

計測技術



計測技術
オフィシャルサイト

2024 8

687. Vol.52. No.9

Instrumentation and Automation

BR90

ワイヤレス遠隔監視サービス

指針の指示値をデータ化、「Nモニ」で一括管理!

- 既存の計測器にかんたん組付け
- バッテリー駆動のため専用ユニット、中継器設置の電装工事不要
- 自動で計測値をデータベースに保存、統計的な維持・管理・共有を実現
- API機能により、既に導入しているシステムとの連携が容易



BR90-000
“Sigfox®中継器”



● Sigfox®はUnaBiz社の商標または登録商標です。



長野計器

<https://www.naganokeiki.co.jp/>

《特集：スマート保安の最新動向①》

スマート工場向け世界初無線I/O

<Wireless IO-As (デジタル検査システム) と無線センサによるDX：デジタル保全キットの紹介>

(株)KMC 佐藤 声喜・安部 新一

1. はじめに

スマート工場ではデジタル加工設備やロボット、AGVに至るまで自動化やセンシング技術の進化が進んできたが、一方で設備条件の改善や保全の人手不足が顕著になってきた。製造現場では設備保全、故障の予知、計画保全などデジタル保全への期待と、更なる高性能センサや設備制御の高度化ニーズが高く、本稿では、最新のセンサ技術と無線化、世界初の設備機器制御のワイヤレス無線I/Oシステム「Wireless IO-As1」と適用事例を紹介する。

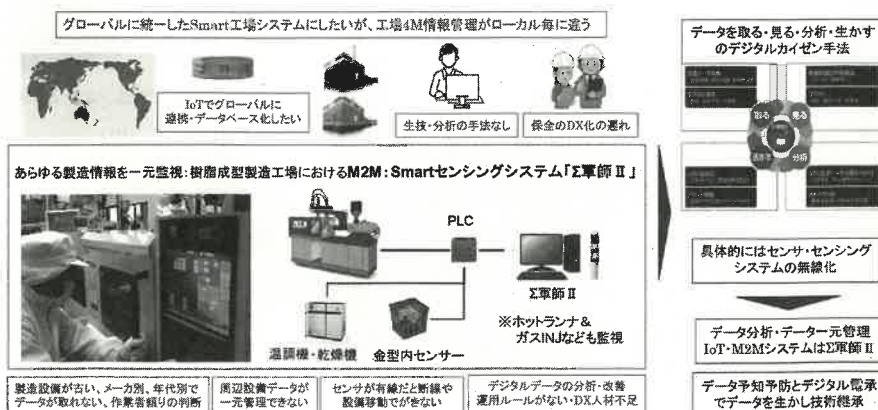
あらゆる工程に業務のSmart化が求められている。日本の製造現場は人手に頼り、現場作業者の経験や勘といった無形のノウハウを重んじ、戦後の製造業をけん引してきた。しかしながら、人口減に直面し、人手不足、特にベテラン作業員不足が顕著になり、否が応でも現場のSmart化、特にデジタルシステム工場経営をしないと持続的成長が望めない時代になった。Smart工場はデータを“取る・見る・分析・活かす”のデジタルカイゼンを如何に手の内化するかにあり、日本の製造業の目指す工場経営と考える。

2. Smart工場が直面する課題とWirelessセンサによる設備保全のデジタル化

100年に一度の大変革期、自動運転などのデジタル化だけではなく、製造現場における設備の状態監視センシングや保全業務に至るまで、

3. データを取る・見る・分析のデジタルカイゼンモードと最新の無線センサとセンシングシステムと適用事例の紹介

計測技術には、純粋に設備などの挙動を正確にかつ高精度にとらえる生技・研究部門が必要



第1図 Smart工場の課題とデジタルシステムによるDX: Smart工場経営の指針

とする計測技術・システムと量産現場の設備不具合や製品不良、保全を目的とした低価格なセンサ・センシングシステムに大別される。前者は欧米などの1000万円クラスの計測機器が主流であるが、後者の量産現場用の状態監視センサやセンシングシステムがSmart工場・製造現場のDXに欠かせない技術となってきた。本節ではその最新システムを紹介する。

3-1 高性能無線センサ「Stethoscope II」と 工作機械の異常検知システム 「主軸モニタリン」技術紹介

製造現場では人手不足で事業継続が危ぶまれる時代に突入し、Smart工場への取り組みが世界的に模索されている。手作業は自動化やロボットなどの導入による対策が進んできたが、樹脂成型やプレス・ダイカストなどの部品製造現場では、4M (Man Machine Method Material)、温湿度・振動などの製造環境の変化が常にあり、ベテランの判断により製造条件を常に変えているのが現実だ。しかしながら、そのベテラン現場職人が定年退職などで現場作業員以上に不足している。熟練した経験知やノウハウに頼

った生産現場ではその判断基準をデジタルで補うセンサ・センシングシステムの開発と導入が急務となっている。一方で製造現場の設備は15年から20年の古い設備であり、かつ製造部品に合わせた最適な設備選定が必要なためメーカー違いの設備が多い。そこで既存工場のSmart工場化には、断線が常に付きまとう有線式センサではなく、後付けで簡単設置可能な無線式センサが求められる。

従来のBluetoothや2.4 Ghzの送受信機（親子タグ）方式の無線センサは、性能的には直線100 mくらいまで送受信が可能であるが、工場内では設備などの障害物があり遠隔監視は難しい。当社は、Wi-Fi IEEE802.11g (2.4 Ghz専用)を採用し、工場内Wi-Fiや一般のアクセスポイントで障害物を避け、チャンネル選択により電波干渉を回避している。また、振動センサは3 kHzで平均値、実効値、最大値、CFデータの他に高速フーリエ変換出力にも対応し、設備異常や保全センサとしてデータ計測に役立つ。特に大型設備などには新開発の延長ケーブル式振動センサが設置場所や無線化に効力を発揮する。

	振動・稼働	電 流	熱電対	温湿度
センサ形状			 1CH	 4CH
通信方式	Wi-Fi IEEE802.11g 2.4GHz専用			
測定範囲	±16g 3,200Hz	20A: 0~20A 50A: 0~50A	K型: -200~+1,372°C ※最大温度は熱電対に依存	温度: -30~80°C 湿度: 0~100%RH (結露しないこと)
センサ種類	3軸MEMS 加速度センサ内蔵	外付け CTセンサ(20A/50A)	K型熱電対 (J型: カスタム対応)	センサテック製 温湿度センサ

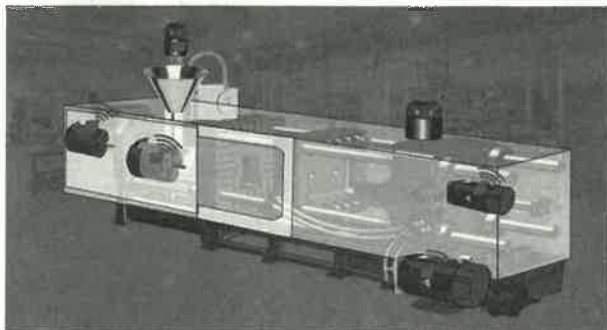


付属ソフト:Σ軍師mini

小型振動ユニット (H21×W25×L32mm)



3Mケーブル式振動ユニット



第2図 新開発ケーブル機器振動センサと高性能振動・熱電対・電流・温湿度Wi-Fi無線式センサStethoscope II

3-2 切削加工機の設備異常や切削工具異常、加工異常の検知「主軸モニタリン」とデータ分析システム「Σ軍師II」

「Stethoscope II」の適用事例として切削加工メーカーや金型メーカーなどの工作機械の異常検知・保全システムとなる「主軸モニタリン」の普及が進んできた。工作機械の異常、使用する工具の摩耗・折損などの異常、加工物のビビリなどの加工異常のセンシングに向けて、主軸に無線式振動センサ、熱電対センサ、モータ電流センサをハイブリッド化した「主軸モニタリン」を採用する企業が増えてきた。特に古い既存設備に対する異常検知には後付け可能な簡単設置の無線センサが有効だ。

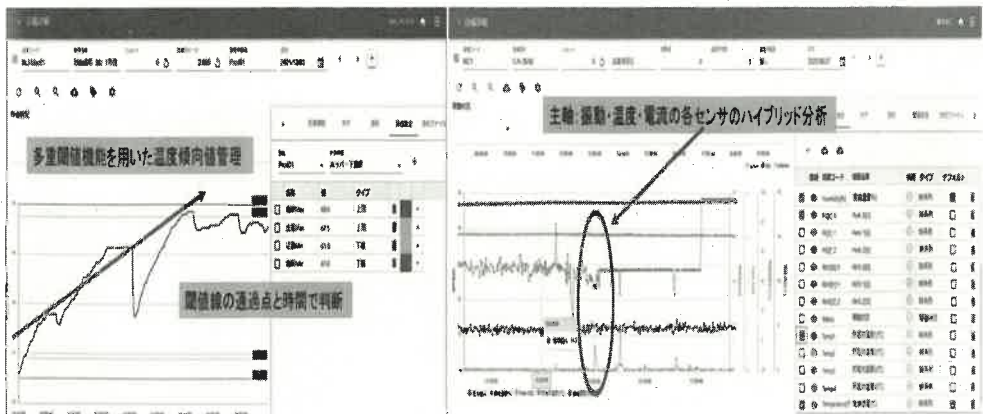
製造現場の設備・機器の異常・保全監視にはハイブリッドな無線センサ・センシングシステムの計測技術が必要だ。データ監視と分析、異常予知、予防に向けた「Σ軍師II©」が用意されている。

3-3 これからはデジタル保全の時代「デジタル保全キッド」の紹介

製造工場では日々設備保全部隊が不具合・異常と格闘している。設備保全員も定年退職や高齢化による人手不足が否めない。ベテランの経験とカンコツで何とか製造現場を維持してきたが、若手が育たない職場でもあり早急な技術継承とデジタル化が必要である。もはや工具箱や検具だけの時代ではなく、デジタル保全への移



第3図 工作機械の設備・工具異常検知・保全システム「主軸モニタリン」と工場内電動機の保全システムへの無線センサの適用



第4図 「Σ軍師II」による多重閾値機能を活用して異常データの変化点分析や傾向値分析、工具異常検知



システム概要 <設備保全用 デジタル無線センサキットの構成>



第5図 デジタル保全の時代：保全員が携行し設備異常を検知「デジタル検査キット」

行が急務であるが、デジタル無線センサやデジタル測定データを保全に役立てるには知見があまりにも不足している。そこで、保全員のDX研修や人材育成も兼ねて振動・熱電対・電流・温湿度無線センサと無線ユニットをワンパッケージ化した「デジタル保全キット」が好評で、採用が進んできた。

4. ユーザー事例
東興機販(株)が目指す切削加工DX
「Mini Smart FACTORY」

東興機販(株)は、1966年創業の工作機械販売の専門商社であるが、栃木工場で実際の各種治具などの一品加工を得意とし、多品種小ロット型の工場を有して顧客の生産効率化に寄与してき



第6図 東興機販(株)のSmart FACTORY: 主軸モニタリン・Σ軍師 II による加工異常検知と設備状態のデータ監視盤

た。しかしながら、発注が来ると図面を作業者に渡し、完結するまで作業者任せのいわゆる“個人流し”の職場であり、作業の効率化や深化に課題を抱えていた。不良があっても作業者が再加工しなければならないことや、工場内の治工具探しなどの手間に工数が奪われ、無駄な発注や無駄な治工具在庫なども散在、測定も加工後図面に記入し、測定室で手書きの測定表を作成していた。加工時間短縮や新加工技術導入など生産性を上げようにも個人頼りであるため、このままでは新規の受注獲得にも限界があり、事業としての先行きに不安を抱えていた。2023年3月、渡邊社長からDX：デジタル化で職場の文化を変えたいと相談があり、現場作業、営業のヒアリングを重ね、デジタル指向のMini Smart FACTORYを練り上げ、本年度よりから実運用を開始した。

5. 無線式金型表面温度センサ「サーモモニタリン」と高精度半導体歪センサによる無線式プレス異常検知センサ「プレスモニタリン」

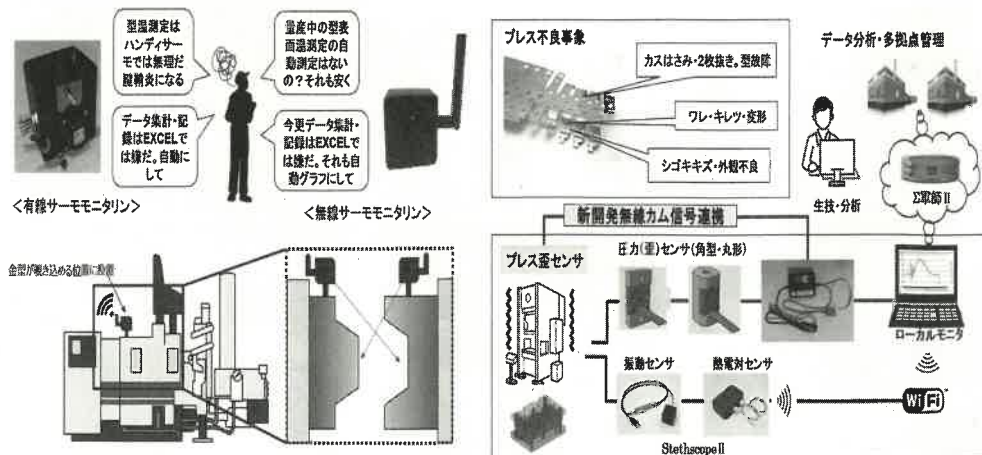
5-1 無線式金型表面温度センサ「サーモモニタリン」

樹脂成型やダイカスト金型、ゴム型や真空成型などに用いる金型の表面温度測定も現在は無

線式で24時間、生産中のデジタル温度監視も可能になった。専用の温度評価ソフトウェア「Σ軍師mini」も無償でバンドルされ、パトロールライトによる異常警告や設備の緊急停止などのFBシステムも組み込まれた生産現場の不良削減や設備不具合削減には必須のアイテムである。生産技術からは画像がきれいな高精度温度計測の要望が強いが高価であるが故に、製造現場には適さない。一方で、量産現場では画像を見ることは少なく、温度計測と不良予知、金型テカリやクスマ対策の放射率設定、無線化が必須である。当社サーモモニタリンは量産現場における設置を想定しているため低価格（68万円）、無線サーモセンサで12ヶ所のエリア監視・放射率補正機能やダイカストの離型剤対応のエアパーージ機能などが製造現場の評価が高く、導入が進んでいる。また、海外向けには有線式サーモモニタリンも同価格で提供している。

5-2 高精度半導体歪センサとプレス金型・プレス機歪測定「プレスモニタリン」と無線化技術の紹介

「プレスモニタリン」に使用されている高精度半導体歪センサは“本誌計測技術2024年2月号”で紹介した。そのプレス金型とプレス機の歪測定システム「プレスモニタリン」について概要を第7図に示す。価格帯も98万円からシステム



第7図 樹脂成型・プレスの製造現場における接部・金型・部品の異常検知と不良の予知予防システム

購入が可能でプレス現場に導入されてきた。また、従来プレス機のカム信号を有線で「プレスモニタリン」に連携していたが、新たにカム信号無線技術が開発され、半導体歪センサ自体の無線化については研究開発レベルではすでに、完成している。

6. 世界初ワイヤレス無線I/Oシステム「Wireless IO^{As1}」の紹介と適用事例

6-1 無線I/O「Wireless IO^{As1}」システム

無線センサ・センシングシステム化は工作機械やプレス機、FA装置などの制御装置にも波及している。設備機械の制御やセンサ組込みにおける一番の課題は膨大な配線工数である。設備の高度化および状態監視のために1,000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。また、動作系の制御・監視と合わせ制御装置そのものの無線化ニーズが高くなった。そこで当社は、無線世界初ワイヤレス無線I/Oシステム「Wireless IO^{As1}（特許申請中）」を開発し、実証検証を進めてきた。一言でいうと、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である。

本システムは、無線センサ情報を制御盤内の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

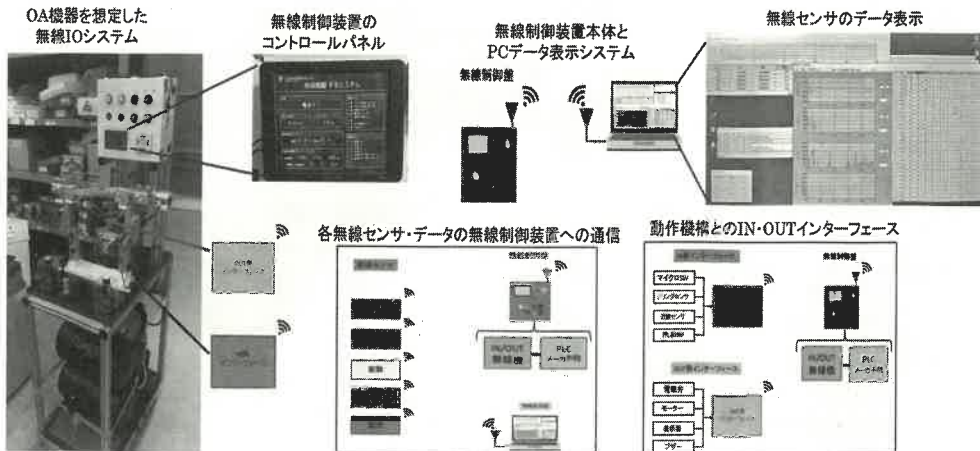
無線通信可能な無線IN・OUT情報システムとなっている。近年の設備機器で開発が進んでいる無線センサ情報（アナログ情報含む）とPLC制御機の一体化を可能にした。従来、ノイズにおける誤動作の懸念とその難易度の高さからOUT機器（モータ、電磁弁、その他の動力制御系）の無線システムは開発できなかった。だが、その高難易度の無線OUT制御システム開発に挑戦し、無線OUT出力可能なシステムを開発することに成功した。できる限りあらゆる設備機械を想定し、無線制御装置本体には、各IN/OUTの稼働情報をプロセスごとに監視できるソフトウェアやON/OFFのSWの配置も可能で、同時にPCにそのセンサ情報や動作情報を伝達し、PC上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可能）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。

PC上での閾値設定や異常警告の赤色灯の接続機能や上位のΣ軍師Ⅱ（クラウド管理ソフトウェア）へのデータアップロード機能も装備し、クラウド遠隔監視とデータ分析や故障の予知・予防IoTシステムとして運用できる画期的な統合システムの構築も可能となった。

6-2 無線I/O「Wireless IO^{As1}」

システムのプレス機への適用事例

(株)エンインダストリーズ（独自のセンシング



第8図 世界初ワイヤレス無線I/Oシステム「Wireless IO^{As1}」の構成図

システムや小型精密プレスを開発販売している企業)と共同開発した高速精密プレスと無線I/O「Wireless IO^{As1}」システムを紹介する。

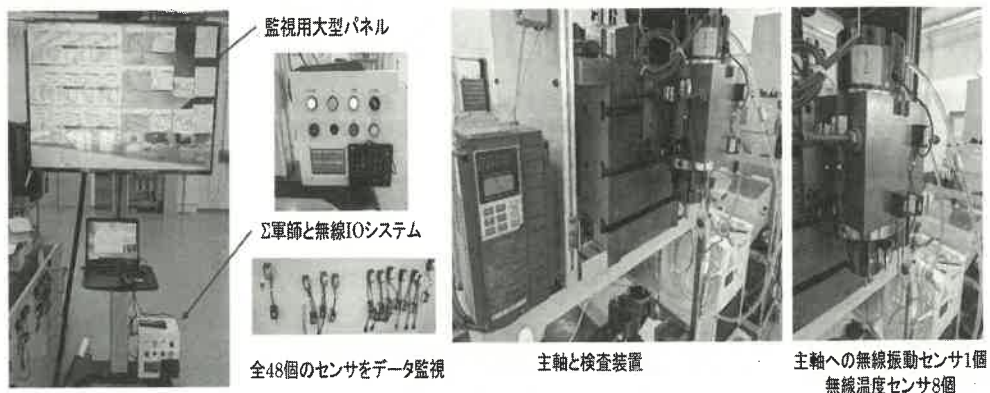
回転数は1,000~1,200spmと高速だが、一方、コネクタなどの薄板精密プレスを得意としている。昨今、プレス機の異常監視やプレス不良の予兆監視として、各種センサの設置ニーズが高い。センサ配線や回路設計、さらにモータなどの制御システム連携など複雑化し、組立て配線工数なども膨大になっている。無線I/O「Wireless IO^{As1}」システムでは、省配線装置開発を行い大幅に簡素化した。センシングは振動・温度センサの他に躯体歪センサや下死点センサ、当社のプレスモニタリングシステム、Σ軍師IIとのIoTシステム連携開発を継続している。

無線化の効果として省配線80%、制御回路設計工数50%レス、プレス機組み立て工数80%レス、有線と比較して原価35%低減などが試算できた。今後はさらに高度化する精密プレスと高速化に対応する開発を継続する。また、IoTシステムΣ軍師IIとの連携により複数の高速精密プレス機の一元的監視システムや海外工場、他拠点の工場プレスライン監視システム化などシステム拡張を行う予定である。

- ・エヌエスエス(株)が開発した高精度主軸スピンドルの組み立て完了後の主軸総合検査に無線I/O「Wireless IO^{As1}」システムを応用
エヌエスエス(株)は、工作機械の主軸スピンドルの開発・製造専門メーカーである。主軸スピンドルは中国やヨーロッパ企業など競争が激し



第9図 高速精密プレスと無線I/O「Wireless IO^{As1}」システム



第10図 高精度主軸スピンドルの組み立て完了後の主軸総合検査に無線I/O「Wireless IO^{As1}」システム

い業界であるが、開発・製造だけでなくクリーンルームでの精密な組み立てまで一貫して行うことができる主軸スピンドル組み立て工場を昨年建設し、大きな話題となった。新工場のDX化の取り組みとして、各工程のデジタル作業支援システム“レシビ”ほかスピンドル完成品検査工程での振動、温度無線センサによる異常監視に無線I/O「Wireless IO-As1」デジタル検査システムを採用した。昨今、検査不正は社会問題化し、製造業の現場は大きな課題を抱えているが、当社は通常の手書き検査表を廃止し、デジタル検査とすることにより誤記入を防止、作業者の記録や作業負担を軽減した検査データのデジタル一元管理システムとした。すでに本システム運用を開始しており、信頼度アップで受注の拡大とスピンドル製造の海外流出に対抗している。

7. おわりに

100年に一度の大変革期、それは製造現場でも確実に進行している。2極化の時代と言われ

るが、デジタル変革に遅れると企業の存続が危ぶまれる時代だ。イノベーションなくして企業成長なし。無線センシングと無線I/Oシステム、IoT・M2Mネットワークシステムは必須テクノロジーだ。

【謝辞】

Smart工場をご紹介いただいた東興機販(株)渡邊社長、新開発の無線I/O「Wireless IO-As1」システムの実施例のご協力をいただいた(株)エンダストリーズ今井社長、エヌエスエス(株)中町社長に感謝する。

【筆者紹介】

佐藤声喜
(株)KMC 代表取締役社長

安部新一
(株)KMC 研究開発部 技術開発統括責任者