

地球温暖化とEV



筑波大学
副学長

阿部 豊 Yutaka Abe

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書によれば、気候システムの温暖化に疑う余地はなく、それは人間の影響が支配的な要因であった可能性が極めて高いとしている。その結果、今世紀末までの世界平均気温の上昇が0.3～4.8℃の範囲に、海面水位の上昇が0.26～0.82mの範囲に入る可能性が高いとしている。この世界平均気温の上昇は、二酸化炭素などの温室効果ガスの累積総排出量とほぼ比例関係にあり、地球の平均気温が最終的に何度上昇するかは、温室効果ガスの累積総排出量の増加幅に相関するとしている。

二酸化炭素の排出量増加の殆どは人為起源による化石燃料の燃焼や産業プロセスにより排出されたもので、1970～2010年における温室効果ガスの排出量増加分の約8割は、人為起源によるものと考えられている。IPCCの第5次評価報告書では、気候変動を抑制するためには、二酸化炭素などの温室効果ガス排出量の削減が必要であると結論づけている。

二酸化炭素による温暖化の問題だけでなく、化石燃料の燃焼によって発生する窒素酸化物や硫黄酸化物が環境に与える悪影響に関しても懸念が高まっており、排ガス規制がより厳しくなっている。さらに、化石燃料が、資源として枯渇することも重大な懸念とされている。

（一財）日本自動車工業会によれば、2017年における世界の自動車生産台数は9700万台で、保有台数は13億台を超えており、現時点における温室効果ガス排出量の大きな部分が、自動車からの排出によるものとなっている。長期的な環境ならびにエネルギー問題を踏まえた脱化石燃料という観点から、自動車業界各社は、化石燃料を使わない環境性能の良い電気自動車（EV：Electric Vehicle）の開発を進めつつある。

しなしながら、2017年の世界のEVの販売実績は、76万台に留まっている。これは、解決すべき様々な技術的課題が残されているからである。蓄電池などの極めてクリティカルな課題だけでなく、相互に関連する個別の技術課題が残されている。それら個別課題の解決が、有機的に関連し、全体の実現可能性に寄与することになる。

その課題の一つが、(株)明電舎においても研究開発が進めら

れているEVを駆動するための回転電気機械としてのモータである。我々の生活の大半は、電気エネルギーを利用して機械を駆動することで成り立っている。この回転電気機械は、モータだけでなく発電機などとして、広く社会で使用されている。モータや発電機に代表される回転電気機械は、電気エネルギーと運動エネルギーの変換機器として、社会に必要不可欠な製品である。

自動車の生産台数や保有台数が、極めて膨大であることを考えるとき、1台当たりの効率がたとえ僅かでも上昇することは、世界で見たとき、極めて膨大な量となる。2005年の国内電力消費量では、発電量の57.3%が最終的にモータに使われているとされており、モータの効率が1%上がることは、何箇所もの発電所を不要にするとも言われている。

高効率化のためには、サイズあたりの出力の増加を目指した小型化の技術が求められる。小型化のためには、様々な技術課題を解決する必要がある。その一つが、出力密度の増加による構成部品からの発熱密度の増加である。例えば、EV用モータには、駆動中に渦電流による鉄損やジュール熱による銅損から引き起こされる発熱という問題が存在する。温度が上昇すると電気抵抗が上昇するため、ジュール熱による発熱が増加することになり、コイルの焼損、磁石の不可逆減磁といった不具合が発生する。その対策のためには、EV用モータ内の効率的な冷却が必要である。モータの効率的な冷却が達成されれば、電気抵抗が下がり、動力変換の高効率化にも繋がることになる。必要除熱量の増加のような回転電気機械の問題点は、EV用モータだけでなく発電機などの回転電気機械に広く共通した課題のひとつである。

放熱に最適な回転電気機械形状を設計すること

は、個別の具体的な課題のひとつであるが、その解決のためには回転電気機械内部の複雑な伝熱流動特性を、科学技術の観点から把握し製品製造に繋げることが求められる。

国は、2016年～2020年度を対象とした第5期科学技術基本計画に基づき、「ソサエティー5.0 (Society 5.0)」という、日本の未来社会のコンセプトを提唱している。その中では、サイバー空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、エネルギーの需要増加などによる経済発展と温室効果ガス排出削減などの社会的課題の解決を両立するとしている。日本は、これまでのフィジカル空間での技術的優位性を武器にして、サイバー空間への展開をいち早く行わなければならない、としてフィジカル空間からサイバー空間へ展開するためのアクションプランが提唱されている。すなわち、日本として、これまで蓄積してきた各領域での知識とリアルなデータを活用した知能化を進めることが求められるとしている。

今後のEVの発展を考えると、例えばEVモータのさらなる小型高効率化が求められるが、その達成のためには、モータの発熱と放熱をどのように制御するかが鍵となる。その時、複雑な回転二重円筒間の伝熱流動などの物理特性を、デジタル技術を駆使した新しい科学技術を有機的に組み合わせることによって「リアルなデータを活用した知能化」を達成することができれば、設計や制御の高度化が実現し、EVモータのさらなる小型高効率化ひいてはEVの更なる普及が達成される。このように、これまで蓄積されてきたフィジカルに関わる科学技術を、最新のデジタル技術によって活用することにより、具体的な解決策を得ることが期待されている。