARKの研究によると、衛星インターネットは2つの顧客層を対象とするとみられます。低い料金を求める多数と、高い料金をいとわない少数です。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021, <https://www.cable.co.uk/mobiles/worldwide-data-pricing/>, <https://www.cable.co.uk/broadband/pricing/worldwide-comparison/>



衛星ブロードバンド回線の売上高は今後5～10年のうちに 米国で年間100億米ドル、世界全体で400億米ドルに迫る可能性

ARKの研究によると、現在人工衛星ブロードバンドにアクセスできない人々にサービスを提供することによって生まれる市場規模は400億米ドルですが、これは衛星ブロードバンド市場が対象とする分野の1つにすぎません。航空機、電車、自動車の「コネクテッド」市場は2026年に430億米ドル規模に達する見通しです。さらに、衛星が提供するサービスに対する政府の需要も期待されます。

| | | | | | | | |
|--|--|---|----------------------------------|---|-------------------------------------|---|-----------------------------------|
| | <p>4千2百万人 ブロードバンド アクセスのない 米国人</p> | ÷ | <p>2.6人 1世帯あたりの人数</p> | × | <p>\$600 ブロードバンド年間料金</p> | = | <p>約100億米ドル 年間市場規模</p> |
| | <p>30億人 ブロードバンド アクセスのない 世界人口</p> | ÷ | <p>5人 1世帯あたりの人数</p> | × | <p>\$60 ブロードバンド年間料金</p> | = | <p>約400億米ドル 年間市場規模</p> |

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Dreyfuss, Emily. "Global Internet Access Is Even Worse Than Dire Reports Suggest." Wired, Conde Nast, www.wired.com/story/global-internet-access-dire-reports/, "FCC Underestimates Americans Unserved by Broadband Internet by 50%." BroadbandNow, broadbandnow.com/research/fcc-underestimates-unserved-by-50-percent, "Worldwide Broadband Price Research 2020." Cable, www.cable.co.uk/broadband/pricing/worldwide-comparison/, "Global On-Board Connectivity Market Expected to Reach \$36,842.3 Million by 2025." Allied Market Research, www.alliedmarketresearch.com/press-release/on-board-connectivity-market.html, "Space: Investing in the Final Frontier." Morgan Stanley, www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space. "On-Board Connectivity Market." Transparency Market Research, <https://www.transparencymarketresearch.com/on-board-connectivity.html>.

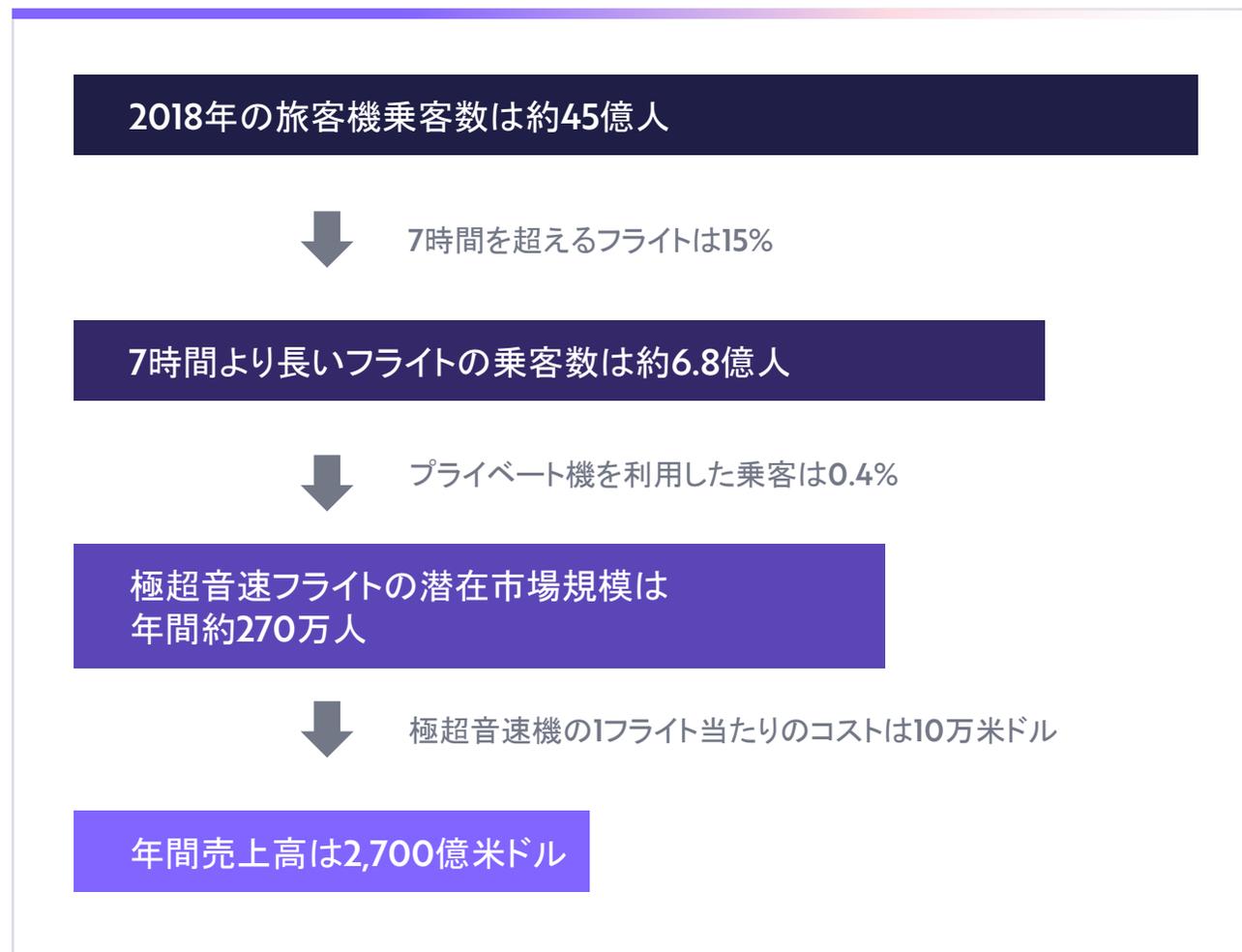


ARKでは極超音速旅客機フライトに対する需要は急上昇すると予想

ARKの研究によると、近距離フライトの乗客はプライベート機の利用で短縮される時間(2時間)に対して約1万5千米ドルを支払ってもかまわないと考えています。

ARKでは、近距離フライト市場の経済合理性に基づき、ニューヨーク～日本間の移動時間を13時間短縮し、2～3時間で到着する極超音速のプライベート機の利用に対して、乗客や企業が支払ってもかまわないとする金額は10万米ドルになると予測しています。

仮に270万人の乗客が極超音速の長距離フライトに約10万米ドルを払う場合、同市場の年間売上高は2,700億米ドルにのぼることになります。ARKでは、いずれは料金が現在の国際線のビジネスクラス並みに低下する可能性があるかとみています。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2021 | Gollan, Doug. "Why, When And Where The Super Rich Fly Their Private Jets." Forbes, Forbes Magazine, 10 Oct. 2018, www.forbes.com/sites/dougcollan/2018/10/10/why-when-and-where-the-super-rich-fly-their-private-jets/?sh=215c29c822e1, Charter Market Report 2018, The Federal Aviation Administration, the Bureau of Transportation Statistics, and Flight Aware.

Charter Market Report 2018, The Federal Aviation Administration, the Bureau of Transportation Statistics, and Flight Aware.



For more research on disruptive innovation visit www.ark-invest.com

©2021-2026, ARK Investment Management LLC. No part of this material may be reproduced in any form, or referred to in any other publication, without the express written permission of ARK Investment Management LLC ("ARK").

Please note, companies that ARK believes are capitalizing on disruptive innovation and developing technologies to displace older technologies or create new markets may not in fact do so and/or may face political or legal attacks from competitors, industry groups, or local and national governments.

ARK aims to educate investors and to size the potential opportunity of Disruptive Innovation, noting that risks and uncertainties may impact our projections and research models. Investors should use the content presented for informational purposes only, and be aware of market risk, disruptive innovation risk, regulatory risk, and risks related to Deep Learning, Digital Wallets, Battery Technology, Autonomous Technologies, Drones, DNA Sequencing, CRISPR, Robotics, 3D Printing, Bitcoin, Blockchain Technology, etc. Cryptocurrency Risk. Cryptocurrencies (also referred to as "virtual currencies" and "digital currencies") are digital assets designed to act as a medium of exchange. Cryptocurrency is an emerging asset class. There are thousands of cryptocurrencies, the most well-known of which is bitcoin. Cryptocurrency generally operates without central authority (such as a bank) and is not backed by any government. Cryptocurrency is not legal tender. Federal, state and/or foreign governments may restrict the use and exchange of cryptocurrency, and regulation in the U.S. is still developing. The market price of bitcoin and other cryptocurrencies have been subject to extreme fluctuations. Similar to fiat currencies (i.e., a currency that is backed by a central bank or a national, supra-national or quasi-national organization), cryptocurrencies are susceptible to theft, loss and destruction. Cryptocurrency exchanges and other trading venues on which cryptocurrencies trade are relatively new and, in most cases, largely unregulated and may therefore be more exposed to fraud and failure than established, regulated exchanges for securities, derivatives and other currencies. Cryptocurrency exchanges may stop operating or permanently shut down due to fraud, technical glitches, hackers or malware, which may also affect the price of cryptocurrencies. Cryptocurrency Tax Risk. Many significant aspects of the U.S. federal income tax treatment of investments in bitcoin and other cryptocurrencies are uncertain and still evolving.

The content of this presentation is for informational purposes only and is subject to change without notice. This presentation does not constitute, either explicitly or implicitly, any provision of services or products by ARK and investors are encouraged to consult counsel and/or other investment professionals as to whether a particular investment management service is suitable for their investment needs. All statements made regarding companies or securities are strictly beliefs and points of view held by ARK and are not endorsements by ARK of any company or security or recommendations by ARK to buy, sell or hold any security. Historical results are not indications of future results. Certain of the statements contained in this presentation may be statements of future expectations and other forward-looking statements that are based on ARK's current views and assumptions and involve known and unknown risks and uncertainties that could cause actual results, performance or events to differ materially from those expressed or implied in such statements. The matters discussed in this presentation may also involve risks and uncertainties described from time to time in ARK's filings with the U.S. Securities and Exchange Commission. ARK assumes no obligation to update any forward-looking information contained in this presentation. Certain information was obtained from sources that ARK believes to be reliable; however, ARK does not guarantee the accuracy or completeness of any information obtained from any third party. ARK and its clients as well as its related persons may (but do not necessarily) have financial interests in securities or issuers that are discussed.