

# I. 研究・開発

## 1 エネルギー・制御

### 1-1 無停電電源装置 (UPS) サイリック THYRIC 7000

高品質電源の電源供給が求められている市場の環境配慮（高効率・省エネ）に対する要求に応えるため、新形400V系UPS（Uninterruptible Power System）THYRIC 7000を開発した（装置容量500kVA）。3レベルインバータ回路の適用で、業界最高クラスの装置効率を実現した。主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 高効率 最高装置効率97%以上で、軽負荷（25%以上）でも96.5%以上と幅広い領域で高効率を実現
- (2) 部品の長寿命化 長寿命設計部品の採用で装置の期待寿命15年に対して、ファンは一度の交換（8年）、制御電源と電解コンデンサは交換不要となり、ランニングコストを削減
- (3) 軽量・省スペース 当社比で設置面積約30%の小形化、質量約30%の軽量化を実現



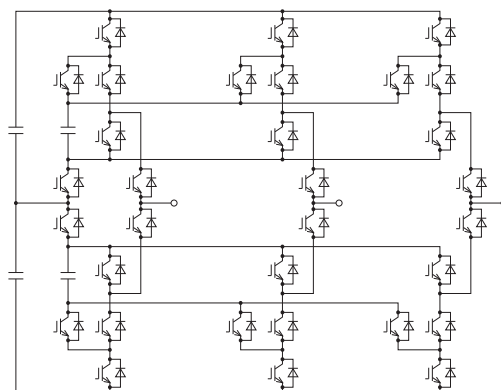
第1図 THYRIC 7000

### 1-2 マルチレベルインバータ

近年、高効率化・高電圧化に優位とされるトランスレス方式のマルチレベル電力変換装置の研究が注目されている。一般にマルチレベル回路は半導体素子数の増加が欠点とされるが、当社は独自回路技術によってこの問題を解決した。変圧器を用いた従来の電力変換装置と比較すると、大幅な小形・軽量化、及び業界トップクラスの高効率化が実現できる。主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 小形・軽量
- (2) 省エネルギー
- (3) 線間9レベル出力による高調波の低減

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へ適用していく。

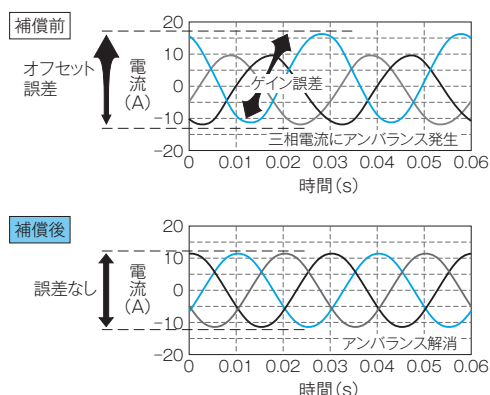


第2図 開発中のマルチレベルインバータ

### 1-3 インバータの電流センサ誤差補償制御

一般的なインバータは交流側に電流センサを設置して電流を制御しているが、電流センサの性能や検出回路の精度が低いと、出力電流にオフセット誤差や三相ゲインアンバランスが発生する。その結果、電流制御系で電流脈動や制御性能の劣化が問題となる。

当社が開発した周期外乱オブザーバ方式は、特定周波数の振動成分を抽出して自動的に抑制する特長を持つ。そこで、電流センサ誤差が特定周波数の脈動を発生させることに着目し、周期外乱オブザーバを応用した電流センサ誤差補償方式を新たに開発した。本方式は、オンラインで誤差を補償できるため、電流検出回路特性の経時変化にも対応できる。これによって制御性能が向上し、電流脈動に起因したトルクリプルなどの低減にもつながる。



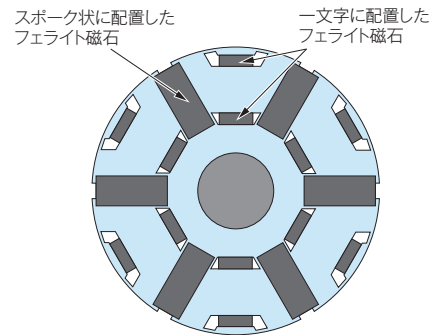
第3図 電流センサ誤差補償制御による電流波形比較

## 1-4 高性能フェライト磁石モータの開発

PM (Permanent Magnet) モータの小形・高効率・高出力の要となる希土類磁石は、価格変動が大きいことや、将来の原材料の供給不安が払拭されないことから、その使用量の削減や代替技術の開発が重要な課題となっている。

そこで当社では、比較的安価で供給が安定しているフェライト磁石のみを用いたPMモータを開発している。今回、フェライト磁石をスポーク状に配置し、リラクタンストルクを有効に活用できる磁石配置を検討するとともに、試作評価を行い、従来の希土類磁石を用いたPMモータと同じ体格・質量で同等の特性が得られることを確認した。

今後は、EV/HEV用モータなどへの適用を目指し、更に性能を向上した省・脱レアアースモータの開発に取り組む。



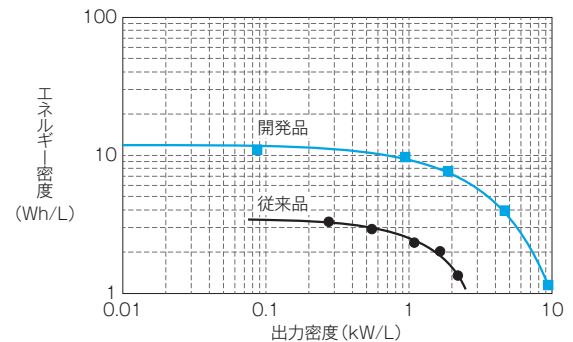
第4図 フェライト磁石を用いたPMモータのロータ構造

## 2 機能性材料・新デバイス

### 2-1 新形高性能キャパシタ (ELEBEAT) の開発

当社は、住友電気工業㈱と共に「アルミセルメット」の特長を生かした電気二重層キャパシタの共同研究に取り組んできた。従来、電気二重層キャパシタは、アルミ箔・活性炭・有機電解液を用いていたが、集電体にアルミセルメット、分極性電極用材料にカーボンナノチューブ、電解液に不燃性のイオン液体を適用することで、体積エネルギー密度は約3倍、かつ広い温度範囲での作動及び高い出力密度を実現した。

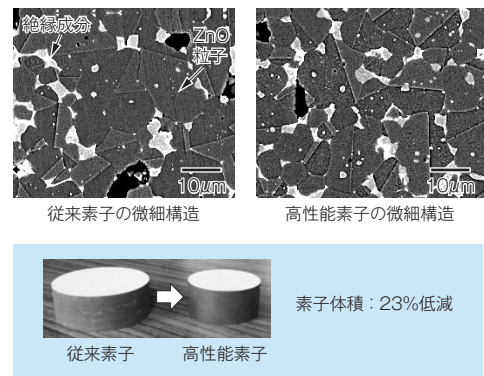
今後は、体積エネルギー密度を約5倍まで高めることを目標に共同研究を継続する。また、HEVなど動力アシストの自動車分野を主たる市場と位置付けるとともに、電力回生用途に向けた供試サンプル (1000F級) の出荷を開始した。来年度の製品化を目指す。



第5図 ラゴンプロット

### 2-2 ソレスター素子の高性能化開発

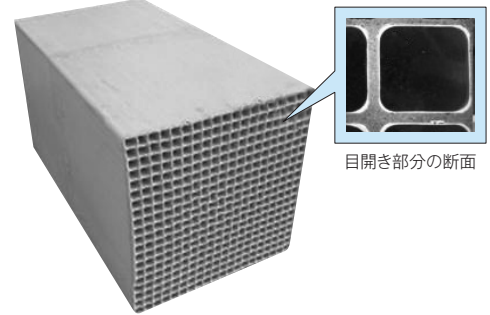
雷サージや開閉サージから機器を保護する避雷器の小形化が求められており、そのためにはソレスター素子のサージ吸収能力を向上させ、素子径を小さくする必要がある。ソレスター素子は酸化亜鉛を主成分とし、微量の添加元素を複数種類添加して焼結させたセラミックスである。素子の性能向上には、添加原料の種類・添加量の選定、素子の微細構造を均一化することが重要となる。本開発では、素子の原料粉末の配合比、原料粉末の混合・粉碎プロセス並びに焼成プロファイルを最適化することで、素子の微細構造を最適化し、高性能化を実現した。その結果、素子体積を従来製品に比べ23%の低減となる高性能化技術を確認した。今後は、素子の製造プロセスを最適化することで素子体積を従来製品に比べ44%の小形化を目指す。



第6図 素子の微細構造と酸化亜鉛素子

### 2-3 中国石炭燃焼設備向け低温脱硝触媒の開発

深刻な中国の大気汚染の中で、特に工業用石炭燃焼設備の排気ガス中窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）除去は、その排煙温度が低いため、従来の脱硝触媒では対応できず未対策となっている。当社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で、250℃の低温で動作する脱硝ハニカムの開発に取り組んでいる。酸化チタン微粒子表面に活性種を高分散させた低温脱硝触媒粉末を多孔質のハニカム基材に塗布した触媒コーティングハニカムを製作し、当該設備を想定した条件で脱硝性能を評価したところ、250℃での脱硝率が90%以上となることを確認した。今後、中国国務院からの規制が強化され要求が急速に拡大すると見られる中国現地の工業用石炭燃焼設備で実証試験を行い、実用化を目指す。



第7図 低温脱硝触媒ハニカム

### 2-4 高電圧真空インタラプタ（VI）電極の開発

VIの高電圧・大容量化には、電極材料の研究が極めて重要なため、耐電圧性能と遮断性能に優れたCu-Cr電極の改良、更には新規の電極材料の開発を進めている。

今回、Cu-Cr電極材に新規の材料を配合してCrとともにCu基材中に均一に微細分散させ、Cu含有量を調整することで、ブリネル硬度がCu-Cr電極に比べ3倍以上高く、耐電圧性能が約1.2倍以上の材料特性を得た。

今後、電極材料の耐電圧性能を生かした電極構造を採用し、高い耐電圧特性が要求されるVIへの適用を目指す。



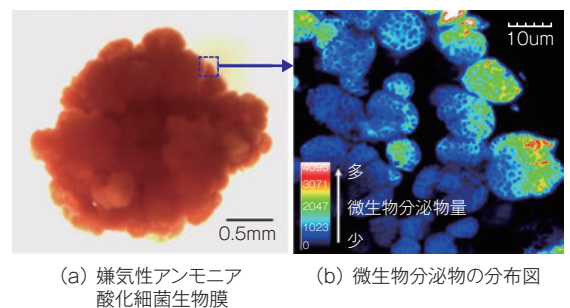
第8図 VIのラインアップ

### 2-5 水処理生物膜の解析技術の確立

微生物の浄化能力を利用した廃水処理システムでは、微生物機能の有効活用が重要である。多種多様の微生物が集団を形成した状態である生物膜が一般的な微生物の存在形態であることから、生物膜の構成を人工的に制御して微生物機能を向上させる試みが注目されており、遺伝子工学や生物化学工学などの異分野と融合した新しい廃水処理技術の研究が進められている。

当社は、名古屋大学との共同研究を通じて生物膜解析技術を確認し、生物膜中の微生物や微生物分泌物の分布状態を把握した。また、嫌気性アンモニア酸化細菌が形成する生物膜の構造と形成メカニズムを明らかにした。

今後は、目的の廃水処理に最適な生物膜形成手法を確認し、高度廃水処理システムの開発につなげる。



(a) 嫌気性アンモニア酸化細菌生物膜

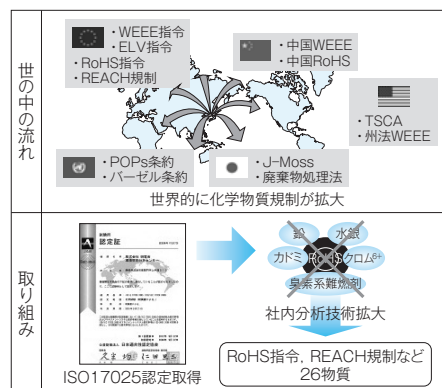
(b) 微生物分泌物の分布図

第9図 生物膜解析事例



## 2-6 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。当社はRoHS（Restriction of Hazardous Substances）指令でIEC62321に基づいた分析技術を確立し、2008年国際的に通用する試験所として認知される国際認定制度ISO/IEC17025の認定を受けた。さらに購入部品・部材に対して有害物質混入の有無の評価が必要と判断し、熱安定剤やガラス被覆剤に使用される「ジブチルスズ化合物」と防カビ剤や乾燥剤として使用される「フマル酸ジメチル」について、GC（ガスクロマトグラフ）-MS（質量分析計）による測定技術を確立した。今後、多種多様な有害物質の品質評価でも高感度に測定ができるように技術を確立し、品質及び信頼性向上を図り、品質管理体制を強化していく。



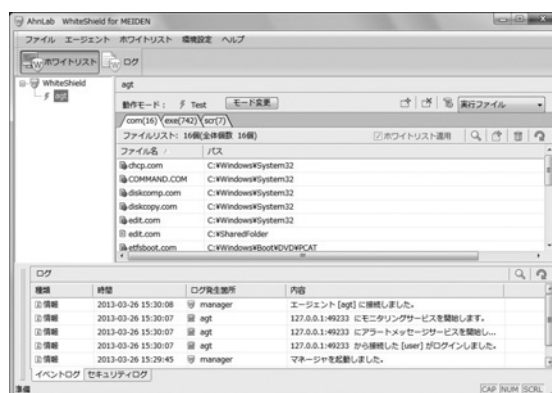
第10図 製品有害化学物質への取り組み

## 3 情報・通信・ソフトウェア

### 3-1 セキュリティ対策ソフトウェア AhnLab WhiteShield for MEIDEN

本製品は、ホワイトリスト方式によるセキュリティ対策ソフトウェアである。ウイルスやワームなどの脅威から産業用コントローラや組み込み装置を保護する。今回、対応OSにWindows 7 Professional/UltimateとWindows Embedded Standard 7を追加した。現在の対応OSは、以下のとおりである。

マネージャ、エージェント：(1)Windows 7 Professional/Ultimate (32bit/64bit), (2)Windows Embedded Standard 7 (32bit/64bit), (3)Windows XP Embedded SP1/SP2/SP3 (MUI), (4)Windows XP Professional SP2/SP3 (日本語/英語), (5)Windows 2000 Professional SP4, (6)Windows Server 2003 SP2。マネージャとエージェントのインターフェースは従来互換とし、異なるOS同士での使用にも対応している。



第11図 Windows7対応Manager画面

### 3-2 スイッチングハブ <sup>メイスウェイ</sup> MEISWAY SW900/TW900二重化電源版

MEISWAY SW900/TW900二重化電源版は、ギガビット対応や耐環境性などが要求される各種プラント分野向けに開発した産業用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。

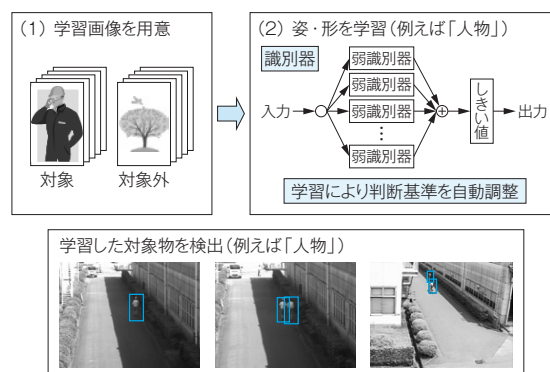
- (1) 全24ポートギガビット対応のレイヤー2スイッチ (SW900) 及びレイヤー3スイッチ (TW900) (2ポートは光ポート対応)
- (2) 電源の二重化に対応し、稼働中の電源交換が可能 (AC100V/200V, DC100V/110V対応)
- (3) 独自の迂回機能 (RTP) で、ループ構成時の伝送路障害を0.5秒以内に再構築
- (4) ファンレスで動作温度-10～55℃に対応
- (5) RoHS指令対応の地球環境に配慮したグリーン製品



第12図 MEISWAY SW900二重化電源版

### 3-3 識別器による対象物の検出

識別器による対象物の検出技術を開発した。識別器とはパターン認識方法の一種である。大量の学習データを与えることで、自動的に判断基準を調整することができる。この技術を画像解析に応用し、画像中から対象物の大まかな形状特徴を数値データとして抽出して、判断基準を学習する技術を開発した。学習した識別器を用いることで、入力画像中における対象物の有無の判断や対象物の位置検出が可能である。例えば歩行者を識別器に学習させておけば、監視カメラにパン・チルト・ズーム動作があった場合でも問題なく歩行者を追跡し続けることができる。また、鉄道設備の金具の有無や施設の外観検査などの保守にも応用できる。



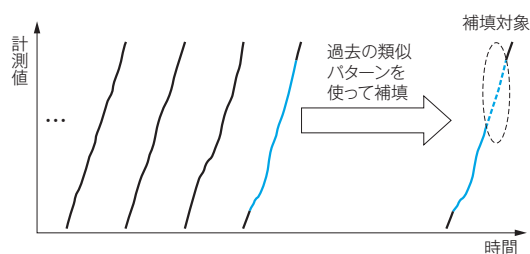
第13図 識別器による人物検出例

### 3-4 欠損データ補填手法の開発

カオス予測技術を応用して精度を高めた欠損データ補填手法を開発した。この手法は、計測データの履歴に含まれる過去の類似パターンを、カオス予測技術と同じ遅れ時間埋め込みを使って抽出して欠損データを補填するため、連続する欠損の補填を高い精度で行える。

また、欠損データに続く計測データを用いて補填を補正することで精度を高める手法も開発している。この手法によって、特に積算電力量計のような積算型の計測値を精度良く補填することができる。

欠損データの補填手法は、電力・水処理などの監視システムやEMS (Energy Management System) における欠測値の自動補填のほか、データ解析の前処理への適用が期待できる。

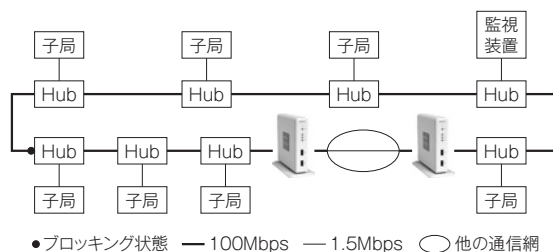


第14図 欠損データ補填イメージ

### 3-5 小形Ethernet帯域制御機器の試作

一部区間の伝送速度が低いネットワークでは、子局が送信するパケットの影響で経路制御を行うパケットの到達時間の増加やHubのパケット欠落が発生し、Hubがタイムアウトを検出することで、誤った経路制御を行う可能性がある。今回、小形の帯域制御機器を試作し、以下の機能を実現した。

- (1) ネットワークの経路制御に関連するパケットとそれ以外のパケットを分離し、経路制御に関連するパケットを優先して送信する機能
- (2) 低い伝送速度に合わせてデータを送信し、一定時間以上機器内に滞留したデータを破棄する機能
- (3) ブラウザで伝送速度の設定及び現状の通信状況を確認する機能



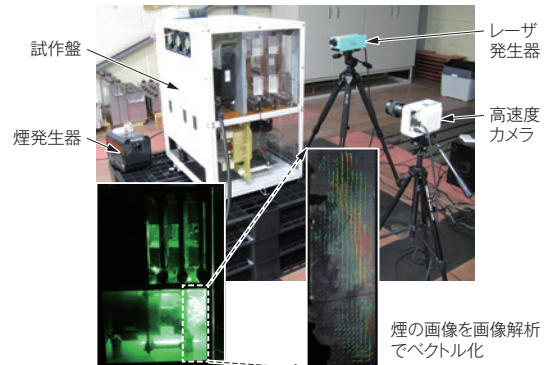
第15図 ネットワークの一部区間に帯域制御を適用したシステム構成例

## 4 共通基盤技術

### 4-1 PIV 流れ可視化装置による冷却風測定

電力変換盤や回転機などの冷却設計では、内部の冷却風の流れを把握することが必須である。そこで、PIV (Particle Image Velocimetry) 流れ可視化装置を導入し、流れの可視化を行った。これは製品内部に流した煙をシート状のレーザー光で照らし、高速カメラで連続撮影した画像を解析して風速ベクトルを抽出するものである。適用の際は、対象製品にレーザー光と直交する撮影用の窓を空け、散乱光の低減や風速に応じた煙量・撮影速度・画像サイズの選択、ピント・位置合わせなどを注意深く行う必要がある。

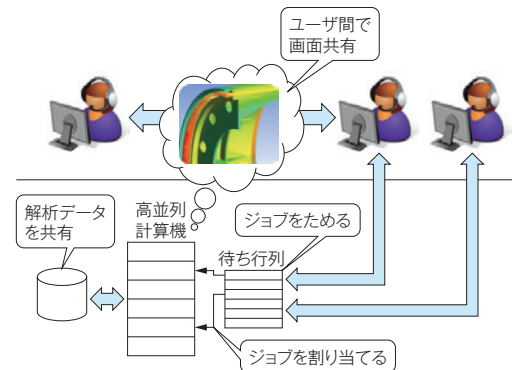
今回、PIV 測定を発電機や制御盤などに適用した。ステータコア背面や筐体内部の冷却風の流れを確認し、冷却効率の低下の原因となる渦などを観測することができた。



第16図 PIV 流れ可視化装置と試作盤の測定イメージ

### 4-2 高並列計算機による大規模解析の高速化

当社は製品性能を向上させるために、構造・熱流体・電磁界などの解析を行い、設計に反映している。しかし製品全体を対象とした大規模解析を行う場合、長時間の計算時間を要していた。そこで、高並列計算機を導入して解析の高速化を図った。大形回転機全体の熱流体解析の場合は、計算時間を20日から1日に短縮した。併せて、全社から高並列計算機を効果的に利用するために、解析ポータルシステムを導入した。本システムは、解析ジョブを待ち行列に登録して計算機を効率的に利用する機能、大容量メモリを搭載した計算機上で実行したプリポスト処理の画面をユーザ間で共有して設計レビューなどに役立つ機能、解析データ管理を行う機能などから成り、国内での本格的導入は当社が初めてである。

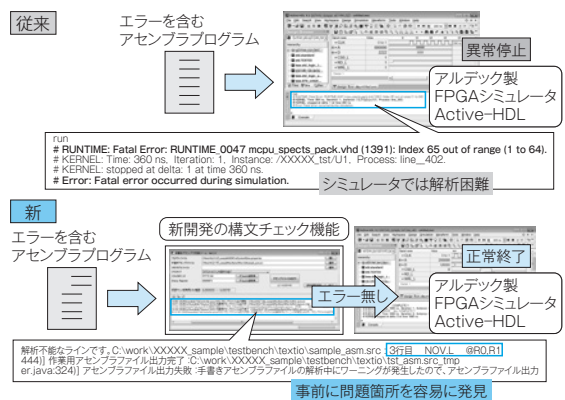


第17図 高並列計算機と解析ポータルシステム

### 4-3 組み込み用協調試験システム

組み込み用協調試験システムは、組み込み製品開発で実機製作前にハードウェア回路とソフトウェアの組み合わせ動作試験を行える試験ツールである。近年の組み込み技術分野の進化に伴い、浮動小数点演算器内蔵CPUに対応した。また、ハードウェア回路の単体シミュレーションで使用するアセンブラプログラムを効率的に作成するために、アセンブラ言語構文チェック機能を強化した。主な特長は、以下のとおりである。

- (1) CPUモデルは浮動小数点演算に対応し、浮動小数点演算精度と実行クロック数を正確に再現
- (2) アセンブラプログラムをシミュレーション実行前に構文チェックし、文法エラーによるシミュレーションの手戻りを削減



第18図 アセンブラ言語構文チェック機能

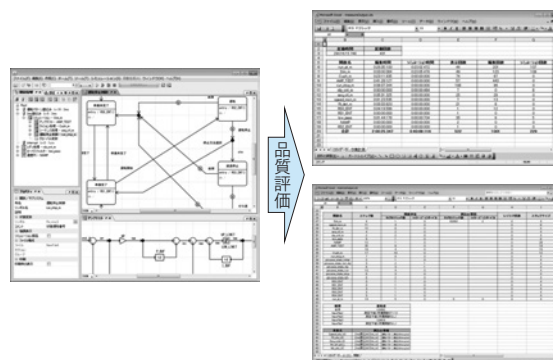
#### 4-4 モデル駆動開発における組み込みソフトウェアの品質評価

インバータ製品の制御用ソフトウェア開発で、設計内容を図や表で可視化し、入力した設計情報から自動生成されるソフトウェアの品質を計測・評価するシステムを開発した。

図や表ごとに評価項目を集計し、表形式に出力する。主な評価項目は、以下のとおりである。

- (1) 設計作業に要した回数と時間
- (2) 図や表の情報量（自動生成されるソフトウェアの大きさ）
- (3) 条件分岐による実行経路の複雑度
- (4) 図や表の依存関係

今後は本システムを更に進化させ、組み込み製品開発のプロジェクト管理に発展させる。



第19図 設計内容の品質評価