

## TRAMI 第6回公開フォーラム 質疑応答集

### 【第1部 2024年度TRAMI研究活動】

#### 「TRAMIのカーボンニュートラルシナリオ」

	質問	回答
①	質量、体格、コスト、損失などそれぞれTRAMIとしての具体的な目標値はあるのでしょうか？	結論を言いますと、それらについて現在策定中となります。 質量、体格、コスト、損失などそれぞれにおいて、そのカーブや変曲点の位置など異なるものと考えています。それぞれの要素をそれぞれの指標ごとに策定し、それらの合わせ技でシステムとしての最終目標を達成したいと考えています。

#### 「TRAMI研究方針」

	質問	回答
①	小型化を目的として、その達成手段のひとつとして超高回転化があるのであれば、超高回転化以外のアプローチもあるかと思えます。それらについての研究についてはどのようにお考えでしょうか？	高密度化、高トルク化等いろいろな方法論、またその他の方法もあるかと思えますが、まずはTRAMIとしては超高回転の領域に力を集中することによって研究を確実なものにしていく、という考えです。そこで得られた技術については、他の方法においても転用できるものも考えています。
②	超高速化の研究について部品レベル、ユニットレベル、車両レベルの課題があると思いますが、TRAMIでは車両レベルの課題まで踏み込んでやっていくのでしょうか？	意思としては車両まで踏み込んだ形としてやっていきたいと思っていますが、研究自体が大規模化してきますので、TRAMIとしては現在検討中というところではあります。
③	高回転では駆動周波数が高くなると思いますが、駆動システムについては既存のもので対応可能なのでしょうか？	ご指摘の部分にも課題があると考えておりまして、研究テーマの中にも、駆動の高周波化における課題に対応するものも設定しています。

#### 研究Gr\_A【機械摩擦・熱研究委員会、機械伝達分科会、摩擦伝達分科会】

	質問	回答
①	潤滑について主に変速機/減速機にフォーカスしてお話しただいたと思いますが、モーターの冷却にも同じ油を使う前提なのでしょうか？それとも今後の高回転化において従来と異なるものも使うことを研究されているのでしょうか？	現在、研究グループAでは特に減速機に関して行っており、モーターと共用した冷却についてはまだスコープに入っていません。 東海大学の研究例で言いますと、50,000rpmになりますと潤滑油がギヤのところにうまく入ってこれない現象がありますので、潤滑油をどのように当てたら冷却できるのか？という研究を現在進めております。現時点では、コンポーネントや歯面の冷却というところにフォーカスして研究を進めている状況です。
②	高回転になってくると、油そのものの攪拌抵抗も気になってきますが、成立し得るミニマムの潤滑とはどういったものか研究のゴールとしてお考えでしょうか？	この研究では、効率的に潤滑油を掛けるのはどうしたらよいか、ということがひとつあります。もう一つは、コンポーネントとしてトラクションや磁気ギヤを使った研究も取り入れています。トラクションでは歯が無いのでかきあげ潤滑によるロスなどは抑えられると考えています。また、来年度から研究対象としている磁気ギヤについては機械的な接触がありませんので、どちらかというシステム効率を視野に入れて研究していきたいと考えています。
③	高回転化ということで、今まで問題となっていなかった損失、例えば回転変動によるイナーシャ損失や、空気抵抗のような、今までに問題視されていなかった領域での損失についても考えているのでしょうか？	ご指摘のような新しい課題は未だ設定されておりませんが、本年度から実際に50,000rpm回せる設備を立ち上げようとしています。その中で、実際に50,000rpm回すことで振動や損失などの課題が出てくるものと思います。そこから次年度以降に課題設定をして進めて行こうと考えております。
④	磁気ギヤとは、あまり聞いたことがないですが、どのような技術でしょうか？	S極N極と交互に配置されたリング形状の内側に、ピニオンのように小型のモータが複数配置されています。この内側のモーターが回転することによって外側のリング形状が磁気により回転する構造となっています。 来年度は、車両要求に対しどのようにシステムを駆動させるか、その制御についても課題のひとつとして取り組む予定です。
⑤	ギヤ自体の材料開発はしていますか？	表面のテクスチャー等については扱っていますが、現在の研究テーマにおいて、材料開発については特に行っておりません。
⑥	モータ効率を有効に使いこすことを目的として、トラクション変速機等の技術研究が計画されていますが、既存の変速技術（AT,AT,CVT等）では、その目的の達成が難しいと考えていますか？	50,000rpmのシミュレーションの中に種々モデルを組み込んでいます。その中には、ギヤ、トラクション、磁気ギヤ、CVTなどの変速機構も取り入れてシミュレーションを実施しています。そのような変速機構を入れた方がモーターの効率が良くなるという結果も出てきています。
⑦	高回転になると伝達効率の低下が考えられますが、どのような対応を考えられていますか？	高回転運転時でもモーター効率を最大化するための適切なスケルトン研究や歯車表面のμ低減技術などに取り組んでいます。また、潤滑によるフリクションロス増大も懸念されるため、なるべく少量の潤滑で発熱を抑えられるよう潤滑の掛け方による冷却効率最適化、および貧潤滑環境下での摩擦・摩耗特性解明の研究にも取り組んでいます。

研究Gr\_C [流体摩擦・熱研究委員会（流体制御研究委員会）]

	質問	回答
①	CFD技術は超高回転になった場合、どのような難しさがあるのでしょうか？	超高回転になると、現象自体が激しくなり単位時間当たりに起きることも増えますので、時間的にも解像度を高めなくてはなりません。また、液滴やミストなどの扱う対象もより細かなものを見ていかななくてはならないと考えています。
②	オイルに泡が含まれると冷却性や潤滑性が低下しませんか？	影響あると思いますが、攪拌抵抗の低減と潤滑性能のバランスとして最適点があるのではないかと考えて、気液混相というアプローチをしています。
③	発表ありがとうございます。Gr.Aさん等と内容が重複する点があるかと思いますがどのように連携されていますでしょうか？	厳密に境界線を引きするのは難しいところがあると思いますが、Gr.Aでは油が届いた上で油膜をどう作るか、摩擦をどうコントロールするか、というところにフォーカスしているのに対して、Gr.Cでは、そこにどうやって過剰にならないように油を届けるか、という考え方であると思います。ただ、ご指摘のように被るところもあるかと思うので、実際の研究活動は連携して、成果共用できるところは一緒に活動する、と考えています。
④	ミストと液滴との定量的な見分け方？	厳密な定義というものははっきりできていませんが、イメージとしてはミストは粒径が非常に細かくトランスマッション内の環境に漂い続けるもの。一方、液滴は常にかか続けると潤滑の機能としては期待できないものと認識しています。

研究Gr\_E [電動化研究委員会]

	質問	回答
①	TRAMI機械摩擦熱研究会にて取り組んでいるスケルトン研究では、モーター効率のスイートスポットを上手く使うことを目的としていますが、WLTCモードなどで頻繁に使われるような高回転低負荷の領域では効率が良くないという論文もあります。WLTCモードにて頻度高く使われる領域での効率向上に関する研究をターゲットにする考えはありますか？	超高回転化にて問題となるのは鉄損を中心にした損失の悪化と考えます。主力として使われている磁石内臓型モーターでは、低負荷でも回転数が上がることで鉄損の損失が大きくなり燃費が悪化する領域が出てくると思われます。50,000rpmの超高回転数を目指すにはこの鉄損を抑える技術が必要であり、この技術はそれ以下の回転数においても損失低減に繋がって意義のある研究と考えています。
②	超高回転になった場合ローターの強度も問題になるとは思いますが、取り組む予定はありますか？	鉄を使わない(コアレス)モーター、鉄を使ったモーターの両方から50,000rpmの研究を進めようとしていますが、どちらにおいてもローター自体がもたないようではモーターが成立しませんので、強度的にもつ策も考えながら進めています。
③	高周波鉄損の検証は電磁鋼板のみが対象でしょうか？高周波での低鉄損であれば、磁粉系コア材料も候補材料となりそうですが、そういった材料の鉄損検証ははふくまれているますでしょうか？	モーターにおける鉄損低減については、研究の幅を広げる為にも電磁鋼板だけでなく圧粉磁心での検討も進める予定です。
④	共振回避のテーマは構造による手法と制御による手法はどのように使い別けるのでしょうか？	制御での手法は高次高調波を重畳させるため高回転になるほど制御速度が高速になるため難易度が上がる方向になり、構造による手法は低回転になるほどDVAの固有値振動数を下げるために大型化が必要になるため難易度が上がる方向になります。棲み分け的には高回転がDVA、低回転が制御が有利になります。
⑤	磁石損失へのアプローチはテーマにありますでしょうか？	磁石内の損失についても考慮した検討になりますが、磁石そのものの内部損失を積極的に下げる研究に特化したアプローチは現時点ではありません。

研究Gr\_F [音振動研究委員会]

	質問	回答
①	現在の研究テーマでは起振源のところからアプローチとして主に取り掛かっているかと思いますが、音振動を考える上で防音吸音は切っても切れないと思います。こちらのアプローチについてはTRAMIとして扱うことはあるのでしょうか？	まず振動伝達特性のところをきちんとやった上で、その次のアプローチとして防音遮音を考えております。
②	ギヤ/スプラインの衝突加振力というのは、電動車両の音振動においてどのような状態でのどのような現象なのでしょう？そしてそれは重要な課題なのでしょうか？	ギヤのラトルノイズについてだと思います。原因としては、定常加振力とステップによる変化の加振力の2種類あります。定常加振力の場合はエンジンの回転変動が原因の主であり、これは電動化にて無くなります。一方、過渡の加振力によるものはギヤのバックラッシュでの衝撃音が発生します。こちらの課題は継続して残ります。尚且つ、電動化により暗騒音小さくなる、また応答性の高いモーターにより不利な要素もありますので、重要なテーマとして考えています。
③	モータやドライブトレインの快音化とは、超高回転化に伴ってどのような影響または変化を受けるものと考えていらっしゃいますか？	モーターノイズ、ギヤノイズ共に、今までは8kHzまでしか見ていなかったのですが、超高回転を踏まえて可聴域の20kHzまで見るということにしています。可聴域になりますので聴力とのバランスによって決まってくると思います。

④	3大学連携はどのように進めていますか？	音振動研究会は、二つのテーマをそれぞれ3大学でやっているという特徴がありますが、それぞれの大学とも同じ領域の先生方ですので、実験、設計など上手く分担していただき、そのような中でも一つにまとまって活動いただけていると思います。
⑤	快音とは？定義はどのようにお考えでしょうか？	快音とは、運転を支援し各走行シーンに適した音源を提供することだと考えています。例えば加減速時は加速感や減速感を演出するサウンド、定常や高速走行時は覚醒、眠気防止、心地よさ、疲れを軽減させるようなサウンドを提供することを狙いとしています。

#### 研究Gr\_G [計測技術研究委員会]

	質問	回答
①	モータ部品内部温度測定について、焼結部品の密度の差が測定結果に影響が出ないでしょうか？	影響あるものと思います。その部分の検証も含めて考えていきたいと思っています。
②	ギア油膜計測について質問です。ギヤが1歯での接触ではなく、2歯や3歯で接触するような場合にも電気インピーダンス法での油膜膜厚の計測は可能なのでしょうか？	1歯での油膜を厳密に測ろうとすると難しいと考えています。但し、2歯3歯の状態でも測れば潤滑油の有無ということについては有効な計測結果が得られるのではないかと考えております。
③	この計測方法は、コイルや電磁鋼板など焼結以外の材料には使えるのでしょうか？磁石でも焼結以外のものでも可能性はあるのでしょうか？	金属など塊の状態でも内部減衰の小さい材料であれば使えると考えられます。ただし焼結材でも密度が低いと減衰が大きくなり使えません。又、組み立て構造で部材同士の界面部分の接触状態によっては、減衰が大きくなり使えない可能性があります。

#### 研究Gr\_H [合同調査研究委員会]

	質問	回答
①	TRAMI機械摩擦熱研究会でのスケルトンでの効率算出では、CVTについてはTRAMIの実機データが入っていますが、歯車・軸受等についてはISOや自動車技術会ハンドブックからの式を使用しています。これらは世の中では流通している手法なのですが、改良していく必要性も感じています。歯車や軸受の損失プログラムについて精度向上していく計画はありませんか？	はい、必要であると考えています。モデルと言っても答え合わせをしていく必要はあるのではないかと思います。今あるモデルにおいてもシステムとしての効率を出したときに、それは実機でどの程度の再現度があるのかなど検証していく必要があるかと思っています。今後の高回転化に向けてのモデルの精度向上に繋がるのではないかと考えておりますので、研究会を通してコラボレーションさせていただきたいと考えております。
②	合同調査の共同研究企業になると、今日説明されている調査結果が入手できるのでしょうか？	結果もちろん共有させていただきますが、研究自体も一緒に行いますのでそのような中でもお互い得るものは沢山あるのではないかと考えています。
③	各グループの研究テーマはギヤ伝達ベースで計画されているように見えますが、チェーン、ベルト等の課題取り組みは抜けていないでしょうか。その理由があれば、聞かせていただきたい。	未だそこまで課題に落とし込んでいるわけではありません。世の中のをいろいろと見ていく中で、ギヤ以外の伝達機構があるとなれば、そういったものにもフォーカスして活動していく必要があると考えています。