

エグゼクティブサマリー

2018年12月、米アリゾナ州フェニックスで、自動運転車を用いた有料のオンデマンド配車サービス、いわゆる“ロボタクシーサービス”が始まった。手掛けるのは自動運転車の公道走行実績で先頭を走るWaymo。サービス名称は「Waymo One」である（写真1-1～3）。専用スマホアプリを立ち上げて乗車場所と目的地を指定すれば、自動運転車は乗車場所まで自走して、利用者を目的地まで運んでくれる。使い勝手はオンデマンド配車サービスと変わらない。

WaymoはWaymo Oneの運用に当たって、当初は万一のトラブルに備えてバックアップドライバーを乗車させている。またWaymo Oneを利用できる利用者也、しばらくはWaymoの実証実験に参加してきたユーザーに限定され、Waymo Oneで移動できるエリアも限られている。このように条件付きではあるが、自動運転が実用化された意義は大きい。Waymoが自動運転開発を始めたのは、前身となったGoogleのself-driving car project時代の2009年。約10年の研究・開発活動が結実したといえるだろう。

ロボタクシーサービスは次世代モビリティサービスの基本要素が詰まったサービスである。そのポイントは3つ。第1は、移動車両が自動運転車であること。第2は車両の呼び出し、目的地の指定、ドアの開閉、そして料金決済までをスマホアプリで実行できること。第3は、移動ニーズと空車状態の車両をオンデマンドでリアルタイムにマッチングする配車プラットフォームを使うことである。このうち第2と第3は、Uber TechnologiesやLyftに代表されるオンデマンド配車サービスで一般化している技術であるものの、使い勝手と効率性の点で、次世代モビリティサービスにも欠かせない要件となる。

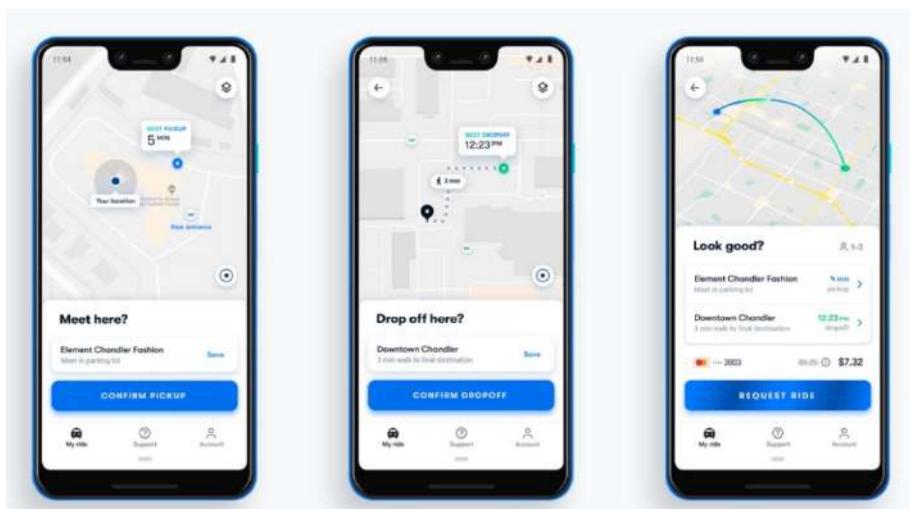


写真1 Waymo Oneの専用アプリの操作画面（出所：Waymo）

最初にクルマの乗車場所（画面左）、降車場所を指定する（画面中）。次に乗車可能な人数、配車に掛かる時間、目的地への到達時刻、料金が提示される（画面右）ので、これらの条件を承諾してREQUEST RIDEボタンを押すと、配車が実行される。移動が終わった段階で自動的にクレジットカード決済される。

■ 続々始まるロボタクシーサービス、無人配送車のテストも始まる

ロボタクシーサービスに用いられる自動運転車は、レベル4と呼ばれる「特定環境において完

全自動運転ができるクルマ」である。環境を特定すれば、その地域の交通習慣を含めた自動運転技術の習得が容易になるほか、危険な交差点の対処法などの安全性確保の対策を手厚く実施できるようになる。加えて、その地域での社会受容性を高めることにもつながるため、実用化の道が近づく。

こうした考え方に基づいて、米国ではいくつもの地域でロボタクシーサービスの実証実験や、限定したエリアでの自動運転配送サービスが具体化している。自動運転車の開発とロボタクシーサービスの事業化に向けた活動を進める Voyage はフロリダ州の一部地域でロボタクシーサービスを実施しているし（写真 2）、無人配送車を開発する Nuro は米アリゾナ州スコッツデールで Kroger の Fry's Food 部門と無人配送車「R1」を用いた無人配送サービスを開始した（写真 3）。

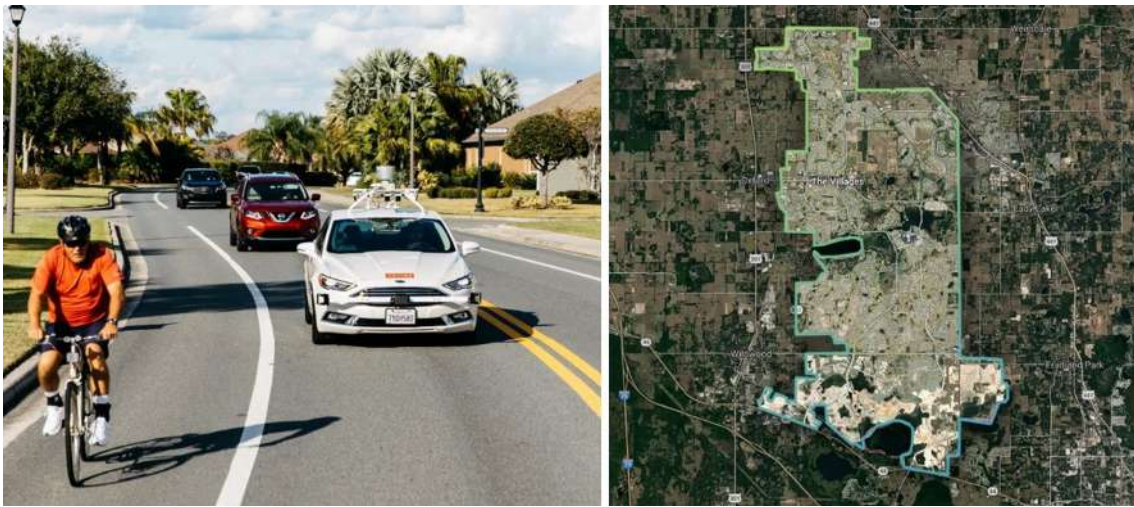


写真 2 フロリダ州を走行する Voyage の自動運転車とサービス対象エリア（出所：Voyage）
フロリダ州中部にある The Village 在住の 12 万 5000 人全員に Voyage のモバイルアプリが配られている。



写真 3 アリゾナ州を走行する Nuro の無人配送車「R1」とその利用風景（出所：Nuro）
配達してもらう商品や配送場所の指定、ドアの開閉などはスマートフォンのアプリで実行する。

■ 車両操作もモビリティサービスの予約・決済もスマホアプリで

次世代モビリティで重要な役割を担うのはスマホアプリである（図 2）。ロボタクシーサービスの利用場面のよう、モビリティサービスを利用するときはもちろんであるが、自家用車を使うときもスマホアプリで操作する場面が増える。すでにスマホアプリをクルマのキーとして利用で

きる製品が登場しており、悪用被害が広がっているキーレスエントリーの置き換え用途での利用が期待されている。また、スマホアプリの操作でクルマのキーの貸し借りをネット経由で実行できるソリューションも具体化しており、カーシェアリング用途での利用が見込まれている。このほか、自動運転機能を用いた車庫入れや、駐車場で自動バレーパーキング機能を使う場面でも、クルマの操作はスマホアプリで実行するのが一般的になりつつある。

将来、自家用車が自動運転機能を備えるようになれば、スマホアプリでの操作機能の役割はさらに大きくなる。自家用車向けの自動運転車を開発している Daimler や Volkswagen は、完全自動運転車のコンセプトカーを発表した際に、普段は自家用車として使い、旅行中などの期間はロボタクシー事業者に貸し出されることを想定していることを明らかにした。これをスムーズに実現するには、自家用車であれ、専用ロボタクシーであれ、ロボタクシーサービスの車両として利用される可能性のある自動運転車はすべて、スマホアプリの操作を受け取る機能が組み込まれ、スマホアプリで乗車場所や目的地を指定したり、自動決済する仕組みが必要になるだろう（図 1-1）。



図 1 次世代モビリティの鍵を握るスマホアプリ（出所：日経 BP 総研）

自動運転車の操作と移動サービス（MaaS：Mobility as a Service）の利用は、スマホアプリが提供するサービスとしてユーザーにもたらされる。

■ 持続可能な社会が求めた MaaS (Mobility as a Service)

スマホアプリでの移動サービス利用については、MaaS (Mobility as a Service) 対応が進みそうだ。MaaS を推進する動きが強まっている背景には、「自家用車による移動が交通渋滞をはじめとする多くの都市交通問題を引き起こしている」という考えがある。もっと手軽にさまざまな交通手段を使えるようになれば、公共交通機関やシェアリングサービスの活用が広がり、最終的に自家用車に頼らない移動環境を構築できる、と考えて具体化したのが MaaS である（図 2）。

MaaS は、さまざまな交通手段をあたかもスマホアプリが提供するサービスのようにユーザーに見せる仕組みである。オンデマンド配車アプリと比べたときの特徴は、さまざまな交通手段を包括的（マルチモーダル）に扱っていること。つまり、マルチモーダル化とモビリティサービスのスマホアプリ化が MaaS の本質である。



図2 MaaS が生まれた背景と MaaS の目的（出所：日経 BP 総研）

MaaS の実体はマルチモーダルな移動手段を手軽に入手できるスマホアプリ。これにより、移動時のシェアリングを広げ、自家用車による移動の削減を目指す。

■ 配車プラットフォームが作るオンデマンドモビリティ

次世代のモビリティサービスを考えるとき、マルチモーダルと並んで重要な要素となるものに「オンデマンド」がある。Uber や Lyft、Grab などのオンデマンド配車事業者が高い企業価値を獲得し、多くの投資家から多額の資金を集められるのは、将来性が高く評価されているからである。

オンデマンド配車サービスの提供に当たっては、移動ニーズを持つユーザーの把握と、そのユーザーの下に素早く駆け付けられる空車車両のマッチングが欠かせない。このマッチングの精度が悪ければ、車両の稼働率と顧客満足度は上がらない。

オンデマンド配車サービスにおけるマッチングを実行するシステムは「配車プラットフォーム」と呼ばれており、オンデマンド配車事業者が構築し、AI を駆使するなどしてマッチングの精度と移動経路の最適化を高めている。配車プラットフォームの基本機能には、1) 位置・状態の確認と予測、2) マッチング関連の処理、3) 料金・決済関連の処理がある（図3）。



図3 配車プラットフォームの基本機能（出所：日経 BP 総研）

オンデマンド配車サービスだけでなく、カーシェアリングや自転車シェアリングなどのサービスにも用いられる。オンデマンド配車サービスならではの機能としては、最適経路の選択、乗車場所/降車場所の到達時刻予測、ダイナミックプライシングの実行（需要が高い状況は料金を高くするなど）がある。

■ ドライバー支援の次世代 ADAS として浮上する「レベル 2+」

2019 年になって具体化してきた自動運転関連の新しい動きとしては、NVIDIA と Mobileye が「レベル 2+」の提案を始めたことがある。両社は、それぞれが開発した独自技術を活用することで、ドライバーがいる状態で「レベル 2」を超えた自動運転機能を提供する。

NVIDIA が提唱するのは「Level2+」。周囲 360° の状況認知やドライバーの監視、ドライバーの音声やジェスチャーなどの AI 認識などによって、人が運転するクルマの安全性と利便性をレベル 2 より高める自動運転技術として位置づけた。2019 年 1 月に発表した NVIDIA DRIVE AutoPilot で実現する（写真 4）。ドライバーレスの自動運転車（レベル 4~5）に適用した場合は安全性向上の面で効果がある

Mobileye は 2019 年 1 月、レベル 1~2 の ADAS を強化した新しい自動運転技術の категорияとして「L2+」を発表した。具体的には、Mobileye のクラウド地図関連の独自技術である REM や Roadbook を用いることで、ACC（アダプティブ・クルーズ・コントロール）、LPA（レーンキーピングアシスト）などの ADAS 機能をドライバー監視の下で効果的に実現する。例えば、レーンマークがはっきりしない道路や悪天候のときは、これまでは ACC や LPA が動作しないことがあった。これを REM や Roadbook の技術や情報を組み合わせることで動作環境を広げることができる。



写真4 CES2019でのNVIDIA DRIVE AutoPilotの展示風景（出所：NVIDIA）
Level2+の自動運転システムであると紹介した。

■ レベル4から始まる自動運転、遠隔監視とエリア限定で実用化

自動運転の実用化は、レベル4の自動運転車を用いたオンデマンド配車サービスから始まる。レベル3は大手自動車メーカーが自家用車向けの自動運転機能として開発を進めているが、1) 法制度が整備されていない、2) 自家用車向けに用意されると全国どこでも走行できるようにしなければならない、3) 安全性を確保するための付加的な機能の実装にコストが掛かる、4) 運転操作への復帰義務などの新たな利用条件をユーザーに周知徹底しなければならない——などの理由から商品化には時間がかかりそうだ。

これに対してレベル4の自動運転車を用いたオンデマンド配車サービスは、2018年からさまざまな地域で実証実験や試験サービスが始まっている。レベル4での自動運転サービスの実用化が進んでいる理由としては、1) サービス提供事業者が運行責任者となるため事故責任が明確である、2) 事業者が遠隔監視・制御する体制での運用となるため、ドライバーが遠隔にいるとの解釈によって法的な問題をクリアしやすい、3) 営業エリアや営業時間帯を事業者が設定できるので、ODDに即した走行条件でサービスできる、4) 限られたエリアを同じデザインの複数の自動運転車が走るため、住人の社会的認知を得やすく、社会受容性を高められる——などがある。

走行エリアを限定した事例としては、Drive.aiが2018年10月に発表したテキサス州アーリントン市の自動運転車によるオンデマンド配車サービスがある。アーリントン市は、特定の地域内でのオンデマンド輸送を必要とする独自のモビリティニーズを解決するためにDrive.aiを選択した。このサービスではあらかじめ乗車場所が設定されている（写真5）。



写真5 アーリントン市の自動運転サービスの乗車場所（左）と自動運転車（右）（出所：Drive.ai）
 あらかじめ固定的に指定された乗車場所と降車場所を結んでオンデマンド走行する。車両の呼び出しはサービスエリアの売店か Drive.ai アプリで実行する。

May Mobility が 2018 年 9 月にオハイオ州コロンバスで開始した自動運転バスを用いたシャトルサービス、走行ルートが限定されている（写真6）。



写真6 コロンバスの自動運転シャトルサービスの走行ルートと自動運転バス（出所：May Mobility）

ロボタクシーについては、Waymo、Lyft、Voyage などがエリア限定で商用サービスや実証実験を始めており、そのほかにも多くの企業がサービス構想を発表している。例えば Daimler と Bosch は 2019 年後半にカリフォルニア州で自動運転車を用いたシャトルサービスを、Volkswagen と Mobileye は 2019 年にイスラエルで自動運転 EV を用いたオンデマンド配車サービスの試験サービスを、それぞれ予定している。

タクシー会社がロボタクシーサービスに乗り出す動きもある。英国ロンドンで移動サービスを提供する Addison Lee Group と Oxbotica は 2018 年 10 月、「2021 年までにロンドンでロボタクシーサービスを提供する」ために、自動運転車の開発、展開、運用で協力するための戦略的パートナーシップを締結した（写真7）。両社はサービス実現に向けて、ロンドン市内および周辺の 25 万マイルを超える公道の詳細なデジタル地図を共同作成する。



写真7 ロンドンでロボタクシーサービスを予定する Addison Lee Group と Oxbotica（左）とロンドン市内を走行する自動運転車（右）（出所：Oxbotica）

■ MaaS 時代を先取りした車両分離型、Daimler と Audi も新提案

次世代モビリティの重要な要素となる自動運転車両のデザイン面にも新提案が登場している。車体を居室部と走行部に分離し、必要に応じてそれらを入れ替えて結合できるようにした車両分離型の提案である。先鞭を付けたのは Rinspeed。2017 年 12 月に発表した都市型モビリティコンセプト「Snap」は、乗客や物品を載せるキャビンと走行機能を提供するスケートボードで構成され、キャビンをスケートボードから取り外せるようにした。キャビンはスケートボードがない状態でも利用でき、移動が必要なときにスケートボードに取り付けて移動するという構想である。

Daimler が 2018 年 9 月に発表した「Vision URBANETIC」も、居室部を車両部から着脱させて交換できるという完全自動運転車のモビリティコンセプト。居室部は乗客用モジュールと貨物運搬用の貨物モジュールがあり、どちらも同じ車両モジュールに搭載して走行する（写真 8）。



写真8 Vision URBANETIC の外観（左）と走行イメージ（右）（出所：Daimler）

Audi が Italdesign Giugiaro、Airbus と共同開発している「Pop.Up Next」は、ドローンタクシーとしても利用することを目指した“陸空両用車両”。2018 年 11 月に 1:4 スケールの試作機を公開し、デモフライトとデモ走行を実施した（写真 9）。



写真9 Audi が共同開発している「Pop.Up Next」(出所: Audi)

2人乗りキャビンをドローンに取り付けてドローンタクシーにした状態(左)と、飛行モジュールから切り離して車両モジュールに取り付けて自動運転車にした状態(右)。

■ 専門メーカーがアイデア競う無人配送車、遠隔操作は標準機能に

物流分野向けでは、利用場面を明確にして、その利用目的に沿った無人運転車両を開発し、運行管理も併せて提供することを目指した取り組みが広がっている。宅配事業向けには、複数のスタートアップがそれぞれ特徴ある専用車両を開発して試験サービスを開始した。

Robomart が開発している無人配送車は、遠隔操作、無人運転、RFID とコンピュータビジョンベースの無人決済システム、専用冷蔵室などの技術を搭載する。食料品を無人販売する場面で使えるように、商品の発注と決済はスマートフォンのアプリで実行する(写真10)。

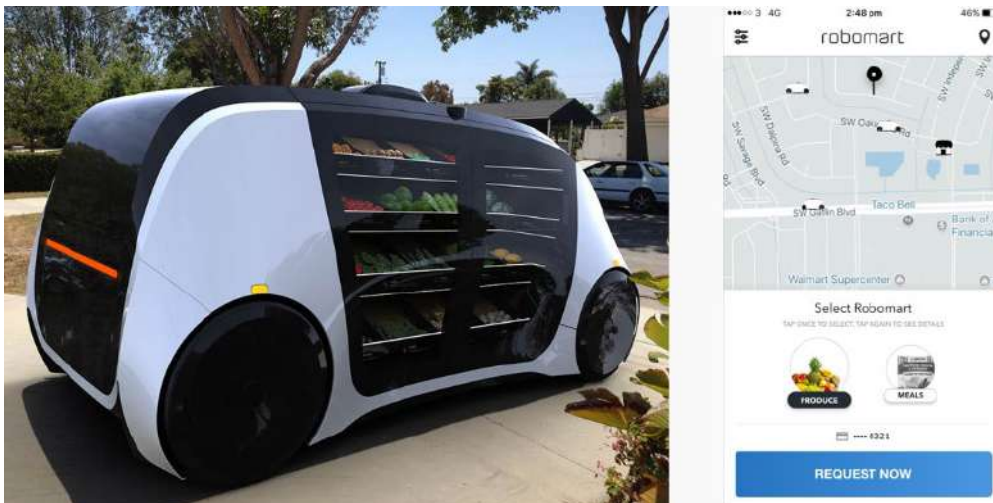


写真10 Robomart のデモ車両(左)とデモ用のスマホアプリの画面例(右)(出所: Robomart)

Udelv が開発した「Newton」は、最大32の注文を同時に受け付けられるように、全部で32の荷室を備えた自動配送バン(ADV: Autonomous Delivery Van)である(写真11)。



写真 11 スマホアプリで Newton の荷室を開閉している様子（出所：Udelv）
800 ポンド以上の積載が可能。最大 32 の注文を同時に受け付けて、個別配送できる。

■ モビリティサービスに続き、自動運転でも手を組んだ Daimler と BMW

次世代モビリティの競争と協調に関しては、Daimler と BMW が進めている協業の動きが興味深い。両社は、2015 年 12 月にクラウド地図の HERE Technologies を Audi を加えた 3 社で買収したほか、2018 年 3 月にはモビリティサービス事業の統合を決め、2019 年 2 月には自動運転開発でもパートナーシップを締結することを発表した。

モビリティサービスの統合は、これまで両社が個別に買収・出資などによって強化してきた各種モビリティサービスを持ち寄り、マルチモーダルサービス（MaaS サービス）、カーシェアリングサービス、オンデマンド配車サービス、駐車サービス、充電サービスの 5 事業分野に分けて、それぞれのカテゴリーに属する事業体を統合する形で実施する。事業統合の目的は革新的なモビリティサービスの有力プロバイダーになることである。

自動運転開発のパートナーシップで共同開発するのは、ADAS、高速道路での自動運転（レベル 3～4）、駐車機能などの次世代技術。共同開発した次世代技術を 2020 年代半ばまでに社会に普及させることを目的とする。

両社はこれまで自動運転開発を積極的に進めてきた実績を持つことに加え、BMW は Intel や Mobileye と、Daimler は Bosch と、それぞれ自動運転技術の共同開発を進めている。両社は、それらの既存の自動運転開発作業は別途継続するとしている。このため、それぞれの取り組みで得られた成果を包括的に取り込んで「次世代自動運転技術ソリューション」を共同開発し、それを他の自動車メーカーに共同提案する可能性は十分ある。その先には、ロボタクシーサービスの運営事業者への REACH NOW（MaaS サービスの新ブランド）や FREE NOW（オンデマンド配車サービスの新ブランド）のライセンス提供やノウハウ提供といった新たな提携ビジネスもあるだろう。

Daimler と BMW は、モビリティサービスの協業、自動運転技術の共同開発のいずれの発表時にも、両社の主戦場であるプレミアムセグメントの自動車販売に関しては、これまで同様ライバル関係であることに変わりがないことを認めている。次世代モビリティという新しい世界では、新市場の領域によっては、これまでの競合相手も魅力的な協業パートナーとなることを示す象徴的な事例といえるだろう（図 4）。

自動運転とモビリティサービスの分野では、大手自動車メーカーよりも Waymo や Uber といった専門技術を武器に登場したスタートアップの存在感が大きい。ただし、BMW-Daimler 連合による自動運転とモビリティサービスの協業が成功するなら、大手自動車メーカーが次世代モビリティの主導権を握ることになるかもしれない。



図 4 BMW と Daimler における競争領域と協調領域 (出所: 日経 BP 総研)