

## ロジスティクスの経営に与える影響とIoT時代の最新動向

秋葉淳一（あきば じゅんいち）  
株式会社ダイワロジテック 代表取締役社長 CEO

### 1. ロジスティクスとは

まず、「ロジスティクス」を定義しておきたい。混同した使い方をしている言葉として「物流」がある。「物流」と聞くと「作業」をイメージする人も多いだろうし、そもそも英訳した場合には「physical distribution」であり、「logistics」ではない。

ロジスティクスとは元々がミリタリー用語である。戦争に勝つために最前線の部隊をどう動かすかということを考えるのであれば、「ここからしかモノを出せません」とか「ここへしかモノを届けられません」あるいは「何時までに連絡がこなかったらモノを送れません」という発想自体が誤りである。

最終的な意思決定や判断といったものは別にして、「今、ここで勝つためにどうするか」を優先する局面は必ずあるはずだ。補給基地自体は他の戦場にもあるかもしれないが、とりあえず、今ここを何とかしなければならぬとしたら、ここにあるものを動かすしかない。ここで勝たなければ意味がないのであれば、あらゆる方法を考え、また実行する。それが戦争というものである。

#### 1.1 ロジスティクスの活用領域

このようにロジスティクスというものを考えると、昨今、流通業界で必須だと言われるオムニチャネルリテイリングへロジスティクスが対応していくのは当然である。顧客の要求に企業が最善を尽くす。そのソリューションがオムニチャネルリテイリングだからだ。

さらにいえば、現代の顧客のニーズというのは、従来のようにモノ、つまり商品そのものだけではなく、情報や時間といったものまで含んだニーズに応じていくには、オムニチャネルリテイリングにならざるを得ない。

そういう意味で、長きにわたるビジネスの歴史上、オムニチャネルリテイリング化への流れという

のは、物流を通じて顧客の利便性を図ることができる初めての試みといえるかもしれない。顧客のニーズに極めて素直に応えた仕組みの実現が今、そこまで見えてきている。そして、それを支えるのがロジスティクスである。

### 2. オムニチャネルリテイリングにおけるロジスティクスの役割

2014年10月14日の記者会見でファーストリテイリングの柳井会長兼社長が「世界中で快適に買い物ができるようになる」として、効率的なロジスティクス網を海外でも構築するという考えを示された。

2016年4月、消費地に近い東京都江東区の有明地区で最新鋭の物流センターが稼働し、首都圏の一部でネット通販の商品の即日配送を始めた。

この取り組みは、現在の消費者が求める利便性にはロジスティクスが重要だということを示した一例である。

オムニチャネルリテイリングは、ロジスティクスにおけるサービス向上の実現により、競合他社との差別化を図り、競争力強化につながるだけでなく、ロジスティクスで得られたデータがマーケティング部門で活用され、新たなサービスや商品の開発に繋がる可能性がある。これにより、ロジスティクスを核とした、新たなビジネスモデルが生まれてくるかもしれない。

つまり、「オムニチャネルリテイリング」とは、変化する消費者の購買行動に対応するための、乗り越えるべき壁ではなく、さまざまなサービスや商品、ビジネスモデルが生まれてくるかもしれない好機に溢れた環境なのだ。

それを獲得するためには、ロジスティクスを経営戦略の一環として考える必要がある。

その上で、目指すところをはっきりと固める。も

もちろん、会社ごとに異なるはずだが、共通しているのは、消費者の多様な購買スタイルの中で、自社の顧客はどこに価値観をもっているのか、満足感を得たいのかを明確に把握することである。

IoTがロジスティクスにもたらす変化・効果を見ていくと、未来のロジスティクスが高度な情報戦略であることは明らかだ。モノの流れから得られるさまざまな情報をどのように活用するか、それこそが、競争優位性を確保するための重要な戦略になると考える。

### 3. IoTとロジスティクス

IoTをいかに戦略的に活用していくかは非常に重要な視点となる。ただし、物流センター内での活用という観点と、もう少し広域なロジスティクスの観点では、分けて考える必要がある。

#### 3.1 物流センターの観点からのIoT

数年前、Amazonが「注文されていない商品を届けます」と言っていたことが、まさにこの流れを受けたものである。つまり「この商品が何個売れるか」という数量のみの把握から「いつ、どこへ（誰のところへ）」まで含めた情報の利用となった。これは需要予測の概念が大きく変わり、レベルが格段に向上したということである。データ収集のデバイスは、Amazon Dash Button や、Amazon Echo だ。つまり家の中にデータ収集デバイスが入り込んできて、家族構成、生活パターン、行動パターンが予測できるようになった。

そうすると、物流センターに商品が入ってきたとき、「これは保管しておけばいい」「これはすぐに出ていくから出荷処理のほうに回す」という商品の動かし方の精度も飛躍的に向上し、何らかの指示やアクションを受けて動くという従来のイベントドリブン型から、「こういうことが起こるだろうから、今このように動く」という人工知能(?)型へ、物流センターの基本的な動き方が変わっていくこととなる。

現在でもリアルタイムに情報が入ってくればオンデマンドによる処理は可能だが、これはまだイベントドリブンの範疇である。今後は、集積された過去のデータを解析することにより、リアルタイムに

データを入れるだけで、先が読める、という時代になるだろう。

物流センターにおいては、オーダーを受けてから出荷までの時間が勝負であり、そこにはオーダーの締め時刻と出荷時刻という二つの物理的な制約が存在する。

このタイムスケジュールに沿って、単位時間当たり何個までの処理が可能、または限界かという条件が生じる。モノを運ぶ出荷作業においては物理的な制約もあるが、オーダーの締め方は、今後、受注予測の精度がさらに向上することで事前の対応も可能になってくる。

実は、今の段階でも、「2時間前の状況から類推すると、2時間後のオーダーを締める頃にはどんな状況になりそうか」は読めるのだが、IoT技術によってさらに精度が高まれば、どの企業もこのやり方になっていくのではないだろうか。

時系列に蓄積した膨大なデータを解析し、今と照らし合わせることで先が読めるのが、IoTを物流センターで活用するうえでの最大のメリットの一つといえる。

#### 3.2 ロジスティクスの観点からのIoT

前述したように、ロジスティクスというのは元々軍事用語で、適切にリソースを配分し届けるということだが、ロジスティクスの観点でIoTを捉えると、さらに大きな戦略が見えてくる。

たとえば、現実の世界で起きていること(Physical System)をIoTの技術によってCyber(電腦)の世界へとつなぎ、3日後の世界をシミュレーションして商品を生産し、1日後の世界をシミュレーションして商品を運ぶ、などといったことが可能になるだろう。

しかもそのシミュレーションの精度は99.8%以上になり、生産設備も配送車両もすべて自動運転で行われているという世界だ。

図1は、この現実世界(Physical System)と電腦世界(Cyber System)を結ぶ、CPS(Cyber-Physical System)の仕組みのイメージだが、ロジスティクスのシステムにIoT技術が組み込まれることで、現実世界(Physical System)に存在するセンサーやカメラやエッジデバイスなどの情報を、電腦世界(Cyber System)の強力なICT技術と結びつけ、人工知能

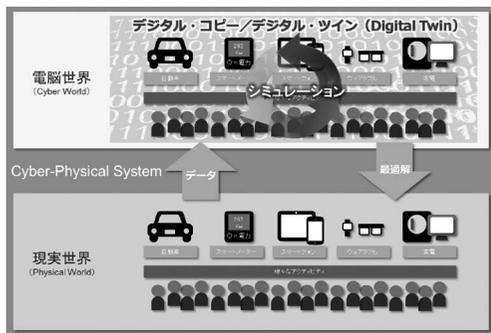


図1 現実世界と電腦世界

が解析をして、より効率のよい高度な社会を実現するためのサービスが生まれるであろう。

例えば、時間概念の貴重さとボラティリティ（需要変動の度合い）が高いということでは、半導体の世界がある。世界レベルで市況が常に変化するので、生産とロジスティクスに対してタイムリーにその情報を連携していかないと在庫が溜まってしまふ。

実は、ロジスティクスの配車でも「いつ車が必要とされるか」ということのボラティリティが非常に高い世界である。その高さに対して、情報をきちんと連携してブルウィップ効果を低減していかないと車両がだぶついてしまふ。

いわゆる「物流」ではなく、「ロジスティクス」の観点から行くと、それはごく当たり前の話である。だからこそ、たくさんの正確な情報が必要であり、そのデータをコンピュータが理解できる形でシステムに入れ、さらにきちんとデータ管理していくことが大前提になるのだ。

### 3.3 IoTによる自動化範囲

このように、さまざまなものと有機的につながることができるIoTは、すべてがうまく機能すれば、物流センターにおける、目であり、耳であり、手足であり、頭であり、すなわち「人間の代わり」になり得るものになるほどのポテンシャルを秘めている。

扱っている商材によっては、大手紳士服量販店のように96%くらいの自動化率を達成している物流センターも存在する。

ただし、物流現場においてICTが活用され、IoT

の技術が導入されるようになって、すべての自動化はやはり困難である。一般の物流センターでも作業効率の向上や省力化のための機械はたくさん導入されているが、ロボットには人間のような手指の動きが難しく、一つひとつをピックアップしたり仕分けしたりすることはできない。こうした手の動きまでもカバーするにはまだ時間がかかることが予想される。また、返品されてきた商品の真贋チェックや再販可能状態にするための処理の判断を画像解析技術だけで行うことも同様である。

だからと言って、ロボットや画像解析ではダメだという発想に行くのではなく、人間がやった方がいいことは人間がやればいいのである。すべてを人工知能化、ロボット化、機械化することが重要なわけではない。

重要なのは、IoTを介して集まってくるデータをどのように扱うかということだ。人工知能でできること、ロボットにやらせるべきこと、人間がやるべきこと。この三点をきちんと整理してエンジニアリングできる人間が物流センターの設計をしないと、IoTの活用や、ロボットの導入を推進しても、効率が上がるとは考えにくい。

今の時代、ICTをはじめ、本当に総合的に先を見て判断していく必要がある。どのような戦略や技術を用いていくにしても、本来の目的にしっかり根ざしたうえで、「お客様は何を求めているのか」を常に自問自答する姿勢がないと、継続的な成果は出ないのではないだろうか。「お客様」＝「個人」＝「多様性」と捉えれば、多種多様なデータの分析が求められる。

最近では、統計学やコンピュータサイエンスなどを駆使して、膨大なデータを整理・分析して「使える情報」にしていく「データサイエンティスト」という職業が目玉されているが、ロジスティクスの領域でも、今後このジャンルがどのように進化していくか目が離せない。

今では、インターネットもクラウドも、大企業に限らず誰もが安価に使える環境にある。その様な環境下では、IoT技術を含むICTを活用したロジスティクス戦略に取り組むのはむしろ当然であり、それを行わない企業や個人は、今後取り残されてしまうことは肝に銘じておくべきだろう。ユーザーインターフェース用デバイス（PC、タブレット、スマ

ホなど)とネット環境さえあれば、自前でサーバーを買う必要すらない。ローコストにしてノーリスク。取り組まないという選択肢は有り得ないというのが、私の結論である。

#### 4. 新技術のロジスティクスへの適用

最近では、人工知能やロボットの話を目にした日はない。

「ドローン」、「自動運転」、etc.

たしかに、人工知能やロボットの進化は凄まじい。

また、少子高齢化による人材不足が顕著な日本においては、これらの技術に対する期待は大きく、話題になるのもうなずける。

今回の原稿においても、人工知能やロボットが、ロジスティクスにどのような変化を起こし得るのか、また、それを活かすためにIoTがどのような役割を果たすのかも記述している。

だからこそ、ここで人間の凄さについても考えてみたい。

##### 4.1 人間の凄さの確認

私たちは、何かを手にした時に「思ったより重い」とか「思ったより軽い」と感じることや、そのことを言葉にすることがある。この「思った」は人工知能に置き換えられる。「思った」は手にするという動作以前の過去の経験値から導き出されているものであり、ビッグデータから人工知能が導き出した結果に置き換えることができるのである。簡単に経験値と書いたが、人間の経験値自体は優れたものである。なぜなら、その物自体を手にしたことがあるなら、「思ったより重い」とか「思ったより軽い」にはならないのである。その物の重量、表面の堅さ、摩擦抵抗がわかっているのだから、「思った通り」なのだ。

いろいろな要素に対する類似の経験値から「思った」は導き出されており、それも目からの情報だけで「思った」数値を割り出し、腕や手に指示を出しているのだ。

仮に、人間もロボットも「思った」数値が同じであり、それに基づいて、持ち上げる動作に関わる指示が出されたとする。「重かった」場合にでも人間

は持ち上げているはずだ。

一方で現時点のロボットだったらどうだろうか？落とすか、持ち上げられないか、なのだ。さらに思ったより柔らかい物だったらロボットは潰してしまっている。

この差は、非常に大きな差である。業務や日常の中で起こることを想像してみたい。

私たちは、玉子やマヨネーズ、ペットボトル、段ボールケース、服、紙などありとあらゆる物を手にして持ち上げる。たとえ初めて目にしたものだとしても、なのだ。

##### 4.2 人工知能の適用

2016年11月、「東ロボくん」の開発を進めてきた国立情報学研究所が、2016年度の大学入試センター試験の模試で、偏差値57.1を獲得したと発表した。昨年からは横ばいで東大合格圏に到達しなかった。今後は、東大合格を目標にせず、中高生の読解力を高める研究に注力するという。

これは、人工知能が言葉の意味、やり取りの意味を理解していないということであり、統計的にデータ処理をしているに過ぎず、「東ロボくん」がこの問題を解決する目処が立たなかったためである。

2016年3月に人工知能が囲碁の世界チャンピオンに勝ったというニュースが流れた。この人工知能のアルファ碁は、深層学習(ディープラーニング)で作られたものだ。私が注目したのは、将棋やチェスとは違い、囲碁においては、まだ10年は人工知能が勝つことはないと言われていたのに勝ったという事実、それでも1敗したという事実注目をした。アルファ碁は6ヶ月間で人間の600分間の棋譜を勉強したと言われていた。対局中もどんどん強くなったと。それでも1敗したのだ。やはり人間は凄いとこの時は思った。ところが、2017年末に登場したMasterと呼ばれるアルファ碁の進化型がトッププロを相手に100%の勝率だという。“勝ち負け”が決まっている世界では人工知能が有効だと証明されたのだ。そこが人工知能を有効活用する一つの考え方であることがはっきりした。

##### 4.3 ロボットとマテハンの違い

ロボット(広義の産業用ロボットではなく、ロジスティクス領域で使用されるロボット)とマテハン

機器の違いを考えてみる。

経済性や生産性及び品質を向上させる手法という意味では、ロボットとの違いはない。では何が違うのか。

簡単に言えば、人工知能という脳を持っているのがロボットであり、そうでなければ、それはマテハンである。ここで言う人工知能は、機械学習や深層学習のレベルである。

ディープラーニングを取り入れてデータの特徴自体を自ら学習し、特徴を自分で発見してルールをも自分で作れる。時間が経つほど、経験を積むほど一番効率的なものを学んでいく人工知能という脳をもっているのがロボットで、囲碁の Master の頭脳がまさにこれにあたり、後に紹介する棚搬送ロボットなどもそうである。

ちなみに、マテハンには、人間が厳格なルールを定めその通りに動く制御プログラムを搭載したものだ。自ら考えることはしない。

## 5. ロジスティクスの現状

ここで、日本のロジスティクス事情を振り返ってみたい。

ヤマトのドライバー不足の問題から総量規制の話題になった時点で、この人手不足問題は、物流業界の問題から世の中の問題と捉えられるようになった。ドライバーに限らず、人手不足が物流業界にどれだけの影響を与えているかを記述する。

まずは、倉庫内オペレーションの実態を理解するためにも、WMS (Warehouse Management System) から振り返る。WMS という在庫管理システム (IMS (Inventory Management System)) ではなく、倉庫管理システムと言われるカテゴリが整理されたのは、ERP と同時期の 1990 年代であり、もう四半世紀も以前の話である。この WMS はこの間に日本独自の進化を遂げている。人間が作業をする前提であり、優秀な人材の豊富な日本においては、人間による判断や人間による改善といった属人性に依存するシステムとして進化してきたのだ。それで世界でもトップクラスの生産性と素晴らしい物流品質を実現してきた。誤解されては困るが「カイゼン」がまさにその典型だ。

2010 年くらいに Amazon におけるピッキングの

様子が撮影された動画が多く紹介された。ガンタイプのハンディターミナルを渡せば教育しなくても直ぐにピッキング作業が行えるというものだ。1 指示に対して 1 作業を実行する。行き先ロケーションが表示されたら、そこへ行ってロケーションのバーコードを読み取る。次は、そのロケーションでピッキングすべき商品が指示される。ピッキングすべき商品を探したらバーコードを読み取る。指示と合っていれば、次の行き先ロケーションが表示されるというものである。間違った商品をピッキングしたら次の指示には進まない。

この当時の日本では、ピッキング作業を実施する人に有効と思われる情報を多く与えて、如何に生産性を向上させてもらうかに主眼をおいた WMS が開発導入されていたのである。教育は必要な時間だけ行うことが当然である。繰り返しになるが、優秀な人材がいることが大前提であり、人が作業する事や定着率が高いことが前提の WMS である。

次に、配車業務である。配車業務には配車マンと呼ばれる人がいる。配車業務は大きく分けて 3 つの最適化を実行している。最適な車両台数の決定、最適なルート決定、最適なドライバーの決定である。世の中には配車システムと呼ばれるものが存在するが、基本的には配車マンをサポートするシステムである。ここでも人間が仕事をする前提なのだ。恐らく最適に近い解が出されていると思うが、一番残念なことは、人間が判断する前提であるがために、データ化 (コンピュータが認識可能なデータ) されていない情報が多く存在したままで放置されていることだ。こういう事象は多い。データ活用が進んでいないのである。いやデータ活用ができる環境整備が進んでいないのである。一方では、データ活用を実施した場合の効果の大きいこともわかっている。

### 5.1 国内でのロボットの活用

Amazon の棚搬送ロボットの国内導入拠点が 2016 年末に公開されて話題になった。米国からは約 4 年遅れての導入である。「ロジスティクスの現状」でも述べたが、人間が仕事をする前提で進化してきたが故に 4 年のタイムラグが発生したと私は理解している。それでも国内で導入が始まったのだ。この棚搬送ロボットと同様のものとして、他に



図2 Butler (GROUND 社提供画像)

も日立製作所の「Racrew」や GROUND が販売をしているインド GreyOrange 社の「Butler」、中国の Geek+ の「EVE」が国内での導入を発表している。

これらは、可動式の棚を搬送するロボットだが、優れているのはアルゴリズムで、ここで差別化されている。入ってくるオーダーを常に見ており、ある商品が売れてくると認識すれば自動で手前に棚を搬送して、出荷時間を最短化する保管棚の再配置を行うことでスループットを向上させる。また、ピッキング後には可動式棚を元の場所に戻すのではなく、商品の回転率を見て保管場所を決定する。もちろん、最適なピッキングステーションへの割付けや充電も自動制御するし、衝突防止など安全面の機能も兼ね備えている。

棚搬送ロボットよりも早く 2016 年の 2 月から稼働しているロボットもある。岡村製作所が販売・導入しているノルウェー Jakob Hatteland Computer 社のロボットストレージシステム「AutoStore (オートストア)」である。

「AutoStore」は、既に全世界の様々な業種・業態において 100 カ所以上で採用されている。コンテナを隙間なく積み上げて収納できるため、一般的なスタッカークレーン式自動倉庫の約 2 倍、平置き棚の約 3 倍の収納力があり、出庫は、グリッド上のロボットが縦横無尽に走行し、目的のコンテナを吊り上げ、ポート（ピッキングステーション）へ自動搬送する。ピッキングが定位置で行える点は可動棚式ロボットと同様である。また、出荷頻度の高い商品、低い商品の棚の入換え（ロケーション移動）を別プロセスで実施する必要がないこと、ロボットや



図3 AutoStore (岡村製作所提供画像)

グリッドを追加するだけで拡張、能力アップに対応できることも従来型の自動倉庫との差別化ポイントとなっている。

ニトリホールディングスの物流子会社ホームロジスティクスが、「Butler」と「AutoStore」を導入しており、ロボット化がロジスティクスの領域でも進み始める大きなきっかけになったと言える。

搬送と保管の次はピッキング、アームロボットである。アームロボットは世界的に見てもまだまだ開発途上の段階である。それでも、アスクルは MUJIN が開発する人工知能でコントロールするアームロボットを 2 台導入した様子を 2016 年に公開した。このロボットは、ティーチレスなロボットで自動ピッキング作業を行う物である。ティーチレスは大きなポイントであり、アームロボットの導入が加速する可能性が高い。このアームロボットも進化を続け、最近では上海の京東物流が、完全無人化の物流センターを立ち上げたことがリリースされた。そのコントロールを MUJIN が担当しており、大きな話題になっている。

アームの動きは産業ロボットで鍛え上げられた既存の技術でも十分可能であるが、「やっぱり人間は凄い！」でも記述したように、掴み方を瞬時に判断し実行することは非常に困難である。

そこで、MUJIN では数種類の吸盤を使用したバキューム方式でピッキングを行っている。モーシオンプランニングによって、失敗しない制御を行っている。

多くの記事で取り上げられているが、ネット通販による販売数が拡大している。多品種少量で、かつスピードをもロジスティクス分野に求められること

が明確なのである。一方で倉庫内オペレーションにおける人手不足も現実である。このような状況においては、どのようにロボットや人工知能を活用するかが肝になる。

## 6. これからのロジスティクス

「人間が仕事をすることが大前提」という延長線上では、これからの時代は乗り切れないとしたときに、コンピュータが認識可能なデータを作成し、収集し、上手く活用していくこと、人間とロボットや人工知能をどのように共存させるかが重要であることはこれまでに記述してきた通りである。

全自動ですべての業務をロボットと人工知能で実施することも一案であるし、人間がすべき仕事、人間ではなくロボットが仕事をした方が良い範囲、或いは人間が考えるより人工知能が考えた方が良い範囲、これらをいかに組み合わせるかというコネクテッドロジスティクスの概念も一案である。

いずれの方策であっても、エンジニアリング力と投資が必要になってしまう。だからこそ考えるべきことがある。

例えば、物流施設の中で、取り扱う商材をカテゴリー化できるとすれば、そこで動かすロボット、マテハン機器、システム、或いはそこでオペレーションする人をシェアリングすることは当然可能である。荷物だけを預ければ、非常に効率的なオペレーションを委託することができるような物流センターが構築できる。さらに、物流センターだけではなく、配送、あるいはお店の中までの情報を一元的に管理することによって、物流センターや配送でのオ

ペレーションやショッパでのオペレーションの次の動きを予測することができ、ロジスティクス全体で効率化が図れるのである。

近未来において、こうした仕組み・システムを個社で設備投資をする CAPEX モデル（設備投資モデル）から、すべてを運用コスト化する OPEX モデル（オペレーションコストモデル）に代わっていくことを私は確信している。

### 参考文献

- [1] 秋葉淳一・渡辺重光『物流改革の教科書』幻冬社、2014年。
- [2] 秋葉淳一・渡辺重光『IoT時代のロジスティクス戦略』幻冬社、2016年。
- [3] 秋葉淳一『物流ITソリューションハンドブック』基礎解説編、流通研究社、2017年。

### 略歴

#### 秋葉 淳一（あきば じゅんいち）

1987年4月、大手鉄鋼メーカー系のゼネコンに入社。制御用コンピュータ開発と生産管理システムの構築に携わる。その後、多くの企業のサプライチェーンマネジメントシステム（SCM）の構築とそれに伴うビジネスプロセス・リエンジニアリング（BPR）のコンサルティングに従事。

2005年8月、株式会社フレームワークスに入社、SCM・ロジスティクスコンサルタントとしてロジスティクスの構築や改革に従事。

現在、大和ハウスグループにおいて、テクノロジーを駆使した次世代のロジスティクスプラットフォーム構築を目指している。