

TRAMI



Transmission Research Association for Mobility Innovation

自動車用動力伝達技術研究組合

自動車用動力伝達技術研究組合（TRAMI）

第4回公開フォーラム

【 次年度活動内容説明会 】



*Transmission
Research
Association for
Mobility
Innovation*

自動車用動力伝達技術研究組合

第4回公開フォーラム
次年度活動内容説明会

2021年11月15日 13時～
浜松町館3階北展示室

TRAMI



Transmission Research Association for Mobility Innovation

後援 経済産業省



METI

Ministry of Economy, Trade and Industry

日時：2021年11月15日（月曜日）13:00～

会場：東京都立産業貿易センター浜松町館 3階北展示室

自動車用動力伝達技術研究組合 第4回公開フォーラムもくじ

～第1部 TRAMI全体活動の概要～

スライド
番号

TRAMIの活動成果と今後の方針	運営委員長 トヨタ自動車株式会社 藤戸 宏	1
TRAMIの活動事例紹介	産学連携・人材育成TF トヨタ自動車株式会社 柴本 亨 トヨタ自動車株式会社 松田 伊織	17

～第2部 22年度研究活動の紹介～

22年度研究方針	運営委員 日産自動車株式会社 森 淳弘	45
研究Gr_A 機械摩擦・熱 研究委員会		61
1 トライボフィルム及び表面テクスチャーの摩擦特性解析	機械摩擦・熱研究リーダー いすゞ自動車株式会社 宇治 秀敏	65
2 高回転化における摺動部発熱および潤滑油量に着目したトライボ基礎研究		66
3 高速回転・高PVギヤのかみ合い摩擦・スカuffing摩耗に関する研究	機械伝達分科会リーダー 株式会社SUBARU 斎木 康平	68
4 超高回転ギヤにおける既存設計技術の適用可否検証および課題検討		69
5 トラクションローラの高回転時における動力伝達特性に関する研究	摩擦伝達分科会リーダー ジヤトコ株式会社 西村 邦彦	71
6 電動化に適した動力伝達機構の検討		72
研究Gr_C 流体摩擦・熱 研究委員会		73
1 高速回転環境での潤滑油流れの解明	流体摩擦・熱研究 株式会社本田技術研究所 加藤 維謙	77
2 飛沫を伴う攪拌流れの二相流研究		78
3 高回転環境で適用可能な気液二相流モデル化手法の研究		79
研究Gr_D 流体制御 研究委員会		80
1 マイクロバブル混入による冷却性能とせん断抵抗の最適化の研究	流体制御研究リーダー ダイハツ工業株式会社 嶋本 雅夫	84
2 オイルポンプの騒音・ロータ挙動に及ぼす気泡混入影響の解明		85
3 気泡生成技術の研究		86
4 電磁弁における動的挙動の研究		87
研究Gr_E 電動化 研究委員会		88
1 油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究 ：流れ場現象解明（GAP部/COIL END空間部）	電動化研究リーダー 株式会社アイシン 堀田 豊	92
2 油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究 ：流れ場・伝熱現象予測（GAP部）		94
3 油冷モータのコイル内部のオイルの流れ場と伝熱現象の解明及び予測手法の研究		95
4 モータ起振力同定、及び計測精度向上の研究		96
研究Gr_F 音振動 研究委員会		97
1 電動モータ振動伝達特性予測：ステータ	音振動研究リーダー 日産自動車株式会社 金子 弘隆	101
2 電動車 快音化指針の構築		102
3 ラトルノイズ：ギヤ・スプライン衝突加振力予測		103
付録：賛助会員・共同研究企業・共同調査制度のご紹介		104

TRAMI活動成果と今後の方針

藤戸 宏
 運営委員長
 (トヨタ自動車株式会社)

技術研究組合の理念

自動車のCO2排出抑制や価値の多様化に向けて
 駆動・電動技術の産学連携の基礎研究による学のサイエンス進展・産学人財育成
 を通して日本の産業力の底上げと持続的な科学技術の発展に貢献する



■ 産学連携ネットワークを通じ技術革新と人財育成を図る

組合員資格

- ✓ 国内に開発拠点を置く自動車メーカー、国内で製造・開発を行うトランスミッションメーカー
- ✓ 産業技術研究法人及び試験研究を主たる目的とする一般財団法人

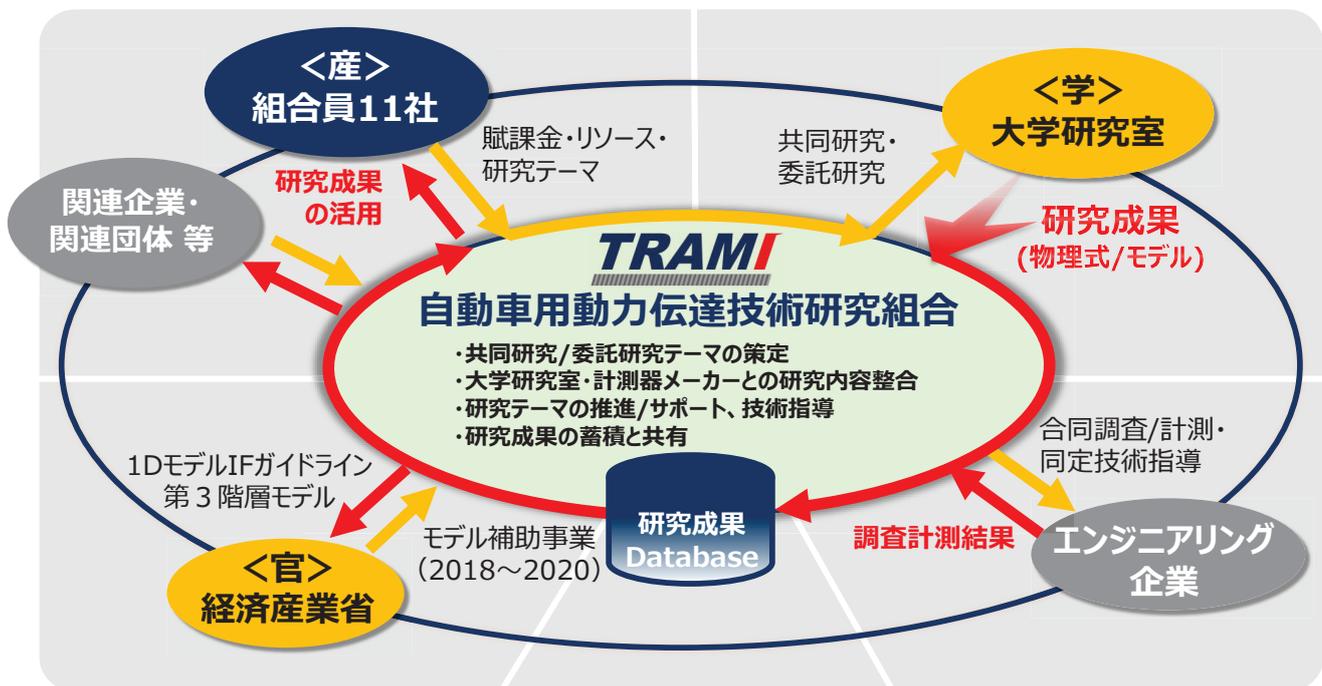
11社にて活動

(五十音順)



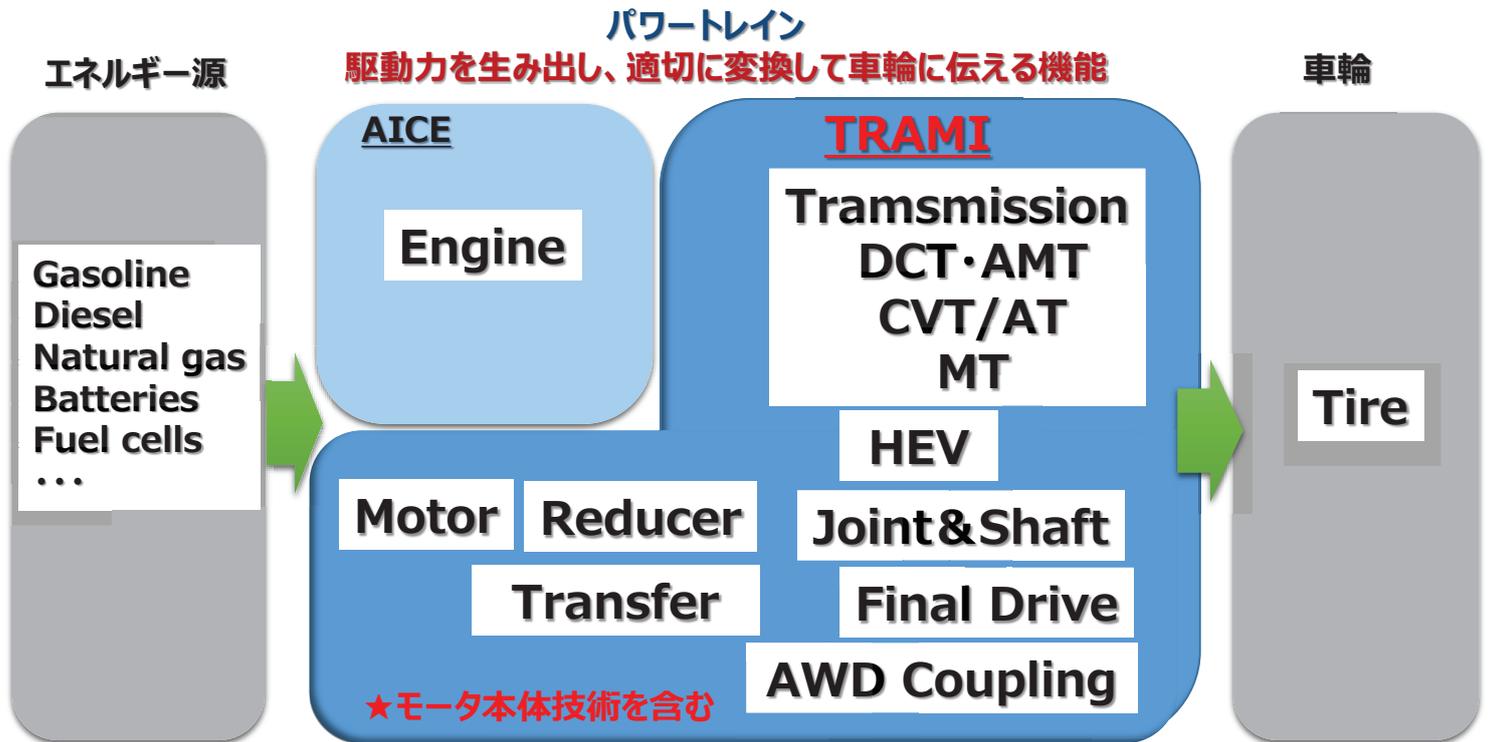
実現したい姿とTRAMIの果たす役割

- ✓ 動力伝達技術において、産学連携による基礎・基盤研究をリーディング/サポート
- ✓ 研究成果Databaseの充実により、駆動領域の知の蓄積と活用
- ✓ 研究の更なる拡充をめざし、産学官協働“エンジニアリング機能”も視野に入れて活動

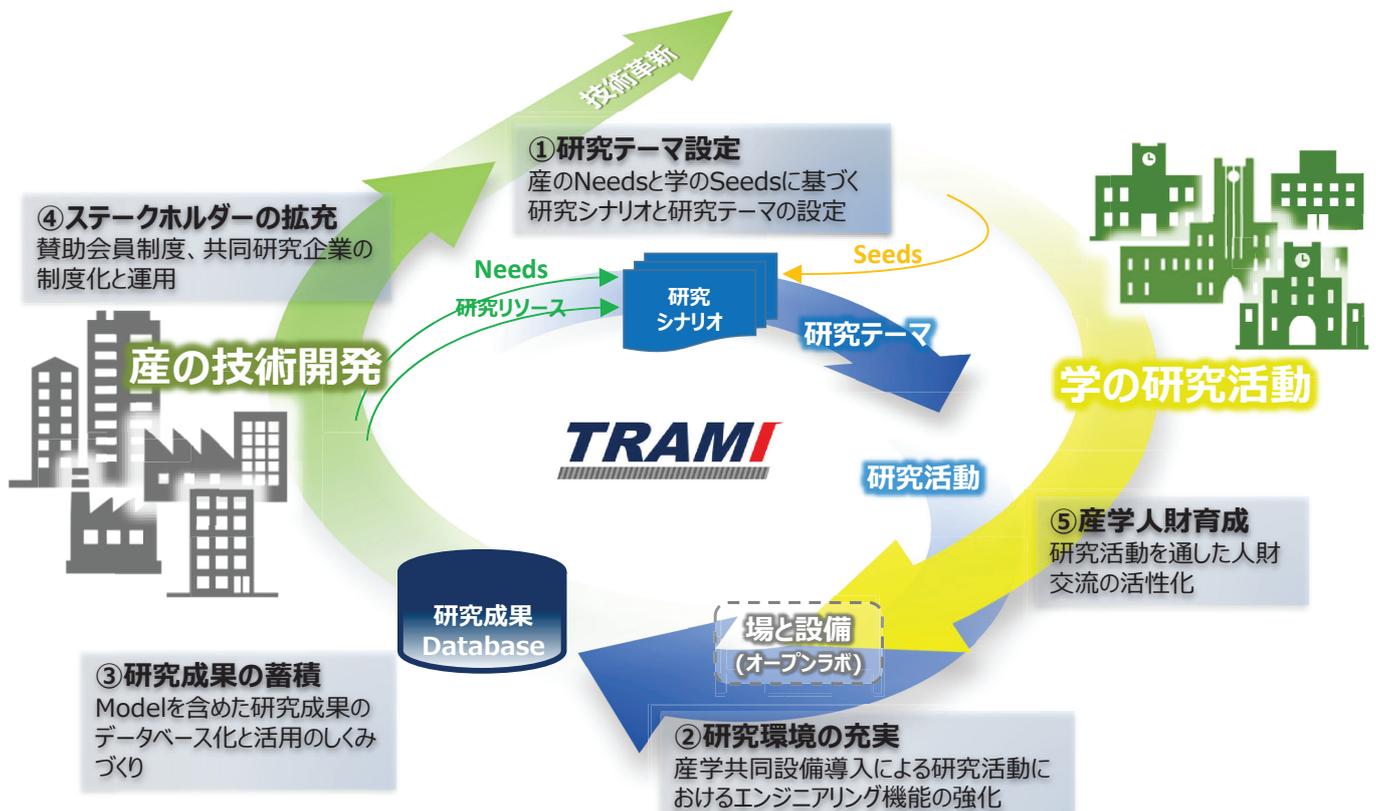


■ TRAMIが中心となり、産・学・官連携による技術革新／人財育成を推進

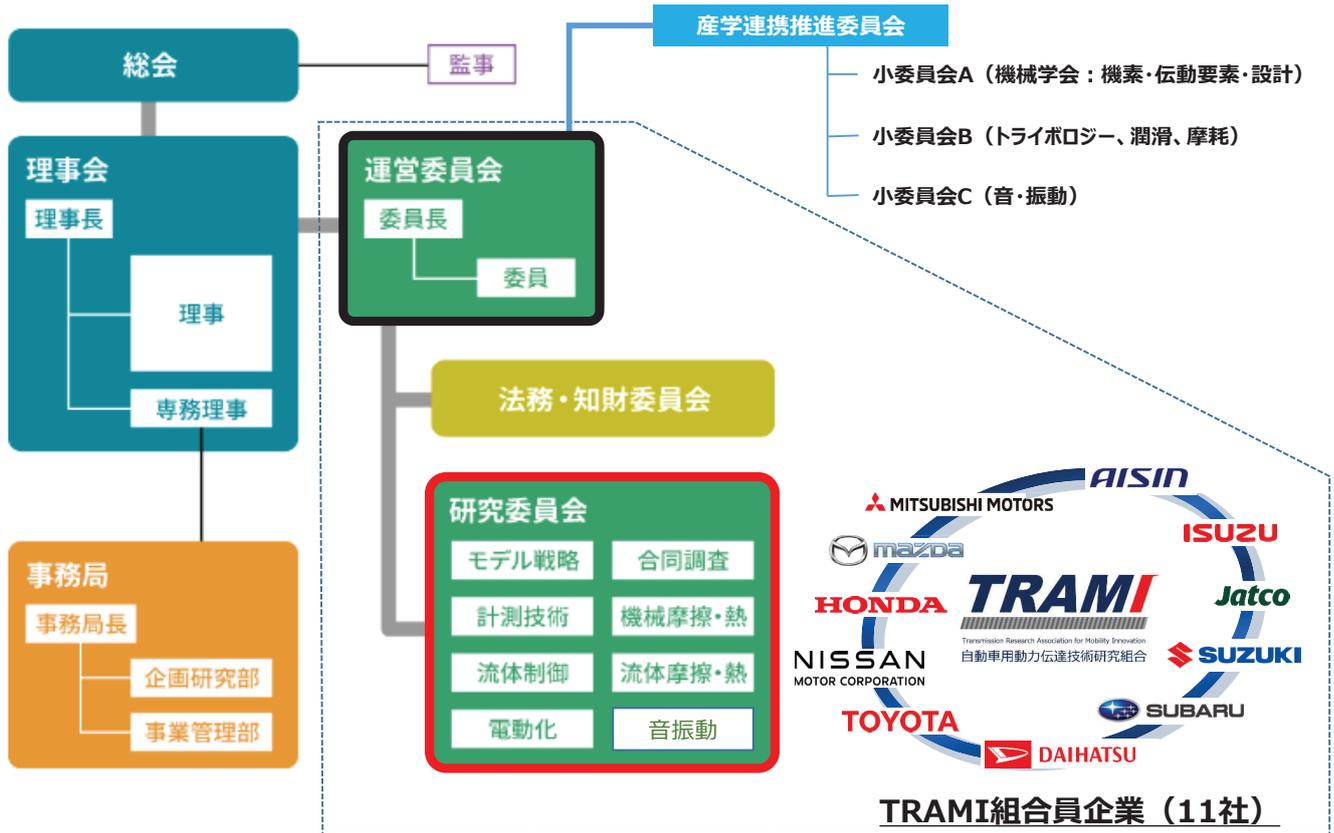
TRAMIの扱う研究領域は、
自動車用のパワートレイン（モータ本体含む、ENG以外）全体



■カーボンニュートラル実現に向けてTRAMI領域の重要性は一段と高まっている



■上記5つの施策により、学の研究活動を産の技術開発・
将来の技術革新へと繋げる



研究活動（産のニーズによる研究）

- | | |
|-------------|--|
| モデル戦略研究委員会 | トランスミッションのシミュレーションモデルの深化
電動車モデルの精度向上 |
| 合同調査研究委員会 | 測れないものを測れるようにする。
潤滑油内の気体濃度測定、ギヤ噛合い歯面の油膜厚
測定を実施 |
| 計測技術研究委員会 | 金属間接触部、摺動部の摩擦コントロール |
| 機械摩擦・熱研究委員会 | 油圧制御の高精度/高効率化技術 |
| 流体制御研究委員会 | 差回転要素の流体摩擦および熱現象の解明 |
| 流体摩擦・熱研究委員会 | 電気駆動について小型・高効率化に向けた基礎研究 |
| 電動化研究委員会 | 電動化による音振動要求高度化に対応 |
| 音振動研究委員会 | |

FY21 Aスキーム研究テーマ及び委託先

研究会/分科会	テーマ名	委託先	新	継
モデル戦略	モデル流通のための使ってもらえるモデルの構築	図研モデリンクス	○	
	電動HEVモデルを用いた燃費最適化制御ユースケースの研究	千葉大SERC	○	
合同調査	電動車 運動・熱モデル同定データの計測	小野測器	○	
計測技術	潤滑油に含まれる気体濃度を計測可能な原理の研究	大阪市立大 菜嶋研	○	
	高回転時のギヤ噛合い部の油膜厚と測定原理の研究の探索	研究会内	○	
機械摩擦熱	接触部の境界～混合潤滑領域の検証	九州工業大 西川研		○
	トライボフィルム及び表面テクスチャーの摩擦特性解析	東京理科大 佐々木研	○	
摩擦伝達	摩擦伝達要素のトライボコントロール理論検証	室蘭工大 成田研	○	
	トラクションローラの高回転時における動力伝達特性に関する研究	東海大学 山本研	○	
	トラクションローラの高回転時における油膜形成、油流れに関する研究	東海大学 落合研	○	
機械伝達	摩擦伝達要素の摩擦ベクトルを加味した面圧、滑り状態解析	同志社大 大窪研		○
	高速回転・高PVギヤのかみ合い摩擦・スカフティング摩擦に関する研究	鳥取大学 本宮研	○	
流体摩擦熱	超高回転時のギヤ挙動(歯面潤滑状態・かみ合い起振力)の準備研究	研究会内	○	
	高速回転環境での潤滑油流れの解明	千葉工大 加藤研	○	
流体制御	電磁弁における動的挙動の研究	横濱国大 佐藤研	○	
	気泡生成技術の研究	横濱国大 佐藤研		○
	油圧インピーダンスの研究	横濱国大 眞田研		○
電動化	油圧剛性と油への気泡の溶解析出に関する研究	法政大 田中研		○
	オイルポンプの研究	豊橋技科大 柳田研		○
	モータ起振り同定、及び計測精度向上の研究	横濱国大 赤津研	○	
音振動	磁性材料の磁気特性の研究	京都大 松尾研		○
	油冷モータのコイル内部のオイルの流れ場・伝熱現象の解明	大阪府大 須賀研		○
	油冷モータのロータ/ステータGAP部の流れ場・伝熱現象の解明	大阪府大 須賀研	○	
	油冷モータ内部の混相流体の流れ場の研究 (GAP部)	筑波大 阿部研		○
	油冷モータ内部の混相流体の流れ場の研究 (COIL END部)	筑波大 阿部研		○
電動車	電動モータ振動伝達特性予測	岐阜大 古谷研	○	
	電動車 快音化指針の構築	豊橋技科大 松原研 明治大 齋藤研 中央大 戸井研		○

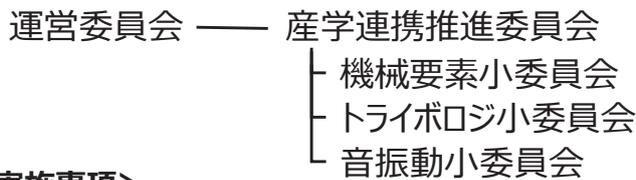
■ 学研究委託先は18大学(5増0減)、22研究室(7増2減) → 学の拡がりを進められている

産学連携の拡大（学シーズの取り込み）

<活動の考え方>

学研究活動の拡大に向けて、**萌芽的（学シーズ）研究を取り込み**TRAMI活動に参画してもらう。
産学の連携強化・学の活性化により持続的なテーマ運営の道筋をつける。

<推進体制>



<実施事項>

2020年度はトライアルとして**公募で4件を採択**（応募9件）

- 機械要素 京都工繊大 岡山大
- トライボロジ 大分大学 東京海洋大学

↓ **規模拡大**

2021年度は**公募で5件を採択**（応募12件）

- 機械要素 早稲田大
- トライボロジ 京都大 名古屋工業大
- 音振動 神奈川大 九州大

産ニーズにつながる学シーズテーマを支援



■ 学シーズの取り込みの為、研究公募をスタートし、規模拡大中

【FY21 採択研究の概要】

機械系(1), トライボ系(2),(3) 音振動(4), (5)

（1）ターボチャージャ軸受で発生する摩擦損失を予測する数理モデルの構築：

上道 茜（早稲田大学・准教授）

ターボチャージャの軸受を対象としているが、この数理モデルは歯車装置の低損失化にも密接にかかわると思われることと、研究者の将来性に期待感を持っている。

（2）*原子間力顕微鏡と金属ラインパターン作製技術の併用による潤滑添加剤吸着層の精密摩擦測定：

山下 直輝（京都大学・特定研究員）

歯車の滑り現象の多くは固体面同士が接触する境界潤滑状態にあり、表面被膜が摩擦力低減に寄与すると考えられている。この部分の詳細な評価を行うための実験研究である。（*技術革新的内容を含む研究と位置付け）

（3）表面プラズモン共鳴を利用した狭小すきま摺動面での油膜圧力分布計測：

前川 寛（名古屋工業大学・准教授）

混合潤滑および流体潤滑域において損失低減のための潤滑油膜の最適化を目標として、従来観察が困難であった油膜圧力分布の可視化を目指す研究である。

（4）振動エネルギーの伝達特性に着目した振動を伝えないトランスミッションの設計手法：

栗原 海（神奈川大学・特別助教）

SEA法をトランスミッションに適用して、低振動設計を目指す研究であり、幅広い周波数範囲での振動応答を適正化することができる可能性のある研究である。

（5）梁状部材に設置した粘弾性体の付加質量・付加減衰モデルおよび制振設計方法の提案：

石川 諭（九州大学・准教授）

制振技術の一つが減衰系を付加することであるが、これに粘弾性体を用いることによって複数の共振振動数に対して減衰効果を期待できる方法の開拓である。

ステークホルダーの皆様

TRAMI活動に賛同・サポート

賛助会員（10社）

株式会社エフ・シー・シー
株式会社オートテックジャパン
株式会社東陽テクニカ
株式会社リケン
株式会社山田製作所
日本イーエスアイ株式会社
東洋電機製造株式会社
株式会社ファソテック
ファンクションベイ株式会社
ENEOS株式会社

研究テーマを組員と共同で実施

共同研究企業（14社）

ニュートンワークス株式会社
オイレス工業株式会社
株式会社不二越
シェフラー・ジャパン株式会社
ユニプレス株式会社
株式会社エクセディ
株式会社小野測器
オートマックス株式会社
NOK株式会社
日本精工株式会社
株式会社明電舎
GKNドライブラインジャパン株式会社
株式会社ジェイテクト
大同特殊鋼株式会社

世界TOPクラス 駆動系の調査

共同調査参加（6社）

株式会社不二越
株式会社小野測器
株式会社明電舎
日本精工株式会社
ユニプレス株式会社
株式会社山田製作所

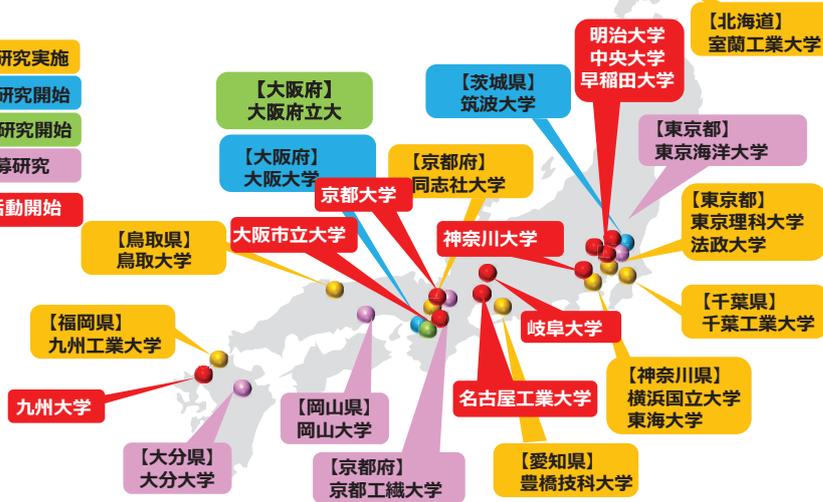
■ 数多くのステークホルダーの皆様のご協力にて活動中

2018年度 10大学12研究室
 2019年度 12大学15研究室
 2020年度 17大学20研究室

2021年度 26大学32研究室
 と研究活動実施



- 2018年度より研究実施
- 2019年度より研究開始
- 2020年度より研究開始
- 2020年度公募研究
- 2021年度 活動開始

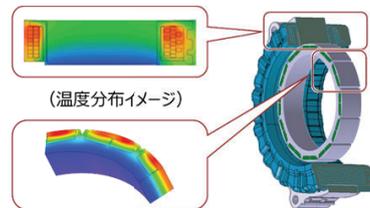


今後の方針

重点技術領域を設定

(1) 高効率・小型を可能とする**モータ技術**

- ✓ 効率スイートスポットが結構狭い
- ✓ 損失により熱が発生、熱対策重要
- ✓ 結構重くてでかい



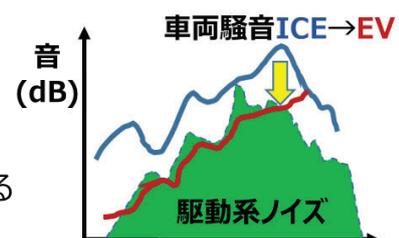
(2) モーター駆動に対応する**ドライブトレイン技術**

- ✓ エンジンと比較して数倍の高回転化



(3) **音振動**要求レベル高度化の対応

- ✓ 内燃機関の暗騒音がなくなるため音感度が高くなる
- ✓ ドライバーの操作が連動しないため振動感度が高くなる



- 重点技術領域として上記3つを設定し、
カーボンニュートラル実現に向けた研究を加速

➤ 時代が変化しても、動力を伝達する技術がなくては
何も動かさない。

➤ 時代に合わせて、動力を伝達する技術は
これからも進化し続ける。

日本の技術力を支える産学の皆様と共に

次の時代に必要とされる技術を探求し続けたい

TRAMIの活動事例紹介

Cスキーム活動報告

◎柴本 亨 ◎松田 伊織
 石田 岳志 堀 哲雄
 (トヨタ自動車株式会社)

◎プレゼンター

Cスキーム～共同実施大学の紹介～



東京理科大学
星研究室

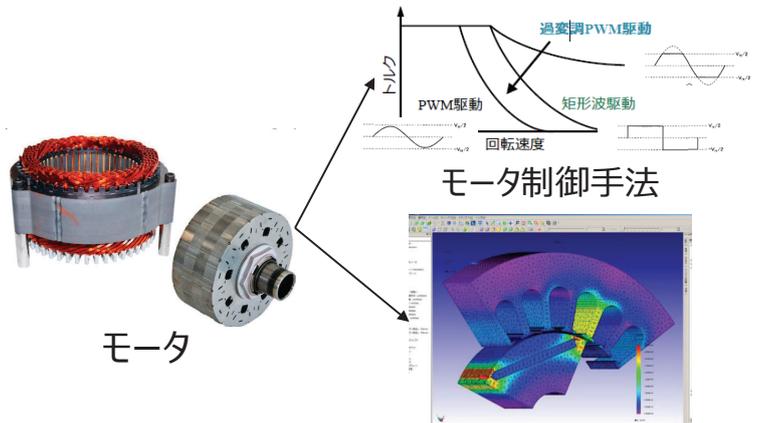
星 伸一 教授

研究室の研究対象

- パワーエレクトロニクス分野
- ・電力変換回路
 - ・**モータ制御**
 - ・水素エネルギー



燃料電池自動車



モータ

モータ制御手法

電磁気解析

モータ制御を通じ、解析～単体検証～実車検証までご経験

研究と製品開発をどう結び付けるか？

⇒学生と若手企業人材の交流を通じ、人材育成につなげる



自分達で
考えられる力

- ① **研究が製品に与える嬉しさ**を考える
- ② **機能ブロック図**で確認項目を考える
- ③ 自分達で**ものを見る、実験**を考える



もっと製品開発を意識できる
技術者を共に目指す

研究についての技術議論、計画立案を開始

研究テーマ

IPMSMの低振動・低騒音・高効率駆動の研究

～MG制御の違いが与えるモータ特性の差を見極める～

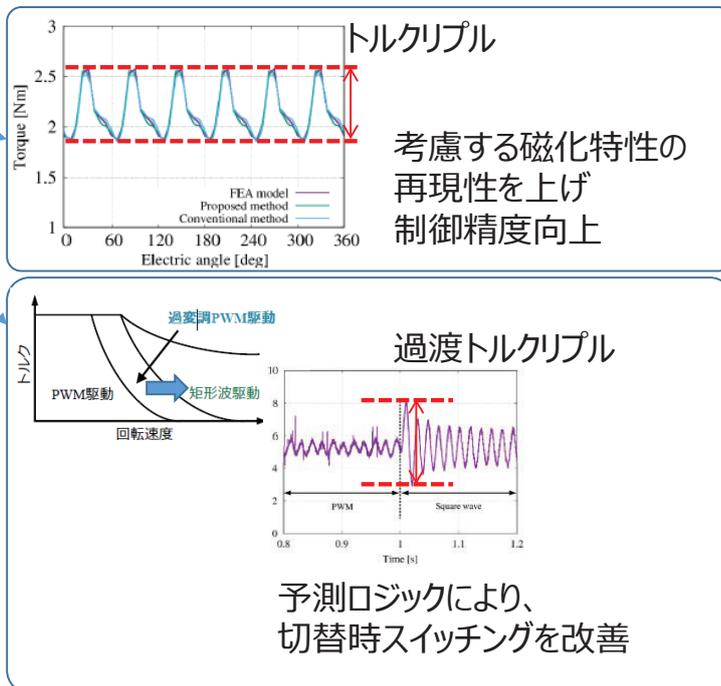
No	小テーマ	学生	TRAMI
1	過渡的な磁化特性を考慮したトルクリップル抑制	M1 Kさん	柴本
2	モード切替時の過渡トルクリップル抑制	B4 Muさん	松田
3	電氣的モータパラメータから設計パラメータ導出	B4 Msさん	石田SK
4	変調法の違いによる効率・トルク脈動・振動影響	B4	未定
5	広範囲効率測定	B4 Yさん	未定
6	SPEA2(最適化)によるトルク脈動抑制制御	(Kさん)	未定

小テーマ毎、学生とTRAMIで1on1体制

研究テーマ

IPMSMの低振動・低騒音・高効率駆動の研究
～MG制御の違いが与えるモータ特性の差を見極める～

No	小テーマ
1	過渡的な磁化特性を考慮したトルクリプル抑制
2	モード切替時の過渡トルクリプル抑制
3	電氣的モータパラメータから設計パラメータ導出
4	変調法の違いによる効率・トルク脈動・振動影響
5	広範囲効率測定
6	SPEA2(最適化)によるトルク脈動抑制制御



MGのトルク変動を様々な制御ロジックでコントロールしようとするもの

研究テーマ

IPMSMの低振動・低騒音・高効率駆動の研究
～MG制御の違いが与えるモータ特性の差を見極める～

No	小テーマ	学生	TRAMI
1	過渡的な磁化特性を考慮したトルクリプル抑制	M1 Kさん	柴本
2	モード切替時の過渡トルクリプル抑制	B4 Muさん	松田
3	電氣的モータパラメータから設計パラメータ導出	B4 Msさん	石田SK
4	①リモートベース活動('21/4~) ②OEM2社様と現地現物でディスカッション(10/21,22)		
5	広範囲効率測定	B4 Yさん	未定
6	SPEA2(最適化)によるトルク脈動抑制制御	(Kさん)	未定

上期の進捗報告は
2小テーマ

上期の成果・経過と直近の成果をまとめてご報告

リモートベース活動 ～研究のディスカッション・オペレーション～

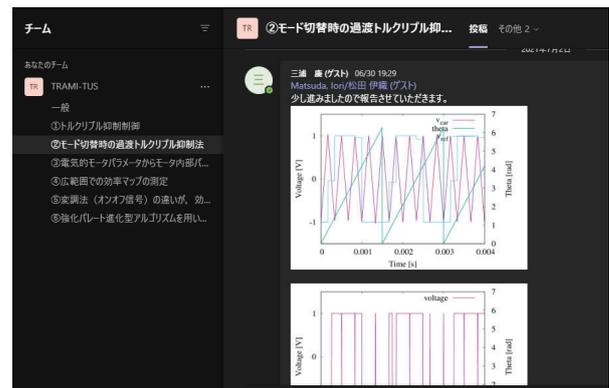
やりとりの工夫

コロナということもあり、最小限の出張+リモートツール活用で工夫

ある1週間の予定



やりとりの工夫



現地にいけない分
細かく議論できる場を用意

研究室×TRAMIのTeams立上げ
テーマ議論をチャットで容易に

行き詰っても、直ぐに対応できる環境を構築

研究室とこまめに相談できる環境を、極力リモートベースで構築
(出張対応は、オープンラボ確認、10月末現物ディスカッションのみ)

研究テーマ

IPMSMの低振動・低騒音・高効率駆動の研究
 ～MG制御の違いが与えるモータ特性の差を見極める～

No	小テーマ	学生	TRAMI
1	過渡的な磁化特性を考慮したトルクリプル抑制	M1 Kさん	柴本
2	モード切替時の過渡トルクリプル抑制	B4 Muさん	松田
3	電気的モータパラメータから設計パラメータ導出	B4 Msさん	石田SK
4	変調法の違いによる効率・トルク脈動・振動影響	B4	未定
5	広範囲効率測定	B4 Yさん	未定
6	SPEA2(最適化)によるトルク脈動抑制制御	(Kさん)	未定

想定を超えて…
 上期進捗：◎

学生がM1ということもあり、上々の滑り出し

基本的な学生との進め方

日ごろの業務プロセスを、学生とのやり取りに導入

一般的な研究室(イメージ)



普段の業務の流れを取り入れ

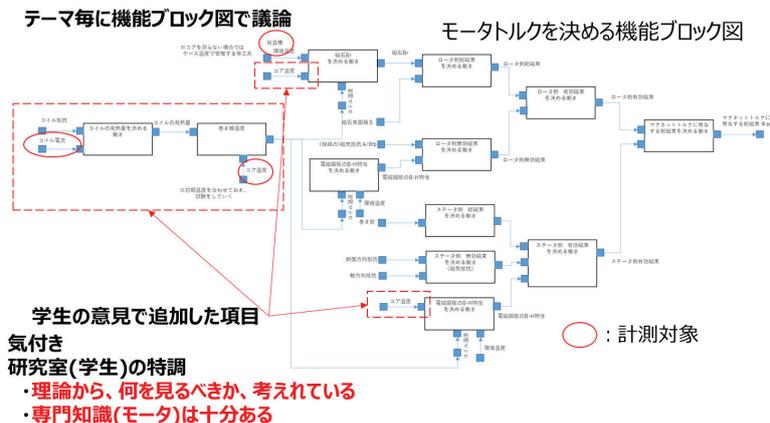


学生に、自分の研究のことを考えさせ
 知見者として、手詰まりを上手く解決するのが狙い

課題把握の為に 機能ブロック図を活用



機能ブロック図



学生と共に作成し、相互に理解し合う為に活用
先生にもご好評!!

評価前DRと評価準備

実物交え、評価のやり方をDR 計測手法も伝授



実験の仕方OJT

計測対象のモータ

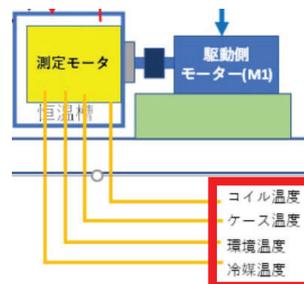
再組付時、レゾルバ誤差大丈夫そう?

どう配策する?

どこ測る?



Q1. 温度平衡を見る為に
どこを温度測定するべきか?



ここは
測定できる
様にしたい

Q2. 使う温度センサと接着剤は?

センサ : T型熱電対

モータ直付サーミスタ

接着剤 : 瞬接×、2液エポキシ○

実機を見て研究の為に必要な計測手法を一緒に考える
学生に計測の為にノウハウを伝授

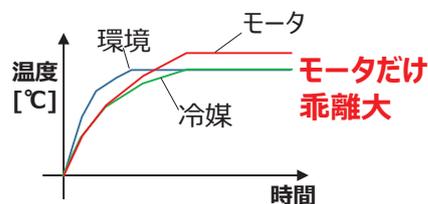
各試験時の立ち上げをサポート
やりたい事をやれそうか、日々共有



ある日のDR

温度管理しながら行う試験初日

環境温度	モータ温度	冷媒温度
60℃	80℃	60℃



学生：熱源であるモータ温度が高いのは正常です。

私達：本当にそう？水冷式のジャケットタイプで、乖離大に違和感…
MGを通电せずに確認 **モータ温度にずれ有り**

機能ブロック図を使い、サーミスタの定数間違い抽出

⇒追加試験で要因解明!!(即日対応) 試験は学生が考案(成長)

結果をタイムリーにやり取りし、トラブルシュートにも対応
学生の計測器に対する興味・理解に繋がった

ここまでの成果+今後

学生の成長で予定より少し早いペースで実施

オープンラボ評価計画(当初)

評価テーマ	担当	所属	担当	2021.5.15	2021.6.1	2021.6.14	2021.6.28	2021.7.5	2021.7.12	2021.7.19
トルクリプル抑制制御	河原崎	柴本	論文投稿	4項目検討完了	追加項目検討	温度因子の検討(恒温槽使用)	追加項目検討	追加項目検討	追加項目検討	追加項目検討
				追加項目に関する補償法実装	追加項目に関する補償法実装	追加項目に関する補償法実装	追加項目に関する補償法実装	追加項目に関する補償法実装	追加項目に関する補償法実装	
				パラメータ変動対策	パラメータ変動対策	パラメータ変動対策	パラメータ変動対策	パラメータ変動対策	パラメータ変動対策	
				生じた余裕で +α 評価実施	余裕	余裕	余裕	余裕	余裕	

成果目標

学術論文誌：2件

学会発表：4件

現状：'21/8 学会投稿1件済

温度に対する磁化特性予測式の実証

⇒SQC手法での解析に取り組む

'21年12月に評価予定

学会1件エントリー済
SQCを伝授し、学会、論文投稿を更に後押し

一連の評価を終えて…

M1 Kさんに直撃!!



No	感想・意見
1	実験のサポートは非常に助かる (計測器、トラブルシュートetc.)
2	計測知識を知ることが出来て 計測方法に対する理解も深まり、 計測器メーカーに興味(意外)
3	色んな話(知識)が出てくるが、それは 多岐にわたる業務経験からくるもの？ 日常どういう業務やってるのか知りたい
4	試験計画立案の重要性が伝わった 試験の良し悪しも、準備次第

No.2⇒『(株)小野測器様ウエビナー』召致に大喜び!!

No.3⇒ちょっとしたMBD業務紹介をしてみる？

特に彼の場合はMBD(熱)に興味がありそう…なので

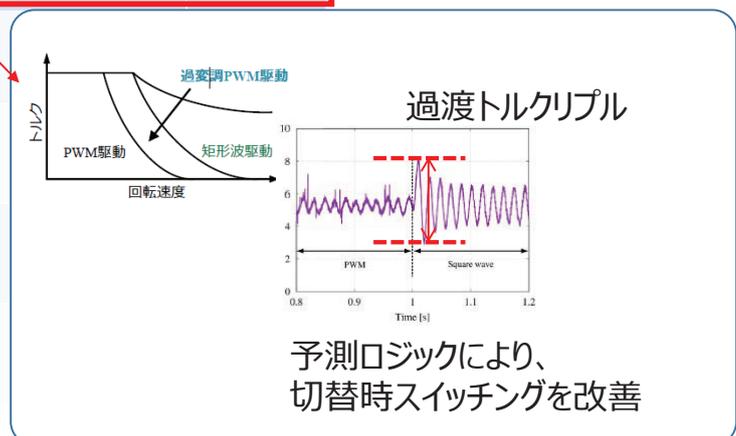
学生からの企業(自動車、計測器業界)
に対するイメージUPにつながってきている!!

研究テーマ

IPMSMの低振動・低騒音・高効率駆動の研究
～MG制御の違いが与えるモータ特性の差を見極める～

No	小テーマ	学生	TRAMI
1	過渡的な磁化特性を 考慮したトルクリプル抑制	M1 Kさん	柴本
2	モード切替時の 過渡トルクリプル抑制	B4 Muさん	松田
3	電氣的モータパラメータ から設計パラメータ導出		
4	変調法の違いによる 効率・トルク脈動・振動影響		
5	広範囲効率測定		
6	SPEA2(最適化) によるトルク脈動抑制制御		

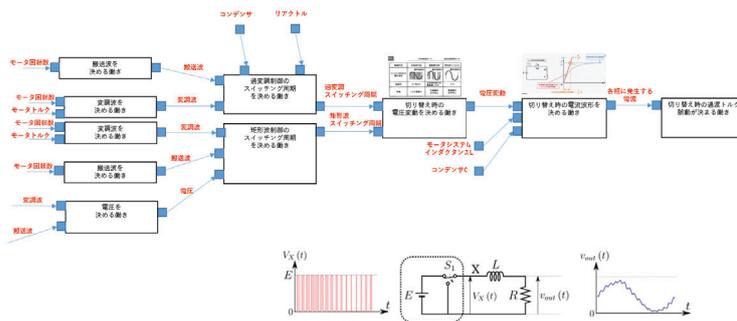
上期進捗：△



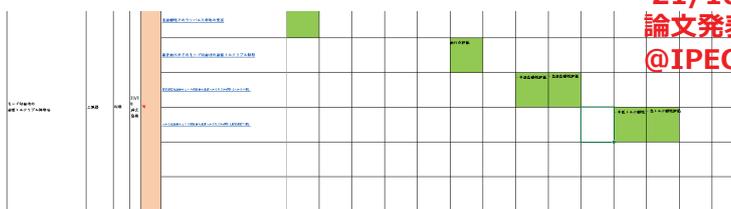
学生がB4で覚えて、教え教わり、磨き合う!!

機能ブロック図

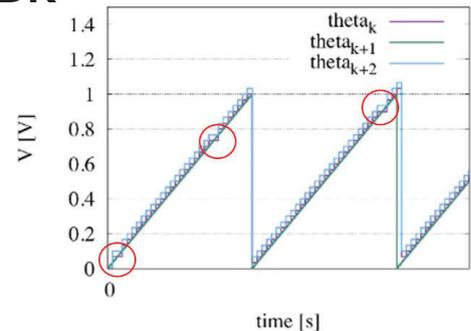
過渡トルクリプルの機能ブロック図



試験計画作成



波形DR



最初は制御について、右も左もわからなかった…
学生と同じテキストを片手に自身も勉強

まさかの出来事…

コントローラ標準PEVボードのままでは、
やりたいことができなさそう…

PEVボードでやっていたこと



IPFPGAボードの活用を検討中



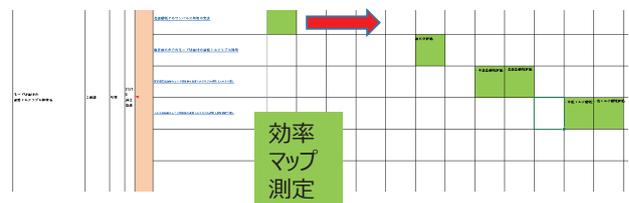
プログラム作成に時間がかかり、
評価日程に遅れ発生



- ①PWM信号生成
- ②AD入力機能
- ③エンコーダ(モータの角度)を読み取る機能

サンプルプログラムに

- ①PWM信号生成機能, ②AD入力機能はあり。
- ③エンコーダを読み取る機能を追加する必要がある。
⇒IPFPGAボード用のプログラムを自ら作成



IPFPGA実装を前出しし、やりたい事を実現するため、技術習得中
⇒学生のレベルUP

私の気持ち



- ・質問ばかりでアドバイスできない・・・
- ・知見がない私がTRAMIの窓口で、学生はどう思っているだろう？

学生の思い



- ・企業の人と関われるいい機会
- ・質問してくれた方が自身の理解も深まる
もっと、質問してほしい

学生の技術者としての成長がすさまじい
置いてかれまいと必死!!だから成長する!!

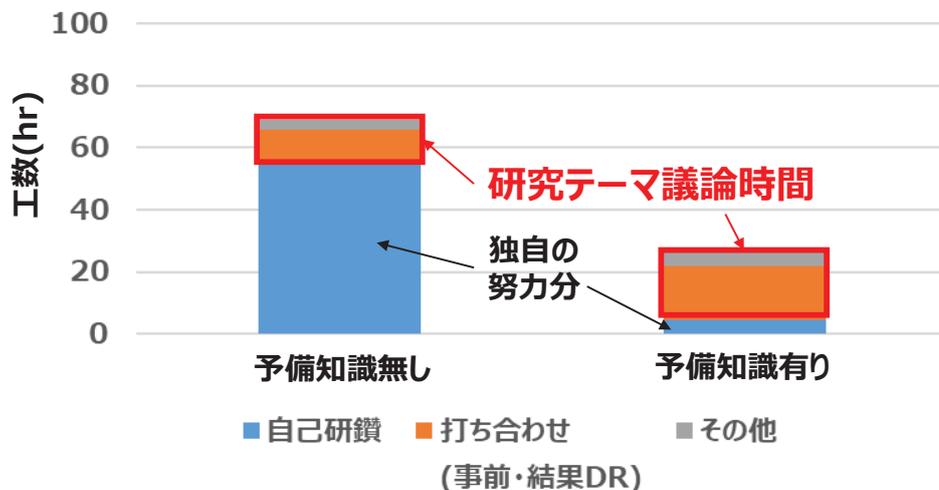
今回見えてきたこと～メリット～(学生・メンバー意見)

	東京理科大 学生 	私達 
1	実験サポートは非常に助かる (計測器、トラブルシュートetc.)	学生の制御面の知識は感服 ついてく為には、 自己研鑽必要 だから 自ずと成長できる
2	計測知識を知ることが出来て 計測方法に対する理解も深まり、 計測器メーカーに興味有り(意外)	学生を後輩、若手と考えて、 人材育成を学べる 自社内でなくてもやれる一つの例
3	色んな話(知識)が出てくるが、それは 多岐にわたる業務経験からくるもの？ 日常どういう業務やってるのか知りたい	その道のプロじゃないことが 申し訳ないこともあったが、 だからこそその役割を果たせる (学生の成長促進等)
4	試験計画立案の重要性が伝わった 試験の良し悪しも、準備次第	

お互いに「自身の成長」を実感できている

どのくらい気軽にやれるものなのか？

Cスキームでの活動(現状実績)



研究テーマ議論に割く時間は、**20~25hr/テーマ+努力分**

年間工数の最小2%を捻出すれば、何かしら成長できる
(人材指導、技術力向上etc…)

Cスキームに複数のOEM様よりご参画

研究テーマ

IPMSMの低振動・低騒音・高効率駆動の研究
~MG制御の違いが与えるモータ特性の差を見極める~

No	小テーマ	学生	TRAMI
1	過渡的な磁化特性を考慮したトルクリップ抑制	M1 Kさん	柴本
2	モード切替時の過渡トルクリップ抑制	B4 Muさん	松田
3	電氣的モータパラメータから設計パラメータ導出	B4 Msさん	石田SK
4	変調法の違いによる効率・トルク脈動・振動影響	B4	未定
5	広範囲効率測定	B4 Yさん	未定
6	SPEA2(最適化)によるトルク脈動抑制制御	(Kさん)	未定

10/初旬~
(株)SUBARU、
マツダ(株)…
各OEM様よりお声がけ
まずは一緒になって入り込み

複数のOEM様にリモートベースでご参画頂いております！！

現地現物のディスカッション

10月出張取り組み～学生とのマンツーOJT(初)～

現地現物で学生とマンツーで実験
お互いの立場で互いにOJT!!

生波形でのディスカッション



制御改良点相談



その他データ整理の仕方,波形の見方等々...

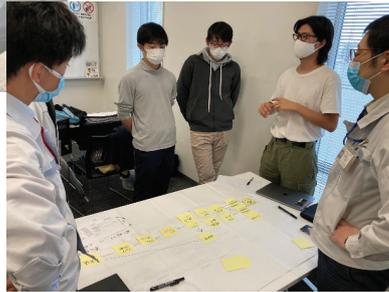
産業：うまくやりくりする手段(つて、術)を伝える

学生：研究の深い部分(技術)を伝える

研究に産業が入り込み、お互いの『うまみ』が出てきた
Cスキームの産学の距離感だからこそ生まれるもの

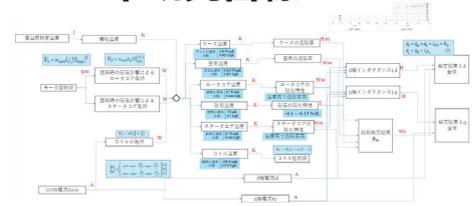
学生と研究の進め方を議論
 学生と共にOEM2社様を交えMBD議論

機能ブロック図を考えあう姿
 with Teams

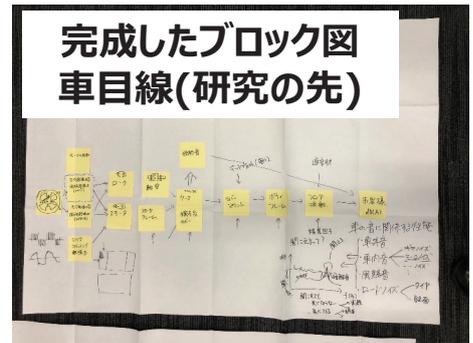


こうなんじゃないか?
 from Online

完成したブロック図
 本研究目線



完成したブロック図
 車目線(研究の先)



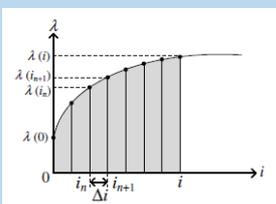
新しい見方、考え方を学生と共に議論

学生に加え、若手技術者も混ざり議論
 お互いの技術研鑽、知見(様々な技術)を共有

ディスカッションを通し、研究を進める推進力に

学生・研究室の強み
 (実現したい事)

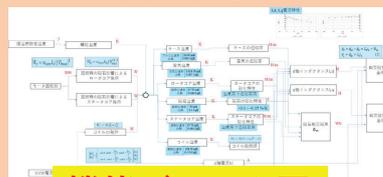
踏み込んだ技術



実現が難しい!!
 色んな知識必要

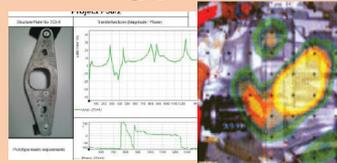
産業界の強み

モデル化の考え方



機能ブロック図

評価方法



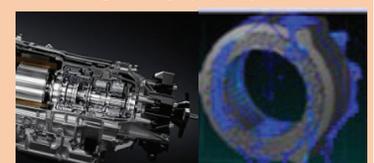
振動、ノイズetc

計測技術



テレメータ

別領域の知見



ギヤ、冷却etc

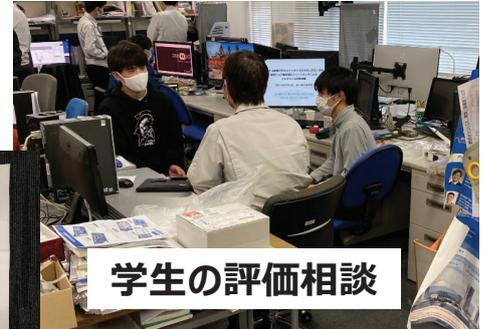
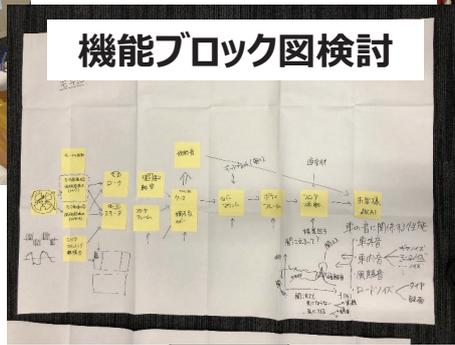
一緒にやればもっと早く、色んなことを知れる!!

学生・研究室でやれることが、もっと膨らむ
 やれることも増える! 優秀な人材も育つ!

これまでの取り組みで、率直に意見交換

産：自らを磨きつつも、優秀なエンジニアが必要

学：EVシステムを考えられる人材が必要



学生と互いを磨きあう = 産学連携での成長の姿

産学連携の環を大きくし、Cスキームで出せる成果を最大化

下期に実験・検討を予定している
テーマ一覧

No	小テーマ	学生	TRAMI
1	過渡的な磁化特性を考慮したトルクリプル抑制	M1 Kさん	柴本
2	モード切替時の過渡トルクリプル抑制	B4 Muさん	松田
3	電氣的モータパラメータから設計パラメータ導出	B4 Msさん	石田SK
4	変調法の違いによる効率・トルク脈動・振動影響	B4	未定
5	広範囲効率測定	B4 Yさん	未定
6	SPEA2(最適化)によるトルク脈動抑制制御	(Kさん)	未定

下期予定
テーマ

設備計画
都合で
今季トロッ

下期も学生を全力サポートしていきます!!

TRAMI 22年度研究方針

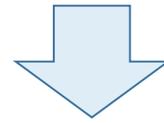
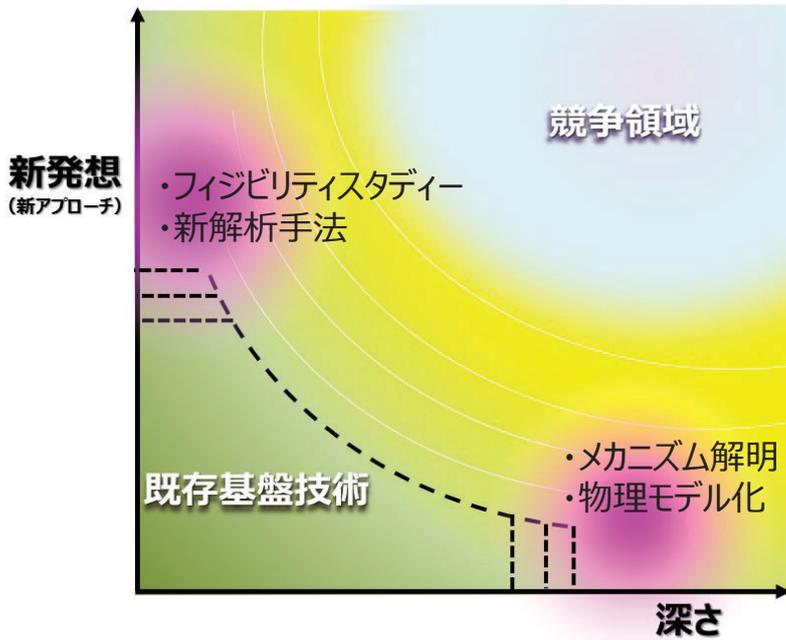
森 淳弘
運営委員
(日産自動車株式会社)

Contents

1. TRAMI研究の狙いと領域
2. TRAMIの重点方針
3. 研究テーマ設定

✓ 新たな時代に対応するため、産学連携による基盤技術力の拡大強化

狙いの研究領域
 (深さ) メカニズム解明と物理モデル化
 (新発想) 技術革新へのフィジビリティスタディー、新解析手法等

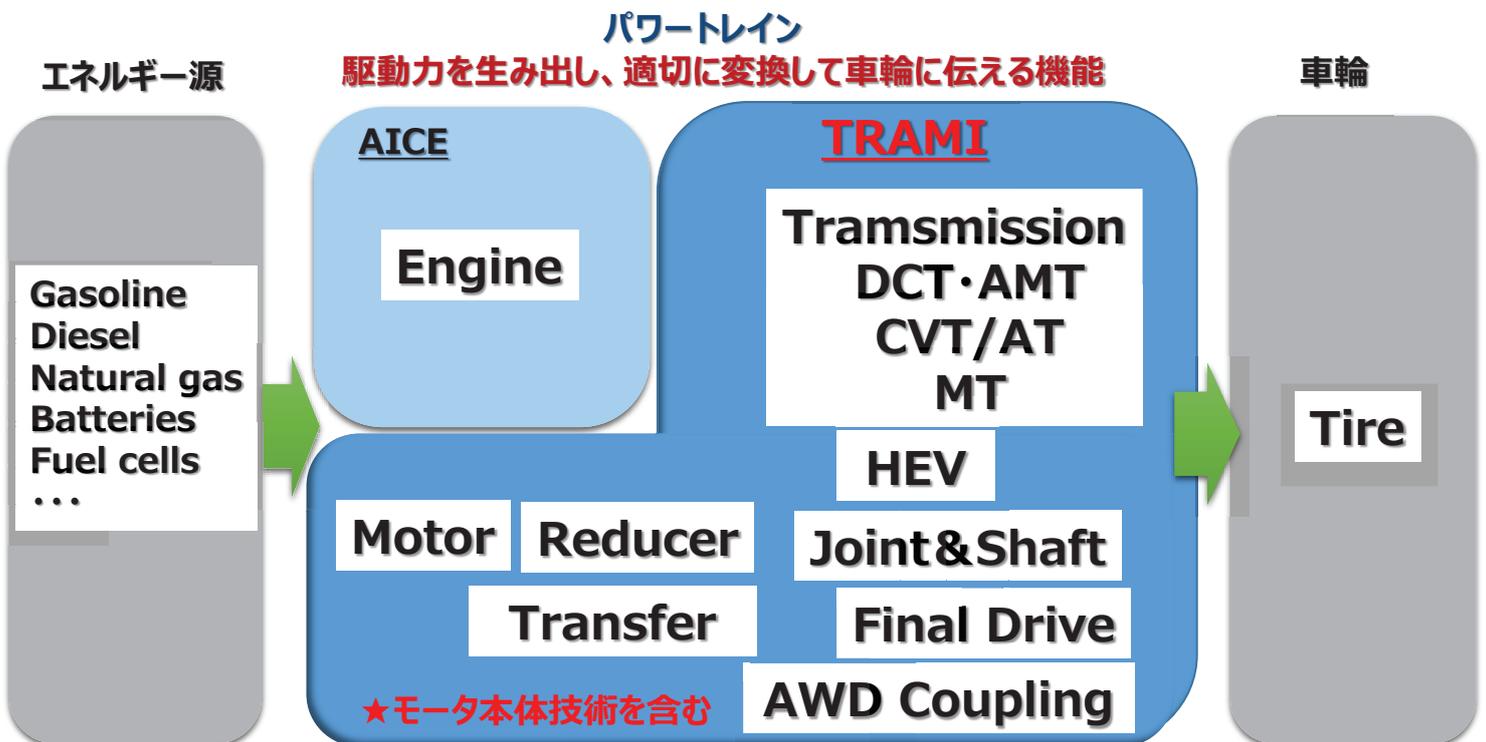


- ✓ 個社の技術開発力の革新
- ✓ 次世代の産学人財育成
- ✓ 産学サイエンス進展



TRAMIが扱う研究領域

TRAMIの扱う研究領域は、
自動車用のパワートレイン（モータ本体含む、ENG以外）全体



- 中長期的なCO2削減目標に対して、電動化が必須
- 自動車に求められる価値が多様化し、自動運転化が加速

Beyond Mobility

CASE

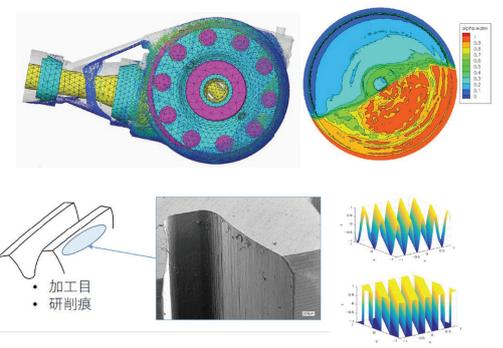
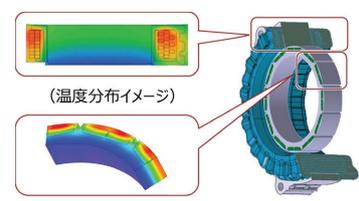
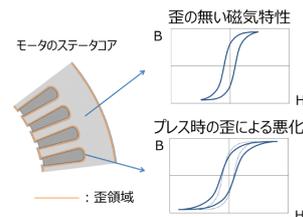
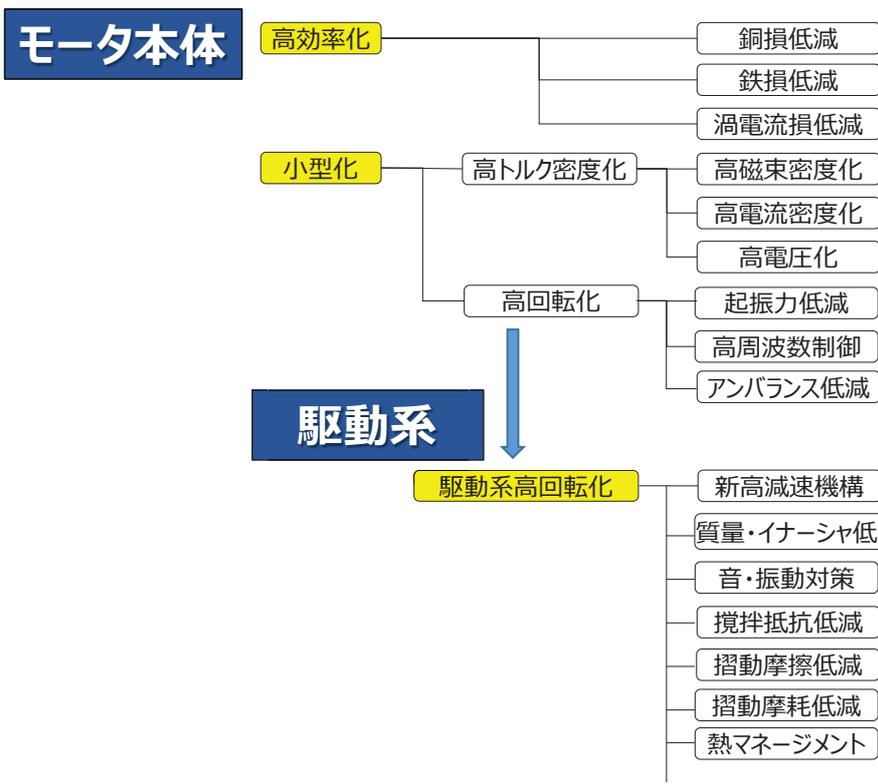
MaaS

Smart City

“2050年までに温室効果ガス排出ゼロ”

“快適空間”

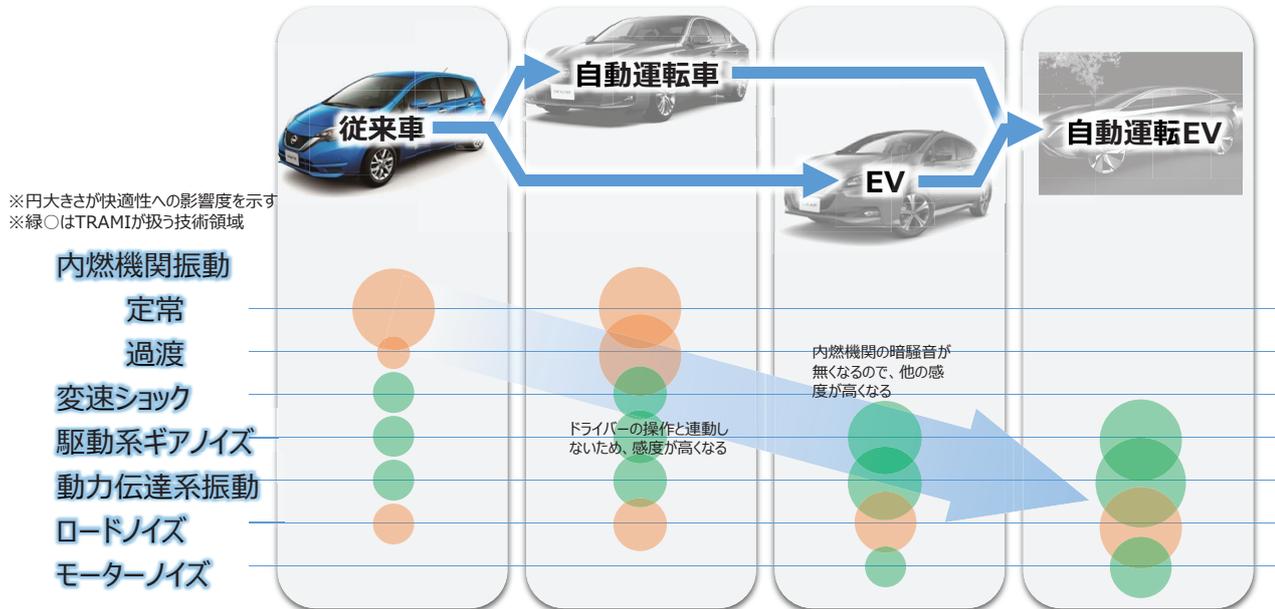
- 電動化に伴い、モータ本体の高効率・小型化の技術や駆動系の高回転化技術の重要性が高まっている



■ 駆動系音振動（NV）課題が増加

- ✓ 電動化により内燃機関の騒音がなく、感度が高くなる
- ✓ 自動化によりドライバーの操作が連動しないため、感度が高くなる

自動化/電動化によって、クルマの快適性に与える影響度の因子が変化する。



産のニーズ調査

■ 企業の研究ニーズ（産のニーズ）情報

- ・組合員企業及びTRAMI賛助会員企業の研究ニーズを集約し合計226件に整理
- ・全研究ニーズについて、賛同率調査を実施
- ➡ TRAMI研究方針とFY22研究テーマの設定に活用

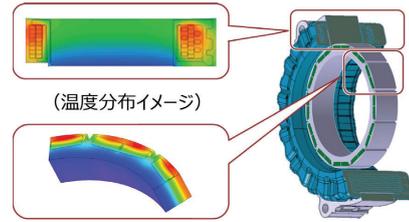
重要情報として賛助会員・共同研究企業に全ニーズリスト公開可能

分類	ニーズ名/研究タイトル	具体的な困りごと、または、背景	明らかにしたいこと、または研究目的	組合員 賛同割合 (%)
燃費	ギヤ高回転化対応技術 (損失・発熱低減)	電動駆動化で、駆動系の使われ方に変化がある(具体的には高回転、高減速比化)が、従来の技術では将来的に問題となる可能性がある。	損失・発熱低減の観点から、高回転・高減速比に適した歯形、表面性状を明確化する。	100
燃費	潤滑表面状態による摩擦係数 μ の予測	表面形状(テクスチャ)の違いや潤滑環境により摩擦係数 μ が異なることはわかっているが、どの形状が摩擦係数 μ への寄与度が高いのか？ またその前提となる潤滑環境によってその寄与度がどれくらい変化するのか？ など工業的な観点(学術的な観点は言うに及ばず)でも十分に摩擦係数が理解できているとは言えない	潤滑環境/運転環境/表面形状(テクスチャ)などの情報から摩擦係数 μ を予測する。	91
燃費	モータ内伝熱のモデル化研究	モータの損失低減、トルクUPの観点より冷却性能向技術を確認して行く。そのためCAEによる予測・設計技術をレベルアップするため動的な隙間流れ、混層流CFD技術の確立が必要	モーター内の伝熱を明らかにし、数値モデル化する研究	91
信頼性・安全性	歯面間油膜状態の計測手法	歯車の性能を維持するうえで、歯面間の油膜の役割は重要である。潤滑油の物性や、運転条件から歯面間の油膜厚さを算出することは可能であるが、実際のかみ合いにおける油膜の状態は明らかでなく、歯車の性能が設計通りにならないことがある。	歯車対の歯面間の実際の油膜状態を高回転まで含めて計測把握する手法	91
信頼性・安全性	歯面間油膜状態の予測手法	歯車の性能を維持するうえで、歯面間の油膜の役割は重要である。潤滑油の物性や、運転条件から歯面間の油膜厚さを算出することは可能であるが、実際のかみ合いにおける油膜の状態は明らかでなく、歯車の性能が設計通りにならないことがある。	歯車対の歯面間の実際の油膜状態を高回転まで含めて精度よく予測する手法	91
信頼性・安全性	潤滑油を保持できる表面テクスチャー	TM効率向上のためには潤滑油量の低減が有効で、今後ますます滑り部の潤滑環境が厳しくなってくる	無潤滑に近い状態でも焼き付かない、潤滑油を保持できる表面テクスチャーを明らかにする	91

TRAMIの重点技術領域として下記3つを設定

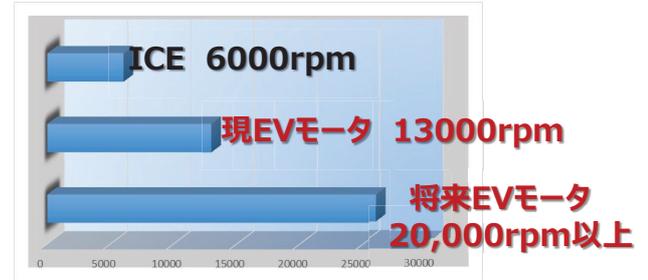
(1) 高効率・小型を可能とするモータ技術

- ✓ 効率スイートスポットが結構狭い
- ✓ 損失により熱が発生、熱対策重要
- ✓ 結構重くてでかい



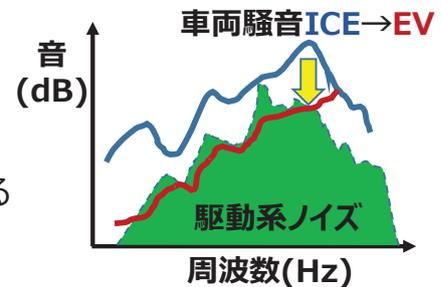
(2) モーター駆動に対応するドライブトレイン技術

- ✓ エンジンと比較して数倍の高回転化



(3) 音振動要求レベル高度化の対応

- ✓ 内燃機関の暗騒音がなくなるため音感度が高くなる
- ✓ ドライバーの操作が連動しないため振動感度が高くなる



研究テーマ設定

✓ TRAMI研究方針に基づき 各研究グループ毎に 研究シナリオ・ロードマップを策定し、2022年度研究テーマを設定

★ 組合員企業と学が議論を重ね、今後必要な重要技術の研究テーマ・内容を熟慮！

電動化 E_Gr. 研究シナリオ 1/2

研究シナリオ 1/2
研究方針に基づく各研究グループの目指す姿(技術)

電動化 E_Gr. 研究シナリオ 2/2

研究シナリオ 2/2
目指す姿に向けた技術的アプローチ

モータを試作せずに、モータ損失や内部温度や振動を予測し、高効率、小型、静粛なモータが設計開発できる

電動化 E_Gr. 研究ロードマップ

研究ロードマップ
研究シナリオに基づく研究の中長期計画

重点方針	主要性能	重要課題	アプローチ	'19	'21	'23	'25	'30
高効率	鉄損低減	応力による鉄損の究明	鉄損低減技術の確立				鉄損低減技術の確立	鉄損低減技術の確立
高効率・小型化	モータ技術							
静粛化	技術							

TRAMI 2021年度研究企画書(1)

研究企画書
研究テーマ毎

研究年度: 2021年度～2023年度

研究シナリオ

研究ロードマップ

研究企画書 (研究テーマ毎)

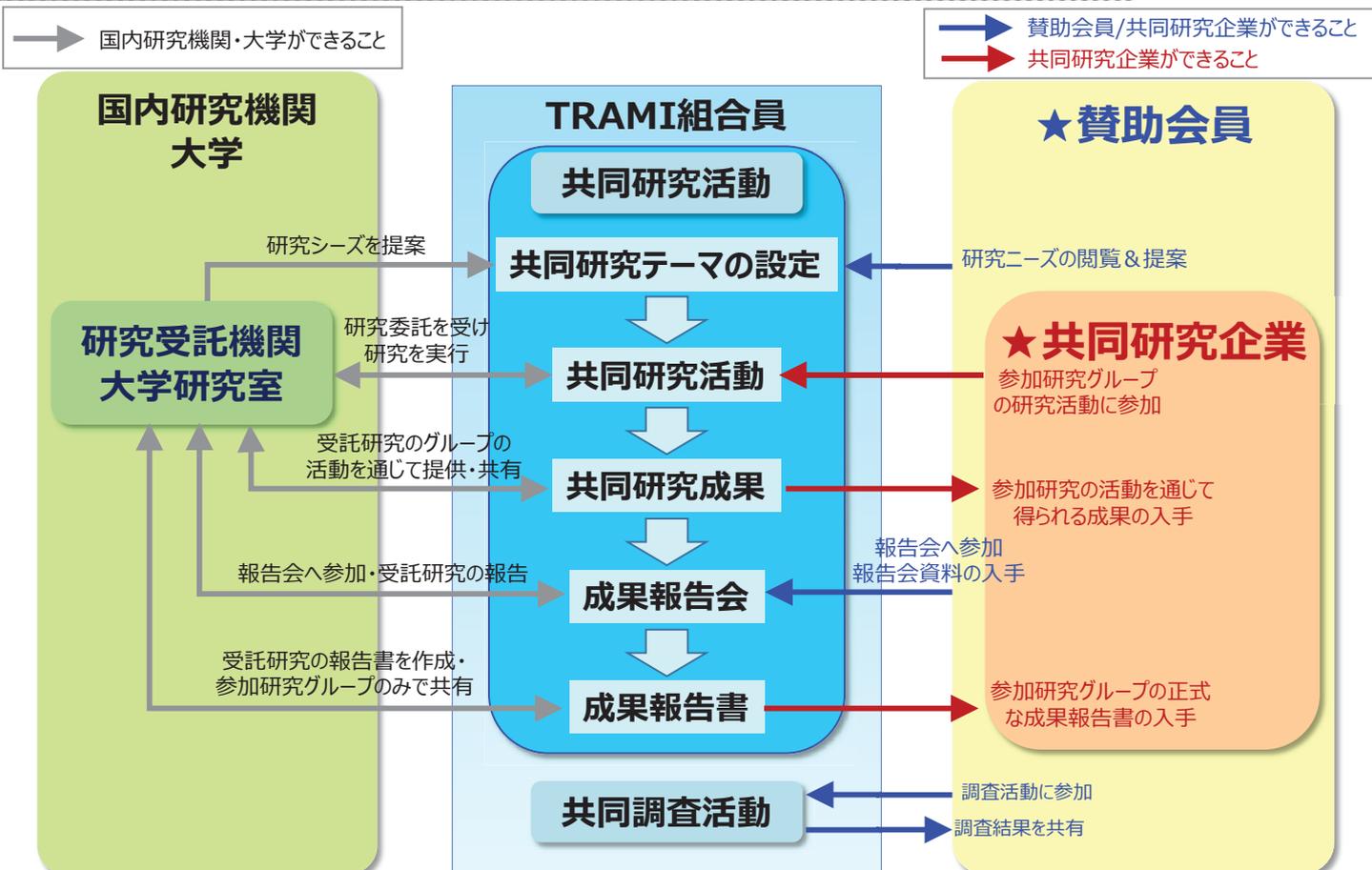
■ 2022年度は20テーマの研究を計画

研究会	2022年度 研究テーマ	委託先予定	研究 Gr
機械摩擦・熱研究委員会	トライボフィルム及び表面テクスチャーの摩擦特性解析	東京理科大	A
	高回転化における摺動部発熱および潤滑油量に着目したトライボ基礎研究	九州工業大	
機械伝達分科会	高速回転・高PVギヤのかみ合い摩擦・スカッフング摩耗に関する研究	鳥取大	
	超高回転ギヤにおける既存設計技術の適用可否検証および課題検討	未定	
摩擦伝達分科会	トラクションローラの高速回転時における動力伝達特性に関する研究	東海大	
	電動化に適した動力伝達機構の検討	研究会内	
流体摩擦・熱研究委員会	高速回転環境での潤滑油流れの解明	千葉工業大	C
	飛沫を伴う攪拌流れの二相流研究	大阪大	
	高回転環境で適用可能な気液二相流モデル化手法の研究	数値流体力学コンサルティング	
流体制御研究委員会	気泡生成技術の研究	横浜国立大	D
	電磁弁における動的挙動の研究	横浜国立大	
	オイルポンプの騒音・ロータ挙動に及ぼす気泡混入影響の解明	豊橋技科大	
	マイクロバブル混入による冷却性能とせん断抵抗の最適化の研究	神戸大	
電動化研究会	油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究 ：流れ場現象解明（GAP部/COIL END空間部）	筑波大	E
	油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究 ：流れ場・伝熱現象予測（GAP部）	大阪府立大	
	油冷モータのコイル内部のオイルの流れ場と伝熱現象の解明 及び予測手法の研究	大阪府立大	
	モータ起振力同定、及び計測精度向上の研究	横浜国立大	
音振動研究会	電動モータ振動伝達特性予測：ステータ	岐阜大/豊橋技科大/明治大	F
	電動車 快音化指針の構築	中央大	
	トルノイズ：ギヤ・スプライン衝突加振力予測	未定	

参加のご案内

賛助会員制度・共同研究企業制度

賛助会員・共同研究企業制度について



詳細はこちらへ https://trami.or.jp/supporting_member/

研究ニーズ

- ・TRAMIにて行う研究活動について、研究ニーズの提案
- ・TRAMI組合員および賛助会員の研究ニーズ集約結果の入手



研究成果報告会

- ・年度末に開催される「研究成果報告会」に参加
- ・成果報告概要（成果報告会でのプレゼン資料等）の入手

報告会等を通じて駆動業界の最新技術を知ることが出来る

共同調査（調査参加資格有）

- ・駆動系部品を調査し、TRAMI組合員と共に考察し、報告書にまとめる
（共同調査に関しては、別途調査費用が必要）

世界TOPランナーの車・部品調査・考察が出来る

共同研究企業の出来ること

詳細はこちらへ https://trami.or.jp/joint_research_partner/

共同研究企業制度概要

- 参画単位：設定する研究グループごとの参画
- 研究の主体：大学(大学に研究委託をして実施する)
- 権利と役割：参加研究に関しては規約・規程に基づいて基本的に組合員同等の権利と役割を有する
（研究会の運営に関する議論は組合員のみ参加としています）

産学の業界代表者とのネットワークが広がる

実際の研究活動に参画

- 年度に複数回実施される研究会等に参加し、研究の進捗・課題・方針等について議論する
- 研究テーマの議論に加えて話題提供等による情報共有を実施

自社開発におけるリーダー人材の育成ができる

共同研究の詳細な成果の入手

- 研究に実際に参画することでのみ得られる詳細な情報

具体的な研究成果を自社の開発に直接役立てられる

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
研究会	◎		◎		◎		◎		◎		◎	
							★ 研究進捗報告会				★ 研究進捗報告会	

注).実施回数・時期・場所は研究ごとに異なります

■ 以下5つの研究グループで共同研究企業を募集いたします

研究会	2022年度 研究テーマ	委託先予定	研究 Gr
機械摩擦・熱研究委員会	トライボフィルム及び表面テクスチャーの摩擦特性解析	東京理科大	A
	高回転化における摺動部発熱および潤滑油量に着目したトライボ基礎研究	九州工業大	
機械伝達分科会	高速回転・高PVギヤのかみ合い摩擦・スカッフング摩耗に関する研究	鳥取大	
	超高回転ギヤにおける既存設計技術の適用可否検証および課題検討	未定	
摩擦伝達分科会	トラクションローラの高速回転時における動力伝達特性に関する研究	東海大	
	電動化に適した動力伝達機構の検討	研究会内	
流体摩擦・熱研究委員会	高速回転環境での潤滑油流れの解明	千葉工業大	C
	飛沫を伴う攪拌流れの二相流研究	大阪大	
	高回転環境で適用可能な気液二相流モデル化手法の研究	数値流体力学コンサルティング	
流体制御研究委員会	気泡生成技術の研究	横浜国立大	D
	電磁弁における動的挙動の研究	横浜国立大	
	オイルポンプの騒音・ロータ挙動に及ぼす気泡混入影響の解明	豊橋技科大	
	マイクロバブル混入による冷却性能とせん断抵抗の最適化の研究	神戸大	
電動化研究会	油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究 ：流れ場現象解明（GAP部/COIL END空間部）	筑波大	E
	油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究 ：流れ場・伝熱現象予測（GAP部）	大阪府立大	
	油冷モータのコイル内部のオイルの流れ場と伝熱現象の解明 及び予測手法の研究	大阪府立大	
	モータ起振力同定、及び計測精度向上の研究	横浜国立大	
音振動研究会	電動モータ振動伝達特性予測：ステータ	岐阜大/豊橋技科大/明治大	F
	電動車 快音化指針の構築	中央大	
	トルノイズ：ギヤ・スプライン衝突加振力予測	未定	

研究Gr._A 機械摩擦・熱 研究委員会

宇治 秀敏
研究委員会リーダー
(いすゞ自動車株式会社)

機械摩擦・熱 A_Gr. 研究シナリオ_1/2

TRAMI
3重点方針

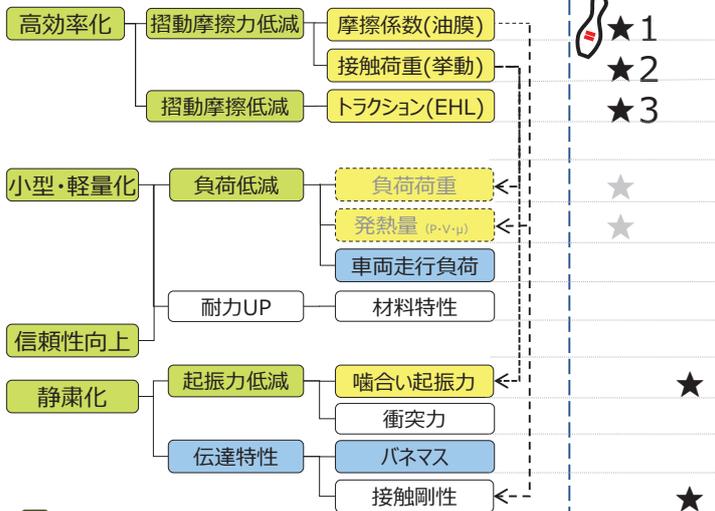
(1)高効率・小型化
モーター技術

(2)高回転化対応
ドライブトレイン技術

(3)静粛化対応
音振動低減技術

電動化に適した動力伝達機構を検討し、新たな開発要素(制御因子)定義、研究テーマ創出
 ✓ 機械摩擦現象/性能の、一番ピンとなる摩擦解明を行い、機械摩擦の制御を可能とする
 ✓ 高回転時のギヤ噛み起振力を解明し、動的状態の起振力解析を可能とする

【主要性能】 【進化の方向性】 【制御したい因子】



高回転 音振

★1
★2
★3

★

★

★

★

緑 : TRAMIとして取り組むべき
 黄 : 機械系研究会でテーマアップ(含、検討中)
 青 : 他研究会で検討中
 白 : テーマアップ可能か検討

TRAMI重点課題対応
(電動化/高回転化/音振)

電動化に適した動力伝達機構の検討

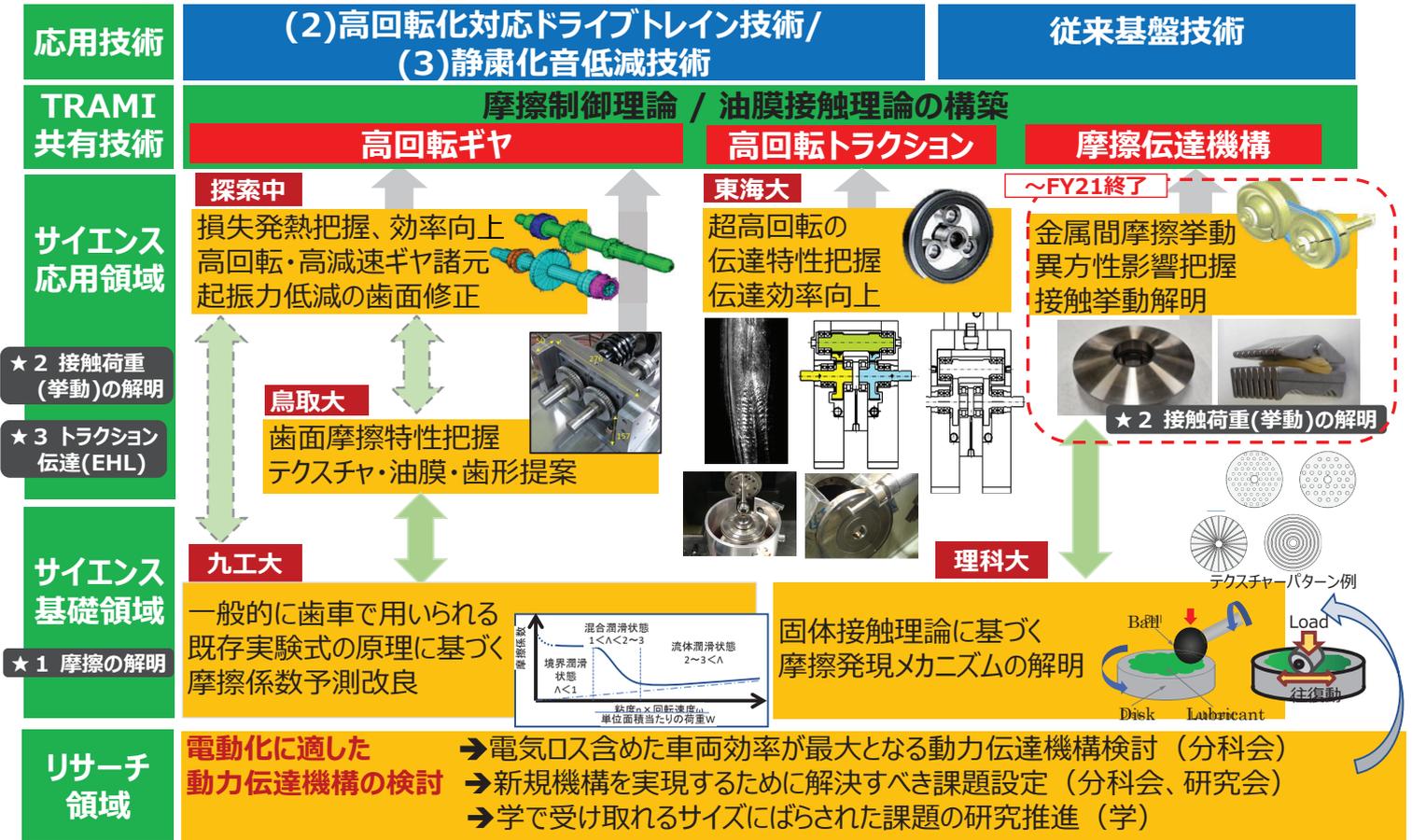
- 新規取組み 新規機構からの新しい研究テーマの創出
- ★1 摩擦の解明
 - 取組中 従来環境下での摩擦解明(油膜、テクスチャ)
 - 新規取組み 高速環境を考慮した油膜/摩擦解明
- ★2 接触荷重(挙動)の解明
 - 取組中 従来環境下での接触挙動の解明
 - 新規取組み 接触挙動と金属摩擦の相関解明
- ★3 トラクション伝達(EHL)
 - 取組中 高回転の可視化とトラクション限界の把握
 - 新規取組み 油膜形成とテクスチャ効果の研究

摩擦・油膜制御理論の構築と発展

次期取組み 金属面摩擦解明(表面処理/テクスチャ/EHL)
 高回転での油膜形成状態/起振力の解明

目指す技術 摩擦制御理論/油膜接触理論の構築

✓ 基礎原理～要素研究～実機応用でアプローチし、次世代のドライブトレイン技術を研究。



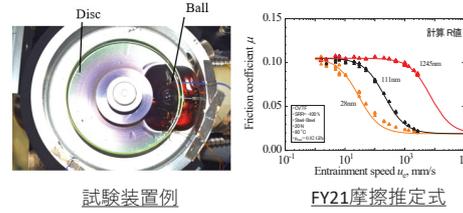
✓ 各重要課題に対して目指す技術の獲得に向けて下記の研究を計画

～FY21終了> FY22取組テーマ > 次ステップ取組 > 目指す姿(技術)

重点方針	主要性能	重要課題	アプローチ	研究テーマ				
				'19	'21	'23	'25	'30
高回転化対応ドライブトレイン技術	高効率	摺動抵抗低減	境界～混合潤滑域油膜	金属面μ異方性 金属間油膜特性 テクスチャ摩擦(歯面性状)	摩擦発現メカニズム(テクスチャ、トライボ) 高回転トライボ基礎 噛合い、スカフリング摩擦(高回転、PV限界)	摩擦特性解析(最適摩擦係数テクスチャ) トライボ基礎 テクスチャ摩擦(表面処理)	最適摩擦係数制御の解明 トライボコントロール理論構築	
	信頼性	摩耗抑制	高速油膜厚さ	EHL領域	高回転伝達機能把握 高回転状態可視化	トラクションローの動力伝達特性(高回転) 高回転テクスチャ摩擦(EHL領域最適)	EHL領域の摩擦係数制御手法の確立	
			電動化に適した機構	機構の検討	解決すべき課題の明確化 委託先検討&研究	潤滑油保持性向上 高回転油膜形成調査(給油法、油物性、負荷変動)	油膜厚さ、せん断抵抗設計検討理論構築	得失Map カタログの整備
音振低減技術	静粛化	起振力低減	噛合い起振力	委託先探索中	超高回転時のギヤ挙動の研究(既存設計技術の適用検証)	最適歯面形状 低振動設計理論構築		
従来基盤	高効率	接触荷重(CVT)	接触挙動	μ実機検証(μ異方性効果) 接触挙動解明(定常・過渡の実PV)				

【テーマ名】 トライボフィルム及び表面テクスチャーによる摩擦特性解析	【研究委託先】 東京理科大学				
【研究目的】 高速回転歯車、トラクションドライブでの伝達効率向上を視野に、貧潤滑、高滑り速度等の各潤滑下における、 μ 、油膜、トライボフィルムの形成状態を正確に計測し、摩擦係数への寄与を実験的に明らかにする。					
【研究内容】 前年度) CVTの伝達効率向上を目的に境界潤滑域での摩擦の発現およびその異方性と、金属接触部、トライボフィルムとの関係を個体接触理論に基づき明らかにした。 ① FY21-22では他領域についても同様に摩擦の発現および異方性と各要因との関係を明らかにするため、前年度未取得であった油膜厚さを正確に計測できる技術を確立する。 ② 各潤滑域での「影響因子とその寄与率」について、テクスチャーTPを用い、摩擦係数とその異方性を実験的に明らかにする。					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1005 336 1244 582"> <p>しゅう動速度と摩擦係数</p> </div> <div data-bbox="1260 336 1500 582"> <p>しゅう動速度と中央膜厚</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">各テクスチャーにおける摺動速度とμ、油膜厚さ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="57 638 798 1077"> 【研究成果】 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">2021年度</th> <th style="width: 50%;">2022年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> ・摩擦異方性まとめ ・混合、EHLのテクスチャー効果の確認 (高速回転化前段) ・摩擦面状態(性状と油膜厚さ)のその場観察システムの開発 </td> <td> 各潤滑域における摩擦係数、油膜、トライボフィルムを計測・観察する技術の確立とその検証、およびテクスチャー変更品の評価結果。 </td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="798 638 1212 1077"> 次ステップ予定： 高速回転領域における摩擦損失低減、μコントロール ・各潤滑域における表面テクスチャーのμへの影響を明確化し、摩擦損失低減に向けた方向性を提案 ・ギアのかみ合い摩擦、スカuffingに有効なテクスチャーを提案 </div> <div data-bbox="1212 638 1532 1077"> 【応用領域】 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 摺動部 (プッシュ、スリーブ、トラクションローラー) </div> → μ低減 : 低摩擦損失 → μ向上 : 高摩擦伝達 </div> </div>		2021年度	2022年度	・摩擦異方性まとめ ・混合、EHLのテクスチャー効果の確認 (高速回転化前段) ・摩擦面状態(性状と油膜厚さ)のその場観察システムの開発	各潤滑域における摩擦係数、油膜、トライボフィルムを計測・観察する技術の確立とその検証、およびテクスチャー変更品の評価結果。
2021年度	2022年度				
・摩擦異方性まとめ ・混合、EHLのテクスチャー効果の確認 (高速回転化前段) ・摩擦面状態(性状と油膜厚さ)のその場観察システムの開発	各潤滑域における摩擦係数、油膜、トライボフィルムを計測・観察する技術の確立とその検証、およびテクスチャー変更品の評価結果。				

【テーマ名】 高回転化における摺動部発熱および潤滑油量に着目したトライボ基礎研究	【研究委託先】 九州工業大学				
【研究目的】 高回転化における摺動部摩擦係数への影響が想定されるトライボ現象を検証し、摩擦係数の数値予測を行う。(一般的に歯車に用いられる松本式の原理に基づき、高回転化での摩擦係数予測を実施)					
【研究内容】 ギヤの高回転化に伴い、摺動部発熱・冷却量や潤滑到達量そのもののバランスが崩れることで、摩擦係数が制御できなくなる等が懸念される。トライボ現象として、噛み合い部への潤滑油量不足(貧潤滑)や摺動部発熱増加による摩擦係数の特性変化が想定される。従来摩擦推定式の精度向上も併せ、高回転環境下(転がり/滑り速度 20m/s程度)でのトライボ現象による摩擦係数への影響を調査する。					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="57 1892 997 2163"> 【研究成果】 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">2022年度</th> <th style="width: 50%;"><次ステップ予定></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> ・高回転化に伴う摩擦係数への影響パラメータを明確化し、摩擦係数の推定を行う。 ・鳥取大学の高速ギヤ計測と連携し、実現象との差にも言及する。 </td> <td> 高回転化に関連する他大学研究状況と連携し、取組内容および継続実施有無も含めた見極めを実施 </td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="997 1892 1532 2163"> 【応用領域】 高回転下で使用するBRG、滑り軸受けなどの損失低減 </div> </div>		2022年度	<次ステップ予定>	・高回転化に伴う摩擦係数への影響パラメータを明確化し、摩擦係数の推定を行う。 ・鳥取大学の高速ギヤ計測と連携し、実現象との差にも言及する。	高回転化に関連する他大学研究状況と連携し、取組内容および継続実施有無も含めた見極めを実施
2022年度	<次ステップ予定>				
・高回転化に伴う摩擦係数への影響パラメータを明確化し、摩擦係数の推定を行う。 ・鳥取大学の高速ギヤ計測と連携し、実現象との差にも言及する。	高回転化に関連する他大学研究状況と連携し、取組内容および継続実施有無も含めた見極めを実施				
【研究予定期間】 2022年度					



取組内容	摩擦係数に影響する着目因子
～ FY21 従来回転領域における摩擦係数推定式の確立	面粗さ性状
FY22 高回転トライボ現象による摩擦係数への影響調査	摺動部発熱 潤滑油量(貧潤滑)

研究Gr._A

機械摩擦・熱 研究委員会

機械伝達分科会

齋木 康平
分科会リーダー
(株式会社SUBARU)

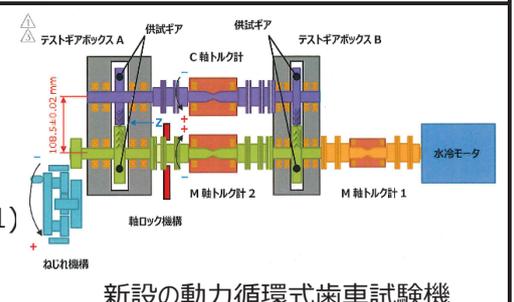
TRAMI 2022年度研究企画書(1)

【研究委員会/分科会】 機械伝達分科会

【テーマ名】 高速回転・高PVギヤのかみ合い摩擦・スカuffing摩擦に関する研究 【研究委託先】 鳥取大学

【研究目的】 30,000rpm相当周速の高速回転ギヤに関して、かみ合い摩擦・スカuffing摩擦に及ぼす歯面テクスチャ・潤滑油・PV条件の影響を明らかにし、高回転モータ駆動ギヤの伝達効率向上・歯面損傷低減につながる知見を見出す。

【研究内容】
2020年度までは、新設の動力循環式歯車試験機を用いて、歯面テクスチャ仕様を振ったギヤのMTF使用時の伝達効率を計測し、かみあい摩擦係数 μ の算出式を新たに導出した。
2021年度からは、現行HV・EV車の約2倍の高速回転・高PV領域でのかみ合い摩擦・スカuffing摩擦を、下記の実機使用環境で研究する。
①高速回転ギヤの歯面テクスチャ種類を拡張し、かみ合い摩擦に及ぼす影響を調査(FY21)
②高速回転ギヤの低粘度油(ATF)領域の油膜形成・かみ合い摩擦の検証(FY22)
③現行HV・EV車の約2倍の高PVギヤのスカuffing摩擦の基礎研究(FY23)



【研究成果】				【応用領域】
2021年度	2022年度	2023年度		
<ul style="list-style-type: none"> ・新摩擦係数モデル式の提案がASME学術誌に掲載され国際的に認められた ・3万rpm相当の周速まで様々なテクスチャ組み合わせにて噛合い摩擦特性を把握。 	<ul style="list-style-type: none"> ・低粘度油領域での噛合い摩擦係数μ式の検証 ・高回転遠心力と潤滑油粘度の油膜形成に及ぼす影響調査 ・九工大と連携した、実機運転下におけるトライボ現象の推定と、噛合い摩擦係数μ式の高精度化検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・約2倍の高PVギヤの発熱・摩耗挙動の実験調査 ・約2倍の高PVギヤのスカuffing摩擦を回避する歯形の検討 	※高回転下(最大周速62m/s, 最大滑り速度25m/s)にて 粘度×回転速度/単位面積当たりの荷重	電動モータで駆動される高回転ギヤ 現行HV・EV車の約2倍の高PVギヤ

【研究予定期間】 2021年度～2023年度

【テーマ名】 超高回転ギヤにおける既存設計技術の適用可否検証および課題検討	【研究委託先】 未定
---------------------------------------	------------

【研究目的】 電動化、モーターの高回転化動向(図1)から、使用回転の高回転化が想定されるギヤにおいて、既存設計技術での対応可否の検証および、高減速ギヤ等、従来技術から踏み込んだ超高回転対応ギヤを検討する。

【研究内容】

'21年度は、既存BEV(テスラモデルS 約19000rpm)を元にギヤを一段追加し超高回転(50000rpm)検討モデルを机上検討した。(図2)。追加ギヤは周速 v は100m/s程度※となり、スカuffing発生、効率への影響が予想される。
※ テスラ：約50m/s、鳥取大研究：約60m/s

'22年度は、鳥取大にて実施中の「かみ合い摩擦に及ぼすギヤ歯面テクスチャの影響に関する研究」成果との整合性確認を目的に、超高回転下での効率計測を進める。
並行し、他モデルケース(3段⇒2段減速)検討を実施、課題検討を継続する。

図1. モーター高回転化動向 図2. 超高回転(50000rpm)検討モデル

【研究成果】

2022年度	2023年度	2024年度
・FY21設計ギヤの運転環境構築 ⇒ 効率測定、既存予測との比較	(変化ありの場合) ・研究テーマ化 (変化なしの場合) ・既存技術で予測可	・効率予測式のアップデート ・既存技術の適用範囲の明確化
他現象(スカuffing、NV)検証に向け検討継続(環境構築・計測技術・計測)		
・高減速比化など他モデルケースでの検討 ⇒ 上記外の懸念点だし	検討継続 → 検証、個別テーマ化	

【応用領域】 電動モータで駆動される高回転ギヤ(今後の超高回転化に備えた将来技術)

【研究予定期間】 2022年度～2024年度

研究Gr._A

機械摩擦・熱 研究委員会

摩擦伝達分科会

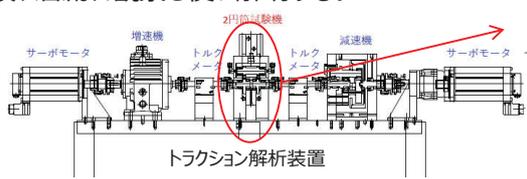
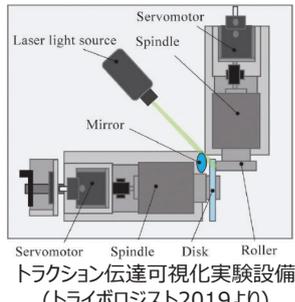
西村 邦彦
分科会リーダー
(ジャトコ株式会社)

TRAMI 2022年度研究企画書(1)

Transmission Research Association for Mobility Innovation
自動車用動力伝達技術研究組合

【研究委員会/分科会】 摩擦伝達分科会

71

<p>【テーマ名】 トラクションローラの高回転時における動力伝達特性に関する研究</p>	<p>【研究委託先】 東海大学</p>						
<p>【研究目的】 電動機の高回転化を想定した高減速比トラクション減速の動力伝達能力、伝達効率、音振などの基礎特性を明らかにする。 また、予想される高周速における伝達効率の低下を改善する手法を探索する。</p>							
<p>【研究内容】 周速75m/s(電動機入力50,000rpm相当)の高周速試験が可能となる試験機を用い、ローラに複数種のテクスチャを付与し、効率(トラクション係数)向上のメカニズムを油膜、油流れ観察も使い解明する。</p> <p>さらにトラクション係数向上に向けた冷却性能向上手法を、油膜温度推定計算のアプローチ及び油流れ可視化を用いて提案する</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">トラクション解析装置</p> <p style="text-align: center;">高速ローラ (50000rpm)</p> <p style="text-align: center;">低速ローラ (20000rpm)</p> <p style="text-align: center;">トラクション伝達可視化実験設備 (トライボロジスト2019より)</p>							
<p>【研究成果】</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">2018～2020年度</th> <th style="width: 33%;">2021年度</th> <th style="width: 33%;">2022年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 超高速回転におけるトラクション伝達の基礎データを測定 歯車伝達との特性比較を実施 第3階層相当実験式を作成 テクスチャを付与して減少を観察、影響を分析 高回転時の油膜形成・油流れを可視化 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> テクスチャ付与で発生する現象について傾向を明らかにする(山本研究室/落合研究室) トラクション係数へ影響を与えるローラ温度に注目し、冷却効果とローラ温度上昇の関係を確認する(山本研究室) 冷却方法と冷却効果の関係の確認、及び冷却方法の検討(落合研究室) </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 超高速トラクション伝達における油膜形成、油流れの観察及びFY21から得られた傾向を用いて、効果的なテクスチャの探索と実証を行う(山本研究室) 冷却方法と冷却効果の関係明確化とトラクション係数向上につながるローラ温度上昇低減手法の提案(落合研究室) </td> </tr> </tbody> </table>		2018～2020年度	2021年度	2022年度	<ul style="list-style-type: none"> 超高速回転におけるトラクション伝達の基礎データを測定 歯車伝達との特性比較を実施 第3階層相当実験式を作成 テクスチャを付与して減少を観察、影響を分析 高回転時の油膜形成・油流れを可視化 	<ul style="list-style-type: none"> テクスチャ付与で発生する現象について傾向を明らかにする(山本研究室/落合研究室) トラクション係数へ影響を与えるローラ温度に注目し、冷却効果とローラ温度上昇の関係を確認する(山本研究室) 冷却方法と冷却効果の関係の確認、及び冷却方法の検討(落合研究室) 	<ul style="list-style-type: none"> 超高速トラクション伝達における油膜形成、油流れの観察及びFY21から得られた傾向を用いて、効果的なテクスチャの探索と実証を行う(山本研究室) 冷却方法と冷却効果の関係明確化とトラクション係数向上につながるローラ温度上昇低減手法の提案(落合研究室)
2018～2020年度	2021年度	2022年度					
<ul style="list-style-type: none"> 超高速回転におけるトラクション伝達の基礎データを測定 歯車伝達との特性比較を実施 第3階層相当実験式を作成 テクスチャを付与して減少を観察、影響を分析 高回転時の油膜形成・油流れを可視化 	<ul style="list-style-type: none"> テクスチャ付与で発生する現象について傾向を明らかにする(山本研究室/落合研究室) トラクション係数へ影響を与えるローラ温度に注目し、冷却効果とローラ温度上昇の関係を確認する(山本研究室) 冷却方法と冷却効果の関係の確認、及び冷却方法の検討(落合研究室) 	<ul style="list-style-type: none"> 超高速トラクション伝達における油膜形成、油流れの観察及びFY21から得られた傾向を用いて、効果的なテクスチャの探索と実証を行う(山本研究室) 冷却方法と冷却効果の関係明確化とトラクション係数向上につながるローラ温度上昇低減手法の提案(落合研究室) 					
<p>【研究予定期間】 山本研究室：2018年度～2022年度 落合研究室：2020年度～2022年度</p>							
<p>【応用領域】 超高速回転モータ用減速機 タービン用減速機</p>							

【テーマ名】 電動化に適した動力伝達機構の検討	【研究委託先】 予定なし
-------------------------	--------------

【研究目的】 現在の機械摩擦関係のTRAMIの研究テーマはICEを前提にした既存の動力伝達機構からのニーズである。電動化前提の動力伝達機構を仮定し、その機構特有の研究テーマを創出する

【研究内容】
 現在のe-PTの大勢は、歯車減速 + 変速機構無し が主流であり、各社で製品化が進んでいる。
 一方、一部海外の論文において変速機構を付けることでシステム全体の小型化、高効率化を提案するものもあり、歯車減速以外の減速機構、及び変速機構 の可能性についても検討しておく必要がある。
 本研究テーマWGにおいて
 ①論文調査による その他動力伝達機構について 検討する価値があるか？ 可能性の検討 (FY21)
 ②(電動化用)動力伝達機構に求められる要件の明確化と、それを実現する構造のラフ検討 (FY22)
 ③機能・構造から学で取り扱うレベルへの課題バラシと、共同研究委託先大学の探索 (FY23)

【研究成果】	【応用領域】						
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="52 689 438 750">2021 年度</th> <th data-bbox="438 689 805 750">2022 年度</th> <th data-bbox="805 689 1212 750">2023 年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="52 750 438 1019"> Pre活動 論文、文献・他社動向調査 ★検討の価値あり ・検討の価値の有無判断 ⇒価値あり、テーマとして提案 </td> <td data-bbox="438 750 805 1019"> ラフ構造、機械要素の検討 ・動向調査から、研究の価値の再確認 ・ラフ構造から、研究テーマとなる機械要素の絞り込み </td> <td data-bbox="805 750 1212 1019"> 継続的に実施 学への委託研究のテーマ課題バラシ 委託先の探索 ★委託先決定 ・学の研究テーマとなる課題バラシと 成果目標の定量化 ・委託先大学の決定 ・F/Sとして学への委託開始を検討 </td> </tr> </tbody> </table>	2021 年度	2022 年度	2023 年度	Pre活動 論文、文献・他社動向調査 ★検討の価値あり ・検討の価値の有無判断 ⇒価値あり、テーマとして提案	ラフ構造、機械要素の検討 ・動向調査から、研究の価値の再確認 ・ラフ構造から、研究テーマとなる機械要素の絞り込み	継続的に実施 学への委託研究のテーマ課題バラシ 委託先の探索 ★委託先決定 ・学の研究テーマとなる課題バラシと 成果目標の定量化 ・委託先大学の決定 ・F/Sとして学への委託開始を検討	既存ICEと組み合わせたT/Mの機械要素への応用
2021 年度	2022 年度	2023 年度					
Pre活動 論文、文献・他社動向調査 ★検討の価値あり ・検討の価値の有無判断 ⇒価値あり、テーマとして提案	ラフ構造、機械要素の検討 ・動向調査から、研究の価値の再確認 ・ラフ構造から、研究テーマとなる機械要素の絞り込み	継続的に実施 学への委託研究のテーマ課題バラシ 委託先の探索 ★委託先決定 ・学の研究テーマとなる課題バラシと 成果目標の定量化 ・委託先大学の決定 ・F/Sとして学への委託開始を検討					

【研究予定期間】 2022年度～2023年度
 2024年度以降に抽出された個々の課題を研究テーマ化し学への研究委託につなげる
 但し、早期にテーマ化された課題は、F/Sとして2023年度内での学への研究委託を模索する

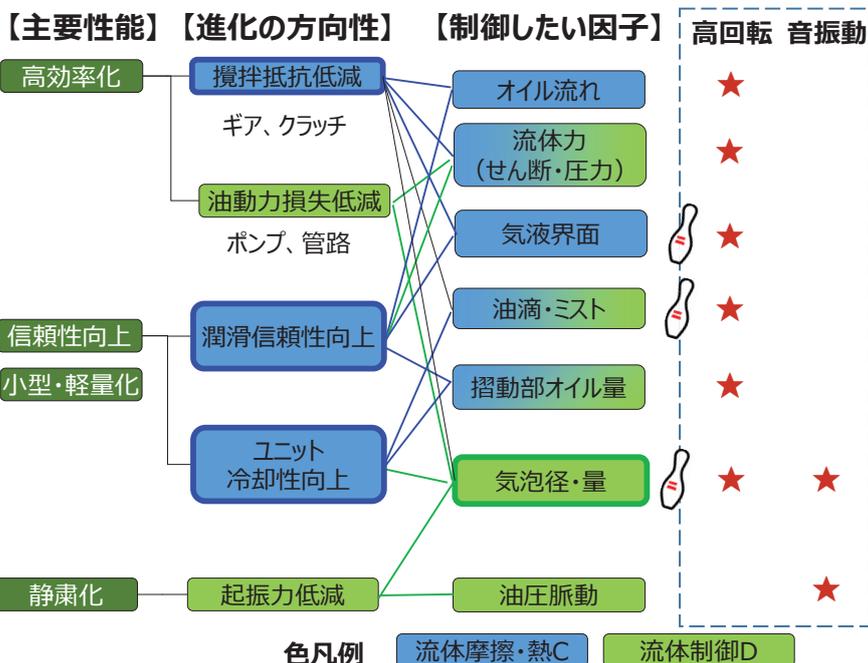
研究Gr._C 流体摩擦・熱 研究委員会

加藤 維識
(株式会社本田技術研究所)

流体摩擦・熱C_Gr & 流体制御D_Gr研究シナリオ_1/2

TRAMI 3重点方針	(1)高効率・小型化 モーター技術	(2)高回転化対応 ドライブトレイン技術	(3)静粛化対応 音振動低減技術
----------------	----------------------	-------------------------	---------------------

- ✓ 駆動ユニット内部の潤滑状態と流体損失を予測可能な実用的CFD技術を構築する
- ✓ 高回転ユニットの潤滑油含有気泡を利用した流体損失低減と冷却効率向上の技術を構築する



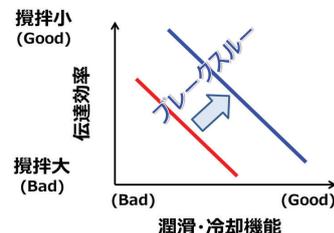
CFD技術

現実的な計算リソースで実用に足る精度を目指す
予測対象
潤滑状態
気液分布・流速
流体損失
トルク、せん断、圧力

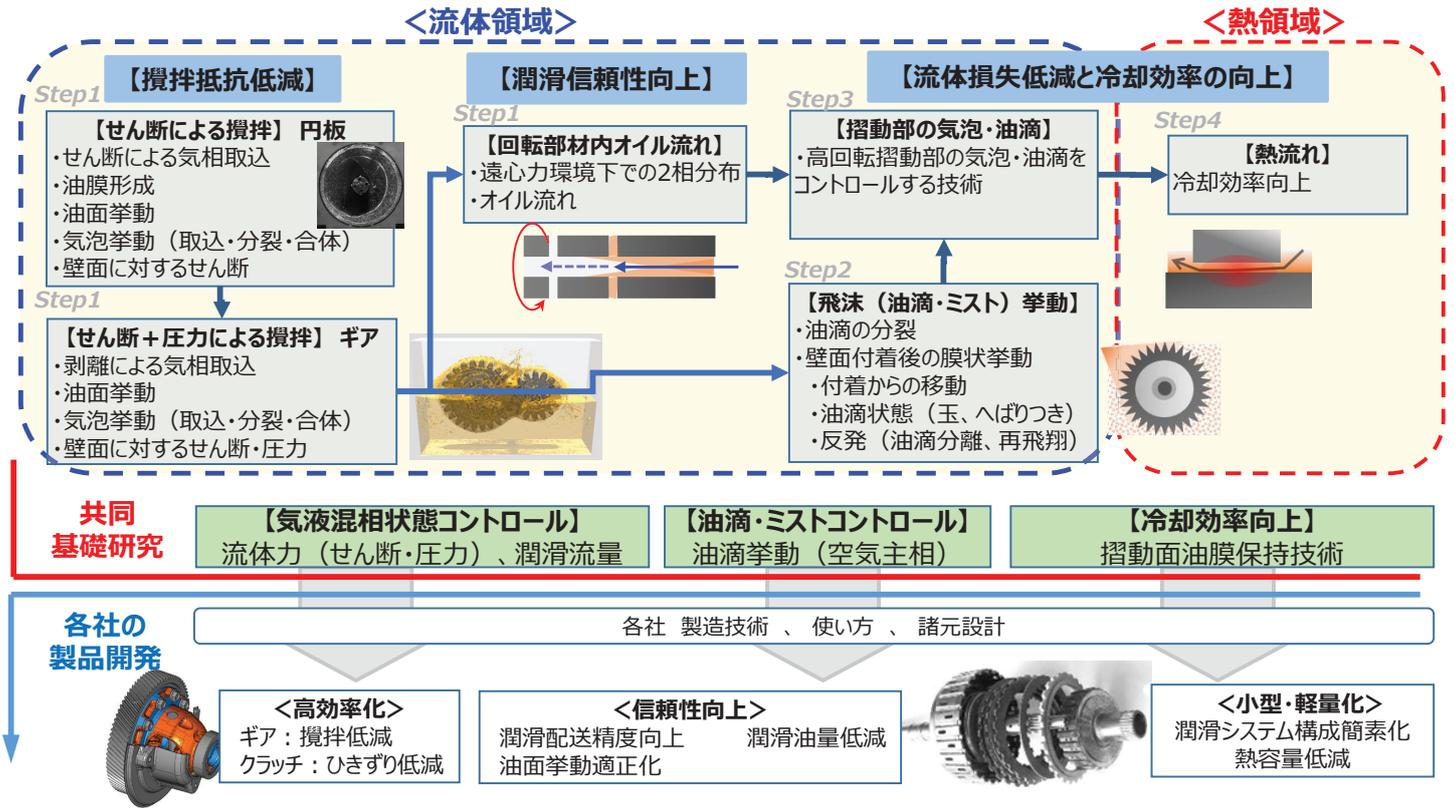


冷却効率向上

気泡を利用したブレイクスルー技術の獲得



- ✓ 駆動ユニット内部の潤滑状態と流体損失を予測可能な実用的CFD技術を構築する
- ✓ 高回転ユニットの潤滑油含有気泡を利用した流体損失低減と冷却効率向上の技術を構築する



- ✓ 各重要課題に対して目指す技術の獲得に向けて下記の研究を計画

～FY21終了＞FY22取組テーマ＞次ステップ取組＞目指す姿(技術)

重点方針	主要性能	重要課題	アプローチ	研究テーマ					
				'19	'21	'23	'25	'30	
高回転化対応ドライブイン技術	高効率	攪拌抵抗低減	現象解明	狭平板間のドラッグピークに関連する気相発生・成長のメカニズム解明	シンプルな回転要素の二相流研	飛沫（油滴・ミスト）を伴う攪拌流れの二相流研究			
			CFD予測技術向上	動的油面挙動CFD実用化研究	高回転環境で適用可能な気液二相流モデル化手法の研究				
	信頼性向上	潤滑配送精度向上	現象解明	高速回転環境での潤滑油流れの解明			実用的CFD技術の構築	冷却効率向上	
			CFD予測技術向上			高回転摺動部の気泡・油滴をコントロールする技術			
		流体損失低減と冷却効率向上			せん断抵抗と冷却効率最適化 (D_Gr流体制御で実施)				

<p>【テーマ名】 高速回転環境での潤滑油流れの解明</p>	<p>【研究委託先】 千葉工業大学</p>						
<p>【研究目的】 遠心力と攪拌によって狙いどおりの潤滑配送が困難になる。潤滑経路中の回転要素での気液二相流の挙動を解明することで、当問題の解決技術を手にいれるとともに、CFD実用性向上研究につなげる。</p>							
<p>【研究内容】 高速回転する回転部材内のオイル流れを可視化して、気液混相状態とオイル流れを計測する。油路形状、回転数、動粘度、ぬれ性などの因子との関係を明確にする。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="319 481 933 627"> </div> <div data-bbox="1005 347 1524 627"> </div> </div>							
<p>【研究成果】</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">2021年度</th> <th style="width: 33%;">2022年度</th> <th style="width: 33%;">2023年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 回転部材内のオイル流れの基礎データの取得 (Max4000rpm) 更なる高回転領域研究のための課題の抽出 (試験方法、高速カメラによる撮影) </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 主要パラメータの物理量、油路形状が潤滑油流れへ与える影響の解明 →流量計測、画像解析、CFDの関係の明確化 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 高速回転環境での潤滑油流れの理論構築 →物理量と排出流量の因果関係を説明できるメカニズムの立案 </td> </tr> </tbody> </table>	2021年度	2022年度	2023年度	<ul style="list-style-type: none"> 回転部材内のオイル流れの基礎データの取得 (Max4000rpm) 更なる高回転領域研究のための課題の抽出 (試験方法、高速カメラによる撮影) 	<ul style="list-style-type: none"> 主要パラメータの物理量、油路形状が潤滑油流れへ与える影響の解明 →流量計測、画像解析、CFDの関係の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> 高速回転環境での潤滑油流れの理論構築 →物理量と排出流量の因果関係を説明できるメカニズムの立案 	<p>【応用領域】</p> <p>高速回転シャフトから複数の供給先に無駄なく安定して潤滑配分する技術</p>
2021年度	2022年度	2023年度					
<ul style="list-style-type: none"> 回転部材内のオイル流れの基礎データの取得 (Max4000rpm) 更なる高回転領域研究のための課題の抽出 (試験方法、高速カメラによる撮影) 	<ul style="list-style-type: none"> 主要パラメータの物理量、油路形状が潤滑油流れへ与える影響の解明 →流量計測、画像解析、CFDの関係の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> 高速回転環境での潤滑油流れの理論構築 →物理量と排出流量の因果関係を説明できるメカニズムの立案 					
<p>【研究予定期間】 2021年度～2023年度</p>							

<p>【テーマ名】 飛沫を伴う攪拌流れの二相流研究</p>	<p>【研究委託先】 大阪大学</p>						
<p>【研究目的】 飛沫を伴う気液二相流CFDのモデル化につながる基礎的なメカニズムを解明し、気液二相流CFD解析の精度・効率を向上させる理論を構築する</p>							
<p>【研究内容】 高回転体における、飛沫を伴う気液二相流の動的な挙動メカニズムを解明する。</p> <p>界面をより正確に捕捉することがトルク予測の改善につながること（前年度までの研究）が明確になったが、潤滑設計する上においては 複雑な飛沫の挙動を解明していく必要がある。そこで、計算と実験で比較しながら、課題解決となるパラメータを探り出して CFD精度アップにつながる理論を構築する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="1005 1478 1268 1646"> </div> <div data-bbox="1268 1444 1524 1713"> </div> </div>							
<p>【研究成果】</p> <p>飛沫を伴う流れの課題となるパラメータ抽出（実験 計算etc）精度アップするための改善手法の探索</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">FY22</th> <th style="width: 33%;">FY23</th> <th style="width: 33%;">FY24</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>回転体での現象実験と計算にて課題と方向性策定</td> <td>精度アップにつながる現象解明（理論式の構築）</td> <td>高回転での流体流れ検証（高回転域での検証）</td> </tr> </tbody> </table>	FY22	FY23	FY24	回転体での現象実験と計算にて課題と方向性策定	精度アップにつながる現象解明（理論式の構築）	高回転での流体流れ検証（高回転域での検証）	<p>【応用領域】</p> <p>高回転ギヤのかみ合いにおける複雑な攪拌抵抗の低減 → 動力省力化</p> <p>冷却や潤滑のための供給オイル量の最適化 → システム省力化</p>
FY22	FY23	FY24					
回転体での現象実験と計算にて課題と方向性策定	精度アップにつながる現象解明（理論式の構築）	高回転での流体流れ検証（高回転域での検証）					
<p>【研究予定期間】 2022年度～2024年度</p>							

【テーマ名】

高回転環境で適用可能な気液二相流モデル化手法の研究

【研究委託先】

数値流体力学コンサルティング

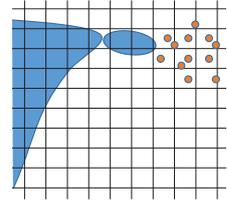
【研究目的】

高回転環境でのCFD技術の現状の課題をふまえ、駆動系における気液二相流解析の実用性を高める手法を構築する。

【研究内容】

飛沫や液滴を含む気液二相流の攪拌について、モデリング方法を研究する。

- 現象解明（大阪大学研究、千葉工大研究）に対して 既存のCFD解析手法/ソフトの課題を抽出する。
- 飛沫や液滴を含む気泡入り気液二相流について、2大学研究成果（新たな知見や理論）を考慮し理論に基づいたものであると同時にCFDを利用するユーザーにとって負荷が少なく精度の高い（開発現場における気液二相流解析） 実用モデルを作る。
- メッシュで解造できない飛沫等をモデル化する。



【研究成果】

- 飛沫や液滴を含む気泡入り気液二相流に対して 既存のCFD解析手法/ソフトの課題を抽出する。
- メッシュで解像できない飛沫等モデル化の方向性

【応用領域】

計算負荷を実用的な範囲で、現実的なトランスミッション内部で起こっている複合的な攪拌現象のシミュレーションが可能になる。

他分野での飛沫や液滴が発生している空気の混ざった液体シミュレーション計算 → 精度アップ計算時間短縮

FY22

FY23

FY24

既存のCFD解析手法
回転体での飛沫液滴
状態でのCFD課題と
方向性明示

飛沫挙動の解法パラ
メータ追加版ガイド

高回転軸心から噴出
した飛沫の挙動
(CFD解法ガイド/流
体モデル)

【研究予定期間】

2022年度～2024年度

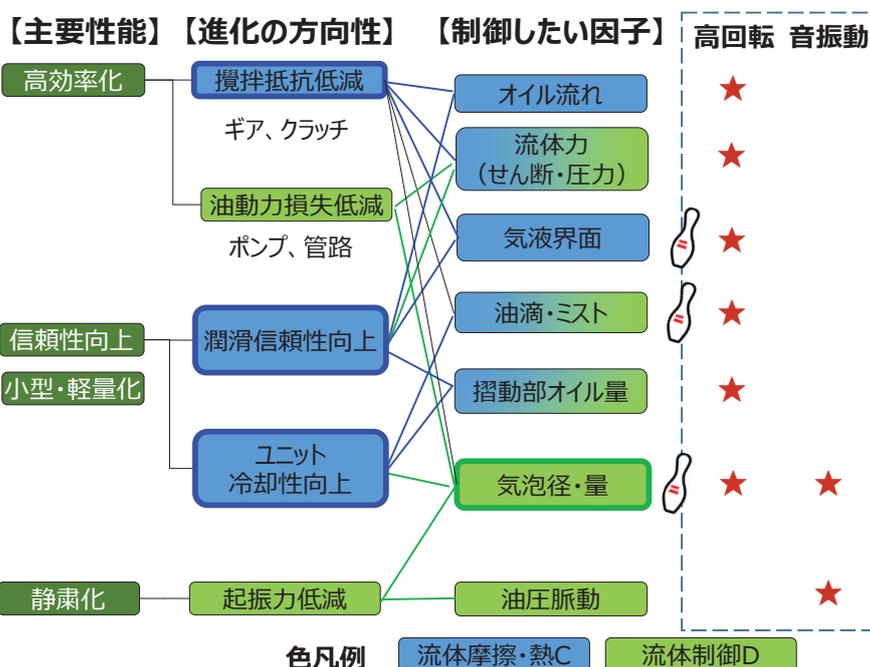
研究Gr._D 流体制御 研究委員会

嶋本 雅夫
研究委員会リーダー
(ダイハツ工業株式会社)

流体摩擦・熱C_Gr & 流体制御D_Gr研究シナリオ_1/2

TRAMI 3重点方針	(1)高効率・小型化 モーター技術	(2)高回転化対応 ドライブトレイン技術	(3)静粛化対応 音振動低減技術
----------------	----------------------	-------------------------	---------------------

- ✓ 駆動ユニット内部の潤滑状態と流体損失を予測可能な実用的CFD技術を構築する
- ✓ 高回転ユニットの潤滑油含有気泡を利用した流体損失低減と冷却効率向上の技術を構築する



CFD技術

現実的な計算リソースで実用に足る精度を目指す

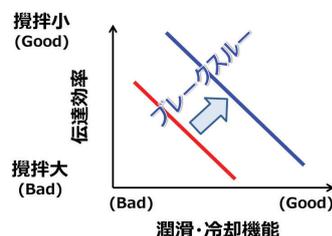
予測対象

潤滑状態
気液分布・流速
流体損失
トルク、せん断、圧力

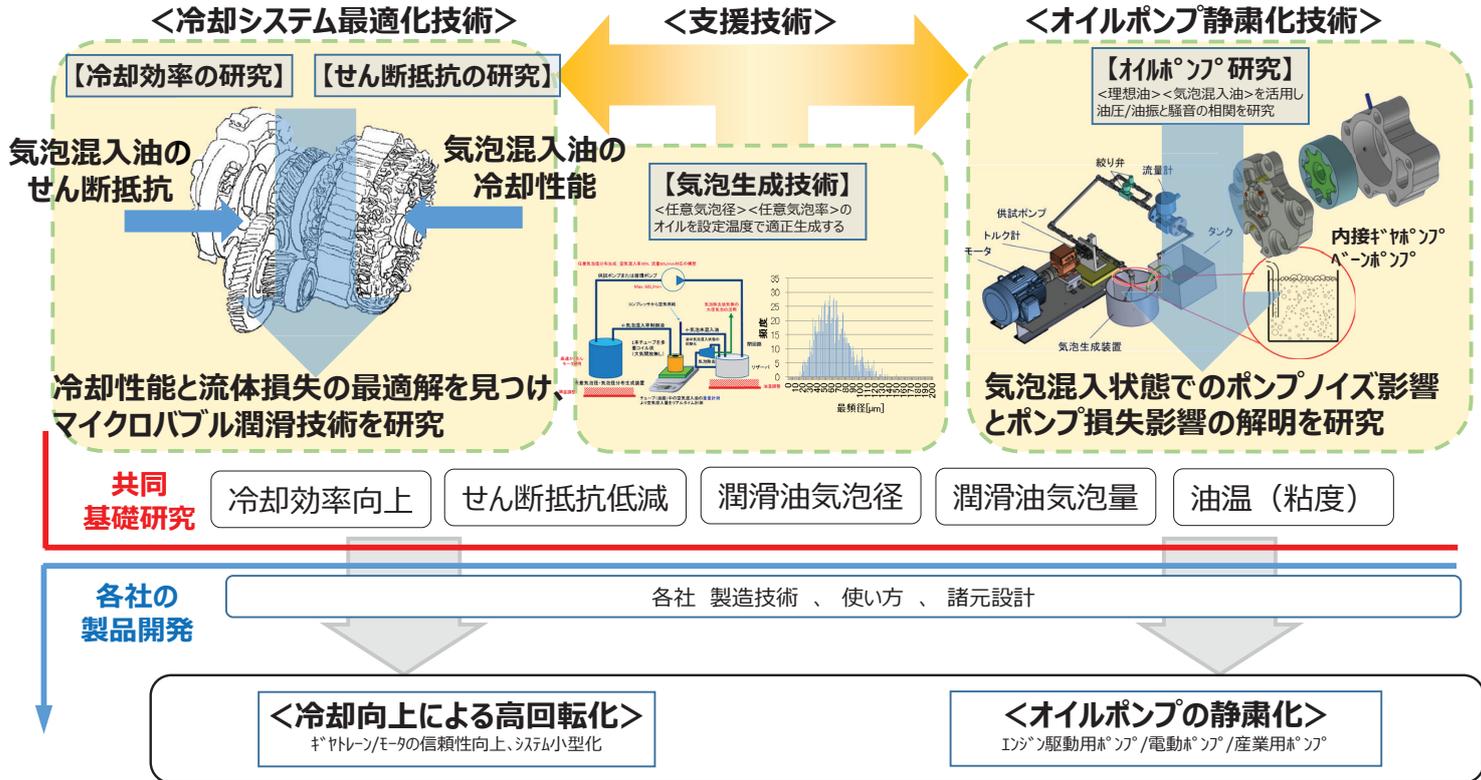


冷却効率向上

気泡を利用したブレイクスルー技術の獲得



- ✓ 潤滑油内の気泡径・量による冷却性能と流体損失（せん断抵抗）の影響を把握する
- ✓ 背反（跳ね返り）が予想されるポンプ起振力への影響把握と低減技術を確立する
- ✓ 次ステップでは、冷却性能と流体損失を最適化するマイクロバブル潤滑技術構築を目指す



✓ 各重要課題に対して目指す技術の獲得に向けて下記の研究を計画

～FY21終了> FY22取組テーマ > 次ステップ取組 > 目指す姿(技術)

重点方針	主要性能	重要課題	アプローチ	研究テーマ					
				'19	'21	'23	'25	'30	
高回転化対応ドライブトレイン技術	高効率	冷却システム最適化(冷却性能とせん断抵抗両立)	気液混合潤滑(マイクロバブル潤滑)	気泡生成技術	気泡生成高精度化	冷却システム最適化① マイクロバブル混入による冷却性能とせん断抵抗の最適化の研究	冷却システム最適化② 気泡溶解/析出技術 冷却システム最適化② 気泡の動的変化	冷却システム最適化③ 冷却システム最適化③ 気泡油→ポンプ圧による溶解⇒潤滑時の析出モデル(マイクロバブルのモデル化)	
音振低減技術	ポンプ振動低減	起振力低減	油振/ギヤ振動低減	実ポンプ騒音計測(事前調査)	ポンプ静粛化技術① オイルポンプの騒音・ロータ挙動に及ぼす気泡混入影響の解明		ポンプ静粛化技術② モデル化と実機との同定	ポンプ静粛化技術③ ギヤ挙動(倒れ)制御閉じ込み区間の適正化⇒気泡含有時の騒音低減	
従来基盤	高精度高効率	油圧モデル	不透明領域のモデル化	ポンプ挙動	バルブ挙動	インピーダンス	油圧剛性	低トルク化研究	流体制御統一モデル化 (発展途上国はコンパが主流/HEV+AT)

【テーマ名】 マイクロバブル混入による冷却性能とせん断抵抗の最適化の研究		【研究委託先】 神戸大学
【研究目的】 マイクロバブル混入オイルのせん断流下での冷却性能・剪断抵抗の定量化と最適化の指針を探る ※せん断流:速度勾配によるせん断力が作用する流れ。モーター内隙間流れでは片側壁面が一定速で移動するので速度勾配が一定のクエット流となる。		
【研究内容】 パワトレ部品内では、攪拌、空気の巻き込み、キャビテーション等により油中に気泡が含まれる。気泡混入によってせん断抵抗の低減が期待できる一方、冷却性能の低下も想定される。気泡径、気泡混入率がモータ内部のロータ・ステータ間の流れとせん断抵抗による発熱、および冷却性能に及ぼす影響は不明確である。 当研究では、直径数十μmの気泡を混入させ、微小隙間のせん断流のせん断抵抗と熱伝達率の計測結果から気泡混入率の影響を定量評価する。さらに、モーターを模擬した回転体回転数が気泡を含む気液界面構造に及ぼす影響を明確にし、冷却システムとしての最適化手法を構築する。		<p>【冷却システム最適化技術】 気液混合の最適解と気液混合技術構築</p>
【研究成果】		【応用領域】
2022年度	2023年度	2024年度
①管内強制流動場での冷却性能とせん断抵抗を計測し、気泡混入割合の影響を定量評価する。 ②モータを模擬した円筒内回転体上の微小隙間せん断流の冷却性能、せん断抵抗評価装置を設計する。	①微小隙間せん断流での実験を行い、気泡クラスター形成など気液界面構造を評価しせん断抵抗と冷却性能の変化を明らかにする。 条件例： 油温・・・室温～80℃ 気泡混入率・・・0～10% 隙間の大きさ、回転数	①装置改修し、高速回転に対応させる(目標2万rpm) ②①までの成果を元に定式化し最適化設計の指針を立案する。 想定パラメータ 気泡量・気泡粒径分布・隙間目的パラメータ 熱伝達係数・せん断抵抗
【研究予定期間】 2022年度～2024年度		・冷却性能設計 ・せん断流のモデル化

【テーマ名】 オイルポンプの騒音・ロータ挙動に及ぼす気泡混入影響の解明		【研究委託先】 豊橋技術科学大学
【研究目的】 電動パワートレオンにおいて、モータ冷却の効率を向上するために積極的に気泡含有オイルを活用する技術が検討されている。気泡混入オイルはポンプにおいて振動や騒音を発生する原因となる為、騒音抑制と気泡制御を両立させるべく、ポンプへの影響を把握する。		
【研究内容】		
・21年度の研究にて、内接ギヤポンプ及びハートポンプに関し、気泡含有オイルがポンプに及ぼす様々な影響を調査した。 > 気泡含有オイルの性状とポンプロータギヤ挙動の関係 > 気泡含有オイルの性状とポンプ駆動トルクとの相関及び騒音への影響 ・22年度は気泡含有オイルの性状とポンプロータギヤ挙動の関係を解明する。 ・さらに、気泡含有オイルがポンプ騒音に及ぼす影響について、より深く調査する。 > 気泡含有率と圧力脈動や騒音の相関 > 含有気泡の気泡粒径と圧力脈動や騒音の相関		
【研究成果】		【応用領域】
2021年度	2022年度	2023年度
・気泡混入の影響。 ・気泡の影響を加味した駆動トルクモデル確立。 ・気泡混入とポンプ騒音の関係観測。 (ギヤポンプ/ハートポンプ)	・気泡含有オイルの性状とポンプ挙動の相関をモデル化 ・気泡含有オイルの気泡含有率と騒音との相関をモデル化 ・気泡含有オイルの気泡粒径と騒音との相関調査	・気泡含有オイルの気泡粒径と騒音との相関解明 ・オイルの気泡粒径分布と騒音の相関をモデル化
【研究予定期間】 21年度～23年度		・変速用高油圧ポンプ ・潤滑/冷却用低油圧ポンプ

【テーマ名】 気泡生成技術の研究	【研究委託先】 横浜国立大学						
【研究目的】 オイルポンプ等の単体性能評価精度向上を目的に、ユニット運転状態の気泡(気泡径、気泡率)を再現する。							
【研究内容】 トランスミッション内での攪拌、空気の巻き込み、キャビテーション等の流体現象により油中に気泡が存在している。しかし、その気泡径、気泡径分布、空気混入率がポンプ性能、バルブ性能に及ぼす定量的影響が不明である。当研究では、外乱である気泡を任意に生成するために実機の気泡発生メカニズムを踏まえて気泡生成のための因子と気泡径及び分布を制御する因子を明らかにし気泡の状態を制御する技術を構築する。							
<p>任意油中気泡生成装置 (開発中) ・流体のかく痔・せん断による微小気泡生成 ・気泡集合化等による大気泡生成</p> <p>気泡径分布図一例</p>							
【研究成果】 <table border="1"> <thead> <tr> <th>～2020年度</th> <th>2021年度</th> <th>2022年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>気泡径最頻値範囲を下記条件で実現した。 最頻値範囲：29～80μm 条件 流量：60L/min 油温：30,40,50℃</td> <td>油温及び油種(※2)の適用範囲の拡大した条件での制御技術の確立 油温条件 -30℃～室温 ※2 油種は粘度により代用する</td> <td>油温及び油種の適用範囲を拡大した条件での制御技術の確立及び狙いの気泡径に対する分布幅の縮小 油温条件 50℃～TBD℃ 油種は前年度同様の考え方</td> </tr> </tbody> </table>	～2020年度	2021年度	2022年度	気泡径最頻値範囲を下記条件で実現した。 最頻値範囲：29～80μm 条件 流量：60L/min 油温：30,40,50℃	油温及び油種(※2)の適用範囲の拡大した条件での制御技術の確立 油温条件 -30℃～室温 ※2 油種は粘度により代用する	油温及び油種の適用範囲を拡大した条件での制御技術の確立及び狙いの気泡径に対する分布幅の縮小 油温条件 50℃～TBD℃ 油種は前年度同様の考え方	【応用領域】 ・作動油の消泡性の実機に則した指標での評価 ・オイルポンプをはじめとする気泡の影響を受けるコンポーネントの評価条件の設定の容易化及び安定性の確保
～2020年度	2021年度	2022年度					
気泡径最頻値範囲を下記条件で実現した。 最頻値範囲：29～80μm 条件 流量：60L/min 油温：30,40,50℃	油温及び油種(※2)の適用範囲の拡大した条件での制御技術の確立 油温条件 -30℃～室温 ※2 油種は粘度により代用する	油温及び油種の適用範囲を拡大した条件での制御技術の確立及び狙いの気泡径に対する分布幅の縮小 油温条件 50℃～TBD℃ 油種は前年度同様の考え方					
【研究予定期間】 2018年度～2022年度							

【テーマ名】 電磁弁における動的挙動の研究	【研究委託先】 横浜国立大学						
【研究目的】 電磁弁の動的挙動を決定する因子に対し挙動モデルを獲得する。							
【研究内容】 トランスミッション作動中の油圧制御弁において、電磁弁における流体力、弁体周りの圧力分布、油中空気混入、ばね-マス-ダンパ系構造、リニアソレノイドの制御などのバルブ動的挙動を決定する要因を明らかにし、電磁弁及び制御圧応答のモデルを構築する。							
<p>直動リニアソレノイド減圧弁</p> <p>制御対象</p> <p>リニアソレノイド</p> <p>元圧</p>							
【研究成果】 <table border="1"> <thead> <tr> <th>～2021年度</th> <th>2022年度</th> <th>2023年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>動的な制御圧の予測モデルの獲得 予実差：±5%以内</td> <td>1. 負荷変動等のノイズを加えた条件下での予測モデルの獲得 2. 油圧系全体のモデル化を他研究室から提供されるモジュールを組み込むことで実施</td> <td>気泡サイズ等の物理式の記述が困難なノイズ下での挙動モデルの同定の完了</td> </tr> </tbody> </table>	～2021年度	2022年度	2023年度	動的な制御圧の予測モデルの獲得 予実差：±5%以内	1. 負荷変動等のノイズを加えた条件下での予測モデルの獲得 2. 油圧系全体のモデル化を他研究室から提供されるモジュールを組み込むことで実施	気泡サイズ等の物理式の記述が困難なノイズ下での挙動モデルの同定の完了	【応用領域】 要素を置き換えることであらゆるタイプのバルブに応用出来る。 例) 電磁部をパイロット圧に置き換え、直動減圧弁の予測モデルを作成する。
～2021年度	2022年度	2023年度					
動的な制御圧の予測モデルの獲得 予実差：±5%以内	1. 負荷変動等のノイズを加えた条件下での予測モデルの獲得 2. 油圧系全体のモデル化を他研究室から提供されるモジュールを組み込むことで実施	気泡サイズ等の物理式の記述が困難なノイズ下での挙動モデルの同定の完了					
【研究予定期間】 2021年度～2023年度							

研究Gr._E 電動化研究委員会

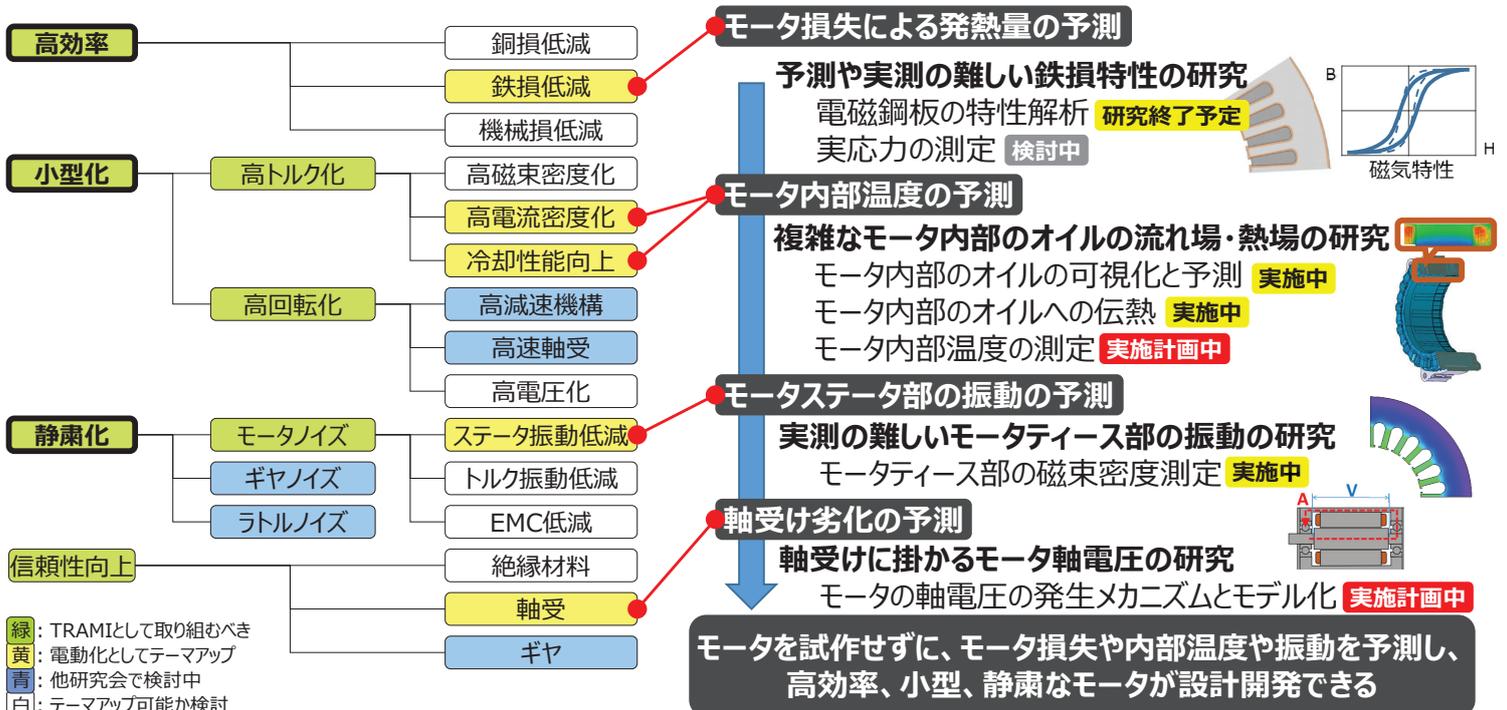
堀田 豊
研究会委員会リーダー
(株式会社 アイシン)

電動化 E_Gr. 研究シナリオ_1/2

TRAMI 3重点方針	(1)高効率・小型化 モーター技術	(2)高回転化対応 ドライブトレイン技術	(3)静粛化対応 音振動低減技術
----------------	----------------------	-------------------------	---------------------

✓ 駆動モータ特有の課題を、基本原理から解明

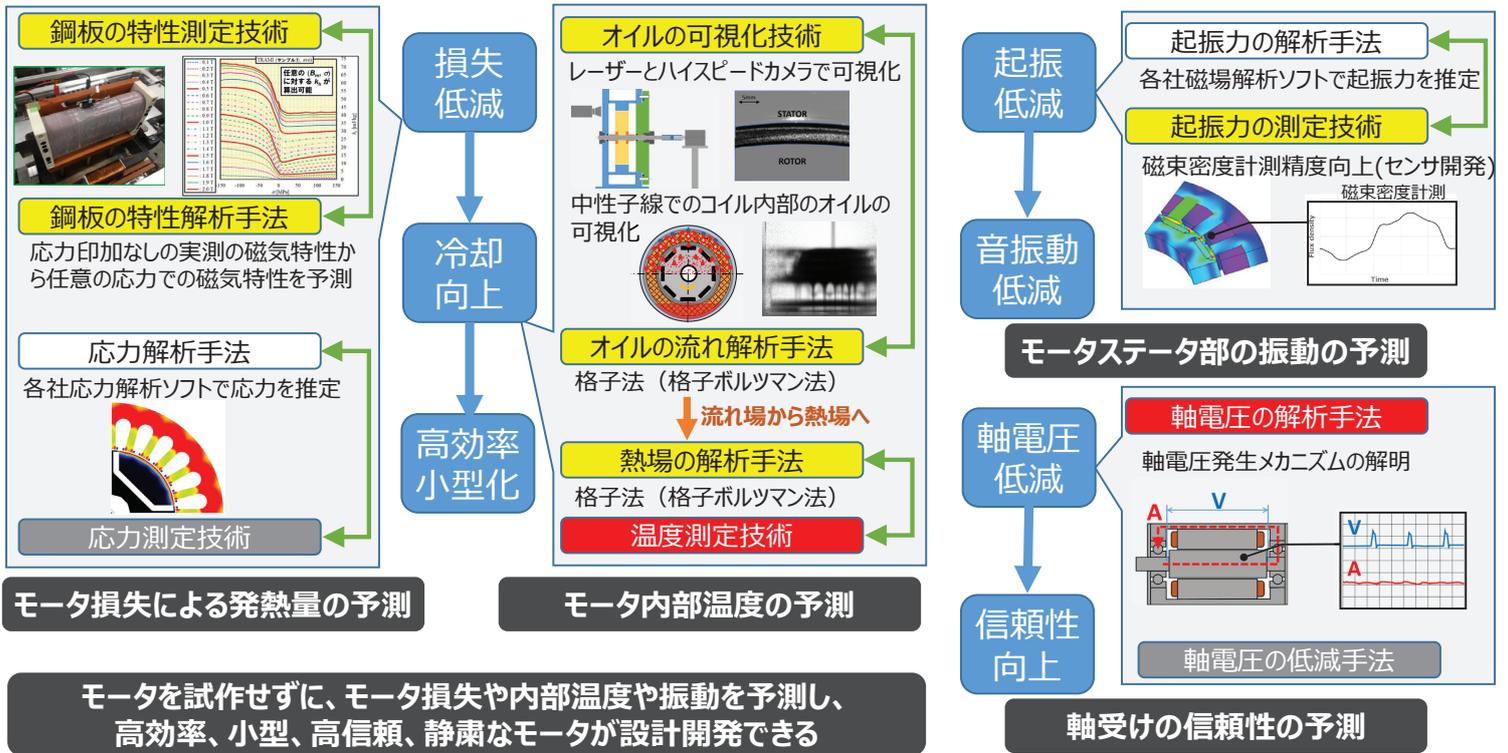
高効率化と、熱をうまく逃がすことによる小型化（高密度化）に向けた研究を実施中
ステータース部の振動測定の研究も実施中、信頼性向上のための軸電圧の研究は計画中



✓ 駆動モータ特有の課題を、基本原理から解明に必要な技術の開発

高効率化に対して、寄与が大きく難易度の高い鉄損予測に取り組んできました
 小型化に向けた冷却性向上の基盤技術となるモータ内部温度解析手法を構築する
 モータ振動の起振源であるステータース振動の測定手法を確立する
 モータのベアリングの劣化の原因となる、軸電圧の発生メカニズムを解明する

➔ 予測技術と実測技術を両輪で進める



電動化 E_Gr. 研究ロードマップ

✓ 各重要課題に対して目指す技術の獲得に向けて下記の研究を計画

～FY21終了> FY22取組テーマ > 次ステップ取組 > 目指す姿(技術)

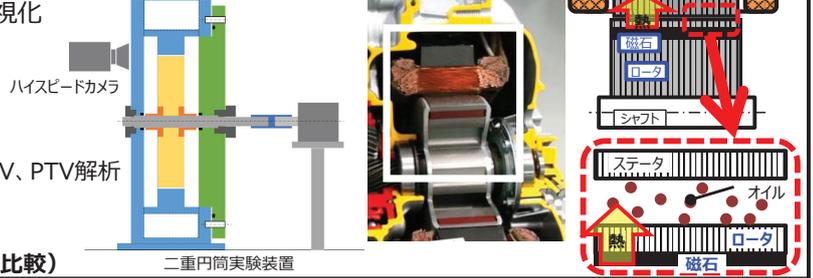
重点方針	主要性能	重要課題	アプローチ	研究テーマ					
				'19	'21	'23	'25	'30	
高効率・小型化モータ技術	高効率	鉄損低減	応力による鉄損の究明	応力による鉄損測定技術の確立	鉄損解析技術の確立	応力測定技術の確立	発熱量のモデル化		
	小型化	高電流密度化	モータ周辺部のオイル挙動解析	ロータ周辺部のオイル可視化技術の確立	ロータ周辺部のオイル挙動解析	コイル内部の可視化技術と挙動解析技術の確立	伝熱手法の確立	オイル冷却のモデル化	
		冷却性能向上	伝熱解析手法の確立		温度測定技術の確立				
	信頼性	軸電圧	軸電圧の発生メカニズム		軸電圧の発生メカニズムの解明	軸電圧の低減手法	軸電圧のモデル化		
静粛化技術	静粛化	ステータ振動低減	ティース部の振動測定技術		ティース部の振動測定技術の確立		加振と伝搬のモデル化		

【テーマ名】 油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究 : 流れ場現象説明 (GAP部) 【研究委託先】 筑波大学

【研究目的】 設計段階におけるモータ各部の温度予測精度向上技術を目指し、
 ※GAP=ロータ/ステータの隙間
 ロータ/ステータの隙間(GAP)における気液二相流体(オイル,空気)の流れを精度よく計測する技術を構築する。

【研究内容】 ロータ/ステータの隙間(GAP)における気液二相流体の流れ場可視化実験/解析

- ・実験：ハイスピードカメラによるロータ/ステータの隙間の流れ可視化
- ・解析：蛍光粒子等を用いた画像からPIV、PTVで解析
- ・実験装置：モータを模擬した二重円筒実験装置
- ’19年：GAP流れ場可視化可能性確認/単相流の流動構造把握
- ’20年：気液二相流可視化可能性確認/流動構造把握
- ’21年：二重円筒装置による気液二相流の流動現象詳細計測/PIV、PTV解析
- ’22年：実機相当装置による気液二相流の流動現象詳細計測及び、PIV、PTV解析
- ・解析手法の一般化確認&まとめ (GAP 2mm/5mm比較)



【研究成果】 二重円筒実験装置を用いて研究を実施 ※実機相当装置…STATOR溝/ROTOR外径凹凸有

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
成果	<ul style="list-style-type: none"> ・気液二相流に対応した装置製作 ・流れ場可視化可能性確認 ・単相流の流動構造の相関を把握 ・可視化実験装置課題の抽出 	<ul style="list-style-type: none"> ・単相流可視化解析手法 ・気液二相流可視化/解析手法 ・気液二相流の流動構造把握 ・実機相当の実験装置製作と流動現象把握 	<ul style="list-style-type: none"> ・溝無しGAP部の流動基礎現象の解明 ・実機相当の回転領域の流動現象解析手法の確立 (PTV解析) ・数値解析に用いる実験データの取得 (溝無し) 	<ul style="list-style-type: none"> ・GAP部の流動基礎現象の解明 (STATOR溝/ROTOR外径凹凸の影響 など) ・数値解析に用いる実験データの取得 (溝有り) ・GAP部の流れの計測手法一般化確認&まとめ

【応用領域】

モータ (磁石、ロータ、etc.)

→ 温度予測精度向上

冷却SYS (冷却パワ、ホ、ン、etc.)

→ 仕様最適化:小型化、軽量化

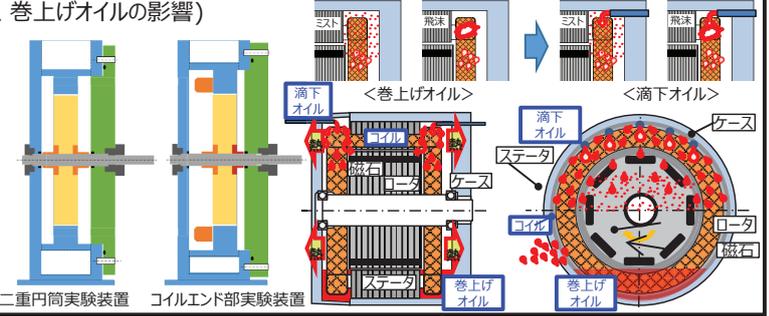
【研究予定期間】 2019年度～2022年度

【テーマ名】 油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究 : 流れ場現象説明 (COIL END空間部) 【研究委託先】 筑波大学

【研究目的】 設計段階におけるモータ各部の温度予測精度向上技術を目指し、
 ロータ回転によるコイルエンド空間における気液二相流体(オイル,空気)の流れを精度よく計測する技術を構築する。

【研究内容】 コイルエンド空間のオイルの流れの可視化実験/解析(滴下、巻上げオイルの影響)

- ・実験：ハイスピードカメラによるコイルエンド空間オイルの流れ可視化
- ・解析：蛍光粒子等を用いた画像からPIVで解析
- ・実験装置：二重円筒実験装置 (=GAP可視化装置) 及び実機モータを模擬したコイルエンド部可視化実験装置
- ’20年：コイルエンド空間の流れ場の計測/PIV解析手法検討
- ’21年：気液二相流可視化手法検討/流動構造把握 巻上げオイルの流れ場への影響の把握/計測/解析
- ’22年：上部からの滴下オイルの流れ場への影響の把握/計測/解析 コイルエンド空間の流動構造詳細把握/計測/解析



【研究成果】

	2020年度	2021年度	2022年度
成果	<ul style="list-style-type: none"> ・コイルエンド空間の流れ場の流動現象把握 ・可視化のKnow-How構築 ・コイルエンド部実験装置製作 	<ul style="list-style-type: none"> ・気液二相流可視化/解析手法 ・コイルエンド部空間の流れ場の流動構造把握① - 巻上げられたオイルの挙動 	<ul style="list-style-type: none"> ・コイルエンド部空間の流れ場の流動構造把握② - 上部から滴下されたオイルの挙動 - 巻上げ、滴下混在したオイルの挙動 ・コイルエンド空間の流れの計測手法のまとめ

【応用領域】

モータ (コイル、ステータ、etc.)

→ 温度予測精度向上

冷却SYS (冷却パワ、ホ、ン、etc.)

→ 仕様最適化:小型化、軽量化

【研究予定期間】 2020年度～2022年度

【テーマ名】 油冷モータ駆動時における気液二相流体の流れ場の研究
:流れ場・伝熱現象予測(GAP部)

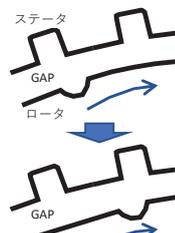
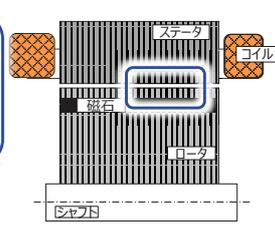
【研究委託先】 大阪府立大学

【研究目的】 設計段階で駆動用モータの温度予測精度の向上

ステータのスロットの溝、ロータの溝が、ロータ/ステータGAP部の流れ場・熱場に与える影響を把握する
Re (形状、回転数、流体物性) に対するGAP部の流れ場・熱場を予測し、ロータ/ステータ間の伝熱現象を解明する

【研究内容】

ロータ/ステータGAP部の流れ場の研究を実施。
計算対象: 筑波大学で実験中の装置と同形状の2重円筒実験装置
・プリウスの駆動用モータをベースにRe相似則を考え設計
・ステータ溝、ロータ溝の影響を検討可能なように設計
計算: 東工大 TSUBAME (スパコン) を利用し大規模計算
計算手法: 格子法 (格子ボルツマン法)
作動流体: 水、空気
研究方針: 筑波大学で可視化実験を実施。
同じ流れ場で、府大で計算を実施し、両研究の深度を深める。



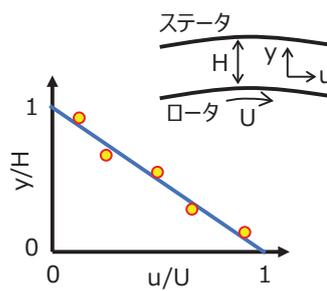
研究対象

モータ断面

計算イメージ

【研究成果】

2021年度	2022年度	2023年度
・単相 (水、空気) において、狭い隙間での流れ場およびその計算手法の構築	・ステータに溝を付けた場合の流れ場の変化 ・ロータに溝を付けた場合の流れ場の変化 ・ステータ、ロータの両方へ溝を付けた場合の流れ場の変化	・流れ場の計算を熱場計算へ拡張



【応用領域】

- ロータ、ステータ設計 (ステータ、ロータ形状)
→ 温度予測精度向上
- 2重円筒の非定常流体の計算手法の構築
→ 他分野への貢献

【研究予定期間】

2021年度～2023年度

【テーマ名】 油冷モータのコイル内部のオイルの流れ場と伝熱現象の解明及び予測手法の研究

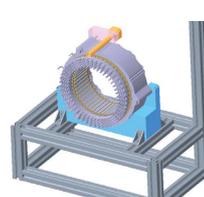
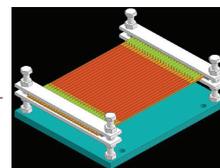
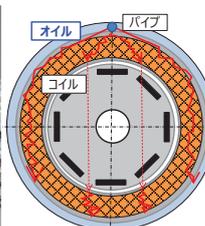
【研究委託先】 大阪府立大学

【研究目的】 設計段階で駆動用モータの温度予測精度の向上。

油冷モータにおいてコイルエンド内部のオイルの流れ場、熱場を解明し、コイルの濡れ面積 (熱交換面積) と各部の熱伝達率を明らかにする。
コイルエンド形状のような複雑な形状の2相流の流れ場・熱場を解明する。

【研究内容】

コイル内部のオイルの流れ場・熱場を実験/計算の両面で研究。
題材: プリウスの駆動用モータ
実験装置: ①コイルを羅列した簡易実験装置
②実コイルを用いた装置
実験方法: 中性子線でのコイル内部のオイルの可視化
計算: 東工大 TSUBAME (スパコン) を利用し大規模計算
計算手法: 格子法 (格子ボルツマン法)
作動流体: オイル (計算コストの観点で場合によっては水を使用)
研究方針: 流れ場を計算し、熱場へ拡張
簡易評価⇒実コイル形状へ拡張



研究対象

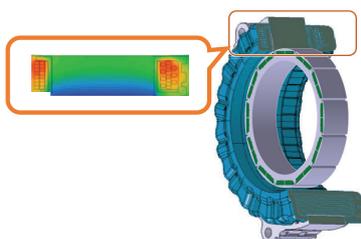
コイル部のオイル流れ

①コイル羅列
簡易評価

②実コイルの
実験装置

【研究成果】

2020年度	2021年度	2022年度
・コイル内部のオイルの流れを可視化可能な実験装置を作成、および中性子線で流れ場取得 ・簡易モデルでのコイル内部のオイルの流れ場の計算手法の構築	・大規模なコイル内部のオイル流れ場の計算手法の構築 ・簡易モデルでのコイル内部の熱場の計算手法の構築	・大規模なコイル内部のオイルの熱場の計算手法の構築 ・複雑流動場の流れ場・熱場の計算手法構築



コイル部の温度分布を把握

【応用領域】

- モータ設計 (コイル形状、電流密度etc.)
→ 温度予測精度向上
- 冷却部品の仕様検討 (オイルクーラー、オイルポンプ、冷却パイプ etc.)
→ 仕様最適化: 小型化、軽量化
- 複雑流動場の2相流計算
→ 他分野への貢献

【研究予定期間】

2020年度～2022年度

【テーマ名】	モータ起振力同定、及び計測精度向上の研究	【研究委託先】	横浜国立大学
--------	----------------------	---------	--------

【研究目的】 モータ内の磁束密度を精密に測定することで起振源である電磁加振力の同定を行う。
測定値とシミュレーション値を突き合わせ磁束密度計測精度向上を図る。

【研究内容】

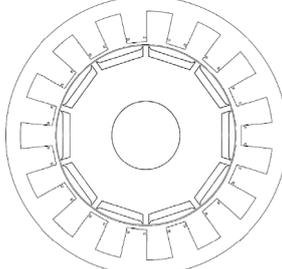
モータ起振力同定/磁束密度計測精度向上

- ・径方向、周方向磁束密度測定用のセンサ仕様検討
- ・テストピースによるセンサ計測精度検証
- ・磁束密度計測に適したモータの設計、試作
- ・実機⇔シミュレーション乖離要因の考察と対策立案

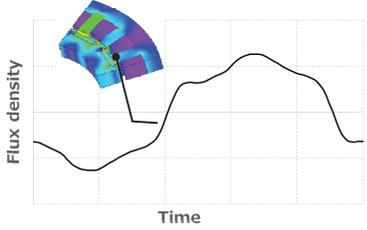
’21年：測定モータ試作、センサ試作
’22年：磁束密度計測、シミュレーション実施
’23年：変位、歪計測、シミュレーション値検証



計測センサの一例



試作モータ断面図



計測データイメージ (磁束密度)

【研究成果】			【応用領域】
2021年度	2022年度	2023年度	
<ul style="list-style-type: none"> ・測定用センサー設計、試作 ・測定用モータの設計、試作 (集中巻、10kW程度) ・センサー計測精度検証 ・電磁界シミュレーション実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・測定用センサー設計、試作 ・磁束密度径方向成分計測 ・磁束密度周方向成分計測 ・シミュレーション値検証 	<ul style="list-style-type: none"> ・変位、歪の計測 ・シミュレーション値検証 	<p>モータ ⇒ノイズ発生の対策 ⇒解析技術向上</p> <p>ケース、システム ⇒共振、伝搬対策</p>

【研究予定期間】 2021年度～2023年度

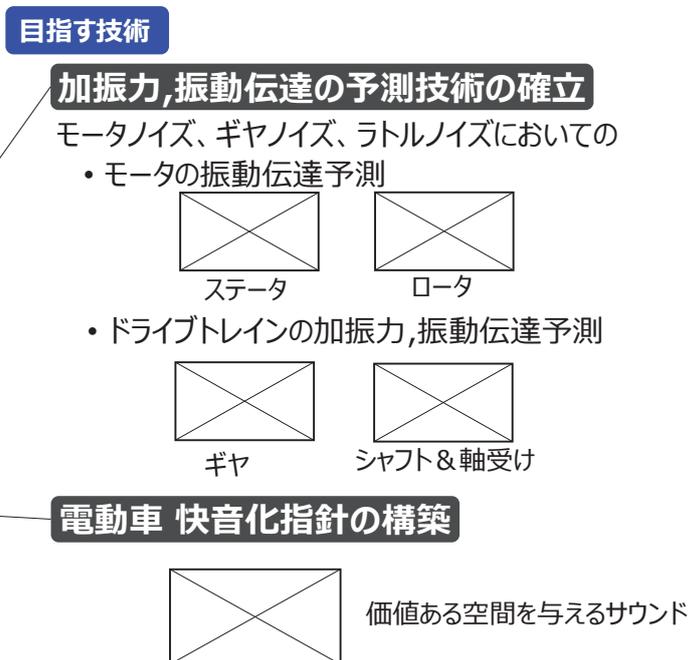
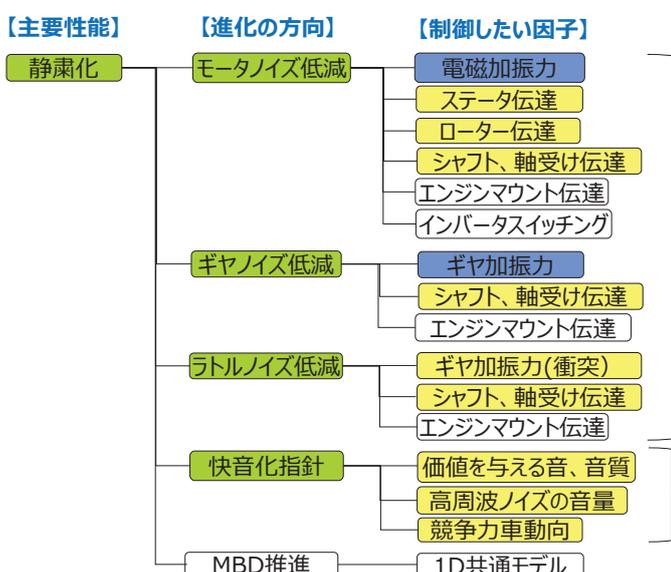
研究Gr._F 音振動研究委員会

金子 弘隆
研究委員会リーダー
(日産自動車株式会社)

音振動 研究シナリオ_1/2

TRAMI 3重点方針	(1)高効率・小型化 モーター技術	(2)高回転化対応 ドライブトレイン技術	(3)静粛化対応 音振動低減技術
----------------	----------------------	-------------------------	---------------------

- ✓ 電動化主要現象におけるモータとドライブトレインの加振力,振動伝達の予測技術を確立する
- ✓ 電動車としての快音化の指針を構築する



緑: TRAMIとして取り組むべき
黄: 音振動としてテーマアップ
青: 他研究会でテーマアップ
白: テーマアップ可能か検討

✓ 加振力、振動伝達の未解明領域(接触 異方性 非線形 衝突)の予測技術確立と
 電動車としての快音化、高周波音の音量の評価指針の研究を行う

加振力、振動伝達の予測技術の確立

• モータの振動伝達予測 接触 異方性 非線形

ステータの振動伝達予測技術の確立

各因子の影響度解明

- 積層鋼板：カシメ、溶接、接着
- コイル挿入：コイル、ワニス
- ステータ固定：ボルト締結、焼嵌め

ロータへ展開

電磁加振力を加えたモータノイズ
 全般の予測技術確立へ発展

• ドライブレインの加振力、振動伝達予測 非線形 接触 衝突

ラトルノイズ予測技術確立

- ギヤ、スプライン加振力
 : 歯減衰、歯剛性、オイル減衰特性
- ドライブレイン振動伝達
 : シャフト、軸受け、ケース

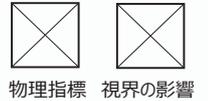
様々なモータ&ドライブレイン
 仕様に対し試作レスで設計

電動車 快音化指針の構築

• 電動車としての快音化指針

音と物理指標、人間特性の研究

- 生体情報に基づく定量化
- 聴覚と他感覚の影響把握
- 高周波音と他周波現象の影響把握



価値を生み出す音、音質の定義

- 覚醒コントロール、リラックス、
 加速感



新たな環境下での
 快音化研究に発展



• 高周波音(モータノイズ、ギヤノイズ)の音量の評価指針の定義

新指針 新評価軸の設定

- 暗騒音、両耳効果の影響把握

ターゲットユーザーに応じた
 快音化設計

競争力有る
 車両調査

音振動 研究ロードマップ

✓ 各重要課題に対して目指す技術の獲得に向けて下記の研究を計画

~FY21終了> FY22取組テーマ > 次ステップ取組 > 目指す姿(技術)

				研究テーマ					
重点方針	主要性能	重要課題	アプローチ	'19	'21	'23	'25	'30	
音振動 低減 技術	静粛化	加振力 振動伝達 の予測技術 の確立	モータの 振動伝達 予測	岐阜大 豊橋技術 科学大 明治大	ステータ振動 伝達予測	ロータ振動 伝達予測	電磁加振力を加えた モータノイズ全般の 予測技術確立		
			ドライブレイン の加振力、振 動伝達予測 : ラトルノイズ		ギヤ・スプライン 加振力予測	ドライブレイン 振動伝達	高周波領域の 予測精度向上		
		電動車 快音化指針の構築	中央大	• 電動車 快音化指針の構築 • 高周波音の音量の 評価指針の定義	新たな 環境下での 快音化定義	電動車へ価値ある サウンドの提供			

<p>【テーマ名】 電動モータ振動伝達特性予測：ステータ</p>	<p>【研究委託先】 岐阜大学・豊橋技術科学大学・明治大学</p>								
<p>【研究目的】 電動化で課題となる主要NV事象であるモータノイズに寄与が大きいモータステータの振動伝達特性の因子を明確にし、予測技術を確認することで、試作レスでのモータ設計検討を可能とする。</p>									
<p>【研究内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FY21 薄板積層構造のステータ振動伝達因子解析 <ul style="list-style-type: none"> -電動モータステータの一般的な構造である薄板電磁鋼板の積層構造とその一般的な製造工程に着目し、モータノイズに影響の大きいステータ振動モード(円環、面内ねじり)に対する影響因子を明確にしCAEのモデル化を行う。 ・FY22 ステータへのコイル挿入影響を考慮したCAE予測技術構築 <ul style="list-style-type: none"> -電動モータのステータを構成する電磁鋼板以外の要素として、現在一般的なSC巻き線に着目し、上記ステータモデルにSC巻き線をワニスで固定したステータAssembly Free - Free境界条件で巻き線の接着範囲、接触がステータ振動モードへ与える影響を明確にし、CAEのモデル化を行う。 ・FY23 ステータ固定影響を考慮したCAE予測技術構築 <ul style="list-style-type: none"> -ステータが固定された状態を考慮した振動伝達影響を明確にし、ドライブユニット適用時の電動モータステータの振動挙動を考慮したCAEモデル化と予測技術の構築を行う。 <div style="text-align: right;"> </div>									
<p>【研究成果】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>2021年度</th> <th>2022年度</th> <th>2023年度</th> <th>2024年度～</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電磁鋼板の積層材からなるステータとそこに付与されるカシメ、溶接、接着、ボルト締め付け軸力がモード特性へ与える影響を実験で明らかにする。またカシメ、溶接、接着、鋼板間接触、ボルト締め付けのモデル化を行い、予測精度と課題を明らかにする。</td> <td>ワニスによるコイルの固定範囲やコイルとステータの接触によるモード特性への寄与を実験的に明らかにする。モード特性への寄与解析を行うことで振動伝達影響を明確にし、Free-Freeでのモータステータ周波数応答のモデル精度を向上させる。</td> <td>一般的なケースへのステータ固定方法であるボルト締結及び焼き嵌めによる振動モードへの影響解析を行い、そのドライブユニット適用時の振動伝達影響を考慮したCAE予測技術を構築する。</td> <td>モータステータのCAE予測技術構築で得た知見で、類似した構造であるモータロータのモデル化を行うことで振動伝達影響をモータステータ/ロータの両方で明確にし、電動モータ振動伝達予測技術をモーター台分で確立する。</td> </tr> </tbody> </table>	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度～	電磁鋼板の積層材からなるステータとそこに付与されるカシメ、溶接、接着、ボルト締め付け軸力がモード特性へ与える影響を実験で明らかにする。またカシメ、溶接、接着、鋼板間接触、ボルト締め付けのモデル化を行い、予測精度と課題を明らかにする。	ワニスによるコイルの固定範囲やコイルとステータの接触によるモード特性への寄与を実験的に明らかにする。モード特性への寄与解析を行うことで振動伝達影響を明確にし、Free-Freeでのモータステータ周波数応答のモデル精度を向上させる。	一般的なケースへのステータ固定方法であるボルト締結及び焼き嵌めによる振動モードへの影響解析を行い、そのドライブユニット適用時の振動伝達影響を考慮したCAE予測技術を構築する。	モータステータのCAE予測技術構築で得た知見で、類似した構造であるモータロータのモデル化を行うことで振動伝達影響をモータステータ/ロータの両方で明確にし、電動モータ振動伝達予測技術をモーター台分で確立する。	<p>【応用領域】</p> <p>電動委員会で推進中の磁気加振力同定と組み合わせること、本テーマのモータハード要因とモータノイズ起振力がセットになったNV予測技術の構築が可能となる。</p> <p>起振力 トルクリプル ラジアル力 同定</p>
2021年度	2022年度	2023年度	2024年度～						
電磁鋼板の積層材からなるステータとそこに付与されるカシメ、溶接、接着、ボルト締め付け軸力がモード特性へ与える影響を実験で明らかにする。またカシメ、溶接、接着、鋼板間接触、ボルト締め付けのモデル化を行い、予測精度と課題を明らかにする。	ワニスによるコイルの固定範囲やコイルとステータの接触によるモード特性への寄与を実験的に明らかにする。モード特性への寄与解析を行うことで振動伝達影響を明確にし、Free-Freeでのモータステータ周波数応答のモデル精度を向上させる。	一般的なケースへのステータ固定方法であるボルト締結及び焼き嵌めによる振動モードへの影響解析を行い、そのドライブユニット適用時の振動伝達影響を考慮したCAE予測技術を構築する。	モータステータのCAE予測技術構築で得た知見で、類似した構造であるモータロータのモデル化を行うことで振動伝達影響をモータステータ/ロータの両方で明確にし、電動モータ振動伝達予測技術をモーター台分で確立する。						
<p>【研究予定期間】 2021年度～2023年度 (2024年度以降、ロータ及び電磁加振力を含めた発展研究予定)</p>									

<p>【テーマ名】 電動車 快音化指針の構築</p>	<p>【研究委託先】 中央大学</p>										
<p>【研究目的】 電動車としての車室内に価値を与えるための音、音質を研究する 電動化により暗騒音が低下していく中で、モータノイズ ギヤノイズの音量の評価指針を定義する</p>											
<p>【研究内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FY21 高周波音の音量の評価指針の研究(定常) <ul style="list-style-type: none"> -電動化で暗騒音が大幅に低下する中、高周波音に対しての暗騒音影響 両耳効果についての研究を行う。 ・FY22 高周波音の音量の評価指針(過渡)、音と物理指標の研究 <ul style="list-style-type: none"> -FY21実施内容に対し過渡のシーンの追加、音に対しての人間の物理指標を明確にする。 ・FY23 音と人間特性の研究 <ul style="list-style-type: none"> -音に対しての聴覚と視覚を含む他感覚の影響などの人間特性との関連性を明確にする。 ・FY24 価値を生み出す音、音質の定義 <ul style="list-style-type: none"> -覚醒コントロール、リラックス、感覚形成(加速感)、運転支援など空間価値を創生する音 音質について研究する。 <div style="text-align: right;"> </div>											
<p>【研究成果】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>2021年度</th> <th>2022年度</th> <th>2023年度</th> <th>2024年度</th> <th>2025年度～</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①高周波音の音量の評価指針の定義(定常) -暗騒音、両耳効果の影響把握 -新指針、新評価軸の設定 ②快音化の詳細ロードマップ構築</td> <td>①高周波音の音量の評価指針の定義(過渡) ②「心地良い音」と官能で感じることを、具体的な人間の物理指標で定義する。</td> <td>音と人間特性との関連性把握 -聴覚と他感覚の影響把握 -高周波音と他周波現象の影響把握 -意思による要求性能</td> <td>空間価値を創生する音、音質の指針を構築する。 -覚醒コントロール、リラックス -感覚形成(加速感、高級感) -運転支援</td> <td>①自動運転によって与えられる新たな環境下(会議 睡眠 etc)での快音を定義する。 ②快音の物理指標と相関が取れる車載でモニター可能な人間特性を定義することで、快音を搭乗者にリアルタイムで供給する。</td> </tr> </tbody> </table>	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度～	①高周波音の音量の評価指針の定義(定常) -暗騒音、両耳効果の影響把握 -新指針、新評価軸の設定 ②快音化の詳細ロードマップ構築	①高周波音の音量の評価指針の定義(過渡) ②「心地良い音」と官能で感じることを、具体的な人間の物理指標で定義する。	音と人間特性との関連性把握 -聴覚と他感覚の影響把握 -高周波音と他周波現象の影響把握 -意思による要求性能	空間価値を創生する音、音質の指針を構築する。 -覚醒コントロール、リラックス -感覚形成(加速感、高級感) -運転支援	①自動運転によって与えられる新たな環境下(会議 睡眠 etc)での快音を定義する。 ②快音の物理指標と相関が取れる車載でモニター可能な人間特性を定義することで、快音を搭乗者にリアルタイムで供給する。	<p>【応用領域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ターゲットユーザーに応じた電動車の快音化指標 ・新たな環境下でのサウンドデザイン ・自動車以外の工業製品にも特定指針は応用可
2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度～							
①高周波音の音量の評価指針の定義(定常) -暗騒音、両耳効果の影響把握 -新指針、新評価軸の設定 ②快音化の詳細ロードマップ構築	①高周波音の音量の評価指針の定義(過渡) ②「心地良い音」と官能で感じることを、具体的な人間の物理指標で定義する。	音と人間特性との関連性把握 -聴覚と他感覚の影響把握 -高周波音と他周波現象の影響把握 -意思による要求性能	空間価値を創生する音、音質の指針を構築する。 -覚醒コントロール、リラックス -感覚形成(加速感、高級感) -運転支援	①自動運転によって与えられる新たな環境下(会議 睡眠 etc)での快音を定義する。 ②快音の物理指標と相関が取れる車載でモニター可能な人間特性を定義することで、快音を搭乗者にリアルタイムで供給する。							
<p>【研究予定期間】 2021年度～2024年度 (2025年度以降、新たな環境下での快音化研究に発展予定)</p>											

【テーマ名】 ラトルノイズ：ギヤ・スプライン衝突加振力予測

【研究委託先】 未定

【研究目的】 ラトルノイズの加振力となる、ギヤ・スプラインの衝突の物理特性（歯減衰、歯剛性、オイル減衰特性）を定義する

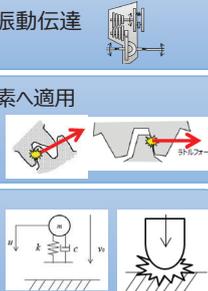
【研究内容】

- ・FY22 衝突モデルの研究
- テストピースでの物体間の衝突による物理特性についての研究を行う。
- ・FY23 ギヤへの適用
- 一對ギヤのギヤボックスでのギヤの衝突による物理特性についての研究を行う。
- ・FY24 スプラインへの適用
- FY23のギヤに続き、スプラインの衝突による物理特性についての研究を行う。

別テーマ ドライブトレイン振動伝達
25年度～

Step2 ギヤ・スプライン要素へ適用
実験検証
パラメータ同定
23, 24年度

Step1 衝突力モデルの構築
計測方法の確立
パラメータの一般化
22年度



【研究成果】			2025年度	【応用領域】
2022年度	2023年度	2024年度		
簡素な物体間の衝突による物理特性（歯減衰、歯剛性、オイル減衰特性）を定義する。	ギヤの衝突による物理特性（歯減衰、歯剛性、オイル減衰特性）を定義する。	スプラインの衝突による物理特性（歯減衰、歯剛性、オイル減衰特性）を定義する。		接触部特性の利用により以下現象の予測モデル精度向上 1. 振動伝達モデル 2. 回転挙動モデル 3. ショックトルクモデル

【研究予定期間】 22年度～24年度

APPENDIX

*Transmission
Research
Association for
Mobility
Innovation*

TRAMI

Transmission Research Association for Mobility Innovation

自動車用動力伝達技術研究組合

賛助会員・共同研究企業・共同調査制度
のご紹介

制度のご紹介

TRAMI₁₀₅

■ TRAMI活動に参加いただける3つの制度があります

賛助会員制度

★ TRAMIの活動にご賛同いただけましたら...

共同研究企業制度

★ TRAMIのメンバーと共に研究活動を行うことに興味がある

共同調査制度

★ TRAMIと共に駆動系の調査を行うことに興味がある

賛助会員に入会いただけますと以下のことができます

詳細はこちらへ https://trami.or.jp/supporting_member/

■ 研究ニーズ：提案、集約結果入手

- ・TRAMIにて行う研究活動について、研究ニーズの提案
- ・TRAMI組合員および賛助会員の研究ニーズ集約結果の入手



■ 研究成果報告会：参加、プレゼン資料入手

- ・年度末に開催される「研究成果報告会」に参加
- ・成果報告概要（成果報告会でのプレゼン資料等）の入手



■ 共同調査：参加資格取得

- ・駆動系部品を調査し、TRAMI組合員と共に考察し、報告書にまとめる
(共同調査に関しては、別途調査費用が必要です)



共同研究企業に入会いただけますと、賛助会員のできることに加え、研究活動に参加できます

詳細はこちらへ https://trami.or.jp/joint_research_partner/

■ 共同研究企業制度概要

参画単位：設定する研究グループごとの参画

研究の主体：大学(大学に研究委託をして実施する)

権利と役割：参加研究に関しては規約・規程に基づいて基本的に組合員同等の権利と役割を有する
(研究会の運営に関する議論は組合員のみ参加としています)



■ 実際の研究活動に参画

年度に複数回実施される研究会等に参加し、研究の進捗・課題・方針等について議論する
研究テーマの議論に加えて話題提供等による情報共有を実施



■ 共同研究の詳細な成果の入手

研究に実際に参画することでのみ得られる詳細な情報



注).実施回数・時期・場所は研究グループごとに異なります

■ 共同調査制度の概要

- ・実施事項 : 「世界TOPランナー」の車両/ユニット/部品の調査 (全部、または一部)
- ・参加資格 : 共同研究企業、賛助会員、または、TRAMIの研究受託機関
- ・参加費用 : 当該年度の共同調査に要する調査費用をTRAMI(*1)を含めて案分調査費用は、企画Mtg.を経て決定した調査項目/方法などに基づいた実費
- ・オープニングセッション : TRAMIより参加資格者宛てに開催案内を個別に送付します
- ・募集 : TRAMIより企画Mtg.参加者宛てに申し込み案内を個別に送付します

(*1)TRAMIは11社とカウント。
TRAMI+9社の場合、
費用の1/20を負担

■ 共同調査制度に参加するメリットとして以下のようなことが挙げられます

- ・業界の動向を知り、世界TOPランナーの車両/ユニット/部品を現認、技術レベルが確認できる
- ・注目すべき調査方針、調査項目が議論できる
- ・調査方法 (計測方法) について、より良い方法を議論できる
- ・共同でのデータの分析、考察に参加して、調査対象物の特徴や得失が確認できる
- ・自社の調査だけでは得られない幅広い調査結果が得られる
- ・車両/ユニットレベルに自社部品が及ぼす影響が分かる

2021年度、現在実施中
フォルクスワーゲン・ゴルフGTE
(DQ400E)
・TM部のスピロス/負荷ロス
・電動ポンプの諸元調査
・主モータの構造、寸法計測
・歯車の諸元、精度の計測
・ギヤ噛み合い伝達誤差の計測
・油圧回路図作成 等、10項目



注).実施時期・場所等は年度ごとに異なる場合があります

賛助会員/共同研究企業へのお申込みについて

<賛助会員制度>

入会資格 : 日本国内に製造又は研究開発拠点を有し、自動車又は自動車に関連する部品、材料、サービスなどの提供を行う法人

年会費 : 中小企業(資本金3億円未満) 50万円 (不課税)
大企業(資本金3億円以上) 150万円 (不課税)

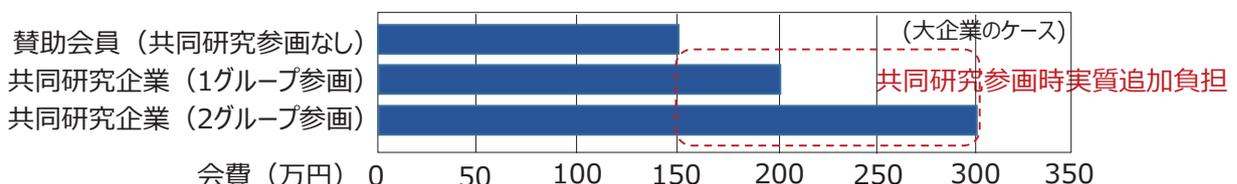
申込方法 : TRAMI HPよりお申込み下さい <https://trami.or.jp/>

<共同研究企業制度>

入会資格 : 日本国内に製造又は研究開発拠点を有し、自動車又は自動車に関連する部品、材料、サービスなどの提供を行う法人

年会費 : 中小企業(資本金3億円未満) 1研究グループ目 70万円 2研究グループ目以降 30万円/件 (税抜き)
大企業(資本金3億円以上) 1研究グループ目 200万円 2研究グループ目以降 100万円/件 (税抜き)

申込方法 : TRAMI HPよりお申込み下さい <https://trami.or.jp/>



自動車用動力伝達技術研究組合

Transmission Research Association for Mobility Innovation
TRAMI (トラミ)

〒105-0022

東京都港区海岸 1 丁目 9-11 マリンクスタワー8F

TEL03-5843-8639