



回転機械の技術的進化 — 低炭素社会を実現するために —

回転機械を代表するターボ機械は、回転する羽根車の作用を用いるエネルギー変換機械である。ターボ機械は、社会基盤を支える「現代社会の心臓」であり、環境負荷の低減を目指した低炭素社会の実現など、社会ニーズに応えた進化が求められている。



温泉の源泉からあふれ出した温泉水が、電気を生みだしている。お湯が電気に？これが回転機械の成せる業だ。回転機械を代表するターボ機械とは、回転する羽根車の作用でエネルギーを変換できる機械である。

工場の動力源、石油化学プロセス用のインフラ設備としての圧縮機、輸送機械向けの船舶用過給機、再生可能エネルギーにおけるタービン発電機など、ターボ機

械はさまざまなシステムの心臓部に内蔵され、社会基盤と市民生活を支えている。

低炭素社会においては、これらのターボ機械の極限的なエネルギー変換効率や高信頼性が役立っている。さらに、電気抵抗をゼロにすることで大電流を流せる超電導社会においても、冷凍システムの心臓部として回転機械の極限環境下で高い信頼性を得ている。

廃熱や未利用熱が電気に

工場から排出されている廃熱や温泉の未利用熱など、比較的温度の低い領域の熱エネルギーを有効に活用することができれば、新たな「省エネ」や「創エネ」への貢献が可能になる。小型バイナリー発電装置はこれらを実現するためのものである。

そのなかでも温泉熱発電は自然エネルギーを使うため、発電時には CO₂ を排出しないので、低炭素社会の実現に貢献する。

小型バイナリー発電装置は、水よりも低い温度で蒸発する沸点の低い有機媒体を用いた「オーガニックランキンサイクル方式」を採用している。すなわち、70～95℃の温水の熱で作動媒体としての有機媒体を蒸発させ、その蒸気力でタービンを回して発電する仕組みになっている。これからも発電性能の向上に向けた開発、市場の要望に合わせた媒体の適用などにより、バイナリー発電装置としての機能向上を目指している。

自己熱再生

化学プロセスの省エネルギー化として自己熱再生法が注目されている。自己熱再生法は、自己熱をもったプロセスガスを再び断熱圧縮し、高温の吐出ガスの廃熱を直接再利用することで、化学プロセスの消費エネルギーを大幅に削減する技術である。

自己熱再生法に使用されるターボ圧縮機は、化学プロセスに応じて処理ガスの性状がさまざまなこと、廃熱の再利用に伴う処理ガス温度が高温であることなどから、インペラ、シールなどの構成部品の耐食性や耐熱性、処理ガスの大気漏えい防止のためのシール技術などが重要となる。豊富なターボ圧縮機の各要素技術を化学プロセスガスへも発展的に応用、活用することで、自己熱再生法用圧縮機の拡大を目指している。

超電導社会のキーハード

超電導現象のなかでも「電気抵抗がほぼゼロになる」特長を活かしたものとしては、① 低損失で電力を輸送する超電導ケーブル、② コイルに大電流を流し強

力な磁場を発生させ利用する加速器、③ 核融合炉に使用される超電導磁石、がある。

超電導現象の実現には、超電導材料を極低温状態に安定して冷却することが必要であり、冷却技術が重要な役割を果たす。極低温回転機械は、この冷凍システムのキーハードとなる回転機械である。

極低温回転機械には、潤滑油を使用できない極低温環境のためにガス軸受、あるいは磁気軸受が採用されている。また、システム効率向上のために極低温部への熱侵入を低減させるための高断熱構造の採用など、高度の技術的課題の克服が要求される。

ヒッグス粒子の発見に用いられた欧州合同原子核研究所（CERN、スイス）の大型ハドロン衝突型加速器の冷凍システム用ヘリウム圧縮機は IHI 製で、世界の超電導応用技術に貢献してきた。国際熱核融合実験炉プロジェクトの冷凍システム用超臨界圧ヘリウムポンプも製作している。

IHI は、超電導社会実現に向けて、これからも信頼性向上のための磁気軸受などの高速回転機械技術と、システム効率向上のため高断熱技術などの高度化を図り、世界の超電導応用技術に貢献していく。

以上のように、低炭素社会を実現するためには回転機械の技術的進化は必要不可欠である。

エネルギー変換機械としての回転機械は、空力性能のさらなる向上のみならず、モーター・発電機技術、インバーター技術などを含む全体システムとしての効率向上、ライフサイクルコスト削減のための信頼性向上などの技術の高度化を図り、環境負荷を低減し、低炭素社会の実現に貢献していく。