

生産加工技術を支える

機 械 と 工 具

2024
1



機械と工具
オフィシャルサイト

特集

これからの生産加工技術

NEOLOGIQ
MACHINING INTELLIGENTLY

The Best is Now
BETTER

今こそBESTな工具を



Member IMC Group
iscar
イスカルジャパン株式会社
www.iscar.com

高速化・高精度化・高密度化に向かう切削加工 DXソリューションと加工情報戦略

—最新の工作機械センシングとデータ分析ソフト紹介と導入企業事例紹介—

佐藤 声喜*

1. はじめに

人手不足、特に製造現場では熟練技術者の不足が顕著だ。ロボットや自動化設備の導入は進んできたが、一方で突発故障等の生産停止は解消せず、加工設備の維持メンテナンスや故障・不良の予知・予防へのDX：デジタルへの期待は高い。本節では最新の設備センシングとその事例を紹介する。

2. 最新の工作機械のセンシング技術と 取得データの分析：Σ軍師II

切削加工などの製造現場の課題は、生産設備の突発故障やチョコ停、ドカ停による生産停止と部品不良にあり、今まで製造現場を必死に守り続けてきた熟練技術者の退職や不足が追い打ちをかけているという背景がある。そこで熟練技術者の感性に代わるDX：センサ・センシングに大きな期待がかけられている。中小企業・大企業問わず、センサなどの導入が進み、新たなデジタル情報を活用するデジタル製造時代に突入しているといえる。さらにデジタルデータを活用した故障・不良の予知・予防や加工時間短縮・新加工技術への期待もあり、まさにデジタル・加工情報戦の始まりであるが、残念ながらまだ試行錯誤の段階でもある。当社は、導入が簡便で、即効性のあるセンサやソフトウェアを提供して、導入企業と共に現場課題のデジタルカイゼンに取り組んでいる。

2.1 工作機械向け無線式Wi-Fiセンサ： Stethoscope II の紹介

(1) 新開発「ケーブル式振動センサ」の開発

現在稼働中のMCなどの工作機械だけでなく、旋盤やEDM、EDW、更には専用の製造ラインのセンシング要望が多く寄せられている。課題は機械が古く既存加工設備の場合、振動センサ等の設置エリアが狭くセンシングができない場合が多いことである。そこで無線送信ユニットとセンサ部を分離し、ケーブル式小型振動ユニットとして分離し、ケーブル長は3mとし、センサユニットはマグネット付きで、狭い部位にも設置が容易であり、汎用性を高めた。他に熱電対、温湿度、電流の各無線式Wi-Fiセンサ「Stethoscope II」を含めた活用事例を紹介する。無線式のメリットは、断線レスと設置の簡便性にあり、古い既存設備への適応性が高く、価格は、19.8万円～と手軽に職人ノウハウの見える化・デジタル化が可能なセンサを取り揃えた（図1）。

(2) 振動加速度センサのデータ表示機能にFFT (高速フーリエ変換) 解析機能を標準装備

工作機械のベアリング異常など、3軸振動加速度センサによるFFT解析を行うことで周波数ごとの振動の強さを確認することができる。動力機械のモータとベアリング故障頻度は高く、ベアリング内部の潤滑不足や衝撃・高付加荷重により損傷し、重大故障となるため、その予兆保全のニーズは非常に高い。そこで従来の振動加速度センサの平均値・ピーク値・実効値・CF値に加え、FFT解析機能を実装し、振動センサで顧客ニーズに対応した（図2）。

3. 無線Wi-Fiセンサの適用事例

3.1 モータとベアリングのハイブリッド 「異常監視モニタリング」システム事例

ベアリング異常は、FFT解析によりノイズに

*SATO, Seiki/㈱KMC 代表取締役社長



図1 新開発ケーブル式Wi-Fi無線振動・加速度センサと稼働・熱電対・電流・温湿度センサ

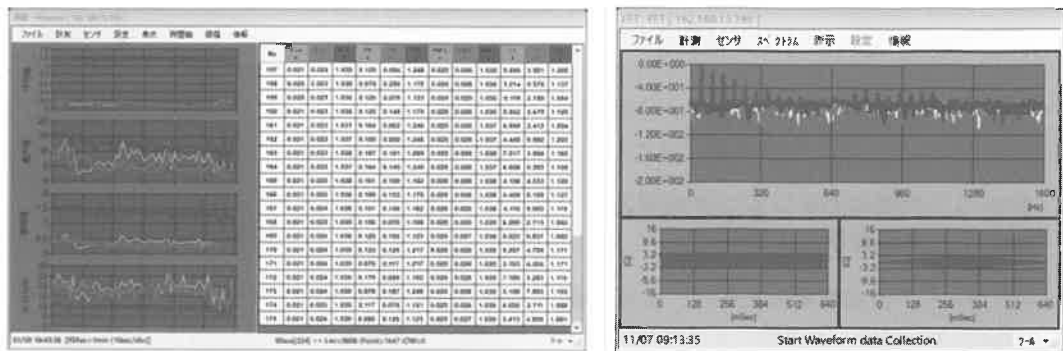


図2 振動加速度センサによる平均値・ピーク値・実効値・CF値と新開発FFT（高速フーリエ変換）解析機能



図3 「Stethoscope II」：無線式温度・振動・電流センサによるハイブリッド異常監視システム

影響されることなく、正確に異常の検出ができるようになる。ベアリングと共に駆動モータ異常も多く、同時センシングによりシステムの「異常監視モニタリング」を行うことが可能となる。モー

タ過電流検知には“電流センサ”、異常音（ビビり）検知には“振動加速度センサ”、局部的な発熱には“熱電対センサ”にて異常を捉えるハイブリッドな監視システムである（図3）。



図4 工作機械の「主軸モニタリン」とデータ分析システム「Σ軍師II」

3.2 切削加工機の「無線センサ：主軸モニタリン&Σ軍師II：データ分析」システム事例

切削加工機に対するセンシングニーズは、主軸異常とモータ異常監視が多く、その異常は設備故障や部品不良に直結する大きな問題となる。故障はいつ起きるかわからないため、長期間のリモート監視のセンシングが必要であり、当社の「Stethoscope II」による主軸部とモータ部の振動、温度、電流のハイブリッドセンシング「主軸モニタリン」が採用されている。熟練作業員なら、いつもと違う“音”や“振動”肌感覚の“熱”で異常を感知するが、予知までは難しい。そこで、熟練者が判断する閾値や各センサデータや相関性分析、異常に至るまでの予知・予防システム「Σ軍師II」を提供している。各センシングデータはクラウドサーバーに一元管理され、事務所PCや作業員タブレットで閲覧でき、異常が発見されれば信号灯で警告を出すシステムとなっている。工具異常や加工中の異常振動、主軸温度監視で暖機運転タイミングをデジタルで通知することもできる（図4）。

3.3 「Σ軍師II®」による各センサデータの分析システム

各センサデータはデータ分析ソフト「Σ軍師II」にクラウドで一元管理され、目的別に多彩なデータ分析機能が準備されている。①各センサデータを自在に組み合わせ分析するマルチ分析機能、②多重閾値管理で温度上昇などの傾向値分析や振動スパイクの回帰性分析、③工具異常、チッ

ピングなど不具合に対する変化点管理分析④標準偏差機能・ヒストグラム・各種統計分析などがある。また、各工作機械や生産機のデータロガーからのデータ取り込みも可能であり、PLCを介した成形やダイカスト／プレスM2Mシステムとしての実績も多い（図5）。

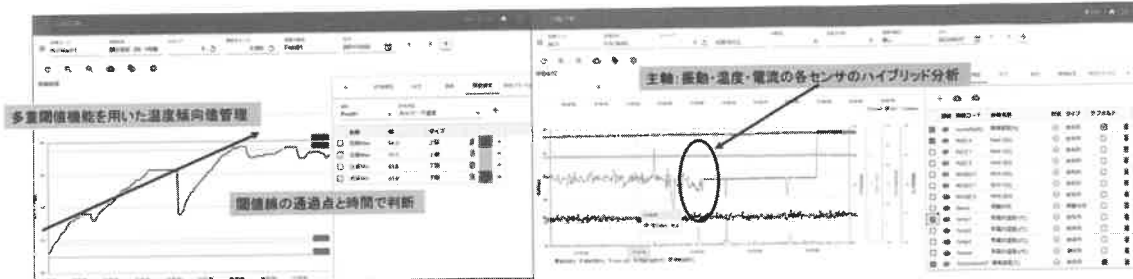
4. 切削加工現場の課題とIoTソフトの活用事例

4.1 QR工具管理システム

多品種・小ロットの切削加工の現場課題は、作業員任せの加工が多く、必然としてマイ工具といわれる個人持ちの工具管理となっている。そのため、無駄な工具、工具探し、治具探しが潜在的な課題となる。加工機の後ろや引き出しに不要工具があり、数百本の使われない工具が隠れている。そこで、工具の入荷から所在、使用時間、再研磨（荒加工用）品などの区分を“QR”で管理できるシステムの提供を開始した。価格帯も月額3.9万円〜と中小企業に優しい価格帯とし、データはクラウドで管理できるシステムとした。2,000本あった工場内工具が、800本まで削減でき、年間工具費の45%が削減できた事例もある。同様に、治具についても“QR”で管理可能だ（図6）。

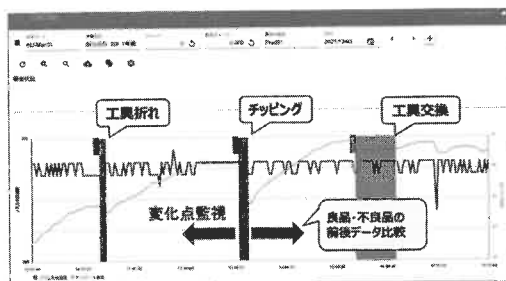
4.2 デジタル測定器を活用したデジタル測定IoT：「測定電子カルテ®」

切削加工現場では加工直後の工程内測定と測定室における出荷検査は2度手間となっており、さらに手書き測定表からのEXCEL集計など無駄が多い。デジタルノギスやマイクロなど普及して



タグ: 変化点・不良分析⑧

- ◇タグ情報を基に前後の変化点監視が可能
- ◇異常の変化点、因子データの変化を捉えて不具合分析が可能



スパイクデータ監視機能

- ◇振動データ等、異常な突起データ: スパイクを監視
- ◇閾値線を設定すれば、一定期間に何回スパイクが発生したかカウント
その異常回数に応じて、点検、生産ストップ等の異常処置は可能

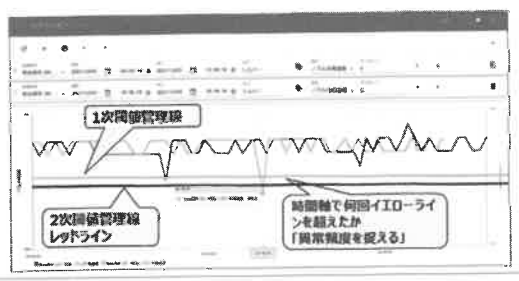


図5 「Σ軍師II」によるセンシングデータ分析事例



図6 「QR工具管理システム」

<QR台帳管理・工具状管理機能>



- ・工具発注・入庫時の登録
- ・工具管理ID番号・工具情報
- ・工具種・メーカ、番号
- ・工具保管管理ID
- ・工場・加工エリア・工具棚
- ・ステータス管理
- ・再研磨・廃棄などの工具履歴
- ・工具発注依頼機能

<デジタル測定システム構成>

デジタル測定器



現場測定



デジタル測定表

品質管理者



<デジタル測定器連携、マニュアル測定入力、統計機能>



標準のデジタル測定表が用意されています。また客先提出用の測定表にも対応できます（オプションの場合あり）

<統計処理機能（オプション機能含む）>

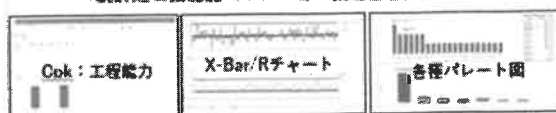


図7 デジタル測定IoT: 「測定電子カルテ」



図8 点検モニタリンと設備IoT：設備電子カルテ



図9 東興機販(株)が導入した切削加工DX「Mini Smart FACTORY」

きたが、“バリ無きこと”や“傷無きこと”などの感性検査記録も必要なため、必ずしもデジタル機器だけで測定表は完成しない。そこで当社はデジタル測定器や3次元測定器からの自動データ通信と感性検査のデジタル測定表への記入も可能にした「測定電子カルテ」の販売を開始した。図面や検査規定などの参照機能や、測定器構成管理機能、CPKなど統計処理機能も実装した完全なデジタル測定カルテであり、クラウドサーバーで一元管理されるシステムである（図7）。

4.3 設備IoT：「設備電子カルテ®」と「点検モニタリン」の紹介

切削加工現場における設備故障は、復旧期間の生産停止や納期遅延など致命的な損害となる。始業点検も実施するが、作業者の感性的な検査で形骸的なチェックになっており、積極的な設備故障予知にはほど遠い。当社では前述の無線センサにてリモート点検を可能にする「点検モニタリン」と、そのデータから故障予知や計画保全を行う設備IoT：「設備電子カルテ」を販売して

いる（図8）。

5. 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の効率化に寄与してきた。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、作業の効率化や進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たり、工場内の治工具探しが大変で、無駄な発注や無駄な治工具在庫が散在する職場であり、測定も加工後図面に記入し、また測定室で同じ作業を手書き測定表に記入していた。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、デジタル志向のMini Smart FACTORY構想を練り上げ、同年4月から改革に着手した（図9）。

渡邊社長は「中小切削加工メーカーでは当社と同じような課題をもった企業が多く、今までは相談を受けても返し方がなかった。栃木工場を切削DXソリューションのショールームとして最新化し、自らもデジタル製造に向き合い、同業各社には参考にしていただきともに研鑽していきたい。当社は東北を中心に加工機を販売しており、今後は導入したソリューションをKMCと共同で積極的に提案・販売していきたい。まずは栃木工場の進化の過程の見学をお願いしている。」と積極的だ。

6. おわりに

2024年も静かにスタートを切ったが自動車など産業界は激動の1年になる。人手不足、特に熟練作業不足は喫緊の大きな課題であり、DX：デジタル製造への挑戦・自らのイノベーションの決断は待ったなしである。

□ □ □

ターボ機械

定価2,200円（本体2,000円＋税10%）／年間購読料・年12冊21,000円（税込）

本誌は、ポンプ、送風機、圧縮機、タービンなど、ターボ機械に関する技術向上と振興を目的としてターボ機械協会の会誌としても採用されている、流体機械・流体工学の専門誌です。従来この種の専門誌では研究面と実際面での乖離が指摘されますが、本誌はその両者の橋渡し役として、内外の研究成果、技術情報の迅速な提供と実際面の適用重視の視点で編集されているため、ユーザ、学界、産業界から高く評価されております。

購読のお申し込みは フリーコール **0120-974-250**

<https://www.nikko-pb.co.jp/>

日本工業出版株 販売課

〒113-8610 東京都文京区本駒込6-3-26 TEL. 03-3944-8001 FAX. 03-3944-8826
E-mail: sale@nikko-pb.co.jp