

茨城大学重点研究

「次世代モビリティ基盤技術研究プロジェクト」

茨城大学工学部附属

次世代モビリティ教育研究センター

2017年度

報告書

茨城大学重点研究「次世代モビリティ基盤技術研究プロジェクト」
平成 29 年度報告書刊行にあたって

プロジェクト代表 梅比良 正弘

ヒト・モノの移動に関する社会的機能である「モビリティ」は、生活、環境、産業に直結する社会の基盤機能であり、人の生活の質を豊かにするために欠くべからざる機能である。この機能を維持、高度化するために長年のインフラ整備と技術開発が行われてきた。しかし、近年の世界的な人口の増加と生活水準の向上、これに伴うエネルギー需要は急激に増加してきている。しかし、エネルギー消費の増加に伴い、CO₂排出の増加による地球温暖化、地球環境への影響も大きな問題となってきており、「モビリティ」機能を如何に効率的に維持、高度化するかは大きな課題である。一方、我が国では、人口減少・高齢化に対応して「モビリティ」機能の高度化を実現するため、ソフト・ハード両面の新技術の創出が求められている。我が国の産業競争力の観点からは、モビリティ産業の中核となる自動車産業は日本の貿易黒字の 50% を占める基幹産業であり（経済産業省「我が国企業の国際競争ポジションの定量的調査」2014）、この分野の国際的な技術競争力を維持、高度化することが極めて重要である。

一方、近年のエレクトロニクス技術、ICT 技術の進展を背景として、自動車による安心・安全なモビリティ機能の提供を目指し、自動ブレーキに代表される ADAS（高度運転支援システム）技術、さらにこれを高度化した自動運転技術が世界的に注目されており、日米欧において、多くのプロジェクトで研究開発が進められており、我が国の「モビリティ」関連産業の競争力の維持、強化のためにも、この分野での研究開発力の強化が求められている。このような背景から、茨城県のモビリティ企業である日立オートモティブシステム株式会社と茨城大学との間で、共同研究だけでなく、インターンシップなどの人材育成も視野に入れた包括的な産学連携を狙いとして、平成 28 年 8 月に包括協定を締結して、自動運転技術に関する共同研究、海外インターンシップなどの活動を開始した。

平成 28 年度より 3 年計画で開始された茨城大学重点研究プロジェクトである「次世代モビリティ基盤技術研究プロジェクト」は、自動運転、環境低負荷エネルギー利用、モビリティ用新材料等、今後の社会構造変化に対応した次世代モビリティ基盤技術の創出およびそれを担う人材の育成を通じて、本学を国内大学における次世代モビリティ研究拠点とすることを目指すものである。この重点研究プロジェクトを推進する母体として、工学部附属「次世代モビリティ教育研究センター」を設立して活動を進めてきている。本教育研究センターは、日立オートモティブシステム株式会社との自動運転技術の共同研究の推進母体であると共に、将来に目を向けた 2050 年の社会構造変化に対応した次世代モビリティ技術の教育研究の拠点として広範な役割が期待されている。今年度で重点研究プロジェクトの 2 年目が経過し、研究成果だけでなく、教育においても日立オートモティブシステム株式会社との産学連携によるインターンシップなどで着実に成果がでてきている。本プロジェクトでの教員と学生の教育研究活動を通して、次世代モビリティ技術の研究開発・産業化を支える専門職業人および研究者を育成すると共に、ここで生み出される次世代モビリティ基盤技術の研究成果が、我が国のイノベーション創出に貢献することを期待している。

重点研究「次世代モビリティ基盤技術研究プロジェクト」
プロジェクト参加教員（平成 29 年 3 月 31 日現在）

1) 自動運転基盤技術チーム

梅比良 正弘（工学部メディア通信工学領域・教授）

武田 茂樹（工学部メディア通信工学領域・教授）

塚元 康輔（工学部メディア通信工学領域・講師）

出崎 善久（工学部メディア通信工学領域・講師）

王 瀟岩（工学部メディア通信工学領域・助教）

2) 次世代モビリティ基盤技術チーム

金野 満（工学部機械工学領域・教授）

池畑 隆（理工学研究科応用粒子線科学専攻・教授）

鈴木 徹也（工学部物質工学領域・教授）

田中 光太郎（工学部機械工学領域・教授）

平田 輝満（工学部都市システム領域・准教授）

岩瀬 謙二（工学部物質工学領域・准教授）

永野 隆俊（工学部物質工学領域・講師）

鈴木 智也（工学部知能システム工学領域・教授）

— 目次 —

1. 活動概要	— 1 —
2. 研究報告	
1. 「自動車用ミリ波 FMCW レーダにおけるレーダ間干渉抑圧法」 梅比良 正弘, 武田 茂樹, 王 瀟岩	— 6 —
2. 「仮想アレーアンテナ拡張を適用した FMCW レーダ」 武田 茂樹, 梅比良 正弘	— 9 —
3. 「単眼カメラによる自車両方位変化推定の高精度化」 塚元 康輔	— 11 —
4. 「ハフ変換を用いた道路標識の位置検出」 竹村 和也, 大石 卓弥, 出崎 善久	— 12 —
5. 「DME 燃料噴射系の最適化に向けた超臨界燃料噴霧およびノズル内チョーク現象に関する研究」 菊地 真輔, 金野 満	— 13 —
6. 「フラン類および PRF90-フラン類混合燃料の自在着火特性」 田中 光太郎	— 17 —
7. 「低炭素鋼における EBSD 法を用いた Lüders 帯の伝播観察」 森井 達也, 鈴木 徹也	— 20 —
8. 「超格子型 La-Co 二元系水素吸蔵放出特性と結晶構造」 岩瀬 謙二	— 21 —
9. 「オートオークション落札価格の機械学習による中古車買取査定」 鈴木 智也	— 23 —
10. 「隊列自動走行トラックの車両マッチングポテンシャルと合流部運用に関する研究」 平田 輝満	— 26 —
11. 「大気中微量物質の高感度測定に向けたレーザーイオン化質量分析装置の開発」 清水 陽介, 石島 航, 小崎 匡史, 佐藤 直幸, 池畑 隆	— 28 —
12. 「レーザーイオン化質量分析装置による自動車排出ガス中微量物質のリアルモニタリング」 石島 航, 清水 陽介, 小崎 匡史, 佐藤 直幸, 池畑 隆	— 29 —
3. プロジェクト業績	
1. 研究論文等発表一覧	— 30 —
2. 日立 AMS 共同研究関連 活動実績	— 38 —

1.活動概要

次世代モビリティ教育研究センター 平成29年度活動計画・実施結果調書

1. 研究開発・資金獲得計画

○実施計画

1. 日立オートモティブシステムズとの共同研究

- (1)実施概要： 日立オートモティブシステムズとの共同研究を推進する。平成29年度は新規テーマが2件追加され、4件の共同研究契約を締結する。
- (2)実施予定時期： 2017年4月～2018年3月
- (3)実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者： 梅比良正弘
 - ・ メンバ： 金野満, 塚元康輔, 武田茂樹, 出崎善久, 王瀟岩, 長谷川博(茨城大学), 工藤真、鷹野秀明(日立オートモティブシステムズ)
- (4)資金獲得計画： 共同研究 平成29年度目標 500万円/4件(平成28年度 300万円/2件)
- (5)実施における課題： 成果報告会の実施、平成30年度新規共同研究案件発掘のためのワークショップの実施、外部資金への応募

2. 総務省SCOPEへの研究計画提案

- (1)実施概要： 自動運転用レーダ技術の研究計画を、総務省SCOPEへ提案。
- (2)実施予定時期： 2017年4月～2018年3月(3か年のプロジェクトを提案中)
- (3)実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者： 梅比良正弘
 - ・ メンバ： 武田茂樹, 王瀟岩(茨城大学), 黒田浩司(日立オートモティブシステムズ)
- (4)資金獲得計画： 総務省SCOPE
- (5)実施における課題： 審査中

3. SIP 革新燃焼技術への参画

- (1)実施概要： SIP 革新燃焼技術の「高効率ガソリンエンジンのためのスーパーリーンバーン研究開発」にクラスター大学として研究参画する。
- (2)実施予定時期： 2017年4月～2018年3月
- (3)実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者： 金野満
 - ・ メンバ： 田中光太郎
- (4)資金獲得計画： JST
- (5)実施における課題： 特になし

4. AICE の革新的排気低減技術研究の参画

- (1)実施概要： 自動車用内燃機関技術研究組合(AICE)の革新的排気低減技術研究に応募する。
- (2)実施予定時期： 2017年4月～2018年2月
- (3)実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者： 田中光太郎
 - ・ メンバ： 金野満
- (4)資金獲得計画： AICE が設定した多成分浄化機能研究およびEGRデポジット抑制技術研究の2件に応募する。
- (5)実施における課題： 特になし

5. NEDO エネルギー環境新技術先導プログラム

- (1)実施概要： 平成29年度 NEDO エネルギー環境新技術先導プログラムに申請する。
- (2)実施予定時期： 2017年4月～2018年3月
- (3)実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者： 田中光太郎
 - ・ メンバ： 金野満
- (4)資金獲得計画：
- (5)実施における課題： 外部研究分担者との連携・打合せが必要

6. 平成29年度交通運輸技術開発推進制度

- (1) 実施概要：平成 29 年度交通運輸技術開発推進制度に申請する。
- (2) 実施予定時期：2017 年 4 月～2018 年 3 月
- (3) 実施体制(注：外部の人も含む)
 - ・ 責任者：鈴木智也
 - ・ メンバ：小泉 智(量子線), 大竹 淑恵(理化学研究所), 梶野顕明(URA)
- (4) 資金獲得計画：研究テーマ「IoT、AI、ビッグデータ等を活用した交通運輸分野の維持管理の高度化に資する技術開発」で 2017 年 3 月に申請済み
- (5) 実施における課題：外部研究分担者との連携・打合せが必要

○実施結果(中間報告時と年度末に、実施結果を記載してください。)

1. 日立オートモティブシステムズ株式会社との共同研究

- (1) 実施結果：4 件のテーマで共同研究契約を締結
- (2) 資金獲得の結果：499.5 万円/4 件(平成 28 年度 300 万円/2 件)
- (3)

特筆すべ

き事項：平成 29 年度は研究テーマが 2 件増加し、獲得資金も約 200 万円増加した。さらに、平成 29 年は、新たな研究テーマ 1 件の共同研究を開始した。平成 28 年度、29 年度の共同研究実施実績を下表に示す平成 30 年度の新規共同研究テーマの開拓のため、第 3 回共同研究ワークショップを実施し、その結果をもとに 3 月に共同研究打ち合わせを実施し、自動運転技術関連に加えて、生産技術に関する共同研究を開始できる見通しを得た。

学部・学科	主担当・教員名	H28	H29
工・マイ	梅比良 正弘	アンチコリジョン CSMA レーダに関する研究 1,995,000	アンチコリジョン CSMA レーダに関する研究(Phase2) 1,995,000
工・マイ	塚元 康輔	画像データ解析による自転車位置推定に関する研究 1,000,000	画像データ解析を用いた自転車位置推定精度向上に関する研究 1,000,000
理・情報数理	長谷川 博		周辺認識センサのデータ解析に関する研究 1,000,000
工・マイ	武田 茂樹		高分解能ターゲット方向検出レーダに関する研究 1,000,000
工・情報	上田 賀一		自動運転制御ソフトウェアのアーキテクチャに関する研究 500,000

2. 総務省 SCOPE への研究計画提案

- (1) 実施結果：総務省 SCOPE へ提案した「高密度利用を可能とする自律分散マルチプルアクセス FMCW レーダの研究開発」が採択された(梅比良, 武田, 王)。
- (2) 資金獲得の結果：581 万円
- (3)

特筆すべ

き事項：平成 29 年度の成果をもとに、平成 30 年度の選抜評価へ向けて継続提案を行った。その結果、継続提案が採択され、平成 30 年度の総務省 SCOPE の受託研究の継続実施が決定した。

3. SIP 革新燃焼技術への参画

- (1) 実施結果：SIP 革新燃焼技術の「高効率ガソリンエンジンのためのスーパーリーンバーン研究開発」にクラスター大学として研究参画することになった(金野, 田中)。
- (2) 資金獲得の結果：1957 万円(JST)
- (3)

特筆すべ

き事項：当初配分に加えて、年度途中に公募があった研究加速予算 132 万円を獲得した。

4. AICE の革新的排気低減技術研究の参画

- (1) 実施結果：自動車用内燃機関技術研究組合(AICE)の革新的排気低減技術研究に応募し、「EGR デポジット生成抑制技術」(964 万円), 「PM センサ被毒現象解明研究」(1211 万円), 「SCR/DPF 触媒の現象」

(910万円),「排気システム内における尿素水反応挙動」(685万円)の4件のテーマで研究参画することになった(田中, 金野).

(2) 資金獲得の結果: 3770万円(AICE)

(3)

特筆すべ

き事項:

5. NEDO エネルギー環境新技術先導プログラム

(1) 実施結果: 平成 29 年度 NEDO エネルギー環境新技術先導プログラムに申請したが, 採択されなかった(田中).

(2) 資金獲得の結果:

(3)

特筆すべ

き事項: 外部研究分担者との連携・打合せが必要

6. 平成 29 年度交通運輸技術開発推進制度

(1) 実施結果: 「IoT、AI、ビッグデータ等を活用した交通運輸分野の維持管理の高度化に資する技術開発」で 2017 年 3 月に申請したが, 採択されなかった(鈴木, 小泉).

(2) 資金獲得の結果:

(3)

特筆すべ

き事項: 国交省の政策動向を見極める必要. URA のサポートが良かった. 次回提案に向けた実績作りとして意味があった.

その他(参考資料、報告書など)

個別の研究開発活動、外部資金獲得状況、業績リストは、「重点研究報告書」をもって代替する。

2. 人材育成

○実施計画

1. 日立オートモティブシステムズとの包括連携協定に基づく人材育成
 - (1) 実施概要: 日立オートモティブシステムズとの包括連携協定に基づいて、講演会や共同研究を通じて本学学生の教育、社会人ドクターの受入れ、客員教員の受入れ、連携大学院の開設を行う。
 - (2) 実施予定時期: 2017年4月～2018年3月
 - (3) 実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者: 梅比良正弘
 - ・ メンバ: 金野満
 - (4) 実施における課題: 学内規定の改正, 日立オートモティブシステムズとの調整が必要。
2. 日立オートモティブシステムズとの共同研究を通じた学生の研究力向上
 - (1) 実施概要: 日立オートモティブシステムズとの共同研究に本学学生を参加させ、研究力向上を図るとともに、社会人との共同作業を通して、仕事の仕方を学ばせる。
 - (2) 実施予定時期: 2017年4月～2018年3月
 - (3) 実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者: 梅比良正弘
 - ・ メンバ: 塚本康輔, 武田茂樹, 出崎善久, 王瀟岩, 長谷川博(茨城大学)
 - (4) 実施における課題: 特になし。
3. SIP 研究を通じた学生の研究力向上
 - (1) 実施概要: SIP 革新燃焼技術の「高効率ガソリンエンジンのためのスーパーリーンバーン研究開発」に学生を参加させ、研究力の向上を図るとともに仕事の仕方を学ばせる。
 - (2) 実施予定時期: 2017年4月～2018年3月
 - (3) 実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者: 田中光太郎
 - ・ メンバ: 金野満
 - (4) 実施における課題: 委託研究に採択されることが前提
4. AICE 研究を通じた学生の研究力向上
 - (1) 実施概要: 日本の自動車会社が協調して共通課題に取り組むことを目的に設立された自動車用内燃機関技術研究組合(AICE)では、研究課題に学生を参加させ、将来の技術者、研究者を育成することを活動目標の一つとしている。本学チームが委託された研究に学生を参加させ、自動車会社の研究員と共同で研究を進めることで研究力の向上を図るとともに仕事の仕方を学ばせる。
 - (2) 実施予定時期: 2017年4月～2018年3月
 - (3) 実施体制(注:外部の人も含む)
 - ・ 責任者: 田中光太郎
 - ・ メンバ: 金野満
 - (4) 実施における課題: 委託研究に採択されることが前提。

○実施結果

1. 日立オートモティブシステムズとの包括連携協定に基づく人材育成
 - ・ 工学部として実施される2週間のインターンシップに加え、平成29年度は、新たな試みとして4週間の長期インターンシップを実施し、本学から2名のM1学生が参加した。
 - ・ 連携協定に基づき、本年度は、2週間の海外事務所において研修滞在を行う海外インターンシップを実施した。実施場所は米国・サンノゼ、中国・上海の2箇所、各1名、M1学生を派遣した。旅費・滞在費については、日立AMS社に負担いただいた。
2. 日立オートモティブシステムズとの共同研究を通じた学生の研究力向上
 - ・ 日立AMSとの共同研究については、修士学生4名、学部学生6名が修士研究、卒業研究の一環として共同研究に参画し、修士論文1編、卒業研究論文4編の成果により、学生の研究力向上を図ることができた。さらに、共同研究の成果により、国際会議論文2件、国内大会12件の研究論文発表を行った。

3. SIP 研究を通じた学生の研究力向上

- ・ 実施結果： 採択された課題に、博士学生1名、修士学生 5 名、学部学生 4 名を参加させた。この成果は、論文 1 編、国際会議論文 3 編、国内発表 3 件として公表された。

4. AICE 研究を通じた学生の研究力向上

- ・ 実施結果： 採択された4件の課題に、博士学生 3 名(2 名は自動車会社・研究機関から派遣された社会人ドクター)、修士学生 3 名、学部学生 2 名を参加させた。この成果は、論文 5 編、国際会議論文 2 編、国内発表 6 件として公表された。
- ・ 特筆すべき事項： 博士学生 1 名が国際会議のベストプレゼンテーション賞を、修士学生 1 名が日本機械学会のフェロー賞を受賞した。また、自動車会社および研究機関から社会人ドクターを受け入れ、研究を進めた。ドクター定員の充足にも貢献した。

その他(参考資料、報告書など)

個別の報告書がある場合は、本欄に資料名を記載すると共に、それを添付して提出する。

2.研究報告

自動車用ミリ波 FMCW レーダにおけるレーダ間干渉抑圧法

Inter-radar interference suppression scheme for automotive millimeter wave FMCW radar

梅比良 正弘 武田 茂樹 王 瀟岩
Masahiro UMEHIRA Shigeki TAKEDA Xiaoyan WANG
工学部 メディア通信工学科

Department of Media and Telecommunications Engineering, College of Engineering

1. はじめに

近年、自動車の自動運転や ADAS(Advanced Driver Assistance System)の研究が活発に行われている[1]。ミリ波レーダは雨天、夜間における検出性能が優れているが、将来、レーダが搭載された自動車が普及するとレーダ間干渉が問題になる[2],[3]。レーダ間干渉により、ターゲットの誤検出(ゴーストターゲット)や、SNR(Signal to Noise Ratio)の低下に伴うターゲットの不検出が発生するため、レーダ間干渉を回避し、干渉が発生しても誤検出や不検出の発生確率が極めて小さい FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave)レーダが求められる。

本研究開発は、FMCW レーダ間の広帯域干渉を低減する、レーダ間干渉抑圧法に関するものである。これまで、ターゲットとの距離に比例した周波数のビート信号に重畳されるパルス状の干渉信号を窓関数で抑圧して SNR を改善する干渉抑圧法を提案した[4],[5]。提案法は、ミリ波 FMCW レーダの発振器の位相雑音による出力変動を除去し、ビート信号の受信レベルを基準とした干渉検出閾値設定を行い、干渉検出・抑圧を行うことで、レーダ間干渉によるノイズレベル上昇を抑圧でき、干渉がない場合とほぼ同等のターゲット検出率を達成できることを示した。しかし、実際の利用環境ではレベルの異なる複数のレーダ間干渉やチャープ率の異なるレーダ間干渉の検出・抑圧を行う必要がある[6],[7]。本年度は、FMCW レーダ間の干渉のメカニズムを解明すると共に、この課題に対して、干渉検出のための閾値設定を反復して行う繰り返しレーダ間干渉抑圧法を提案し、シミュレーションにより複数のレーダによるレーダ間干渉を抑圧できることを示した[8]。

2. ミリ波 FMCW レーダ

レーダの変調方式には、パルス方式や CW 方式、FMCW 方式などがあるが、対象物との距離と相対速度を同時に測定可能で、実装が容易で低コスト化が可能なミリ波 FMCW レーダが有望である。図 1 に、FMCW 方式のレーダのブロック図を示す。FMCW 方式では VCO(Voltage Controlled Oscillator)を用いて、三角波や鋸波で周波数変調されたチャープ信号を生成して送信する。鋸波を用いる FMCW 方式の場合の、ターゲットからの反射信号が受信された時の信号の時間に対する周波数を図 2 の黒実線に示す。送信信号と、ターゲットからの受信信号とをミキサで乗算し、周波数 f_B のビート信号を得る。この周波数を測定することで、ターゲットとの距離 R を、ビート周波数周波数 f_B から、次式により推定できる。

$$R = \frac{c_0 T}{2\Delta f} f_B \quad (1)$$

ここで c_0 は光速、 Δf は掃引帯域幅、 T は変調周期である。

3. ミリ波 FMCW レーダにおける広帯域干渉[6]

ミリ波 FMCW レーダにおいて、同じ FMCW レーダ信号が干渉信号として受信される場合、狭帯域干渉と広帯域干渉がある。狭帯域干渉は発生確率が低いとされているため、本研究では広帯域干渉を対象とした。図 2 の赤線が広帯域干渉を引き起こす干渉信号であり、干渉信号により発生するビート信号は時間に応じて周波数が変化する信号になり、ビート周波数が LPF(Low Pass Filter)の通過帯域以下になると、干渉ビート信号として ADC(Analog to Digital Converter)に入力される。図 2(a)に鋸波変調、(b)に三角波変調による干渉信号が受信された場合のビート信号を示す。図 3 は、同様のシナリオでの干渉ビート信号の、計算機シミュレーションによる時間領域波形である。図 3 より LPF 内に漏れ込む干渉信号の時間の幅が変化し、干渉パルスの形状が変化していることがわかる。この干渉インパルス信号が FFT(Fast Fourier Transform)することで、雑音レベルが上昇し SNR が劣化し、ターゲットのピーク周波数のスペクトルに比べ雑音レベルが大きくなると不検出が発生する。

4. レーダ間干渉抑圧法[4],[5],[8]

3.で説明したレーダ間干渉により発生するビート信号は、周波数領域において雑音レベルを上昇させる。しかし、

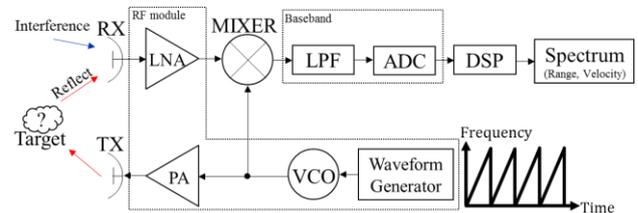
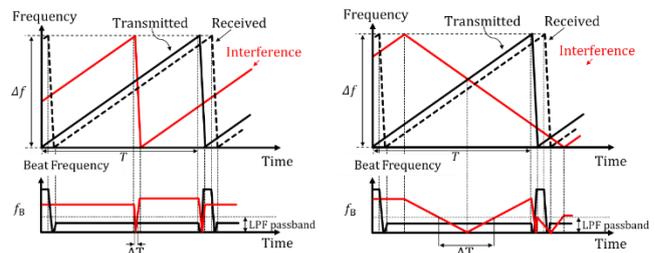
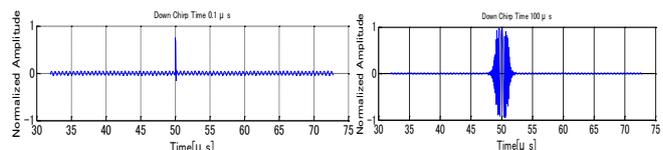


図 1 FMCW 方式のブロック図



(a) 鋸波チャープ FMCW レーダ間干渉 (b) 異なるチャープ率(三角)のレーダ間干渉
図 2 FMCW 方式の原理と干渉信号によるビート信号



(a) 鋸波チャープ FMCW レーダ間干渉 (b) 異なるチャープ率のレーダ間干渉
図 3 レーダ間干渉によるビート信号の例
時間領域では、干渉レーダ信号の受信レベルが大きい場合、インパルス状の信号となるため、閾値を設定して干

渉信号を検出し、取り除くことで、レーダ間干渉による雑音レベルを低減できると考えられる。そこで干渉信号の検出・抑圧法として、受信信号の受信レベルを基準として干渉検出閾値 R_{th} を設定し、閾値を超える信号に対して窓関数による重み付けを行う干渉抑圧法を提案した。

提案した従来の時間領域での干渉検出による干渉抑圧法では、DSP(Digital Signal Processor)の始めに信号処理にて、受信信号の受信レベルを基準として干渉検出閾値 R_{th} を設定する。LPF 出力を $r(i)(i=1 \sim N)$ とすると、 R_{th} は実効値の k 倍として次式で計算する。なお、LPF 出力信号 $r(i)$ は、VCO の位相雑音変動などによる平均値変動が除去されていることを前提とする。

$$R_{th} = k \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |r(i)| \quad (2)$$

チャープ率が異なるために長い時間幅の干渉信号が発生したり、複数の大きな受信レベルの干渉レーダ信号が入力された場合には干渉信号が頻繁に発生し、(2)式で計算されるレーダ間干渉の干渉検出閾値 R_{th} が大きく設定され、干渉信号の不検出が発生し、雑音レベルの低減が不十分となる問題がある。これを解決するため、本研究では、干渉検出を行った結果に基づき干渉検出閾値 R_{th} を反復して計算し、更新した干渉検出閾値 R_{th} に基づきレーダ間干渉を繰り返して行う、繰り返しレーダ間干渉抑圧法を提案する。提案する干渉抑圧法のフローチャートを図4に示す。ここで、干渉検出閾値 R_{th} を越えた信号の干渉抑圧下信号を $r(i)$ とし、干渉検出・抑圧された信号の個数を M とする。また、 $r(i)$ の集合を r 、 $r'(i)$ の集合を r' とする。図4に示すように、まず入力信号 $r(i)$ より、式(2)を用いて干渉検出閾値 R_{th} を計算して干渉検出を行い、 $|r(i)| > R_{th}$ となる信号を干渉信号 $r(i)$ として検出する。干渉信号と判定されると、 $r(i)=0$ として干渉抑圧を行う。全ての干渉と判定された $r(i)$ について干渉抑圧を行い、 $r'(i)$ を得る。 $r'(i)$ を用いて、再度干渉検出閾値 R_{th}' を計算する。

$$R_{th}' = k \frac{1}{N - M} \sum_{r(i) \in r'} |r'(i)| \quad (3)$$

この後、 R_{th} と R_{th}' の差を計算し、予め定めた ΔR_{th} 以上の場合は、 $R_{th} = R_{th}'$ として干渉検出閾値を更新し、再度干渉検出を行う。干渉検出閾値 R_{th}' は、干渉抑圧後の信号を元に計算したものであるため、干渉信号の影響が除外された閾値となる。 ΔR_{th} は設計パラメータであり、その差が ΔR_{th} 以下になるまで処理を繰り返す。 $\Delta R_{th} = 0$ では閾値更新がなくなるまで処理を繰り返す。

図5では、 $|r(i)| > R_{th}$ の場合に $r(i)=0$ として干渉抑圧する場合について説明したが、干渉が検出されるとその前後も干渉信号が発生する場合が多い。このため、 $|r(i)| > R_{th}$ の場合に幅 $2L+1$ の干渉抑圧を行う手法が考えられる。この場合は $r(j)=0$ ($j=i-L \sim i+L$)、すなわち干渉検出された i の前後 $\pm L$ のデータを0とする。これにより、繰り返し処理回数が減少し、信号処理量の低減が期待できる。

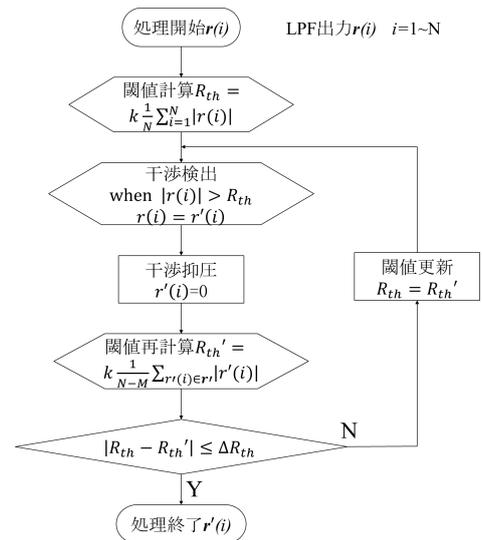


図4 提案する繰り返し干渉抑圧法のフローチャート

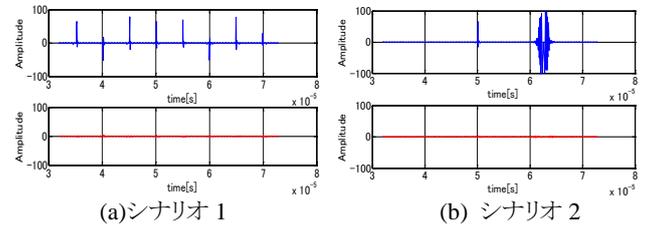


図5 ビート信号の時間波形(上:干渉抑圧無し、下:干渉抑圧あり)

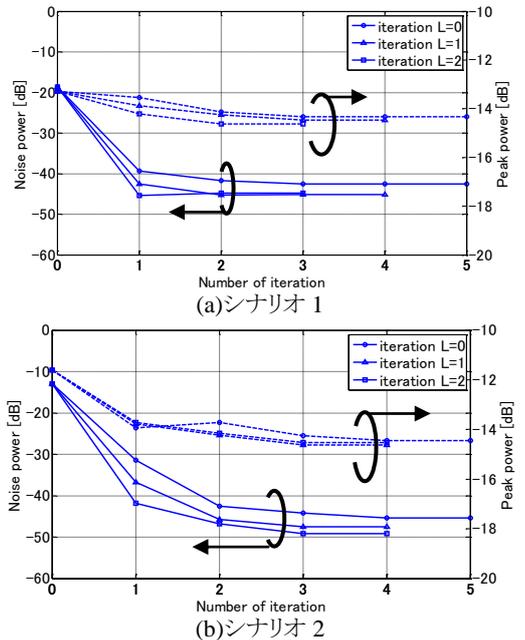


図6 繰り返し回数に対する信号と雑音電力

5. 性能評価[8]

5.1 シミュレーションの概要

計算機シミュレーションにより、提案方式の繰り返し処理回数に対する雑音レベル低減効果を評価した。シミュレーションでは、鋸波方式による複数のレーダ間干渉(シナリオ 1)と、チャープ率が異なるレーダとの干渉を想定した鋸波と三角波方式の混在環境のレーダ間干渉(シナリオ 2)の2つのシナリオについて評価を行った。シナリオ 1は、観測レーダに対して最大8波の干渉レーダ信号が受

信される場合を想定しており、干渉電力は DUR(Desired signal power to Undesired signal power Ratio)を-20dBとして、繰り返し回数に対する、レーダ間干渉により発生する雑音レベルを評価した。提案方式では時間窓の窓長 L が設計パラメータとなるが、ここでは $L=0, 1, 2$ とし、時間窓長が 1, 3, 5 の場合の干渉抑圧効果を、周波数スペクトルにおいて干渉により発生する雑音電力により評価した。また、干渉抑圧により、所望の信号電力が抑圧されるため、所望ビート周波数信号の電力(ピーク電力)も評価した。

5.2 評価結果

シナリオ 1, 2 におけるミキサ出力の時間波形を図 5 に示す。上は干渉抑圧なし、下は提案手法による繰り返し干渉抑圧後の出力である。図より、シナリオ 1, 2 共に、時間領域での干渉検出・抑圧がなされていることが分かる。

シナリオ 1, 2 における、繰り返し回数に対する、干渉抑圧後の信号をFFTした周波数信号のピーク電力と平均雑音電力を図 6 に示す。シナリオ 1, 2 共に、一回目の干渉抑圧により雑音電力は 20dB 低減されている。これは、一回目の干渉検出で大きな振幅の干渉信号が抑圧されるためである。二回目以降の干渉抑圧では、一回目で検出できなかった振幅は小さい干渉信号が検出・抑圧されるため、改善量は小さくなる。シナリオ 1 と 2 を比較すると、シナリオ 1 では、振幅が大きな干渉信号が一回目の干渉抑圧で抑圧されるため、二回目以降の雑音レベルの低減はわずかである。一方、シナリオ 2 では、62 μ s 付近の干渉信号の時間幅が大きいため、一回目で干渉抑圧ができない比較的振幅が大きな干渉信号が残存し、二回目以降で、これらの干渉信号が検出・抑圧される。このため、二回目以降でも雑音レベルが低減される。干渉抑圧により、ピーク電力は 2dB ほど低下するが、干渉信号抑圧によるノイズ電力の低下がより大きいため、SNR が改善されていることがわかる。

また、図よりわかるように、繰り返し処理において $L=0$ に比べ $L=1, 2$ の方が、同じ繰り返し数での雑音レベルを 2~3dB 低減でき、処理終了に必要な繰り返し数が少なくなる。これは、 L を大きくすると、一回の干渉検出で、干渉が含まれている可能性の高い複数の点で干渉抑圧が行われるためと考えられる。時間窓長 L を大きくすると、繰り返し回数を少なく、処理演算量を小さくできるが、大きくしすぎるとピーク電力が減少する。

6. まとめ

自動車用ミリ波 FMCW レーダにおけるレーダ間干渉のメカニズムを明らかにすると共に、干渉検出のための閾値設定を反復して行う繰り返しレーダ間干渉抑圧法を提案し、シミュレーションにより干渉低減効果を明らかにした。

<参考文献>

- [1] Yoshihiro SUDA, Kenji AOKI, "Current activities and some issues on the development of automated driving", JOHOKANRI, vol.57, No.11, 2015, pp.809-817
- [2] G.M. Brooker, "Mutual interference of millimeter-wave radar systems," IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol.49, no.1, pp.170-181, 2007
- [3] M. Goppelt, H.-L. Blöcher, W. Menzel, "Automotive radar – investigation of mutual interference mechanisms", Advances in Radio Science., vol.8, 2010-1, pp.55-61
- [4] 野澤拓也, 牧野祐也, 王瀟岩, 梅比良正弘, 黒田浩司, "自

動車用ミリ波 FMCW レーダにおけるレーダ間干渉抑圧法", 電子情報通信学会総合大会, 2016年3月.

- [5] T Nozawa, Y Makino, N Takaya, M Umehira, S Takeda, X Wang, H Kuroda, "An Anti-collision Automotive FMCW Radar Using Time-domain Interference Detection and Suppression", paper 1a.1, Proceedings of IET Radar 2017 (International Conference on Radar Systems 2017), 23 – 26 October 2017, Belfast, UK
- [6] 野澤拓也, 牧野祐也, 王瀟岩, 梅比良正弘, 黒田浩司, "鋸波チャープを用いた自動車用 FMCW レーダ間干渉の検討", 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2017年9月.
- [7] 牧野祐也, 野澤拓也, 梅比良正弘, 王瀟岩, 武田茂樹, 黒田浩司, "異なるチャープ率を用いる FMCW レーダにおける同一チャネル間干渉", 信学技報 Vol. 117, No. 403, SANE2017-96, pp.59-64, 2018年1月.
- [8] 野澤拓也, 牧野祐也, 王瀟岩, 梅比良正弘, 黒田浩司, "自動車用 FMCW レーダにおける繰り返しレーダ間干渉抑圧法", 信学技報 Vol. 117, No. 346, ITS2017-52, pp.227-232, 2017年12月.

仮想アレーアンテナ拡張を適用した FMCW レーダ

FMCW radar utilizing virtual array antenna

武田茂樹、梅比良正弘

工学部メディア通信工学科

Shigeki TAKEDA, Masahiro UMEHIRA

Department of Media and Telecommunications Engineering, College of Engineering

1. 概要

近年、自動車の安全や、自動運転に対して、大きな期待が寄せられており、関連技術に関する研究開発が活発に行われている。本報告では、ミリ波レーダに対して、仮想アレーアンテナ処理を適用することで、角度推定分解能を改善できることを確認した。

2. はじめに

近年、自動車の安全や、自動運転に対して、大きな期待が寄せられており、関連技術に関する研究開発が活発に行われている。特に、ミリ波レーダは、夜間や悪天候時においても、他のカメラ等を用いる周辺認識技術に対して、良好に動作する特徴を有しており、自動運転等には必要不可欠なセンサである[1]-[4]。

ミリ波レーダは、複数のアンテナ素子を用いることで、距離や相対速度だけでなく、ターゲットの方向も推定することができる。さらに、波長が数 mm 程度と短いため、アレーアンテナサイズは比較的小さくできる。しかし、到来方向を高分解能に推定して、等距離で角度的に近接するターゲットを分離するためには、必要となるアレーアンテナの開口は、大きくなるため、小型化のための対策が必要である。

本報告では、仮想アレーアンテナ処理の適用による角度推定分解能改善特性解析を行った。

3. レーダにおける高分解能到来方向推定

Fig.1 にレーダにおける典型的な高分解能到来方向推定システムの概念図を示す。ここでは特に、2 個のターゲットが、レーダから見て、小さい角度差で存在する場合を考える。

FMCW レーダにおいては、周波数からターゲットの距離を知ることができる。従って、仮に 2 個のターゲットが同一方向に存在し、角度差が非常に小さい場合でも、FFT により、周波数軸上で複数ターゲットを分離可能である。この場合は、それぞれの周波数において、複数アンテナの信号を用いて 1 ターゲットの到来方向推定問題として扱うことができる。つまり、この場合は高分解能な到来方向推定は必須ではない。

一方、同一距離にある複数ターゲット(ここでは 2 個)は、周波数軸上では分離できないため、アレーアンテナを用いた高分解能到来方向推定手法が求められる。

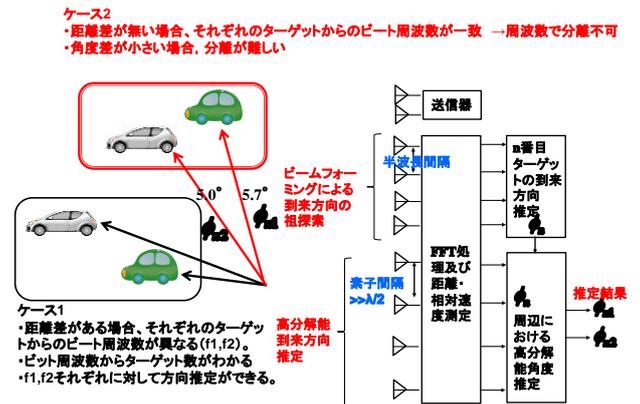


Fig.1 高分解能到来方向推定

Fig.1 は、ビームフォーミングを基本とする場合の高分解能到来方向推定の概念図である。粗探索と精密探索の 2 段階推定が適用される場合が多い。Fig.1 の方法は一例であるが、 0.5λ 間隔のアレーアンテナを用いて、まず、第一段階として、ターゲットのおおよその到来方向を推定する。 0.5λ 間隔アレーアンテナでは、グレーティングローブが発生しないため、第一段階の到来方向の粗探索に適している。もし、レーダの走査範囲があらかじめ限定されている場合は、走査範囲にグレーティングローブが発生しない素子間隔のアレーアンテナを用いても良い。

第一段階で荒く推定した到来方向を中心として、より高分解能に、到来波角度を第二段階で推定する。この場合は、おおよその到来方向がすでに第一段階で推定できているため、より素子間隔の広いアレーアンテナが使用できる。

第二段階処理として、信号処理により、仮想的にアンテナ素子を配置して分解能を改善する手法も提案されており、車載レーダ処理に適用する研究も進められている[4]。以下これを仮想アレーと呼ぶが、信号処理だけで、分解能やグレーティングローブを制御できるとすると、設置スペースに関する制約の大きい車載レーダにおいては、魅力的な処理と言える。

4. 仮想アレー

Fig.2 に仮想アレー拡張原理を示す。実アレーから仮想アレーに変換する行列を生成し、これを用いて、受信信号から仮想アレーの受信信号を生成する。以下に仮想アレーの動作確認を行った結果を示す。

4.1 実アレー4素子の場合(実アレーアンテナ位置[0 1.8 3.6 5.4])

実アレーアンテナ素子数を4とする。また、実アレーアンテナの位置を[0 1.8 3.6 5.4]とする。これは、Fig.2に対応しており、また波長正規化値である。この場合、到来方向は、 $[-3^\circ \ 2^\circ]$ の2波到来である。Fig.3にビームフォーマー法による空間スペクトルを示す。解析結果より、2波が分離されていないことが確認できる。

4.2 実アレー4素子、仮想アレー4素子の場合(実アレーアンテナ位置[0 1.8 3.6 5.4]、仮想アレーアンテナ位置[1 6.2 7 8.7])

実アレーアンテナ素子数を4、仮想アレーアンテナ素子数を4とする。また、実アレーアンテナの位置を[0 1.8 3.6 5.4]、仮想アレーアンテナの位置を[1 6.2 7 8.7]とする。この場合、仮想アレーの1素子目は、グレーティングローブ抑圧のための不等間隔アレーを形成するために使用する。また残りの3素子は、実アレーの外側に配置され到来方向を高分解能に推定するために使用する。変換行列を計算する場合の角度は $[-6 \ -5 \ -4 \ -3 \ -2 \ -1 \ 0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6]$ である。また到来方向は、 $[-3^\circ \ 2^\circ]$ の2波到来である。Fig.4にビームフォーマー法による空間スペクトルを示す。

解析結果より、2波が分離され、さらに、グレーティングローブが5dB程度抑圧されていることが確認できる。

5. 結論

ミリ波レーダーに仮想アレーを適用した場合の性能評価を行った。

【参考文献】

- 1) 稲葉敬之, 柳沢基, 荒木純道: 車載用レーダーのための2段階測角方式, 信学論 B, **J86.B-8**, 1652/1658 (2003)
- 2) 小林佑輔, 美濃谷潤, 山田寛喜, 山口芳雄, 杉山裕一: 車載ミリ波レーダーを用いた合成開口レーダイメージングの実験的検討, 信学技報, 116-526-AP2016-197, 109/114 (2017)
- 3) <http://www.sakuratech.jp/>
- 4) S. Kang, S. Lee, J. Lee, S. Kim: Improving the Performance of DOA Estimation Using Virtual Antenna in Automotive Radar, IEICE Transactions on Communications, **E100-B-5**, 772/778(2017)

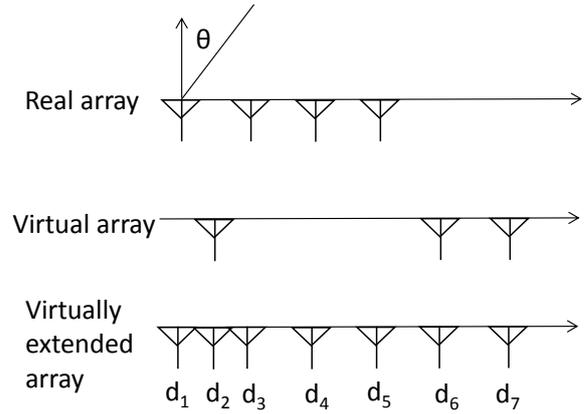


Fig.2 仮想アレー拡張の原理

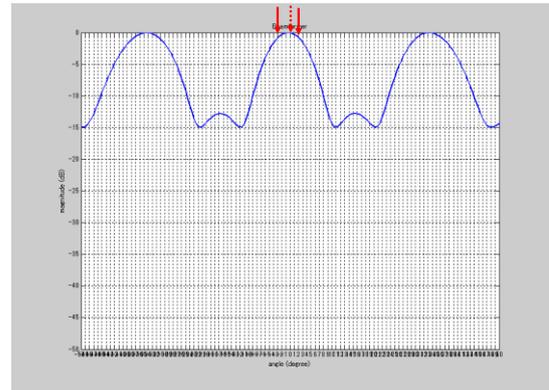


Fig.3 実アレーアンテナ位置[0 1.8 3.6 5.4]

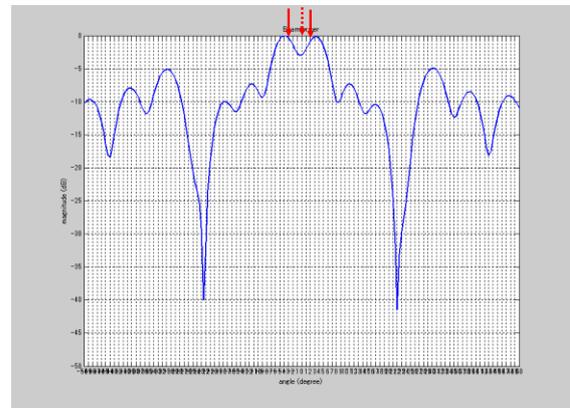


Fig.4 実アレーアンテナ位置[0 1.8 3.6 5.4]、仮想アレーアンテナ位置[1 6.2 7 8.7]

単眼カメラによる自車両方位変化推定の高精度化

Accuracy Improvements for Vehicle Ego-motion Estimation using Monocular Camera

塚元 康輔

茨城大学 工学部 メディア通信工学科

Kosuke Tsukamoto

Media and Telecommunications Engineering, College of Engineering, Ibaraki University

1.概要

本研究では、単眼カメラの画像から検出したオプティカルフローを用いた自車両方位変化推定手法の高精度化のため、特徴点検出方法と角度推定アルゴリズムの検討を行った。実際の車両走行時における画像データを用いて本手法を評価した結果、右左折経路において推定角度誤差のばらつきを従来手法に比べて3[deg]程度抑制できることを確認した。

2.はじめに

近年、先進運動支援システム(ADAS)や自動運転システムの実用化に向けた研究開発が活発に行われており、車載カメラもその主要センサとして普及拡大が続いている。¹⁾ 本研究では、車載単眼カメラの画像データを用いて自車両の位置を高精度に推定するため、オプティカルフローによる方位変化推定手法の検討を行う。

3.オプティカルフローによる自車両の方位変化推定

オプティカルフローとは、時間的に連続する画像フレームの中で物体の動きをベクトルで表したものであり、パターン認識やコンピュータビジョンなどの画像処理応用技術において幅広く利用されている。

本研究では、車載単眼カメラから検出されたオプティカルフローの大きさや方向の情報に基づいて自車両の方位変化量を推定する従来手法²⁾の高精度化を目的として、特徴点検出方法等の検討を行った。

Fig.1 にオプティカルフローを検出するための特徴点候補の抽出方法を示す。Fig.1 において、まず、画像データのコントラストを求めて特徴点候補を抽出するためのしきい値 T を算出する。次に、画像の2次微分および自己相関行列の計算を行い、各画素の固有値 $\lambda(i)$ としきい値 T を比較して特徴点候補の抽出を行う。抽出された特徴点候補に対して各特徴点候補間の距離計算を行い、近接した特徴点候補を棄却することで特徴点が画像上に均等に分布する処理を行った。実際の車両走行時の画像データを用いてオプティカルフローを検出した結果、従来手法では検出されていた車両の動きと無関係な方向成分を持ったオプティカルフローを提案手法により抑制することができた。

また、抽出したオプティカルフローの長さの累積値と走行経路の角度との相関関係から、実際の車両の方位量変化を推定する手法について検討を行った。一

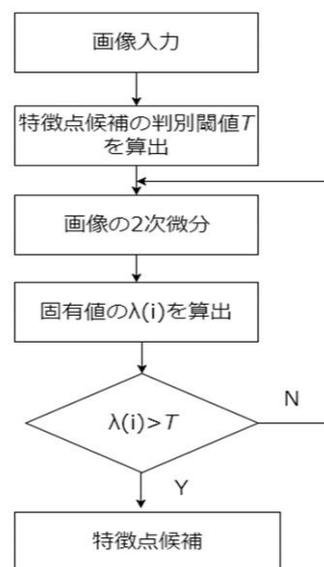


Fig.1 特徴点候補の抽出

Tab.1 誤差のばらつき(標本標準偏差)

手法	従来方法	提案手法
標本標準偏差 e [deg]	8.0	5.1

般道路において右左折、直進、左右カーブの合計 50 経路を設定し、実際に経路を走行したときの単眼カメラの画像データを用いて提案する方位変化推定手法の評価を行った結果を Tab.1 に示す。推定角度の誤差のばらつき(標本標準偏差)を従来手法に比べて3[deg]程度抑制できていることが分かる。

4.おわりに

本研究では、オプティカルフローによる自車両方位変化推定手法の高精度化手法を提案し、提案手法の有効性を確認した。

【参考文献】

- 1) 山口, 他: 単眼カメラを用いた自車両の運動推定, 電気学会論文誌, 129-12, 2213/2221 (2009)
- 2) 井田, 塚元: 単眼カメラによる車両の動き検出手法, 第 31 回センシングフォーラム, 1A1-1, 1/4 (2014)

ハフ変換を用いた道路標識の位置検出

Traffic sign detection using Hough transform

竹村和也, 大石卓弥, 出崎善久

茨城大学 工学部 メディア通信工学科

Kazuya Takemura, Takuya Ohishi, Yoshihisa Desaki

Media and Telecommunications Engineering, College of Engineering, Ibaraki University

1. はじめに

近年, 自動車の自動運転の技術開発が進んでおり, 画像センサを用いた道路標識の認識が重要な研究課題となっている. 画像センサから得られた車窓風景画像中の道路標識を自動認識する場合, 標識が存在する可能性が高い領域に対してテンプレートマッチング等の既存の手法を適用する. このため, 道路標識の位置検出の精度を上げることが重要になる.

本研究では, 規制標識, 警戒標識に含まれる三角形, 四角形の道路標識を対象として, ハフ変換に基づく位置検出法を提案する[1,2]. 日上市近郊で撮影した車窓風景画像に提案法を適用した場合の道路標識の位置検出精度を実験的に評価し, 相応の検出精度が得られることを確認した.

2. 提案法

本研究で提案する手法の手順を以下に示す.

提案法

- (1) Canny 法等で求めたエッジ画像にハフ変換を適用し, 直線を検出する.
- (2) 太いエッジやノイズの影響で平行な直線が多数検出されるのを防ぐため, パラメータ空間でクラスタリングを行う.
- (3) (2)で検出された直線の交点を求める.
- (4) (3)で求めた交点の内, 道路標識のコーナーである可能性が高い点のみ出力する.

自動車の自動運転で画像センサを使用する場合, 認識対象となる道路標識は遠方にあることを仮定することが多い. 従って, 画像中の道路標識はほぼ正面向きであり, アフィン変換が施されていない形状であると仮定してよい. これより, 道路標識のエッジを構成する直線の傾きに一定の制約を加えることができる. 以上の点を考慮して, 提案法に以下に示す手順を追加する.

提案法 1

手順(2)で得られた直線の内, あらかじめ指定した傾きとなっている直線のみを残して, 交点の検出を行う[1].

提案法 2

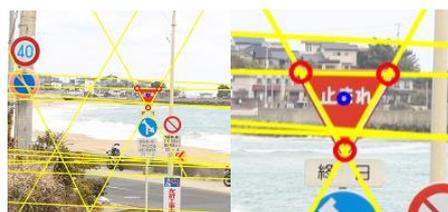
手順(1)において, 輝度勾配情報を用いて特定の角

度を有する直線のみを検出する[2].

3. 実験

提案法の性能を評価するために, 車窓風景画像を使用した実験を行った. 実験では, 三角形, 及び四角形の道路標識を1つ含む車窓風景画像を各20枚用意して使用した.

提案法で検出したコーナーから, 道路標識の中心点の候補を検出する. 一般には, 中心点の候補は複数検出されるが, その内の1つが道路標識の中心にあった場合に検出成功とする(Fig.1).



(a) 検出成功例 (b) 拡大図

Fig.1 提案法で得られた画像の例

提案法で使用する画像処理アルゴリズムには, 設定すべきパラメータが複数存在する. 実験では, あらかじめ手動でパラメータの値を最適値に調整して, 道路標識の検出率を評価した.

提案法 1 で道路標識の検出率を評価した結果, 三角形の道路標識で 100%, 四角形の道路標識で 95%の検出率となった. 提案法 2 によって検出率が大幅に向上することはなかったが, 道路標識の位置を誤検出する頻度が低下した.

4. まとめ

円形の道路標識に対しては, ハフ変換による位置検出が有効であることが, 多くの先行研究により実証されている.

本研究は, 三角形, 四角形の道路標識の位置検出に対しても, ハフ変換に基づく手法が有効であるという知見を与えるものである.

参考文献

- [1] 竹村和也, “ハフ変換を用いた道路標識のコーナー検出,” 茨城大学卒業論文, 2018.
- [2] 大石卓弥, “輝度勾配情報を用いた道路標識のエッジ検出,” 茨城大学卒業論文, 2018.

DME 燃料噴射系の最適化に向けた超臨界燃料噴霧

およびノズル内チョーク現象に関する研究

Experimental and numerical investigation of mass flow choking in DME injector nozzle
and high-speed observation of supercritical DME spray

菊地 真輔、金野 満

工学部機械システム工学科

Shinsuke Kikuchi, Mitsuru Konno

Mechanical System Engineering, Ibaraki University

1.はじめに

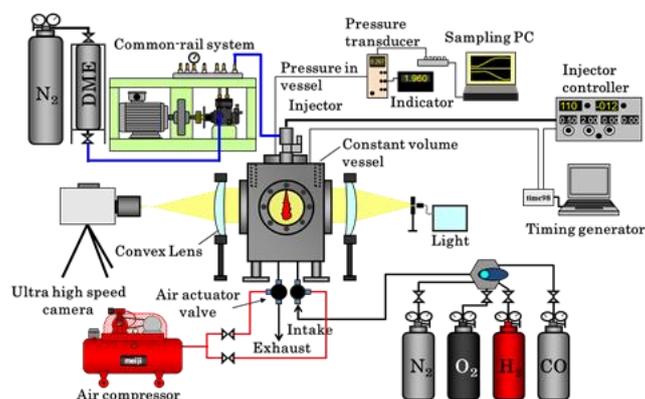
在来型石油資源の枯渇や、新興国を中心としたエネルギー需要の拡大から一次エネルギーの多様化が進むと考えられる。ジメチルエーテル(DME)は石炭や天然ガス、バイオマス等の様々な資源から製造可能な合成燃料であり石油に依存しない。さらに軽油と同等の良好な自着火性を持つことや燃焼の際に煤をほとんど生成しないことから、CI 機関の軽油代替燃料として注目されている。しかし、DME は軽油との物性の違いから、既存の軽油燃料噴射系を適用することができない。DME は粘性や体積弾性率が軽油に比べ低いことから、高圧噴射化が難しく、噴霧到達距離が劣る。Boer らはガソリンを超臨界状態にすることで噴霧の到達距離が伸び、排気が改善したと報告している⁽¹⁾。DME は臨界圧力 5.4 MPa、臨界温度 400 K の比較的に超臨界状態を作りやすい燃料であるが、超臨界状態の DME 噴霧の発達過程や燃焼について詳細に観察した例はない。ここで超臨界状態のような高温状態で DME を噴射すると、キャビテーションが容易に発生し、噴射流量のような噴射特性に影響を及ぼす可能性があるため、ノズル内流動の把握が必要である。常温においては、Gill らが燃料噴射ノズルを模擬した 2 次元ノズルを用いて DME の噴射流量を計測し、噴射圧力によらず噴射流量が一定となるチョーク現象を確認し、その要因について流速が 2 相気泡流中の音速に達したことで生じたと述べている⁽²⁾。軽油燃料においては、Payri らが実機ノズルにおける軽油のチョーク現象を確認し、その原因をキャビテーションにより有効断面

積が低下したためであると述べている⁽³⁾。チョーク要因の把握は、実機において適切な噴射量制御のために重要であるが、超臨界状態だけでなく常温においてもノズル内チョーク現象には不明な点が多く、さらに実機ノズルを用いて DME の噴射流量を計測した例はない。そこで、本研究では DME 噴射系の最適化を大きな目的とし、超臨界燃料が噴霧発達や燃焼に与える影響について検討するとともに、ノズル内流動把握のための基礎研究として、常温での実機ノズルにおける DME のチョーク現象を観測し、その発生要因について数値解析および実験的考察より検討した。

2. 超臨界噴霧観察実験

2.1. 噴霧観察用実験装置および方法

図 1 に噴霧観察装置の概要を示す。耐熱耐圧性の定容容器内に、可燃予混合気を充填し、点火プラグにより燃焼させて実機相当の高温高圧場を形成した。燃



料はコモンレール式噴射装置を用いて加圧し、容器上面に設置された燃料噴射用のインジェクタより鉛直下

Fig. 1 Schematic of experimental set-up

方に噴射した。燃料噴霧は、側面に設けられた観察視野 $\phi 80$ mm の合成石英ガラスを通し、高速度ビデオカメラで撮影した。撮影方法には液相と気相の両相を撮影可能なシャドウグラフ法を用いた。インジェクタ周方向にヒーターを巻き付け、燃料を加熱することで超臨界燃料を作成した。

2.2. 実験条件

燃料には、純度 99.9 % 以上の DME を用いた。インジェクタには噴孔径 0.298 mm の単噴孔ホールノズルを使用した。噴射圧力は 100 MPa とし、燃料温度は超臨界状態で 425 K、未臨界状態では 355 K とした。噴射指令期間は 2.0 ms とした。雰囲気条件は過給ディーゼルエンジンの噴射時期相当の 6.0 MPa - 920 K とした。初めに、非燃焼噴霧の観察を行い、超臨界燃料が噴霧の発達過程や形状に与える影響について検討した。その後、超臨界燃料が噴霧燃焼に与える影響について検討するために燃焼観察を行った。燃焼観察時の雰囲気酸素濃度は 16 % とした。

2.3. 非燃焼および燃焼噴霧観察結果

図 2 に DME 非燃焼および燃焼噴霧の観察結果を示す。図 2 左段の非燃焼噴霧において、超臨界および未臨界噴霧の形状は、いずれもノズルから鉛直下方へ円錐形を維持しながら発達していく。噴霧の広がり角や発達過程における噴霧形状に大きな差はない。同

図右段の燃焼噴霧より、超臨界燃料では噴射後 0.25 ms 後に、未臨界燃料では 0.275 ms で着火している。噴射時のエンタルピーが高い超臨界噴霧のほうが、着火時期がわずかに早くなった。

2.4. p-v 線図を用いた考察

超臨界非燃焼噴霧に関して、p-v 線図を用いて解釈した。図 3 に p-v 線図を示す。線図上において、燃料噴射過程は等エンタルピー過程で噴射圧力から雰囲気圧力に急激に低下し、その後、雰囲気からエンタルピーをもらい等圧で変化する軌跡を描く。噴射開始前における燃料の比容積は、超臨界、未臨界燃料に関わらず 0.001 - 0.002 m^3/kg である。雰囲気条件が 6.0 MPa - 920 K の場合の体積膨張は、燃料状態にかかわらず 1.4 倍 - 2.2 倍程度である。燃料を大気圧下に噴射すると、燃料の比容積は噴射開始前の 100 倍程度に瞬間的に増大して減圧沸騰するが、臨界圧に近い高圧雰囲気場では、燃料を超臨界状態にしても噴射前後における燃料の体積膨張が小さく、噴霧発達過程で未臨界噴霧と比べ大きな差は観測されなかったと考えられる。

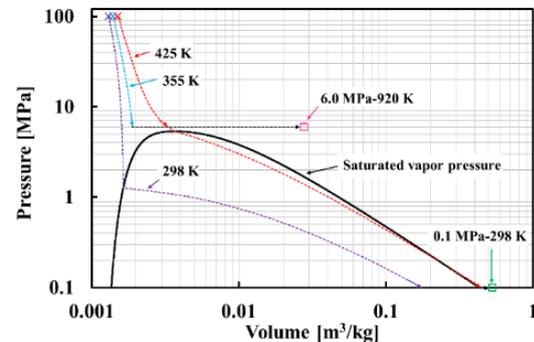


Fig. 3 Loci during DME injection process in p-v diagram

3. DME 燃料噴射ノズル内のチョーク現象に関する研究

3.1. 噴射量計測用実験装置および方法

窒素で満たされた定容容器内に、容器上部に取り付けられた燃料噴射用のインジェクタより DME を噴射した。噴射ノズル直下約 1 mm の位置にひずみゲージ式圧力変換器を取り付け、噴射モーメント法に基づき、ノズル出口における噴射流量を計測した。

3.2. 実験条件

噴射圧力は 30 MPa とし、雰囲気圧力を 1~11 MPa

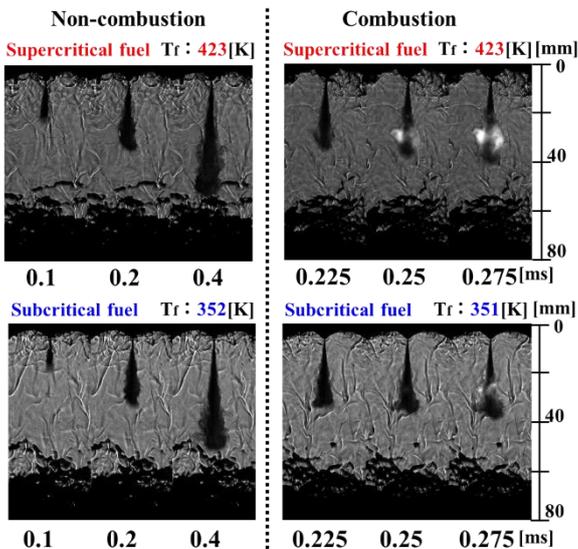


Fig.2 Parallel light shadowgraph image of supercritical and subcritical DME non-combustion and combustion spray at 6.0 MPa - 920 K

の 11 条件に変化させながら、噴射流量を計測した。噴射指令期間は 4 ms に設定した。燃料温度および雰囲気温度は常温とした。

3.3. 解析手法および条件

チョーク現象の発生要因を検討するために、ノズル内流れの解析を行った。計算には ANSYS 社の Fluent(Ver.17.0)を使用し、実機ノズルを参考に作成した計算領域において 2 次元軸対称定常計算を行った。気液 2 相流の計算には、オイラー混相流モデルの VOF 法を用いた。

3.4. 噴射流量計測結果および解析結果

図 4 に噴射流量の実験結果および解析結果を示す。実験結果において流量はベルヌーイの定理に基づき、

噴射圧力と雰囲気圧力の差圧の 1/2 乗 ($\sqrt{\Delta P}$) に比例

して増加する。 $\sqrt{\Delta P}$ が一定値を超えると差圧を大きくし

ても流量が上昇しないチョーク領域が存在し、実機ノズルを用いて DME を噴射した場合においてもチョーク現象が確認された。ここでチョーク領域では差圧の増加につれ、流量がやや低下する傾向にあった。数値解析においても、チョーク現象が示された。図 5 に解析結果より得られた収縮係数、流量係数、速度係数を示す。DME におけるチョークは、有効断面積の減少により流量が低下する一方で、壁面近傍でのボイドの存在がもたらす粘性の減少による流速の増加が一部それを補った結果として発生したと考えられる。

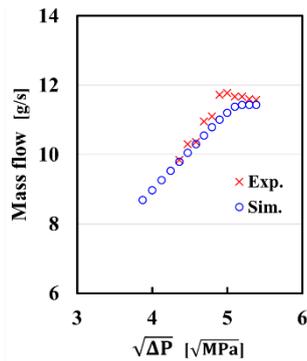


Fig.4 Experimental and numerical results of the mass flow for different differential pressure change

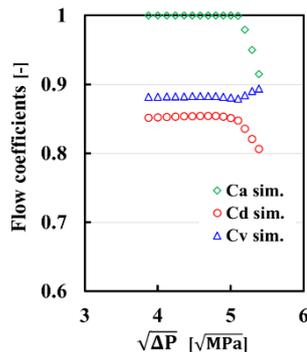


Fig.5 Numerical results for the flow differential pressure coefficient

3.5. 気泡混入による音速低下が噴射流量に及ぼす影響の検討

本解析では、2 相気泡流中の音速は考慮されていない。そこで、2 相気泡流となる場合に音速が低下し、流速が下がった音速に律速されてチョークし得るのかを検討した。2 相気泡流中の音速の推算には赤川らの式

を用いた⁽⁴⁾。図 6 に、チョークが生じている $\sqrt{\Delta P} = 5.4$ に

おけるノズル出口断面の流速、ボイド率およびそのボイド率における 2 相気泡流中の音速を壁面からの距離に対して示す。壁面近傍でボイドが発生している部分では、音速が急激に低下し、流速が 2 相気泡流中の音速に律速される。実験時のチョーク領域における差圧上昇に伴う流量の低下要因は、ボイド率増加による音速律速部分の拡大によるものであると考察できる。2 相気泡流中の音速を考慮した場合、有効断面積の減少が主要因のチョークに加えて、さらに流量が制限される可能性が示唆された。

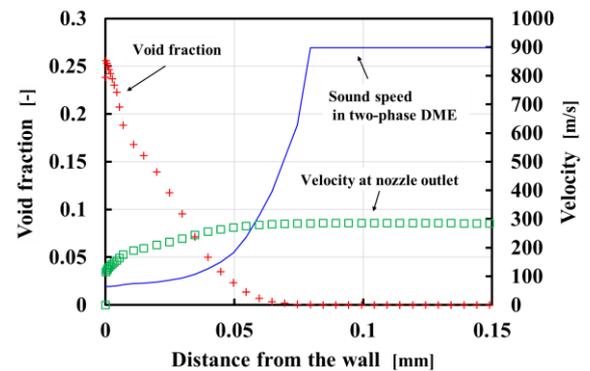


Fig.6 Void fraction of DME at nozzle outlet and sound speed in two-phase DME and velocity at nozzle outlet

4. 結論

本研究では、実機相当高温高圧場における超臨界 DME 噴霧の高速度観察を行うとともにノズル内でのチョーク発生要因について数値解析や実験的考察を交えながら検討した。以下に得られた知見を示す。

1. 臨界圧に近い高圧雰囲気では燃料状態にかかわらず、燃料噴射前後における体積変化が小さいため、超臨界および未臨界噴霧の噴霧形状や噴霧発達過程に大きな差はない。
2. 超臨界燃焼噴霧は未臨界燃焼噴霧に比べ、燃料のエンタルピーが高いため、着火時期がわず

かに早い。

3. 噴射モーメント法に基づき、実機ノズルにおける DME の噴射流量を計測してチョークを確認した。
4. ノズル内流れの数値解析から、チョーク発生の主要因は、キャビテーションの発生に伴うノズル有効断面積の低下と速度の増加の兼ね合いで発生することが示された。
5. ノズル出口において気泡流となる場合には、局所的に流速が 2 相気泡流の音速に達し、有効断面積の減少によるチョークに加えて、さらに流量を制限する可能性があることが示唆された。

参考文献

- (1) De Boer, C., et al, “Application of Supercritical Gasoline Injection to a Direct Injection Spark Ignition Engine for Particulate Reduction”, SAE Technical Paper, Vol.10, No.1, pp. 5-10. (2013).
- (2) Gill, D. W., et al, “An Investigation into the Effect of Fuel Injection System Improvements on the Injection and Combustion of DiMethyl Ether in a Diesel Cycle Engine, SAE Technical Paper 2014-01-2658 (2014).
- (3) Payri, F, et al, “A contribution to the understanding of cavitation effects in diesel injector nozzles through a combined experimental and computational investigation”, Computers & Fluids, Vol. 58, p. 88-101 (2012).
- (4) 赤川浩爾, 気液二相流, コロナ社 (1974)

フラン類および PRF90-フラン類混合燃料の自着火特性

Ignition characteristics of furans and PRF90-furans blends

田中光太郎

工学部機械システム工学科

Kotaro Tanaka

Mechanical System Engineering, Ibaraki University

1. 緒論

化石燃料への依存度低減や、二酸化炭素の排出量削減の対策として、バイオ燃料への関心が高まっている。近年、新たなバイオ燃料として注目されている2,5-ジメチルフラン(DMF)および2-メチルフラン(MF)は、触媒反応を利用して生成されることが示され⁽¹⁾、ガソリンと同等のエネルギー密度とオクタン価を持っている⁽²⁾。このため、DMF および MF はガソリンの代替燃料として期待されており、実機エンジンに燃料として用いた際の機関性能や自着火特性などに関する研究が行われている^(3,4)。しかし、実際のエンジン燃焼場を想定した温度 1000 K 以下、圧力 2-3 MPa における自着火特性の指標である着火遅れ時間のデータはわずかである。また、バイオ燃料として実用化される場合、ガソリンに混合して利用されることが考えられるが、フラン類の混合がガソリンの着火に及ぼす影響に関する知見も十分ではない。

そこで本研究では、エンジン燃焼場を想定した温度、圧力条件における DMF, MF の着火遅れ時間を計測すること、また、ガソリン模擬燃料 PRF90(Primary Reference Fuel, イソオクタンとノルマルヘプタンを 90vol% : 10vol%で混合した燃料)に DMF, または MF を混合した燃料の着火遅れ時間の計測し、フラン類の混合がガソリンの着火に及ぼす影響に関して詳細素反応モデルを用いて検討することを目的とした。

2. 実験方法および数値計算手法

着火遅れ時間の計測には急速圧縮装置(RCM)を用いた。RCM はエンジンの圧縮行程を単発で模擬できる装置である。実験は当量比 1.0 および 0.5、酸素濃度 $[O_2] = 16.4\%$ で行い、燃料には DMF, MF, PRF90 および PRF90 に DMF, または MF を 30vol%混合した燃料を用いた。さらに、PRF90 に混合するフラン類の割合を変化させた場合の着火遅れ時間の計測も行った。

着火遅れ時間の計算には詳細化学反応解析ソフ

ト CHEMKIN-PRO を用いた。熱損失は燃料と不活性ガスの混合気を用いて実験を行い、得られた圧力履歴を再現するように与えた。計算に使用した詳細素反応モデルには、Somers らの構築した DMF モデル、Curran らの構築した PRF モデル⁽⁵⁾を組み合わせた DMF-PRF モデル⁽⁶⁾を用いた。さらに、Tran らの提唱した DMF および MF の側鎖から H が引き抜かれたアルキルラジカルに酸素が付加し、その後ホルムアルデヒドが生成する反応経路⁽⁷⁾をモデルに追加した。

3. 実験結果及び考察

3.1. フラン類, PRF90 の着火遅れ時間

当量比 1.0 および 0.5 における DMF, MF, PRF90 の着火遅れ時間の実験結果および計算結果を Fig. 1 に示す。図中の記号は実験結果を、実線は計算結果を示す。実験結果は、PRF90 の着火遅れ時間が最も短く、続いて DMF, MF の順に着火遅れ時間が長くなった。PRF90 では、実験を行った温度域において NTC 領域が見られたが、DMF, MF では NTC 領域が見られず、温度の上昇とともに着火遅れ時間が短くなった。詳細素反応モデルによる計算は、どちらの当量比においても実験結果の傾向を概ね再現した。

3.2. フラン類 + PRF90 混合燃料の着火遅れ時間

当量比 1.0 における PRF90 および PRF90 に DMF, または MF を 30vol%混合した燃料の圧力履歴を Fig. 2 に示す。PRF90 では低温酸化反応に由来する 2 段の圧力上昇が見られたが、DMF, または MF を混合した場合は、1 段の圧力上昇になり PRF90 より着火遅れ時間が長くなった。当量比 1.0 および 0.5 における PRF90 および PRF90 に DMF, または MF を 30vol%混合した燃料の着火遅れ時間を Fig. 3 に示す。PRF90 に DMF, または MF を混合すると PRF90 より着火遅れ時間が長くなり、着火を抑制する効果は DMF より MF のほうが大きい結果を示した。この傾向はどちらの当量比において

も見られ、低温側に進むにつれて抑制する効果は大きくなった。モデルによる計算結果についてみると、DMF、または MF を混合した場合においても実験結果の傾向を概ね再現した。

混合燃料について温度を変化させた場合の着火遅れ時間への影響についてのみではなく、PRF90 に混合するフラン類の割合を変化させた場合に着火遅れ時間に対して影響があるか実験を行った。

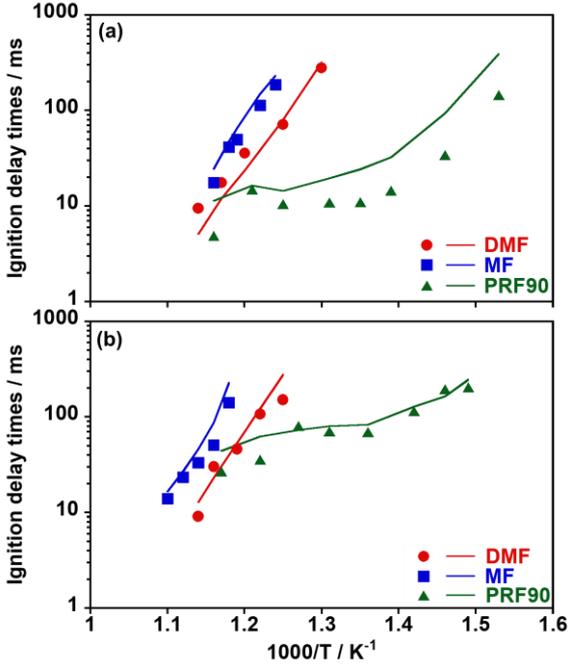


Fig. 1 Measured and simulated ignition delay times of DMF, MF and PRF90. ((a) $\phi = 1.0$, $T_c = 655-879$ K, $P_c = 2.13-2.78$ MPa (b) $\phi = 0.5$, $T_c = 670-905$ K, $P_c = 1.97-2.71$ MPa)

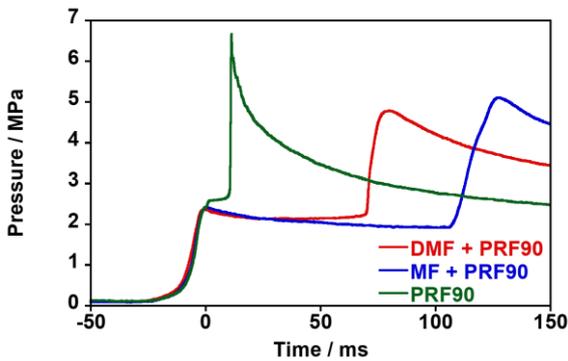


Fig. 2 Experimental pressure profiles of PRF90, DMF + PRF90 and MF + PRF90. ($\phi = 1.0$, $T_c = 753.5 \pm 12.5$ K, $P_c = 2.40 \pm 0.03$ MPa)

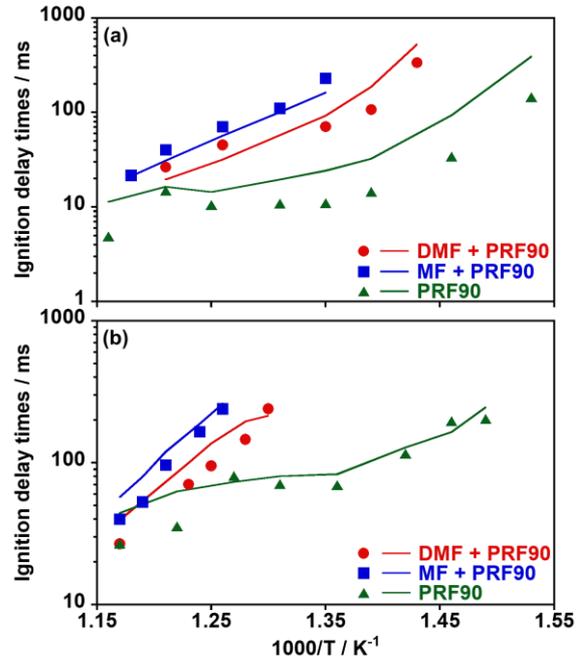


Fig. 3 Measured and simulated ignition delay times of PRF90, DMF + PRF90 and MF + PRF90. ((a) $\phi = 1.0$, $T_c = 655-861$ K, $P_c = 2.13-2.72$ MPa (b) $\phi = 0.5$, $T_c = 670-856$ K, $P_c = 1.97-2.52$ MPa)

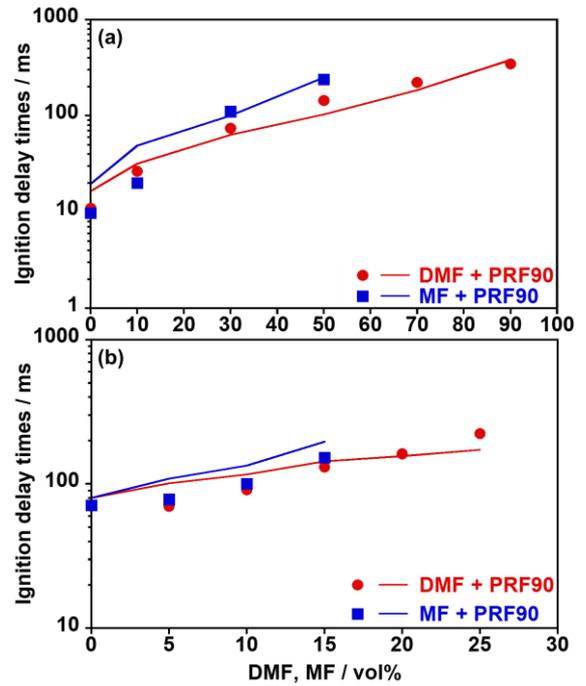


Fig. 4 Measured and simulated ignition delay times of the DMF + PRF90 and MF + PRF90 for various volumetric fractions of DMF and MF. ((a) $\phi = 1.0$, $T_c = 759 \pm 10$ K, $P_c = 2.305 \pm 0.105$ MPa (b) $\phi = 0.5$, $T_c = 764 \pm 3$ K, $P_c = 2.345 \pm 0.015$ MPa)

Fig. 4 にその結果を示す。横軸には PRF90 に混合する DMF, または MF の体積割合を示している。どちらの当量比においても DMF, または MF の混合割合が増加するほど着火遅れ時間が長くなっていることがわかる。モデルによる計算結果は DMF, または MF の混合割合の増加に合わせて長くなる着火遅れ時間の傾向を概ね再現することができた。

3.3. フラン類混合による PRF90 の着火に及ぼす影響

エンジン燃焼場を想定した温度 1000 K 以下における比較的低温場では, OH ラジカル, HO₂ ラジカルが炭化水素の低温酸化反応および着火への移行において重要な化学種である。Fig. 2 に示すように, PRF90 に DMF, または MF を混合した際は, 低温酸化反応に由来する 2 段の圧力上昇が見られなくなり, 1 段の圧力上昇となった。このため, 混合燃料の酸化過程における OH ラジカル, HO₂ ラジカルの濃度履歴を CHEMKIN を用いて計算した。Fig. 5 に PRF90 および PRF90 に DMF, または MF を 30vol% 混合した燃料の圧縮後から着火に至るまでの OH ラジカル, HO₂ ラジカルの濃度履歴を示す。PRF90 では, 低温酸化過程において OH ラジカルの増加が起きた後, OH ラジカルが多量に生成し主

または MF を混合すると, DMF, MF により OH ラジカルが消費され, PRF90 が持つ低温酸化反応が抑制されることから, 着火遅れ時間が長くなったと考えられる。

4. 結論

燃料単体では当量比に寄らず PRF90 の着火遅れ時間が最も短く, 続いて DMF, MF の順に着火遅れ時間が長くなった。PRF90 にフラン類を混合した場合, PRF90 より着火遅れ時間が長くなり, 着火遅れ時間は MF を混合した場合の方が, DMF を混合した場合に比べ, 長くなった。PRF90 に混合する DMF, または MF の割合を増加させるに従い, 着火遅れ時間が長くなった。既存の詳細素反応モデルを組み合わせ構築した DMF-PRF モデルは, 本実験における温度, 圧力条件において DMF, MF, PRF90 の着火遅れ時間の傾向を概ね再現し, 混合燃料においても着火遅れ時間の傾向を概ね再現した。PRF90 に DMF, または MF を混合した場合, PRF90 の低温酸化反応の連鎖担体である OH ラジカルを DMF, MF が消費することで低温酸化反応が抑制され, 着火遅れ時間が長くなったと考えられる。

燃焼に至る。DMF 混合では, 低温酸化過程に由来する OH ラジカルのピークの時間が後退し濃度のピークが小さくなり, 主燃焼に至るまでの時間が長くなっていることがわかる。MF 混合では, 低温酸化過程に由来する OH ラジカルのピークがなくなり, 主燃焼に至るまでの時間が DMF 混合の際より長くなっている。これらの結果より, PRF90 に DMF,

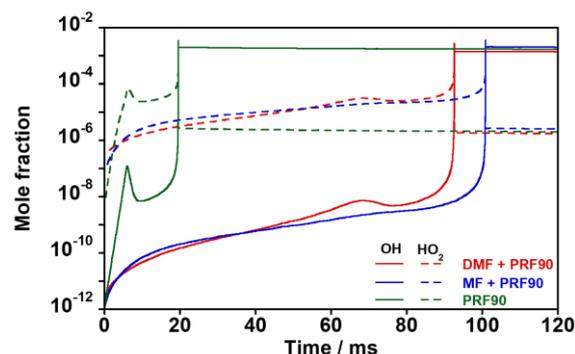


Fig. 5 Simulated OH and HO₂ profiles in the oxidation of PRF90, DMF + PRF90 and MF + PRF90. ($\phi = 1.0$, $T_c = 753.5 \pm 11.5$ K, $P_c = 2.395 \pm 0.025$ MPa)

参考文献

- (1) Y. Roman-Leshkov et al., Nature 447 (2007) 982-985.
- (2) K. Tanaka et al., SAE Int. J. Engines 9 (1) (2016) 39-46.
- (3) C. Wang et al., Fuel 103 (2013) 200-211.
- (4) K. P. Somers et al., Combust. Flame 160 (2013) 2291-2318.
- (5) H. J. Curran et al., Combust Flame 129 (2002) 253-280.
- (6) J. Watanabe et al., COMODIA 2017, Okayama, Japan.
- (7) L. -S. Tran et al., Combust. Flame 181 (2017) 251-269.

低炭素鋼における EBSD 法を用いた Lüders 帯の伝播観察

Observation of Lüders band propagation in a low carbon steel by EBSD

森井達也*1、鈴木徹也*2

*1 茨城大学工学部大学院量子線科学専攻,*2 茨城大学工学部

Tatsuya Morii and Tetsuya Suzuki

Ibaraki University

1. 緒言

低炭素鋼におけるリュウダース変形はひずみ時効硬化と密接な関係があり、塑性加工において不具合の原因となる。そのため、リュウダース帯に関する研究は数多い。中性子回折を用いた実験では、不連続降伏時の結晶方位異方性が観察されている。しかし、リュウダース帯の伝播と結晶方位分布状態との関係を詳細に観察した研究例は数少ない。そこで本研究では、Electron Backscatter Diffraction 法と Digital image correlation 法を用いて結晶方位ごとのリュウダース帯の伝播観察を試みた。

2. 実験方法

供試材には一般構造用圧延鋼材(SS400)を950°Cで5min 焼きなましたものを使用した。平均結晶粒径は約45 μm である。2種類の形状の引張り試験片を用いて単軸引張りを行い、リュウダース帯を発生させた。引張り前後で EBSD 法による同領域観察を行った。一部の試験片では、EBSD 測定と同領域で光学顕微鏡による

組織写真を用いた DIC 解析を行い、ひずみ量を計算した。

3. 結果

Fig. 1 に DIC 解析によって計算したひずみ分布と Grain Orientation Spread (GOS) マップを示す。GOS は結晶粒内の測定点間の結晶方位差の平均を表す。2つを比較するとリュウダース変形によるひずみ変化がある領域と GOS 値の高い領域が一致している。リュウダース帯の前線であるリュウダースフロントでは、変形している結晶粒と未変形粒が混在しており、その幅は結晶粒3~5個分であった。優先的に変形した結晶粒は、引張り方向に対する最大シュミット因子と相関が見られた。リュウダース帯内では硬質粒と軟質粒で粒内結晶方位差変化量に一定の傾向が見られた。これらの結果は、結晶方位に由来する変形のしやすさに関連することが示唆された。

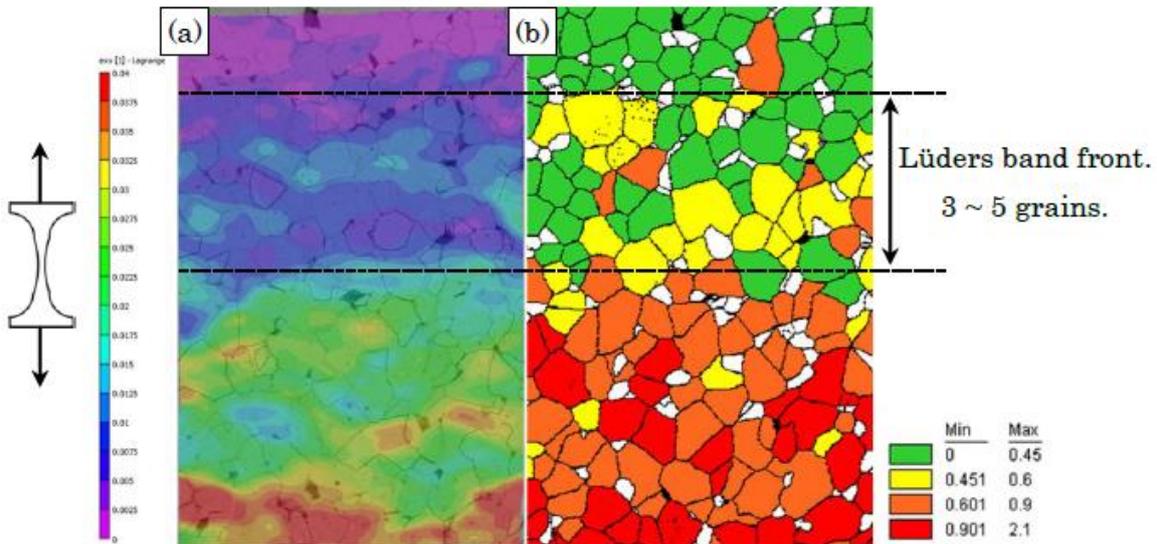


Fig. 1 リュウダースフロントにおけるひずみ分布と GOS マップ

超格子型 La-Co 二元系水素吸蔵合金の水素吸蔵放出特性と結晶構造

Hydrogenation property and crystal structure of La-Co

岩瀬謙二

茨城大学工学部マテリアル工学科

Kenji Iwase

Department of Materials Science and Engineering, Ibaraki University

1. 概要 (MSP 明朝 11 ポイント, ボールド)

超格子型構造を有する水素吸蔵合金は、良好な水素吸蔵放出特性を示すことから、ニッケル水素電池の負極材料として実用化されている。燃料電池へ供給する水素を貯蔵するタンクは、更なる高容量化が求められている。本研究では、超格子構造を有する合金の中から高容量化が期待される合金系の探索を実施した。

2. はじめに (MSP 明朝 11 ポイント, ボールド)

超格子型水素吸蔵合金 La_2Ni_7 [1]の水素吸蔵放出特性は不可逆性を示し、放出過程で大量の水素が合金内に残留する(図 1-A)。水素吸蔵過程において結晶構造が六方晶→斜方晶→単斜晶へと変化することが報告されている。 Pr_2Co_7 の水素吸蔵放出特性は可逆性を示し、水素吸蔵放出過程において結晶構造が変化しないことが報告されている[2]。 La_2Co_7 は La_2Ni_7 や Pr_2Co_7 と同様の AB_2 型格子 (MgZn_2 -type) と AB_5 型格子 (CaCu_5 -type) が c 軸方向に 1:2 の割合で積層した超格子構造 Ce_2Ni_7 -type 構造を有し(図 2 参照)、結晶構造や水素吸蔵量が報告されている[3]。本研究では、 La_2Co_7 の水素吸蔵放出特性を明らかにし、その過程における結晶構造変化を捉える水素吸蔵放出特性と構造変化の相関を明らかにすることを目的とした。

3. 実験方法

アーク溶解法を用いて原料を溶解後、1073K-10h の条件で Ar ガス雰囲気下の熱処理を行った。PCT 曲線(図 1-B)に沿って水素吸蔵過程で XRD 測定を行った。Rietveld 解析を行い、結晶構造パラメーターの精密化を行った。

4. 結果、考察

PCT 測定結果(Fig. 1)から、最大吸蔵量は 0.9 H/M に達した。明瞭なプラトー領域は観察されなかった。PCT 測定終了時では、吸蔵量 0.6 H/M を示した。 La_2Co_7 の水素吸蔵放出特性は不可逆性を示し、放出

過程の測定後に水素が合金内に残留することが明らかになった。Rietveld 解析結果から、水素吸蔵過程において、構造は六方晶(No.190 P-62c)、単斜晶(No.15 C2/c)、アモルファスへと変化することが分かった。吸蔵前の合金相と水素化物相を比較すると、体積膨張率は六方晶(No.190 P-62c)で AB_2 型格子が 17.3%、 AB_5 型格子が 17.4%であり、単斜晶(No.15 C2/c)で AB_2 型格子が 59.4%、 AB_5 型格子が 2.4%であった(Fig. 2)。 La_2Co_7 は水素吸蔵過程において c 方向への異方的な膨張を示し、単斜晶構造(No.15 C2/c)を維持でなくなった。吸蔵量が増加しアモルファス構造に変化することで、水素が安定したサイトにトラップされ水素放出が困難になった。結晶相からアモルファス相への構造変化によって、水素吸蔵放出特性が不可逆性を示したのだと考えられる。

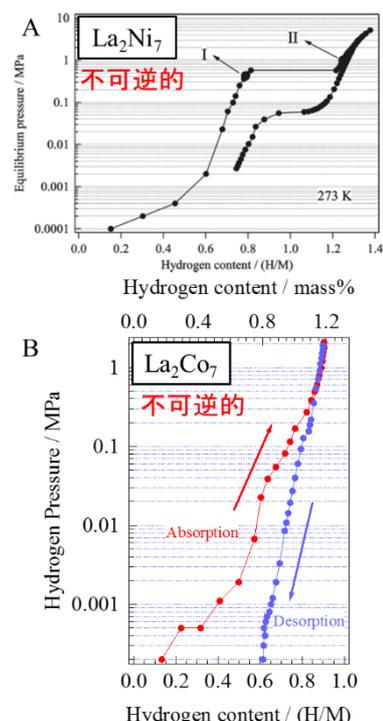


Fig. 1 La_2Ni_7 と La_2Co_7 の PCT 曲線

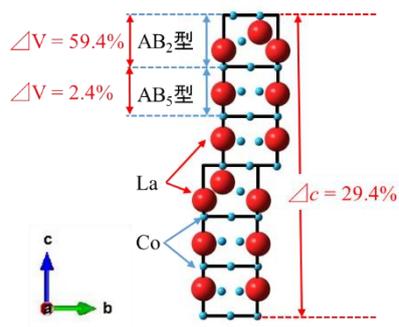


Fig. 2 La_2Co_7 の結晶構造構造
(Ce_2Ni_7 -type)

5. 結論

今回研究対象とした La_2Co_7 合金は、吸蔵放出特性評価に於いて不可逆性を示した。吸蔵過程に於いて、結晶相からアモルファス相への構造変化が明らかとな

った。実用化されている合金系と比較すると La_2Co_7 合金は良好な特性を示すに至らなかったが、結晶相からアモルファス相への構造変化はこれまで報告例がなく新たな知見が得られたと考えている。

6. おわりに

超格子構造を有する La-Co 系合金は、 La_2Co_7 合金のほかに $\text{La}_5\text{Co}_{19}$ が存在する。 $\text{La}_5\text{Co}_{19}$ 合金は、詳細な結晶構造パラメーターすら決定されていない。今後は、 $\text{La}_5\text{Co}_{19}$ 合金の合成条件の確立・構造パラメーターの精密化・水素吸蔵放出特性について研究を展開する予定である。

【参考文献】

- 1) K. Iwase et al.: *Inorg. Chem.*, 49, 8763-8768 (2010).
- 2) Noorliana B. M.: 茨城大学大学院修士論文(2016)
- 3) K. H. J. Buschow et al.: *Pure and Appl. Chem.*, 52, 135-146 (1979).

オートオークション落札価格の機械学習による中古車買取査定

Appraisal of Used Car Value with Machine Learning of Contract Prices at Autoauction

鈴木 智也

茨城大学 工学部 知能システム工学科

Tomoya Suzuki

Department of Intelligent Systems Engineering, College of Engineering, Ibaraki University

1. 概要

本研究では、中古車市場のオートオークション落札実績データをもとに、基準価格から個車価格へ変換する機械学習モデルの検討として、4つの機械学習モデルの比較検証を行った。決定係数はどのモデルの車種でも90%以上の値を示したが、正答率はどのモデルも大きな変化は見られなかった。そのため今後の課題として、正答率の条件の見直しや車種のグレードや価格帯など、より細分化した検証を行う必要がある。

2. はじめに

中古車が一般に販売されるまでの流れとして、まず中古車買取業者が顧客から中古車を買取り、査定を行う。次に、その中古車はオートオークション¹⁾と呼ばれる中古車オークションに出品される。最後に、その中古車を販売店が仕入れ、顧客に販売する。ここで、中古車買取業者が顧客から中古車を買取りする際の価格を査定する場合、オートオークションでの落札価格を考慮する。そこで、個車の買取り査定基準となる落札価格を予測したい。しかし、新車と違い中古車は、年式・走行距離・車体色などの特徴が個車毎に異なるため、同一条件の個車は存在しない。そのため個車毎で予測モデルを組むのではなく、車種毎で予測モデルを組む必要がある。このとき車種毎で落札価格を予測すると、予測値は車種を代表する基準価格となる。従って基準価格から個車毎の落札価格へ変換する仕組みが必要である。

そこで本研究では、中央価格を車種の基準価格とみなし、基準価格から個車価格へ変換する関数を機械学習する。しかし、このとき使用する候補となる機械学習モデルは数多く存在し、どのモデルを使用すれば良い結果が得られるかは未知であるため、様々な機械学習モデルを比較検討する。本研究では、集団学習のアプローチからランダムフォレストと勾配ブースティングの2種を用い、更にこれら2種に対してバギングを適用した場合も検討する。

3. ランダムフォレスト

ランダムフォレスト²⁾は決定木をアンサンブル学習に取り入れた非線形識別器である。ランダムフォレストでは、 T 個の学習データ $X = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^T$ からランダムに復元抽出することで、ブートストラップ標本 $D^{(b)}$ を B 組用意する($b = 1 \sim B$)。各標本を学習データとみなし、 B 個の決定木を構築する。ランダムフォレストでは毎回の空間分割において、候補となる M 項目の説明変数の中からランダムに P 項目だけを選択する。次にこの P 項目の中から最も分類性能の良い変数と分割点を選び、2つの子ノードに分岐させることで空間分割を行う。これを、各ノードで分岐できなくなるまで再帰的に繰り返す。それぞれの標本 $D^{(b)}$ により学習した決定木を $RT^{(b)}$ とすると、推定値 \hat{y}_i は次式で算出される。

$$\hat{y}_i = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B RT^{(b)}(x_i) \quad (1)$$

4. 勾配ブースティング

勾配ブースティング²⁾はランダムフォレストと同様に木構造を学習器としたアンサンブル学習の一種である。しかし、複数の学習データから作成した学習器を組み合わせるランダムフォレストとは違い、ブースティングは学習データに重みを設けて学習器を作成する。そして、次の学習器を構築する際に、前段に構築した学習器の結果を反映することが特徴である。誤認識されたデータに対して、重みを増減させ、新しい学習器を逐次的に作成する。その結果、前段の学習器が誤ったデータを優先的に識別するため、相補的な働きをする。そして得られた学習器に対して加重平均による重み付き投票を行い、推定値を算出する。勾配ブースティングでは各ステップのパラメータの最適化の際に、勾配降下法を適用する。

5. バギング

バギングは複数の独立性の高い学習器を組み合わせ、それらの結果の平均で推定結果を得る手法である。与えられた T 個の学習データをランダムに復元抽出することを繰り返して独立性の高い B 組のデータセットを

複製し、それぞれの学習データセットに基づき学習器を学習させる。そこで得られた学習器の結果

$h_b(\hat{y}_i^{(1)}, \hat{y}_i^{(2)}, \dots, \hat{y}_i^{(B)})(b = 1 \sim B)$ を平均化することで、

推定値 \hat{y}_i を算出する。

$$\hat{y}_i = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B h_b(\hat{y}_i^{(1)}, \hat{y}_i^{(2)}, \dots, \hat{y}_i^{(B)}) \quad (2)$$

なお以降、バギングの学習器としてランダムフォレストと勾配ブースティングを使用したモデルをそれぞれバギング(ランダム)、バギング(勾配)と呼ぶ。

6.シミュレーション

6.1 問題設定

本研究では株式会社プロトコーポレーションから提供していただいた2016年4月から2017年3月までの落札実績データを使用する。全データのうち、2016年4月から2016年12月を学習データ、残りの月を検証データとし、全9車種(レクサス、プリウス、セレナ、フィット、デミオ、パジェロ、フォレスタ、タント、ワゴンR)から推定精度の検証を行った。落札実績データ x_i の説明変数として「中央価格」、「走行距離」、「色」、「年式」、「評価点」、「排気量」、「新車価格」、「車検」、「ナビ」、「サンルーフ」、「レザーシート」の11項目を使用し、落札価格 y_i を目的変数として使用した。学習モデルにはランダムフォレストと勾配ブースティング、バギング(ランダム)、バギング(勾配)の4つを使用する。

6.2 問題設定

モデルの評価には、検証データにおける決定係数 R^2 および正答率を使用する。決定係数 R^2 は回帰問題の当てはまりの良さを評価する指標であり、対象 y_i に対する推定値を \hat{y}_i, y_i の平均を \bar{y}_i とすると、以下の式で表される。

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (3)$$

正答率とは、真値と推定値の誤差±10%以内に収まった場合に正解とみなし、その正解数を全データ数で除した値とした。

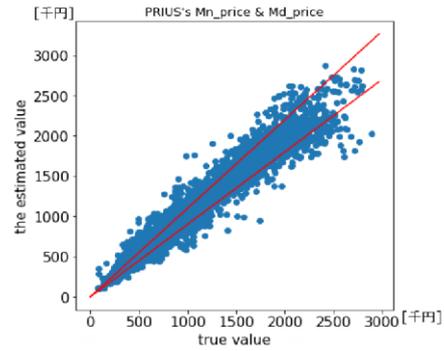


Fig.1 ランダムフォレストにおけるプリウスの落札価格の真値と推定値の相関図

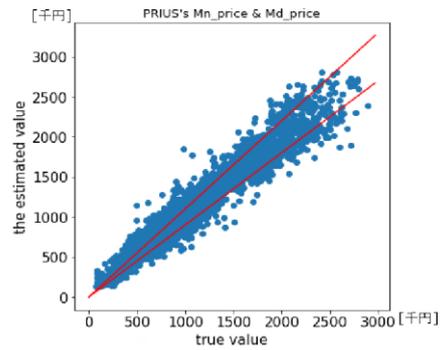


Fig.2 勾配ブースティングにおけるプリウスの落札価格の真値と推定値の相関図

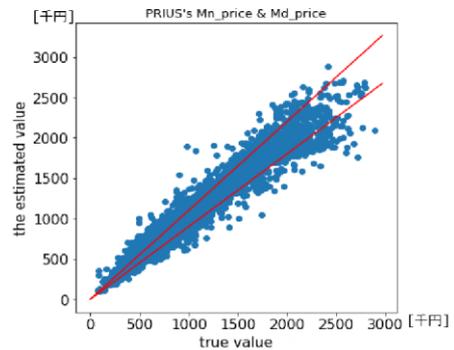


Fig.3 バギング(ランダム)におけるプリウスの落札価格の真値と推定値の相関図

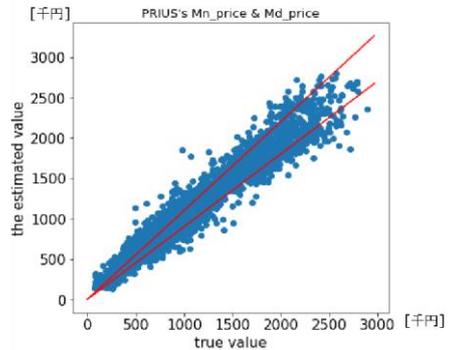


Fig.4 バギング(勾配)におけるプリウスの落札価格の真値と推定値の相関図

Tab.1 4つの機械学習による決定係数 R^2

車種	ランダム フォレスト	勾配ブー スティング	バギング (ランダム)	バギング (勾配)
レクサス	0.923	0.936	0.921	0.936
プリウス	0.943	0.947	0.945	0.947
セレナ	0.927	0.930	0.936	0.931
フィット	0.915	0.923	0.926	0.923
デミオ	0.933	0.944	0.938	0.943
パジェロ	0.908	0.928	0.918	0.929
フォレスタ	0.958	0.972	0.969	0.972
タント	0.957	0.963	0.962	0.964
ワゴン R	0.960	0.955	0.962	0.956

Tab.2 4つの機械学習による正答率[%]

車種	ランダム フォレスト	勾配ブー スティング	バギング (ランダム)	バギング (勾配)
レクサス	41.49	47.02	43.19	46.60
プリウス	55.80	53.19	57.10	53.67
セレナ	40.66	40.79	41.41	40.66
フィット	28.83	26.52	29.20	26.98
デミオ	31.04	32.64	29.15	32.24
パジェロ	38.30	38.30	41.84	36.88
フォレスタ	37.77	42.09	41.91	42.26
タント	61.16	64.72	64.02	65.04
ワゴン R	44.32	43.91	46.16	44.43

7. 結論

Tab.1 に各モデルによる決定係数 R^2 の結果, Tab.2 に各モデルによる正答率の結果を示す. また, 一例として4つの機械学習モデルにおけるプリウスの落札価格の真値と推定値の相関図を Fig.1~Fig.4 に示す. 横軸は真値, 縦軸は推定値を表しており, 赤線の誤差 $\pm 10\%$ の範囲を表している. Tab.1 を見ると4つの機械学習モデルについてすべての車種で決定係数 R^2 が0.9以上の高い値を示している. Tab.2 では正答率が60%を上回る車種も見られる. また Tab.2 より, 4つの機械学習モデルによる正答率を比較すると, 多くの車種でバギング(ランダム)による正答率が最高となる傾向が見られる. これは, 分類性能の高い説明変数を使って分岐を行っていくランダムフォレストが, 独立性の高い学習器としてバギングモデルに複数構成されているからと考えられる.

しかし, どの学習モデルでも正答率に大きな違いは得られず, 大半の車種で4つの機械学習モデルとも正答率はおおよそ40%に留まった. 特に Fig.1 から Fig.4 を見ると, どの学習モデルについても低価格帯の方が誤差 $\pm 10\%$ の範囲を逸脱する傾向がある. これは, 落札実績

データを価格帯で分けずに学習データとして使用したため, 高価格帯のデータによるスケールの大きな誤差を反映すると低価格帯のデータによるスケールの小さな誤差が吸収されてしまい, 学習モデルに低価格帯のデータに関する誤差を反映できていないためと考えられる.

8. おわりに

本研究では, 中古車市場のオートオークション落札実績データをもとに, 基準価格から個車価格へ変換する機械学習モデルの検討として, 4つの機械学習モデルの比較検証を行った. 決定係数はどのモデルの車種でも90%以上の値を示したが, 正答率はどのモデルも大きな変化は見られなかった. そのため今後の課題として, 正答率の条件の見直しや車種のグレードや価格帯など, より細分化した検証を行う必要がある.

【参考文献】

- 1) 「Used car System Solutions - オートオークションについて」 <http://www.ussnet.co.jp/auction> (参照 2018.1.7)
- 2) Trevor Hastie, et al.: 統計的学習の基礎 ディープラーニング・推論・予測, 共立出版, 2014.

隊列自動走行トラックの車両マッチングポテンシャルと合流部運用に関する研究

Vehicle Matching Potential for Truck Platooning and Operation of On-ramp Merging

平田輝満

茨城大学工学部都市システム工学科

Terumitsu HIRATA

Dept. of Civil and Urban Engineering, Ibaraki Univ.

1. 物流センサデータをを用いた東日本エリアにおけ

る隊列車両マッチングのポテンシャル推計

近年、消費者ニーズの高度化や多様化、ネット通販の拡大によって、多頻度小口配送が促進しており、配送車両の増加に伴う道路混雑の悪化、CO₂ 排出による環境負荷、交通事故のリスク増大など、都市の物流問題の一因となっている。我が国では、鉄道・海運へのシフトが拡大してはいるものの、2015 年の物流センサより、トラックが約 85%を占めていることから、トラック輸送の効率化を図っていく必要がある。その一つとして、隊列走行が検討されており、これが実現することで燃料消費削減や交通の円滑化等の効果があると考えられている。近年では、隊列走行実現に向けた技術開発が行われているが、どの区間または時間帯に隊列走行を行うことでより大きな効果が得られるかについては示されていない。隊列走行導入の計画を立てる上では、隊列走行のポテンシャルを把握しておく必要があるため、以上を踏まえ、本研究では以下の 3 点を目的とした。

①物流センサデータから、現在の貨物トラック輸送における輸送時間の実態を明らかにする。

②物流センサデータを用いた、現状の貨物トラックの動きを考慮した場合における車両マッチングのポテンシャル推計の方法を検討する。

③主に東日本エリアのトラック貨物輸送を対象に東北自動車道の区間毎の隊列走行実現のポテンシャルを推計するとともに、ポテンシャルを高めるための方法を検討、提案する。

具体的には、物流センサを用いて、貨物トラックの都市間輸送の輸送形態別の輸送時間の実態を把握し、隊列走行に親和性のある輸送形態について考察した。次に、東北自動車道を対象に貨物 OD データから区間別車両存在台数の推計・隊列マッチングのポテンシャルの確率的推計手法の開発を行った。各条件で算出した台数分布を基に、実際に隊列を組むことができる可能性はどれほどの割合なのかを分析した。その結果得られた知見を以下に示す。

①トラック種別毎に所要時間と輸送距離の関係が明

らかになり、宅配便等混載では 500km までは輸送距離に関わらず一定の所要時間であり、自家用トラック・一車貸切・トレーラーは比例関係を示した。これより、隊列走行の検討に使用する輸送形態としては、データ数が多く、傾向が予測しやすい一車貸切が最適である。

②東北自動車道においては、貨物トラックは 15 時～翌 3 時頃に存在できる可能性が高く、この時間帯に宮城県～栃木県間で多くの台数が集中していることから、夕方から深夜にかけて、この区間での隊列車両のマッチングのポテンシャルは高い。

③特定の時間帯・区間にトラックを集中させることで隊列実現のポテンシャルは高くなると仮定すると、現状の輸送時間制約の中でも出荷時刻の調整でポテンシャルを高められる可能性があること、また、より柔軟に出荷時刻の調整が可能になれば、さらにポテンシャルを高めることができることを定量的に明らかにした。

2. ドライバーコストを考慮した隊列走行の車両マッチングに関するシミュレーション分析

増加する交通事故の減少や交通渋滞を緩和させるために新たな交通サービスの創出が求められている。現在、国土交通省では自動運転技術の実用化に向けてシステムの実証実験やルールの整備を推進し、2020 年度の無人走行による移動サービスの実現を目標として定めている。その中で特にトラックの隊列走行は都市間物流を考える上でも、車両の省エネルギー化や交通流改善に大きな役割を果たす。我が国のトラックドライバーは過酷な労働環境や高齢化によって不足の一途を辿っており、非常に深刻な問題である。これに対して隊列走行は後続車両を無人化することで、トラックドライバーへの負担が大きく解消されることが期待される。政策的には内閣府で開かれている未来投資会議構造改革徹底推進会合で、自動運転の実現へ向けたルールの整備や隊列走行の実証実験を段階的に実施している。

将来的な隊列走行の導入にあたっては事前に現行の法制度上の問題点や実運用上での課題などの具体

案を検討する必要があるが、我が国では大枠の構想について議論しているのみにとどまっている。また、海外においては高速道路の本線上で隊列走行を導入した際の効果として、燃料消費量の削減量を定量的に示した研究が行われている。例えば、Liang et al.(2016)は、2台のトラックに対して相互をマッチングするために前後車両の速度を調整して最適化するアルゴリズムを提案してマイクロシミュレーションを構築しているが、隊列走行のメリットの一つである燃料消費削減効果に焦点を当てた研究のみにとどまっている。

以上を踏まえて、本研究ではまだ明らかにされていないドライバーコストを考慮した評価指標と運用方策を提案すると共に、これらを考慮した隊列編成の意思決定を組み込んだシミュレーションを開発し、隊列編成による遅延量や方策別の総コストを比較・検討することを目的とする。

まず始めに、高速道路上での隊列走行の運用方策を検討するにあたって、隊列走行の運用計画案と我が国でのトラックドライバーの労働時間における法的制約を整理し、隊列走行車のドライバーにおける労働条件制約の検討事項を示した。次に整理した制約条件を基に隊列走行車両の導入におけるコストを定量的に評価する指標としてドライバーコストを定義し、隊列走行の運用策や制約条件から高速道路上での隊列走行の車両マッチングを評価可能なシミュレーションを開発した。本シミュレーションでは、隊列走行の輸送コスト評価で新たに指標として加えたドライバーコストによって、燃料コストのみで決定する車両マッチングよりも、双方を考慮したマッチングの方が全台数当たりの総輸送コストが削減されたことを示した。また、長時間の運転による休憩などの理由でトラックがSA・PAなどで一時停止する状況を想定し、これまでの研究で休憩時間制約を考慮しないことによる隊列走行のコスト削減効果が過大推計分を定量的に示した。最後に、今後の隊列走行の自動運転技術の進歩によるシナリオを複数仮定し、トラックドライバーの有無による総コスト削減効果の比較分析を行った。

3. 高速道路における 隊列走行車両の合流円滑化

方策に関するシミュレーション分析

近年、我が国では少子高齢化によるドライバーの高齢化とEC拡大によるトラックドライバー不足が深刻な問題となっている。これらの問題を解決するために国土交通省では、ダブル連結トラックやトラックの隊列走行といった配送に割くドライバー数を削減する対策を講じている。特に隊列走行に関しては高速道路上での実証実験や技術的開発が急速に進められている一方で、運用上重要な挙動となると考えられる合流挙動に関する研究は少なく、中でも一般車合流を考慮した研究は行われ

ていない。

そこで本研究では以下の2点を目的として高速道路における隊列走行車の実運用化に向けた合流策に関するシミュレーション分析を行う。

①既存研究にて考案された合流案を基に、隊列車のさらなる合流円滑化を目的とした新たな合流案を考案する。

②既存研究にて考案された合流案と新たな合流案に関して一般車合流を考慮したシミュレーション分析を行うことで、高速道路上での隊列走行車両運用に向けた一知見となる分析結果を抽出する。

本研究では、既存合流案及び新合流案に関してシミュレーション分析を行った。以下に得た知見と成果を示す。

①合流対策の行われていない合流区間長 200m の道路構造において、一般車合流が 500(台/h)程度の時、本線交通量 3000(台/h)以上で隊列車が高速道路本線へ合流困難となるため、合流対策が必要である。

②右側絞り込み道路構造及び動的交通運用案において本線交通量 2500(台/h)、一般車合流 500 台の条件下では隊列発生台数が 24(台/h)以下であれば、本線の平均遅れ時間は最大で 9 秒程度である。

③本線交通量 3000(台/h)、一般車合流 500(台/h)の条件では隊列車専用レーンを設置することで隊列構成台数 10 台以下の隊列車ならば終端部にて停止している状態から 50 秒以内に本線へ合流できると考えられる。

④隊列発生頻度が増加すると、隊列車専用レーンの延長による効果を受容しやすくなり、隊列発生頻度 24(台/h)でも、6(台/h)程度の平均停止時間まで減少する。

4. おわりに

本研究では、特に陸上の物流システムの効率化方策として期待される隊列走行技術の適用を見据え、物流ニーズ面から、実際の都市間物流データからトラック車両のマッチングポテンシャルを推計し、さらにドライバーコストを考慮した車両マッチングのマイクロシミュレーションを開発し、効率化効果を試験的に評価した。最後に、隊列車両長が伸びた場合の高速道路合流部の運用方法について、シミュレーションを活用して合流部への影響と合流円滑化方策の立案と効果検証を行った。

大気中微量物質の高感度測定に向けたレーザーイオン化質量分析装置の開発

Development of laser ionization mass spectrometer for detection of trace substances in air

清水陽介、石島 航、小崎匡史、佐藤直幸、池畑 隆

量子線科学専攻 プラズマ研究室

Y. Shimizu, W. Ishijima, T. Ozaki, N.Y. Sato, T. Ikehata

Institute of Quantum Beam Science, Plasma Laboratory

近年、毒劇物、爆発物によるテロ行為や揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds : VOC) による環境汚染といった人々の安全や健康を脅かす問題が懸念されている。これらの問題に対応するため、環境中の微量物質を迅速・高感度に検出する技術が強く求められている。しかし、従来の標準分析法であるGC-MS (Gas Chromatography Mass Spectrometry) やLC-MS (Liquid Chromatography-Mass spectrometry) は、感度や定量性に優れている反面、前処理に時間がかかるなどの理由により、微量物質を迅速に検出することが困難という欠点がある¹⁾。

そこで我々は、環境中に微量に存在する化学物質を迅速かつ高感度に測定できるレーザーイオン化質量分析(LIMS)装置の開発に取り組んでいる。レーザーイオン化法は、代表的な電子イオン化法よりもソフトなイオン化が可能な特徴を持つ。Fig.1 にLIMS装置の構成を示す。分析手順は、まず、試料ガスを超音速ジェットバルブ(Pulsed Supersonic Valve: PSV)に導入し、バルブ先端のノズルから真空容器内にパルスの(10Hz)に噴出させる。次に、パルスレーザー(波長213nm,6ns,10Hz,10mW)を試料分子に照射し光イオン化を行う。生成されたイオンは、

平行メッシュ電極により加速され、TOF (Time-Of-Flight)法により質量分離された後に、MCP (micro-channel plate)によって増倍・検出され、電圧信号としてPCに取り込まれる。得られた飛行時間スペクトルを質量に変換して質量スペクトルを得る。

環境中微量物質の高感度測定の実現には、空気の主成分である窒素や酸素などのイオンが妨げとなるため、検出経路から取り除くことが必要である。そのため、Fig.1 に示すように、イオンの飛行経路の途中に電極を設置し、除去したいイオンがその電極を通過している間、電極に直流電圧を加え続けることによって検出経路から除去する機能を持つマスクゲートを試作した。

本研究では、マスクゲートとLIMS装置を組み合わせ、環境中微量物質を高感度に測定するために最適な条件の調査と、3種のVOCを対象とした検出下限値の評価を行った。その結果、トルエンとエチルベンゼンにおいて約0.1~0.2ppmの検出下限値(SN比=3)を確認できた(Fig.3)また、n-オクタンの様な直鎖状炭化水素はフラグメンテーションを生じ易く、分子イオンの信号強度が小さくなることがわかった。

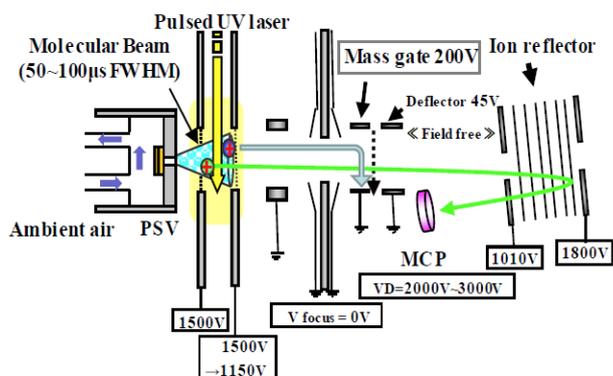


Fig.1 レーザーイオン化質量分析(LIMS)装置の構成

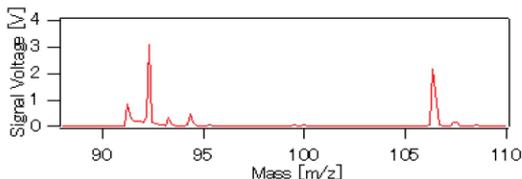


Fig.2 トルエン(m/z=92)とエチルベンゼン(m/z=106)

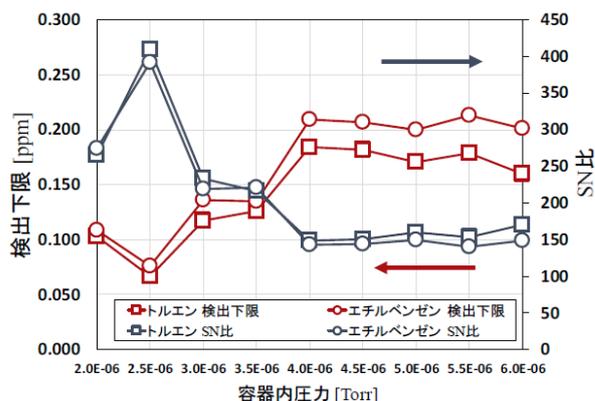


Fig.3 PSV 運転時の容器内圧力とトルエン、エチルベンゼンの検出下限およびSN比の関係

参考文献

- 1) 環境省：「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」
<http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/>

レーザーイオン化質量分析装置による 自動車排ガス中微量物質のリアルタイムモニタリング

Real-time monitoring of trace substances in the automobile exhaust gas
with a Laser Ionization Mass Spectrometry

石島航、清水陽介、小崎匡史、佐藤直幸、池畑隆
量子線科学専攻 プラズマ研究室

W. Ishijima, Y. Shimizu, T. Ozaki, N.Y. Sato, T. Ikehata
Institute of Quantum Beam Science, Plasma Laboratory

近年、毒物などを用いたテロ行為が世界的に拡大しており、危険を察知する技術が人々の関心を集めている。たとえば、サリンなどの神経毒は無色・無臭であり、人間には感知できない。よってテロを未然に防ぐためには、空気中の微量有害物質を迅速かつ高感度に検出できるモニタリングシステムの開発と利用が有効であろう[1]。本研究では、分子のソフトイオン化が可能なレーザーイオン化法と、飛行時間型質量分析法を組み合わせた、レーザーイオン化質量分析(Laser Ionization Mass Spectrometry : LIMS)装置を開発し、社会の安全に寄与することを目標としている。Fig.1 に、LIMS装置の概略図を示す。環境空気を一定の流量でサンプルするため、ナイロンチューブ(長さ 12m, 管径 4.57mm)とロータリーポンプ、2つの可変バルブを用いている。サンプルガスは超音速ジェットバルブ(PSV)に輸送され、PSV から真空容器内へパルスの(10Hz)に射出される。レーザーイオン化された試料分子は飛行時間によって質量分離され、MCP 検出器により検出される。最後に信号はデジタルオシロスコープ内で 16 回平均され、PC にデータが転送・保存される。本研究では、LIMS 装置の基礎特性調査を行い、時間分解能 4 秒で環境空気を連続分析できるシステムを開発した。次に、開発したシステムを自動車排ガス中の VOC(揮発性有機化合物)のリアルタイムモニタリングに応用した。Fig.2 に、VOC の質量スペクトル強度と、排ガス温度、エンジン回転数の時間変化を示す。エンジン始動直後にガソリン未燃焼成分と考えられる、トルエン(約 123ppm)、エチルベンゼン(約 116ppm)などが排出されたが、自動車触媒の作用により約 30 秒で除去されたことがわかった[2]。すなわち、LIMS により環境中微量物質の濃度をリアルタイムモニタリングすることに成功した。

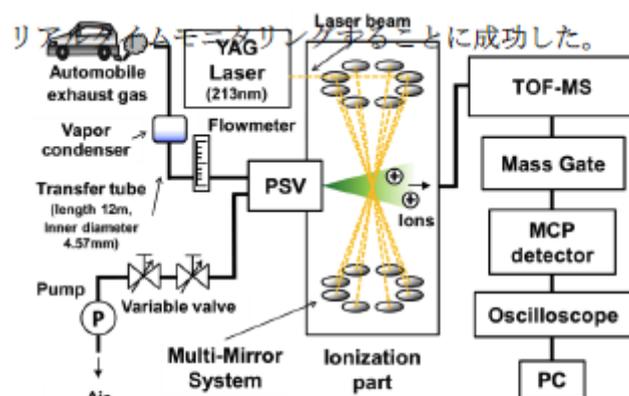


Fig.1 LIMS による排ガスリアルタイムモニタリング

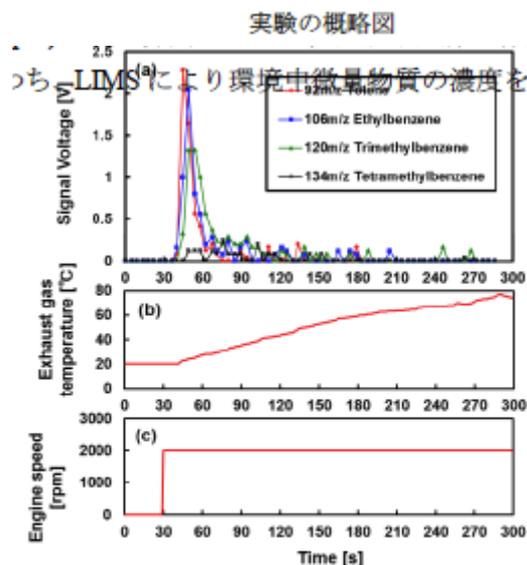


Fig.2 (a)高感度排ガス分析結果, (b)排気温度
の時間変化, (c)エンジン回転数の時間変化

参考文献

- [1] A.L.Simonian et al., FET-Based Biosensors for The Direct Detection of Organophosphate Neurotoxins, Electroanalysis 2004, 16, No.22, pp1896-1906(2004)
- [2] 久保修一: ガソリンエンジンシステムにおける未燃焼炭化水素の生成・排出挙動解析, 豊田中央研究所 R&D レビュー, Vol.30, No.2, pp23-33(1995)

3.プロジェクト業績

研究論文等発表一覧

【原著論文】

- 1) 松岡正紘, 土田淳, 北村高明, 田中光太郎, 金野満, 尿素分解過程の解明に向けたイソシアン酸の高精度計測法の開発, 自動車技術会論文集 accepted. (2018)
- 2) Naoki Ohya, Kohei Hiyama, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, Atsuko Tomita, Takeshi Miki, Yutaka Tai, Kinetic Modeling Study of NO_x Conversion Based on Physicochemical Characteristics of Hydrothermally Aged SCR/DPF Catalyst, SAE Int. J. Fuels Lubr. 10(3) (2017)
- 3) 成毛政貴, 吉田翔一, 和知祐亮, 田中光太郎, 金野満, EGRがガソリンサロゲート燃料の着火特性に及ぼす影響, 自動車技術会論文集 48, 6, 1193-1199, (2017)
- 4) 大矢直樹, 檜山好平, 田中光太郎, 金野満, 富田衷子, 三木健, 多井豊, 尿素 SCR/DPF 触媒の NO_x 浄化性能に対する水熱劣化の影響, 自動車技術会論文集 48, 6, 1177-1183. (2017)
- 5) 松野真由美, 小熊光晴, 鳥羽誠, 土屋健太郎, 廣木一輝, 菊池友樹, 田中光太郎, 金野満, ディーゼルエンジンにおける EGR デポジットの詳細解析～生成要因全体像の考察～, 自動車技術会論文集 48, 5, 993-999. (2017)
- 6) Kotaro Tanaka, Kazushi Akishima, Masahiro Sekita, Kenichi Tonokura, Mitsuru Konno, Measurement of ethylene in combustion exhaust using a 3.3- μ m distributed feedback interband cascade laser with wavelength modulation spectroscopy, Applied Physics B 123,219. (2017)
- 7) 三次勇太, 武藤広信, 田中光太郎, 金野満, 凝縮水による Diesel Particulate Filter 透過アッシュの成分計測 自動車技術会論文集 48,2,593-598. (2017)
- 8) Kenji Iwase, Naoyoshi Terashita, Kazuhiro Mori, Suguru Tashiro, Tetsuya Suzuki, Effect of Mg substitution on crystalline structure and hydrogenation of Gd₄MgNi₁₉, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 43, Issue 3, 18 January 2018, Pages 1675-1680.
- 9) Iwase Kenji; Mori Kazuhiro, Terashita Naoyoshi, Tashiro Suguru, Suzuki Tetsuya, Crystal structure of Pr₃MgNi₁₄D_x studied by in situ neutron diffraction, Inorg. Chem., 2017, 56 (12), pp 6933-6937.
- 10) T. Ikehata, D. Nemoto, W. He, T. Matsuo, N.Y. Sato, K. Okano, Static elimination in vacuum, IEEE Transactions on Industry Applications, 53(4), 3989-3994, (2017).
- 11) M. Saijo, K. Kunitake, R. Sasajima, Y. Takagi, N.Y. Sato, and T. Ikehata, Solid-phase synthesis of Mg₂Si thin film on sapphire substrate, JJAP Conference Proceedings, 5(011302), 1-6, (2017).
- 12) 柳澤和輝, 鈴木智也, 非線形ポートフォリオモデルにおける主成分分析の活用, 電子情報通信学会論文誌(A), 印刷中.
- 13) Tomoya Suzuki, Consensus Ratio and Two-steps Selection to Detect Profitable Stocks: Modern Technical Analysis Using Machine Learning Approach, International Federation of Technical Analysts (IFTA) Journal, 18, 4-14, (2017)
- 14) Kenji Iwase, Kazuhiro Mori, Naoyoshi Terashita, Suguru Tashiro, Tetsuya Suzuki, Effect of Mg substitution on crystal structure and hydrogenation of Ce₂Ni₇-type Pr₂Ni₇, J. Solid State Chem, 247, (2017) 142-146.
- 15) Kazuhiro Mori, Takuya Kasai, Kenji Iwase, Fumika Fujisaki, Yohei Onodera, Toshiharu Fukunaga, Structural origin of massive improvement in Li-ion conductivity on transition from (Li₂S)₅(GeS₂)(P₂S₅) glass to Li₁₀GeP₂S₁₂ crystal. Solid State Chem. 301, (2017) 163-169.
- 16) Kenji Iwase, Kazuhiro Mori, Naoyoshi Terashita, Suguru Tashiro, Tetsuya Suzuki, Crystal structure of Pr₃MgNi₁₄D_x studied by in situ neutron diffraction, Inorganic Chemistry, 56, (2017) 6933-6937.
- 17) Kenji Iwase, Kazuhiro Mori, Naoyoshi Terashita, Suguru Tashiro, Tetsuya Suzuki, Effect of Mg substitution on crystalline structure and hydrogenation of Gd₄MgNi₁₉, Int. J. Hydrogen Energy, 43, (2018) 1675-1680.

【国際会議論文】

- 1) Yuusuke Wachi, Kazuki Iwakura, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, Ying Jiang, Yasuyuki Sakai, Experimental Study on the Effect of Lubricant Oil on Ignition Characteristics of Hydrocarbons Using a Rapid Compression Machine, 11th Asia-Pacific Conference on Combustion, (2017)

- 2) Masaki Naruke, Shoichi Yoshida, Yuusuke Wachi, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, The effect of EGR on ignition characteristics of gasoline under lean burn conditions, 11th Asia-Pacific Conference on Combustion, (2017)
- 3) Junya Watanabe, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, Experimental study on 2-Methylfuran-PRF blends ignition characteristics using a rapid compression machine, COMODIA 2017, P-26 (2017)
- 4) Yuta Mitsugi, Hironobu Muto, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, Investigation of the slip mechanism of ash in diesel particulate filter, COMODIA 2017, P-183 (2017)
- 5) W. Ishijima, Y. Shimizu, N.Y. Sato, T. Ikehata, Real-time mass spectrometry of automobile exhaust gas with a Multi-Mirror Laser Ionization Mass Spectrometry, Abstract of 7th Asia Oceania Mass Spectrometry Conference, Singapore, (2017).
- 6) Y. Shimizu, W. Ishijima, N.Y. Sato, T. Ikehata, Development of laser ionization mass spectrometer (LIMS) for online real-time analysis of trace substances in air, Abstract of 7th Asia Oceania Mass Spectrometry Conference, Singapore, (2017).
- 7) Tomoya Onizawa, Takehiro Suzuki, Tomoya Suzuki, Predictability of Financial Market Indexes by Deep Neural Network, Proc. of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, 1-3, (2017)
- 8) Takashi Kamiyama, Kenji Iwase, Hiroataka Sato, Stefanus Harjo, Takayoshi Ito, Shin-ichi Takata, Kazuya Aizawa, Yoshiaki Kiyonagi, Microstructural information mapping of a plastic-deformed α -iron plate during tensile tests using pulsed neutron transmission, *Physics Procedia*, 88, (2017) 50-57.
- 9) K. Kuramochi, K. Tsukamoto, H.-F. Yanai, Accuracy improvement of aerial handwritten katakana character recognition, Proc. of SICE Annual Conference 2018, WeA05.5, 116-119, (2017)
- 10) T Nozawa, Y Makino, N Takaya, M Umehira, S Takeda, X Wang, H Kuroda, "An anti-collision automotive FMCW radar using time-domain interference detection and suppression," paper 1a.1, Proceedings of IET Radar 2017 (International Conference on Radar Systems 2017), 23 - 26 October 2017 , Belfast (2017年10月)

【著書】

【解説,その他】

- 1) 田中光太郎, 新規バイオ燃料候補であるフラン類の紹介, 自動車技術 71, 54-59, 2017年11月号 (2017)
- 2) 鈴木智也, AI運用に挑む, 大和投資信託 Market Letter, 12月7日版, (2017)
- 3) 鈴木智也, 集団化する人工知能, 大和投資信託 Market Letter, 1月25日版, (2018)
- 4)

【学会発表 (国内、国際)】

- 1) Yuusuke Wachi, Kazuki Iwakura, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, Ying Jiang, Yasuyuki Sakai, Experimental Study on the Effect of Lubricant Oil on Ignition Characteristics of Hydrocarbons Using a Rapid Compression Machine, 11th Asia-Pacific Conference on Combustion, 2017/12/11~14
- 2) Masaki Naruke, Shoichi Yoshida, Yuusuke Wachi, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, The effect of EGR on ignition characteristics of gasoline under lean burn conditions, 11th Asia-Pacific Conference on Combustion, 2017/12/11~14
- 3) 和知 裕亮, 田中 光太郎, 金野 満, Jiang Ying, 酒井康行, 急速圧縮装置を用いた潤滑油を添加した際の炭化水素の着火遅れ時間計測, 第28回内燃機関シンポジウム, 2017/12/6~8
- 4) 菊地 真輔, 高田 竜平, 田中光太郎, 金野満, DME燃料噴霧ノズルのチョーク現象に関する実験的および数値解析的考察, 第28回内燃機関シンポジウム, 2017/12/6~8
- 5) 吉田 翔一, 成毛 政貴, 和知 裕亮, 舟橋知哉, 田中 光太郎, 金野 満, エタノール添加がガソリンサロゲート燃料の自着火特性に及ぼす影響, 第55回燃焼シンポジウム, 2017/11/13~15
- 6) 今富 優貴, 三代 泰輔, 田上 公俊, 田中 光太郎, 小島 健, ペンテンおよびペンタン異性体の基礎燃焼特性に関する研究, 第55回燃焼シンポジウム, 2017/11/13~15
- 7) Naoki Ohya, Kohei Hiyama, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, Atsuko Tomita, Takeshi Miki, Yutaka Tai, Kinetic Modeling Study of NOx Conversion Based on Physicochemical Characteristics of Hydrothermally Aged SCR/DPF

- Catalys, SAE 2017 International Powertrains, Fuel and Lubricants meeting, 2017/10/16~19
- 8) 君山 尚吾, 廣木 一輝, 金野 満, 田中 光太郎, 小熊 光晴, EGR デポジット生成に寄与する要因解析, 自動車技術会 2017 秋季大会, 2017/10/11~13
 - 9) 松岡 正紘, 土田 淳, 北村 高明, 田中 光太郎, 金野 満, 尿素分解過程の解明に向けたイソシアン酸の高精度計測法の開発, 自動車技術会 2017 秋季大会, 2017/10/11~13
 - 10) 関田 将大, 田中 光太郎, 深川 駿輔, 金野 満, 山田 裕之, 奥田 浩史, 使用過程車から排出されるPMの車載粒子数計測, 自動車技術会 2017 秋季大会, 2017/10/11~13
 - 11) Kotaro Tanaka, Experimental study on the formation mechanism of EGR deposit, FVV 2017 Autumn Conference, 2017/10/5
 - 12) 富田 衷子, 三木 健, 多井 豊, 大矢 直樹, 檜山 好平, 田中 光太郎, 金野 満, 水熱劣化させたCu-ZSM-5 触媒の評価, 第 120 回触媒討論会, 2017/9/12~14
 - 13) 関田 将大, 深川 俊輔, 田中 光太郎, 金野 満, 山田 裕之, 奥田 浩史, 車検時 PM 排出検査への粒子数計測装置の適用, 第 58 回大気環境学会年会, 2017/9/6~8
 - 14) 関田 将大, 田中 光太郎, 金野 満, 中赤外吸収分光法を用いたガソリンに含まれるバイオ燃料成分の混合比計測, 日本機械学会 2017 年度年次大会, 2017/9/3~6
 - 15) 大橋 耕一, 田岡 一路, 細谷 竜太, 田中 光太郎, 金野 満, 低級アルカン類の混合がノルマルヘプタンの着火に及ぼす影響(メタンおよびプロパン混合の比較), 日本機械学会 2017 年度年次大会, 2017/9/3~6
 - 16) 横田 直也, 永田 大弥, 田中 光太郎, 金野 満, 中赤外量子カスケードレーザーを用いた過酸化水素計測, 日本機械学会 2017 年度年次大会, 2017/9/3~6
 - 17) 菊地 真輔, 高田 竜平, 大越 淑央, 三次 勇太, 田中 光太郎, 金野 満, 超臨界 DME 噴霧の燃焼観察, 日本機械学会 2017 年度年次大会, 2017/9/3~6
 - 18) 武藤 広信, 三次 勇太, 田中 光太郎, 金野 満, 凝縮水が Ash の DPF 透過に及ぼす影響, 日本機械学会 2017 年度年次大会, 2017/9/3~6
 - 19) 高田 竜平, 菊地 真輔, 田中 光太郎, 金野 満, 燃料噴射弁ノズル出口における DME の噴射速度計測, 第 25 回茨城講演会, 2017/8/29
 - 20) 王 理堃, 高田 竜平, 菊地 真輔, 田中 光太郎, 金野 満, 超臨界 DME 燃焼噴霧の光学観察, 第 25 回茨城講演会, 2017/8/29
 - 21) 細谷 竜太, 田岡 一路, 大橋 耕一, 田中 光太郎, 金野 満, 異なる反応性を持つ低級アルカン類の混合がノルマルヘプタン HCCI の着火に及ぼす影響, 第 25 回茨城講演会, 2017/8/29
 - 22) Junya Watanabe, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, Experimental study on 2-Methylfuran-PRF blends ignition characteristics using a rapid compression machine, COMODIA 2017, 2017/7/25~28
 - 23) Yuta Mitsugi, Hironobu Muto, Kotaro Tanaka, Mitsuru Konno, Investigation of the slip mechanism of ash in diesel particulate filter, COMODIA 2017, 2017/7/25~28
 - 24) 大矢 直樹, 檜山 好平, 田中 光太郎, 金野 満, 富田 衷子, 三木 健, 多井 豊, 尿素 SCR/DPF 触媒の NOx 浄化性能に対する水熱劣化の影響, 自動車技術会 2017 春季大会, 2017/5/24~26
 - 25) 成毛 政貴, 吉田 翔一, 和知 裕亮, 田中 光太郎, 金野 満, EGR がガソリンサロゲート燃料の着火特性に及ぼす影響, 自動車技術会 2017 春季大会, 2017/5/24~26
 - 26) 田中光太郎, PEMS の最新動向, 自動車技術会 2017 春季大会フォーラム, 2017/5/24~26
 - 27) Tatsuya Morii and Tetsuya Suzuki, Observation of Anisotropic Crystal Orientation Behavior in Luders Band Front, Asian Conference on Civil, Material and Environmental Sciences, July 25-27,2017, Okinawa.
 - 28) Yuki Yokoo and Tetsuya Suzuki, Three-Dimensional Observation of Dendritic Microstructure in AC4CH Cast Aluminum Alloy, Asian Conference on Civil, Material and Environmental Sciences, July 25-27,2017, Okinawa.
 - 29) Hiroto Ohnuki, Shinya Igarashi, Mamoru Mitaa, Takatoshi Nagano, Suguru Tashiro, Kenji Iwase and Tetsuya Suzuki, Sheet Lamination of Copper Plates by Friction Stir Welding, Asian Conference on Civil, Material and Environmental Sciences, July 25-27,2017, Okinawa.
 - 30) Tetsuya Suzuki, Anisotropy of Strain Age Hardening in Ferritic Steel, The 4 Asia-Pacific Conference on Engineering and Applied Science, August 27-29, 2017, Bali.
 - 31) 加茂遼太郎 石川翔也 鈴木徹也, フェライト鋼の負荷経路によるひずみ時効硬化の異方性, 日本機械学会茨城講演大会, 2017/8/29.
 - 32) 松本尚輝 鬼澤和久 鈴木徹也, 加工モーションがチタンの加工硬化性に与える影響, 日本機械学会 茨城講演

演大会, 2017/8/29.

- 33) 山岸 桃子 橋本 拓朗 横田 仁志 鈴木 徹也, シリアルセクションングによる 3 次元組織観察, 日本機械学会 茨城講演大会, 2017/8/29.
- 34) 竹本 耀 森 陸斗 横田 仁志 鈴木 徹也, 工業用純チタンの組織が研磨性に与える影響, 日本機械学会 茨城講演大会, 2017/8/29.
- 35) 村上 廉 内田 直利 石原 琢磨 横田 仁志 鈴木 徹也, Ti-Ta 合金の組織観察と硬さ評価, 日本機械学会 茨城講演大会, 2017/8/29.
- 36) 石島航, 清水陽介, 佐藤直幸, 池畑隆, 多面鏡型レーザーイオン化質量分析装置(MM-LIMS)を用いた自動車排出ガスのオンサイト・リアルタイム分析, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-044, 2017/11/18.
- 37) 清水陽介, 石島航, 小崎匡史, 佐藤直幸, 池畑隆, 環境中微量物質のリアルタイム分析に向けた多面鏡型レーザーイオン化質量分析装置の開発, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-043, 2017/11/18.
- 38) 鈴木祐太, 佐藤直幸, 池畑隆, ECR 水素・酸素プラズマによる銅板の酸化還元抵抗の真空観測, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-042, 2017/11/18.
- 39) 佐藤直幸, 池畑隆, ソフトウェア支援光干渉法によるプラズマ合成 ZnO 薄膜の膜厚算出, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-041, 2017/11/18.
- 40) T. Cuzovic, N.Y. Sato, T. Ikehata, Langmuir probe measurements in Zn-O₂ mixture plasma, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-040, 2017/11/18.
- 41) 大崎圭祐, 佐藤直幸, 池畑隆, 高い酸素流量でプラズマ合成された ZnO 薄膜におけるシート抵抗の温度依存性, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-038, 2017/11/18.
- 42) 南亮輔, 笹島良太, 鶴殿治彦, 佐藤直幸, 池畑隆, マグネシウム誘起結晶化による多結晶シリコン薄膜の低温合成, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-037, 2017/11/18.
- 43) 包睿達, 佐藤直幸, 池畑隆, 真空中のプラズマ除電, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-039, 2017/11/18.
- 44) 池畑隆, 包睿達, 佐藤直幸, 真空中の静電気除去に関する検討, 第 25 回 電気学会東京支部茨城支所研究発表会, IBK-17-024, 2017/11/18.
- 45) 10) 石島航, 清水陽介, 佐藤直幸, 池畑隆, 高感度環境モニタリング装置の開発と応用, 第 65 回質量分析総合討論会, 3P-50, 2017/5/19.
- 46) 11) 清水陽介, 石島航, 佐藤直幸, 池畑隆, 環境中微量物質の高感度検出に向けたレーザーイオン化質量分析装置の開発, 第 65 回質量分析総合討論会, 1P-52, 2017/5/17.
- 47) 張明新, 鈴木智也, J-REIT 市場における季節性分析, 2017 年度第 1 回 CCS 研究会, 2017/4/20
- 48) 張明新, 鈴木智也, ボラティリティ指標による金融市場のジャンプ検出および直後の反応, 2017 年度第 1 回 CCS 研究会, 2017/4/20
- 49) 張明新, 鈴木智也, オートエンコーダによる予測困難なシステムの異常検知, 2017 年度第 1 回 CCS 研究会, 2017/4/20
- 50) Tomoya Suzuki: Collective Artificial Intelligence for Mechanical Technical Analysis, The IFTA Annual Conference, 2017/10/15
- 51) 岩瀬謙二、森一広、Pr-Co₂ 元系超格子型合金の水素吸蔵放出特性と結晶構造、2018 日本金属学会秋期大会、2018/9/7
- 52) 平田輝満, 影山拓哉, 都市間高速道路における隊列走行の長編成化ニーズと分合流部の運用に関する検討, 第 55 回土木計画学研究発表会, 2017/6/10
- 53) 平田輝満, 影山拓哉, 讚良将信, 隊列走行トラックの長編成化と高速道路合流部の運用方法に関する研究, 第 15 回 ITS シンポジウム, 2017/12/7
- 54) 久留生一貴, 竹村和也, 出崎善久, “放射相称形検出器による円形道路標識の位置検出,” 第 25 回電気学会東京支部茨城支所研究発表会, 2017/11/18.
- 55) 南原智加, 塚元康輔, “複数の中心周波数を設定可能なバンドパス $\Delta \Sigma$ 変調器,” 第 34 回センシングフォーラム(計測自動制御学会計測部門大会), 2017/9/1.
- 56) Truong Duy Binh, 塚元康輔, “単眼カメラによる車両方位変化推定のための特徴点検出方法,” 第 25 回電気学会東京支部茨城支所研究発表会, 2017/11/18.

- 57) 高橋健大, 塚元康輔, “オプティカルフローによる自車両の方位変化推定の一手法,” 第 15 回 ITS シンポジウム 2017, 2017/12/7.
- 58) 野澤拓也, 牧野祐也, Wang Xiaoyan(王瀟岩), 梅比良正弘, 黒田浩司, “鋸波チャープを用いた自動車用 FMCW レーダ間干渉の検討” 信学会ソサイエティ大会, A-14-4, 2017 年 9 月(東京都市大学)(2017 年 9 月)
- 59) 野澤拓也, 牧野祐也, 王瀟岩, 梅比良正弘, 黒田浩司, “自動車用 FMCW レーダにおける繰り返しレーダ間干渉抑圧法”, 信学技報, vol. 117, no. 347, ITS2017-52, pp. 227-232, 2017 年 12 月(沖縄)(2017 年 12 月)
- 60) 牧野祐也, 野澤拓也, 梅比良正弘, 武田茂樹, 王瀟岩, “異なるチャープ率を用いる FMCW レーダの同一チャンネル間干渉”, 信学技報, SANE 研究会, (長崎)(2018 年 1 月)
- 61) 梅比良正弘, 王瀟岩, “[招待講演]自動運転における無線技術の役割と展望”, 信学技報, vol. 117, no. 112, CCS2017-5, pp. 21-21, 2017 年 6 月.
- 62) 黒澤幹寛, 野澤拓也, 梅比良正弘, 王瀟岩, 武田茂樹, 黒田浩司, “マルチプルアクセス FMCW レーダにおけるキャリアセンス方式の構成と特性,” 信学技報, vol. 117, no. 458, SRW2017-68, pp. 13-18, 2018 年 2 月.
- 63) 梅比良正弘・武田茂樹・王瀟岩・黒田浩司, “[依頼講演]自動運転におけるミリ波帯 FMCW レーダ間干渉と干渉軽減技術,” 信学技報, vol. 117, no. 458, SRW2017-81, pp. 59-64, 2018 年 2 月.
- 64) 有安展洋・王瀟岩・梅比良正弘, “プラトーンにおけるビーコン送信周期と車間距離変動の関連性の基礎検討,” 信学技報, vol. 117, no. 456, RCS2017-382, pp. 345-350, 2018 年 2 月.
- 65) 牧野祐也・野澤拓也・梅比良正弘・王瀟岩・武田茂樹, “異なるチャープ率の FMCW レーダ間干渉発生確率,” 信学会総合大会, A-14-1, 3 月 20 日(東京電機大学)
- 66) 黒澤幹寛・野澤拓也・梅比良正弘・王瀟岩・武田茂樹, “マルチプルアクセス FMCW レーダにおけるキャリアセンス方式の一検討,” 信学会総合大会, A-14-2, 3 月 20 日(東京電機大学)
- 67) 石川慎太郎・黒澤幹寛・王瀟岩・梅比良正弘, “狭帯域干渉回避のための FMCW レーダ信号検出法の評価実験,” 34, 電子情報通信学会東京支部学生会 研究発表会(第23回), 平成 30 年3月 3 日(東海大学 高輪キャンパス)
- 68) 奥田健夫・牧野祐也・野澤拓也・王瀟岩・梅比良正弘, “FMCW レーダ間干渉と干渉抑圧法の評価実験,” 36, 電子情報通信学会東京支部学生会 研究発表会(第23回), 平成 30 年3月 3 日(東海大学 高輪キャンパス)

【受賞等】

- 1) 今井水輝(梅比良・王研究室 B4), 学生奨励賞, 電子情報通信学会東京支部学生会 研究発表会, 2018/3/3
- 2) 秋元実菜(梅比良・王研究室 B4), 学生奨励賞, 電子情報通信学会東京支部学生会 研究発表会, 2018/3/3
- 3) 小林有理他(武田研究室 M2), 土木情報学賞, 土木学会 土木情報学委員会, 2017/9/28
- 4) 三次勇太(金野・田中光研究室 D2), COMODIA2017 におけるベストプレゼンテーション賞, 日本機械学会, 2018/3
- 5) 菊地真輔(金野・田中光研究室 M2), 内燃機関シンポジウムにおけるベストプレゼンテーション賞, 日本機械, 2018/3
- 6) 武藤広信(金野・田中光研究室 M2), 2017 年度フェロー賞, 日本機械学会, 2018/3
- 7) 包睿達, 受賞名: 優秀発表賞, 授与者: 第 25 回電気学会東京支部茨城支所研究発表会, 受賞日:2017/11/18.
- 8) 鈴木智也, 受賞名: John Brooks Memorial Award, 授与者: International Federation of Technical Analysts (IFTA), 受賞日: 2017/10/14

【特許】

- 1) 発明者: 池畑隆, 野村信雄, 峯村和樹, 最上智史, 出願人: 国立大学法人茨城大学, 春日電機株式会社, 発明の名称: 「帯電物体の位置決め方法と除電装置」, 出願番号: 特願 2018-002302.
- 2) 発明者: 池畑隆, 出願人: 国立大学法人茨城大学, 発明の名称: 「ターゲット損耗検出機構及びそれを備えたスパッタ装置並びにターゲット損耗検出方法」, 出願番号: 特願 2017-123837.
- 3) 発明者: 鈴木智也, 出願人: 国立大学法人茨城大学, 発明の名称: 「株価予測システム、株価予測方法及び株価予測プログラム」, 出願番号: 特願 2017-104050
- 4) 発明者: 梅比良 正弘, 武田 茂樹, 黒田 浩司, 出願人: 国立大学法人茨城大学, 日立オートモティブシステムズ株式会社, 発明名称: 「レーダ装置」, 出願番号: 特願 2017-234578

- 5) 発明者:梅比良 正弘、武田 茂樹、黒田 浩司、出願人: 国立大学法人茨城大学, 日立オートモティブシステムズ株式会社、発明名称:「FMCWレーダ装置」、出願番号:特願 2018-028022
- 6) 発明者:梅比良 正弘、武田 茂樹、黒田 浩司、出願人: 国立大学法人茨城大学, 日立オートモティブシステムズ株式会社、発明名称:「FMCWレーダ装置、FMCWレーダ装置の多元接続方法」、出願番号:特願 2018-028025

【新聞報道等】

- 1) 見出し「AIの「集合知」値動き見抜く」、新聞社または雑誌名:日経ヴェリタス, 掲載日:2017/4/16
- 2) 見出し「株価データ分析国際団体賞受賞」、新聞社または雑誌名:日経新聞朝刊, 掲載日:2017/6/1
- 3) 見出し「投資すべき銘柄をAIで選択 鈴木教授の研究成果が最優秀賞に 日本人3人目」、新聞社または雑誌名:毎日新聞 Web 版, 掲載日:2010/6/2
- 4) 見出し「株価予想、AIの集合知で」、新聞社または雑誌名:日経新聞朝刊, 掲載日:2017/7/27
- 5) 見出し「集合知 AIは投資成果向上に有効」、新聞社または雑誌名:J-Money, 掲載日:2017/7/28
- 6) 見出し「AI運用の開発加速」、新聞社または雑誌名:日経新聞朝刊, 掲載日:2017/10/13
- 7) 見出し「運用各社、「AI対応」相次ぐ」、新聞社または雑誌名:格付投資情報センター(R&I) ファンド情報, 掲載日:2017/10/23
- 8) 見出し「進化する「AI運用」の今」、新聞社または雑誌名:日本証券新聞, 掲載日:2017/10/24

【競争的資金獲得】

- 1.申請した競争的資金等の外部資金
 - 1) スズキ財団研究者海外研修助成金, 272 千円, 2017 年, 研究代表者:田中光太郎
 - 2) 平成 28 年 国立研究開発法人 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業(CREST)「計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用」領域, 高度電波利用のための統計・情報処理を用いた高精度多次元電波強度計測手法の研究開発 200,000 千円, 2017 年度~2021 年度, 研究代表者:高田潤一(研究分担者:梅比良 正弘)
 - 3) 総務省, SCOPE 電波有効利用促進型研究開発, 高密度利用を可能とする自律分散マルチプルアクセスFMCWレーダの研究開発, 10,000 千円, 2018 年(選抜・継続評価), 研究代表者:梅比良 正弘
 - 4) Work Programme: H2020-2018-2020, ICT Call: EU-Japan Joint Call (H2020-EUJ-2018)、Topic: EUJ-02-2018 (5G and beyond)、Area: (2) Joint research on enabling technologies for beyond 5G、「TERRAFORMING: Terahertz Silicon-Based Radio Technologies for Beyond 5G Broadband Mobile Networking」、186,000 千円、日本側研究代表者:藤島 実(研究分担者:梅比良 正弘)、欧州側研究代表者:IMEC (ベルギー)
- 2.申請した科学研究費補助金
 - 1) 文部科学省 平成30年度 新学術領域研究(研究領域提案型)、「触媒表面の先端計測手法を利用した触媒の高度利用技術の開発」、156,000 千円, 2018 年度~2022 年度, 研究代表者:田中光太郎
 - 2) 文部科学省 平成30年度 基盤研究(C)、「潤滑油成分添加時の炭化水素燃料の自着火タイミングを予測する化学反応モデルの構築」、4,940 千円, 2018 年度~2020 年度, 研究代表者:田中光太郎
 - 3) 文部科学省 平成 30 年度 基盤研究(C)、「量子ビームによる水素貯蔵材料の静的・動的構造変化のその場観察」、4,750 千円, 2017 年度~2020 年度, 研究代表者:岩瀬謙二
 - 4) 文部科学省 平成 30 年度 基盤研究(B)、「多次元信号処理による超低漏洩電力ワイヤレス通信システムの研究」、19,970 千円, 2018 年度~2021 年度, 研究代表者:梅比良 正弘
 - 5) 文部科学省 平成 30 年度 挑戦的研究(萌芽)、「画像のテクスチャ情報を用いた道路標識の位置検出技術の開発」、3,500 千円, 2018 年度~2020 年度, 研究代表者:出崎善久。
 - 6) 文部科学省 平成 30 年度 基盤研究(C)、「入力信号適応型デルタシグマAD変換器の開発」、4,986 千円, 2018 年度~2020 年度, 研究代表者:塚元康輔
- 3.採択された競争的資金等の外部資金
 - 1) 総務省, SCOPE 電波有効利用促進型研究開発, 高密度利用を可能とする自律分散マルチプルアクセスFMCW

- レーダの研究開発, 5,811 千円, 2017 年, 研究代表者:梅比良 正弘
- 2) JST, SIP, 急速圧縮装置による実ノック条件を想定したガソリンの着火特性把握と簡略化反応モデルの開発, 22,505 千円, 2017 年, 研究代表者:金野 満
 - 3) AICE, EGR 凝縮水挙動解明及びデポジット堆積予測技術研究におけるディーゼル EGR デポジット堆積モデル構築, 11,340 千円, 2017 年, 研究代表者:田中光太郎
 - 4) AICE, PM センサ被毒現象解明研究における DPF を透過するアッシュ量の定量化、アッシュ堆積 PM センサの信号挙動確認、及び模擬排ガスをを用いた PM センサへのアッシュ堆積メカニズム解明, 13,807 千円, 2017 年, 研究代表者:田中光太郎
 - 5) AICE, SCR/DPF 触媒の現象(反応/劣化)解明とモデル改良研究における SCR 触媒劣化モデル研究, 9,956 千円, 2017 年, 研究代表者:田中光太郎
 - 6) AICE, 排気システム内における尿素水からのアンモニア生成モデル研究における尿素からの NH₃ 生成を考慮した高精度 NO_x 浄化予測, 7,931 千円, 2017 年, 研究代表者:田中光太郎
 - 7) スズキ財団研究者海外研修助成金, 160 千円, 2017 年, 研究代表者:田中光太郎
 - 8) めぶきフィナンシャルグループ 第 1 回めぶきビジネスアワード, 人工知能の集合知を活用した投資銘柄の選択, 500 千円, 2017 年度, 研究代表者:鈴木智也

4.採択された科学研究費補助金

- 1) 文部科学省 平成 29 年度 基盤研究(C), 「DME の燃料特性を活かした超高効率熱機関に関する研究」, 4,680 千円, 2017 年度～2019 年度, 研究代表者:金野 満
- 2) 文部科学省 平成30年度 基盤研究(C), 「潤滑油成分添加時の炭化水素燃料の自着火タイミングを予測する化学反応モデルの構築」, 4,420 千円, 2018 年度～2020 年度, 研究代表者:田中光太郎
- 3) 文部科学省 平成28年度 基盤研究(C), 「大気圧 N₂-CF₃I ガス放電における負イオン挙動の解明と有機材料用除電器への応用」, 4,550 千円, 2016 年度～2018 年度, 研究代表者:池畑隆
- 4) 文部科学省 平成29年度 基盤研究(B), 「資源・環境リスクに対応するマグネシウムシリサイド赤外センサの開発」, 600 千円, 2017 年度～2019 年度, 研究代表者:鶴殿治彦
- 5) 文部科学省 平成 29 年度 基盤研究(C), 「機械学習法を駆使した金融テクニカル分析の科学的妥当性の検証」, 4,420 千円, 2016 年度～2018 年度, 研究代表者:鈴木智也
- 6) 文部科学省 平成 30 年度 基盤研究 (C), 「量子ビームによる水素貯蔵材料の静的・動的構造変化のその場観察」, 4,550 千円, 2017 年度～2020 年度, 研究代表者:岩瀬謙二
- 7) 文部科学省 平成 28 年度 基盤研究 (C)「大規模災害時の代替輸送ネットワーク計画モデルと輸送容量拡大手法に関する研究」, 4,680 千円, 2016 年度～2018 年度, 研究代表者:平田輝満)
- 8) 文部科学省 平成 28 年度 基盤研究 (C)「多様性が求められる大規模災害時の市民への情報伝達と安否確認の一手法」,平成28年～平成30年、3,700 千円、研究代表者:武田 茂樹

【共同研究】

- 1) 日立AMS社, アンチコリジョン CSMA レーダの研究 (Phase 2), 2017 年, 研究経費 2,000 千円, 梅比良正弘
- 2) 日立AMS社, 画像データ解析を用いた自車両位置推定精度向上に関する研究, 2017 年, 研究経費 1,000 千円, 塚元 康祐
- 3) 日立AMS社, 高分解能ターゲット方向検出レーダに関する研究, 2017 年, 研究経費 1,000 千円, 武田 茂樹
- 4) 日立AMS社, 周辺認識センサのデータ解析に関する研究, 2017 年, 研究経費 1,000 千円, 長谷川 博
- 5) 日立AMS社, 自動運転制御ソフトウェアのアーキテクチャに関する研究, 2017 年, 研究経費 500 千円, 上田 賀一
- 6) 株式会社 泰榮, 錆に強い重防食塗料と金属部品の開発と改良,H29/8～H30/3, 研究経費 400 千円, 鈴木徹也
- 7) 栃木精工株式会社, 金属組織と熱処理に関する研究,H29/10～H30/9, 研究経費 500 千円, 鈴木徹也
- 8) 新日鐵住金株式会社,鉄鋼材料におけるリユース帯の進展に関する研究, H29/4～H30/10, 研究経費 1,000 千円, 鈴木徹也
- 9) 春日電機株式会社,「静電気除電方法の改善に関する研究」, 400 千円, 2017 年 4 月 1 日～2018 年 3 月 31 日, 研究経費 400 千円, 池畑 隆

【寄付金】

- 1) 「航空・道路等の交通インフラの運用評価技術に関する研究助成金」, 1,000 千円, 平成 29 年度(株式会社MK総合研究所からの寄付)

日立AMS共同研究関連 活動実績

(1) 茨城大学ー日立オートモティブシステムズ 連絡協議会

1. 日時:2017年6月23日(金)15:00 - 17:00

2. 場所:日立 AMS 佐和事業所

3. 参加者:

茨城大学 三村学長

影山理事(社会連携)、尾崎理事(学術統括)、太田理事(教育統括)

工学部 馬場工学部長、梅比良教授、金野教授、武田教授、塚元講師

理学部 長谷川教授

人文学部 牧准教授

社会連携センター 福島特命教授

学術企画部企画課 梶野URA

学術企画部産学連携課 湊産学連携課長、園部MG

日立 AMS 山足執行役員&CTO

月森執行役員&業務管理本部長、野木理事&技術開発副本部長

技術開発本部 工藤部長、大坂主管技師、黒田主任技師他

業務管理本部人事部 遠藤部長、高石部長代理、杉浦部長代理

技術開発本部技術企画部 鷹野主任技師

日立製作所茨城支店 3名(オブザーバ参加)

4. プログラム

第1部 佐和事業所見学

15:00-16:00 佐和事業所見学会 日立 AMS/高石部長代理

第2部 連絡協議会

司会:茨城大学/湊産学連携課長

16:00-16:05 開会の辞 茨城大学/影山理事

日立 AMS/月森執行役員

16:05-16:15 協議内容報告 茨城大学/金野教授

16:15-16:30 共同研究実績報告 茨城大学/梅比良教授・塚元講師

16:30-16:40 人財交流実績報告 日立 AMS/遠藤人事部長

16:40-16:55 日立 AMS における最近の技術動向 日立 AMS/山足 CTO

16:55-17:05 今後に向けた意見交換

第3部 懇親会

17:30-19:00 @ときわクラブ

(2) 日立オートモティブシステムズ・茨城大学 第3回共同研究ワークショップ(参加人数44名)

日時:2017年12月20日(水) 16:00~18:00

場所:茨城大学工学部 E1棟2階 第2・3会議室

[VCS 配信] 水戸地区 環境リサーチラボラトリー棟1階 講義室

阿見地区(VCS) 管理棟2階 応接室

プログラム:

1. 開会挨拶 茨城大学 理事・副学長(学術統括) 尾崎 久記

2. 日立AMS・茨城大学の共同研究の現状と進め方 茨城大学 教授 梅比良 正弘

3. 話題提供・技術紹介

(1) 自動運転に向けたミリ波レーダのアンテナ設計技術

技術開発本部 先端センシング技術開発部 大坂 英樹 主管技師

(2) G-Vectoring Control による車両運動制御

技術開発本部 車両統合制御技術開発部 平賀 直樹

- (3) 構造－磁場－流体 3 連成解析技術を用いた電磁弁動作予測
技術開発本部 CAE技術開発部 岡 雄基
 - (4) 加工・組立プロセスの自動化及び知能化技術
グローバルモノづくり統括本部 生産技術開発部 小野塚 英明 部長
 - (5) ディスカッション、質疑応答
4. 閉会挨拶 茨城大学 理事(社会連携) 社会連携センター長 影山 俊男

(3) 日立オートモティブシステムズ社との包括連携打ち合わせ(連携連絡会)

(ア) 第1回連携連絡会

日 時:2017年3月28日(火)15:00～18:00

場 所:茨城大学 日立キャンパス

参加者:茨城大学/梅比良教授、金野教授、乾教授、福島教授、湊課長他
日立AMS/高石部長代理、鷹野主任技師

(イ) 第2回連携連絡会

日 時:2017年5月9日(火)15:00～17:00

場 所:茨城大学工学部N5棟2階 ミーティング室

出席者:日立AMS/業務管理本部人事総務部 高石部長代理、鷹野主任技師
茨城大学/梅比良教授、金野教授、乾教授、社会連携センター 福島特命教授、
湊産学連携課長、園部知財MG、梶野URA

(ウ) 第3回連携連絡会

日 時:2017年10月24日(火)10:00～11:30

場 所:茨城大学工学部 N5棟1階 リフレッシュフロア

出席者:日立AMS/人事部 杉浦部長代理、技術企画部 鷹野主任技師、
茨城大学/金野教授、乾教授、社会連携センター 福島特命教授、
田中産学連携課長、園部MG、梶野URA

(エ) 第4回連携連絡会

日 時:2018年3月22日(木) 15:20～16:50

場 所:日立AMS 佐和事業所 テクニカルセンター2F 応接室

出席者:茨城大学/梅比良教授、乾教授、福島特命教授、田中産学連携課長、
鈴木 CD、梶野 URA
日立AMS/業務管理本部人事総務部 遠藤部長
技術開発本部技術企画部 鷹野主任技師

(4) 工学部研究室訪問交流会

平成29年10月30日(月)にN4棟 小平記念ホールにおいて開催された工学部研究室訪問交流会において、「次世代モビリティ教育研究センターの活動報告を行った。

式次第

- (1) 挨拶 13:30～13:40
茨城大学社会連携センター長 影山 俊男
- (2) 工学部の教育研究について 13:40～13:50
茨城大学工学部長 馬場 充
- (3) 工学部の就職・インターンシップ状況について 13:50～14:05
茨城大学副工学部長 乾 正知
- (4) 講演 14:05～14:25
・「ライフサポート科学教育研究センターの活動報告」
教授 増澤 徹

- ・「次世代モビリティ教育研究センターの活動報告」 14:25～14:45
教授 梅比良 正弘
 - (5) パネル展示閲覧 及び 休憩 14:45～15:00
 - ・公開研究室の紹介→教員へパネル作成依頼
 - ・茨城県工業技術センター研究成果
 - ・茨城大学の産学官連携活動状況
 - ・フロンティア応用原子科学研究センター研究成果
 - (6) 研究室訪問・見学方法の案内 15:00～15:05
 - (7) 研究室訪問 15:10～16:40
- 工学部附属教育研究センター関連研究室見学、公開研究室訪問
- (8) 懇親交流会(N4棟 小平記念ホール) 17:00～18:00

(5) 工学部附属教育研究センター 公開シンポジウム

平成29年10月30日(月)にN4棟 小平記念ホールにおいて、第4回 工学部附属教育研究センター 公開シンポジウムを開催した。本シンポジウムにおいて、「次世代モビリティ教育研究センター」から2名が講演を行った。公開シンポジウムのプログラムを下記に示す。

10:00-10:10 茨城大学工学部附属教育研究センターの近況紹介
梅比良 正弘 教授・副工学部長

10:10-11:00 ライフサポート科学教育研究センター 成果報告

(1) 北山 文矢 助教 (機械工学領域)

リニア振動アクチュエータの開発とライフサポート分野における応用

(2) 長山 和亮 教授 (知能システム工学領域)

ライフサポート分野を支える基礎研究:細胞バイオメカニクス

11:00-11:50 次世代モビリティ教育研究センター 成果報告

(1) 田中 光太郎 准教授 (機械工学領域)

新規バイオ燃料であるフラン類の魅力

(2) 梅比良 正弘 教授 (メディア通信工学領域)

自動運転における無線技術の役割と自動車用アンチコリジョンレーダ

(6) 常陸大宮市 市民大学講座への協力

平成 29 年度後期の市民大学講座において、「次世代モビリティ -未来の自動車と交通システム-」と題して、3 件の講演を実施した。

平成29年度 後期

市民大学講座受講生募集

市民大学講座とは、茨城大学との連携協定のもと、茨城大学の教員により、市民向けの講座を開催するものです。今回の講座は「次世代モビリティ-未来の自動車と交通システム-」をテーマに開催します。どなたでもお気軽にご参加ください。

「次世代モビリティ」 -未来の自動車と交通システム-

これからのヒト・モノの移動はどのように変化するのか？環境にやさしく、安全で快適な移動とは何か？それを実現させるための技術は？本講演では、未来の自動車と関連インフラ、そして交通・都市システムについて、茨城大学工学部の3分野の教員が最新の技術と議論について紹介します。

第1回 3月2日（金）「電気自動車の充電ステーションと燃料電池車の水素ステーション」



講師：田中 正志 先生（茨城大学工学部電気電子工学科 講師）

今後、電気自動車や燃料電池自動車のような次世代自動車の普及が進むといえます。このとき電気自動車の普及には充電ステーション、燃料電池自動車の普及には水素ステーションが欠かせません。本講演では、充電ステーションや水素ステーションについて、その概要や将来の普及について説明します。

第2回 3月9日（金）「自動車運転技術入門」



講師：梅比良 正弘 先生（茨城大学工学部メディア通信工学科 教授）

近年、大きな注目を集めている自動運転では、自動車がセンシングや地図情報の収集などにより外部環境を認識し、運転計画を立て自立的に移動します。本講演では、自動運転がどのような仕組みで行われているのか、その概要を紹介するとともに、将来の姿を展望します。

第3回 3月16日（金）「将来の交通とまちづくり」



講師：平田 輝満 先生（茨城大学工学部都市システム工学科 准教授）

自動運転技術やシェアリングサービスにより将来のモビリティ・交通システムの姿が大きく変化しようとしている一方、徒歩や自転車などのスローモビリティの価値も見直されています。本講演では、将来の交通と都市のあり方について最近の議論と展望を紹介します。

- 時 間 19:00~20:30
- 会 場 常陸大宮市文化センター2階会議室
- 受 講 料 1,500円（講義3回分）
- 定 員 40名（先着順）
- 対 象 者 市内在住又は在勤・在学の方
- 申 込 方 法 1月10日（水）から2月28日（水）までに、受講料を添えて市民協働課にお申込みください。
- 申 込 ・ 問 市民生活部市民協働課 ☎52-1111（内線126）

茨城大学重点研究

「次世代モビリティ基盤技術研究プロジェクト」

茨城大学工学部附属次世代モビリティ教育研究センター

2018年度報告書

発行日 平成30年6月

発行者 茨城大学 工学部 メディア通信工学科
教授 梅比良 正弘
〒316-8511 日立市中成沢町4-12-1
Tel: 0294-38-5108 Fax: 0294-38-5310

※禁無断転載

茨城大学重点研究

<http://www.ibaraki.ac.jp/generalinfo/activity/researching/juuten/>

茨城大学工学部附属教育研究センター

<http://www.eng.ibaraki.ac.jp/research/centers/index.html>