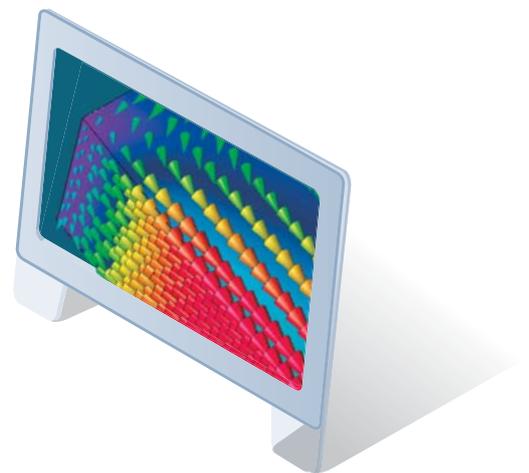


JMAG News Letter

2011 年秋

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

富士電機機器制御株式会社 様

[2] 解説:モデルベース開発

- 第三回 複雑な物理現象を簡単に結びつけて開発効率の向上に寄与 -

[3] 解説:FEA「FEAが開発現場にもたらす効果とは何か?」

- 第三回 製品開発プロセスへのFEAの展開 -

[4] JMAGを100%使いこなそう

- 第二回 結果評価とモデル表示に関するA to Z -

[5] JMAGを100%使いこなそう

- JMAGテクニカルサポートの紹介 -
～磁気ヒステリシス特性を考慮するには～

[6] イベント情報

- JMAGユーザー会2011 -
- JMAGイチオシセミナー紹介 -
- 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 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 秋号のみどころ

秋号は、JMAG ユーザー会直前号です。

今年の JMAG ユーザー会は新企画「分科会」を開催します。

分科会は、昨年まで行っておりました JMAG 開発者によるポスター展示を発展させたものです。ポスター展示同様多種多様なテーマを題材に、技術交流や情報交換などを行っていただく少人数形式コミュニケーションの場です。

ぜひ、イベント情報ページをご一読いただき、ユーザー会にご参加ください。

皆様のご参加、心よりお待ちしております。

巻頭インタビューにご登場いただきましたのは、電磁開閉器市場のリーディングカンパニーに飛躍した富士電機機器制御株式会社様。JMAG を導入した経緯から活用するためのコツまでを聞いてまいりました。

解説：モデルベース開発では、CEA 利用の現実から、目指すべきもの、現状の到達点を通して、モデルベース開発が包含する世界が制御回路との連成に留まらない、広い世界である事をご紹介します。

その他にも、充実した内容をお届けしております。ぜひ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

富士電機機器制御株式会社 様 仏シュナイダーとの合併をバネに、電磁開閉器市場のリーディングカンパニーに飛躍

電磁石を利用して電気回路の接点を開閉する電磁開閉器などの制御機器の最大手が富士電機機器制御株式会社。2008年には同分野で世界2位の仏シュナイダーエレクトリック社の日本法人と合併。日本市場をリードする旧富士電機機器制御と、グローバルカンパニーとしてのノウハウを備える旧シュナイダーの合併により、グローバルな製品力と付加価値の高いソリューション提案で市場をリードしている。その開発現場では、JSOLの電磁界解析ソフトウェア「JMAG」が活用されている。同社技術・開発本部開発技術解析グループのマネージャーで、シミュレーションソフトウェア活用の推進役でもある坂田昌良氏に JMAG 活用法などを聞いた。

制御機器と受配電機器分野で世界最高レベルの製品を提供

—御社の社名には、「機器制御」という言葉がありますが、その意味と具体的な事業内容をお教えてください。

坂田氏 当社の事業分野は大きく2つに分かれます。電磁開閉器や操作表示機器などの「制御機器」分野と、配線用遮断器や漏電遮断器などの「受配電機器」分野です。

具体的には、有接点の機器であることを前提に、①配線用の遮断器や漏電遮断器（ブレーカー）、②電磁開閉器や電磁接触器、③操作機器用の各種のスイッチやセンサー、制御リレー、④高圧電力の受配電に必要なヒューズや開閉器類などを開発・製造しています。

もう少し詳しく言いますと、電力回路や電力機器が正常に動作している時に電気の流れ（電路）を開いたり閉じたりするのが「開閉器」いわゆるスイッチです。スイッチや電力機器の状態に応じて制御用の電気信号を出力する電力機器を「継電器（リレー）」といい、継電器と連携して電路に過大な負荷電流がかかり設備に重大な被害をもたらすと予想される時に電流を遮断するのが「遮断器」です。さらに電路の開閉に電磁石を利用して行う装置（電磁接触器）と遮断器を組み合わせたものが「電磁開閉器」です。

当社では、系統電力では変電所から消費者寄りの領域にある、例えば工場やビルで利用される開閉器やブレーカーを、また電動機回路向けの電磁開閉器などを開発・製造しています。

富士電機機器制御株式会社
技術・開発本部
開発技術解析グループ
マネージャー
坂田昌良氏



—電磁界解析ソフトウェア「JMAG」を導入いただいた経緯は、どのようなものでしたか。

坂田氏 富士電機グループではかねてから、モータの設計や解析のために JMAG が活用されていました。この吹上工場では別の解析ソフトウェアを使っていたのですが、とにかく操作が難しく、開発者が気軽に利用できるインターフェースのレベルにありませんでした。

これはわたしたちの業界に限られたことではありませんが、製品の省力化、省エネ化、小型化の追究は避けて通れない流れであり、そのためにはシミュレーション手法の活用が不可欠です。インターフェースの良いシミュレーションソフトウェアの活用は、喫緊の課題であったのです。

わたしは、本社でさまざまなシミュレーションの技法の構築にかかわってききましたが、2007年に埼玉県吹上事業所に異動したのにあわせて JMAG の導入に踏み切りました。わたしの異動そのものが、開発や設計現場へのシミュレーション技法の普及をめざすものであり、その期待に応えてくれる使いやすいインター

フェースのソフトウェアが JMAG だったので。
電磁石を活用するだけにシミュレーション範囲は多岐に

—開閉器の開発にあたって、どのような部分に電磁界解析ソフトウェアが使われるのですか。

坂田氏 電磁開閉器を例に、もう少し詳しく構造をお話ししましょう。電磁開閉器(通称マグネットスイッチ)は、電気回路の開閉制御を行う電磁接触器と、モータの過負荷保護などを行う熱動形過負荷継電器(サーマルリレー)を組み合わせたものです。

電磁接触器は、電磁石部と接点部、これらを一体に組み込むためのフレームで構成されています。電磁石のコイルに電流を流し、電磁石に磁力を発生させる(励磁)することによって接点を閉じ、逆にコイルの電流を切ることで消磁して接点を開きます。

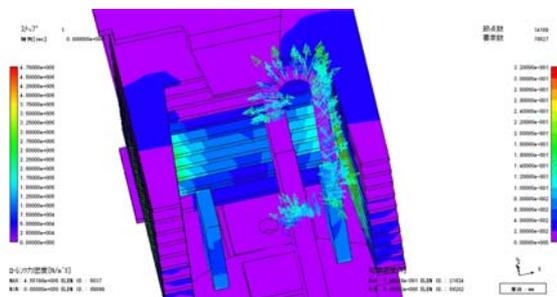
一方、サーマルリレーは、モータが過負荷になり過電流が一定時間以上流れると、ヒートエレメントのバイメタルの温度が上昇して湾曲し、リレーの接点を動作させて連携する電磁接触器の接点を開き、モータの焼損を未然に防止します。

—つまり電磁開閉器の開発・設計には、電磁界の分析が素材選びや回路設計の重要なポイントになるということでしょうか。

坂田氏 その通りです。たとえば接点部分の動きをよりスムーズにするにはどのような磁力が発生すれば良いのか、それは本体構造とどのようなかわりがあるのかなどをシミュレーションするのです。

また過電流が発生した際には、電磁接触器の接点部分は強い反発力で一瞬にして開かれるのですが、この力も利用してスムーズな動きとするための構造設計、さらに配線設計なども重要になります。

さらに、電流が遮断される際には、放電アークが発生しますが、その発生メカニズムを解明するだけでなく、アークの力を利用するためにさまざまな擬似的なアークを設定してシミュレーションを繰り返します。



接点部アークの解析

JMAG はモータ関連だけの解析ツールではない

—実にさまざまな活用例があるんですね。

坂田氏 本当に使い道はたくさんあるのです(笑)。例えば、小型の電磁開閉器を並べて使うと互いが磁気干渉を起こすので、そのシミュレーションをしたり、装置類に振動を与えて発生する磁気の変化を探ったりもします。

わたしたちは、まず数十パターンの基本形をつくり、その先の細かな部分の設計などに JMAG を活用しています。構造の応用解析でも利用していますね。

JMAG は、モータ類の電磁界解析に特化したシミュレーションソフトウェアだと思っていたのですが、意外と言ってもは失礼ながら電磁開閉器の分野でも非常に使いやすい、力強い道具だと認識させられました。

わたしたちが開発し、製造する機器類は、10年や20年という長期間にわたって使われるのが当たり前の製品です。ですから量産化の前には期間でいえば半年から1年間、回数でいえば開閉を1000万回繰り返すなどといった耐久試験がなされるのですが、だからこそさまざまな課題をきちんと解消しておかなければ量産化に踏み切れないのです。わたしたちの現場で JMAG が不可欠なものになっているのには、そうした背景もあります。

—御社では JMAG の新バージョンである「JMAG-Designer」をご活用いただいておりますが、感想をお聞かせいただけますか。

坂田氏 最終的な細かな解析と確認は、解析担当者が行うのですが、JMAG-Designer により設計者がますます使いやすくなったと感じます。2011年3月に、JMAG-Designer へのバージョンアップを契機として設計者を対象とする社内勉強会を開催したのですが、今まで JMAG を使っていなかった設計者たち全員が JMAG を使うようになりました。その良さを実感できるのですね。

CAD データの取り込みもできるようになっていますし、メッシュモデルに対して直接、形状変更して解析結果を得られるようにもなりましたので、利用者はさらに増えるのではないかと思います。ただ、方向性を数値だけでなく視覚的に確認できる機能があればありがたいと感じます。



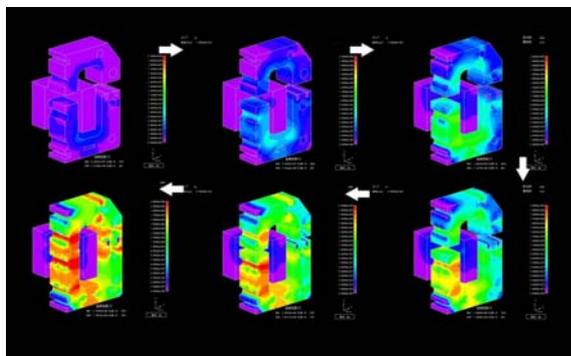
シミュレーションソフトウェアを通じて「なぜ？」という探求力を育てる

—最後に、JMAG を活用するための坂田マネージャーなりのコツなどがありましたら教えてください。

坂田氏 二次元データから三次元をイメージできる人は少ないのですが、三次元 CAD が登場したことによって三次元イメージをにらみながらの設計の敷居は随分低くなりました。

ですが一方で、三次元で設計して形まで自動的にできてしまうので、「なぜ、このような形になるのか」という基本的な部分についての理解が希薄になっています。シミュレーションソフトウェアは、解析を通じた妥当性を提示することで、この基本的な部分についての理解を促す効果があると思っています。

言い方を変えれば、間違った数値を入力しても答は出るので、さまざまなシミュレーションを通じて設計者が、「何故にこうなるのか」と考え、かつ、そのようになる理屈を見極められる力を育てなければなりません。それが設計者としてのレベルアップにほかならないのです。“試行錯誤のためのツール”といってもよいでしょう。ですが、試行錯誤をするには、やはり“試行錯誤ができる力”が必要なのです。J



電磁接触器に用いる交流電磁石の解析



富士電機
e-Front runners

商号 富士電機機器制御株式会社

設立 2008年10月1日

本社所在地 東京都中央区日本橋大伝馬町5番 7号
三井住友銀行人形町ビル

資本金 76億円

連結従業員 2600人

代表者 代表取締役 伊藤 文夫

事業概要

1923年(大正12年)に古河電気工業と独シーメンス社との資本・技術提携により設立されたのが富士電機。1935年に電話部を独立させて発足したのが富士通信機製造、現在の富士通だ。

富士電機機器制御株式会社は、2003年10月に富士電機グループが持株会社制に移行したことにより機器・制御部門の中核事業として設立された。その後2008年に、受配電の制御機器では世界2位の仏シュナイダーエレクトリック社の日本法人と合併して(新)富士電機機器制御株式会社が発足。名実共に受配電・制御機器分野における日本のリーディングカンパニーとなる。

国内には吹上(埼玉県鴻巣市)、大田原(栃木県大田原市)、秩父富士(埼玉県秩父郡小鹿野町)の3つの製造拠点がある。

事業内容

受配電機器

制御機器等の開発、製造、販売およびサービス

<http://www.fujielectric.co.jp/fcs/>

解説:モデルベース開発

第三回 複雑な物理現象を簡単に結びつけて開発効率の向上に寄与

先回は、モデルベース開発に対するソリューションのひとつである JMAG-RT の開発意図や得られる成果、JMAG-Designer10.5 で追加した機能をご紹介いたしました。三回目の今回は、“モデルベース開発は複数の物理現象を効率的に関連付ける”と題し、モデルベース開発が包含する世界が制御回路との連成に留まらない、広い世界である事をご紹介したいと思います。

今回の解説をお読みいただくとモデルベース開発の考え方を再認識することになるかもしれません。

CAE による連成解析の現状

CAE 利用の現実

現在の研究開発において、CAE の活用は一般化しており、概念設計から詳細検討、製造工程の検討まで幅広い開発フェーズで使われている。しかし、物理現象の視点から考えると、CAE は物理現象ごとに設計の精度・速度を高めるためにのみ使われているという状況に留まっている。例えば、製品の構造面を評価したい技術者は、実機を振動試験機や曲げ試験機で測定するように構造 CAE を行って設計の良否を評価している。同様に、モータの電磁力や損失を評価したい技術者は、モータベンチによる出力特性の測定や LCR メータによる計測をするように電磁界 CAE を活用している。

ここで懸念されるのが、構造技術者と電磁界技術者が異なるモデルを評価する可能性があるということである。各技術者は、自分の担当範囲で行った改善策が、担当範囲外に対してどのような影響があるのか、あるいは全体最適化がなされているのかを総合的に判断しなければいけない。しかし、異なるモデルを見ていると総合的な判断を見誤る恐れがある(図 1 参照)。

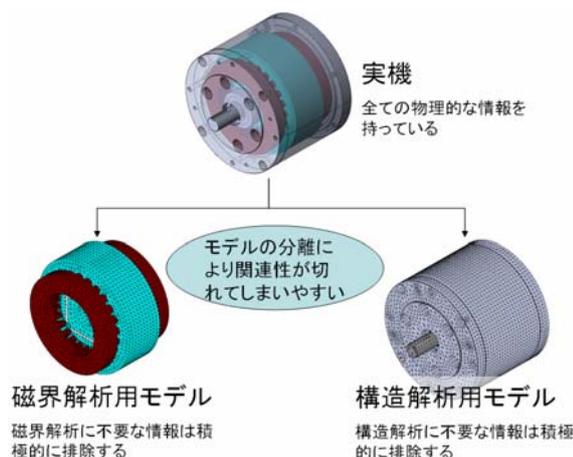


図 1 実機と解析モデルの関係

例えば、1000(Hz)で共振が発生するモータの振動対策を行う場合、電磁界側の対策案と構造側の対策案があるが、どちらか片方で対策すべきか、両方同時に対策すべきかの判断は非常に難しい。個別に固有振動数を下げる対策を行った結果、電磁界、構造共に共振周波数が 800(Hz)で再び合致したとしたら最悪である。シーケンシャルに検討作業を流せば、このような状況を回避することは可能であるが、CAE に期待されるコンカレント性が損なわれてしまう。従って、異なるモデルを同時並行で運用するためには、非常に注意深いマネジメントが必要なのである。

いまさら言うまでもないが、実際の製品や試作機は全ての物理的挙動を確認することが出来るので、CAE で問題となる、各分野の技術者が異なるモデルを見てしまうという危険性を回避出来る。構造的な対策を施せば、即時に磁気的な影響を確認できる。しかしながら、試作機を作るためには大きな時間とコストが必要となる厳しい現実に戻ってしまう。

連成解析の実力は不十分

現状で市場に提供されている連成解析シミュレーションは、同じモデルを複数のテーマで関連付けて評価することが“理論的には”実現出来ている。しかし、現実に運用するためには、関連するモデルデータの物理量を適切に変換したり、連携するタイミングを整えたりという、細い針穴に太い糸を通すような注意深い作業が必要となり、それらは解析専任者の高い技術力と精神力によって実現している場合がほとんどである。

したがって、最前線の多くの技術者が通常の開発の全プロセスに渡って使いまわせるような平易な連成解析シミュレーションは、残念ながら存在していない。これが悲しい現実である。

逆に言うと、この問題を解決することが出来れば、

CAE はさらに一段上がった開発効率の向上への貢献が可能になる。

モデルベース開発への対応が複数の物理系を効率的に結びつける

CAE が目指すべきもの

機械設計においてCADが果たしている役割をイメージしてみるといいかもしれない。CADの最大のメリットはコンピュータで簡単に線が引けることではなく、複数の設計者が情報を共有しながら同時に設計検討が進められるということである。これにより、多くの設計者が協調しながら、短時間で限られた空間に様々な機能を押し込んで、且つ優れた意匠を実現している。CADモデルには寸法や材質、設計ノウハウの情報が込められている。

この共有される情報に、物理挙動の情報を織り込んでいくのが、モデルベース開発の目指す方向性である。モデルベース開発は、開発に参加するモデルに情報の流通性を高めることを要求しており、関与する担当者間・部署間の垣根を取り払うことに貢献する。もちろん、モデルベース開発で使用されるモデルの理想像は、“実機の全ての特性を持ち合わせている”ということと“その特性を容易に取り出せる”ということである(図2参照)。

例えば、モータドライブシステムの開発を任務とする制御技術者は、トルク特性や応答性に関心を持ってモデルを利用し、制御ロジックや使用デバイスを設計評価していく。しかし、磁気飽和や温度分布は間接的な影響に留まるので、制御技術者には興味の外となる。そのモデルは熱システム設計者の元に渡ると、熱システムの検討に活用され、熱設計面から評価される。

それぞれが独立した制御用モデル、熱用モデルを用いると、違うものを見てしまうリスクがあるが、モデルが全ての特性を持ち、容易に情報を取り出すことが出来れば、情報の共有が容易となり、結果として開発効率の向上や製品品質の向上を実現することが出来る。

複数の解析を繋ぐためにユーザーの手を煩わせてはいけない

実は、複雑な物理現象の因果関係を解き明かすことは設計において最重要ではない。実際、実機は物体として実在した時点で、複雑な物理現象の因果関係が織り込まれている。与えられた入力に従って、物理的な因果関係に則り反応する。無機物である実機は自分の因果関係を知るよしもないし、評価者は因果関係を知っているほうが問題解決に貢献できるが、知らなくても良し悪しの評価は出来る。

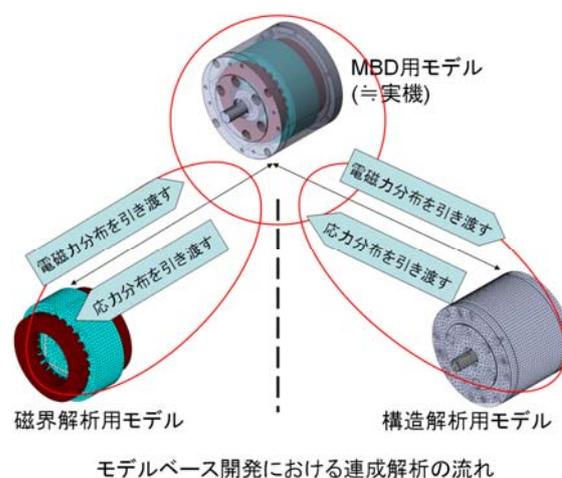
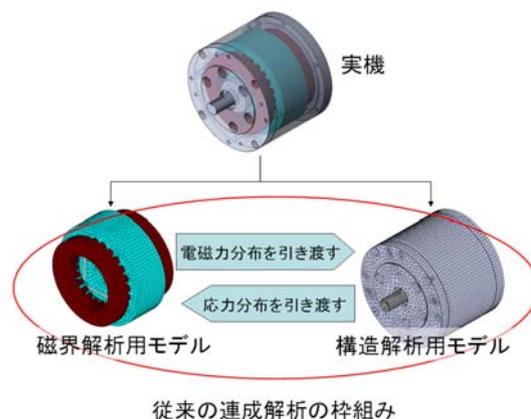


図2 モデルベース開発導入による連成解析の枠組みの変化
(上:従来の連成解析、下:モデルベース開発環境での連成解析)

結局のところ、物理現象を複雑にしているのは多面性を表現できないCAEの力不足によるところが大きい。モデルベース開発が実機評価の代替になるのであれば、ユーザーに因果関係を理解することを求めてはいけない。

現状の到達点

JMAGは高精度な磁界解析を高速に行うという基本性能を大事にしたうえで、その結果をモデルベース開発で汎用的に活用出来るように準備を整えることを目指している。ただし、一足飛びに理想に到達することは出来ないので、一步一步着実に歩を進めている。

我々が現状で実現すべきは、少なくとも機械設計者がJMAGの操作を覚えることなく、使い慣れた構造解析ソフトウェアで、JMAGで得られた磁界解析結果を使った構造解析を行えるようにするレベルであると考えている。同様に、JMAGユーザーが構造解析ソフトウェアの操作を覚えることなく、構造解析の結果を使い

慣れた JMAG で用いた磁界解析を行えるようになることが出来るべきであるとも考えている。これらの点について、現状到達しているもの及び近々に実現するものについて紹介する。

Abaqus との連携

以前から紹介している通り、我々は非線形構造解析の分野で広く用いられている SIMULIA 社製の構造解析ソフトウェア Abaqus との連携能力を高めることに注力している。現状では、JMAG で得られた電磁力分布の結果ファイルを Abaqus で直接読み込み、電磁力を入力とした非線形構造解析を行うことができる。同様に、JMAG で得られた渦電流損失を Abaqus へ入力して、熱解析を行うことも可能となっている。他方、Abaqus で得られた応力分布ファイルを JMAG に直接読み込んで、応力磁化特性を考慮した磁界解析を行うことも可能となっている。これらにより、構造解析担当者は電磁界担当者が行った解析結果を容易に活用することが可能となり、当然その逆も可能となるので、情報の共有性が高まっている。

また、Abaqus が得意としているモデル変形を伴う現象でも連携性を確保する機能を開発している。電磁成形のような形状変化を伴う複雑な物理現象を評価出来るようになる予定である。

LMS Virtual.Lab との連携

振動騒音解析のソリューションを提供している LMS 社の Virtual.Lab との連携機能も強化する予定である。現状は Nastran 形式でのデータ出力に留まっているが、JMAG で得られた電磁力分布の結果ファイルを Virtual.Lab で直接読み込み、電磁力を入力とした振動騒音解析を行うことができるようになる予定である。

電気機器の開発において、振動騒音の低減に対する要求は高まってきており、我々にはこの分野のソリューションを提供する義務があると考えている。

まとめ

JMAG は電磁界解析に関する基礎能力の強化を図るのは当然として、その結果を他の強力なシミュレーションソフトウェアで容易に活用出来るように連携を強めることでモデルベース開発に貢献していきたいと考えている。それを具現化するのは、開発コンセプトで示している“OPEN”そのものである。

今後の夢、Virtual Test Bench のコンセプト

我々は Virtual Test Bench(以下、VTB)を次期バージョンでリリースする予定である。VTB は二つの役割を持っている。

まず、モデルに物理的な因果関係を簡単に付与する機能である。電磁界的な特性は勿論、温度依存性、応力依存性などとの物理的な因果関係を設定すること

である。

もうひとつの役割は、電磁界特性を簡単に評価する機能である。JMAG のトレーニングやセミナーを受講しなくても、簡単な評価であれば構造設計者や熱設計者が簡単に行える環境を準備する。

最初は、電磁界解析担当者により、モデル化方針や評価フローを設計していただく必要はあるが、設定後はそれを電磁界解析担当者以外でも簡単に活用できることを目指している。

これが実現出来れば、例えば構造設計者がステータコアの焼きバメの締め代を変更した場合に、モータの出力特性にどのような影響が出るのかを確認しながらの構造設計が可能となる。電磁設計者ほどの精密な解析は実現できなくとも、機械設計者が施した設計変更による電磁界面の効果を“ほとんど”JMAG の操作を覚えることなく簡単に確認できるようになる。

これらは、モデルベース開発が掲げる複雑な物理現象を容易に解き明かすという目的に合致している。J

FEA 解説 FEA が開発現場にもたらす効果とは何か？

第三回 製品開発プロセスへの FEA の展開

これまでこの誌面を読まれた読者の中には、FEA のない時代から開発はやってきたし、設計のプロセスはもう固まっているのだから、いまさら FEA を入れて開発を行うメリットなんてない、と思われている方が結構いらっしゃるのではないかと思います。また FEA に興味を持ったけれど、実際にどのように設計プロセスに展開すればよいのかがイメージできないという方も多いのではないのでしょうか。

今号ではこれまでの製品開発プロセスを見直すことで、実は設計を含む様々な開発プロセスの場面で FEA が大きく活躍できる場所があることをご紹介します。

製品の開発プロセスを検証できる

FEA によるシミュレーションという製品の設計段階における事前評価というイメージがありますが、実は製品の開発プロセスにおける各場面での検証や評価に用いることができる幅広いシミュレーション技術です。

ここでは製品の開発プロセスを「設計プロセス」、「製造プロセス」、「運用プロセス」の三つに分けて、それぞれのプロセスにおいて FEA を適用することを考えます。そして FEA は各プロセスの効率を上げるだけでなく、開発の初期段階から、設計～製造～運用に至る長期的な視点を品質として造り込むことを可能にする技術であることを示したいと思います。

なお本稿では具体的な製品例としてモータを取り上げます。

設計プロセスにおける利用

FEA を用いない従来の典型的なモータの設計プロセスを図 1 に示します。

一般に電気機器の設計では、磁気装荷と電気装荷のバランスを取りながら要求仕様を満たして行くことが基本となります。しかし設計に余裕のない場合や両者の最適なバランスを詰めていくような場合は、鉄心を太くして磁気飽和を避けるのか、それともコイルスペースをとって巻き数を稼ぐのかのせめぎ合いになることが多いと思います。磁気飽和特性を考慮しながら、上記のような形状のわずかな違いを反映した設計においては、経験値や内製ツールのみによる検討は精度面における信頼性が不十分になりがちです。

ここで設計プロセスにおける代表的な問題点を以下に取り上げてみます。

- ・ 磁気回路の確認： 突極性の強いモータでは FEA なしでの評価が難しいケースがある。
- ・ 磁石パーミアンス： 動作時のパーミアンス評価は駆動電流だけでなく回転運動も考慮する必要があり複雑。

- ・ 動作時の誘起電圧： 突極性が強いモータでは、基本周波数以外の高調波成分が多く乗るため、定量的な評価が難しい。
- ・ 損失評価： 銅損はある程度見積もりが可能だが、鉄損や磁石の渦電流損失の評価は分布が複雑で難しい。

また過去のデータに基づく経験値や内製ツールのみの利用は、設計時の初期検討において、経験値やツールが許す範囲に限定された発想や結果しか得られないというデメリットが生じかねません。

たとえば磁石の渦電流による減磁の影響は渦電流の影響を考慮した評価を通して初めてその影響を把握することができます。もし経験値やツールで考慮できることが形状や磁化特性のみであるとすると、これらのデータをいくら取り替えて検討しても渦電流の影響を考慮した正しい評価にたどり着くことはできません。

これらの問題は FEA をうまく使うことで、定量的かつ客観的な評価ができるようになります。

磁気回路の確認は FEA を利用する上でもっとも基本的な利用法ですが、磁束線密度コンターや磁束線の流れを見ることは磁気回路をそのまま可視化して確認していることとなります。(図 2) また磁束の漏れ具合を見ることで、初期設計時には想定しない磁気回路が構成されていないかを確認することも出来ます。

動作時の磁石パーミアンスも磁石各部の動作点が想定される範囲内で動作しているかを時系列的に追いかけることができます。パーミアンスの劣化が著しい箇所には、フラックスバリア形状を再考するというフィードバックが得られます。

埋め込み型磁石モータに見られる突極性の強いモータでは誘起電圧波形に高調波成分が乗りがちですが、これを考慮した解析は盛ももちろん、FFT による波形分析により問題となる周波数成分を割り出すことができます。またこの高調波成分が誘起する損失も問題になりますが、誘起電圧波形と合わせて一度に評価することができます。これらの結果を利用して渦電流低

減の為の磁石の分割(図3)、電磁鋼帯のグレードを検討するといった利用が可能になります。

このように FEA の解析結果から、表 1 に示すように初期設計の問題を洗い出して必要な修正を加えることで、実機の試作を行うことなく机上のシミュレーションのみで、次の改善された設計案に移ることができるようになります。

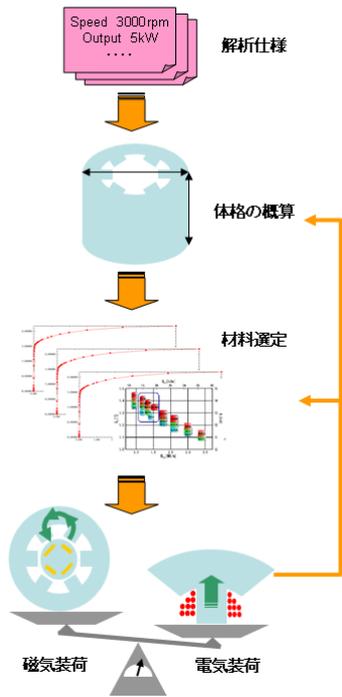


図 1 従来の典型的なモータ設計プロセス例

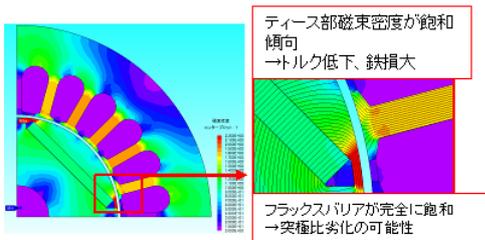


図 2 初期検討におけるモータの磁束密度分布

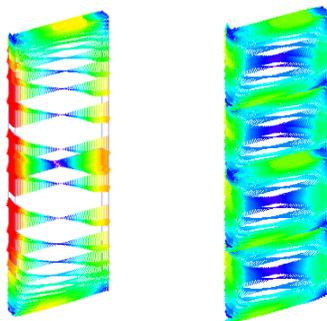


図 3 初期検討におけるモータ磁石部の渦電流分布 (左:磁石非分割)と検討後の渦電流分布(右:磁石4分割)
(JAC022 IPM モータの永久磁石渦電流解析)

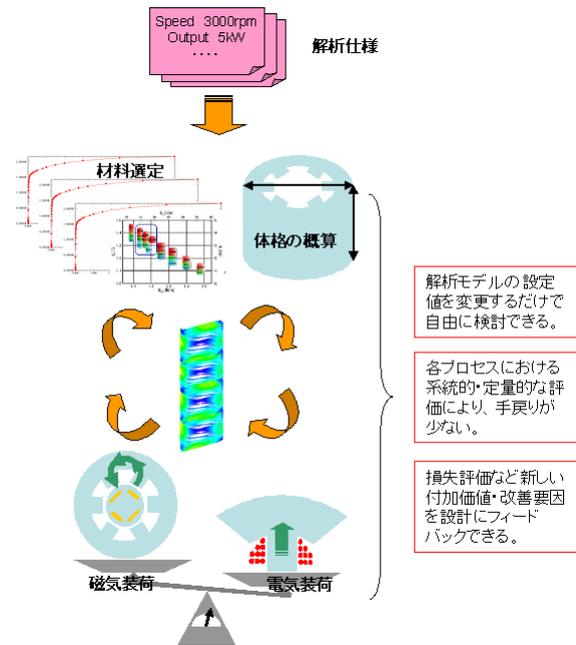


図 4 FEA 導入による図 1 フローの短縮化、付加価値の追加

表 1 初期検討における検討事項

| | |
|--------|-----------------------|
| 磁気飽和 | 磁気回路としての磁路が確保できているか |
| | トルク低下は設計値の範囲内か |
| パーミアンス | パーミアンスの低下は設計値の範囲内か |
| | トルク低下は設計値の範囲内か |
| | 減磁が発生していないか |
| 鉄損 | 設計値を超えた鉄損が発生していないか |
| 磁石渦電流 | 設計値を超えた起磁力の低下が起きていないか |
| | 熱減磁が発生していないか |

製造プロセスにおける利用

製造段階においては、製造プロセスにおける加工処理による材料特性のカタログ値からのずれが問題になります。特に加工による劣化のため、期待される出力特性が得られないことがあります。

従来であれば、経験則などに基づいて、劣化に対してある程度の余裕を持たせた設計をすればよいわけですが、昨今のエネルギー事情、ハイブリッドカーや電気自動車普及の流れもあり、更なる高効率化を求められています。高効率なモータを実現するためには、この余裕度を定量的に把握することで、不要な余裕度を

切り詰める必要があります。

以下に製造時における代表的な劣化要因を挙げてみます。

- ・打ち抜き: 磁化特性の劣化と鉄損の増大
- ・カシメ: 磁化特性の劣化と鉄損・渦電流損の増大
- ・切削/表面加工: 渦電流損の増大

FEAは、加工処理に伴う材料特性の劣化を考慮した解析により、カタログ値から求まる出力特性の差異を定量的に比較することが可能です。解析にあたっては劣化を考慮した磁化特性を予め準備する必要がありますが、製品と同じ材料の試験片を用意し、製造時と同等の加工処理を施した状態で磁化特性を測定することにより対応します。図6に磁化特性の応力依存性を比較したデータを示します。これは厳密には加工歪みによる劣化とは異なりますが、応力の程度に応じた明らかな磁化特性の劣化を確認できます。

また加工による劣化は、磁化特性を悪化させるだけでなく、鉄損の増大にも繋がります。(図7)

打ち抜きやカシメ処理により、積層鋼板の絶縁部のメクレによる渦電流の発生も見逃せない問題です。これは加工処理された箇所を顕微鏡観察などにより観測し、積層間を貫く導体としてモデル化することで、損失を評価することができます。図8に積層を導通する渦電流をモデル化した事例を示します。

このようにFEAの製造時のプロセスに合わせた利用により、カタログ値からのずれが出力特性に与える影響を定量的に検証・分析することが可能になります。

各工程の検証と劣化への寄与度の分析により、設計時の余裕度の見積もりや寄与度の大きい工程の改善を検討することができるようになります。

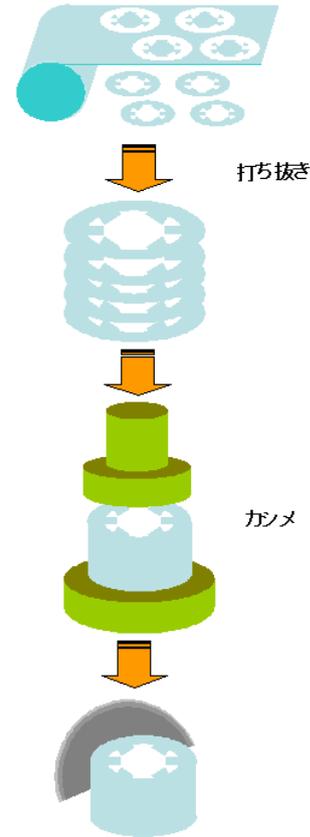


図5 製造工程のフロー例

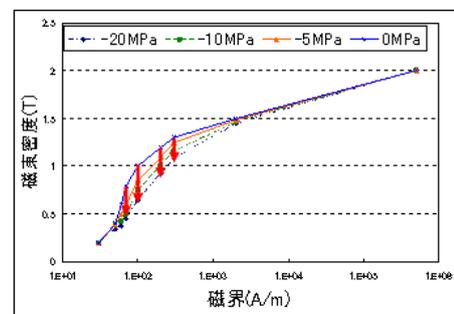


図6 加工前後における磁化特性の比較図
飽和立ち上がり領域の劣化が著しい

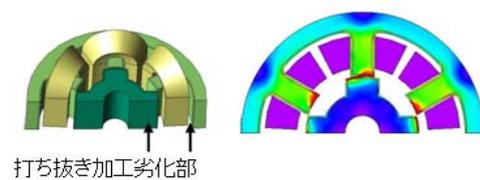


図7 加工劣化を考慮した鉄損密度分布
打ち抜きによるティース先端部の損失増大が顕著



図8 打ち抜きまたはカシメによる積層間渦電流の図

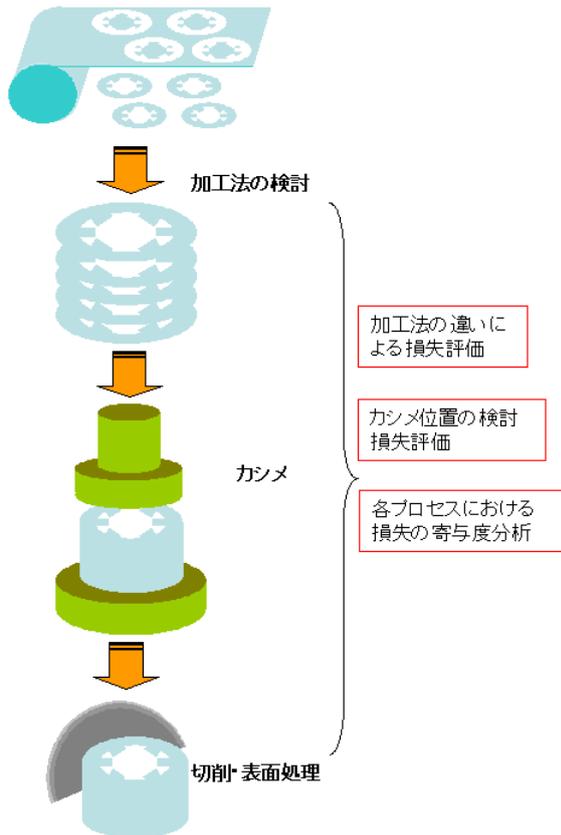


図9 図5のフローに改善点を加えたフロー

運用プロセスにおける利用

運用段階における問題としては、駆動時の高調波損失や振動・騒音などが挙げられます。

また製品単体では問題のない場合であっても、製品が組み込まれたあとに問題が発生することも珍しくありません。一般に運用段階で問題が発生した場合は、手戻りの工数が大きくなるため、できる限り避ける必要があります。このためシミュレーションによる事前検証は必須となります。

以下に運用時における具体的な要因と現象を挙げてみます。(図10)

- ・周囲部品との磁気結合：漏れリアクタンス、漂遊損

- ・制御波形の高調波：高調波鉄損、磁石渦損
- ・電磁加振力と機械共振：振動・騒音

電装部品の小型化・高密度化により、モータも限られた空間に収めなければならないケースが増えてきています。このため、主磁路を通るべき磁束の一部がケースをはじめ、周囲の部品と磁気的に結合することで、漏れリアクタンスや漂遊損を発生させます。漏れ磁束に起因して生じるインピーダンスと損失は、モータが置かれた環境に強く依存するため、設計段階での評価が非常に難しいケースとなります。たとえばリラクタンスモータでは、回転方向に変化するインダクタンスを利用してトルクを発生します。このとき軸方向に発生する磁束は主磁路であるコアから外れて漏れリアクタンスや漂遊損の原因となります。(図11)

上記のような厄介な問題もFEAであれば、定量的な評価を可能です。漏れ磁束の問題ではケースを含む周囲の導体をモデル化することで、ケースを含む全体の磁気回路を確認することができます。同時に漂遊損についても、その値だけでなく分布を見ることで、磁気回路との相関を確認することができます。この結果、モータを含めた組み込み環境をシミュレーションで評価することが可能になります。

モータを駆動する場合、その制御方式として広く使われているのがPWM制御方式です。この方式の特徴はエネルギー効率の高さにありますが、スイッチのオン/オフによる作られる矩形波を利用するため、時間高調波成分が発生します。この時間高調波成分は、コアや磁石に高周波鉄損や磁石渦電流損を誘起します。一般に時間高調波成分はスロット高調波などの空間高調波に比べて周波数が高く、複雑な分布を生じるため、定量的な評価は容易ではありません。

FEAでは制御シミュレータの連携解析により、PWM制御による時間高調波成分を含む電流波形を入力として、定量的な評価を可能にします。(図12)

その他駆動時の問題として損失と並んで重要なのが振動や騒音の問題です。これらは直接五感に関わる現象のため、駆動時の問題としてよく取り上げられます。モータの振動・音の現象の主な原因として電磁加振力があります。実際に感じられる振動や音は周囲の環境を含むモータの固有振動に共振して伝わることが多いと考えられます。

FEAでは電磁界解析により、ステータなどに生じる電磁力を計算し、これを加振力として振動・音響解析を行うことで、電磁振動・騒音の評価を可能にします。解析を通して、発生する振動の周波数や音圧を評価するだけでなく、如何に振動や騒音を抑えるか、あるいは可聴域から問題となる周波数を外すかといった対策を立てることができます。(図13, 14)

運用段階における問題はモータが組み込まれる環

境を含めた評価が必要になることが多く、モータだけでなく、周囲の環境も含めた評価が必要となります。このため同時評価が必要な対象が多く、これまでは実機試験による評価しか手立てがありませんでした。

FEA (JMAG) は、解析の大規模化への対応や、制御シミュレーションなど他のシミュレーションとの連携を通して、机上シミュレーションによる運用時の評価と改善を可能にします。

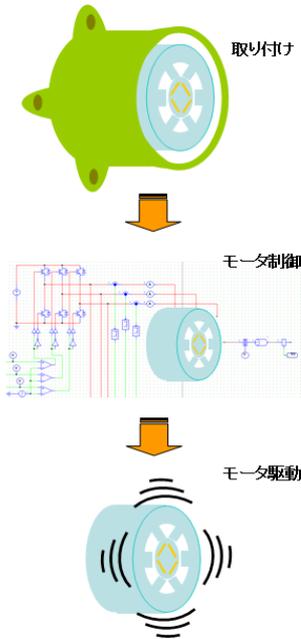


図 10 運用プロセスにおけるフロー例
モータの組み込み、駆動、振動、騒音

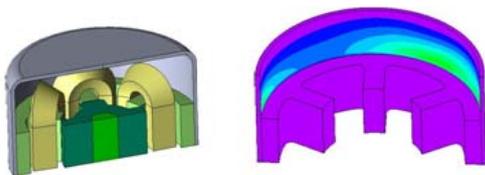


図 11 SRM の漂遊負荷損失分布

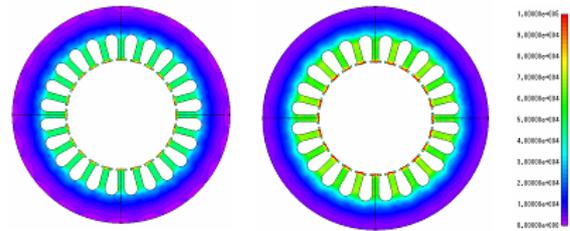


図 12 PWM 制御時のステータの高調波鉄損分布 (左図)
単位は W/m^3 右図は比較のための正弦波駆動時の鉄損分布

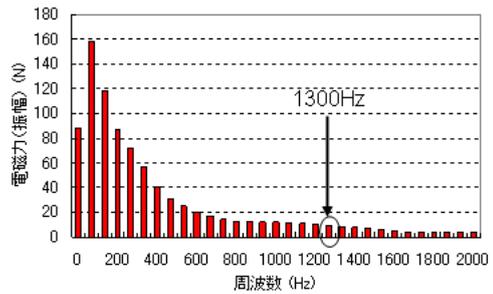


図 13 電磁振動の周波数分布
(JAC138 SR モータの振動解析)

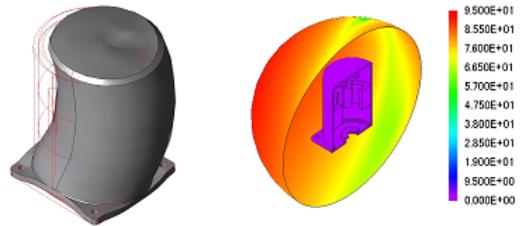


図 14 固有振動と電磁振動のカウンター
右カウンター図の単位は dB
(JAC138 SR モータの振動解析)

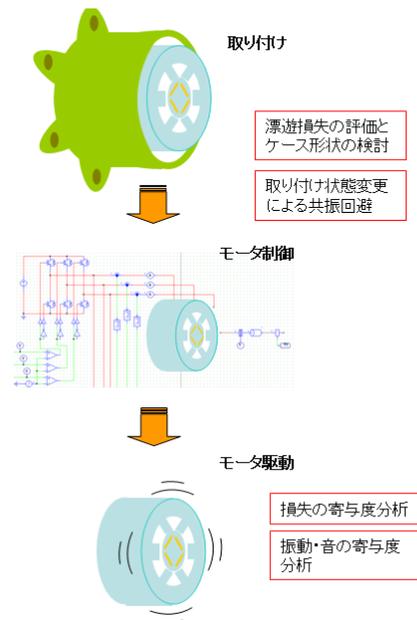


図 15 図 11 に改善点を加えたフロー (図 10 との比較)

まとめ

今号では製品の設計・製造・運用という開発プロセスの視点から製品を眺め、各フェーズにおける電磁現象に起因する問題と電磁界解析を主とした FEA の適用によるソリューションの提案を紹介致しました。

製品の開発プロセスを見据えた FEA 技術の利用は、試作レス化による開発リードタイムの短縮だけでなく、製品品質の作り込みを同時に実現することを可能にします。

今回ご紹介した内容は FEA の利用法の一部にしか過ぎません。視野を製品開発のプロセスから広げて、製品のライフサイクル全体から眺めたときの FEA の利用方もあります。不幸にして事故や不具合が発生した場合の検証にも FEA は有効であり、最近では信頼性工学の観点から、FEA をはじめとするシミュレーションを利用した事故解析なども行われています。これはまた紙面を改めてご紹介したいと思います。

この号を読まれたことで、現在の設計プロセスの改善に取り組まれるきっかけになれば、文責者として幸いです。 **J**

JMAG を 100% 使いこなそう

第二回

結果評価とモデル表示に関する 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。既に JMAG をお使いの方であっても、初めて知るような機能があるかもしれません。また、まだ知られていない便利な操作方法もきっとあるでしょう。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”をご紹介します。

はじめに

JMAG は多彩なポスト機能により結果評価をサポートしています。なぜなら、出来るだけ結果を整理する手間を減らし、お客様によりよい設計案を早く形にしたいからです。

得られた結果を多面的に評価、分析できる JMAG のポスト機能を、この機会にぜひご活用ください。

分布量の確認に便利な表示方法

JMAG で出力される分布量をコンターやベクトルで確認する際に便利な機能をご紹介します。

カット面

製品内部で起きている物理現象を捉えることができるのはシミュレーションだからこそです。

JMAG ではモデルの任意の位置でカット面を作成することにより、見えない部分の結果を確認することができます。カット面には、任意の平面を作成する「平面カット面」と円筒状の面を作成する「円筒カット面」の2種類があり(図 1.参照)、両者を組み合わせて使うこともできます。カット面の表示・非表示の切り替えやカット面のみ表示も簡単です。

平面カット面の作成手順は以下の通りです。

1. [プロジェクトマネージャ]の[モデル]の下にある [カット面]を右クリックする。
2. [新規平面カット面]をクリックする。

3. タイトルの記入、カット面の位置の指定、表示タイプの種類の選択を行い[OK]をクリックする。

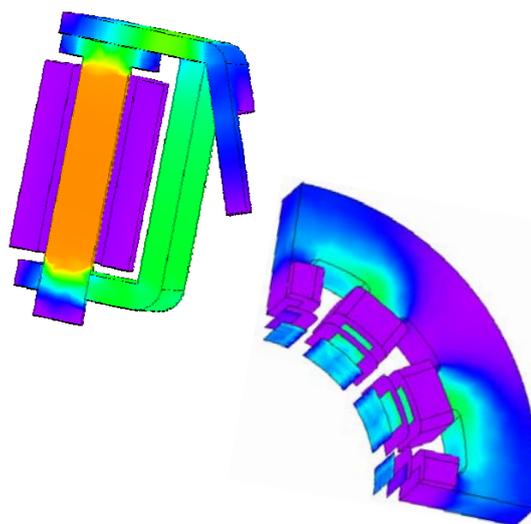


図 1. カット面表示(上:平面カット、下:円筒カット)

モデルコピー

部分モデルで解析した結果をフルモデル表示したい場合は、モデルコピー機能をご利用ください。

JMAG ではコンターやベクトルなどの描画をコピーすることができます(図 2.参照)。コピーには、「鏡面コピー」と「回転コピー」の2種類があります。モデルコピーの設定は、パラメトリック解析で作成されたすべて

のケースにも適用されます。

以下の手順でコピーの設定を行い、[モデルコピー表示]ボタンをクリックするとコピー表示できます。

1. [プロジェクトマネージャ]の[モデルコピー]を右クリックして[モデルコピーの編集]を選択する。
2. コピーする部品を選択する。
3. コピータイプを設定する。
4. [OK]をクリックする。

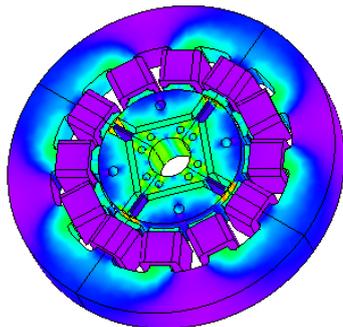


図 2. モデルコピーによるフルモデル表示

マルチビュー

異なる解析結果を比較しながら要因分析を行いたい場合は、マルチビュー機能をご利用ください。

JMAG では、モデルビュー画面を複数画面に分けて表示することができます(図 3参照)。これにより、鉄損解析や振動解析などのように、他の解析結果と比較した要因把握や検討が簡単にできます。

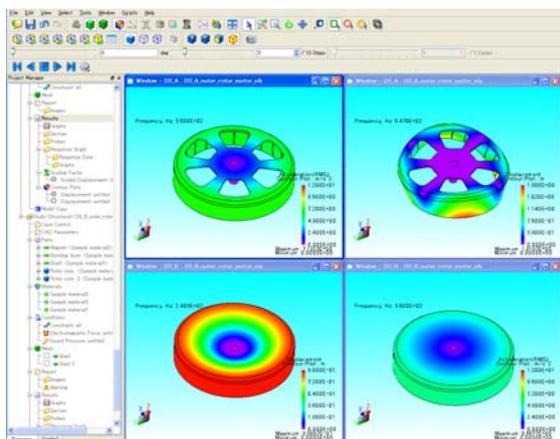


図 3. マルチビューを用いた振動解析の要因把握

アニメーション

解析結果をステップごとおよび位相ごとに連続して表示したい場合は、アニメーション表示を使用します。

JMAG では、コンターおよびベクトルをアニメーション表示することができます。過渡応答解析の場合はステップごとに、周波数応答解析の場合は位相ごとに確

認できます。再生スピードや使用するステップの設定も簡単です。アニメーションをファイルに書き出すこともできます。

実行も書き出しもワンクリックだけです。実行はアニメーションコントロールバーの再生ボタンを、書き出しは[ファイル]メニューの[アニメーションのエクスポート]をクリックしてください。

グラフマネージャでグラフ加工

JMAG では、ヒストリグラフやセクショングラフなど様々なグラフを表示することができますが、単にグラフを表示するだけでなくグラフの加工も可能です。

グラフの加工はグラフマネージャで行います。グラフマネージャを使うことによって、複数のグラフを自由に組み合わせて比較したり、合成したりすることはもちろん、点列データの確認もできます。

グラフマネージャの便利な使い方をご紹介します。

フーリエ変換

磁束密度や電磁力などの周波数成分を分析したい場合は、フーリエ変換機能を使用します。

JMAG のフーリエ変換機能は周波数スプライン補間を用いています。データを追加することで、JMAG の結果以外の任意の点列も扱えます(図 4参照)。

フーリエ変換の手順は以下の通りです。

1. グラフマネージャでフーリエ変換を行うデータセットを選択する。
2. [変換]をクリックし[フーリエ変換]を選択する。
3. 表示方法や範囲を設定し、[OK]をクリックする。

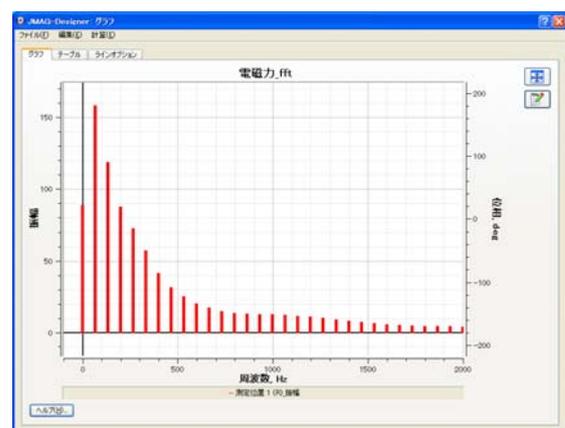


図 4. SR モータのティース先端における電磁力の周波数成分分析

グラフの合成

磁束密度の X 成分と Y 成分や電流値と鎖交磁束など、物理量同士の相関関係を確認したい場合は、グラフを合成します。

複数のデータセットから X 軸、Y 軸に設定する項目を選択して、新しいデータセットを作成することができます(図 5.参照)。

グラフを合成する手順は以下の通りです。

1. グラフマネージャで X 軸として扱うデータセットを選択する。
2. 【Ctrl】キーを押しながら Y 軸として扱うデータセットを選択する。
3. [変換]をクリックし[合成]を選択する。
4. 軸の設定、マッピングの選択などを行い[OK]をクリックする。

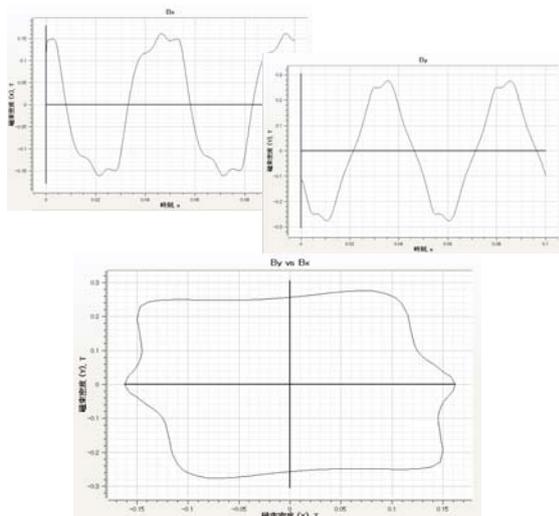


図 5. 合成グラフによる回転磁界の確認(上:磁束密度 X 成分、中:磁束密度 Y 成分、下:波形合成による回転磁界)

多彩なグラフ表示

点列データをヒストリ表示するヒストリグラフからも、様々なグラフ表示およびオプションの選択が可能です。多面的な評価方法およびより見やすくする表示方法をご紹介します。

スキューグラフ

スキューとは、トルクの脈動を抑制するためにモータのステータまたは磁石を軸方向に対して斜めに傾けることです。スキューグラフは、二次元解析の結果を重ね合わせることによってスキュー効果を表現する機能です(図 6.参照)。スキューのないモデルを動かした際に得られた物理量の結果グラフを、指定した方法で積分しています。対応している出力項目は、トルク、電流、電位、電磁力の 4 つです。

スキューグラフの作成手順は以下の通りです。

1. [プロジェクトマネージャ]の[解析結果]の下にある[ヒストリグラフ]を右クリックし、出力項目を選択し

てグラフを表示する。

2. [グラフ]ダイアログの[計算]→[スキューグラフ]を選択する。
3. スキュー角度や 1 周期の角度を設定する。
4. [OK]をクリックする。

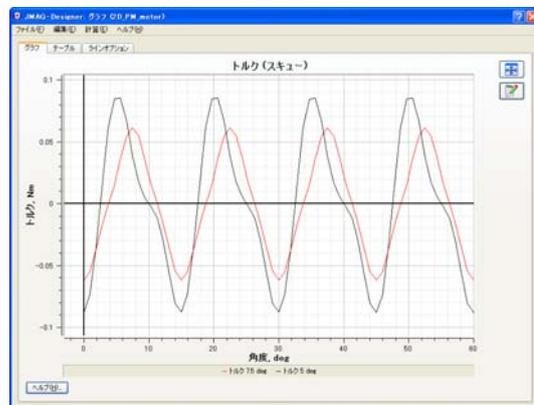


図 6. スキューの有無によるトルクの変化をグラフ上で確認できる

応答グラフ

パラメトリック解析により複数のケースから出力された応答値を 1 つのグラフにまとめて表示したい場合は、応答グラフを使用します。これにより、設計変数に対する評価項目の応答値の変化を簡単に確認することができます。平均値、最大/最小値、強度など、結果を加工した比較も簡単なので、N-T カーブ描画も JMAG 内で実現できます(図 7.参照)。

応答グラフの作成手順は以下の通りです。

1. 確認したい応答値のグラフを表示する。
2. [グラフ]ダイアログの[計算]→[応答グラフ用データ]を選択し、タイトルや計算方法を定義する。
3. [テーブル]ダイアログで応答値を登録する。
4. [解析結果]の下にある[応答グラフ]→[グラフ]を右クリックし、[応答グラフ]ダイアログで X 軸と Y 軸の値を定義する。
5. [OK]をクリックする。

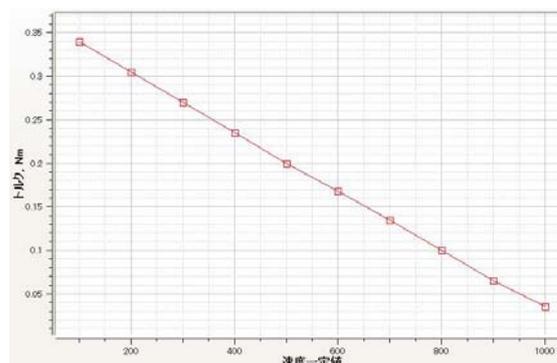


図 7. パラメトリック解析で得られた複数ケースのトルクの平均値を計算し、1 つのグラフにまとめて表示した N-T カーブ

平均・交点表示などのグラフオプション

JMAG では、表計算ソフトなどを使うことなく、グラフ上で平均値や参照直線との交点の値を知ることができます。

平均、強度については、[ラインオプション]タブの[平均]および[強度]チェックボックスをオンにするだけでグラフに値が表示されます。交点についても、参照直線を定義するだけで、グラフ上に交点の座標が表示されるようになります(図 8.参照)。

その他、ヒストリグラフのラインシンボルやタイトルの設定ももちろん簡単にできます。

参照直線を使った交点の値の確認方法は、以下の通りです。

1. [グラフ]タブの[編集]ボタンをクリックする。
2. [グラフプロパティ]ダイアログで X 軸もしくは Y 軸の[参照直線]チェックボックスをオンにし、値を入力する。
3. [適用]もしくは[OK]をクリックする。

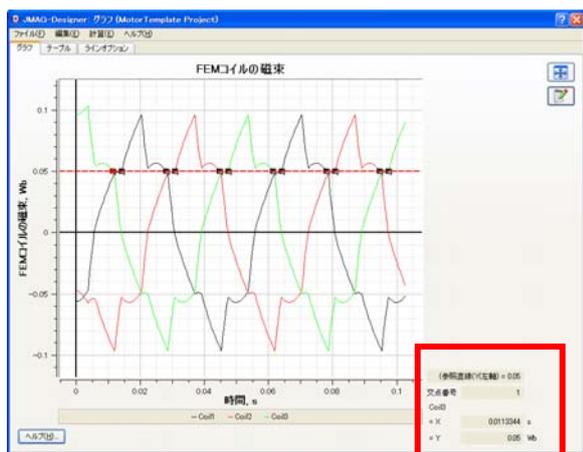


図 8. 参照直線による交点の座標が右下に表示される

解析レポート

電磁界解析は解析結果を得て終わりではありません。解析結果の比較や設定内容も含めた報告書作成など、解析終了後にもやるべきことがたくさんあります。

JMAG では、設定内容や結果を一枚のレポートで確認することが可能で(図 9.参照)、パラメトリック解析を行った場合は各ケースの設計変数の値や応答グラフを確認することもできます。また、計算の収束性や計算時間、使用モジュールなどが出力されるソルバーレポートや解析終了時に出力されるメッセージを確認できるメッセージブラウザなどもあります。目的に応じてご利用ください。

レポートに出力する項目を決定する手順およびレポートを表示する手順は以下の通りです。

■ 出力する項目を決定する手順

1. [プロジェクトマネージャ]の[レポート]を右クリックする
2. [プロパティ]を選択し、[レポートのプロパティ]ダイアログを表示する
3. 一覧の中からレポートに出力する項目のチェックボックスをオンにする
4. [OK]をクリックする

■ レポートを表示する手順

1. [プロジェクトマネージャ]の[レポート]を右クリックする
2. [ケースレポート]を選択する
3. [レポートのプロパティ]ダイアログで設定した内容をもとにレポートが作成され、画面に表示される

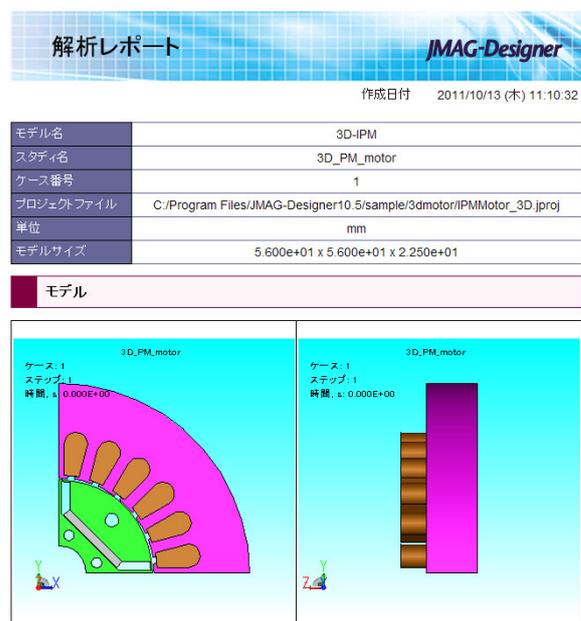


図 9. 解析レポート

キーボードとマウス操作によるモデル表示変更

材料や条件を設定する際など、モデルを回転させたり拡大縮小したりすることによって、モデル表示を変更する必要があります。ツールボタンを利用すればモデル表示を変えられますが、JMAG ではキーボードやマウスの操作のみでモデル表示を変更できます。ツールボタンを利用するかキーボードやマウスで操作するかは好みによってしまいますが、クリック数の削減ができますのでぜひ一度お試しください。

キーボードやマウスを使ったモデル表示変更方法は以下の通りです。

拡大/縮小

マウスホイールを前後に回転する

モデル表示画面の中心を基準に回転

マウスホイールを押したままドラッグする

モデル表示画面の任意の点を基準に回転

キーボードの【Shift】キーを押しながら、回転中心としたい位置にあわせてマウスホイールを押し、そのままドラッグする

モデル中心を基準に回転

キーボードの【Ctrl】キーとマウスホイールを押したままドラッグする

パン

マウスホイールと右ボタンを押したままドラッグする

実は便利なショートカットキー

JMAG 操作にも様々なショートカットキーが用意されています。今回は、JMAG 本体のショートカットキー(表 1.参照)の一部をご紹介します。詳しくはマニュアルをご覧ください。

表 1. JMAG 本体のショートカットキー

| | |
|---------------------------------|----------|
| ツリーを展開する | * |
| ツリーを閉じる | ¥ |
| ツリーのアクティブなものを展開し、アクティブでないものを閉じる | / |
| 回路エディタの表示を拡大する | 【Ctrl】+; |
| 回路エディタの表示を縮小する | 【Ctrl】+- |

最後に

今回は様々な結果表示方法と便利なモデル表示方法をご紹介します。操作方法の説明が多く、作業の効率化につながるのか疑問に思われた方もいらっしゃるかもしれませんが、簡単な操作方法を知ること、時間コスト削減への近道です。より便利な機能、操作方法を知り、JMAG を効果的に使っていただければ幸いです。

次回は、計算に関する A to Z をご紹介する予定です。お楽しみに。

ミニコーナー

「JMAG の“困った”を解決するためには？」

みなさんは JMAG を使っていて困ったことはありませんか？その時どうやって解決しましたか？近頃の JMAG ユーザーに聞く、サポートに問い合わせる、とにかく考える、あきらめてしまう・・・など独自の方法で解決しているかもしれません。

私たちは、JMAG の“困った”を解決するために様々なサポートサービスを提供しています。ここでは、“知っておいてほしいこと”として JMAG 使用時の各場面におけるサポートサービスをご紹介します。

■JMAG を使い始める時の“困った”

JMAG の使用環境は整いました。さて、次に何をしたらよいでしょう。

JMAG では初心者向けに「セルフラーニングシステム」(以下、SLS とします)を用意しています。JMAG を使った解析を一通り体験していただくとともに、モデル化や条件の考え方を学ぶことができます。SLS の起動方法は次の通りです。

- ・スタートメニュー>JMAG-Designer>ドキュメント>セルフラーニングシステム
- ・JMAG のメニューバーの「ヘルプ」>セルフラーニングシステム
- ・JMAG Web ページ>サポート>自己学習システム

なお、独学ではなく「講師に教わりたい」という方のために初級セミナーも実施しています。詳しい内容や日程は JMAG Web ページをご覧ください。

JMAG Web ページ: <http://www.jmag-international.com/jp/index.html>

JMAG サポートのお問い合わせ先: jmag-support@scijsol.co.jp

JMAG を 100%使いこなそう

JMAG テクニカルサポートの紹介

～磁気ヒステリシス特性を考慮するには～

私たちサポートメンバーは、皆様の業務がより円滑に進むようお問い合わせ頂いた問題の早期解決に努めております。本シリーズでは、お客様とサポートメンバーのやりとりを通して、JMAG のテクニカルサポートサービスがどのような場面で皆様のお役に立てるのかをご紹介します。

今回は、標準機能では考慮できない問題に対して、サポートメンバーが解決方法をご提案した事例をご紹介します。

Aさん: JMAG 使用歴3ヶ月 アクチュエータの解析 格闘中

Bさん: Aさんの上司。JMAG で実測とどこまで近い結果が得られるのかの調査を Aさんに指示

サポート: JMAG テクニカルサポート担当者

Aさんは、JMAG での解析結果を報告する納期がせまってきているが、解析結果に問題が生じたため上司に相談しました。

Aさん 電磁力の値は問題ないのですが、応答特性が合いません。どうしたら良いでしょうか(※1)。

Bさん 電磁力が合えば合うと思うがねえ。ヒステリシスは考慮しているの?(※2)。

Aさん いいえ。していません。ヒステリシスの考慮の仕方がわかりません。JMAG のマニュアルにも書かれていないです。

Bさん だったら、JMAG サポートにやり方を聞いて、しっかり調査するように！！

Aさんは JMAG サポートにメールで疑問点を問い合わせることにしました。

Aさん アクチュエータの解析をしていますが、応答特性が実測と合いません。ヒステリシスを考慮していないからだと思います。ヒステリシスを考慮する方法を教えてください。

サポート そうですね。ヒステリシスを考慮した計算は、計算時間がかかります。

サポート その前に、まずは、渦電流を考慮しているか確認させてください。例えば、一塊の材料であれば渦電流の影響が大きく、応答特性にも影響を与えます(※3)。

Aさん そうですか。今回は単なる構造材を使用しています。早速、渦電流を確認してみます。

Aさんは渦電流を考慮した解析を試してみました。

Aさん おお！渦電流を考慮したら、実測とほぼ合うようになりました！

Bさん ヒステリシスを考慮しなくても、渦電流を考慮すれば実測と合うのか。うーむ。念の為、残留磁化の影響がどのくらいあるかも調べてくれないか(※4)。

Aさん ヒステリシスの考慮には計算時間がかかると言っていましたが……。もう少しサポートに聞いてみます。

Aさんは再度サポートに問い合わせをしてみました。

| | |
|------|---|
| Aさん | 渦電流を考慮することで実測に近い結果が得られました。 これは、残留磁化の影響がないということでしょうか。 残留磁化の影響がどの程度あるかを確認したいのですが、どのようにすればいいでしょうか。 |
| サポート | 実測に合いましたか。安心しました。 磁気ヒステリシスを考慮する方法は、3種類存在しますので、最適な方法を提案させていただきます。 簡単にヒステリシスを考慮できる方法(※5)はありますが、残留磁化の変化は考慮しておりませんので、今回の解析には適用できません。また、磁化特性の動作点の履歴を覚えておく方法(※6)となると、別途必要なデータもあり時間を要します。 お急ぎということですから、簡単に残留磁化の影響がどの程度あるかを見積もる方法を提案させていただきます。 |
| Aさん | 簡易的で構いません。今は影響がどの程度あるかが知りたいので、具体的な操作手順を教えてください。 |
| サポート | 承りました。それでは説明させていただきます(詳細はコラムを参照)。 |

—その後、Aさんは残留磁化の影響が小さいことを示すことができ、Bさんを納得させることができたそうです。

まとめ

上記の例は一例ですが、JMAG サポートメンバーは JMAG の使い方に関する制約や適用範囲を把握しております。そのため、マニュアル等に記載されていない使用方法をご提案することもできます。JMAG ではできないだろうと思ったことでも、一度 JMAG サポート宛てに聞いてみてください。クリエイティブな解析方法を提案致します。J

JMAG サポートメンバーによる解説

- ※1. アクチュエータで問題となるのは、可動部各位置での電磁力と印加電圧に対する応答特性です。
- ※2. 電磁力が合っているのであれば、過渡現象が正しく表現できていないと推測されます。その場合、磁気ヒステリシス特性を正しく表現できているかよりも過渡が影響する問題、渦電流の影響などを考えます。
- ※3. アクチュエータの可動部に電磁鋼板を使用することは少なく、大きな渦電流が発生していることが多いです。
- ※4. 実際には磁化特性にヒステリシス性があるので、結果への影響度は確認しておく必要があります。
- ※5. 直流磁化特性での磁束変動からヒステリシス損を求める方法で、鉄損計算で用いられている方法です。
- ※6. 通常の磁界解析は直流磁化特性を用いるため、磁化特性の動作点の履歴を覚えておくためには、ユーザサブルーチンを作成する必要があります。

【コラム】: 残留磁化を考慮するためには

残留磁化とは、外部から磁場をかけた後、磁場を0にしても、磁化が0に戻らず残る磁化のことです。この残留磁化を表現するためには、動作点がどこにあるかだけでなく、どういう履歴でその動作点に達したかの情報も必要となります。現状の JMAG でこの現象を正確に扱うためには、ユーザサブルーチンを作成して頂くしか方法はありません。サブルーチンを作成すると、関連する知識だけでなく、プログラミングなど多くの労力と時間がかかってしまいます。

そこで、簡易的ではありますが、着磁解析機能を利用した残留磁化特性の考慮方法をご紹介します。この方法では、残留磁化のある状態は永久磁石になっていると考えられるので、磁性体を途中から磁石と定義して解析します。外部から磁場をかける励磁 ON 状態の解析(ステップ1)と励磁 OFF 状態(ステップ2)の2つの解析に分けます。ステップ1では通常の初磁化特性の解析をおこない、続くステップ2ではステップ1の最終結果の磁場分布を元に残留磁化を持たせます。JMAG の着磁解析機能を利用することで、磁場分布の結果から磁化を決定することができます。

ただし、この方法で考慮できるのは、1回励磁したときの残留磁化のみで、励磁状態を繰り返したときの残留磁化は考慮できません。

イベント情報

JMAG ユーザー会 2011

今年の JMAG ユーザー会まであと 1 ヶ月となりました。JMAG 同様、ユーザー会も毎年パワーアップしております。今回、各種企画のご紹介を通して JMAG ユーザー会 2011 の魅力をお伝えします。

JMAG ユーザー会 2011

開催概要

主催 : 株式会社 JSOL

日時 : 2011 年 12 月 7 日(水)~12 月 8 日(木)

場所 : 東京コンファレンスセンター品川

定員 : 300 名

URL : <http://www.jmag-international.com/jp/conference2011/>



様々な分野の第一線でご活躍されている方々による講演や技術パートナー企業による講演はもちろん、新たに技術交流や情報交換などを行っていただく少人数形式の分科会を開催いたします。

ユーザー会全体像

私たちは、ユーザー会がお客様同士のコミュニケーションの場として活躍する企画を提供したいと考えております。

今年も、熟練度の差がなく楽しめるよう、JMAG 熟練者はもちろん JMAG 初心者の方やユーザー会にまだ参加されていない方でも安心してご参加いただけるコンテンツを豊富に用意しており、今年は、5 つの企画を開催いたします。

1.講演

モータ、解析システム構築、業務効率化など聞きごたえのある講演を聴講いただけます。今年は、技術パートナー企業の講演も予定しております。

2.分科会

昨年まで行っておりました JMAG 開発者によるポスター展示を分科会に発展させて開催いたします。皆様にご満足いただける技術交流会になるものと思っております

3.JMAG セミナー

JMAG 技術者から、最新ソリューションをご紹介いたします。JMAG を熟知している技術者が習得した簡単に使いこなすコツや、業務効率化の方法をお伝えします。その他にも様々なコンテンツをご用意しております。

4.シミュレーションパーク

昨年好評をいただいた、見て触って、体験して楽しむ JMAG のシミュレーションパークを開園します。今年は、シミュレーション博物館をイメージし、シミュレーションの歴史と共に JMAG の歴史をご覧ください。

5.展示

JMAG Ver.11 をリリースに先駆けて披露いたします。新機能の使い方、いままで使用していなかった機能の使い方などいち早くお試しください。

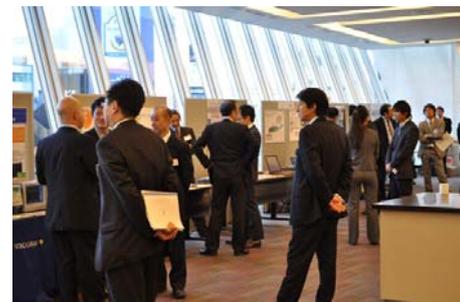
出展エリアは各出展様と JMAG とのコラボレーションの場所です。材料 DB に搭載いただいている材料メーカー様をはじめ、試作・設計コンサル、計測、最適化システム、ハード/ソフトウェアベンダー様など、皆様の業務に関係する様々な企業にご出展いただいております。

次ページからは、分科会、セミナー、講演プログラムについて紹介いたしますので、ぜひご一読いただき、ユーザー会にご参加ください。

皆様のご参加、お待ちしております。



2010 年シミュレーションパーク 手前は「オートメッシュを感じてみよう」対話形式でメッシュが生成される過程をごらんいただけます。



2010 年の展示会場の模様

分科会のご紹介

分科会は、ポスター展示同様多種多様なテーマを題材に、技術交流や情報交換などを行っていただく少人数形式のコミュニケーションの場です。

JMAG 技術者がファシリテーターを務めさせて頂き、解析技術の方向性や、JMAG への機能要望などを自由にお話しいただき、皆様にとって有益な情報の共有、ネットワークづくりに役立てていただきたいと思いますと考えております。

各分科会とも、20 名までのご参加となりますので、お早めにお申し込みください。

開催テーマ

| | |
|--|--|
| <p>1 モータ設計について語りませんか</p> <p>モータ設計者としてのこだわりや好みを個人の立場で語れる分科会です。</p> | <p>6 モータ駆動システム開発におけるモータモデルについて</p> <p>皆様とよいモータモデルとは何かを検討しながら JMAG-RT の次なる方向性を探る分科会です。</p> |
| <p>2 誘導加熱解析において今後期待する機能・サービスについて</p> <p>誘導加熱解析分野で、今後 JMAG に期待する機能開発やサービスについて語れる分科会です。</p> | <p>7 ソルバ高速化技術の最新トレンドと JMAG の取り組みについて</p> <p>ソルバに関する疑問を解消して、知識を高めながら次代ソルバについて語れる分科会です。</p> |
| <p>3 パワエレ分野で JMAG が果たせる役割とは?</p> <p>今後パワエレ分野で JMAG に求められる役割、機能について語れる分科会です。</p> | <p>8 大事な結果、十分に使えていますか?</p> <p>結果に期待される利用価値と、実現する結果処理・可視化技術について議論する分科会です。</p> |
| <p>4 マルチフィジックス解析をやってみませんか。</p> <p>マルチフィジックス解析の現実について議論し、あるべき姿を探る分科会です。</p> | <p>9 それでも JMAG-Studio を手放せないあなたと - JMAG-Designer への移行 -</p> |
| <p>5 電磁界解析における「本当に良いメッシュ生成機能」とは?</p> <p>初歩的なメッシュ生成から特殊なメッシュ生成技術について熱い議論を交わす分科会です。</p> | |

JMAG セミナー

JMAG 技術者から、最新ソリューションをご紹介します。利用方法から、業務効率化、Studio と Designer の違いまで様々なコンテンツをご用意しております。

開催テーマ

| | |
|---|---------------------------------|
| <p>「JMAG-Designer を使いこなす -設計業務の効率化をサポートする Designer-」</p> | <p>JMAG-Designer による形状モデリング</p> |
| <p>JMAG-Designer の特徴的な機能と V11 新機能のご紹介</p> | <p>RT-Viewer の利用法</p> |
| <p>「JMAG-Studio ユーザーのため JMAG-Designer 講座」 - JMAG-Studio と JMAG-Designer の違い -</p> | <p>LCR とは何か? 現象とその基礎 (基礎編)</p> |
| <p>実践 JMAG-Designer スクリプト講座</p> | <p>LCR を評価する 解析による評価 (実践編)</p> |

講演プログラム 12月7日(水)、8日(木)

様々な分野の第一線でご活躍されている方々による講演を開催いたします。

| 12月7日(水): ユーザー会(1日目) | |
|--|---|
| 受付 (開始時間 8:50) | |
| 開会式 | |
| JMAG 開発計画 I 株式会社 JSOL 山田 隆 | |
| がんばれ電磁界解析!! 株式会社豊田中央研究所 菊池 昇氏 | |
| 海外事例&連携セッション | |
| Electric Drives for Off-Road Mobile Equipment John Deere Jim Shoemaker 氏 | |
| 技術交流会(昼食) 分科会・セミナーにもご参加ください | |
| Multiscale Thermal and NVH Models for EV/HEV Integration of an SR-based Drivetrain using JMAG coupled with Virtual.Lab Acoustics LMS International Simulation Division De Langhe Koen 氏 | |
| Researches on the Behavior of Vibration and Noise of an IPM Motor with JMAG and LMS CHINA FAW GROUP CORPERATION 曾金玲氏 | |
| 電気自動車用モーターの振動・騒音解析 日産自動車株式会社 宮川 隆行氏 | |
| (近日公開) | |
| 技術交流会 セミナーにもご参加ください | |
| 解析システム構築セッション | 誘導加熱セッション |
| TBA University of Wisconsin-Madison Brooklin J. Gore 氏 | 解析技術者との連携の仕組み そこから生まれる成果 光洋サーモシステム株式会社 藤山 周秀氏 |
| 電気駆動車両の MBD における JMAG-RT の活用事例 マツダ株式会社 米盛 敬氏 | シミュレーションを用いた自溶合金再溶融プロセスの開発 日本サーモニクス株式会社 長田 智司氏 |
| モーター制御 ECU の品質検証への JMAG-RT 適用 株式会社デンソー 竹内 芳徳氏 | 誘導加熱シミュレーションの解析精度に及ぼす磁気特性の影響 NTN 株式会社 先端技術研究所 結城 敬史氏 |
| (近日公開) | |
| 開会 (18:20) | |
| 12月8日(木): ユーザー会(2日目) | |
| 受付 (開始時間 8:30) | |
| モーターセッション | トランスセッション |
| Dy 拡散磁石の減磁解析手法およびモータに適した Dy 拡散方法と適用効果 日立金属株式会社 栗田 充俊氏 | JMAG と Simpleware の連携による磁界シミュレーション 太陽誘電株式会社 飯島 洋祐氏 |
| D モデルの磁界振動連動解析 株式会社富士通ゼネラル 藤岡 琢志氏 | リアクトルの直流重畳特性の実測と JMAG シミュレーションとの比較検討 田淵電機株式会社 上田 幸平氏 |
| JMAG-RT と回路シミュレータの連成解析事例 富士電機株式会社 大口 英樹氏 | 車載電源トランスの鉄損解析手法の開発 株式会社豊田自動織機 壁谷 真人 |
| うず電流式ロータポジションセンサ スミダ電機株式会社 清水 誠二氏 | 株式会社 JSOL |
| 技術交流会(昼食) 分科会・セミナーにもご参加ください | |
| モーターセッション | 業務効率化セッション |
| 高付加価値を実現する可変特性モータ(MATRIX モータと CMMF モータ) 芝浦工業大学 工学部 電気工学科 赤津 親氏 | ハードディスクドライブのライター素子における磁気シールド構造の最適化 TDK 株式会社 穴川 賢吉氏 |
| 追加リアクトルを必要としない昇圧型 SRM 駆動回路 東京理科大学 理工学部電気電子情報工学科 星 伸一氏 | CATIA モデルを用いた JMAG 解析の簡便化 SMC 株式会社 矢島 久志氏 |
| ロータセグメント形フェライト磁石アキシャルギャップモータの開発 北海道大学 大学院 情報科学研究科 竹本 真紹氏 | JMAG 活用による自転車用発電機-ハブダイナモの開発事例 株式会社シマノ 藤原 岳志氏 |
| 技術交流会 セミナーにもご参加ください | |
| 設計者・社内展開セッション | |
| JMAG-Designer によるスピーカーの開発と設計への展開事例 オンキヨー株式会社 豊嶋 吉英氏 | |
| モータ開発における JMAG-BUS の活用と展開事例 株式会社 本田技術研究所 三好 健宏氏 | |
| JMAG 開発計画 II 株式会社 JSOL 山田 隆 | |
| 開会式 (17:20) | |

イベント情報

JMAG イチオシセミナー紹介

今回は、好評開催中のスキルアップセミナーをご紹介します。スキルアップセミナーは、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。全7回ご参加いただくことで、JMAGに関する解析技術を習得いただけます。

スキルアップセミナー 2011

開催概要

主催：株式会社 JSOL

日時：第6回 材料モデリング、鉄損：12月21日(水)、第7回 結果評価：1月27日(金)

場所：東京(晴海)セミナールーム

URL：<http://www.jmag-international.com/jp/seminar/skup/skillup.html>

今年は各回終了時、テスト問題に挑戦していただき、全7回分の問題に合格すると、修了証書を授与いたします。第6、7回にご参加いただければ、逃した回の問題も、受験いただけます。ぜひ参戦ください。

今回は、好評開催中のスキルアップセミナーで実際に行われているテスト問題の一部をご紹介します。

「第1回 メッシュ」 テスト

氏名：晴海 太郎

【問1】 渦電流分布の計算を精度良く、効率良く計算するための注意点や解決策を記載しています。正しい記述に○を、誤りの記述に×をつけてください。

- () 渦電流が大きく変化する導体表面のメッシュを、表皮厚さを考慮して細かくする必要がある。
- () 導体内は常に一律にメッシュ分割すればよい。
- () 表皮効果が表れる過渡解析では、表皮メッシュ生成機能を使用する方がよい。

→間違いやすいポイントの解説：
表皮メッシュ解説機能を使用すると、その部分に三角柱要素が生成され、導体を全て四面体でメッシュ生成するよりも計算精度が向上する。

【問2】 回転機の解析においてまうことがあります。考えられる原因を、また、JMAG ではこれを解消する方法を説明してください。



間違いやすい箇所には解説が付くよ！

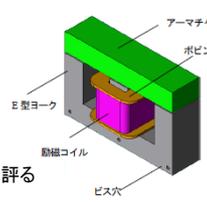
「第1回 メッシュ」 テスト

氏名：晴海 太郎

【問5】 下図の電磁石の解析において、モデル作成上どのような簡略化が有効と考えられるか、簡略化する点とその理由を説明してください。

※解析条件・評価項目
・励磁コイルに通電した際にE型ヨークとアーマチャ間に生じる電磁吸引力を評る
・励磁条件：1A 1000T

- ・ボピンは非磁性体で磁路とならないため、モデルから削除する
- ・ビス穴は微小であり主磁路に影響が無いとみなせるため、モデルから削除する
- ・コイルは起磁力として使用し表皮効果や近接効果は無視できるため、1本ずつ表現しない
- ・左右対称形状のため、半分のみモデル化する
- ・厚みが十分あり厚み方向に一律であるため、2次元モデル化する



図を見ながら説明する問題もできるよ！

お申し込みはこちら

<http://www.jmag-international.com/jp/seminar/skup/skillup.html>

イベント情報

イベント開催レポート

JMAG は国内、海外問わずイベント出展しています。JMAG の活動をぜひご覧ください。

LMS Conference Japan 2011

開催概要

主催 : エルエムエスジャパン株式会社

日時 : 2011 年 10 月 18 日(火)

場所 : 東京コンファレンスセンター品川

URL : <http://www.lmsjapan.com/lmsconferences/japan>



LMS Conference Japan 2011(品川)にて、弊社坂下が「LMS Virtual.Lab と JMAG の連携によるモータ音振動解析」と題し講演を行いました。

また会場前では、JMAG を展示させていただき、音・振動解析をされている方を中心に JMAG を紹介いたしました。電磁力を入力とした振動解析について活発な意見交換がされました。今後ますます、LMS Virtual.Lab との連携機能も強化していく予定です。JMAG ユーザの皆さまもぜひご期待ください。

IEEE Energy Conversion Congress and Exposition 2011 (ECCE 2011)

開催概要

主催 : IEEE

日時 : 2011 年 9 月 17 日(土)~9 月 22 日(木)

場所 : HYATT REGENCY PHOENIX & PHOENIX CONVENTION CENTER
IN PHOENIX, ARIZONA (アメリカ)

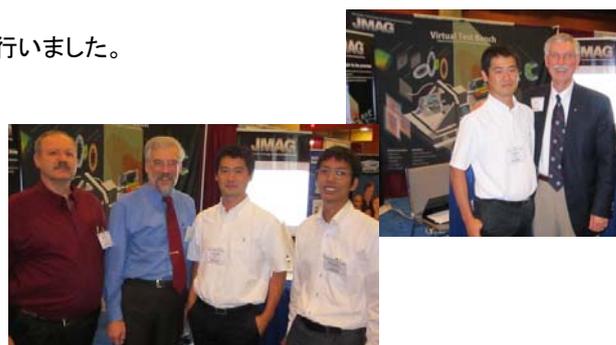
URL : <http://www.ecce2011.org/>



JMAG の海外代理店である Powersys Solutions が IEEE 主催の学会に出展いたしました。

JSOL は Industrial Seminar で「JMAG Industrial Seminar & Cocktail Reception supported by JSOL Corporation and Powersys, Inc.」と題し、30 分のセミナーと、カクテルレセプションを開催いたしました。

展示ブースでは、JMAG の機能紹介や事例紹介、JMAG-Express と JMAG-RT Viewer のデモンストレーションを行いました。



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ご紹介するセミナーです。

受講対象: JMAGユーザー様

遠方のお客様向け

・録画WEBセミナー

遠方ユーザー様、お時間の都合があわ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

製品をご紹介するとともに、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 ~ 16:30

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。

録画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。
録画セミナーのため、期間中お好きな時間に何度でも受講いただけます。
内容は開催したセミナーの再演となります。