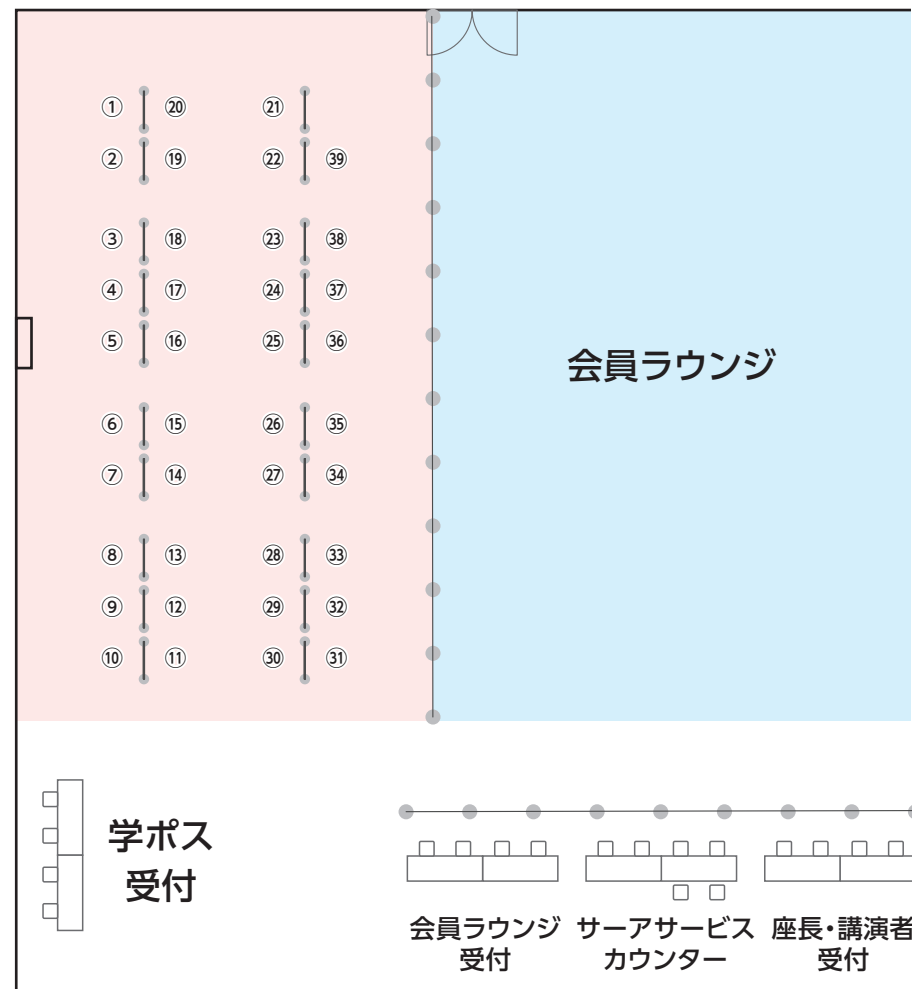
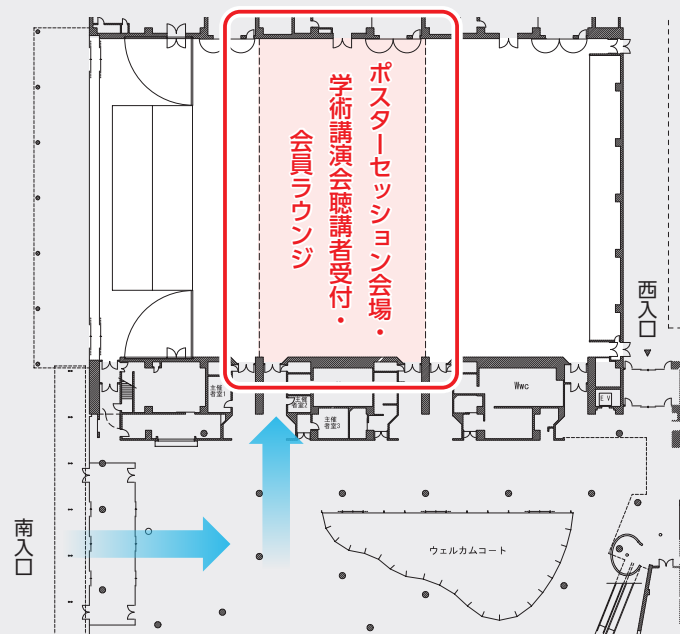


● 発表ポスター配置図



● 札幌コンベンションセンター 1F 大ホール付近図



学生のアイデアが
未来社会を
デザインする

公益社団法人自動車技術会主催

2026年秋季大会

第12回

学生ポスター
セッション

ポスター発表を通じた学生同士、エンジニア・研究者
企業との交流の場・機会を提供します。

日頃の取組、研究内容をポスターにまとめ、発表(プレゼンテーション)していただきます。

開催日時

2026年10月14日(水)～16日(金)

会場

札幌コンベンションセンター(札幌市白石区)

参加資格

高専生から大学院生

対象および内容

自動車、モビリティに関連する技術、アイデアなど所属先での研究に加え、サークル活動、個人的な取り組みも対象とします。発表内容の未発、既発は問いません。

優れた発表には
優秀賞を授与
いたします。

企業スポンサー



NISSAN



PROSPIRA



ポスター発表一覧（本冊子に掲載の内容はポスター発表の「概要」です。）

No	発表分野	発表テーマ	所属・発表者名	所属研究室／指導教員
1	熱機関	希薄予混合圧縮着火燃焼領域を広げるプレチャンバ火炎の効果	加賀政宗 琉球大学大学院理工学研究科工学専攻1年次	内燃機関工学研究室 若井謙介先生
2	熱機関	多種燃料における排気性能改善	栗田健聖 愛知工業大学大学院工学研究科1年	動力システム工学研究室 西島義明先生
3	熱機関	高圧噴射における多種燃料の噴霧特性解析	大西凌馬 愛知工業大学大学院機械工学専攻大学院1年	動力システム工学研究室 西島義明先生
4	振動・騒音・乗り心地	フレームストラドリングを用いた転動タイヤの速度場計測	三輪浩太郎 高知工科大学システム工学群知能機械工学専攻4年	振動工学研究室 加藤由幹先生
5	振動・騒音・乗り心地	圧縮センシング DIC を用いた回転時のタイヤ振動計測	松村晃汰 高知工科大学システム工学群機械系知能機械工学専攻4年	振動工学研究室 加藤由幹先生
6	振動・騒音・乗り心地	圧縮センシングを用いたランダム加振試験における全視野振動計測手法の開発	谷澤光心 高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻1年	振動工学研究室 加藤由幹先生
7	振動・騒音・乗り心地	HVにおけるラトルノイズの実験的及び解析的検証	宮本大輔（共同発表者：山下晃太郎, 中村太亮, 鎌田将） 大分大学大学院 / 鹿児島大学大学院理工学研究科理工学専攻 / 理工学研究科工学専攻 M2, (共同発表者は M1, M2, M1)	機械力学研究室 / 松崎研究室 劉孝宏先生, 中江貴志先生 / 松崎健一郎先生
8	振動・騒音・乗り心地	広域・非定常音響現象のためのマルチフィジックス同時計測・可視化システムの研究	竹原大翔 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 1年	寺島修研究室 寺島修先生
9	振動・騒音・乗り心地	表面微細構造によるダクト曲がり部における境界層制御と空力騒音低減	野村俊平 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 / エネルギー工学専攻・エネルギー変換領域1年	寺島研究室 寺島修先生
10	振動・騒音・乗り心地	磁気粘弾性エラストマを用いた半能動振動制御による自動車 NVH 性能向上の検討	祖父江祐太 岐阜大学大学院自然科学技術研究科エネルギー工学専攻エネルギー変換領域修士課程2年	寺島研究室 寺島修先生
11	安全	運転適正状態からの逸脱検知に基づく運転中動作分類手法の検討	黒川翔平 豊橋技術科学大学大学院機械工学専攻博士前期課程2年	計測システム研究室 高山弘太郎先生
12	安全	手首装着型加速度センサにおける車両振動伝播特性の解析	佐渡山颯太 豊橋技術科学大学工学研究院機械工学専攻修士2年	計測システム研究室 高山弘太郎先生
13	安全	交通事故車両画像を用いた Delta-V と車両前面損傷変形の予測	趙奕卓 日本大学工学部機械工学専攻 M 2	バイオメカニクス研究室 西本哲也先生
14	安全	電動キックボードの安全性向上に向けた簡易出力測定装置の改良	山崎脩晟 静岡理工科大学理工学部機械工学科3年	野崎孝志先生
15	安全	人体モデルへの適用を目的とした代替動物内臓器の力学特性に関する研究	張澤世 日本大学大学院工学研究科機械工学専攻修士一年	バイオメカニクス研究室 西本哲也先生
16	安全	衝突回避加速度を用いた対歩行者シナリオにおける自動運転の安全性評価	森優介 東京農工大学大学院工学府 / 機械システム工学専攻修士二年	ボンサトーン研究室 ボンサトーン・ラクシンチャランサク先生
17	安全	歩行者および自転車追いつ抜き時における安全運転診断アルゴリズムに関する研究	安永大輝 東京農工大学大学院工学府産業技術専攻2年	ボンサトーン研究室 ボンサトーンラクシンチャランサク先生
18	安全	GPU を用いた非線形構造解析	平井楓真 山梨大学大学院医工農学総合教育部工学専攻機械工学コース修士課程2年	岡澤・杉山研究室 岡澤重信先生・杉山裕文先生
19	安全	生成 AI による形状補間を用いた構造解析モデル生成の基礎検討	高橋玄武 山梨大学大学院医工農学総合教育部 工学専攻 機械工学コース修士課程2年	岡澤・杉山研究室 岡澤重信先生・杉山裕文先生
20	安全	否定的な感情が運転行動へ及ぼす影響の解明と運転者の状態に応じた支援に関する研究	田口華梨 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 知能理工学専攻 知能情報学領域2年	アレックス研究室 カルバヨアレックサンダー先生
21	人間工学	自動車急制動時における乗員の着座姿勢変化と身体的特性の関係	齋藤友陽 新潟大学大学院自然科学研究科 電気情報工学専攻 人間支援科学コース2年	村山研究室 村山敏夫先生

No	発表分野	発表テーマ	所属・発表者名	所属研究室／指導教員
22	人間工学	若年ドライバにおける運転中のマルチタスク遂行の影響とその個人差	江藤健士朗 京都工芸繊維大学工芸科学部設計工学域情報工学課程4年	認知行動科学研究室 西崎友規子先生
23	人間工学	「相棒」と感じられる車両の実現に向けた探索的検討ー車と馬との関係形成過程に着目してー	研谷彩花 京都工芸繊維大学大学院情報工学専攻2年	認知行動科学研究室 西崎友規子先生
24	人間工学	左右の耳・音楽のテンポによる運転タスクへの影響	NURFATIN SHAHIRAH BINTI ZULKIFLI 新潟大学大学院自然科学研究科電気情報専攻人間支援科学コース2年	村山研究室 村山研究室先生
25	人間工学	複数の生理指標を用いたドライバ覚醒度推定手法に関する研究ーCNNとTransformerを用いた深層学習モデルの推定精度および説明可能性の検討ー	小椋優太 神奈川工科大学大学院工学研究科 ロボット・メカトロニクスシステム専攻2年次	高尾人間工学研究室 高尾秀伸先生
26	人間工学	触覚と聴覚のクロスモーダル効果を用いたタッチパネル型ユーザインタフェースの検討	秋山功匠 東京都立産業技術高等専門学校専攻科・創造工学専攻・機械工学コース2年	人間工学研究室 古屋友和先生
27	人間工学	交通空白地域におけるデマンド交通の停留所環境の現状分析と改善	吉谷隼摩 東京都立産業技術高等専門学校荒川キャンパス専攻科創造工学専攻2年	古屋研究室 古屋友和先生
28	熱・流体	マイクロ遠心ファンの性能に関する研究ー舌部形状の違いが性能特性に及ぼす影響についてー	醍醐和希 法政大学大学院理工学研究科 / 機械工学専攻修士二年	流体機械研究室 平野利幸先生
29	熱・流体	ターボチャージャー用遠心圧縮機の性能に関する研究ー吹込みノズルの先端形状の違いが性能に及ぼす影響ー	岡田尚 法政大学大学院理工学研究科・機械工学専攻2年	流体機械研究室 平野利幸先生
30	熱・流体	グラフニューラルネットワークを用いた自動車用リアウイングの設計手法開発	中村康貴 近畿大学大学院総合理工学研究科・メカニクス系工学専攻2年	機械機能設計研究室 梶原伸治先生
31	環境・エネルギー・資源	車載用全固体電池搭載を目指した正極活物質の超高容量化を目指した有機構造の検討	中島悠太 米子工業高等専門学校総合工学科 化学・バイオコース5年	有機材料研究室 谷藤尚貴先生
32	環境・エネルギー・資源	パリ協定に基づく小型電気トラック走行の LCA 予測	氏家優凜 関東学院大学人間共生学部・共生デザイン学科4年	環境資源学研究室 佐野慶一郎先生
33	エレクトロニクス及び制御	力覚ナッジと安全フィルタの二段構成による運転技能向上支援	森田莉菜 慶應義塾大学大学院理工学研究科先端数物科学専攻修士1年	井上研究室 井上正樹先生
34	エレクトロニクス及び制御	交通流安定化のための階層型運転支援システム	入江颯 慶應義塾大学大学院理工学研究科・先端数物科学専攻修士1年	井上研究室 井上正樹先生
35	エレクトロニクス及び制御	Laguerre-MPPI による経路計画	田堀祐介 慶應義塾大学理工学部物理情報工学科4年	井上研究室 井上正樹先生
36	情報・通信及び知能化	自動運転におけるワールドモデルの予測品質がVLAの軌道生成に与える影響の評価	高倉圭太郎 岐阜大学大学院知能情報学領域・知能理工学専攻1年	アレックス研究室 カルバヨアレックサンダー先生
37	ソフトウェアとその要素技術	RCカー飛び出しシナリオにおけるイベントカメラおよび人間の危険反応時間比較評価に関する研究	田中新太 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 知能理工学専攻 知能情報学領域2年	アレックス研究室 カルバヨアレックサンダー先生
38	ソフトウェアとその要素技術	シミュレータ走行を用いた生成 HD マップの評価システムの構築	林隼人 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 / 知能理工学専攻2年	アレックス研究室 カルバヨアレックサンダー先生
39	その他のモビリティ	シミュレータを用いた VLA 向け運転判断理由データ生成パイプラインの構築	浜田義正 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 / 知能理工学専攻2年	アレックス研究室 カルバヨアレックサンダー先生

学生によるポスター発表や研究へのアドバイスをお願いいたします！

また、優れていると思うポスター発表について、投票をお願いいたします。
投票用紙はセッション会場内で配布いたします。

企画 教育会議学生生活動企画委員会
事務局：g_student@jsae.or.jp

本冊子に掲載の発表概要の著作権は発表者に帰属します。
発表者の許可なく複製、配布等は禁止といたします。

希薄予混合圧縮着火燃焼領域を拡げるプレチャンバ火炎の効果

当研究室では、希薄予混合燃焼の安定性向上に向け、燃料噴射時期および噴射期間を変化させ、時間的・空間的な混合気形成過程を制御する手法および、形成された混合気の反応性を制御するため、物性および自己着火性の異なる合成燃料や異種燃料の組合せについて検討を行ってきた。

本研究では、より希薄な予混合気への安定的な着火と燃焼の制御性を向上するため、実験用単気筒機関の延長シリンダ側面にプレチャンバを設置した。プレチャンバ内で早期に形成した火炎を単一連絡孔から主燃焼室上方へ水平方向に噴出させることで、あらかじめポート噴射した燃料の混合気形成過程と、主燃焼室における圧縮着火時の反応促進を図ることで希薄予混合圧縮着火領域での希薄限界の向上と平均有効圧力の増加を目指す。

供試機関の行程容積は 277cc、プレチャンバ容積は 2.77cc であり、両燃焼室は直径 2mm の連絡孔で接続されている。ポート噴射側、プレチャンバ側の両供試燃料には、ジメチルエーテル (DME)、GTL およびメタノールなど、燃料物性の異なる複数の燃料を用いた。燃料噴射時期、噴射期間および火花点火時期を変化させ、機関特性への影響を調査した。

はじめに、プレチャンバから主燃焼室へ噴出する火炎の形成過程を把握するため、模擬燃焼室から噴射する火炎のシュリーレン可視化観察を行った。プレチャンバには直噴インジェクタと点火プラグを設け、噴射時期、噴射期間および火花点火時期を独立して変化させた。得られた画像から、火炎噴流の先端到達距離および投影面積を解析し、燃料供給条件が火炎噴流の巨視的特性に与える影響を検討した。

実機試験では、まず自己着火性に優れる DME を吸気ポートから供給し、補助燃料を用いずに機関回転を維持できる自立運転条件と、希薄限界での運転条件を調査した。次に、プレチャンバへの燃料噴射を行わず、内部へ流入した DME 予混合気に火花点火を加え、ポート噴射のみの場合と比較した。

希薄限界での運転条件から DME、メタノール、GTL と順に燃料を変更しポート噴射、プレチャンバ噴射を行い、DME を用いたポート噴射単独、DME ポート噴射とプレチャンバ点火との組み合わせと比較し、異種燃料分配率、総投入熱量および総合当量比を考慮して機関特性を評価した。

主燃焼室で計測した筒内圧力から、図示平均有効圧力、低温・高温酸化反応の発現時期、燃焼期間および最大圧力上昇率を算出し、これらと機関特性を併せて比較、プレチャンバ火炎と異種燃料の組み合わせによる希薄予混合燃焼の安定性、自立運転限界および負荷運転へ与える影響を調査した。

研究背景

現在

- ・ CNを配慮
- ・ 電動化が加速

課題

- ・ インフラ整備
- ・ 航続距離

今後

- ・ 内燃機関が必要
- ・ 排気性能の改善

Smoke低減メカニズム

燃料噴射高圧化

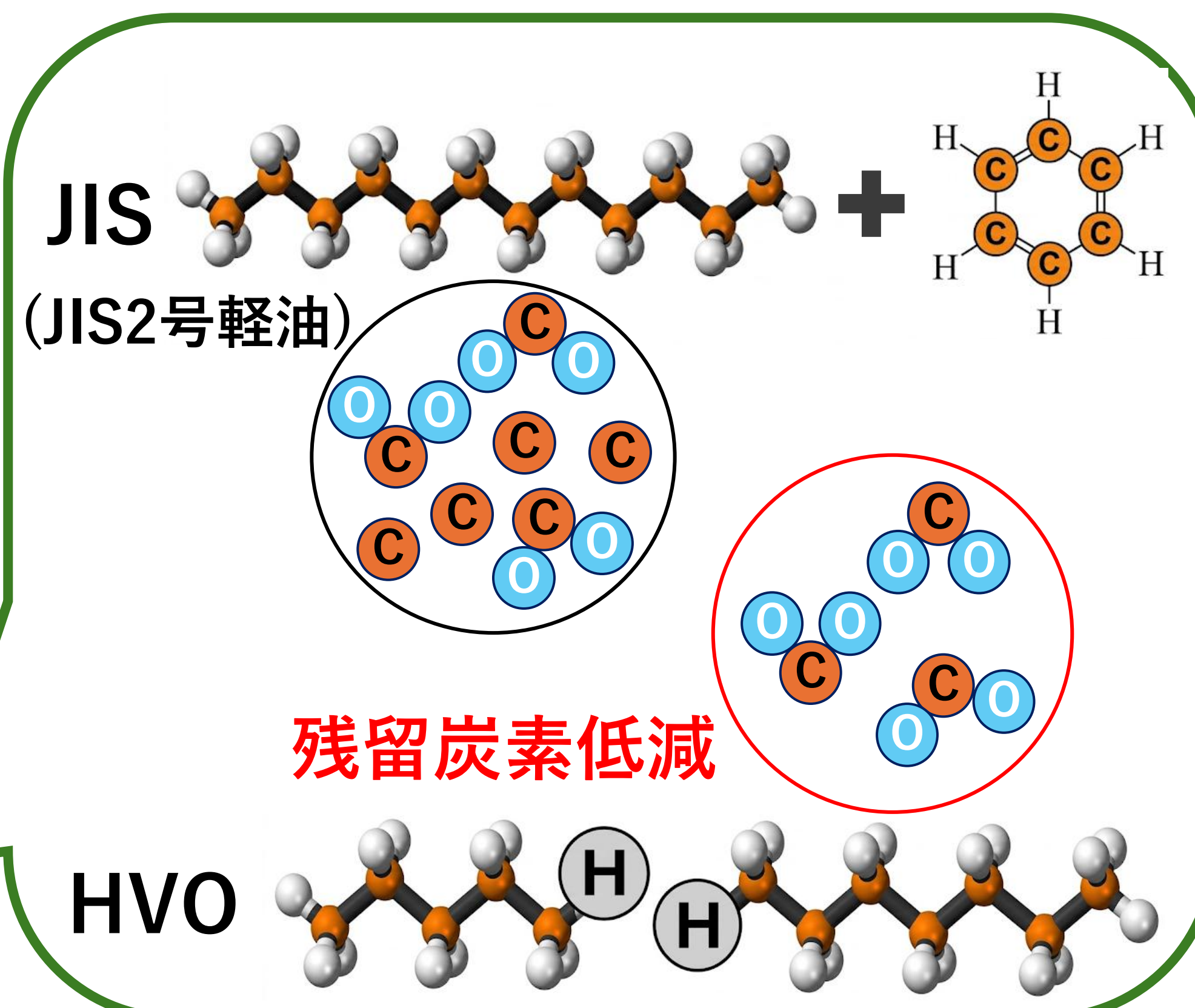
燃料噴射速度増加

運動量増加

微粒化
空気と燃料の
混合促進

Smoke低減

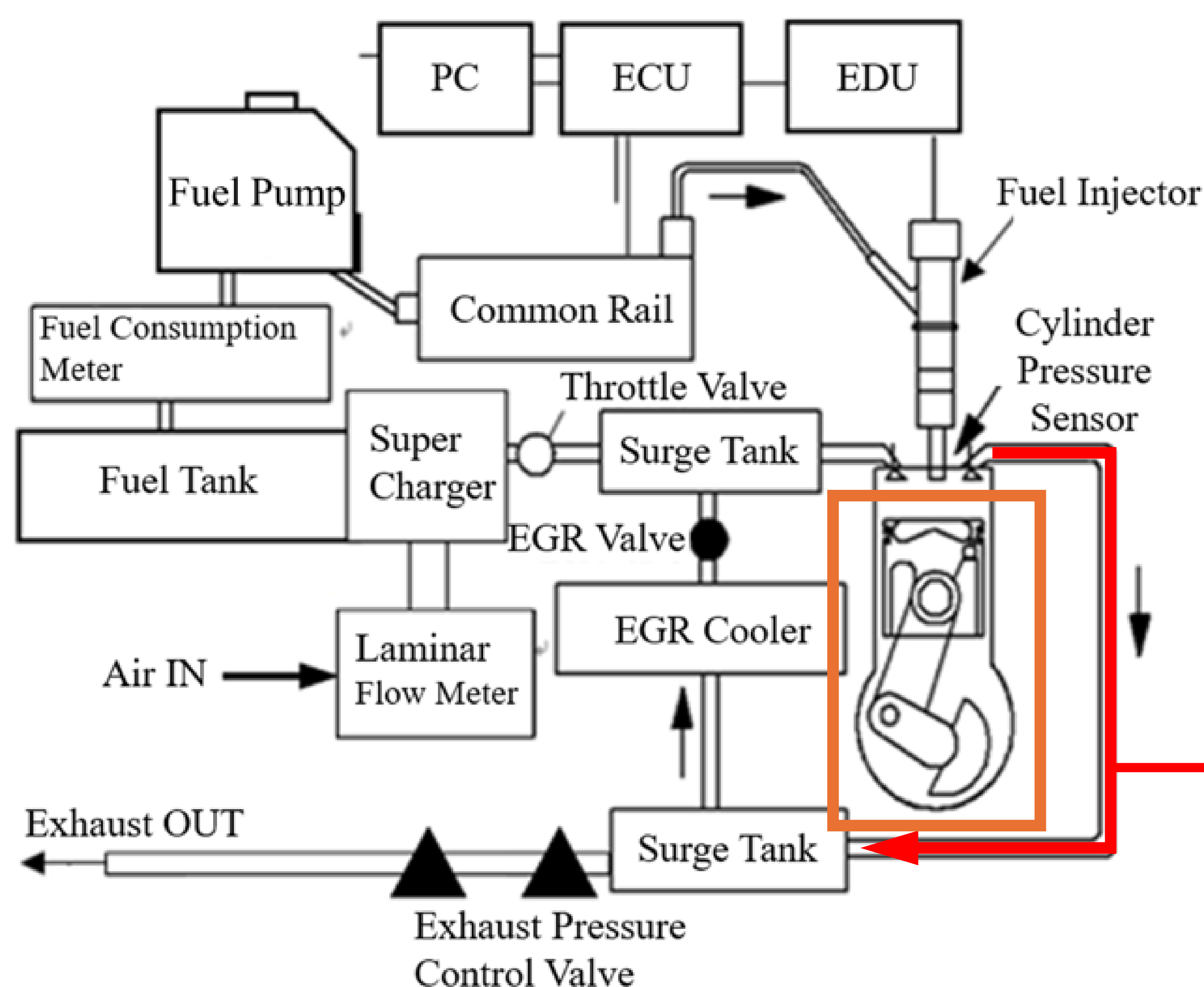
Nozzle



研究目的

炭素含有率の低いバイオ燃料を使用し燃料噴射を高圧化することにより
Smoke排出量が低減することを定量的に確認

実験装置



エンジン諸元

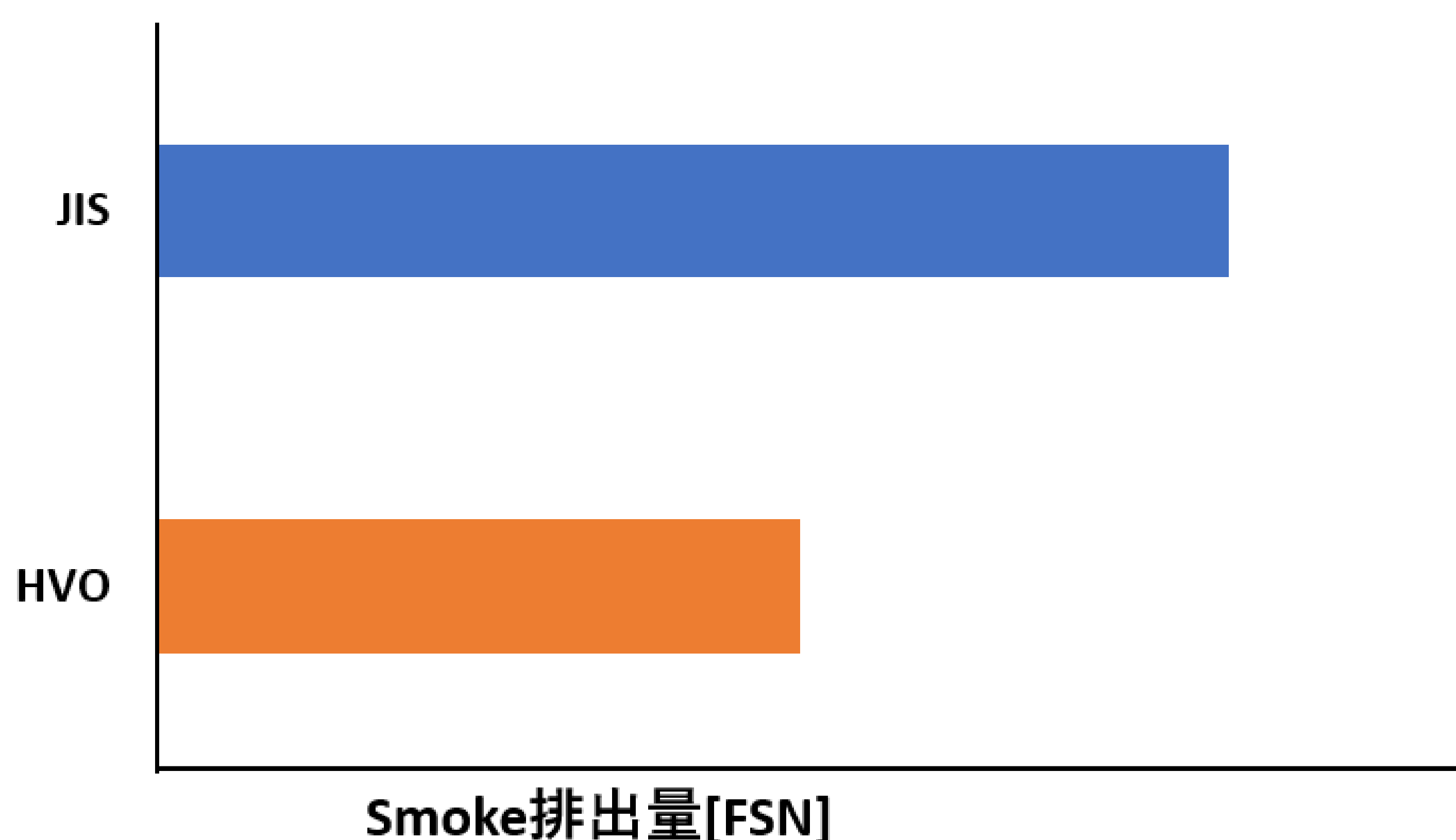
Engine type	4-stroke Single Cylinder Direct Injection Diesel Engine
Bore × Stroke	φ86mm × 96mm
Displacement	559cc
Compression Ratio	15.8
Intake and Exhaust System	Cooled EGR



研究成果

試験条件

Engine Speed [rpm]	1500
Boost Pressure [kPa]	120
Torque [Nm]	30
Injection Pressure [MPa]	200
Fuel [-]	JIS
	HVO



バイオ燃料を使用し高圧化することによってSmoke低減効果がある

研究背景

現在

- ・ CNを配慮
- ・ 電動化が加速

課題

- ・ インフラ整備
- ・ 航続距離

今後

- ・ 内燃機関が必要
- ・ 排気性能の改善

Smoke低減メカニズム

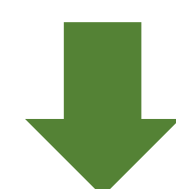
燃料噴射高圧化



燃料噴射速度増加



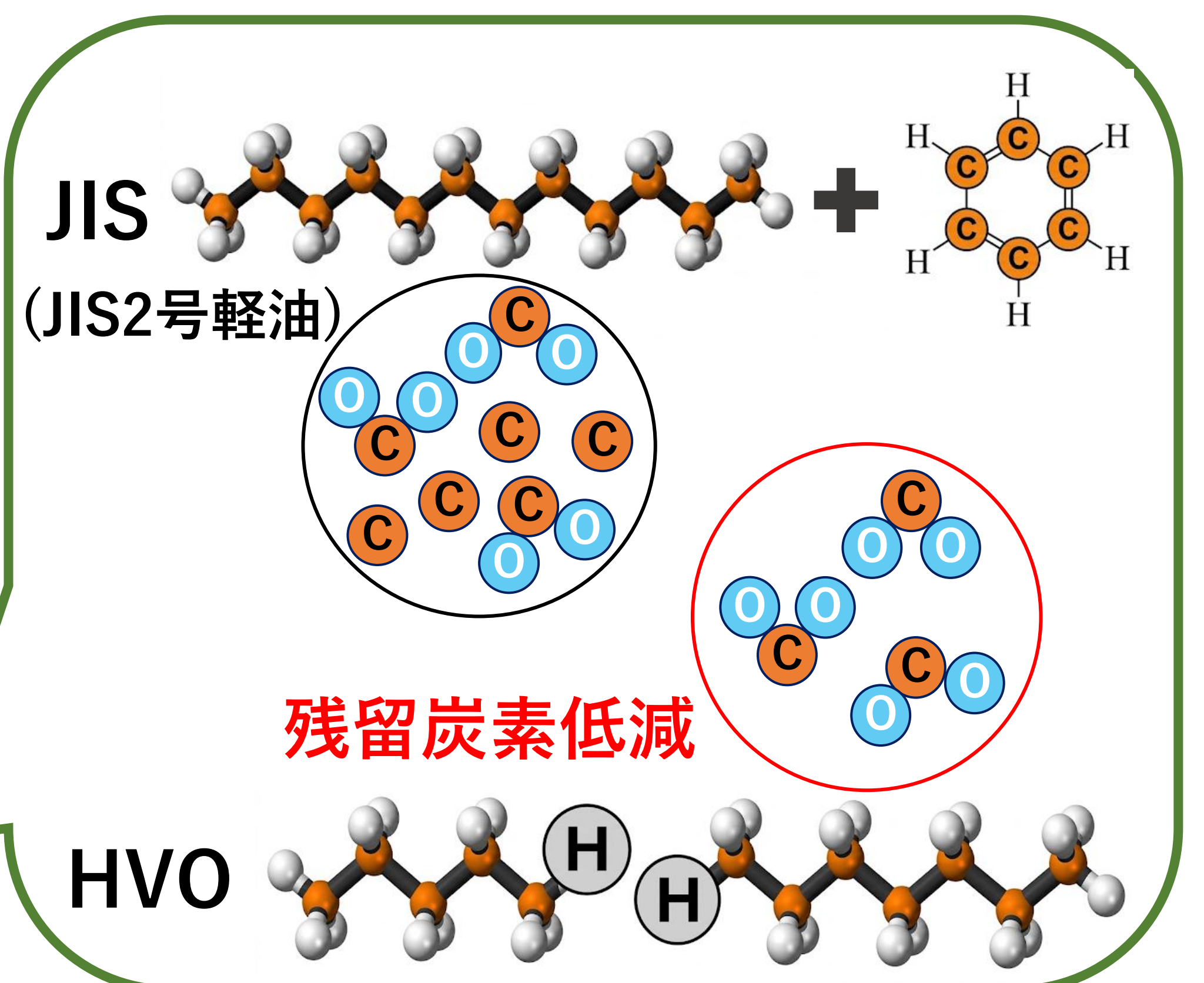
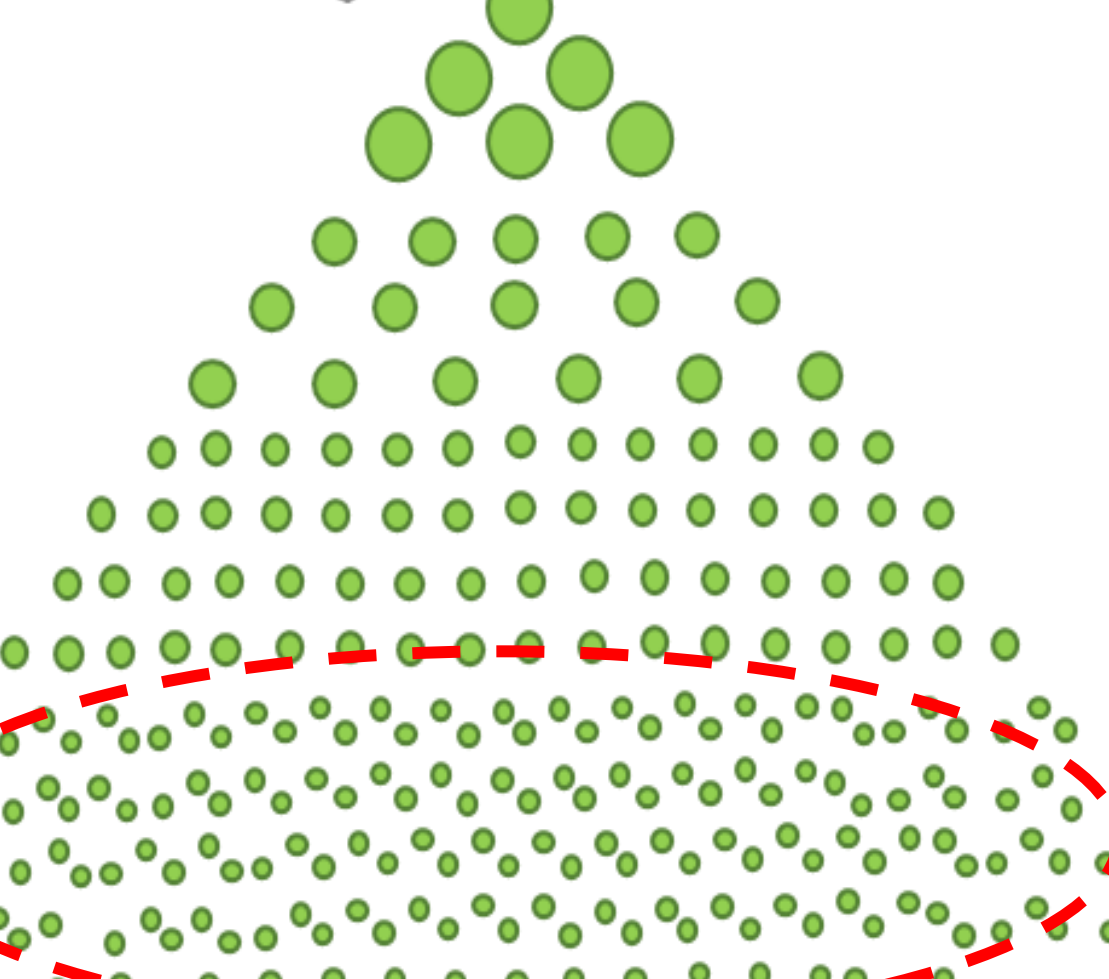
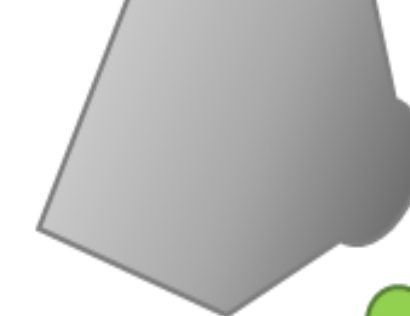
運動量増加



微粒化

空気と燃料の混合促進

Nozzle



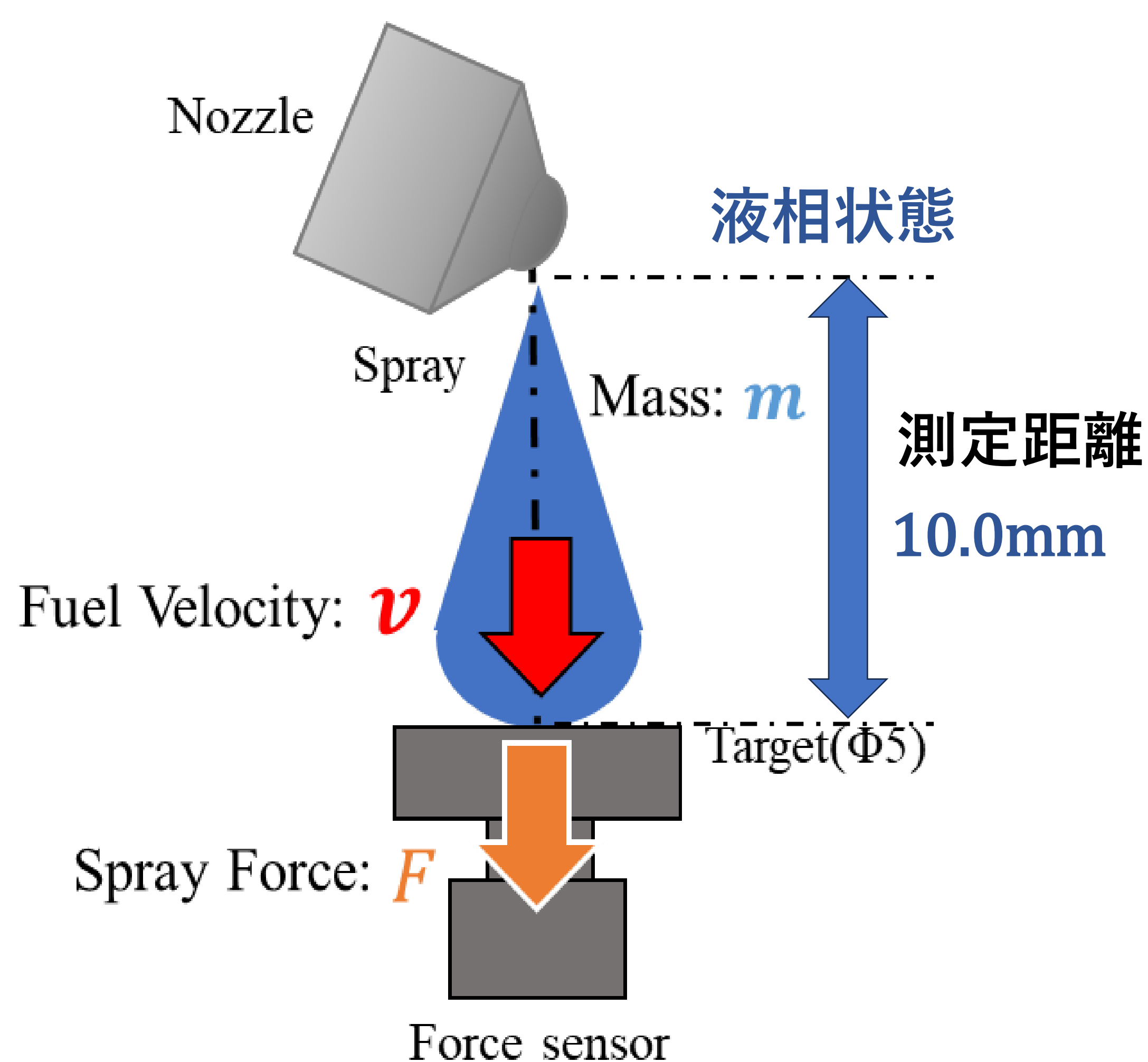
研究目的

燃料物性の違いが圧力から速度エネルギーへの変換プロセスに与える影響を解明するため、複数燃料における燃料噴射速度を測定

測定装置・速度の算出方法

●運動量を一括で有する液相状態にて測定

●直接測定 = カセンサによる運動量測定



運動量理論

$$F\Delta t = mv$$

$$v = \frac{F\Delta t}{m}$$

F : Spray Force [N]
 m : Mass [kg]
 Δt : Injection Period [s]
 v : Fuel Velocity [m/s]

●エネルギー

ベルヌーイの定理

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{constant}$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

●変換遷移時間

ダルシー・ワイズバッハの式

$$\Delta P = \lambda \frac{L}{D} \rho v^2$$

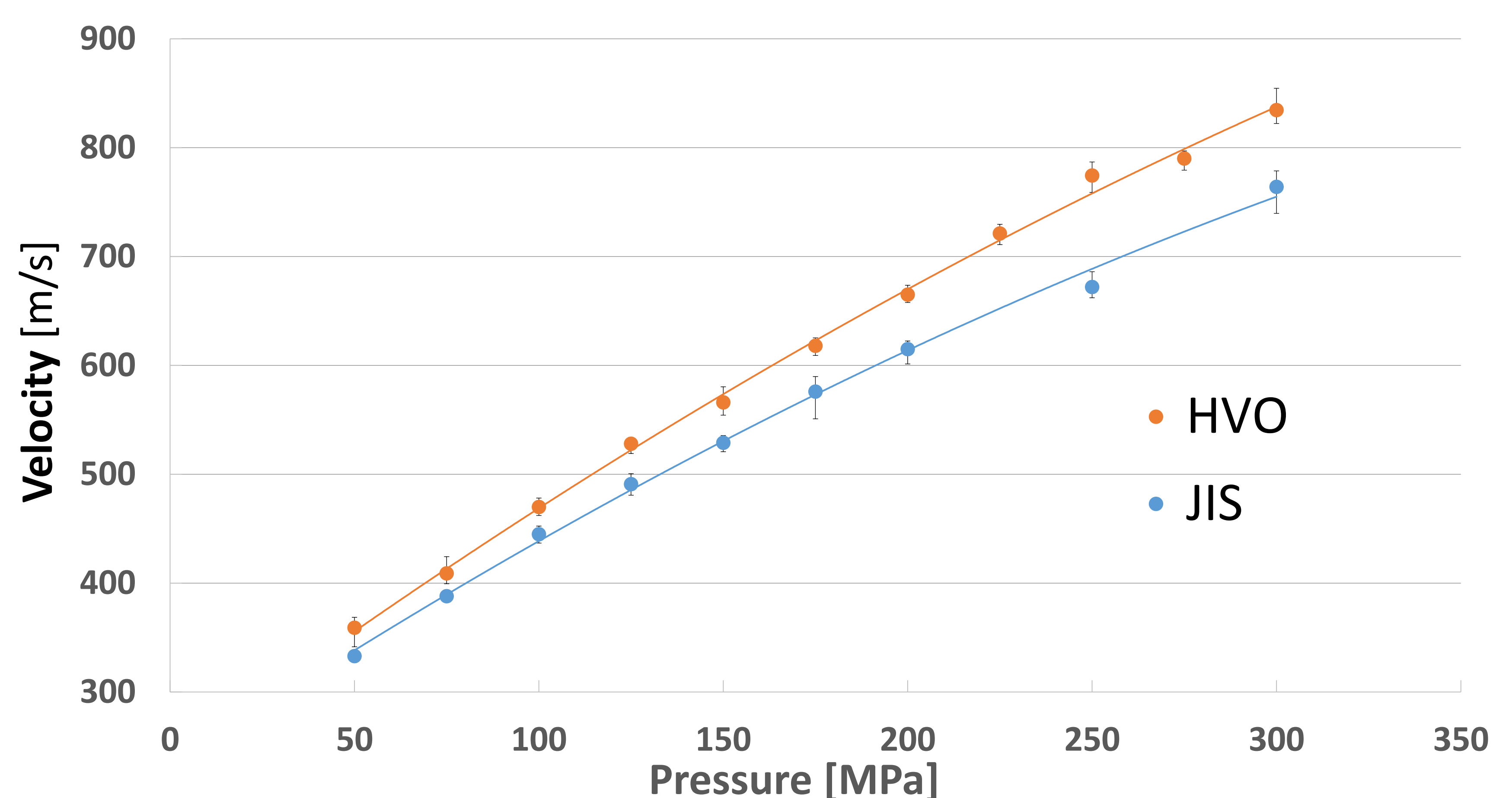
研究成果

インジェクタ諸元

Specification of Injector	Solenoid Type
Nozzle Hole Diameter [mm]	φ0.120
Nozzle Hole Number [-]	1
Corn Angle [°]	153

試験条件

Ambient Pressure [MPa]	0.1
Ambient Temperature [K]	293
Injection Pressure [MPa]	50 - 300
Fuel[-]	JIS HVO
Fuel Temperature[K]	293
Fuel Quantity[mm ³]	(3)



燃料噴射高圧化に伴い燃料噴射速度が増加

全圧力域にてHVOがJISより高い燃料噴射速度

フレームストラドリングを用いた 転動タイヤの速度場計測

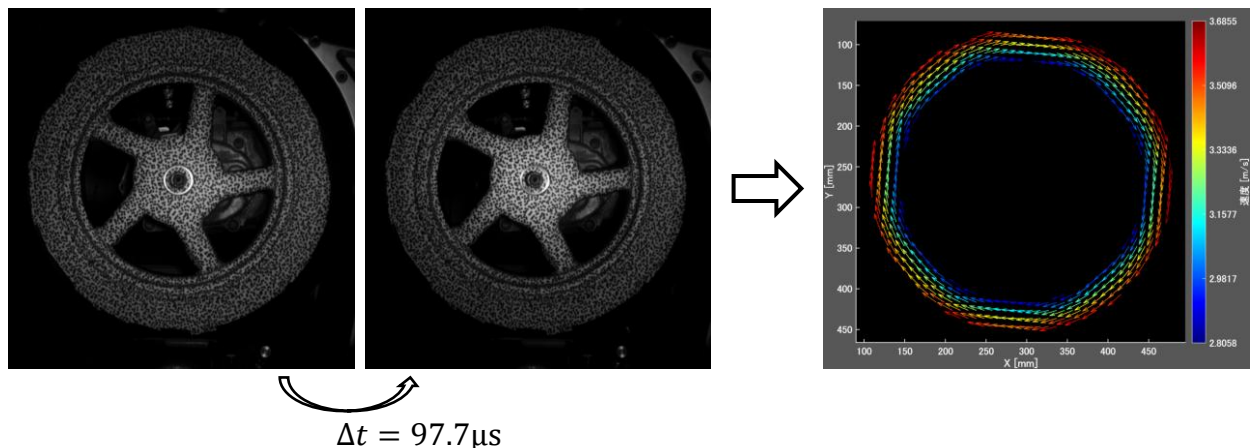
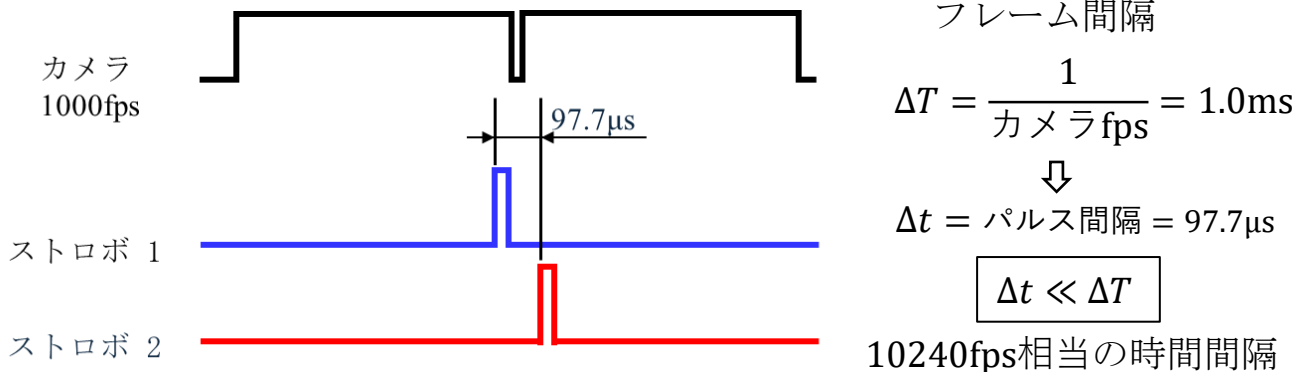
高知工科大学 三輪 浩太郎 加藤 由幹

路面と接触するタイヤの速度変動を計測することは、振動・騒音対策において重要である。回転するタイヤの全視野計測には、非接触で変位を計測できるデジタル画像相関法(DIC)を用いられることが多いが、タイヤ振動を解析するためには、計測した移動メッシュを慣性座標系へ変換する必要がある。

高い撮影速度で撮影することで、変位から速度を直接算出する際に速度誤差や相関低下を抑制することができるが、タイヤ振動の計測に対して必要以上に高い時間分解能となるほか、撮影条件によって空間分解能も低下する。

本発表では、以下に示すように簡易的なフレームストラドリングを用いて短い時間間隔の画像対を取得し、慣性座標系におけるタイヤ面内速度場を直接計測する手法を開発した結果について報告する。

・フレームストラドリング (frame-straddling)



圧縮センシング DIC を用いた

回転時のタイヤ振動計測

高知工科大学 松村 晃汰, 加藤 由幹

本研究では、タイヤの回転状態を可視化することを目的として、圧縮センシング DIC を用いた画像計測手法を検討した。図 1 左下は回転時のタイヤ画像の一例を示す。図に示す通りタイヤにはランダムドットが塗布してあり、これをトラッキングすることで回転速度場を計算する。ただし、速度計測を行うには数千 fps での高速撮影が必要となり、画像分解能の低下やデータ容量の増大が問題となる。そこで本研究では、図 1 上部に示す通り低速高解像度カメラ(6500 万画素)の露光に合わせてストロボ光を照射し、これをランダムなタイムスタンプで繰り返す撮影を行った。この時間情報を圧縮センシングにより復元することで、振動モードとその周波数スペクトルの同定を行った。

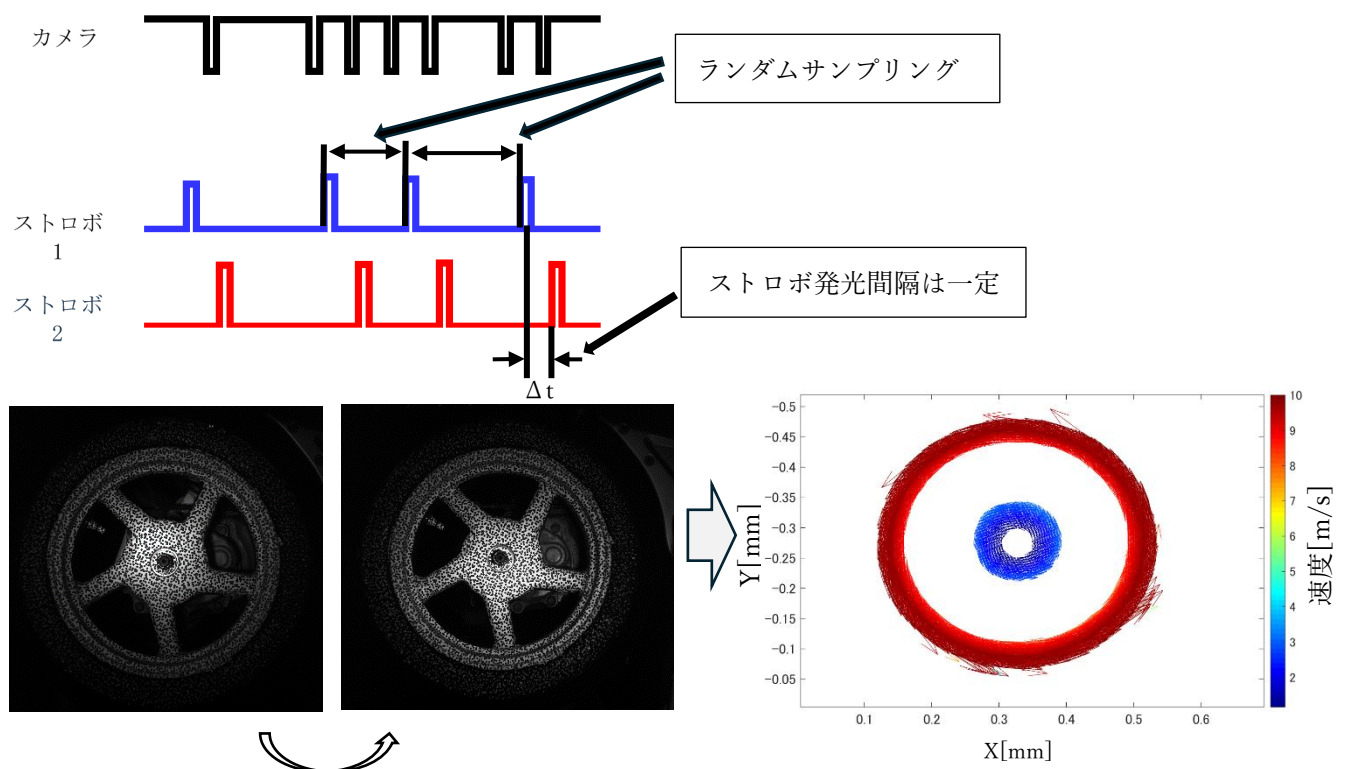


図 1 撮影画像とランダムダブルパルスによる速度場計測

圧縮センシングを用いたランダム加振試験における全視野振動計測手法の開発

谷澤 光心¹, 加藤 由幹¹, 綿引 壮真²

1. 高知工科大学

2. 構造計画研究所

圧縮センシング DIC は、低フレームレート・高解像度カメラを用いて高周波振動を計測するために開発された手法である。本研究では、圧縮センシング DIC に加速度計および力センサを組み合わせることで、ランダム加振下における全視野振動モードおよび周波数応答関数 (FRF) を計測する手法について検討した。図 1 は、ランダム撮影した画像から DIC により求めた変位行列に対して、固有直交分解 (POD) を適用することで抽出した振動モードを示している。得られたモードは MAC 値が 0.86 以上と高い一致度を示し、振動モードが精度よく同定されたことが確認された。図 2 は、圧縮センシングにより復元した中央位置における再構成 FRF を示している。第 5 モードまでの FRF の全体的な形状を捉えることができた。しかし、第 1, 第 4, 第 5 モード付近において一部の乖離が見られた。今後の研究では、再構成 FRF の精度をさらに向上させるため、異なるモデル解析手法について検討する予定である。

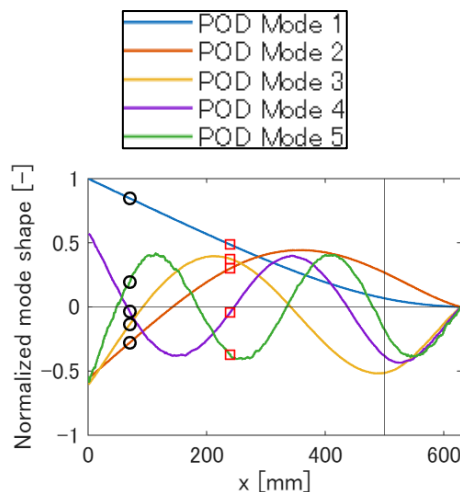


図 1: 振動モード形状

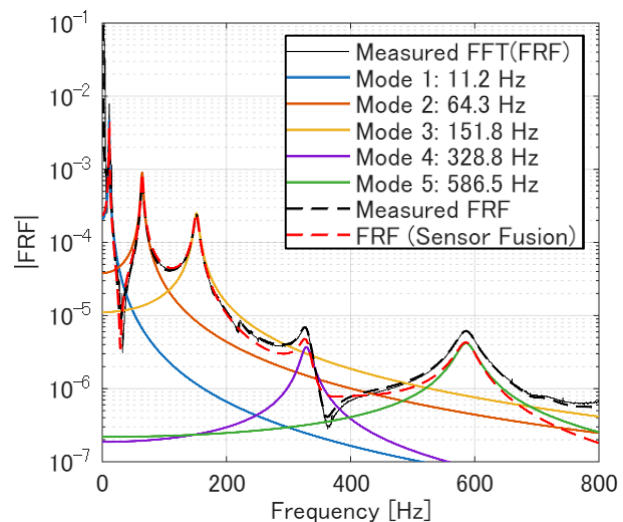


図 2: 再構成した FRF

8 広域・非定常音響現象のための マルチフィジックス同時計測・可視化システムの研究

岐阜大学 竹原 大翔

Gifu University

Hiroto TAKEHARA

Research on a Multiphysics Simultaneous Measurement and Visualization System
for Wide-Area Transient Acoustic Phenomena

Keywords: Noise, Quietness, Sound source search technology, Measurement technology, Fluid induced noise analysis

研究の背景・目的

- 自動車用空調ダクトでは、複雑な流路形状に起因する**非定常流れにより、流体騒音が発生する。**
- 車両の静粛化技術の向上と電動化に伴い、**非定常騒音が顕著化した。**

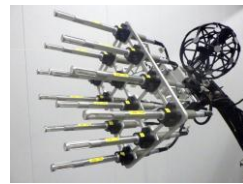


世界初の12-ch 3D-AVSアレイを中核とする
マルチフィジックス同時計測・可視化システム
を構築し、非定常な流体騒音における音響場と
流れ場の関係を時空間的に明らかにする。

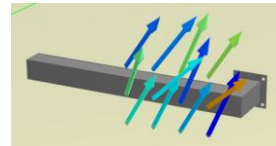
自動車用空調ダクトへの適用

システム概要

- ハードウェア**
12-ch 3D-AVSアレイと各種センサを
同期させ、**音響量、流速および振動**
の**同期計測を実現した。**
- ソフトウェア**
音圧と3次元音響粒子速度ベクトルの瞬時積から、
瞬時音響インテンシティベクトルを算出・可視化した。

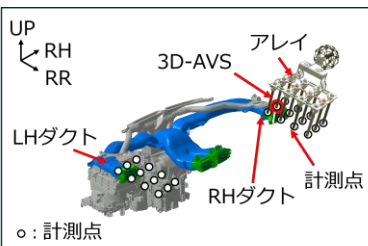


12-ch 3D-AVSアレイ



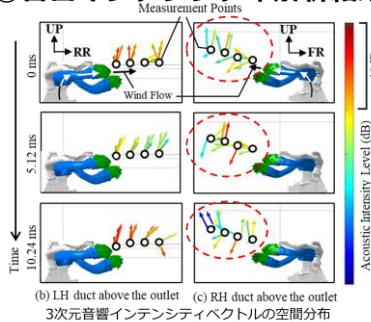
音響インテンシティベクトルの空間分布

①計測対象・計測条件



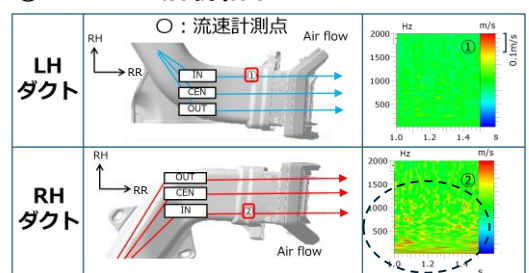
自動車用空調ダクト全体図

②音響インテンシティ解析結果



(b) LH duct above the outlet (c) RH duct above the outlet
3次元音響インテンシティベクトルの空間分布

③Wavelet解析結果

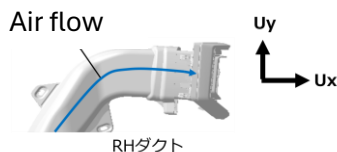
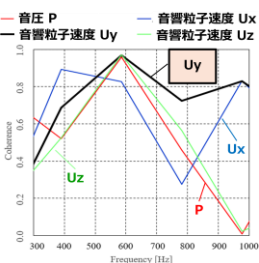


ダクト内側コーナーの流速変動のWavelet解析結果

流体騒音の変動感が確認されたRHダクト側では、
**音響インテンシティベクトルの方向のばらつきが
大きく、時間変動は大きかった。**

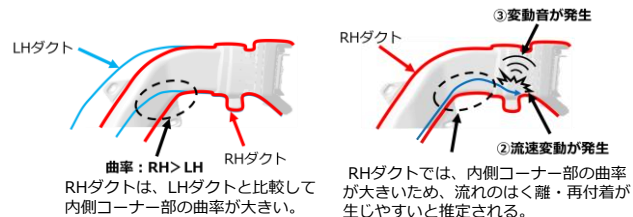
RHダクトの内側コーナーでは、LHダクト側
と比較して**流速変動の時間的なばらつきが
大きかった。**

④RHダクトにおける音響場と流速変動の相関解析結果



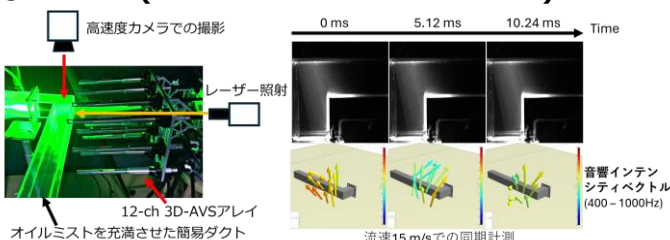
RHダクトでは、Uy方向の音響粒子速度と
流速変動との間に比較的高い相関が認められた。
➡ **流速変動と音響場の関係性が示唆された。**

⑤流体騒音の発生メカニズムに関する考察



②から④の結果とダクトの形状差により、
RHダクトでは、**流れのはく離・再付着に
伴う流速変動が、流体騒音の発生に寄与
している可能性が有る。**

⑥予備検討(PIVと音響粒子速度の同期計測)



流体騒音の発生メカニズムを定量的に評価するため、
**マルチフィジックス同時計測・可視化システムと
PIVとの同期計測に着手した。**

結論・今後の展望

- 複数物理量を多点で同時計測できるシステムを構築した。
- 非定常な音響場の時空間変動を可視化した。
- 自動車用空調ダクトへの適用により、流速変動と音響場との関係性を示し、流体騒音の発生メカニズムを考察した。



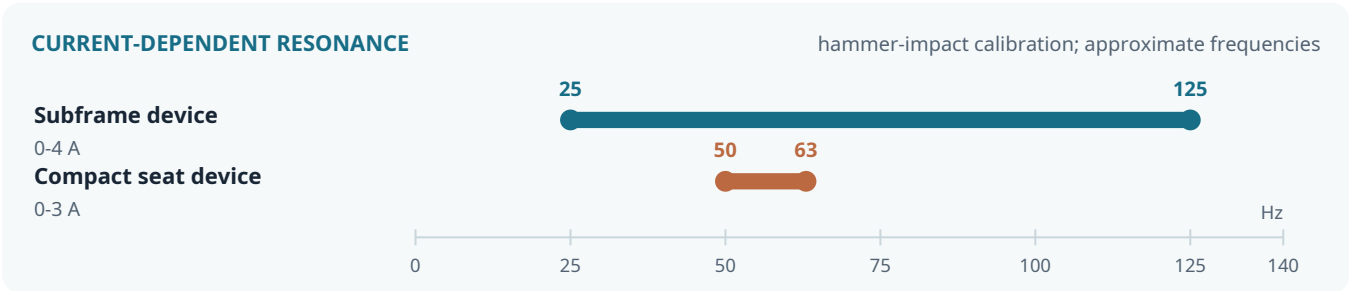
本システムの他のNV計測への展開、高度化およびPIV
との同期精度の向上により、**効率的な静粛性開発への
貢献が期待できる。**

磁気粘弾性エラストマを用いた 半能動振動制御による自動車NVH性能向上の検討

祖父江祐太
岐阜大学 自然科学技術研究科 エネルギー工学専攻 修士2年

Objective and approach

An absorber tuned to one frequency loses effectiveness as operating conditions change. This study evaluates magnetorheological elastomer (MRE) dynamic absorbers on two local automotive noise, vibration, and harshness (NVH) paths: road-induced subframe vibration and engine-induced seat-rail vibration. The movable coil supplies the magnetic field and serves as the absorber mass; its current adjusts MRE stiffness and resonance without commanding a counterforce.



Vehicle experiments

The standard absorber (0.50 kg movable coil) was mounted under a passenger-car subframe; acceleration and driver-ear sound pressure were measured on a rough road at 10, 20, and 30 km/h. The compact resin-housed device (0.20 kg movable coil) was installed at the left-front seat-rail/body joint; vertical acceleration was measured with the vehicle stationary and the engine running. Vehicle speed and engine speed guided current selection. The engine second-order target is $f_2 = N/30$ Hz (N in rpm). Hammer-impact tests provided nonlinear tuning maps; fixed-current spectra characterized each state.

Key observations

Path	Evidence from vehicle tests
Subframe	At 10-30 km/h, an installed 3 A absorber changed acceleration in selected frequency regions; reductions were local, not broadband. Fixed-current tests at 20 km/h (0-4 A) showed that the passive 0 A installation effect and current-dependent tuning both matter.
Cabin sound	Sound-pressure changes at the driver's ear were smaller and less consistent than local subframe changes. Some bands decreased, while others were unchanged or increased; uniform cabin-noise reduction was not established.
Seat rail	At 1500 rpm, the engine second-order component was near 50 Hz. The 2 A state produced a local acceleration reduction relative to the installed 0 A state; the whole spectrum was not reduced.

Interpretation

Both devices changed local vibration in selected frequency bands. The compact design improves fit around the seat rail but offers a narrower tuning range. Repeated controlled runs, transfer-path analysis, transient-current evaluation, and occupant-relevant measurements are needed to establish overall cabin NVH benefits. Transient switching and run-to-run variability have not yet been quantified.

Source: Sobue, Y. et al., *Actuators* **2026**, 15, 442. doi:10.3390/act15080442.

運転適正状態からの逸脱検知に基づく運転中動作分類手法の検討

○黒川 翔平（豊橋技術科学大学），秋月 拓磨（山梨大学），荒川 俊也（東京電機大学），
坂井 祐輔（東京都市大学），高橋 弘毅（東京都市大学），高山 弘太郎（豊橋技術科学大学）

1 緒言

近年、交通事故件数は減少傾向にあるものの、国内では依然として年間 30 万件規模の事故が発生しており、携帯電話等の使用に起因する死亡・重傷事故の増加が課題となっている。事故を未然に防ぐためには、車両状態だけでなく、運転中のドライバ行動を継続的に把握し、通常の運転状態からの逸脱を早期に検出する必要がある。カメラや脳波など、様々な計測手法はある中、手首装着型加速度センサによる運転行動推定は、ドライバへの負担を抑えた安全運転支援に有用である[1,2]。本研究では、操舵など運転に必要な動きのみが行われ、スマートフォン操作などの副次動作がない状態を運転適正状態とする。通常走行と各動作を一括分類すると、動作の見逃しと種別の取り違えが混在するため、通常走行からの逸脱候補の検知と動作種別の識別を分離した二段階分類を検討する。

2 二段階分類による運転中動作の認識

2.1 使用データと特徴抽出

左右手首の慣性センサ（TSND151）で取得した 3 軸加速度を用いる。サンプリング周期は 1 ms とし、車内映像（30 fps）から動作区間を付与した[2]。通常走行 L00 と 13 種類の動作 L01-L13 を対象とし[3]、停止中・場内移動 L14 は除外する。

窓幅 2.2 s、スライド幅 1.1 s で切り出し、各窓の最頻ラベルを正解とした。河原[4]と同様に、各軸の平均 μ と不偏分散 s^2 を式(1)で求め、左右各 3 軸から計 12 特徴量を得る。

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad s^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 \quad (1)$$

ここで、 x_i は窓内の加速度、 N はサンプル数（2200）である。本評価では特徴量の標準化は行わず、 k 近傍法（ $k=5$ ）を両段階に適用した。

Class	Action	Class	Action
L00	通常走行	L07	離す
L01	引く	L08	はじく
L02	握る	L09	かく／撫でる
L03	開く	L10	叩く／リズム
L04	回す	L11	探る／不規則
L05	押す	L12	スワイプ／滑らす
L06	掴む／摘む	L13	伸ばす

Table 1 Action labels.

2.2 分類構成と評価方法

図 1 に示すように、第 1 段階で通常走行と動作ありを判定し、動作ありの窓を第 2 段階の種別分類へ入力する。同一被験者の 3 試行を対象に、1 試行を評価用、残りを学習用とする交差検証を行った。

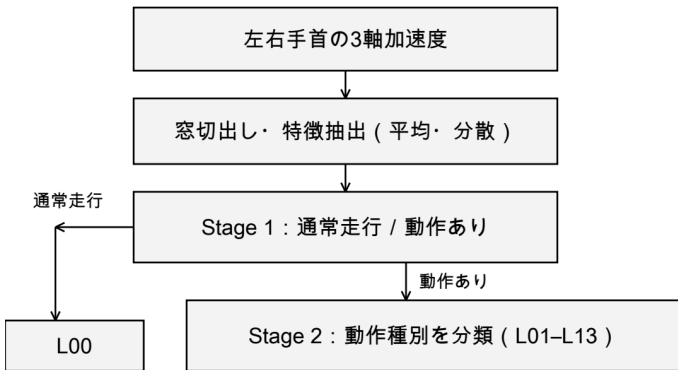


Fig. 1 Two-stage classification framework.

適合率 P 、再現率 R 、 $F1$ を式(2)で評価する[4]。TP, FP, FN は各クラスの正検出、誤検出、見逃しの窓数を表す。

$$P = \frac{TP}{TP + FP}, \quad R = \frac{TP}{TP + FN}, \quad F1 = \frac{2PR}{P + R} \quad (2)$$

3 分類結果と考察

3.1 通常走行と動作ありの二値分類

図 2 に第 1 段階の結果を示す。通常走行の $F1$ は 93.9%と良好であった。動作ありは適合率 55.5%、再現率 36.0%、 $F1$ 43.6%であった。動作ありと判定した 321 窓中 178 窓が正解であり、検出候補の約半数が実際の動作であった。一方、正解の動作 495 窓に対する検出は 178 窓にとどまり、見逃しの低減が課題である。

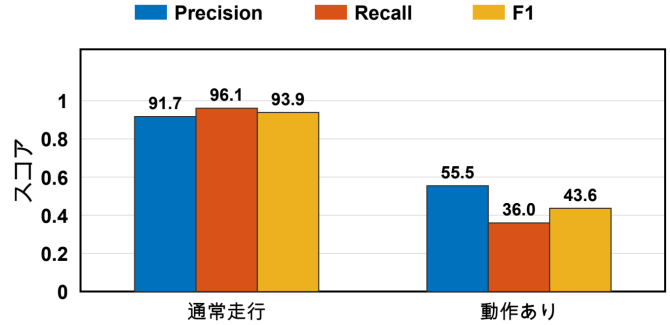


Fig. 2 Binary classification (bar labels: %).

3.2 検出された動作の種別分類

第 1 段階で検出され、正解も動作であった 178 窓を評価した。図 3 は元のラベルファイルの区間数 n が 20 以上の動作を示す。 n は開始・終了の 1 組を 1 件とした注釈数であり、評価窓数とは異なる。

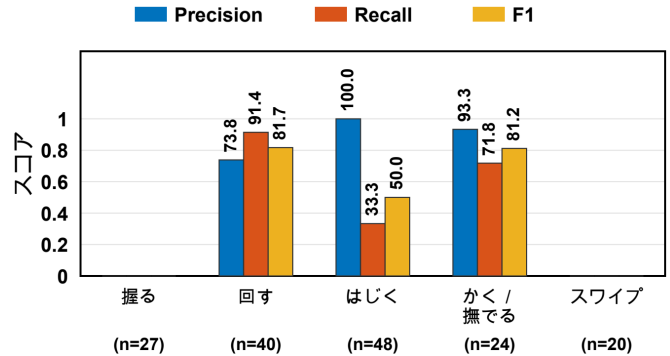


Fig. 3 Action classification (bar labels: %).

回すは適合率 73.8%、再現率 91.4%、 $F1$ 81.7%と良好であり、かく／撫でるも $F1$ 81.2%であった。一方、握るとスワイプは各 8 窓が評価対象となったが正しく分類できず、 $F1$ は 0%であった。これらは動作として検出されても、種別の識別が難しい。なお、はじくの適合率 100%は評価 3 窓中 1 窓の正解に基づき、安定した性能とは判断できない。

動作ごとの性能差には、窓内の動作継続時間や特徴の重なりが関与する可能性がある。第 2 段階では前段の見逃しを回復できないため、特徴量・分類器の改善とともに、第 1 段階の再現率向上が必要である。

4 結言と今後の展望

二段階分類により、通常走行の識別に比べて動作検出が難しく、検出後も動作種別による性能差が大きいことを確認した。今後は、機械学習手法の比較、時系列を扱う深層学習、データ拡張を検討し、見逃しと誤分類の低減を図る。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP23K03743、26K07400（代表：秋月拓磨）、JKA 補助事業、公益財団法人三井住友海上福祉財団の支援を受けた。

参考文献

- [1] 茅嶋伸一郎ほか：装着型加速度センサを用いた運転中の行動推定，知能と情報，34(2)，pp. 544-549 (2022)。
- [2] 秋月拓磨ほか：手首装着型センサを用いた実車内での運転行動データ収集とドライバ行動推定への応用，知能と情報，37(1)，pp. 544-548 (2025)。
- [3] 秋月拓磨ほか：手首装着型センサを活用した実車内におけるドライバ行動理解の試みと展望，第 42 回ファジィシステムシンポジウム，pp. 234-237 (2026)。
- [4] 河原智弘：手首装着型センサを用いた実車内でのドライバ状態推定に関する研究，豊橋技術科学大学修士論文，pp. 38, 40 (2024)。

手首装着型加速度センサにおける車両振動伝播特性の解析

○佐渡山 颯太 (豊橋技術科学大学), 秋月 拓磨 (山梨大学), 荒川 俊也 (東京電機大学),
坂井 佑輔 (東京都市大学), 高橋 弘毅 (東京都市大学), 高山 弘太郎 (豊橋技術科学大学)

1 緒言

近年, 交通安全対策や先進安全技術の普及により, 日本における交通事故件数は減少傾向にある. しかし, 依然として多くの交通事故が発生しており, 安全不確認やわき見運転など, 人的要因による事故が多くを占めている [1]. そのため, 日常の運転環境でドライバの行動や状態を継続的に把握し, 潜在的な事故リスクを捉えることは安全運転支援に重要である. また, その実現には安定した計測に加え, 簡便性や導入コスト, プライバシーへの配慮も求められる.

この課題に対して著者らは, 運転中の手の動きに着目し, 小型・安価な手首装着型センサを用いたドライバ状態推定手法の開発に取り組んでいる. これまでに, 手首装着型センサを用いた運転中の手先動作の推定 [2] や, 実車環境における運転行動データの収集とドライバ行動推定への応用 [3] を検討している. 一方, 手首で計測される加速度には, 手先動作だけでなく, 路面入力や車両運動に起因して車体から人体を介して伝播する振動成分も含まれると考えられる. これらを利用できれば, 単一手首装着型センサからドライバ行動に加えて車両状態も把握できる可能性がある.

そこで本研究では, 手首部で計測した加速度・振動情報から, ドライバの身体挙動に加えて車両の挙動を併せて把握できるかを検証することを目的とする. 本稿では, 車体振動と手首部振動の関係を調べるため, コヒーレンス解析により両者の関連性を調査する.

2 車両・手首部振動の関連性解析

2.1 運転行動データの収集

本研究では, 既往研究 [3] において実車内で収集した運転行動データを用いる. 実験では, 参加者が所有する車両に車載計測システムを設置し, 通勤・通学等における日常の運転行動を計測した. 本稿では, 既往研究で取得したデータのうち, 3名の参加者の運転データを解析対象とする.

Fig. 1 に, 車載計測システムのセンサ配置および座標系を示す. ドライバの左右手首および車体に慣性センサ (TSND151, ATR-Promotions 製) を設置し, 3 軸加速度をサンプリング周期 1 ms で計測するとともに, 車内映像を 30 fps で撮影した.

2.2 コヒーレンス解析

左手首のセンサ S1 と車体側センサ S3 の 3 軸加速度を用いて, 両者の関連性をコヒーレンス解析により調査した. ウェーブレットコヒーレンスは

$$R^2(s, t) = \frac{|S(s^{-1}W_{xy}(s, t))|^2}{S(s^{-1}|W_x(s, t)|^2) S(s^{-1}|W_y(s, t)|^2)}, \quad (1)$$

で定義される. ここで, W_x および W_y は各信号のウェーブレット変換, W_{xy} はクロスウェーブレット変換, $S(\cdot)$ は時間・スケール方向の平滑化演算, s はスケール, t は時間を表す. ウェーブレットコヒーレンスは 0 から 1 の範囲をとり, 1 に近いほど両信号の関連性が強いことを示す.

具体的には, 両センサの同期した加速度データから, 同一の運転状況が 1 s 以上連続する区間を抽出し, MATLAB の `wcoherence` を用いて, 3 軸間の全 9 組合せについてウェーブ

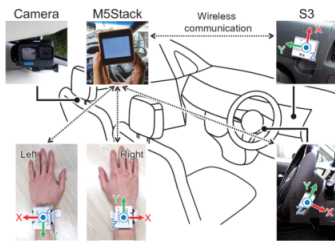


Fig.1 Sensor placement and coordinate systems [3].

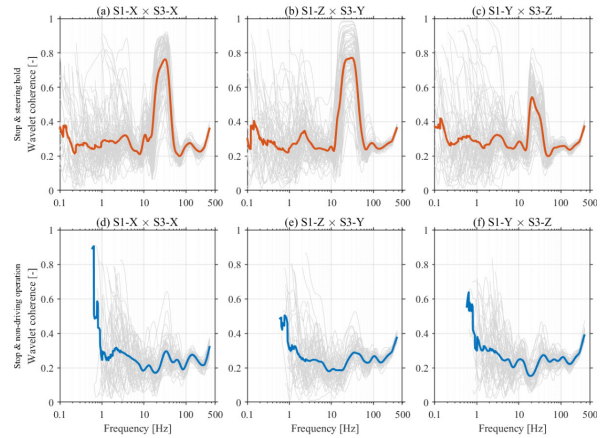


Fig.2 Wavelet coherence between wrist and vehicle acceleration. Gray: individual segments; orange: stop with steering-wheel hold; blue: stop with non-driving operation.

レットコヒーレンスを算出した. 各区間で得られたウェーブレットコヒーレンスを時間方向に平均し, 周波数ごとのコヒーレンス曲線を求めた. さらに, 同一試行・同一の運転状況の各区間を平均した後, 各試行を等しい重みで平均し, 運転状況ごとの代表曲線を算出した.

3 結果および考察

Fig. 2 に, 代表例として Participant A における停車・ステアリング把持および停車・非運転操作を対象としたコヒーレンス解析の結果を示す. ここでは, Fig. 1 に示す座標系に基づき, S1-X と S3-X, S1-Z と S3-Y, S1-Y と S3-Z の 3 組を物理的に対応する軸として比較した. 停車・ステアリング把持では, 3 組の対応軸のいずれにおいても, 30 Hz 付近でコヒーレンスが増大した. 一方, 停車・非運転操作では, 同周波数付近におけるコヒーレンスの増大は小さかった. また, 3 Hz および 10 Hz 付近においても, 両クラス間でコヒーレンス曲線の形状に差異を確認した.

これらの差異には, 手・腕の動作や車両から人体を介して伝達される振動など, 複数の振動要因が関与した可能性がある. 停車・ステアリング把持では, 左手がステアリングを介して車両と機械的に接触するため, 車両由来振動が左手首に現れやすくなる可能性がある. 一方, 停車・非運転操作では, 左手がステアリングから離れることで振動伝達経路が変化する. このような左手の接触状態や運動状態の違いが, 3 Hz, 10 Hz, 30 Hz 付近における S1 と S3 のコヒーレンスの差に反映された可能性がある.

4 結言

本研究では, 手首部と車体間の振動の関連性をウェーブレットコヒーレンスにより解析した. その結果, Participant A の停車・ステアリング把持と停車・非運転操作の比較において, 3 Hz, 10 Hz, 30 Hz 付近でコヒーレンスの差異を確認した. 以上の結果は, 手首部加速度には手・腕の動作に加えて, 車両から人体を介して伝達される振動に関連する成分も含まれ, その現れ方が運転状況によって異なる可能性を示唆する.

謝辞

本研究の一部は, JSPS 科研費 JP23K03743, 26K07400 (代表: 秋月拓磨), および公益財団法人 JKA 補助事業, 公益財団法人三井住友海上福祉財団の各支援を受けて行われた.

参考文献

- [1] 警察庁: 交通事故発生状況, https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/index_jiko.html, 参照 2026-09-27.
- [2] 茅嶋伸一郎ほか: 装着型加速度センサを用いた運転中の行動推定, 知能と情報, 34 巻, 2 号, pp. 544-549 (2022).
- [3] 秋月拓磨ほか: 手首装着型センサを用いた実車内での運転行動データ収集とドライバ行動推定への応用, 知能と情報, 37 巻, 1 号, pp. 544-548 (2025).

電動キックボードの安全性向上に向けた 簡易出力測定装置の改良

大石 莉瑚 山崎 脩晟 野崎 孝志 （静岡理工科大学）

1 研究背景

電動キックボードの普及に伴い、関連する交通事故が増加する傾向にある。昨今、電動キックボードの基準が策定されたが、違法な車両も出回っている可能性は否めない。違法な車両が人身事故を起こした際には、法的対応が変わることがあるため、電動キックボードの安全性を高め、法の遵守を徹底させるため、搭載されている電動モータの出力を、簡便に測定できる装置の開発が求められている。

2 研究目的

本研究開発では、公共の場や製造段階で活用可能な、電動キックボードの簡易出力測定装置を開発し、電動キックボードの運転者の安全の向上や、法の遵守を徹底させることを目的とする。

本報では、自動車用シャシーダイナモ装置の構成を採用し、さらに低コスト化を狙い、てこ式トルク測定機構などを採用した電動キックボードの簡易出力測定装置の構成を示す。具体的には、昨年作成装置の使用材料を再考し飛行機内持込を考慮し、軽量化・小型化を行うとともに可搬化を目指す。

3 出力測定装置の仕様

電動キックボードの簡易出力測定装置の全体図を図 1 に示す。

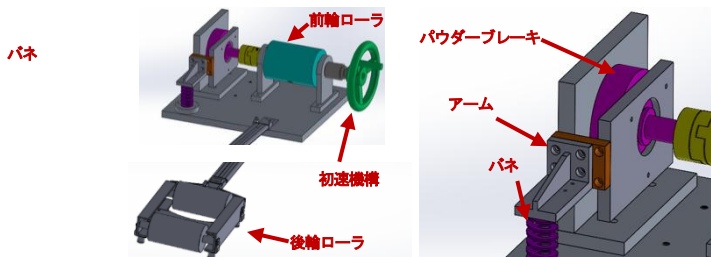


図 1 簡易出力測定装置の全体図及び詳細図

センサ入力から、電動キックボードの出力が算出されるまでの手順を示す。まず、電動キックボードの前輪が回転することにより、ローラが回転する。その回転にパウダブレーキ（以下、PB）で負荷をかけることにより、支持台で固定された PB が、パネの圧縮方向に回転する。PB に固定したアームによってパネは圧縮され、このパネの圧縮量を、変位計を用いて計測し、変位とパネ定数から作用するトルクを求める。この時のローラ回転数から、電動キックボードの出力が算出される。

前輪ローラ、台座を使用していたアルミ (A5052) から MC ナイロンに変更した。装置の作動に関して干渉しない部分の部品の設計を見直し、更なる軽量化・小型化をした。

4 センサ構成

計測システム構成の全体図を図 2 に示す。

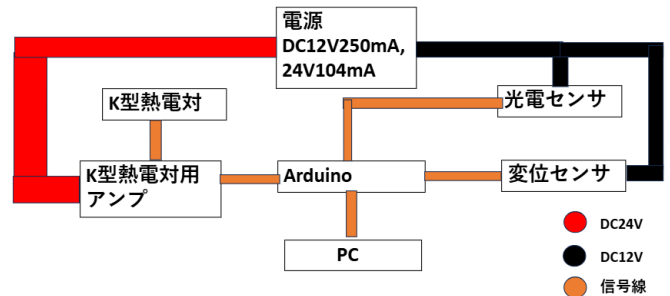


図 2 計測システム構成全体図

前回同様、モータ温度測定用にアンプ併用の熱電対と、タイヤ回転数算出用に光電センサを使用した。

5 実験方法及び実験結果

台座及び前輪ローラの材質をアルミ (A5052) から MC ナイロンに変更した。台座の質量は 10kg から 3.3kg になった。また、前輪ローラは 4kg から 2.4kg となった。ミーゼス応力を用いた材料強度・耐久性評価において、最大発生応力が 1.471MPa であり、MC ナイロンの疲労限界およそ 20MPa を大きく下回った。装置全体の質量として、10kg の軽量化となった。

6 まとめ

電動キックボードの出力を、簡易的に測定するための装置の設計開発改良を行った。多くの現場での装置使用を目指し、飛行機内持ち込みを可能とした大きさ同様の装置作成を可能にした。

人体モデルへの適用を目的とした代替動物内臓器の力学特性に関する研究

日本大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 バイオメカニクス研究室
張澤世 望月康廣 西本哲也

1. 研究背景および目的

自動運転技術の発展に伴い、車内では従来の直立姿勢に加え、シートバックを後傾させた姿勢など、乗員姿勢の多様化が想定される。このような姿勢では、シートベルトと骨盤の位置関係が変化し、前面衝突時に腰ベルトが骨盤を乗り越えて腹部を圧迫するサブマリン現象が生じる場合がある⁽¹⁾。腹部には小腸や腸間膜などの変形しやすい軟組織が存在するため、その傷害を人体有限要素モデルで再現するには、大変形域を含む組織の力学特性が必要である。

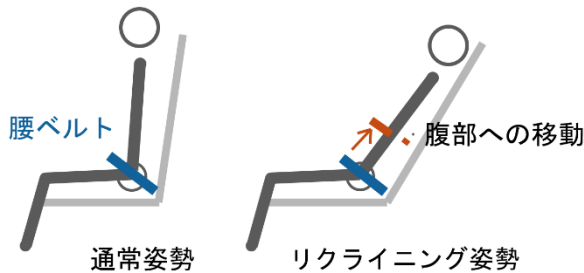


図1 乗員姿勢とシートベルトの関係の模式図。線は腹部へ移動した場合のベルト位置。

腹部傷害の解析には、THUMSなどの人体有限要素(FE)モデルが用いられる⁽²⁾。中平らは、シートベルトによる腹部圧迫に伴う小腸の移動が、腸間膜を牽引する機序を考察している。同研究では腸間膜の力学データが不足していたため、胃漿膜の材料特性を代用していた⁽³⁾。こうした負荷をモデルで扱うには、腸間膜自体の引張特性を調べる必要がある。

本研究では、食用ブタの小腸および腸間膜を対象に単軸引張試験を行って、公称応力-工学ひずみとCauchy応力-Green-Lagrangeひずみを比較し、人体腹部モデルへの適用に向けた基礎資料を得ることを目的とした。

2. 実験方法およびデータ処理

同一個体(N=1)由来の小腸長手方向7試験片と腸間膜放射方向3試験片を、卓上型引張実験機により2.5 mm/sで引張った。本試験条件では、小腸は長手方向、腸間膜は放射方向に試験を行った。

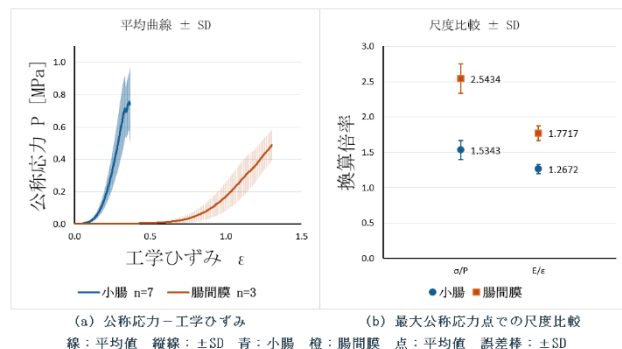


図2 引張特性と尺度の比較(平均±SD)。(a)陰影はSD。小腸 $\epsilon \leq 0.367$, 腸間膜 $\epsilon \leq 1.3037$ の範囲を表示。(b)各試験片の公称応力最大点での倍率。青: 小腸長手方向, 橙: 腸間膜放射方向。

荷重と変位の初期値を差し引き、公称応力 P と工学ひずみ ϵ を求めた。また、均一・非圧縮の単軸変形を仮定してCauchy 応力 σ とGreen-Lagrange ひずみ E に換算した。曲線は共通ひずみで補間し、組織ごとに全試験片の公称応力最大点到達前の共通範囲で平均±標準偏差(SD)を求めた。倍率は各試験片の公称応力最大点で算出した。

3. 実験結果および考察

小腸と腸間膜のいずれも、ひずみが小さい範囲では応力の増加が緩やかで、ひずみが大きくなるにつれて応力が大きく増加した(図2a)。各試験片の公称応力最大値の平均値は、小腸で 1.24 ± 0.42 MPa, 腸間膜で 0.67 ± 0.16 MPaであった。公称応力最大点での σ/P は小腸 1.53 ± 0.13 , 腸間膜 2.54 ± 0.21 , E/ϵ はそれぞれ 1.27 ± 0.07 , 1.77 ± 0.10 であった(図2b)。腸間膜ではこの点での伸びが大きく、換算前後の値の差も大きかった。なお、Cauchy 応力は、試験中の断面積を直接測定した値ではなく、変形が均一で体積が変わらないと仮定して求めた値である。

図2aの平均曲線は、各試験片の曲線を共通のひずみ範囲で平均したものである。このため、平均曲線の最高点と、各試験片の公称応力最大値を平均した値は異なる。今後も平均曲線だけでなく、個々の曲線と試験時の記録を確認し、試験片ごとの違いを調べる必要がある。

4. 結論および今後の課題

本研究では、食用ブタの小腸7試験片と腸間膜3試験片を対象に単軸引張試験を行い、両組織とも、ひずみの増加に伴って応力の増加が大きくなる傾向を確認した。

今回の試験片は同一個体に由来するため、今後は試験片の取り付け条件と寸法測定方法を統一し、個体数と試験方向を増やして測定を重ねる。さらに、引張速度を変えた試験や動的引張試験を行い、小腸・腸間膜の力学特性に及ぼす速度の影響を調べる。これらの結果をもとに、LS-DYNAで用いる小腸・腸間膜の材料モデルと入力パラメータを検討し、将来的には、シートベルトによる腹部圧迫と腸間膜の牽引を対象とした有限要素解析につなげたい。

参考文献

- (1)Richardson, R., et al.: Pelvis Kinematics and Injuries of Reclined Occupants in Frontal Impacts, IRCOBI, IRC-20-60, p.499-515 (2020).
- (2)バーチャル人体モデル「THUMS」の改良 <https://global.toyota.jp/newsroom/corporate/26450557.html>, 2019年2月8日。(参照日: 2026年9月30日)
- (3)中平祐子ほか: 外傷性腹部傷害解析のための小腸・腸間膜のモデル化技術の開発, 自動車技術会論文集, 51(2), p.310-315 (2020).

衝突回避加速度を用いた対歩行者シナリオにおける自動運転の安全性評価 Collision Risk Evaluation of Autonomous Vehicles for the Scenario Involving Pedestrians Based on Acceleration for Collision Avoidance

○森 優介 (東京農工大)

正 今長 久(日本自動車研究所), 副 ポンサトーン ラクシンチャラーンサク(東京農工大)

Yusuke MORI, Tokyo University of Agriculture and Technology, s259208q@st.go.tuat.ac.jp

Hisashi IMANAGA, Japan Automobile Research Institute

Pongsathorn RAKSINCHAROENSAK, Tokyo University of Agriculture and Technology

1. 緒論

交通事故の削減, ドライバ不足の解消などへの期待から, 自動運転車両の社会実装に向けた研究が進められている⁽¹⁾.

自動運転車両には, 未然に防止可能な交通事故を起こさないことが求められる⁽²⁾. そのため, 高度自動運転車両の社会実装には, 潜在的な危険度を様々な状況に関して網羅的に判断できる安全性評価基盤の確立が必要である. これに対し, 衝突回避に必要な加速度から回避余裕度を定量化する指標として衝突回避加速度 ACA が提案されている⁽³⁾.

2. 研究目的

本研究では, ACA を対歩行者シナリオに適用し, 実際のヒヤリハット事例における運転行動の回避余裕度を定量評価することで, 自動運転の安全性評価基盤の構築を目指す.

3. 衝突回避加速度 ACA

衝突回避加速度 ACA(Acceleration for Collision Avoidance)は, 歩行者や他車の動きに対して自車が衝突を回避するのに必要な加速度の値である. 以下に本稿で使用する各変数を示す.

D_e : 自車先端から歩行者までの距離 [m]

V_e : 自車速度 [m/s]

G_e : 自車加速度 [m/s^2]

τ : 反応時間 [s] (映像や車両特性から設定)

t_{in} : 歩行者が自車の軌道に進入するまでの時間 [s]

t_{out} : 歩行者が自車の軌道から脱出するまでの時間 [s]

これらの値を用いて, 本研究では以下に示す 3 パターンの ACA を算出する.

$$ACA_{pass} = \frac{-2V_e t_{in} - 2\tau G_e t_{in} + \tau^2 G_e + 2D_e}{(t_{in} - \tau)^2} \quad (1)$$

$$ACA_{yield} = \frac{-2V_e t_{out} - 2\tau G_e t_{out} + \tau^2 G_e + 2D_e}{(t_{out} - \tau)^2} \quad (2)$$

$$ACA_{last} = -\frac{(V_e + \tau G_e)^2}{-2\tau V_e - \tau^2 G_e + 2D_e} \quad (3)$$

ACA_{pass}, ACA_{yield}, ACA_{last} はそれぞれ, 自車が加速, 減速, 停止して衝突を回避するために必要な加速度であり, 自車と歩行者の位置関係に応じて使い分けることで安全性を評価できる.

4. 対歩行者シナリオを活用した ACA の算出



Fig. 1 Scene of a pedestrian darting out

本学スマートモビリティ研究拠点のヒヤリハットデータベースから, 死角から飛び出した歩行者に対しドライバの急ブレーキで衝突を回避した事例 (図 1) を選定し, ACA を算出した.

図 2 に, 自車加速度と ACA の時刻歴応答を示す. 赤鎖線の時刻で歩行者が死角から現れる. このとき黒線の自車加速度は, 緑線の ACA_{pass} を下回り, 茶色線の ACA_{yield} および赤線の ACA_{last} を上回っており, この加速度を維持すると加速・減速・停止のいずれでも衝突を回避できない状態であった. その後, 青鎖線の時刻でドライバが制動を開始し, 約 $-0.45 G$ で減速した. この加速度は ACA_{yield} および ACA_{last} の要求値を下回っており, 衝突を回避できたことが分かる.

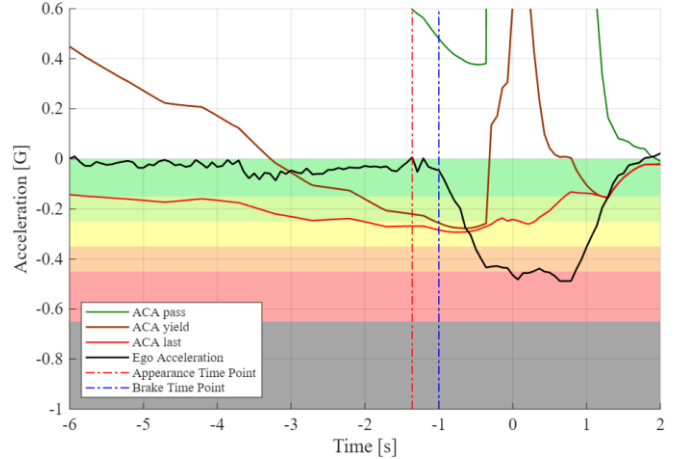


Fig. 2 Time histories of ego-vehicle acceleration and ACA

5. 結論

本稿では, ACA を用いて対歩行者シナリオにおける運転の安全性評価を行った. 実環境のヒヤリハット事例から ACA の時刻歴応答を算出し, 歩行者出現時点では回避困難な状態にあったこと, およびドライバの制動により衝突を回避できたことを定量的に示した. 今後は, 事例数を増やして様々な交通環境へ評価を拡張するとともに, 速度やブレーキタイミングなどの運転行動を変化させた場合の安全性の変化を ACA により評価する.

文 献

- (1) E. Yurtsever, J. Lambert, A. Carballo and K. Takeda, "A Survey of Autonomous Driving: Common Practices and Emerging Technologies," IEEE Access, vol.8, (2020), pp. 58443-58469
- (2) 国土交通省物流・自動車局, 自動運転車の安全確保に関するガイドライン, (2024), pp.3-10
- (3) 岸野周平, 菅沢 深, 今関隆志, 毛利 宏, 衝突回避加速度に基づいた自動運転車のパスプランニングに関する研究, 自動車技術会論文集, Vol.52, No.6, (2021), pp.1354-1359

歩行者および自転車追い抜き時における安全運転診断アルゴリズムに関する研究 Research on Safe Driving Diagnosis Algorithms for Overtaking Pedestrians and Cyclists

東京農工大学大学院 ポンサトーン研究室 安永 大輝 Taiki Yasuanga

1. 緒 言

近年、予防安全技術の普及や交通安全意識の向上により、日本国内の交通事故発生件数は減少してきたが、そのペースは鈍化している。中でも、歩行中・自転車乗車中の交通弱者が死亡事故に占める割合は高く、その削減は喫緊の課題である⁽¹⁾。我々はこれまで、駐停車両の側方を通過する場面のように死角から歩行者が不意に飛び出す「潜在リスク場面」に着目し、安全運転診断アルゴリズムを構築した。このアルゴリズムは、飛び出し歩行者との仮想衝突をシミュレーションして衝突時の相対速度をリスク値として定量化するもので、実際のヒヤリハットデータを用いてその有効性を確認した。一方、歩行者・自転車を追い越す場面は、対象を視認できるものの、側方間隔や速度設定を誤ることによって事故に直結しやすいという点で、駐停車両側方通過時と似たリスク構造を持つ。そこで本研究では、この診断アルゴリズムを歩行者・自転車追い抜き場面に応用・拡張するとともに、対象との相対距離をリアルタイムに計測できるセンシングシステムを構築し、両者を統合した実車に実装可能な「高度安全運転診断アルゴリズム」の確立を最終目標とする。本稿では、この場면을対象とした安全運転診断アルゴリズムおよび LiDAR を用いたリアルタイム測距センシングシステムの概要とその検証結果について報告する。

2. 安全運転診断アルゴリズムの構築

本研究ではまず、歩行者・自転車追い抜き場면을対象とした安全運転診断アルゴリズムを構築した。本アルゴリズムは、我々のこれまでの研究⁽²⁾のリスク算出ロジックを踏襲し、自車両と対象者との縦距離 d_{lon} 、横距離 d_{lat} (図 1)、および自車速度 v_{ego} を入力として瞬時のリスク値を出力する。具体的には、減速度 a (0.3 G 相当)、車両全幅 W (1.745 m)、ブレーキ作動までの遅れ時定数 τ_a (0.75 s) を固定パラメータとし、対象者の進行角度 (0 度・45 度・90 度の 3 パターン) に発生確率の重みを与えた期待値として衝突時相対速度 μ_{vcol} を算出する。本アルゴリズムは MATLAB 上に実装済みであり、相対距離および自車速度の時間変化に伴うリスク値の推移をグラフとして可視化できる。

3. リアルタイム測距センシングシステムの構築

2 章で構築したアルゴリズムに実際の環境情報を供給するため、3D-LiDAR (Velodyne VLP-16) と MATLAB を用いて、歩行者をリアルタイムに検知し相対距離を連続的に算出するセンシングシステムの構築を進めている。深層学習は用いず、一般的なノート PC でも動作する軽量な処理を採用した。具体的には、まず路面を自動推定し、地面から高さ 0.2~2.0 m、前方 1.0~25.0 m、左右±4.0 m に検知範囲を限定するとともに、背景差分により静止物を除外する。次に、近接する点群を「塊」にまとめ、点の数や幅・奥行き・高さから人間の体格に近い塊のみを抽出し、前方距離が最も近いものを検知対象として赤色で表示する。さらに、対象を一時的に見失っても直近の位置を短時間保持する処理を加えている。現在は、学内の開けた広い場所を対象を

正しく検知できているか、実証実験を繰り返しながら精度向上に取り組んでいる。

4. 結果と考察

現時点の LiDAR 検知システムを用いて、人を検知範囲内で動かしながら動作を確認した。当初は、屋外で地面のわずかな傾きや凹凸、三脚、周辺の固定物を人として誤検知する場面があり、人を正しく検知できない状況であった。そこで背景差分を導入したところ、周囲の地面や物と区別して人を精度よく検知できるようになった (図 2)。また、対象を一時的に見失っても直近の位置を短時間保持する処理により、一度検知した人を継続して追跡できた。その結果、縦方向・横方向の距離を連続的に算出でき、接近の様子を時系列グラフとして表すことができた。一方、人が物陰に長く隠れた場合の追跡継続や、多様な屋外環境での検知精度の検証は、今後の課題である。

5. 結 言

本稿では、歩行者・自転車追い抜き場면을対象とした安全運転診断アルゴリズムの構築状況、および 3D-LiDAR を用いたリアルタイム測距センシングシステムの実装・検証状況について述べた。今後は、LiDAR で得られる縦距離・横距離を安全運転診断アルゴリズムへリアルタイムに入力する統合システムを構築する。その上で、PC と LiDAR を搭載した台車を押しながら歩行者検知からリスク算出までの動作を検証する予備実験、および実験用車両への LiDAR 搭載による実車実験を重ねることで、実車搭載可能な高度安全運転診断アルゴリズムの実現を図る予定である。

文 献

- (1) 警察庁, 統計表, <https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/toukaihyo.html>, (参照日 2026 年 9 月 14 日)
- (2) 安永大輝, ポンサトーンラクシンチャラーンサク, 谷川愛希, “見通しの悪い交通環境通過時における安全運転診断アルゴリズムに関する研究”, 日本機械学会 第34回交通・物流部門大会, pp1-12(2025)

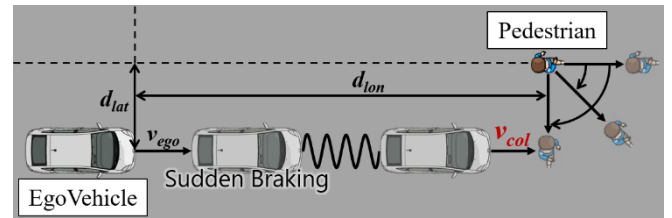


Fig.1 Schematic of a pedestrian overtaking scenario

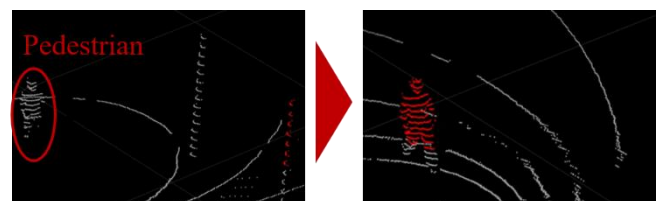


Fig.2 Point cloud detection before (left) and after (right) introducing background subtraction

GPU を用いた非線形構造解析

- Nonlinear Structural Analysis Using GPUs -

平井 楓真

山梨大学 大学院 医工農学総合教育部 工学専攻 機械工学コース

近年、自動車の車両衝突解析では解析モデルの大規模化が進み、解析時間の増大が課題となっている。衝突解析では部品同士の接触を扱う接触計算が不可欠であり、接触する位置の探索と接触反力の計算を毎時間ステップ逐次行う必要がある。大規模な衝突解析モデルでは多数の接触を処理するため、接触計算が解析時間の大きな割合を占める。本研究では、多数の単純なコアにより大量の並列計算を得意とする GPU を用いて接触計算を高速化し、多ケースの設計探索の実現に貢献することを目的とする。

接触計算は、接触しうる面の組合せを探す接触探索と、食い込み量の判定および接触力の計算が計算の負荷になりやすい。図 1 に示すように、総当たりの接触探索では探索回数が膨大となり、食い込み判定と接触力の計算も毎時間ステップ大量に発生する。一方、これらの処理は接触の候補ペアごとに互いに独立であり、1つの候補ペアを1つのコアに割り当てて同時に計算できるため、GPU による並列処理に適している。そこでオープンソースの動的陽解法解析ソルバーを対象に、指示文を用いた並列化によりこれらの処理を GPU 上に実装した。

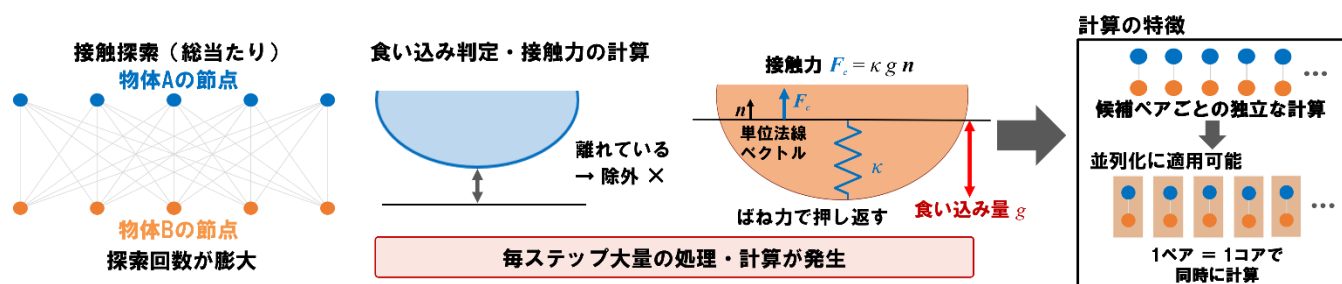


Fig.1 Contact algorithm and independence of candidate pairs

図 2 に CPU と GPU の関係を示す。両者はメモリが物理的に独立しており、GPU で計算を行うには CPU から必要なデータを送り、計算結果を受け取る必要がある。CPU および GPU がそれぞれのメモリとの間にもつ帯域に比べ、両者を結ぶ経路の帯域は狭い。そのため毎時間ステップに大量の変数を往復させると、この転送が解析時間の増大を招く。そこで、接触計算の途中で生じる中間データを GPU 上に常駐させて転送を行わない構成とし、CPU と GPU の間で扱う変数を必要最小限に絞ることで転送時間の削減を図った。

提案した実装を、板と円筒の接触および円筒の自己接触を含む円筒圧壊解析により検証した。図 3 に解析時間の比較を示す。データ転送で扱う変数を減らしたことにより、転送時間は 84.7 秒から 44.8 秒へ短縮され、総解析時間も 452.6 秒から 374.3 秒へ短縮された。しかし、CPU のみで実行した場合の 56.8 秒には依然として及んでいない。これは、CPU と GPU の間で扱う変数が依然として多いことに加え、GPU の並列性能を十分に活用できる計算構造となっていないためである。今後は、接触計算全体を GPU に適した形へ改良してデータ転送を更に削減するとともに、計算構造を GPU に適した形へ見直し、車両衝突のような大規模な実問題への適用と高速化効果の検証を進める。

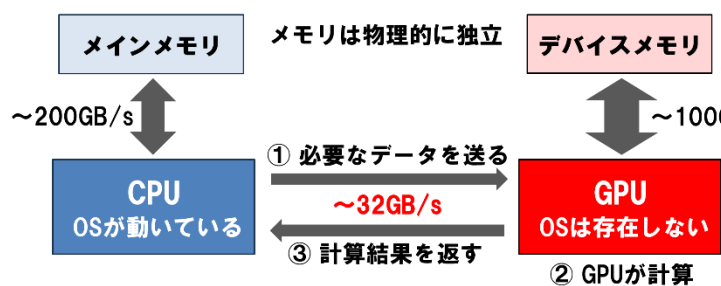


Fig.2 Data transfer between CPU and GPU

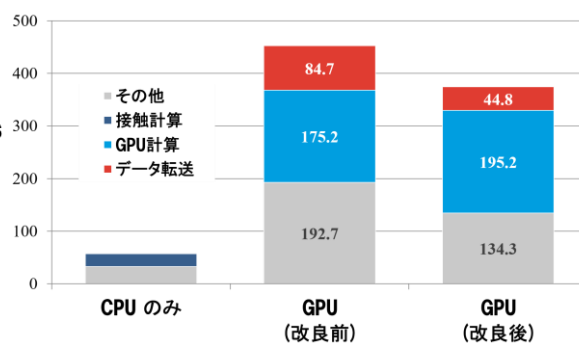


Fig.3 Comparison of analysis time

生成 AI による形状補間を用いた構造解析モデル生成の基礎検討

- Fundamental Study on Structural Analysis Model Generation by Generative-AI-Based Shape Interpolation -

高橋 玄武

山梨大学 大学院 医工農学総合教育部 工学専攻 機械工学コース

自動車の車体開発では有限要素解析をはじめとする数値解析が広く用いられているが、解析モデルの作成・修正には多大なコストを要する。数値計算を機械学習の予測で代替する試みもあるが、学習には多量かつ多様な形状データが必要であり、その形状を用意するコストは残る。そこで本研究では、生成 AI により既存の形状データを補間して新たな形状を作成することを考え、簡易形状を対象に、学習していない未知形状を生成できるかを明らかにする。

形状の生成には DeepSDF を用いる。DeepSDF は、Fig.1 に示すように形状ごとに与えた潜在ベクトル z （本研究では 256 成分）と三次元座標を入力とし、その点から形状表面までの符号付き距離(SDF)を出力するネットワークであり、SDF の零等位面が形状を表す。潜在ベクトルは高次元のままでは解釈が難しいため、Fig.2 に示すように主成分分析(PCA)により主成分空間へ変換する。この空間上で形状のクラスタ間に補間点を設定し、潜在ベクトルに逆変換して DeepSDF で評価した SDF から Marching Cubes 法でメッシュ化することで、学習に用いていない形状を得る。

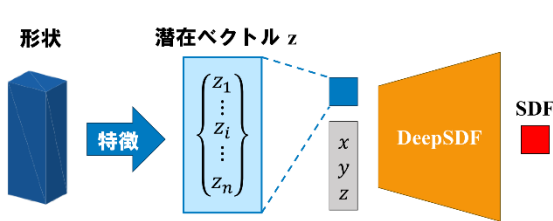


Fig.1 Shape representation with DeepSDF

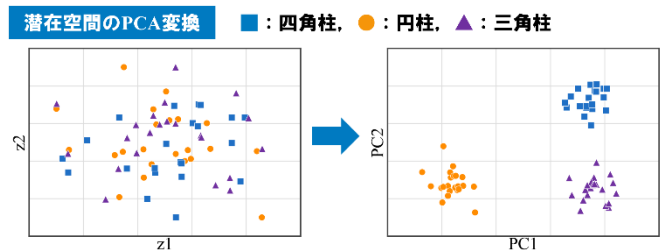


Fig.2 PCA of the latent space

数値解析例として、高さを一定とした角柱と楕円柱の2種類の形状を対象とした。断面のアスペクト比を1.0~2.5の範囲で変化させた角柱70形状、楕円柱60形状を学習データとした。Fig.3に、得られた潜在ベクトルを主成分分析した結果を示す。断面形状ごとにクラスタが形成されることがわかる。この空間上で、角柱と楕円柱のクラスタ間に5点(①~⑤)を設定した。②~④は両クラスタ付近を結ぶ線分の中点、①と⑤はその並びを上下に延長した点である。

Fig.4に生成された形状を示す(上段:上面図, 下段:等角図, いずれも同一縮尺)。5点のいずれから形状が破綻なく生成され、①から⑤にかけて断面が丸みを帯びた形状から角ばった形状へと連続的に変化した。以上より、今回設定したクラスタ間の5点において、学習していない未知形状を生成できることを確認した。今後は、入力表現と学習方法の改善により薄板・中空形状へ対応し、車体部品への適用を目指す。

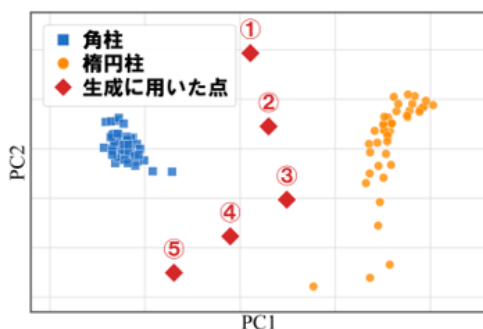


Fig.3 Latent vectors in principal component space

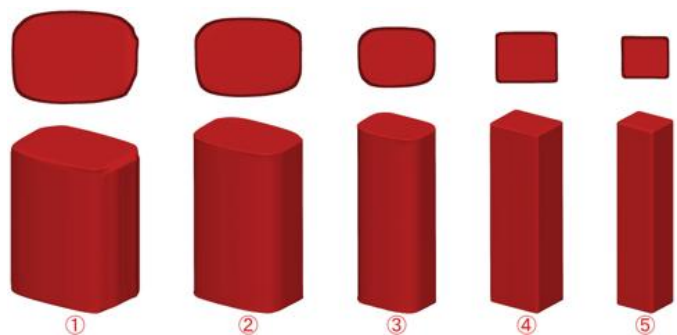


Fig.4 Generated shapes (top and isometric views)



否定的な感情が運転行動へ及ぼす影響の解明と運転者の状態に応じた支援に関する研究

岐阜大学大学院医学系研究科医学研究等倫理審査委員会許可番号：2026-143

岐阜大学大学院 自然科学技術研究科 知能理工学専攻 知能情報学領域 アレックス研究室
田口華梨 (karin.taguchi@iasl.info.gifu-u.ac.jp)

研究背景

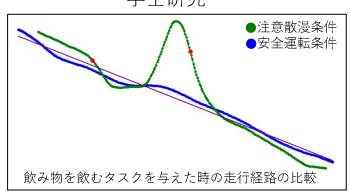
自動運転・運転支援技術の発展→運転者状態に応じた支援が注目

運転者要因が87.7%の事故に関与^[1]

注意散漫	運転エラー	機能低下	割合
YES	YES	YES	3.4%
		NO	51.1%
	NO	YES	0.1%
		NO	13.7%
NO	YES	YES	2.7%
		NO	16.5%
	NO	YES	0.2%
		NO	12.3%
合計			100%

注意散漫・運転エラーの割合が高い

学士研究



飲み物を飲むタスクを与えた時の走行経路の比較
安全運転時と注意散漫時の速度・経路を比較
→飲み物を飲む・電話・テキスト入力
特に危険な運転
→運転者の状態変化は運転行動に影響

注意散漫以外の運転者状態では？



日常的な交通状況で怒りや苛立ちは発生する^[2]

怒り・苛立ちは危険な運転に繋がる^[3]



怒り・感情的動揺時の事故リスク約9.8倍^[4]

関連研究

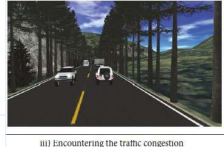
既存の怒り誘発方法例

動画刺激 ・ 体験の想起 ・ 音読 ・ 運転シミュレータ

運転シミュレータを用いた怒り誘発に関する研究^[4]

目的：交通イベントを用いた怒り誘発手法の有効性の検証
結果：

- すべてのシナリオで怒りの誘発を確認
- 交通イベントを用いた運転中の怒り誘発の有効性を確認



III Encountering the traffic congestion

認知的再評価 (リフレーミング)

出来事の捉え方を変えることでネガティブ感情を調整する手法

例：運転中に割り込まれた場合

「わざと割り込んできた！」→「こっちに気づかなかったのかな」

運転中の認知的再評価に関する研究^[5]

目的：運転中の認知的再評価の効果検証

結果：

- 認知的再評価を促す条件で、不適切な運転行動が減少
- 運転中の認知的再評価による運転行動改善の可能性を確認

運転中の怒りに関する研究の現状から見える課題

- 感情状態 × 運転行動を対応付けた公開データセットが不足
- 認知的再評価を用いた支援の検証が限定的

研究目的

研究疑問

認知的再評価支援により、運転中の怒りは軽減されるのか？

本研究の取り組み

- 怒りを誘発する運転シミュレータ環境の構築
- 感情状態と運転行動を対応付けたデータセットの構築・公開
- 認知的再評価支援による怒り軽減効果の検証

実験環境と方法論

VAD・Appraisal Theoryに基づき、安全な環境で怒り誘発ができるのか？

VADモデル
感情を3つの次元で表現するモデル
V: Valence 不快 ← 快
A: Arousal 落ち着き ← 興奮
D: Dominance 支配される ← 支配する

怒り^[6]

- V: 低い傾向
- A: 高い傾向
- D: 高い傾向

Appraisal Theoryによる感情生成^[7]

出来事・状況
↓
状況の評価(Appraisal)
「この出来事は自分にとって
どんな意味を持つ？」
↓
感情反応
↓
怒りと関連する状況評価^{[7][8]}

- 目標との不一致・阻害
- 他者責任
- 不公平感

※これらは怒りの必要・十分条件ではなく、怒りと共起しやすい評価

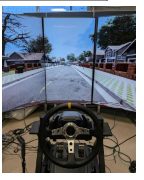
①怒り誘発のための実験条件

実験要因	VADの変化	Appraisal Theory
低速先行車	V ↓	目標との不一致・阻害／他者責任
追い越し不可	V ↓	目標との不一致・阻害／他者責任
黄色信号	V ↓・A ↑	目標との不一致・阻害／他者責任／不公平感
時間制限	A ↑	目標との不一致・阻害を強化
ロールプレイ	D ↑	目標との不一致・阻害を強化
ゴール付与・達成度の強調	A ↑	目標との不一致・阻害を強化
報酬UP	A ↑	目標との不一致・阻害を強化
一人空間	D ↑	—

②運転シミュレータ環境

CARLAを用いた手動運転シミュレータ環境を構築

- シミュレータ：CARLA Leaderboard 2.1
- 運転操作：ステアリング・アクセル・ブレーキによる手動運転
- 交通環境：背景車両・信号機を含む交通環境
- 交通イベント：任意の位置・タイミングでシナリオを発生



③怒り誘発シナリオ

【Slow Leading Vehicle 1】
低速先行車による継続的な進行阻害
・ 追い越し不可
・ 一定距離追従
・ 「進みたいのに進めない！！」

【Slow Leading Vehicle 2】
低速先行車・信号による進行阻害
・ 低速先行車は黄色信号で通過
・ 自車は赤信号
・ 「自分だけ進めない！！」

データ解析

実験参加者：学内・学外から募集

【アンケート】

- 事前アンケート
 - 研究対象者基本情報
 - Driving Anger Scale (DAS)：運転時の怒りやすさ
 - Multidimensional Driving Style Inventory (MDSI)：普段の運転特性
- 実験中アンケート
 - VAD
 - Emotion Ratings：怒り、楽しさ、不安の3つの感情の強度

【生データ】

自車状態・運転操作 / 周辺車両 / 道路・信号 / 衝突・違反・車線逸脱などの安全イベント / シナリオイベント / カメラ・同期情報 / 走行・記録条件

【算出データ】

速度・加速度 / 走行経路 / 車間距離・相対速度 / 車間時間 / 衝突余裕時間 / 信号への反応・停止位置 / 追越し挙動

3走行条件間で比較

ベースライン走行 ⇄ 怒り誘発走行 ⇄ 怒り誘発+認知的再評価走行

今後の展望

- 怒りが運転に与える影響の評価
- 認知的再評価を用いた運転支援方法の検討と評価
- 取得したデータを用いたデータセットの構築・公開

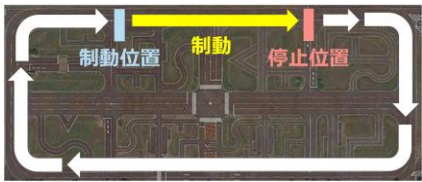
参考文献・引用

[1] Dingus et al., "Driver Crash Risk Factors and Prevalence Evaluation Using Naturalistic Driving Data," 2016.
[2] Yazdi et al., "Understanding Frustration Triggers and Emotional Responses in Driving Situations," 2024.
[3] Galovski et al., "Road Rage: A Domain for Psychological Intervention?," 2004.
[4] Yan et al., "The Induction and Detection Method of Angry Driving: Evidences from EEG and Physiological Signals," 2018.
[5] Harris et al., "Emotion Regulation for Frustrating Driving Contexts," 2011.
[6] Javela et al., "Anger and Associated Experiences of Sadness, Fear, Valence, Arousal, and Dominance Evoked by Visual Scenes," 2008.
[7] Smith et al., "Emotion and Adaptation," 1990.
[8] Kuppens et al., "The Appraisal Basis of Anger: Specificity, Necessity, and Sufficiency of Components," 2003.

若年運転者の急制動時着座姿勢変化と乗員特性の関係を検討

研究概要

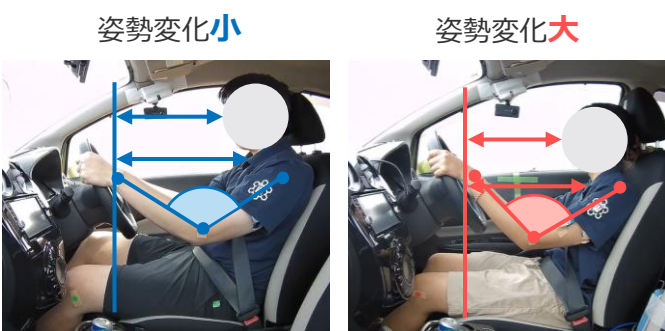
- 分析対象：若年者6名 (24.5 ± 1.71)
- 分析区間：制動開始 ～ 一時停止 (0.6G)
- 評価項目：姿勢変化 → 頭部・肩部最大前方変位 ※肩部は頭部最大前方移動時
相対変位 (= 頭部変位 - 肩部変位)
- 乗員特性 → 身体寸法, シートポジション, 制動前着座姿勢
- 筋活動量 → $\Delta\%MVC$ (= 制動時平均筋活動量 - 制動前平均筋活動量)
- 分析項目：姿勢変化と乗員特性, 筋活動量の関連 → Spearmanの順位相関係数
姿勢変化の大小に基づく群間比較 → Mann-Whitney U検定 ※有意水準5%



着座姿勢変化と乗員特性

相関分析により強い関連が示された項目

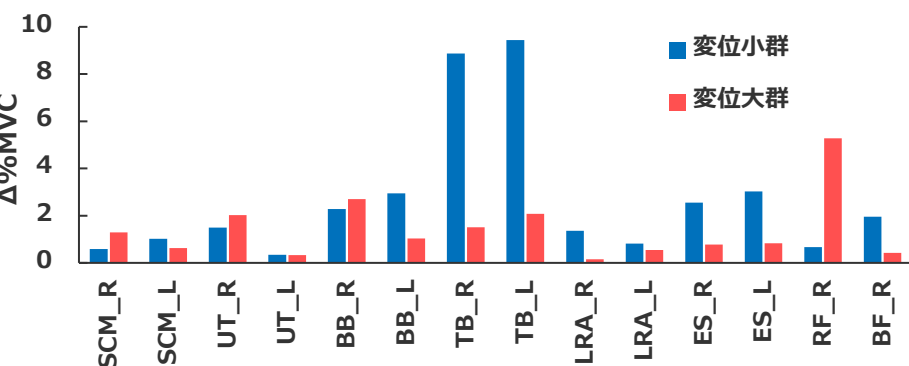
ρ	肘関節角度	ステアリング-胸部間距離	ステアリング-頭部間距離
頭部変位	-0.943*	-0.771	-0.714
肩部変位	-0.943*	-0.771	-0.714
相対変位	-0.771	-0.771	-0.257



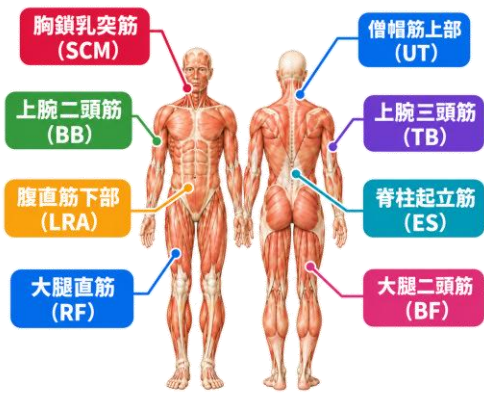
肘関節が伸展し、ステアリングから離れて着座するほど姿勢変化が小さい傾向

着座姿勢変化と筋活動量

姿勢変化の大小に基づく群間比較 (変位小群, 変位大群: 各3名)



筋活動量測定部位



変位小群：脊柱起立筋, 上腕三頭筋を中心に活動, 肘関節にゆとりがある着座姿勢

- 腕, 体幹の伸展による上半身中心の姿勢制御
- 変位大群：大腿直筋を中心に活動, ステアリングに身体が近い着座姿勢
- ペダル踏み込みによる下半身中心の姿勢制御

若年運転者の急制動時の姿勢変化は,
乗員特性である着座姿勢の違いに伴う姿勢制御方法の差が影響する可能性

若年ドライバにおける運転中のマルチタスク遂行の影響とその個人差

京都工芸繊維大学 認知行動科学研究室 江藤健士朗

研究背景・目的

同乗者と会話する、スマートフォンの通知に意識を取られるなど、運転中に他のことに注意を削がれる一種のマルチタスク遂行状態は、不安全な運転を引き起こす要因となる。

しかし、マルチタスク遂行が完全な不安全行動とは言い切れない研究事例（西崎，2024）が報告されている。この研究では、運転走行課題と計算課題を同時に行う二重課題実験を高齢者に行った結果、約30%の人が走行課題を単独遂行するよりも、二重課題時の方が走行課題の成績が向上した。二重課題時に成績向上した人たちは、単調な走行課題で“マインドワンダリング（MW）”を生じやすく、二重課題負荷によって課題に無関連な思考を抑制することができた可能性が考えられる。

本研究では、上記の高齢者で認められた現象が、年齢に依存しない現象であるのか明らかにすることを目的とする。

実験方法

実験参加者 普通自動車運転免許を保有している、大学生・大学院生48名 ($M=21.33$, $SD=1.94$)

実験計画 同時に遂行する課題の数を要因とする1要因2水準参加者内計画

- 単独課題条件（運転走行課題）
- 二重課題条件（運転走行課題＋計算課題）

運転走行課題 カーブのある狭路をガードレールに接触しないよう一定速度（70km/h）で走行する
客観指標としてガードレール接触回数をカウント

手順



日常的なマインドワンダリングの傾向を測定する質問紙（MWQ得点）

運転中のマインドワンダリングの生起頻度を測定。
任意のタイミングで質問を提示
→ はい/いいえで回答



二重課題条件での実験の様子

↑
運転走行課題とMW回数の測定用のコースは異なる

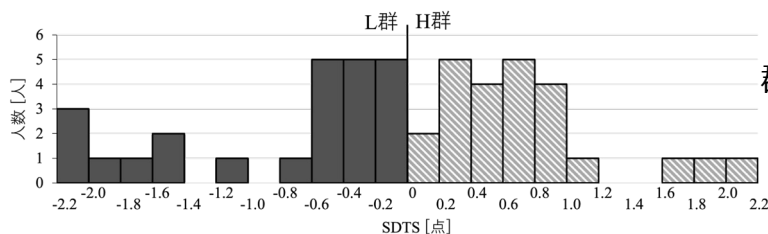


MW回数を測定する際の質問

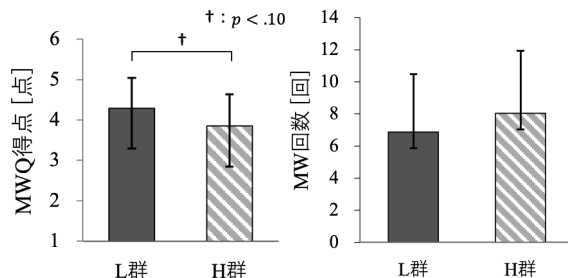
実験結果・考察

二重課題時の成績を総合的に評価（SDTS：Standardized Dual-Task Score）

（ガードレール接触回数の条件間の差を標準化した値 + 計算課題の正答数の条件間の差を標準化した値）



群間比較



分布に偏りがあった

SDTSが0以上 → 二重課題時に成績が向上（H群：24名）

SDTSが0未満 → 二重課題時に成績が低下（L群：24名）

H群の方がMWQ得点が有意に低い傾向
→ 高齢者とは異なる結果だった

二重課題時に課題成績が向上する参加者は、若年者にも一定数存在した（50%）。

⇒「単独で課題を遂行するよりも、同時に異なる課題を課した方が成績向上する」という現象は、高齢者特有のものではない。よって、マルチタスク遂行状態が必ずしも不安全な運転を引き起こすとは限らない可能性もある。

* 上記の現象とMW生起頻度との関係は、高齢者（西崎，2024）と若年者（本研究）で異なったため、詳細は引き続き検討する必要がある。

音楽の知覚テンポおよび聴取耳が運転タスク中の 反応時間・視覚的注意配分に与える影響

表 1 音楽条件

音楽条件	両耳	右耳	左耳
Baseline(クラシック) 60-80BPM	①	②	③
Medium(好みの曲) 90-110BPm	④	⑤	⑥
High(好みの曲) 120-140BPm	⑦	⑧	⑨

客観的テンポ：SpotifyのBPM値
知覚テンポ：各条件終了後に7段階評価

1. はじめに

近年、車載インフォテインメントシステム（IVI）の普及により、運転中に音楽を利用する機会が増えている。また、AIを用いて乗員の好みや走行状況に応じて音響を調整する技術や、ヘッドレストスピーカーなどを用いて座席ごとに音を提示する個別サウンドシステムの開発も進んでいる。このような車内音響環境の変化に伴い、音楽の提示方法が運転行動に与える影響を明らかにすることが重要である。

先行研究では、音楽のテンポや左右の耳への聴覚刺激によって反応時間が変化する可能性が報告されている。一方、反応時間やハンドル操作ミスのみでは、運転成績の変化が視線の向け方によるものなのか、視線を向けた後の判断・操作によるものなのかを区別することが難しい。そのため、運転行動とあわせて視線行動を評価する必要がある。

そこで、音楽の知覚テンポおよび左右耳・両耳への入力、運転タスクの成績およびステアリング操作中の視覚的注意配分に与える影響を検証し、安全性と快適性を両立する車内音響設計への示唆を得ることを目的とする。

2. 実験方法

実験には、若年ドライバー9名（平均年齢23.0歳）を対象に実施する。運転タスクにはCRT検査機を使用し、急制動反応タスクおよびステアリング操作タスクを行う。また、Tobii Pro Glasses 3を装着し、ステアリング操作中の視線行動を計測する。音楽はJBL Wave Beamを用いて提示する。表1に示す3種類の音楽条件と3種類の聴取耳条件を組み合わせた計9条件で実験を行った。各条件終了後、知覚テンポを7段階で評価した。

評価指標は、急制動反応タスクの反応時間・アクセル解放時間、ステアリング操作タスクの左右操作ミス回数、視線行動の注視時間・左右AOIへの視線移動・中央／左右領域の注視割合とした。

3. 実験結果

知覚テンポはBaseline, Medium, Highの順に有意に上昇したことから、客観的なBPMに基づいて設定した音楽条件の違いが、対象者の主観的なテンポ知覚にも反映されていたことが確認された。一方、音楽条件および聴取耳によるRT, ART-R, ART-Yならびにステアリング操作の有意な変化は認められなかった。

さらに、各対象者が実際に評価した知覚テンポと運転タスク成績との関連を検討したが、知覚テンポと各反応時間およびステアリングミス回数との間に有意な関連は認められなかった。したがって、本実験の範囲では、音楽を主観的に速く知覚することが直ちに運転操作成績の変化として現れるとは限らない可能性が考えられる。

視線行動についても、総注視時間および平均注視時間の左右への配分に明確な差は認められなかった。一方、注視回数の側方化指標では音楽条件による差がみられたものの、統計的有意水準には達しなかった（ $F(2, 14)=3.56$, $p=.056$ ）。また、各対象者の知覚テンポが高くなるほど、総注視時間および注視回数の側方化指標が負方向へ変化する傾向がみられたが、いずれも統計的に有意ではなかった。

4. まとめ

音楽条件によって知覚テンポは明確に変化したものの、現時点では運転操作成績への明確な影響は確認されなかった。一方、視線行動には知覚テンポに伴う変化の可能性が残されており、今後は対象者数を増加させ、運転操作成績と視覚的注意配分との関係をさらに検討する必要がある。

複数の生理指標を用いたドライバ覚醒度推定手法に関する研究 —CNN と Transformer を用いた深層学習モデルの推定精度および説明可能性の検討—

小椋 優太¹⁾ 渡部 叶太¹⁾ 高尾 秀伸¹⁾
川田 歩²⁾ 谷澤 悠輔²⁾ 橋本 拓昌²⁾ 藤野 留佐子²⁾ 永田 英記²⁾ 大杉 淳²⁾ 莪山 真一²⁾

1. はじめに

筆者らは、4 輪車運転中のドライバの覚醒度を最適に保つために、覚醒度に応じた会話を行う対話インタフェースの開発を目指している(1)。覚醒度の推定には、近年、多変量から構成される複雑な事象に対する分析において注目されている深層学習の利用が考えられるが、推定根拠が明確でなく、デバッグやモデルへの信頼に課題があることから、推定根拠を人が理解できる形で提示する「説明可能な AI (Explainable AI, 以下 XAI)」の技術が注目されている(2)。そこで本報では、新たな推定モデルを作成し、推定精度の評価に加え、XAI による各入力への寄与の評価と、入力構成を簡素化した場合の推定性能を検討する。さらに、モデルが着目した生理信号の特徴を分析し、推定根拠を生理学的に解釈できるか検討する。

2. 機械学習を用いた覚醒度推定

本報では、既報(1)のドライビングシミュレータ実験で得られたデータを用いた。実験では、運転のみ、AI とのオープンエンド型会話(質問に対して自由に返答する型式)およびクローズド型会話(質問に対して「はい/いいえ」で返答する型式)の各条件を 30 分間実施し、計 90 分間を 1 試行とし、計 3 試行を実施した。実験参加者 3 名のうち、全 3 試行で主観評価に変動がみられた 1 名(男子大学生、22 歳)を解析対象とした。

9 段階の主観的覚醒度評価結果に対して、1~5 を覚醒、6~9 を眠気とした。各生理信号を 60 秒の時間窓で切り出し、時間窓の終端時刻の主観評価に基づく教師ラベルを付与した。窓を 1 秒ずつ移動してデータセットを作成し、第 1 試行および第 2 試行を学習、第 3 試行を評価に用いた。評価用データは計 5,463 サンプルであり、覚醒が 1,347 サンプル(24.7%)、眠気が 4,116 サンプル(75.3%)であった。

本報では、CNN と Transformer を用いて複数の生理信号から覚醒度を推定した。脳波 6 チャンネル(Fp1, Fp2, O1, O2, Fz, Pz)、皮膚電気活動、心拍変動および瞳孔径の計 9 信号に対し、1.5 および 30 秒の時間スケールで特徴を抽出する CNN と、時間依存関係を扱う Transformer を設けた。各信号と時間スケールの組合せに対応する処理経路をブランチと呼び、計 27 ブランチを基本構成とした。各ブランチの特徴を統合用 Transformer で統合し、覚醒および眠気を推定した。

まず、27 ブランチ構成の推定性能を F1 スコアにて評価した。次に、Ablation により各ブランチを 1 つずつ無効化した際の F1 スコアの変化を評価するとともに、Integrated Gradients (以下、IG) を用いて各ブランチの内部特徴が推定に与える寄与度を算出した。これらの結果に基づき、単独で無効化した際に F1 スコアが低下するブランチを選定した構成と、そのうち IG による寄与度も大きいブランチを選定した構成をそれぞれ再学習し、27 ブランチ構成との推定性能の比較を行った。さらに、Grad-CAM による着目区間の周波数特性から、推定根拠の生理学的な解釈を検討した。

3. 結果・考察

27 ブランチ構成は既報(1)の F1 スコアを 0.15 上回り、0.92 と高い推定精度であったと考えられる。一方、クラス間の不均衡があり、解析対象も 1 名に限られるため、本手法の汎化性能は今後検証する必要がある。

次に、Ablation および IG によって各ブランチの寄与を評価した。その結果、O1・Fz・Pz の 1 秒ブランチは IG で寄与が大きく、単独無効化によって推定性能が低下したことから、両手法で有用性が示唆された。Ablation を基に選定した 10 ブランチ構成と、両手法を基に選定した 3 ブランチ構成で再学習した結果、F1 スコアはそれぞれ 0.92、0.91 であった。3 ブランチ構成でも 27 ブランチ構成に近い F1 スコアを示したことから、これらのブランチに覚醒度推定に有用な特徴が含まれていると考えられる。

そこで、Grad-CAM を用いて各ブランチの CNN が着目した区間を特定し、その周波数特性を解析した。その結果、 β 波帯域の相対パワーに特徴的な結果が現れた(図 1)。O1 および Fz では、眠気と推定された時間窓群に比べ、覚醒と推定された時間窓群で相対パワーが高く、特に O1 で差が大きかった。O1 は視覚処理に関わる後頭葉上の頭皮に位置する電極であり、O1 でみられた β 波帯域の相対パワーの差は、眠気に伴う視覚野の不活性化によるものではないかと考えられる。

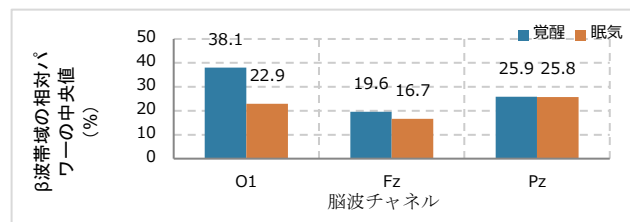


図 1 着目 1 秒区間の β 波帯域相対パワーの中央値

4. おわりに

本報では、新たな覚醒度推定モデルを作成し、推定精度、各入力への寄与、入力構成の簡素化による推定性能変化、着目信号の特徴とその生理学的解釈を検討した。その結果、従来手法を上回る F1 スコアを得るとともに、XAI で選定した入力のみでも同程度の精度を示し、推定根拠の生理学的解釈につながる特徴を得た。今後は実験参加者数の増加、クラス間のデータ数の統一化および覚醒度分類の細分化を検討する。

参考文献

- (1) 佐藤, 小椋: 生成 AI と会話する自動車ドライバの覚醒度推定手法に関する基礎研究〜低覚醒度領域を対象として〜, 第 34 回日本人間工学会システム大会, (2026)
- (2) Anton Kuznietsov et al.: Explainable AI for Safe and Trustworthy Autonomous Driving: A Systematic Review, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 25, No. 12, pp. 19342–19364, (2024)

1) 神奈川工科大学(243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030)

2) パイオニア(株)(113-0021 東京都文京区本駒込 2-28-8)

触覚と聴覚のクロスモーダル効果を用いた タッチパネル型ユーザインタフェースの検討

秋山 功匠, 古屋 友和 (東京都立産業技術高等専門学校)
坂崎 純太郎, 原 菌 迪子, 樋口 貴広 (東京都立大学)

1. はじめに

近年、車載ユーザインタフェースではタッチパネル化が進み、視線を大きく移動させることなく、直観的かつ確実に操作できる設計が求められている。そこで本研究では、フラットなタッチパネルを対象に、触覚と聴覚のクロスモーダル効果を活用し、押下感や対象物の変形を想起させるユーザインタフェースを検討した。

本技術により、視覚情報への依存を抑えた操作が可能となり、脇見運転の低減や、従来のタッチパネルでは得られない新たな操作感の創出につながる事が期待される。

2. 実験内容

2.1 装置

実験装置の概要を図1に示す。実験参加者が操作する平板には、エンジニアリングプラスチックの中で代表的なポリエチレン (PE) を用いた。指が平板に触れた状態を正確に検知するため、静電容量式のタッチセンサモジュール (Bit Trade One 社製、型番: AD00010) を採用した。音刺激は、押下感の知覚および変形対象の想起を促すため、力を加えることで形状が変化する対象物から録音した音を用いた。ペットボトル、発泡スチロール (納豆パック)、スナック菓子 (チョコクリスピー・素早く/ゆっくりつぶす)、手で軽く丸めた状態の対象物として、紙 (コピー用紙)、ビニール (ビニール袋)、アルミホイルの計 7 種類とした。

制御システムは、タッチセンサの作動信号をマイクロコンピュータを介して PC へ送信し、Python により指定した変形音データを再生する構成である。再生された変形音データは、D/A コンバータを介してデジタル信号からアナログ信号へ変換され、増幅器を経由してスピーカから提示される。同時に、同一の音信号を用いて振動モータが駆動され、変形音データに対応した振動刺激が提示される。

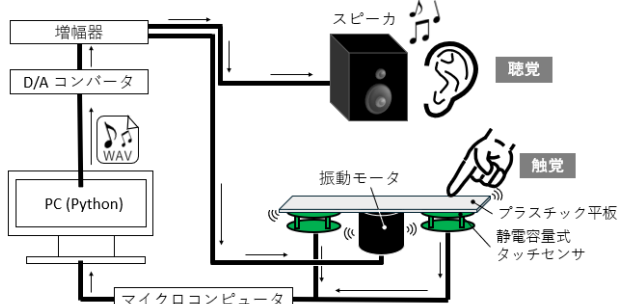


図1 実験装置

2.2 方法

評価項目は、①押し込む感覚があったか、②どの変形対象をつぶしたと思ったか (対象物のカテゴリー評価)、を5段階で評価し、数が大きいほど高評価とした。実験条件

は、「音のみ」と「音+振動」の2条件とし、計14刺激 (音のみ7種、音+振動7種) をランダム順で提示した。

3. 結果と考察

3.1 押下感

押下感の実験結果の平均値と標準偏差を図2に示す。図2より、全ての条件で「音+振動」の押下感が高く、統計的に有意差 (ウィルコクソンの符号付順位検定) も確認された。この結果から、振動刺激は押下感の印象を増進させることが示された。

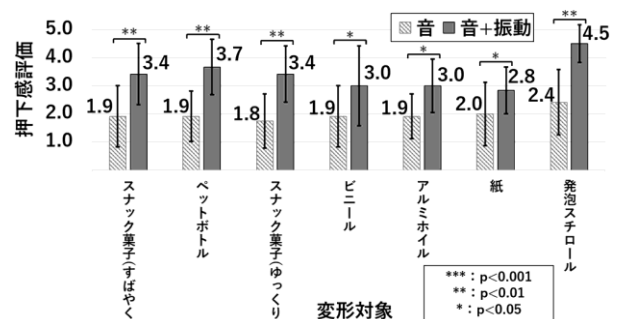


図2 押下感の評価 (平均値と標準偏差)

3.2 変形対象の想起

実験結果の平均値において提示した変形対象の項目が最も高く評価され、かつ統計的に有意差が認められた場合 (フリードマン検定, $p < 0.05$) に「変形対象を想起できた」と定義した。変形対象の想起の実験結果を表1に示す。

音+振動条件において、変形対象の硬さと提示する振動が対応している場合に、想起が生じやすいことが示された。また、音のみ条件では、音から変形対象のイメージが形成された場合に限り、変形対象の想起が生じることが示唆された。

表1 変形対象の想起の評価

変形対象	有意差あり ← → 有意差なし						
	発泡スチロール	アルミホイル	ペットボトル	ビニール	スナック菓子 (ゆっくり)	スナック菓子 (すばやく)	紙
音+振動	○***	○***	○***	×	×	×	×
音	○***	○***	○***	○***	○*	×	×

***: $p < 0.001$ **: $p < 0.01$ *: $p < 0.05$
(高): 提示した変形対象の項目の評価が最も高い

4. まとめ

今後は、音から想起しやすく、かつ硬さのある変形対象を対象として刺激条件を拡張する。さらに、音の周波数特性や時間的变化、振動特性と主観評価との関係を検証する。

デマンド交通停留所看板の視認性改善と 停留所待機時の安全性の検討

吉谷 隼摩， 岡 宏樹， 古屋 友和（東京都立産業技術高等専門学校）
脇 遼太郎， 広崎 蒼大， 樋口 貴広（東京都立大学 人間健康科学研究科）

1. はじめに

昨今，人口減少等の影響により，地域の鉄道や路線バスの利用者は年々減少し，休廃止が増加していることから，地域交通は危機的状況である．その結果，交通空白地域が拡大傾向にある．特に高齢者は，加齢に伴い移動に制約を受けるため，安心して移動できる環境の整備が不可欠である．この課題への対応として，地域ごとの状況に応じたデマンド交通などが導入されている．実際に，あきる野市の協力のもと，デマンド交通の実態を調査した結果，看板表示の見つけにくさや停留所の待機空間の問題が確認された．本研究では，看板の見やすさの改善を実験により検討した．また，停留所周辺の待機空間を調査し，安全上の課題と改善案を整理した．

2. 停留所看板の見やすさ改善

2.1 実験条件

実験の配置を図 1 に示す．実験 1 では，看板のサイズやデザインは現状のものをそのまま使用し，停留所の表示のみを変更することで，見やすさの改善を図った．実験 2 では，改善した看板が実際に見つけやすいかを検証するため，対象看板 1 枚と妨害看板 8 枚を提示し，対象看板を発見してからボタンを押下するまでの時間を計測した．

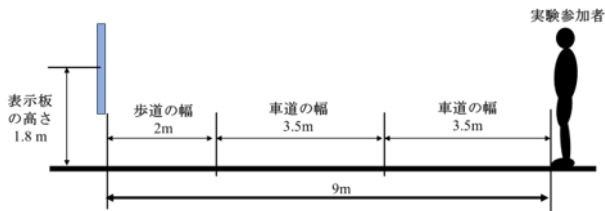


図 1 看板と実験参加者の配置

実験 1 は 19～20 歳の男女 10 名を対象とした．フォント（ゴシック，明朝，メイリオ），文字サイズ（72，88，100 pt），文字間隔（0，5，10%），色彩（赤，オレンジ，黒）の 4 要因を L9 直交表に割り付けた 9 条件について，見やすさ，読みやすさ，注意の引きやすさを 5 段階で評価した．実験 2 は 19～20 歳の男女 6 名を対象に，視距離 9 m で看板 2 種類×設置高さ 3 条件（0，90，180 cm）の計 6 条件を比較した．対象看板の左右位置はランダムとし，妨害看板には赤・青・緑などの文字色を用いた．本実験は，東京都立産業技術高等専門学校荒川キャンパス研究倫理審査委員会の承認（承認番号 2508）を受け，参加者の同意を得て行った．

2.2 結果と考察

実験 1：見やすさの改善

実験 1 の結果を図 2 に示す．見やすさと読みやすさには文字サイズ，注意の引きやすさには色彩の影響が大きかった．この結果をもとに，停留所名の文字を大きくし，赤色で表示した改善看板を作成した．

実験 2：看板の探索実験

実験 2 の平均発見時間は，既存看板の 1.77 秒から改善看板の 1.20 秒へと 0.57 秒短縮し，対応のある t 検定で有意差

を認めた（ $p < 0.01$ ，図 3）．看板のサイズやデザインを変えず，停留所の表示の変更のみで探索時間を短縮できることを示した．文字の拡大と赤色化による識別性の向上が寄与したと考えられるが，両者を同時に変更しているため，各要因の寄与は個別に検証する必要がある．

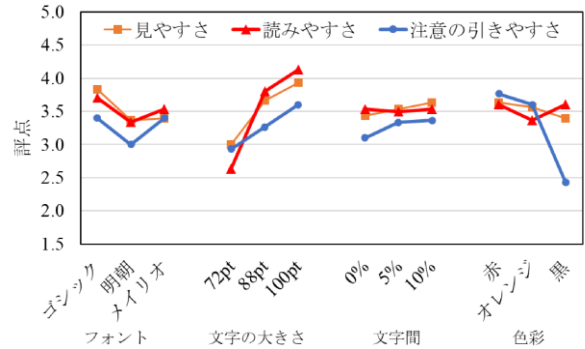


図 2 文字条件の要因効果図

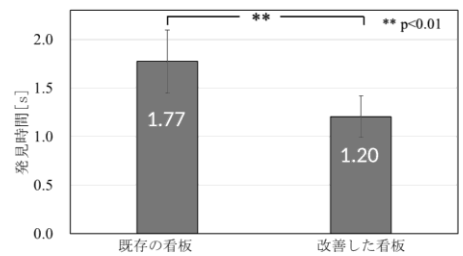


図 3 既存看板と改善看板の平均発見時間

3. 待機時の安全性

現地写真と Google Maps／ストリートビューをもとに，停留所周辺を十字交差点，道端（路側帯なし），道端（路側帯あり），待機場所ありの 4 種類に分類し，待機者の見え方，安全に立てる幅，車両動線との重なり，探索・乗車時の行動を確認した．

その結果，十字交差点では角の死角が，路側帯のない道端では退避余地の不足が課題であった．路側帯がある場合も，電柱・植栽・側溝を除いた有効幅の確認が必要であり，待機場所がある場合も，車両出入口や乗車時の移動経路と重ならないかを確認する必要がある．改善案として，交差点角からの移設と路外の待機空間の確保を挙げた．ただし，本検討は写真に基づく定性的な一次評価であり，事故率や対策の効果は検証していない．

4. まとめ

停留所名の文字サイズや色彩を変更することで，実験条件下での発見時間を短縮できた．ただし，対象が若年者に限られるため，今後は高齢者を対象に，実際の停留所でも効果を検証する．待機時の安全性については，現地での幅員・見通し・車両停止位置の計測と VR 実験を通じて改善案を検討する．また，実環境では背景や設置位置も見つけやすさに影響するため，利用者の反応を確認しながら改善を進める．

マイクロ遠心ファンの性能に関する研究



Fluid Machinery
Laboratory

— 舌部形状の違いが性能特性に及ぼす影響について —
醍醐和希¹⁾ 平野利率²⁾ 1)法政大学大学院 2)法政大学



■ 緒言

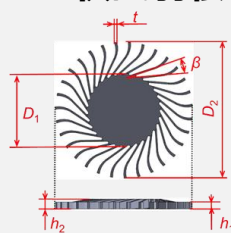
【背景】

カーナビゲーションの小型化・高性能化に伴い、装置内部の発熱量は増加している。限られた設置空間で十分な冷却性能を確保するため、マイクロ遠心ファンにはさらなる性能向上が求められている。

【目的】

本研究では、舌部形状の違いがマイクロ遠心ファンの性能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、舌部形状を変更した複数のファンについてCFD解析を行い、性能および内部流れを比較した。

■ 供試羽根車および舌部形状の設計

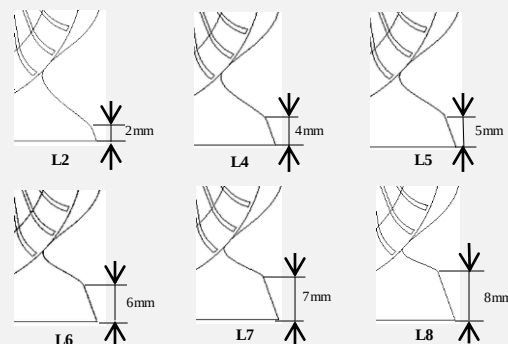
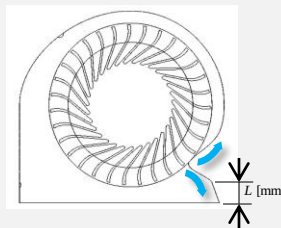


Impeller Inlet Diameter D_1 [mm]	23
Impeller Outlet Diameter D_2 [mm]	46
Blade Thickness t [mm]	1
Number of Blades Z	31
Blade Installation Angle β [deg.]	30
Blade Outlet Height h_1 [mm]	2.1
Blade Inlet Height h_2 [mm]	3

舌部上部では再循環流をスクロール内へ、下部では流れを吐出口方向へ導く形状とした。

形状に沿って流れを導くことを意図し、スプライン曲線を用いた。

吐出口 - 舌部間距離 L を変化させ、各モデルをL2～L8とした。



■ 解析結果

全開時の最大流量を比較した。

Type	Flow Rate : Q [m ³ /min]	増加率 [%]
Base	0.0634	-
L2	0.0659	+4.00
L4	0.0660	+4.13
L5	0.0661	+4.39
L6	0.0669	+5.57
L7	0.0662	+4.43
L8	0.0660	+4.18

$$\text{増加率} = \frac{Q - Q_{\text{Base}}}{Q_{\text{Base}}} \times 100$$

- すべてのLモデルでBaseより最大流量が増加した。
- 今回検討した範囲ではL6が0.0669 m³/minで最大となり、Baseと比較して最大流量が5.57%増加した。

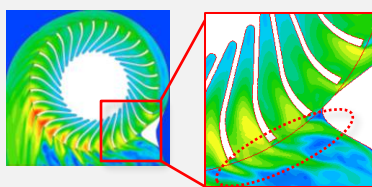
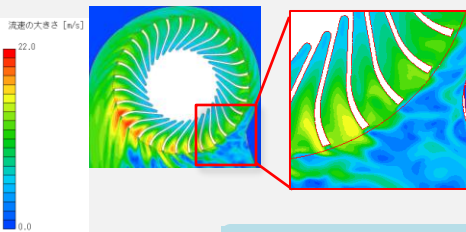
■ 内部流れの比較

L6で最大流量が増加した要因を検討するため、内部流れを比較した。

流速

Base

L6



L6では、Baseと比較して舌部の吐出口側における流速が大きい。

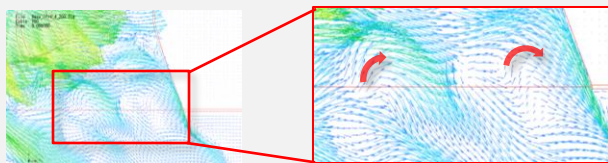
速度ベクトル

Base

流速 [m/s]

22.0

0.0

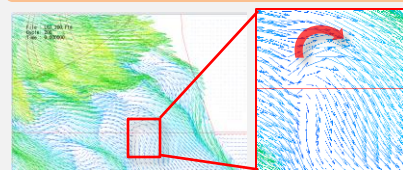
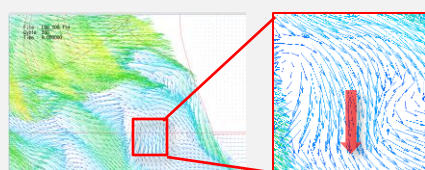
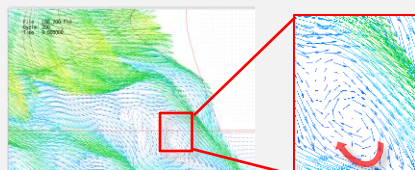


Base、L5およびL7では舌部の吐出口側に渦および逆流がみられる。一方、L6ではこれらが抑えられ、吐出口方向への流れが改善されている。

L5

L6

L7



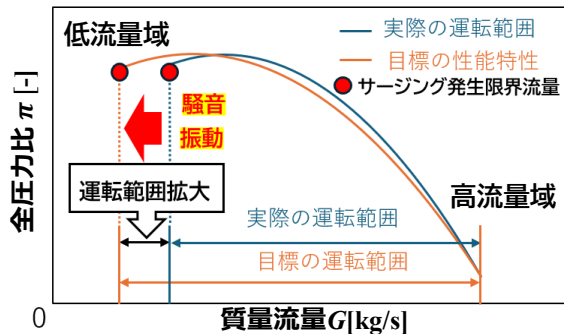
■ 結言

今回設計した舌部は、舌部近傍における渦および逆流を抑制し、吐出口への流れを改善することで、最大流量の向上を実現した。今後は舌部形状を変更したケーシングを製作し、性能試験を行うことで数値解析結果の妥当性を検証する。

ターボチャージャー用遠心圧縮機の性能に関する研究 -吹込みノズルの先端形状の違いが性能に及ぼす影響-

岡田尚¹⁾, 平野利幸²⁾ 1)法政大学大学院, 2)法政大学

研究背景



自動車の普及
地球温暖化に伴い、排気
ガスに対する規制が強化

排気量を小さくしても出力
を得られるダウンサイジング
ターボエンジンの普及

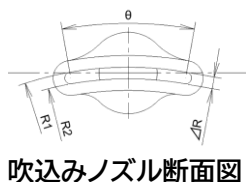
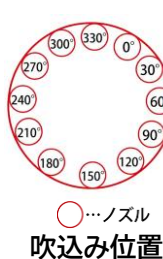
遠心圧縮機のサージング
低流量域で起こる不安定
現象(振動や逆流が発生)
圧縮機本体・配管を破損
させる恐れがあるため運
転範囲が制限される

サージング抑制による低流量側の運転範囲の拡大が課題

研究目的

1本の吹込みノズルにより、遠心圧縮機出口の圧縮空気の一部を羽根車入口に再循環させることで、サージング発生限界流量を低流量側に移動させるとともに、吹込みノズルの先端形状の違いが性能に及ぼす影響を調査した

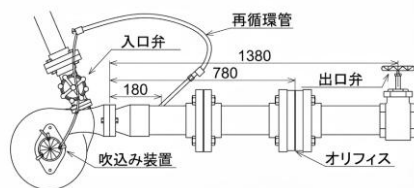
実験装置



吹込みノズル断面図



吹込みノズル



装置模式図

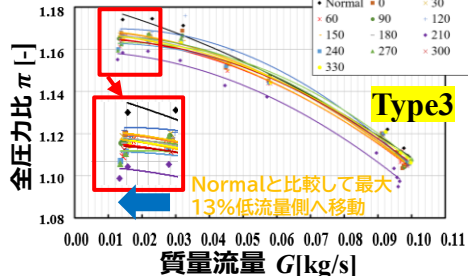
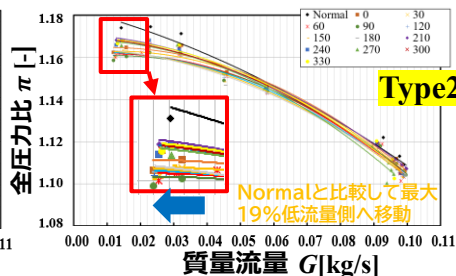
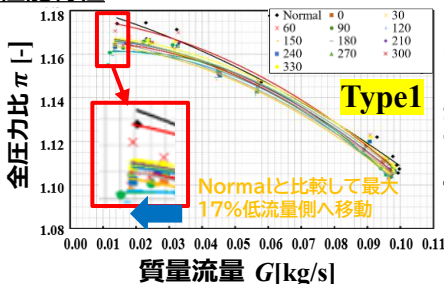
- 回転数は50000rpmで一定
- 本実験はJIS B 8340に準拠

吹込みノズル寸法

Type	直径5 mmの円管	R_1 [mm]	R_2 [mm]	θ [deg.]
Type 2		22.25	20.25	9.53
Type 3		22.00	20.50	22.59

実験結果

性能特性

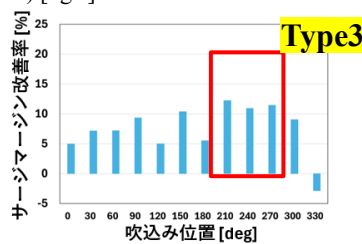
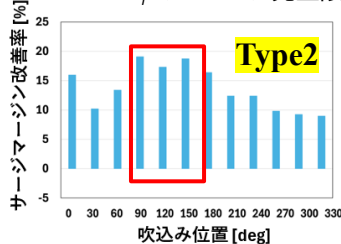
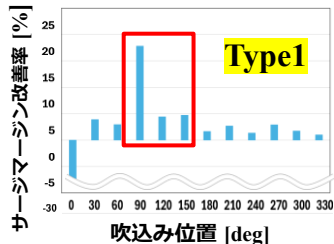


サージマージン改善率

$$I_{RSM} = \frac{G_N - G_I}{G_N} \times 100$$

G_N : サージング発生限界流量(Normal) [kg/s]

G_I : サージング発生限界流量(Injection) [kg/s]



- ほぼすべての位置でNormalと比較してサージング発生限界流量低流量側に移動した
- 形状によって最も改善率がよい吹込み位置が異なった

まとめ

- 吹込みを行うことで低流量側の運転範囲が拡大した
- 先端形状によって最適吹込み位置が異なった

今後の方針

- 油膜法や壁面静圧測定を行い内部流れを調査する
- 吹込みノズルの本数を2本に増やして実験を行う

グラフニューラルネットワークを用いた自動車用リアウイングの設計手法開発

近畿大学 総合理工学研究科 メカニクス工学専攻 博士前期課程2年 中村康貴

1. 緒言

リアウイングの空力性能は、翼型形状、迎え角および位置関係に依存するため設計候補を総当たりで評価すると膨大な時間を要する。そこで本研究では、グラフニューラルネットワーク（GNN）やガウス過程回帰（GPR）を用いた形状、位置、迎え角の手法の開発を目的とする。本手法により、CFD解析の評価回数を低減し対象とする走行条件に適した条件を効率的に探索する。

2. 方法

Fig.1 に翼型形状最適化の流れを、Fig.2 に位置関係および迎え角の最適化の流れを示す。

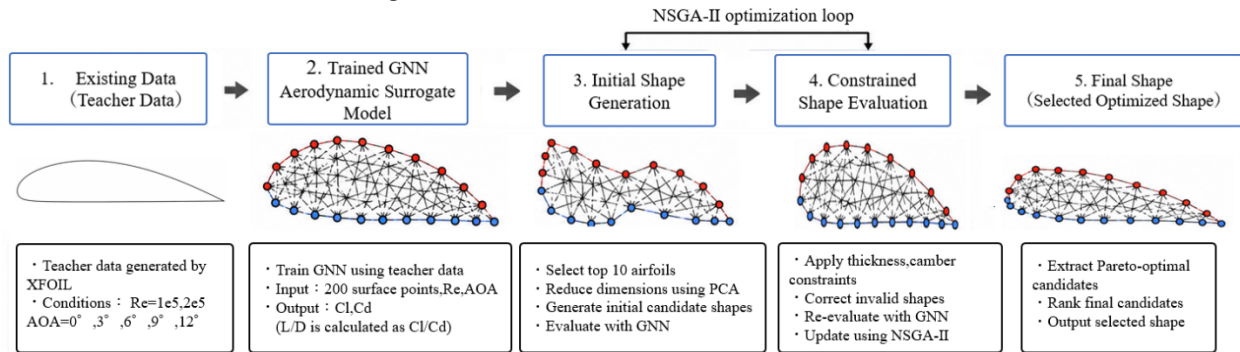


Fig.1 Workflow of the GNN-Based Airfoil Optimization

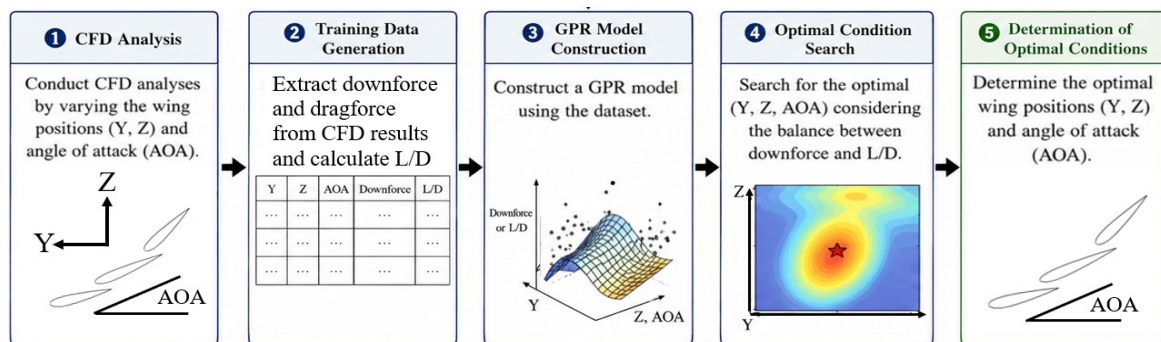


Fig. 2 Workflow of the GPR-Based Optimization of Wing Position and Angle of Attack

3. 結果

Fig.3 にダウンフォースと位置の最適化結果、Table1 に既存形状との比較を示す。

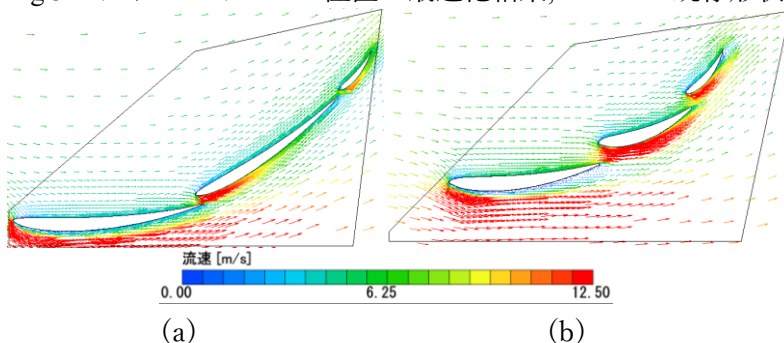


Fig.3 Velocity vector distributions around the optimized airfoil (a) and NACA5510 (b)

4. 結言

本研究では、GNNを用いた空力性能予測、PCAによる翼型形状の低次元化、NSGA-IIによる形状探索、ならびにGPRによる位置関係および迎え角の最適化を組み合わせた自動車用リアウイングの設計手法を提案した。選定した最適化翼型は、従来使用していたNACA 5510と比較してダウンフォースが約17.7%増加し、揚抗比は10.20%向上した。よって低速コーナリング時にダウンフォースを重視した形状を得ることができた。

Table.1 Downforce, Dragforce, L/D of the optimized airfoil and NACA5510

	$F_{(L)}$, N	$F_{(D)}$, N	$F_{(L)}/F_{(D)}$
Optimal airfoil	67.61	13.29	5.08
NACA5510	57.45	12.44	4.61
Relative change, %	17.68	6.83	10.20

1. 緒言

全固体電池は、現在のリチウムイオン電池に代わる次世代電池として注目されており、電気自動車(EV)の性能を大きく向上させる可能性を持つ。自動車に導入する上での、最大の利点はエネルギー密度の向上であり、同じ重量や体積でもより多くの電気を蓄えられるため、EVの「航続距離の向上」に寄与できる。電池を小型・軽量化もできるため、車両全体の軽量化や走行性能の向上にもつなげることも可能である。さらに、従来の電池で使用される可燃性の液体電解質を用いないため「安全性の向上」に寄与できる。液漏れや発火のリスクが低減し、安全性が向上する他、化学的な安定性も高く、電池の劣化を抑制できるため「長寿命化」が期待できる。また、冷却機構や安全装置の簡略化によって電池パックの省スペース化も可能となり、自動車設計の自由度向上にも寄与できる。以上の要件から、将来の全固体電池はEV普及を支える重要なキーテクノロジーとして期待されている。しかし、全固体電池の材料技術の面で、実用化のため克服すべき課題点は多いのが現状である。本研究では、正極材料に有機材料を導入することによる高性能化の取り組みを実施した。

2. 実験

本研究で全固体電池の正極活物質に有機ポリスルフィド(Fig.1)を採用した。本化合物は全て本研究グループで開発した反応[1]を用いて合成し、反応は全ての段階で溶媒無使用条件において化学反応を進行させることを可能とするなど、実用化レベルでのプロセスとして改善を進めている。この正極活物質を固体電解質 Li_3PS_4 または $\text{Li}_{5.5}\text{PS}_{4.5}\text{Cl}_{1.5}$ を円筒容器内に積層させて250 MPaの圧力でプレス処理することで固体電解質の層を作製した後に、In箔、Li箔の順に重ねて同じ圧力で再びプレス処理して負極面を作製した。正極側には、有機ポリスルフィドとカーボンブラックを3:7の比でミキサーミルを用いて攪拌した粉末に、Ar雰囲気下のグローブボックス内で固体電解質 Li_3PS_4 または $\text{Li}_{5.5}\text{PS}_{4.5}\text{Cl}_{1.5}$ と1:1の重量比で追加して、ボールミルを使用して混合し

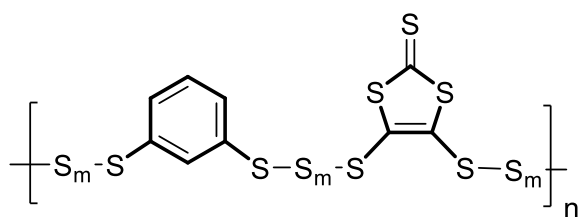


図-1 有機ポリスルフィドの構造

た粉末を作製した後、負極の反対面に層状にのせて同様のプレス処理を行うことで、全固体電池を完成させた。これをAr置換された測定用ソケット内部に入れて封止した評価用セルとして充放電測定装置を用いた評価試験を行った。

3. 結果と考察

0.05Cにおける充放電試験からは、有機硫黄系正極活物質の理論容量(1100-1200Ah/kg)を大きく超える高容量が確認された。容量維持率についても、これまでの有機材料を正極活物質に導入した液系二次電池に比べて良好な結果が得られた。実測値の容量が理論容量を超えた原因としては、1. 3-dithiol-2-thione 環上の π 電子が充放電反応に関与する有機基として作用したことと、硫黄系の固体電解質のチオラート部位が、充電時に正極活物質である有機ポリスルフィドと反応して新たなジスルフィド結合を形成[2]することにより、活物質として充放電動作をする化学結合が増加することで、実測値が増加する現象が生じたためであると予想している。とくに1. 3-dithiol-2-thione 環を含む有機ポリスルフィドでは、いずれも1800Ah/kgオーバーの高容量を示す再現性が確認された(Fig.2)。これは、現行のリチウムイオン二次電池使用されている船員金属酸化物系の正極活物質の容量を10倍以上「上回る性質を有しており、今後の電池構造の作り込みによって実用化が達成すると、有用な自動車技術に寄与できる知見になると言える。

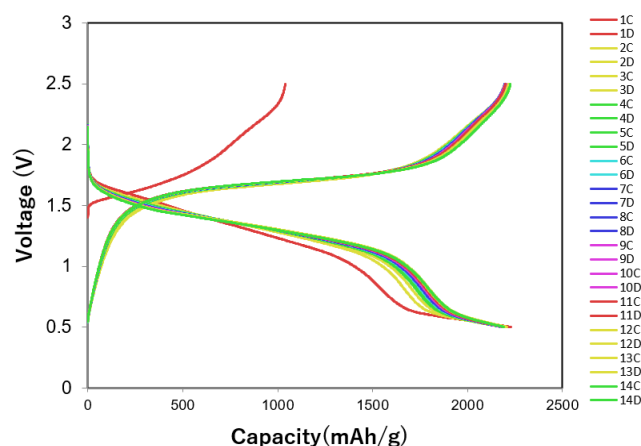


図-2 有機ポリスルフィドの構造

参考文献

- [1] a)N. Tanifuji et. al, Materials, 17, 699(2024), b) N. Tanifuji et. al, Polymers,15, 33(2023), c)谷藤尚貴ら, 特願 2023-223748.
- [2] Z. Lin, Angew. Chem. Int. Ed., 52, 7460(2013).

パリ協定に基づく電気自動車の LCA 予測

報告者：関東学院大学 人間共生学部共生デザイン学科 4 年 氏家優凜 指導教員：佐野慶一郎

1. 研究の背景と目的

- 温室効果ガス削減が国際的課題となり、運輸部門では自動車由来 CO₂の削減が重要。
- EV 普及が進むが、環境性能は「走行時ゼロ排出」だけでは評価できない。
- 発電時 CO₂は国・地域の電源構成で異なり、電池製造時にも多くの CO₂を排出する。
- 将来の電源構成変化を組み込み、LCA（ライフサイクル評価）で EV の CO₂排出量を予測する。

2. LCA の方法と項目

- 2025 年度までの最新 LCA データを収集・整理（7 か国）。
- 各国の発電時 CO₂排出原単位を収集し、2026 年以降はパリ協定の削減目標に基づき推移を予測。
- リチウムイオン電池製造時 CO₂の既往研究を整理し、長期的な低減傾向を推計。
- 小型商用車は走行距離 5 万 km/年を条件に、走行時の総 CO₂排出量を国別に比較。

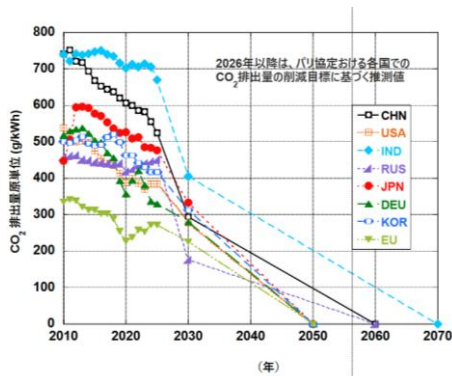
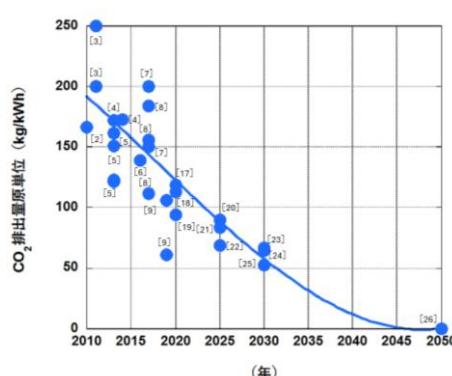
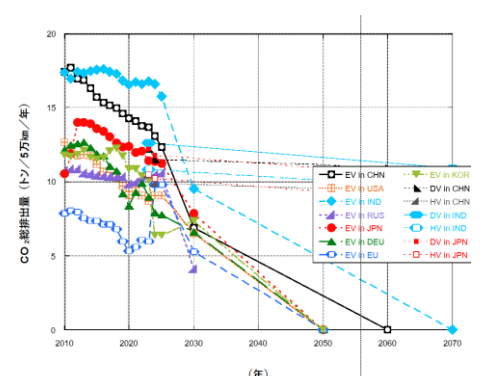
3. LCA の対象と条件

対象車種	走行条件	国・地域：	予測の軸：
小型商用車・乗用車	小型商用車：5 万 km/年	CHN, USA, IND, RUS, JPN, DEU, KOR, EU	電源構成・電池製造・電池交換・走行時 CO ₂

4. LCA の構成（フロー）

① 文献 各国データ収集 LCA/発電時 CO ₂	② 発電時 CO ₂ 原単位 将来推移を予測	③ 電池製造・交換時 CO ₂ を予測	④ 走行距離条件で 総 CO ₂ を算出	⑤ 日本・他国比較 LCA として考察
--	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------

5. LCA 予測結果

図1 各国の発電時 CO₂排出原単位の推移予測¹⁾図2 リチウムイオン電池製造時 CO₂排出量原単位の推移予測^{2)・9)}図3 走行距離 5 万 km/年に応じた CO₂総排出量の推移予測¹⁾ (小型商用車)

6. 得られた知見と考察

- 電池製造時 CO₂は、製造技術の向上と電力の脱炭素化に伴い年々減少傾向。
- 電力構成の違いにより、電池製造・走行時の CO₂排出量には国・地域差が生じる。
- EV は発電・電池製造を含めると、現時点で常に最小の環境負荷とは限らない。
- 適切な比較には、車両のライフサイクル全体を対象とした LCA が重要。
- 過去から現状の EV 走行時の負荷は、インドが多く、EU が少ない傾向。

参考文献

- 1) Our World in Data (データで見る世界), Carbon intensity of electricity generation (発電の炭素量), <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>
- 2) Zackrisson, Avellán & Orlenius, Journal of Cleaner Production, 18(15), 1519–1529 (2010).
- 3) Majeau-Bettez, Hawkins & Strømman, Environmental Science & Technology, 45(10), 4548–4554 (2011).
- 4) Ellingsen et al., Journal of Industrial Ecology, 18(1), 113–124 (2014).
- 5) Amarakoon, Smith & Segal, Application of Life-Cycle Assessment to Nanoscale Technology: Lithium-ion Batteries for EVs (2013).
- 6) Kim et al., Environmental Science & Technology, 50(14), 7715–7722 (2016)
- 7) Romare & Dahllöf, IVL, The Life Cycle Energy Consumption and GHG Emissions from Lithium-Ion Batteries (2017).
- 8) Lamnatou & Chemisana, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 78, 916–932 (2017).
- 9) Emilsson & Dahllöf, IVL, Lithium-Ion Vehicle Battery Production – Status 2019 (2019).

力覚ナッジと安全フィルタの二段構成による運転技能向上支援

Haptics Nudge for Upskilling of Drivers

○森田莉菜¹, 井上正樹¹, 宮岡佑弥¹, 石原新士², 八田直樹²

¹慶應義塾大学

²日立製作所

■ 研究背景・目的

運転支援技術の普及によるヒューマンエラーの防止

➢ 事故減少に貢献 😊

一方で、ドライバの依存や監視能力低下

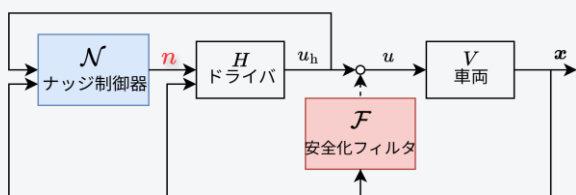
➢ 運転技能の低下 😞

本研究の目的

安全を保証しながら**ドライバの技能向上**を実現する
運転支援システムの開発

■ 提案手法の全体像

x : 車両状態, u : 車両への操作入力, u_h : 人による操作量, n : 力覚ナッジ



[問題1]

運転技能向上のための力覚ナッジシステム

- ・ドライバHのモデル化
- ・ナッジ制御器Nの設計

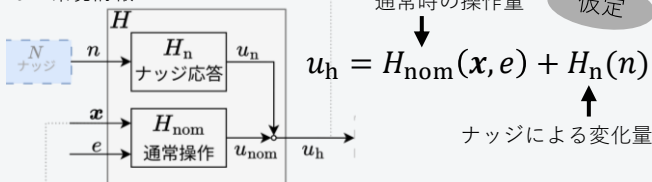
[問題2]

安全保証のための安全化フィルタFの設計

- ・2次制御バリア関数 (CBF) を利用

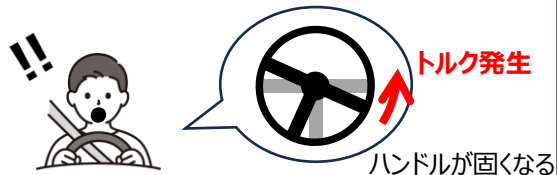
■ ドライバモデル H

e : 環境情報



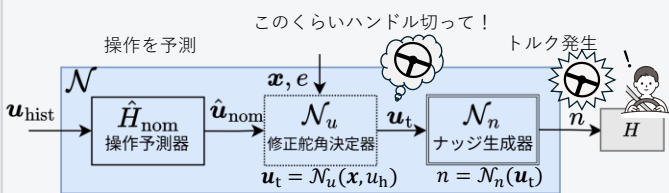
ドライバの操作を分離し、それぞれモデリング

アプローチ手法: 力覚ナッジ



ハンドルにトルクを発生させることで
安全な操作に誘導しながら
リアルタイムに直感的に間違いに気づかせる

■ 力覚ナッジ N



u_{hist} : ドライバ操作履歴, $\hat{u}_{nom}$: ドライバ操作の予測値

u_t : 修正操舵角目標, n : 力覚ナッジ

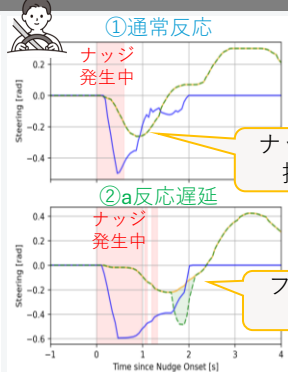
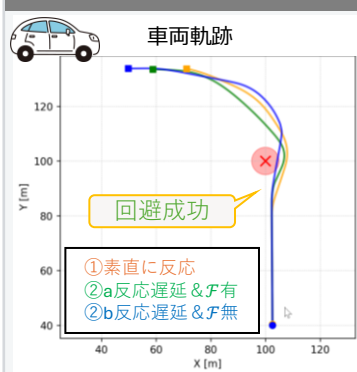
- ・Nの目的:
安全な操作へ誘導する力覚ナッジを生成
- ・ $\hat{H}_{nom}$: 操作履歴 u_{hist} からドライバの将来操作を予測
- ・ N_u : 安全制約を満たす最小の修正操舵角 u_t を計算
- ・ N_n :
 - 目標操舵 u_t を実現するナッジトルクを生成
 - ドライバモデルHにおける人の反応遅れを考慮

■ 安全フィルタ F

- ・ナッジで安全化できなかったときの最終手段
- ・ u_h が安全な入力か判断し、危険なら介入

$$\begin{aligned} \min_u \quad & \|u[k] - u_h[k]\|^2 \quad \text{最小介入} \\ \text{s.t.} \quad & A_{cbf}u[k] \geq b_{cbf} \quad \text{2次CBF制約} \\ & x[k+1] = f(x[k]) + Bu[k] \end{aligned}$$

■ Human-in-the-loop実験



目標操作 u_t
人の操作 u_h
最終操作 u

ナッジにより操作変化
技能向上に繋がる

フィルタによる
強制介入

実験シナリオ

- ・右カーブの車線上に障害物を配置
- ・ドライバが操作を行なう
- ・危険時にハンドルにナッジトルクが発生

実験①: システムの検証
実験②: 反応を遅らせて検証
②a-安全フィルタFあり
②b-安全フィルタFなし

ナッジで操作誘導、フィルタで安全保証!

■ まとめ

- ・ドライバーのUpskillingと安全保証を両立する運転アシストシステムの提案
- ・ナッジ制御器Nと安全化フィルタFを設計

■ まとめと今後の展望

- ・被験者実験による
技能向上の有効性の検証 (実施中)

交通流安定化のための階層型運転支援システム

arXiv



入江颯, 井上正樹, 沖田万里 (慶應義塾大学)
山口晃, 滝智洋, 波多野崇 (マツダ株式会社)

概要

本研究では、交通渋滞の抑制を目的とした階層型制御システムの設計を行なう。各制御対象車に実装された下層制御器は、車両のミクロな挙動を監視し、後続車に十分な車間距離を確保するよう人間ドライバの運転を支援する。一方、上層制御器は交通流全体のマクロな状態を監視し、交通渋滞が発生する可能性が高い場合にのみ、必要な下層制御器を起動する。さらに、実交通データに基づいて構築した交通流シミュレーション環境を用いて、提案する制御システムの有効性を評価する。

1) 背景

運転支援による渋滞抑制

ADASによる加減速への介入で減速波を抑制できるのでは?[1]



しかし頻繁な介入は...

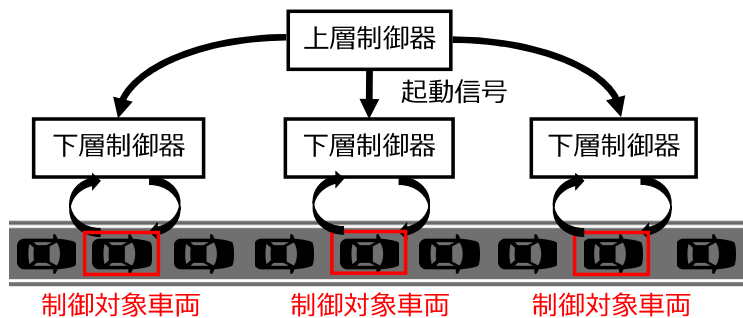
- ドライバの不快感
- システムの受容性低下[2]



研究目的

**最小限介入で
渋滞抑制したい**

2) 階層型制御システムの提案



上層制御器：いつ介入するか?

- 交通状況进行评估し、介入の必要性を判断
- 必要な車両のみ下層制御器を起動

下層制御器：どのように介入するか?

- 車両周辺の状態に基づき、運転操作へ介入
- 安全性を確保しつつ、後続車の減速を抑制

3) 上層制御器

後続車群の状態から介入が必要かを評価

介入判定関数

$$g(\bar{d}, \bar{v}) = a\bar{v}^2 + b\bar{v} + c - \bar{d}$$

$$g(\bar{d}, \bar{v}) > 0 : \text{介入ON} \quad g(\bar{d}, \bar{v}) < 0 : \text{介入OFF}$$

後続車両n台の
平均車間距離 $\bar{d}$
平均速度 $\bar{v}$

- 介入判定関数の設計



4) 下層制御器

前方車との安全性確保

$$h_p = d_p - d_{\min}$$

- 前方車との最小車間距離を保証

後続車の減速抑制

$$h_f = d_f - T_f \Delta v_f$$

- 後続車とのTTCを確保し、急減速の発生を抑制

5) 実験

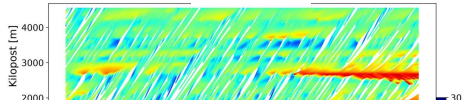
実験環境

Zen Traffic Data (ZTD)[3]

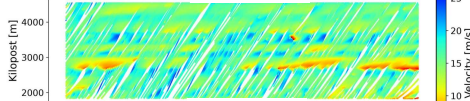
- 阪神高速13号東大阪線 (森ノ宮JCT付近)
- 約3km区間の0.1sの車両軌跡データ



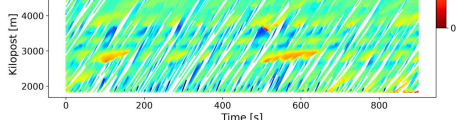
介入なし



提案手法



常に介入



ケース

介入なし
提案手法
常に介入

	10 m/s 以下の 速度割合 [%]	平均速度 [m/s]	総介入時間 [s]
介入なし	27.6	12.34	0
提案手法	21.9	13.04	5612.9
常に介入	21.1	13.41	50825.9

渋滞抑制しつつ
総介入時間を
約89%削減

6) 展望

- 既存手法との比較
- 先行車両の挙動予測

参考文献

- [1] J. Jiang et al., "Robust traffic wave damping via shared control," Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2021.
- [2] S. Paiva et al., "User Preferences in the Design of Advanced Driver Assistance Systems," Sustainability, 2021.
- [3] Hanshin Expressway Co., Ltd., Zen Traffic Data, 2018, [ZTD/Zen Traffic Data powered by Hanshin Expressway Company](#)

謝辞：本研究は、マツダ株式会社の支援を受けた研究です。

Laguerre-MPPIによる経路計画

慶應義塾大学
○田堀祐介, 井上正樹, 入江颯
マツダ株式会社
滝智洋, 波多野崇

概要

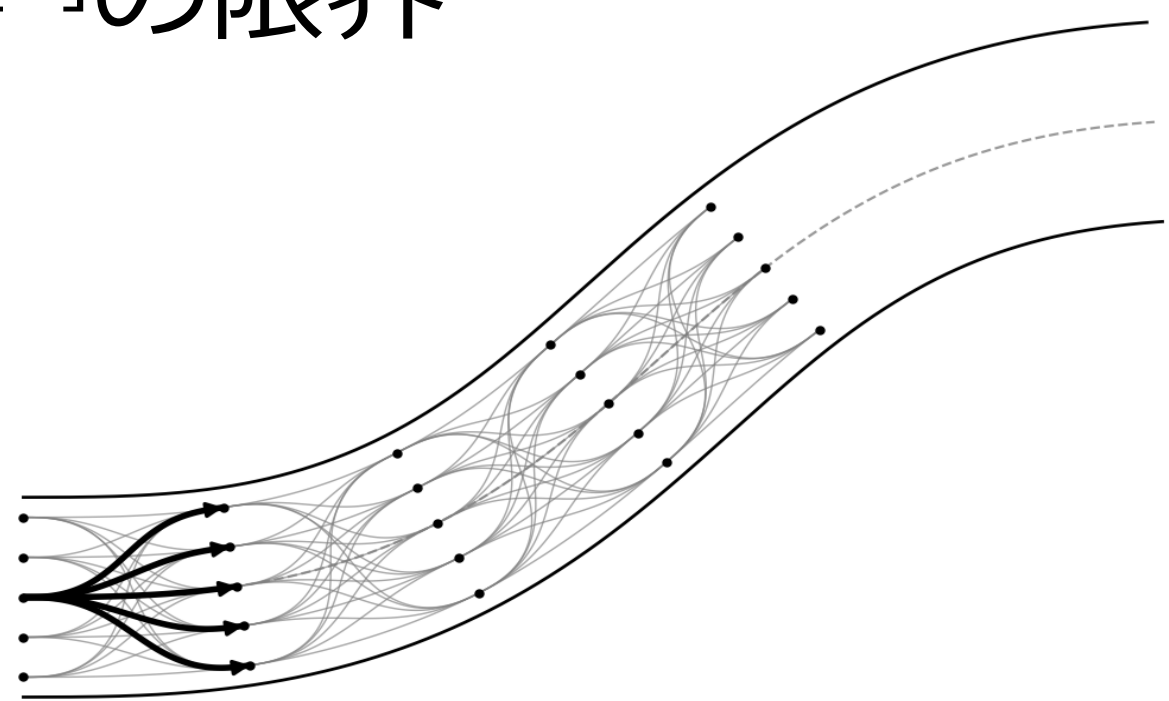
本研究ではモデル予測経路積分制御 (MPPI) の課題を解決するLaguerre-MPPIを提案する。さらにLaguerre-MPPIを応用して、長期の予測においても計算コストが小さく、動的な環境にも対応できる経路計画法を提案する。

背景

➤State Lattice Planner^[1]の限界

長所

- 実際の曲率を考慮した滑らかな軌道を生成できる
- 現在主流の経路計画法



課題

- 動的な環境に対応しづらい
- 状態量が増えると計算量が急増
- パラメータ調整が難しく、職人技が必要

➤モデル予測経路積分制御^[2]への期待

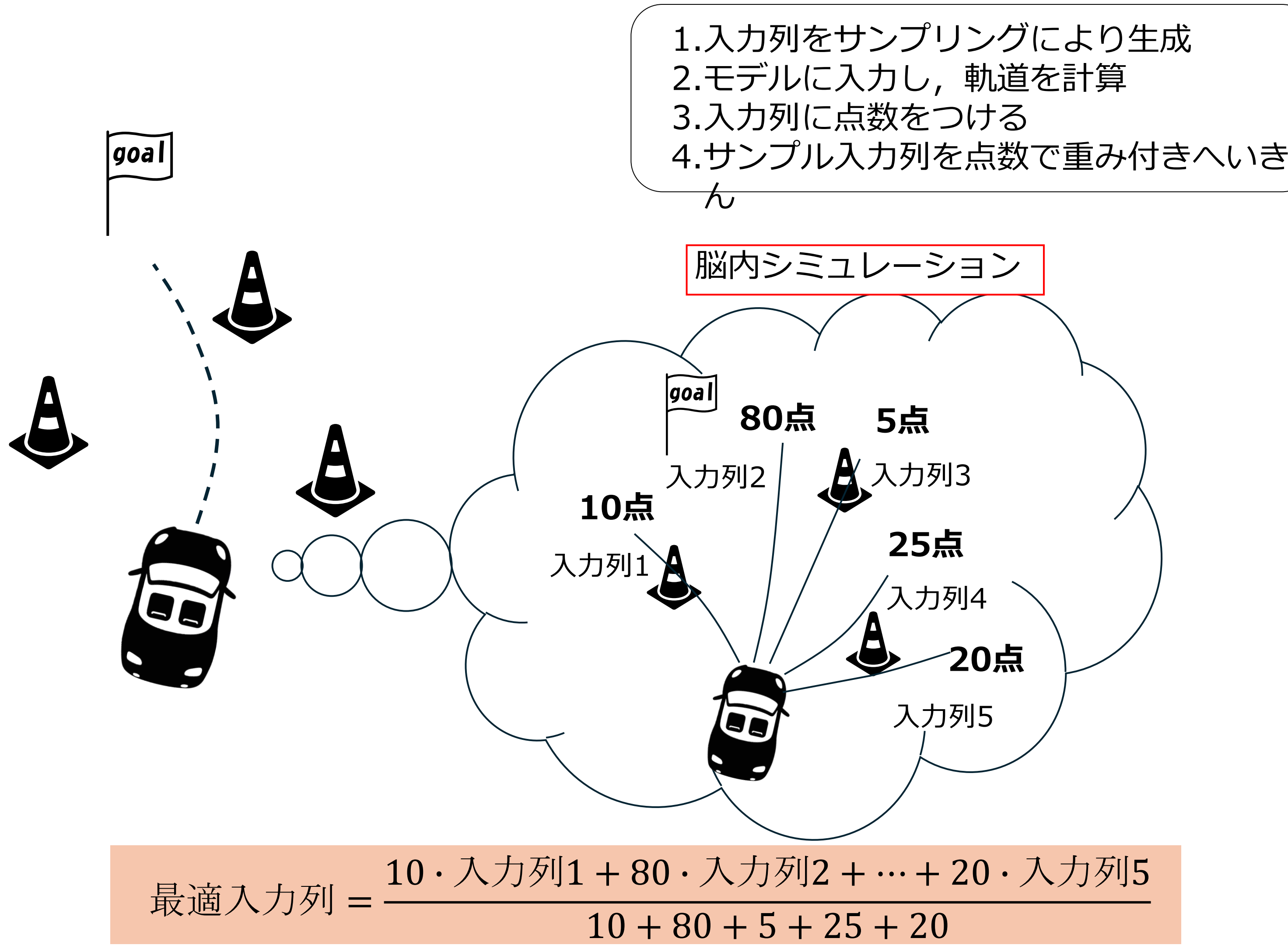
長所

- 動的な環境に対応しやすい
- 計算コストが小さい

課題

- 長期の予測では性能悪化（長ホライズンによる探索空間の増大）
- 入力滑らかではない（多変量ガウス分布から乱数を生成）

モデル予測経路積分制御(MPPI)



提案手法

入力のLaguerre基底展開: $v(k) = \sum_{i=1}^N \theta_i l_i(k)$ $l_i(k)$: Laguerre基底^[3]

アイデア

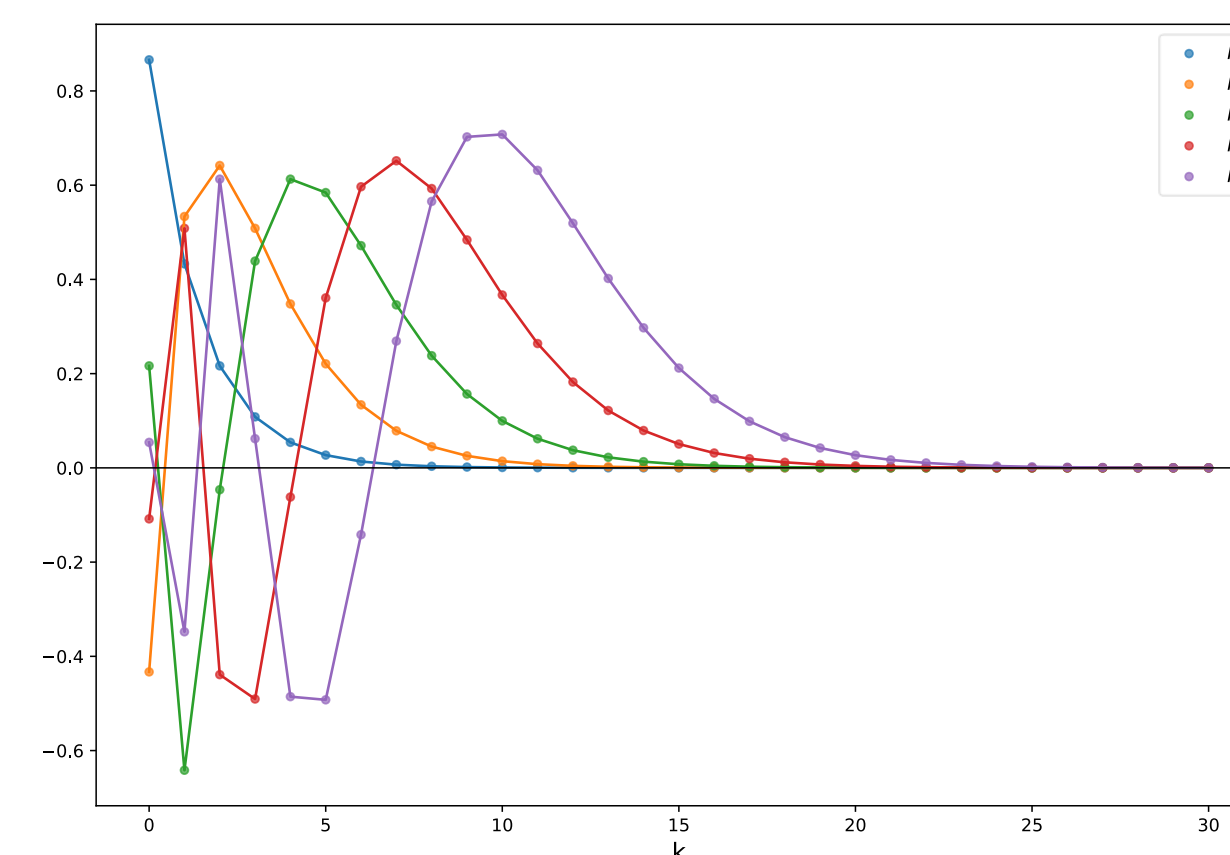
入力 $v(k)$ ではなく、係数 θ をサンプリング

効果

探索空間: T (ホライズン) $\rightarrow$ N (基底数)

滑らかな入力を生成

Laguerre基底の例

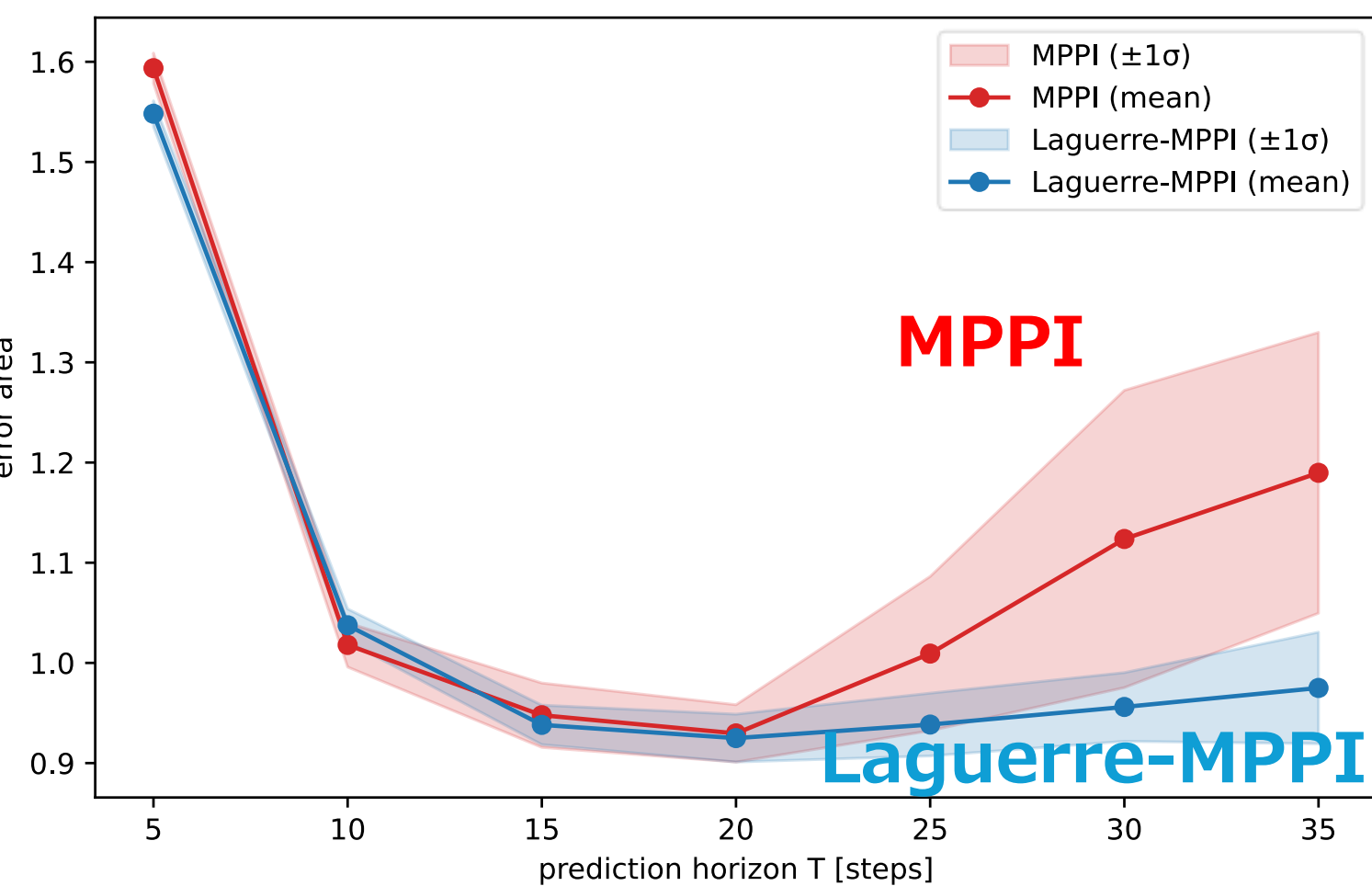


- 期待①: 探索空間の次元削減
- 期待②: 長ホライズンでの性能維持

実験結果1

長ホライズンでの性能維持を検証

サンプル数を固定しステップ応答で検証

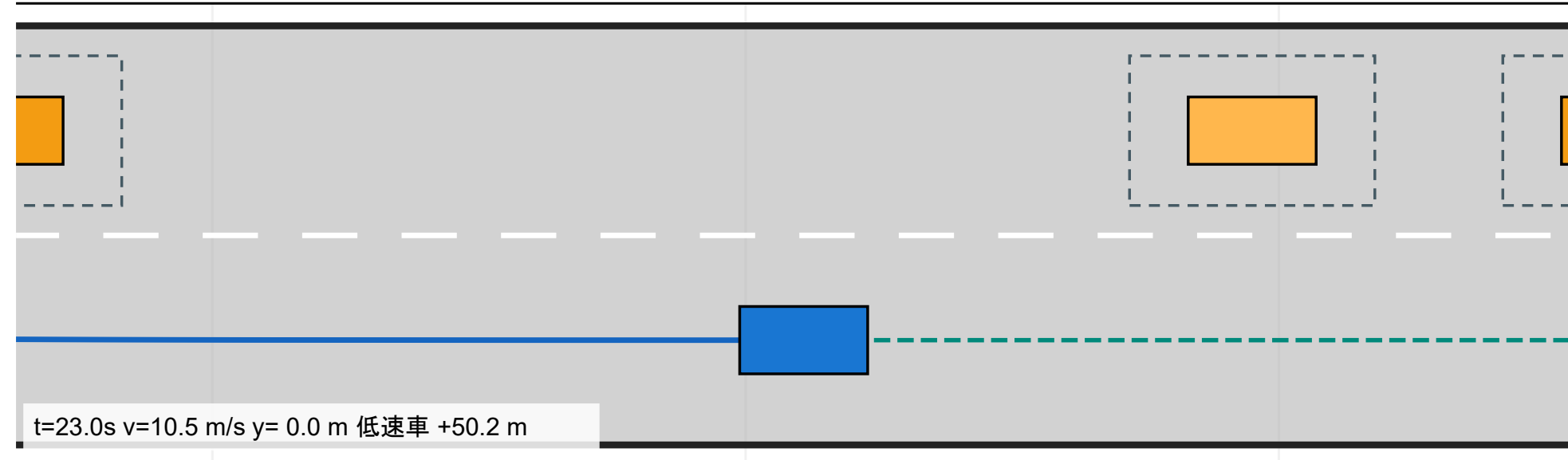
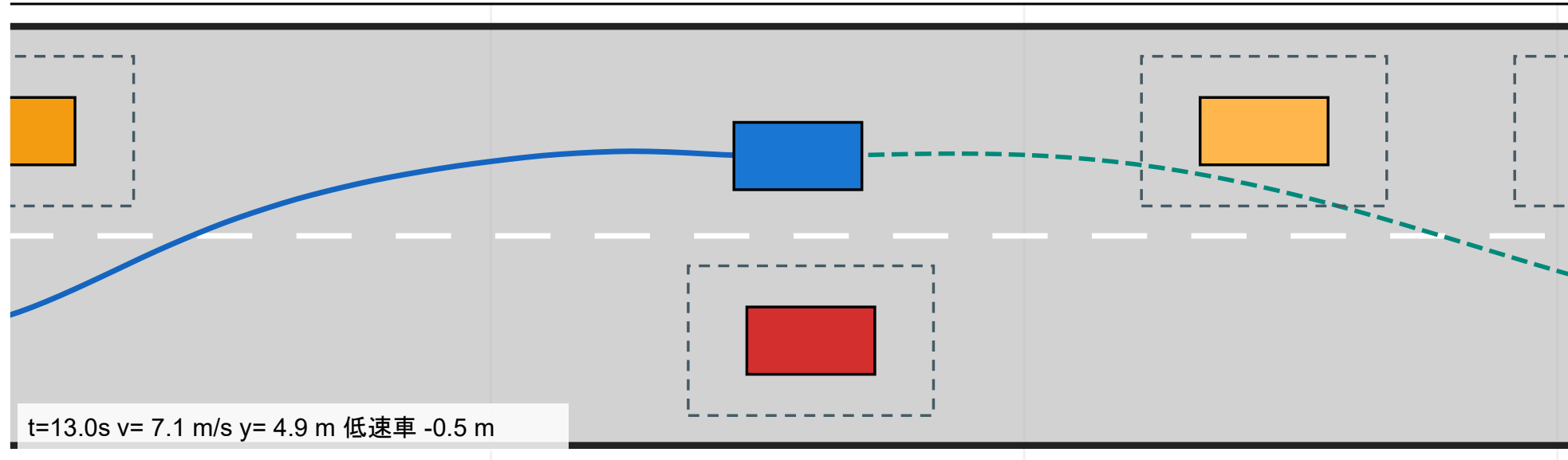
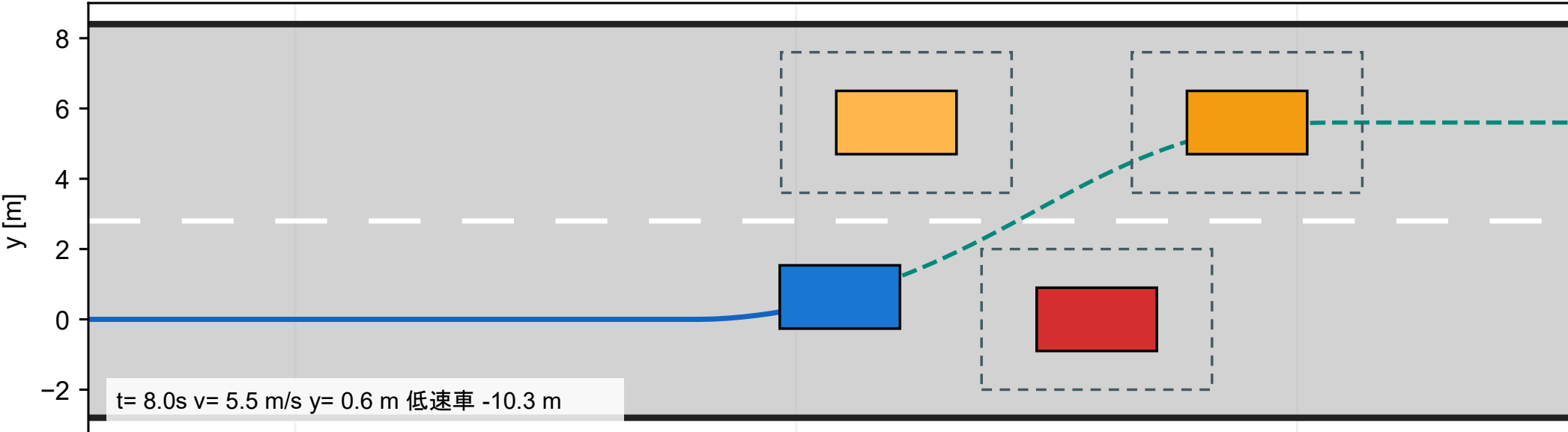


- ✓ MPPIは20以上で性能悪化
- ✓ シード間の分散拡大
- ✓ Laguerre-MPPIは性能悪化を抑制
- ✓ シード間分散拡大も抑制

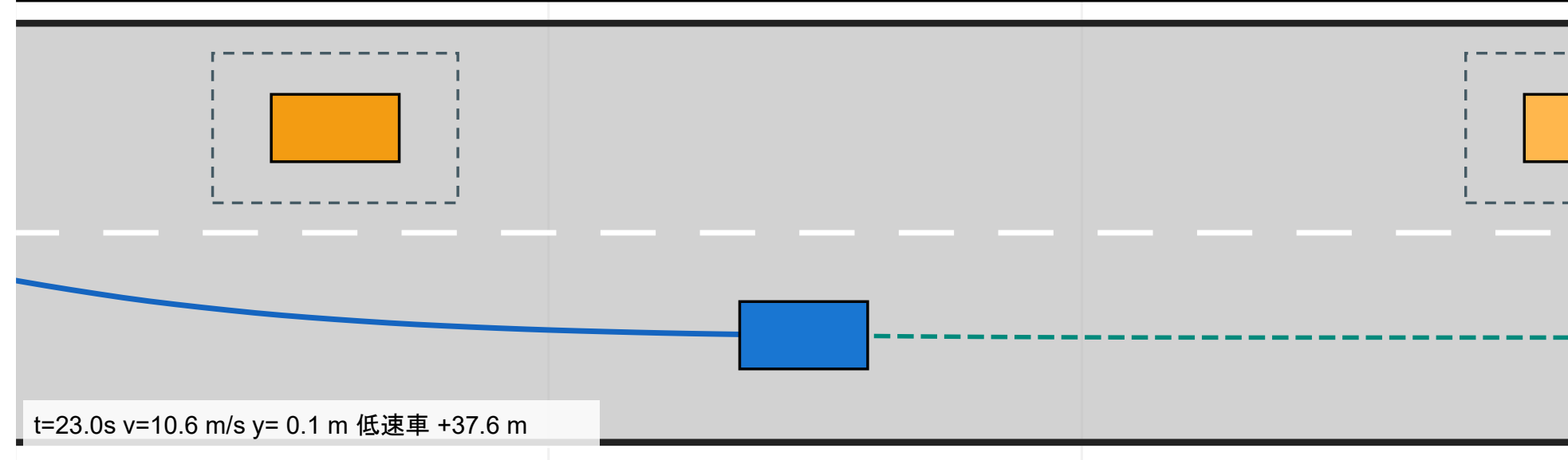
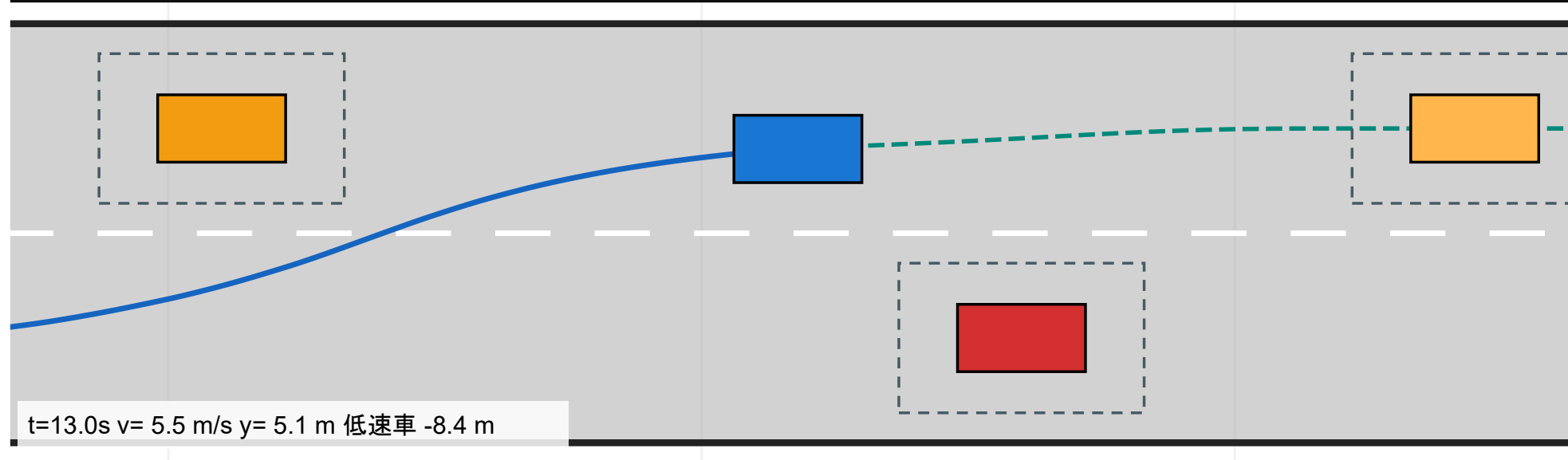
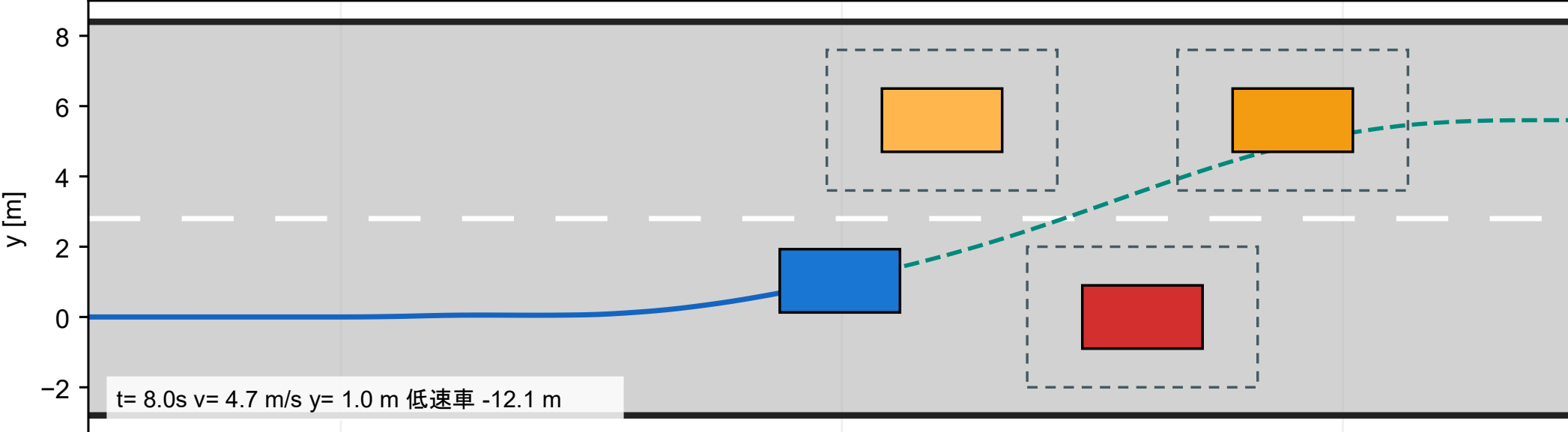
実験結果2

✓ 自動運転車の追越しシミュレーション

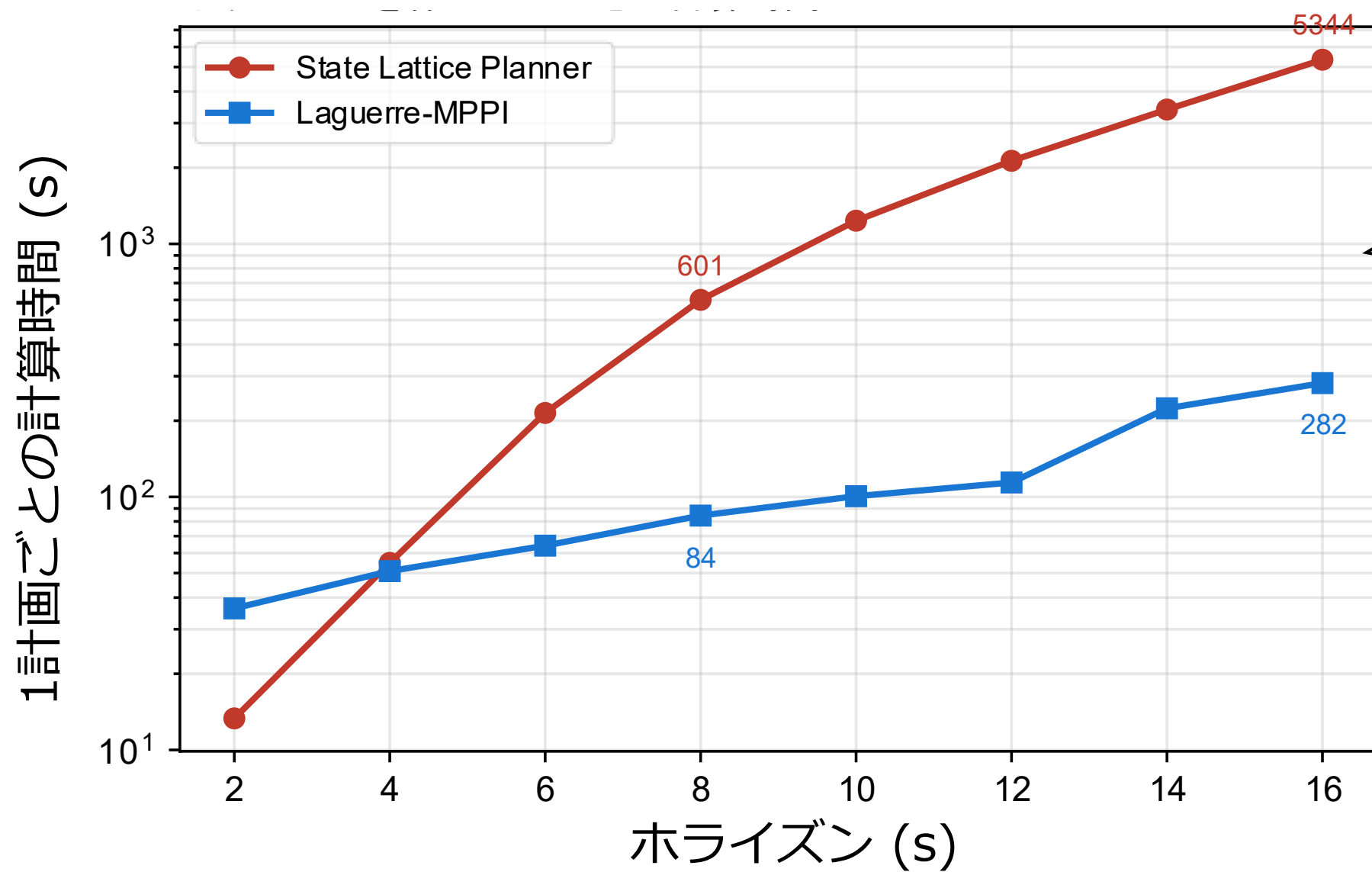
既存手法: State Lattice Planner 310 ms/1計画



提案手法: Laguerre-MPPI 63.3 ms/1計画



✓ホライズンを伸ばしたときの計算時間を検証



ホライズン増加に伴って

- State Lattice Planner: 計算時間が大幅に増加
- Laguerre-MPPI: 計算時間の増加率が小さい

長ホライズンが必要な動的環境下でも計算量増加を抑制

今後の展望

- 様々なシナリオで提案手法の優位性を検証する。他車の加速度が大きく変化する場合、周囲が不安定な運転をしている場合など
- Laguerre-MPPIをラジコンカーへ実装。MPPIとの比較によって、優位性や実用性について検証する。

[1] Matthew McNaughton et al., Motion planning for autonomous driving with a conformal spatiotemporal lattice, *IEEE ICRA*, 2011.

[2] Grady Williams et al., Information-Theoretic Model Predictive Control: ..., *IEEE Transactions on Robotics*, 34, pp.1603-1622, 2017.

[3] Liuping Wang, Discrete model predictive controller design using Laguerre functions, *Journal of Process Control*, 14 (2), pp. 131-142, 2004

自動運転におけるワールドモデルの予測品質がVLAの軌道生成に与える影響の評価

岐阜大学 大学院 自然科学技術研究科 知能理工学専攻 知能情報学領域 1年 高倉 圭太郎

この内容は「実用化に向けた自動運转向けEnd-to-endプランナーの制御性向上、及び自動運转向けVLAと最先端技術の評価」株式会社デンソーと岐阜大学の共同研究

研究背景

VLA(Vision-Language-Action)

言語モデル（LLM）を用いた自動運転
近年自動運転の分野で注目されている
入力：画像・言語指示
出力：運転行動・言語説明

特徴

- 言語指示を理解
- 行動の理由を説明
- 言語を用いた高い推論能力

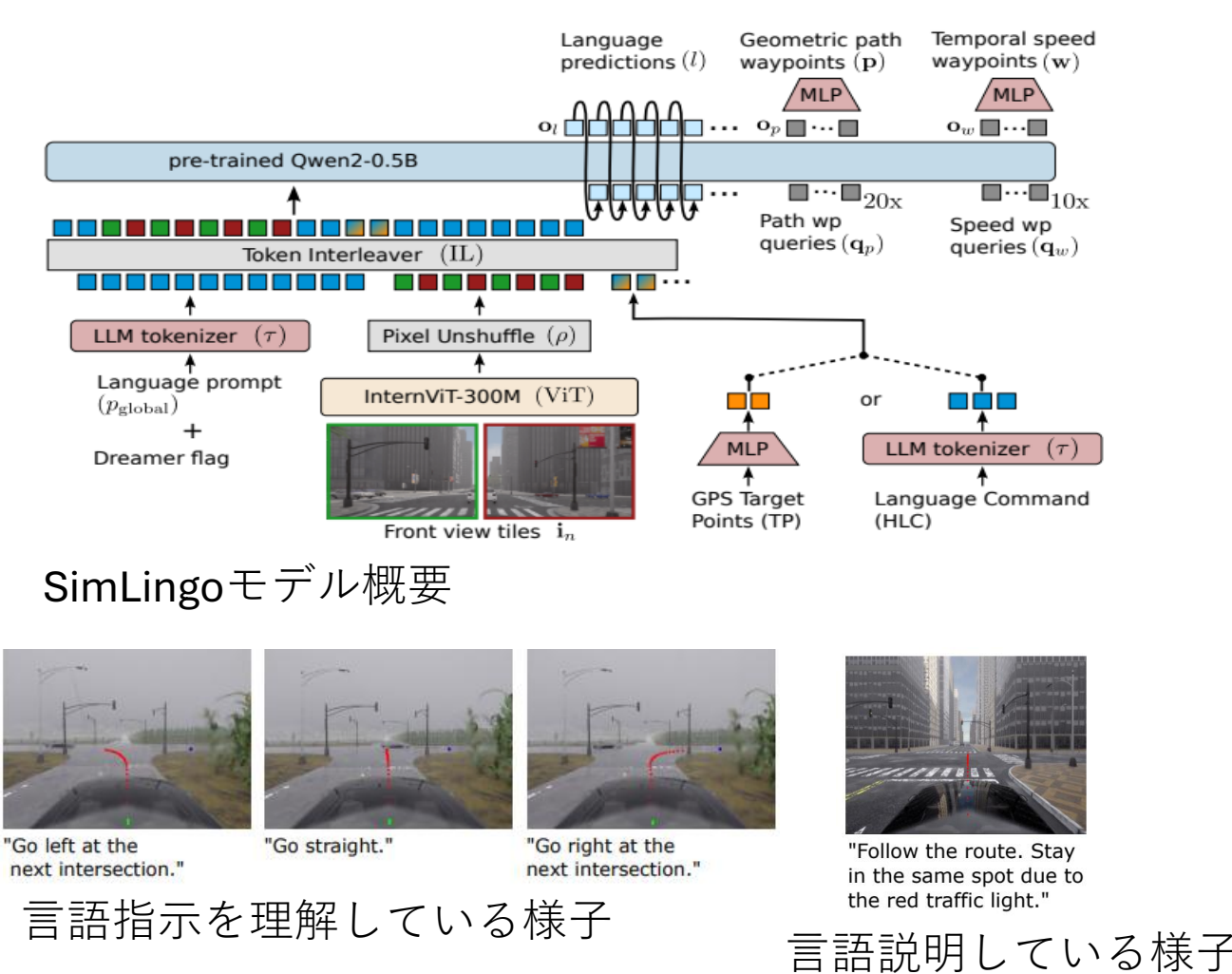
ワールドモデル

物理法則を学習、未来の予測ができる
Ex) 動画生成モデル

関連研究

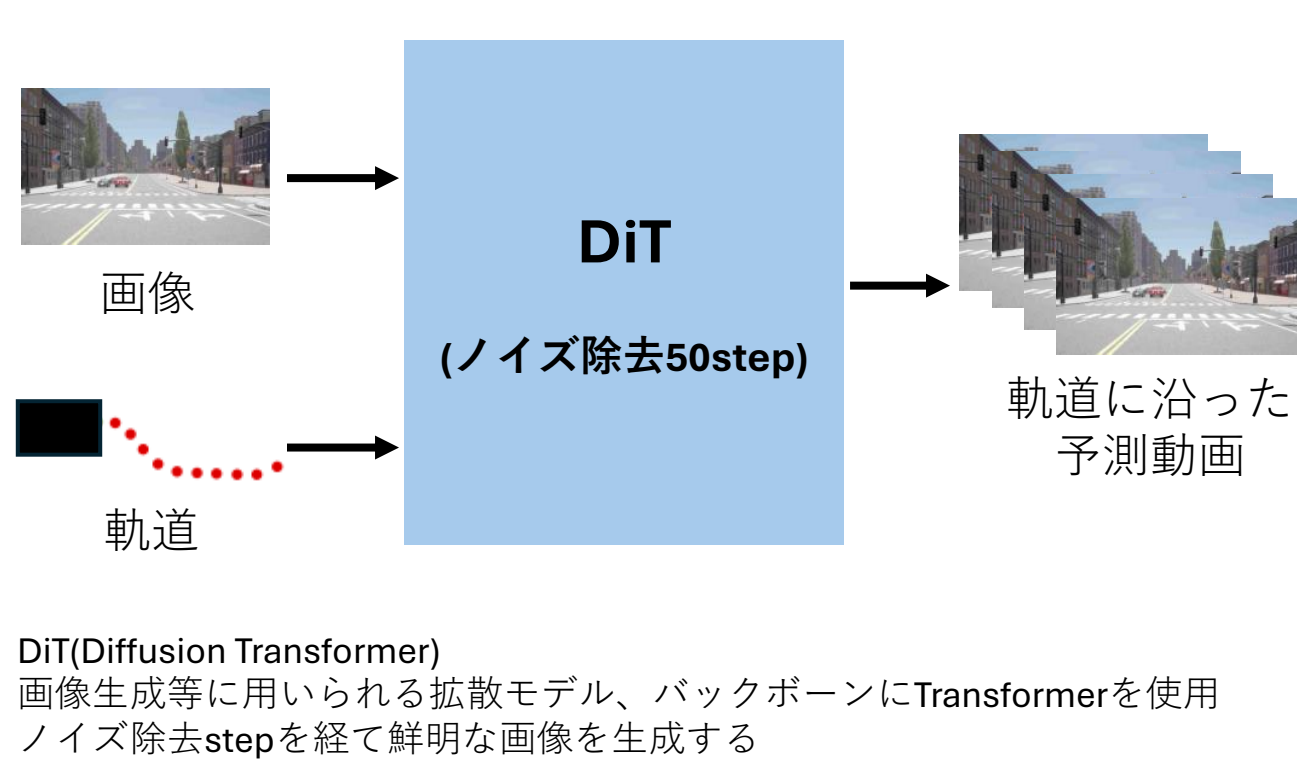
SimLingo^[1]

前方画像を入力にするVLA
複数ベンチマークで当時のSOTAを達成



ReSim^[2]

運転シーン生成ワールドモデル
高度な予測品質、指示追従性
入力：画像・軌道
出力：軌道に沿った動画



近年の研究

ワールドモデルとVLAと組み合わせ、環境変化を予測しながら運転する手法が注目
→VLAに予測機能を内包させる構成では、精度の低下が課題

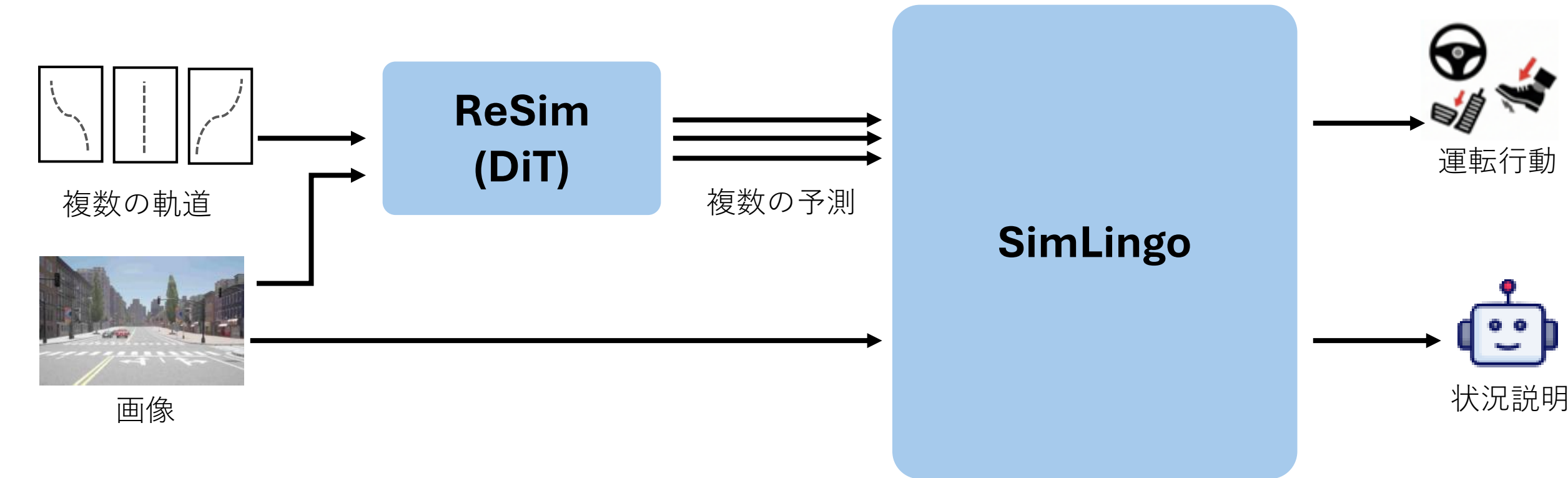
研究目的

本研究では、ワールドモデルの環境予測をVLAの外部から接続する構成を提案
精度を保ちつつ予測に基づいた人間らしい推論を行うVLAモデルの実現を目指す

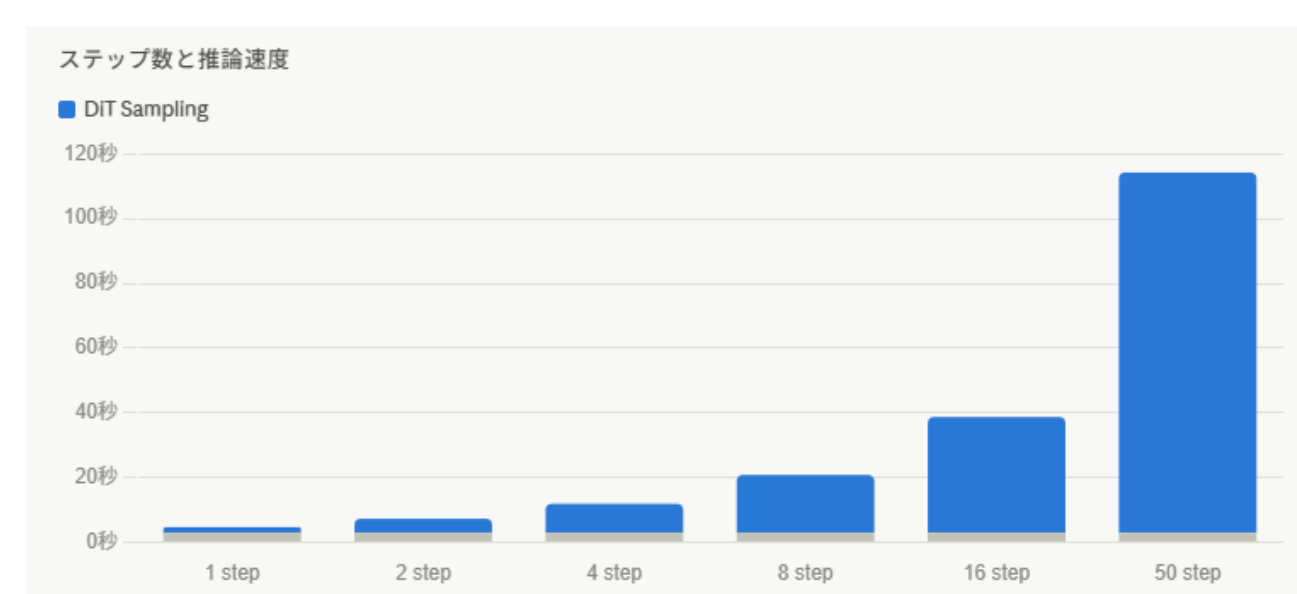
提案手法

ReSimの予測をSimLingoへ入力

ReSimとSimLingoを接続
複数の予測を考慮しながらSimLingoは軌道生成
複数の未来をVLAに教えて軌道生成 → 人間のような運転を目指す



現状の課題



予測品質と推論時間のトレードオフ

仮説

VLAに必要な予測はReSimほど
高品質でなくてもよいのでは

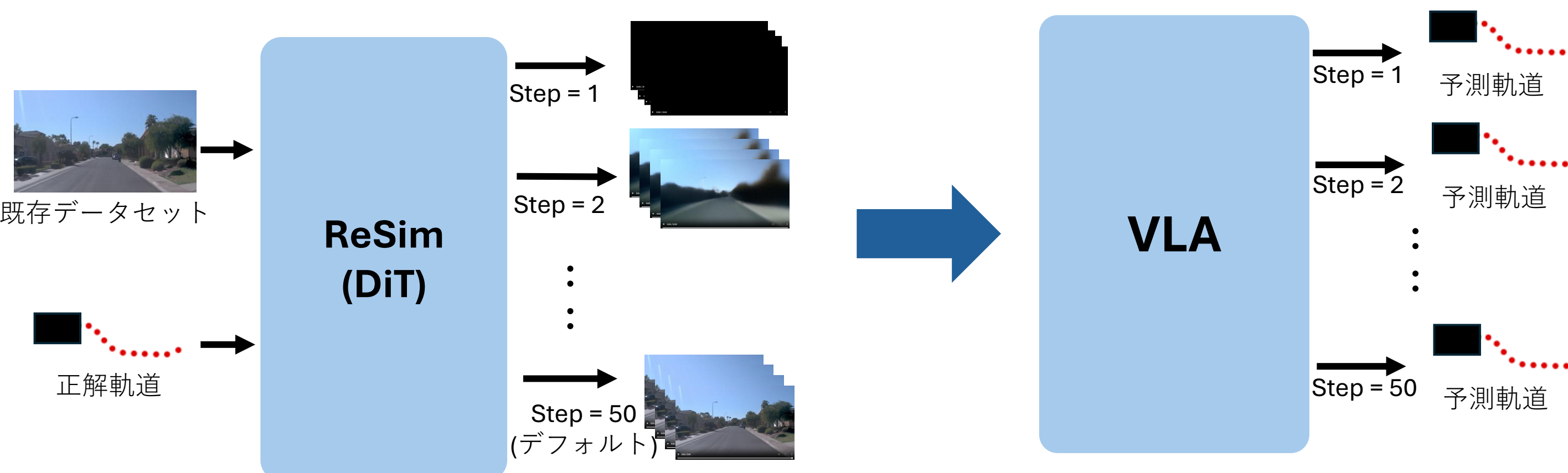
検証

ReSimのStep数を変えて画像生成
VLAに入力して軌道生成への影響を検証
VLAが求める予測品質を探る

検証

実験設定

既存データセットをReSimに入力、ノイズ除去Step数を変更して予測画像を作成
VLAに入力し、予測品質が軌道生成、言語出力に与える影響を比較



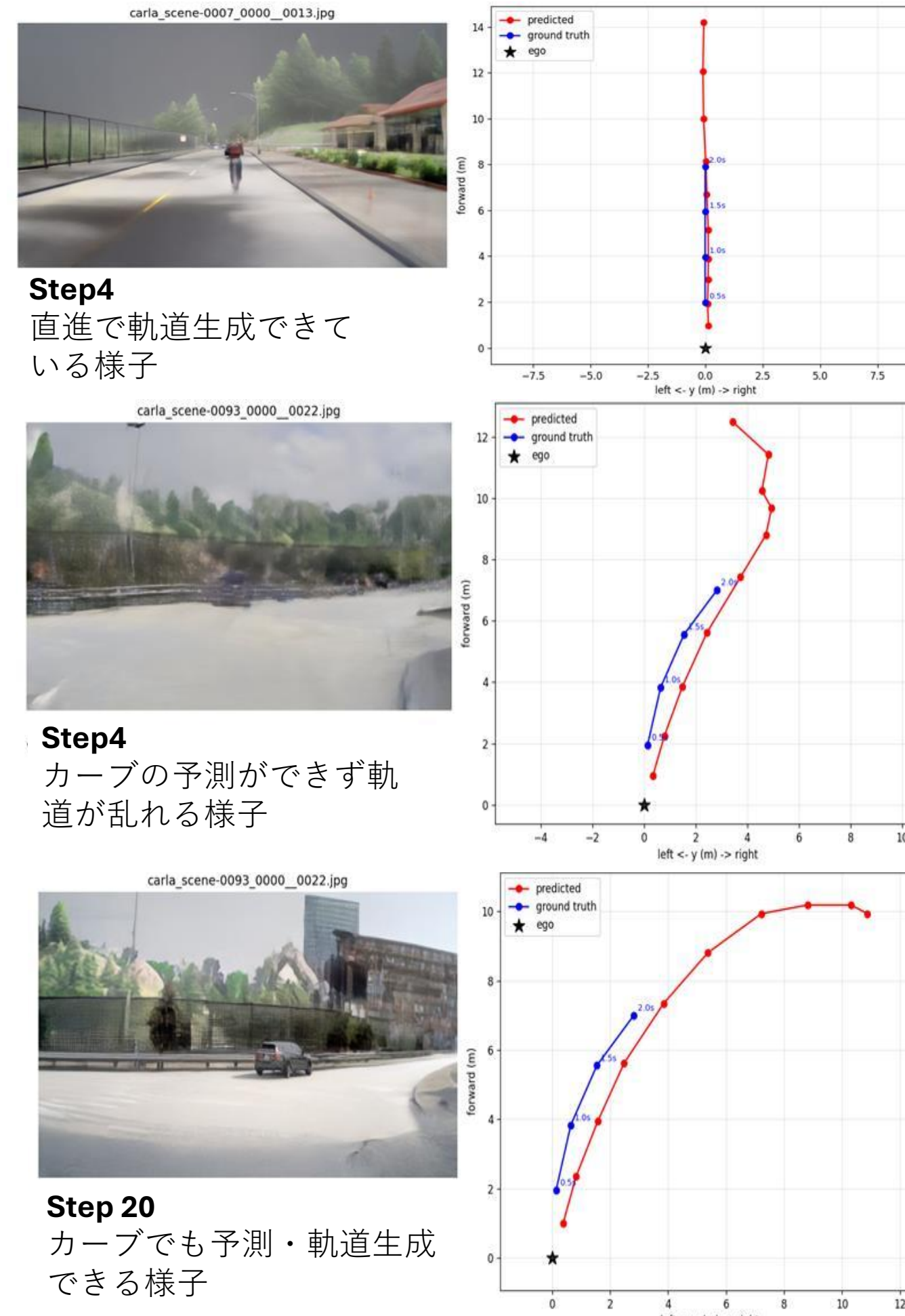
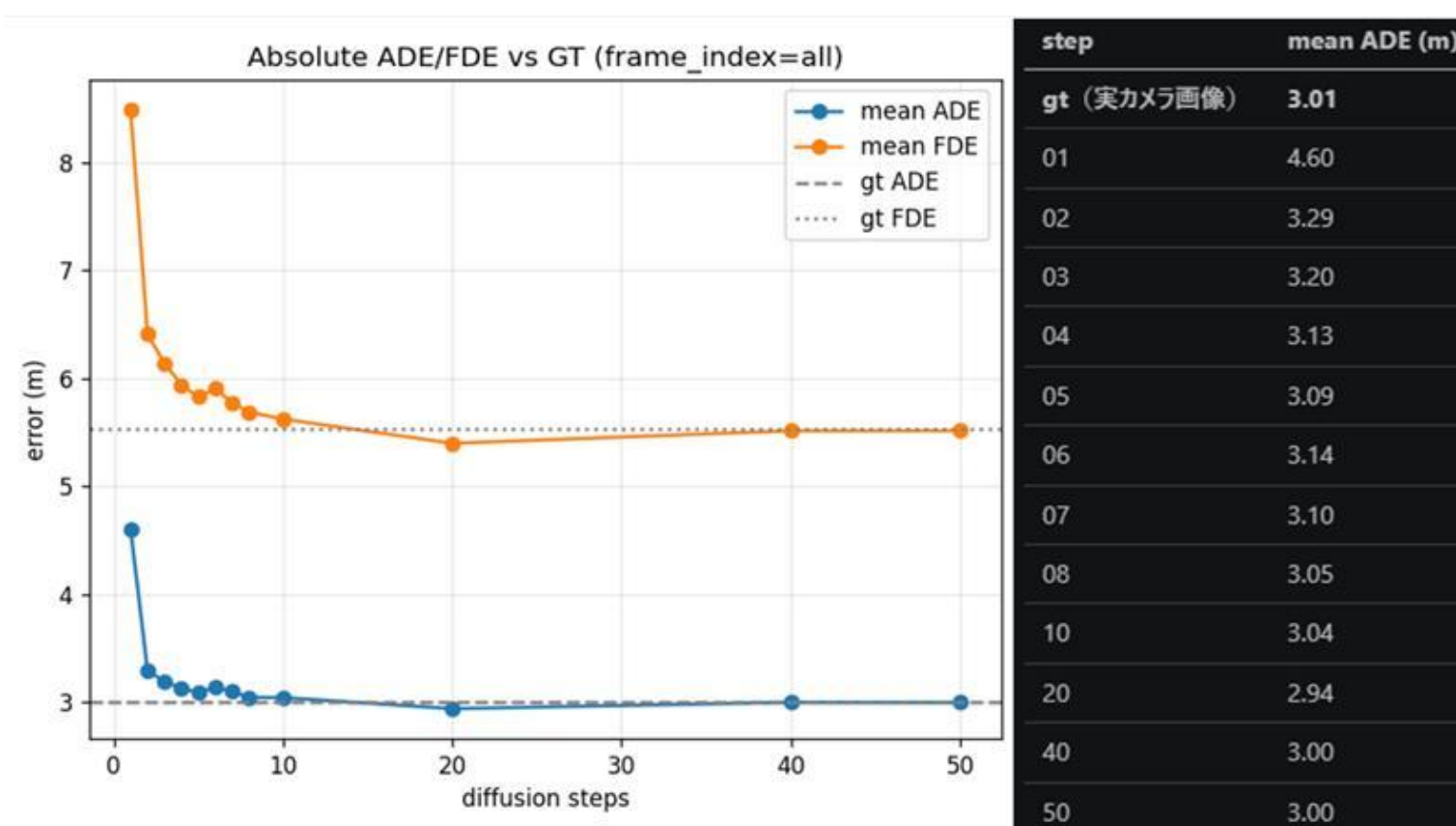
検証

VLAとしてSimLingoを使用
既存データセット：nuCarle^[3]を使用
Step=1,2,3,4,5,6,7,8,10,20,30,40,50
既存データセット画像をベースライン(GT)とする

結果

軌道生成誤差（ADE/FDE）

- Stepを増やしていくと右肩下がり
- Step20以降はほぼGTと同値
- Step4でも十分な精度
- 低Stepはカーブ等が苦手
高Stepではカーブも軌道生成成功



考察

- Step20が予測の質の上限
- step4程度でも十分な軌道生成が可能
→車線などの軌道生成に必要な情報の大枠をとらえていることが理由
- カーブではStep4だとうまく予測できない様子が確認できた

結論

簡単な走行（直進など）ではStep4程度の予測で十分
難しいシーン（カーブや他車両がいる）ではStep20程度の予測が必要
シーンに応じて予測の質を切り替えが求められる

今後の方針

VLAが求める予測の質が判明した

- 複数の予測をSimLingoに入力、精度向上を目指す
- シーンごとに予測の質を切り替えるシステムの構築
- ワールドモデルの更なる軽量化



← 研究室はこちらです

発表について質問があれば以下のメールまで
mail : keitaro_takakura@iasl.info.gifu-u.ac.jp

[1] Katrin Renz et al., “SimLingo: Vision-Only Closed-Loop Autonomous Driving with Language-Action Alignment”, 2025.

[2] Jiazhi Yang et al., “ReSim: Reliable World Simulation for Autonomous Driving”, 2026.

[3] Zhijie Qiao et al., “nuCarla: A nuScenes-Style Bird’s-Eye View Perception Dataset for CARLA Simulation”, 2025.

RCカー飛び出しシナリオにおける イベントカメラおよび人間の危険反応時間比較評価に関する研究

田中 新太

E-mail: arata.tanaka@iasl.info.gifu-u.ac.jp

岐阜大学 大学院 自然科学技術研究科 知能理工学専攻 知能情報学領域 2 年

1. 背景

1.1. 研究背景

交通事故の回避には、飛び出しなどの急速な変化を素早く認識する必要がある。本研究では、イベントカメラによる早期検知を評価し、人間の危険への反応時間との比較を目指す。

1.2. イベントカメラ

イベントカメラ (EVS) は、画素ごとの輝度変化を検出し、位置・時刻・極性を非同期に出力する [1]。マイクロ秒オーダーの時間分解能を持ち、一定周期で撮影する RGB カメラのフレーム間の変化を捉えることが期待される (図 1)。

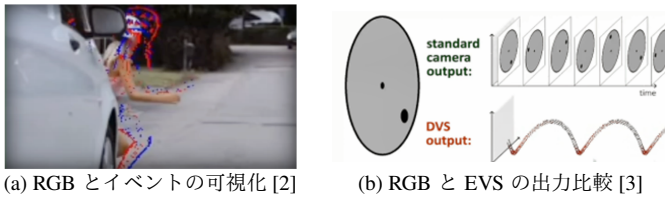


Fig. 1 イベントカメラの出力例。

2. 飛び出し実験と収録条件

自転車静止・直進の両条件で、左右からの飛び出しを収録した (表 1)。対象が出現しない「飛び出しなし」は、誤検知を確認する条件である。両カメラを LED 点滅で同期し、共通の観測領域で比較する。本概要では静止条件の結果を報告する。

Table 1 使用センサと記録条件。

項目	記録条件
RGB カメラ	RealSense D455 848 × 480 画素, 60 fps
イベントカメラ	SilkyEvCam (VGA) 640 × 480 画素, 非同期出力
自転車	静止・直進
対象車の速度条件	低速・高速の 2 条件
対象車の出現	左から飛び出し・右から飛び出し・なし
記録数	静止 18 記録・直進 18 記録

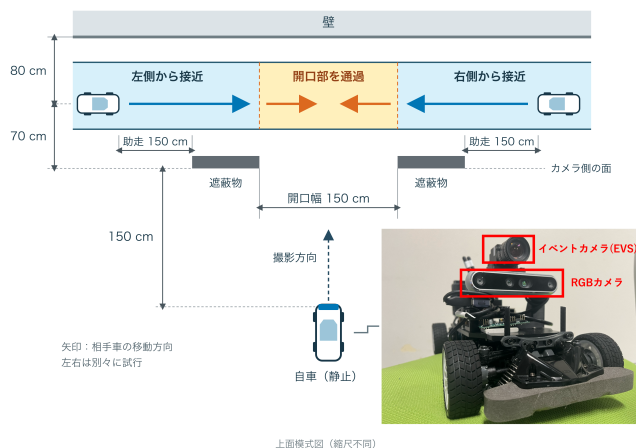


Fig. 2 自転車静止条件の実験装置と配置。

3. 比較方法と結果

RGB 映像で対象が初めて見えるフレームの時刻を基準時刻 t_0 とする。 t_0 は約 16.7 ms 間隔のフレームに基づくため、物理的な出現時刻とは区別する。

RGB は画像間の輝度変化, EVS は局所的に集中したイベント量から検知候補を求め、候補時刻と t_0 との差を比較する。処理・通信遅延は含まない。

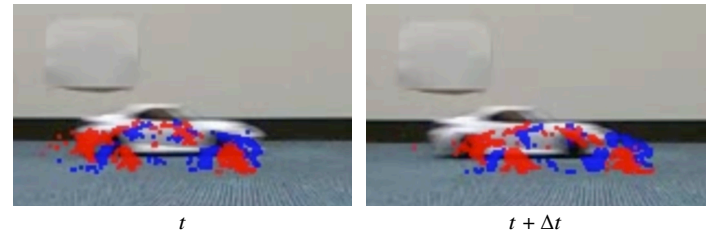


Fig. 3 車載 RGB 画像とイベントの時間変化。

表 2 に同じ記録で条件を調整した静止時の予備評価を示す。EVS は空間条件付きで、左右は車載視点での出現側を表す。

Table 2 RGB 初出現を基準とした検知候補時刻 (単位: ms)。

試行	RGB - t_0	EVS - t_0	RGB - EVS
低速・左飛び出し 1	0.0	-1.6	+1.6
低速・左飛び出し 2	0.0	-8.8	+8.8
低速・左飛び出し 3	0.0	+2.6	-2.6
低速・右飛び出し 1	0.0	-11.1	+11.1
低速・右飛び出し 2	0.0	-7.4	+7.4
低速・右飛び出し 3	0.0	-2.9	+2.9
高速・左飛び出し 1	16.7	+2.7	+14.0
高速・左飛び出し 2	0.0	-3.2	+3.2
高速・左飛び出し 3	0.0	-7.0	+7.0
高速・右飛び出し 1	0.0	-10.4	+10.4
高速・右飛び出し 2	0.0	-8.6	+8.6
高速・右飛び出し 3	17.3	+1.4	+16.0

中央 2 列: 負値は RGB 初出現フレームより前。

最右列: + は EVS が先行, - は RGB が先行。

RGB は 10 試行で初出現フレームと同時, 2 試行で 16.7, 17.3 ms 後に候補を出した。EVS は t_0 に対して -11.1 ~ +2.7 ms で, 12 試行中 11 試行で RGB に先行した。全 12 試行の平均先行時間は 7.4 ms であった。

飛び出しなし 6 記録の計 81.3 秒では、両方式とも検知候補は 0 回であり、誤検知は見られなかった。別記録での再評価と同期誤差の確認は今後の課題である。

4. 今後の展望

今後は人間の応答時間とも比較し、早期検知の有効性を検討する。自転車移動時の背景変化にはニューラルネットワークの活用を検討し、検知性能と受信から検知出力までの遅延をオンラインで評価する。

参考文献

- [1] G. Gallego et al., "Event-based vision: A survey," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 44, no. 1, pp. 154–180, 2022.
- [2] UZH Robotics and Perception Group, "Low Latency Automotive Vision with Event Cameras (Nature, 2024)," YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=dwzGhMQCc4Y>.
- [3] UZH Robotics and Perception Group, "Event-Based Angular Velocity Regression with Spiking Networks (ICRA20 Video Pitch)," YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=cffwH41ReF4>.

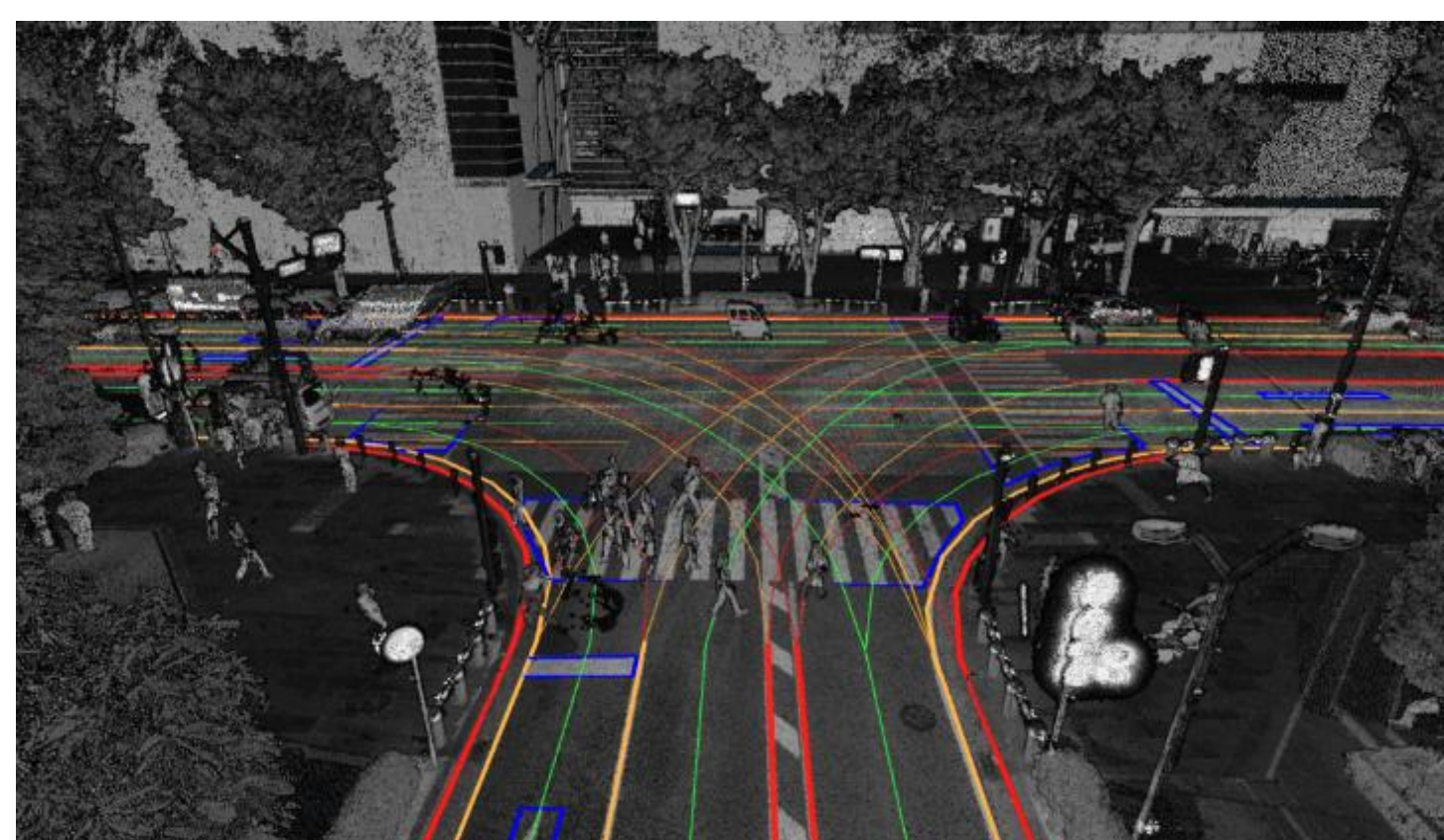
シミュレータ走行を用いた生成HDマップの評価システムの構築

岐阜大学 自然科学技術研究科 知能理工学専攻2年 アレックス研究室 林 隼人

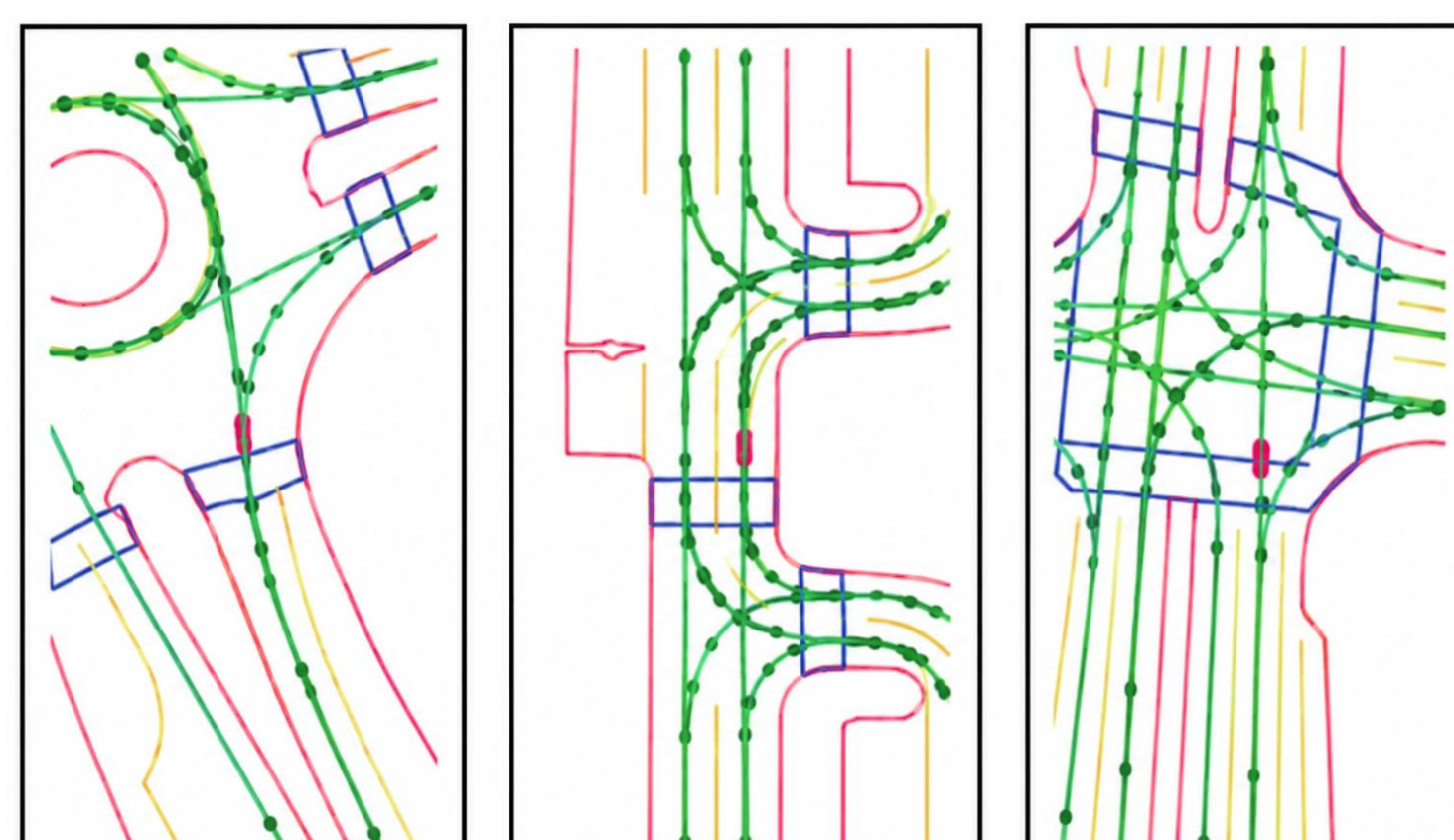
この内容は「自動運転におけるオンラインHDマップ生成結果の利用可能性評価」株式会社SUBARUと岐阜大学の共同研究（No. G2605221704）

研究背景

- HDマップは、自動運転車で利用される地図で、**車線の位置やつながりなど、走行に必要な道路構造**を詳細に表している
- 従来のHDマップは、道路を計測して事前に作成するため、**作成や更新に大きなコストがかかる**
- この課題に対し、車載カメラなどのセンサ情報から周辺地図をリアルタイムに生成する**オンラインHDマップ生成**が研究されている



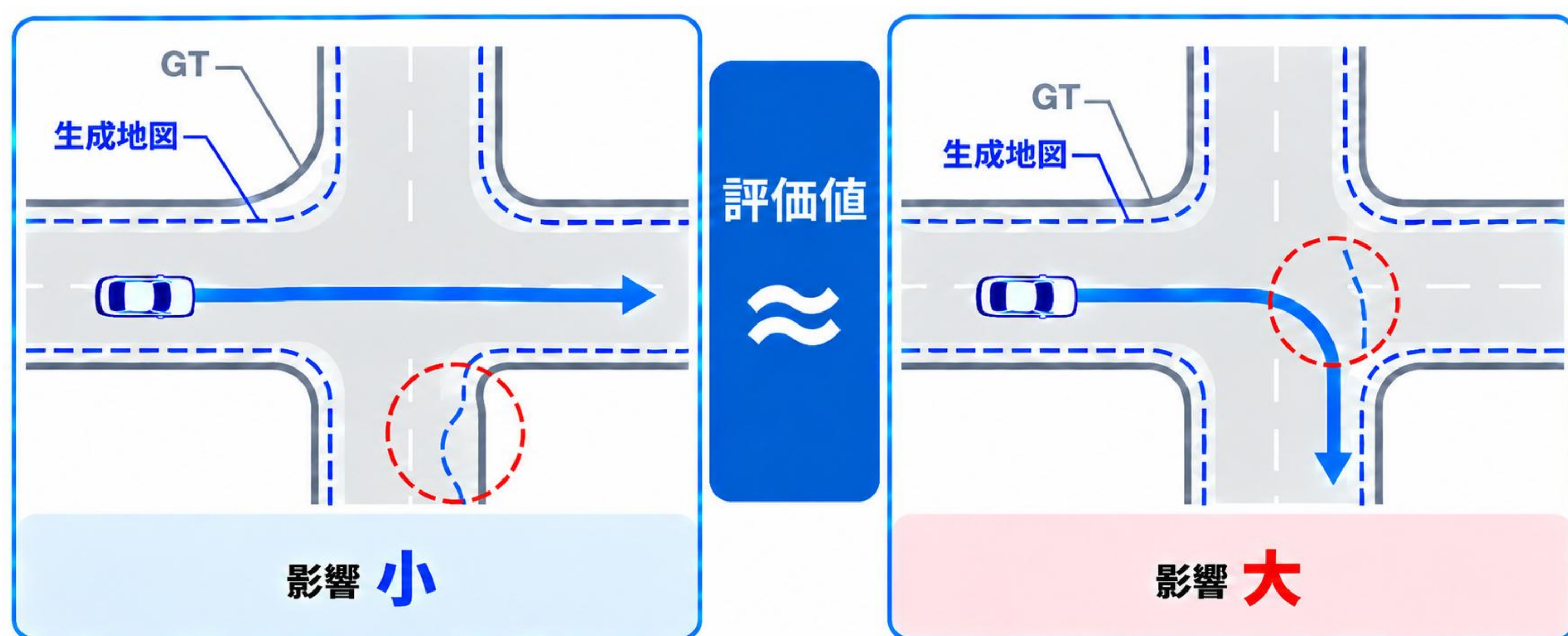
HDマップ
出典：[1]



オンラインHDマップ生成結果
出典：[2] Fig. 10より抜粋・再配置

研究課題・目的

- オンラインHDマップ生成モデルは、生成地図と正解地図を比較し、**mAP, Chamfer Distance**などの指標を用いて評価される
- しかし、既存の地図評価指標では、**誤差の位置や走行への重要度**を十分に考慮できない可能性がある

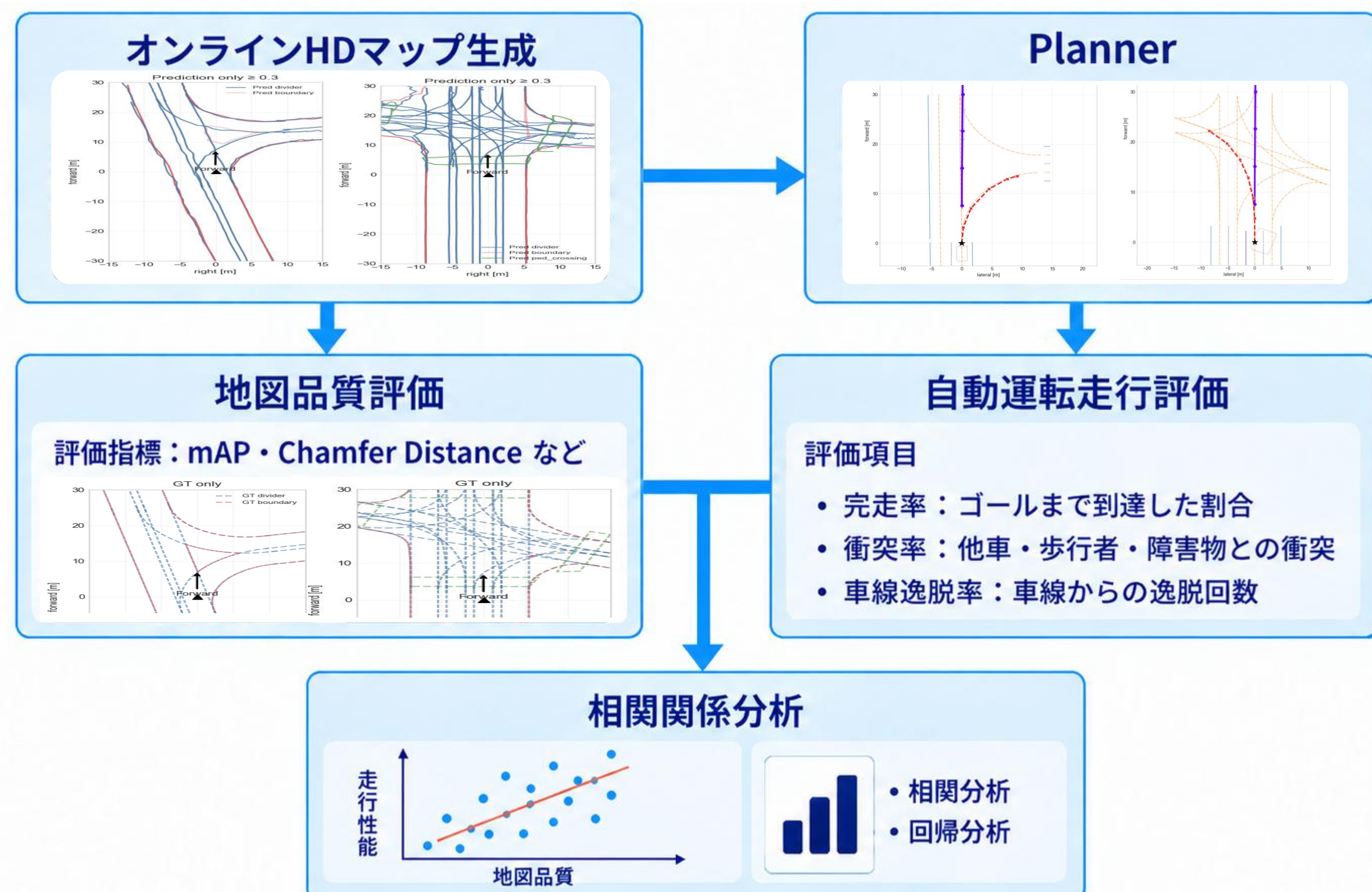


研究目的

オンラインHDマップの**地図品質評価指標**と**自動運転走行性能**の関係を明らかにする

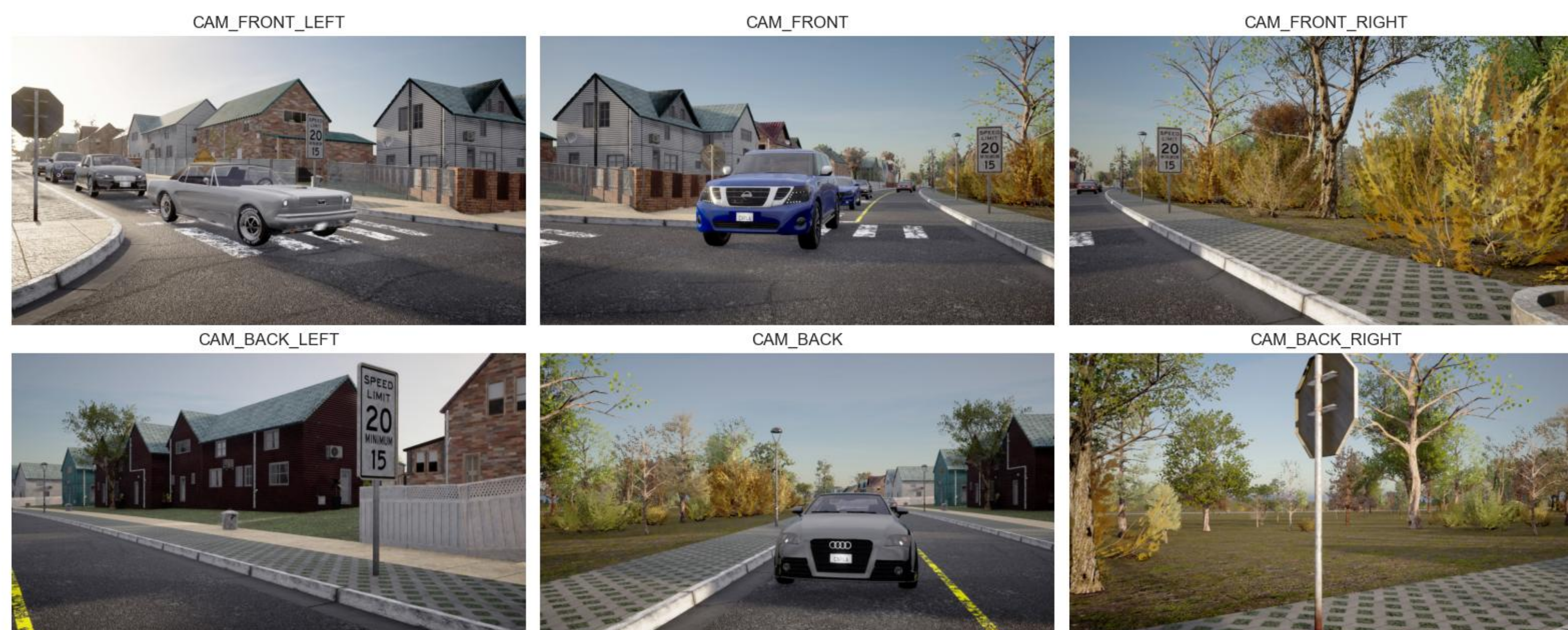
提案手法

- MapTR[3]などのオンラインHDマップ生成モデルを用いて地図生成
- 生成地図の品質を複数の評価指標を用いて定量評価
- 生成地図をVAD[4]に入力し、CARLA[5]上でClosed-loop評価
- 地図品質と走行性能の評価結果を対応付け**、両者の関係を分析



データセット構築

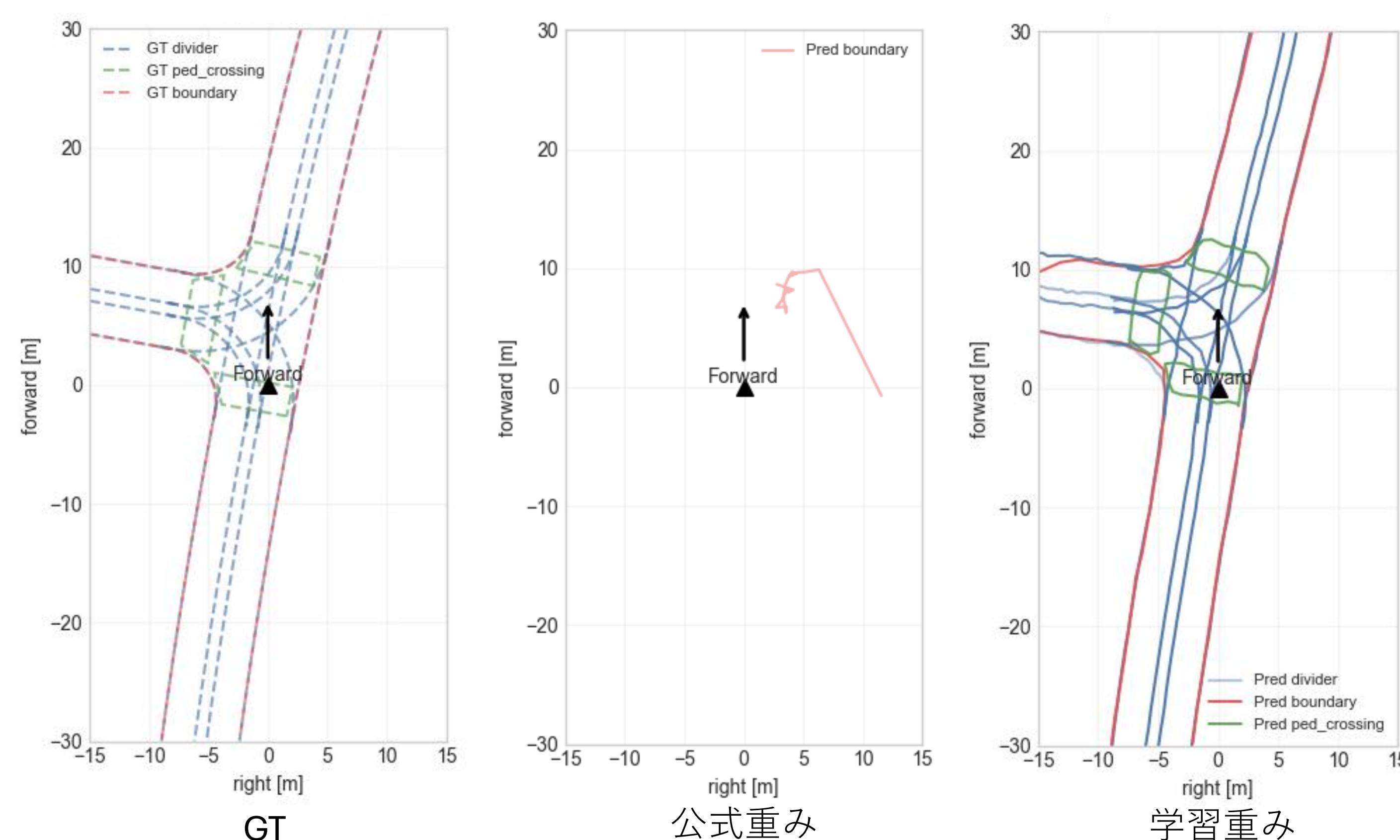
- CARLA[5]上で、複数の走行シナリオからデータを収集
- 収集データをnuScenes[6]形式に変換し、**地図生成と走行評価を同一環境で行えるデータセットを構築**



CARLAで収集した6視点カメラ画像

オンラインHDマップ生成

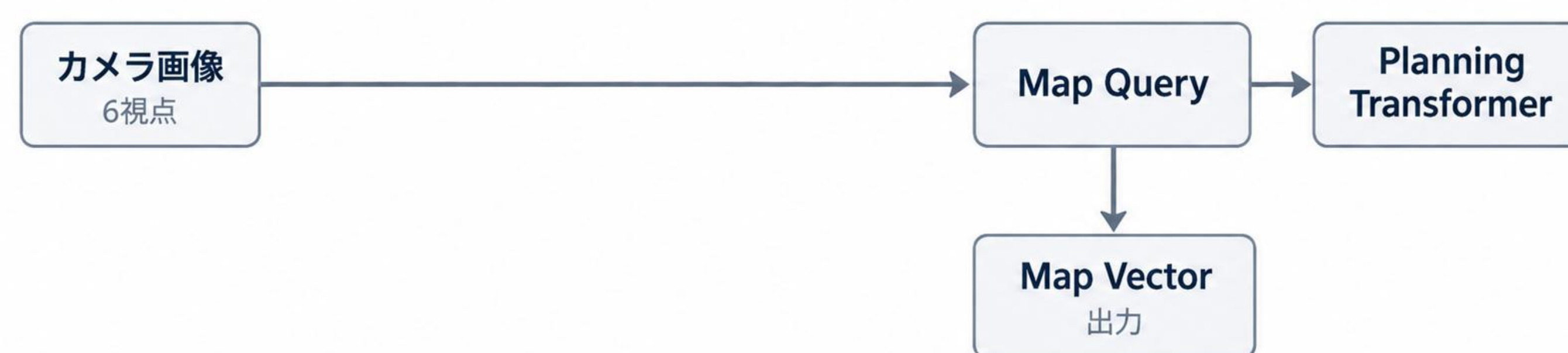
- MapTR[3]の公式重みは実環境データで学習されているため、**CARLA[5]とのドメインギャップが生じる**
- CARLA環境に適応させるため、構築したデータセットを用いて学習
- 学習重みでは、公式重みよりも**生成結果が改善することを確認**



経路計画

- E2E自動運転のVAD[4]では、地図情報を含むMap QueryがHDマップ推論と経路計画の両方に用いられる
- Map QueryがHDマップ情報を含むことに着目し、**MapTR[3]が生成した地図をMap Queryに変換してPlannerへ入力する**

VAD



本研究でのVAD利用



今後の展望

- MapTRの生成地図をVADへ入力する接続部（Autoencoder）を学習
- 同一の走行シナリオでCARLA Closed-loop走行評価を実施
- 地図品質と走行性能の相関・回帰分析を実施



←研究室のホームページはこちら

発表内容についてご質問がありましたら、こちらまでご連絡ください
Mail : hayato.hayashi@iasl.info.gifu-u.ac.jp

シミュレータを用いたVLA向け運転判断理由データ生成パイプラインの構築

岐阜大学 自然科学技術研究科 知能理工学専攻2年 アレックス研究室 浜田 義正

この内容は「実用化に向けた自動運転向けEnd-to-endプランナーの制御性向上、及び自動運転向けVLAと最先端技術の評価」株式会社デンソーと岐阜大学の共同研究

研究背景

- Vision-Language-Action (VLA) とは、視覚入力と言語による推論を行い、行動を生成するモデルである
- 自動運転の分野では、一般常識、交通規則の理解や指示・標識の解釈ができるため、複雑な交通環境への対応が期待されている

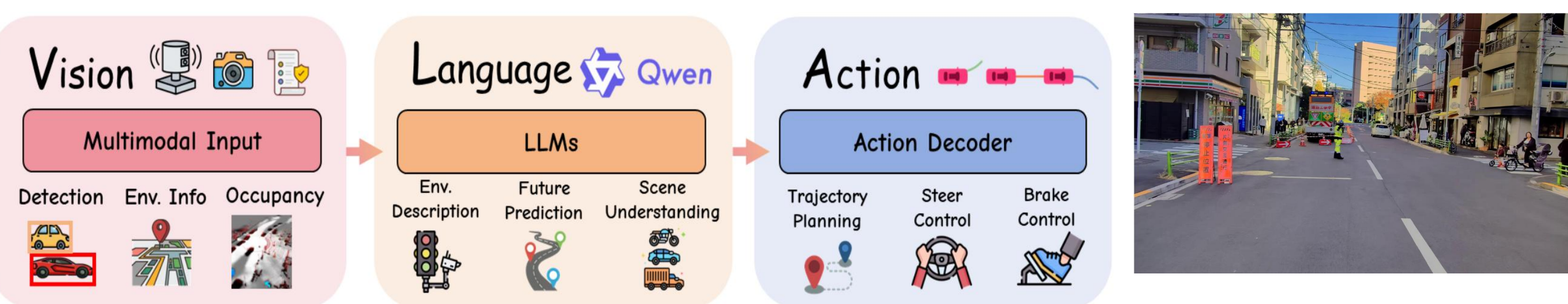


図1. 自動運転におけるVLAモデルの概念図 [1]

図2. 複雑な交通状況の例 [2]

研究課題・研究目的

- 課題①：ロングテールデータの不足
事故や飛び出し、悪天候など、発生頻度の低い場面（ロングテール）は、実際の道路で十分に収集することが難しい

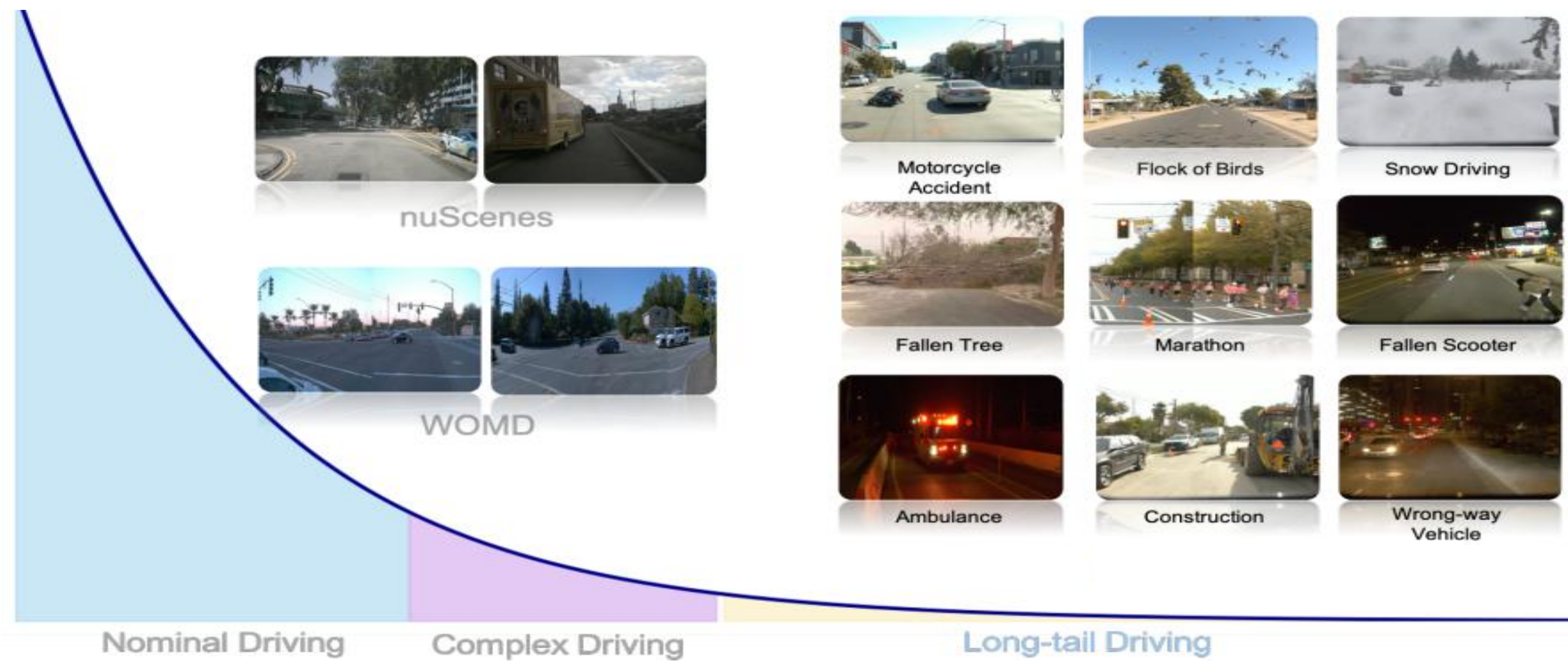


図3. ロングテールシーンの概念図 [3]

- 課題②：周辺状況と運転判断の対応関係の不足
従来の運転説明文には、実際の運転行動との矛盾や、判断に関係しない情報が含まれる場合がある。そのため、周辺の何を根拠として、どのような判断を行ったかを明示的に学習することが難しい。



図4. 既存データセットにみられる運転行動との不整合の例 [4]

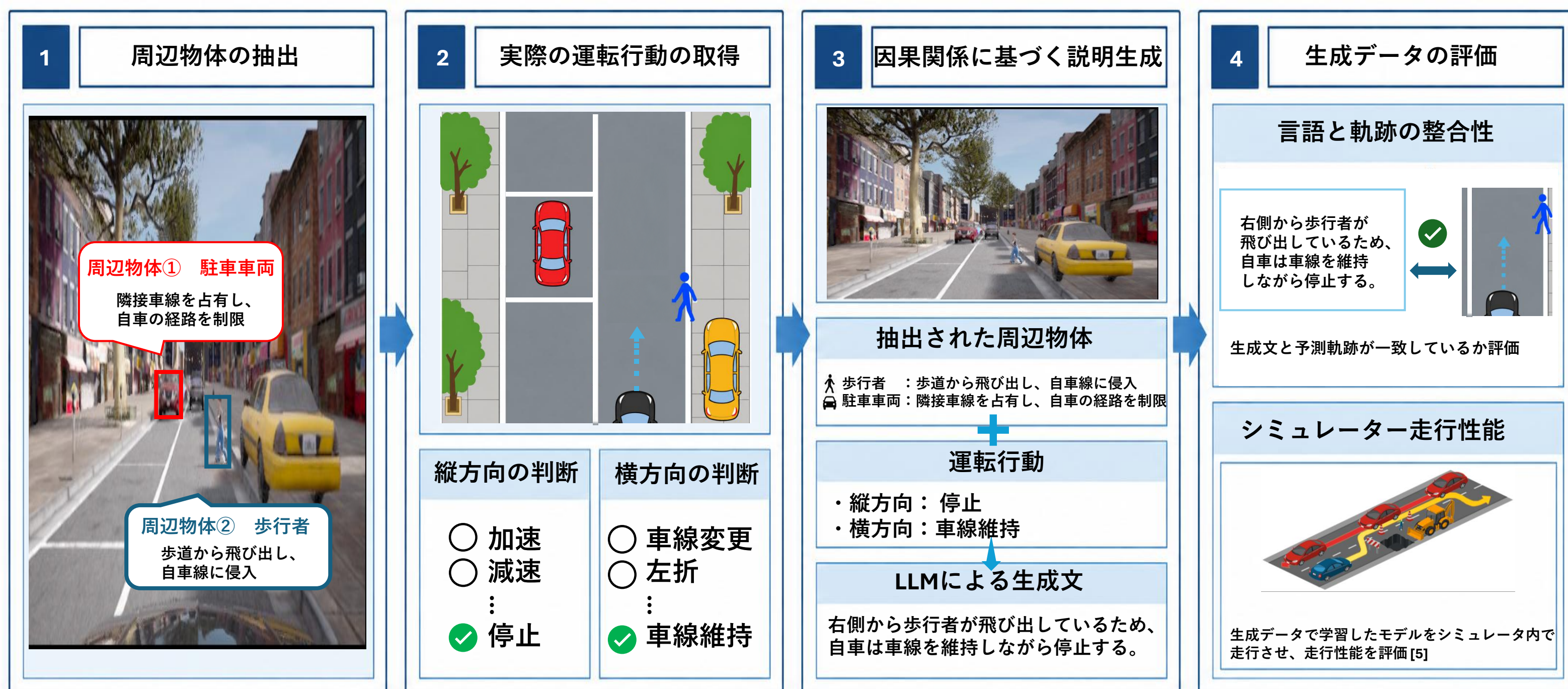
赤：実際の行動と矛盾する
青：自車の行動に影響を与えない
黄：具体的な運転判断が書かれていない

研究目的

自動運転VLAのロングテール問題に対応するため、シミュレータを用いて、周辺状況と運転行動を結び付けた学習データを生成する

提案手法

- ① 運転に影響する周辺物体を抽出
- ② 走行軌跡・操舵・加減速制御から運転行動を抽出
- ③ 周辺物体・運転行動をLLMに入力し、説明文を生成
- ④ 生成データを用いて自動運転VLAを追加学習し、言語と予測軌跡の整合性、走行性能を評価



データ収集

- シミュレーターとして、多様な交通シナリオの生成・天候条件の変更が可能なCARLAを使用した [6]
- 収集した走行データから、減速・停止・譲り・回避・車線変更など、運転判断が変化した時点を抽出した
- 変化した地点における判断の原因と運転行動を対応付け、判断理由付き説明文を生成した



工事区間の回避

悪天候

駐車車両の飛び出し

図5. 収集したロングテールシーンの例

生成データの定性分析

- 既存手法との比較
同一走行シーンに対して、SimLingo [7] の説明文生成手法と提案手法で説明文を生成し、運転判断とその理由の記述内容を比較した
- 信号再発進・右折
- 工事区間回避



提案手法

前方の信号が青であるため、自車は加速しナビゲーションに従って右折する。

既存手法

右折する。右前方にいるえんじ色の車両に追従するために加速する。



提案手法

前方に工事区間があるため、自車は減速してやや左に寄り、安全に通過するために自車線から少しはみ出して走行する。

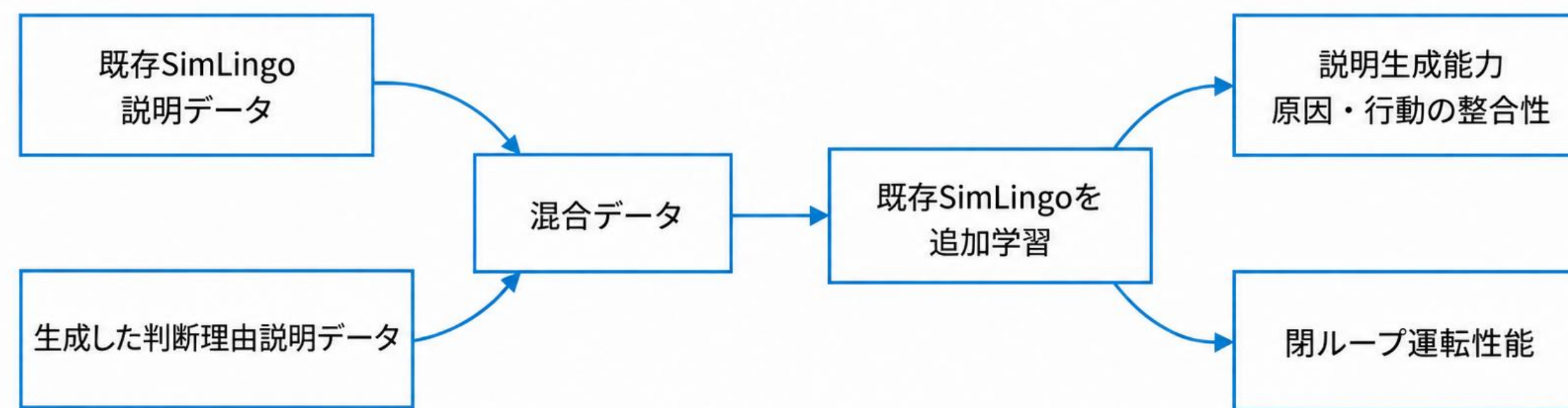
既存手法

工事区間を回避する準備をする。左前方にいる濃緑色の車両の後方を走行するために減速する。

- 提案手法では、加減速や右折・回避などの運転行動について、その判断理由となる周辺環境、経路指示を具体的に記述できた

生成データを用いたVLA追加学習

- SimLingo [7] を用いて、生成した説明文・将来軌跡・経路情報を教師として追加学習を行う
- 既存データと生成データの混合比率の変更・データ数の調整を行い、生成データがVLAの言語性能と走行性能に与える影響を検証する



今後の展望

- 生成説明文の品質評価
- 生成データを用いたVLAの性能評価



←研究室のホームページはこちら

発表内容についてご質問がありましたら、こちらまでご連絡ください。
Mail : yoshimasa.hamada@iasl.info.gifu-u.ac.jp

参考文献

- [1] Jiang et al., "A Survey on Vision-Language-Action Models for Autonomous Driving", ICCV Workshops 2025
- [2] チューリング株式会社, "RACER: 自動運転VLAモデルの学習データセットの構築", https://zenn.dev/turing_motors/articles/aeb2b1219eb6ee (参照 2026-9-21)
- [3] Xu et al., "WOD-E2E: Waymo Open Dataset for End-to-End Driving in Challenging Long-tail Scenarios", CVPR 2026
- [4] NVIDIA, "Alpamayo-R1: Bridging Reasoning and Action Prediction for Generalizable Autonomous Driving in the Long Tail.", 2025
- [5] Jia et al., "Bench2Drive: Towards Multi-Ability Benchmarking of Closed-Loop End-To-End Autonomous Driving", NeurIPS 2024
- [6] Dosovitskiy et al., "CARLA: An Open Urban Driving Simulator", CoRL 2017
- [7] Renz, K. et al., "SimLingo: Vision-Only Closed-Loop Autonomous Driving with Language-Action Alignment," CVPR, 2025.