

以下補足資料

B課題群 補足資料
想定される研究・開発構想

想定される研究・開発構想

■ 子課題 1

自動運転時（Level 2, 3）のドライバーのReadiness状態に対応するドライバー認知・生理・行動指標（物差し）を決める（ゴールドスタンダード）。

【想定される研究・開発構想】

ドライビングシミュレータ（DS）および実車にて，認知機能（脳活動），生理機能（循環機能），行動（表情，視線，姿勢）の手動運転時と自動運転時（Level 2, 3）を比較し，それらを判別可能な指標（Gold Standard）を抽出する。

- ・ 手動運転は予期しない危険イベントを十分な確率で対処できる状態とする（DS実験）。
- ・ 自動運転走行時のドライバー状態は，覚醒度，前方注意状態，周辺認識（Situation Awareness），運行認識などを様々に統制して計測する（次ページの表を参照のこと）。

■ 子課題 1.5

自動運転時（Level 2, 3）のドライバーのReadiness状態を車載装置で計測可能な指標に置き換え，ドライバモニタリングシステムの基本構成を導出する。 ※企業との連携が必要。

【想定される研究・開発構想】

DSおよび実車にて，子課題 1 で求めた状態指標をオンボードで計測可能な指標に置き換え，車載ドライバモニタリングシステムの基本構成とする。また企業各社実験室にて簡便に計測可能なシステムに落とし込む。

- ・ ドライバモニタリングシステムは，自動／手動運転によらずに常時作動
- ・ 原理確認まで（詳細設計は競争領域）

■ 子課題 2

自動運転時（Level 2, 3）のReadinessレベルと遷移時間の関係を求める。仮説として自動運転持続時間はReadiness状態に反映するものとする。

【想定される研究・開発構想】

DSおよび実車にて、子課題 1 で求めた指標を用い、自動運転中のReadiness状態と、所望の手動運転状態に達するまでの遷移時間の関係を求める。

- Level 2については、TORあり／なしを実験条件とする。Level 3については、TORありとする。
- 遷移を促すHMI（TOR）は簡易的なもの（視覚＋聴覚）とする。
- 監視中（Level 2）、非運転タスク実行中（Level 3）のそれぞれについて、ドライバー状態をいくつかのレベルに設定して（下表）上記の関係を求める。
- 実験条件の中に複数の具体的サブタスク（e.g. メールの書き込み、映画鑑賞など）を含める。本研究の目的は、サブタスクの許容範囲を網羅するよりも、それらを測れる物差しと、許容するか否かの判断基準を導出することを目的とする。サブタスクについては、国交省や自工会と密接に連携をとり、ガイドライン作成の動向や内容と整合をとることとする。
- ドライバー属性（高齢低認知機能者etc）を考慮すること。

実験に用いるドライバー状態の例

Readiness状態A:目的地までの経路、周囲の他車、道路環境を認識
Readiness状態B:周囲の他車と道路環境を認識
Readiness状態C:周囲の他車を認識
Readiness状態D:先行車のみ認識
・
・
・

■ 子課題 3

自動運転時（Level 2, 3）のドライバ状態を適切なReadiness状態に維持するためのHMIと自動運転切替制御の基本要件を導出する。 ※企業との連携が必要。

【想定される研究・開発構想】

DSおよび実車にて、子課題 1 で求めた所望のReadiness levelを維持するためのHMIについて、いくつかのプロトタイプを比較評価しながら基本要件を導出。 ※企業との連携が必要。

- 覚醒度維持：覚醒度を低下させないHMI
- 前方注意の低下を補償するHMI
- 周辺認識の低下を補償するHMI
- 自動運転切替制御は、自動運転の連続稼働時間制限などの検討
- 原理確認まで（詳細設計は競争領域）
- ドライバー属性（高齢低認知機能者etc）を考慮すること。
- 自動運転時のドライバーの不適切なReadiness状態を検知した場合の対処については、システムバックアップ（デッドマンなど）とHMIの統合的な考え方を構築すること。

■ 子課題 4

自動運転（Level 2, 3）から手動運転への遷移を迅速かつ確実にを行うためのHMI（TOR）と自動運転切替制御の基本要件を導出する。 ※企業との連携が必要。

【想定される研究・開発構想】

DSおよび実車にて、子課題1で求めた所望の手動運転Readiness levelに、迅速かつ確実に遷移させるためのHMI（TOR）について、いくつかのプロトタイプを比較評価しながら基本要件を導出。 ※企業との連携が必要。

- 視覚，聴覚に加えて触覚情報の利用検討
- Staged alertの効果検討：情報提供 → 警告 → 緊急警告，残り時間表示など
- 評価の視点：知覚性，識別性，理解性，反応性（ISO TR12204参照）
- 自動運転切替制御は，自動運転機能のフェードアウトなどの検討
- 原理確認まで（詳細設計は競争領域）
- ドライバー属性（高齢低認知機能者etc）を考慮すること。
- ドライバーReadiness低下によるモード遷移不完了の場合の対処については，システムバックアップ（デッドマンなど）とHMIの統合的な考え方を構築すること。

A課題群 補足資料

想定される研究・開発構想

想定される研究・開発構想

■ 子課題 1

ドライバーのシステム機能（目的・動作原理・限界）に関する知識（静的情報）が、モード遷移に及ぼす安全上の影響を明らかにする。また、ユーザーが最低限知っておかなければならないシステム機能情報は何か、機能誤解、過信を抑制するための静的情報の要件を明らかにする。

【想定される研究・開発構想】

DSおよび実車による自動運転から手動運転へのモード遷移実験（B課題群）において、自動運転システムの目的・動作原理・限界に関する静的情報を統制し、モード遷移および遷移後の運転成績への影響を考察する。さらにドライバーが理解できる情報の量的・質的特性と限界を明らかにする。

- システム動作状態（動的情報）については、現在のシステム状態（自動／手動）とTORありの場合にはこれをDS画面上に表示する（TORについては音による告知を同時に使用する）
- ドライバーのシステム機能に対する知識は、モード遷移にどのような影響を及ぼすか？
- ドライバーが知らなければならないシステム機能に関する情報は何か？
- ドライバーが知らなければならないシステム機能に関する情報は、人間の長期記憶の容量内に収まるのか？もし収まらないとすると、どうすればよいのか？
- 機能誤解、過信を抑制するための静的情報の要件は？
- ドライバー属性（高齢低認知機能者etc）を考慮すること。

■ 子課題 2

ドライバーのシステム動作状態（動的情報，正常と異常）の不理解が，モード遷移に及ぼす安全上の影響を明らかにする．また，ドライバーが最低限理解しなければならないシステム動作状態は何か，機能誤解，過信，モードコンフュージョン，オートメーションサプライズを抑制するための動的情報の要件を明らかにする．異なる自動運転レベル間の遷移の検討を含む．

【想定される研究・開発構想】

子課題 2.1

機能終了，機能限界，機能喪失の3つの動的情報にフォーカスする．DSおよび実車による自動運転から手動運転へのモード遷移実験（課題B群）において，システム機能に関する静的情報と，自動運転中のシステム動作状態に関する動的情報を統制し，モード遷移および遷移後の運転成績への影響を考察する．

- ドライバーのシステム動作状態の理解は，モード遷移にどのような影響を及ぼすか？
- ドライバーが自動運転走行中に理解しなければならない最低限の動的情報は何か？
- 機能喪失については，完全機能状態から完全喪失への不連続な変化に加えて，機能の連続的な低下およびそれに伴う機能の信頼度に関する情報を検討に含める．
- 人間の知覚において短期的に記憶できる量的（チャンク数）限界は知られている（マジカルナンバー 7 ± 2 ，Miller, 1956）．ドライバーが知らなければならない情報量は，短期記憶の容量内に収まるか？ 収まらないとすると収める方法は？
- 機能誤解，過信，モードコンフュージョン，オートメーションサプライズを抑制するための動的情報の要件は？（e.g. 手がかり情報，状況の解釈情報，何をなすべきかについての情報etc.）

- システムの静的情報と動的情報の組み合わせを実験条件とする. 動的情報については, DS画面上の表示と音による告知を用いる
 - 機能終了, 限界, 喪失の「可能性」を知らないドライバがそのような状況に陥った時に, トランジションの必要性を理解できるか?
 - 機能終了, 限界, 喪失の「可能性」を知っていたら, 具体的な内容を知らない場合に, どう対処すればよいかかわかるか?
 - 機能終了, 限界, 喪失の条件を誤解していた場合に, その誤解に気づくことができるか?
- ドライバー属性 (高齢低認知機能者etc) を考慮すること.

子課題 2.2

DSおよび実車実験により, 機能終了, 限界, 喪失時, 並びにドライバーのオーバーライド時に, ドライバがモードコンフュージョンやオートメーションサプライズを起こさずに正しく理解し行動できる自動運転レベル間のモード遷移の範囲と, そのときに必要なドライバーとシステムのインタラクションの形態 (自動化レベル^{注1)}) を明らかにする. 自動運転レベルが低下する方向にフォーカスする.

- モード遷移はどの範囲まで許されるか?
 - 自動運転レベル3 → レベル2
 - 自動運転レベル3 → レベル1
 - 自動運転レベル3 → レベル0
 - 自動運転レベル2 → レベル1
- モード遷移時の適切なインタラクションの形態 (自動化レベル) は?
 - 自動化レベル 5: モード遷移を提案, 了承されたら実行. (ただし「了承」の定義の検討が必要)
 - 自動化レベル 6: モード遷移を提案, 拒否されなければ実行
 - 自動化レベル6.5: モード遷移を事前に伝え直ちに実行. ドライバに拒否権はない
 - 自動化レベル 7: モード遷移を実行し, 事後にドライバに報告する

注1) Sheridan, 1992, Inagaki, et al. 1998, 次ページ表参照のこと

■ 子課題 3

システム動作状態（動的情報、正常と異常）をドライバーに的確に理解させるためのHMIと自動運転切替制御の基本要件を導出する ※企業との連携が必要

【想定される研究・開発構想】

子課題 2の結果を受けて、ドライバが理解すべきシステム動作状態に関わる動的情報を表示するためのHMIと、ドライバの理解を助ける自動運転切替制御を、いくつかの基本要件としての仮説もとに試作し、DSおよび実車実験にて、機能誤解、過信、モードコンフュージョン、オートメーションサプライズなどが発生せず、情報が正しく理解され、ドライバーが正しい行動をとることを検証する。

- ・ 常時提示すべきものと、ドライバの求めに応じて表示すべきものを区別する。
- ・ 表示すべき情報について、理解可能な表現はどのようなものか。

- 表示すべき情報のチャックが多い場合の情報の階層化による対処の可能性
→ 空間的な階層化と、時間的な段階化
- 適切なモダリティ（視聴触覚）および組み合わせの検討
- 周辺知覚と中心知覚の割り当て
- メタファーの利用
- 人間工学的設計要件など

- ・ 自動運転切替制御の簡素化；異なるレベル間のモード遷移のさせ方、部分的故障時の自動運転レベルの切り替え方など
- ・ ドライバー属性（高齢低認知機能者etc）を考慮すること。

自動化のレベル (levels of automation)

(1)	コンピュータの支援なしに、すべてを人間が決定・実行。
(2)	コンピュータはすべての選択肢を提示し、人間はそのうちのひとつを選択して実行。
(3)	コンピュータは可能な選択肢をすべて人間に提示するとともに、その中のひとつを選んで提案。それを実行するか否かは人間が決定。
(4)	コンピュータは可能な選択肢の中からひとつを選び、それを人間に提案。それを実行するか否かは人間が決定。
(5)	コンピュータはひとつの案を人間に提示。人間が了承すれば、コンピュータが実行。
(6)	コンピュータはひとつの案を人間に提示。人間が一定時間以内に実行中止を指令しない限り、コンピュータはその案を実行。
(6.5)	コンピュータはひとつの案を人間に提示すると同時に、その案を実行。
(7)	コンピュータがすべてを行い、何を実行したか人間に報告。
(8)	コンピュータがすべてを決定・実行。人間に問われれば、何を実行したか人間に報告。
(9)	コンピュータがすべてを決定・実行。何を実行したか人間に報告するのは、必要性をコンピュータが認めたときのみ。
(10)	コンピュータがすべてを決定し、実行。

※Sheridan (1992), Inagaki, et al. (1998)

C課題群 補足資料

想定される研究・開発構想

想定される研究・開発構想

■ 子課題 1

現状のクルマ社会におけるドライバーと周囲のドライバーとの間のコミュニケーション方法の基本要件を明らかにする

【想定される研究・開発構想】

コンフリクトや接触を回避する交通場面において、ドライバーと周囲のドライバーの間で行われている意思表示、譲り合い、確認・了承、依頼等のコミュニケーションの現状を、実験車両あるいは定点観測等を利用したドライバー行動計測と道路環境・交通状況計測に基づいて明らかにし、ドライバー間でのコミュニケーション種類、手段、利用状況等に関する基本要件を明らかにし整理する。

・ 実験方法

- 実験車両による方法

車両周囲およびドライバーの映像記録装置を装備した実験車両を実験参加者が運転し、あらかじめ設定したコミュニケーションが発生しやすい場面を含んだルートを走行する。実験車両には実験者が同乗して観察記録をとる。ルート走行を終了したのちに、実験参加者と同乗した実験者が共に記録したビデオ映像を見ながら、発生したコミュニケーションについて、その意味や方法、判断などについて話し合いデータ化する。

- 定点観測による方法

コミュニケーションが発生しそうな場所にビデオカメラを設置し、コミュニケーションのための挙動（車両挙動、ドライバー挙動）などを記録する。

※留意事項

個人情報保護法の観点から、実験方法については倫理審査委員会にて十分に論議した後に承認を得るものとし、必要に応じて観測に関係する機関からの実施許可等を受けるものとする。

- テストコースで実験車両を用いる方法

上記方法によって抽出されたコミュニケーション手段の中で、自動運転車に実装するために定量的データが必要なもの（車両挙動など）については、テストコース内で実験車両を各種条件で走行させ、コミュニケーションとしての意味付けを実験参加者に評価させることによって求める。

• 交通場面

コンフリクトや接触を回避する交通場面に関するケーススタディの例として、無信号交差点における直進車-右折車の譲り合い場面、高速道路料金所ブースの通過前・通過後の譲り合い・意思表示場面、高速道路ICにおける合流区間での譲り合い場面などが挙げられるが、自動運転車と周囲のドライバーとの間で重要と考えられるコミュニケーションが観測可能と考えられる場合には、必要に応じて、ケーススタディの対象を追加あるいは変更することができるものとする。

• 観測・分析対象

- 種類；意思表示，譲り合い，確認・了承，依頼など
- 手段；灯火器等の既存HMI（ウィンカ，ヘッドライトなど），車両挙動（必要以上の低減速度，低速度，かなり手前での停車など），ドライバーの表情・身振り（手振り，身振り，アイコンタクトなど）
- 計測；定量的な要素（距離，速度，タイミング等），定性的な要素（ドライバー依存のもの，道路環境・交通状況，天候，地域，時間帯，車両側の連携状況等）

• その他想定されるコミュニケーションの特徴の抽出

- 地域に依存したコミュニケーション方法の特徴
ドライバー間のコミュニケーション手段や手続き，また同じ手段による意味が地域によって異なる可能性がある。

- 異なる区分の車両間のコミュニケーションの特徴
二輪車，バス，タクシー，緊急車両など，車両区分によってコミュニケーション手段や手続きが異なる可能性がある。
- コミュニケーションにおける競合・修復・連携
ドライバー間のコミュニケーションの競合(主張の競合)が生じる状況や特徴，コミュニケーションが成立しない場合の修復方法，複数車両が連携してより安全な譲り合いを実現している場合のコミュニケーション方法に留意する。

■ 子課題 2

現状のクルマ社会におけるドライバーと歩行者等交通弱者との間のコミュニケーション方法の基本要件を明らかにする

【想定される研究・開発構想】

コンフリクトや接触を回避する交通場面において，ドライバーと歩行者等（子供，高齢者等を含む交通弱者）の間で行われている意思表示，譲り合い，確認・了承，依頼等のコミュニケーションの現状を，実験車両あるいは定点観測等を利用したドライバー行動計測と道路環境・交通状況計測に基づいて明らかにし，ドライバーと歩行者等との間のコミュニケーション種類，手段，利用状況等に関する基本要件を明らかにし整理する。

・ 実験方法

子課題1と同様に実験車両による方法と定点観測による方法により，ドライバーと歩行者等交通弱者との間のコミュニケーションを抽出する。また定量的データについては，テストコース内で，例えば車両挙動を各種条件で統制し，歩行者である実験参加者の横断判断を計測するなどして求める。

・交通場面

コンフリクトや接触を回避する交通場面に関するケーススタディの例として、無信号横断歩道における車両-歩行者の譲り合い・意思表示の場面、無信号交差点における車両-歩行者の譲り合い・意思表示の場面などが挙げられるが、自動運転車と歩行者等との間で重要と考えられるコミュニケーションが観測可能と考えられる場合には、必要に応じて、ケーススタディの対象を追加あるいは変更することができるものとする。

・観測・分析対象

- 種類；意思表示，譲り合い，確認・了承，依頼など
- 手段；灯火器等の既存HMI（ウィンカ，ヘッドライトなど），車両挙動（必要以上の低減速度，低速度，かなり手前での停車など），ドライバーの表情・身振り（手振り，身振り，アイコンタクトなど）
- 計測；定量的な要素（距離，速度，タイミング等），定性的な要素（ドライバー依存のもの，道路環境・交通状況，天候，地域，時間帯，車両側の連携状況等）

・その他想定されるコミュニケーションの特徴の抽出

- 地域に依存したコミュニケーション方法の特徴
ドライバーと歩行者等との間のコミュニケーション手段や手続き，また同じ手段による意味が地域により異なる可能性がある。
- 歩行者属性等の違いによるコミュニケーションの特徴
子供や高齢者の他，視覚障害者や聴覚障害者などの交通弱者の属性によって，ドライバーとのコミュニケーション手段や手続きが異なる可能性がある。特にこれらの交通弱者からの意思表示や確認・了承等の歩行者優先に配慮したコミュニケーションに留意する。
- コミュニケーションにおける競合・修復
ドライバーと歩行者等交通弱者との間でコミュニケーションの競合(主張の競合)が生じる状況や特徴，コミュニケーションが成立しない場合の修復方法などに留意する。

■ 子課題 3

自動運転車であることを周囲に表明するID表示が周囲の交通参加者に与える影響を明らかにし、表示の基本要件を抽出する。 ※企業との連携が必要

【想定される研究・開発構想】

自動運転車の表明（ID表示）は、人対人のコミュニケーションの基盤である共通理解（Shared information）に相当する。この共通理解と車両挙動や灯火器などによるノンバーバルコミュニケーションが統合されたときに、周囲のドライバーや歩行者などに、自動運転車により正確な意図の伝達が可能となることが考えられる。実験によりID表示の有効性検証と表示設計の基本要件抽出を行う。

・ 実験方法

実験車両を自動運転車に見立て、試作したID表示を搭載して公道を走行し、他の交通参加者（先行車両、後続車両、歩行者等）の行動に与える影響を明らかにする。また必要に応じてDS実験やテストコースでの実験を通じて、ID表示の基本設計要件を抽出する。

・ 交通場面

自動運転車に対する他の交通参加者の行動変容等が考えられる道路環境、交通場面に関するケーススタディの例として、直線道路や複数車線道路等での車群走行、交差点等での連携走行などが挙げられるが、他の交通参加者への影響が重要であると考えられる場合には、必要に応じて、ケーススタディの対象を追加あるいは変更することができるものとする。

・ ID表示の試作検討項目

- 感覚モダリティ；視覚，聴覚
- コンテンツ；文字コンテンツや旗等，発光体や音響，大型センサ等（以上関係機関の行動走行の承認が得られる範囲内，それ以外は台上実験もしくは試験走路実験）
- 計測；定量的な要素（主に他の交通参加者に関する距離，速度，タイミング等），定性的な要素（道路環境・交通状況，天候，地域，時間帯，他の交通参加者側の動作状況等）

・ その他想定される結果への影響因子

- 地域性
- ドライバーや歩行者の属性（子供や高齢者，視覚障害者や聴覚障害者などの交通弱者を含む）

■ 子課題 4

自動運転車と周囲のドライバーとの間のコミュニケーションのための外向けHMI（通信を含む）を自動運転車に実装し検証する。 ※企業との連携が必要

【想定される研究・開発構想】

自動運転車と周囲のドライバー間のコミュニケーション方法の基本要件（子課題 1）に基づいて外向けHMIを試作，自動運転車に実装し，テストコース，公道での実験を通じてその有効性を検証する。通信を用いた方法もコミュニケーション手段の一つとして検証する。また自動運転中のドライバー挙動（例えば何らかのサブタスクに対する挙動）に対する周囲のドライバーの誤解や不理解も検討項目に含める。

■ 子課題 5

自動運転車と歩行者等との間のコミュニケーションのための外向けHMI（通信を含む）を自動運転車に実装し検証する。 ※企業との連携が必要

【想定される研究・開発構想】

自動運転車と歩行者等との間のコミュニケーション方法の基本要件（子課題2）に基づいてHMIを試作，自動運転車に実装し，テストコース，公道での実験を通じてその有効性を検証する。通信を用いた方法もコミュニケーション手段の一つとして検証する。また自動運転中のドライバー挙動（例えば何らかのサブタスクに対する挙動）に対する周囲の歩行者等の誤解や不理解も検討項目に含める。

■ 子課題 6

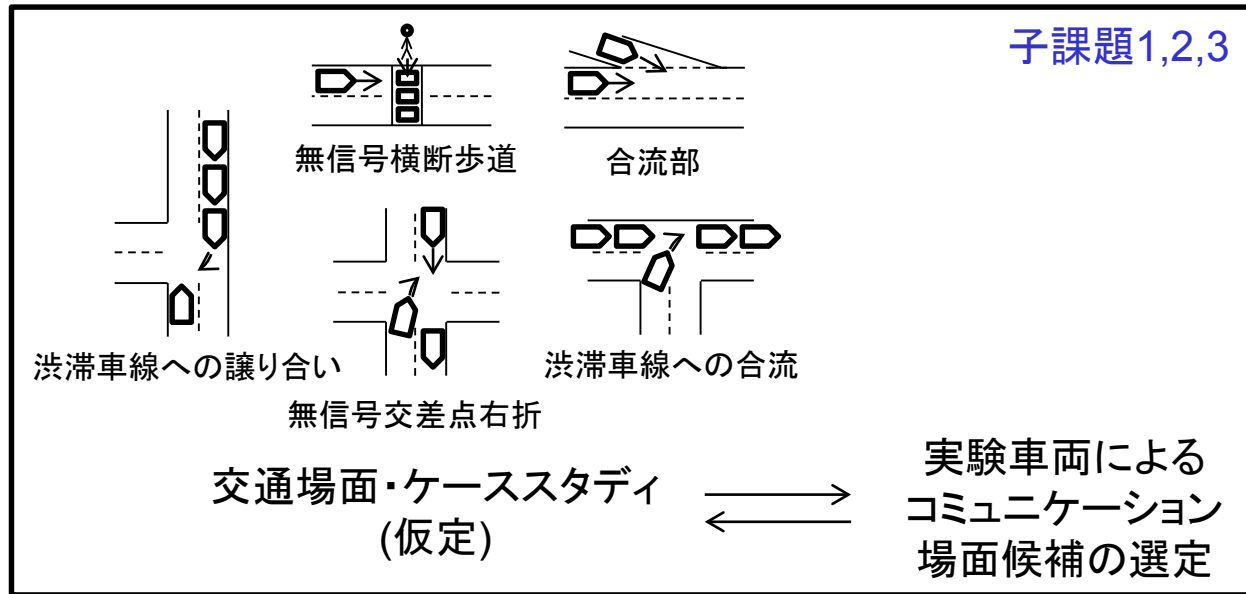
ID表示（通信を含む）を自動運転車に実装し検証する。 ※企業との連携が必要。

【想定される研究・開発構想】

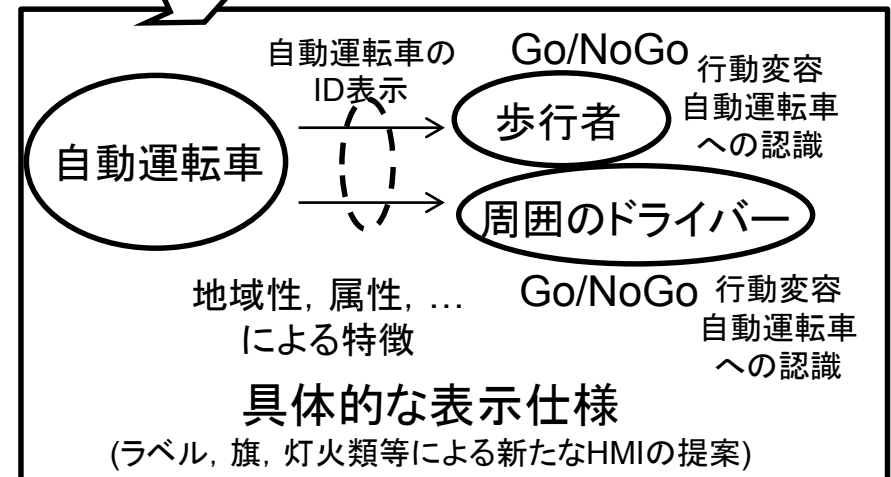
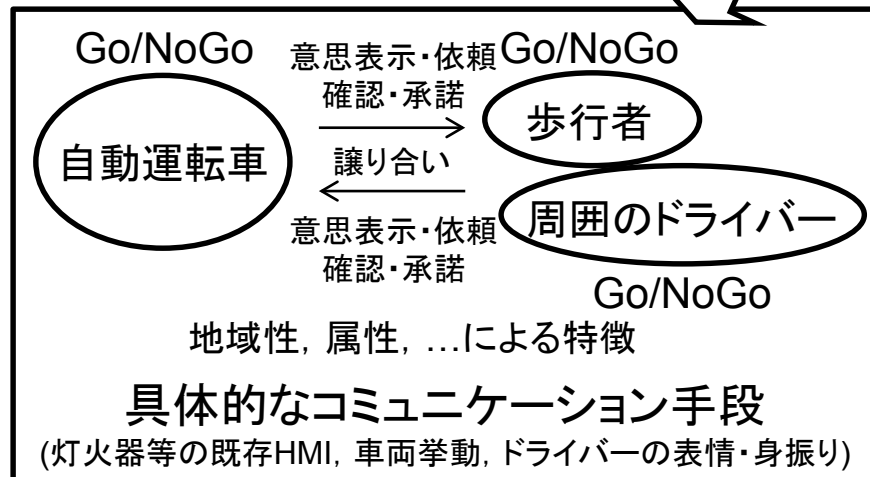
ID表示の基本要件に基づいて表示を試作，自動運転車に実装し，テストコース，公道での実験を通じてその有効性を検証する。通信を用いた方法（IDのブロードキャスティング）も表示手段の一つとし検証項目に含める。

※留意事項

子課題4, 5, 6において，現行道交法の範囲を超えて外向けHMIおよびID表示を試作搭載する場合には（e.g. 灯火器のコミュニケーション利用），公道実験の前に十分なリードタイムを持って国交省や警察庁と実験許可の交渉・申請をする必要がある。



実験車, 定点観測によるドライバ行動計測・他の交通参加者の行動計測

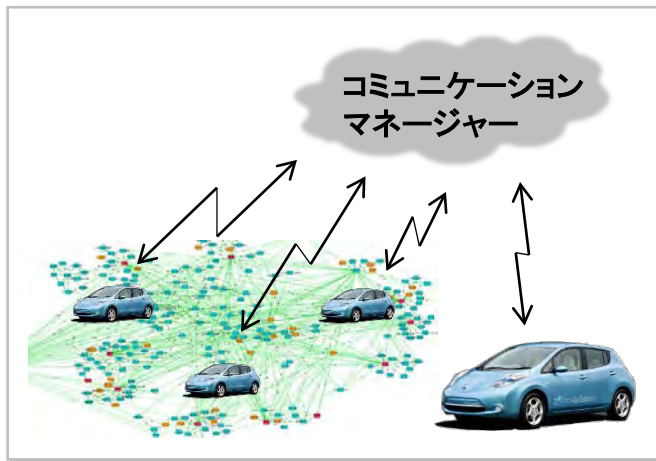


台上実験, 試験走路実験, DS実験によるHMI基本要件の抽出・検証
自動運転車とのコミュニケーションのための外向けHMI, 自動運転車を表明するためのID表示の基本要件

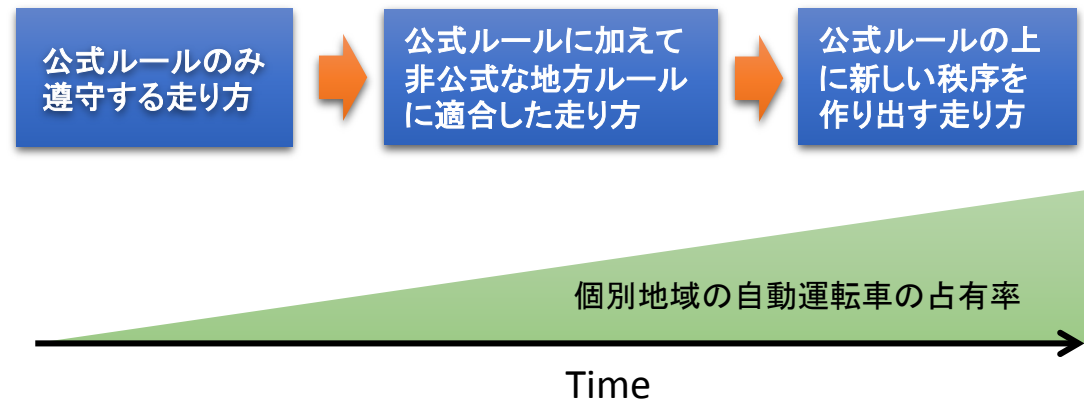
自動走行実証実験

■ 将来ビジョン； Connected Automated Vehicleの将来像

前記の“その他の課題2(P23)”において、自動運転車をクラウドに接続することにより、世界中のあらゆる地域の非公式ルールに個別適合した車両挙動を実現する可能性を示した。その後の将来に各地域での自動運転車の占有率が上昇した場合には、その地域にとって最適なルールで多くの自動運転車を走らせることにより、各地域ごとに一般車も含めた新しい秩序を作り出すことができると考えられる。例えば新興国での交通秩序を理想的なものに変えたり、高齢ドライバーや歩行者のような交通弱者を、周囲の複数の自動運転車がチームワークを持って守るような走り方を新しいルールとして社会実装可能と考えている。これについては、さらに輪を広げて議論を継続してゆくことが必要。



Connected Automated Vehicleとクラウド上のコミュニケーションマネージャー



Connected Automated Vehicleの進化