

BIG IDEAS 2024

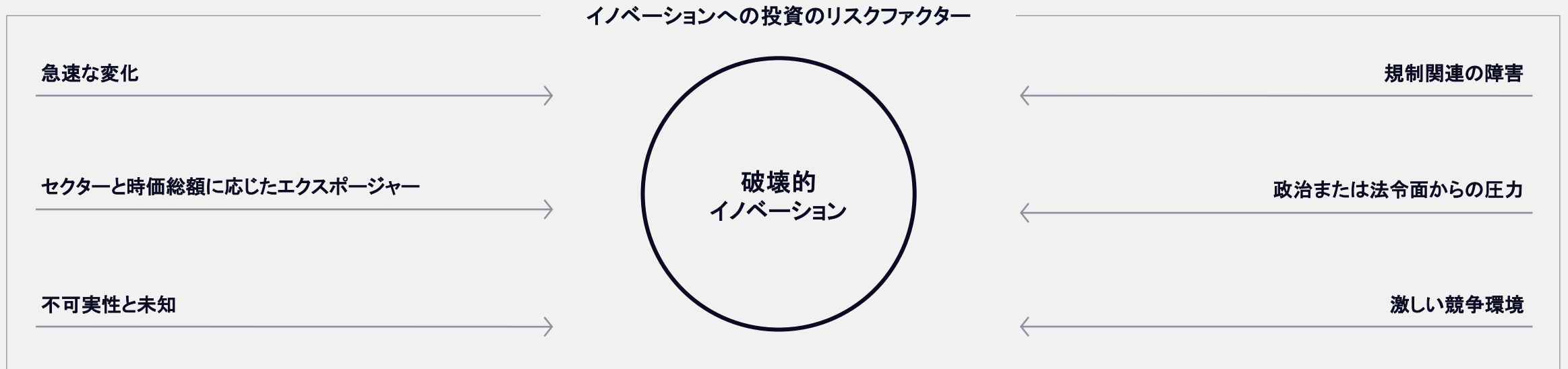


※当資料は、英語による2024年1月発行「Big Ideas 2024」の日本語訳です。内容については英語による原本が日本語版に優先します。

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 2024

常識を破壊し、未来を創る

ARK Investが2017年から発行を開始し、毎年恒例となっている「Big Ideas」では、テクノロジーの融合、そしてそれが産業や経済に革命をもたらす可能性について包括的な分析を紹介しています。

自信を持ってお届けする2024年の「Big Ideas」のテーマは、「常識を破壊し、未来を創る」です。

ARKは、破壊的イノベーションをリードする企業、その基幹技術を創出する企業、そしてその恩恵を享受する企業に投資することにより、長期的なキャピタルゲインを実現していくことを目指しています。イノベーションは成長だけでなくレジリエンス(強靱性)の鍵でもあるという信念のもと、すべての投資家のポートフォリオにおいてイノベーションへの戦略的配分を行なうことが不可欠であると考えています。このアプローチは、一般的なインデックス戦略では見逃されがちな指数関数的成長を伴う投資機会を取り込むと同時に、破壊に直面している既存企業をもたらすリスクに備えるヘッジを行なうことも目的としています。

ぜひ、2024年の「Big Ideas」も楽しくお読みいただければ幸いです。



テクノロジーの融合	5
人工知能 (AI)	19
ビットコインへの資産配分	34
2023年のビットコイン	43
スマートコントラクト	53
デジタルコンシューマー	64
デジタルウォレット	75
精密治療	87
マルチオミクスツール&テクノロジー	96
電気自動車(EV)	104
ロボティクス	113
ロボタクシー	122
自動配送	133
再利用型ロケット	143
3Dプリンティング	153



リサーチ担当者: Brett Winton
チーフ・フューチャリスト
ARKベンチャー投資委員会委員

テクノロジーの融合



ARKの研究によると、2020年代は破壊的テクノロジーの融合の時代になるとみられます。5つの主要テクノロジー・プラットフォーム(人工知能、パブリックブロックチェーン、マルチオミクス解析、エネルギー貯蔵、ロボティクス)は融合が進んできており、世界中の経済活動を変貌させると考えられます。

テクノロジーの融合は地殻変動的なマクロ経済のシフトを生み出し、第一次および第二次産業革命よりも大きなインパクトをもたらす可能性があります。世界の実質経済成長率は過去125年間に於いて平均3%となってきましたが、ロボットによる製造業の再活性化、ロボタクシーによる交通革命、人工知能によるナレッジワーカー(知識労働者)の生産性向上を受けて今後7年間では7%を超えると期待されます。

人工知能分野におけるブレークスルーがカタリスト(触媒)となり、破壊的イノベーション関連企業の時価総額は、世界株式市場の時価総額*に占める割合が2030年までには全体の16%から60%以上に増加する可能性があります。その結果、今後7年間に於いて破壊的イノベーション関連銘柄の年率リターンが40%を超え、時価総額が現在の約19兆米ドルから2030年には約220兆米ドルへと拡大する可能性があります。

*本セクションでは、「株式市場時価総額」のすべての計算および予測にパブリックブロックチェーンを含めています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいていません。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



今日のテクノロジー時代 を形作る 5つのイノベーション・ プラットフォームの 融合

パブリックブロックチェーン

ひとたび大規模に普及すると、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、検証可能なパブリックブロックチェーン上へ移行していくとみられます。金融エコシステムは、暗号通貨やスマートコントラクトの台頭に対応していくために再構築されるとみられます。これらのテクノロジーは透明性を向上させ、資本規制や規制当局による管理の影響を低減し、契約実行コストを大幅に削減します。そうした世界では、マネーと同様の性質を持つようになるものが増加していき、また、企業や消費者が新しい金融インフラに適応していくにつれ、デジタルウォレットの必要性がますます高まるとみられます。企業構造自体も疑問視されるようになる可能性があります。

人工知能(AI)

データとともに進化する演算システムやソフトウェアは、難問の解決や知識労働のオートメーション化、あらゆる経済分野へのテクノロジーの融合の加速を可能にしています。ニューラルネットワークの普及は、インターネットの導入よりも大きな影響をもたらすとみられ、数十兆米ドルの価値を生み出していくと期待されます。これらのシステムが大規模に普及したときには、過去に例をみないほどの計算資源が必要となり、AIモデルの学習と運用を行なう次世代クラウドのデータセンターはAI用演算ハードウェアが占拠することになるでしょう。エンドユーザーにとって、そのポテンシャルは明らかで、AIを搭載するインテリジェントデバイスのネットワークが形成されて人々の生活に浸透し、消費の仕方や働き方、娯楽の楽しみ方を変えていくことになります。人工知能の普及はあらゆるセクターを変貌させ、あらゆる企業に影響を及ぼし、あらゆるイノベーション・プラットフォームのカタリストになっていくとみられます。

エネルギー貯蔵

先進バッテリー技術のコスト低下によって、フォームファクター（仕様・規格）が爆発的に増え、人やモノの輸送コストを急激に低下させる自動運転モビリティシステムが実現されるとみられます。電動ドライブトレインのコスト低下により、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が実現され、都市の景観を一変させるビジネスモデルが出てくるでしょう。自動運転によってタクシー、配達や監視のコストが1桁低下し、フリクションレスな（煩雑さのない）交通が実現することでeコマースが加速し、また、個人の自動車所有が普通ではなく例外となっていくでしょう。これらのイノベーションが大規模な定置型バッテリーと組み合わせることでエネルギー分野の変貌をもち、液体燃料の代わりに電気が用いられるようになり、発電インフラがネットワークの末端へと移動していくとみられます。

ロボティクス

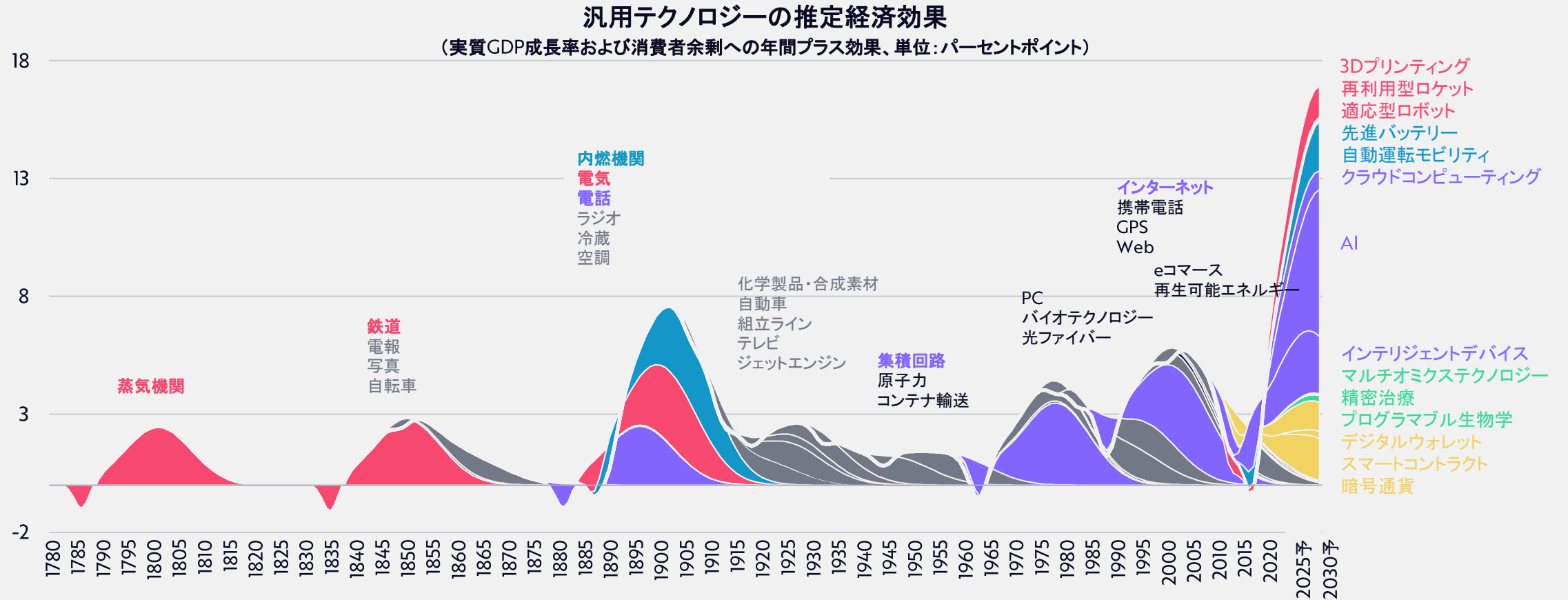
人工知能がカタリストとなり、適応型ロボットは人間と並んで働いて従来型インフラを操縦し、製品の製造方法や販売方法を変えていく可能性があります。3Dプリンティングは、製造業のデジタル化に貢献し、最終用途部品の性能と精度を高めるだけでなく、サプライチェーンの耐久性も高めてくれるとみられます。一方、世界最速のロボットである再利用型ロケットによって衛星コンステレーションの打ち上げコストが低下し続け、途切れることのない通信接続が実現される見通しです。ロボティクスは初期段階にあるイノベーション・プラットフォームですが、極超音速移動によって距離のコストを、3Dプリンティングによって複雑な製造のコストを、そして、AI搭載ロボットによって生産のコストを急激に低下させる可能性を持っています。

マルチオミクス解析

生体のデジタルデータを取集して配列解析し理解するためにかかるコストは急激に低下しています。マルチオミクステクノロジーによって、研究を行なう科学者や治療法の確立を目指す組織、医療プラットフォームは、DNA、RNA、タンパク質、デジタル医療などのかつてない膨大なデータにアクセスできるようになりました。汎用のがんの血液検査によってがん治療は変貌するとみられます。マルチオミクスデータが活用されることで新しい精密治療が生み出され、新興の遺伝子編集技術によって希少疾患や慢性疾患の標的治療が可能になっていくでしょう。マルチオミクスは、新しい生体構造物の設計・合成など、まったく新しいプログラマブル生物学の可能性を開き、農業や食品製造を中心に様々な産業で応用されていくとみられます。



テクノロジーの融合が生み出している史上最大級のテクノロジーの波

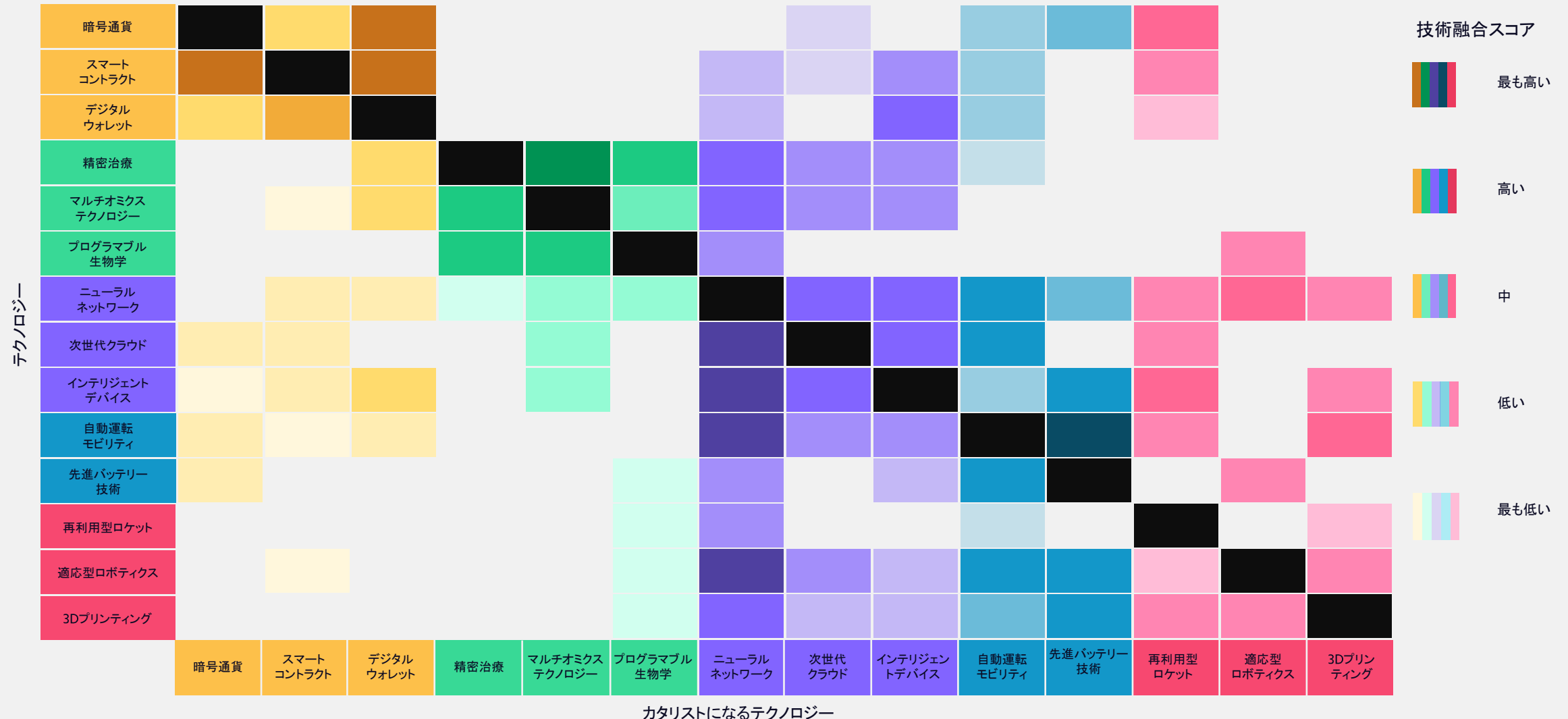


出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はBekarra (2017年)を含む様々な基礎データソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。上記チャートは、生成AIサービス「GPT-4」のプロンプトを使用し、その返答結果で詳細に示された識別フレームワークを用いて汎用テクノロジーを包括的に洗い出し、調査した結果です。入手可能な場合には、各汎用テクノロジーによる経済効果の分析に学術文献も用いています。GPT-4によるスコアリング方法はテクノロジー毎に経済効果を分析するものです。直接測定された経済効果は当該スコアリング方法に合わせ、すべてのスコアを調整してテクノロジー毎の推定経済効果が算出されています(経済効果を直接測定したデータが入手不可能な場合も同様)。汎用技術理論に基づき、これらのテクノロジーは、経済効果がマイナスとなる投資期間を経たのちに生産性の向上が経済データに反映され始めると仮定しています。すべてのテクノロジーが同一の普及・実現サイクルを持つと仮定しています。最近のテクノロジーはより急速に普及すると仮定する場合、現在の波の傾斜はより急な形状となります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



AIはテクノロジーの融合を促す中心的カタリスト

テクノロジー間の関係を示した技術融合マトリックス

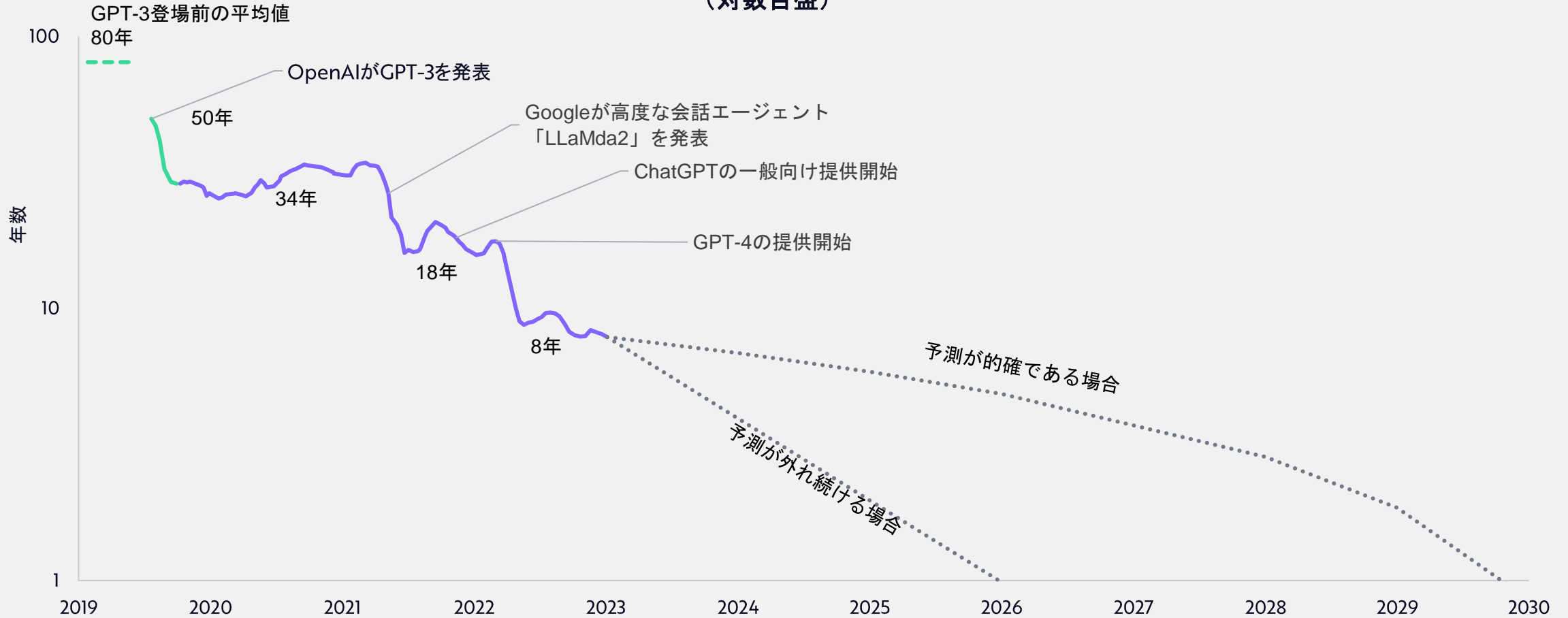


上記図の詳細版(詳しいスコアリング情報や根拠を含む)を[こちら](#)から閲覧可能です。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



AIは予測を上回るペースで進化が加速

汎用人工知能システムの提供開始までにかかると予想される年数
(対数目盛)



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Metaculusによる2024年1月3日現在のデータ(ベンチマークに関する詳細情報を含む)に基づく) ベンチマークの大まかな要件として、敵対的な2時間のチューリングテストの合格、Q&Aの知識・論理のベンチマークにおける幅広い成功、複雑なモデルカーの組み立て命令の解釈と実行の成功をすべて単一システム内で達成することが求められます。緑色の線は、より弱いAIのベンチマークにおける予測に基づいて、汎用AI(強いAI)の実現までに要する推定期間を導出したものです。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



個々のテクノロジーの進化が合わさって連鎖的に巨大な新市場機会を生み出していく可能性

ニューラルネットワーク

AIの進化により、ロボタクシーに必要なセンサーがより少なく、より安価に

先進バッテリー技術

バッテリー式電動ドライブトレインは、ロボタクシーの運営コストを60%削減

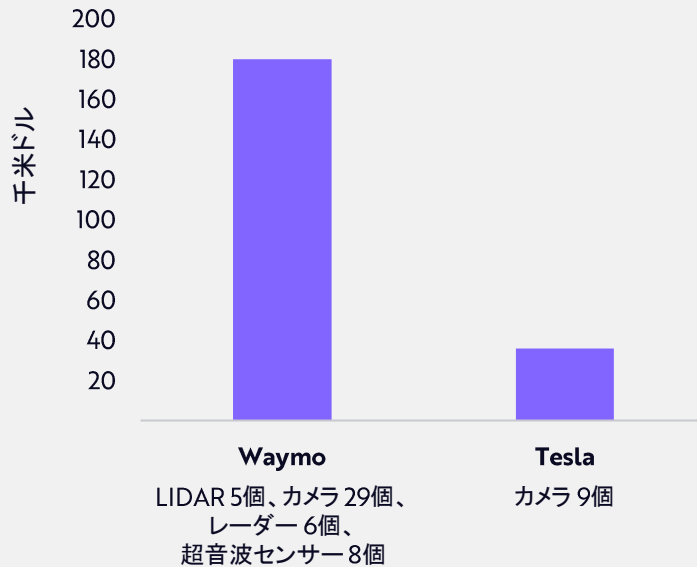
自動運転モビリティ

AIとバッテリー式電動トレインを組み合わせることで、ロボタクシーシステムの大規模展開が可能に

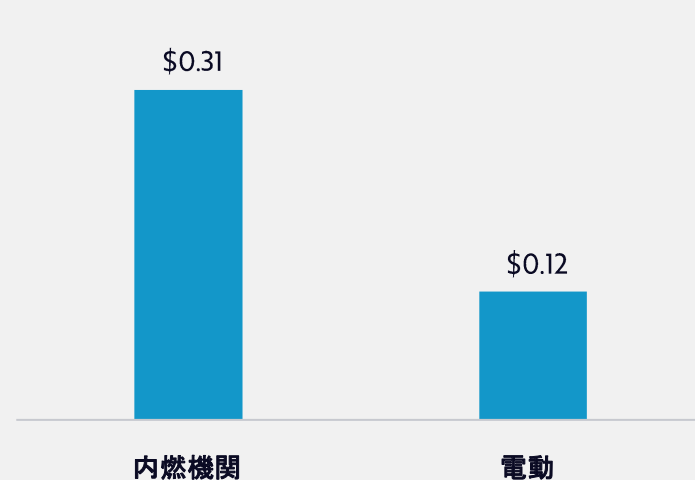
+

=

ロボタクシーの製造コスト
(1台当たり、2024)*



ロボタクシーの走行距離当たり運営コスト
ドライブトレイン・タイプ別



適応型ロボティクス

より優れたバッテリーやAIに加え、汎用ロボットには以下などの性能向上が求められます

- 電動モーター
- パワーエレクトロニクス
- センサー
- 省電力コンピューティング

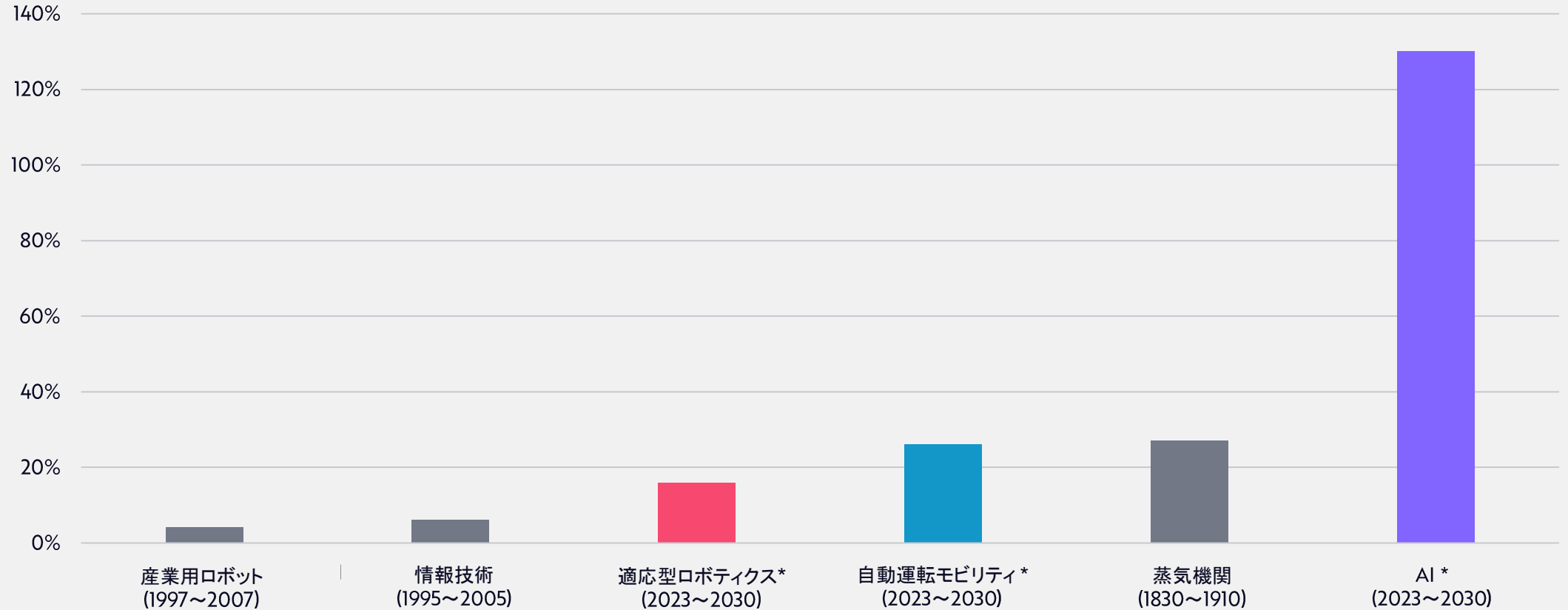
ロボタクシーの普及拡大に伴ない、各技術のコストはそれぞれの学習曲線に沿って低下していくと考えられます

*Waymoの製造コストは公表資料に基づいた推定値です。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



これらのテクノロジーは劇的な経済効果をもたらす見通し

一部の主要テクノロジーによる経済効果
(登場後における各テクノロジーによる実質GDPの累計増加率)

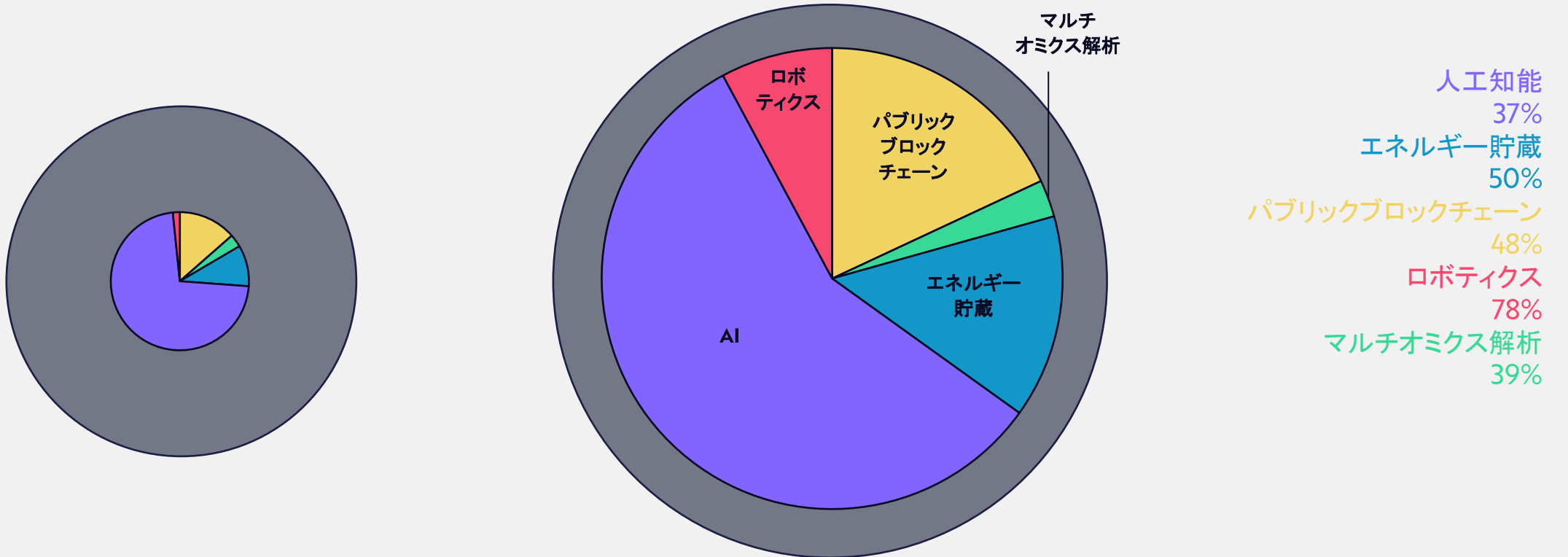


*適応型ロボティクス、自動運転モビリティ、AIの経済効果はARK Investによる推定値。AIの推定値には、従来の経済統計では捉えられていない可能性のある消費者余剰が含まれています。また、ITによる生産性向上の経済効果では消費者余剰が過小評価されているとみられます。産業用ロボットとITの経済効果は、米国、欧州、日本における経済効果を測定したものです。蒸気機関の経済効果は、英国での経済効果を測定したものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Crafts 2004, O'Mahony 2009/McKinsey Global Institute 2017のデータに基づいている) 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



技術革新が破壊的影響をもたらし、破壊的イノベーション関連企業が世界株式市場の時価総額の大部分を占めるようになる可能性

2023 株式時価総額(推定)		2030 株式時価総額(予想)		年間成長率 予想
非イノベーション関連企業	\$98兆	非イノベーション関連企業	\$140兆	3%
破壊的イノベーション関連企業	\$19兆	破壊的イノベーション関連企業	\$220兆	42%
合計	\$117兆	合計	\$360兆	17%



注: 予想。数値は四捨五入しています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析は国際取引所連合やMSCI ACWI IMI Innovation Indexを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



パブリックブロックチェーンの予想シナリオ

以下表に記載されたシナリオは現在時制で書かれていますが、ARKの見解に基づいて現実となる可能性があると考えられる予測結果であり、多くの不確定要因によって将来実現しない場合があります。記載された情報は投資助言とみなすことはできず、いかなる投資判断の根拠とすることもできません。

テクノロジー	2040年に実現している可能性のある状況	ARKが予想する2030年時点の進展状況
暗号通貨	暗号通貨は、許可制で中央管理された通貨システムのほとんどに取って代わっており、カウンターパーティーリスクを排除しながら、引き続き取引の流れを円滑にすることができるデジタル資産を中心とした金融エコシステムの再編を可能にしています。こうした再編は、通貨システムが崩壊している地域や、従来の金融仲介機関が適切なサービスを提供できていない地域など、従来型金融システムの周縁部から始まりました。先進国では、暗号通貨は当初、価値貯蔵先としての役割を果たし、直接的な有用性がほとんどありませんでしたが、やがて、ビットコインを中心とする真に中立的なデジタル通貨の効率が、他の金融アーキテクチャーを圧倒するようになりました。	世界の通貨供給量はGDPと連動して拡大しており、2030年現在において暗号通貨は通貨供給量全体の10%程度を占めるに至っています。新興国では暗号通貨が法定通貨に直接取って代わった事例もありますが、これまでの暗号資産残高増加の要因にはほぼなっていません。大きな要因は、機関投資家や個人富裕層、そして企業や国家財政管理機関による暗号通貨への資産配分が1桁台前半に上昇したことにあります。暗号通貨は、安全な逃避先とみなされる資産として金に取って代わる流れが続いており、同市場におけるシェアが40%にのぼっています。送金やグローバル決済といった実用途は、取引高全体に占める割合がそれぞれ10%程度、5%程度となっています。
スマートコントラクト	ほとんどの契約は、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しています。リスクが共有されることで透明性が増し、あらゆる種類の資産がより容易に証券化され売買されるようになっており、カウンターパーティーリスクは大幅に低減されています。人々のより多くの活動が商業化されるなかでも、従来の金融仲介機関の重要性は低下しています。従来の金融機能の大部分は、大きな財務基盤を必要としないデジタルウォレット・プラットフォームで実現された分散型プロトコルによって円滑に進められています。消費者向けインターネットサービスは、デジタル資産の所有権によって可能となったビジネスモデルに依存しています。中央集権的な企業構造そのものが疑問視されるなか、あらゆる企業体や消費者がそうした状況に適応しています。	世界金融資産のGDPに占める割合は増加の一途を辿っていますが、そのうちスマートコントラクト・プラットフォームによって安全に保管されているものは5%未満です。これは、ダイアルアップ型インターネットの普及と一致する動きです。分散型プロトコルでトークン化された資産から得られる総テイクレート（取引手数料）は1%で、従来の金融機関が取る手数料の3分の1以下です。アプリケーションプロトコルは、ネットワーク参加者にインセンティブを与えるために手数料のより大きな割合を負担しており、分散型プロトコルの総収益の75%を占めています。アプリケーション層プロトコルとレベル1プロトコルを合わせた正味テイクレートはおよそ0.60%です。
デジタルウォレット	デジタルウォレットによって、コネクテッドデバイスを持つほぼすべての人が即時送金・入金できるようになっており、商業・金融体験の一連の流れが根本的に変貌しています。デジタルウォレットは個人向けの金融サービスにホールセールと同等の価格設定を促すことで、リテールバンキングという取引関係を破壊し、消費者と金融サービスプロバイダーとの関係を根本的に変えました。金融機能に加えて、デジタルウォレットは配車サービスからeコマースまで様々なデジタルサービスの流通プラットフォームとなっており、健康情報などの取り扱いに注意を要するデジタルデータの安全な保管場所としての役割も果たしています。インターネットによって実現したデジタルウォレットは、大半の経済活動において従来型金融サービス機関とそれらに関連する決済処理バリューチェーンに概ね取って代わっています。	スマートフォンユーザーの約90%がデジタルウォレットをある程度利用しています。大多数がデジタルウォレットを入り口として、重要な金融機能の半分以上を利用している状況です。デジタルウォレット・プラットフォームのプロバイダーは、融資などの金融活動を円滑に進める上で従来型エコシステムに引き続き依存していますが、それらの金融機関に顧客をもたらす対価として5~20%の見込み顧客獲得手数料を取ることができます。また、自社のプラットフォームを通じて行なわれるeコマース活動について3~10%の取引手数料を得ることができます。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 上記表はテクノロジーの融合がもたらす可能性を説明したものであり、2030年および2040年までに実現している可能性があると考えられるシナリオです。これらのシナリオは現在時制で書かれていますが、実現している可能性がある状況を示したものであってそれらの実現を保証するものではなく、将来の結果は異なるものとなる可能性があることにご注意ください。ARKIによる上記分析は様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。



マルチオミクス解析の予想シナリオ

以下表に記載されたシナリオは現在時制で書かれていますが、ARKの見解に基づいて現実となる可能性があるとみられる予測結果であり、多くの不確実要因によって将来実現しない場合があります。記載された情報は投資助言とみなすことはできず、いかなる投資判断の根拠とすることもできません。

テクノロジー	2040年に実現している可能性のある状況	ARKが予想する2030年時点の進展状況
精密治療	分子生物学的機構の操作を可能にするテクノロジーがカタリストとなって、より有効性や持続性が高い新世代の精密治療が生まれています。CRISPRをベースとする遺伝子編集は、特異性を高めて直接的にDNAを操作することを可能にしています。RNAiに作用する治療技術は、タンパク質に転写できるDNAの領域を制限します。AIの進歩により、疾患の原因となる特定のタンパク質を標的とすることが可能となっています。こうしたブレークスルーのおかげで、治療法の開発タイムラインの短縮や有効性の向上が実現しており、これらの治療法は従来型の治療法よりも高い価格に設定されています。研究者たちはほとんどの希少疾患の完治を目指しています。従来型医療サービスへの支出は減少し、医療支出に占める分子治療の割合が高まっています。	精密治療は、新たに発売される医薬品の25%を占めています。生活の質を向上させ、付随的な医療費を削減し、多くの場合実質的に病気を完治させることから、従来の医薬品と比較して平均7倍の価格プレミアムがついています。期待される研究開発効率の向上も相まって、これらの医薬品によって2030年現在の医薬品売上高は15%増、金額にすると約3,000億米ドル増加しています。
マルチオミクステクノロジー	遺伝子配列解析コストの急激な低下がカタリストとなり、研究者や臨床医は日常的に患者のエピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオームの解析データを取集しています。インテリジェントデバイスや新たなAIツールからますます包括的なデジタルヘルス情報を得られるようになり、研究者や臨床医はこうした一連のマルチオミクスデータを統合し、疾病の理解、予測、治療に役立てています。その結果、がん医療は一変しています。マルチオミクステクノロジーによって早期段階でのがん発見、より正確な標的治療の実施、再発のモニタリングが行なわれています。中高年の患者においては、定期的な血液ベースの汎がん検査が標準療法となっています。マルチオミクステクノロジーはバイオテクノロジー分野の研究開発効率を向上させ、臨床試験ではより正確かつ容易に対象患者集団を特定し、治療成果を測定できるようになっています。AIと組み合わせることで、マルチオミクステクノロジーは患者と医療システムの間を近づけています。そうした動きの先陣を切っているのがデジタルヘルスプロバイダー、診断ツール企業、分子検査企業である一方、従来の医薬品フランチャイズや医療サービスシステムはその存在感を失っています。健康寿命が延びるなか、無駄な医療支出が減少しています。	AIで強化されたマルチオミクステクノロジーの本格的普及により、医薬品開発に関連する研究開発効率は倍増する可能性があります。2030年までに、ほぼすべての新薬開発プログラムが前臨床研究開発にマルチオミクスを取り入れており、約50%が臨床プログラムにAIを取り入れています。研究開発投資に対する実現リターンは10%向上しており、2035年までにほぼ倍増する見通しです。多種類のがんを早期発見できる血液検査は、一部の年齢層においてがん死亡率を25%削減しており、標準療法となっています。先進国では、患者の30%が新しい診断法の恩恵を受けています。
プログラマブル生物学	AIツール、改良されたゲノム合成技術、拡張性のある生物学的製造技術により、予測可能な性能を持つ新しい低コストの生物学的構造体の作成が可能になり、農業や材料科学の再興の原動力となっています。プログラマブル生物学は材料科学やバイオ燃料分野のブレークスルーを実現可能にし、食糧生産の拡大と環境外部効果の低減をもたらしています。分子生物学的な基本構造は、新しい堅牢な計算アーキテクチャーの基盤となっています。	まだ初期段階にあり、開発プロジェクトに限定されていますが、遺伝子合成分野の売上高は年間100億米ドルにのぼります。プログラマブル生物学プラットフォームの売上高は精密治療分野全体の10%を占める300億米ドル、粗利益率は約70%、EBITDAマージンは35%台、フリーキャッシュフローマージンは約20%となっています。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 上記表はテクノロジーの融合をもたらす可能性を説明したものであり、2030年および2040年までに実現している可能性があると考えられるシナリオです。これらのシナリオは現在時制で書かれていますが、実現している可能性がある状況を示したものであってそれらの実現を保証するものではなく、将来の結果は異なるものとなる可能性があることにご注意ください。ARKによる上記分析は様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。



エネルギー貯蔵の予想シナリオ

以下表に記載されたシナリオは現在時制で書かれていますが、ARKの見解に基づいて現実となる可能性があると思われる予測結果であり、多くの不確定要因によって将来実現しない場合があります。記載された情報は投資助言とみなすことはできず、いかなる投資判断の根拠とすることもできません。

テクノロジー	2040年に実現している可能性のある状況	ARKが予想する2030年時点の進展状況
自動運転モビリティ	<p>ロボットは人や荷物をあちこち移動させ、物理的な移動の経済性を完全に変えています。タクシー、配送、監視のコストは一桁低下しました。ロボタクシーで移動するのが普通で、自家用車を所有するのは例外となっています。フリクションレスなドローンやロボットによる配送がカタリストとなり、eコマースが加速しています。自動運転モビリティシステムが生み出すデータにより、世界の状況をどこでもリアルタイムで把握できます。自動運転モビリティプラットフォームを活用する消費者や企業は恩恵を享受していますが、一方で自動車、物流、小売、保険セクターの従来型の既存企業は大きな打撃を受けています。</p>	<p>自律走行するロボタクシーが世界の交通を一変させており、ほぼすべての国において1マイル当たり平均0.50米ドル程度で2地点間の移動サービスを利用できます。魅力的な価格と実用性から、ロボタクシーは総走行距離が13兆マイルに達し、勢いを増しています。自動運転ロボタクシープラットフォームが課すプラットフォーム手数料またはテイクレートは50%強で、営業利益率は約50%となっており、資産所有者・運営者に妥当な水準の資本収益率を生み出す機会を与えています。こうした移動の円滑化を担っている自動運転車の数は約1億台にのぼり、新たに製造される車両の大部分が自動運転機能を備えています。</p>
先進バッテリーシステム	<p>バッテリーのコスト低下は、モビリティのフォームファクター（仕様・規格）のカンブリア爆発的な増加を引き起こし、電気供給をネットワークの末端部分へと押し出しました。ガソリン車の時代は終わり、電気自動車が支配的な交通手段となっています。マイクロモビリティや、空飛ぶタクシーを含む飛行システムが革新的なビジネスモデルを実現可能にし、都市の景観は一変しています。これらの技術革新はみな、液体燃料離れの加速、そして電気エネルギーの根本的な需要増加の原動力となっています。また、電気エネルギーをより効率的に供給し、送電網の脆弱性、運用コスト、送配電の資本集約度も低減しています。石油需要は減少傾向にあり、従来の自動車メーカーやサプライヤーは、少数の垂直統合型テクノロジー・プロバイダーに取って代わられました。</p>	<p>公共交通機関利用者が電動自動運転プラットフォームへと移るにつれ、自動運転機能を備えたEVは年間販売台数が約7,400万台にのぼり、自動車市場の大半を占めています。平均販売価格は約2万米ドルで、EVメーカーの年間売上高は1.4兆米ドル、粗利益率は約20%、EBITマージンは約10%となっています。製造体制の再編により、マージンは増加しています。バッテリーはEVの価値の20%程度を占めています。EVの場合と同様、バッテリーメーカーは資本集約度が高く、マージンが低い状況にあります。EVのOEM向けのバッテリー供給による年間売上高は3,000億米ドルです。定置型エネルギー貯蔵システムにおいても、EVとほぼ同等の大量のバッテリーが必要とされ、年間売上高が3,000億米ドルにのぼります。</p>

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 上記表はテクノロジーの融合がもたらす可能性を説明したものであり、2030年および2040年までに実現している可能性があると考えられるシナリオです。これらのシナリオは現在時制で書かれていますが、実現している可能性がある状況を示したものであってそれらの実現を保証するものではなく、将来の結果は異なるものとなる可能性があることにご注意ください。ARKIによる上記分析は様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。



人工知能の予想シナリオ

以下表に記載されたシナリオは現在時制で書かれていますが、ARKの見解に基づいて現実となる可能性があると考えられる予測結果であり、多くの不確定要因によって将来実現しない場合があります。記載された情報は投資助言とみなすことはできず、いかなる投資判断の根拠とすることもできません。

テクノロジー	2040年に実現している可能性のある状況	ARKが予想する2030年時点の進展状況
ニューラルネットワーク	膨大なデータによって、計算システムやソフトウェアは、以前は解決できなかった問題を解決し、知識労働を自動化し、あらゆる経済プロセスへのテクノロジーの統合を加速させています。カスタム・ソフトウェアはコストが大幅に低下し、AIモデルが改良される度に性能が向上しており、世界をつないでいます。学習システムのスピードは目覚ましく、マイクロプロセッサの登場と同じくらい大きなインパクトをもたらす、あらゆるセクターや地域を変貌させています。	AIモデルのトレーニングコストは4万分の1以下に低下しました。これにAIハードウェアへの積極的な投資も相まって、全体としてAIの性能は2023年以降で約60万倍と飛躍的に高まっています。知識労働者の50%がAIソフトウェアシステムを採用し、生産性を平均9倍向上させています。他のソフトウェア製品と同様、AIソフトウェアを利用する対価として企業はそうした生産性向上がもたらす価値の10%を支払っています。
次世代クラウド	クラウドツールは、ソフトウェア・スタックの大部分を占めるAIモデルの訓練を行なうほか、ソフトウェア同士を接続し、AIが動かす世界をつなぎ合わせる役割を果たしています。ニューラルネットワークの訓練を円滑化しているIaaS(クラウドインフラサービス)プロバイダーや半導体メーカー、ツールメーカーは、数十年にわたる需要サイクルの恩恵を享受しています。ソフトウェア開発は民主化され、相互運用可能なソフトウェア層をつなぎ合わせるAPIフックを提供する企業は、かつてないほどの大きな需要を経験しています。	1.3兆米ドルのAIハードウェア支出に支えられてAIソフトウェアの売上高は13兆米ドルにのぼり、粗利益率は従来型ソフトウェアと同様の75%となっています。AIハードウェア需要を支えているのは、IaaSプロバイダー、ソフトウェア企業、AIファウンデーションモデル事業者の3つの顧客タイプで、半導体メーカーと同様に20%のキャッシュフローマージンを生み出すとみられます。
インテリジェントデバイス	AIを搭載した新しい種類のインテリジェントデバイスが自宅や外出先で使用されています。固定インターネットやAI搭載インフラが自宅やその他の社会環境に存在し、あらゆるメディア・プロバイダーのコンテンツ配信方法を一変させています。エンドユーザーは全く新しい方法で世界と接しており、その消費の好みに関するデータをもとに新たなビジネスモデルやサービスが生まれています。商業と賭博がエンターテインメント体験に浸透し、それがカタリストとなって新しい広告形態やコンテンツ収益化が実現しています。いわばショーとストアの一体化です。映像コンテンツにおいては、デジタルキュレーションや消費者が直接選択する方式が主流となり、従来のリニアTVは時代遅れとなっています。一方向的なリニア型コンテンツはインタラクティブ型体験にその座を譲りつつあります(細かな違いである場合もあります)。AIを搭載したメガネやヘッドセットが日常生活に浸透しています。	消費者の間ではインテリジェントデバイスのハードウェアへの支出が引き続き増加傾向にあり、インターネット利用者1人当たり年間60米ドル程度となっています。インターネット利用時間は急増し、1日の睡眠時間以外の自由時間の半分、世界全体で合計20兆時間に達しています。デジタル体験は対面での体験よりも割安な水準で収益化される状況が続く、オンラインで過ごす1時間当たり0.25米ドルの収益がプラットフォーム・プロバイダーにもたらされます。デバイス消費とデジタルエンターテインメント体験により、インテリジェントデバイス、エンターテインメント、ソーシャル・プラットフォームにもたらされる売上高は5.4兆米ドルにのり、その80%を広告とコマースが占めています。



ロボティクスの予想シナリオ

以下表に記載されたシナリオは現在時制で書かれていますが、ARKの見解に基づいて現実となる可能性があるとみられる予測結果であり、多くの不確定要因によって将来実現しない場合があります。記載された情報は投資助言とみなすことはできず、いかなる投資判断の根拠とすることもできません。

テクノロジー	2040年に実現している可能性のある状況	ARKが予想する2030年時点の進展状況
再利用型ロケット	再利用型ロケットが安価になっており、新しいビジネスモデルを生み出しています。地球低軌道の衛星コンステレーションのおかげで、地球上のすべてのスマートフォンユーザーが検閲耐性のあるデータフィードに接続しています。極超音速の2地点間移動が現実のものとなりつつあり、長距離フライトに創造的破壊をもたらすとともに、軍事資産の輸送を一変させ、グローバルサプライチェーンのリードタイムを短縮しています。系外惑星への有人探査が活発化し始めています。	SpaceX社開発のロケットStarshipの高頻度な打ち上げなどを受けて、4万もの強力な衛星ネットワークが地球軌道にあり、ほぼすべてのスマートフォンが円滑に衛星と直接通信できるとともに、船舶、RV(キャンピングカー)、飛行機、先進国や開発途上国の田舎の住民にブロードバンドタイプの通信速度を提供しています。電源コンセント、アンテナ、上空に遮るものがないアンテナ設置場所があれば比較的簡単に衛星通信を利用できることから、対象顧客層の大部分が利用し、市場規模は年間1,300億米ドルにのぼっています。
適応型ロボティクス	人工知能を搭載した適応型ロボットが経済に変革をもたらしつつあります。既存インフラと下位互換性のある人型ロボットのコストは、多くの用途において製造業労働者の人件費を下回っています。以前はオートメーション化が困難だった家事作業も、魅力的な最終市場を生み出す価格水準でのオートメーション化が進んでいます。AIソフトウェアがアップグレードされる度に、ロボットのフリートはより高性能になります。フリートによるデータ生成とAIモデルのトレーニングの好循環によって、パフォーマンスが向上しています。製造業の生産性向上が加速し、より様々なモノのコストがテクノロジーを原動力として低下しています。ロボットは引き続きサービス分野にも浸透しています。経済は間違いなく空前の爆発的成長局面に突入しています。	適応型ロボットが製造工程に十分に浸透して生産性を15%向上させており、人型ロボットの年間販売台数は、製造業の労働人口の10%に相当するまでに増加しています。人型ロボットのなかでも安価なロボットが、先進国を中心として家庭に普及し始めています。機能はまだ限定されていますが、これらのロボットは家事の3分の1に対応しており、節約される時間からすると妥当な販売価格となっています。ロボットメーカーは、ソフトウェアのおかげで耐久財サプライヤーのなかでも高いマージンを享受しています。
3Dプリンティング	3Dプリンティングは、デザイン面の障壁を取り除き、コスト、重量、生産までの時間を削減し、従来の製造方法を劇的に変貌させています。3Dプリンティングで作成する医療ツールは、個人に合わせてオーダーメイドされたものであり、患者と医師の双方にとってより良い体験をもたらします。航空宇宙部品は3Dプリンティングによって軽量化されたことで、地球全体の温暖化ガス排出量削減につながり、新しい航空機や宇宙飛行機の飛行を実現しています。様々な業界の交換用部品が、3Dプリンティングによってオンデマンドで従来の何分の1かのコストで製造され、最終的にサプライチェーンにおける供給不足を解消しています。3Dプリンティングのおかげで、かつては製造不可能だったような部品も人工知能を用いて設計し製造できるようになっています。	3Dプリンティングは、試作を作成するプロトタイプ市場において主流となり続けているほか、中間に位置するツール市場のかなりの部分に浸透しており、射出成形や金属鑄造の用途において低コストの反復設計を可能にしています。産業の成長にとって特に重要な役割を果たしている3Dプリンティングは、航空宇宙や自動車分野(両市場の機器売上高は合計で年間4兆米ドル)の最終用途部品としてかなり用いられるようになり始めました。全産業において、3Dプリンティングを採用する最終用途部品の売上高は9,000億米ドルに迫る可能性がありますが、その普及率はまだ10%台です。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 上記表はテクノロジーの融合がもたらす可能性を説明したものであり、2030年および2040年までに実現している可能性があると考えられるシナリオです。これらのシナリオは現在時制で書かれていますが、実現している可能性がある状況を示したものであってそれらの実現を保証するものではなく、将来の結果は異なるものとなる可能性があることにご注意ください。ARKIによる上記分析は様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。



リサーチ担当者: Frank Downing
次世代インターネット分野
リサーチディレクター

Jozef Soja
リサーチアソシエート

人工知能 (AI)

世界の知能を拡張し、仕事の在り方を変える



様々なテストにおいて超人的なパフォーマンスを発揮するGPT-4のようなAIモデルは、かつてないほどの急速な生産性向上をもたらすとみられます。ChatGPTに「iPhone」の登場時のような衝撃を受け、企業は人工知能(AI)のポテンシャルを活かそうと躍起になっています。

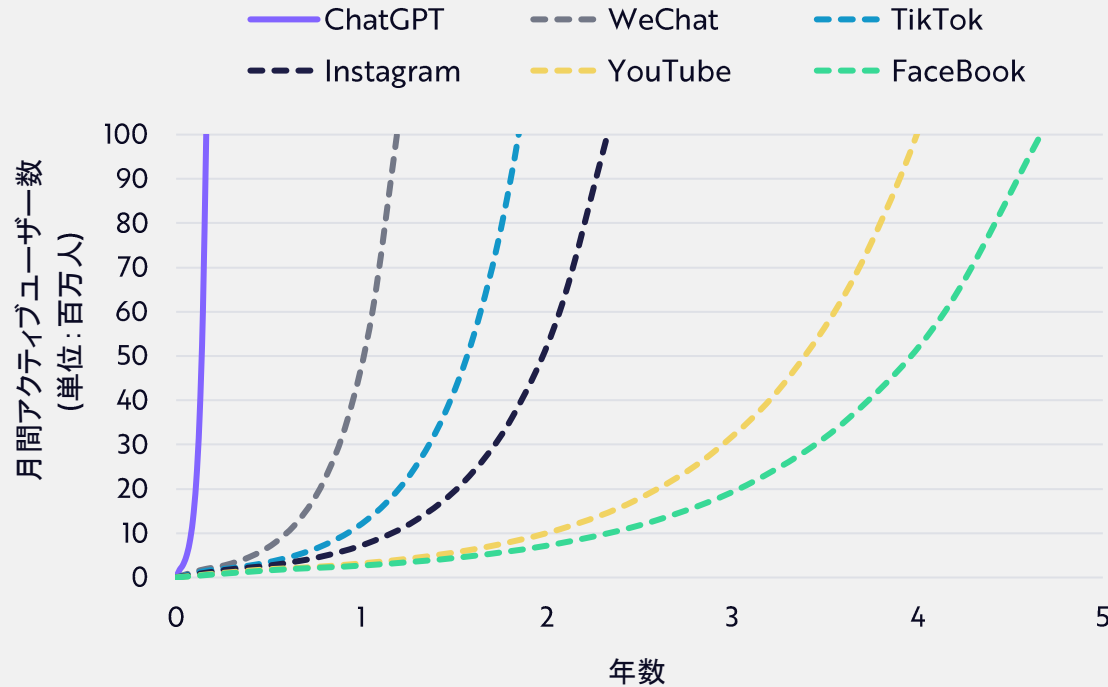
急速なコスト低下とオープンソースモデルのおかげで、AIがもたらすと期待されるものは効率性の向上にとどまりません。ARKでは、ナレッジワーカー(知識労働者)の生産性が2030年までに4倍になる可能性があると考えており、仮にそれが実現すれば今後5~10年間で実質GDPの成長が加速し、過去最高を更新していくと期待されます。



ChatGPTに消費者は歓喜、企業は驚嘆

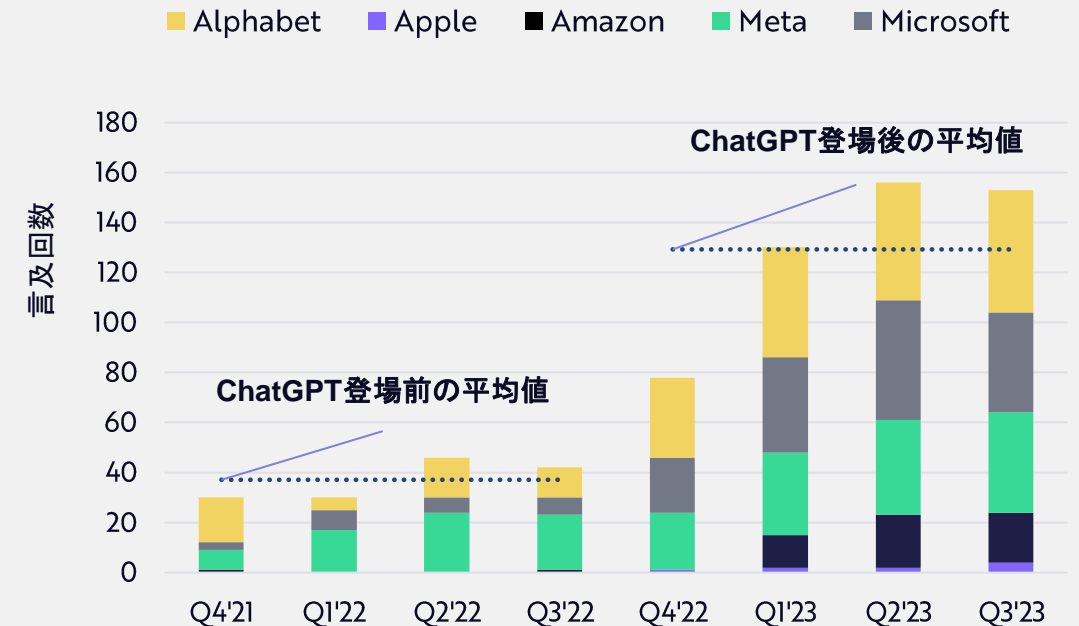
2017年にGoogleがトランスフォーマーアーキテクチャーを発明して以来、年々進歩を重ねてきた生成AIが一般の人々のあいだで知られるようになったきっかけはGhatGPTでした。生成AIはもはや開発者だけのツールではなくなり、ChatGPTのシンプルなチャット・インターフェースのおかげで、使用する言語を問わず誰もが大規模言語モデル(LLM)の力を活用できるようになりました。2023年には、企業の間で生成AIをいち早く理解し導入しようとする動きがみられました。

ChatGPT利用者は2ヵ月で1億人に到達



*ユーザー数0人から1億人までの間の数値は推定値

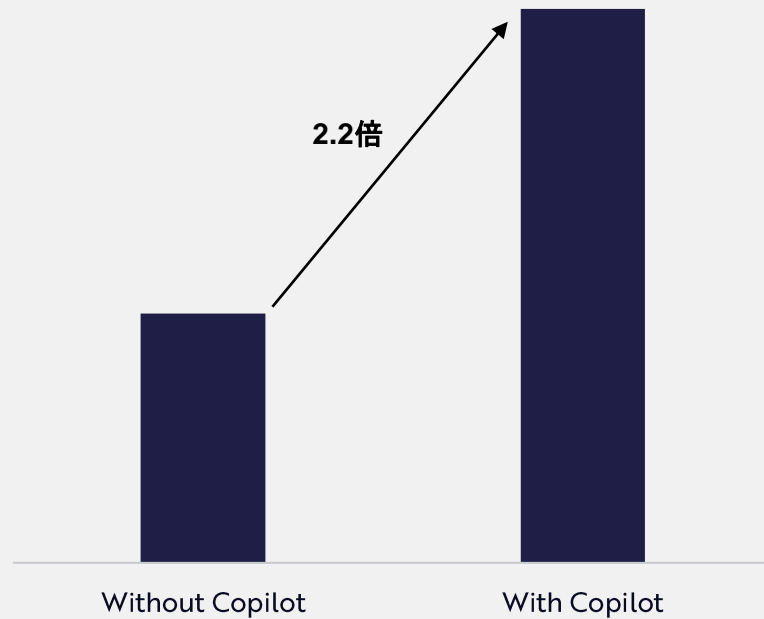
企業の決算説明会におけるAIへの言及回数は3倍に増加



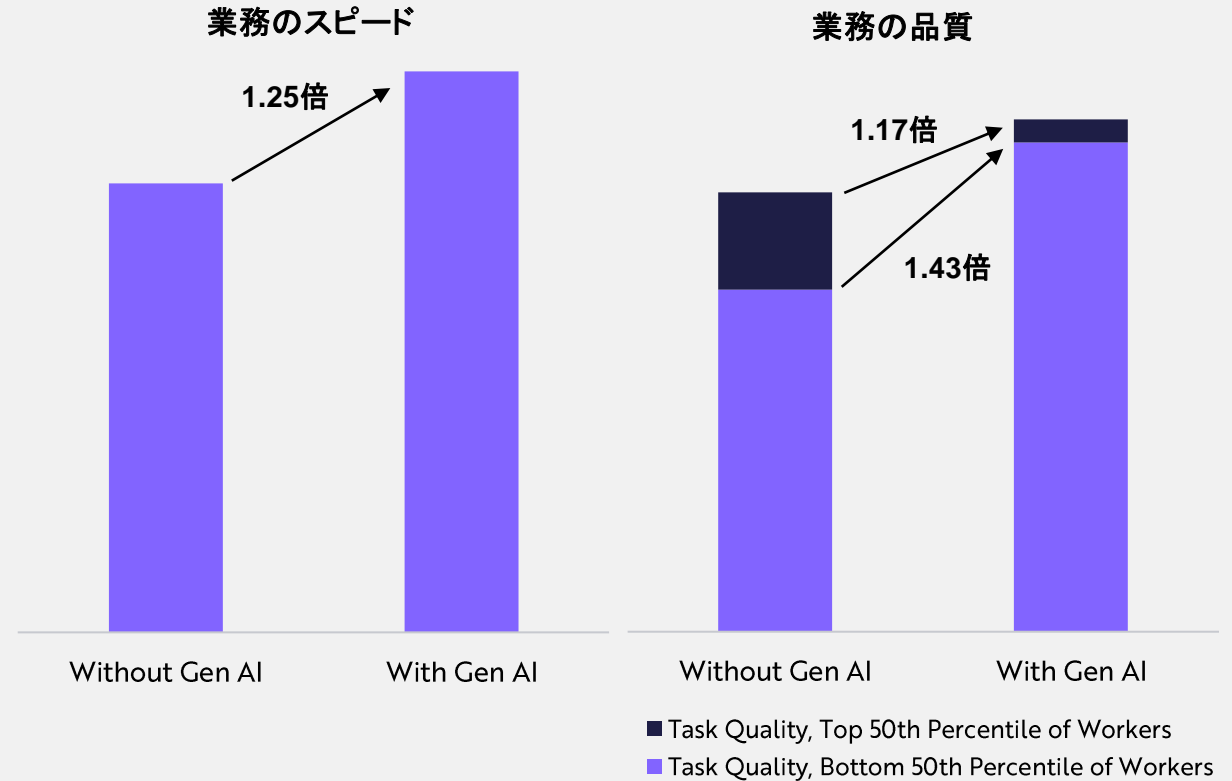
AIによって生産性はすでに大きく向上

初期の成功例として挙げられるのはGitHub CopilotやReplit AIなどのコーディング支援ツールで、ソフトウェア開発者の生産性や仕事の満足度を高めてきました。AIを搭載した支援ツールはナレッジワーカーのパフォーマンスを向上させており、興味深いことに、優秀な労働者よりもパフォーマンスが芳しくない労働者の方が比較的大きな恩恵を受けています。

開発者のコーディング業務生産性
Github Copilotを用いた場合 (2023年)



コンサルタントの生産性
生成AIを用いた場合 (2023年)



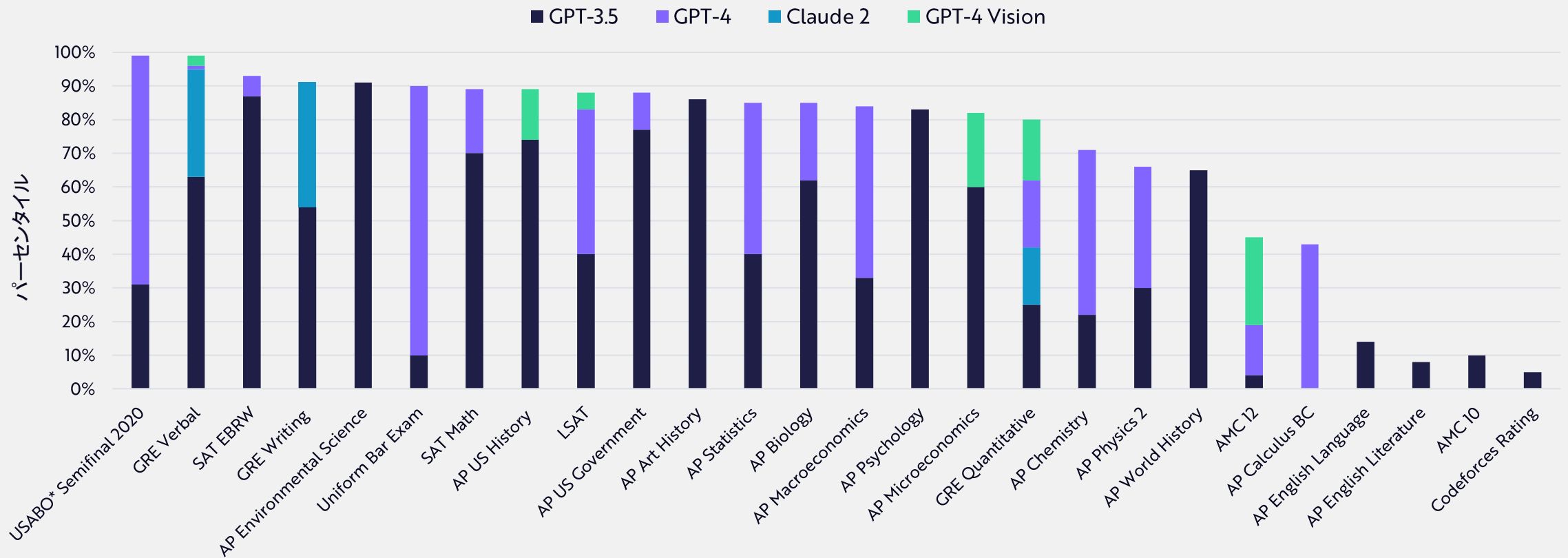
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 生産性の分析に用いたデータは、参加者数やタスクの質の定義が異なる複数の研究結果から収集したものです。用いたデータソースはDell'Acquaら(2023)とGitHub (2022)です。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ファウンデーションモデルは様々な領域にわたって性能が向上中

GPT-4は、トレーニング用のデータセットの大規模化とパラメーターの増加を受けてGPT-3.5の性能を大幅に上回っています。ファウンデーションモデルはますます「マルチモーダル」になってきており(テキスト、画像、音声、動画に対応)、よりダイナミックでユーザーフレンドリーなだけでなく、性能も向上しています。

GPT-3.5、GPT-4、クロード2による専門・学力試験の結果



*USA Biology Olympiad (米国生物学オリンピック)とは、高校生を対象とした生物学に関する全米規模の権威あるコンテスト。ARK Investment Management LLC, 2024 (OpenAI/Anthropic-2024年1月9日のデータに基づいている) 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・出所: 保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



テキスト画像生成モデルが実現している全く新しいグラフィックデザイン

トロント大学の研究者たちが最新型のテキスト画像生成モデルの第1号を発表してから8年が経ち、今や画像生成モデルが生み出す画像はプロのグラフィックデザイナーが制作する画像に匹敵するレベルとなっています。人間のデザイナーは例えば緑の草原を歩く象の群れの画像を数時間、そして数百米ドルで製作可能ですが、テキスト画像生成モデルは同じグラフィックを数秒、そしてわずかな金額で生み出すことができます。Adobe Photoshopのようなプロ向けアプリ、LensaやChatGPTのようなコンシューマー向けアプリは、自社の製品やサービスへの画像生成モデルの組み込みを進めています。

🔍 緑の草原を歩く象の群れ



2016年2月
alignDRAW



2022年2月
Midjourney v1



2022年11月
Midjourney v4



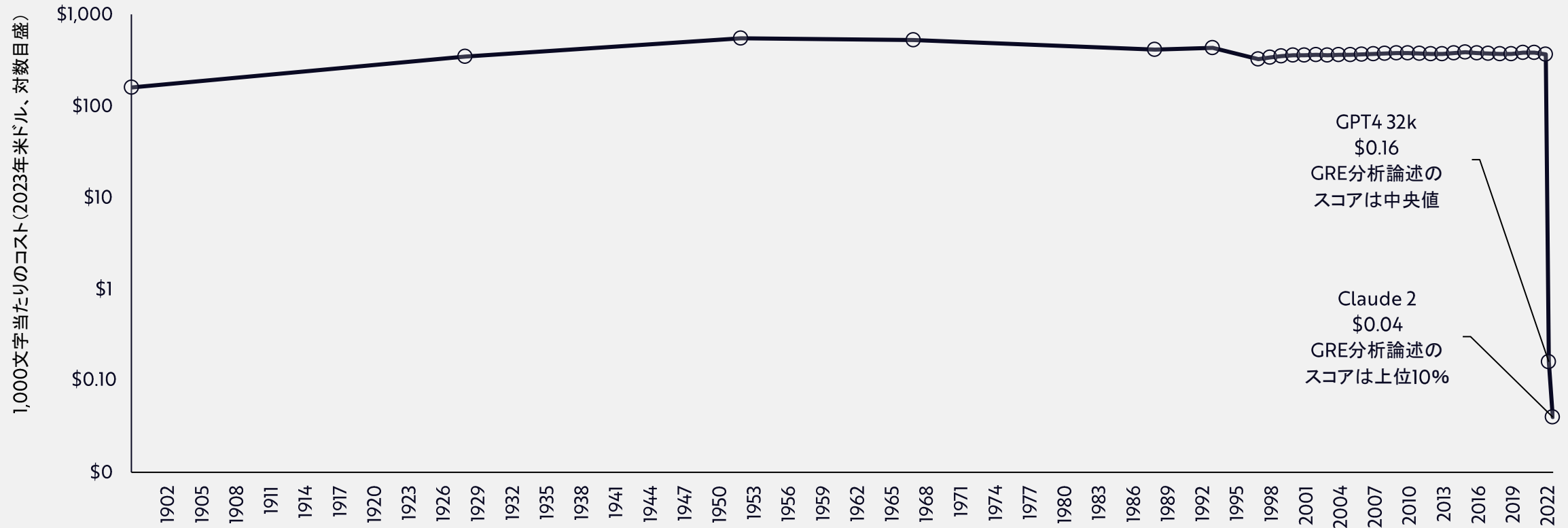
2023年12月
Midjourney v6



文章作成コストは急激に低下

過去100年の間、執筆のコストは実質ベースで見ると比較的変わらぬ水準で推移してきましたが、過去2年間ではLLMによる文章作成の質向上を受けてコストが急激に低下しました。

文章作成コストの推移

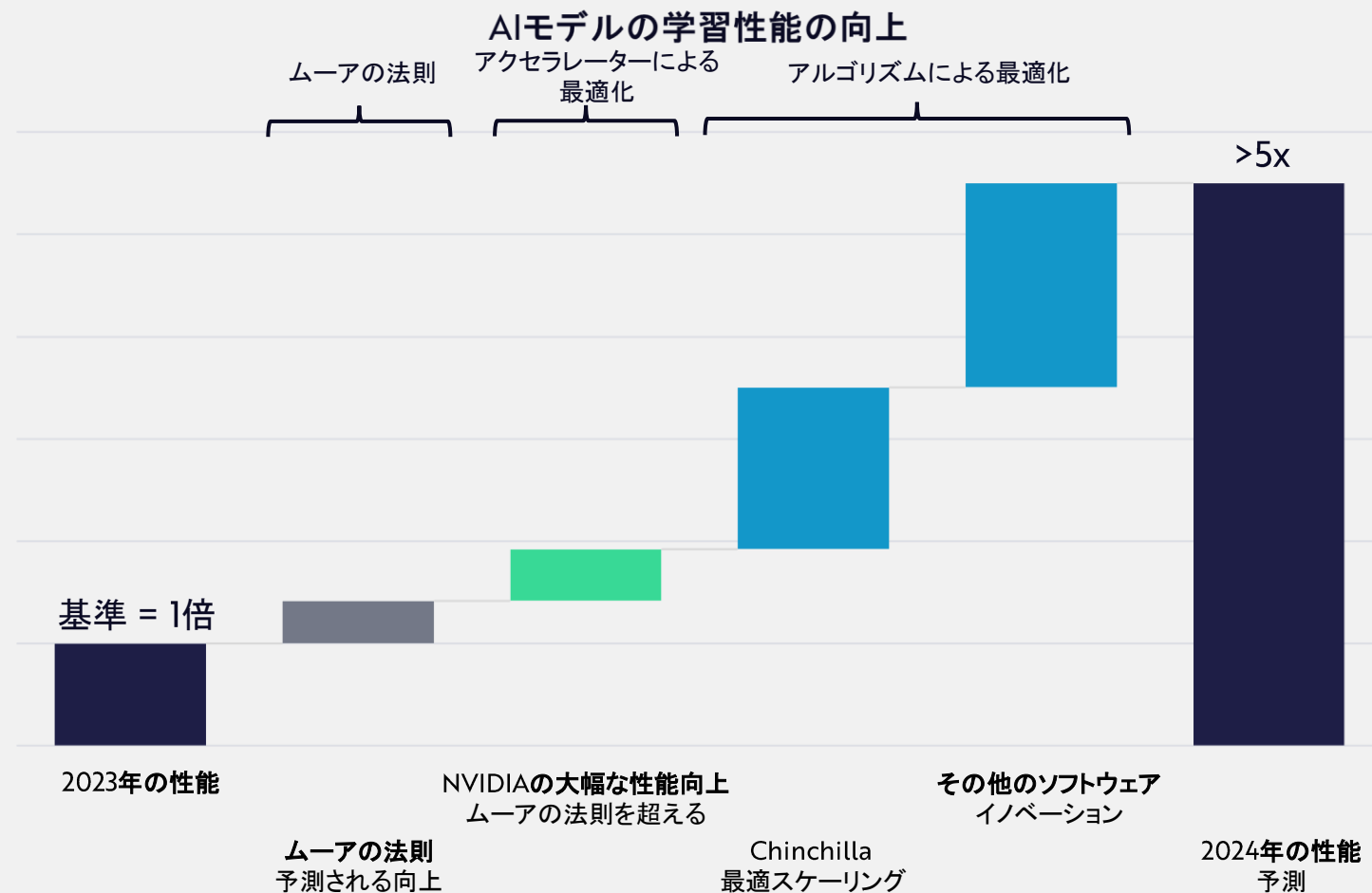


出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は2024年1月9日現在の様々なデータソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能です。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



AIの学習性能は急速に向上中

AIの研究者たちは、学習・推論、ハードウェア、モデル設計などに革新を起こしており、性能向上とコスト低下を実現しています。



その他のアルゴリズムにおける革新

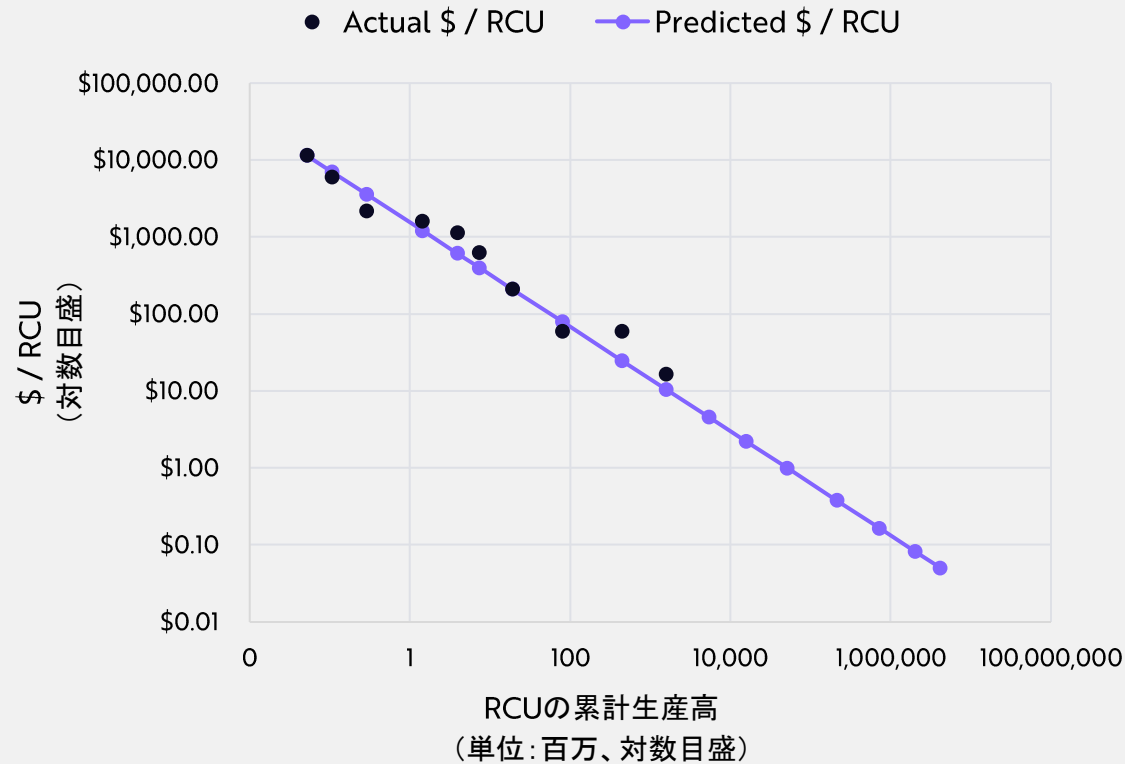
- [Llama2は、LLMの優れた文章作成能力の柱となっているのが人間のフィードバックによる強化学習\(RLHF\)であることを示唆](#)
- [最適化されたプロンプトは、人間によるプロンプトの性能を50%超上回る可能性](#)
- [Speculative Decodingは、一部のモデルの推論速度を2~3倍高速化](#)
- [Flash Attention 2はGPTモデルの学習速度を2.8倍高速化](#)



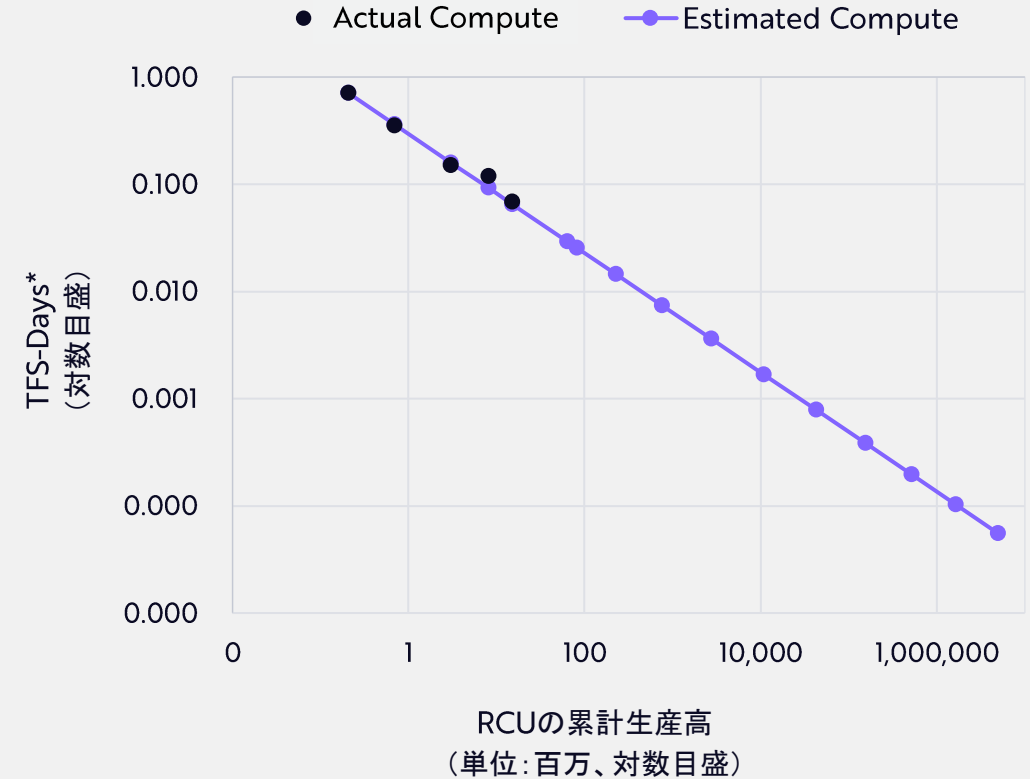
AIの学習コストは年率75%のペースで低下し続ける見通し

ライトの法則によれば、演算を高速化するハードウェアの性能向上によってAIの相対演算ユニット(RCU)の製造コストは年率53%減、アルゴリズムモデルの強化によっても学習コストはさらに年率47%減のペースで低下するとみられます。つまり、ハードウェアとソフトウェアの融合によってAIの学習コストは2030年までに年率75%のペースで低下していくと期待されます。

AI学習のハードウェアコスト



ニューラルネットワークを用いたAIソフトウェアの学習コスト



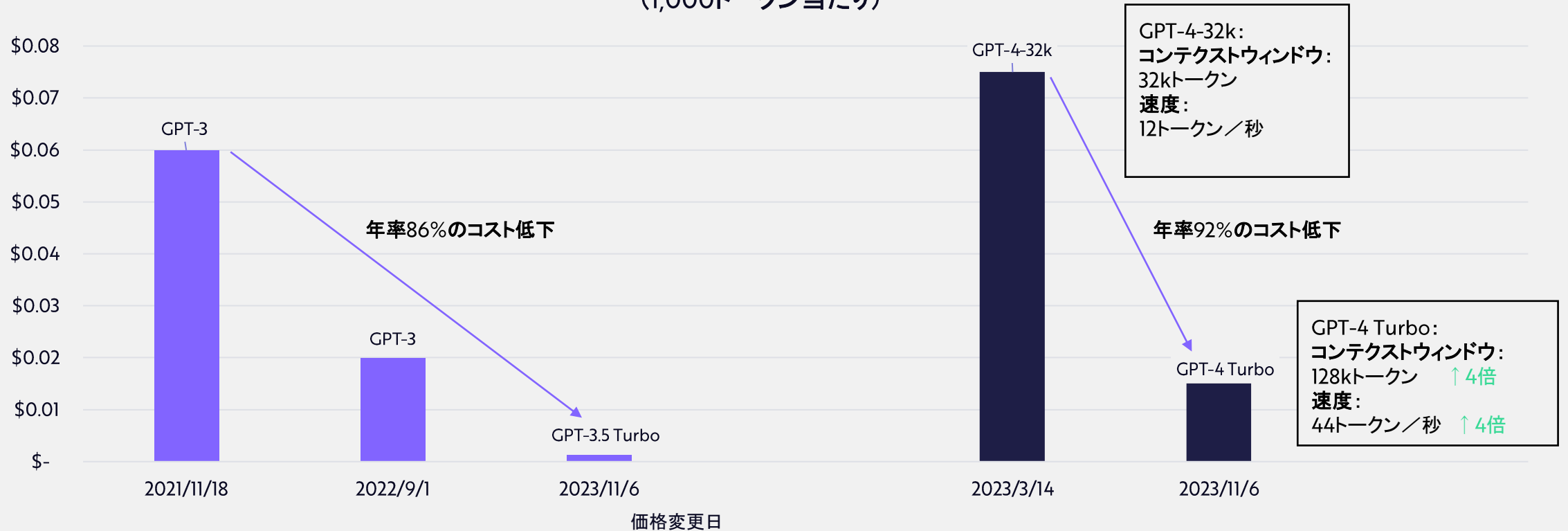
*TFS-Daysとは、モデルのトレーニングに必要な演算量を示しています。ライトの法則とは、累積生産量が倍増する度に一定の割合でコストが低下するというものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は2024年1月9日現在の様々なデータソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能です。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



実用化が進むなか、AIにおける焦点は推論コストに

当初の焦点はLLMの学習コストの最適化にありましたが、今や研究者たちは推論コストの方を重視しています。企業向けユースケースに基づくと、推論コストは年率約86%のペースで低下している様子であり、学習コストをも上回るペースとなっています。現在、GPT-4 Turboの推論コストは、1年前のGPT-3の推論コストを下回っています。

GPT-3とGPT-4のAPI推論コスト
(1,000トークン当たり)



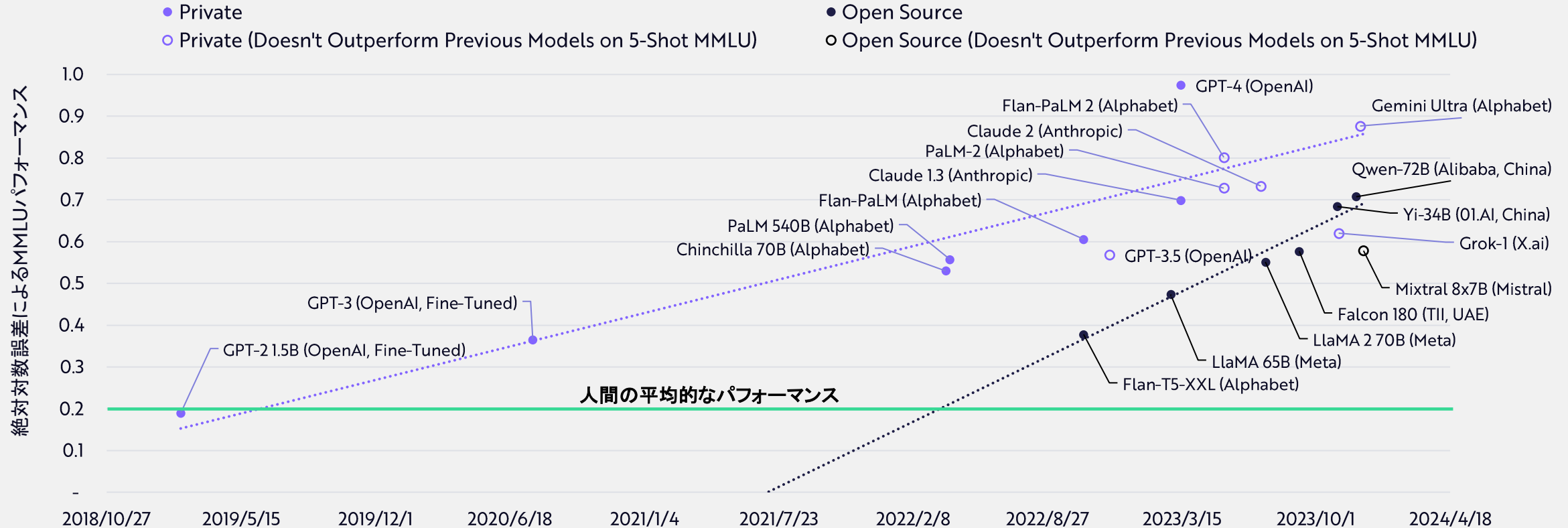
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は、Patel & Kostovic (2023)、ARK Investment Management LLC (2023)を含む様々なデータソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能です。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



オープンソースコミュニティがプライベートモデルに対抗

OpenAIやGoogleによるクローズドソースモデルに挑み、オープンソースコミュニティや企業のなかでその動きを先導するMetaは生成AIへのアクセスを一般に開放しつつあります。概して、オープンソースのモデルの性能は、最近では中国発のモデルも追い風となり、クローズドソースモデルよりも急速に向上しています。

オープンソースモデル vs プライベートモデル 5ショットMMLUのパフォーマンス



注記: 上記チャートのトレンドラインは、公開時時点において5ショットMMLU (大規模マルチタスク言語理解)パフォーマンスが最も高いオープンソースまたはクローズドソースモデルに合わせたものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は2024年1月9日現在の様々なデータソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能です。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

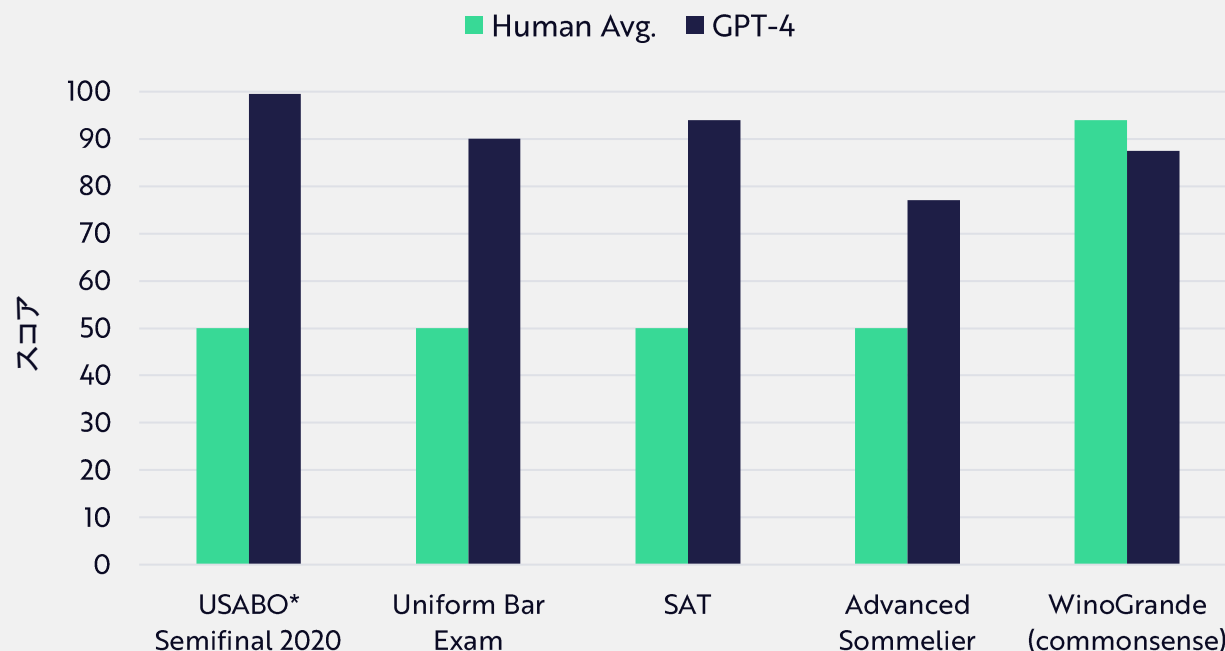


言語モデルの性能向上にはニュアンスを捉える技術が必要

GPT-4は、SATから上級ソムリエ試験まで、標準化された教育テストでは平均的な人間よりもかなり優れた成績を収めています。

しかし、WinoGrandeで測定されるような常識的な推論においては、人間レベルの能力までに追い付いていません。スタンフォード大学が開発した言語モデルの総合評価フレームワーク(HELM: Holistic Evaluation of Language Models)は、最も包括的で継続的に更新されている評価手法の一つであり、73のシナリオと65の評価基準を組み合わせたテストを80以上のモデルに実施してきました。

GPT-4による評価ベンチマーク・スコア結果の一例



HELMの評価基準

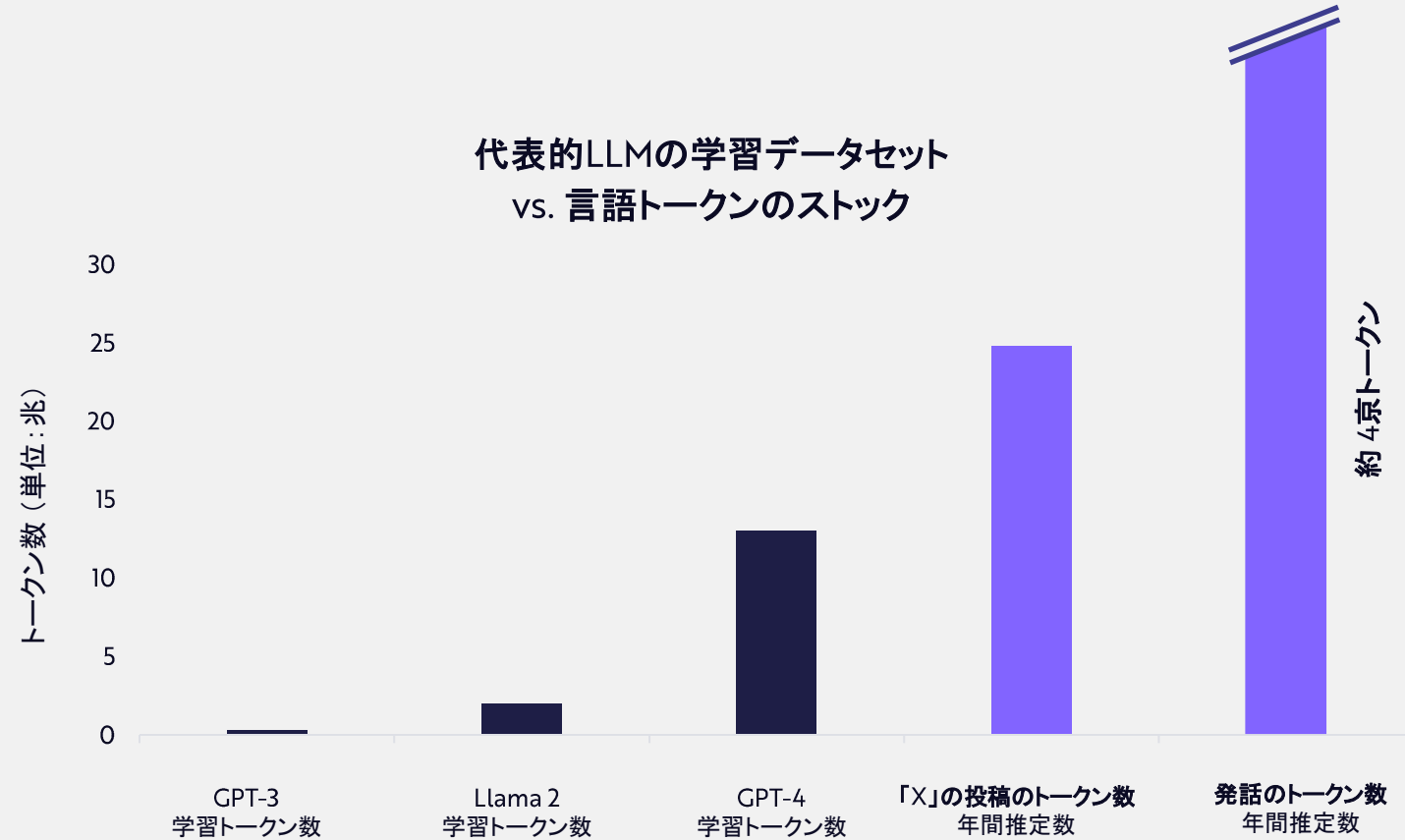
正確性	実際(ground truth) のデータとの比較
カリブレーション	確率分布評価
堅牢性	摂動を加えた入力データによるストレステスト
公平性	多様なグループでのパフォーマンス
バイアス	決定パターンの偏りの分析
毒性	有害コンテンツの検出率
効率性	タスク実行時のリソース使用量

*USA Biology Olympiad (米国生物学オリンピック)とは、高校生を対象とした生物学に関する全米規模の権威あるコンテスト。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Life Architect 2023/2024年1月9日付Bomasani et al2023のデータに基づいている) 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



LLMはデータが足りなくなると性能が制限されるようになる？

演算力と質の高い学習データは、モデルの性能向上にとって最も重要な要素であると考えられます。モデルが成長し、より多くの学習データを必要とするようになると、新鮮なデータが不足してモデルの性能が頭打ちになるのでしょうか。Epoch AIの推定によると、書籍や科学論文のような言語／データソースが2024年には枯渇する可能性があります、依然として、それらよりも大量かつ未活用の視覚データが存在します。



未活用のデータソース

- 音声文字変換ツールによって捉えられる年間推定3京文字にのぼるテキスト
- 一次データを補強する合成データ
- 自動運転タクシー、トラック、ドローンなどのロボットが生み出す大量の実世界データ



カスタマイズ型AIサービスはより強い価格決定力を持つ見通し

オープンソースの代替製品が登場しコストが低下していくと、最終用途に合わせてAIをカスタマイズするソフトウェアベンダーが自社製品をより容易に収益化できるようになり、逆に、単純なジェネレーティブAIアプリケーションは急速にコモディティ化するとみられます。

主な法人向けソフトウェアソリューションのテイクレイト



価値獲得率が低い

- 汎用型、コモディティ化したツール
- 価値獲得率が5%未満
- 例: AI議事録作成ツール

価値獲得率が高い

- 特化型、差別化度が高いツール
- 価値獲得率が20%強
- 例: 自動運転配車サービス

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKIによる上記分析は、Sirohi (2023)、McKinsey & Co. (2023)を含む2024年1月9日現在の様々なデータソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能です。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

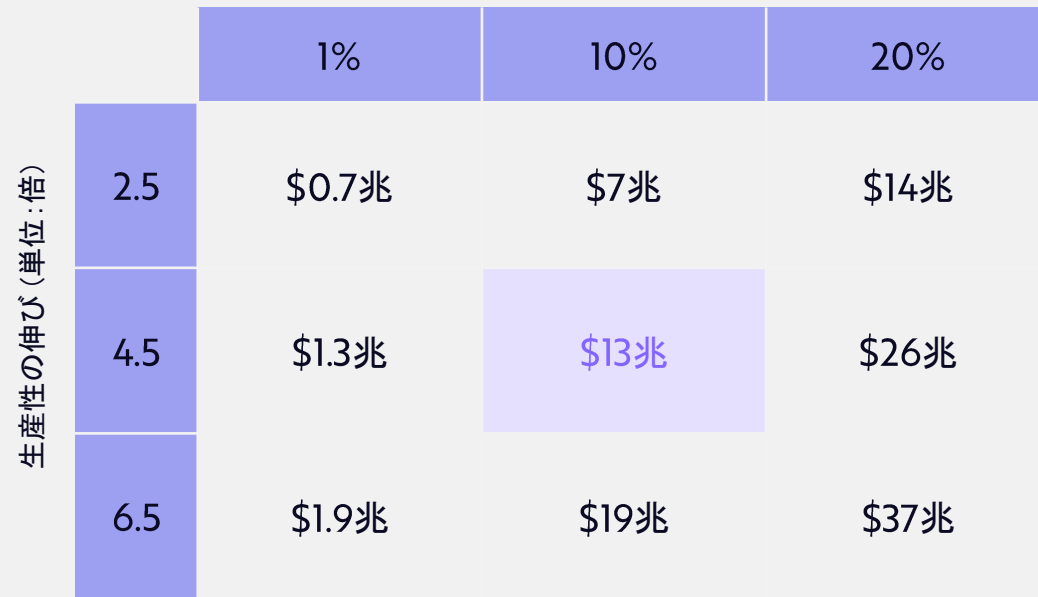


ナレッジワーカーの生産性向上を加速させることで、何兆米ドルもの市場機会がもたらされる可能性

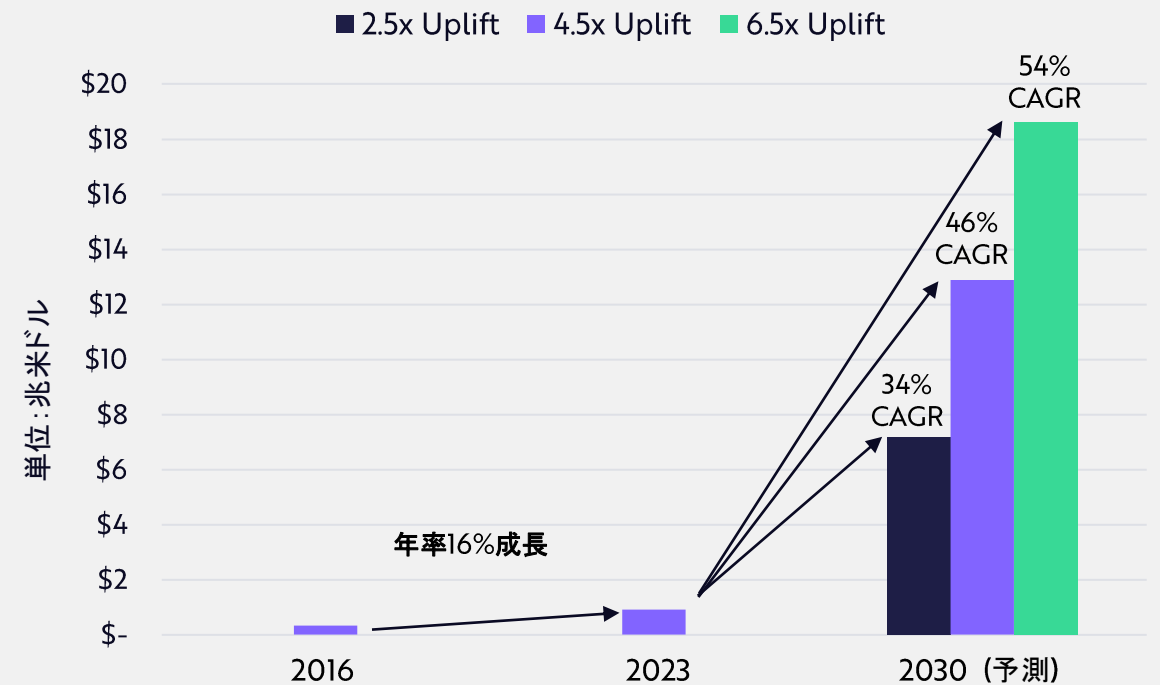
人工知能は知識労働系の職業における大部分の業務を自動化し、平均的な労働者の生産性を劇的に向上させる可能性を秘めています。その主な恩恵に浴するのには、知識労働の業務を自動化し、高速化するソフトウェア・ソリューションであるとみられます。

2030年におけるAI関連の総市場規模予測

ソフトウェアベンダーによる生産性向上がもたらす価値の獲得率



AIがもたらすソフトウェア市場の成長加速効果



CAGR = 年平均成長率。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は、McKinsey & Co. (2023)を含む様々なデータソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能です。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ビットコインへの 資産配分

投資ポートフォリオにおいて高まる、ビットコインの役割



重要な情報

ビットコインは比較的新しい資産クラスであり、ビットコイン市場は急速な変化や不確実性にさらされています。ビットコインはほとんど規制されておらず、ビットコインへの投資は、より規制が整備されている投資商品に比べて詐欺や不正行為に遭いやすい可能性があります。ビットコインは、著しい価格の変動や流動性の欠如、盗難など固有の重大なリスクにさらされています。

ビットコインは、影響力のある人物やメディアによる行動や発言、ビットコインの需給の変化、その他の要因の結果などによって価格が急激に変動する場合があります。ビットコインが長期的にその価値を維持する保証はありません。

次頁以降に記載された情報はARKの調査に基づくものであり、投資助言を目的としたものではありません。ARKは、次頁以降に示す通りビットコインの潜在的な将来価値を判断するために投資対象としてのビットコインの有用性を分析しています。本資料は、明示的にも黙示的にもARKによるサービスまたは商品の提供に当たるものではなく、投資家は、特定の投資運用サービスが投資ニーズに適しているかどうかを自ら判断する必要があります。ARKは、ビットコインまたはその他のデジタル資産への投資を検討している投資家に対し、投資前に金融の専門家に相談することを強く推奨します。ビットコインに関するすべての記述は、あくまでもARKが持つ意見および見解を示したものであり、ARKがビットコインの購入、売却または保有を推奨するものではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

重要な用語と概念

次頁以降に示されたリサーチに含まれる用語や概念は、読者によっては馴染みがない場合もあることから、当該リサーチを評価するための基礎となる事項を以下に説明します。

- シャープレシオ**は、投資やポートフォリオのリスク調整後リターンを表す有名な指標で、米国の短期国債や長期国債のような無リスクの投資商品のリターンと比較して、ある投資商品のパフォーマンスがどれほど良好かを示します。シャープレシオは、まず投資ポートフォリオまたは個別投資商品の期待リターンを計算し、そこからリスクフリーレートを差し引いて計算されます。通常、シャープレシオが高いほど、リスクを考慮した投資パフォーマンスが良好であることを示し、一方、シャープレシオが1未満であるとパフォーマンスが良くないとみなされます。ARKのリサーチではシャープレシオを用いて、仮にビットコインがどのような配分比率であれば、他の一般的に用いられる資産クラスで構成されるポートフォリオ全体のリスク調整後リターンを最大化できるかを判断しています。
- 効率的フロンティア**とは、一定のリスク水準において最も高い期待リターンを提供する、または一定の期待リターン水準において最も低いリスク水準を提供する最適なポートフォリオの集合です。言い換えれば、負うリスクに対してリターンを最大化するポートフォリオを図式化したものです。効率的フロンティアの下方に位置するポートフォリオは、リスク水準に対して十分なリターンが得られないことから最適でないとみなされ、また、効率的フロンティアの右側に集まるポートフォリオも、もたらされる一定のリターンに対してリスク水準がより高いことから最適でないとみなされます。本セクションでは、シミュレーションを行ないビットコインへの資産配分を含めて構築したポートフォリオが効率的フロンティア上に位置する一方、単一の資産クラスで構成されるポートフォリオが最適でないとみなされることを図示するために効率的フロンティアのグラフを使用しています。
- 年平均成長率(CAGR)**とは、投資期間中に生じる利益が再投資されることを前提として、投資額が平均で1年当たりどれほど成長するかを示すものです。言い換えれば、複数年にわたる投資のトータルリターンを割って1つの平均値にしたものです。より長い期間の分析を行なう場合、年ごとのリターンにばらつきがある可能性があることから、各年を個別に分析するのではなく、平均値を用いて資産やポートフォリオを比較するためにCAGRが一般的に用いられます。ARKのリサーチではCAGRを用いて、ポートフォリオや資産クラスの数年間(通常は5年間)の期待リターンを測定しています。
- 標準偏差**は、ポートフォリオのリスク(つまりボラティリティ)を測る指標であり、投資対象が期待リターンからどれだけ乖離するかを示しています。ボラティリティが高い投資対象は標準偏差が高く、したがってリスクが高くなります。ARKでは標準偏差を用いて、一定のリスク水準に見合うリターンの水準を判断しています。



ビットコインなどのデジタル資産は新しい資産クラス

ARKのリーサーチによると、ビットコインは機関投資家の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独立した資産クラスとして台頭しています。

	ビットコイン	コモディティ (金を含む)	不動産	債券	株式 (新興国を含む)
歴史	2009年の世界金融危機時にサトシ・ナカモトという偽名の個人またはグループによって創設	起源は数千年前に遡り、金などのコモディティは価値貯蔵手段として使用されてきた	知られている最古の私有財産権は、古代ギリシャおよびローマで形成された	知られている最古の債券は12世紀にベネチア市によって発行されたものだが、債務／融資の概念自体は古代メソポタミアまで遡ることができる	起源は1600年代のアムステルダム証券取引所の設立まで遡る
投資可能性	流動性が高く、インターネットにアクセスできる人なら誰でも利用可能、暗号通貨取引所やスポットETF経由で取引可能	かなり流動性が高く、銀行やブローカーを介して実物のコインやETFなどでアクセス可能	流動性が低く、直接またはリートを通じて購入	流動性が高く、債券市場で取引されており、ブローカーを通じてアクセス可能	流動性が高く、証券取引所で取引されており、ブローカーを通じてアクセス可能
価値の根拠	オープンソースソフトウェアによる分散型の独立した通貨システムに対する需要と連動	世界経済情勢に影響される需給に連動	金利、不動産市況、現地の経済的要因に連動	金利政策や信用リスクに連動	将来のキャッシュフローへの期待に連動
リターンの相関性	伝統的資産クラスとの相関性が低い	通常、他の資産クラスと逆相関の関係にあり、経済の先行き不透明な局面でその傾向が特に顕著	通常、株式や債券との相関性は低～中程度	近年は株式と逆相関の関係にあるが、経済史全体で見ると必ずしもそうではない	世界の経済情勢や市場センチメントと正相関の関係にある
ガバナンス	分散型でコミュニティ主導、意思決定にオープンソースソフトウェアを活用	鉱業関連規制による	現地地域または国の不動産関連法令による	政府または企業が定める発行条件による	企業経営陣、政府機関の規制による
用途	希少なデジタルでの価値貯蔵先、インターネットネイティブな通貨	工業活動、富の保全、ヘッジ	個人の居住、賃料収入	定期的な利払いと満期時に元本の払い戻しが行なわれる固定利付投資	会社の所有権(多くの場合、議決権と配当がある)

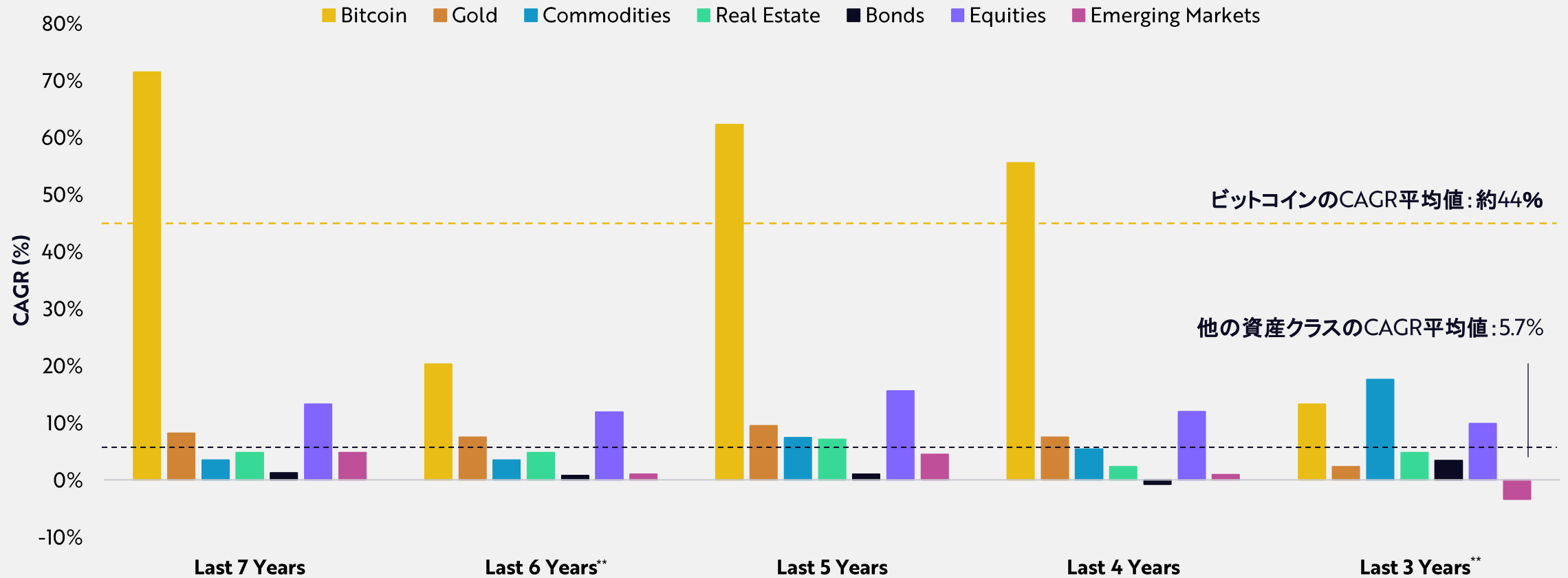
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



より長期的にみるとビットコインはあらゆる主要資産をアウトパフォーム

過去7年間におけるビットコインの年率平均リターンは約44%にのぼる一方、他の主要資産の年率平均リターンは5.7%となっています。

主要資産クラスの年率リターン*



*各資産クラスは以下の金融商品で表されています: 株式はSPDR S&P 500 ETF Trust (SPY)、債券はVanguard Total Bond Market Index Fund Investor Shares (VBMFX)、不動産はVanguard Real Estate Market Index Fund Investor Shares (VGSIX)、金はSPDR Gold Trust (GLD)、コモディティはiShares S&P GSCI Commodity-Indexed Trust ETF (GSG)、新興国はVanguard Emerging Markets Stock Index Fund Investor Shares (VEIEX)。各資産クラスのパフォーマンスは、表示期間における各ETF / ファンドの基準価額 (NAV) を反映しています。 **「Last 6 Years (過去6年)」は2018年、2021年、2022年を、「Last 3 Years (過去3年)」は2021年、2022年を含んでおり、これらはいずれもビットコインの相場が下落した年またはリターンが比較的低迷した年です。 出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (PortfolioVisualizer.com)によるデータおよび計算に基づく、また、ビットコイン価格データはGlassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく。 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



概して、長期的にビットコインを保有してきた投資家が恩恵を享受

「Time, Not Timing」*

ビットコインの高いボラティリティは、その長期的なリターンを見えにくくする場合があります。短期的に大幅な上昇や下落が起こり得るなか、長期的な投資ホライズンこそがビットコイン投資の鍵となってきました。

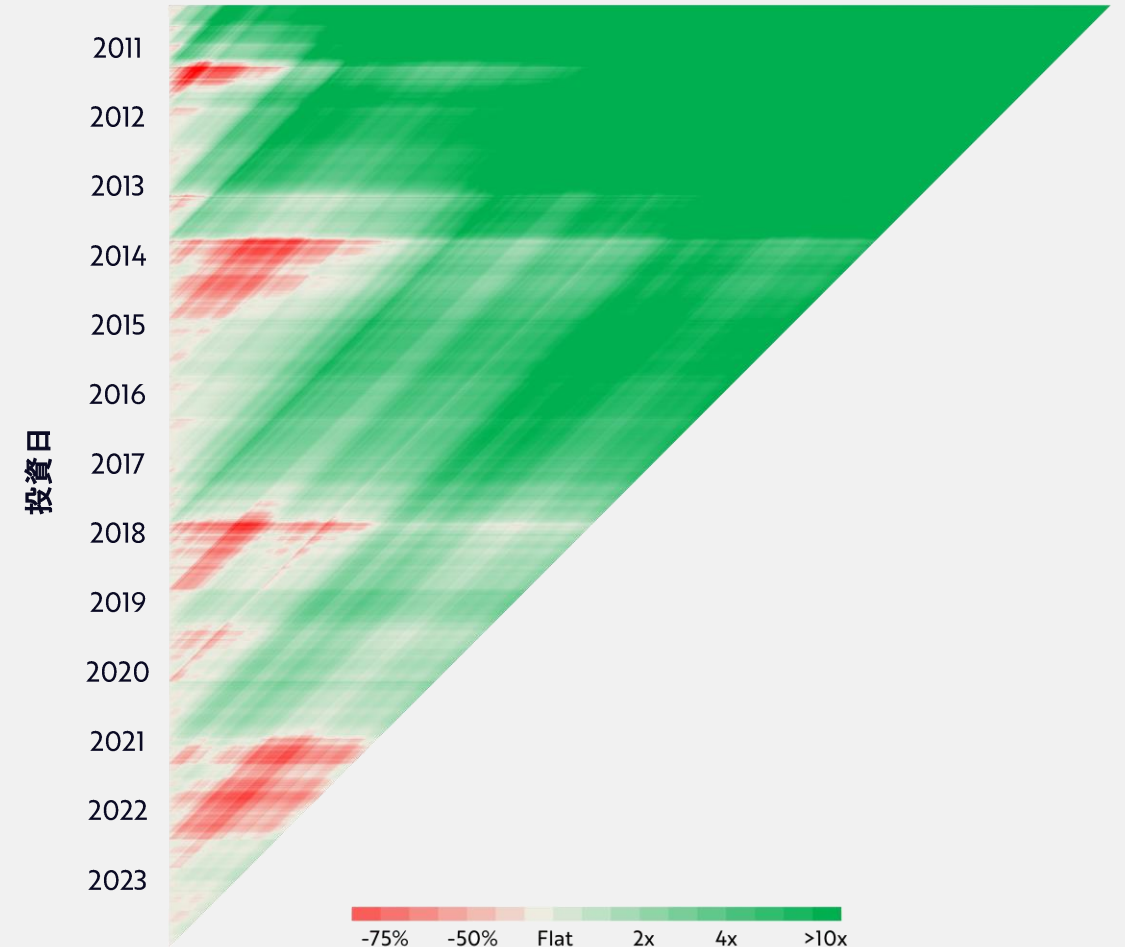
「いつ？」ではなく、より適切な質問は「どれくらい長期で？」です。

歴史的に見て、ビットコインを購入し、5年以上保有した投資家は、その購入時期に関係なく利益を得てきました。

ビットコインの実現リターン

保有日数

500 1,000 1,500 2,000 2,500 3,000 3,500 4,000 4,500



*「投資にとって重要なのは、タイミングではなく、継続する時間」というコンセプトを上記フレーズの形で最初に打ち出したのはみずほフィナンシャルグループ。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (2023年12月31日付Glassnodeのデータに基づいています) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ビットコインは伝統的な資産との相関性が低い

歴史的に見て、ビットコインの値動きは他の資産クラスの値動きとの相関性が高くありません。過去5年間において、ビットコインのリターンは伝統的な資産クラスとの相関係数が平均0.27にとどまっています。

資産クラスの相関行列^{1,2}

(過去12ヵ月間のリターン、2023年12月現在)

- 相関性が高い: 相関係数の値が± 0.66~± 1
- 相関性が中程度: 相関係数の値が± 0.4~± 0.66
- 相関性が低い: 相関係数の値が± 0.4未満

	ビットコイン	金	コモディティ	不動産	債券	株式	新興国
ビットコイン		0.2	0.1	0.4	0.26	0.41	0.23
金	0.2		-0.03	0.28	0.46	0.26	0.34
コモディティ	0.1	-0.03		0.42	-0.12	0.43	0.5
不動産	0.4	0.28	0.42		0.57	0.86	0.68
債券	0.26	0.46	-0.12	0.57		0.48	0.46
株式	0.41	0.26	0.43	0.86	0.48		0.73
新興国	0.23	0.34	0.5	0.68	0.46	0.73	
平均	0.27	0.25	0.21	0.53	0.35	0.53	0.49

[1] 相関係数が「1」の場合は資産が完全に連動して動くこと、「0」の場合は互いの動きが完全に独立していること、「-1」の場合は完全に反対の方向に動くことを示しています。 [2] 各資産クラスは以下の金融商品で表されています: 株式はSPDR S&P 500 ETF Trust (SPY)、債券はVanguard Total Bond Market Index Fund Investor Shares (VBMFX)、不動産はVanguard Real Estate Market Index Fund Investor Shares (VGSIX)、金はSPDR Gold Trust (GLD)、コモディティはiShares S&P GSCI Commodity-Indexed Trust ETF (GSG)、新興国はVanguard Emerging Markets Stock Index Fund Investor Shares (VEIEX)。各資産クラスのパフォーマンスは、表示期間における各ETF/ファンドの基準価額(NAV)を反映しています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (PortfolioVisualizer.comによるデータおよび計算に基づく、また、ビットコイン価格データはGlassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



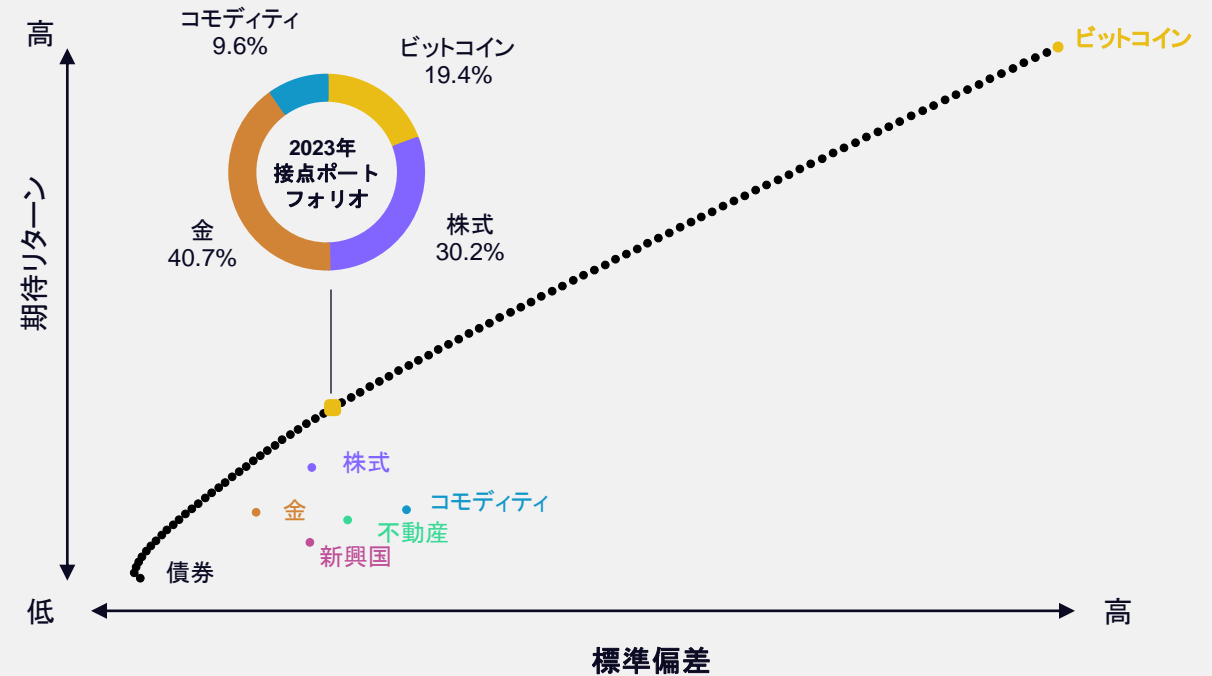
ビットコインがリスク調整後リターンの最大化に重要な役割を果たす可能性

ARKの研究では、伝統的資産クラスのボラティリティとリターン特性に焦点を当て、2023年においてポートフォリオのリスク調整後リターン¹の最大化を目指した場合、ビットコインへの配分が19.4%となっていたことが示されました。

年別最適ポートフォリオ配分目標のシミュレーション^{2,3}
(5年ローリング・リターン、各年末時点⁶)

	ビットコイン	金	コモディティ	債券	株式
2015	0.5%	0%	0%	82.5%	16.9%
2016	0.9%	0%	0%	62.1%	36.9%
2017	0.9%	0%	0%	58.7%	40.3%
2018	2.4%	0%	0%	77.3%	20.2%
2019	3.9%	1.4%	0%	70.4%	24.2%
2020	4.3%	4.1%	0%	75.6%	15.8%
2021	4.7%	7.3%	0%	65.3%	22.6%
2022	6.2%	52.8%	9.1%	0%	31.8%
2023	19.4%	40.7%	9.6%	0%	30.3%

2023年におけるポートフォリオ最適化のシミュレーション^{3,4,5}
資産クラスの月次リターンに基づく(上限設定なし、5年ローリング・リターン⁶)



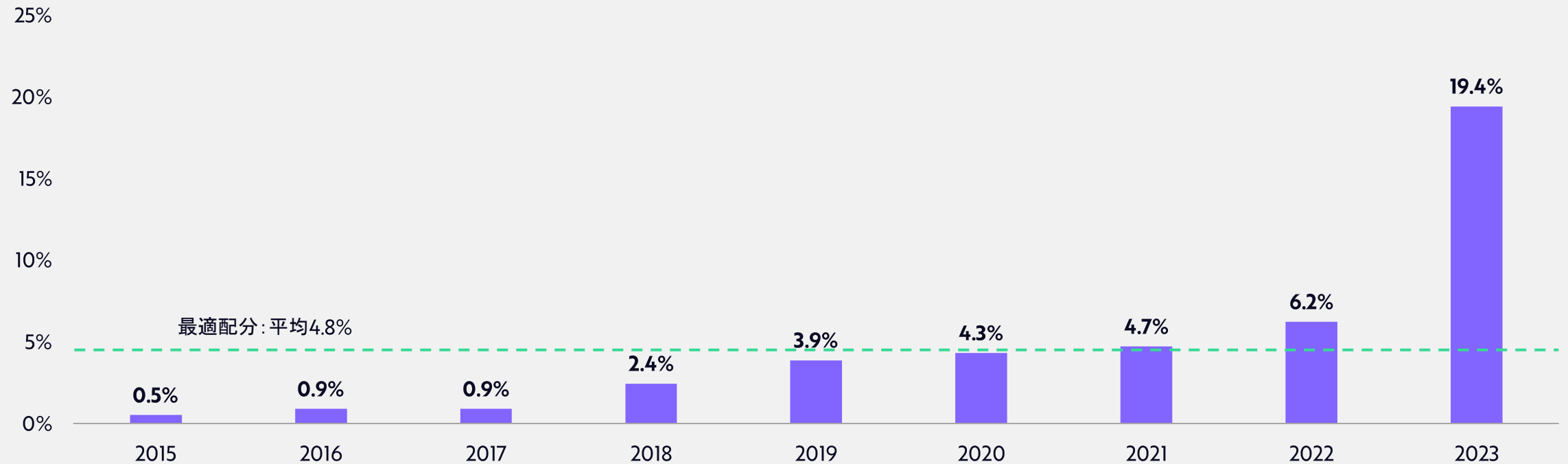
[1] 資産のリスク(この場合はボラティリティ)に照らしてリターンを測定した指標。[2] 不動産と新興国は、上記表に含まれる他の資産クラスと比較してリスク調整後リターン最大化への寄与度が低いことから、上記の接点ポートフォリオの計算から除外されています。[3] 各資産クラスは以下の金融商品で表されています: 株式はSPDR S&P 500 ETF Trust (SPY)、債券はVanguard Total Bond Market Index Fund Investor Shares (VBMFX)、不動産はVanguard Real Estate Market Index Fund Investor Shares (VGSIX)、金はSPDR Gold Trust (GLD)、コモディティはiShares S&P GSCI Commodity-Indexed Trust ETF (GSG)、新興国はVanguard Emerging Markets Stock Index Fund Investor Shares (VEIEX)。各資産クラスのパフォーマンスは、表示期間における各ETF/ファンドの基準価額(NAV)を反映しています。[4] 当該シミュレーション(「効率的フロンティア」とも呼ばれる)は、様々なリスク水準において最も高いリターンを提供すると期待される理論上の投資ポートフォリオの集合を示しています。[5] 上記チャートの効率的フロンティアの下方に位置する点は、単一の資産クラスで構成されるポートフォリオを表しています。[6] 期間5年は長期的な投資ホライズンの一例であると考えられることから、5年ローリング・リターンを使用。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (PortfolioVisualizer.comによるデータおよび計算に基づく、また、ビットコイン価格データはGlassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



5年ローリング・ベースにおいて、過去9年間のリスク調整後リターンを最大化したビットコインへの資産配分

ARKの分析によると、2015年においてリスク調整後リターン¹(期間5年³)の最大化をもたらした最適な配分は0.5%でした。それ以降、同じ基準によるビットコインへの最適な配分は平均4.8%となり、2023年だけで見ると19.4%にのぼりました。

リスク調整後リターンを最大化するビットコイン配分比率の年別推移²
(シャープレシオの最大化、期間5年のローリング・ベース^{3,4})



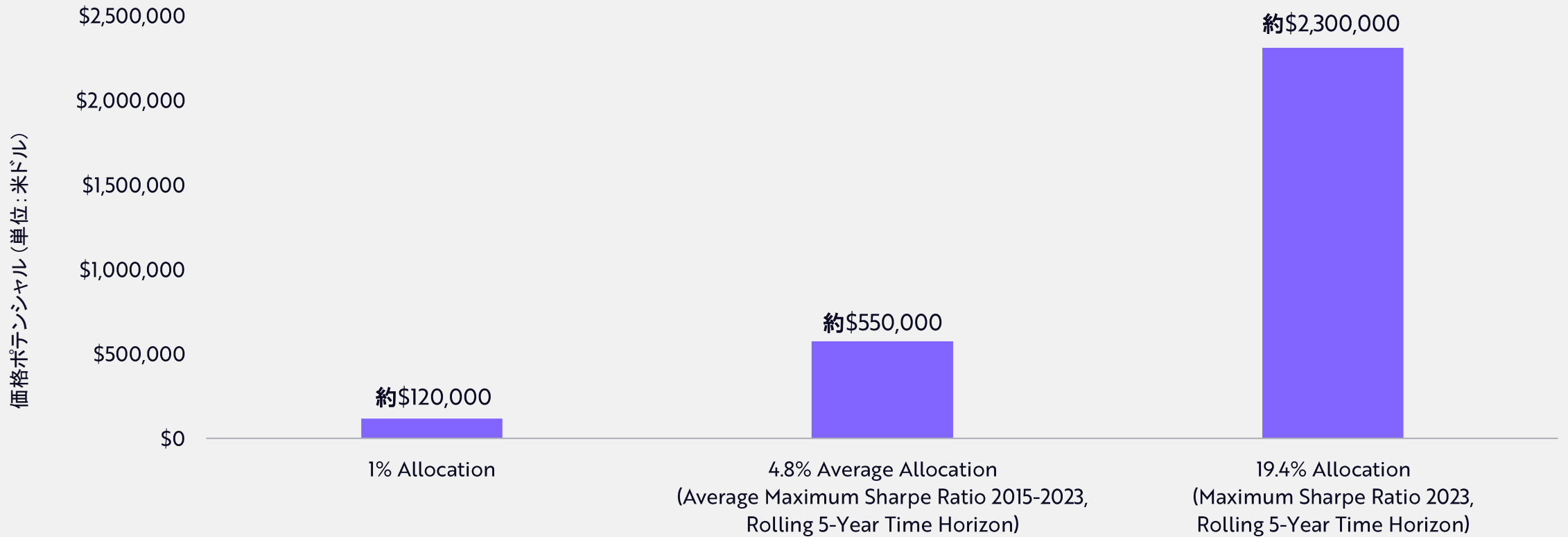
[1] リスク調整後リターンは、シャープレシオ（期待リターンからリスクフリーレートを引き、当該資産の標準偏差で割って求める）で表されています。[2] 当該計算に含まれる資産クラスについては、前頁をご参照ください。[3] 期間5年は長期的な投資ホライズンの一例であると考えられることから、5年ローリング・リターンを使用。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (PortfolioVisualizer.com)によるデータおよび計算に基づく、また、ビットコイン価格データはGlassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ビットコインへの最適配分がもたらすインパクト

世界の投資可能資産250兆米ドルからビットコインへの資産配分が行なわれるようになれば、ビットコイン価格に著しい影響を及ぼすとみられます。

機関投資家による投資がもたらすビットコイン価格への推定インパクト^{1,2}



[1] 上記チャートは、世界の推定投資可能資産250兆米ドル(Chung, 2021)を各比率で配分した金額を、完全希薄化ベースのビットコイン想定供給量2,100万枚で割って計算されています。投資可能資産を2023年12月31日現在のビットコイン供給量1,950万枚で割った場合、その価格ポテンシャルは配分比率1%で約127,000米ドル、配分比率4.8%で約615,000米ドル、配分比率19.4%で約250万米ドルへと上昇します。[2] 各資産クラスは以下の金融商品で表されています：株式はSPDR S&P 500 ETF Trust (SPY)、債券はVanguard Total Bond Market Index Fund Investor Shares (VBMFX)。各資産クラスのパフォーマンスは、表示期間における各ETF／ファンドの基準価額(NAV)を反映しています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (PortfolioVisualizer.comによるデータおよび計算に基づく、また、ビットコイン価格データはGlassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



2023年の ビットコイン

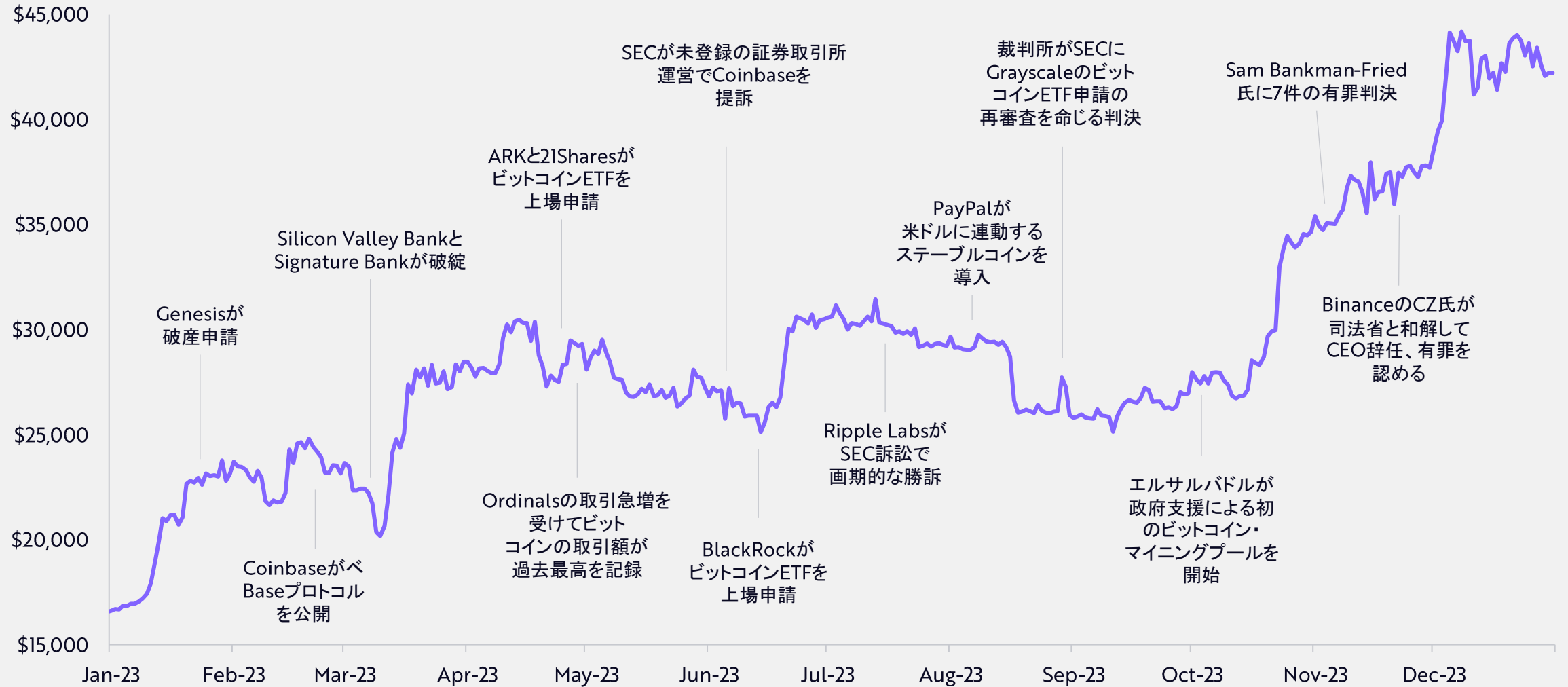
レジリエンス(強靱性)を発揮、
2022年の苦境から一転して回復を遂げる



2023年にはビットコインの価格が155%急騰、時価総額が8,270億米ドルに増加

2023年のビットコイン価格の推移

2023年のビットコイン



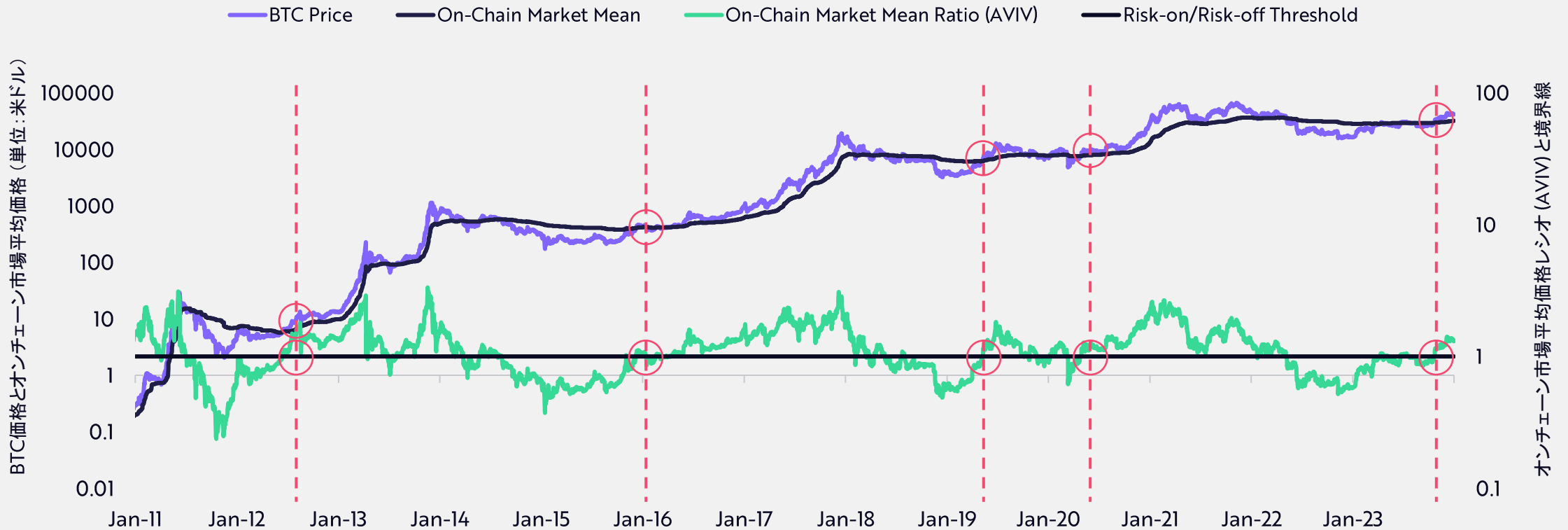
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Glassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ビットコイン価格はオンチェーン市場平均価格を約4年ぶりに突破

ARK独自の指標であるオンチェーン市場平均価格(on-chain market mean)は、ビットコイン市場のリスクオンとリスクオフの境界線を示す信頼性の高い指標となっています。歴史的に、ビットコイン価格が市場平均価格を上抜けると、一般的に強気相場の初期段階にあることを示します。

ビットコインが真の市場平均価格を上抜けると強気相場入りのシグナルに



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Glassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



2023年に入ると2022年に生じた危機の解決が大きく進展

対象	2022年に危機が発生	2023年に解決が進展
Luna, UST	アルゴリズム型ステーブルコインのUSTが暴落、そのトークンである暗号通貨のLUNAも大幅に下落したことで、時価総額600億米ドル超が消失しました*。	創業者のDo Kwon氏は逮捕され、米国のマンハッタン地方裁判所において8件の罪で起訴されています。また、同氏のスタートアップ企業Terraform Labsは、数十億米ドル規模の証券詐欺を指揮したとしてSECに民事告発されています。
Three Arrows Capital	LUNAの破綻により、著名ヘッジファンドのThree Arrows Capital (3AC)が流動性危機に陥り、破産に追い込まれました。	シンガポール金融通貨庁は3ACの共同設立者らに対し、資本市場での活動を9年間禁止し、英領バージン諸島の裁判所は共同設立者らの資産を凍結しました。
Celsius Network	暗号通貨レンディング・プラットフォームのCelsiusが出金を凍結し、その後破産を申請しました。	破産裁判所は、顧客に資産を返還し、マイニングとステーキングに特化した新会社を設立するというCelsiusの再建計画を承認。同社CEOのAlex Mashinsky氏は顧客への詐欺容疑で刑事告発されています。
FTX	CoinDeskが暗号通貨取引所FTXと関連会社Alamedaの間の不正金融取引を暴露したのち、FTXは取付騒動に見舞われて破綻しました。	ニューヨーク南部地区地方裁判所は、Sam Bankman-Fried氏に対し、FTX破綻に関連した7件の詐欺罪で有罪判決を下しました。破産裁判所はFTXの破産財団に対し資産売却を認めました。
BlockFi	BlockFiはFTXへのエクスポージャーの影響で倒産に追い込まれました。	BlockFiは会社を清算し、債権者へ現物にて一部弁済を行なうことについて裁判所に承認されました。
Genesis	暗号通貨レンディング業者のGenesisは、3ACへ多額の貸出を行っていた影響から破産を宣言しました。	Genesisは、親会社DCGとのあいだで6億2,000万米ドルの返済を含む和解に達しました。SECは未登録証券を販売したとしてGenesisを提訴しています。

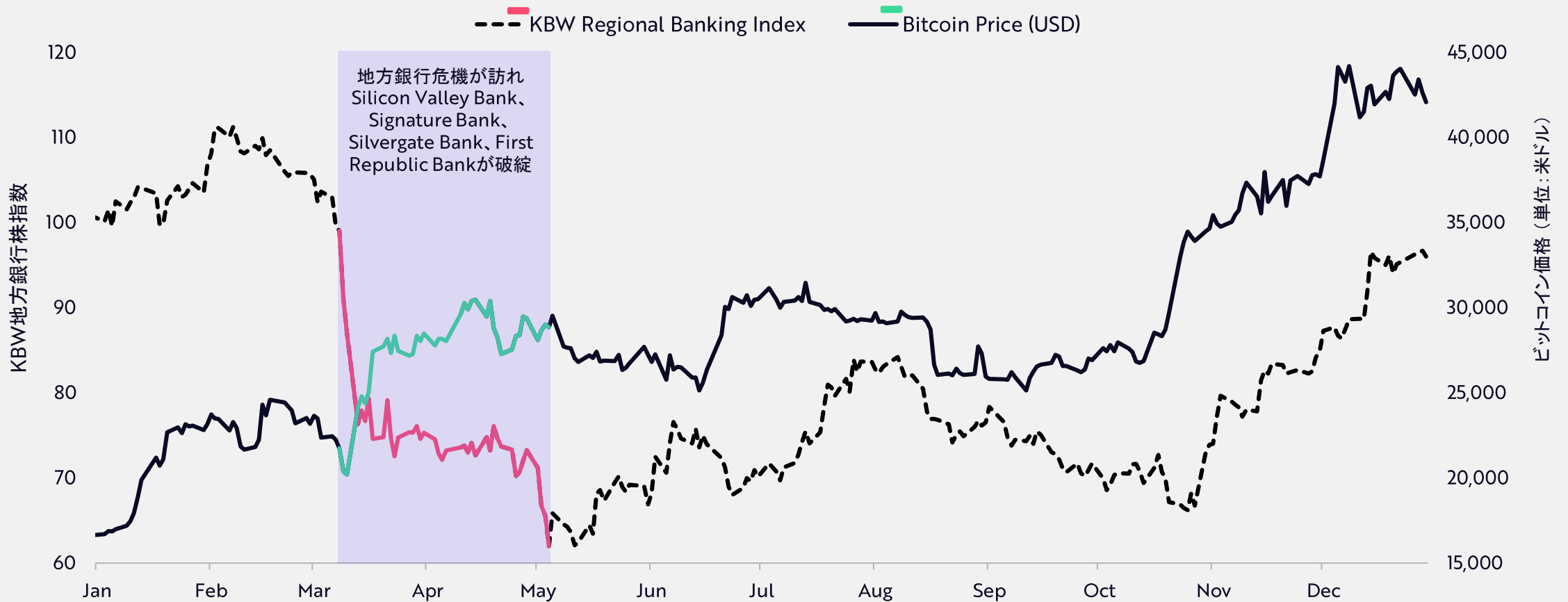
*上記データはCorva (2022年) によります。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 2023年12月31日現在のデータ。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ビットコインは地方銀行破綻時に安全な逃避先に

2023年の前半に米国の地方銀行が相次いで破綻する一大事となった際、ビットコイン価格は40%超上昇し、カウンターパーティーリスクに対するヘッジ手段となることが鮮明に示されました。

地方銀行破綻を受けてビットコイン価格が約40%上昇



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Glassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



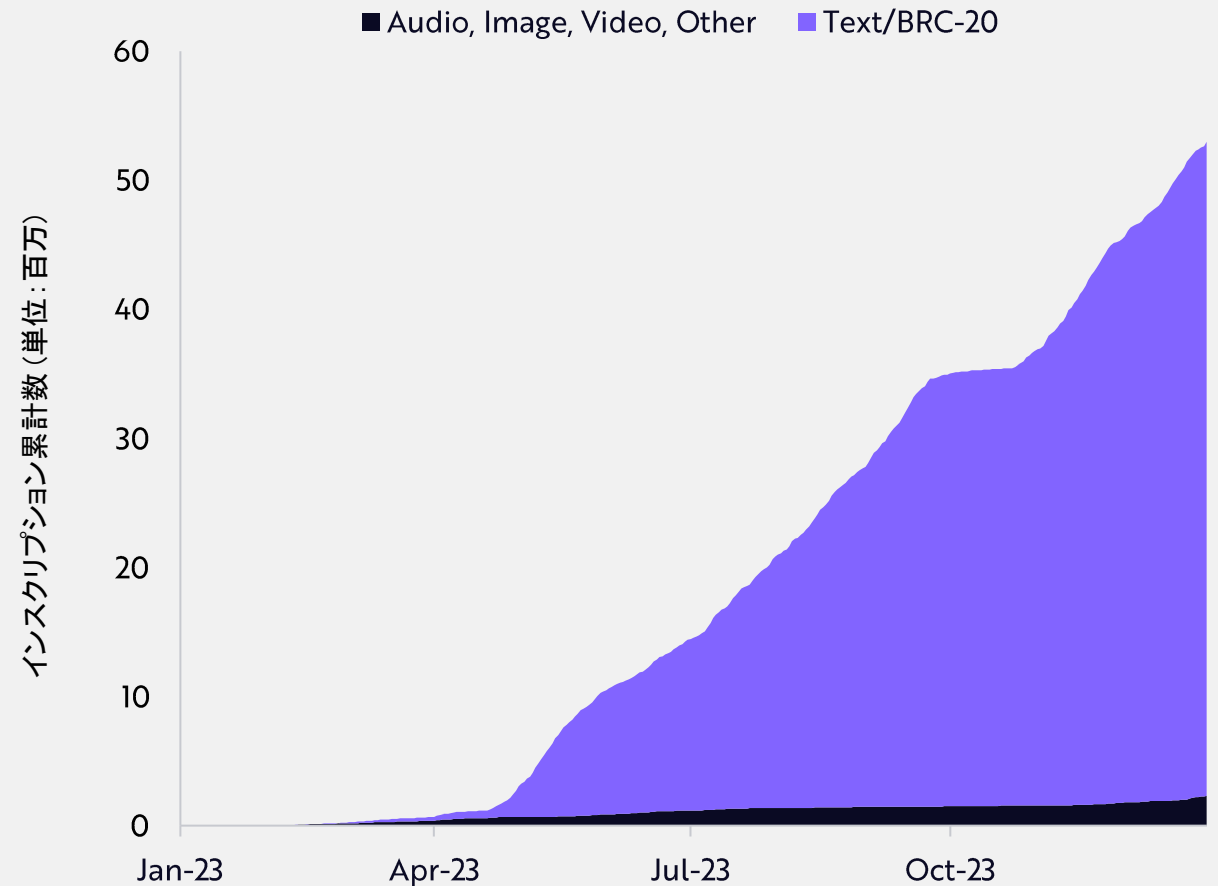
Inscription(インスクリプション)の急増はビットコインネットワークの役割が取引決済にとどまらないことを示唆

2023年1月に開始されたビットコインのインスクリプションは、ブロックチェーン上の位置に基づいてビットコインの最小単位「Satoshi(サトシ)」に個別の番号を割り振るシステムです。Satoshiが特定可能かつ変更不能であるため、ユーザーは自分のデータ、画像、テキストのインスクリプションを作成することができます。

NFT^[1]にスマートコントラクトが必要とされる他のブロックチェーンと異なり、ビットコインのインスクリプションは、ビットコイン・ブロックチェーンのベースレイヤー上に存在します。

Ordinals(オーディナルズ)^[2]の登場により、インスクリプションがトランザクションサイズやブロックスペースに及ぼす影響に関する議論が巻き起こっています。ARKでは、Ordinalsは自由市場の産物であり、ビットコインの健全な革新を象徴しているものとみています。

ビットコインのインスクリプション³



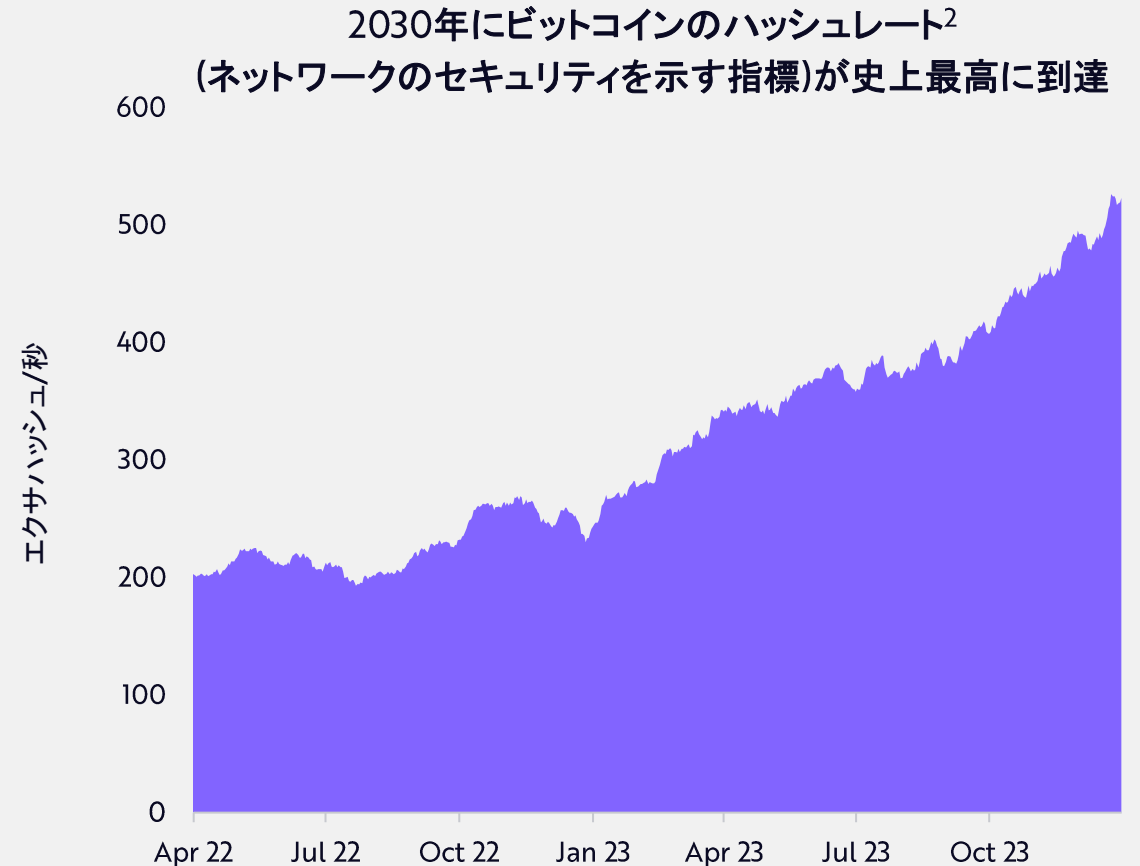
[1] Non-Fungible Token(ノンファンジブルトークン/非代替性トークン)の略で、ブロックチェーン上に記録された固有の識別コードによってメタデータをトークン化したもの。[2]インスクリプションを作成して画像や動画などのメタデータを個々のSatoshi(最小単位)に紐づけ、ビットコイン・ネットワークで非代替性トークン(NFT)を作成するプロトコルのこと。[3] BRC-20は、ビットコイン・ネットワーク上においてOrdinalsプロトコル経由のファンジブル(代替性)トークンのマイニングやトランザクションを可能にするトークン規格。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Glassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ビットコインのファンダメンタルズ改善は2022年の危機時も止まらず、2023年にも勢いを維持

ビットコイン・ネットワークの指標	2022	2023
価格	\$16,553	\$42,225
市場コストベース ¹ (単位:十億米ドル)	\$380.7	\$427.7
ハッシュレート ² (単位:EH/s ³ 、14日平均)	254.3	523.2
過去1年超移動していないBTCの割合(%)	66.5%	70.2%
残高ゼロでないBTCアドレス数 ³ (単位:百万)	43.3	51.7
長期保有者による保有数量 ⁴ (単位:百万BTC)	14.1	14.8
トランザクション数 ⁵ (インスクリプション関連以外、単位:千)	256.2	367.5



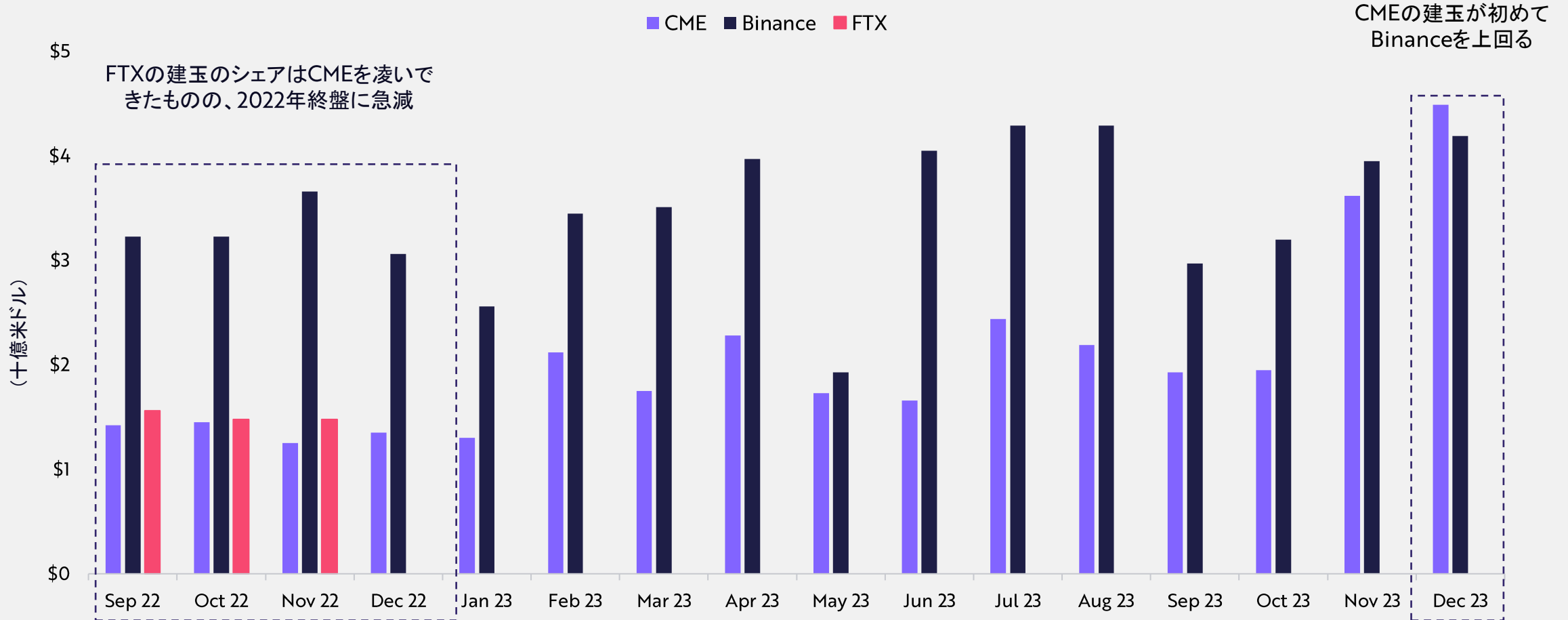
[1]オンチェーン取引額で加重平均した市場価格であり、最後に移動(取引)されたときに流通していたすべてのビットコインの価値を合算して計算。実現価格や実現時価総額とも言います。[2]ビットコイン・ネットワーク内においてマイニングを行ない、安全性を提供するための推定演算力。[3]ビットコイン・ネットワークにおいて残高がゼロよりも大きいアドレスの数。[4]最後に移動されてから155日以上が経過しているビットコインの数量。155日間というのは、ビットコインがその後使われる確率が大幅に低下する目安とされています。[5]ビットコイン・ネットワークの2つのアドレス間で行なわれたトランザクションの数。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Glassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



CME*がBinanceを抜いて世界最大のビットコイン先物取引所に

2022年の危機の連鎖を受けて、より規制が整備され安全性が高いインフラへの需要が高まるなか、ビットコインの市場力学はより米国へとシフトしました。

CMEにおいてビットコイン先物建玉が過去最高の45億米ドルに到達



*Chicago Mercantile Exchange (シカゴ商品取引所)の略。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Glassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ビットコインは信頼できるリスクオフ資産へと進化中

マクロ経済の先行き不透明感が高まり、伝統的な「安全逃避先」資産に対する信頼が低下するなか、ビットコインは有力な代替手段となっています。

リスクオフ資産としてのビットコインの評価

安全性・資産保全

ビットコインは非中央集権型ネットワーク上で運用されており、いかなる単一の団体、政府、中央銀行からも独立しています。その分散型かつオープンソースの性質により、恣意的な資産の差し押さえやカウンターパーティーリスクから守られています。

分散効果

ビットコインは伝統的資産クラスとの相関性が歴史的に低いため、分散投資効果の源泉としての役割が高まっています。ポートフォリオに無相関の資産を加えることで、リスク1単位当たりのリターンの向上や、市場下落時のバッファの提供が期待されます。

長期的 投資ホライズン

ビットコインは短期的に見るとボラティリティが高いものの、長期的に見ると大幅な値上がりを実現しています。設計上、希少性が資産保全の確率を高めています。

流動性・ アクセスしやすさ

世界の投資家は24時間いつでもビットコインにアクセスし、取引することが可能です。この点は先行き不透明なリスクオフ局面においてますます重要になっています。

インフレヘッジ

ビットコインの供給量は2,100万コインが上限となります。金と同様、希少性がビットコインの安全資産としての特性となっています。



2024年にビットコインを待ち受ける大きなカタリスト

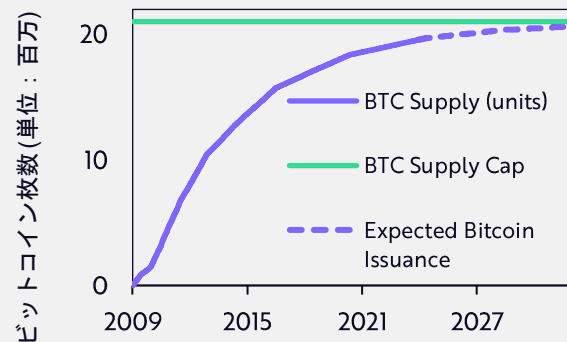
ビットコイン現物ETFの設定

2024年1月11日にビットコイン現物ETFが設定されました。より直接的で、より規制され、より流動性の高いエクスポージャーを得る方法を提供することで、ビットコインの成長に向けた舞台が整いました。ビットコイン現物ETFは主要な証券取引所で取引されており、投資家は既存の証券口座を通じて受益証券を売買できることから、ビットコインへ直接投資する場合に比べて必要となる知識等の習得や運用面の複雑さが軽減されるとみられます。

ビットコインの半減期

ビットコインの半減期はおよそ4年ごと起こり、新しいビットコインブロックのマイニング報酬が半分になります。歴史的に、半減期の到来はいずれも強気市場が始まるタイミングと一致してきました。2024年4月に発生する見込みの今回の半減期により、ビットコインのインフレ率は約1.8%から約0.9%へ低下するとみられます。

ビットコインの流通供給量



機関投資家による受容

引き続きレジリエンスと良好なパフォーマンスを発揮しているおかげで、ビットコインに対する認識は投機的商品から分散投資ポートフォリオにおける戦略的投資対象へと変化しています。こうした動きは、2024年のビットコインの進化を特徴づけるものになるとみられます。その例として、BlackRockのCEOであるLarry Fink氏は、ビットコインに懐疑的な見方をしていましたが、「質への逃避先」となるポテンシャルがあるとの見方へと態度を変化させています。

規制動向

FTXとCelsiusの倒産を受けて、より透明、オープン、グローバルな暗号資産関連規制を推進する動きが進展しています。その例として、米国では暗号通貨の規制枠組みを確立する法案が可決される可能性があり、EUでは、暗号通貨ウォレット事業者や取引所にライセンス取得を義務付ける暗号資産市場(MiCA: Markets in Crypto-Assets)規制が施行されます。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Glassnodeによる2023年12月31日現在のデータに基づく) 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券や暗号資産の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



リサーチ担当者: Frank Downing
次世代インターネット分野リサーチ
ディレクター

スマートコントラクト

インターネット時代の金融システムを強固にする



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

パブリック・ブロックチェーン上で使用されるスマートコントラクトは、レントシーキング(民間企業や他の組織が政府や官僚組織に働きかけて法制度や政治政策の変更を行い、自らに都合よく規制を設定したり、規制の緩和をさせたりすることで、超過利潤(レント)を得るための活動)を行なう仲介業者や従来型の金融インフラの代替となり得る、自動化された監査可能な手段をグローバルに提供します。

2022年の「暗号資産危機」の後には、ステーブルコイン、トークン化された米国債ファンド、スケーリング・テクノロジーなどのデジタル資産ソリューションが勢いを増しました。

当社の調査によると、オンチェーン型の金融資産の価値が高まるにつれて、分散型アプリケーション関連企業の市場価値は、2023年の7,750億米ドルから2030年には5.3兆米ドルへと、年率32%で上昇する可能性があります。

パブリック・ブロックチェーンは、誰でも自由にアクセスできるデジタルの勘定元帳であり、単一の機関によって管理されていません。スマート・コントラクトは、ブロックチェーン上に存在し、特定の条件が充足されたときにコンピュータコードを実行するプログラムです。ステーブルコインの使用、米国債の発行、ならびに開発状況については、本ページ以降をご参照ください。出所: ARK Investment Management LLC, 2024, based on a range of external sources, which are available upon request. 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



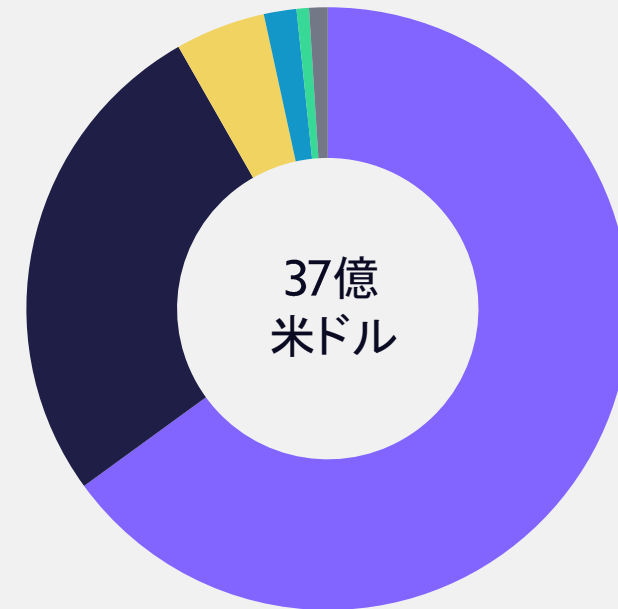
インターネット金融システムの基盤であるスマートコントラクト

スマートコントラクトは、創世記にあるインターネット金融において新たなシステムの基盤となっています。スマートコントラクト・ブロックチェーンにおける最大級の企業であるイーサリアムが事業を開始して以降、複数のネットワークがオンチェーン事業を展開するようになり、市場シェアを争っています。

スマートコントラクトのネットワーク	市場価値 (10億米ドル、2023年推定)	パフォーマンス (2023年)
Ethereum	\$ 274	+90%
BNB Chain	\$ 49	+28%
Solana	\$ 44	+924%
Avalanche	\$ 14	+254%
Tron	\$ 9	+120%
Polygon PoS	\$ 9	+28%

取引手数料収入
スマートコントラクトの6大ネットワーク(2023年)

■ Ethereum ■ Tron ■ BNB Chain ■ Avalanche ■ Solana ■ Polygon PoS



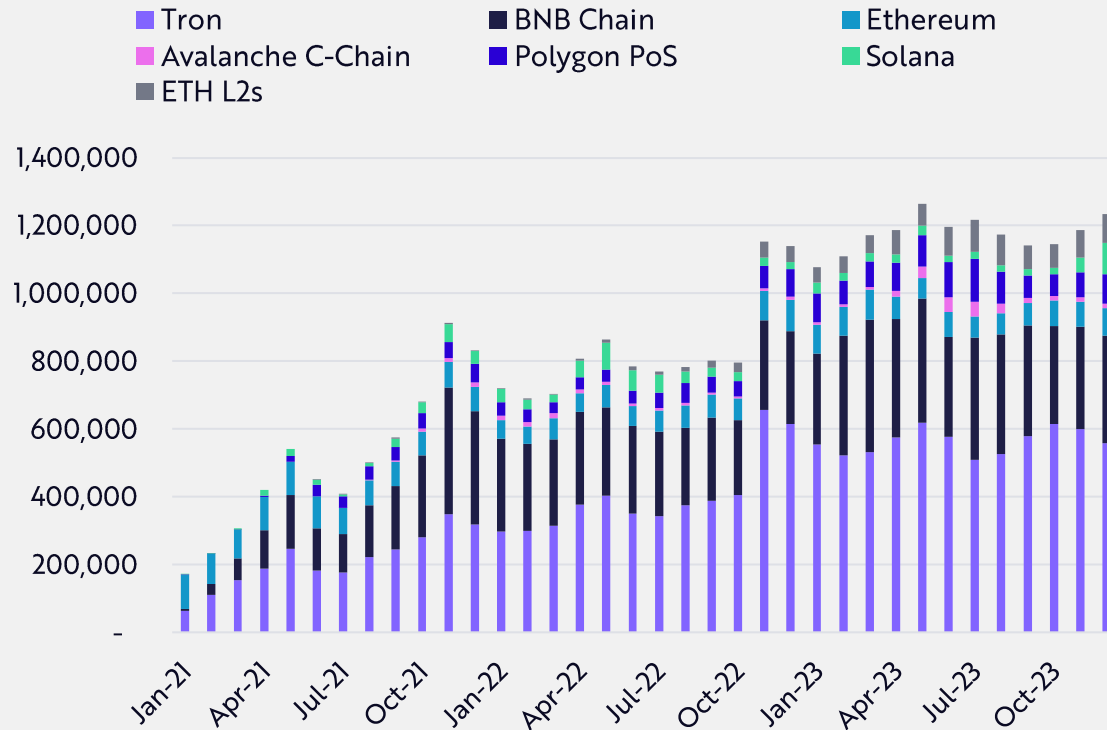
注記:スマートコントラクトの6大ネットワークとは、2023年の取引手数料が1,000万米ドル超のレイヤー1のブロックチェーン。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



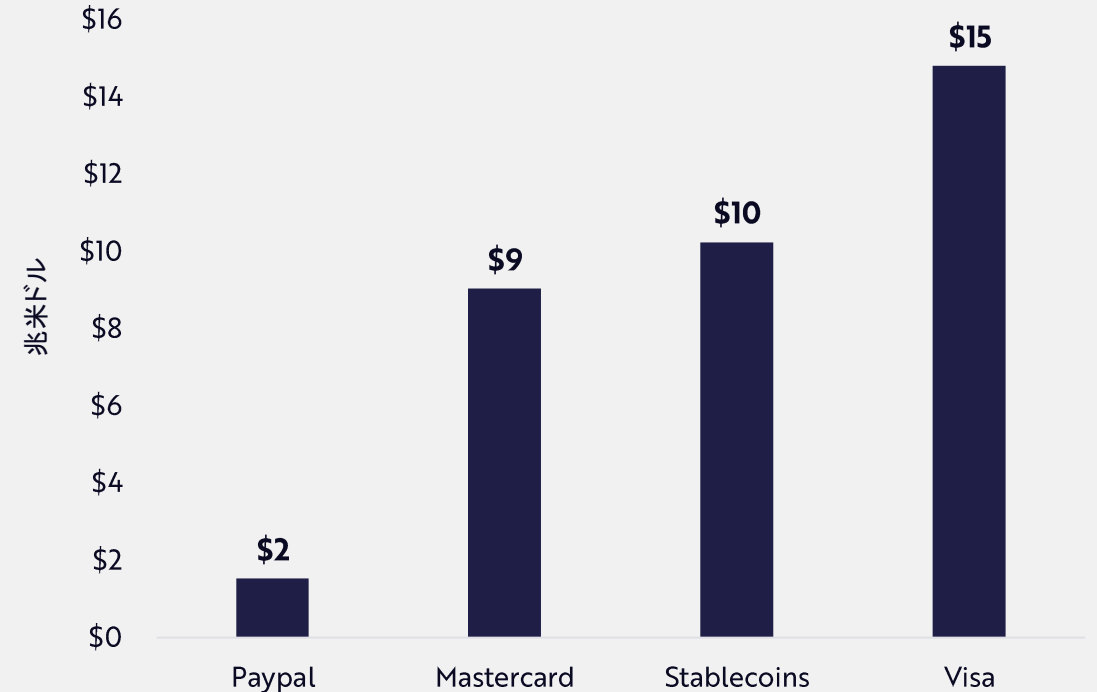
スマートコントラクトによって価値が高まっているステーブルコイン

新興国におけるハイパーインフレと世界的に不安定な状態が強まっていることを受け、米ドルへの投資をデジタルで可能にするステーブルコインに対する需要が急速に強まっています。この3年間で、全世界でアクティブに取引されるステーブルコインのアドレス数は、1日当たり17万1,000から120万へと年率93%増加しました。2023年には、ステーブルコインを利用した送金額はマスターカードを上回りました。

1日当たり取引されるステーブルコインのアドレス数



送金額(2023年)



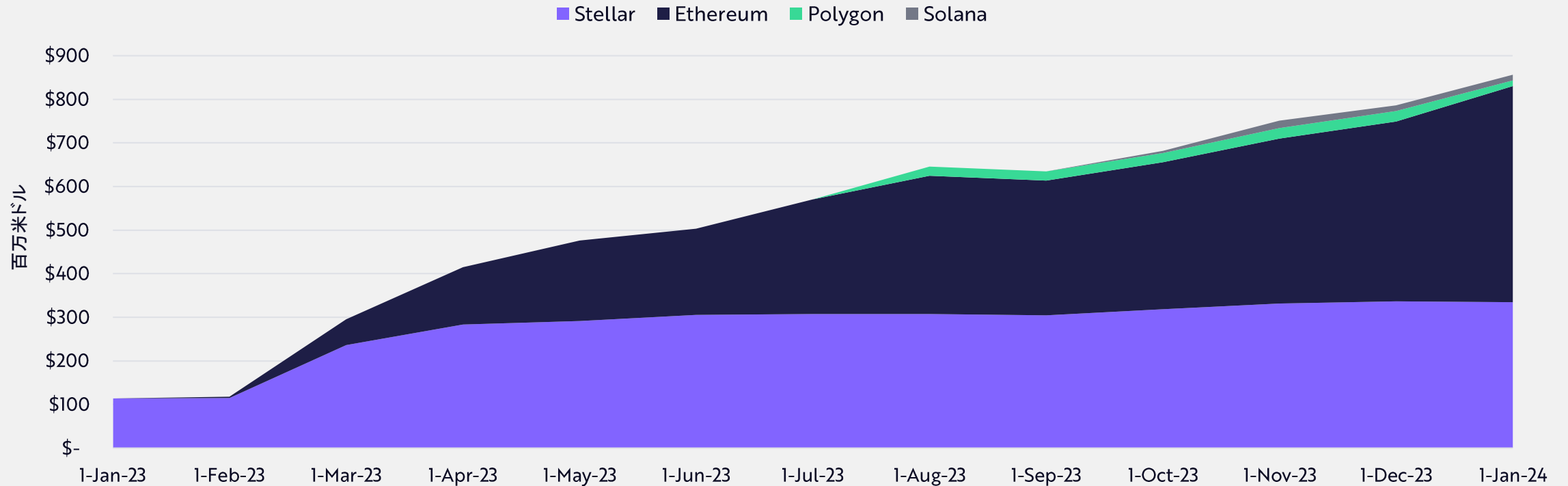
注記: 1日当たり取引されるステーブルコインのアドレス数は各月の平均値です。本稿執筆時点で入手できなかった2023年第4四半期の送金額データは推定値です。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



伝統的な金融資産はオンチェーンに移行

従来型の金融市場では、米国債の資金の流れの追跡、売買、担保管理が煩雑でしたが、トークン化することで、これらがパブリック・ブロックチェーン上で可能となり、より容易になります。2023年、トークン化された米国債は7倍以上の8億5,000万米ドルに急増しました。最初の発行はStellar(ステラ)・ブロックチェーンにおいてでしたが、2023年にはイーサリアムがトークン化された米国債の最大の市場となりました。

トークン化された米国債ファンド



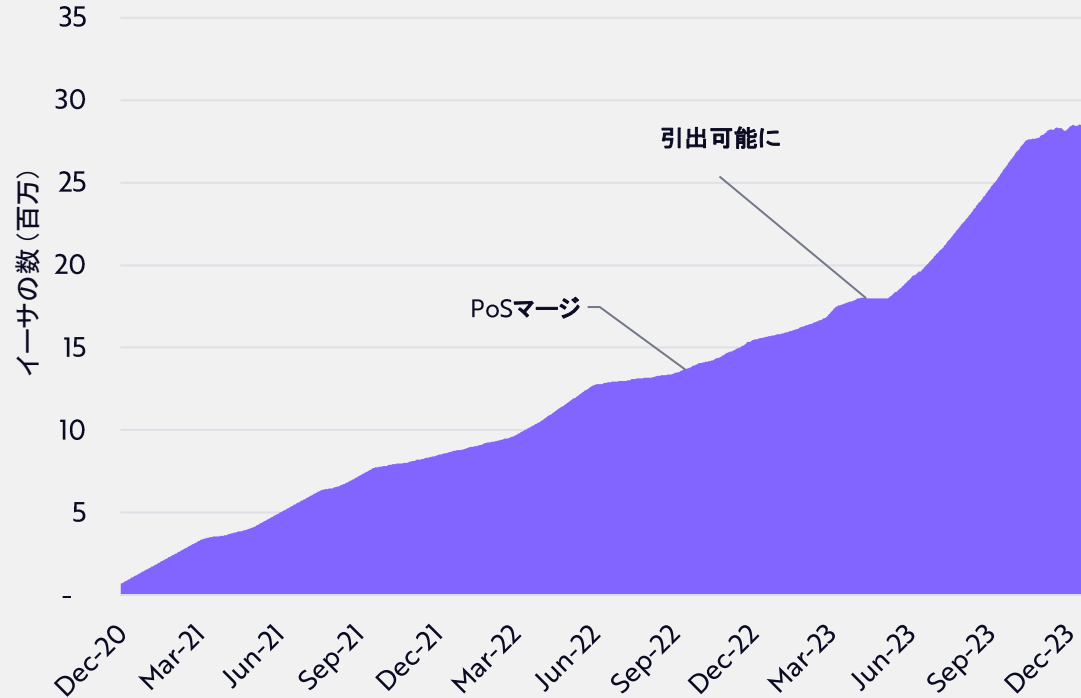
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することではできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



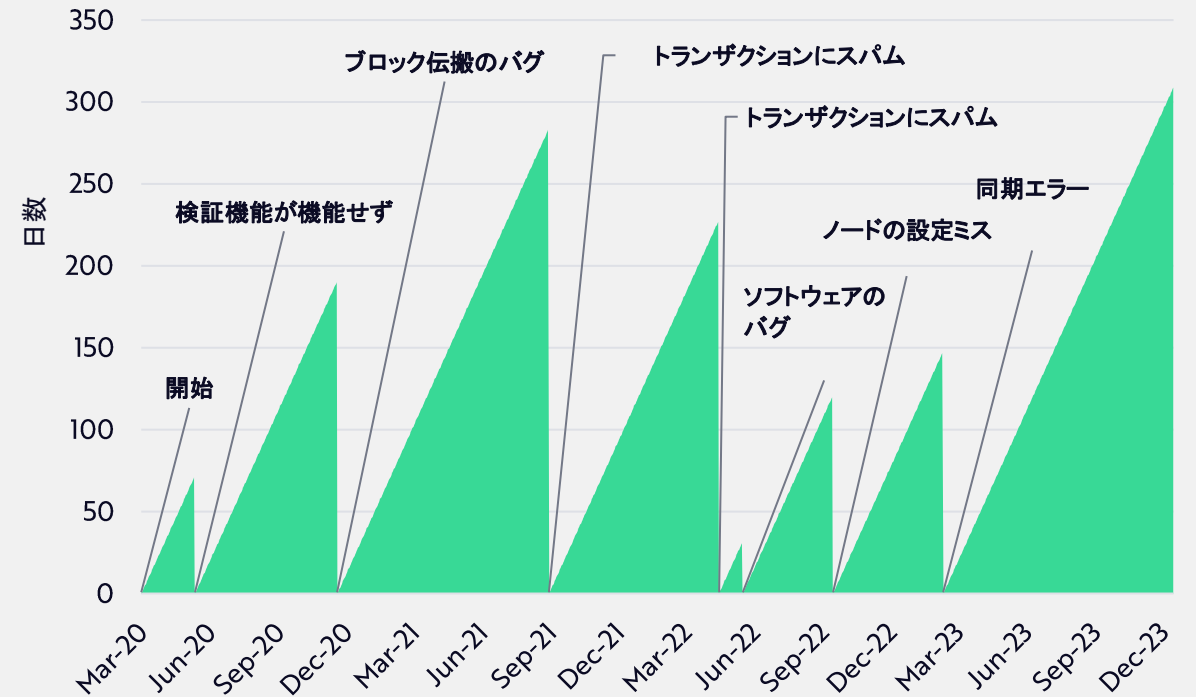
成長低迷期においてプロトコルを強化した開発者たち

2022年の危機とその余波を受けて、主要な開発者は技術開発を推進させ、拡大が望める次の成長期を捉えるためのプロトコルを強化しました。イーサリアムはPoS(「プルーフ・オブ・ステーク」)*への移行を成功させた一方、Solana(ソラナ)は連続稼働時間を更新させました。

ステーキングされたイーサ



Solana(ソラナ)による連続稼働時間



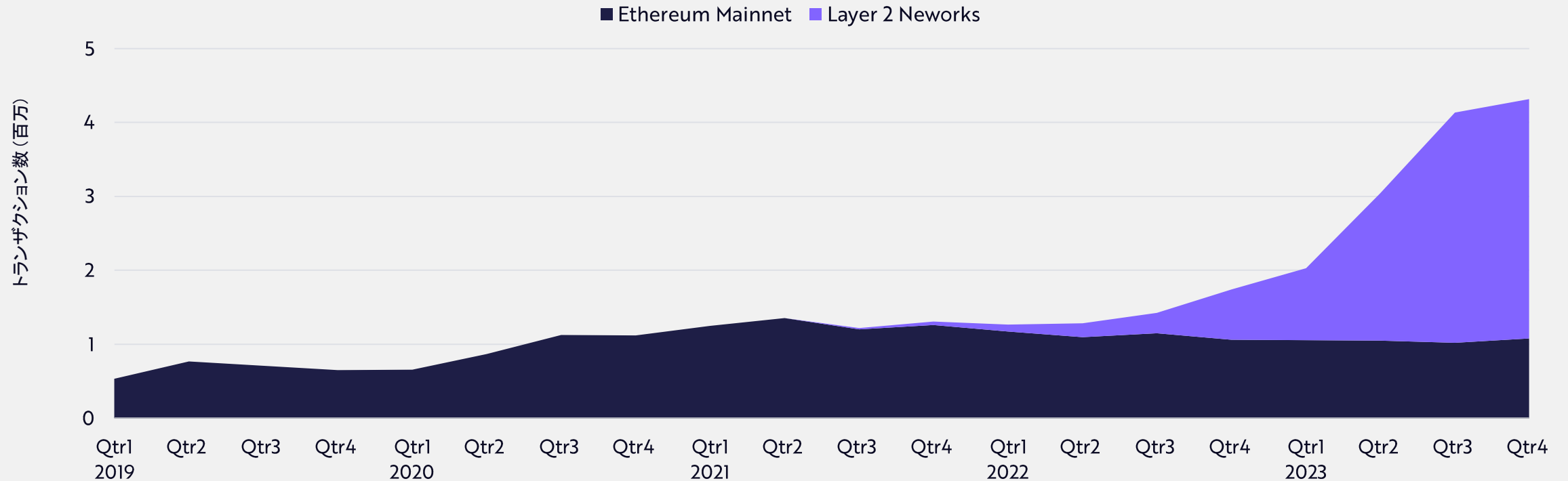
*PoSとは、パブリック・ブロックチェーンの安全性を確保する手段であり、参加者がネットワーク上の台帳を検証したい場合や、ネットワークのルールに従って運用できなかった参加者が損失を被る可能性のある資産を「ステーク」するものです。データは2023年12月末現在。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



レイヤー2ネットワークがイーサリアムのエコシステムのトランザクション数増加に寄与

2021年初頭以降、20以上のレイヤー2(L2)*のネットワークが立ち上がったため、イーサリアムはより低い手数料で1日の平均トランザクション数を4倍に拡大させることができました。L2は初期段階では成功を収めました、現在ではほとんどのL2ネットワークは中央集中型になっています。L2の急増は、ユーザーとデベロッパー(開発者)の体験を複雑にしています。

1日当たりの平均取引数



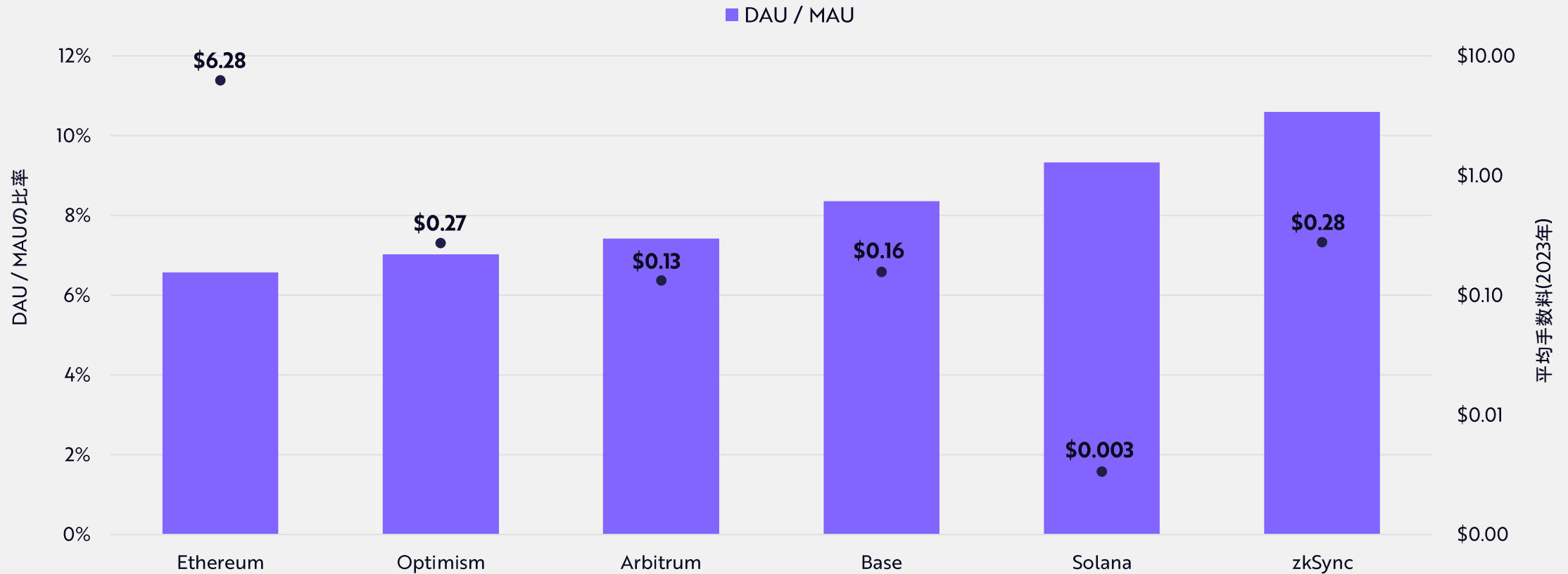
*L2 ネットワークはトランザクションを合算し、変更された結果をイーサリアムなどのベースレイヤーのスマートコントラクトネットワークに拠出します。通常は、ベースネットワークよりも高いスループットと低コストを実現します。L2トランザクション数は Artemis Dashboard (Arbitrum, Base, Linea, Optimism, Polygon zkEVM, Scroll, StarkNet, zkSync Era, Zora Network) で入手可能なデータに基づいています。データは2023年12月末現在。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



コストの低下によりオンチェーン・エンゲージメントが拡大

トランザクションのコストが低下するにつれ、1日当たりのアクティブ・アドレス(DAU)と月間アクティブ・アドレス(MAU)の比率で測定するオンチェーン・エンゲージメントは拡大しています。

トランザクション手数料とオンチェーン・エンゲージメント

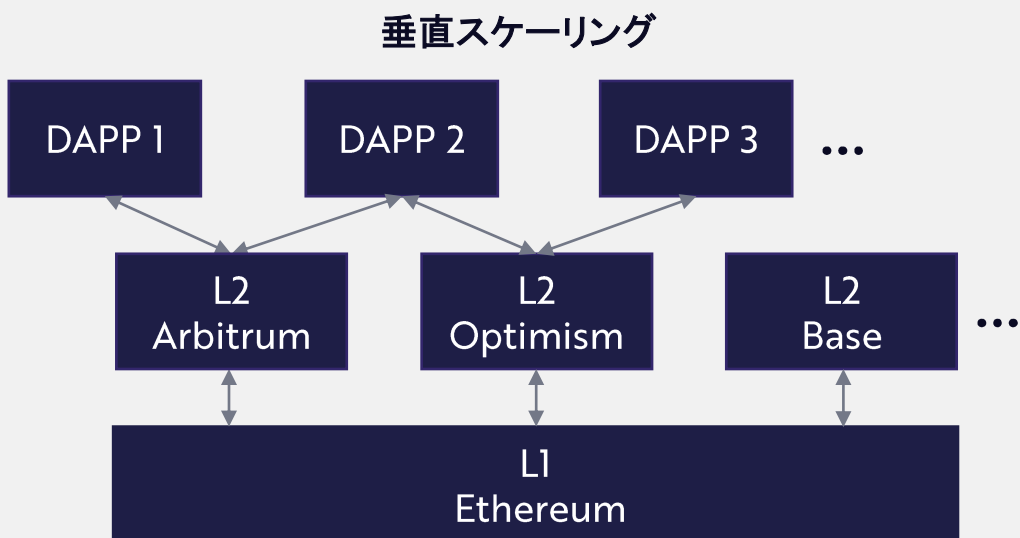


注記:一般的にDAUとMAUの比率は、ユニークユーザーを表す指標です。この分析では、ユニークユーザー数をユニークのアドレス数の概算値として使用しています。両者は相関関係にありますが、同一ではありません。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

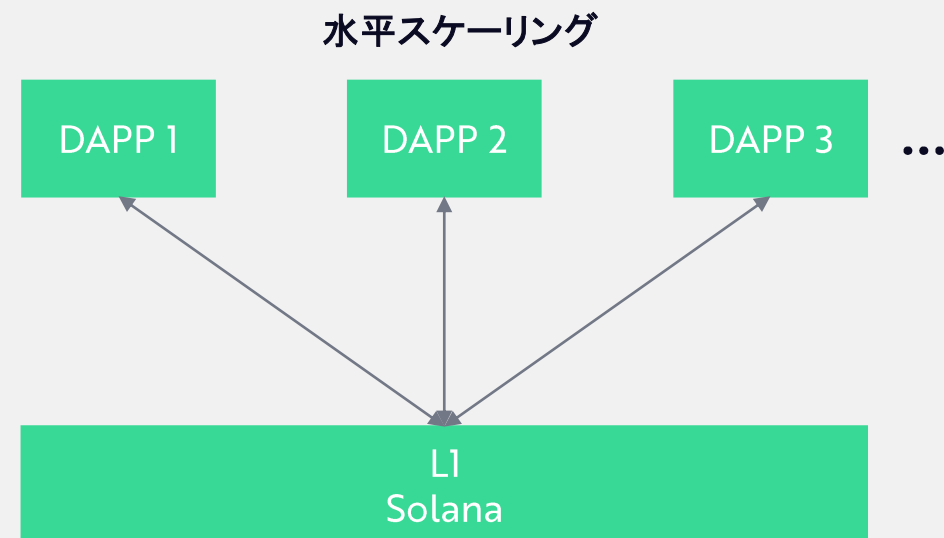


Solana (ソラナ)などのモノリシックチェーンは垂直スケーリングの代替となり得る

スマートコントラクトのネットワーク設計にはトレードオフとなる欠点もあります。イーサリアムのエコシステムは、ベースレイヤーの分散化を優先させたため、データ量が増加するにつれて複雑になります。一方ソラナは、単一レイヤーの拡張性を優先させたため、構造はよりシンプルであり、ユーザーやアプリケーション開発者の人気を博しています。



+ L1のバリデーションコストの最小化	- L1とL2の間で資産のブリッジが必要なため、流動性が断片化
+ 複数のスケーリング方法に対応することで、柔軟性とイノベーションに寄与	- 開発者とユーザーの双方にとって複雑さが増大
+ イーサリアムのメインネットがもつネットワーク効果と流動性の優位性を活用	- すべてのL2で信頼性と安全性を高める



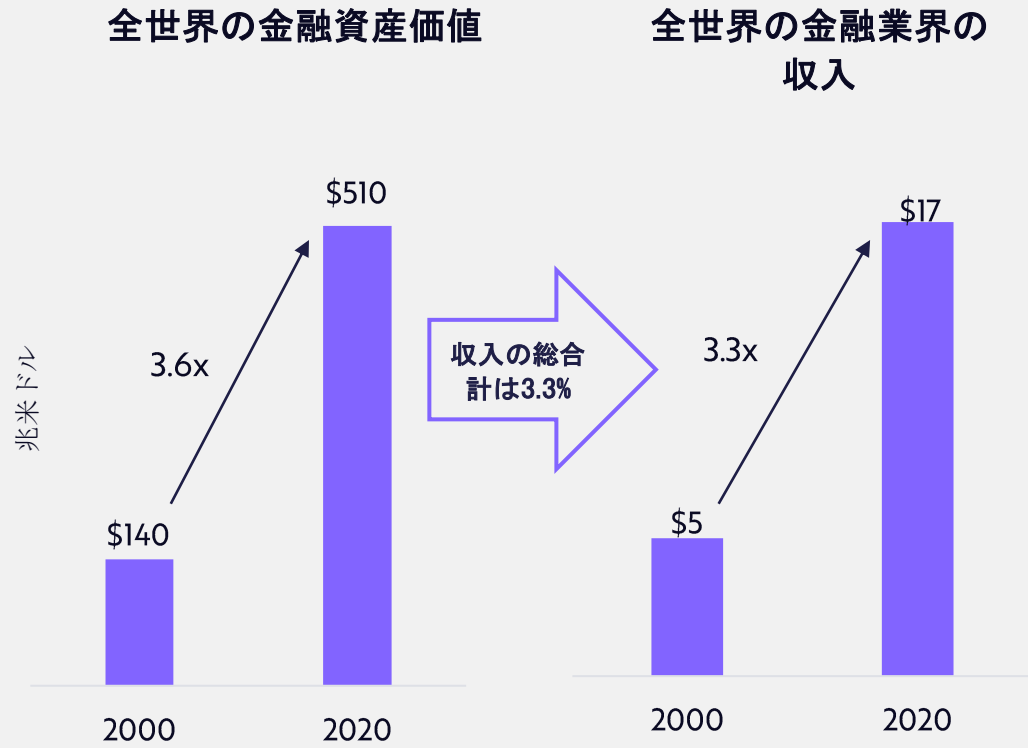
+ 開発者とユーザーにとって使用環境の単純化	- L1の検証コストの上昇
+ コンポーザビリティと相互運用性の最大化	- L2がスケーラビリティを最大限に発揮する必要性あり
+ ベースレイヤーのトランザクション手数料の削減とスループット向上	- アプリがL1の実行環境で稼働することが必要

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



スマートコントラクトが金融業界のコストを大きく削減する可能性

世界的な経済成長、金融の進歩、株式バリュエーションの上昇により、全世界の金融資産の価値は2000年の140兆米ドルから2020年には510兆米ドルに増大しました。グローバルな金融システムの運営コストは、金融資産価値と並行して増加しました。全世界の金融業界の年間収入は20兆米ドルと、全金融資産価値の3.3%にすぎません。スマートコントラクトは、低収益性を大幅に改善することができると考えられます。



金融規制対応に必要なコスト

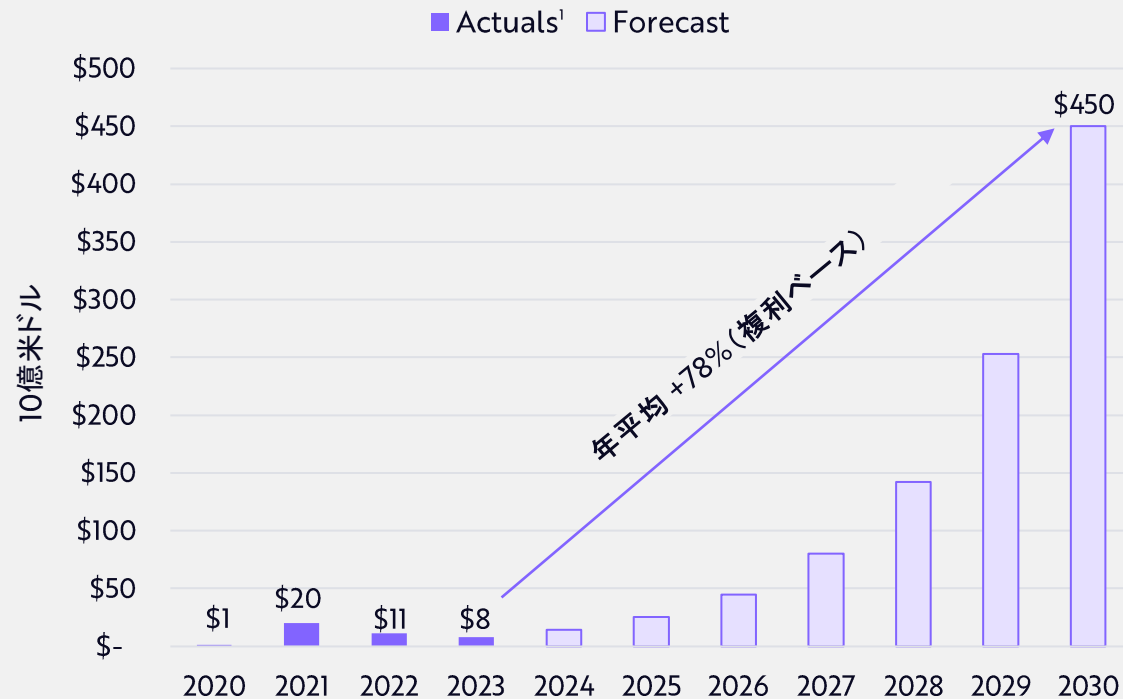
分野	現時点でのコスト	コスト削減のためのソリューション
KYC対応	1,500~3,000米ドルおよび個別の検証費用	検証のための全金融機関で統一したデジタルID
Nasdaqの上場コスト	上場時27万米ドルおよび年間5.2~18万米ドル	分散型取引所 (DEX) への直接上場とグローバルな販売
全世界を対象とするマネーロンダリング対策	全世界の金融機関にとっての総コスト2,740億米ドル	全世界で使用する監査可能な元帳を使用した資金の出所の管理



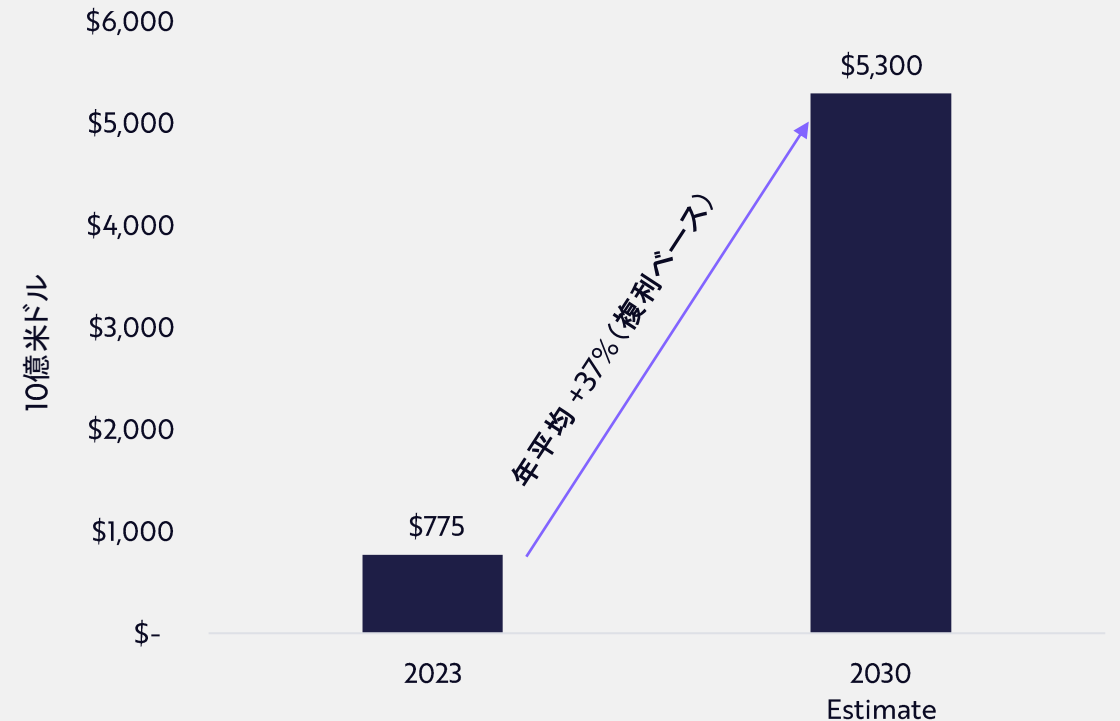
スマートコントラクトのネットワークは2030年までに手数料収入を4,500億米ドル創出する可能性

スマートコントラクトにより、トークン化された資産の組成・所有・管理を、従来の金融サービスに比べて数分の一のコストで行えるようになる可能性があります。金融資産のブロックチェーン・インフラへの移行がインターネット普及初期と同様のスピードで進み、分散型金融サービスが従来の金融サービスが課している料率の3分の1の料金を課すと仮定すると、スマートコントラクトは2030年までに年間4,500億米ドルの手数料（年率換算、複利ベースで78%）を生み出し5兆米ドル超（同32%）の市場価値を創出すると考えられます。

スマートコントラクトによる手数料収入(グロスベース)



スマートコントラクトのプロトコルの市場価値



¹ 2020年と2021年のデータは、トークン・ターミナルの過去における上位20のプロトコルの手数料を基に概算したものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



リサーチ担当者: Nicholas Grous
アソシエートポートフォリオ
マネージャー

Andrew Kim
アナリスト

デジタル コンシューマー

デジタルレジャーへの移行が進行中

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



当社は、デジタルレジャーへの支出が物理的レジャーに対する支出からシェアを奪い、これからの7年間で年平均19%増加し、2023年の7兆米ドルから2030年には23兆米ドルに達すると予想しています。

デジタルレジャーへのシフトを加速させている複数の要因があります：

- **コネクテッドTV (CTV)の広告**は、2023年の250億米ドルから2030年には730億米ドルへ、年平均(複利ベース)で17%増加すると予想します。
- **ソーシャルコマース**の売上は年平均で32%増加し、現在の7,300億米ドルから2030年には5兆米ドルを超える水準になると予想します。
- **スポーツベッティング**は、オンライン/モバイル・スポーツベッティングの合法化によって加速傾向が持続すると予想します。
- **人工知能(AI)を活用したビデオゲームの制作**は、Robloxのようなユーザー生成コンテンツを提供するプラットフォームが新たな潮流になっています。RobloxのExperience(エクスペリエンス)は世界全体で約4億7,000万にも上り、この数はパソコン、家庭用ゲーム機、モバイルゲーム機の合計数の52倍に相当します。
- **AI対応ハードウェア**は、特にバーチャルリアリティ(VR)の課題への直面が続く場合、個人用ウェアラブルコンピューティングの定義を変える可能性を秘めています。

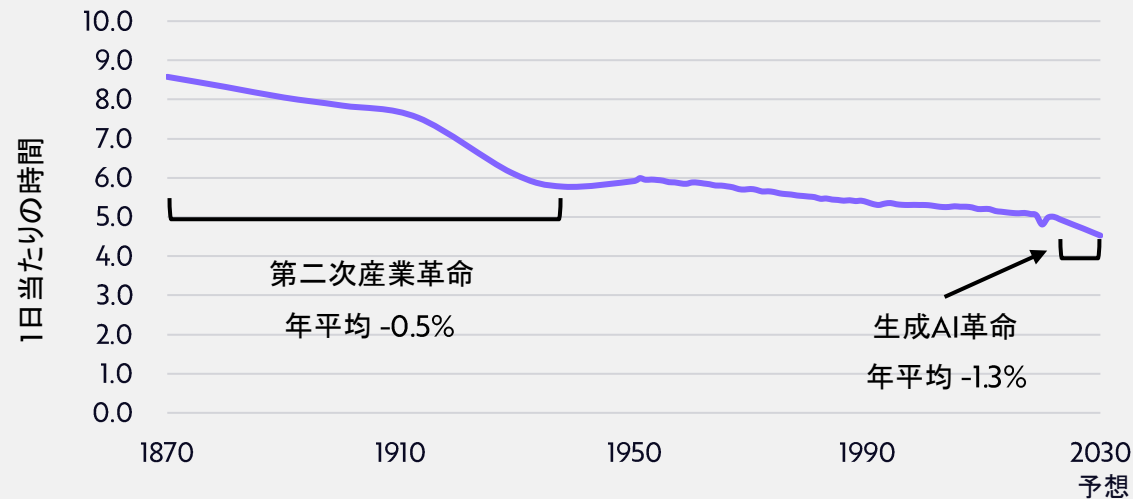


AIの活用により労働者の週平均労働時間が短縮されることで、デジタル消費が刺激される可能性

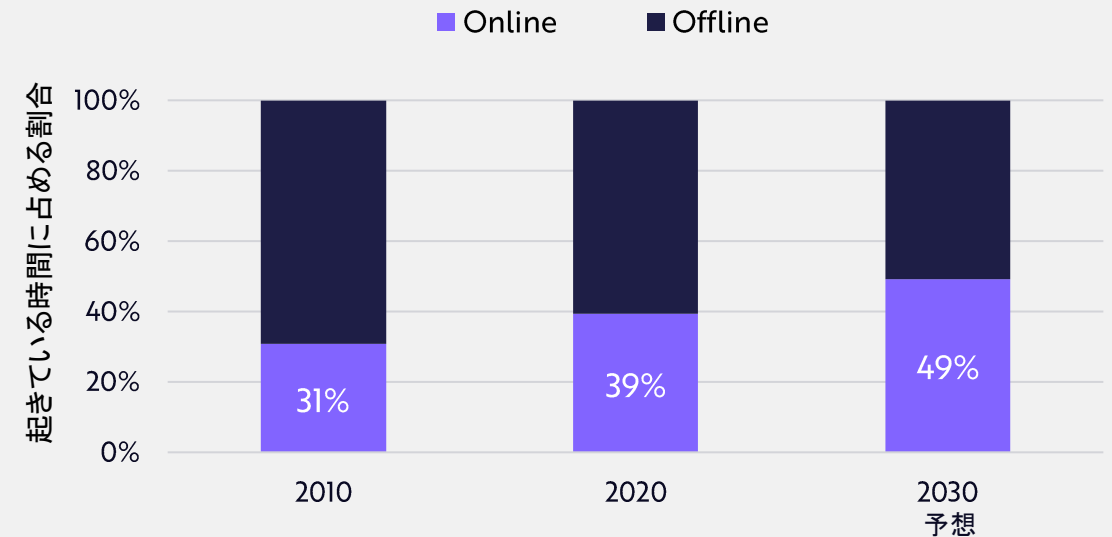
第二次産業革命から第二次世界大戦終結までの80年間における労働者1人当たりの労働時間は世界全体で年平均0.5%減少しました。生成AI導入により、労働者1人当たりの労働時間を2022年の1日5.0時間から2030年には4.5時間へと、さらに年平均で1.3%減少させる可能性があります*。

その結果、消費者はオンラインのエンターテインメントにより多くの時間を費やすことになり、起きている間のオンラインで過ごす時間の割合が2023年の40%から2030年には49%に増加すると考えられます。

世界における労働者の1日当たりの労働時間*



世界におけるオンライン・オフライン時間の割合**



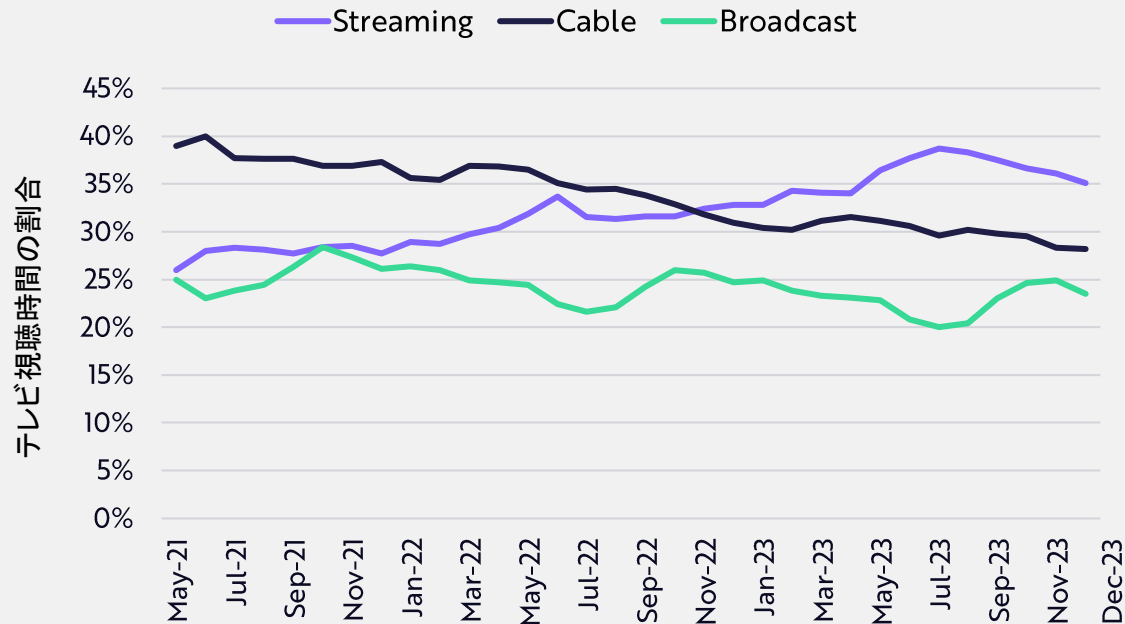
*世界における労働者の1日当たりの労働時間は、労働者1人当たりの年間総労働時間を1年間の日数で除したものです。**オンライン・オフライン時間の割合を示すグラフは、労働や教育の時間を含む、1日に起きている時間の合計を表しています。このグラフのデータは、インターネット利用者の労働時間のみを集計しています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



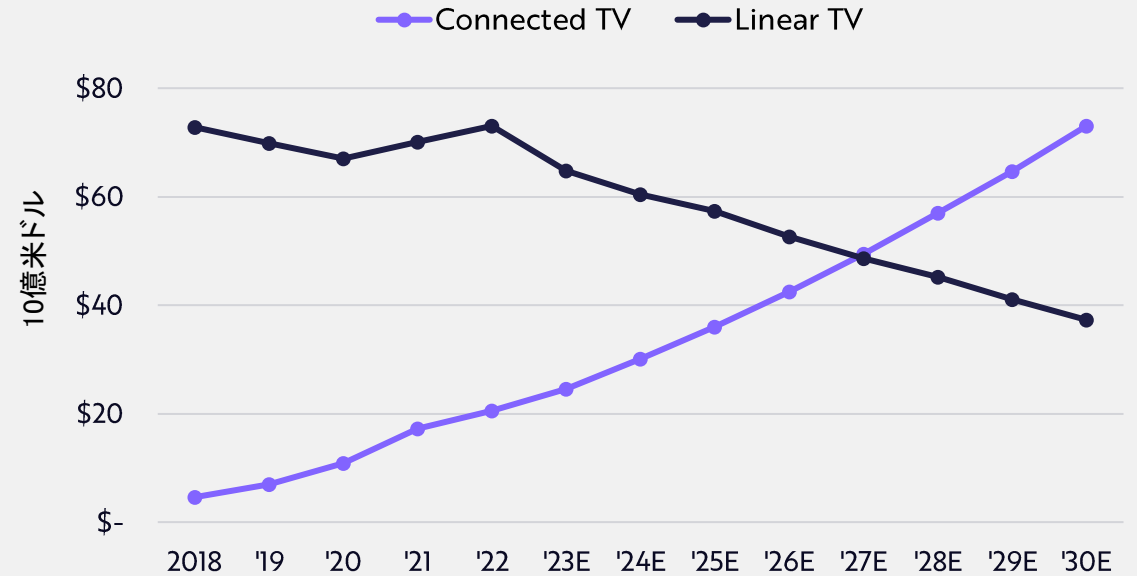
リニアTV(ケーブルTVや一般放送)に置き換わるストリーミングTV

わずか2年で、テレビ視聴に占めるストリーミングTVのシェアは10ポイント超上昇し、ケーブルTVと一般放送(衛星放送と地上波)のシェアを上回り、2023年7月には39%になりました。それとともに、コネクテッドTV(CTV)への広告費が増加し、2023年の250億米ドルから2030年には730億米ドルへと、実質ベースで年平均17%増加する見込みです。見込みどおりとなれば、CTVへの広告費が2027年にはリニアTVを上回る計算になります。

米国における配信サービス別のテレビ視聴時間*



米国におけるテレビの広告費**

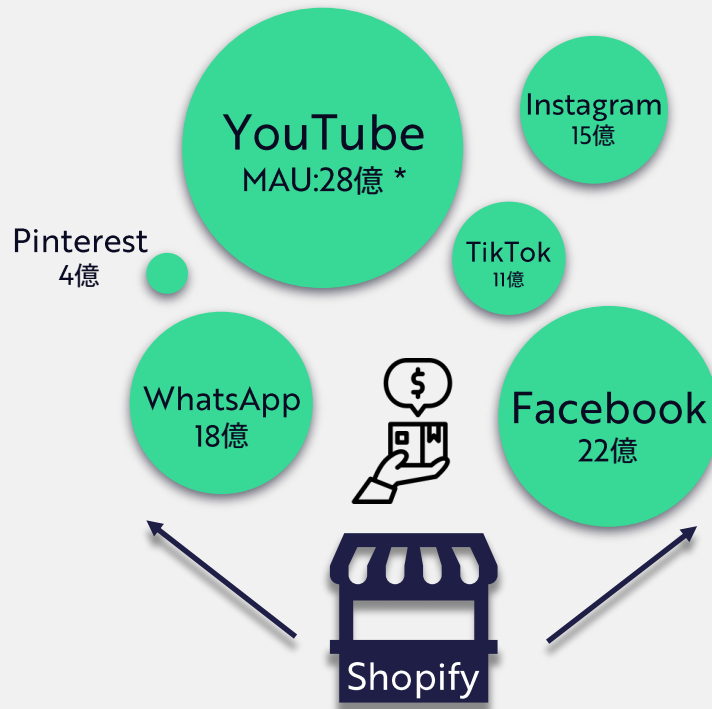


*ストリーミング、ケーブル、一般放送(衛星放送と地上波)のシェアには、ニールセンが「その他」に分類しているビデオ・オン・デマンド(VOD)、オーディオストリーミング、ゲーム、その他のデバイスなどの視聴時間が含まれていないため、合計は100%になりません。**リニアTVは、ケーブル、衛星放送、地上波放送を通じて配信される従来型の配信形態として定義されています。コネクテッドTVは、スマートTV、ストリーミング・メディア・デバイス、ビデオゲーム機、その他の最新ハードウェアを通じてオーバー・ザ・トップ(オンラインでデジタルコンテンツを配信するサービス)で配信されるストリーミングTVとして定義されています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はNielsen, Insider Intelligence, MAGNA Globalを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



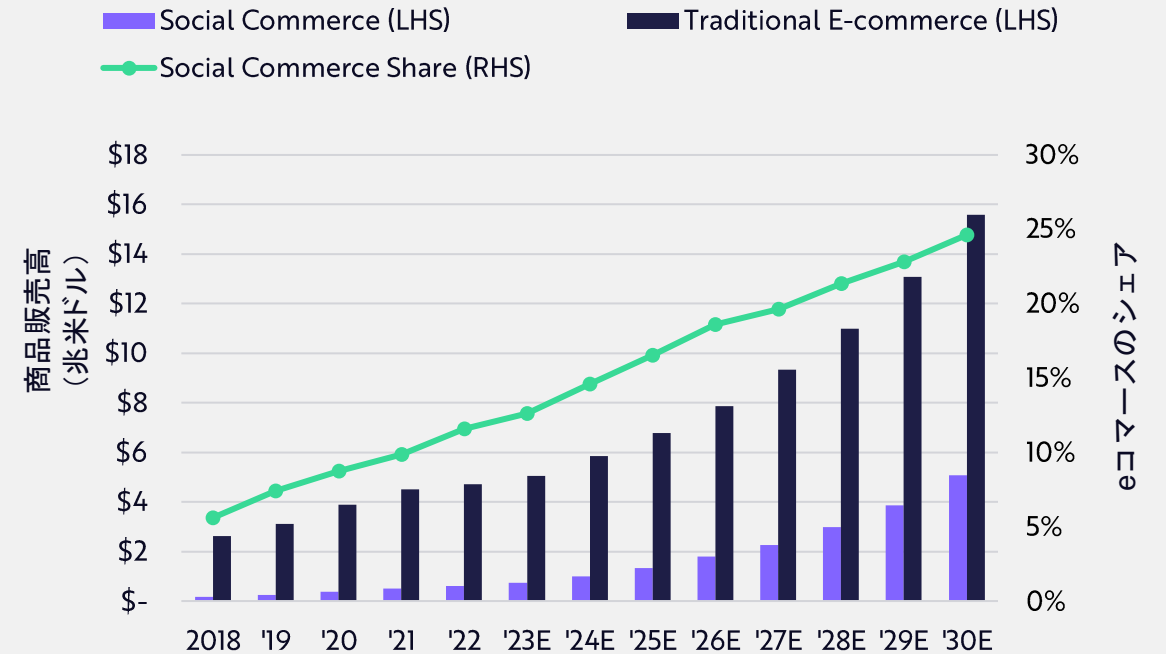
ソーシャルコマース企業は、いつでも、どこへでも、誰にでも販売できる

ソーシャルメディア・プラットフォームは、eコマースを活用して全世界の顧客を相手に収益化を進めています。オムニチャネル(リアルとデジタルの融合)を活用することで、ソーシャルコマースの売上は年平均で32%増加し、現在の7,300億米ドルから2030年には5兆米ドルを超える水準に達する可能性があります。



事業立ち上げ - オムニチャネル販売 - 決済処理 - マーケティング
分析・管理 - 物流・配送 - 資金調達

世界におけるソーシャルコマースの売上高 (ARK予想)



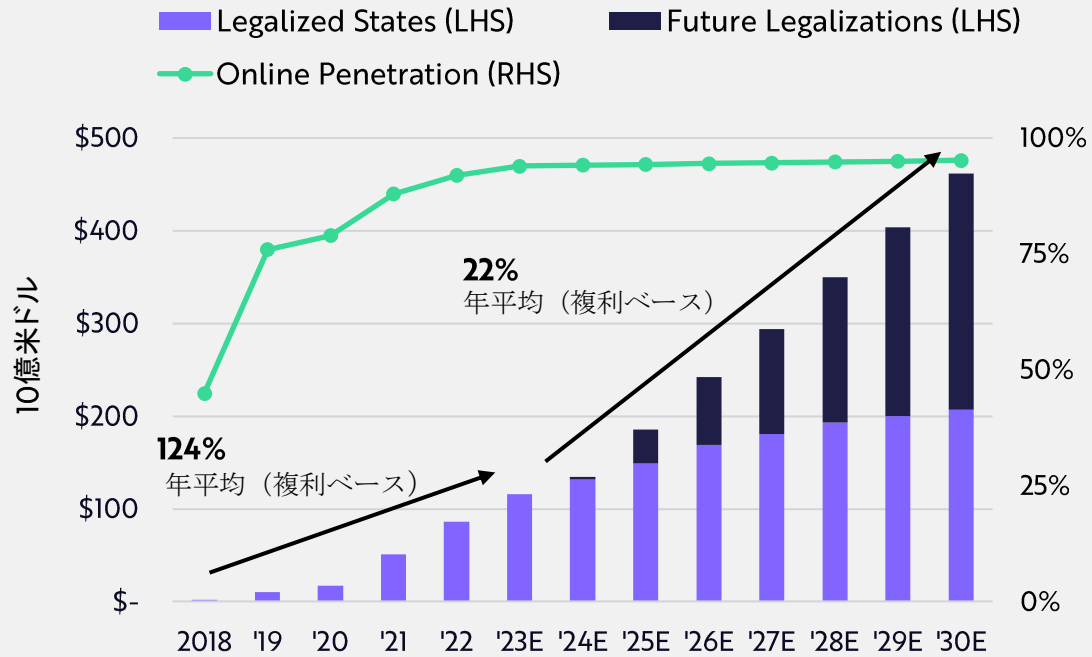
*各プラットフォームの月間アクティブユーザー数(MAU)は、iOSとAndroidのモバイルアプリのデータを基に推定しています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はSensor Towerを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



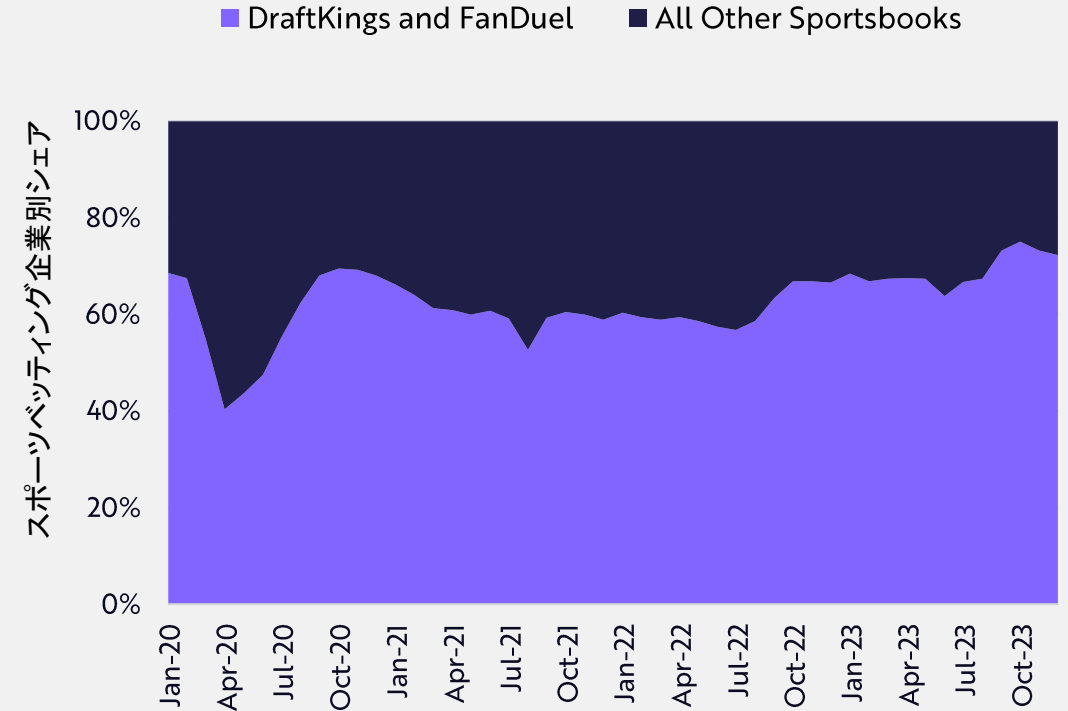
米国におけるバイル・スポーツベッティングの成長は続いているが、一方では淘汰も進行中

オンラインでのスポーツベッティングは、合法化されたことを受けて消費者に受け入れられるようになった一方、顧客を獲得できる勝者企業が他社を大きく引き離しています。2023年にはオンラインでのスポーツベッティングが35%と大きく増加しましたが、そのなかでDraftKingsとFanDuelは、優れたユーザー体験が奏功し、他のスポーツベッティング業者からシェアを奪いました。DraftKingsとFanDuelを合わせると、2023年に米国での預託金のシェアは75%になりました。しかし一方では、極小規模の企業の合計シェアは8ポイント低下しました。

米国におけるオンライン・スポーツベッティング取扱高



米国内の預託金のシェア



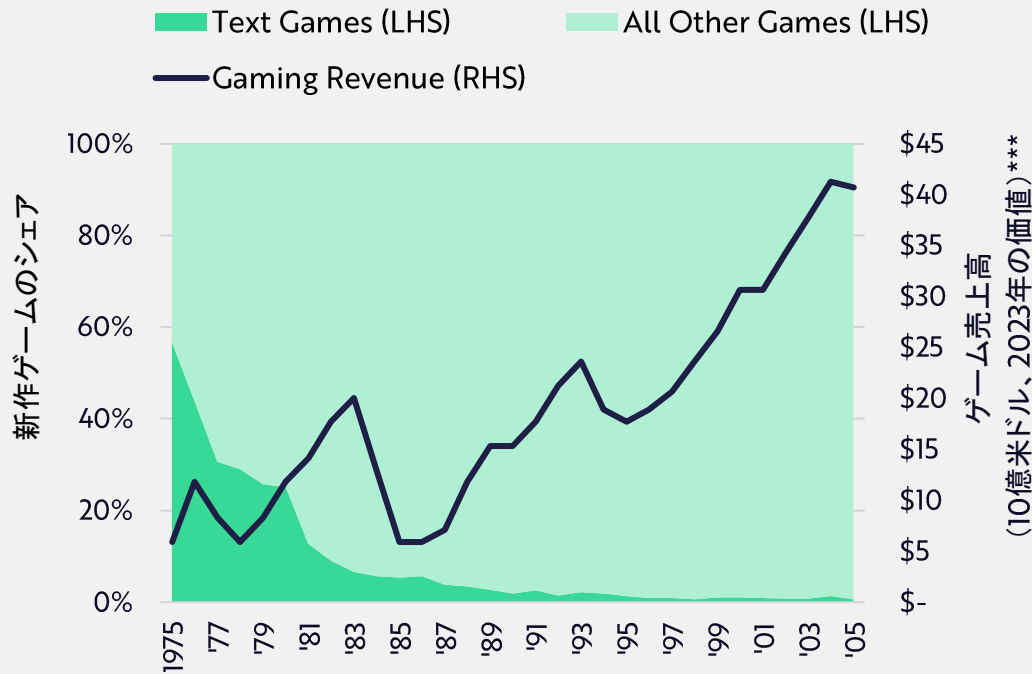
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はYipit Dataを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



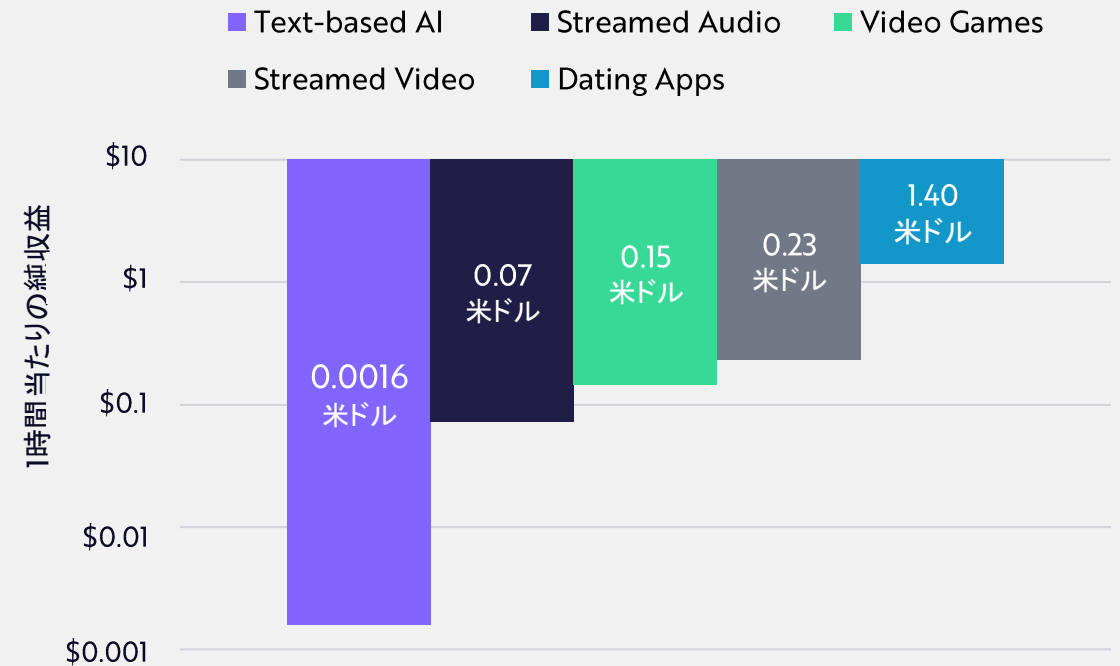
オンラインでの体験はより没入的になっており、収益性も向上

歴史は、没入感が高いほど収益性も高いことを示唆しています。1980年代以前のアドベンチャーゲームはテキストベースでしたが、コンピュータグラフィックスの採用により市場は拡大し、ゲーム売上高は1985年の60億米ドルから1993年には240億米ドルへと年平均で19%と大きく増加しました。現在では、テキスト、画像、音声、動画から情報を収集するマルチモーダルAIにより、より没入感の高いインタラクティブ性のある体験が可能になっていることが好感され、今後も市場を拡大させることになると予想されます。

ビデオゲームの変遷*



プラットフォーム別収益化率**



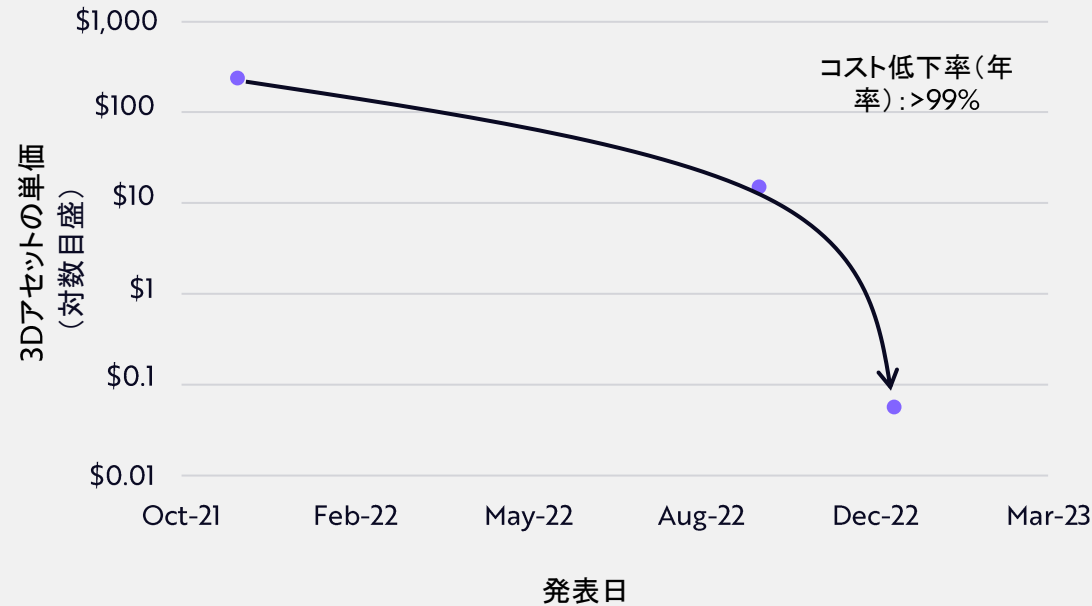
*「テキストゲーム」は、テキストベースのゲームおよびスプレッドシートベースのゲームを指します。「その他ゲーム」は、業務用のゲーム機を含みません。ゲーム売上高はパソコンと家庭用ゲーム機用のゲームのみです。 **さまざまなプラットフォームにおける消費者の直接的支出に伴って獲得できる収益の推定値です。***売上高はインフレ調整後の2023年の米ドル価値です。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



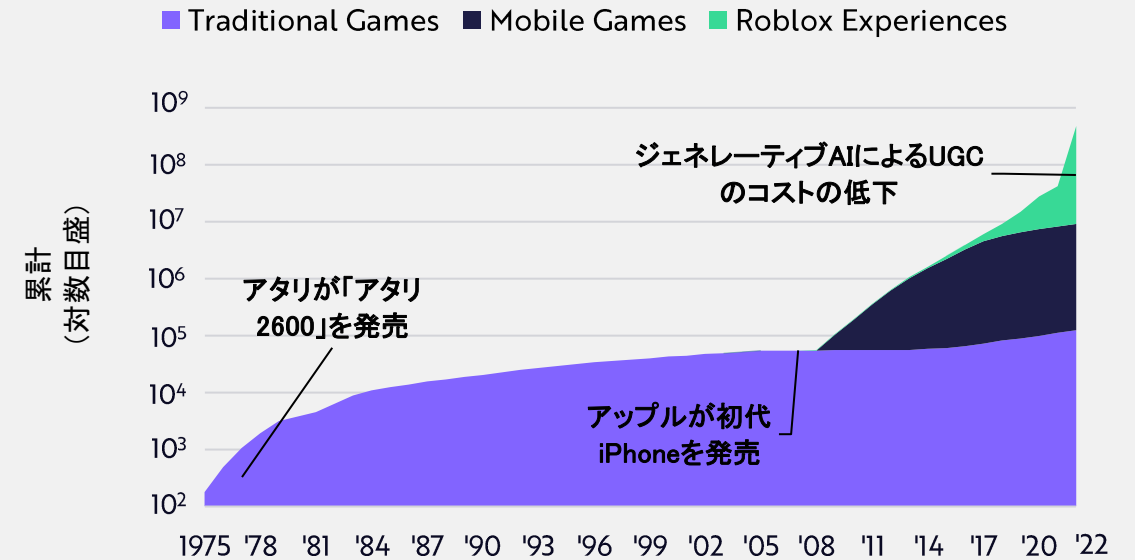
AIを活用した制作により、ゲーマーが開発者になる

ユーザー生成コンテンツ(UGC)プラットフォームにおけるAIによる支援を活用したゲーム制作は、ゲームのコンテンツを爆発的に増加させる可能性があります。当社は、成果物の品質を調整した場合、3Dアセットの生成単価は2021年以降だけで年平均約99%低下し、0.06米ドル未満になっていると推定しています。AIにより誰もがコンテンツを制作できるようになったため、UGCの成長が加速すると考えられます。RobloxのExperience(エクスペリエンス)は世界全体で約4億7,000万にも上り、この数字はパソコン、家庭用ゲーム機、モバイルゲーム機の合計数の52倍に相当します。

コストが低下する3Dアセット作成用の生成AI*



新作ビデオゲーム数



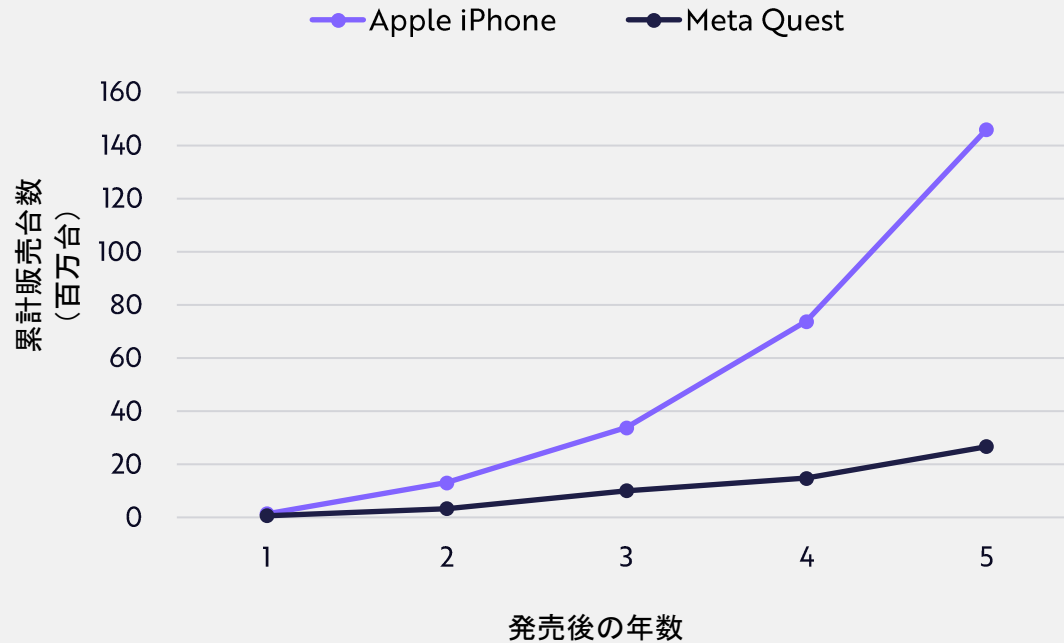
*各モデルのCLIP R-Precisionスコアによって、3Dアセットの生成コストを調整しています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析はNicholら(2022)を含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



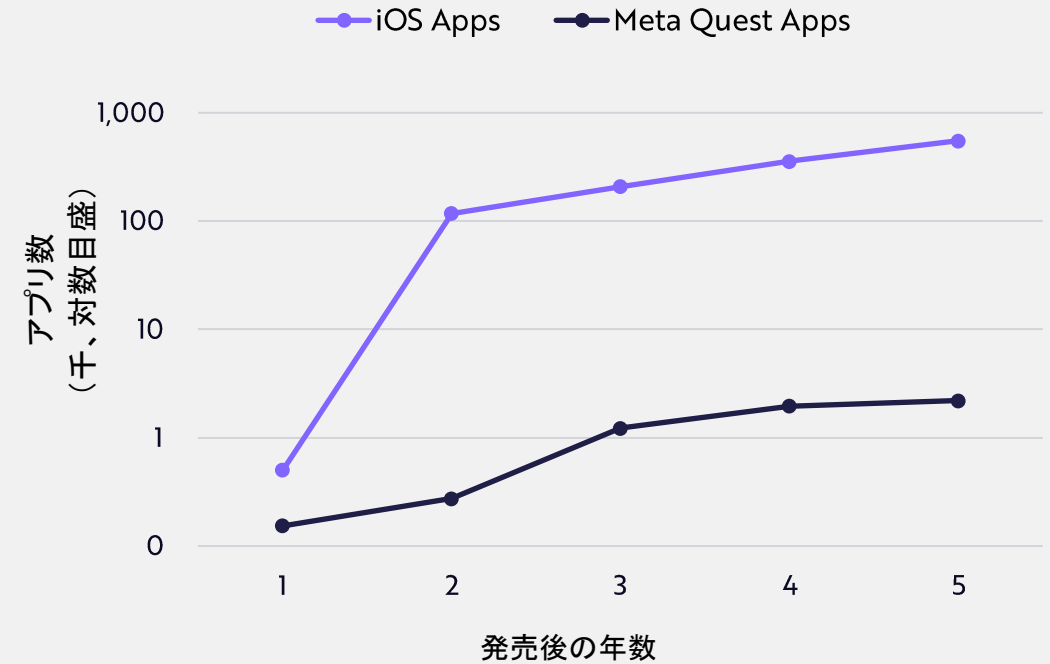
バーチャルリアリティ市場はまだ黎明期

アップルのVision Proなど、ヘッドセットが大幅な改良を受けているにもかかわらず、バーチャルリアリティ(VR)の開発者は開発を進めることにあまり乗り気ではありません。普及が進むと納得できる理由がないため、採用は進んでいません。例えば、Meta Questが提供しているアプリ数は2,200にすぎず、発売から5年間で55万3,000のアプリが登場したiPhoneと比較すれば差は歴然です。そのため、Meta Questの販売台数は2,700万台にとどまり、発売から5年間で1億4,600万台が販売されたアップルのiPhoneの18%にすぎません。

アップルのiPhoneとMeta Questのヘッドセットの
出荷台数



iOSとMeta Questのアプリ数



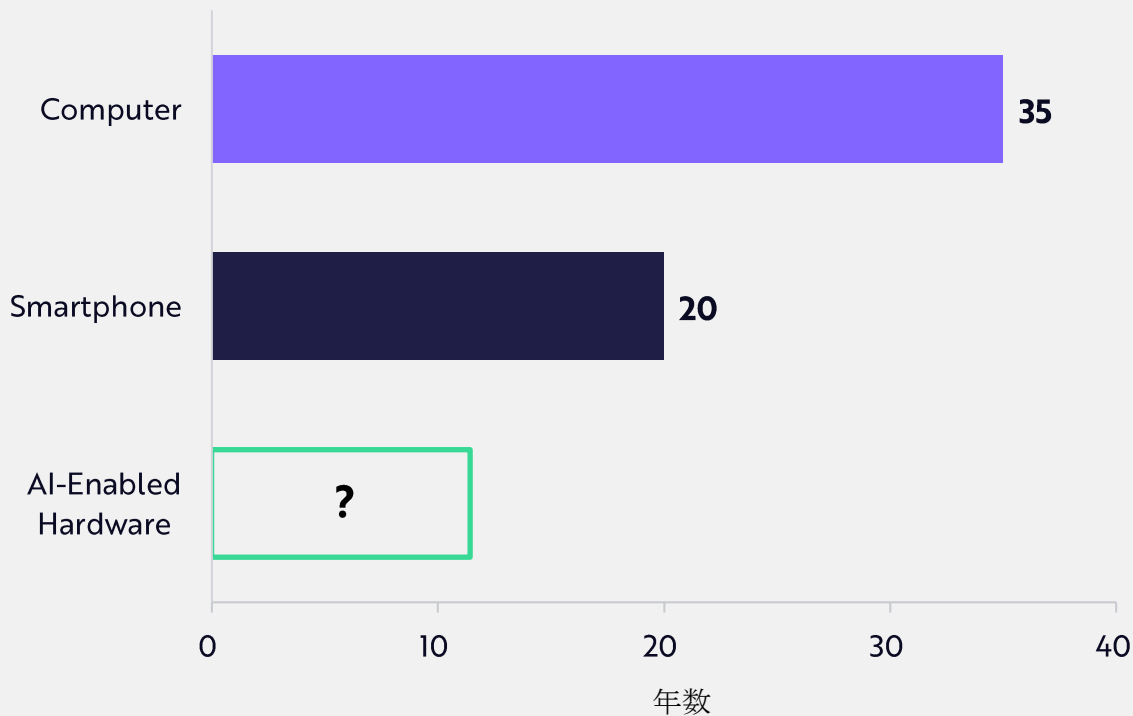
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



AIがパーソナルコンピューティングの定義を変える可能性

コンピューティングの進化に伴い、ハードウェアが普及するまでの期間は、パソコンが35年であるのに対しスマートフォンでは20年と短縮しています。このことがソフトウェア企業の淘汰を誘引しました。AI対応のハードウェアが急速に普及することで、ソフトウェア企業の淘汰が加速する可能性があります。

米国において人口の75%に普及するまでの期間



ソフトウェアの大幅増加

オペレーティングシステムの淘汰

Windows, Commodore 64 OS, Atari TOS, Amiga, Linux, MacOS...

Windows, MacOS, Linux

BB OS, Windows Phone, iOS, Symbian, Android, Palm OS...

iOS, Android

GPT-4, Claude 2, Mixtral, Llama 2, Grok...

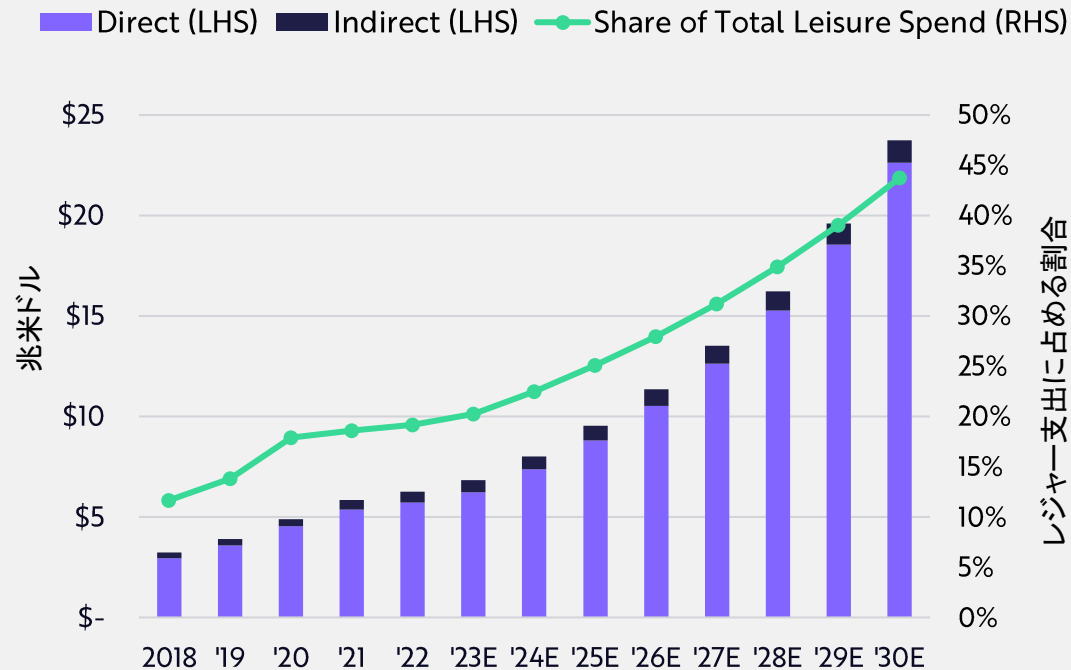
?



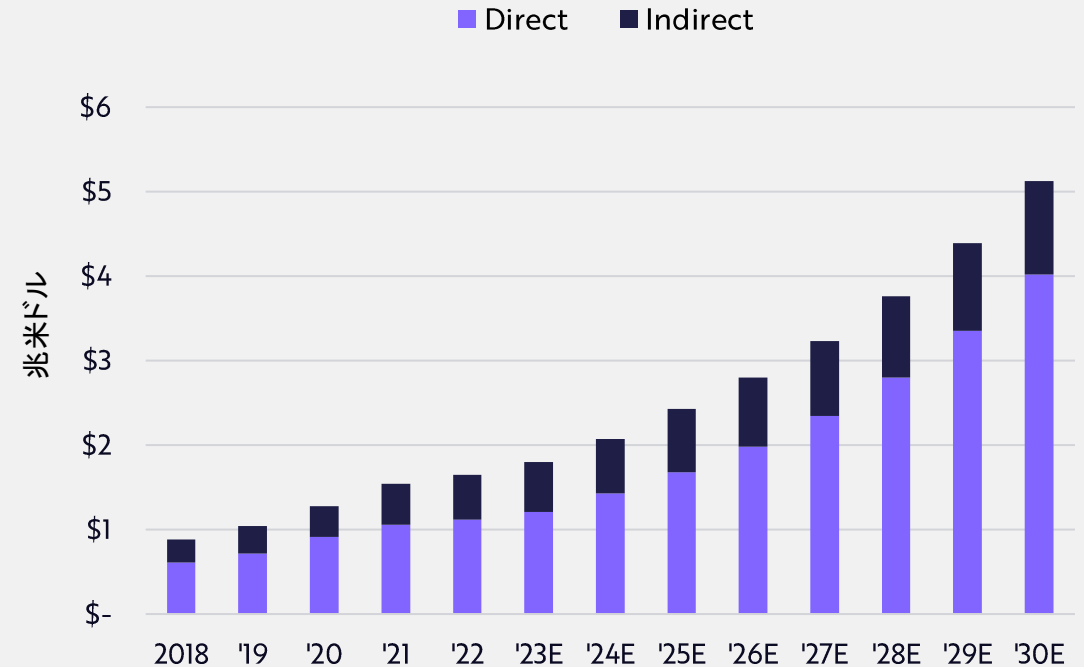
デジタル消費の増加は経済成長率を上回る

世界全体で、消費者は2023年に34兆米ドルのレジャー予算の20%をデジタルレジャー関連の商品やサービスに消費しました。デジタルレジャーへの移行が進むことで、(インフレ調整後の実質ベースの)デジタルプラットフォームの収入*はこれからの7年間で年平均16%増加し、約1兆8,000億米ドルから2030年には5兆米ドルとなり、レジャー支出全体に占める割合が43%に達すると考えられています。

世界全体のデジタルレジャー支出**



世界全体のデジタルプラットフォームの収入



*デジタルプラットフォームの収入は、米国におけるスポーツベッティング、世界全体のビデオゲームのソフトウェア・サービス、世界全体のデジタルビデオ・デジタルオーディオの収入の合計と定義しています。また、eコマースプラットフォームの純収入、NFT(非代替性トークン)のクリエイターフィー(純収入)、世界全体のプラットフォーム収入も含まれます。**直接的収入には、Eコマース、ビデオゲームソフトウェア、デジタルビデオ、デジタルオーディオ、NFT、米国におけるモバイル・スポーツベッティングが含まれます。間接的収入には、すべての分野のデジタル広告費が含まれます。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



デジタルウォレット

2つのネットワークをつなぐ



バーティカルソフトウェアとは、特定の業界のニーズに合わせたソリューションを統合したソフトウェアを指します。業界をリードするバーティカルソフトウェア・プラットフォームは、消費者や加盟店向けの金融サービスの分野で急速に拡大しています。消費者向けと加盟店向けの2つのネットワークにアクセスできることで、バーティカルソフトウェアは、消費者から加盟店、加盟店から従業員、従業員から加盟店へのクローズドループ型の決済取引を促進しています。当社は、バーティカルソフトウェアのプラットフォームがデジタルウォレットを利用することにより、完全なクローズドループ型の決済エコシステムが実現されると考えています。

Block、Shopify、Toastは、デジタルウォレットを消費者、加盟店、従業員をつなぐエコシステムの中核として利用する可能性が高い、将来性のあるプラットフォームです。当社の調査によると、このようなプラットフォームは、クローズドループ型の消費者向け決済、加盟店向け銀行業務、従業員向け給与・支払いが拡大することで、これからの7年間で年平均22~33%収入を増加させ、2023年の70億米ドルから2030年に270~500億米ドルに達する可能性があります*。

*この試算では、Block、Shopify、Toastのコアとなる収入が7年間で年平均22%増加するとの予測値を用いています。今後の新たな分野における収入増加分をコア収入に加えると、これからの7年間ににおける年平均増収率は22%~から33%に上昇します。当社は、Blockの過去における収入の実績およびSquareの加盟店エコシステム全体において期待できる収入の額をモデルの主変数として使用しており、Squareとは無関係のCash AppやAfterpayに関連する収入は含めていません。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



金融サービスの統合を図るバーティカルソフトウェア・プラットフォーム

Block、Shopify、Toast等のバーティカルソフトウェア・プロバイダーは、加盟店の主要業務の支援を提供しているにとどまらず、金融関連業務を統合したシステムを提供しています。デジタルウォレットを中核とし、協働する銀行やフィンテック企業との提携、さらには自社で銀行免許を取得することなどを通じて、バーティカルソフトウェアのプラットフォームは、現在頻繁に発生する効率の悪い従来型の金融機関とのやり取りなしに加盟店が金融取引を行なうことができるようになります。

	消費者*		加盟店					
	デジタルウォレット	給与	小切手決済	預金**	デビットカード	クレジットカード	運転資金融資	支払い***
Block	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Shopify	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Toast	✓	✓			✓		✓	✓

*BlockのCash AppとToastのモバイル版MyToastは消費者向けデジタルウォレット、Shopifyのモバイル版ShopとToastのモバイル版Toast Takeoutは初期段階のデジタルウォレットに分類しています。** Shopify Balanceは加盟店向けの小切手決済と預金の両方に分類しています。***xtraCHEFに自動請求書発行機能が備わっていることを考慮すると、Toastが近々同社のプラットフォームで直接支払機能を提供するとみています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



消費者向けサービスの統合を図るバーティカルソフトウェア・プラットフォーム

バーティカルソフトウェア・プラットフォームは、広範な加盟店向けのネットワークを構築しているだけでなく、デジタルウォレットを活用した消費者向けのネットワークの構築も図っています。加盟店向けと消費者向けのネットワークを同時に拡大させることで、バーティカルソフトウェア・プラットフォームは、この2つのネットワークの基本システムになりつつあります。

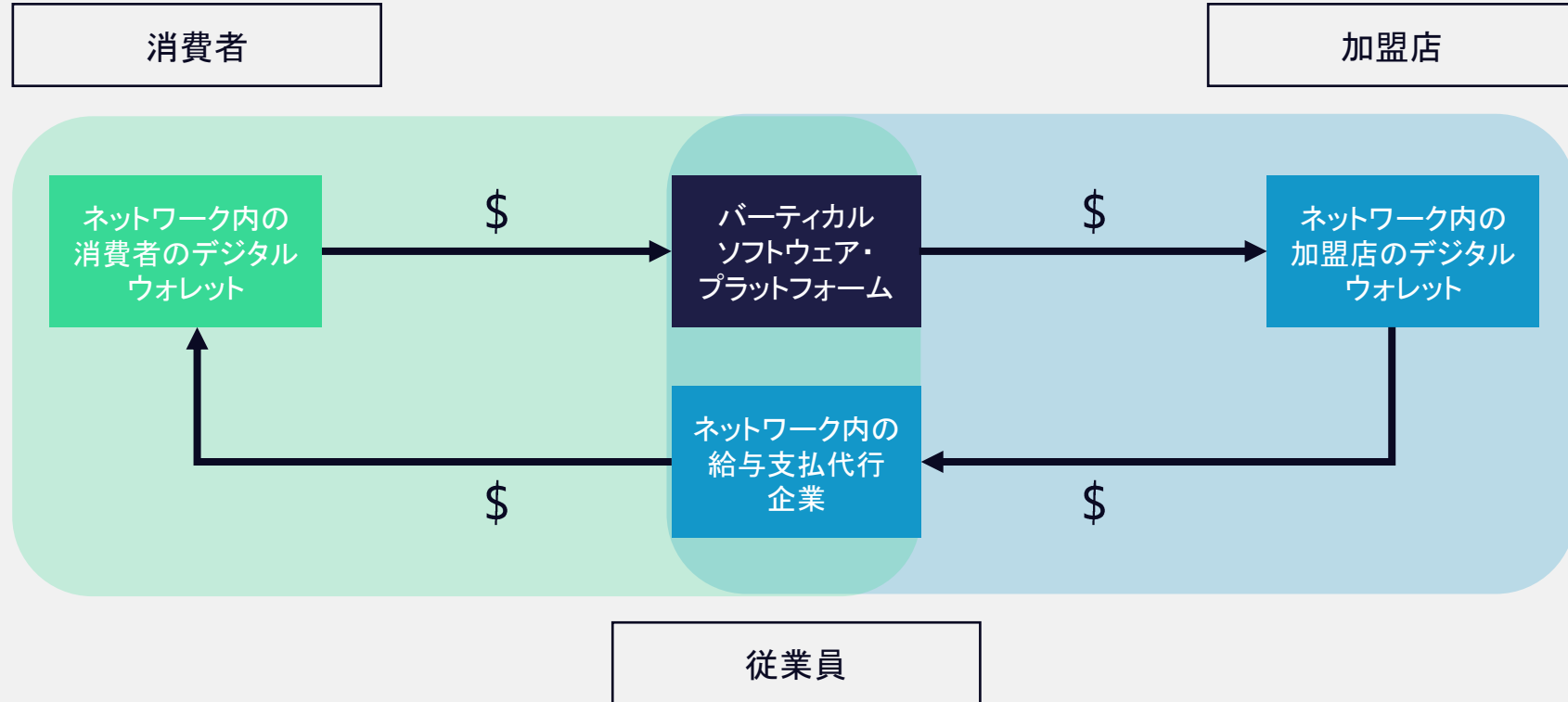
	消費者*								加盟店
	支払い	小切手決済	預金	デビットカード**	後払い決済	個人向けローン	eコマース	ポイントカード	デジタルウォレット
Block	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Shopify	✓				✓		✓	✓	✓
Toast	✓			✓			✓	✓	✓

*BlockのCash AppとToastのモバイル版MyToastは消費者向けデジタルウォレット、Shopifyのモバイル版ShopとToastのモバイル版Toast Takeoutは初期段階のデジタルウォレットに分類しています。** Toast Pay Cardは消費者向けのデビットカードに分類しています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



2つのネットワークをつなぐことで、消費者と加盟店の間の隙間を埋めることができる

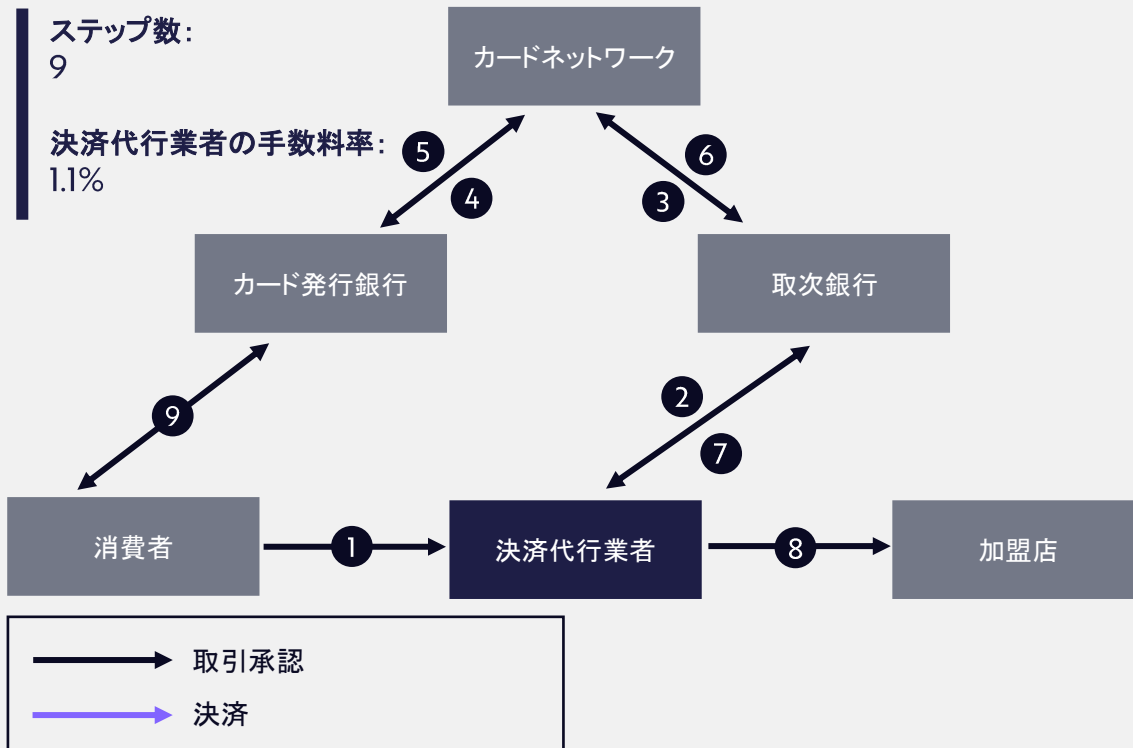
クローズドループ型の決済エコシステムでは、消費者から加盟店、加盟店から従業員、従業員（同時に消費者）から加盟店という3方向の送金をネットワーク内で完結できます。このような決済エコシステムを構築するためには、プラットフォームは以下が必要です。1) どちらのネットワークも規模が大きく、連携できること、2) 加盟店の業務と財務を把握できること、3) 業界に関する垂直的な専門知識



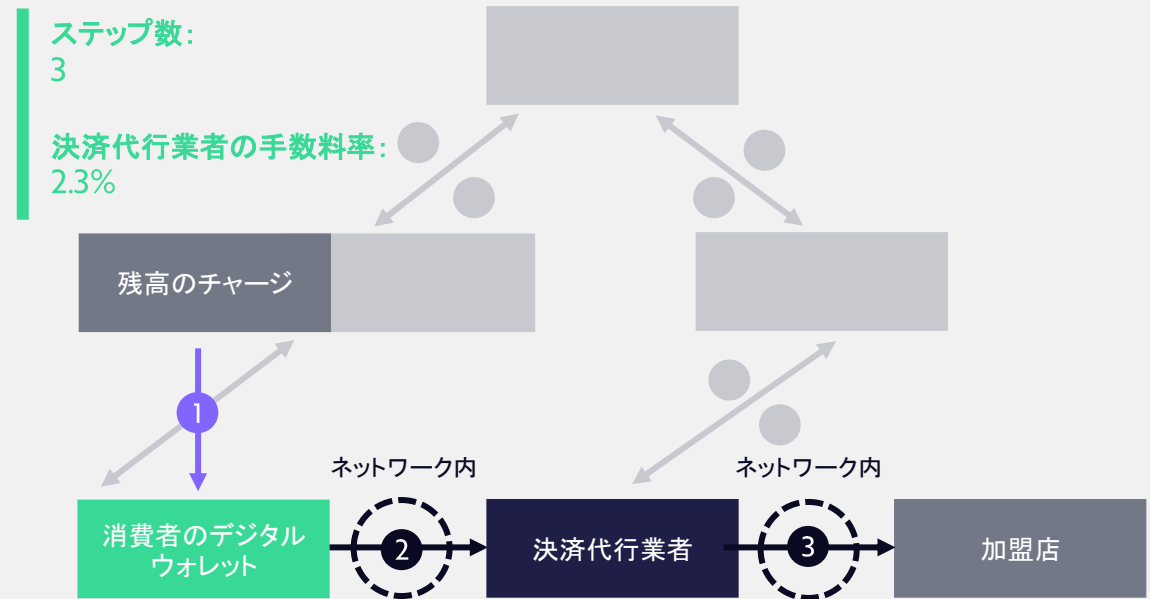
デジタルウォレットが消費者→企業(C2B)の決済エコシステムにおける仲介機関を不要にする可能性が高い

デジタルウォレットの残高内の資金取引は、銀行やカードネットワークが介在しないため、決済代行企業、加盟店、消費者のすべてが中間手数料を省くことができます。当社は、バーティカルソフトウェア・プラットフォームのなかで、消費者向けと加盟店向けのエコシステムの規模が大きなプラットフォームは、デジタルウォレットを活用することでクローズドループ型の取引を促進できるとみています*。

従来: 消費者→企業(C2B)支払いの承認プロセス



今後: クローズドループ型での消費者→企業(C2B)支払いの承認プロセス



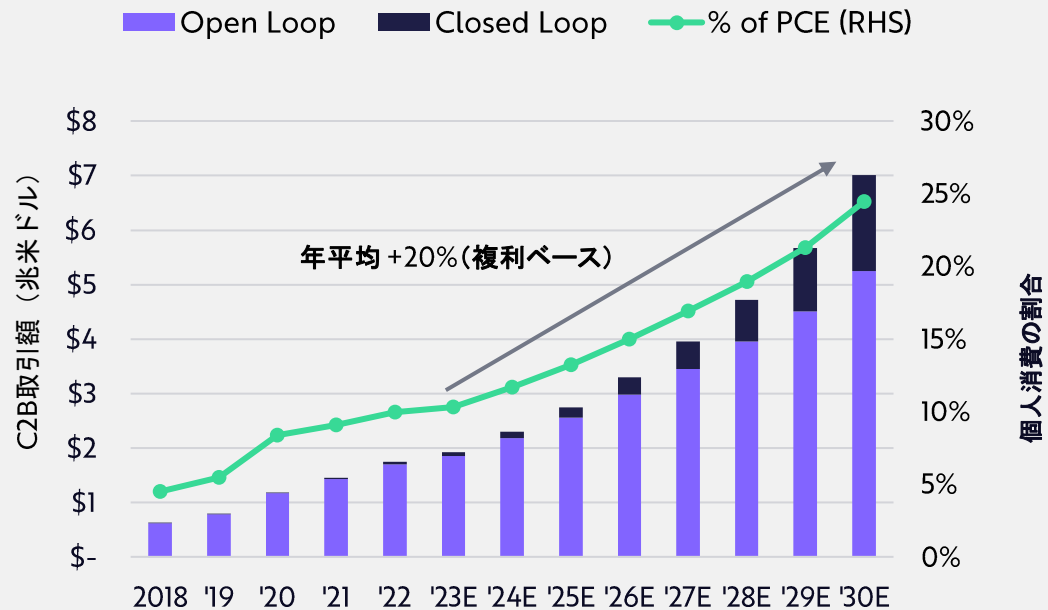
*支払いのプロセスおよび推定手数料は、例示を目的としたものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



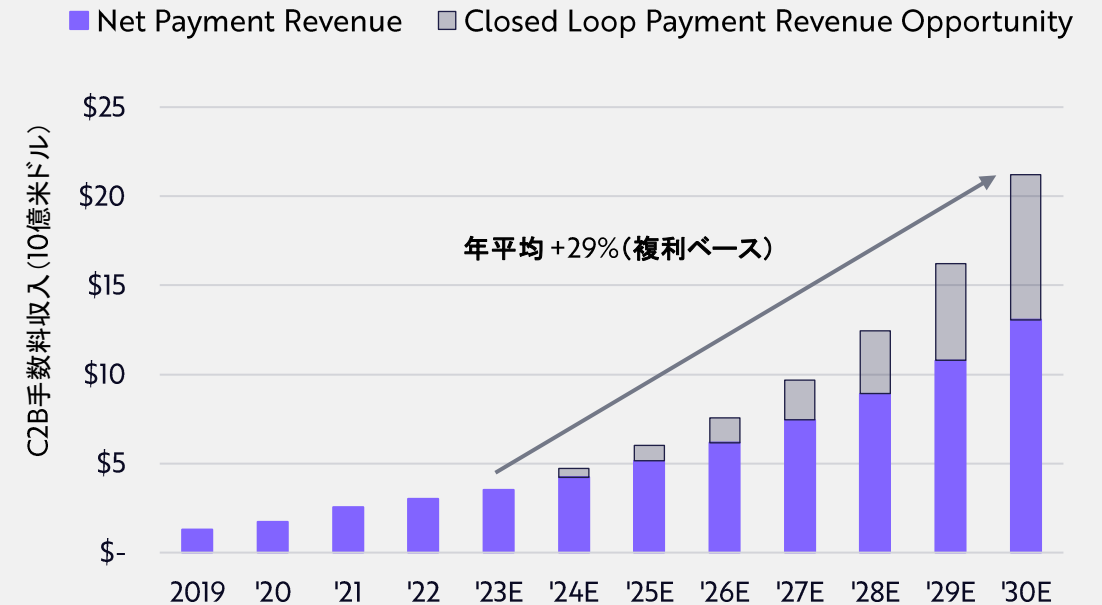
米国におけるクローズドループ型の決済額は2030年までに24倍に増加する可能性

当社は、デジタルウォレットによる消費者→企業(C2B)の決済額はこれからの7年間で年平均20%増加し、2023年の約2兆米ドルから2030年には約7兆米ドルになると予想しています。決済全体に占めるクローズドループ型の割合も約4%から25%に増加し、その結果、BlockのSquare、Shopify、Toast合計の決済に伴う手数料収入も同期間で35億米ドルから約210億米ドル(年平均29%)に増加すると予想しています**。

米国におけるデジタルウォレットの取引金額*



米国におけるBlock(Square)、Shopify、Toastの手数料収入



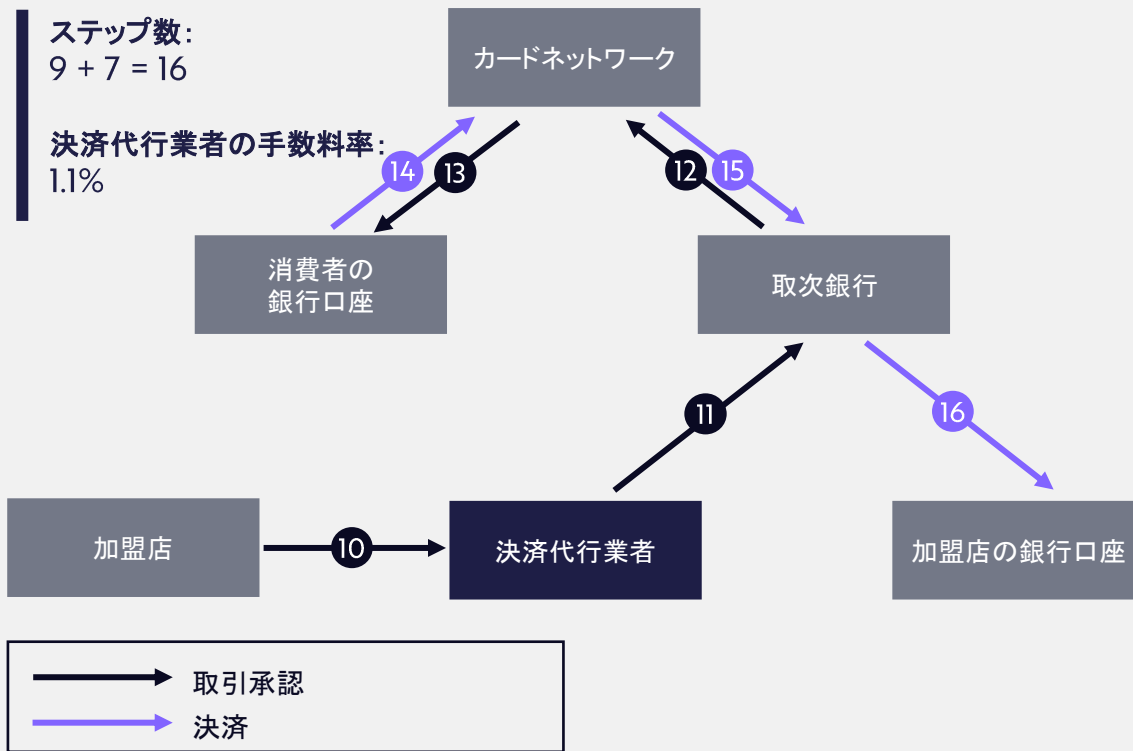
*クローズドループ型取引とは、第三者のカード発行会社やネットワークが介在しない消費者→購入者(C2B)のデジタルウォレット取引を指します(ただし、デジタルウォレットへのチャージ取引を除く)。**クローズドループ型決済の手数料収入は総額であり、ソフトウェアプラットフォーム企業、関連する他のフィンテック企業、連携する金融機関など、関係するすべての機関が受け取る金額の合計です。Blockの過去における収入の実績およびSquareの加盟店エコシステム全体において期待できる収入の額をモデルの主変数として使用しており、Squareとは無関係のCash AppやAfterpayに関連する収入は含めていません。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はWorldplay(2019/2020/2021/2022/2023)を含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



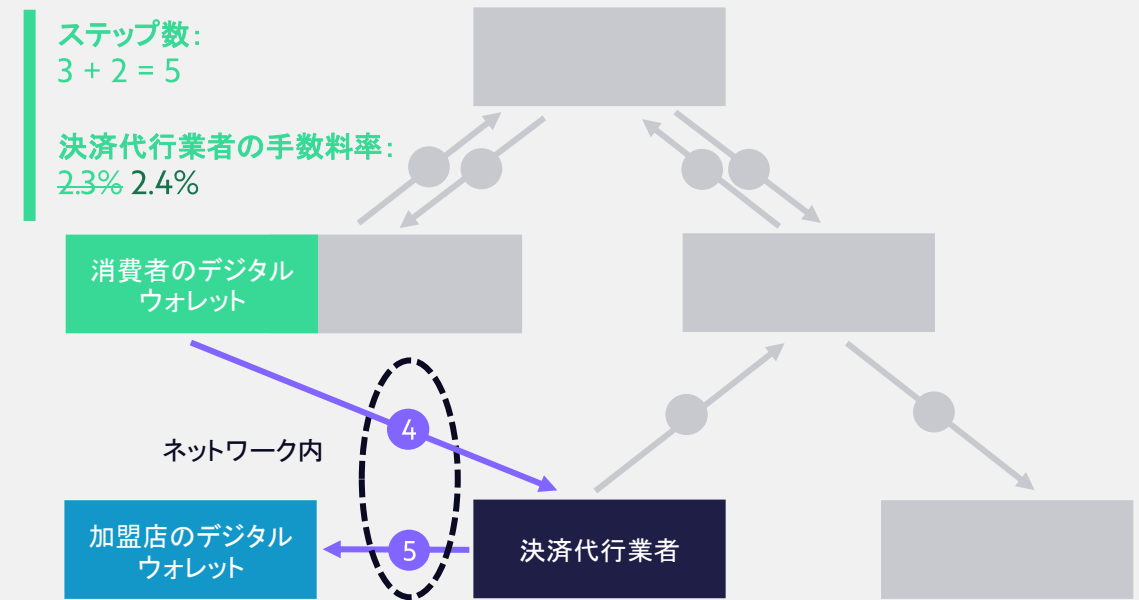
デジタルウォレットが加盟店の資金取引における仲介機関を不要にする可能性

バーティカルソフトウェアのプラットフォームは、加盟店に金融サービスを提供することが可能です。デジタルウォレットを利用することで、バーティカルソフトウェアのプラットフォームは利便性を向上させられるだけでなく、預金を収益に結び付けるとともに、決済プロセスにおける承認から加盟店への支払いまでのステップ数を16から5に減らしながら、プラットフォームが受け取る手数料率を2倍超に引き上げることができるようになります*。

従来: 加盟店への支払い



今後: クローズドループ型での加盟店への支払い



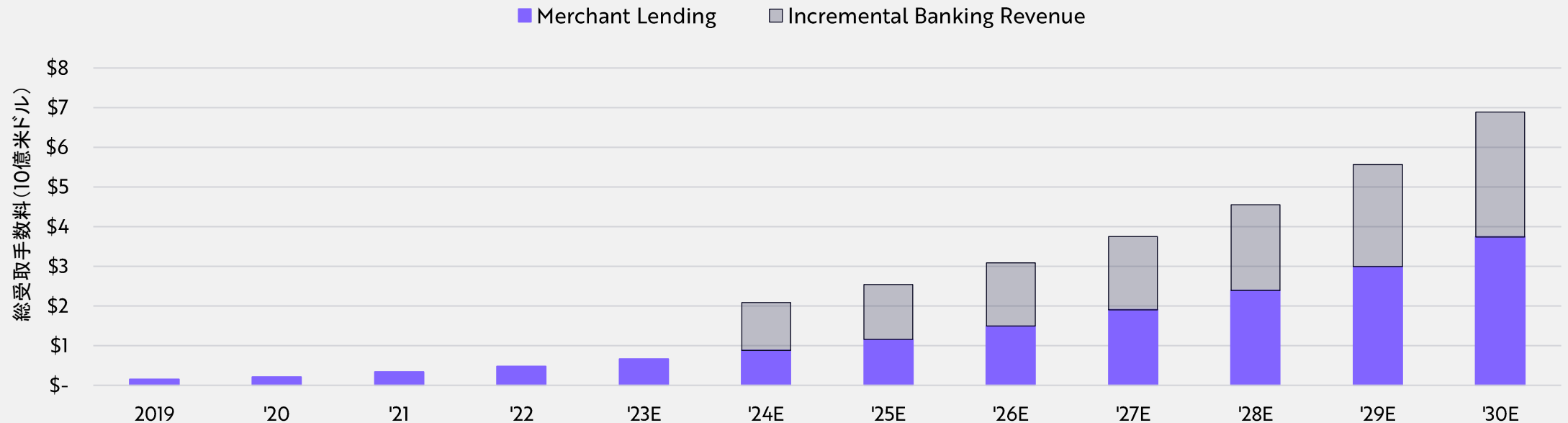
*支払いのプロセスおよび推定手数料は、例示を目的としたものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



加盟店からのデジタルウォレット関連手数料収入は2030年までに2倍になる可能性

預金における純利鞘が大手商業銀行と同等と仮定した場合、Block (Square)、Shopify、Toastが加盟店との金融取引から得られる収入は、2023年の7億米ドルから2030年には70億米ドルへと、7年間で年平均40%増加すると考えられます。手数料収入が70億米ドルに増加した際は、米国全体における商業決済収入に占める3つのプラットフォームのシェアは、現在の約0.3%から2030年には約1.6%へと5倍になると予想しています。

Block (Square)、Shopify、Toastが米国における 加盟店との銀行業務にて獲得可能な収入*



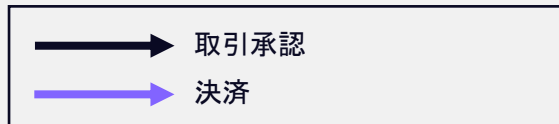
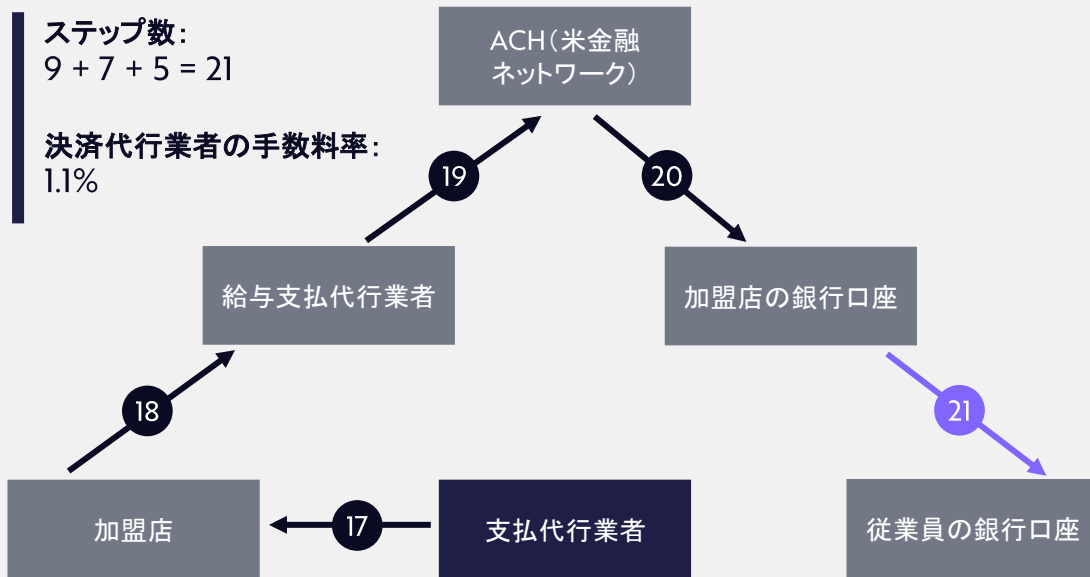
*銀行業務関連収入の増加分は、Block、Shopify、Toastによる加盟店の預金および融資の純金利収入と非金利収入の両方を含みますが、すでに予測値として計上した分、およびToastの運転資金融資に伴う収入は含んでいません。両項目とも、手数料収入の総額であり、ソフトウェアプラットフォーム企業、関連する他のフィンテック企業、連携する金融機関など、関係するすべての機関が受け取る金額の合計です。本予測には、即時振込、コーポレートカードの発行と使用管理、支払いに伴う収入は直接的には含まれていません。Blockの過去における収入の実績およびSquareの加盟店エコシステム全体において期待できる収入の額をモデルの主変数として使用しており、Squareとは無関係のCash AppやAfterpayに関連する収入は含めていません。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はMcKinsey & Company (2018/2019/2020/2021/2022/2023)を含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



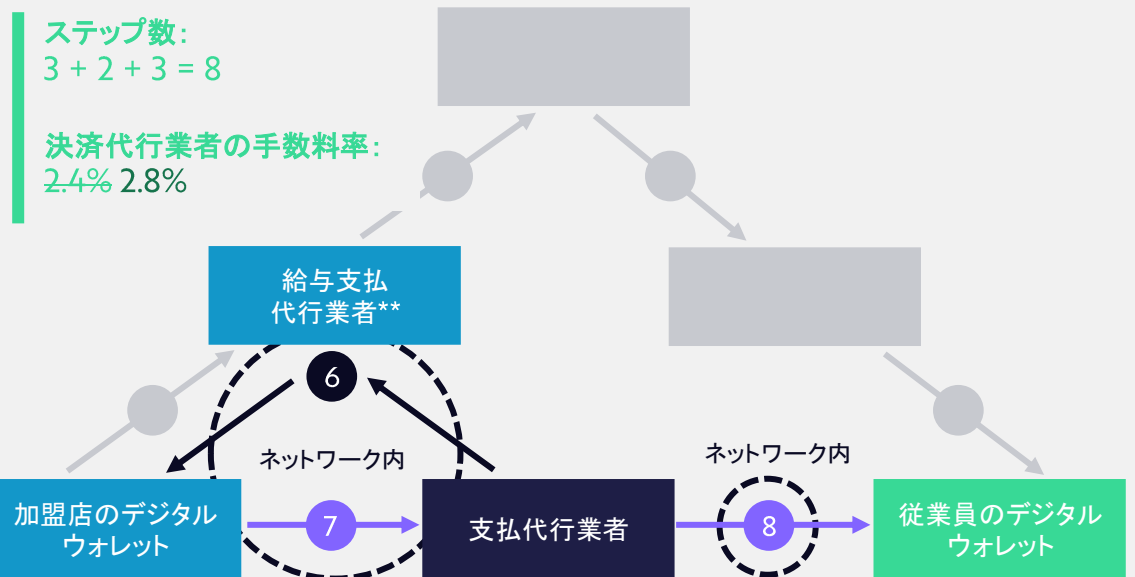
デジタルウォレットが給与振込業務における仲介機関を不要にする可能性

バーティカルソフトウェアのプラットフォームは、デジタルウォレットを使用して加盟店と従業員を直接結び付け、新規顧客獲得に伴うコストをあまりかけずに収益拡大の機会を獲得できると考えられます*。

従来: 給与支払いプロセス



今後: クローズドループ型での支払いプロセス



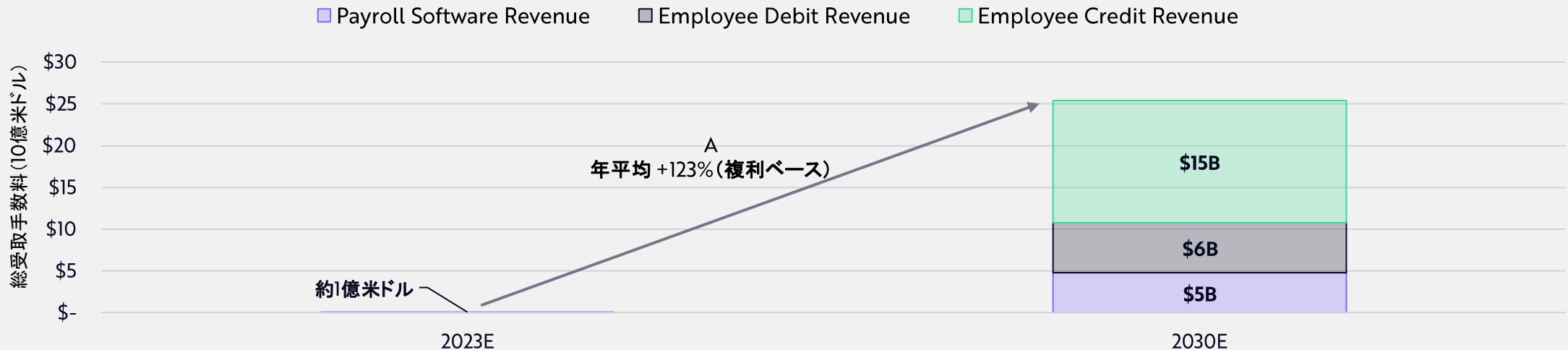
*支払いのプロセスおよび推定手数料は、例示を目的としたものです。**この例では、給与支払代行業務を自社で行なう場合と第三者の名義で行なう場合の両方を前提としています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKIによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



従業員のデジタルウォレット関連業務が250億米ドルの収入につながる可能性

従業員のデジタルウォレットは、消費者のそれと同様に、業界の特性に合わせた、多くの金融の機能を備え持つアプリに進化する可能性があります。従業員への給与などの支払い業務は、Block、Shopify、Toastにとって魅力的な収益機会になる可能性があります。当社は、2030年に獲得可能な給与支払額が1兆米ドルになるとみており、そうなれば、従業員向けデジタルウォレット事業は250億米ドルの収入をもたらすことになると考えられます*。これらのプラットフォームがこの収益機会の100%を獲得できるとすると、従業員向けデジタルウォレット事業の収入は今後7年間で年平均123%増加する可能性があります。

米国においてBlock、Shopify、Toastが従業員向けデジタルウォレット事業で獲得可能な収入



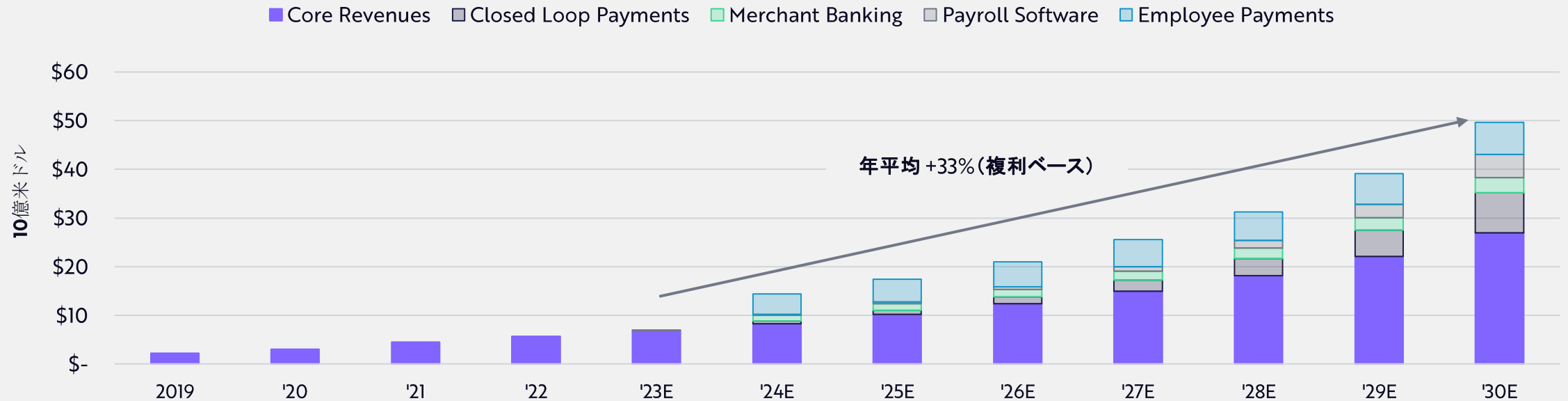
*約1兆米ドルという給与支払の扱い額の予想は、Block、Shopify、Toastの加盟店、従業員、ならびに小売、宿泊・飲食などの消費者向けサービス、専門的サービス、消費者向けエンターテインメントなど、垂直市場として獲得可能な分野における従業員の平均給与額の予測を合計したものです。**すべての手数料収入は総額であり、ソフトウェアプラットフォーム企業、関連する他のフィンテック企業、連携する金融機関など、関係するすべての機関が受け取る金額の合計です。給与計算ソフトウェアの収入にはフロート収益(顧客から支払い用に預かっている資金の運用益)は含まれておらず、消費者の支払関係の収入として二重に計上されている可能性のある従業員のデビットカードやクレジットカード由来の収入は調整していません。Blockの過去における収入の実績およびSquareの加盟店エコシステム全体において期待できる収入の額をモデルの主変数として使用しており、Squareとは無関係のCash AppやAfterpayに関連する収入は含めていません。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



デジタルウォレット事業によりバーティカルソフトウェアの収入を230億米ドル創出する見込み

当社では、Block(Square)、Shopify、Toastのコア収入がこれからの7年間で年平均22%増加し、2023年の70億米ドルから2030年には270億米ドルになると予想しています。さらにクローズドループ型の消費者向け決済、加盟店向け銀行業務、従業員向け給与・支払いが230億米ドルの収入増をもたらし、合計すると2030年までの年平均増収率は22%から33%に上昇する可能性があるかと予想しています。

米国におけるBlock(Square)、Shopify、Toastの増収機会*



**コア収入には、ソフトウェア、オープンループ型決済、加盟店向け融資など、既存の全事業の収入が含まれます。加盟店との金融取引から得られる収入は、Block、Shopify、Toastによる加盟店の預金および融資の純金利収入と非金利収入の両方を含みますが、すでに予測値として計上した分、およびToastの運転資金融資に伴う収入は含んでいません。すべての分野の収入は、オープンループ型決済の収入、クローズドループ型決済の収入、従業員への支払いに伴う収入を除いた手数料収入の総額であり、ソフトウェアプラットフォーム企業、関連する他のフィンテック企業、連携する金融機関など、関係するすべての機関が受け取る金額の合計です。従業員への支払いの純手数料収入を推定するに当たり、現時点におけるソフトウェアプラットフォームの手数料率を適用しており、従業員への支払いをクローズドループ型に変更することに伴うシナジーを別途推定していません。また、コア収入を除いたすべての分野の収入を別途推定するのではなく、米国においてBlock(Square)、Shopify、Toastが収益化できる分野で獲得可能な金額を収入として捉えています。Blockの過去における収入の実績およびSquareの加盟店エコシステム全体において期待できる収入の額をモデルの主要変数として使用しており、Squareとは無関係のCash AppやAfterpayに関連する収入は含めていません。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



リサーチ担当者:

Alexandra Urman

アナリスト

Pierce Jamieson

アナリスト

Rong Guo

リサーチアソシエート

精密治療

より効率的でより安価な治療法



この20年間において、精密治療、CRISPR遺伝子編集、RNA治療、標的タンパク質分解など、多くの新たな治療法が開発されました。AI(人工知能)、CRISPR遺伝子編集、新しい解析技術を駆使した革新的な治療法は、研究開発(R&D)の費用対効果を改善させたと同時に、それまで薬物投与ができなかった病気が創薬可能になりました。

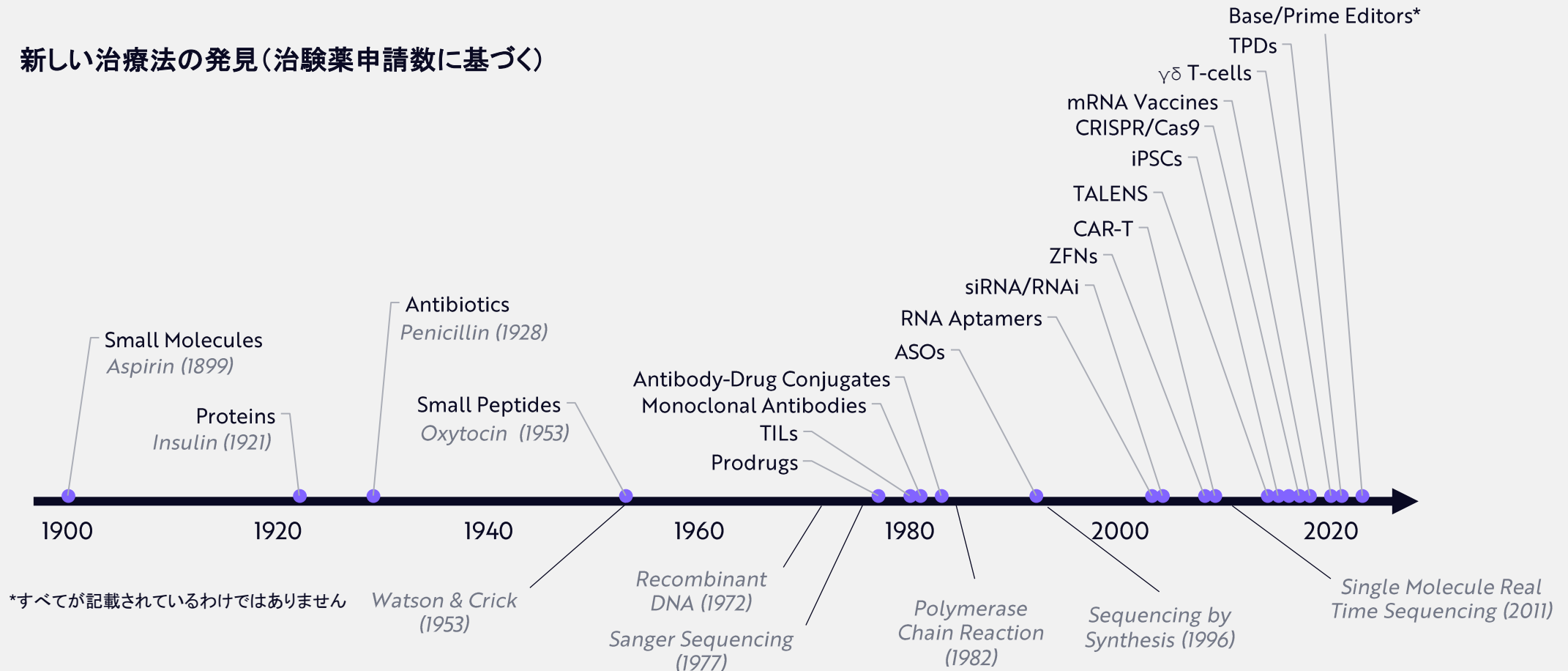
精密治療は、DNA、RNA、タンパク質などを網羅するマルチオミクス解析を用いた治療法として注目されています。当社の調査によると、精密治療に特化する企業の企業価値は、今後7年間で年平均28%増加し、2023年の約8,200億米ドルから2030年には約4兆5,000億米ドルに増加する可能性があります。



新たな治療法の増加

この30年間で、それまでとはまったく異なった作用をもつ治療法が急増しました。治療可能な疾患が増加しただけでなく、有効性と安全性も向上しました。2023年には、臨床試験の25%超が新しい治療法を用いたものになりました。

新しい治療法の発見(治験薬申請数に基づく)



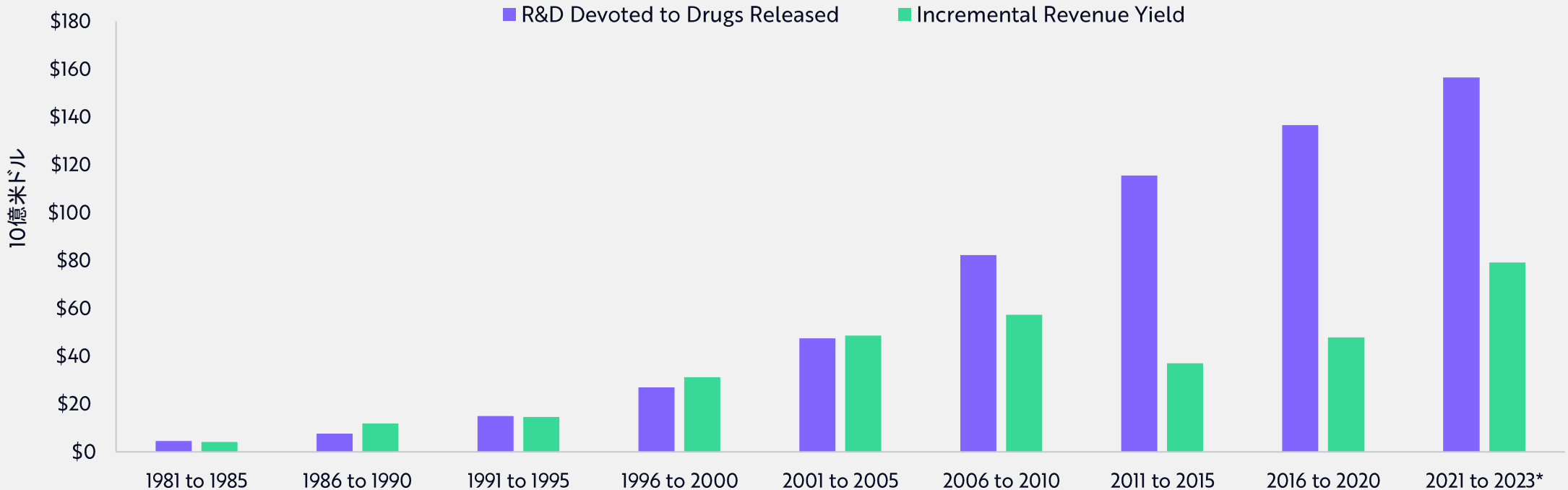
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はBiomedtrackerを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



精密治療により、低下を続ける研究開発(R&D)の収益率が上向きに転じる可能性

規制上のボトルネックや旧来の創薬方法のため、治療薬の研究開発の収益率は25年近くも低下し続けています。当社の調査によると、新たな治療法と研究開発手法、そして「精密」治療に対して規制当局が承認することにより、低下している製薬業界の投資収益率を上向きにすることができるとみています。

新たに発売された医薬品の年間平均研究開発費とその売上高



*短い時間枠。データは、コロナ禍の影響を受けている。

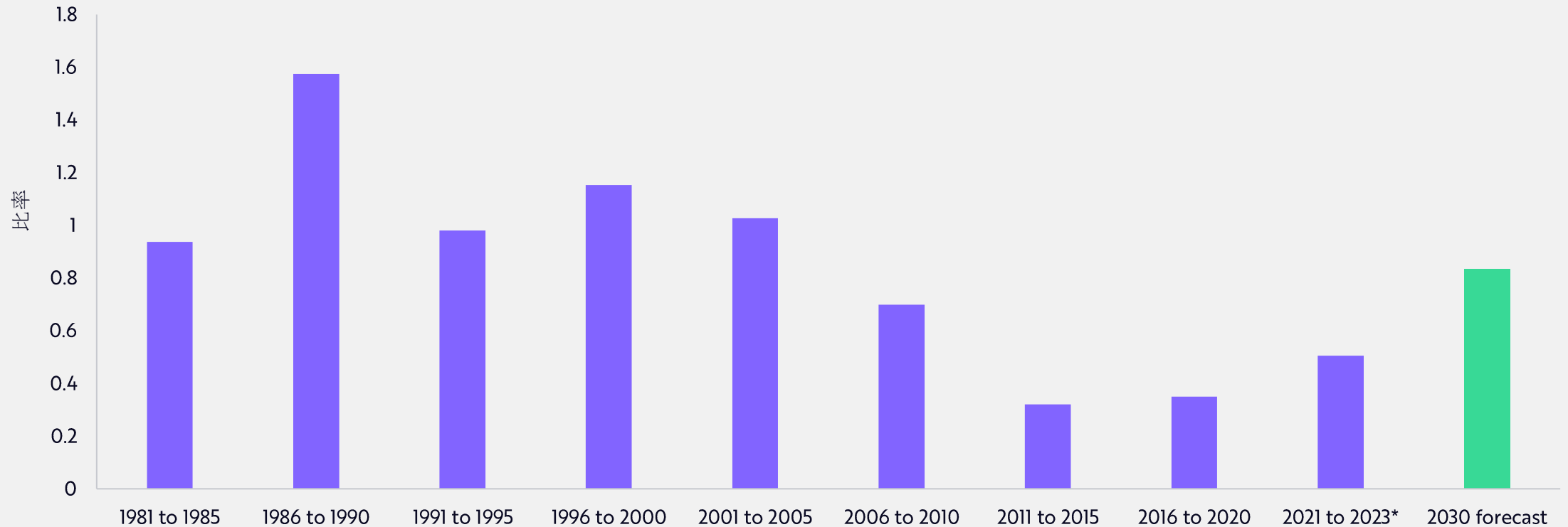
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はBiomedtrackerやYchartsを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



精密治療により、低下を続ける研究開発(R&D)の収益率が上向きに転じる可能性

規制上のボトルネックや旧来の創薬方法のため、結局のところ、治療薬の研究開発に伴う収益は2020年までの約35年間にわたって減少しました。新たな治療法と研究開発手法、そして「精密」治療に対して規制当局が承認することにより、5~10年後には投資収益率が上向きになる可能性があります。

研究開発費に対する新薬による売上増加額の比率



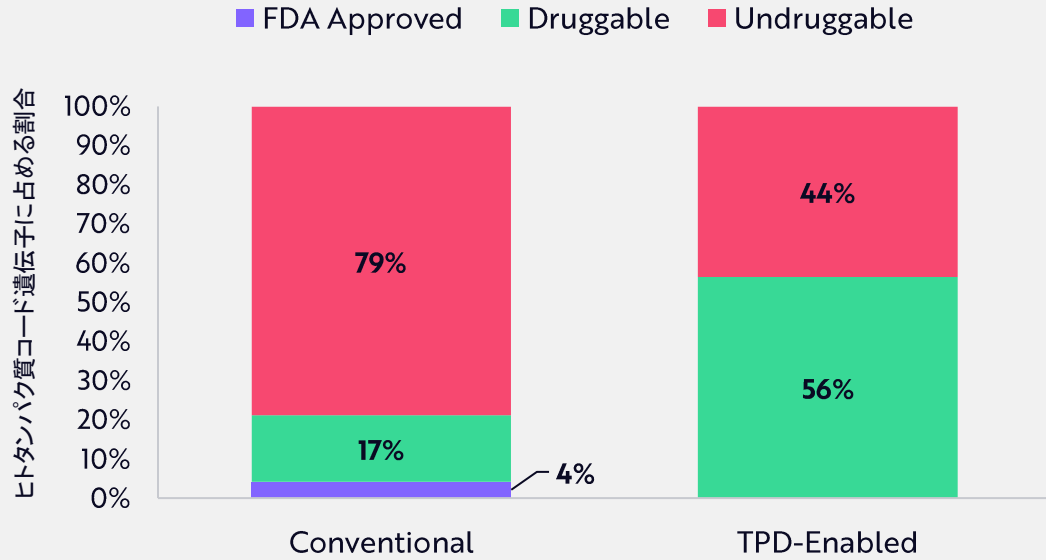
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はBiomedtrackerやYchartsを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



精密治療により、それまで薬物投与ができなかった疾病が治療可能に

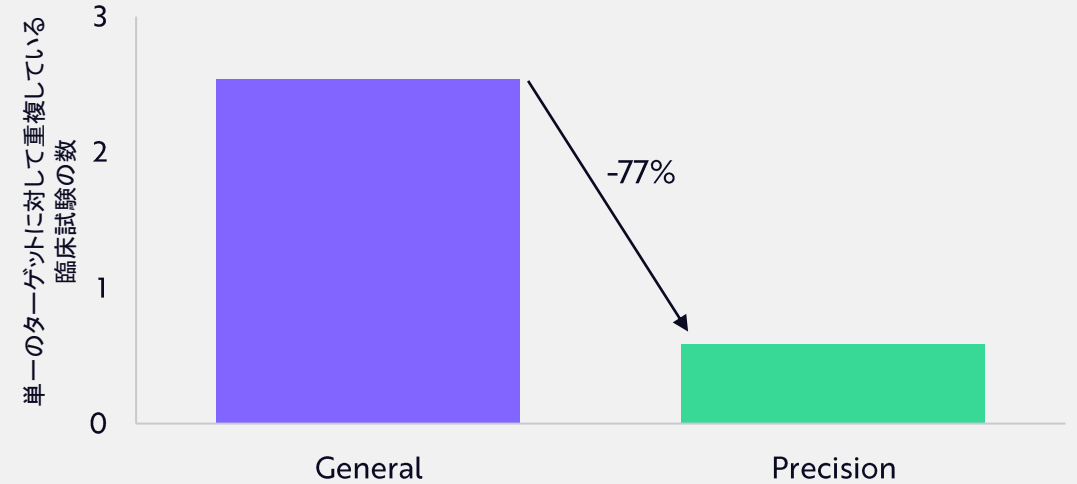
RNAベースの医薬品や「TPD(標的タンパク質分解誘導薬)」などの精密治療により、薬物治療が可能なヒトのタンパク質標的の数だけでなく、治療可能な組織型も増加しています。

TPDによって薬物治療が可能なプロテオームが増加



ヒトゲノムには約20,000のタンパク質をコードする遺伝子がありますが、そのうちFDAが承認した医薬品に関連する遺伝子はわずか864(4.3%)です。Human Protein Atlasは、ヒトのタンパク質の79%(約15,800)は薬物投与が不可能だと推定しています。当社の調査によると、TPDや関連する技術により、ヒトのタンパク質をコードする遺伝子の56%(約11,200)を薬物治療が可能だとみています。

精密治療により臨床試験の重複が減少



従来の治療法では不可能であった多くの生物学的標的に対して、高度な精密治療の臨床試験を行った結果、重複する臨床試験の数を77%削減できました。これにより、科学者は同額の研究開発予算でより多くの生物学的標的を試験することができるようになり、ユニークかつ効果のある治療法を発見できる確率が高くなりました。

2023年12月付データ

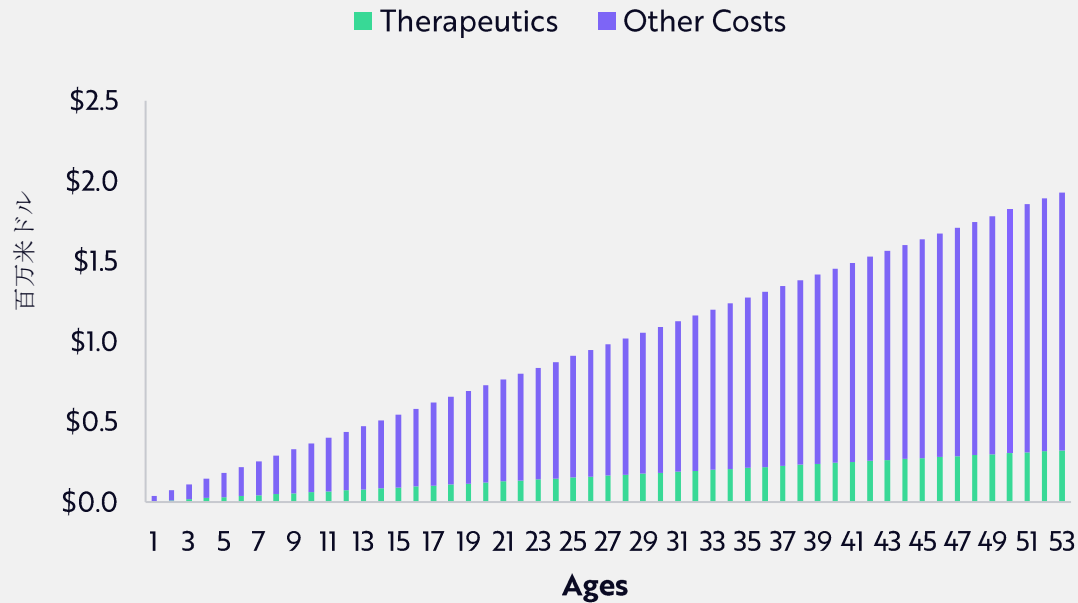
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



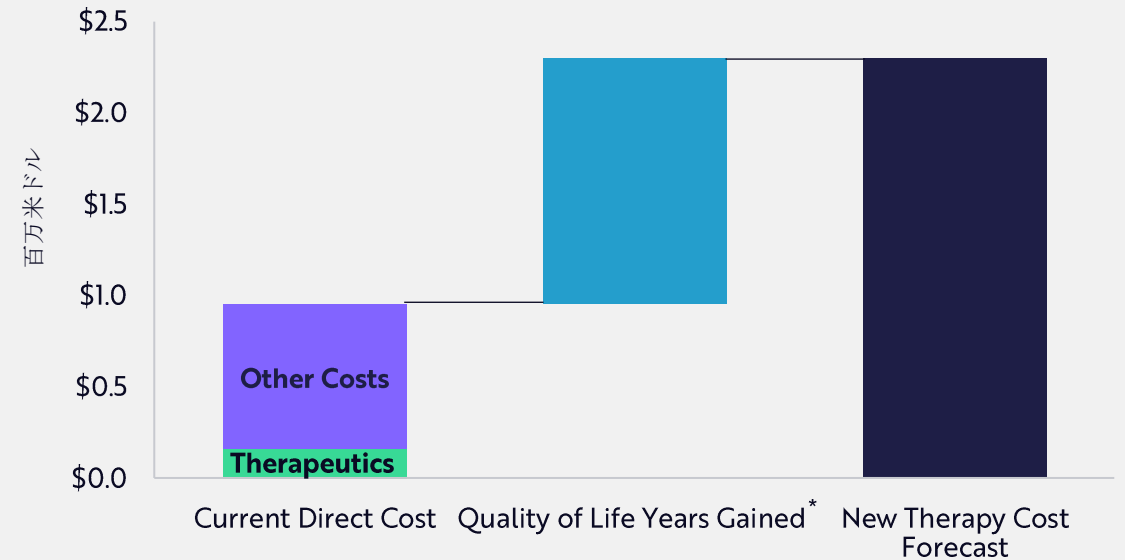
鎌状赤血球貧血のような希少疾患を治療する価値は高い

精密治療の1つであるCRISPR-Cas9のような遺伝子編集医薬品は、鎌状赤血球症(SCD)のような珍しい遺伝性疾患を治癒する可能性を秘めています。SCDは遺伝性の赤血球障害で、米国では10万人超、主にアフリカを中心に世界全体で2,000万人が罹患しています。現在、米国ではSCDの全治療費の約16%を治療薬が占めていますが、SCD患者の平均余命は健康な人の56%にすぎず、治療薬は症状を緩和させるにとどまっています。

患者の平均寿命におけるSCDの医療費



鎌状赤血球病治療の合理的な費用



*Quality of Life Years Gained(質調整生存年)=健康効用

* Duration For Health Utility(健康効用期間)= 0は死亡、1は完全な健康

2023年12月付データ

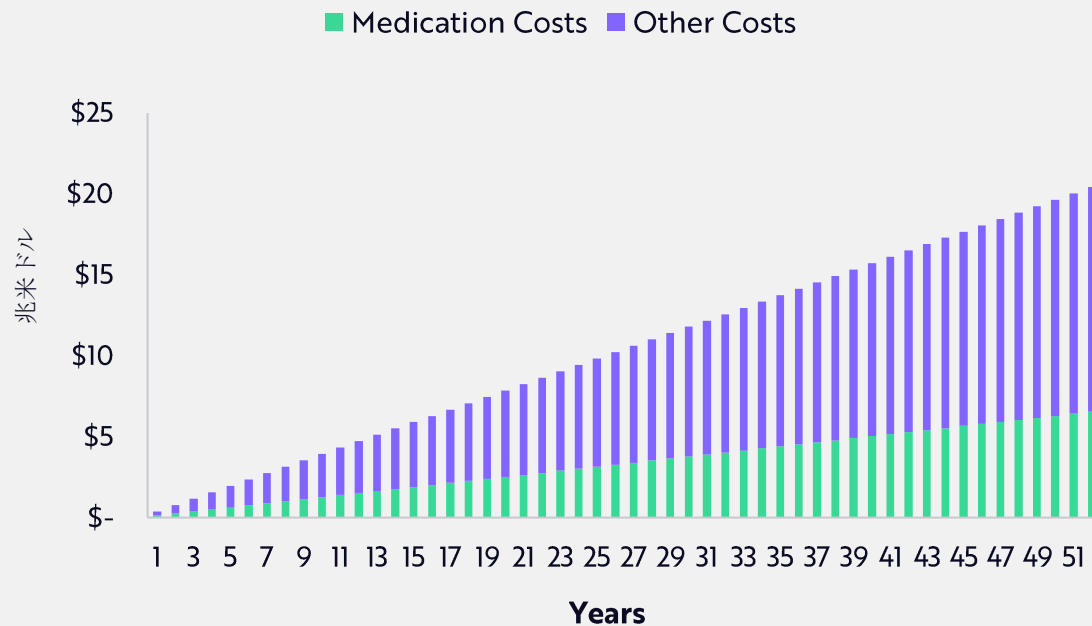
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することではできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



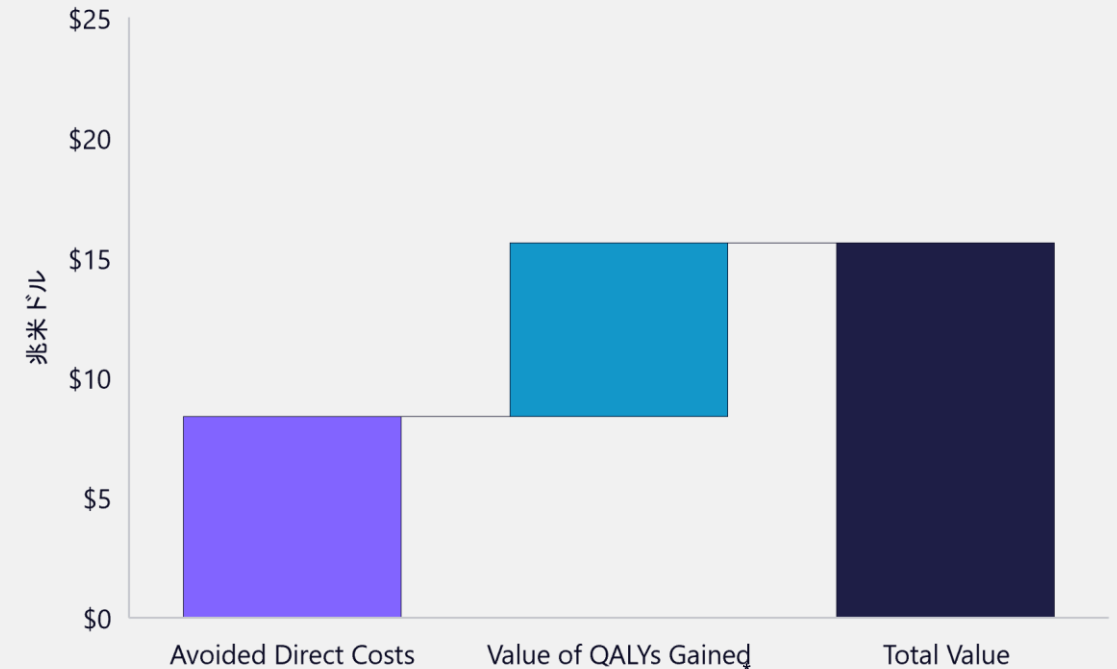
すべての希少疾患患者を治癒する価値

米国の医療制度は、希少疾患患者の治療に年間約4,500億米ドルを支出しています。希少疾患患者を生涯にわたって管理するための費用は20兆米ドルに上ると考えられていますが、薬物治療のための費用はその半分に満たないと考えられます。計算上は、すべての希少疾患患者が治癒すれば、生涯にわたって管理に必要な費用の大半を薬物療法に振り向けることができるようになり、入院および外来の管理の必要性がなくなることを通じて、治療法の価値がはっきり分かるようになります。

米国における希少疾患患者の医療費総額



今後50年にわたって希少疾患患者治療が医療制度に寄与する金額



*Quality of Life Years Gained (質調整生存年)=健康効用

* Duration For Health Utility (健康効用期間)= 0は死亡、1は完全な健康

2023年12月付データ

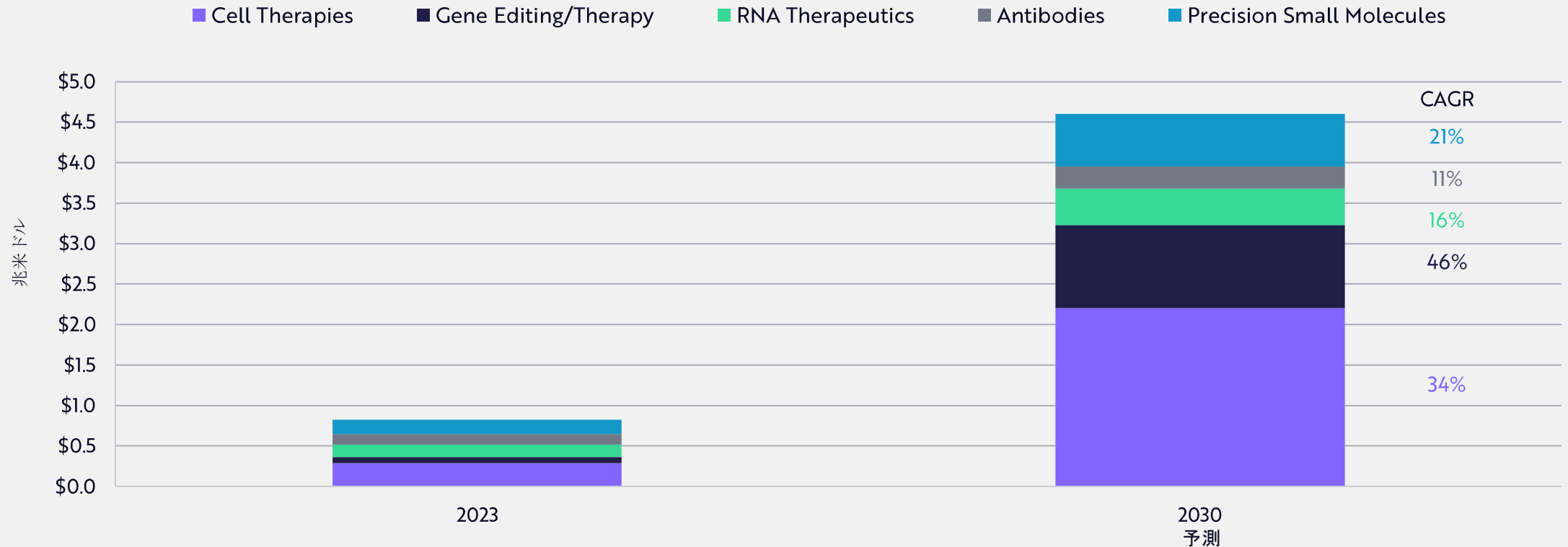
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はOrphanet(2023)を含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



精密治療における投資機会の規模

当社の調査によると、CRISPR遺伝子編集、解析、AI(人工知能)などの技術によって精密治療が開発されるに伴い、精密治療を行なう企業の企業価値は今後7年間で年平均(複利ベース)約28%増加し、2023年の約8,200億米ドルから2030年には約4兆米ドルに達する見込みです。

精密治療企業の企業価値は2030年まで年平均28%増加する見込み



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はS&P Capital IQ DataやBiomedtrackerを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



マルチオミクス ツール & テクノロジー

生物学的知見を変換して、より良い医療と経済価値をもたらす



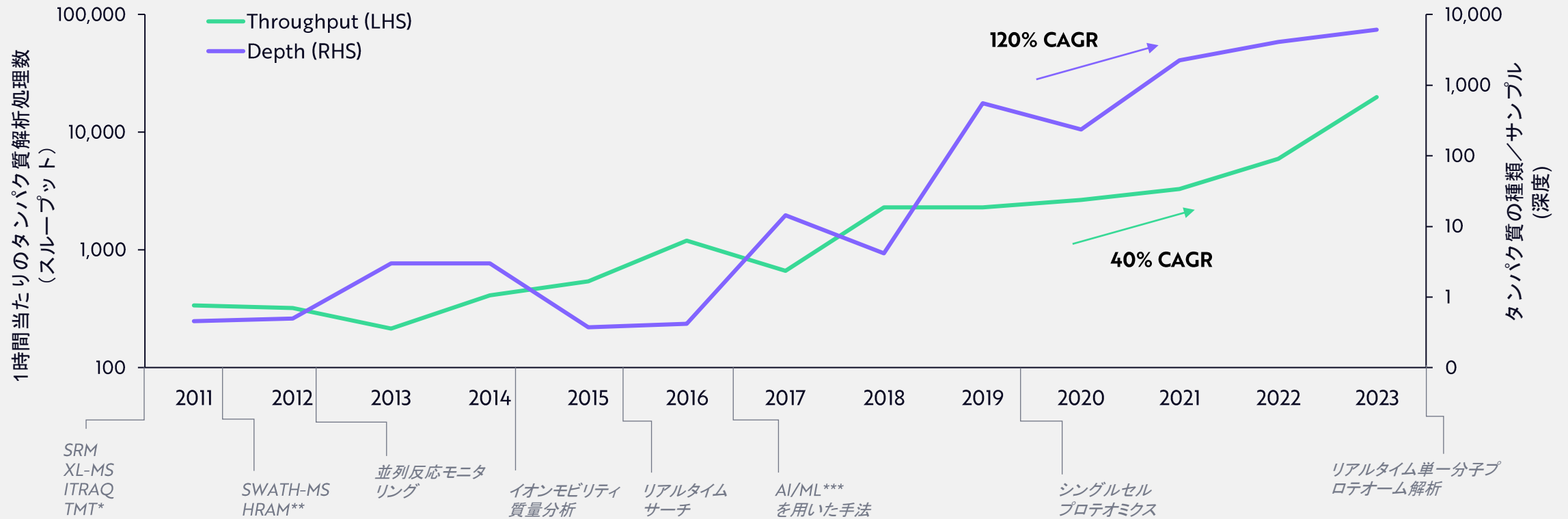
過去10年間に於いて生物学的ツールや技術の数が急増し、その性能は著しく向上しました。その中でもハイスループット・プロテオミクス、人工知能、シングルセル解析という3つの基幹技術は突出しています。これらが融合することで、生産性と効率性が高まり、医療応用における精度が向上し、大きな経済的価値を実現しています。

ARKの調査によると、これらの技術によって医薬品1つ当たりの研究開発費を25%以上削減できる可能性があり、2023年に約8,200億米ドルだった精密治療分野の企業価値は、今後7年間で年平均26%増加し2030年には約4.5兆米ドルに達すると期待されます。



プロテオミクスのスループットと深度は急激に向上中

質量分析とバイオインフォマティクスの進歩により、プロテオーム解析は過去10年間で劇的に向上し、分解能、精度、複数サンプル同時解析能力が高まっています。このような発展により、健康状態や疾患を調べるためのプロテオームの詳細な解析が可能になっただけでなく、がんバイオマーカーの発見や標的治療薬の開発も加速しています。



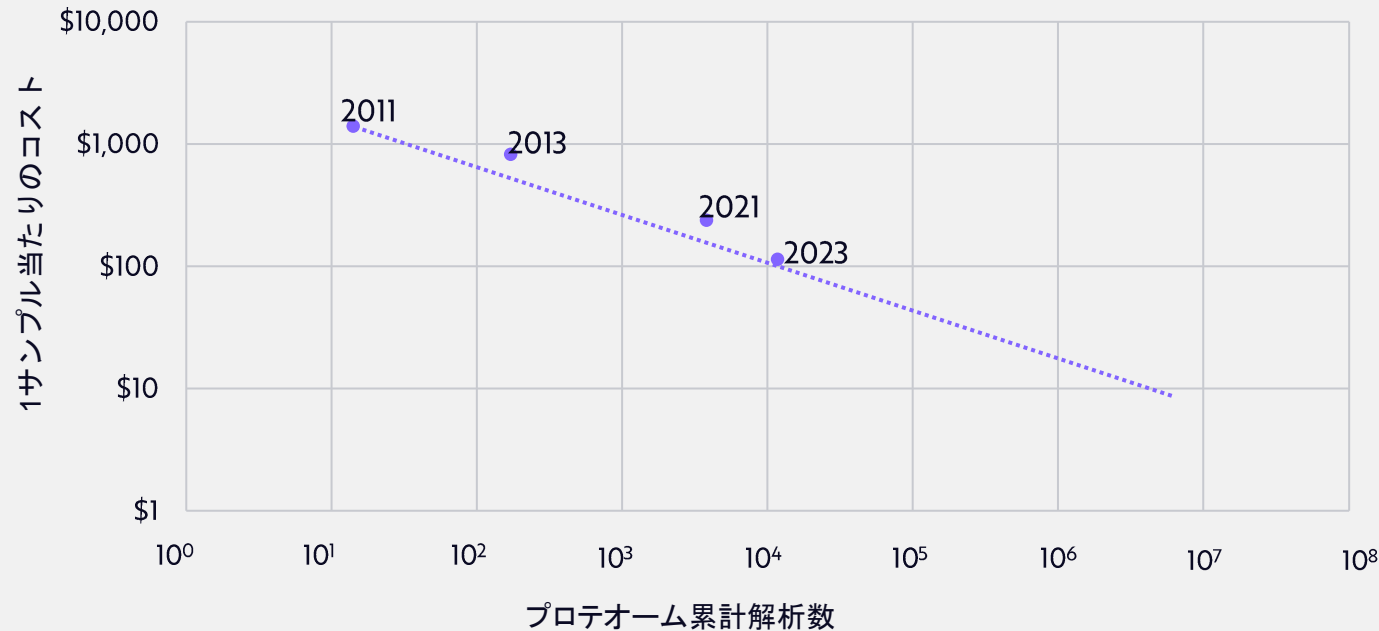
*SRM: 単一反応モニタリング; XL-MS: クロスリンク質量分析; ITRAQ: 同重体タグ; TMT: タンデム質量分析 **SWATH-MS: SWATH (sequential window acquisition of all theoretical fragment ion spectra)質量分析法 ***AI/ML: 人工知能/機械学習
 出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKIによる上記分析は、Peters-Clarkeら(2023)、Zhang and Cui(2022)を含む外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



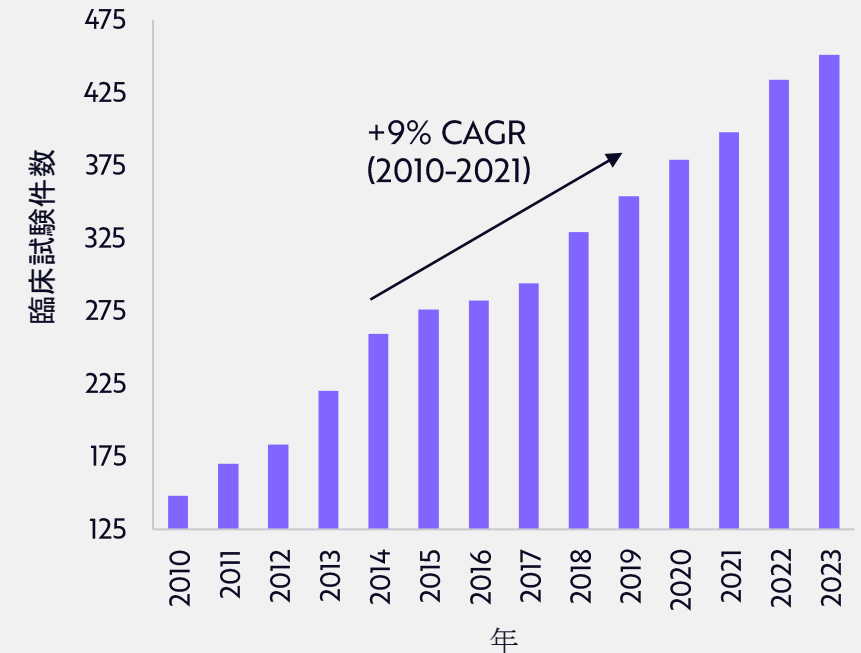
ライトの法則*が予測したプロテオミクスのコスト低下

質量分析によるプロテオーム解析数が増加するにつれて、コストは急激に低下し、医学研究や診断における新たな可能性が開かれています。ARKの研究によると、質量分析を用いた非標的プロテオーム解析の1サンプル当たりのコストは年率23%低下しており、プロテオームの累積解析数が倍増する度に約11%低下しています。プロテオミクス分野における様々な発見は、新しいバイオマーカーの同定につながっており、特有のがんサブタイプの早期発見と治療を可能にしています。

ライトの法則が予測した非標的プロテオーム解析コストの低下



患者バイオマーカーを用いた米国の臨床試験件数

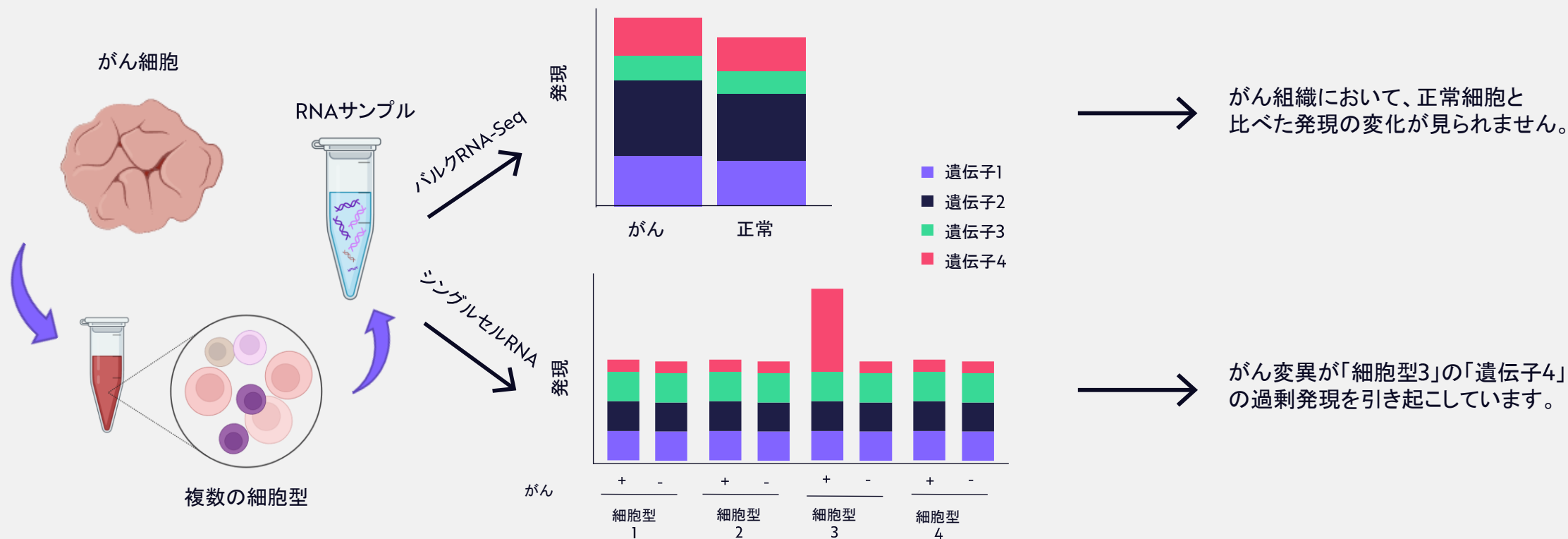


ライトの法則とは、累積生産量が倍増する度に一定の割合でコストが低下するというものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



がんの解明を革新的に進歩させているシングルセルRNA解析

RNA-seqを用いた従来の遺伝子発現解析では、異なる細胞型が混ざった全体での遺伝子発現のみを測定可能ですが、シングルセルRNA-seq (scRNA-seq) では、複雑な組織サンプルの中において細胞型毎の遺伝子発現を検出することができます。理論上、遺伝子発現を特定の細胞にリンクさせることで測定精度が10倍向上し、1ギガバイト当たりのコストが76%削減されます。



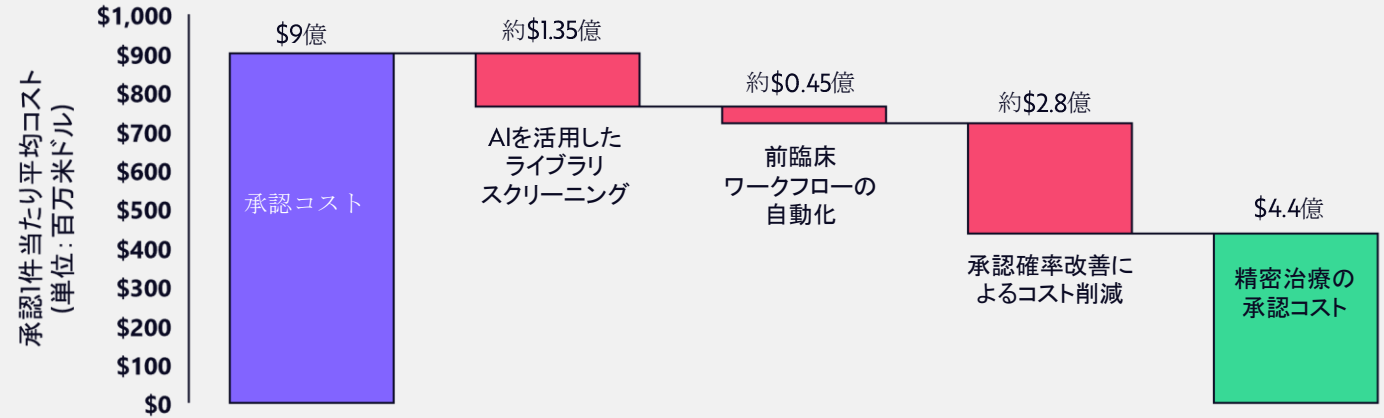
AIとオートメーションがもたらしている創薬力の向上

創薬プロセスに人工知能／機械学習(AI／ML)を導入することで、仮想ライブラリや実物ライブラリから医薬品開発者がスクリーニングできる活性化化合物の数が増加しています。

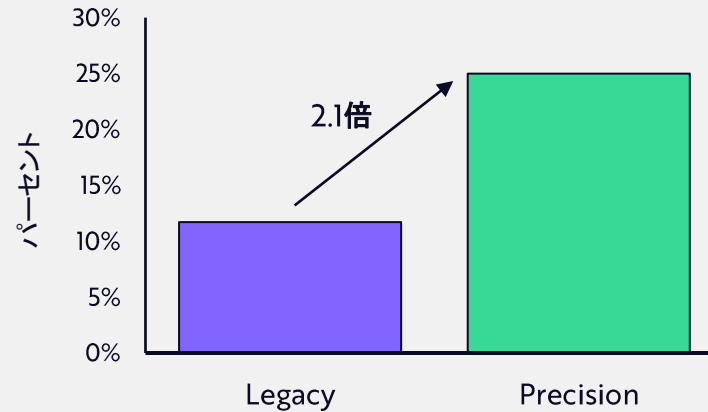
薬剤のマイクロ合成やin-vitro (試験管内)／in-vivo (生体内)アッセイのようなハイスループットの自動ワークフローは、AI創薬を活用する上で不可欠となっています。

今後10年以内において、AI／ML創薬手法および自動ワークフローを導入する企業は、第I相試験から承認までの臨床成功確率を2倍に高めることができるとみられます。創薬プロセスのより早い段階で化合物を除外して生産性を向上させることにより、1つの医薬品の承認にかかるコストを半分に削減できるようになる見込みです。

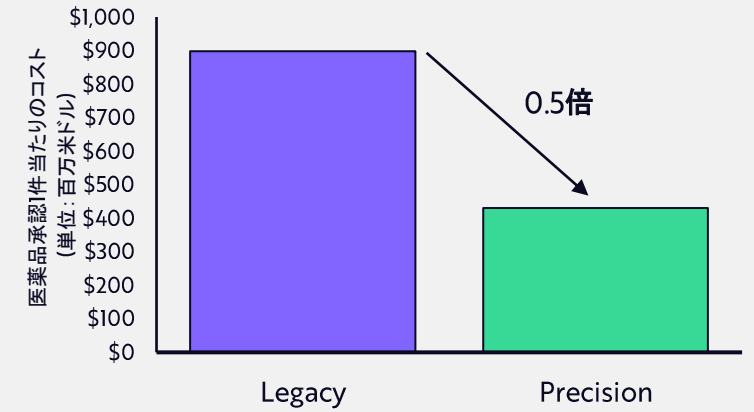
AI／オートメーションによる承認コストの低下予測



臨床成功確率の予測



承認1件当たりコストの予測



医薬品開発コストが急激に低下する可能性

基礎生物学、人工知能、オートメーション、試験デザインの進化により、前臨床段階の医薬品開発コストは大幅に低下するとみられます。これらの技術は、医薬品開発プロセスの早い段階における望みの薄い候補の排除、研究開発資金の下流への誤った配分の防止、創薬の早い段階における化学物質の検索範囲の拡大を可能にしています。今後10年において、これらの技術をフル活用する企業は、臨床試験段階に入った新薬候補の成功確率を2倍以上に高められることなどから、承認1件当たりのコストをほぼ50%削減できると期待されます。

効率化イノベーション

革新的な試験デザイン

- + 適応的臨床試験デザイン
- + 高精度バイオマーカー
- + 分散型/バーチャル試験

基礎生物学

- + シングルセル生物学
- + プロテオミクス技術
- + 仮想化合物ライブラリ
- + バイオマーカー開発
- + ヒト化動物モデル

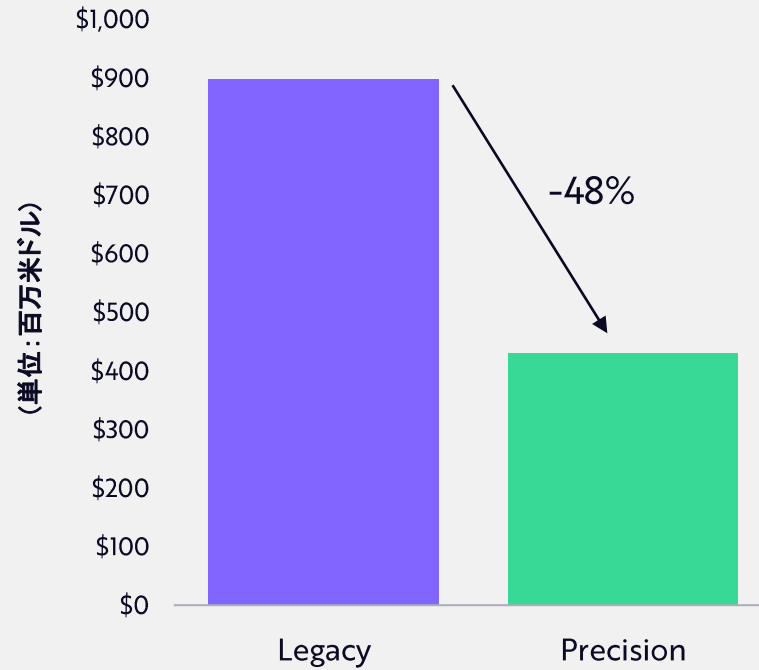
オートメーション

- + 自動分注
- + 自動インビボミクス
- + 自動マイクロ合成
- + CRISPR「Perturb-Seq」スクリーン
- + 臓器チップ技術

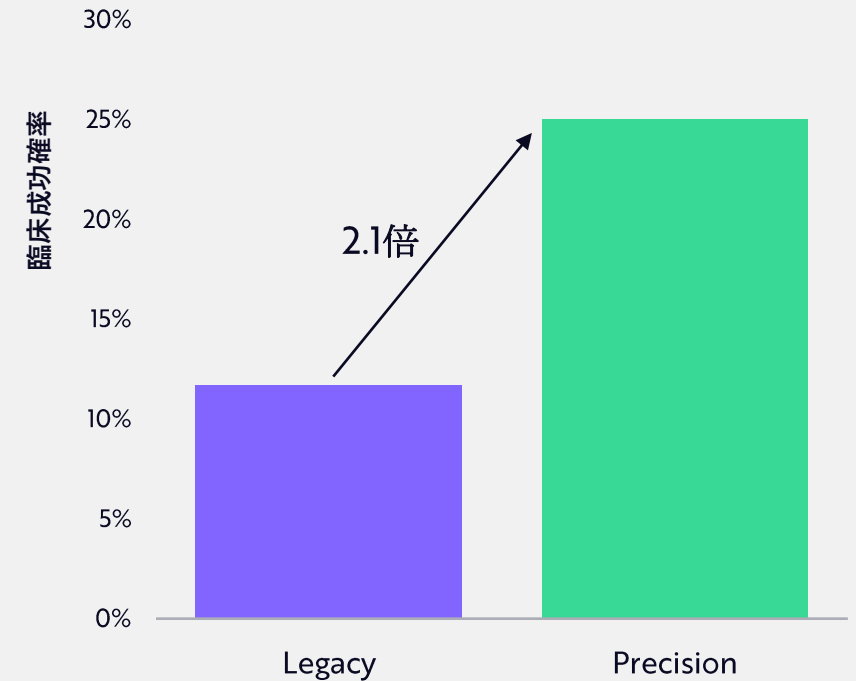
人工知能

- + AIによる反応経路解析
- + AIによる毒性予測
- + In-Silico分子モデリング
- + 機械学習による化合物スクリーン

医薬品承認1件当たり研究開発コスト (失敗分を含む)



臨床成功確率



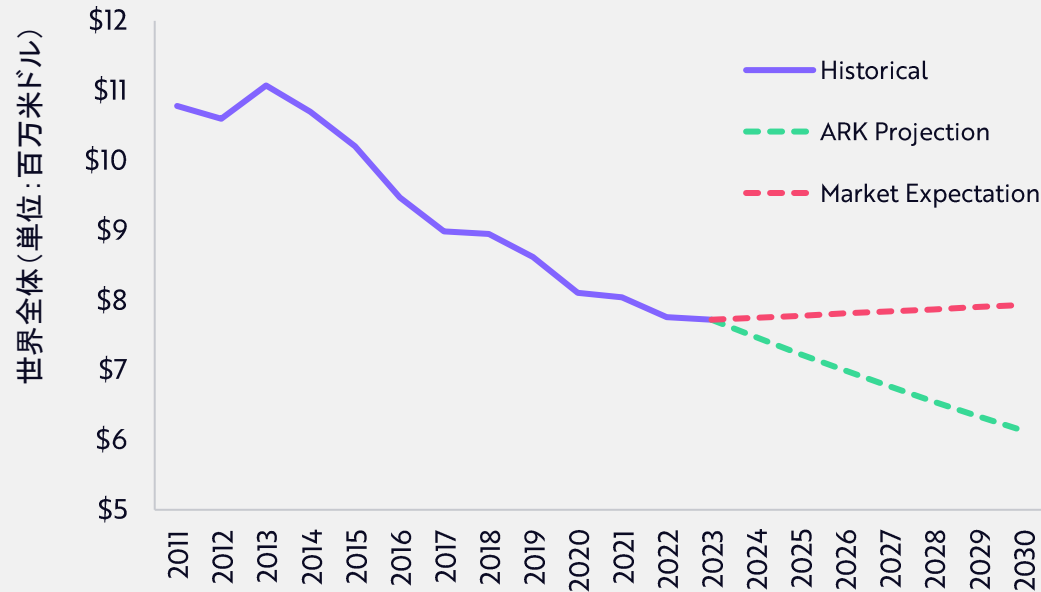
出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



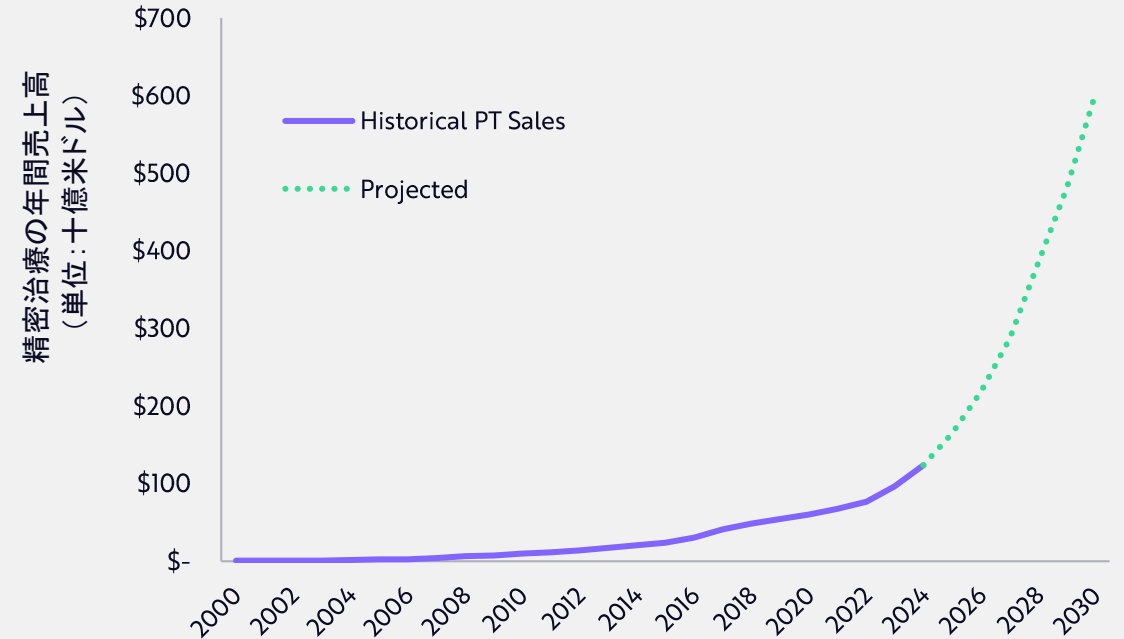
テクノロジーの進歩によって1医薬品当たり研究開発コストが低下する見通し

過去10年間において、開発中の医薬品1つ当たりの研究開発費は年率3%減少してきました。ARKの研究によると、基礎生物学やシングルセル解析、プロテオミクス、オートメーション、そして人工知能の飛躍的な進歩のおかげで、こうしたコスト低下は加速しないまでも継続していく見通しです。これらがもたらす効率化を合わせると、2030年までに精密治療関連企業の価値を1.5兆米ドル、または約40%増加させるとみられます。

開発パイプラインの医薬品1つ当たりの
平均年間研究開発費の予測



精密治療の売上高
2030年にかけて年率30%増加する可能性



リサーチ担当者: Sam Korus
自動運転テクノロジー &
ロボティクス分野担当リサーチ
ディレクター

Daniel Maguire, ACA
リサーチアソシエート

電気自動車 (EV)

バッテリーコストの低下がEV普及の原動力に



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

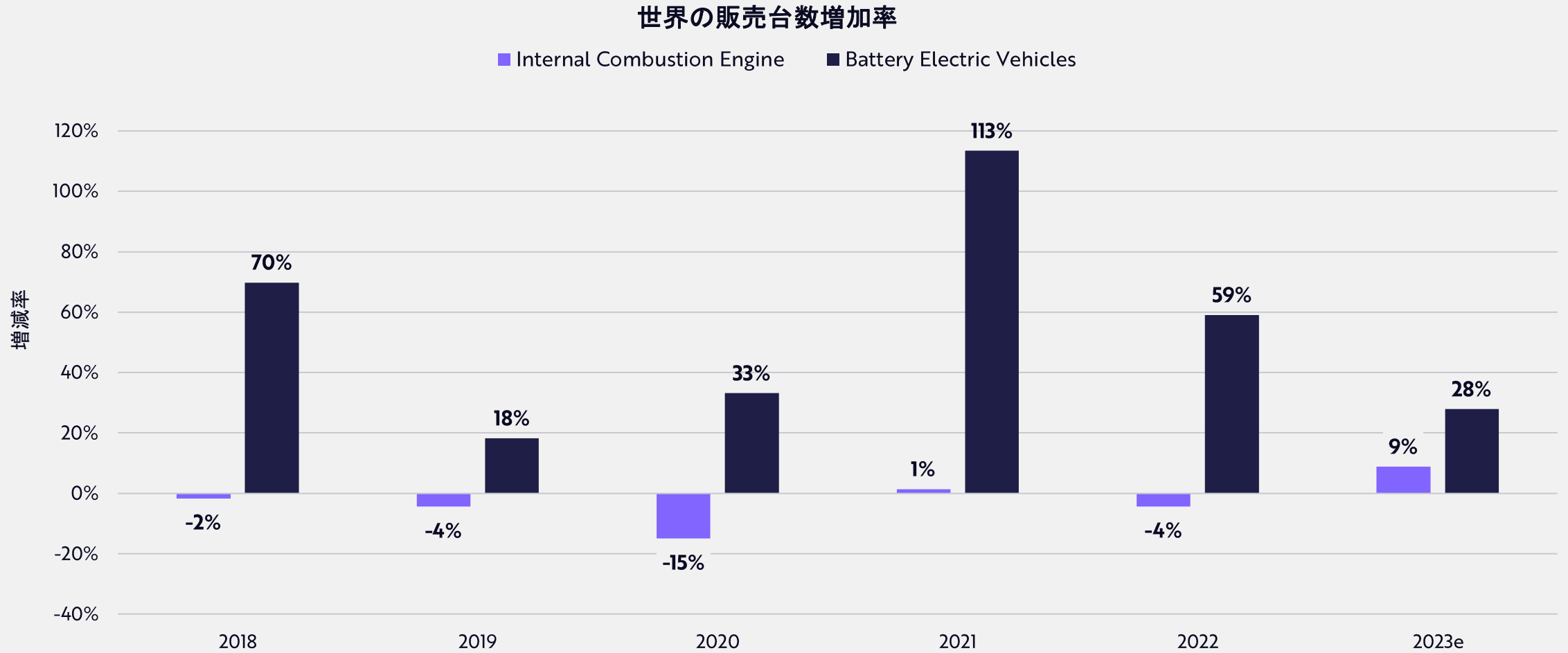
バッテリーコストは、サプライチェーンの混乱を受けて上昇したのち、現在ではライトの法則に沿って低下しており、電気自動車(EV)の販売価格の低下につながっています。

ロボタクシープラットフォームが普及した場合、2030年にはEVが自動車販売台数の95~100%を占めるようになる可能性があります。

ARKでは、EV販売台数が2023年時点の約1,000万台から今後7年間で年率33%のペースで拡大し、2030年には7,400万台に達すると予測しています。



電気自動車は引き続きガソリン車からシェアを奪取



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はEVVolumes.comを含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



自動車業界は再編に向かう見通し

引き続きEVの普及が進めば、従来の自動車メーカーは事業再編・統合を余儀なくされる可能性があります。

GMがミシガン工場のEVトラック生産を1年延期

—Reuters 2023年10月17日

VWグループ、EV需要「低迷」のなか欧州のEV電池工場建設を延期

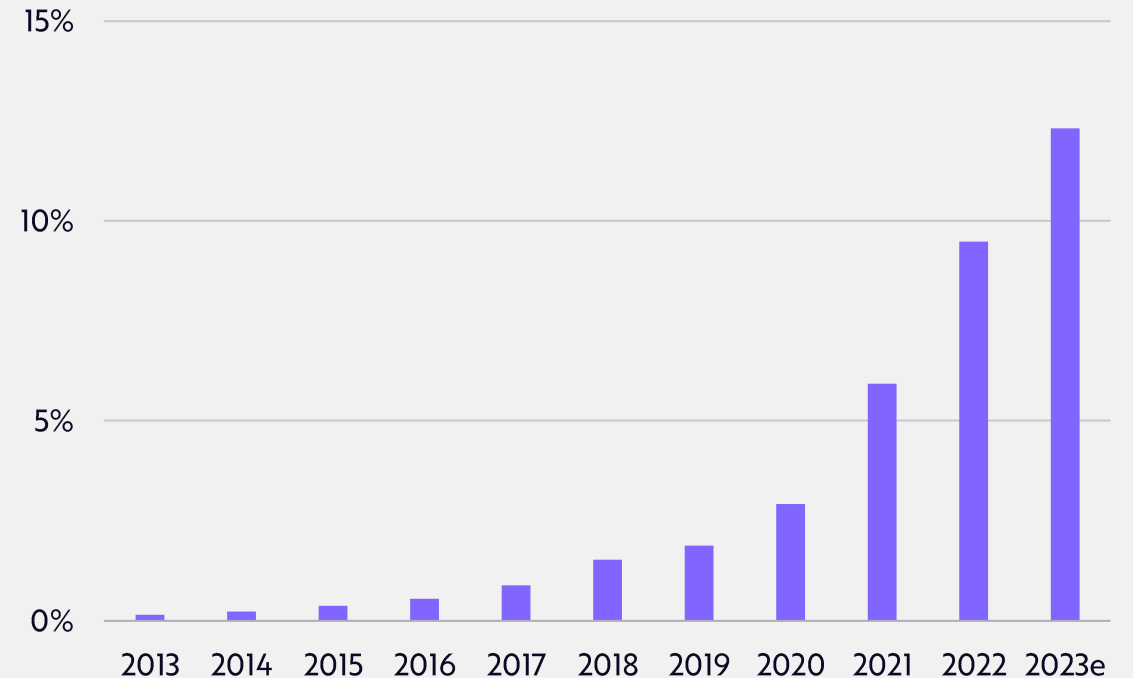
「さらなる用地選定を行なうビジネス上の合理性は、今のところない」と、フォルクスワーゲン・グループのオリバー・ブルームCEOは述べた。

—InsideEVs 2023年11月2日

フォード、需要鈍化を受けてF-150 Lightningの週間生産台数削減へ

—The Verge 2023年12月11日

世界における電池式電気自動車のシェア*

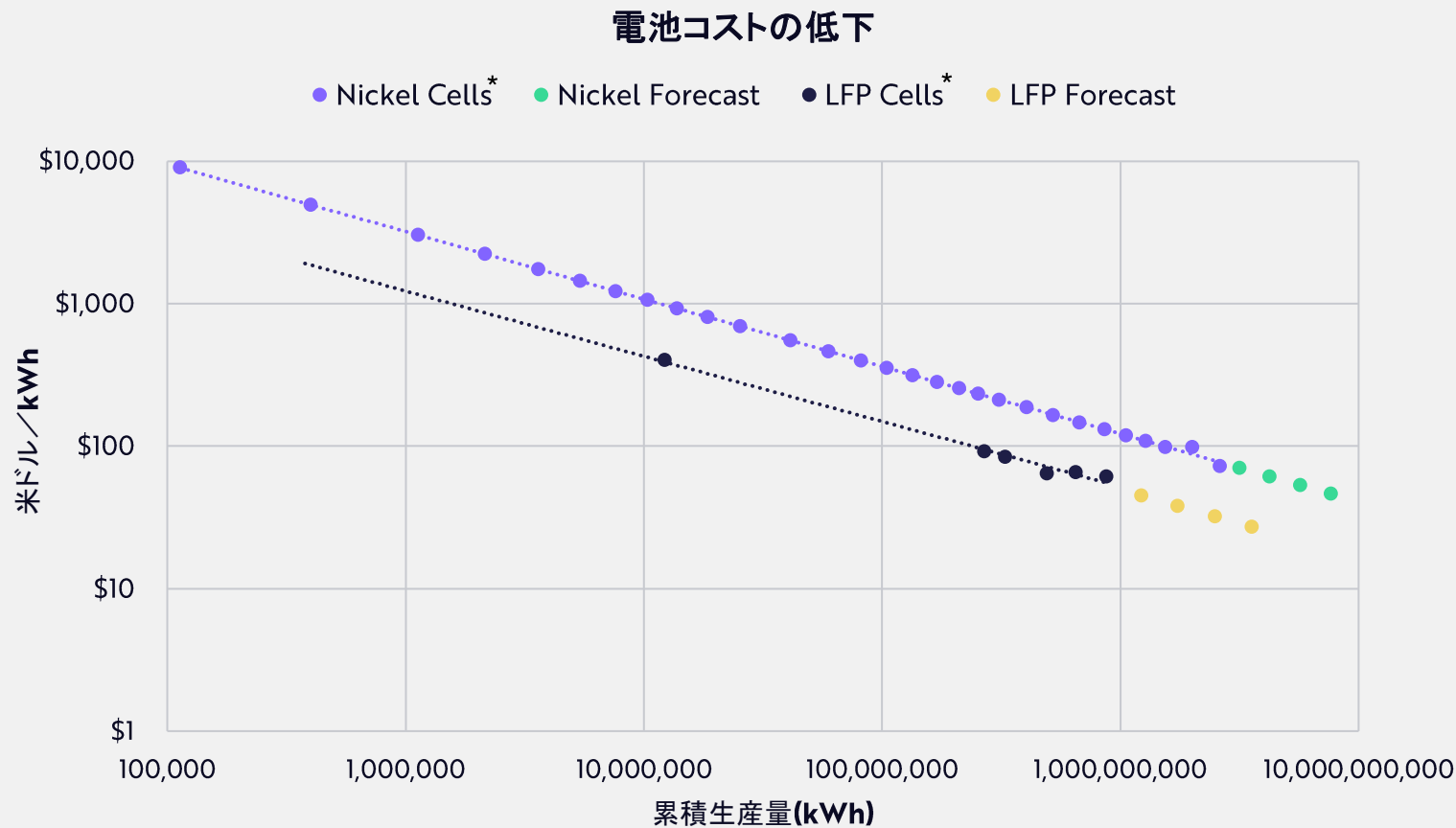


*電池式電気自動車(BEV)市場シェアは、すべての「軽量自動車」(最大総車両重量が8,500ポンド以下の車両)に占める割合として計算されています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (EVVolumes.com 2023、Hawkins 2023、Mihalascu 2023、Shepardson & Klayman 2023、Rosevear 2023、Transport Policy 2023のデータに基づく) 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

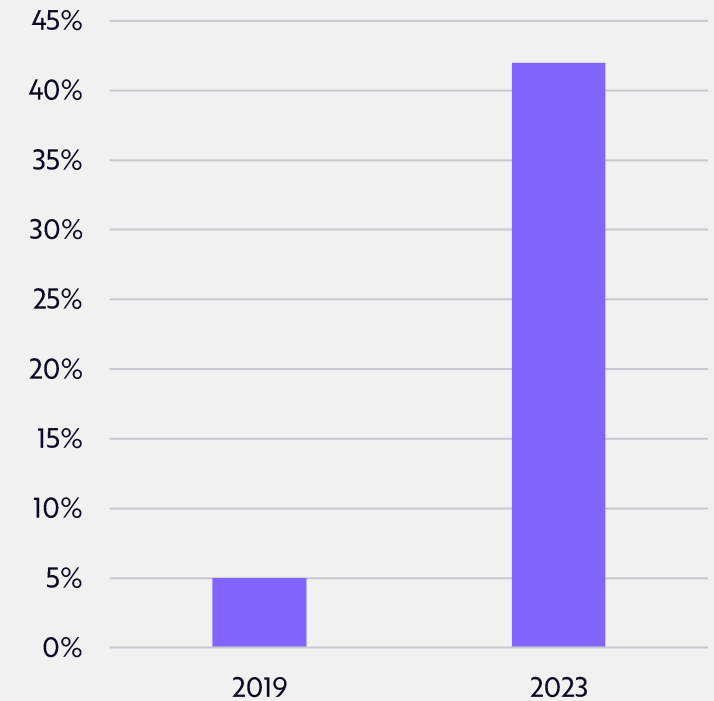


ライトの法則に沿って電池コストが低下

ライトの法則によると、累積生産量(kWh)が倍増する度に電池コストは28%低下するとみられます。リン酸鉄リチウム(LFP)電池は、ニッケル含有率が高い電池からシェアを奪いつつあります。この点は、バッテリーに用いられる化学物質が時とともに変化するものであり、コモディティ価格の予測は困難を伴うことを物語っています。



**世界のEV乗用車販売台数に占める
LFP電池搭載車のシェア**



*モデルのデータと過去データを組み合わせています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKIによる上記分析はBloomberg New Energy Finance (2023)を含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

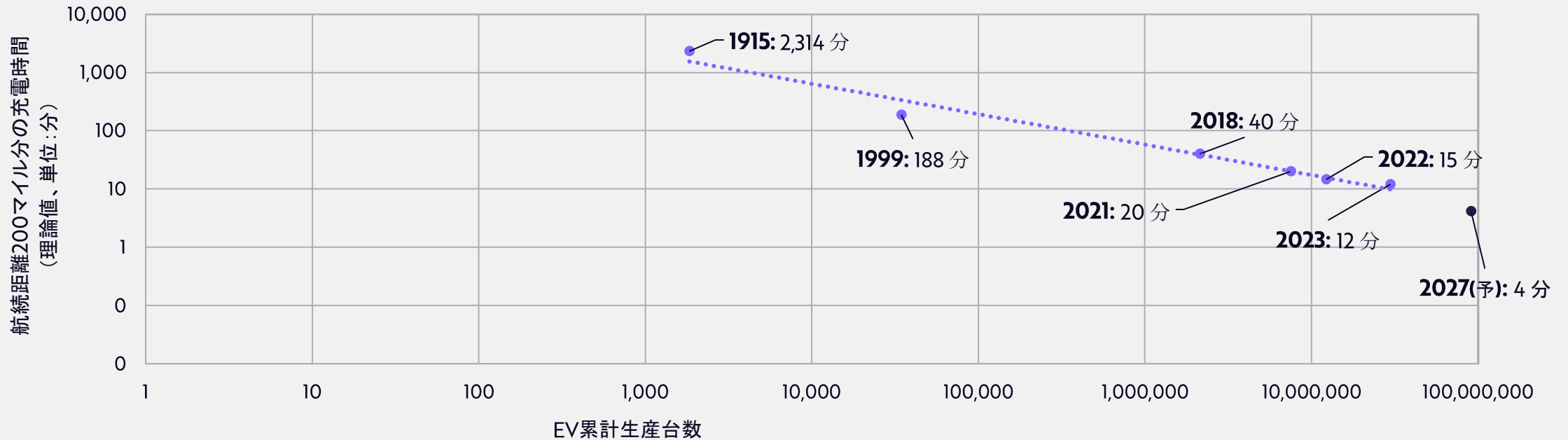


ライトの法則はEV充電時間の短縮を示唆

EVの充電時間は、効率、航続距離、出力などの全体的な性能を測定する指標として適していると考えられます。過去5年間で航続距離200マイル分の充電に要する時間は40分から約3分の1となる12分に短縮されました。また、向こう5年間でさらに3分の1となる4分に短縮される可能性があります。EVの充電性能が妥当な水準に達すれば、メーカーは自動運転や安全性、エンターテインメントなど、他の機能のための最適化を目指すと考えられます。

EVの航続距離200マイル分の充電時間

● Historical Data Points ● 2027 Forecast



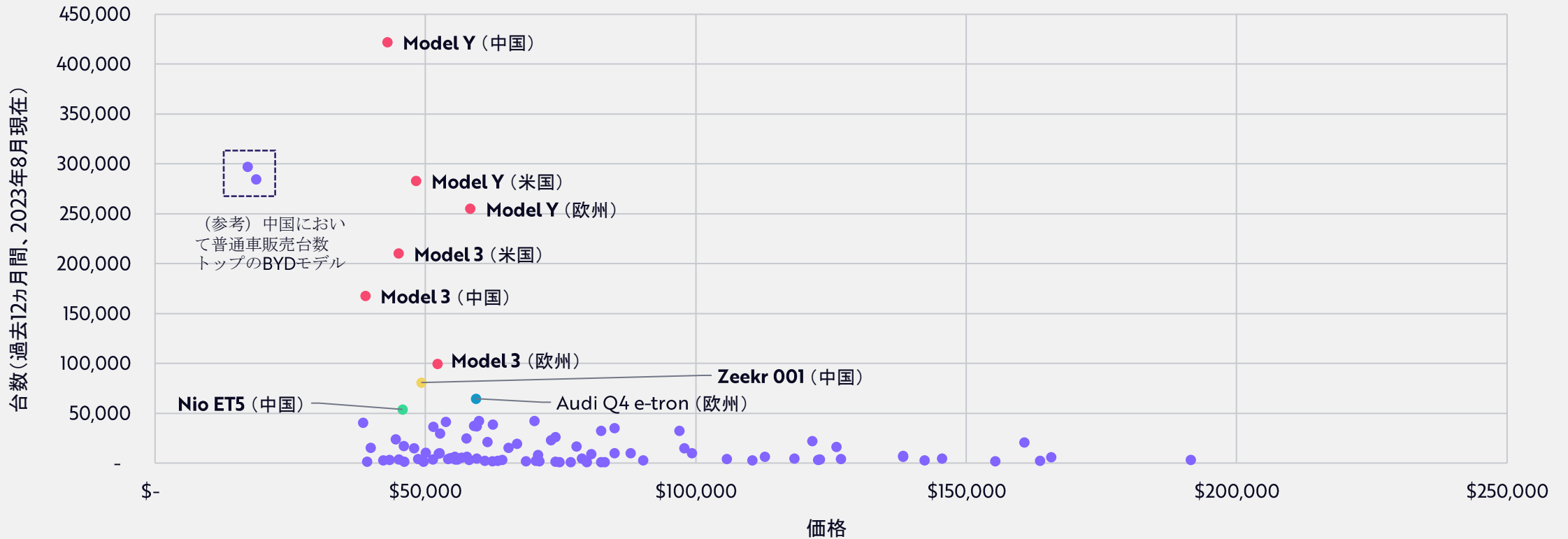
出所: ARK Investment Management LLC, 2021 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



多くのEVメーカーが黒字化に向けた規模拡大に苦戦

Teslaの場合はEVのサプライチェーンが存在しなかったため、垂直統合するしかほぼ選択肢がありませんでした。今ではサプライチェーンが進化しており、他の自動車メーカーは規模を拡大すれば黒字化を達成できるとみられます。しかし、すでに黒字転換しているマーケットリーダーたちが積極的に価格を引き下げているため、多くのメーカーは市場から撤退しつつあります。

世界の様々な価格帯の高級BEV販売台数*



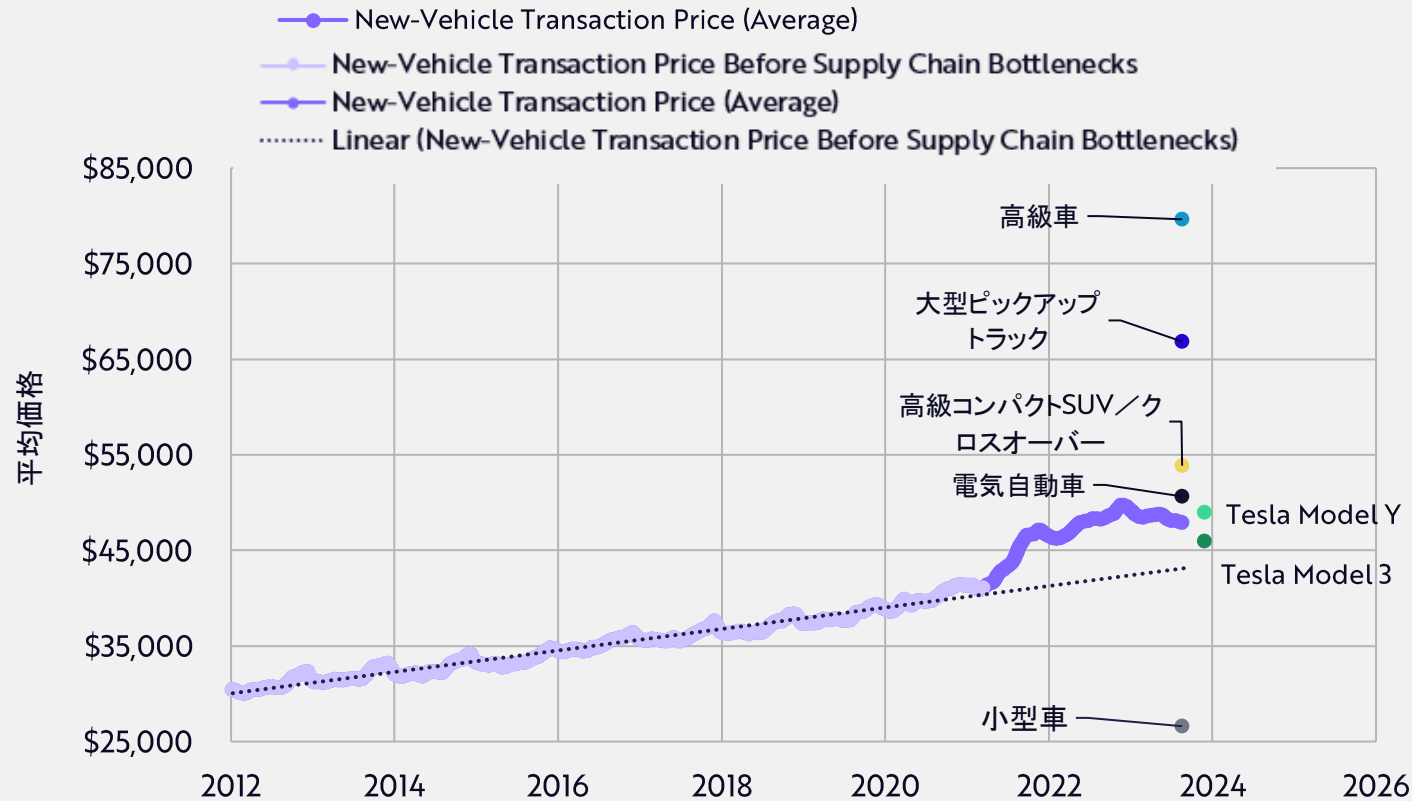
*データは必ずしもすべてを網羅したものとは限りません。「TTM (trailing twelve months)」は過去12か月間、「BEV (battery electric vehicle)」は電池式電気自動車。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はPiper Sandler (2023)を含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



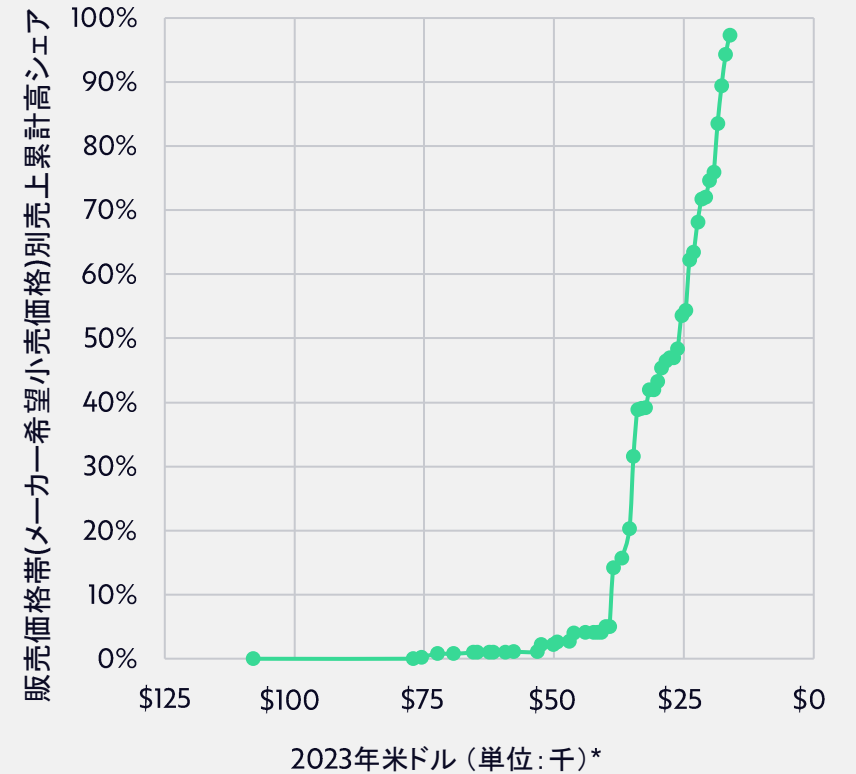
EVの価格はガソリン車並みに

電池コストの低下が続くなか、EVの価格低下が見込まれ、販売台数の指数関数的な伸びをもたらす可能性があります。

米国における新車取引価格



自動車販売価格 vs 市場規模



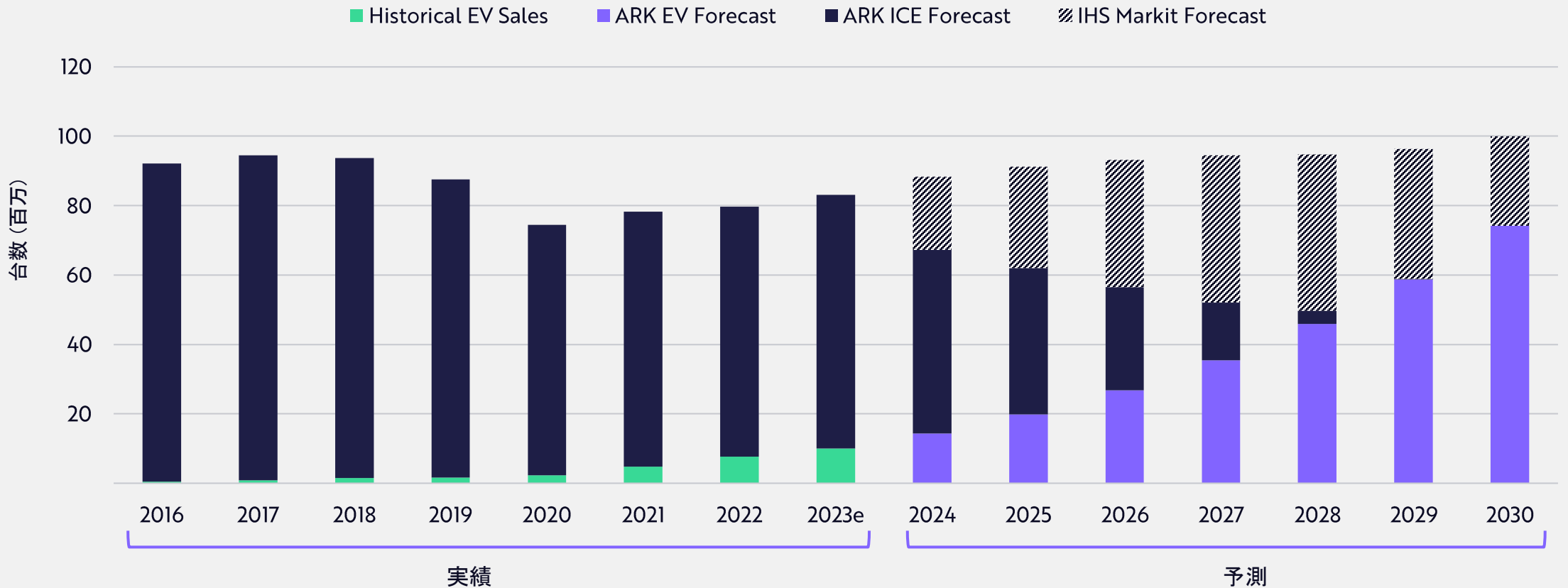
*古いデータは消費者物価指数(CPI)で調整し2023年米ドルに換算されています。セグメント別平均取引価格は2023年9月現在のCox Automotive発表データに基づきます。Tesla Model Y LRの価格はTeslaのウェブサイトから取得した2023年12月現在のものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Cox Automotive 2023.のデータに基づく) 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ガソリン車のシェアは大幅に低下する見通し

ARKの見解の通りにEVのシェア拡大が続く場合、EVの中古車と新車がガソリン車(ICE)の新車よりも経済的合理性があるようになり、おそらく既存の自動車メーカーに「死のスパイラル」をもたらすことになるでしょう。EVおよび中古車の価格が低下しているなか、消費者は購入を先送りし、さらなる価格低下を待つ可能性があります。

自動車販売台数



注記: 出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



リサーチ担当者:

Sam Korus

自動運転テクノロジー&ロボティクス
分野担当リサーチディレクター

Daniel Maguire, ACA

リサーチアソシエート

ロボティクス

AIソフトウェアとハードウェアの融合により、
オートメーションが一般化

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

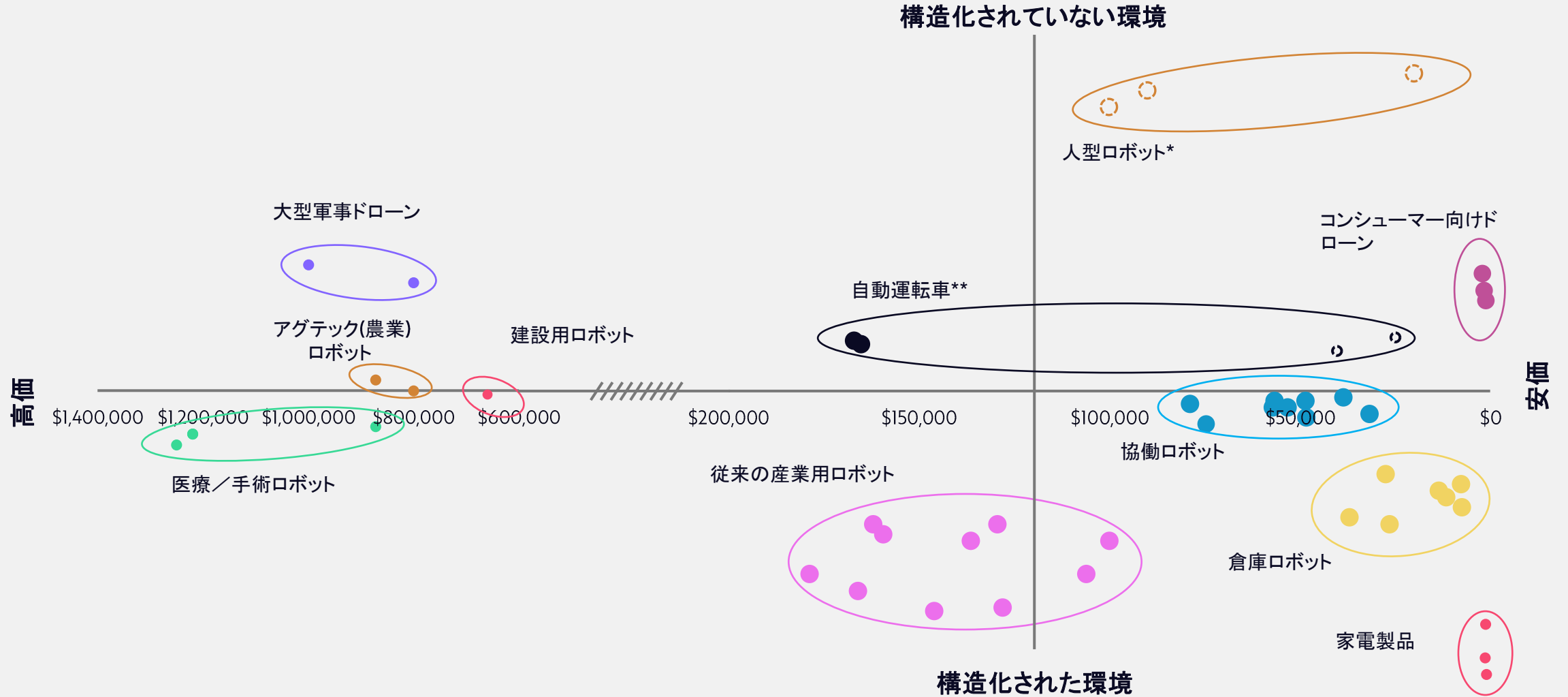


AIとハードウェアの融合により、汎用性のあるロボティクスが実現可能となる見通しです。

ロボットは工場の現場で人間を凌ぐパフォーマンスを上げており、今後多くの分野が同じ状況になっていくでしょう。ハードウェアとソフトウェアのコストがライトの法則に沿って低下していくにつれ、AIによって引き続き生産性が向上するとともに、新たに汎用ロボティクスの市場機会が生まれ、年間売上高が24兆米ドルを超える市場に拡大していくとみられます。



AIやコンピュータービジョンのおかげで、ロボットは構造化されていない環境でもコスト効率よく運用可能になる見通し



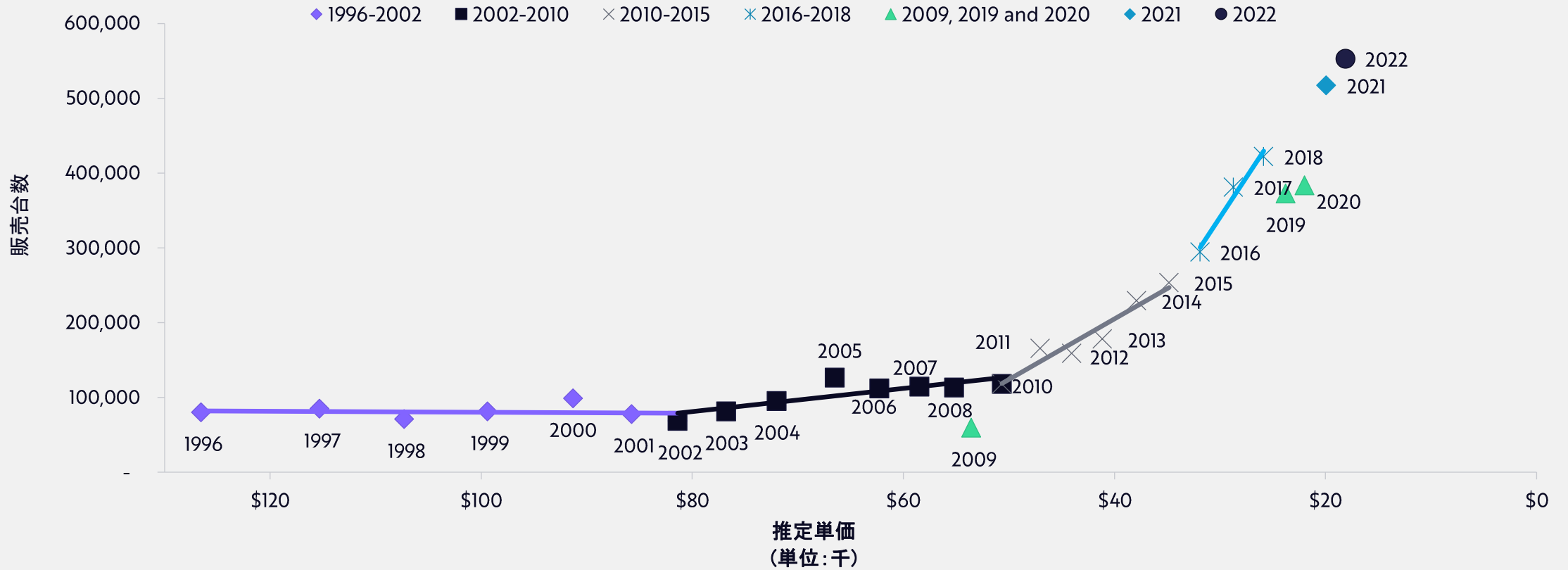
各カテゴリー内の点は、人型ロボットと自動運転車を除いて実際の製品を表しています。*上記数値は市場で販売されると予想する人型ロボットの推定コストを示しています。**上記は現在運営中および将来のロボタクシーの両方の数値を示しています。
 出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。
 上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



価格の低下が産業用ロボットへの需要を刺激

産業用ロボットのコストは、累積生産量が倍増する毎に50%低下してきています。

産業用ロボット需要の価格弾力性



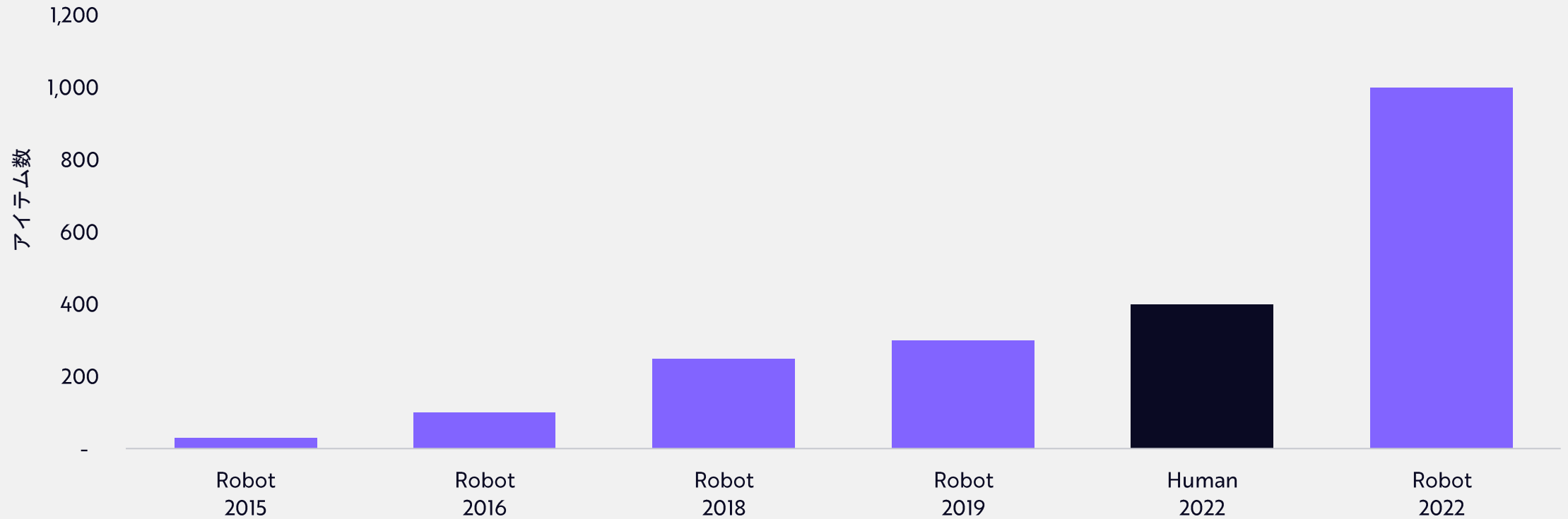
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (The International Federation of Robotics 2023のデータに基づく) 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



性能の向上が産業用ロボットへの需要を刺激

コンピューター化されたロボットビジョン(カメラシステム)やディープラーニングの進歩により、ロボットの性能は過去7年間で33倍に向上しています。ロボットはすでに人間のパフォーマンスを2倍超上回っており、性能の上限も見えていません。

1時間当たりのピックアンドプレース（対象物を拾い上げ、特定の位置まで搬送する作業）のアイテム数



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはありません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

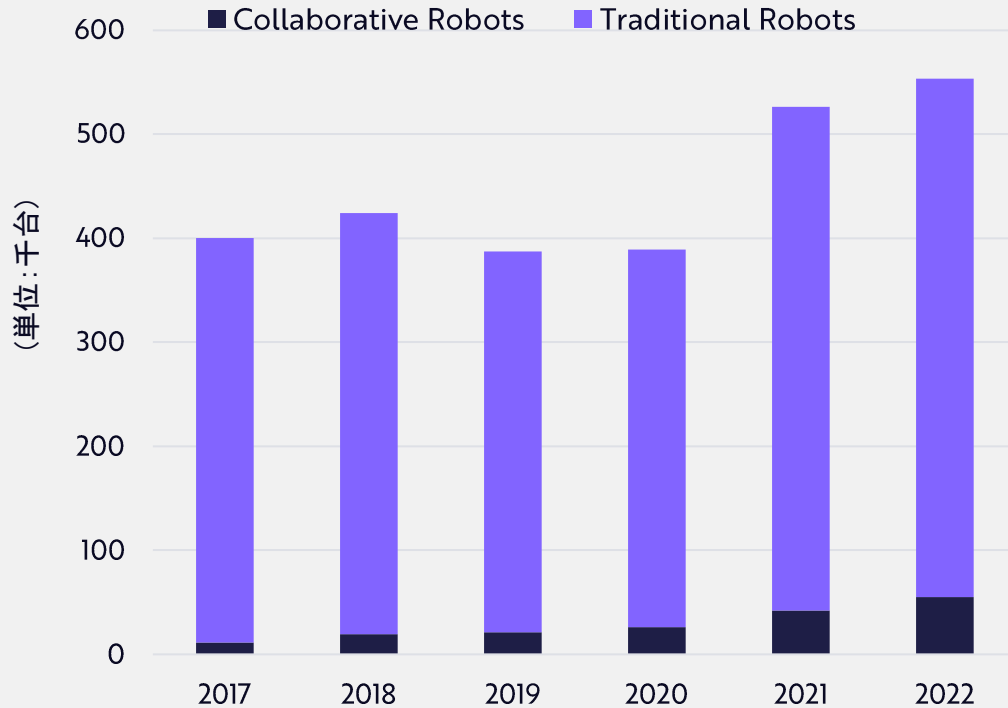


協働ロボットは普及曲線のスイートスポットに突入

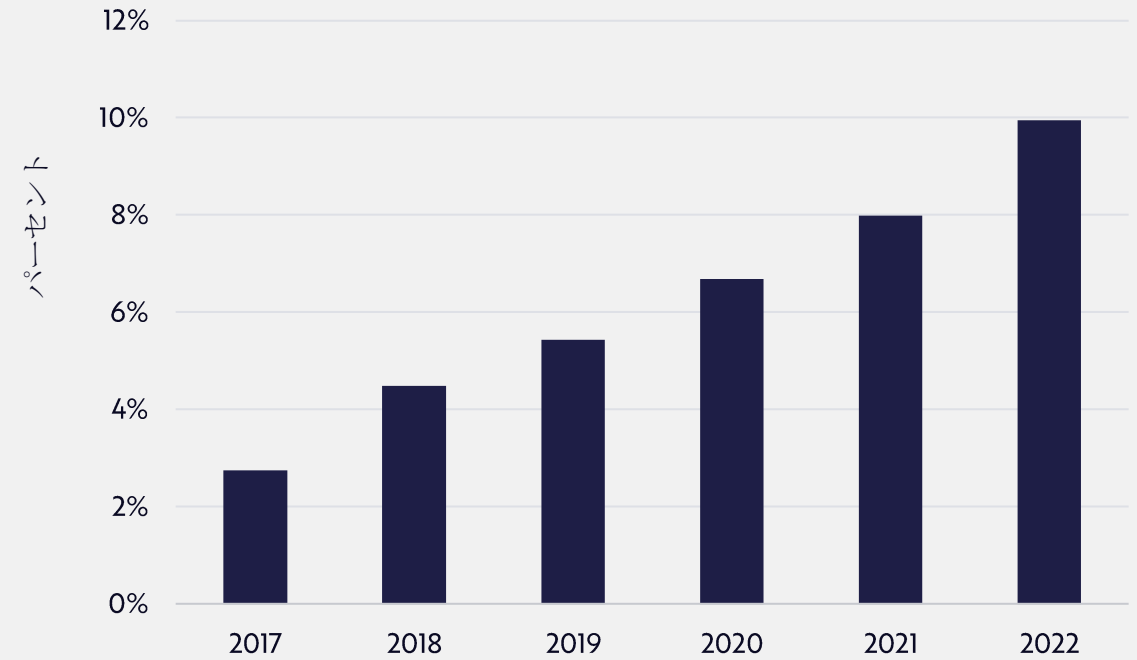
協働ロボットと人間は、外出先、工場、自宅を問わず一緒に作業をするようになってみられます。

歴史的に見て、新しい技術は市場シェアが10~20%に近づくと、その発展のペースを示すS字カーブが転換点を迎えます*。

産業用ロボットの販売台数



産業用ロボット販売台数全体に占める協働ロボットの割合



*S字カーブとは、典型的な技術普及曲線を言い、時系列にプロットすると「S」のように見えることから名づけられました。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析はInternational Federation of Robotics (2023) and Citi Research (2023)を含む様々な外部ソースに基づいています。当該外部ソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

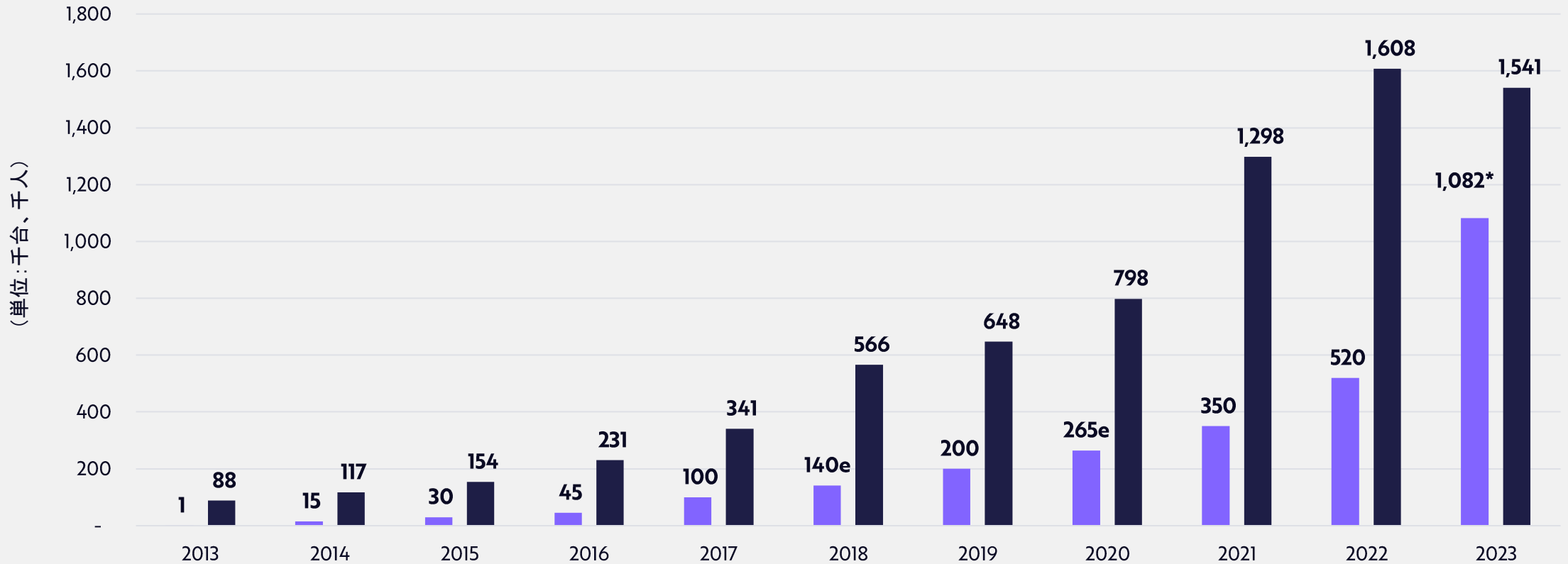


多数の企業が人間よりも多くのロボットを配置するようになる見通し

ロボットは人間を単調な肉体労働から解放しつつあります。

Amazonのロボット数と従業員数

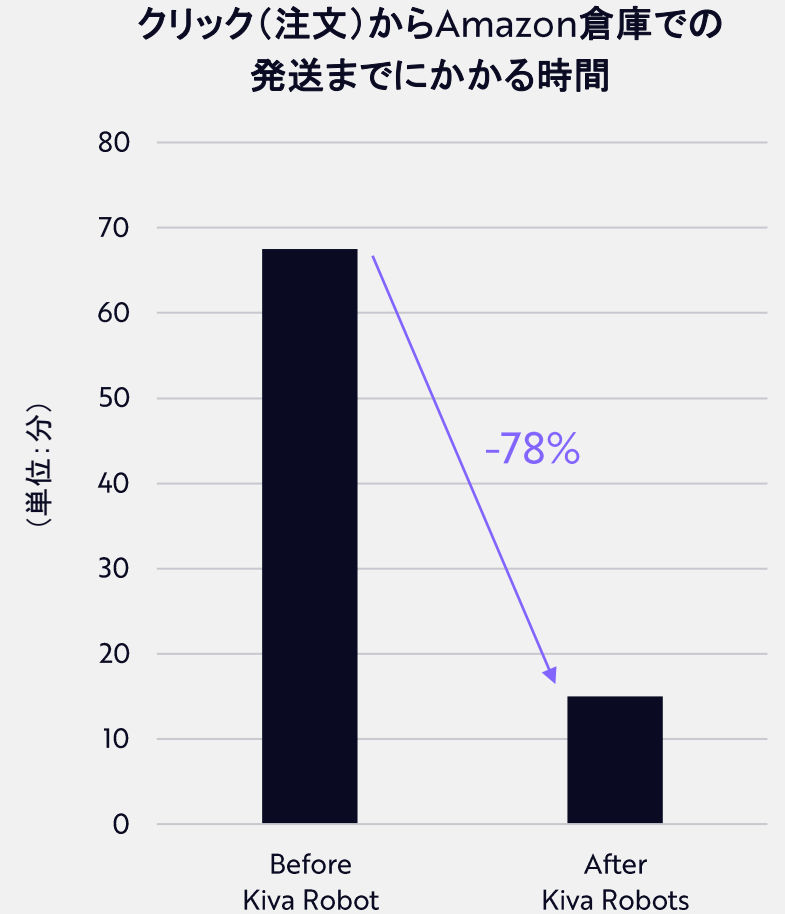
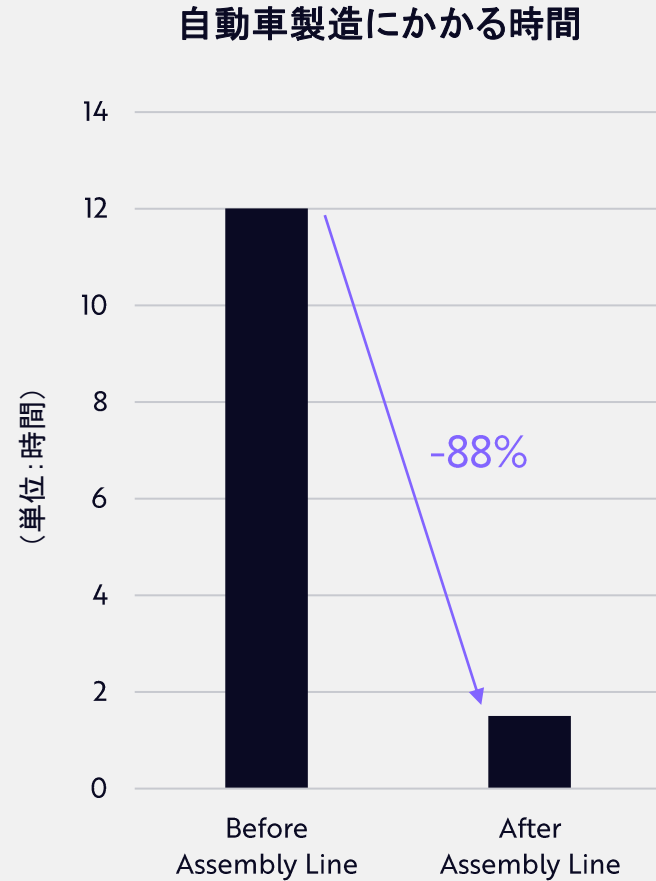
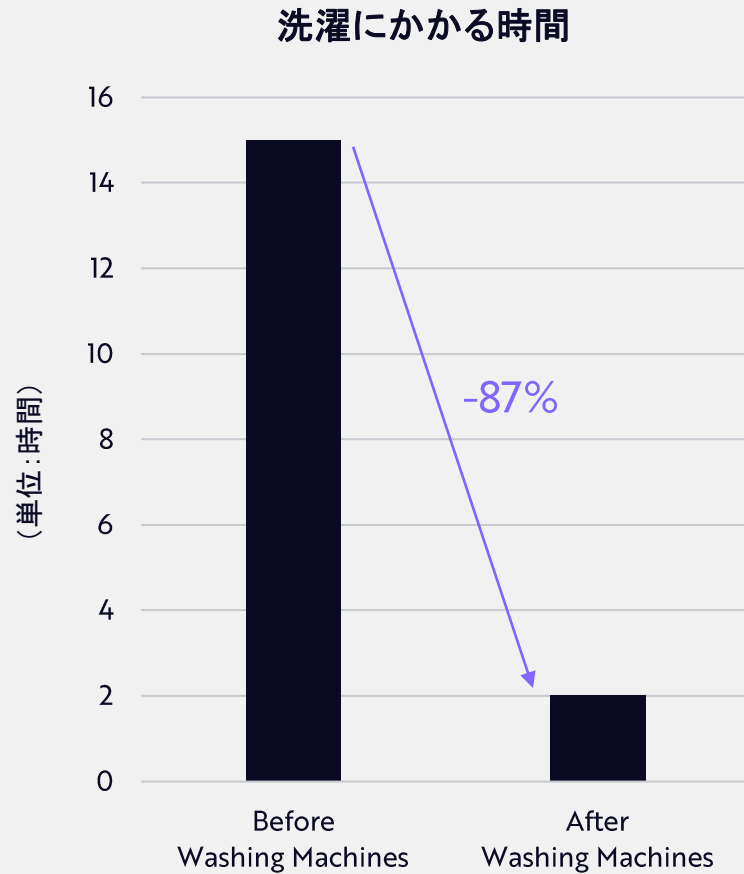
■ Robots ■ Employees (at start of year)



*モデルによる予測値であり年率換算されています。数値に「e」が付いたものはARKIによる推定値です。出所: ARK Investment Management LLC (Amazon 2023 (2023年6月26日時点)のデータに基づく) 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



様々な産業を変貌させてきたオートメーションの生産性向上効果



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



汎用ロボティクスは世界全体で24兆米ドル超の収益機会をもたらす可能性

家庭用ロボット



1日当たり約2.3時間の無償労働

×



約28億人の生産年齢人口

×



約10.75米ドルの加重平均時給

×



有償労働時の2分の1とした自由時間の価値

=

約12.5兆米ドルの機会

製造業ロボット



ARKでは2030年の世界製造業GDPを約28.5兆米ドルと予測

		生産性の向上					
		10%	25%	50%	100%	200%	400%
サイクルレート	10%	286	714	1,429	2,857	5,715	11,430
	20%	571	1,429	2,857	5,715	11,430	22,860
	50%	1,429	3,572	7,144	14,287	28,575	57,149

収益機会*
(単位: 十億米ドル)

=

12兆米ドル超の機会

(緑色セルの平均値)

*注記: 緑色セルはARKが妥当または可能性が高いと考える結果を示しています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



リサーチ担当者: Tasha Keeney, CFA
投資分析・機関投資家向け
戦略担当ディレクター

Daniel Maguire, ACA
リサーチアソシエート

ロボタクシー

都市交通を安全かつ安価なものに変革する

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



AIが飛躍的な進歩を遂げていることにより、ロボタクシーは都市移動に革命を起こし始めており、また自動車ローンセクターの崩壊を加速させる可能性があります。

ロボタクシーは人間のドライバーよりも安全であることから、より安全でまた汚染物質を発生しない走行が期待されます。ロボタクシー・プラットフォームのパイオニアは、早期普及に伴う高価格を享受するとみられます。

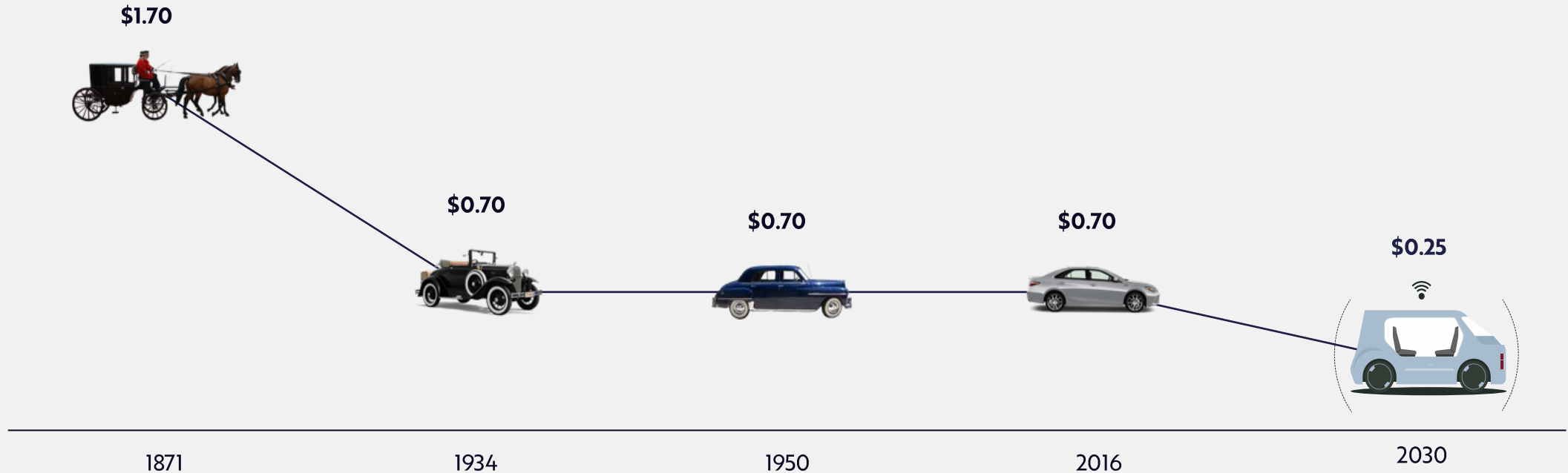
ARKの研究によると、ロボタクシー・プラットフォームは個人の移動を再定義して、今後5~10年間のあいだに28兆米ドルの企業価値を生み出すことが示唆されています。



自動運転配車サービスは2地点間の移動手段として利便性が高く、利用が増加する見通し

インフレ調整ベースで見ると、自家用車を所有し運転するコストは約100年超前のT型フォード発売当時から変わっていません。ARKの試算によると、自動運転タクシーの規模が大きくなれば、消費者が支払うコストは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。

個人所有車両のマイル当たり移動コスト
(2020年、米ドル)

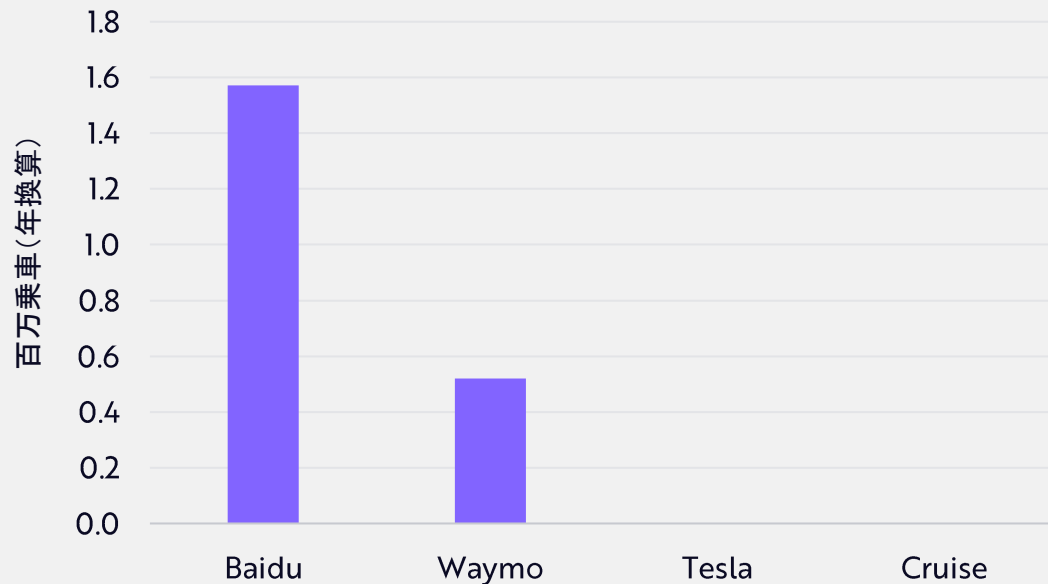


出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

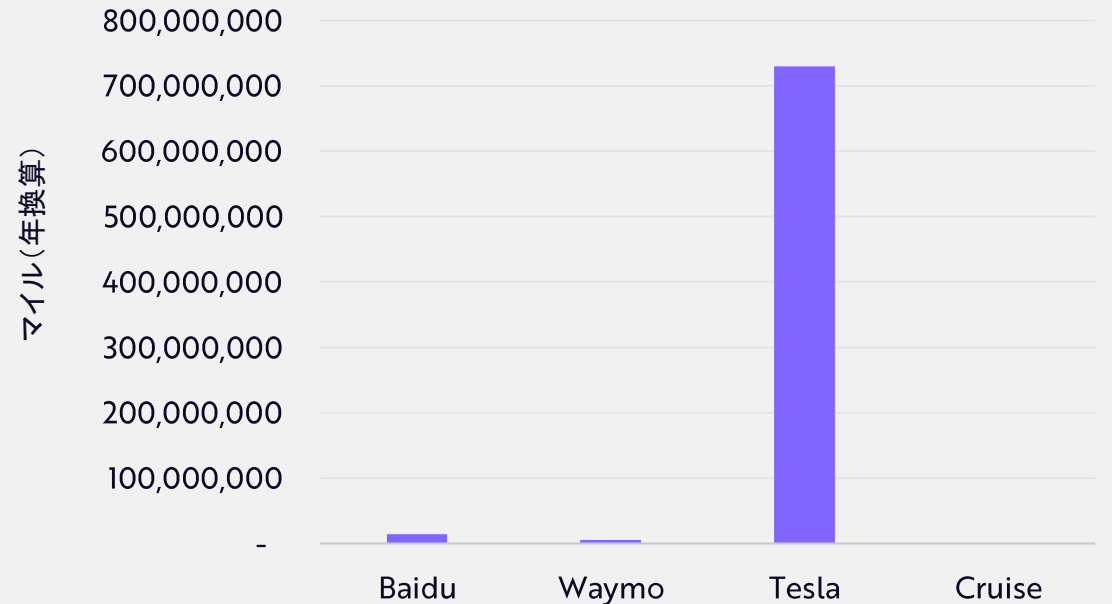
ロボタクシー、昨年後半には年間約270万台の乗客輸送を達成

ロボタクシーは世界の約20都市で運行しており、少なくとも7都市で完全無人運転の商用オプションが提供されています。2023年に、BaiduはWaymoよりも約60%多い170万回の自動運転走行を行ないました*。一方、Cruiseは米国での商業運行を停止しました。Baiduの約55倍、Waymoの約180倍の走行データにアクセスできるTeslaは、世界最大のAIプロジェクトであるロボタクシーサービスの開始に向けて、膨大なデータのアドバンテージを持っています。

自動運転の走行回数



自動運転の走行マイル



*これに含まれるBaiduの自動走行回数全体のうちの55%にあたる完全自動走行回数分のみです。右のグラフは、Waymo、Cruise、Baiduの1回当たりの走行距離を5マイルと仮定しています。右のグラフのTeslaのマイルはFSD(運転支援機能を用いた)マイルであり、人間による運転が依然として必要です。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

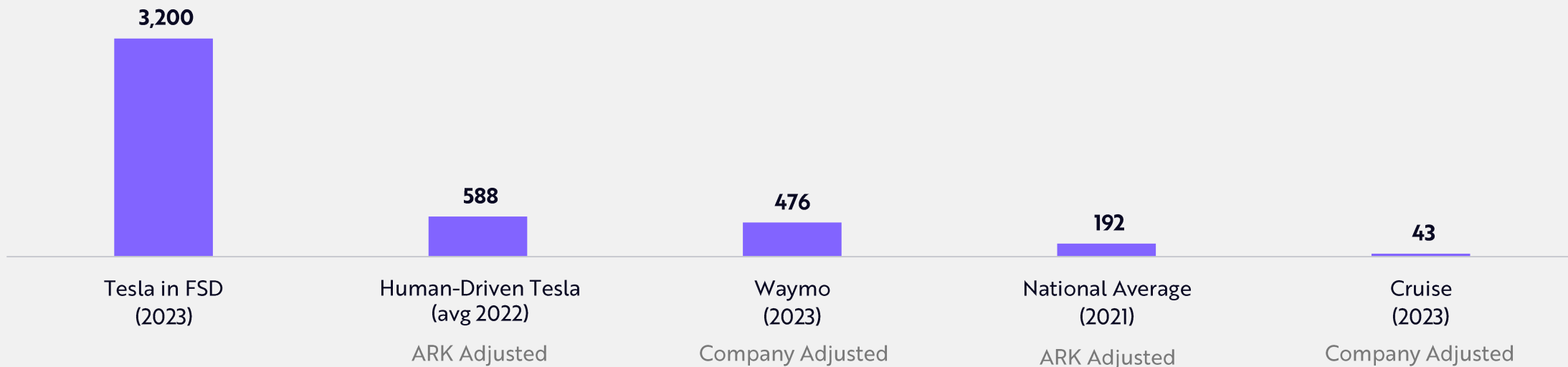


人間が運転する車両よりも安全な自動運転車

2015年に、ARKは自動運転車の事故率は人間のドライバーが関連する事故率より80%程度低くなり、自動車関連の死亡事故は米国で年間約4万件、世界で約135万件減少すると推定していました。現在のデータは、ARKの当初の予測を裏付けています。

Teslaの一般道路での運転支援機能(FSD)モードはマニュアルモードでTesla車を運転するよりも約5倍安全で、全米平均より約16倍安全とみられます。Waymoの自動運転車は全国平均よりも約2~3倍安全である一方、現在規制当局から運用を一時停止されているCruiseは全国平均をかなり下回っているとみられます。

一般道路のみにおける事故の発生間隔
(千マイル)



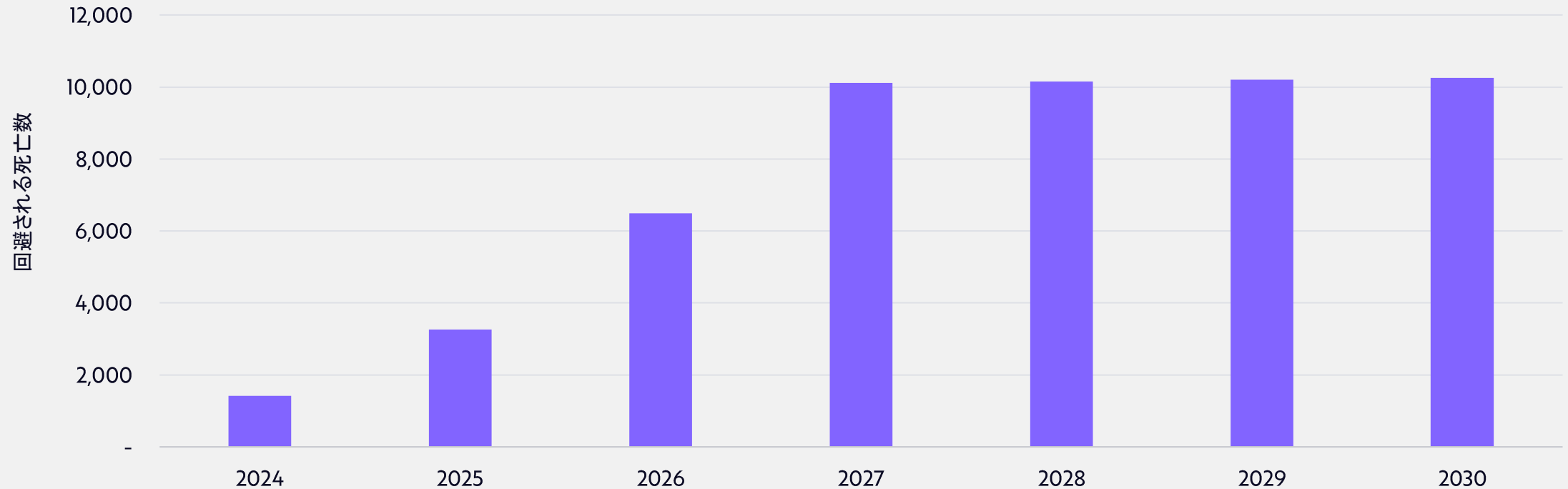
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はCDC (2024)、Kusano(2023)、NHTSA(2023)、Tesla(2023/2024)、Zhang(2023)を含む様々な基礎データソースに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



自動運転の電気自動車による輸送は、自動車の排ガスで失われる年間約1万人の米国人の命を救うとみられる

ガソリン車による大気汚染は、米国で年間9,700人の死亡につながっています。ARKの研究によると、自動運転の電気自動車は2030年に約1万人の死亡を防ぐことができるとみられます*。

電気自動運転車による排ガス削減によって米国で救われる命が増加



*この分析は、ARKの電気自動運転車の普及予想に基づいたものであり、人口の伸びに合わせて調整されています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は、Thakrarら(2020)を含む外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



大規模言語モデルと生成AIがロボティクスの発展を加速

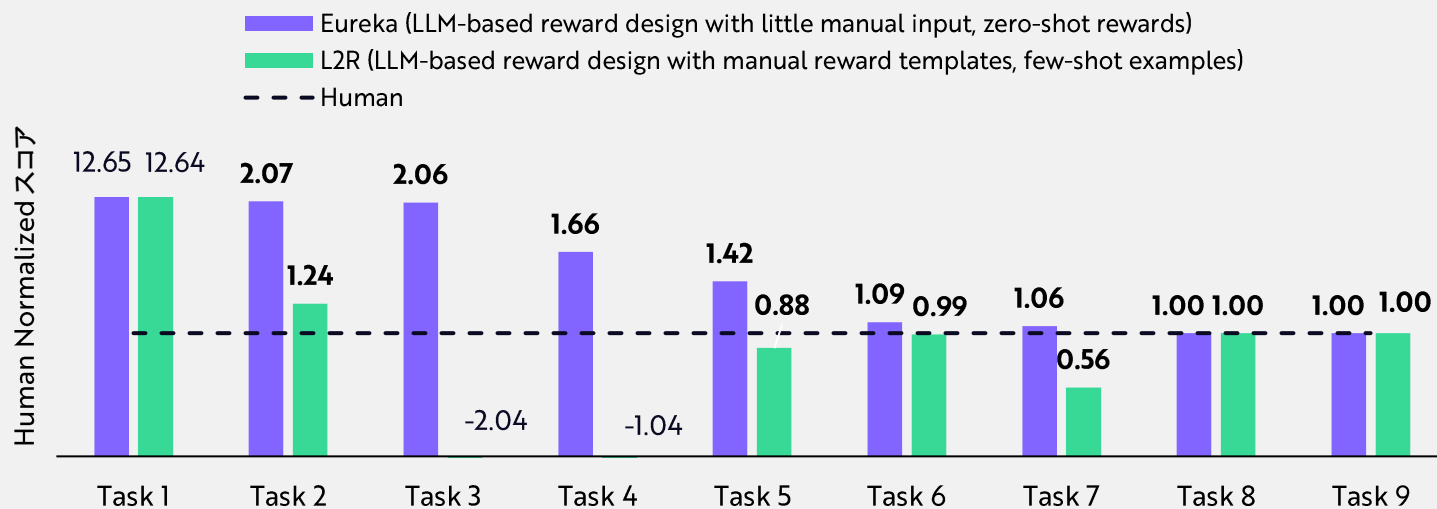
GPT-4によってロボットタスクを実行するようトレーニングされたニューラルネットワークは、タスクの83%で人間の熟練したコーダーよりも優れたパフォーマンスを発揮し、改善幅の平均は52%でした。

大規模言語モデル(LLM)は、テキストベースのトレーニング、検証、自己説明を可能にし、規制当局の承認を促進するとみられます。

マルチモーダル(複数の異なる形式のデータを組み合わせて処理する)モデルは、画像や文章を用いて自動運転車を訓練することができ、その結果性能を向上させることができます。

生成AIは、シミュレーションを通じて自動運転車の安全性を訓練・検証することが可能です。

様々なロボットタスク、環境、形態において、 LLMによる強化学習は熟練した人間のコーダーを上回る



タスクの凡例

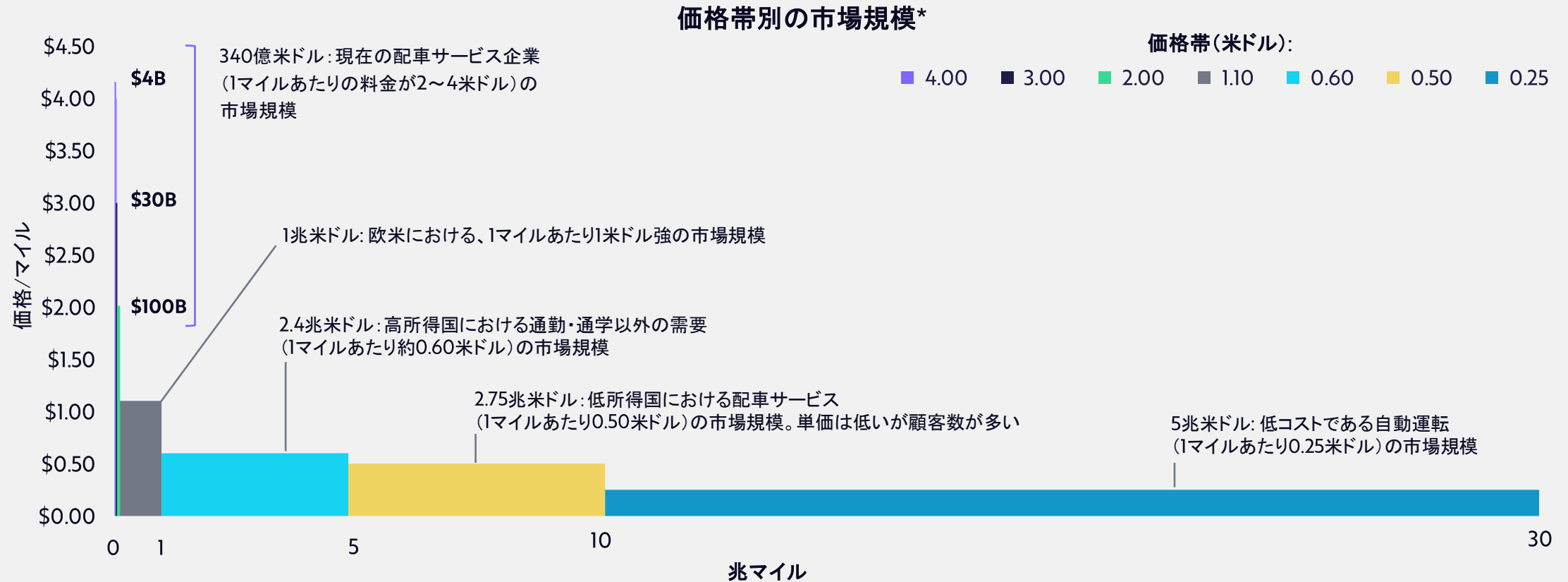
- Task 1: キャビネットの扉を開ける
- Task 2: ロボットハンドを使用してオブジェクトをターゲットに向けて回転させる
- Task 3: 人間の形をしたロボットをできるだけ速く走らせる
- Task 4: アリをできるだけ速く前方に走らせる。
- Task 5: 高度なロボットハンドを使用してオブジェクトをターゲットに向けて回転させる
- Task 6: クアッドコプターをランダムに選ばれたx、y、yawの目標速度に従わせる
- Task 7: クアッドコプターを定位置付近に到達させ、ホバリングさせる
- Task 8: ポールをカートの上に立ててバランスをとる
- Task 9: テーブルの上でボールを安定させる

注記: Yawとは航空機の垂直軸に沿った回転のことです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はMa (2023年)、Wayve(2023年)を含む様々な基礎データソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



配車サービスは1兆米ドル規模の市場になる見通し

自動運転配車サービスが1マイル当たり0.25米ドルになることで、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、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みられます。

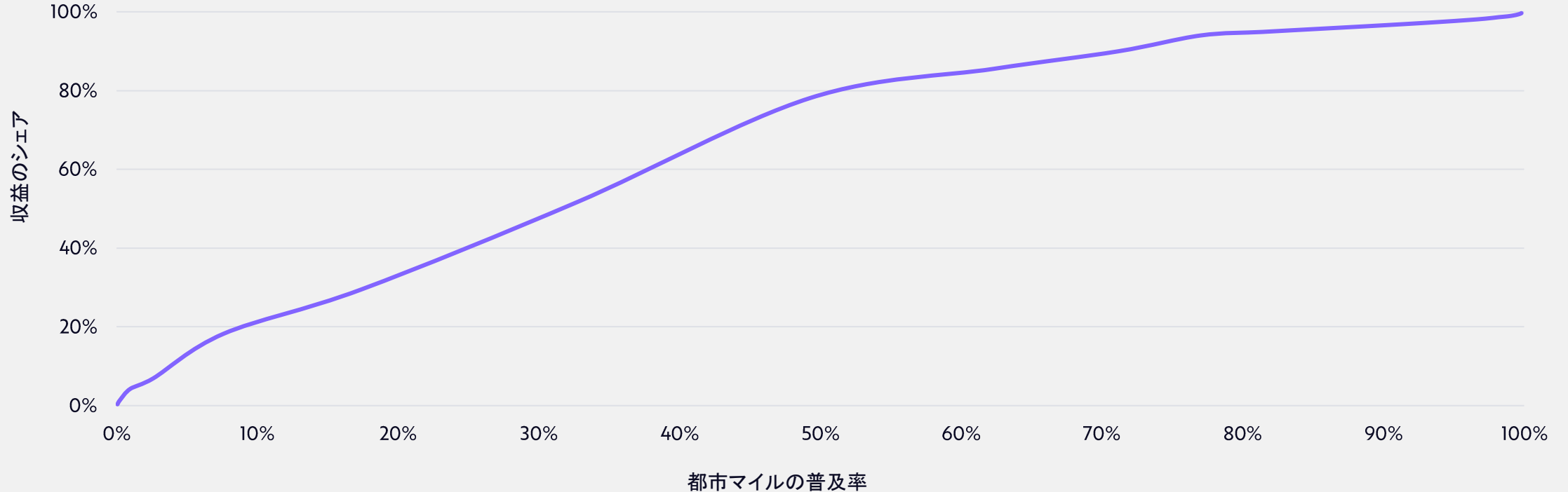


*1兆米ドルは獲得可能な市場規模で、ARKが予測する2030年の売上高ではありません。すべてに自動運転が浸透するとは予測していません。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



都市の自動走行マイルの最初の50%を支援するプラットフォームが収益の大半を生み出すとみられる

都市の走行マイル普及率に対する自動走行プラットフォームの収益ポテンシャルのシェア



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

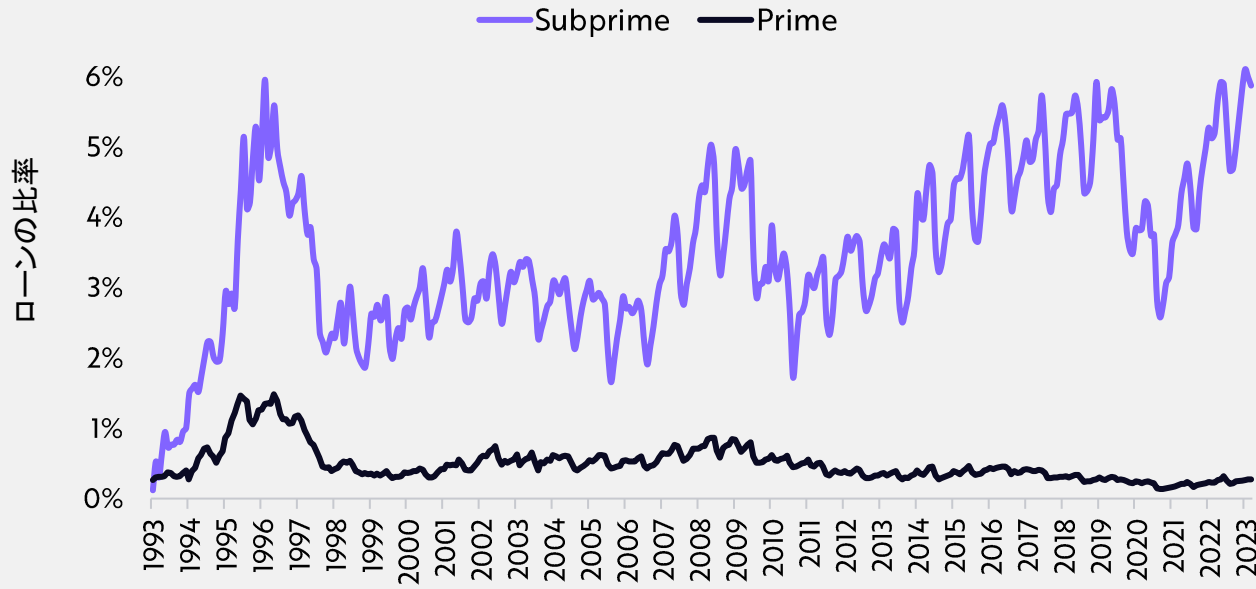


自動走行する電気自動車の普及によって米国の自動車ローン業界は崩壊する可能性

過去3年間の金利上昇により、新車の月々の自動車ローン支払額は581米ドルから739米ドルへと約27%増加しました。その結果、60日以上延滞しているサブプライム層の自動車ローンの件数は最近過去最高を記録しました。

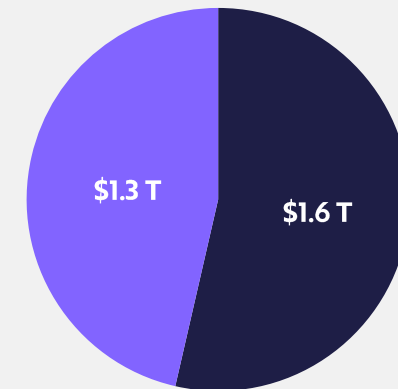
ライトの法則により電気自動車の価格は下がり続け、電気自動車がより利用されるようになり、ガソリン車の価値が低下するとみられます。その結果、金融機関のバランスシートに現在残っている主にガソリン車向けに発行した約1兆6,000億米ドルの自動車ローンは、今後10年にわたりリスクに晒される可能性があります。

60日以上延滞している自動車ローン



自動車ローンの構成 (兆米ドル)*

- Motor Vehicle Loans Owned And Securitized By Banks
- Motor Vehicle Loans On Consumer Balance Sheets (ARK Estimate)



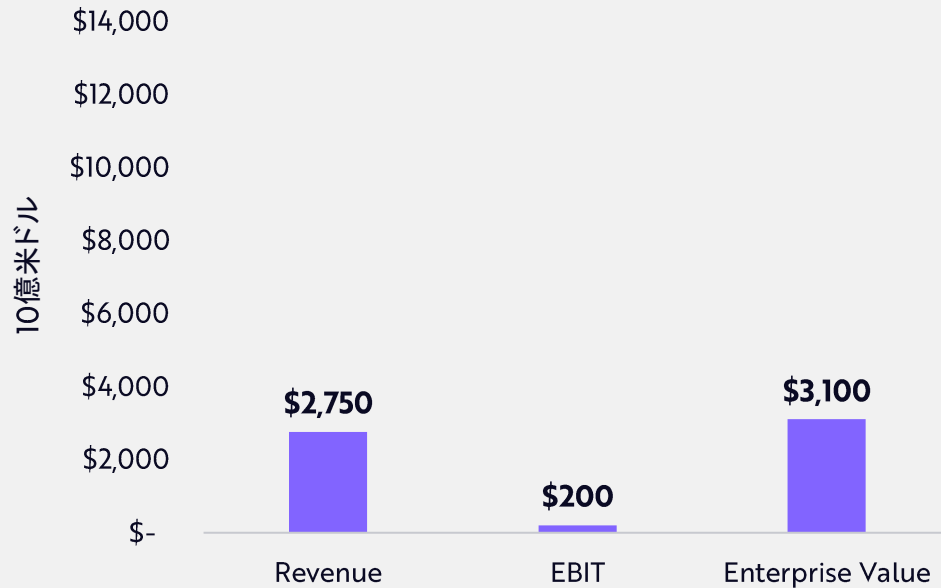
注記:ライトの法則とは、生産台数が累計で2倍になるごとに、コストは一定の割合で低下するというものです。*2023年第3四半期時点の自動車ローンの保有・証券化データです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は、外部ソースによる様々な基礎データに基づいています(2023年1月3日時点)。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



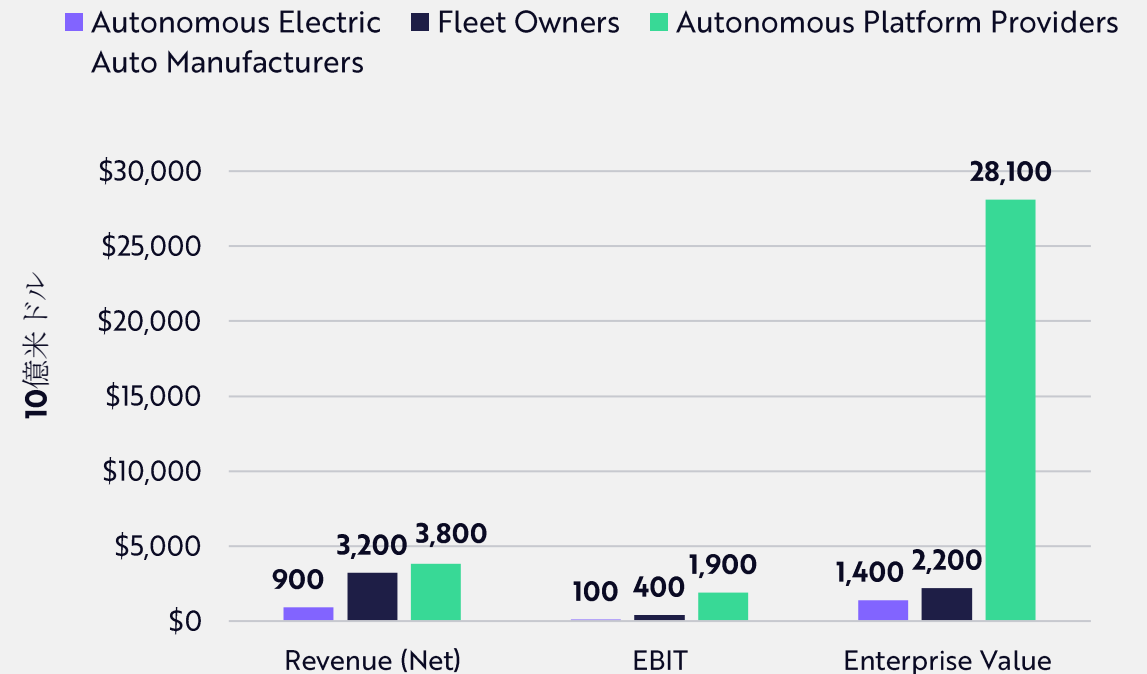
自動運転プラットフォーム・プロバイダーは2030年に約28兆米ドルの企業価値を創出する可能性

2030年にEBITが15倍になると、自動運転プラットフォーム・プロバイダーの企業価値は28兆米ドル、2023年の全自動車メーカーの企業価値の約9倍にまで拡大する可能性があります。

2023年の売上高、利益、企業価値
実際の自動車メーカー



2030年の売上高、利益、企業価値
ARK予想



数値は四捨五入しています。EBITは利払前・税引前利益です。Autonomous Platform OperatorsはWaymoやTeslaなどの自動運転を手掛けている企業です。左のグラフは、企業価値、売上高、営業利益に関するCAPIQデータが入手可能なすべての上場自動車メーカーを含みます。出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



リサーチ担当者: Tasha Keeney, CFA Daniel Maguire, ACA
投資分析・機関投資家向け戦略担当
ディレクター リサーチアソシエート

自動配送

コストを削減し、サプライチェーンを再構築

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



自動配送によって、今後5~10年の間に商品の配送コストは15分の1に縮小するとみられます。自律型のドローンおよびロボットが何百万件の配達を行っており、自動運転トラックの走行距離は何千万マイルに達して、(安全のために乗務する)セーフティードライバーが不要になり始めています。

AIは人間のパイロットや運転手よりも優れていることが証明されつつあり、購買習慣を変化させる真の自動運転を規制当局が認可するよう促しています。

自動走行車は、特に新興国で救命物資の配送を加速させるなど、医療に好影響をもたらすとみられます。

ARKの研究によると、自動配送の収入は現在のゼロから2030年には9,000億米ドルにまで拡大する可能性があります。



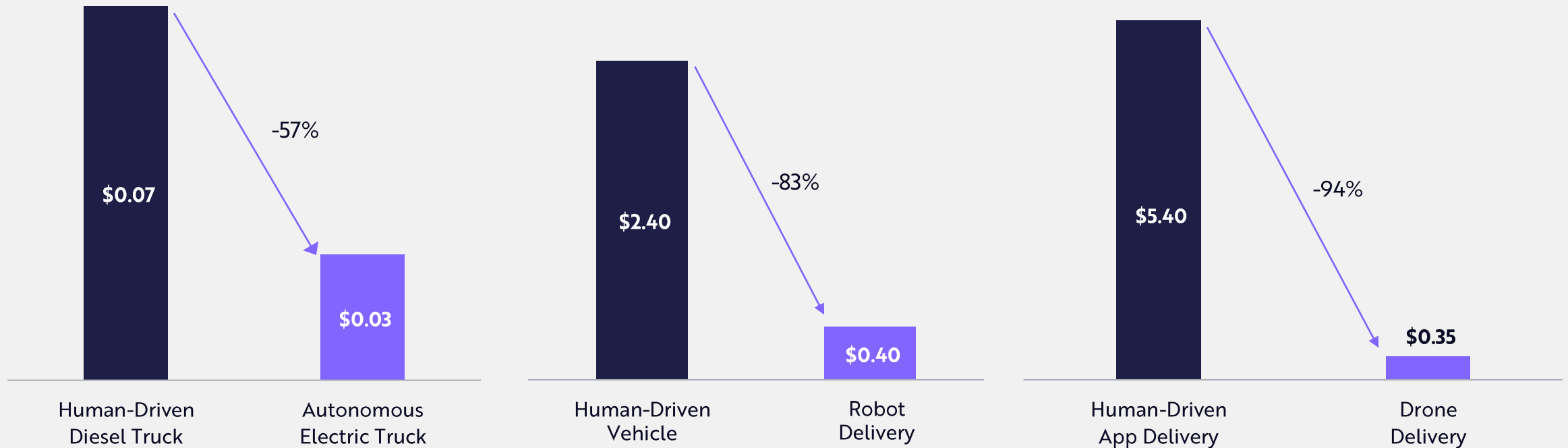
自動運転車(地上走行と飛行の両方)がサプライチェーンのコストを劇的に低下させる可能性

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)の輸送において、コスト効率のより高い配送システムとして機能します。

トラックの配送コスト
(トン・マイルあたり)

短距離の一斉配送コスト
(配送回数あたり)

短距離の小口配送コスト
(配送回数あたり)



注記:ドローンのマイルあたりの価格は、代替コスト、発進・充電インフラ、保険、労働コストに関する当社の最新の前提条件に基づいて更新されています。ドローンやロボットでの配送にかかる料金は、インフラコスト(充電や発進・着陸以外)を差し引いた金額で表示されており、これらのコストはドローンやロボットによる配送業者が負担するか、物流や小売りのパートナー事業者と配分する可能性があるものと見えています。ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は、外部ソースによる様々な基礎データに基づいています(2023年12月7日時点)。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

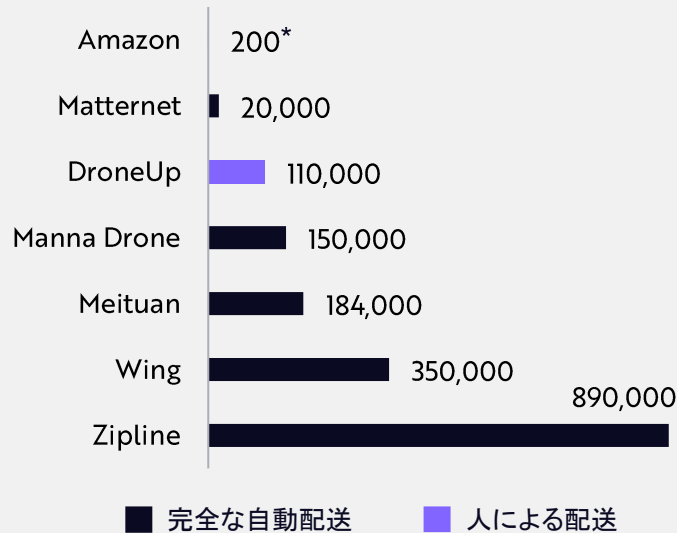


独自データが自動配送の商業的成功を決定付けるとみられる

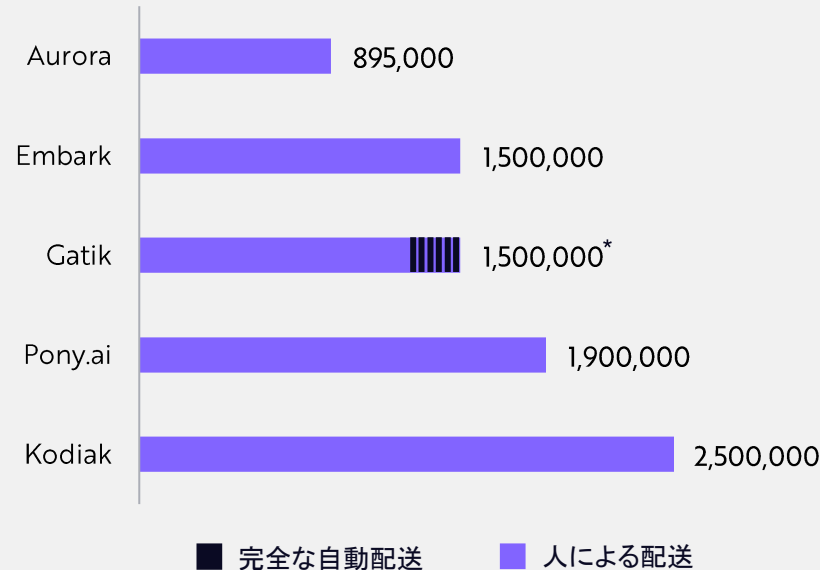
より多くの実走行データを持つ企業が、競争上優位に立てるとみられます。垂直化と製造パートナーシップも成功には欠かせないと考えられます。



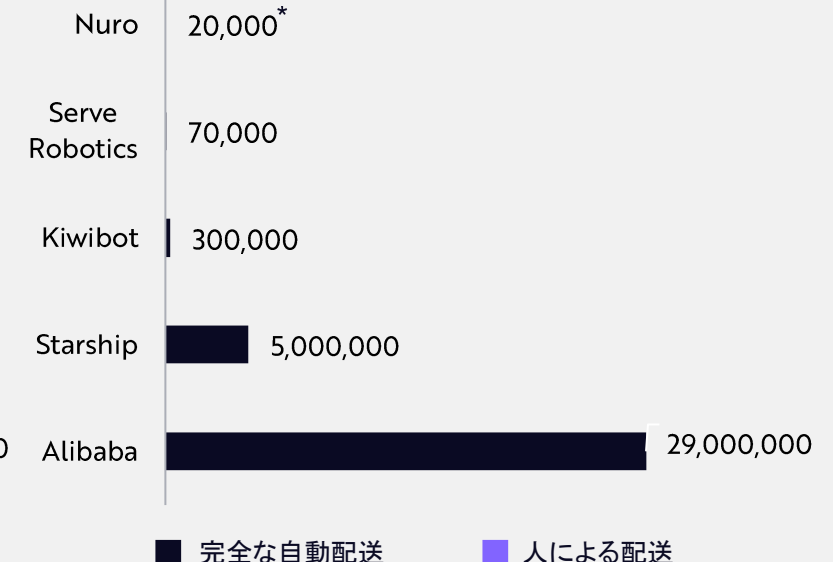
累積飛行数



累積走行距離



累積配送数



注記:注:トラックの走行マイルはすべて、入手可能な最新の実走行マイルです。Gatikのクラス6トラックは、セーフティ・ドライバーなしで商業運行を行っている場合があり、紺色の破線はこれを表しています。*数字は入手可能なデータに基づいて推定されたものです。ロボットによる配送を手掛ける企業は、ロボット当たりの荷物容量が異なるため、1回の配送で他よりもより多くの荷物を配送できる企業もあります。出所: ARK Investment Management LLC, ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています(2024年1月11日時点)。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

AIパイロットの能力は人間のパイロットより優れている模様

AIパイロットは、データの面で人間よりも非常に高い優位性を持っています。Ziplineのドローンは、人間では不可能なほどの多くの商業飛行距離を記録しています。

Shield AIは、熟練した人間の戦闘機パイロットとのF-16の空中戦シミュレーションで5対0*で勝利しました。ドローンのレースでは、深層強化学習によって訓練されたAIが25回中15回人間のプロのパイロットを上回り、ラップタイムは10%ほど良い結果となりました。

競争での勝利

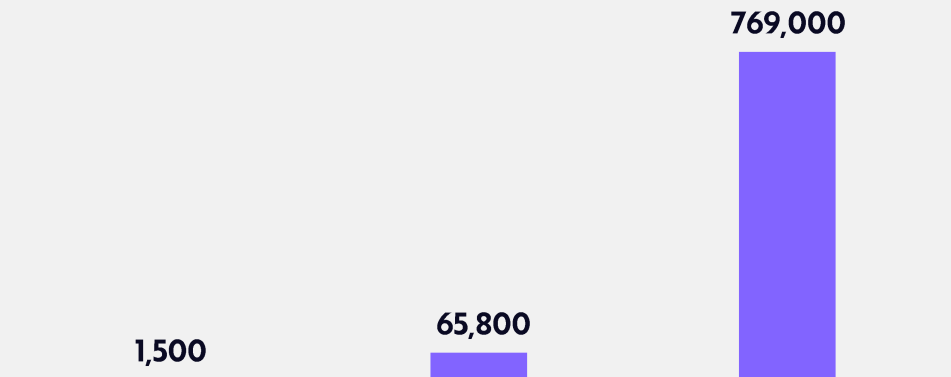
■ AI Pilot ■ Human



F-16 Dogfight Simulated
(米国国防高等研究計画局 (DARPA) のチャレンジ、Shield AI 対 熟練のF-16パイロット、2020年)

Drone Racing Competition
(チューリッヒ大学研究者VS インターナショナル・ドローン・レーシング・チャンピオン 2023年)

飛行時間



FAA Airline Pilot Training Requirement
Commercial Human Pilot Flight Hours (Career Maximum Per Federal Age and Flight Hour Restrictions)
Zipline Commercial Hours (Fleet Cumulative)

*注記: 現在Heron Systems傘下のShield AIが空中戦で勝利しました。ARK Investment Management LLC, 2024. ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています(2023年12月7日時点)。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。数値は四捨五入しています。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

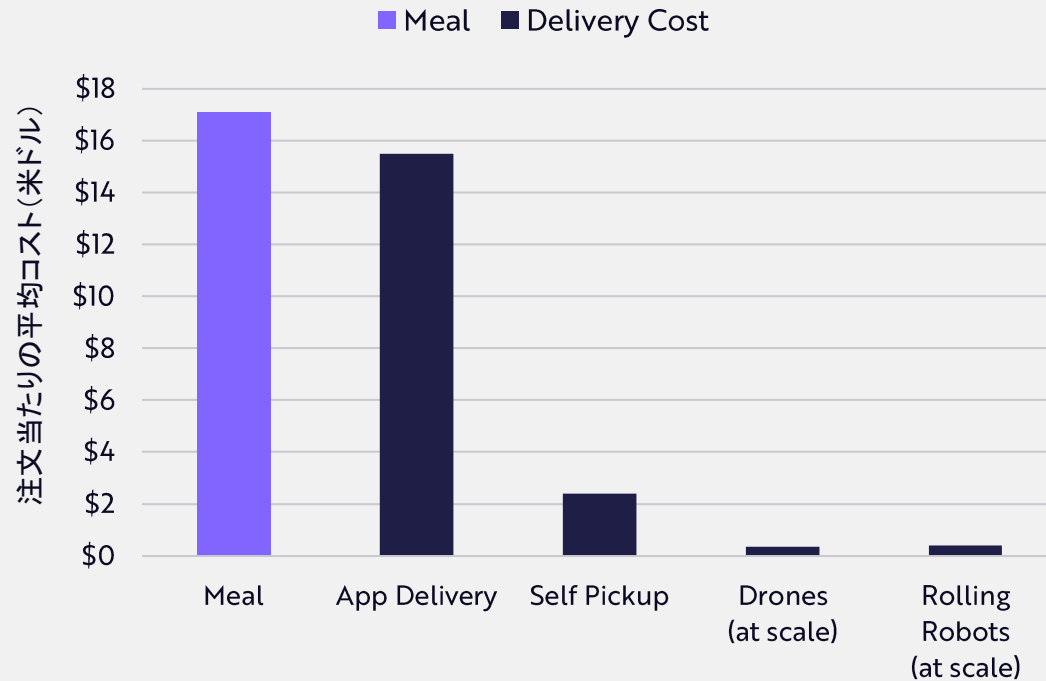


規制当局の承認によって自律型ドローンは食品配達料の低下につながる見込み

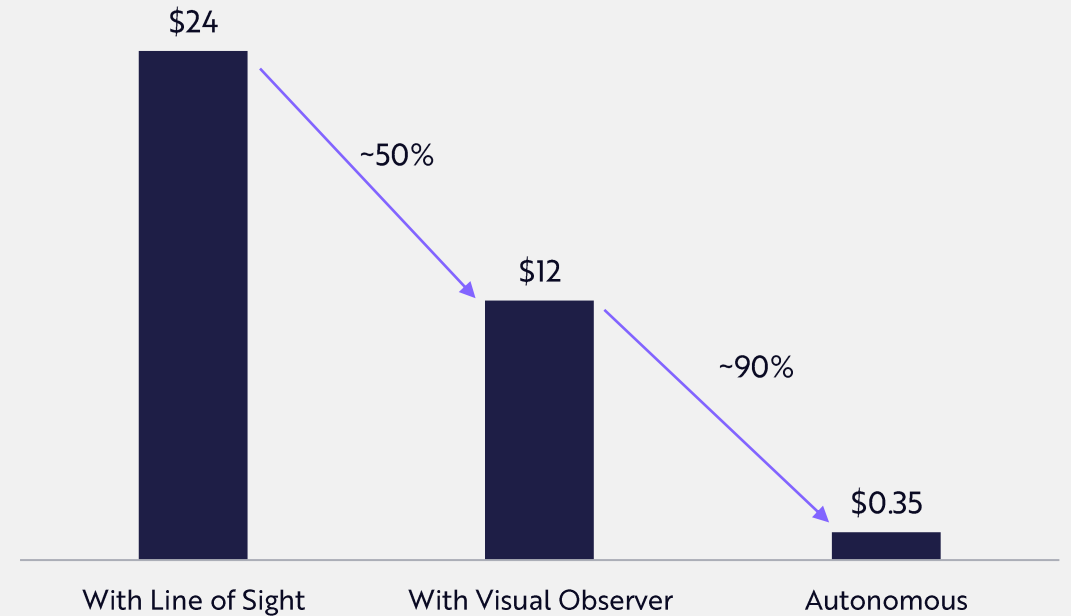
コロナ禍以降の食品配達料の上昇を受けて、フードデリバリーの平均コストは注文するメニューの料金自体の2倍へと跳ね上がっています。

目視による監視なしに視覚外飛行を行なうドローンが最近FAA(連邦航空局)によって承認されたことより、食品配達料は劇的に低下することが見込まれます。

食品配達料(税抜き)



ドローンによる配送料金 (10マイルの飛行)



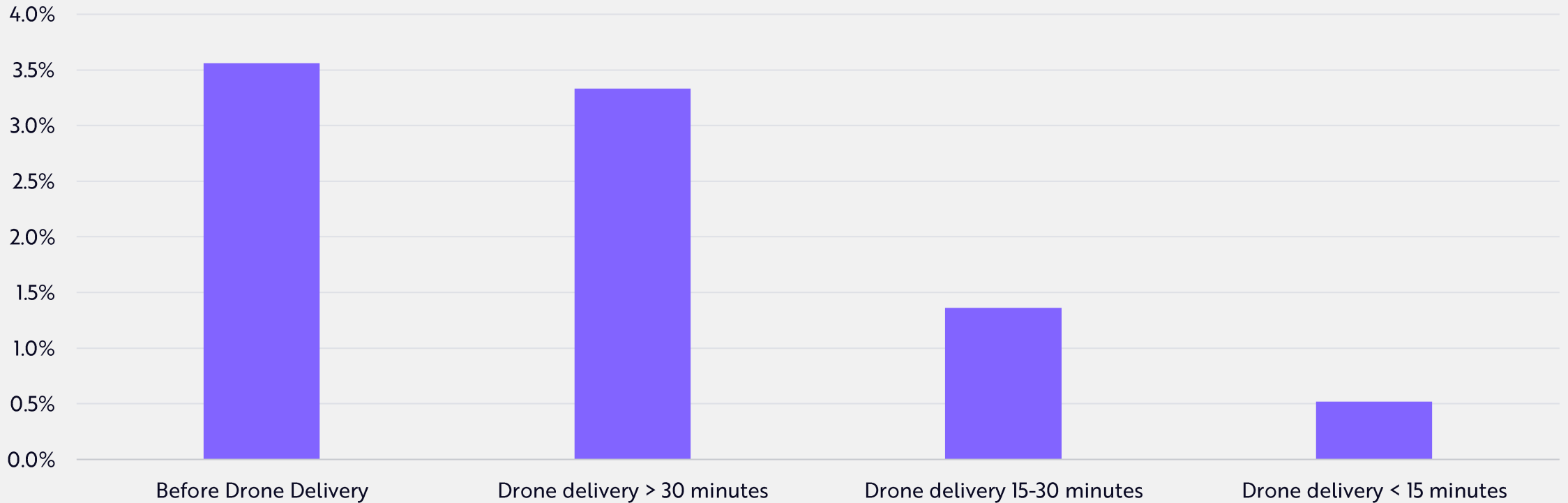
注記: 数値は四捨五入しています。ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています(2023年12月7日時点)。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



命を救うドローン

道路インフラが整備されていない地域において、Ziplineのドローンは15分未満で血液を届けることができ、分娩後の出血に関連する死亡率は80%改善しています。

分娩後の出血による死亡率
ルワンダにおける輸血ドローン配送実施の前と後

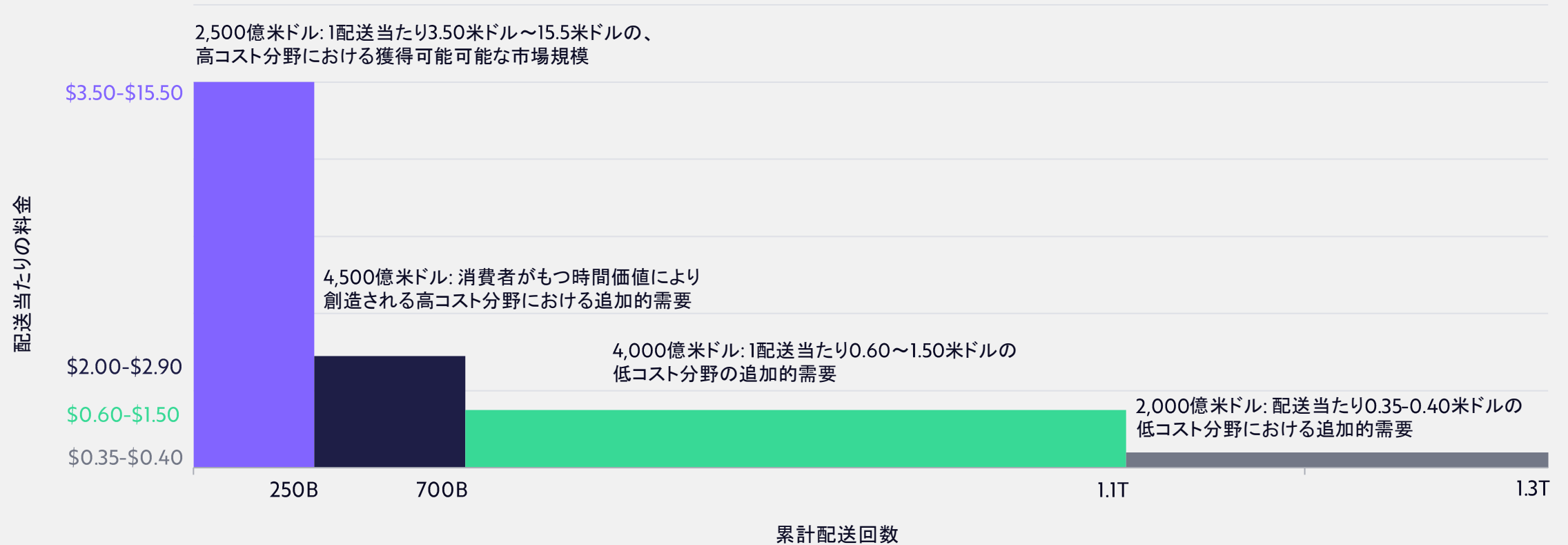


出所: ARK Investment Management LLC, 2024, based on data from Jeon et al. 2022. 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



自動配送の獲得可能な食品配達と宅配の市場規模は1~2兆米ドルになる見通し

ラストマイルにおける自動配送の獲得可能な食品配達と宅配の市場規模



*グラフ中の数値は四捨五入しています。獲得可能な市場機会はいくつ兆米ドルですが、2030年までに実現する総収入/市場規模は、後のスライドに詳細に示される普及率次第となります。ARK Investment Management LLC, 2024. ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています(2023年12月7日時点)。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

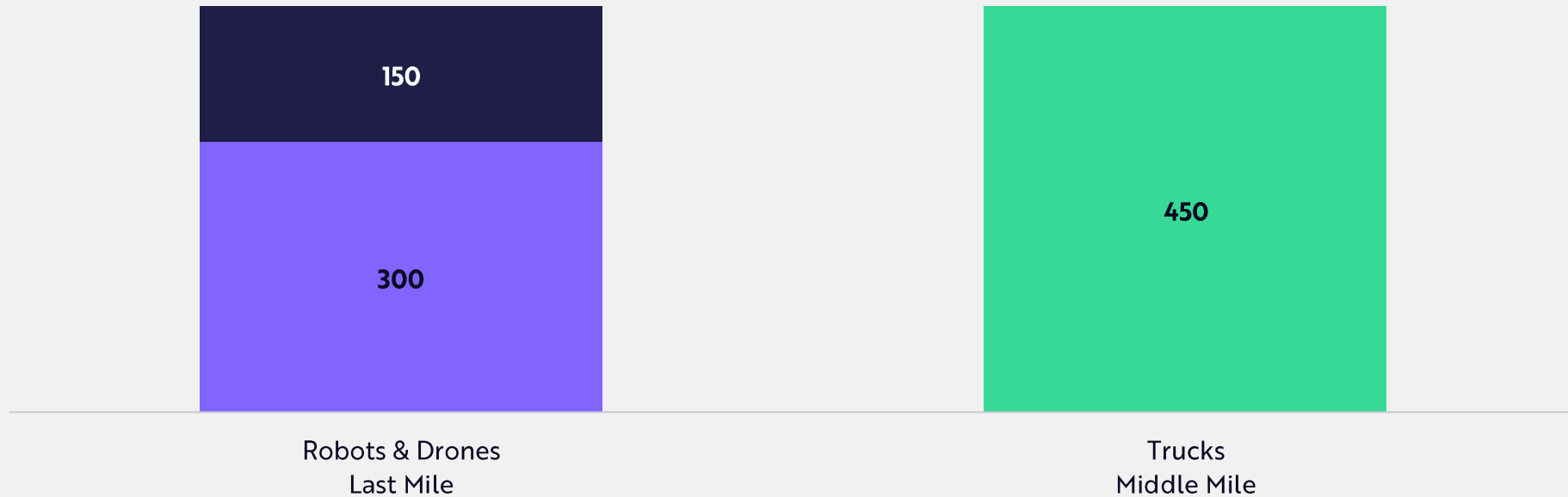


世界の自動配送の収入は2030年までに9,000億米ドルに達する見通し

テクノロジー対応の手頃な価格の配送が消費者習慣を再形成するなか、ロボットやドローンによる食品配達や宅配の規模は2030年に4,500億米ドルに達する可能性があります。また自動運転トラック輸送の収入は、自動運転トラックとドローンやロボット工学が組み合わさり、企業が商品をコスト効率よく迅速に輸送する方法を変化させるなか、2030年に4,500億米ドルに達する可能性があります。

自動配送の収入
(10億米ドル、2030年)

■ Parcels ■ Food ■ All Goods



注記: ARKではリサーチモデルを頻繁に更新しており、直近では自動走行テクノロジーの採用曲線を調整した結果、市場の予想は以前の予想よりも低くなりました。ARK Investment Management LLC, 2024. ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています(2023年12月7日時点)。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

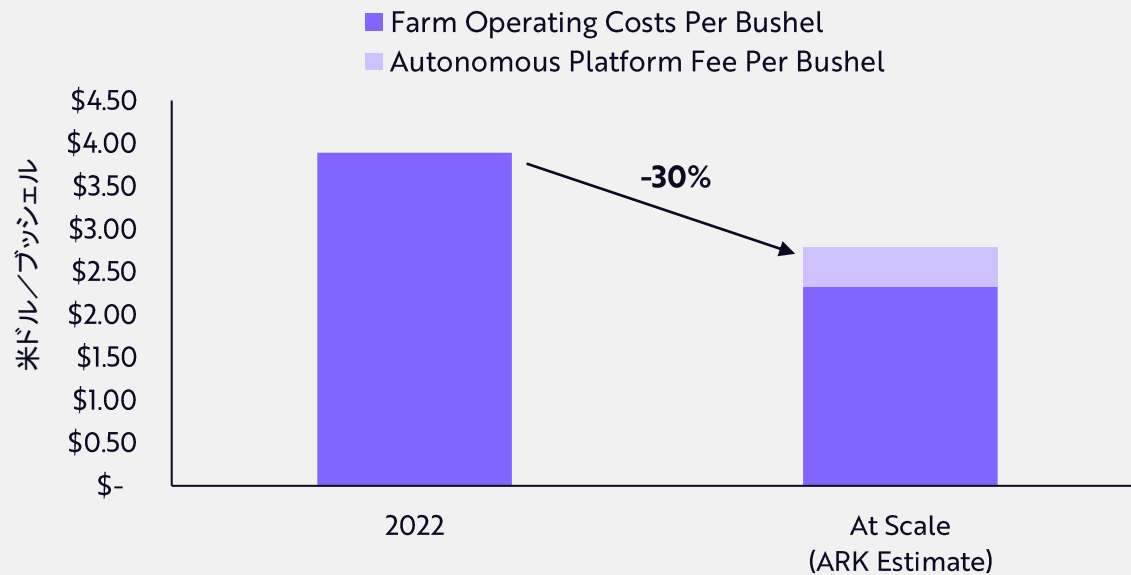


自動配送は精密農業企業の企業価値を2倍にする可能性

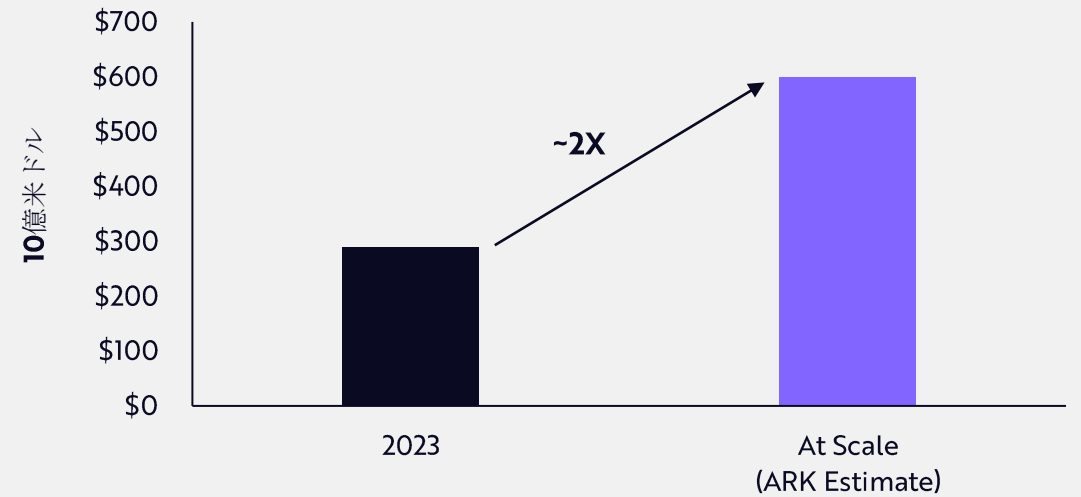
継続的な自動化や、品種改良、遺伝子組換え、農業生物製剤によって収穫高が向上していることにより、生産ブッシェルあたりの運営コスト(コストと収穫高の両方を組み込んだ指標)は、米国の主要作物全体で約30%低下する可能性があります*。

耕地面積(1エーカー)当たりで課金するビジネスモデルを持つ農業関連企業は、テクノロジーによるコスト削減効果に基づいて自動化プラットフォームの手数料収入を生み出すことができ、ソフトウェアのようなマージンを実現することができます。その結果、これらの企業全体の企業価値はほぼ2倍となる約6,000億米ドルへと拡大する可能性があります**。

米国の主要作物のブッシェル当たりの農場運営コスト*



世界の農業・農業機械企業の企業価値



*この分析は、ARKがブッシェル生産に基づいて米国の上位3作物と定義する「主要作物」であるトウモロコシ、大豆、小麦に焦点を当てています。数値は四捨五入しています。 **世界的に異なるコスト構成や採用率を考慮した場合です。この分析では、自動化プラットフォーム料金が50%、自動化サービス収益に対するEV/EBITDA倍率が19倍であることを前提としています。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています(2024年1月4日時点)。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



リサーチ担当者:

Sam Korus

自動運転テクノロジー&ロボティクス
分野担当リサーチディレクター

Daniel Maguire, ACA

リサーチアソシエート

再利用型ロケット

宇宙のビジネス化が可能に

出所: ARK Investment Management LLC 2024

予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



再利用型ロケットを用いると打ち上げコストが劇的に下がるため、宇宙のビジネス化が可能となり、衛星とデバイスとの直接接続(D2D)のような新しいサービスが生まれています。当社のリサーチによると、衛星通信ビジネスの売上げは2030年には1,300億米ドルに達する可能性があります。それでも約2兆米ドルに上る通信事業売上げのほんの一部に過ぎません。

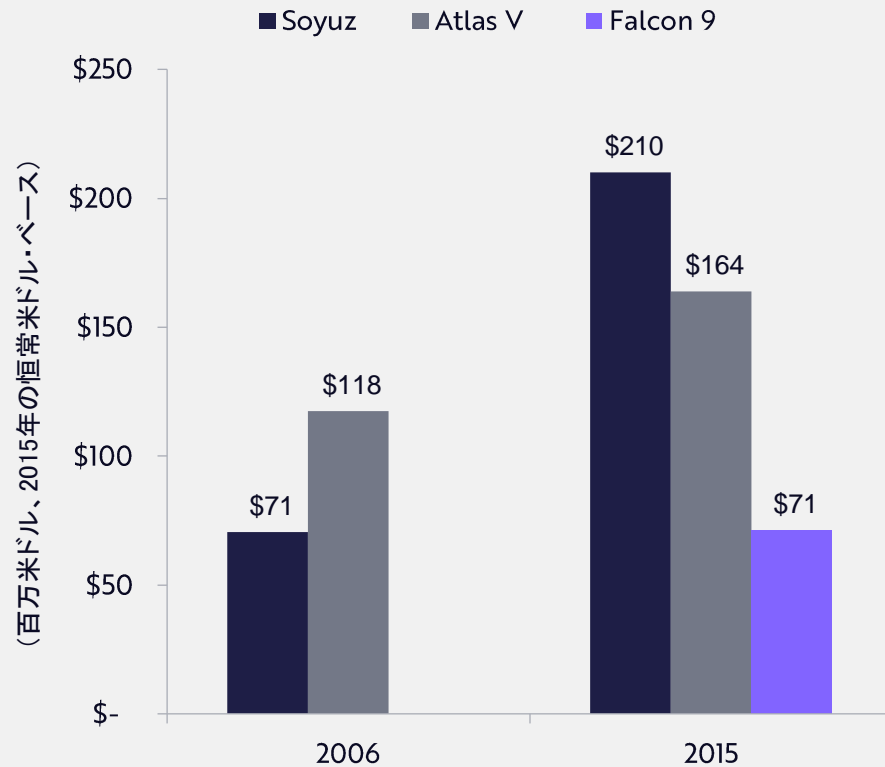
長期的に、極超音速飛行による二地点間移動ビジネスは2030年におよそ350億米ドルの売上げを生み出す可能性があり、規模が拡大すれば3,500億米ドルに達することも考えられます。



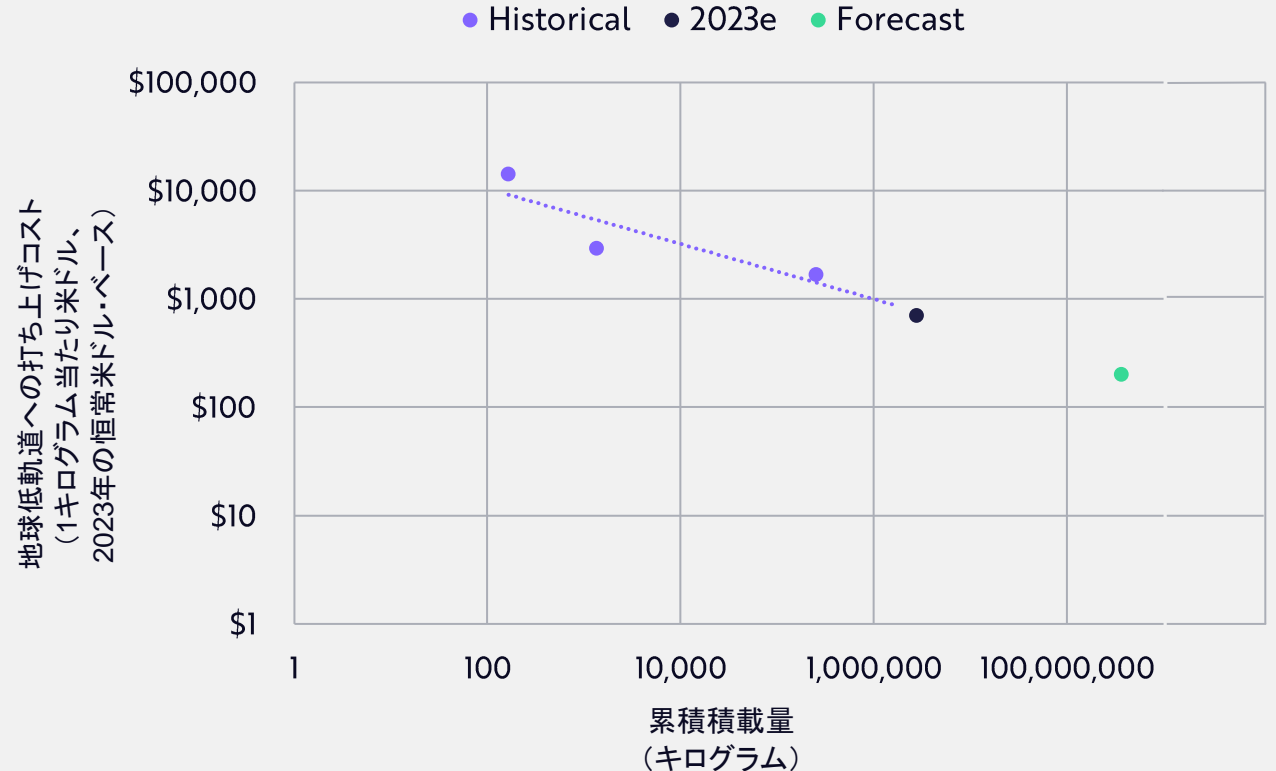
再利用型ロケットによって打ち上げコストを一桁分(または二桁分!)削減できる見込み

SpaceXの再利用型ロケット「Falcon(ファルコン)9」によって、打ち上げコストの高騰に終止符が打たれました。Falcon 9のブースター1基を19回再利用することで、SpaceXは2023年に年間打ち上げ回数を96回へと60%近く増やすことができました。

過去のロケット打ち上げコスト



SpaceXの打ち上げコスト*



* 予想の時間軸はSpaceXのStarshipの開発スピードによって変わります。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は外部ソースによる様々な基礎データに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

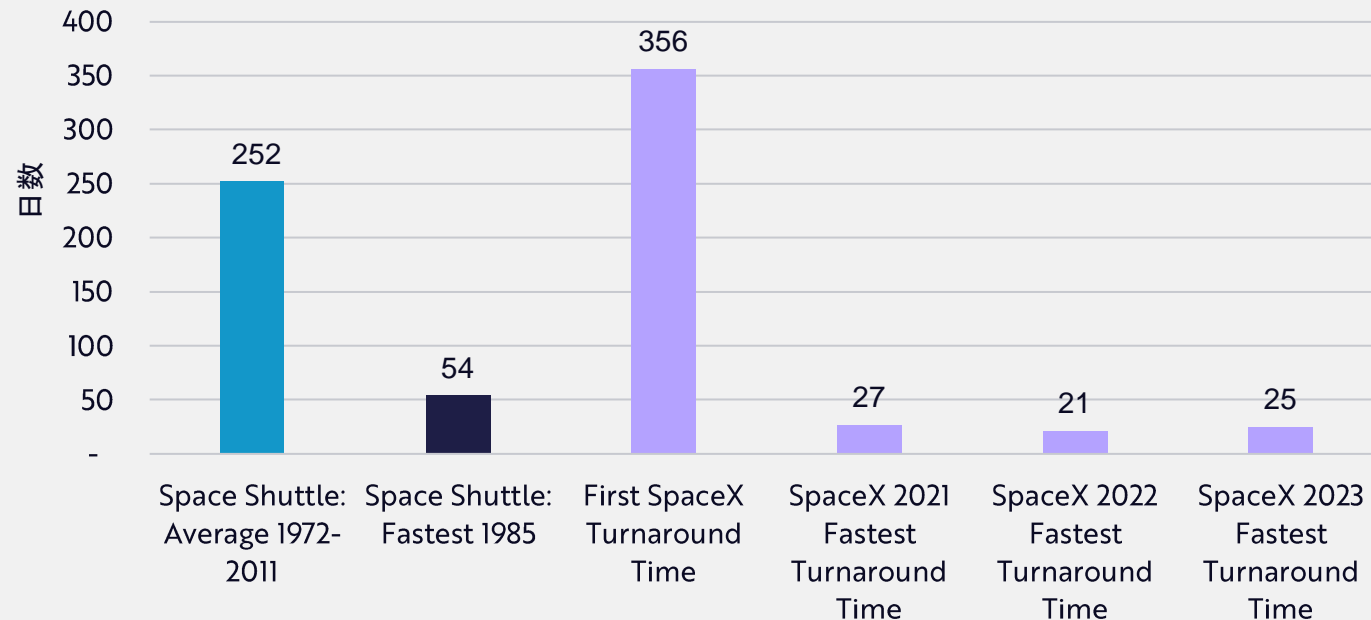


SpaceXは記録的な速さでロケットを修理・改修

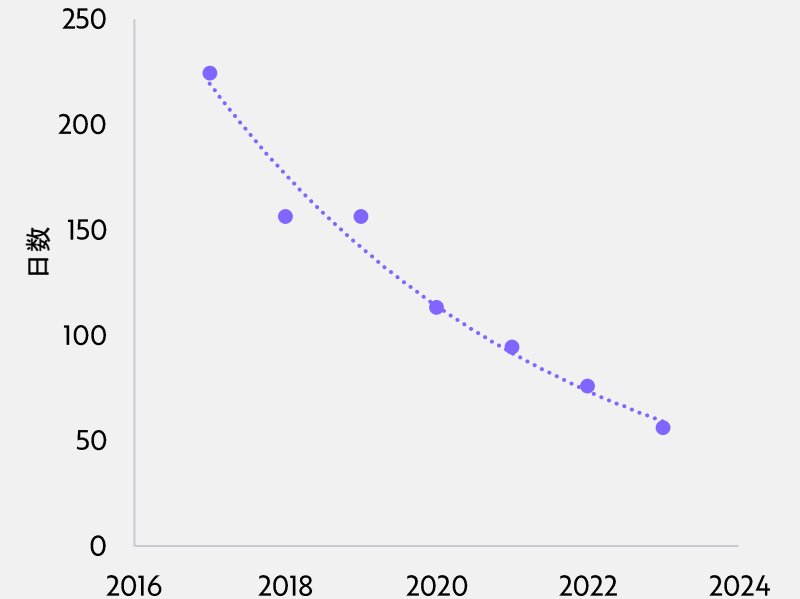
スペースシャトルの打ち上げコストが1回あたり約15億米ドルだった頃、業界の専門家達は再利用型ロケットは経済的に不可能だと考えていましたが、SpaceX社がそれを覆しました。

当社のリサーチによると、Falcon 9のファーストステージ(第1段目)の修理・改修費用は100万米ドル未満です。現在では、ロケットのターンアラウンド・タイムは(打上げコストの低下を追跡する際の重要指標である)ロケットブースターの修理・改修に必要なコストに比例するはずですが、

ロケットの修理・改修に要する日数



Falcon 9の再利用の平均間隔



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (NASA 2023およびSpaceX 2023a、2023bのデータ(2023年12月11日現在)に基づいています。)

予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

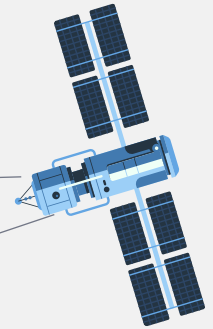
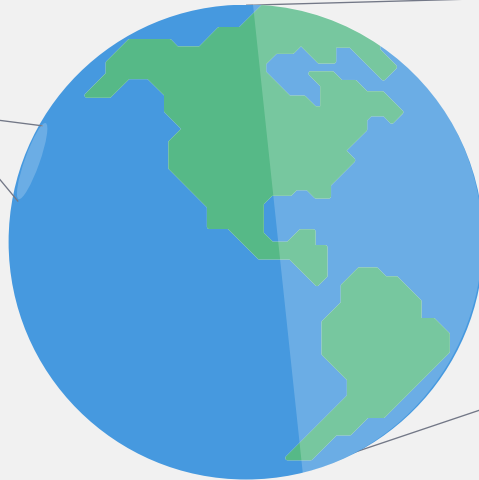


衛星打ち上げコストの低下により低遅延通信で全世界を継続的にカバーすることが可能に

静止軌道(GEO)衛星では通信に遅延があるため魅力的なブロードバンド・インターネット・ソリューションを提供できませんでしたが、今では低コストの低軌道(LEO)衛星が何千基も打ち上げられており、低遅延で全世界を継続的にカバーしモバイル機器に直接接続するサービスの提供が可能となっています。

LEO
約300マイル
レイテンシー* :
40ms未満

デブリは約5
年以内に地球
に落下



GEO
約22,000マイル
レイテンシー* :700ms

デブリは1,000年
超以内に地球に
落下

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (Starlink 2023, SES/ViaSattelite 2023, NEONE 2023のデータに基づいている)

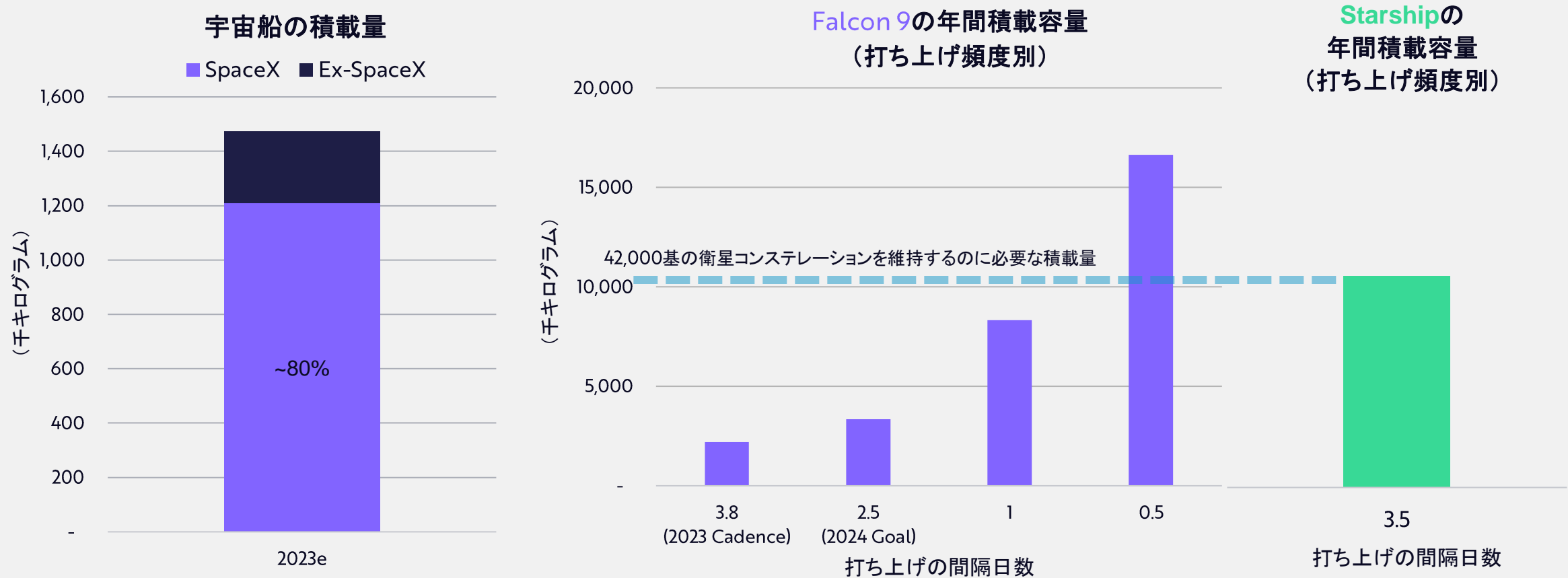
予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



Starshipが衛星コンステレーション「Starlink」のポテンシャル達成を促進

StarshipのLEOへのペイロード容量はFalcon 9の約5倍とかなりの水準であるものの、衛星の寿命が5年であることを考えると、Starlink(スターリンク)衛星42,000基という目標コンステレーションを維持するには、Starshipはまだ3.5日ごとに飛行する必要があります。

2024年1月現在、SpaceXのコンステレーションの衛星数は約5,400基となっています。



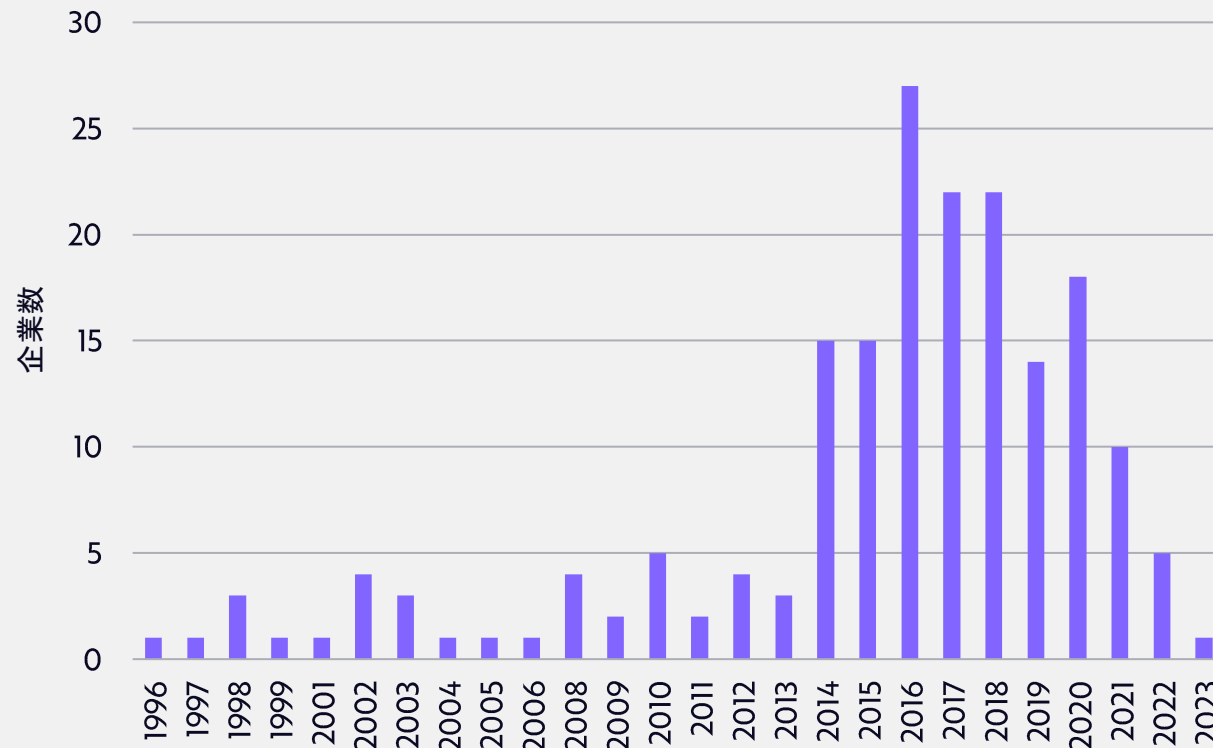
出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析はBrycetek 2023a, 2023b, 2023c, 及びMcDowell 2024 (2024年1月23日時点)を含む様々な基礎データソースに基づいています。当該データ等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



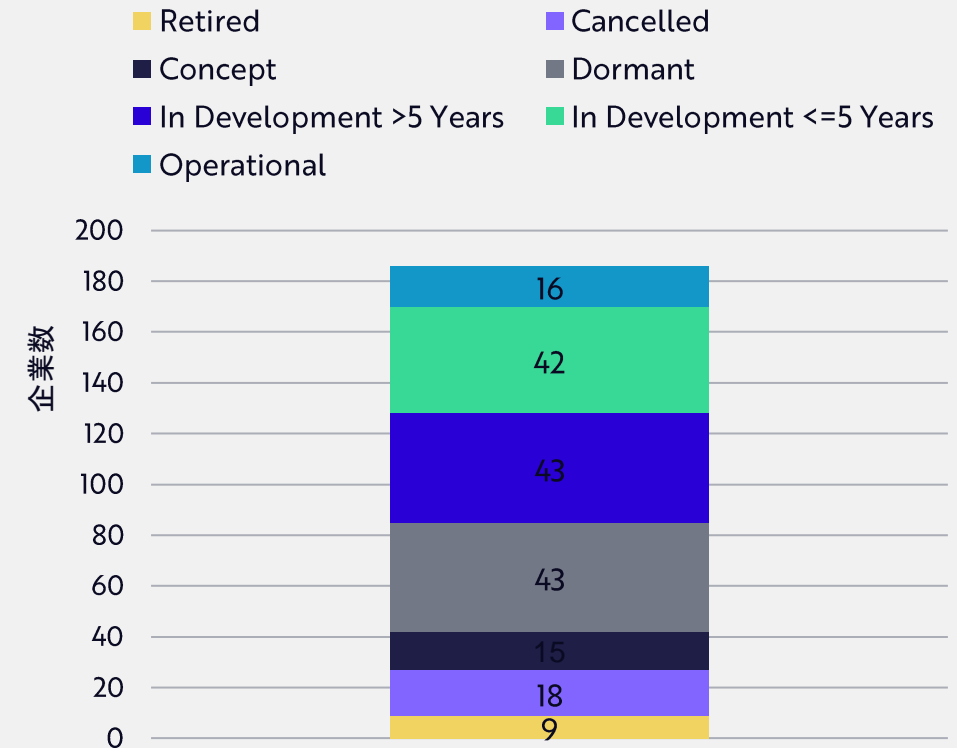
急増している小型衛星打ち上げ企業は宇宙での勝者にはなれない可能性も

業界は設備投資ブームの後に再編が進む傾向にあります。宇宙産業では、打上げ能力は極めて重要ですが、より大きなビジネス機会は打上げコストの低さによって可能となるサービスに見出すことができます。1996年以降に設立された186社の小型衛星打ち上げ企業のうち、現在操業しているのはわずか16社に過ぎません。

小型衛星打ち上げ企業の新規設立数



1996年以降設立された小型衛星打ち上げ企業のステージ



出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (NewSpace Index 2023のデータに基づいている)

予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

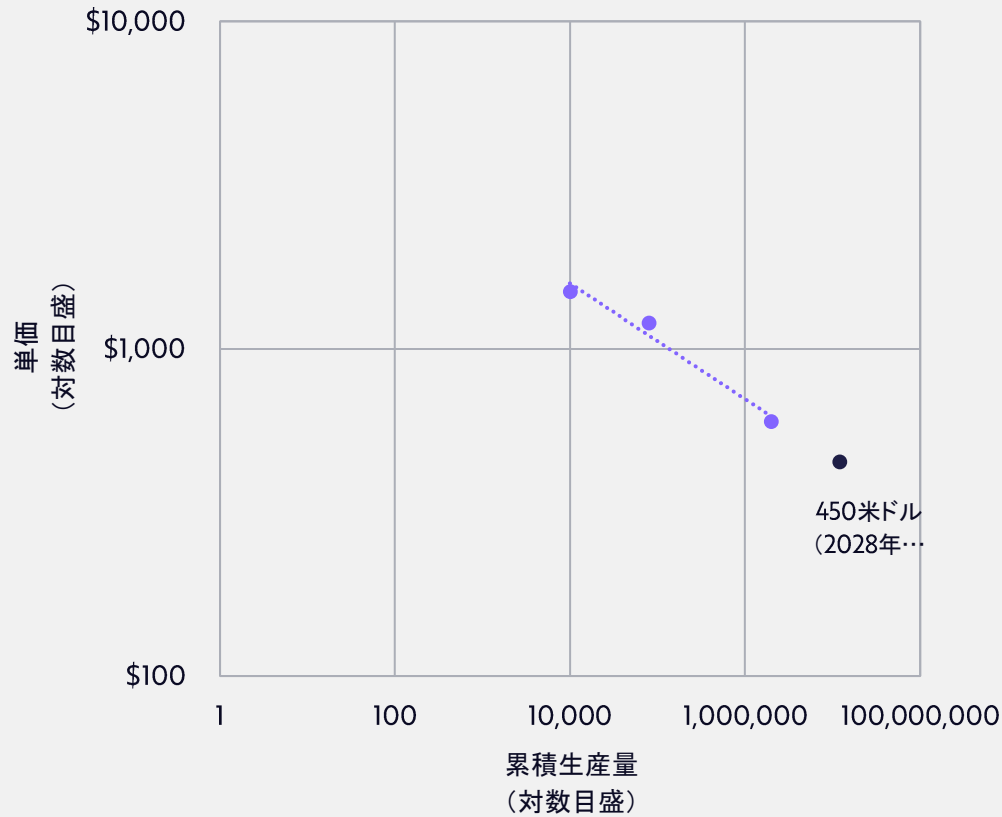


アンテナのコストは継続的に低下

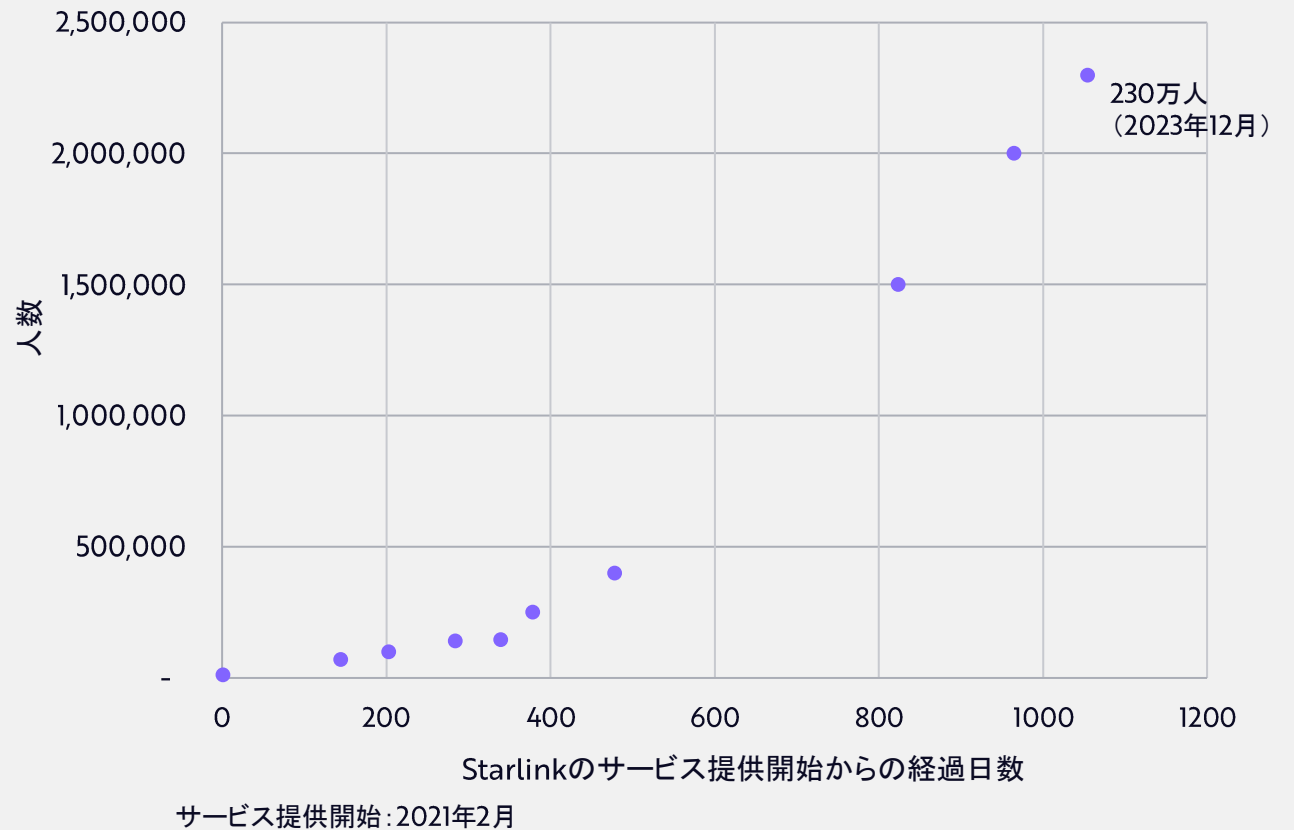
SpaceXは現在、顧客に請求する599米ドルよりも安い価格でユーザー端末を製造しています。

アンテナのコストが下がれば、同社はStarlinkの事業規模を拡大して収益性を向上することができるでしょう。

Starlinkアンテナのコスト



Starlinkの加入者数





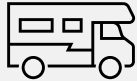
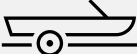


出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (SpaceXのデータ(2023年9月)に基づいている)

予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



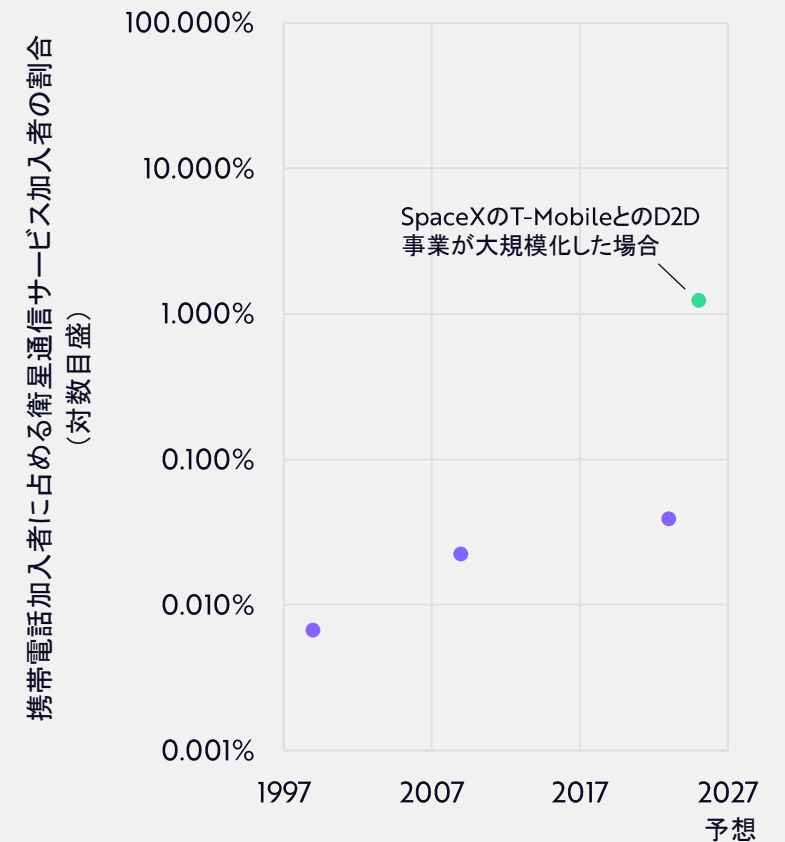
衛星通信ビジネスの売上げは年間1,300億米ドルを超える可能性も

当社では、D2D(モバイルデバイスとの直接通信)機能はいずれあらゆる通信事業者を採用されると考えています。

		獲得可能な最大加入件数*		年間売上げ*		獲得可能な最大年間市場規模*
D2D		80億	×	6米ドル	=	約480億米ドル
世界中で ブロードバンド通信への アクセスがない世帯		6億	×	60米ドル	=	約400億米ドル
RV車		1,100万	×	1,620米ドル	=	約180億米ドル
レジャーボート		850万	×	1,620米ドル	=	約140億米ドル
民間航空機		25,000	×	225,000米ドル	=	約60億米ドル
クルーズ船、 軍艦、 商船		10万	×	60,000米ドル	=	約60億米ドル

合計: 約1,320億米ドル

携帯電話加入者に占める 衛星通信サービス加入者の割合



*予想ベース。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 ARKによる上記分析は様々な基礎データソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



極超音速飛行市場は2030年までに約350億米ドル規模となり、 長期的には3,500億米ドル規模に拡大する可能性も

米国運輸省によると、観光旅行者は1時間を節約するために時間当たり推定世帯収入の60%~90%を費やしても構わないと考えています*。

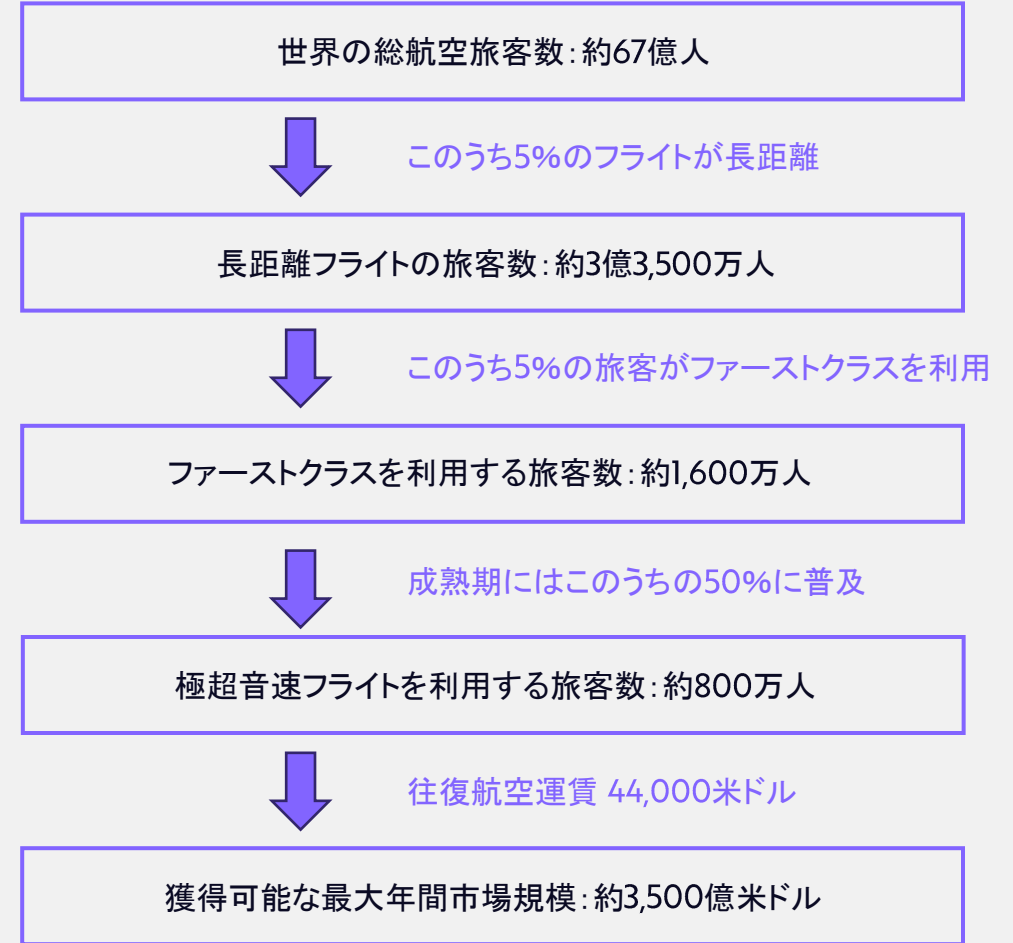
当社の推定では、往復28時間かかる従来のフライトに比べて、極超音速フライトはわずか6時間しかかからず、旅行者1人あたり22時間の節約になります。

当社のリサーチによると、通常のコストと時間短縮の可能性を考慮した場合、ファーストクラスの乗客は極超音速フライトに往復4万4,000米ドルを支払っても構わないと考えたと想定されます。

打ち上げコストが当社の予想通りに低下すれば、極超音速飛行をいち早く採用した企業には2030年までに350億米ドルの売上げがもたらされる可能性があります。



獲得可能な最大市場規模の予想の算出方法



*予想ベース。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024。ARKIによる上記分析はBrycotech、Saic(2021)を含む様々な基礎データソースに基づいています。当該データソース等については、請求に応じて提供可能な場合があります。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



リサーチ担当者: Tasha Keeney, CFA
投資分析・機関投資家戦略担当
ディレクター

Daniel Maguire, ACA
リサーチアソシエート

3Dプリンティング

製造業の再構築

出所: ARK Investment Management LLC, 2024 予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



自動車製造の分野において、3Dプリンティングは部品数と製品の開発期間を劇的に減少させました。その結果、自動車メーカーは在庫を減らして、設備費用を削減することが可能となっています。

ヘルスケアの分野では、3Dプリンティングによって、カスタマイズされたガイド、ツール、移植による新しい種類の手術が実施可能になりつつあります。

3Dプリンティングは、従来の製造業に比べて環境面でもプラスの効果をもたらすとみられます。

これまでのところ、3Dプリンティングを利用する企業の方が、3Dプリンティング機器メーカーよりも恩恵を受けています。今後は、データ・フィードバック・ループがこのダイナミズムを変える可能性があります。

ARKの研究によると、3Dプリンティングの売上は今後7年間で年率40%程度拡大して、現在の約180億米ドルから2030年には1800億米ドルに達する可能性があります。

数値は四捨五入しています。

出所: ARK Investment Management LLC, 2024

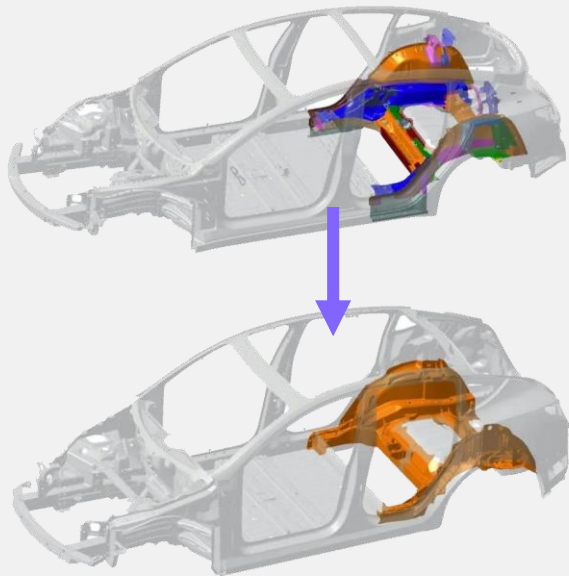
予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



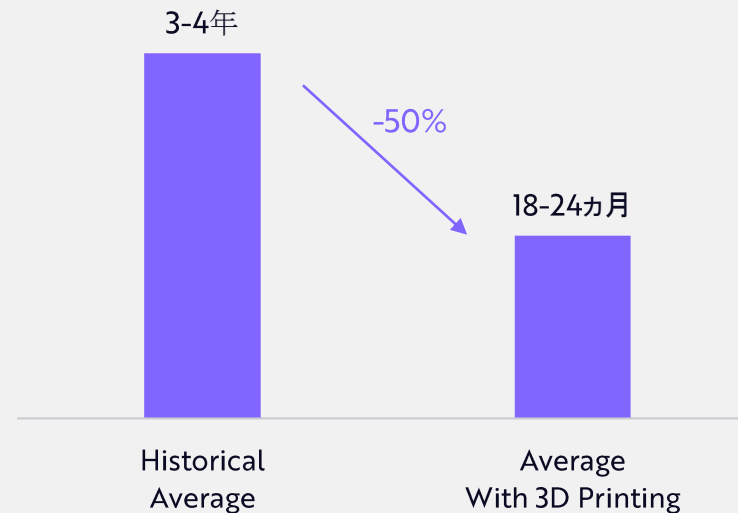
3Dプリンティングの発展によって未踏の領域に入った自動車生産

報じられているところによると、テスラは自動車は3Dプリント砂型を用いた自動車のアンダーボディ製造を試しており、これにより400の部品を1つの部品に置き換えることができ、自動車の開発期間と金型設計の検証コストをそれぞれ50%、97%削減することができます。3Dプリンティングは、あらゆる自動車生産において役割を果たす可能性があります。

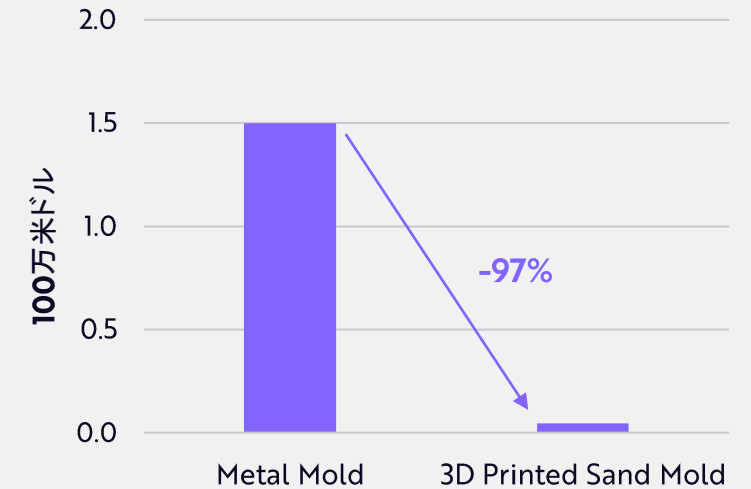
400の部品 → 一体成型



自動車の開発期間

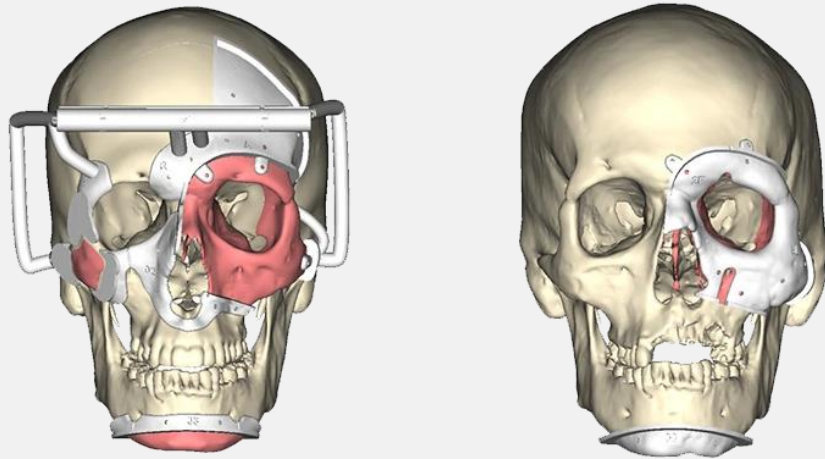


設計検証コスト



医療の進歩に寄与する3Dプリンティング

Materialiseは、ドナーが特定されてから24時間未満で、世界初の眼球移植に使用される極めて重要な手術用器具およびサージカルガイドを3Dプリントしました。血液供給が絶たれたドナー組織を保存するには、手術までのスピードが重要です。

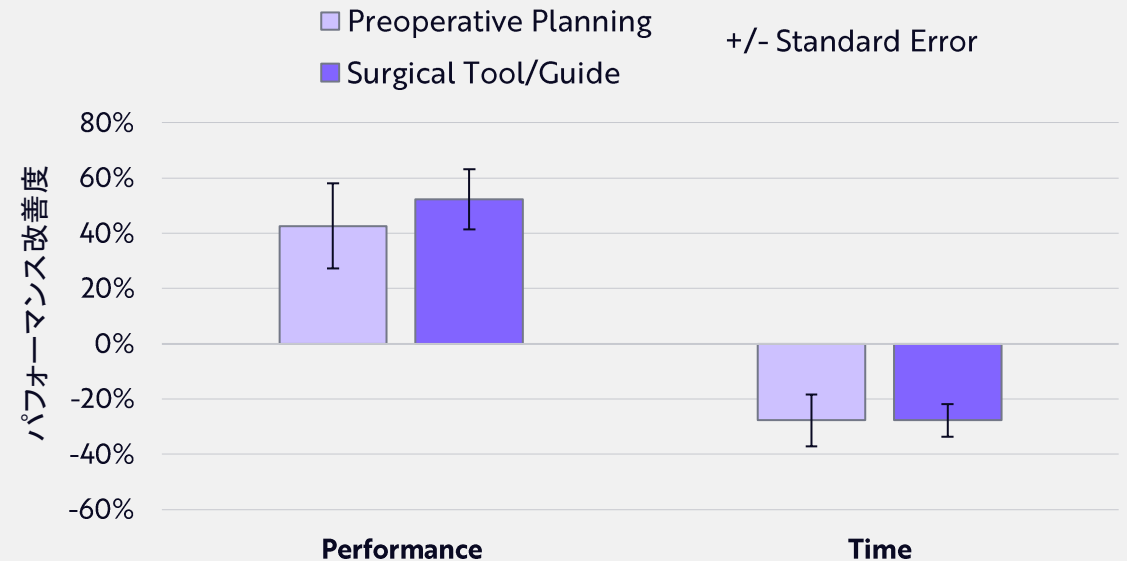


ドナー

患者

さまざまな手術において、3Dプリンターで作成された器具、サージカルガイド、モデルは、手術の精度と結果に基づいて算定されるパフォーマンスを約40~50%向上させ、手術時間を平均で30%程度短縮しました。

術中に3Dプリントされたツール、ガイド、モデルが時間を短縮し、精度を向上



注: 3Dプリンターで作成されたサージカルガイド、および事前計画段階でのモデルによってもたらされる時間短縮と精度の改善。棒グラフは、Bergmann、他(2017年)およびWoodard、他(2019年)による、平均的な時間とパフォーマンスの改善値。各サンプルはN=6-9。細線は標準誤差。上記の分析は医療分野全般にわたって行なわれましたが、口腔顎顔面外科手術と筋骨格系学の例が多くありました。

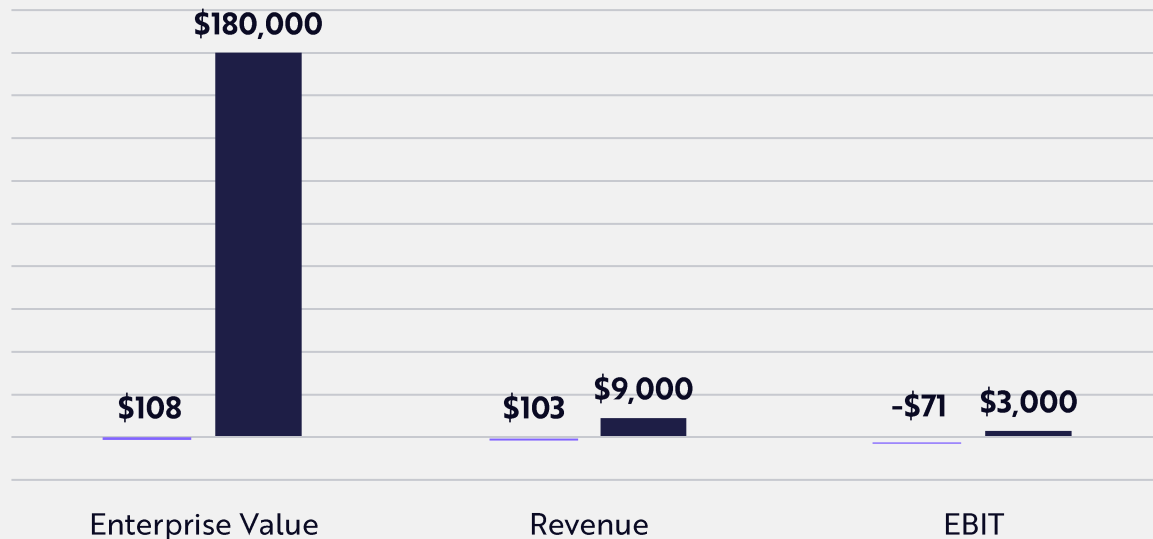


これまでのところ、3Dプリンティングはサプライヤーよりもユーザーに恩恵をもたらしている

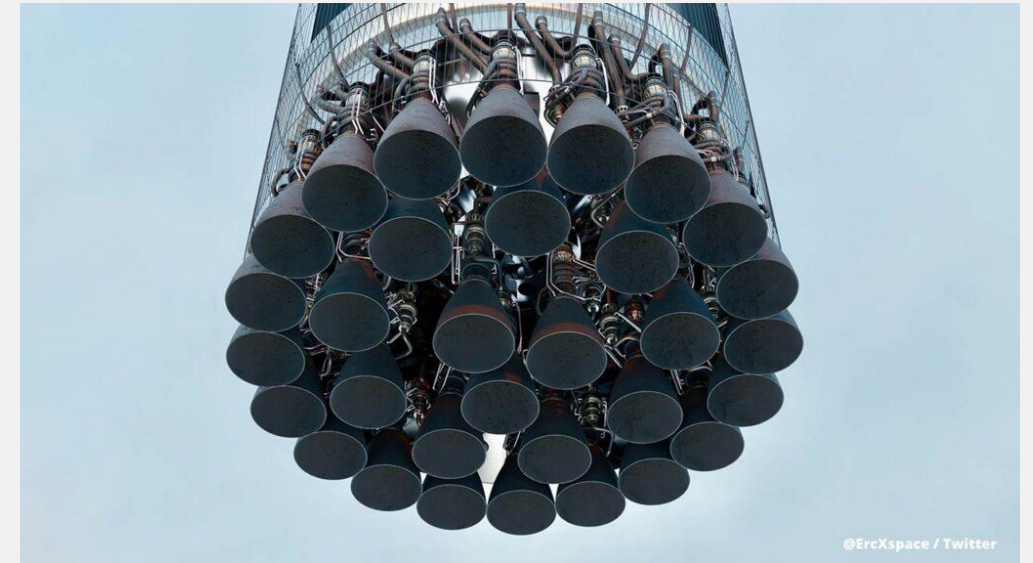
SpaceXは、「Starship」のエンジン「ラプター」の部品を作るために毎日3Dプリントを使用しています。現在、SpaceXの打上げや衛星部門の営業利益はどの3Dプリンティングサプライヤーよりも優れています。3Dプリンティングの恩恵を受けている産業の企業は、垂直統合して競争優位性を維持することができます。

Velo3DとSpaceX
2023年の予測(単位:千)

■ Velo3D ■ SpaceX



33基のラプター・エンジンを搭載したSpaceXのブースター「スーパーヘビー」:



Velo3Dはサポートレス造形機能を持ち合わせたパウダーベッドフュージョン方式に特化した3Dプリンターメーカーです。出所: ARK Investment Management LLC, 2024 (S&P Capital IQ, 2024データに基づいています) SpaceXのヘビーブースターの画僧の出所はAli 2021です。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。



ソフトウェア制御の3Dプリンターにより、 プリンターメーカーの経済価値獲得力が 再び高まる可能性

センサーが搭載された3Dプリンターを使用することで、3Dプリンティング機器メーカーは、顧客のプリントジョブからデータを収集し、無線通信のソフトウェアアップデートによって現場のプリンター機器を改善することができます。このデータフィードバックループにより、3Dプリンティング企業は現在よりも多くの経済価値を獲得することができる可能性があります。

企業はデータの共有に消極的かもしれませんが、AIを活用した製造ソリューションは、3Dプリンティング機器メーカーやその顧客にとってより良い結果を生み出すとみられます。

顧客プリンターのセンサーからの
リアルタイム印刷データ:
幾何学
温度
湿気

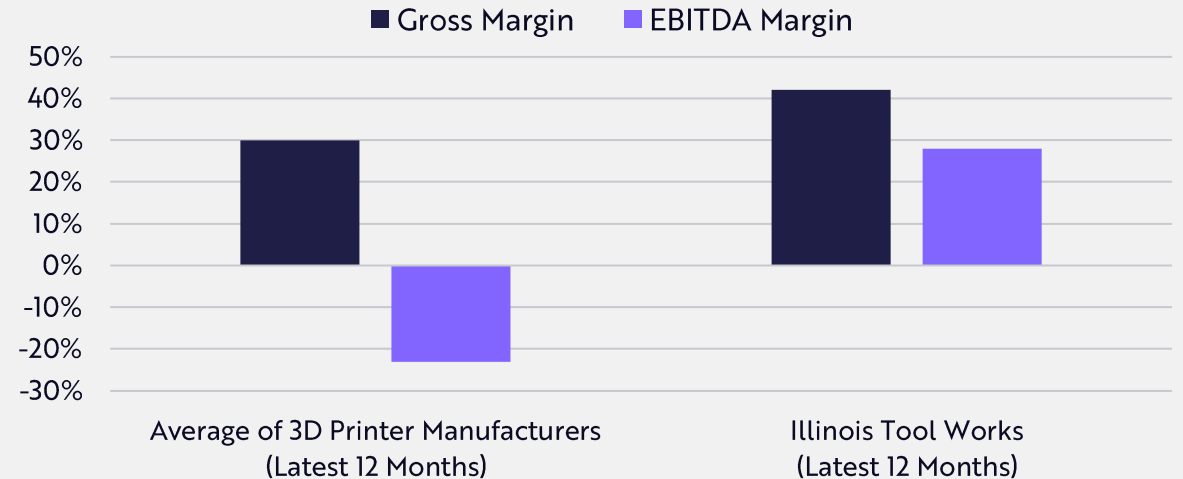


プリンターメーカーに送信



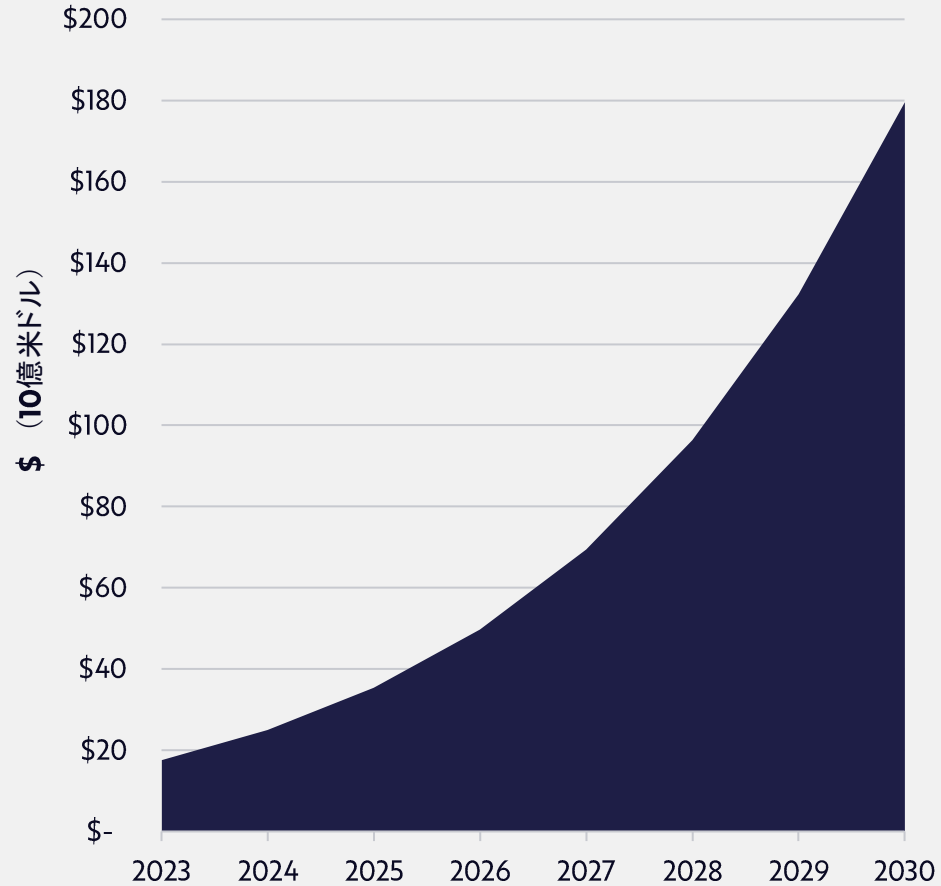
無線通信のアップデート
によって各プリントを改善

利益構造 3Dプリンティングメーカー Vs. 成熟した機器メーカー

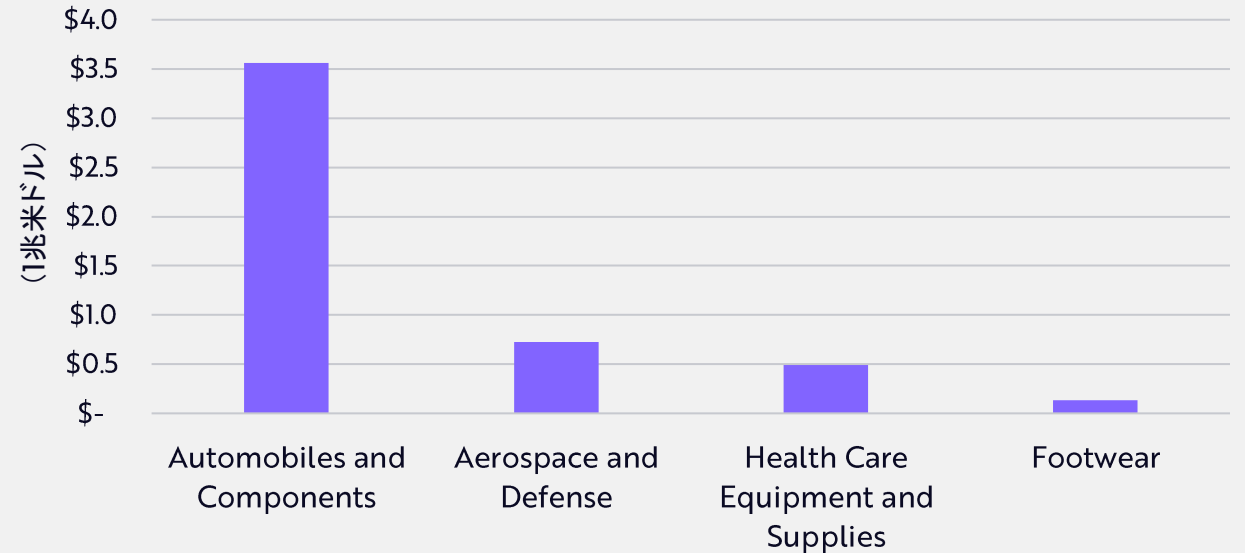


3Dプリンティングの売上は2030年までに年率約40%成長して1800億米ドルになる可能性

3Dプリンティングの売上予測



業種別売上高 3Dプリンティングを利用する一部の業種 (直近12ヵ月 2024年1月18日時点)



企業の例:

Tesla
Volkswagen
Ford
General Motors
BMW

SpaceX
Lockheed Martin

Stryker
Align

Nike
Adidas



Works Cited



- Ali, I. 2021. "SpaceX ramps up Raptor engine production as Starship booster engine count will rise to 32 this year." Teslaoracle.
- ARK Investment Management LLC. 2023. "Big Ideas 2023."
- Artemis Terminal Dashboard. 2023. "Chains: Arbitrum, Base, Linea, Optimism, Polygon zkEVM, Scroll, StarkNet, zkSync Era, Zora Network."
- Bekar, C. et al. 2017. "General Purpose Technologies in Theory, Applications and Controversy: A Review." CORE.
- Benaich, N. 2023 "State of AI Report." Air Street Capital.
- Biomedtracker. 2023.
- Bloomberg. 2023.
- Bomasani, R. et al. 2023. "Language Models Are Changing AI: The Need for Holistic Evaluation." Center for Research on Foundation Models. Stanford University.
- Brycotech. 2023a. "Global Orbital Space Launches, Q1 2023."
- Brycotech. 2023b. "Global Orbital Space Launches, Q2 2023"
- Brycotech. 2023c. "Global Orbital Space Launches, Q3 2023."
- CDC. 2024. "Road Traffic Injuries and Deaths—A Global Problem."
- Chung, G. 2021. "Global Investable Assets Reach Record \$250 Trillion." Institutional Investor.
- CompaniesMarketcap.com 2024. "Top publicly traded telecommunication companies by revenue."
- Corva, F. 2022. "How Far We've Fallen: Lessons Learned in the Aftermath of the Terra (LUNA) Ecosystem Crash." Nasdaq.
- Crafts, N. 2004. "Steam as a General Purpose Technology: A Growth Accounting Perspective." The Economic Journal.
- Cui, M. and Zhang, L. 2022. "High-throughput proteomics: a methodological mini-review." Lab Invest.
- Dao, T. 2023. "FlashAttention-2: Faster Attention with Better Parallelism and Work Partitioning." Center for Research on Foundation Models. Stanford University.
- DeGusta, M. 2012. "Are Smart Phones Spreading Faster than Any Technology in Human History?" MIT Technology Review.
- Dell'Acqua, F. et al. 2023. "Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of AI on Knowledge Worker Productivity and Quality." Working Paper 24-013. Harvard Business School.
- Diment, L. et al. 2017. "Clinical efficacy and effectiveness of 3D printing: a systematic review." BMJ Publishing Group Ltd.
- Dobson, G. 2020. "Trauma of major surgery: A global problem that is not going away." National Library of Medicine.
- Dreiman, G. et al. 2021. "Changing the HTS Paradigm: AI-Driven Iterative Screening for Hit Finding." SLAS Discov.
- EVVolumes. 2023. "The Electric Vehicle World Sales Database."
- Gao, Steven. 2024. "Online Gambling - December 2023." Yipit Data.
- Glassnode. 2023.
- Hawkins, A. J. 2023. "Ford will cut weekly production of F-150 Lightning in response to slowing demand." The Verge.
- Hwang et al. 2018. "Single-cell RNA sequencing technologies and bioinformatics pipelines." Exp Mol Med.
- Insider Intelligence Inc. 2023a. "Time Spent with Connected TV, US"
- Insider Intelligence Inc. 2023b. "Time Spent with TV, US"
- Insider Intelligence Inc. 2023c. "TV Viewers, US"
- Insider Intelligence Inc. 2023d. "Connected TV Households, US."
- Insider Intelligence Inc. 2023e. "Connected TV Ad Spending, US."
- International Federation of Robotics. 2023. "World Robotics: Industrial Robots 2023."
- Jeon et al. 2022. "Leapfrogging for Last-mile Delivery in Health Care: Drone Delivery for Blood Products in Rwanda." Available at SSRN.
- Kusano, K. D. 2023. "Comparison of Waymo Rider-Only Crash Data to Human Benchmarks at 7.1 Million Miles." arXiv.
- Lambert, F. 2022. "Tesla releases impressive footage of robot pulling still smoking casting from Giga Press." Electrek.
- Leviathan, Y. et al. 2022 "Fast Inference from Transformers via Speculative Decoding" arXiv.
- Life architect. 2023. "AI + IQ testing (human vs AI)."
- Ma et al. 2023 "Eureka: Human-Level Reward Design via Coding Large Language Models." arXiv.
- Magna Global. 2023. "Global Advertising Forecast - December 2023 Release." S&P Global Market Intelligence.
- Masimov, E. et al. 2016. "Generating Images from Captions with Attention." ICLR Conference Paper.
- McDowell, J. 2024. "Starlink Launch Statistics." Jonathan's Space Pages.
- McKinsey & Company. 2018. "2018 McKinsey Global Payments Report."
- McKinsey & Company. 2019. "2019 McKinsey Global Payments Report."
- McKinsey & Company. 2020. "2020 McKinsey Global Payments Report."
- McKinsey & Company. 2021. "2021 McKinsey Global Payments Report"
- McKinsey & Company. 2022. "2022 McKinsey Global Payments Report."
- McKinsey & Company. 2023a. "2023 McKinsey Global Payments Report."
- McKinsey & Company. 2023b. "The Global Banking Annual Review 2023: The Great Banking Transition."
- McKinsey & Company. 2023. "Economic potential of generative AI."
- McKinsey & Co. 2023. "Unleashing developer productivity with generative AI."
- McKinsey Global Institute. 2017. "A Future that Works."
- Meara, J.G. et al. 2015. "Global Surgery 2030." The Lancet Commission on Global Surgery.
- Metaculus. 2023. "When will the first general AI system be devised, tested, and publicly announced?"
- Midjourney. 2023.



- Mihalascu, D. 2023. "VW Group Delays EV Battery Plant In Europe Amid 'Sluggish' EV Demand." Inside EVs.
- Nasa. 2023. "Space Shuttle Launches"
- NHTSA. 2023. "NHTSA Estimates for 2022 Show Roadway Fatalities Remain Flat After Two Years of Dramatic Increases." United State Department of Transportation.
- Nichol, A. et al. 2022. "Point-E: A System for Generating 3D Point Clouds from Complex Prompts." ArXiv.
- Nielsen. 2021a. "The Gauge Shows Streaming Is Taking a Seat at the Table." Nielsen.
- Nielsen. 2021b. "The Gauge Shows Seasonality, Sports and Streaming Content Drive Shifts in Viewing." Nielsen.
- Nielsen. 2022. "Streaming Claims Largest Piece of TV Viewing Pie in July." Nielsen.
- Nielsen. 2023a. "Streaming Grabs a Record 38.7% of Total TV Usage in July, with Acquired Titles Outpacing New Originals." Nielsen.
- Nielsen. 2023b. "Sports and News Boost Broadcast and Cable Viewing in August; Streaming Declines as Kids Head Back to School."
- Nielsen. 2023c. "Sports Gave Broadcast Channels a Second Straight Month of Viewing Gains in September."
- Nielsen. 2023d. "Sports Continues to Fuel Broadcast Gains in October; Streaming Surrenders Almost a Full Share Point."
- Nielsen. 2023e. "Broadcast Programming Sets the Table for Thanksgiving."
- Nielsen. 2024. "TV Usage Rises in December; Video Gaming Drives Big Gains."
- NEONE. 2023. "Why is satellite latency high?"
- O'Mahony, M. and Timmer, M. P. 2009. "Output, Input and Productivity Measures at the Industry Level: The Eu Klems Database." The Economic Journal.
- OpenAI. 2024.
- Orphanet. 2023
- Patel D. and Kostotovic, A. 2023. "TPUv5e: The New Benchmark in Cost-Efficient Inference and Training for <200B Parameter Models." SemiAnalysis.
- Paul et al. 2010. "How to improve R&D productivity: the pharmaceutical industry's grand challenge." Nat Rev Drug Discov.
- Peters-Clarke, T. et al. 2023. "Instrumentation at the Leading Edge of Proteomics." ChemRxiv.
- PortfolioVisualizer. 2023.
- Recursion Pharmaceuticals. 2024. "Decoding Biology to radically improve lives."
- Rosevear, J. 2023. "Ford will postpone about \$12 billion in EV investment as buyers become more cautious." CNBC.
- Schreiber, K. 2022. "Machine Learning in Drug Discovery Symposium: What's Holding Back AI in Drug Discovery?" The Broad Institute.
- Sensor Tower. n.d. "Monthly Active Users by Unified Apps." Sensor Tower. Accessed January 2, 2024.
- SES/ViaSatellite. 2023. "GEO, MEO, and LEO: How orbital altitude impacts network performance in satellite data services."
- S&P Capital IQ. 2024. "ESSENTIAL INTELLIGENCE: S&P CAPITAL IQ PLATFORM."
- Shepardson, D. & Klayman, B. 2023. "GM delays EV truck production at Michigan plant by year." Reuters.
- Shirouzu, T. 2023. "Tesla reinvents carmaking with quiet breakthrough." The Japan Times.
- Sirohi, A. 2023. "What is the Average Email Marketing ROI?" Constant Contact.
- SpaceX. 2023a. "Cores." Reddit.
- SpaceX. 2023b. "B1049." Reddit.
- Anthropic. 2024
- Starlink. 2023. "Starlink Specifications."
- Tesla. 2023. "Tesla Investor Day: Master Plan 3." Keynote.
- Tesla. 2024. "Tesla Vehicle Safety Report."
- Thakrar et al. 2020 "Reducing Mortality from Air Pollution in the United States by Targeting Specific Emission Sources." Environ. Sci. Technol. Lett.
- Token Terminal. 2023.
- Touvron, H. et al. 2023. "Llama 2: Open Foundation and Fine-Tuned Chat Models." arXiv.
- Transport Policy. 2023. "Vehicle Definitions."
- Wayve. 2023. "LINGO-1: Exploring Natural Language for Autonomous Driving."
- Worldpay Inc. 2019. "2019 Global Payments Report." Worldpay. 2019.
- Worldpay Inc. 2020. "2020 Global Payments Report."
- Worldpay Inc. 2021. "2021 Global Payments Report."
- Worldpay Inc. 2022. "2022 Global Payments Report."
- Worldpay Inc. 2023. "2023 Global Payments Report."
- Yang, C. et al. 2023. "Large Language Models as Optimizers." arXiv.
- Ycharts. 2023.
- Zhang, L. 2023. "Cruise's Safety Record Over 1 Million Driverless Miles." Cruise.



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.

