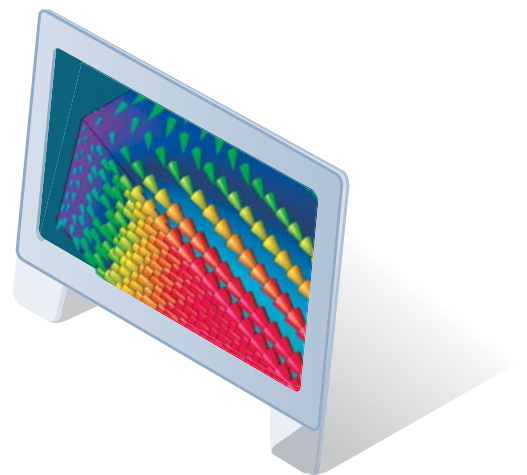


# JMAG Newsletter

## 2012 年 6 月号

**今求められているのは、現象を正確にとらえること**

JMAG は電気機器設計・開発のためのシミュレーションソフトウェアです。  
電気機器内部の複雑な物理現象を正確にとらえ、高速に分析します。  
強力な解析機能が設計・開発に新しい価値を創造します。



# 目次

## [1] JMAG導入事例

高周波熱錬株式会社 様

## [2] プロダクトレポート

- JMAG-Designerの開発背景と最近の改善点について -

## [3] 論文紹介

- 第一回 誘導電動機のシミュレーション技術に関する論文紹介 -

## [4] JMAGを100%使いこなそう

- よくある問い合わせの中から -

## [5] JMAGを 100% 使いこなそう

- 第五回 材料モデリングに関するA to Z -

## [6] イベント情報

- 2012年7～8月の出展イベント紹介 -

- イベント開催レポート -

## [7] セミナーのご案内

- 定期開催セミナー案内 -



# 株式会社 JSOL

変える力を、ともに生み出す。NTT Data  
NTT DATAグループ

エンジニアリング本部

■東京 〒104-0053 東京都中央区晴海2丁目5番24号 晴海センタービル7階  
TEL: 03-5859-6020 FAX: 03-5859-6035

■名古屋 〒460-0002 名古屋市中区丸の内2丁目18番25号 丸の内KSビル17階  
TEL: 052-202-8181 FAX: 052-202-8172

■大阪 〒550-0001 大阪市西区土佐堀2丁目2番4号 土佐堀ダイビル11階  
TEL: 06-4803-5820 FAX: 06-6225-3517

E-mail [info@jmag-international.com](mailto:info@jmag-international.com) URL <http://www.jsol.co.jp/cae/>

※記載されている製品およびサービスの名称は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。

# JMAG Newsletter 6月号のみどころ

今回の JMAG Newsletter は、JMAG-Designer Ver.11.1 特集です。

2012 年 5 月 31 日にリリースした、JMAG-Designer Ver.11.1 をご紹介いたします。

弊社の開発者から、JMAG-Designer の開発背景から今後の展望までをお伝えします。最新バージョンでは、多くのユーザー様からご要望をいただいております、マニュアルメッシュ機能を強化しております。代表的な利用例とともに新機能をご紹介しますので、ぜひお試しください。

今月の JMAG 導入事例は、高周波熱錬株式会社の堀野氏にインタビューしました。

誘導加熱(IH)技術を利用して金属部材に高周波熱処理を行う国内トップメーカーが高周波熱錬株式会社。インタビューでは、高周波熱処理における試作期間の短縮や熱処理品質の向上の他に、更なる新しい IH 技術の開発にも JMAG は大きく貢献している様子を聞いてまいりました。

JMAG Newsletter は、JMAG をご利用中の方はもちろんのこと、JMAG をまだお使いでない方々や JMAG を使い始めた方にも読んでいただきたいと思います。

お近くに JMAG 初心者の方がいらっしゃいましたらぜひご紹介ください。

本号も盛りだくさんの内容でお届けします。どうぞ最後までご覧ください。

株式会社 JSOL  
エンジニアリング本部 電磁場技術部

## JMAG 導入事例

## 高周波熱錬株式会社様

## 日本での誘導加熱(IH)技術のパイオニア

## JMAG 活用で、高周波熱処理の更なる高精度化、高品質化を実現

誘導加熱(IH)技術を利用して金属部材に高周波熱処理を行う国内トップメーカーが高周波熱錬株式会社、呼称「ネツレン」。IH 技術を基盤に新技術、新製品を次々と開発しているだけに、IH 技術の最先端のノウハウを保有しています。そこで活用されているのが JSOL の電磁界解析ソフトウェア「JMAG」。高周波熱処理における試作期間の短縮や熱処理品質の向上の他に、更なる新しい IH 技術の開発にも JMAG は大きく貢献しています。

## 高周波の電磁誘導現象を利用して金属部材に焼きを入れる

—社名である「高周波熱錬」という意味の解説も含めて、御社の事業内容をご紹介しますか

**堀野氏** 当社は、わが国で初めて IH (Induction Heating=誘導加熱) 技術の工業化・事業化に成功したパイオニア企業です。IH はクリーンな電気を熱源としており、地球環境にやさしい無公害(Ecological)・省資源(Economical)のダブル・エコ(W-Eco)な技術です。

高周波焼入れとは、電磁(高周波)誘導現象を利用した熱処理によって金属部材の強度と耐久性を高める表面硬化法の一つです。日本刀の焼入れをご存知と思いますが、焼入れとは被加熱物(ワーク)を約 1,000℃に加熱してオーステナイトという組織にし、それを水冷などで急冷することでマルテンサイトという非常に硬い組織に変態させることを言います。

高周波焼入れでは加熱コイルと呼ばれる銅製の部材を利用します。加熱コイルに高周波電流を流すことにより、交番磁束がワーク表面に集中して発生します。その際、電磁誘導作用によってうず電流が誘起されて、ワークを加熱します。これは家庭にある IH クッキングヒーターと同じ原理です。加熱時の周波数、電力、加熱時間、保持時間、加熱コイル形状などをワークの形状や材質に応じて選択することで、それぞれのワークに

高周波熱錬株式会社  
技術本部技術部  
CAE 開発課  
課長 堀野孝氏



求められる熱処理品質を与えることができます。

当社では土木・建築用の PC 鋼棒や自動車用ばね鋼線など熱処理された線材製品の製造・販売や自動車・建設機械部品などの受託熱処理業務、さらに高周波熱処理設備も製造・販売も行っております。

—御社におけるシミュレーションへの取り組みはいつ頃からですか。

**堀野氏** 商用ソフトウェアを導入し本格的に取り組み始めたのは 1990 年ごろからでした。熱処理プロセスには職人技が必要で、長年の経験と勘がものをいう世界です。また、その技術も非常に属人的なものが多く、技術伝承が大きな課題でした。そこにシミュレーション技術を導入することで、熱処理品質に最適な加熱時間や周波数、冷却時間を求めたり、新技術の裏付けなどを行っています。現場では熱処理の大まかな方向性を得られるだけでもシミュレーションを利用するメリットは非常に大きいです。

## 圧倒的な使い良さや手厚いサポート 共同研究で成果も

—JMAG を採用いただいたのは、どのような理由からですか。

**堀野氏** JMAGを導入したのは2007年のことでした。それまで使っていた他社のソフトウェアは、機能面で少し見劣りがしていました。たとえば、加熱コイルでは電流は全断面に流れるのではなく、ワークに近い所に多く発生します。正確な温度分布を求めるためには、これをきちんとシミュレートする必要がありますが、他社のソフトウェアではこれを考慮することが出来ませんでした。その点、JMAG は電気回路と連成させることで、複雑形状の加熱コイルであっても自動的に断面内部の電流分布を計算することができます。その結果、より正確で詳細な解析が可能になり、開発・設計のリードタイム短縮に大きく貢献してくれています。また、サポートも他社よりも機動的で内容も満足のいくもので、共同研究を企画して具体的にお力をお借りすることもできました。

—JMAG を用いた「2周波誘導加熱解析」もそうした共同研究の一つですね。

**堀野氏** そうです。2007 年の JMAG ユーザ会にて「JMAG-Studio を用いた2周波誘導加熱解析」のタイトルで発表させて頂きました。

ワークの形状や熱処理品質の仕様が変わると、適切な周波数は変わります。従来は必要な周波数ごとに高周波電源設備を用意する必要がありました。しかし、2 周波加熱技術を用いれば、1台の高周波電源から任意の周波数を出力できますので、最適周波数による焼入れを行うことが可能です(図 1、図 2)。当社では多周波加熱技術として、ホットスイッチング方式とオーバーラップ方式の2種類用意しています。これらは JMAG にて解析することが可能で、最適な電力バランスや加熱時間などを求めることが出来ます。

—具体的にはどのような事例が考えられますか。

**堀野氏** 平歯車の歯部表面に沿って高周波焼入れを

行うケースでご説明しますと、低周波だけでは歯底(凹みの部分)しか加熱できませんし、高周波だけでは歯先(凸の先端部分)しか加熱できません。しかし低周波と高周波を併用することで、歯部形状に沿った均一な焼入れ(輪郭焼入れ)が可能となります(図 2)。

—見方を変えれば、JMAG のシミュレーションは、コイル側の設計や条件設定に重要なアイデアを与えてくれるということですね。

**堀野氏** はい、これまでは長年の経験と勘で模索していましたが、JMAG を活用して最適な加熱コイル形状や熱処理条件を求めることで、高い精度で指針を得られるようになりました。なかには開発時間が半分になった事例もあります。

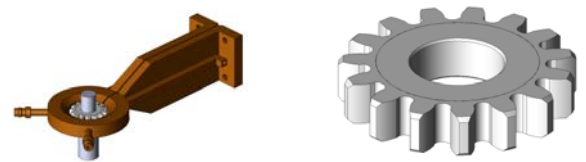


図 1 歯車と加熱コイル

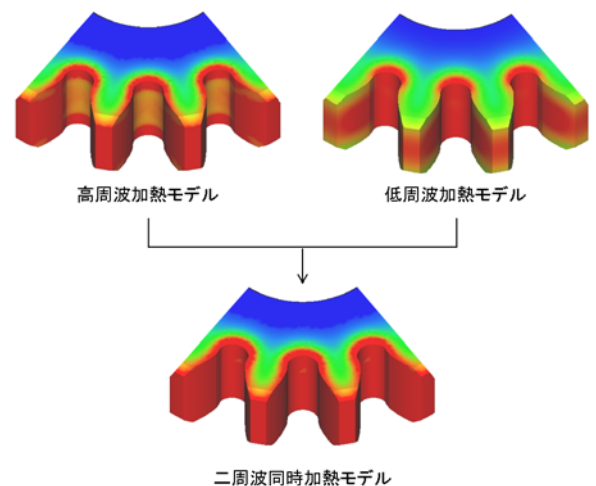


図 2 加熱後の歯車の温度分布



## 「高周波熱処理解析」で、さらなる精度の高いシミュレーション領域へ

—自動車部品をはじめとして「薄肉軽量化、複雑化かつ強度確保」という流れが強まっていますが、JMAG はそうした要請に応えられていますか。

**堀野氏** 当社内では、JMAG への期待は年々高まっています。「高周波熱処理シミュレーション」への期待と言い換えても良いと思います。

少し詳しくお話しすれば、シミュレーション技術を活用して検討したい要因は、大きく4つあります。つまり、①設備設計、②加熱コイル形状、③熱処理条件、④熱処理品質などです。これらは当然、個別には解析できますが、JMAG に熱処理解析ソフトウェアを連成させて「高周波熱処理工程全体をシミュレーションする」手法を当社では確立しており、高精度なシミュレーションを実施可能です(図 3)。磁場解析をベースにして熱解析、金属組織解析、応力/ひずみ解析が相互に関連する関係にあります。

このシミュレーションで得られた結果を時系列的に見ていけば、熱処理中になぜ変形するのかとか、なぜ残留応力が発生するのかといった問題に答えを見出せます。これにより、自動車部品の薄肉軽量化、複雑化に対して、低変形でかつ最適な熱処理品質の確保するためのツールとして活用することが出来ます。

—具体的にはどのようなケースに適用されますか。

**堀野氏** ヘリカルギアの事例で考えますと、JMAG では加熱範囲や加熱温度の予測ができます。JMAG に構造解析を連成させると、加熱中は上下に歯先が広がりつつ、歯のねじれ角度が変わる様子を確認できます。また、加熱過程だけでなく冷却過程のシミュレーションを実施することで、焼入範囲や変形量、残留応力を予測可能です。つまり熱処理を一つの総合的な現象としてワークの状態の変遷を見ることができるわけです。

それが何を意味しているかと言えば、狙いとする熱処理品質や機能性をよりの確に実現するための要素や条件を事前に予測できるということです。これにより、熱処理中に発生する想定外の事態をなくし、高品質な

部品を開発する糸口となります(図 4、図 5)。

—つまり部品形状が複雑化することへの現実的かつ機動的な対応策となる、と。

**堀野氏** そうです。シミュレーションソフトウェア上でもワークが回転・移動したりすれば、複雑形状であっても的確に計算できるようになります。複雑化する部品の熱処理条件を事前に予測出来れば、シミュレーションの活用もさらに進むでしょう。

—それは当然、JMAG の機能への要望へとつながりますね。

**堀野氏** JMAG の三次元対応をさらに強化して欲しいですね。より複雑な形状を扱おうと思うと、モデル規模が非常に大きくなります。解析時間をもっと短縮し、解析結果を表示する速度も向上して欲しいです。

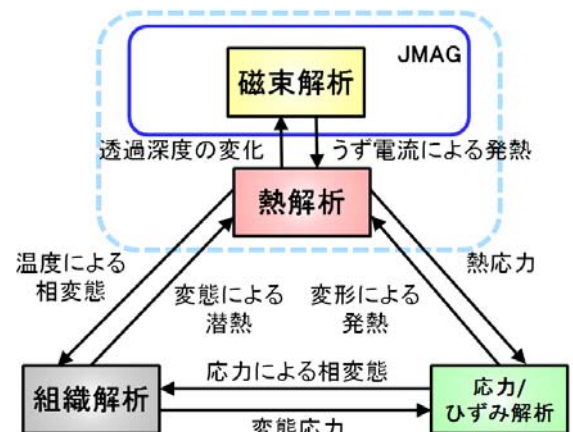


図 3 「高周波熱処理解析システム」

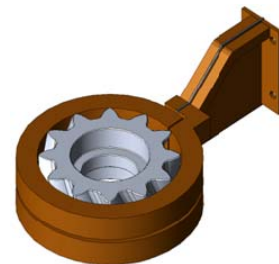


図 4 ヘリカルギアと加熱コイル

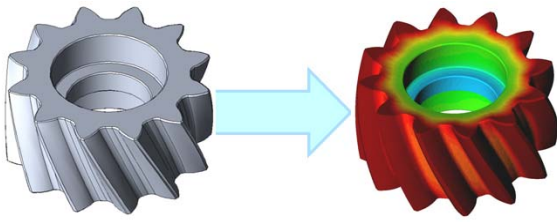


図 5 加熱前の形状と加熱後の温度分布と変形

## 生産現場での JMAG 活用策は無限で、効率性向上にさらに貢献

—これからの JMAG 活用についてお考えをお聞かせください。


**堀野氏** 現在、私が所管する技術本部技術部 CAE 開発課では、すべての社内事業部からの要望に応じていますし、次の時代につながる研究・開発にも力を注いでいます。

また、社内に CAE をさらに活用してもらうために、2012 年度から現業部署の方にも JMAG を使った研修活動を始めました。今後は JMAG を生産現場の近くでも活用し、さらなる熱処理品質の向上や新技術の開発のためのツールにしたいと考えています。そのうえで我々は、もう少し高度な研究課題に取り組む体制を考えています。

—JMAG が御社の技術の底上げに貢献できれば幸いです。

**堀野氏** 高周波焼入れはワーク1個流しが基本であり、大型部品に適用出来るメリットもあります。だからこそ、JMAG は予測ツールとして現場でも大きな力を発揮すると思います。

また、設計や試作の一部に CAE が関与することで、後工程で予想されるトラブルを事前に潰すなど、新技術の検証などもできますので、お客様への CS 面でも満足度の高い対応が可能になります。

これらの活動を通じて、IH 技術は地球環境にやさしいダブル・エコ(W-Eco)な技術あることを、もっと世の中に訴えていきたいですね。 



商号 高周波熱錬株式会社 (Neturen Co.Ltd.)

資本金 64 億 18 百万円

連結従業員数 1167 人

上場市場 東京証券取引所・市場第一部

代表者 代表取締役社長 福原哲一

### 事業概要

わが国における電磁誘導加熱（焼入れ）の工業化のパイオニア企業。1946 年に日本高周波重工業から分離し、高周波焼き入れ装置の製作ならびに各種の機械部品の表面焼き入れ業務を開始。現在は、誘導加熱技術を核に、主要3事業がある。製品事業部では、ビル建設で使われる PC 鋼棒や高強度せん断補強筋といった建設用資材、コイルばね用高強度鋼線 (ITW) などを製造・販売。IH 事業部では、各種の熱処理の受託加工のほか、誘導加熱装置を製造・販売している。

<http://www.k-neturen.co.jp/index.html>

## プロダクトレポート

# JMAG-Designer の開発背景と最近の改善点について

今回のレポートでは、JMAG-Designer 開発の背景についてお話しつつ、JMAG-Designer Ver.11.1 の新機能について紹介させていただきます。今回の新機能では、JMAG-Studio に搭載されているマニュアルメッシュ機能をサポート事が大きなトピックです。これにより、JMAG-Designer では自動メッシュ機能を使った三次元モデル化の利便性とマニュアルメッシュ生成機能による細かな調整の両方を実現しています。今後も新しい機能やバージョンアップで予定されている機能を順次搭載していく予定です。

## JMAG Designer の開発

JMAG-Designer のここ最近の改善点をご説明する前に、私たちが JMAG-Designer の開発をスタートすることになった背景について少し述べさせていただきますと思います。私たちが JMAG-Designer の開発に取り組み始めたころの CAE のトレンドに対する我々の分析では、JMAG-Studio を改善するだけではニーズを満たすことが出来ないという結論に至りました。その理由の1つは設計において三次元 CAD が一般的に使用されるようになってきたという事で、JMAG-Designer においても三次元 CAD モデルに関する機能のサポートと三次元 CAD システムとの連携強化が不可欠となりました。また、三次元 CAD がごく一般的なツールとして普及するにつれ、JMAG にもより強力な三次元形状作成機能を搭載する必要に迫られたのです。

三次元 CAD モデルとの連携を強化するために私たちが最初に開発した機能が断面解析機能です。三次元モデルでのシミュレーションは精度は高いのですが解析に時間がかかるため、設計の初期段階においては二次元シミュレーションがよく利用されることと思います。しかし、そのためには、三次元モデルを元にして新たに二次元モデルを作成する必要がありました。このような場合に私たちの開発した断面解析機能を用いると、既存の三次元 CAD 形状から自動的に二次元解析モデルを作成することができます。

三次元形状をサポートすることにより、インターフェースだけでなくメッシュ生成機能に対する要求も高いも

のになっていきました。コギングトルクの計算を行うためには標準的な4面体メッシュでは精度が不十分な場合があります。三次元形状のメッシュ生成機能は新たな課題に直面したのです。従来、この種のシミュレーションにはマニュアルメッシュを用いる方法しかありませんでした。そこで、我々はマニュアルメッシュの解析精度・速度のバランスのよさと自動メッシュによる操作の簡便性を両立するべく、メッシュ生成機能の開発に取り組みました。現在 JMAG には、回転機に特化して強化された世界的にみても最先端のメッシュ生成機能が搭載され、三次元 CAD 形状をもとに自動作成したメッシュを用いてコギングトルクの正確な算出が可能となります。(図1)。

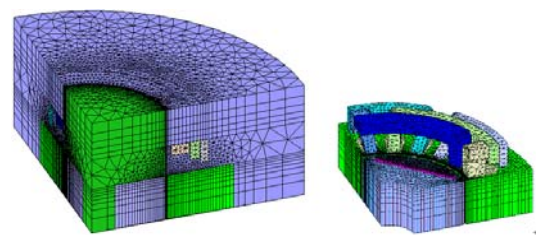


図1 自動作成した回転機の積み上げメッシュ

前述した三次元データの二次元シミュレーションへの展開に代表される「データの再利用」は、JMAG-Designer の基本コンセプトの一つです。JMAG-Designer では、同じ設定内容を何度も入力する手間が不要となります。例えば、JMAG-Designer の材料データベースを用いれば、一度定義した材料は、次



回以降は入力する必要が無く、再利用できます。スタディも複製が可能で、同じ設定を他のスタディで再利用することができます。解析テンプレート機能を使えば、シミュレーションに使う設定をテンプレートとして保存し、それを別の形状に再利用することができます。更に、新ツール JMAG-Virtual Test Bench (VTB)ではこのコンセプトを推し進め、複数の解析を伴う複雑なシミュレーション手順をテンプレート化し、結果評価も含めての再利用を可能にしました。

近年の CAE に見られるもう一つの傾向として、解析数の増加が挙げられます。計算機性能の向上やソルバーの開発により、解析速度が年々向上しており、単位時間あたりに実行できる解析数も一層増える傾向にあります。ここに JMAG-Designer のパラメトリック解析機能が加わることで、非常に多くの解析データを生成・実行することが可能になります。このように扱う解析結果が増えていくことは、結果データの処理機能の重要性を高めることとなります。このため JMAG-Designer では、プロジェクトファイルにより複数の解析スタディを1つのグループにまとめたり、結果ファイルを整理したりするための基本的なデータ管理機能を有しています。また、JMAG-VTB や JMAG-SuperExpress では、過去の解析結果を検索可能なデータベース化することで、この管理機能をさらに使いやすいものにしていきます。これらの結果ファイルの内容は、ダッシュボードで一覧することができます(図2)。



図2 JMAG-VTB のダッシュボード

JMAG-Designer の初期のバージョンで重要視してい

たのは、CAD モデルや基本機能の扱いやすさでした。しかし、JMAG-Studio からの移行が進むにつれ、JMAG-Studio と同様にメッシュを詳細に調整したり、要素単位で結果確認を行ったりする機能の重要性が高まりました(図3)。

今回リリースした JMAG-Designer Ver.11.1 では、三次元形状を元にしたモデリングに加え、必要に応じて細かな要素レベルの調整を手動で行えるという双方の利点の両立が実現しました。Ver.11.1 の形状エディタでは、メッシュを直接操作するための機能をさらに充実させています。また、形状エディタのメッシュモデリング機能では、マニュアルメッシュ機能をパラメトリック解析機能と同時に使用することが可能になっています。これにより、形状変更に伴う正確なシミュレーションが簡単に行えるようになりました。

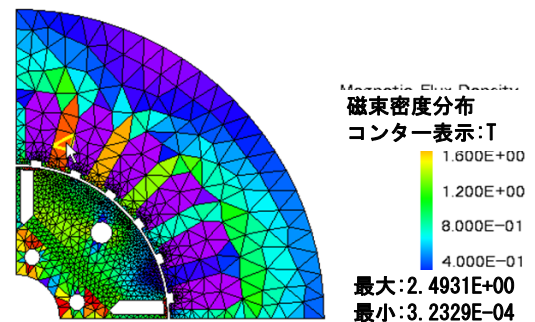


図3 JMAG-Designer による要素別解析結果

また、JMAG-Designer に求められている大規模なモデルの高速処理を実現するために、ソルバーの解析速度を上げる新機能を追加しています。例えば、時間周期補正法(EEC)を用いることで、ある時間領域シミュレーションにおいて初期過渡時間が著しく短縮され、その結果としてシミュレーションにかかる時間そのものも大幅に短くなりました。磁界ソルバーに GPU(Graphic Processing Units)機能を搭載することで計算速度を向上させたり、従来磁界ソルバーのみをサポートしていた並列計算機能を熱、電界ソルバーにも搭載しました(※1)。

(※1) 現時点では、サポート対象は NVIDIA Tesla GPU カードのみ。

## ■ パートナーシップ

他の CAE ベンダーとのパートナーシップも積極的に進めており、JMAG の電磁界解析機能を他の CAE ソフトウェアと連携させることも可能となっています。JMAG-Designer では、SIMULIA 社製の Abaqus との連携で双方向の磁界-構造/熱シミュレーションが可能です。また、LMS Virtual.Lab との連携で騒音/振動解析との磁界-構造-音響連成シミュレーションを実現しています。その他にも、Fraunhofer SCAI 社開発の MpCCI とも連携し、JMAG と他の多岐にわたる CAE ソフトウェアとの連成も取り入れています。

## ■ 今後の展望

今後の JMAG-Designer のバージョンアップでも、数多くの新機能の追加を予定しています。現在搭載されているパラメトリック解析機能をさらに拡張して、ユーザーが指定した結果パラメータを自動的に最適化できるようにします。多数のケースを手動で作成しなくても、自動的にケースを作成し、最適なデザインを導くことができるようになります。これ以外にも、ポスト機能を更に改善し、解析結果を最大限に活用できるようにする予定です。

JMAG-Designer が目指すものは、より少ない時間、より少ない手間で、より多くの結果、より高い正確さを提供することです。その結果、お客様が有限要素法のツール利用にとらわれず、ご自身にとって重要な問題、自社製品の設計に専念して頂ければなによりです。J

(David Dibben)

## 論文紹介

# 第一回 誘導電動機のシミュレーション技術に関する論文紹介

JMAG を用いた電磁界シミュレーションを行う上で有用な論文を紹介致します。第一回では、レアアースを使わないモータとして最近再注目されている誘導電動機のシミュレーション技術に関する文献を 12 本([1]~[12]参照)ご紹介致します。

## 背景

皆様、誘導電動機と聞いてどのようなイメージを思い浮かべますでしょうか。昔から幅広く使われている伝統的なモータでしょうか。確かに誘導電動機は 1880 年代に発明され[1]、その後産業用から民生用まで、幅広く用いられてきました。では、誘導電動機の設計は完成され、シミュレーションで検討する余地はもう残されていないのでしょうか。JMAG のアプリケーションノートの事例数を見てもお分かりの様に、ここ 20 年程度電磁界シミュレーションのメインターゲットは誘導電動機ではなく永久磁石同期モータでした。これは永久磁石同期モータが比較的新しいモータで、シミュレーションによって効率的に設計を詰める必要があったことと、また近年開発された強力な希土類永久磁石を用いているため、磁気回路の飽和を考慮することが必須で、磁気飽和を厳密に扱うことができる有限要素法などの電磁界シミュレーションが重要であったため、と考えられます。

しかし、ここに来て状況が変わりつつあると感じています。きっかけは希土類永久磁石に使われているレアアースの問題です。レアアースはその名の通り偏在した資源であり、安定した調達やコスト面で不安があります。そのため、今まで永久磁石同期モータの独壇場であった、高出力密度、高効率求められるハイブリッドカーや電気自動車の駆動用モータなどの分野においても、永久磁石同期モータの代替としてレアアースを用いない誘導電動機に注目する動きがみられます[2]。これらの分野では上記の通りに高出力密度、高効率が要求されるため、従来の誘導電動機とは異なった設計が求められ、誘導電動機のシミュレーションの必要性が高まっていると感じています。

## 誘導電動機のシミュレーションの難しさ

それでは、誘導電動機の電磁界シミュレーションは永久磁石モータと比べて簡単でしょうか、難しいでしょうか。下記の点で誘導電動機の方が難しいと思っています。

(1)過渡応答解析で非常に沢山のステップの計算が必要  
これは、

- ・二次側の誘導電流の時定数が長く、定常解を得るまでに沢山のステップを計算しないといけない
- ・すべりが小さい運転域ではすべり周波数に相当する時間が長く(例えば同期周波数が 50Hz ですべりが 0.01 であれば 2 秒間)、1 周期分の結果を得るのに沢山のステップを計算しないといけない

の 2 点に起因しています。周波数応答解析でも誘導電動機の定性的な特性は分かりますが、高調波の影響が考慮できないこと、磁気飽和が強い場合の計算精度が低下するという課題があります。

(2)三次元効果が強い

これは、

- ・かご型誘導電動機では二次導体にエンドリングがあり、二次元解析ではエンドリングの影響が考慮できない
- ・誘導電動機では高調波の影響を低減させるためにスキューを施すのが一般的で、スキューの効果を考慮する必要がある
- ・バーとバー間を誘導電流が短絡する”横流”という現象により損失が増大する。この現象は二次元解析では扱えないといった課題があります。

(1)の理由から、計算に要する時間が短い二次元解析が望ましいのですが、(2)の理由から二次元解析では解析精度が

得られないというジレンマを抱えてしまいます。

## 課題に対する取り組み

課題(1)、(2)に対し、どのような取り組みがこれまでに行われてきたか、関連する論文を紹介していきます。

## 過渡現象の除去

誘導電動機の様に過渡現象が長い解析対象の過渡現象を実現象よりも早く定常解に収束させる手法の一つとしてEEC法が開発され、JMAGでも同様の手法を採用しています。これは、ある一定周期ごとに有限要素法の解ベクトルを補正することで過渡状態を除去する手法です。[3]では誘導電動機や永久磁石同期モータに適用した事例が紹介されており、誘導電動機では定常解を得るまでの解析時間が1/10以下に削減できていることが示されています。また、JMAGでは周波数応答解析で定常解に近い状態を求め、それを初期値として過渡応答解析を開始することで早く定常解に収束させる手法(擬定常解析)も利用することができます。

## エンドリングの考慮

かご型誘導電動機のエンドリングは二次抵抗と漏れインダクタンスの二つの面で誘導電動機の特性に影響し、エンドリングを考慮しない二次元解析では解析の精度が得られないことが知られています。エンドリングをモデル化した三次元解析を実施する事が好ましいのですが、膨大な計算時間がかかるため、二次元解析でエンドリングの影響を何とか考慮しようと種々の手法が検討されてきました。最もシンプルな方法としては、エンドリングの抵抗分をバーの材料特性の電気抵抗率を補正する手法、あるいは、かごを等価回路で表現し、エンドリングを等価回路中の集中定数素子(抵抗)として扱う手法[4]があります。JMAGでも”かご素子”機能により、エンドリングを抵抗として扱うかごの等価回路を簡単に作成することができます。これらの手法はエンドリングの幾何形状から電気抵抗の補正量や抵抗値を求めているためシンプルで導入しやすく広く用いられている手法です。しかし、実際には周波数やエンドリングの形状によってはエンドリングの内部で電流が一様ではなく分布を持つため、幾何形状から電気抵抗を求めると抵抗を過小評価してしまうという問題が

あります。またエンドリングによる漏れインダクタンスは考慮されません。

エンドリング内の電流分布を考慮して電気抵抗の補正量を求める手法として[5]を紹介します。この手法では、三次元解析によってあらかじめエンドリングの抵抗による電圧降下を評価し、その結果から二次元解析でのバーの電気抵抗率の補正量を決定しています。三次元解析はバーとエンドリングだけのモデルで、線形の周波数応答解析で実行されますので、三次元の計算時間はほとんどかからずに二次元解析での補正量を導出することができます。

## スキューの考慮

二次元解析でスキューの効果を考慮する手法としてマルチスライス法が知られています。これは誘導電動機の回転軸に垂直な断面をいくつか切り出し、スキューによってロータのスロット位置がずれた二次元解析を複数実施する手法です。下記にイメージを示します(図1)。例えば[6]では断面を5面取り出しています。[6]ではこれらの複数の二次元解析は1つのマトリックスに統合され同時に解かれます。この際、一次電流及びロータのバーに流れる二次電流が各断面の解析で保存される様に回路方程式を連成させて解きます。このような手法により三次元解析よりも大幅に計算時間を短縮してスキューの効果を取り入れることができます(当時のPCの能力で200秒程度)。結果として、一次電流の高調波がスキューによって大幅に低減できることが確認できます。ただし、本来スキューによって軸方向に磁束が発生しますが、本手法ではそれは無視されています。

スキューの効果を正確に表現するためにはマルチスライスのスライスの数を増やす必要がありますが、一方で計算時間の増大を招きます。その問題に対し、[7]では”Transmission Line Modeling(TLM)”法を応用してマルチスライス法を複数のPCで並列演算することで計算時間の増大を防いでいます。スライスを7面取っても1面の場合と比較してほとんど計算時間が変わらないという結果が得られています。

## 横流の解析

横流を解析するためにはバー間の電磁鋼板をモデリングする必要があります。しかし、電磁鋼板は通常数十～数百



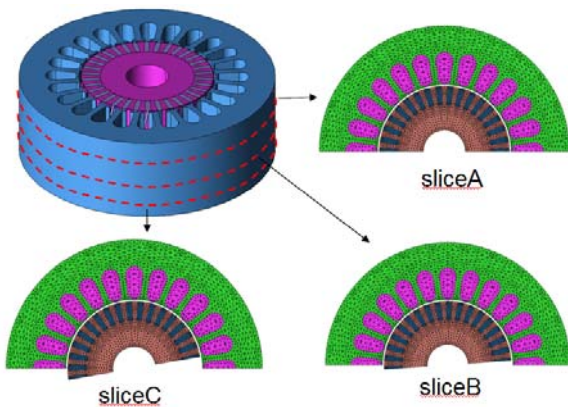


図1 マルチスライス法のイメージ

枚積層されますので、誘導電動機の構造をそのまま三次元でモデリングすることは計算規模の面からほぼ不可能です。実用的な時間で横流を解析した事例として[8]を紹介します。[8]では、まず二次元過渡応答解析で誘導電動機のギャップの磁束密度の空間分布および時間変動を求めています。このデータを三次元解析モデルに磁束密度の境界条件として入力することで横流を解析します。三次元解析モデルは積層鋼板を一枚一枚モデリングしていますが、周期性を考慮してロータ1スロットピッチ分のみモデリングすることと、二次元解析のデータを周波数分析し、主要な周波数成分のみ三次元解析を行うことで計算時間を短縮しています。結果として、スキューを施すと、スキューが無い場合と比較してかごでの損失は減少するものの横流による損失が増加することで、トータルの損失は若干増加することが示されています。

## 誘導電動機解析の今後

ハイブリッドカーや電気自動車の駆動用など、永久磁石同期モータが採用されていた分野に誘導電動機の適用が検討される様になると、どのような解析技術が必要とされるようになるのでしょうか？私は以下の様なことが起こるのでは、と考えています。

### (1) 磁気飽和が激しくなる

今まで永久磁石同期モータが採用された分野に誘導電動機を適用する場合、永久磁石同期モータ並みの出力密度が求められ、誘導電動機の磁気回路の磁気飽和が激しくなる

と思われます。これまで、誘導電動機をT型回路の様な等価回路で表現する場合、等価回路中の機器定数に飽和の影響を持たせる試みはなされてきました。例えば[9]では漏れリアクタンスに飽和の影響を考慮して(磁気飽和を起こすと通常漏れリアクタンスは低下します)、誘導電動機の始動時の計算を行っています。全電圧始動では始動時に大電流が流れるため、磁気飽和を考慮することが重要だと述べられています。

それに対し、機器設計側で電磁界解析を利用し、飽和を考慮して磁気回路設計を最適化する試みはまだ永久磁石同期モータ並みには行われていないと思います。今後誘導電動機が高出力密度化につれて、電磁界解析の役割が大きくなっていくのではないのでしょうか。

### (2) 振動、騒音解析、低減技術が重要となる

ハイブリッドカーや電気自動車用のモータでは産業用や家電用モータと比べて高い静粛性が求められます。そのため誘導電動機の振動や騒音を分析し、低減するための解析技術が重要となると考えています。永久磁石同期モータでも同様ですが、誘導電動機でも振動、騒音はステータに生じる磁気吸引力の時間変動と誘導電動機のもつ機械的な固有モードとが関連して生じると考えられています。誘導電動機の磁気吸引力がどのような時間周波数および空間モードを持つかは、かねてより理論的あるいはシミュレーションで検証されてきました。例えば[10]では小形誘導電動機で発生する磁気吸引力の時間周波数および空間モードを数式で表現し、次に実際の運転状態の誘導電動機の振動の状態を測定し、両者を比較することで振動の起源となる要因や磁気吸引力と機械的な固有モードとの関係を考察しています。この論文によると、ステータのスロットとロータのスロットの両者の相互作用で生じる磁気吸引力の変動によって高い周波数の振動が生じること、機械的な固有モードとの共振によって振動が生じている場合、磁気吸引力の空間モードの数に関係なく機械的な固有モードの数で振動すること、などの知見が示されています。また”スキューの考慮”で紹介したマルチスライス法を用いてスキューによる磁気吸引力への影響を検証した例として[11]があります。

この様に磁界解析による磁気吸引力の分析や固有モード



及び振動の測定は多くの実施例がありますが、磁界解析と構造解析の連成により誘導電動機の振動、騒音を検証した例はまだあまり多くありません。[12]では二次元過渡応答磁界解析とモード法振動解析を連成させています。また、振動を実測し、周波数ごとに解析結果と比較をしています。二次元解析を用いているため振動の大小関係が実測と一致しない部分もありますが、振動が励起される周波数はよく一致しています。また[10]と同様に共振により励起される振動のモードは機械的な固有モードと類似していることが示されています。

## 最後に

誘導電動機のシミュレーションに関する論文を調べて、“永久磁石同期モータほど電磁界解析が活用されていない”と分野だと感じました。今後高いパフォーマンスを持った新たな誘導電動機的设计に電磁界解析が活用されることを願います。■

(成田 一行)

## ご紹介した論文一覧

- [1][http://en.wikipedia.org/wiki/Induction\\_motor](http://en.wikipedia.org/wiki/Induction_motor)
- [2]<http://www.teslamotors.com/blog/induction-versus-dc-brushless-motors>
- [3]H. Katagiri, “Improvement of Convergence Characteristic for Steady-State Analysis of Motor With Simplified Singularity Decomposition-Explicit Error Correction Method,” IEEE Tran. on Magn., vol. 47, no.6, 1786-1789, 2011
- [4]A. Arrkio, “Finite Element Analysis of Cage Induction Motors Fed By Static Frequency Converters,” IEEE Trans. on Magn., vol. 26, no.2, 551-554, 1990
- [5]K. Yamazaki, “Modification of 2D nonlinear time-stepping analysis by limited 3D analysis for induction machines,” IEEE Tran. on Magn., vol. 36, no.4, 1881-1885, 2000
- [6]S.L. Ho, “A comprehensive approach to the solution of direct-coupled multislice model of skewed rotor induction motors using time-stepping eddy-current finite element method,” IEEE Tran. on Magn., vol. 33, no.3, 2265-2273, 1997
- [7]A.M. Knight, “Efficient Parallel Solution of Time-Stepped Multislice Eddy-Current Induction Motor Models,” IEEE Tran. on Magn., vol. 40, no.2, 1282-1285, 2004
- [8]K. Yamazaki, “Interbar Current Analysis of Induction Motors Using 3-D Finite-Element Method Considering Lamination of Rotor Core, IEEE Tran. on Magn., vol. 42, no.4, 1287-1290, 2006
- [9]A. Lipo, “Modeling and Simulation of Induction Motors with Saturable Leakage Reactance,” IEEE Trans. on Ind. Applicat. , vol. 20, no.1, 180-189, 1984
- [10]F. Ishibashi, “Electromagnetic Vibration of Small Squirrel Cage Three-Phase Induction Motor,” IEEJ-D, vol.112, no.3, 307-313, 1992(in Japanese)
- [11]D.H. Im, “Analysis of radial force as a source of vibration in an induction motor with skewed slots,” IEEE Trans. on Magn., vol. 33, no.2, 1650-1653, 1997
- [12]C.G.C. Neves, “Experimental and numerical analysis of induction motor vibrations,” IEEE Trans. on Magn., vol. 35, no.3, 1314-1317, 1999

JMAG を 100%使いこなそう

# よくある問い合わせの中から

従来、JMAG は電気系を専門とする技術者を中心にご利用いただいておりますが、最近は機械設計者などが専門外の電磁解析に携わる機会も増えてきております。不慣れなツールを前に、より良い解析をするためにどうすればよいか一人で悩まれている方も多いのではないのでしょうか。

このコーナーでは、同じように悩まれていた方にとっての解決の一助となるべく、また JMAG が“便利なツール”となるべく、お問い合わせの多いご質問を中心に毎号ご紹介してまいります。

質問の内容は、“操作方法”、“解析技術”、“結果評価”、“トラブルシューティング”のように多岐にわたります。ラベルを付しておりますので、興味を持たれた項よりお読み下さい。

## 操作方法(初級)

**Q1. 回路編集で素子を回して配置したいのですが、どうすればよいでしょうか。**

**A1. ショートカットキー[Ctrl]+R を使用してください。**

ショートカットキーは、長く JMAG を使用しているユーザでも意外と知らない小技です。回したい回路素子を選択し、[Ctrl]+R を押すと回路素子が時計回りに 90 度回転します(図 1)。180 度回転したい場合は、同じ操作を 2 回行います。

もちろん、JMAG-Designer の GUI から同様の操作が行えます。GUI から実行する場合は、回したい回路素子を選択した状態で、ツールバーの[回転] ボタンをクリックします。

蛇足ですが、プロジェクトマネージャのツリーをすべて閉じる”¥” ショートカットキーも愛用者が多いショートカットキーです。

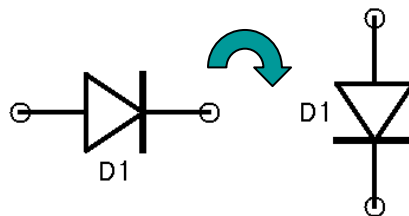


図 1 回路素子の回転

## 操作方法(初級)

**Q2. 部品内に流れる渦電流を考慮するには、どのような設定が必要ですか。**

**A2. 部品の「渦電流を考慮する」フラグをオンにして電気伝導率を設定してください。**

渦電流を解析に考慮する場合、次の確認 1 点と設定を 2 点行ってください。

### 【確認】

解析タイプが磁界解析の過渡応答解析か周波数応答解析になっていることを確認してください。

静解析では渦電流は考慮することはできません。

## 【設定】

- 1) 部品のプロパティで「渦電流を考慮する」フラグをオンにしてください(図 2)。
- 2) 材料または部品のプロパティで電気伝導率(または電気抵抗率)を設定してください。材料で電気伝導率を設定した場合は、部品のプロパティで「材料データの電気伝導率を適用」を指定してください(図 2)。

高い周波数帯で解析を行う場合、表皮効果によって部品表面近傍の狭い領域のみに渦電流が流れます。このとき、電流密度分布を正確に表現するためには、表面近傍のメッシュ分割を細かくする必要があります。メッシュ生成パラメータとして「表皮厚さ」を指定することで、表皮効果を表現しやすいメッシュを生成することができますので、是非ご利用下さい。

「表皮厚さ」機能のご利用方法については、次のヘルプをご参照下さい。

JMAG-Designer ヘルプ > 目次タブ > 解析 > メッシュ生成(自動)> 表皮厚さを考慮した要素サイズの設定

材料

OK キャンセル ヘルプ(H)...

電気特性

☒ 渦電流を考慮する

☐ 材料データの電気伝導率を適用  
値: 0 S/m

☒ 電気伝導率を指定  
値: 1e7 S/m

☐ 電気抵抗率を指定  
値: 0 ohm m

☐ 絶縁(I)

積層

☐ 積層を考慮する

電気伝導率: 0 S/m

占積率: 100 %

サブルーチン  
用識別番号: -1

図 2 部品のプロパティ

## 解析技術(初級)

### Q3. 2次元解析の解法で、FEM+BEM と FEM は何が違うのですか

### A3. 解析に使用している数学モデルが異なります。モデルに合わせて使い分けてください。

FEM と BEM では解析に使用されている数学モデルが異なり、それぞれ有限要素法(Finite Element Method)、境界要素法(Boundary Element Method)のことを指しております。細かい解説は参考書に譲り、ここでは 2 つの手法の違いに着目して説明いたします。

まず数学モデルとは、現実世界の解析対象を計算機上でどのように表現するかということを目指しています。FEM はモデルの内部を細かく刻んで小さな体積(2次元では面積)を持つ要素の集合とし、それぞれ隣り合う要素との関係によって定式化されています。一方 BEM は、モデルの境界面(2次元では辺)のみを細かく刻んだ要素によってモデルが定義され、全ての要素との関係によって定式化されます。FEM では部品と部品の間に隙間があった場合、空気領域としてメッシュを生成しますが、FEM+BEM では部品内部は FEM で作られ、周囲の部品との関係は BEM で結ばれます。そのため、FEM+BEM では空気領域が不要となります。

ところで、JMAG の FEM を使った解析では反復法を使用しておりますが、FEM+BEM を使用した解析では直接法を使用していま

す。反復法と直接法についての詳細については参考書等をご参照いただくとして、ここでは反復法と比較すると直接法の方が“解析精度が良い”という点をご紹介します。精度が良いのであれば、常に直接法で計算すれば良いのではないかと疑問に思われるかもしれませんが、残念ながら直接法は解析時に使用するメモリも多く、計算処理の量も反復法とは比べられないほど多くなります。そのため、JMAG では直接法を使用した FEM+BEM は 2 次元解析でのみ使用しています。

実務上は、FEM+BEM と FEM の違いについて、下記を覚えておくとい良いでしょう。

- ・ 解析精度は FEM より FEM+BEM が良い。
- ・ 解析コスト(メモリ、時間)は FEM+BEM より FEM が良い。
- ・ FEM+BEM では、空気領域をモデル化しなくてよい。

## 解析技術(初級)

### Q4. 磁石にはたらく力を精度よく求めることができません。

### A4. 磁石表面のメッシュ分割を見直してください。

電磁力は磁束密度より計算されますが、磁束密度の変化が大きい場所では、その変化を正確に捉えられているかが力の計算精度に大きく影響します。磁石表面付近では、一般に磁束密度分布の変化が大きく、変化を正確に捉えるためには十分に細かいメッシュが必要となります。また、磁石の形状に対称性がある場合、メッシュサイズだけでなくメッシュの対称性も解析精度に大きく影響を与えます。

磁石の解析を行われる際には、磁石表面近傍のメッシュ分割に十分注意を払ってください。

電磁力計算の練習問題として、磁路のない空間に磁石とコイルだけが配置され、磁石にはたらく力を求める問題が取り上げられることがあります。空気中におかれた磁石にはたらく力の計算は、解析をしなくても磁束の流れがイメージすることができるためか少ないメッシュで簡単に求められると思われる傾向があります。しかし、実際には強磁性体の部品を持つモータのティース先端にはたらく力を求める解析と同等か、それ以上にメッシュ分割には気を遣う必要があります。

メッシュ分割については関心が高いため、これまでセミナー等でも何度となくテーマとして取り扱ってきました。JMAG のホームページでは、セミナーで使用した資料の一部を公開していますので、こちらもご参照下さい。

<http://www.jmag-international.com/support/ja/documentation/index.html> (ユーザ認証あり)

「JMAG Users Week 2005」活用セッション、スペシャルセミナー A-2 精度良い計算をするためのメッシュ生成

また、アプリケーションカタログでも磁石にはたらく力からを求める事例を紹介しておりますので、ご参照ください。

[http://www.jmag-international.com/jp/catalog/72\\_SteelSheetMagnet\\_AttractiveForce.html](http://www.jmag-international.com/jp/catalog/72_SteelSheetMagnet_AttractiveForce.html)

## 結果評価(中級)

### Q5. パーミアンス係数がマイナスとなった要素があります。なぜでしょうか。

### A5. 大きな反磁界のため、磁石の動作点が第 3 象限にあることを示しています。

磁界解析の解析結果として出力されるパーミアンス係数  $P_c$  は、次の式で定義されます。

$$P_c = -B_d / (\mu_0 H_d)$$

$B_d$  [T]、 $H_d$  [A/m] はそれぞれ磁束密度  $B$  と磁界  $H$  の着磁方向(磁化  $M$  の方向)への射影成分です(図 3)。

通常磁石の特性として示されるパーミアンスは第 2 象限の範囲内のみですが、磁石に強い外部磁界が与えられると動作点が

第3象限に位置することがあります(図4)。このとき、パーミアンス係数は負の値となります。

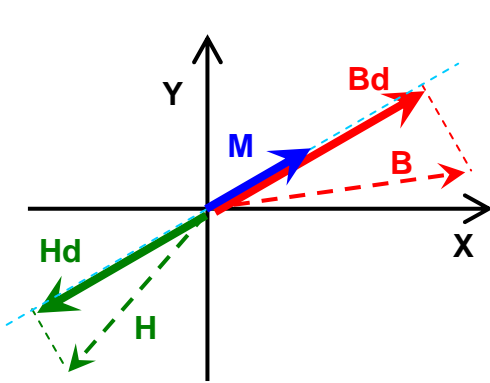


図3 着磁方向への射影

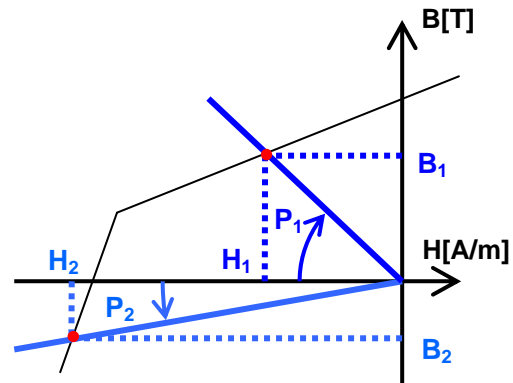


図4 パーミアンス係数

### 結果評価(中級)

## Q6. 磁化特性が良い材料へ変更したのに、高回転時のトルクが下がりました。

図5に示すPM型ステッピングモータで、トルク特性向上を目的にコアの材料をS45Cの代わりにSPCCを用いました。磁化特性(BHカーブ)からは、S45Cに比べSPCCの磁化特性が良く見え、実際に低速域ではSPCCの方が高いトルクが出ていました(図6)。ところが、パルスレートを上げていくと高速域ではS45Cより低いトルクとなります(図7)。原因を教えてください。

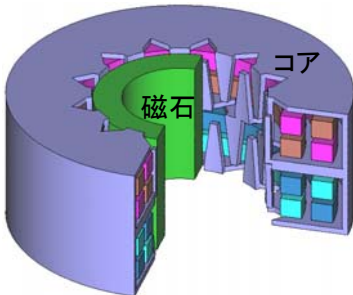


図5 PM型ステッピングモータ(駆動電圧DC24V)

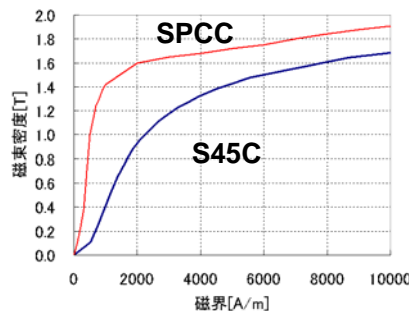


図6 磁化特性

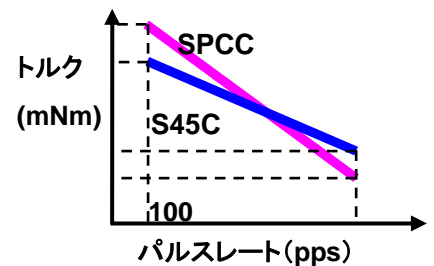


図7 トルク特性

## A6. 動作点付近の透磁率の違いによって、電流の応答性が変化していることが原因です。

トルクはロータとステータ間を行き来する磁束量によってほぼ特性が決まりますが、そもそも磁束は電流によって作られます。(磁石磁束は一定として、評価から外しました。)そこで、低速域と高速域の電流波形を取り出して比較したところ図8のグラフとなっていました。グラフからわかるように、低速域では電流の応答性は2つのコア材で違いがほとんどありませんが、高速域では明らかにS45Cの応答性が優位であることがわかります。

電流値の違いの原因は、BHカーブの傾き(微分透磁率)にあります。SPCCでは磁界が1000[A/m]あたりまでの低域ではS45Cに比べ微分透磁率が非常に高く、時定数も大きくなります。今回のモデルでは動作点が低域だったため、微分透磁率が高いSPCCでは、パルスレートが高くなると電圧の変化に電流の立ち上がりが追従できなくなっています。

電流値に違いがない場合、より多くの磁束を流すことができるSPCCが大きなトルクを得ることができますが、電流応答性が大きく異なる高速域ではS45Cの方が磁化特性の劣勢を考慮してもSPCCより大きなトルクを得ることができていたのです。



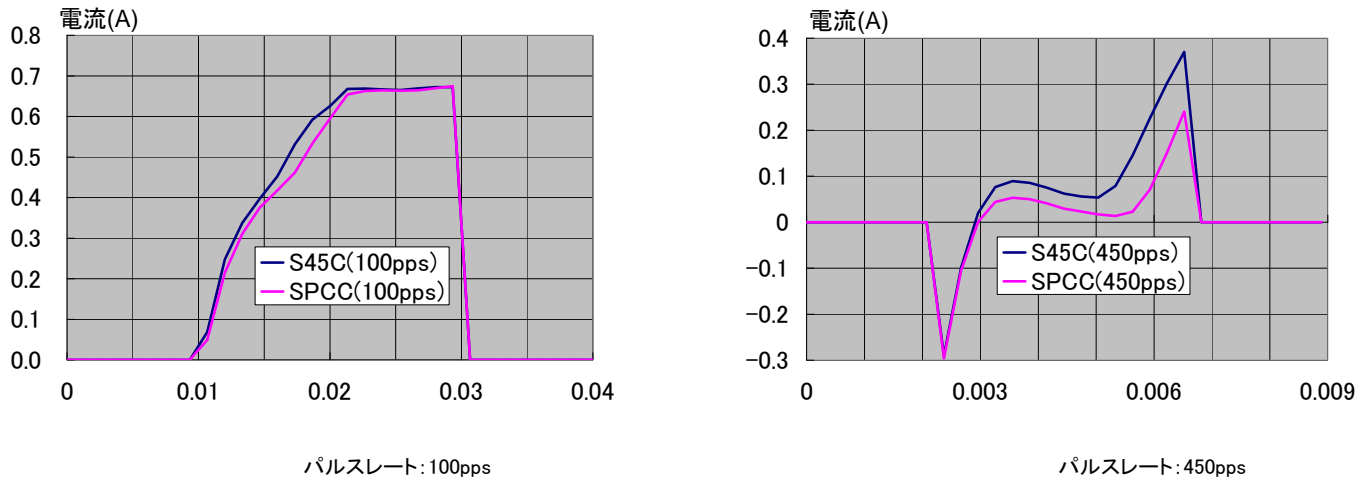


図 8 励磁電流のオン/オフ波形

## 結果評価(中級)

**Q7.** コイルインダクタンス計算ツールで求めたインダクタンスと実測のインダクタンスが一致しません。

**A7.** インダクタンスの計算方法が実測と解析で一致しているか確認してください。

インダクタンスの定義はひとつではなく複数あるため、計算方法も定義によって異なっております。よく使用されている方法としては、電流と電圧の位相関係から求める方法や電流とコイルの鎖交磁束量から求める方法があります。電流と鎖交磁束から求める方法はさらに、ある瞬間の電流値と鎖交磁束量から求める方法と微小な電流変化によって変化した鎖交磁束量から求める方法とに分けることができます。これらの計算方法を式で書くと次のようになります。

- 1)  $L = \phi / I$
- 2)  $L = d\phi / dI$

※L: インダクタンス、 $\phi$ : コイルの鎖交磁束量、I: 電流値

コイルインダクタンス計算ツールでは、電流とコイルの鎖交磁束量からインダクタンスを求めており、上記の 1)式と 2)式のどちらを使用するかはユーザが指定できるようになっています。

解析結果と実測を比較する場合、まず同じ方法で求められた値であるかを確認する必要があります。ここで「方法」とは、通常モデル化の方法や材料の設定、入力の与え方などを指しますが、インダクタンスの場合はさらに計算方法について解析と実測で一致している必要があります。

一般に“インダクタンス”という物理量は回路定数として使われますが、その値は電流密度分布と磁束密度分布の関係から決まる分布定数だと考えられます。従って、インダクタンスという値は常に何らかの近似を与えて1つの回路定数へと形を変えていることになります。計算方法の違いは近似方法の違いだと理解すると計算方法を一致させる重要性も理解できると思います。

インダクタンスの計算方法については、メッシュ分割同様、セミナー資料にも詳しく解説されていますので、ぜひご参照下さい。

<http://www.jmag-international.com/support/ja/documentation/index.html> (ユーザ認証あり)

「JMAG Users Week 2005」活用セッション、スペシャルセミナー A-4 インダクタンスの考え方

## Q8. JMAG-RT モデルを用いた制御シミュレーションでエラーが発生します。

アプリケーションカタログにある「制御シミュレータと JMAG-RT システムを用いた IPM モータのベクトル制御解析」が

「S-function 'JAC037IPM\_RT\_02/Subsystem/JMAG\_RT\_pmsm/S-Function' のエラー: S-Function 'RT\_simulink' は存在しません」

というエラーがでて実行できません。

## A8. エラーメッセージは、JMAG-RT モデル計算用 DLL が読み込めないことを示しています。

最近では電機設計者が回路シミュレータを使用して制御シミュレーションを行うことも珍しくなくなってきました。一方で、慣れないツールやデータ形式を使用するためか問い合わせも増えてきています。まずは、下記のチェック項目をご確認ください。

- ・ MATLAB/Simulink モデルファイルや JMAG-RT モデルファイルがあるフォルダをカレントディレクトリに設定しているか。
- ・ カレントディレクトリに JMAG-RT モデル計算用 DLL (RT\_simulink.dll) があるか。無い場合は、JMAG のインストールフォルダからコピーしてください。

JMAG インストールフォルダ/JMAG\_RT/Simulink/ja/RT\_simulink.dll

- ・ 使用している DLL の種類は問題ないか。ご利用の MATLAB/Simulink(Mathworks 社)が 64bit 版の場合、64bit 版の DLL が必要です。64bit 版の JMAG に同梱されています。拡張子にご注意下さい。

JMAG インストールフォルダ/JMAG\_RT/Simulink/ja/RT\_simulink.mexw64

- ・ Microsoft 社の再配布パッケージがインストールされていない場合にも同様のエラーが出力される場合があります。特に、JMAG-Designer Ver.11.0 以降のバージョンでは、Microsoft Visual C++ 2010 Redistributable が必要です。再配布パッケージについては、Microsoft 社のホームページよりダウンロードすることが可能です。

例) Microsoft Visual C++ 2010 x86 Redistributable

<http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=8328>

## WEB 上でのテクニカル FAQ

弊社ホームページでもテクニカル FAQ を紹介しておりますので、合わせてご確認ください。

URL: <http://www.jmag-international.com/support/ja/faq/index.html> (ユーザ認証あり)

テクニカル FAQ は、実際にお客様が疑問もしくは不明に思った問い合わせですので、ご覧いただくことで新しい JMAG の利用方法も発見できることもあるかと思います。弊社ホームページの FAQ も随時更新していきますので、Newsletter と合わせてご利用頂き、解析業務を効率化させて頂きたいと思っております。JMAG を使用していて不明点や疑問点が生じた場合、JMAG テクニカルサポートをご利用下さい。JMAG-Designer を 100%使いこなしましょう。J

(近藤 隆史)

JMAG を 100% 使いこなそう

## 第五回 材料モデリングに関する A to Z

みなさんは JMAG を使いこなしていますか？

JMAG は日々進化し続けています。JMAG をお使いの方であっても、初めて知るような機能がまだあるかもしれません。また、操作方法に関しても、まだまだ知られていない便利な操作方法があると思います。JMAG の新機能や今まで知らなかった操作方法を知ることによって、みなさんの業務効率化を図ってみませんか？

本シリーズでは、JMAG に関する“知っておいてほしいこと”や“知って得する使い方”をご紹介します。

### はじめに

電磁界解析に限らず、シミュレーションにおいて対象物の材料特性を忠実にモデリングすることは、解析の精度に大きく影響する要素の1つです。しかし、解析目的ごとに、各部品の物性値を割り当て、挙動を再現するための材料モデリングには、多くの時間や経験が必要で悩まれているのではないのでしょうか。

JMAG-Designer は材料の挙動をより忠実にモデリングでき、かつモデリングした材料を容易に取り扱えるよう開発を進めて参りました。

今回は“材料モデリング”に着目し、JMAG-Designer の材料モデリングに関する機能をご紹介します。ぜひこの機会にレベルアップしてください。

### 材料データベースで材料特性を管理する

JMAG-Designer では電磁界解析でよく用いられる材料特性がデータベース化されています。材料特性が解析モデルと独立して定義されているので、解析モデルごとに部品に特性を割り当てる必要がありません。使用できる全ての材料は、画面右の[ツールボックス]-[材料]に材料メーカーや材料種別など、カテゴリごとに分類されています(図1)。JMAG は材料メーカー様との提携により、国内外 14 社、700 を超える種類の材料を搭載していますので、目的の材料を選ぶだけで正確な材料設定ができます。

材料の右クリックメニューから、メーカー材料の場合は[詳細]、カスタム材料の場合は[編集]を選択して、材料特性を確認できます。

JMAG では、ひとつの材料の特性を「磁化特性」、

「電気特性」、「機械特性」、「熱特性」、「鉄損特性」の5つのカテゴリに分けて定義しています。特性を一括で定義することで、磁界と熱など異なる解析テーマでも共通に使い、特に連成解析で効果的です。

メーカー材料では磁化特性と鉄損特性の具体的な数値は内部に秘匿されており、外部での確認はできませんが、グラフ表示にて確認することができます。グラフ表示はマウスでの範囲選択で拡大表示できるほか、プロパティ設定で軸の目盛やレンジを指定して、詳細を確認することができます(図2)。

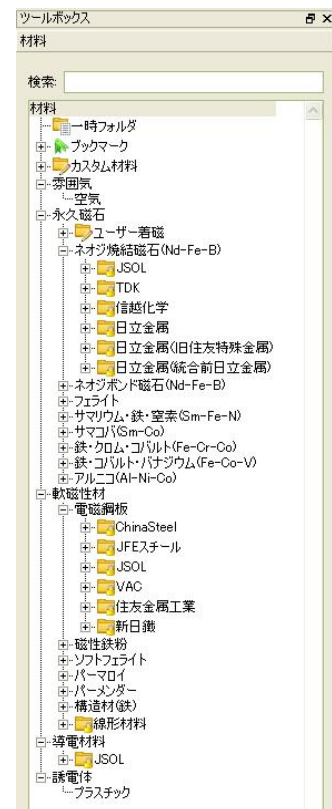


図1 材料データベース

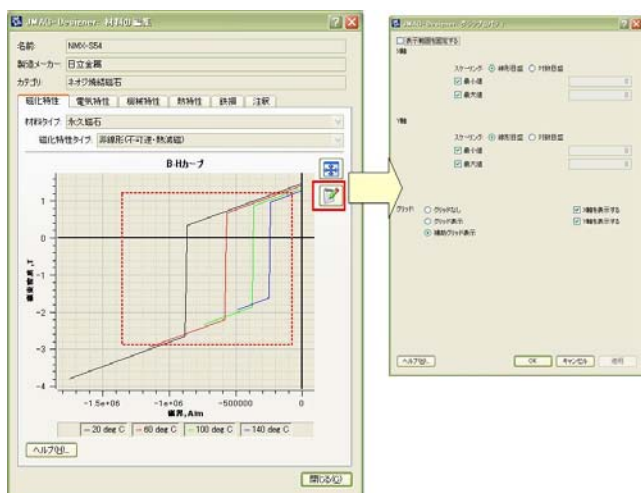


図2 メーカー材料の特性グラフ

## 自由な材料特性を定義する

もちろん JMAG では、ユーザー独自の材料特性を材料データベースに追加することができます。材料データベースにない材料や、実測値に基づいた材料モデリングを行うことができます。また、材料データベースに追加しますので、解析ごとにモデリングする手間がかかりません。独自の材料特性を定義するには、カスタム材料を作成し、材料特性の数値を入力します。

## カスタム材料を作成する

[ツールボックス]の材料リストから、[カスタム材料]フォルダの右クリックメニューで[新規材料の作成]で、カスタム材料を作成できます(図 3)。定義できる特性値は材料データベースと同様に次の 5 つです。

### (1) 磁化特性

磁化特性ではまず材料タイプを選択します。

永久磁石では磁化特性を定義します。磁化特性には温度依存の特性として[非線形(可逆・温度依存性あり)]、[不可逆・熱減磁]の特性を定義することもできます。

軟磁性材では異方性の設定と磁化特性を定義します。磁化特性には温度依存や応力依存の特性を設定することができます。

磁化特性の特性値は磁界解析で使用します。

### (2) 電気特性

電気特性では導電率と比誘電率を定義します。この 2 つの特性値は電界解析で使用します。磁界解析では導電率のみ使用します。

### (3) 機械特性

機械特性では密度やヤング率などの物性値を定義します。物性値は異方性に対応しています。異方性の物性値定義は成分ごとのほかに、マトリクスで定義することもできます。

機械特性は構造解析ですべて使用され、密度は磁界解析、熱解析で使用します。

### (4) 熱特性

熱特性では熱伝導率と比熱を定義します。

熱特性は熱解析で使用します。

### (5) 鉄損特性

鉄損特性は磁界解析の鉄損計算で使用します。

鉄損特性では鉄損タイプ定義し、特性値を定義します。鉄損タイプは[鉄損式]、[ヒステリシス損・ジュール損テーブル]、[鉄損テーブル]が選択できます。

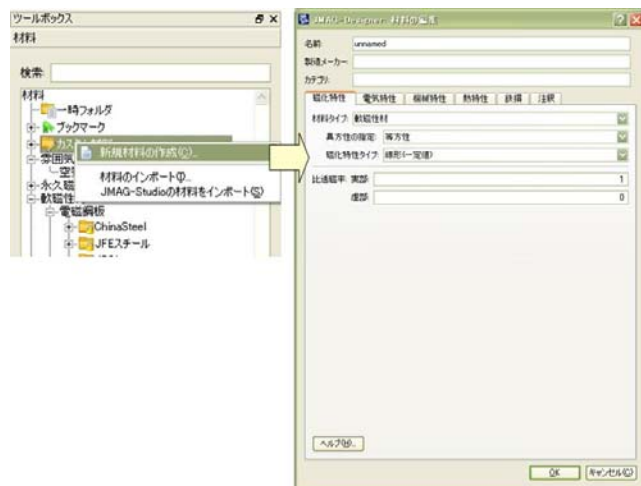


図3 カスタム材料の作成

## 材料特性の数値データをインポートする

カスタム材料作成時、実測値や経験値など手元にある数値データを簡単にインポートすることができます。JMAG-Designer で手元の数値データをインポートする方法は次の 3 つです。



### (1) 数値テーブルをインポートする

材料に限らず、各点列入力画面の右クリックメニューには、[インポート]機能があります。テキストファイルや csv ファイルに保存されている特性点列をインポートして設定することができます(図 4)。また、Excel などのテーブルデータをコピーペーストで JMAG-Designer のテーブルに貼り付けることも出来ます。

### (2) JMAG-Studio のデータをインポートする

過去に JMAG-Studio で作成した、hb, hbt, hbs, hbp の特性点列ファイルは、簡単なインポート操作ですぐに使用することができます。材料リストでカスタム材料の右クリックメニューから[材料のインポート]とするか、材料編集画面の点列設定画面で、ボタンからインポートします。

### (3) SMMA の公開材料データをインポートする

JMAG ではアメリカの研究機関”SMMA(The Motor & Motion Association)”が公開している電磁鋼板データを簡単に JMAG の材料としてインポートする Excel マクロツールを用意しています(図 5)。ツールは下記の場所にあります。

[インストールフォルダ]¥sample¥scripts

[ファイル名] MaterialDataConverter.xls

詳しい操作手順はヘルプの解析 > 材料作成(材料データベースの操作) > 米国 SMMA が公開する材料データベースを登録をご覧ください。

図 5 SMMA 材料公開材料のインポート

## 着磁解析の材料を定義する

JMAG では、磁石の磁化分布をより実機に近い状態を再現するため、着磁解析によって被着磁磁石が磁化する過程を解析することができます。着磁解析を行う際、被着磁磁石を「着磁材料」として定義し使用します。

さらに、着磁解析で得られた材料モデルは「ユーザー着磁材料」として材料データベースに登録することができます。

## 着磁材料を作成する

材料の作成の際、[磁化特性]の材料タイプで、着磁材料を選択することで作成できます。着磁材料の特性として、被着磁体に外部から磁界が印加された際の磁化特性として[初磁化曲線]と、不完全着磁の挙動を定義する[着磁率]、及び[減磁曲線]を定義してモデル化します。

## ユーザー着磁材料をインポートする

ユーザー着磁材料は JMAG-Designer で着磁解析を実行し、完了すると材料リストの[ユーザー着磁]フォルダの中に実行したスタディ名で自動で追加されます。また、材料リストの[ユーザー着磁]フォルダの右クリックメニューから[新規ユーザー磁石の作成]で、着磁解析済み jcf ファイルを指定して作成することも出来ます。ではこの着磁解析済み jcf ファイルはどこにあるのでしょうか。



図 4 数値テーブルのインポート



着磁解析済みファイルは、着磁解析時のjcfファイル名+”\_magnetized.jcf”で、解析結果ファイルと同じフォルダに作成されます。JMAG-Designer からの実行であれば、解析実行 jcf ファイルは”Designer.jcf”ですので、”Designer\_magnetized.jcf”になります。このファイルを持っていれば、例えば他のマシンでもユーザー磁石を新規作成することができます。

## 材料データベースから解析モデルに材料を割り当てる

材料を解析モデルに適用するには、材料データベースから目的の材料を選択し、解析モデルの部品に割り当てます。簡単な操作ですが、より効率よく割り当てるために3つの操作方法を用意しています。

### モデル表示画面で割り当てる

材料リストから材料を選択し、マウス操作でモデル表示画面上の目的の部品にドラッグ&ドロップをして割り当てます(図 6)。

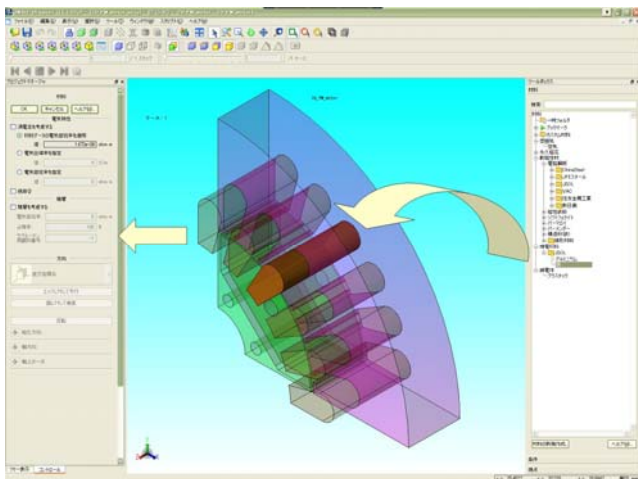


図 6 モデル表示画面での材料の割り当て

### ツリー上の部品に割り当てる

モデル表示画面での割り当てと同様にドラッグ&ドロップ操作で、プロジェクトマネージャのツリーにあるスタディの下へ目的の部品アイコンにドロップして割り当てる方法があります。複雑な形状であったり部品点数が多い場合、モデル表示画面から割り当てにくくなる場

合がありますが、この操作であればモデルの回転などを行うことなく、割り当てることが出来ます。

### スタディに登録された材料を割り当てる

プロジェクトマネージャのスタディの下に材料ツリーに予め登録されている材料であれば、右クリックメニューから部品に割り当てることができます。モデル表示画面上で部品を選択しておき、右クリックメニューから[選択部品への適用]を選択します。

この割り当て方法のメリットは複数部品に一括で材料の割り当てができることです。同じ材料を割り当てたい部品を全て選択しておいてこの操作を行うと、より簡単に材料を割り当てることができます。

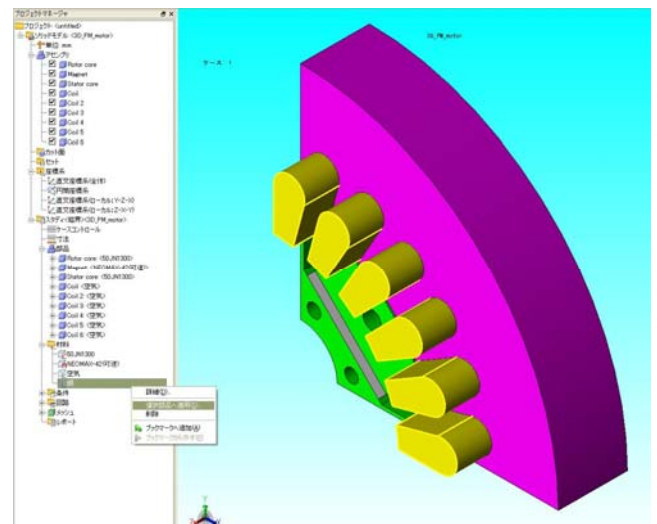


図 7 スタディに登録された材料からの割り当て

### 材料割り当てプロパティを定義する

部品に材料特性を割り当てると、材料の割り当てプロパティ設定画面が開きます。このプロパティでは部品ごとの性質を定義します。例えば、積層鋼板のように磁化特性とともに積層方向がどちら向きかを気にする必要がある部品で使用します。これにより、1つ1つの解析で詳細な材料モデリングを行うことができます。材料固有の特性と部品ごとに定義すべき特性を分けることで、材料モデリングの効率化と高精度化を図っています。

## 軟磁性材料のプロパティ

軟磁性材料のプロパティでは解析で用いる[電気特性]、[積層の考慮]、[磁化特性の補正]を定義します。鉄損特性を持つ材料の場合、[鉄損計算]の定義を行います。鉄損計算は、別途鉄損スタディを作成して行うこともできますが、鉄損条件を付与し、対象の材料に鉄損計算を設定することで、1つの磁界解析スタディの中で鉄損計算を併せて行うことができます。

## 永久磁石のプロパティ

永久磁石のプロパティでは解析で用いる[電気特性]、[着磁パターン]、[磁化方向]、[スキュー]、[磁化特性の補正]、[異方性]を定義します。

また、ユーザー着磁材料では[移動テーブル]を定義できます。[移動テーブル]は着磁解析時の被着磁磁石と異なる位置にある部品に設定する際のマッピング設定です。これによりユーザー着磁材料を汎用的に使用することができます。

## 着磁材料のプロパティ

着磁材料のプロパティでは、まず完全着磁か否か、等方性か異方性かを定義します。着磁の方法としては等方性材料への完全または不完全着磁、異方性材料への不完全着磁の3種類があります。その上で[着磁磁界]、[電気特性]の定義を行います。異方性の場合には[配向方向]の定義を定義します。

## 材料データベースを便利に使う機能

材料データベースはリストで種類、メーカーごとに分類されていますが、データ数が豊富なため、解析の度に毎回目的の材料を探すのは手間です。そこで、材料データベースを便利に使うための機能を紹介します。

### 材料検索

材料リストの[検索]では、入力した文字列が材料名、または材料メーカー名に含まれる材料をフィルタリング(部分一致検索)しますので、目的の材料を素早く見つけることができます(図 8)。



図 8 材料検索

### マーキング機能

よく使う材料はマーキングしておくことで、すぐに目的の材料を使うことができます。マーキングには2つの方法があります。

#### (1) ブックマークに登録する

自分がよく使う材料は、ブックマークに登録しておくことで、すぐに見つけられて便利です。操作方は目的の材料の右クリックメニューで[ブックマークへ追加]です。

#### (2) スタディに登録する

とりあえず部品に割り当てない材料でも、スタディに登録しておくことができます。こうすればカスタム材料もプロジェクトファイルに保存されますので、自分のマシン以外でも使用できます。

この2つの方法は、材料のパラメトリック解析と密接につながっています。材料を検討するパラメトリック解析を行う場合、全ての材料がリストアップされては多すぎるので、スタディに登録されている材料とブックマークに登録されている材料をパラメトリックの対象とする設計になっています(図 9)。

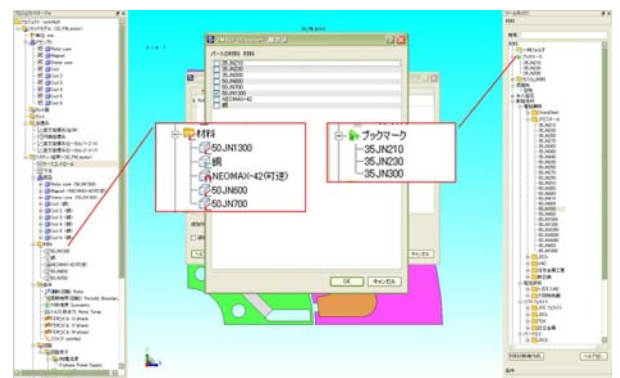


図 9 マーキングと材料パラメトリック


## 一時フォルダ

JMAG-Designer では材料データベースをマシンのユーザー毎に持っています。では作成したカスタム材料を他のマシンで使用するにはどのようにしたらよいのでしょうか。

JMAG-Designer のプロジェクトファイル(jproj)は解析で使用する材料の特性も保持しています。使わない材料であってもスタディに登録しておけば保存されます。このプロジェクトファイルを他のマシンで開けば、材料リストの一時フォルダに登録されます。右クリックメニューから[カスタム材料フォルダに移動]を選択すればカスタム材料フォルダに移動し、そのマシンに材料が保持されますので、カスタム材料を共有して使うことが可能となります。

## 最後に

今回は、JMAG-Designer の材料モデリングに関する様々な機能を紹介しました。お客様の実施されている解析の効率化、高精度化に役立ちそうな機能はありましたでしょうか。ぜひこの機会にご活用いただければ幸いです。

次回は形状作成に関する A to Z をご紹介する予定です。お楽しみに。 

(河合 優行)

## イベント情報

# 2012 年 7～8 月の出展イベント紹介

JMAG は国内、海外問わず積極的に出展しております。ぜひ会場で JMAG の活動をご覧ください。  
ここでは、2012 年 7～8 月の出展イベントを紹介いたします。

## JMAG Users Conference in Germany

### 開催概要

主催 : Powersys Solutions

日時 : 2012 年 7 月 3 日

場所 : STEIGENBERGER AIRPORT HOTEL (ドイツ:フランクフルト)

URL : [http://www.powersys-solutions.com/usersconference\\_jmag\\_2012.php](http://www.powersys-solutions.com/usersconference_jmag_2012.php)

今年の JMAG ユーザー会は世界各国で開催します。

JMAG ユーザー様による事例発表のほか、どこよりもはやく、2012 年 7 末リリース予定の JMAG-Designer Ver.11.1 のお披露目を行います。最新の JMAG をぜひドイツの会場でチェックしてください。また、JMAG ユーザー会は技術者同士のコミュニケーションを重視したプログラムとなっております。欧州における電磁界解析の利用状況などの情報を収集する良い機会となることでしょう。

## Integrated Electrical Solutions Forum (IESF)

### 開催概要

主催 : メンター・グラフィックス・ジャパン株式会社

日時、場所 : 2012 年 7 月 4 日:TKP 名古屋駅前カンファレンスセンター(名古屋)

2012 年 7 月 6 日:ホテルラフォーレ東京(東京)

URL : <http://www.mentorg.co.jp/events/iesf2012/>

Integrated Electrical Solutions Forum は、メンターグラフィックス社が主催の自動車業界向け電機電子設計のための統合設計環境に関する展示会です。

JMAG ブースでは、IEEE 標準である VHDL-AMS へ対応した JMAG-RT のデモンストレーションを行います。

## JMAG-Designer Workshop

### 開催概要

主催 : Graz University of Technology

日時 : 2012 年 7 月 11 日

場所 : Graz University of Technology(オーストリア:グラーツ)

URL : <http://eam.tugraz.at/en/aktuelles/aktuelles-details/article/jmag-designer-workshop.html>

Graz University of Technology にて、JMAG-Designer のセミナーを開催いたします。本セミナーでは JMAG を用いた電磁界解析の基礎知識や操作方法を学ぶことが可能です。JMAG ユーザー様はもちろん、これから電磁界解析を始める方でも受講することができます。オーストリアに拠点のある企業様を始め欧州の皆様、ご参加お待ちしております。

## TECHNO-FRONTIER 2012

### 開催概要

主催：社団法人 日本能率協会

日時：2012年7月11日(水)～7月13日(金)

場所：東京ビックサイト(東京)

モータ展:東4ホール 207

EMC・ノイズ対策展:東5ホール 213

URL：<http://www.jma.or.jp/tf/>

PMSM,誘導機、発電機、トランス設計、生産技術、とアプリケーションや利用シーン別に11のプレゼンテーションをブース内で行います。そのほかにも、デモンストレーションコーナーでは、JMAG-SuperExpress や JMAG-VTB など新製品もご紹介しております。TECHNO-FRONTIER へご来場の皆様、ぜひ JMAG ブースへ足をお運びください。プレゼンテーションの詳細は WEB ページをご覧ください。

## 平成 24 年電気学会産業応用部門大会

### 開催概要

主催：電気学会産業応用部門大会事務局

日時：2012年8月21日(火)～8月23日(木)

場所：千葉工業大学津田沼キャンパス(千葉)

URL：<http://www.gakkai-web.net/gakkai/jiasc/hp12/contact.html>

電気学会産業応用部門大会に出展いたします。JMAG-Designer11.1 のご紹介を始め、最適化など業務効率化のご提案やデモンストレーションを行います。学会に参加された際は JMAG ブースにもお気軽にお立ち寄りください。📍

(五十嵐 智美)



## イベント情報

## イベント開催レポート

2012 年 5 月～6 月に開催したイベントの様子をアテンド者が報告いたします。次回はぜひ、皆様もご参加ください。

## SMMA2012 Spring

## 開催概要

主催：SMMA – The Motor & Motion Association

日時：2012 年 5 月 1 日～ 3 日

場所：Sanibel Harbour Resort(アメリカ:フロリダ)

URL：<http://www.smma.org/>

SMMA はモータ、モーションコントロール関連のコンソーシアムです。現在 120 程度の企業、大学がメンバーとして参画しています。毎年 2 回のカンファレンスが開催されており、春はマネジメントの議題、秋には技術的な議題が中心となります。

今回はマネジメントミーティングが行われ、参加者数は 80 名程度でした。Incremotion Associates の Daniel B. Jones による誘導機、ブラシレス DC、SR モータなど各種モータの比較を含む基礎知識を扱ったショートコースから会がスタートしました。また中では、顧客要求を如何に引き出すかといったビジネス研修、モータおよびモーションコントロール市場の状況報告および市場予測、レアアースの価格状況およびそれを受けた市場の反応などが報告されました。加えて、UL 規格のモータ 責任者からトラクションモータ向け規格追加の報告などが行われ、非常にバラエティに富んだカンファレンスでした。

カンファレンス中のグループディスカッションや休憩時間を利用し、モータを設計・製造している企業、モータ関連のコンサルティングを行っているエンジニアなどの間ではモータに関する技術課題、ビジネス課題について活発な議論が行われていました。J

(鈴木 雄作)

## PCIM Europe 2012

## 開催概要

主催：Mesago Messe Frankfurt

日時：2012 年 5 月 8 日～ 10 日

場所：Nuremberg Messe(ドイツ:ニュルンベルク)

URL：<http://intermagconference.com/2012/>

ドイツのニュルンベルクで開催された PCIM Europe 2012 において、JMAC 代理店である Powersys が初めて出展を行い、JMAC-Designer を紹介しました。ご参加頂いた多くの方々が、PSIM と JMAC-Designer Ver.11 の連携シミュレーションに関心を持ってくださったようです。

出展者は 363 社・団体で、来場者は昨年より 3%増の 6874 人もの方々がご来場されました。来場者は、パワエレ、人工知能モーションテクノロジー、再生可能エネルギー、エネルギー管理技術における最近の動向やトレンドについて熱い議論を交わしておりました。J

(Corinne ROCHERIEUX:POWERSYS)

## 高性能なモータ設計・モータ制御のための電磁界の基礎と磁界解析実習 ～PC 演習付～

### 開催概要

主催：株式会社JSOL

日時：2012 年 5 月 10 日(木)

場所：日本テクノセンター研修室(東京)

URL：<http://www.j-techno.co.jp/>



モータ設計に携わる方で電磁界解析の利用を考えている方に、電磁気学の基礎から JMAG を使った磁界解析を実習していただくセミナーです。

電磁気学の基礎については、ポイントになる電磁力と電磁誘導、材料の取り扱いについて直感的に理解していただけるよう、心がけて解説させていただきました。また、実習ではモータの解析手順を一通りハンズオンで体験していただきました。やはり、電磁界解析自体のとっつきやすさや実力に興味を持っておられた方が多かったようです。J

(坂下 善行)

## 5th Conference Simulation and Testing for Automotive Electronics

### 開催概要

主催：IAV Automotive Engineering

日時：2012 年 5 月 10 日～ 11 日

場所：TU Berlin ScienceMarketing Lisa Hertel(ドイツ:ベルリン)

URL：<http://www.iav.com/en/events/iav-tagung/5th-conference-simulation-and-testing-automotive-electronics>

IAV Automotive Engineering は、車両技術やテストやシミュレーションに関心のある企業の技術者や設計者が約 200 名参加いたしました。講演や出展内容は、センシング技術にフォーカスした自動車運転補助システムの提案から FPGA シミュレーションまで実に多彩な内容でした。講演者、出展者、参加者の間でさかんに情報交換が行われており、非常に活発な印象の会でした。



JMAG ブースでは、JMAG-RT が HILS 上で動作する高精度なモータモデルであることを説明しました。特にテスト関係者が多いことから、実機の事故時の予測評価または事故時のシミュレーションによる検証にも使えることをご案内しました。また、パートナーである NationalInstrument 社が JMAG-RT との連携について講演しました。この講演では、JMAG-RT を用いると FEA と同程度の精度が FEA よりも高速に得られるとして JMAG-RT の魅力を存分にお伝えできたのではないのでしょうか。

開催会場は非常にクラシックな建物で、とても中でソフトウェアや電気自動車の技術についてディスカッションしているとは思えない見た目の建物だったことが面白かったです。また、お昼にドイツの旬のホワイトアスパラが提供されただけでなく、ドイツ人がそれを大量に食べていたこと。つけあわせに 2,3 本レベルでなく、20 本くらいとって食べていて印象的でした。J

(今村 綾子)

## 2012 SIMULIA Customer Conference

### 開催概要

主催：SIMULIA

日時：2012年5月14日～17日

場所：Rhode Island Convention(アメリカ:プロビデンス)

URL：<http://www.3ds.com/company/events/scc-2012/overview/>



25周年記念のSimulia社ユーザーカンファレンスが開催され、200名を超える参加者の方々が来場され、展示された多数の製品に興味深く見て回っていました。電磁解析モデルについてお客様と活発な議論が交わされ、彼らが取り組まれているプロジェクトがどのようなものか、またJMagの改善点について参考になりました。

今回のカンファレンスでは、新しくリリースされたABAQUS Ver. 6.12と最新のシミュレーションソフトウェアの実力と可能性に注目が集まりました。カンファレンス開催期間中、多くのユーザー様によるプレゼンテーションを通して正確なシステムモデル開発をするうえでのABAQUSの利用方法を紹介いたしました。

より精密なシステムモデル開発の利便性を高めるべく、限りなくスムーズなABAQUSとJMagの連携機能を目指し、その改善に取り組んでいます。JSOLの山田隆から、JMagで作成した電磁界解析とABAQUSでの構造／熱解析の各結果の連携モデルに関する事例が紹介されました。さらに高まりつつあるマルチフィジックスシミュレーションの重要性が両社により新たに認識されました。Simulia社のマルチフィジックスチームリーダーKarl D' Souza氏より、JSOLとSimulia社のパートナーシップにより「ABAQUSとJMagの新連携シミュレーション機能により解決できる問題の範囲がさらに広がりました。さらにハイブリッド車、電気自動車開発における困難な分野での貢献の可能性を大幅に広げることになる」との説明がありました。Simulia社のお客様と親密な協力関係を保ちつつ、次世代のマルチフィジックスシミュレーションの礎を築き、JMagのモデル化技術のさらなる発展を目指したいと思っています。J

(Dave Farnia:POWERSYS-Solutions)

## 31st Annual WEMPEC review Meeteing

### 開催概要

主催：WEMPEC(Wisconsin Electric Machines and Power Electronics Consortium)

日時：2012年5月16日、17日

場所：University of Wisconsin-Madison(アメリカ:ウィスコンシン)

WEMPECは電気機器、パワエレ関連のコンソーシアムであり、現在81のスポンサーが参画しています。年に1回、スポンサーを対象としたミーティングが開催され、パワエレ・モータ関連の最新技術の紹介、研究の進捗報告、ポスターセッションを通じたディスカッションが行われます。今年で31回目の開催となりおよび300名の参加がありました。

ミーティングの中では学生から8つの講演、48のポスターが提示され、Prof. LorenzやProf. Jahnsからはそれらの研究を取りまとめる形で最新技術の紹介が行われました。JMagもこれら研究に寄与しており、現在は主にダイナミックロスの評価や分散処理と組み合わせたモータ設計のための最適化システム構築に貢献しています。J

(鈴木 雄作)

## 5/30 ユーザー会 in Taiwan

### 開催概要

主催 : Flotrend

日時 : 2012 年 5 月 30 日

場所 : Taipei University Hospital Conference Center (台湾: 台北)

URL : [http://www.flotrend.com.tw/2012\\_seminar/jmag02/](http://www.flotrend.com.tw/2012_seminar/jmag02/)



台湾の J MAG Group のメンバーである Flotrend 主催による J MAG ユーザー会が開催されました。J MAG をすでに使用されている、もしくはこれから使用を検討されるおよそ 70 名の方々の参加がありました。

JSOL から新しいソリューションである J MAG-VTB、J MAG-SuperExpress を紹介いたしました。J MAG-VTB、J MAG-SuperExpress のデモンストレーションを見た参加者から、活発的な質疑応答が展開されました。J MAG への期待と関心の高さが伺えました。

台湾では J MAG を古くから使われているユーザーが多い中、今回 J MAG-Designer を使った三次元解析の事例など最新機能が活用されているのを見ることができました。J

(佐野 広征)

## ITEC 2012 (IEEE Transportation Electrification Conference and Expo)

### 開催概要

主催 : IEEE

日時: 2012 年 6 月 17 日-20 日

場所: Hyatt Regency Dearborn (アメリカ: ミシガン)

URL : <http://itec-conf.com/>



ITEC は EV/HEV などの輸送機関、部品およびグリッド化や電力変換にフォーカスしたカンファレンスおよび展示会で今年が一回目の開催になります。主な参加者は北米に拠点をもつ自動車メーカーおよび自動車部品メーカーで 800 名程度の参加がありました。展示会場では、GM Chevrolet Volt や Ford FOCUS が展示され、J MAG グループからも北米代理店である Powersys が出展しました。

カンファレンスでは自動車業界のキーカンパニー、キーパーソンから 10 の基調講演、15 のパネルディスカッション、10 の分野に分かれての講演およびポスターセッションが行われました。中では車両の電気・電子化に向けた課題、それを取り巻くパワエレ、バッテリー、モータドライブの最新技術に関する報告および議論が行われました。

J MAG のブースでも上記に倣い、モータの電磁界シミュレーションだけでなく、熱や構造と連成した複合領域シミュレーション技術、モータドライブやパワエレと連携したシステムシミュレーション技術に関する紹介と意見交換を行い、大いに盛り上がりしました。J

(鈴木 雄作)

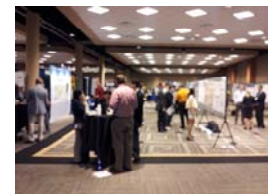
## 2012 LMS America Vehicle Conference

### 開催概要


主催 : LMS International

日時:2012 年 6 月 19 日-20 日

場所: Detroit Athletic Club (アメリカ:ミシガン)



2012 LMS America Vehicle Conference は LMS が毎年、北米自動車業界向けに行う、NVH, System/Control シミュレーションのカンファレンスです。初日に基調講演およびパネル ディスカッションが行われ、二日目に各セッション(Virtual.Lab, Imagine.Lab, Test.Lab)に分かれ最新機能紹介およびユーザーからの事例紹介が行われました。参加者は 300 名程度でした。

JMAG は電機機器の詳細な振動、騒音シミュレーションを行う目的で Virtual.Lab と連携を取っております。JMAG グループから北米代理店である Powersys が出展および講演を行いました。講演の題材として、レアアースの問題が深刻になっていることを背景に、SR モータを対象にした電磁力による振動・騒音シミュレーションの紹介を行いました。講演後の質疑およびブースでの意見交換を通じて、トラクション目的のモータだけでなく、サーボモータ、アクチュエータ、センサなどの電機機器に対しても、電磁騒音解析のニーズが寄せられ、それに対するソリューションとして JMAG-Virtual.Lab 連携での貢献への期待が高まっておりました。この期待に応えるべく、今後も機能、事例などの紹介を行ってまいります。 

(鈴木 雄作)

## MathWorks Automotive Conference2012

### 開催概要

主催 : MathWorks Japan

日時 : 2012 年 6 月 21 日


場所 : 東京コンファレンスセンター・品川

URL : <http://www.mathworks.co.jp/company/events/conferences/automotive-conference-tokyo/>



MathWorks 社主催の Matlab Automotive Conference 2012 にブースを出展致しました。自動車業界におけるモデルベース開発 (MBD) の先端を行く企業からの講演および、業界の最新動向や製品技術を紹介するカンファレンスで、JMAG ブースでは「JMAG-RT による MBD への高精度プラントモデルの提供」と題しまして、JMAG-RT ソリューションを紹介致しました。

JMAG ブースには自動車会社、部品メーカーのモータ制御やシステム設計を担当される方、HILS を構築されているベンダーの方など、多数の方にお立ち寄り頂きました。その中で、「モータの制御設計で困っている」、「JMAG のモータを HILS にのせたい」などの声を多数頂き、予想以上にエンドユーザーサイドで高精度なプラントモデルが必要とされている、と感じました。

今回の展示では制御設計者、システム設計者様が JMAG-RT モデルを簡単にお試しいただける「JMAG-RT モータモデルライブラリ」を紹介いたしましたが、今後もこの様に JMAG-RT モデルを必要とするお客様がモデルを入手できるような仕組みづくりに取り組んでまいります。 

(成田 一行)



# 電磁界解析セミナーのご案内

JMAGでは導入ご検討のお客様、ご使用中のお客様に向けて、幅広いセミナーをご用意しております。

## 基本操作体験

・JMAG体験セミナー

導入初期における概念説明から基本操作解説までご体験いただけます。

受講対象: 磁界解析ソフトウェアの導入を検討されている方  
JMAGのトライアルを始める方

## 実践トレーニング

・(初級)トレーニングセミナー  
・(中級)ワークショップ

基本的な知識や操作のトレーニング。より専門的な解析のトレーニングの段階別トレーニングセミナーです。

受講対象: JMAG導入を検討し、トライアル中の方 (初級のみ)  
JMAGユーザー様

## 電磁界解析技術者養成講座

・スキルアップセミナー

高度な応用方法から効果的な解析方法までを紹介する  
電磁界解析技術者養成講座です。

受講対象: JMAGユーザー様 (JMAGによる解析技術の向上を目差す方)

## 最新バージョン紹介

・JMAG-Desingerセミナー

最新バージョンの新機能説明から改善状況を紹介するセミナーです。

受講対象: JMAGユーザー様

## WEBセミナー

・録画、ライブ

弊社セミナールームへお越しいただけない方へ向けたセミナーです。  
バージョンアップセミナーなどリクエストの高いセミナーを開催しております。

受講対象: JMAGユーザー様

### 各会場で開催中

#### 東京会場



#### 名古屋会場



#### 大阪会場



お申し込み、開催日程はWEBサイトをご覧ください。

<http://www.jmag-international.com/jp/>

## JMAG体験セミナー

毎月各会場でテーマ別に無料開催中  
受講時間：13：30～17：00

製品をご紹介しますとともに、テキストに沿いながらご自身で解析を実習していただきます。実習内容を数種類用意しておりますので、お客様の実務に近いコースをお選びいただくことが出来ます。JMAG-Designerは解析経験の少ない人にも熟練者にも使いやすい電気機器設計・開発のためのCAEソフトウェアです。  
この機会に是非、JMAG-Designerの使いやすさをご体験下さい。

## (初級) トレーニングセミナー

毎月各会場でテーマ別に無料開催中  
受講時間：12：30～17：15

JMAGを使い始めたお客様向けに、解析対象をモデル化するために必要な基本的な知識や操作方法に重点をおいた、これからJMAGをお使いになるユーザー様向けのセミナーです。解析モデルの作成、材料設定の基礎から、解析結果までの手順を丁寧に説明しますので、JMAGの操作や概念など基本から学ぶことができます。  
お客様のニーズに合わせたコースをご用意しております。

## (中級) ワークショップ

毎月各会場でテーマ別に開催中  
(お一人様 3万円)  
受講時間：13：30～17：00

お客様ご自身の課題について、解析ができるようになることを目的とした実践的なセミナーです。初級セミナーのみでは解決できなかったモデル化上の問題点もクリアにし、解析テーマ毎の考え方や特定機能の操作について、実践的な例題を用いてハンズオン形式で学んで頂きます。お客様の解析対象に近い事例での学習となるため、実務に役立つ技術を取得することができます。

## スキルアップセミナー

毎月1テーマを東京会場で無料開催中  
受講時間：13：30～17：00

JMAGによる解析技術の向上を目差す方を対象とした電磁界解析技術者養成講座です。JMAGをお使いになるに当たって有用な解析ノウハウや情報を、月に1テーマ提供する座学形式のセミナーです。メッシュ、ソルバなどJMAGの機能にスコープを絞って、基礎的な考え方から、高度な応用方法までをお伝えします。新機能についても合わせてご紹介し、お客様が効率的な解析を行っていただくための情報を提供します。

## JMAG-Designerセミナー

毎月各会場でテーマ別に無料開催中  
受講時間：13：30～17：00

JMAG-Designerの最新バージョンについてご紹介いたします。Designerの使いやすさをより向上させるために様々な機能を実装しております。実際に、操作をご体験いただけるハンズオンセッションを設けております。テーマ毎に小さなグループに分かれ、みなさまのリクエストを聞きながらすすめますので、みたいところ、知りたいところをじっくりとご確認いただけます。

## WEBセミナー

遠方のユーザー様、日中セミナーに参加できないユーザー様からのご要望にお答えし、WEBセミナーを開催しております。録画セミナーの場合、期間中お好きな時間に何度でも受講いただけます。

「StudioユーザのためのJMAG-Designerクイック移行セミナー」、「バージョンアップセミナー」など再演のリクエストが高いセミナーを開催しております。

