

設計フロントローディングに向けた静電気ノイズ可視化技術の活用



Utilization of ElectroStatic Discharge Visualization Technology for Front-loading of Development Process

電子機器の主要な故障原因の一つに静電気ノイズがあり、基板へのノイズ侵入を抑制する設計が重要である。しかし、基板上で静電気ノイズの伝搬経路を特定することが困難で、過去事例等から伝搬経路を推測し試行錯誤で対策していた。このため、設計段階から伝搬経路を特定し、対策効果を検証できる解析手法の確立が必要であった。

今回、静電気ノイズの伝搬経路を可視化できる装置(図1)を導入し、実機評価結果と解析結果を比較検証する手法を確立した。

当社FA製品の設置環境を模擬し、実製品と同等の電気的な接続環境を再現することで、基板上で静電気ノイズの伝搬経路が可視化される装置を使い実機評価を実現した。次に、先に述べた実機評価結果と設計段階で活用する解析の結果を比較した。適切な解析時間で精度が得られる基板の2.5次元電磁界解析で、基板モデルと筐体(きょうたい)等を模したFG(Frame Ground)モデルを接続したモデルを構築することで(図2)、実機評価結果と相関性のある解析結果が得られた(図3)。

この解析手法によって、設計段階から静電気ノイズを抑

制する対策の良否判断ができる手法を確立し、FA製品やインフラ製品向けの基板開発に適用した。

今後、当社製品にこの解析手法を幅広く展開し、設計フロントローディングの推進を図る。



図1-静電気ノイズ可視化装置

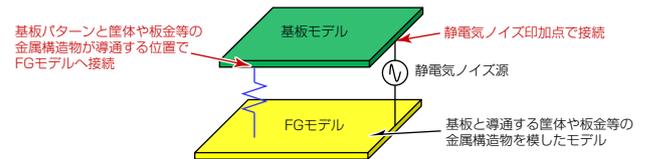
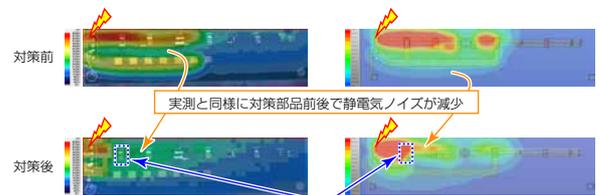


図2-解析モデルの概要



(a) 実機評価結果(静電気ノイズ可視化装置) (b) 解析結果(2.5次元電磁界解析)

図3-静電気ノイズの実機評価結果と解析結果の比較

4条スパイラル管を実現する製造技術



Manufacturing Technology for Achieving Quadruple Thread Spiral Tubes

当社エコキュート(注)は4条ガスクーラーによって高効率に湯を作っている。その中核部品である4条スパイラル管(図1)を製造する技術が、令和4年度近畿地方発明表彰の“発明奨励賞”を受賞した。

従来の3条スパイラル管は、芯棒を挿入した銅配管をねじるねじり加工(図2)で製造されていた。しかし、芯棒で管の内側から拘束するこの方法では四角断面を安定的に維持できないため、効率向上が見込まれていたスパイラル管の4条化が実現できなかった。

そこで、加工原理そのものを見直して、管外壁に押し込んだ4個の加工ローラーを管軸に対して公転させる加工法(図3)を開発した。管を外側拘束した状態で回転動力によ

って加工し、管の回転止め部には駆動力を設けず追従移動させる構成にすることで、短ピッチの螺旋(らせん)波形を潰すことなくローラー形状の転写を可能にした。

4条化によってスパイラル管と冷媒配管との接触面積を拡大し、ガスクーラーの熱交換性能を向上させた。さらに加工ローラー形状を管に転写するこの工法の特徴を

生かし、微小突起を設けた改良版ローラーによるディンプル付きスパイラル管も実現し、業界トップクラスの性能実現に貢献している。

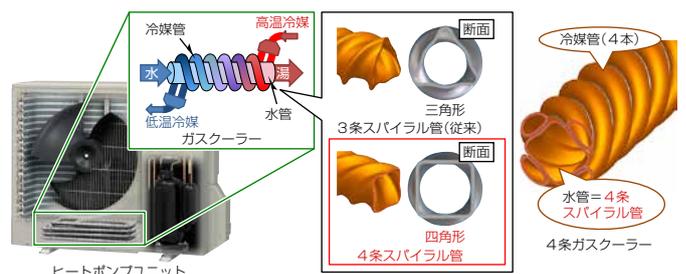


図1-ガスクーラーとスパイラル管形状

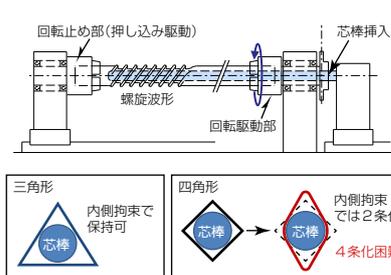


図2-ねじり加工(従来工法)の製造装置

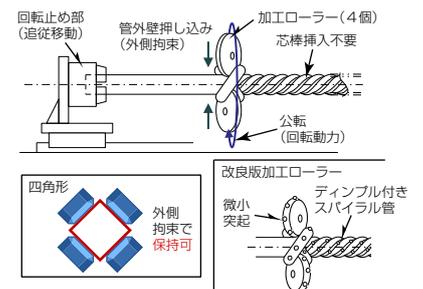


図3-開発工法の製造装置

## 低消費電力 $\Delta\Sigma$ 型ADC回路設計技術

Low Power Design Technology for Delta-sigma Analog-to-Digital Converter Circuits Embedded in ASIC

IoT(Internet of Things)の普及に伴い、家電等に用いられる赤外線センサーの低消費電力化が課題になっている。この解決には赤外線センサーに実装されたASIC(Application Specific Integrated Circuit)内でアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル変換(ADC)回路の低消費電力化が必要である。低消費電力ADCとして一般に用いられる逐次比較型ADCは、赤外線センサーの高性能化に必要な変換速度と高分解能が実現できないという課題があった。

そこで、高分解能化に適した $\Delta\Sigma$ 型ADCに逐次比較型ADCを組み込む新方式を考案した(図1)。2種類のADCを並列に動作させることによって変換速度を向上させ、 $\Delta\Sigma$ 型

ADCの活用によって高分解能を実現しながら、従来比約80%減になる低消費電力化の並立を実現した。

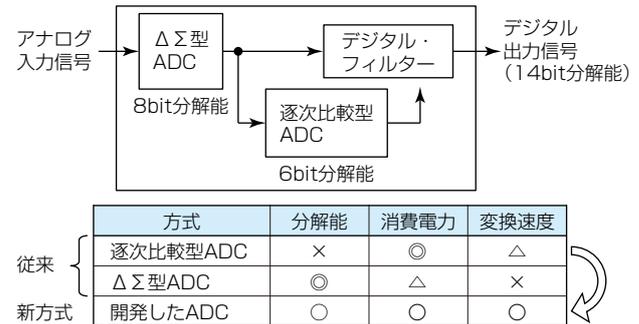


図1-開発したADCの回路構成

## プロジェクトダッシュボードによるプロジェクトメトリクスの可視化

Visualization of Project Progress with Project Dashboard

開発プロジェクトでQCD(Quality Cost Delivery)悪化の検知が遅れて、プロジェクト崩れが発生していた。プロジェクト運営管理上の状況を調査したところ、複数の設計・管理ツールから開発情報収集、データ加工、分析を手作業で行っていたため、状況の把握に多くの時間がかかり検知が遅れていた。対策として、Bot(データ収集エージェント)、データベース、BI(Business Intelligence)ツールを連携させ、開発情報の一元化と収集、分析、可視化の自動化を実現した。また、プロジェクト共通に必要なメトリクスをダッシュボードで可視化するツ

ルチェーン(図1)を標準化し、全社的な展開を容易化した。成果として、QCDに関する問題の兆候の自動通知とメトリクスの常時監視によって、早期に対策することが可能になった。

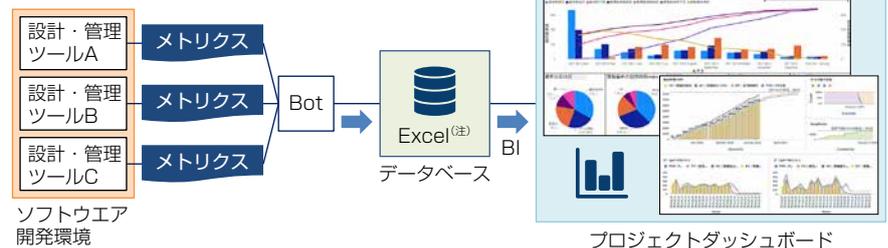


図1-プロジェクトダッシュボード構成

## 3Dモデルを活用した加工プログラムの自動作成技術

Technology for Automatically Creating Machining Programs Using 3D Models

3Dモデルを活用した加工プログラムの自動作成技術を開発した。従来、機械加工機の加工プログラムの作成やチェックなど加工前の準備に多くの時間を要していた。また、加工種類に応じて工具を手で交換していた。

そこで3Dモデルから形状/穴径/穴深さといった情報を抽出し、加工種類ごとに分類することで、工具の自動交換処理も加えた加工プログラムを自動作成可能にした(図1①)。さらに加工シミュレーションによって、3Dモデルで可視化して加工前の動作チェックを容易化した(図1②)。この技術を人工衛星の構体パネルの製造に適用

し、機械加工の準備時間を40%削減した。さらに工具の自動交換処理によって、機械加工機の無人運転化を実現した。

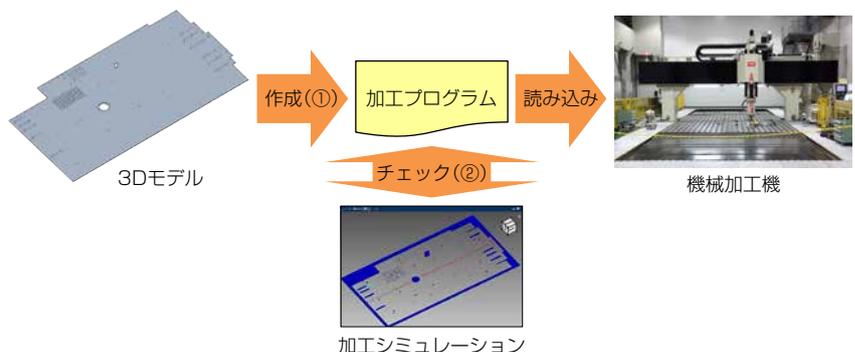


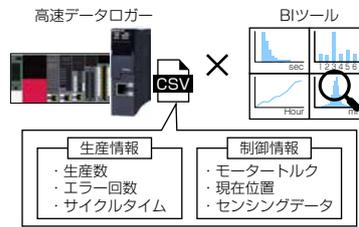
図1-機械加工機の加工プログラム作成/チェック

## 既存ラインへのローコストDX技術導入

Reasonable Digital Transformation System Application for Existing Line

生産ラインをローコストでDX(Digital Transformation)化するシステムを既存ラインに構築し、予知保全や生産ラインの遠隔監視を実現した。当社製高速データロガーユニット(RD81DL96)で収集した生産情報や制御情報を、汎用BIツールで分析するシステムのため、“安く”“早く”“簡単に”構築可能である。ログはCSV(Comma Separated Values)ファイルで収集されるため、現場改善でデータ利用しやすい特長を持つ。一例として日々のモータートルクを監視することで、モーターに接続されたカップリングや減速機等の予知保全を実現し、突発的な生産ラ

イン停止を防止した。またBIツールの共有機能を使って、遠隔地から生産ライン状況を確認できる環境を構築し、業務効率化を実現した。



システム構成



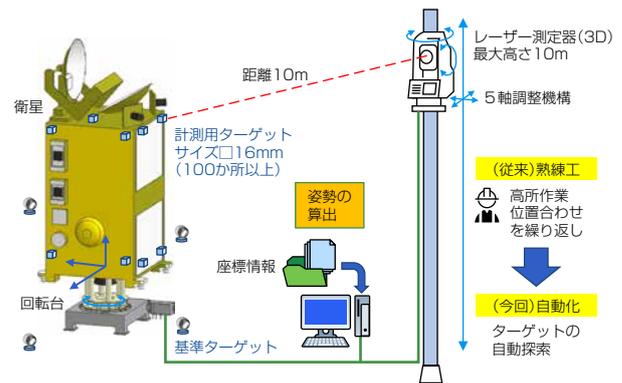
モータートルク推移

## 大型製品向け3Dスマート計測技術の確立

Establishment of 3D Smart Measurement Technology for Large-scale Products

人工衛星・昇降機など大型製品の低コスト化・生産安定化には、いまだ手作業が多く残る製造工程の生産性向上が喫緊の課題である。特に、大型製品の寸法・位置の計測は、計測点の探索や誤差、外乱の影響等の難しさがあり、特殊な計測方法や機器取扱いに精通した熟練者に依存する自動化困難な作業であった。3Dモデルに基づいてレーザー測定器の姿勢(位置・方向)を算出するアルゴリズム、及び5軸電動機構・回転台を用いた測定器・衛星の姿勢制御によって、衛星に取り付けた計測用ターゲット(キューブミラー)面に測定器を正対させ、位置計測を自動化する技術を開発した。この技術に基づく量産装置の開発、導入によって、熟練者に依存していた高難度作業を自動化して熟

練作業を廃して、省力化を実現した。



計測用ターゲット自動探索技術

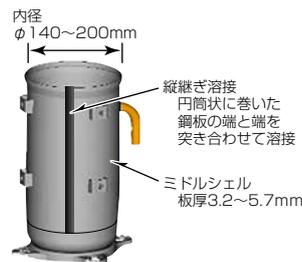
## 圧縮機用外殻容器向け突き合わせ溶接の高速化

High-speed Butt Welding for Compressor Outer Shell

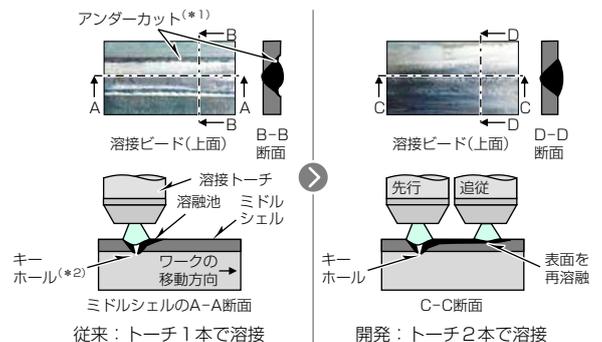
業務用空調機向け圧縮機の外殻容器の縦継ぎ溶接工程に、溶接品質と溶接速度の倍速化を両立する溶接方式を開発し生産性を向上させた。

鋼板を円筒形状に曲げて成形し、端と端を突き合わせてプラズマ溶接して円筒容器を製作する。板厚が3.2~5.7mmの比較的厚い鋼板に対して溶接速度を上げると、強度低下の原因になるアンダーカットが形成され不良になる問題があった。溶接トーチの本数を2本に増やして、先行トーチでキーホールを形成して母材の裏側まで貫通溶接し、追従トーチで表面を再溶融させるこ

とで、アンダーカットの形成を抑えた。これによって、溶接速度を従来の275mm/分から500mm/分に高速化した。



業務用空調機向け  
スクロール圧縮機の外殻容器



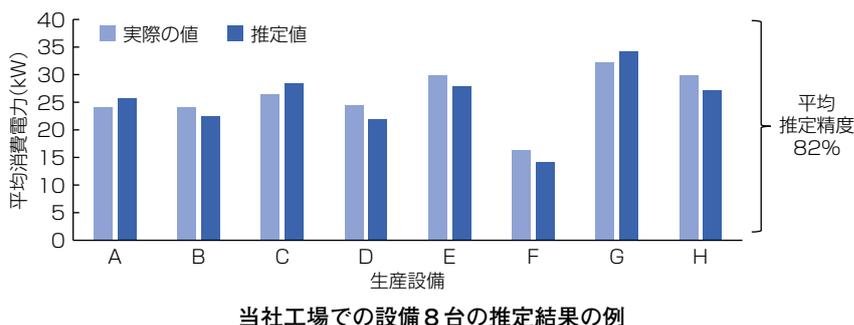
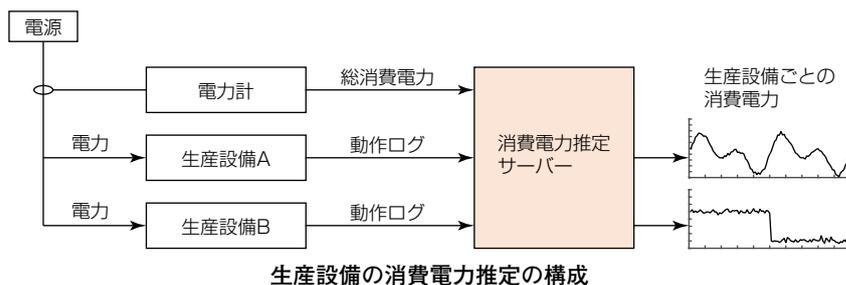
高速溶接時のビード形状(溶接速度500mm/分)

\*1 溶接ビードの側面が母材表面に対して凹み現象  
\*2 溶接時に熱源が母材の裏側まで貫通してできる円孔

## 生産設備に対する消費電力推定技術

Non-intrusive Load Monitoring Technology for Production Equipment

FEMS(Factory Energy Management System)では、工場内の消費電力を最適化するため、生産設備の消費電力を計測しムダを分析することが推奨されるが、設備ごとの計測にはコストがかかる。家庭向けに家電ごとの消費電力を推定する既存技術はあるが、多種多様な設備を持つ工場には適用が困難であった。今回、工場の総消費電力と各生産設備の動作ログから、設備ごとの消費電力を非負値行列因子分解によって推定する方式を開発した。当社工場のデータによる初期検証では、精度82%で各生産設備の平均消費電力を推定できた。この技術の実用化によって生産設備の待機電力、過剰使用によるムダの削減や、運転計画の合理化を促進し、生産現場の省エネルギー活動への貢献が期待できる。



当社工場での設備8台の推定結果の例

## 表示器“GSシリーズ”への新製品追加と中国語入力機能

New Product Addition to "GS Series" and Chinese Input Function

中国市場をターゲットとして次の2点の開発を行った。

- (1) 表示器の低価格ラインアップである“GSシリーズ”に大画面モデルのGS2512-WXTBDを追加した。
- (2) 文字列入力機能での中国語入力(ピンイン変換)機能を搭載した。

中国市場では、これまで低価格シリーズとしてGS21モデルの7型ワイド、10型ワイド機種をラインアップしていたが、低価格帯でも大画面化や高機能が求められるようになり、今回の機種を開発した。

また医薬品・食品加工業界を中心に要望の高かった、中国語入力(ピンイン変換)機能を併せて開発することで、機種追加と併せて中国市場でのシェア拡大に貢献する。

この製品の特長を次に示す。

- (1) スリムなベゼルに高解像度な12.1型ワイドWXGA (Wide eXtended Graphics Array) 液晶を搭載し、鮮明な表示を実現する。
- (2) 標準で2ポートのEthernet<sup>(注)</sup>と音声出力インターフェースを内蔵し、装置の付加価値向上に貢献する。
- (3) GOT(Graphic Operation Terminal)Mobile機能に対応し、簡単に現場をリモート監視できる。
- (4) 画面上での文字列入力から中国語入力(ピンイン変換)が可能である。



GSシリーズGS2512-WXTBD

## MELSEC iQ-FシリーズFX5UJ CPUユニットDC電源タイプ

MELSEC iQ-F Series FX5UJ CPU Modules with DC Power Supply Type

三菱電機マイクロシーケンサMELSEC iQ-Fシリーズの製品拡充として、FX5UJ CPUユニットDC電源タイプを製品化した。近年のIndustrie4.0を背景に、シーケンサのローレンジ領域でも製造装置のIoT化を目的にネットワーク化への要望が高まっている。また規模の大きい欧州市場では、以前からDC電源タイプへの需要が高い。これらを背景に今回の製品を開発した。主な特徴を次に示す。

### (1) コストパフォーマンス

従来機種から基本性能・機能を大幅に強化しながら、同等の価格を実現した。さらにEthernet(注)ポート内蔵によって機器間の通信や上位システムとの接続が可能であり、システム構築を安価かつ容易に実現する。

### (2) DC電源タイプ

欧州市場で、装置電源のDC24V標準化、作業者の安全性確保の要望に対応するため、DC24Vで駆動可能である。

### (3) 豊富な内蔵機能

高速カウンタ、位置決め、ロギング、FTP(File Transfer Protocol)、Webサーバーなど、豊富な機能を内蔵してお

り、他社との競争力を確保する。

### (4) 使い勝手の良さ

上位機種同様、エンジニアリングツールGX Works3対応によって使用性を向上させた。またUSBポート内蔵によってパソコン(GX Works3)との接続容易性を確保した。



FX5UJ CPUユニットDC電源タイプ

## 分かりやすいUIデザインガイドラインの活用

UI Design Guidelines

三菱電機インフォメーションシステムズ(株)(MDIS)では、三菱電機(株)統合デザイン研究所と協力し、画面デザインや資料作成で考慮すべきポイントを分かりやすくまとめた情報集“UI(User Interface)デザインガイドライン”を作成した(図1)。美しく理解しやすい構成や、人の色覚特性に対して必要な考慮事項などを理由も含めて解説しており、

2023年3月から社内ポータルサイトで展開している。ガイドラインの共有を図ることでUIデザインの知識強化を進めて、MDISのUIデザインレベル及びUI統一性の更なる向上と提案力強化を見込む。ガイドラインは随時更新するとともに、社内の育成講座等でも紹介し、周知・活用を進めていく。

スマートフォンのタップ操作を意識したUI設計のポイント

#### タップで操作できることが目視で分かる

スマートフォン操作では、パソコンのようにマウスカーソルをボタンに載せて、クリック前にその挙動を確認できない。そのため、パソコンの画面設計以上にリンクやボタンが“押せる(タップできる)”ように見せることが大切である。

○ 陰影・立体感・角丸



△ 枠・角丸ではない四角・色の付いた文字単体



× 無彩色の文字単体

送信

#### 指で操作するボタンサイズとボタン間距離

- 指で操作しやすいようタッチ領域は7×7mm以上を確保  
iOSヒューマンインターフェースガイドラインでは44×44ポイント以上が推奨される→44ポイントは実寸では約7mmと想定される
- タッチ領域の間は2mm以上を確保

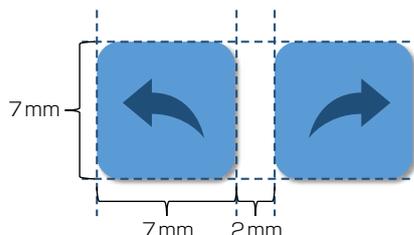


図1-分かりやすいUIデザインガイドラインの活用

<取り扱い>：三菱電機インフォメーションシステムズ(株) TEL：0467-95-4674