

トライボロジー分野における TRAMI の活動

Introduction of the TRAMI Technology Association Activities (Automotive Transmission Systems) in the Field of Tribology

本田技研（非）*坂野 淳帥 Mazda（非）西 啓伸 SUBARU（非）斎藤 匡 横国大（正）中野 健

Keisui Banno*, Hironobu Nishi**, Masashi Saito***, Ken Nakano****

*Honda R&D Co., Ltd., **Mazda Motor Corporation, ***SUBARU Corporation, ****Yokohama National University

1. はじめに

自動車用動力伝達技術研究組合（略称：TRAMI）は、複数の企業、大学及び、独立行政法人等が協同で試験研究を行うことにより、単独では解決出来ない課題を克服し、技術の実用化を図ることを目的として、経済産業大臣の認可により設立された組織である。2024年7月の時点における組合員は、国内の主要自動車会社とおよびサプライヤーに自動車研究機関（JARI）を加えた合計12社となっている（Fig.1）。また、TRAMIの活動に賛同し、その活動を支える賛助会員（10社）、共同研究企業（20社）が、TRAMIの研究活動に参画している。

TRAMIは『自動車のCO₂排出抑制や価値の多様化に向けて駆動・電動技術の产学研連携の基礎研究による学のサイエンス進展・产学研人材育成を通じ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』という理念に基づき、次の5つのテーマを掲げて活動を推進している。

- (1) 研究テーマ設定：産のNeedsと学のSeedsに基づく研究シナリオと研究テーマの設定
- (2) 研究環境の充実：产学研共同設備の導入による研究活動とエンジニアリング機能の強化
- (3) 研究成果の蓄積：Modelを含めた研究成果のデータベースと、活用しやすいしくみ作り
- (4) ステークホルダーの拡充：賛助会員制度、共同研究企業の制度化と運用
- (5) 产学研人材育成：研究活動を通した人材交流の活性化

主たるテーマの一つとして、モーターとその制御を含むパワートレーンに関する研究に取り組んでいる（Fig.2）。

本稿では、TRAMIに設置された計測技術研究委員会の活動を中心に、特に产学研の関係構築に重点を置いた取り組みについて、事例を示しながら紹介する。

2. トライボロジー分野における TRAMI の研究

TRAMIでは、モーターの小型化による素材使用料の削減と、製造過程のCO₂排出量削減に貢献するため、モーターの超高回転化に関する研究を進めている¹⁾。

当該モーターの超高回転化が唯一のCO₂排出低減手段ではないことは自明であるが、個社でなくTRAMIとして進める理由は、①50,000 RPMを超える超高回転化は技術難易度が極めて高く、既存技術のブレーキスルーが必要であること、②モーター単体ではなく、電動駆動システムとして広範囲で革新的な研究が必要であり、日本全体として取組む価値があること、である。

Figure 3に超高回転化による『嬉しさ（価値）』や『研究の方向性』を示す。横軸はモーター回転数、縦軸は電動駆動システムとしての質量、体格（=体積）、コスト、及び損失の指標



Fig. 1 Members of TRAMI



Fig. 2 Subject of the study (TRAMI)

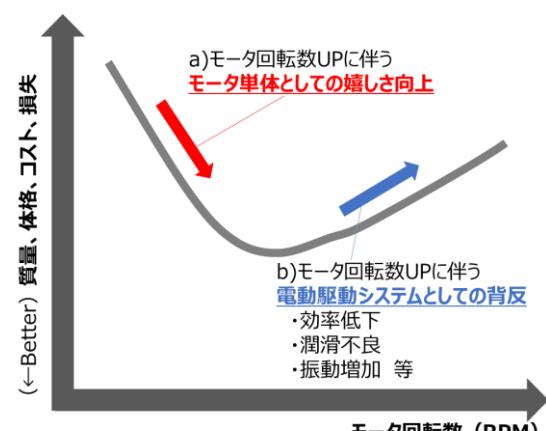


Fig. 3 Advantages due to higher RPM

で、いずれも小さいか、少ない方が特性に優れ、回転数が高くなるとモーター単体としての嬉しさが向上する。

モーター回転数が、25,000 RPM 程度までは既存技術の延長で対応可能と考えられているが、ある回転数を超えると主に減速機部分において駆動システムとしての背反事項が増加し、場合によっては嬉しさが減少する可能性がある。TRAMI は、図中 a) 超高回転領域での性能ポテンシャルの明確化、と b) 超高回転領域に対応する基盤技術に関する研究を推進している。

超高回転化に対応する基盤技術では、ギヤ噛合部を対象とした、摩擦・摩耗・損傷に関する研究、摺動部の発熱に関する研究、潤滑供給に方法に関する研究、及びギヤ噛合部の油膜厚さ計測に関する研究など、トライボロジー分野の研究が複数推進中である。

3. 計測技術研究委員会の目指す产学連携

产学連携は様々な分野で広く行われているが、モノづくりの分野では「产学の谷」と呼ばれるギャップが存在する

(Fig. 4)。学術的な基礎研究と実用的な産業応用のバランスを取ることは、両者の協力と理解が必要であり、計測技術研究委員会では研究を通して良好な产学の関係を築き、「产学の谷」の解消を目指している。一例として、計測技術研究委員会が取り組んでいる、ギヤ噛合部の油膜厚さ計測に関して产学連携の事例を紹介する。

ギヤ噛合部の油膜厚さ計測には、電気インピーダンス法を用いた。電気インピーダンス法による油膜厚さ計測は、弹性流体潤滑 (EHL) 領域の試験装置や軸受を対象とした研究において、その有効性が確認されている²⁻³⁾。測定値には接触状態、環境、及びノイズ等に起因したばらつきや誤差が含まれる。一定の状態が維持される場合、平均化等の統計上の処理が可能であるが、計測対象がギヤ噛合部の油膜のように、時々刻々と状態が変化する場合には、各々の測定値に含まれるばらつきや誤差を低減させ、S/N 比を向上させる必要がある。下記に代表的なバラツキや誤差の要因を示す。

- (1) ギヤのミスマライメントや偏心等、組み立てに起因したバラツキ
- (2) ギヤ歯面粗度等、部品加工に起因したバラツキ
- (3) 試験装置から発生する電気ノイズ

これらは基礎研究から生まれた技術を産で活用する上での阻害要因となっており、产学の谷を生み出す一因となっている。しかし、幸いにも産業界は阻害要因に対する豊富な経験と知見を有している。例えば、高周波電気ノイズが挙げられるが、時間分解能を上げるために交流周波数及びサンプリング条件を変えると、高周波ノイズの影響を受けてしまう。この現象は、電動自動車やハイブリッド自動車でよく知られている、ラジオノイズの事象と類似していた。我々は高周波電気ノイズの解析方法や発生メカニズムに関する知見を学と共有し、対策を実施して、適切な計測結果を得ることができた。このように、計測技術研究委員会では、産業側の強みである経験と知識を積極的に学界に提供することで、产学の連携を促進している。

4. おわりに

冒頭で述べたように、TRAMI の理念は『产学連携を通じ、我が国の駆動系技術の発展と、それを担う人材が育つ環境を提供すること』である。計測技術研究委員会は、その理念の下良好な产学連携の構築に努めてきた。委託研究という契約により繋がった関係から始まったが、現在は共通の目標に向かい、共に考え、共に汗をかき、共に提案できる、产学双方がオープンで頼り合える関係にまで発展してきたと感じている。TRAMI の理念に賛同し良好な関係構築にご尽力頂いた学領域の皆様には改めて感謝を申し上げたい。

今後も、計測技術研究委員会は产学連携を通じて、基礎学問の発展と持続可能な社会の実現に貢献していきたい。

文献

- 1) 藤戸：TRAMI のカーボンニュートラルシナリオ、トライボロジー会議 2023 春 予稿集, (2023)A21.
- 2) 丸山・前田・中野：電気的手法を用いた EHD 接触域における潤滑状態モニタリング技術、トライボロジスト, 64, 11(2019)655.
- 3) T. Maruyama, M. Maeda and K. Nakano: Lubrication Condition Monitoring of Practical Ball Bearings by Electrical Impedance Method, Tribology Online, 14, 5 (2019) 327

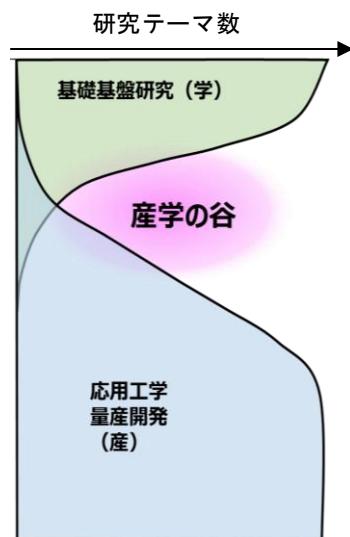


Fig. 4 The Valley of Industry and Academia