

TRAMI 第5回公開フォーラム 質疑応答集

【第1部 TRAMI カーボンニュートラルシナリオと23年度研究活動】

「TRAMIのカーボンニュートラルシナリオ」

	質問	回答
①	研究テーマの具体化の中で超高回転（5万回転超）電動駆動システムの研究と記載していますが、何故2万、3万、7万回転ではなく5万回転超なのでしょう。具体的な理由があれば教えてください。	5万回転が性能の極値になるとは限りません。おそらく、既存技術の延長で対応可能な2.5万回転以上の領域に、指標によっては極値が存在すると考えています。 性能的なポテンシャルを明確にする基礎・基盤研究を進めるために5万回転超に目標を置きました。TRAMIとしてはこのような基礎・基盤研究の結果を蓄積し、個社における製品開発にフィードバックしていきたいと考えています。
②	テーマの超高回転5万rpm以上のメリットとは、具体的にはどのようなことが考えられるのでしょうか。	一例として下記のようなメリットがあると試算しています。 <CO2削減> モーター製造時CO2排出量：50%以上削減/台、 BEV & PHEVの予測台数595百万台@2040 →製造時CO2排出量 約3千万ton以上削減 <省資源化> 電磁鋼板使用量：60%以上削減/台 電動車用電磁鋼板需要量250万ton@2027 →電磁鋼板使用量150万ton以上削減

「TRAMI研究方針」

	質問	回答
①	カーボンニュートラル、省資源化、低質量化等の話がありましたが、長寿命化については研究テーマとして取り組まれているのでしょうか。	はい。車に搭載する姿を描きながら基盤技術を設定しています。車にとつての耐久性というのはとても大事な要素ですので、そこも含めた課題設定としております。
②	FY23新規テーマ17件とのことですが、FY23研究テーマ一覧表にて”FY23新規”を示されているのは10件になりますか…	電動化研究会にて新規に設定しているテーマが8件で、その他の研究会での新規件数が9件の、合計17件となります。来年度は電動化研究では11件の研究テーマを扱うことになります。

研究Gr_A（機械摩擦・熱研究委員会）研究テーマ

- A-1 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
- A-2 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
- A-3 トルクシヨン伝達による高減速比機構に関する研究
- A-4 電動化に適した動力伝達機構の検討
- A-5 高速歯車におけるトライボフィルム及び表面テクスチャの摩擦特性解析
- A-6 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
- A-7 高回転環境における有効な潤滑供給に関する研究

	質問	回答
①	回転数が1万から5万と高回転化すると、いままでの予測式が合わなくなってくるかと思いますが、現状、そのバウンダリーはどの辺りなのか教えていただけませんかでしょうか。	トルクシヨンについて…現在、東海大では既に5万回転で行っていますが、確かに合いません。合わない原因を今年度確認しているところです。現状ですと、1～2万回転にて乖離がでているのが事実で、既に課題化しております。 ギヤについて…鳥取大での試験では、1万回転(周速3万回転相当)で行っており、高回転になればなるほどギヤ効率が良い結果があります。その要因を分析しているところで、油膜厚さの変化が影響あり、新たな計算方法が必要ではないかと考えています。
②	5万rpmを掲げますと、ギヤトレイン側は自ずと目標となりそうな減速比が出てくると思いますが、どの程度でしょうか。	入力5万rpmとなった場合、タイヤの回転はそれほど変わらないものとして、1/25から1/30ほどの減速比が必要と思います。従来のギヤトレインで減速を行うと、大きさ、重量等の課題があるかと考えます。
③	テーマ「A-2 超高回転ギヤにおける既存設計技術の適用…」鳥取大の研究成果との整合性確認については、研究委託先が募集中となっていますが、現時点でいかがでしょうか。	現在、募集中の状況です。
④	5万rpmは周速でいくぐらいですか	100m/sぐらいです。(ギヤ径はφ40程度を想定)

研究Gr_C (流体摩擦・熱研究委員会) 研究テーマ

- C-1 高速回転環境での潤滑油流れの解明
- C-2 飛沫を伴う攪拌流れの二相流研究
- C-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
- C-4 潤滑油飛沫の研究
- C-5 超高回転領域までの流体挙動の研究

	質問	回答
①	液相の中にバブル(気相)を含んだCFD解析が主となっているようですが、粘度の低下と共に気相が入りやすくなるからなのか、それとも、バブルを積極的に活用しているということからテーマ化されているのか、どちらなのでしょう。	両方の側面があります。高回転になって空気が入り攪拌されるという現象を解明するという目的もありますが、空気を積極的に使って攪拌ロスの低減、潤滑機能の向上を考えることもあります。研究グループC,D、両方をご覧いただければ、と思います。

研究Gr_D (流体制御研究委員会) 研究テーマ

- D-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
- D-2 オイルポンプの騒音に及ぼす気泡混入影響の解明
- D-3 電磁弁における動的挙動の研究

	質問	回答
①	気泡率は、今後の高回転化において、どの程度を考慮すべきなのでしょう。また、気泡を積極的に使っていくとすると、ポンプノイズの観点でどれくらいの気泡率まで研究のスクープを考えられているのでしょうか。	ユニットとして成立するかどうかの段階までには未だ至っておりませんが、気泡率についてはMax30%、気泡径については5~100μmの条件を研究対象としています。
②	マイクロバブルの使い道として、ローターとステーターとの間のエアギャップ以外にあるのでしょうか。	湿式クラッチのせん断抵抗低減などや、自動車に留まらず設備関係の損失低減にも活用できるのではないかと考えています。

研究Gr_E (電動化研究委員会) 研究テーマ

- E-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 (COIL END空間部)
- E-2 モータ起振力同定、及び計測精度向上の研究
- E-3 超高回転モータGAP部のロータ風損および放熱メカニズムの解明
- E-4 モータの超高回転化における課題と対策案の研究

	質問	回答
①	超高回転領域の新規8テーマについて、目的と成果についての説明だけだったのですが、研究スタートまでには研究方法なども明確になると考えてよろしいでしょうか。また、新規の研究テーマの研究期間はどの程度でしょうか。	現在、予定しています大学と企画等について協議をしているところで、年末を目途に詳細を決めようとしています。研究そのものの期間としては、すべての研究が同じ期間になるかどうか詳細は判っておりませんが、3年を目安に企画を考えているところです。
②	変速を考えると、モーターの良いところを出して、悪いところを補うというのが基本コンセプトとなります。このとき、モーターの効率マップが大事になってくると思います。研究の方向として、効率マップの良いところを広くするのか、狭いけれども高い効率を狙っていくのか、どちらを向いて研究されているのでしょうか。	超高回転の8テーマを設定していますが、どちらかを狙った研究というわけではありません。特にモーターの効率に起因するところは、様々な要因が複合して影響しますので、すべてを良くするのは非常に難しいと考えます。だからと言ってピンポイントの効率を良くするのも伝達側を考えると不合理であると思います。基本的に効率点は広げる方向で研究を進めようと思っています。エンジンよりもモーターの方がスイートスポットは広いと思いますが、超高回転を考えるとモーターにとっても得意不得意が出てくると思います。それぞれのモーターに応じた最適な伝達機構というのも出てくるのでは、と思います。さらに、研究が進んだ段階では、機構をシンプル化させるためのモーター特性とは、などの考えにも持っていきたいと思っています。
③	モーターを複数使ったほうが良いという研究者もいますが、研究としては大出力を狙っていくのか、それとも小出力を狙っていくのでしょうか。	現在の技術ですと、大出力にすると損失が悪化する領域も存在してきます。それを回避するためモーターを複数化すると有利にはなっていますが、伝達系も含めて複雑化するという側面もあります。商品として考えたときに、どちらを選択すべきかが分かれていくのではないかと考えます。
④	Rotor、Stator間のレイノルズ数はどの位でしょうか？流れの挙動としては、乱流(高Re)状態でしょうか？その際、冷却性能に有利になりますでしょうか？また、抵抗には不利になりますでしょうか？	本研究で題材としている2万回転相当のモーターでRotor、Stator間が空気の場合、車速45km/h時 Re=約2300、車速60km/h時 Re=約3100、車速80km/h時 Re=約4200、車速180km/h時 Re=約9400となります。5万回転とした場合は車速60~180km/hでReは約7000~23000となります。現時点の2万回転のモーターで経験しているRe=9400を超える領域は未知の領域であるため今後の研究で冷却への影響をあきらかにしていく必要があると考えております。抵抗につきましては同一体格の場合、回転数の上昇と共に増加していきますが、高回転化によるモーターの小型化である程度は抑制できると考えております。
⑤	高回転化の技術は掃除機などの家電で使われていますが、参考にされたりするのでしょうか？	家電用モータに使われている技術も参考にさせていただきますが、対象とする出力領域が大きく異なりますので、そのままの適用で済むとは思っていません。

研究Gr_F (音振動研究委員会) 研究テーマ

- F-1 電動モータ振動伝達特性予測：ステータ
- F-2 電動車 快音化指針の構築
- F-3 ラトルノイズ：ギヤ・スプライン衝突加振力予測
- F-4 回転アンバランス加振力予測

	質問	回答
①	快音化は人によって感じ方が大きく違うと思います。例えば高周波の音も、よいと感じる人もいれば、耳障りと思う人がいると思います。どのように捉えて快音化という評価をしていくのか、考え方を教えていただきたいと思います。	高周波の音で顕著となるものには、モーターおよびギヤノイズがあるかと思っています。これらについては、暗騒音とのバランスをしっかりと行うことによって定量化できるものと思います。さらに、それをベースとして快音化に導いていければ、と考えています。
②	シャフト、軸受の伝達とケース伝達を新規ということですが、これは高回転になってくると新たな要素がでてくるということでしょうか。また、これはFY24からのテーマアップということでもよろしいのでしょうか。	FY24からのテーマ化を考えています。振動伝達に関しては、高周波になることによって振動モードがより複雑になってきますので、ベアリングの動的挙動も含めしっかりと取り組まなくてはならない、ということで、高回転化の課題ということで認識しています。
③	「快音化」については人種差（骨格による頭部伝達関数の違い）や文化・心理差（恒常的及び一時的な脳の働きの違い）といった複合的な要素が絡んでくると思うが、そういった要素を排除した研究にするのかそれらも含めた研究にするのか？ 展望があればご教示をお願いします。	心理差は取り組みの範囲になりますが、人種や文化差はパネラーの範囲に限られて来ますの限定的にならざるを得ません。一方で快音化へ導くアプローチ手法は確立されますので、産各社にて車両のカスタマーのターゲットに合わせて同手法を活用していくことになります。

研究Gr_G (計測技術研究委員会) 研究テーマ

- G-1 ギヤ噛合部の油膜形成と破断を評価する計測手法の開発
- G-2 モータ部品内部の温度分布を非接触で計測できる技術の研究

	質問	回答
①	モーターの温度分布の測定についてですが、非接触ということは回転中に測定されようとしているのですか。超音波を使うと、インピーダンスマッチングの関係もあり接触させる必要があると思いますが。	最初の段階では、超音波を使って接触で行います。非接触の部分はレーザーアブレーションを使って加振し、レーザーにより変位計測を考えておりますが、現時点では未だハードルが高過ぎますので、まずは接触で、と考えています。
②	温度分布を測るとのことですが、分割した磁石それぞれの平均温度を測定されるのか、または連続的な温度分布を測ろうとされているのか、どちらでしょうか。	連続的な温度分布を目指しています。熱の入りと出のところが分かっているならば、超音波と差分解析を併用することで温度分布を同定出来るのではないかと考えています。

研究Gr_H (合同調査研究委員会) 研究テーマ

- H-1 電費向上技術の調査 (VW ID.3)

	質問	回答
①	VW ID.3は熱マネジメントに特徴があるということで、大容量のラジエターを採用している一方、開口部の2/3位を覆っているとお聞きしました。そのあたりの意図など、何か想像できることがあれば教えていただきたい。	我々も現物を見て、同様に思いました。ラジエターからの廃熱を回収することで、暖房の効率を上げ、電費性能・航続距離を伸ばす、熱マネのところで貢献しているのではないかと想像しました。あくまでも推定ですので、来年度計測して行く中で調査していきたいと考えています。
②	今回の計測において、熱マネジメントをより分かり易く工夫した点などありましたら教えていただきたい。	整備要領書などに載っていないところなど、現物を見て回路図などを書いて、どういったところに特徴があるかなど研究メンバーで議論して、計測項目などを決めたところが我々のアピールポイントかと思っています。