

技術展望

カーボンニュートラル時代の
トライボロジーの役割

機械金属部 宮本勘史 (みやもと かんじ)

kanji-m@irii.jp

専門：金属材料学、結晶構造学、摩擦摩擦

一言：摩擦摩擦を解決する技術開発を進めています。



トライボロジーは摩擦と摩耗を取り扱う分野です。「摩擦」とは、物体が動く際に他の物体と擦れ合う部分に生じ、運動エネルギーの一部が熱や振動に費やされることをいいます。一方、「摩耗」とは摩擦によって表面が少しずつ減っていくことを指します。摩擦と摩耗はネガティブなイメージが強いのですが、道路を滑ることなく、地面に引っ掛かり過ぎることなく、上手に歩くことができるのは、道路との間に適切な摩擦が働くように靴が作られているからです。このように、摩擦や摩耗を調整・制御することは、現代社会には欠かせません。

さて、2050年の温室効果ガスの排出をゼロにする、カーボンニュートラルが世界の重要課題となっています。その実現には、図1に示すように化石エネルギーの使用量削減や再生可能エネルギーの導入拡大と同時に、省エネルギーの推進が欠かせません。その中で重要な役割を果たす一つのキーワードがトライボロジーです。身の回りの家電製品や自動車、工場稼働する機械設備において、部品の摩擦が大きければ、その部分で熱や振動が発生し、エネルギーの無駄使いに繋がります。例えば、自動車では、燃料から得られるエネルギーの実に30～40%が摩擦によって失われると言われています。また、機械部品の故障や寿命の75%が摩耗によるものであるとも言われています。新品部品に交換するには多くのエネルギーと資源を要するため、部品の摩耗を抑え、長寿命化を図ることも重要です。

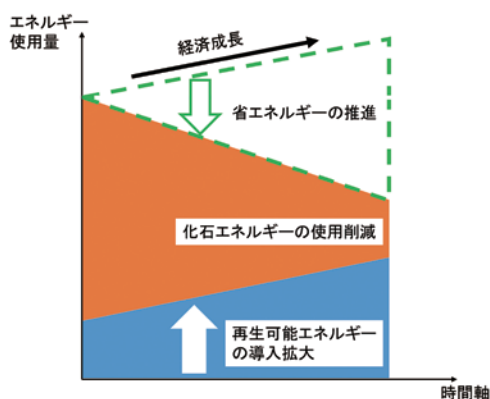


図1 カーボンニュートラルに向けたエネルギー使用量変化の概念図

このようにトライボロジー分野の研究が、カーボンニュートラル実現に向けて必要不可欠となります。そして、多くの研究機関が低摩擦で摩耗しにくい材料の開発に挑戦しています。その一つの方向性として、表面に硬くてマイクロサイズの適度な凹凸を作製する技術が注目されています。摩耗の抑制には表面の高硬度化が有効であり、めっきや溶射、あるいは、PVD（物理蒸着）、CVD（化学蒸着）と呼ばれる表面コーティング技術が用いられてきました。例えば、PVDの一種であるDLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜の硬さは、普通の工具鋼が約500HVに対して約3000～5000HVに達するため、耐摩耗性コーティングとして広く利用されています。また、摩擦は、平坦面に比べて適度に凹凸がある方が小さくなります。それは、潤滑油の供給がスムーズになりやすいことや、摩耗粉や異物の排出が促進されるなどの理由のためです。そのような表面を作製する手段として、レーザー微細加工を用いたマイクロテクスチャリング技術などがあります。

工業試験場では、レーザー光で原料粉末を溶融凝固するレーザー肉盛技術を用いて、摩耗しやすい部分に硬質肉盛層を形成し、製品の長寿命化を図る技術開発を行っています。図2に示すように、金属基地組織に硬質粒子を分散させることで、耐摩耗性と表面凹凸による低摩擦化が期待できます。この研究では、肉盛条件や材料成分の最適化が重要であり、コンピュータを用いたシミュレーション技術を利用しています。これまでは、多くの実験の試行錯誤により進められてきましたが、計算技術が進んだ現代では、このシミュレーション技術により必要な実験数を減らし、効率的に最適化を図ることができます。

このようにシミュレーション技術を活用した高度な材料開発を行うことでトライボロジーの制御が可能となり、カーボンニュートラル実現への貢献が期待されます。

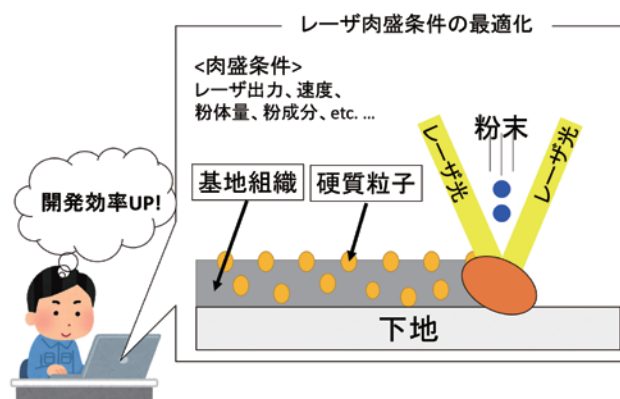


図2 レーザ肉盛による耐摩耗層の開発イメージ