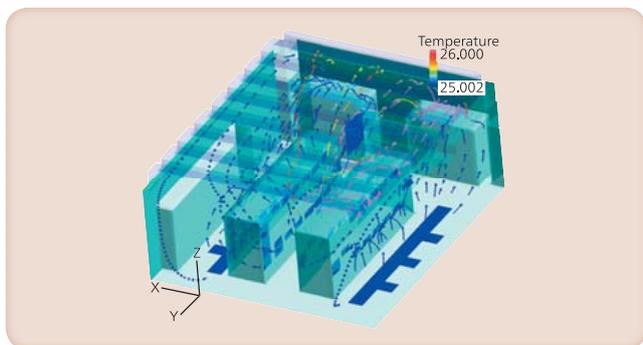


データセンターの省電力化でグリーンITに貢献する IT機器と空調機器のリアルタイム関係制御

クラウドコンピューティングや「ビッグデータ」の活用が進む中、データセンターの省電力化が課題とされている。これに対し、日立グループは、IT機器と空調機器を連係させリアルタイムに制御するデータセンターの消費電力削減の技術を開発した。データセンターに構築したプロトタイプでは、IT機器と空調機器の消費電力を合計30%以上削減する効果を実証している。その実用化に向けた現在の取り組みについて、研究者たちにインタビューした。



日立研究所が開発した三次元熱流体解析技術のデータセンターへの適用事例

求められるデータセンターの省電力化

事業継続への対応や情報活用の進展などから、データセンターの利用が急拡大しています。一方で、データセンターの電力消費量は増え続け、特に東日本大震災発生以降、節電や省エネルギーへの関心が高まる中で、消費電力のいっそうの低減が求められています。日立グループは、2012年度までに2007年度比でデータセンターの消費電力を最大50%削減することを目標とした、データセンター省電力化プロジェクトCoolCenter50に取り組んでいますが、データセンター全体を省電力化するには、IT機器だけでなく空調機器の省電力化も重要なポイントとなります。

パターン化で解析をリアルタイムに

今回開発したのは、データセンターのIT機器と空調機器を連係させ、空調効率のよい場所に配置されているIT機器への作業負荷の割り当てと、IT機器の稼働状況に応じた空調機器の稼働台数や風量・給気温度のリアルタイム制御により、空調機器の消費電力の削減を可能にした技術です。従来、IT機器と空調機器は互いの稼働状況とは関係なく制御していましたが、連係させることで、より少ない電力で高い冷却効果を得られるようになります。

連係制御には、日立研究所で開発した三次元熱流体解析技術を用いています。IT機器の電力使用量データを基にこの技術でシミュレーションを行うことで、IT機器の負荷状況に応じた室内の温度分布が事前にわかります。この情報を基に、IT制御では室内の温度分布に偏りが発生し

ないようにIT機器に作業負荷を割り当てます。空調制御では、温度が高くなると見込まれる箇所を冷却するよう制御することで効率的に室内を冷やします。それに加えて、室温のデータもリアルタイムに取得しており、室温がしきい値を超えた場合に空調を強めるという、二段構えの仕組みで安全性を確保しています。

ただ、こうした解析をすべてその場で行っていたのでは時間がかかりすぎてしまいます。そこで、データセンター内の気流を事前の三次元熱流体解析シミュレーションで求め、あらかじめパターン化しておきます。そのパターンをベースとすることで、実際にIT機器が稼働している際の最適な空調条件を計算する時間を大幅に短縮し、リアルタイムな連係制御を可能にしました。

省電力運用の国際標準をめざして

データセンターに構築したプロトタイプで実証実験を行い、これらの空調電力削減と、IT負荷を片寄せして不要となったIT機器の電源遮断によるIT電力削減により、IT機器と空調機器の消費電力を合計30%以上削減できることを確認できました。IT機器と空調機器の電力効率の向上を合わせてCoolCenter50の目標達成のめどがつかしました。この技術をできるだけ早期に実用化するだけでなく、省電力運用の国際標準をめざすことも視野に、現在、研究開発を加速しています。今後も独自性のある連係制御技術でグリーンITに貢献していきたいと思えます。



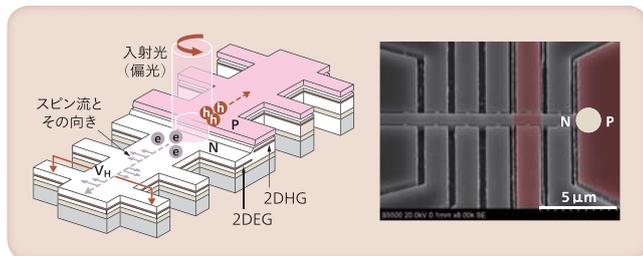
日立製作所 中央研究所 グリーンコンピューティング研究部の沖津潤 研究員(左)、横浜研究所 プラットフォーム研究センタ 運用管理システム研究部の西郷清和 研究員(右)

半導体材料に注入した電子のスピンの電氣的制御・観測に世界で初めて成功

スピントロニクスは、電荷とスピンという電子が持つ二つの性質の両方を活用しようという新たな技術分野である。

電子デバイスの大幅な省電力化や、画期的な機能に結びつくと期待され、研究開発が加速している中、日立ケンブリッジ研究所をはじめとする国際研究チームは、ガリウムヒ素系の半導体材料を用いて、電子のスピンを電流と同様に制御・観測することに成功した。

その概要と可能性について、最前線の研究者が語る。



電子のスピンの発生原理

せたもので、スピン注入方法としては、円偏光したレーザー光による光学的手法を用いています。光によってスピンを持った伝導電子が励起されます。発生した電子は拡散電流として周囲の電子と相殺されるため特定方向に流れる電流はゼロですが、スピンは拡散電子に乗ってスピンの流れを作ります。このスピン流は、スピンホール効果を利用することで直接検出することができました。

次世代電子デバイスの可能性をひらくスピントロニクス

現在の半導体デバイスは、高速動作と低消費電力を両立するスケラブルな微細化・集積化が限界に近づいています。その限界を前に、汎用シリコンデバイスよりも消費電力を低減させながら、情報処理速度を高速化することが可能な、新しい原理や材料による電子デバイスの開発が求められています。スピントロニクスは、それを実現する有力な候補技術です。これは、電子の電荷(電氣的性質)の流れ、すなわち電流を利用するエレクトロニクスに対して、電荷に加え、電子が持つもう一つの性質であるスピン(磁氣的性質)の流れを利用する技術領域です。電子のスピンの上向きと下向きの二つの状態があり、ふだんはそれらが混在しているのですが、そこへ方向をコントロールしたスピンを注入することにより、その流れが電流のように電子から電子へ伝わっていきます。これがスピン流で、電子デバイスを電流に代わってスピン流で動作させることは、大幅な省電力化をはじめとするデバイスの革新につながると期待されています。

純スピン流の電氣的な制御を世界で初めて実証

こうしたスピントロニクスの実現に向け、私たち日立ケンブリッジ研究所をはじめとする国際研究チーム^(*)は、2010年12月、ガリウムヒ素系半導体に注入したスピンの上向き・下向きを電圧で制御できる素子を開発し、オン・オフ動作を観測することに成功しました。これは、純スピン流(電荷の流れを伴わないスピン流)の電氣的な制御を世界で初めて実証したことになります。

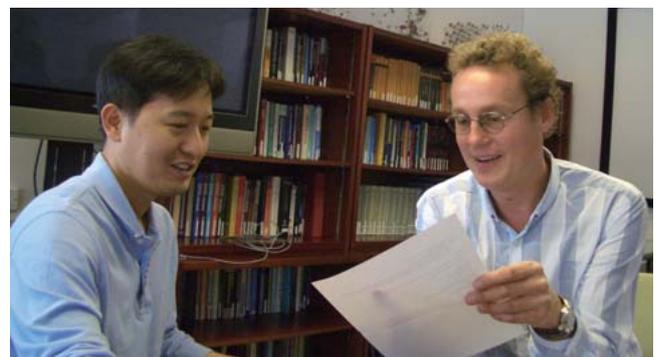
開発した素子は、二つのスピントランジスタを組み合わ

全電氣制御スピントランジスタの実現へ

この成果を一つのステップに、現在、全電氣制御スピントランジスタ実現へ道をひらく技術の検証を進めています。また、スピン流の生成に光学的手法を用いたことの副次的成果として、スピン感受性のある平面型の光発電型セルが実現できました。これとスピンホール効果とを組み合わせることで、円偏光の光信号を電氣信号に直接変換することが可能になり、医薬・バイオ分野への応用や、光學的な情報変換技術への発展の可能性も広がっています。

さらに、革新的なコンピュータの基礎技術構築をめざした新しいスピントロニクスの技術コンセプトとして、スピン軌道相互作用の活用、単電子デバイス、スピントルク制御、電界による磁区制御や新しい強磁性・反強磁性半導体の研究に注力しており、これらの中からも新たな成果を上げていきたいと考えています。

(*) 日立ヨーロッパ社日立ケンブリッジ研究所、チェコ科学アカデミー、チェコ・チャールズ大学、英国・ケンブリッジ大学、ノッティンガム大学、米国・テキサスA&M大学

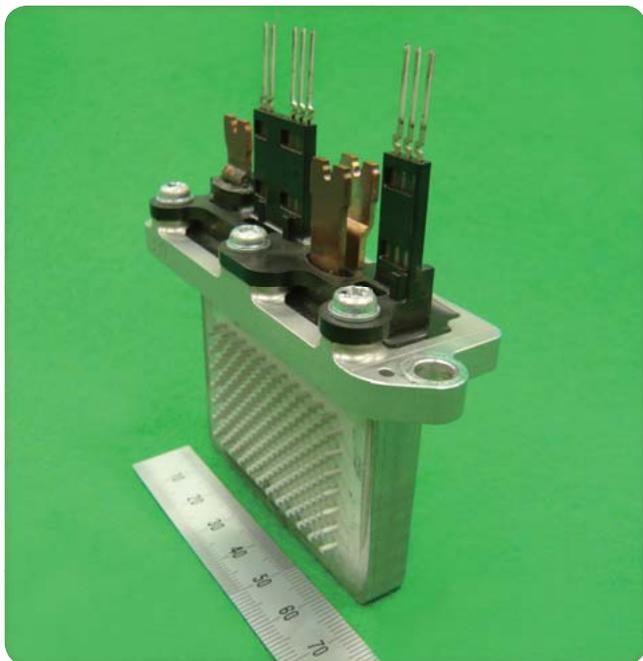


日立ヨーロッパ社日立ケンブリッジ研究所 ResearcherのByong-Guk Park (左)、Senior ResearcherのJoerg Wunderlich (右)

電気自動車、ハイブリッド自動車用インバータに搭載される パワーモジュールの床面積を半減する技術を開発

地球温暖化を背景に自動車の環境対応技術の開発が進む中で、電気自動車やハイブリッド自動車の基幹部品の一つであるインバータには、高い信頼性とさらなる小型化・高効率化が求められている。

日立グループは、パワー半導体を効率よく冷却する技術を開発し、インバータを構成するパワーモジュールの小型化に成功した。車載用インバータの小型化を実現するこの技術の特長と可能性について、開発者に聞いた。



直接水冷型両面冷却パワーモジュール

パワーモジュールの放熱性能がインバータを小型化

電気自動車やハイブリッド自動車のキーコンポーネントであるインバータ、モータ、バッテリーの小型化・高効率化技術の重要性が増えています。今回私たちは、インバータの小型化を実現する技術を開発しました。その鍵となるのが、インバータを構成する主要部品、パワーモジュールの放熱性能です。パワーモジュールの中には多数のパワー半導体が集積されているため、そこから発せられる熱を外部に逃がしやすくする（熱抵抗を下げる）ことで、信頼性を高めることができ、パワーモジュール、ひいてはインバータ全体を小型化できます。

直接水冷技術をさらに進化

自動車用インバータの多くは水冷式のため、パワーモジュールは水に放熱します。日立グループは、従来品よりも放熱性能に優れた直接水冷技術を開発し、数年前から直接水冷型片面冷却パワーモジュールを量産しています。今回は、それをさらに改良した両面冷却の実現が目標でした。

両面から冷やすには、内部のパワー半導体を水から守り

つつ、熱をよく放出する構造を実現しなければなりません。そこで考案したのが、パワー半導体の両側に放熱経路を形成するためのグリースを用いずに、絶縁層を介して放熱経路を形成することで冷却性能を高める構造です。これまでの直接水冷型パワーモジュールと比べ、放熱性能を35%向上し、床面積を50%低減できます。この冷却性能により、高性能で高信頼な冷却システムを構築でき、インバータの小型化を可能にします。

低炭素社会を支える幅広い応用展開の可能性

開発過程では、冷却性能と信頼性を両立する冷却器の構造検討、また、過酷な使用環境でも長期信頼性に耐えうる絶縁材料の選定と評価に、長い時間を要しました。

そうした課題を克服できたのは、組織を横断して開発プロジェクトを推進する「特研（特別研究）」体制の下で、大型計算機の開発で培った半導体実装技術、熱流体、電気発熱、応力などの多彩な解析技術を駆使し、新たに必要な金属材料や絶縁材料開発でグループ企業と連携するなど、日立の総合力が発揮できたからにほかなりません。

この直接水冷型両面冷却パワーモジュールは、自動車だけでなく建設機械の電動化や、電力産業などの電力変換装置が活躍する分野に幅広く展開できるものです。また、関連技術も環境分野などへの応用展開の可能性を秘めています。低炭素社会の実現に貢献するため、今後もこの技術の進化に挑んでいきます。



左から、日立製作所 日立研究所 情報制御研究センター パワーエレクトロニクスシステム研究部の中津欣也 主任研究員、徳山健 研究員、材料研究センター 電子材料研究部の石井利昭 主任研究員