

功 績 概 要

〔 I 〕 正会員会社

◆ 最 優 秀 賞

◆ 優 秀 賞

◆ 優 良 賞

「最優秀賞」

普及型重粒子線治療加速器の製品化

三菱電機株式会社

電力システム製作所 磁気応用先端システム部
粒子線システム技術課

永澤 勇一

電力システム製作所 磁気応用先端システム部

津上 浩伸

粒子線治療は、がん患者への身体的負担が少なく、放射線治療に比べて線量の集中性に優れ、患部形状に合わせた照射が可能であることなどの優れた特長を持つことから、国内外への導入が進められている。粒子線治療装置は、重粒子線（炭素線）と陽子線を用いる2種類が普及しており、当社は、民間初の重粒子線治療施設である九州国際重粒子線がん治療センター（愛称：サガハイマツ）に最新の重粒子線治療装置を納入した。

サガハイマツに納入した治療装置は、重粒子線治療を一般に広く普及させることを目的に独立行政法人放射線医学研究所（以下、放医研）が中心となり開発した重粒子線加速器の小型化技術を適用している。本加速器は、治療室に正しいエネルギーと強度の粒子線を供給する機器である。

当社は、普及型重粒子線治療装置の実証機を納入した実績を有しており、当該装置はその実証機で得られた知見を反映した初の民間普及機である。

サガハイマツに納入した「普及型重粒子線加速器」は、従来装置から

- ① 主加速器（シンクロトロン）を小型化し、直径を従来装置の約3分の2とした。
- ② 将来増設予定のスキャニング照射に対応するために加速器システムおよび高エネルギービーム輸送系を改善した。
- ③ 加速器と照射装置の制御システムを統合することにより、治療時における運転員の省人化を実現した。

また、加速器が生成する重粒子線を効率よく加工する技術（螺旋ワブラー法）、患部形状に合わせて照射する技術（積層原体照射）等の製品化を実施した。

サガハイマツは、公益財団法人佐賀国際重粒子線がん治療財団が立案した事業計画通り、2013年8月に治療照射を開始した。

重電部門 「優秀賞」

原子力発電プラントの信頼性と経済性を向上する世界初の 点検・検査・計測技術の開発

株式会社東芝

電力・社会システム技術開発センター
電気計装システム開発部

園田 幸夫

原子力事業部

前川 立行

近年、原子力発電プラントの高経年化への対策と、東日本大震災で長期間停止したプラントの再稼働にあたり、信頼性と経済性の高い保全技術への要求が高まっている。このニーズに対応する、従来技術では実現できなかった新たな点検・検査・計測技術を開発した。

- ① 点検技術：機器の経年変化予測に基づき適切な点検周期を決定する技術を世界で初めて開発した。従来は一定期間で点検していたポンプやファン等の機器について、起動停止回数、積算運転時間、過去の点検記録などから消耗部品の交換時期を予測するモデルを開発し、経年変化に応じた点検周期の延長及び保守作業の経済性を向上した。
- ② 検査技術：世界で初めてレーザーで励起した超音波を用いて非接触で金属表面の探傷を行う技術を開発した。光ファイバーでレーザーを検査箇所まで導くことで、従来は検査が困難だった炉内構造物の狭隘部について、遠隔非接触で超音波探傷（深さ1mm）が可能になり、炉内機器の信頼性を向上した。
- ③ 計測技術： γ 線の空間強度分布を測定するガンマカメラを世界に先駆けて開発した。従来はできなかった γ 線の2次元強度分布の測定（視野角60度で $10\mu\text{Sv/h}$ ）を可能とし、放射線強度を可視化することで線源の位置推定が容易になった。

これらの技術開発は原子力発電プラントの保守技術の信頼性と経済性向上に関する経済産業省補助事業（2000～2005）にて実施されたもので、候補者は技術委員として開発プロジェクト全体の企画運営を担当するとともに技術開発業務に従事した。

その後、点検技術については実機の運転監視業務に、検査技術については実機の定期検査に導入され、原子力プラントの信頼性向上に実績をあげている。計測技術については感度・測定性能が30倍以上に達し、震災後の東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故対応や周辺地域の除染作業において活用されている。

家電部門 「優秀賞」

エアコンと床暖房の良いとこ取りで、省エネ・快適・速暖性を飛躍的に高めた「ホッとく〜る」の開発

ダイキン工業株式会社

空調生産本部 ソリューション商品グループ 西田 照男

空調生産本部 小型RA商品グループ 荒屋 享司

エアコン暖房に比べて快適性に優れた床暖房は、お客様の強いニーズがあり、新築戸建住宅の約40%、集合住宅の約60%に装着されている。しかし、床暖房の方式はガスや灯油の燃焼式と電気ヒーター式が未だに主流を占め、一次エネルギーの消費量が多いのが現状である。床暖房の課題は「光熱費が高いこと」、「暖まりが遅いこと」であり、これらの課題に対して、省エネ性、速暖性、快適性をすべて同時に実現する商品を開発した。これらの課題に対して、環境性、省エネ性、快適性をすべて実現する商品を開発した。

- ① 室温とエアコン・床暖房の運転状態を監視しながら、それぞれの熱交換器に流れる冷媒量を2個の膨張弁を最適制御することによって、省エネ性の高い連動制御を可能とした。
- ② エアコン連動では、床暖房単独運転に比べて、水温が低い状態でもエアコンで室温を上げることによって素早く快適範囲に到達することができ、到達時間を半減、消費電力も25%削減した。また、安定運転時においても、床暖房の能力はほぼ一定に保ち、エアコンで負荷に見合った能力調整をすることで省エネ性を大幅に向上させた。
- ③ ヒートポンプ新技術としては、ダイキン独自のスイング圧縮機に小型クランク軸、扁平シリンダーを搭載し機械損失を低減し、インターリーブPAMによってインバーターの高効率化を図っている。さらに温水暖房技術としても、水熱交換器内部に突起をつけて熱伝達率を8%向上させ、温水循環ポンプの小型軽量化、高回転化によってポンプの消費電力を40%削減した。

ものづくり部門 「優秀賞」

マイクロバブル洗浄技術を利用した電気温水器のタンク部品の生産性向上

三菱電機株式会社

群馬製作所 給湯機製造部 製造技術課

松 場 宏 之

生産技術センター 構造化技術推進部

材料・加工プロセス開発グループ

柴 田 洋 平

脱脂洗浄工程における、油分が蓄積する洗浄液の管理、高頻度のメンテナンス、大量の廃液処理といった生産ロスを生じさせる問題を解決すべく、電気温水器タンクを構成する大物板金部品の洗浄に適合するスプレー式マイクロバブル洗浄装置を開発した。

マイクロバブルを利用した洗浄方式では、被洗浄物に供給した直径百 μ m以下の微小気泡が被洗浄物表面の油分を吸着除去し、自身の浮力により洗浄液面に浮上する。液面に油分層を除去することで洗浄液を清浄に保ち、長期メンテナンスフリーを実現する。しかし、従来の被洗浄物を洗浄液に浸漬するマイクロバブル洗浄技術では、ワーク投入・取出しの際に液面の油分が再付着する問題があり、油分層をオーバーフローなどで除去する時間が洗浄速度を律速するため、十分に生産性を高めることが難しい面もある。また、タンクのような袋形状の部品では、気泡が部品内に溜まるため、十分に洗浄することが難しい面もある。

そこで、一流体スプレーノズルを用いて微小気泡を含んだ洗浄液を被洗浄物に吹き付けるスプレー式マイクロバブル洗浄装置を開発した。配管内で洗浄液中に微小気泡を発生させるとともに被洗浄物の内外面の形状に対応した位置に配置したスプレーノズルを用いて洗浄液を吹き付け、油分を吸着除去するとともに洗浄ブースの下に設けた洗浄槽に洗浄液を流し落とすことで再付着のリスクを排除した。次いで、洗浄槽内に蓄積する油分を効率的に除去するために槽内にマイクロバブル発生装置を設けて湯水分離する構成とした。これらにより、袋形状の部品を洗浄可能で、かつ、再付着防止のために要する時間を削減できたことで、マイクロバブル洗浄技術の利点を保持しつつ、高い生産性を実現した。

「優良賞」

エンコーダ調整・自動判定装置の開発

山洋電気株式会社

サーボシステム事業部 生産技術部

中村 至雄

サーボシステム事業部 生産技術部

小林 邦充

工作機械・産業用ロボット・射出成形機などの設備は、精密な部品を作るために、高精度の位置決めと駆動が必要である。このため、機械装置に搭載されるサーボモータの位置検出をおこなうエンコーダには、より一層の高精度化が求められていることに加え、市場が求める品質・価格および納期に貢献できる生産工法が必要となっている。

このような背景のもとに、エンコーダ組立時の原点調整に必要である検出信号と波形を、デジタル信号で取得できる専用処理回路とソフトウェアを開発し、調整した原点信号の合否を基準値と比較して自動判定できるシステムを構築した。従来のアナログ信号による調整方法では、検出信号を目視で判断するため、作業バラツキが大きく合否が曖昧であるという課題を克服し、エンコーダ信号調整の高精度化を実現した。

本取組みの主な内容は、以下のとおりである。

- (1) エンコーダ組立時の検出信号と波形をデジタル化することにより、数値化された基準値と比較判定することが可能となり、エンコーダの高精度化に加え、作業の信頼性が向上した。
- (2) 自動判定システムの構築で、エンコーダ組立時間が従来方法より**56%**短縮した。さらに、エンコーダ組立工程は**7人**から**3人**になり、作業者負担も**56%**軽減した。
- (3) デジタル信号を取得できる専用処理回路とソフトウェアの開発により、従来のアナログ信号を取得する設備が不要となり、投資費用を**1/10**に抑制した。
エンコーダ原点調整の高精度化を図りながら、組立時間短縮と作業の高信頼性を同時に達成した。

「優良賞」

永久磁石同期電動機の適用による鉄道車両駆動システムの省エネルギー化

株式会社東芝

交通ドライブシステム部

交通ドライブシステム設計担当

川 合 弘 敏

交通システム部 開発設計第二担当

青 木 宏 之

近年、電力需要の増加に伴い、交通システムの省エネルギー化が要求されるようになり、その中で鉄道車両の駆動システムの省エネルギー施策の一方法として、永久磁石同期電動機を適用した駆動システムを開発し、実車への適用を行った。

従来、鉄道車両の駆動用電動機として使用されていた誘導電動機は、回転子側に電流を流すことから回転子側での銅損が発生するが、永久磁石同期電動機は原理的に回転子側に電流を流さないことから効率を5%程度、上昇させることができる。

この、永久磁石同期電動機を鉄道車両の駆動システムに適用すべく、電動機の開発と電動機を駆動するVVVFインバータ、また、その制御システムについて開発を行った。

1) 永久磁石同期電動機については、電動機の損失削減により、外気を主電動機内に取り込む冷却機構を必要としない全密閉構造を実現した。それにより電動機回転時の騒音の削減を行い、従来電動機と比較して9~14.7dBAの単体騒音削減を実現することができた。さらに、全密閉構造により電動機内に塵埃が堆積しないため、機内清掃レス化が可能となった。また、従来電動機の軸受交換作業は、固定子と回転子に分解して行っていたが、機内清掃レス化により、固定子と回転子を分解しないで軸受交換ができることから、保守軽減が可能となった。

2) VVVFインバータについては、1台の電動機に1台ずつインバータが必要な同期電動機駆動に対し、複数のインバータを一体化したインバータ装置を開発することで装置の小型化を行い、鉄道車両への適用を可能とした。また、電動機回転速度センサを必要としない制御方式を開発し、振動条件の厳しい鉄道車両の電動機から回転速度センサをなくすことでより信頼性の高いシステムを開発した。さらに、その効果について検証し、複数の鉄道事業者の車両へ適用した。

「優良賞」

欧州向け燃料電池コージェネレーションシステムの開発

パナソニック株式会社

アプライアンス社

スマートエネルギーシステム事業部

燃料電池技術グループ 第二開発チーム

浦田 隆行

アプライアンス社 技術本部

スマートエネルギーシステム開発グループ

FC第3チーム

龍井 洋

2011年の震災以降、日本ではほとんど原子力発電所が停止し、エネルギーのあり方が問われる中であって、欧州においてもドイツをはじめとする複数の主要国が脱原発を宣言し、日本と同様に新しい電力供給源が求められている。

このような背景を受け当社では2009年以来順調に国内販売を伸ばしている燃料電池コージェネレーションシステムを、欧州地域において本格販売すべく準備を進めてきた。欧州地域は日本以上に都市ガスインフラが発達し、寒冷な気候からより大きな熱需要（暖房需要）が期待できる点で、燃料電池コージェネレーションシステムに適した市場といえる。反面、パイプラインで天然ガスが供給される為に、ガス中には日本と比べ多くの不純物が含まれており、不純物で発電性能などが低下することが無いようにする必要がある。また、設置形態も日本国内とは異なり、地下室（室内）に設置される為、従来の国内機にはない新たな安全機構が求められる。

そこで不純物を多く含む欧州の天然ガスに対応するため、新しい触媒を開発し、多くの硫黄成分を除去できる水添脱硫技術と、ガス中に含まれる窒素によるアンモニア発生が極めて少ない燃焼処理機を開発した。これにより欧州の天然ガスでも安定して発電できる技術が確立できた。また、室内設置での安全性を確保するため、排気ガス中のCOを検知し、一定濃度以上でシステムを停止する機能を設けた。排気ガス中にCOセンサを設けると、排気ガス中に含まれる水蒸気や水素成分によりCOセンサが故障してしまう課題があったが、「COセンサの囲い込み構造」と「COセンサの健全性確認技術」により解決した。これにより、安全性が確保でき、欧州の認証も取得することができた。

これらの開発により欧州市場で展開できる燃料電池コージェネレーションシステムが完成した。

「優良賞」

ウォータージェットピーニングによる応力腐食割れ抑制技術の高度化

株式会社日立製作所

日立研究所 環境材料プロセス研究部

齋 藤 昇

日立GEニュークリア・エナジー株式会社
原子力設計部

吉久保 富士夫

原子力発電プラントを構成するステンレス鋼やNi基合金では、運転環境下で応力腐食割れ（SCC：Stress Corrosion Cracking）が発生する場合がある。SCCの発生はプラント信頼性や電力安定供給に大きな影響を与えるため、その予防保全技術の開発が重要である。その要求に応えるために、キャビテーション噴流を利用して、材料表面の残留応力を低減し、SCC発生を抑制するウォータージェットピーニング（WJP：Water Jet Peening）を開発した。

炉内機器においては、溶接や機械加工による材料表面の引張残留応力がSCC発生の一因とされており、この引張残留応力を圧縮残留応力にまで低減することでSCCの発生を抑制できる。残留応力低減工法としては、鋼球等の投射材を材料表面に衝突させて残留応力を低減するショットピーニングが知られているが、供用期間中の原子炉では、投射材の回収が困難である等の課題があった。水中で高圧水を噴射することで生じるキャビテーション噴流を利用するWJPは、使用媒体が水のみのため、異物残留が発生しない。また、炉水を満たした状態で施工するため、被ばく線量の低減が可能で、原子炉内に適用する上で好適な特徴を持つ。

WJPは1989年から開発を始め、施工条件の選定、長期供用下での効果持続性確認および実機施工のための水中遠隔操作WJP装置の開発を行い、1996年に発電設備技術検査協会の確性試験を受験し、1999年に炉心シュラウドの溶接部に国内で初めて適用された。以降、噴流構造解明および応力改善効果の予測と高効率化、実機への水中遠隔施工技術の高度化開発を行い、沸騰水型軽水炉において、SCC対策が要求される炉内機器全てに対して適用可能な技術となっている。2013年10月現在、国内18基の原子力発電プラントへの適用実績があり、今後も国内外の原子力発電プラントへの適用を進める。

「優良賞」

国内最大級3MWダイレクト駆動風力発電機の開発

富士電機株式会社

発電・社会インフラ事業本部 川崎工場 回転機部
製造課

西 村 健

技術開発本部 製品技術研究所 回転機技術開発部

星 昌 博

近年の再生可能エネルギーへの注目が集まる中、風力発電機は世界規模で導入が進められており、総発電量は2012年度までに280GWを超え、年率約20%で増加を続けている。国内においても再生エネルギーへの転換は急務であり、電力全量買い取り制度の施行により、風力発電機の導入が急速に伸張すると予測される。

しかしながら、国内の風力発電機の設置場所は限られており、また、設置環境が苛酷なこともあり、輸送および設置を考慮した単機容量の増大、運転時の発電効率向上およびメンテナンスを含めた品質向上が求められている。更には再生エネルギーの導入促進・拡大に対応するため、風力発電機を短納期で供給する必要がある。

これらのニーズに対応するため、富士電機では、国内最大級の3MWダイレクト駆動風力発電機用永久磁石同期発電機を開発し、試作・検証を完了した。現在は、開発した風力発電機のプロト機を納入し、現地で順調に運転されている。

今回開発した3MW級ダイレクト駆動風力発電機は、次の特長を有している。

- ① 発電機が大容量・大型化しているが、増速ギヤを必要としていないため、トラブルやメンテナンスが軽減できる。
- ② 電力変換器（フルコンバータ）を介して電力を供給するため、広い風速範囲への対応が可能であり、特に低風速領域での発電効率が優れている。
- ③ 多台数の生産性に適した構造の採用、陸上輸送を考慮した外形寸法、重量の採用、耐環境性を考慮した絶縁構造の採用。

「優良賞」

脱レアアースを実現したハイブリッド自動車用可変磁束モータの開発

三菱電機株式会社

先端技術総合研究所 モータ駆動システム技術部
モータグループ

大 穀 晃 裕

姫路製作所 xEVセンター

井 上 正 哉

ハイブリッド自動車（HEV）や電気自動車（EV）などの電動車両が、各国の燃費規制を背景として今後ますます拡大すると見込まれている。電動車両の駆動に用いる永久磁石同期モータ（10～100kW級）にはネオジム、ディスプロシウムなどのレアアース（希土類元素）を含む高性能ネオジム磁石が用いられるが、昨今のレアアース供給不安への対策として、ディスプロシウムを削減、あるいはネオジムも含めた希土類元素を使わない「省・脱レアアースモータ」の開発が企業、大学で活発に進められている。

今回、広い速度範囲と、エンジンの脇に設置可能な薄型構造が要求されるHEV駆動用モータの特徴を活かして、ネオジム磁石を電磁石（巻線界磁式）に置き換えた新構造の脱レアアースモータを開発した。巻線界磁型では電流量を制御することで磁束量を可変にでき（可変磁束モータ）、低速で大きなトルクが必要な時は磁力を強め、高速でトルクが小さい時は磁力を弱めることによって、幅広い速度範囲で高いトルク／効率性能を実現した。また薄型化のため、車載用小型発電機に用いる爪状磁極構造をベースに高度な3次元磁路設計技術を適用し、①損失低減のための磁極積層化、②トルク向上のための磁気飽和緩和用フェライト磁石挿入、の2つの独自技術を開発・適用した。開発モータは、既存HEV車搭載の永久磁石モータと同じ同期電動機方式であり、固定子構造や駆動回路、制御技術に特殊な方式を用いずに、既存方式を適用可能としつつ脱レアアース化を実現した。

なお本開発の一部は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託研究「次世代自動車用高性能モータ蓄電パワエレシステムの研究開発」により行われた。

「優良賞」

高仕事率と軽量化の両立に対応したクリーナー用ブロワー モーターの開発

三菱電機ホーム機器株式会社

家電製品技術部 モーター技術課

安島 武彦

家電製品技術部 モーター技術課

浜崎 光将

高い吸引性能と使い勝手の向上に繋がる小型・軽量化が強く望まれているクリーナー市場。クリーナー（サイクロンタイプ&紙パックタイプ）の小型・軽量化を図る上で、質量の1/3を占めるブロワーモーターの小型・軽量化は不可欠であった。当社では、「ブロワー部小径化」、「外郭部品のアルミ合金化」と「固定子コアの新設計」により、ブロワーモーターの小型・軽量化と高効率・高出力化を達成。クリーナーの小型・軽量化と共に、高出力化への対応も図ることに成功した。

(1) 小型・軽量化への対応

ブロワー径を当社従来比10%（-40g）小径化すると共に、外郭部品については、回転子を保持するケーシング2部品と送風ファンを覆うファンカバーの3部品をアルミ合金化（-134g）することにより、小型・軽量化を実現した。

(2) 高効率・高出力化への対応

固定子コアを新設計することで、軽量化を図ると共に高効率・高出力化を実現した。従来のコア形状をベースに2辺の磁路長を短く（短磁路化）することで軽量化と高効率の両立を図ることに成功した。この短磁路ステーターコアの開発により、コアの積厚の変更（調整）のみで低入力・軽量仕様から高入力・高出力までの仕様を外形寸法を変更することなく対応することに成功した。

結果、新開発の中級紙パック対応モデルTC-M140Sにおいては、当社従来（1050g）比25%（260g）の軽量化を図りつつ仕事率500Wを達成した。また、中級サイクロン対応モデルTC-M100Sにおいては、当社従来比37.5%（394g）の軽量化を図りつつ仕事率300Wを達成した。