

設備稼働と工程の実績を関連付けた分析による生産性改善

Productivity improvement by an analysis related to the machine operation and process record

(株)日立ソリューションズ東日本 (HSE) では、製造現場の生産性向上ソリューション WellLine(ウェルライン)を 2019 年より提供している。設備稼働実績と工程実績のデータを収集し分析することで、設備稼働率などの生産性改善手段を提供する。しかし、この 2 つのデータはそれぞれ独立して記録されるデータであり、関連付けて管理していないため、現場の生産性改善に有用な分析を行えない課題がある。この 2 つのデータを設備と日時の情報に基づき紐付けることによってこの課題を解決でき、より生産性改善につながる分析を行うことができるとわかった。今後、WellLine のエンハンスを行い、多くのお客様へ提供していく。

佐々木 和也 Sasaki Kazuya
及川 慎也 Oikawa Shinya
金 泰熙 Kim Taehee

1. はじめに

金属部品加工などの製造現場においては、生産性の改善によってコスト削減や資産効率の向上、売上向上を図る活動が行われている。従来から実施されている現場のカイゼン活動があり、さらに近年ではより広い範囲の製造 DX(デジタルトランスフォーメーション)やスマートファクトリーの中での取り組みとなっている。

HSE では、2019 年より製造現場の生産性改善ソリューション WellLine を提供している。WellLine は、設備稼働実績データの収集、指図別工程別の実績データの収集を行い、収集したデータから設備の稼働率の分析、品目別・工程別の予実時間分析などを行うことができる。これらの機能を用い、稼働率の改善が必要な設備や工程を把握し、また、標準作業時間と実績時間との乖離が大きい工程、作業時間にバラつきのある工程に気づくことで、現場での生産性改善を行うことができる。しかし、設備稼働実績データと工程実績データは、それぞれ独立して記録されるデータであり、関連付けて管理していないため、現場の生産性改善に有用な分析を行えない場合がある。

これは WellLine に限った課題ではない。一般に、製造現場のデータの電子化や自動取得が行われてきているが、金属部品加工などの現場では、設備稼働実績データを取得する仕組みと、作業日報の電子化により工程実績データを取

得する仕組みがあり、その間でデータが関連付けられていないため、同様の状況となっている場合がある。

2. 設備稼働実績と工程実績データの活用の課題

金属部品加工などの現場では、複数台の NC 旋盤などの加工設備を用い、製造指図に基づき作業者がそれぞれの設備を順次、設定していく。設定が完了後、設備は所定の状態や条件となるまで、自動で加工・運転を続ける。設備の加工・運転の完了後、作業者が設備からワーク(加工作業の対象物)を取り出し、工程内検査等を行う。このとき、人の作業は直接的に製造指図に関連するデータとして記録され、表 1 のようになる。しかし、設備から取得する設備稼働実績データでは、どの製造指図に基づいて加工・運転していたのか記録されず、表 2 のようになる。

表 1 工程実績データの例

指図番号	品目	工程	設備	開始日時	終了日時	時間
指図1	シャフトA	切断	切断1号機	9:00	10:00	1:00
指図1	シャフトA	L加工	NC旋盤1号機	10:00	12:00	2:00
指図1	シャフトA	M加工	フライス1号機	13:00	15:00	2:00

表 2 設備稼働実績データの例

設備	稼働ステータス	開始日時	終了日時	時間
NC旋盤1号機	待機	10:00	10:10	0:10
NC旋盤1号機	自動運転	10:10	10:30	0:20
NC旋盤1号機	異常停止	10:30	11:00	0:30
NC旋盤1号機	自動運転	11:00	12:00	1:00

それぞれのデータを独立に分析すると、以下のように読み取ることができる。

(1) 工程実績データの分析例

指図ごと、工程ごとの実績時間の集計ができる。しかし、その工程内での内訳情報がないため、標準時間よりも長い時間が掛かった場合などに、その理由・原因をデータから読み取ることができない。表 3 の例では、L 加工工程において標準時間よりも 40 分超過したことがわかるが、その理由を考察する情報が不足している。

表 3 工程実績データの分析例

指図番号	品目	工程	実績時間	標準時間	実績-標準
指図1	シャフトA	切断	1:00	1:00	0:00
指図1	シャフトA	L加工	2:00	1:20	0:40
指図1	シャフトA	M加工	2:00	2:00	0:00

(2) 設備稼働実績データの分析例

表 4 の例のように、設備ごとの稼働ステータス別時間の合計値および可動率（べきどおりつ）や稼働率の集計ができる。しかし、この稼働がどの指図に対応するものであるかわからず、お客様や注文、品目ごとの生産性の評価や、原価基礎情報としての活用ができない。

表 4 設備稼働実績データの分析例

設備	稼働時間	非稼働時間	可動率
NC旋盤1号機	1:20	0:40	67%

WellLine を導入いただいたお客様の実際のデータを分析・評価した際もこの事が課題となり、より具体的に現場の改善点のヒントとなる分析結果を得る方法が必要となった。

3. 課題解決の方法とそのネック

このような分析の課題に対する解決手段の一つは、設備稼働実績データを取得する際、製造指図の情報をあわせて取得することである。つまり、表 2 で示したデータに指図番号を加えた形で、表 5 のようなデータとなる。

表 5 指図番号をあわせて取得した設備稼働実績データ

設備	稼働ステータス	開始日時	終了日時	実績時間	指図番号
NC旋盤1号機	待機	10:00	10:10	0:10	指図1
NC旋盤1号機	自動運転	10:10	10:30	0:20	指図1
NC旋盤1号機	異常停止	10:30	11:00	0:30	指図1
NC旋盤1号機	自動運転	11:00	12:00	1:00	指図1

設備の運用や設定がシステム化され、制御機器（例えば、PLC）が指図番号や品目番号、図面番号などの情報を保持しており、これらの情報を取得できる場合にはこの手段を適用することができる。WellLine においても、IoT ゲートウェイやエッジコンピュータを通じた制御機器からのデータ取得機能や、設備からの詳細なデータ取得技術を有するパートナー

との連携により、お客様へこの解決手段を提供している。

しかし、制御機器でこれらの情報を保持していない場合や、制御系の仕組みに変更を加えることが困難な場合には適用できない。さらに、変更が可能でも工数や期間、費用が大きく掛かる場合がある。

そこで本論文では、設備稼働実績データと工程実績データを後から紐付ける方法を用いる。

4. データ紐付け方法の工夫

設備稼働実績データと工程実績データの紐付けは、工程実績データを起点に設備稼働実績データを参照し、同一設備かつ同一時間帯であるかどうかを判定することによって行う。この紐付けの方法を図示すると図 1 の通りである。例えば、指図1に関する工程実績データで NC 旋盤 1 号機が 10:00 ~ 12:00 まで使用されているから、稼働実績データの内、NC 旋盤 1 号機の 10:00 ~ 12:00 については指図1に紐づく稼働とみなす。

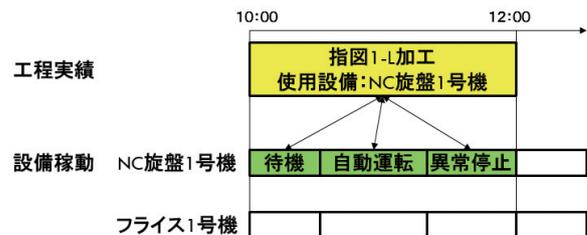


図 1 工程実績から設備稼働実績を紐付ける方法

紐付けた結果、表 6 のように工程実績時間を設備の稼働ステータスで詳細化して把握することができる。

表 6 紐付け後のデータ例

指図番号	品目	工程	工程実績時間	設備稼働(NC旋盤1号機)		
				自動運転	待機	異常停止
指図1	シャフトA	L加工	2:00	1:20	0:10	0:30

5. 紐付け方法の改善による分析力の向上

設備稼働実績データと工程実績データを紐付けたことで、設備稼働実績がどの指図に関するものであるかを識別できるようになった。これにより、工程実績の時間を設備稼働実績で詳細化することができる。また、設備稼働実績を指図および指図から判別できる品目などの属性で集計することもできる。分析の例を以下に示す。

5.1 工程実績の時間を設備稼働実績で詳細化する分析

表 7 は、同一品目、同一工程に対する 2 件の指図の実

績である。指図 1 の工程実績時間は 2:00 であるのに対し、指図 2 は 1:30 で、30 分の差異がある。また、標準時間は 1:20 である。指図 1 が長時間を要した点に問題があると考えられる。設備稼動の実績を見ることで、30 分間の異常停止が発生していたことがわかる。この異常停止を防止・軽減することで、30 分間の設備稼動ロスを減らすことができる。

表 7 工程実績の時間を設備稼動実績で詳細化する例

指図番号	品目	工程	工程実績時間	設備稼動(NC旋盤1号機)			
				標準時間	自動運転	待機	異常停止
指図1	シャフトA	L加工	2:00	1:20	1:20	0:10	0:30
指図2	シャフトA	L加工	1:30	1:20	1:20	0:10	0:00

5.2 設備の待機時間を品目別工程別に集計する例

品目別工程別に設備の待機時間を集計することで、特定の品目や工程に関し、設備稼動の傾向から問題点を把握することができる。例えば表 8 では、工程別に見ると M 工程における待機時間が多く、さらに品目別に分けるとシャフト B に偏っていることがわかる。シャフト B の M 工程において、段取替の手順見直しなどにより待機時間を削減できないか検討することができる。

表 8 品目別工程別の待機時間集計

設備	シャフトA	シャフトB
L加工	0:10	0:10
M加工	0:20	0:40

5.3 設備稼動実績を品目別に集計する例

品目別の原価を算定する際、設備をどの程度使用したか、または使用することが見込まれるかを参考指標の 1 つとしている企業は多い。しかし、実際には品目別の設備使用実績時間を正しく把握できているとは限らない。表 9 は、品目別に設備使用時間を集計した場合の例である。このような設備使用実績を取得することで原価計算の精度改善につなげることができる。

表 9 品目別の設備使用時間

品目	製造数	設備使用時間
シャフトA	200	3:30
シャフトB	100	3:00

6. WellLine エンハンスによる事業展開

HSE 製品である WellLine は、既に設備稼動実績データと工程実績データを取得し、分析する機能を提供している。今後、この2つのデータを紐付けて分析する機能の提供を計画する。この機能により、設備稼動実績を様々な軸や観点で分析することができるようになり、お客様はより生産性改善に寄与する分析を行うことができる。

本論文で用いた方法の問題点は、工程実績データとして記録される日時や設備の信頼性に依存することである。操作者の誤操作などにより日時や設備が誤って登録されてしまった場合、分析結果も実態とは異なるものになってしまう。例えば図 2 のように、工程実績の終了日時を 12:00 とするべきところを間違え 13:00 としまった場合、10:00 ~ 13:00 の設備稼動が指図1に紐付き、集計されてしまう。本来、12:00 から 13:00 までの時間帯における設備稼動実績は指図 1 に紐付くものではないが、日時の誤登録により紐付くものも判別される。

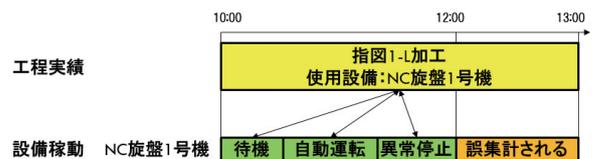


図 2 終了日時の誤登録

また、図 3 のように、使用した設備を NC 旋盤 1 号機とするべきところを間違え、フライス 1 号機としてしまった場合、フライス 1 号機の稼動が指図1に紐付くものとみなされる。



図 3 使用設備の誤登録

さらに、図 4 のように、終了日時の誤り等により、1 件の設備稼動実績が複数の工程実績に紐付き、それぞれの工程実績において集計される 2 重集計が発生する可能性もある。



図 4 設備稼動データの 2 重集計

1 件の設備稼動実績に対して同一設備、同一時間帯で複数の工程実績が紐付いた場合、どの工程実績が適切であるかをシステムが適切に選択・判断することができない。防止するには、工程実績データの入力時のチェック処理が必要である。また、誤登録されてしまった場合でも、紐付け時に

問題を検出し、画面で表示・閲覧する機能により、システム利用者に誤登録を気づかせるなどの仕組みも工程実績データの信頼性の向上に有効である。製品化の際には、このような不整合に対応する機能や運用方法をあわせて提供していく。

7. おわりに

HSE は 2019 年から WellLine を軸とした製造現場の生産性向上ソリューションを提供してきた。提供を開始して以後、お客様環境への導入設置作業や、導入後のアフターサポートサービスを通じ、お客様が本質的に持っている課題を把握し、それに対する解決策を考えることができるようになっていく。本論文で用いた方法もその中で得たノウハウに基づくものであり、WellLine の主要なお客様層である、中堅規模の金属部品加工業などのお客様にとって有用なものであると評価している。今後もユーザー企業様の課題解決を支援しながら、パッケージ製品エンハンス等を行い、より多くのお客様へ価値提供していく所存である。

参考文献

- 1) 齋藤 邦夫, 他: 製造現場の生産性向上を実現する IoT / データ分析ソリューション WellLine の事業化, 日立ソリューションズ東日本技報 第 25 号 (2019)
- 2) 経済産業省中部経済産業局 (2017) 「スマートファクトリーロードマップ」 (2021/11/24 閲覧), https://www.chubu.meti.go.jp/b21jisedai/report/smart_factory_roadmap/index.html



佐々木 和也 2004 年入社
アナリティクスソリューション部
アナリティクスソリューションの企画, 設計,
開発, 顧客提供



及川 慎也 1991 年入社
アナリティクスソリューション部
アナリティクス事業の推進, IoT, AI 活用
コンサルティング



金 泰熙 2020 年入社
アナリティクスソリューション部
アナリティクスソリューションの設計, 開発,
顧客提供