

SIMULIA

COMMUNITY NEWS

2018年5月号 #19

電磁界イノベーションの推進力

カバーストーリー
TactoTek 社

 DASSAULT
SYSTEMES | The 3DEXPERIENCE® Company

目次

2018年5月号



3 ごあいさつ

CST 代表取締役 Bernhard Wagner

4 ニュース

ダッソー・システムズが EXA CORPORATION の買収を完了

5 将来展望

3DEXPERIENCE プラットフォーム上での電磁界シミュレーション

7 カバーストーリー

TactoTek 社へのインタビュー

10 プロダクトアップデート

シミュレーションのための R2018X: 必要なものを、どこでもどこでも

13 アプリケーションハイライト

電気自動車用ワイヤレス給電システム — CST STUDIO SUITE® による設計と解析

15 ケーススタディ

Airbus Defence and Space 社

18 アカデミックハイライト

CST University Publication Awards

19 アプリケーションハイライト

航空機への雷撃のシミュレーション

20 アプリケーションハイライト

家庭用コネクテッドマルチメディア機器のアンテナ設計

22 アライアンス

集積フォトニクスを使用する際に考えるべき3つの事柄

24 アカデミックケーススタディ

マサチューセッツ州立大学ローエル校ナノ製造センター

25 技術ヒント

設計に適したアンテナを見つけ出す方法

26 アカデミックハイライト

進行波管が可能にする新しい大容量ミリ波無線ネットワーク

寄稿者: TactoTek 社、マサチューセッツ州立大学ローエル校、Airbus Defence and Space 社、Luceda Photonics 社、Parker グループ

表紙: TactoTek 社、製品管理担当副社長 Sini Rytty 氏、アンテナ専門家 Anne Isohäätä 氏
フィンランド Petri Mast Photography 社撮影

Dassault Systems K.K. 東京都品川区大崎2-1-1 ThinkPark Tower 20F Tel: 03-4321-3503, Fax: 03-4321-3501,
simulia.jp.marketing@3ds.com,
編集長: Tad Clarke, 副編集長: Kristina Hines, グラフィックデザイナー: Todd Sabelli

3DEXPERIENCE®、Compass icon、3DS ロゴ、CATIA、SOLIDWORKS、ENOVIA、DELMIA、SIMULIA、GEOVIA、EXALEAD、
3D VIA、3DSWYM、BIOVIA、NETVIBES、および3DXCITE はアメリカ合衆国、またはその他の国における、ダッソー・システムズまたはその子会社の商標または登録商標です。その他の会社名、製品名およびサービス名は、それぞれの所有者の商標またはサービスマークです。Copyright Dassault Systèmes, 2018

 SIMULIA



不可視のものを可視化する

あなたの周りを多数の電波が飛び交っていても、そして身体を突き抜けても、あなたはそれを見ることも、聞くことも、感じることもできません。しかし、こうした高周波電磁（EM）波が、あなたを世界中の情報源とつないでいます。EM シミュレーションは、電磁界を計算して、それらの挙動をエンジニアに見えるようにするための技術です。

弊社の電磁設計に携わるお客様は、5G やインターネット・オブ・エブリシング技術を用いて、通信環境をさらに改善するためのデバイスを開発しています。また、車載電子機器や自動運転車、あるいは体内を調べるためだけでなく、ガンなどの病気を治療する医療機器を開発しています。そして、エネルギー・環境問題に対して、地球に優しい新たな解決策を編み出そうとしています。街中から宇宙の果てに至るまで、いたるところにEM デバイスがあり、それらの設計にシミュレーションが重要な役割を果たしています。

潜在的かつ重大なリスクの一つは、我々の周囲の電磁場が他のデバイスに干渉して、大損害を与える危険性があることです。例えば、静電気のわずかな火花でも、マイクロチップを破壊するには十分なものです。この種の問題を特定し対策を取ることが、EM シミュレーションのアプリケーションとして増えています。

電磁気学は、ほとんどすべての物理領域と関連しています。電子レンジを見れば分かるように、電流と高周波は素材を高温に加熱します。高速列車で都市間を移動した人は、誰でもモーターと磁石が発生させるものすごい力を感じています。熱力学、機械力学、光学、素粒子物理学、材料科学など、これらの物理分野のすべてが EM と極めて重要な関わりを持っているのです。

CST (Computer Simulation Technology) 社は、まさにこうした問題に取り組むために 1992 年に設立されました。2016 年にダッソー・システムズの SIMULIA ブランドの一員となって以来、弊社の EM シミュレーションツールと **3DEXPERIENCE** プラットフォーム上での他のシミュレーションおよび設計ツールとの間には、さまざまな相乗効果のあることが分かりました。今回の SIMULIA Community News では、EM シミュレーションとマルチフィジックス協調設計の話題を幅広く取り上げています。

本紙に掲載の事例には、明らかな EM シミュレーションのアプリケーション以外に、予想外のものも含まれているかもしれません。人工衛星が高性能なマイクロ波部品を必要とするのは当たり前のことですが、Airbus Defence and Space 社の Paul Booth 氏とのインタビューに基づいた 15 ページの記事では、シミュレーションと積層造形法を組み合わせることによって、従来の方法では作ることができなかった特注デバイスを開発できたことが示されています。また、TactoTek 社の Sini Rytky 氏および Anne Isohäätäla 氏の記事（7 ページ）と、マサチューセッツ州立大学ローエル校の NextFlex 2.5 チームの記事（24 ページ）では、電子回路をシームレスにコンポーネントに統合する方法や、曲げたり、ねじったり、伸ばしたりできる電子機器が紹介されています。

本誌は、現在行われていることだけでなく、電気工学分野の来たるべき将来についても取り上げています。ランカスター大学の Claudio Paoloni 教授は、近々やって来る第五世代（5G）のモバイル通信を実現するため、彼が行っている画期的な新型増幅器の研究について説明しています（25 ページ）。また、CST のエンジニアである Christian Kremers は、路上でワイヤレス給電が可能な電気自動車の設計に対し EM シミュレーションの適用性を実証しています（13 ページ）。

ここまで述べたアプリケーションには興味を惹くものはありましたか？ EM シミュレーションにもっとご関心があれば、CST 代表取締役兼 R&D 部長の Peter Thoma による将来展望（5 ページ）と、CST 子会社の Magus 社取締役 Brian Woods による Antenna Magus を用いた設計の民主化の実例（20 ページ）も是非ご一読ください。

本号をお楽しみいただけましたら、本誌の制作に携わった全員、大変嬉しく思います。

敬具

BERNHARD WAGNER
CST 代表取締役

ダッソー・システムズが EXA CORPORATION の買収を完了

産業プロセスを通じた CFD とマルチフィジックス・シミュレーションの価値向上



「全体は部分の総和に勝る」という言葉をご存じでしょうか。これは「それぞれが個々の力を発揮するよりも、それらを組み合わせる方が大きな力となる」という意味の格言であり、いわゆる相乗効果を言い表しています。我々ダッソー・システムズは、複数の技術分野をつなぎ合わせることに情熱を注いでおり、“より大局的”に物事を考える能力が我が社の社風には不可欠となっています。

現在、我々は異なる技術分野を単につなぎ合わせることから、それらをシームレスに接続することへと技術戦略を強化しており、これによって、お客様のイノベーションプロセスに大改革をもたらそうとしています。目標は、弊社のすべての製品間に相乗効果を生み出すことであり、それらを単独で使用した場合よりも、多くの価値をもたらすようにすることです。これには、3DEXPERIENCE プラットフォーム上での産業プロセス向けマルチフィジックス/マルチスケールアプリケーションの拡大・強化が含まれています。

Exa Corporation は、極めて動的な流体の流れ問題に対する実証された産業ソリューションを提供することにおいて、業界リーダーの地位を築いてきました。同社のソリューションは、空気力学、熱管理、空力音響、多孔質岩石中の多相流れなどのアプリケーションに必要な不可欠なものとなっています。1991年に発表した特許取得済みの格子ボルツマン法に基づく CFD ソルバー Digital Physics によって、SIMULIA のシミュレーションポートフォリオの価値はさらに高まることとなります。その主力製品である PowerFLOW などの同社のアプリケーション製品群は、非常に高度なベンチマーク問題や産業パートナーからのテスト事例を用いて、新機能のリリースごとに妥当性が検証されています。

極めて重要な手掛かりを得る

PowerFLOW などの Exa 製品を用いると、エンジニアや設計者は、車両開発で用いられる風洞施設などの高価で非効率な試作実験に頼った従来の設計評価法を、より便利でタイムリーに使用できる高精度なデジタルシミュレーションによって増強したり置き換えたりできるようになります。これらのモデリング、シミュレーション、および可視化のアプリケーションでは、開発プロセスの早い段階から設計性能について重要な手掛かりが得られるため、

コストの掛かる再設計や後段階での設計変更の発生率を下げるのが可能であり、結果として、大幅なコスト削減と車両開発プロセスの根本的改善が実現します。

Exa チームは、クラウド上でソフトウェアを提供することにおいても豊富な経験と専門知識を有しています。同社の全シミュレーション製品は、いつでもどこでも安全にウェブベースでアクセスすることが可能であり、ExaCLOUD が、セキュアな仮想ハイパフォーマンス・コンピューティング施設へのアクセスを提供しています。

我々は、徐々に PowerFLOW 製品一式を 3DEXPERIENCE プラットフォーム上の産業ソリューションに組み込んでいく予定です。このようにして、我々が SIMULIA Fluid Dynamics アプリケーションを多くの新しい産業プロセスへと広げていけば、シミュレーションのビジネス価値も拡大していくことでしょう。Exa 社の新しい同僚たちは、同じ価値観や技術リーダーシップに対する思い、クラス最高のソリューション、革新的技術、そしてユーザーに焦点を合わせた優れた技術サポートとの関わりを我々と共有しています。

この合同チームがお客様と密接に協力しながら、弊社の技術を適用することでイノベーションプロセスを変革し、そして技術およびビジネス上の目標を達成できるように皆様を支援してまいります。

「ダッソー・システムズと Exa 社はともに、科学と産業を統合的にフォーカスすることの価値を信じています。それは、製品と自然と生命の調和を図る 3DEXPERIENCE のユニバース環境を提供していくという、我々のコミットメントの重要部分をなすものです」

ダッソー・システムズ、副会長兼 CEO, Bernard Charlès

詳細は以下をご覧ください

www.3ds.com/products-services/simulia/products/exa-powerflow

3DEXPERIENCE プラットフォーム上での 電磁界シミュレーション

電磁気学 (EM) は電磁界に関わる物理分野です。この分野の基礎をなすマクスウェル方程式は 150 年以上も前に確立されたものですが、電話機から粒子加速器に至るまで、EM 部品を含むあらゆる製品において、この方程式を解くことが今もなお、その挙動を理解する上で必須となっています。

さらに広く見れば、EM と他の科学分野の間にはさまざまな関連性が存在します。モーターや磁石は力やトルクを生み出します。また、電流は熱を発生させますが、それは熱力学との関連性を意味しています。電子機器は、固体物理学で記述される半導体の特性に頼っており、一方、バッテリーは化学作用によって電圧を発生させます。そのため、EM はマルチフィジックス・シミュレーションのツールボックスの重要部分を占めています。

CST 社は、シミュレーションにおける 3DEM アプローチの技術一式を通じて、エンジニアの技術課題への取り組みを支援しています。我々は、多数の汎用および専用 EM ソルバーとそれらを組み合わせる能力、熱的効果や機械的応力を考慮する能力を備えた EM 分野のプラットフォームを構築しています。これによって、多数の部品からなる複雑なシステムのシミュレーションが可能になり、結果として、異なるソフトウェアアプリケーションを切り替えて使用する手間もコストもなく、さまざまな物理的効果を分かりやすいワークフローでシミュレーションできるようになります。

CST 社の研究開発担当役員である Peter Thoma 氏は次のように話しています。「SIMULIA ファミリーの一員になって以来、CST POWER'BY 3DEXPERIENCE によって、我々はこれをさらに推し進めることができるようになりました。電磁気学は物理学の一分野に過ぎませんが、機器がより高度化し、互いに接続されるようになると、それらの EM 特性は、機械的性能、材料特性、空気力学、製品デザインなど、ますます他の検討項目と深く関わり合い

を持つようになります。そして 3DEXPERIENCE プラットフォームは、これらすべての分野との協調を可能にするソフトウェアソリューションを実現しています」

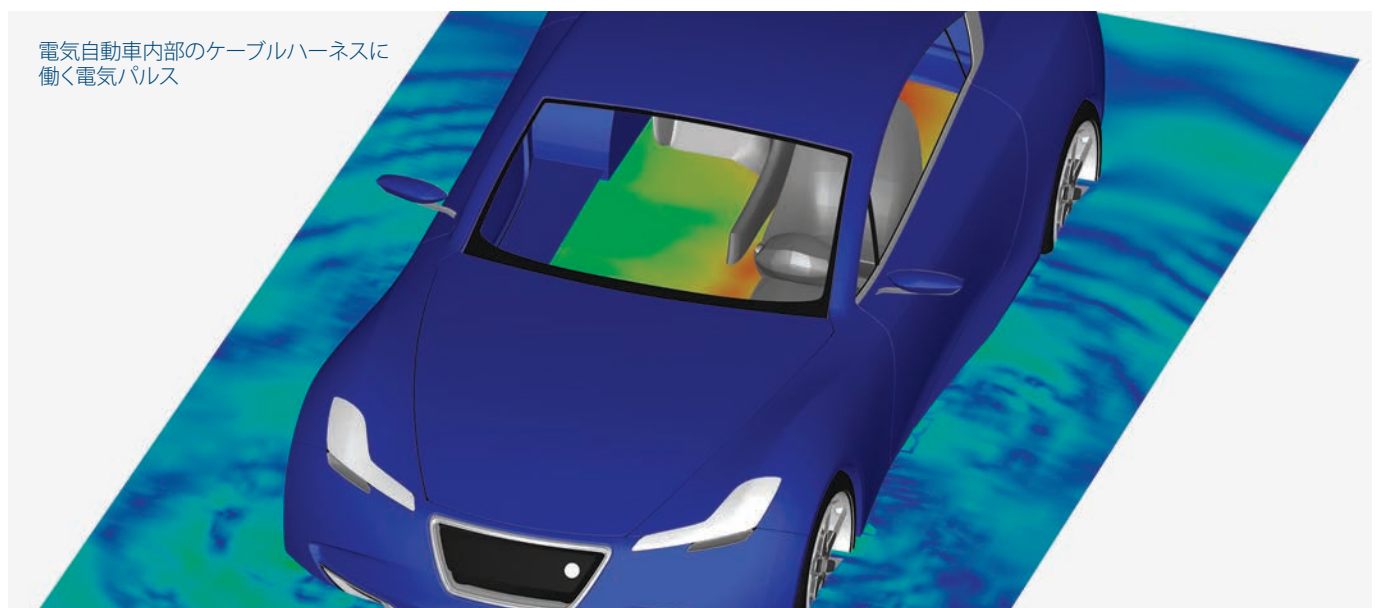
自動車・輸送機械業界の未来

自動運転車や電気自動車の出現が、EM およびマルチフィジックス・シミュレーションの重要性を浮き彫りにしています。一般に、自動運転EV車両には複雑な相互依存ネットワークに接続された多数のコンポーネントやサブシステムが組み込まれるため、車両性能を最適化するために考慮すべき多数のトレードオフが存在することになります。機器が発する妨害電磁波 (EMI) を最小限に抑えるとともに、外部からの EMI に対する耐性を保証することが、考慮すべき重要事項の一つとなります。

最初に、バッテリーについて考えてみましょう。その電気化学的特性は、熱的安定性や耐衝撃性とバランスを取る必要があります。3DEXPERIENCE プラットフォームでは、BIOVIA Materials Studio にアクセスすることでバッテリーの化学的性質と熱暴走のシミュレーションが可能になり、さらには他の SIMULIA アプリケーションにアクセスして構造的健全性の計算も可能になります。また、ワイヤレスバッテリー充電システムが、電気自動車 (EV) の使い勝手を高め、その普及を促進すると考えられていますが、電磁シミュレーションは、充電装置や充電手順の効率性と操作の安全性を高めることに役立ちます。

自動運転車には周囲を認識する能力が必要です。現在位置を判定し、目的地までのルートを決めるため、GPS、GLONASS、Galileo などのナビゲーションシステムが用いられます。車の周囲の状況はレーダーシステムで監視できます。車車間通信 (V2V) や路車間・車車間通信 (V2X) システムが、潜在的な危険性に関する情報を収集し、交通の流れを最適化します。そしてこれは「インターネット・オブ・エブリシング」を推進する 5G 通信規格によって実現されます。

「すべての無線通信にはアンテナシステムが必要です。前述のものに、キーレスエントリー、ラジオ、パーソナル通信などのマル



電気自動車内部のケーブルハーネスに働く電気パルス

将来展望

チメディア対応機器が追加されると、一台の車に数十個ものアンテナが搭載されることとなります」と Thoma 氏は話しています。

どのアンテナ業界も、その仕様を満たさなければいけません、単独でそれを実施するだけでは不十分です。それが組み込まれる製品内で適切に機能するとともに、それが設置される場所に整合し最適化されなければいけません。車体形状や家庭用マルチメディア機器内の空間など、従うべき設計制約条件が存在するかもしれません。また、どのような設計変更もアンテナ性能に多大な影響を与える可能性があります。さらに、すべてのアンテナは、同時にそして相互に動作する必要があります。コサイト干渉は車体と設置場所に依存しています。

適切なアンテナの選択

アンテナ設計は、電磁気学の深い知識を必要とする専門職です。ただし、すべての開発がゼロからスタートするわけではありません。特に低コストの機器など、多くの製品で非常にシンプルな設計を採用したり、市販のアンテナを購入したりすることによって、アンテナ専門家の必要性が回避されています。しかし、どちらの場合もその解決策は理想的とは言えません。アンテナ設計のこうした隙間を埋めるため、CST 製品の Antenna Magus が開発されました。

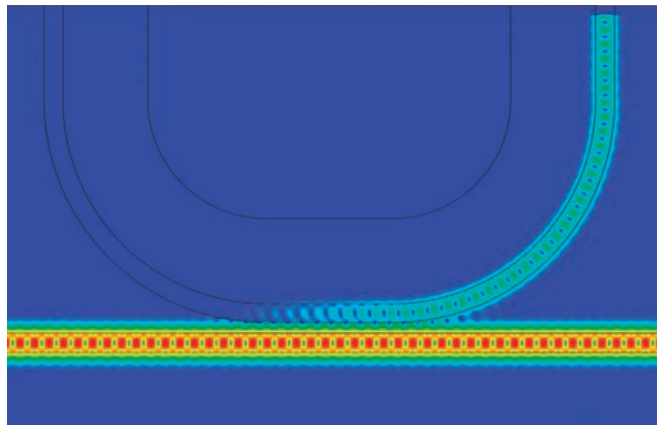
Antenna Magus には、アンテナ設計のデータベースと便利な情報ブラウザが含まれています。一連の仕様を指示すると、Antenna Magus が適切なアンテナタイプを提案し、特定の周波数バンドに合ったモデルを作り出してくれます。すなわち、設計者は自分のアプリケーション用に特別に作られたアンテナを入手することができ、さらにアンテナエンジニアリングの専門知識がなくても、それらを機器に組み込むことが可能になります。

積層造形法

先端技術分野の開発サイクルにおいては、従来の製造法や試作法の限界が明らかになっています。一度限りの試作品の作成プロセスには非常に時間とコストがかかります。シミュレーションと積層造形技術を組み合わせることで、こうしたコストが削減されます。

積層造形法では、従来製法による機械加工も鋳造もできないような機器の作成が可能になり、大幅な小型化や軽量化が実現します。EM シミュレーションを積層造形のワークフローに組み込むことで、エンジニアは設計から製造へ直ちに移行できるようになります。CST 社は、こうしたニーズを満たす Antenna Magus や Filter Designer 3D などの合成ツールに加えて、厳しい仕様を満たすとともに性能を最適化するための機器のチューニングを可能にする強力な内蔵最適化プロセッサも提供しています。

「シミュレーションによる仮想プロトタイプリングは、必要な試作品数を削減する一方で、3D プリンティングなどの積層造形技術は、試作品の製造をより簡単化します。さらに積層造形法は、従来の製造法では実現できなかったソリューションを実現する、ジェネレーティブデザインの可能性を切り開きます」と Thoma 氏は付け加えています。



光方向性結合器まわりの電界

フレキシブル・エレクトロニクス

フレキシブル・エレクトロニクスは、製造技術の進歩が生産上の弱点を克服しているもう一つの領域であり、機器のさらなる小型化と耐久性向上に貢献しています。曲げ、ねじり、引張などを受けたときの電子構造体の変形は、その性能に影響を及ぼします。そして、そのような構造体の設計と解析も EM シミュレーションの重要な新規市場となります。

フォトニクス

エレクトロニクス産業が既存技術の小型化によって可能となることの限界に近づく中、まったく新しいフォトニクスの分野が成熟期を迎えつつあります。従来のエレクトロニクスが電子を利用するのと同様に、フォトニクスは光子を利用するため、はるかに高い周波数と専用の非線形光学材料が必要となります。

「CST 社は、Luceda Photonics 社と協力して、フォトニック回路のレイアウトと解析のための統合型フォトニック設計ワークフローを開発しています。これによって、エンジニアはフォトニック部品の合成とシミュレーション、ならびにシステム全体としての性能の分析が可能になります」と Thoma 氏は説明しています。

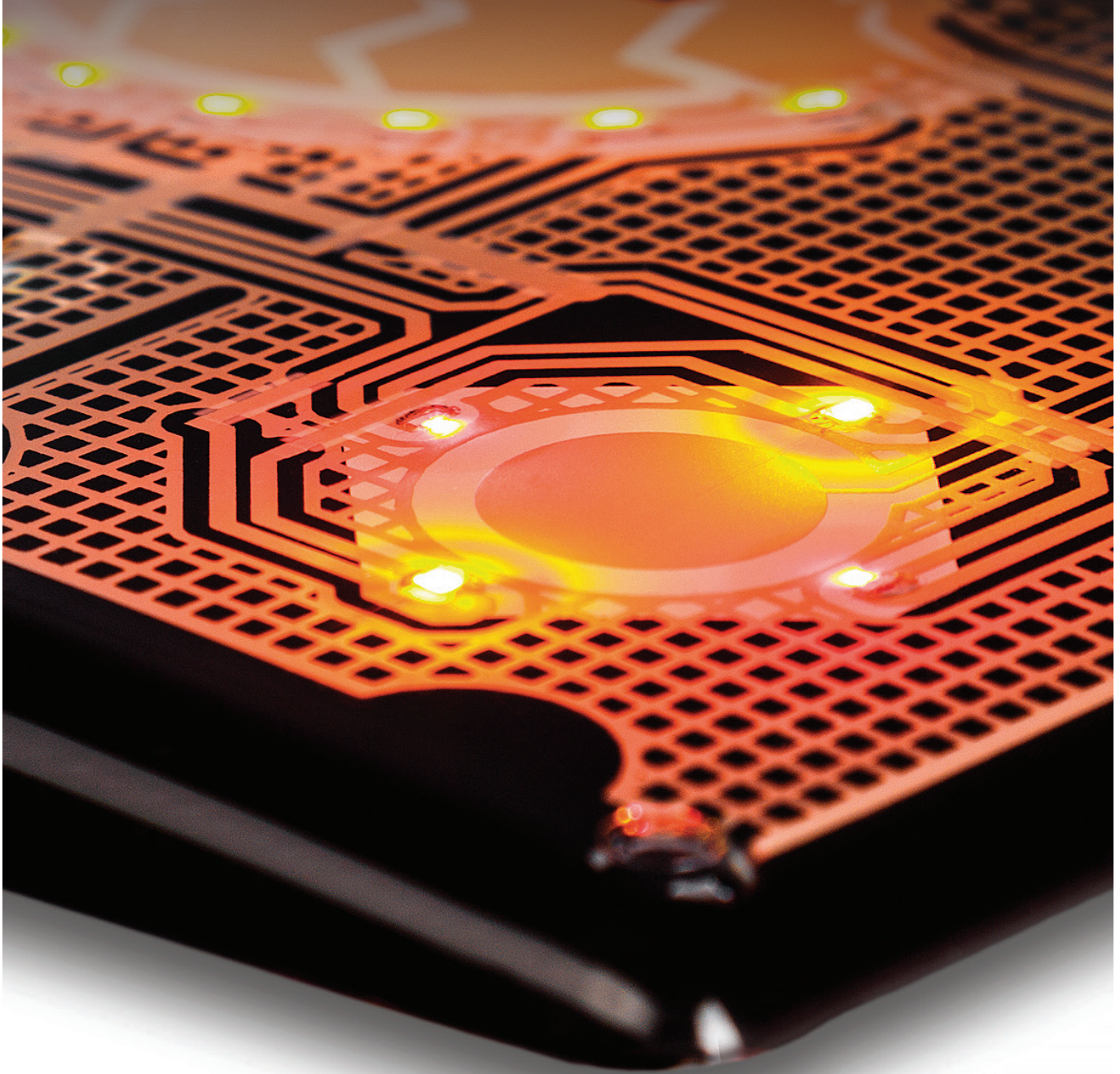
結論

電磁気学は多分に専門的な分野ですが、さまざまなアプリケーションでその重要度が增大しています。例えば、落雷に耐えることが求められる建物や、RFID タグを含む包装など、明らかに電子部品を含まないアプリケーションにおいても重要度が増しています。「CST 社のソフトウェアを 3DEXPERIENCE プラットフォームに組み込むことにより、我々のアプリケーションをダッソー・システムズの全ソフトウェアソリューションと併用できるようにして、EM シミュレーションを製品設計の重要な一部とすることが我々の目標です」

詳細は以下をご覧ください

www.3ds.com/products-services/simulia/products/cst-studio-suite

カスタマーインタビュー:TACTOTEK 社
ごく普通のプラスチックを
スマートサーフェスに変身させる



画像:Tactotek 社提供

カバーストーリー

電子機器がますます高性能になり、埋め込み型が増加すると、そうした機器を簡単に操作できる直感的なインターフェースが必要になります。TactoTek 社は、特許を取得した射出成形構造用エレクトロニクス (IMSE) 技術を利用して、ごく普通のプラスチックをスマートサーフェスに作り替えることにより、丈夫でコンパクトな (見栄えも美しい) センサーやコントロールパネルを開発しています。我々はフィンランドのオウル市にある TactoTek 本社を訪問し、製品管理担当副社長の Sini Rytty 氏とアンテナ専門家の Anne Isohäätä 氏に、最近のスマートサーフェスの進歩と、同社がどのように SIMULIA のシミュレーションツールを使用して独自製品を設計しているのかについて伺いました。

射出成形構造用エレクトロニクスとは、どのようなものですか？

射出成形構造用エレクトロニクス (IMSE) は、プリント回路と個々の電子部品を組み合わせてフィルム上に印刷・配置し、3D 形状に熱成形した後、最終的に完全密封のパーツ構造となるよう射出成形したものです。

この技術の応用分野については、いくつかの具体例 (例えば、自動車分野) を示すと分かりやすいでしょう。IMSE は、自動車や家電製品の内部に継ぎ目のない面を作る上で最適です。IMSE パーツの厚みは通常 2~3 ミリですので、ドアトリムなどのスペースが限られた場所にもうってつけです。車室内の典型的な用途としては、頭上のコントロールパネル、ドアトリム、シートの制御ユニットなどがあります。洗濯機のような家電製品では、前面パネル、照明スイッチなどのコントロールパネルです。

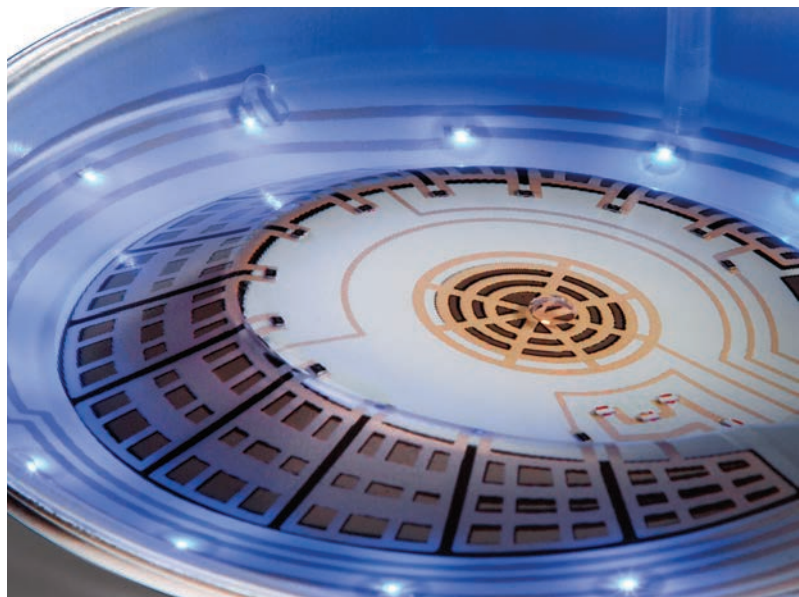
ユーザーと完成品メーカーにとって、IMSE にはどんなメリットがありますか？

1. 技術面

- ・プラスチック、木材、皮革などでできた継ぎ目のない 3D 表面に電子機能を作り込むことが可能です。これまでのような形状因子に左右されることなく、従来の電子装置や機械装置ではアクセスできない場所にも電子機能を設置できるため、工業デザイナーは直感的なユーザーエクスペリエンスを生み出せるようになります。
- ・製品の奥行きを 90% 削減できます。
- ・製品の重量を 50~70% 削減できます。
- ・製品の表面に接近して印刷できるため、タッチパネルの反応やアンテナ性能が大幅に向上します (当社の事例では、NFC 性能が 40% 改善)。

2. 総所有コスト

- ・単一パーツのアセンブリーであるため、組み立てコストが 30% 以上節減されます。
- ・パーツ点数の削減によって必要な金型数が減少します (例えば、典型的な頭上コントロールパネルのパーツ数は 50~80 ですが、IMSE では 10 未満です)。
- ・単一パーツのアセンブリーであるため、保守点検時間が最大 40% 削減されます。
- ・単一コンポーネントの特注品であるため、製品アップデートが迅速化されます。



画像: TactoTek 社提供

3. 耐久性と信頼性

- ・耐衝撃・衝突性に優れます。
- ・完全密封構造であるため、湿気やデブリから保護されます。
- ・-40~+80 °C の温度範囲で動作します (100 °C 超の沸騰水中でもテストしましたが、それ以降も問題なく動作しています)

IMSE の設計課題としては、どのようなものがありますか？

典型的な設計課題 (ただし、TactoTek では解決済みであり、設計指針がある) は以下のとおりです。

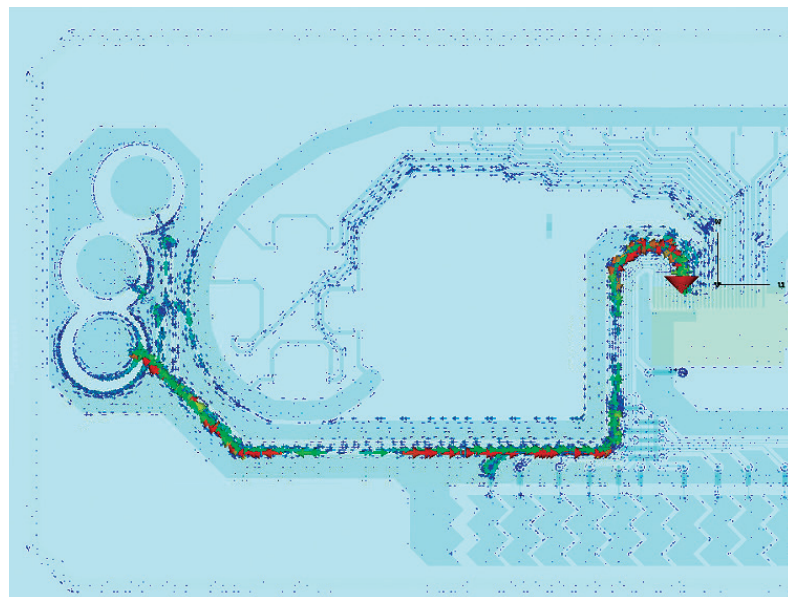
- ・形状ごとに最適性能を得るには、材料スタック挙動の最適化が必要 (適切なフィルム-インク-接着剤-部品-レジンの組み合わせの選択)。これについては、我々は最高の状態を明らかにしたいと考えており、それは我々自身の研究においても最も重要な要素の一つとなっています。
- ・インモールド照明における幾何学的特性
- ・電子回路の設計において、我々は現在、設計ツールの観点からある限界に直面しています。従来の PCB レイヤスタックを使用するしかない状況であり、フィルムでは、PCB の場合と同じ方法で各種のレイヤを作成することができません。そのため、手作業による大掛かりな確認が必要となっています。
- ・光の漏れを排除したまま、必要な輝度と均一性を得るための LED 部品の配置と部品間距離の問題

あなたのチームがシミュレーションを使い始めるに至ったきっかけは何でしたか？

我々のチームは、従来の設計ルールが当てはまらない、新たなプロセスと技術を開発しています。シミュレーションは、実パーツを組み立てる前に電氣的機能の動作を検証するためと、設計および微調整の時間を短縮するための解決策になると考えました。

IMSE 設計には、どのようなシミュレーション要件がありましたか？

基本要件は、IMSE 設計において電氣的機能の動作を仮想プロトタイプでリアルに推定できることでした。



ControlSurface™ デモ機の線路上での1GHzの表面電流。
画像:Tactotek 社提供



画像:Tactotek 社提供

Tactotek 社が CST STUDIO SUITE などの SIMULIA のシミュレーションツールを使い始めた経緯と適用分野について教えてください。

我が社のアンテナ専門家には、IMSE チームに参加する以前から、CST MICROWAVE STUDIO を使用してアンテナシミュレーションを行った経験がありました。社内では、IMSE 技術の開発プロセスを加速するには、シミュレーション能力の強化が避けられないと考えられていました。そのためチームは、アンテナ以外の電子機器の性能をどの程度推定できるのか調べるため、CST STUDIO SUITE の評価を開始しました。

こうした特殊な用途に対して、どのように CST STUDIO SUITE を適用したのか教えてください。

典型的な IMSE 製品には非常に多くの電氣的機能が組み込まれるため、それらすべてをシミュレーションするには複数の異なる手法が必須となります。静電容量式のボタンやスライダーには CST STUDIO SUITE の静電界ソルバー（静電場と静電位のシミュレーション用の低周波ソルバー）が用いられ、NFC コイルの性能、LED のトレースインピーダンス挙動、および伝導性放射のシミュレーションには、周波数領域ソルバー（CST の汎用高周波ソルバーの一つ）が使用されました。また、アンテナ性能、放射妨害波、および電磁波耐性のシミュレーションには、時間領域ソルバー（高周波およびトランジエントシミュレーション用の CST の主力ソルバー）が用いられました。

シミュレーション・ライフサイクル全体に対して、SIMULIA 製品を選択することになった主な要因は何でしたか？

CST STUDIO SUITE が Tactotek 社の EM シミュレーションソフトウェアに選ばれた大きな要因は、測定値との良い相関性、そして妥当なシミュレーション時間にありました。

こうしたシミュレーションの取り組みによって、どのような成果が得られましたか？ 以前の設計フローでは達成できなかったことで、あなたのチームができるようになったことは何ですか？

電磁シミュレーションは、IMSE の設計ワークフローで欠くこと

のできない役割を果たしています。仮想プロトタイプによって EM シミュレーションから IMSE 設計者にフィードバックがもたらされ、実機生産へ進む上での自信が得られます。以前は、設計案が意図したとおりに機能するようになるまで、複数回の製造サイクルが必要でした。EM シミュレーションが IMSE の設計ワークフローに組み込まれた結果、以前よりも設計期間が短縮し、コストも削減されました。

あなた方が製品開発ライフサイクル全体を通じて行っているさまざまな設計スタディにおいて、SIMULIA 製品の利用に関連した測定基準（節減時間、コスト、能率など）はありますか？

時間、コスト、性能向上のすべてが、IMSE 設計の CST EM シミュレーションに関連しています。

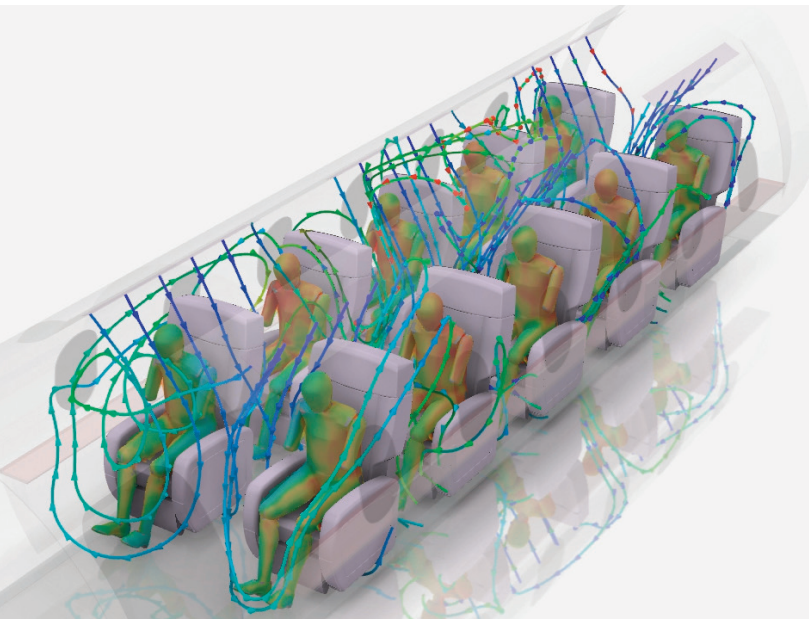
他のどんな CAD/CAE ツールをお使いですか？ その理由は？

最も良く用いるものだけでも、CATIA V5 & V6、SolidWorks、Altium、Eagle、SPEOS、CorelDRAW などがあります。

詳細は以下をご覧ください
www.tactotek.com

プロダクトアップデート

シミュレーションのための R2018X: 必要なものを、どれでもどこでも



Fluid Mechanics Analyst ロール (FLA)

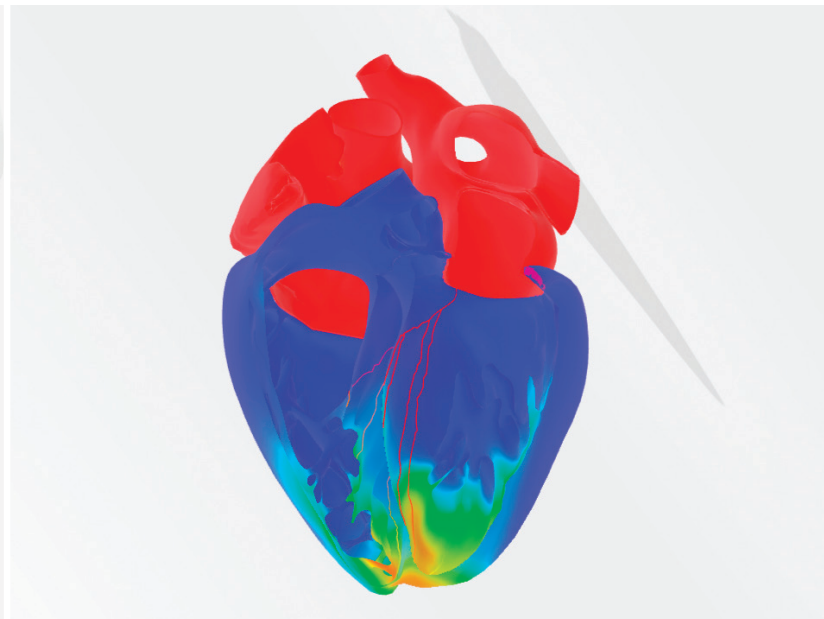
SIMULIA のシミュレーションツールを (ただ一つで) お使いの皆様としては、新しいソフトウェアリリースを期待とためらいの入り交じった思いで見ているのかもしれませんが。R2018X が登場した今、皆様は仕事の効率化に役立つ新機能にはどういったものがあるのか気になると同時に、どうしたら必要なものを容易にコスト効率良く利用できるのか知りたいと思っていますでしょう。こうしたプラットフォームやクラウドの新商品を検討すべき時なのでしょうか、また、それらは現在そして将来の皆様のワークフローにどのような影響を与えるのでしょうか。

我々には分かっています。我々は常に皆様とともに歩んでおり、お客様からの意見を参考にしながら、SIMULIA の能力を調査し、洗練させ改良しています。皆様のイノベーションとコラボレーションの能力を高めるように、実現しうる最高のアプリケーションセットをまとめ上げるには、複雑さと使いやすさ、さらにはアクセスのしやすさとのバランス取りが必要です。

R2018X では、そうしたバランスが非常にうまく取れていると、我々は考えています。シミュレーション製品の最近の機能強化について記した以下のページをご覧になれば、我々が皆様のために組み込んだ強力な機能の数々に好印象を持たれることでしょう。また、新商品の多くがクリック一つで非常に簡単に利用できることもお分かりになるでしょう。

そういうわけで、まだプラットフォームもクラウドも検討したことがなければ、今こそ検討すべきです。シミュレーションに携わるすべての人にとって「アクセスの容易さ」がキーフレーズとなっていますが、それこそが R2018X の真髄なのです。会社の規模にかかわらず、他社に対抗できるほど機敏でありたいのなら、効率性と同僚や顧客との接続性をさらに高める必要があります。

世界は今、インダストリー・ルネッサンスの渦中にあり、それは、コンセプト開発から、設計・製造、マーケティング、そして



Living Heart Human Model ロール (SHH)

生産終了まで、すべてが高度に統合されたエンド・ツー・エンドのエンジニアリング部門への移行を意味しています。それは知識とノウハウの問題であり、先に学んだことを収集・共有し、それを足場として、より良い製品とユーザーエクスペリエンスを効率良く顧客に届けることです。こうした変化が次々と明るみに出ており、我々はそれに乗り遅れるわけにはいきません。

R2018X は、SIMULIA ユーザーがこの変革の波を無事乗り切れるように、皆様が必要とするどんなものにもアクセスできる能力を大幅に向上させています。**3DEXPERIENCE** プラットフォームの提供するものが皆様のためになると、これまで以上に簡単に気付くはずです。プラットフォームによって、弊社姉妹ブランドの新技術が利用可能になるだけでなく、ユーザー以外の人にもシミュレーションを利用する機会がもたらされます。これによって皆様のチーム全体が強化され、設計・製造サイクルが圧縮されるため、適切な製品を最短時間で市場に投入できるようになります。

今回のリリースでは、ほぼすべての設計およびエンジニアリング製品が、クラウド上でサービス型ソフトウェア (SaaS) として利用できるようになりました。これは必要な場合のみの従量課金制であり、費用対効果に特に優れています。クラウドアクセスでは、サービス型プラットフォーム (PaaS) も提供しており、ローカルプラットフォームを大掛かりにインストールすることなく、**3DEXPERIENCE** プラットフォームが利用可能になります。クラウド・コンピューティングの基本的価値を理解していただくために説明すると、ダッソー・システムズのクラウドをご利用のお客様においては、今年すでに R2018X へのアップグレードが **3DEXPERIENCE** 商品の全範囲にわたって、わずか数時間でシームレスに完了しています。

しかし、シミュレーションユーザーの皆様にはどんな利点があるのでしょうか。具体的な注目点を見ていきましょう。

“スタンドアロン”製品ユーザーも プラットフォームに接続可能に

もちろん、既存の Abaqus ツールはそのまま使い続けることが可能です。しかしこれまでは不可能でしたが、**3DEXPERIENCE** プラットフォーム上でもそれらを実行できるようになり、協調と共有、そしてシミュレーション管理が可能になります。R2018X では、SIMULIA の多くのスタンドアロン製品（構造解析の Abaqus、熱流体解析の XFlow、マルチボディシミュレーションの Simpack、電磁界解析の CST STUDIO SUITE など）がプラットフォームで接続できるようになりました。また、ベストプラクティスの収集と公開、結果や手法の共有と協調、そしてチームの非熟練者を完全に組み入れることも可能になっています。これによって、作業内容が即座に目に見える形となり、その価値も高まります。このとき、既存の手法やツールを阻害することはありません。そのため、ネイティブの **3DEXPERIENCE** ツールとスタンドアロンツールの両方を含んだ、エンド・ツー・エンドの産業ワークフローが実現します。

Abaqus ユーザーに対するもう一つのメリットは、プラットフォーム上で Abaqus を実行することにより、オンクラウドのバースト処理ライセンスが実現するため、必要なときはいつでもどこでも、追加の計算処理能力にアクセスできるようになることです。

積層造形のための新しい設計ロール

積層造形 (AM) の複雑さには、さまざまな面でデジタルサポートが欠かせません。AM は単なる 3D プリンティングではありません。すなわち、単にパーツをプリントしているのではなく、パーツを設計しているのです。パーツは最小限の材料で、サポート構造とともに、できる限りゆがみを抑えて、できる限り迅速にプリントできなければいけません。AM はどんなものでもプリントできる“真の自由”を提供するかもしれませんが、実情はもっと複雑であり、そこでは明らかにシミュレーションが必要です。

設計ニーズに最適に応えるには、どのようにプリントしたら良いのでしょうか？ ここで、CATIA ベースの機能的ジェネレーター型デザインに裏打ちされた、R2018X の新しい Additive Manufacturing Researcher ロールと Additive Manufacturing Programmer ロールが登場します。

CATIA の特別な能力を利用すれば、最適な“有機的”形状を導き出すための設計最適化解析から開始したとしても、Functional Generative Designer が自動的にその形状を 3D プリンティングに必要な CAD サーフェス形状に作り替えてくれます。Researcher ロールでは、プリントプロセスのマルチスケール/マルチフィジックスのリアリスティックシミュレーションが可能であり、Programmer ロールは、特定の AM 機のパラメータ、その造形ベッド、およびプリントプロセスそのものを互いに関連付けます。

SOLIDWORKS ユーザーのための SIMULATION ENGINEER ロール

非専任者であっても、エンジニアリングチームの一員として本格的にプロジェクトに参加するには、シミュレーションが必須です。R2018X の新しい Simulation Engineer ロールを使用すると、SolidWorks Desktop のユーザーは、ワンクリックでクラウド上の SolidWorks シミュレーションモデルを **3DEXPERIENCE** プラットフォームにインポートして、Abaqus の構造技術を用いたさらな

る解析が可能になります。このように、SolidWorks ユーザーは非常に簡単かつ便利な方法で、高度なシミュレーションを実施できるようになるのです。

SIMULIA ユーザーのための高度な CFD 解析

R2018X を見ればお分かりになるように、ダッソー・システムズは CFD 商品の品揃えを急速に拡大させています。これは、弊社の長期的なマルチスケール/マルチフィジックス理念の自然な進化と言えます。実際にイノベーションを推進するため、設計からシミュレーション、そして製造まで必要となる重要なエンド・ツー・エンドのワークフロー問題を解決するには、入手可能なテクノロジーの“矢”を入れておく十分な矢筒が必要です。そして CFD は多くのアプリケーションで極めて重要な矢の一つとなっています。

弊社の CFD 商品には CFD の主流技術が含まれており、それが **3DEXPERIENCE** プラットフォームに組み込まれています。R2018X における多数の機能強化には、高マッシュ数の流れ解析、回転領域、異相間の相互作用、その他多くの特殊機能のサポートがあります。また、Fluid Mechanics Analyst ロールでは、解析のセットアップを簡単化する、分かりやすいガイド付きのユーザー支援機能もあります。

プラットフォーム上の CFD では、接続モード（上記参照）で XFlow にアクセスできるようになり、過渡流や複合流用のメッシュフリー粒子ソルバーが、調整された使い易い環境で利用可能になります。

（まだプラットフォームには実装されていませんが、自動車および航空宇宙産業に向けて、高度にカスタマイズされ妥当性が検証された CFD を含むバーティカルアプリケーションとワークフローを提供することに焦点を合わせた PowerFlow 技術もあります）

プラットフォーム上のリビング・ハート

心臓血管コミュニティのためのシミュレーションが有名なリビング・ハート・プロジェクトによって変化を遂げています。このプロジェクトでは、実際に機能する心臓のバーチャルデジタルツインモデルが医学研究、診断、およびデバイス開発のために組み立てられました。

R2018X の Living Heart Human Model ロールには、リビング・ハートのバージョン 2.0 が含まれています。これはプラットフォームとクラウドで利用可能ですが、世界中の 100 近くのライフサイエンス組織のアドバイスに基づいて、モデルに大幅な改良が加えられました。それらは、冠状動脈、4つすべての弁、詳細な電気回路網などであり、これらすべてが生理学的反応の精度を向上させています。

このロールを使用すれば、臨床研究者や医療機器の解析者は、まさにリビング・ハートのモデル内でデバイス（人工弁、ステント、ペースメーカーなど）の有効性と耐久性の仮想試験が可能になります。将来を見越した機能には、薬剤が拍動する心臓モデルに与える影響の評価も含まれています。**3DEXPERIENCE** プラットフォーム上の Living Heart Human Model ロールは、こうした極めて高度な技術に対し、同僚や世界中のパートナーとの協調を可能にした唯一のソリューションとなっています。

続く

プロダクトアップデート

2018年にSIMULIAがお届けする新機能

以下は、弊社スタンドアロン製品における新機能の概要です。

Abaqus 2018

拡張性のある Abaqus Unified FEA 製品は、日常的な問題から高度なエンジニアリング問題まで、多種多様な産業アプリケーションをカバーする強力なソリューション一式を提供しています。クラウドの 3DEXPERIENCE プラットフォーム上では、Abaqus を接続モードで利用できるようになりました。

- マルチスケール材料モデリング機能の強化：伝熱解析、温度-変位連成解析、線形摂動解析の各プロシージャをサポート
- 線形ピラミッド要素 C3D5 と線形ハイブリッド四面体要素 C3D4H が Abaqus/Explicit で利用可能
- Abaqus/Standard の一般接触機能が剛体の解析曲面に対応
- Abaqus/Explicit の一般接触機能が 2D および軸対称解析に対応
- 定常応答解析プロシージャのハイブリッド CPU-GPU の実装により、線形動的解析の性能が大幅に向上
- Abaqus/CAE におけるボルト荷重の接触機能が大幅に向上
- Abaqus/CAE で定義する線形拘束方程式に節点集合の作成が可能
- Abaqus/CAE において場の変数値の指定が可能
- 以前の複数のシミュレーションから結果のインポートが可能
- シミュレーション途中で要素の部分的アクティブ化の指定が可能
- Abaqus Scripting Interface がマルチスケール材料モデリングのコマンドに対応
- 構造、音響、構造-音響連成の各固有値解析プロシージャでエネルギー出力をサポート
- 接触圧のスカラー面積分などの新しい接触出力変数

fe-safe

fe-safeは FEA に基づく世界トップレベルの耐久性解析ソフトウェアであり、主要なすべての FEA 製品とダイレクトにインターフェースを取ることが可能です。多軸ひずみベースの最新の疲労解析手法を採用した、初の商用疲労解析ソフトウェアである fe-safe は、常に疲労解析ソフトウェアとしての基準を打ち立ててきました。fe-safe は Abaqus 2018 製品群の一部として、拡張ライセンス方式で利用可能です。

- fe-safe を最適化ループ内で実行することにより、疲労性能に基づく設計最適化が可能 (Isight および Tosca とのインターフェースをサポート)
- き裂進展予測のためのクリティカルディスタンス法
- 鋳造または鍛造シミュレーション用の特性マッピング
- 振動疲労解析、および溶接継手の疲労解析
- Simpack、Tosca、および Isight との統合を自動化
- Simpack 弾性体、Abaqus、および fe-safe との連成解析

Tosca

Toscaは、FEA および CFD シミュレーションをベースとした、高

速かつ強力な構造と流動の最適化ソリューションを提供しています。Tosca Structure は構造システムの設計を最適化し、Tosca Fluid は流体システムの最適な設計コンセプトを導きます。Tosca は Abaqus 2018 製品群の一部として、拡張ライセンス方式で利用可能です。

- 非線形解析モデルのサポート
- Tosca の感度計算を Abaqus による感度と組み合わせたハイブリッド感度計算のサポート
- 複数の荷重ケース/ステップを参照する高度な演算子
- 格子構造最適化問題のサポート

Isight

Isight はシミュレーションプロセスの自動化と設計最適化のためのソリューションであり、製品の性能、品質、信頼性を向上させながら、解析時間とコストを削減します。Isight はスタンドアロンおよび拡張ライセンス方式で利用可能です。

- 新しい高次元のバブルグラフ
- 適応型 DOEは、DOE スタディと最適化スタディの双方に適した新しい空間充填法
- 単一グラフで 5~6 次元の表現が可能な散布図
- 強化された近似誤差解析グラフ

Simpack

Simpack は、あらゆる機械系またはメカトロニクス系の動的解析に利用できる汎用のマルチボディシミュレーション (MBS) ソフトウェアです。これによってエンジニアは、仮想 3D モデルを作成し解析することで、運動、結合力、応力などの予測と可視化が可能になります。

- 新しい結合要素と初期条件要素に基づいた、新モデリング法の導入
- 結合要素と初期条件要素の広範なライブラリ
- 自動車の駆動伝達系アセンブリーのサポート
- ツリービューに対する演算式編集機能の改良 (置換変数の編集など)

R2018X は、シミュレーションへの期待を完全に現実のものとするための重要な一歩であり、それは、皆様のエンド・ツー・エンドの産業プロセスやワークフローのコアとなるビジネスプロセスとして、シミュレーションの影響力を強めることで実現されます。詳細については、お近くの SIMULIA 窓口にお問い合わせください。

詳細は以下をご覧ください

www.3ds.com/products-services/simulia/products/

電気自動車用ワイヤレス給電システム — CST STUDIO SUITE による設計と解析

Christian Kremers

電気自動車の普及は、温室効果ガスの排出量の削減だけでなく、都市部での大気汚染の緩和にも重要な役割を果たします。電気自動車の全世界の累計台数は 2016 年末に 200 万台を超えましたが、これは同年初めのほぼ 2 倍の水準です。バッテリー式の電気バスは、すでに中国の多くの都市で一般的であり、バンタイプの電気自動車も郵便配達車や宅配車として導入が進んでいます。

新世代の電気自動車の普及を進めるには、給電ポイントの広範なネットワークが必須です。現行の電気自動車は、多くの場合、ドライバーの自宅などでケーブルを用いて充電されています。そのため、日常的に電気自動車の利用が制限される結果となります。例えば、バスや宅配車は充電のために定期的に車両基地に戻る必要があり、その間、車両が使えないばかりか、ドライバーの時間も無駄になります。

電気自動車用ワイヤレス給電 (Wireless electric vehicle charging : WEVC) 技術がその解決策の一つとなります。ケーブルで電力を供給する代わりに、WEVC は路面に埋め込まれた電磁石コイルを用いて、誘導結合によって車両に電力を伝送します (携帯電話のワイヤレス充電マットにも、同じ原理が用いられています)。ただし、WEVC の扱う電力は非常に高く、キロワットのオーダーであるため (本記事で紹介するシステムは、WPT 2 レベル (85 kHz で 7.7kW) に適合しています)、WEVC の設計においては、効率性と安全性が重要な検討事項となります。

電磁シミュレーションツールの CST STUDIO SUITE を使用することにより、給電コイルの性能を設計プロセスの早い段階で最適化し、全体の電力伝送システムに組み込んだ形で解析することが可能になります。CST STUDIO SUITE の LF 周波数領域ソルバーは、コイルのリアルな数値モデル、渦電流のシミュレーション、並びに、損失性金属材料やフェライトなどの非線形磁性材料のサポー

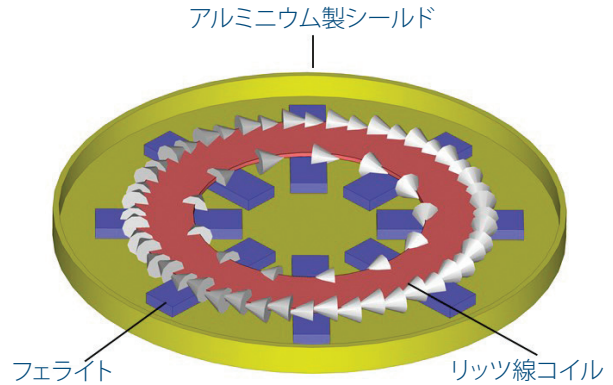


図1: コイルの略図 (主な部品を示している)

トによって、こうしたアプリケーションに理想的なソルバーとなっています。

本記事 (図 1) に示すコイルは、MnZn 系フェライトコア上の 12 巻きの標準リッツ線 (内径 190mm、外径 286mm) で構成されています。そして安全上の理由から、コイルは 5mm 厚のアルミニウム製シールドで覆われます。車載コイルと路面コイルは同一と見なされます。車載コイルは車体底面のシールド上に直接配置され、路面コイルは道路に埋め込まれます (図 2)。シミュレーションの目的の一つは、電力損失の低減です。コイルは、磁界を封じ込めるためにシールドを必要としますが、このシールド内に誘発された渦電流が電力損失を引き起こします。他の電力損失の要因としては、磁束を誘導して結合を高めるためのフェライトコア、コイル自体の抵抗、そしてコイルの位置ずれがあります。電磁シミュレーションでは、これらの損失計算が可能であり、最も効率の良い組み合わせを見つけ出すために、異なる設計配置

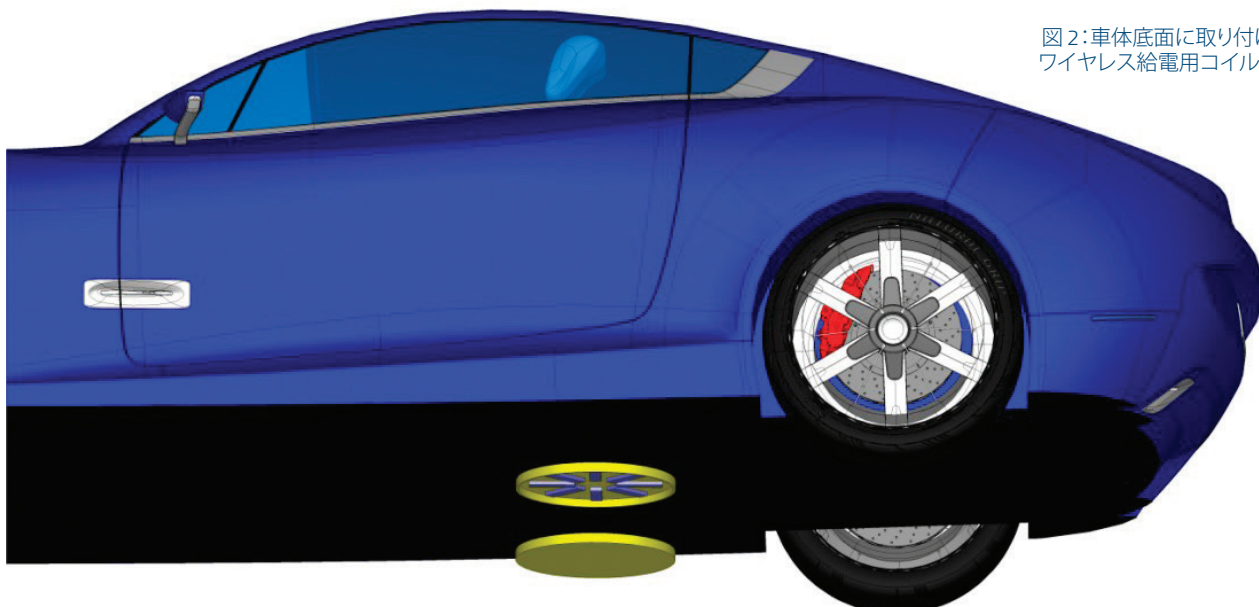
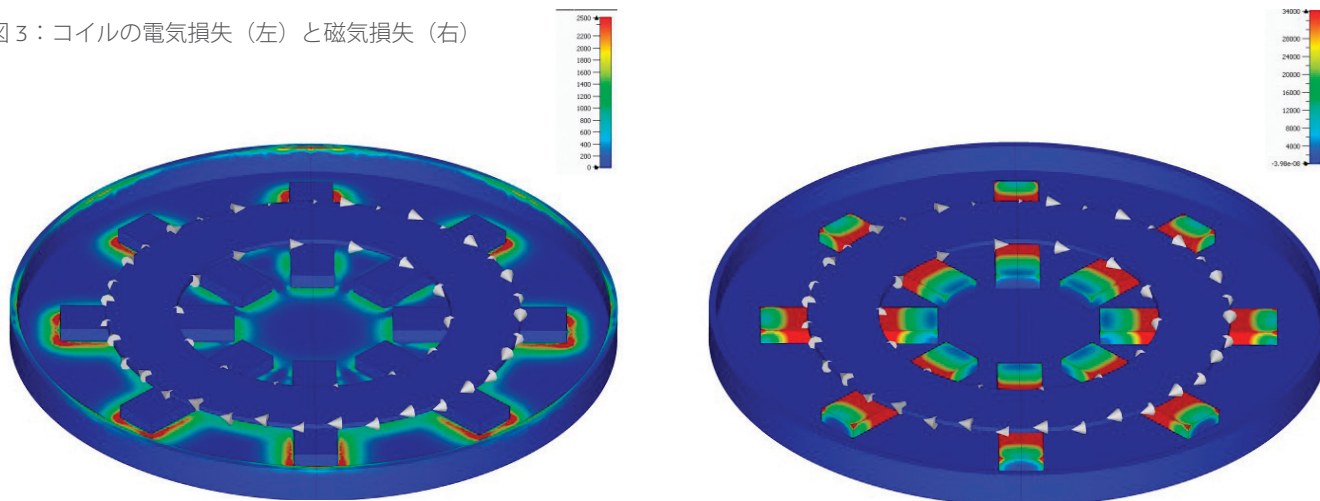


図2: 車体底面に取り付けられたワイヤレス給電用コイル

アプリケーションハイライト

図3：コイルの電気損失（左）と磁気損失（右）



や材料選択の比較も可能です（図3）。

多くの場合、材料や部品の特性が完全に明らかでないため、それらの特性値を得るためにも EM シミュレーションが利用されます。例えば、リッツ線は複雑な内部構造をしています。これがコイルの近接効果や表皮効果による損失の低減に役立ちます（図4）。シミュレーションでは、ワイヤのリアルな断面形状と表皮および近接効果を考慮に入れて、リッツ線コイルの抵抗を計算できます。同様に、フェライトの非線形磁気特性による損失も、測定データを当てはめた複素透磁率を用いて考慮できます。

コイルのシミュレーションにおける最も重要な結果の一つは、周囲の材料やコイルの位置ずれによる損失を最小限に抑えるための、結合の効率性です。CST は、最大効率、ベースコイルと車載コイルとの間の結合係数、最適な負荷条件（出力効率が最大になるときの負荷）など、結合コイルの性能を自動計算するためのツールを提供しています。

こうした情報を用いることで、エンジニアは給電器の性能を最適化できるようになります。コイル同士を適合させるため、WEVC システムは補償回路を内蔵しています。これは、コイルを調整して電力伝送効率を向上させるために使用される回路です。CST STUDIO SUITE では、回路シミュレーションとフルウェーブの 3D シミュレーションとの直接リンクによって、補償回路を 3D モデルとともに作成し、最適な負荷インピーダンスへの到達と、さらなる電力損失の低減に向けて最適化することが可能です。

誘導結合されたコイルの性能は、それらの正確な位置合わせで決まります。これは車両にとって特に重要です。なぜなら多くの場合、コイルを整列させることが困難だからです。パラメータスイープによって、複数の異なる位置関係の効率計算が可能になり、それがコイル性能に与える影響を調査して、補償回路の調整に役立てることができるようになります。

回路シミュレーションのもう一つの用途は、三相 AC 電源から、整流器、インバーター、そしてバッテリーに至るまで、給電システム全体にわたるシステムレベルのシミュレーションです。その目標は、十分な DC 電力がバッテリーに供給されるように、インバーターのデューティサイクルを見つけ出すことです。全体システムでは、実際の動作点の計算が可能であり、現実的なシナリオのもとで干渉や人体ばく露などの係数を分析できます。

給電システムは、電気自動車設計の一項目に過ぎません。他の設計検討項目には、モーターおよびモーター制御、配線、車載電子装置、全体としてのシャーシ、そして人体ばく露があります。これらは、高周波および低周波の電磁シミュレーションと、熱および力学要素の組み合わせになりますが、それらすべての設計とシミュレーションおよび解析は、CST STUDIO SUITE と統合化されたワークフローのための他の SIMULIA ツールで可能になります。

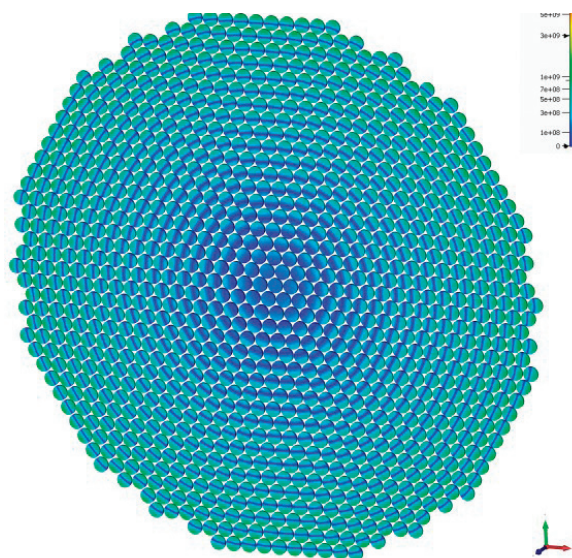


図4：リッツ線の短節部の電流密度（表皮効果と近接効果を示している）

詳細は以下をご覧ください
www.cst.com/wirelesscharging

CST ツールによる宇宙通信のシミュレーション

Airbus Defence and Space 社が SIMULIA の CST STUDIO SUITE ソフトウェアを用いて、3D プリンターで製作する衛星アンテナ部品を設計

人間や機械が宇宙空間を超えて電子メッセージをやり取りすると、そこにはたくさんのノイズが生じます。誰もが互いの声をはっきり聞こえるようにする上で、無線周波数（RF）の導波管フィルターは、宇宙時代の初期の頃からの重要な通信技術でした。

大空が無線信号で溢れかえっていても、こうしたフィルターが不要な周波数を遮断し、選択したチャネルの通過だけを許可する門番の役割を果たします。典型的な現代の通信衛星は、そうしたフィルターを数百も搭載可能です。それらは、マルチ信号ビームを考慮して、大きく異なる周波数でも動作するよう特別に選定された、複雑な内部輪郭形状を持つように設計されます。

Case Study

Airbus Defence and Space 社は、もう何十年も、欧州宇宙機関 (ESA) とともにさまざまなプロジェクトに取り組んできました。同社の宇宙システム部門が ESA の衛星アンテナ設計を支えているのです。最近 Airbus Defence and Space 社は、以前の研究成果を踏まえ、また設計思想に革命をもたらす積層造形法の可能性の高まりを受けて、SIMULIA CST STUDIO SUITE ソフトウェアを活用し、ESA のために 3D プリンターで製作する RF フィルターを開発しました。

ESA の最新のプロジェクトで設計チームを率いる Airbus 社の RF エンジニアの Paul Booth 氏は、リーズ大学で電気・電子工学を学びました。導波管フィルターと同軸フィルターの専門家である Booth 氏は、ESA からの見積依頼書 (RFP) を読んでとても興味をそられました。

3D プリンティングを従来の設計に適用する絶好のチャンス

「我々はすでに 3D プリンティングに関する別の研究を ESA とともに進めていたため、それを導波管フィルターに拡張する絶好のチャンスだと思いました。前のプロジェクトの開始段階では、ESA はまだ機械部品に対して積層造形法を検討し始めたばかりでした。そこで我々は、マルチビーム給電アレイの RF 部品に対して、3D プリンティングの素材に金属を使用するよう提案したのです」と彼は話しています。

Airbus Innovation Works 社と Space Engineering 社も加わってチームが結成されました。彼らはそれぞれ、製造ノウハウと設計支援を提供することになっていました。「契約を獲得した我々は、実証済みの標準的な実現法に頼るのではなく、すなわち、単にフィルターの隅を丸くして RF 性能を改善するよりも、3D プリンティング技術を用いて既成概念から少し外れて考えてみようと思いました」と Booth 氏は話しています。

現在、衛星と地上との間の通信は、ほぼ例外なく RF ベースであり、その性能改善が継続的な目標となっています。「レーザーを

用いた実験結果もいくつかあるのですが、それらは現在のところ、主に衛星間通信に限定されています。そのため、ほとんどの現行フィルターには、今もアップリンク用とダウンリンク用の指向性アンテナが必要です。ペイロードは“ベントパイプ型”となる傾向があり、そのため、衛星は単一周波数の信号を受信し、それをダウンコンバートして地上に返信しています。しかし、オペレータがより柔軟性を求めるにつれて、これも変化しつつあります」と Booth 氏は話しています。

この ESA プロジェクトで、Booth 氏のチームは低密度で熱伝導性に優れたアルミニウムを提案しました。熱を効率的に発散できることが、高電力フィルターにとっては重要です。また、それはポロシティが低減する完全熔融加工であり、部品に銀メッキが必要な場合には不可欠です。

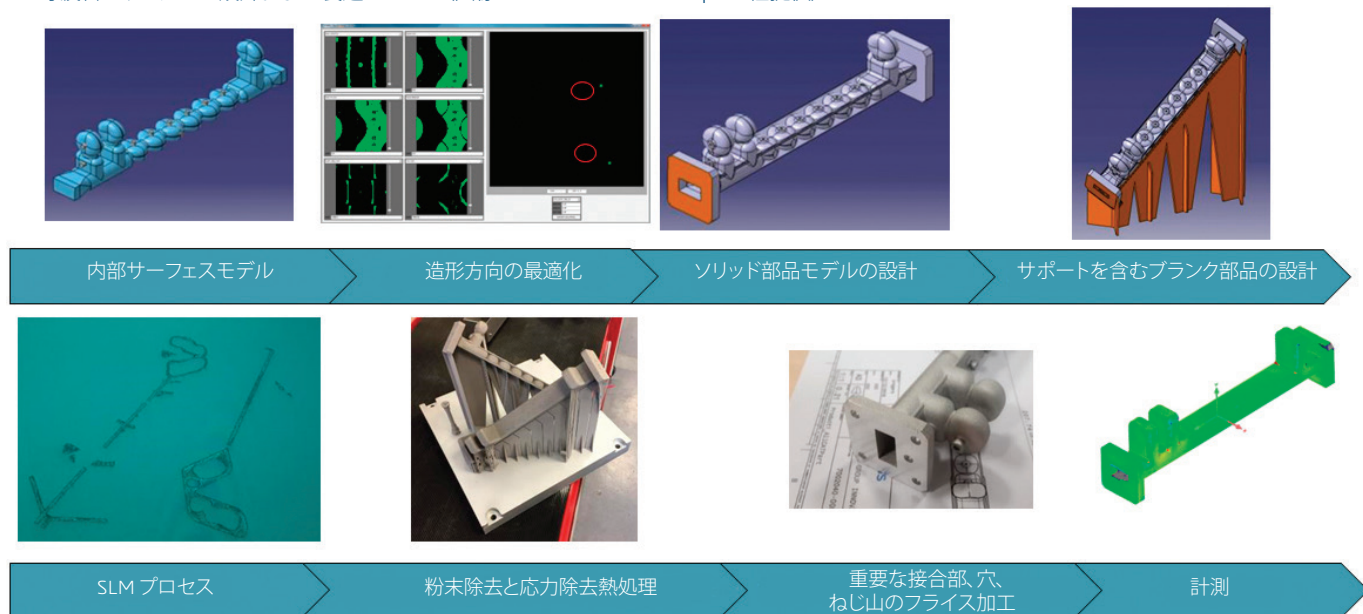
「この技術に対する我々の経験は、間違いなく導波管フィルターの契約獲得に役立ちました。合的により良い製品を作りたいという気持ちがあれば、3D プリンティングのいくつかの課題も克服できると実感したのは、このプロジェクトの最中のことでした」と Booth 氏は話しています。

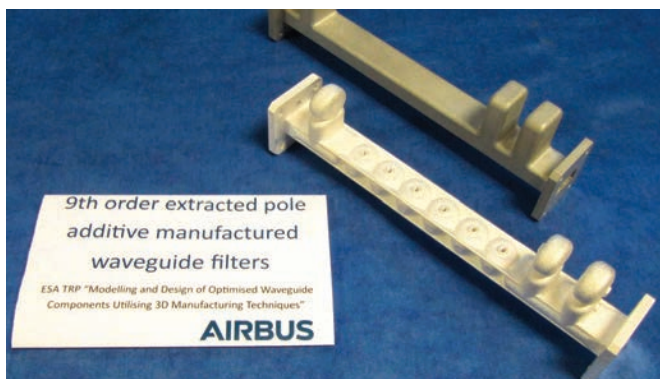
製造および性能上の利点

それでは、3D プリンターで作る導波管フィルターには、従来の設計・製造法で作る導波管フィルターに比べて、どんな利点があるのでしょうか。Booth 氏は相当数あると考えています。

「導波管フィルターを従来方式で設計する場合、モード整合法のバリエーションを用いた高速かつ高精度な設計ソフトウェアがあります。しかしこれでは、どの隅部も鋭角の導波管フィルターとなり、部品の放電加工が必要になります。また、部品は 2 つに分けて作られる場合が多く、それは左右対称の 2 つか、本体とふたの 2 つのどちらかであり、どちらも通常は留め具による組み立てが必要です。機械加工でアールを付加することは、ソフトウェアを使えば簡単であり、製造時間の短縮になるのですが、設計には手間が掛かります」と彼は話しています。

RF 導波管フィルターの設計および製造プロセス (画像: Airbus Defence and Space 社提供)





Airbus Defence and Space 社の宇宙システム部門が欧州宇宙機関のために 3D プリンターで作成したフィルター (画像: Airbus Defence and Space 社提供)

一方、導波管部品の 3D プリンティングでは、鋭角部のない最適な“有機的”形状の作成が可能であり、ワイド性能の向上や挿入損失の低減、あるいはそれらのトレードオフが実現します。「さらには、一体構造の部品とすれば質量の節減になり、従来の機械加工部品に比べると、通常 40% 以上も軽量化できることが分かっています。くの機能の一つに整理統合できれば、個々の部品を接続する必要がないので、さらなる軽量化が実現します。また、組立時間を削減できるという付加価値もあります。すなわち、2つの部分をボルトで留める必要がなくなり、分かれる可能性のあった部品の組み立ても不要になります。これは、全体的なコストに大きなインパクトを与えます」と Booth 氏は話しています。

そうは言っても、積層造形法がもたらす設計自由度の可能性は、厳しい RF の許容範囲内で論じる必要があります。Airbus チームが SIMULIA の CST 電磁シミュレーション用ソフトウェアに目を向けたのも、それが理由でした。CST STUDIO SUITE は、広範囲の周波数（静的場から光領域まで）で動作する機器の設計と最適化のための CST ツール群で構成されています。解析には、熱的効果と力学的効果に加えて、回路シミュレーションも含めることができます。

最初に CST STUDIO SUITE で部品内の空間を設計

Booth 氏は、チームが ESA のフィルターの設計用に CST STUDIO SUITE をどのように使用したか、次のように説明しています。最初に自社開発のソフトウェアを使用して RF 要件を検討することにより、フィルター次数を決定し、さらに彼らの目的を達成する上で何か特別な課題がないか調べました。「それから我々は CST の固有モードソルバーを用いて、共振器の最善の初期形状を求めました。次に、結合開口によって 2つの共振器を接続し、再び固有モードソルバーを使用して結合対開口幅のグラフを作成しました。これによって我々は、フィルターに必要な各開口部のサイズと、個々の共振器のサイズを決定できました。さらに、CST STUDIO SUITE 内部にフィルターを作成し、周波数領域ソルバーを用いて設計案の解析と最適化を行いました。これらのどの段階においても、少しだけ後戻りしたり、少数のパラメータを調整したりして性能を改善することが可能です」と彼は説明しています。

特に CST ツールの素晴らしい点は、フィルターの内部形状（目的とする RF 周波数構成を生み出す部品内部の空きスペース）を、設計プロセスの出発点と見なせることです。「この ESA プロジェクトの開始時点では、我々は特定の形状に注目してい

ました。しかし今では、CST ソフトウェアで衛星のどんなものを設計する場合でも、RF 要件だけで開始することが可能です」と Booth は思い出しています。

設計案が完成すると、最終形状が .stp フォーマットで出力され、製造業者（今回は Airbus Innovation Works 社）に送られました（同グループは、ベルギー・ルーベンの 3D Systems 社も利用しています。また最近、英国のスティーブニッジに独自の金属プリンターを導入しました）。完成したフィルターに対しては、宇宙船の打ち上げを模擬した振動試験と、動作環境を模擬した真空中の最高最低気温に対する試験が行われます。

利点が下流へと広がる

フィルターの製作に 3D プリンティングを利用することの利点は多大であったと Booth 氏は指摘しています。「3D プリンティングでは、従来の機械加工に比べて、40~50% の軽量化も決して難しくありません。ごく最近のプロジェクトでは、我々は 60% 以上の軽量化を達成しています。設計プロセスの開始から完成品の出荷までのターンアラウンドタイムに関しては、10% の削減が見込まれています。一方、大量の同一設計を必要とする高スループットの衛星であれば、大幅な改善が期待できます。コストと時間の節減の多くは、組立工程の短縮によるものです」と彼は話しています。

Airbus Defence and Space 社の ESA 向けの業務は、間違いなくチームとしての取り組みでした。「我々がこれまで製作してきたフィルターについては、関係者全員の積極的な参加がどうしても必要でした。しかし、それらはかなり低応力状態製品であるため、機械設計に関する要求はそれほどきつくはありませんでした」と Booth 氏は話しています。「熱設計に関しても同様です」。しかし、もっと大きくて長いアンテナ給電器では、給電器全体を一体として最適化するには、かなりの複合領域的アプローチが必要になると彼は考えています。「理想的には、お互いに互換性のあるツール、もしかしたら共通のプラットフォームに統合されたツールを使用できれば、設計プロセスはかなり効率化されるはずですよ」と彼は話しています。

このフィルタープロジェクトが成功した究極の証しが、すでに地球を周回しています。Booth 氏は次のようにコメントしています。「おかげ様で、現在宇宙にあるフィルターとは別に、おそらくもう一対が今年末あるいは来年初めには打ち上げられる予定です」。メッセージは、はっきりと明瞭に伝わっています。

詳細は以下をご覧ください
www.airbus.com/space

アカデミックハイライト

CST UNIVERSITY PUBLICATION AWARD

毎年 CST は、学術研究の重要性を認識し、後押しするため CST University Publication Award を開催しています。本プログラムは、発表論文に CST STUDIO SUITE ソフトウェアツールを使用しているすべての大学研究者に公開されており、受賞者にはライセンスアップグレードが贈呈されます。応募論文は、応用分野や理論の斬新さ、プレゼンテーションの明確さ、CST ソフトウェア機能の巧みな活用法など、さまざまな基準に基づいて審査されます。

以下に、2017 年度の受賞者のコメントを紹介します。

「CST STUDIO SUITE の古くからのユーザーとして、同設計ツールの利用に関する成功事例の一つに認められたことを大変光栄に思います。しかしながら、CST のおかげで我々がシミュレーションを成し遂げることができること、CST が我々の高周波や宇宙に関する日々の研究を支えてくれていること、それぞれ CST が毎日のように我々に与えてくれる本当の賞だと思います」 — ナバラ大学、Miguel Laso 博士

「本プログラムは、CST ユーザーにとって大きな励みであり、特に、新しいアイデアの創造を目指して研究を続ける生徒や若い研究者を大いに鼓舞しています。CST の力強い継続的なサポートのおかげもあって、我々のメタサーフェスアンテナに関する研究が受賞できたことは大変光栄であり、喜ばしく思っています」 — シンガポール大学、Chen Zhining 博士

すべての受賞者にお祝いを述べたいと思います。本年は、以下の4つの論文が賞を獲得しました。

スロットアクティブ周波数選択表面を用いたデュアルバンドの電子式指向性切り替えアンテナ

Chao Gu, Benito Sanz Izquierdo, Steven Gao, John C. Batchelor, Edward A. Parker, Fan Qin, Gao Wei, Jianzhou Li, および Jiadong Xu

このグループは CST STUDIO SUITE を使用して電子制御の新型アンテナを設計しました。このアンテナには可動部品がなく、それでも2つの周波数バンドで360°全体のスイープが可能です。

doi:10.1109/TAP.2016.2647578

高調波導波管ローパスフィルタの耐電力特性を最大化するチャージング技術

Fernando Teberio, Ivan Arregui, Adrian Gomez-Torrent, Israel Arnedo, Magdalena Chudzik, Michael Zedler, Franz-Josef Görtz, Rolf Jost, Txema Lopetegui, および Miguel A. G. Laso

doi:10.1109/TMTT.2016.2586479

この論文には、CST STUDIO SUITE と CST の導波管解析ツール FEST3D の両方を用いて、高電力を低損失で処理できるフィルタの設計に、どのように“チャージング”技術を使用したかが示されています。

特性モード解析を用いた低姿勢広帯域メタサーフェスアンテナ

Feng Han Lin, および Zhi Ning Chen

doi:10.1109/TAP.2017.2671036

この論文では、CST STUDIO SUITE の積分方程式ソルバーの拡張機能である特性モード解析 (CMA) を用いて、広帯域でありながら小型の新型アンテナを開発しています。

近接型コプレーナ結合を有するデュアル円偏波の直列給電型マイクロストリップパッチアレイ

Shengjian Jammy Chen, Christophe Fumeaux, Yasuaki Monnai, および Withawat Withayachumnankul

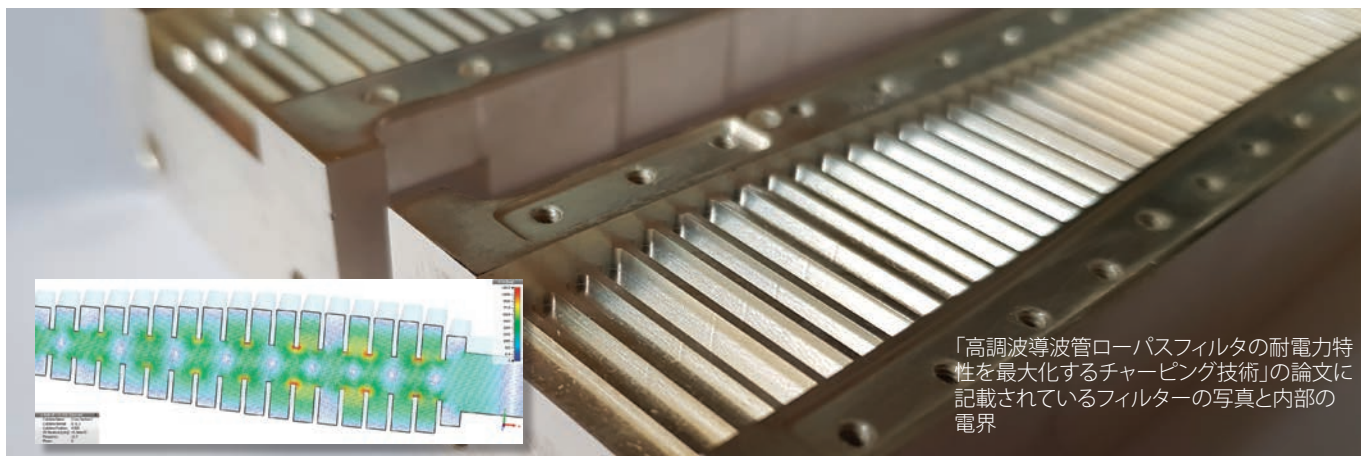
doi:10.1109/LAWP.2016.2647227

この小論文では、小型で高効率なアンテナアレイの設計が紹介されています。CST STUDIO SUITE を用いて設計案の検証とアンテナ性能のパラメトリックスタディが行われました。

現在、2018 年 CST University Publication Award への応募を受付中です。

詳細は以下をご覧ください

www.cst.com/academia/university-award



青天の霹靂 — 航空機への雷撃のシミュレーション



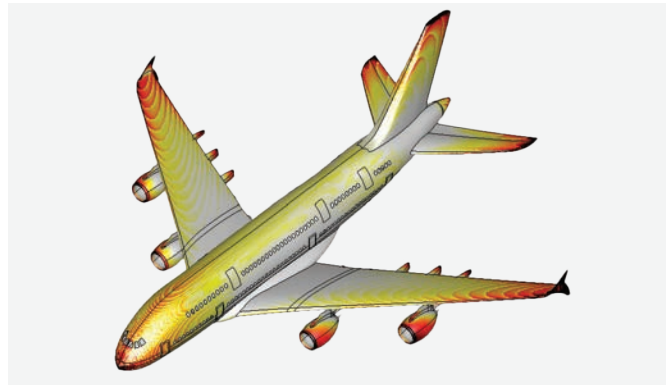
民間旅客機は平均すると年に一度程度、被雷すると言われて
います [1]。稲妻は数千アンペアもの電流と、数百万ジュール
ものエネルギーを放つため、航空機は、その胴体が損傷するこ
とも、搭載する電子装置が故障することもないように保護しなけ
ればなりません。

従来、航空機はアルミやチタンなどの金属で作られましたが、そ
れらは導体であるため、問題なく雷撃を受け流すことができました。
しかし最近、航空機メーカーは、軽量化のために炭素繊維など
の複合材に目を向けつつあります。これらは導電性が非常に低
く、搭載電子装置に対する保護能力も高くありません。そのため、
航空宇宙エンジニアにとっては、被雷時の航空機の挙動を把握す
ることが従来にも増して重要になっています。

実物大のプロトタイプで実験を行うのは困難であり、スケール
ダウンしたモデルでも雷の振る舞いを正確に捉えることはできま
せん。別のアプローチは、デジタルモックアップ (DMU) を用
いた EM シミュレーションであり、それは、被雷時に航空機に生
じる現象の全容をエンジニアに示してくれます。最初のステップ
は、被雷のゾーン分け、すなわち着雷点の解析です。金属物体ま
わりの電界は、鋭いエッジや先端部に集中します。電子レンジの
中にフォークやクシャクシャに丸めたアルミフォイルを置くこ
とが危険であるのはこのためであり、航空機の翼、機首、あるいは
尾部が被雷しやすいのも同じ理由です。航空機のモデルを用いた
静電気シミュレーションでは、最大の電界が生じる機体部分、す
なわち最も着雷の可能性が高い位置を突き止めることができ、そ
れは、シミュレーションの次のステップであるトランジェント解
析に役立ちます。

被雷は一瞬のうちに終わりますが、それにははっきりとした段階
があり、電流が急激に増大してピークに達した後は、ゆっくり指
数関数的に減衰します。そのため、雷パルスの過渡的挙動を完全
に捕捉するには、時間領域の EM シミュレーションが必須です。
雷電流が航空機の一部から流入すると、別の部分を通じて流出
していきます。航空機の外板上の電流は、内部の電界と同様にモ
ニターすることが可能です。しばしば電界は、継ぎ目やケーブル
などの非常に小さな形状を通して航空機内にも入り込みますが、
こうした非常に重要な要因も CST STUDIO SUITE のシミュレ
ーションに組み入れることができます。

被雷時の大電流は機体を加熱するので、この加熱効果を解析して



着雷点の解析後の航空機モデル。赤い領域は、最も着雷の可能性が高い
最大の電界を示す部分。

材料の健全性を検証するには、マルチフィジックス・シミュレ
ーションが欠かせません。EM と伝熱の連成シミュレーションでは、
時間領域ソルバーで計算された電気損失量を取り込んで、それら
をさらなるシミュレーションの基礎データとして利用し、航空機
の温度変化と熱分布を求めます。

EM シミュレーションは、開発の非常に早い段階から航空機への
雷撃の影響を可視化し調査するため、そして、設計案が厳しい安
全基準に適合していることを保証するための有効な手段となりま
す。また、船舶、ロケット、風力タービン、放送用タワー、建物
など、被雷の可能性のあるどのような構造物に対しても、同じ原
理を適用することが可能です。

[1] “飛行機が雷に打たれたらどうなる?” サイエンティフィック・アメリカン
誌、Edward J. Rupke 著

詳細は以下をご覧ください
www.cst.com/lightningattachment

家庭用コネクテッド マルチメディア機器の アンテナ設計

Brian Woods



図1. スマートプロジェクタ "Beamy"

モノのインターネット (IoT) がその地位を確立するにつれて、ますます多くのコネクテッドデバイスが家庭に入り込んで来るようになりました。"インターネット接続"はもちろんワイヤレスであり、アンテナがワイヤレス接続のための重要な実現技術となっています。本記事では、スマートプロジェクタ (図1) を例として取り上げ、IoT 対応コネクテッドデバイスの新型アンテナを設計の早い段階で迅速に開発しテストすることにより、デバイスの接続性の改善と設計期間全体の短縮を可能にするシミュレーション技術とそのツールについて説明します。

アンテナ設計は単独で実施するものではありません。アンテナエンジニアは、ダイナミックな製品設計サイクルのさまざまな段階で生じる制約条件の変化にも遅れずについていく必要があります。満足できる通信リンクを有するようになるには、デバイスにどのような種類のアンテナを何個設置すべきかという問いにも迅速に答えを出せるようであればいけません。現行の通信規格が直近の関心事であっても、アンテナエンジニアとしては、5G など将来の規格のコンセプトを探求する能力も備える必要があります。ここに説明するツールや取り組みによって、エンジニアはそれが可能になるのです。

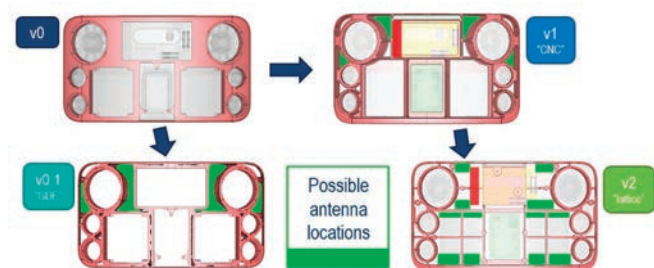


図2. アルミ製プロジェクタフレームの3回の設計反復。可能なアンテナ位置が緑色で示されている。

アンテナの選定

アンテナの目的は、特定の通信規格 (今回は、WLAN 2.4 および Bluetooth) に対するデバイスの接続を確立することであり、デバイスは該当の周波数レンジで効率的に動作する必要があります。今回のプロジェクトのような小型デバイスでは、アンテナ用の空きスペースが主要な制約条件になります。選択肢の一つは、サプライヤーから既製のアンテナを調達し、プリント基板 (PCB) 上にそれ用のスペースを割り当てることです。しかしながら、複数の特注設計のアンテナを適切な場所に組み込んで使用すると、性能向上や設計の融通性の向上が図れます。アンテナ設計ツールの Antenna Magus と CST STUDIO SUITE を組み合わせることにより、特注設計が現実的な選択肢となります。

デバイス設計の制約条件が設計サイクルを繰り返すうちに変わってくると (例えば、図2に示すプロジェクトのフレーム形状と利用可能なアンテナ位置の範囲を参照)、Antenna Magus の制約ベースの設計能力がその真価を発揮します。周波数レンジとサイズの制約条件を与えると、Antenna Magus が適切なアンテナタイプの最終候補リストを作成し、アンテナエンジニアはそれをさらに視覚的にフィルタリングすることもできます。

利用可能な空きスペースの変更は、Antenna Magus の制約条件として取り込めます。最終候補リストが自動更新されて、新しいアンテナのパラメトリック設計案がリストのトップに来ます。選択肢に幅のあることが重要です。それによってエンジニアは、製造法、給電、ロバスト性に関してトレードオフが可能になるだけでなく、選択した補完アンテナで受信カバレッジを全体的に改善することも可能になります。

アンテナ配置のワークフロー

アンテナ設計の初期段階は、特定の配置を念頭に置いては行われません。アンテナ性能はそのデバイス内の位置に大きく依存するため、仕様に従った性能を発揮させるには、その影響を評価してアンテナ設計を調整するか、整合回路を追加する必要があります。

可能性のある複数の構成を迅速に調査するには、モデルのセットアップとシミュレーションがロバストかつ高速であることと、関連の重要性能評価指標 (KPI) がユーザーの追加入力なしで直接生成されることが必須です。シミュレーションモデルの効率的なセットアップは、System Assembly Modelling (SAM) の枠組みを使用することで促進されます。これによって、さまざまな部品を簡単に組み立てることが可能になり、図3に示すように、各部品のジオメトリ、材料データ、およびメッシュ設定をそれぞれ組

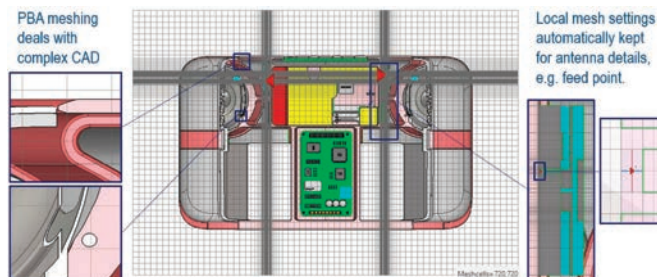


図3. 複雑な CAD 形状に対して PERFECT BOUNDARY APPROXIMATION® (PBA) 技術によって生成した六面体メッシュを使用すると、非常に詳細なデバイスも単純化することなく、高精度な時間領域のシミュレーションを短時間で実施できるようになります。

み合わせることでデバイスの全体モデルが出来上がります。

単純化もヒーリングも行わずに、複雑な CAD 形状を高精度に解析できる PERFECT BOUNDARY APPROXIMATION® (PBA) 技術を用いた六面体メッシュベースの時間領域シミュレーションでは、S-パラメータ、近傍界 (図 4)、遠方界 (図 5) など、関連するすべての結果が迅速に得られます。

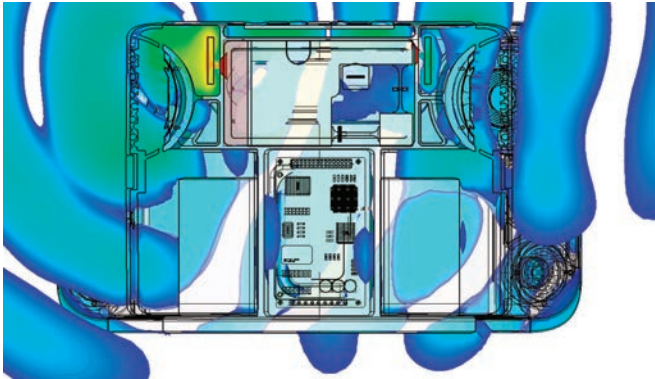


図 4. 可能性のある配置でテストしたアンテナの 2.45 GHz における電界分布

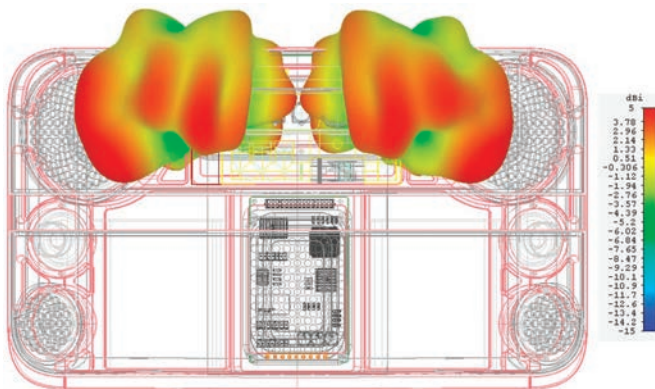


図 5. プロジェクト内の 2 か所に設置された 2 つの同一アンテナの遠方界放射パターン

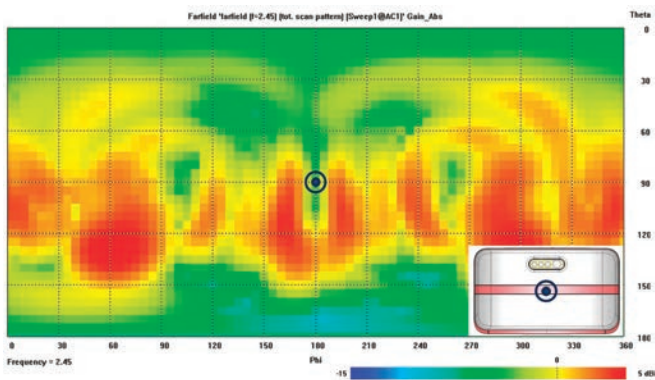


図 6. この TSP (Total Scan Pattern) には、2 つのアンテナ遠方界が互いに補完し合って全方向をカバーしている様子が示されています。この事例では、固体球の 57.6% で 0 dBi を超えるアンテナ利得になると期待でき、これは等方性放射体よりも優れています。

複数のアンテナが取り付けられる場合は、それぞれ個別の遠方界だけでなく、それらを組み合わせた性能についても興味があります。自動ポスト処理機能によって、図 6 に示すような Total Scan Pattern (TSP) カバレッジなどの値の評価も可能になります。TSP では、どちらか一方のアンテナの各方向の最大利得が示されるため、これを「フィギュア・オブ・メリット」として用いることにより、複数アンテナの配置シナリオを互いに比較することが可能になります。図 7 に示すような構成間の著しい違いは、シミュレーションを行わずに予測することなど不可能でしょう。

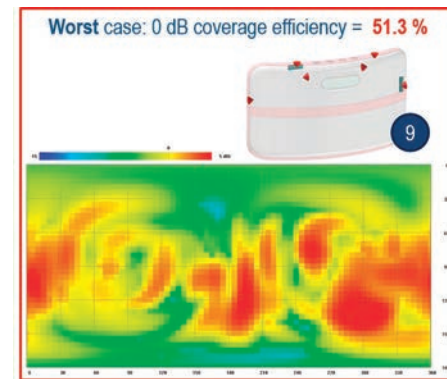
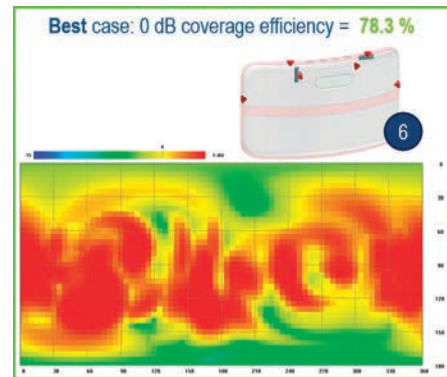


図 7. 一見同じように見えるアンテナ配置でも、両シナリオ間の違いは劇的です。この事例では、上図のアンテナの組み合わせは、下図の組み合わせよりも 0 dB カバレッジ効率が 27% 高くなっています。

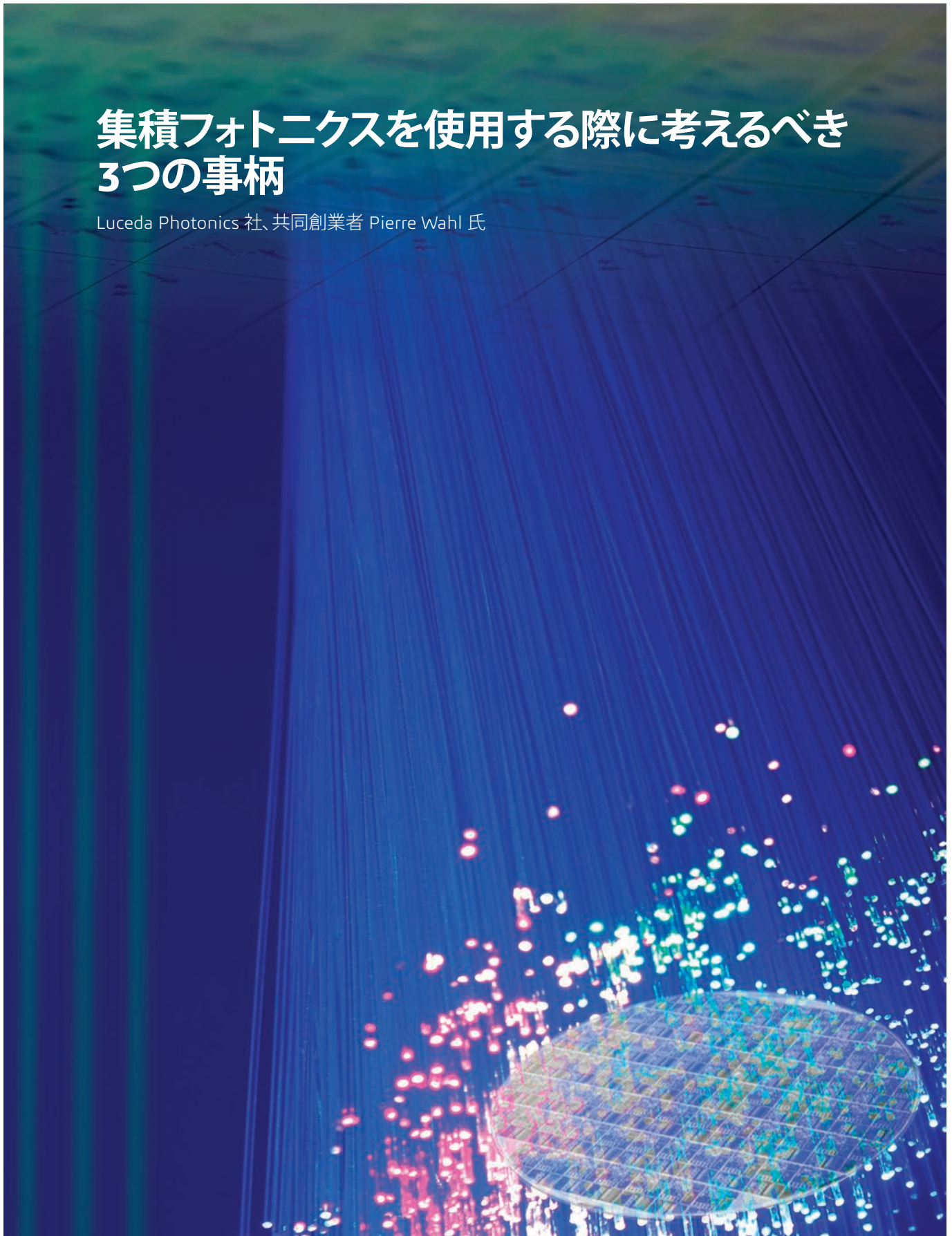
結論および将来展望

複雑な家庭用電子機器の機能的通信リンクを設計するには、アンテナエンジニアが複数の集積アンテナの設計案を迅速かつ正確に評価できるツールが必要です。本記事で説明したツールや手法は、実行可能なアプローチを示しています。通信帯域幅が拡大し、5G などの高周波数規格が確立するにつれて、新たなアンテナ技術も現実のものとなってきます。アンテナは、デバイス筐体の不可欠な部分として設計する必要が出てくるでしょう。また、異なる物理領域にまたがった複合領域のシミュレーションも必須となり、3DEXPERIENCE プラットフォームを介してアクセスできるツール群の連携や相互利用が、将来の持続可能なイノベーションのための理想的環境を提供することになります。

詳細は以下をご覧ください
www.cst.com/beamy

集積フォトニクスを使用する際に考えるべき 3つの事柄

Luceda Photonics 社、共同創業者 Pierre Wahl 氏



Images courtesy UGent / imec.

光の利用と操作は、特に電気通信、医学、センサー、防衛な光などの分野では、常に重要な技術的要素の一つでした。光を操ることの科学は、一般に“光学”または“フォトンクス”と呼ばれています。過去 10 年間で、チップ上にフォトンクス機能を集積することの可能性は、“集積フォトンクス”という独自分野を形成するほど、光学の世界にかつてない技術革新の波をもたらしました。そして今日、電気通信分野では、集積フォトンクスを利用してコストや性能、エネルギー消費を桁違いに改善できるまでになりましたが、その他の分野も、間もなくそれに肩を並べようとしています。世界中の大手企業や研究機関の R&D チームをサポートしてきた我々は、このエキサイティングな技術から同様の利益を得たいと願っているチームの皆様に、以下のようなアドバイスを行っています。

自社アプリケーションの費用と便益をすべて検討する

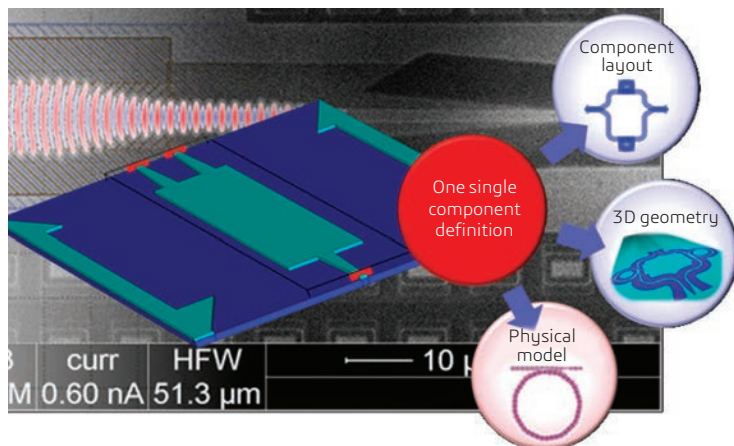
集積フォトンクスシステムを使用すると、ほとんどの場合、集積されていない同等のシステムに比べて性能が向上します。しかし集積フォトンクスチップと言っても、それを組み込む必要のある上位システムの一部であることに変わりはありません。集積フォトンクスチップには、バルクとは異なる R&D プロセス、製造設備、原価モデルがあるため、切り替える際はその技術的影響と経済的影響の両方を慎重に検討する必要があります。例えば、確かに集積チップの単価は非常に低いのですが、それは大量に必要とする場合にだけ言えることです。多額の資金を投入しようとする前に、こうした細かいことにも気を配るべきです。

プロセスデザインキット (PDK) とマルチプロジェクトウエハー (MPW)

産業界の採用リスクを軽減するため、集積フォトンクスに携わるリサーチファウンドリは、複数の設計を一枚のウエハーに相乗りさせて、全体の開発コストを参加企業間で分担できるようにするサービスを提供しています。さらに、多くのファウンドリは、簡単に組み立てて再利用が可能なテスト済みの構成ブロックを含んだ、プロセスデザインキット (PDK) も提供しています。そのため我々は、新規採用者に対し、このオプションを十分に活用してベンチマーク評価を行うように強く推奨しています。

ロバストなワークフローへの投資

電磁シミュレーションは、集積フォトンクスの設計において非常に重要です。それにもかかわらず、実際に我々が目にするのは、フォトンクス設計チームが、そうしたシミュレーションを一貫して適切に設定するための組織体制に悪戦苦闘しているということです。重要なのは、模擬した形状が最終的に製造される構造の正確な表現であること、使用する材料モデルが実稼働条件下でも正しいこと、そして正確な結果が妥当な時間内で得られるように、シミュレーションの設定値が適切に設定されていることです。多くの場合、設計者はシミュレーションを適切に設定するために、さまざまな情報源 (PDK ハンドブックやプロセス情報データ) を調べたり、シミュレーションの専門家に相談したりする必要があります。こうした情報源は常に更新されるため、EM シミュレーションが一貫して正しいことの確認は、ほとんどが組織的な仕事になります。また、設計フローのすべての側面を扱うことのできるソフトウェアを使用することが非常に重要です。Luceda 社で



は、ダッソー・システムズと協力して、お客様に対して実現しうる最高のフローを提示しています。

著者紹介

Pierre Wahl 氏は、彼が 2014 年に共同設立した Luceda Photonics 社で、セールス、サポート、およびトレーニング業務を担当しています。彼がレーニングとサポートを行っているのは、中国、北米、およびヨーロッパの大手企業、研究機関、ファウンドリ、大学などの R&D チームです。

彼は 2014 年にブリュッセル自由大学とスタンフォード大学において、超低エネルギー光相互接続に関する研究で光電子工学の博士課程を修了しました。また、2010 年にはゲント大学とブリュッセル自由大学でフォトンクスの修士号を取得しています。多数の学術論文を共同執筆しており、集積フォトンクスに利用される設計、シミュレーション、および最適化の技術についてさまざまな講演も行っています。

LUCEDA PHOTONICS 社について



Luceda Photonics 社は、フォトンクス IC のエンジニアにも、電子 IC の設計者と同じように「最初から適切に設計すること」の喜びを味わってもらいたいと願っています。Luceda Photonics 社のツールとサービスは、50 年以上にわたるフォトンクス集積回路 (PIC) の設計経験に根差しており、世界中の研究機関や産業界の R&D チームが使用しています。

詳細は以下をご覧ください
www.lucedaphotonics.com

アカデミックケーススタディ

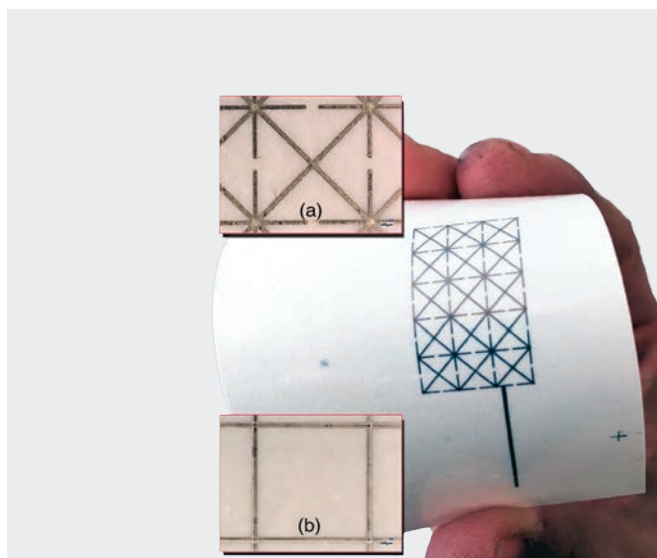
曲げても壊れない電子機器

多くの人からプリント回路の新たな大進歩だと歓迎されて、フレキシブル・ハイブリッド・エレクトロニクス (FHE) の普及が進んでいます。曲げたり、ねじったり、伸ばしたりできるプリント電子回路は、デバイスをより小さく、より軽く、より多用途にすることに役立ちます。

FHE 設計には、力学と電磁気学の両方の課題があります。フレキシブルデバイスを作る材料には、繰り返し曲げても壊れない耐久性が必要です (実際、導電体がわずかに損傷しただけで、デバイス性能が低下します)。さらに、熱、日光、曝気、浸水、化学薬品へのばく露など、さまざまな環境影響に対する耐性も必要です。デバイスには導電層と基板の両方が含まれるため、基板に対するインクの接着力も保証する必要があります。一方で、変形はデバイスの電気特性を変化させます。例えば、アンテナの長さはその共振周波数に直接関連しており、アンテナを伸ばすとその性能が変化します。

マサチューセッツ州立大学ローエル校のナノ製造センターの研究者が、Raytheon 社とともに、FHE 技術を利用して次世代のアセット監視プラットフォームを開発しています。BST/LDPE 複合材ベースの官能化基板を利用した同調電磁フィルターや周波数選択表面 (FSS) は、現行のビームステアリング用送信アレイの後継となるものであり、構造や設計の複雑さを軽減します。FSS はフレキシブル基板に印刷して、アプリケーションに組み込むことが可能であり、アプリケーションはアセットに直接取り付けて、その形状に適合させることができます。

ヒット商品を生み出すためにチームとして必要だったのは、厳しい環境に耐えるだけの強度と柔軟性があり、必要な電磁気学的要件も満たす、基板の材料を見つけ出すことでした。彼らは Abaqus による力学シミュレーションでデバイスの曲げと伸びをモデル化し、CST STUDIO SUITE による電磁 (EM) シミュレーションで変形した FSS の性能を調べました。さらには、基板材料の EM 特性を模擬することにより、FSS の調整に必要なバイアス電圧を計算することや、製造上のバラツキがアンテナ性能に与える影響を調べることもできました。



NextFlex 2.5 チーム (左から右へ) : Mary Herndon 氏、Raytheon 社 IDS テクノロジーエリアリーダー、機械・材料・構造 (MMS) 部門エンジニアリングフェロー; Claire Lepont 氏、マサチューセッツ州立大学ローエル校シニアテクニカルプログラムマネージャー; Scott Stapleton 氏、マサチューセッツ州立大学ローエル校機械工学科助教; Alireza Amirkhizi 氏、マサチューセッツ州立大学ローエル校機械工学科助教

このコンセプトの成功によって、マサチューセッツ州立大学ローエル校のチームは NextFlex (技術革新と商業化の促進を目指して 2015 年に設立された官民コンソーシアム) から助成金を獲得することができ、その結果、人材の育成が加速し、持続可能な先進の製造エコシステムが生まれました。研究者たちの次なるステップは、このコンセプトを洗練させて、同技術を利用した完全なアセット監視システムを作り出すことです。

設計の迅速化と仮想プロトタイプングを可能にするシミュレーションの力を利用して、材料の特性評価を行うことが重要です。マサチューセッツ州立大学ローエル校のナノ製造センターの 2 回目のプロジェクトでは、Raytheon 社とパートナー企業数社が、フレキシブル・エレクトロニクスの完全な特性評価を行うための構造試験を計画しています。それらは、リアリスティックシミュレーションに必須の入力データを入手するためだけでなく、試験それ自身がシミュレーションモデルを利用するように計画されています。

例えば、使用中の破壊限界を超えるフレキシブル・エレクトロニクスを設計するには、印刷インクとフレキシブル基板との間の界面特性が必要になります。従来の界面試験は実行不可能なため、一連の新たな試験が必要です。Abaqus の大変形機能と高度な材料モデルを利用することにより、非線形性に直面して界面の強度とエネルギーを生じる試験が考案されています。うまくいけば、ここで開発された手法が、ますます複雑で困難さを増す材料系の入力データを得るための青写真となるかもしれません。

詳細は以下をご覧ください
www.uml.edu/research/nano

設計に適したアンテナを見つけ出す方法

アンテナは、電話機から医療用インプラントまで、あらゆるコネクテッドデバイスに必須の部品です。非常に多くの利用ケースと周波数が存在するため、さまざまなアプリケーションに向けた驚くほど多くのアンテナタイプがあります。

例えば、Bluetooth イヤホンは、小さくて安価な全方向性アンテナを必要としますが、宇宙船には、地上からの非常に微弱な信号も受信できるように、高出力で高利得のアンテナが必要です。

Antenna Magus は、アプリケーションの要件に基づいて、アンテナの調査と設計および合成を行うためのツールです。本記事では、その使用法を説明するために、スポーツ競技で用いられるリアルタイム位置測定システムの 2 種類のアンテナを Antenna Magus で設計する手順を示します。1つは選手が装着するタグアンテナであり、もう 1つはタグ位置をモニターするセンサーアンテナです。

アンテナの選定

最初のステップは、どのアンテナ設計が要求仕様に合致しているのかの調査です。Antenna Magus には 300 種以上のアンテナからなるライブラリがあり、各アンテナには特性に従ってラベルが付けられています。Wi-Fi や GPS などの一般的なアプリケーションに対しては、Antenna Magus はプロジェクト開始時にすぐに選択できる定義済みの仕様を用意しています。特注アプリケーションの場合は、カスタム仕様を作成しますが、これは将来のプロジェクトで再利用するために保存できます。

これらの中から、Antenna Magus が仕様にあったアンテナをライブラリ内で選択します。追加のキーワードを用いて、これをさらに絞り込むことも可能です。センサーアプリケーションには、製造の容易さの点でプリントアンテナが必要です。周波数バンド、寸法、およびキーワードとして“printed”と“circular polarization”を指定すると、Antenna Magus が可能性のあるいくつかのアンテナタイプを提案します。“順次回転 2X2 アレイ型ノッチ付き円形パッチ”アンテナは製造が容易であり、すべての仕様に適合するため、このアプリケーションに適しています。次に、後の解析のために、Export Mode 機能を使用して CST STUDIO SUITE 用の 3D シミュレーションモデルを作成します。

タグアンテナに対しては、周波数、3dB のビーム幅、および寸法を指定して、別の仕様を作成します。Antenna Magus が“短絡型 4 線巻らせんアンテナ”を提案します。これも、シミュレーションのために CST STUDIO SUITE にエクスポートします。

3D シミュレーション

Antenna Magus がモデルを作成した時点で、シミュレーション用のメッシュおよびソルバーの設定値はセット済みであり、直ちに CST STUDIO SUITE で解析ができる状態になります (図 1)。3D シミュレーションによって、アンテナケーシングとそれを取り付けられる構造体を考慮した、現実的な環境でのアンテナ解析が可能になります。ケーシングなどはアンテナ性能に影響を与え、その周波数と指向性を変化させる可能性があります。それら

の影響を相殺するために、設計を変更して Magus から再度エクスポートすることは簡単です。あるいは、CST STUDIO SUITE に内蔵の最適化プロセッサを使用して、それらを考慮に入れてアンテナを再調整することも可能です。

個々のアンテナの最適化が完了したなら、次に、システム全体のシミュレーションを行います。多数のセンサーアンテナとタグアンテナを含むサッカー競技場全体を、一つの 3D モデルとして解析することは困難です。その代わりに、それぞれのアンテナを個別に解析して、生成した電磁界を遠方波源または近傍波源としてエクスポートすることが可能です。システムシミュレーションでは、これらの波源を詳細なアンテナモデルの代わりに使用することで、計算時間が大幅に削減されます。

CST の System Assembly and Modelling (SAM) アプローチは、こうしたシミュレーションを組み合わせて、部分ごとに異なるソルバーを使用しながら、首尾一貫したワークフローとすることを可能にしています。個々のアンテナのシミュレーションは、汎用の時間領域ソルバーで行うのが最善ですが、場全体（ほとんどが空間の電氣的規模の大きな領域）にわたる伝搬のシミュレーションは、積分方程式ソルバーあるいはAsymptoticソルバーで行うとより効率的です。波源のカップリングによって、シミュレーションの部分ごとに最善のソルバーを使用できるようになり、シミュレーションプロセスが大幅に加速されます。

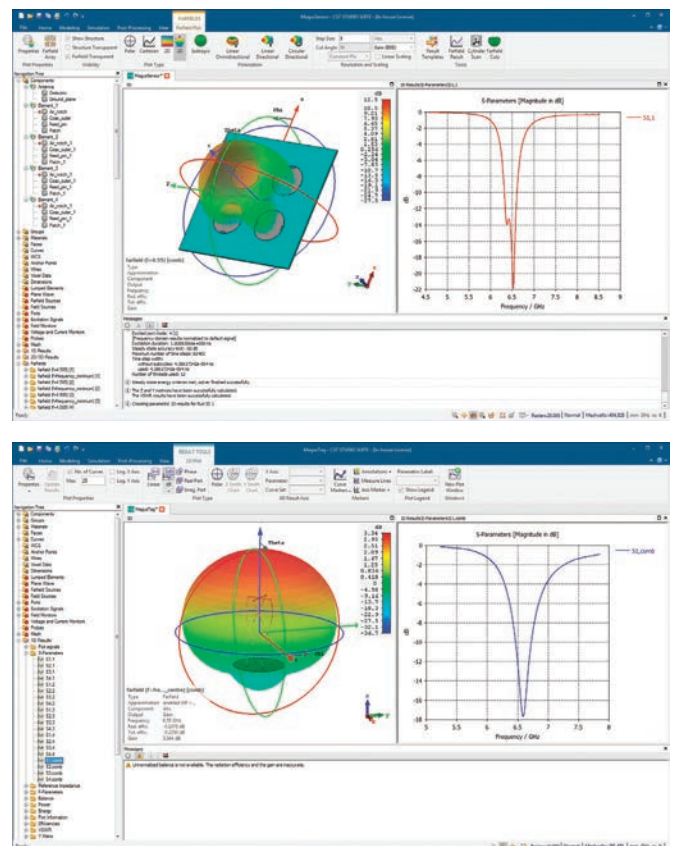


図 1: センサーアンテナ(上)とタグアンテナ(下)の遠方界放射パターンと S-パラメータ

詳細は以下をご覧ください
www.cst.com/products/antennamagus

進行波管が可能にする 新しい大容量ミリ波無線ネットワーク

ランカスター大学工学部長・コッククロフト研究所教授、Claudio Paoloni 氏

インターネットの無線トラフィックが急増しています。原因は、最高の顧客体験を提供したい事業者のニーズに加えて、ビデオストリーミングや高解像度カメラの利用拡大、携帯型コネクテッドデバイスの普及などですが、これを解決するには、高密度スモールセルネットワークを展開することで、基地局あたりのユーザー数を減らす以外に方法はありません。課題は、都市部に多数配置されたセルに費用効果の高いバックホールを提供することです。

ファイバーでは、そのコストと配備の困難さから、問題の一部しか解決することができません。無線バックホールは、原理上、設置が容易で融通性の高い魅力的なソリューションとなります。ただし、マルチギガビット容量に対する需要の高まりに対処する上では、ミリ波で利用可能な広い周波数バンド（90~320 GHz）のみが目的になっています。これまでは、大気減衰量の多さと半導体素子の送信電力の低さによって、技術の飛躍的進歩に必要なミリ波スペクトルの活用が阻害されてきました。

欧州委員会による「Horizon 2020」プロジェクトの TWEETHER（進行波管ベースの高いデータ伝送速度分布とスペクトル & エネルギー効率を有する W-バンド無線ネットワーク）と、ULTRAWAVE（ミリ波進行波管ベースの 100 GHz を超える超大容量無線レイヤー）は、大容量・高密度セルのバックホールに対する要求に応えるものであり、初めて 90 GHz を超えるミリ波スペクトル全体の活用を提案することで、将来の 5G ネットワークの普及をサポートしています。

TWEETHER プロジェクトは、新型の W-バンド進行波管（TWT）を使用することにより、ワットレベルのミリ波送信電力を供給し、大気減衰の問題を克服して、90 GHz 超のポイントツーマルチポイント配置を可能にした初のプロジェクトです。ポイントツーマルチポイントでは、一台の送信ハブで給電が可能であり、設置面積が小さく、広い地域に多数の端末または基地局を配置できます。92~95 GHz の範囲で利用可能な 3-GHz 帯域幅は、1 平方キロメートルにつき最大 10 Gb/s を実現します。TWEETHER プロジェクトで開発された技術は、新たなバックホールの枠組みのもとで W-バンドの活用に道を切り開くものであり、一般にはファイバーでカバーされない住宅地区や郊外での固定アクセス配備に起因したデジタル・ディバイドの解決にも役立ちます。

“Beyond 5G”に向けた ULTRAWAVE プロジェクトでは、最大半径 500 m の区域をカバーする送信ハブを展開することにより、D-バンド（141~174.8 GHz）のポイントツーマルチポイント接続で、1 平方キロメートルにつき最大 100 Gb/s を実現する、超大容量レイヤーの構築を目指しています。送信ハブは、最大 500 m の範囲にわたり、これまでにない 30 Gb/s のデータ伝送速度が可能な、新しい G-バンド（275~305 GHz）のポイントツーポイント大容量接続によってバックホールされます（図 1）。このシステムは、3つの主要技術である、真空エレクトロニクス、固体エレクトロニクス、フォトリソグラフィを、独特な無線システムに集結することで可能になります。必要なワットレベルの送信電力は、新型の D-バンドおよび G-バンド進行波管で生成されます（図 2）。

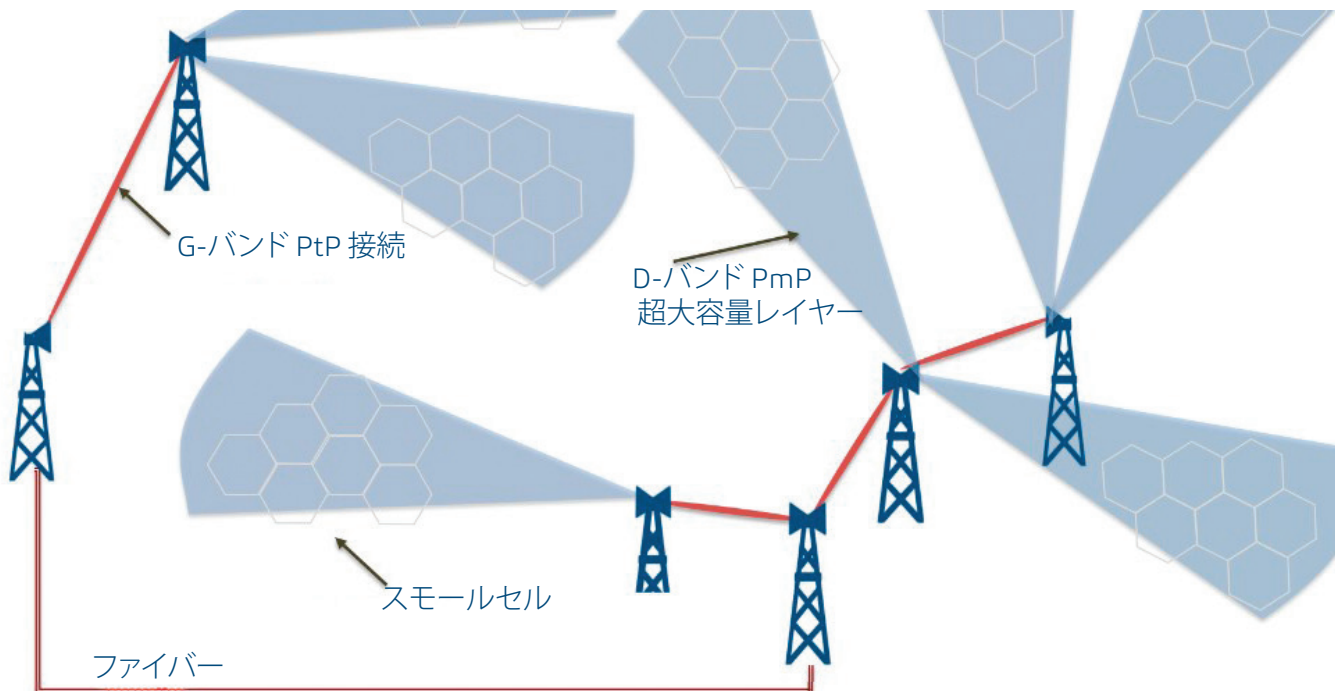


図 1: 高密度スモールセルのバックホールに対する超大容量無線レイヤーの概念図

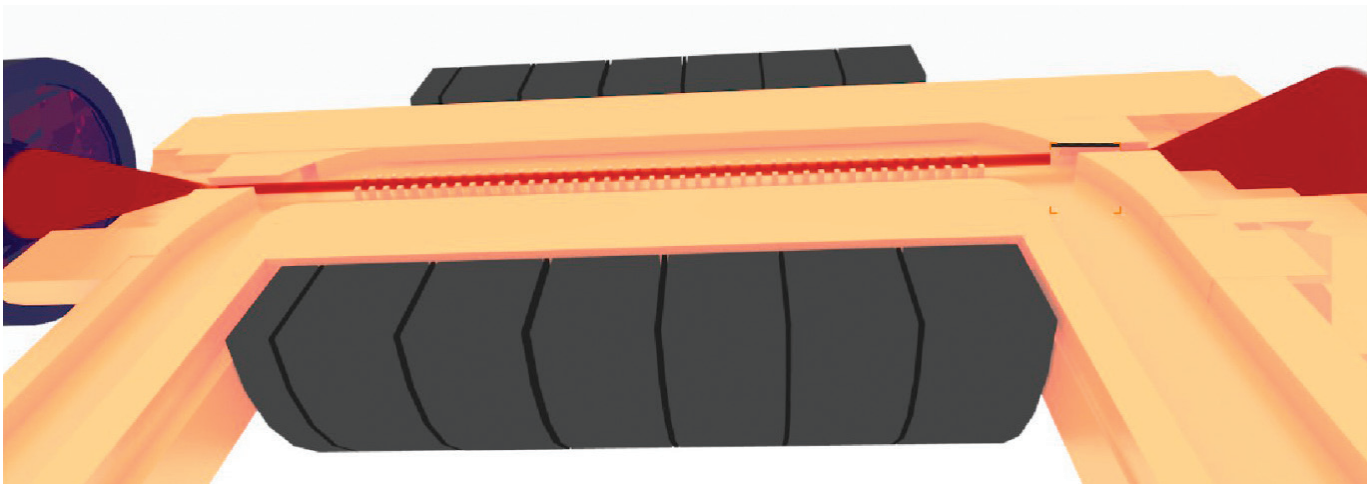


図2:新しいミリ波モデルのレンダリング図

これらの新型ミリ波無線システムには、限られた実験の裏付け、ミリメートル未満の寸法を持つ独特の三次元構造、高額な開発コストなどに起因した、さまざまな設計課題があります。特にミリ波 TWT は、まだ実験室レベルにあって、それらの設計と製作については整理統合された手順など存在しません。TWT は定められた形状の導波管で構成されます。この導波管は、電子ビームのエネルギーを電波に伝達するために、伝搬波の速度を落として遅波構造内を流れる電子ビームの速度に合わせます。メカニズムは原理的に単純でも、シミュレーションを行うとなると相当の計算量が必要になります。なぜなら、複雑な形状の構造内を流れるビームの電子に対応した何百万もの粒子があり、それらを高密度のメッシュでモデル化する必要があるからです。

数百マイクロ幅の部品寸法と任意形状を有する遅波構造の設計とシミュレーションには、CST STUDIO SUITE のような、正確で順応性の高い三次元電磁シミュレータの利用が欠かせません。材料および製作プロセスに関連したパラメータを含めて、遅波構造の電氣的挙動に対する特性評価を行うには、最初に、さらに大変な非線形性能の予測が必要です。非線形性は、電磁界と電子ビームの相互作用に由来しています。こうした複雑な物理現象と、電子ビームのモデル化に必要とされる多数の粒子、および大規模な 3D 計算領域には、正確で効率的なモデルとアルゴリズムが必要です。TWT 設計チームは主に CST STUDIO SUITE を使用していますが、同ソフトウェアは、最適化されたアルゴリズムと最先端の GPU サポートによって広範かつ高速なシミュレーションが可能であり、同様の CAD ツールに比べてシミュレーション時間が大幅に短縮されています。図 3 は、相互作用する構造に沿って流れる電

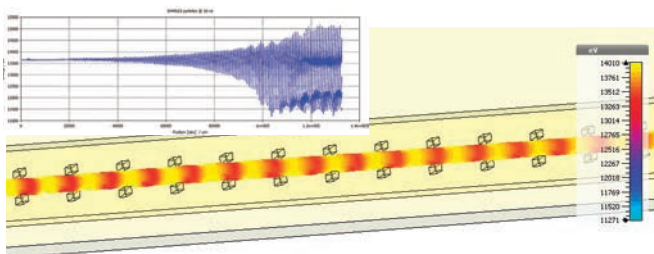


図3:新型TWTのCST STUDIO SUITEによるParticle-in-Cellシミュレーション。差し込み図には、伝搬軸に沿った電子のエネルギーが示されている

子ビームの挙動を示しています。

今後は、ミリ波およびテラヘルツ波 TWT の製作と測定が、実デバイスによる 3D シミュレータの較正に向けた大きな一歩となることでしょう。



Claudio Paoloni 氏は 1981 年、イタリア・ローマのローマ大学サピエンツァ校で電子工学の学位を取得しました。2012 年からは、英国ランカスターのランカスター大学工学部で電子工学科教授を務め、2015 年には工学部長に就任しました。彼は 200 を超える論文を執筆し、Horizon 2020 プロジェクトのミリ波大容量無線ネットワークに関する

TWEETHER と ULTRAWAVE ではコーディネーターを務めています。彼の研究分野は、ミリ波真空電子機器とその応用です。IEEE のシニアメンバーであり、IEEE の電子装置部会・真空エレクトロニクス技術委員会の議長でもあります。

ランカスター大学は英国屈指の大学の一つであり、最近、タイムズおよびサンデータイムズ紙の Good University Guide 2018 において University of the Year に選出されています。ランカスター大学の工学部は、優れた研究と教育、明確な成長戦略で知られる総合工学部です。その工学研究は、2014 Research Excellence Framework (REF) において世界トップレベルと評価され、タイムズ紙の Higher Research Intensity リーグテーブルでは英国で第 7 位にランクされました。

詳細は以下をご覧ください
www.lancaster.ac.uk/engineering

SCIENCE IN THE AGE OF EXPERIENCE™

2018年6月18~21日 | マサチューセッツ州ボストン

www.SAOE2018.com

イノベーションとテクノロジーを
結集して課題に対処する際の
ノウハウを共有し、活かし、学び、
そして発見しましょう



EXPERIENCE, COMPASSION, ZOSI, CATIA, SOLIDWORKS, ENOVIA, DELMIA, SIMULIA, GEOVIA, EXALEAD, BIOVIA, ZOSYMA, BIOVIA, NETWORKS, 株式会社EDUCTEは、この他の国に当社のソフトウェアを販売する権利を保有する。また、これはその子会社の登録した商標である。その他の商標は、それぞれの所有者の商標またはサービスマークです。Copyright Dassault Systèmes, 2018

SAOE2018.COM