

Big Ideas 2021

2021年1月26日 | 当資料は情報提供のみを目的としています

※当資料は、英語による2020年1月発行「Big Ideas 2021」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。



はじめに

ARKの「Big Ideas」

ARK Investは、破壊的イノベーションをリードし、具現化し、そしてその恩恵を受けることになることを考える企業に注目することにより、スケールの大きな投資機会を特定することに狙いを定めています。私たちはイノベーションが成長のカギであると考えていますが、イノベーションが作り出すその投資機会は、セクターやインデックス、そして短期的な収益動向や株価動向を重視する従来型の投資マネージャーからは見逃されていたり、誤解されていたりするかもしれません。

ARKでは、グローバルな投資ユニバースを対象として、セクターや業種にとらわれない、市場横断的なリサーチを行なうことにより、破壊的イノベーションの行方、潜在的な市場、そして長期的な影響をより深く理解するよう努めています。現在、私たちは新たな技術躍進の加速を目の当たりにしています。

こうした技術躍進の影響やそれらがもたらすであろう投資機会を投資家に紹介するべく、私たちは2017年に「Big Ideas」の発行を始めました。毎年発行する当リサーチペーパーでは、イノベーションの最新動向に脚光を当てることを目的とし、その年を代表する特に刺激的なリサーチ結果を抜粋してご紹介します。

ARKの2021年版「Big Ideas」をぜひご一読いただければ幸いです。

ARKについて

ARK Investment Management LLCは、米国ニューヨーク市に本社を構える登録投資顧問業者であり非上場の投資会社です。破壊的イノベーションのテーマ型投資に特化した専門運用集団であり、世界の仕組みを変えると見られるイノベーションに投資してきました。

詳しくはark-invest.comをご覧ください。



ディスクロージャー

破壊的イノベーションへの投資のリスク

当該企業が破壊的イノベーションを活用しながら既存の技術に代わるテクノロジーを開発し、新しい市場を創出しているとARKが評価をしていますが、それらが事実と異なる場合があります。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提示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る点にご注意ください。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、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 2021

目次

1. ディープラーニング	5
2. 生まれ変わるデータセンター	13 [★]
3. バーチャルワールド	21 [★]
4. デジタルウォレット	28
5. ビットコインのファンダメンタルズ	37
6. ビットコイン:機関投資家の参入に備える	44 [★]
7. 電気自動車(EV)	51
8. オートメーション	58
9. 自動運転配車サービス	65
10. ドローン配送	72
11. 地球周回軌道	78 [★]
12. 3Dプリンティング	85
13. ロングリード・シーケンシング	92
14. 多がん種同時スクリーニング	99 [★]
15. 第2世代の細胞・遺伝子療法	106 [★]

ARKでは、投資可能であること、および長期的トレンドであることをBig Ideaの必要条件としています。当レポートには、長年にわたリアップデートや見直しを行なってきたリサーチのほか、完全に新規のセクション(“[★]”で表示)が含まれています。



ディープラーニング

ソフトウェア分野において、ディープラーニングは現代で最も重要な技術躍進となる可能性があります

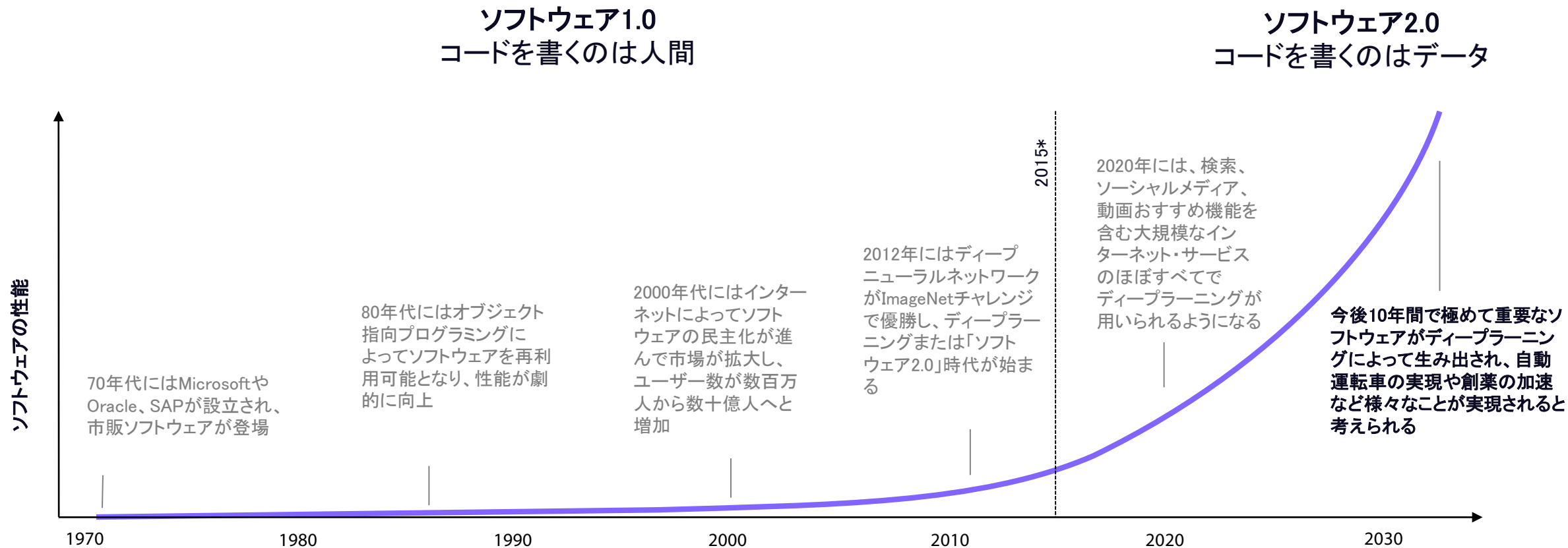
- 最近まで、人間がすべてのソフトウェアのプログラミングを行なっていました。ディープラーニングは、人工知能(AI)の一種であり、データを用いてソフトウェアを開発します。ソフトウェアの開発を「自動化」することにより、ディープラーニングはあらゆる産業にとってターボチャージャーの役割を果たすと期待されます。
- ARKの研究によると、ディープラーニングは今後15~20年間で世界の株式市場時価総額を30兆米ドル増加させるとみられます。



01



ディープラーニングはソフトウェア2.0



* 2015年にディープラーニングは産業用途で大規模に普及し始めました。チャートはイメージであり、実際のソフトウェアの性能に比例するものではありません。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Neeraj Agrawal, and Logan Bartlett. "Battery Ventures' Software 2019." IPOs, M&A, and Forces of Growth - Here's Software 2019, May 2019, www.battery.com/powered/software-2019/



ディープラーニングが生み出している次世代型コンピューティング・プラットフォーム

会話型コンピューター

AIを原動力とするスマートスピーカーが2020年に音声コマンドに反応した件数は1,000億件にのぼり、2019年から75%増加しています。



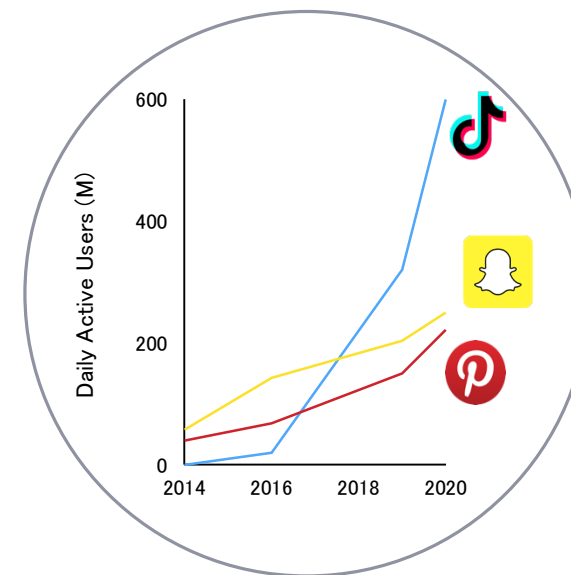
自動運転車

Waymoの自動運転車は、サンフランシスコ、デトロイト、フェニックスを含む25都市でテスト走行を行っており、実走行距離は合計2億マイルを超えています。



消費者向けアプリ

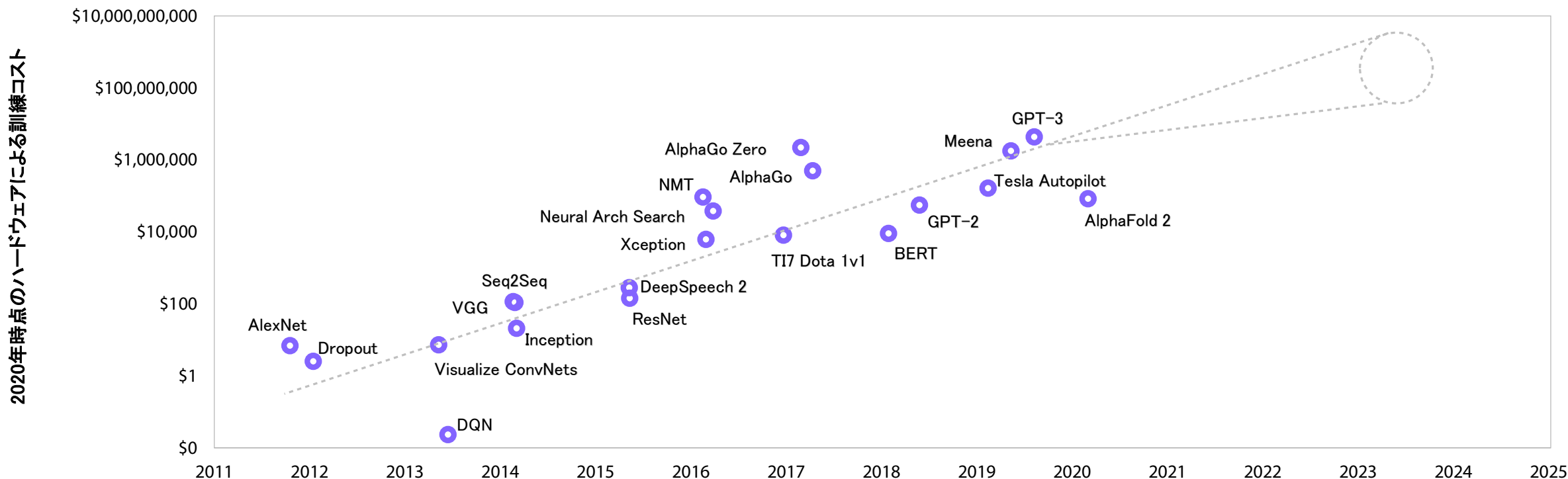
TikTokは動画の選別にディープラーニングを活用しており、ユーザー数がSnapchatとPinterestの合計ユーザー数を上回るまでに増加しています。





ディープラーニングに求められる演算力は無限

ハードウェアやソフトウェアの進化によってAIの訓練にかかるコストは毎年37%低下してきているものの、AIモデルの規模はそれを大幅に上回る毎年10倍のペースで大きくなっていることから、AI訓練のトータルコストは増加し続けています。最先端のAI訓練モデルのコスト¹は、現在の約100万米ドルから2025年には100倍に増加して1億米ドルを超えるとみられます。



[1] AI訓練コストは、2020年12月現在のAWS A100およびGCP TPU v4インスタンスの定価に基づいています。実際のコストは、ソフトウェアのチューニングや自社内に設置されているハードウェアを要因として最大10分の1となる可能性があります。データ系列は Hernandez, DannyおよびTom Brownの研究結果に基づいています(Hernandez, Danny, and Tom Brown. "AI and Efficiency." OpenAI, OpenAI, May 2020, openai.com/blog/ai-and-efficiency/)。チャートの注: 点線の円は可能性のあるコストの範囲を示したものであり、下側の線は進化が減速した場合の結果を表しています。

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

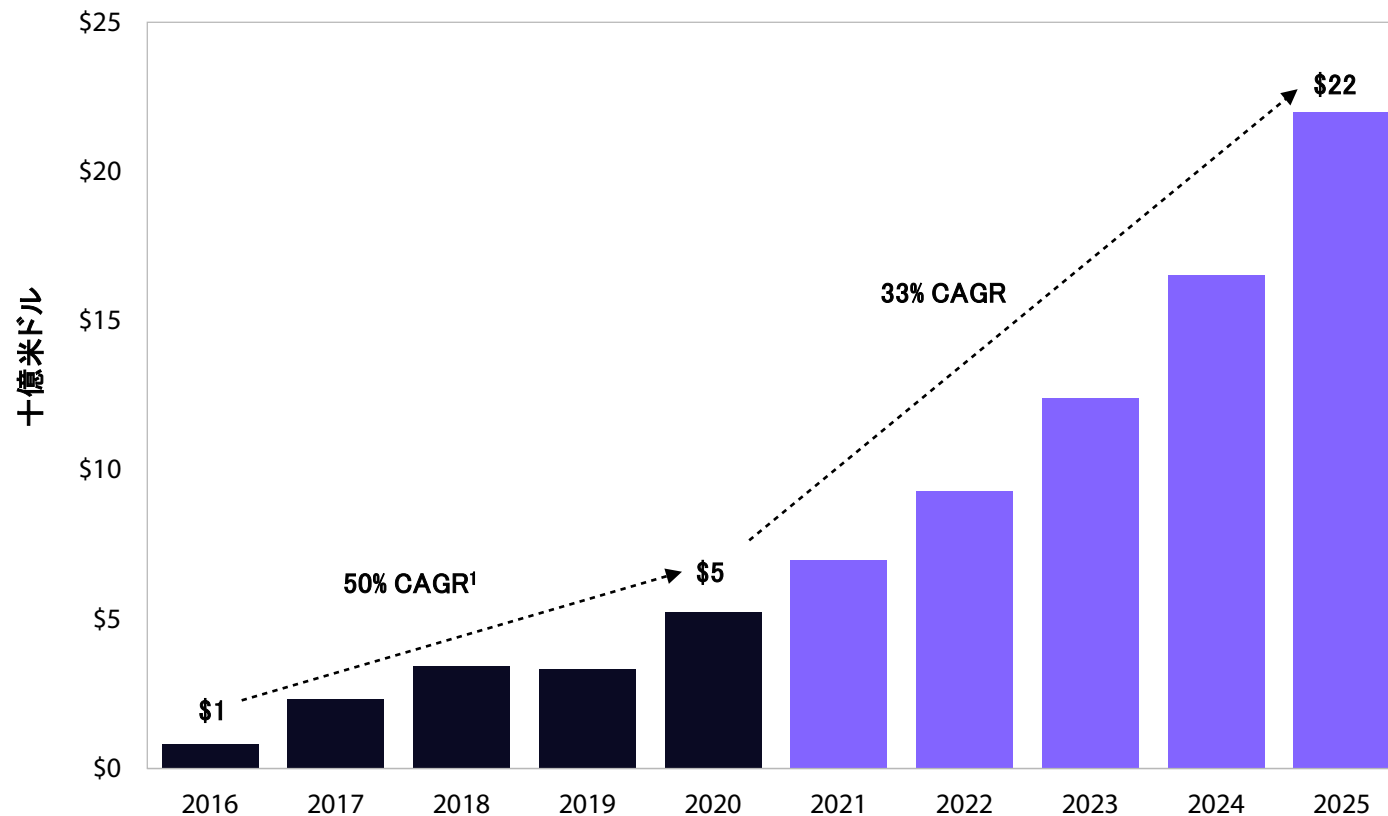
出所: ARK Investment Management LLC, 2020



ディープラーニングがもたらしているAIチップ市場の急拡大

- 1プロジェクト当たりのAI訓練コストが1米ドルから1億米ドルへと増加していくなか、GPUやTPUなどの特殊プロセッサがその増加分の大半を占めるでしょう。
- ARKの予測によると、データセンター全体でのAIプロセッサへの支出額は現在の年間50億米ドルから今後5年間で4倍以上に増加し、2025年には220億米ドルに達するとみられます。
- やがて訪れるディープラーニングの「発展段階」ではAIへのアクセスが民主化され、大手インターネット企業だけでなく、経済のなかのあらゆる産業が恩恵を受けるでしょう。

AIチップ市場全体の規模の推移



[1] CAGR: 年平均成長率

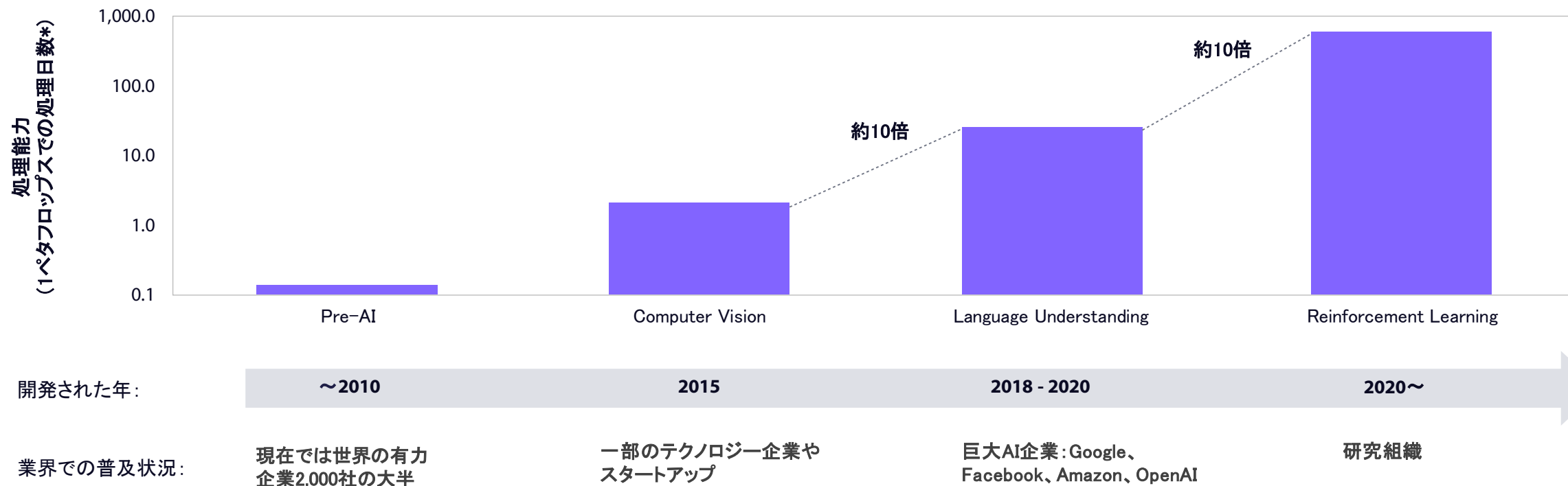
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | 企業による統計データ



AIは視覚から言語へと拡大中

2020年は会話型AIの躍進の年でした。AIシステムが初めて人間のような精度で言語を理解し、会話を生成できたのです。会話型AIは、コンピュータービジョンの10倍の計算資源を必要とすることから、今後大規模な投資に拍車をかけるとみられます。

AIシステムによって異なる訓練処理時間



*「1ペタフロップスでの処理日数」とは、毎秒1000兆回の演算処理を行なう日数を言います。

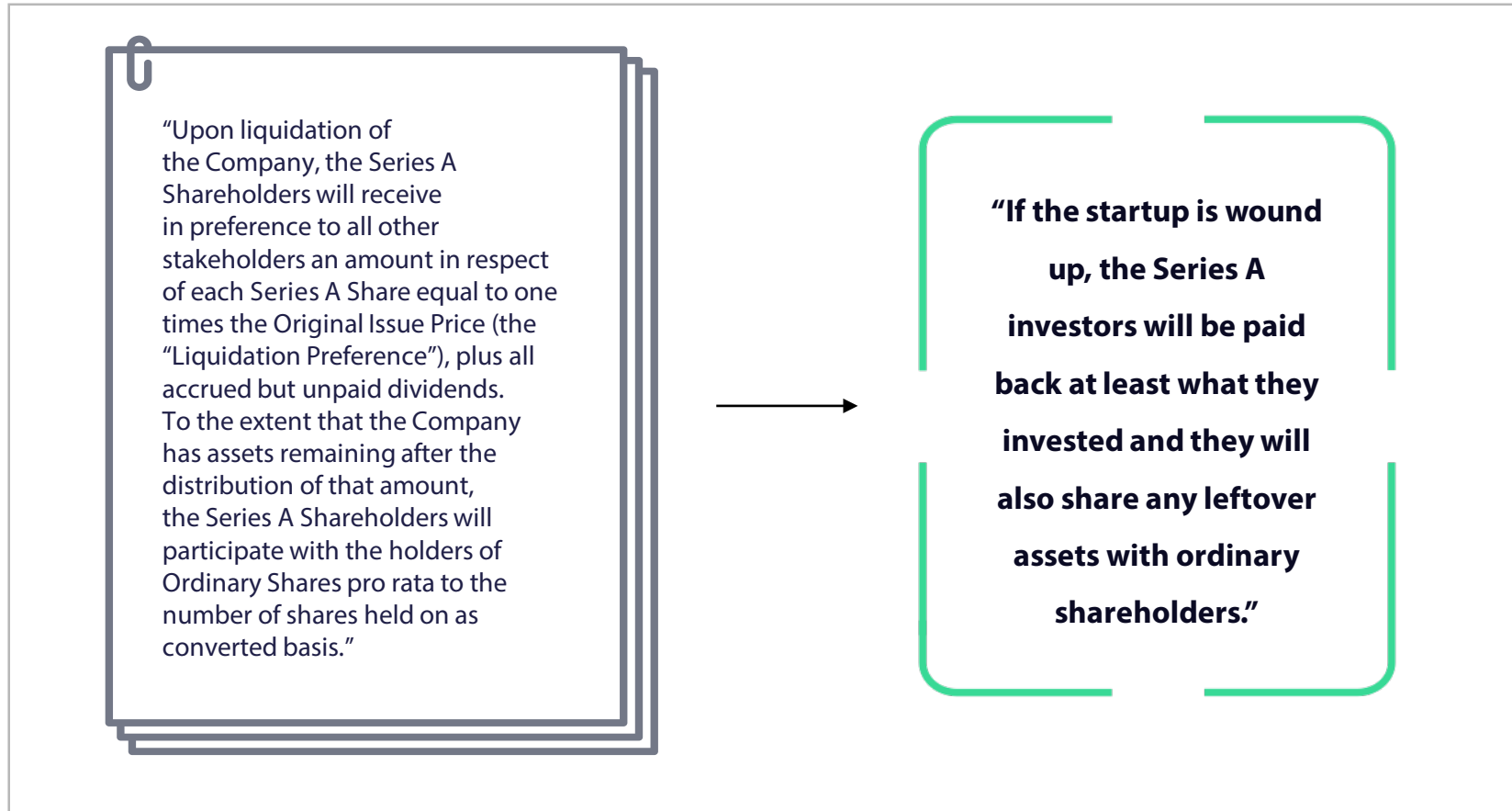
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

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



言語を「理解」する世界初のAI「GPT-3」をOpenAIが開発

GPT-3が「法律用語」を平易な英語表現に翻訳：



GPT-3は以下も可能：

- Eメールの文書作成
- ウェブページのデザイン
- 十数種類のコンピューター言語でのコード生成
- 史実な検索
- 言語の翻訳
- 疾患の診断検査
- セラピストとしての会話
- その他多数...

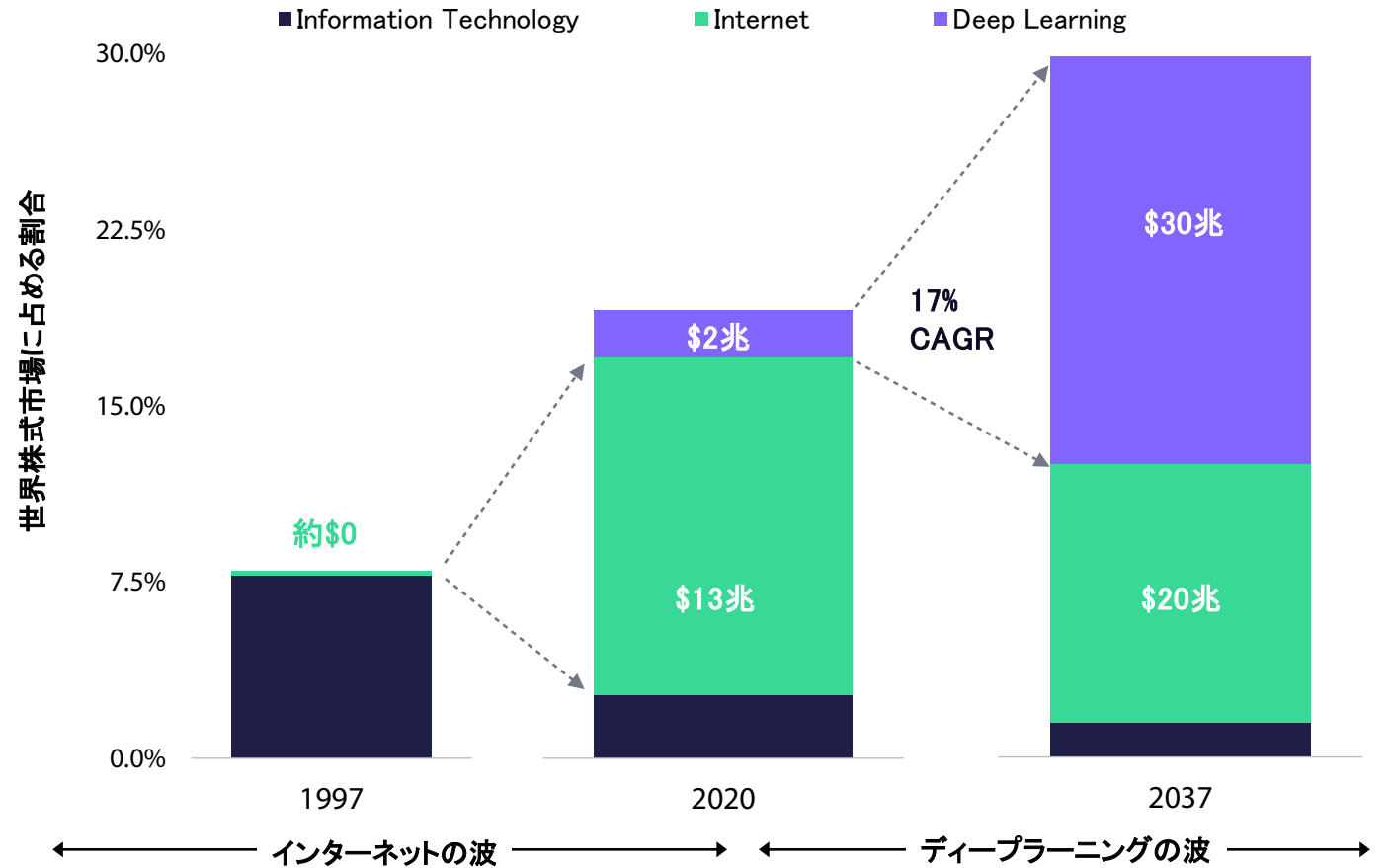


投資機会の規模

ディープラーニングが創出する 経済価値は、インターネットを 上回る可能性も

- インターネット関連は、20年間で世界の株式市場時価総額を13兆米ドル押し上げましたが、ディープラーニングは2020年現在で時価総額2兆米ドルを生み出しています。
- ARKでは、ディープラーニングが今後15~20年間で世界の株式市場時価総額を30兆米ドル増加させるとみています。

時価総額の創出：インターネット vs. ディープラーニング



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | World Federation of Exchanges, "H1 2020 Market Highlights", Aug 2020, <https://www.world-exchanges.org/news/articles/h1-2020-market-highlights>



生まれ変わるデータセンター

コンピューターによる発電所的な存在であったデータセンターに革命が起こりつつあります

- より安価で、より速く、よりエネルギー効率の高いプロセッサが、これまでプロセッサ市場全体の90%以上を占めてきたIntelに取って代ろうとし始めています。
- クラウドコンピューティングにおいては、新しく強力なプロセッサとしてARM、RISC-V、GPUが台頭してくるとみられます。これらの総売上高は年間45%のペースで増加していき、2030年には190億米ドルに達する可能性があります。
- データセンター分野では、新たに増加するワークロードに対応するためのプロセッサとして、GPUを主流とするアクセラレータが圧倒的な市場シェアを獲得し、その市場規模は年間21%のペースで増加して2030年には410億米ドルに達すると考えています。

02

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | IDC "IDC Worldwide Quarterly Server Tracker", Dec 2020,

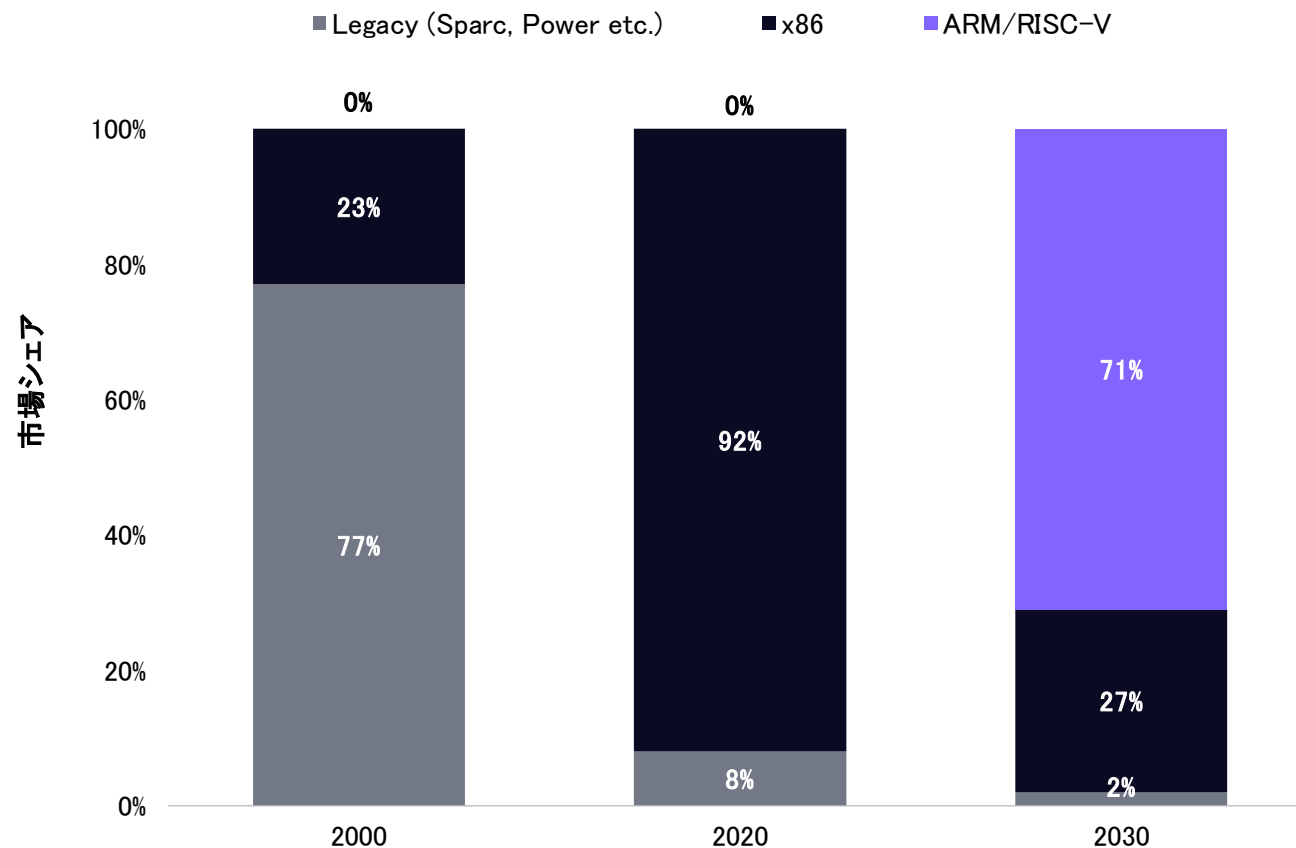
<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47123620>



新しいアーキテクチャの登場により 数十年周期で生まれ変わるデータセンター

- データセンター分野で最後に起こった大規模な移行は、90年代のRISCプロセッサから、Intelの低コストでPC由来のx86アーキテクチャへの移行です。PC市場の規模を活かし、Intelは従来のハイエンド・アーキテクチャの創造的破壊を行なったのです。
- 今日、ARMプロセッサはモバイルエコシステムの規模を活かし、Intelに創造的破壊をもたらしています。オープンソースの原則をハードウェアに適用したRISC-Vも、低コスト・コンピューティングにおける標準となりつつあります。
- サーバー市場におけるARMとRISC-Vの合計シェアは2020年の0%から2030年には71%まで増加すると考えています。

データセンターのアーキテクチャ

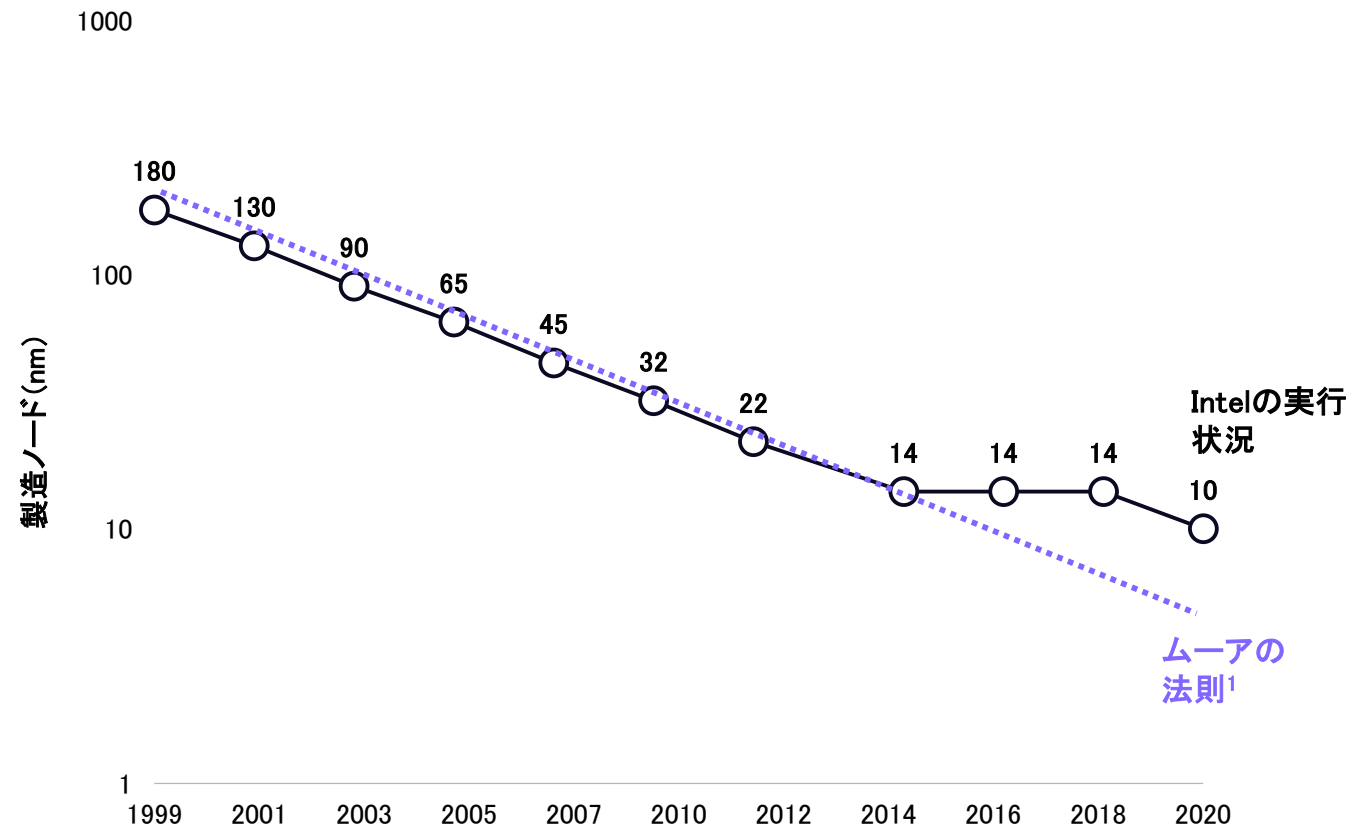




Intelの時は止まっている様子

- かつては世界の半導体製造をリードしていたIntelですが、今では道を見失っている感があります。
- Intelは10nmプロセッサの開発が4年遅れ、2020年時点においてTSMCやAMDといった競合他社に同市場での}リードを許しています。
- 2020年時点において、Intelは未だ10nmのサーバー用チップを出荷できていません。Intelの技術と比べて完全に一世代先を行っているTSMCは5nmプロセッサの大量生産を行なっています。

Intelによる製造スケジュール



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

[1] ムーアの法則: 半導体の集積率が2年毎に2倍になるとしたゴードン・ムーア氏の1965年の論文から名づけられたもので、時間の経過に伴うコストの変化に焦点を当てた法則

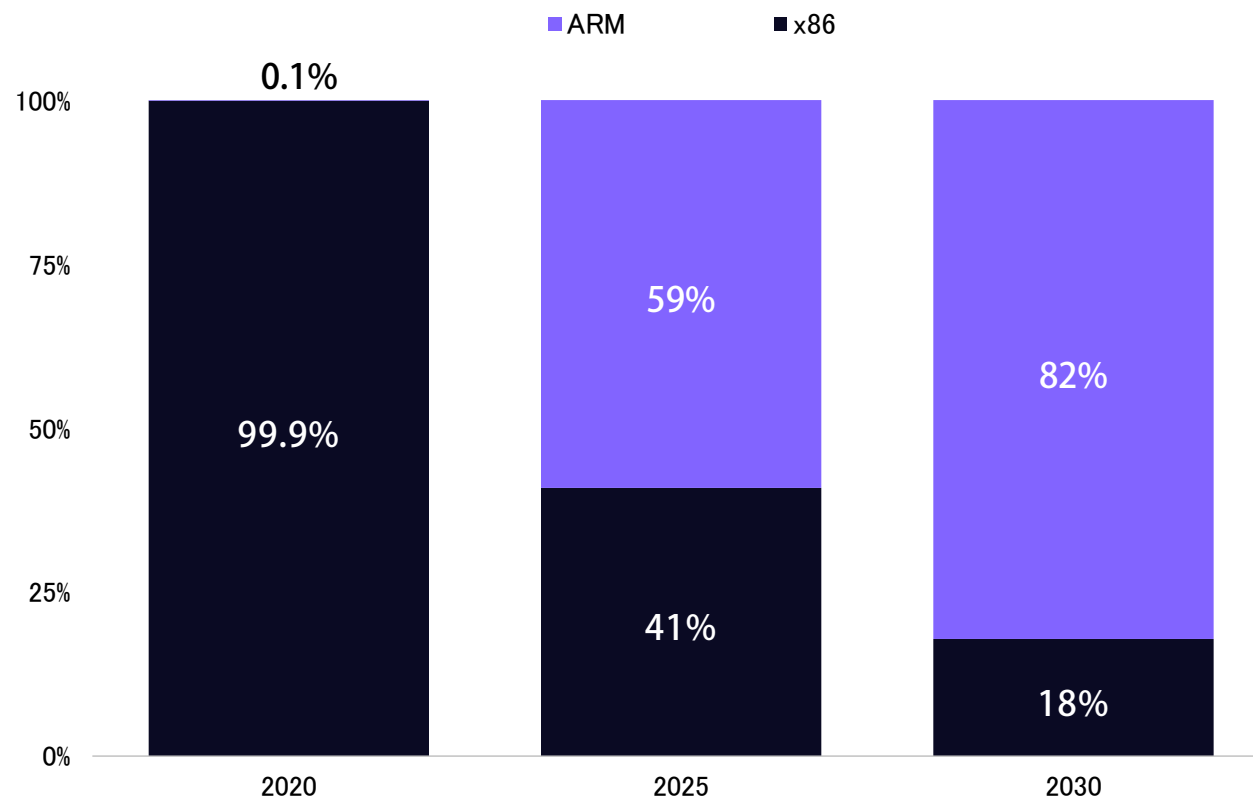
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | AnandTech



2030年には開発者向けPCの大部分がARMベースとなる可能性も

- ソフトウェア開発者はほぼ全員、Intelのx86を搭載し、WindowsやMac、Linuxのオペレーティングシステムが搭載されているPCでコードを書いています。
- Appleは、開発者の3人に1人が使うMacのセントラル・プロセッシング・ユニット(CPU)を今後2年間でx86からARMベースのCPUへと移行する計画です。
- 同時に、Microsoftは、WindowsをARMプロセッサに対応させる取り組みを強化しています。
- ARKの調査によると、2030年には開発者向けPCの大部分がARMベースのCPUで動くようになり、Intelのx86時代が終わりを迎える可能性があります。

開発者向けPCのCPUにおけるシェア



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

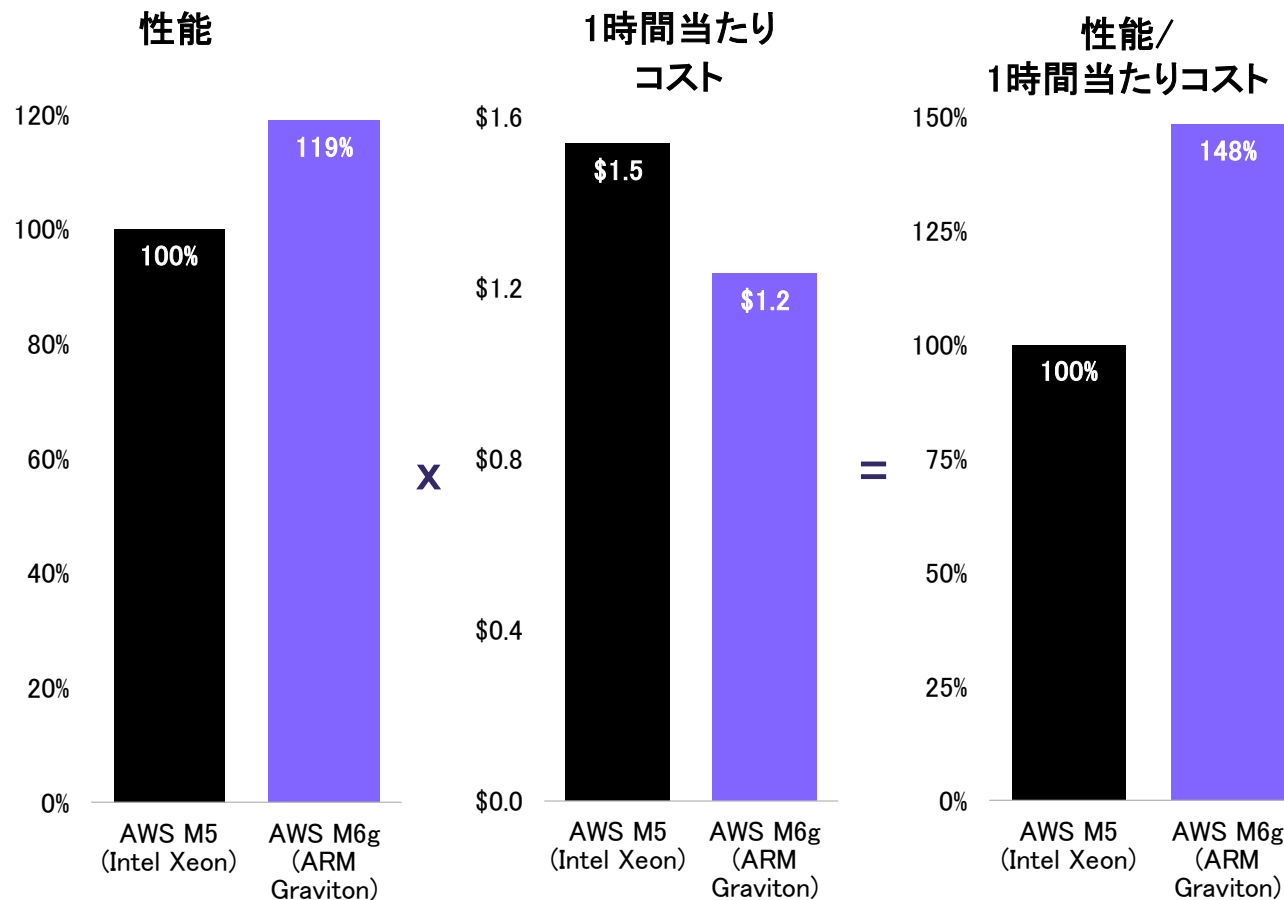
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Stackoverflow. "Stack Overflow Developer Survey 2020." insights.stackoverflow.com/survey/2020



クラウド分野での新標準になると期待されるARM

- 新しいアプリケーションを展開するためのデフォルト・プラットフォームであるパブリッククラウドは、2020年には世界全体での売上が1,400億米ドルにのびりました。
- パブリッククラウド世界最大手のAmazon Web Services (AWS) は、2020年にARMベースのCPU「Graviton 2」を導入しており、IntelやAMDからチップを購入する必要性が低下しました。
- AWSのGraviton 2はIntel製CPUに比べて安くて速く、1米ドルあたりの性能で48%上回っています。
- 将来的に、AWSはサーバーの大部分をARMベースのプロセッサに移行させるとみられます。



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

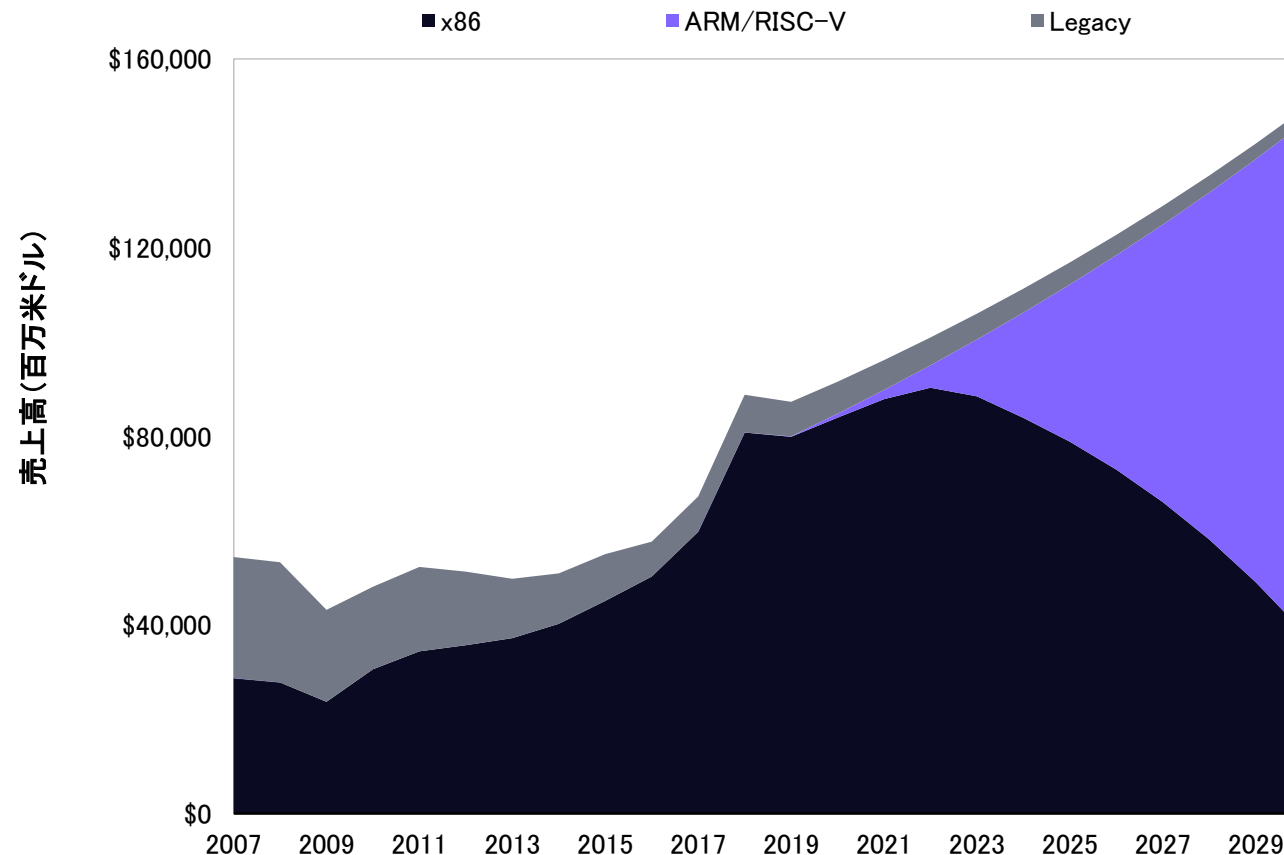
注: 3番目のチャートでは、時間的要素が含まれており、計算式は $(119/1.2)/(100/1.5)-1$ です。| 出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | "Global Cloud Services Market Q2 2020." Canalis, www.canalis.com/newsroom/worldwide-cloud-infrastructure-services-Q2-2020, Michael Larabel | "Benchmarking Amazon's Graviton2 Performance With 64 Neoverse N1 Cores Against Intel Xeon, AMD EPYC." Phoronix, May 2020, www.phoronix.com/scan.php?page=article&item=amazon-graviton2-benchmarks&num=12, Daly, Donald J., and Donald J. Daly | "Economics 2: EC2." Amazon, CGA Canada Publications, 1987, aws.amazon.com/ec2/pricing/



2030年にはARMおよびRISC-Vが プロセッサの新標準となっている可能性も

- PCやサーバーでARMプロセッサが採用されていくことで、初めてIntelのx86と争えるだけの規模、ツール、ベンダーサポートが揃ったエコシステムが作り出されると考えられます。
- ARMサーバーの売上高は、2020年の10億米ドル未満から2030年には100倍の1,000億米ドルへと拡大し、今日のx86の売上高を上回る可能性があります。同期間において、RISC-Vはx86からのシェア獲得に重要な貢献を果たすと期待されます。
- メインフレームのように設置済みのx86コンピュータのキャパシティは引き続き拡大する可能性があるものの、その収益基盤は半減するおそれがあります。

サーバーの総売上高

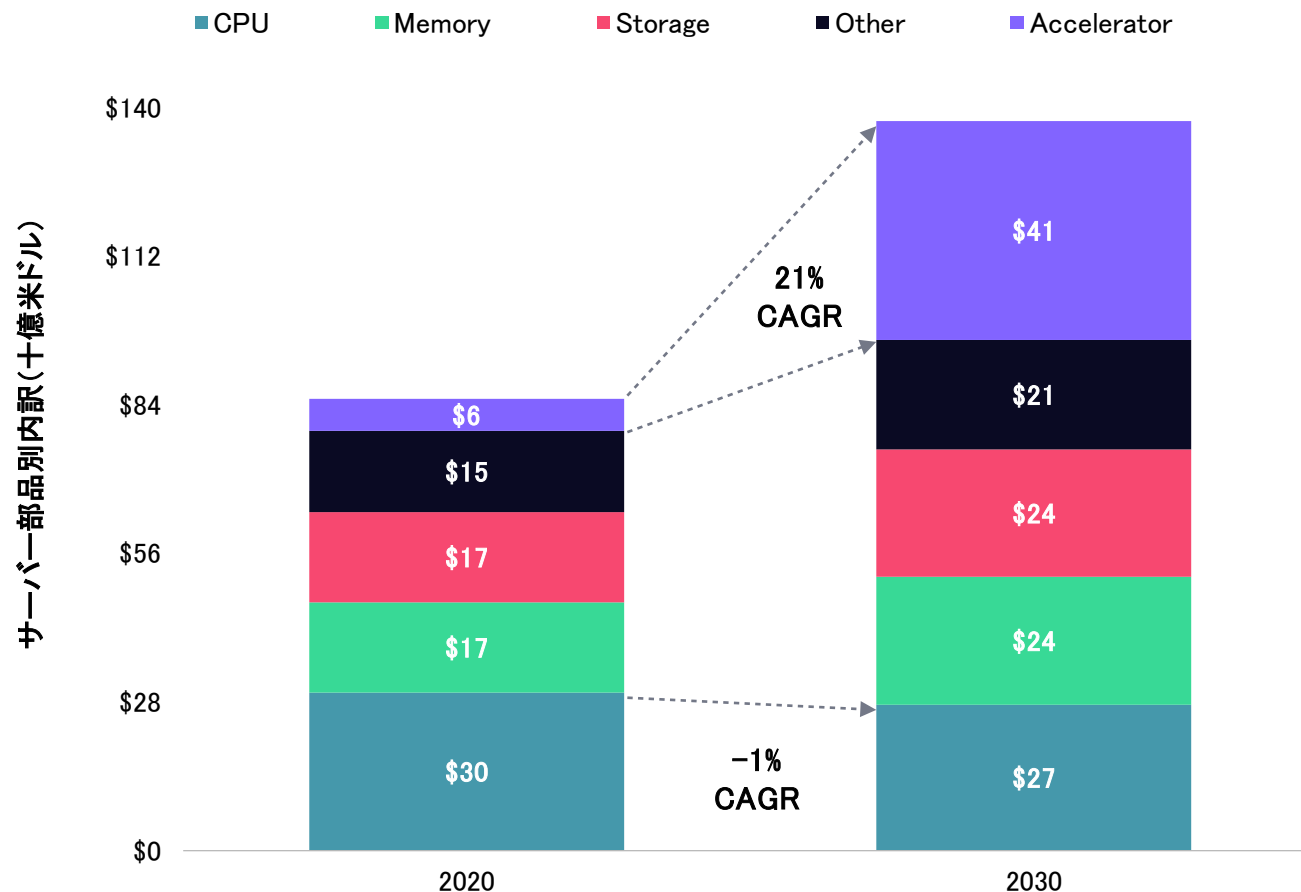




サーバーの主力コンピューティングエンジンとして、2030年にはアクセラレータがCPUに取って代る見込み

- GPUやテンソル・プロセッシング・ユニット(TPU)、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ(FPGA)などのアクセラレータは、人口知能(AI)、データ解析、創薬、クラウド・ゲームなどの特に処理負荷の高いコンピューティング・タスクを行なっています。
- ARKでは、競争は熾烈であるものの、プログラマビリティやソフトウェア・ラインアップで他の追随を許さないことから、今後5年間もアクセラレータ市場においてGPU優位の状況は続くとみています。

今後10年間に見込まれるサーバー関連支出



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020



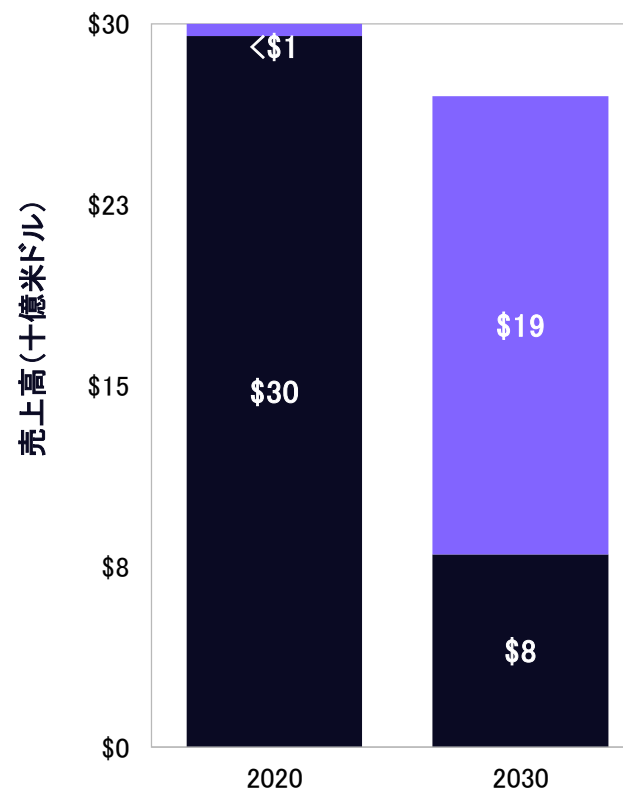
投資機会の規模

ARKでは今後10年間で
サーバー用プロセッサは一変
すると考えています

- クラウド分野ではARMとRISC-VがIntelのx86に取って代る見通しです。これらの総売上高は年間45%のペースで増加していき、2030年にはCPU分野での売上高が190億米ドル、サーバー分野での売上高が1,000億米ドルに達する可能性があります。
- データセンター分野では、GPUを主流とするアクセラレータがプロセッサ市場の圧倒的シェアを獲得し、その市場規模は年間21%のペースで増加し、410億米ドルに達すると考えています。

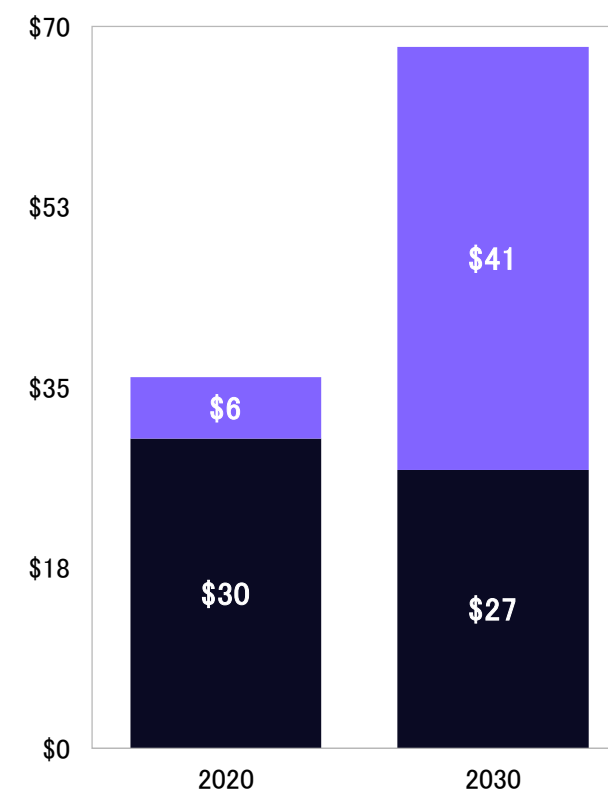
データセンター向け
CPU売上高

■ x86 ■ ARM/RISC-V



データセンター向け
アクセラレーター売上高

■ CPU ■ Accelerators





バーチャルワールド

バーチャルの世界は、テレビゲームや拡張現実、仮想現実によって成り立っています

- バーチャルワールドとは、コンピューターシミュレーションで構築された、誰でもいつでもアクセスできる環境と定義されています。人間社会は、現在黎明期にあるバーチャルワールドに日々触れています。
- ARKの研究によると、バーチャルワールド市場の売上高は、今日の1,800億米ドルから年平均17%成長して2025年には3,900億米ドルに達するとみられます。
- 今日のバーチャルワールドはそれぞれが独立して存在していますが、今後はそれらが相互運用可能となっていく、ついにフューチャリストらが考えてきた「メタバース」が誕生する可能性があります。

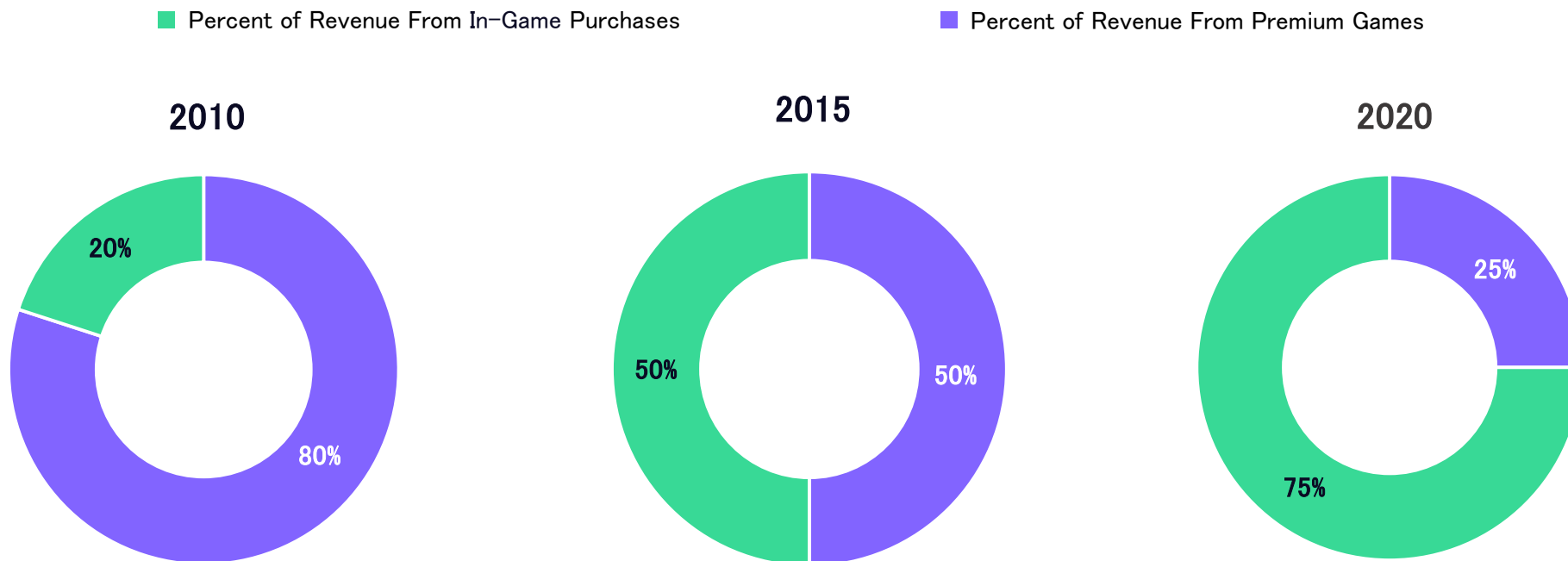
03



テレビゲームの収益化モデルはバーチャルのグッズへと移行中

テレビゲームの進化に伴ってそのビジネスモデルも進化しています。ARKの調査によると、過去10年間においてゲームの総売上高に占めるゲーム内課金¹の割合は20%から75%へと増加しており、2025年には95%に達する可能性があります。

世界のゲーム売上高の内訳



[1] ARKによるゲーム内課金の定義は、拡張またはコンテンツパック、コスメティック/スキン、パワーアップ、時間短縮、ルートボックス(課金箱)、プレイアブルキャラクター、単発課金型のコンテンツパス(バトル/シーズンパス)、ゲーム内通貨、定期課金型のコンテンツパス、リワードパスなどのゲーム内アイテムの販売を通じて生み出される売上としています。| 上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

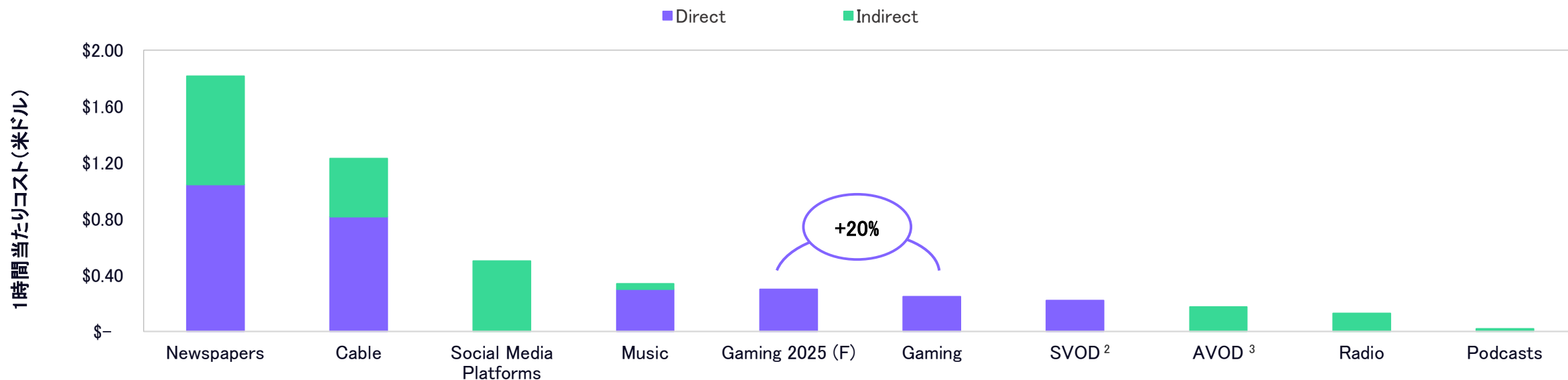
出所: ARK Investment Management LLC | "Newzoo Global Mobile Market Report 2020: Free Version." Newzoo, 30 Sept. 2020, [newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-mobile-market-report-2020-free-version/](https://www.newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-mobile-market-report-2020-free-version/) | "2019 Year In Review." SuperData, a Nielsen Company, www.superdataresearch.com/2019-year-in-review | Savov, Vlad. "Digital Games Distribution Earned \$3.8 Billion in 2010, a Quarter of Entire Video Game Market." Engadget, 14 Feb. 2020, www.engadget.com/2011-06-09-digital-games-distribution-earned-3-8-billion-in-2010-a-quarter.html



ARKではゲームの収益化の動きは拡大すると考えています

ゲーム内課金の急増を受けて、経済的影響力が開発者からゲーマーへとシフトしつつあります。実際、参入障壁の低下に伴ない、多数のゲーマーが開発者に転身しています。ARKでは、こうしたシフトがテレビゲームの収益化率の上昇をもたらしているとみています。今後5年間で、テレビゲームのプレイ1時間当たりコストは20%増加する見通しですが、他の娯楽・情報源に比べると格安な水準となるでしょう。

米国における直接的および間接的¹な収益化の動向



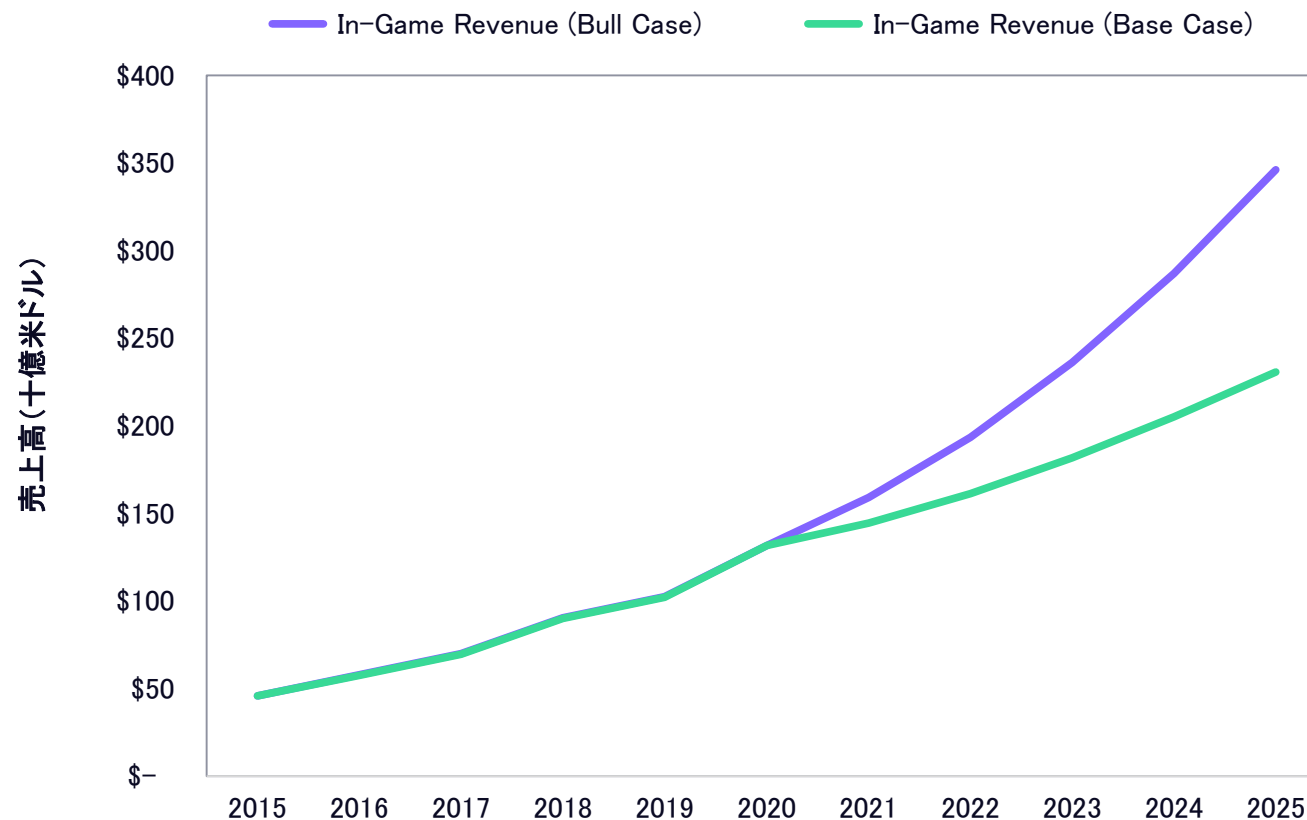
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。上チャートのデータは2020年現在のものです。| [1] 直接的な収益化とは、サブスクリプション(定額制)のように消費者が代金を支払うものをいいます。間接的な収益化とは、広告のように第三者が商品などの収入源となるものをいいます。| [2] SVOD: 定額制動画配信サービス | [3] AVOD: 広告型動画配信サービス | 出所: ARK Investment Management LLC | “Xbox Game Pass Subscriptions Hit 10 Million.” The Guardian, Guardian News and Media, 30 Apr. 2020, www.theguardian.com/games/2020/apr/30/xbox-game-pass-subscriptions-hit-10-million | Warren, Tom. “Xbox Game Pass Subscribers Jump 50 Percent to 15 Million in Less than Six Months.” The Verge, The Verge, 21 Sept. 2020, www.theverge.com/2020/9/21/21449219/xbox-game-pass-15-million-subscribers-microsoft-growth | Gough, Christina. “Xbox Live MAU 2020.” Statista, 22 Sept. 2020, www.statista.com/statistics/531063/xbox-live-mau-number/ | <https://www.npd.com/Wps/Portal/Npd/Us/News/Press-Releases/2020/More-People-Are-Gaming-in-the-US/> | Pew Research Center, Pew Research Center, 9 Jan. 2020, www.pewresearch.org/ | <https://Auditedmedia.com/> | Clark, Travis. “Netflix Says Its Subscribers Watch an Average of 2 Hours a Day – Here’s How That Compares with TV Viewing.” Business Insider, Business Insider, 13 Mar. 2019, www.businessinsider.com/netflix-viewing-compared-to-average-tv-viewing-nielsen-chart-2019-3 | Facebook, Snap, Twitter, Pinterest, Spotify, Alphabetなどの企業による四半期決算報告



自宅と職場以外の「第三の居場所」になりつつあるテレビゲーム

- ARKの調査によると、今後5年間でテレビゲームの平均プレイ時間は1人1日当たり1.1時間から1.5時間へ増加するとみられます。
- 収益化拡大とプレイ時間増加の両トレンドが続く場合、2020年に約1,300億米ドルだったゲーム内課金の売上高は、今後5年間で年率21%増加して2025年には3,500億米ドルに迫る可能性があります。

世界バーチャルゲーム売上高(予測)

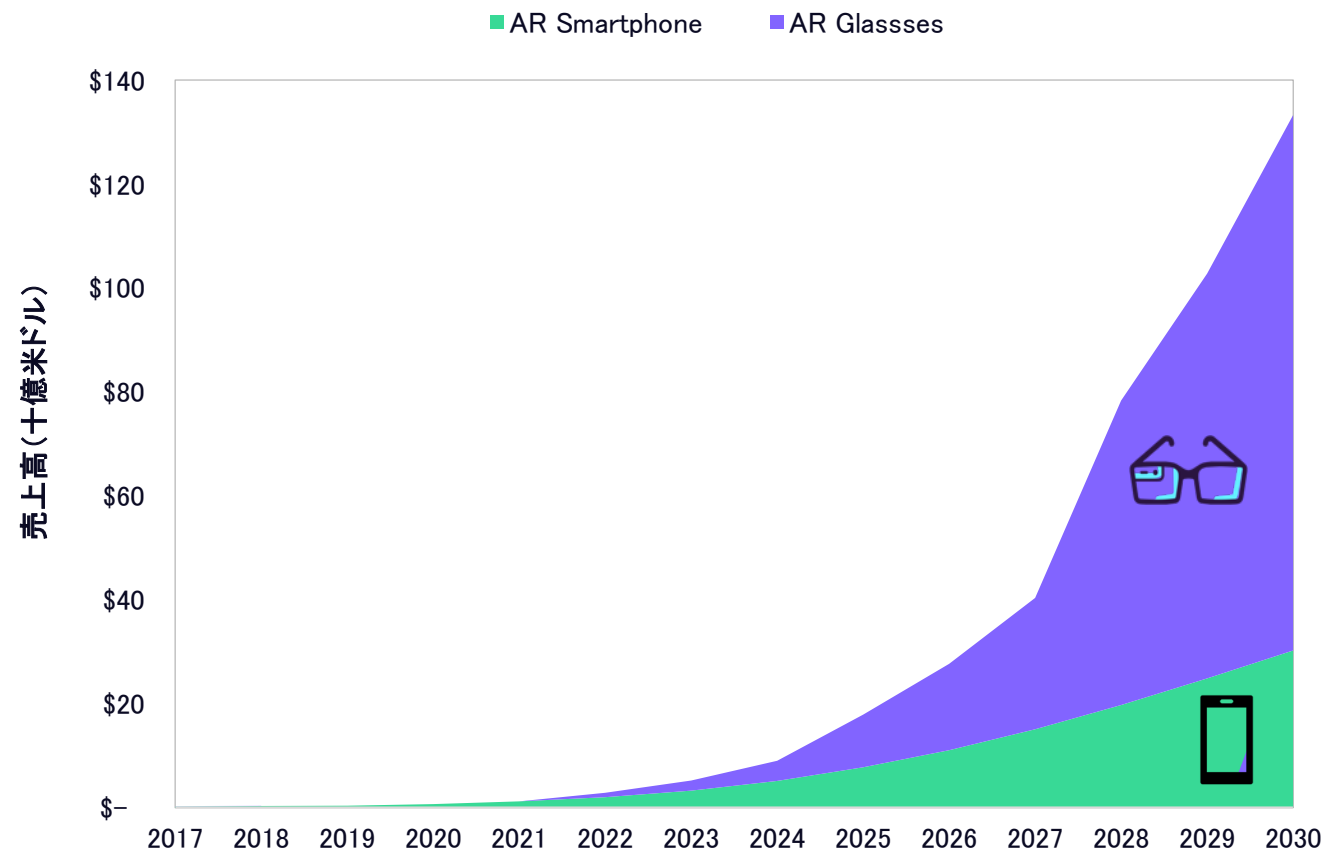




市場拡大の準備が整った拡張現実 (AR)

- 過去数年間、Snapchat、Facebook、Appleなどの企業が拡張現実 (AR) 分野への投資を拡大してきたことで、モバイル端末でARツールを使用する動きが広がってきています。
- 2022年までに、消費者向けARヘッドセットによってこのトレンドが大きく加速する見込みです。
- ARKでは、現在10億米ドル未満のAR市場が2030年には1,300億米ドルまで拡大する可能性があるとして予測しています。¹

拡張現実の市場機会



[1] ARKが算出したARの推定市場規模は消費者向けソフトウェアの売上高によるものであり、ゲームまたは商用分野の売上高は含まれていません。ARゲームの売上高は、ARKによるゲーム市場規模の予測に反映されています。上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

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

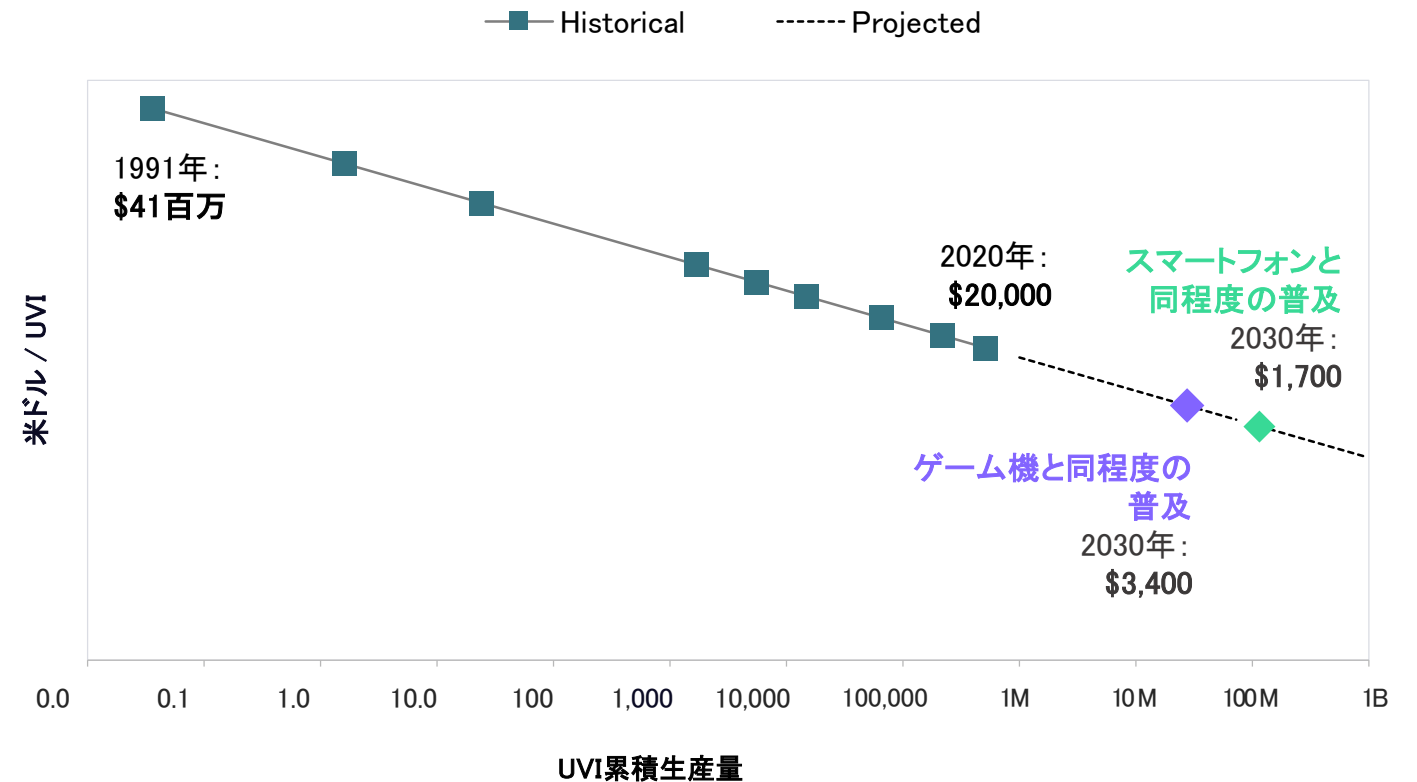
出所: ARK Investment Management LLC | O'Dea, Published by S., and Aug 20. "Smartphone Users Worldwide 2020." Statista, 20 Aug. 2020, www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/ | Boland., Mike. "AR Advertising: \$2.6 Billion by 2022." AR Insider, 6 Sept. 2018, arinsider.co/2018/09/04/ar-advertising-2-6-billion-by-2022/



2030年には「仮想現実」が現実 に近づく可能性も

- ARK独自のスコアリング・システム(UVI¹)に基づく、現在の最高クラスのVRヘッドセットは人間が感じることができる視覚的な没入感(ビジュアル・イマージョン)のわずか10%ほどしか実現できていません。
- 消費者向けVRがゲーム機市場に限られるとした場合、VRヘッドセットは一般大衆市場で受け入れられる没入感水準にまで達しないとみられます。
- ライトの法則²に基づく、VRヘッドセットがPCと同等の価格帯で完全な視覚的没入感を実現できるようになるには、2030年までスマートフォンと同程度の普及曲線を辿っていくことが条件になるとみられます。

ビジュアル・イマージョン・ユニット(UVI)当たりコストの低下



[1] ビジュアル・イマージョン・ユニット(Unit of Visual Immersion)は、解像度、リフレッシュレート、デバイス当たりの視野の調和平均を、それぞれ推定される最大の解像度、リフレッシュレート、視野で除し、各ファクターに異なるウェイト付けを行なって計算されます。

[2] 1936年にセオドア・ライトが提唱したライトの法則は、累積生産量の増加に伴うコストの低下を予測する信頼性の高い枠組みです。具体的には、累積生産量が倍増するたびに一定の割合でコストが低下するというものです。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC | S&P Global Market Intelligence

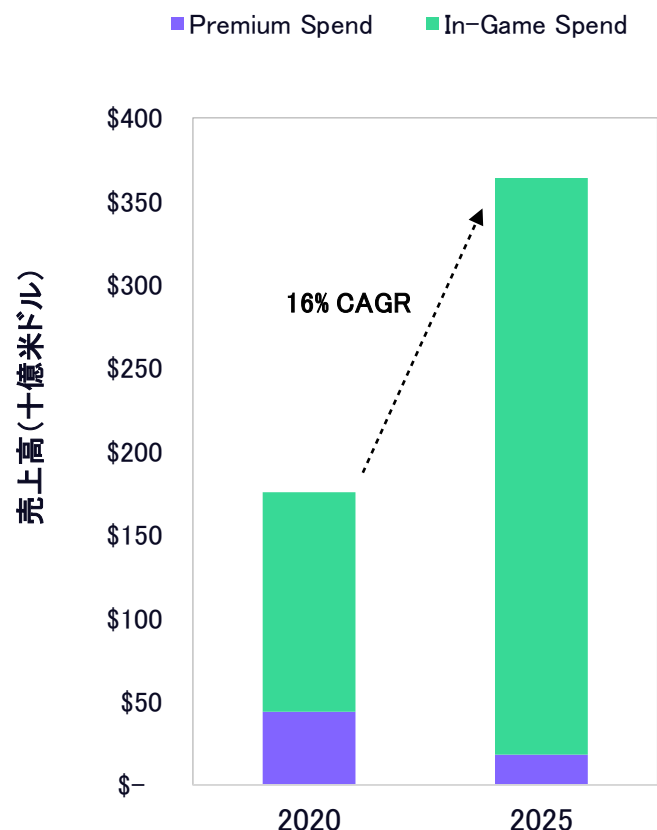
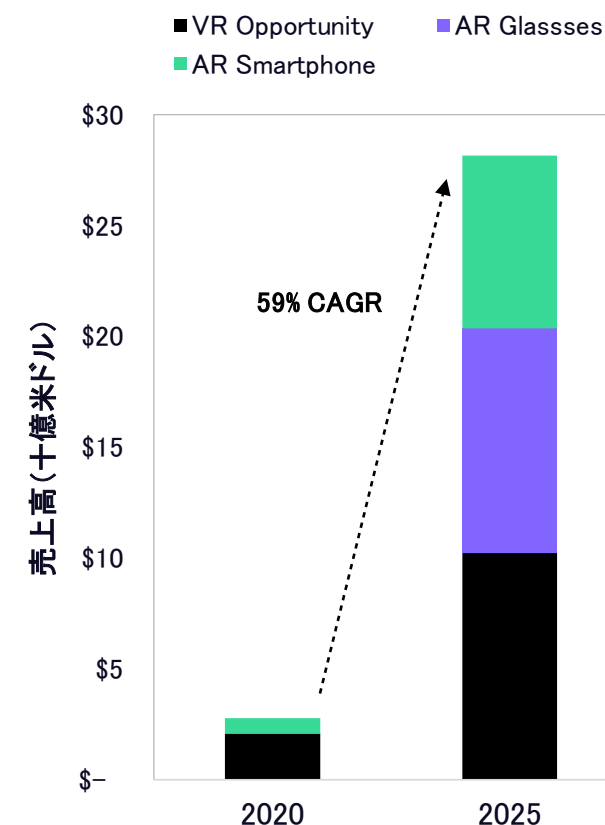


投資機会の規模

バーチャルワールド市場の 売上高は2025年には4,000億米 ドルに近づく可能性があります

- ARKの研究に基づく、2020年に1,750億米ドルであった世界のゲーム市場規模は、今後5年間で年率16%拡大し、2025年には約3,650億米ドルに達するとみられます。
- ARとVRの市場規模は現在の30億米ドルから今後5年間で年率59%成長し、2025年には280億米ドルに達するとみられます。

世界のゲーム市場規模

世界のARおよびVR市場規模¹

[1] ARKによるARおよびVR市場規模は、消費者向けソフトウェア売上高の推定値です。上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC | "O'Dea, Published by S., and Aug 20. "Smartphone Users Worldwide 2020." Statista, 20 Aug. 2020, www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/ | Boland, Mike. "AR Advertising: \$2.6 Billion by 2022." AR Insider; 6 Sept. 2018, arinsider.co/2018/09/04/ar-advertising-2-6-billion-by-2022/ | Platform.marketintelligence.spglobal.com, platform.marketintelligence.spglobal.com/web/client?auth=inherit | "Newzoo Global Mobile Market Report 2020: Free Version." Newzoo, 30 Sept. 2020, newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-mobile-market-report-2020-free-version/



デジタルウォレット

ポケットサイズながら4.6兆米ドルの市場機会をもたらす
デジタルウォレット

- VenmoやCash App、ベンチャーファンドから資金提供を受けているスタートアップ企業は、携帯電話を活用することで従来型の銀行を根本的に覆す可能性があります。デジタルウォレットはユーザーのポケットやハンドバッグのなかにある銀行の支店です。
- 現在、デジタルウォレットは証券仲介や融資など、従来の金融サービス市場全般に進出し始めています。デジタルウォレットは金融商品にとどまらず、商業活動の潜在顧客を獲得するプラットフォームとして機能する可能性があります。
- ARKの研究によると、デジタルウォレット利用者1人当たりのバリュエーションは現在250～1,900米ドルで評価されていますが、2025年には20,000米ドルまで上昇し、米国での市場機会が4.6兆米ドルにのぼる可能性があります。

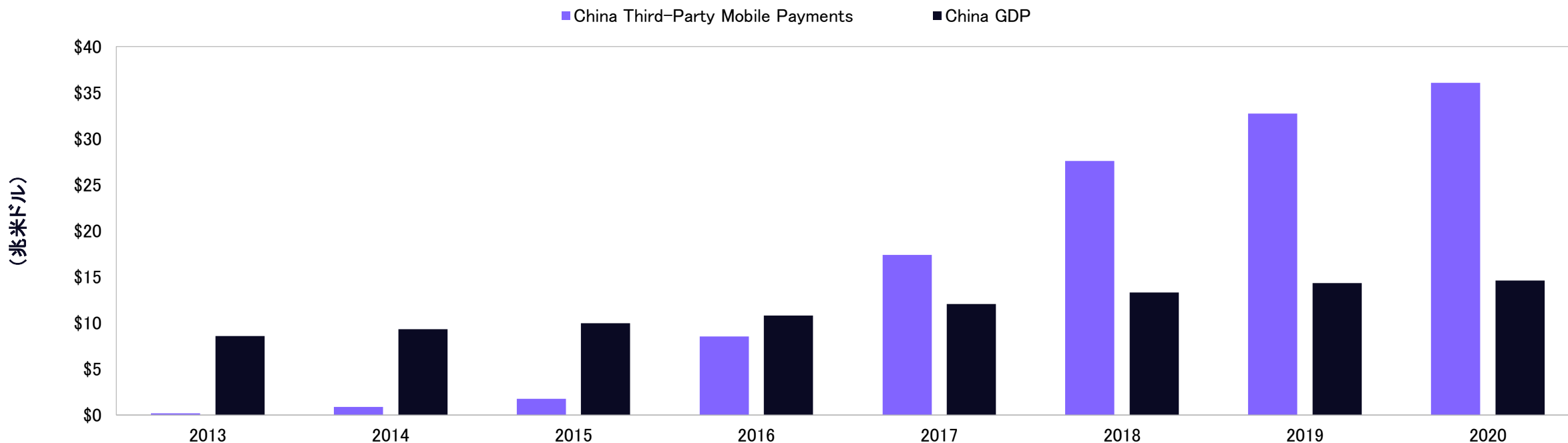
04



中国で拡大するモバイル決済額は同国のGDP規模の2.5倍

中国では、モバイル決済額が2015年の約2兆米ドルからわずか5年間で15倍超の推定36兆米ドルへと急拡大しており、2020年にはGDP規模の3倍に近づきました。

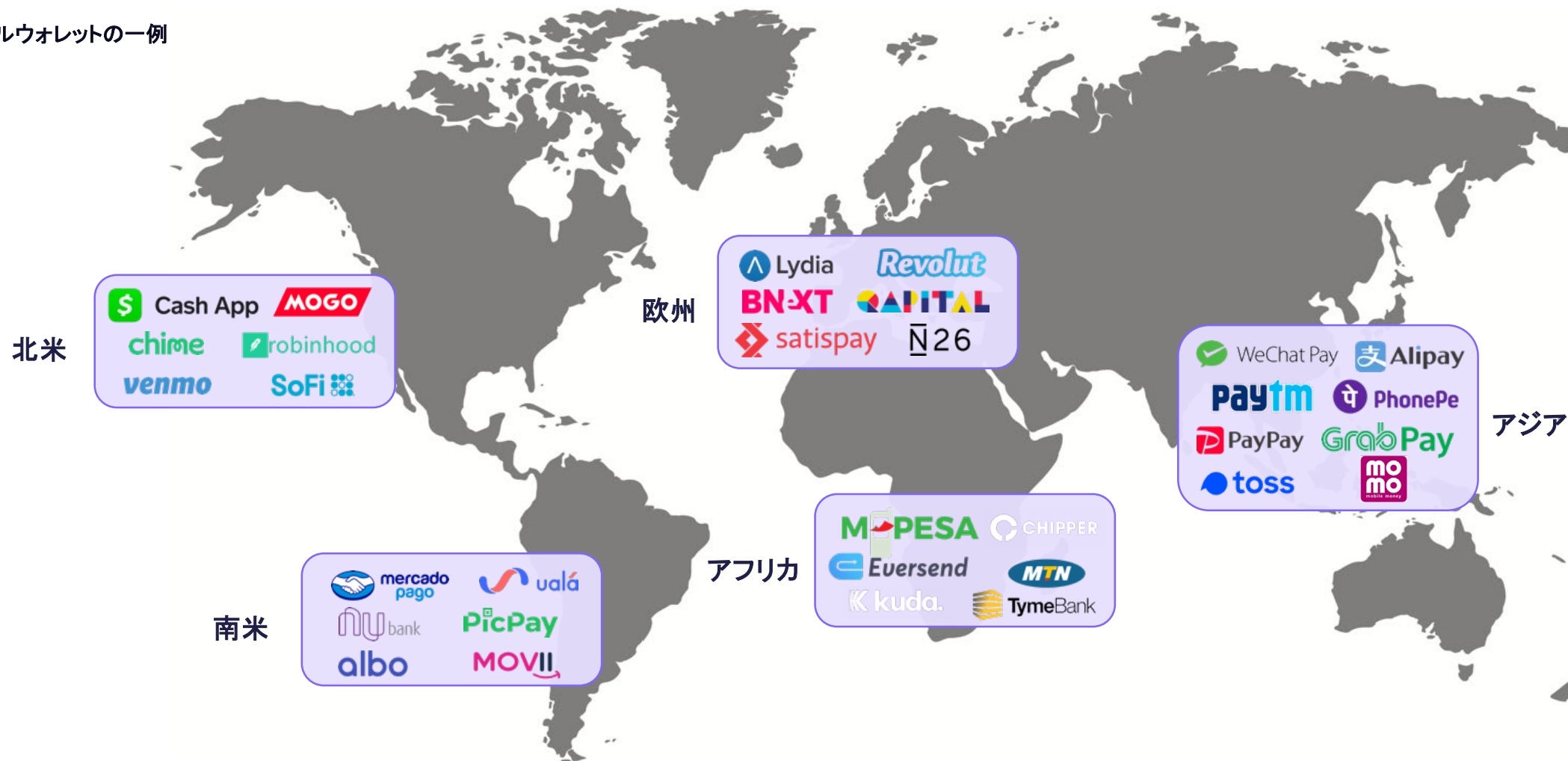
中国のモバイル決済取引額 vs. 中国のGDP





世界中を席捲しているデジタルウォレット

世界のデジタルウォレットの一例

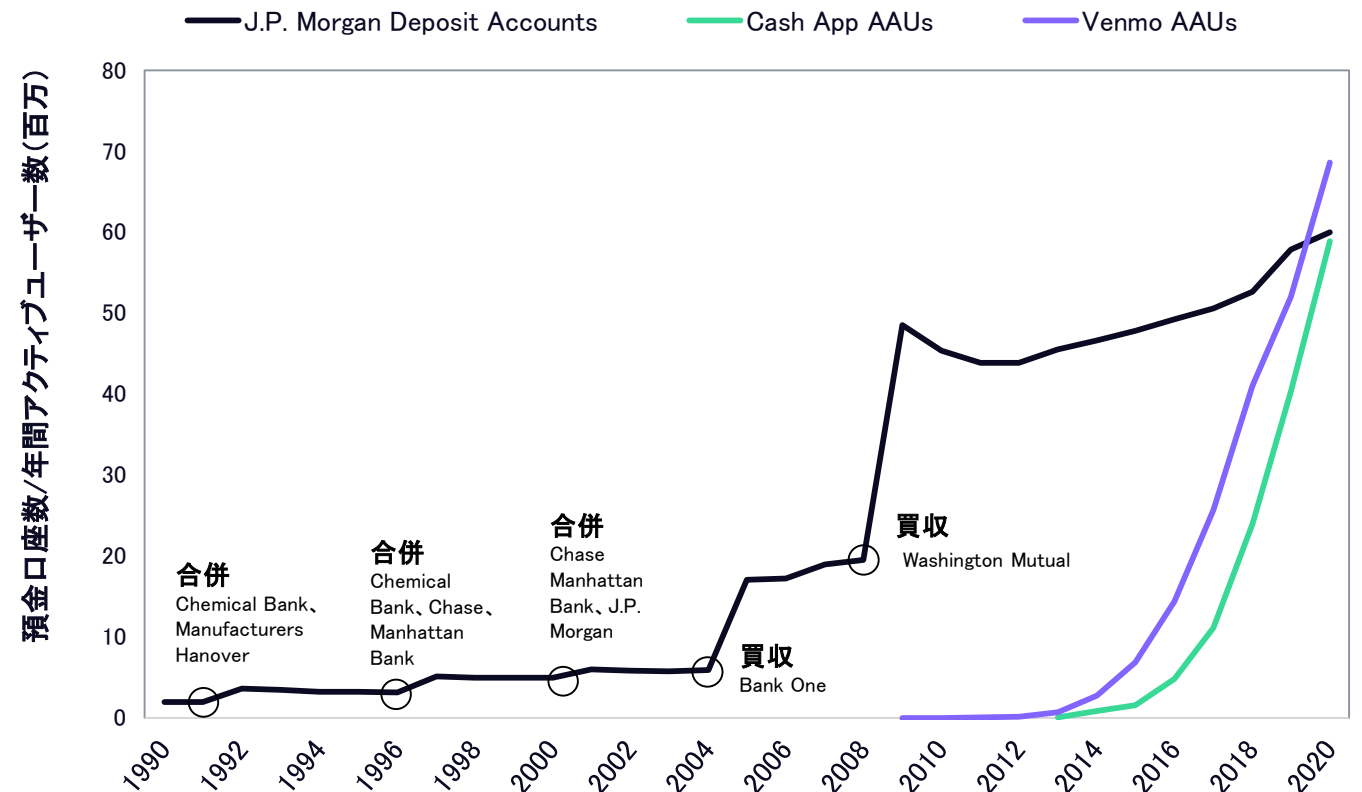




米国では、デジタルウォレットの利用者数が大手金融機関の預金口座保有者数を超えつつある

- SquareのCash Appや PayPalのVenmoは、過去7~10年のあいだにそれぞれ単独で約6,000万人のアクティブユーザーを獲得しています。これはJ.P. Morganが5社の買収などを経て、30年超かけて到達した数です。
- 2020年末現在において、J.P. Morgan Chaseの預金口座保有者数は合計約6,000万人¹である一方、Cash AppやVenmoの年間アクティブユーザー数(AAUs)はそれぞれ5,900万人、6,900万人まで増加しました。

J.P. Morgan Chaseの預金口座数 vs. Cash AppおよびVenmoの年間アクティブユーザー数(AAUs)



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

[1] J.P. Morgan Chaseの預金口座数は、報告規則の変更により2010年より以前は残高100,000ドル未満の口座数を、2010年以降は残高250,000ドル未満の口座数を参照しています。

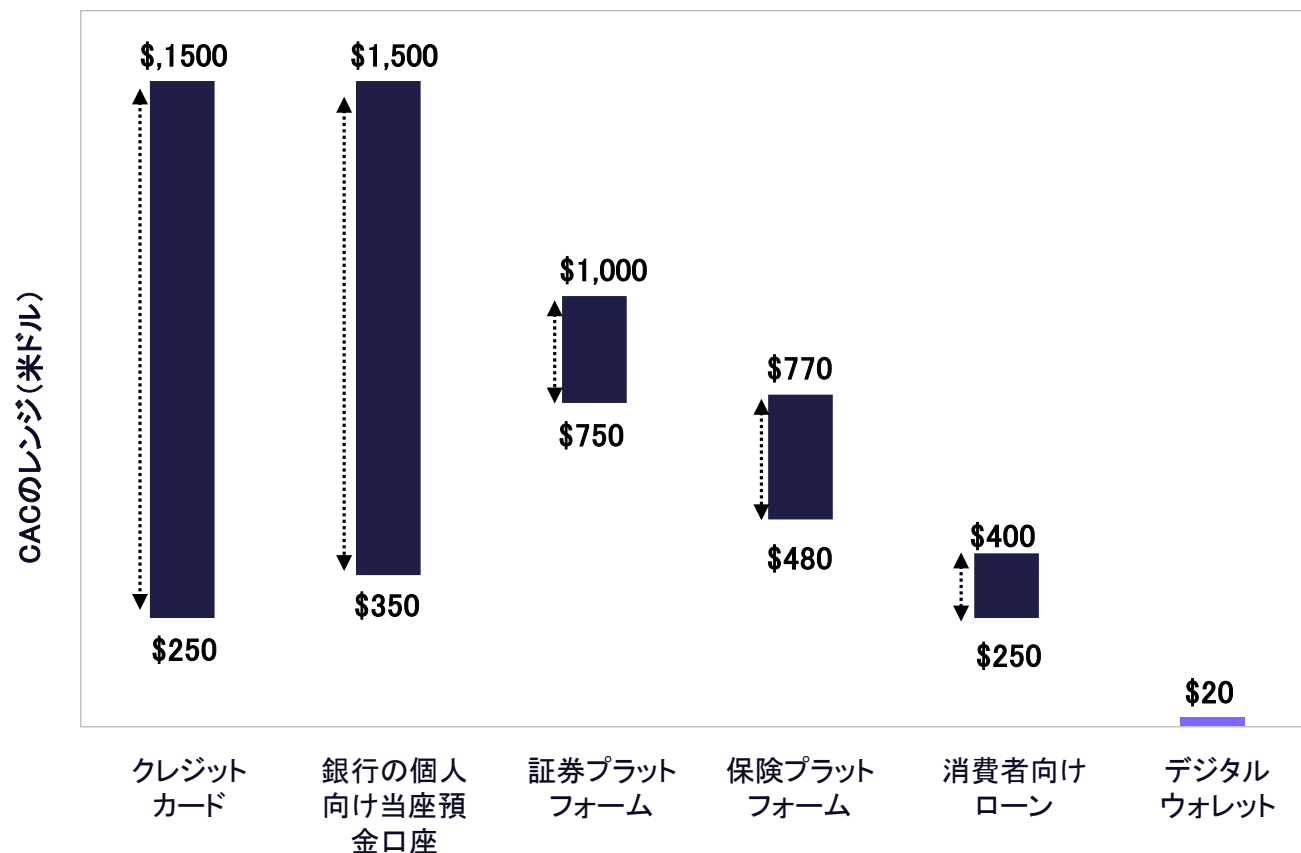
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC) Statistics on Depository Institutions (SDI) and RIS



デジタルウォレットは銀行の顧客獲得コストの数十分の1程度のコストで顧客を獲得することが可能

- デジタルウォレットの爆発的成長の主な原動力は、他よりも低い顧客獲得コストです。
- ARKの研究によると、従来の金融機関が新規に預金口座を開設する顧客を1人獲得するのに約1,000米ドルかかるのに対して、デジタルウォレットはバイラル効果(利用者が急激に広がる効果)を発揮するピアツーピア決済エコシステム、抜け目のないマーケティング戦略、大幅に低水準なコスト構造のおかげで、たった20ドルの投資で済みます。¹

金融商品ごとの顧客獲得コスト(CAC)



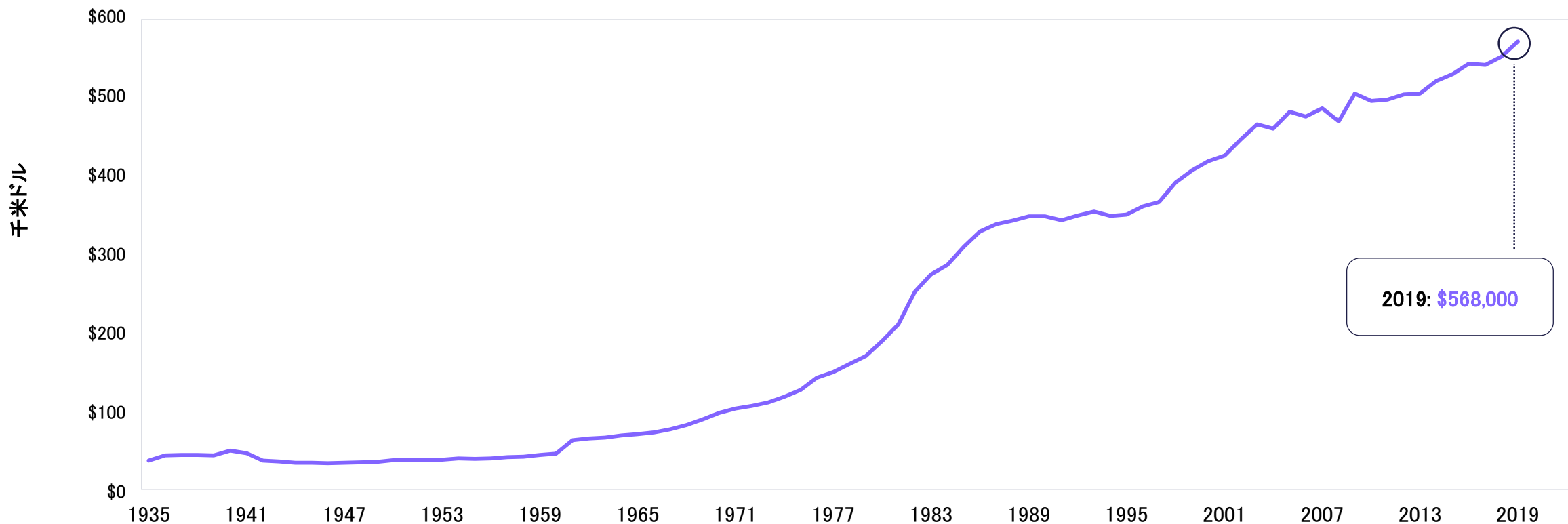
[1] "Cash App vs. Venmo: Research White Paper by ARK Invest." ARK Invest, 4 May 2020, ark-invest.com/white-papers/cash-app-vs-venmo/
出所: ARK Investment Management LLC, 2020



銀行支店は運営コストの上昇と有用性の低下に直面

消費者が銀行店舗の利用をやめてモバイルバンキングを好むようになってきているなか、銀行支店の設備費は増加しており、2019年には過去最高の568,000米ドルに達しました。

米国における1銀行支店当たりの設備費

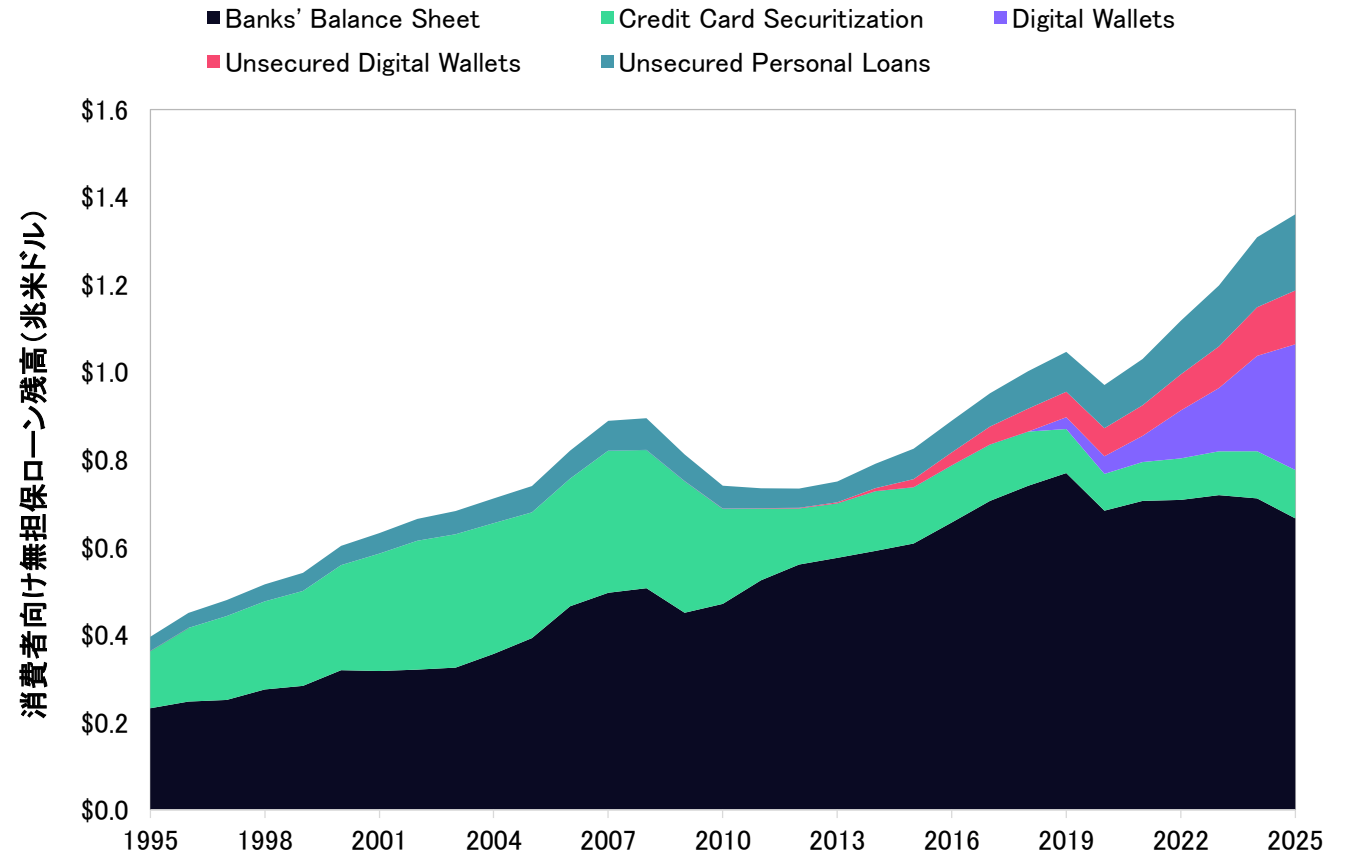




従来型銀行は大きなリスクに直面している可能性も

- デジタルウォレットが無担保ローン市場に参入してきていることから、従来型銀行の貸出残高は2019年のピーク水準にまで回復する見込みが薄いと示唆されます。
- ARKの試算によると、銀行のクレジットカード金利収入は2019年時点で1,300億米ドルでしたが、2020年に10%超(約160億米ドル)減少し、2025年にはさらに25%超減少して950億米ドルになる見通しです。
- デジタル上で融資サービスを展開するSquare、PayPal、Affirm、Klarna、LendingClubなどは、従来型銀行からシェアを奪うとみられます。

米国の消費者向け無担保ローン残高総額



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | "US ABS Issuance and Outstanding." Securities Industry and Financial Markets Association, 6 Nov. 2020, <https://www.sifma.org/resources/research/us-abs-issuance-and-outstanding/> | "Board of Governors of the Federal Reserve System." The Fed - Consumer Credit - G.19, https://www.federalreserve.gov/releases/g19/hist/cc_hist_sa_levels.html | "Consumer Credit Market Withstands Challenges as Accounts in Financial Hardship Begin to Decrease."

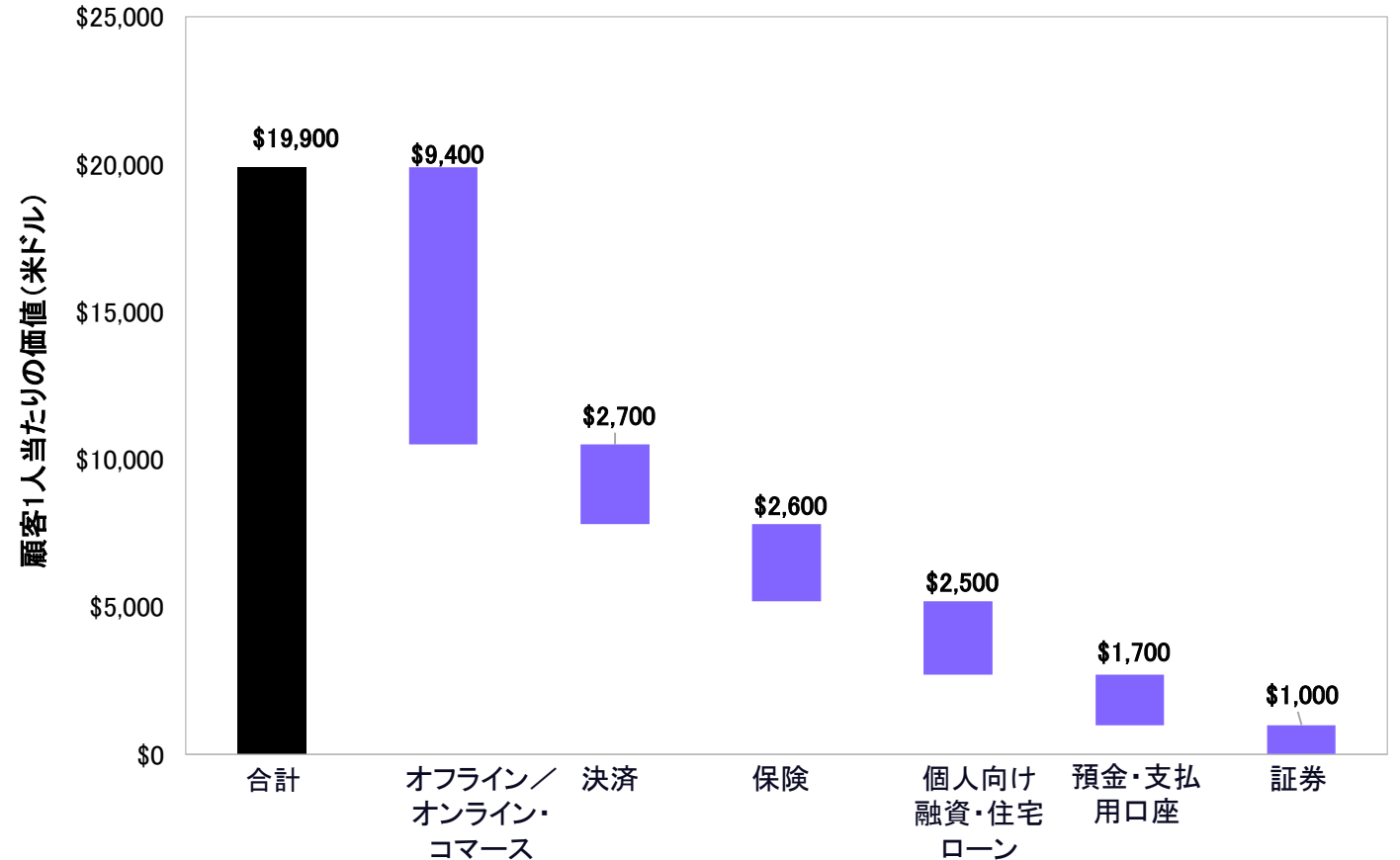
Transunion.Com, 20 Aug. 2020, newsroom.transunion.com/consumer-credit-market-withstands-challenges-as-accounts-in-financial-hardship-begin-to-decrease



デジタルウォレット利用者1人当たりの顧客生涯価値は約2万米ドルにのぼる可能性も

- ARKでは、デジタルウォレットが消費者向け金融サービスのダッシュボード的存在となる場合、その金融サービス売上高による正味現在価値は、米国の平均的利用者1人当たり10,000米ドルを超えると予測しています。
- 金融サービスの他にも、デジタルウォレットは、オフラインおよびオンライン・コマースの潜在顧客を獲得するためのプラットフォームとなり、それによって売上高の正味現在価値が9,000～10,000米ドル増加する可能性もあります。

米国の平均的デジタルウォレット顧客1人当たりの潜在価値
コマースおよび金融商品別内訳



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | 「オフライン／オンライン・コマース」では、デジタルウォレットが得る潜在顧客獲得手数料を、オフラインおよびオンライン小売における米国の平均的消費者の総支出額の5%と想定しています。「保険」では、デジタルウォレットが得る潜在顧客獲得手数料を、米国消費者1人当たりの平均保険売上高の10%と想定しています。「預金・支払用口座」では、米国連邦準備制度理事会の定義による米国の決済性預金の平均残高において、デジタルウォレットが預金金利と無リスク金利のスプレッドを得ると想定しています。「オフラインおよびオンライン決済」では、オフラインおよびオンライン小売における米国の平均的消費者の総支出額に対してデビットカード・インターチェンジフィー収益(当該フィーに関する基準の適用免除)を得るものと想定しています。「個人向け融資」では、米国消費者の個人向け融資平均残高に対して6%の運用利回りを得ると想定しています。「住宅ローン」では、米国の平均的消費者1人当たりの住宅ローン1契約当たり平均売上高に対して10%の潜在顧客獲得手数料を得ると想定しています。「証券」では、証券サービスを利用する米国の平均的消費者から得られる収益のうち、デジタルウォレットが純金利収入および手数料(売買委託手数料を除く)収入を得ると想定しています。



投資機会の規模

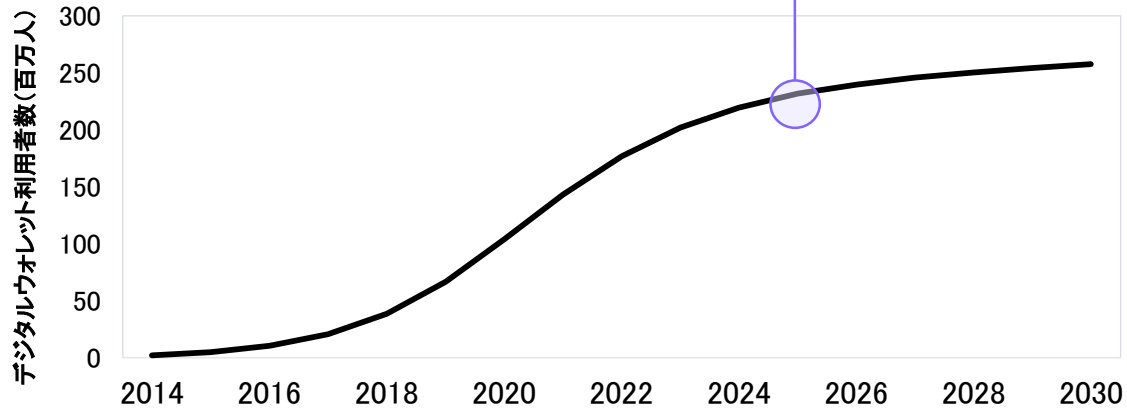
ARKの研究によると、2025年には2.3億人にのぼると予測される米国のデジタルウォレット利用者の1人当たり価値を19,900米ドルとすれば、米国におけるデジタルウォレットの市場機会は4.6兆米ドルに

2025年にはデジタルウォレット利用者が2.3億人へ

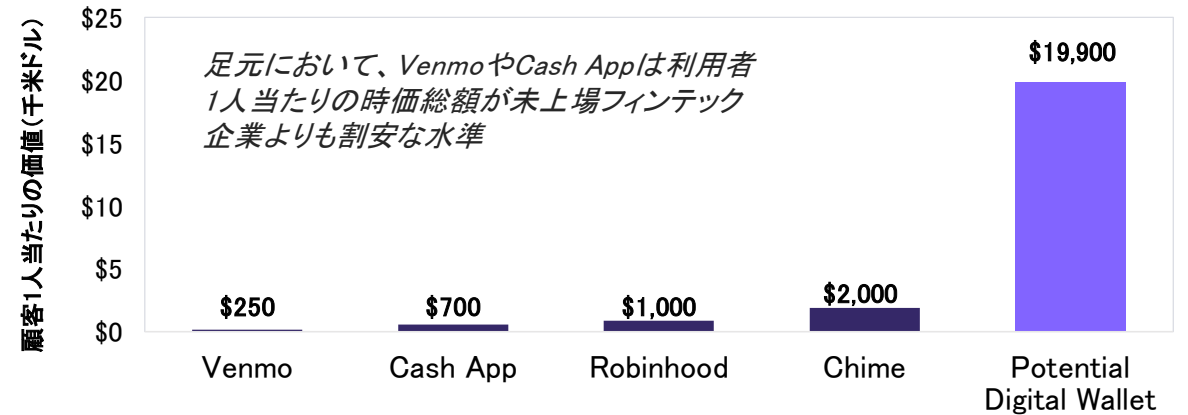
x

顧客1人当たりの潜在価値は\$19,900

米国のデジタルウォレット利用者数の推移



顧客1人当たりの現在価値と潜在価値



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | ARKによるPayPalおよびSquareの時価総額予測は、VenmoおよびCash Appそれぞれの月間アクティブユーザー数の予測値に基づいています。ARKによるRobinhoodおよびChimeの最新のポストマネーバリュエーション(新規資金調達を反映した時価総額)予測は、RobinhoodおよびChimeそれぞれの月間アクティブユーザー数の予測値に基づいています。デジタルウォレット利用者の顧客1人当たり19,900米ドルの潜在価値については、前ページの出所を参照。



ビットコインのファンダメンタルズ

ネットワークの強固なファンダメンタルズに支えられ、ビットコイン価格は史上最高値を更新

- ビットコイン価格が史上最高値に達したなか、ARKの研究によると、そのネットワークのファンダメンタルズは引き続き健全であると窺えます。
- 2017年時点との検索件数の比較に基づくと、ビットコイン価格の上昇はそれほど過度な熱狂によるものではなく、見受けられます。ビットコインはより信頼を得ている様子であり、一部の企業はバランスシート上の現金としてのビットコインの保有を検討しています。
- ARKの試算によると、仮にS&P500指数を構成する全企業がそれぞれの現金の1%をビットコインに配分した場合、ビットコイン価格は約40,000米ドル上昇することになります。

05



ビットコイン・ネットワークに対する支持の高まりを受けて、ビットコイン価格は2020年末に史上最高値を更新

2020年のビットコイン価格の推移(米ドル)



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

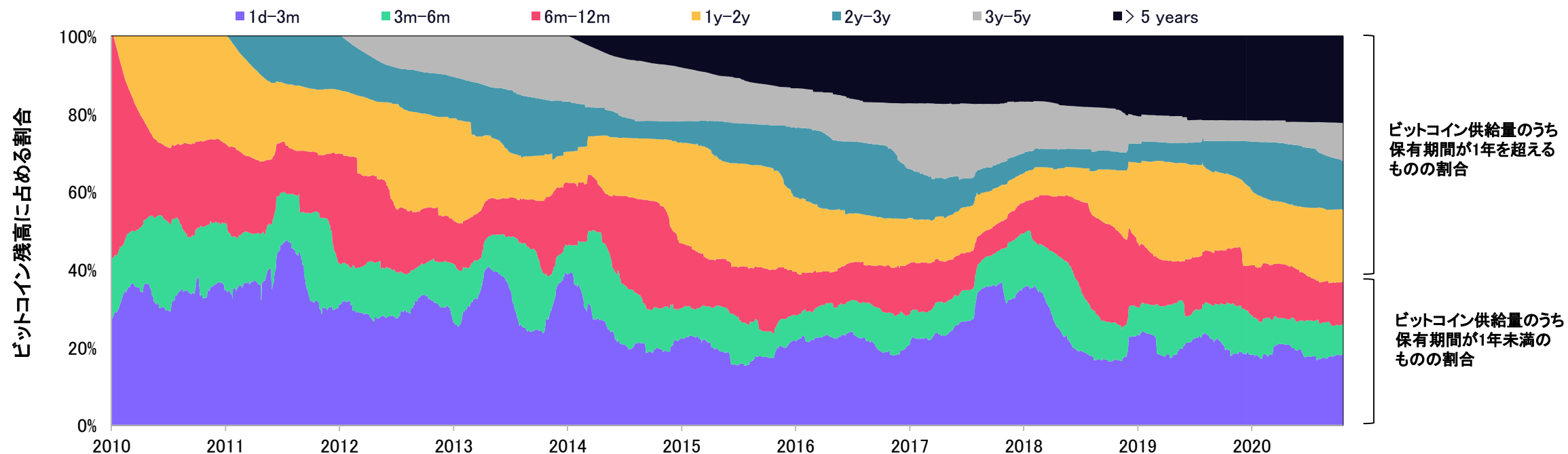
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | PlusToken, "GBTC Now Holds More than 285,000 Bitcoin, 1.57% of All BTC." The Block, 10 Feb. 2020, www.theblockcrypto.com/genesis/55363/gbtc-now-holds-more-than-285000-bitcoin-1-57-of-all-btc | Partz, Helen. "It Happened: Bitcoin Just Experienced Third Halving in Its History." Cointelegraph, Cointelegraph, 11 May 2020, cointelegraph.com/news/it-happened-bitcoin-just-experienced-third-halving-in-its-history | Microstragy社の決算報告 | Kapilkov, Michael. "Jack Dorsey's Square Adds 4,709 Bitcoin to Its Balance Sheet." Cointelegraph, 8 Oct. 2020, cointelegraph.com/news/jack-dorsey-s-square-adds-4-709-bitcoin-to-its-balance-sheet | "PayPal Launches New Service Enabling Users to Buy, Hold and Sell Cryptocurrency." PayPal Newsroom, newsroom.paypal-corp.com/2020-10-21-PayPal-Launches-New-Service-Enabling-Users-to-Buy-Hold-and-Sell-Cryptocurrency



ビットコインの市場参加者がかつてないほど長期志向に

2020年11月現在において、ビットコイン供給量の約60%が1年以上動かされておらず、同市場における長期志向の高まりや保有者による確信の強まりの証となっています。

ビットコインの「HODL」の波



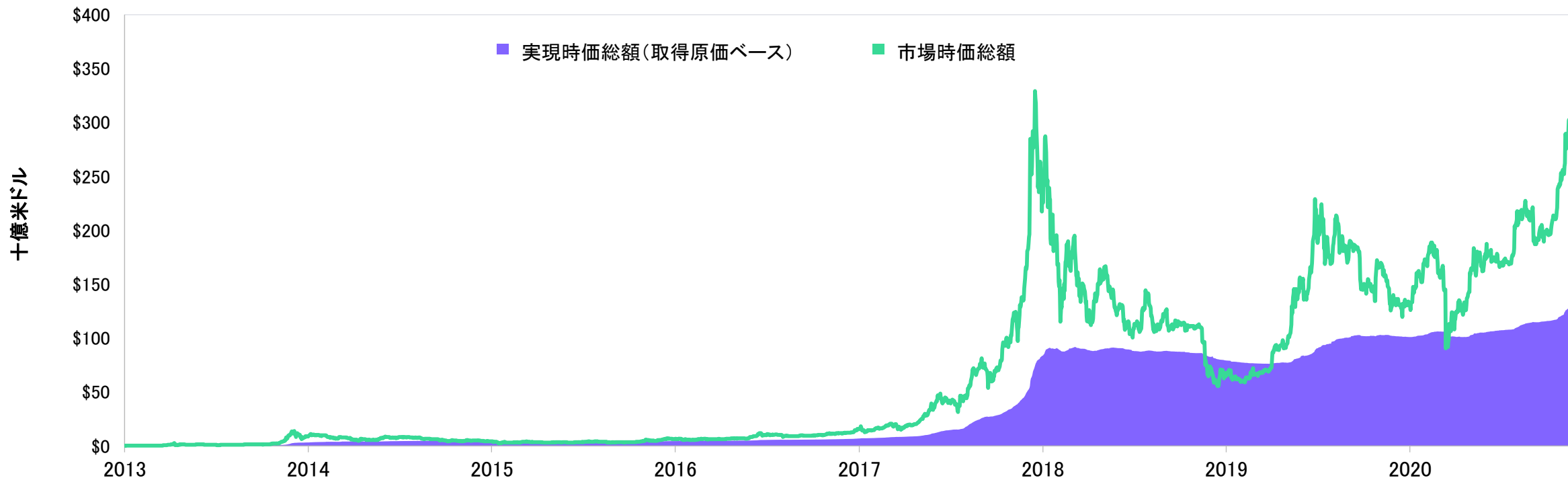
注: HODLとは、暗号通貨コミュニティ内での俗語で、暗号通貨を売却するのではなく保有することを意味しています。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Glassnode



ビットコインの市場と投資家はともに成熟しつつある

ビットコインの実現時価総額(保有者の取得原価ベースで計算)は、過去最大に達しています。¹ 取得原価ベースでの市場規模が拡大していることは、早期の投資家が利益を得ている一方、より新しい投資家が保有ポジションの構築を進めており、ビットコイン価格のサポート水準を上昇させていることを示唆しています。

2020年にはビットコインの取得原価総額が過去最大に



[1] 2020年12月現在

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

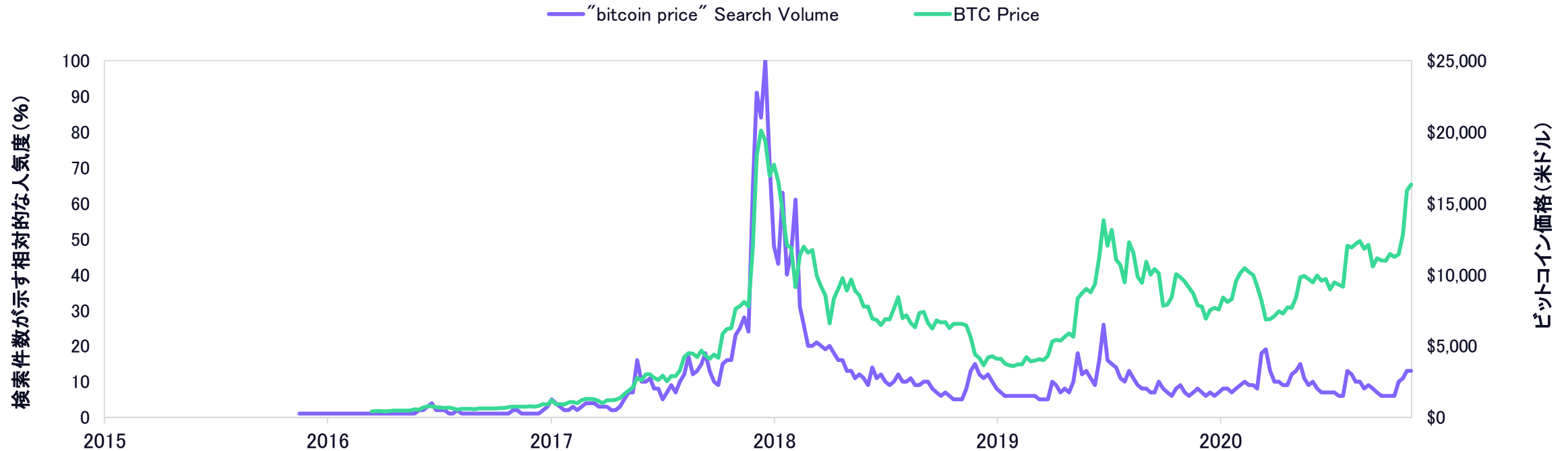
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Coinmetrics



2017年当時に比べると、ビットコインをめぐる過度な熱狂は収まっている

インターネット検索件数でみたビットコインの人気度は、その価格上昇の割には低い状況です。価格が史上最高値に迫る状況においても、ビットコインのグーグル検索件数による人気度は過去最高値の15%ほどでした。

ビットコイン価格 vs. 「ビットコイン価格」検索件数



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

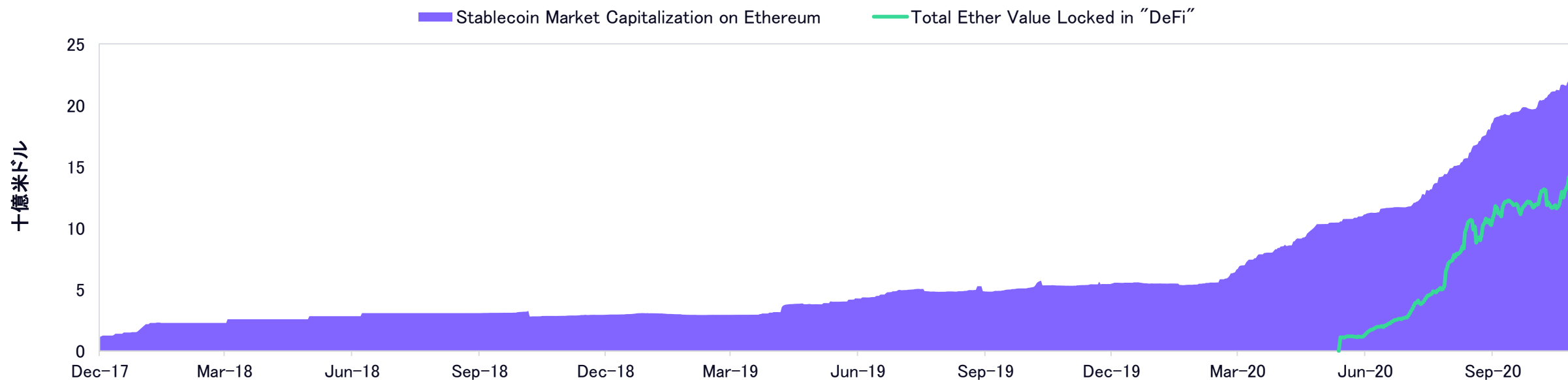
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Google Trends



ビットコインへの支持の高まりを受けて準備が整ったイーサリアム および、金融実験の新しい波

分散型金融(「DeFi」)の動きは、イーサリアム・ネットワークの普及拡大を促すきっかけになってきたと考えられます。イーサリアムを、要求される信用度が極めて低い(trust-minimized)担保として活用することにより、市場参加者は従来の金融会社による仲介を排除し、クレジット&レンディング、マーケットメイキング、トレーディング、保管業務、投資、合成米ドル・エクスポージャーへのアクセスなど、さまざまな金融サービスにアクセスすることができます。

イーサリアム・ネットワーク上の金融実験



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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Coinmetrics



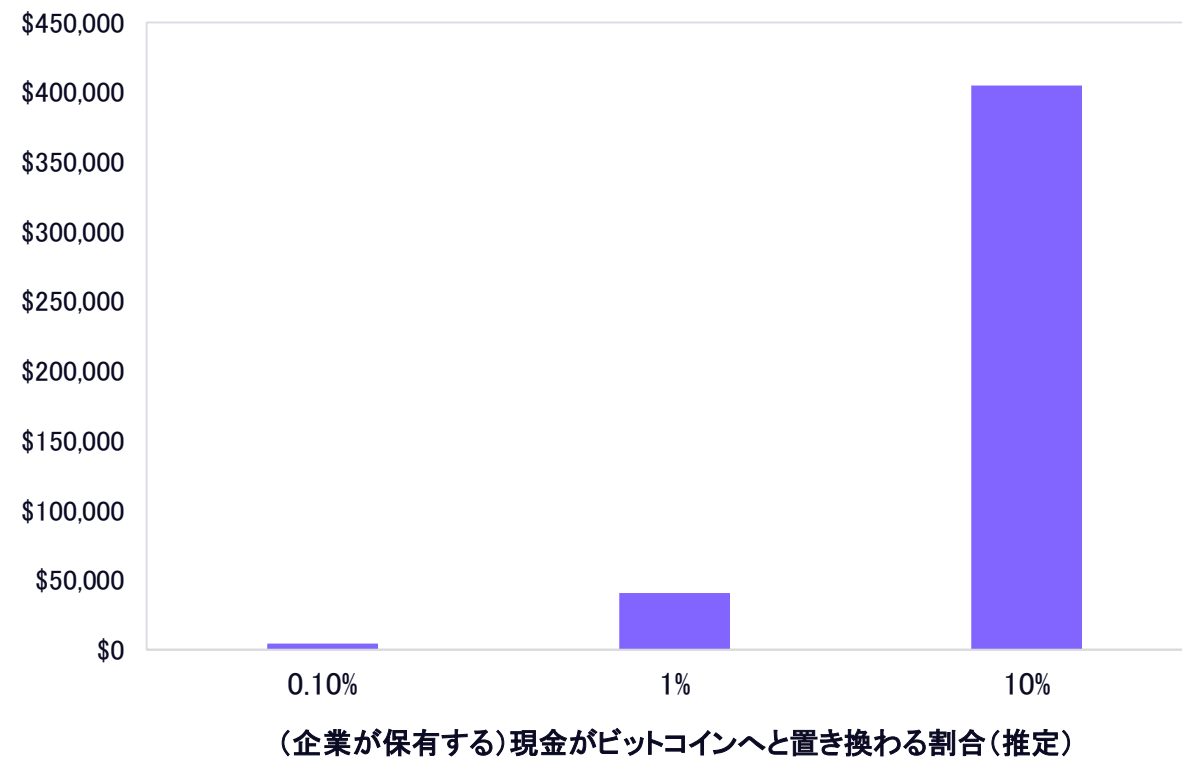
投資機会の規模

ビットコインは企業が保有する現金として重要な役割を果たしていく可能性も

- SquareとMicroStrategyは、両社ともバランスシートにおいてビットコインへの投資を行っており、上場企業が現金の正当な代替先としてビットコインに資産を配分する方法を示しています。
- ARKの研究によると、仮にS&P500指数を構成する全企業がそれぞれの現金の1%をビットコインに配分した場合¹、ビットコイン価格は約40,000米ドル上昇する可能性があります。

1ビットコイン当たりの推定価格上昇幅

S&P500構成企業の保有現金がビットコインに置き換わると仮定した場合の推定価格上昇幅



[1] 2020年12月1日現在

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020



ビットコイン： 機関投資家の参入に備える

ARKでは、ビットコインはその急成長を受けて投資ポートフォリオへの組入対象資産の1つになっていると考えます

- ビットコインは最も魅力的なリスク・リターン特性を有する資産の1つとみられます。
- ARKによる分析結果が示唆するように、ビットコインはネットワーク全体の時価総額が約5,000億米ドル¹ から今後5～10年間で1～5兆米ドルへと拡大する可能性があります。
- ARKでは、資産配分決定者は新しい資産クラスの一部であるビットコインを無視することによる機会費用を考慮すべきであるとみています。

06

[1] 2020年12月31日現在

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



引き続き信認を得ているビットコイン

機関、企業、投資家等	市場の検証
規制当局	<ul style="list-style-type: none"> 米国通貨監督庁(OCC)が、連邦法銀行や貯蓄金融機関を対象に、暗号資産保管サービスの提供を許可(2020年6月22日) OCCが、国法銀行や連邦貯蓄金融機関を対象に、ステーブルコイン発行者のための「準備金」保有を許可(2020年9月21日) OCCが、銀行を対象に、処理、検証、清算などの決済機能を合理化するためにパブリックブロックチェーンネットワーク上でのノード運営を許可(2021年1月4日)
銀行	<ul style="list-style-type: none"> JP Morganが、暗号通貨取引所大手のCoinbaseやGeminiをバンキング事業の顧客として追加(2020年5月12日) シンガポール銀行最大手DBSが、暗号通貨取引所を設立する計画を発表(2020年10月27日) Krakenが、暗号通貨取引所として初めて米国での銀行設立を認可される(2020年9月16日)
機関投資家	<ul style="list-style-type: none"> マクロ戦略の投資家であるポール・チューダー・ジョーンズ氏が運用資産の1%をビットコインに配分していることを明かす(2020年5月11日) 大富豪投資家のスタンレー・ドラッケンミラー氏がビットコイン強気派に(2020年11月17日) Fidelity Digitalがビットコインを担保とした現金融資提供へ(2020年12月9日) 保険大手MassMutualが1億米ドルをビットコインに投資(2020年12月10日)
上場企業	<ul style="list-style-type: none"> MicroStrategyが保有する現金5億米ドル分をビットコインへ交換(2020年7月20日現在) Squareが保有資産の1%をビットコインへ投資(2020年10月8日) PayPalが暗号通貨売買サービスを発表(2020年10月20日)

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | PTJ: <https://www.cnn.com/2020/05/11/paul-tudor-jones-calls-bitcoin-a-great-speculation-says-he-has-almost-2percent-of-his-assets-in-it.html> | Druckenmiller: <https://www.theblockcrypto.com/linked/84069/stanley-druckenmiller-bitcoin-bet> | Salinas: <https://www.forbes.com/sites/billybambrough/2020/11/20/mexican-billionaire-reveals-government-fears-sparked-bitcoin-investment/?sh=5e7c7ecc258d> | OCC crypto custody: <https://www.occ.gov/news-issuances/news-releases/2020/nr-occ-2020-98.html> | OCC stablecoin: <https://www.occ.gov/news-issuances/news-releases/2020/nr-occ-2020-125.html> | JP Morgan: <https://www.coindesk.com/coinbase-gemini-first-crypto-exchange-customers-jpmorgan-bank-report> | Singapore DBS: <https://www.theblockcrypto.com/post/82411/singapore-biggest-bank-dbs-crypto-exchange> | Kraken: <https://www.coindesk.com/kraken-crypto-exchange-secures-bank-charter-under-wyoming-law> | Microstrategy: <https://news.bitcoin.com/nasdaq-microstrategy-bitcoin-425-million/> | Square: <https://www.coindesk.com/square-buys-50m-in-bitcoin> | PayPal: <https://newsroom.paypal-corp.com/2020-10-21-PayPal-Launches-New-Service-Enabling-Users-to-Buy-Hold-and-Sell-Cryptocurrency>



ARKでは、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に資産を配分する価値があると考えます

従来のルールや規制に縛られず、概して他の資産クラスの動きと相関性がないビットコインは、分散投資効果の高いポートフォリオにおける戦略的な資産配分先としての地位を得ているように見受けられます。過去10年間に於いて、主要な資産クラスのなかで伝統的な資産クラスとの相関性が一貫して低かったものは、ビットコインだけです。

相関マトリックス

- 高相関: 相関係数が±0.50から±1の間
- 中相関: 相関係数が±0.30から±0.49の間
- 低相関: 相関係数が±0.29以下

	ビットコイン	S&P 500	債券	金	原油	新興国通貨	不動産	TSLA	AAPL	BAC
ビットコイン		0.26	-0.14	0.24	0.19	0.13	0.34	0.15	0.17	0.25
S&P 500	0.26		-0.62	0.37	0.59	0.52	0.89	0.51	0.69	0.89
債券	-0.14	-0.62		0.61	-0.44	-0.36	-0.49	-0.30	-0.29	-0.61
金	0.24	0.37	0.61		0.43	0.37	0.26	0.22	-0.22	-0.55
原油	0.19	0.59	-0.44	0.43		0.53	0.48	0.42	0.37	0.53
新興国通貨	0.13	0.52	-0.36	0.37	0.53		0.45	0.29	-0.22	0.42
不動産	0.34	0.89	-0.49	0.26	0.48	0.45		0.47	0.57	0.77
TSLA(テスラ株)	0.15	0.51	-0.30	0.22	0.42	0.29	0.47		0.40	0.42
AAPL(アップル株)	0.17	0.69	-0.29	-0.22	0.37	-0.22	0.57	0.40		0.49
BAC(バンク・オブ・アメリカ株)	0.25	0.89	-0.61	-0.55	0.53	0.42	0.77	0.42	0.49	

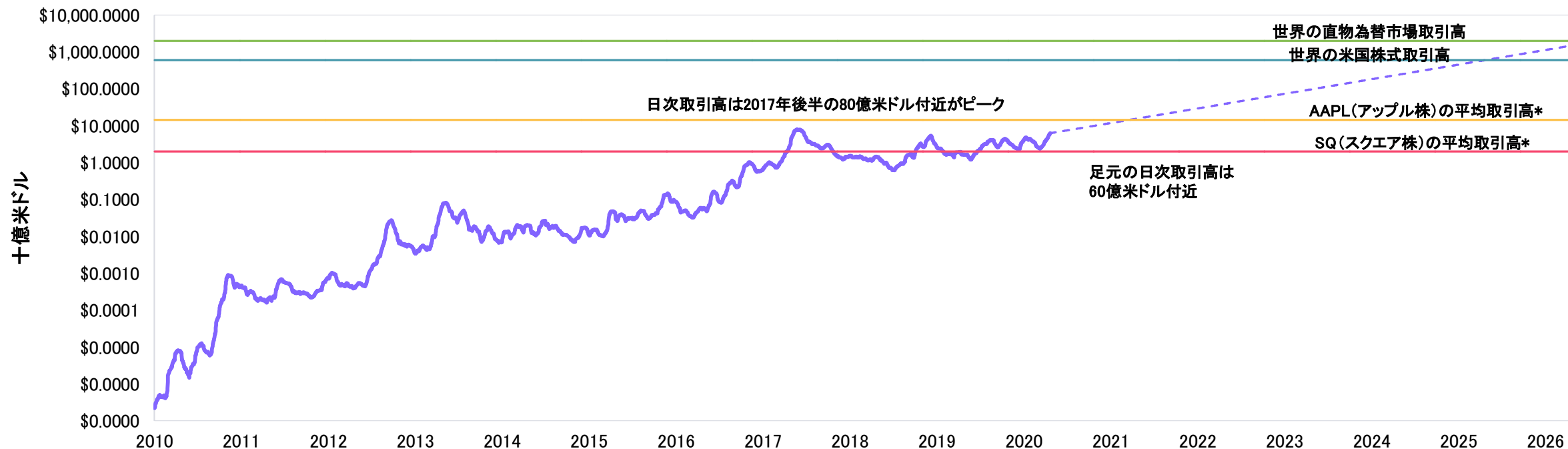
注: TSLA(テスラ株)、AAPL(アップル株)およびBAC(バンク・オブ・アメリカ株)が含まれている理由は、リスク・リターン特性は異なるものの、ビットコインの出来高・流動性特性が大型株と最も似ていることにあります。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。| 出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Bloomberg | 算出方法: 列挙した資産について、2011年以降の1年間ローリング・ベースの相関の最大値(プラスまたはマイナス)を計測しています。ピアソンの相関係数を用いて対数プライス・リターンの相関を計算しています。相関性を明らかにするために、一般的に用いられている資産クラスのベンチマークとして、不動産はThe Morgan Stanley Capital International (MSCI)のUS Real Estate Investment Trust Index (RMZ)、コモディティはThe Crude Oil Futures (CL1 COMB)、通貨はMSCI Global Currency Index、債券はBloomberg Barclays US Aggregate Bond Index、株式はS&P 500、金はGLDを選択しています。



ビットコインの取引高は大型株に匹敵、指数関数的なペースで増加

ARKの推定によると、ビットコインの日次取引高は4年以内には米国株式市場を超え、6年以内には世界の直物為替市場を追い抜く可能性があります。

主要取引所におけるビットコイン現物市場の日次取引高(米ドル)



*言及された銘柄は大型株の平均取引高の例です。基準線は各銘柄の2020年の平均取引高を示しています。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Coinmetrics



機関投資家は高度な方法でビットコインにアクセス可能

シカゴ商品取引所(CME)におけるビットコインの建玉(先物契約残高合計)は、2020年10月に過去最大に達しました。2020年には10倍に増加し、10億米ドルに迫りました。確固とした金融インフラに組み込まれることで、CMEを通じてあらゆるリスク選好度の投資家がエクスポージャーを取れるようになっていきます。

CMEにおけるビットコイン先物建玉の推移





分散投資効果の高いポートフォリオの 資産配分先として 地位を得ているとみられるビットコイン

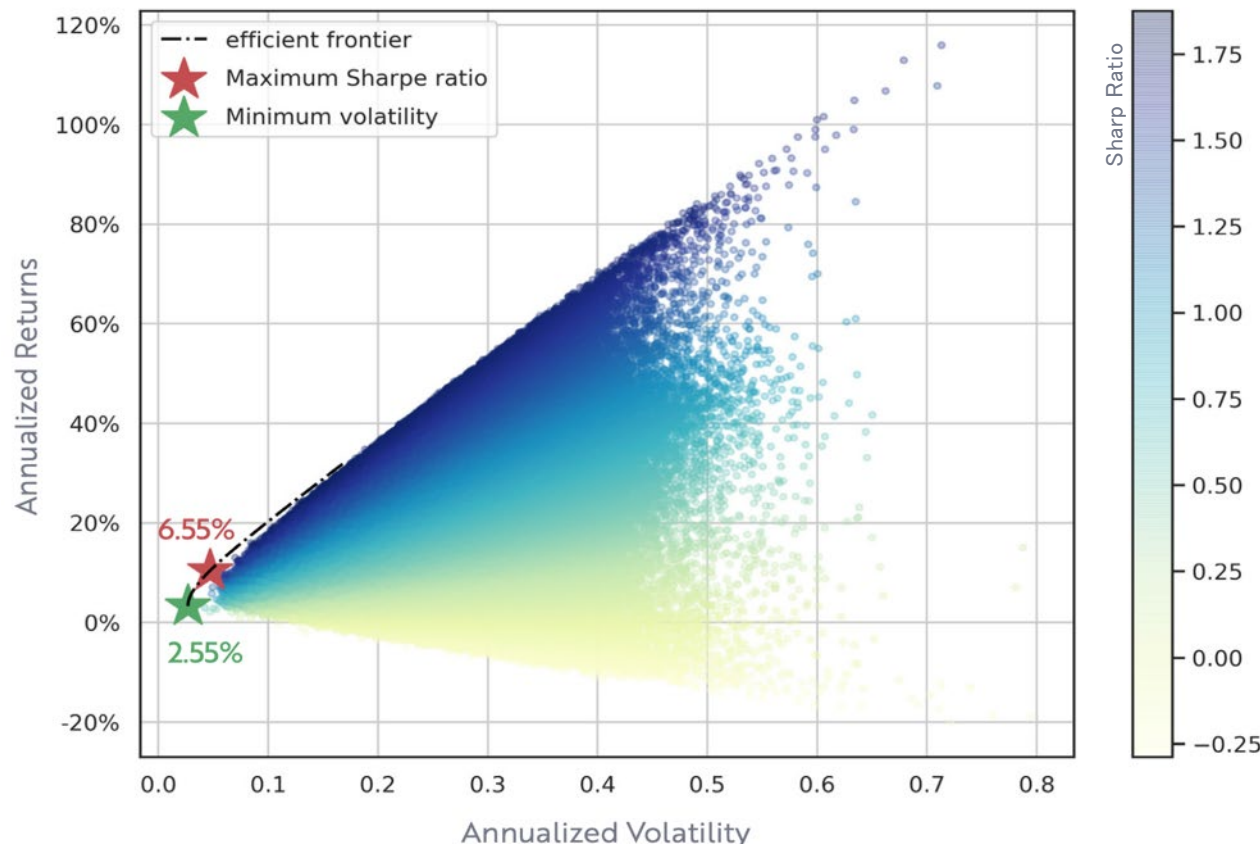
- 過去10年間における様々な資産クラスの日次リターンに基づく分析によると、ビットコインへの投資比率はボラティリティを最小化する場合の2.55%から、リターンを最大化する場合の6.55%までのレンジとすべきであると示唆されます。
- ARKは、様々な資産クラスで構成される100万通りのポートフォリオをモンテカルロ法でシミュレーションし、分析しました(右チャート参照)。効率性フロンティアは、あるボラティリティ水準で得られる最大のリターンを示しています。星印は、シャープレシオが最大およびボラティリティが最小となるアロケーションを示しています。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Coinmetrics.

シャープレシオ: リスク調整後リターンを測る指標であり、「(投資リターン-無リスク資産の収益率) ÷ 投資リターンの標準偏差」と定義されています。**効率性フロンティア**: あるリスク水準においてリターンを最大化する最適な投資ポートフォリオ群をいいます。**シミュレーション手法**: ポートフォリオにおいてビットコインへ資産配分する場合のモデルを構築するためにモンテカルロ法によるシミュレーションを用いています。乱数の存在が妨げとなり、異なる結果の生じる確率の決定が通常より難しくなりますが、無作為抽出を繰り返して結果を導き出すことに焦点を置くモンテカルロ法によるシミュレーションを用いることで、そうした妨げの影響が緩和されます。ARKIによるシミュレーションは、結果の予測または推定において単一変数を抛り所とする場合よりも有効性が高い傾向にありますが、一方で市場が完全に効率的であると想定したものであり、マクロ関連のトレンドや市場センチメントなど、価格変動に組み込まれないファクターを考慮していません。シミュレーションを行なうにあたり、一般的に用いられている資産クラスのベンチマークとして、不動産はThe Morgan Stanley Capital International (MSCI)のUS Real Estate Investment Trust Index (RMZ)、コモディティはThe Crude Oil Futures (CL1 COMB)、通貨はMSCI Global Currency Index、債券はBloomberg Barclays US Aggregate Bond Index、株式はS&P 500、金はGLDを選択し、それぞれの2011年以降の価格動向を分析しました。

資産クラスの日次リターンに基づくポートフォリオ最適化シミュレーション



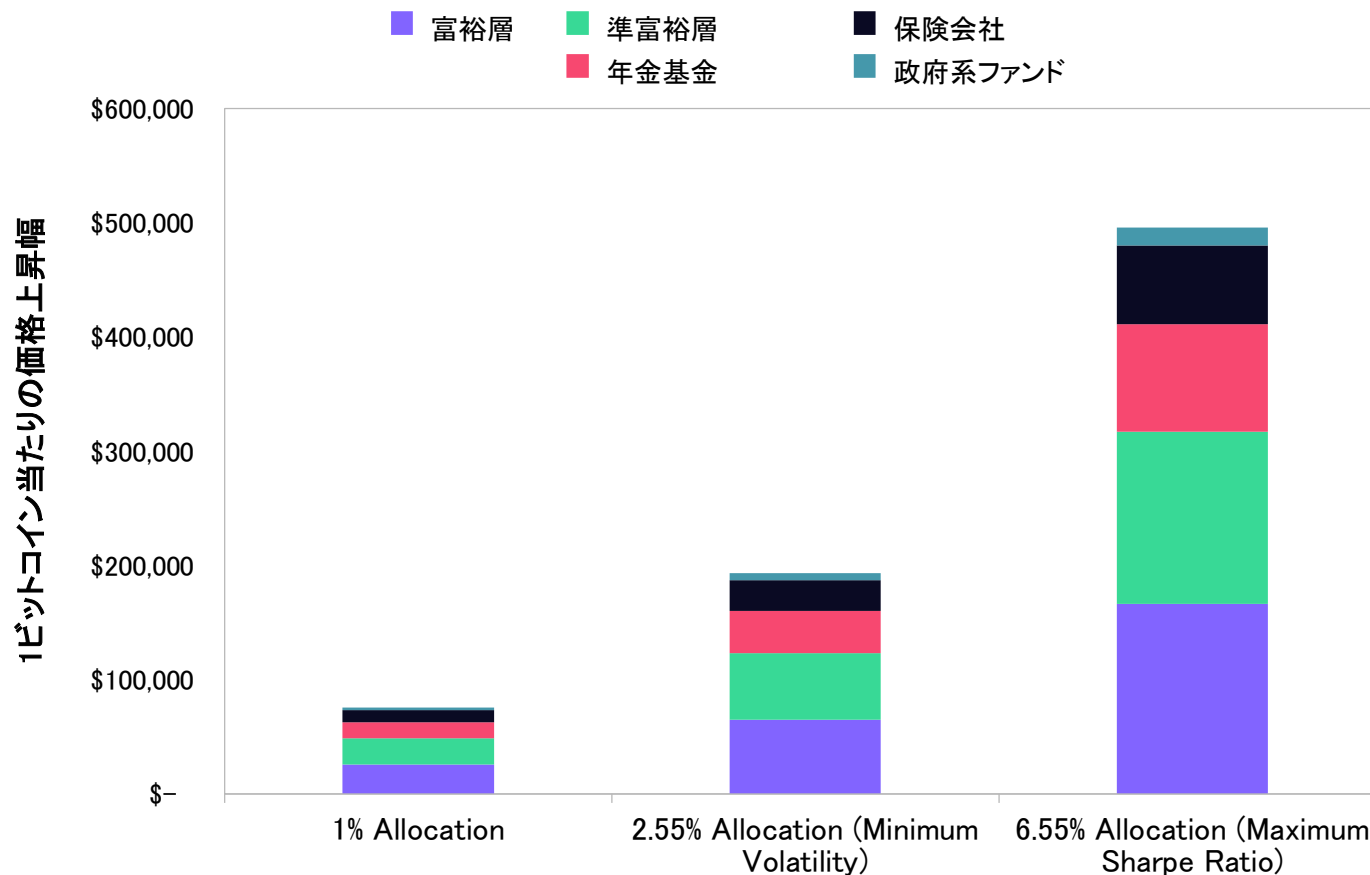


投資機会の規模

機関投資家の参入は ビットコイン価格に大きな影響を 及ぼす可能性があります

- ARKによる資産配分シミュレーションに基づくと、機関投資家がポートフォリオの2.5%から6.5%をビットコインに配分した場合、ビットコイン価格を20万~50万米ドル押し上げる効果があると期待されます。

機関投資家参入により推定されるビットコイン価格への影響



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄や暗号通貨の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | PWC



電気自動車(EV)

EV販売は著しく加速する見込み

- EVの定価はガソリン車と同等の水準に迫っています。EV市場のリーダーらは革新的な設計の蓄電池を開発しており、より航続距離の長い車両をより低価格で実現しています。
- ライトの法則に基づき、EV販売は2020年の約220万台から2025年には約20倍の4,000万台へ増加するとARKでは予測しています。
- ARKの予測にとって最大の下方リスク要因は、従来型自動車メーカーがEVや自動運転車への移行に成功できるかどうかであると考えています。



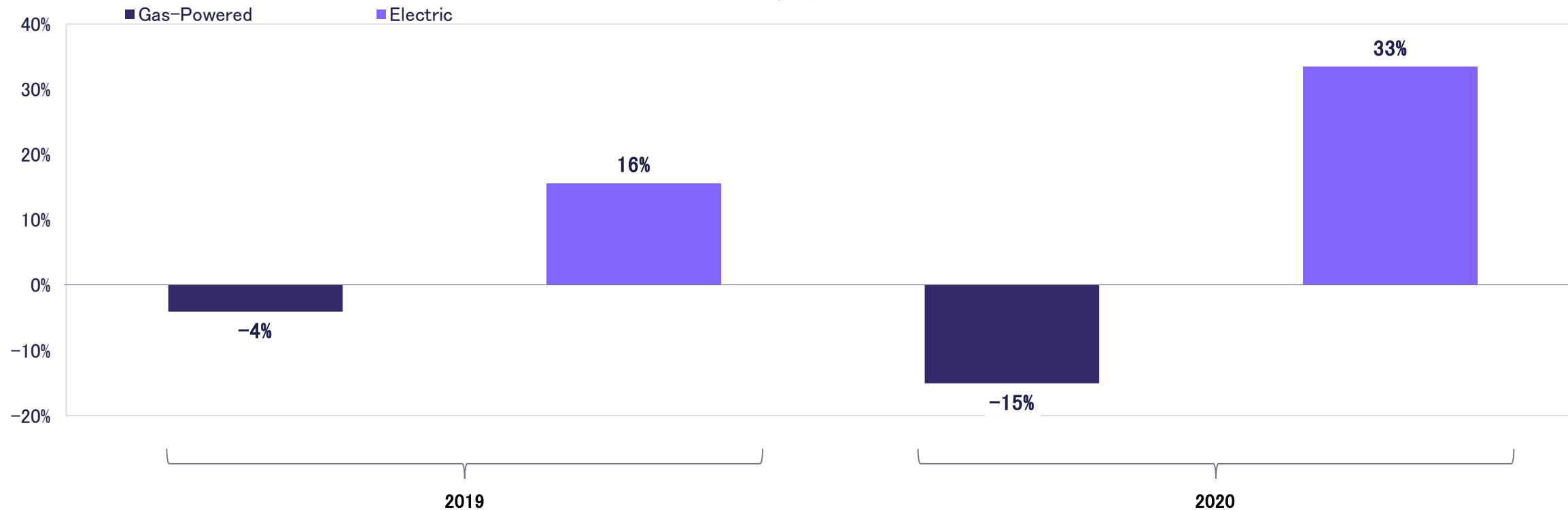
07



EV販売は良い状況下でも厳しい状況下でもシェアを拡大

足元の新型コロナウイルスのパンデミック(世界的な大流行)下でガソリン車の販売が減少する一方、EVの販売は引き続き世界的に増加しました。

自動車販売台数の伸び率
(前年比)

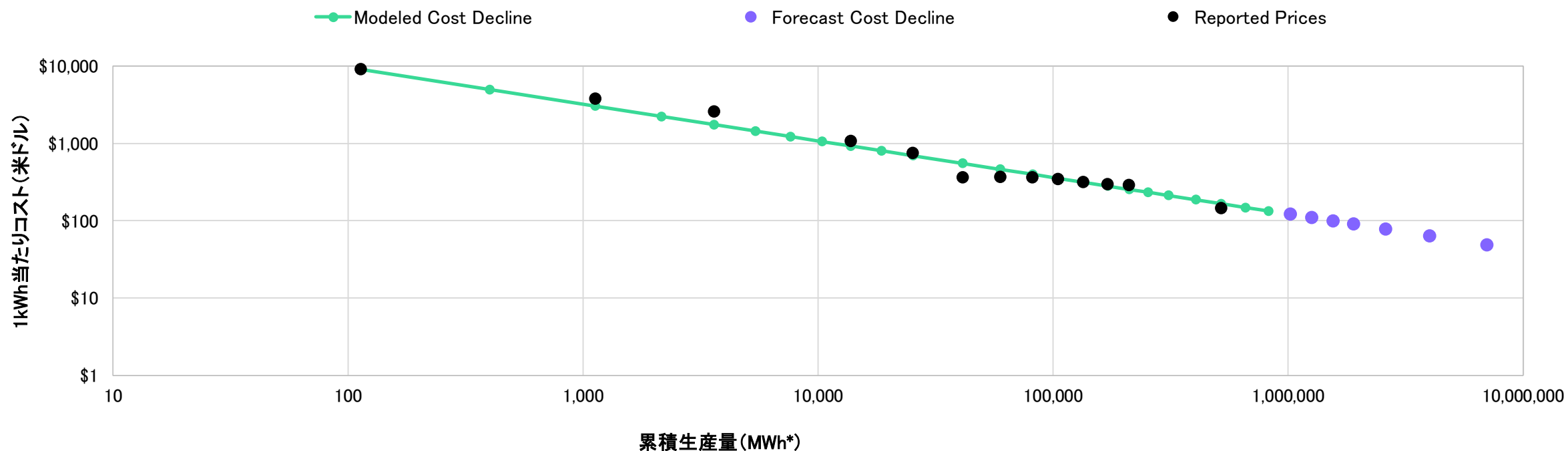




ライトの法則は蓄電池コストの低下を正確に予測

ライトの法則によると、蓄電池のコストは累積生産量が倍増する毎に28%低下するとみられています。EVの部品のなかで最もコストが高いのは車載蓄電池であり、こうしたコスト低下はガソリン車と同等の価格を実現する上で不可欠となります。

リチウムイオン電池のコスト低下モデル



*1 MWh=1,000 kWh.

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

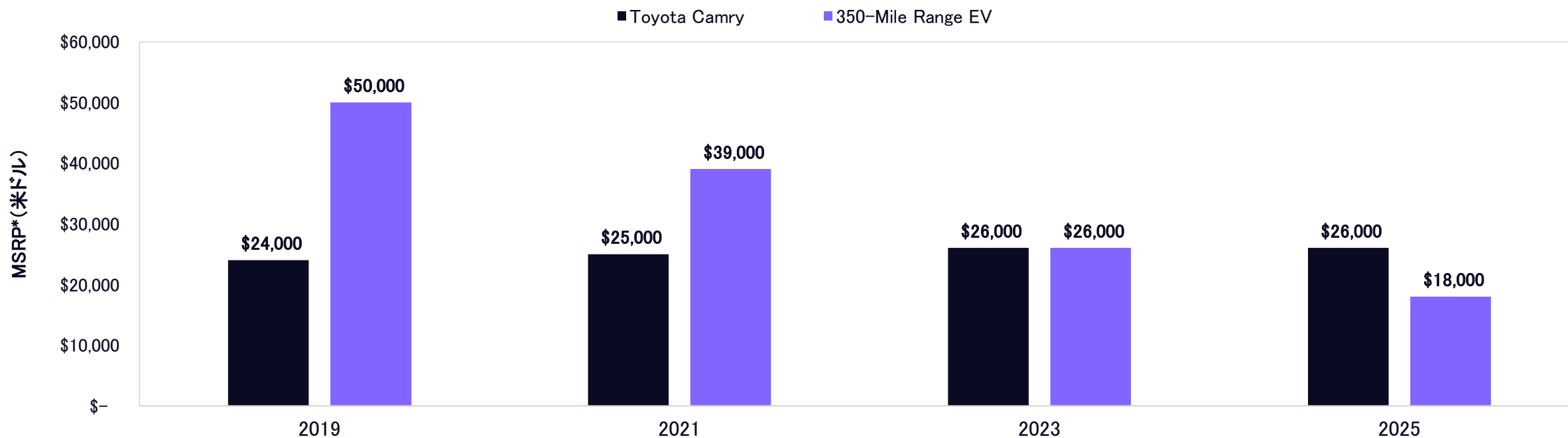
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Avicenne Energy, International Energy Agency (IEA), Bloomberg New Energy Finance (BNEF)



EVの定価はガソリン車と同等の水準に迫っている

トヨタ・カムリと同等車種のEVを所有する場合にかかる総コストは、2019年にトヨタ・カムリを下回りました。¹
 すぐに車両の定価も同じ道を辿る見通しです。

車両価格



*MSRP: メーカー希望小売価格

[1] 総所有コストには、ガソリン代の削減分、保守費用、保険料、再販価値を含みます。

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

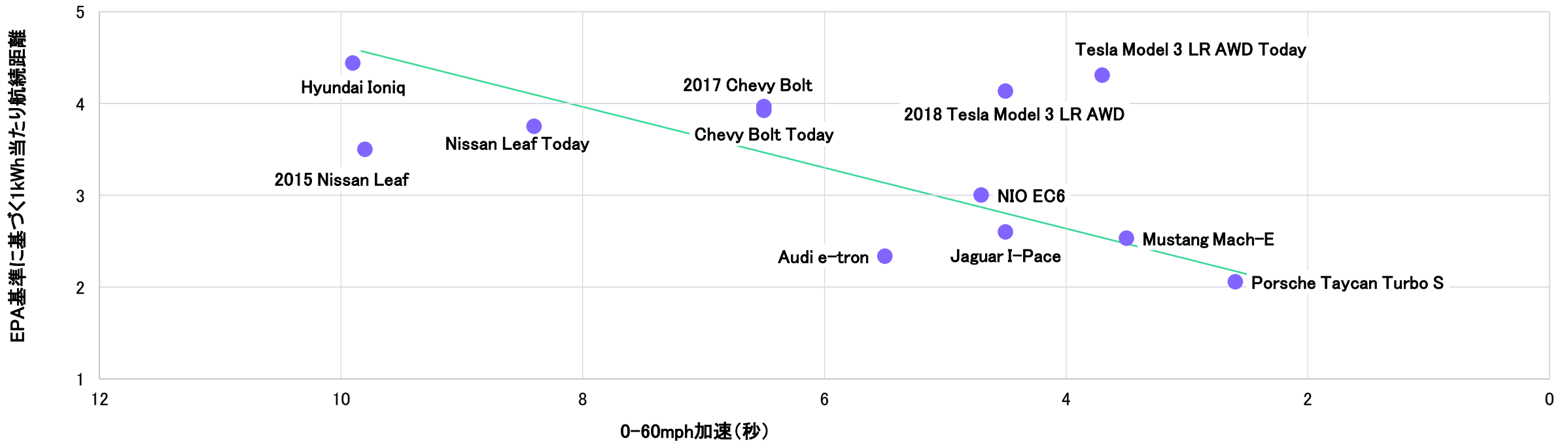
出所: ARK Investment Management LLC, 2020



コスト面に加え、EVは航続距離や性能の面でも競争を繰り広げている

自動車市場では、電気および自動運転車の両方へのシフトが進んでいます。ARKでは、従来型自動車メーカーはそのシフトを成功させるために必要なソフトウェア分野や電気工学分野の人材を欠いていると考えています。

電気自動車の電費と性能の比較



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

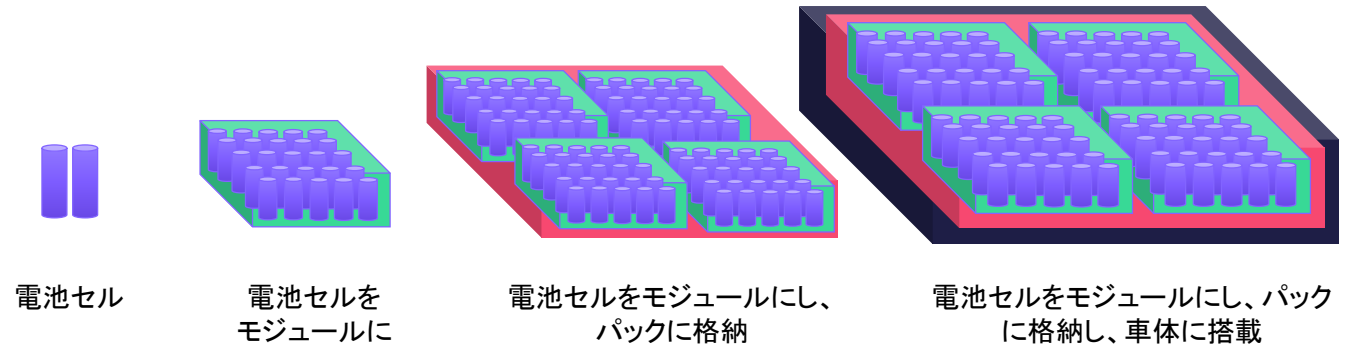
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Kierstein, Alex. "Polestar 2 Recalled Again, This Time for EV Component Issue." MotorTrend, MotorTrend, 3 Nov. 2020, www.motortrend.com/news/polestar-2-recall-inverter | O'Kane, Sean. "VW's First Mass-Market EV Suffers Delay Thanks to Software Struggles." The Verge, The Verge, 11 June 2020, www.theverge.com/2020/6/11/21288572/volkswagen-id3-ev-delay-software-vw-herbert-diehl | "Hyundai to Expand Kona EV Recall to North America, Europe over Battery Fire Risk - Yonhap." Reuters, Thomson Reuters, 12 Oct. 2020, www.reuters.com/article/hyundai-motor-ev-battery/hyundai-to-expand-kona-ev-recall-to-north-america-europe-over-battery-fire-risk-yonhap-idUSKBN26X0GP



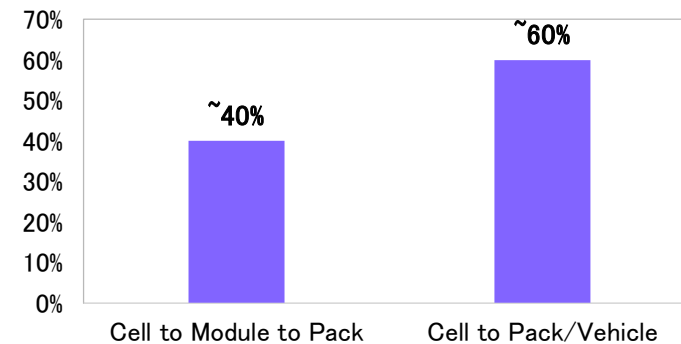
現在の蓄電池価格において、CTV技術は、より航続距離が長く、より低価格のEVを実現可能

- 電池セルを車体に格納するCTV (cell-to-vehicle) 設計で、電池セルがモジュール、そしてパックに格納される設計に比べて、蓄電池の体積エネルギー密度が50%高まります。
- ボリュームゾーンでは、EVメーカーはCTV技術を用いることで電池セルのエネルギー密度とコストを低下させつつ、蓄電池の容量を増加させ、車両の航続距離を伸ばすことができる見込みです。
- 一定のバッテリーパックサイズにおいて、CTV技術を用いることで車両の航続距離の延伸および低価格化を実現できるとみられます。

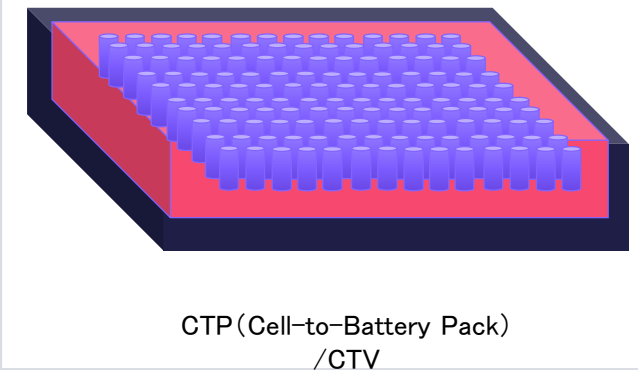
今日における大半のEVの製造方法



蓄電池の体積エネルギー密度



同分野のリーダーによるEVの製造方法



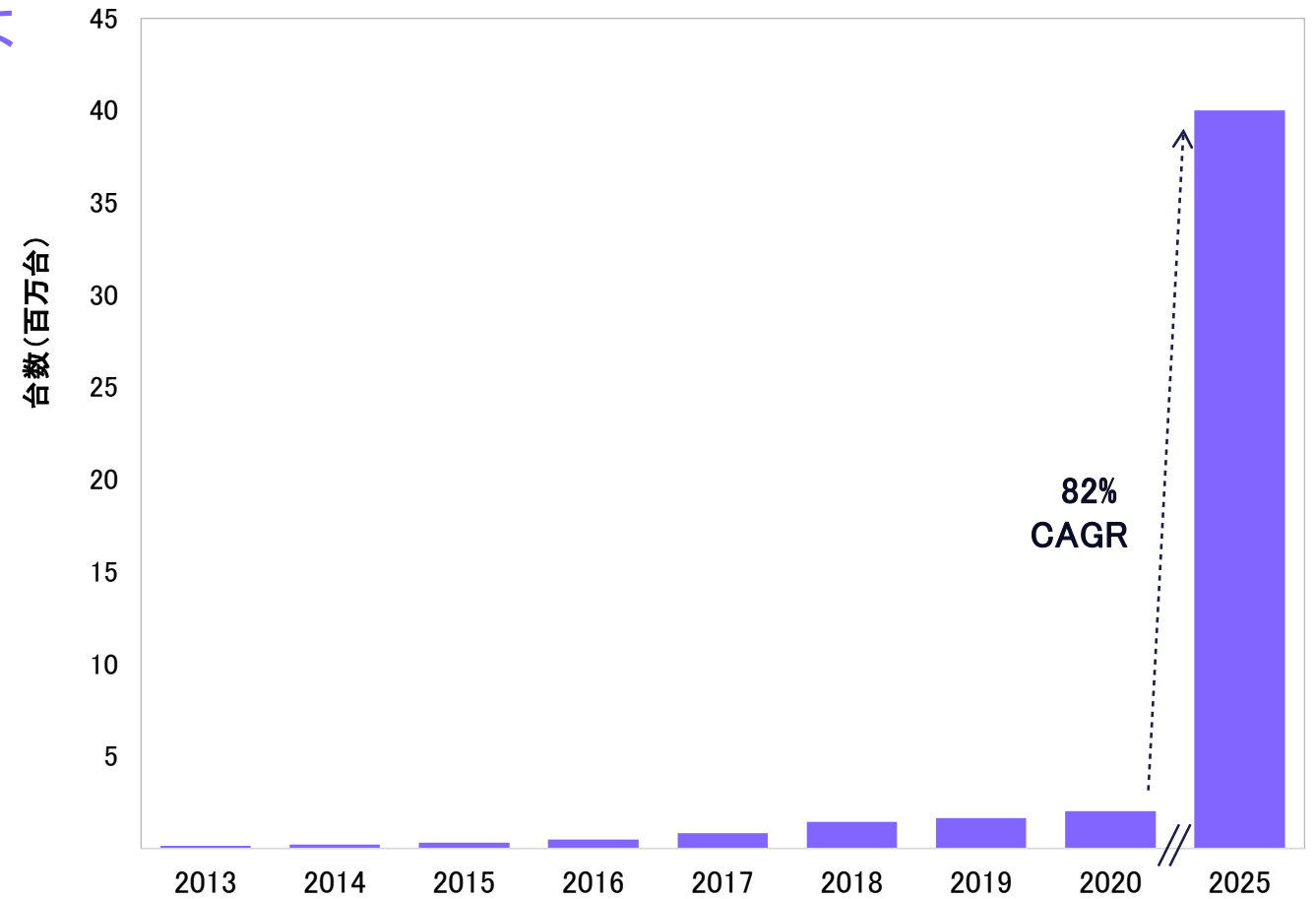


投資機会の規模

従来型自動車メーカーが障害を乗り越えられる場合、世界のEV販売は2020年の約220万台から2025年には約20倍の4,000万台へ増加する可能性も

- ARKでは、より小型で安い「近隣電気自動車」のEV販売台数全体に占めるシェアが急激に伸びると予想しています。

世界のEV販売台数の推移





オートメーション

ロボットはやって来る…人の役に立ち、雇用を生み出すために

- オートメーションによる雇用破壊を懸念する声が多く存在しますが、ARKでは、オートメーションによって人間はさらに力を発揮できるようになり、生産性の向上と賃金の伸びがともに加速すると考えます。
- オートメーションは、無償労働の有償化をもたらす可能性を秘めています。例えば、フード関連サービスのオートメーション化が進むにつれ、食事の準備、後片付け、食材の買い出しといった活動が、フードデリバリーを含む同市場の収益機会へと変貌していくとみられます。
- ARKでは、オートメーションによって米国の国内総生産(GDP)は今後5年間で5%押し上げられ、1.2兆米ドル拡大するとみています。

08

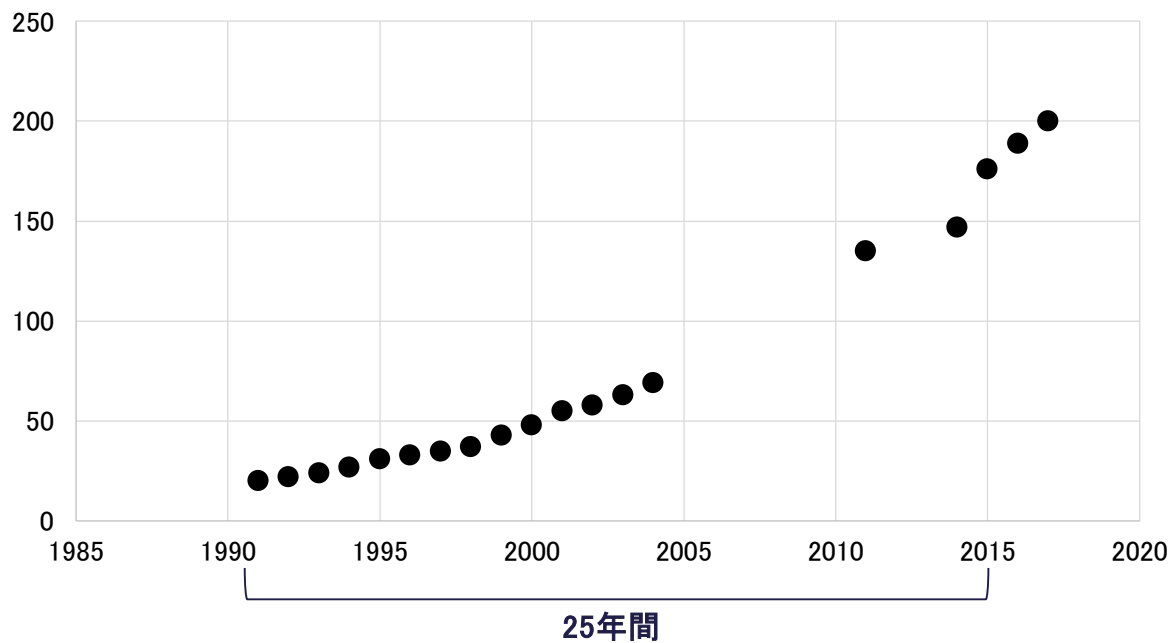


米国経済のオートメーション化状況は1990年代前半の米国製造業と同様の水準

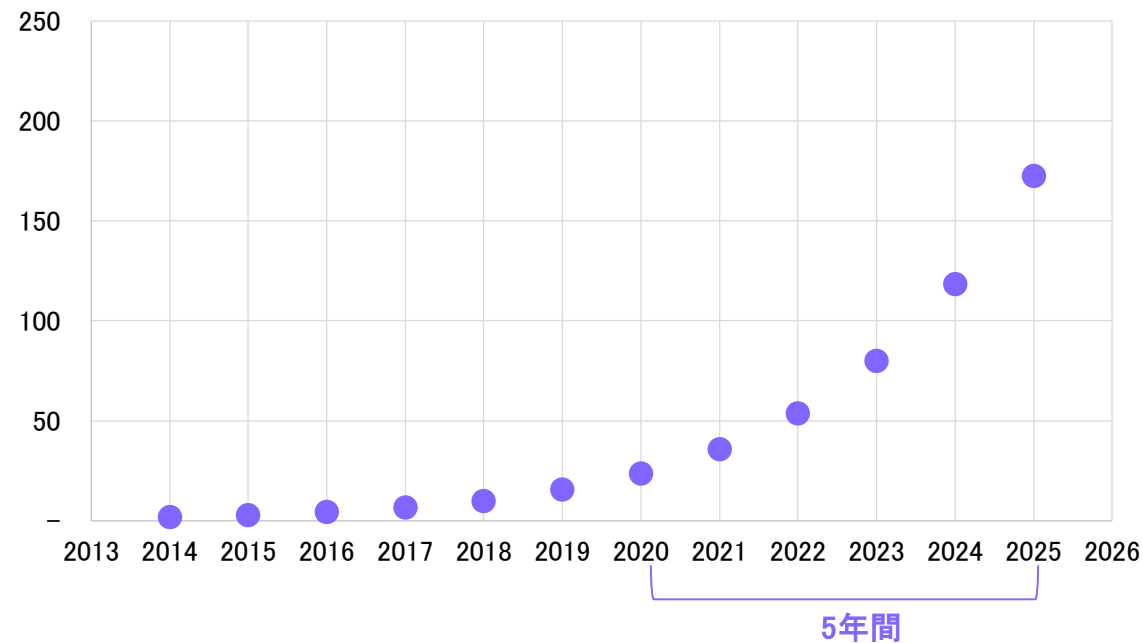
製造業は現在のオートメーション化水準に達するのに約25年を要しました。

ARKでは、今後5年間において米国経済はその5倍の速さでオートメーション化が進むと考えています。

米国の製造業におけるロボット密度
(従業員1万人当たりの密度)



米国経済のオートメーション密度
(従業員1万人当たりの密度)



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Bureau of Labor Statistics (BLS), International Federation of Robotics (IFR), "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization?"

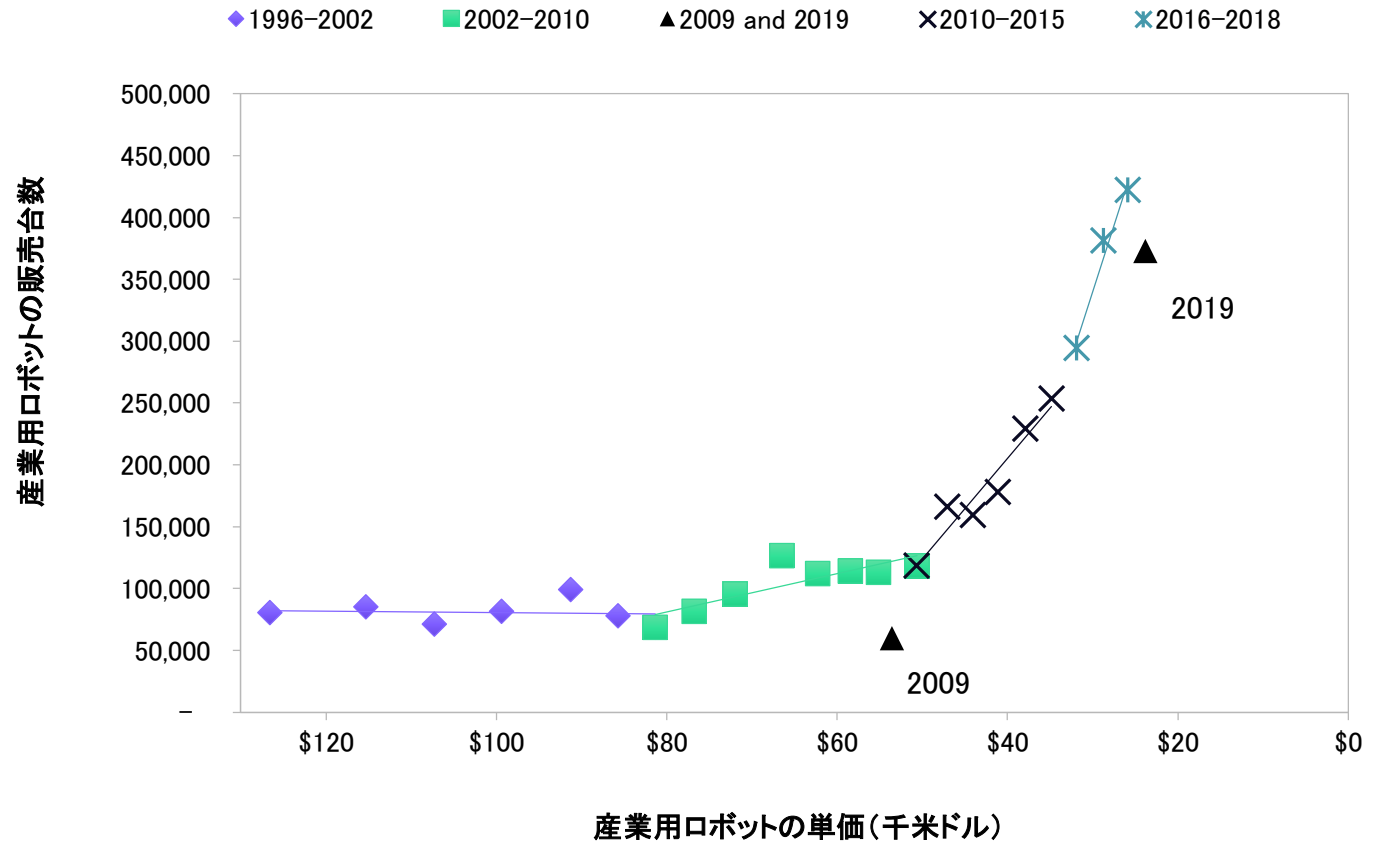
Oxford Martin School, <https://arkinv.st/2rFJJYW>



産業用ロボット需要は転換点に達した様子

- 2008～2009年の大不況ののち、おそらくそうした状況への対応として、産業用ロボット需要は転換点に達しました。
- 2020年にコロナ禍が逆風となる以前は、貿易をめぐる米中対立がその動きを加速させる要因となった可能性があります。
- ARKの研究によると、短期的な阻害要因は産業用ロボットの販売台数の回復を妨げず、むしろ企業がより積極的にオートメーション化およびコスト削減を進めるように促す可能性があります。

産業用ロボット需要の価格弾力性



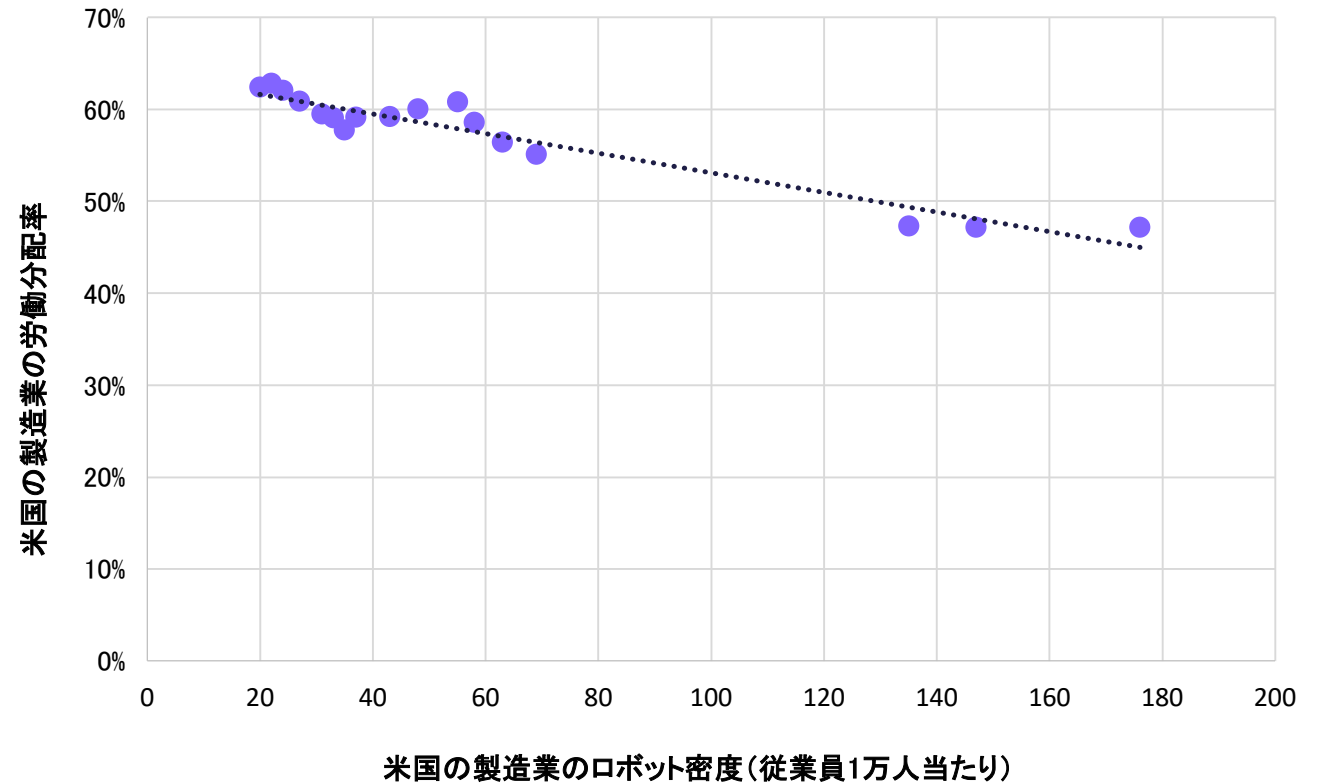


オートメーションの普及拡大および生産性の向上により期待される多くの経済的恩恵

資本対比での労働量の減少は、必ずしも賃金が低下していることを示唆するものではなく、むしろ、生産の伸びが賃金の伸びを上回っている可能性があることを示唆しています。ARKでは、生産性の向上やオートメーションの普及拡大によって以下4つが組み合わさった結果がもたらされるとみています。

- 賃金の上昇: 従業員にとっての恩恵
- 価格の低下: 消費者にとっての恩恵
- 利幅の拡大: 企業にとっての恩恵
- 投資の拡大: 好循環を生む

米国の製造業のロボット密度 vs 米国の製造業の労働分配率
(1991年～2015年)



注: 紫色の点はそれぞれ1991年～2015年までの各年を表しています。

*労働分配率は、所得に占める従業員の賃金の割合を示しています。

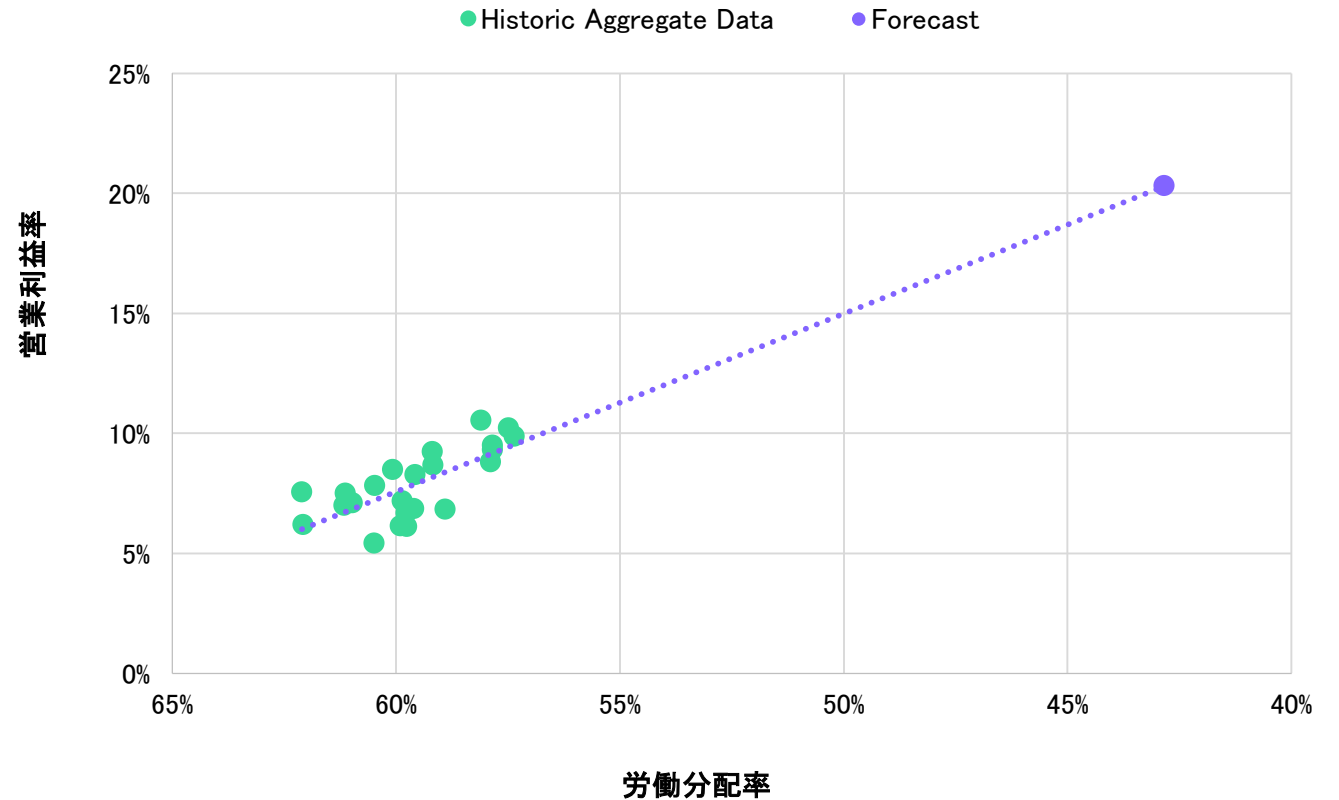
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Bureau of Labor Statistics (BLS), EU KLEMS Database September 2017 release, July 2018 revision



歴史的には、労働分配率が低下すると 営業利益率は増加してきた

- ARKの研究によると、工業と農業では労働分配率が1%低下する毎に営業利益率がそれぞれ0.30%、2.80%上昇してきました。全産業において同様の関係がみられても不思議ではないと思われます。
- 仮に製造業のように労働分配率が15%低下する場合、営業利益率は2倍になり20%を超える可能性もあります。

労働分配率：
S&P指数構成企業の営業利益率 vs 全産業の労働分配率



注：チャートの期間は1993年～2015年で、予測は2025年時点のものです。

労働分配率は、所得に占める従業員の賃金の割合を示しています。

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

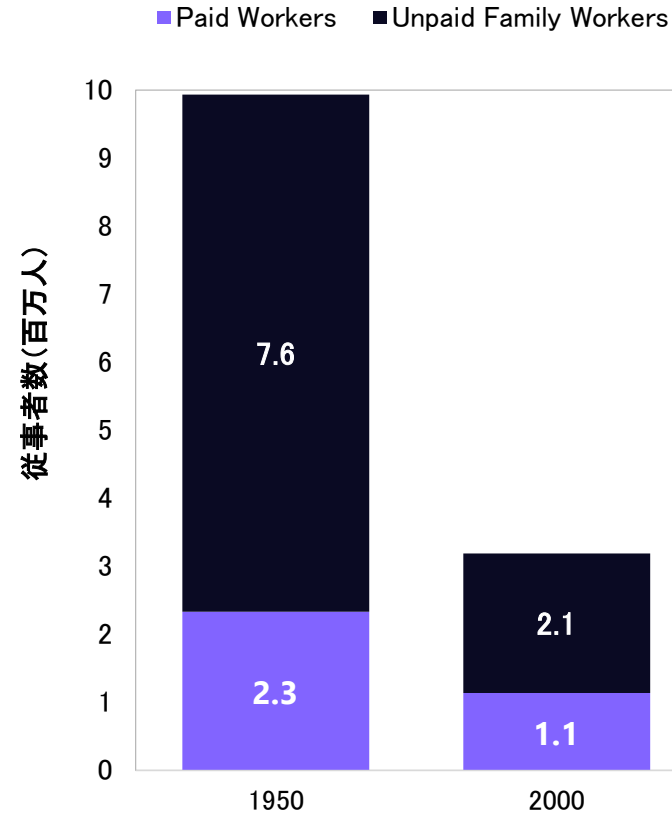
出所：ARK Investment Management LLC, 2020 | EU KLEMS Database September 2017 release, July 2018 revision, Yardeni



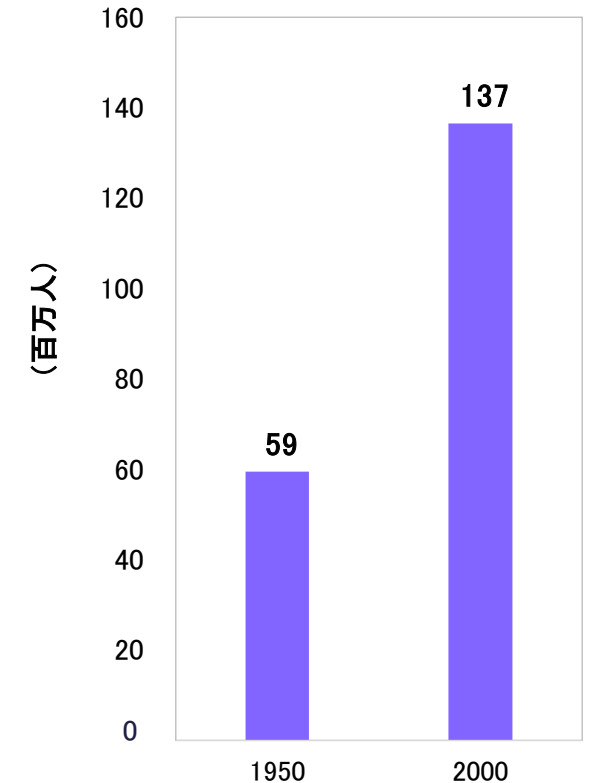
オートメーションがもたらしている 「無償労働」の「有償化」

- 農業において1950年から2000年の間に職を失った約700万人のうち82%は、無給の家族従業者でした¹。
- ある産業における雇用減少は、それが主要産業である場合でも雇用全体の減少を示唆するものではありません。
- 洗濯機メーカーやコインランドリーが定着し、それまで無償で行なわれていた衣服の洗濯の時間は洗濯機によって有償化されました。
- フード関連サービスのオートメーション化が進むにつれ、食事の準備、後片付け、食材の買い出しといった活動が、フードデリバリーを含む同市場の収益機会へと引き続き変貌していくとみられます。
- オートメーションにより生み出された製品やサービスは、そうでないものに比べて安価です。

農業従事者数の比較
有償 vs 無償



米国の就業者数



[1] 無給の家族従業者には、無償で労働を提供する家族構成員や自営業の農家が含まれます。



投資機会の規模

オートメーションによって米国のGDPは今後5年間で5%押し上げられ、1.2兆米ドル拡大する可能性があります

ARKでは、米国の実質GDP成長率はオートメーションによって年平均1%押し上げられ、3.4%に達するとみています

米国の実質GDP成長率(2020年～2025年)



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization?" Oxford Martin School, <https://arkinv.st/2rFJJYW> |

Bureau of Labor Statistics (BLS), International Monetary Fund (IMF) World Economic Outlook



自動運転配車サービス

自動運転配車サービスは都市交通の主流となる見通し

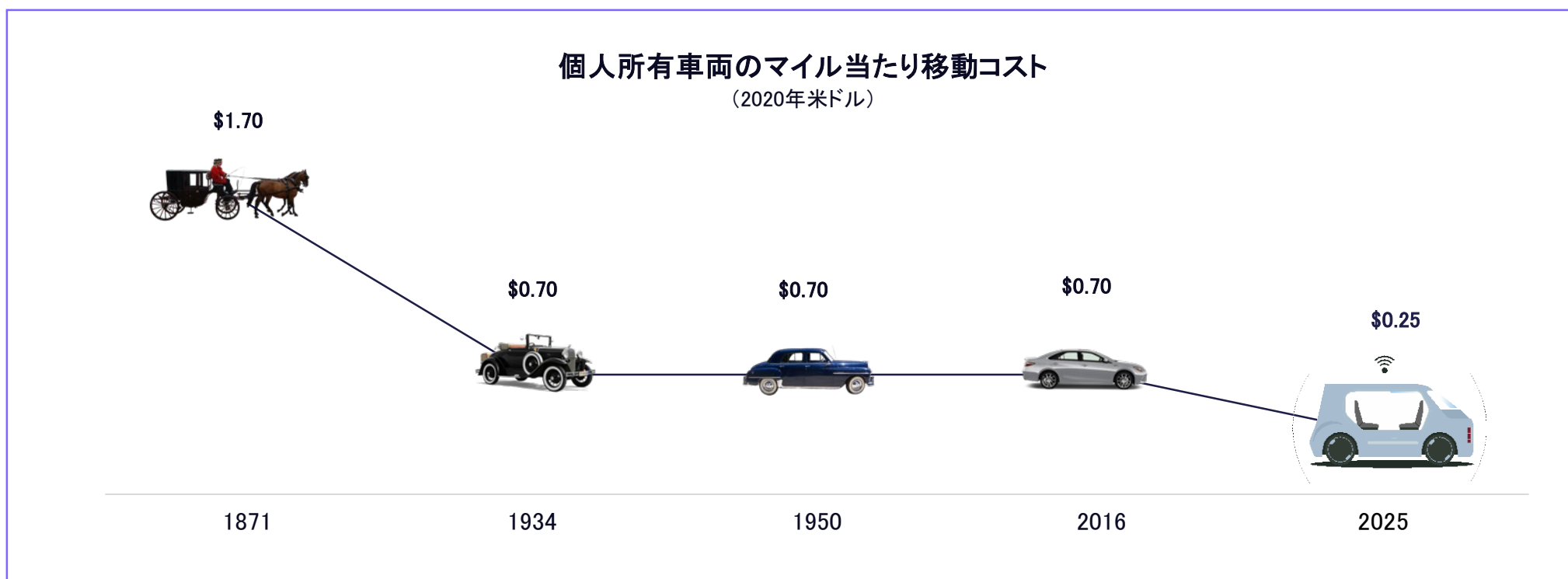
- 自動運転配車サービスは移動コストを現在のタクシー料金の10分の1に低下させ、それによって普及に拍車がかかるとみられます。
- ARKの調査によると、2030年には自動運転配車サービス・プラットフォームの生み出す利益が年間1兆米ドルを超えるとみられます。また、自動車メーカーやフリートオーナーが生み出す利益はそれぞれ2,500億米ドル、700億米ドルに達する可能性があります。

09



自動運転配車サービスは手頃なコストになる見込み

インフレ調整後ベースで見ると、自家用車を所有し運転するコストは、T型フォードの発売開始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。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

注: ARKでは、以前に自動運転タクシーの料金が1マイル当たり0.35米ドルとなる可能性があると予測していましたが、改めて試算を行なった結果、自動運転タクシーの料金はさらに低下して1マイル当たりわずか0.25米ドルになる可能性があると考えています。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Morton Salt Company Records, American Automobile Association (AAA)

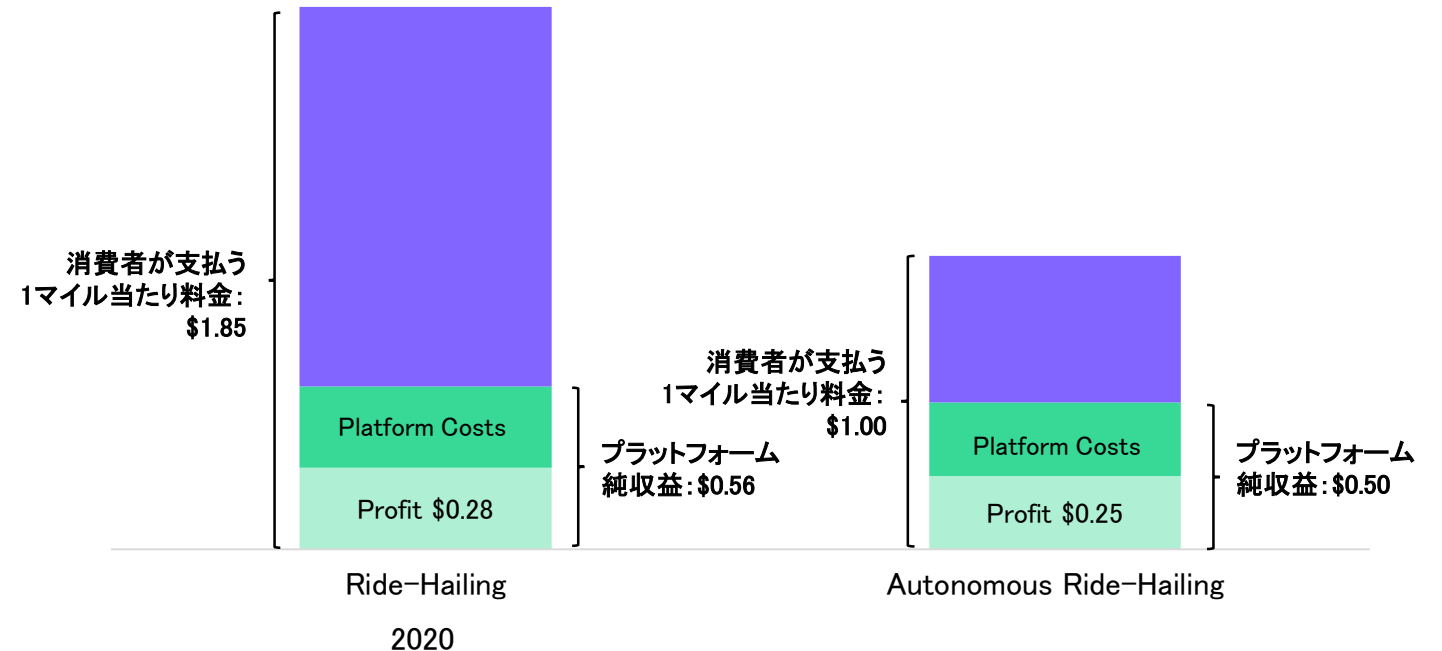


ロボタクシーによって拡大が見込まれる配車サービス市場

- ARKの研究によると、現在の配車サービス市場は世界全体の売上高が約1,500億米ドルにのぼり、そのうち配車サービス会社のテイクレート(取り分)は10~30%、好調な都市では利益率が50%にもなります。
- 同様に、自動運転配車サービスは50%の利益率を達成できる可能性があるほか、利用料金の低下を受けて市場全体の規模が拡大し、売上高が1,500億米ドルから2030年には6兆~7兆米ドルに増加、テイクレートが60%まで上昇する見込みです。

収益構造の比較 配車サービス vs 自動運転配車サービス

ネットワーク上の車両数を300万台と想定

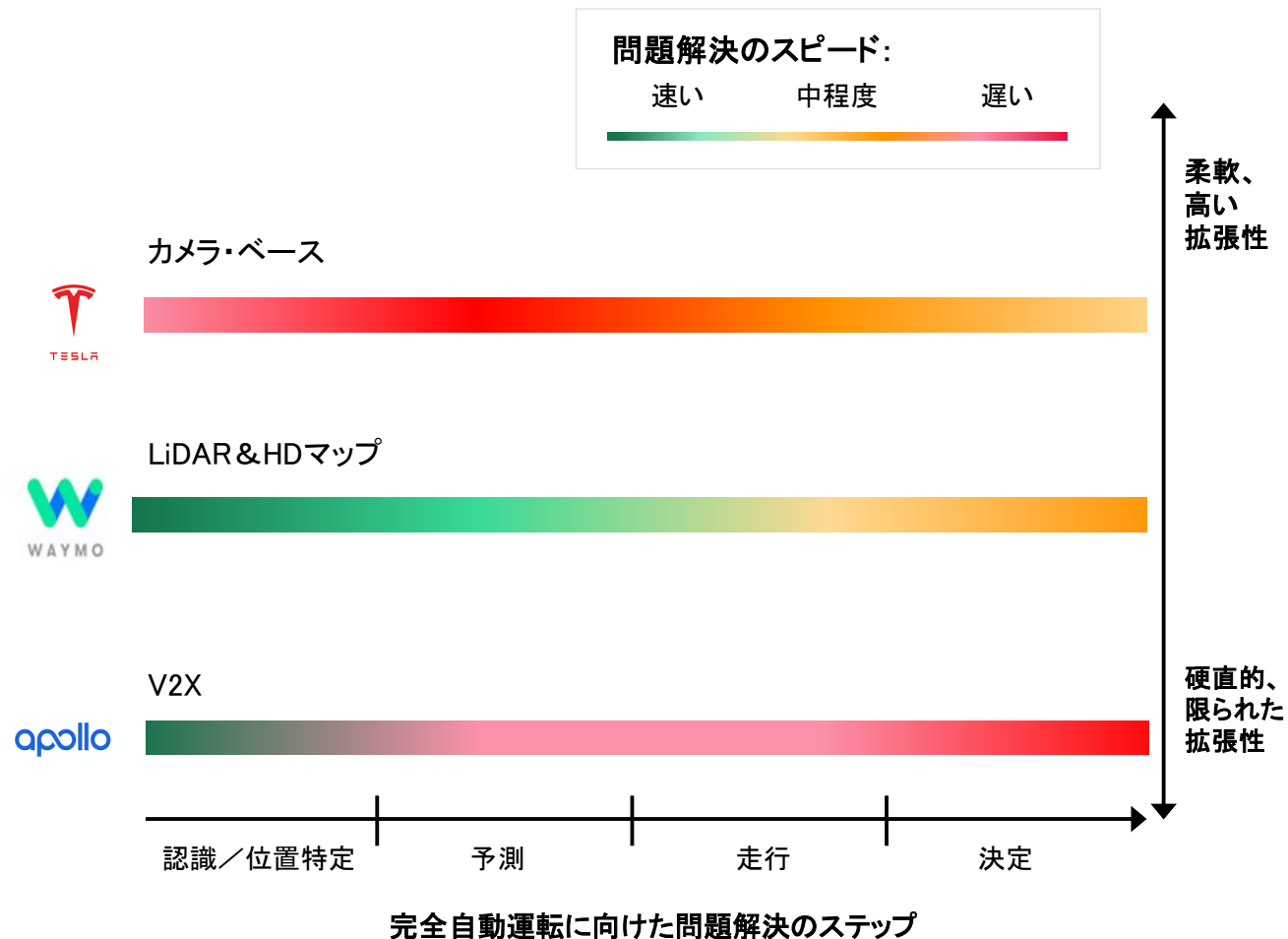


注: 上記の自動運転配車サービス料金は実用化当初の想定であり、ARKでは、市場の拡大に伴って料金は1マイル当たり0.25米ドルまで低下すると予想しています。



展開されている3つの自動運転戦略

- **Tesla**によるアプローチはカメラをベースとしています。センサーの精度がLiDARよりも劣ることから、完全自動運転実現に向けた道のりの難度がより高いものの、カメラはHDマップ(高精度地図)に依存しないため、他に比べて大幅に拡張性の高いサービスを実現できると考えられます。Teslaの自動運転タクシーネットワークは、1番最初に全米展開できる可能性を秘めています。
- **Alphabet傘下のWaymo**は、LiDARとHDマッピングを用いています。アリゾナで自動運転配車ネットワークを開始しましたが、全国展開できるようになるには時間と多大なリソースが必要となるでしょう。
- **Baiduのアポロ計画**を含め、多くの中国勢は車両が道路標識や交通状況を確認しやすいようにインフラ側のセンサーの整備を進めています。大規模なインフラ投資が必要とされるこのアプローチは、自動運転配車サービスの実現に向けた3つのアプローチのうち、最も硬直的かつ最も拡張性が低いように見受けられます。

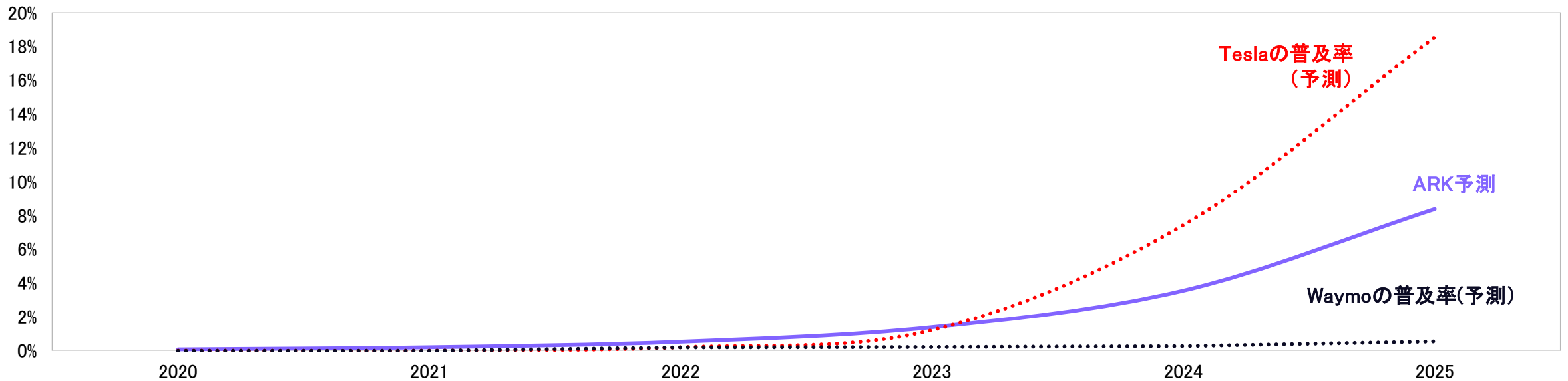




自動運転配車サービスの普及ペースを左右するのは拡張性

ARKの試算によると、Teslaが2022年に自動運転配車サービスを無事開始した場合、その普及率は2025年までに20%に迫る可能性があります。WaymoまたはGMが自動運転配車サービスの開始に成功した場合、その後5年間における普及率は1%程度と限定的になると考えられます。

北米における自動運転車の普及率の推移 (都市部での自動車走行距離に占める割合)



注: ARKでは、Teslaが自動運転配車サービスの開始に成功する確率を30%としています。

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

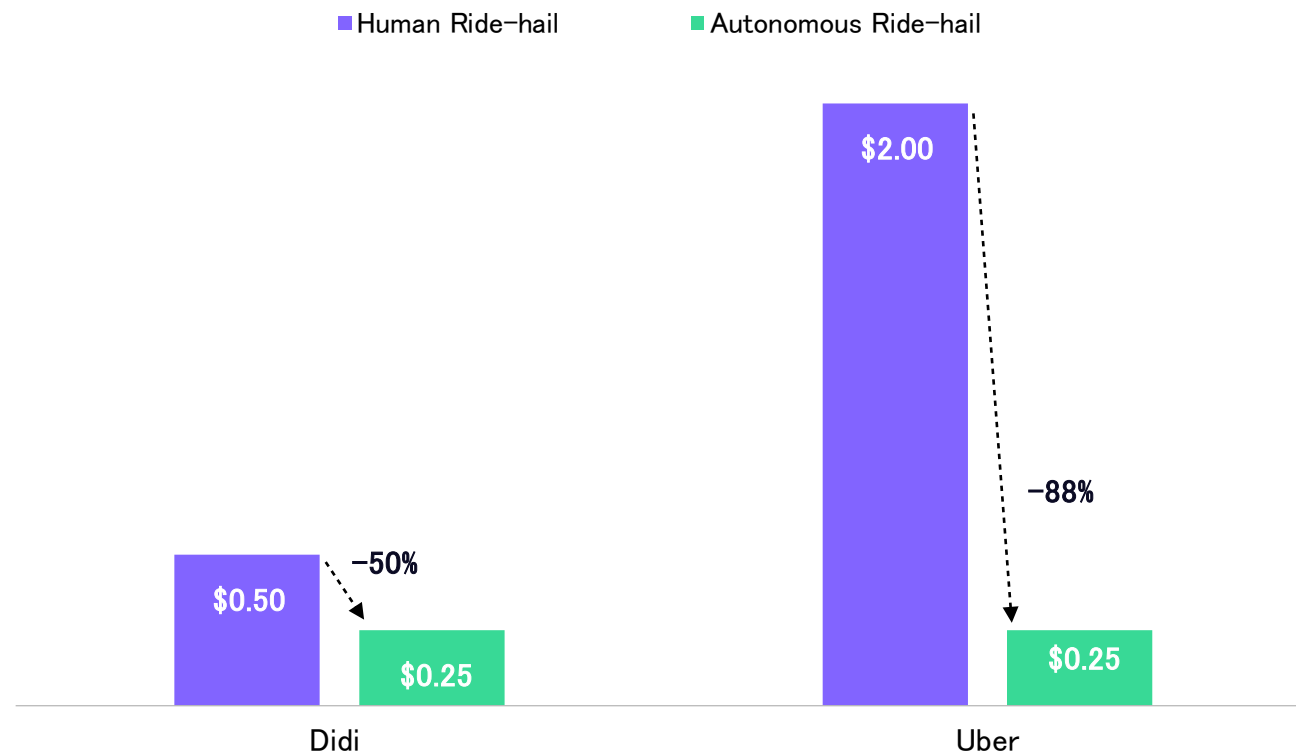
出所: ARK Investment Management LLC, 2020



先進国の方が発展途上国より高い需要を示す可能性も

- 自動運転配車サービスの料金は、人間が運転する配車サービスよりも米国で90%程度、中国で50%程度安くなると考えられます。
- その結果、低料金の自動運転による移動への需要は、発展途上国よりも先進国の方が高まる可能性があります。
- プラットフォーム・プロバイダー、または自動運転技術スタックを所有する企業は、自動運転配車サービスによる利益の一番大きい部分を獲得する見込みです。

人間が運転する配車サービス vs 自動運転配車サービス 1マイル当たり平均料金の米中比較



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | "Didi Chuxing Still a Ride-Hailing Giant despite 2018 Safety Setbacks." South China Morning Post, 22 Jan. 2019, www.scmp.com/tech/start-ups/article/2181542/didi-numbers-ride-hailing-firm-covered-more-miles-2018-5-earth | Feng, Linyan. "Beyond DiDi's Safety Report: DiDi Posts 21 Million Rides Per Day in Q1." EqualOcean, EqualOcean, 2 July 2019, equalocean.com/auto/20190703-didi-posts-21-million-rides-per-day-in-q1 | Helling, Brett, et al. "How Much Does Uber Cost? - A Comprehensive Guide." Ridester.com, 14 Aug. 2020, www.ridester.com/uber-rates-cost/

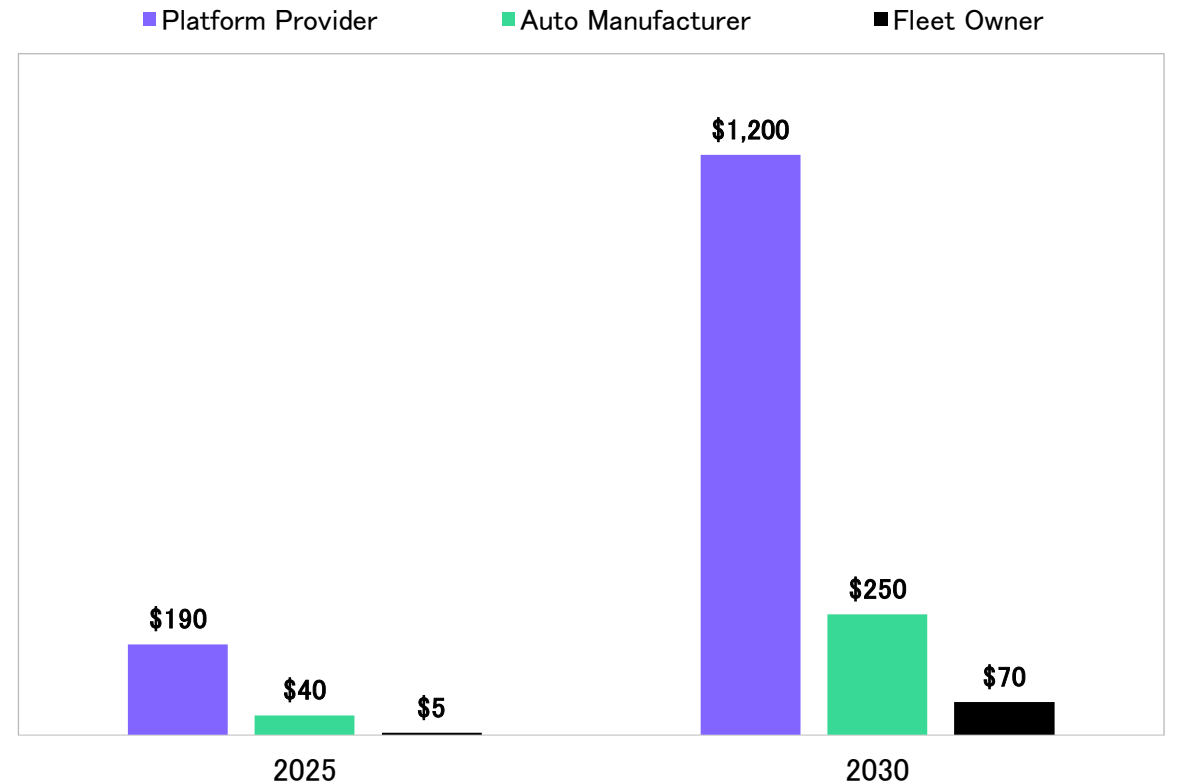


投資機会の規模

ARKでは、2030年には自動運転配車サービス・プラットフォームの生み出す営業利益は年間1兆米ドルを超える可能性があると考えます

- 電気自動車プラットフォームで成功している自動車メーカーは、自動運転技術プロバイダーと提携することで、2030年には年間約2,500億米ドルの利益を生み出せる可能性があります。
- 自動運転配車サービス車両を所有し、その保管場所を確保し保守を行なうフリートオーナーの生み出す利益は、2030年には年間約700億米ドルに達する可能性があります。
- 自動運転プラットフォーム運営会社の企業価値は、2025年には3.8兆米ドルまで拡大する可能性があります。

自動運転バリューチェーン全体の営業利益予測
(十億米ドル)



注: 上記数値は四捨五入した値



10

ドローン配送

ドローンはモノや人の輸送コストを劇的に低下させる見込み

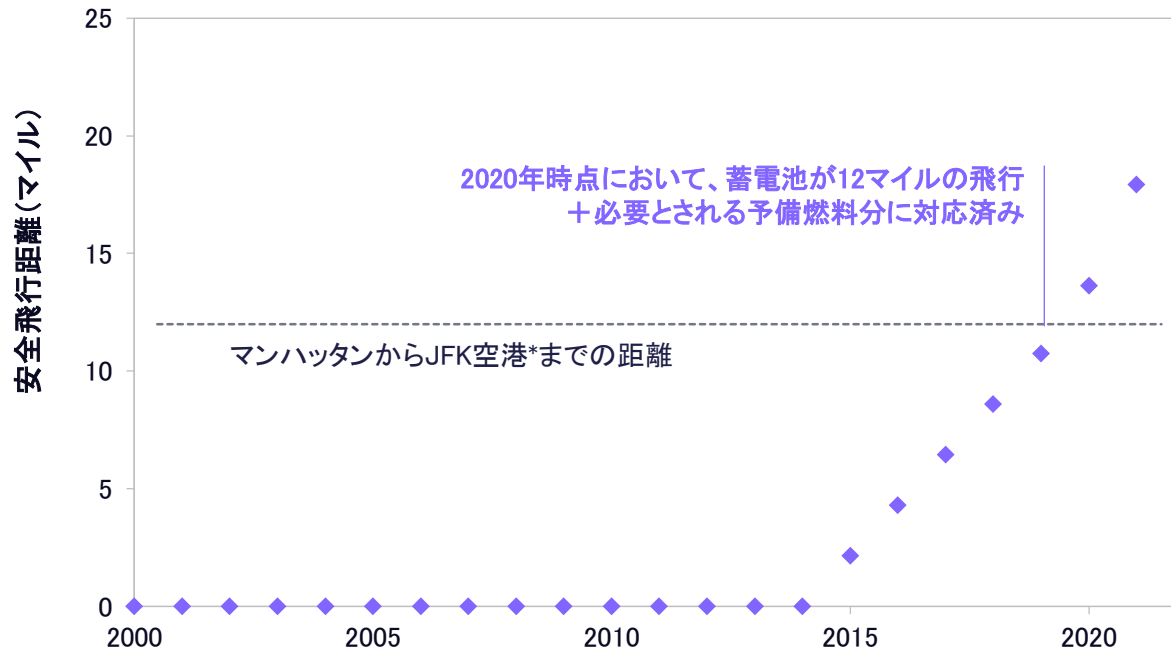
- 蓄電池導入コストの低下と自動運転技術は、ドローン普及の原動力になるはずです。
- ARKは、近い将来、ドローンが宅配や出前の手段となり、更には人までも、従来より早く便利に輸送することになると考えています。ドローンは購買行動に変化を促し、移動時間を短縮させ、時には命を救う手段になるとみられます。
- ARKでは、2030年にはドローン配送プラットフォームの配送売上高が約2,750億米ドル、ハードウェア売上高が500億米ドル、地図作成サービス売上高が120億米ドルに達するとみています。



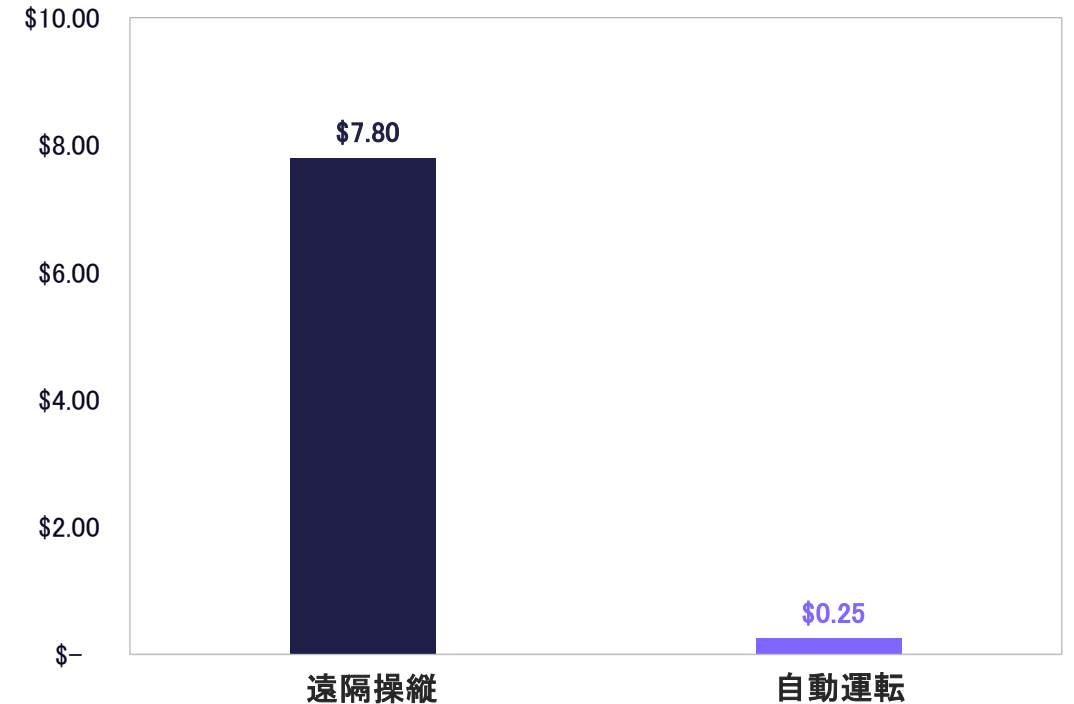
実現可能、かつコストも手頃になった自動運転による空の移動

蓄電池技術は十分に向上し、航空機に求められる予備燃料の規制水準も満たし、エアタクシーやエア救急車は既に安全に空を飛ぶことが可能です。また、機械学習の向上によって、自動運転飛行も実現可能なものとなっており、そのコストも劇的に低下しています。

旅客ドローンの安全飛行距離
(安全用の予備燃料分を含む)



10マイルのドローン輸送コスト**



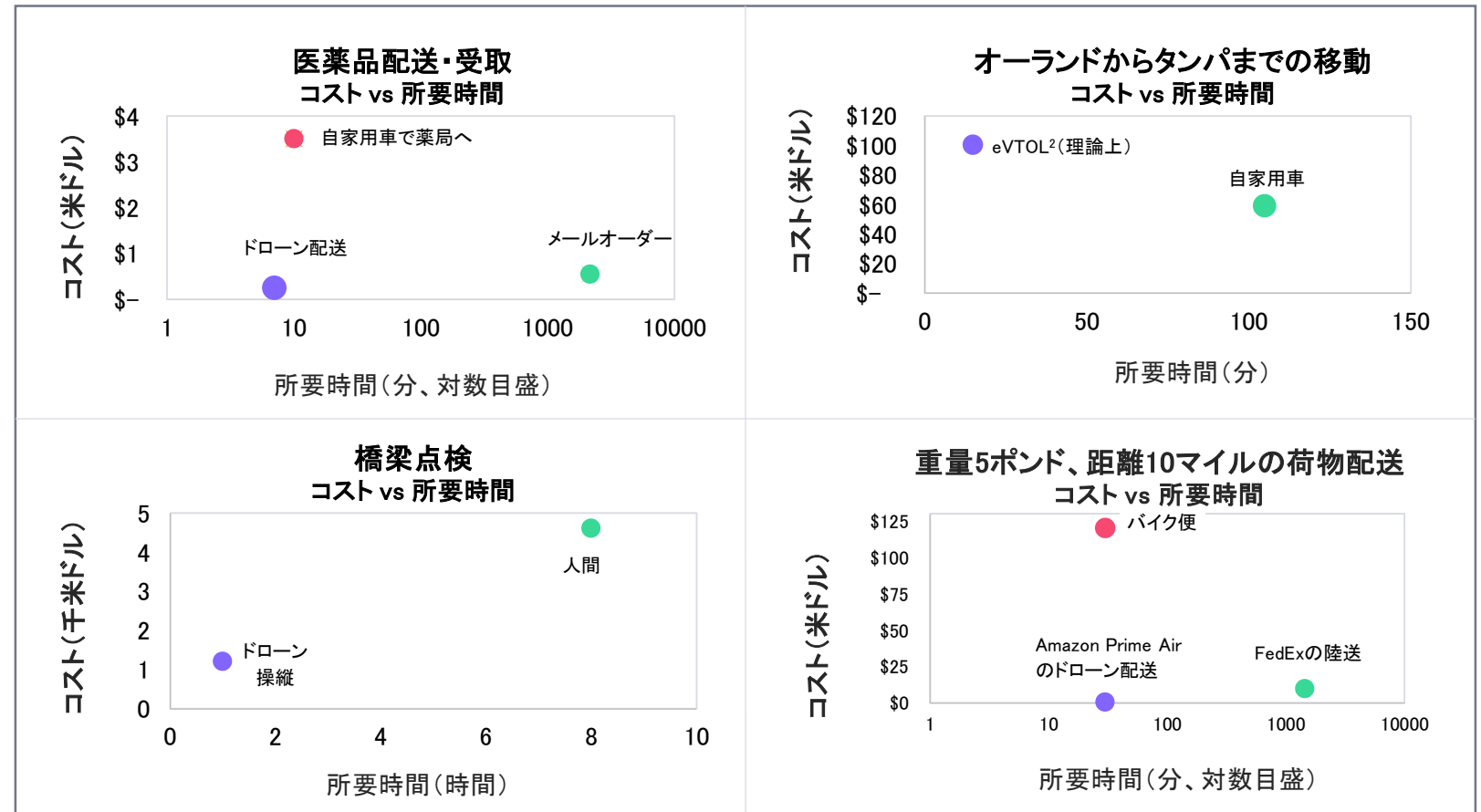
*JFK空港: ジョン・エフ・ケネディ国際空港 | **ドローン技術について表示されている料金は、各技術が十分な規模に達した時点の将来的な料金です。ARKでは、ドローン輸送サービスが今後5~10年で実用化されると推定していますが、その正確な時期については規制当局の認可に左右されます。| 上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | "Menu." FAR/AIM: PART 91-GENERAL OPERATING AND FLIGHT RULES, www.gleim.com/aviation/faraim/index.php?fullTextNum=91&terms%5B%5D=SFAR



ドローンが実現しているコスト削減と 利便性

- ここ2年間において、米国連邦航空局 (FAA)は企業によるドローンの有視界外飛行の運航を認めたほか、一部のケースではドローンによる航空事業の運営を認め、商用ドローン産業の始動に弾みを付けました。
- フロリダでは米国初となる旅客ドローンのバーティポート¹の建設が進められており、2025年に運営開始される予定です。

ドローン配送コスト(市場規模拡大時)と今日の競合の配送コストの比較



[1] バーティポート(vertiport)とは、垂直離着陸機用の空港です。| [2] eVTOLはelectric Vertical Takeoff and Landingの略で、電動垂直離着陸機を意味します。

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

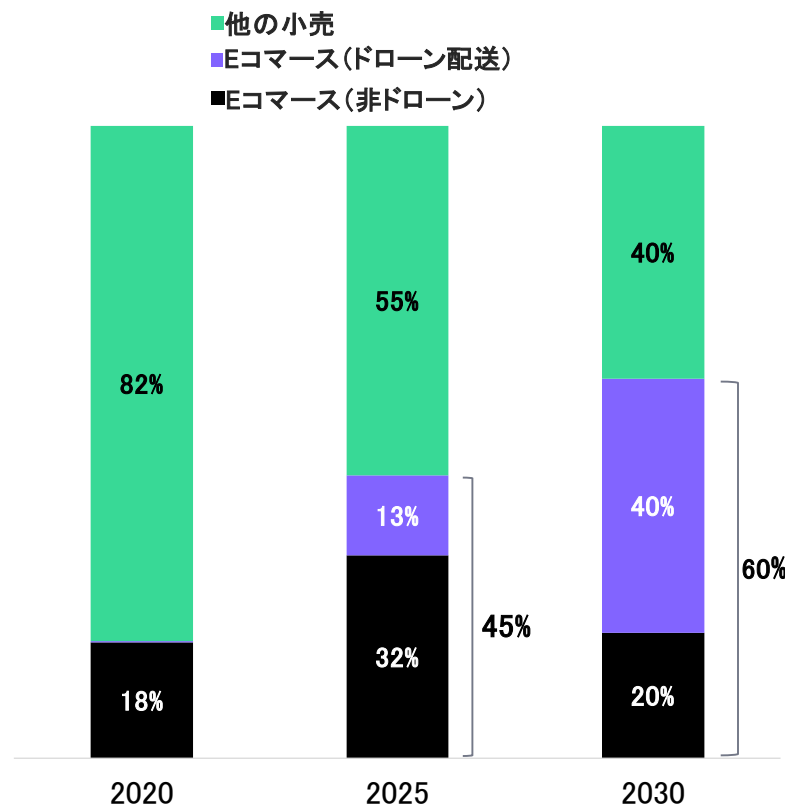
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Are you Ready for Take Off? - Presentation by Remo Gerber, CCO of Lilium at the NOAH Conference London 2017, Old Billingsgate on the 3rd of November 2017 | Kelling SE. Exploring Accessibility of Community Pharmacy Services. *Inov Pharm.* 2015;6(3):Article 201. <http://pubs.lib.umn.edu/innovations/vol6/iss3/6> | Carey, Liz. "North Carolina DOT Approved to Inspect Bridges with Drones." *Transportation Today*, 6 Oct. 2020, transportationtodaynews.com/featured/19901-north-carolina-dot-approved-to-inspect-bridges-with-drones/ | "FedEx Ground® Shipping." FedEx, www.fedex.com/en-us/shipping/ground.html | "Mail & Shipping Services." USPS, www.usps.com/ship/mail-shipping-services.htm | Report · By Elise Gould · February 20. "State of Working America Wages 2019: A Story of Slow, Uneven, and Unequal Wage Growth over the Last 40 Years." Economic Policy Institute, www.epi.org/publication/swa-wages-2019/



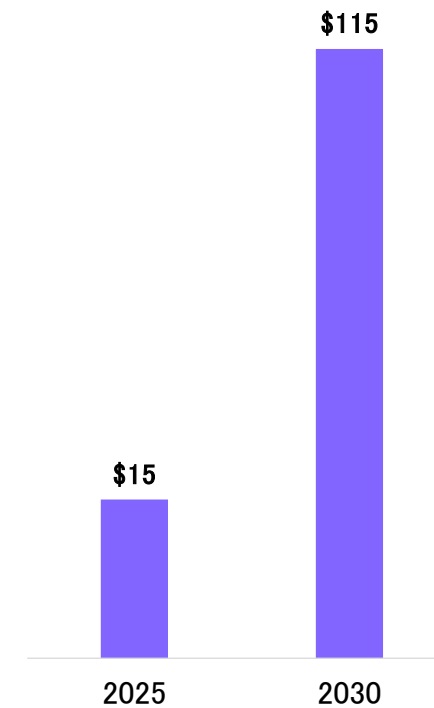
2030年にはドローンがEコマース発送品の大部分を配達するようになる可能性も

- 新型コロナウイルスの流行を受けて、Eコマースにおいて配達員と接触することのないドローン配送の試験的实施や採用が加速しました。
- ARKでは、今後5年以内に発送品の20%超がドローンで配達されるようになるかと予測しています。

世界の小売に占めるEコマースのシェア
ドローン配送の有無による内訳



世界全体のドローン配送売上高
(十億米ドル)



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

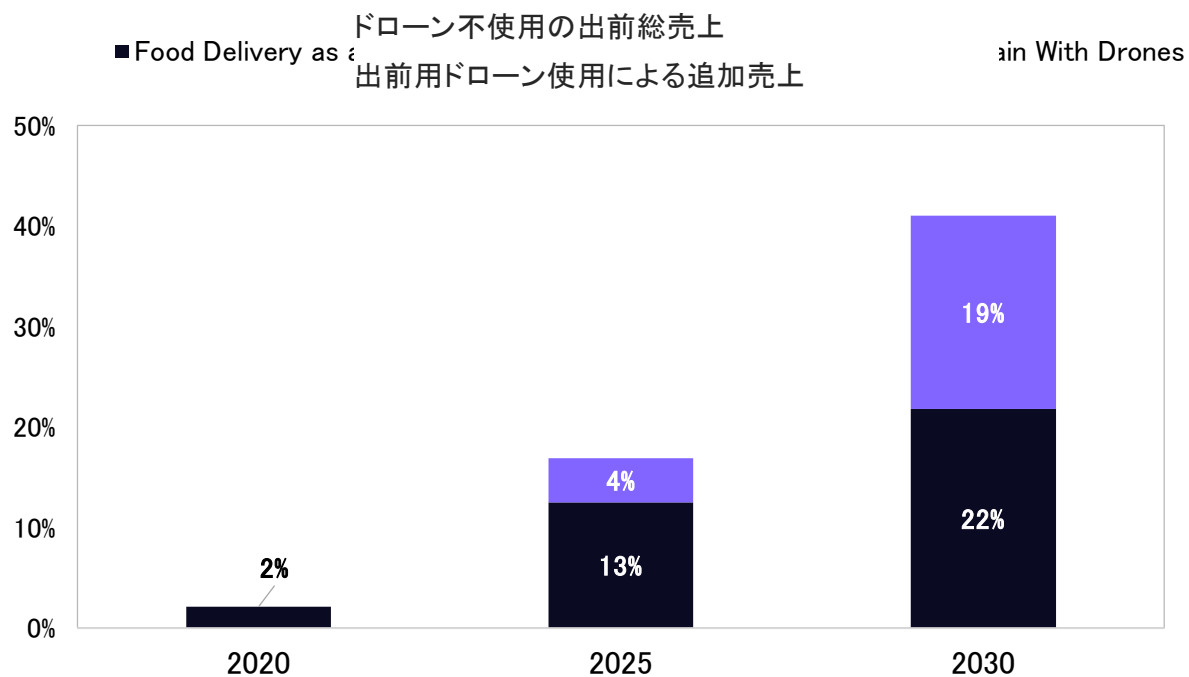
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | "Pitney Bowes Parcel Shipping Index Reports Global Parcel Shipping Reaches \$279 Billion in Revenue." Pitney Bowes, 28 Aug. 2018, <https://arkinv.st/2QjSeSQ> | "Data and Research on Digital for Business Professionals." EMarketer, EMarketer, <https://arkinv.st/2trGQeE> | Total Retail Sales of Consumer Goods in December 2017, National Bureau of Statistics of China, 25 Jan. 2018, <https://arkinv.st/36mBKz6> | "Monthly Sales for Retail and Food Services by Kind of Business: Retail Sales by Kind of Business, Millions of Dollars, Seasonally Adjusted." FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis, <https://arkinv.st/2ZJWSN4>



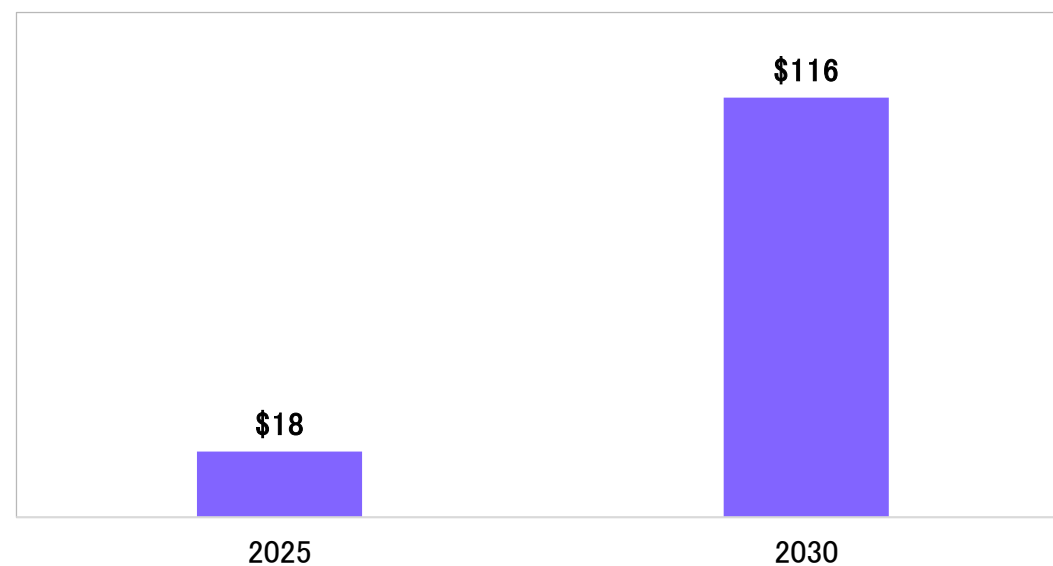
ドローンはフードデリバリーへのシフトを加速させる見込み

オンラインでのフードデリバリーの売上高は、2020年に世界全体で40%超増加しました。ARKの研究によると、約40%に達するとみられるフードデリバリー（出前）市場シェアの約半分をドローン配送が占めるとみられます。

世界のフードデリバリー（出前）市場シェア



世界のフードデリバリー売上高 （十億米ドル）



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | <https://secondmeasure.com/datapoints/food-delivery-services-grubhub-uber-eats-doordash-postmates/>



投資機会の規模

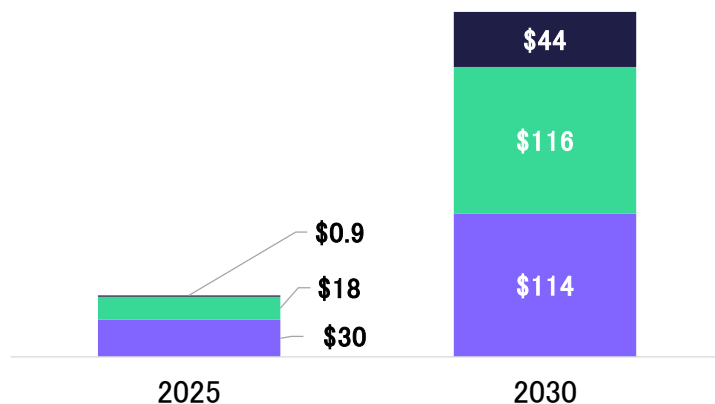
ドローン配送プラットフォームは、まだ実用化されていないながら、2025年には配送売上高が500億米ドル、ハードウェア売上高が140億米ドル、地図作成サービス売上高が30億米ドルに達すると予測

2030年にはドローン配送プラットフォームの配送売上高がさらに4倍の約2,750億米ドルへと拡大、ハードウェア売上高が約3倍の500億米ドルに迫り、地図作成サービス売上高が約4倍の120億米ドルに達する可能性があります。

配送売上高

(十億米ドル)

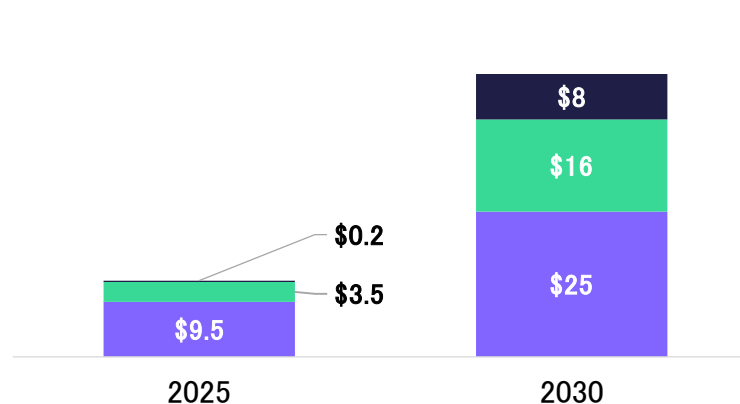
■ Parcel Drone 宅配ドローン
■ Food Drone 出前用ドローン
■ Air Taxi エアタクシー



ドローン・ハードウェア売上高

(十億米ドル)

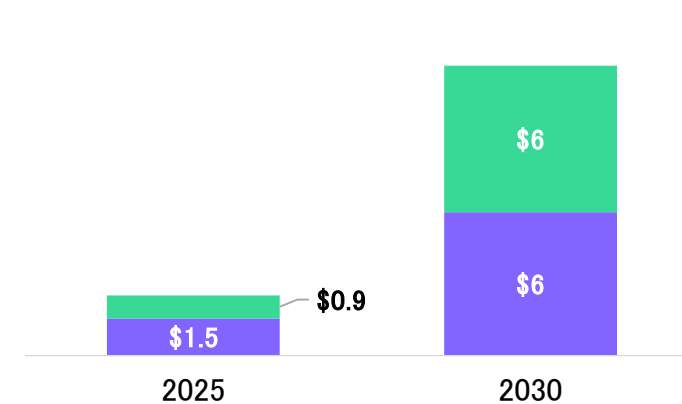
■ Parcel Drones 宅配ドローン
■ Food Drones 出前用ドローン
■ Air Taxis エアタクシー



地図作成サービス売上高

(十億米ドル)

■ Parcel Drones 宅配ドローン
■ Food Drones 出前用ドローン



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020



地球周回軌道

飛躍しつつある宇宙産業

- ロケットや人工衛星のコスト低下を受けて、かつて独占的で官僚主義的な産業のように思えたものが大きく変わりつつあります。
- ディープラーニング、モバイル接続、センサー、3Dプリンティング、ロボティクスなどの進歩のおかげで、何十年間も膨らみ続けてきたコストが低下に転じ始めています。その結果、人工衛星の打ち上げやロケットの着陸の件数が急増しつつあります。
- ARKの研究によると、衛星通信や極超音速飛行を含む地球周回軌道の市場機会は、年間3,700億米ドルを超えるとみられます。



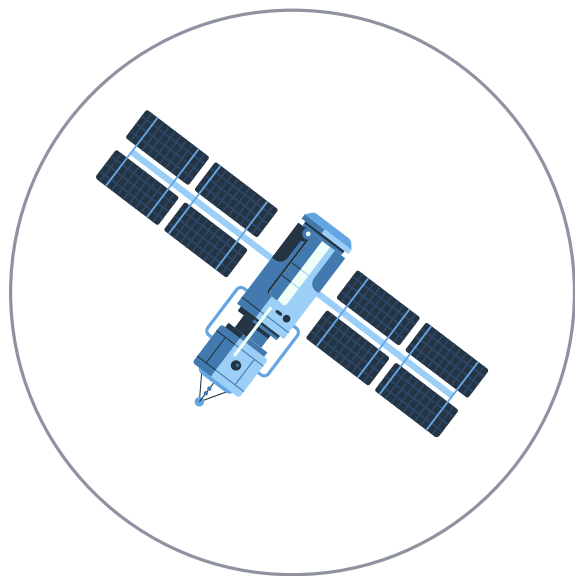
11



地球周回軌道というBig Idea

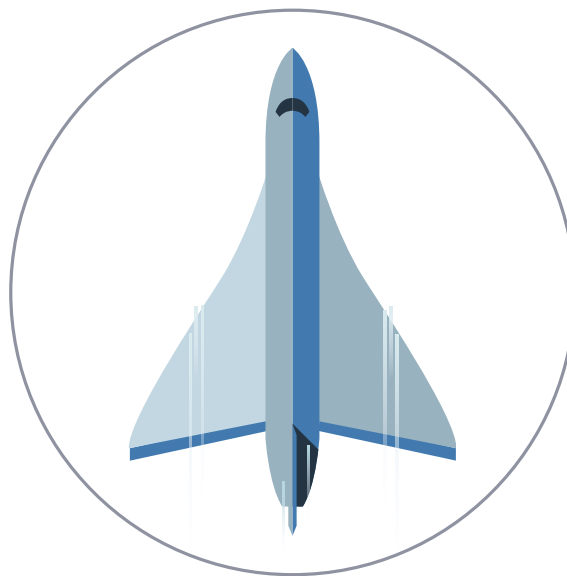
グローバル・コネクティビティ

世界人口の約半数がインターネットに接続できない状況にありますが、人工衛星の増加に伴ないクラウドコンピューティングが世界全体に普及するとみられます。



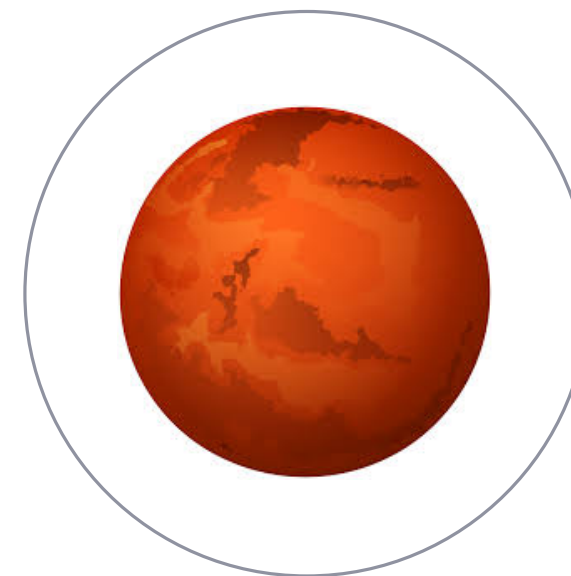
極超音速の2地点間移動

長距離フライトの所要時間が10時間超から2~3時間へ大幅に短縮されるにつれ、世界経済は変貌を遂げる可能性があります。



人類が複数の惑星で暮らすように

人間が国際宇宙ステーションで暮らすようになって20年が経ちます。今後10年以内に、人間は月や火星に住めるようになる可能性があります。

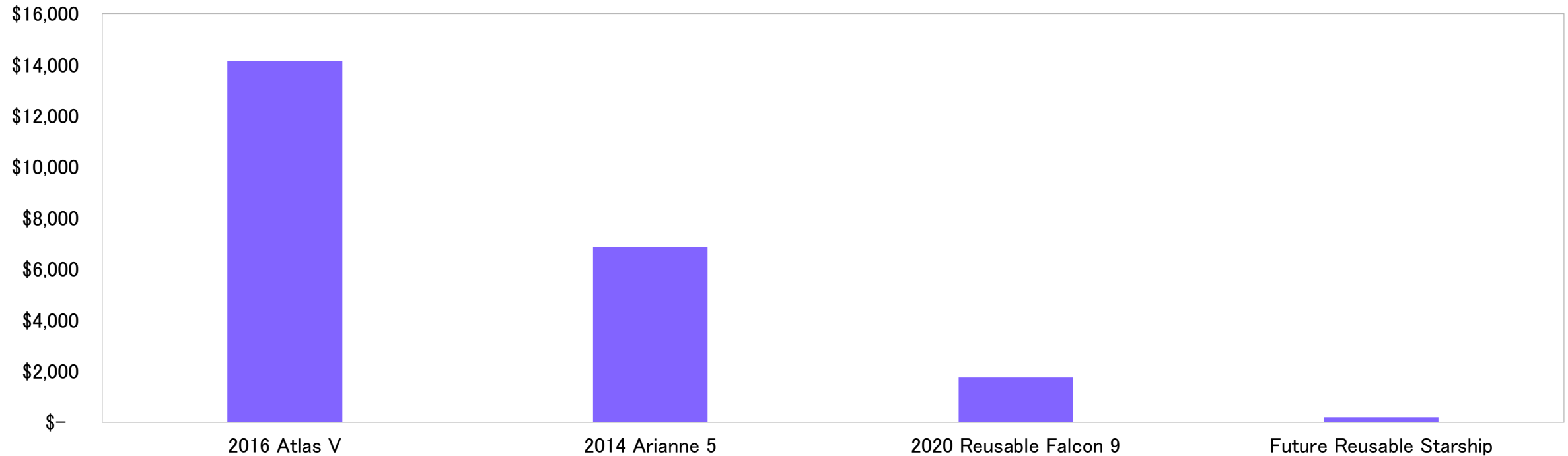




ロケットの再利用化により、打ち上げコストが一桁減る可能性も

これまで、SpaceXは同じブースターを用いたロケットFalcon 9の打ち上げに8回成功しています。

低軌道へのロケット打ち上げコスト(1kg当たりのコスト、米ドル)



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | SpaceX, Wayback Machine, web.archive.org/web/20161203124622/ | “Discover the Value of Launching on ULA’s Atlas V.” RocketBuilder, www.rocketbuilder.com/start/configure, Peter B. de Selding — March 18, and Peter B. de Selding. “Former Arianespace Chief Says SpaceX Has Advantage on Cost.” SpaceNews, 6 Dec. 2014, spacenews.com/39906former-arianespace-chief-says-spacex-has-advantage-on-cost/ | <https://twitter.com/thesheetztweetz/status/1351880498671472641?s=20>



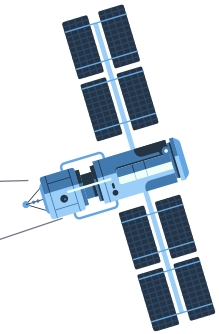
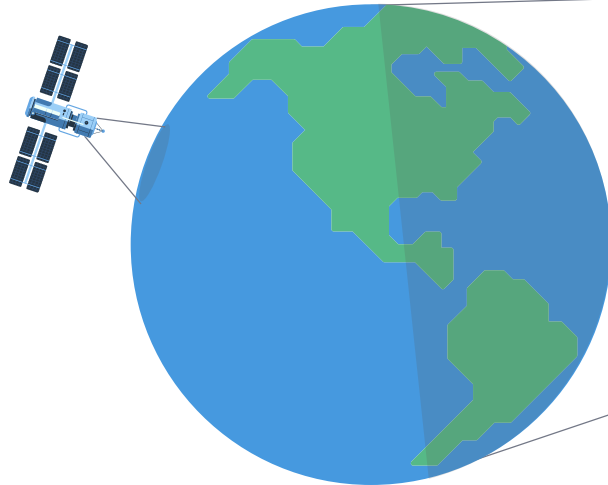
衛星打ち上げにかかるコストの低下は、 途切れのない低遅延のグローバルカバレッジが実現する可能性も

静止軌道(GEO)に打ち上げられる衛星はグローバルカバレッジを提供しようとしたものですが、遅延の問題によって魅力的なブロードバンド・インターネットサービスを十分に提供することができませんでした。今日、企業は低軌道(LEO)に数千機の衛星を打ち上げるようになってきており、途切れのない低レイテンシー(低遅延)のグローバルカバレッジを実現しつつあります。

LEO

約300マイル

レイテンシー*: 40ms未満



GEO

約22,000マイル

レイテンシー*: 700ms

*注: レイテンシーの単位はミリ秒(ms)です。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | "Satellites 101: LEO vs. GEO." Iridium Satellite Communications, 9 Sept. 2018, www.iridium.com/blog/2018/09/11/satellites-101-leo-vs-geo/ | Jon Brodtkin

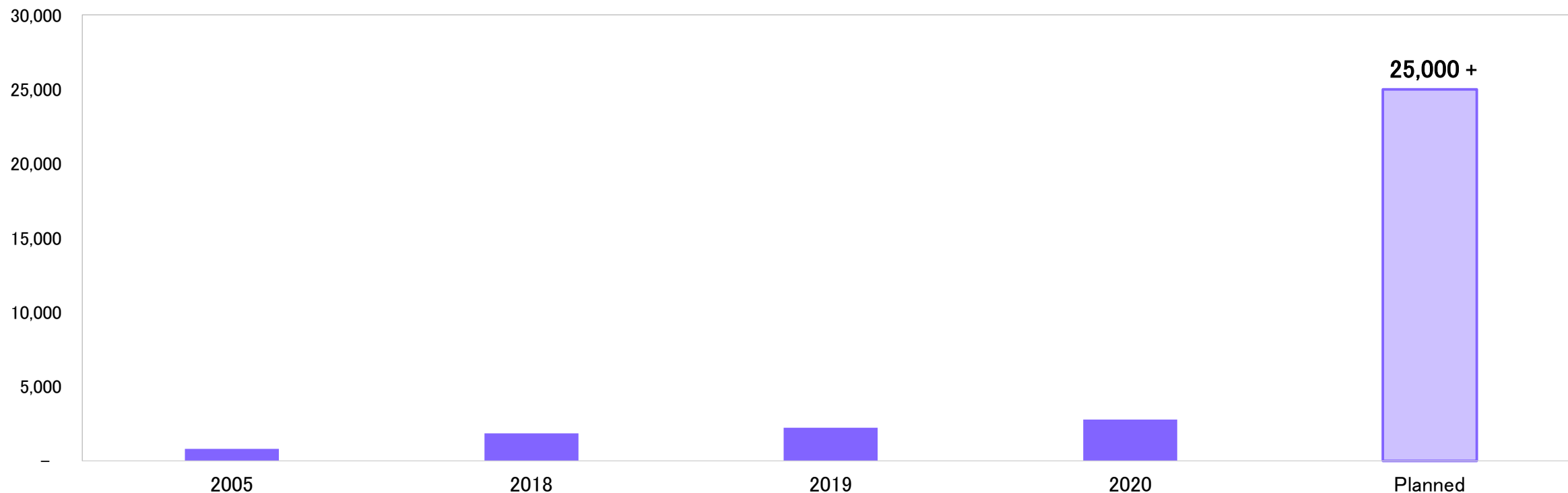
Nov 2, 2020 9:09 pm UTC. "SpaceX Starlink Users Provide First Impressions and Unboxing Pictures." Ars Technica, 2 Nov. 2020, arstechnica.com/information-technology/2020/11/spacex-starlink-beta-tester-takes-user-terminal-into-forest-gets-120mbps/?utm_social-type=owned



打ち上げコストの低下を受けて、 軌道上に向けて打ち上げ予定の人工衛星の数が大幅に増加

人工衛星ネットワークが運用を開始し、地球上でのビジネスのためにデータが活用されるようになるにつれ、人工衛星はGDPの成長を押し上げてくれることが期待されます。

稼働中の人工衛星数



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Union of Concerned Scientists Satellite Database



投資機会の規模

衛星ブロードバンドの売上高は、今後5～10年間において
米国で年間100億米ドル、世界全体で400億米ドルに迫る可能性があります

- ARKのリーサーチによると、現在ブロードバンドアクセスのない世界人口の市場規模400億米ドルは、衛星ブロードバンドの総市場規模のわずか一部にすぎません。
- 航空機、電車、自動車のコネクテッド・ソリューション市場は2025年に360億米ドル規模に達する見通しです。
- 世界各国の政府からの需要も、宇宙サービス需要を一段と押し上げるとみられます。
- 以上を総合すると、衛星通信市場は中期的には年間1,000億米ドル規模に迫る可能性があります。

420万人 ÷ 2.6人 × \$50 × 12 = 約\$100億

ブロードバンド
アクセスのない
米国人

1世帯当たり
人数

ブロードバンド
平均月額料金

年間月数

年間市場規模

30億人 ÷ 5人 × \$5 × 12 = 約\$400億

ブロードバンド
アクセスのない
世界人口

1世帯当たり
人数

ブロードバンド
月額料金

年間月数

年間市場規模

上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

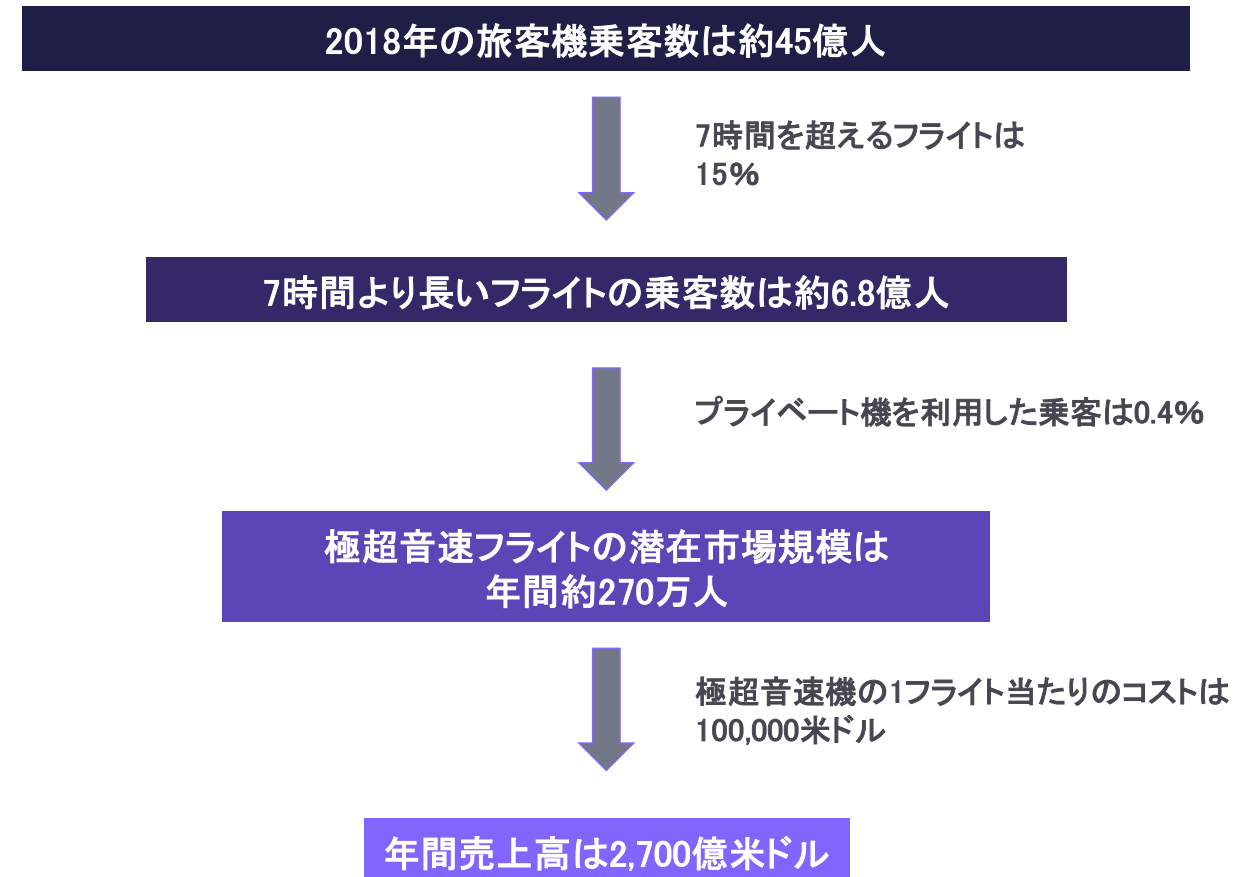
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Dreyfuss, Emily. "Global Internet Access Is Even Worse Than Dire Reports Suggest." Wired, Conde Nast, www.wired.com/story/global-internet-access-dire-reports/ | "FCC Underestimates Americans Unserved by Broadband Internet by 50%." BroadbandNow, broadbandnow.com/research/fcc-underestimates-unserved-by-50-percent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



投資機会の規模

極超音速旅客機フライトに対する需要は急上昇すると予想

- ARKの研究によると、近距離フライトの乗客は、プライベート機の利用で短縮される2時間に対して約15,000米ドルを支払っても構わないと考えています。
- ARKでは、近距離フライト市場の経済性に基づき、ニューヨーク～日本間の移動時間を13時間短縮し、2～3時間で到着する極超音速のプライベート機の利用に対して、乗客や企業が支払っても構わないとする金額は10万米ドルになるだろうと予測しています。
- 仮に270万人の乗客が極超音速の長距離フライトに約10万米ドルを払う場合、同市場の年間売上高は2,700億米ドルにのぼることになります。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | Gollan, Doug. "Why, When And Where The Super Rich Fly Their Private Jets." Forbes, Forbes Magazine, 10 Oct. 2018, www.forbes.com/sites/douggollan/2018/10/10/why-when-and-where-the-super-rich-fly-their-private-jets/?sh=215c29c822e1 | Charter Market Report 2018, The Federal Aviation Administration, the Bureau of Transportation Statistics, and Flight Aware

douggollan/2018/10/10/why-when-and-where-the-super-rich-fly-their-private-jets/?sh=215c29c822e1 | Charter Market Report 2018, The Federal Aviation Administration, the Bureau of Transportation Statistics, and Flight Aware



3Dプリンティング

3Dプリンティングは斬新なパーツ構造の作成と
時間・コスト・廃棄物の削減が同時に叶う技術

- 3Dプリンティングは、大きな塊の一部を削る従来の切削加工とは異なり、一層一層、積層して造形する製造方法です。
- 3Dプリンティングは、従来の製造方法のほんの一部のコストで、設計から製造までにかかる時間を激減させるため、より設計に重きが置かれ、サプライチェーンの複雑さも減らすことができます。
- ARKでは、3Dプリンティングが製造業に大改革をもたらし、その市場規模は昨年の120億米ドルから年率約60%の成長を遂げ、2025年には1,200億米ドルに達すると考えます。

12



2020年は3Dプリンティング売上高が減少するも、コロナ禍において新たなユーザー層による利用が広がる

新型コロナウイルス危機下での導入例:

医療機器

- 人工呼吸器のバルブ
- CPAPおよびBiPAPのマスクコネクター
- 非常用呼吸具
- 非侵襲的PEEPマスク

検査機器

- 鼻咽頭スワブ

訓練およびビジュアル化支援器具

- 医療用マネキン
- 生体模型

個人防護器具(PPE)

- フェイスシールド
- 防護マスク
- 金属製マスクフィルター

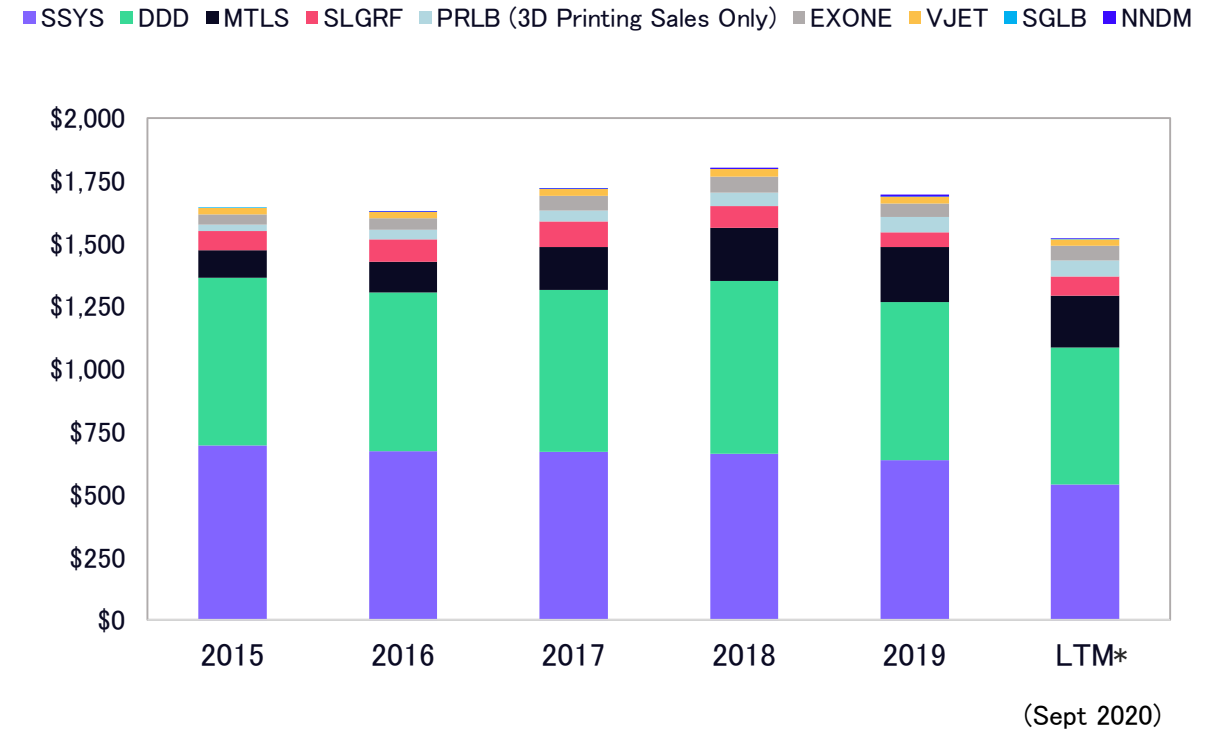
個人用品

- マスク
- マスクフィルター
- マスクアジャスター
- ドアオープナー

応急居住施設

- 隔離病棟

上場企業各社の3Dプリンティング売上高
(百万米ドル)



*LTM: Last Twelve Monthsの略で過去12か月間を意味します。

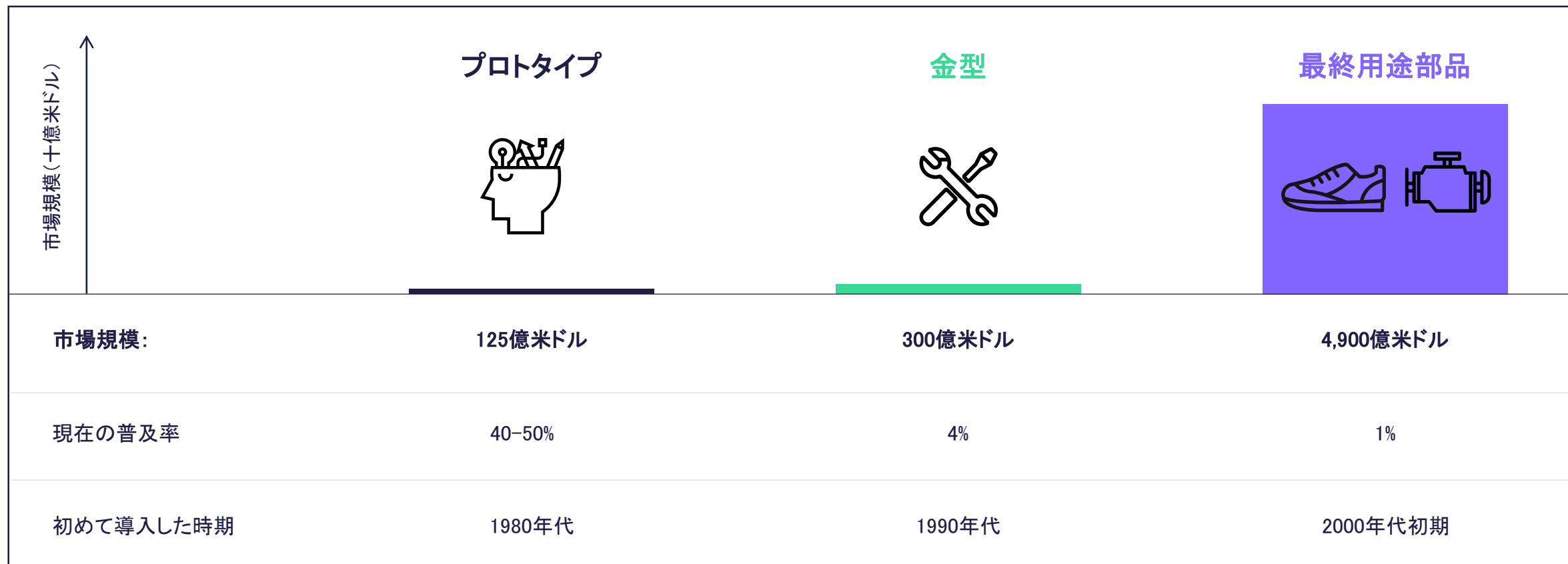
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | CapitalIQ, Choong, Yu Ying Clarrisa, et al. "The Global Rise of 3D Printing during the COVID-19 Pandemic." Nature News, Nature Publishing Group, 12 Aug. 2020, www.nature.com/articles/s41578-020-00234-3



3Dプリンティングはまだ初期段階

ARKは、3Dプリンティングの次の対象分野は、最終ユーザーに対する製品（最終用途部品）だと考えています。



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | McKinsey | Stratasys; "3D Printing History." AV Plastics, 14 June 2018, <https://arkinv.st/2TC57H1>

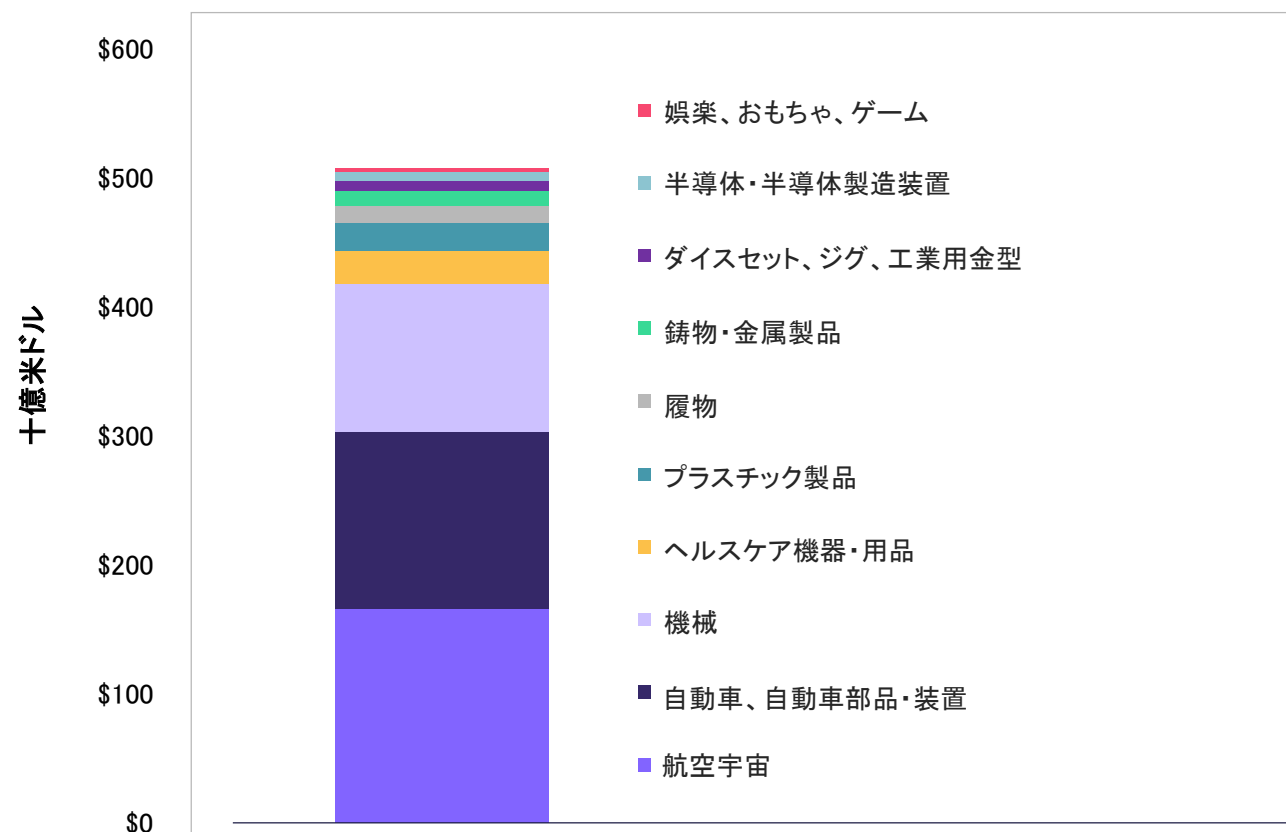


3Dプリンティングの導入状況は産業、生産量、複雑性によって異なる

カテゴリ別*導入例:

- | | |
|---------------|--|
| プロトタイプ | <ul style="list-style-type: none"> • 全産業 |
| 金型 | <ul style="list-style-type: none"> • 自動車、自動車部品・装置 • 機械 • 鋳物・金属製品 • 工業 • ダイスセット、ジグ、工業用金型 |
| 最終用途部品 | <ul style="list-style-type: none"> • 航空宇宙 • ヘルスケア機器・用品 • プラスチック製品 • 履物 • 半導体・半導体製造装置 |

3Dプリンティングの市場機会



*注: 産業が複数のカテゴリにわたって該当する場合も多くあります。



3Dプリンティングが多様な形状を実現

- 自動運転技術や蓄電池の飛躍により、航空機の大きさやデザインが多種多様化してきています。
- コストが低く短時間で試作品を作れる3Dプリンティングによってイノベーションが加速しています。生産数が少なく複雑性の高い部品を軽量化し、コストを大幅に削減してくれます。その主な恩恵を受けるのは航空宇宙産業であると考えられます。
- ARKでは、2025年にはドローンのハードウェア総売上高が約1,000億米ドルに達すると予測しています。

多様な形態のドローン



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | 画像出所: TransportUp, <https://medium.com/nuro/faces-and-fascia-a-discussion-with-nuros-design-team-b7a2fe2a3a74> | <https://thespoon.tech/starship-raises-25-million-to-roll-out-more-delivery-robots/> | <https://www.cnet.com/news/amazons-new-ring-camera-is-actually-a-flying-drone-for-inside-your-home/> | https://i.etsystatic.com/16561342/d/il/03d9c2/1413053916/il_340x270.1413053916_msed.jpg?version=0



製造分野における人工知能のポテンシャルを最大限に引き出す3Dプリンティング

3Dプリンティングと人工知能の融合により、従来の製造方法では可能でなかった最適なデザインが実現しています。



米国空軍技術研究所

超小型衛星CubeSat用バス

- 125個の部品を1部品に
- 50%軽量化
- 20%堅牢化
- 不良箇所が6分の1に減少



HEXR

カスタム・ヘルメットインサート

- 衝撃吸収力が60%上昇
- 頭部への回転方向の衝撃を25%低減
- 頭部への回転方向の衝撃の速度を45%低減



山一ハガネ

ブレーキキャリパー

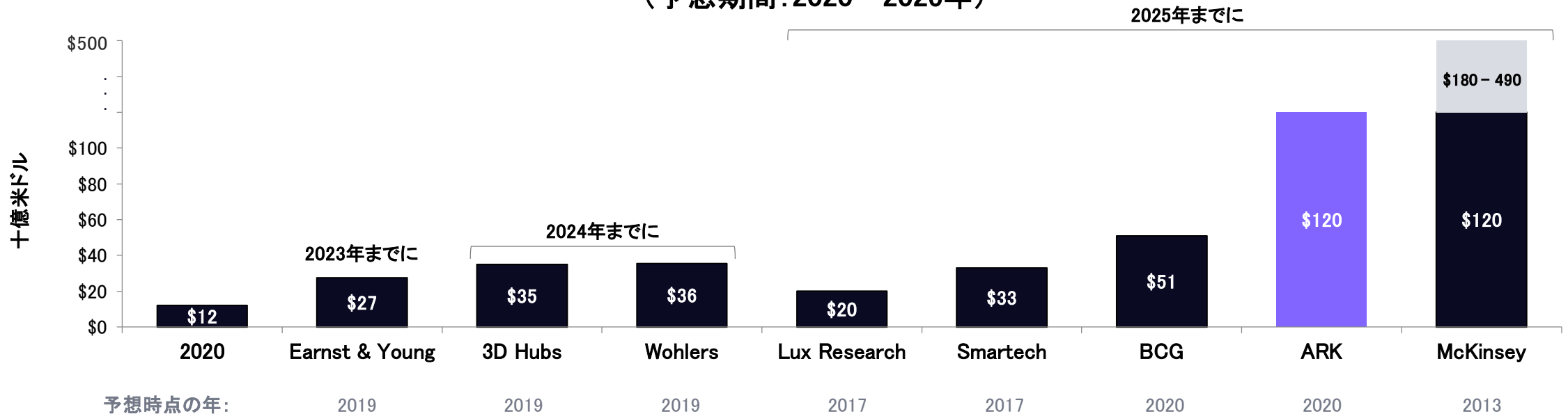
- 40%軽量化
- 空気の流れの向上
- 圧力分布の向上



投資機会の規模

ARKでは、世界の3Dプリンティング市場は現在の120億米ドルから今後5年間で年平均60%の成長を遂げ、2025年までに1,200億米ドルに拡大するとみています

世界の3Dプリンティングの市場規模(予想含む) (予想期間:2020~2025年)



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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | 3D Printing Trends 2020: Industry Highlights and Market Trends. 3D Hubs Manufacturing LLC, 2020, www.3dhubs.com | "EY's Global 3D Printing Report 2019." Ey.com/De, Ernst & Young GmbH, Oct. 2019 | McCue, T.J. "Significant 3D Printing Forecast Surges To \$35.6 Billion." Forbes, Forbes Magazine, 3 Apr. 2019, www.forbes.com/sites/tjmccue/2019/03/27/wohlers-report-2019-forecasts-35-6-billion-in-3d-printing-industry-growth-by-2024/#121d7a9d7d8a | The 3D printing market will quadruple to US\$12 billion by 2025. "3D Printing Market to Quadruple to \$12 Billion in 2025" [press release], Lux Research, April 29, 2014, <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases/read/3d-printing-market-quadruple-12-billion-2025> | "SmarTech Analysis Annual Additive Manufacturing Market Summary Report Says AM Market Grew to Over \$10B Worldwide in 2019." Attachment, www.globenewswire.com/NewsRoom/AttachmentNg/2bfad03b-3edd-4c69-b0a5-e83ca835ea6e/en | Küpper, Daniel, et al. "Get Ready for Industrialized Additive Manufacturing." BCG Global, BCG Global, 8 Jan. 2021, www.bcg.com/publications/2017/lean-manufacturing-industry-4.0-get-ready-for-industrialized-additive-manufacturing | Manyika, James, et al. "Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life, Business, and the Global Economy." McKinsey & Company, McKinsey & Company, 1 Mar. 2013, www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies



日興アセット補足

「ロングリード」とは、次世代シーケンサー（NGS）で、全ゲノムなどを解析する際に利用する、1万塩基対など、ある程度長く断片化されたDNA配列のこと。

NGSで解読する際は、ゲノムを断片化し、断片化した配列をそれぞれ解読。最後にそれらをつないで配列を決定していく。断片化されたDNA配列をリード、その長さをリード長と呼ぶ。

数百塩基対などショートリードの断片を利用して解読する場合、解析するゲノムの配列の中に、ショートリードの断片よりも長い繰り返し配列領域や大きな欠損などがあると、正確に読めないことが指摘されている。そのため、未知の遺伝子配列を決定する際には、ショートリードよりもロングリードを利用の方が優位といえる。

出所）日経バイオテク

13

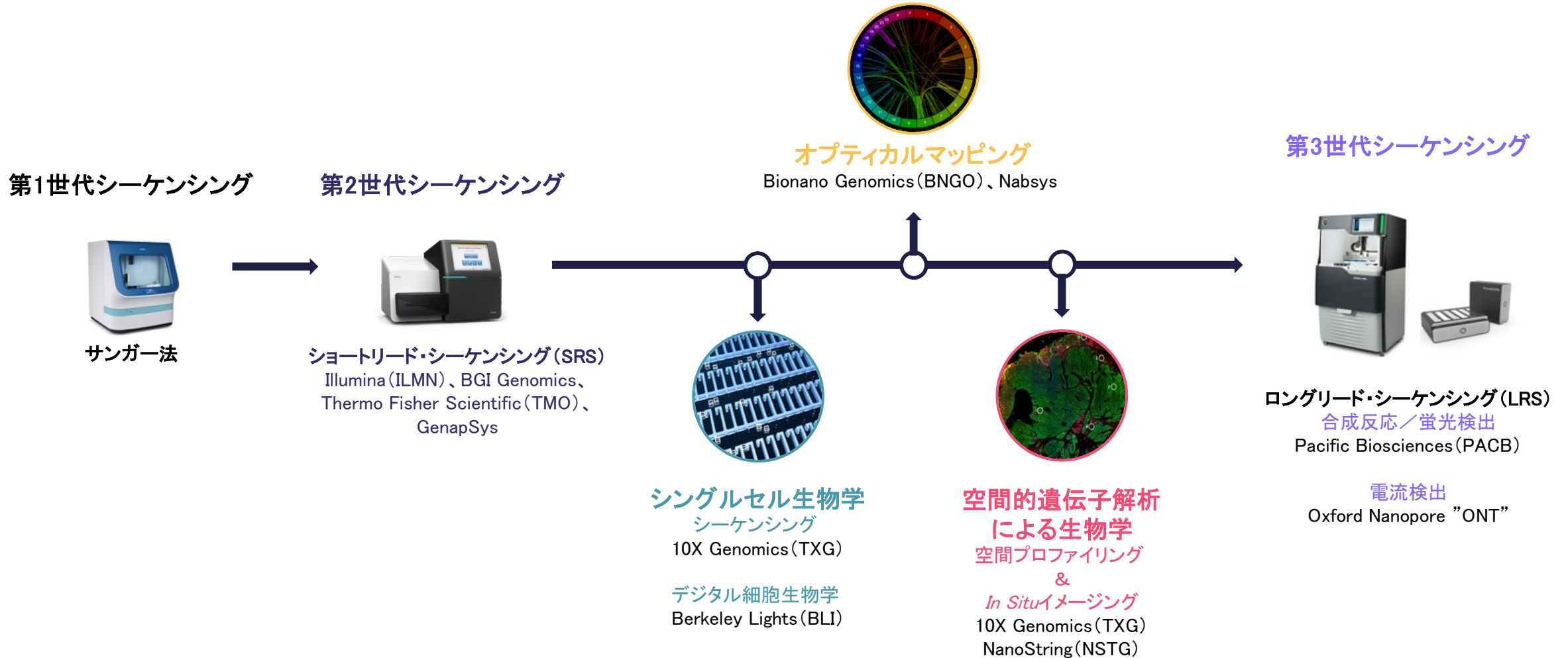
ロングリード・シーケンシング

ロングリード・シーケンシングによってヒトゲノムの全体像をより把握できるようになると期待されます

- 次世代DNAシーケンシング（NGS）は、ゲノム革命の原動力となっています。従来よりショートリード・シーケンシングが主流となっていますが、ロングリード・シーケンシングはシェアを急速に獲得していくとみられます。
- ARKでは、ショートリード型プラットフォームに比べて、ロングリード技術はより優れた正確性、より包括的な変異検出、より豊富な機能を提供していると考えています。2025年末までには、高精度のロングリード・シーケンシングとショートリード・シーケンシングが同程度の価格に迫る見込みです。
- ロングリード・シーケンシングの売上高は2020年の2.5億米ドルから年率82%の成長を遂げ、2025年には約50億米ドルに達すると予測しています。



より詳細、豊富、正確な知見を生物学にもたらしているゲノミクスの「ツール」の拡充

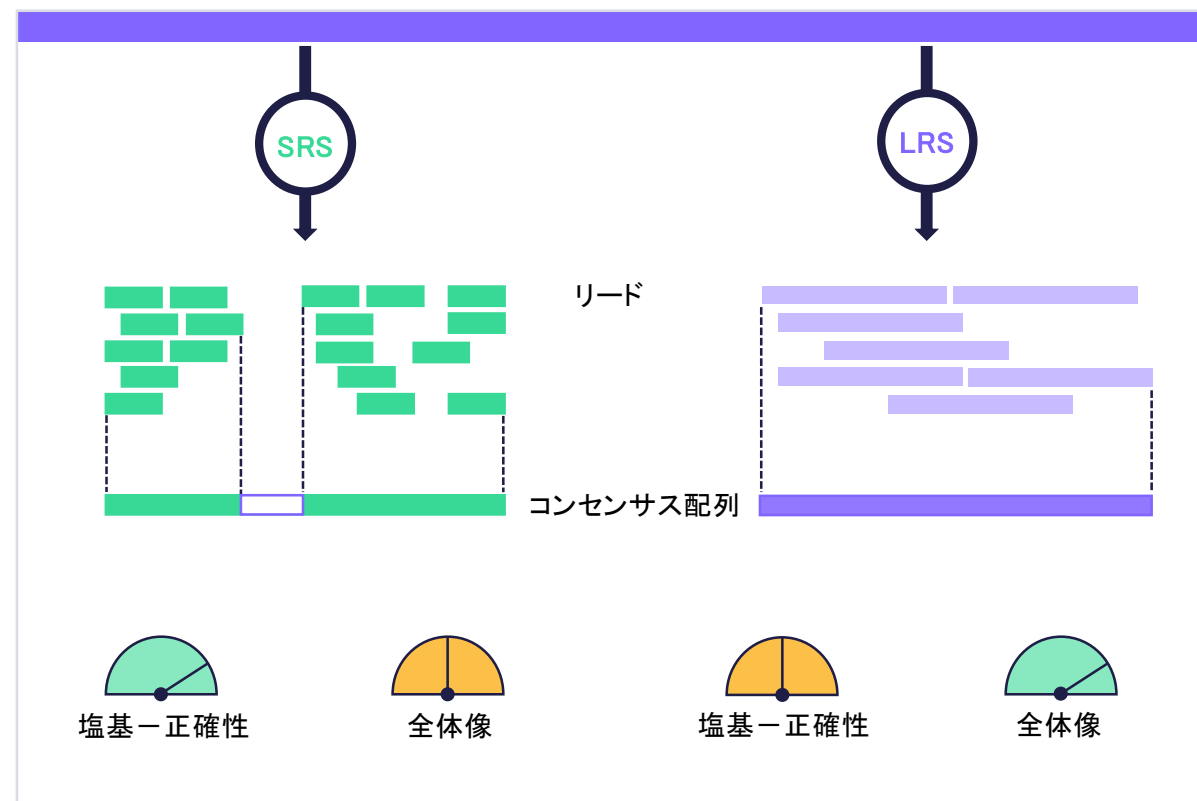




従来、研究者らはSRSの正確性かLRSの網羅性のどちらかの選択を余儀なくされていた

- LRSおよびSRSシステムはどちらも、(a)ゲノムを断片化し、(b)高解像度オプティクス*により断片を分析、(c)効率的なコンピュータアルゴリズムによってゲノムを再構築します。¹
- SRSはリードと呼ばれる多数の小さな(150塩基対の)断片からコンセンサス配列を生成します。この手法は、小さな突然変異を捉えるものの、構造的変異体と呼ばれるより大きな配列の入れ替わりや、ゲノムの反復配列領域(例: AAAA)に隠れた突然変異を検出しません。¹
- 旧型のLRSシステムでは、より大きな(1万塩基対よりも大きい)リードを測定するため、各塩基レベルの正確性が劣るもののゲノムの全体像をより把握できるようになりました。¹

遺伝子 (CYP2D6の例)



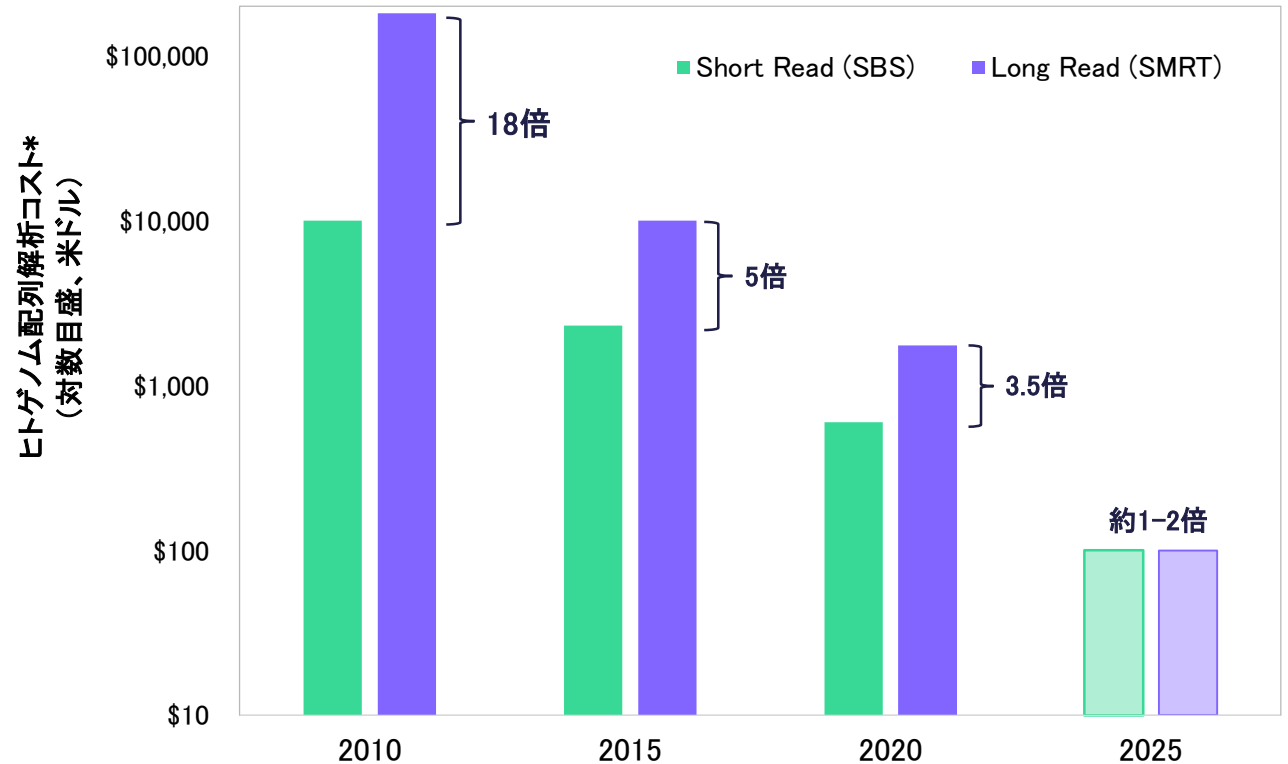
*Pacific Biosciences of California (PACB) および Bionano Genomics (BNGO) に該当します。Oxford Nanopore Technologies はナノポアチャネルの電圧/電流の変化を用いて塩基を特定しています。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。
出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | [1] Pollard, Martin O, et al. "Long Reads: Their Purpose and Place." Human Molecular Genetics, vol. 27, no. R2, 2018, doi:10.1093/hmg/ddy177



LRSとSRSのコスト差がなくなって いくにつれ、多数の臨床応用において LRSへの移行が進む可能性も

- Google (GOOGL) のDeepVariantなど、ディープラーニング・アルゴリズムがきっかけとなり、合成反応型とナノポア型の両方のLRS手法の性能が急速に向上する可能性があります。¹
- 現時点で各塩基レベルの正確性には劣るものの、ナノポア型LRSはヒトゲノム全配列解析を500米ドル程度で行なうことができ、費用対効果でSRSを上回ります。²
- より高額であるものの、PrecisionFDA Truth Challenge V2 で得られた結果によると、合成反応型LRSはSRS比で2.5倍の精度、ナノポア型LRS比で30倍の精度があります。³

2025年にはコストが同水準に迫る可能性がある合成反応型LRSとSRS



*具体例には、Pacific BioscienceのSMRT(一分子リアルタイム)プラットフォームで用いられるHiFi技術が挙げられます。

**精度および感度(F1値)でみた変異特定性能が同等であると想定 | Illuminaは30倍のカバレッジ(2010~2025年) | PacBioは30倍のカバレッジ(2010~2015年)および20倍のカバレッジ(2020~2025年)

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | [1] Baid, Gunjan, et al. "An Extensive Sequence Dataset of Gold-Standard Samples for Benchmarking and Development." BioRxiv, Cold Spring Harbor Laboratory, 1 Jan. 2020,

www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.12.11.422022v1 | [2] "Product Comparison." Oxford Nanopore Technologies, 2 Dec. 2020, nanoporetech.com/products/comparison | [3] "PrecisionFDA Truth Challenge V2: Calling Variants from Short and Long Reads in

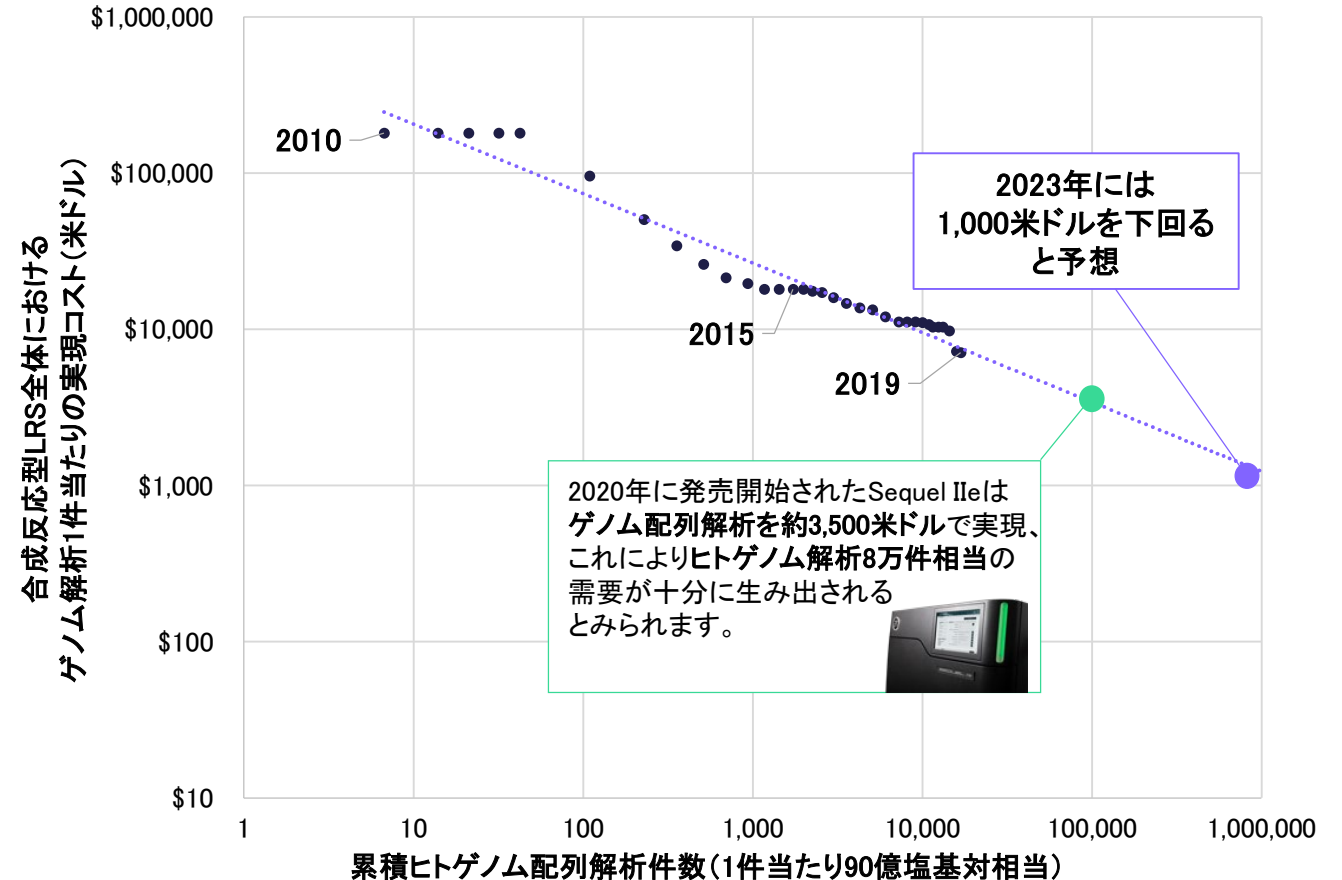
Difficult-to-Map Regions." Truth Challenge V2: Calling Variants from Short and Long Reads in Difficult-to-Map Regions - PrecisionFDA, precision.fda.gov/challenges/10/view/results



ライトの法則に従い、
合成反応型LRSは全体での
累積生成データ量が倍増するたびに、
コストが28%低下してきており、
今後もそれが継続する見通し

- LRSは、コストとスループットの改善を主な原動力とする比類ない性能により幅広く普及していく見込みです。^{1,2,3} LRSは、(a)増幅が不要で、(b)メチル化をそのまま検出し、(c)RNA分子全体を網羅します。
- ARKの試算によると、2025年末までにロングリード技術によるヒトゲノム全配列解析はコストが100~200米ドルまで低下し、あらゆる変異タイプにおいて精度がSRSを上回るとみられます。

ライトの法則に従って推移する
合成反応型LRS市場(SMRT)



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | [1] SW. Cho, S. Kim, et al. "Amplification-Free Long-Read Sequencing Reveals Unforeseen CRISPR-Cas9 off-Target Activity." *Genome Biology*, BioMed Central, 1 Jan. 2020.

genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13059-020-02206-w | [2] D. Gordon, J. Huddleston, et al. "Accurate Targeted Long-Read DNA Methylation and Hydroxymethylation Sequencing with TAPS." *Genome Biology*, BioMed Central, 1 Jan. 2020.

genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13059-020-01969-6 | [3] Uapinyoying, Prech, et al. "A New Long-Read RNA-Seq Analysis Approach Identifies and Quantifies Novel Transcripts of Very Large Genes." *BioRxiv*, Cold Spring Harbor Laboratory,

1 Jan. 2020, www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.08.898627v1.full#:~:text=Long%2Dread%20sequencing%20technologies%20such,2017)



ARKでは、LRSによる分析は 多数のシーケンシング応用例において 優位性を発揮すると考えます

- 一部の臨床応用、例えば小児の集中治療における高速の全ゲノム解析(WGS)などは、医療保険制度からの償還率が高くなっており、診断サービスプロバイダーにとってはLRSへの切り替えに対応しやすくなっています。¹
- 配列解析が容易および難しいゲノム領域の両方における、大小あらゆるサイズの遺伝的変異体は患者の表現型に影響を及ぼす可能性があります。ARKでは、LRSツールは、配列の前後関係にかかわらず最も網羅的に変異体を検出することができるとみえています。²



小児がんは、隠れた一塩基変異(SNV)、遺伝子融合、構造的変異体、メチル化などの特異な分子ドライバーを持っており、いずれもLRSやオプティカルマッピング機器がより効果を発揮します。³



世界中で3.5億人が罹患している希少疾患の多くは、遺伝子に起因しています。ショートリードWGSによって原因が明らかになるものは50%未満であり、多くの患者は診断までに長い期間を要する状況を強いられています。⁴



一般的な遺伝性疾患(特に神経疾患)は臨床症状が不明瞭ですが、LRSによって診断可能です。⁵



構造的変異について一定の集団を対象とした研究や様々なグループを対象とした横断的研究を行っていくことは、分子診断の精度を高める上で極めて重要です。

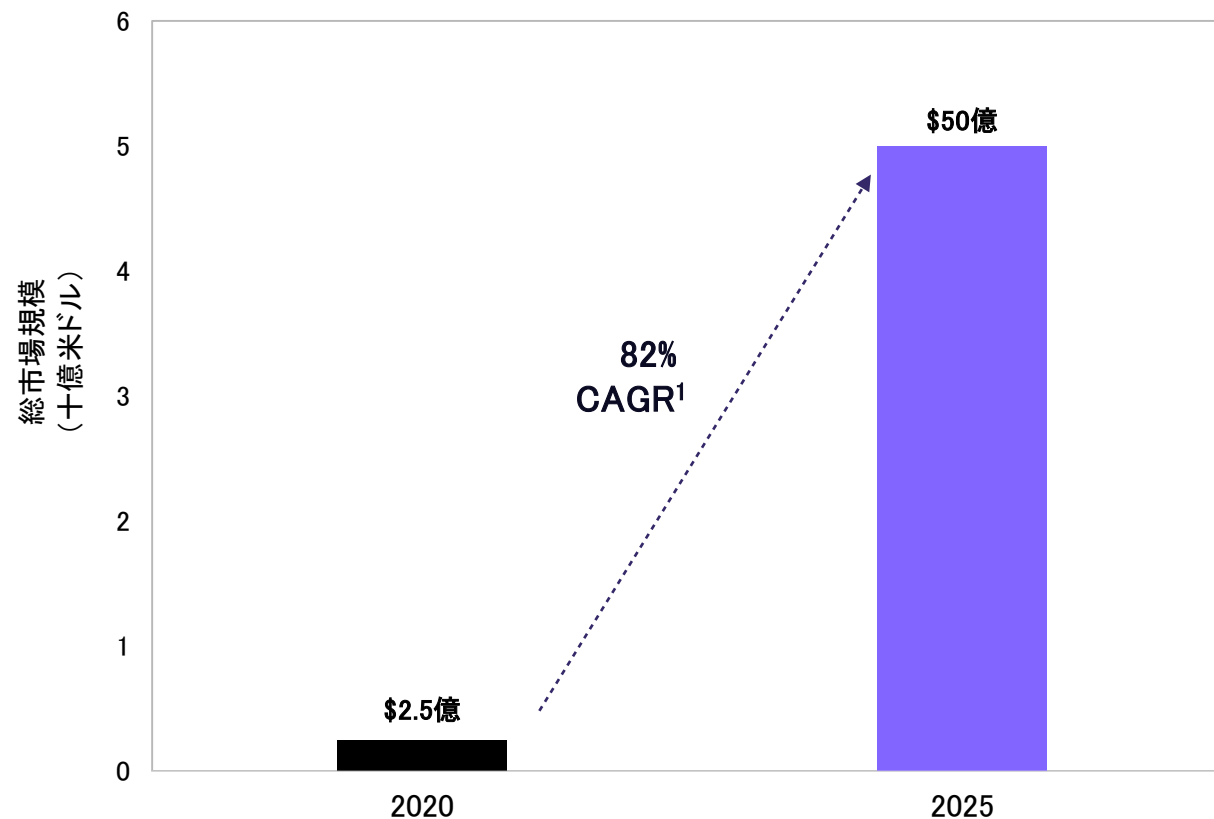


投資機会の規模

LRS市場*は2025年まで年率82%の成長を遂げると予想

- シーケンシングコストの低下や、高精度で網羅的な解析結果に対するニーズの高まりを受けて、LRSの需要は転換点に達しつつあると考えられます。
- シーケンシングの消耗品、機器およびサービスを含む、LRS売上高は2.5億米ドルから2025年には50億米ドルに拡大する可能性があります。
- SRSについては、特にリキッドバイオプシーが、がんの標準的治療の一部となっていくなか、引き続きシーケンシング市場の大部分を占めていくとみられます。

LRS市場規模
(シーケンシング市場全体の一部分)



*すべての第3世代シーケンシング・プロバイダーが含まれています。| [1] CAGR: 年平均成長率
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。



多がん種同時スクリーニング

日興アセット補足

「リキッドバイオプシー」とは、腫瘍など組織の一部を採取して行っていた生体検査（biopsy）と同等の性能でかつ患者さんに負担の少ない検査を血液検査で実現しようとするもの。

固形がんの診断や薬効予測、予後予測などの検査に、血液や尿、唾液などの液性検体を用いる。

- ✓ 内視鏡や特殊な器具を使って組織を採取する従来の生検（biopsy）に比べ、採取に伴う侵襲が少ないこと
 - ✓ 生検が実施できない患者にも適用できること
 - ✓ 早期から進展に応じて何度も実施しやすいこと
 - ✓ 検査によっては結果が出るまでの時間が従来の生検より短いこと
- などの利点がある。

出所) 各種報道をもとに日興アセットマネジメントが作成

14

リキッドバイオプシーは、がんによる死亡を従来のどの医療行為よりも予防できる可能性があります

- ARKの研究によると、革新的技術の融合を受けて、多種類のがんを検出するスクリーニング検査のコストは2015年の3万米ドルから現在では20分の1の1,500米ドルまで低下しており、2025年にはさらに80%超低下して250米ドルになる見込みです。
- それを受けて、米国の多がん種同時スクリーニングの市場規模は1,500億米ドルへ拡大する見込みです。多種類のがんを検出するスクリーニング検査方法により、米国で年間66,000人のがん患者の死亡を回避し、それによって救われる人の生存年数は合計140万年にのぼる可能性があります。

「百の治療より一の予防」
ベンジャミン・フランクリン

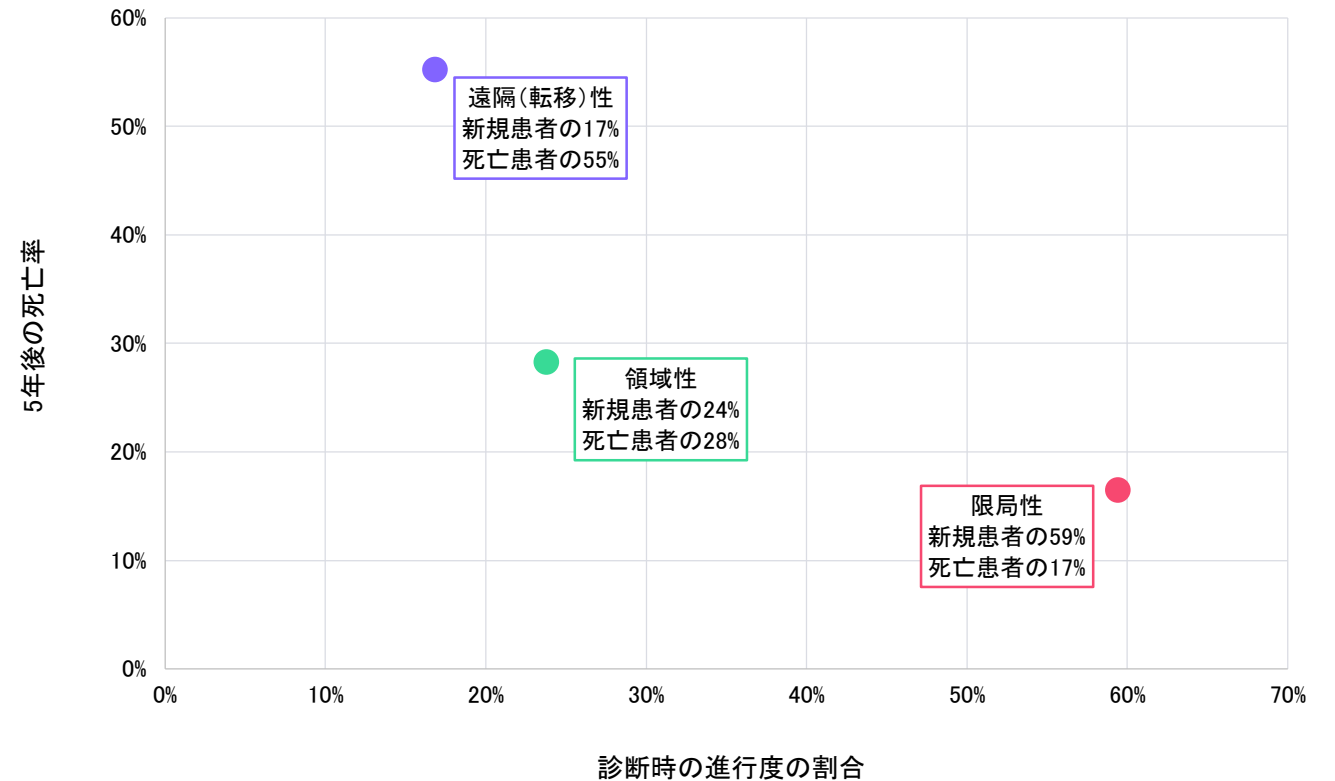
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。



早期の診断により、がん治療に成功可能

- すべての固形腫瘍は、限局性で治療可能なものから、転移性で致死性の高いものへと予測可能な道のを辿ることから、より早期での発見が有効となります。¹
- 転移性がんは、新規患者のうち17%を占めるにとどまりますが、5年間でがんにより死亡した全患者のうち55%を占めています。²
- 加重平均ベースの5年生存率は限局性がんでは89%³ ですが、転移性がんではわずか24%です。²

新規患者のうち少数ながら死亡患者の大部分を占める 遠隔(転移)がん

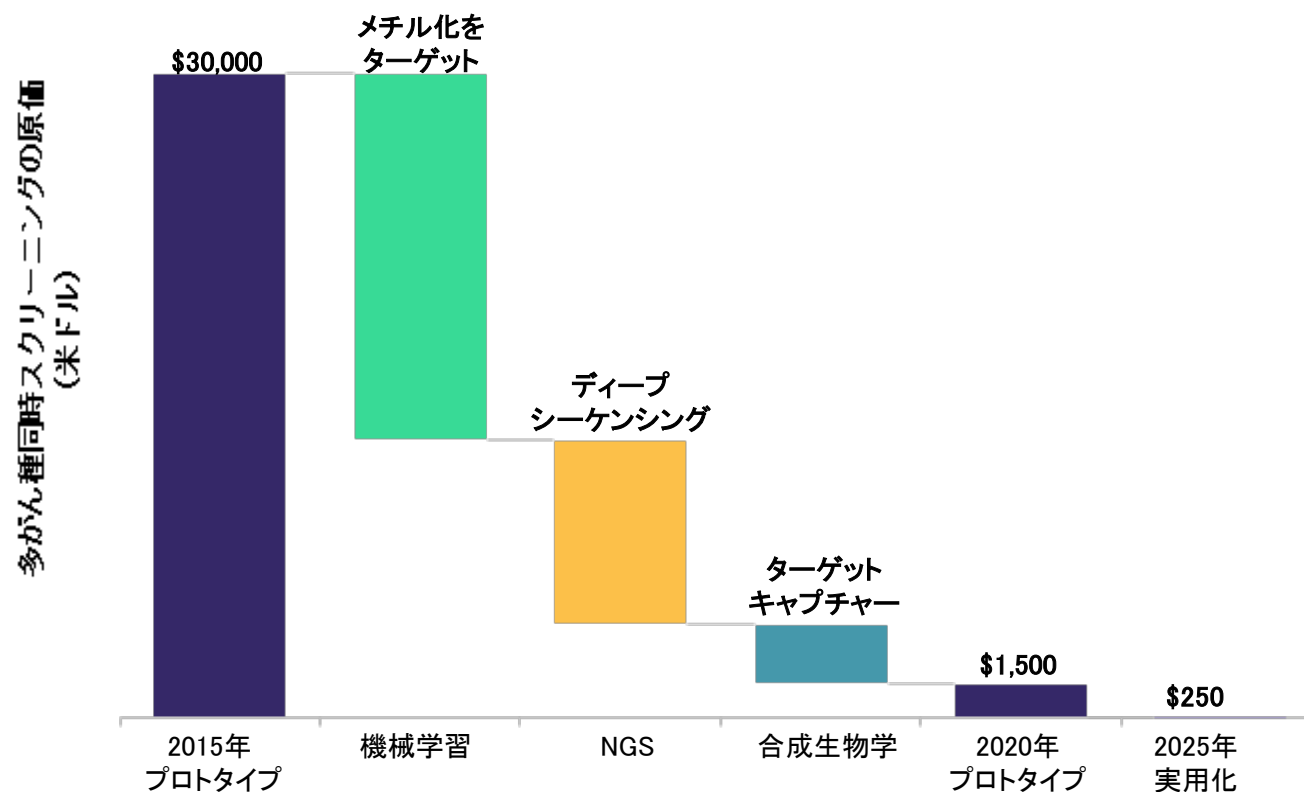




多がん種同時スクリーニングは、 一回の血液検査によって数十種類 のがんを早期発見可能

- 機械学習アルゴリズムにより、体細胞突然変異や血中タンパク質、免疫シグネチャーとともに、より早期発見のための新しく高感度のバイオマーカーとしてDNAメチル化を検出できるようになっています。¹
- 次世代DNAシーケンシング(NGS)の急速なコスト低下がリキッドバイオプシーを可能としています。²
- 合成生物学の進歩により、臨床医は血流のようにノイズの多い環境下で微弱ながんのシグナルを発見しやすくなっています。³

革新的技術の組み合わせによりスクリーニングのコストが低下
(2015-2025年)



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

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

出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | [1] Liu, M.c., et al. "Sensitive and Specific Multi-Cancer Detection and Localization Using Methylation Signatures in Cell-Free DNA." *Annals of Oncology*, vol. 31, no. 6, 2020, pp. 745-759.

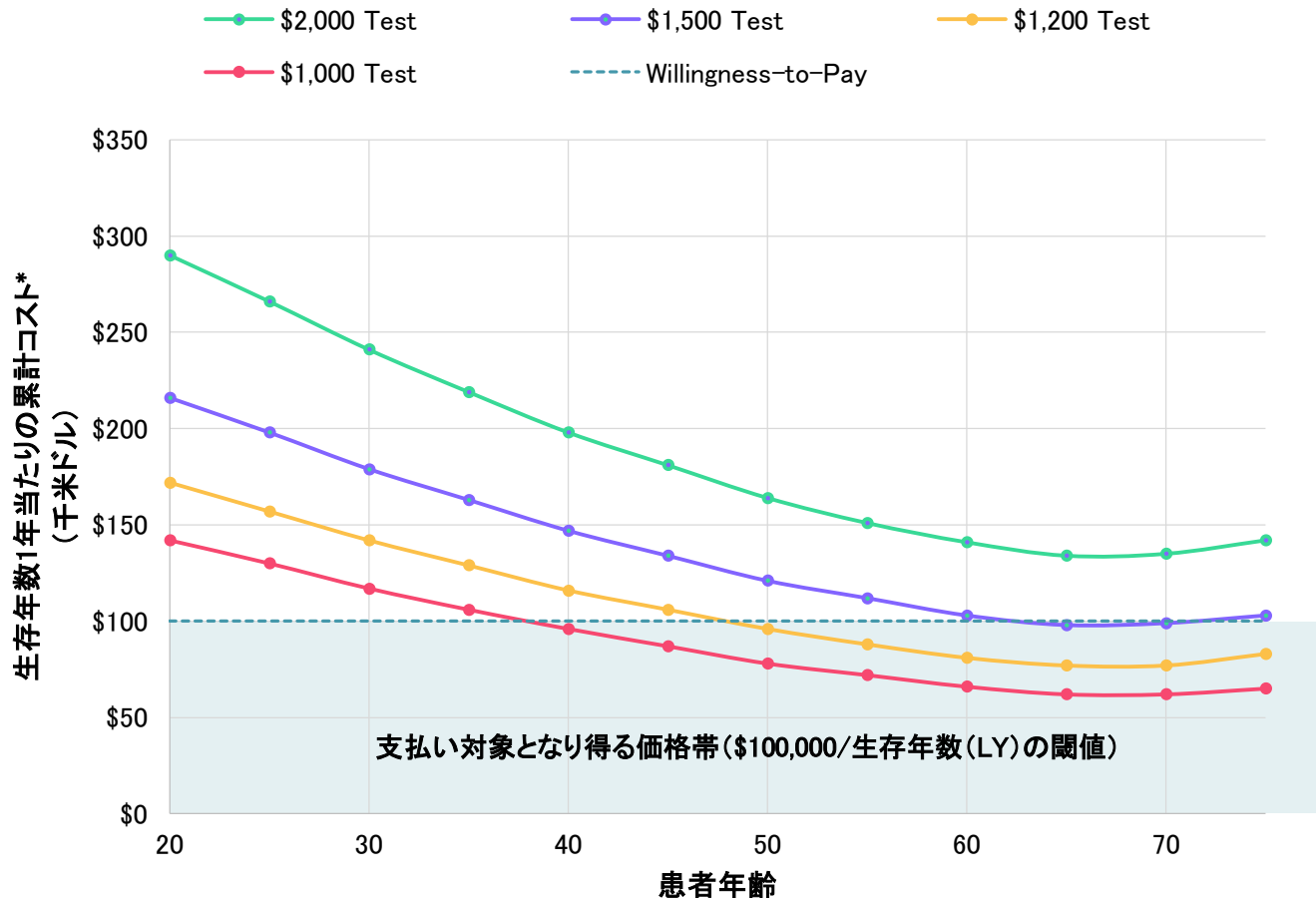
doi:10.1016/j.annonc.2020.02.011 | [2] Illumina. "Illumina Announces the NovaSeq™ 6000 v1.5 Reagent Kit Unlocking Deeper Discoveries with the \$600 Genome." *Illumina*, 2020, www.illumina.com/company/news-center/press-releases/2020/9c48adf5-5b78-4e18-8116-3c7c8b3ad79f.html | [3] Twist Bioscience. "Targeted Methylation Sequencing." *Twist Bioscience*, 2020, www.twistbioscience.com/resources/application-note/targeted-methylation-sequencing



急速なコスト低下により、 多がん種同時スクリーニングは 支払対象となりうる価格帯に 近づいている

- ARKでは、集団規模の臨床有用性データが大幅に増加するなか、価格が1,500米ドルとなれば、がん発症率が最も高まる65～80歳向けの多がん種同時スクリーニング市場が本格的に拡大するとみています。
- 価格が1,000米ドル未満まで低下すれば、40歳以上のほぼすべての年齢グループにおいて費用対効果の高いがんスクリーニングが行なわれるようになり、それによって救われる人の生存年数は米国だけでも合計140万年にのぼる可能性があります。

多がん種同時スクリーニング市場：
コストおよび支払い対象となる価格帯



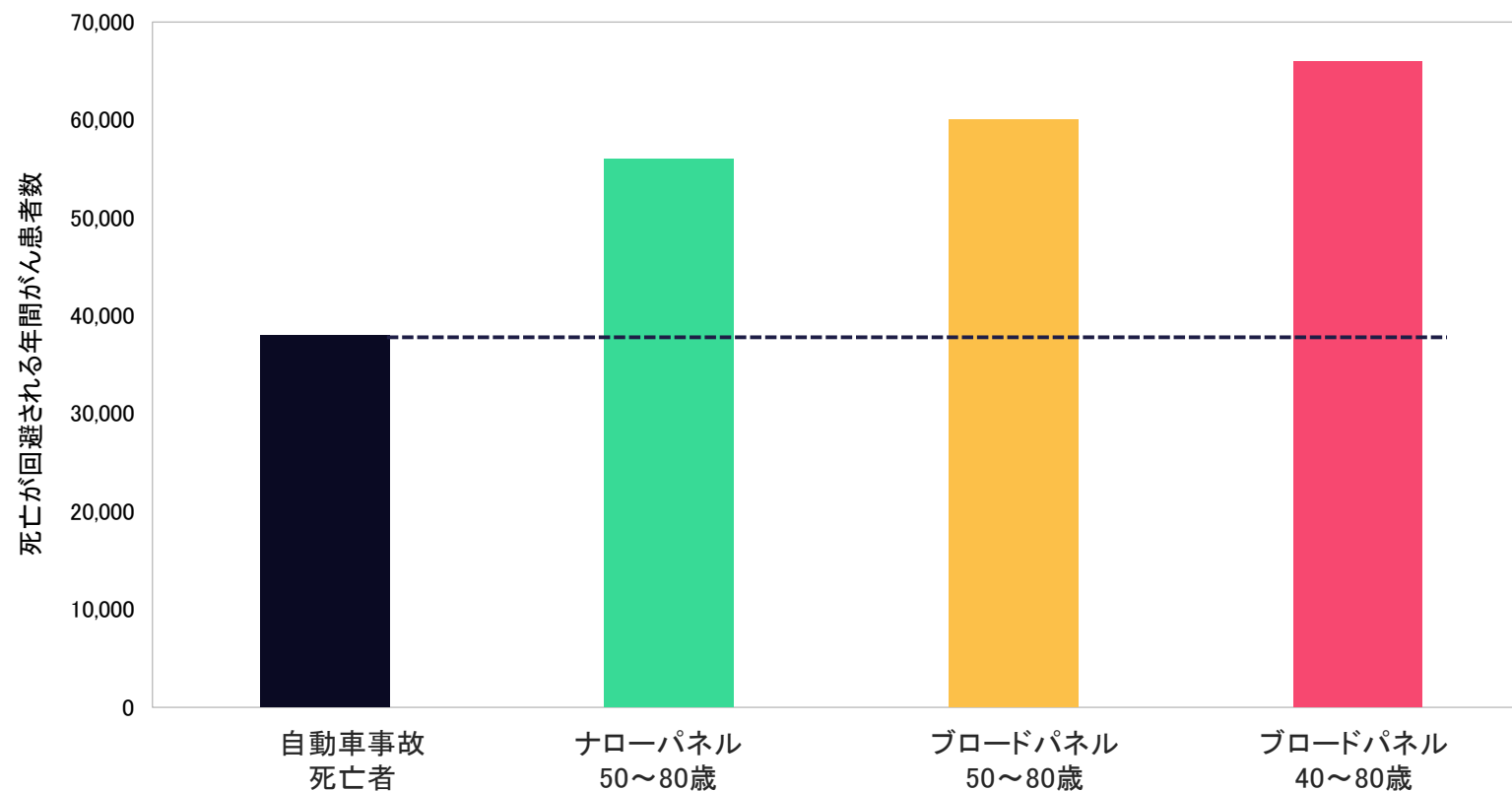
*生存年数は、残された寿命を考慮して死亡率を修正することで測定されています。
上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。
出所: ARK Investment Management LLC., 2020



多がん種同時スクリーニングは米国で年間約66,000人のがん患者の死亡を防ぐ可能性も

- 定期的な血液検査による多がん種同時スクリーニングと、向上している単一がん種のスクリーニングを組み合わせることにより、転移段階まで発見が遅れる患者が40%減少し、局所・領域段階で発見される患者が10%増加することが期待されます。
- ARKの試算によると、がん療法の向上がないとした場合でも、より早期での処置により米国だけでも年間約66,000人のがん患者の死亡を防げる可能性があります。

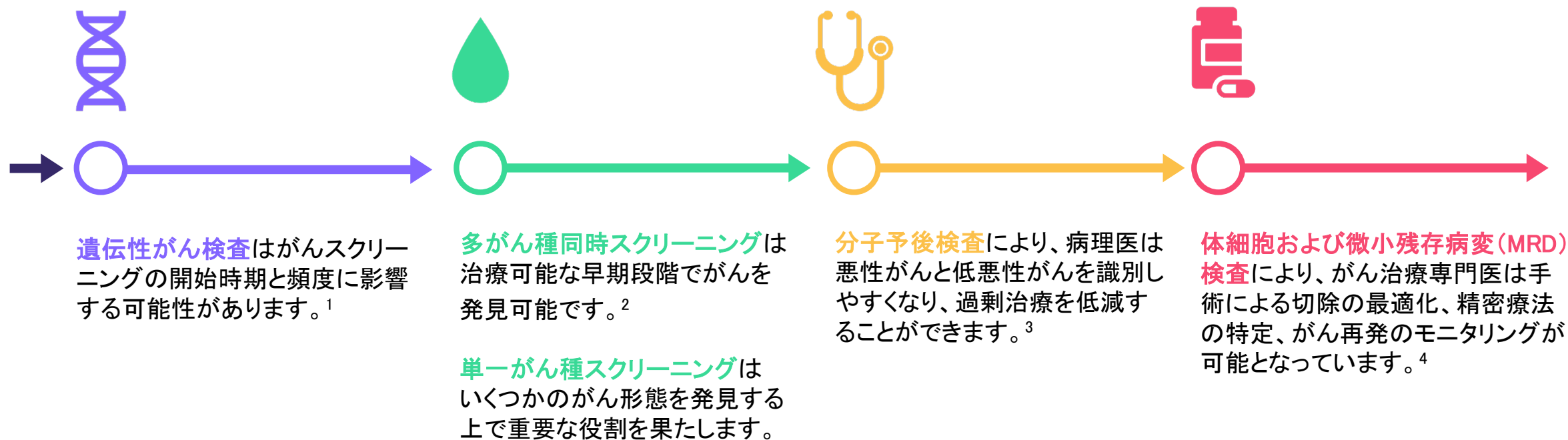
より早期発見で期待されるがん死亡率の減少



注: 対象範囲の狭いナローパネルは限られた種類のがんを検出しようとするもので、通常12種類程度です。対象範囲の広いブロードパネルまたは汎がん種パネルは50種類ものがんを検出しようとするものです。上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| 出所: ARK Investment Management LLC, 2020



多がん種同時スクリーニングなどのゲノム技術によって 変貌を遂げているがん治療



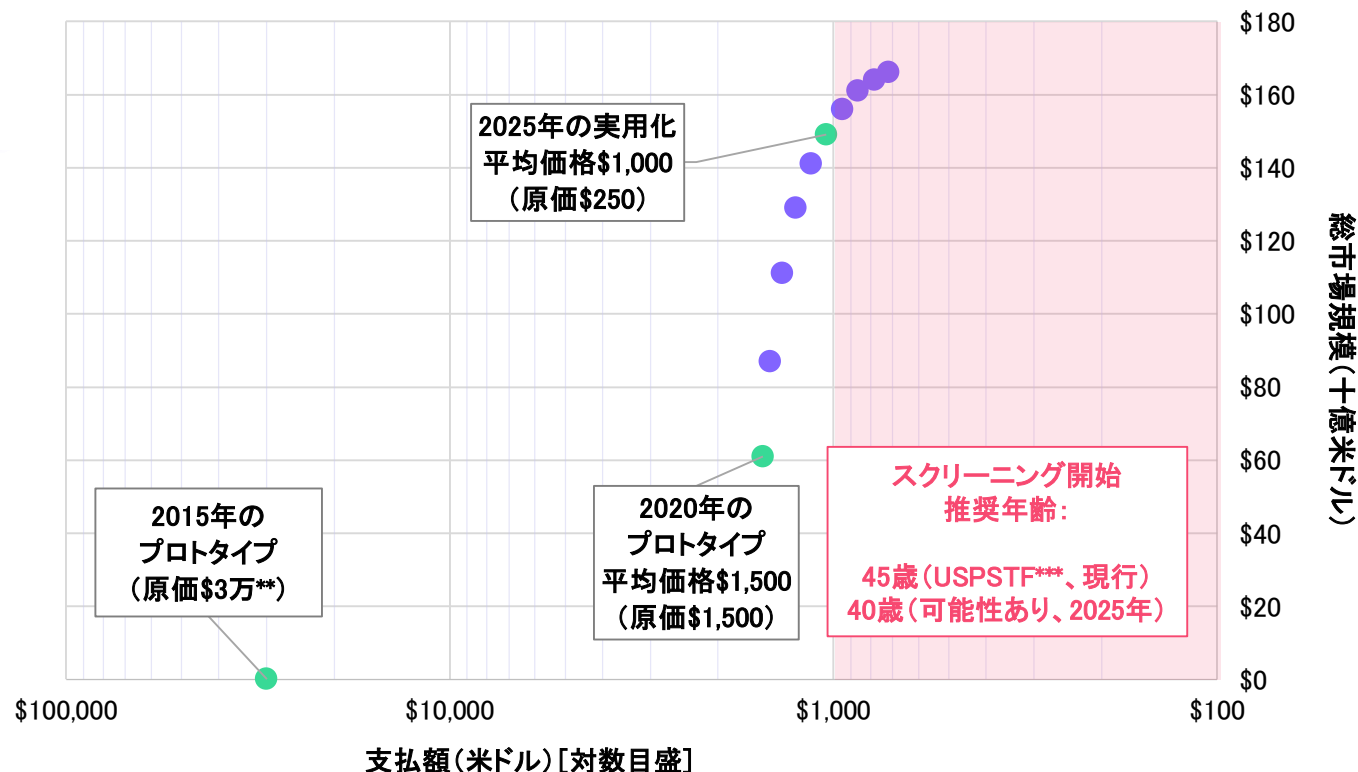


投資機会の規模

単価が1,500米ドルになれば市場の本格的拡大が期待され、単価が1,000米ドルになればがんの死亡率曲線を一変させる可能性も

- 革新的技術の融合により、2015年には3万米ドルだった多がん種同時スクリーニングのコストが今や20分の1の1,500米ドルへと低下しています。ARKの研究によると2025年にはさらに80%減の250米ドルまで低下するとみられます。
- 普及が十分に進んだ場合、多がん種同時スクリーニングは米国だけで1,500億米ドルの市場規模*へ拡大すると考えられます。

ゲノミクス分野で最大級の市場となる可能性を秘めた多がん種同時スクリーニング¹



*1,500億米ドルの市場機会の実現は、多がん種同時スクリーニングや単一がん種スクリーニングを含むあらゆるスクリーニング検査ガイドラインへの患者の遵守水準が高いことを条件としています。スクリーニング検査プロバイダーは、普及を加速させるために償還上限額よりも低い価格設定とし、患者本人による支払いなど他の支払いオプションも可能にするとみられます。また、40歳未満のスクリーニングについては、包括的な生殖細胞系列遺伝子検査の実施が前提条件になると予想しています。| **原価はCOGS (Cost of Goods Sold) を指します。| *** USPSTF: 発表された研究論文をレビューし、スクリーニング検査やカウンセリング、予防接種、薬剤などの予防医療方法について推奨を行なうボランティアの医療専門家集団です。| 上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。



第2世代の細胞・遺伝子療法

細胞・遺伝子療法は初期段階にあります

- 第2世代の細胞・遺伝子療法では以下のシフトが起これると考えられます。
 - 液性腫瘍から固形腫瘍へ
 - 自家細胞から他家細胞での治療法へ¹
 - ex vivo(体外)からin vivo(体内)での遺伝子編集へ²
- 細胞・遺伝子療法の新たなイノベーションにより、がん治療の総市場規模は20倍超に増加する可能性があります。

15

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

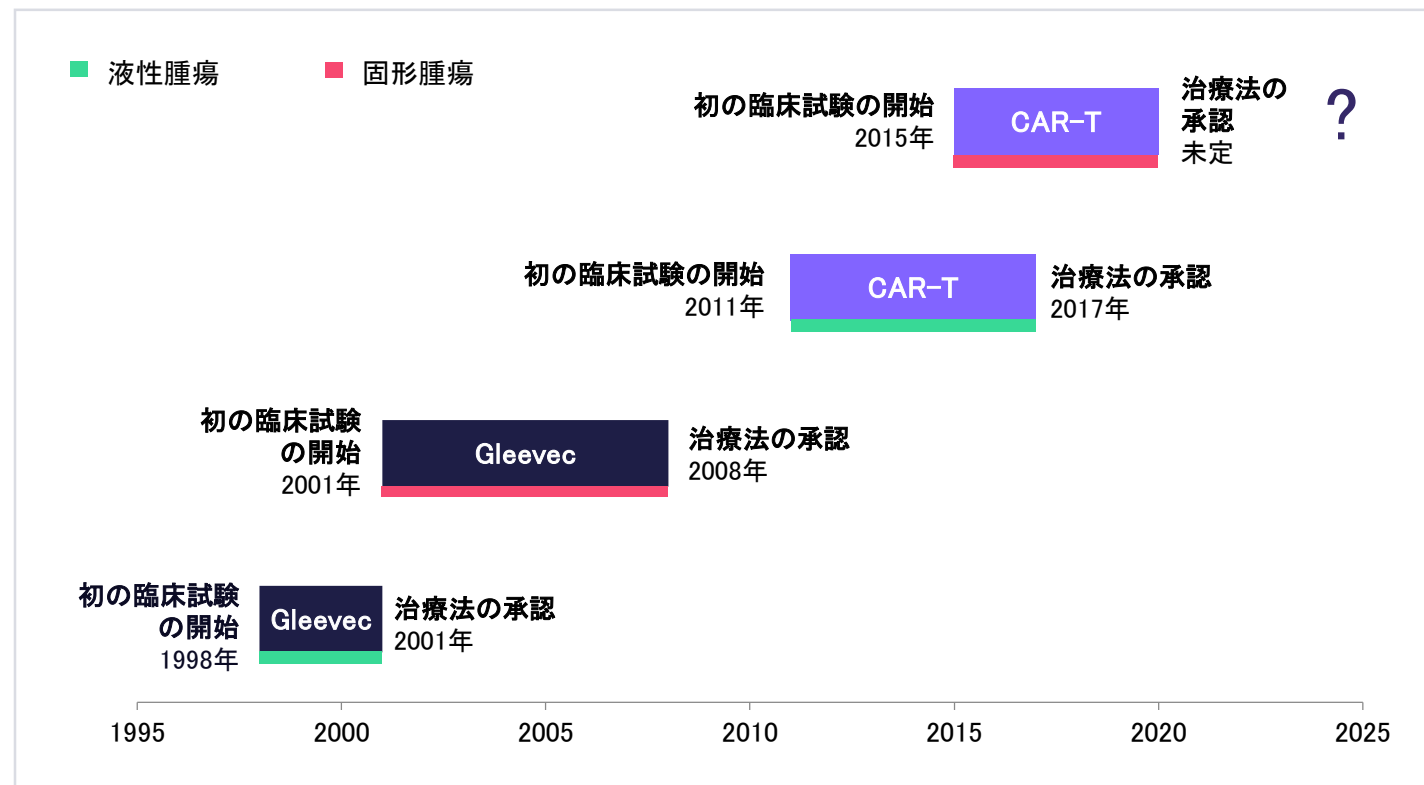
[1] 自家細胞療法は、個人の細胞を用いた新しい治療介入であり、自らの細胞が体外で培養・拡大され、体内へ再導入されるものです。他家細胞療法は、ドナーの細胞を用いて多数の患者を治療する療法です。| [2] ex vivo(体外)遺伝子療法とは、標的とする細胞を患者から取り出し、その細胞にin vitro(試験管内)で遺伝子療法を行なってから患者の体内へ戻すというものです。in vivo(体内)遺伝子療法とは、患者に直接的に遺伝子療法を行なうもので、標的遺伝子は患者の体内にとどまったままです。



液性腫瘍から固形腫瘍へシフトしつつあるがん治療

- 通常、がん療法は初めに液性腫瘍で試験が行なわれますが、診断されたがんの88%¹を占めるのは固形腫瘍です。
- 米国食品医薬品局 (FDA) が承認した経口化学療法薬 Gleevec は、承認されるまでの試験期間が10年間に及びましたが、うち7年間は固形腫瘍での試験に費やされました。このスケジュールによると、FDA は2025年に固形腫瘍を適応症とする初の CAR-T 療法を承認する可能性があるとして示唆されます。
- 人工知能 (AI)、遺伝子編集、次世代シーケンシング (NGS) のおかげにより、新療法開発の失敗率が低下して上市までの期間が短縮され、承認ペースが加速する見込みです。

がん療法の臨床試験開始から承認までの期間



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。投資助言を提供するものでも、特定の銘柄の売買や保有を推奨するものでもなく、説明のみを目的としたものです。| [1] Dunn, Barbara. "Cancer: Solving an Age-Old Problem." Nature News, Nature Publishing Group, 29 Feb. 2012, www.nature.com/articles/483S2a | 出所: ARK Investment Management LLC, 2020 | The US National Library of Medicine ClinicalTrials.gov; Nature News, Nature Publishing Group, www.nature.com/scitable/topicpage/gleevec-the-breakthrough-in-cancer-treatment-565/ | A Brief History of CAR-T Cells: From Laboratory To The Bedside, Styczyński, Jan. "A brief history of CAR-T cells: from laboratory to the bedside". Acta Haematologica Polonica 51.1 (2020): 2-5. <https://doi.org/10.2478/ahp-2020-0002> | Imatinib In Chronic Myeloid Leukemia: An Overview; Sacha, Tomasz. "Imatinib in Chronic Myeloid Leukemia: an Overview." Mediterranean Journal of Hematology and Infectious Diseases, Università Cattolica Del Sacro Cuore, 2 Jan. 2014, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3894842/ | Cancer Facts & Figures 2020, American Cancer Society, <https://www.cancer.org/research/cancer-facts-statistics/all-cancer-facts-figures/cancer-facts-figures-2020.html>



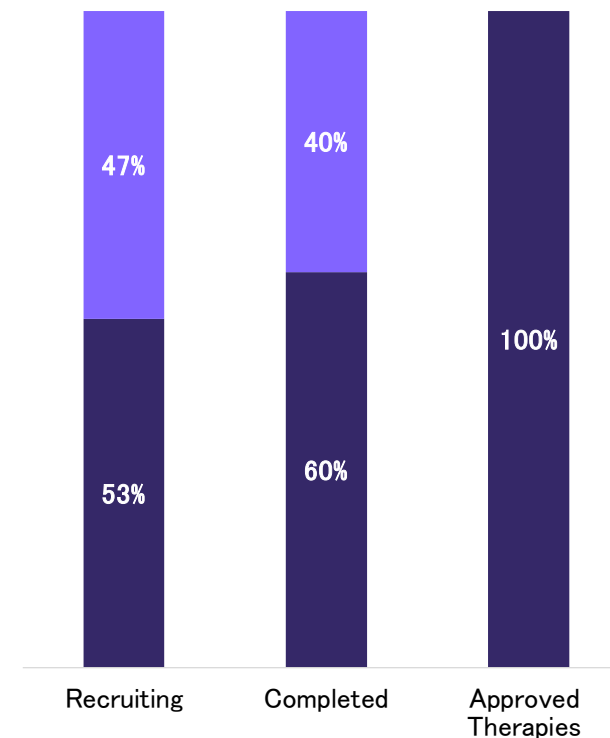
自家細胞療法から他家細胞療法へとシフトしつつあるがん臨床試験

- 他家細胞療法は「off the shelf」(既製品)、つまり他人から提供された細胞を用いる一方、自家細胞療法は患者自身の細胞を編集するものです。
- 他家細胞療法に伴うリスクの1つは、患者の免疫系が新たな遺伝子改変済み細胞を攻撃してしまう移植片対宿主病です。こうしたリスクはあるものの、他家細胞は、がんのより早期での治療を促進し、治療コストを一桁低下させる可能性があります。
- 現在行なわれている遺伝子療法の臨床試験のうち、完了したものの40%、被験者募集段階にあるものの47%を他家細胞療法が占めています。ARKでは、他家細胞療法の臨床試験へのシフトは今後も続くとみています。

	自家細胞療法	他家細胞療法
コスト (米ドル)	\$10万超	\$10万未満
拡張性		✓
拒絶反応 リスクなし	✓	
製品の均一性		✓
再投与が可能		✓
治療対象を重篤患者へ拡大		✓

自家細胞療法と他家細胞療法 臨床試験の内訳

■ Autologous ■ Allogeneic



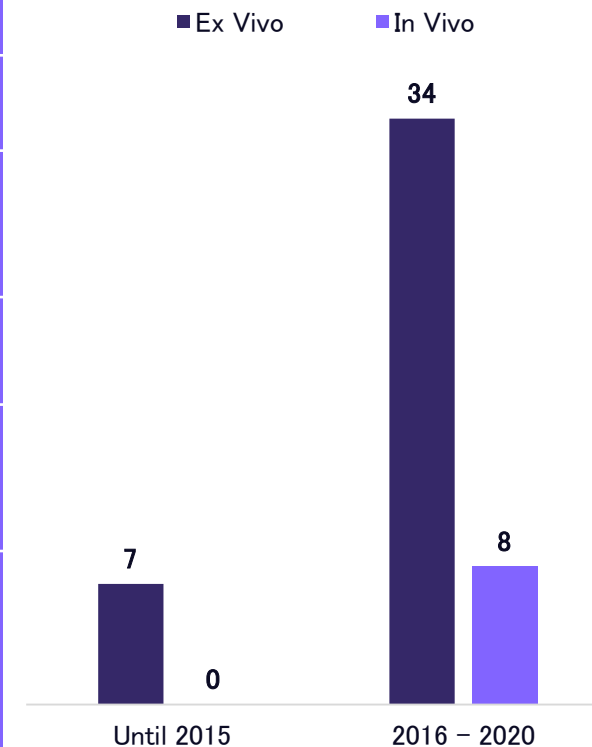


遺伝子療法はex vivoからin vivoでの遺伝子編集にシフトする可能性も

- ex vivo遺伝子療法は、患者の細胞を体外で改変してから患者に移植し直します。in vivo遺伝子療法は患者の細胞を体内で改変します。
- ex vivoと異なり、in vivo療法は遺伝子編集した細胞を導入前にチェックすることができません。しかし、in vivoでの遺伝子療法はより費用対効果が高いほか、製造や増産もより容易です。また、肝臓や眼、中枢神経系(CNS)、筋肉などより幅広い分野の疾患を治療対象とすることができます。

	Ex Vivo	In Vivo
コスト(米ドル)	より高い	より低い
拡張性		✓
導入前に遺伝子編集済み細胞をチェック可能	✓	
製品の均一性		✓
毒性のない前処置		✓
治療可能な疾患の対象を拡大(筋疾患など)		✓

有効なゲノム編集ツールの臨床試験件数



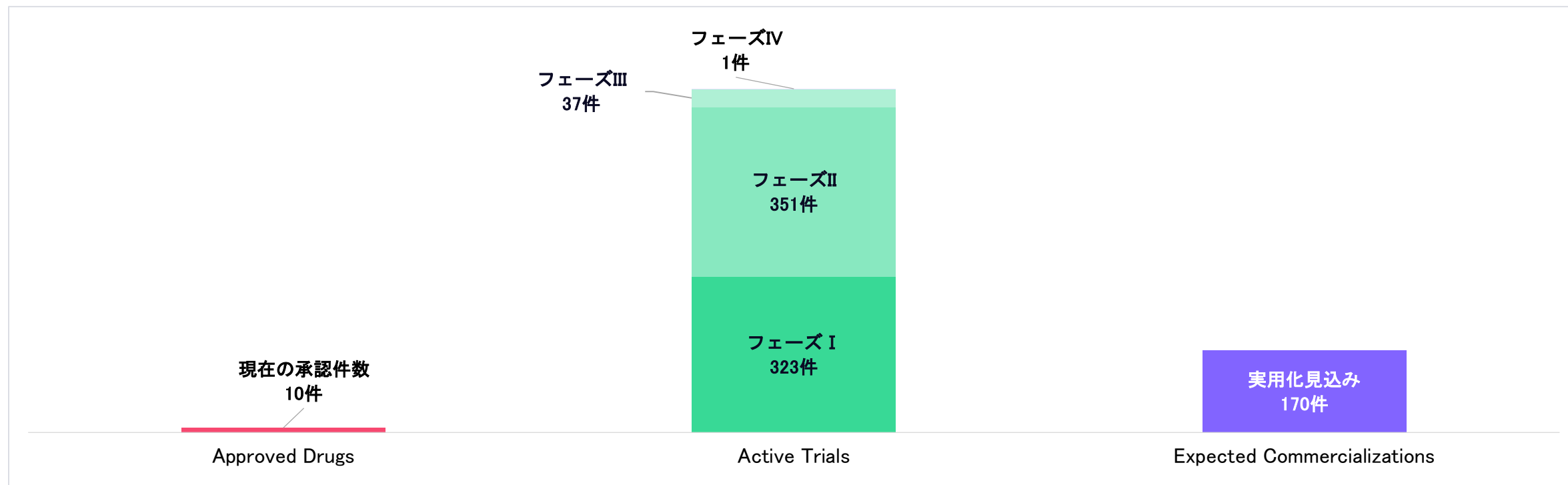


遺伝子療法や遺伝子編集の臨床試験件数は2010年以降5倍に増加

現在までにおいて、FDAが承認した遺伝子療法はわずか10件です。2020年末現在において、712件の遺伝子療法の臨床試験が進行中で、うち238件は2020年に開始されました。

通常の臨床試験失敗率を当てはめた場合、今後10年間で約170件の遺伝子療法が承認され、実用化¹されるとみられます。

遺伝子療法の発展の段階



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。| [1] 実用化見込み件数には、成功率が上昇するとの見通しが反映されています。従来¹の失敗率を当てはめた場合の予想実用化件数は134件となります。

出所: ARK Investment Management 2021 | FDA Approved Cellular and Gene Therapy Products, <https://www.fda.gov/vaccines-blood-biologics/cellular-gene-therapy-products/approved-cellular-and-gene-therapy-products> and <https://clinicaltrials.gov/>



投資機会の規模

ARKの試算によると、他家遺伝子療法および細胞免疫療法の累計売上高は2,500億米ドルにのぼる可能性も

- 腫瘍浸潤性リンパ球療法(TIL療法)、遺伝子改変T細胞療法(TCR療法)、CAR-T細胞療法などの細胞免疫療法の革新により、その総市場規模は300億米ドル拡大し、現在の130億米ドルの約3倍の規模に達する可能性があります。
- 他家細胞療法は早期がんへの適用がより容易であり、総市場規模を700億米ドル増加させる可能性を秘めています。
- 細胞療法の革新と他家細胞療法の組み合わせにより、がん遺伝子療法の総市場規模はさらに1,500億米ドル増加し、現在の約20倍となる2,600億米ドルを超える可能性があります。
- in vivo遺伝療法は、遺伝子編集によりやがて数千種類もの希少疾患の治療を可能にすると期待されます。

液性腫瘍および固形腫瘍の総市場規模



上記の予測は、限定的なものであり、その信頼性を保証するものではありません。

出所: ARK Investment Management 2021 | BCC Research Blood Cancer Therapeutics, <https://www.bccresearch.com/market-research/pharmaceuticals/blood-cancer-therapeutics-markets-report.html> | Global Solid Tumor Therapeutics Market Size 2020, <https://www.marketgrowthreports.com/global-solid-tumor-therapeutics-market-16188814>

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



©2021–2025, 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.

The MSCI World Index is a free-float weighted equity index. It was developed with a base value of 100 as of December 31, 1969. MXWO includes developed world markets, and does not include emerging markets. MXWD includes both emerging and developed markets. **The MSCI US REIT Index** is a price-only index, which MSCI began calculating on June 20, 2005. Previously, this index (then known as the Morgan Stanley REIT Index) was calculated and maintained by the AMEX. The AMEX began calculating the index with a base level of 200, as of December 30, 1994. **MSCI Global Currency Index:** The total return reflects the currency appreciation/depreciation of the currencies included in the currency index relative to the home currency and interest accruing from holding the currencies. **The Bloomberg Barclays US Aggregate Bond Index** is a broad-based flagship benchmark that measures the investment grade, US dollar-denominated, fixed-rate taxable bond market. The index includes Treasuries, government-related and corporate securities, MBS (agency fixed-rate pass-throughs), ABS and CMBS (agency and non-agency). (Future Ticker: I00001US). **The S&P 500®** is widely regarded as the best single gauge of large-cap U.S. equities and serves as the foundation for a wide range of investment products. The index includes 500 leading companies and captures approximately 80% coverage of available market capitalization. **SPDR Gold Shares** is an investment fund incorporated in the USA. The investment objective of the Trust is for the Shares to reflect the performance of the price of gold bullion, less the Trust’s expenses. The Trust holds gold and is expected from time to time to issue Baskets in exchange for deposits of gold and to distribute gold in connection with redemptions of Baskets.

ARK Investment Management LLC

- 当資料は、ARK Investの「Big Ideas 2021」の日本語訳版です。日興アセットマネジメントが情報提供を目的として作成したものであり、特定ファンドの勧誘資料ではありません。また、弊社ファンドの運用に何等影響を与えるものではありません。なお、掲載されている見解および図表等は当資料作成時点のものであり、将来の市場環境の変動等を保証するものではありません。
- 投資信託は、値動きのある資産(外貨建資産には為替変動リスクもあります。)を投資対象としているため、基準価額は変動します。したがって、元金を割り込むことがあります。投資信託の申込み・保有・換金時には、費用をご負担いただく場合があります。詳しくは、投資信託説明書(交付目論見書)をご覧ください。
- 個別銘柄について言及していますが、当該銘柄について売買を推奨するものでも、将来の価格の上昇または下落を示唆するものでもありません。また、当社ファンドにおける保有・非保有および将来の銘柄の組入れまたは売却を示唆・保証するものでもありません。