正会員会社「最優秀賞」

福島第一原子力発電所3号機使用済燃料取出環境整備方法の確立

東芝エネルギーシステムズ株式会社

原子力化学システム設計部　化学システム設計第四グループ　林　弘忠

原子力化学システム設計部　化学システム設計第四グループ　髙倉　恵太

原子力機械システム設計部　機械システム設計第四グループ　伊藤　悠貴

福島第一原子力発電所 3 号機の原子炉建屋は水素爆発で大きく損傷したため，建屋最上階の使用済燃料プール内に貯蔵されている燃料を速やかに取出す必要があった。しかし，既存の燃料取扱機器は使用困難な状況で，新たな燃料取扱設備を有人作業で設置する必要があった。建屋最上階の空間線量率（以下，線量）は非常に高く作業員が作業できる環境ではないため，線量低減が必要となった。低減のためには，最上階床面の除染（放射性物質（以下，汚染）を除去すること）及び遮蔽（鉄板等の設置で放射線を遮る）を遠隔無人で行う必要があり，受賞者らはこれらを組み合わせた一連の作業計画を構築した。

建屋最上階が高線量となっているのは，最上階床面全体及び周辺に分布した汚染が原因であった。作業計画立案のため，線量測定結果を入力情報とした解析を行い最上階床面の汚染分布を確認し，除染・遮蔽それぞれの低減目標を定量的に決定した。除染の詳細計画では，解析で算出した汚染分布と最上階床面の損傷状況から推測される汚染形態を考慮して機材を計画した。遮蔽の詳細計画では，損傷した原子炉建屋の強度や床面状況を考慮し，隙間なく遮蔽可能な設計とした。これらは工程の制約から，大型の瓦礫が最上階床面に堆積し，床面状況を十分に確認できない中で計画し，機材を準備する必要があった。

また，作業進捗に応じて計画内容を修正する仕組みも構築した。汚染の除去作業の途中段階で線量を測定し，計画した遮蔽を設置した後の線量を解析により推定することで，除染作業による効果を確認し，除染作業の継続，或いは作業内容の修正要否の判断，及び遮蔽体の設置計画の改良を行った。

これらの施策で，2012 年時点で最大 756mSv/h だった線量を，2016 年に最大線量を確認した箇所において 1mSv/h 程度まで低減し，環境整備を完遂した。

正会員会社「優秀賞」重電部門

軽量化・高効率化を実現した鉄道用主電動機の開発

三菱電機株式会社

先端技術総合研究所　電機システム技術部　動力推進
モータ技術グループ　米谷　晴之

伊丹製作所　車両システム部　駆動システム設計課　金子　健太

伊丹製作所　車両システム部　駆動システム設計課　大津　一晃

近年，環境負荷低減の観点から脱炭素・省エネルギーへの関心が高まり，鉄道分野においても動力として用いられる主電動機の高効率化の要求が高い。当社は，スイッチング損失が小さいSiC素子などのワイドバンドギャップ半導体を用いたインバータの特性を有効に活用できる主電動機の開発を行った。本インバータは高速スイッチングが可能であるため，電流高調波を小さくできて電動機の損失を小さくできる一方，その分電流を大きくすることができるが，電流が作る磁束の高調波による損失が増大するという課題があった。今回，この課題を解決するために，主電動機の損失の多くの部分を占める磁束の高調波による損失を低減する3つの手法を考案した。1つ目は回転子の二次導体形状を略8角形とすることで，二次導体の断面積を確保しつつ空隙側における高調波損失を低減し，かつ斜め面で遠心力を受けることで強度信頼性を確保した。2つ目は固定子巻線の並列回路数を規定することで固定子コイルの素線で発生する高調波損失を低減した。3つ目に，固定子スロット数，回転子スロット数，極数の間の関係を規定することで，高調波損失を低減するとともに電磁加振力による振動を抑制した。これらの詳細は特許文献に示されている。

本開発により，従来機種との比較で約35%の低損失化を実現し，インバータ損失低減などを含めて走行時の消費電力約40%低減となった。また，体格縮小の妨げとなる回転子の温度上昇を抑制することで，開放型主電動機で約15%，全閉型主電動機で約20%小型軽量化を実現した。現在，本技術を用いた主電動機を国内外で標準展開しており，受注額も2015年から2020年で150億円に上る（国内トップ，海外4位のシェア）。これらの環境負荷低減への取り組みは論文にまとめられている。今後も適用機種を拡大し，さらなる省エネルギー化を実現する予定である。

正会員会社「優秀賞」家電部門

ウィルスや菌の抑制効果を高めたUVストリーマ空気清浄機の開発

ダイキン工業株式会社

空調生産本部　住宅用空気商品グループ　清野　竜二

空調生産本部　住宅用空気商品グループ　梅村　太志

空調生産本部　小型RA商品グループ　西林　昂大

近年，空気質への意識の高まりから，住宅に限らず保育園や学校・塾などの教育施設，医療機関やオフィスなどでも空気清浄機の導入が急速に進んでいる。今回，独自の「ストリーマ技術」に加えて，深紫外線を照射する「UVC LED」と「抗菌HEPAフィルター」を搭載し，ウィルスや菌の抑制性能を高めた『UVストリーマ空気清浄機』を開発した。主な商品の技術的な特長は下記の通り。

①ウィルスや菌を素早く抑制

・深紫外線の中でも除菌作用の高い265nmの「UVC LED」を業界で初めて空気清浄機に搭載。従来からの「ストリーマ技術」に加えて，ウィルスや菌の抑制効果が高い「UVC LED」を組み合わせることで，「抗菌HEPAフィルター」で捕捉した菌・ウィルスを現行機の約10倍のスピードで抑制する高い性能を実現した。（約30分で99%以上抑制）

・新開発の「抗菌HEPAフィルター」は，0.3μmの微小粒子を99.97%捕集する性能を持つ静電HEPAフィルターに抗菌剤を添着することで，菌・ウィルスの繁殖を抑制する。

②深紫外線を機外に照射しないよう安全に配慮した設計。

・吹出口は気流を損なうことなく深紫外線を遮断する桟形状と，集塵フィルター交換時にメンテナンス扉を開くと「UVC LEDユニット」が停止する安全保護スイッチを採用。

③設置自由度の高いコンパクトな設計と，操作時の安心に配慮した設計。

・幅と奥行きが27cmの設置面積で狭い部屋に設置しやすく，高さ50cmで圧迫感を感じないデザインを採用しました。正面側の左右と下に吸込口を配置し，壁窓際への設置も可能。操作部に抗菌処理を施すことで，操作時の安心にも配慮した。

正会員会社「優秀賞」ものづくり部門

パワー半導体製品の高信頼化を実現するはんだ接合技術

株式会社日立製作所

研究開発グループ　生産・モノづくりイノベーション
センタ　回路システム研究部　生産E3ユニット　　池　田　　靖

近年，CO_2削減の観点から世界中で電気自動車（EV）の普及が進んでいる。そのモータを制御するインバータには，パワーモジュールが搭載されている。日立ではこれまで電子部品接合部の鉛フリー化を推進してきたが，パワーモジュールの半導体素子接合部のように大電流が通電されて素子が高温に発熱する場所には，高信頼な鉛はんだ（鉛含有率≧85%）が使われてきた。しかしながら，鉛はRoHS指令やELV指令の規制対象物資となっており，パワーモジュールの鉛フリー化の要求が高まっていた。

受賞者は，第1段階（2005~2010年）として，EV用モジュールの鉛フリー化を目的に，半導体素子の高耐熱接合技術を開発した。一般的な96.5重量%Sn（錫）-3重量%Ag（銀）-0.5重量%Cu（銅） 鉛フリーはんだで素子を接合した場合，高温下で部材のNi（ニッケル）電極とはんだが反応して界面に欠陥（空隙）が生じてしまう。そこで，高温下でNi電極との反応を抑制できる高耐熱Sn-Cuはんだ接合方式を開発した（特許第5517694号）。この方式では，200℃で連続1000時間（実稼働10年相当）保持しても良好な接合状態を維持できる。これにより，他社に先駆けてEV用鉛フリーモジュールの製品化を実現した。

更に，第2段階（2011~2020年）として，元日立製作所の宮崎高彰氏が池田の指導のもと主担当として，鉄道用モジュールの鉛フリー化を目的に，上記で実現した高耐熱接合の長寿命化技術を開発した。鉄道用モジュールではEV用より長寿命が求められるため，長寿命化できる元素としてSb（アンチモン）を選定し，上記に添加したはんだを開発した（特許6429208号）。このはんだは従来の鉛はんだより長寿命であり，鉄道用鉛フリーモジュールの製品化を実現した。更に，近年のEV用モジュールの長寿命化要求への対応も可能とした。宮崎氏は退職しており，連名にできないため受賞者から削除した。

委員会活動「最優秀賞」

電力システムにおける需要家リソース活用に向けた活動

VPP分科会，分散型電源特定計量技術基準検討WG

再生可能エネルギーの主力電源化やエネルギーシステムの強靭化に向けて，分散したエネルギーリソースを統合制御して調整力や供給力として活用するアグリゲーションビジネスの創出が急がれている。その中で，VPP※1は，2016年度から5年間の実証事業を経て2021年4月の需給調整市場開設で実運用のフェーズに入っている。また，2020年6月に成立した「エネルギー供給強靭化法」では，VPPや太陽光発電の第三者所有モデルなどの新たな電力取引の普及に向けて特定電気取引における計量法の除外措置が盛り込まれ，同年9月には機器による適切な計量を具体化するための検討委員会が経済産業省に設置された。

JEMAでは，上記新ビジネス分野の動向に対応するため，2019年7月にVPP分科会を新設して，事業化の展望や課題，機器/コントローラーに対する要望などについて実証事業者へのアンケートと対応策の検討を行い，その結果をウェブサイトで公開した。更に，本アンケートで抽出した課題への対応方針を取り纏めると共に，アグリゲーターがコントローラーを制御対象とすることで需給調整市場への参入要件を緩和する「VPPコントローラー」を提案し，必要となる機能を整理して2021年6月にガイドラインとして策定した。

また，特定計量制度における機器による計量については，2020年9月にVPP分科会の下部に「分散型電源特定計量技術基準検討WG」を新設し，国の検討委員会及びWGに委員参加して，省令等で定める事項やその解釈を示すガイドライン案にメーカー意見を反映した。また，特定計量に使用する機器の計量基準についてはメーカー規格等が適用されることから，太陽光発電や蓄電池，EV充放電器などのPCS※2による計量を可能とするため，本ガイドラインに沿った計量基準適合検査方法をとりまとめたJEM規格案を策定した。

※1VPP：Virtual Power Plant　　※2PCS：Power Conditioning Subsystem

委員会活動「優秀賞」

繰り返しインパルス電圧におけるオフライン部分放電開始電圧測定に関するIEC 60034-27-5の発行

電動機の絶縁に関する検討WG

電動機の絶縁に関する検討WGではこれまでインバータ駆動回転電機の巻線絶縁の耐インバータサージ性に関連規格（IEC 60034-18-41, -42　及びIEC 60034-1（7項））を審議し，国内意見をIEC/TC2/MT10会議の場で積極的に主張してきた。最近インパルス電圧絶縁階級（IVIC）がIEC60034-1に正式に定格として導入されたが，その認証手続きにおいて回転機巻線に特化した「繰り返しインパルスでの部分放電開始電圧」（RPDIV）の試験規格が必要となっていた。そのため当WGでは2015年電気学会回転機標準化委員会経由でIECに本規格作成を提案し正式に承認された。その後木村委員がプロジェクトリーダー（PL）を担当し当WG委員で原案作成や関連データ提供など積極的な推進を行った。その結果，2021年 4月にIEC TS 60034-27-5が発行された。この発行により，インバータ駆動回転電機の巻線絶縁に特化した実用的な試験ガイダンスが確立し国内業界への功績が顕著である。