

I. 研究・開発

1 エネルギー・制御

1-1 小水力発電用コンバータ

汎用インバータ（THYFREC VT240S）と電源回生コンバータ（THYFREC CV240S）に小水力発電用の機能を追加することで、当社初となる小水力発電用コンバータを開発した。永久磁石発電機とし、水車とダイレクトに接続して可変速運転することで、従来の一定速システムと比べて、発電端出力の向上及びシステム構成の簡略化を実現した。主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 装置容量は、100kW・200kW・400kW・660kWをラインアップ
- (2) 系統連系保護機能を搭載し、系統連系規定（JEAC 9701-2012）に準拠
- (3) PMセンサレスベクトル制御モード搭載
- (4) 停電時の自立運転機能搭載



(a) 前面 (b) 後面

第1図 200kWコンバータ盤

1-2 トランスレス高圧変換装置の開発

近年、小形・高効率化を目的に、トランスレス方式のマルチレベル電力変換装置が注目されている。当社は独自のトランスレス5レベル変換器を考案し、その基礎特性を明らかにしてきた。トランスを用いた従来の電力変換装置と比較すると、業界最高効率でありながら約50%の小形・軽量化を実現できた。主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 世界最小容積
- (2) 業界トップの省エネルギー化
- (3) 高い信頼性・メンテナンス性

今後は、この技術を高圧インバータなどの様々な電力変換装置に適用していく。



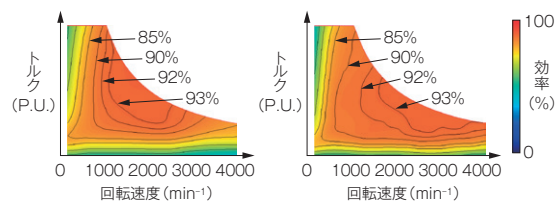
第2図 高圧インバータ

1-3 高性能フェライト磁石モータの実用化開発

当社は省レアアースモータの候補の一つとして、比較的安価で安定して調達できるフェライト磁石を用いたPM（Permanent Magnet）モータの開発を進めている。

フェライト磁石は、希土類磁石の代表であるネオジム磁石に対して磁力が1/3程度であるが、リラクタンストルクを有効に活用することで、これまでにネオジム磁石を用いたPMモータと同じ体格で約90%のトルクが得られることを確認している。

今回、フェライト磁石モータの効率測定並びに減磁解析、着磁解析を行って実用化検討を進め、生産性を考慮したフェライト磁石モータの実用化開発にめどをつけた。今後は更なるトルク性能・効率の向上を図るとともに、製造工程やアプリケーションへの適用検討を重ね、製品化を目指していく。

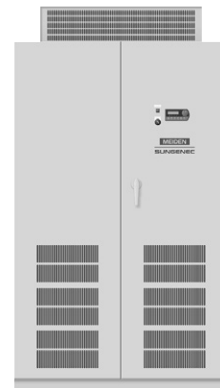


(a) 希土類磁石モータ (b) フェライト磁石モータ

第3図 効率マップの比較

1-4 自立運転機能付き太陽光発電用PCS (Power Conditioning Subsystem)

2012年秋から生産を開始している当社太陽光発電用PCSのサンジェネックSUNGENECシリーズ「SP310」は、非常用発電機連系機能を具備し、系統停電時に非常用発電機と連系して負荷に電力を供給することができる。このSP310に自立運転機能を搭載し、PCS単体でも負荷に電力を供給できる「SP310-D」を開発中である。当社にしかない非常用発電機連系機能と自立運転機能を組み合わせたハイブリッドタイプで、防災対応仕様としての当社独自の特長を出し、他社との差別化を図った。これによって、災害時に電力が必要な防災拠点である自治体、地域拠点である大規模民間事業所などに対して販売が期待される。加えて、お客様の要求を柔軟に取り込むことで、今まで以上に満足度の高い製品を目指していく。

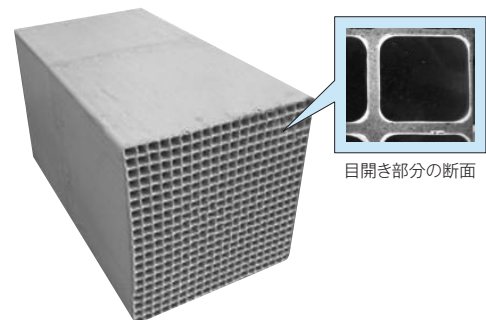


第4図 太陽光発電用PCS SP310-250T

2 機能性材料・新デバイス

2-1 中国低温脱硝触媒の実用化開発

中国大気汚染の中でも工業用石炭燃焼設備から出る排煙中の窒素酸化物 (NOx) は、その排煙温度が低く、従来の脱硝触媒では除去できないため、未対策となっている。当開発テーマでは、中国科学院過程工程研究所と(独)産業技術総合研究所との共同研究体制で、250℃という低温で動作する脱硝ハニカムの開発に取り組んできた。これまでにハニカム基材の表面に低温脱硝触媒を塗布した触媒コーティングハニカムの脱硝性能を模擬ガスで評価した結果、250℃で90%以上のNOxを削減できることを確認した。今後は中国現地で、石炭燃焼設備からの排煙(実ガス)を用いた実証試験を実施する。低温での脱硝性能と実ガスでの耐久性を確認することで実用化のめどが立ち、中国での脱硝触媒の普及を促進できる。

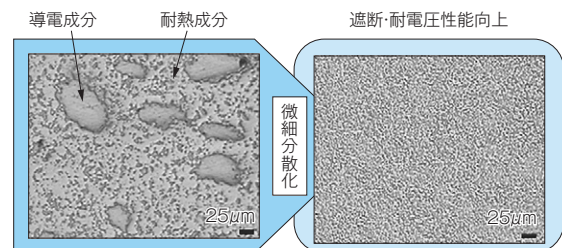


第5図 低温脱硝触媒ハニカム

2-2 高電圧・大容量真空インタラプタ (VI) の電極開発

近年、真空遮断器 (VCB) は高電圧・大容量で小形化が要望されている。VCBの中でキーパーツとなるVI (Vacuum Interrupter) の構成の中で性能に大きく寄与する1つとして電極がある。今回、遮断・耐電圧性能を向上させた新しい電極材料を開発した。

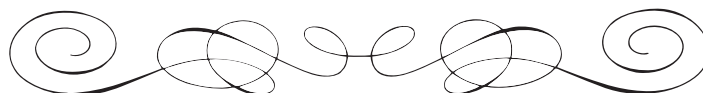
本材料は、耐熱成分粒径を通常の1/10以下に微細化させ、銅基材中に均一に分散した組織としており、銅クロム電極に比べ導電性と硬度を向上させ、大電流遮断後であっても耐電圧性能をより安定に保持するという特長がある。コンデンサ開閉などの耐電圧性能を要求される遮断器では、本材料の耐熱成分濃度を高めることで性能を満足することができる。今後、本材料を搭載したVCB・VIの製品化を目指す。



第6図 新電極材料

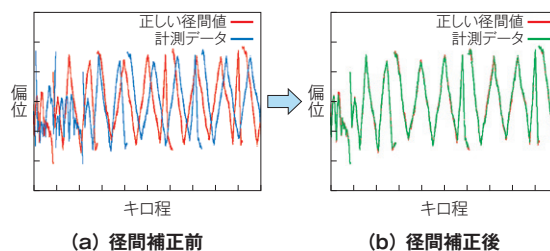
3 情報・通信・ソフトウェア

3-1 マルチクラス識別器による対象物検出と対象物分類



3-2 架線検測装置における伸縮マッチングを用いた径間補正

架線検測装置は、画像処理によってトロリ線の摩耗幅を自動で把握することができる。しかしながら計測位置は自動列車制御装置信号などから算出しているため、運行ごとに若干のずれが生じる。摩耗の推移を把握するためにはこのずれを補正する径間補正が必要であるが、現状では手動で行っており多大な労力を要する。そこで架線検測装置の新機能として、自動径間補正機能を開発した。自動補正を行うために、計測されたトロリ線の偏位情報と、同区間の正しい径間値が与えられているトロリ線偏位情報のマッチングを行う。ただし電車は運行ごとに速度が多少異なることから、偏位情報の長さ（データ数）も異なる。そこでデータ数が異なる際に有効な動的計画法による伸縮マッチングを行うことで、上記の問題を解決した。



第 8 図 架線偏位の径間補正例

3-3 電力向けスイッチングハブ メイスウェイ MEISWAY SW600

MEISWAY SW600は、電力分野向けのSW500の後継機種として開発された産業用ギガビット・レイヤー2スイッチングハブである。主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 10/100/1000BASE-Tポートを16ポート装備
- (2) 光ポート（100BASE-FX〈SCコネクタ〉又は1000BASE-LX〈LCコネクタ〉）を最大6ポート装備
- (3) DC100/110V又はAC100/220V対応
- (4) ファンレスで動作温度-10～55℃に対応
- (5) 装置天面を通風口レスとし、じんあいの侵入を低減
- (6) 電力用規格B-402に準拠
- (7) RoHS（Restriction of Hazardous Substances）指令対応の地球環境に配慮したグリーン製品



第 9 図 MEISWAY SW600

3-4 IOリンクⅢ光／メタルゲートウェイ ユニセック UNISEQUE IOC230

当社独自のフィールドバスのIOリンクⅡ／Ⅲ光伝送路に、IOリンクⅡ／Ⅲメタル機器を接続するためのゲートウェイとして、UNISEQUE IOC230（以下、IOC230）を開発した。IOC230は、光伝送路側ではリモート局として機能し、メタル伝送路側ではマスタ局としてリモート局へのデータ通信を行う。従来機種種のIOC200と比較し、Ⅲモード動作時の伝送速度を向上した。またメタル伝送路側Ⅱモード動作時のFD100最大接続局数を増加した。光伝送側Ⅲモード動作時に、メタル伝送路側Ⅱモードで動作することで、部分更新した。

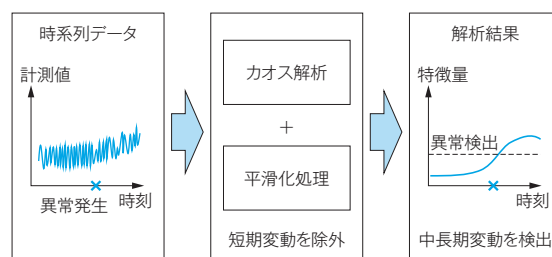
- (1) Ⅲモード動作時：光伝送速度1.5Mbps→100Mbps
- (2) Ⅲモード動作時：メタル伝送速度1Mbps→16Mbps
- (3) Ⅲモード動作時：光伝送路最大接続局数32局→128局



第10図 UNISEQUE IOC230

3-5 中長期の異常変動を検出する技術

カオス解析技術（逐次軌道平行測定法）を応用して、中長期にわたる異常変動を検出する手法を開発した。プラント監視装置で計測される時系列データには、日単位で変動する計測項目が多数含まれている。カオス解析は、このような比較的短期的な周期を持つ時系列データの異常検出を得意とするが、発生する異常が微量で長期にわたり継続するような異常変動の検出は得意でなかった。そこで従来のカオス解析手法の前処理及び後処理に平滑化処理に基づくデータ処理を追加し、中長期の異常変動を効果的に捉えられるように改良した。今回開発した手法は、回転装置のベアリング異常や太陽光発電装置の発電異常、あるいはガス管・配水管などプラント配管設備の異常など継続的に異常事象が進行する対象への適用が期待できる。



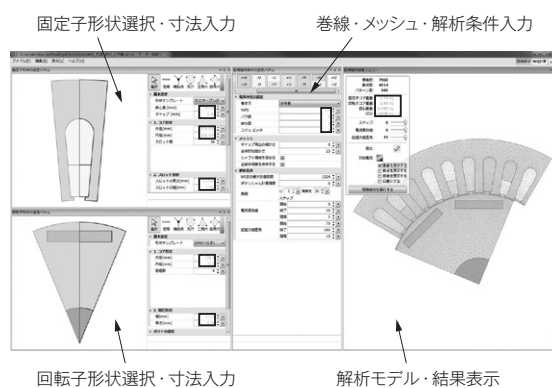
第11図 平滑化処理に基づく異常検出

4 共通基盤技術

4-1 社内用PM（Permanent Magnet）モータ設計ツールの開発

永久磁石を使用したモータ（PMモータ）の適用範囲拡大に伴い、これまで使用されてきた社内用PMモータ設計ツールを全面的に見直し、設計者にとって、より使いやすい設計ツールを開発した。主な改善点は、以下のとおりである。

- (1) UI（User Interface）にマルチウィンドウを採用し、設計者ごとに使い易い画面配置を自由に構成
- (2) 任意のモータ形状をテンプレートとして追加
- (3) 磁界解析に用いるメッシュ作成の自由度を向上
- (4) 解析手法の改良や並列計算によって、計算時間を1/10以下に短縮（4コアCPU使用時）
- (5) 各工場で異なっていたデザインシート（設計表）を統一することで、工場間での情報共有が容易



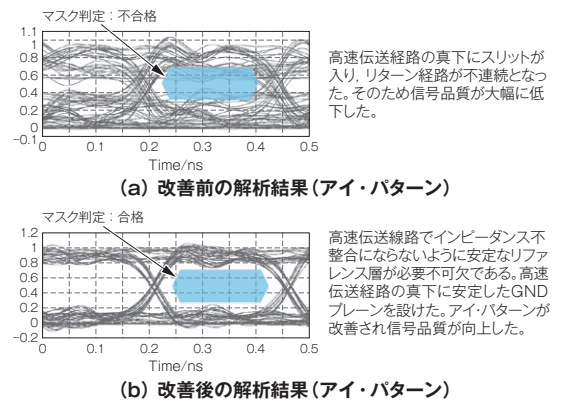
第12図 モデル作成と磁界解析画面

4-2 プリント板のSI/PI解析技術の確立

近年デバイスの高速化に伴い、信号品質 (SI) が問題となってきている。更にデバイスの低電圧化もあり、SIだけでなく電源及びグランド配線に起因するノイズの影響が顕在化してきており、電源品質 (PI) も確保する必要が出てきた。高速伝送回路製品を効率よく設計するために、一昨年SI/PI解析を導入し、解析技術を確立した。主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 開発初期段階でのリスク低減
- (2) 高品質製品の早期市場投入
- (3) 試作回数の減少による試作費削減
- (4) 過剰なノイズ対策部品の除去によるコスト削減

今後は解析と実測結果のデータを蓄積し、解析モデルの簡略化及び解析精度の向上を目指す。



第13図 試作前のSI解析事例 (信号波形比較)

4-3 大電力試験所ISO/IEC 17025 認定取得

当社は、遮断器・変圧器・避雷器・配電盤などの変電・配電機器に実際に大電流を通電して試験することができる短絡試験設備を保有しており、当社製品の最終的な性能確認として各種試験データを提供してきた。

近年、お客様による製品評価の一環として、これらの試験結果の信頼性について客観的な説明が求められることが増えてきている。

そこで当社の大電力試験所では、国際規格「ISO/IEC 17025」に基づき、日本適合性認定委員会から試験所認定を取得した。この認定は試験所の中立性・試験能力が一定の水準以上にあることを示しており、今まで以上に信頼性の高い試験データを提供することができる。



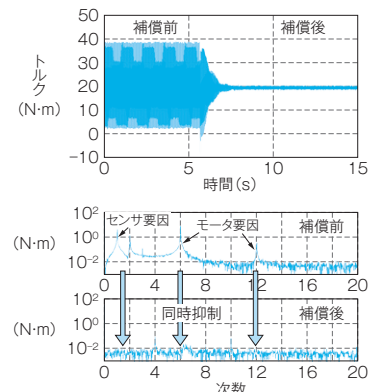
第14図 ISO/IEC 17025 試験所認定書

4-4 電流センサ誤差補正とトルクリプル抑制

一般的なインバータでは電流センサを交流電流部に設置し、この情報を基に電流を制御している。しかし電流センサの特性と周辺部品精度による誤差は電流アンバランスを発生させ、トルクリプルの要因となる。

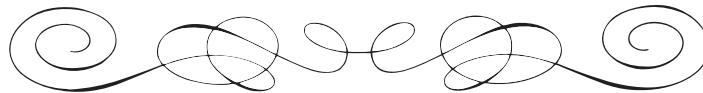
トルクリプルは、モータ起因やセンサ誤差などの要因別の周波数が互いに干渉して複合的に発生する。これまでに振動抑制制御手法として周期外乱オブザーバを開発し、さらにこれを応用した電流センサ誤差補償制御手法を開発した。

今回、トルクリプル抑制と電流センサ誤差補正を同時併用する手法を新たに開発した。これによって、センサ誤差を解消するとともにトルクリプルを抑制することができる。



第15図 トルク波形 (上) とトルクFFT解析 (下)

4-5 形状最適化によるモータ性能の向上



4-6 亜鉛ウイスカ防止技術の確立

亜鉛クロメートめっきは、電気制御機器筐体を構成する銅部品の防錆処理として使用されているが、亜鉛ウイスカが発生することがある。亜鉛ウイスカは亜鉛めっき被膜の内部応力の影響で金属が再結晶してひげ状に伸びた金属の単結晶で、電気回路の端子間にウイスカが接触した場合、短絡故障の原因となる物質である。そこで、当社は亜鉛クロメートめっきから発生する亜鉛ウイスカを防止するため、ウイスカの発生機構を解析して耐ウイスカ性を評価する試験方法を確立した。また亜鉛クロメートめっき部品のベーキング処理条件を制御することで、耐ウイスカ性・耐食性を有する亜鉛クロメートめっきのウイスカ抑制技術を確立した。これらの亜鉛ウイスカ防止技術を当社製品に採用される部品の採用基準に適用し、品質を向上した。



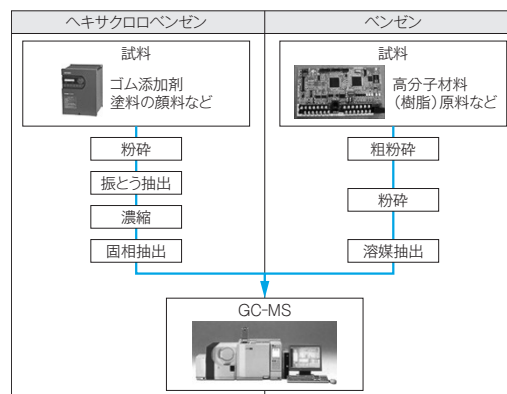
第 17 図 亜鉛ウイスカの電子顕微鏡像

4-7 製品含有化学物質の分析技術確立

世界的に製品環境規制（環境負荷化学物質の含有規制）が厳しくなり、管理しなければならない有害物質が拡大している。それに伴い、当社でも購入する部品・部材に有害物質が含有しているか測定する技術を強化してきた。

今回、RoHS（Restriction of Hazardous Substances）指令で規制される物質に続き、ゴムの添加剤や塗料中の顔料に含まれる「ヘキサクロロベンゼン」や各高分子材料の原料に使用される「ベンゼン」の量を、GC-MS（ガスクロマトグラフ-質量分析計）によって、測定する技術を確立した。

今後も、多種多様な有害物質の品質評価でも高感度に測定できるように技術を確立し、品質及び信頼性の向上を図り、品質管理体制を強化していく。



第 18 図 測定フロー

4-8 冷却液の性能評価技術

当社製品には、ダイナモメータなど冷却液を使用する製品が多くある。冷却液が適切でないと、配管腐食・熱交換不良・冷却液の流動不良などが起こり、当該機器の故障につながる。冷却液が水の場合には、カルシウム硬度などから、配管類を腐食しやすい水かスケールを生成しやすい水かを判定する。海水では、アンモニアなど腐食性の生活汚染物質の混入に注目する。

低温環境で使用するLLC（不凍液）に添加される防錆剤は、目的によって多くの種類がある。そこで、モリブデン酸系・ケイ酸系・安息香酸系・硝酸系・りん酸系などに加えて、銅の防錆剤であるトリアゾール、チアゾール系と、鉄の防錆剤であるアミン系の分析技術を新たに確立し、当社で最も多く使用されるLLCの適性判定や劣化評価が可能になった。

第1表 主な冷却液性能評価項目

冷却液	主な性能評価項目
水	pH、導電率、塩化物イオン、硬度、安定度指数など
海水	pH、汚染物質（アンモニアなど）
LLC	pH、鉄・銅・アルミニウム用防錆剤、LLC劣化生成物など
共通	配管腐食物、異物（油など）、固形物（さびなど）