

B2B向け現場サイバーフィジカルシステム化技術

On-site Cyber Physical System Technology

秦 秀彦 伊藤 智祥 安達 孝夫 金子 有旗
Hidehiko Shin Tomoaki Itoh Takao Adachi Yuki Kaneko

要 旨

物流・流通・製造などのヒト・モノが動き回る現場をカイゼンする現場CPS（Cyber Physical System）化技術について解説する。従来、現場のカイゼンはカイゼンのプロが培ったノウハウをベースに行われてきた。しかし、広大で複雑に人やモノが動く現場を24時間365日、人が分析し、カイゼンし続けることは困難である。現場CPS化技術は、現場（フィジカル空間）をデジタル化し、サイバー空間での分析・知識化で、現場の課題を洗い出し、現場をカイゼンするための技術である。現場CPS化技術は、現場をカイゼンすることで顧客の経営を良化し、顧客に貢献することを狙いとする。現場CPS化技術の適用事例をもとに、現場CPS化技術を支える技術、および、その有効性を示す。

Abstract

On-site Cyber Physical System (CPS) technology that improves customers' sites for logistics, distribution, and manufacturing where people and goods move around will be explained. Traditionally, on-site improvement has been conducted based on the know-how cultivated by improvement professionals. However, it is difficult for people to analyze and continue improvement 24 hours a day 365 days a year for a spacious site where people and things move around in a complicated manner. On-site CPS technology is a technology for digitizing the worksite (physical space), identifying problems at the worksite by analysis and knowledge in cyber space, and improving the worksite. In-situ CPS technology aims to better customers' management through improvement of the site in order to contribute to customers. Based on application examples of on-site CPS technology, we show technologies that can be used for on-site CPS technology and their effectiveness.

1. はじめに

昨今、製造業を中心とした各社が、実世界（フィジカル空間）をセンサなどでデジタル化し、サイバー空間での分析・知識化により、産業の活性化・社会問題の解決を図るCPS（Cyber Physical System）技術への開発を加速させている。General Electric Companyは、自社製造の風力発電機にCPSを適用し、発電機のデータをサイバー空間で発電効率が最大となるシミュレーションを行い、タービンの最適制御を行っている。また、Siemens AGは、工場の製造ロボットなどの制御機器をデジタル化し、サイバー空間で配置や動きを事前にシミュレーションしたうえで現場適用している。

また、物流・流通・製造などのヒト・モノが動き回る現場では、人やモノの動きのムダ・ムリ・ムラの削減で、生産性を向上し、工程全体最適化による競争力強化を期待できる。当社が製造業で培ったカイゼンノウハウを工場だけでなく、さまざまな現場に適用することで、現場プロセス（作業内容や作業手順）をカイゼンすることができる。しかし、広大で複雑に人やモノが動く現場を24時間365日、人が分析し、カイゼンし続けることは困難である。

そこで、筆者らは、①現場デジタル化技術、②自動分析技術、③シミュレーション技術で構成される現場CPS化技術の開発に取り組んでいる。

2. 現場デジタル化技術

2.1 現場デジタル化技術概要

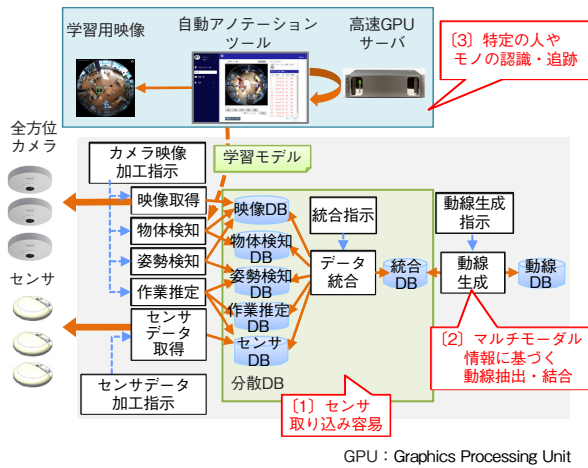
現場デジタル化技術は、物流・流通・製造などの現場データを、全方位カメラをはじめとしたさまざまなセンサを活用して収集し、そのデータに基づいてサイバー空間上に現場を再現する技術である。この技術では、現場に設置した複数の全方位カメラの映像から追跡対象（人・フォークリフト・店員など）を検知し、その動線を抽出する。また、カメラ映像や各種センサからマルチモーダル情報（年齢・性別・姿勢・作業内容など）を取得し、動線に紐（ひも）付けることで、誰が・どこで・何をしたかを高精度に収集・再現することが可能である。以下、本システムの特長や関連技術を紹介する。

2.2 現場デジタル化システム

現場デジタル化システムのアーキテクチャを第1図に示す。本システムは以下の特長を有している。

〔1〕センサへの取り込みが容易

一口に現場デジタル化と言っても、現場ごと・分析対象ごとにデジタル化すべきデータは異なる。例えば、物流拠点であれば、作業員や荷物の動きなどが、店舗であればお客様と店員の動きや対話などが収集対象のデータとなる。このように、分析対象に応じて収集対象のデータはさまざまであり、そのサンプリング周期やデータの



第1図 現場デジタル化システムアーキテクチャ

Fig. 1 On-site digitalization system architecture

形式などがばらばらであるため、単純にデータを集めただけでは分析ができず、分析が可能となるようデータのタイミングを整えるなどの整形作業が必要となる。以上から、現場データを収集するシステムには、1) 目的に応じて多種多様なセンサを容易に組み込むことができ、2) センサから得られたサンプリング周期や形式がばらばらのデータを統合・整形して扱える柔軟性が必要となる。

上記の要件を満たすため、本システムではROS (Robot Operation System) を採用している。ROSは、それぞれの機能を有したソフトウェアをノードとして複数同時に実行し、それらのノードがお互いにデータをやり取りするシステムとなっている。それぞれのノードが独立しており、また、ノード間の接続関係は設定により簡単に変更可能である。本システムでは、前述のROSの特長を利用し、各センサデータの取り込みモジュールをROSのノードとして実装する構成としている。これにより、センサデータの取り込みモジュールを独立に開発でき、また、用途に応じたセンサの着脱を容易に行うことができる。

また、本システムでは、取り込まれた各センサのデータおよびその加工データをそれぞれのDBに格納し、データ統合処理によって時刻・形式を合わせて共通フォーマットに変換・統合DBへ格納するアーキテクチャとなっている。これにより、多種多様なサンプリング周期やフォーマットを持つ各種センサのデータを容易に取り込むことが可能となり、現場ごと・分析対象ごとに異なるデジタル化対象データに柔軟に対応することが可能となっている。

[2] マルチモーダル情報に基づく動線抽出・結合

本システムは、ヒト・モノの動きのムダ・ムリ・ムラを把握するため、追跡対象の移動軌跡（動線）を抽出する動線抽出機能を有している。本システムでは、カメラ

をはじめとしたセンサから得られるマルチモーダル情報に基づいて追跡対象の存在確率分布を算出し、最も確率の高い経路を選択する方式を用いる。単なる検知位置の情報のみならず、各種センサから得られる見た目・動きなどに関連するさまざまな情報を加味して動線抽出を行うことで、高精度に動線抽出が可能である。2.3節で詳細を説明する。

[3] 特定の人やモノの認識・追跡

上記 [2] にて説明した動線抽出では、追跡対象の検知に深層学習を用いている。分析に用いる高精度な動線を抽出するためには、追跡対象の未検知・誤検知の割合を5%未満にする必要があり、現場ごとの学習が不可欠である。また、物流・流通・製造の現場では、追跡対象がフォークリフト・カートなど人物以外や、特定種類の人物（従業員・車椅子の人など）であることがあり、現場ごとの追跡対象の学習が必須となる。

以上から、本システムでは、現場ごとにアノテーション（学習用データを作成する作業）を行い、現場に最適化した学習モデルを作成することで動線の精度を高めるアプローチを採用している。現場によっては30~40台のカメラを設置することもあるため、膨大な量のアノテーションを短時間で行うことができる自動アノテーションシステムを開発した。このシステムでは、以下の手順でアノテーションを実施する。

- 1) 公開データセットなどで学習を行った汎用的な学習モデルを用いて学習データ中の追跡対象を自動的にアノテーションする。これにより、学習データに含まれる追跡対象のうち、最大で6割程度の追跡対象にアノテーションが付与される。
- 2) 1) の結果を目視確認し、未検知、誤検知のいくつかを手作業で修正する。
- 3) 2) の修正データを用いて学習を行って学習モデルを作成する。このとき、マルチノードGPU (Graphics Processing Unit) 環境を用いた分散深層学習により、数分で学習モデルが作成される。1) に戻り、この学習モデルを用いて再度自動的にアノテーションを実施する。

上記の手順でアノテーション作業を半自動化することで、作業時間の大幅削減を実現した。本ツールを使った場合の作業時間を計測したところ、自動アノテーションなしで実施した場合の作業時間の約80%を削減し、従来12日かかる作業を約2日で完了できることを確認した。

2.3 マルチモーダル情報を活用した動線抽出方式

動線抽出は、映像フレームごとに追跡対象を検知する検知処理と、検知された追跡対象をフレーム間で紐付け

てその移動軌跡を生成する追跡処理に分けられる。本節では、追跡処理においてマルチモーダル情報を活用して追跡を高精度に行う動線抽出方式を説明する。

本方式は、F.Fleuretら[1]により提案された追跡モデルに基づく。このモデルによると、ある追跡対象 n が時刻 t に位置 k にいる確率 $\Phi_t(k)$ は、次の(1)式を最大化する k を算出することで求められる。

$$\Phi_t(k) = P(I_t | L_t^n = k) \max_{\tau} P(L_{t-1}^n = \tau) \Phi_{t-1}(\tau) \cdots \quad (1)$$

ここでは、 $P(L_t^n = k | L_{t-1}^n = \tau)$ は追跡対象 n が時刻 $t-1$ から t の間に位置 τ から位置 k に移動する確率、すなわち「動きのモデル」を表し、 $P(I_t | L_t^n = k)$ は位置 k にいるときに時刻 t のカメラ映像が I_t である確率、すなわち「見た目のモデル」を表している。

上記のモデルは、単一カメラ内の追跡だけでなく、複数カメラ間をまたがった追跡や、追跡対象が遮蔽物に隠れるなどにより発生する動線途切れを再接続する処理へも適用が可能である。以下では、動線途切れの再接続に本モデルを適用する例を説明する。動線途切れは、人物が遮蔽物(柱・他の人物)に隠れるなどによってカメラに映らなくなり、検知処理で検知されない状態(未検知)となることで発生する。当該人物が遮蔽物の陰から再度カメラに映る位置に移動すると、検知処理で当該人物が検知され追跡が再開される。しかし、通常、追跡再開したときに生成される動線は、途切れる前の動線と紐付けられることはなく、新規の動線として扱われる。動線分析を行う場合、同じ人物は可能な限り同じ動線で追跡されていることが望ましいため、本システムでは、途切れた動線を、その後が発生した新規動線と適切に紐付ける(再接続する)ことで、動線途切れを抑えるよう処理を行っている。

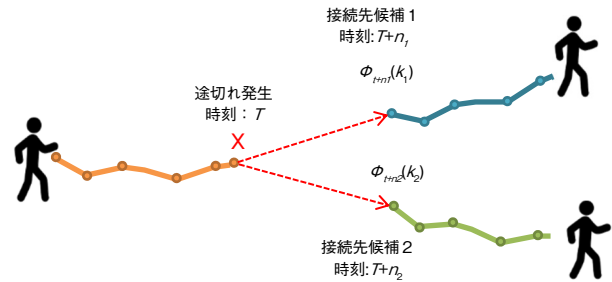
動線の再接続処理のステップは以下となる(第2図)。

- 1) 人物が未検知となり動線の途切れが発生した時刻を T とし、時刻 $T < t < T+N$ の範囲で新規に発生した動線を、途切れた動線の再接続先候補として選定。
- 2) 各接続候補に対して $\Phi_t(k)$ を計算、 $\Phi_t(k)$ が最も大きな値となる接続候補を再接続先として選定。

このとき、「見た目のモデル」については、接続先候補の人物らしさを判定するためのマルチモーダル情報として、深層学習による追跡対象検知の検知スコアの平均値を用いる。また「動きのモデル」については、動きを表すマルチモーダル情報として動線途切れが発生する直前の移動速度 v を利用し次の(2)式を用いる。

$$P(L_t^n = k | L_{t-1}^n = \tau) = 1/Z \cdot e^{-\rho \|k - (\tau + v)\|} \cdots \quad (2)$$

ここで、 $\|k - (\tau + v)\|$ は、位置 k と位置 $(\tau + v)$ の間の距離を示しており、 $(\tau + v)$ は、速度 v で位置 τ から時刻1ステップ分移動した位置を示している。



第2図 途切れた動線の再接続

Fig. 2 Reconnecting broken traffic lines

2.4 方式検証

検証用動画(再生時間6分)に対して動線抽出を行い、上述の動線途切れの再接続の適用前後で、人物の追跡誤りの発生件数をカウントした。なお、上述の接続先候補の探索期間 N を5秒に設定した。検証用動画において、追跡誤りは16件発生した。原因ごとに分類すると、追跡対象が入替わるケースが6件、未検知による動線途切れ(5秒以上)が2件、未検知による動線途切れ(5秒未満)が8件発生した。上述の再接続方式では、未検知による動線途切れ(5秒未満)8件が再接続の対象となる。本方式を適用することで、8件のうち7件を正しく接続でき、追跡誤りを43%削減できることが確認できた。

3. 自動分析技術

本章では自動分析技術について述べる。前章現場デジタル化技術により抽出した追跡対象の動線データを分析用ツールで可視化して分析を行う。

蓄積されたデータの分析は分析用ツールを利用して進めるのが一般的である。分析用ツールの一例として、BI(Business Intelligence)ツールがあり、グラフやチャートなどデータを可視化する機能を持つ。ツールの利用者は自分の知見に従ってBIツール上で可視化するデータを変更しながら分析を行う。そのため、分析時間や分析結果はツールの利用者の知見に依存することとなる。

一般的な分析用ツールでの分析の課題として、①分析用ツールの利用者の専門スキルに応じて分析するポイントが変わる点②分析するポイントの抽出に時間がかかる点③分析するポイントの抽出に時間がかかる点④分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑤分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑥分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑦分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑧分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑨分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑩分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑪分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑫分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑬分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑭分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑮分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑯分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑰分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑱分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑲分析するポイントの抽出に時間がかかる点⑳分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉑分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉒分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉓分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉔分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉕分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉖分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉗分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉘分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉙分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉚分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉛分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉜分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉝分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉞分析するポイントの抽出に時間がかかる点㉟分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊱分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊲分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊳分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊴分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊵分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊶分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊷分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊸分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊹分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊺分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊻分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊼分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊽分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊾分析するポイントの抽出に時間がかかる点㊿分析するポイントの抽出に時間がかかる点

析した不必要な移動と滞留からカイゼンの可能性のある分析ポイントの抽出を自動化し、その結果を可視化する。

3.1 開発した分析用ツールについて

開発した分析用ツールは、人や物の動きのムダ・ムリ・ムラの削減を行うための動線可視化ツールである。そのため、現場の特性を考慮する必要がある。物流拠点でのフォークリフトの貨物の積み下ろし作業など現場の人や物が動く方が生産性の向上が見込める現場と、工場のラインでの作業や物流でのピッキング作業など現場の人や物が同じ場所に留（とど）まる方が生産性の向上が見込める現場の2つのタイプに分けられる。

本ツールでは、前者の現場向けに人や物の移動の傾向を、後者の現場向けに人や物の滞留をそれぞれ可視化する機能を提供し、分析用ツールを利用する人にかかわらず分析するポイントに差が出ないように自動的にかつ、短時間で抽出する。分析ポイントの自動抽出は、①全体を占める割合の高い作業ほど改善の余地があること②想定外の作業の原因が特定できれば改善の余地があることに着目し、以下の手順で実行する。

1) 分析対象全体の移動・滞留のランキング自動抽出

エリア間の移動に関するパラメータ（移動時間、移動回数、移動場所、移動する人や物、移動距離）や、グリッドごとの滞留に関するパラメータ（滞留時間、滞留回数、滞留場所、滞留する人や物、移動距離）により、分析対象とする時間全体の移動・滞留をランキングする。これら上位の項目をカイゼンの可能性のある分析ポイントとする。

2) 分析対象時間・エリアごとのランキング自動抽出

分析対象時間やエリアを分割してランキング抽出を実施する。分割した時間・エリアごとに比較し、ある時間やエリアに特化したランキング項目をカイゼンの可能性のある分析のポイントとして抽出する。

3) 異常値・ばらつきの自動抽出

エリア間の移動に関するパラメータや、グリッドごとの滞留に関するパラメータのばらつきを異常値として抽出した項目を分析ポイントとする。抽出には標準偏差を用い、平均 $\pm\sigma$ の範囲外のをカイゼンの可能性のある分析のポイントとして抽出する。

4) 動線データ以外のデータ活用

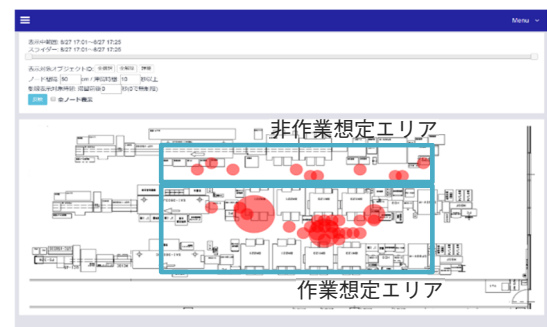
動線データ以外の現場データを取り込むことでより表示内容を詳細化する。現場で取得したセンサデータを移動・滞留情報に組み込むことで、どの作業中に発生した移動・滞留かを分析用ツールで把握できるようにする。例えば、フォークリフトの油圧装置のセンサデータを利用して、圧力がかかっている場合は貨物中だと判断し、

貨物運搬時の移動・滞留の表示が可能となる。

3.2 開発した分析用ツールの適用例

本ツールの機能について説明する。移動の傾向を可視化する機能について、人や物の動線データと、地図上に設定したエリアのデータを利用し、分析対象とする時間を指定することで人や物の移動とエリア間の移動回数のランキングを可視化する。この可視化によりカイゼンの可能性のある分析ポイントを表示する。また、異常値・ばらつきの自動抽出した結果も表示可能であり、こちらもカイゼンの可能性のある分析ポイントとなる。

人や物の滞留を可視化する機能について、第3図に示す。人や物の滞留の表示は、人や物の動線データを利用し、地図上に赤丸を表示し人や物の滞留情報を可視化する。想定しない場所（第3図では非作業想定エリアが該当）で人や物の滞留が表示されたら不要な滞留が表示されたら不要な滞留の可能性があると判断できる。



第3図 滞留を可視化する機能

Fig. 3 Function to visualize retention trends

今回、本ツールの効果を工場のライン作業を分析したケースにより確認した。本ツールを使わない場合、分析作業者2人で1週間かけて課題・ボトルネックの可能性のある分析ポイントを8件抽出し、うち4件が生産性向上の改善提案までできるポイントであったのに対し、本ツールを使用した場合、作業者1人で2日かけて課題・ボトルネックの可能性のあるポイントを15件抽出し、うち8件が生産性向上の改善提案までできるポイントであった。

4. 現場シミュレーション技術

4.1 現場最適化技術の概要

現場デジタル化・分析技術により、作業者の無駄な動き（遠く離れた場所への往来が多い、作業待ちによる滞留が発生している、など）を顕在化させることができるが、どうすればそのような無駄な動きをなくすことがで

きるか、その改善案については、現場担当者が頭を悩ませるほかない。そこで、現場を数理モデル化し、どうすれば無駄のない効率的な現場になるのかをコンピュータ上で計算する現場最適化アルゴリズムを開発した。これにより、現場の分析から改善までを一気通貫して行うことができる。

4.2 レイアウト最適化

現場最適化技術の1つに、レイアウト最適化アルゴリズムがある。現場デジタル化・分析技術により計測した作業員の各設備間の移動回数と、各設備間の距離を掛け合わせて算出される、業務中の総移動距離を最小化する現場レイアウトを、シミュレーションによって導出するアルゴリズムである。設備の並べ方の全組み合わせを総当たりで計算すれば、現実的な計算時間を超えてしまうところを、シミュレーテッドアニーリングによる近似解法により効率的に求める（ただし、シミュレーテッドアニーリングは計算量が定まらず、場合によっては膨大な計算時間を要することがある）。また、現場担当者がより納得し、実施しやすい提案となるように、動かしたくない設備を設定する機能や、なぜこの最適レイアウトは現行レイアウトと比べて効率的になったのか、改善要因をグラフ理論により数理的に分析する機能、最適レイアウトと現行レイアウトを比較して、現状のボトルネックを発見する機能などを搭載した。

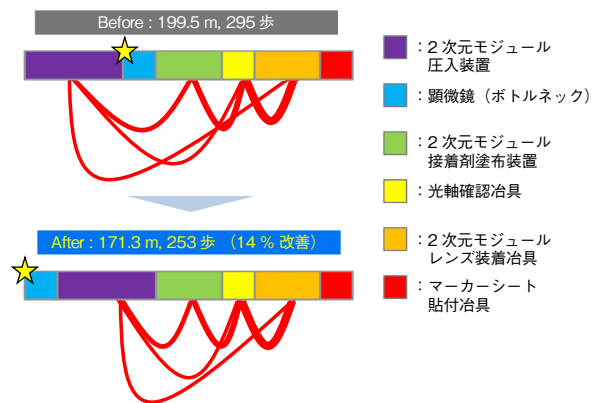
4.3 レイアウト最適化、社内製造拠点における実証実験

このレイアウト最適化技術を、実際に社内カメラ工場、カメラ組み立て工程に適用し、実証実験を行った。現行レイアウトと同じI字型レイアウトのほか、L字型なども含めシミュレーションを行い、ボトルネック分析を行ったところ、移動の少ない顕微鏡が内側にあることで、圧入装置など、他設備との移動の多い設備が離れて配置されていることが総移動距離を増大させるボトルネックとなっていることがわかった（第4図 Before：赤線の太さは移動回数の多さを表す）。I字型レイアウトでの最適化では、5分間の作業中の総移動距離が199.5 mから171.3 mへと14%の改善がみられた。移動距離が長くなった原因である顕微鏡を外側に移動したことで改善がなされた（第4図 After）ことにより、現行レイアウトが既にほとんど最適となっていることがわかった。

L字型レイアウトでは、並べ替えにより5分間の作業中の総移動距離が199.5 mから143.1 mへと28%の改善、カメラ1台あたりの組み立てに必要な移動距離で35%の改善が可能であることがわかった。L字型レイアウトを実際に現場に適用したところ、カメラ1台あたりに必要な移動

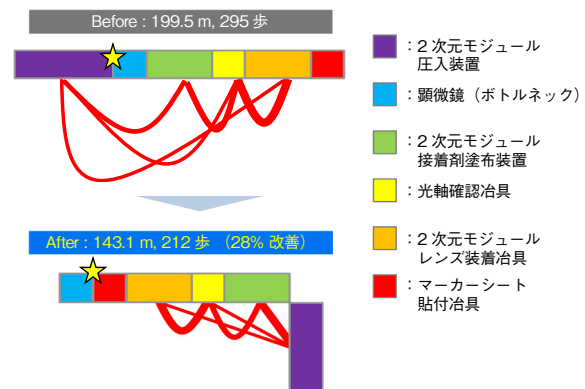
距離で36%の改善、面積生産性で14%の改善結果が得られた。

以上により、レイアウト最適化技術が、現場カイゼンソリューションとして有用であると考えられる。現在、社内喫茶店の厨房（ちゅうぼう）でも実証実験中であり、今後、飲食、物流、製造など、さまざまな現場への展開が期待される。



第4図 I字型でのレイアウト最適化

Fig. 4 Layout optimization with an I shape



第5図 L字型でのレイアウト最適化

Fig. 5 Layout optimization with an L shape

4.4 作業プロセス最適化

さらなる現場最適化技術として、作業シミュレーション・作業プロセス最適化アルゴリズムを構築した。作業シミュレーションでは、各作業に必要な時間、手順、人員、設備数などを入力として作業プロセスをモデル化し、実際にコンピュータ上で作業をさせることで、どの時刻に、どの作業員がどの設備を用いて、どの作業に取り掛かり、時間内にどれだけタスクをこなせたかなどをシミュレートする。作業員や設備の動き方を追いかけて、各作業員、各設備の稼働していた時間、または手の空いていた時間を記録しているため、各作業員、各設備の稼働

率を計算することができる。これにより、人員・設備数の適正化を行うことができる。また、「この時刻に、設備（または作業員）が不足していたため、作業が開始されなかった」といったエラーを記録しており、現場のボトルネックを発見することができる。例えば、設備不足がエラーとして記録されていた場合、設備を増やして再シミュレートすれば、設備投入による生産実績の向上率を調べることができる。

さらに、作業員の熟練度が上がり作業時間が短縮した場合、並列作業ができるようになった場合、設備の性能が上がり時間が短縮された場合など、さまざまな観点でのシミュレーションを行うことで、現場の生産効率を向上させる方法を多角的に分析することができる。また、総作業時間の最小化を目的として、数理アルゴリズムにより、作業手順を最適化する作業プロセス最適化アルゴリズムも構築した。

4.5 作業シミュレーション、弁当工場における実証実験

この作業シミュレーションを、弁当製造工場のそぼろ弁当製造ラインへと適用した。ラインの上流から、ご飯詰め、鳥そぼろ乗せといった作業者が並び、そぼろ弁当が流れる。手で計測した各作業員の必要作業時間を用いて、実際のタクトタイム2.5秒で、1時間分のラインの稼働をシミュレートし、各作業員の稼働率と弁当の生産数を計測した。シミュレーション上での生産数1423個/時に対し、実際の生産実績は1421個/時であり、このシミュレーションの妥当性を確認した。シミュレーションの結果、稼働率が99%を超える作業員もいれば、40%以下の作業員も存在するなど、作業員ごとの稼働率に大きな偏りがみられた。99%以上の作業員は、少し手間取るだけでラインを止める可能性がある。そこで、作業員稼働率40%以下の工程から、作業員稼働率99%以上の工程へと人員を1人動かして再シミュレートしたところ、生産数を落とさず全作業員の稼働率が80%以下に抑えられ、ラインの止まりにくい余裕のある作業編成を実現した。

また、生産数向上のためにタクトタイムを2秒に短縮させてシミュレーションを行ったが、生産数は1426個/時と、3個の向上に留まった。エラーを参照すると、とある工程で頻繁にラインが止まっていることが確認された。そこで、この工程に人員を追加して再シミュレートしたところ、生産数は1782個/時にまで向上した。これにより生産時間が短縮され、増員を加味しても、全体で20%の人件費削減を達成した。現在、飲食、物流など、さまざまな現場へと展開を広げている。

5. まとめ

本稿では、現場CPS化技術を支える3つの技術による現場課題の洗い出しとカイゼン提案について、適用事例を用いて述べた。今後は、現場デジタル化技術が生成するさまざまなデータを組み合わせ、より精度の高い分析ポイントを抽出する自動分析技術の新たな機能の開発と、各種制約・条件を指定し非常に多くのパターンのカイゼン提案を自動生成し、最も重要なパラメータを設定することでカイゼン提案するシミュレーション技術の新たな機能開発を進め、現場B2Bソリューションビジネスで貢献していきたい。

参考文献

- [1] F. Fleuret et al., "Multicamera People Tracking with a Probabilistic Occupancy Map," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.30, no.2, pp.267-282, 2008.

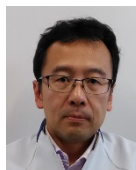
執筆者紹介



秦 秀彦 Hidehiko Shin
要素技術開発センター
Core Element Technology Development Center



伊藤 智祥 Tomoaki Itoh
要素技術開発センター
Core Element Technology Development Center



安達 孝夫 Takao Adachi
要素技術開発センター
Core Element Technology Development Center



金子 有旗 Yuki Kaneko
要素技術開発センター
Core Element Technology Development Center