

「最優秀賞」

トリプルフラッシュシステム採用による単機容量世界最大の地熱発電設備(ニュージーランド国 ナ・アワ・プリア地熱発電所)

富士電機株式会社

エネルギー事業本部 発電プラント事業部 火力・地熱統括部 プラント設計部 配管設計グループ 石井 大介

エネルギー事業本部 発電プラント事業部 火力・地熱統括部 プラント建設部 建設グループ 清水 康之

地熱発電は、地中に存在する熱エネルギーを蒸気や熱水のかたち(地熱流体)で取り出し、発電に利用するものである。そのため、石油などの化石燃料を燃焼させて蒸気を発生させる火力発電に比べてCO₂の排出量が極めて少なく、地球温暖化防止の観点で優れた発電方式である。また、風力・太陽光など他の再生可能エネルギーとは異なり、天候や気象条件に左右されることなく安定的に利用することが可能である。一方、資源採取許認可で、地熱流体の採取量は通常制限されている。そのため、一定の地熱流体の流量からより多くのエネルギーを取り出し、発電するシステムの提供が求められている。

ほとんどの地熱発電プラントがシングルフラッシュ(1段階汽水分離)あるいはダブルフラッシュシステム(2段階汽水分離)を適用しているところを、熱水配管の閉塞を引き起こすスケール析出の課題を解決して、トリプルフラッシュ(3段階汽水分離)システムを採用し、地熱流体の持つエネルギーを余すところなく利用し最大出力147MWという単機容量世界最大の地熱発電設備を実現させた。本設備の稼動により、化石燃料による発電量を削減し、CO₂の排出量削減、地球温暖化防止に貢献した。

(第59回電気科学技術奨励賞を受賞)

重電部門 「優秀賞」

世界初、カラーイメージインテンシファイアの開発と実用化

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

日 塔 光 一

対象物を破壊せずに内部のようすをイメージングできるX線検査技術は、医療や手荷物検査から古美術品の調査、工業的利用まで欠かせない技術になっている。また、水素社会の実現を目指して、燃料電池や水素貯蔵合金、効率的なエンジン開発などが進む現在、X線では検査が困難だった金属内部での水素や水のイメージングが求められている。

カラーイメージインテンシファイア(カラーI.I.)は、このような新たなニーズに対応するため、X線やガンマ線、中性子の微弱な信号を光にかえて増幅し、カラーイメージングすることに世界で初めて実用化・製品化に成功した。

従来の放射線による透過撮影の画像はモノクロ(白黒)であり、放射線が対象物を透過してきた割合が濃いあるいは薄いグレーの違いで判断しなくてはならない。そのため、境目がわかりにくいときは対象物に応じて放射線の強さをかえて何度も測定していた。カラー化することで放射線の強さに応じて赤、緑、青の三原色(R, G, B)で異なる画像を同時に撮影できるようになり、対象物の厚い部分も薄い部分も一緒に観察し、検査できるようになった。

X線カラーI.I.は、文化の絵馬の顔料分析や刀、仏像などの内部観察、化粧品や電子部品検査装置として導入が進み、環境を配慮したハイブリッド車で重要な電池検査装置として生産ラインに導入されている。中性子カラーI.I.は2008年に製品化され、国のプロジェクトでも開発を進めている次世代燃料電池で水素挙動の観察や、民間ではエンジン内の潤滑油などの挙動の効率化により環境負荷低減に貢献している。2011年にはJ-PARC施設に地球物理解明のため導入が決まっている。

家電部門 「優秀賞」

新興国への省エネエアコン普及を促進する電解コンデンサレスインバータ技術の開発

ダイキン工業株式会社

環境技術研究所

関本 守満

空調生産本部 デバイス技術グループ

井本 満

近年、欧州はもとより、中国・新興国においても空調機の省エネ規制が強まっており、省電力効果の高いインバータ機への要求が高くなってきている。しかし、欧州・中国等では、インバータに流入する電流の高調波成分である電源高調波の規制が厳しく、これに対応するためにPFC回路を付加するなど、国内向け以上のインバータコストがかかっているのが現状である。そのため、インバータエアコンを新興国市場へ普及させるためには、このインバータの低コスト化が重要である。

そこで、インバータにおいて大きな体積・コストを占めているリアクトル、電解コンデンサ、PFC回路を削除・小型化し、インバータ制御によって海外電源高調波規制をクリアできる「電解コンデンサレスインバータ」を開発した。

一般的なインバータでは、整流した商用電源を直流電圧として平滑するための大容量の電解コンデンサを設けており、これがエネルギーバッファとなることで、電源側での入力電流の高調波抑制制御とモータ駆動制御の干渉を防止し、それぞれの制御の独立性を確保している。これに対して電解コンデンサレスインバータでは、このエネルギーバッファをなくすために、入力の高調波抑制制御とモータ回転制御を融合させた高度なインバータ制御技術を確立した。これにより電解コンデンサと同時に高調波抑制のためのPFC回路削除とリアクトル小型化も実現している。

そして、現時点において、世界で最も省資源かつ低コストなインバータとして、小型(3.5kWクラス)ルームエアコンのグローバル普及ゾーン機への搭載を実現した。

ものづくり部門 「優秀賞」

世界初、発電用ガスタービン動翼の再生技術の開発・実用化

株式会社東芝

電力・社会システム技術開発センター 金属材料開発
部

斎藤 大蔵

京浜事業所 原動機部

前田 秀幸

発電用ガスタービンの動翼にNi基超合金が用いられているが、使用中に高温強度に寄与する析出物が凝集粗大化し、本来の材料特性、特にクリープ寿命が低下する。また、ガスタービンの起動・停止の熱・歪み履歴による熱疲労が蓄積する。このため、管理寿命に達した動翼は廃却し、新品に交換している。本技術は1,000℃を越える高温で、かつ1,000気圧を超える高圧下で熱処理を行うことにより、局所的な溶解を生じることなく、強化析出相の析出形態を新品並みに回復させ、材料特性を再生することを可能とした。また、内部に蓄積した疲労損傷も修復させている。このように、管理寿命に達したガスタービン動翼を新品並みに再生し、リユースする技術を実用化した事例は海外を含め他社ではない。また、ガスタービン動翼の寿命を支配する現象・因子の解明、組織的な熱劣化とクリープ・疲労といった機械的な損傷の両方を同時に回復させる手法を冶金的性質の特異性を究明した結果をもとに、それを解決する技術として開発しており、学術的な価値も高い。

「優良賞」

ピークカット/回生電力補償装置「SANUPS Kシリーズ」 の開発

山洋電気株式会社

パワーシステム事業部 設計第一部

奥井 芳明

パワーシステム事業部 設計第一部

中村 直哉

近年、モータドライブでは、ドライブ性能の向上が図られ、大容量化も進んできた。その結果、機械式から電動式とするアプリケーションも増えてきている。しかし、これまで商用電源とモータドライブ電力については、あまり連携が取られてこなかった。モータを使用する分野の電力消費量は、日本全体の57%と半分以上を占めており、工場の節電対策および受電設備の小容量化が急がれる。本シリーズの特長は充放電特性に優れた電気二重層キャパシタ(EDLC)を蓄電デバイスに用い、例えば油圧からサーボプレスに移行が進むプレス業界ではピーク電力をEDLCからアシストすることで受電設備の小容量化が可能であり、立体駐車場では昇降動作モータ減速時のエネルギーを熱として消費せずに回生電力に再生している。今回、開発した装置の主な仕様は以下のとおりである。

<ピークカット装置「SANUPS K33A」主な仕様>

- (1)装置容量：出力容量1800kW，入力容量400，800，1200，1600kW
- (2)入力：交流，三相3線，380V(415V，440V)，50/60Hz
- (3)出力：直流，DC600V
- (4)外形寸法：幅5600mm×奥行き1200mm×高さ2400mm(入力容量：800kWの場合)

<回生電力補償装置「SANUPS K23A」主な仕様>

- (1)装置容量：20，40kW
- (2)入力：交流，三相3線，200V，50/60Hz
- (3)出力：2タイプ [交流タイプ(入力と同じ)，直流(DC350V)]
- (4)外形寸法：幅750mm×奥行き450mm×高さ1600mm(20kVA直流出力タイプ)
- (5)省エネ効果の見える化：パソコンによる表示が可能(通信方法：RS485)

「優良賞」

イルカの尾びれ・表皮しわ応用による高洗浄・節水型タテ型洗濯乾燥機パルセータの開発

シャープ株式会社

健康・環境システム事業本部 要素技術開発センター
第2開発室

澤田 武士

健康・環境システム事業本部 要素技術開発センター
第2開発室

大塚 雅生

- 縦型洗濯機パルセータに「イルカの尾びれ・表皮しわ」を応用、洗浄力強化を実現
- 自然に学ぶネイチャーテクノロジー研究が注目を集めている。イルカは瞬間的には時速50km以上の速さで泳ぐことができるが、これに必要な筋肉量の1/7しか持っていないことが知られている(J.Gray,1936)。これを受け多くの研究がなされるも、未だにこの謎は解明されておらず、発見者にちなんで「グレイのパラドックス」と呼ばれている。近年、イルカの高速泳法について幾つかの発見がなされ話題となった。この新しい知見(下記①②)を業界に先駆けて実用化に成功、まずは縦型洗濯機パルセータにて具現化し、イルカの尾びれの模倣により水流を大幅強化するとともに、イルカの表皮しわの模倣により水の摩擦抵抗を低減し、水流強化で増大するモータ負荷を中和することに成功、消費電力を増加することなく水流を強化し、大幅な洗浄力強化、洗浄ムラ(ばらつき)低減の効果を得た。
- ①イルカの尾びれ(dolphin's caudal fin)形状を応用：イルカの尾びれは三日月翼であり、高速遊泳時に高効率の泳ぎが可能であることが知られている。これをパルセータの裏面に採用、2つの三日月翼をX状に配置するとともに、イルカの高速遊泳時速度と尾びれの大きさから算出されるレイノルズ数に合致させたパルセータの駆動周速とX状三日月翼の大きさを設定することで、強力で高効率な水流を生み出し、大幅な洗浄力向上を実現。
- ②イルカの表皮しわ(dolphin's wrinkle)を応用：高速遊泳時、イルカの腹部に流れに垂直方向に複数のしわが生ずること、またこのしわの波長：振幅=30：1~100：1であることが観測されており、これが水の摩擦抵抗低減に効果があると推測され、学術の場において分析が進められている。これを縦型洗濯機パルセータの表(おもて)面に採用し、水の摩擦抵抗を低減、モータ負荷の軽減を実現。あわせて洗濯物の布傷みの軽減も実現。

「優良賞」

大容量高圧瞬低対策装置 (MPC2000) の開発

東芝三菱電機産業システム株式会社

パワーエレクトロニクスシステム事業部 (神戸事業所)

UPS部 開発課

益 永 博 史

パワーエレクトロニクスシステム事業部 (神戸事業所)

UPS部 開発課

中 野 俊 秀

近年、精密加工をおこなう工場の生産ラインは複雑化・自動化されて、1サイクル程度の瞬時電圧低下(以下「瞬低」)でさえ深刻な被害が発生する場合があります。瞬低対策はますます重要なものとなってきている。一方で、CO₂削減の観点から省エネで環境に易しい設備が望まれており、高効率の瞬低対策装置への要求が高まっている。

このような要求に対し、今回**99.7%**の高効率を実現した瞬低対策装置を開発した。効率**99.7%**を実現するため、エネルギー蓄積源の充電方式を間欠充電とし、変換器、フィルタリアクトルからの発生損失を大幅に低減した。従来装置効率**99.0%**から今回**99.7%**に改善されたことで、**12000kVA**の装置で定格容量での運転を一年間継続した場合、

- ・消費電力 392,727kWh→116,991kWh
- ・CO₂発生量 530.4t→158.0t

であり、**372.4t**のCO₂削減に寄与が可能と推定される。また、昨今の電力不足の状況に鑑みても、高効率の装置を開発した意義は大きいと考えられる。

また、従来はエネルギー蓄積源として電気二重層キャパシタを採用する際は、電気二重層キャパシタ専用の制御盤を追加する必要があったが、今回は専用の制御盤の追加なしで電気二重層キャパシタを採用できるようにした。電気二重層キャパシタは鉛蓄電池と比べて、①装置寿命15年の間、交換不要(鉛蓄電池は1回交換が必要)、②鉛フリー、③小形軽量、のメリットがある。今回の開発により環境負荷の少ない電気二重層キャパシタの採用が増加し、環境問題への貢献が可能と考えられる。開発した装置の主な仕様は下記のとおりである。

【装置仕様】

定格容量 1000～12000kVA ・定格電圧 6600V ・切換時間 4ms
効率 99.7% @12000kVA ・補償時間 10sec(長時間も可)
エネルギー蓄積源 鉛蓄電池/電気二重層キャパシタ ・設置環境 屋内/屋外

「優良賞」

「エネチャージシステム」を搭載したルームエアコンの開発

パナソニック株式会社

ホームアプライアンス社 エアコンビジネスユニット
先行開発グループ

加守田 廣和

ホームアプライアンス社 冷熱機器開発センター 開
発第1グループ

山本 憲昭

ヒートポンプ式のエアコンでは、低外気温における暖房運転時、室外熱交換器に着霜し暖房能力の低下が生じる。そのため、従来は定期的に暖房運転を停止し除霜運転を行っていたが、この際、室内熱交換器が低温となることで室温が大きく低下することがエアコン暖房の不満の主要因であった。そこで、これまで暖房運転中に圧縮機から室外環境に捨てられていた熱(排熱)を蓄熱材に蓄え、除霜運転時にその熱を利用し、暖房と除霜の同時運転を行う「エネチャージシステム」を開発・製品化に成功した。

- ①除霜運転時の温度変化と快適性の関係明確化：除霜運転時の室温変化が人体におよぼす影響を人工気候室での被験者試験にて評価した。全身温冷感が中立状態を維持し続けるのは、室温変化がその変化速度にかかわらず約2℃以内であることが判明した。この結果を踏まえ、除霜運転時の室温変化を5分間で1℃以内と目標設定しシステムの開発を行った。
- ②必要蓄熱量と除霜時間の設定：暖房運転を継続しながら除霜を完了させるための条件である供給熱量 \leq 使用熱量の関係、蓄熱容器の収納スペースの制約、除霜運転時の温度変化1℃以内の各条件を満たすとともに、蓄熱熱交換器への熱伝達特性、耐寒性・耐熱性を考慮し、蓄熱材としてエチレングリコール水溶液を採用し、蓄熱熱交換器としてフィンレス熱交換器を採用した。
- ③蓄熱ユニットの開発：圧縮機を囲むように蓄熱槽を配置し、熱伝導率、柔軟性が高い伝熱シートを挟む構造で、圧縮機の排熱を効率良く蓄熱できる構成とした。
- ④効果検証：当社環境試験室(14畳)において外気温2℃での除霜運転時の室温変化を約1℃に抑えるとともに、北海道帯広市でのフィールド試験の結果、外気温が-15℃～0℃となる寒冷地においても室温低下が大幅に改善され、快適であることが実証された。

「優良賞」

ばね操作ガス遮断器(GCB)適用550kV GISの開発・製品化

三菱電機株式会社

系統変電システム製作所 開閉機器製造部 遮断器設
計課

吉田 大輔

系統変電システム製作所 開閉機器製造部 開閉装置
開発課

貞国 仁志

ガス絶縁開閉装置(GIS)は、電力設備の縮小化・信頼性向上・経済性向上を背景に、72～550 kVと幅広く適用されている。このGISが導入されてから既に40年を経過し、高経年機器の更新工事が計画される中で、ユーザーからはライフサイクルコスト低減や保守省力化などが要求されており、更に世界規模での環境意識の高まりにより温暖化ガスであるSF6ガスの使用量や排出量の削減などの低環境負荷の要求が強くなっている。

今回これらの要求に対応すべく、ライフサイクルコスト低減(省エネルギー、投入資材低減、ユニット一体輸送による輸送エネルギー低減)・保守省力化・低環境負荷・更新性(ユニット一体輸送による工期短縮など)・耐震性に配慮したコンパクトで軽量(質量 現行比75%、SF6ガス量 現行比70%)な国内初のばね操作GCB適用 550kV GIS(短時間耐電流63kA)を開発・製品化した。

550kV GISに適用するGCBは電流を遮断する機構に大きな力を必要とするため、これまで油圧で操作する方式が主流であった。今回、一般的に用いるコイルばねに比べ、エネルギー効率が極めて高く、駆動時のばね自身によるエネルギー損失がほぼゼロであるトーションバー式ばね(ねじりばね)を適用した当社独自の操作装置の高出力化により、550kV GCBのばね操作化を達成した。このばね操作装置においては、駆動力保持のためのモータ運転による電力消費をゼロとできるなど省エネルギー化が図れる。また、ばね操作装置は、油圧操作装置に比べ部品点数が1/3であるため信頼性向上が図れ、乾式潤滑材適用などにより操作装置としてはメンテナンスフリーとしている上、定期的な取替が必要な電気部品も約1/2に削減できることから、保守省力化が可能である。

今回の開発により、今後使われるGCB すべてをばね操作とするシリーズ化を達成した。

「優良賞」

鍋サイズフリーの「びっくリング」コイルを搭載したIHクッキングヒーターの開発

三菱電機ホーム機器株式会社

住設機器技術部 IHクッキングヒーター制御課 北古味 壮

住設機器技術部 IHクッキングヒーター技術課 田仲 導生

IHクッキングヒーターは、その特性上加熱コイルの真上にある鍋を加熱することしか出来なかった。その為、鍋の中心部が強く加熱されてしまう、大きなフライパンの外側が加熱されにくいという不満の声があった。

今回開発した大口径5分割マルチコイル「びっくリングコイル」により調理性能と省エネ性を大幅に向上させた。

主な特長は次のとおりである。

(1) 対流煮込み加熱<プラス>、ゆでもの加熱

コイルの加熱部位を自動で切替え、対流を制御。

- ・煮込み：味をしっかりしみ込ませ、加熱部位を切り替えることで焦付きも抑制。
※肉じゃがの煮込み調理では、最大約40%の節電を実現。
- ・ゆでもの：対流を切り替えて、麺などをゆでる時の吹き零れを抑制。

(2) 鍋肌加熱(炒めものをおいしく調理)

予熱モードで、外側4つのコイルへの加熱を強くし、鍋肌までしっかり加熱。

鍋の中心と鍋肌の温度差をガス同等(約40度)に低減し、鍋肌でもしっかり調理。

(3) ぴったり加熱(形状・大きさに合わせて加熱)

鍋やフライパンに合わせた加熱部位を選択し、効率の良い加熱を実現。

大径コイルにより、鍋底30cmの鍋やフライパンもしっかりムラなく加熱。

※餃子30個を大きなフライパンで1度に焼けるので、2回に分けて調理する時と比較して約20%の節電を実現。

「優良賞」

シンガポール科学技術研究庁(A*STAR)向けマイクログリッド制御装置の開発および実用化

株式会社明電舎

エネルギーシステム事業部 エネルギーシステム技術
部 太陽光・系統システム課

前 平 三 郎

シンガポール科学技術研究庁(A*STAR)傘下のシンガポール化学工業研究所(ICES)が推進するエネルギー技術開発の国家プロジェクトとして、従来になく多機能かつ拡張性を有するマイクログリッドの実証プラントを開発した。

この実証プラントは、プラントのシステム全体を監視制御するマイクログリッド制御装置、分散電源、負荷、模擬装置で構成されており、各種設備は全長にわたり三相四線の母線3回線がそれぞれ実際の電力会社配電線、自然エネルギーを含む分散電源、負荷および各種模擬装置に接続されており、別途用意された試験用母線1回線と組み合わせでさまざまな配電網を模擬できるようになっている。また、実際に電力会社配電線に接続して連系運転と単独運転の制御を実証できるようになっている。このうち模擬装置としては、系統模擬装置、風力発電模擬装置、プログラム式模擬負荷装置など、配電網として想定される各種条件を模擬する装置が用意されている。

このプラントの中核となるマイクログリッド制御装置は、これらの独立あるいは連系した模擬配電網を最大で4回線同時に運転することが可能で、接続されている分散電源の特性にあった最適運転を実現する。また、負荷予測、効率最大化、環境負荷低減などの運転計画機能も備えており、これらの効果の実証実験をすることができる。

今回開発したマイクログリッド制御装置はその機能と柔軟性、拡張性において、最新の計測、制御、予測の技術を数多く採用した。また、22kV電力会社配電線に連系するため、各種インターロックなどの安全対策も万全に施されている。

「優良賞」

大形風力発電用扁平中速PM発電機の開発

株式会社安川電機

システムエンジニアリング事業部 環境エネルギーシ
ステム事業統括部 技術開発部

宮本 恭祐

モーションコントロール事業部 モータ技術部

津曲 宏

本製品は、当社PMモータ(Permanent Magnet Motor 永久磁石型モータ)技術および発電機技術を基盤に、大型風力用発電機に求められる小型・軽量化や高効率化を実現し、販売を開始した扁平中速PM発電機である。主な特長は以下のとおりである。

- ・小型・軽量

本製品は、永久磁石を採用した扁平多極設計、薄肉電磁設計によって、磁石および部材の量を抑えることで軽量化を実現した。また、従来方式である両端軸受構造では小型化が困難であったが、回転軸を片持ち支持とする構造を採用することによって薄型でコンパクトな発電機を実現した。

- ・高効率

本製品は、多極化設計および特殊分布巻線による巻線銅損の低減、内磁型ロータ構造による磁石過電流損(鉄損)の低減、定格回転速度の低減による電機子コア損失・軸受摩擦損失の低減、などの低損失化技術を採用することで発電効率の向上を実現した。

- ・高信頼性

多段増速ギヤ方式の風車では、ギヤ等機械系の故障による信頼性やメンテナンスコストが問題となるケースが少なくなかった。本製品は、一段ギヤ方式を採用することで機械伝達系が簡素化され、ギヤ等の故障を抑制することができる。