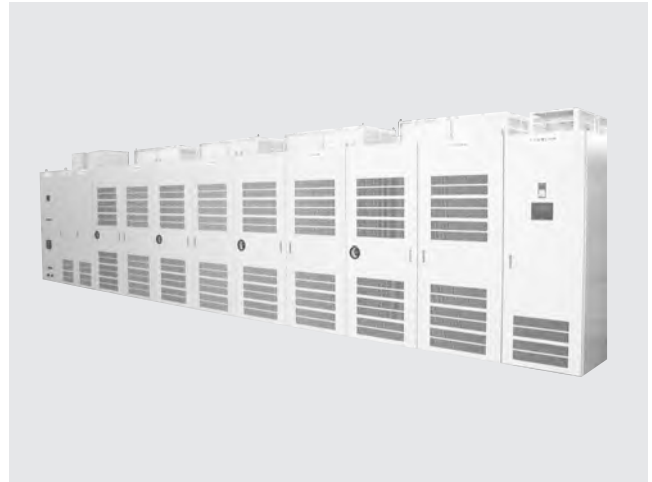


1. エネルギー・制御

1.1 大容量周波数変換装置

本装置は、周波数を50Hzから60Hzに変換して出力する交流電源装置である。従来は回転機と発電機を組み合わせる機械的に周波数を変換する装置やUPSを転用した装置が主流であったが、当社の大容量電力変換技術により、4000kVAという大容量変換装置をPWM（Pulse Width Modulation）コンバータで実現した。従来品と比べて、PWMコンバータを使った場合は、以下の長所がある。

- (1) 力率が高い（交流入力側で98%以上）
- (2) 変換効率が良い（93%以上）
- (3) 周波数安定度が高く、突入負荷への耐量が高い（UPS転用機の倍）
- (4) 長寿命で保守が容易
- (5) 省スペース



第1図 大容量周波数変換装置

1.2 電気二重層キャパシタ（EDLC）用チョップ装置 エコバッファ ECO BUFFER（EB240）

サイクル寿命が長く急速充放電特性に優れているEDLCは、新蓄電デバイスとして注目を集めている。当社ではEDLCを製品化し、メイキャップMEICAPの名称で販売しており、工場全体といった大規模なシステムに対する瞬時電圧低下（瞬低）補償装置などの応用製品も製造販売している。今回、MEICAPと組み合わせ、小規模な個別インバータの省エネルギー・瞬低補償・ピークカット対応機器として有効なEDLC用チョップ装置を開発した。この装置は、搬送機械・昇降機械・工作機械をはじめとする産業機器に幅広く適用が可能であり、EDLCの蓄電エネルギーを有効に活用した、省エネルギー・瞬低補償・ピークカットが可能となる。



第2図 チョップ装置とEDLC

1.3 風力発電機用コンバータ 水冷式2MW機の開発

風車発電機をトルク制御するための水冷式2MWコンバータを開発した。制御盤はマスターとスレーブの2面で構成し、各々の最大出力は1MWである。構造面では耐環境性に配慮して密閉式（IP54）とし、風車タワーにも搭載可能なように小形化を図った。近年、風車発電機は永久磁石式同期発電機が増えてきているため、モータ制御に磁石位置センサや回転速度センサを不要とするベクトル制御方式を採用し、信頼性を向上させている。また、マスター盤とスレーブ盤間を2系統の高速光通信ケーブルで結び、PWM搬送波の完全同期化（PLL）と電流バランス制御を実現している。各々制御盤内は複数台の主回路ユニットを並列接続構成としており、各々制御盤の出力接続についても従来のような並列接続用リアクトルを不要としている。



第3図 マスター盤

1. エネルギー・制御

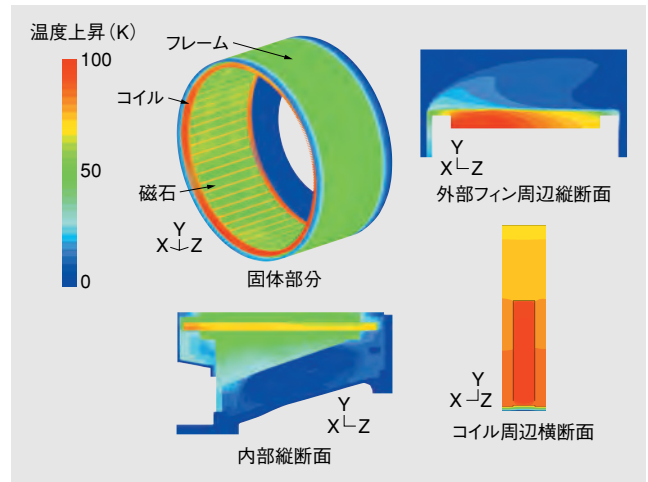
2. 機能性材料・新デバイス

1.4 風力発電用永久磁石式発電機の熱流体解析技術の開発

風力用永久磁石式発電機（PMG）は、小形化・高効率化のため希土類永久磁石が使用されており、不可逆減磁が生じないように温度を正確に推定する必要がある。そこで、熱流体解析による温度推定を行った。

本PMGはフレーム外周のフィン及び内部エアダクトによる通風で冷却を行うが、解析モデルが大規模になるためフィンによる冷却と通風による冷却は個別に解析し、総計算時間を低減した。固定子鉄心とコイルの接触面は、冷却及び絶縁性能の向上のためレジンで含浸されており、これは熱抵抗としてモデル化した。回転子の回転によるかくはんの影響を考慮することで、温度予測精度を向上させた。

解析結果を実機の測定結果と比較したところ、温度はよく一致していることを確認した。



第4図 温度分布

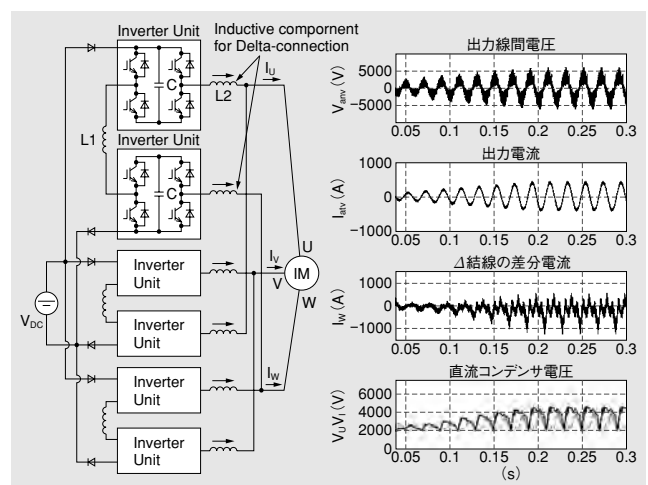
1.5 昇圧形△結線多重インバータ

電力変換装置の高電圧・大容量・低ひずみ化技術としてマルチレベル変換器が有用である。特に、多数の直流電圧源を有する単位インバータを直列に多重した構成のマルチレベル変換器が普及している。個別の直流電圧源は三相交流電圧源から生成するため、絶縁変圧器と多数の整流器が必要であり、装置サイズの増大と複雑な配線が課題である。

そこで、絶縁変圧器が不要な新しい多重方式のマルチレベル変換器を開発した。提案方式には3つの特長がある。

- (1) 単一電源化による絶縁変圧器レス化（装置小形化）
- (2) 可変電圧出力による低ひずみ化（交流フィルタ小形化）
- (3) 昇圧機能により、入力電圧よりも高い電圧を出力可能

今後、六相モータドライブ用インバータ、交流フィルタレスインバータなどに適用していく。

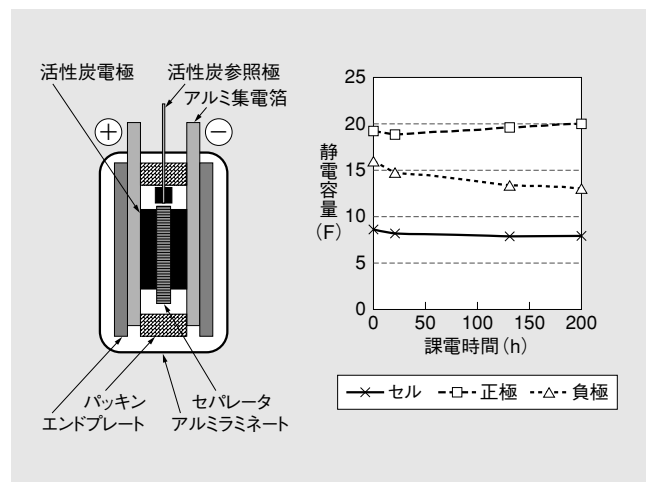


第5図 昇圧形△結線インバータ

2.1 電気二重層キャパシタ（EDLC）の正極・負極電極個別評価技術

EDLCの電極は、正極側と負極側ではメカニズムの異なる劣化が生じている。このメカニズムの差異については、様々な研究機関で検討され多くの報告があるが、現実の製品とは大きく異なる構成で評価されている。従来の評価方式は、電解液を満たしたビーカに電極を入れ、充電・放電時の電圧変化を測定するという非常に単純な方法である。このような構成では実際の製品で生じている劣化メカニズムを十分に把握できない。

当社は、製品と同じ構成で正極と負極を個別に評価できるセルを開発した。このセルを用いることで製品の劣化メカニズムを正確に把握し、正極・負極材料を的確に選定することが可能となった。この評価技術を用いて、EDLCの更なる高性能化を進めていく。



第6図 ラミネート三極式セルの構成と耐久性試験結果

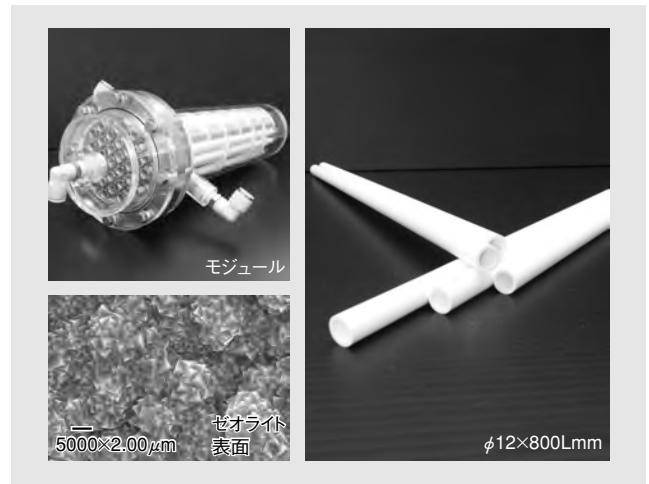
2. 機能性材料・新デバイス

3. 情報・通信・ソフトウェア

2.2 A型ゼオライト脱水分離膜の開発

結晶構造中にナノレベルの分子細孔を有するA型ゼオライトは、水分の吸着作用と特異な分子篩機能（水選択透過性）を有する。この特性に着目し薄膜化する^{ろい}ことで、蒸留技術の代替として利用することができるため、電力消費量とCO₂の削減に貢献できる技術として期待されている。

当社では、A型ゼオライトを用いて独自に膜の研究開発を行っている。現在までに、開発した分離膜を用いて、多種溶剤の脱水に対して省エネ効果を有すことを確認した。また、現在は水選択透過性を利用した脱湿（除湿）分野などの新たな研究開発にも取り組んでいる。今後も、お客様の要望に応える膜性能の向上とA型ゼオライト適用用途の拡大に努めていく。



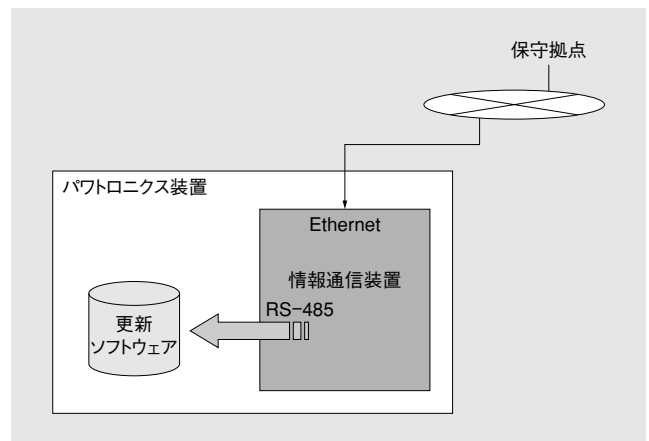
第7図 A型ゼオライト脱水分離膜とモジュール

3.1 パワトロニクス製品用情報通信装置

太陽光発電や風力発電に適用されるパワトロニクス装置は、一般的に設置場所へのアクセスが不便なことから、遠隔からの設備監視や保守に対するニーズが高い。これに対応するため、現在値表示やデータロギング、機器操作といった従来の監視制御機能に加えて、遠隔からのパワトロニクス装置用ソフトウェア更新機能を備えた情報通信装置を開発した。本装置は、パワトロニクス装置の状態を確認しながら、パワトロニクス装置内部のソフトウェア更新までを自動的に処理する。保守拠点と情報通信装置との間をネットワークで結ぶことにより、作業員が現場に入ることなく、パワトロニクス装置のソフトウェアを最新に保つことができる。

今後は、情報通信装置の更なる機能拡充を進め、パワト

ロニクス製品の利便性向上を図っていく。



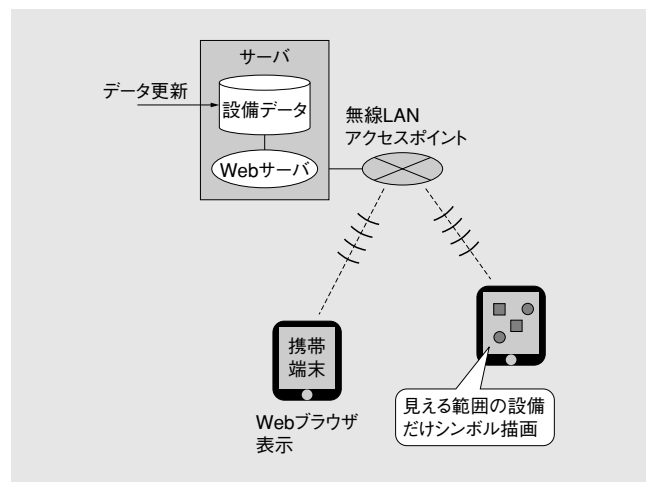
第8図 情報通信装置を使った遠隔からのソフトウェア更新

3.2 現場情報支援システム構築における基礎技術開発

最近急速に普及が進んでいるスマートフォンなど多機能携帯端末を利用し、操作可能な地図画面上に設備データをシンボル表示するデモシステムを試作した。

Webクライアント/サーバのシステム構成とし、設備データはサーバに保持する。サーバは、端末が要求する表示範囲内でフィルタリングした設備データを返送するため、大量の設備総数を扱う場合でも端末の負荷には影響しない。

端末は、表示範囲内の設備のみシンボル描画の対象とすることで、描画処理のリソース消費を必要最小限に抑える。地図のスクロールやズーム操作により、表示範囲外となったシンボルは消去する。この処理の効率的な方式を実現してトータルの表示更新時間を短縮し、実用的な操作性を達成した。



第9図 デモシステム

3. 情報・通信・ソフトウェア

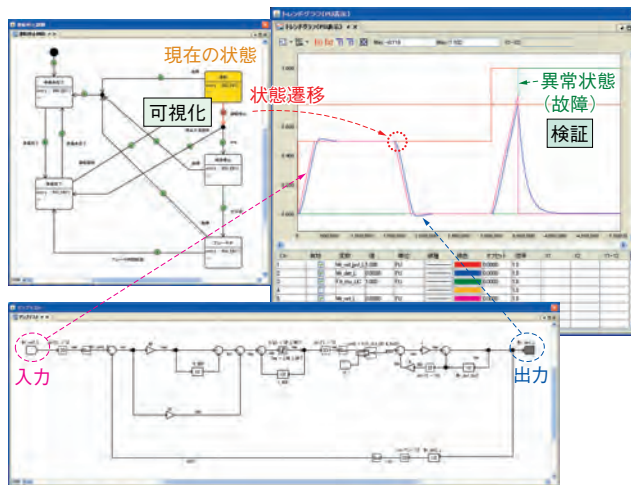
3.3 組み込みソフトウェア開発支援システム

インバータユニットを開発する際、制御用ソフトウェアの設計内容を本システムに入力することで、インバータの制御動作をシミュレーションし、制御プログラムを自動生成できるシステムを開発した。

複数人の開発体制に対応し、当社独自の品質管理内容に適合したシステムである。主な特長は、以下の通りである。

- (1) 当社独自の品質ノウハウを組み込んだシミュレーションが可能
- (2) 量子化誤差を検出し、容易に確認可能
- (3) MISRA-C準拠の当社コーディング規約に対応したプログラムを自動生成可能

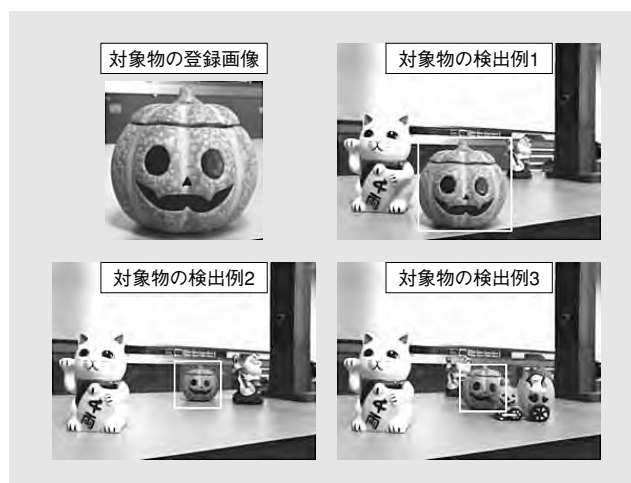
今後は、本システムを更に進化させ、当社における他の組み込み製品開発に適用を拡大する。



第10図 組み込み支援システム図面例

3.4 画像特徴量照合による対象物の検出

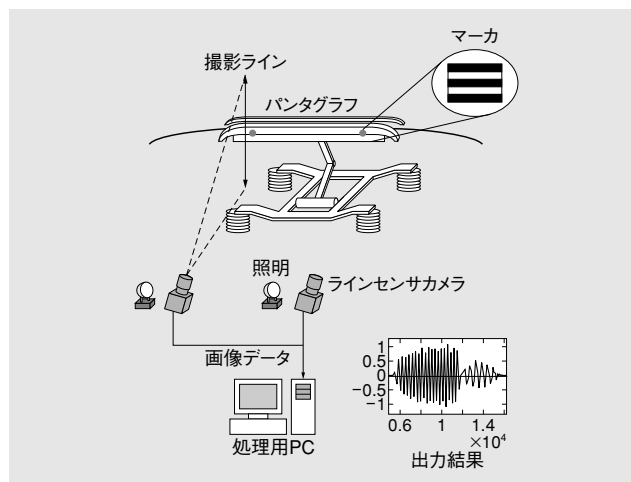
画像特徴量照合による対象物の検出技術を開発した。この技術は、画像中から抽出した輪郭線や模様の変更の方向などの画像特徴量を基に画像中の対象物を検出するものである。この技術を用いると、対象物の大きさ変動・対象物の若干の隠れ・周囲の明るさ変動があっても、画像中から対象物を検出することができる。また、対象物の検出に用いる特徴量の登録は、対象物を撮影した画像から対象物を切り出した部分画像を登録するのみで良く、従来方法のように、対象物の大きさ変動に合わせた複数枚の画像を撮影し登録する必要がない。このため、カメラと対象物との距離が未知な場合、若しくはカメラと対象物との距離が変動するような場合であっても、対象物の画像を1種類登録するだけで対象物の検出が可能である。



第11図 対象の検出例

3.5 架線検測 (パンタグラフ接触力計測技術の確立)

架線とパンタグラフの接触状態は、車両の集電性能に大きな影響を与えるため、架線・パンタグラフ間に作用する接触力を測定し評価することが求められている。本開発では、画像処理を用いて接触力を測定することにより、パンタグラフに対して特殊な細工の必要が無く、非接触で計測可能な手法を確立した。ラインセンサカメラによりパンタグラフの舟体を支持するばねの上下両端近傍のマーカ上下動をそれぞれ撮影し、その画像を解析することによりばねの作用力、並びに舟体の慣性力を求め、パンタグラフの接触力を算出する。接触力の評価には実際のパンタグラフを用いた振動評価実験を実施し、EN (European Norm) 50317規格を満たす良好な結果が得られることを確認した。



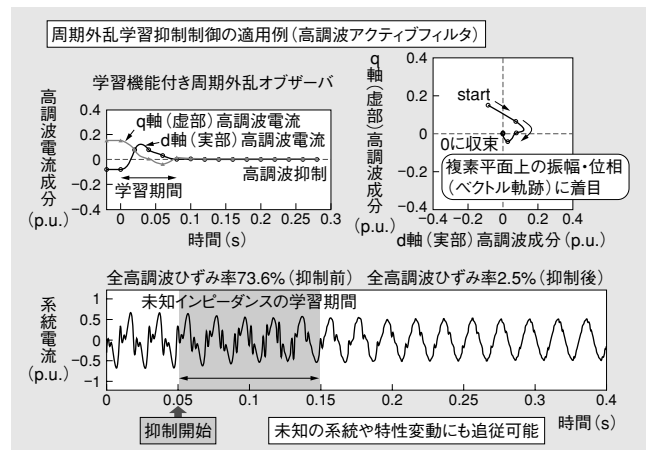
第12図 接触力測定装置模式図

4. 共通基盤技術

4.1 周期外乱学習抑制制御技術

系統連系電力変換装置が発生する高調波やモータトルク脈動などの周期性のある外乱に対して、システムが未知であっても学習的に周期外乱を推定して抑制する制御技術を開発した。本手法は、システム同定結果に基づく周期外乱オブザーバを基本構成としており、特定周波数成分を抽出して制御帯域幅を向上させている。また、複素平面で制御対象モデルの表現を簡素化し、モデル同定誤差やシステム特性変動・外乱変動があってもオンラインで逐次再学習して適応する特長を持っている。

本技術は種々用途への水平展開が可能な方式であり、例えば系統インピーダンスが未知の高調波アクティブフィルタの用途では、制御パラメータを学習しながら自動調整し、効果的に電力系統高調波を抑制することができる。



第13図 周期外乱学習抑制制御の適用例 (高調波アクティブフィルタ)

4.2 次世代低圧回転機要素技術の基礎研究

近年、産業用低圧回転機（モータ）の駆動方式は、省エネルギーなどの目的からインバータ駆動が増加傾向にある。また、モータの更なる小形／高出力化の要求もあるが、インバータサージがモータ絶縁に悪影響を及ぼすことが懸念されている。

当社は低圧モータを対象に、以下の2点に注力してインバータサージに起因する課題解決に取り組んでいる。

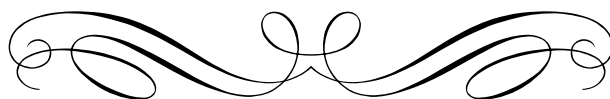
- (1) 増大したインバータサージ電圧がモータ絶縁に与える影響（部分放電発生）の把握と耐部分放電電線の適用検討
- (2) 次世代モータ絶縁の信頼性評価技術構築

特に、モデルや実機モータを使用して新規材料の種々絶縁破壊試験や寿命評価試験を検討している。これらの成果を、今後の次世代低圧モータの開発に反映していく。



第14図 実機絶縁破壊試験（上）とモデルコイル例（下）

4.3 環境配慮型絶縁材料の開発

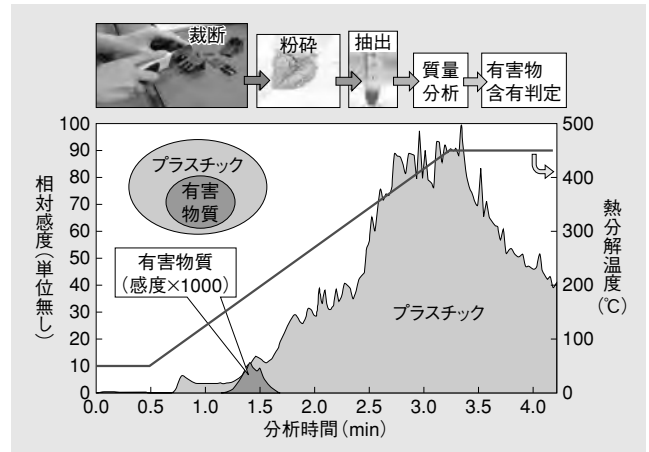


4. 共通基盤技術

4.4 プラスチック材料分析技術の構築

プラスチック材料は、絶縁や軽量化の目的で多くの製品に使用されている。また、耐熱性などの機能も向上し、適用範囲は拡大傾向にある。一方、欧州のRoHS (Restriction of Hazardous Substances) 指令など環境への配慮も要求されており、製品の信頼性確保のための検証技術が必要である。

当社環境材料分析センターでは、プラスチック材料の有害物質含有や耐熱性などの分析評価技術、及び熱分解など成形による影響を調査する技術を構築した。これらの技術を基に、製品ごとのプラスチック材料仕様に合わせた信頼性データを蓄積し、製品の小型・軽量化の実現に貢献している。第16図に分析評価技術の一例として、熱分解質量分析法によるプラスチック材料中の有害物質 (PBDE) の検出例を示す。

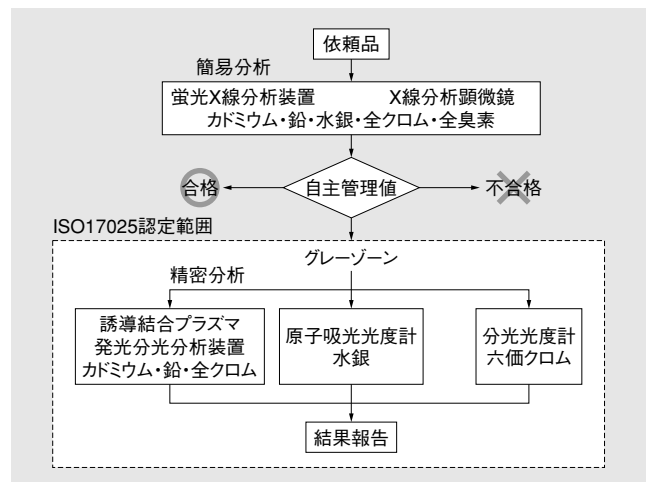


第16図 熱分解質量分析法によるプラスチック材料中の有害物質 (PBDE) の検出例

4.5 製品環境有害物規制対応の整備

RoHS指令をはじめとする製品環境規制 (環境負荷化学物質の含有規制) の導入が世界的な動きとなっている。当社ではこの規制に対応するための分析技術を確立し、樹脂・ゴム及び金属の特定有害物質 (カドミウム・鉛・水銀・六価クロム) の測定において、国際認定制度ISO/IEC17025の認定を受けた。この認定取得により、有効な品質システムの管理と信頼ある測定ができる分析機関であることを第三者機関に認められたことになり、国際的に通用する試験所として認知された。

現在は、臭素系難燃剤分析技術の確立とIEC62596サンプリング手順の技術確立に取り組んでいる。今後も管理システムを継続的に実行することで技術向上を図り、迅速に信頼あるデータを提供していく。

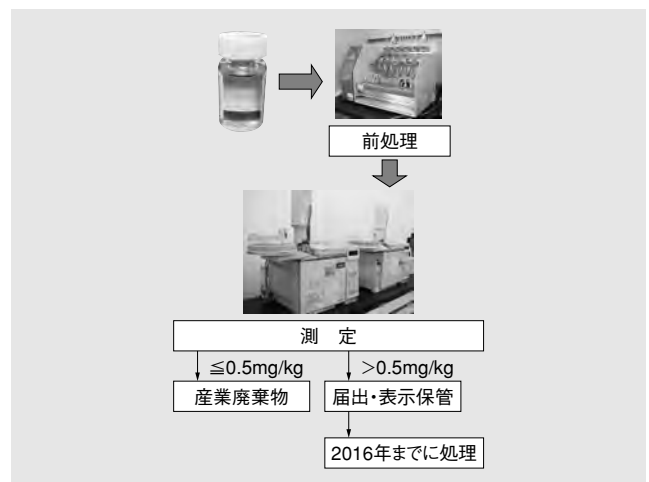


第17図 RoHS規制物質分析工程

4.6 微量PCB分析技術の確立

PCB (ポリ塩化ビフェニル) は、化学的安定性・絶縁性・不燃性に優れ、変圧器やコンデンサ用の絶縁油などに幅広く使用されたが、その毒性が社会問題化し、PCB特別措置法が2001年に施行された。この法律を遵守するため、当社では微量PCB分析技術を確立し、年間約800検体の分析を行っている。

なお、昨年1月に環境省から「絶縁油中の微量PCBに関する簡易測定法マニュアル」が発行された。現在、このマニュアルに基づく測定法 (加熱多層シリカゲルカラム/アルミナカラム/GC/ECD法) の導入も完了し、これまで通りPCBが混入した可能性のある機器の廃棄に伴う微量PCB測定ができる体制を整え、運用を開始した。



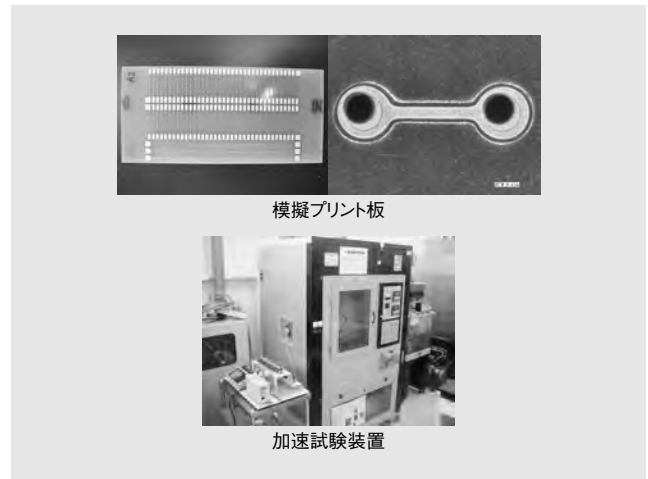
第18図 微量PCB分析の工程

4. 共通基盤技術

4.7 腐食性ガス対応P板コーティング信頼性評価技術の確立

電子機器は、腐食性ガスが懸念される環境に設置される場合がある。電子機器に使用しているプリント板（P板）の防食対策として樹脂コーティング処理が挙げられるが、昨今のP板の高集積化に伴い、腐食要因に対する信頼性の向上が必要である。

当社は、P板防食対策の一環として、設置環境温度や腐食性ガス濃度がコーティング剤に及ぼす影響（寿命評価など）について検討している。スルーホールを連結した模擬P板に種々樹脂コーティング剤を塗布した試料を用いて、硫化ガス及び塩水による加速試験を行い、腐食性に関するデータベースを構築し、これまで培った環境ガス測定及び分析技術に基づき耐環境性を評価し、電子機器製品の品質向上を図っている。

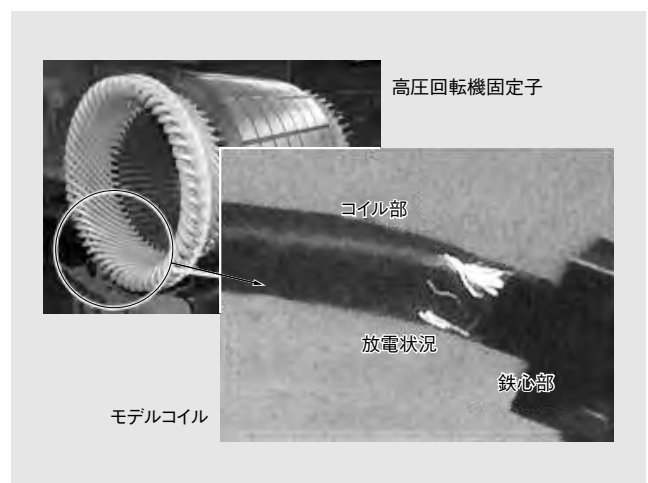


第19図 模擬プリント板と加速試験装置

4.8 電気設備余寿命推定技術の基礎開発

当社は従来の点検に診断技術を導入した保全「ニューメンテナンス」を掲げ、電気設備の保全技術力強化に注力している。この一環として、高圧回転機の余寿命推定精度の向上を目的とした基礎研究を実施している。

本研究は、レジン真空含浸形回転機を対象として、固定子コイルの絶縁寿命（破壊限界）を、絶縁抵抗測定や部分放電試験などの非破壊診断データを基に推定することを目標としている。推定精度向上には多変量解析などの応用と診断データ蓄積が重要なポイントである。そこで実機診断データの蓄積と平行して、実機絶縁構造を有するモデルコイルを製作し、熱や電圧による加速劣化試験を実施し、非破壊試験及び破壊試験データの蓄積を図っている。今後も、継続的に基礎技術を構築し保全技術力を強化していく。



第20図 高圧モデルコイルの絶縁破壊試験状況