

## トレンド

# 更なる物流自動化を進める東芝グループのCPS技術

### Toshiba Group CPS Technologies Facilitating Further Automation of Physical Distribution Operations

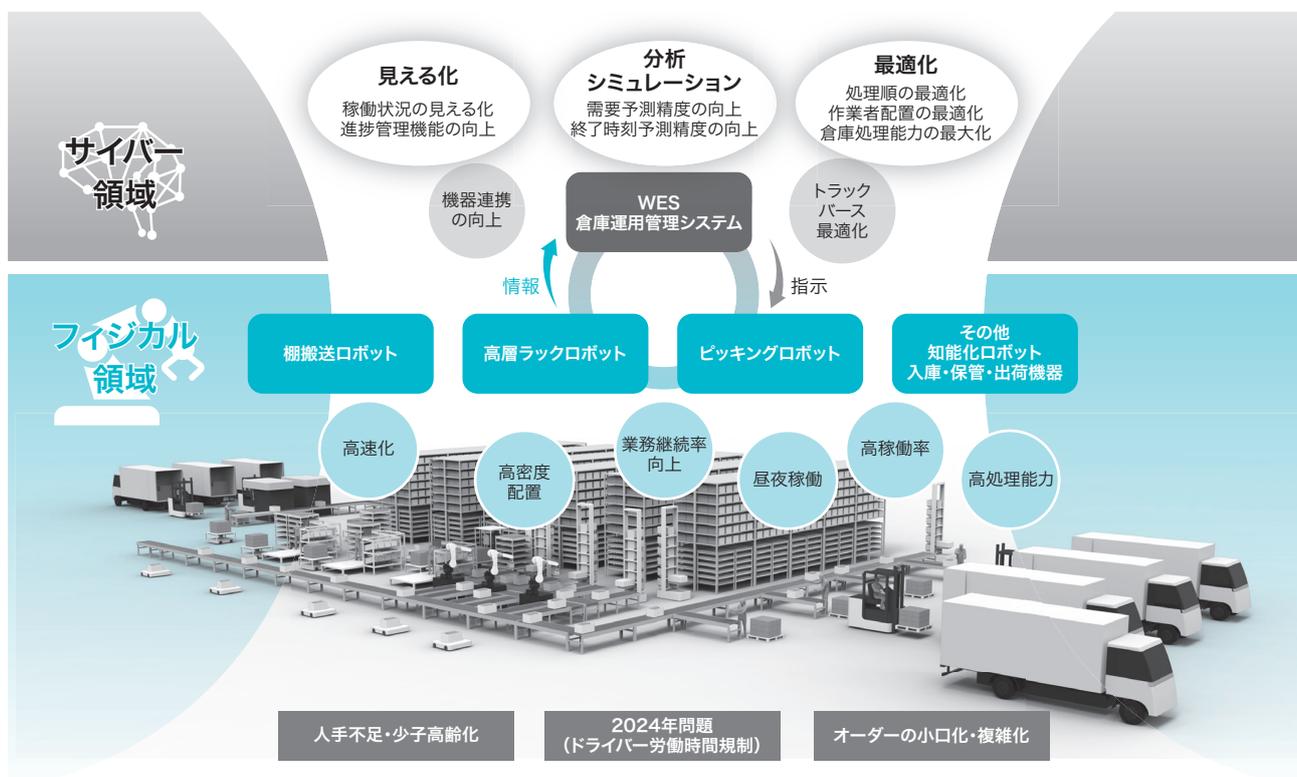
江原 浩二 EHARA Koji    松本 裕司 MATSUMOTO Yuji

物流は、サプライチェーンを支える重要な社会基盤の一つである。物流業界は、厚生労働省の告示「自動車運転者の労働時間等の改善のための基準」の適用に起因する2024年問題や、少子高齢化による労働力の減少、そしてEC（電子商取引）市場の拡大による小口荷物の増加などにより、作業量に見合う労働力が確保できないという問題に直面している。

東芝グループは、“人と機械のベストマッチ”を掲げ、人の作業を代替・支援する物流自動機器や、人と機械の協調動作を可能にする運用管理システム(WES)などのCPS(サイバーフィジカルシステム)を構築し、物流作業の更なる自動化と新たな価値の提供に取り組んでいる。

Lately, Japanese industries in the logistics sector face various issues including compliance with regulations to shorten the long working hours of truck drivers, labor shortages accompanying a declining birthrate and an aging population, and the increasing volume of goods in small lots driven by e-commerce transactions, notwithstanding their role in maintaining a stable supply chain through transportation. This situation underscores the growing need to ensure sufficient labor to handle such heavy workloads.

The Toshiba Group has taken the initiative in constructing cyber-physical systems (CPS), including automated equipment capable of replacing or supporting personnel in physical distribution warehouses, and a warehouse execution system (WES) enabling personnel to collaborate with machines such as robots, under the banner of “best matching between personnel and machines.” We are currently making efforts to promote further automation of physical distribution operations and to create and provide new value to customers and society.



特集の概要図。物流自動化に向けたCPS技術

CPS technologies for automation of physical distribution operations

## 1. はじめに

物流作業は、部品発注・部品搬入・製造現場内の搬送・製品出荷など製品を製造するためのものと、注文管理・配送指示・流通時加工・倉庫集配の管理・出荷配送など製品を消費者に届けるためのものがあり、サプライチェーンを支えている。

近年、我が国の物流量の推移は横ばいであり、物流事業を専門業者に任せるなどの業界再編や効率化が進んでいる。しかし、労働人口の減少や、2024年問題などの影響により、物流業界の人手不足は他業界と比較しても深刻さを増している(図1)。更に、物流の小口化(少量・多品種化)が進んでおり、これまで以上にきめ細かい作業が求められる、物流作業の負担は増している。

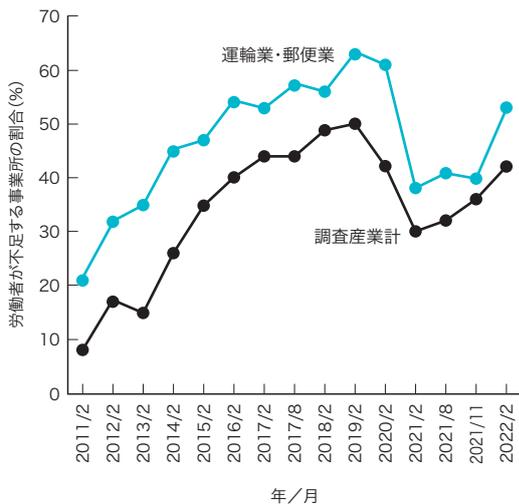
そのような中、従来はコストや技術的な困難度から機械化やDX(デジタルトランスフォーメーション)活用が困難であった中・小規模の物流倉庫でも、物流機器・ロボット導入による機械化・見える化・最適化というDX活用が進むことが予想される(特集の概要図)。

ここでは、物流特有の問題と課題、及びそれを解決する東芝グループのCPS技術について述べる。

## 2. 物流の課題

### 2.1 2024年問題

トラックドライバーの長時間労働是正のため、2024年度



\*農林水産省、「物流の2024年問題に向けた政府の取組について」<sup>1)</sup>を基に作成

図1. 常用労働者の過不足状況

運輸業・郵便業の人手不足は、ほかの産業に比べて顕著である。

Changes in shortage of regular workers engaged in transport and postal services

から「自動車運転者の労働時間等の改善のための基準」が適用され、トラックドライバーの時間外労働時間に上限が設定される。この影響により、現行のまま物流効率化に取り組まない場合、2024年に14%、更に2030年には34%の輸送力不足になると推計されている<sup>2)</sup>。

そこで政府は、2023年6月に「物流革新に向けた政策パッケージ」を策定<sup>3)</sup>し、商慣習の見直し、物流の効率化、荷主・消費者の行動変容を提言している。

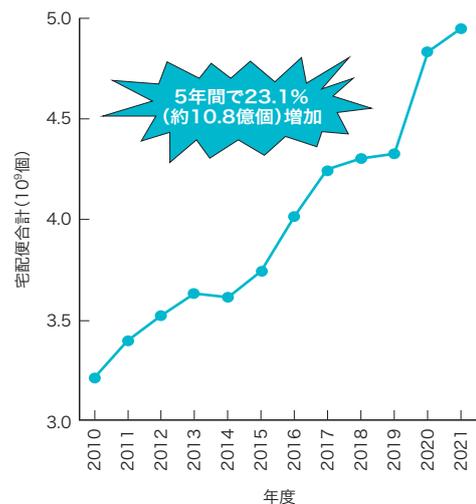
トラック台数の減少に対応するため、物流倉庫ではまとめ出荷や出荷時間の厳格化などが求められ、設備投資・物流DXを促進する必要がある<sup>3)</sup>。

### 2.2 小口荷物の増加

我が国の宅配便取扱数量は、EC市場の拡大や生活様式の変化に伴い、急速に増加している(図2)。2022年の宅配便取扱個数は50億個を初めて突破し<sup>4)</sup>、今後も小口荷物の拡大が予想される。これは、ピッキング、仕分け、配送などの作業負担を増大させ、物流コストアップにつながるため、更なる効率化が必要である。

### 2.3 全自動化の難しさ

経済産業省を中心にロボットを導入しやすい環境(ロボットフレンドリー環境)の構築を進めている。現状の倉庫などは、既存の商慣習や人作業に最適化されているため、ロボットなどを導入してすぐに全自動化するのは難しい。このように、既存の倉庫などに導入する際は、人が実現している作業をロボットが支援する形の物流倉庫の実現が求められる。



\*国土交通省、「令和4年度宅配便等取扱実績関係資料」<sup>4)</sup>を基に作成

図2. 宅配便取扱個数の推移

宅配便の取扱個数は、急激に伸びている。

Trend in total amount of packages sent by door-to-door delivery services by year

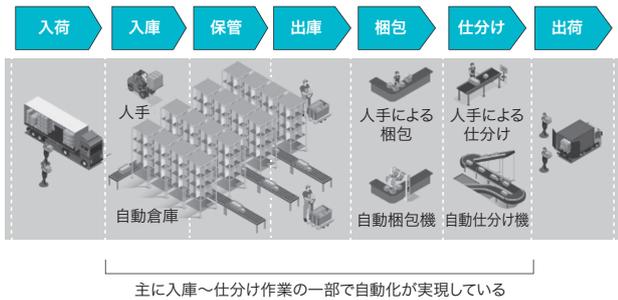


図3. 物流倉庫内作業の概要

物流倉庫の作業は様々なものがあり、自動化機器の導入は増えているが、一部分にしか適用されていない。

Overview of operations in physical distribution warehouses

### 3. 東芝グループの取り組み

#### 3.1 物流作業の効率化を支えるCPS技術

東芝グループは、物流作業の効率化に寄与する自動化機器・DX化の技術開発を行い、物流業界の課題解決に取り組んでいる。

物流の倉庫内作業は、入荷した商品を棚（以下、ストレージシステムと呼ぶ）などに入庫・保管しておき、その後出荷依頼のオーダーに応じてストレージシステムから出庫（ピッキング）・梱包（こんぼう）・仕分けして出荷する（図3）。倉庫内の人手による作業や物流自動化機器という実世界（フィジカル領域）のデータを収集し、サイバー領域でAIをはじめとするデジタル技術を用いて見える化・分析・最適化を行い、フィジカル側にフィードバックすることによって、次に示すような倉庫業務を効率化するCPS技術を開発している。

#### 3.2 物流作業の効率化を進めるソリューション

(1) 棚搬送ロボットシステムの最適化技術 物流倉庫内作業の7割をピッキング作業が占めるといわれている。小口荷物の増加によって作業者の負担が増えているが、全自動化はまだ難しいといわれている。ピッキング作業の効率向上のために、倉庫内で人が移動する時間を減らす目的で、自動倉庫やGTP（Goods to Person）と呼ばれる棚搬送ロボットシステムなどが使われている。東芝グループも、自動搬送車（AGV：Automated Guided Vehicle）が商品の棚を自動搬送する棚搬送ロボットシステムを提供してきた。

この棚搬送ロボットの運用効率を更に向上させるには、出荷オーダーの順序を並び替えて1回の運搬で処理できるオーダーを増やすこと、棚を効率的に移動させる運行計画が重要となる。この度、オーダー処理順

最適化と、AGVの運行計画技術という二つの最適化エンジンを試作して棚搬送ロボットシステムに統合した。実倉庫に適用した結果、適用前と比較して、運用効率が大きく改善した（この特集のp.6-8参照）。

(2) ピッキングロボットシステム ピッキング作業の中で、人が移動する時間と労力は自動倉庫や棚搬送ロボットシステムなどで大幅に改善するが、実際の商品を取り出す作業は人手に頼らざるを得ない。物流倉庫では様々な形状・見た目・素材の商品を扱うため、これまでは機械化・自動化が困難といわれてきた。製造現場のように一定の種類のものだけを扱うのであれば、対象に合わせて、挟み込んだり、吸着したりという方法を使えばよいが、様々な商品を扱うと、商品を落下させたり、複数の商品を一つの商品と誤認識して処理するなどの問題があった。

東芝グループは、これを解決するソリューションとして、知能化ロボットの活用を進めている。倉庫内のWESを活用して、ピッキングオーダーを、ロボットが得意な商品はロボットに、人でしか扱えない不定形な商品は人に振り分ける機能を実装した。また、ロボットでのピッキング中に何らかのエラーが発生した場合に、その商品の処理は保留して作業を継続するリカバリー処理を導入した。これにより、業務継続率99.999%を実現した。更に、ピッキングロボットをユニット化して設置面積を削減し、現場に導入しやすくした。これにより、高い可搬性と可用性を実現したピッキングロボットシステムを開発し、実証実験を開始した（同p.9-12参照）。

(3) 出荷バース割り当ての最適化 トラックドライバーが、バース（荷物の積み降ろしをするためにトラックを駐停車する場所）で荷待ちする時間の短縮が求められている。短縮のためには、倉庫側のピッキング作業や出庫作業との連携が不可欠となる。そこで、複数棟の積み回りも考慮して、どのバースでいつ荷物を積むかを指定するバース割り当てを最適化することで、荷待ち時間を短縮する出荷バース最適化機能を開発した。倉庫での荷待ち時間の平均は1時間半程度といわれているが、この機能によって、約30%の削減を目指す。この機能は、倉庫運用最適化サービスLADOCsuite/WESの新バージョンで提供を開始した（同p.13-16参照）。

(4) 物流自動化機器の運用効率化技術 物流倉庫で扱う荷量は、荷主や届け先の要望が曜日・天候・流行などの影響を受けるため、大きく変化する。これに対応するため、各物流倉庫では一定の余力を持って人員

を確保する必要があり、コスト増につながる。そこで、物流量を事前に予測して精度の高い作業計画の立案を支援し、コスト削減に貢献する技術を開発した。

また、物流作業の各工程で使用される様々な物流自動化機器のデータフォーマットやインターフェースが異なるため、機器連携が十分にできないという現状がある。そこで、人や、自動化機器、自動化機器メーカーなどに依存しない進捗管理用標準API (Application Programming Interface)を開発し、統合管理できるようにした(同p.17-19参照)。

### 3.3 物流倉庫のソリューション

3.2節に示したようなCPS技術を、既に製品提供している荷降ろし装置や、AGV、コンベヤーシステムなどの機器と組み合わせて、WESに、出荷バース割り当ての最適化機能、需要予測機能高度化、トータルピッキング変換機能を追加したソリューションを展開し、物流倉庫内の効率的な運用を実現する。

## 4. 今後の展望

東芝グループは、長年培ってきたメカトロニクス技術と、IoT (Internet of Things)・AIなどのデジタル技術を融合し、様々な商品を扱う物流倉庫業務への自動化機械・ロボットの導入、及び人と機械のベストマッチにより運用を効率化するプラットフォームであるWESの開発を進めて、新たな価値を提供するCPS技術を実現し、社会課題の解決に貢献していく。更に将来に向けて、倉庫内の業務を俯瞰(ふかん)してシミュレーションする技術を開発しており、機器の導入効果の予測や人員配置の最適化など、幅広く物流倉庫業務の効率化を図るソリューションを提供していく。

## 文 献

- (1) 農林水産省. 物流の2024年問題に向けた政府の取組について. 農林水産省ホームページ. 2023, 10p. <<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/attach/pdf/buturyu-377.pdf>>, (参照 2023-02-09).
- (2) 我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議. 物流革新緊急パッケージ. 内閣官房ホームページ. 2023, 5p. <[https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/buturyu\\_kakushin/pdf/kinkyu\\_package\\_1006.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/buturyu_kakushin/pdf/kinkyu_package_1006.pdf)>, (参照 2023-02-09).
- (3) 我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議. 物流革新に向けた政策パッケージ. 内閣官房ホームページ. 2023, 18p. <[https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/buturyu\\_kakushin/pdf/seisaku\\_package.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/buturyu_kakushin/pdf/seisaku_package.pdf)>, (参照 2023-02-09).
- (4) 国土交通省. 令和4年度宅配便等取扱実績関係資料. 2023, 6p. <<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001625915.pdf>>, (参照 2023-02-09).



江原 浩二 EHARA Koji  
東芝インフラシステムズ(株)  
セキュリティ・自動化システム事業部 小向工場  
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.



松本 裕司 MATSUMOTO Yuji  
東芝インフラシステムズ(株)  
セキュリティ・自動化システム事業部  
物流・郵便ソリューション技術部  
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.