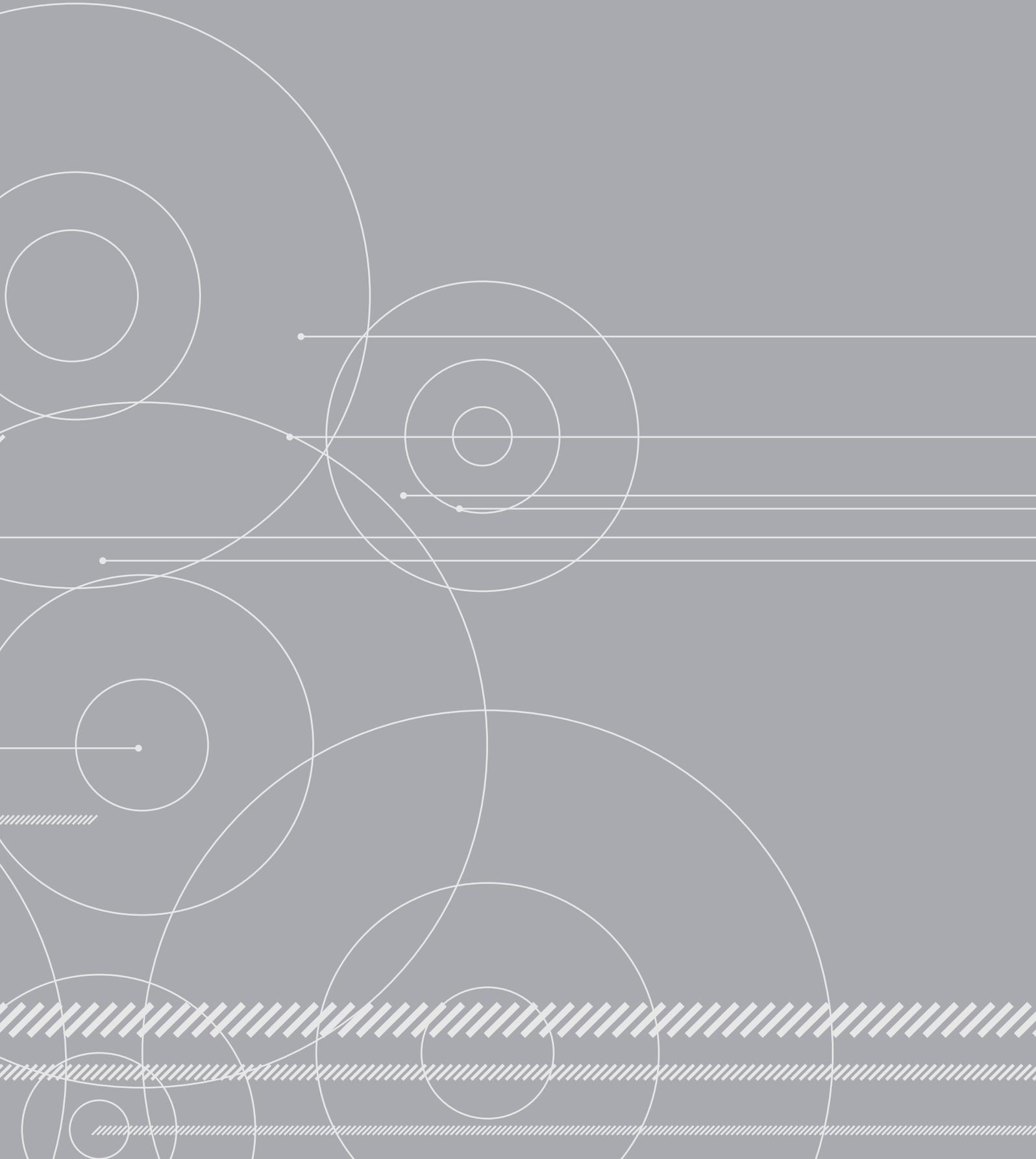


自動運転車：次なる革命

kpmg.com | cargroup.org





Gary SilbergとRichard Wallaceからの メッセージ

過去125年にわたり、自動車業界は革新と経済成長の原動力であり続けてきました。21世紀初頭の今、革新のペースは加速し、自動車業界は新たな技術革命すなわち「自動運転車」の時代を迎えています。

この新技術は、我々の抱える社会問題を解決する可能性を秘めています。交通事故、高コストな交通インフラ、交通渋滞による無駄な時間、都市空間を大きく占める駐車場などの問題は枚挙に暇がありません。しかし、もし自動運転車が現実のものとなれば、自動車業界のエコシステムに存在するほぼすべてのステークホルダーに対し、多大な影響を及ぼすでしょう。ある業界幹部が表現したように、「モノの運送手段から人の交通手段まで、すべてが変化する時を迎えている」のです。

KPMGとCenter for Automotive Research (CAR) は共同で本報告書を作成するにあたり、最先端の技術者、自動車業界の代表的企業、研究者、規制当局にインタビューを行い、自動運転車技術の発展とその潜在的影響力について仮説を立てました。調査によって明らかになったのは、このように劇的な変化を生み出し得る状況に直面していながら、現状に甘んじている企業は、間違いなく時代に遅れを取ることです。

革新を受け入れ、追随するのではなく先導することを選ぶ企業にとっては、モビリティ（移動）サービスの新たなフロンティアが広がっています。

この報告書が皆様のご参考になることを願います。そして近い将来、調査の結果について皆様と議論する機会が持てることを願っています。



Gary Silberg
Partner, KPMG LLP
National Sector Leader Automotive



Richard Wallace
Director, Transportation Systems Analysis
Center for Automotive Research

革命的な変化を前にして

この100年間、自動車業界における革新は大きな技術的進展をもたらし、より安全で、クリーンで、手頃な価格の車を生み出してきました。しかし、Henry Fordが移動組立ラインを導入して以来、変化の多くはそれを進化させたようなものでした。21世紀初頭の今、自動車業界は、競争環境だけでなく、人と自動車の関係や、道路と都市のデザインをも劇的に変える可能性のある、革命的な変化を迎えつつあります。この革命は、自律走行車あるいは「自動運転車」によってもたらされるでしょう。それは思ったより早い時機に訪れるかもしれません。

KPMGとCenter for Automotive Research (CAR) は共同で本報告書を作成するにあたり、この変化を推進するもの、すなわち、現行技術と新興技術、こうしたイノベーションを市場にもたらすプロセス、消費者に幅広く受け入れられる可能性、自動車業界のエコシステムにもたらす潜在的影響力について検証しました。

調査に際しては、自動車およびハイテク業界の企業幹部、政府官僚など、25人を超えるオピニオンリーダーにインタビューし、業界の動向を分析しました。本報告書では、センサーベースとコミュニケーションベースの車両技術のコンバージェンス（融合）とその影響力に重点を置いて、調査の結果を紹介します。

この革命は、自律走行車あるいは自動運転車によってもたらされるでしょう。それは思ったより早い時機に訪れるかもしれません。



調査の結果を4つのセクションに分けてご紹介します。

1

「**市場のダイナミクス**」では、市場のダイナミクスと、変化を不可避のものとする社会的、経済的、環境的な力について検証します。

2

「**コンバージェンス**」では、現実のものとなりつつある主要技術の融合について論じます。

3

「**普及**」では、先進的な自動運転ソリューションの広範な普及へのプロセスに焦点を当てます。普及は段階的に起き、やがては自律走行車あるいは「自動運転車」への信頼に至ると考えています。

4

「**投資への影響**」では、自動運転車が社会、政治、経済にもたらす意味と、それが自動車業界のエコシステム全体にもたらす影響について考えます。



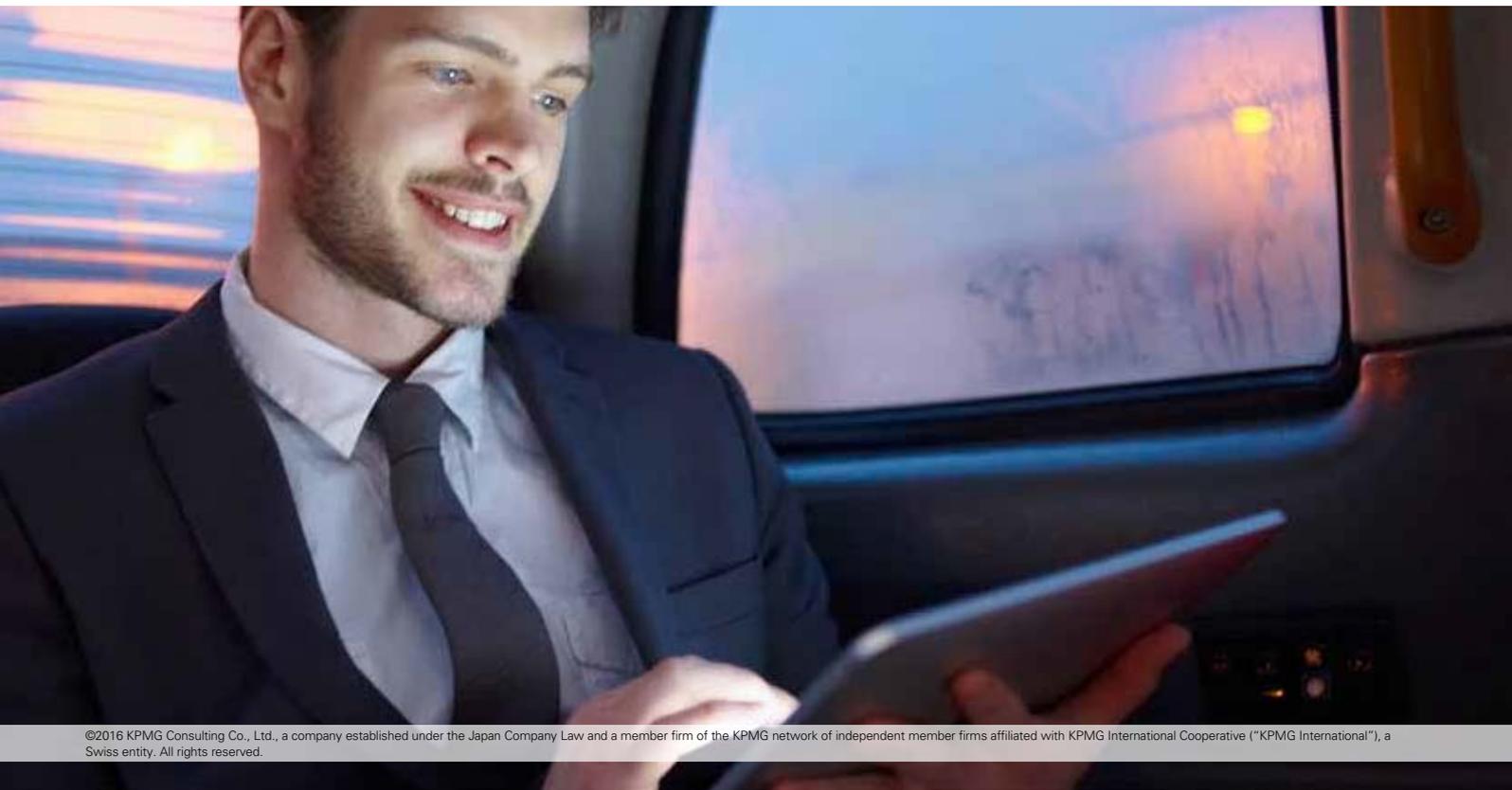
市場のダイナミクス

想像してみてください。午後6時25分。あなたは会議を終えたところです。あといくつかやるべきことを終えたら、今日の仕事は終わりです。以前だったら、この時間はちょうどラッシュアワーで家まで90分もかかっていたのですが、今は25分で帰れます。あなたは、スマートフォンのアプリを立ち上げて、オフィスに自動車を1台呼びます。確認のメールが届いて、数分後には自動車がやって来ます。「家まで」と告げた後、上海のクライアントに電話をかけます。自動車は難なく自動運転車線に入り、道路状況を確認してから、家まで24分で到着というメッセージを表示します。自動車に乗っている間に、メールを返信し、タブレットでニュースに目を通した後、翌朝の迎えの時間を設定します。これで、家に着いたらすぐに、ゆっくりくつろぎながら、家族との時間を過ごせます。あなたが降りると、その自動車は次の予約客のところに向かいます。

自動運転車？

ドローンのことをよく耳にするようになった今日でも、自動運転車という構想はかなり突飛なものに思えます。しかし、本当にまだSFの世界の話に過ぎないのでしょうか？ それとも、人々の交通手段として現実になりつつあるのでしょうか？ 市場は自動運転車を受け入れ、それを求め、対価を払うのでしょうか？

答は、「イエス」でしょう。自動運転車は、市場に受け入れられるのはもちろん、自動車業界を牽引する原動力にすらなるでしょう。消費者はモビリティの新しい選択肢を求めています。交通渋滞や事故を防ぐために浪費している時間や労力を取り戻すために、インターネットを通じた新しい移動手段を求めているのです。スタンフォード大学のSven Beiker氏が語ったように、「交通手段に関する消費者のマインドにおけるパラダイムシフトこそ、自動運転車にとってキーファクター」なのです¹。



現状：高コストなモビリティ

行きたいときに行きたいところへ行くという欲求は、数世紀にわたり強力な市場原理であり続けてきました。そして自動車業界はこれまでも、そして今も、米国経済の重要な要素として、170万人を雇用し（自動車メーカー、サプライヤー、ディーラーを含む）、年間5,000億ドルの給与を生み出しています。これはGDPの約3%に相当します²。しかし、モビリティはより高価に、非効率になっています。まずは当然、自動車を所有する総コストです。価格が21,000ドルの自動車です。年平均15,000マイル（約24,000km）走ると、5年間の所有コストは40,000ドルに達します。しかし、その自動車を使用していない時間は、平均で1日当たり22時間近くにもなるのです³。

また、道路の建設と保守にもかなりの費用がかかります。米国運輸省（USDOT）の概算では、都市部に4車線の幹線道路を新たに建設するには、1マイル（約1.6km）当たり800万ドルから1,200万ドルかかります。再舗装でも1マイル当たり125万ドルかかると試算されているので、財政難の行政にとっては気の遠くなるような出費です。

米国人の平均的な自動車通勤時間は年間250時間です。その時間の価値を、生産性の損失で測るか、他の興味を追求する時間の損失で測るか、平静な心の損失で測るか、いずれにしても、そのコストは大きなものです。今日、通勤者はラッシュアワーの渋滞につかまり、都市部では駐車スペースを求めてぐるぐる走り回らねばならず、MIT Media Labが発表した報告書によれば、「混雑した都市部では、ガソリンの総消費量の約40%が駐車スペースを探すために使われている」のです⁴。

安全性と交通事故

他にも重要な代償があります。2010年には、およそ600万台の自動車が事故に遭い、32,788人が死亡しています。10万人当たり約15人が死亡しているということです。自動車事故は4歳から34歳の米国人の死因の第1位になっています。また、600万件の交通事故のうち、93%は人的ミスに起因したものです⁵。交通事故の経済的影響も膨大です。2009年に米国の救急治療室で処置を受けた成人ドライバーおよび同乗者は230万人以上です。米国自動車協会（AAA）の調査によると、交通事故に対する米国民の経済的負担は年間2,995億ドルにのぼります⁶。

自動車の安全性を向上させる試みとして、国家道路交通安全局（NHTSA）は自動運転車に注目しています。NHTSAのAssociate Administrator for Vehicle SafetyであるJohn Maddox氏が2012年初頭に説明したとおり、目標は自動運転車を人間のドライバーと同じくらい「安全」にすることではありません。人間のドライバーがまったく安全でないことは証拠が示す通りなので、目標は「事故を起こさない」車を開発することなのです⁷。

ドライバーの人口構成

人は喜んで機械に制御を委ね、自分で自動車を運転することを放棄するのでしょうか。特にベビーブーマー世代にとっては、16歳になって運転免許を取ることは通過儀礼でした。しかし、人口構成が変化し、運転に対する態度も変化しています。ゲームコンソールやスマートフォンのある時代に育った若い世代は、それほど自動車へのこだわりがありません。常にインターネットにつながって生活している彼らは、モビリティオンデマンドに対しては同じような欲求を持っているかもしれませんが、運転という行為は携帯メールを打つことを邪魔すると感じる人もいます。決してその逆ではないのです⁸。次の統計を考慮すれば、彼らの運転嫌いは良いことかもしれません。負傷を伴う交通事故の18%は脇見が原因であり、20歳未満のドライバーによる死亡事故の11%は脇見運転が原因だと報告されているからです⁹。

「Y」世代のこのグループ（図1参照）は、ベビーブーマー世代のように運転免許を取ることに熱心ではありません。1978年には、全16歳人口の50%近く、全17歳人口の75%が運転免許を持っていましたが、2008年にはそれぞれ31%と49%に低下しました¹⁰。

図1 人口構成内訳

人口構成（世代）	人口	全体に占める割合
「デジタルネイティブ」世代 (0～14歳)	4,900万人	16%
「Y」世代 (15～34歳)	8,400万人	28%
「X」世代 (35～44歳)	4,300万人	14%
「ベビーブーマー」世代 (45～65歳)	8,000万人	26%
「年配者」 (66歳以上)	4,700万人	16%

■ 運転可能年齢に達していない世代

■ 「年配者」は運転能力が低下しており、自動運転車が新たな交通手段になり得る

■ 自動運転車が市場に投入される頃には「ベビーブーマー」世代が「年配者」となる

「Y」世代と「デジタルネイティブ」世代を合わせると1億3,300万人です。これが現在および未来のドライバーであり、米国の人口の43%以上を占めます。年配者、すなわち、66歳以上の米国人4,700万人は、別のモビリティの問題に直面しています。自立を尊ぶ一方で、加齢に伴い、運転能力に障害が生じつつあるのです。

加齢が進むベビーブーマー世代でさえ、携帯電話などのガジェットに気を取られる人が増えています。彼らもまた近いうちに安全に運転できる年齢を超えるでしょう。今回インタビューしたベビーブーマー世代のうち、高級車を所有している人たちでさえ、もっと簡単な通勤手段があるなら、喜んで自動車通勤を止めると回答しました。

自動運転車は、子どもやお年寄り、障害のある人々にも、新しい可能性、新しい市場を開きます。彼らにとって自動運転は、自由とモビリティの増大、さらには自分の生活を自分で自由にコントロールできるようにすることを約束してくれるものです。

土地の不足

自動車の黎明期は、米国が拡大を続け、広大な土地に幹線道路網を張り巡らしていった時代でした。390万マイル（約628万km）に及ぶ舗装道路を計画し、建設するという仕事は20世紀の産物であり、それが今はシアトルからマイアミ、バンゴアからバトンルージュ、デトロイトからマウンテンビューまでを結んでいます。米国人は自動車を、そして公道がもたらす自由を神聖視していました。幹線道路沿いに町や村を形成し、都市を中心に何マイルにもわたる広大な郊外を築き、何エーカーもの駐車場を備えた「大型店」やメガモールを建設しました。

しかし今、人口密度は増加し、米国でも世界でも急速な都市化が進行しています。国連の報告によれば、2010年には、米国人の82.1%は都市部に居住しており、2000年の79.1%から3%増加しました。国連の推計では2020年までに米国人の84.4%が都市部に居住するようになると見られます¹¹。

過去50年にわたり、米国の人口増加は、世帯収入の増加、自動車を複数台所有する世帯の増加とともに推移してきました。米国の自動車登録台数は、1960年には7,440万台（2.4人に1台）だったのが、2010年には2億5,020万台（1.2人に1台）となり、1960年から2010年までに3倍に増えました¹²。

駐車場とガレージは都市部にデッドゾーンを作り、街路から活力を奪っています。Eran Ben-Joseph氏は、著書『ReThinking a Lot』（2012年）¹³の中で、次のように述べています。「米国の都市部には駐車場が面積の3分の1以上を占めるところもあり、建築環境の最も顕著な特徴となっている。」

総括すると、現在の傾向は長期的に続くものではなく、新しい選択肢が生まれつつあります。それは自動車業界の内部からだけでなく、数多くの新規参入企業や意外なところから出てきているのです。MIT、スタンフォード、カーネギーメロン、コロンビアといった大学や、GoogleやIntelなどの代表的なハイテク企業、そしてスタートアップ企業によって、人の移動手段が変化しつつあります。これは究極的に、自動車の利用、購入（あるいは購入しないということ）、保険、資金調達に至るまで、あらゆる側面を変容させる可能性があります。この変容は自動車業界のエコシステム内のあらゆる企業に大きな影響をもたらすでしょう。

- 1 KPMGインタビュー、2012年5月30日
- 2 "Contribution of the Automotive Industry to the Economies of All Fifty States and the United States", Kim Hill, Adam Cooper, Debbie Maranger Menk, Center for Automotive Research. "Prepared for The Alliance of Automobile Manufacturers", The Association of International Automobile Manufacturers, The Motor & Equipment Manufacturers Association, The National Automobile Dealers Association and The American International Automobile Dealers Association, 2010年4月
- 3 Edmunds.comのTCO計算ツールを利用、<http://www.edmunds.com/tco.html>、2012年7月12日
- 4 <http://h20.media.mit.edu/pdfs/wjm2007-0509.pdf>
- 5 John Maddox, "Improving Driving Safety Through Automation", NHTSA, 2012年
- 6 <http://newsroom.aaa.com/2011/11/aaa-study-finds-costs-associated-with-traffic-crashes-are-more-than-three-times-greater-than-congestion-costs/>、2012年6月28日
- 7 John Maddox, 前掲書
- 8 <http://adage.com/article/digital/digital-revolution-driving-decline-u-s-car-culture/144155/>、2012年7月18日
- 9 <http://www.distraction.gov/content/get-the-facts/facts-and-statistics.html>
- 10 Ad Age, 前掲書
- 11 "World Urbanization Prospects", United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2011年
- 12 Research and Innovative Technology Administration, Bureau of Transportation Statistics, http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_11.html、2012年7月24日
- 13 Ben-Joseph, Eran, ReThinking a Lot, MIT Press, <http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?ttype=2&tid=12874&mode=toc>、2012年7月20日

“ 米国の都市部には駐車場が面積の3分の1以上を占めるところもあり、建築環境の最も顕著な特徴となっています。

— MIT Press, Eran Ben-Joseph氏



コンバージェンス

安全な自動運転車をつくることは可能なのでしょうか。答はイエスです。実際、Googleはすでにセンサーを搭載した自動運転車を20万マイル走行させています。Googleだけではありません。従来の自動車メーカーやサプライヤーもセンサーベースのソリューションを使った自動運転機能を開発しており、多数の応用が進められています。同時に自動車メーカー、ハイテク企業、米国運輸省など、数多くの組織が、コネクティッドカー通信技術を衝突回避や交通管理に使用することに注力しています。

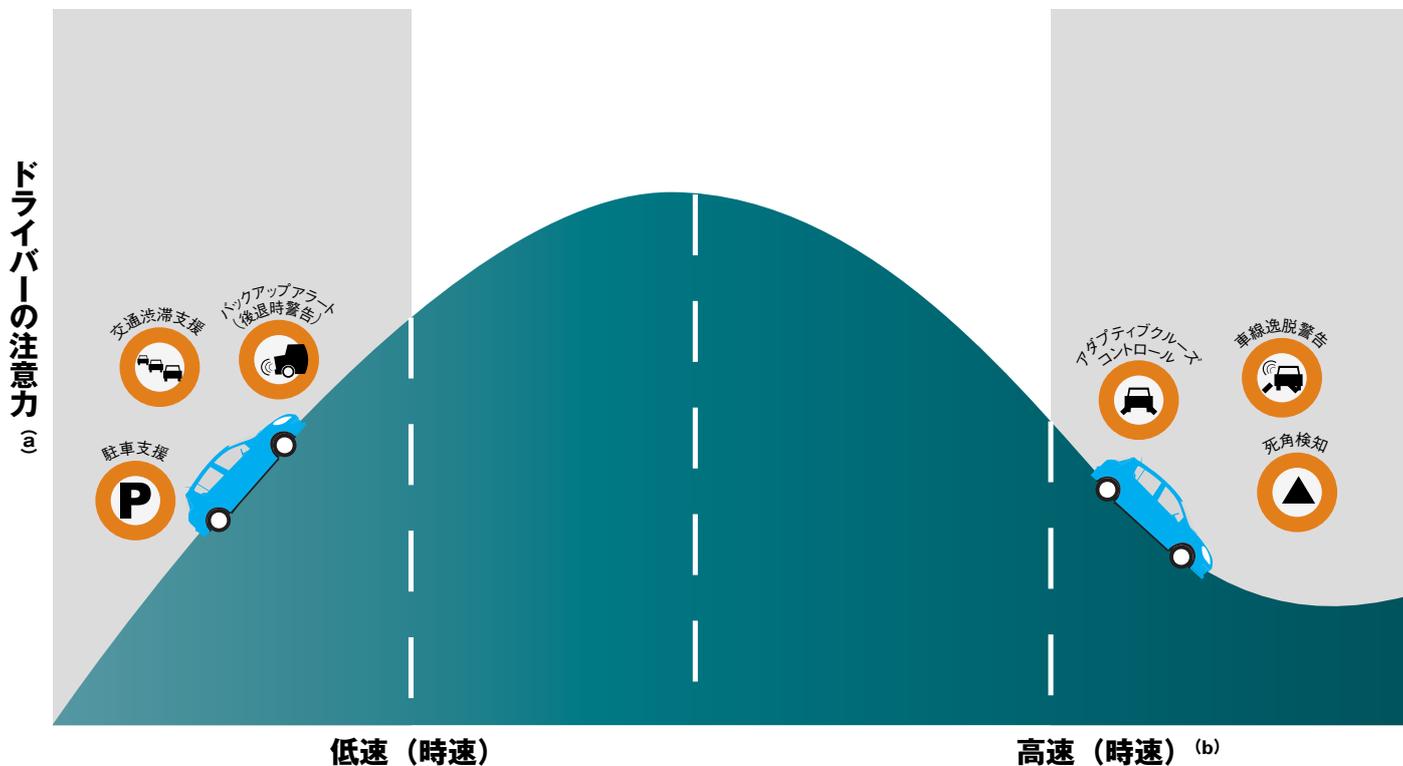
これまでに欠けていることは、真の自律走行車を実現するために必要な、センサーベースの技術とコネクティッドカーの通信のコンバージェンスです。このセクションでは、既存の技術とその限界、そしてこの2つの技術のコンバージェンスが近い将来に起こるだろうと考える理由について述べます。

センサーベースのソリューション

現在、自動車業界では、ドライバーのエラーが最も起こりやすいスピードゾーンでの自動車の安全性を向上させるため、センサーベースのソリューションを開発しています。ドライバーのエラーが最も起こりやすいスピードゾーンとは、渋滞での低速走行時と、幹線道路で長い一本道を運転している際の高速走行時です(図2参照)。先進運転支援システム(ADAS)と呼ばれるこれらのシステムは、ステレオカメラや長・短距離レーダーなどの先進的なセンサーをアクチュエーター、コントロールユニット、統合ソフトウェアと組み合わせることにより、自動車が周囲の状況をモニターし、それに対応できるようにするものです。車線維持警告システム、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)、バックアップアラート(後退時警告)、パーキングアシスト(駐車支援)など、一部のADASソリューションはすでに実用化されています。その他にも、開発中のソリューションが数多くあります。



図2 運転支援システムのスピードゾーン



重要：■ 業界が注力するスピードゾーン

注記：(a) 加速や運転条件（住宅街と幹線道路との対比での自動運転など）は考慮していない
 (b) 空いている幹線道路を高速で安定して単独走行している状態

次世代の運転支援システムは、低速走行時の車両の自律走行性を高め、低衝撃衝突の発生を低減するものになるかもしれません。たとえば、交通渋滞支援ソリューションは時速37マイル（約60km）以下で機能し、2013年に早くも実用化されるかもしれません。

また企業は、ステレオカメラとソフトウェア、および「自動車が捉える画像を元に、リアルタイムで自動車の前のあらゆる状況を3次元幾何学で計算する」複雑なアルゴリズムを使った、センサーベースの運転支援ソリューションを開発中です¹⁴。

14 <http://www.daimler.com/dccom/0-5-1418048-1-1418642-1-0-0-1418049-0-0-135-7165-0-0-0-0-0-0-0.html>

次世代の運転支援システムは、低速走行時の車両の自律走行性を高め、低衝撃衝突の発生を低減するものになるかもしれません。

このようなセンサーベースのシステムはさまざまな度合いの運転支援をドライバーに提供します。しかし、現在の形では、コスト競争力のある完成された自動運転体験を提供することはできません。それには次のような限界があります。

a) **外部環境の認知**: 現状では、センサーと人工知能を融合しても、自動車の周囲の状況を人間のように正確に「見る」ことや理解することはできません。人間は記憶と感覚入力を組み合わせて起きた事象を解釈し、その後起こり得ることを予測します。たとえば、ボールが道路に転がってきたとき、人間は子どもがその後を追いかけてくることを予測するでしょう。人工知能はまだそのレベルの推測的思考をすることができず、リアルタイムで他者とコミュニケーションすることもできません。「このアルゴリズムは非常に複雑で、16年分以上の人間の学習に相当するものになるでしょう」と、北米Continental Automotive Systems社のHead of Systems & TechnologyであるChristian Schumacher氏は述べています¹⁵。

b) **コスト**: 自動車の周囲360度の視界を得るには、複数のセンサーの組み合わせが必要になり、そのコストは消費者が喜んで支払う金額には収まらないでしょう。LIDAR (光検出と測距) ベースのシステムは360度のイメージングを可能にしてくれますが、複雑かつ高価であり、まだ市販できる段階ではありません。たとえば、Googleカーに採用されているLIDARシステムは7万ドルします。バリューチェーンのステークホルダーがこの技術に投資するには、明確で説得力のある投資対効果の提案書が必要になるでしょう (コストと投資の問題に関する詳細な分析については、「セクション3: 普及」を参照ください)。

コネクティビティベースのソリューション

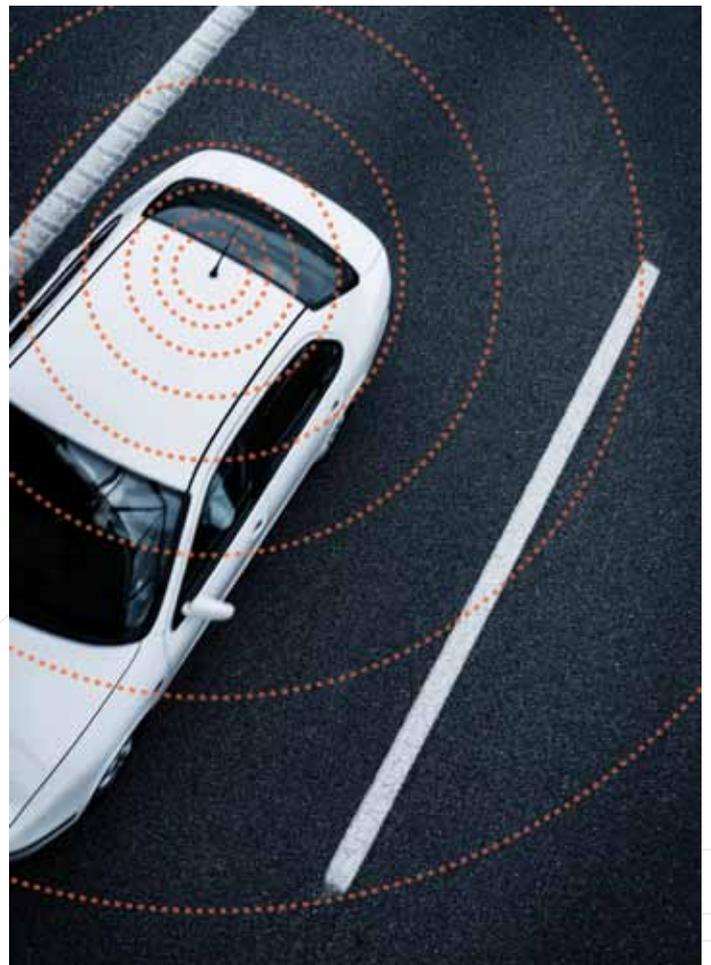
コネクティッドカーシステムはワイヤレス技術を使って、リアルタイムで車車間 (V2V)、路車間 (V2I) の通信を行います (注: 本報告書では、自動車とその他の物体の通信をV2Xという略語で表現しています)。米国運輸省によれば、衝突事故全体の80% (ドライバーの運転能力が低下している場合を除く) は、コネクティッドカー技術を利用することで緩和できる可能性があります。

電波を使用する専用狭域通信 (DSRC) が、現在のところV2V通信の代表的な無線媒体です。DSRCは、SAE J2735やIEEE 1609スイートなどの標準 (どのメッセージを送るか、そのメッセージが何を意味するか、メッセージがどのように構成されているかを確立するプロトコル)¹⁶を使い、5.9GHzの周波数帯で機能します。V2Vの協調型安全用途を完全に支援することができるかを確認するため、厳しいテストが行われています。現状では、DSRCは最も有望な選択肢です。それは次のことをすべて提供できる唯一の狭域無線だからです。

- ネットワーク接続の確立が速い
- 安全用途を重視
- 遅延が少ない
- 相互運用性
- 信頼性が高い
- セキュリティとプライバシー

以上のような特長はアクティブセーフティ用途にとって特に重要です。なぜなら、安全性が重視される通信は、信頼性が高く、迅速で、ネットワークとデバイスを選ばず、安全でなければならないからです。DSRCのもう一つのメリットは、すでに米国政府によって運輸用途に確保されている周波数帯を使用できることです。

自動車業界内でV2VおよびV2I通信の試験と開発を行っている団体が2つあります。1つはVehicle Infrastructure Integration Coalition (VII-C) であり、連邦および州の運輸部門と自動車メーカーで構成される連合体です。2009年、同連合はコネクティッドカーコンセプト試験の結果を公表しました。現在はこの技術を展開する前に解決しなければならない政策の問題に注力しています。もう1つはCrash Avoidance Metrics Partnership (CAMP) であり、「コネクティッドカー安全性パイロットプログラム (Connected Safety Pilot)」の一環として、米国6カ所でドライバークリニックを開催しました。



15 KPMGインタビュー、2012年5月2日

16 SAE (sae.org) およびIEEE (ieee.org) は、工業技術基準を確立するエンジニアおよび専門技術者の2つの主要団体

試験段階を経て、自動運転車の環境を準備するためには、次のような数々の障壁を克服しなければなりません。

- a) **クリティカルマス**: V2V通信は信号を送受信するために同様の装置を搭載した他の車両を必要とするので、普及台数が十分な数になるまでその潜在力を発揮することができません。それには法規制が必要になるかもしれません。また、明らかにコスト効果の高いソリューションと、既存の車両を改造する技術が必要になるでしょう(この問題の詳細については、「セクション3: 普及」を参照ください)。
- b) **インフラの改造**: アクティブセーフティのためのV2I通信には、DSRC準拠のトランシーバーを装備したインフラが必要になり、そのインフラを構築するコストが障壁となるかもしれません。中間的なソリューションとしては、交通量の多い交差点やその他の重要な交差点での衝突回避にのみ注力するという方法があるでしょう。また、携帯電話通信技術とそのインフラを広域通信に使用し、DSRCを狭域通信に使用するという方法もあるでしょう。Delphi社のManager of Technology ExplorationであるHeri

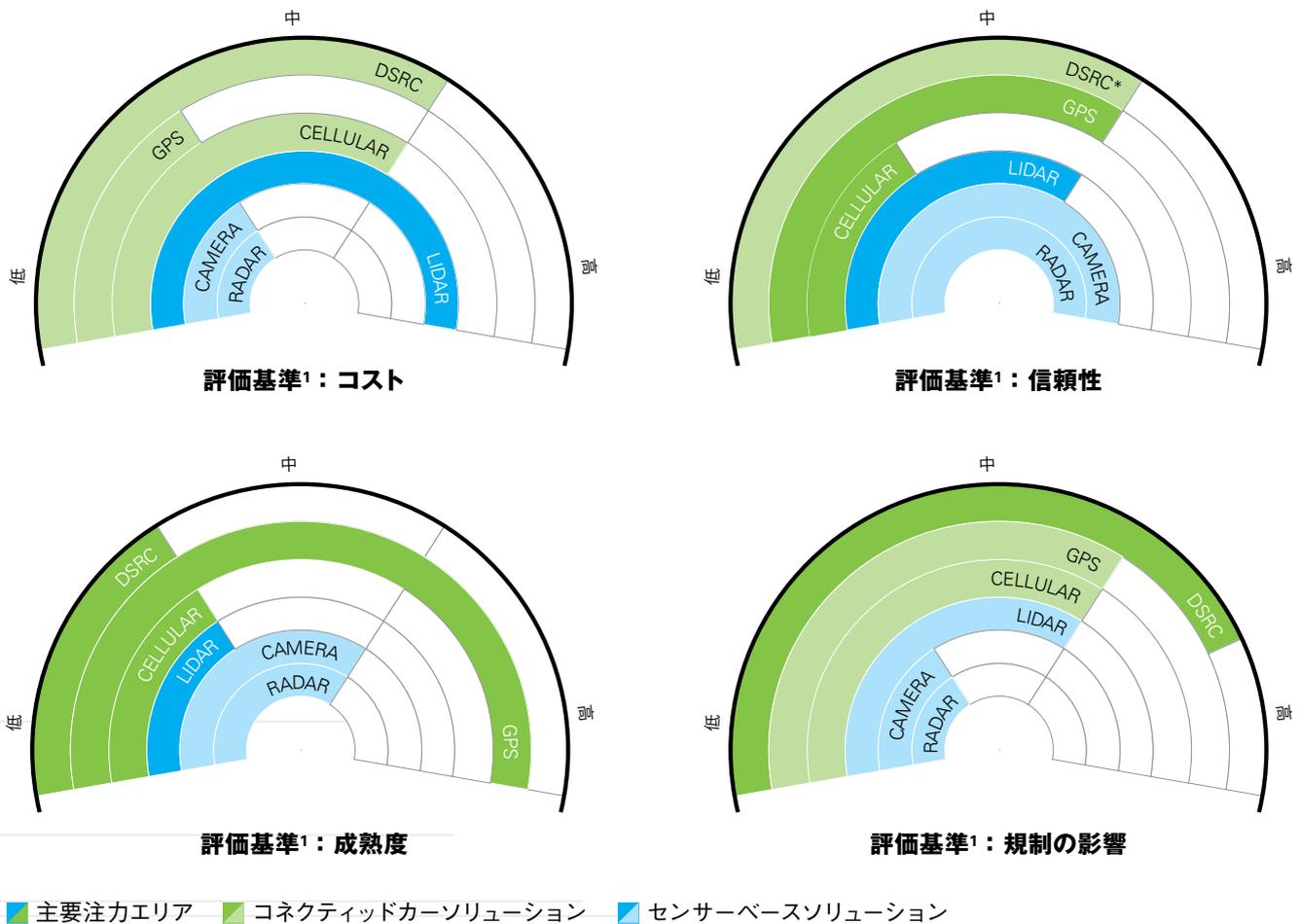
Rakouth博士は次のように述べています¹⁷。「セルラー技術の進展はDSRCにまつわるインフラ投資コスト削減の長期的ソリューションになるかもしれませんが、しかしながら、携帯電話通信技術をアクティブセーフティシステムに利用するには、短所があります。携帯電話通信技術には遅延の問題や、帯域の制約があります。どちらも、安全性が重視される用途にはマイナスです。

- c) **センサーへの依存**: コネクティッドカーソリューションは外部環境と通信できますが、障害物(道路や歩道の障害物など)が関わる状況をカバーするためには、センサーベースのソリューションが共存する必要があります。しかし、センサーはインターネットに接続しておらず、ネットワークと通信していません。

図3は、コネクティッドカーによるソリューションとセンサーベースのソリューションの長所と短所を評価するための枠組みです。明るい色で示した評価(低中高)は、その技術がマス市場のコンバージェンス関連用途に使用されるには、さらなる開発が必要とされる分野を示しています。

17 KPMGインタビュー、2012年5月2日

図3 技術評価の枠組み



1 安全性を重視した自動車の実現可能性に基づく評価 * 安全性試験進行中

コンバージェンスのメリット

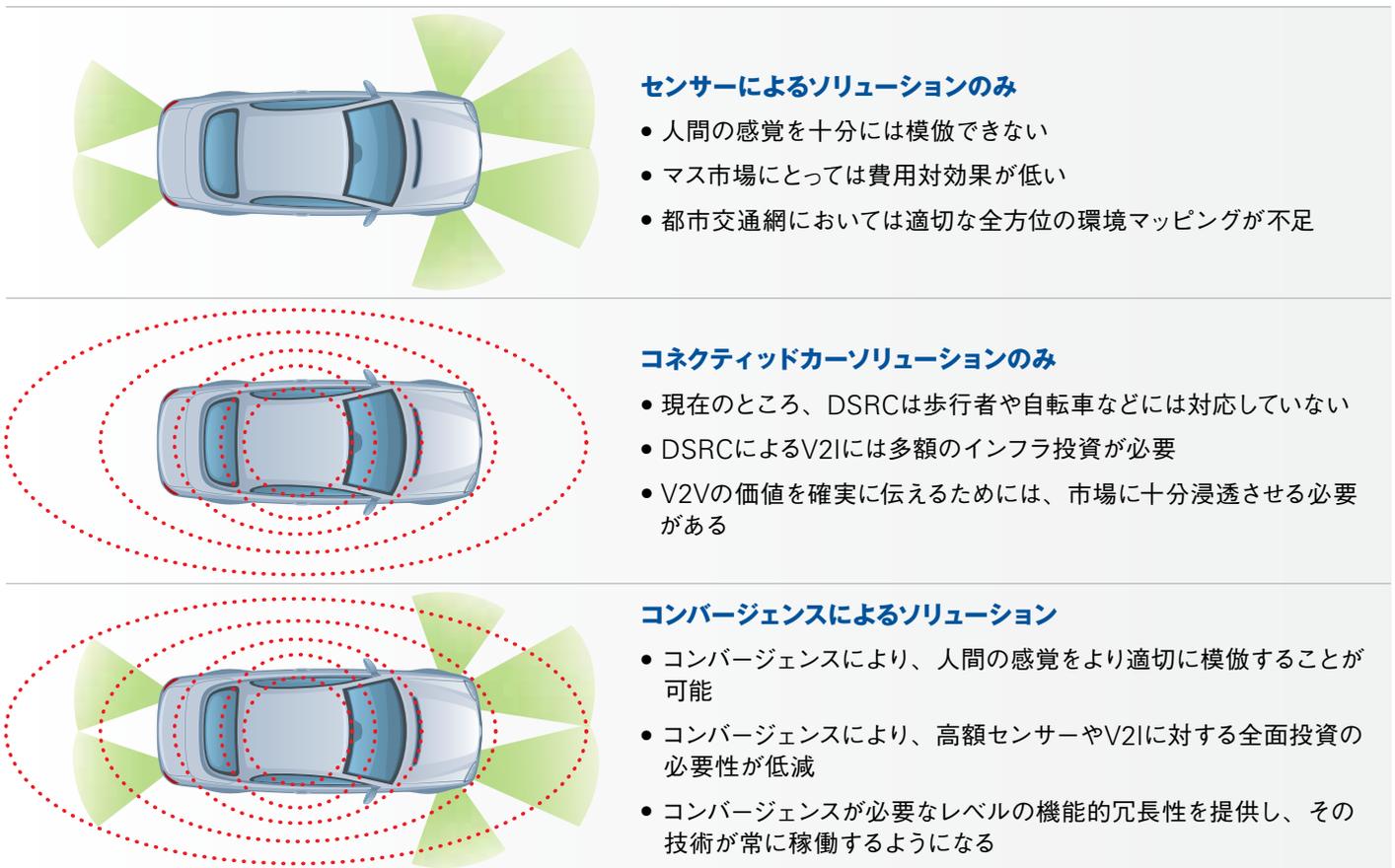
通信ベースの技術とセンサーベースの技術のコンバージェンスにより、それぞれのアプローチを単独で使用するよりも、安全性、モビリティ、自動運転能力を向上させることができます。General Motors社のStaff Researcher for Global R&DであるPri Mudalige氏は、次のように述べています¹⁸。「V2V技術は、オールセンサーベースの先進運転支援システムを簡素化し、性能を向上させ、コスト効果を高めることができるかもしれません。」私たちが考えるコンバージェンスのメリットはMudalige氏の見解と一致します。それは次のようなものです。

- a) **タイミングとコスト:** コンバージェンスは単独ソリューションのコストと複雑さを軽減することができます。DSRCを追加することにより、高価なセンサーの必要性がなくなり、全体的にコストが下がります。
- b) **人間の知覚の代理:** コンバージェンスは、意思決定の材料となるインプットを増やし、洗練された人工知能の必要性を低減

させます。センサーソリューションとコネクティッドカーソリューションを組み合わせることで、自動運転車はリアルタイムで「決定」を下すために必要な情報を収集し、ドライバーが日々直面する路上での多様なシナリオに対応することができます。センサーはその視野内にあるものを視認し、V2V通信は自動車の進路を予測する能力を追加します。車両は互いに意思疎通し、人工知能への依存を軽減します。

- c) **機能の冗長性:** 安全性が重視される機能にエラーは許されません。常に機能する技術でなければなりません。コネクティッドカー技術とセンサーソリューションを組み合わせることで、必要なレベルの冗長性を提供することができます。
- d) **インフラ投資:** コネクティッドカーソリューションには、大規模なインフラ投資が必要です。コンバージェンスは、センサーでカバーすることにより、必要な投資の一部を軽減することができます。

図4 コンバージェンスによるメリット



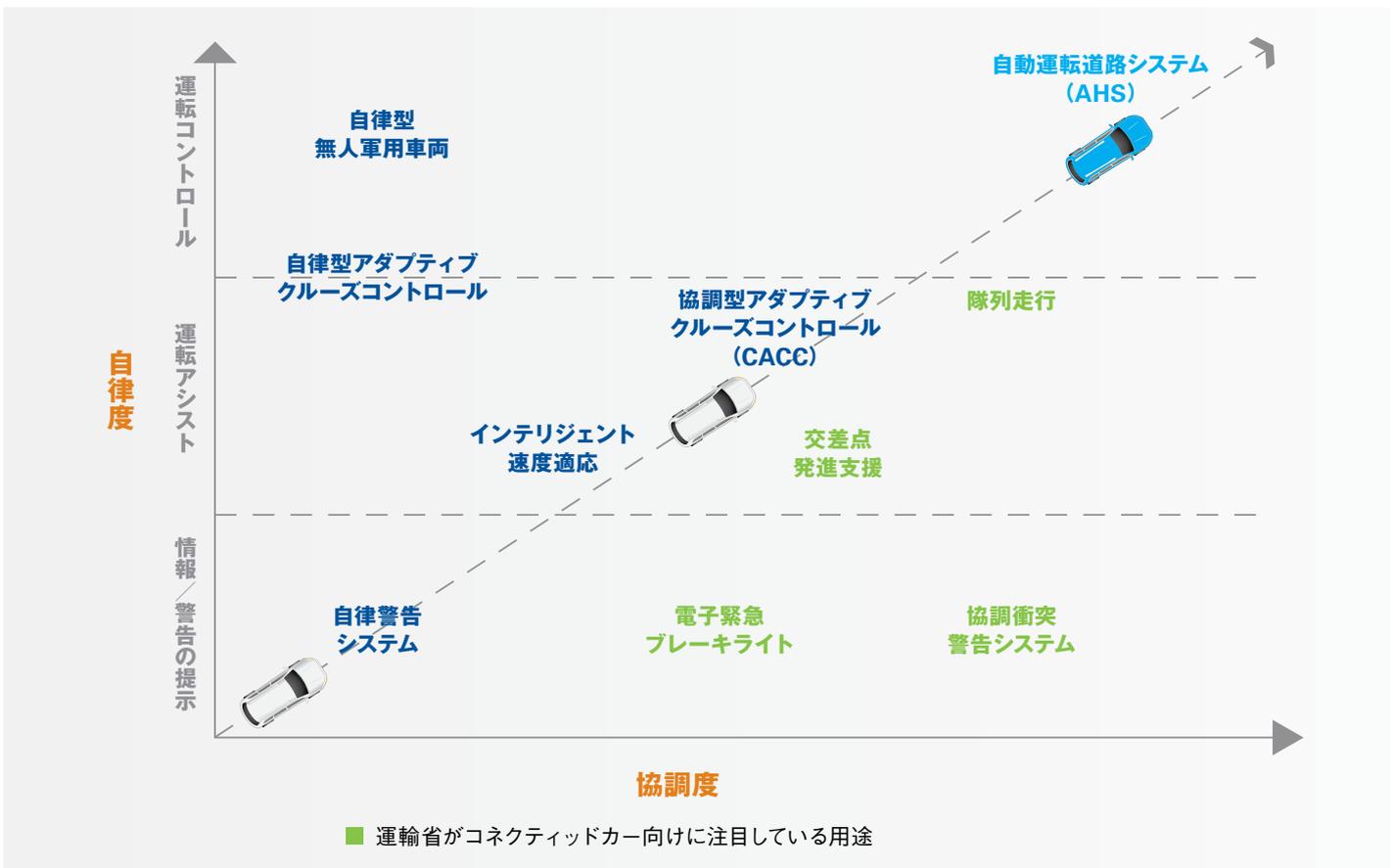
18 KPMGインタビュー、2012年5月17日

コンバージェンスへの道のり

コンバージェンスへの道のりには、まだ重要なハードルがあります。たとえば、次のようなものです。

- 位置特定技術の向上:** GPSである程度のことはできますが、場所を±10m程度でピンポイントに特定するこの技術は、安全性が重視される用途に使用するに足る正確さがありません。正確な位置特定への需要が増し、コストカーブがマス市場への導入を許容するならば、RTK (リアルタイムキネマティクス) のようなGPSエラー修正技術が将来的に導入されることになるでしょう (このような技術の長所と短所の詳細については、「付録」を参照ください)。
- 信頼性が高く直感的なヒューマンマシンインターフェース (HMI):** ドライバーと機械のインターフェースは複雑な問題です。ドライバーはいつどのように制御を手放し (自動化)、取り戻すかを知らなければなりません。この自動化はシームレスに、瞬時に、また安全に行われなければなりません。そして、ドライバーはどんな自動車に乗ってもまったく苦勞することなくそのプロセスを行えなくてはなりません。
- 標準化:** コネクティッドカーの制度はSAE J2735およびIEEE 1609標準に基づき、かなり成熟していますが、完全な互換性を確保するためには、さらなる標準化が必要です。当局の規制が出れば、新たな標準を策定する気運が高まるはずですが、何を標準化し、何をメーカーがコントロールするブランド体験の一部として残すか、といった問題が残ります。

図5 自律度および協調度をグラフ化した自動運転の用途例



普及

技術が成熟し、コンバージェンスが実現し、自動運転が可能なコネクティッドカーが市場に出たとして、消費者は購入するでしょうか？ 初めに採用するのは誰でしょうか？ V2Vネットワークが十分な密度となる前に、発売早々から自動運転車の価値を評価するのは誰でしょうか？

インタビューした多くの業界リーダー、研究者、政策決定者と同じく、私達たちは自動運転車の時代が到来しつつあると強く感じています。しかし、そこに到達するには、大きなパズルを構成する数多くのピースが符合することが必要になるでしょう。いつどのようにそれが起きるかは、いまだ未知です。

しかし、想像してみてください。2022年、自律走行車技術が完成の域に達し、大半の自動車所有者の手の届く価格になっているとします。世間の関心は高く、自律走行車技術はハイテクマニアを惹きつけていますが、大多数の人々はまだ様子見の段階です。それではここで南カリフォルニアのような人口密度の高い都市圏を例にあげてみましょう。自動車保有率が高く、渋滞が多いので、通勤には苦痛を伴います。カリフォルニア州運輸省は、渋滞コストの上昇に対処するための選択肢を比較検討しています。交通インフラの建設・修理コストも高く、その一方では自動運転車は現実的な成果を約束しています。運輸省はすでにこの新技術を徹底的にテストし、特別な自律走行車についても認可しました。さらに、自動運転車用特別HOVレーンの実験を決定しました。使用料で投資を回収することを前提として、自動運転パッケージ（新車かアフターマーケットかを問わず）を購入するオーナーに税金の還付やその他の財政的刺激策を提供することさえあるかもしれません。

自動運転用E-ZPasses[®]を搭載した自動車をよく見かけられるようになります。通勤時間が大幅に短縮されたという話をよく耳にするようになります。同僚が、会社に来る自動車の中でメールに返信したことや、家に帰る自動車の中で本を読んだこと、映画を見たことなどを自慢し始めます。さて、あなたはどうしますか？ 飛びつきますか？

このセクションでは、広範な普及がどのようにして起きるか、どのようなイネーブラー（実現要素）と障壁が生じ得るか、自動車業界エコシステム内のステークホルダー（メーカー、規制当局、都市計画者、政策決定者、消費者）がどのように協調して、普及の進行を加速あるいは阻害するかについて考察します。その後の分析では、4つの主要な要件、すなわち消費者の受容、「ネットワーク効果」を実現するための）クリティカルマスの達成、法規制の枠組み、投資家向けのインセンティブに焦点を当てます。

3つの普及シナリオ

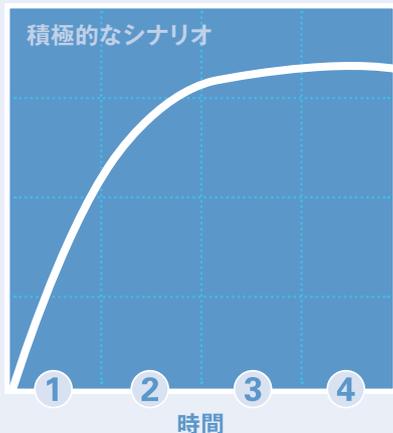
普及は4つの段階を経て進行すると考えられます。パズルのピースがどのように組み合わせるかによって、普及の流れは変わってくるでしょう。「焦点を絞って段階的に導入することが大規模な展開への現実的な道筋です」¹⁹と、TOYOTAのHideki Hada氏は述べています。次のページでは、積極的、中立的、保守的の3つの普及シナリオについて説明します。

“ 焦点を絞って段階的に導入することが大規模な展開への現実的な道筋です。

— TOYOTA, General Manager, Integrated Vehicle System Dept., Hideki Hada氏

19 KPMGインタビュー、2012年5月16日

普及速度



1

- 初期の製品や機能が自動運転車への信頼を獲得する
- 消費者が明確なメリットを享受する
- NHTSA が NRI (Notice of Regulatory Intent: 規制当局の意向通知) を発行し、その後すぐにアフターマーケットコンポーネントを含むV2Vの義務化を発令する
- 技術革新がV2Xソリューションの価値をいっそう増大させる

2

- アフターマーケットでの改良が徐々に完了するに従い、普及率が横ばいになる
- 普及度がクリティカルマスに達する
- 普及と変化の速度が最終的には落ち着く

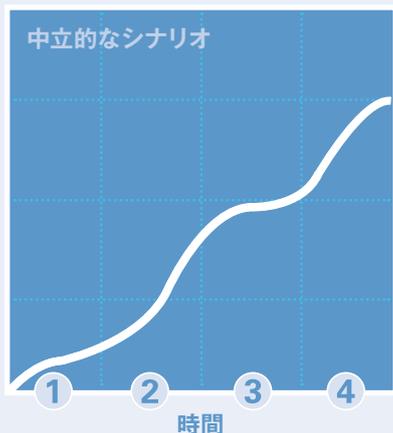
3

- 変化なし

4

- 変化なし

普及速度



1

- 初期の製品や機能が自動運転車への信頼を獲得する
- 消費者が明確なメリットに夢中になる
- NHTSAがNRIを発行する

2

- 支援システムが消費者にいっそう大きな価値を提案する
- 初期採用者が新製品に飛びつく
- NHTSAがアフターマーケットコンポーネントを除くV2Vを義務化する

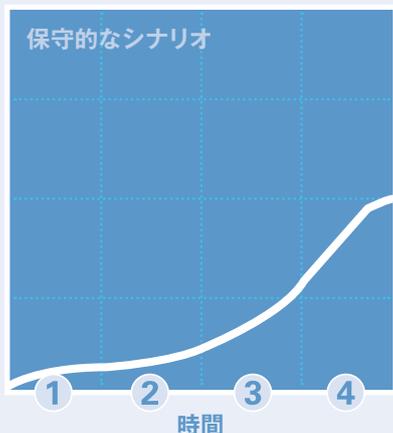
3

- アフターマーケットでのV2X機能の追加が進まず、普及が停滞する

4

- 民間企業がアフターマーケットソリューションを発表する
- アフターマーケットでの普及が進み、システムが効果を発揮するのに必要な普及度に達する
- 普及が最終的には落ち着く(必ずしも100%普及ではない)

普及速度



1

- 初期の支援情報システムに対する消費者の関心が低いため、普及の出足が鈍い
- DSRCのV2Vへの利用が実行可能と見られていないため、NHTSAが消極的なNRIを発行する

2

- センサーベースのソリューションに対する消費者の関心が低く、また不利なNRIにより普及が停滞する

3

- センサー技術の向上に伴い、普及度がゆっくり上昇する

4

- V2Xの機能が不十分で、普及度が自動運転のクリティカルマスに達しない

パズルのピース

大抵の新技术はS字曲線に沿って普及します。自動運転車への道のりも同様の軌道を描くと考えられます²⁰。規制措置、景気循環、技術の進展、市場のダイナミクスなど、相互に依存するさまざまな活動や力が合流し、それが究極的には普及の軌道と速度を決めるでしょう(3つの普及シナリオについては、前ページを参照ください)。

前のセクションで述べたように、アダプティブクルーズコントロールやパーキングアシストなど、今日すでに実用化されているセンサーベースの自動運転技術もいくつかあり、自動車業界やテクノロジー企業は、さらに洗練されたソリューションの開発に取り組んでいます。現在の技術はまだ自動運転を可能にするレベルには達していませんが、その方向に向かいつつあります。基本となるセンサーベース

技術のほとんどは存在しますが、すべてが自動車グレードと言えるほど堅牢ではありません。さらなる試験と検証が必要であり、自動車業界の長期的な開発・調達サイクルを経ていくことになるでしょう。

それでもなお、センサー技術とコネクティッドカー技術は発展とコンバージェンスを続け、最終的には変曲点に達して普及が加速すると考えられます。

20 C.S. Smith氏は著書「A Search for Structure」において、「S字カーブは、あらゆるもの、部分部分からできた統一性に応じて明確な独自性や性質を有する実在する『もの』の核生成や成長に適用することができる。また、局所的秩序とより広範な秩序との間の根本的な構造的対立や調和、ならびに新たな構成要素、情報伝達、協調、対立に対応するインターフェースの動きを反映している」と記述している。http://inside.mines.edu/~meberhar/new1/classes/down_loads/smith.pdf、2012年7月20日

図6 普及パズルの各ピース



地ならしをする：消費者を巻き込む

たとえ現在の技術的な限界が存在しなかったとしても、自動運転機能の導入は徐々に行う必要があります。またその方が好ましいと言えます。自動運転車事業者や交通網に利益をもたらす、消費者には自動運転技術について学習し、信頼する時間ができます。

信頼を築く：安全性が重視される技術にエラーは許されず、常に完璧に機能しなければなりません。人の生死がかかっているからです。消費者は、自分の自動車とモバイル環境が100%安全で信頼できると確信できるまで、ハンドルを委ねることをしないでしょ。しかし、米国運輸省のManaging DirectorであるJohn Augustine氏は楽観的です。「人は自動車に見えるものが見えれば、納得するのです」と、2012 Driverless Car Summitで述べています²¹。初期の自律走行車またはコネクティッドカーの交通事故は悲惨なものになる可能性があります。悪評がたてば、たとえ技術そのものが原因でないとしても、革新的な自動車技術の展開にとっては重大なリスクになります。

アンチロックブレーキシステム（ABS）が初めて導入されたとき、悪評と不十分な消費者教育によってマス市場への普及は遅れました。同様に、エレクトロニクススタビリティコントロール（ESC：横滑り防止装置）システムが導入されたとき、消費者はこの技術をどのように利用すればよいのか理解できていませんでした。しかし路上では、このようなシステムが明らかに死傷者数を減少させていました。システムがどのように機能するかを消費者が理解してからは、ABSが広く普及し、それに続いてESCが効果的に利用されるようになったのです。

適切な世代にアピールする：Aonの自動車部門を率いるMichael Stankard氏のような業界幹部は、人口の一定のセグメントは自動運転を受け入れないと考えています。「カーマニアはこのトレンドを受け入れないでしょう」²²と彼は言います。前述のように、特にベビーブーマー世代は、個人の自由やアイデンティティと自動車を同一視しており、ハンドルを手放すことを嫌がるかもしれません。しかし、ベビーブーマー世代が運転年齢を超えれば、その次の世代は、自動車というものはインターネットにつながった状態でA地点からB地点へ移動するための日用品である、とみなすようになるかもしれません。「デジタルネイティブ」世代と「Y」世代は、アイデンティティと「運転体験」がそれほど結びついていないため、自動運転車を受容しやすく、初期採用者になると見られます。

バリュープロポジション（価値提案）を売り込む：消費者が新技術を採用し、自動運転車を完全に受け入れるためには、ひとつひとつの新機能の真の価値を理解する必要があります。自動車業界には、市場のセグメントごとにカスタマイズした、魅力的なバリュープロポジションを実現する能力が求められます。そのような能力が、消費者の購買意欲を刺激し、広い普及に欠かせないものとなるでしょう。若い世代（「デジタルネイティブ」世代と「Y」世代）は自動運転車に対する受容度が最も高くなると見られますが、これは購買力が最も低い市場セグメントでもあります。よって、自動車業界はそれに応じた価格設定をする必要があるでしょう。

魅力的な価格設定のシナリオとしては、自動運転機能の基本セットを全車標準装備とし、その上でオプションメニューを付け、さらに便利な自動運転機能として価格設定する方法です（最高級グレード車に追加料金で特別に施される装飾のように）。このように段階的な価格設定モデルは、幅広い顧客に手頃な選択肢を提供することにより、普及のスピードを速めることができるでしょう。基本機能は行政の指令に明記することもできるでしょう。

学習曲線を促進する：自律走行車技術は運転体験を革新することになるでしょう。そして、消費者には、新しい機能をどのように利用し、管理するかを学ぶ時間が必要になるでしょう（スマートフォンと違って、自動車は幹線道路の真ん中で再起動するわけにはいきません）。消費者は、機能性や自動車のインターフェースに安心感を持つ必要があります。その上で、自分がコントロールすることを止め、「自動運転に運転を任せる」には、さらに心理的な障壁を乗り越えなければなりません。ですから、自動運転車の普及は徐々に進めながら、無理のない学習曲線に沿って消費者を導くことが絶対的な命題になるでしょう。このような学習曲線を導くには、新しい運転教習要件や、自動運転の度合いに応じた複数の免許の設定などがあるでしょう。

21 Driverless Car Summit 2012 Detroit, Association for Unmanned Vehicle Systems (AUVSI) 2012年6月13日

22 KPMGインタビュー、2012年5月15日

“人は自動車に見えるものが見えれば、納得するのです。

—USDOT RITA, Managing Director, John Augustine氏



ネットワーク効果を実現する

クリティカルマスを達成する:コネクティッドカー技術がうまく機能するためには、同一の通信システムか、少なくとも相互接続性のある通信システムを装備した車両の大規模なネットワークが必要になります。車両の自律性の度合いが上がるほど、高い度合いの協調が必要になり、よって、この技術がその価値と可能性を十分に発揮するには、高い普及度が必要になります。普及度はV2Vの安全性と運転の自動化にとって重要です。「Monitored automation (監視付き自動化)」の一部には「協調型」の機能があり、そのバリュープロポジションを実現するには、最低限の普及度に達している必要があります。

アフターマーケットを実現する:「実行可能なアフターマーケットソリューションが普及の鍵です」²³と、DENSOのSenior Vice President of EngineeringであるDoug Patton氏は言います。すでに路上を走行している車両を改造するための実行可能なアフターマーケットソリューションがなければ、必要なクリティカルマスを達成するのに長い時間がかかるでしょう。かなりの数のアフターマーケット車両にV2X通信用の完全対応デバイスを搭載する必要があるかもしれませんが、一部の車両には自分の位置を伝送する比較的単純な(インテリジェントでない)デバイスを搭載するだけで事足りるでしょう。

局所的な普及:コンバージェンスをベースにした自動運転車を人口密度の高い都市部で導入し、普及させるという方法もあります。このアプローチは、大規模なインフラ投資を減らし、他の都市や個々の消費者がこの技術の採用を誘引するかもしれません。これは特にマンハッタンのような人口密度の高い地域での実現可能性が高いです。マンハッタンならば、ニューヨークシティ全体を改造しなくても、ドライバーがV2I通信のメリットを享受することができます。

コストダウンする:J.D. Power and Associatesが行った調査によると²⁴、調査の対象となった消費者の20%が、3,000ドルくらいなら自律走行機能に絶対または多分お金を出すと答えています。しかし、LIDARのような先進型のセンサーは現在、数万ドルかかります。2つの技術のコンバージェンスが実現すれば、必要なセンサーは少なくなり、スケールメリットが達成できれば、自動車1台当たりの総コストはおそらく1,000~1,500ドルに下がるでしょう。価格設定が適切なら、普及率は上昇し、ユーザーがV2V通信から得られる価値が増大するとともに、増強効果を生み出すでしょう。この新技術を採用する人が増えるにつれ、スケールメリットによりコストが下がり、さらに多くの消費者を惹きつけるでしょう。

23 KPMGインタビュー、2012年5月4日

24 2012 U.S. Automotive Emerging Technologies Study, J.D. Power and Associates

法規制の枠組みを開発する

州法および地域法: 法制度やその欠如が普及の速度と軌道に影響するでしょう。ネバダ州などいくつかの州は、ある程度時代を先取りしており、すでに自律走行車の免許付与と運用を許可する法案を可決させています。このような動きは、自動運転車の出現に注目を集め、自動運転技術の試験と検証をさらに進めることのできる環境を生み出すのに一役買っています。しかし、民間企業には、消費者を惹きつける製品とコンセプトの開発において、まだ果たさなければならない役割があります。それができれば、規制当局が必要な規制を発令する動機付けになるでしょう。ネバダ州運輸省のディレクターは次のように述べています。「消費者が欲しがらうような（自動運転車）製品をつくってもらえれば、われわれは順応し、追随します。」そして政策を策定する州が増えれば、連邦の規制当局は統一性と一貫性のあるアプローチを確保するための措置を取ることになるかもしれません。

連邦の指令: (シートベルトやエアバッグが現在義務化されているように) 車両にV2V安全性技術の搭載を求める政府の指令があれば、自動車業界のバリューチェーンによるコンバージェンス関連技術への開発投資の動機付けにつながると、自動車業界のメーカーとサプライヤーは考えています。また、このような指令は、自動車業界全体に開発を促す基準を包含する必要があるでしょう。

事実、米国運輸省はすでに「コネクティッドカー安全性パイロットプログラム (Connected Vehicle Safety Pilot Program)」を始動しています。NHTSAはパイロットプログラムで得られたデータを重要な判断材料として、V2Vの安全性に関する規制当局の意向通知 (NRI) を2013年に発表するかどうかを決定する予定です。NHTSAの規制アプローチは、自動運転技術の義務化、新車両への無線装置の自主的設置、さらなる研究開発といった道筋をたどって進化するでしょう。

2013年の肯定的なNRIに続いて、2014年か2015年に仕様が発表されるでしょう。自動車の開発サイクルを4年とすると、V2VおよびV2I機能が搭載された最初の車両は2019年に発売されるかもしれません。指令の有無にかかわらず、メーカーがDSRCを追求することを選択した場合、発売時期はこれより早くなる可能性があります。

指令の長所は業界全体に開発を促し、コンバージェンスソリューションの採用をスピードアップできることです。2013年にNHTSAが好意的な決定を下すと仮定した場合の、V2Xベースの自動運転車導入の流れを22ページの図7に示しています。

インセンティブ: NHTSAがV2Vの安全性に関する完全な指令を発令しない場合であっても、コンバージェンススペースのソリューションを導入する自動車メーカーと、それを購入する消費者に、何らかのインセンティブを与える可能性があります。インセンティブは完全な指令に比べて効力は劣るものの、それでも業界に広範な影響を及ぼすでしょう。なぜなら、V2V技術と自動運転ソリューションの開発ライフサイクルにおいて、かなり進んでいるメーカーに、先行者利益をもたらすことができるからです。

法的枠組み: ドライバーがコントロールしない設計になっている場合、もし自動車が衝突したらどうなるのでしょうか? 「ドライバー」は無実な傍観者なのでしょうか? それとも、今日のドライバーよりは軽いものの、最低限の責任を負うのでしょうか? 自動運転車に伴う複雑な責任問題を扱う法的枠組みが必要になるでしょう。

保険の引き受けも悩ましい問題になるでしょう。保険会社にインタビューしたところ、引き受けプロセス全体を改定する必要が生じること、責任の多くの部分が製造者とインフラ提供者 (連邦および州) に移転される可能性があることがわかりました。コンバージェンスソリューションがマス市場に普及するには、この法的な懸念と、誰がリスクを「負担する」のかという問題に対処しなければならないでしょう。自律走行車の普及に伴い、訴訟関連の問題が課題となるでしょう。

指令の長所は業界全体に開発を促し、コンバージェンスソリューションの採用をスピードアップできることです。

図7 V2X導入タイムラインの一例



注記:

テスト・検証などに対応する平均車両
開発サイクルを3年と仮定

義務化により、技術投資が加速する
と仮定

必要な投資を促進する

行政の支出に依存するのは危険です。景気の停滞や、州と連邦の財政赤字が広がっていることを考えると、インフラ投資への意欲は減退するでしょう。業界関係者にインタビューしたところ、純粋なDSRCベースのシステムには、国家レベルで数十億ドルの投資が必要になると見られます。

このコストは、既存の携帯電話通信インフラの一部を利用することによって削減できるでしょう。これを可能にするには、DSRCと携帯電話（または代替技術）の組合せが、狭域通信および広域通信に対して実行可能だということが証明されなければなりません。結果的には、重要な交差点や交通網内の重要なポイントにDSRCインフラを設置するという中間的な形になるでしょう。

経済成長の鈍化が続けば、特に最近の景気後退で苦戦を強いられている自動車メーカーは資本支出を抑制すると見られます。ROIのタイムラインが不明瞭な技術に対して、従来の自動車メーカーが多額の支出を投じるとは考えられません。反面、投資しない企業は、自動運転車のトレンドが勢いに乗るにつれて、時代に取り残され、市場シェアを失うかもしれません。

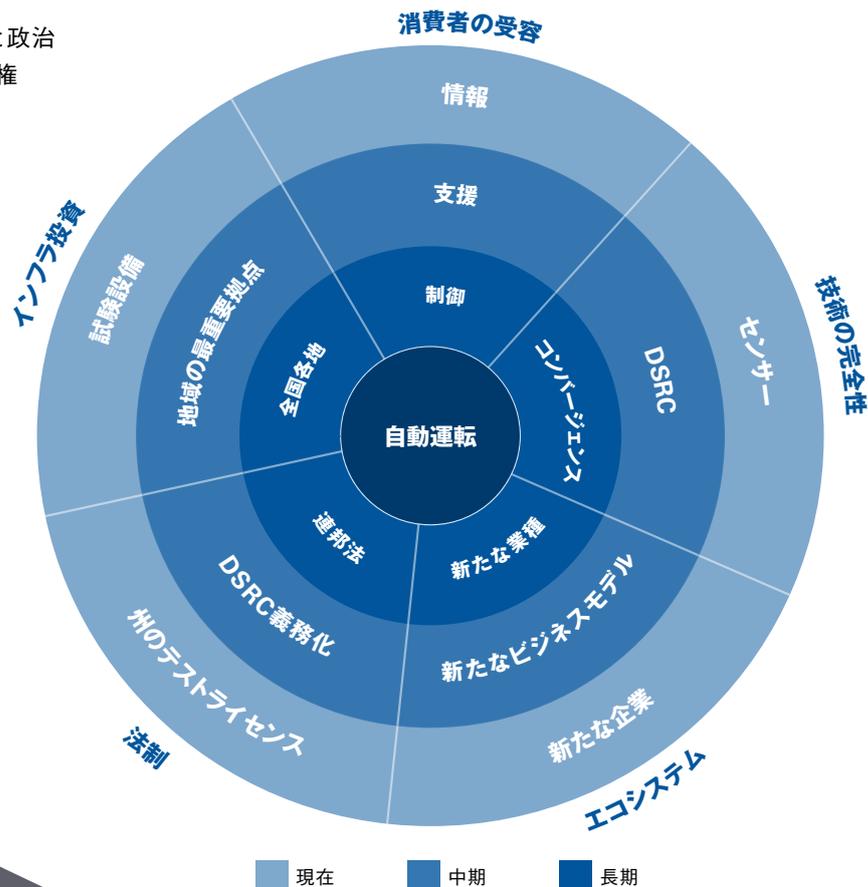
政治的意思：連邦レベルでの規制と計画は、選挙と政治情勢に左右されます。2012年は選挙の年であり、政権交代や米国運輸省のトップの交代も、コネクティッドカーの財源、優先順位付け、および時機に影響する可能性があります。行政の支援がなければ、普及の重大な障壁になるでしょう。

結論

センサーベースの技術とコネクティッドカー技術のコンバージェンスが実現し、両システムの普及にプラスの影響を及ぼすと思われます。ドライバーはそれに飛びつくでしょう。コンバージェンスはモビリティと安全性を向上させ、環境負荷を軽減するでしょう。それは従来の自動車業界のバリューチェーンにとどまらず、広範囲にわたって影響を及ぼすかもしれません。

自動車メーカーおよびテクノロジー企業は、すでにコネクティッドカー技術および自律走行技術とその応用に投資しています。この分野の明確な第一人者がいない中、企業はいかに競争と協力を同時に行うかを模索しています。長期的には、このような進化により、自動車業界のバリューチェーンの均衡に変化が生じ、非伝統的な企業が重要な役割を果たすことになるでしょう。次のセクションでは、この問題について見ていきます。

図8 自動運転を可能にするために一体化すべき各種の側面・能力



投資に及ぼす影響

自動運転車（自律走行車）の新しい世界では、自動車を設計し、製造するのは誰なのでしょう？ 消費者体験をデザインするのは、誰なのでしょう？ 憧れの的になるようなブランドを所有するのは、誰なのでしょう？ 自動車のブランドは、変わらず重視されるのでしょうか？ もしそうなら、そのようなブランドは競争力を維持するためにどう適応するのでしょうか？ 進化するエコシステムを主導するのは、誰なのでしょう？

さまざまな可能性がある中、自動車業界のエコシステムの多様な参加者は、多大な影響力を持つ新技術に取り組んでいます。たとえば、Intelは最近1億ドルを投じて「コネクティッドカー基金」を立ち上げました。Intel CapitalのDirectorであるMark Lydon氏は、その理由を次のように説明しています²⁵。「Intelはコンシューマーエレクトロニクスおよびシステムインテリジェンス分野の専門性を、スマートカー技術の開発に応用することを目指しています。それはIT、CE、そして次世代のADASをシームレスに融合させる一方で、最高の安全性を維持する技術です。」

明らかなのは、センサーベースのセーフティシステムとコネクティッドカー技術のコンバージェンスが、技術の成熟と浸透に伴い、広範囲にわたって影響を及ぼすだろうということです。その影響を下記に挙げました。これらの影響が車両交通のエコシステム全体に大規模なパラダイムの変化をもたらすと考えられます。大きな経済的・社会的恩恵をもたらすものがある一方で、重大な課題を社会に突きつけるものもあります。



衝突の防止



新たなインフラの
必要性の減少



データに関する
課題



自動車所有の
新たなモデル



走行所要時間の
信頼性



生産性の向上



エネルギー
効率の向上



新たな
ビジネスモデルと
シナリオ



衝突の防止

最終的にコンバージェンスは、自動で運転し、自律的に操作する自動車につながるでしょう。

どこにも接続していない(コネクしていない)という意味では自律的とは言えませんが、

センサーやV2X通信を通じて外部と実際につながっていることで自動運転が可能になるのです。究極的に、これは衝突できない自動車、あるいは少なくとも正常な操作の下では衝突できない自動車になるでしょう。たとえば、Boschはこれに取り組んでいます。Robert Bosch LLCのDirector of Marketing for Chassis Systems ControlであるFrank S. Sgambati氏は、次のように説明しています²⁶。「Boschは衝突しない運転というビジョンを追求する一環として、次世代の運転支援システムを開発しています。」システムの不具合が起こる可能性は残りますが、コンバージェンスは複数の冗長システムが相互に代替して機能することによって、不具合が発生した場合でも安全な走行を確保できることを意味します。衝突のない未来は、自動車の衝突に伴う傷害や物損をなくし、年間3万人以上の命を救うでしょう。

その影響は重大なものです。従来、車両の安全、特にドライバーと同乗者の安全においては、耐衝撃性に焦点が当てられてきました。衝突回避への移行は、ある時点で、自動運転車が各種のセーフティ機能の中でも、かなりの量の鋼材、ロールケージ、エアバッグを必要としなくなることを意味します。よって、車両はかなり軽量になるでしょう。衝突回避車は、軽量化のみならず、運転と耐衝撃性以外の機能を支援できるように、キャビンを設計し直すこともできます。車内オフィスや、乗員のニーズの変化に合わせて再構成可能なスペースなど、さまざまな可能性があります。衝突のない世界は、自動車の設計と開発、製造コストと方法論(方法とコスト)、工具など、今日の自動車エコシステムを構成する数多くの特徴に重大な影響を及ぼすでしょう。

このような変化を誰もが歓迎するわけではないことは明白です。たとえば、鉄鋼メーカーの製品需要が落ち込む一方で、電子機器サプライヤーの製品需要は増加するでしょう。さらに、衝突のない世界では、製品試験の要件が軽くなる分、自動車の開発サイクルは短くなるでしょう。このことは、コンシューマーエレクトロニクスのようなペースの速い産業と自動車業界との間のライフサイクルのミスマッチに対処する助けになるでしょう。

その派生的影響は自動車業界を大きく超えて広い範囲に及ぶでしょう。自動車修理工場は仕事を失うかもしれませんが、一方でアフターマーケットの自動車のカスタマイズに新たなビジネスチャンスを見出すかもしれません。また、米国では現在、毎年救急治療室に送られる交通事故の被害者が200万人を超え、その結果としての入院患者の数は年間24万人に及びますが、救急治療室や病院もこうした患者を失うことになるでしょう。しかし、これらが減少することを嘆く人はほとんどいないでしょう。

保険業界はすでに「テレマティクス」保険(「実走行距離連動型」と呼ばれる保険)の導入を進めています。しかし、衝突のない世界はもっと大きな影響をもたらすでしょう。少なくとも、ドライバーの行動に基づく保険引き受けのモデルが変わり、ついには自動車保険の必要さえなくなるかもしれません。

自動運転車は衝突を回避するだけでなく、交通法規を遵守するでしょう。ただし、交通法規自体は今日とは随分違ったものになるかもしれません。これにより、交通管理は大きく様変わりするかもしれません。たとえば、州と地方の政府は交通違反の罰金収入を失いますが、幹線道路のパトロールの需要が縮小するため、人件費も減少するでしょう。行政は失った収入源の代わりになるものを探すかもしれません。そして、それはインフラ使用料になるかもしれません。

究極的に、自動車のサイズ、形状、デザインは今とは違ったものになるでしょう。それはソフトウェアや電子機器の会社から、デザインや製造会社にいたるまで、多くの新規参入企業や既存企業に、新たなビジネスチャンスをもたらすでしょう。



25 KPMGインタビュー、2012年6月12日

26 KPMGインタビュー、2012年5月30日



新たなインフラの必要性の減少

コンバージェンスは未来の自動車だけでなく、それを支える道路や幹線道路のシステムも変容させるでしょう。今日の道路は人間のドライバーのために設計されています。人間のドライバーは技術が未熟だったり、脇見運転をしたり、

運転能力が損なわれていたりすることが少なくありません。よって、今日の道路やそれを支えるインフラは、人間の不正確で予測不可能な運転に対応しなければならないため、幅広い車線やガードレール、停止の標識、広い路肩、スピード防止帯などを備えています。しかし、これらは自動運転する衝突回避車には必要ありません。このような設備が不要になれば、米国は道路、幹線道路、橋、その他のインフラに費やしている年間750億ドル以上もの膨大な費用を、大幅に削減することができます²⁷。

自律走行車のインフラにもたらす大きな意味としては、効率が劇的に向上するため、追加の車線や道路を建設しなくても交通容量が飛躍的に増加するということです。ある調査では、車群追従走行によって、幹線道路の車線容量が500%まで増加することを示しています²⁸。既存の自動車用インフラを自転車用や歩行者用に転用することさえ可能かもしれません。自律走行車の交通インフラは、大都市圏の渋滞や何車線もある幹線道路のみならず、高速列車の必要性（およびコスト）をめぐる論争をも終焉に導くかもしれません。「車群追従走行」能力を備えた自動運転車は（特に高速専用車線を設けることによって）、より柔軟で低コストの選択肢を提供することになるかもしれません。

『Highway Capacity Manual』によると、交差点での実際の交通量は、交差する道路の総交通量の半分に低下します²⁹。信号が必要であっても、人間のドライバーに指示するための設計ではなくなり、信号や標識の多くは不要になるでしょう。自動車自身が他の自動車との衝突をどう回避するかを「知っている」からです。高度なシステムに制御された交差点をシミュレーションすると、このようなシステムが現在の信号機よりも200から300倍もうまく機能することが分かります³⁰。

センサーベースのセーフティシステムとコネクティッドカー技術のコンバージェンスは、運輸当局の資産管理を助け、保守費用を削減するでしょう。自動車自体が道路や天候の状態を運輸当局に報告することができるため、運輸当局はそれを受けて、道路の劣化や凍結などの問題に迅速に対応することができます。さらに必要ならば、保守チームが問題に対応している間、問題の地域を迂回するよう自律走行車の運行ルートを自動的に変更することもできます。

駐車場も影響を受けるでしょう。カーシェアリングにより、自動車は今よりコンスタントに使用され、より多くの人にサービスが提供されるようになるため、駐車インフラの需要が低減します。自動車は、今はジャストインタイム方式で製造されていますが、同じ論理で利用者に提供されるようになるでしょう。

インフラ投資の必要性が10%削減されただけでも（ニーズが劇的に変化するシナリオに比べて保守的な試算）、現在のインフラ支出に比べれば、年間で75億ドル、もしくは10年間で750億ドルの節約になります。



データに関する課題

膨大な量のデータが別の用途に利用できるようになると、データセキュリティ、プライバシー問題、データの解析と集約に関する課題とチャンスが現れるでしょう。

データセキュリティ: 交通手段の大半を自動運転車が占めるようになると、セキュリティ上の脅威が数多く生じるでしょう。不正な組織やハッカー、テロリストなどがデータを取得し、記録を書き換え、システムに攻撃を仕掛け、個々の車両をトラッキングすることによってドライバーのプライバシーを侵害し、住所を割り出すかもしれません。ドライバーに偽の情報を提供し、別の車両になりすまし、ネットワークをダウンさせるためにサービス妨害攻撃を仕掛けるかもしれません。悪用の可能性は驚くほどあり、SFの世界のようです。しかし、センサーベースの協調型自動運転車が普及する上で、システムのセキュリティが最重要事項になることは間違いありません。

このような脅威に対するセキュリティシステムとして考えられるのは、データの匿名化（個人を特定する情報の除去など）やデータ抑制（サンプリング頻度の低減など）といった機能です。こうしたシステムはデータを集積することもできるでしょう（車両に大量の生データを送信させるのではなく、車内に集積する）。車両認証、暗号化、改ざん防止ハードウェア、リアルタイム制約、ユーザー定義のプライバシーポリシー（各ユーザーがデータの取扱いについて選択できる）、多層防御（ハードウェアとソフトウェアの各層が独自のセキュリティ機能を提供する）などを使用することもできるでしょう。

個人のプライバシーへの新たな脅威: 自動車内外のコネクティビティの普及により、プライバシーの保護は徐々に難しくなっています。自律走行のコネクティッドカーというソリューションの利用が広がるにつれ、交通システム内で個人のプライバシーを維持することは、今よりさらに困難になるかもしれません。センシング、トラッキング、リアルタイム行動評価の利用が増加して、新たなプライバシーの問題や倫理およびポリシー上のジレンマを生み出している一方で、車両センサーと通信技術によってもたらされるメリットは、ほとんどのステークホルダーにとって魅力的なものです。

センサーベースの協調型自動運転車の普及のためには、プライバシーに関する懸念を解決しなければなりません。情報の収集、保管、配布の方法について意思決定を下すステークホルダー間の利益相反を解決するためには、プライバシー保護による利益とその他に影響を受ける利益のバランスを取ることが不可欠です。ステークホルダーにとっての潜在的な懸念事項は、無数にあります。たとえば、車両データの開示は企業機密の暴露につながるかもしれません。政治家や著名人などが気まづくなる可能性のある位置やルートと関連づけられるかもしれません。他にも、データが商業的濫用や公務員の不正行為、なりすましといった有害な用途に利用されることにより、一般市民がスパム攻撃を受けたり、ストーキングされたりする可能性も生じます。また、もし政府が市民を監視するために利用するとしたら、それを防ぐ手立てはあるのでしょうか？

データの解析と集約: 個人のプライバシーを脅かすのは、公開位置情報の収集よりも、位置とルートのデータを他の個人情報と組み合わせる情報の集積です。現行法は新技術や成長し続けるデータ産業に適切に対処するには不十分かもしれません。大規模なデータマイニングや解析の技術は最近の新聞の見出しを飾り、集約と解析が持つ力に対する懸念をかき立てています。消費者とプライバシーの擁護者はすでにデータブローカーに透明性を求め、収集するデータの内容、収集方法、利用者、利用方法について情報を開示するよう求めています。2012年初頭には、連邦取引委員会がデータブローカーに透明性の向上を求める報告書を出しました。

大規模なデータ集約は押し付けがましく操作的で、プライバシーの侵害だと多くの人が感じている一方で、それなりのメリットもあります。車両から収集された位置とルートの情報により、さまざまな位置情報サービス（LBS）が可能になり、それをカスタマイズすることもできるでしょう。Pew Research Centerの報告によると、位置情報サービスを利用しているスマートフォンユーザーは、2011年の半数強から2012年には4分の3に増加しています。消費者や事業者は新技術に徐々に慣れ、位置情報サービスの分野は拡大し続ける模様です。

データの取得と利用は、直接的な自動車の利用者向けサービスにとどまらず、事業者、行政、大学、経済開発者、非営利団体、その他の機関にとって有益なものとなり得ます。データを利用して、各州の運輸省やその他の道路管理者は、道路の使用パターンを分析したり、保守や改善の計画を立てたりすることができます。ライセンス契約を結ぶことにより、管理された状態で合法的な目的のために、車両および走行経路データへのアクセスを各機関に許可することができます。データ共有については、データ収集機関自身が行うか、あるいは第三者がデータを収集し、個人を識別する情報を削除した上で、関係諸機関が利用できる状態にすることもできるでしょう。すでにこのようなデータ共有は、あるデータセットについて諸機関との間で行われています。

27 連邦・州・地方の歳入を含む。

28 "Platooning With IVC-Enabled Autonomous Vehicles: Strategies to Mitigate Communication Delays, Improve Safety and Traffic Flow", Pedro Fernandes, Member, IEEE, and Urbano Nunes, Senior Member, IEEE. IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 13, NO. 1, 2012年3月

29 "Transportation Research Board, Highway Capacity Manual", 2010年 第5版

30 "Multiagent Traffic Management: A Reservation-Based Intersection Control Mechanism", Kurt Dresner and Peter Stone, University of Texas at Austin Department of Computer Sciences. In The Third International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 04) pp. 530-537, New York, USA, 2004年7月



自動車所有の新たなモデル

自動運転車は自動車所有の定義を大きく書き換え、カーシェアリングの機会を拡大するでしょう (Zipcarの強化版を想像してください)。自動車が無人運転できるなら、必要なときに呼ばれ、その仕事が終われば次の任務に向かうことができます。よって、人は自分の自動車を所有する必要がなくなり、その代わりに必要なときにモビリティサービスを利用すれば済むということになるでしょう。

自動車の利用がピークに達する時間帯 (米国では午後5時近く) でさえ、路上を走行しているのは個人所有車両全体の12%にも届きません。つまり、88%は使用されていないのです (このような自動車すべてが常時カーシェアリングに利用できるわけではないと考えられます)。この12%という比率は、走行の開始と終了に伴い変化します。また、走行を終え、次の走行を開始するまでに時間を要することも考えられます)。自動運転車なら、ほとんどの時間、駐車場に停めておくのではなく、一日中もっと効率的に活用することができます。これには自動車保険と保守の新しいモデルが必要になりますが、新しいビジネスチャンスを提供することにもなるでしょう。



同時に、カーシェアリングによって1人当たりの自動車台数が減少することは避けられず、従来の自動車メーカーおよびサプライヤーには大きな問題です。カーシェアリングが世界規模で進めば、世界の年間自動車需要が大幅に減少することは疑いの余地がありません。Center for Automotive Research (CAR) の予測によると、米国の自動車売上台数は2014年には1,500万台以上に回復し、2022年まで1,500万台から1,600万台の水準を維持する見込みです。たとえば、もしコンバージェンスにより新車需要が20%減少したとすると (88%に比べればずっと少ない数字です)、自動運転車とそれに伴う新たな自動車保有モデルの導入に伴い、この予測は約1,300万台へ減少するかもしれません。

しかし、世界の自動車需要に影響する変数は他にもいろいろあります。価格設定は需要曲線を劇的に変化させ得る重要な変数です。たとえば、基本的な自律走行車の価格が1万ドル以下にまで下がるなら、自動車所有に手の届く世界人口のセグメントはもっと広がるでしょう。さらに、以前は度外視されていた人口構成グループ、すなわち若年者や高齢者、身体に制限のある人々、資金の少ない人々も自動車所有が可能になれば、その結果としての需要増が前述の減少をある程度補うでしょう。



走行所要時間の信頼性

走行所要時間は、移動の際の判断や、交通網の運行状況の評価に最も役立つ情報です。コンバージェンスによって、走行所要時間の不確実性は排除されるか、少なくとも大幅に削減されるでしょう。(事故や工事による)

非再帰性交通渋滞は、ドライバーが直面する遅延の30%を占めます³¹。さらに、予測不可能な交通パターンにより、交通渋滞は1日のうちどのような時間帯でも発生する可能性があります。ロサンゼルスのような大都市圏では、「ラッシュアワー」の渋滞は定常的に6時間以上続きます。また、交通遅延全体の約40%は、一般通行者や運送会社が比較的空いていることを期待するオフピーク時間に発生しています³²。

未来の高度な交通システムでは、通信網を通じて電子的にリンクした自動運転車で構成される陸上交通網が整備され、出発地点から目的地まで、信頼できる予測可能な経路が各車両に提供されるようになるでしょう。これにより、非再帰性渋滞や交通事故を回避するために、余分な時間を見込む必要がほぼなくなります。そうすれば時間を生産的に使うことができ、貨物輸送の効率性が向上します。さらに、ジャストインタイム配送に依存する産業は、必要な部品や製品が必要なときに届くとわかっているため、さらに在庫を減らすことができます。

31 "Measuring recurrent and nonrecurrent traffic congestion", Skabardonis, A., P. Varaiya, and K. F. Petty, Transportation Research Record, 1856, 118-124, 2003年

32 "Urban Mobility Report", Texas Transportation Institute (TTI), 2011年9月, <http://tti.tamu.edu/documents/mobility-report-2011-wappx.pdf>, 2012年7月12日現在



生産性の向上

自動車が自動運転でき、走行所要時間の信頼性が大幅に向上すれば、以前は運転に割かれていた時間を生産的な時間として取り戻すことができます。米国では、交通渋滞による遅延により毎年48億時間が失われ、遅延とガソリン

のコストは年間1千億ドル以上に達しています。このうち230億ドルは、渋滞の影響がトラック事業に及ぼす遅延コストと考えられます。

自動交通システムにより、ほとんどの都市部の渋滞が解消される可能性があることに加え、人は移動時間を生産的に使えるようになります。2010年、16歳以上の全労働者の推計86.3%が乗用車、トラック、バンのいずれかで通勤しており、このうち88.8%は単独で自動車を運転し、残りの11.2%は相乗りで通勤していました。よって、控えめに見積もっても、16歳以上の労働者の90%以上が乗用車、トラック、バンのいずれかを運転して通勤していたということです。通勤時間は運転に集中しなければならないため、ドライバーにとって生産的ではありません。米国の平均的な通勤時間は約25分です。したがって、平均すると、米国の労働力のおよそ80%は、労働日1日当たり50分間、潜在的生産性を失っていることとなります。

コンバージェンスが実現すれば、この時間の全部または一部は回復可能です。自動運転車は、たとえば移動型オフィス、仮眠用のスペース、エンターテインメント鑑賞スペースなど、利用者のニーズに合わせてカスタマイズすることもできるでしょう。コネクティッドサービスにより、運転から解放された利用者は、移動中でも完全に外界につながり、安全性を損なわず、交通違反のリスクを冒すこともなく、テレビ会議や文書作成を行ったり、直接またはSNSの未来形を通じて家族や友人との時間を過ごしたりすることができます。

2010年、16歳以上の全労働者の推計86.3%が乗用車、トラック、バンのいずれかで通勤しており、このうち88.8%は単独で自動車を運転し、残りの11.2%は相乗りで通勤していました。





エネルギー効率の向上

燃料価格は急落するでしょうか？ CAFE（企業平均燃費）基準はなくなるのでしょうか？ コンバージェンス実現後の世界では、交通のエネルギー効率がどれだけ良くなるか考えてみましょう。自動運転車で構成される交通

システムでは、少なくとも次の3つによりエネルギー消費が削減されるでしょう。その3つとは、効率の良い運転、軽量で燃費の良い車両、そして効率的なインフラです。エネルギー政策の影響や地政学的な影響は大きなものとなるでしょう。

自律走行車の交通システムにおいては、車両は人間が運転するよりもはるかに効率的に走行するでしょう。人間による非効率な運転は、交通量が多ければ大渋滞につながり、頻繁に交通マヒを起こします。Texas Transportation Instituteが発行した「2011 Urban Mobility Report」の推定によると、米国人は渋滞に48億時間を費やし、19億ガロンの燃料を使い（アラスカパイプラインの2ヵ月分の操業に相当）、遅延と燃料のコストを合わせると1,010億ドルを費やしています。これは、通勤者1人当たり年間713ドルに相当します。

人間のドライバーが最大限、燃費に気を遣ったとしても、コネクティッドカーの制御されたインフラ内で瞬時に、かつ継続的に通信しながら走行する自律走行車の燃費にはかないません。車群追従走行だけをとり、後続車両の空気抵抗を低減し、幹線道路での燃費効率を20%まで削減することができます³³（ちょうど自転車競技で先頭車の後ろにつくと「ドラフティング」効果で労力が軽減されるように）。非再帰性交通渋滞は過去のものになり、停止標識や交差点での行列もなくなるかもしれません。

車両自体も、人間が運転する自動車と違って、補強鋼のボディやクラッシュブルゾーン、エアバッグなどの重い安全性機能がすべて不要になるので、大幅に軽量化し、エネルギー効率が向上するでしょう（重量が20%減ると、エネルギー効率は20%アップします）。

さらに、照明も節約できるかもしれません。今日の道路や支援インフラは人間のドライバー用に設計されています。人間は走行するために視覚的なインプットが必要です。そのため、全米の交差点では電気式の信号がいくつも、常時点灯しています（交通量が少ないときでも、少なくとも点滅が必要です）。また全米の街路、交差点、幹線道路には、人間のドライバーのために明るい照明が一晩中点いています。しかし、自律走行車は赤外線、レーダー、その他の手段で「見る」ことができるので、余分な照明や信号が不要になるでしょう。夜間照明は、自動車のためではなく、安全性とセキュリティのために設計することになるでしょう。交通インフラを自律走行車用に転換することにより、全米の夜間照明の必要性が大幅に減少し、光害とエネルギー使用量が削減されるでしょう。



新たなビジネスモデルとシナリオ

今日の消費者主導型技術の世界において、スマートフォンやタブレットのメーカーは（最低でも）毎年、新しいモデルを出し、テクノロジーに貪欲な消費者に「最新かつ最良」の製品を供給しています。ドライバーレス（自律走行車）

の時代にも同じ現象が起きるのでしょうか？ 起きると、私たちは考えています。消費者はドライバーレスカーに最新のガジェットを期待するでしょう。それは現在の自動車業界エコシステム内の事業者にとって、新しい環境、新しいビジネスのプレッシャーを意味します。Larry Burns氏はこう言っています³⁴。「業界に革新的な変化が起きた場合、現行の事業者はほとんど乗りきれない。」自動運転車の複雑なエコシステムには多くの産業が関与しており、そのスピードと革新のペースはさまざまです。技術のコンバージェンスは、産業のコンバージェンスにつながるかもしれません。その中で、エコシステムの参加者は、競争と協力を同時に行う必要があるでしょう。革新へのプレッシャーはかつてないほど大きく、それを果たせなければ時代遅れの技術として取り残されてしまいます。究極的には、多様なエコシステム参加者のさまざまな能力や意欲や先見の明が、来るべきコンバージェンスが投げかける多くの問いかけに答えるでしょう。自動運転車が現実になったとき、このエコシステムで先導的な役割を担うのは誰なのでしょう？ 自動運転車のエコシステムにおいて、誰が価値を創造し、誰がその価値を主張するのでしょうか？

33 The Globe and Mail (Toronto, Ont), Michael Vaughan, 2012年6月8日, D.6. 20%はカリフォルニアPATHのフィールドテストやEuropean SARTRE project (Volvo, Ricardなど)で認められた推定値。出所の多くはプロジェクトウェブサイト

34 NADA/HIS Automotive Forum (NYC) プレゼンテーション, 2012年4月3日

米国人は渋滞に48億時間を費やし、
19億ガロンの燃料を使っています。

未来は誰が自動車を製造し、販売するのか

新しい自動車業界のエコシステムを想像してみてください。製造はもはやコアコンピテンシーではなく、最新技術に対する消費者需要は、最新かつ最高のビデオコンソールやスマートフォンに対する需要と同じく貪欲です。未来は誰が自動車を製造し、販売するのでしょうか？ 誰が取り残されるのでしょうか？ どんな戦略的提携やジョイントベンチャーや合併が、競争環境を再形成するのでしょうか？ 新たに消費財企業が市場に参入するのでしょうか？ このような問題を検討し、4つの新しいビジネスモデルを考えてみました。

“ 業界に革新的な変化が起きた場合、
現行の事業者はほとんどついていけない。

— [Reinventing the Automobile: Personal Urban Mobility for the 21st Century] 共著者、Larry Burns氏

ブランド化された統合ライフスタイルモデル

この自動運転車に乗ることは、スタイリッシュにデザインされた体験です。最高にスタイリッシュなスマートフォンのように、エレガントにデザインされています。モバイルのアプリを使って、必要なときに自動車を呼んだり、毎日の送迎をプログラムしたり、それはモバイルでアラームを設定するくらい簡単なことです。フロントガラスはスクリーンを兼ね、他のコネクティッドデバイスとシームレスにシンクロします。乗車中、アプリやウェブサイトをスワイプしながら、デジタルダッシュボードで進行状況や天気をチェックしたり、お気に入りのウェブサイトに写真をアップしたり、ビデオを見たりします。目的地に到着すると、開いていた複数のスクリーンが並んで表示され、あなたが次のデバイスを選択するのを待っています。

このモデルでは、多分、自動車以外の分野ですでに消費者生活の一部になっている自動車業界に参入してまだ間もない企業が、エコシステムの重要な参加者になるでしょう。自動運転車は人間が運転する自動車ほど厳密な試験や検証を必要としないので、製造は外注になり、消費者調査や製品開発、統合されたライフサイクル体験の売り込みに重点が置かれるかもしれません。

ブランド化されたライフスタイルのバリュープロポジション：
デザイン、テクノロジー、ソフトウェア、消費者体験

オープンシステムモデル

このモデルはデータと、いかにそのデータを使って消費者へのバリュープロポジションをカスタマイズするかがすべてです。ビッグデータの市場は飛躍的に成長しています。IT調査会社のIDCは、2015年までに「ビッグデータ」市場が169億ドル規模に達すると予測しています。2010年の32億ドルから大幅な増加です³⁵。データ市場の代表的企業は自動車の製造には興味がないかもしれませんが、車両オペレーティングシステムの設計はうまくできるでしょう。10億台以上の自動車が消費者行動、交通パターン、地形に関する数兆ものデータを提供しており、オペレーティングシステム (OS) の開発者はOSを無償で提供しても、集約するデータから膨大な価値を得ることができるでしょう。誰が自動車を製造するのでしょうか？ OSプロバイダーは従来の自動車メーカーに限らず、世界のどんな自動車メーカーとも提携することができるでしょう。ブランド化されたテクノロジーの分野で競争する新規参入企業と提携関係を結ぶことができるでしょう。

オープンシステムのバリュープロポジション：
ユーティリティ、テクノロジー、カスタマイズ

35 IDCプレスリリース、2012年3月7日、<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS23355112>、2012年7月10日現在



モビリティオンデマンドモデル

Zipcarはカーシェアリング分野の先駆者でしたが、他の企業もこの市場に参入しつつあります。現在のモビリティオンデマンド事業者は、都市部で顧客が簡単に自動車を利用できるようにする必要がありますが、自動車の保守費用や駐車代がかさみます。自動運転車なら、エンドユーザーの近くにある必要はなくなります。タクシー会社やカーサービス会社から配車することができるからです。

複雑な配送チャネルの管理にコアコンピテンスを持つ大手小売企業や、複雑な車両のレンタルや配置の管理能力を持つ車両提供事業者が競争に参入し、新しいエコシステムで大きな価値を得るかもしれません。新規市場参入者は、汎用、低コスト、実利主義的なオンデマンド輸送（ローコスト航空会社モデル）を一端とし、超豪華な動くエグゼクティブスイートや仮眠用スペース（ファーストクラスやプライベートジェットのような体験）を他端とする分布のどちらかの側で競争することになるかもしれません。成否を分けるのは、効率性、信頼性、柔軟性、車両の保守、カスタマーサービス、人間と自動車のインターフェースの容易さ、既存の消費者デバイスとの統合、そして消費者行動とブランド選好性を決定づける、その他すべての心理学的要因になるでしょう。

モビリティオンデマンドのバリュープロポジション：

柔軟性、信頼性、利便性、コスト

OEMモデル

従来の自動車メーカーは自動車の設計と製造に数十年の経験を有し、消費者との感情的なつながりを築いています。しかし、ブランドの優位性を維持できるほど、迅速に行動することができるのでしょうか？ スマートな自動車メーカーは、今まさに、いかに組織を再編し、どのような戦略的投資を行うべきかを検討して計画を立てなければなりません。激的な変化に直面しても現状を守ることに固執している企業に歴史が微笑んだことはありません。事実、企業が奮闘する中、エコシステム全体にわたってすでにコラボレーションが行われています。車載通信情報システムを開発するためのIntelとDENSOの共同プロジェクト³⁶は、業界を超えた新しいシナジー関係の好例です。

垂直的統合は、重要なスキルやテクノロジーを社内にもたらすことを模索する企業にとってひとつの選択肢です。いくつかの自動車メーカーは、スキルやテクノロジーの隙間を埋める手段として、ベンチャーキャピタルの子会社をつくり、将来有望な新技術に投資しています。そうすることで、急速に進化するこのエコシステムにおいて競争力が生まれるかもしれません。

OEMのバリュープロポジション：

デザイン、テクノロジー、HMI、サプライチェーンマネジメント

36 http://newsroom.intel.com/community/intel_newsroom/blog/2012/03/01/chip-shot-intel-and-denso-collaborate-on-automotive-research

付録

開発中の技術の長所と短所

下表は、潜在的に応用可能な技術、その長所と限界、それを開発している主な企業をまとめたものです。

技術	仕組み	長所と短所	主な組織
LIDAR	光検出と測距。測定対象に光を照射することによって、対象までの距離や対象のその他の性質を測定します。光学的リモートセンシング技術。	ノイズ除去が必要。固定点間の補間技術として有効。トライアングレーションによる誤差が発生します。	Siemens, Hella, Google
GPS	グローバルポジショニングシステム (GPS、全地球測位システム) は、人工衛星による測位システムであり、地上あるいは地球近くのあらゆる場所について位置と時間の情報を提供します。	GPS受信機の精度は約±10m。自動車のように長さ3m程度の物体の位置特定には実用的ではありません。	Garmin, TomTom, Parrot, Apple, Google, 政府
DGPS	ディファレンシャルGPS (DGPS) はGPSの位置精度を±10mから10cm程度まで高めます。	DGPS修正信号は150kmごとに精度が約1m落ちます。ビルの影、地下道、樹木により一時的な信号喪失が起こります。	政府
RTK	リアルタイムキネマティック衛星測位 (RTK) は、GPS、GLONASS、Galileo信号のキャリア位相測定の利用に基づき、単一の観測基準局がリアルタイムで補正を行います。	基地局は測定したキャリア位相を再送信します。携帯端末は自身の位相測定値を基地局から受信した位相測定値と比較します。	該当なし
デジタルマップ	デジタルマッピング (デジタルカートグラフィともいう) は収集されたデータをコンパイルし、バーチャル画像としてフォーマットするプロセスです。	マッピングされているのは現実世界の一部分のみ (主に都市圏) であり、満足のいく精度を達成するには、十分な数の地図作成者がデータを入力し、相互検証を行う必要があります。	Google, TomTom, Microsoft, Navteq, Apple

用語説明

用語	
3G	Third Generation of Mobile Telecommunications、第3世代携帯電話通信
4G	Fourth Generation of Mobile Telecommunications、第4世代携帯電話通信
AAA	American Automobile Association、米国自動車協会
ABS	Antilock Braking System、アンチロックブレーキシステム
ADAS	Advanced Driver Assist Systems、先進運転支援システム
AHS	Automated Highway Systems、自動運転道路システム
CACC	Cooperative Adaptive Cruise Control、協調型アダプティブクルーズコントロール
CAFE	Corporate Average Fuel Economy、企業平均燃費
CAMP	Crash Avoidance Metrics Partnership、衝突回避メトリクスパートナーシップ
CES	Consumer Electronics Show、コンシューマーエレクトロニクスショー
DGPS	Differential Global Positioning System、ディファレンシャルGPS
DSRC	Dedicated Short Range Communication、専用狭域通信
ESC	Electronic Stability Control、横滑り防止装置
GDP	Gross Domestic Product、国内総生産
GLONASS	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema、全地球航法衛星システム
GPS	Global Positioning System、全地球測位システム
HMI	Human Machine Interface、ヒューマンマシンインターフェース
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers、米国電気電子学会
LBS	Location-Based Service、位置情報サービス
LIDAR	Light Detection and Ranging、光検出と測距
LTE	Long-Term Evolution、ロングタームエボリューション
MIT	Masachusetts Institute of Technology、マサチューセッツ工科大学
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration、国家道路交通安全局
NRI	Notice of Regulatory Intent、規制当局の意向通知
OEM	Original Equipment Manufacturer、自動車メーカー
OS	Operating System、オペレーティングシステム
ROI	Return on Investment、投資対効果
RTK	Real-Time Kinematics、リアルタイムキネマティクス
SAE	Society of Automotive Engineers、米国自動車技術者協会
USDOT	United States Department of Transportation、米国運輸省
V2I	Vehicle to Infrastructure、路車間通信
V2V	Vehicle to Vehicle、車車間通信
V2X	Vehicle to External environment、車・外部環境間通信
VII-C	Vehicle Infrastructure Integration Coalition、路車協調システム連合

お問合せ先

小見門 恵

KPMGコンサルティング株式会社

パートナー

TEL : 03-3548-5307

megumu.komikado@jp.kpmg.com

井口 耕一

株式会社 KPMG FAS

パートナー

TEL : 03-3548-5776

koichi.iguchi@jp.kpmg.com

KPMGについて

真にプロフェッショナルなサービスを提供する会社とは、業界の深い知識と洞察を持ち、クライアントが直面している切迫した問題の解決と、目標の達成を支援する会社であり、そのような会社を味方につけることは非常に重要です。

KPMGのグローバルオートモーティブ部門は数十年にわたり、自動車業界に対するコミットメントで知られてきました。KPMGは、メンバー会社の国際的なネットワークを通じて、世界的な事業展開と実績を元に、世界中のクライアントにサービスを提供しています。KPMGオートモーティブ部門は知識、経験、スキルを持つ専門家を擁し、クライアントがその課題に対処し、今日の複雑なビジネスの問題を切り抜け、目標を達成できるよう支援します。

Center for Automotive Researchについて

Center for Automotive Research (CAR) は、自動車業界および国際、連邦、州、地方レベルの社会に関する重要な動向や変化に幅広く焦点を当て、研究を行う非営利団体です。CARは世界の自動車業界の未来の方向性に関連する重要な研究に関わっています。CARの自動車業界研究は特徴的なグループとプログラムによって遂行されています。

業界の中立的な声としての使命を全うするため、CARは業界、政府機関、大学、研究機関、労働機関、メディア、その他国際的な自動車コミュニティの主要な参加者と強力な関係を有しています。

kpmg.com | cargroup.org

文中の社名、商品名等は各社の商標または登録商標である場合があります。

本文中では、Copyright、TM、Rマークは省略しています。

本冊子は、KPMG Internationalが2012年8月に発行した“Self-driving cars: The next revolution”を翻訳したものです。翻訳と英語原文間に齟齬がある場合には、当該英語原文が優先するものとします。

ここに記載されている情報はあくまで一般的なものであり、特定の個人や組織が置かれている状況に対応するものではありません。私たちは、的確な情報をタイムリーに提供できるよう努めておりますが、情報を受け取られた時点およびそれ以降においての正確さは保証の限りではありません。何らかの行動を取られる場合は、ここにある情報のみを根拠とせず、プロフェッショナルが特定の状況を綿密に調査した上で提案する適切なアドバイスをもとにご判断ください。

© 2012 KPMG LLP, a Delaware limited liability partnership and the U.S. member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative (“KPMG International”), a Swiss entity. All rights reserved. Printed in the U.S.A. The KPMG name, logo and “cutting through complexity” are registered trademarks or trademarks of KPMG International. 26554NSS

©2016 KPMG Consulting Co., Ltd., a company established under the Japan Company Law and a member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative (“KPMG International”), a Swiss entity. All rights reserved. 16-1518

©2016 KPMG FAS Co., Ltd., a company established under the Japan Company Law and a member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative (“KPMG International”), a Swiss entity. All rights reserved.

The KPMG name, logo and “cutting through complexity” are registered trademarks or trademarks of KPMG International.