

1 工場・倉庫・店舗などSC拠点の売上・利益・在庫状況の評価画面

1 スマートファクトリーソリューション

生産のグローバル化や顧客ニーズ変化の短サイクル化に伴い、サプライチェーン（SC：Supply Chain）の大規模化と変種・変量生産への対応が求められている。そのため、SCのサイバーモデルを用いて、経営環境変化に対するSC戦略や生産計画を動的に変更し、常に高効率な業務を実現するソリューション技術を開発した。

この技術の主な特長は、以下のとおりである。

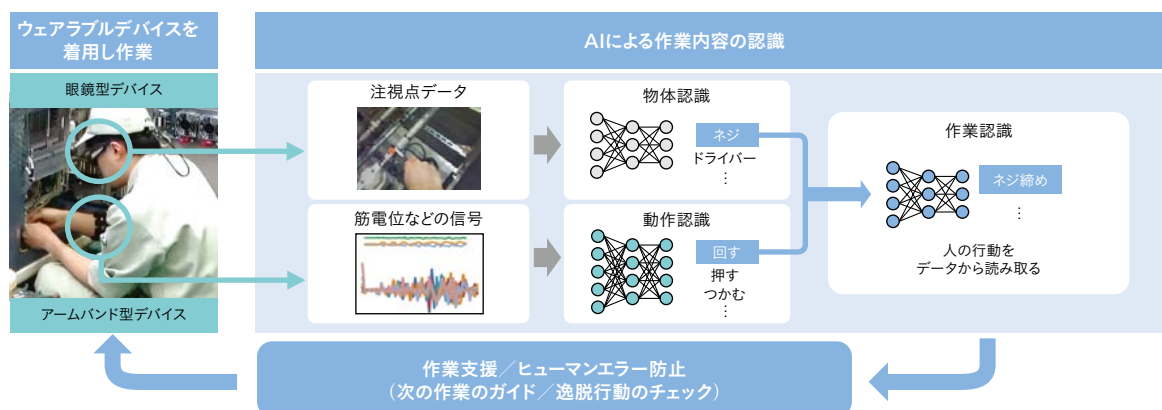
- (1) 数千拠点に及ぶSCを対象に、需要・供給状況ごとに最適な在庫設定の組み合わせを自動学習し、状況に応じた在庫移動を指示する自動運営
- (2) 生産ラインを対象に、生産状況や実績などのIoT（Internet of Things）データから作業時間を自動学習した高精度生産予測に基づく動的生産計画

組立製造や流通分野にこの技術を適用することで、在庫量削減と納期順守率向上の効果を確認することができた。今後、IoTプラットフォームLumadaを活用したスマートファクトリーソリューションの事業化を進めていく。

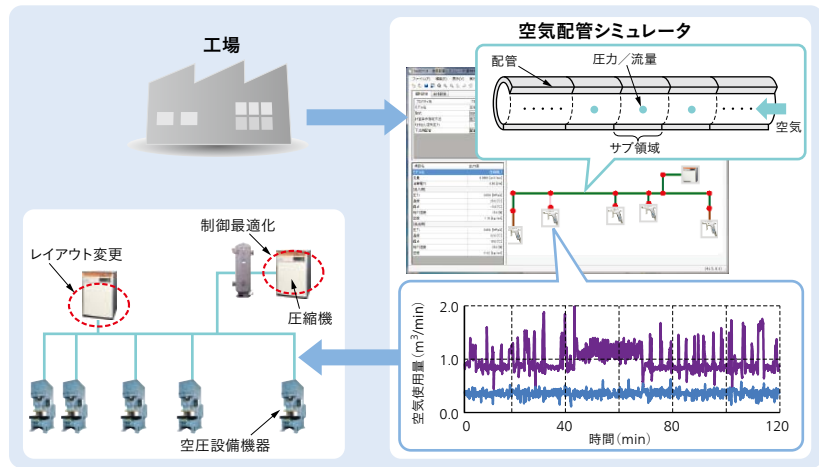
2 AR/VRによる作業支援を実現する作業解析技術

少量多品種製造や検査・保守の現場では、今後も人手による作業が必要であると言われており、作業ミス防止が求められている。一方、HMD（Head Mount Display）などのウェアラブルデバイスは、各種センサーやディスプレイ技術の進化に伴い実用化が進んでおり、それらを用いて現実空間や仮想空間に情報を重畳表示するAR（Augmented Reality：拡張現実）やVR（Virtual Reality：仮想現実）は、アミューズメント分野に留まらず、作業支援、訓練用途など産業分野での応用が検討されている。

日立は高輝度・小型軽量のHMDを開発するとともに、工場・物流・鉄道などの作業支援に適用する検討を行っている。今回、AR/VR作業支援の高度化をめざし、作業の正常完了を判定する作業解析技術をDFKI（Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz：ドイツ人工知能研究センタ）と共同開発した。



2 AIを用いた作業解析技術



3 空気配管シミュレータを用いた工場空圧設備の省エネルギーソリューション

この技術は、作業員にウェアラブルセンサーを着用してもらい、作業を認識するAI (Artificial Intelligence) により作業内容を解析し、作業ミス防止や生産性改善を行うものである。注視している物体を深層学習で認識する眼鏡型デバイスを活用した技術と、作業者の動作を深層学習により認識するアームバンド型デバイスを活用した技術を組み合わせ、多様な現場に求められる複雑な作業をリアルタイムに認識することができる。この技術によって、より安全で安心な作業支援をめざしていく。

方向に分割したサブ領域の圧力・流量計算に開発モデルを組み込むことで、配管内の空気の流れを高精度で解析することができる。このシミュレータを用いて実工場空圧設備の空気使用量が見える化し、また、配管レイアウト・空気圧縮機制御方法を最適化し、空気圧縮機の消費電力量削減を確認した。シミュレータはモバイル環境で動作し、日立の担当者が実際の工場配管レイアウトを確認しながら短時間に空気使用量・圧損などを可視化し、省エネルギーソリューションを提案できる。

現在、シミュレータの評価対象を蒸気、水に拡張中であり、これを活用することによって工場全体の設置コストと運用コストの削減をめざす。

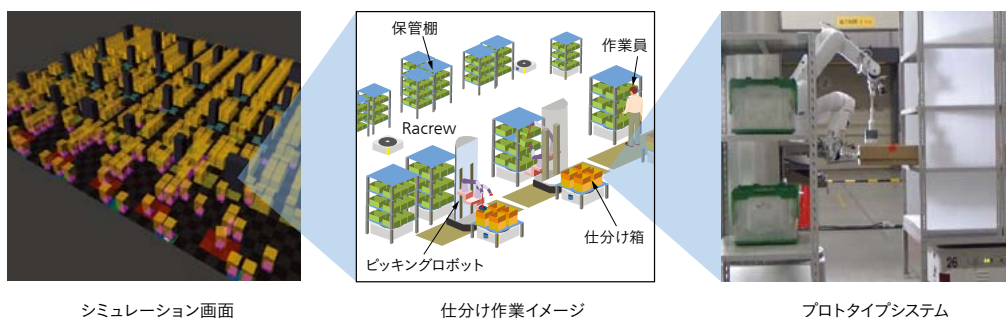
3 産業プラント向け 空気配管シミュレータ

工場内消費電力の20～30%を占める工場空圧設備向け空気圧縮機の動力削減のニーズを受け、工場内インフラのエネルギー消費量を可視化することで省エネルギーソリューション提案を可能とする空気配管シミュレータを開発した。

このシミュレータでは、配管内の摩擦損失と熱損失を物理則に基づきモデル化するとともに、配管を流れ

4 ロボット群制御による 物流現場の自動化

物流倉庫では人手不足の問題が顕在化しており、倉庫内搬送や仕分け作業の自動化が強く求められている。日立は、仕分け作業の手元まで棚を運ぶ小型・低床式無人搬送車Racrewを製品化し、搬送を自動化



4 小型・低床式無人搬送車Racrewとピッキングロボットの連携による仕分け作業自動化

しているが、今回、新たに開発したピッキングロボットを連携させ、仕分け作業まで併せて自動化するシステムを試作した。

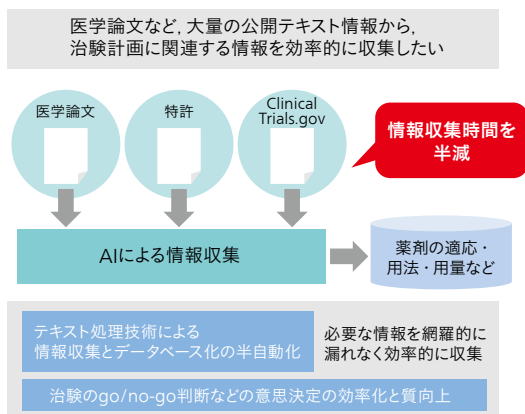
仕分け作業では多種多様な商品を扱う必要があるが、ロボットが把持できる商品には制約があるため、人とロボットが作業を分担する。しかし、その分担方法を固定すると、物量の変動や扱う商品の種類の拡充に対応できず、作業効率が大きく低下してしまう。そこで、ロボットや人の能力、物量の変動や作業状況に応じて渋滞や待ち時間を予測することで、複数の搬送車やロボットに対し、適応的に作業割り当てと搬送指示を行う群制御技術を開発した。実際の倉庫の出荷データを対象としたシミュレーションにおいて、従来と同等のスループットで、約13%の省人化を実現できることを確認した。

今後は、株式会社日立物流と共同で現場での実証実験を行い、早期の製品化をめざす。

5 製薬プロセスを加速するデータ分析技術

近年の製薬業界は、上市新薬の減少やジェネリックの台頭による売上減少など、厳しい状況が続いている。特に前者の課題は、創薬のターゲットががんや中枢神経などメカニズムの難しい疾患にシフトしてきたことが大きい。このような厳しい状況を打破するためには、従来の創薬バリューチェーンを変革していくことが望まれている。

こうした状況を受け、日立は特に臨床開発領域に焦点を当て、治験効率化を目的として、治験計画の策定を支援するAIを開発している。このAIは、被験者数や対象薬品の有効性を立証するための比較群などの情



5 治験計画策定時の効率的な情報収集

報を、医学論文や規制当局が公開するオープンデータから自動的に収集し、データベース化する。このAIの適用により、従来の治験デザイン業務における情報収集に関する工数を半減できる見込みである。

日立はこれからも製薬企業や大学などの協創活動を通じて、より広い範囲の業務の高度化・効率化に寄与していく。

6 小型スクロール空気圧縮機

近年、地球温暖化などの環境問題に対する社会的関心の高まりから、電気機器の効率を高め、エネルギー消費を抑制する技術が注目されている。日立は、アモルファス金属を鉄心に採用し、モータの効率を高めることができるアモルファスモータの基礎技術を2008年に開発し[※]、継続して実用化に向けた大容量化技術(0.2 kWから11 kW)、高効率化技術(11 kW機で効率92%から96%)を開発してきた。

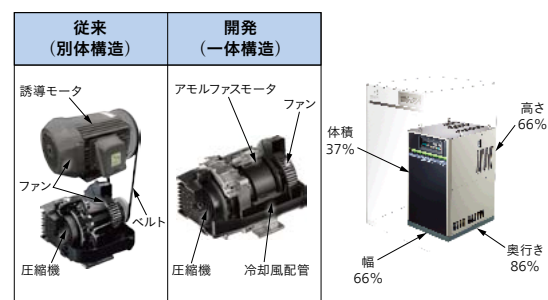
今回、この技術を活用したアモルファスモータの組み込み技術を開発し、小型化、省エネルギー化が求められるスクロール圧縮機(3.7 kW~7.5 kW)に適用した。ここでは、モータ軸長を従来比で40%縮小すると同時に、モータ損失を40%低減し、発熱を抑制することで、モータと圧縮機の一体化を可能とした。これにより、トルク伝達に用いていたベルトが不要となり、製品容積を従来の37%に小型化した。

今後、この技術をファンやポンプなど他の産業機械、自動車、家電など他部門への展開を図り、電気機器の小型化、省エネルギー化に貢献していく。

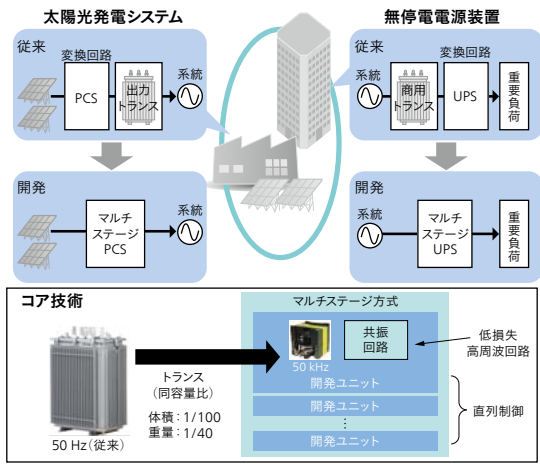
(株式会社日立産機システム)

(発売開始時期：2017年3月)

※)アモルファスモータ技術の一部は、NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の「希少金属代替・削減技術実用化開発助成事業」の一環として実施したものである。



6 アモルファスモータを用いた組み込み技術



注：略語説明 UPS (Uninterruptible Power Supply)

7 電源システムにおける従来と開発の比較

7 マルチステージ電力変換技術

ビルや工場におけるスペースの有効活用を目的とし、電源システムの体積を大幅に削減する高周波絶縁型電力変換技術を開発した。電源システムは系統と機器の間に接続され、電圧や電流、周波数を最適化する役割を持つ。従来は高圧の系統と変換回路の間に電圧を変えるトランスが必要であり、低周波 (50 Hz, 60 Hz) の電力をトランスに通していたため体積が大きかった。

そこで、トランスは周波数が高いほど体積を縮小できることに着目し、高周波回路を用いて周波数を約1,000倍の50 kHzに高め、トランスの体積を従来の100分の1に、重量を40分の1にそれぞれ低減した。また、高周波回路での発熱低減のため、損失の小さい共振方式を採用した。高周波トランスと共振回路を一

体化して共通ユニットにするとともに、多数のユニットを直列接続することで、高圧と低圧の間の電力変換器のコンパクト化が可能となった。試作の結果、300 kWクラスのPCS (Power Conditioning System) で体積・重量を50%削減できる見通しを得た。

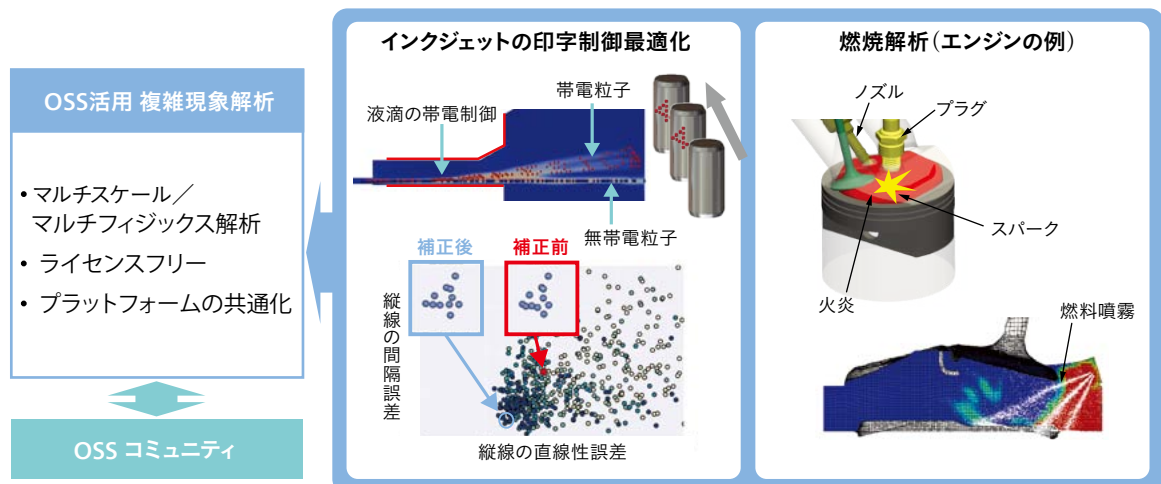
今後は開発した要素技術をさまざまな製品へ展開していく。

8 OSSを活用した産業機器向け複雑現象解析技術

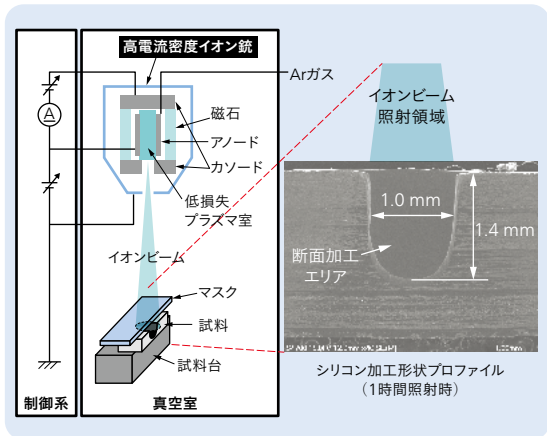
産業機器の開発において扱う現象は複雑化・多様化しており、従来は現象ごとに構築してきた各種解析モデルを共通プラットフォーム化し、開発効率を向上する必要がある。また大規模並列解析や最適化設計における計算コストの低減が求められている。

これらの課題に対応するため、OSS (Open Source Software) を活用した熱流体の複雑現象解析技術を開発した。OSSは開発コミュニティによりオープンに開発が進められ、またソフトウェアが無償利用可能である。さらにソースプログラムが公開されており自由なカスタマイズが可能のため、過去に自社開発した各種解析モデルとの連携が容易であるという利点がある。開発した解析技術は、産業用インクジェットプリンタの印字制御最適化設計やエンジン内の燃料噴霧から燃焼までの一貫解析など、マルチスケール/マルチフィジックス解析で活用している。

今後は、他の産業機器への活用を進めるとともに、OSSの利点を生かしグローバルな開発拠点へ展開していく予定である。



8 OSSを活用した複雑現象解析



9 イオンミリング装置の構成と断面ミリングによる加工形状プロフィール

9 イオンミリング装置向け高電流密度イオン銃

IoT技術を実現するデバイス開発や低炭素社会を支える材料開発では、電子顕微鏡による構造解析が必須となっている。電子顕微鏡解析では観察面の平滑化が必要であり、日立ではイオンビームを照射して平滑加工するイオンミリング装置を製品化している。解析対象の微細化・高集積化・多層化が進む中、さらなる高スループットの要求に対応するため、イオンミリング処理時間を大幅に短縮できるイオン銃を開発した。

今回、プラズマ室内のイオン損失に着目して、プラズマ生成条件とイオン軌道制御の連成解析を行った。その結果、消失イオンを最少化するプラズマ室構造設計と、電子の旋回運動を最適化する磁場配置により高効率プラズマ生成が可能となり、イオンビームの高電流密度化が実現できた。このイオン銃を搭載した新規開発イオンミリング装置は、従来機種との2倍となる毎時1 mm以上(シリコン断面ミリング)の高スループット化を業界で初めて^{※)}実現した。

その後、イオンビーム照射時の熱劣化が少ない加工技術を開発し、高分子材料やゴムなどのソフトマテリアル分野へも展開していく。

(株式会社日立ハイテクノロジーズ)

(発売時期：2017年4月)

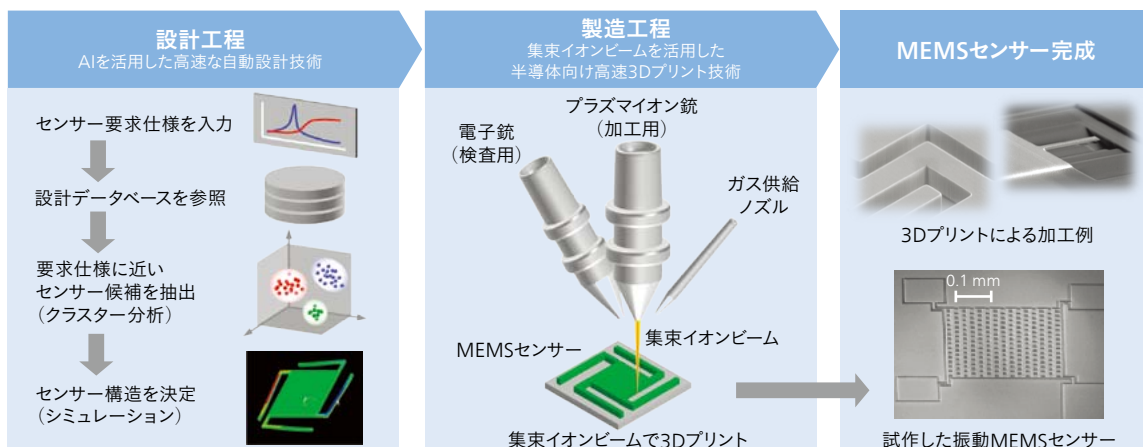
※) 2017年12月現在、イオンミリング装置において(日立ハイテクノロジーズ調べ)。

10 半導体向け3Dプリント技術

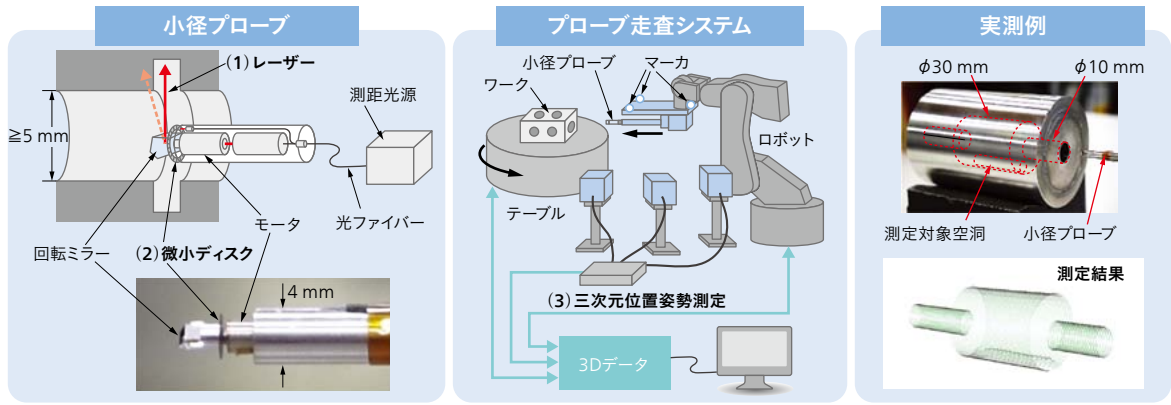
IoT化が進む社会では、設備・人・環境などの状態をセンシングするために、振動・加速度・温湿度などを測定できる多種多様なセンサーが求められる。これらの多くはMEMS (Micro Electro Mechanical Systems：微小電気機械システム) と呼ばれる微細センサーであり、大量生産に適した半導体技術によって設計・製造されているため、少量多品種を短期間で提供することは困難だった。

そこで今回、MEMSセンサーを高速に設計・製造できる半導体向けの3D (三次元) プリント技術を開発した。この技術では、AIを活用してMEMSセンサーの形状を自動設計し、その設計図を基に、1,000分の1 mm以下に集束した高出力のプラズマイオンビームでセンサーの基板となる半導体材料を高速加工する。試作した振動MEMSセンサーの例では、設計・製造に要する期間を従来の1年程度から1か月程度に短縮することができた。

今後、さまざまな現場のニーズに合わせたMEMSセンサーを迅速に提供し、IoT社会を牽(けん)引していく。



10 半導体向け3Dプリント技術を用いたMEMSセンサー設計・製造の流れ



11 狭隙部の三次元形状計測システム

11 部品内の狭隙部形状の三次元計測技術

油圧機器や流体機器などの社会インフラ製品では、キーとなる部品の狭隙（あい）部形状が性能を左右することが多い。これらの性能向上のため、狭隙部形状のインライン測定的重要性が高まっている。そこで、部品内部の狭隙部の三次元形状を簡便に計測するシステムを開発した。小径プローブをロボットで狭隙部に挿入し、走査することで、三次元形状を測定するシステムである。

主な特長は、以下のとおりである。

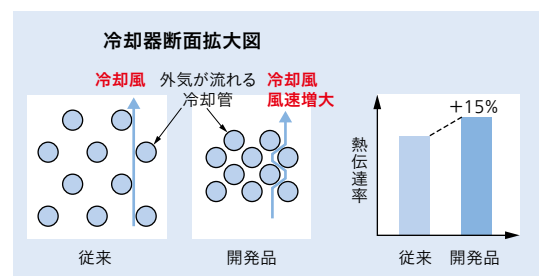
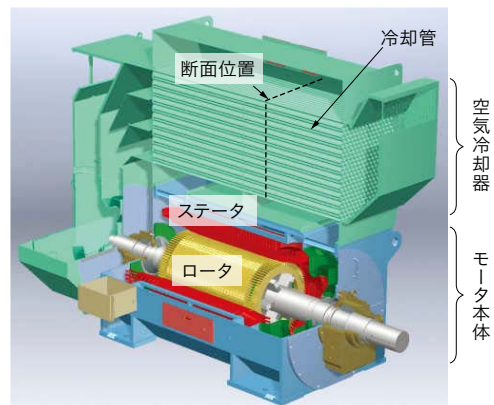
- (1) 高速回転する小形ミラーで測距レーザーを円周方向に走査することにより、断面形状を測定する小径プローブ
- (2) 角度目盛が刻まれた微小ディスクにより、走査ミラーの回転位置を同時に検出し補正する技術
- (3) プローブの三次元位置・姿勢を外部から光学的に計測して、ロボット起因のプローブ位置誤差を補正する技術

これにより、最小寸法5 mmまでの内部形状測定を50 μm精度で実現した。現在、開発した技術の社内での適用を推進中である。

2極モータは4極以上のモータと比べて高回転であるため出力密度が大きく、冷却性能が重要となる。モータ本体は低損失化などにより小型化を進めているが、モータシステム全体の小型化にはモータ本体と同等の大きさの冷却器を小型化するという課題があった。

今回開発した空気冷却器は産業用高圧モータにおいて一般的な空冷式であり、外気が流れる多数の冷却管の周りをモータ内の冷却風が流れることで熱交換する。この空気冷却器は、冷却風を冷却管周りに蛇行しながら通過させることで流速を増大させ、結果として熱伝達率の15%向上、機器体積の従来比30%低減を実現した。

今後は、開発した空気冷却器をシリーズ展開し、より小型軽量の産業用高圧誘導モータを提供していく。



12 空冷式空気冷却器を備えた産業用高圧誘導モータ

12 産業用高圧誘導モータの小型化を実現する冷却技術

産業用高圧誘導モータは広い分野で用いられており、小型軽量化が求められている。このような顧客のニーズに応えるべく、日立では既に4極以上の誘導電動機をシリーズ展開しているが、今回、最新機種である2極モータ向けに小型空気冷却器を開発した。