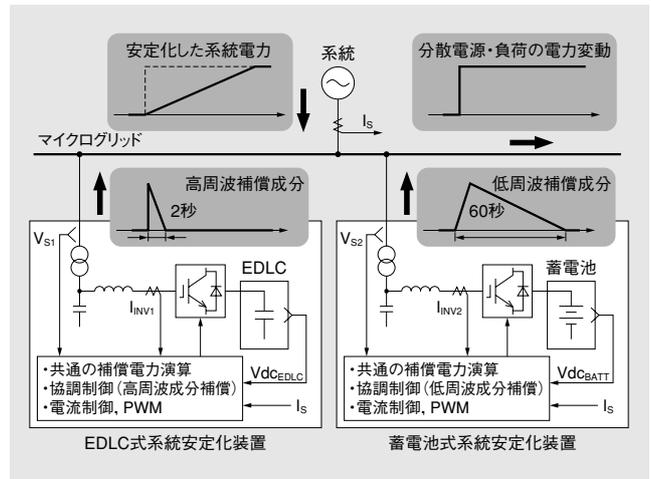


1. エネルギー・制御

1.1 システム安定化装置の複数台協調制御

太陽光や風力発電などは発電電力が変動する。このような分散電源が接続された電力系統（マイクログリッド）は不安定になりやすい。この対策として、蓄電池と電気二重層キャパシタ（EDLC）の2種類の蓄電デバイスに対応できるシステム安定化装置を開発した。

EDLC式装置は高速な繰り返し充放電に適しているので、高周波成分の電力変動を補償する。また、蓄電池式装置は長時間の充放電に適しているので低周波成分の変動を補償する。このように蓄電デバイスの異なるシステム安定化装置を協調制御させて、高速且つ補償時間の長い電力補償システムを実現した。更に、各装置が独立に電流・電圧検出と電力補償を行い、装置間の通信が不要な新制御方式を開発した。これにより、中央監視の無いシステムにも適用できる。



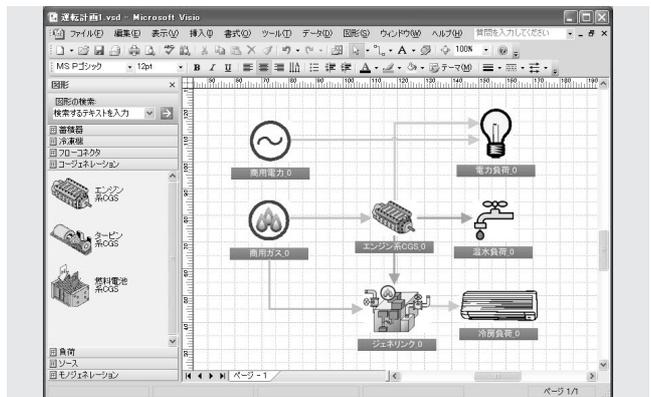
第1図 システム構成とシステム安定化装置の動作

1.2 分散電源系統の電熱最適運転計画

2006年に分散電源系統の最適運転計画を製品化しているが、この最適化対象は電源設備のみに限定されていた。そこで、電源設備に加え蒸気・温水・冷房・暖房などの多様な熱源設備も最適化対象とし、ラグランジュ緩和法により演算の高速化を図った電熱最適運転計画を開発した。これにより、CGS（コージェネレーションシステム）・ボイラ・ジェネリンクなどの電熱源設備について、当日の電力及び熱の負荷予想量に基づいた最適な運転計画を作成できる。ラグランジュ緩和法の適用により最適化対象の拡大による演算時間の増加も抑制している。

また、対象の分散電源系統を登録するシステム構築プログラムでは、使用する電熱源設備の諸元や特性をExcel画面で設定するほか、電力や燃料の供給元、電熱源設備、各種

負荷の間のエネルギーフローを図のようなVisio画面で作成することにより使いやすくしている。

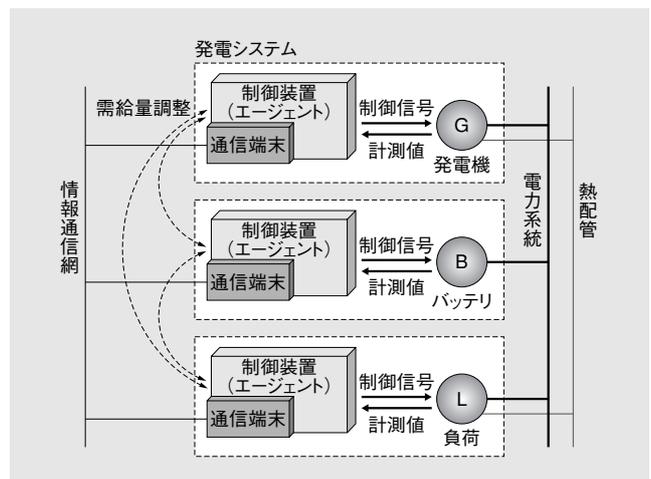


第2図 Visioによる運転計画のエネルギーフロー構築

1.3 マルチエージェントシステムを用いた分散電源系統制御

分散電源系統に使用する電源装置には、単独運転機能と多数台のシステム全体が最適な運転をする機能が必要である。そこで、自律した各装置（エージェント）間を情報通信網で接続し、自律分散制御を行うマルチエージェントシステムを開発した。電力量だけでなく排熱などの熱源を考慮した総合的なエネルギーの需給量制御を行い、更に経済性の向上を図っている。主な特長は、以下の通りである。

- (1) 需給制御プログラムの修正無しで、協調制御の対象となる電源装置の追加・削除が可能
- (2) 出力の配分により動的に変化する電源装置の効率を最大に引き出す経済的な需給制御が可能
- (3) 発電機の起動・停止に要する時間制約や起動に必要な一次エネルギーのコストを考慮した台数制御



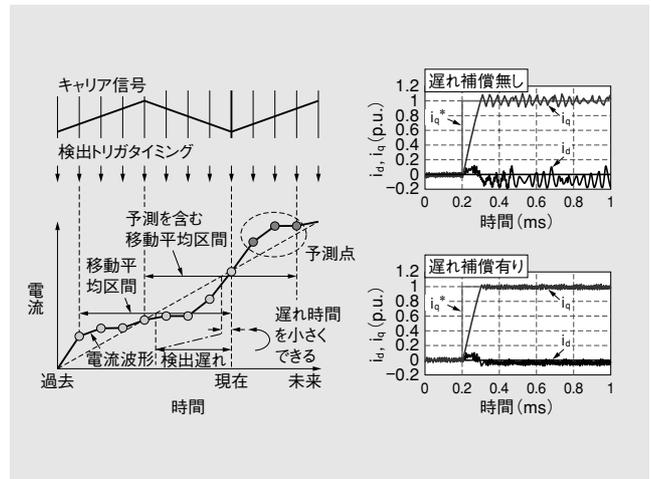
第3図 分散電源系統のエネルギー需給制御

1. エネルギー・制御

1.4 電流予測を用いた高速電流制御

インバータドライブにおける高速電流制御では、検出電流に表れるPWM電流リップルやノイズが問題となる。対策として、キャリア1周期あたり複数回サンプリングし、移動平均フィルタをかける手法があるが、検出遅れが発生するため高速な電流制御が制限される。

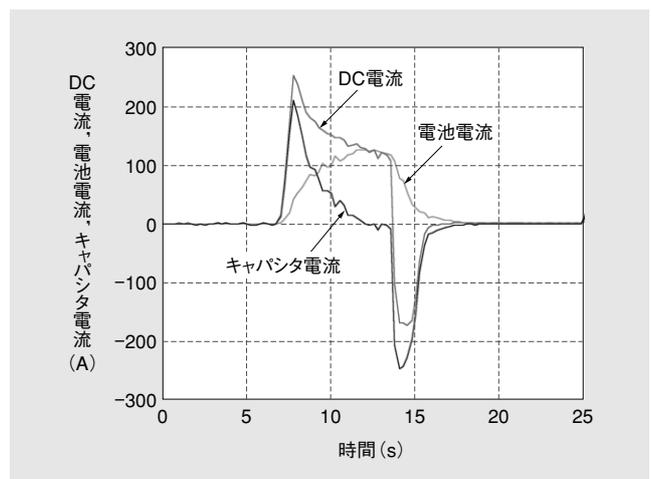
そこで、電流を予測することで遅れを補償する方式を開発した。予測には、位相を進ませたキャリア信号によるPWMパルス電圧を用いる。この電圧から計算によって予測電流を得る。移動平均に予測点を加えることで、電流検出の遅れを補償できる。また、この予測部はロジック回路で構成でき、演算による遅延も抑制することができる。本方式により、電流制御ゲインを高く設定した際の安定性が向上することを確認した。



第4図 遅れ補償の原理図とシミュレーション結果

1.5 等価的に実現した大容量キャパシタ

車載用電源として用いられる二次電池に、電気二重層キャパシタを並列接続して、電池の損失と寿命劣化の低減が実現できる。ここで、有効な低減効果を得るためには、電池抵抗以下にする必要があり、多数の電気二重層キャパシタを並列接続すると、体積が大きく、高価格となる。これに対し、少数の電気二重層キャパシタと昇降圧チョップの構成で、同等以上の効果が得られる等価的なキャパシタの開発を行った。開発した等価キャパシタは、チョップによる電流制御により、直列抵抗0で設定容量のキャパシタと同じ充放電特性となる。第5図は29Fのキャパシタで構成した等価キャパシタを設定容量80Fとして動作させた時のシミュレーション結果であり、電池側の電流が平滑化され、電池損失と寿命劣化の低減が実現できる。



第5図 シミュレーション結果 電流波形 (設定80F DC48V)

1.6 5kW級固体酸化物形燃料電池の実証運転

燃料電池は、燃料の持つエネルギーを直接電気エネルギーに変換するため、これまでの内燃機関による発電と比較して、高効率でクリーンに発電することが可能となる。当社は2005年から固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の共同研究をSiemens Energy, Inc.と行っている。米国の天然ガスと組成が異なる日本の都市ガスでの運転条件を確立し、一昨年8月より5kW級SOFCの実証試験を開始した。同試験では(1)燃料電池構成材料及び、触媒材料の劣化、寿命を判断するためのガス分析、(2)発電出力、燃料消費量及び各種温度等のデータ収集などを実施し、昨年7月時点で日本での累計の運転時間8000時間を達成した。今後も信頼性、安定性確認のための連続運転を継続して行い、燃料電池の技術を蓄積していく予定である。



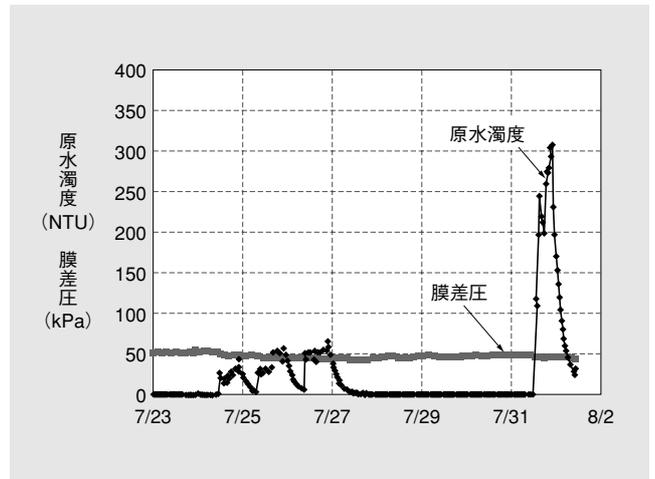
第6図 5kW級固体酸化物形燃料電池

2. 環境保全

2.1 高濁度対応上水膜ろ過システムのフィールド検証

集中豪雨の頻度が増加することで、水道用の水源となる湖沼や河川の水が高濁度になる頻度が増加することが予想される。膜ろ過を採用する浄水場では、高濁度原水を処理すると膜差圧の上昇が懸念されるため、あらかじめ設計膜ろ過流速を小さくするか、運用上、一時的に浄水処理を停止するなどの対策をとるケースが多い。

高濁度原水でも取水停止することなく、且つ膜ろ過流速を高く維持するために、高速ろ過プロセスを膜ろ過プロセスの前段に配置した膜ろ過システムを開発した。高速ろ過では、凝集沈澱に必要な量より少ない凝集剤量で濁質を捕そくするため、後段の膜ろ過への負荷を減らし、膜差圧の上昇を抑えることができた。本システムでは、膜の薬品洗浄頻度の減少によりランニングコストの低減が期待できる。



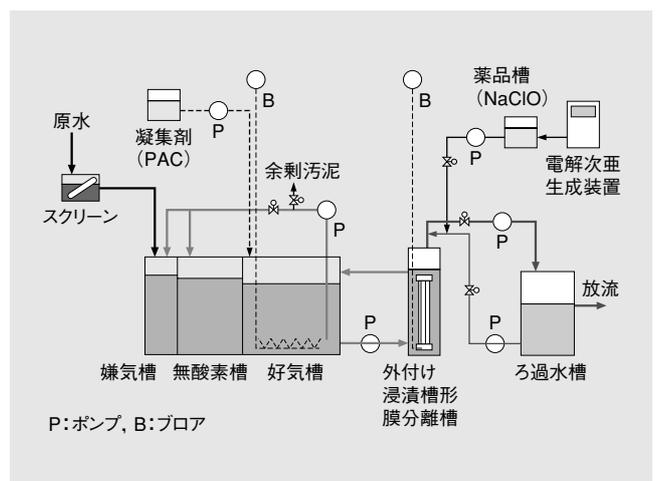
第7図 原水濁度と膜差圧の推移

2.2 大規模処理場向け外付け浸漬槽形膜分離活性汚泥処理システムの実証運転

下水道事業団との共同研究として、プラントメーカ、膜メーカを含む8社の協同で、外付け浸漬槽形MBR（膜分離活性汚泥法）の動作実証を行った。外付け浸漬槽形MBRでは、分離膜を浸漬させた膜分離槽を設置し、最終沈殿池の代わりに活性汚泥の分離を行う。

外付け浸漬槽形MBRには、以下の特長がある。

- (1) 膜処理により清澄な処理水が安定して得られる。
- (2) 外付け浸漬槽はコンパクトであるため、大規模処理場においても既設構造物を利用した改築が可能
- (3) 膜モジュールを取り外さずに浸漬洗浄作業が可能で、維持管理の簡素化が可能
- (4) 洗浄工程を含む運転の自動化が可能

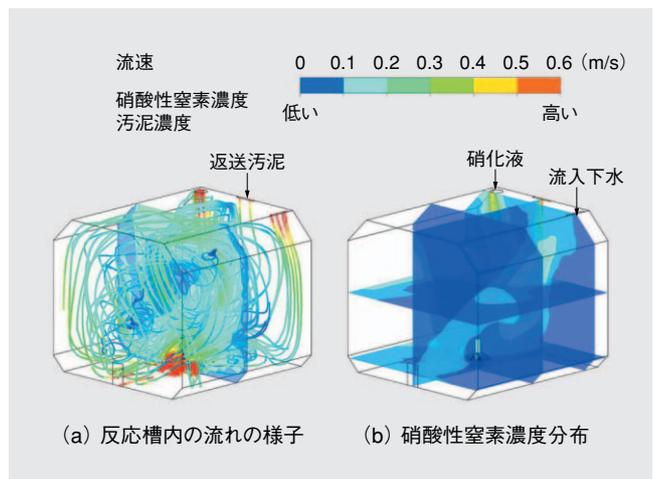


第8図 下水処理プラント構成図

2.3 CFD（流体解析）を用いた下水道反応槽内の三次元水質分布解析

CFDシミュレーションは、領域を小さなメッシュに分割し、液体や気体などの流体挙動や濃度などの物理量を三次元で解析する手法である。近年のコンピュータの処理能力向上により、比較的高機能なパソコンであれば解析が可能となってきた。

当社は日本下水道事業団より委託を受け、CFDを用いたモデル反応槽内の三次元水質分布解析を実施した。反応槽内の微生物反応と物質収支の計算にはIWA（国際水協会）の活性汚泥モデルASM2dを簡易化して用いた。本モデルケースでは流速が0.1m/sを下回る場所もあり、かくはんが十分に行われていないことが示唆された。また、水質濃度は分布幅が幅広く、特に槽の入り口付近での濃度変化が大きいの結果が得られた。



第9図 三次元水質分布解析

2. 環境保全

3. 機能性材料・新デバイス

2.4 光触媒脱臭装置

明電興産(株)では、光触媒を用いたたばこ脱臭装置スカイクリー SKYCREWを製品化し販売しているが、今回新製品として「厨房用脱臭装置」と「天井取付け脱臭装置」を開発した。

厨房用は料理店からの排気の脱臭用で3000~8000m³/hの排気風量を処理する。既存の厨房用脱臭装置はほとんどが「活性炭+脱臭剤方式」であるが、メンテナンス周期が光触媒に比べ約1/3と短く、活性炭や脱臭剤を取り替えなければならないことからランニングコストがかかる。これに比べ光触媒は洗浄・天日乾燥で再生できることからコストメリットが大きい。

現在、フィールドテストによる脱臭効果を確認し、某ビルに4台納入している。更に10倍容量の大容量装置を検討中である。なお、光触媒の前段には油除去用のフィルタが取り付けられている。

天井取付け脱臭装置の主な仕様は、以下の通りである。

- (1) 外形：W930×H1150×D395mm
- (2) 質量：70kg
- (3) 風量：定格18m³/min~最大40m³/min
- (4) 騒音：45db（定格風量）
- (5) 集じん効率（粒子径0.3μm以上）：85%
- (6) 設置：30m²に1台程度を目安

室内空気を循環させるだけなので空調設備との工事上の取り合いは無く、天井コンクリートにアンカボルトでつり下げられる。設置スペースを取らないことから喫煙室のみならず病院など施設の脱臭用にも適している。脱臭評価を終了し10月より発売を開始した。両新製品共に光触媒面積・照射ランプ本数を増加し、処理能力を増大させた。



第10図 厨房用脱臭装置



第11図 天井取付け脱臭装置

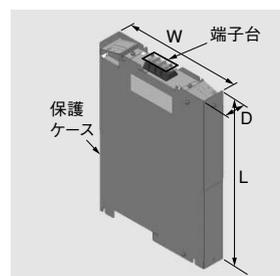
3.1 UL規格に準拠した電気二重層キャパシタの開発

当社の電気二重層キャパシタ メイキャップ MEICAPを海外メーカーに販売する際は、国際標準規格を取得することが必要になる。国際標準規格としてはUL規格がある。

MEICAPは、外装にアルミラミネートフィルムを採用しており、封止性能とスペース効率を両立させていた。MEICAPがUL規格の認証を取得するためには、端子と構造材間の電気絶縁強度を確保し、且つ外部から加わる衝撃などに耐えなければならなかった。

そこで、UL規格を考慮したMEICAP用構造材と保護ケースを開発した。その結果、電気絶縁強度基準（AC2280V-1分）をクリアし、且つキャパシタの封止材であるアルミラミネートフィルムを外部から加わる衝撃などから保護することが可能となった。更に電気配線を確実なものとするた

めの端子台を備えて、配線接続作業時に端子を破損しないようにした。今回開発したケースを適用したMEICAP（形式：600L1-70C）は、日本で生産するキャパシタとして初のUL規格（UL810A）の認証を取得できる見込みである。



第12図 UL規格に準拠したMEICAP

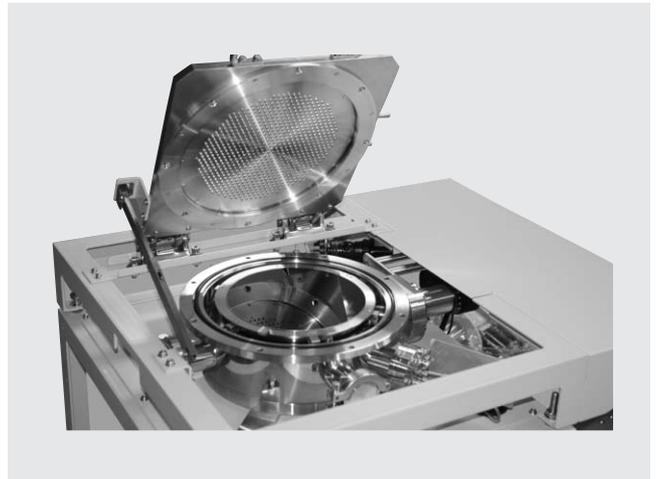
第1表 UL規格キャパシタ（600形70セル）の仕様

形式	600L1-70C-UL	
定格電圧(連続)	160V	
最大電圧(ピーク)	175V	
静電容量	3.7F	
内部抵抗	0.45Ω (25℃)	
直流抵抗	0.23Ω (25℃)	
最大電流	50A	
質量	8.8kg	
体積	5.37dm ³	
体積 (突起部除く)	W	272mm
	L	387mm
	D	51mm
動作温度	-25~60℃	
最大直列(接続数)	4直列(600V)	

3. 機能性材料・新デバイス

3.2 高純度オゾンを用いた半導体製造装置向けフォトリソアッシング技術の開発

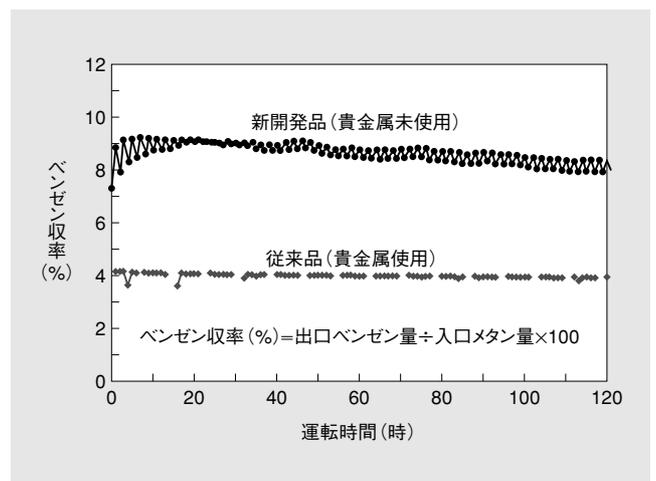
これまで当社は、重金属を含まない濃度≒100%のオゾンガス（高純度オゾン）を供給できる発生装置を各種製品化してきた。更に、高純度オゾンを用いた新しい半導体プロセス応用技術として、フォトリソのアッシング技術を開発した。これは、100℃以下の低温にもかかわらず、従来法では困難であった高イオン注入後のフォトリソや最先端フォトリソも短時間でアッシング可能であるという優れた特長を持つ。また、強力なアッシング能力にもかかわらず、下地のSiや金属配線へのダメージが極めて少ないことも特長である。



第13図 開発したアッシングチャンバ

3.3 MTB触媒 (Methane To Benzene catalyst)

MTBプロセスは、メタンからベンゼンを直接作り出すプロセスである。ベンゼンは、プラスチックの重要な基礎原料であり、ガソリンなどと同様に石油から製造されている。近年の著しい原油価格の高騰を背景に、石油に依存しないベンゼン製造プロセスの実現が求められている。MTBプロセスは、脱石油の次世代プロセスとして注目されている。当社では独自の触媒技術を生かし、MTBプロセスの触媒に必要な貴金属成分を使用しない新しい組成を開発した。また、反応プロセスの最適化も同時に検討し、従来と比較してベンゼンの収率を2倍に向上させることに成功した。現在、触媒寿命の検証を実施しており、早期の実用化を目指している。

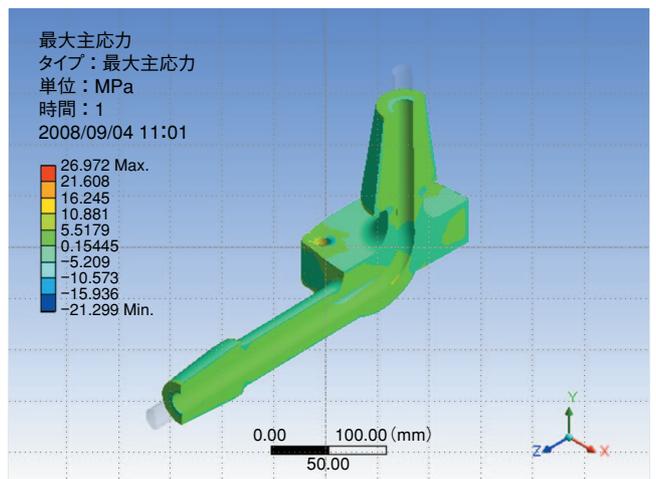


第14図 MTB触媒運転試験

3.4 機器縮小化のための絶縁設計技術

開閉装置などの電気機器で使用される絶縁モールド樹脂の強度設計を行う上で、温度変化に対し線膨張係数の違いから発生する熱応力や、樹脂硬化収縮時の残留ひずみが課題となる。近年の環境負荷低減の観点からも機器の縮小化が求められており、このためには熱応力や残留ひずみをいかに定量的に把握し、製品設計を行うかが重要である。

当社ではこれら課題を解決するため、光ファイバひずみセンサを用いたモールド樹脂の内部ひずみ計測や、解析シミュレーションソフトを用いて熱応力解析を行い、モールド樹脂内部に発生する応力やひずみを定量的に捉えている。今後も最新の計測技術や解析シミュレーション技術を取り入れ、製品品質と信頼性の向上を図っていく。



第15図 L形導体・モールド部品の解析例

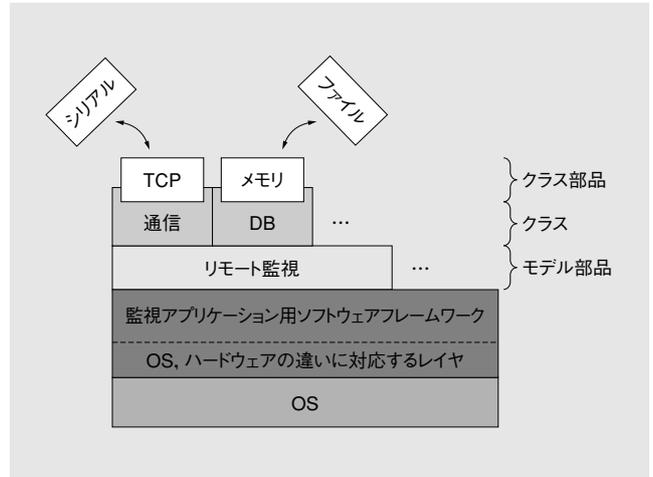
4. 情報・通信

4.1 高度小形分散処理装置の基盤開発

機能の高度化に柔軟に対応でき、且つディスクレスのマイクロサーバ上でも動作可能な監視アプリケーション用のソフトウェアフレームワークを開発した。

本フレームワークは、オブジェクト指向技術におけるクラスの部品化に加えて、モデルも部品化している。これにより、ソフトウェア生産性の向上や業務フローの柔軟な組み替え、ソフトウェア及びシステム構成データの遠隔からの更新などが可能になった。また、プラットフォームやハードウェアリソースの違いに対応するレイヤをフレームワーク内に設けているため、汎用パソコンやサーバ上でも動作できる。

本フレームワークの応用例としては、リモート監視端末などを考えている。

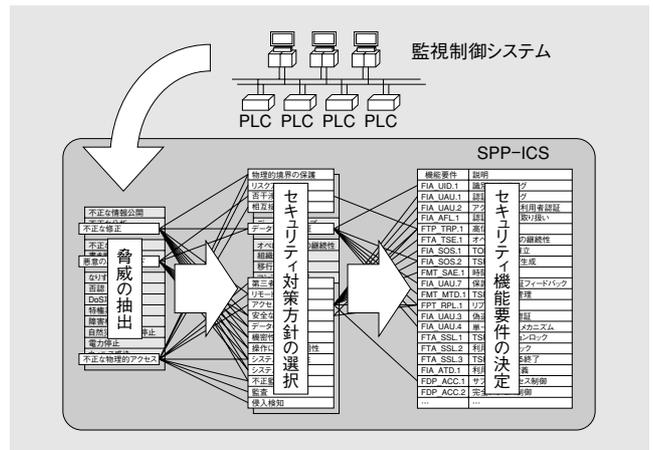


第16図 ソフトウェア部品化のイメージ

4.2 情報セキュリティ設計技術の開発

監視制御システムにおけるセキュリティ上の課題を抽出するため、浄水場を例にとり評価を行った。米国商務省標準技術局 (NIST) で作成された「産業用制御システムに対するシステムプロテクションプロファイル (SPP-ICS)」と既設のシステムを比較し、情報資産及びそれに関連する脅威を抽出して、システムに施すべき対策方針と機能要件を導出した。この結果、対象システムで不足しているセキュリティの対策案を論理的に特定できたほか、SPP-ICSの利用方法についての課題を明確化することができた。

以上の成果により、目的・用途に合わせて最適なセキュリティが組み込まれた監視制御システムソリューションの提供が可能になった。

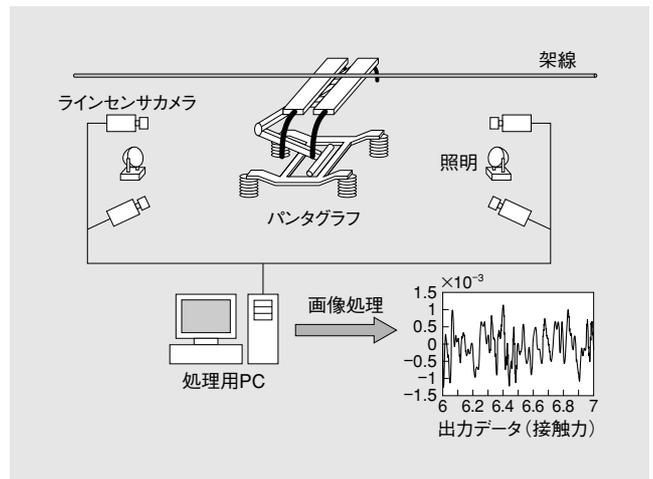


第17図 監視制御システムに対するシステムプロテクションプロファイルの利用

4.3 架線とパンタグラフ間の接触力測定技術の開発

電気鉄道における集電性能は、パンタグラフと呼ばれる集電装置と架線との間に生じる接触力が大きく影響する。接触力を測定・評価することは継続的に保守運用管理する上で重要である。既に海外鉄道事業者の架線検測ではこの接触力測定が必須項目となっている。こうしたニーズに応えるために、新たにラインセンサカメラの撮影画像から接触力を測定する技術を(財)鉄道総合技術研究所と共同で開発した。

新しいCATENARY EYEは、従来の画像処理による偏位や摩擦などの測定機能のほかに、新開発の海外規格に対応した接触力測定機能を実装した。従来の装置構成のまま実現できたことにより、小形という従来装置の特長が維持でき、作業車だけでなく営業車にも搭載可能である。



第18図 接触力測定システム

4. 情報・通信

5. 共通基礎技術

4.4 作業者の安全監視技術

作業者が夜間などに単独作業を行う場合、作業者の安全を確保する観点から、異常及び事故を早期発見することが求められている。なぜなら、作業者が危険な状態に陥った場合は、迅速な事故対応が不可欠だからである。

そこで、事務所や実験室において単独作業を行っている作業者が転倒や卒倒などの何らかの理由で動かなくなった状態を、画像処理により検出する作業者の安全監視技術を開発した。この技術は、まず、事務所や実験室を撮影している監視カメラの画像を解析し、移動物や静止物に起因する画像上の変化を検出する。更に、この画像上の変化を基に、作業者が一定時間以上連続して静止した状態を検出するものである。

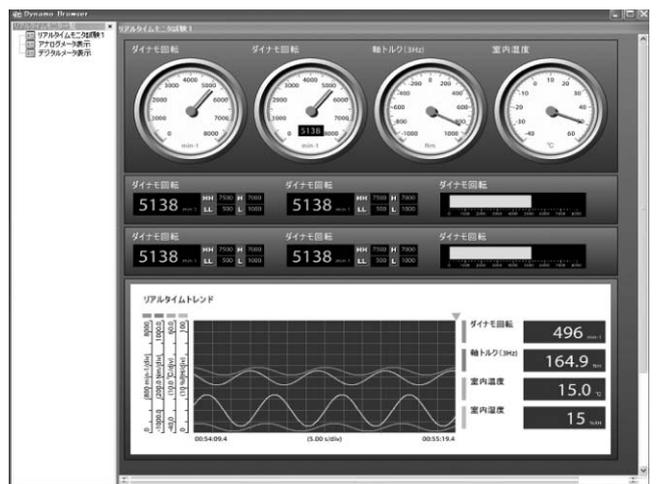


第19図 画像処理による作業者の異常検出例

4.5 計測制御システム用GUIプラットフォーム技術の拡充

計測制御システムのリアルタイムモニタ機能を実現するために、当社が開発してきたプラットフォーム技術であるGUI設計システムに新たな機能や部品を拡充した。また社内でのユーザビリティ調査の結果を反映させ、以下の項目について機能向上を実現した。

- (1) オンライン編集機能 システム動作中のUIデザイン変更を実現
- (2) 計測項目割り当て機能 表示部品に適した効率的なUI操作で計測項目を割り当てるよう改善
- (3) モニタ画面管理機能 モニタ画面をフォルダ管理することが可能
- (4) 部品の拡充 トレンドグラフ部品や運転パターンモニタ用の各種部品などを追加

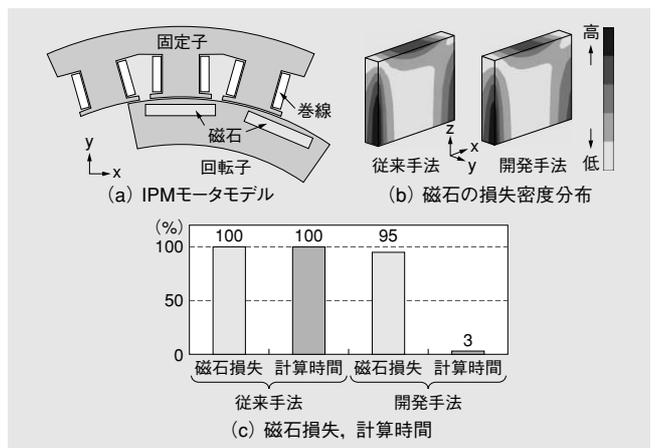


第20図 計測制御システム用新形リアルタイムモニタ

5.1 PMモータの磁石渦電流損失高速解析手法の開発

PMモータの磁石の発熱による熱減磁を評価するためには、モータの三次元磁界解析による磁石の渦電流損失の算定が不可欠である。しかしながら、インバータのキャリア高調波を考慮した電流波形で磁石の渦電流損失を求める場合には、解析の時間刻み幅を短くする必要があり、計算時間が膨大になってしまう課題がある。

そこで、PMモータの二次元磁界解析と磁石単体の三次元磁界解析を併用することにより、磁石の渦電流損失を高速に求める手法を開発した。これにより、従来の三次元磁界解析のみを用いる方法と比較して、渦電流損失算定精度を損なうことなく計算時間を大幅に削減できるため、PMモータの開発スピードだけでなく、最適化による性能及び信頼性の向上が期待できる。



第21図 従来の三次元解析と開発した二次元・三次元併用解析の比較

5. 共通基礎技術

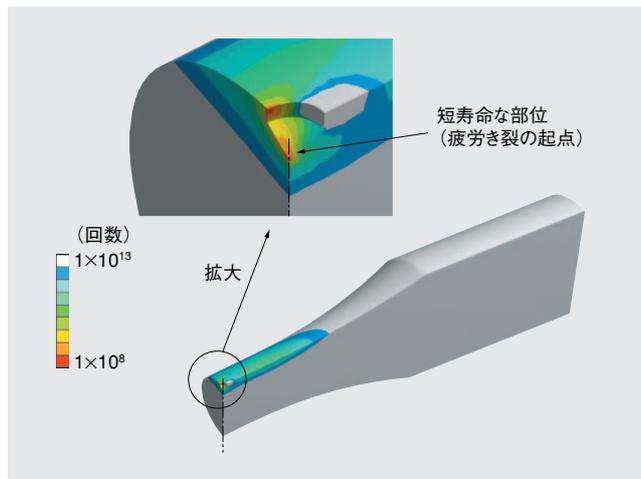
5.2 疲労強度評価技術の開発

製品における信頼性の確保には、使用材料の強度特性の解明と機械的応力の負荷状況の解析が必要である。

しかし、疲労強度は荷重の負荷履歴や形状など複数の因子の影響を受けるため、寿命の算定が煩雑であった。

そこで、疲労強度評価を迅速に行うため、社内の強度データベースと汎用解析ツールANSYSの疲労解析モジュールを融合して、応力解析と寿命評価を同時に実施できるようにした。

第22図に丸棒の表面にくぼみを付けた場合の解析結果(対称断面)を示す。くぼみの底部の寿命が最も短くなっている。この結果を疲労試験結果と比較すると、疲労き裂の発生起点、及び寿命がほぼ一致しており、疲労寿命推定が容易に行えるようになった。



第22図 疲労き裂が発生するまでの推定繰り返し数

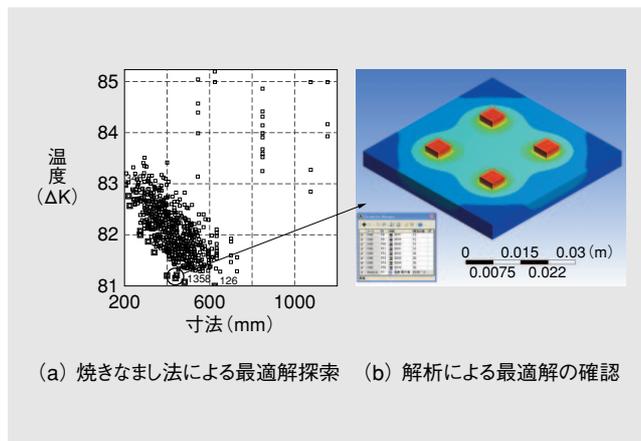
5.3 最適設計支援技術の開発

新製品開発の初期段階では解析技術を用いた仮想実験が行われている。しかし、最適設計に至るまでには、軽量化と高性能化などの複数の制約条件があるため、多数の仮想実験を繰り返す必要があった。

そこで、汎用最適化支援ツール「modeFRONTIER」を導入した。本ツールの機能を大別すると、(1)仮想実験の回数を実験計画法などの統計処理により削減する。(2)三次元CAD・解析ツールなどを実行し、仮想実験データを自動的に作成する。(3)条件の相関性や最適解の集合を求めるなどがある。

適用例として、基板寸法を小さくしながら電子部品の配置を変えることで温度上昇も抑制した結果を示す。これにより、開発・設計の高精度化と効率化、更に高速計算技術

(HPC) との併用で期間短縮も期待できる。



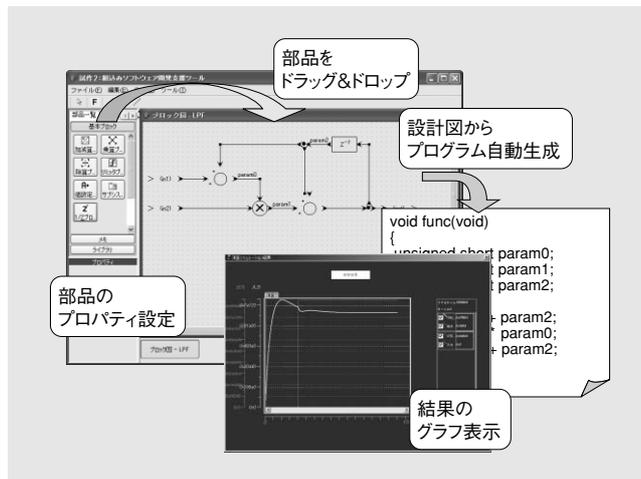
(a) 焼きなまし法による最適解探索 (b) 解析による最適解の確認

第23図 最適化ツールによる素子配置の最適化

5.4 組み込み製品向け設計支援ツール

組み込み製品向け設計支援ツールは、組み込み製品開発における設計から評価まで一貫して行う支援ツールであり、開発期間の短縮と品質の向上を図ることができる。主な特長は、以下の通りである。

- (1) プログラムの設計図から組み込みシステム用のC言語コードを自動生成
- (2) 当社の組み込みS/W開発評価手法を集積したチェック機能を搭載し、設計図に内在する不整合を自動的に検出
- (3) 組み込みプログラムの挙動に合わせた演算シミュレーションと、シミュレーション結果の分析機能を搭載したグラフ機能の提供
- (4) 設計要素をライブラリ化し、再利用化を促進
- (5) 設計図に技術説明をリンクし、技術の伝承を支援



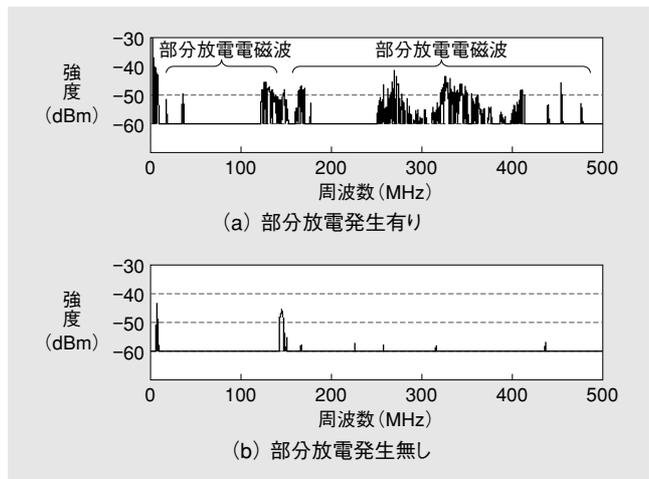
第24図 組み込み製品向け設計支援ツール

5. 共通基礎技術

5.5 活線診断技術の研究開発

当社では、電気設備のライフサイクルにおいて、最適な保全計画や更新提案をお客様へ提供するための一環として、設備診断技術の強化に取り組んでいる。その中で、劣化時に発生する部分放電を活線で検出できる技術提案の要望が高い。

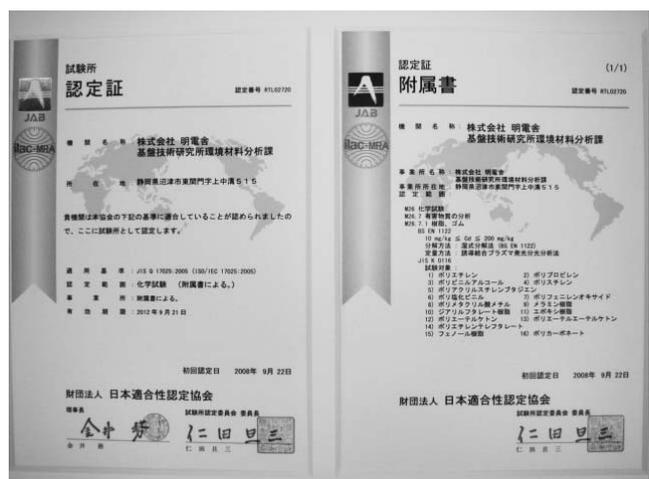
現在、部分放電検出技術の検討として、新規センサの導入・開発と信号解析技術を両軸に、アンテナを用いた電磁波測定技術の応用開発に注力している。本手法は、設備運転中に部分放電を非接触で検出できる手法として期待している。実際に運転している遮断器で発生した部分放電を検出した事例を第25図に示す。



第25図 環境電磁波除去処理後の部分放電電磁波スペクトル

5.6 RoHS^(注1) 指令管理体制の整備について

欧州連合の電気電子機器に含まれる特定有害物質（カドミウム・水銀・鉛・六価クロム・臭素系難燃剤）の使用制限に関するRoHS指令が施行された。この規制に正しく対処するため、分析結果の国際的な評価を得られる国際認定制度ISO/IEC17025の審査を受け、昨年9月に当社は試験所として認定された。（今回は「樹脂・ゴム中のカドミウム分析」としての登録。）現在、RoHS指令における特定有害物質の内、カドミウム以外の物質については国際的に統一された分析方法がなく、各社独自の方法で分析している。昨年、RoHS試験法規格（IEC 62321）案が発行され、近日に正式発行される予定となっている。今後は対象を特定有害物質の鉛・水銀・六価クロムと認定範囲を拡大し、RoHS指令の完全対応を目標として活動していく。



第26図 ISO認定証