



チェス盤の後半

テクノロジー・プラットフォームの
融合がマクロ経済の大幅な成長
加速につながっています

Brett Winton

チーフ・フューチャリスト





加速度的成長を促進している5つのイノベーション・プラットフォーム

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應していくにつれ、**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。企業構造も変化していく可能性があります。

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、電化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。

マルチオミクス

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。**マルチオミクス技術**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。豊富なマルチオミクスデータを取り入れ、**プログラマブル生物学**を駆使するAIシステムによって実験が自動化されることで、新薬の発見・開発・試験にかかるコストが急激に低下し、低迷してきた同セクターの収益性を一変させる可能性があります。生体機能が解明されていくことにより、希少疾患や慢性疾患を標的として根治をもたらす新しい**精密治療**の発見が促され、大きな経済的価値を実現するとみられます。いずれ、新しい生体構造物の設計・合成により、農業、素材化学、延いては演算の進化を生み出していくことになるでしょう。

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、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および太陽光発電や小型原発に代表される**分散型発電**と組み合わせることでエネルギー分野の変貌をもたらす、液体燃料の代わりに電気が用いられるようになり、システム全体のレジリエンス（強靱性）や信頼性、生産力が高まっていくとみられます。

ロボティクス

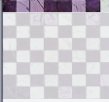
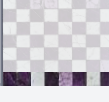
人工知能がカタリストとなり、**人型ロボット**は人間と並んで働いて従来型インフラを操縦し、製品の製造方法や販売方法、ゆくゆくは人々の家での過ごし方を変えていくとみられます。**3Dプリンティング**は、製造業のデジタル化に貢献し、最終用途部品の性能と精度を高めるだけでなく、サプライチェーンの耐久性も高めてくれるとみられます。一方、世界最速のロボットである**再利用型ロケット**によって衛星コンステレーションの打ち上げコストが低下し続け、途切れることのない通信接続や地球観測が実現される見通しです。ロボティクスは初期段階にあるイノベーション・プラットフォームですが、極超音速移動によって長距離輸送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



複利効果が本格化するのはチェス盤の後半

伝説上、6世紀に存在したインドの王への助言役が、チェスを発明した報酬を求める際に言ったとされる言葉:

「陛下、私は多くは求めません。チェス盤の最初のマスに1粒だけ麦を、そして次のマスに行く毎に2倍の麦を置いて行ったださるだけで結構です。」

列	2倍	小麦粒	価値	演算性能が 同水準の複利効果を達成した年
	8	128粒	小麦小さじ2杯	1975
	16	65,000粒	パン9斤	1983
	24	1,700万粒	食糧4年間分	1998
	32	40億粒	金7ポンド	2008
	40	1兆粒	金1トン	2018
	48	300兆粒	西暦600年のインドGDPの20%	2023
	56	7京粒	西暦600年の世界GDPの50倍	2027予
	64	1,800京粒	2024年の世界GDPの9倍	2030予

言い伝えによれば、その報酬に同意したとき、インドの王はそれがまったく妥当だと考えていました。しかし、チェス盤の6列目に達するまでにインドの国庫を使い果たしてしまい、それでも支払い終わったのは請求額のわずか0.001%程度だったのです。

現在、演算性能は、チェス盤の6列目までに相当する進歩を遂げています。2018年にAIサイクル入りした際、コンピュータの演算性能倍増回数は40回を超え、2023年には48回を超えました。2020年代の終わりには、AI分野の加速のおかげで、チェス盤の最後のマスに到達する可能性があります。

注: 「GDP」は国内総生産の略で、世界GDPは世界総生産を意味します。出所: ARK Investment Management LLC, 2025 ARKによる上記分析は2024年12月31日現在のKurzweil 2006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。当該データ等については、リクエストに応じて提供可能な場合があります。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の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。また、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。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。

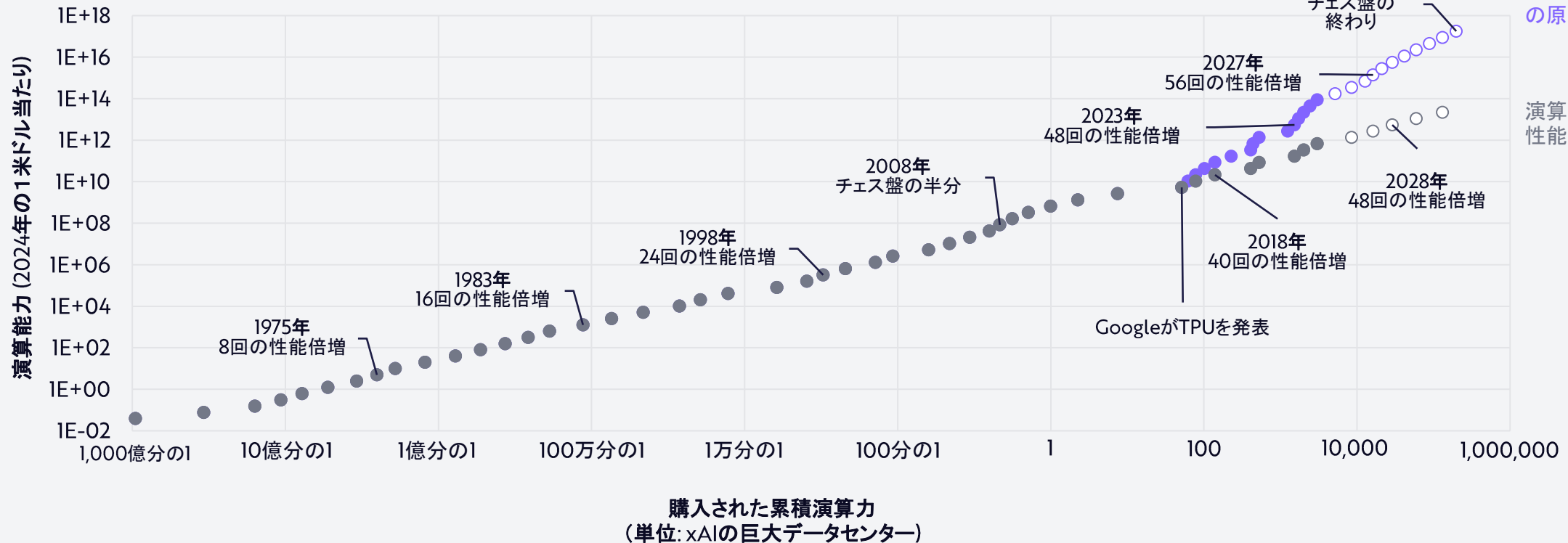


AIによって性能倍増ペースが加速中、 迫りつつあるチェス盤の終わり

主にAIシステムのアーキテクチャの改良により、AIの1米ドル当たりの演算性能は2030年までに**1,000倍以上**に改善する見通しです。その時点で、集積回路が登場して以来64回目となる演算性能の倍増を迎えると予想しています。

集積回路の性能向上曲線

各丸印は1回の性能倍増を表します
中が塗りつぶされていない丸印は予測

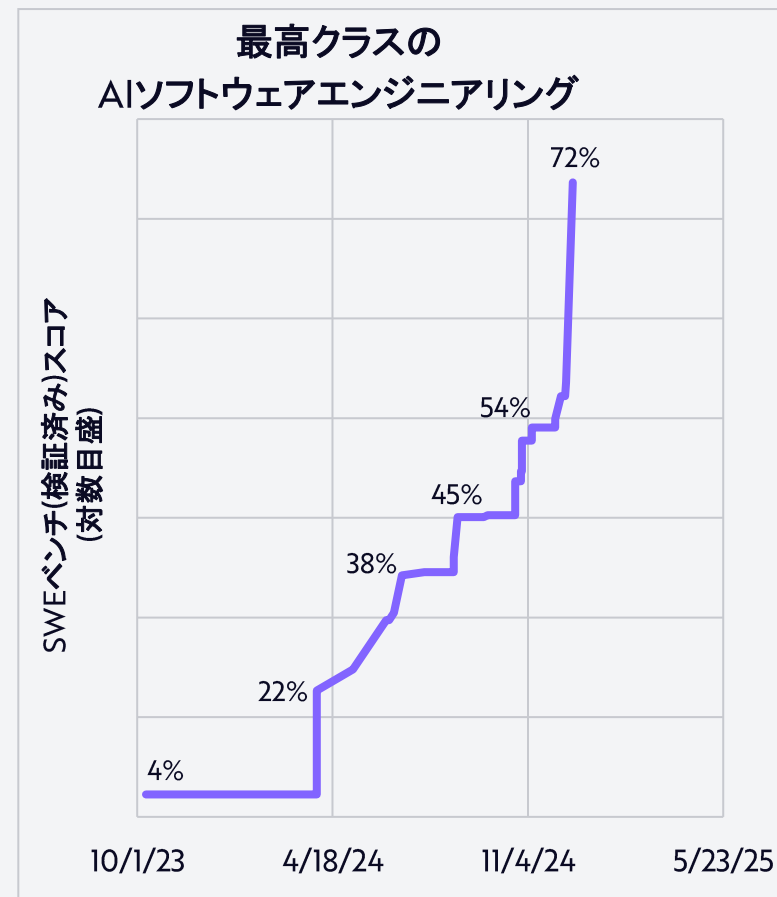
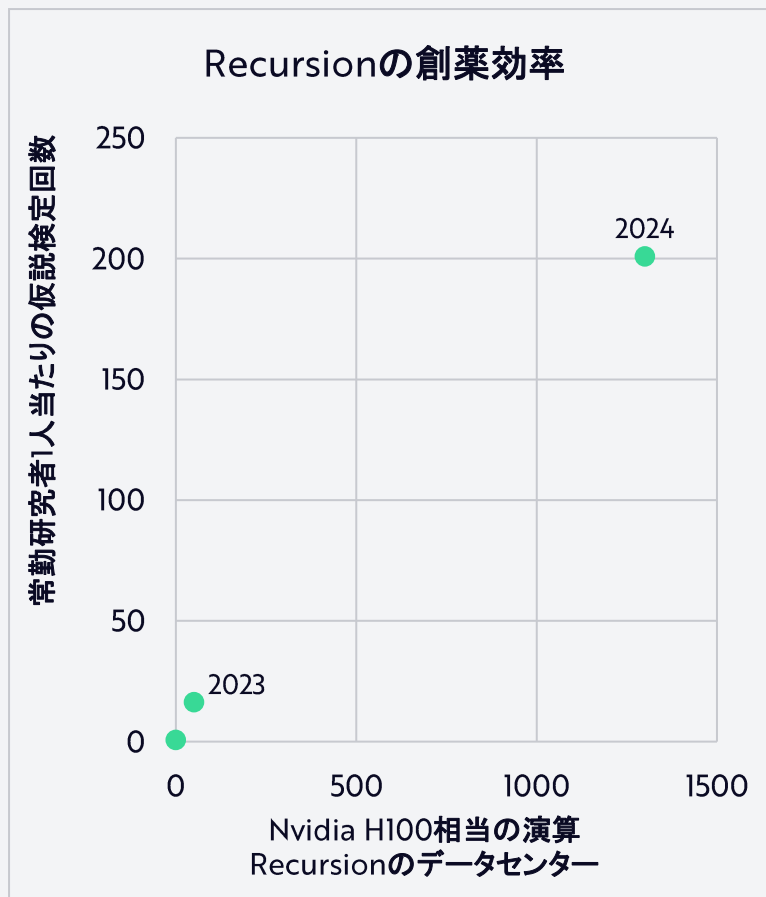


注: 上記チャートのY軸に表示されている「2024年ドル当たりの演算能力」は、1秒当たり1,000回を1単位としてドルで購入可能な演算回数という単一の評価基準で測定した指標です。AIの演算性能については、ARKのResearchによるドル当たりのAIアーキテクチャ性能向上率によって、演算へのインパクトが上方に調整されています。非常に大きな数値となっているため、科学的な表記方法(「1E+21」は1のあとにゼロが21個続くことを意味)を用いています。出所: ARK Investment Management LLC, 2025 ARKによる上記分析は2024年12月31日現在のKurzweil 2006及びJuvetson 2024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。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。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。



AIの進歩によって実現が見込まれる巨大な市場機会

AIが引き続き加速していくにつれ、ロボタクシーが急増し、医薬品開発にかかる期間が大幅に短縮されてコストも大きく低下し、AIエージェントがソフトウェアエンジニアリングにおける課題を自律的に解決して24時間体制でシステムの監視・修正を行なうようになるとみられます。



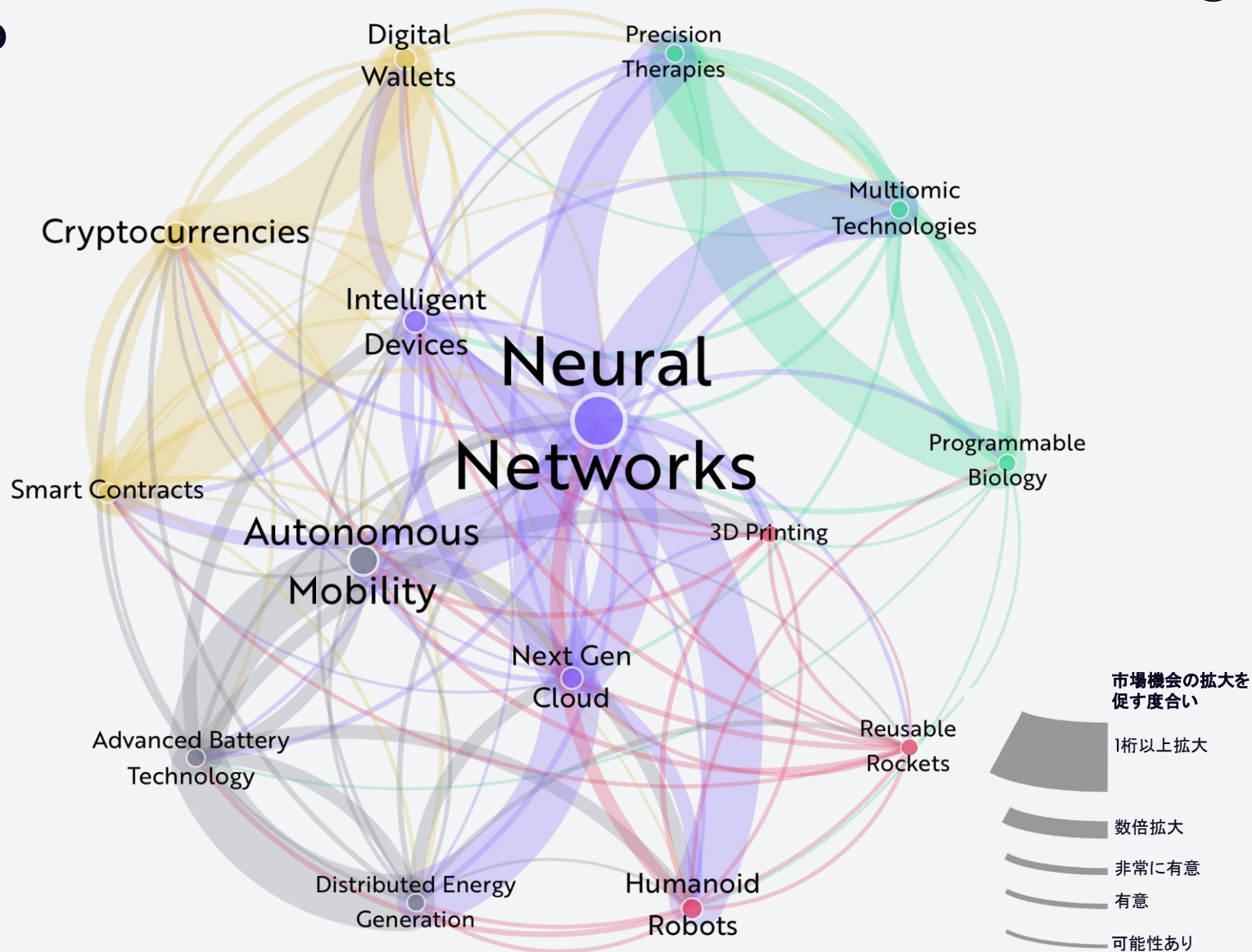
*推計値 注:「FSD」は完全自動運転(Full Self-Driving)の略です。SWEベンチとは、システムがGitHubの問題を自動で解決する能力をテストするためのデータセットです。このデータセットには、人気のある12のPythonリポジトリから2,294組のIssueとそれに対応するPull Requestのペアが収集されています。評価は、Pull Request (PR) 後の振る舞いを参照解として用いる単体テストによる検証によって行なわれています。Jiminez(2024)を参照。出所: ARK Investment Management LLC, 2025 ARKによる上記分析は2024年12月31日現在のTesla、Recursion、SWEbench.com及びOpenAI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、リクエストに応じて提供可能な場合があります。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の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。また、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。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。



融合することで加速が進んでいる テクノロジー革命

ARKでは、それぞれのテクノロジーがイノベーション・プラットフォーム間の触媒として機能している度合いを測定しています。プラットフォーム間の融合が進んでおり、ネットワーク密度は過去1年間で30%高まっています。

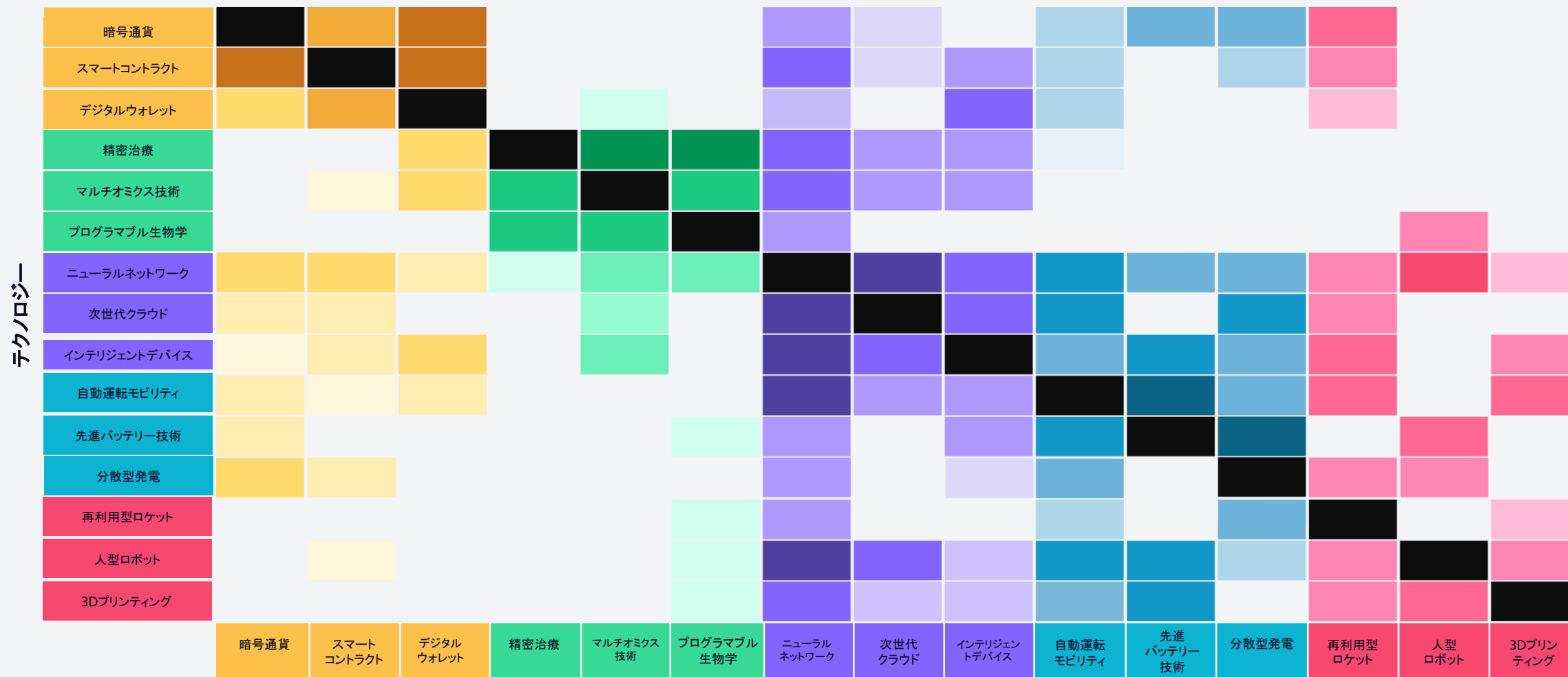
AIは、**精密治療**や**マルチオミクス技術**の価値を引き出していく上で一段と重要な存在となりつつあります。**スマートコントラクト**のエコシステムは、自律型AIエージェントを調整して能力に磨きをかけることができる実験環境の役割を果たしています。**次世代クラウド**による電力需要の高まりを受けて、分散型発電の開発スケジュールが前倒しされています。



注「ネットワーク密度」とは、ノード(上図における各点)間における相互のつながりの度合いをその潜在的な最大値と比較し測定したものです。ARKのResearchにおいては、仮にすべてのテクノロジーが他のテクノロジーの触媒として機能して1桁以上の価値拡大を促すと予想される場合、完全に相互につながったネットワークとみなされます。出所: ARK Investment Management LLC, 2025ARKIによる上記分析は2024年12月31日現在の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、リクエストに応じて提供可能な場合があります。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。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。



ニューラルネットワークの加速が その他すべての破壊的テクノロジーを加速させている



カタリストになるテクノロジー



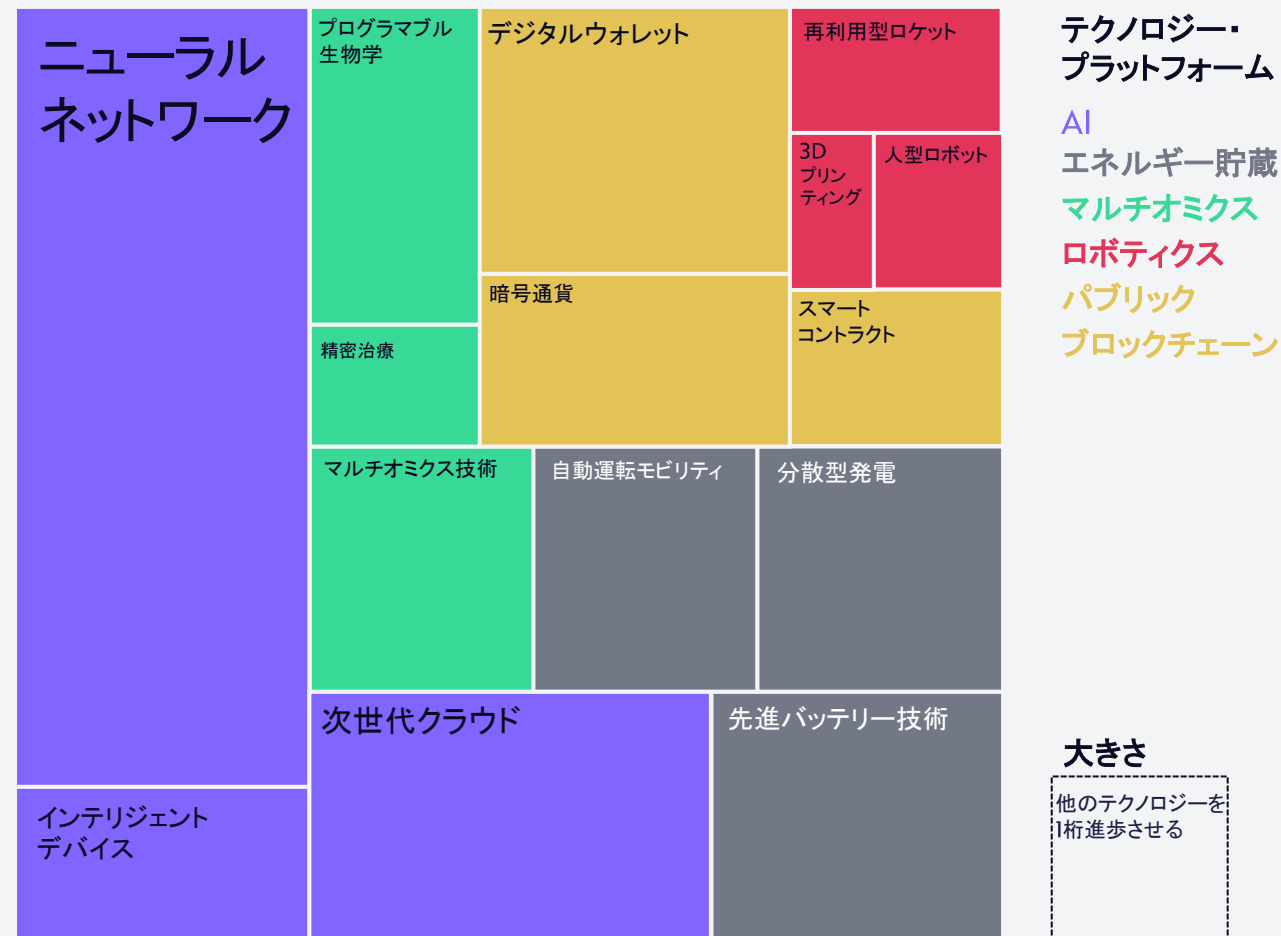
AI、エネルギー貯蔵、パブリックブロックチェーンの進歩がテクノロジー全体の進歩のペースを左右

破壊的テクノロジーのなかでも最も重要なカタリストは、**ニューラルネットワーク**です。

ARKの研究によると、ニューラルネットワークが進化することで他の14のテクノロジーのうち6つの価値が少なくとも1桁増大することになり、**次世代クラウド**、**インテリジェントデバイス**、**自動運転モビリティ**、**人型ロボット**、**精密治療**、**マルチオミクス技術**の市場が大幅に拡大していくとみられます。

AIが牽引するテクノロジー革命は、劇的な生産性向上をもたらし、経済成長の格段の加速につながるとみられます。

カタリストとしてのテクノロジーの重要度





テクノロジーの転換点がGDPの転換点へとつながる見込み

マクロ経済の基調的な成長率に構造的変化が生じることは歴史的法則であって、例外ではありません。

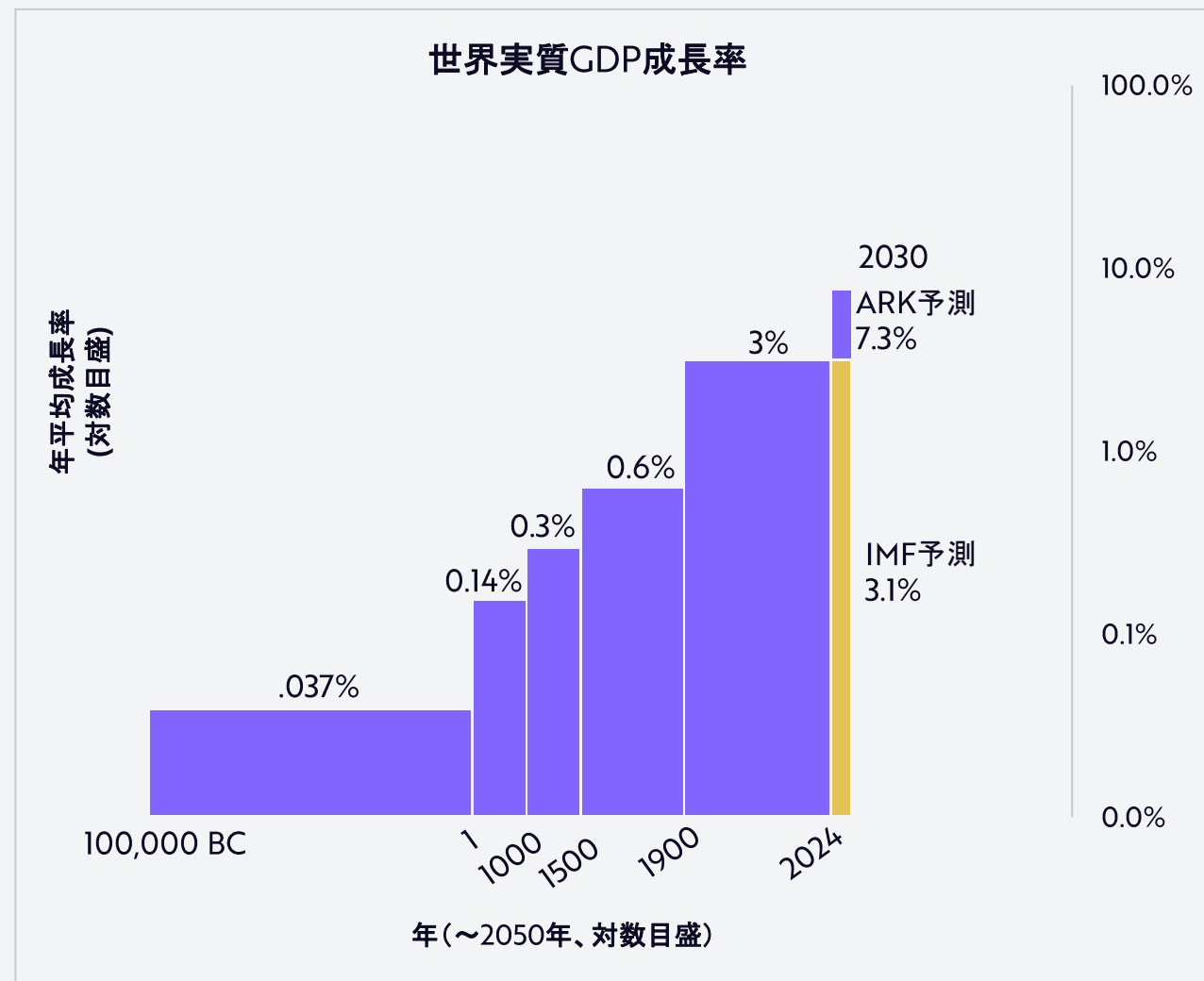
10万年間にわたる経済停滞を経て西暦1年から1000年までは、文字などに代表される様々な革新を受けて数々の帝国の下で大陸間につながりがもたらされ、実質成長率が4倍に上昇しました。

農業技術の革新が起こると、人口増加や労働の分業化が実現し、1500年までの成長率は年率0.3%へと倍増しました。

1900年までの400年間は、啓蒙思想や産業革命が世界中に広がるなか、年間GDP成長率が再び2倍となって0.6%に達しました。

電化、自動車、電話に代表される第二次産業革命が近代化をもたらし、過去125年間の平均成長率はそれまでの5倍となる3%へと加速しました。

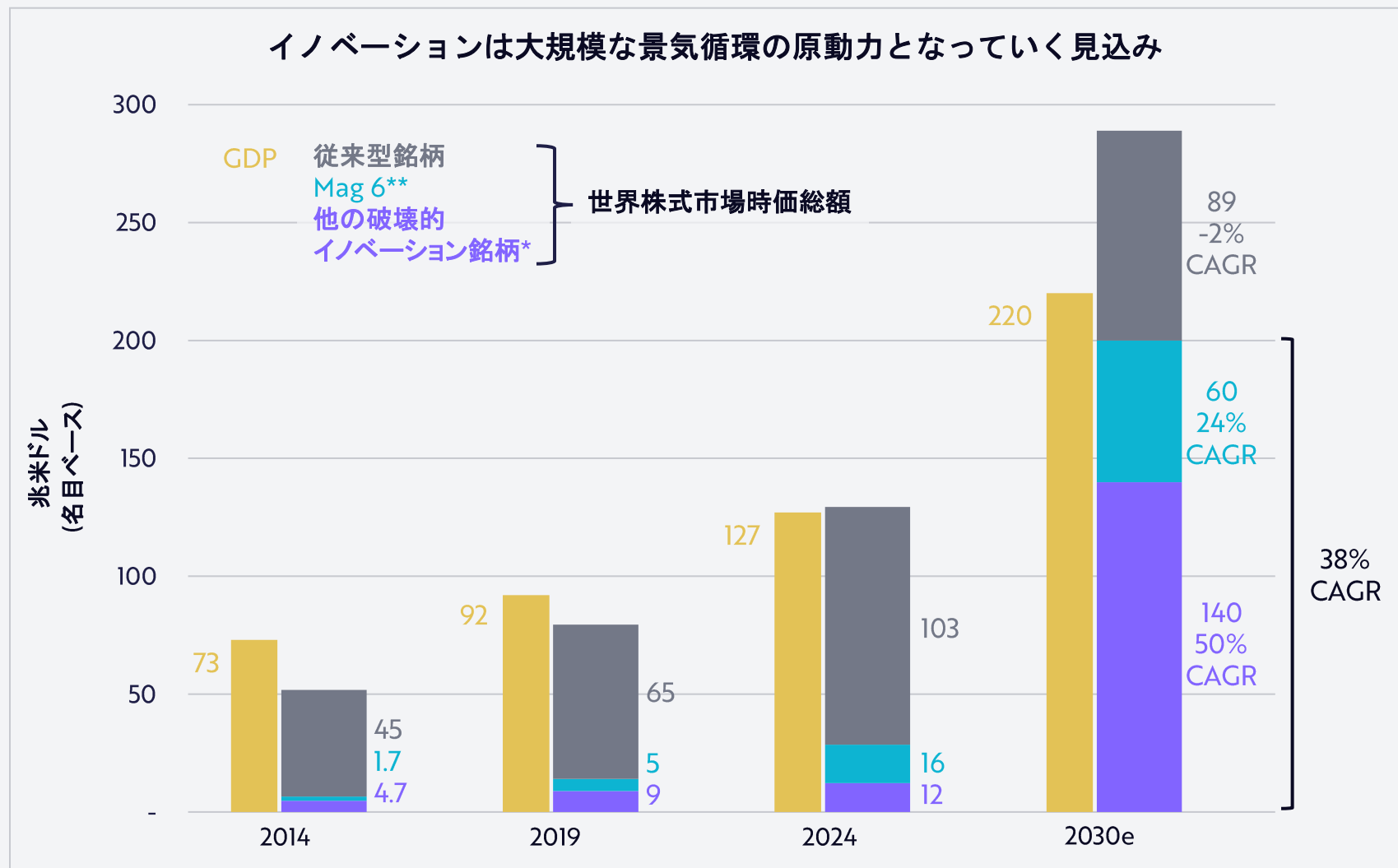
AI、自動運転モビリティ、**人型ロボット**といった分野における技術のブレークスルー（躍進）により、再び生産性が飛躍的に向上して今後 5～10年間のあいだに成長がもう一段階加速していくとみられます。



注:「実質GDP」とは国内総生産の世界合計値を物価水準の変化に応じて調整したものです。出所: ARK Investment Management LLC, 2025 ARKによる上記分析は2024年12月31日現在のDeLong 1998及びOpen Philanthropy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、リクエストに応じて提供可能な場合があります。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の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。また、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。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。



破壊的イノベーション関連銘柄が成長し、市場を支配するようになる可能性



破壊的イノベーション関連銘柄は、2030年まで年平均38%成長して世界株式市場の3分の2以上を占めるまでに至る可能性があります。

イノベーション関連銘柄のなかでは、時価総額拡大の動きがいわゆるMag 6(マグニフィセント・シックス)を超えて広がっていくと期待されます。

従来型の非イノベーション関連企業は、マクロ経済が急成長するなかでも、イノベーションに伴うテクノロジー面からの物価低下圧力によってマージンや競争力が脅かされ、時価総額が縮小し始める可能性があります。

注: 「CAGR」はCompounded Annual Growth Rateの略で、年平均成長率を意味します。*破壊的イノベーション関連銘柄の時価総額には暗号通貨・資産分も含めています。**Microsoft、Nvidia、Meta、Apple、Amazon、Alphabetの総称。
出所: ARK Investment Management LLC, 2025ARKIによる上記分析は2024年12月31日現在の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、リクエストに応じて提供可能な場合があります。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。予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。