

第4回ロボフレ委員会講演内容 ～人手不足にあえぐ物流業界での革新の試み～

講師：(株) フレームワークス 秋葉淳一、記録：RRI 西垣戸貴臣

概要： E コマースの進展に、コロナによる巣ごもり需要が拍車をかけ、宅配を中心として物流量は増え続けている。一方で、少子高齢化、2024 年問題などにより、ドライバを中心とした物流の働き手は減少傾向。人手不足にあえぐ物流業界に革新が求められている。今回、物流の上流から下流まで多方面のプロが終結して知恵を合わせ、費用対効果の高い自動化の課題に取り組んだ。ポイントは以下の2点である。1) ロボットと上位システムとのインターフェースの標準化。どういふところに気を付けないといけないかを分かっているメンバを集め、開発期間と導入期間を最小化するためのシステム構成を検討し、標準化する部分を定めた。2) 段ボールケースの標準化。自動化のブレークスルーとなるピッキングの中でも実用化が進みつつある段ボールケースに関して、段ボール破壊の要因を分析し、成功率 100%となる標準仕様を定めた。次のステップは実用化に多くの課題を残すピースピッキング。人とロボットの作業境界を定め、人協働の新しい概念を取り入れながら取り組む予定である。また、店舗配送で多く使用されるカゴ台車の仕様についてもロボットアームや搬送ロボットとの接続を考慮したガイドラインを取り決める。

1. はじめに

かつて、買い物はスーパーや百貨店、専門店に向いて、自分の目で実物を確かめた上で買うのが当たり前であった。しかし今はパソコンやスマホを使った E コマースが主流になりつつある。図1は宅配便主要3社が扱う宅急便の数の推移を示している。2021年で年間約46億個の数の宅急便を扱っており、年に4%から10%という高い伸び率を示している。

一方で、輸配送の会社は約63,000社と非常に多くの数の会社が登録されている。つまり、輸配送の会社は中小がほとんどという事である。物流施設で働く人はパートさんが主体。トラックのドライバーは足りない。倉庫内の作業員も足りないというのが現状である。

また、荷主が物流のオペレーションを委託する契約の期間は2-3年がほとんどである。これは、物流オペレーションを受託した会社が2-3年で投資回収する必要があるということを示している。現在のロボットの価格を考えると、その投資回収期間は4.5-5年とされている。これではロボットを中心とした自動化機器の導入はできない。

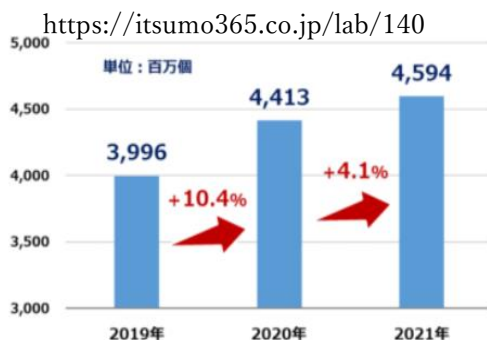


図1 宅急便主要3社合計の宅急便扱い数

荷物は増えるが人は減る。自動化機器の導入は困難。本報告では、こうした3重苦の中で物流業界の革新に挑んでいる例を紹介する。

本稿の構成は、次のようである。第2章では物流業界が抱える課題をさらに掘り下げて解説する。第3章ではこうした課題に対してこれまでなされている取組を紹介する。第4章では、こうした現状を踏まえて、RRIの物流TCで取り組んできたチャレンジの経緯と結果を述べ、続く第5章では次のチャレンジの計画を説明する。第6章はまとめである。

2. 物流業界が抱える課題

・2024年問題

働き方改革関連法により2024年4月1日から物流業界に生じる様々な問題を指す言葉である。いくつか改正点がある働き方改革関連法の中でも、「時間外労働の上限規制」が物流業界にとって大きな影響を与えられている。これは、時間外労働の上限規制によりドライバー一人当たりの走行距離が短くなり、長距離でモノが運べなくなると懸念されているからである。これにより、トラック運送・物流企業の売上や利益の減少、トラックドライバーの収入減少、荷主企業の運賃上昇などの問題が起きると危惧されている。

・2030年問題

2030年には日本国民の3人に1人が65歳以上の高齢者となり、かつ少子化が進み、労働者人口の減少が進む。これによって物流だけでなく、産業全体に大きな影響が予想されている。

・ウクライナ問題

ロシアとウクライナの戦争に端を発した燃料費高騰はトラックによる輸送が主流の物流業界にとっては死活問題である。

・世の中の認識との相違

《例えば自動運転》

世の中全体としては良い方向である、しかし、自動運転の普及によって、ドライバの将来は無いと考える若者が増加して、ドライバ志望の若者が減少することが懸念されている。

《例えばドローン》

ドローンをどんどん飛ばして荷物を運べるようになれば、離島や山間部など等では物流の新しい選択肢が増えるのは事実である。しかし、ドローンが運べる重量は、現行法ではせいぜい5kg。トラックいっぱいの荷物をドローンが運搬することはありえない。

《例えばリサイクル》

リサイクル、リユース（再利用）は資源の有効利用のために非常に有効な手段であり、世の中としては良い事である。しかしそのための物流も必要になる。これまでの普通の物流に加えて、新たに逆方向の流れ（静脈物流）が発生する。さらに分別も必要になる。人がかかわることが増える。さらに人手がとられることになる。

・物流は振り回される

スマホの普及が主導権を消費者に変えた。昔はお店に商品を配送していた。売る側の意図で、予定・計画に基づいて商品を運んだ。今は、誰が何をするのか予測が困難。昨日の夜中の状況に応じて物を動かさないといけない。

3. 物流業界ロボット化の現状

こうした課題を一気に解決することはできないが、自動化を通じてこうした課題に取り組む動きは進められて来ている。本章では、代表的な自動化の事例を紹介する。

・オートストア

格子状に組み込まれたグリッドに専用コンテナが隙間なく収納され、その上をロボットが縦横無尽に走行してコンテナを運び、作業者の待つポートにコンテナを搬送するもの。高密度の収納と高速な出し入れの両立は難しいとされる課題に対する一つの答えとして期待されている。



図2 オートストア

・GTP

「Goods to Person」の略称。ロボットやシステムによりピッキング作業者のところまでピッキング対象物を運ぶ作業方式のことを指す。通常のピッキングでは人が商品のある棚の間を歩き回る事になるが、GTPでは人は動かず、対象物となる商品が人のところまでやってくることになり、人が歩く手間と時間を省略できる。アマゾンの倉庫で取入れられているもの。



図3 GPT

・AMR

人に随行して荷物を搬送するもの。人は従来と同様に、目的の棚まで歩いてワークをピックし、ピックしたワークをAMRに載せる。AMRは人に先行してピック予定の棚の前に移動する。そしてピックされたワークを搬送する。GTP型の搬送ロボットと比較して導入コストが小さいのが特徴。



図4 AMR

・アームロボット

これまで述べてきた倉庫の高集積化や自動搬送の分野は比較的早く自動化が進んだが、アームロボットによるピッキング自動化の分野は技術課題が多く、自動化が遅れている

ピッキングは、段ボールケースを扱うパレタイズ（段ボールケースをパレットに積みつける）、デパレタイズ（パレットから段ボールケースを降ろす）と呼ばれるケースピッキングと、段ボールの中に入っている商品を扱うピースピッキングの二つに大きく分類される。この中でも、段ボールを扱うピッキングは実用化が進み始めている、一方で、ピースピックと呼ばれる一般物品のピッキングは、Eコマース等で扱われるあらゆる種類のワークを取り扱う必要があり、非常にハードル高い。現状でもピッキング可能なワークは、全ワークの20—30%程度と言われている。

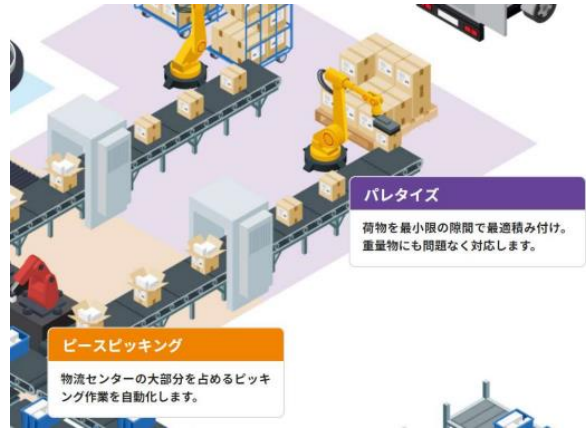


図5 アームロボットの活用シーン

4. 今回の取り組み：RRI 物流 TC の取り組み

・テーマ決定

物流領域のシステムインテグレーター、3PL会社、大手リース企業、メーカー、スーパー、ロボットベンダー等、物流の最上流から最下流を含む多種多様なメンバを集めて、ロボットフレンドリーな環境とは何かを議論した。アンケートをとって議論する等、テーマ決定に時間をかけた。全4回のワークショップの中で、全14施策をリストアップし、効果の難易度による優先付けを実施した。図6がその結果である、右に行くほど難易度が低くなる。また上に行くほど効果が高い。つまり、右下がりの45度の線より上が費用対効果が高い課題である。今回は①のマテハンロボット・上位システムI/F標準化と、⑧のケース（段ボール）仕様の標準化を対象として設定した。なお、⑥のカゴ車仕様のガイドライン策定は2023年度から進めており、⑦のパレット仕様の標準化は他の団体や協議会に委ねることとした。

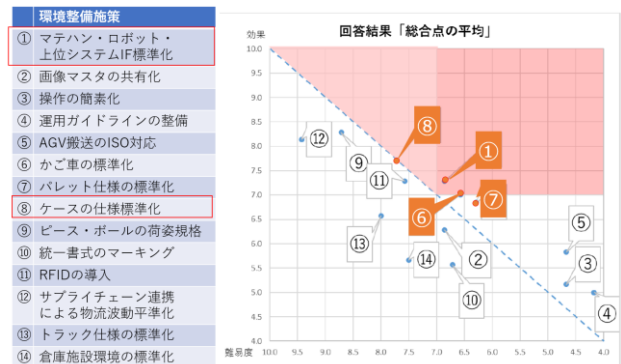


図6 アンケート結果

《IF 標準化》

ロボットをシステムとして組み上げる際、アームロボット、搬送ロボット等の多種多様なものを自分たちの上位システムにつなげる必要がある。これらを都度開発しては大変であり、動作検証も時間がかかる。また動作検証の間は、検証している拠点の物流を止める必要があり、代わりに他の物流拠点でモノを動かす必要が出てくる。こういう期間は極小化したい。

《段ボール仕様標準化》

前章でも述べた通り、ピッキングの自動化には残課題が山積している。中でも、ピースピックには解決すべき技術課題が多く、現状ではロボットに多くのお金をかける必要がある。つまり効果は高いが難易度も高い。そこで、比較的扱いやすく、実用化が見えて来た段ボールの自動ピッキングから始める事とした。まずは段ボールのピックを100%に近づけることをやろうと決めた。

段ボールは工場出荷時にはしっかりしているが、トラックや鉄道や船舶による搬送の過程で、湿気が多かったり何段も積まれたりすると段ボールの強度が劣化したり変形する。ピッキングは、この状態で行われるため、壊れる段ボールが出てくる。つまり物流の末端では、メーカーでは把握できていない課題が発生する。こういう現実の問題を、あらゆる分野の事業者で議論し、解決のポイントを話し合った。重い段ボールの搬送は人間にとっても重労働。段ボールのコストを上げないことにも気を配って議論した。



図7 段ボールの自動積み付け（パレタイズ）

・結果

《IF 標準化》

アームロボットを中心として AGV を動かす部分が最も効果的と判断し、先ずはこのケースをターゲット

とした。ポイントは、開発コストの削減と、導入期間の削減。ここに注目して検討を実施した。

具体的にケースを想定し、どういうところに気を付けられないといけないかを分かっているメンバを集め、開発期間と導入期間を最小化するためのシステム構成を検討し、標準化する部分を定めた。同時に、分かっているメンバ以外でも同様なコスト・期間で開発・導入が進められることを考慮して、こういうところに気を付けられないという注意点を記述したプロジェクトの進め方のガイドラインも作った。

IF の標準化は、仕様書として纏めた。ソフトウェアはサンプルコードで公開した。オープンソースにすると誰かが管理する必要があるため、この手法はとらなかった。「サンプルコードを使ったが効果が出ない」ということにならないように、「気を付けるべきことを気を付ける」という事が分かるような進め方をした。

結果として、コストを60%ダウン、テスト期間を66%ダウンさせた。中でも導入期間は、「売り上げが立たない期間」であり、かつ「2重でセンタを動かす必要がある期間」である。この短縮は効果が大きい。

今回の開発に携わったメンバにとっては、今回の工夫点が差別化ポイントであった。しかし、普及スピードを上げることが重要であり、抱え込むのは賢くないと判断した。自分のところに優先的に仕事に来るより、市場規模を広げることの方が大切と考えたことが功を奏した。

《段ボール仕様標準化》

段ボールは店舗で働く人が開梱しやすいように天面にミシン目が施されている。これは人間にとってはありがたいが、天面を吸着して搬送するロボットにとっては段ボール破壊の大きな要因になる。

さらに、段ボールは図8に示すようなラップラウンド方式が多くなっている。これは打ち抜いたシート（図8左）で納品するため、組み立てた段ボールに比べて在庫のかさが減るという利点と、組み立て・糊付けまで機械製函が可能でありコストが下がるという利点があり、飲料や加工食品などの分野で多く使用され始めている。しかし、ホットメルトと呼ばれる糊付け部分が剥がれると段ボールから全ての内容物が転がり出ることになるため、取り扱いには注意が必要になる。

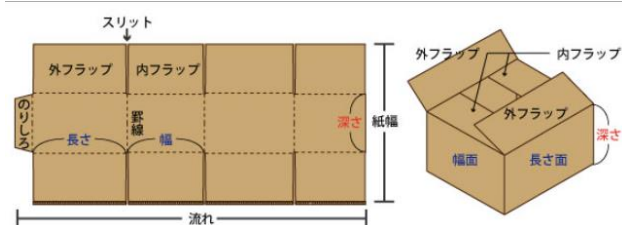


図8 ラップラウンド方式段ボール

メンバーの知見を集集し、こういう飲料のこういうケースが壊れやすいというデータをもとに、実験計画を立てた。2L ペットボトル6本ケースのように、吸着面である天面の面積が小さいが全体重量が重いものが辛いケースの一つである。今回の実験ではキリンビバレッジさんにも協力いただいた。キリンビバレッジさんは物流の最上流に位置する。きれいな段ボールを扱うので壊れた経験がなかったが、実際に見て頂いて実態をご理解いただきながら、共同で実験を進めた(図9)。

結果として、

- 1) L型ハンドを使って天面に加えて側面も併せて吸着することによって、想定した全ての段ボールが把持可能。
- 2) のり面の使い方がポイントで、少し糊の強度を上げ、天面引っ張り強度を上げるのが効果的。
- 3) L型ハンドを使えばミシン目は問題ない。

という事が分かった。ガイドラインとして伝えて行く。

更に、いろんなケースの段ボールに関しても引き続き整理していくと共に、アームロボットの加速度に対する必要な糊の強度も数値を出し、纏めていく予定である。

関係者の皆さんは、自分の領域を個々にしっかり守ってやっている。しかしトータルで見ると問題が発生することが今回見えた課題である。いろんな業界に人たちが集まって議論できたので、しっかりと実証することができた。今後は、アンケートを通じて更に必要なユースケースを集めて行く予定である。



図9 段ボール実験の様子

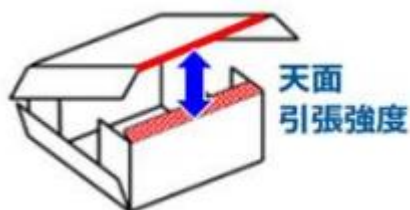


図10 天面引っ張り強度

5. 次のステップ

図6のアンケートで出た「かご車の課題」と、まだまだ技術課題が大きいピースピックの分野に人協働という概念を追加して今年度は進める。

《かご車の仕様のガイドライン》

かご車には図11に示すように、3面が格子状の柵で覆われた標準タイプや、柵全面が柵で覆われた観音扉タイプがある。さらに、2段、3段と中間に柵があるものもあり、これらの柵も固定のものや跳ね上げタイプのもがある。その上これらのサイズは千差万別。一つの倉庫に複数の種類のかご車が使われているというのが現状である。人間にとってはこうしたバリエーションは大きな問題にはならないが、ロボットによってはソフトの使い分けが必要になったり、腕の長さの違いで扱うことができなったりという課題が発生し、自動化の大きな妨げになっている。今年度はこの分野にメスを入れ、前回と同様に、各分野のメンバーで議論しながらロボットフレンドリーな仕様のガイドラインを探っていく。



①標準タイプ

②観音扉タイプ

図 1 1 かご車の例

《人協働のピースピック》

段ボールのピックは、ほぼ 100%の成功率に近づいた。次の大きな課題はピースピックである。しかし、現状 20-30%のものを一気に 100%にするのは技術的にもコスト的にも難しい。そこで人とロボットが協働する状態を考えていく。なるべく自動化率を上げてロボットに活躍してもらいたいが、一方で、ロボットにはできないことが多い。そこで、前後の段取りや周辺の工夫も含めて、ロボットにできないことを人にやる役割分担を考えていく。ロボットにできなくて人間がやる境目が課題。こちらも物流の各分野から集まったプロ集団で議論して行く。

今までは産業用ロボットを物流に展開して来た。しかし、製造に比べて物流は同じ動作が少ない。また製造に比べて投資回収期間が少ない。そうすると、産業用ロボットではなく、単純な動きをしっかりとってくれるロボットが適切という事になる。その後、ロボットができない部分を人間にやってもらう。そうやってコストを下げる事を考えて行きたい。

6. まとめ

荷物は増えるが人は減る。投資回収期間を考えると自動化機器の導入は困難。本報告ではこういう三重苦の中で、物流業界の上流から下流に渡る各分野のプロが終結し、個別課題ではなく、物流システム全体を議論して革新に取り組んでいる例を紹介した。ポイントは以下の2点である。

(1. ロボットと上位の IF 仕様の標準化)

具体的にケースを想定し、どういうところに気を付けないといけないかを分かっているメンバを集め、開発期間と導入期間を最小化するためのシステム構成を検討し、標準化する部分を定めた。結果として、コストを 60%ダウン、テスト期間を 66%ダウンさせた。中でも導入期間は、「売り上げが立たない期間」であり、かつ「2重でセンタを動かす必要がある期間」である。この短縮は効果が大い。

(2. 段ボール仕様標準化)

工場出荷時の段ボールは綺麗であるが、トラックや船舶による搬送過程で変形し、破壊しやすくなる。また最近の段ボールは、人が開梱しやすいように天面にミシン目が施されている。これは人間にとってはありがたいが、天面を吸着して搬送するロボットにとっては段ボール破壊の大きな要因になる。メンバの知見を結集し、こういう飲料のこういうケースが壊れやすいというデータをもとに、実験計画を立てた。結果として、段ボールの糊付け部分の強度に気を付ければ段ボールの破壊を起こすことなくピックアップが可能になることを示した。こうした糊の強度やこれに対応したロボットアームの加速度等の知見は今後展開して行く。

(次のステップ)

次のステップは、倉庫内に多量存在するカゴ車のガイドライン策定、および、人協働を考慮したピースピックアップである。前後の段取りや周辺の工夫も含めて、ロボットにできないことを人にやる役割分担を考えていく。ロボットにできなくて人間にやる境目が課題。こちらも物流の各分野から集まったプロ集団で議論し、物流業界の人で不足に引き続き取り組んで行く。



ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会
Robot Revolution & Industrial IoT Initiative