

IoT時代の次世代ものづくりのための見える化ソリューション

Data Visualizing Solution for Next-generation MONOZUKURI in IoT Era

● 永嶋寿人 ● 西村威彦 ● 高橋一樹

あらまし

IoT(Internet of Things)の時代を迎え、生産現場では日々大量に発生するデータを活用したものづくりへの取り組みが始まっている。従来の熟練者の勘と経験に頼った改善活動に行き詰まりを感じている生産現場では、現場データの活用に期待が集まりつつある。一方で、現場データの活用については前例が少なく、費用対効果が不明なことから、各企業は何から始めるべきか悩んでいるのが現状である。このような状況の中、富士通は現場技術者が現場データを活用できるソリューションである「次世代ものづくりのための見える化」(以下、次世代見える化)を提供している。次世代見える化は、視覚などの人間本来の能力を最大限に活用することで、より詳細で大量のデータを一瞬で把握できるようにする。この次世代見える化は、オムロン株式会社様の草津工場においてプリント基板表面実装ラインの品質向上、および生産性改善の実証を行ったもので、スモールスタートから始め、やがてグローバルでの取り組みへと成長した。

本稿では、ものづくり現場の技術者から作業員まで、誰もが使えることを目指した次世代見える化ソリューションについて述べる。

Abstract

The arrival of the Internet of Things (IoT) era has prompted *MONOZUKURI* (manufacturing) to find value from a large volume of data that are generated daily in production sites. Some enterprises have been struggling with improvement activities that largely rely on the instinct and experience of skilled workers, and they have high expectations for improvements by leveraging data obtained in production sites. However, in reality, many businesses find it difficult to take the first step due to a lack of sufficient precedents on which they base their return on investment (ROI) considerations. Given the situation, Fujitsu is working on “Data Visualization Solution for Next-generation *MONOZUKURI*” (hereinafter “next-generation data visualization solution”) in a form of a solution that allows on-site engineers to utilize the data. The next-generation data visualization solution aims to help engineers and workers instantly comprehend a mass of detailed data by leveraging ergonomics and cognitive psychology. We have demonstrated this next-generation data visualization solution at the Kusatsu Factory of OMRON Corporation, where it has enhanced the quality and productivity of surface mounting lines for printed circuit boards. The factory started the data visualization solution on a small scale, and it has grown to a global level. This paper explains this next-generation data visualization solution for everyone in the production sites, like engineers and workers.

まえがき

ものづくりの現場では従来になかった多品種少量生産が進み、これまでの熟練者の勘と経験に頼った様々な改善活動では対応が難しくなっている。一方で、IoTを利用した現場データ活用にも期待が集まりつつあるが、前例が少ないため、各企業は何から始めるべきか悩んでいる。また、現場技術者は現場データ活用の必要性を感じてはいるが、既存のソリューションは現場技術者が求める情報を提供できていない。

こうした中、富士通は「次世代ものづくりのための見える化」（以下、次世代見える化）を提供している。次世代見える化は、視覚などの人間本来の能力を最大限に活用することで、より詳細で大量なデータを一瞬で把握できるようにするソリューションである。この次世代見える化は、オムロン株式会社様（以下、オムロン）と富士通が共同して、まずは一つのラインへの適用から始め、やがてグローバルでの現場データ活用へと拡大させている。そして、問題点となるボトルネックが顕在化したことで、改善点の抽出スピードが6倍に向上し、生産性も3割向上した。

本稿では、生産現場の問題点を直感的に把握できる次世代見える化について述べるとともに、その実践事例も紹介する。

ものづくりと現場データ活用の課題

(1) ものづくりの課題

法人向け製品はライフサイクルが長いので、多品種少量生産ラインでは、品種によっては同じ製品を作ることが数か月ぶりの場合もある。一方、個人向け製品のライフサイクルは短命化傾向にあり、改善スピードを上げなければならないというニーズもある。今後も価値観やニーズの多様化によってこのような傾向は加速していくため、従来から行われてきた熟練者の勘と経験を頼りにした生産現場の改善活動は限界に達している。

(2) 現場データ活用の課題

日経ビッグデータの調査では、経営者に社内でIoTを活用しているかを聞いたところ、47%が「活用している」と回答した⁽¹⁾。一方、データ活用の課題については、62%が「現場データを活用す

る人材の不足」を指摘している⁽²⁾。しかし、個別の事例について現場ヒアリングをしてみると、人材が不足しているのではなく、現場データから現場技術者が求める情報を提供できていないというソリューションの課題であることが分かった。実際に、多くの現場技術者はICTやIoTに対して懐疑的であり、オムロン草津工場の現場リーダーも富士通が提供する次世代見える化の実証前には「ITに対してあまりよいイメージがありませんでした」とコメントしている⁽³⁾。

全員が使える次世代見える化

前章で述べた課題を解決するため、筆者らは人間が直感的に理解・判断でき、ものづくりの現場技術者だけでなく、作業者も理解できる次世代見える化技術を開発した。既存のソリューションとの違いは、より細かい情報を瞬時に把握できるようにした点である。

筆者らの取り組みにより、現場ではそれぞれの問題点を把握し、具体的なアクションを起こすために必要な情報の提供を求めていることが分かってきた。現場技術者も現場データの活用に期待はしているが、BI (Business Intelligence) などの既存ソリューションでは、データを集約した形で提供されており、活用に適さないものであった。これは、大まかな問題が分かっても、現場技術者が求めている製品個体ごとの細かい情報が提供されず、具体的なアクションにつながらないためである。一方で、細かいデータをそのまま提供すると情報量が多くなるため、時間に追われている現場技術者は処理しきれない。このような理由から、より細かな大量の情報を瞬時に把握できる仕組みが求められている。

筆者らは、以下に述べる方法で直感的に理解・判断できる「タイムラインデータビジュアライゼーション」（以下、タイムライン）によって、この課題を解決した。

(1) モノの流れを把握できるタイムライン

図-1 (a) に示すように、データをテキストのまま表形式で提供すると、全てのデータを見て状況を判断することが容易ではない。更に、このデータから各工程や製品間の経過時間を計算するには、非常に時間がかかってしまう。図-1 (a) は、わず

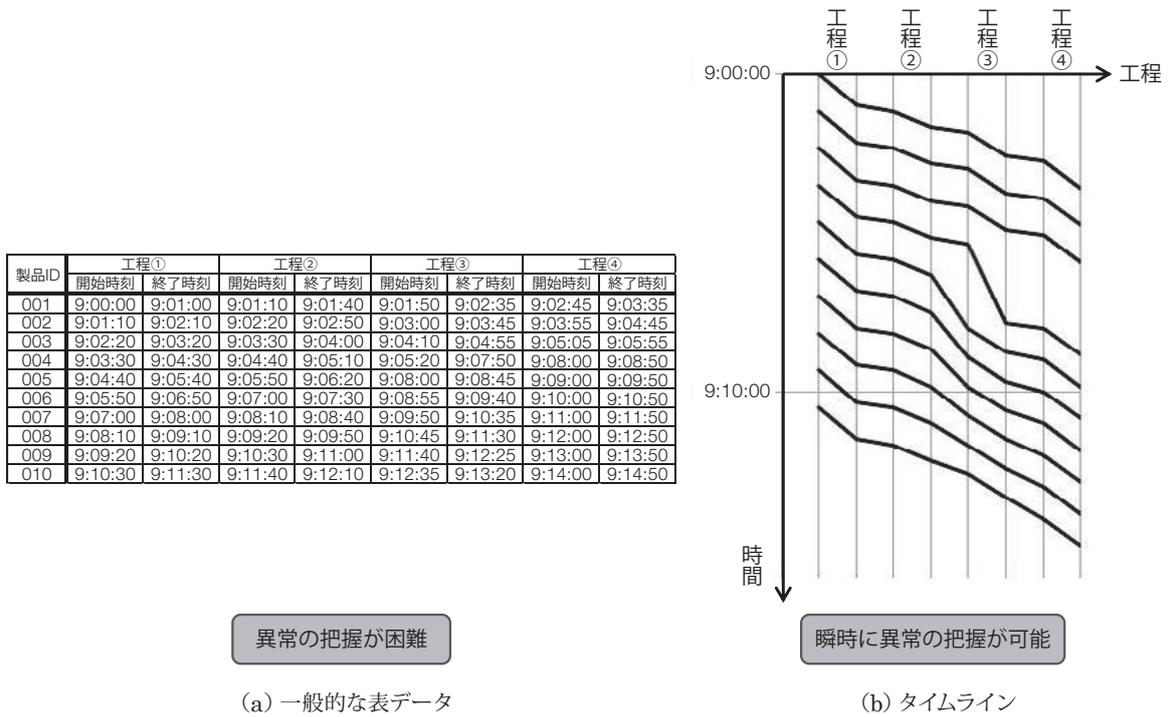


図-1 時間データの表現による把握しやすさの違い

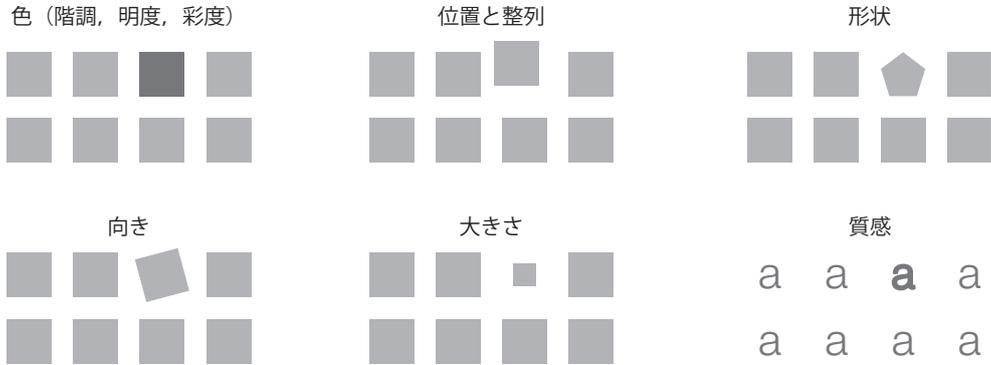


図-2 前注意的過程を利用したパターンの例

か10個の製品における4工程の開始時刻・終了時刻データであるが、この中に経過時間に異常があるデータが含まれていると分かっているにもかかわらず、発見することは困難である。実際の現場では異常があるかどうか分からないため、異常が見過ごされてしまう。

このような課題に対して筆者らは、大量の情報を見やすくするために人間工学や認知心理学を活用した。人間工学によると、人間の視野角は見る対象がテキストの場合は5～10度しかないが、シンボルや色の場合では視野角が30～60度に拡大さ

れる。⁽⁴⁾つまり、角度は6倍、面積では36倍に拡大される。また認知心理学では、視覚的注意を必要とせずに瞬時に把握できる過程として「前注意的過程」が存在し、その処理時間は400～600ミリ秒程度であると言われている。⁽⁵⁾これは、見る者が意識的な注意を向ける前に目に飛び込んでくるように情報を伝達できることを示している。このため、データを集計せずに線やシンボルでグラフ化することで、違いや異常などを瞬時に把握できるようになる。前注意的過程で気付くことができるパターンの例を図-2に示す。⁽⁶⁾

これらの研究を基にして、筆者らはモノの流れを把握できる次世代見える化によって、時間のばらつきを瞬時に把握できるようにした。時間データをイメージ化する手段はいくつかあるが、ばらつきを発見するためのイメージ化は、絶対量ではなく、相対比較ができる表現が必要となる。そこで筆者らは、図-1 (b) に示すようにこの時間データを、縦軸を時間、横軸を工程とするマトリックス上に線で表現した。このように表現することで、四つ目の製品で遅延が発生していることが瞬時に把握できる。

(2) 様々なデータを重畳可能なタイムライン

タイムラインは、モノの流れ以外の様々なデータも一つのマトリックス上に重ねることができる。図-3 に示すように、ある製品のマトリックス上にイベントデータを丸印で重畳し、マウスをその丸印の上に移動すると「部品欠品」のようにイベントの内容が表示されるようにした。これにより、その製品の生産中に発生したエラーの内容が分かる。また、各製品の生産実績と設備のエラー実績との相関をその場で把握することにより、ボトルネックとなっている箇所だけではなく、その原因となるようなイベントの内容も把握できるようになる。

(3) ラインバランスなどが把握できる独自グラフ

更に、筆者らは前注意的過程の特性を活用し、異常を発見するだけでなく、正常時のラインバランスとの違いを発見できるような独自グラフも開発した。ラインバランスとは、各工程の生産時間のバランスのことで、生産性を向上させるためには各工程の生産時間を平準化する、すなわちラインバランスを揃える必要がある。例えば、トータルで1分（60秒）の生産時間がかかる製品を四つの工程に分けて生産する場合、それぞれの工程で15秒ずつに揃えるのが理想的なラインバランスであり、この場合1分間に4個生産される。一方で、各工程が30秒、10秒、10秒、10秒のラインバランスになると、最も時間のかかる工程によって生産時間が決定されるため、1分間に2個しか生産されない。したがって、日常的にラインバランスの把握と調整を行えば、生産性改善の効果を確実に得られる。一方で、再発の可能性が低い突発的な異常では、大きな改善効果は期待できない。

図-3 (a) に示すように、線によってラインバランスを把握するには、各工程での線の傾きを比較する必要がある。しかし、人間の目では線の傾きを比較して違いを見分けることが難しい。また、線の傾きはタイムラインの時間軸の拡大縮小に

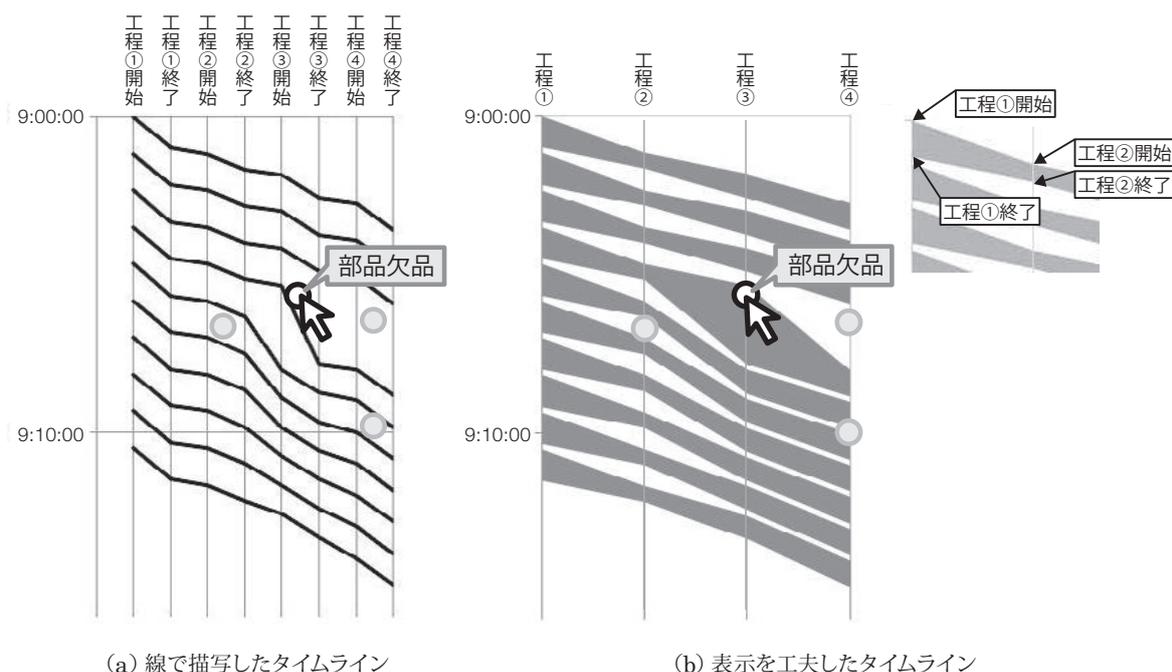


図-3 次世代見える化サンプル

よって変化する。そこで、図-3 (b) に示すように、各工程の開始時刻と終了時刻を一つの軸にまとめ、更に各工程の開始時刻同士、終了時刻同士を線分で囲い、帯として表現した。この表現によって、各工程の負荷が帯の太さや密集度で把握できるようになり、帯の細い工程②は負荷が低いが、それに比べて帯の太いほかの工程は負荷が高いことが認識できる。

この独自グラフは、先ほどのモノの流れとイベントの重畳をより分かりやすくする。図-3 (a) に示すように、線の場合では部品欠品のイベントが線上にないため、どの製品を生産しているときのイベントか把握しにくい。一方、図-3 (b) に示すように帯で表現したグラフでは、(2) で述べたように丸印にマウスオーバーすることで部品欠品とイベント内容が分かる。また同時に、工程③で四つ目の製品を生産しているときに発生したイベントであることが把握できる。

次世代見える化の実践

筆者らは図-4に示すように、オムロンの草津工場の実動ラインで次世代見える化のトライアルを実施した。見える化に必要なデータは、オムロンの新型PLC (Programmable Logic Controller) であるSysmacNJから収集した。このPLCは、生産ラインの設備を制御する従来の機能に加え、制御中の大量データをリアルタイムに収集する能力を持つ。PLCでは正確で詳細なデータが収集可能であるが、そのデータは大量であり、そのままでは現場技術者は把握しきれなかった。そこで富士通

は、モノの流れや、設備の状態・異常を重畳できるタイムラインを提供した。

タイムラインを導入した結果、これまで熟練者しか発見できなかったチョコ停 (一時的なトラブルのために設備が停止する状態) などの生産性低下につながる改善ポイントを誰でも把握できるようになり、改善点の抽出スピードが6倍に向上した。そして、段取り替えロスへの対応やチョコ停原因を地道に見直した結果、1年足らずで生産性が30%も向上した。図-5に示すように、導入前は線の間隙に所々大きな隙間があるが、導入後は線の間隔が密になっていることがよく分かる。

オムロンではタイムラインの効果を検証できたため、この取り組みを草津工場内に本格導入し、更に中国、オランダなどの海外工場へと展開している。現場データ活用の実践事例の中でも、グロー

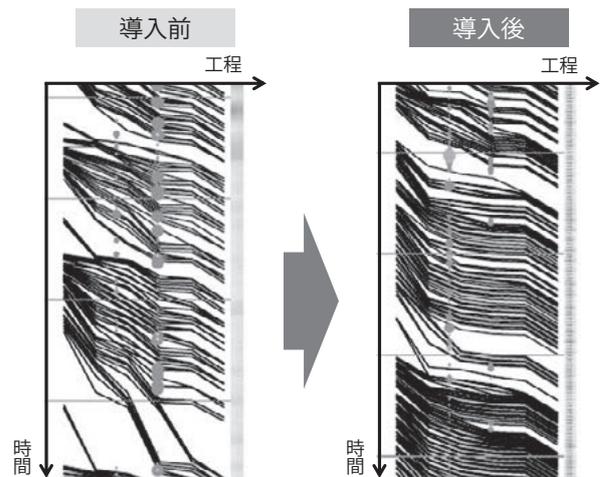


図-5 タイムライン導入の効果

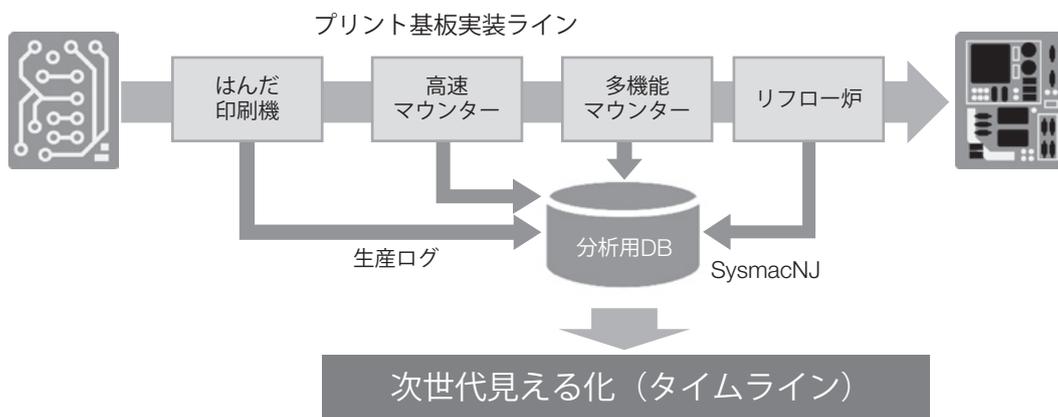


図-4 実践対象ライン

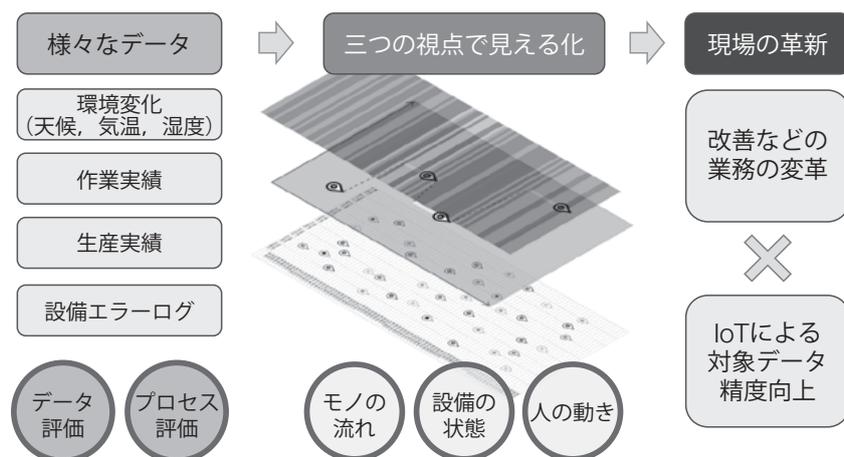


図-6 次世代見える化ソリューション

バルに展開された事例は非常に珍しく、それだけ現場技術者に認められたということである。

更に、この実証を通して最も変わったのは現場技術者の方々である。実証の実施前、現場技術者は筆者らの提案に対して懐疑的だった。しかし、ICTに対してあまり良いイメージを持っていなかったオムロンの現場リーダーも、タイムラインについて「初めて見たときには、本当に驚いた。ずっと求めていた改善の手掛かりを突き付けられて、興奮したほどです。その日から、俄然としてソリューションへの期待が高まりました」と述べている。⁽⁷⁾ 実証開始当初、この現場リーダーは見える化によって示したデータを見て「2, 3割は改善できるだろう」と言っていたが、1年後にその言葉どおりの生産性向上を実現することができた。

現場技術者は常に生産改善の素材を求めている。次世代見える化自体は生産性を向上させるものではないが、現場技術者が求める生産改善の素材を提供できる。筆者らは人間の視覚特性を考慮した表現手法で情報を見せることにより、詳細かつ大量のデータを現場技術者に把握しやすいようにした。その結果、現場技術者からは様々な改善のアイデアが出て、「こういうデータが欲しい」という話も次々に出てきた。こうしてオムロンでは、現場技術者による現場データ活用の機運が高まった。

オムロンだけではなく他社の工場でもこのタイムラインを導入済みで、生産性の向上だけではなく、設計品質問題の発見や、どの工程を重点的にデータ収集すべきかの要件整理にも活用されている。

成長する次世代見える化

次世代見える化は、IoTを活用する次世代ものづくりの第一歩となった。次世代見える化によって、経営層から現場技術者まで現場データ活用の必要性を認識できるため、IoT活用に全員で取り組むようになる。富士通は、これまで様々な現場で次世代見える化を実践してきた。しかし、次世代見える化で見える問題はそれぞれ異なり、その次の取り組みも「改善」「データ収集」「統計解析」など、それぞれ異なる。また、現場から集められたデータから問題を発見できても、問題の解決には現場技術者のアクションが必要となる。更に、現場から集められるデータだけでは原因の特定には十分ではない場合もある。設備のデータからでは収集できない、現場技術者が感じたことや熟練者のノウハウなど、現場技術者に聞かなければ分からないことも多い。そのため、IoTを活用する次世代ものづくりであっても、現場技術者が主役になる。

次世代見える化も、現場とともに成長している。タイムラインによるモノの流れの見える化だけではなく、様々な現場技術者の指摘を受けながら、図-6のように人や設備も対象にしたソリューションへと成長させている。次世代見える化も成長し続けることで、IoTを活用する次世代ものづくりへの第一歩としてお客様に活用していただきたい。

む す び

本稿では、現場技術者が現場データを活用でき

る次世代見える化について述べた。その特徴は以下の三つである。まず一つ目は、スモールスタートで始められる点である。オムロンでは次世代見える化を草津工場の1ラインから始め、やがてグローバルな取り組みへと成長した。二つ目は、各現場特有の問題を把握できる点である。タイムラインによって直感的にデータを把握できるため、容易に問題を浮き上がらせることが可能である。三つ目は、人間の視覚的特性を考慮しているため、誰でも使え、全員が参加できるIoTの取り組みとなる点である。

日本では、現場力がものづくりの強みの一つであるため、今後も現場技術者がスマートなものづくりの主役となる。その現場技術者が活用できる次世代見える化を提供することで、現場技術者にとってIoTがより身近なものとなる。

現場技術者とともに成長する次世代見える化によって、全員参加による人と機械が協調するスマートなものづくりの実現に貢献したい。

参考文献

- (1) IoT 企業の半数活用. 日本経済新聞, 2015年12月24日朝刊, p.1, 日本経済新聞社.
- (2) ビッグデータ活用企業 統括部署 半数が設置. 日本経済新聞, 2015年12月24日朝刊, p.11, 日本経済新聞社.
- (3) Monoist: 製造革新: インダストリー 4.0に対し, オムロンが現場で実際にやっていること.
<http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1511/04/news002.html>
- (4) 横溝克己ほか: エンジニアのための人間工学. 改訂第5版, 東京, 日本出版サービス, 2013, p.35-38.
- (5) 乾 敏郎ほか: 認知心理学1 - 知覚と運動. 東京, 東京大学出版会, 1995, p.188.
- (6) Jenifer Tidwell: デザイニング・インターフェースパターンによる実践的インタラクションデザイン. 第2版, 東京, オライリー・ジャパン, 2011, p.283-286.
- (7) 富士通: データを活用した生産状況の見える化により, ものづくり現場の「不断の改善」に挑む - オムロン株式会社様. Fujitsu Technology and Service Vision2015 お客様事例・商品ポートフォリオ, 2015, p.8-9.
<http://www.fujitsu.com/jp/documents/vision/>

[download-center/FTSV2015_Separate_JP_FV0022-3.pdf](#)

著者紹介



永嶋寿人 (ながしま としと)

ものづくりビジネスセンター
社内外に対して様々なものづくりソリューションの普及, 啓蒙活動を推進。



西村威彦 (にしむら たけひこ)

(株) 富士通システムズ・イースト
新規ビジネス推進部
IoTおよび次世代見える化ソリューションの企画に従事。



高橋一樹 (たかはし かずき)

(株) 富士通システムズ・イースト
新規ビジネス推進部
IoTおよび次世代見える化ソリューションの開発に従事。