

1 東亜石油 水江発電所 2号GT更新工事完了(予定)

日立は、東亜石油株式会社水江発電所2号ガスタービン(GT:Gas Turbine)更新工事の契約を締結した。

この発電所は東亜石油の電力事業を担う設備であり、かつ燃料に同社の石油事業を支える石油精製プラントから発生する副生ガスを使用して発電する重要な設備の一つである。本工事は、GTを新たな機種に交換するもの^{※1)}で、GT更新により経済性^{※2)}および設備の信頼性を向上させ、顧客へ貢献するものである。定期検査工事と連携しながら、2019年12月の工事完了へ向けて対応していく^{※3)}。

今後もGT更新などの多様なリハビリ・リプレース案件について、日立のエンジニアリング力で対応していく。

※1) 米国ゼネラル・エレクトリック社製GT：6F.03-1→6F.03、制御装置：MarkV→MarkVIへ変更

※2) 大気温度15℃において更新前相対値で+6.6%の出力向上、+2.6%の熱効率向上

※3) 2019年10月現在

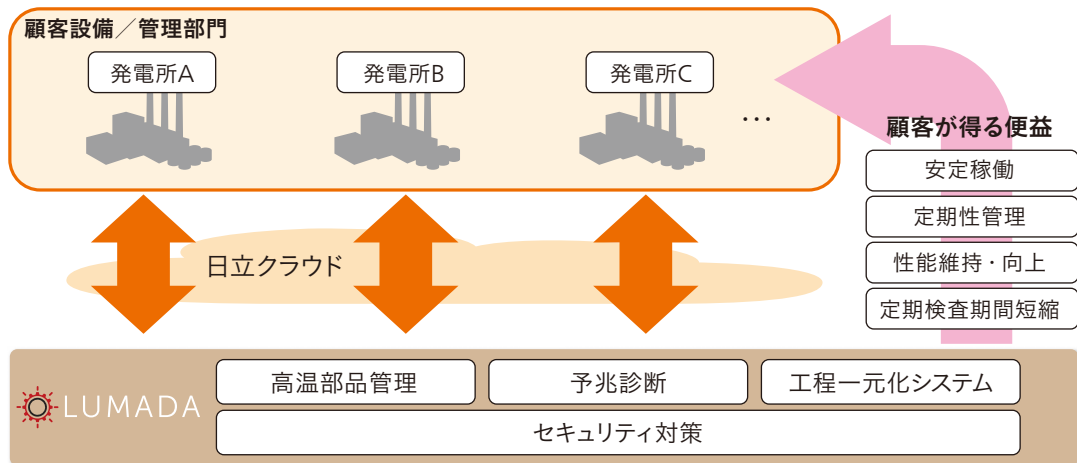
2 火力発電事業者向け 経営課題解決型サービスソリューション

火力発電設備を保有する電力事業者の経営課題は、発電事業の事業構造の変化に伴う事業者間の競争激化により、ますます多岐にわたり、かつ大きくなっている。日立はこれらの課題に対し、経営課題を見える化し、具体的な解決策を実行するためのさまざまな経営課題解決型ソリューションを提案している。

電力事業者のO&M(Operation and Maintenance)を支援し、経営効率の改善に向けた取り組みについては、「設備の予兆診断サービス」、「部品管理システム」、「性能評価サービス」といったソリューションを提供している。また、クローズドな環境をオープンな環境へシフトする際に課題となるセキュリティについては、「セキュリティ」ソリューションでサポートしている。さらに、これらの各ソリューションをプラットフォームとして統合して提供することで、さらなる高付加価値の実現に寄与する。



1 ガスタービン設備全景 (リプレース中)



2 火力発電のIPP (Independent Power Producer : 独立系発電事業者) 向けIoTソリューションの概要

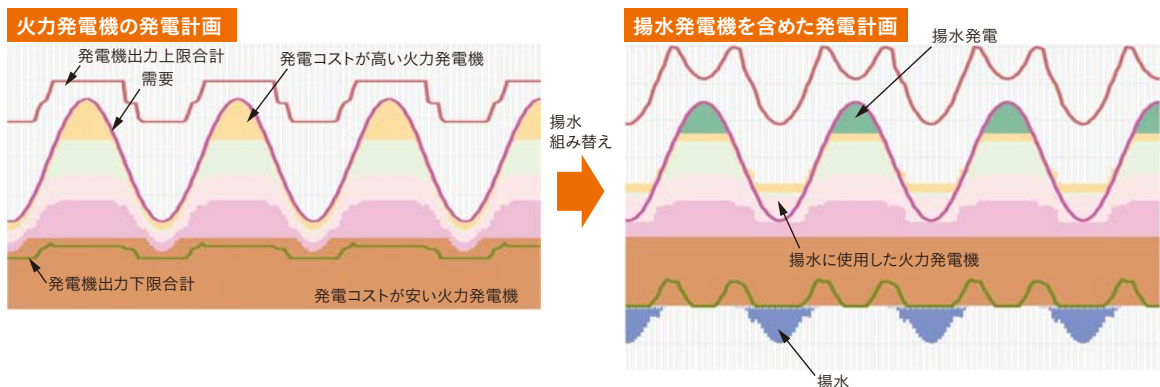
日立は、IoT (Internet of Things) を活用し、さまざまなサービスソリューションを提供することで、電力事業者の経営課題を解決していく。

本ツールはパソコン1台のみの簡単な構成で動作するが、開発した計算エンジンにより実規模レベルの80台の火力発電機の5分単位の年間計画を、10分という短時間で計算することが可能である。また、この計算エンジンは高速であるため、さまざまな発電計画の試行検証が容易になる。例えば、年間計画作成段階において、火力発電機が分担する想定需要の上振れ・下振れといったリスクを考慮した複数シナリオの検証などに使用できる。さらに、調整力保持検証の観点から、2021年に開場する需給調整市場の三次調整力②の供出可能量も算出可能とした。

今後は、この高速計算エンジンを燃料調達も考慮した発電計画作成システムなどに展開していく。

3 高速計算による繰り返し試算可能な発電計画・調整力検証ソリューション

近年、気象条件などによって出力が変動する太陽光発電や風力発電の大量導入が進んでいることから、需給バランスを維持するための急激な出力変動が課題となっている。日立は、こうした課題を解決し、電力の安定供給を実現するため、火力発電機と揚水発電機を用いて出力変動を吸収するうえで必要な調整力を確保する運用計画を高速に作成するツールを開発した。



30分粒度でサイン状カーブの需要に対して発電計画したケースを示す(燃料種別・発電機種別ごとに色分け表示)。揚水発電機を含めた場合、火力発電機コストが高い時間帯に揚水発電し、安い時間帯に揚水する。

3 開発したツールでの出力結果例



4 東北電力 水力運用センター南部システムの大画面表示装置と監視制御卓

4 東北電力 水力運用センター南部システムの納入

東北電力株式会社向けに、広域分散形監視制御システムを納入した。このシステムは、東北電力管内205か所（離島を除く。）の水力発電所の約半数を占める福島県および新潟県の水力発電所・ダムの監視制御を行う機能を有している。

主な特徴は、以下のとおりである。

- (1) 広域分散形制御所システムのアーキテクチャおよび水力発電所・ダムの監視制御に必要な機能を活用しつつ、インバランス監視機能や需給運用センター連携機能など、水力運用センターの運用に必要な機能を追加する開発方式により、短期間での開発を実現した。
- (2) 三重系の監視制御サーバのうち、1台の監視制御サーバをバックアップ拠点に配置することで、万が一水力運用センターが被災した場合でも、水力発電所・ダムの監視制御を継続可能にするシステム構成とした。
- (3) 全社ネットワークに接続した情報提供端末へのリアルタイムな情報配信により、水力発電所およびダムの保守拠点である発電技術センターとの迅速な情報共有を実現するとともに、運用者の負担を軽減する。

このシステムは、さらなる水力発電所・ダムの運用の効率向上と高度化に貢献できるものと期待されている。

（一部運用開始時期：2019年7月、切替完了・本格運用開始予定時期：2020年3月）

5 JR東日本 水力総合監視制御システムの更新

東日本旅客鉄道株式会社（以下、「JR東日本」と記す。）信濃川発電所は、新潟県信濃川流域に位置し、合計最大出力44万9,000 kWで首都圏鉄道網や上越線、新幹線、その他鉄道施設に電力供給しており、JR東日本で消費する電力量の5分の1に当たる発電量を賄っている。

この発電所の水力総合監視制御システムは、発電設備および水系設備の監視制御を行うものであり、機械・装置に任せ方が確実である業務を自動化し、確実な運転業務の遂行を図ることを目的としている。

今回日立は、既設システムが標準保守期限の10年を迎えるため、既設機能を踏襲しつつ、時代の流れに即した新機能を追加して、シンプルで使いやすく、保守・拡張性に優れたシステムに更新して納入した。

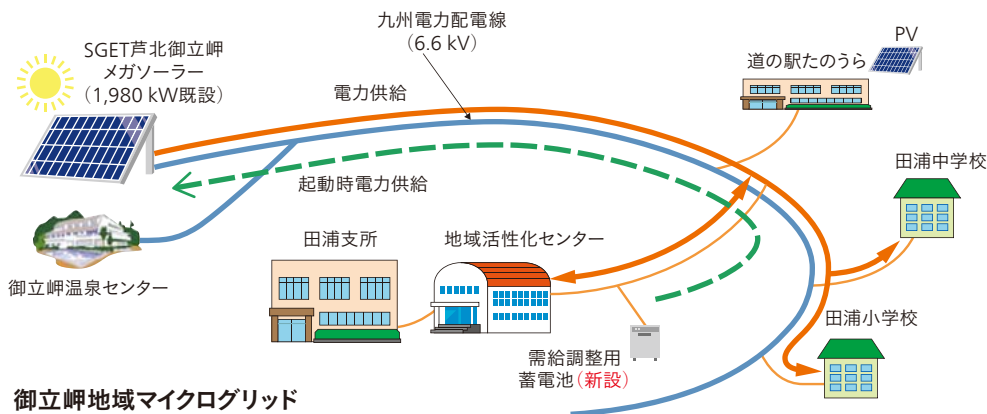
新機能としては、主に以下の機能を具備し、運転員の機器操作を迅速・柔軟に対応可能とした。

- (1) 訓練機能：事故発生模擬や流況変化の再生などを用いて、運転員による一連の発電機操作訓練が可能
- (2) 手順書自動化：定例的な手動操作をシステムに登録することで自動操作が可能
- (3) 通知通報連携：ダム放流警報吹鳴や関係者への放流連絡をシステムより行うことが可能
- (4) ゲート操作順序ガイダンス：ゲート開度状況からダム操作規定などに基づくゲート操作順序をガイドし、運転員の操作支援が可能

このシステムにより、運転員が高度な判断業務に専念できる環境を構築でき、発電所運用の安全性向上が期待できる。



5 運用開始後の水力総合監視制御システム



御立岬地域マイクログリッド

注：略語説明 PV (Photovoltaic)

6 地域マイクログリッド構成の概要

6 メガソーラーを電源とした地域マイクログリッド構築

近年、自然災害に起因する広域停電により、地域住民の生活に多大な影響を及ぼす状況が増えている。この課題に対し、災害時の電力を確保するため、地域にある再生可能エネルギーを活用する手法が検討されている。その一つとして、蓄電池およびマイクログリッドの運用手法の確立とそれを支える制御技術の開発が求められる。

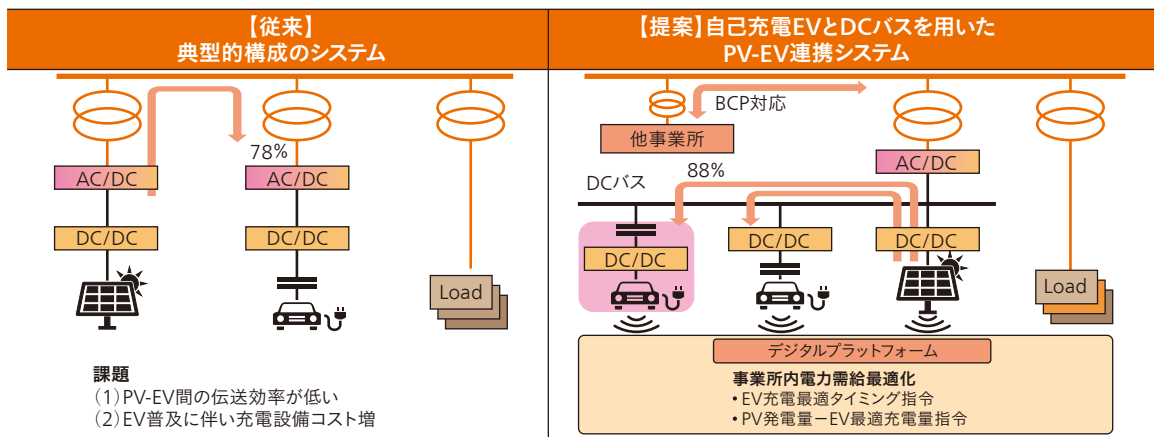
日立は、熊本県芦北町において、太陽光発電所を活用したマイクログリッド構築の検討を進めている。事業主体は、太陽光発電所を所有するSGET芦北御立岬メガソーラー合同会社である。今回は、電力会社の配電線を活用することで、初期投資を抑えた形で地域への電力供給を実現できるモデルである。

ただし、地方自治体が電力会社の配電線を活用するためには、電気事業法などの既存制度の見直しや、従来以上の安全対策が必要となる。また、今回の需給一体型の新しいモデルにおける事業性を確保するため、蓄電池などの設備の平時の活用方法の検討も必要である。

現在は、地方自治体（芦北町）および一般送配電事業者（九州電力株式会社）の協力を受け、補助金の交付を受けて本計画のマスタープランを検討している状況である。

7 自家消費PV発電と自己充電EVのシステム連携ソリューション

国内では固定価格買取制度（FIT：Feed-in Tariff）が導入されて以来、太陽光発電（PV発電）の技術が進歩を続けており、今後は自家消費型発電の伸長が期待さ



注：略語説明 AC (Alternating Current), DC (Direct Current), BCP (Business Continuity Plan)

7 従来システムと今回提案したPV・EV連携システムの比較

れている。一方、環境省の調査によると、今後30年弱で90%が次世代自動車になり、二酸化炭素排出量が削減される計画である。日立は、今回、PV発電による発電電力を低損失で電気自動車 (EV: Electric Vehicle) に充電でき、かつ充電機会を高めるシステムを提案した。

従来は交流配電線を介して充電するため、変圧器、交流/直流 (AC/DC) 変換器、直流/直流 (DC/DC) 変換器を必要としていた。本提案方式は、これらの機器を必要とせず、EV自体に充電を制御できる機能を持たせるもので、EVに搭載される走行用インバータを充電でも活用し、小型変圧器とスイッチボックスを追加するのみで実現できる。さらに、従来の定置型充電器を介した充電も可能である。

このソリューションによりEVとPV発電の連携が促進され、再生可能エネルギーの利用拡大はもとより、RE (Renewable Energy) 100とEV100、およびV2G (Vehicle to Grid) を加速させる足掛かりとなることが期待される。

8 ドイツ ニーダーザクセン州 大規模ハイブリッド蓄電池システム

株式会社日立パワーソリューションズは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、日立化成株式会社、日本ガイシ株式会社と共同で、ドイツのニーダーザクセン州において、再生可能エネルギーの大量導入が進んだ電力システムの安定化に貢献することを目標とした大規模ハイブリッド蓄電池システムの実証運転を進めている。

この実証システムは、高出力充放電が可能なりチウ

ムイオン電池、および大容量充放電が可能なナトリウム硫黄電池の充放電のハイブリッドシステムであり、日立パワーソリューションズは系統情報制御システムにより両電池の運用管理を行う。

本システムの稼働により、従来の火力発電代替機能としての需給調整力に加え、バラシンググループ内のインバランス低減、無効電力供給の各機能を実現する。系統情報制御システムは、ドイツ側の協力企業であるEWE AGの電力取引システムと連携しており、実際の電力取引契約に基づく需給調整力供給を可能にしている。

実証運転は、2018年11月1日から欧州の実電力系統状況および規定の変化に対応しつつ進めており、2020年2月まで継続する。

(株式会社日立パワーソリューションズ)

9 275 kV/850 MVA負荷時 電圧位相調整器

複数ルートで送電される電力系統では、各送電線潮流のアンバランスにより、系統全体の送電可能量が制限されるケースがある。これに対して、位相調整器を設置し、各送電線の潮流バランスを制御することで、系統全体の設備利用率向上が図られ、より効率的な系統運用が可能となる。しかし、大容量の位相調整器は輸送質量が大きくなるため、輸送環境によって設置困難な場合がある。

そこで、潮流制御のメリットを期待して位相調整器の導入が計画された。しかし、現地変電所の輸送条件では位相調整器を一体として輸送することが不可であるため、日立は、位相調整器の一部を分解輸送として



8 実証運転中の大規模ハイブリッド蓄電池システム (出典: NEDO, EWE AG)



9 位相調整器の完成姿 (2台)

現地への輸送を可能にする分解輸送技術の適用を提案し、大容量の位相調整器を製作・納入するとともに、据付工事を完了した。

10 中部電力 飛騨変換所 直流ガス絶縁開閉装置

日立は、建設が進む中部電力株式会社飛騨変換所向けに、直流ガス絶縁開閉装置(DC200 kVおよびDC10 kV)を開発した。交流と異なり、直流特有の抵抗率に依存した絶縁性能評価、直流絶縁で最も重要となる金属異物の挙動および絶縁物の帯電現象を機器設計に反映するため、実規模母線構成で検証試験を実施し、直流ガス絶縁機器の設計技術を確立した。さらに、直流システムで重要となる直流用避雷器(DCLA: DC Lightning Arrester)を開発検証するとともに、直流用変流器(DCCT: DC Current Transformer)、直流用変成器(DCPT: DC Potential Transformer)の実



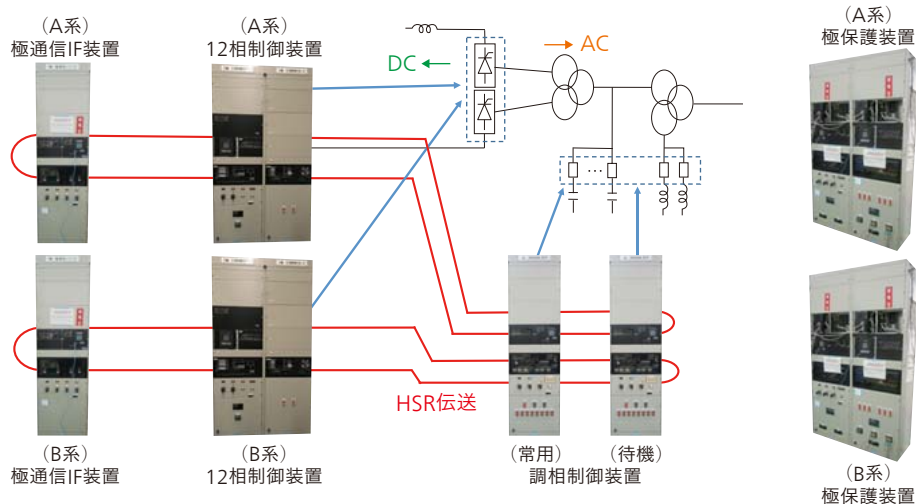
10 DC200 kV直流ガス絶縁開閉装置

器適用を検証し、すべての構成機器をガス絶縁方式とした高い信頼性を有する直流ガス絶縁開閉装置を実現した。

直流ガス絶縁開閉装置の主要要素である断路器、接地開閉器、直流ブッシング、DCLA、DCCT、DCPTに対する形式試験を完了し、2019年5月より順次現地据付を行ってきた。今後は、系統連系試験などを経て、2021年4月には日立初の直流ガス絶縁開閉装置として運用を開始する予定である。

11 飛騨信濃周波数変換設備 HVDC制御保護装置

2011年に発生した東日本大震災後の50 Hz-60 Hz連系の強化を目的として、900 MWの飛騨信濃周波数変換設備が計画され、日立は、60 Hz側の飛騨変換所の設備を受注した。2000年に運用開始した国内HVDC (High Voltage Direct Current: 高圧直流送



注：略語説明 IF (Interface)

11 HVDC制御保護システム

電) 設備以来の新設プロジェクトであり、最新の第三世代のデジタル制御保護装置を適用したHVDCシステムを開発・納入した。現在、現地組み合わせ試験中である。

変換器の制御は、相手端と指令値を共有し、変換器に制御パルスを出力するとともに、変換器が消費する無効電力を補償する調相制御を実施している。今回、これら複数の装置間インタフェースに冗長化通信技術であるHSR[High Availability Seamless Redundancy: 高可用シームレス冗長化 (IEC62439-3)] 伝送方式を適用してインタフェースのハードウェア部品を削減しつつ、光リング構成で、通信信頼度向上を図っている。

今後の1990年代に納入した他励式直流変換器制御保護のリプレース需要にも適用していく。

12 レトロフィット更新に対応した母線保護装置

1990年代に納入した第一世代デジタル保護装置の高経年化が進んでおり、多数の装置が更新時期を迎えている。しかし、今回対象とした抵抗接地系母線保護装置は、保護対象の送電線数が多いため、新盤更新時には各送電線の主回路停止作業が必要で、他の保護装置と比較して更新工事が長期間となり、電力会社の工事に関わる要員確保が困難であった。

今回日立は、制御ケーブルとのインタフェース部である端子台やハードウェア部品を流用し、CPU (Central Processing Unit) ユニットなどの劣化対象部品のみを交換するユニット交換手法を電力会社に提案し、主回路停止が不要で、かつ短期間での設備更新が可能となることを実機検証した。短期間更新への取

り組みの一つとして、場内にてモデル配線・ケーブルを準備することで、ルート布設・取付作業の簡素化を実現した。

ユニット交換手法で装置更新することにより、新盤更新時に必要であった電力会社の更新計画、現地作業の負担を大幅に軽減可能であり、今後の更新工事効率化を図ることができる。

母線保護装置の新盤更新の場合、年単位の更新期間が必要であるのに対し、今回のユニット交換による装置更新の場合、現地作業5日間での更新が可能となった。今後も既設リプレース案件にて、ユニット交換による装置更新を進めていく予定である。

(現地運用開始時期：2019年3月)

13 光波長多重伝送を適用した送電線保護リレー装置

66 kV以上の送電線保護装置には、変電所間の通信を利用したPCM (Pulse Code Modulation) 電流差動リレーが主に採用されている。PCM電流差動リレーの導入には、変電所間の通信路として光ファイバや多重化装置の設置が必要であるが、送電線の多端子化に伴い、光ファイバの通信路の確保が課題となっている。

今回日立は、イーサネット*技術であるPRP (Parallel Redundancy Protocol) 冗長化通信技術を適用し、波長多重モジュールを採用することで、占有する光ファイバの芯線を半減させ、送電線保護リレー装置を開発し納入した。

この装置の特長は以下のとおりである。

- (1) PRP通信機能のハードウェア実装によるコンパクト化 (1ユニットに機能集約)



ユニット交換前
(第一世代)



(1) 場内にてモデル配線
まで実施



(2) 現地ではコネクタ接続や
端子締め付けに集中



ユニット交換後
(Veuxbusシリーズ)

12 ユニット交換前後の保護装置の外観



13 光波長多重伝送を適用した送電線保護リレー装置

- (2) IEEE1588によるサンプリング同期方式の採用と、汎用通信を適用するためのデータフォーマットの採用
- (3) IEEE1588のBMC (Best Master Clock) アルゴリズムを適用した新たな主局従局切り替え処理の実装
- (4) 汎用通信モジュール (SFP: Small Form-factor Pluggable) の採用による、波長多重方式の実現 (運用開始時期: 2019年7月)

*は「他社登録商標など」(143ページ)を参照

14 位相調整器用 デジタル保護リレー装置

近年、国内外で設置されている位相調整器の主な目的は、ループ系統の潮流を制御することにより、ループ系統全体の送電容量を増大させることや、信頼度の向上、損失軽減を図ることである。

今回日立は、送電線の重潮流解消ならびに系統運用・



14 位相調整器用デジタル保護リレー装置

電源運用の柔軟性確保のために、送電線へ直列に設置される位相調整器を対象に、位相調整器用保護リレーを製品化した。

今回適用した変電所において、位相調整器、背後インピーダンスの有無、内外部事故を模擬して事故電流の解析を実施し、以下の特長のある要素を組み合わせ、正相・逆相比率差動リレー併用方式を採用した。

- (1) 比率差動リレー(直列巻線、調整巻線の保護)の採用
- (2) 比率差動リレー(励磁巻線の保護)の採用
- (3) 正相比率差動リレー・逆相比率差動リレー(タップ巻線、安定巻線、環流巻線の保護)の採用 (運用開始時期: 2018年12月)

15 焼結銅接合技術を用いた 3.3 kV/1,000 A 高電力密度SiCパワーモジュール

株式会社日立パワーデバイスは、鉄道車両などで用いられるインバータ機器向けに、電流定格を従来比25%増加した3.3 kV/1,000 AフルSiC(シリコンカーバイド)パワーモジュールを開発した。

日立パワーデバイスのフルSiCモジュールは、還流ダイオードを廃してトランジスタチップだけで構成するダイオードレス構成と、低インダクタンス新型パッケージにより、従来から世界トップクラスの電流定格800 Aを実現していた。今回、チップと基板の接合部を従来のはんだから独自開発の焼結銅接合に置き換えて、許容最高接合温度を150°Cから175°Cへと高温化し、電流定格を1,000 Aへとさらに増加して世界最高クラスの高電力密度47 kVA/cm²を達成した。

小型で大容量な本モジュールを適用することで、高温動作を許容しつつ発熱を減らせるため、インバータ機器は大容量化または小型化、長寿命化、冷却器の簡素化が可能になり、省エネルギー化や省スペース化につながる。

(株式会社日立パワーデバイス)



15 3.3 kV/1,000 AフルSiCパワーモジュール