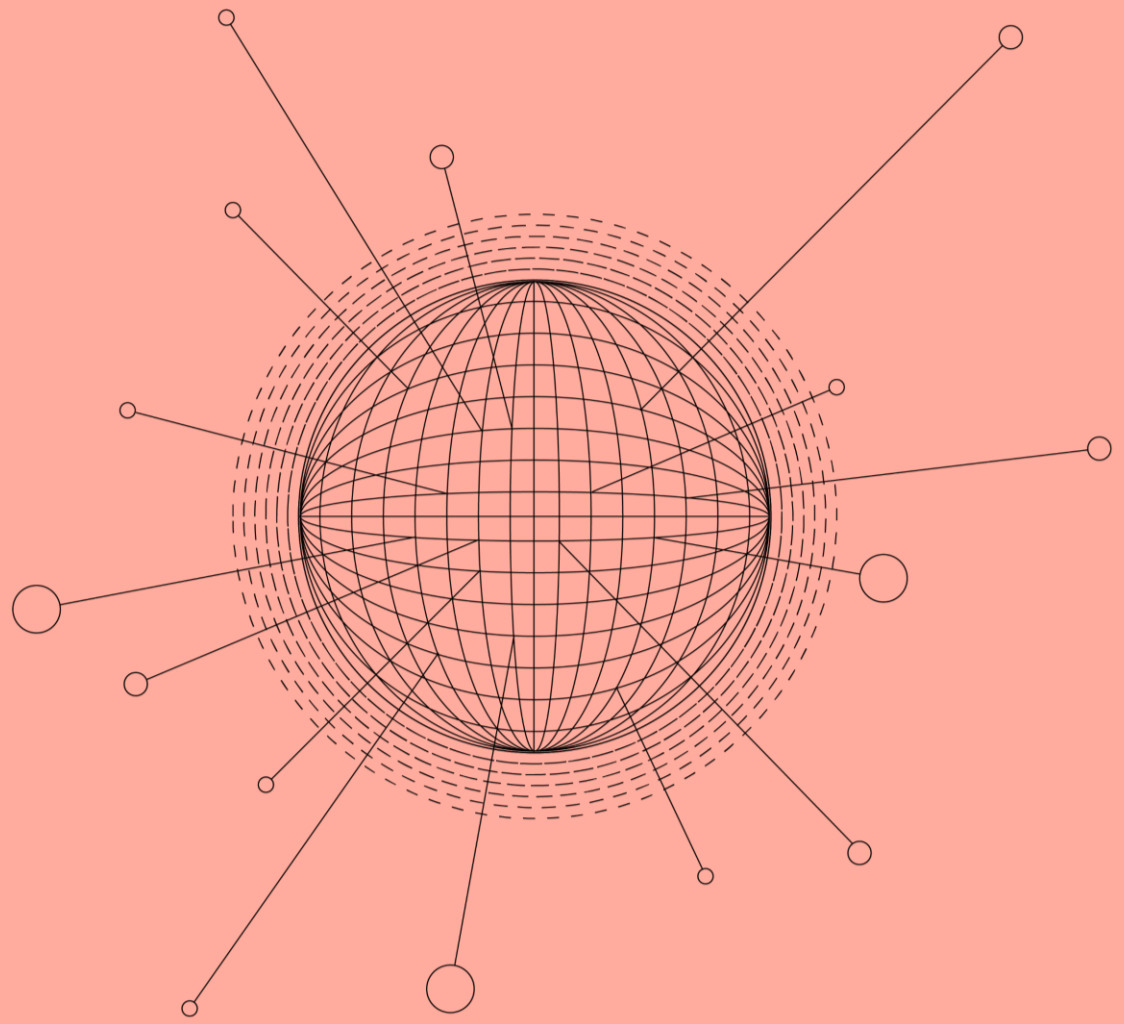
# 地球周回軌道

## グローバル・コネクティビティを実現

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

今後10年間で衛星ブロードバンドの年間収入が840億米ドル程度、極超音速飛行が同2,700億米ドル程度に達する可能性があります。



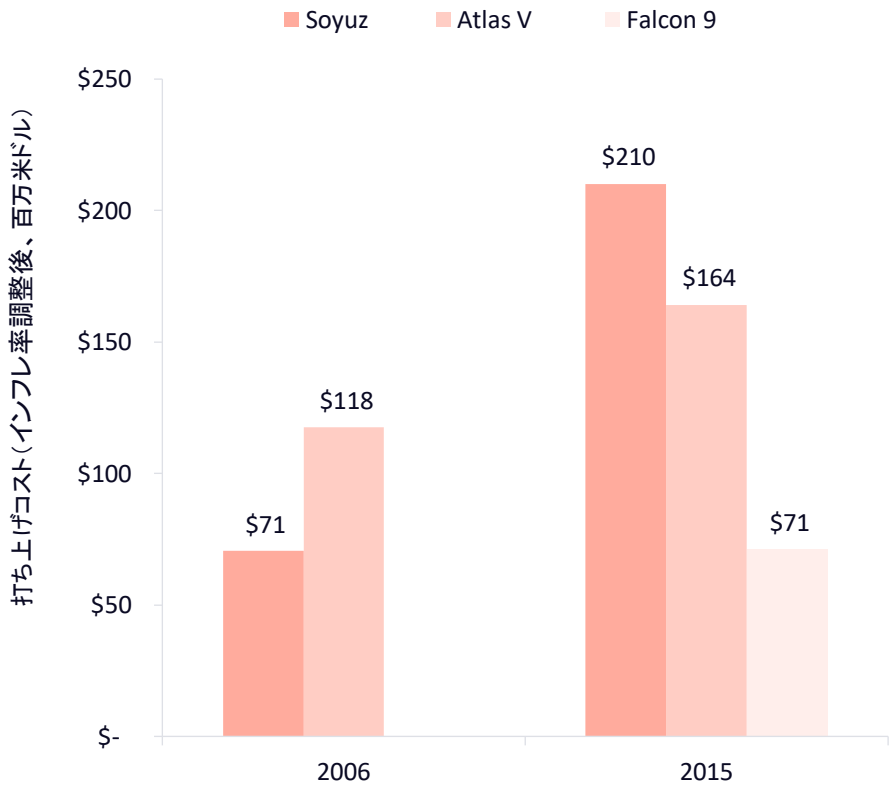
**リサーチ担当者：Sam Korus（自動テクノロジーおよびロボティクス担当リサーチ・ディレクター）**

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

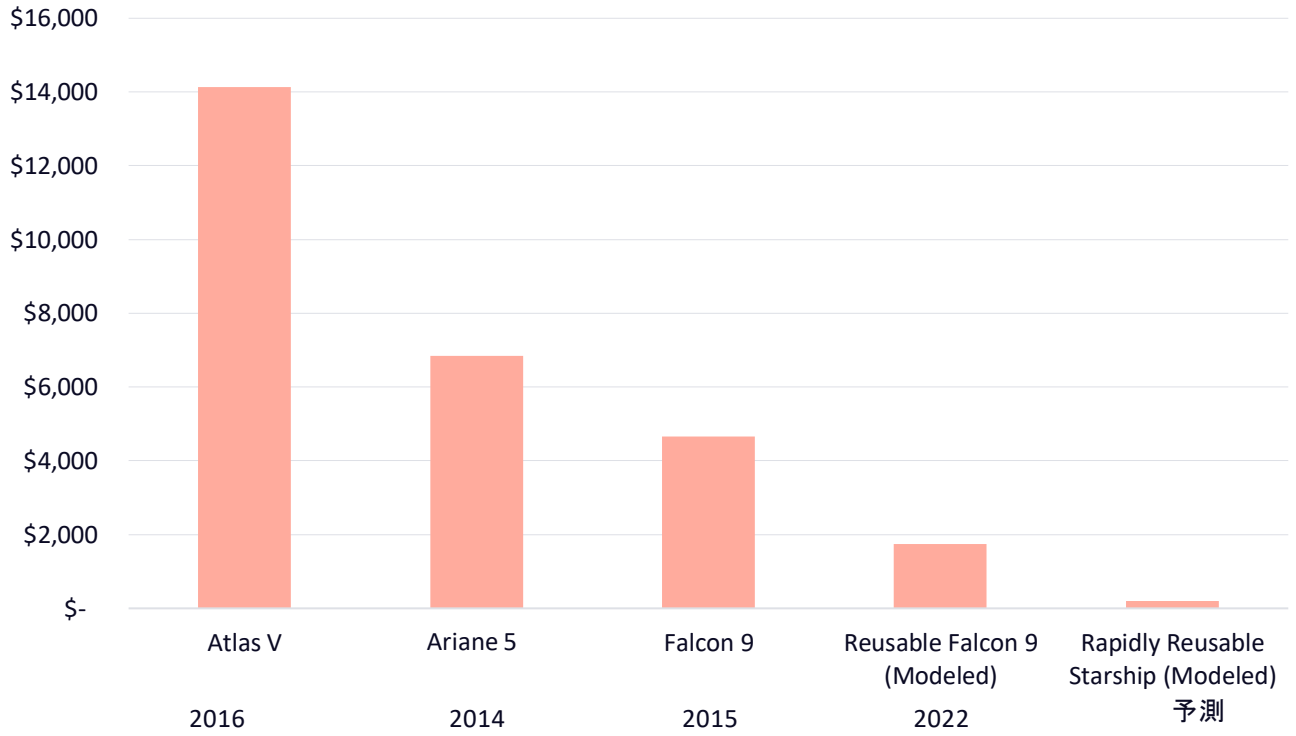
# 再使用ロケットが打ち上げコストを一桁、もしかしたら二桁（！）低下させる可能性

SpaceXは、再使用型ロケットFalcon9で、打ち上げコストの高騰に歯止めをかけることができました。Falcon9は、同じブースターを14回使用しました。再利用ロケットにより、SpaceXは2022年の打ち上げ回数を61回とほぼ倍増させました。

## 過去のロケット打ち上げのコスト



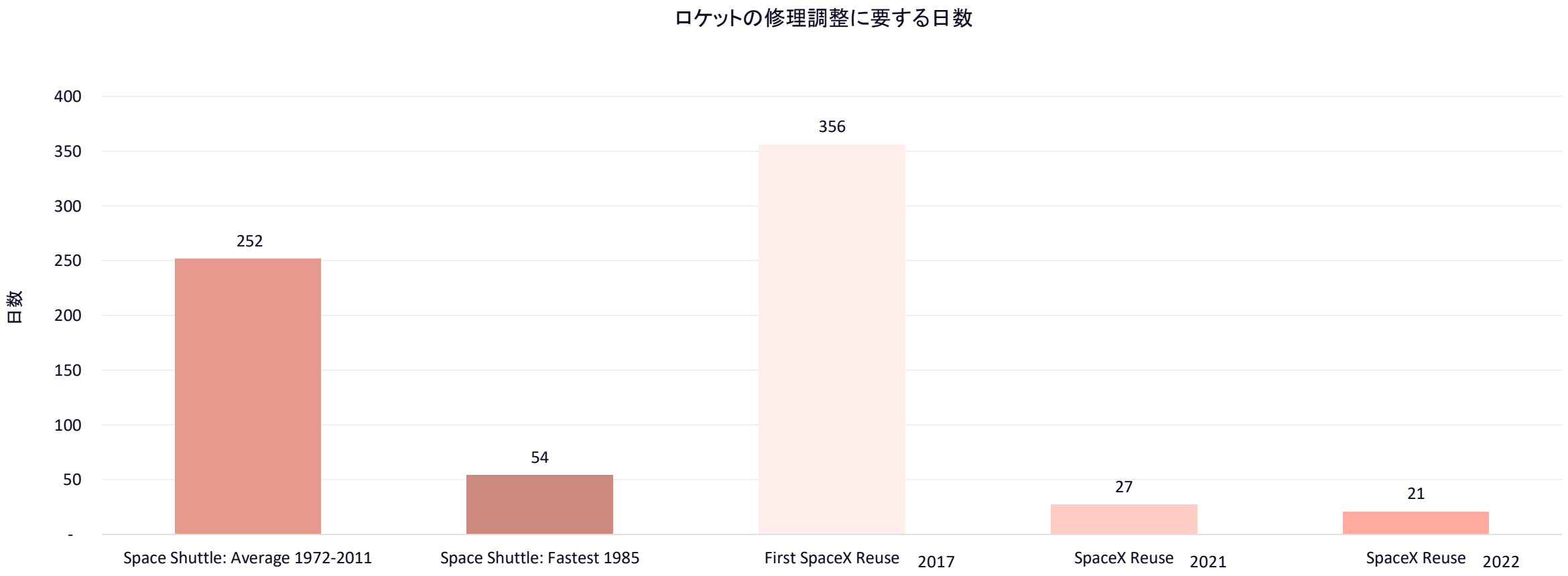

## 低軌道へのロケット打ち上げコスト（米ドル/kg）




出所: ARK Investment Management LLC, 2023. SpaceX、2023年1月12日現在。Svitak, A. 2011; Martin, P. 2013; United Launch Alliance、2023年1月19日現在。de Selding, P. 2014.予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

# SpaceXは記録的な速さで再利用のための修理調整を可能に

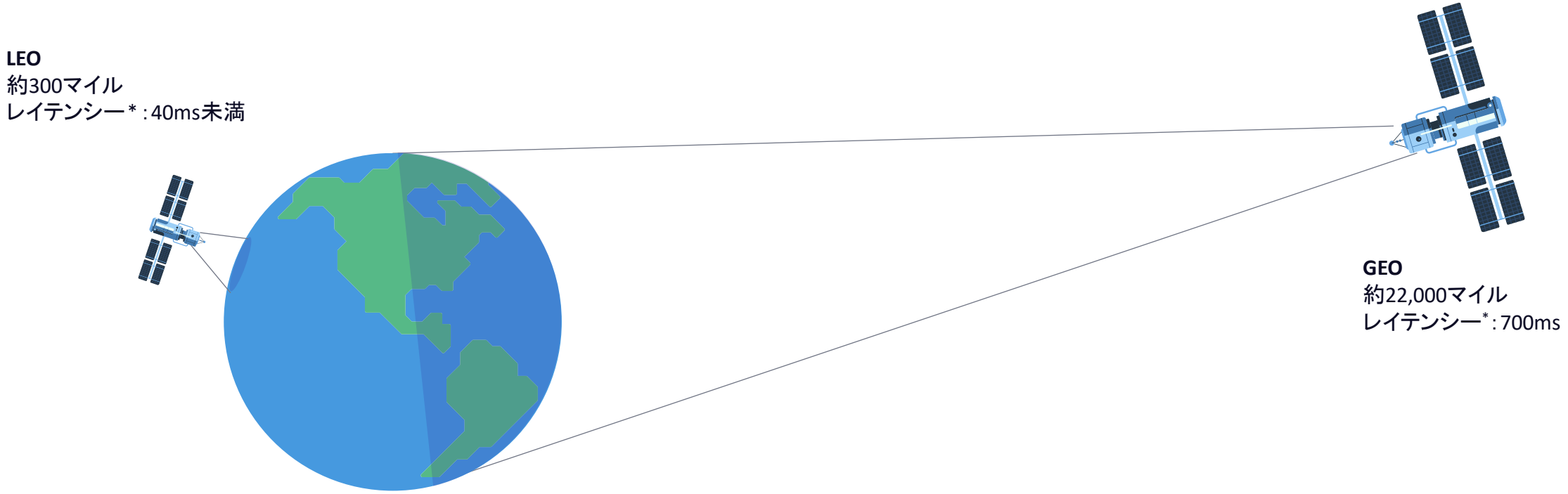
ARKのモデルによれば、迅速な修理調整が可能になったことで、Falcon9の第一段ロケットの修理調整費用は100万米ドルを下回るようになりました。対照的に、スペースシャトルの1回当たりの打ち上げ費用は約15億米ドルです。




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

# 衛星打ち上げコストの低下で、全世界を網羅する低遅延の通信が可能に

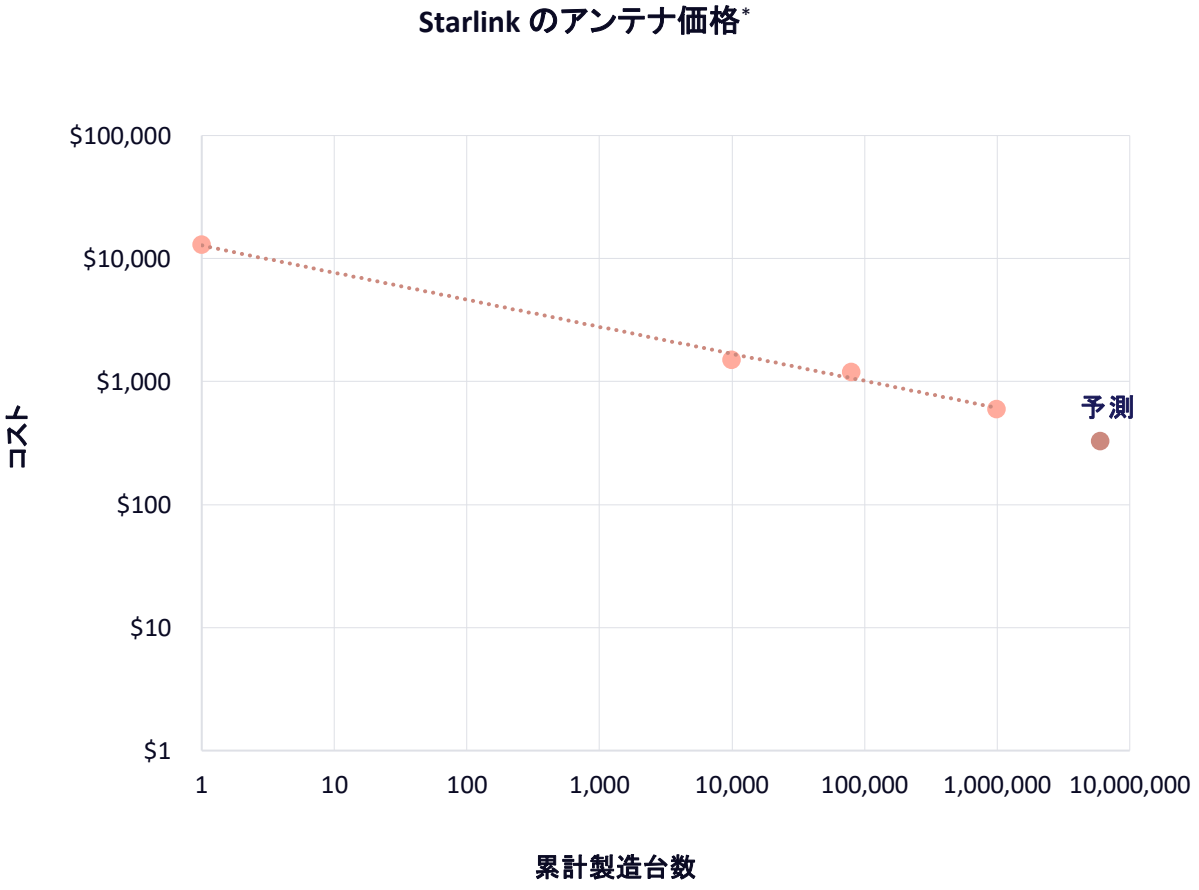
静止衛星（GEO）が実現した時点で全世界を網羅する通信ネットワークが実現したものの、レイテンシー（遅延）は避けられず、魅力的なブロードバンド・インターネットサービスとは言えませんでした。今日、 SpaceX、OneWeb、Amazonなどの企業は低コストで低軌道を周回する（LEO）数千機の衛星の打ち上げを計画しており（一部は打ち上げ済み）、全世界を網羅する低レイテンシーの通信が現実になりつつあります。

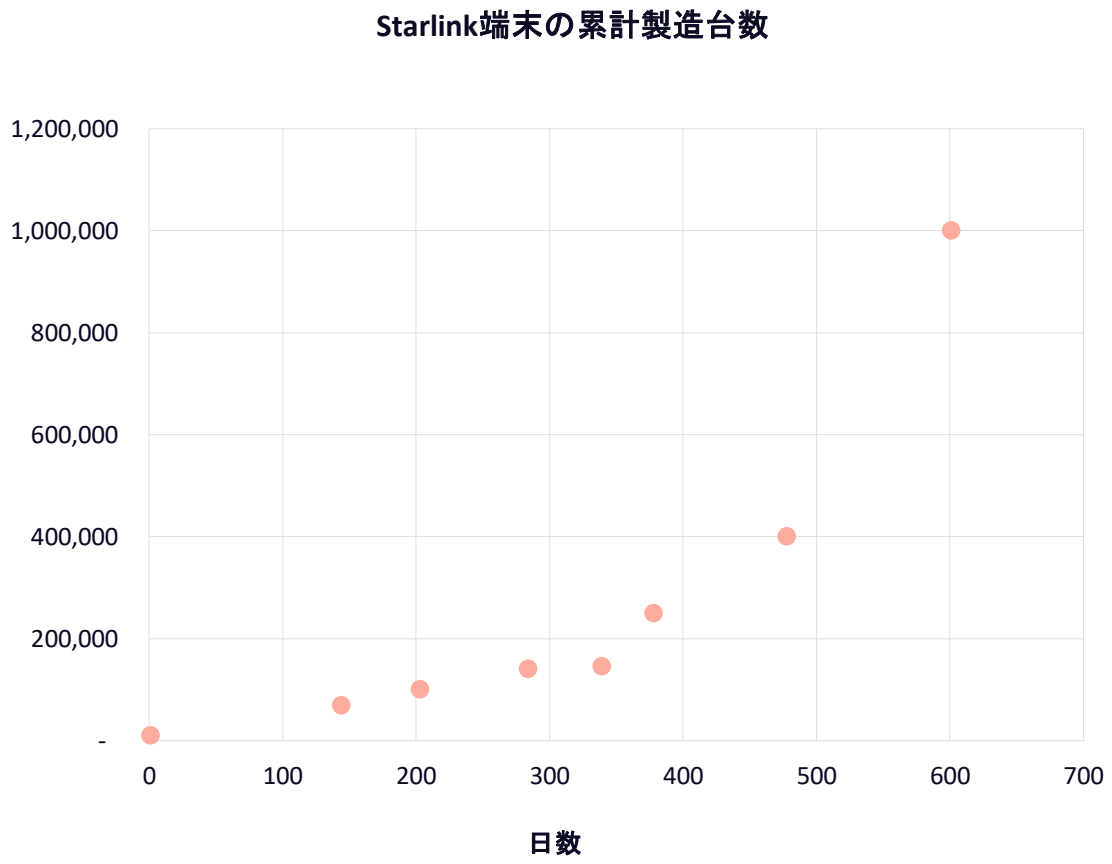



*レイテンシーの単位はミリ秒（1/1000秒）。 出所: ARK Investment Management LLC, 2023.予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

# アンテナの価格が2027年までに数百米ドルに低下する可能性

現在のアンテナのコストは約500米ドルですが、ARKのリサーチによると、累積生産台数が600万台に達すると予測される2027年末には300米ドルまで低下する可能性があります。SpaceXは、2年足らずの期間に約100万台のStarlink端末を製造しました。

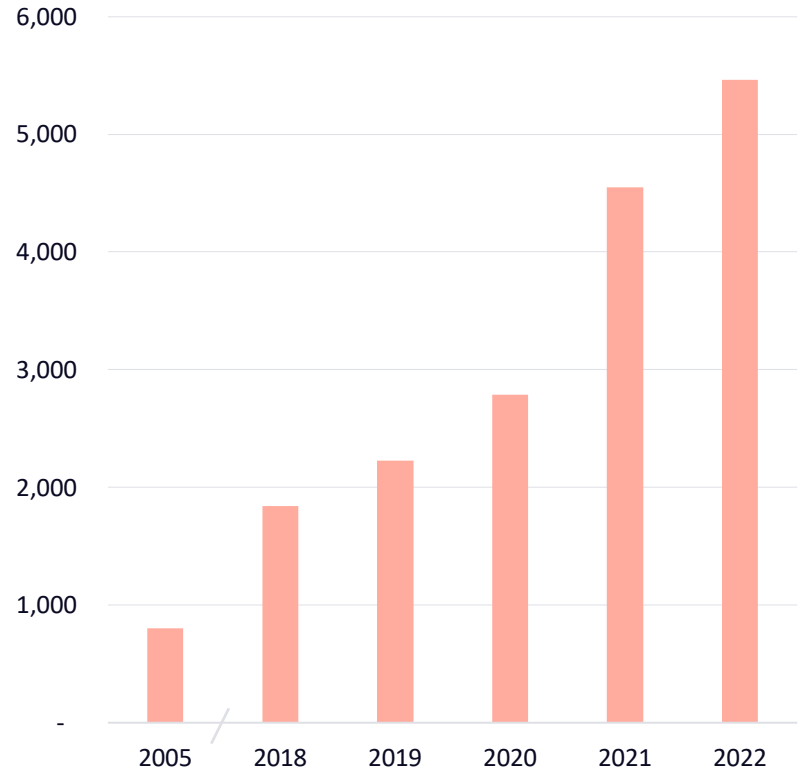


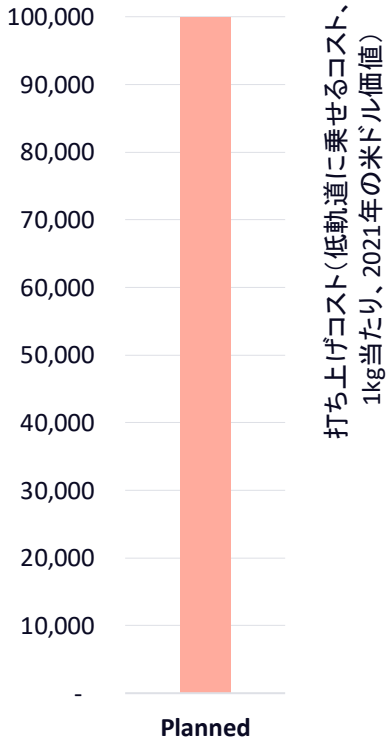



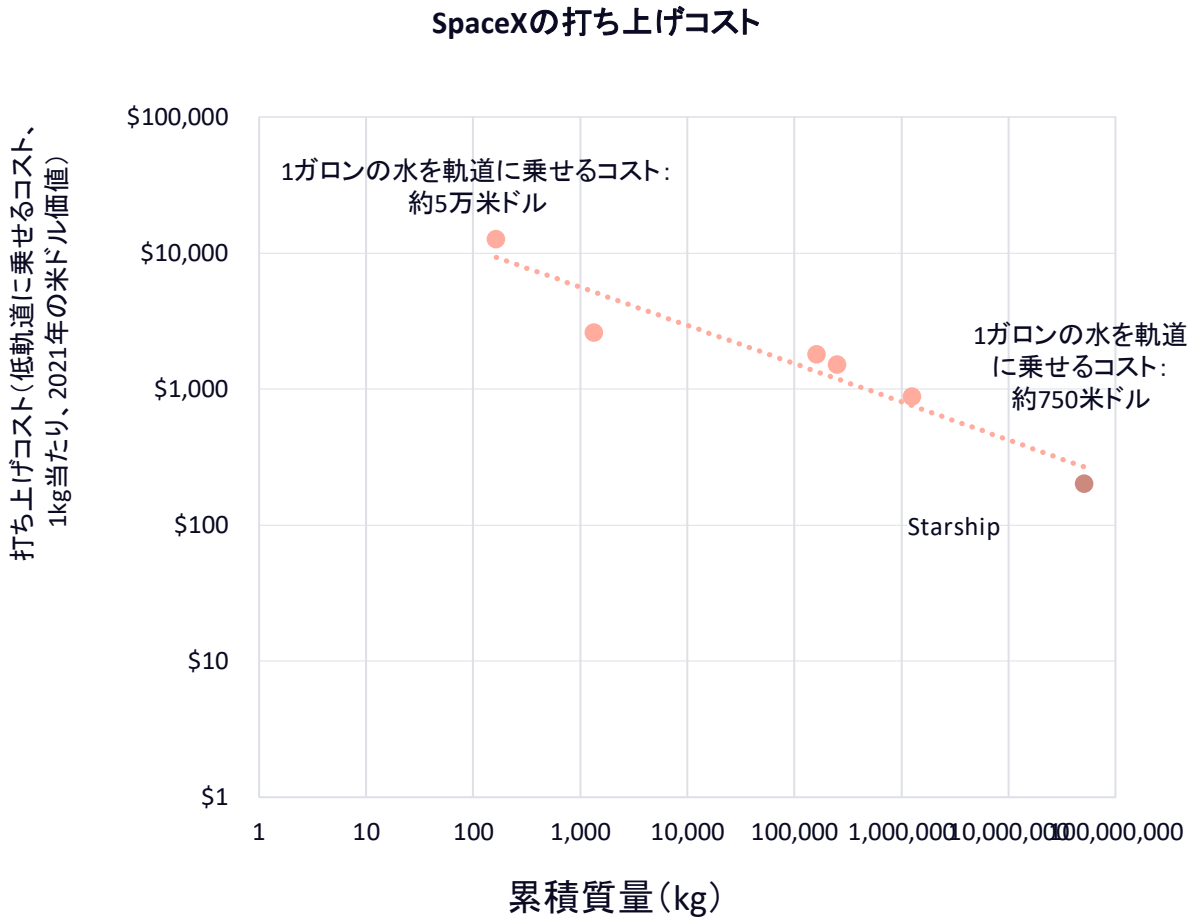

*この試算は、ARKによるStarlink ユーザーの導入曲線のモデルなどの限られたデータに基づいたものです。 出所: ARK Investment Management LLC, 2023. Quilty, C. et al. 2020.予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

# コスト低下にしたがって、打ち上げられる人工衛星数の大幅な増加が見込まれる

ロケットと衛星の打ち上げが垂直統合されることで、ロケット打ち上げのコストを継続的に低下させることが可能とみられます。



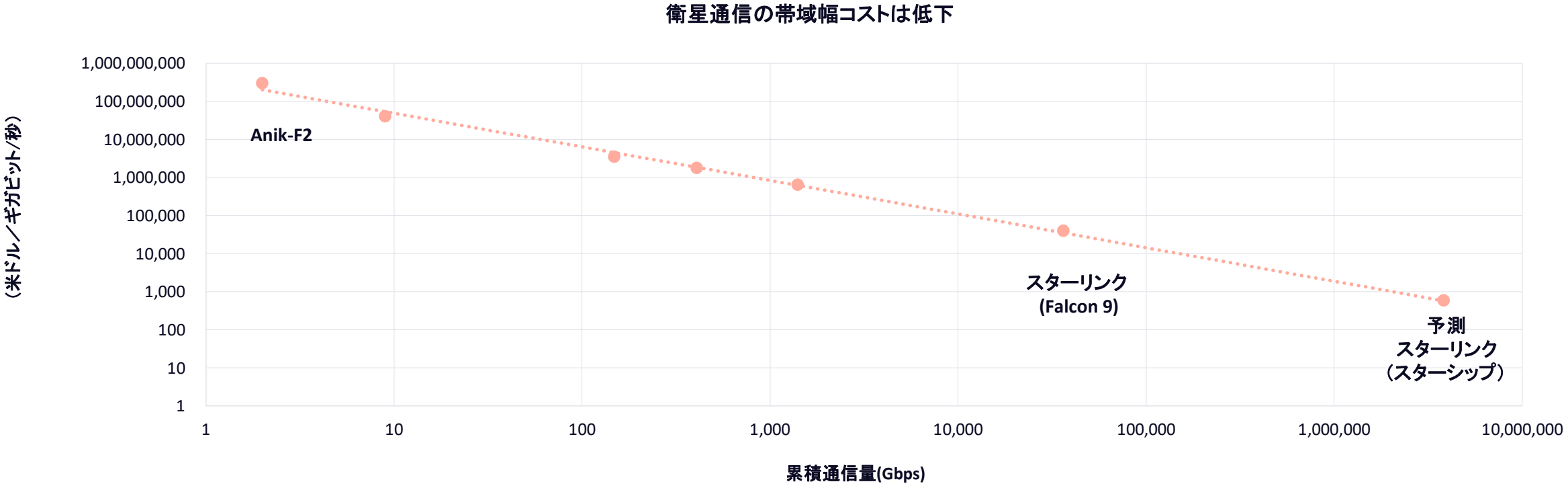




*ARKは10年以内（2023年まで）に実現すると予測しています。 出所: ARK Investment Management LLC, 2023. Lifson, M. et al. 2022; UCS 2022; Roberts, T. 2022.予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

# ライトの法則によると、衛星通信の帯域幅コストは、衛星のギガビット/秒が累積で2倍になるごとに約45%低下する

2004年以降、衛星通信の帯域幅コストはギガビット（Gbps）/秒当たり3億米ドルから4万米ドルへと7,500分の1に低下しました。Starship*により、今後5年の間にコストはさらに40分の1になり、約1,000米ドル/Gbps程度になる可能性があります。ARKのリサーチによると、1Gbpsで200人の需要を賄うことができます。1,000米ドル/Gbpsのコストでは、SpaceXは1顧客あたり5米ドル（1回払い）でStarshipへの投資を回収できることになります**。




*Starshipとは、SpaceXの次世代ロケットと人工衛星のことです。**オーバーサブスクリプション比率が20:1（実際に利用しているユーザー人の20倍のユーザーが加入)の場合。なお、この計算には、コストや価格決定に影響を与える、衛星寿命、衛星稼働率、地上のインフラのコストなどは含まれていません。.出所: ARK Investment Management LLC, 2023. VanderMeulen, R. et al. 2015.予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

# 衛星ブロードバンド回線の収入は今後10年で年間840億米ドルに達する可能性

| | 潜在的加入者* | | ブロードバンドの年間料金* | | 潜在的市場(年間収入額)* |
|---|---|---|---|---|---|
| ブロードバンドにアクセスがない世界人口 | 6億 | × | $60 | = | 約400億米ドル |
| キャンピングカー | 1千1百万 | × | $1,620 | = | 約180億米ドル |
| プレジャーボート | 850万 | × | $1,620 | = | 約140億米ドル |
| 商用航空機 | 2万5千 | × | $225,000 | = | 約60億米ドル |
| クルーズ客船<br>軍艦<br>商船 | 10万 | × | $60,000 | = | 約60億米ドル |
| | | | | | **約840億米ドル** |

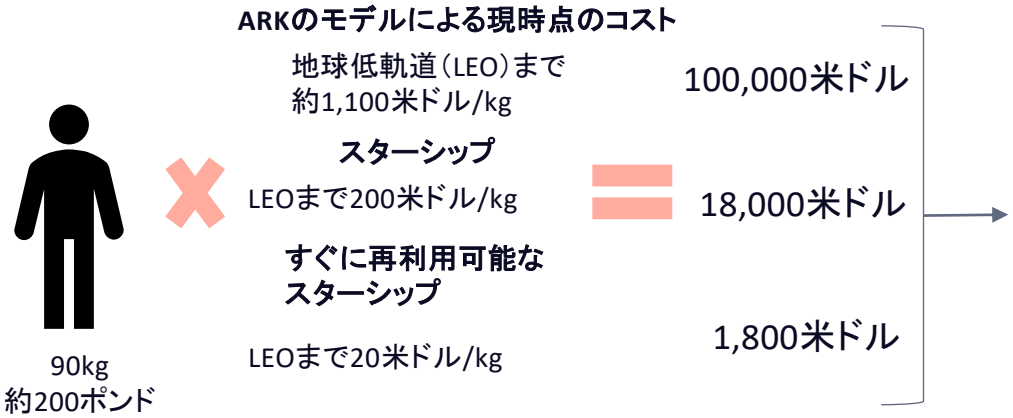
*列の数値は予測値です。出所: ARK Investment Management LLC, 2023. VanderMeulen, R. et al. 2015.予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。

# 開発費用が低下することで、極超音速旅客機のフライトに対する需要が急増する可能性

ARKのリサーチによると、近距離フライトの乗客は、プライベート機の利用で短縮される時間（2時間）に対し、約1万5千米ドルを支払ってもかまわないと考えているようです。

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

## 極超音速のコストは時間とともに低下




2018年の旅客機乗客数は約45億人

↓ 7時間を超えるフライトは15%

7時間より長いフライトの乗客数は約6.8億人

↓ プライベート機を利用した乗客は0.4%

極超音速フライトの潜在市場規模は年間約270万人

↓ 極超音速機の1フライト当たりのコストは10万米ドル

年間売上高は2,700億米ドル

*本リサーチは、現時点で上記価格を支払うだけの財力を有する旅客や企業を想定しており、一般的な旅行者ではありません。出所: ARK Investment Management LLC, 2023.予想は本質的に限界があり、依拠することはできません。上記は情報提供のみを目的としており、投資助言または特定の有価証券の売買・保有推奨とみなされるべきではありません。過去の実績は必ずしも将来の成果を示唆するものではありません。