

5. モータ効率向上のためのベクトル磁気特性可視化装置の開発

大分県産業科学技術センター 電磁力担当 研究員 下地広泰

株式会社ブライテック 技術開発部 部長 相原 茂

(1) シーズ研究（又は開発）の概要

本システムは世界最小のベクトル磁気センサを搭載し、局所の磁気特性をベクトル量として可視化することを特長とした、自動測定型ベクトル磁気特性可視化装置です。これまでは1次元として扱われてきた磁気特性をベクトル量として測定することにより、従来の磁気特性測定よりも正確に、モータ実機の局所磁気特性である磁束密度、磁界強度、鉄損分布を可視化し、モータの効率改善に必須の可視化装置です。



図1 自動測定型ベクトル磁気特性可視化装置

(公設試の技術)

本技術のベースとなるベクトル磁気特性理論に基づく測定・解析技術や、また世界最小のベクトル磁気センサを実現するためのセラミックスの微細加工技術について提供を行いました。

(企業の技術)

超極細導線によるベクトル磁気センサの製作技術や、測定装置のシステム化・製品化技術の提供を行いました。

(2) 開発の端緒

テーマとの出会い

平成 19-24 年に（独）科学技術振興機構の地域結集事業にて「次世代電磁力応用機器開発技術の構築」に参加していた西日本電線（現：ブライテック）が、ベクトル磁気特性理論に基づいたベクトル磁気センサを開発するにあたり、自社に技術蓄積のない微細加工技術や測定技術を大分県産業科学技術センターが担当することとなった。

人との出会い

ベクトル磁気特性理論を提唱した大分大学榎園教授をはじめとした大学研究者、地域結集事業

に参加した企業や大分県産業創造機構コーディネータなどの大分県の産学官の関係者が、共通の目標を分かち合い研究開発の現場で会うことで本製品は生まれました。

(3) 目標の設定

空間分解能を向上させるためにはセンサの小型化が必須であり、逆に正確な測定にはより高い信号出力を確保する必要があります。一般的に小型化と信号出力はトレードオフの関係にあり、小型化による信号出力の低下を如何に防ぐかがポイントになります。それを克服するためには $10\mu\text{m}$ （髪の毛の10分の1）の超極細導線を多層に巻き、積層する技術と微小信号からノイズを除去して特定信号だけを取り出す測定技術を開発する必要がありました。

(4) 社会的価値

これまで観ることができなかったモータ実機の磁気特性分布が観られることになり、モータ開発者は局所的な磁気特性を把握でき、これまでのマクロ的な手法からミクロ的な手法へモータ性能の改善方法を大きく変えるインパクトがある。その結果、モータの効率向上につながり、ひいては省エネ社会の実現に大いに役立つ。この技術はモータに限らず、変圧器などの電磁関連機器を対象にしており、利用されればされるほど、省エネルギー化に貢献します。

(5) 具体的なシナリオ

ベクトル磁気特性可視化技術のカギとなるベクトル磁気特性測定は大分大学、大分県産業科学技術センター、と共同で平成20年～24年まで基礎研究開発を行い、平成25年4月に販売を開始しました。平成25年度は、測定機器の高精度化を図るため、大分県産業科学技術センターと共同でセンサ校正装置の開発を進めています。本年度中には1台販売予定です。

(6) 研究成果

主な成果

ベクトル磁気センサの空間分解能の向上（センサ小型化）と信号出力維持について、 $10\mu\text{m}$ （髪の毛の10分の1）という超極細導線を多層に巻く技術やセラミック微細加工技術の確立により可能となりました。その結果、本センサでは25倍大きなセンサと同等の出力信号を得ることに成功しました。

また測定毎の再現性を確保するために、ベクトル磁気センサの経時変化を捉える校正装置を開発しました。

企業化に至ったキーポイント

ブライテックの巻き線技術、大分大学のベクトル磁気特性理論、大分県産業科学技術センターの微細加工技術、磁気特性測定技術といった、それぞれの得意技術でお互いに補完しあい、組み合わせることにより、ベクトル磁気センサの小型化に成功したこと。

(7) 到達点

モータや変圧器など特性評価は、マクロ的に入力と出力から評価されていました。近年の効率向上の要求にはマクロ的な評価だけでは限界があることから、よりミクロ的にそれら実機の磁気特性を可視化して、損失増加の原因把握や、損失低減方法の検討を行うニーズがあります。これまでの磁気特性測定は電磁鋼板を規定のサイズに切り出し評価していました。そのため実機での特性と異なり、損失増加要因の特定には高いハードルがありました。本装置の特徴や技術ポイントは以下のとおりです。

特徴

- 空間分解能が高い
- 測定領域の設定が容易
- 解析用メッシュが利用可能
- 解析結果との比較が容易
- ベクトル量として測定可能
- 複雑形状でも容易に測定
- アニメーションによる直感的理解が可能

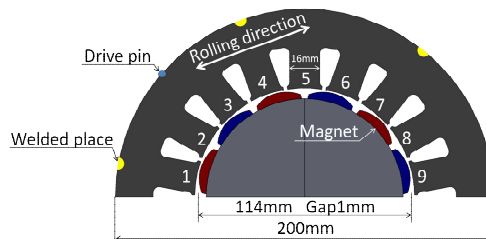
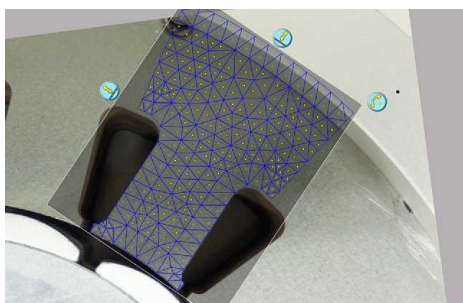
技術ポイント

- 超小型VHセンサを搭載
 - ✓ 皮膜貫通型探針センサ
 - ✓ 長寿命探針センサ
 - ✓ 2軸超小型Hコイル(2mm角)

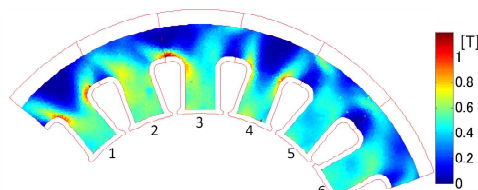
- 測定領域設定にはタッチパネルを採用
 - ✓ CCDカメラによる実画像利用
 - ✓ 解析メッシュデータ
 - ✓ 直感的操作が可能

- 自動測定システム搭載
 - ✓ 皮膜貫通コントロール
 - ✓ 押しつけ圧力コントロール
 - ✓ レーザ変位センサによる測定距離コントロール

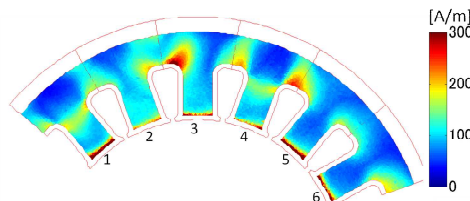
- 可視化システムを搭載
 - ✓ 最大磁束密度分布
 - ✓ 最大磁界強度分布
 - ✓ 損失分布
 - ✓ ベクトル分布
 - ✓ アニメーション



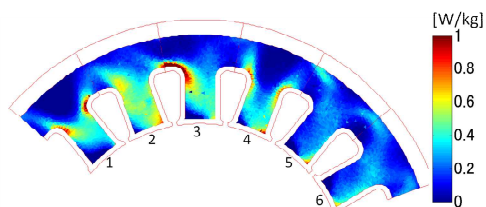
モデル図



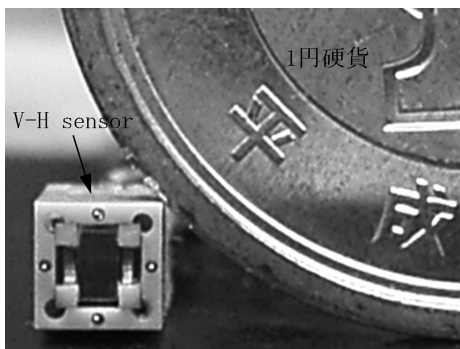
最大磁束密度分布



最大磁界強度分布



損失分布



ハイブリッドカーや電気自動車の航続距離を長くするには、モータの高効率化が不可欠です。これまでに、数値解析により設計の効率化は進みましたが、モータ実機の測定はあまり進みませんでした。このたびベクトル磁気センサを小型化し、狭小なモータティース部分も測定可能とすることで、電磁鋼板の測定からモータ実機の測定にまでベクトル磁気特性測定の利用範囲を広げることができました。現在は、ベクトル磁気特性可視化装置はモータ開発・製造メーカー様へ紹介を行っておりますが、今後は、電磁鋼板の受入・出荷検査用や材料評価用としての紹介を含めて行います。

技術的には引き続き、ベクトル磁気センサの小型化や、お客さまの要望を反映させた形でのベクトル磁気特性可視化装置をより便利に使える改良を行います。

(8) 開発に携わった研究者の思い

大分県産業科学技術センター 研究員 下地広泰

ブライテックは開発者の相原さんを中心として、電磁力関連の技術開発に意欲的に取り組まれており、本システムも多くの引き合いがあるようです。また、技術的に不明なことがあると、俊敏に当センターを利用されています。今後の事業スケールアップを楽しみにしています。

株式会社ブライテック 技術開発部 相原 茂

超小型ベクトル磁気センサは極細線の加工技術の結晶です。今まで測定できなかった磁気特性を明らかにすることが出来ます。大分県産業科学技術センターとの共同研究は、ベクトル磁気センサの加工技術や測定技法を含む広い範囲で行っており、大いに役立っています。

(9) ディスカッション

本開発成果にご興味のある方はもちろんのこと、こうした電磁力関連の開発に関心のある方も大分県産業科学技術センターまでご連絡をお待ちしています。

企業情報

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| ■名称：株式会社ブライテック | ■担当者：技術開発部 部長 相原 茂 |
| ■所在地：大分市向原沖1丁目2番6号 | |
| ■TEL：097-558-1125 | ■FAX：097-558-2130 |
| ■E-mail：shigeru_aihara@btec-net.co.jp | |