

北海道における 自動運転の取り組み

自動運転を実現する動きが加速している。北海道でも産学官連携の「北海道自動車安全技術検討会議」が起ち上がり、取り組みが始まった。「高度運転支援下におけるドライバーのヒューマンファクタに関する研究」など、自動運転研究の第一人者として知られる北海道大学大学院 萩原 亨 教授に自動運転を取り巻く状況について寄稿いただいた。



北海道大学大学院工学研究院
教授 萩原 亨

はじめに

自動車が移動手段の主力となってから100年近くたった現在、自動運転による大きな変革を社会は迎えようとしている。世界中の自動車メーカー・情報産業・行政などさまざまな主体が自動運転に取り組んでいる。このような状況で、多数の関係機関が北海道をベース

として自動運転に関する技術開発を行っている。特に欧米と同じような冬の環境を有していることが選ばれる理由となっている。

一方、自動運転は社会のみならず道路交通システムに大きな影響を与える。道路交通システムに関わる関係者は、

情報ソースを広くし、自動運転がどのような方向に向かっているかに注視し、それを踏まえた施策を自動運転の普及と同時に用意することが大切となる。本稿では、著者が関係している北海道における自動運転の取り組みについて紹介する。

乗用車の自動運転の現状(2017)

最初に、一般的な乗用車の自動運転に関する現状について紹介する。自動運転レベルは、表1に示すように五つに分かれている。米国SAE Internationalが平成28年9月に定めたSAE J3016の

定義である^[1]。

現在は、レベル2のシステムが普及してきている。ドライバーはハンドルを持つのみで、車両は同一車線を走行する。速度調整や左右の位置調整をドライ

バーが行う必要はない。例えば、テスラ モーターズや日産からレベル2を搭載した車両が販売されている。レベル3を搭載した市販車は2017年8月時点ではない。レベル2とレベル3以上の間には大きな違いがある。それは、運転の主体が人であるか自動運転システムであるかの違いである。レベル3以上では運転の主体は自動運転システムである。しかしながら、システムの作動継続が困難となった場合は、システム介入

表1 自動運転レベルの定義概要

レベル	概 要	安全運転に係る監視、対応主体
運転者が全てあるいは一部の運転タスクを実施		
SEA レベル0 運転自動化なし	・運転者が全ての運転タスクを実施	運転者
SEA レベル1 運転支援	・システムが前後・左右のいずれかの車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
SEA レベル2 部分運転自動化	・システムが前後・左右の両方の車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
自動運転システムが全ての運転タスクを実施		
SEA レベル3 条件付運転自動化	・システムが全ての運転タスクを実施(限定領域内※) ・作動継続が困難な場合の運転者は、システム介入要求に対して、適切に対応することが期待される	システム (作動継続が困難な場合は運転者)
SEA レベル4 高度運転自動化	・システムが全ての運転タスクを実施(限定領域内※) ・作動継続が困難な場合、利用者が応答することは期待されない	システム
SEA レベル5 完全運転自動化	・システムが全ての運転タスクを実施(限定領域内※ではない) ・作動継続が困難な場合、利用者が応答することは期待されない	システム

※ここでの「領域」は、必ずしも地理的な領域に限らず、環境、交通状況、速度、時間的な条件などを含む

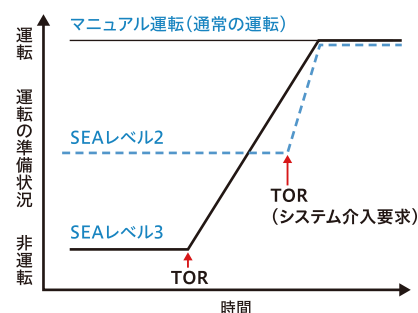


図1 自動運転レベルとドライバーの準備状況

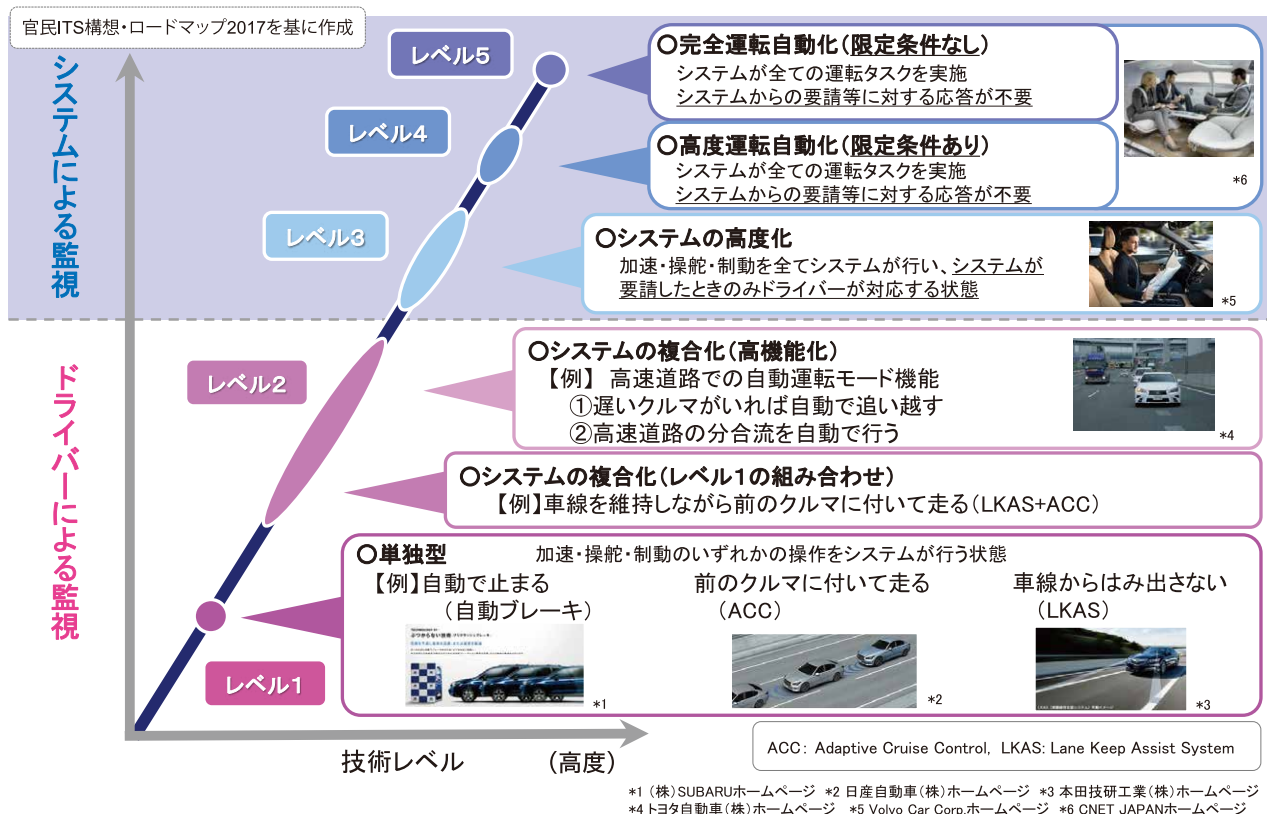


図2 自動運転レベルのイメージ (国土交通省「自動運転の実現に向けた今後の国土交通省の取組(案)」2017年6月)

要求(TOR:テイクオーバーリクエスト)が行われ、ドライバーがシステムに介入することを促す^[2]。人にとって最も苦手の監視という作業であり、果たして自動運転システムがギブアップしたときにTORでドライバーが運転に戻れるかが疑問視されている。TORに関する研究事例は増えてきており、実現可能かつ実用性の高いHMI(ヒューマンマシンインターフェース)が検討されている^[3]。その一方で、レベル2のように、運転の負荷を自動運転システムが軽減する仕組みの方がドライバーは受け入れやすく、普及が進むのではないかと考えられている。レベル2を進ませ、高度となった自動運転システムを用いて、ドライバーの介入がないレベル4(道路状況は限定)を実現する方が現実的との意見も多い。

自動運転時のドライバーの課題は監視作業のみではない。図1に示すようにレベルが高くなるにしたがってドライバーの運転の準備状況が低下する。ドライバーは、運転から離れた状態となる。レベル2のとき、ドライバーはハンド

ルを持っているため、運転準備状況はそれほど低下しない。レベル3ではハンドルから手を離し、運転以外のことをしている。運転からほぼ離れた状況になる。このため、TOR時に通常の運転に戻る時間が長くなるようになる。ドライバーが何か作業をしているのか、寝ているかなどをシステムが知るため、ドライバーの状況をモニタリングする装置が検討されている。また、システムでさえ運転できないような緊急時(TOR発生時)に、このように運転から離れていたドライバーが即時に対応できると考えることにも無理がある。システム故障などを除きTOR発生がないような仕組みが必要となる。道路状況や交通状況を事前に検知し、TOR発生とならないようドライバーに運転を移行する(オーバーライドを促す)ような仕組みが望ましいと考えられている。TORの原因となる事故車・故障車・落下物の存在、路面状況・視界状況の急変などの情報が自動運転システムに提供されることが望まれる。

ここまでの一般乗用車の自動運転化について示してきた。一方、一般的な車



写真1 上士幌町で実施された自動運転バス実証実験

両ではなく、特殊車両のような扱いで専用空間などが与えられ、そこを走行する自動運転車(小型バスなど)の進展も並行して進むと考えられている。DeNAはロボットシャトルと呼ぶ小型バスの実証実験を国内で繰り返し行っている^[4]。道路空間再配分や管理システムの持続性に難しさはあるが、移動サービスが必要なエリアや地域での活用が見込まれている。前述したような自動運転レベルのステップアップ的な複雑さを乗り越える必要がなく、一気に自動運転を社会に普及させることができるメリットがある。

北海道における自動運転に関する取り組みの具体例

(1) 冬期における自動運転車の走行に関する取り組み

地域の中心部までの距離が長い北海道では、レベル2によるドライバーの負荷軽減は、安全・安心な道路交通として不可欠である。しかし、レベル2に使われている現在の自動運転システムは冬期に動作しない。レベル2の車両マニュアルには、冬期には運転支援装置を動作させないよう注意書きが記載されている。米国デトロイトのテストコースで冬期における自動運転システムがテストされている^[5]。

このような事例は、多くはなく、冬期における自動運転システムのテストは始まったばかりである。ただ、米国、フランス、イギリス、ドイツ、スウェーデンなど自動車メーカーのある国は冬期に雪氷路面となる^[6]。冬期に自動運転システムが動作しないという状況がいつまでも続くとは考えにくい。近い将来、冬期であっても自動運転を可能とするシステムは開発され、実車に搭載される。そのとき、自動運転システムと道路管理の協調が、北海道の将来の自動運転

(レベル4, 5)の導入につながっており、当面はレベル2のシステムが冬期において動作することを目指すことが重要となる。

北海道における冬期の道路空間の課題は三つある。視界不良・路面のすべり・積雪と除雪による道路幅員(横断線形)の変化である(写真2)。いずれも、時空間的に変化するものであり、気象や地形の要因もあり、あらかじめ想定できない。道路構造(除雪しても1.5車線になるかもしれない)や交通規制などはあらかじめ入力でき、自動運転システムの対応は容易である。しかし、時空間的に変化する不確定な事象への自動運転の対応は難しい。自動運転システムの稼働域を考慮した道路管理(自動運転システムとの協調)、現在より高いレベルの道路管理がおそらく必要となる。また、道路管理の高度化として、冬期における道路状況に関する不確定な事象をモニタリングし、それらを走行車両に伝える路車間通信技術も必要となる(参考:Connected Car社会の実現に向けて、総務省^[7])。

このような中で、特に冬期の路面管

理をどう進化させるのかを早急に考えなければならない。タイヤが地面に接地している限り、自動運転システムにとって路面は重要な要素である。北欧や米国では黒路面管理(冬にあっても舗装の表面を出す管理)が多く行われている。路面管理レベルが明確であり、自動運転車との協調は北海道より容易と考えられる。

一方、北海道では雪が多いことから、ある程度の路面積雪を許容する路面管理レベルが多くの道路で採用されている。このような路面の制御は難しく、すべりの変化が激しい。これまで、路面の変化やすべりやすい路面への対応はドライバーがなんとかしていた。しかし、自動運転システムは、稼働域を超える低 μ 路への対応は難しい。北海道だけ、冬期があるため、自動運転化の対応が遅れ、なかなか普及しないという状況になるかもしれない。

平成29年度から、国土交通省の「自動運転と道の駅を活用した生産空間を支える新たな道路交通施策に関する研究開発」(代表者:有村准教授、室蘭工大)において、著者は自動運転システムと協



写真2 国道274号での車両立ち往生(2008年2月24日(株)ドーコン撮影)



写真3 ドライビングシュミレーターを活用した冬期路面における自動運転システムの安全評価



写真4 レベル2によるドライバーの運転準備状況評価に使用した調査車両

調する冬期路面管理に関する基礎的な知見の獲得を試みている。具体的な研究内容の一つはドライビングシミュレーターによる冬期路面における自動運転システムの安全評価である(写真3)。

他方、デンソーとの共同研究では、網走管内の公道実験から自動運転システムの稼働域と冬期路面の関係を探ることを行っている。国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒地交通チームにおいても自動運転を踏まえた冬期路面管理に関する基礎研究を今年度から始めている。これらの基礎研究から、自動運転システムに対応する冬期路面管理に関する知見の蓄積がなされ、北海道での冬期の自動運転走行に資することが期待される。

(2) ドライバーの準備状態に関する取り組み

図1で示したようにレベル2あるいはレベル3の自動運転車を運転しているときのドライバーのヒューマンファク

タ、特に運転準備状態が注目されている。ドライバーの役割は、前方情報の入力、情報の認知・判断、そして応答であった(写真4)。この前提は、目線による前方情報入力から始まることになる。しかし、レベル2あるいはレベル3では、前方車との車間や速度の前後方向と認知・判断はアダプティブクルーズコントロール(ACC)が行う^[8]。また、車線の中央を走行するように左右方向の入力と認知・判断はレーンキープアシスト(LKAS)が行う。このため、ドライバーの運転負担は軽くなる。一方、運転負担が軽くなると同時に周囲の交通状況を知ろうとしたり、次に起きることを予測したりするような準備も同時にしなくなる。ハンドルを持っているレベル2に比べ、ハンドルを持たないレベル3では、このような運転準備状況が大幅に低下することが指摘されている。

著者は、東日本高速道路株式会社の研究支援(2017年度)を受け、レベル2による高速道路走行時のドライバーの運転準備状況の評価を行う研究を北

海道の高速道路で実施している。レベル2であっても、その走行に慣れると運転準備状況の低下が指摘されている。ハンドルを持っているが、持っているだけとなり、周囲の交通状況の入力や予測などはしなくなる。特に、高齢者に着目し、加齢により運転準備状況がどうなるのか、周辺交通に対する警戒レベルがどうなるのかなどを検討している。

平成29年9月に北広島インターと手稲インター間を日産の市販車「セレナ(プロパイロット)」を使って、実車走行を行った。この実験では、ドライバーが車の進行方向や周囲の状況を重視しているかどうかを目の開閉状態や視線の方向から、注視している注視していない、運転に復帰するまで時間がかかるかなどを判断するドライバーモニターを用いている。周辺交通に対する警戒レベルが高くない状況において、高速道路の合流時や料金所でのレベル2車による事故発生が懸念される。自動運転車による新しいタイプの事故などへの対応を行うことが必要となっている。

(3)自動運転車を用いた中山間地域における人流・物流の確保に関する取り組み

北海道の地の利を生かしつつ地域として喫緊の課題である低需要下での交通サービスの維持を実現するには、ロボット化した車両、運転者という人がいない移動手段を使う社会へのチャレンジが考えられる。平成29年度から、国土交通省の「自動運転と道の駅を活用した生産空間を支える新たな道路交通施策に関する研究開発」(代表者:有村准教授、室蘭工大)において、このような取り組みを始めている^[9]。

また、国土交通省は、高齢化が進行する中山間地域における人流・物流の確保のため、「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスの2020年までの実現を目指し、2017年から全国で実証実験を行っている(図3)。この中で、実証実験について公募が行われ、ビジネスモデルのさらなる具体化に向けて

フィージビリティスタディを行う箇所として5カ所が選定された。北海道からは、実証実験地域として大樹町(道の駅「コスモール大樹」)が選定された^[10]。

社会が自動運転車を受け入れること、その運用が相応のコストで供給されることなど解決すべき課題は山ほどある。たとえ装置が優れていたとしても社会として許容できない移動手段は単なる機械にすぎない。社会と移動手段のタッグの重要性は、これまでの道路交通システムの発展からも明らかである。これまでにない自動運転という交通手段を受け入れる仕組みの創造とそれを持続させる課題への挑戦が北海道に求められている。

(4)除雪作業の省力化に関する取り組み

国土交通省・北海道開発局は第8期北海道総合開発計画(平成28年3月29日閣議決定)に基づき北海道における

i-Constructionを始めている。この中で、除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上とし、プラットフォームを形成し、除雪作業などの自動化への取り組み(i-snow)を行っている。

このプラットフォームは、近年の除雪現場がかかえる課題(異常気象等に伴う冬期災害や通行止めの頻発、除雪車オペレータの高齢化に伴う人員確保など)に対応するための活動を展開し、生産性・安全性の向上に資する除雪現場の省力化を進めるものとなっている。北海道における除雪関係者が除雪現場、除雪技術等に関する横断的な連携・情報共有を図ることで、除雪現場の省力化を進め、生産性・安全性を向上させると共に、人口減少下でもヒトとモノの交流・対流を活性化できる産業構造、経済活動の維持・発展を目指した取り組みが鋭意進められている。

中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転サービス 国土交通省

●超高齢化等が進行する中山間地域において、人流・物流を確保するため、「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスを路車連携で社会実験・実装する。

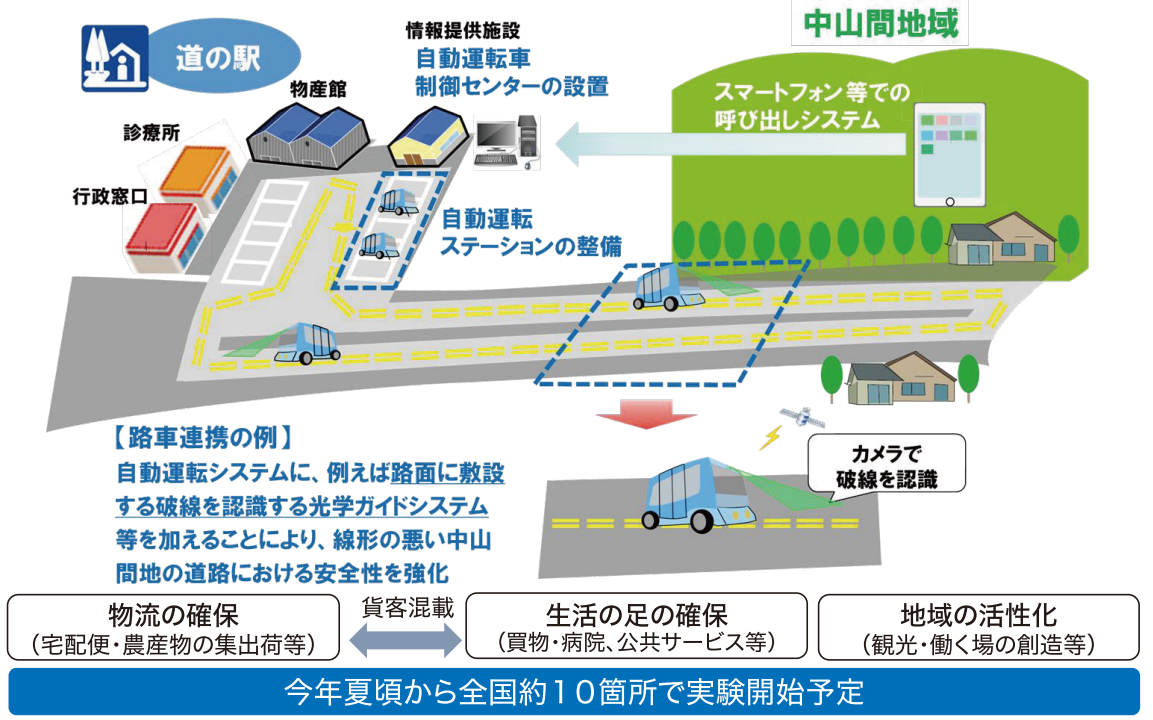


図3 中山間地域における道の駅を拠点とした自動運転サービス(国土交通省)

まとめ

ここまで、著者が関係している北海道における自動運転の取り組みについて紹介してきた。いずれの取り組みも平成29年から始まっており、成果はこれから問われるものばかりである。

北海道では、これら以外の自動運転に関する多くの取り組みがなされている。北海道経済部は、自動走行車の実用化に向けた研究開発に貢献できるよう、産学官の連携のもと「北海道自動車安全技術検討会議」を設置し(平成28年6月9日設立)、取り組みを推進している(図4)。この中に自動走行の実証試験に関するワンストップサービスが設定されている^[11]。公道などでの自動運転車の実験を行うとき、関係する多数の機関への調整を引き受ける優れたものとなっている。平成28年度からの1年間で30件以上の利用があったと報告されている。また、野口らは農業機械の自動化に取り組み、実用化に踏み出している。農業機械のロボット化に加え、人間との協調作業の自動化、完全無人システムへと発展させている^[12]。世界最先端の技術であり、日本の農業王国である北海道を支える基盤技術となることが期待できる。

自動車が移動手段の主力となってから100年近くたった現在、自動運転による大きな変革を社会は迎えようとしている。以下に示すような道路交通に関する多くの変革が起きる。

- ・車両の高度支援システムの進化と自動化
- ・それらに対応した道路交通システムの改変
- ・車両を含めたヒトとモノの交流／対流に関する情報技術の高度化

自動運転に関するソフトをフリーで配布し、そのソフト利用によるモビリティデータ収集に価値を置くともいわれている。このような状況で、多数の関係機関が北海道をベースとして自動運転に関する技術開発を行っていることは頼もしいし、北海道の将来として有

望といえる。

一方、実際に北海道を自動運転車が走行することを想定したとき、冬期の課題はやはり大きい。道路行政および道路管理に関わる方々には、自動運転が

どのような方向に向かうのかについてアンテナを張り、将来の道路管理のあるべき姿、特に冬期における自動運転と協調する道路管理方策を早い段階から検討いただくことを期待したい。

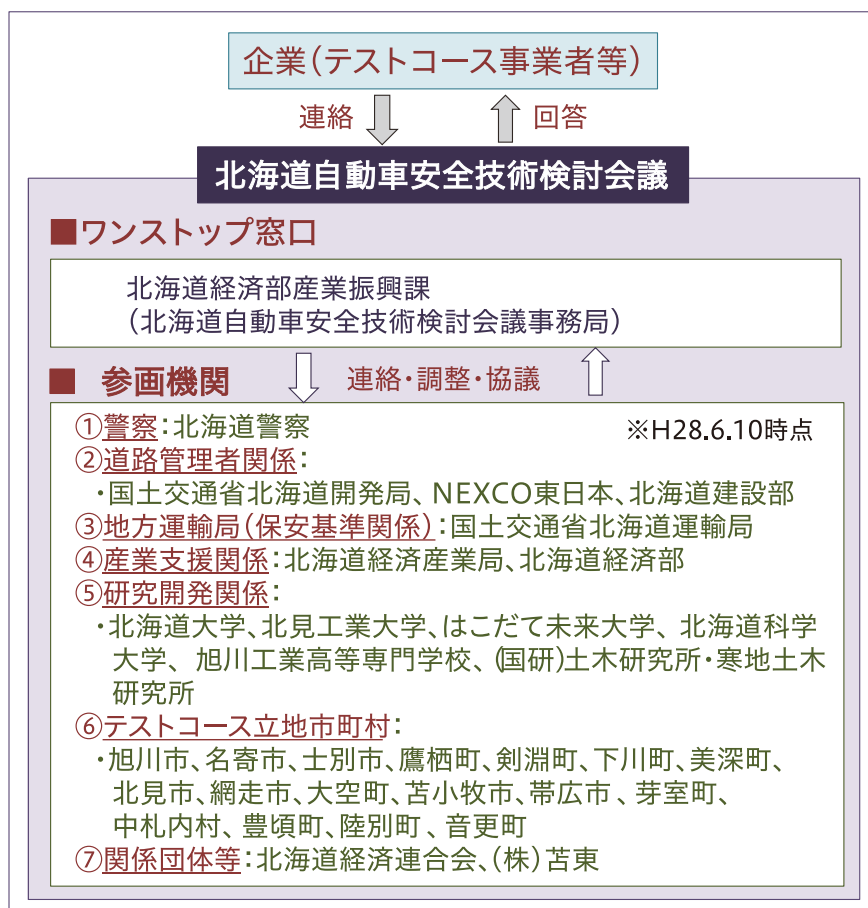


図4 北海道自動車安全技術検討会議の構成

【参考資料】

- [1] 内閣府、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 自動走行システム 研究開発計画(2017年9月28日)
http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6_jidousoukou.pdf
- [2] 本間ら、高度自動運転における権限移譲方法の基礎的検討(第1報)、自動運転時の覚醒度低下や運転以外の作業と権限委譲時のドライバー対応、JARI Research Journal, 20160601.
- [3] 自動運転HMI標準化の取組み (AD HMI Task Force)
- [4] <https://robot-shuttle.com/>
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=vShi-xx6ze8>
- [6] <https://readwrite.com/2016/12/19/how-self-driving-cars-handle-snow-tl4/>
- [7] http://www.soumu.go.jp/main_content/000492421.pdf
- [8] <http://www.jaf.or.jp/eco-safety/safety/usertest/acc/detail1.htm>
- [9] <http://www.mlit.go.jp/common/001175469.pdf>
- [10] http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000867.html
- [11] <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/ssg/jiduosoukou.htm>
- [12] 野口 伸、農業ロボットの社会実装に向けた課題と展望、学術の動向、Vol. 21, No.5, 2016.