

## 功 績 概 要

### 〔 I 〕 正会員会社

◆ 最 優 秀 賞

◆ 優 秀 賞

◆ 優 良 賞

### 〔 II 〕 委員会活動

◆ 優 秀 賞

◆ 優 良 賞

## 「最優秀賞」

### GCTサイリスタ変換器適用 世界最大級450MVA自励式 STATCOM（スタットコム）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

下村 哲朗

系統変電システム製作所 系統変電エンジニアリング

統括センター STATCOMプロジェクトグループ 安田 賢

世界最大級450MVA自励式静止形無効電力補償装置(以下、STATCOM：STATIC synchronous COMPensator)を開発・製品化し、国内の大容量・長距離送電系統において実運用に供した。

発電所立地の適地が少ないことにより、大容量の発電所が負荷地域から遠距離に設置されて送電するに従い、電圧安定度、定態安定度、系統事故時の過渡過電圧問題など、電力系統における課題が顕在化してきている。これらの課題に対する解決策として、パワーエレクトロニクス技術を適用したFACTS(Flexible AC Transmission System)機器の導入がある。STATCOMはFACTS機器の一種で、系統の電圧変動を検出して、安定度向上・過電圧抑制を行うものである。

本装置は、①長距離大容量送電系統の定態安定度向上、②長距離大容量系統事故時の過渡安定度向上(発電機脱調防止)、③送電線事故時のフェランチ現象による過電圧の抑制、④発電機や送電線の回線停止時等低短絡容量時の安定性向上、⑤既設の系統安定化装置との協調など、遠隔立地の発電所からの電力を都市部の需要地へ送電する際の各種系統問題に対応した製品として開発され、このたび実系統にて運転を開始した。

## 重電部門 「優秀賞」

### 世界最大級の蒸気タービン最終段長翼のための超音速翼技術の開発

株式会社日立製作所

日立研究所 ターボ機械研究部

妹尾 茂樹

蒸気タービンは、石炭火力、ガスタービンコンバインドサイクル、原子力発電などに用いられ、世界の発電量の60%以上を担っている。そのため、発電用蒸気タービンを高効率化して、CO<sub>2</sub>排出量を低減することが、環境適合の観点からますます重要となってきた。蒸気タービン効率を向上させることのできる超音速翼技術を開発した。

蒸気タービンの高効率化のためには、最終段翼の環帯面積(蒸気が流れる部分の面積)を大きくすることで、排気流速を小さくし、復水器に捨てる運動エネルギーを低減することが有効である。一方、翼を大きくすると、先端側の周速が800m/sに近くなり、流入速度が超音速となるため衝撃波が発生し、損失が増加する。開発した超音速翼は、滑らかに厚みが増加する尖頭形の前縁形状や翼圧力面上流部の曲率を小さくすること等により、その衝撃波損失を低減することを可能とした。超音速翼の流体性能は、超音速翼列風洞試験により検証した。この超音速翼技術により、世界最大級の環帯面積を持つチタン製の60インチ翼(50Hz向け)と50インチ翼(60Hz向け)の開発が実現できた。

60/50インチ翼は、従来の48/40インチ翼に対し、排気運動エネルギーを約半減することで、例えば1000MW級の蒸気タービンであれば、タービン効率を相対値で約2.5%向上させることができる。この効率向上により、石炭火力発電によるCO<sub>2</sub>排出量を、最大で年間約20万トン低減できる。蒸気タービンは、今後10年間で約700GWの新設が見込まれており、仮にそれら蒸気タービンの1割に開発技術を適用したとすると、最大で0.14億トンのCO<sub>2</sub>排出量低減効果となる。開発した超音速翼は、韓国やポーランドの1000MW級石炭火力プラントへの適用が予定されている。さらにこの超音速翼技術を、既設の効率の低い発電プラントのリプレースなどにも適用し、発電の環境適合と資源有効利用に貢献していく。

## 家電部門 「優秀賞」

### 地球にやさしい新冷媒R32を採用し、省エネ性と快適性を大幅に向上したルームエアコン「うるさら7」の開発

ダイキン工業株式会社

空調生産本部 小型RA商品グループ

樽木 裕介

空調生産本部 小型RA商品グループ

平木 雅人

世界的な地球環境への関心の高まりに加え、東日本大震災を機により一層、節電意識が高まる中、更なるルームエアコンの省エネ性能向上が求められている。また、居住空間は多様化、拡大化し、14畳以上のリビングは20年前に比べ2倍以上に増加している。

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 従来の冷媒(R410A)に比べ、地球温暖化係数が約1/3〔CO<sub>2</sub>約4.6万トン(1万世帯分)相当の温暖化防止効果〕であり、より地球環境にやさしい新冷媒R32を世界で初めてルームエアコンに採用し実用化、製品化を達成した。

新冷媒R32は、環境性だけでなく、エアコンの性能を高める画期的な冷媒であり、その特性を最大限引き出す高性能圧縮機、広域流量制御電動弁、超細径4mm伝熱管を採用した5列高集積熱交換器を開発。更に、熱交換器の性能を最大に引き出す「ダブル吸込み構造」、翼の先を極限まで薄くして抵抗を低減したシャープエッジクロスフローファンなど、多くの先進性・独創性を持つ新技術を開発した。

- ② 室内機から吹出した空気をコアンダ原理を応用したサーキュレーションフラップにて天井に沿わせて遠くまで届け、従来一般的だった上面吸込みに加えて、新たに下面吸込みを設ける「ダブル吸込み構造」で快適に循環させる「サーキュレーション気流」を生み出し、効率良く居住空間の温度ムラを解消する。
- ③ 居住空間の負荷に応じ熱交換器の冷却面積を自動で可変、暖かい室内の空気を混ぜて寒くならない新除湿方式で、電気代は従来の再熱除湿方式の半分を実現した。

## ものづくり部門 「優秀賞」

### 電機・電子分野の組立作業用生産システムの開発

三菱電機株式会社

先端技術総合研究所 メカトロニクス技術部  
機械動力学グループ

原口 林太郎

先端技術総合研究所 メカトロニクス技術部  
機械動力学グループ

白土 浩司

最近、ものづくりの現場では、多様化するユーザーニーズへの対応が求められているとともに、人件費高騰により自動化ニーズが急速に高まっている。電機・電子分野の組立製造現場では、従来よりも一段進んだ変種変量生産が可能な生産方式が注目されている。このため、マニピュレータを従来のマテリアル・ハンドリングから一步進んだ製品組立作業へ適用し、複雑な組立作業を実現する生産システムの知能化技術開発に取り組んだ。

高度な組立作業を自動化するため、主として次の二つの生産知能化技術を開発し、社内のサーマルリレー組立のセル生産に適用し、費用と立上げ時間をいずれも7割程度に抑えながら、人セル以上の生産能力(月産2500台以上)を実現することに成功した。

#### (1) 力覚センサによる力制御技術

マニピュレータ手先の作業反力を力覚で補償する制御を取り入れることにより、難易度の高い組立作業を実現した。作業で生じる力を6軸力覚センサで検出し、手先の力とモーメントをフィードバック制御し、過大な力とモーメントが生じないように制御する技術を開発した。これによって、作業反力に対してマニピュレータ手先が柔らかく反応して、作業対象を傷つけることなく組立作業を自動化することを可能とした。また、作業中の力と手先位置を同時にモニタすることにより、部品の健全性や組立作業の成否を判定する力検査機能を開発した。

#### (2) 複数台マニピュレータの干渉回避技術

複数台のマニピュレータを連動・協調させて組立作業するには、マニピュレータの近接配置が有効である。このとき、マニピュレータ動作範囲が干渉するため、衝突を防止する干渉回避技術を開発した。マニピュレータ外形を球と円筒で簡素にモデル化し、マニピュレータ同士の距離を常に監視することにより、衝突を未然に防止することを可能とした。

## 「優良賞」

### 大規模太陽光発電システムのエンジニアリング技術の実用化

株式会社東芝

太陽光発電システム推進部

太陽光発電システム技術部 国内システム設計担当 峯岸 利明

太陽光発電システム推進部

太陽光発電システム技術部 国内システム設計担当 大和田 晃司

政府が提唱した太陽光発電システム導入量は、2009年4月の成長戦略によって20倍の28GWへ目標が引き上げられた。また、電気事業連合会では2020年までに140MWの太陽光発電システムを導入する目標を設定し、各電力会社が各地で大容量の太陽光発電システム(以下メガソーラーシステム)の建設を進めている。

このようなメガソーラーシステムには経済的な大規模な太陽電池アレイの設計、系統安定設計、低コスト設計等の必要があり、風況解析技術や高度なエンジニアリング技術が求められる。

メガソーラーシステムの実現のために、太陽電池アレイに発生する風速分布をシミュレーションする風況解析技術により最適な架台及び基礎設計を適用し、十分な強度を保ちながら部材を削減した。また、メガソーラーシステムをより定常的な電源として稼働させるために、系統電圧の変動抑制と系統周波数の変動抑制の系統安定化機能を適用した。更に、システム効率を上げるため、高効率PCSの採用やケーブルの最適設計を実施した。

本適用のエンジニアリング技術によって、メガソーラーシステム特有の課題に対策できたことにより、2009年から2011年12月までに6電力会社向け7か所のメガソーラーシステム(総発電容量=25MW)を実現、構築した。

## 「優良賞」

### 世界最大級可変速揚水発電向け2次励磁用IEGT変換器

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  
パワーエレクトロニクス部（府中事業所）  
開発・設計第二課

左右田 学

パワーエレクトロニクスシステム事業部  
パワーエレクトロニクス部（府中事業所）  
開発・設計第二課

柏木 航平

水力発電は、二酸化炭素を排出しない発電方式であり、地球温暖化対策として導入が進められている。揚水発電は、大容量、長時間電力エネルギーを貯蔵でき、電力系統の需要平準化に寄与し、電力系統全体の効率的な運用に役立っている。

従来の同期機を用いた揚水発電システムでは、そのときの水位差(揚程)でポンプ入力が決まってしまうため、負荷を調整することができなかった。一方、可変速揚水発電システムは運転できる範囲内で回転速度を変化させて、ポンプ入力を変化(必要な動力は回転速度の3乗に比例)させることが出来るため、電力調整能力に優れる。このような特徴により、今後日本でも急速に導入が進む、風力や太陽光発電など再生可能エネルギーの発電出力変動を吸収し、電力系統の安定度を高めることが可能になる。

今回開発した2次励磁用IEGT変換器は、系統周波数50Hzをコンバータにて直流変換し、インバータにて発電電動機の2次巻線を低周波(0.25~2Hz)で交流励磁する装置であり、発電電動機の容量475MVAで、インバータ容量37MVA、コンバータ容量24MVAであり、世界最大級の可変速揚水発電システムとなる。電力変換素子にIEGT(Injection Enhanced Gate Transistor：電子注入促進形絶縁ゲートトランジスタ)を用いることにより小型化と低損失化を実現し、変換器の効率は98.5%であり、従来のGTO(Gate Turn-Off thyristor)を用いた可変速システムと比較して、5%以上の効率改善となる。

現在開発が完了し、2013年7月の仮運用開始、2014年5月の運用開始に向けて、現地での調整を進めている。

## 「優良賞」

### 省エネを追求した住宅用カセット形熱交換気ユニット

パナソニック エコシステムズ株式会社

環境空質ビジネスユニット 熱交プロジェクト 石黒 賢一

環境空質ビジネスユニット 換気技術グループ  
換気システムチーム 小河 大輔

2003年のシックハウス対策に基づく建築基準法改正により、健康的な室内空気質を維持することを目的として、新築住宅には事実上0.5回/h以上の機械換気設備の設置が義務付けられた。ところが、0.5回/hの常時換気を実施することに伴って、換気による熱ロスが必然的に生じることとなり、暖房や冷房に要するエネルギー消費が増加するという課題がある。従って、屋外へ排気する室内空気から回収した熱を利用し換気を行う熱交換形の換気設備は、今後の住宅において省エネルギー化を推進する必須設備と考えられる。

しかし、熱交換形の換気設備は大型でダクト配管などの施工が煩雑であったため、弊社では住宅への普及のために小型化と施工性の改善を行い、1997年にカセット形の熱交換気ユニットを商品化した。今回、さらに快適かつ省エネな住まいづくりにこだわり、当社の熱交換気技術を一層高め、トップランナー基準に適合するカセット形としては業界No.1の温度交換効率80%を有する製品を目標として開発を行った。

今回の製品は、省エネ性と快適性の両立を最重視すると共に、施工性向上のため製品のコンパクト性にも配慮することをコンセプトとし、この実現のため製品を構成する「熱交換素子」「ファンケーシング」「風路」「省エネ制御」の要素技術を再構築した。この結果、業界一の温度交換効率、最高80%を達成し、他社同等製品対して温度交換効率を約4%、エンタルピー交換効率も冷房時で約21%、暖房時で約16%向上させることができた。



## 「優良賞」

# 大容量冷蔵庫「スリープ保存 真空チルドSL」シリーズの 開発

日立アプライアンス株式会社

家電事業部 栃木家電本部 冷蔵庫設計部 永盛 敏彦

空調事業部 栃木空調本部 生産技術部 久保田 剛

真空の力で食品の酸化を抑え、新鮮に保存する日立独自の「真空チルドルーム」に、光触媒の力で精肉・鮮魚・生野菜を眠らせるように保存する「スリープ保存」を採用し、食品の鮮度劣化や栄養素の減少を従来以上に抑制できる大容量冷蔵庫「スリープ保存真空チルドSL」シリーズ14機種を2012年9月から発売した。

新シリーズに採用した「スリープ保存」では、「真空チルドルーム」内に搭載した光触媒などの効果により、ルーム内に炭酸ガスを生成することで、肉・魚の表面の酵素の働きや、野菜の呼吸を抑制し、食品を眠らせるように保存する。これにより従来以上に肉・魚の鮮度低下や野菜の栄養素減少を抑制するとともに、光触媒の効果により、ルーム内のニオイ成分を分解し、脱臭効果を発揮する。さらにLED光源の搭載により、ルーム内をLEDの光で明るく照らし、食材を見やすくした。

また、6ドアの11機種では、冷却器に付着する霜から生じる冷気を活用する日立独自の省エネ技術「フロストリサイクル冷却」の継続採用に加え、冷蔵室内の収納状況に合わせて、冷気の流れを自動で切り替える新・冷却方式により、冷やし過ぎを抑える新たな省エネ技術を採用した。従来、冷蔵室内に設置した1つの「温度センサー」で庫内の温度を検知し、1つの「冷氣フラップ」にて冷却していたが、食品の収納量が少ない場合には冷やし過ぎなどが発生して省エネ性能を悪化させる要因となっていた。今回、「温度センサー」を2つにし、更に「冷氣フラップ」も2つにすることで、収納量が多く冷蔵室全体を冷却する場合は、従来と同様に上段と中段を同時に冷却する。上段や中段のどちらかに食品の収納量が片寄った場合には、上段か中段のどちらか一方を冷却する。このように庫内の収納状況に合わせて、きめ細かい冷却で冷やし過ぎなどを抑え、省エネ性能を向上させた。

## 「優良賞」

### SiCデバイスを用いた産業用インバータの商品化

富士電機株式会社

技術開発本部　ドライブ開発プロジェクト部  
インバータ開発第二グループ

安達　健人

電子デバイス事業本部　パワー半導体事業統括部  
産業モジュール技術部　産業モジュール課

岩本　進

インバータによるモータ制御を行うドライブシステムは、ファン・ポンプ、港湾施設のクレーン、エレベータなど、多くの分野で活躍しているが、世界的なCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)抑制の流れを背景に、省エネ・効率の改善が求められている。

また、電力用半導体デバイスの分野では、シリコン(Si)に変わる新デバイスとして、シリコンカーバイド(SiC)デバイスの開発が盛んに行われている。SiCデバイスは、その優れた物理的・化学的性質から、従来のシリコン(Si)を凌駕する小型・低損失の半導体デバイスであり、これを電力変換部に採用することにより、大幅な損失低減が可能となる。

富士電機は、高効率な同期モータを駆動可能な産業用インバータ「FRENIC-MEGA GXシリーズ」に、SiCデバイスであるSiC-SBD(ショットキーバリアダイオード)を搭載した「FRENIC-MEGA GX-SiCシリーズ」を開発・商品化した。これは、SiCデバイスを搭載した産業用インバータとしては、国内初の製品となる。

電力変換部にSiC-SBDを採用することにより、発生損失を従来比-20%と大幅な低減を実現した。本製品と高効率な同期モータを組合わせた場合の総合効率は91%、従来品と誘導モータを組合わせた場合の総合効率は84%と、7%の効率改善を達成した。

これにより、24時間運転をする空調設備や水処理設備などの省エネ要求に応える商品の提供が可能となった。

## 「優良賞」

### 業界トップクラスの性能を実現したFFエンジントルク脈動再現用低慣性ダイナモメータの開発製品化

株式会社明電舎

中部支社 豊田営業所

甘利 昌之

動力計測システム工場 開発実験部 開発研究課

川久保 憲次

近年の自動車関連業界の研究・開発プロセスでは、完成車までのトータルの開発期間の短縮や試作車数の削減、開発コスト低減などの要求が高まっており、自動車部品(エンジン、変速機、など)の単体の完成度を高めて完成車試験時の開発手戻りを無くすことが重要になってきている。

変速機においては、エンジン燃焼によるトルク脈動が変速機性能や乗り心地などに大きく影響するが、開発プロセスにおいて、エンジンと同期して試験ができないこと、エンジンでは再現性良い試験ができないため、変速機性能向上に多大な時間を要していた。また、特に近年はエンジンのダウンサイジングの影響でトルク脈動が増大する傾向にあるため変速機性能評価試験の重要性が増してきている。

今回、変速機開発の効率化を図るため、FFエンジンの代わりに高トルクで高周波数のトルク脈動が再現可能な低慣性ダイナモメータを開発製品化した。以下に、その内容を列記する。

- ・ 出力：連続660kW(過負荷1056kW)
- ・ 回転数：6000/8000min<sup>-1</sup>
- ・ トルク：1050Nm(過負荷1680Nm)
- ・ 慣性：0.29kgm<sup>2</sup>
- ・ 加振制御：200Hz(最大トルク加振可)

## 委員会活動「優秀賞」

### 蓄電システムの安全基準作成

蓄電システム技術専門委員会

蓄電池併設型分散電源システム認証検討委員会／

蓄電池併設型分散電源システム認証検討WG

近年、特に東日本大震災以降、停電時にも継続的に電気機器に数時間程度電力供給すること、又は充電した電力を昼間に用いること(ピークカット・ピークシフト)を目的とした蓄電システムの製品化の発表がなされており、今後、急速に普及していくことが期待されている。このような情勢から、経済産業省(METI)では、2011年度第三次補正予算において、電力需給状況を踏まえた需要側対策(ピークカット、停電時バックアップ対策)及びリチウムイオン電池の普及促進を目的として定置用リチウムイオン蓄電池導入促進対策事業費補助金事業が計画されていた。

蓄電システムは、蓄電池としてリチウムイオン電池を用いているものが多いが、リチウムイオン電池単体の安全性については、補助金事業計画時、既に、一般社団法人電池工業会(BAJ)において電池工業会規格(SBA規格)が制定されていたが、電力変換装置を含めた蓄電システムとしての安全規格は存在していなかった。このため、2011年10月に一般社団法人日本電機工業会(JEMA)に対し、METI及びBAJから、補助金事業の補助対象基準として引用できる蓄電システムに関する安全規格(以下、補助金安全基準という。)の作成要請があり、原案作成を行った。

さらに、より広範に適用できるように、引き続き日本工業規格(JIS)原案作成を進め、2012年10月に次の2部構成のJIS原案作成を完了した。

- |              |               |   |                           |
|--------------|---------------|---|---------------------------|
| JIS C XXXX-1 | 蓄電システムの安全要求事項 | — | 第1部：一般要求事項                |
| JIS C XXXX-2 | 蓄電システムの安全要求事項 | — | 第2部：分離形パワーコンディショナの特定制要求事項 |

## 委員会活動「優良賞」

### 太陽光発電用パワーコンディショナの標準形能動的単独運転検出方式のJEM規格作成・発行

単独運転検出方式検討WG

単独運転検出機能は、分散型電源が系統連系している配電線において地絡又は短絡事故、作業・計画停電などによって変電所から配電線への電力の送電が停止した場合に、区分開閉器の動作への影響防止及び配電線の作業の安全性を確保するために当該配電線から分散型電源を確実に解列させることを目的として設置されている。

現在、単独運転検出の主要機能である能動的単独運転検出方式は、パワーコンディショナ(以下、PCSという。)に内蔵する保護機能として搭載され、PCSメーカーごとに異なった方式を採用している。このため、複数台のPCSが同一配電線に連系する場合、能動信号が相互に干渉するなどの影響によって本来の性能が発揮できない可能性が指摘されている。そこで、複数台連系となる場合には、事前にPCS実機を用いた組合せ試験を実施し、単独運転検出性能が劣化しないことの確認を行ってデータベース化し、メーカー間で相互に利用してきた。この確認作業のために、各メーカーはこれまで発売したPCS各機種を保管している。そして、各メーカー間でのPCS貸し借りの調整を含めると、1件の系統連系案件ごとに行う確認作業は1ヶ月前後に及ぶことが多い。

近年、太陽光発電システムの普及によって複数台連系のケースが増大し、上記の組合せ試験の台数規模が拡大し、複数台連系試験による確認に多大な準備及び時間を要するようになった。上記のデータベースに蓄積された組合せ試験のケース数は3000件を超え、日々増加している。このことは、単独運転検出による確実な連系保護の安全性を確保して太陽光発電システムを導入するうえでの障害となっていた。この障害を解消するために、能動的単独運転検出方式を標準化した。