

# 自動運転車の五つの社会実装課題に対する 技術的なアプローチの提案

創発戦略センター シニアスペシャリスト 木通 秀樹

## 目 次

1. 産業競争力向上の鍵となる自動運転車普及のシナリオと課題
  - (1) 自動車産業の位置付けの変化
  - (2) 自動運転の普及シナリオ
  - (3) シナリオ推進の課題
  
2. 社会実装に求められる仕組み
  - (1) 社会実装の課題抽出
  - (2) 課題解決の方針
  - (3) 社会実装の課題を解決する仕組み
  
3. 自動運転車の社会実装に向けて
  - (1) 自動運転の社会実装に向けた技術開発
  - (2) 自動運転のシステム運用管理
  - (3) 実際のサイトでの情報蓄積

## 要 約

1. 自動運転技術の進化は著しく、自動車の産業的位置付けを変える可能性があることから、社会実装を積極的に推進することが期待される。しかし、自動運転車を社会実装するには受け入れ側であるユーザー、地域社会の認識、法律や保険等の制度面での変革等の課題も多い。こうした課題を解決できないまま社会実装を急ぐと、新市場の発展が阻害される事態が生じかねない。このような事態を避け、自動運転が産業発展や社会的課題の解決の起点となるためには、社会の受容性を十分に考慮しなければならない。
2. 社会実装のうえで問題となるのは、自動運転の制御システム技術が未成熟であるという問題以外に、大きく分けて五つある。一つ目は、自動運転を構成する人工知能は限られたセンサ情報を用いて状況判断するため、誤認識が避けられないという問題、二つ目は、自動運転と手動運転を切り替える際の対応の難しさの問題、三つ目は、手動運転車にとって行動が読めず、違和感ある自動運転車が混在する問題、四つ目は、事故の補償、過失等の基準の見直し等の賠償責任の問題、五つ目は、事故などの際に生じる倫理的な問題である。
3. これらの心理的、制度的問題を改善するために、現在、法制度、保険制度の見直しが進められているが、問題の直接的な解決にはならないため、過剰な対応をとることになる可能性がある。こうした法制度、保険制度への依存度をできるだけ下げするために問題を分析した結果、多くの問題で、人と人工知能とのコミュニケーションの改善が必要であることが導かれた。人工知能の判断根拠が分からなければ、自動運転に安心感を持つことはできない。こうした課題の直接的解決に向けて、本論文では、人と人工知能のコミュニケーションを促進する「調和インターフェース」の有効性を提示する。
4. 欧米では、自動運転の公道実証が積極的に進められているが、社会的な不安に対応しないままに実装を強行すると、民意によって進まなくなる可能性がある。そこで、本論文では、「調和インターフェース」を早期に実現する手段として、特別なチームを組成することで開発の速度を上げる方法を提案する。また、「調和インターフェース」から得られる人工知能の危険判断結果をデータベース化することで、より安全性の高い三次元地図の生成を提案するとともに、こうした情報を蓄積していくために、積極的に実証サイトを活用する方法を提案する。

---

## 1. 産業競争力向上の鍵となる自動運転車普及のシナリオと課題

自動運転技術の進化は著しく、社会実装の機運が高まっている。自動運転は自動車の産業的位置付けを変え、既存産業の事業と関連産業発展の起点となることから、積極的に推進する以外に道はない。

しかし、自動運転車を社会実装する際には供給側の自動運転技術だけでなく、受け入れ側であるユーザー、地域社会の認識、法律や保険等の制度面での変革等の課題も多い。

自動車の普及期のように、数十年後には当たり前になっているものでも、課題を解決できないまま社会実装を急ぐと、新市場の発展が阻害される事態が生じかねない。このような事態を避け、自動運転が産業発展や社会的課題の解決の起点となるためには、課題の本質を捉えて適切な解決策を講じる必要がある。

### (1) 自動車産業の位置付けの変化

自動車は、この20年間、精密部品、電子部品の使用が急拡大し、その分だけ産業の裾野が拡大した。近年では、センサ、制御システム、クラウド等のIoTに関連した技術の進化に伴い、産業の裾野は一層拡大している。

関連産業の拡大は技術の発展のスピードを押し上げる可能性がある。今や、自動車は新技術のインキュベータとしての位置付けを担っているからである。市場規模が巨大であるうえ、新技術の信頼性を高め、コストを低下させる機能が他産業に比べ大きいからである。燃料電池を例にとると、燃料電池自動車の量産車を開発することでコストを20分の1に低減させた。自動運転技術の普及は、IoT技術の信頼性、経済性を高め、ロボットなどの関連産業の発展を後押しすることにつながる。IT、電機、通信、サービスなどの多くの企業が自動運転に注目しているのは、こうした産業発展の兆しを感じ取っているからである。

### (2) 自動運転の普及シナリオ

近年、自動運転の技術は急速に進化し、国内外でほとんどの自動車メーカーが自動運転の実証試験にかかわり、アメリカではGoogleなどが公道実証を行っている。

米運輸省道路交通安全局（NHTSA）や国土交通省の定義では、自動運転技術は4つのレベルに分けられる。レベルⅠは、加速、操舵、制御のいずれか一つが実施されている段階、レベルⅡは、加速、操舵、制御の複数が同時に実施されている段階、レベルⅢは、人が運転可能な状態で加速、操舵、制御のすべてが自動で実施されている段階である。ここまでは基本的に運転支援技術とされる。レベルⅣは、人が運転しない状態で加速、操舵、制御のすべてが自動で実施されている段階である。この段階に至って、完全自動運転となる。現在は商業ベースではレベルⅠからⅡへの移行期に当たり、レベルⅢの商品化が進められている。

完全自動化の障壁となっていたジュネーブ条約の解釈が緩和されるなど、国際的にも環境整備が進んでいる。こうした世界的な潮流を受け、政府は今年5月、2017年に大規模公道実証、2020年には事業開始を行うロードマップを示し、政府主導で強力に推進を図っている。

### (3) シナリオ推進の課題

このように政策に力が入っているものの、レベルⅢへの進化には大きな障壁がある。技術的な課題もさることながら、社会的な受け入れにかかわる問題への対処が重要である。その際、観点となるのは、主に①自動運転状態にある場合の対処、②自動運転から人間への運転の切り替えへの対処である。①について指摘されているのは、自動運転で事故を起こした場合の対処である。

アメリカでは、自動運転の場合の人工知能（AI）を運転手として認める法解釈も始まっているが、絶対的な安全を担保しようとする、AIを管理する事業者の管理システム、高速道路などのインフラ側のセンサや管理システムなどへの過剰な投資負担を招き、市場立ち上げの大きな障壁となる恐れもある。

警察庁の2015年11月の調査によれば、自動運転に対する期待がある一方で、約60%の人が自動運転の性能に関する信頼性に懸念を持っていることが明らかとなっている。同様の結果は、アメリカやドイツでも得られている。全米自動車協会が今年3月に発表した報告では、60%が「なんらかの自動運転機能はほしい」とする一方で、75%が技術の信頼性に不安を持ち、「すべて機械任せにするのは怖い」と回答している。200万km以上を無事故で走行してきたGoogleの自動運転車が今年2月に初の事故を起こした後、5月にはTeslaが自動運転（実際にはレベルⅢ）初と言われる死亡事故を起こし、自動運転に対する厳しい指摘が続いている。ドイツの民間調査会社の報告でも約70%が技術に対する不安等から、自動運転車に乗る意思がないことが示された。

産業として有効であっても、それを受け入れる社会における受容性を十分配慮する必要がある。現在、経済産業省、国土交通省が進めようとしている取り組みでは、2018年度から公道実証を行おうとしている。しかし、実証試験を繰り返し実施して技術を精緻化しても、Googleの事故に対する社会の反応が示すように、数年程度の実績で「新技術に命を委ねることの不安」を解消することはできない。こうした心理を無視して急速な普及推進を図れば、民意によって普及が妨げられる可能性もある。今後の産業発展の鍵となる自動運転であるだけに、適切な普及推進が求められる。

一方、こうした不安心理の解消のための技術開発も始まっている。科学技術振興機構がトヨタ自動車、東京農工大、豊田中央研究所と共に進めている「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム」プログラムでは、自動運転車で安心感を与えるための技術が開発されている。ただし、高齢者等の運転支援による安全安心の提供が主眼であり、自動運転そのものに対する運転者の不安心理を改善し、自動運転を社会実装するための総合的な課題解決が目的ではない。社会的な受け入れのための取り組みはこれからと考えるべきである。

## 2. 社会実装に求められる仕組み

### (1) 社会実装の課題抽出

AIを用いた自動運転の社会実装を進めるためには幾つかの課題がある。課題を技術レベルに応じて整理すると、図表1のようになる。レベルがⅠからⅣに進むにつれ、運転操作の自動化が進んで、人の役割が縮小し、レベルⅣでは運転者は不要になる。

課題としては、主に「技術的課題」、「法的課題」、「社会受容性課題」の三つがある。技術的課題のう

ち、自動運転の制御システム技術は現在急速に進化しているので、ここでは「運用技術の課題」に注目する。

運用技術の課題には、AIが状況を完全には識別できないという「不完全知覚問題」、運転者の「切り替え問題」、自動・手動運転車の「混在問題」がある。一方、法的課題には、代表的には事故等の補償、過失の見直し等の「賠償責任問題」がある。また、代表的な社会受容性の課題としては「トロッコ問題」がある。これまで示してきた自動運転に対する心理的な課題の背景には、技術の未熟さだけでなく、こうした技術以外の問題がある。

(図表1) 自動運転レベルに応じた代表的な課題の整理

自動運転レベル		レベルⅠ	レベルⅡ	レベルⅢ	レベルⅣ
システムの位置づけ		・加速・操舵・制御のいずれかを自動で行う	・加速・操舵・制御のうち複数の操作を自動で行う	・加速・操舵・制御をすべて自動で行う	・同左
人の位置づけ		・上記以外を行うとともに、全体管理を行う(機能分担)	・上記以外を行うとともに、全体管理を行う(機能分担)	・危険時など必要に応じて自動から手動に切り替えて対応する。(時間分担)	・運転者がいない/いても何もしない(負担しない)
技術的課題	システム技術	・特になし(既存技術の活用)	・特になし(既存技術の活用)	・制御性能は大きな課題はないが、精度の向上が必要 ・ハッキング等による情報漏えい、乗っ取り ・詳細な三次元地図の不足	・同左
	運用技術			・不完全知覚問題：完全な環境の識別は不可能 ・切り替え問題：緊急時に人の運転に切り替える際の対応遅れ ・混在問題：自動運転による異質な運転と人の運転の不整合	・不完全知覚問題：同左 ・混在問題：同左(切り替え問題は発生しない)
法的課題				・賠償責任問題：事故の補償、過失に対する賠償責任(搭乗者、所有者、製造者等)が未定	・賠償責任問題：事故の補償、過失に対する製造者を中心とした賠償責任の方法が未定
社会受容性課題				・トロッコ問題：判断の自動化に対して、コンピュータのロジックと人の倫理観が相容れない	・同左

(資料) 各種資料を参考に日本総合研究所作成

### A. 「不完全知覚問題」

自動運転では、様々な道路状況、他の車両や歩行者の状況などを認識し、適切な車両操作を行うことが求められる。しかし、センサで計測できるのは限定された情報になるため、あらゆる状況を完全に識別することはできない。このため、状況の読み違い等により適切な制御を行うことができない場合もある。こうした問題はAI特有の「不完全知覚問題」として整理されている。不完全知覚問題による『認識の不完全性』が自動運転への不信の根底にある。

### B. 「切り替え問題」

レベルⅢでは、人がいつでも運転できる状態であることが前提となっている。しかし、緊急時に急に運転を切り替えようとしても、人が車の周辺の状況や目前で発生する危険な状態を的確に捉えることができないければ、事故を回避することはできない。逆に、急に人に切り替えられない方が、あわてる危険性が少ないので、自動運転に任せた方がよい可能性もある。人の生死にかかわる状況にAIが身近にかかわることで、従来にはない『人とAIの接点設計』という課題が生じる。

## C. 「混在問題」

自動運転と人の運転が混在する場合は、完全な合法運転を行う自動運転車は異質な存在になる。こうした異質なものの行動が周辺車両や歩行者に不安を与え、従来にはない新たな課題を引き起こし、地域交通を制約する可能性がある。このような『社会とAIの接点設計』が新たな課題として発生する。

## D. 「賠償責任問題」

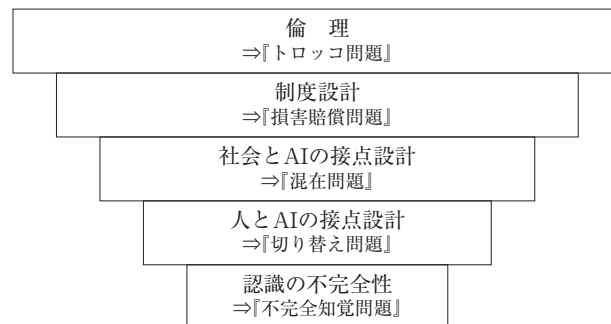
従来は事故などの責任は運転者にあり、賠償責任の設定が明確であった。しかし、自動運転の事故では、車両の故障、AIの判断ミス、道路等の公共インフラ側のセンサや信号などの故障など、従来とは異なる様々な原因が想定されるため、法的な構造を修正する必要がある。AIを社会に受け入れる際には『制度設計』の見直しが必要となる。

## E. 「トロッコ問題」

トロッコ問題とは、代表的な倫理学の思考実験のテーマで、ブレーキの利かないトロッコがまっすぐ進めば五人、舵を切れば一人の人を轢いてしまう場合にどちらを選択するか、という問題である。

自動運転では、あらゆるケースの運転を学習することになるので、この場合もどちらを選択すべきかを学習させる必要がある。このような問題の解決方針を学習させれば、意図的に人を轢くことを教示することになり、倫理的問題が生じ、社会的には受け入れ難いものとなる。こうしたAIによる判断の『倫理』に関する議論は今後長い時間をかけて行っていくべきものとなる（図表2）。

(図表2) 五つの社会実装問題の構造



(資料) 日本総合研究所作成

## (2) 課題解決の方針

現在、課題解決のために法制度、保険制度の見直しなどが進められているが、課題の直接的な解決にはならないため、過剰な対応をとることになる可能性がある。ここでは、法制度、保険制度への依存度をできるだけ下げるための方法を提案する。

## A. 「不完全知覚問題」の解決に向けて

状況の読み違いは人間が運転する場合でも発生するが、自動運転ではセンサ情報が限られていること

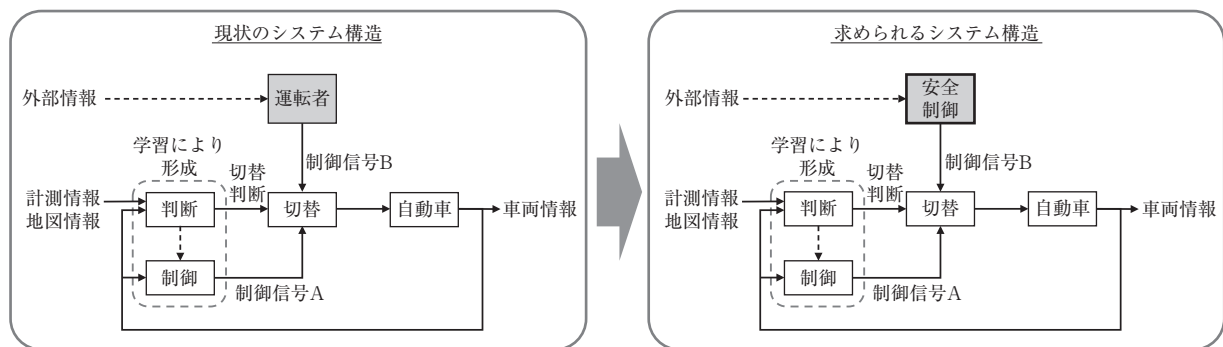
が問題になりえる。その典型例が今年5月に起こったTeslaの事故である。同事故では自動運転車が、トレーラーの荷台部分を交通標識と誤認して下を通過しようとしたと報じられているが、センサからの情報が限られていた場合に補完するための情報が不足していたことになる。AIによる自動運転は、車載センサデータを用いた学習によってスキルを積み上げるため、データの限界による不完全知覚問題は避けられない。このため、画像分析などによる識別が不確実になり危険が早期に認識できなかった場合でも、できるだけ安全な対応を取れる仕組みが求められる。

これに対しては、AIの学習によって得られた判断機能をサポートして、学習の前提を超える状況が発生した場合には、十分に安全性の高い運転制御モードに切替えることが有効である。

従来の自動運転では、画像等の情報の分析に基づいて空間認識を行って危険度を判断したうえで経路を決定する。その後は道路の勾配やカーブの状況などに応じて、熟練した運転者のような安定した運転を学習する。

しかし、例えば、空間認識の段階で対向車の異常に気付かず、対向車がセンターラインを越えてきたような状況では、即座の緊急回避のための制御が必要になる。従来、こうしたケースでは急制動などによって対応してきたが、後部からの追突も考慮したうえで、より安全に危険回避を行う制御が求められる。最悪の状態を回避するための急制動も含めつつ、複数の制御を組み合わせ、自動運転車の周囲も含めてより安全性が高い制御構造を構築することが期待される（図表3）。

（図表3）「不完全知覚問題」の現状の構造と求められるシステム構造



（資料）日本総合研究所作成

## B. 「切り替え問題」の解決に向けて

切り替えを適切に実施するためには、緊急事態を予測したうえで、十分余裕を持って人に切り替える必要がある。しかし、判断を行うAIが、確率モデルに基づくニューラルネットワークである場合は、モデルの中身がブラックボックス化する。この結果、AIが危険予測をして回避行動をしたとしても、運転者にその根拠を的確に伝えられない。こうした問題を解決するためには、判断根拠を提示するヒューマンマシンインターフェース（HMI）を確立することが求められる。

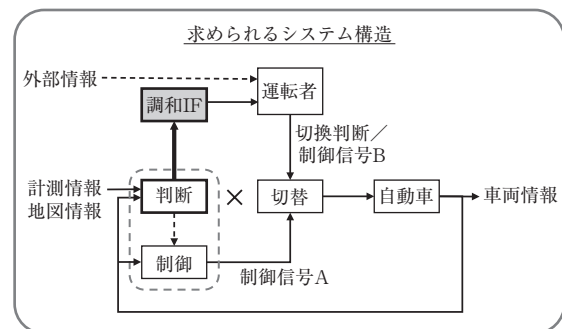
潜在的な危険の例として一般的に用いられる「見通しの悪い交差点から飛び出す人」のケースを想定する。自動運転車が見通しの悪い交差点に差し掛かると、AIは交差点の壁とその切れ目を認識したうえで危険と判断していったん減速して徐行しながら切れ目を通過することになる。熟練した運転者は同

様の運転を行うので、減速を自然なものと感じるが、熟練していない運転者には減速の理由が分かりにくい。「見通しの悪さ」の度合によっても減速の差が生じるため、運転者によっては違和感を感じることもある。こうしたケースでは、例えばフロントガラスに赤い輪を映し出すなど、見通しの悪い交差点の壁に注意を促すことができれば、熟練していない運転者にも減速の理由が認識できるようになる。さらに、運転者に違和感がある場合、AIにフィードバックして改善する機能があれば運転はより快適なものになる。こうした判断理由の共有が日々積み重なり、自然な形でAIと運転者のHMIができれば、AIに対する運転者の信頼感は増すはずである。このようなHMIをここではAIと人の調和インターフェース（IF）と呼ぶ。

調和IFは、ディープラーニングで獲得される判断部のAIであるニューラルネットの逆のコンセプトのモデルと言える。判断部のAIの特性は、自動車メーカーごとのディープラーニングの手法に依存するので、自動運転のAI開発と並行して自動車メーカー等が中心となって進める必要がある。調和IFが実現されれば、AIが危険予測をした時点で、運転者に切り替える現在のレベルⅢとは異なり、事前に運転者に危険の原因を提示し、精神的余裕を持たせたうえで危険回避を行うことが可能になる。また、調和IFで獲得した情報をナビゲーションツールなどで広く共有できれば、従来の事故情報だけでなく、潜在的な危険の情報を蓄積し地図情報と連動させることもできる。

近年、現象を論理式に表現することができるオントロジーなどの手法によりAIを構築する研究が進められ、AIが示す危険の根拠を説明する試みが始まっている。こうした手法も取り入れて、調和IFの開発を進めることが期待される（図表4）。

（図表4）「切り替え問題」に求められるシステム構造



（資料）日本総合研究所作成

### C. 「混在問題」の解決に向けて

日本、アメリカ、ドイツなどの調査にあるように、自動運転車に対する不安は根強い。こうした傾向は自動運転車の搭乗者には限らない。自動運転車を受け入れる一般の車両の運転者や地域の住民にとっても大きな問題である。時速30km程度の低速であっても、AIがどのような判断をして、どのように走るのかが分からないため、従来と異なる対応が必要になることへの不安がある（図表5）。

Googleが今年2月に初めて起こした事故は、自動運転車が走行車線の右側前方に発見した砂袋を避けようとして、時速3km程度の低速で左に寄ろうとして、時速24kmの路線バスが左後ろから追い越そうとしたことで発生した。安全面を重視したため低速になり、止まるのか、進むのかが読みにくい運転となったことが事故の原因と推測される。交通の流れに乗れない初心者の運転が周囲に危険を感じさせるのと同様の現象である。

不安を解消するためには、一般車との混在時には運転者が運転する、走行レーンを分離する、自動運転車の存在と行動予定を周囲に適切に知らしめる、などにより不安の発生を抑える工夫が必要である。

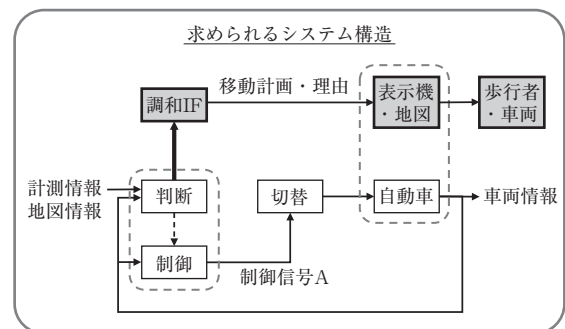


ただし、狭い公道では専用レーンを確保することは難しいので、優先レーンを設定すればいい。ただし、非固定なので、混在問題を完全に避けることはできないため、現実的な対応策として、自動運転車であることを他の車両、歩行者に認識してもらうシステムも検討すべきである。

具体的には、周辺の歩行者に対しては車両の移動方向を車体に表示し、車両に対してはナビゲーションツールに位置と移動方向を明示できるシステムが考えられる。こうしたナビゲーションツールを社会インフラとして整備すれば普及も早まる。

自動運転車と周辺車両や通行人とのコミュニケーションツールの開発はすでに始まっている。ただし、現在のところ、発車、停止などの自動運転車の行動情報を提示するにとどまっている。これを調和IF化し、「前方に砂袋が落ちているために、一時停止します」という行動や判断の根拠を提示することができれば、周囲との関係性がより改善される。この際、周辺車両がライトの点灯などで違和感を示し、判断や情報提示方法が改善できるようになれば、周辺とAIの調和も進化する。

(図表5) 「混在問題」に求められるシステム構造



(資料) 日本総合研究所作成

#### D. 「賠償責任問題」の解決に向けて

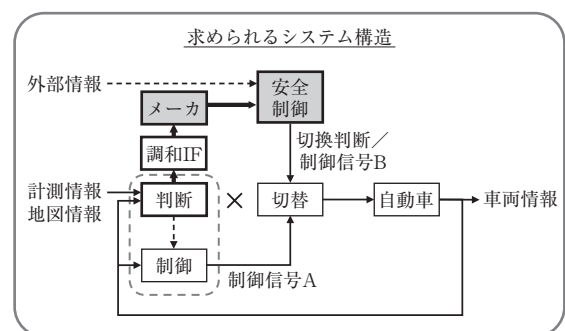
自動運転で、責任主体を明確にするためには、車両の健全性に関するオンライン診断、状況証拠となる画像情報等のオンライン取得、遠隔監視・制御の機能が求められる。近年、テレマティクスの発達によって、車両情報をモニタリングして、運転者の安全性評価などを行うテレマティクス保険が欧米で導入されており、国内でも導入の兆しがある。自動運転車向けの保険の検討も進められているが、車両情報を用いた保険ができれば、保険会社、被保険者双方が納得できる商品を作ることができる。

一方、アメリカのように、AIを自動運転の運転者とする、AIは自動車メーカー等が開発・管理するシステムなので、多くの責任を自動車メーカー等が負担することになる。自動車メーカー等にとっては、賠償責任の根拠を的確に把握できることが不可欠になる(図表6)。

事故の原因は自動運転車だけに限らない。レベルⅢであれば、従来同様、車両を運転する人が責任を負うことも考えられる。新たに交通インフラ側に設置された各種センサの故障などに起因する場合には、高速道路の管理者や自治体などが管理責任を問われるべきである。道路側に設置された高度化光ビーコンの故障時には、警視庁の管理責任が問われることになる。

こうしたなかで最も負担が大きくなるのは自動車メーカーである。従来、自動運転車のユーザー

(図表6) 「賠償責任問題」に求められるシステム構造



(資料) 日本総合研究所作成

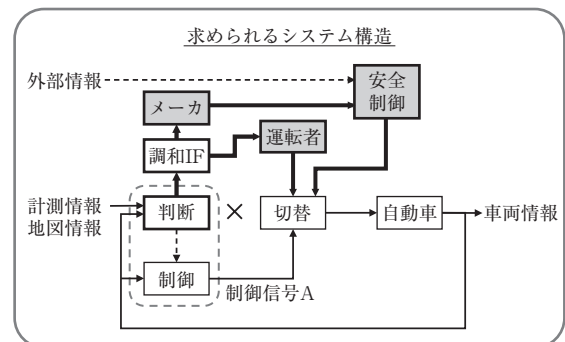
が入っていた保険を負担することになるからである。自動運転になることで安全性が高まり、保険料が全体に低下する可能性は高いが、負担は大きい。自動車メーカーは、自動運転車の管理の精度を高め、事故につながる運転を是正していくことが求められる。自動車メーカーにとっても「調和IF」は重要な機能になる。AIが危険回避の判断をした時などに、調和IFで根拠を把握できるだけでなく、適切に危険が予測できていたか、予測ができていなかったことで事故の未遂が発生していないかも分かり、AIの改善にも役に立つ。

#### E. 「トロッコ問題」の解決に向けて

最も解決が難しいのは倫理的問題である。人の場合に過失となることでも、自動運転のプログラムでは故意と判断される可能性があるため、プログラム開発、学習させるべきデータ選定の根拠や合理性を問われるリスクがある。自動運転の普及を阻む最後の大きな障壁とも言える（図表7）。

この問題に対しては、機械が倫理にかかわる判断を行うことはできるだけ避け、倫理にかかわる判断は人間が実施できる仕組みを作る必要がある。倫理にかかわる可能性がある局面をAIが判断し、運転者に知らせることで運転者か、遠隔管理する管理者に判断をゆだねるようにするのである。ここでも重要な役割を担うのが「調和IF」である。調和IFに倫理にかかわるリスクが発生するケースを学習させ、それが迫った場合、できるだけ早く運転者や車両管理センター側の管理者にアラームと選択肢を提示する。このようにAIと社会的に受容されている仕組みを組み合わせた判断機構を設けることで、対処の難しい問題を解消することが重要である。

（図表7）「トロッコ問題」に求められるシステム構造



（資料）日本総合研究所作成

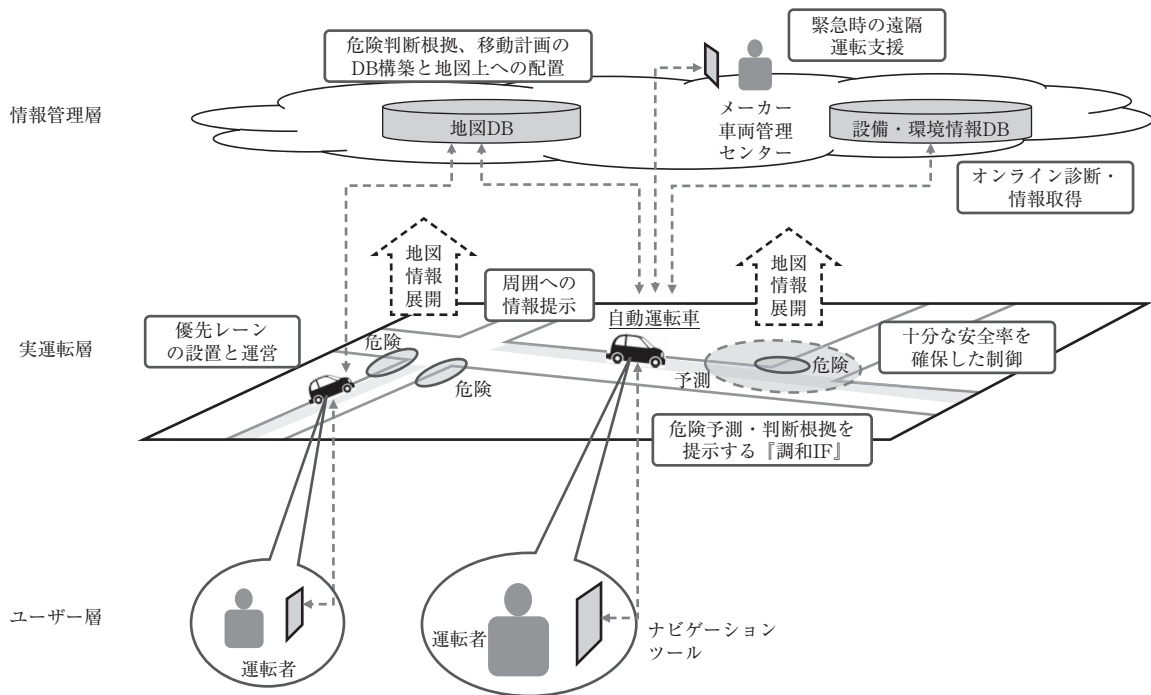
#### (3) 社会実装の課題を解決する仕組み

上述した実装の課題解決を行うには、図表8に示すシステムの構築が求められる。

最も重要なのは「調和IF」の実装である。上述したように、調和IFは多くの問題を改善することが可能である。自動運転技術は、自車両、他車両、歩行者等の位置、道路状況などの情報の組み合わせから適切な判断を学習する技術（ディープラーニング等）の急速な発展に支えられて成長してきた。しかし、この学習の不完全性と学習によるブラックボックス化が不安の根底の原因となっており、これらへの対応策を講じなければ、いかに優れた技術でも社会に十分に浸透させることはできない。

調和IFは、判断の根拠をニューラルネットに学習させて獲得する。しかし、一般に、熟練運転者が危険な状況で行う運転操作は、無意識下で行われることが多く、判断根拠を質問しても明確な回答は得られないことが多い。このため、運転状況と判断結果から判断根拠を推定することが必要になる。その一つとしては、熟練運転者の視線を追跡し、危険回避行動を行う直前の対象を分析し、周辺環境情報、一連の視線追跡対象と回避行動との関連性をニューラルネットに学習させて、判断の根拠を抽出する方

(図表8) 課題解決に求められるシステム構造



(資料) 日本総合研究所作成

法がある。このような学習を行えば、周辺環境情報、画像情報とその時間変化情報から、危険判断の根拠となる情報を抽出することができるようになる。こうした経験を重ねていくと判断結果から根拠を類推することもできる。

この他、図表8に示すように、「危険等の判断結果や自車の行動予定をナビゲーションツールや周辺に共有するシステム」、「危険判断時にオンラインで診断・情報取得するシステム」、「調和IFで危険の原因が特定された後に遠隔操作を実施できるシステム」の開発、実装も重要になる。

### 3. 自動運転車の社会実装に向けて

欧米では、自動運転のAI開発と公道実証が積極的に進められているが、実装が社会的な不安に対応しないままに強行すると、民意によって進まなくなる可能性がある。わが国では、不安への適切な対応を積極的に進めることで、他国との差別性を図ることも可能である。

#### (1) 自動運転の社会実装に向けた技術開発

社会実装の決め手となるのが「調和IF」の開発である。現在、自動車メーカーなどの技術開発は、自動運転車の制御システム技術に集中しているため、各自動車メーカー等に任せているだけでは、調和IFをはじめとする社会実装に向けたシステムの開発は進まないことが懸念される。

そこで、ここでは、社会実装に向けた技術開発を推進する場の創出を提案する。アメリカでは、国防高等研究計画局 (DARPA) が主催する「DARPAグランドチャレンジ」などの競技会がある。「DARPA

「グランドチャレンジ」は自動運転車によるレースであり、従来の枠組みにとらわれない先進的な課題の解決手法を求めて、2004、2005年に開催されている。2007年には、開催地がそれまでの砂漠から市街地に移っている。本競技会では、スタンフォード大学、カーネギーメロン大学などのAI、コンピュータビジョン、最適計画・制御、車両制御、各種センサなどの研究者、自動車メーカーの技術者がチームを作って革新的な自動運転車を開発し、2005年には200km以上の長距離を無人運転するという成果を挙げ、自動運転の現実性を示した。また、「DARPAロボティクスチャレンジ」は2013年に予選が始まった災害救助用ロボットの競技会であり、こちらもロボットの先進技術開発に貢献している。

これらの競技会を通じて、その後Googleの自動運転車のプロジェクトに参加して成果を挙げたスタンフォード大学、カーネギーメロン大学のチーム、ロボット開発で成果を挙げた東京大学のロボットベンチャー「SCHAFT」などが排出された。わが国においても、政府が調和IFをはじめとする社会実装のためのシステムの開発をテーマとして、こうした場を作り、民間事業者が技術を競い合う開発環境を作り出していくことが望まれる。

## (2) 自動運転のシステム運用管理

第2の点は、システムの運用管理である。調和IFによって創出される移動計画、危険予測情報、その根拠などを集約して活用するためには、一般車両や一般の通信端末のアプリケーションでも利用できるようなシステム運用が必要である。自動車メーカーごとに蓄積されてきた情報を集約すれば、様々な種類の危険予測情報を分析することが可能になるが、個人情報の取り扱いが問題になる。こうした問題に対処するためには、中立的な機関が情報を一般化したうえで、データ化するなどの仕組みを検討することも重要である。

現在、三次元の地図データベース構築の取り組みが世界中で進んでいる。自動運転で精度高く自車位置を特定するのに、正確な三次元の地図情報と車載センサ情報を突き合わせる必要があるからである。これがなければ、10分の1秒の単位で自車位置や他車、歩行者の位置を正確に把握し車両を制御することはできない。三次元の地図情報には、車線や勾配、建物の状況、壁、障害物、信号、標識などの情報が含まれる。各国が自動運転車の社会実装に向けて、三次元のデータを収集し詳細な三次元地図の作成を急いでいる。

こうしたデータは、内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」で検討されているローカルダイナミックマップにより、2018年度に実装される方針が示されている。そこに、調和IFから得られる自動運転車の移動計画情報、危険が予測される場所や危険の因子などの情報を紐付けることができれば、自動運転車の予測性が高まり、早いタイミングで運転者への注意喚起ができるようになる。自動車メーカーやベンチャーなどの開発した調和IFがそれぞれの特徴を出して情報を作成すれば、多面的な危険予知ができるようになり、時間をかけながら地域の人々にとって安心できる交通環境を構築することができる。

その際には、調和IFによって生成されるデータベースを、ローカルダイナミックマップに組み込むようにすることが必要である。今年2月には、ISO 14296によって、ローカルダイナミックマップ上の地図や信号などを定義する「静的情報」に関する国際標準化が定められ、今後、道路工事情報などの

---

「準静的情報」、渋滞などの「準動的情報」、歩行者情報などの「動的情報」に拡張される可能性がある。調和IFの情報のうち自動運転車の移動計画情報は「動的情報」、危険が予測される場所や危険の原因などの情報は「準静的情報」に分類される。国際的な標準化等の動きが急速に進むなかで、AI普及の鍵となる情報を先行的に蓄積するための戦略を立てていくことが求められる。

### (3) 実際のサイトでの情報蓄積

第3の点は、実際の運用に対する社会反応の蓄積である。自動運転車の制御だけでなく調和IFの開発にも時間がかかる。一方、どのような社会的な課題がどのように発生するかは、運用を進めなければ実態が把握できない。

そこで、初期には優先レーンを設け、十分な安全率を確保したうえで運行を行い、実際のサイトでのデータを蓄積する。ただし、専用レーンにはできないことから、自転車などがレーンに入り込むなどの事態が発生する可能性がある。このような場合には、自転車等のレーンへの侵入を捉えて緊急停止を行うなどの制御を行う。

その後、一定のデータが蓄積した段階で調和IFを形成し、優先レーンのなかで調和IFを動作させる。ここで、運転者に危険予測情報とその根拠を提示し、地域の人々には移動計画やその理由情報が適切に提示するというプロセスを重ねていけば、ユーザーや地域の信頼を徐々に改善していくことができるようになる。そうした信頼性が一定のレベルに達すれば、自動の移動サービスを提供することも可能になる。こうしたステップを経て規制等を緩和し、システムとしての改善を施して初めて専用レーンでない自由なルートでの走行が可能になる。

政府は多くの実証サイトを選定し、自動運転の技術実証を推進しようとしている。そこで、調和IFの開発を進めれば、日本として差別性のあるシステムを構築することができる。

(2016. 10. 28)

### 参考文献

- [1] 警察庁 [2016]. 「車の自動走行システム（いわゆる自動運転）に関するアンケート結果」 2016年6月
- [2] 科学技術振興機構「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム」ホームページ (<http://web.tuat.ac.jp/~s-innova/index.html>)
- [3] 永井正夫、井上秀雄、鎌田実、大桑政幸 [2013]. 「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム」 Life 2013
- [4] 本間亮平、若杉貴志、小高賢二 [2016]. 「高度自動運転における権限移譲方法の基礎的検討」、JARI Research Journal 20160601
- [5] 天野也寸志、羽田昌敏、土居俊一 [1998]. 「通常走行から緊急時に至るドライバの運転動作モデル」、豊田中央研究所R&Dレビュー、1998
- [6] 我妻広明、市瀬龍太郎 [2016]. 「自動運転用危険予測装置へのオントロジー導入方策と課題」 The 30th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2016

