

電気自動車用パワーコントロールユニットの高性能化に関する調査専門委員会
設置趣意書

自動車技術委員会

1. 目的

2021 年は世界各国における内燃機関式自動車の販売禁止年が具体的に揭示され、さらに各完成車メーカーも電気自動車のラインナップ増加計画を発表し、俄に電動化の動きが業界全体で激しくなっている。すなわち、これまではハイブリッド電動車 (HEV)、マイルドハイブリッド電動車 (MHEV)、燃料電池電動車 (FCEV) 等、様々な車両の電動化方式が乱立することで、各国の二酸化炭素排出量規制へのアプローチを模索されてきたが、ここにきて一気に電気自動車 (BEV) が自動車市場において主導権を握る様相を呈している。その市場要求に呼応するように、電動化における研究開発も車載用電動化駆動システム機器の小型軽量化性能の希求に舵を切り、システムから部品、素材の各階層での検討が加速している。この技術潮流に加え、ほぼ時期を同じくしてパワー半導体分野においても従来から車載用として広く使われてきたシリコン (Si) の材料特性限界を理論的に超えることが可能な、炭化シリコン (SiC)、窒化ガリウム (GaN)、さらには酸化ガリウム (Ga_2O_3) といった化合物パワー半導体が台頭してきており、車載用パワーコントロールユニットの設計開発は選択要素の多様化から複雑さを増してきている。

電気自動車における車載用パワーコントロールユニットというシステム階層の先行研究開発において、これまでは各材料、部材、部品、構成要素の高性能化を元にしたシステム構築化が主流であったのに対し、今後は非常に早い技術トレンドの遷移に対応するため、車両全体システムにおける電動化駆動システム機器への要求という形で前述の各要素の研究開発の矛先を定め、その上でのシステム構築を図ることが重要となる。本委員会は、そういった車両全体システムの要求、すなわち電気自動車の技術潮流と将来戦略を読み取り、そこに必要な要素技術を抽出し、それらを委員会構成員、並びに構成員所属組織に還元することで我が国の自動車業界の活性化に寄与せんとするものである。そのため本委員会は、車両システム階層、パワーコントロールユニット階層、パワーコントロールユニット構成部品階層、放熱・絶縁素材階層、生産設備領域等、幅広い分野から技術者、研究者を募り、各階層を超えた幅広い視点による俯瞰した議論を行うことで、精度の高い近未来の電気自動車の戦略、あり方を揭示し、電気自動車時代においても我が国が自動車分野におけるプレゼンスを依り高めるための礎となることを目的とする。

2. 背景および内外機関における調査活動

2022 年 1 月の現時点において、市販されている電気自動車はバッテリー電圧の視点からだけでも、200V 以下、400V 系、800V 系の 3 つの技術潮流が確認できる。さらに、それらの車載用パワーコントロールユニットに応用されるパワー半導体の種類も Si と SiC が混在してきており、技術戦略の見極めが難しくなっている。それぞれのバッテリー電圧にはモータ駆動用インバータはもちろんのことながら、バッテリー充電器も接続されることとなり、使用されるパワー半導体、平滑キャパシタ、トランスやインダクタといった磁性部品、各フィルタ部品、冷却システム等、絶縁性能と温度領域の開発は混迷を極め、設計現場技術者の負担も激増している。さらにエアコン用コンプレッサ等の補機類の高圧対応化も進んできており、補機用インバータへの SiC 適用事例が散見されるようになっている。また、バッテリー電圧が 200V 以下の車両セグメントにおいて、50 万円程度の中国製 BEV が市場を拡大しており、超低価格 BEV の低コスト化技術動向も目を離せない。また、1997 年のハイブリッド車出現に端を発した自動車の電動化は電気自動車化

により第一次パラダイムシフトと呼ばれる大きな技術変曲点を迎え、特に e-Axle 等の研究開発が加速しているが、さらに今後、インホイールモーター化により、第二次パラダイムシフトを迎えると予想される。自動車を電動化するにあたり、小型軽量化、低燃費化の鍵となるのが車載用パワーコントロールユニットである。電気学会では、「次世代自動車用車載・インフラ電源システム調査専門委員会」(平成 31 年 4 月から令和 3 年 9 月)を設置し、自動車用電源・電源システムについて現状と今後の技術課題と展望を調査した。さらに、「自動車用パワーエレクトロニクスの新展開調査専門委員会」(平成 29 年 7 月から)では、自動車におけるパワーエレクトロニクスの拡大状況を調査している。さらに、「電動車両のパワーコントロールユニットの高性能化に関する調査専門委員会」(平成 31 年 4 月から令和 3 年 3 月)では、電動車両で用いられているパワーコントロールユニットについて体系的に調査している。

しかしながら、これまではインバータやバッテリー充電器単体の解析、評価に留まり、車両システムからの技術要求に対応した e-Axle システム、さらには第二次パラダイムシフトの起点となるインホイールモーター技術等のシステム目線の車載用電動化駆動システム機器の技術洗い出しは行われていない。また、そういった技術潮流に応えるパワー半導体の種類や受動素子、構成材料、部材の戦略的な技術要求指針も揭示されていない。混迷する各要素、階層における研究開発の方向性の揭示は、完全電動化を迎える自動車産業界において喫緊の課題であると言える。

3. 調査検討事項

電気自動車における車載用電動化駆動システム機器の回路構成、制御方式、用いるパワー半導体モジュールの実装技術、材料、構成要素のあるべき姿に関して、以下の視点により調査・検討を行う。

- (1) 高耐圧化技術 (800V バッテリー電圧対応)
- (2) 高温対応化技術 (超 200℃対応)
- (3) 小型軽量化技術 (化合物パワー半導体応用、放熱効率向上化)
- (4) 超低コスト化技術 (車両システム価格の 50 万円化)

4. 予想される効果

電気自動車に関係する車載用電動化駆動システム機器について、完成車メーカ、サプライヤ、電気機器部品メーカ、素材メーカ、大学・研究所などの研究者・技術者が集い、多様な視点で調査することにより、以下の効果が期待できる。

- (1) 電気自動車に用いられる車載用電動化駆動システム機器の最新技術と開発の動向が明らかになる。
- (2) 車載用電動化駆動システム機器の各化合物パワー半導体の最適応用機器とその応用戦略を知ることができる。
- (3) 車載用電動化駆動システム機器において用いられるコンデンサやリアクトル・トランスなどの受動部品の開発の方向性と動向が明らかになる。
- (4) 車載用電動化駆動システム機器において用いられる電圧・電流センサなどのセンサおよび制御技術の方向性が明らかになる。
- (5) 電気自動車に不可欠な充電装置などにおける重要技術や関連技術が抽出される。

5. 調査期間

令和 4(2022)年 8 月~令和 6(2024)年 9 月(2 年)