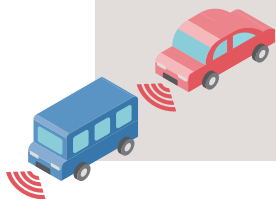


自動運転の社会実装・普及に向けた課題と取り組みの在り方

百嶋 徹 Hyakushima Toru (株)ニッセイ基礎研究所 社会研究部 上席研究員

1985年(株)野村総合研究所入社、証券アナリスト業務、財務・事業戦略提言業務に従事。1998年ニッセイ基礎研究所入社。専門は企業経営、イノベーション、AI・IoT・自動運転、スマートシティ、企業不動産・オフィス戦略、CSR・ESG経営等。明治大学経営学部 特別招聘教授を歴任



自動運転は、ヒューマンエラーに起因する交通事故の発生、路線バスなど公共交通の衰退に伴う自治体の財政負担(補助金)の増加、高齢者など移動弱者の増加、運送業界のドライバーの高齢化・人材不足といった、地域・都市が直面している喫緊の交通課題の解決に向けて、AI(人工知能)などデジタル技術の利活用分野として大いに期待がかかっています。

しかし、地域・都市での自動運転の導入状況は、実証実験止まりとなっているケースが多くみられるなど、社会実装に向けた課題はまだ多いと思われます。本稿では、自動運転の社会実装に向けた課題と取り組みについて考察します。

AIは限定領域で大きな成果

センサーやソフトウェアなどの車載システムを中心に構成される自律型の自動運転技術では、車両制御の判断・命令などの中核的機能にAIが用いられます。AIの社会実装には、留意しなければいけない重要なポイントがあります。

ディープラーニング(深層学習)で学習したAIモデルの場合、AIが判断した経緯や根拠を使う側の人間が理解できないという「ブラックボックス」の問題に加え、学習過程で学んでいない想定外の事象に対して、臨機応変に対応できないという問題があります。したがって、複数のタスクをこなせない現在のAI(特化型AIと呼びます)は、想定外の事象が無限に起こり得る複雑な現実世界では、その力を発揮できなくなる一方、ルールが明確で想定外の事象が起こりにくいよ

うデザインされた「閉じた環境」での限定的シーンでは、特定のタスクを明確なルールに基づいて実行させると、高精度に作動し非常に大きな成果をもたらします。

AIの開発・実装においては、AIに関わる科学者・開発者や経営者など、人間が特化型AIの性能を最大限に引き出すべく、AIが解くべき問題およびAIを利活用する環境・領域をしっかりと設定することこそが最も重要である、と言っても過言ではありません^{*1}。現状のAIの実力・強みや限界を十分に理解したうえで、AIを上手に使いこなす工夫を凝らし、社会課題解決のツールとして利活用することが重要なのです。

自動運転も限定領域での実用化を先行

基本的に現実社会の複雑な環境下で用いられる自動運転システムへのAIの実装は技術的難易度が極めて高く、とりわけ運転自動化レベルの最上位に位置づけられる、限定条件なしでシステムがすべての運転タスクを行う「レベル5」は、「AIの社会実装における最大のチャレンジ」である、と言っても過言ではありません。

自動運転システムにAIを搭載する場合も、究極の自動運転であるレベル5への到達をいきなりめざすのではなく、「閉じた環境」での実用化を先行させることが定石でしょう。まずは「運行設計領域(ODD: Operational Design Domain)」の限られた時空間での実用化を先行させることが望まれるのです。

*1 百嶋徹「自動運転とAIのフレーム問題」基礎研レポート(ニッセイ基礎研究所、2019年11月18日)にて指摘

実際、日本政府は、移動サービス向け業務用車両(サービスカー)の公道実証プロジェクトの推進において、自動走行実現に向けた基本的なアプローチとして「社会課題の解決に向けたニーズの高い場所で、適切に安全を確保しながら、社会受容性を高め、簡単なシーン(専用空間、地方)から複雑なシーン(一般道路、都市部)へ活用を拡大」していくことを想定してきました。

自動運転システムが高精度に作動し得る、限定された狭いODDの具体例としては、過疎地など地方エリアでの低速走行、高速道路や専用レーンでの走行のほか、デジタル技術を駆使して多様な社会課題を解決し、人々の利便性・快適性の向上をめざす先進都市である「スマートシティ」での走行が挙げられます。

スマートシティの新規開発では、自動運転に適した道路交通インフラを最初から組み込んだ街のデザインが可能です。実際、中国など海外での最先端のスマートシティ開発プロジェクトでは、最初から自動運転システムを街の交通体系に組み込むのが、世界的な潮流になっており、そこでは巨大デジタル・プラットフォーマーなどの大企業が重要な役割を担っています。

わが国では、トヨタ自動車が富士山麓^{さんろく}の工場跡地で、自動運転のほか、パーソナルモビリティ、ロボット、スマートホーム、AIなど多様な先端技術・サービスを素早く導入・検証できる実証都市として、「Woven City(ウーブン・シティ)」と名づけたスマートシティを建設中です。

一方、オーナーカー(自家用車)の領域では、本田技研工業が、レベル3(自動運転システムからの運転の引き継ぎ要請時などを除き、限定条件下でシステムがすべての運転操作を行う条件付き自動運転)の自動運行装置を含む安全運転支援システムを搭載した高級セダン「レジェンド」を2021年3月に発売しました。世界初のレベル3の量産車となった同車は、高速道路での渋滞時であること、強い雨・降雪・濃霧などの悪天候でないことなど一定の自動運転走行環境

の条件が付されています。

遠隔監視型システムの普及を 急ぐ日本政府

限定されたODDのもとであっても、完全な専用道ではなく一般公道を走行する限りは、想定外の事象は起こり得ます。実はそのような事例は枚挙にいとまがなく、例えば、車載センサーが風で揺れる街路樹の枝葉や積雪を障害物と誤認識し、車両が停止した事例などがあります。このため、AI主導の自律型自動運転システムの実装を優先するよりも、柔軟な思考と責任を持った判断というAIにはない人間の強みを活かして、人間が介在・補完するシステムの構築も一法と考えられます。例えば前橋市は、わが国の自治体の中で、自動運転バスの社会実装に向けていち早く取り組んできましたが、同市での実証実験に使用されてきた自動運転シャトルバスには、遠隔監視型システムが用いられており、中核的機能としてのAIは搭載されていません。

日本政府が策定する「官民ITS構想・ロードマップ」の2021年版では、2022年度を^{めど}目途に限定地域での遠隔監視のみ(レベル4)で無人自動運転移動サービスを実現し、2025年度を^{めど}目途に同サービスの40カ所以上への展開をうたっており、移動サービスの分野では、必ずしもAIによる判断の自動化に頼らない遠隔型自動運転サービスの普及が強調されています。

この政府方針を受けて、主として自治体主導で遠隔監視型サービスカーの実証実験(主としてレベル2)が数多く実施されています。その中でも、福井県永平寺町では、遠隔監視者1名が2台の車両(小型電動カート)を運用する世界初の公道実証(レベル2)を2018年11月に開始し、2020年12月より1名の遠隔監視者が運行する車両を3台に増やしたのに続き、車両を高度化し国内で初めて認可を受けた遠隔監視・操作型のレベル3での運行を2021年3月に開始したことで、大きな注目を集めています。車両が道路

に敷設した電磁誘導線とRFID^{*2}による走行経路を最高時速12キロの低速で追従するもので、2022年度内にレベル4をめざすといえます。

枯れた技術を地域課題解決に活用

このようにわが国では、移動サービス領域でレベル4の遠隔型自動運転システムを実用化することを急いでいます。これは、AI・自動運転の先進国であるアメリカと中国で、AI主導のレベル4をめざしている自動車メーカーや巨大デジタル・プラットフォーマー、スタートアップなどが、ロボタクシー(無人タクシー)など自動運転サービスカーに頭脳として搭載するAIモデルの精度向上のため、実走行試験やシミュレーションを重ねて膨大な走行データの収集に日夜しのぎを削っている動きとは対照的といえるでしょう。

AI主導の自律型自動運転システムなど最先端技術のみにこだわらず、AIをあえて使わない遠隔監視型システムなど既存の成熟した「枯れた技術」を使い倒して活かし切り、地域が足元で直面している喫緊の交通課題の解決にできるだけ迅速にアプローチすることは、社会的意義が極めて高いといえます。とりもなおさず、喫緊の社会課題の迅速な解決が目的であって、技術はそのためのツールであるため、課題解決に資する最適な技術であれば、最先端であろうと成熟化しているものであろうと問題はないからです。電磁誘導線やICタグなど既存の成熟技術で実現する遠隔型自動運転システムは、最先端のAIシステムを搭載した自律型システムに比べコスト優位性が非常に高いため、喫緊の交通課題を抱える自治体にとって導入に踏み切りやすい側面も大きいとみられます。また、自動運転オペレーターという新たな専門人材の雇用創出につながり得ることも重要な視点です。

前橋市や永平寺町などでの先進的な取り組みは、限定領域であれば、最先端のコンピュータ

やAIを使わなくとも自動運転を実現することができ、地域の交通課題の解決に果敢に挑むことができることを示しているのです。

自動運転の実用化においては、限定領域から広い領域へ面的拡大していくというやり方は難易度が極めて高く、なじみません。地域ごとに走行環境が異なるため、おのおのに最適なシステムを構築することが基本であるからです。自動運転システムが高精度に作動する狭い限定領域という「点」をいくつも作り出すことができれば、それが「線」や「面」にならなくても、社会的意義の高い活動といえます。

最先端技術は技術ポートフォリオに欠かせず

私は、わが国では、当面の地域の課題解決のためにフル活用すべき枯れた技術に加え、「テクノロジードライバー(科学技術の抜本的進化を駆動する技術要素)」と位置づけるべき最先端技術を併せ持つことが、国レベルでの技術ポートフォリオ上、不可欠であると考えています^{*3}。最先端分野に関わるイノベーションを、科学技術の発展ひいては中長期的な地球規模の課題解決に向けて先導することは、欧米とともに先進国としてのわが国が産学官を挙げて取り組むべき責務、いわば先進国としての「国家の社会的責任」であり、またそれに成功すれば、結果としてわが国の産業競争力の抜本的な強化につながっていくと考えられるからです。わが国には、枯れた成熟技術と最先端技術を併せ持つ、テクノロジーの「二刀流戦略」が求められるのです。

技術的難易度が高い最先端の研究開発のリスクに耐え得るだけの強い企業体力を有する日本を代表する大企業や、社会課題解決という「社会的ミッション」の実現に向けてハードルの高い研究開発に挑み、それをやり抜く気概を持つ起業家精神旺盛な企業など一部の選りすぐられた

*2 電波の送受信により非接触でICタグのデータを読み書きする自動認識技術の1つ(「RFID Room」ウェブサイトより引用)

*3 百嶋徹「製造業を支える高度部材産業の国際競争力強化に向けて(後編)」基礎研レポート(ニッセイ基礎研究所、2017年3月31日)にて考え方を提示

企業が、最先端分野のイノベーションを主導することが望まれます。最先端分野の研究開発では、個社での自助努力に加え、国・政府系関係機関の競争的研究資金などによる産学官連携プロジェクトへの研究開発助成や、産学官連携促進の触媒機能を担うオープンイノベーションの拠点整備などの行政支援も欠かせません。

自動運転分野では、最先端・高性能のAI・コンピュータ・通信技術を活用した「広いODDで人間の操作が介在しないレベル4以上の完全自動運転システム」が、やはり最先端領域となるでしょう。とりわけレベル4からODDの限定を取り払ったレベル5という究極の目標への挑戦には、従来の延長線にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発、いわゆる「ムーンショット」に果敢にチャレンジする強い使命感・気概・情熱を持って、高い志を成し遂げようとする確固たるスタンスが欠かせません。

現時点では、サービスカーでもオーナーカーでも自動運転の実用化段階は、限定された走行環境条件下ではレベル3、広いODD(オーナーカーが中心)ではレベル2におおむねとどまっているとみられます。中長期的には、長期間の実走行試験・シミュレーションを続けることで、自律型自動運転システムの中核を担うAIの学習が日々進みAIにとって想定外の事象が減少していけば、技術的難易度は高いものの、広いODDでより高い運転自動化レベル(レベル4など)が徐々に可能となっていくでしょう。ただし、実世界では、いくら学習を重ねてもAIにとって想定外の事象がゼロにはならない^{*4}ため、最終的には、自動運転の安全性評価(自動運転による事故率がどれくらいの水準であれば安全とみなすのかという安全水準の設定)と社会的受容性の醸成の問題に収れんしていくと考えられます。

トヨタ自動車は、最先端のレベル4以上の完全自動運転システムである「ショーファー」の開

発に果敢に挑んでいます。一方で、この究極の目標に取り組むプロセスにおいても、できる限り多くの人命を極力早く救うことを追求しなければならないとの認識のもとで、当面、人間が運転することを前提に広い走行領域に適用され得る、高度安全運転支援システムである「ガーディアン」の普及を急いでいます。両システムの開発・普及に同時並行で取り組むのは、同社の高い志・社会的責任意識に裏打ちされたものといえ、自動運転技術の二刀流戦略の企業レベルでの先進事例として高く評価できるでしょう。

人間とデジタル技術が共生するシステム

人間とデジタル技術の強みを活かし合う「コラボレーション(ハイブリッド)型システム」である遠隔型自動運転システムは、AIを含めたデジタル技術と人間がよきパートナーとして協調・共生することの重要性を示唆しています。

「AIは雇用を奪う」とのAI脅威論は、依然として根強いですが、私は「AIを『人間と共生するよきパートナー』と位置づけるべく、ビッグデータから人間では気づけない関係性やわずかな予兆をとらえるなど、AIにしかできない役割や、画像認識など既にAIが人間の能力を上回っている機能をAIに担わせるように、科学者・開発者や経営者などの人間自身が強い意思を持って導くことが重要である」「AIは、人間の潜在能力を引き出し能力を拡張させるために利活用すべきである」と主張してきました^{*5}。

AIなどのデジタル技術は、決められた合理的なプロセスを高速で追求し続けることは得意ですが、合理的プロセスから外れた偶発的事象に対して臨機応変に対応することはできませんし、人間のように柔軟に思考したり責任を持って判断したりすることもできません。自動運転システムでも、遠隔監視型のように、人間とデ

*4 「AIのフレーム問題」と呼ばれ、AI研究の最大の難問とされる。AIのフレーム問題に関わる詳細な考察は、脚注1の論文を参照

*5 百嶋徹「AI・IoTの利活用の在り方」ニッセイ基礎研究所報(2019年6月)Vol.63等にて考え方を提示

デジタル技術が互いに得意分野を担って協働するしくみが大きな効果を発揮し得るのです。

一方、オーナーカーを中心にAI主導の自律型自動運転システムでも、人間が運転に関与するレベル3までは、人間とシステムの協働が欠かせません。前述のトヨタの高度安全運転支援システム「ガーディアン」は、「人間の能力を置き換えるのではなく増大させるという考え方」で開発されており、「人間と自動運転システムがチームメイトとしてお互いのベストの能力を引き出すようなシームレスで調和的な運転システム」*6であるといいます。ガーディアンは、人間の能力を拡張させるための技術であり「人間とデジタル技術のコラボレーション型システム」の先進事例といえるでしょう。

自動運転の社会実装の促進に向けて

今、自動車産業は「100年に一度の大変革の時代」に入っているとされ、この大変革の時代のキードライバー(ある事象を推進・駆動する重要な要素)は「CASE」であるといわれています。CASEは、「Connected(インターネットへの常時接続)」「Autonomous(自動運転)」「Shared & Service(シェアリング・サービス化)」「Electric(電動化)」を指します。C、A、Eは技術領域、Sはサービス領域に分類できます。

4要素の商用化・量産化については、「C = コネクテッドカー(インターネットでつながる車)」が大きく先行し、続いて「E = EVやプラグインハイブリッド車などの電動車両」がカーボンニュートラルの国際的機運が高まるなか、大手自動車メーカーの製品ラインアップが充実し本格化しようとしています。またSでは、クルマのサブスクリプションなど新たなサービスの事業化が進展しています。

一方、「A = 自動運転車両」は、技術的難易度が相対的に高く、C、S、Eに比べ商用化の進捗は

大幅に遅れているように思われます。運転自動化レベルは前述のとおり、狭い限定領域でのレベル3まではおおむね実用化に到達していますが、今後、社会実装が本格化するためには、技術的ハードルが極めて高いレベル4以降の完全自動運転へのチャレンジが欠かせません。このように現時点では、自動運転車両の量産化が相対的に遅れているため、4要素間のシナジーを通じたCASEの抜本的進展は、自動運転の進化にかかっている、と言っても過言ではありません。

自動運転車両はコネクテッドカーと電動車両の要素を併せ持ち、とりわけCとの一体的な進化が欠かせません。今年7月に発生した大規模通信障害により、緊急通報サービスなどコネクテッドカーの一部機能が使えなくなりましたが、クルマの走行そのものへの影響はなかったといえます。自動運転のもとで通信障害が起こっても、人間による運転操作が可能なレベル3までであれば、手動運転により走行への影響を回避できますが、システムがすべての操作を行うレベル4以降の完全自動運転では、走行への影響が懸念されます。完全自動運転の実現には、無線通信に極めて高い信頼性が求められるのです。

すべてのモノがインターネットにつながるIoT時代を見据えて、通信障害ができるだけ起こらないように通信ネットワークの強化が欠かせませんが、万一の通信障害に備えた対策としては、通信側では緊急時に他の事業者のネットワークを利用する事業者間ローミング、車両側では無線通信回線の複線化などが考えられ、コストはかかりますが回線の冗長化が必要となるでしょう。この通信障害対策は非競争領域として、自動車関連メーカー(完成車、部品)や通信キャリア、ITベンダーなどが連携し、業界横断かつ産学官で取り組むべき重要課題です。

自動運転の社会実装の促進には、通信や電動化を含め、産学官が一体となったオープンイノベーションの取り組みがいっそう求められます。

*6 「」内は、トヨタ自動車2019年1月8日付ニュースリリースより引用