

タイトル

「棚搬送型ロボット導入における対象アイテム選定の成功事例」

受講番号 018

SBS 東芝ロジスティクス株式会社

物流改革推進部 次世代ロジ技術推進担当

加藤 宏幸

目次

1. 序論

| | |
|---------------------|---|
| 1.1 はじめに | 2 |
| 1.2 プロジェクトにおける自身の役割 | 2 |
| 1.3 本論文の主旨 | 3 |

2. 本論

| | |
|-----------------------|----|
| 2.1 プロジェクトの背景 | 3 |
| 2.2 物流センター業務の概要 | 3 |
| 2.3 棚搬送ロボにて取り扱う商品群の選定 | 5 |
| 2.4 アイテム別の保管区分・保管量の設定 | 8 |
| 2.5 対象アイテム選定プロセスのまとめ | 10 |
| 2.6 効果の確認 | 11 |

3. 結論

| | |
|-----------------|----|
| 3.1 成功の要因 | 12 |
| 3.2 今後取り入れるべき要素 | 12 |

1. 序論

1.1 はじめに

当社は1974年に東芝グループの物流子会社として設立されて以来、東芝グループの物流業務および一般荷主の3PL事業を生業とし、プラント装置のような超重量品から、半導体・部品のような小物品まで、多様な製品のロジスティクスを企画・提案・運営しながら、保管・梱包・荷役・輸送などの側面から荷主のSCM最適化に貢献してきた。また、製造業から派生した会社であることから、業務改善を行う際にはIE分析手法やKPI管理を用い、工程や作業をつぶさに観測・分析したり、問題と原因を明確化したりしながら、解決方法を策定する風土を有している。

本論文のテーマとして、当社は棚搬送型ロボットシステム（以下棚搬送ロボ：【図表1】のように、移動棚(以下POD)をAGV(無人搬送車)が作業ステーションまで運搬し、入出庫作業を歩行・運搬レス化する設備)を2021年に千葉県柏市にて3PL運営しているA社物流センター業務へ導入し、ピッキング作業の人時生産性を安定的に約2倍へと伸ばさせることに成功した事例を選定する。

理由として、本件は当社で棚搬送ロボを導入した初めての事例かつ、設備ベンダーが扱う中国製ロボットもコロナ禍の中で国内初案件であり、業務要件のみならず、ロボット側のソフト・ハードの構成・設定に関して、当社が主体的に進めたためである。前述の作業プロセスやデータ分析の知見に基づき、事業者主導にて投資規模を始め各種要件を設定し、安定稼働を実現することができた。本論文では、棚搬送ロボにて取り扱う商品を選定したプロセスについて、集中して論じていく。

【図表1：棚搬送ロボット 左：作業ステーションおよびPOD 右：AGV】



1.2 プロジェクトにおける自身の役割

私が所属している物流改革推進部次世代ロジ技術推進担当は、社内の各事業場およびコンサルのクライアントなどから改善ニーズを吸い上げ、自動化・ロボット化も含めた合理化設備の提案や導入支援、導入後の使いこなしを推進する業務に携わっている。本論文の棚搬送ロボ導入プロジェクトでは、業務・運用設計に携わりつつ、円滑な導入スケジュールおよび投資回収期間を見極めることを自身の役割として参画した。主たる業務として、発注先ベンダー選定、各種データ分析、業務要件定義、運用試験、作業教育、導入後の運用サポートを担当した。

1.3 本論文の主旨

本論文は棚搬送ロボ導入プロジェクトを振り返り、物流技術管理士認定講座にて学んだ知識・技法について、①プロジェクト活動上での活用により、成功に繋がったと考えられる要素、②プロジェクト活動時は未修得だったが、有効活用できたと考えられる要素に触れつつ論じていく。尚、人時生産性などの KPI 数値に関しては、社内・客先情報が絡むため、明記を避けていることをご了承願いたい。

2. 本論

2.1 プロジェクトの背景

当社が棚搬送ロボの導入を判断した理由として、下記4点が挙げられる。

(1)深刻化する労働者不足を念頭に、安定したサービスを継続していくために、自動化設備の活用が不可欠であると考えた。

(2)自動化設備の導入および運用で得た知見とノウハウが、今後の新規顧客獲得に向けた営業提案力の強化(競合との差別化)に繋がると考えた。

(3)棚搬送ロボは、自動倉庫(スタッカークレーン式)などの固定設備では難しい、移設・拡張などが容易に行えるため、荷主の激しい事業変化にも柔軟に対応できると考えた。

(4)設備の動力源として太陽光パネルによる再生可能エネルギーを用いることで、国交省・環境省が進める自立型ゼロエネルギー倉庫モデルへ参画し、環境貢献に寄与できると考えた。(当社の申請は棚搬送ロボとして初の事例であった)

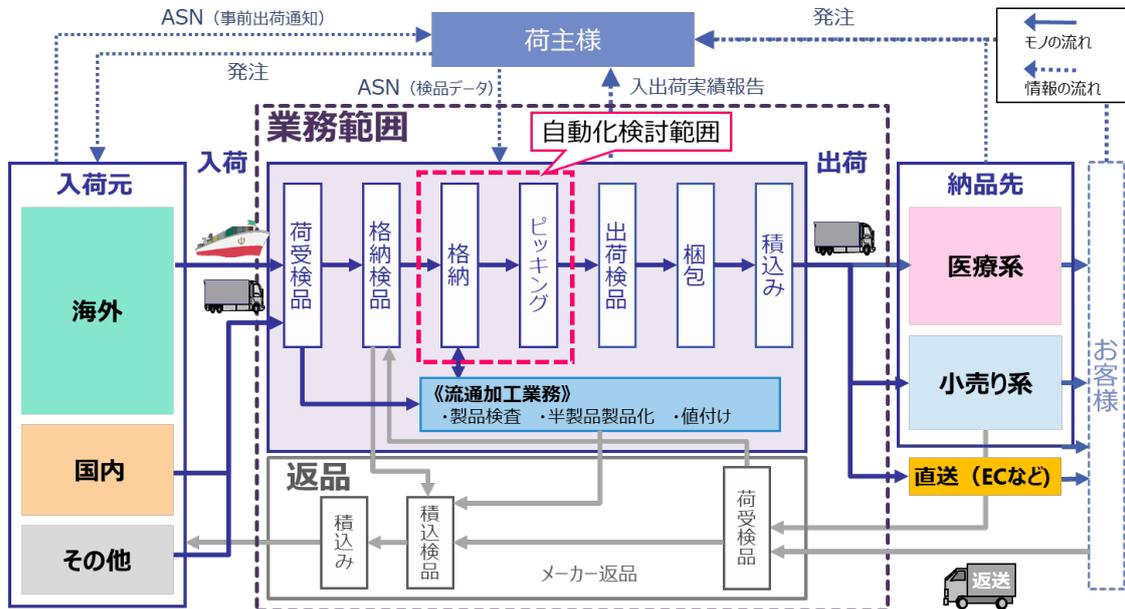
以上の理由より、①シングルピッキング主体で歩行時間が長く、省人化効果が見込める、②商品特性および入出庫等の粒度から、棚搬送ロボとの親和性が見込める、③建屋構造的に、太陽光パネルの設置が見込めるといった条件が揃う本物流センター業務を導入先として選定した。

2.2 物流センター業務の概要

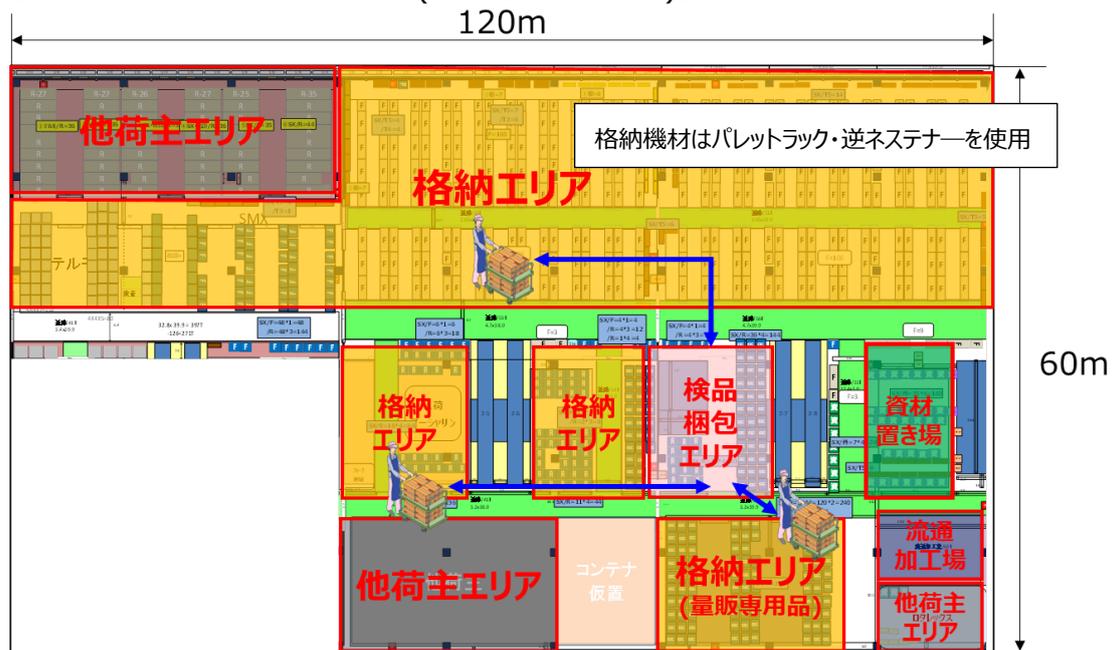
物流センター業務の概要として、商品は主に医療・小売り向けの製品を取り扱っている。【図表2】のロジフローのように、一部の商品は未包装状態で入荷されるため、入出庫・保管荷役の他に、検査やパッケージ化、値付けなどの流通加工業務も行っている。尚、出荷オーダーについては基本的に当日受注・当日発送であり、荷主より受信を開始する11時から、集荷車両の関係上19時までの8時間でピッキングを完了させる必要がある。

物流センター規模としては【図表3】のように、センター全体で1,620坪の内、約1,000坪が格納エリアとなっており、入庫作業はフォークリフト、出庫作業は主に台車を使用したシングルピッキングにて運営していた。そのため、ピッキング時の動線が長大化しており、棚搬送ロボによる歩行レスの改善効果が期待できた。また、出荷ルールは先入れ先出しが荷主との取り決めとなっている。

【図表2：医療品卸物流センターの業務フロー】



【図表3：物流センターレイアウト(棚搬送ロボ導入前)】



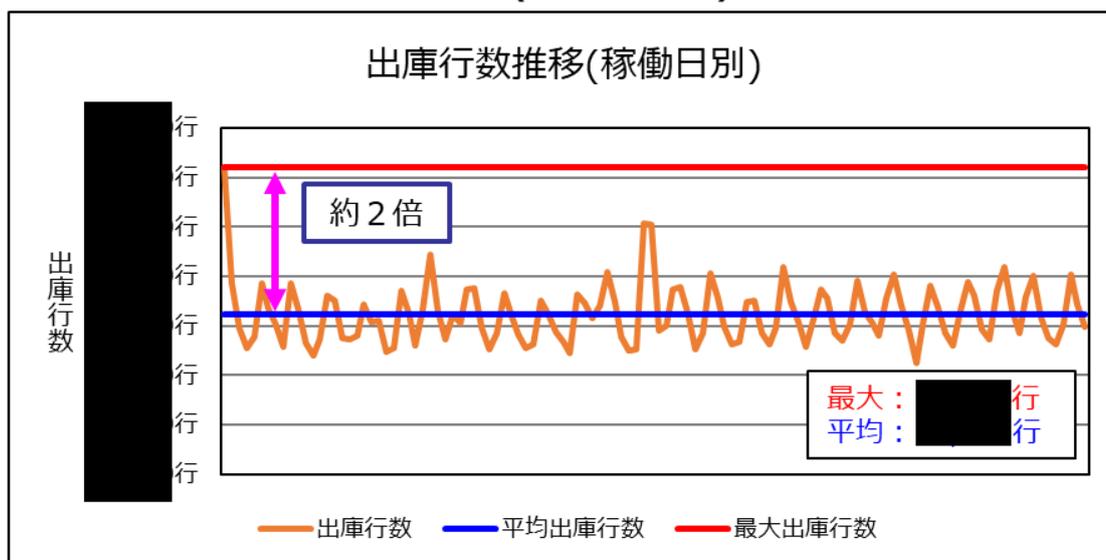
2.3 棚搬送ロボにて取り扱う商品群の選定

棚搬送ロボの機器構成の策定にあたり、物流センター業務のヒアリング調査およびデータ分析を通じて、棚搬送ロボにて取り扱う商品群の選定を行った。具体的な分析手法については以下に詳述する。また、データ分析に用いる指標等の単位は、ピッキングリスト行数（以下出庫行数）および容積（ m^3 ）を用いることとする。

(1) 出荷量波動の確認

まず、年間を通じた物量のピーク・オフピークを確認した。稼働日別の出庫行数推移を確認したところ、【図表4】のように平均と最大で2倍近い行数差がある事が判明した。当初は全ての出庫作業を棚搬送ロボで行うことを想定していたが、最大の出庫行数に対処できる機器構成とした場合、平常時の設備稼働率は約50%で推移することになり、投資回収期間の長期化が懸念された。そのため、物量繁閑幅の狭いアイテムを絞り込む必要性があると判断した。

【図表4：出庫行数推移(稼働日別)】

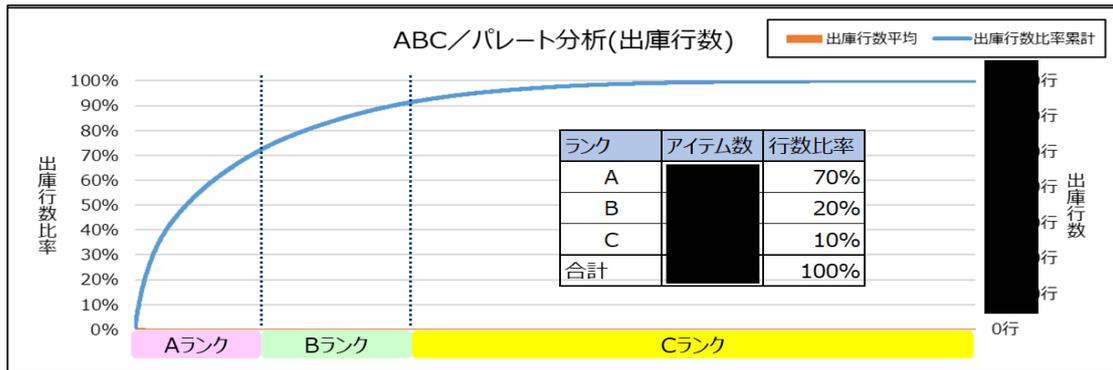


※出庫行数は顧客情報となるため割愛

(2)ABC ランク／パレート分析¹

次に、繁忙幅の狭いアイテムを抽出すべく、同じく年間の出庫実績データでパレート分析を行い、ABCランク別のアイテム数構成を確認した。その結果、【図表5】のように高ランクの一部のアイテムに出庫行数が集中していることを確認した。そのため、「Aランク」と「BCランク」の2区分に分けて、物量繁忙幅を確認した。

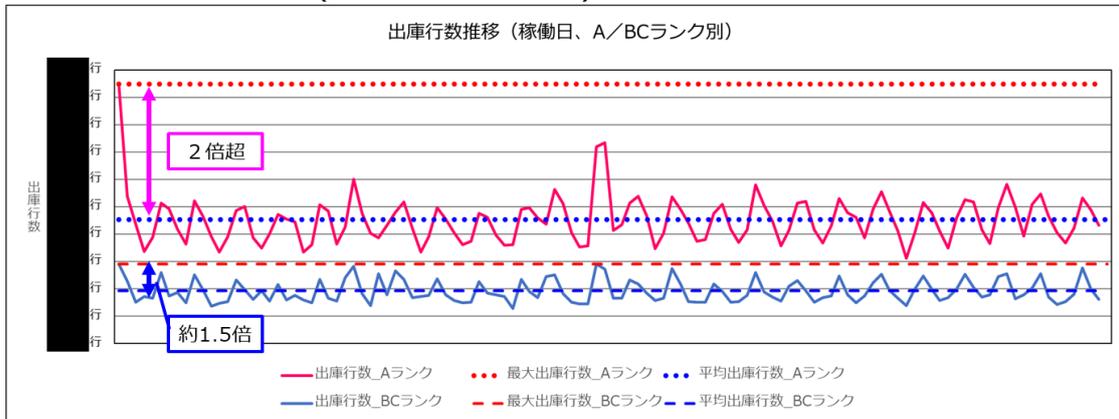
【図表5：ABCランク／パレート分析】



※アイテム数および出庫行数は顧客情報となるため割愛

その結果【図表6】のように、Aランクでは最大と平均で2倍超の物量繁忙幅があるが、BCランクでは約1.5倍に収まることが確認できた。

【図表6：出庫行数推移(Aランク／BCランク別)】



| 区分 | アイテム数 | 平均出庫行数 | 最大出庫行数 | 伸長率 |
|-------|-------|--------|--------|------|
| Aランク | アイテム | 行 | 行 | 209% |
| BCランク | アイテム | 行 | 行 | 152% |

※アイテム数および出庫行数は顧客情報となるため割愛

得られた結果より、設置した機器構成の設備稼働率を高い状態を維持できると考え、棚搬送ロボはBCランク品を主に取り扱うことに決定した。

また、従来の台車シングルピッキングではBCランクのアイテム数の多さが動線の長大化を招いており、棚搬送ロボの対象とすることでより高い歩行レス効果が期待できた。

(3)一部 A ランク商品の取込

最後に、BC ランク品のみでは、目標とした処理行数に達しなかったため、一部 A ランク品を棚搬送ロボの対象に加えることとした。物量繁閑幅が BC ランクと遜色ないアイテムを抽出し「A-ランク」として、棚搬送ロボにて取り扱うことを決定した。

尚、本論での詳細な説明は避けるが、台車ピッキングについても、アイテム数の多い BC ランク品を棚搬送ロボに移行し、アイテム数の少ない A ランク品を主対象としたことで歩行動線を短縮でき、人時生産性が約 2 倍に向上したことも補足しておく。

2.4 アイテム別の保管区分・保管量の設定

棚搬送ロボの対象とするアイテムは決まったものの、これらの在庫を全て棚搬送ロボで格納した場合、必要 POD 数の大幅な増加と共に、AGV の走行面積が広がり台数増に繋がることから、投資規模に対する効果が不釣り合いになることが懸念された。そのため、在庫量の多いアイテムについては、ダブルランザクション方式²にて棚搬送ロボをピッキングエリア、従来の格納機材エリアをストックエリアとして補充運用することで投資規模を抑える方針とした。

ダブルランザクション方式で在庫を保管した場合、ピッキング時の欠品や補充作業が発生するため、後述する棚搬送ロボでの運用を想定した在庫量のあるべき姿を【図表 7】で示すように整理した上で、ダブルランザクション方式の対象アイテムの絞り込みと棚搬送ロボに保有する在庫量のしきい値を決定した。

【図表 7：棚搬送ロボにてダブルランザクション方式を行う際のあるべき姿】



棚搬送ロボにてダブルランザクション方式を行う際のあるべき姿

(1)ピッキング中に欠品が発生すると、作業中断による設備稼働率の低下やリワークが想定されるため、物量繁忙日でも欠品の発生しない必要十分な在庫量を保有すべきである。

(2)ダブルランザクション方式の対象アイテムを幅広く選定、もしくは高回転品を選定すると、補充頻度が高まり、ピッキング処理能力が低下するため、対象アイテム数は極力絞るべきである。

(3)ダブルランザクション対象に在庫量少量品を選定すると、ストックエリアでも間口が必要となり格納効率が悪化するため、全量棚搬送ロボで保有すべきである。

上記を踏まえ、まず①ピッキングエリア（棚搬送ロボ）の保有量、②補充点、③1回あたり補充量の3点を設定した。指標として出荷対応日数³を算出し、ダブルランザクション化の要否を求め、下記3点を目安とした。

- ①ピッキングエリア（棚搬送ロボ）の保有量：出荷1週間分
- ②補充点：出荷2日分
- ③1回あたり補充量：出荷1週間分

ダブルランザクション化の要否については、在庫容積（POD 数換算）と在庫回転月数⁴でゾーン分けした【図表 8】のマトリクス表を作成し、棚搬送ロボの在庫量を確認しながら、ダブルランザクション方式の対象アイテム数が極力少なくなるよう調整した。結論として、平均在庫量が 1 / 2 POD 以上かつ、在庫回転数が 1.0 回転 / 月未満のアイテムをダブルランザクション方式の対象とすることに決定した。その他のアイテムは考慮事項のない限り、全量を棚搬送ロボットへ格納することとした。

【図表 8：ダブルランザクションの対象とするアイテムの設定】

| 在庫回転月数 | 出荷対応日数 | 在庫容積(POD数換算、m) | | | | | | | | 合計 |
|------------------|----------------|--|-----------|-----------|----------|--------|------|------|------|------|
| | | ~1/6棚未満 | 1/6棚~1/5棚 | 1/5棚~1/3棚 | 1/3~1/2棚 | 1/2~1棚 | 1~2棚 | 2~3棚 | 3棚超 | |
| 2回転以上 | 半月分未満 | <div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; background-color: #e0e0ff; padding: 5px; display: inline-block;"> 全量棚搬送ロボへ格納 </div> <div style="border: 1px solid blue; background-color: #e0e0ff; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;"> ダブルランザクション対象 (1週間分の在庫を棚搬送ロボへ格納) </div> </div> | | | | | | | | アイテム |
| 1.0回転~ 2.0回転 | 1か月~ 半月分 | | | | | | | | | アイテム |
| 0.5回~ 1.0回 | 2ヶ月未満~ 1か月分 | | | | | | | | | アイテム |
| 0.33回転~ 0.5回転 | 3ヶ月~ 2ヶ月分 | | | | | | | | | アイテム |
| ~0.33回転 | 3ヶ月分以上 | | | | | | | | | アイテム |
| 合計 | | アイテム | アイテム | アイテム | アイテム | アイテム | アイテム | アイテム | アイテム | アイテム |

(■アイテムはその他条件により、棚搬送ロボに不適合として除外)

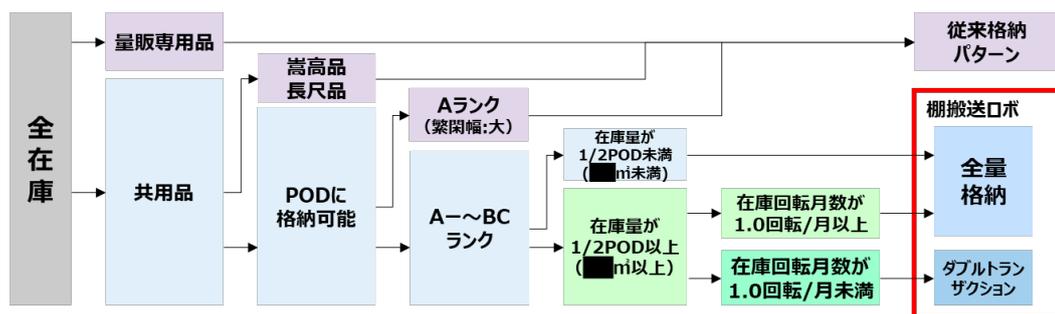
※アイテム数および在庫容積は顧客情報となるため割愛

2.5 対象アイテム選定プロセスのまとめ

2.3 と 2.4 の考え方を【図表 9】のフロー図にまとめた。この方法にて、棚搬送ロボに適したアイテムと在庫量の絞り込みが可能であると考えた。また、【図表 8】の下端枠外に記載の通り、①スパイク出荷が生じやすい量販専用品、②1ピースあたりの容積が大きい嵩高品や POD からオーバーハングする長尺品のアイテムについては、棚搬送ロボに適さないことが判明したため、フローの初期選別条件に追加している。

【図表 9：棚搬送ロボで取り扱う商品群の選定プロセス】

| | |
|---------------------------|--|
| ◆棚搬送ロボでの取り扱いに適した商品が判断する指標 | |
| 荷動き特性 | 突出した出荷が生じやすい量販専用品は除外 |
| 商品特性 | 嵩高品、長尺品は除外 |
| 出荷ランク | Aランクの物量繁閑幅の大きいアイテム・その他で不用品・スロームーブ品は除外 |
| ◆棚搬送ロボの保有量を判断する指標 | |
| 在庫量 | 1 / 2 POD(■m ³)未満のアイテムは全量棚搬送ロボへ格納 |
| 在庫回転 | 在庫量が1 / 2 POD(■m ³)以上かつ、在庫回転月数が1.0回転/月未満のアイテムはダブルランザクション運用 |



※在庫容積は顧客情報となるため割愛

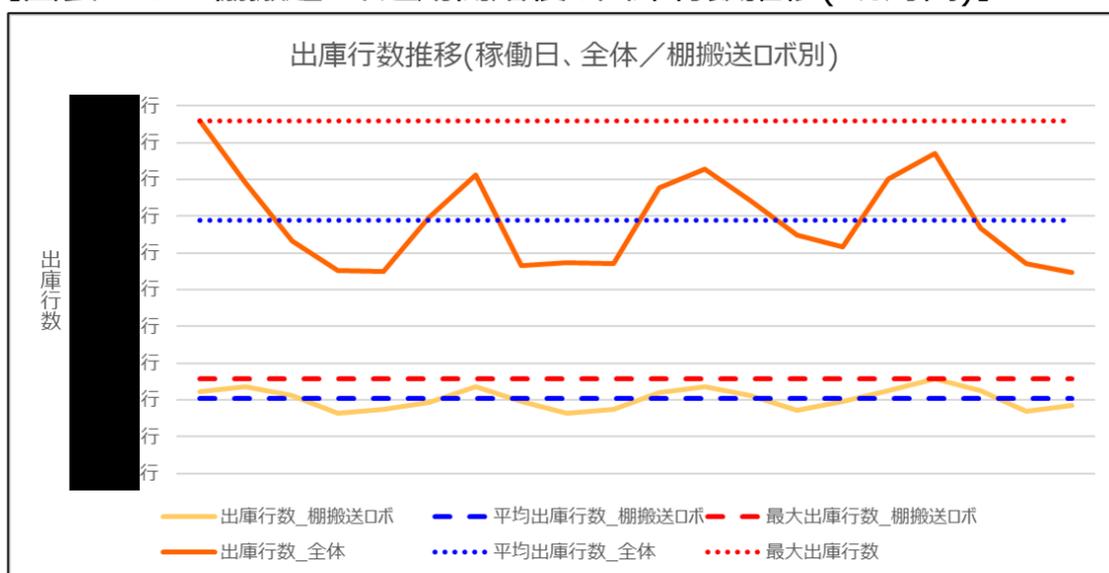
また、ダブルランザクション方式の維持管理については、既にWMSで機能を有していることから、今回まとめた各設計値を登録し、欠品が生じないよう体制を整えた。

2.6 効果の確認

ここまで述べた手法にて、棚搬送ロボにて取り扱うアイテム・在庫量が定まったことを受け、POD数・AGV数・作業ステーション数などの機器構成を固め、導入を行った。運用開始後1カ月間の出荷行数推移【図表10】にて、全体および棚搬送ロボの出荷行数を比較し、下記2点が計画通りに推移しているか確認した。

- ① 繁忙日と通常日の繁忙差を大幅に抑制し、安定した出庫行数にて推移している
- ② 当初見込んだA～BCランクの出庫行数にて推移している。

【図表10：棚搬送ロボ運用開始後の出庫行数推移(1カ月間)】



| 区分 | 平均 | 最大 | 伸長率 |
|-------|----------|----------|--------|
| 全体 | ██████ 行 | ██████ 行 | 139.4% |
| 棚搬送ロボ | ██████ 行 | ██████ 行 | 126.3% |

※出庫行数は顧客情報となるため割愛

以上の整合が確認できたため、対象アイテム選定プロセスの成功を確認できた。尚、ピッキング処理能力についても大きな問題はなく、人時生産性も従来の2倍に伸長し、所定の8時間内で完了できることを確認している。

3. 結論

3.1 成功の要因

本プロジェクトでは、棚搬送ロボにて取り扱うアイテムを当社にて絞り込んだ上で、機器構成等の策定を行った。それにより、突出した物量繁忙に備えた過剰な設備投資を避けることができ、投資回収期間の抑制に繋がったと確信している。

同時に、検証・分析を通じて得られた知見により、今後益々加速していく労働力不足への一つの回答として、物流自動化ニーズへの対応力強化を図ることができたと考えている。

また、2.3(3)でも述べたように、従来作業となる台車ピッキングの人時生産性についても約2倍に向上させることができたため、棚搬送ロボの導入によるシナジー効果を生み出すことができたと考えている。

3.2 今後取り入れるべき要素

今回の取り組みではダブルトランザクション方式を適用したアイテムについて、棚搬送ロボ保有量を一律で出荷対応日数「1週間分」とした。しかしながら、出荷物量のバラツキを統計的に分析する手法は活用できておらず、講座にて学んだ安全在庫⁵の算出手法を用いることで、欠品率を抑えつつ棚搬送ロボの在庫量を抑制できた可能性があるものと考えている。今後検証を重ねることで格納余力を捻出できるようであれば、新規アイテムを取り込むことで、更なる歩行負荷の低減等に繋げていきたい。

【参考文献】

- 1.物流技術管理士 資格認定講座テキスト 第6単元：物流現場改善(P.12)
- 2.物流技術管理士 資格認定講座テキスト 第3単元：物流拠点管理(P.14)
- 3.物流技術管理士 資格認定講座テキスト 第8単元：在庫管理とSCM (P.22)
- 4.物流技術管理士 資格認定講座テキスト 第8単元：在庫管理とSCM(P.20)
- 5.物流技術管理士 資格認定講座テキスト 第8単元：在庫管理とSCM (P.10)