

技術論文

生産現場 “つながる化” KOM-MICS

KOM-MICS, a “Tsunagaruka” System for Production Sites

齋藤 尚登
Naoto Saito
坪井 啓介
Keisuke Tsuboi

近年、産業界において Industry4.0 や IoT をキーワードとして、生産現場のつながる化・みえる化が進んできている。しかし、実際に運用・活用できている例は多くない。コマツにおいてはつながる化・みえる化による生産改革を KOM-MICS と呼び実際に改善活動を行っている。本稿では、KOM-MICS の全体像の紹介に加え、工作機械におけるつながる化手法の開発と改善のためのアプリの概要および実際の活用例について述べる。

In recent years, efforts have been made in the industrial world to promote the ideas of “Mieruka” (making things visible) and “Tsunagaruka” (making things connectable), linked with keywords such as Industry 4.0 and IoT. However, there are not many examples of these ideas actually put into practice and utilized. Komatsu has been practically progressing with the improvement of production by “mieruka” and “tsunagaruka” under their own plan called KOM-MICS. In this article, we like to introduce the global image of KOM-MICS, outline our strategy using application software for developing and improving “tsunagaruka” methods to control machine tools, and show examples of actual applications.

Key Words: 見える化, つながる化, KOM-MICS, Industry4.0

1. はじめに

コマツにおいては製品である建設機械は KOMTRAX でつながる化・みえる化が進んでおり、データが取得により保守提案等のサービスにもつながるなど、データの活用も進んでいる。

一方、その製品の生産現場の設備はデータの活用以前に、つながる化・みえる化が進んでいなかった。

これには複数の要因があり、

- ①設備からデータ取得が難しい
- ②データ送付の為にネットワークインフラが未整備
- ③すぐに改善に結びつくアプリケーションがない

といった要因がある。コマツではこれらの要因を解決する技術開発を行うとともに、取得したデータを元に実際に改善に結びつける活動に取り組んでいる。

2. KOM-MICS 概要

2.1 KOM-MICS 全体像

コマツの社内には熱処理装置や溶接ロボットや工作機械などの様々な生産設備がある。これらからデータをサーバに収集し、そのデータを様々なアプリでみえる化を行うのが KOM-MICS である。コマツ製品の部品はコマツ社内だけでなく、コマツの協力企業でも生産しているため、このシステムをコマツの協力企業でも使用できるようにしている。

こうすることでコマツグループ内全体の生産をみえる化し、ムリ・ムダ・ムラの削減を手助けするシステムとして機能している。

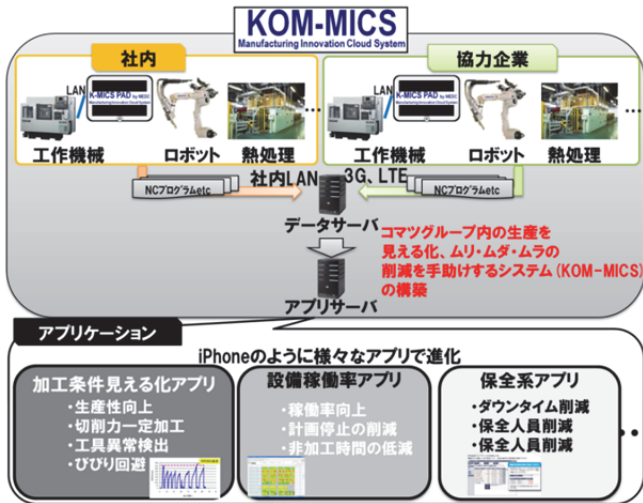


図1 KOM-MICS 全体像 概要

2.2 工作機械におけるつながる化

コマツにおいては溶接ロボットは自社でコントローラを作っており、データが標準化されていることから早くよりつながる化・みえる化が進んでいた。

しかし、工作機械は多種多様なメーカから調達していて、それぞれ仕様が異なることからつながる化は進んでいなかった。

2.2.1 工作機械からのデータ収集・送付方法

こういったことを解決するためのデバイスおよびソフトウェアの選定・開発を行った。

データ収集のソフトウェアに関しては、NCプログラムや切削力等の取得するデータを標準化を行い、図2のような構成にした。各社用の通信部分とKOM-MICS用にデータをコンバートする部分が分離されている。こうすることで各社のCNCに比較的簡単に対応できるようになっている。現在、FANUC i シリーズのコントローラやOSP-P200 以降に対応しており、今後は順次 OPC-UA や MT-Connect 等に対応し、データ取得可能なCNCを増やしていく予定である。

また、データ送信のインフラに関してはWifiやLTEに対応することで、インフラが未整備の工場にも展開できるようにしている。

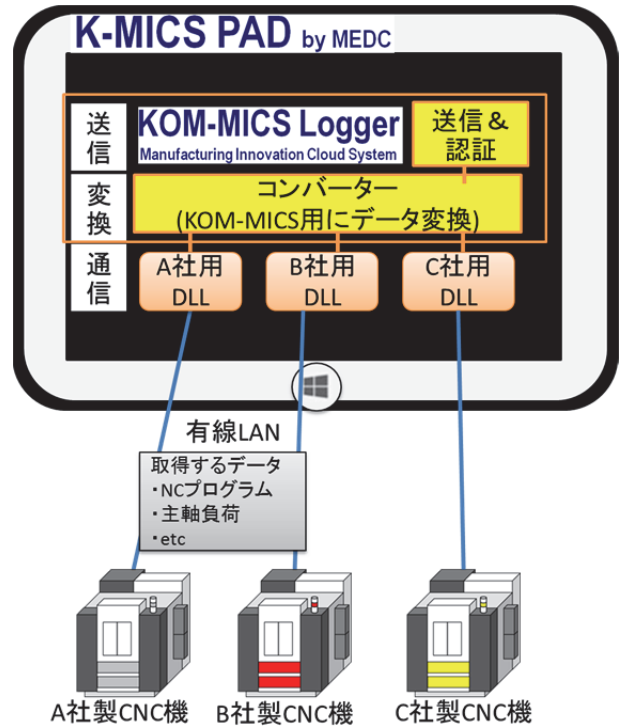


図2 データ収集ソフト構成

データ収集のためのハードウェアに関しては市販のタブレットPCを使用し、既存の工作機械に簡単に後付けできる構成とした(図3)。必要なスペックは以下の通りであり、特定のタブレットには依存しない。

- ・防塵防滴
- ・PowerOnAC (通電で自動起動する機能)
- ・Windows (x86, x64) 搭載
- ・Wifi 搭載
- ・有線 LAN ポート搭載
- ・LTE 搭載



図3 測定用タブレット端末設置状況

2.2.2 システム構成

全体のシステム構成は図4のとおりになっている。タブレット端末からサーバにデータを送信し、そのデータを専用のビューワをインストールしたPCで閲覧する形になっている。サーバには加工機の現在の状態を保持しているデータベースと、各回の加工を行ったときの座標やNCプログラム等を保存するファイルサーバ機能がある。Viewerはこれらから必要なデータをローカルPCにコピーした後でみえる化の処理を行っている。

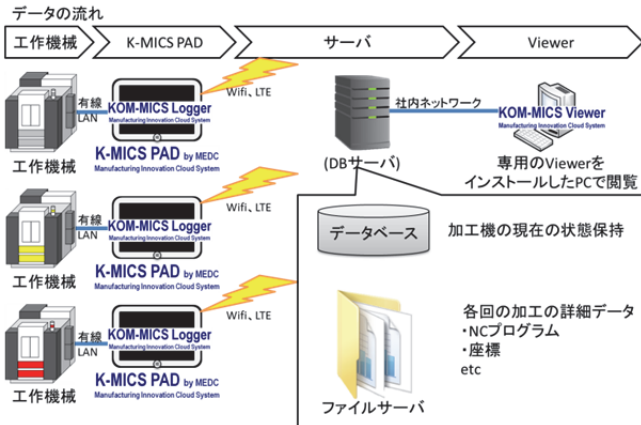


図4 全体システム構成概要

2.2.3 みえる化アプリケーション

以上のように収集したデータを様々なアプリケーションでみえる化している。

○リアルタイム稼働状況

リアルタイムの稼働状況がみえる化できる(図5)。単に動いている止まっているだけでなく、早送りや加工をしていることが判別できるようになっている。又、コマツ内だけではなく、協力企業の稼働状況もみえる化されている。

社名	社名	工場名	経理	ライン名	装置	稼働状況
日本	コマツ	東原工場	トランスミッション第1	T/F FMS	MKCB	工程内一時停止
日本	コマツ	東原工場	トランスミッション第1	T/F FMS	MKCB	工程内一時停止
日本	コマツ	東原工場	トランスミッション第1	T/F FMS	MKCB4	工程内一時停止
日本	コマツ	東原工場	トランスミッション第1	T/F FMS	MKCB5	加工
日本	コマツ	東原工場	トランスミッション第1	仕上げ工程	SL300	早送り
日本	コマツ	東原工場	トランスミッション第1	多軸マシナ	Q250	工程内一時停止
日本	コマツ	大阪工場	建1	板金加工	MKC号機	加工前電源断
日本	コマツ	大阪工場	生間セ	機械加工	QSV-60N	早送り
日本	コマツ	大阪工場	生間セ	機械加工	オウマシラウ	工程内一時停止
日本	コマツ	大阪工場	生間セ	機械加工	高出力水ポン	加工前電源断
日本	コマツ	大阪工場	生間セ	機械加工	内研機	工程内一時停止
日本	コマツ	大阪工場	生間セ	機械加工	中行動心盤盤	工程内一時停止
日本	コマツ	大阪工場	生間セ	機械加工	立形滑台研削盤	PC電源断
日本	協力企業A	A工場	A経理	Aライン	装置A	ATC APC等
日本	協力企業B	B工場	B経理	Bライン	装置B	工程内一時停止

図5 リアルタイム稼働状況

○稼働率

リアルタイムの稼働状況を集計することで、稼働率もみえる化されている。通常の稼働率は動いているかどうかで判定を行っているが、KOM-MICSではより細かく付加価値を生んでいるかどうか(加工しているかどうか)で稼働を把握できる。

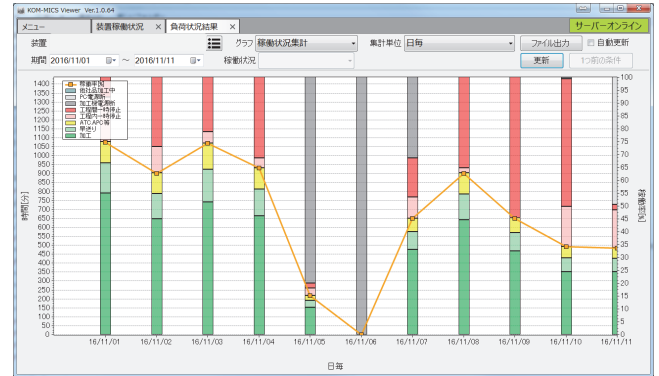


図6 日毎稼働率

○タイムチャート

横軸に時間、縦軸に日付を表示した形でタイムチャートを表示できる。いつ・どの部品の・どの工程を行っているかがわかる。

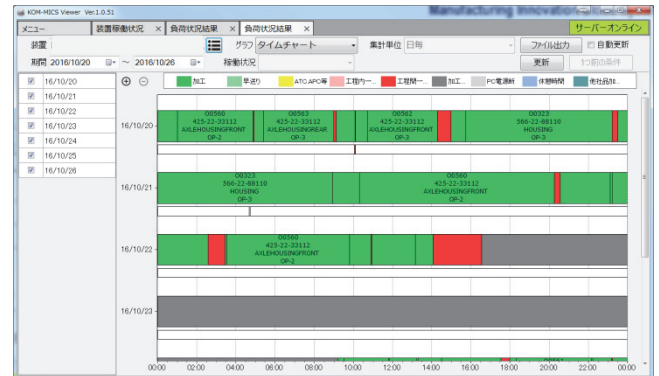


図7 タイムチャート機能

○出来高

出来高も把握できるようになっている。どの加工機でどの部品のどの工程を何個完了したかが容易に把握できる。

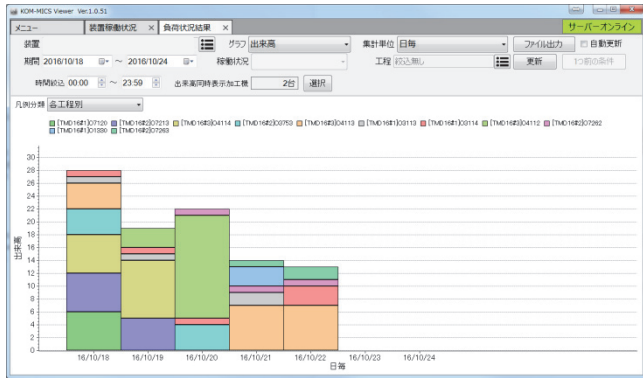


図8 出来高グラフ

○切削抵抗のみえる化

さらに詳細な工程内の情報もみることができ。工作機械の機械加工工程において、どのNCプログラムを動かした際にどのような力がかかり、どのような切削パスで動いたかがわかるようになっている。これにより、改善対象箇所の特定が容易に行えるようになっている。

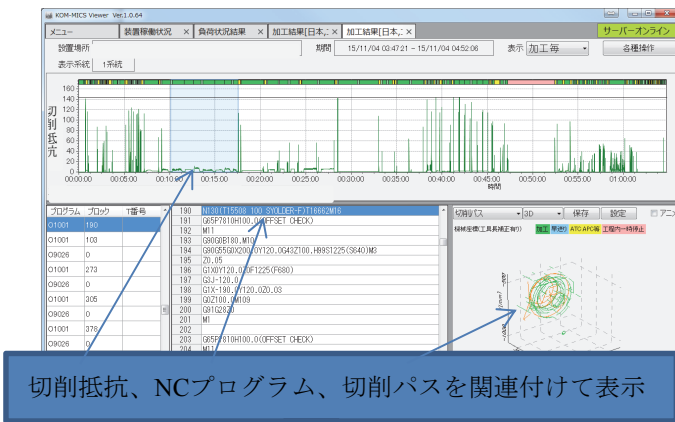


図9 切削抵抗のみえる化

2.3 改善用アプリケーション

以上のようにみえる化を行っているが、みえる化は手段であって目的ではない。コマツにおいてはこれらのデータを元に、改善につながるアプリまで作成している。

2.3.1 切削抵抗一定化およびエアカット削減

切削抵抗をみえる化する様々なことがわかってくる。たとえば、同じ工具を使っても加工箇所によって大きく切削力が異なるのである。こういった部分を改善している。

具体的には、まず工具毎に切削力を測定する。そうすると、その工具はどの切削力まで使用できるかが判明する。また同時に、切削力が低い部分と切削力が全くかかっていない部分わかる(図10-①)。次に切削力が全くかかっていない部分に関しては早送りにし、切削力が低い部分に関しては送り速度を向上させる(図10-②)。こうすることで量産の加工プログラムを変更して改善することができる。

しかし、これを手動で行うのは手間がかかり現実的ではないため、この加工プログラム変更を自動で行ってくれるアプリケーションも作成した(図11)。目標とする切削抵抗と改善したいNCプログラムの行を指定することで、自動的に改善したNCプログラムの作成を行う。その際、改善後のNCプログラムでの切削時間や切削抵抗もシミュレートして表示される。これを使うことで簡単にNCプログラム改善を行うことができるようになった。

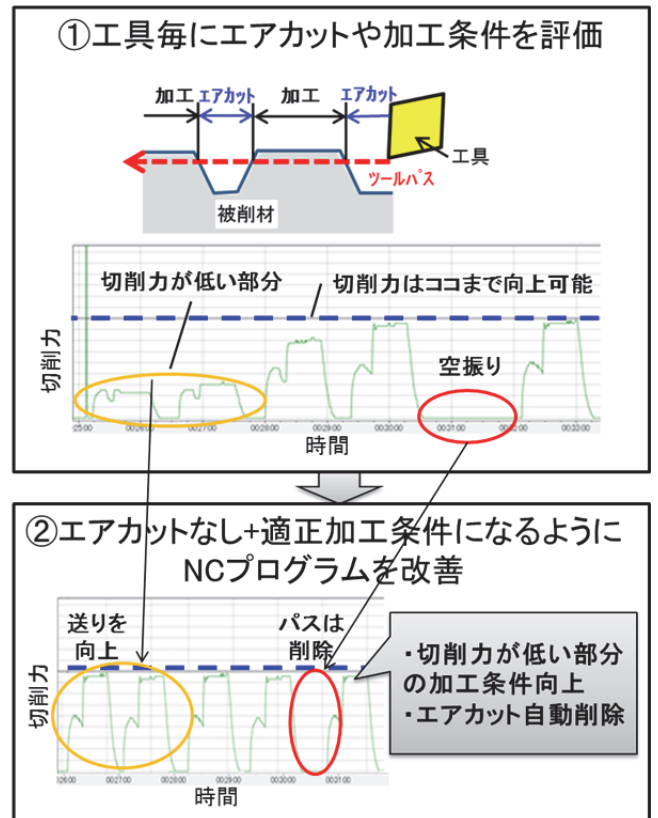


図10 改善の考え方

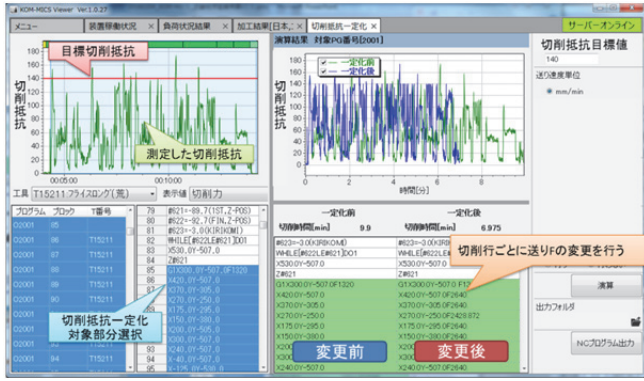


図 11 NC プログラムの切削抵抗一定化 例

2.3.2 適応制御

コマツでは前項のような改善が適用できない場合も存在している。ワーク個体やロット毎のバラつきが大きく、切削力が低い部分や、切削力がかかっていない空振り部分の場所が一定しないような場合である。

このような場合に対応するために、リアルタイムで切削力を検出し送りを制御する適応制御という技術も開発している。切削力が全くかからない空振り部分では高送りにして、低切削力部分は高切削抵抗部分に合わせて送りを自動的に制御する。

イメージとしては図 12 の通りであり、前項の内容をリアルタイムで行っている点のみが異なっている。

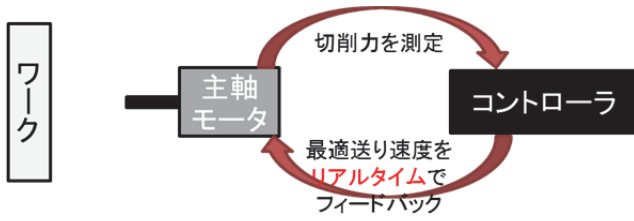


図 12 適応制御イメージ

これを適用することで、切削抵抗は一定になり加工時間も削減できる。実験例では加工時間をおよそ半減できることが分かった (図 13)。

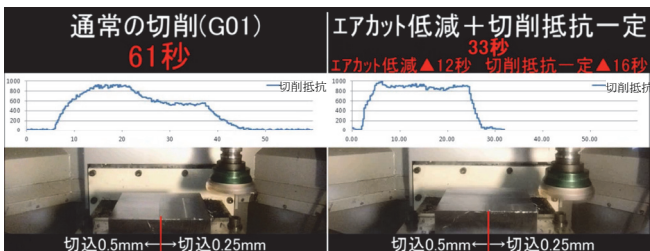


図 13 適応制御の実験例

3. 改善事例

こういった技術を使用して、社内および協力企業では実際に改善も行っている。

3.1 削抵抗一定およびエアカット削減による改善

フランジの旋削加工に対して、切削抵抗一定およびエアカット削減を行った。



図 14 フランジ加工例

導入前の切削抵抗は以下の通りであった。全く切削抵抗がかかっていない部分や、右肩上がりで切削力が変化している部分があり、そのNCプログラムを改善した。結果約 25%の改善を行うことができた。

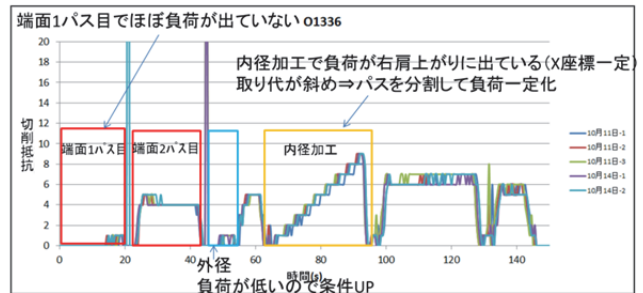


図 15 切削抵抗測定例

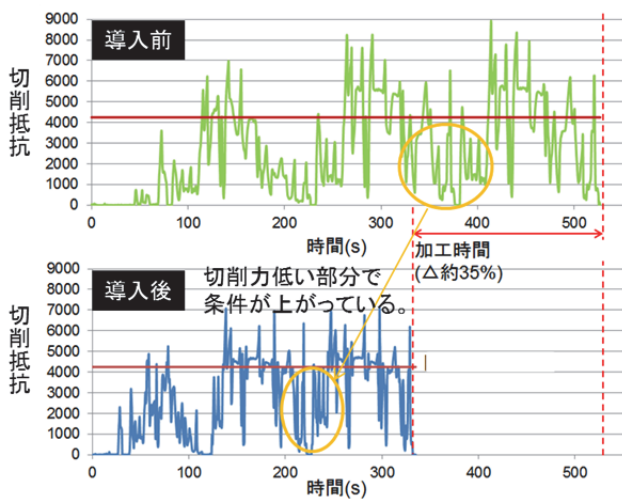
3.2 適応制御による改善

シリンダブロックのフライスの荒加工に対して適応制御によって加工改善を実施した。図 16 のような大型のものである。



図 16 シリンダブロック写真

結果は図 17 の通りであった。対象工具の加工が 35%削減され、切削力が低かった部分では切削力が高くなってきていることも確認できた。



導入前後の切削力の状況

図 17 適応制御改善前後の波形比較

4. おわりに

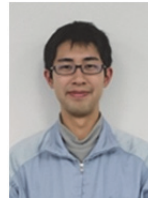
「生産現場“つながる化”KOM-MICS」の研究・開発において得られた結果を以下に記述する。

(1)工作機械からデータ収集するためのアプリケーションを開発し、またそれ用のハードウェアを選定することで、従来と比べて比較的簡単に工作機械からの情報収集を可能にした。

(2)見える化用のアプリケーションを開発し、リアルタイム稼働状況、稼働率、タイムチャート、出来高、切削抵抗などの情報を「見える化」した。

(3)改善用アプリケーションも開発し、切削抵抗を一定化するNCプログラムの自動作成や、適応制御による切削抵抗のリアルタイム制御も可能とした。

筆者紹介



Naoto Saito

齋藤 尚登 2012年、コマツ入社。

生産本部 生産技術開発センタ。



Keisuke Tsuboi

坪井 啓介 2014年、コマツ入社。

生産本部 生産技術開発センタ。

【筆者から一言】

今後、生産現場においてIoTが活用され、改善活動の手助けとなることを期待したい。そのために、現場で使えるような「安く・早く・簡単に」をキーワードにしたシステムを今後も研究・開発していきたい。