

# 機械設計

M A C H I N E   D E S I G N

12

December  
2024 Vol.68 No.13

特集

強度設計に活かす  
衝撃工学の基礎と応用事例

好評連載

流体を利用した設備・装置  
配管設計の心得



HEXAGON

品質を超える  
価値はない。

The ANSWER is HEXAGON.

# 最新の設備常設センサ・センシングシステムとPLC無線I/Oシステム「Wireless I/O-As I」

KMC 佐藤 声喜\*、安部 新一\*\*

\*さとう せいき：代表取締役社長、\*\*あべ しんいち：技術開発統括責任者

## はじめに

人手不足を補うスマート工場の取組みが盛んだが、全自動の生産設備やロボットを組み合わせた生産ラインにおける大きな課題として、多くのハーネス類の配線設計や稼働部の断線、DX化をすることにより、製造現場はメンテナンスが困難になっていることが挙げられる。さらに、不良の予知・予防に向け、多くの状態監視センサも含まれ、いっそう設計や保全が困難な時代だ。本記事では、設備常設の無線センサと配線レスを目指したPLC無線I/Oシステムの最新技術を紹介する。

## 設備常設の状態監視無線センサとセンシングシステム

急激に進化する生産設備には多くのセンサが実装されているが、複雑化するデジタル生産設備では配線設計やセンサ選定、メーカー違いによるセンシングデータ取得システムの不統一、さらにはデータ分析・故障予知などソフトウェア連携の高度化が、設備設計者にとって大きな課題となっている。生産現場では、設備故障によるダウンタイム対策や設備保全工数の削減、さらに製造部品の不良削減から予兆管理フィードバックシステムまで幅広い要望があり、単にスマート工場といった自動化だけでなく、設備情報管理システムの開発が急務である。まさに100年に一度の大変革期といえる状況だ。

本節では、設備設計に向けて設備常設向けの安価なセンサ・センシングシステムと、そこから得

られる設備データからの分析・故障などの予兆管理ソフトウェアを紹介する。省力配線を実現する設備常設無線センサとして、振動・熱電対・電流・温湿度センサの情報を無線でセンシングする「Stethoscope II」、また設備変位を検出するための「無線半導体ひずみセンサユニット」および「無線サーモモニタリン」による金型温度監視など活用事例を取り上げる。

### 1. マシニングセンタ (MC) など代表する工作機械やプレス機・樹脂成形機などへの実装が進む設備常設無線センサ

設備設計において最初に考慮すべきは省配線である。後付けセンサの取付けによるメンテナンス情報の収集には特に無線センサは欠かせない。課題は有線センサの後付け工事の工数が過大なことである。また、無線センサといっても通信方式・プロトコル違い、さらにセンサに付随するソフトウェアやデータ表示器がメーカーごとに乱立しており、データ収集プロセスにまとまりがない。ユーザーにとっても設備にセンサを追加するごとにモニタが必要となり、データ集約や管理ができず大きな問題となっている。

当社は、Wi-Fi方式の無線センサは、3軸振動(加速度)・熱電対・電流・温湿度センサ Stethoscope II、無線半導体ひずみセンサユニット、無線サーモモニタリンと他社センサのデータも同時に同じソフトウェアで一括収集できる M2M システム「Σ軍師 Edge」、さらには、データ分析や故障予知などの機能を備えた IoT ソフト「Σ軍師 II」を自社開発した。ユーザー目線に立った省配

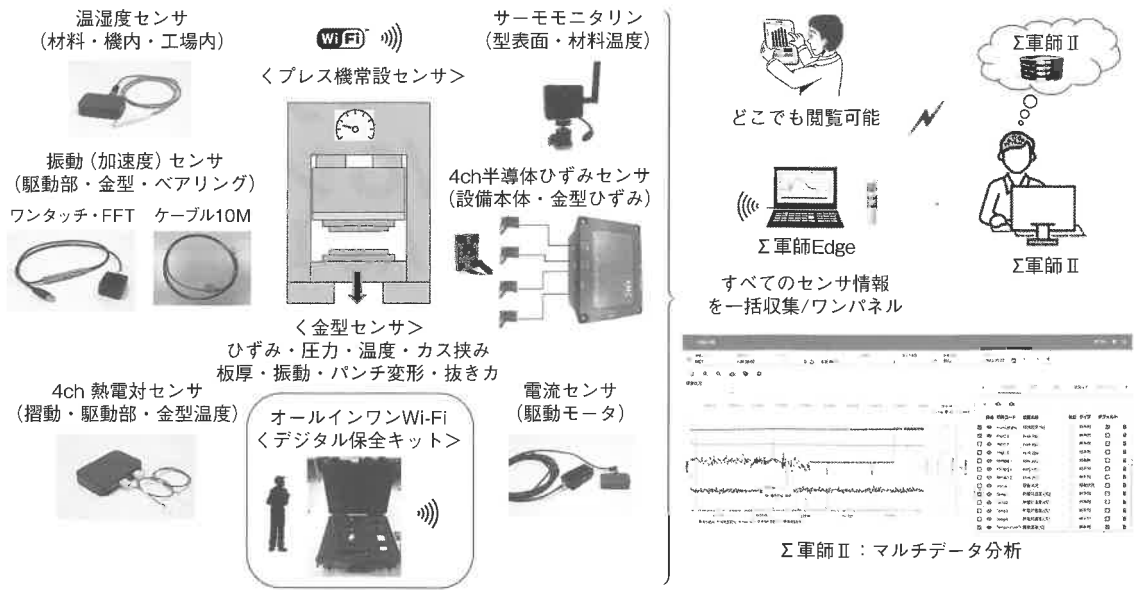


図1 設備常設無線センサStethoscope IIなどの活用事例

線・1モニタでデータを一括監視できる「デジタル設備IoT&M2M&無線センサ」システムを販売している(図1)。当社の無線センサは、20~30年といった古い既設の設備にも省配線ですぐに設置することができる。工場内設備の90%は古い設備であり、後付けセンサ設置のニーズは高く、特に設備保全対応センサの要望が強い。振動・熱電対・電流・温湿度などの各種センサを1パッケージにしたデジタル保全キット(90万円~)は日常点検のリモート化にも対応しており、引き合いが強い製品となっている。

## 2. MCなどの加工機や減速機などの回転体向け無線トルクセンサと設備制御装置に実装可能なデータ分析ソフト「Σ軍師II」

MCやロボット用の減速機などの回転体のセンシングは無線以外にない。当社では、工作機械の主軸に無線トルクセンサと温度・振動センサを内蔵させた“インテリジェントスピンドル”の開発を行っている(特許申請済)。前述で課題提起したセンサメーカーごとにソフトウェアやモニタを配置せず、センサデータを一括で収集し、分析するソフトウェアΣ軍師IIを制御装置にビルドイン可能なシステムとなっている。Σ軍師IIにより、各設備の制御データはもちろん、トルク・振動・電流の各無線センサからのデータも一元収集とデー

タベース管理、マルチデータ分析も可能となる。本ソフトウェアは、部品不良・故障予知・異常傾向・メンテナンスなどの分析機能を備えたクラウド方式のIoTソフトウェアであり、他工場の設備やライン、海外工場まで監視できるシステムとなっている。当社の無線センサStethoscope IIやメーカー違いの他社センサのデータ連携にも対応可能だ。これによりセンサメーカーごとのソフトウェアやモニタは不要となり、1モニタで製造現場監視にやさしいユーザーライクなシステムとなる。既設の古い設備にも実装が可能な画期的なシステムだ。また、設備メーカーから要望があれば、切削加工機などの制御装置へのソフトウェアのビルドインや、フィードバック制御、センサ実装も請け負っている。

図2に無線トルクセンサなどを組み合わせたΣ軍師システムを紹介する。100以上のセンサデータ因子を一括管理する“マルチデータ機能”、加工不良時刻に対応した“正常-異常データの変化点管理機能”、異常を予知する“多重しきい値管理機能”や“傾向値管理機能”、“統計処理( $\pm 3\sigma$ )”など多彩な分析機能が用意されている。また、加工現場では地震などで水平が狂い、通常、その復旧には多大な工数が必要となるが、その解決を図るべく新たに無線式3軸水準器を開発した。

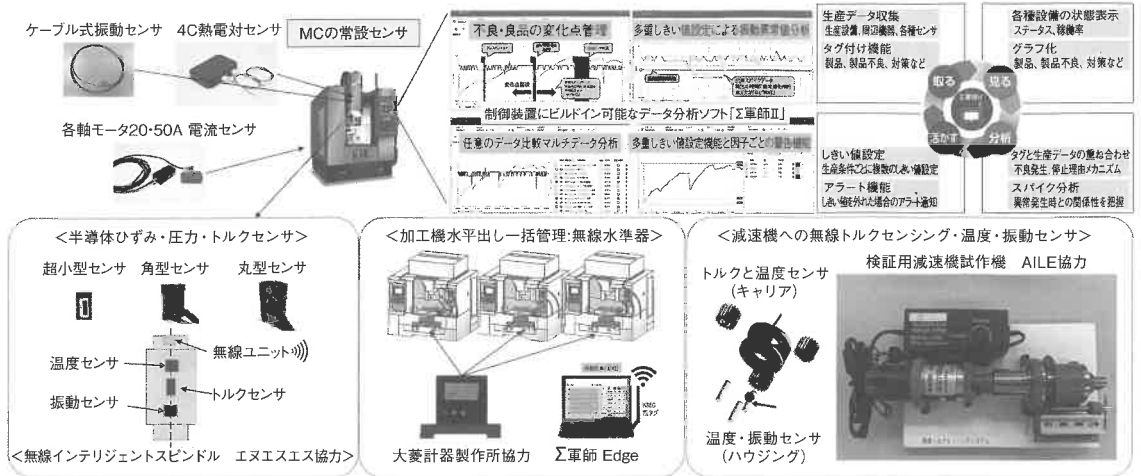


図2 MCや減速機などの加工監視用センサと異常監視・警告・分析を1モニターで実現したΣ軍師IIソフト

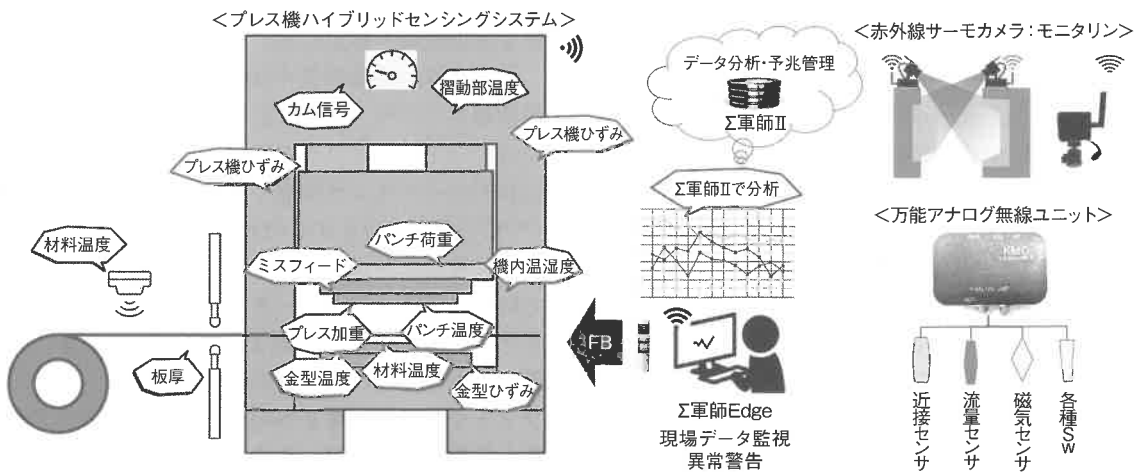


図3 プレス機ハイブリッドセンシングと材料・金型温度監視サーモモニタリン、万能アナログ無線ユニット

加工現場でのさまざまな困りごとを解決するセンサ・センシング・データ処理ソフトは日進月歩である。当社は、そのさまざまな課題に真摯に向き合い、顧客と共創する“研究開発”部門がその開発依頼を受けて対応に当たっている（当社の強み：センサ・ソフト・共創開発の一体支援）。

## プレス・樹脂・ダイカスト不良を撲滅する生産設備と金型のハイブリッドセンシングシステム「Σ軍師Edge」

生産設備には、プレス・樹脂成形、ダイカスト・鋳造、鍛造など、さまざまな工法に対応した多様な専用設備が存在する。今後、ますます減少する人口、特に製造現場の職人不足への対応が急

務であり、作業者の五感に代わるセンサ・センシングシステムの需要が高くなっている。特にスマート工場では自動化・無人工場を目指しており、生産機、生産ラインへのセンシングが必須条件となっている。図3に、プレスにおけるStethoscope II、半導体ひずみセンサを駆使した生産設備と金型のハイブリッドセンシングシステムについて紹介する。

部品製造における最大のニーズは不良品をつくらぬ生産システムであり、熟練作業員・エンジニアの判断をシステム化し、異常を設備へフィードバックする技術開発を行っている。当社は、長年、無線センサを開発しており、その技術を活かして用途別のセンサを開発し、さまざまなニーズ

に应运てきた。また、材料温度や金型温度計測を目的とした赤外線カメラによる無線式サーモモニタリンや市販の各種センサやスイッチを無線化する「万能アナログ無線ユニット」を開発、販売している。不良撲滅・予兆監視システムはΣ軍師Edge&Σ軍師IIとセンサ・センシングシステムとの連携により、樹脂成形やダイカスト・鑄造、鍛造など用途別のハイブリッドセンシングシステムを構築している。

## 世界初のPLC無線I/Oシステム 「Wireless I/O-As I」

設備機械の制御やセンサ組込みによる一番の課題は、過大な配線工数と複雑で大きな設計工数である。高度化した設備を状態監視するために、場合によっては1000個以上のセンサが必要とされ、配線設計や回路設計が複雑になる。そのセンシングデータの表示や分析などのソフトウェア、ネットワークに至るまで設備機械のDX化は高度化してきた。そこで、“神経系のセンシング”だけでなく、“動作系の制御”やその監視と合わせ、制御装置そのものに対する無線化ニーズが高くなった。そのため当社は、世界初ワイヤレスPLC無線I/Oシステム「Wireless I/O-As I」(特許申請中)を開発し、実証検証を進めてきた。制御の頭脳と動作の体を分離し、完全に無線制御する技術の開発である。配線工数を限りなく“0”にすることで開発スピードを上げるべく、多くの設備メーカー、

自社設計の自動化設備などを手がける企業、設備設計・生産技術者とのコラボレーション開発や共同研究を募っている。

本システムは、無線センサ情報から制御盤内のPLCへリアルタイムにIN情報を伝達し、PLCからモータや駆動系の動作制御OUT情報すべてを無線通信可能にした無線IN・OUT情報システムである。近年、開発が進んでいる無線センサ情報(アナログ情報含む)とPLC制御機の一体化を可能にした。従来、ノイズにおける誤動作の懸念とその難易度の高さから、OUT機器(モータ、電磁弁、そのほかの動力制御系)の無線システムは開発できなかったが、その高難易度の無線OUT制御システムに挑戦し、無線OUT出力可能なシステムを開発した。開発にあたっては、できる限りあらゆる設備機械を想定した。

また、無線制御装置本体には、各IN/OUTの稼働情報をプロセスごとに監視できるソフトウェアやON/OFFのスイッチの配置も可能である。同時にPLCへそのセンサ情報や動作情報を伝達、およびPCで設備監視をするためのソフトウェア(Σ軍師に無線送信され事務所などの遠隔でも監視)にて同時に複数の個別データ収集と監視ができるシステムとした。PLC上およびPC上でのしきい値設定や異常警告の赤色灯の接続機能、データ分析ソフトウェアΣ軍師IIへのデータアップロード機能も装備することで、クラウド遠隔監視と故障の予知・予防IoTシステムとして運用できる画期的

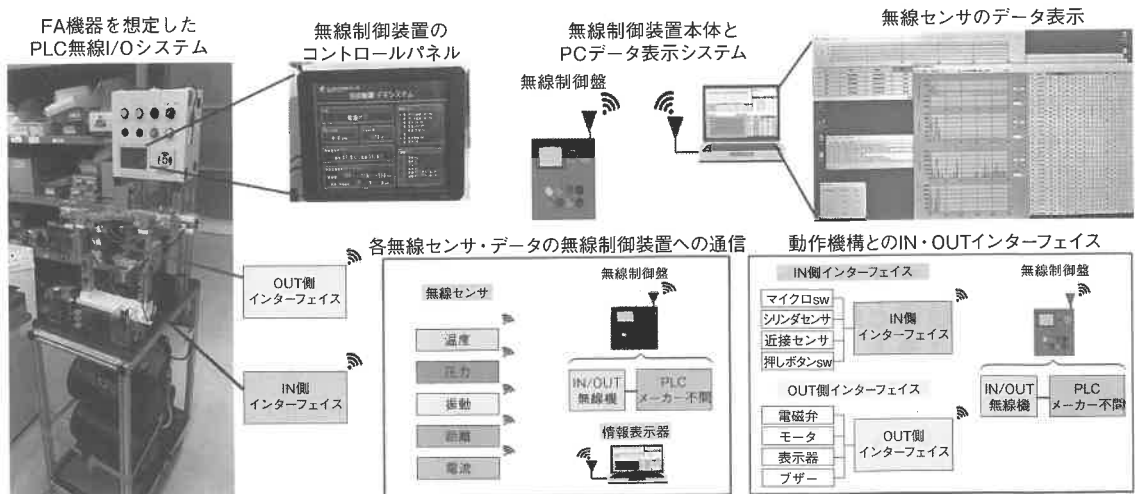


図4 Wireless I/O-As Iの概念図とOA機器に実装した無線制御試作機

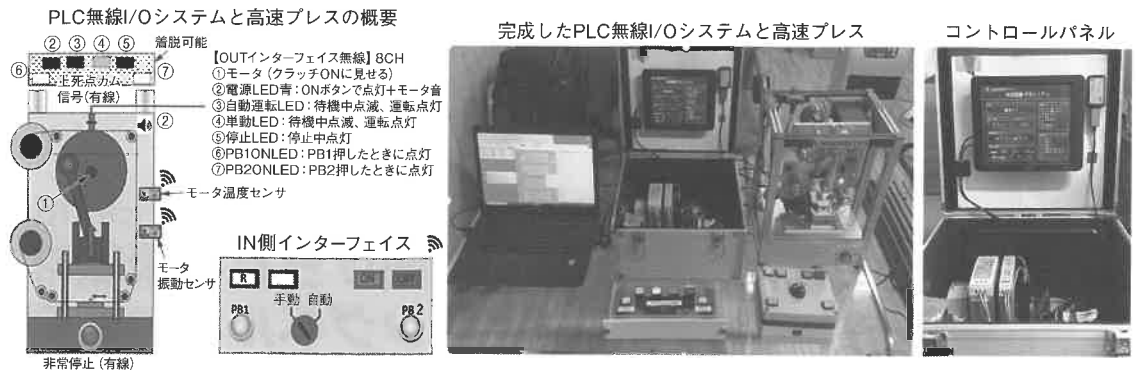


図5 Wireless I/O-As Iを搭載した高速精密プレス機

な統合システムの構築も可能となった。まさに、次世代の無線式IoT・M2Mシステムとなっている。図4は、Wireless I/O-As Iの概念図とFA機器に実装した無線制御試作機(大菱計器製作所協力)である。

また、Wireless I/O-As Iを搭載した高速精密プレス機(図5、エンインダストリーズ協力)で、無線化による効果として省配線80%、制御回路設計工数50%レス、プレス機組立工数80%レス、有線と比較して原価35%低減など効果が試算できた。今後は高まるEV化の高速プレスの需要に対応していく予定である。今後、さまざまな設備機械へのWireless I/O-As Iの実装を計画している。

## おわりに

これからの設備・機械設計は、無線による高次元のデジタルセンサを組み込んだ知能設備への進化が求められ、かつ製造現場・ユーザー目線のデータセンシング手法とデータ分析や予兆管理までを含めたIoT・M2M・センシングシステム設計能力が必要だ。そのためには社内だけでなく、センサ・センシング・IoTソリューションメーカーとの企業連携・共同開発が必須となる。