ARK INVEST RESEARCH

MOBILITY-AS-A-SERVICE（サービスとしてのモビリティ）：なぜ自動運転車は全てを変えうるのか

更新日：2017年10月25日

RESEARCH WHITE PAPER BY

TASHA KEENEY テーマ・リサーチ・アナリスト| 産業イノベーション担当

ARKでは、2020年までに完全自動運転車が商業化され、自動運転タクシーネットワークの登場と急成長が可能になると予想しています。こうしたネットワークによって、点と点を結ぶ移動のコストや不便さが劇的に解消され、経済生産性が飛躍的に向上するでしょう。その結果、現在の自動車産業は、サービスとしてのモビリティ（Mobility-as-a-Service：MaaS）プラットフォームに組み込まれるかもしれません。そして、このプラットフォームは株式市場で最も価値ある投資機会の1つとなる可能性があります。

ARK Invest
155 West 19th, 5th Floor
New York, NY 10011
info@ark-invest.com | www.ark-invest.com

JOIN THE CONVERSATION
@ARKindu
@ARKinvest

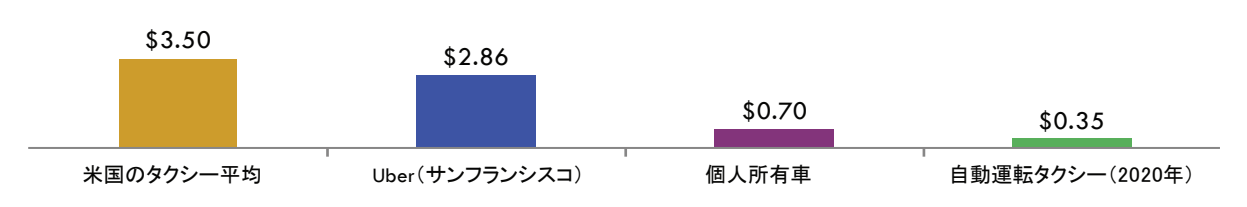
※本レポートは、英語による2017 年10月発行「MOBILITY-AS-A-SERVICE: WHY SELF-DRIVING CARS COULD CHANGE EVERYTHING」の日本語訳です。内容については英語による原本が日本語版に優先します。

調査の要点

ARKは2019年までに自動運転タクシーが商業化されると予想しています。2020年代の終わり頃には自動運転タクシーがドア・ツー・ドア(戸口から戸口)の移動手段の主流になると予想しています。

ARKは消費者による自動運転タクシーのコストは1マイル当たり35米セントになると予想しています。タクシーの稼働率が高くなると予想され、コストは現在の消費者の運転コストの約半分です。この経済性により、自動運転タクシーネットワークは広範に採用されると予想しています。

サービス別の自動車の総コスト



出所: ARK Investment Management LLC

ARKは交通量が2030年までにおよそ3倍に増加すると予想しています。自動運転タクシープラットフォームにより、目の不自由な人、高齢者、10代の免許取得前の若者を含む非運転者人口が手軽で便利な輸送手段を手に入れることになります。交通量は増えるとみられるものの、自動運転車は、より効率的に機能し、運転者に単にハンドルを握っている以上の快適な体験を提供するでしょう。

自動運転車は個人の自動車所有離れを引き起こし、今後数十年には世界の自動車販売台数を押し下げるでしょう。ARKの調査は、自動車販売台数が先進国で半分近く減少する可能性を示しています。発展途上国では、自動車販売台数は長期的に増加するとみられますが、現在予想されているよりも遥かに緩やかなペースになるでしょう。

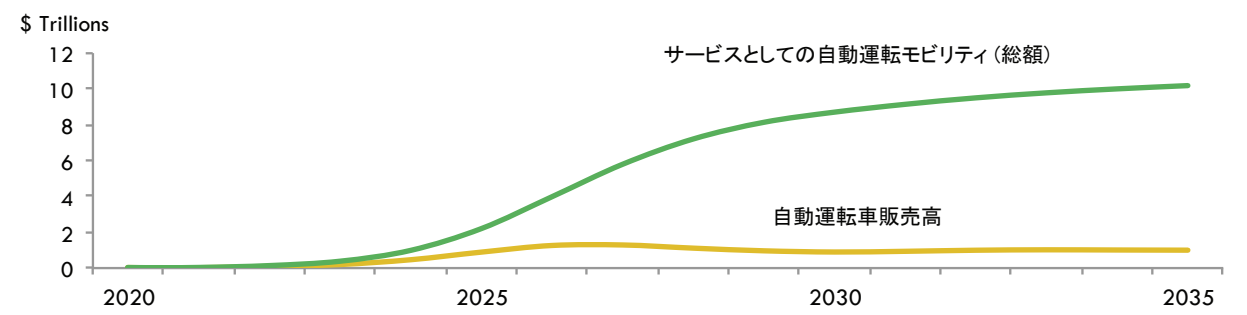
将来の自動車販売の減少は経済にとって悪い知らせかもしれませんが、**ARKは自動運転タクシーが2035年までにGDPを米国だけで2兆米ドル(以下、単に「ドル」)以上押し上げると予想しています。**こうした経済的恩恵としては、追加的なサービス収入、運転から解放されることによる消費者の自由裁量時間の増加、これまで駐車場に使用されてきた土地の別用途での活用による投資利益拡大などが考えられます。

ARKの調査は、MaaSの世界市場が2030年代初頭までに総売上高で10兆ドルを超えることを示しています[i]。こうした売上高の約3分の1は中国でのものとなるでしょう[ii]。米国では、MaaS市場は2030年までに売上高で7,000億ドル超に達するとARKは予想しており、この額は今日のタクシー業界の売上規模の30倍以上に相当するものです[iii]。以下に示すように、自動運転サービス産業の市場は

[i] ARKはプラットフォームサービスの提供企業の売上高が10兆ドルの総売上高のうち20%の2兆ドルに達すると予想しています。
[ii] 出所: ARK Investment Management LLC
[iii] 現在のタクシー業界の市場規模は190億ドル。出所: http://www.ibisworld.com/industry/default.aspx?indid=1951

2030年までに、自動運転車製造の市場規模のおよそ10倍に達するとみられます。

自動運転車およびサービスの世界総売上高



出所: ARK Investment Management LLC

ARKの考えでは、投資家は現段階でMaaSをかなり過小評価しており、自動運転タクシーネットワーク産業は5年以内に時価総額で5兆ドルを超える可能性があります[iv]。対照的に、世界の自動車製造業界は自動運転タクシーネットワーク産業のおよそ3分の1の規模になる可能性があります。本調査レポートで分析しているように、ARKは株式市場の現在の時価総額70兆ドルが自動運転サービスだけで10%増えると予想しています。自動運転タクシー市場は、優れた自動運転技術をまとめあげることのできるテクノロジー企業または自動車メーカーに大きな成長機会を提供しています。

TASHA KEENEY
Thematic Analyst
ARK Invest

著者について

Tasha KeeneyはARKの産業イノベーション戦略と3D印刷ETFの担当アナリストです。自動運転車、付加製造、インフラ開発、革新的材料を担当しています。それ以前は、Applied Valueの経営コンサルタントを約3年間行いました。Keeney はボストン大学共同学位プログラムで学位を取得。金融を重点研究領域とした経営学の理学士号と、純粋・応用数学を重点研究領域とした数学・統計学の文学士号を取得しています。Keeney はCNBC、BNN、Cheddar Liveや、頻繁に開催されるRobotics Business Reviewのウェビナーに出演、出席しています。彼女はウォール・ストリート・ジャーナル、フォーブス、Wired、Verge、ブルームバーグ、CNNMoney、Marketwatchやその他の印刷媒体で引用され、調査が取り上げられています。

以下の人々に本調査への協力への謝意を申し上げます：Catherine Wood、Brett Winton、Sam Korus、Dr.David Bodde

[iv]ARKは2022年に関する最新予想を反映するため、調査レポート発行以降にこの数値を更新しています。

イントロダクション

輸送・交通—人々や物をある場所から別の場所へ移す手段—は根幹的な経済機能であり、歴史的に輸送革命は根幹的な経済改革の前触れとなり、それを可能にしてきました。1800年代終わりのシアーズ百貨店のカタログ販売は、鉄道輸送なしに小売りを変革することはできなかったでしょう[1]。同様に、1920年代にトラクターとT型フォードがなければ、農業従事者が都市部に移り住むことはできなかったでしょう。ビジネスの国際化にはジェットエンジンが、製造業のグローバル化には規格化された輸送コンテナが、大型店舗のある郊外には高速道路システムと手ごろな価格の自動車が必要でした[2]。

輸送・交通は革新の新たな時代に入りつつあります。ARKは、優れた経済性と高い利便性により、早ければ2019年に自動運転車の実用化が促進されると考えています。その結果、自動運転タクシーは自動車の稼働率を10倍に上昇させ、点と点を結ぶ移動コストを劇的に低下させ、消費行動の抜本的な変化を促すことでしょう。現在、移動手段では脇役であるタクシーは個人の移動手段を支配するまでに成長し、広範囲にわたる経済的、社会的影響を及ぼすでしょう。

今後5-10年間に、自動運転電気タクシーは世界人口の健康に大きな影響を及ぼす可能性があり、また自動車業界に劇的な打撃を与え、経済を再び変革することになるでしょう。ARKは、自動運転タクシーネットワークだけで、世界の株式市場の時価総額が今後20年間に10%増加すると試算しています。おそらく最も重要なのは、消費者がより安価で安全な輸送手段、そして稼働時間の短い資産の減少による恩恵を享受する立場にあるという点です。

1. 自動運転技術は目新しいものではない

自動運転車開発は、数十年も前に自動車メーカーが半自動運転技術を乗用車に採用したときに遡ります。クライスラー(銘柄コード:FCAU)は1951年にパワーステアリングを初めて採用しました[3]。トヨタ(TM)は1984年にアダプティブ・クルーズ・コントロール(定速走行・車間距離制御装置)を搭載した自動車を発売しました[4]。アウディ(AUDVF)は2006年に自動ブレーキ機能を初めて採用しました[5]。こうした機能はドライバーの負担の一部を肩代わりすることができますが、完全な自動運転車を創りあげることとは大きくかけ離れています。図表1に示すように、SAE　Internationalは自動化のレベルを5つに定義しています。

今日発売されている自動車にはこの自動化レベルでの一部の低いレベル(0～2)の機能が搭載されていますが、レベル4(自動化された運転システムが車両の運転操作を行う)は自動車による移動の実用性と経済性の面で一歩進んだ機能変化を生みだすでしょう。タクシーは今より遥かに安価で遥かに便利なものとなり、自動運転車の所有者が車両を近隣住民とシェアすることで分散したタクシーネットワークが郊外で形成され、タクシーネットワークが人口密度の低い地域で普及することになるでしょう。

図表 1
自動運転車のレベル

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/ Deceleration	*Monitoring* of Driving Environment	Fallback Performance of *Dynamic Driving Task*	System Capability *(Driving Modes)*
***Human driver* monitors the driving environment**						
0	**No Automation**	the full-time performance by the *human driver* of all aspects of the *dynamic driving task*, even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	**Driver Assistance**	the *driving mode*-specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the *human driver* perform all remaining aspects of the *dynamic driving task*	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	**Partial Automation**	the *driving mode*-specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/ deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the *human driver* perform all remaining aspects of the *dynamic driving task*	**System**	Human driver	Human driver	Some driving modes
***Automated driving system* ("system") monitors the driving environment**						
3	**Conditional Automation**	the *driving mode*-specific performance by an *automated driving system* of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the *human driver* will respond appropriately to a *request to intervene*	System	**System**	Human driver	Some driving modes
4	**High Automation**	the *driving mode*-specific performance by an automated driving system of all aspects of the *dynamic driving task*, even if a *human driver* does not respond appropriately to a *request to intervene*	System	System	**System**	Some driving modes
5	**Full Automation**	the full-time performance by an *automated driving system* of all aspects of the *dynamic driving task* under all roadway and environmental conditions that can be managed by a *human driver*	System	System	System	**All driving modes**

Copyright 2014 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed provided SAE International and J3016 are acknowledged as the source and must be reproduced AS-IS.

出所: http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf

2.モバイルアプリによるライドシェアが自動車販売からシェアを奪っている

自動運転タクシーの登場は数年先になるかもしれませんが、UberやLyftといったタクシー配車用のモバイルアプリは既に輸送・交通手段の体系を変え始めています。モバイルタクシーサービスはその利便性や普及度、相対的な経済性によって、消費者にとって自動車購入にの代替案として現実的なものとなっています。ARKでは、モバイルアプリを使っているライドシェアリングサービスが既に自動車販売を一部奪っていることを確認しています。図表2に示すように、ライドシェアリングサービスは2015年までに世界で累計64万台の自動車販売台数を減少させ、2016年にはさらに190万台の減少を引き起こした可能性があります[6]。今後は、中国がカーシェアリングによる影響を最も受け、インドと東南アジア諸国がこれに続くとみられます。ARKはこれらの市場が次の3つの理由により、先進国市場よりも急速にライドシェアリングが普及すると予想しています[7]:

- 新興国の人口の大きな割合がまだ自動車を所有しておらず、確立した移動手段を有していない

- 新興国の人々は自動車を購入するための資金、または資金調達手段を持っていない割合が高い

- 新興国市場では、時間給に対する車両価格の比率が小さく、そのためシェアライドサービスは車両を所有するよりも説得力がある選択肢である

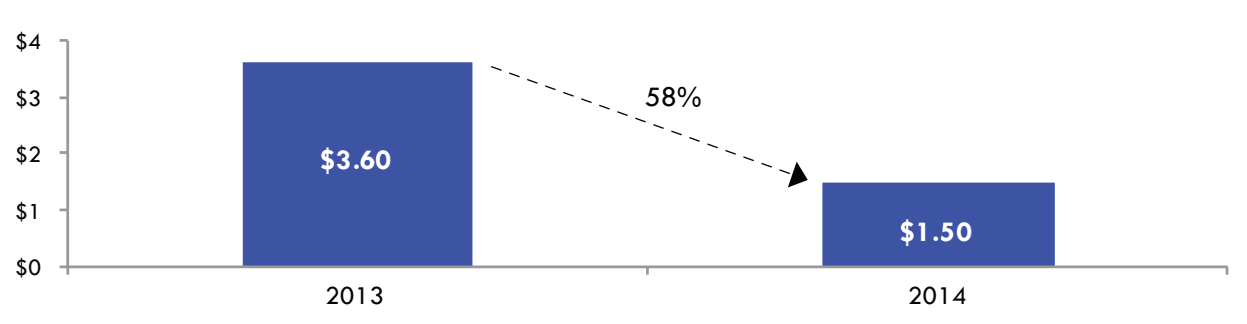
図表 2
モバイルアプリのライドシェアリングで失われた自動車販売台数

	2013 - 2015	2016	2016年の自動車販売台数比(%)
China	400,000	960,000	4%
India	100,000	540,000	15%
Southeast Asia	10,000	130,000	3%
North America	100,000	170,000	1%
Middle East & Africa	2,000	20,000	0.4%
Europe	30,000	50,000	0.2%
Rest of World	5,000	50,000	0.5%
World	640,000	1,900,000	2%

出所: ARK Investment Management LLC 及び OICA.com

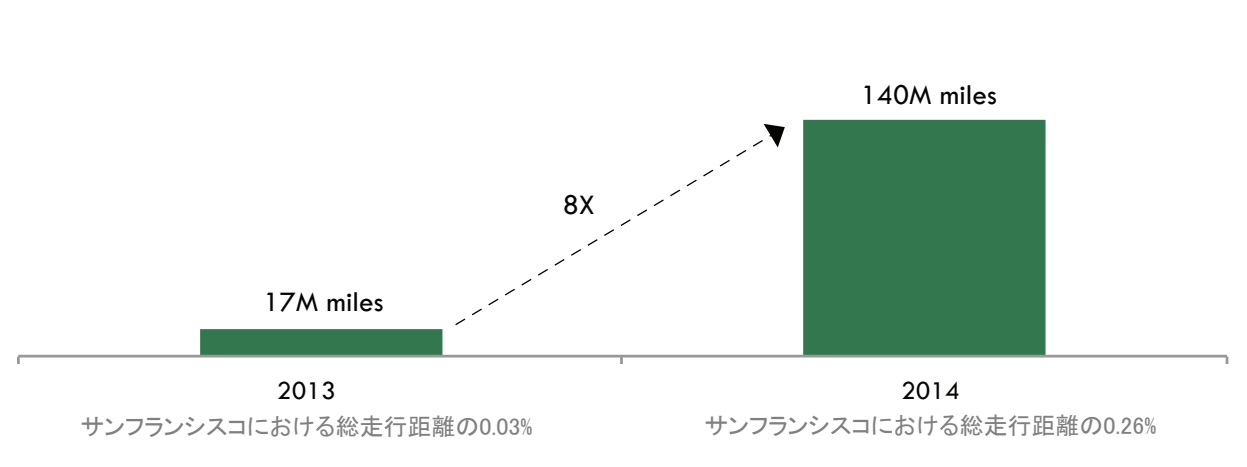
ARKはライドシェアリングが成長している背景が、カーシェアリングのサービスが提供する低価格での高い利便性にあると考えています。Uberは輸送・交通業界の抜本的な変化の口火を切り、タクシーという輸送形態に従来からの利便性に低価格性を加えました。ARKの調査に基づくと、Uberの成功を収めたサンフランシスコでの価格引き下げ策は、自動運転タクシーへの潜在的な需要反応の尺度になります。以下に示すように、ARKの試算では、Uberがサンフランシスコで2014年に60%もの大幅な値下げを実施した結果[8]、車両の総走行距離は8倍増加しました[9]。一方で、伝統的なタクシーの平均実車回数は月当たり700回からわずか504回に減少しています[10]。

図表3
2013ー2014年のUberのマイル当たり価格(推定)



出所: ARK Investment Management LLC

図表 4
2013-2014年にサンフランシスコで運転されたUberの走行距離(推定)



出所: ARK Investment Management LLC

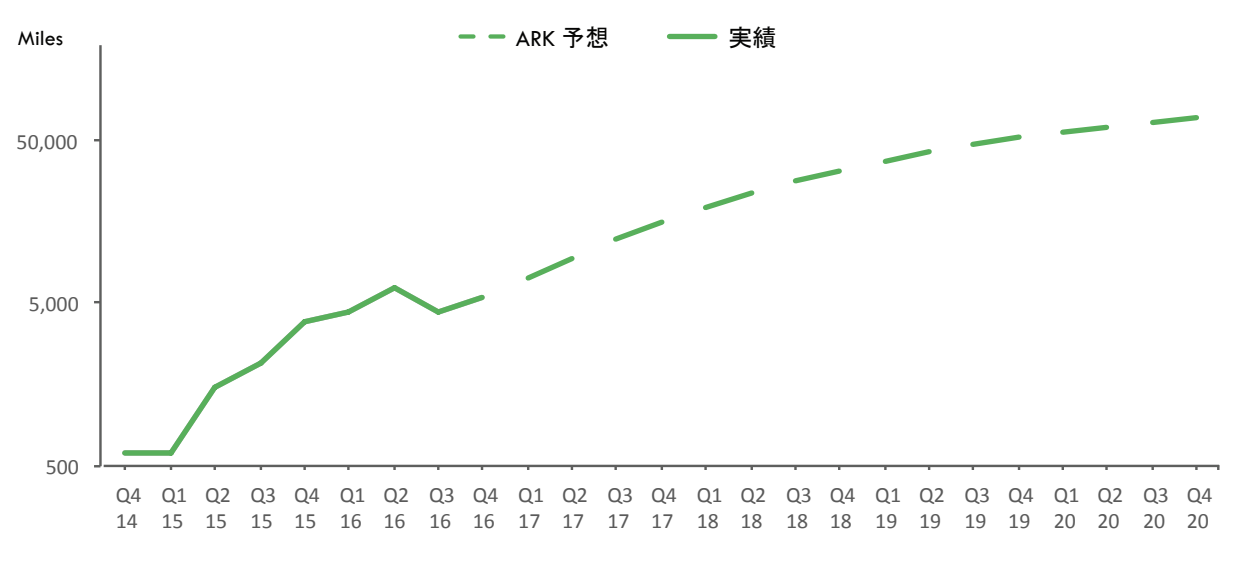
Uberはタクシーのみならず、自家用車の走行距離を減少させ、他の輸送手段からシェアを奪っています[11]。 ARKの試算によると、サンフランシスコにおいて点と点とを移動するMaaS[12]の走行距離の合計が自動車による総走行距離に占める割合は2013年の0.4%から、2014年には0.6%に上昇しました[13]。自動運転技術がライドシェアリングの価格をさらに引き下げることで、当社はMaaSが全走行距離に占めるシェアは大きく上昇すると予想しています。

3. 自動運転車は早ければ2019年にデビューする見通し

ARKは、完全自動運転車を2019年までに消費者が入手できるようになると考えています。この推定の論拠となっているのが、Google(GOOG)の自動運転車システムの改善率です。2016年*、Googleの実験車両は、1回のセーフティクリティカルでない状況(自動運転システムでは安全が確保されず、搭乗したエンジニアが安全な運転を確保するため操作を行う必要があった状況)から次のセーフティクリティカルでない状況までの間隔が平均で約5,000マイルでした。2015年から2016年の間に、Googleのこのシステムで人間の介入が必要な走行距離は3倍に延びました。今後は技術的な問題の解決が難しくなることにより、開発ペースが若干下がることを織り込んだとしても、以下に示すように、Googleの自動運転車両は2019年までに商業展開の準備が整う可能性があります。ARKは、その時点では、この車両で人間の介入を要する間隔は5万マイルまで延びるものと試算しており、これは今日の個人所有車が故障する距離にほぼ相当し、または自動運転車の「後部座席に座ることになるドライバー」が許容できる数値とほぼ同じです。

*ARKはこのセクションに2016年のデータを加え、2017年2月10日に更新しました。注:以前のARK予測には、Googleの自動運転システムが故障を見つけ搭乗したエンジニアに知らせるまでの間隔のみが反映されていました。ARKは予測を修正し、搭乗したエンジニアが、車両から安全な運転を確保するための通告を受けることなく、安全な運転を確保する操作を行うまでの間隔も反映しました。

図表5
自動運転で人間が介入する必要性が生じる間隔(走行距離)



出所: ARK Investment Management LLC

4. 自動運転タクシー事業者は先発の優位性を得る見通し

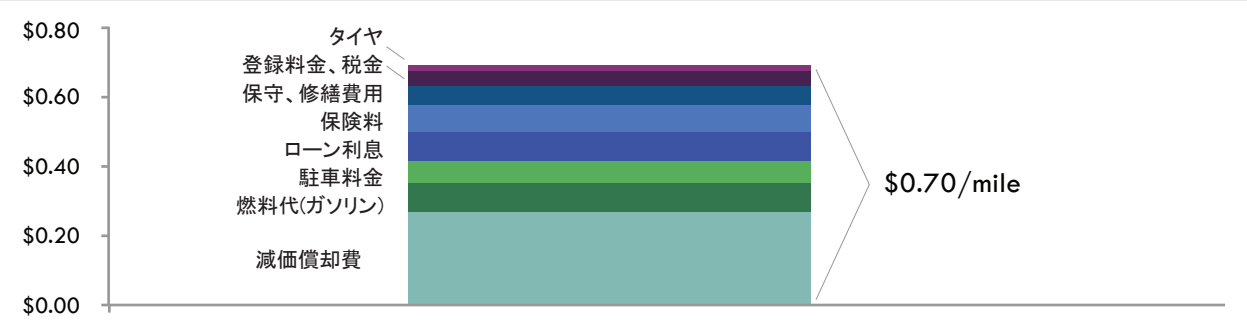
ARKは自動運転タクシーシステムに、自動運転システムが機能しない場合に備え、別の事業者が車両を遠隔操作することになると考えています[14]。自動運転システムが周囲の環境によって混乱が生じた場合、こうした事業者が車両を路肩へと安全に誘導し、遠隔操作を行う人間が車両を動かすことになります。ARKはまた、自動運転が可能な車両の初期モデルの多くが自動運転タクシーのプラットフォームで稼働すると予想しています。タクシーによる移動が、個人が自動車を所有するよりも遙かに経済的になるからです。

さらに、これらタクシープラットフォームの経営者は所有する車両を用い、自動運転地図の作成や自動運転システムの向上に必要なデータを収集することにより、地域情報を独占することになるでしょう。こうしたデータ蓄積は競合するサービス提供者に対しての参入障壁となるでしょう。最も重要なのは、自動運転タクシーは極めて価格が手頃であり、消費者により受け入れられ、実際の使用を促すとARKが推定していることです。

5. 移動コストは劇的に低下する見通し

自動運転システムの価格が15万ドルと高額だったとしても、試作車がすぐに実用可能と仮定した場合、GoogleのWaymoはMaaS採用によりマイル当たり約70セントの収益が可能であり15、これは、現在の個人が自動車を所有し運転するコストに匹敵します。以下で図解するように、自動車を所有する現在のコストには減価償却費、ガソリン代、駐車料金、ローン利息、保険料、保守費用、登録費用、税金、タイヤ交換費用などです。一般的に消費者は、費用の全額を年間の輸送コストの計算には含めていません。

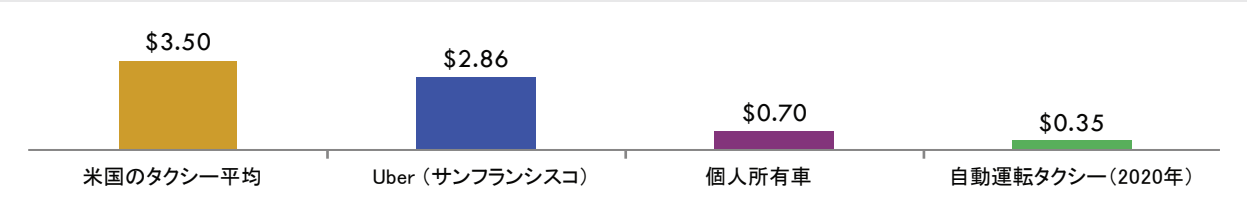
図表 6
個人所有車のマイル当たりコスト



注:平均ガソリン価格はガロン当たり2.66ドルと想定 | 出所: ARK Investment Management LLC

自動運転タクシーは主に高い稼働率のおかげで個人所有車に対しコスト競争力を有しますが、自動運転タクシーは人件費がかからないため有人運転のタクシーよりも遙かに優れていることになります。図表7に示すように、米国でのタクシーの平均料金はマイル当たり約3.5ドルです[16]。自動運転タクシーは、コストに占める技術面の割合が遙かに高く、今後想定されるコスト低下に伴い、ますます魅力度を増していくことでしょう。Googleにとって、自動運転用センサーとコンピュータシステムのコストは2012年に約15万ドルであったものが[17]、現在は1～2万ドルになっていると考えられ[18]、自動運転車が商業化される頃には1,000～2,000ドルに下がっているとみられます[19]。以下に示すARKの調査によると、個人所有車よりも高い自動運転タクシーの稼働率により、Google または競合他社の自動運転タクシーの実現可能なマイル当たりコストは、2020年には現在の半分以下のマイル当たり約35セントまで低下する可能性があります[20]。

図表 7
サービス別の自動車の総コスト(1マイルあたり)

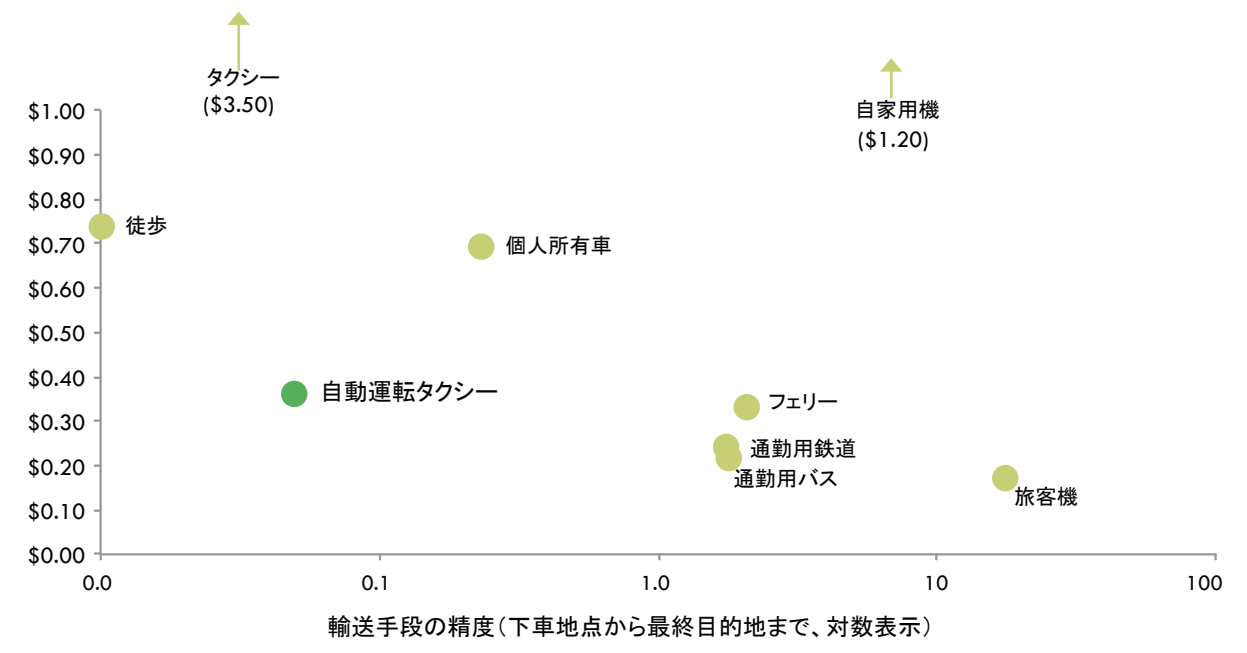


出所: ARK Investment Management LLC

6. 自動運転タクシー・プラットフォームは傑出した価格と利便性の組み合わせを提供できる見通し

厳密なマイル当たりのコストでは、大量輸送機関の経済性は自動運転タクシーシステムのそれを下回る見通しですが、自動運転タクシーが提供するドア・ツー・ドアの利便性は、同技術を他の輸送・交通手段から明確に差別化することができます。以下のグラフに示すのは、各輸送・交通手段のマイル当たりの価格と、利用者が出発点・目的地から乗降点までに要する移動距離を比較したものです。例えば旅客機は最も魅力的なマイル当たりの経済性を提供しますが、空港の立地は便利ではなく、全行程には34マイルもの追加移動を含みます[21]。グラフの左下に示す自動運転タクシーは、出発地点のすぐ前の道路から目的地のすぐ前の道路までの利便性を前例のない価格水準で提供します。

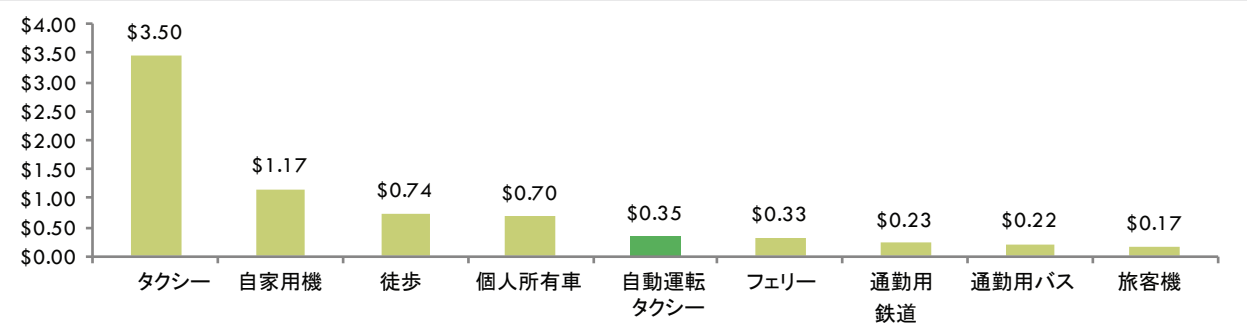
図表8
輸送手段別のマイル当たり単価と輸送手段別の精度



出所: ARK Investment Management LLC

図表9に示すように、自動運転タクシーの競争力に関するもう一つのARKの計算では、徒歩(3.99ドルのビッグマックに相当するカロリーが消費されるとの前提条件で)でさえも、タクシーより割高となる可能性があります。これは人々が一地点から別の地点へ歩くことをやめるという意味ではありません。結局のところ、健康志向の消費者が燃焼されるカロリーを徒歩の「コスト」と見做すことはないでしょう。 また、自動運転タクシーの相対的な利便性をもってしても、バスや路面電車といった、より伝統的な大量輸送機関が締め出されることもないでしょう。むしろ、乗客が駅へ、また駅から容易に移動できる新たな割安のラストマイル・ソリューション(「端末交通システム」)は大量輸送の相対的な有用性を高めることになります。

図表 9
輸送手段別のマイル当たり価格



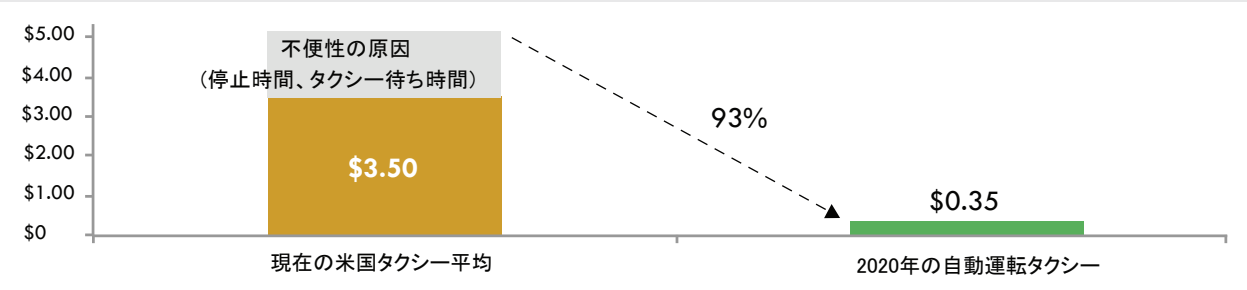
出所: ARK Investment Management LLC

さらに、走行距離の増加が予想されることを踏まえると、政治家は、インフラの効率性を高めるために、乗客を乗員密度の高い輸送機関に集中させるメカニズムを模索するものとみられます。

7. 自動運転タクシーの魅力的な経済性が採用を促進する

ARKは、自動運転タクシーは伝統的なタクシーよりも安価で便利であるだけでなく、モバイルアプリにて自動運転車に呼びかけ、運転席に見知らぬ人が座っていない自動車に乗ることは今より遙かに楽しいものになると考えています。従来型のタクシーの不便さをコスト換算すると、マイル当たり約1～2ドルになるとARKは試算しています[22]。この結果を踏まえると、以下に示すように、自動運転タクシーサービスは今日の米国のタクシー平均コストを93%下回るとみられます。

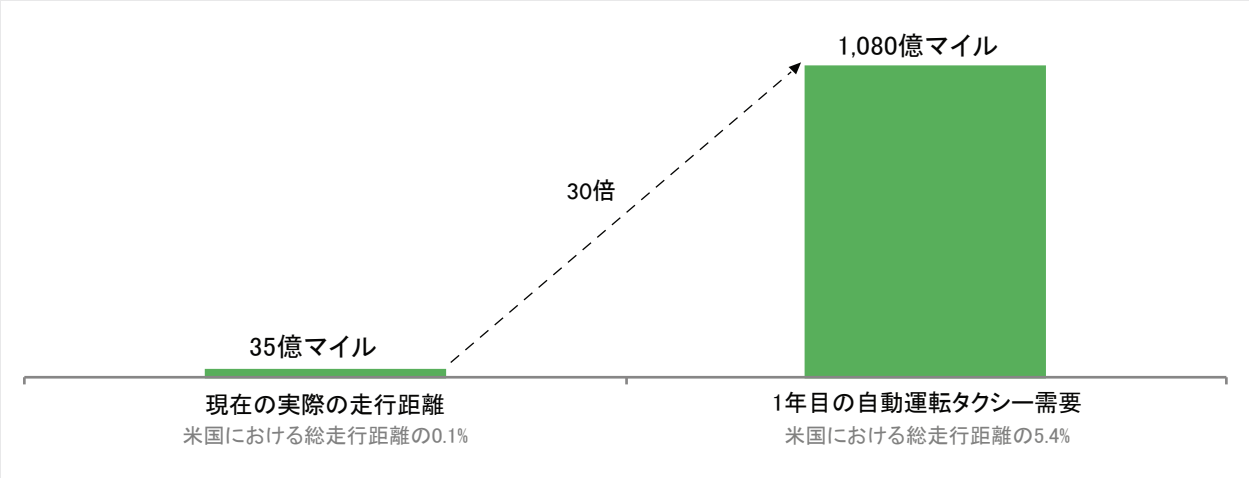
図表 10
マイル当たり価格比較



出所: ARK Investment Management LLC

現在の米国におけるタクシーの年間走行距離の合計は35億マイルで[23]、自動車の総走行距離である3兆マイルの0.1%に過ぎません[24]。ARK' の分析は、自動運転タクシーサービスが米国で24時間どこでも利用可能と仮定した場合、以下に示すように、需要は5年以内に1,000億マイルを超えることを示しています[25]。1年以内で30倍近いという需要増は、Uberが料金を引き下げた際にカリフォルニアで起きた需要急増と一致するものです[26]。

図表 11
米国のサービスとしてのモビリティ(Maas)の推定需要(マイル単位)



出所: ARK Investment Management LLC

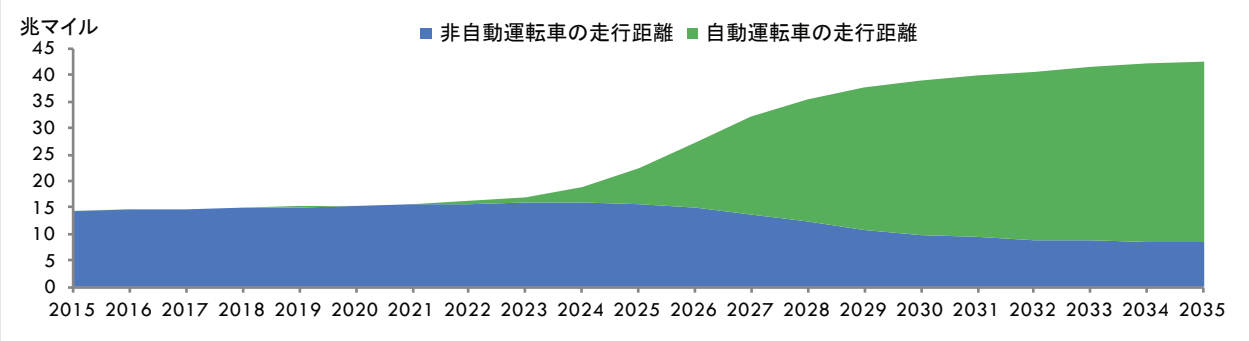
ただし現実的には、自動運転タクシーの商業化を全国一斉に行うことはできないでしょう。ARKの予想では、実際には、いろいろ異なる運用環境において参入企業は自動運転システムの性能を立証し、自動運転タクシーサービスのネットワークを構築するための時間が必要となります。当初は、こうした自動運転ネットワークは大学のキャンパス、あるいは人口密度の高い都市といった特定の地域で運用されることになると思われます。こうしたことから、ARKは、米国での自動運転タクシーの商業化から走行距離が1,000億マイルを超えるまでに約5年を要すると予想しています。

その時までには、通勤者や旅行者がより便利でコストの低い移動手段を選ぶことで、需要は爆発的な伸びを維持している可能性があります。一部のUber利用客は既に自家用車を手放し、運転免許も返上しています[27]。今日でさえ、自動車所有者(実質的には移動コストを前払いしている人々)は所有車を車庫に置いたままUberを利用しており、現行の移動手段システムが非効率的で機能していないことを示唆しています。そのため、ARKは自動運転タクシーが米国、最終的には世界全体における点から点への移動手段の支配的なプラットフォームになると考えています。

8. 世界の自動車走行距離は伸びる見通し

以下の図表に示すように、ARKは自動車の走行距離が劇的に伸びると予想しています。例えば、目の不自由な人、高齢者、10代の免許取得前の若者を含む非運転人口は手軽で便利な輸送手段を手に入れることになります。こうした需要源の増加に加え、MaaSの利便性により、既存ドライバーがさらに長い距離を移動することを促す可能性があります。

図表 12
世界の自動車走行距離



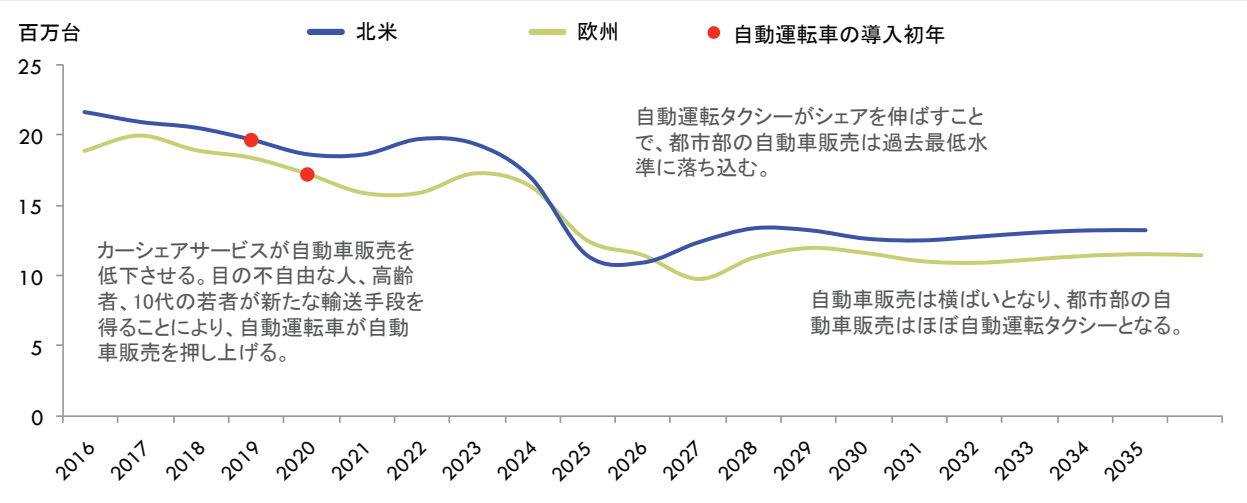
出所: ARK Investment Management LLC

ARKの調査に基づくと、走行距離の増大は渋滞の増加には完全に結びつきません。自動運転車はより予測的に稼働するため、既存インフラ上での処理能力が向上し、また自動運転タクシーサービスが駐車インフラのニーズを大幅に減らすことで、道路のより多くの車線が運転車両に振り分けることができるようになります。乗車時間が短くなるだけでなく、乗客は自動車の中でNetflix(NFLX)のようなオンラインのストリーミングサービスを視聴することや、ソーシャルメディアを閲覧すること、あるいは電子メールをチェックすることができるのであれば、交通渋滞での待ち時間を気にすることはないと思われます。

9. 世界の自動車販売台数は予想以上に減少する見通し

自動運転車の製品化に伴い、個人による自動車の所有離れの傾向が加速するとみられます。上述の通り、ARKは、自動運転車の価格がマイル当たり35セントと、今日のドライバーが負担しているコストのおよそ半分になると考えています。その結果、ライドシェアリング需要によって自動運転タクシー車両の大口での販売は増加する一方で、消費者は自動車購入を控え、最終的には使用することのない車両を売却または廃車にするでしょう。図表13に示すように、北米と欧州では、自動運転車普及の影響によって自動車販売台数が2020年代後半には現在の半分になる可能性があります。

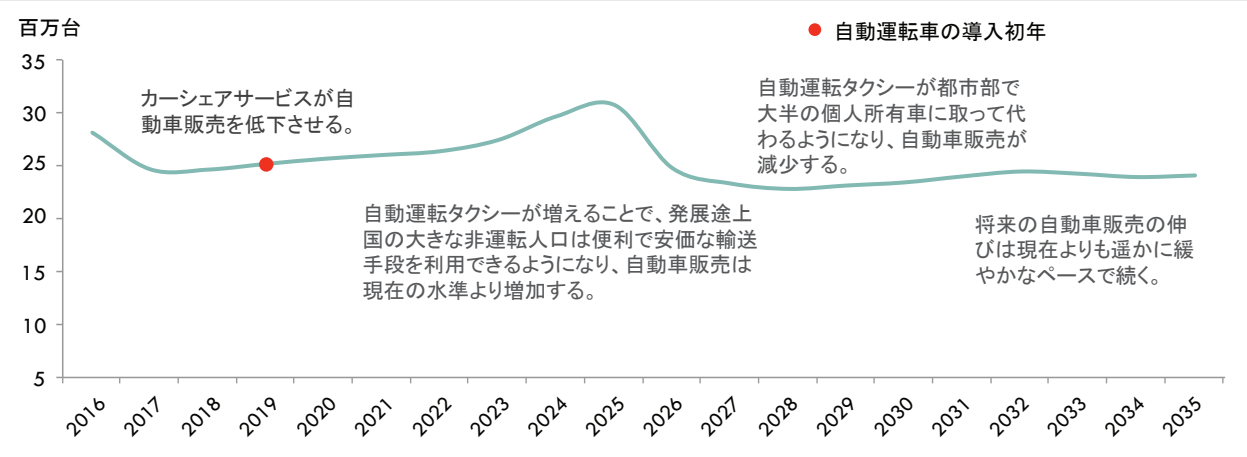
図表 13
北米と欧州の年間自動車販売台数



出所: ARK Investment Management LLC

上のグラフが示す通り、自動車販売は、自動運転タクシーの導入後は北米と欧州でおそらく緩やかに増加するでしょう。ARKは、非運転者人口による需要の急増が自動運転タクシーの販売台数を押し上げると考えています。そのため、自動運転タクシーがシェアを伸ばすことで、都市部人口にとって自動車の個人所有は不必要なものになるため、販売車両台数は急激に減少するとみられます。中古車の販売台数とその価格は、ドライバーが個人所有車を断念することで急激に落ち込むとみられます。

図表 14
中国の年間自動車販売台数

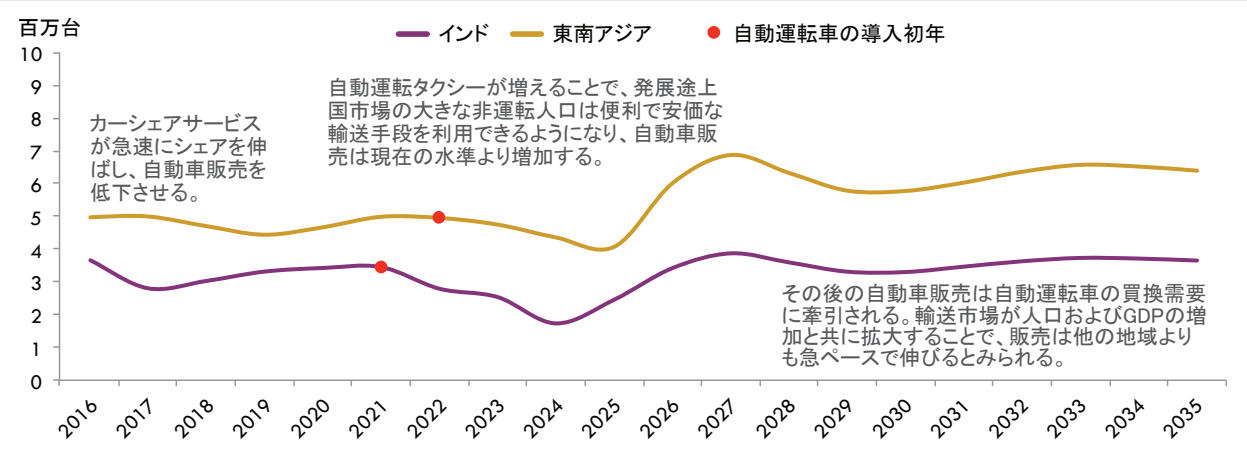


出所: ARK Investment Management LLC

米国では人口の70%が運転免許を保有していますが、これに対して中国では20%に過ぎません[28]。自動運転車は、利用の総コストが遙かに低いため、運転免許非保有人口の大きな割合が点と点の間の移動手段として自動運転車を利用することになるとみられます。その結果、 図表14に示すように、自動運転車の需要の伸びは中国の自動車販売を2020年代半ばまでには3,000万台に近くに押し上げ、その後2030年代には2,300万台に減少すると当社は考えています。

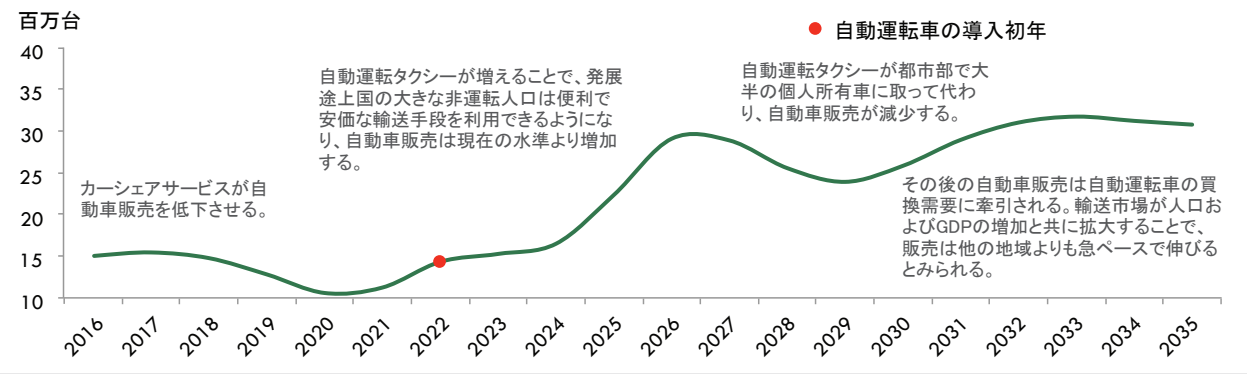
運転をしない人口が大きな比率を占める他の新興国も、中国と同様の傾向になると当社は予想していますが、以下に示すように、より力強い人口動態によってこれらの国々の自動運転車需要は中国よりも高いものになると考えられます。結果として、新興国に重点を置く自動車メーカーは、米国や欧州に重点を置くメーカーよりも成長を継続させる上で優位に立っていると考えます。

図表 15
インドと東南アジアの年間自動車販売台数



出所: ARK Investment Management LLC

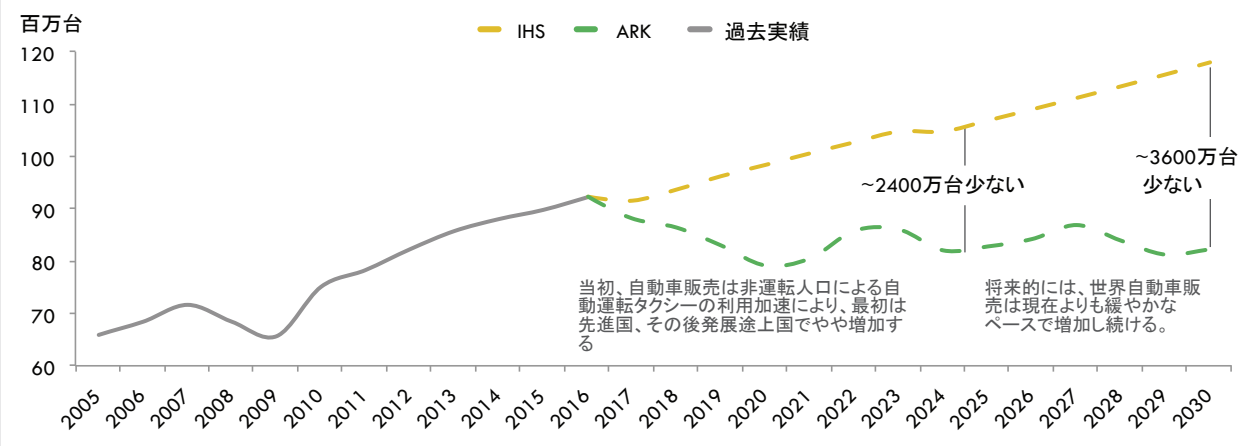
図表 16
その他地域の年間自動車販売台数



出所: ARK Investment Management LLC

以上を総合し、当社は、世界自動車販売台数がまずカーシェアサービスの採用、それに続く自動運転タクシーに採用に伴い、大方の予想以上に大きく減少すると予想しています。以下に示すように、IHSが予想する成長率に基づくと、世界の自動車販売台数が2025年までに、当社予想の8,000万台を25%上回るおよそ1億1000万台に達することになります。当社は、2030年には、自動車販売台数がIHS予想のよりも3分の1少ない水準になると考えています。

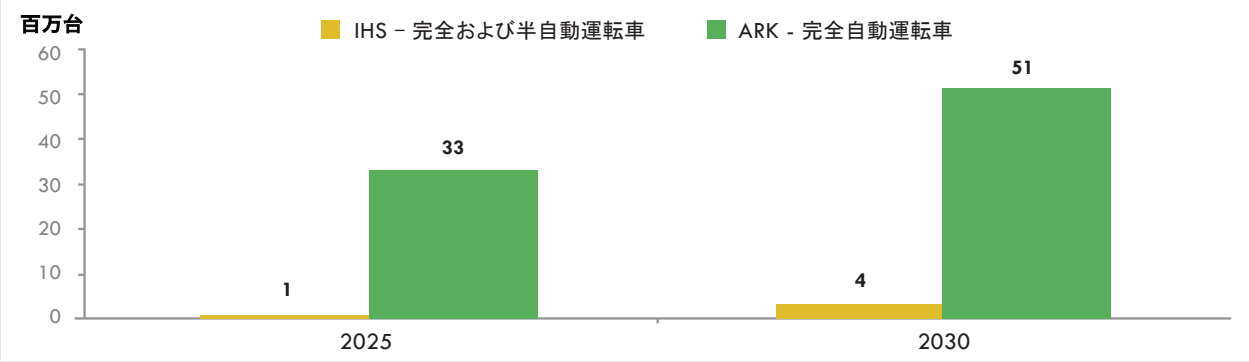
図表 17
世界の年間自動車販売台数



出所: ARK Investment Management LLC
注:IHSの2023-2030年の数字は成長率に基づくARK Investment Management LLCの推定値。

対照的に、ARKは自動運転車の販売台数が、マイル当たりの大幅なコストの低下や自動運転タクシーネットワークの利便性により、現在の予想を大幅に上回ると予想しています。自動運転車に関するIHS予想とARK予想の明確な違いは以下のグラフで確認することができます。

図表 18
自動運転車の世界年間販売台数

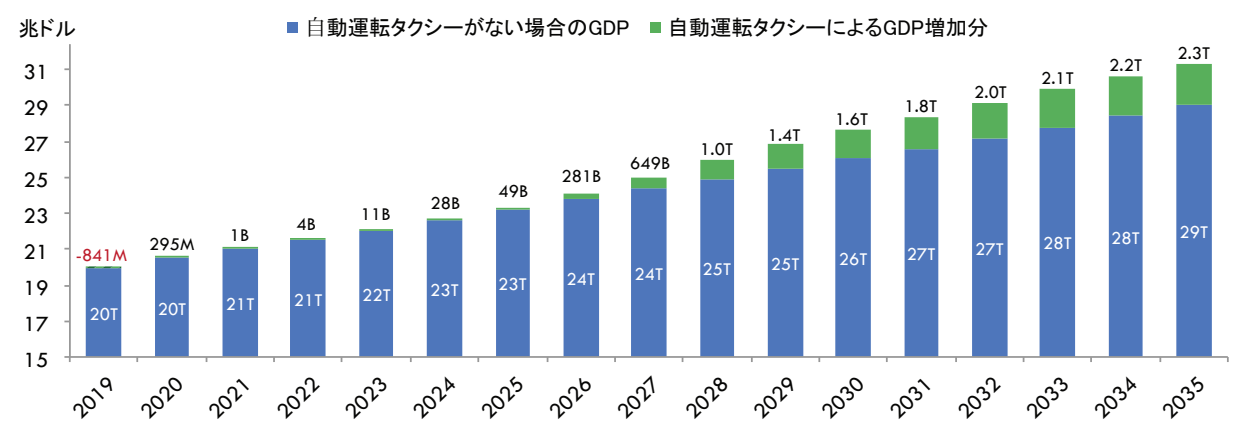


出所: OECD, ARK Investment Management LLC

10. 自動運転タクシーは米国GDPを押し上げる

米国自動車生産のマクロ経済的な重要性を踏まえると、自動車販売の減少は恐ろしい経済ニュースに聞こえるかもしれません。しかし、実際にはそうではありません。確かに、消費者が自家用車を購入しない年は、経済的にはマイナスの影響があるでしょうが、その後は毎年、所有しないことが経済的にはプラスに働くことになります。以下に示すように、総合的には、自動運転タクシーによって2035年までに年間およそ2.3兆ドルの経済生産が増加するとARKの調査は示しています。

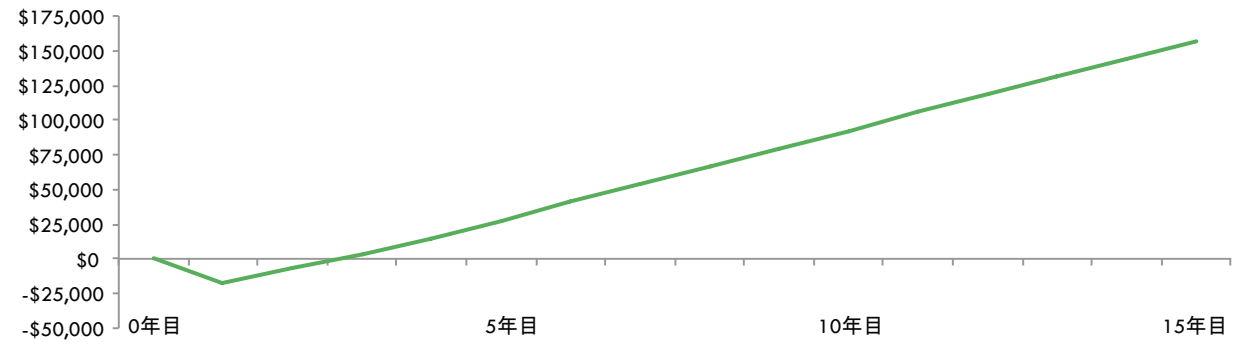
図表 19
自動運転タクシーの導入に伴う米国GDP予想



出所: ARK Investment Management LLC

こうした経済的恩恵を理解するため、ある消費者が自動車を購入せず、代わりにGoogle、UberまたはTesla(TSLA)の自動運転タクシーサービスの利用を始めたと想像してみましょう。以下に示すように、1年目は自動車販売が失われることによる経済にとって正味のマイナスの影響が生じます[29]。

図表 20
自動運転タクシー顧客の経済的影響(累計キャッシュフロー、現在価値換算せず)



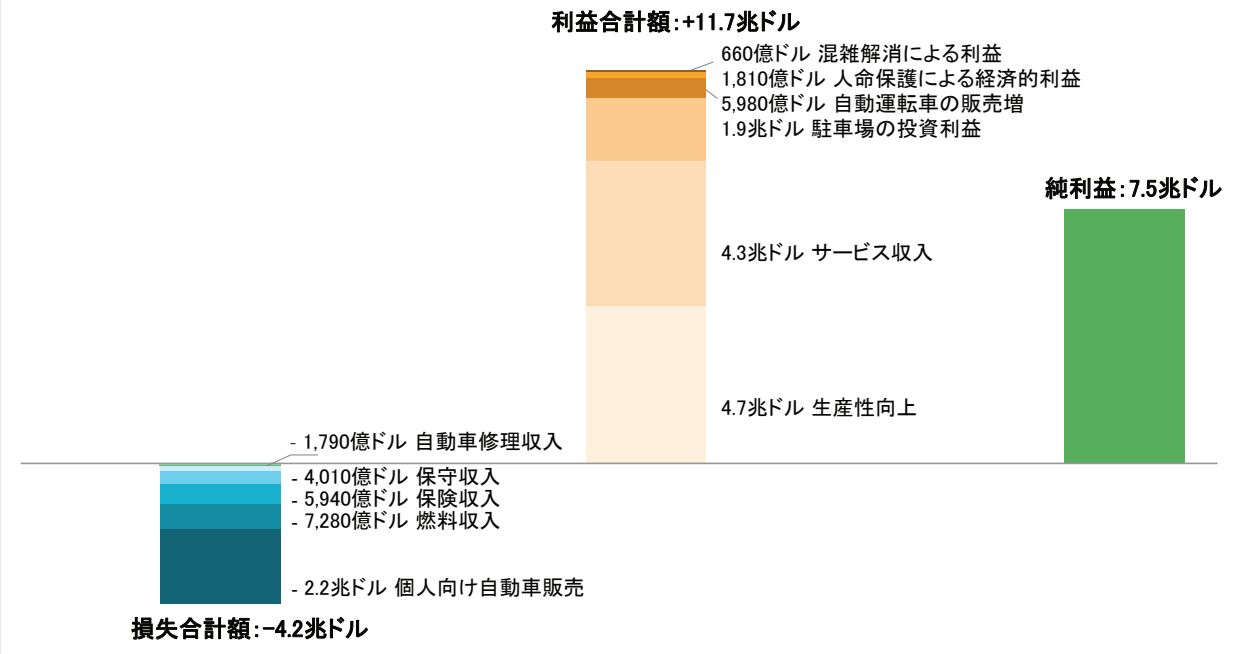
出所: ARK Investment Management LLC

自動車販売減少のマイナス効果は以下の経済効果によって部分的に相殺され、累計ベースでは、経済的影響を3年以内にプラスに転じさせます。

- 運転時間(現在は消費者が報酬を得ない市場性のない労働)がレジャーの時間、または報酬の発生する労働時間に変わることによる生産性の大幅な向上
- 自動運転タクシーからの運賃収入、ならびに自動運転タクシー車両の販売
- 使用されていない不要な駐車スペースがオフィス、小売店、または住居に転用されることによる投資利益[30]
- 自動車事故によって発生する年間280億ドルの交通渋滞に伴うコスト減に加え、事故率が80%超低下することによって救われる人命[31]

ARKの調査によると、こうした恩恵はガソリンおよび保険販売の収入減、ならびに自動車事故により発生する医療および修理に伴う売上を埋め合わせることができます。米国の個人ドライバー一人が自動車の購入を断念し、代わりに自動運転タクシーを利用することによる15年間の経済効果の正味現在価値はおよそ12万ドルです[32]。 以下に示すとおり、利便性の向上に伴い、自動運転車を利用し始める消費者の累計数予想を勘案すると、米国における最初の15年間の経済効果の正味現在価値はおよそ7.5兆ドルに達します。

図表 21
米国の自動運転タクシーの正味現在価値(金額は3%の割引率を適用した15年間の正味現在価値)



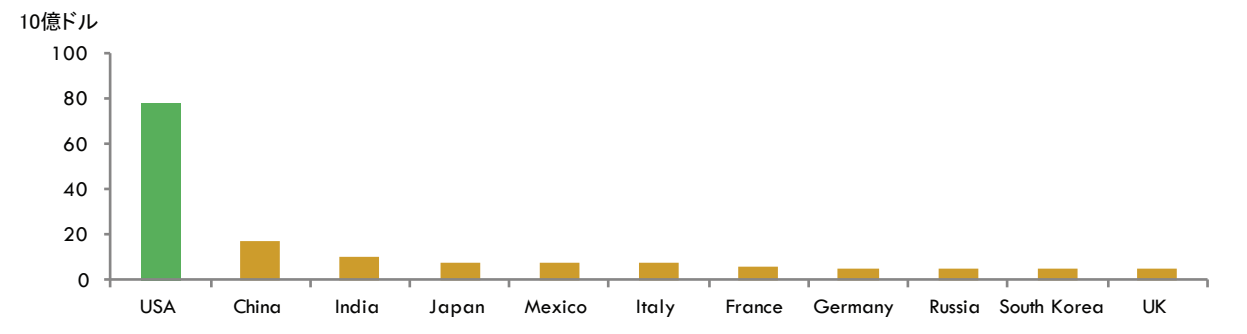
出所: ARK Investment Management LLC

消費者は自動運転タクシーへのシフトにより、別の形の恩恵も受けられるでしょう。個人所有車の現在の運転コストはマイル当たり約70セントです。ARKの調査によると、自動運転タクシーの料金はその約半分であり、年間でドライバー当たり平均4,700ドルのコスト節減となる可能性があります[33]。
さらに、モバイルアプリで自動運転タクシーを予約し、後部座席に座って仕事をし、あるいはNetflix(NFLX)といったオンラインストリーミング・サービスを視聴することで、消費者は一層の利便性、生産性や休息時間をも手に入れることのみならず、安全性も享受できることになります。

11. 自動車事故率が80%以上低下する可能性

悲しいことですが、米国で1年間に自動車事故にて命を落とす数万人の大半が無限の可能性を秘めた若者です。交通事故で失われる人命の損失は大きな打撃であり、以下に示すように、平均的には年間770億ドルの経済への貢献を失っていることになります。これはニューハンプシャー州のGDPに相当する額です。

図表 22
国別の自動車事故死亡者による年間の経済的損失



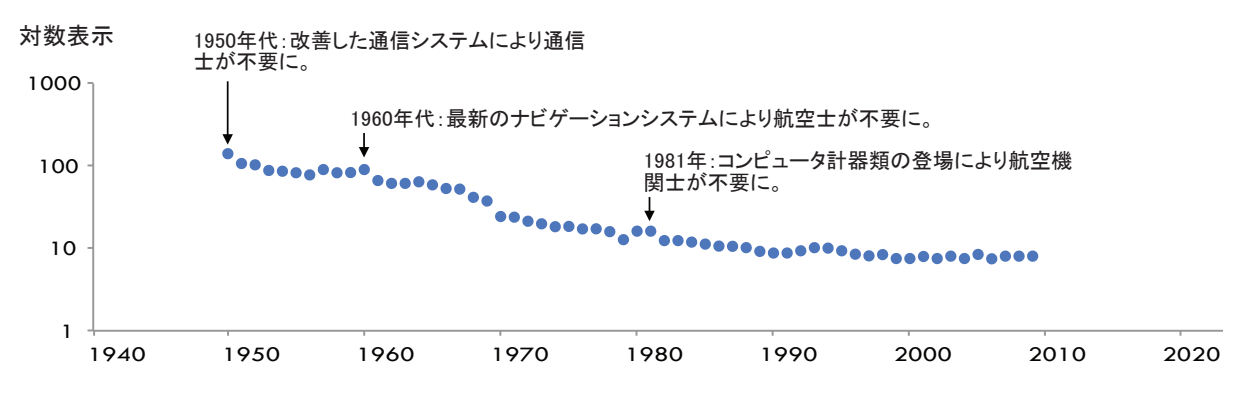
出所: ARK Investment Management LLC

コンピューターは、運転中にメールを打つことも、飲酒運転をすることも、空想にふけることもないため、人間よりも迅速に反応します[34]。その結果、自動運転車はその所有者よりも運転が上手のはずです。ARKは、自動運転車が最終的に事故率を80%以上減少させると試算しており、公衆衛生の向上に貢献すると考えます。自動車は毎年、世界で120万人の命を奪っており、その経済的損失は何千億ドルにも上ります[35]。

ARKは、数万にも及ぶ人命を救ってきた別の自動化技術である飛行機の自動操縦技術の導入による影響を分析することで、安全性の進歩の影響を定量化しました。自動運転車が飛行機の自動操縦と同程度に安全性向上に寄与できる場合、自動運転車の導入は歴史上でも価値のある公衆衛生の進歩の1つになる可能性があります。ARKはDelphi(DLPH)やAutoliv(ALV)といった自動運転技術プラットフォームのプロバイダーとアクティブセーフティ(事故を未然に防ぐための能動的安全技術)の総合的開発企業 が、こうした進歩をけん引すると考えています。

自動操縦技術の導入により、パイロットに起因する飛行機の墜落事故率がこれまでに90%低下しました[36]。以下のグラフに示すように、1960年代から1980年代にかけての自動操縦システムの改良と操縦の効率改善により、飛行の安全性は劇的に高まりました。初歩的な自動操縦システムは、既に20世紀初頭に開発されていましたが、コンピューターによる旅客機の自動操縦および情報処理など、電子化された自動操縦システム導入の波は1960年代に押し寄せ始め、1980年代を通じて続きました[37]。そうした中、操縦に必要な人数は、通信、ナビゲーション、情報通信システムの進歩に伴って5人から2人に減少しました。現在の自動化された旅客機は最も安全な移動手段といわれていますが、こうした自動化技術により救われる人命は毎年1万人未満に過ぎません。大半の個人にとって、飛行機の利用はそれほど頻繁ではなく、また旅客機のパイロットは、一般の自動車ドライバーとは異なり、訓練された専門家だからです。

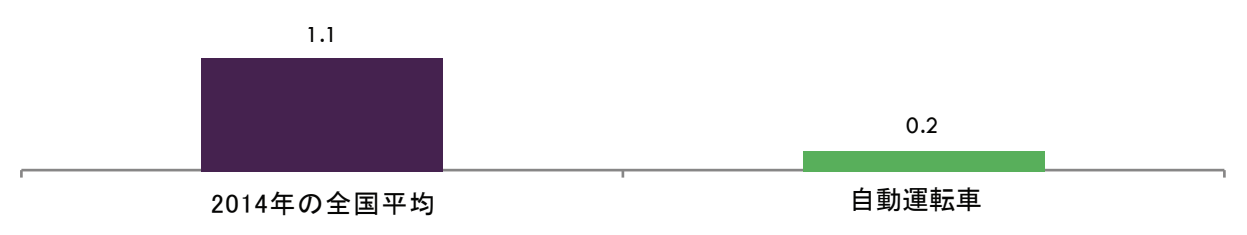
図表 23
10万飛行時間当たりの事故率(操縦人員数を調整後のパイロットのエラーによる事故の確率)



出所: ARK Investment Management LLC

対照的に、完全にドライバーがいない世界では、航空業界で起きたことと同じように、ドライバーによるミスは減少し、自動車事故率は以下に示す通り、走行距離1億マイル当たりの死亡者数は1.1人から0.2人へと83%低下すると推測されます。ARKの予想では、自動運転車の採用により、2035年までに500万件近くの死亡事故を防ぐことができるようになります。

図表 24
米国の自動車事故の死亡率は自動運転車によって低下すると予想される(走行距離1億マイル当たりの死亡者数)



出所: ARK Investment Management LLC

12. 自動運転タクシーの影響が予想を超える大きな影響を及ぼす可能性

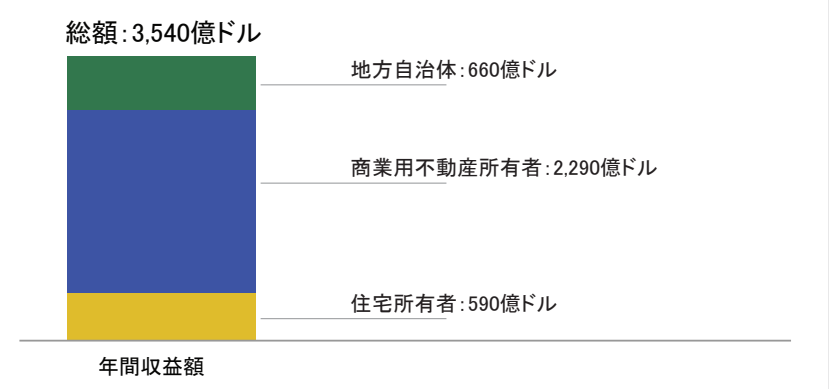
上述のように交通事故による死者が減少すれば、保険料も減少するとARKと確信しています。自動運転車への移行に伴い、損害賠償保険料率の算定表が現在とは全く異なったものになるとみられる中、Allstate(ALL)、Travelers(TRV)、Metlife(MET)、Chubb(CB)、Progressive(PRG)などの保険会社は保険金請求の大幅減少という予期せぬ恩恵を享受することになるでしょう。さらに、より多くのセンサーが車両に搭載され、データ収集することで、事故の予測が一段と容易になり、保険会社は保険料率をダイナミックに設定することが可能になります。

リスクが減少する可能性が高まることにより、自動車保険の市場規模は縮小するとみられます。加えて、自動運転タクシー業者向けの保険契約は、個人の保険契約者よりも利益率が低いことは明らかでしょう。自動運転技術を提供する企業は、技術的な過失責任に備えてバランスシートを強固なものにするか、あらゆる潜在的なリスクを保険会社などの他社でヘッジすることになるでしょう。

自動運転車は他の産業にとっても好材料となります。1.5兆ドル[39]である現在の世界の飲料産業規模は、自動運転タクシーの台頭により専門のドライバーの必要性がなくなることにより、2030年までに280億ドル[38]拡大するとみられています。さらに、2030年に(ARKの予測が示すように)世界の自動運転タクシー乗車時間が4.8兆時間に達することになれば、自動運転タクシーの乗客は、乗車時間の60%をFacebook(FB)やNetflix(NFLX)などのサービスに向けるとARKは予測しています[41]。その結果、現在1.9兆ドル規模の世界の娯楽産業の広告・購読料収益がさらに約1,000億ドル[40]拡大する可能性があります。

ARKはまた、自動運転タクシーのネットワークは通信産業にも大きな影響を及ぼすと予想しています。ストリーミング再生やソーシャルメディアサービスの利用で、データ使用量は飛躍的に増加するでしょう。こうしたサービスが携帯電話周波数帯を使用するならば、現在5.6兆ドル[42]である世界の通信市場の規模が向こう10年～15年で2倍に拡大する可能性があります。しかし、おそらく携帯電話事業者は、事前にデータを読み込んだコンテンツを乗客に提供する自動運転サービス事業者およびモバイル機器メーカーと、その利益を分け合う公算が大きいとみられます。

図表 25
米国で駐車スペース再利用がもたらす年間収益額(2030年)



出所: ARK Investment Management LLC

自動運転タクシーは、インフラ投資とその収益性にも影響を及ぼすはずです。図表25に示すように、自動運転タクシーは、現在未使用となっている駐車スペースを別用途で利用可能にすることで、米国経済に年間3,540億ドルの利益をもたらす可能性があります。駐車場は現在、本来ならば生産性が高い多くのスペースを世界中で占有しているという問題の大部分は、自動運転タクシーにより解決されることになるでしょう。自動運転タクシーの稼動時間は現在の8倍～12倍に増加するため、現在自家用車1台当たり必要である5台分の駐車スペースは[43]、自動運転タクシー1台につき必要な1台分で足りることになります。

ARKは、自動運転タクシーにより2030年までに米国内の約2億5,000万台分の駐車スペースが解放され利用可能になると見込んでおり、その地価は現在の価格で4兆2,000億ドルに上ります。こうした土地再利用がもたらす恩恵の80%以上を商業用不動産所有者と地方自治体が享受することになるでしょう。再利用される土地と建物は、投下資本に対して非常に大きな収益をもたらすとみられます。活気あふれるシェアリングエコノミーの世界では、住宅所有者がガレージを寝室に改築したり、庭を拡張したりする一方、商業用不動産所有者はより多くのオフィス、小売店舗、マンションを建設することでしょう。自治体は駐車料金を徴収できなくなることになるでしょうが、そのかわりに駐車場を売却することにより、駐車料金収入を固定資産税収入に転換することができます。当社の推計によると、2030年の1年間だけで駐車スペースの再利用が住宅所有者、商業用不動産所有者、地方自治体にもたらす不動産収益は3,500億ドル以上に達します。

13. 分散した自動運転タクシーネットワークにより、郊外で新たなビジネスモデルが生まれる可能性がある

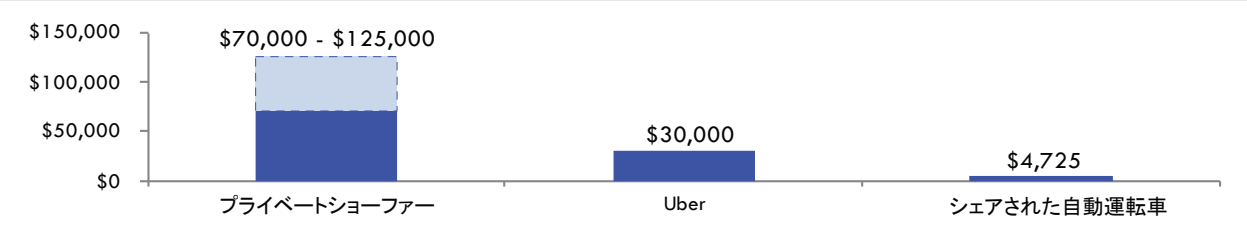
個人が自動車を運転する時間は一日平均わずか1時間(4%)のため、所有する自動運転車を貸し出すことにより、残りの23時間を有効活用することができるでしょう。例えば、Uberは既存のディスパッチ(運転手と乗客をマッチングする)プラットフォームを活かし、自動運転車の所有者に出社時刻と帰宅時刻の間、あるいは子供たちを学校まで送り届ける時刻と迎えに行く時刻の間だけ、所有車を貸し出す機会を提供することが可能です。テスラはこのようなプラットフォームを立ち上げる計画を既に発表しています。予め決まった時間での貸し出しができない所有者でも、時間単位で自動車の貸し出しを行うことができることになると思われます。

現段階での試算によると、自動運転車の所有者が自分の都合に合わせて車両を貸し出すことにより、購入費用の半分以上を5年以内に回収することができます。現在、新車価格は平均で約3万ドルです[44]。当社が自動運転車の商業化を予測している2019年頃には、自動運転技術によってさらに費用は1,000～2,000ドル上昇すると考えられます[45]。計算上は、自動運転車を1日当たり11時間、1マイル当たり35セントで貸し出すことにより、所有者は年間1万ドル以上を入手でき[46]、購入費を賄えます。

郊外の自動運転タクシーサービスの価格は、競争の度合いや車種によって異なることになるでしょう。例えば、近隣で多数の家庭が自動運転車を所有する場合、1家庭のみが所有する場合よりも価格が低くなることが予想されます。ただし、競争により価格が1マイル当たり20セント程度に押し下げられたとしても、所有者は利益を得られるでしょう[47]。Uberの自動運転車のディスパッチプラットフォームは、ピーク料金制度を採用して供給をさらに呼び込み、需要に対応し、収益性を高めることができます。テスラのモデルSやキャデラック(GM)のCT6等の高級車もプレミアム価格を設定できるでしょう。

自動運転車の所有者は、タクシーサービスに加え、ショーファー(お抱え運転手)サービスを特定の小規模な顧客(入念な審査の上)に時間制で提供することができます。自動運転車の経済性を一般的なショーファーサービスの経済性やUberが現在提供しているサービスの経済性と比較すると、自動運転システムの価値が浮き彫りになります。個人的に運転手を雇う費用は年間7万～12.5万ドルです。Uberがこのサービスをニューヨーク市で展開する場合の費用は、連邦道路管理局が推計した個人の年間運転距離平均13,500マイルに基づくと、少なくとも年間3万ドルに上ると試算されます。

図表 26
ショーファーサービスの年間費用



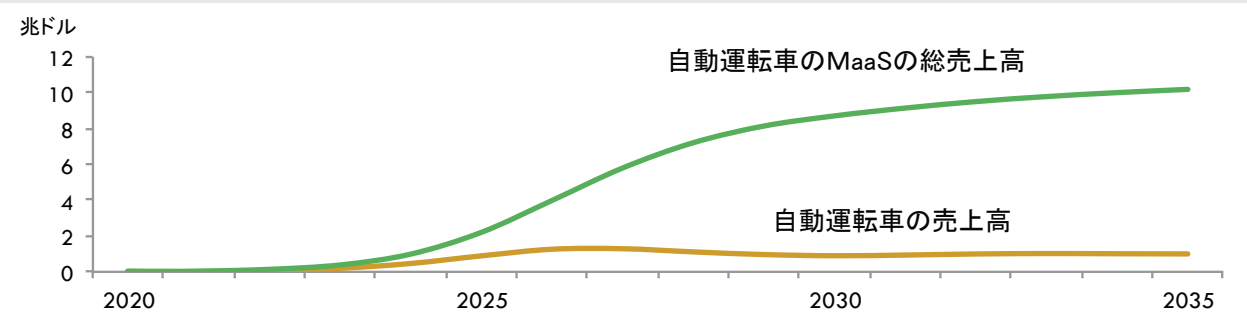
出所: ARK Investment Management LLC

一方、自動運転車のショーファー費用は、図表26が示すように、それを84%下回る年間4,700ドルです[48]。自動運転技術は現在の輸送システムの弱点の多く(特に駐車場問題や、自動車の大半が渋滞に巻き込まれる問題)を回避し、シェアリングエコノミーへの参加を後押しすると予想されます。また、時間制の自動運転タクシーは企業による自動運転車の購入を加速させる可能性があります。購入資金の負担を幅広い顧客層からの収益で賄うことが可能となるためです。加えて、こうした郊外のタクシーネットワークでは、自動車の購入者は比較的高収入が期待できる高級有名ブランド車を購入する傾向が高くなるため、高級車メーカーにとって追い風になることが考えられます。

14. 自動運転車のMaaS市場は2030年代初頭までに10兆ドルを超える見通し

パソコン市場と同様に、自動運転車市場でもソフトウェアやサービスの方がハードウェアよりもバリューチェーンにおいて魅力的な分野になるでしょう。ARKの調査によると、下の図表に示すように、自動運転車のMaaS市場の総売上高は2030年代初頭までに10兆ドルを超えることになります。一方、自動運転車の同時期の総売上高は約9,000億ドルで、MaaS市場のおよそ10分の1にとどまるとみられます。自動運転タクシーの稼働率は個人所有車を大幅に上回ると予想され、自動車の年間販売台数をますます減少させることになるでしょう。

図表 27
自動運転車とサービスの世界売上

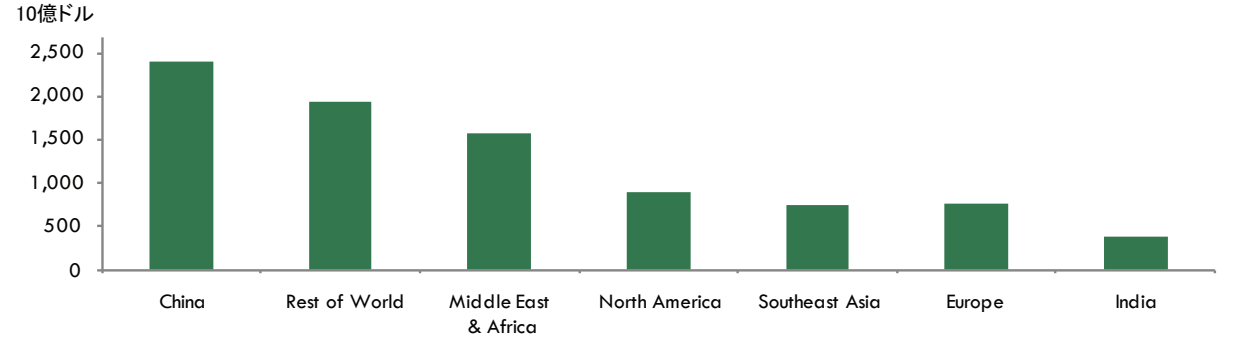


出所: ARK Investment Management LLC

ARKは、自動運転システムの向上には運転データの蓄積が重要な要素であることより、MaaS市場におけるサービスの提供は、地域別に独占的な企業に集約されるとみています。

国際的にみると、下の図表に示すように、ARKは中国が2030年までにMaaSの最大市場になるとみています。中国は、自動運転サービスネットワーク産業にとって複数の点で理想的な国です。中国のインフラの多くは比較的新しく、政府は最新の技術開発に重点的に資金配分を行う方針を打ち出しており、人口の大半はまだ自家用車の所有を目指してはいません。また、人口の都市部集中はますます進んでいます。携帯電話システムが多数の発展途上国において固定電話システムへのインフラ投資の必要性を不要にしたように、自動運転タクシーネットワークも発展途上国を一足飛びに技術面で優位に立たせ、自家用車購入という投資なしに、点から点への新しい移動手段の利便性の恩恵を享受できるようになるかもしれません。

図表 28
MaaSの総利益予想(2030 年)

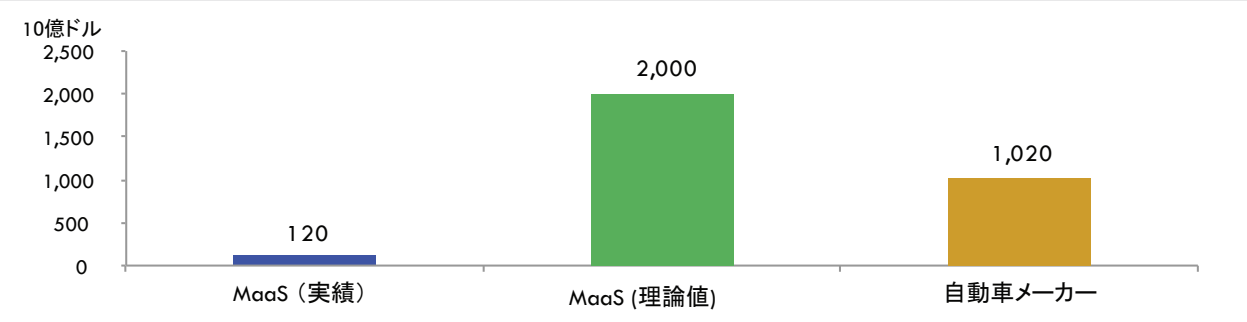


出所: ARK Investment Management LLC

15. 投資家はMaaSを過小評価している可能性がある

ARKは、MaaS市場が秘めている事業機会の正味現在価値は、投資家の現在の認識を遥かに上回るとみています。下の図表が示すように、MaaSを手掛ける企業(Lyft、Uber、Didi、Grab、Ola等)の株式時価総額は、目下、約1,200億ドルです。ARKは、自動運転タクシーサービスによる将来の期待営業キャッシュフローを勘案すると、現在の時価総額は6,000億ドル～3兆ドル(投資家の想定投資期間によって異なる)に上ると評価しています[49]。ただし、この事業機会はDidiやUberだけのものではありません。Googleは自動車メーカー数社との提携計画を先頃発表したところであり、nuTonomyとDelphiの両社はシンガポールでパイロットプログラムを開始しており[50]、複数の自動車メーカー、特にテスラ、フォルクスワーゲン(VW)、BMW(BMW)、トヨタは、自動運転車とそのシェアサービスの詳細な計画を有しています[51]。

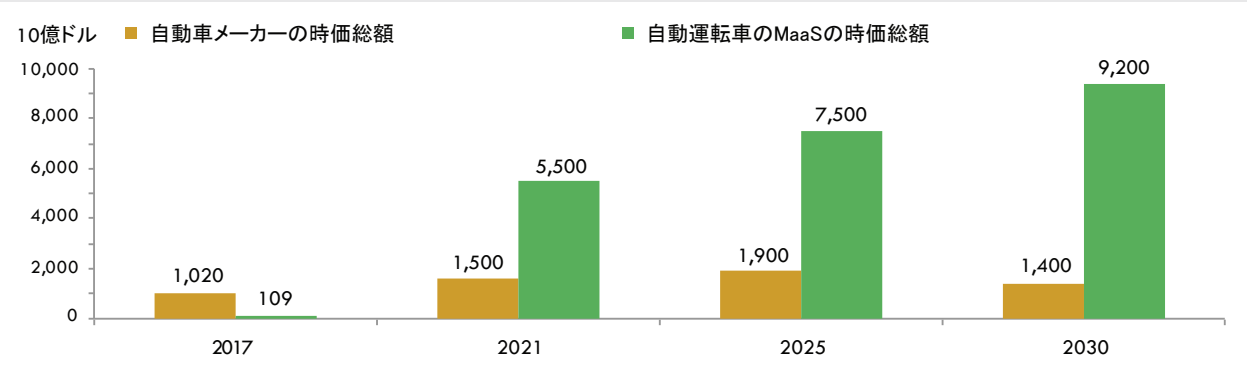
図表29
株式時価総額(現在)



出所: ARK Investment Management LLC | 注: Mobility-as-a-Service (MaaS)

現在のMaaS企業の株式時価総額が2兆ドルであるとすることは非現実的に思えるかもしれませんが、ARKの調査は、ビジネスチャンスを考慮すると2030年までに株式時価総額は9兆ドルへ拡大する見通しで、自動車メーカーのビジネスモデルをさらに縮小させることが予想されます。下の図表に示すように、ARKは世界の自動車メーカーの株式時価総額は2021年までにMaaS企業の約3分の1になり、2025年までには約6分の1になるとみています。この較差拡大の一因は、自動運転タクシーが車両稼働率の大幅上昇を可能にすることです。当社は平均的なMaaS車両の方が実車距離は長く、それが自動車販売台数を押し下げ、自動車メーカーの売上を抑制するとみています。ただし、自動車メーカーもMaaS市場に参入することができます。理論的には、投資家が現時点で世界中の自動車メーカー全社の株式をおよそ1兆ドルで購入でき、そのうちの1社が自動運転タクシー市場で大きなシェアな獲得できた場合、投資利益率は5年間で4倍になります。ただ、可能性が高いのは、言うまでもなく、GoogleやUber等のテクノロジー企業がシェアの大半を獲得することです。

図表 30
自動運転車のMaaSと自動車メーカーの時価総額の推移予想



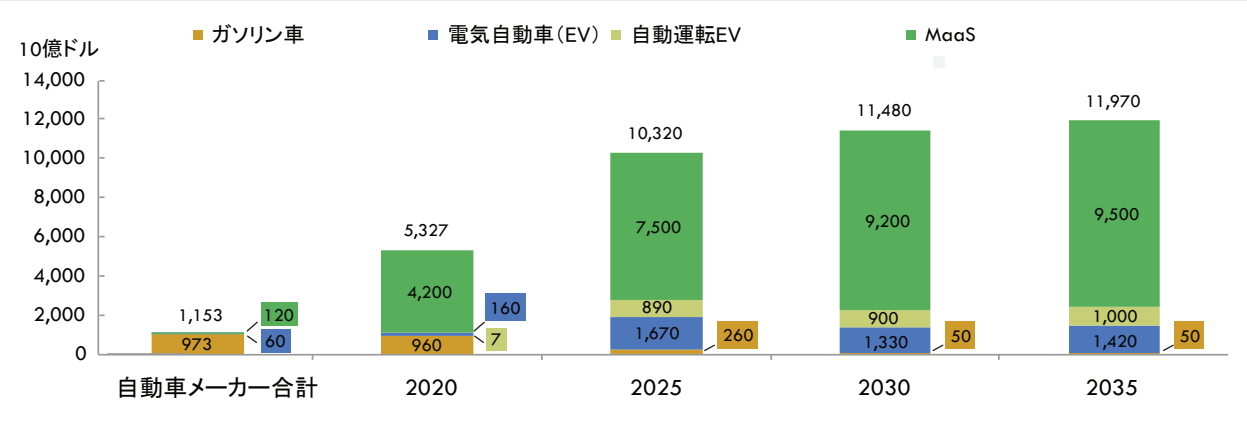
出所: ARK Investment Management LLC
注:ARKは、第一弾のレポート発行以降、この図表を更新しています

上記の通り、ARKは、自動運転システムの向上には運転データの蓄積が重要な要素であることより、MaaS市場におけるサービスの提供は、地域別に独占的な企業に集約されるとみています。テスラはこのデータ収集に必要なセンサーを搭載した車両を販売している唯一の企業で、先発優位性をもっており、世界中の自動運転データの収集で他社に先行していると考えます[52]。

自動車そのものよりもサービスの価値が高まっていく見通しですが、MaaSの本格始動に伴い、自動車メーカーも成長機会を活かすことができるでしょう。上の図表が示すように、ARKは伝統的な自動車メーカーの株式時価総額が2025年までにほぼ倍増するとみており、2025年以降については、自動運転タクシーが自家用車離れを招く中で減少に転じるとみています。

電気自動車(EV)や自動運転車で成功を収める自動車メーカーは、他社に比べてはるかに成長することができるでしょう。図表31に示すように、ARKはバッテリーの生産コストの低下がEVや自動運転EVの販売台数を押し上げ、伝統的なガソリン車の販売台数の伸びを上回るとみています[53]。また、業界では再編が進み、その結果、収益性が改善するEVメーカーは、ガソリン車メーカーに比べて高い株価売上高倍率を有することになると思われます[54]。加えて、自動運転を可能にする主要部品を製造しているエヌビディア(NVDA)やモービルアイ(MBLY)等の企業や、自動運転用センサー・パッケージを製造しているDelphiやAutoliv等のインテグレーター企業は、自動運転車関連製品市場でシェアを高める好位置にあります。

図表 31
自動車タイプ別の時価総額



出所: ARK Investment Management LLC
注:ARKは、第一弾のレポート発行以降、この図表を更新しています。

自動車運転の仕組みがMaaSへと移り変わることにより、金融市場で広範な投資機会が生じることが予想されます。世界の株式市場の時価総額70兆ドルに対し、MaaSが今後10年間で10%以上に成長することと思われます。換言すれば、従来は認識されていなかったこの投資機会が、今後はこの分野の株式への資産配分が相当な比率を占めることが予想され、適切なポジショニングを行った投資家に高リターンをもたらすことが期待されます。

近年で最も似通った事例はコンピューターソフトウェアの業界で、1980年代半ばまでバリューチェーンの注目分野としてみられていませんでした。その後、S&P500指数に占める比率が上昇し、1990年代末までには5%超に達しました。ARKは、ソフトウェア業界(1990年代を通じて、世界の人口のわずかな部分にしか影響しなかった)とは異なり、MaaSのプラットフォームはあらゆる所得層、世界のあらゆる地域で急拡大するとみています。今まさに、世界の交通手段が大きく変貌していく時代の幕開けのタイミングかもしれません。単純な計算でも、こうした変化は予期していた投資家にとって強い追い風になることを示しています。

結論

自動運転車は、鉄道誕生以降で最大の経済的変化をもたらす可能性を秘めています。鉄道は都市設計を変え、入手できる食料品を変え、利用可能な輸送チャネル(最も重要な側面)を変え、その結果、経済的繁栄につながりました。フォード(F)やGM等の自動車メーカーは先行きを既に見ていたかのように迅速な行動を起こし、自動運転車事業を推進しています。自動車業界全体の過去1年間の企業買収は744億ドルに上り[55]、過去10年間の平均の3倍に達しています。

ARKは、テスラやGoogle等の企業を自動運転分野のリーディングカンパニーとして評価しています。テスラは自動運転のデータ収集に必要なハードウェアを搭載した消費者向け車両を現在販売している唯一の自動車メーカーで、これにより比類のないデータの蓄積や、自動運転システムを迅速に向上・進歩させるノウハウを備えています。Googleは技術面で最高の自動運転車を開発する可能性があり、最近設立したWaymo社で商業化に向けて前進しています。他の既存企業も追いつく可能性があります。伝統的自動車メーカーがどの程度市場を失うかを踏まえると、果敢に戦いを挑むことも考えられます。

米国で鉄道や初期の高速道路が多数の国民に移動の容易さを与えたように、自動運転車は運転ができない人々や自動車を購入する経済的余裕がない人々に移動の容易さを与えることになるでしょう。自動車は、米国ではかつては独立心の象徴であり、中国では高い地位の象徴でしたが、間もなく電化製品やモバイル機器と同様になるでしょう。

また、自動運転車によって駐車場に空きが生じ、商用やコミュニティ用のスペースが増えれば、都市部の景色を劇的に変えるかもしれません。端的に言えば、自動運転車の影響は点から点への移動の手段という範疇を遥かに超えるものとみられます。我々の日常生活、都市、経済構造は永遠に変わることになるでしょう。

1. Sears Brands, LLC.、2012年3月21日、Sears Archives、「History of the Sears Catalog」、 http://www.searsarchives.com/catalogs/ history.htm
2. Vaclav Smil、「Two Prime Movers of Globalization: The History and Impact of Diesel Engines and Gas Turbines」、ケンブリッジ、MA: MIT、2010年、http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2013/05/economist-explains-14、Dr. Jean-Paul Ro¬drigue、2016年、ホフストラ大学、「The Interstate Highway System」、https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/ conc3en/ map_interstatesystem.html
3. Michael Lamm、1999年3月、Popular Mechanics、「75 Years of Chryslers」、https://books.google.com/books?id=PmYEAAAAM-BAJ&pg=PT34&dq=introduced+industry's+first+power+steering&hl=en#v=onepage&q=introduced%20industry's%20first%20 power%20steering&f=false
4. Willie D. Jones、2001年9月3日、IEEE Spectrum、「Keeping Cars from Crashing」、http://spectrum.ieee.org/transportation/ ad¬vanced-cars/keeping-cars-from-crashing
5. Sanjay Salomon、2015年11月6日、Boston.com、「Driver's Guide: What to Know About Automatic Braking」、
6. 今日のサービスとしてのモビリティの走行距離の半分が失われる自動車販売を埋め合わせると仮定。
7. 中国では4つ目の原因がある:一部都市における規制は、同一の自動車は隔日でのみ運転することが認められており、自動車所有を強く思いとどまらせている
8. https://www.uber.com, https://newsroom.uber.com/page/2/
9. 注:Uberが単価を60%値下げしたにもかかわらず、顧客の平均支払金額はほとんど変化しておらず、顧客は以前に比べてUberで長距離を移動したことを示唆している。
10. Jessica Kwong、2014年9月16日、The San Francisco Examiner、「Report Says SF Taxis Suffering Greatly」、http:// www.sfexamin¬er.com/sanfrancisco/report-says-sf-taxis-suffering-greatly/Content?oid=2899618
11. Mantill Williams、2016年3月15日、アメリカ公共交通協会、「Uber and Lyft Users More Likely to Use Public Transit Frequently, Own Fewer Cars And Spend Less on Transportation」、http://www.apta.com/mediacenter/pressreleas-es/2016/Pages/160315_Shared-Use-Mobility.aspx
12. タクシー、Lyft、Uberを含む。
13. ARKインベストメント・マネジメント
14. Googleの特許出願内容と、ARKが自動運転車に取り組む他の技術開発企業から聴取した内容による。Nathaniel Fairfield、Joshua Seth HerbachおよびVadim Furman。「Remote Assistance for Autonomous Vehicles in Predetermined Situations」、譲受人Google Inc.。特許番号US20150248131 A1。2015年9月3日。http://www.freepatentsonline. com/20150248131.pdf
15. 1ARKインベストメント・マネジメント。年間コストには減価償却費、保険料、税金、燃料代、保守・修理費用、タイヤ、コネクテッドカー料金、自動運転システムの費用、駐車料金が含まれる。
16. 連邦道路管理局のGreencar Reports(http://www.taxifarefinder.com/rates.php)のデータを基にARKインベストメント・マネジメントが算出。
17. Alisa PriddleおよびChris Woodyard、2012年6月14日、USAトゥデイ、「Google Discloses Costs of Its Driverless Car Tests」、http://content.usatoday.com/communities/driveon/post/2012/06/google-discloses-costs-of-its-driverless-car-tests/1
18. ARKインベストメント・マネジメント
19. ARKインベストメント・マネジメント 。ARKは、自動運転センサー・パッケージがLiDAR、レーダー、カメラ、GPS、オドメトリセンサー、ソナー等で構成されると考えている。NvidiaのDrivePXのような、センサー類を統合する車載 コンピューターが採用されるとみられる。
20. ARKインベストメント・マネジメント
21. 米国において、空港までの距離の中央値は17マイル、往復では34マイルである。Mark Pearson、2012年、「How Far Are People on Average from Their Nearest Decent-Sized Airport?」 http://www.mark-pearson.com/airport-distances/
22. これは仮定に過ぎない。
23. 5マイルの移動を想定した州平均のタクシー料金を基に、全国における各州の自動車走行距離の比率を用いた加重計算。これはhttp://www.taxifarefinder.com/rates.php、連邦道路管理局、Of¬fice of Highway Policy Information、2014年3月、「Highway Statistics Series」、http:// www.fhwa.dot.gov/policyinformation/statistics/2011/vm2.cfmのデータを用い、ARKインベストメント・マネジメントによる試算。
24. 同上。最近データは2011年分から。
25. ARKインベストメント・マネジメント

26. Uberのサンフランシスコの需要に対する価格弾力性値を適用すると、価格の93%下落は需要が約30倍になることを意味する。もちろん、自動運転タクシーは全国展開される前に限られた地域で導入されると思われる。この分析は自動運転タクシーが全国展開された場合の仮定である。
27. Ben Gilbert、2016年3月8日、GeekWire、「How I Ditched My Car and Went Full Uber」、http://www.geekwire.com/2016/ ditched-car-wentfull-uber/ ; Ryan Lawler、2014年9月1日、TechCrunch、「When Does Uber Become Cheaper Than Owning A Car?」 https://techcrunch.com/2014/09/01/when-does-uber-become-cheaper-than-owning-a-car/ ; Nick Bilton、2015年4月8日、ニューヨークタイムズ、「For Some Teenagers, 16 Candles Mean It's Time to Join Uber」、http://www.nytimes. com/2015/04/09/style/for-some-teenagers-16-candles-mean-its-time-to-join-uber.html?_r=0
28. Rose Yu、2014年11月28日、ウォール・ストリート・ジャーナル、「China Soon to Have Almost as Many Drivers as U.S. Has People」、http:// blogs.wsj.com/chinarealtime/2014/11/28/china-soon-to-have-almost-as-many-drivers-as-u-s-has-people/ ; 連邦道路管理局のデータを基にARKインベストメント・マネジメントが算出。
29. 価格が30万ドルの自動車を想定。最終的な損失は、自動運転タクシー販売益などを相殺後。
30. 米国の全ての自動車1台当たりおよそ5台分の駐車スペースある。自動運転タクシーは1台分しか必要としない。
31. ARKインベストメント・マネジメント
32. ARKインベストメント・マネジメント
33. 連邦道路管理局のデータを基にARKインベストメント・マネジメントが算出。
34. KPMG, 2015年10月, "Marketplace of Change: Automobile Insurance in the Era of Autonomous Vehicles", https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/06/id-market-place-of-change-automobile-insurance-in-the-era-of-autonomous-vehicles.pdf
35. 幹線道路交通安全局(NHTSA)、WHO、世界銀行、Wolfram Alphaのデータを基にARKインベストメント・マネジメントが算出。
36. 1950年代から2000年代までの事故率統計平均を基に、搭乗員人数と各10年間のヒューマンエラーに起因する事故の比率を調整して、ARKインベストメント・マネジメントが算出。AOPA、2011年3月、「General Aviation Safety Record – Current and Historic」、http://www.aopa.org/about/general-aviation-statistics/general-aviation-safety-record-current-and-histor¬ic、PlaneCrashInfo.com、Statistics、「Causes of Fatal Accidents by Decade」、http://www.planecrashinfo.com/cause.htm
37. Carr, Nicholas (2014年9月29日). "The Glass Cage: How Our Computers Are Changing Us," W. W. Norton & Company
38. ARKインベストメント・マネジメント
39. Rachel Butt, 2016年8月1日, Business Insider, "One Industry Could Get a $100 Billion Boost from the Rise of Driverless Cars and Car-Sharing," http://www.businessinsider.com/driverless-cars-and-alcohol-2016-8
40. 同上。ARKインベストメント・マネジメントとモルガン・スタンレーによるアルコール飲料業界の推定値
41. Andrea DaSilva, Blake Murray and Matthew Lieberman, October 2016, U.S. Department of Commerce, International Trade Administration, Industry & Analysis, "2016 Top Markets Report for Media and Entertainment – A Market Assessment Tool for U.S. Exporters," http://trade.gov/topmarkets/pdf/Media_and_Entertainment_Top_Markets_Report.pdf
42. Plunkett Research Ltd., "Industry Statistics - Telecommunications Business Statistics Analysis, Business and Industry Statistics," https://www.plunkettresearch.com/statistics/telecommunications-market-research/
43. 米コロンビア大学アース・インスティチュート発行「Trans¬forming Personal Mobility Report」のデータを基にARKインベストメント・マネジメントが算出
44. James R. Healey、2015年5月4日、USAトゥデイ、「Average New Car Price Zips 2.6% to $33,560」、http://www.usatoday.com/story/money/cars/2015/05/04/new-car-transaction-price-3-kbb-kelley-blue-book/26690191/
45. ARKインベストメント・マネジメント
46. 同上。年間のキャッシュフロー。年間コストの中には、減価償却費、保険料、税金、ガソリン代、保守費用、タイヤ交換費用、登録関連費用、自動運転システムの経費、駐車代が含まれる。キャッシュフローでは、駐車場を使用せず節減された額は考慮していない。
47. ARKインベストメント・マネジメント
48. 年間13,500マイル、1マイル当たり35セントで算定。
49. 当社が予想するMaaS市場のフリーキャッシュフロー、割引率8%を使用し、10年と20年の正味現在価値を計算。図表は15年間の計算結果
50. Sam Abuelsamid、2016年8月1日、フォーブス、「Singapore, Delphi and nuTonomy To Launch Pilot Of Autonomous, On-Demand Car Service」、http://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2016/08/01/singapore-and-delphi-to-launch-autonomous-mobility-on-demand-pilot/3/#f3658ae35e8d
51. Andrew J. Hawkins、2016年12月1日、The Verge、「Why Delphi and Mobileye Think They Have the Secret Sauce for Self-Driving Cars」、http://www.theverge.com/2016/12/1/13791848/delphi-mobileye-self-driving-car-pittsburgh-intel-maps

52. GMは今後発売する「ボルト」にこの能力を搭載する可能性があり、トヨタは自動運転用センサーの搭載車を2017年に販売することを目指している。
53. Sam Korus、2016年10月17日、ARK Invest, "2022: The Year Electric Vehicles Leave Gas Cars in the Dust、" https://ark- invest.com/research/electric-vehicles
54. Sam Korus、2016年8月26日、ARK Invest、「The Automotive Industry Is On The Threshold of Massive Consolidation」、https://ark-invest.com/research/automotive-consolidation
55. Elisabeth Behrmann, Polina Noskova and Aaron Kirchfeld, 2016年8月10日, Automotive News, "Self-driving cars spur more automotive M&A in Silicon Valley", http://www.autonews.com/article/20160810/OEM10/160819993/self-driving-cars-spur-more-automotive-m%26a-in-silicon-valley

ARK INVEST

©2017, ARK Investment Management LLC. All content is original and has been researched and produced by ARK Investment Management LLC ("ARK") unless otherwise stated herein. No part of this contnt may be reproduced in any form, or referred to in any other publication, without the express written permission of ARK.

This material is for informational purposes only and does not constitute, either explicitly or implicitly, any provision of services or products by ARK. Nothing contained herein constitutes investment, legal, tax or other advice and is not to be relied on in making an investment or other decision. Investors should determine for themselves whether a particular service or product is suitable for their investment needs or should seek such professional advice for their particular situation.

All statements made herein are strictly beliefs and points of view held by ARK. Certain of the statements contained herein 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. In addition to statements that are forward-looking by reason of context, the words "may, will, should, could, expects, plans, intends, anticipates, believes, estimates, predicts, potential, projected, or continue" and similar expressions identify forward-looking statements. ARK assumes no obligation to update any forward-looking information contained herein. Although ARK has taken reasonable care to ensure that the information contained herein is accurate, no representation or warranty (including liability towards third parties), expressed or implied, is made by ARK as to its accuracy, reliability or completeness.

Any reference to a particular company or security is not an endorsement by ARK of that company or security or a recommendation by ARK to buy, sell or hold such security. ARK and clients as well as its related persons may (but do not necessarily) have financial interests in securities or issuers referenced. Past performance does not guarantee future results. The performance data quoted represents past performance and current returns may be lower or higher.

Any descriptions of, references to, or links to other publications, sites, products or services do not constitute an endorsement, authorization, sponsorship by or affiliation with ARK with respect to any such publication, site, product or service or its sponsor, unless expressly stated by ARK. Any such publication, site, product or service have not necessarily been reviewed by ARK and are provided or maintained by third parties over whom ARK exercises no control. ARK expressly disclaims any responsibility for the content, the accuracy of the information, and/or quality of products or services provided by or advertised by these third-party publications or sites.

ARK Invest
155 West 19th, 5th Floor
New York, NY 10011
info@ark-invest.com | www.ark-invest.com

JOIN THE CONVERSATION
@ARKindu
@ARKinvest