

製造現場のボトムアップ改善ループに向けた デジタル化生産プロセス情報の適用

中川 善継^{†1} 綾部 豊樹 根本 裕太郎^{†2} 名取 秀幸^{†3} 田中 光一^{†3}

東京都立産業技術研究センター^{†1} 横浜市立大学^{†2} 株式会社名取製作所^{†3}

キーワード: 生産プロセス情報, ソシオテクニカル, データハンドリング, マニファクチャリング・インフォマティクス

1. はじめに

近年, ものづくり産業をはじめ時代の大きな変革をもたらすと期待されていることの一つにデジタル化の潮流がある. それを牽引するキーワードが Internet of Things (IoT) であり, 機械や人間, 環境に関するデータをリアルタイムに収集し, それを解析することで有用な情報資源を得ること, あるいはそのための技術群を意味する. IoT により導出された情報資源を利用することで, 企業は自社が提供する製品やサービスをスマート化し顧客に新たな便益を提供することと, 自社組織のプロセスを抜本的に改善することが可能であることを実践的な検証を通して進められている. 本研究は, IoT の用途として中小製造業の組織プロセスの変革に焦点を当て, 数年間にわたり共同研究を進めてきたが, その目的は, 組織プロセスの変革に資するデジタル化として IoT を活用する際に, どのようなデザインが必要であるかを探求し明らかにすることである. 本稿では, 金属加工を生業とする当該の製造業において実践した IoT の導入を, 技術・社会の両側面のデザインプロセスと捉えて複数フェーズに渡る研究から得られた知見を IoT デザインの方策としてまとめ報告する.

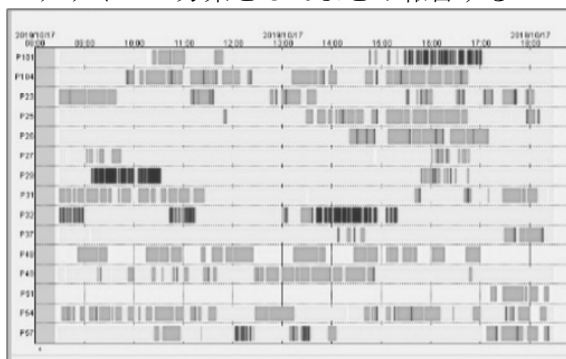


Fig.1 生産設備の稼働状況可視化チャート

2. ソシオテクニカルデザインの実践

企業組織内に IoT を導入するにあたり, セン

Application for Digitalized Production Process Information toward Bottom-up Improvement Loops at Manufacturing Sites

^{†1} Nakagawa Yoshitsugu, Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute

^{†2} Nemoto Yutaro, Yokohama City University

^{†3} Natori Hideyuki, Tanaka Koichi, Natori-mnf Inc.,

サ, 通信, データ解析等の技術コンポーネントをどのように組み合わせるかといった議論がなされ, さらにそのシステムをどうデザインするかという開発プロセスがある. この開発の起点となったのが, 産総研が開発, 提供するスマート製造ツールキット (MZ プラットフォーム) であり, 製造現場で起きる時系列な変化をガントチャート (Fig. 1) で可視化し設備の稼働率や生産中のトラブル等, 生産活動の実態をおおまかに俯瞰することができるようになった.

一方, データに内在しているばらつき要因をどう見極め, 改善していくか, 可視化の先に必要な議論を経て幾つかの推論と, 理論と技術の掛け合わせを行った. IoT を通じて実現されるデジタル化 (Digitalization) は, 技術的な側面だけでなく, 現場の組織制度やルーチンなどの社会的な側面の変化を伴う. とりわけ国内の多数の中小企業が従業員数数十人以下であり, 少子高齢化による労働人口の減少を補う必要から外国人就労者や非熟練労働者の実践投入が不可欠な存在となっていることも IoT をものづくりに浸透させ活用する必要性は益々高まっている.

IoT を組織に浸透させ, 望ましいアウトカムを引き出すためには, そこで利用される技術だけでなく, 生産組織が技術システムと社会システムの変革のために, どのようにデザインを行うことが有効かを明らかにするソシオテクニカルな側面を取り入れ制度やルーチンを考慮に入れて最適化することが必要となる. 作業者はそれぞれの作業進捗特性を持つ. 自分自身を把握するためにデータの挙動を振り返り認識した事実を明らかにすると同時に, 他者の作業とを対比, 共有することで, データを介した対話による情報共有が作業者に気づきを与えるということが現場実証で分かった. このことこそが可視化の先に見える組織のボトムアップ改善に結び付け, 経営・品質指標改良の新たな指針とする組織のプロセス変革を促すデザインであり, その意味で, IoT システムの中に組織を関係付けるソシオテクニカルデザインの実践は分析に求められるツールの要として新たな情報基盤となり得る.

3. データハンドリング分析

発生事実をものづくりプロセスの中核となる人の行動に着目し、生産の結果と作業のやり方に関係の法則を見出すものがデータハンドリング分析である。この情報の変換が、単位時間当たりの出来高のばらつきを捉える出来高推移特性は作業手順やペース、段取りの最適化（品質安定化）の指標となるものであり、回数、時間経過のばらつきを捉える稼働/非稼働頻度特性は、非稼働の定量把握によって正味作業時間をデータ化し効率向上を図ることが可能 (Fig. 2) となる。

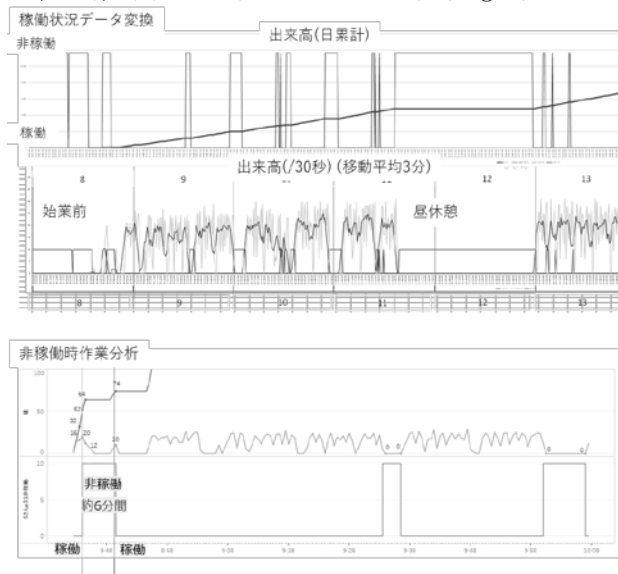


Fig. 2 データハンドリング分析

4. マニュファクチャリング・インフォマティクス (MI) 情報基盤

欧州 AMRC によると、生産ノウハウと作業の経験から生産プロセスデータ等の情報を融合させ生産のパフォーマンス、品質基準、トレーサビリティを向上させることが提唱されており、本研究の源流となっている。本研究が対象とする金属プレス加工においてプレス機の段取りから加工作業に至るまで、多くの作業者が生産プロセスに多く関わり、製品の作業品質や生産性に大きく影響を及ぼす。これらを改善サイクルの糸口としてリアルタイムデータに基づいて現状を可視化することにより自律的な意思決定を行う。生産現場で働く人が日々の生産プロセスの中で発揮している技能やノウハウまた、上手いかなかった原因と対策などを情報として共有し、自発的な生産プロセス変革を支援する新たな仕組みとしてこれらのモデル分析を導入した。一つは「誰」でなく「何」に着目する問題解決フレームワークである M-SHEL モデルであり、もう一つは、成功学に基づく安全工学として従来

のリスク・要因追求でなく、成功要因を分析する手法である FRAM（機能共鳴分析手法）の活用である。前者は、あるべき姿と現状とにギャップが存在し、不適切な事象が起きた場合の機能の喪失が当事者、環境、マネジメントを含む 6 つの要因の関係を分析し主要な要因を抽出する。後者は、プロセス要素フロー（工程）を全体プロセスの中でレイアウトすることで不整合を発見することに役立つ。このように生産プロセスデータと、ソシオテクニカル的な概念を融合することにより、原因分析結果をもとにした生産プロセスの改善指標を導出する現場の言える化、できる化の可能性を模索する情報基盤へと移した (Fig. 3)。

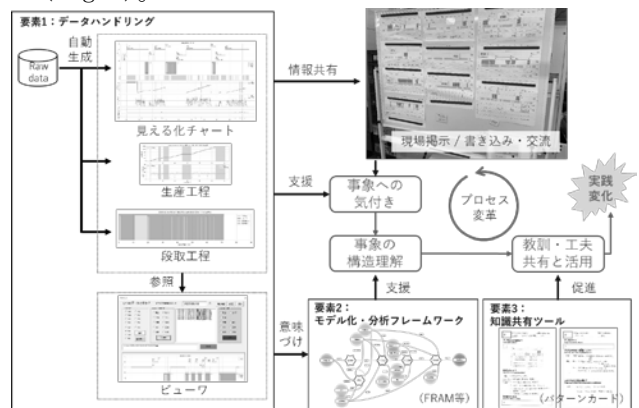


Fig. 3 MI によるプロセス変革とダブルループ的思考

5. まとめ

これまでの IoT 導入直後の可視化では主にデータを活用したトップダウンでの経営改善成果を得ることにに対し、本質的なプロセス変革を実現するには、現場で働く人々自らが実践を変える気づきを得ることが必要不可欠である。その意味で、IoT のデザインスコープは、技術だけでなく人が論点となる社会の側面も含むべきという観点からデザインは問題解決と同時に、人の行動を変化させるものとして捉えることができる。しかしこのような IoT のデザインを議論する研究は数少なく、IoT の導入だけでは成果につながらない要因の一つであると推測される。本研究は、これまでの研究と一線を画す意味で、ボトムアップでの生産プロセス変革に有用な情報生成・提供し現場力を高める情報基盤を開発するものとしてマニュファクチャリング・インフォマティクスと定義し実践を行った。生産者が作業中の省察を行うとともに情報を共有するツールとしてだけでなく、事象の原因追及を可能とするダブルループ的思考と、施した工夫の成果を振り返る適応力を身に付け、企業の強靱さとすることができるようになったと言える。