



自動運転研究会 交差点SWG

交差点を中心とした車両走行環境レベルの検討まとめ



2018/09/19



1. はじめに
2. 検討方針
3. 運転自動化レベルの考え方
4. 交差点自動運転のためにあるべき機能の洗い出し
5. 交差点自動運転のためにあるべき機能の整理
6. 交差点レベル検討のための定義要件の整理
7. 定義要件を利用したユースケース毎の交差点レベル定義例
8. まとめ



1. はじめに（１）



- 近年、車両にセンサを搭載した自動運転の研究開発が活発である。さらに車両に通信機器を搭載し、他の車両あるいは路側機、さらにセンターと接続することにより、ネットワーク経由で自車両周辺の情報を取得したり、自車両の情報を発信するコネクテッド・ビークル技術の活発な研究開発が行われている。
- 現在、自動車用運転自動化システムのレベル分類はSAE J3016 SEP2016（JASO TP 18004:2018）において定義されている。本仕様は車両のレベルを、運転自動化なしのレベル0から、完全運転自動化のレベル5まで設定している。特に、レベル4は、ドライバによる介入要請は不要で、限定領域（ODD：Operational Design Domain）におけるすべての動的運転タスクを運転自動化システムが実行と設定している。
- 一方で、コネクテッド・ビークル技術の導入により、自動運転では車載センサに加えて、車両外部からの情報をネットワーク経由で取得し利用するという外部支援が受けられる場合には、より安全で効率的な走行が可能となる。
- このようなことから、実環境において自動運転車両の走行を考え、**運転自動化のレベルを総合的に定義するには、車両単体の定義に加えて、車両走行環境のレベルも検討する必要がある。**
- そこで、ITS Japan 自動運転研究会 交差点SWGでは、自動運転車両が走行する状況での交差点のあり方の提言を目指し、交差点を中心とした車両走行環境のレベル化を検討する。



1. はじめに（2）

- たとえば、同一性能のセンサを搭載した車両であっても、晴天や雨天、あるいは降雪の状況では、自動運転の実現容易性が異なる。また、中央分離帯や路側帯などの有無による道路特性、幅員や白線や横断歩道などの道路ペイントを含む路面状況、交差点の複雑さなどの道路構造の要因も含まれ、加えて、交通信号の状態や他の車両の台数や歩行者、自転車の状況なども考慮する必要がある。
ここでは、これらの要因をまとめて車両走行環境と呼ぶものとする。

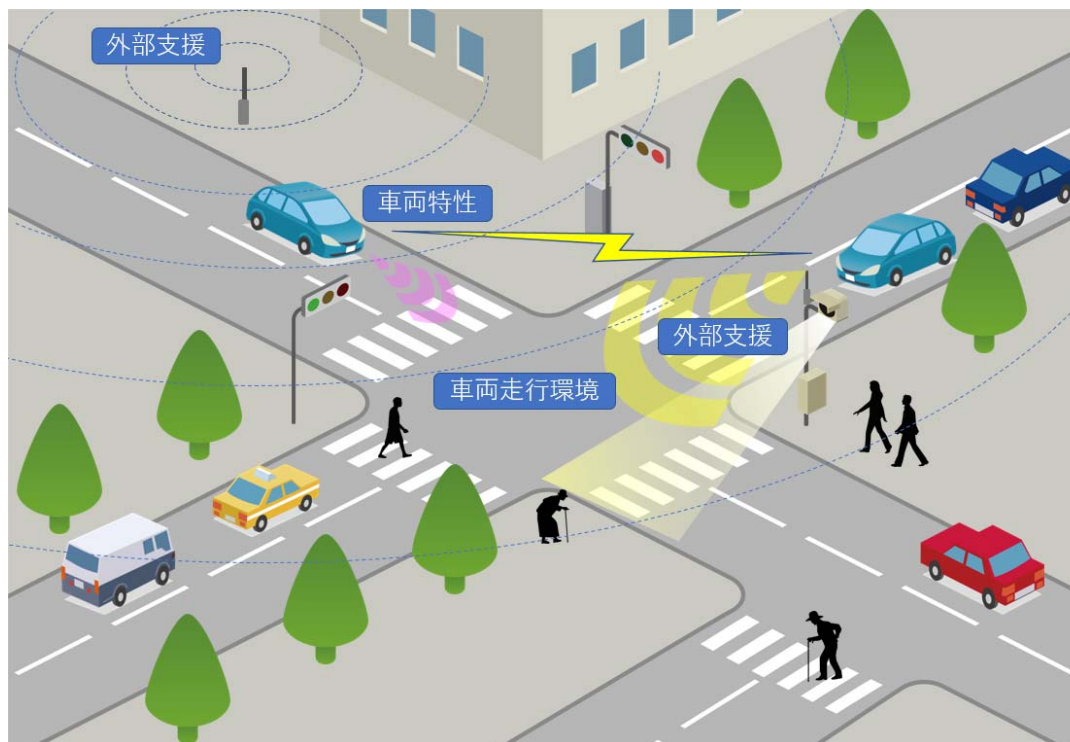


図 車両特性、外部支援、車両走行環境の位置付け（例）



1. はじめに（3）



- つまり、車載センサ性能や走行性能などの車両特性、ネットワーク経由で得られる情報を利用する外部支援、前述の車両走行環境の3つの要因で運転自動化レベルを定義する。
- 具体的には、比較的低性能な車載センサを搭載した車両であっても、外部支援が充実しており、容易な車両走行環境であれば、自動運転可能であり、高性能な車載センサ搭載車両では、自動運転可能な車両走行環境の範囲が広がる。
- 自動運転車両は、自車両の周辺に存在する対象物を認識し、衝突を回避することで安全に走行するが、運転自動化レベルの評価要因として、安全性に加えて効率についても含める必要がある。
- 例を挙げると、同一環境であっても、時速100kmに比べて時速4kmでの走行では衝突する確率は低下するし、交差点においても車両進行方向の右折／直進の分離、歩車分離などにより安全性は向上する一方で、効率（車両の平均速度、目的地までの到達時間など）は低下することになる。
- このように本SWGでは、車両特性、外部支援、車両走行環境の3つの要因について、安全性と効率を評価基準として、総合的な運転自動化レベルを検討する。



2. 検討方針



- この車両で、このような外部支援を受け、このような車両走行環境において、このような安全性と効率で、自動運転ができるという運転自動化のレベルを設定することを目指したい。
- しかし、実際のところ、複数の要因が相互に関連し、要因ごとにも様々なレベルの考え方が存在するため、ここではレベル化をするための要件を導出する。そして、その結果により業界において議論できる元となるような資料を公開する方針とする。
- 具体的には、交差点等における事故分析データ、自動運転のユースケースなどから想定される事故／不具合を検討し、あるべき機能の整理を行い、（通信による情報交換なども含め）事故／不具合の回避に必要な安全性に関する機能を洗い出し、効率も含めて検討を進める。
- 実環境でなくても、ドライビングシミュレータ、交通流シミュレータなどを併用するシミュレーション環境を構築することで詳細な評価が可能と想定できるが、現時点で予算や人手のリソースの問題により、簡易なシミュレーションにより評価精度の向上に務めるものとする。
- 現在の自動運転のレベルの定義に加え、実用化に向けてより細かいレベルの定義やインフラ支援についてもすでに検討されているが、ここでの検討内容を公開することにより、車両特性、外部支援、車両走行環境を含めた統合的なレベル定義の議論を多方面と行うための資料としたい。



3. 運転自動化レベルの考え方



- 運転自動化システムのレベル分類として、SAE J3016:SEP2016（日本語 JASO TP 18004:2018）では、
 - レベル1：運転自動化なし（運転者がすべて実行）
 - レベル2：運転支援（運転の縦方向か横方向のいずれかを限定領域で実行）
 - レベル3：条件付き運転自動化（運転の縦方向と横方向を限定領域で実行．利用者は介入要請で応答の必要あり）
 - レベル4：高度運転自動化（限定領域ですべての運転を実行．利用者は介入不要）
 - レベル5：完全運転自動化（すべての運転を実行．利用者は介入不要）

と定義されている．

- 一方、ここでの検討は、この自動運転車両の機能／性能であれば、ここの道路(交差点)は通行可能など、道路条件などの静的要因、および、交通量・天候などの動的要因を考慮して、自動運転環境の走行容易性をレベル化することを目標とする．
- しかし、さまざまな議論があり、最終的なレベルの設定は容易ではないので、最初の段階として、レベル化するための要件を導出する．
- まずは、道路インフラと移動体の2つの観点から、静的要因／動的要因に関しての自動運転のあるべき姿を洗い出し、その後、合同でレベル化の要件を検討する．



4. 交差点自動運転のためにあるべき機能の洗い出し（1）



道路インフラと移動体それぞれの立場に分かれて、あるべき機能を洗い出した。

4. 1 道路インフラの立場での洗い出し（次ページに概要を記載）

- 洗い出しにおいては、自動車の交差点通過シーンを設定した上で、以下のSTEPにてインフラ側のあるべき機能を洗い出した。

<STEP1> 交差点を通過する際、自動運転車側で生じる問題を想定

※ 地物/事象が検知できない。（標示かすれ・標識破損・夜間・悪天候・突発事象等）

<STEP2> その問題により生じる事故・不具合の想定

※ 法規違反・地物との衝突・移動体との衝突等

<STEP3> その事故・不具合を回避する交差点インフラ側のあるべき機能を整理

※ 地物整備基準づくり・地物のデジタル地図化・信号灯色情報の提供等



4. 交差点自動運転のためにあるべき機能の洗い出し（2）



4. 1 道路インフラの立場での洗い出し例①（地物）（詳細は別紙1参照）

	関係要素	想定事故／不具合	（自身に）あるべき機能	（相手に）求める機能
地物	地物共通 （地物の存在検知）	見えているが認識できない（かすれや誤認識）やオクルージョンにより対象地物を正しく認識することができない場合がある。 その場合、自己位置推定の誤りから誤った走行経路計画を立案し、その結果、以下のような事故／不具合が発生する。 ・障害物や対向車と衝突する。 ・規制の存在に気付かず、法規違反の走行をする。	死角に存在する対象地物の認識 対象地物の正確な認識	対象地物の地図データベース化 対象地物整備の基準づくりとその整備
	規制標識 補助標識	規制標識の破損や補助標識の認識、オクルージョンを起因とする事故／不具合が発生する。	規制標識の認識	規制標識の地図データベース化 規制標識整備の基準づくりとその整備
	路面標示 路肩 停止線 導流帯 横断歩道、歩道 区画線	路肩・停止線・導流帯など路面標示のかすれやオクルージョンを起因とする事故／不具合が発生する。	路面標示の認識	路面標示の地図データベース化 路面標示整備の基準づくりとその整備
	ガードレール 踏切 柱 支柱 橋脚 植栽 ラバーボール 道路鋸 バス停 信号柱	対象地物の破損やオクルージョンを起因とする事故／不具合が発生する。	対象地物の認識	対象地物の地図データベース化 対象地物整備の基準づくりとその整備
	落下障害物 停車車両 放置自転車 路面陥没・ひび割れ 交通事故状態	落下障害物等の対象物、路面陥没の誤認識、交通事故状態の未認識やオクルージョンにより認識できない場合がある。その結果、事故／不具合が発生する。 ・対象地物と衝突する。 ・路面陥没による脱輪 ・交通事故の二次災害	対象地物・路面陥没・交通事故状態の認識	対象地物・路面陥没・交通事故情報の提供
	照明灯	照明灯の蛍光灯切れやオクルージョンを起因とする事故／不具合が発生する。	照明灯の認識	照明灯の地図データベース化 照明灯整備の基準づくりとその整備
	マンホール 水たまり	マンホール・水たまりの誤認識（穴と誤認識）を起因とする事故／不具合が発生する。	マンホールの認識	マンホールの地図データベース化 水たまり情報の提供
	オーバーパス	オクルージョンを起因とする事故／不具合が発生する。 ・高さ制限ありの道路に進入し、衝突事故発生。	オーバーパスの認識	オーバーパスの地図データベース化
	右折レーン	右折レーンの有無、右折レーン数により運転の難易度が異なる。 その結果、車両が他車両の流れを阻害し、渋滞の要因になりうる。	人と同じレベルの判断や運転技術	自動運転レベルを適切に設定する機能



4. 交差点自動運転のためにあるべき機能の洗い出し（3）



4. 1 道路インフラの立場での洗い出し例②（規制・自然環境）（詳細は別紙1参照）

	関係要素	想定事故／不具合	（自身に）あるべき機能	（相手に）求める機能
規制	信号現示 矢印灯器	灯色を認識できない、他路線（車線）の信号との見間違い、オクルージョンにより認識できない場合がある。 その場合、通行可否の判断がつかず、その結果、以下のような事故／不具合が発生する。 ・別流入路の車両と衝突する。 ・法規違反の走行をする。	信号現示の認識	信号現示情報の提供
	誘導員	誘導員として認識することができないため、誘導員が出す通行指示が分からない。その結果、以下のような事故／不具合が発生する。 ・別流入路の車両と衝突する。 ・法規違反の走行をする。	誘導員と誘導員の 通行誘導の認識	誘導員の通行誘導情報の提供 - 自動運転禁止エリアを設定する機能、 禁止エリアに従って、 自動運転を早めに止める機能。
	一時規制	レーン規制やチェーン規制等の一時規制を認識することができないため、通行指示が分からない。その結果、以下のような事故／不具合が発生する。 ・別流入路・別車線の車両と衝突する。 ・法規違反の走行をする。	一時規制の意味の認識	一時規制情報の提供 - 一時的な侵入禁止を示す看板を電子的に 実現する機能。
自然環境	雨・霧などの悪天候	悪天候により対象地物を正しく認識することができない場合がある。 その場合、自己位置推定の誤りから誤った走行経路計画を立案し、その結果、以下のような事故／不具合が発生する。 ・障害物や対向車と衝突する。 ・規制の存在に気付かず、法規違反の走行をする。	死角に存在する 対象地物の認識 対象地物の正確な認識	対象地物の地図データベース化 対象地物整備の基準づくりとその整備



4. 交差点自動運転のためにあるべき機能の洗い出し（4）



4. 2 移動体の立場での洗い出し例（次ページ．詳細は別紙2参照）

- 洗い出しにおいては、自動車の交差点通過シーンを設定した上で、想定される自動運転事故／不具合と、それらの事故／不具合を回避するために必要な機能を各メンバーが出し合って整理した。
- 網羅性を高めるために、一般社団法人 日本損害保険協会の交通事故多発交差点マップ（参照URL：<http://www.sonpo.or.jp/efforts/reduction/kousaten/kousatenmap28/>）から、事故多発交差点でよく起こる事故形態も調査して反映した。



4. 交差点自動運転のためにあるべき機能の洗い出し（5）



シーン「日中、混雑、規制なし、右折および直進の一部」を抜粋。
事故/不具合回避に必要な機能を「自律的な…」, 「V2Xによる…」, 「その他」に分類。

シーン				関係要素 (インフラ/移動体)	想定される 自動運転事故/不具合	事故/不具合回避に必要な機能	自律的な安全 運転・衝突回 避支援	V2Xによる安全 運転・衝突回 避支援	その他
時間帯	閑散・混雑	規制	自動車						
日中	混雑	規制なし	右折	前方大型車	前方大型車によって信号や対向車が見えない	自動運転車への信号情報伝達		◎	
			右折	対向直進車	相手の速度にもよるが、右折タイミングが悪ければ対向直進車と衝突	自動運転車への対向直進車情報伝達 自動運転車におけるStop/Goの判断基準	○	◎	○
			右折	対向直進車	経路上での停止ポイントが適切でなければ、対向直進車の走行に影響	自動運転車における停止ポイントの適切化			○
			右折	対向直進車	バッシングによる「お先にどうぞ」に気付かず、折角の好意と右折タイミングが無駄に	自動運転車によるバッシングの正しい認識			○
			右折	対向右折車	対向右折車線の車両によって対向直進車が見えない	自動運転車への対向直進車情報伝達 対向車両のセンサー情報伝達も有効		◎	○
			右折	対向左折車	自車が右折で対向車が左折の場合、その先が複数車線になっていて対向直進車に与える影響がなければ右折可能だが、対向左折車と同じ車線に入るリスクあり	譲り合う意思の伝達 (道路交通法を要確認)	○	◎	○
			右折	対向二輪車	対向右折車線がない場合に対向車も右折で右折しようとしたら、すり抜けてくる対向直進二輪車と衝突	自動運転車への二輪車情報伝達 対向車両のセンサー情報伝達も有効		◎	○
			右折	対向二輪車	対向直進車の前方が渋滞している場合に対向直進車の停止を確認して右折しようとしたら、すり抜けてくる対向直進二輪車と衝突	自動運転車への二輪車情報伝達 対向車両のセンサー情報伝達も有効		◎	○
			右折	緊急車両	緊急車両の優先通行のために交差点内で停止、場合により事故	赤色灯やサイレンで判断し、状況により待機 自動運転車への緊急車両情報伝達		◎	○
			右折	歩行者／自転車	右折時に横断中の歩行者や自転車への衝突（いなくても、飛び出してくる場合あり）	自動運転車への歩行者／自転車情報伝達	○	◎	
			右折	歩行者／自転車	右折時に交差対向直進してくる歩行者や自転車への正面衝突	安全運転・衝突回避支援 (自動運転車への歩行者／自転車情報伝達)	◎	○	
			右折	対向直進車	信号ジレンマゾーンにおいて、対向直進車が停車するものと思ひ込み、対向直進車が停車するのを確認しないまま右折して衝突	自動運転車への対向直進車情報伝達 自動運転車におけるStop/Goの判断基準	◎	○	○
			右折	先行右折車	先行する右折車の停止や減速に伴う衝突	安全運転・衝突回避支援	◎		
			右折	対向左折車	自車が右折で対向車が左折の場合、タイミングにより急減速を強いられ衝突	安全運転・衝突回避支援 (自動運転車への対向右折車情報伝達)	◎	○	
			右折	交差直進車	右折時に交差対向直進してくる車両への正面衝突	自動運転車への交差直進車情報伝達 安全運転・衝突回避支援	○	◎	
			右折	先行右折車 歩行者／自転車	先行する右折車の陰になり、横断中の歩行者や自転車が見えないうまま続けて右折して衝突	自動運転車への歩行者／自転車情報伝達 先行車両のセンサー情報伝達も有効		◎	○
			右折	対向左折車 歩行者／自転車	左折する対向車の陰になり、横断中の歩行者や自転車が見えずに右折して衝突	自動運転車への歩行者／自転車情報伝達 先行車両のセンサー情報伝達も有効		◎	○
			右折	道路構造物 歩行者／自転車	道路構造物の陰になり、横断を始める歩行者や自転車が見えずに衝突	自動運転車への歩行者／自転車情報伝達		◎	
			右折	先行右折車 対向直進車	先行する右折車に続く右折時に、信号ジレンマゾーンで直進してくる対向車に衝突	自動運転車への対向直進車情報伝達 安全運転・衝突回避支援	○	◎	
			右折	道路構造物 対向直進車	道路構造物の陰になり、信号ジレンマゾーンで直進してくる対向車が見えずに、もしくは停止するものと思ひ込み衝突	自動運転車への対向直進車情報伝達		◎	
			直進	自動運転車以外の後続車	信号ジレンマゾーンにおける自動運転車への追突	自動運転車（優良ドライバー）であることの明示			○
			直進	前方大型車	前方大型車によって信号が見えない	自動運転車への信号情報伝達		◎	
			直進	前方バス	交差点手前のバス停で乗客乗降のためにバスが停止しバスに追突、もしくは自車の急な車線変更で後続車が自車に追突	バスとは車間距離を空ける 自動運転車へのバス情報伝達	○		◎
			直進	前方タクシー	利用客が交差点でタクシーに乗降する場合は多く、急停止したタクシーに追突、もしくは自車の急な車線変更で後続車が自車に追突	タクシーとは車間距離を空ける 自動運転車へのタクシー情報伝達	○		◎
			直進	緊急車両	緊急車両の優先通行のために交差点手前でも左により道を空ける、場合により事故	赤色灯やサイレンで判断し、状況により待機 自動運転車への緊急車両情報伝達		◎	○
			直進	右折歩行者／自転車	車両左前方で直進中であった歩行者／自転車の急な右折で、急減速を強いられ衝突	安全運転・衝突回避支援	◎		



5. 交差点自動運転のためにあるべき機能の整理（1）



5. 1 洗い出したあるべき機能を整理した結果

事故/不具合回避に必要な機能を「自身にあるべき機能」と「相手に求める機能」に分類し、交差点自動運転で必要となる新機能として整理。

交差点には限らない機能が多いが、主に交差点で必要になる新規機能

分類	関係要素	交差点自動運転で必要となる新規機能	検知対象、伝達情報	留意点
(自身に) あるべき機能	自動運転車自身	(1) Stop/Go/徐行の判断基準		新規機能で追加される各種情報を踏まえ、総合的に判断。 「何もなければGo」とするならば、自動運転車が動けなくなる。
	自動運転車以外の後続車	(2) 自動運転車(優良ドライバー)であることの明示(夜間用に照明も)		自動運転車や自動運転車以外が認識できるような標準的な方式を定める。
	周辺の移動体	(3) 自動運転車の動向表示	減速、加速、意図(道を譲るなど)	他の車両、二輪車、自転車、歩行者が認識できるような標準的な方式を定める。
		(4) 管制システムとの調停通信(公衆網)	「調停要請」発信、「調停結果」受信	管制システムは、自動運転車同士が譲り合って動けなくなる膠着状態を解決する調停機能を持つ。 全ての自動運転車が装備すべき機能になる。
	路面状況	(5) 路面状況の認識 ・積雪や冠水時には白線検知ができず、また制御困難なため自動運転不可	水たまり、積雪、凍結、落下物、路面穴、など	自動運転車が継続困難な状況であると自動運転車が判断した場合、自動運転モードを解除する。
(相手に) 求める機能	右折停止線	(6) 適切な停止位置や右折誘導線の提示		適切ではない全ての停止線を自動運転車向けに描き直す必要あり。 適切判断を含めた対応が済んでいるかどうかを、 ダイナミックマップ付加的地図情報 として提供。
	道路交通法	(7) 道路交通法の遵守(規定を確認し、お互いが遵守)		(例) 自車が右折で対向車が左折の場合や、自車が左折で対向車が右折の場合、その先が複数車線になっていて対向車が同じ車線に入るのかどうか。
	対象移動体	(8) 自身の動向に関する情報伝達(V2V、V2M、V2P)	位置、進行方向、速度、など	現状のV2X車載機：測位精度不足。 二輪車用V2M車載機：小型堅牢化が鍵。 自転車用、歩行者用V2P端末(スマホ?)：バッテリー容量やサイズの関係もあり、実現に時間がかかる。
	他の走行/停止車両	(9) センサー情報伝達(表示、V2V)	位置、進行方向、速度、など	相手を特定するための仕組みが必要。 自動運転車以外では正確な位置の通知がより難しいため、先ずはお互いが見えていることを活用した仕組みを作りたい。 (例) 自車のセンサー情報を前後に表示(ハザードランプのように)。自動運転車はそれを見て判断。
	対向車	(10) 譲り合う意思伝達(表示、V2V)	位置、進行方向、速度、など	相手を特定するための仕組みが必要。 自動運転車以外では正確な位置の通知がより難しいため、先ずはお互いが見えていることを活用した仕組みを作りたい。 (例) 自車の意思を前に表示(バッシングの改善)。自動運転車はそれを見て判断。 バッシングでは、譲るのか警告なのか曖昧な場合あり。
	BUS/Taxi	(11) BUS/Taxi V2V: 急停止の情報伝達	車種、位置、進行方向、速度、など	間に他の車両があっても、バスやタクシーが前走車の場合には影響する。
	緊急車両	(12) 緊急車両 V2V: 自身の動向に関する情報伝達(現行、高度化)	(現状) 車種、大体の位置と進行方向? (将来) 車種、正確な位置、進行方向、速度、など	サイレンを鳴らしている救急車を対象に、名古屋周辺で通知(2017年7月時点)。 将来はパトカーや消防自動車も対象か?
	農業用機械	(13) 農業用機械 V2V: 農業用機械であることの情報伝達	車種、位置、進行方向、速度、など	一般車両向けに車載機の普及が進み、低価格になった後か。
	通信インフラ(V2I)	(14) V2I ダイナミックマップ付加的地図情報 伝達		
		・落下物や路面穴の状況に関する情報伝達	種類、大きさ、位置、走行可能性、など	自動運転可能/手動運転ならば可能/通行止め、に分類。
		・水たまりの状況に関する情報伝達	位置、広さ、深さ、など 白線が見えていて走行可能な水たまりか	自動運転可能/手動運転ならば可能/通行止め、に分類。
		・冠水状況に関する情報伝達	位置、広さ、深さ、など 冠水では自動運転不可	手動運転ならば可能/通行止め、に分類。
		・積雪状況に関する情報伝達	位置、広さ、深さ、など 積雪では自動運転不可	除雪後の走行可能性をどう判断するか。

※ 信号機の有無により、必要になる新規機能が変わるか? ⇒ V2I 設備が信号機設置と連動するかどうかにか依存

ダイナミックマップ付加的地図情報：次ページにて定義



5. 交差点自動運転のためにあるべき機能の整理（2）

＜ダイナミックマップ情報の定義＞

道路及びその周辺に係る自車両の位置が車線レベルで特定できる高精度3次元地図情報（**基盤的地図情報**）及び、その上に自動走行等をサポートするために必要な各種の**付加的地図情報**（例えば、速度制限など静的情報に加え、事故情報などの準動的情報や、周辺車両、歩行者情報、信号情報などの動的情報）を載せたもの。



出典：第12回日本ITS推進フォーラム（2018年2月28日） SIP-adus各領域報告「Dynamic Map」より



5. 交差点自動運転のためにあるべき機能の整理 (3)



5. 2 時間軸別の取組優先度 (案)

高

優先度

低

(7) 道路交通法の遵守 (進化)

(0-1) 安全運転・衝突回避支援 (進化)

(1) Stop/Go/徐行の判断基準 (進化)

(6) 適切な停止線/右折誘導線 (進化)

(10-1) 表示による譲り合う意思伝達

パッシングの改善 (進化)

(0-2) V2X車載機 (高度化, 普及)

(0-3) V2I 周辺移動体動向伝達 (高度化, 普及)

(0-4) V2I 信号現示情報伝達 (高度化, 普及)

(12-1) 緊急車両V2V (高度化, 普及)

すでに開始されていて
今後の進化・高度化・
普及が望まれる
「あるべき機能」

第二優先と思われる
「あるべき機能」

(2) 自動運転車であることの明示

(3) 自動運転車の動向表示

(4) 管制システムとの調停通信

(5) 路面状況の認識

積雪や冠水時には自動運転不可

(9-1) 表示によるセンサー情報伝達

ブレーキランプやハザードランプと区別

(8-1) 二輪車 V2M

(14) V2I ダイナミックマップ付加

的地図情報伝達 (進化, 普及)

(8-2) V2V 車両動向伝達

(10-2) V2V 譲り合う意思伝達

(9-2) V2V センサー情報伝達

(12-2) 高精度緊急車両 V2V

(11) BUS/Taxi V2V (急停止も)

(8-3) 自転車/歩行者 V2P

(13) 農業用機械 V2V

(数字)は、2 ページ前に示した
表における「交差点自動運転で
必要となる新機能」に対応

【色による分類】

自身にあるべき機能

相手に求める機能

お互いが備えるべき機能

V2XはDSRC/ITS Connect/5G等を
場所や条件により使い分ける。

自身の高度化によりどのような
恩恵を受けられるのかが重要。
当面は、特定の自動車や特定の
交差点に限定されるため。

特にV2Vは普及率が高くないと
効果が少ない。

現在

2020年

2025年

2030年

時間(目安)



6. 交差点レベル検討のための定義要件の整理（1）



前項まで実施した交差点自動運転のあるべき機能の整理をもとに、交差点レベル検討のための定義要件を整理し、要件毎に要件レベル分けを試みた（レベル低：通過困難～レベル高：通過容易）。

交差点レベル定義要件と、それに対する自動運転実現のために必要な機能・性能の案（1 / 3. 全体は別紙3参照）

カテゴリ区分	情報更新頻度	小区分	要件	自動運転実現のために必要な機能・性能 (これら全ての情報を持たないと自動運転走行ができない)		
				自動運転車側	道路管理側	交通管理側
道路・地物の設置	静的 判断基準	道路構造	片側車線数	自動運転用カーナビおよびV2I車載機搭載	ダイナミックマップ 基盤的地図情報の整備	—
			歩道幅員			—
			交差道路数			—
			交通流交差の距離(広さ)			—
			反対側車線との距離			—
			右折車線と対向右折車線との位置関係			—
			ラウンドアバウト			—
		車線規制	(単数)右折専用, 直進専用, 左折兼用, 左折専用など		ダイナミックマップ 基盤的地図情報の整備	—
			(複数)右折専用, 直進専用, 左折兼用, 左折専用など			—
			バス専用/路線バス優先通行帯			V2Iによる情報提供
		地物整備	地物の整備状況(対基準)		ダイナミックマップ 基盤的地図情報の整備	—
			白線の整備状況(対基準)			—
			舗装の種類		視認性の高い素材の採用	—
		信号機	信号機の設置状況		ダイナミックマップ 基盤的地図情報の整備	V2Iによる信号機情報提供
			信号機, 標識の視認性			
		一時停止標識	優先道路を走行		ダイナミックマップ 基盤的地図情報の整備 一時停止標識の整備	—
			従道を走行			—
		自律センサー認識難易度	信号灯器の視認性		設置基準(高さ)を満たした設置	—
			夜間の照度		照度基準を満たした設置	—
			死角エリアを生む道路構造物, 建造物などの有無		ダイナミックマップ 基盤的地図情報の整備 死角情報の提供要否判断	V2Iによる死角情報提供
			センサー死角エリアを生む交差点前後の傾斜			V2Iによる測位可能性情報提供
			センサー死角エリアを生む交差点前後のカーブ			
			自己位置の推定しやすさ			
		通信インフラ	ダイナミックマップ情報提供設備の有無		ダイナミックマップ情報の整備	V2I設備の整備・情報提供
		提供情報レベル	V2I運転支援設備による信号情報提供		—	V2Iによる信号情報提供
			ダイナミックマップ基盤的地図情報の整備状況		基盤的地図情報の整備	—
			ダイナミックマップ付加的地図情報の整備状況		付加的地図情報の整備	—

交差点通行に特に関与する要件



6. 交差点レベル検討のための定義要件の整理（2）



前ページに示した交差点レベル定義要件を、高・中・低の3段階で要件レベル分けした例（抜粋）

カテゴリ区分	情報更新頻度	小区分	要件	要件レベル（レベルが低いほど交差点通過が難しい）		
				高	中	低
道路・地物の設置	静的 判断基準	道路構造	交差道路数	3差路（T字路）	4差路	5差路以上
			交通流交差の距離（広さ）	片側車線3.5m程度	片側車線3.5m～7m	片側車線7m以上
			反対側車線との距離	なし	狭い	広い（2車線以上）
			右折車線と対向右折車線との位置関係	対向右折車線と同じ位置 か右側で曲がらずに停止	対向右折車線よりも左側 で曲がらずに停止	対向右折車線よりも左側で曲 がって斜めに停止
			ラウンドアバウト	なし	—	あり
		車線規制	（単数）右折専用、直進専用、左折 兼用、左折専用など	専用1車線あり	—	専用車線なし
			（複数）右折専用、直進専用、左折 兼用、左折専用など	専用2車線あり	—	専用3車線以上あり
			バス専用／路線バス優先通行帯	なし	—	あり
		地物整備	地物の整備状況（対基準）	地物がいつも破損していな い	地物が破損していることが ある	地物が長期間破損している
			白線の整備状況（対基準）	白線がいつもクッキリして いる	白線がかすれていることが ある	白線が長期間かすれている
		信号機	信号機の設置状況	信号歩車分離	通常信号	信号なし、一時停止標識あり
			信号機、標識の視認性	良好	条件付き良好、標準的	低視認性
		一時停止標識	優先道路を走行	従道に一時停止標識あり	従道に一時停止標識がなく 自車線がより広い	従道に一時停止標識がなく 自車線と同等幅
			従道を走行	一時停止標識あり	一時停止標識がなく優先 道路がより広い	一時停止標識がなく自車線 が優先道路と同等幅
		自律センサー認識 難易度	信号灯器の視認性	良好な環境	条件付 良好/標準的環境	劣悪な環境
			死角エリアを生む道路構造物、建 造物などの有無	あり	—	なし
			センサー死角エリアを生む交差点 前後の傾斜	交差点前後の傾斜なし	交差点の前か後に傾斜	交差点前後に傾斜
		通信インフラ	センサー死角エリアを生む交差点 前後のカーブ	交差点前後のカーブなし	交差点前か後にカーブ	交差点前後にカーブ
			ダイナミックマップ情報提供設備の 有無	あり	—	なし
		提供情報レベル	V2I運転支援設備による信号情報 提供	信号情報提供あり（正確）	信号情報提供あり（時間差 あり）	信号情報提供なし



6. 交差点レベル検討のための定義要件の整理（3）



交差点レベル定義要件と、それに対する自動運転実現のために必要な機能・性能の案（2 / 3）

カテゴリ区分	情報更新頻度	小区分	要件	自動運転実現のために必要な機能・性能 (これら全ての情報を持たないと自動運転走行ができない)		
				自動運転車側	道路管理側	交通管理側
他移動体の存在	静的 判断基準	道路構造	横断歩道の有無	自動運転用カーナビ	基盤的地図情報の整備	—
			路面電車など、衝突リスクの高い特殊な交通の有無			—
			二輪車／自転車専用通行帯の有無			—
通行する権利	静的 判断基準	車線規制	(車線緩和状況)常時左折可など	自動運転用カーナビ およびV2I車載機搭載	ダイナミックマップ 付加的地図情報の整備	—
		信号機	信号機の機能(矢印)			矢印の視認性向上, もしくは V2Iによる信号情報提供
			信号現示の複雑性			—
道路・地物の状態	準静的 判断基準	地物整備	地物の整備頻度・状況	自動運転用カーナビ およびV2I車載機搭載	V2Iによる整備状況の情報提供	—
			舗装の整備頻度・状況		—	—
		統計情報	交通事故発生数(地域特性としての事故リスク)		—	V2Iによる統計情報提供
			停車車両・放置自転車数		—	—
			落下障害物数		V2Iによる統計情報提供	—
			規制事象発生数		—	—
	準動的 判断基準	一時的情報	地物, 信号機, 標識のオクルージョンの発生しやすさ		V2Iによる死角情報提供	—
			道路・路面工事	高レベル認識センサー搭載	V2Iによる情報提供	—
			車線にせり出す植物			—
			悪天候(雨・霧・雪・強い横風)			—
			水たまり(地域特性としての天候リスク)			—
			道路陥没(地下状況による発生リスク)			—
他移動体の状態	準動的 判断基準	通行量	一般車両の通行量	自動運転用カーナビ およびV2I車載機搭載	—	移動体情報の管理 V2Iによる情報提供
			歩行者, 自転車の通行量		—	
			トラックなど大型車両の通行量		—	
			安全運転支援車の通行量(普及率)		—	
			自動運転車の通行量(普及率)		—	
		対向車速度	対向車の平均速度(時間帯により変動)		—	
		特定車両	路上駐車・路上にある駐輪車		—	
			緊急車両		—	

交差点通行に特に関与する要件



6. 交差点レベル検討のための定義要件の整理（4）



前ページに示した交差点レベル定義要件を、高・中・低の3段階で要件レベル分けした例（抜粋）

カテゴリ区分	情報更新頻度	小区分	要件	要件レベル（レベルが低いほど交差点通過が難しい）		
				高	中	低
他移動体の存在	静的 判断基準	道路構造	横断歩道の有無	なし（横断禁止）	—	あり
			路面電車など、衝突リスクの高い特殊な交通の有無	なし	—	あり
			二輪車／自転車専用通行帯の有無	なし	—	あり
通行する権利	静的 判断基準	車線規制	（車線緩和状況）常時左折可など	あり	—	なし
		信号機	信号機の機能（矢印）	矢印あり （赤＋直進矢印⇒赤＋右折矢印）	矢印あり （緑⇒黄⇒赤＋右折矢印）	矢印なし
			信号現示の複雑性	3現示以上	右左折矢印あり	2現示
道路・地物の状態	準静的 判断基準	統計情報	交通事故発生数（地域特性としての事故リスク）	リスク低	リスク中	リスク高
			地物、信号機、標識のオクルージョンの発生しやすさ	リスク低	リスク中	リスク高
他移動体の状態	準動的 判断基準	通行量	一般車両の通行量	ほぼなし	少	多
			歩行者、自転車の通行量	ほぼなし	少	多
			トラックなど大型車両の通行量	ほぼなし	少	多
			安全運転支援車の通行量（普及率）	50%以上	10%以上、50%未満	10%未満
			自動運転車の通行量（普及率）	50%以上	10%以上、50%未満	10%未満
		対向車速度	対向車の平均速度（時間帯により変動）	徐行（渋滞などによる）	法定速度	法定速度以上



6. 交差点レベル検討のための定義要件の整理（5）



交差点レベル定義要件と、それに対する自動運転実現のために必要な機能・性能の案（3 / 3）

カテゴリ区分	情報更新頻度	小区分	要件	自動運転実現のために必要な機能・性能 (これら全ての情報を持たないと自動運転走行ができない)		
				自動運転車側	道路管理側	交通管理側
他移動体との協調	動的 判断基準	通信インフラ	V2I運転支援設備の有無	自動運転用カーナビ およびV2X車載機搭載	—	V2I設備の整備・情報提供
			自動運転管制センター(仮称)による走行調停の有無		—	走行調停のための自動運転管制センター(仮称)の設置・運営
		提供情報レベル	V2I運転支援設備による提供情報レベル		—	V2Iによる他移動体の情報提供
		その他	自車の走行計画		—	—
			高度V2V通信(1対1)による走行調停		—	—

交差点通行に特に関与する要件



6. 交差点レベル検討のための定義要件の整理（6）



前ページに示した交差点レベル定義要件を、高・中・低の3段階で要件レベル分けした例（抜粋）

カテゴリ区分	情報更新頻度	小区分	要件	要件レベル（レベルが低いほど交差点通過が難しい）		
				高	中	低
他移動体との協調	動的 判断基準	通信インフラ	V2I運転支援設備の有無	あり(自動運転対応設備)	あり(既存設備)	なし
			自動運転管制センター(仮称)による走行調停の有無	あり	—	なし
		提供情報レベル	V2I運転支援設備による提供情報レベル	自動運転対応レベル	既存設備レベル	簡易版レベル
		その他	自車の走行計画	シンプル	—	複雑
			高度V2V通信(1対1)による走行調停	対向自動運転車との高度V2V通信可能	—	対向自動運転車との高度V2V通信不可



7. 定義要件を利用したユースケース毎の交差点レベル定義例（1）



交差点レベル定義要件のいくつかに着目し、交差点レベルのサンプルを列挙する。（サンプル1）

レベル案	一般交差点レベル サンプル1	右折可能な条件
1	右折時の排他的通行権が実現できていず、右折を妨げる他の移動体の検知が難しい交差点では自動運転車は右折禁止 ※ 右折を妨げる他の移動体とは、対向直進車／左折車や横断歩行者など	【道路】 ・ 車載センサーに対する見通しが良くない交差点は右折不可。 ※ 特に「自律型自動運転車」は右折を妨げる他の移動体の検知が難しく排他的通行権が実現できていない交差点での右折が困難
2	交通量が少なく、右折を妨げる他の移動体の自律型検知が可能な交差点	【道路】 ・ 車載センサーに対する見通しが良い。 【時と場所】 ・ 交通量が少ない時間帯、あるいは地域。 【自動運転車】 ・ 右折を妨げる他の移動体が明らかに存在しないことを検知し、右折タイミングを判断できる。
3	ITS Connect(運転支援用)路側機が整備された交差点	【道路インフラ】 ・ 自動運転用V2I運転支援設備あり。 【自動運転車】 ・ 自動運転用V2I車載機搭載 ・ 対向自動運転車と共に動けなくなった場合は運転者が介在
4	自動運転用V2I通信設備が整備された交差点 ※ 自動運転用V2I運転支援設備とは、車載センサーの死角に存在する右折を妨げる他の移動体を確実に検出して通知可能な道路インフラ	【道路インフラ】 ・ 自動運転用V2I運転支援設備あり。 ・ 自動運転管制センター（仮称）による調停があり、対向自動運転車と共に動けなくなった場合でも調停される。 【自動運転車】 ・ 自動運転用V2I車載機と調停対応機能搭載。
5	全ての自動運転車が右折可能な交差点	【道路】 ・ 対向車のない一方通行や道路インフラにより、右折時の排他的通行権が実現できている。 【道路インフラ】 ・ 信号機に矢印（赤＋直進矢印⇒赤＋右折矢印）あり。 ・ 歩車分離信号などにより右折時に横断歩行者などなし。



7. 定義要件を利用したユースケース毎の交差点レベル定義例（2）



交差点レベルのサンプル2～4

レベル案	一般交差点レベル サンプル2 (交通量の多い交差点)	一般交差点レベル サンプル3 (交通量の少ない交差点)	一般道交差点 レベル サンプル4 (多交通量交差点での判断項目数)
1	信号機が未設置で、優先走路（一時停止標識など）も未設定の交差点	信号機が未設置で、優先走路（一時停止標識など）も未設定の交差点	交差点レベル定義要件（案）の「交差点通行に特に関与する要件（現状39件）」における、高い要件レベルの要件数と低い要件レベルの要件数によるレベル設定（レベル1～5に記載した閾値は暫定） ・高要件レベルの要件数 5未満 ・低要件レベルの要件数 25以上
2	優先走路（一時停止標識、点滅信号など）が設定されている交差点	優先走路（一時停止標識、点滅信号など）が設定されている交差点	・高要件レベルの要件数 5以上 10未満 ・低要件レベルの要件数 20以上 25未満
3	通常の信号機が設置されている交差点	車両・歩行者感知式（感応式）信号機（歩行者用押しボタン式含む）が設置されている交差点	・高要件レベルの要件数 10以上 15未満 ・低要件レベルの要件数 15以上 20未満
4	右折専用車線があり、信号機に右折矢印のある交差点	通常の信号機が設置されている交差点 ・車載センサーに対する見通しが良くない（カーブ、坂道、構造物などの影響）。 ・自動運転車は徐行して通過する。	・高要件レベルの要件数 15以上 20未満 ・低要件レベルの要件数 10以上 15未満
5	信号機が設置されていて、自動運転用V2I運転支援設備により安全運転支援サービスを受けられる交差点	通常の信号機が設置されている交差点 ・車載センサーに対する見通しが良いことで、右折を妨げる他の移動体が明らかに存在しないことを検知可能。 ・対向車により見通しが悪い場合、自動運転車は無理に右折しない。	・高要件レベルの要件数 20以上 ・低要件レベルの要件数 10未満



8. まとめ



- 交差点自動運転のためのあるべき機能の整理を行い、レベル定義のための要件を整理した。
- また、この要件を利用して、複数の事例に対してのレベル付けを実施した。
たとえば、交差点レベルそれぞれに対して、どのような条件が整うと右折可能となるかの条件を示した。この場合の具体的なレベルを1つ挙げると、
 - 交差点レベル2：交通量が少なく、右折を妨げる他の移動体の自律型検知が可能な交差点
 - 右折可能条件：
 - 【道路】 車載センサーに対する見通しが良い
 - 【時と場所】 交通量が少ない時間帯、あるいは地域
 - 【車両】 右折を妨げる他の移動体が明らかに存在しないことを検知し、右折タイミング判断可能となる。この場合（右折時）に関しての、理想的な交差点の条件についても考察した。
- ここでの検討結果に関して、車両特性、外部支援、車両走行環境を含めた統合的なレベル定義の議論を多方面と行うための資料としたい。



- SAE International, Surface Vehicle Recommended Practice, Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, J3016:SEP2016, 2016/9.
- 自動車技術会, JASOテクニカルペーパー, 自動車用運転自動化システムのレベル分類及び定義, JASO TP 10884:2018, 2018/2.
- 日本自動車研究所, 平成26年度 次世代高度運転支援システム研究開発・実証プロジェクト成果報告書, 平成27年3月.
- 日本自動車研究所, 平成27年度 次世代高度運転支援システム研究開発・実証プロジェクト成果報告書, 平成28年3月.
- 日本損害保険協会, 全国事故多発交差点マップ 過去データ分析報告書, 平成29年3月.



参加企業・団体・大学一覧 (リーダ級以外は50音順)

- | | |
|--|-------------------|
| ・同志社大学 (リーダ) | ・株式会社ゼンリン |
| ・住友電気工業株式会社 (サブリーダ) | ・一般社団法人電波産業会 |
| ・パナソニック株式会社 (サブリーダ) | ・東京大学 |
| ・オムロンソーシアルソリューションズ株式会社
(インフラチームリーダ) | ・東芝インフラシステムズ株式会社 |
| ・日本無線株式会社 (移動体チームリーダ) | ・東芝デバイス&ストレージ株式会社 |
| ・株式会社 I H I | ・東北大学 |
| ・北見工業大学 | ・トヨタ自動車株式会社 |
| ・K D D I 株式会社 | ・株式会社パスコ |
| ・国際航業株式会社 | ・株式会社村田製作所 |
| ・株式会社住商アビーム自動車総合研究所 | ・ヤマハ発動機株式会社 |

(全20組織)