物流問題研究

2019 夏 No.68

ISSN 1346-2016

特集

IT、AI、IoT活用で変わる物流

特集 IT、AI、IoT活用で変わる物流
AI、IoT等の新技術がもたらすロジスティクス改革と課題
トラック輸送におけるIT、AI、IoTの活用について 6 井上 豪 (一般社団法人東京都トラック協会 総務部次長)
ICT (AI、IoT) の活用事例を交えた、ロジスティクスの進化についての考察1: 武藤 裕美 (日本電気株式会社 交通・物流ソリューション事業部 ソリューション推進部長) 近藤 克彦 (日本電気株式会社 システムデバイス事業部 技術部長) 鳥井 恭 (オフィスSCM企画 代表 ロジスティクスコンサルタント)
MaaSと求車求貨システム ····································
長谷川雅行 (株式会社日通総合研究所 顧問、流通経済大学 客員講師、中小企業診断士)
通販物流の倉庫オペレーションにおける最新テクノロジー活用の課題
角井亮一 (株式会社イー・ロジット 代表取締役社長 兼 チーフコンサルタント)
ロジスティクス産学連携コンソーシアムの紹介
2018年度の産学連携プログラムの実施状況
ブランディング事業の紹介
文部科学省 私立大学研究ブランディング事業 高度なロジスティクス実現に向けての研究拠点形成と人材育成 ロジスティクス・イノベーション・プロジェクト
論文
ネット通販急成長に対応したラストマイルの変化 40 林 克彦 (流通経済大学 流通情報学部 教授)
自動運転時代の貨物輸送網の実現に関する検討—情報通信網との類似性に着目して—…59 増田悦夫 (流通経済大学 流通情報学部 教授)
農産品物流が抱える課題—農産品における中長距離輸送の状況と出荷運送料の推移—…74 洪 京和 (流通経済大学 物流科学研究所 特定兼任研究員、非常勤講師)

AI、IoT等の新技術がもたらす ロジスティクス改革と課題

New Technology and Logistics Innovation



矢野裕児:流通経済大学 流通情報学部 教授

略歴

1980年横浜国立大学工学部建築学科卒業。82年同大学院修了。89年日本大学博士後期課程修了。工学博士。日通総合研究所、富士総合研究所を経て、1996年4月から流通経済大学流通情報学部助教授。2002年4月から現職。

[要約] AI、IoT等の新技術導入は、物流センター内の自動化、自動運転、ドローンといった物流 現場だけでなく、サプライチェーンの改革をもたらす。「先を読んだロジスティクス」を可能とし、サプライチェーンの全体最適をもたらす。実現にあたっては、情報共通基盤の構築が重要であるが、その前提となる物流関連情報の電子化、物流の標準化が欠かせない

1. Society5.0 とロジスティクス

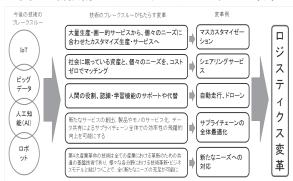
日本政府は、狩猟社会 (Society1.0)、農耕 社会 (Society2.0)、工業社会 (Society3.0)、 情報社会 (Society4.0) に続く、未来社会の 姿として、Society5.0を打ち出している。 Society5.0によって実現する超スマート社会 を「必要なもの・サービスを、必要な人に、 必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々 なニーズにきめ細かに対応でき、あらゆる人 が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、 地域、言語といった様々な違いを乗り越え、 活き活きと快適に暮らすことのできる社会」 としている¹⁾。前半部分の文章は、ロジスティ クスで使われる5R(right items,to the right place, at the right time, in the right condition, and at the right cost)と全く同じと 言っても良い。すなわち目指すところは従来 のロジスティクスと同じだが、どのようにして実現するかが違うのである。現在のロジスティクスは、フィジカル空間(現実空間)が中心で、一部サイバー空間(仮想空間)が入った段階であり、物と情報が連動することはあるものの、物の状態がリアルタイムで常に管理されているわけではない。

それに対して、これからのロジスティクス 改革はサイバー空間(仮想空間)とフィジカ ル空間(現実空間)を高度に融合させたシス テムにより実現するものである。物と情報が つながり、リアルタイムでその状態が把握、 管理され、さらに人、物、サービスすべてが 情報でつながる。大量のデータ、情報を収集・ 蓄積し、AIにより識別、情報として整理し、 可視化、見える化によりバーチャル化する。 その情報を分析して、サイバー空間上で予測、 最適化をし、それに基づいて現実の世界で実 行する。このように現実のフィジカル空間と バーチャルなサイバー空間が同期化、相互連 関するのである。

2. 新技術がもたらすロジスティク ス改革

「新産業構造ビジョン中間整理」では、今 後の技術のブレークスルーとして、IoT、ビッ グデータ、AI、ロボットを取り上げている²⁾。 新技術によるロジスティクス改革として、ま ず思い浮かぶのは無人の物流センター、無人 の輸配送である。人がいなくても24時間、 365日稼働する物流センターが実現するかも しれない。輸配送についても、自動運転、ド ローンが導入されれば、運転手を必要としな い輸配送手段が実現する。物流業は、これま で労働集約型の典型ともいえる産業であった が、物流業務が省人化、無人化され、まった く違った物流現場が出現する可能性がある。 新技術の導入は、このような物流現場の変革 だけでなく、サプライチェーン全体の変革を もたらすことも予想される。そして、経済・ 産業構造、就業構造も劇的に変え、物流、ロ ジスティクスにおいても、図1のような変革

図1 新技術がもたらすロジスティクス改革



出典:産業構造審議会新産業構造部会「新産業構造ビジョン中間整理 | を参考にして作成

をもたらす。

3. 物流現場の変革

物流センター内の業務については、荷物の 荷卸し、保管、ピッキング、仕分け、積込と いった作業の自動化が進展する。ロボットに よるパレット等への積み付け、ピッキングし た商品を梱包するところまで、完全自動化を 目指す企業もある。センター内では、入荷検 品、入庫検品、ピッキング作業時の検品、出 荷検品、さらには棚卸など、複数段階での商 品、個数等のチェック作業があり、電子タグ、 画像認識技術を用いて、これらの検品作業は ほとんど省人化できる。さらにこれまでは、 様々な新技術を道具として導入する場合が多 かったが、今後は、電子タグ、無人搬送車、 ロボットといった新技術とAIを組み合わせ、 さらなる効率性、柔軟性をもたらし、物流セ ンター全体の生産性を向上するという視点も 欠かせない。

輸送関連では、自動運転、ドローンの実現が考えられる。トラックの自動運転関連では、 隊列走行の実証実験が行われている。高速道路での早期実現が期待されており、新東名、 新名神では、4車線区間の6車線化などのインフラ整備もあわせて進められている。さらに、特定地区内での自動運転の早期実現も考えられる。北海道で農産品の自動運転の実証実験が行われているほか、港湾地区内での実現も考えられる。ドローンについても、実証実験が進められ、過疎地、緊急時の利用が期待されている。このように、自動運転、ドローン については、限られた条件下での早期実現は 可能性が高いものの、一方で一般地域での実 現には、まだ相当時間がかかると予想される。

4. サプライチェーン全体の変革

新技術導入によって、さらに期待されるの がサプライチェーン全体の変革である。現状 では、サプライチェーン全体を構成する各主 体間での情報共有は限定的であった。例えば、 工場内の工程については、計画通りに進行し ているかをチェックしているものの、その状 況をサプライチェーンの後工程に反映するの は難しかった。商品、部品単位で、工場内の 生産ラインでの進捗状況、あるいは輸送状況 などを、リアルタイムで把握することが可能 となり、AI等により、後工程作業に即座に 反映することが可能となる。生産方式も、あ らかじめ決定された工程に従って進める固定 的・静的なものではなく、ダイナミック・有 機的な生産が実現でき、遅延などが発生した としても、即座に後工程の作業手順の変更な どにより、手待ち時間などが解消される。こ のような考え方は、1工場内、1物流センター 内だけでなく、サプライチェーンの全体最適 化も可能とする。サプライチェーン全体で、 リアルタイムに情報共有され、1本のライン のように連動し、最適な資源を用いて、柔軟 に対応していくことが実現できる。

現在、一般的な日用品、食料品といった消費財では、小売販売段階での販売情報、在庫情報が、川上側の卸、メーカー、サプライヤーに、正確にリアルタイムで伝わらない場合が

多く、上流側の過剰在庫、欠品などを引き起こす原因となっている。企業間の情報共有により、需要情報を収集、蓄積、分析することは、サプライチェーン全体での計画的かつ柔軟な供給を可能とする。輸送関連でも、現状では事前出荷情報が通知されず、トラックの到着予定時間がわからない場合が多いが、情報共有によって、物流センター内の入荷、荷役、保管等の作業の計画化、省人化が可能となる。このように、サプライチェーン全体での情報共有は、全体最適をもたらす。

新技術の導入は、サプライチェーンの根本 的な流れを変えることにもつながる。工程の 進捗状況、使用状況を管理するあるいは消費 者が求めるニーズを感知することによって、 大量の情報をもとに、AIで分析、予測した 結果に基づいて、業務を遂行する。従来の物 流は、需要変動あるいは緊急の受発注、さら に作業工程などがずれたときに、その場その 場でどれだけ対応できるかの現場力を高める ことが重要とされてきた。しかしながら、計 画的に業務を行えないということは、積載効 率を悪くし、過剰在庫、欠品といった状態を もたらしやすく、かつ自動化、機械化などの 取組が難しいなど、生産性を低くする原因と なる。このようなことが起きる背景として、 サプライチェーンにおける、情報共有、企業 間連携ができておらず、そのつなぎである物 流の効率化が遅れていることがあった。今後、 サプライチェーン全体で、情報を収集、蓄積、 AIを利用して分析することは、次に起こる であろうことを予測し、準備、調整を可能と し、すなわち「先を読んだロジスティクス」 が可能となるのである。その結果、輸配送、 在庫等の計画化が可能となり、輸配送効率を 上げ、無駄な在庫の削減、作業の平準化に結 びつき、一方で需要変動などにも柔軟に対応 しやすくし、生産・流通・販売も含めたサプ ライチェーン全体の最適化につながる。

5. 情報共通基盤の構築と課題

IoT、ビッグデータ、AI、ロボット等の新技術が急激に進展するなか、個々の要素技術が注目され、その影響についてのみ、議論される場合も多い。さらに、新技術を物流現場に導入しさえすれば、ロジスティクス改革が進み、問題を解決してくれるという誤解も多い。もちろんこれらの影響は大きいが、多くは一部の業務改善にしか結びつかない可能性が高い。従来と違った全体最適を目指すためには、サプライチェーン全体で情報共有し、情報を広く収集、蓄積し、分析を進めていく仕組みが欠かせない。

ロジスティクス関連の情報内容は非常に多岐にわたっており、かつ物流インフラ単位、 輸送機関単位、貨物コンテナ単位、リターナブル輸送単位、貨物輸送単位、製品包装単位、物品単位といった階層がある。さらに、商取引情報とも連動させることが重要となる。これらの情報を、サプライチェーン全体で、収集、蓄積、分析していくことが重要である。現状として、輸配送・在庫などの物流に直接関連する情報は、電子化そのものがされていない場合も多くあり、電子化した情報を収集するための基盤構築が欠かせない。また、生 産関連、商取引に関連する情報についても、 企業単位で電子化されていても、企業間で情 報共有されていない場合が多い。

これらの情報を広く収集、蓄積し、分析を進めていくための共通基盤を構築する試みとして、SIPの「スマート物流サービス」がある³⁾。「物流・商流データ基盤に関する技術」を開発し、セキュリティの担保されたオープンな物流・商流情報の共通基盤の実現を目指している。

このような情報の共通基盤を構築していく際に重要なのは、物流関連情報の各階層をどのように体系化し、リンクさせていくかである。例えば、メーカーなどでは段ボール単位で動いている商品が、小売店舗では個品として陳列されるなど、1つの商品の状態が刻ー刻と変わるなかで、物流関連情報をどのようにトレースバック、トレースフォワードしてくかが重要となる。同時に、日本においては情報フォーマットだけでなく、伝票、商品サイズ、パレットサイズ、業務プロセスなどの標準化が遅れているという課題がある。

新技術導入の前提ともいえる物流関連情報の電子化、物流の標準化を進めることが欠かせないが、1企業、あるいは物流分野だけで解決できないという面があり、サプライチェーン全体での取組がロジスティクス改革の鍵といえる。

注

- 1) 内閣府「第5期科学技術基本計画」2016年
- 2) 産業構造審議会新産業構造部会「新産業構造ビジョン中間整理」2016年
- 3) 内閣府「SIP(スマート物流サービス)」2018年

トラック輸送におけるIT、AI、IoTの活用について

Utilization of IT, AI and IoT in truck transportation



井上 豪:一般社団法人東京都トラック協会 総務部次長

略歴

1974年埼玉県生まれ。1997年駒澤大学法学部法律学科卒業。2000年駒澤大学大学院法学研究科私法学(民事訴訟法学)専攻修士課程修了。全国信用協同組合連合会、日本投信委託株式会社(現 岡三アセットマネジメント株式会社)コンプライアンス部を経て現職。物流経営士(第1445号)。日本物流学会会員。2015年度より流通経済大学客員講師。

1. はじめに

2019年8月、大手電機メーカーによる「空 飛ぶクルマ」試作機の浮上実験成功が報じら れた。試作機には、同社が蓄積してきたテク ノロジーを駆使して新たに開発した飛行制御 ソフトウェアなどが搭載されているという。

ライト兄弟による世界初の有人動力飛行から100年余り、今や人類は車を飛ばそうと試みている。有名なアニメーション映画よろしく、「飛ばないクルマはただのクルマ」と揶揄される時代が訪れるのかもしれない。

I T (Information Technology / 情報通信技術) や、第4次産業革命のキーワードである A I (Artificial Intelligence / 人工知能)、I o T (Internet of Things)、ビッグデータ、ロボットなどの最先端テクノロジーは、国内外のあらゆる産業において成長戦略のカギを握るとともに、労働力不足を解決する有効な手段である。

トラック運送業界は、運転者や事務員の高齢化が顕著となる中、若年層や女性の就業者数が伸び悩み、新たな人材の確保が思うように進んでいない。そのため、IT、AI、I

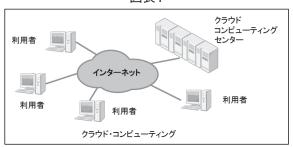
o Tの活用が無人化や省力化に繋がるとして、大きな期待が寄せられている。

本稿では、トラック輸送におけるIT、AI、IoTの主な活用方法を概観した上で、その有用性と課題について検討する。

2-1. クラウド型運行管理システム

クラウド(cloud)とは、ユーザーがサーバーやパソコンのデータを長期間保管しておくためのストレージ(補助記憶装置)やネットワークなどのインフラ・ソフトウェアを持たなくても、インターネットを通じてサービスを適時適量に利用できるもので(図表1)、ソフトウェアを提供するサービスであるSaaS (Software as a Service)、開発環境を提供するサービスであるPaaS (Platform as a

図表1



出所:(公社) 全日本トラック協会「中小トラック運送事業者のためのITベスト事例集」より抜粋

Service)、サーバー(インフラ)を提供するサービスであるIaaS(Infrastructure as a Service)などに分類される。インターネットに接続するパソコンがあればサービスを利用できることから、設備投資の資金が乏しく、大規模なハードウェアの導入が難しい中小・零細のトラック運送事業者にとっては、比較的手軽に活用できる。

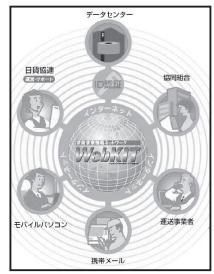
クラウド型運行管理システムには、運行日報の自動作成、運転者の作業状態の表示、車両の現在位置の表示、事務所からのメッセージ送信、車両の走行軌跡の表示、庫内温度のグラフ表示、運転者の安全運転評価(点数化)、車両別の経費(燃料費等)集計、車両別の燃費把握、運転者の運転時間・拘束時間の管理など、様々な機能がある。

トラックに装着したデジタルタコグラフに 記録される運転速度、エンジン回転数、運転 時間、現在位置などの運行データがクラウド センターに送信されることにより、帰庫後の メモリーカード読み取りなどの作業が省略さ れるほか、2日以上の長距離運行時も交通状 況や納品先の待ち時間の把握、中間点呼など の労務管理が確実に実施できるメリットがあ る。

2-2. 求荷求車のマッチング

全日本トラック協会が開発し、日本貨物運送協同組合連合会が運営する、荷主が輸送したい貨物と目的地までの輸送を終えたトラックの帰り便(求荷求貨)とのマッチングシステムであるWebKIT(ウェブキット)を

図表2



出所:(公社) 全日本トラック協会「中小トラック運送事業者のためのITベスト事例集」より抜粋

活用するトラック運送事業者も増えている (図表2)。

WebKITは、インターネットに接続できるパソコンやプリンタ以外の特別な設備は不要で、トラック運送事業者は、会員登録を行ってIDとパスワードを取得すれば利用できる。

画面には、積卸地をマッピングした地図が都市区分単位で表示されるほか、貨物や車両の画像データを提供・閲覧して荷姿や車両形状等を事前に確認できるため、トラブルを未然に防ぎ、円滑な取引を行うことが可能となる。また、各種情報が可視化されていることから、業界に精通した熟練者でなくても配車業務を進めやすい。

貨物や車両の登録データは、CSV (Comma Separated Values) ファイル形式で一括してインポート・アウトポートすることができるため、大量の求荷求車情報を処理する場合や、自社の配車システムと連携させて利用する場合に便利であり、省時間化・省

図表3



力化に繋がる。

2-3. 点呼管理システム(IT点呼)

いわゆる「IT点呼」と呼ばれるもので、 テレビ電話やPCカメラ、アルコール検知器 等のIT機器を使用し、画面を通して点呼者 と運転者が擬似的に対面で点呼を行うもので ある(図表3)。

通常、トラック運送事業者の営業所における点呼は対面で行う必要があるが、安全性優良事業所(Gマーク取得事業所)など、一定の条件を満たした事業者は、IT機器を使った点呼の代用が認められている。

IT点呼の一般的な手順は、まず、運転者

図表4



出所:日本貨物運送協同組合連合会ホームページより抜粋

が免許証を読み取り機に差し込むと、本人認 証や免許証の有効期限などのチェックを行 い、運転者の顔をパソコンの画面に表示する。 続いて、運転者がアルコールチェッカーにス トローで呼気を吹き入れ、アルコール濃度の 検知を行う。体温計、血圧計、血糖計で健康 状態を測定できる機器もある。運転者に確認 した事項は、点呼記録としてデータ登録され る。

なお、日本貨物運送協同組合連合会では、2019年6月からAIロボットによる点呼機器の取扱いを開始した(図表4)。点呼業務をロボットが支援するもので、通常の点呼に加え、AIを利用した違反・事故予測を基に運転者へ注意喚起するとともに、ウェアラブル端末連携で運転者の体調管理を行うこともできる。運行管理者の点呼業務の省力化が期待されている。

2-4. 原価計算システム

国土交通省が実施した原価計算に関するア

ンケート調査によると、トラック運送事業者の約6割が何らかの形で原価計算を実施しているものの、電卓で計算した結果を手書きしているケースが3割以上と、未だアナログに頼った方法で行われているのが実態である。原価計算の範囲も車両単位や運賃・料金単位に留まっており、取引先別、運行ルート別、時間単位・事業所別の原価計算まで実施している事業者は少ない。

トラック運送の原価には、トラックに直接 紐付けられる運行費(燃料費、エンジンオイ ル費、一般修理費、車検整備費、定期点検費、 タイヤチューブ費、タイヤのローテーション・ 交換工賃、ディーゼルエンジンに必要な尿素 水費)、通行料等(高速道路利用料、フェリー 利用料、駐車場の施設利用料)、車両費(トラッ クの減価償却費)、車両税(自動車取得税、 自動車重量税、自動車税)、車両保険費(自 賠責保険、任意保険、運送保険、運送業者賠 償責任保険、運送業総合保障保険等)、運転 者人件費などのほか、一般管理費にあたる役 員・運行管理者・整備管理者の人件費、事務 所維持費用、各種消耗品費、事務用品費、通 信費や、備品運搬費、インタンク設置・維持 費、車庫等施設費にあたる間接費といったト ラックに紐付けできない費用もあり、その項 目は多岐にわたる。

トラック輸送の原価を正確に把握し、適正 な運賃・料金を収受するには、1時間あたり の固定費や1kmあたりの変動費の算出、運行 ルート別・取引先別の原価計算を行う必要が ある。そのためには、原価計算専用のソフト やシステムの導入が不可欠であり、省力化や 省人化にも繋がる。

なお、全日本トラック協会は、必要なデータを入力するだけで原価計算ができる表計算シートを会員向けに公開しているほか、都道府県トラック協会でも原価計算セミナーを実施し、原価計算のIT化を推進している。

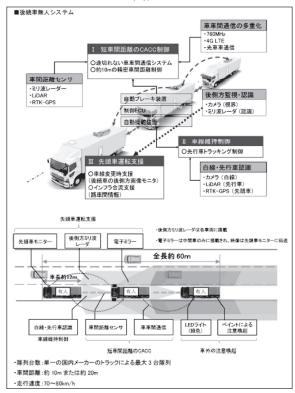
2-5. トラックの隊列走行

トラック運転者不足への解決策として期待 されているのが、先頭車両のみが有人で後続 車両が無人のトラック隊列走行である。

国土交通省及び経済産業省では、早ければ 2022年の商業化に向けて、2020年度に新東名 高速道路での後続車両が無人のトラック隊列 走行の実現を目指している。走行距離の拡大 を通じて、トンネル等の道路環境や夜間走行 も含めた多様な自然環境下での技術検証と信 頼性向上を図るため、今後、新東名高速道路 において、トラック隊列走行の公道実証実験 を実施するとしている。

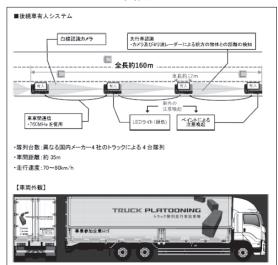
具体的には、運転者が手動で運転する先頭車両の後方に1台または複数台の無人のトラックを短車間距離で電子的に連結して走行する後続車両無人システムを用いて、時速70~80kmで車間距離約10m~20mの車群を組んで走行するほか、運転者が手動で運転する先頭車両の後方に1台または複数台の有人のトラックが協調型車間距離維持支援システムや車線維持支援システム等により運転支援される後続車両有人システムにより、時速70~80kmで車間距離約35mの車群を組んで走行する(図表5・図表6)。

図表5



出所:国土交通省ホームページより抜粋

図表6



出所:国土交通省ホームページより抜粋

後続車両無人システムでは、車両間通信に よる制御システムにより、有人の先行車両が 無人の後続車両を牽引するとともに、後方・ 側方の画像や情報を基に、先行車両の運転者 が周辺の監視を行う。また、道路に白線がな い地点等でも後続車両が先行車両を追従でき る先行車両トラッキングセンサや、先行車両 と後続車両との車間距離を一定に保つ、ミリ 波レーダによる車間距離センサなどを活用 し、隊列を維持する。

国土交通省及び経済産業省では、この実証 実験を通じて、開発中の後続車両無人システム等の実現に向けて必要となる機能が設計通 り作動することの確認や信頼性の向上、長期 データの蓄積を行うとともに、周辺走行車両 の乗員からどのように認識されるかという被 視認性や印象、周辺走行車両の追い越し等の 挙動に及ぼす影響等も確認するという。

2-6. 物流施設での AI・ロボット活用

物流施設は、荷主から輸送依頼を受けた貨物をトラック輸送に繋ぎ、製品・商品を顧客や消費者まで安全・確実に届けるための重要な結節点である。

これまで、首都圏における物流施設は、商品の発注から納品に至るまでの生産・輸送等にかかるリードタイムを短縮する観点から、消費地に近く、トラック輸送の利便性が高い臨海部を中心に建設されてきた経緯がある。しかし、臨海部での用地確保が難しくなりつつあることから、近年は、新たな道路の開通が進んでいる圏央道周辺での建設が増加している。こうした物流施設では、AIやロボット等を活用し、倉庫内作業の生産性向上や効率化を図っている。

省力化の方策としては、荷役作業時に装着するパワーアシストスーツや、コンピュータと作業者間での音声会話によりピッキング、棚補充、入庫、出荷、棚卸などを行うボイスピッキングシステムなどが挙げられる。なお、

日本能率協会研究所の調査によれば、パワーアシストスーツ市場は、2018年後半に主要メーカー各社が低価格の新製品を投入したことから、2019年度には販売台数が大きく伸長し、2023年度には約8,000台にまで拡大すると予測している。

省人化・無人化の方策としては、入荷時の搬送・格納を行う自動フォークリフト、在庫の保管・棚卸を行う棚卸ロボット・ドローンやロボット倉庫、出荷時の商品・製品の移動を行う低床式無人搬送機、アーム型ロボットによるピッキングや梱包などがある。

その他、ID情報を埋め込んだRFタグのデータを非接触で読み書きするRFID (radio frequency identifier)、商品情報が記録されたバーコードをハンディターミナルで読み取り、倉庫内の在庫数の管理や把握をリアルタイムで行うWMS(Warehouse Management System:倉庫管理システム)などの活用も倉庫内作業の生産性向上や効率化に有効な手段である。

3. おわりに

IT、AI、IoT、ビッグデータ、ロボットなどの最先端テクノロジーがトラック輸送のあり方を大きく変えることは間違いない。

その一方で、大半が中小・零細規模であるトラック運送事業者は、IT化の推進に振り向けるだけの資金や、専門的なスキルを持った人員の確保が難しい。これは、トラック運送業界が過当競争の激化や取引の多層化によって運賃水準が低下し、商いも利益も薄い

「薄利薄売」の状況に陥っていることに加え、 長時間・重労働・低賃金といった厳しい労働 環境から、パソコンなど電子機器の扱いに慣 れた若年層の労働力を十分に確保できていな いという事情がある。同業他社との差別化や 荷主ニーズへの対応を図るためにも、トラッ ク輸送における I T化の推進は至上命題であ るが、方法や時期を見極めることなく導入す ることはリスクが大きい。

社内で十分な協議を行わないまま、デジタ ルタコグラフ、ドライブレコーダーなどの車 載器や点呼管理システム、原価計算システム などの管理ツールをやみくもに導入すれば、 運転者は自分の運転行動のすべてが管理者に 監視され、その評価が給与などの待遇に反映 するのではないかという不信感や不安感を抱 き、労働のモチベーションを低下させるおそ れがある。また、管理者が最新のシステムを 活用できなければ、「仏作って魂入れず」で、 まさに宝の持ち腐れとなりかねない。求荷求 貨ネットワークについても、単に形式的な情 報公開しか行わず、人的なコミュニケーショ ンを怠れば、十分な帰り荷を確保することは 難しい。ひいては、アナログながらも長年に わたって築き上げてきた荷主とのパートナー シップや運転者・事務員との信頼関係、顧客・ 消費者に対する安全・確実な輸送ノウハウを 失いかねない。

IT、AI、IoTの導入は、人的労働力や人の存在が不要という意味ではない。また、いかに技術が進歩しても、貨物が一切の輸送手段を介さず、瞬時に移動することはあり得ない。「機械でもできること」と「人にしか

できないこと」との切り分けを行い、IT、AI、IoTとマンパワーを適材適所で活用しなければならない。その判断を行うのは人である。そして、何よりトラック輸送のエンドユーザーもまた人であることを決して忘れてはならない。IT、AI、IoTがマンパワーの補完として人と協働することが、次世代のトラック輸送を創造することになろう。

<参考資料>

- ・「中小トラック運送事業者のための I Tベスト事例集」(公益社団法人全日本トラック協会)
- ・「日本のトラック輸送産業 現状と課題 2019」 (公益社団法人全日本トラック協会)
- ・シービーアールイー株式会社ホームページ (最終 閲覧:2019年8月24日)
- ・日本電気株式会社ホームページ (最終閲覧: 2019 年8月24日)
- ・首相官邸ホームページ(最終閲覧:2019年8月24日)
- ・内閣府ホームページ (最終閲覧:2019年8月24日)
- ・国土交通省ホームページ (最終閲覧:2019年8月 24日)
- ・厚生労働省ホームページ (最終閲覧:2019年8月 24日)
- ・経済産業省ホームページ (最終閲覧:2019年8月 24日)
- ・公益社団法人全日本トラック協会ホームページ (最終閲覧:2019年8月24日)
- ・一般社団法人東京都トラック協会ホームページ (最終閲覧:2019年8月24日)

<追記>

本稿で述べた内容は、筆者の個人的な見解である。

ICT(AI、IoT)の活用事例を交えた、 ロジスティクスの進化についての考察

Logistics Innovation by ICT(AI, IoT): future perspective and use cases



武藤裕美:日本電気株式会社 交通・物流ソリューション事業部 ソリューション推進部長

略歴

筑波大学システム情報工学研究科知能機能システム専攻修士(工学)。物流技術管理士。日本電気株式会社入社後、デマンドチェーンマネジメントシステムや物流関係のシステム開発に従事。システムエンジニアを経て営業となり、2016年より、交通・物流分野における事業企画を担当する部門が新設され、現職。



近藤克彦:日本電気株式会社 システムデバイス事業部 技術部長

略 歴

1991年東京工業大学工学部電気電子工学科卒業。同年日本電気株式会社入社。世界各国の郵便区分機向け宛名読取用認識技術を担当。2013年4月より現職。



鳥井 恭:オフィスSCM企画 代表 ロジスティクスコンサルタント

略歴

1980年京都大学工学部精密工学科修士修了、同年NEC入社、87 年米国 Purdue大学留学、2006年NEC生産技術開発部長、08年NECロジスティクス (現日通NECロジスティクス) 出向、同社取締役執行役員常務を経て、18年7月 より現職。

[要約] サービスの多様化に伴い、物流への要求レベルは高まり、また価値創造におけるポジションは変わりつつある。一方、国内では人手不足の深刻化により、物流サービスレベルの維持がますます困難となる。本稿では、ICT(AI、IoT)※の高速・高精度な画像認識を活用し、検品作業の効率化と品質向上を同時に実現した事例を通じて、物流さらにはロジスティクスの進化の可能性について紹介する。

*ICT: Information and Communication Technology AI: Artificial Intelligence

IoT: Internet of Things

キーワード 物流/ロジスティクス/人手不足 /働き方改革/ICT/AI/IoT/画像認識/現場 改善/作業効率化/品質向上/Society5.0

1. はじめに

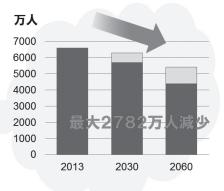
昨今、多品種変量生産によるサービスの多 様化、国際間取引やEC (Electronic Commerce) の伸張による小口貨物の増加などにより、物 流現場作業の複雑化が進んでいる。同時に、 環境変化に対応しながらも品質を維持・向上 させていくことが求められている。

また、アマゾンのように物流を一つの提供 価値とする企業の台頭やドイツのように国家 全体で産業間連携の実現を抱える動きのある 中、業種を越えたサプライチェーン全体での 効率化や価値創造に向けた取組みも始まって いる。

一方、国内においては、図1に示すように 労働力人口の急激な減少による人手不足の深 刻化が進む。中でも物流現場では、入荷から 保管、出荷、輸配送に至るまでに多くの作業 がある中、市場から要求されるサービスレベ ルは年々高まっているのに対し、人手はます ます集まらなくなっており、従来のサービス の維持さえも困難になっている。物流業界は 他業界にも増して、「働き方改革」を実施し、 多様な人材が従事しやすいようにする必要が ある。

この解決策の手がかりとなるのが、業界を 超え共創を行えるか、また、ICT (AI、 IoT) をいかにうまく活用することが出来る

<図1>労働力人口の減少



出典:H26年 内閣府 人口減少と日本の未来の選択 (「選択する未来」委員会の検討状況)

かである。本稿では、ICT(AI、IoT)の活 用について事例を交えて紹介する。

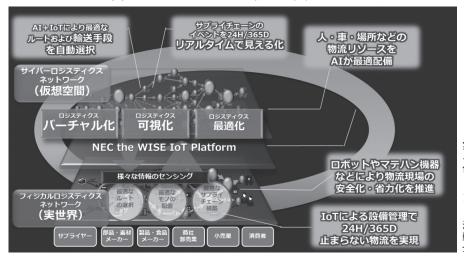
2. ICT (AI、IoT) の物流領域への 活用

近年、通信網やセンシング技術の発達を背景に、モノのインターネット(Internet of Things)と呼ばれる技術により、実世界の情報をデジタル化する取り組みが進んでいる。更に、この取り組みは実空間(Physical System)とICTによるサイバー空間(Cyber System)を結び付けて、サプライチェーン全体をデジタル化する取り組み(Cyber Physical System)へと発展しようとしている。

上記を物流の世界に適用して説明する(図 2)。まずは、サプライチェーンのイベントや物流リソース(人や車両など)の情報をIoTにより収集し、その情報をAI等で分析/知識化することにより、将来発生するイベントや必要となる物流リソースが可視化される。その結果を物流現場にフィードバックし、人や車両、輸送ルートをより最適にすることで、限られたリソースで、効率的なオペレーションを行うことが可能となる。

これまで物流現場は人による作業(アナログ)に支えられてきたが、前章でご説明した物流現場作業の複雑化と人手不足の深刻化により、従来と同等レベルのサービス維持さえも困難になってきている。

いまこそ物流領域におけるICTを活用した 課題解決を考える価値は大きい。



<図2>サイバーロジスティクスネットワーク

実世界の情報(サプライチェーンにおけるオーダやイベント、人の知識、作業など)を仮想空間でデジタル化し、AIなどにより分析へフィードバック。最適な対送手段のの選択を化、場でのリアルタイムの最適を備、また現したなり、カリアルスの最大などと連動した安全強化や省力化などを実現する。

3. 画像認識を利用した検品システム

ICT (AI、IoT) の活用事例として、画像 認識を活用し、物流現場の業務効率化と品質 向上を同時に実現した事例を紹介する(図3)。

物流現場では省人化・効率化を目的とし、 自動倉庫やデジタルピッキングシステムな ど、様々な物流業務自動化機器が用いられて いる。但し、入荷や出荷の際に商品の種類と 数量の確認を行う検品作業は、大部分を人手 に依存している。

一般的な物流現場作業においては、バーコードが付加されている商品はハンディターミナルを利用した検品を行い、バーコードが付加されていない商品は人の目視による検品を行う。特に、通販用商品や販促品、添付物などにはバーコードが付加されていないケースも多く、目視検品の工数が発生する。物流センターを訪問すると、数十人で検品を行っている風景も珍しくない。

ここに画像認識を人の目や頭の代わりに 利用することで品質を保ちながら省力化をは かる取組みが今回の事例である。独自の画像 認識技術を活用し、出荷予定リストと出荷予 定商品が合致しているかを瞬時に判定する。 商品にバーコード等の識別情報が付加されて いない場合でも、商品自体の画像を識別情報 として活用することで商品識別が可能とな る。また、長年画像認識により郵便物の宛名 を読取り仕分するシステムで培われた、現場 業務へ画像認識を活用する際のノウハウによ り、オペレーションと融合した作業を支援す るアプリケーションを提供し、検品作業の効 率化と品質向上を同時に実現している。

4. 画像・重量検品システムの特長

(1) 画像認識技術を物流現場で実用化

物流現場へ画像認識技術を適用する際に 課題となるのは、①照合・通信処理による応 答遅延、②撮影環境変動による識別精度低下 の2点である(図4)。

独自の高速マッチング処理(画像中の特徴 点の周辺領域をコンパクトに記述する局所特 徴量方式を用いる)を活用し、複数の対象物 を一括で数秒以内に識別することが可能であ

<図3>画像・重量検品システム全体イメージ



<図4> 商品の識別イメージ



予め出荷予定情報を取り込み、カメラの下に置かれたモノをリストと 引き当てることで商品と数量共に確認。また撮像した画像上で引き当 てたリスト番号を合わせて表示。過誤がある場合は、リストと画像両 方で表示。

り、運用に耐えうる即応性を実現した。

また、特徴量は画像に写る大きさ・向き・明るさに不変であるため、商品が斜めに置かれている場合や一部が隠れている状態でも識別が可能であるなど、環境変動に左右されにくい点も強みである。

(2) 重量計の活用

画像認識と重量計を組み合わせることで、 例えば商品が完全に重なっていた場合でも重量の差異により商品の過不足を検知すること が可能となる。画像と重量でのダブルチェックを行うことで、全体の精度を向上させる工 夫である。

(3) 目視検品サポート機能の提供

作業者が目視検品を行う場合のサポート 機能も用意した。検品対象の商品画像を チェックポイントと共に表示することで、商 品知識が少ない作業者でも実際の商品と表示 された商品画像とを比較することにより、よ り確実な検品を行うことが出来る。

5. 導入効果

(1) 作業の効率化

従来の検品作業では、リストとの照合や複数人での読み合わせといった方法で正誤判定を行っている。本導入により、人の目視確認や手作業で実施していた検品業務の工数を削減し、効率化することが可能となった。

(2)作業品質の向上

人が行う作業の場合、商品知識不足や経験 不足等により、ある程度の検品ミスが発生す る可能性がある。検品ミスにより誤出荷が発 生すると顧客満足度の低下や対応工数の増加 につながる。

これに対し、ICTシステムによる判別を行うことで検品ミスを防止する。また、画像データを使用している点を活かし、撮影した検品時の画像を出荷のエビデンスとして活用することも可能である。例えば、コールセンターの仕組みと連携すれば、荷物が入っていない等の問合せがあった際にオペレータが画像を確認することで、出荷時に確かに入っていたのかが簡単に確認できるようになる。

(3) 作業の標準化

作業者は標準的かつ単純なオペレーションで検品作業を完結させることが可能。商品知識に依存することなく、誰でも一定以上の作業レベルを担保することが出来る。また、これにより作業の属人化を防ぐことが可能となる。

6. ICT (AI、IoT) の導入事例

(1) 事例: カタログやパンフレットの出荷 検品

バーコードなど商品識別情報が付加されていない、カタログやパンフレット、マニュアルや医薬品の添付文書の出荷作業では、過誤のないように二重三重で読み合わせを行っており、多大な作業工数が課題となっていた。

画像・重量検品システムの導入により、ICTシステムによる品質担保を確実に行えるようになり、従来行っていた二重三重の読み合わせを一度の検品で済むようになった。結果、倉庫作業全体で時間とコストを2割削減した。

(2) 事例:キャラクターグッズの出荷検品

出版物をはじめ、アニメやアイドルのキャラクターグッズを扱うネットショップなど、 複数サイトの荷受・在庫管理・出荷業務を取り扱われている事例である。

取扱う商品の約3分の1に特典物が付属しているが、これらにはバーコードが添付されていない。そのため、作業前に商品コードを貼りつける作業や検品時に2人1組で読み合わ

せる作業などが品質確保の為に必要となって いた。

画像検品システムの導入により、従来行っていた2人1組での読み合わせを1名で行うことで、大部分の工数を削減された。削減した工数は、他のラインや業務に振り分けることができ、全体プロセスの効率化を実現されている。

(3) 事例: グローバル物流可視化

海外でも物流領域における取り組みは多数行われている。例えば、インドのデリー・ムンバイ大動脈構想において、物流可視化を図る取り組みである(図5)。

インドでは企業誘致の為の物流インフラ整備が重要テーマとなっている。その中で、輸送用のコンテナにRFIDタグを取り付け、ゲートを通過する際に位置情報を収集することにより、コンテナの輸送情報の可視化を実現。結果、港などでの滞留時間が長いなどの情報がリアルタイムにデジタル化されたことで各ステークホルダが問題解決に取り組むことが出来た。結果、輸送リードタイム短縮や在庫削減、生産計画の精度向上などを実現した。現在は、インド全土へ拡大中である。

7. おわりに

従来、「サービスの多様化」、「省人化」、「品質の維持・向上」はトレードオフの関係にあるとされていた。3つの要素を同時に実現したことが今回の事例の特徴である。

物流現場作業の複雑化、人手不足の深刻化



<図5>デリー・ムンバイ間産業大動脈開発公社様:物流可視化

は今後も継続すると想定される中、ICTを中心とした技術革新により課題解決を図ることができる領域は多数存在する。まずは当たり前だと思っている作業でも運用も含めて変革が出来ないかと思って検討をしてみることやICT(AI、IoT)について試しに導入してみることがポイントである。最初の一歩を踏み出して、物流現場にICT(AI、IoT)を持ち込むと現場は勝手に進化する。使ってみたことで気づく改善ポイントや活用方法もある。画像・重量検品システムはその一例であり、既に複数の物流現場で活用されている。

ICT(AI、IoT)の活用は次の3点がポイントとなる。①それぞれの解決すべき課題に応じた活用方法を実践すること、②ICT(AI、IoT)はあくまでもツールであり、業務全体の運用フローと合わせて、本質的な目的に向けて効果的な使い方を検討すること、③小さくやってみること。机上で考えることも大事だが、やってみて気づくというアプローチも効果的である。

今後ますます物流ないしはロジスティクスにおいて、有効的にICT(AI、IoT)を活用することが重要となる。また、業界を超えて情報を共有し協調を行うことで物流現場のみならず、バリューチェーン全体の効率化・最適化に繋がり、産業界の発展につながっていくだろう。その先に、物流格差をなくし、すべての人が公平に暮らすことのできる社会があると信じている。

関連URL(適宜)

- (1) 画像・重量検品システム
 - http://jpn.nec.com/neosarf/kenpin.html
- (2) NEC、インドのデリー・ムンバイ間産業大動 脈開発公社と物流可視化サービス事業を行う合弁 会社を設立

http://jpn.nec.com/press/201604/20160427_01.html

MaaSと求車求貨システム

MaaS and backhaul service



長谷川雅行: 株式会社日通総合研究所 顧問、流通経済大学 客員講師、中小企業診断士

略歴

早稲田大学卒業、1972年日本通運㈱入社、2009年㈱日通総合研究所退職。 現在は同社顧問、本学客員講師、日本物流学会理事(2007年~2019年)。 (著書)「SCMハンドブック」(2018年、共立出版)。「グローバル化と日本 経済」(2009年、勁草書房)。「ロジスティクス用語辞典」(2007年、日経文庫) いずれも共著。

[要約] MaaSが国内外で進展しており、鉄道と自動車の異種交通機関でも導入が始まった。 MaaSの貨物版は、以前からある求車求貨システムと言えるが、IoTやAIの普及により、従来は人間系に頼っていた貨物とトラックのマッチングが、大きく変わろうとしている。求車求貨システムは、運転者不足や生産性向上にも資するところが大きい。今後は、各輸送機関における輸送に関するビッグデータを共有化して、MaaSのように各輸送モードをまたがる、インターモーダルな求車求貨システムの構築・運用が望まれるところである。

1. MaaS を利用して感じたこと

総務省のホームページによれば、MaaS (Mobility as a Service) とは、「自動運転や A I、オープンデータ等を掛け合わせ、従来型の交通・移動手段にシェアリングサービスも統合して次世代の交通を生み出す動き」とされている。

筆者も、JR東日本と東急電鉄が連携して伊豆半島で展開している、「Izuko(イズコ)」というMaaSを利用してみたことがある。スマホにイズコの専用アプリをインストールすると、自宅から伊豆半島の目的地までの最適ルート・所要時間・運賃等が表示される。そのなかから希望に合わせて、特急券や着駅から目的地までのワゴン車を予約すると、「予め着駅には無料送迎用に、オンデマンドのワゴン車が待っている」というものである。他

にも指定地域内のバスや鉄道が乗り放題となるデジタルフリーパスや、観光施設の入場券 を購入できる。

図1 イズコのパンフレット(抜粋)



(出所: JR東日本 パンフレット)

2019年4月のスタート以来、3ヵ月の実証 実験で2万人以上の観光客・地元住民の利用 (アプリダウンロード) があったと報じられ

ている。

同様のサービスは、小田急沿線でも始まっており、さらにEVや自動運転などが進めば、MaaSの発祥地フィンランドのように、マイカーから公共交通機関への転換による、交通渋滞の緩和や温暖化対策に役立ちそうだ。

わが国でも2018年に、トヨタ自動車がソフトバンクなどと、MaaSを開発して地方のオンデマンド交通などの移動サービスを目指す、モネ・テクノロジーズを設立した。同社には、トラックメーカーからはトヨタ自動車系の日野自動車と、物流事業者からは、既に「ロボネコヤマト」などで自動運転の実証実験を開始しているヤマトHDが当初から参加している。また、2019年6月にはいすゞ自動車の参加も報道され、旅客輸送だけでなく貨物輸送の分野でもMaaSの進展が期待される。

イズコやフィンランドの「MaaSグローバル」が展開する「Whim (ウイム)」は、旅客サービスであるが、上述のトラックメーカー・物流事業者の動向をみて、イズコを利用しながら、かつて日通在勤当時に担当した「求車求貨システム」のことを思い出した。

2. 求車求貨システムの変遷

求車求貨システムについては、「求貨求車」 「求荷求車」「求車求荷」あるいは「帰り荷斡 旋」「マッチング」などさまざまな表現があ るが、ここでは以下の国土交通省ホームペー ジに従い、「求車求貨」システムと表示する。

国土交通省のホームページでは、「貨物取 次事業」の事例として「求車求貨システム」 を「荷主(運送事業者を含む)が輸送してほ しい貨物の情報(量、種類、現在地、目的地、 希望運賃等)を掲示板やデータベース等に出 し、運送事業者がこれに応募して成約した場 合に、荷主と運送事業者との契約締結に直接 関与し、その対価を得る事業」と説明してい る。

かつては「水屋」と呼ばれて、1本の電話 回線だけで荷主と運送事業者を仲介(マッチ ング)していた。

1990~2000年頃、通産省(当時)の肝いりもあり、ITベンダー系などが求車求貨システムを開発・参入した。新規参入者は、荷主(元請運送事業者)と実運送事業者をeーマーケットプレイス(電子商取引市場)で仲介することで収益を挙げようとしたのである。折からのITバブルで、彼らには総合商社やベンチャーキャピタルなど出資したが、多くの事業者は事業化できず撤退を余儀なくされた(総合商社の子会社であったロジリンク・ジャパンは、求車求貨システムを日通に売却して解散)。

各社の撤退理由として、

- ① e マーケットプレイスのアクセス性 (スマ ホが無く、電話・FAXだけ)
- ②荷物をマッチングすることの複雑性(図2 参照)

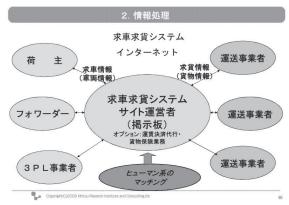
が挙げられるが、筆者の経験では

③与信・運賃決済システム

も重要ではないかと思う。与信には実運送事業者の信用度(信頼性・輸送品質)も含まれる。現在、最も大規模な求車求貨システムである日本貨物運送協同組合連合会(日貨協連)

の「WebKIT」では、個々の運送事業者ではなく、各協同組合が構成員となっているのはその現れと言える(同連ではトラック側の立場から「求荷求車ネットワーク」と呼んでいる)。

図2 求車求貨システム



(出所:筆者作成「流通経済大学『日通寄附講座』」資料)

その後、①②③をカバーすべく、図2の ヒューマン系のマッチングとITを組み合わ せた求車求貨システムで成長したのがトラン コムである。同社は「アジャスター」と呼ば れる担当者が、安価・高性能になったITで 詳細な荷主・貨物・運送事業者・車両情報な どを画面上でリアルに確認して、ヒューマン 系のマッチングを実施している。また、同社 では、国土交通省ホームページのような「運 送取次事業」だけではなく、同社が「元請」 として荷主に対して一貫運送責任を負う「貨 物利用運送事業」からの信頼に繋がってい る。

さらに最近では、スタートアップ企業であるCBcloudのPickGo(kは逆向き)などが急速に伸びている。上記②をカバーするために軽貨物車に限定している。軽貨物であれば一般雑貨が多いので、特別なヒューマン系マッ

チングが不要であり、荷主も、付帯的なサービス(倉庫入れ・返品引き取り等)より、「す ぐ運んでほしい」という緊急性を重視している。

同社では、ドライバー(個人事業主)から、成約運賃の1割を手数料として収受しており、 ヒューマン系のマッチングが必要で、手間が かかる大型・普通トラックはやらないと言っ ている。また、貨物利用運送事業も届出てい る。

ドライバー(個人事業主)からの登録はスマホが必須であり、同社とドライバー間の連絡は全て専用アプリで、GPSにより常時位置管理が可能となっている。

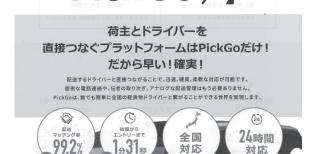
図3パンフレットの配送マッチング率、依頼からエントリー (ドライバーから引受け申 し出) までの時間には驚かされる。

かつての「電話1本の水屋商売」からは大 きく変わっている。

図3 PickGo(抜粋)

登録トライバー数全国5,000名超! 軽貨物の緊急便・スポットならPickGo(ピックゴー)

PickGo 7



(出所:CBcloud社パンフレット)

3. 海外の事例

海外においても新たな求車求貨システムの

展開が見られる。ここでは、米国のUberと、 中国の満幇集団について簡単に紹介したい。

(1) Uber Freight

Uberについては、自動運転・タクシー配車システム以外に、「貨物斡旋システム」であるスマホアプリUber Freightを2016年から米国内でリリース展開している。米国では荷主の貨物をトラック運送事業者(その殆どは個人営業のオーナートラッカー)に紹介するフレート・ブローカーという業態がある。

トラック運送最大手のC・H・ロビンソン 社も、フレート・ブローカー事業の比率が高 い。Uberは、そこに着目してタクシー配車 アプリを貨物向けに手直ししたUber Freight をオーナートラッカーに配布して、物流版 Uber(物流版MaaS)を提供している。既に 100万単位のアプリダウンロード件数と言わ れる。

Uberが想定する貨物輸送サービス市場規模(米国内)は、2018年現在が1.3兆ドルで、そのうちUberのシェアは3.6億ドルで、その発展性は大きいとしている。また、Uberでは欧州への進出も予定している。

(2) 満幇集団

次に、中国最大の求車求貨システム運営企業の満幇集団である。

10年以上も前に、筆者が大連のトラック市場(求車求貨の取引市場)を見学した際は、トラックターミナルのホームに、行先・貨物・運賃を書いた札が掲げられており、ドライバーはその中から自分が運びたい貨物を選んで、荷主に電話していた。まるで、中央卸売市場のセリ場のようであった。

満幇集団 (フル・トラック・アライアンス・グループ) は、2017年に貴陽貨車幇科技と江蘇満運軟件科技の競合2社の合併で創立した。ソフトバンクなど複数のファンドが19億ドルを出資している (ソフトバンクは、国内ではモネ・テクノロジーズ、国外ではUber・満幇集団など、多くのMaaS企業に出資している)。

中国の大型トラック業も米国同様に、個人 事業主が大半である。筆者が大連でみたよう に、以前は、ドライバーは運転手が大都市の トラック市場で掲示板を見て貨物を探してい た。貨物が見つかるまで時間もかかり、空車 で長距離を戻るケースもあった。

同集団は、Uber Freigt同様にスマホアプリで、荷主とドライバーを効率的にマッチングできるようにした。同集団では、「積み荷を探す時間は2.27日から0.38日になり、月間実車走行距離は9000kmから1万2000kmに増えた。トラック運転手の収入は2割増えた」と述べている。

また、登録ドライバー(アプリダウンロード)数は650万以上、同集団大型トラック運送のシェアは7割(詳細不明。アプリダウンロード数/大型トラック登録台数?)とも言われており、今後は自動運転に進出する計画である(筆者は、中国の法規制等からは、早期に自動運転の商用化が進むと想定している)。

4. 今後の展開

旅客輸送におけるMaaSと貨物輸送におけ

るMaaS(求車求貨システムはその一つ)を 概観してきて、気が付いたことがある。

旅客輸送におけるMaaSは、イズコ・Whimにしてもマイカーから公共交通機関(鉄道・バス)への転換により、公共交通の利用が増えて事業者収入が増える。一方、貨物輸送は、旅客輸送と異なり、MaaSで便利になったからと言って、新たな輸送需要が誘発されるわけではない。自営転換もかなり進んでおり、新たな輸送需要があるかが今一つ分からない。

既存の貨物輸送量(パイ)の中での、実車率や積載率の向上という効率化の部分はあるが、誰が、MaaSのコスト(MaaS事業者の収入)を負担するのだろうか。

旅客ではバス・タクシー・鉄道等、収益が増えた供給側あるいは、国・地方自治体が負担している。貨物輸送のMaaSでは、荷主・運送事業者の両方とも収益が挙がらない場合、どちらが負担するのか、悩ましい問題である。

上述の例では、CBcloudのケースでは、貨物軽自動車運送事業者が荷主からの収受運賃の1割をCBcloudに収めている。満幇集団では「荷主が負担している」と言っている(これは、中国の場合「届け先まで元払い」ではなく、着荷主が運賃負担するFOBによる?)

誌面も尽きたので、今後の展開について幾つか私見を述べたい。

(1) A I の活用

トランコム社のアジャスター担当者のような人間系のマッチングに、システムが取って代わるには、AIによるディープラーニング

が有効と思われる。それには、膨大なマッチングデータを放り込んで、さまざまな貨物・輸送の条件等をAIに学習させる必要がある。そのためには、数多くのデータを集められるかが勝負となろう。

求車件数・求貨件数等は、各企業の企業秘密でもあり公開されていないが、全ト協・日貨協連のWebKITは加盟組合員のための協同組合運営のためか、求荷件数と成約件数が公開されている。それによれば2018年度はそれぞれ、1,927,949件、277,064件と多い。

また、データ収集・分析・AIへの教育を 行うデータサイエンティストは払底してい る。

斡旋手数料だけで、あまり儲かりそうもない、「トラック運送MaaS」業界に超高級取りのデータサイエンティストが来るだろうか。

(2) ビッグデータの活用

ビッグデータを収集して、物流の効率化に 役立てようという取り組みは、既に各企業が 展開している。

ニューレボ社では、ロジクラという在庫管理システムを無償または廉価で提供する代わりに、利用者から在庫データの提供を受けており、そのビッグデータを活用した次の事業展開を計画中である。

日通総合研究所では、「ろじたん」という 庫内作業分析システムを安価に提供する代わ りに、庫内作業データを収集している。最近 では、トラック運送にも同様のシステムを提 供している。

このように、膨大な物流データを各社から 収集することができるが、運行データは、企 業秘密なのでなかなか公開しないが、クラウ

ド型の運行管理システムを各社で共用すれば、車両のマッチングだけでなく、最も効率的な輸送経路をAIが推薦する「AI運行管理者」も可能である(先ほどの日貨協連では、ペッパー君によるロボット点呼も開発し、幾つかのトラック運送業者で導入が始まった)。このように、どれだけ多くの貨物・車両データを「共同」で集めて、スピーディ(リアル)に空席情報を提供できるかが、貨物輸送MaaSの課題ではなかろうか。

(3) 全モード総合運行システム

さらに考えを進めれば、イズコが鉄道(JR・ 民鉄)だけでなくバスまでも対象としている ように、トラックだけでなく、鉄道・海運・ 航空などの「空席情報」と共有化した、全輸 送モードを横断する「総合運行システム」を 構築することも可能である。

空船情報を外部に公開して、運賃を叩かれるくらいなら係船して、海運市況の回復を待つというのが、国際海運とくに不定期船業界の慣行である。それに対して、ブロックチェーンを活用して、空き船腹を埋めて安い運賃を引き出そうというのが、米国フレックスポート等のデジタルフォワーダーの考え方である。わが国では、既に、国交省が内航船の空き情報を共有化・公開して、トラック輸送から内航輸送にシフトさせようという取り組みが始まっている。

そこで、例えば、全輸送モードが会員として参加している(一社)日本物流団体連合会あたりに、ナショナルマッチングセンターを作ってはどうだろうか。

そうでないと、上述のデジタルフォワーダーのように荷主主導の貨物斡旋システムが 先に作られてしまって、物流業界はいつまで 経っても「下請体質」から抜けられないこと になる。

MaaSをはじめ、AI・IoT・ビッグデータ・ブロックチェーン・自動運転など、新しい技術をいかに利活用するかが、物流業者にも問われている時代である。

参考文献

- 1. 長谷川 雅行「求車求貨システムの光と影」企業 診断 第48巻第11号 (2001)
- 2. 長谷川 雅行「物流の最近の動向6 物流新技術」 流通ネットワーキング2013年11·12月号
- 3. 経済産業省「特集 移動革命MaaSが拓く未来」 METIジャーナル (同省HP。2019年6月)
- 4. 総務省・経済産業省・国土交通省・JR東日本・Whim・トランコム・CBcloud・Uber・満幇集団・全ト協・日貨協連・ニューレボ・日通総合研究所などの各ホームページ

追補

本稿の入稿後、CBcloud社はSGHD・ANA・ソフトバンクとそれぞれ提携した。ANAとの提携は、4-(3)の先駆けが期待できる。

なお、空き倉庫スペースのマッチングも、SOUCO などが事業展開している。

通販物流の倉庫オペレーションにおける 最新テクノロジー活用の課題

THE SUBJECTS TO UTILIZE THE LATEST TECH IN WAREHOUSE OPERATIONS FOR ECOMMERCE LOGISTICS



角井亮一:株式会社イー・ロジット 代表取締役社長 兼 チーフコンサルタント

略歴

1968年大阪生まれ、奈良育ち。秋葉原在住。上智大学経済学部経済学科3年で全単位取得後渡米し、ゴールデンゲート大学マーケティング専攻でMBA取得。帰国後は船井総合研究所入社、実家の光輝物流にて勤務。2000年に通販物流代行の株式会社イー・ロジットを設立し代表取締役に就任。19年目で300社を超える顧客を持つ。著作は日米中韓台越で累計30冊以上刊行され、2019年9月には「物流がわかる<第2版> | (日経文庫)を上梓。

[要約] 株式会社イー・ロジットは、ECや通販物流に特化した物流アウトソーシング会社である。物流業界では倉庫ロボットに期待が寄せられているが、現在のロボット技術はまだ理想には遠く決して万能ではないと考え、我々の倉庫では自動化ではなく人と技術を共存させた「半自動」を意識して運営している。そのために、採用を意識した立地戦略を採り、採用した人材を活かすための教育や働きやすい環境づくりにも注力した上で、技術に優位性がある工程では機械を導入している。

はじめに

我々、株式会社イー・ロジットは、EC、カタログ通販、テレビ通販などの発送代行を事業の中心に据え、撮影など関連業務代行も行う通販物流に特化したアウトソーシング会社である。2019年7月現在、合計10万平米、5棟の倉庫を運営し、300社を超える顧客を抱える国内No.1の通販専門物流会社となった。今回は、通販物流の倉庫を運営する上で最新テクノロジー活用における課題と弊社の取組みを紹介したい。

「半自動」を意識した倉庫運営

物流業界における人材不足の解決策として、AIやIoTなど最新テクノロジーに期待が寄せられている。倉庫運営においては、それら機能を搭載したロボットを導入することで機械化・自動化への移行を検討されている企業も多いだろう。

特に最新技術を駆使し無人化された倉庫 は、人材不足の問題が発生せず安全面もクリ アしながら24時間稼働も可能で、今日の倉庫 事業者が抱える課題を解決する救世主のよう に思える。

商号	株式会社イー・ロジット
設 立	2000年2月14日
従業員数	約450名
事業内容 EC通販物流に特化した物流アウトソーシング会社。取扱品はアパレル雑貨、アクセサリー、健康食粧品などで300社超の業務を代行する。2019年6月現在、計5棟、10万平米の倉庫面積を有する	

ところが、弊社も当然ながら人材不足は課題となっているが、それでもロボットに大きく依存した倉庫は目指しておらず、人も活用する「半自動」が最適だと考えて日々の倉庫運営を行っている。

その理由は、今のロボットは決して万能で はないことである。

ロボット導入によって得られるメリットについては多くの方が論じているが、その裏でロボットにも当然不得意なことがある。例えば、産業用ロボットで使用するソフトウェアを開発するMUJINの滝野社長は、弊社の戦略物流セミナーで、個装の袋が「テカる」菓子パンをロボットは認識できず掴めないことや、作業の速さにおいて「ロボットはおばちゃんには適わない」と話してくれた。

また、弊社のアメリカ流通・物流視察ツアーでアマゾンのフルフィルメントセンターとDHLのハブ空港を見学したが、最新の設備を持つ両社であっても、機械にバーコードを読み込ませるためにコンベヤーの脇で商品のラベル面を上に向ける作業が人の手によって行われていた。つまり、現実は、ロボットの不得意な部分を、人間が運用でカバーする必要がある段階なのだ。

10年前と比べると画像認識技術などロボットの性能は格段に進化しているものの、理想とされる技術は以前から期待されているほど早く実現していないことも事実である。また、導入コストが高額なことや、ロボットにプログラミングする(教示作業、ティーチング)専門の人材の確保やそのためのソフトウェアがまだ未成熟という点も、現在のロボット導

入における課題だと言えよう。

我々のフィールドである通販物流では、商品の荷姿や管理方法(例えば、バーコードの有無)が多様で、梱包の方法も荷主毎に要求が異なるなど、出荷単位での臨機応変な対応がどうしても求められる。対面でのサービスがないEC通販では、お客様の手元に商品が届き箱を開けたときに受けた印象が通販事業者のイメージを決める重要な要素でもある。例えば、梱包は輸送時の破損を避ける目的もあるが、サービスの一環として受け取ったお客様に喜んでいただく目的もある。その点において、お客様のことを想像し思いやる人間性も求められてくる。つまり、どこまでも人が必要な分野であると考えている。

生産性を測るKPIとしてピッキング時の歩数を挙げられることが多いが、ある調査では、一歩あたりのコストが平均0.4円で、やる気のあるピッキング担当者が小走りで移動すると0.3円(25%減)だった。当然ながら担当者がダラダラと歩くとコストは増える。この様に、人のやる気によって大きく生産性に影響が出ることもあるのだ。(ぜひ、計測してみてほしい)

決して、人だけに頼った倉庫運営を推奨する訳ではないが、人と機械はそれぞれ得意分野が異なる。ロボットの導入が大事なのではなく、工程を細分化して管理し、適切な機能を持った技術に優位性があれば機械を取り入れる、人と技術を共存させることが重要だと考えている。

イー・ロジットの取組み

続いて、「人と技術を共存させる」ための 弊社の取組みを具体的に紹介させて頂く。

最初に、人出不足の対策として、弊社の倉庫は超消費立地型で人員確保をしている。フルフィルメントセンター(FC)が関東に4か所、関西に1か所あるが、全て人口密集地に立地している。また、関東の4か所は全て1時間以内に移動できる範囲にあるため繁忙期の人員の応援にも対応が可能となっている。

次に、確保した人材の育成にも注力している。弊社には物流を軸としたセミナーや勉強会等を実施する専門のコンサルティング部門もあるため、物流倉庫の改善方法について1日かけて学ぶ研修など現場スタッフ向けの講座も揃っている。会社側から積極的に受講を勧め、学ぶ機会を提供するようにしている。

弊社の現場改善への取り組みもご紹介する。

昨年、現場から提出された改善提案は、3,300件にも上る。優れたアイデアは会社全体で表彰する制度も設けている他、提案は社内で掲示され、FC間で水平展開するため社内広報などで積極的に情報共有も行っている。提案はすべて1件100円で買取る仕組みだが、ポイントは金額ではない。ただお金を出すだけでは提案は上がってこない。たとえば他社の事例で一件500円にしても提案がなかったと聞いたこともある。リーダーが各提案にフィードバックを書くなど細やかなフォローが仕組化されており、現場スタッフが「提案したい」と感じることのできる環境が整っ

ているから提案が上がってくると分析している。倉庫の休憩時間にはあちらこちらで「こうしたらどうか」と改善に関する議論が聞こえてくる。今年は、改善提案4,000件を目指している。

人が仕事でやる気を出して続けていくためには、社内の人間関係も重要な要素となる。イー・ロジットでは月に1回各FCで現場スタッフが直接経営幹部と会う「定例会」を設けている。全員にお菓子を配り日々の仕事をねぎらいながら、会社のことを理解してもらう貴重な日である。全社的なイベントも定期的に開催され、今の時代には珍しく家族の参加も可能で、毎回盛大に開催している。FC内でもボーリング大会などが行われ、部門間を超えて交流する機会を作り円滑な人間関係を築けるようにしている。

また、弊社が取り入れている機械は、例えばGAS(ゲートアソートシステム)が挙げられる。簡単に言うとゲート(蓋)の付いた仕分け機だが、この機械は「人間は間違える」ことを前提に設計されており、スキャンした商品を入れる棚のゲートだけが開くので誤発送を防ぐことができる。初心者でも間違いなく仕分けられるほか、商品の荷姿が似通っていて目視だけでは判断が難しい商品の仕分けなどに活用している。

また、自動製函機も導入している。中には 短期間で集中して大量の出荷が発生する荷主 様もある。通販物流では段ボールの組み立て は必ず発生する工程のひとつだが、大量出荷 に備えて事前に組み立てておくにも保管に大 きなスペースを要するため現実的ではない。 また、出荷する期間も限られているため、ピンポイントで高い生産性が求められる。自動 製函機での段ボールの組み立ては人の手によ る作業より早く、明確に機械に優位性があっ た。人がやる工程と機械に任せる工程を分け、 より効率のよい作業プロセスを求めた結果、 導入している。

最後に

AIやビッグデータなどの最新テクノロジーは日々進化し、我々の生活に大きな恩恵をもたらしている。だが、決してテクノロジーは万能ではない。我々の通販物流の倉庫では、効率化が求められると同時に、人が生み出すサービスによって最終のお客様である消費者が満足し、それによって顧客である通販事業者に喜んでいただけるという側面もある。であるから、イー・ロジットでは、最新テクノロジーに大きく依存することなく、引き続き如何に「人を活かすか」に焦点を宛てた倉庫運営を進めていく。

2018年度の産学連携プログラムの実施状況

Industry-University Consortium on Logistics

流通経済大学流通情報学部では、2010年度からロジスティクス産学連携プログラムを正式に立ち上げました。今年度が9年目であり、プログラムが確実に定着してきました。プログラムの講師は、ロジスティクス関連の業界団体、物流業、運輸業、メーカー、卸売業、小売業、コンサルタントなど、企業を中心とした幅広い人材で構成されております。

ロジスティクス産学連携プログラムとし て、従来から「ロジスティクス実践講座」、「物 流マネジメント実践講座」、「国際物流実践講 座」、「情報システム実践講座」、「ダイレクト マーケティング実践講座」、「ロジスティクス 企業訪問講座」、「ロジスティクス改善演習」 の7科目がありました。さらに、2018年度より、 新松戸キャンパスで「IoTロジスティクス実 践講座」、龍ヶ崎キャンパスで「地域ロジス ティクス実践講座」を開講し、計9科目とな りました。また、関連する寄付講座として、「日 本通運寄付講座」、「全国通運連盟寄付講座」 の2科目があります。2018年度の実施状況の 概要をご報告させていただきます。「日本通 運寄付講座」は、春学期に龍ヶ崎キャンパス、 秋学期に新松戸キャンパスで開講し、それぞ れ全15回、日本通運NITTSUグループユニ バーシティの山根泉氏に講義をしていただき ました。

なお、「情報システム実践講座」、「ダイレ

クトマーケティング実践講座」、「ロジスティクス企業訪問講座」、「日本通運寄付講座」、「全国通運連盟寄付講座」は2学年以降の履修科目、「ロジスティクス実践講座」、「物流マネジメント実践講座」、「国際物流実践講座」、「ロジスティクス改善演習」、「IoTロジスティクス実践講座」は3学年以降の履修科目となっています。

①「ロジスティクス実践講座」の2018年度の 実施状況

「ロジスティクス実践講座」は、荷主企業等を中心にロジスティクス実務者を招き、各企業のロジスティクスシステムの現状を学び、ロジスティクスの考え方を現場から考えていくことを目標としています。また、環境問題あるいは災害時対応といった新たな問題についても学びます。ロジスティクス実践講座Ⅰは春学期に新松戸キャンパス、秋学期に龍ヶ崎キャンパス、ロジスティクス実践講座Ⅱは秋学期に新松戸キャンパスで開講しました。各回のテーマ、講師は表1、表2のとおりです。新松戸の受講生数は春学期57人、秋学期54人でした。龍ヶ崎の受講生数は秋学期10人でした。

②「物流マネジメント実践講座」の2018年度 の実施状況

「物流マネジメント実践講座」は、トラック、 鉄道、3PL等の物流事業者及び有識者を招

ロジスティクス産学連携コンソーシアムの紹介

表1 「ロジスティクス実践講座I-秋学期、龍ヶ崎」の2018年度の実施結果 秋学期(10名)

□	テーマ	講師
1	ロジスティクス概論	元 公益社団法人 日本ロジスティクスシステム協会 石井徹郎氏
2	企業のロジスティクス戦略の変遷-1	元 ㈱日通総合研究所 廣瀬吉英氏
3	企業のロジスティクス戦略の変遷-2	元 ㈱日通総合研究所 廣瀬吉英氏
4	マーケットプレイスの仕組み	(株)インフォマート 藤田尚武氏
5	物流改善のポイントは	紙中コンサルティング 紙中英伸氏
6	沖縄における人材育成	(株)あんしん 雨宮路男氏
7	菓子食品物流のネットワーク価値の拡大	スナックフードサービス(株) 一山幸市氏
8	ロジスティクス企業に期待されていること	日通情報システム(株) 藤田光樹氏
9	ロジスティクスと環境-1	(株)ロジスティクス革新パートナーズ 菅田勝氏
10	ロジスティクスと環境-2	(株)ロジスティクス革新パートナーズ 菅田勝氏
11	食品流通の課題にチャレンジ	一般社団法人食品ロスリボーンセンター 元国分(株) 山田英夫氏
12	物流不動産ビジネス	イーソウコ(株) 大谷巌一氏
13	企業物流と物流業界の最近の動向	㈱日通総合研究所 長谷川雅行氏
14	メーカーサプライチェーンロジスティクス ー東芝の事業競争力強化に向けたロジスティクス戦略	(株)東芝 正木裕二氏
15	味の素(株)・味の素物流(株)のロジスティクス戦略	SCMソリューションデザイン 元味の素物流㈱ 魚住和宏氏

表2 「ロジスティクス実践講座III-春学期、秋学期、新松戸」の2018年度の実施結果 春学期(57名)、秋学期(54名)

	テーマ	講師
1	ガイダンスとロジスティクスの基礎知識	流通経済大学 矢野裕児
2	ロジスティクス概論	元 公益社団法人 日本ロジスティクスシステム協会 石井徹郎氏
3	企業のロジスティクス戦略の変遷-1	元 ㈱日通総合研究所 廣瀬吉英氏
4	企業のロジスティクス戦略の変遷-2	元 ㈱日通総合研究所 廣瀬吉英氏
5	トラック輸送の実態とドライバー不足問題について	(株日通総合研究所 大島弘明氏
6	ロジスティクスの最新動向	山田経営コンサルティング 山田健氏
7	物流改善のポイントは-1	紙中コンサルティング 紙中英伸氏
8	物流改善のポイントは-2	紙中コンサルティング 紙中英伸氏
9	菓子食品物流のネットワーク価値の拡大	スナックフードサービス(株) 一山幸市氏
10	メーカーサプライチェーンロジスティクス ー東芝の事業競争力強化に向けたロジスティクス戦略	LTロジマネジメント 正木裕二氏
11	大学祭休講	大学祭休講
12	ロジスティクス企業に期待されていること	日通情報システム(株) 藤田光樹氏
13	ロジスティクスと環境・資源~資源有効利用とロジスティクス~	みずほ情報総研(株) 秋山浩之氏
14	ロジスティクスと環境-1	(株)ロジスティクス革新パートナーズ 菅田勝氏
15	ロジスティクスと環境-2	(株)ロジスティクス革新パートナーズ 菅田勝氏
16	ガイダンスとロジスティクスの基礎知識	流通経済大学 矢野裕児
17	台風で休講	
18	ロジスティクスにおける企業間コラボレーション	ロジスティクス経営士 楠堂昌純氏
19	物流不動産ビジネス	イーソウコ(株) 大谷巌一氏
20	物流改善の実際	紙中コンサルティング 紙中英伸氏
21	カスミにおけるSCMの特徴と改善の取り組み	(株)カスミ 齋藤雅之氏
22	都市内物流の効率化について	(株)日通総合研究所 大島弘明氏
23	物流のソリューション営業とその事例	(株)ロジスティクス・ネットワーク 立川哲二氏
24	味の素(株)・味の素物流(株)のロジスティクス戦略	SCMソリューションデザイン 元味の素物流(株) 魚住和宏氏
25	中小企業の生き残りをかけた取り組み	十和運送㈱ 結束洋氏
26	食品ロスとリサイクル	一般社団法人食品ロスリボーンセンター 元国分(株) 山田英夫氏
27	激変する物流への課題	一般社団法人 日本物流資格士会 元ハウス物流サービス(株)社長 早川哲志氏
28	物流情報システム/設備導入について	ロジ・ソリューション(株) 釜屋大和氏
29	企業物流と物流業界の最近の動向	(株)日通総合研究所 長谷川雅行氏
30	ロジスティクスと包装	公益社団法人 日本包装技術協会包装技術研究所 金子武弘氏

表3 「物流マネジメント実践講座-春学期、新松戸」の2018年度の実施結果(36名)

回	テーマ	講師
1	ガイダンス	流通経済大学 小野秀昭
2	講座受講に必要な知識	流通経済大学 小野秀昭
3	トラック運送産業の概要	一般社団法人東京都トラック協会 井上豪氏
4	鉄道貨物輸送の仕組みとJR貨物の取り組み	日本貨物鉄道(株) 吉田真也氏
5	重量品輸送(道なき山奥へ風力発電輸送、真夜中の新幹線輸送、海外の巨大プラント建設)	(株)日通総合研究所 福島茂明氏
6	ロジスティクス分野のIT活用事例	ニュー・リレーション・インフォ・ビス海 足立研二氏
7	物流における倉庫の役割	一般社団法人日本倉庫協会 田代信行氏
8	宅配便の開発と成長過程	ヤマト運輸㈱ 野瀬信幸氏
9	内航海運の現状	国立開発研究法人海上技術安全研究所 松倉洋史氏
10	美術品の輸送のポイント	元日本通運(株) 浅賀博靖氏
11	コンビニ配送の現状と課題	大島運輸㈱ 大島弥一氏
12	市場流通の役割と実際	コンサルアグリ 藤井憲雄氏
13	3PLの役割と実際	川崎陸送㈱ 樋口恵一氏
14	講座の復習とまとめ①	流通経済大学 小野秀昭
15	講座の復習とまとめ②	流通経済大学 小野秀昭

表4 「物流マネジメント実践講座ー秋学期、龍ヶ崎」の2018年度の実施結果(7名)

回	テーマ	講師
1	ガイダンス	流通経済大学 小野秀昭
2	講座受講に必要な知識	流通経済大学 小野秀昭
3	内航海運の現状	国立開発研究法人海上技術安全研究所 松倉洋史氏
4	美術品の輸送のポイント	元日本通運(株) 浅賀博靖氏
5	トラック運送産業の概要	一般社団法人東京都トラック協会 井上豪氏
6	鉄道貨物輸送の仕組みとJR貨物の取り組み	日本貨物鉄道(株) 吉田真也氏
7	ロジスティクス分野のIT活用事例	ニュー・リレーション・インフォ・ビス海 足立研二氏
8	宅配便の開発と成長過程	ヤマト運輸㈱・中西優氏
9	重量品輸送(道なき山奥へ風力発電輸送、真夜中の新幹線輸送、海外の巨大プラント建設)	(株)日通総合研究所 福島茂明氏
10	コンビニ配送の現状と課題	大島運輸(株) 大島弥一氏
11	物流における倉庫の役割	一般社団法人日本倉庫協会 田代信行氏
12	3PLの役割と実際	川崎陸送㈱ 樋口恵一氏
13	市場流通の役割と実際	コンサルアグリ 藤井憲雄氏
14	講座の復習とまとめ①	流通経済大学 小野秀昭
15	講座の復習とまとめ②	流通経済大学 小野秀昭

表5 「国際物流実践講座-春学期、新松戸」の2018年度の実施結果(28名)

回	テーマ	講師
1	ガイダンス	流通経済大学 林克彦
2	国際海上輸送の動向	日本海事センター 中村秀之氏
3	船会社の国際物流戦略	オーシャントランス(株) 辰巳順氏
4	欧州の最新物流事情	流通経済大学 林克彦
5	ロシアの最新物流事情	公益財団法人 環日本海経済研究所 辻久子氏
6	インテグレータの国際物流戦略航空	FedEx 山口邦男氏
7	海上貨物フォワーダーの国際物流戦略	日本通運㈱ 石橋斉氏
8	航空フォワーダーの国際物流戦略	日本通運㈱ 望月和徳氏
9	商社の国際物流管理	住友商事(株) 河野達也氏
10	航空会社の国際物流戦略	(株)ANA Cargo 清水良浩氏
11	物流企業の海外展開(中国)	日本通運㈱ 小野文吾氏
12	ASEANの最新物流事情	(株)日通総合研究所 田阪幹雄氏
13	米国の最新物流事情	(株)日通総合研究所 田阪幹雄氏
14	インドの最新物流事情	流通経済大学 林克彦
15	まとめ	流通経済大学 林克彦

き、ロジスティクス管理に関する現状を学ぶ ことを目標としています。また、企業の物流 戦略や多様な物流サービスの事例といった最 新の動きについても学びます。半期科目であ り、春学期は新松戸キャンパスで、秋学期は 龍ヶ崎キャンパスで開講しました。各回の テーマ、講師は表3、表4のとおりです。新 松戸の受講生数は36人、龍ヶ崎の受講生数は 7人でした。

ロジスティクス産学連携コンソーシアムの紹介

表6 「情報システム実践講座-春学期、新松戸」の2018年度の実施結果(45名)

回	テーマ	講師
1	ガイダンス	流通経済大学 増田悦夫
2	ITを活用したロジスティクス戦略立案	(株)日本ビジネスクリエイト 後藤一孝氏
3	ロジスティクスと情報システム	(株)フレームワークス 秋葉淳一氏
4	地図とデータベースを用いた企業のエリアマーケティング	技研商事インターナショナル(株) 市川史祥氏
5	物流におけるICT活用のポイント	グリットコンサルティング合同会社 野口雄志氏
6	パレットにおけるRFIDの利活用	日本パレットレンタル(株) 永井浩一氏
7	行動分析のIT化による作業改善の実例紹介	(株)日本ビジネスクリエイト 後藤一孝氏
8	Webシステム開発の現状と今後	ヒューマネテック(株) 田中裕樹氏
9	SCMに於ける情報セキュリティの課題	飛天ジャパン(株) 傘義冬氏
10	TMSの役割と活用	光英システム(株) 池田勝彦氏
11	物流作業におけるスマートデバイス物流情報機器導入について	日立物流ソフトウェア(株) 小林道明氏
12	物流現場力強化のための物流技術	(株)MTI 粟本繁氏
13	ドローンの産業応用の現状と今後	ドローンワークス(株) 今村博宣氏
14	情報システム構築におけるプロジェクトマネジメントの実践	ヒューマネテック(株) 吉山洋一氏
15	まとめ	流通経済大学 増田悦夫

表7 「情報システム実践講座ー秋学期、龍ヶ崎」の2018年度の実施結果(17名)

	_	-#4-
□	テーマ	講師
1	ガイダンス	流通経済大学 増田悦夫
2	地図とデータベースを用いた企業のエリアマーケティング	技研商事インターナショナル(株) 市川史祥氏
3	SCMに於ける情報セキュリティの課題	飛天ジャパン(株) 傘義冬氏
4	情報システム構築におけるプロジェクトマネジメントの実践	ヒューマネテック㈱ 吉山洋一氏
5	TMSの役割と活用	光英システム(株) 池田勝彦氏
6	大学祭休講	大学祭休講
7	物流作業におけるスマートデバイス物流情報機器導入について	日立物流ソフトウェア(株) 小林道明氏
8	ITを活用したロジスティクス戦略立案	(株)日本ビジネスクリエイト 後藤一孝氏
9	ロジスティクスと情報システム	(株)フレームワークス 秋葉淳一氏
10	物流におけるICT活用のポイント	グリットコンサルティング合同会社 野口雄志氏
11	物流現場力強化のための物流技術	(株)MTI 粟本繁氏
12	ドローンの産業応用の現状と今後	ドローンワークス(株) 今村博宣氏
13	Webシステム開発の現状と今後	ヒューマネテック(株) 田中裕樹氏
14	パレットにおけるRFIDの利活用	日本パレットレンタル(株) 永井浩一氏
15	まとめ	流通経済大学 増田悦夫

表8 「ダイレクトマーケティング実践講座ー春学期、新松戸」の2018年度の実施結果(73名)

□	テーマ	講師
1	ガイダンス	流通経済大学 矢野裕児
2	台風で休講	
3	通販市場の現状	公益社団法人 日本通信販売協会 西郷祐二氏
4	ネット通販市場と企業の動向	柿尾正之事務所 元 公益社団法人 日本通信販売協会 柿尾正之氏
5	スクロールの変遷と今後の展開	(株)スクロール 高山隆司氏
6	スマホが変えたネットコマースと越境ECの可能性	(有)スタイルビズ 青山直美氏(村山らむね)
7	メーカー系通販の展開	ライオン(株) 乗竹史智氏
8	インターネット通販の展開	中山茂マーケティングデザイン(株) 元(株)千趣会 中山茂氏
9	UPDATE eコマース	ヤフー(株) 白山 達也氏
10	顧客満足作りのポイントー『購入後満足』と『個性化』をいかに具体化するかー	(株)カタログハウス 松尾隆久氏
11	オットージャパンの国内・海外でのフルフィルメントサービスとその事例	オットージャパン(株) 勝井武二氏
- ' '	ー顧客に求められるフルフィルメントサービスとは?ー	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
12	ダイレクトマーケティングとロジスティクス	流通経済大学 矢野裕児
13	番組等表現及び商品チェックの現状	(株)グランマルシェ 倉又徹夫氏
14	オムニチャネルとラストマイル	流通経済大学 矢野裕児
15	「カタログギフト」の進化、そこから広がるビジネスの可能性	リンベル(株) 細谷光弘氏

③「国際物流実践講座」の2018年度の実施状況

「国際物流実践講座」は、国際物流に携わ 春学期に半期科目として、新松戸キャンる経営者、実務経験者を講師として招聘し、 で開講しました。各回のテーマ、講師は国際物流における最新動向、事例により、国 のとおりです。受講生数は28人でした。

際物流の現状と課題を把握するとともに今後の展望を学修することを目標としています。 春学期に半期科目として、新松戸キャンパスで開講しました。各回のテーマ、講師は表5のとおりです。受講生数は28人でした。

④「情報システム実践講座」の2018年度の実施状況

「情報システム実践講座」は、物流分野などに利用されている情報システムやその要素技術などに関わる実務者を講師として招き、具体的事例を通して最近の動向や課題などについて学びます。また、システムやネットワークの設計・開発の手法についても学びます。半期科目であり、春学期は新松戸キャンパスにて、秋学期は龍ヶ崎キャンパスにて開講しました。各回のテーマ、講師は表6、表7のとおりです。新松戸の受講生数は45人、龍ヶ崎の受講生数は17人でした。

⑤「ダイレクトマーケティング実践講座」の 2018年度の実施状況

「ダイレクトマーケティング実践講座」は、 近年、市場が大きく拡大している通信販売、 ネット販売といったダイレクト・マーケティ ングをテーマに、通販業界の実務家を招き、 講義を進めます。ダイレクト・マーケティン グの進展は、小売業における店舗型から無店 舗型への変化というだけでなく、メーカー、 卸、小売のサプライチェーン、さらに物流業に大きな影響をもたらしつつあります。本講座は、このような展開を、広く学んでいきます。半期科目であり、秋学期に新松戸キャンパスで開講しました。各回のテーマ、講師は表8のとおりです。受講生数は73人でした。なお、本講座は公益社団法人日本通信販売協会が後援しています。

⑥「ロジスティクス企業訪問講座」の2018年 度の実施状況

企業がロジスティクスをどのように考え、システムを構築しているかについて、企業訪問を通じて考察します。実際の現場を訪問することによって、学生が実感として理解することを目標としています。2018年度は春・秋学期を合わせ17箇所を訪問し、現場でロジスティクス担当者が概説し、物流現場を実際に見学しました。半期科目で、企業訪問を実施することから、授業期間中の土曜日、夏季休暇中の8月から9月に集中講義で、開講しました。各回のテーマ、訪問先は表9、表10のとおりです。春学期の新松戸の受講生数は22人、

表9 「ロジスティクス企業訪問講座-春学期、新松戸・龍ヶ崎」の2018年度の実施結果 新松戸(22名)龍ヶ崎(2名)

□	テーマ	訪問先、講師
1	企業訪問講座ガイダンス-1 ・企業訪問講座の全体像 ・訪問場所のロジスティクスの概要	流通経済大学 矢野裕児、洪京和
2	企業訪問講座ガイダンス-2 ・訪問スケジュール ・訪問時の注意事項	流通経済大学 矢野裕児、洪京和
3	物流の歴史を学ぶ	物流博物館
4	小売業から物流業務を委託された物流センターの見学	(株)丸和運輸機関 物流センター
5	食品メーカー工場の省人化の取り組み見学	味の素㈱ 川崎工場
6	通信販売の物流センター見学(先端物流機器の見学)	(株)ホームロジスティクス ニトリ統合発送センター
7	自動車工場の見学	富士重工業㈱ 日産栃木工場
8	自動車部品の配送センター	日発運輸㈱ 太田配送センター
9	小売業から物流業務を委託された物流センターの見学	SBSロジコム(株) 野田木野崎支店
10	小売業の物流センター見学	(株)カスミ 佐倉流通センター
11	まとめ	流通経済大学 矢野裕児、洪京和

表10 「ロジスティクス企業訪問講座-秋学期、新松戸・龍ヶ崎」の2018年度の実施結果 新松戸(7名)、龍ヶ崎(1名)

回	テーマ	訪問先、講師
1	企業訪問講座ガイダンス-1 ・企業訪問講座の全体像 ・訪問場所のロジスティクスの概要	流通経済大学 矢野裕児、洪京和
2	企業訪問講座ガイダンス-2 ・訪問スケジュール ・訪問時の注意事項	流通経済大学 矢野裕児、洪京和
3	メーカーから物流業務を委託された物流センターの見学	トーワ流通(株) 小絹センター
4	最新の物流システム、物流機器の見学	国際物流総合展
5	自動車メーカーの物流センター見学	(株)ホンダロジスティクス 埼玉事業所
6	スポーツ用品メーカーから物流業務を委託された物流センターの 見学	(株)日立物流 アディダス営業所
7	飲料メーカーの物流センター見学	キリングループロジスティクス(株) 茨城支店
8	卸売業の物流センター見学	三菱食品㈱ 関東RDC
9	小売業から物流業務を委託された物流センターの見学	(株)キューソー流通システム 所沢物流センター
10	通信販売の物流センターの見学	オットーシャパン(株) 松戸物流センター
11	宅配便のセンター見学	ヤマト運輸(株) 羽田クロノゲート
12	まとめ	流通経済大学 矢野裕児、洪京和

龍ヶ崎の受講生数は2人でした。秋学期の新 松戸の受講生数は7人、龍ヶ崎の受講生数は1 人でした。

⑦「ロジスティクス改善演習」の2018年度の 実施状況

「ロジスティクス改善演習」では、物流部 門の現場で発生する課題を題材として取り上 げ、現状の問題点の整理を行い、各種手法を 用いて改善案を検討します。この演習を受講することにより、物流システムに関する理解を深め、分析手法を習得するとともに、分析能力や改善案を提案できる能力を習得することを目標としています。半期科目として、新松戸キャンパスと龍ヶ崎キャンパスで実施しました。各回の内容は表11のとおりで、新松戸の受講生数は16人、龍ヶ崎の受講生数は6

表11 「ロジスティクス改善演習ー秋学期、新松戸・龍ヶ崎」の2018年度の実施結果 秋新松戸(16名)、龍ヶ崎(6名)

回	項目	内容
1	ガイダンス	ロジスティクス改善演習の講義内容、日程を理解する。
2	ミニチュアシミュレータによるラック配置の立案	ミニチュアシミュレータを用いて倉庫内のラック配置を設計する。
3	ミニチュアシミュレータによるラック配置の検討	ミニチュアシミュレータを用いて倉庫内のラック配置を検討する。
4	ミニチュアシミュレータによるラック配置の作成	ミニチュアシミュレータを用いて倉庫内のラック配置を設計する。
5	RALCモデルによる設計	ミニチュアシミュレータによる設計をRALC上でモデル化し、シミュ レーションを行う。
6	RALCモデルによるシミュレーション	ミニチュアシミュレータによる設計をRALC上でモデル化し、シミュ レーションを行う。
7	ラック配置シミュレーションレポート	ミニチュアシミュレータによるラック配置シミュレーションのレポート を作成する。
8	サプライチェーンゲームの概要	サプライチェーンゲームであるビールゲームの内容を理解し、進行手順を学習する。
9	サプライチェーンゲームの実施	ビールゲームを実施する。
10	サプライチェーンゲームの実施	ビールゲームを実施する。
11	サプライチェーンゲームの分析	ビールゲームの結果を集計し、分析する。
12	サプライチェーンゲームレポート	ビールゲームのレポートを作成する。
13	サプライチェーンにおけるCO2排出量	サプライチェーンにおけるCO2排出量の算出方法を学習する。
14	モーダルシフトによるCO2排出量の解析	事例データを用いたモーダルシフトによるCO2排出量の削減を計算する。
15	モーダルシフトによるCO2排出量レポート	モーダルシフトによるCO2排出量のレポートを作成する。

人でした。

⑧「IoTロジスティクス実践講座」の2018年 度の実施状況

「IoTロジスティクス実践講座」は、2018 年から新たに開講された科目です。最近の IoT、ロボット、AIなどの技術の進展は目覚 ましく、この動向は今後ロジスティクスを大 きく変革していくことが予想されます。本講 座では、このようなIoT、ロボット、AIなど の現状、さらにロジスティクス分野での応用可能性、そしてロジスティクスが今後どのような展開をしていくのかについて、考えていきます。本講座は、IoT、ロボット、AI関連、物流関連の客員講師から講義をしていただくかたちですすめます。半期科目であり、春学期に新松戸キャンパスで開講しました。各回のテーマ、講師は表12のとおりです。受講生数は68人でした。

表12 「IoT ロジスティクス実践講座-春学期、新松戸」の2018年度の実施結果(68名)

□	項目	内容
1	ガイダンス	流通経済大学 矢野裕児
2	IoT、AI、ロボティクスを活用したロジスティクスソリューション	シーオス(株) 松島聡氏
3	IoT、ロボット、AIで激変するロジスティクス	(株)ダイワロジテック 秋葉淳一氏
4	物流事業者による新技術を利用したロジスティクス改革	大塚倉庫㈱ 元日本通運㈱ 宮川治樹氏
5	物流ネットワークでの情報化進展	日本パレットレンタル(株) 永井浩一氏
6	物流業界におけるロボティクス、IoTの活用 一スマートロジスティクス―	(株)日立物流 神宮司孝氏
7	ロジスティクスがIoTに期待すること	花王㈱ 山口裕人氏
8	世界と日本のロジスティクス技術動向	(株日通総合研究所 井上文彦氏
9	生産と物流「Industrie4.0」と「Logistics 4.0」	味の素パッケージング(株) 恒吉正浩氏
10	IoTが実現する未来の輸配送	㈱Hacobu 佐々木太郎氏
11	大学祭休講	大学祭休講
12	物流起点のIntelligenceとは何か	GROUND(株) 小林孝嗣氏
13	RFIDの活用と課題	東芝テック(株) 神戸幸彦氏
14	IoTがもたらすロジスティクス変革	流通経済大学 矢野裕児
15	まとめ	流通経済大学 矢野裕児

⑨「地域ロジスティクス実践講座」の2018 年度の実施状況

「地域ロジスティクス実践講座」は、2018 年から新たに開講された科目です。地域の経済、産業、さらには我々が生活する上において、物流、ロジスティクスは重要な役割を果たしています。本講座は、地域経済、地域産業、我々の生活において、物流、ロジスティクスがどのような役割を果たしているかについて、広く理解することを狙いとしています。地域の物流の特徴を知ると同時に、地域農産物、特産品、地域小売業などの物流、ロジス ティクスの仕組み、さらに最近問題となっている買い物弱者問題などの現状と課題など、様々な視点から考えます。そして今後、地域活性化、地域発展において、物流、ロジスティクスがどのような役割を果たしていくべきか、新たな地域ロジスティクスのあり方について、考えていきます。半期科目であり、春学期に龍ヶ崎キャンパスで開講しました。各回のテーマ、講師は表13のとおりです。受講生数は20人でした。

ロジスティクス産学連携コンソーシアムの紹介

表13 「地域ロジスティクス実践講座ー春学期、龍ヶ崎」の2018年度の実施結果(20名)

	項目	内容
1	ガイダンス	流通経済大学 矢野裕児
2	いばらきの地域特性~茨城県の産業と経済	一般社団法人常陽地域研究センター 廣田善文氏
3	ソーシャルシフトと改善活動	(株)カスミ 齋藤雅之氏
4	茨城県の産業と物流	流通経済大学 矢野裕児
5	地域に根差した物流会社として	沼尻産業㈱ 中﨑裕市氏
6	地域ロジスティクス	流通経済大学 矢野裕児
7	アパレルにおけるサプライチェーン	(株)アダストリア 丸子淳一氏
8	地域に根差した企業として「ロジスティックス」への取組みについて	(株)日立物流東日本 名和裕氏
9	地域の稼ぐ力を創造する「地域商社」	(株)ファーマーズ・フォレスト 松本謙氏
10	茨城県の物流概況	一般社団法人茨城県トラック協会 茨城流通サービス(株) 小倉邦義氏
11	地域と物流ネットワーク	流通経済大学 矢野裕児
12	本県農業の現状と施策について	茨城県営業戦略部販売流通課 加治真継氏
13	茨城県総合物流計画について	茨城県政策企画部交通政策課 小川健太郎氏
14	首都圏を支える茨城県の物流	十和運送㈱ 結束洋氏
15	まとめ	流通経済大学 矢野裕児

⑩「全国通運連盟寄付講座」の2018年度の 実施状況

「全国通運連盟寄付講座」は、鉄道貨物輸送をテーマとして、物流博物館、JR貨物、鉄道利用運送事業者、荷主企業の実務者を招

き、鉄道貨物輸送の現状、課題、今後の展望 を広く学びます。半期科目であり、新松戸キャ ンパスで開講しました。各回のテーマ、講師 は表14のとおりです。受講生数は79人でした。

表14 「全国通運連盟寄付講座」の2018年度の実施結果(79名)

	項目	内容
1	ガイダンス	流通経済大学 林克彦
2	物流の歴史(1)	物流博物館 玉井幹司氏
3	物流の歴史(2)	物流博物館 玉井幹司氏
4	物流事業及び鉄道利用運送事業の概要について(1)	日本通運㈱ 武山量哉氏
5	物流事業及び鉄道利用運送事業の概要について(2)	SBSロジコム(株) 青柳大氏
6	物流事業及び鉄道利用運送事業の概要について(3)	芳賀通運㈱ 塚本貴士氏
7	物流事業及び鉄道利用運送事業の概要について(4)	(株)丸運 岡本将一氏
8	物流事業及び鉄道利用運送事業の概要について(5)	センコー(株) 堀江麻里氏
9	物流事業及び鉄道利用運送事業の概要について(6)	熊谷通運㈱ 田島崇晴氏
10	JR貨物に関する知識(1)	日本貨物鉄道㈱ 吉田真也氏
11	JR貨物に関する知識(2)	日本貨物鉄道㈱ 入江宏紀氏
12	荷主企業における物流と鉄道コンテナ輸送(1)	(株)オカムラ物流 磯崎隆之氏
13	荷主企業における物流と鉄道コンテナ輸送(2)	(株)ブルボン 稲田浩氏
14	日本経済と鉄道貨物輸送ネットワークのあり方について	流通経済大学 林克彦
15	講義のまとめ	流通経済大学 林克彦

文部科学省 私立大学研究ブランディング事業 高度なロジスティクス実現に向けての 研究拠点形成と人材育成 --ロジスティクス・イノベーション・プロジェクト--

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology [Private University Research Branding Project]
Logistics Innovation project

流通経済大学が進める本プロジェクトは、 文部科学省「平成30年度私立大学研究ブラン ディング事業」の支援対象として選定されま した。「私立大学研究ブランディング事業」は、 学長のリーダーシップの下、大学の特色ある 研究を基軸として、全学的な独自色を大きく 打ち出す取組を行う私立大学・私立短期大学 に対し、重点的に支援するものです。以下、 本プロジェクトの事業概要、事業の目的、期 待される研究成果、実施体制、2018年度の実 施目標及び事業成果、2018年度の自己点検・ 評価を紹介します。

I. 事業概要

流通経済大学は、「流通経済一般に関する研究と教育を振興する」という建学の精神のもと、体制を整備し、「物流、ロジスティクスは流通経済大学」という評価を既に得ている。これをさらに推し進め、ロジスティクスに関する研究拠点を形成し、人材を育成する。ロジスティクスの重要性を社会に発信し、超スマート社会に欠かせない、ロジスティクス・イノベーションをけん引する「ロジスティクスの未来をつくる大学」のブランドを確立する。

Ⅱ. 事業の目的

日本政府が目指す「Society 5.0」、すなわち超スマート社会とは、「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会のさまざまなニーズにきめ細かに対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられる社会」と定義され、ロジスティクスが目指すところと同じである。しかしながら現在、物流、ロジスティクス分野は、人手不足に端を発した物流危機に直面し、従来のシステムでは立ちいかなくなっており、抜本的な改革が要請されている。

一方、IoT、AI、ロボットなどの新技術の 進展は、ロジスティクスを今後大きく変革し ていくことが予想され、その点においても、 ロジスティクスは大きな転換期を迎えてい る。

国土交通省による「総合物流施策大綱(2017 ~ 2020年度)」においては、「①今後の社会構造の変化やニーズの変化に的確に対応するとともに、②人材や設備等の資源を最大限活用してムダのない構造を構築し、③第4次産業革命への対応も含め「高い付加価値を生み出す物流」へと変革することが必要である」

図 事業概念図

Sosiety 5.0 の実現

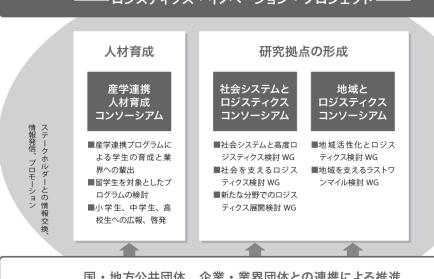
超スマート社会 (第5期科学技術基本計画)

「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会 の様々なニーズにきめ細かに対応でき、あらゆる人が質の高いサービスが受けら れる・・・・・社会」

の実現に不可欠な高度なロジスティクス



高度なロジスティクス実現に向けての、研究拠点形成と人材育成プロジェクト ロジスティクス・イノベーション・プロジェクト



国・地方公共団体、企業・業界団体との連携による推進



「ロジスティクスの未来をつくる大学」へ

としている。高度なロジスティクスを実現す るためには、ロジスティクス・イノベーショ ンが欠かせず、その実現を支える研究拠点の 形成と高度なロジスティクス人材の育成が欠 かせない。

本学は、日本で唯一といえるロジスティク

スを柱とした学部を持ち、これまでも、物流、 ロジスティクス研究の発展、日本の物流政策 の発展、物流人材の育成の中核として寄与し、 一定の評価を得てきた。本事業では、これを さらに推し進め、経済、産業、生活に欠かせ ないロジスティクスの重要性を広く社会に発 信し、位置づけを高めると同時に、超スマート社会に欠かせない、ロジスティクス・イノベーションを、企業、業界団体、政府等とともに、けん引し、「ロジスティクスの未来をつくる大学」として、展開していくことが目的である。

Ⅲ. 期待される研究成果

本事業で期待される主要な成果は、以下の3プロジェクトの達成である。なお、国土交通省による「総合物流施策大綱(2017~2020年度)」において、「強い物流」を実現するための視点として「繋がる」「見える」「支える」「備える」「革命的に変化する」「育てる」の6つが掲げられているが、本事業における研究体制の形成は、特に「革命的に変化する」「繋がる」「支える」「備える」「東急に変化する」「繋がる」「である」に繋がるものである。

- 1. 社会システムとロジスティクスに関する研究拠点の形成
- 2. 地域とロジスティクスに関する研究拠点の形成
- 3. 高度なロジスティクス人材の育成
- 1. 社会システムとロジスティクスに関する研究拠点の形成

本プロジェクトでは「ロジスティクスの高度化」「社会、生活を支えるロジスティクス」「新たな分野でのロジスティクス展開」の3つのテーマを研究する。

・社会システムと高度ロジスティクスの検討 について

近年のIoT、AI、ロボットなどの新技術の

進展は、ロジスティクスに大きな変革をもたらすことが予想される。物流現場において、無人走行によるトラック、ドローン、さらに物流センター内の自動化、無人化などの変革をもたらす。同時に、現場レベルの変革だけではなく、物流産業が従来の労働集約型から装置型産業に転換するほか、物流技術、情報技術を駆使したプラットフォーム型に転換していくことが予想される。また、サプライチェーンから見ても、生産、販売とロジスティクスが統合、融合し、生産方式が変化する一方で、より付加価値を高めるバリューチェーンへの転換が予想される。

本検討では、IoT、AI、ロボットなどの新技術の進展がロジスティクスにどのような変革をもたらすか、さらにロジスティクス変革が経済、産業全体に与える影響について、中長期的なロジスティクス・イノベーションのロードマップを提示するものである。同時に、社会が求める新たなロジスティクス像について検討する。

・社会を支えるロジスティクスの検討につい て

特に、ロジスティクスにおける災害対応を中心に検討する。東日本大震災発生時においては、政府、地方自治体による緊急支援物資が避難所等に供給されない、企業においても、商品が供給できない、サプライチェーンの途絶といった問題が発生した。本検討では、これらの問題に対応するべく、リダンダンシーのあるロジスティクスシステム構築に向けての、問題点、課題の抽出、今後の対応のあり方について検討する。特に、災害時対応は、

公共だけ、あるいは企業単独での対応が難し く、官民連携、企業間連携による取り組みに ついて検討し、提言する。

・新たな分野でのロジスティクス展開の検討 について

新たな分野でのロジスティクス展開の一環として、スポーツ分野のロジスティクスについて検討する。スポーツとロジスティクスとは関連性が強く、例えばオリンピックの運営と開催においてもロジスティクス管理が欠かせない。現状では、スポーツ・ロジスティクスという概念はないが、両者のかかわりを整理し、スポーツの付加価値向上に資するロジスティクスシステムについて検討する。

2. 地域とロジスティクスに関する研究拠点 の形成

本プロジェクトでは「地域活性化とロジスティクス」「地域生活を支えるロジスティクス」の2つのテーマを研究する。

・地域活性化とロジスティクスの検討について

地方創生がいわれるなか、地域経済、産業を支えるロジスティクスの重要性は欠かせない。一方、本学の龍ケ崎キャンパスが所在する茨城県の農業産出額は全国2位であり、さらに様々な特徴ある農産品、地域産品を有している。しかしながら、その知名度は低く、評価も必ずしも高くないのも実態である。その一因として、流通ルートの開拓が限られ、ロジスティクスシステムの整備も遅れていることが考えられる。

本検討では、地域産品等の県内向け、首都

圏向け、全国向け、海外向けの流通ルート、ロジスティクスシステムの構築のあり方について検討し、地域の活性化につながるプロジェクトに展開していく。同時に、地域と企業活動の共生を目指すため、ロジスティクス分野におけるCSV(Creating Shared Value)の取り組み、さらに自治体との包括連携協定への展開も含めて検討する。

・地域を支えるラストワンマイルの検討につ いて

人口減少、過疎化が進展するなか、買い物 弱者等の問題が顕在化し、ラストワンマイル に関連するロジスティクスの重要性が指摘さ れている。一方で、過疎地を中心として、集 配密度が低下するなか、効率性とコスト面か ら、物流サービスを今後も持続できるかが課 題となっている。ラストワンマイルに関連し ては、宅配便だけでなく、店舗からの宅配、 農産物の集荷、見守りサービスなどを総合的 に展開していくことが重要であり、さらにト ラックだけでなく、バス、タクシーなども含 めたサービス提供が考えられる。このような 状況のなか、地域の生活を支える持続的なロ ジスティクスシステム構築を検討、提示する ものであり、過疎地、ニュータウン等でのプ ロジェクトに展開していく。

3. 高度なロジスティクス人材の育成

本プロジェクトでは「産学連携プログラムによる学生の育成と業界への輩出」「留学生を対象としたプログラムの検討」「小学生、中学生、高校生への広報、啓発」の3テーマを掲げ、実行する。

・産学連携プログラムによる学生の育成と業 界への輩出

2008年度以降、本学では産学連携プログラムを展開しており、現在企業講師(88名)による実践講座7科目、企業訪問による講座、企業現場の改善を考える演習を開講しており、受講生からも高い評価を得ている。さらに、産学連携プログラムをPDCAによりマネジメントするロジスティクス産学連携コンソーシアム(業界団体、企業委員14名と教員で構成)も2011年度以降開催している。今後も、ロジスティクス産学連携プログラムを充実するべく検討し、高度なロジスティクス人材を育成し、業界に輩出していく。また、IoT、AI、ロボット等を学生が実体験できるプログラムを実施する。

- ・留学生を対象としたプログラムの検討 ロジスティクスに興味を持つ留学生が多く いることから、留学生対応のプログラムを開 発する。その際、海外の政府、大学、業界団 体等との連携も含めて検討する。
- ・小学生、中学生、高校生への広報、啓発 東日本大震災、さらに最近の物流業界での 人手不足の問題などが、報道されるなか、ロ ジスティクスの重要性は、以前よりは社会一 般で認知されるようになってきている。また、 学習指導要領において物流関連記述が盛り込 まれ、今後、教科書、教材への記述が議論と なるところである。しかしながら、小学生、 中学生、高校生などのロジスティクスに関す る認知度、興味が著しく低いのが現状である。 このような状況のなか、小学生、中学生、高 校生を対象としたテキスト、視聴覚メディア

等の開発を目指すほか、シンポジウム、模擬 授業などを通じて、広報、啓発活動を実施し ていく。

Ⅳ. 実施体制

本事業は、学長の下、以下の3つの実施体制を構築し、連携する。PDCAサイクルを実行し、事業の円滑な推進を図る。

- 1. 事業全体をPDCAサイクルでマネジメントする体制
- 2. 研究拠点、人材育成をPDCAサイクルでマネジメントする体制
- 3. ブランディング戦略をPDCAサイクルで マネジメントする体制

1. 事業全体をPDCAサイクルでマネジメントする体制

学長が招集する本学の教学に係る最高審議 機関である「大学協議会」が中心となり、全 学の研究活動方針等を扱う学術研究委員会の 下において本事業の研究活動をマネジメント する「ロジスティクス・イノベーション推進 センター」と、将来の大学の在り方を広範に 検討する将来検討委員会の下において本事業 のブランディング活動をマネジメントする 「ブランディング推進専門部会」の3つの組織 が連動し、適宜、本事業の進捗状況の確認、 調整を図りながら、事業全体をPDCAサイク ルでマネジメントする。また、この事業全体 のPDCAに係る業務は、大学の諸施策の企画 立案と広報業務の総合調整を担う「企画広報 室」が行い、各年度の実施報告をまとめる。 また、点検・評価組織として、学長、教員理

事、各学部長、各研究科長、各教学支援部門 長及び事務局長で構成される「自己点検・評価委員会」と本事業の「外部評価委員会」に より点検・評価を実施する。本事業の「外部 評価委員会」は、ロジスティクス関連の企業、 業界団体のメンバーで構成される。年に2、3 回程度、定期的に開催する。

2. 研究拠点、人材育成をPDCAサイクルでマネジメントする体制

「ロジスティクス・イノベーション推進センター」が中心となり、研究拠点の中心となる「社会システムとロジスティクスコンソーシアム」、「地域とロジスティクスコンソーシアム」、人材育成の中心となる「産学連携人材育成コンソーシアム」と連動してPDCAサイクルでマネジメントを実施する。各コンソーシアムは、企業、業界団体と本学教員の

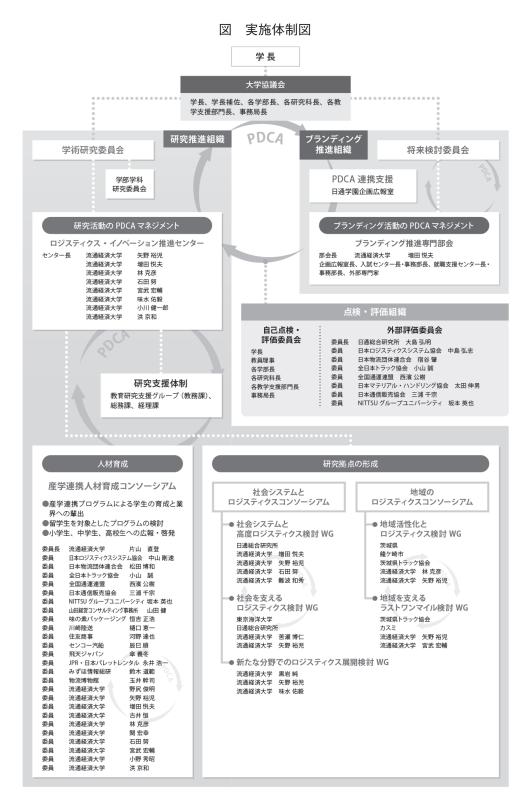
委員で構成され、定期的に開催する。

「社会システムとロジスティクスコンソーシアム」は、社会システムと高度ロジスティクス検討WG、社会を支えるロジスティクス検討WG、新たな分野でのロジスティクス展開検討WGと連動し、「地域とロジスティクスレーシアム」は、地域活性化とロジスティクス検討WG、地域を支えるラストワンマイル検討WGと連動して、それぞれの検討状況を把握し、PDCAサイクルでマネジメントする。各検討WGは、推進役となる企業、業界団体のメンバーと本学教員が中心となるが、それぞれのテーマに興味を持つ企業、業界団体、政府、研究者、学生が、広くオープンなかたちで集う研究グループである。

「産学連携人材育成コンソーシアム」は、 産学連携プログラムによる産学連携科目の実 施、評価、小中高校生等への情報発信などに

表 事業の進め方

	研究拠点	人材育成	ブランディング	事業全体
PLAN 計画	・年次目標の設定 ・活動計画の策定 ・コンソーシアム年次計 画の策定 ・WGの年次計画の策定 ・目標と計画の確定 →他組織との計画共有	・年次目標の設定 ・活動計画の策定 ・授業計画の策定 ・目標と計画の確定 →他組織との計画共有	・年次目標の設定 ・活動計画の策定 ・研究拠点、人材育成及 びブランディング事業 の目標と計画広報 ・目標と計画の確定 →他組織との計画共有	
DO 実行	・コンソーシアムの推進・活動計画の推進・研究会、シンポジウムの開催・ロジスティクス・イノベーション推進センターによる進捗管理	・人材育成プログラムの開発 ・各方面講師派遣 ・授業運営 ・ロジスティクス・イノ ベーション推進センターによる進捗管理	・企画広報室、入試センター等との連携による な報、PR活動の推進 ・ブランディング推進専 門部会による進捗管理	・研究拠点、人材育成及 びブランディング活動 の進捗管理 ・教授会、関係委員会へ の報告
CHECK 評価	・当該年度の工程及び成 果指標に基づく自己点 検・評価の実施	・当該年度の工程及び成 果指標に基づく自己点 検・評価の実施	・当該年度の工程及び成 果指標に基づく自己点 検・評価の実施	
	外部評価委員による点検・評価			
ACT 改善	・各点検・評価に基づく 目標と計画の見直し(必 要により続行・変更判 断) ・改善方針の情報共有	・各点検・評価に基づく 目標と計画の見直し(必 要により続行・変更判 断) ・改善方針の情報共有	・各点検・評価に基づく 目標と計画の見直し(必 要により続行・変更判 断) ・改善方針の情報共有	・事業全体の点検・評価 に基づく研究拠点、人 材育成及びブランディ ング活動への提言及び 全体調整



ついて、PDCAサイクルによりマネジメントする。「産学連携人材育成コンソーシアム」は、2011年度に設置され、定期的に開催されてきた「ロジスティクス産学連携コンソーシアム」を基礎に、さらに発展させたものである。

3. ブランディング戦略をPDCAサイクルでマネジメントする体制

「ブランディング推進専門部会」が中心となり、その上位委員会で将来の大学の在り方

について広範に検討する将来検討委員会と学内の関係部署とで連動しながらPDCAサイクルでマネジメントする。この専門部会は、本事業の研究活動に専門的知見を有する教員が推進役となり、就職支援センター、入試センター及び企画広報室の教職員、加えて必要により関係業界から人材を招き構成し、実効性のあるPDCAサイクルを確立する。

V. 2018年度の実施目標及び事業成果

2018年度の1.研究拠点における目標は、研究拠点の立ち上げと検討の方向性、各テーマにおける課題の整理、2.人材育成における目標は、新しい産学連携科目の取り組みと小中高校生等向けのロジスティクス教育の現状と課題に関する整理、3.ブランディング戦略の目標は、ブランディング戦略の体制づくりと本事業の認知度向上とした。各事業成果は以下のとおりである。

1. 研究拠点における事業成果

①社会システムとロジスティクスの研究拠点 関連

・第4次産業革命、「Society 5.0」などの考え 方とロジスティクスの関係、近年の新技術 (IoT、AI、ロボットなど)の進展状況を踏 まえた、ロジスティクスにもたらす影響に関 しての現状の議論の状況整理と今後の検討方 向についての整理を行った。特に、物流現場 での輸送、荷役に関する新技術の動向とその 影響について検討した。さらに、情報の電子 化、情報共有の進展により、サプライチェー ン全体での全体最適化、さらにシェアリング などの可能性について検討した。

・スポーツ分野のロジスティクスの現状の把握と研究活動の社会展開、研究普及につなげるべく、「スポーツとロジスティクス」をテーマに2019年2月1日にシンポジウムを開催し257名の参加を得た。特に東京2020に向けて、大会物流、一般物流で留意すべき課題について、整理、検討した。

②地域とロジスティクスの研究拠点関連

・地域とロジスティクスについては、物流が 地域活性化にどのように関わるか、地域住民 の生活を支えるためにどのように貢献してい くことが可能かについて検討した。特に、物 流業における新しい地域貢献の方向性である CSV(Creating Shared Value)の進展状況、 地方公共団体と企業における、物流振興、魅 力発信、観光振興・観光情報の発信、地域産 品の流通・販売支援、地域防災、安全・安心 な地域づくり、子供・青少年育成、女性活動 推進・ダイバーシティの推進、高齢者・障が い者支援、環境保全推進などの包括連携協定 の締結状況を整理し、今後の展開方向性を検 討した。

2. 人材育成における事業成果

・新たな産学連携科目の取り組みとして、 IoT、AI、ロボットなどの進展という視点からの「IoTロジスティクス実践講座」、地域におけるロジスティクスの重要性に対応した「地域ロジスティクス実践講座」を新規開講した。また、「ロジスティクス実践講座」、「物流マネジメント実践講座」、「国際物流実践講座」、「情報システム実践講座」、「ダイレクト マーケティング実践講座」、「ロジスティクス 企業訪問講座」、「ロジスティクス改善演習」 を継続開講した。各講座は物流関連団体や荷 主企業、物流事業者などから実務者や経営者 ら総勢88名を講師に招いて実施し、2018年度 は春・秋学期あわせて延べ469名が受講した。 受講者には自由意見を含むアンケート調査を 行い、その結果も踏まえて次年度の講座計画 の策定までを行った。

・人材育成産学連携コンソーシアムを2019年 3月15日に開催し、高度なロジスティクス人 材の育成に向けたプログラムのさらなる充実 とIoT・AI・ロボット等を実体験するプログ ラムの実施、留学生対象のプログラム開発、 小中高校生向けのテキストや視聴覚教材の開 発を産官学で連携して進めることを決定し た。

3. ブランディング戦略の事業成果

- ・本研究ブランディング事業を紹介するリーフレット(フライヤー)の配布やキャンパス正面への懸垂幕掲示などにより事業の認知度アップに努めた。
- ・本研究ブランディング事業の専用ホーム ページ「Logistics Innovation」を開設し、 本事業の事業内容等の情報発信を開始した。
- ・研究報告書「物流問題研究」を冊子体で発行し、またWebでも公開した。特集は物流業界の人手不足をテーマとした。

Ⅵ. 2018年度の自己点検・評価

・研究拠点における事業については、2018年 度は学内での検討を中心に実施した。ロジス ティクスに大きな変革をもたらすことが予想される新技術(IoT、AI、ロボットなど)については、その進展状況の整理と同時に、ロジスティクス現場、サプライチェーンに与える影響を中心に検討できた。地域とロジスティクスについては、物流業における新しい地域貢献の方向性である CSV (Creating Shared Value)の進展状況、地方公共団体と企業における包括連携協定の締結状況を整理し、今後の展開の方向性について検討を進められた。産学連携等による研究会による検討は2019年度以降の課題とする。

・高度なロジスティクス人材の育成において は、従来から実施している産学連携プログラ ムを引き続き実施し、加えて時代の要請に応 える新たな産学連携科目を開講し評価を得 た。さらに外部、学生による評価を実施し内 容の改善に努めることができた。

・ブランディング戦略の実施状況については、本事業紹介のリーフレット(フライヤー)作成と情報発信のためのブランディング専用ホームページを開設したが、まだ認知度向上には至っていない。内容の充実とさらなる広報等が必要となっている。シンポジウム開催によるプロモーションについては、2月に「スポーツとロジスティクス」を開催した。多くの参加者が集まると同時に、マスコミ等でも紹介され、一定の成果が得られた。

ネット通販急成長に対応した ラストマイルの変化

Changes of Last Mile to Cope with Rapid Growth of Online Shopping



林 克彦:流通経済大学 流通情報学部 教授

略歴

1984年東京工業大学理工学研究科修士課程修了。 同年日通総合研究所。1993年流通科学大学商学部専任講師。 同助教授、教授を経て、2007年4月から現職。

[要約] ネット通販が急成長する一方で労働力不足が深刻化し、ネット通販のラストマイルは変化し始めている。ネット通販事業者は分散型配送拠点からの迅速な自社配送ネットワークを本格的に整備し始め、宅配便事業者は運転者の業務内容見直しや自転車・台車による配送、多様な受渡し方式の提供等を進めている。しかし、このようなラストマイルの変革のみではネット通販荷物の急増に対処することはできず、大量の運転者の確保がなおも重要課題となっている。

1. はじめに

ネット通販¹の急成長により、ネット通販 事業者が消費者等に配送する荷物が急増している。消費者はネット通販に安さを求めており、ネット通販事業者は配送料金の低減とそのための物流コスト削減を進めてきた。その一方で当日配送や即時配送等の迅速なサービスの提供や生鮮食品等多様な商品の取扱いを始めており、配送サービス水準の向上が同時に必要になっている。

これまで、ネット通販事業者は配送を宅配 便にほぼ全面的に委託してきた。しかし、宅 配便を含む物流業界では深刻な労働力不足が 続き、荷物を運びきれない「物流危機」に陥っ ている。宅配便事業者は、同時に働き方改革 を推進する必要性にも迫られ、宅配便運賃の 値上げ、労働負荷の高い当日配送からの撤退、 受託荷物の総量抑制等を行った。

宅配便以外に配送手段を持たないネット通 販事業者は、運賃値上げを受け入れ、当日配 送を見直すようになった。しかし市場競争が 激化するなか、ネット通販事業者のなかには、 自社配送体制を整備することにより、低コス トで優れた配送サービスを実現しようとする 動きが目立つようになってきた。

ネット通販のラストマイルは、家庭等に一個一個商品を届ける労働集約的な工程である。現在、自動運転車や宅配ロボット、ドローン等による配送実験が進められているもの

1 本稿では、ネット通販を、商品配送が生じる物販系BtoC-EC(企業から消費者への電子商取引)及び CtoC-EC(消費者間電子商取引)とする。

の、このように自動化された配送方式の社会 実装にはかなりの時間が必要である。ネット 通販事業者も宅配便事業者も、当面は労働力 を確保して配送力を確保するしかない。

ネット通販事業者は、配送密度が高い大都市圏で軽トラックを活用した自社配送ネットワークの整備を進めている。一方、総量抑制策を導入せざるを得なくなった宅配便事業者は、配達特化型運転者の採用や、自転車・台車による配送、コンビニ・オープン型ロッカー等の受渡拠点の整備等により配達能力を拡大しようとしている。以下では、ネット通販の急成長に対応したラストマイルの変化についてネット通販事業者と宅配便事業者の取組を把握し、課題と展望を論じることとする。

2. ネット通販急成長によるラストマイルへの影響

(1) ネット通販市場の急成長

経済産業省(2019)によれば、物販系BtoC-EC分野の市場規模は2018年に9兆2,992億円にまで成長した²。2014年まで毎年2桁成長が続き、それ以降やや低下したものの、2018年は対前年8.12%増となり、他の小売り業態と比べなおも高成長を続けている。その結果、EC化率(物販系BtoC-EC販売額が小売総販売額に占める比率)は6.22%まで高まっている。

最近では、BtoC-ECに加え、ネットオーク

ションやフリマアプリ等のCtoC-ECの拡大が 小口荷物の増大をもたらしている。経済産業 省(2019)によれば、2018年のネットオーク ションとフリマアプリの市場規模は、それぞ れ1兆133億円、6,392億円であり、合計1兆6,525 億円となった 3 。これらCtoC-ECと物販系 BtoC-ECとを合計すると、10兆9,517億円の 商品が消費者向けに配送されている 4 。

ネット通販の急成長は、ラストマイルに大きな負荷をかけている。物販系BtoC-EC市場規模と宅配便取扱量の対前年成長率を比較すると、近年は常に物販系BtoC-ECが上回っている(図1)。さらに最近はCtoC-ECの拡大によって、配送需要が増大している。一方、宅配便取扱量は、運転者を中心とする深刻な労働力不足が制約となり、ネット通販の配送需要増加に対応できない状況が続いている。

(2) ネット通販取扱商品の多様化と配送サービス

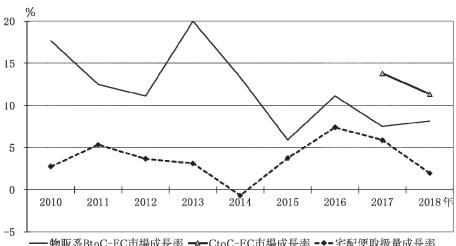
ネット通販取扱商品は、初期の書籍、映像・音楽ソフトのようなニッチ商品から、あらゆる商品に拡大している。ネットストアは、現在ではあらゆる商品を扱う「エブリシングストア」へと進化している。それに伴い配送需要の質的変化も著しい。

商品分類別に市場規模をみると、ネット通販が得意とする「生活家電・AV機器・PC・周辺機器等」、「書籍、映像・音楽ソフト」、「事務用品、文房具」ではEC化率が30%を超え

² この推計値は、日本通信販売協会による正会員455社、有力非会員307社の売り上げに基づく2017年度通信販売市場売上高7兆5,500億円と比べ大きい。卸売企業やメーカーが消費者に販売する額が含まれていることなどが、その要因と考えられる。

³ ただしこのネットオークションの推定市場規模には、BtoB、BtoCも含まれている。

⁴ この額は、2018年の全国コンビニ55,743店舗の総販売額10兆9,646億円とほぼ同額である。ネット通販は新たな小売業態として急成長し、買い物交通を小口物流に転換し始めている。



ネット通販市場と宅配便取扱量の対前年成長率の推移

物販系BtoC-EC市場成長率 -◆- 宅配便取扱量成長率

注:EC市場規模は年ベース、宅配便取扱量は年度ベース。 CtoC-EC市場規模の推定は2016年から開始。

2018年度宅配便取扱量の対前年伸び率は大手3社取扱量のみ

資料:経済産業省(2019)『電子商取引に関する市場調査』、国土交通省統計より作成

ている。これらの商品はJANコードやISBN コードで特定でき、価格比較サイト等を利用 すれば価格や在庫、配送日等を容易に探索で きる。消費者は価格の安さや当日配送等を勘 案して選択するため、配送では安い配送料と 迅速性が求められる。

「衣類・服装雑貨等」は、身に着けてみな いと分からない「経験財」に分類され、ネッ ト通販に不向きとされてきた。しかし実店舗 では実現できない品揃えやコーディネーショ ン・採寸アプリの導入、オムニチャネル等、 様々な取り組みにより、EC化率が13.0%ま で向上し市場規模が最大の商品分野になっ た。試着後の返品を受け付ける事業者が増え ており、複雑な返品処理も必要になっている。

「生活雑貨、家具、インテリア」は、商品 単価が安くアイテム数が非常に多い生活雑貨 と、商品単価が高く商品サイズが大きな家具、 インテリアから構成されている。EC化率は 22.5%まで増加し、市場規模も1兆6.000億円 を超えている。生活雑貨は運賃負担力が低く、

まとめ買いで送料を抑える必要がある。家具、 インテリアは、宅配便のサイズや重さを超え る商品が多く、その場合には宅配便以外の特 別積合せや引越し等のサービスを利用する必 要がある。

巨大な消費市場である「食品、飲料、酒類」 は、消費者の身近にコンビニ、スーパー等が 立地しているうえ、商品単価が低く運賃負担 力が小さいこと、温度管理が必要な商品が多 いことなどからネット通販事業者の鬼門で あった。しかし、ネット通販事業者は常温で も配送可能な加工食品等から取り扱いを始 め、最近では大都市圏で分散型物流拠点から 温度帯管理が必要な生鮮食品を含めて即時配 送するサービスが始まっている。一方リアル ストアも、オンライン注文商品を店舗から配 送するネットスーパーを拡大している。EC 化率は2.6%まで上昇し、EC市場規模は上位 カテゴリーとほぼ同じ1兆7,000億円まで拡大 した。

3. ネット通販事業者のラストマイルの変化

(1) 宅配便依存からの脱却

通信販売では、商品の配送を宅配便に依存してきた。日本通信販売協会(2018)によれば、加盟事業者が利用している配送方法ではヤマト運輸が39%(件数ベース)を占め、日本郵便と佐川急便の3社で96%を占めている(2017年度)。同協会に加盟していないネット通販事業者も、ほとんどの場合宅配便事業者に配送を委託してきた。

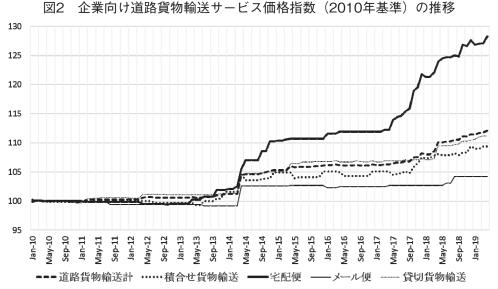
しかし、2013年度頃から運転者不足と消費 税増税前の駆け込み需要増が相まって、物流 業界全体で運賃を値上げする動きが広まっ た。さらに2017年頃から、宅配便事業者が採 算性確保のため大幅な運賃値上げを交渉し始 めた。企業向け貨物輸送サービス価格指数の 動向をみると、トラック輸送サービスすべて で上昇しているが、なかでも宅配便は2012年 と比べ30%近く上昇している(図 2)。急激 な宅配便運賃上昇に直面し、ネット通販事業 者は宅配便依存から脱却しようとするように なった。

(2) 当日配送体制の整備

宅配便事業者が労働負荷の高い当日配送から撤退するようになったことも、ネット通販 事業者の宅配便離れの要因となっている。

迅速で丁寧な配送サービスで差異化しようとする戦略を採用する事業者は、以前から自社配送体制を採用してきた。ヨドバシカメラやアスクル等は、ネット通販開始当初から優れた配送サービスを提供するため、大都市圏内では自社配送を行っている。ヨドバシカメラは、通常配送では宅配便を利用するものの、首都圏では自社従業員が軽トラックや二輪車で当日配送を行っている。アスクルも消費者向けネット通販「LOHACO」で、自社配送体制により当日配送サービスを提供している。

多くのネット通販事業者は、宅配便事業者 が展開していた当日配達サービスを利用して



資料:日本銀行企業向けサービス価格指数(Service Producer Price Index: sppi)より作成。

いたが、それが難しくなってきた。当日配送 に対する消費者のニーズは根強く、このまま では当日配送を提供するネット通販事業者と 比べて不利になってしまうことから、自社配 送体制に取り組む動きが加速している。

楽天は自社物流機能の再強化を進めており、出店者向け総合物流サービス「楽天スーパーロジスティクス」や配送サービス「Rakuten EXPRESS」を首都圏で開始した。24時までの時間指定や置き場所指定配達「置き配」ができ、2019年中に当日配送も開始する予定である(楽天プレスリリース2019年3月20日)。

アマゾンジャパンは、2015年に最短1時間で配送する「プライムナウ」を、2017年に生鮮品を含め最短4時間で配送する「アマゾンフレッシュ」を首都圏で開始した。両サービスでは専用物流センターから即時配送するため、当初から宅配便事業者ではなくデリバリープロバイダが配送を担っている(日経ビジネスオンライン版2017年9月21日)。宅配便事業者が当日配送から撤退してからは、両サービス以外でも地域を限定してデリバリープロバイダ⁵が配送を担うケースが増えている。

2018年にはアマゾンジャパンが直接、個人

事業主に配送業務を委託する「アマゾンフレックス」を開始した⁶。個人事業主はアプリをダウンロードし、2時間単位の業務枠を選択し、配送拠点で軽トラックに積み込みアプリが示す順番に従って配達する。留守の場合には持ち帰り、次の運転者に再配達を任せる(日本経済新聞2019年8月8日)。

アマゾンフレックスは、ウーバーなどクラウド(群衆)ソーシングと類似した仕組みである。アマゾンジャパンが配車プラットフォームを運営するという点で、デリバリープロバイダより一段と自社化が進んでいる。

アマゾンが独自に配送ネットワークを構築 する動きは、アメリカ国内で先行している⁷。 巨大荷主企業の自社物流化は、物流産業に大 きな影響を及ぼすだけに大きな注目を集めて いる。

(3) 自社配送量の増大

ネット通販事業者は、どの程度の荷物を自 社配送しているのだろうか。全体像を示す統 計はないものの、ウケトルが興味深い調査を 行っている⁸。同調査によれば、2018年4月時 点で、アマゾンジャパンの配送事業者利用率 は、ヤマト運輸49%、日本郵便27%、佐川急 便4%、デリバリープロバイダ20%である。

- 5 地域を限定して配送を委託している事業者。アマゾンジャパンのホームページには、TMG、SBS即配サポート、札幌通運、丸和運輸機関、若葉ネットワーク、ギオンデリバリーサービス、ヒップスタイル、遠州トラック、ロジネットジャパン西日本が掲載されている。
- 6 アメリカでは、2015年からアマゾンフレックスで個人に配送業務を委託している。日本では個人による 貨物自動車運送が認められていないため、貨物軽自動車運送事業を登録している個人事業主を対象とし ている。2018年度末の貨物軽自動車運送事業者数は162,788者、車両数は270,505両である。前年度末比で 全国の事業者数は3.0%増え、とくに大都市圏で増加している。国土交通省『交通関連統計資料集』による。
- 7 アマゾンは「限られた数の物流企業に頼っていること」を自社のリスク要因の一つに挙げており、アメリカ国内で航空機を40機リース、配送トラックを2,200台購入するなど物流ネットワークの構築を進めている。2019年、アマゾンはフェデックスとの陸上輸送と国内航空輸送の契約を更新しなかった。日本経済新聞2019年6月8日、8月8日、8月9日。
- 8 「Amazon、楽天における宅配会社利用率(宅配クライシス前後)」2018年5月28日。http://uketoru.net/

宅配便運賃値上げ以前の2017年4月時点と比べ、デリバリープロバイダの利用率を5%から20%へ増やしているという。

アマゾンジャパンは、2018年に直販以外のマーケットプレイスで出品者15万社が3億1,500万個の商品を販売し流通総額が9,000億円を超えたと発表している(日本経済新聞2019年6月20日)。直販を含めた流通総額は公表されていないが、ネットショップ担当者フォーラム(2019年2月18日)では、アマゾンジャパン全体の流通総額を2兆4,000億円と推定している。マーケットプレイスでの販売単価と直販の販売単価が同じと仮定すれば、アマゾンジャパン全体の流通総額に対応する発送個数は8億4,000万個になる9。

このうち20%をデリバリープロバイダが配送しているとすると、その配送個数は1億7,000万個になる。この配送個数を宅配便業界内で比較すると、第4位の西濃運輸の取扱個数(約1億3,000万個)を上回っている。

アマゾンジャパンがデリバリープロバイダを実質的に管理しているとすれば、アマゾンジャパンは準大手宅配便事業者並みの配送能力を持っているとみることもできる。アマゾンはFBA(フルフィルメントバイアマゾン)によって物流センター業務の3PL(サードパーティロジスティクス)で優位性を発揮しており、配送ネットワークの整備によってネット通販の総合物流事業者として盤石の地

位を確立しつつある。

(4) 自社ラストマイル体制の整備

ネット通販事業者のラストマイル体制では、分散型配送拠点の設置とそこからの軽トラックや2輪車等による配送が拡大している。アマゾンジャパンはデリバリープロバイダの拠点を分散型配送拠点として利用し、ロールボックスパレットでまとめて荷物を持ち込んでいる。デリバリープロバイダは、すぐにルート別に仕分けて自社や協力会社(個人事業主も多い)の軽トラックで配送する。ネットスーパーの場合も、店舗を配送拠点として兼用し、そこから主に軽トラックで配送している。

分散型配送拠点によるラストマイル体制では、消費者の近くに配送拠点を設置し軽トラックで多頻度配送することにより迅速な配送が可能になる¹⁰。宅配便と異なり集荷機能を持たないため、その分費用や時間が削減できる。しかし、配送密度が低い地域では分散型配送拠点の設置費用や軽トラックの配送費用を回収できないため、宅配便を利用せざるをえない。

配送で軽トラックが多用されるのは、小回りが利き多頻度小口配送に適しているためである。さらに個人でも登録のみで参入できる貨物軽自動車運送事業は、事業者数が多く委託先を確保しやすい。配送の繁閑に合わせて、契約期間を短くしたりスポット利用としたりすることもできる。

⁹ マーケットプレイス出品者は独自に配送方法を設定できるため、本来なら直販と区分する必要がある。 直販のみの個数は5.25億個と推定され、これにFBAを利用しているマーケットプレイス出品者の配達個数 を加えるべきだが、その個数は不明である。

¹⁰ 欧州のネット通販のラストマイルでも、分散型配送拠点からの自社配送体制が利用されている。 Morganti et al. (2014)。

一方、貨物軽自動車運送事業の過酷な労働 実態を指摘する向きもある(東洋経済オンライン2018年4月23日)。貨物軽自動車運送事業 者の多くは個人事業主に相当するが、個人事 業主には労働基準法や最低賃金法が適用され ず、労働組合にも加入できない¹¹。配送個数 等に基づく出来高払い制やインセンティブ制 が採用されることも多く、収入増を目指して 長時間労働に陥りがちである。足元では貨物 軽自動車運送事業者の数は増えているもの の、労働力不足が深刻化するなか今後も確保 できるか不確実である。

宅配便事業者からみると、ネット通販事業者は配送密度の高い地域のみで自社配送を行い、配送効率の悪い部分のみ委託しようとしている。このようなクリームスキミングに対して、宅配便事業者は費用に対応したプライシングで採算性を確保せざるをえない。

4. 宅配便事業者のラストマイル強化

(1) 宅配便取扱量の推移

宅配便のネットワークは、もともと不特定 多数の消費者や小規模事業者の間を効率的に 輸送するために構築されてきた。ネット通販 事業者は、全国どこへでもスピーディに配達 できる宅配便を利用してきたが、その出荷数 量は宅配便事業者が処理し切れないほど増加 している。

大口顧客となったネット通販事業者の交渉

力は強く、宅配便の契約運賃は低下し採算性 は悪化した。宅配便事業者は採算性確保を重 視するようになり、2013年には佐川急便がア マゾンジャパンとの契約を見直した。その結 果、宅配便取扱量を減らし減収となったもの の、運賃単価が上昇し増益となった。佐川急 便は取扱量拡大よりも収益性を重視するよう になり、宅配便取扱量は取扱能力増強の範囲 内に留めるよう管理している(図3)。

ヤマト運輸は、アマゾンジャパンの配送を本格的に引き受けて取扱量を増やしたものの、輸送力確保のため人件費や委託費等が急増し収益性低下に見舞われた。2017年度には「デリバリー事業の構造改革」として、労働環境の改善、総量コントロール、宅急便ネットワークの全体最適化、ラストマイルネットワークの強化、宅急便の運賃改定を発表した。その結果、2017年度、2018年度連続で宅急便の取扱量を抑制することになった。

上位2社と比べ、郵便ネットワークを持つ 日本郵便は輸送能力に余裕があるとみられる。日本郵便が取り扱う信書等の郵便物は減 少傾向にあり、原動機付自転車や軽トラック のキャパシティには余力が生じている。日本 郵便は、郵便ネットワークに載せられる小型 荷物サービスの開発を進めている。2016年には、ネット通販に適した投函可能サイズの小 型商品向け「ゆうパケット」を投入し、上位 3社の中でもっとも取扱量を伸ばしている。 なお、ヤマト運輸も同時期に投函可能な「ネ

11 ただし、2018年4月20日国土交通省通達「貨物自動車運送事業輸送安全規則の解釈及び運用について」により、個人事業主も運転者に含まれ、過労運転や過積載に関わる荷主勧告制度が適用されるようになった。 軽貨物事業者を利用して配送している荷主や、個人事業主が加盟する団体も、荷主勧告制度の対象になる。 物流ウィークリー 2019年4月8日。

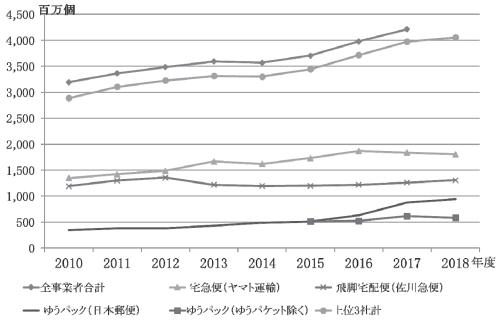


図3 宅配便取扱量の推移

資料:国土交通省調べ及び各社広報資料より作成。

コポス」を開始している12。

宅配便市場では、これら上位3社が94.4% を占め寡占化が進んでいる(2017年度)。そ の他宅配便には18便があるが、上位3社に押 され取扱量は減少傾向にある。

(2) 宅配便顧客の変化

宅配便は、画期的なCtoC小口輸送サービスとして始まった。しかし、日本は人口減少局面を迎え、この分野の輸送需要は微減傾向にある¹³。宅配便は、その後企業からの小口輸送需要を取り込み、市場を拡大させていった。最近では、ネット通販荷物が輸送能力を超えるほど急増している。

このような顧客の変化は、ヤマトホール ディングス(HD)が公表している宅急便の 顧客別取扱量に表れている。2018年度実績を みると個人が占める比率が7.3%、小口法人 が45.3%であり、本来対象としていた不特定 多数向けサービスは半分程度まで減少してい る。一方、ネット通販事業者が含まれる大口 法人の比率は、47.4%を占めている。

佐川急便や日本郵便は顧客区分を公表していないものの、両社ともネット通販事業者等の大口法人の比率が増加傾向にあると考えられる。不特定多数向けの宅配便が大部分を占めている場合には、宅配便事業者が独自の判断でネットワークを整備し効率化策が導入できたが、交渉力の強い大口顧客の占める割合が増えてくるとそれは徐々に難しくなってくる。大口顧客は、それぞれのニーズに応じた物流サービスを提供することを求めるためで

¹² 両サービスはフリマを中心に取扱量を拡大しており、2018年度のゆうパケット、ネコポスの取扱量はそれぞれ3億5,717万個、1億3,525万個である。

¹³ 最近のネットオークション、フリマアプリ等の普及により、小型荷物中心にCtoC輸送ニーズが増えているが、まだ減少傾向を押しとどめるほどには成長していないようである。

ある。

宅配便事業者は、グループ内のロジスティクス会社とともに大口顧客のニーズに合った3PLサービスを提供することにより、大口顧客の荷物を囲い込もうとしてきた。ターミナルの上層階や周辺地域でネット通販事業者向け物流センターを運営し、出荷荷物を直に宅配便ネットワークに流せば、迅速な配送サービスを提供できる。日本郵便でも、物流センターを併設したメガ物流局を全国に整備している。

従来の不特定多数から発送される宅配便と 比べ、ネット通販向け物流センターから発送 される荷物は、一度に大量に出荷され輸送 ネットワークにムリ・ムダ・ムラをもたらし ている。ネット通販荷物は、出荷量が急増し ているだけでなく出荷変動が大きいため、宅 配便の輸送ネットワークに大きな負荷を及ぼ している。

(3) 労働力の確保

運転者を中心とする労働力不足は深刻化 し、最近では運転職の求人倍率は3倍を超え るほどになっている。労働需給がひっ追する なか、宅配便事業者は労働環境を改善するこ とにより従業員を増やし輸送力を確保しよう としている。労働環境改善により残業時間の 短縮や有給休暇取得の促進が図られ労働時間 が短縮されることから、さらに従業員を増員 する必要がある。

ヤマトグループ連結決算概要(2018年度) によれば、総労働時間や残業時間の短縮など 働き方改革を進めながら増員したため、人件 費等の費用が大幅に増加している。ヤマト運輸の従業員数(ヤマトグループデリバリー事業)は、「構造改革」以前の2016年度末180,716人(パートタイム含む)から2018年度末203.141人に増えた。

佐川急便でも、働き方改革を進める一方、 従業員数(契約社員、パートナー社員等含む) は2016年度49,213人から2018年度末56,020人 に増えている。

日本郵便については、郵便・物流事業の従業員数(臨時従業員数含む)が同時期に200,826人から199,065人に減少しているが、大部分を占める郵便事業の引受量減少が影響しているとみられる。

宅配便主要事業者は、他の物流事業者と比べ、多くの従業員の確保に成功している。運賃設定の適正化によって人件費増加や採用関連費用の負担に耐え、労働条件改善を図ることができたことが要因である。一方、運賃値上げや当日配送撤退を契機に、デリバリー事業者や貨物軽自動車運送事業者が勃興しており、宅配便事業の新たなリスクとなっている。

(4) ラストマイルネットワークの変化

これまで宅配便事業では、運転者が営業を 兼ね荷物の集配を行うセールスドライバー (SD) が一般的であった。しかし運転者が労 働時間をより長く運転に割けるように、業務 内容の見直しが行われている。

ヤマト運輸では、時間指定や再配達が多い 午後から夜間にかけての時間帯を担当する配 達特化型ドライバー「アンカーキャスト」の 採用を本格化している。2020年までに1万人 の採用を計画しており、2018年度末までに 5,000人を確保している(日本経済新聞2019 年4月4日)。

運転免許が不要な自転車や台車等を利用して配達する動きも広まっている。ヤマト運輸では「フィールドキャスト」、佐川急便では「宅配メイト」として採用している。人口集中地区に設置されたサービスセンターから配達したり、トラックで積み替え場所まで輸送してから配達したりしている。

ラストマイルでは、再配達の削減が大きな課題となっている¹⁴。日本では無料で何回でも配達することが慣行となっており、再配達料金などの価格メカニズムを利用して再配達を減らすことは難しい。このため、宅配便事

業者は宅配便受渡場所として、自宅以外のコンビニエンスストアや受渡ロッカーを指定できるようにして再配達を減らそうとしている。またスマホやPCで簡単に受渡場所や時間帯を設定したり変更したりすることができる会員向けコミュニケーションツールの導入も進めている。

宅急便の場合2018年度末時点で、自宅外での受け取り比率が6.6%、クロネコメンバーズ会員数が約2,800万人に達した。宅配便事業者が共同で利用できる受渡ロッカー「PUDOステーション」の数も3,913台まで増えた(ヤマトグループ連結決算概要2018年度)。

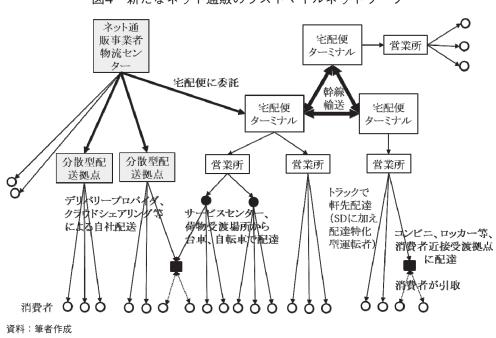


図4 新たなネット通販のラストマイルネットワーク

14 配送トラックによる環境への影響や運転者を中心とする労働力不足が社会的な課題となっており、国土 交通省や環境省は宅配便の再配達削減に取り組んでいる。「総合物流施策推進プログラム」では、再配達 率を2017年度16%から2020年度13%程度に削減するという目標を掲げている。しかしながら2019年4月調 査では都市部で依然高い再配達率が続き、全国で16.0%と改善が進んでいない(国土交通省プレスリリー ス2019年6月26日)。



写真1 ドイツバーデンバーデン駅の大規模受渡ロッカー

注:筆者撮影

5. 新たなラストマイル体制の特徴と 課題

(1)分散型配送拠点と消費者近接受渡拠点の整備

新たなネット通販のラストマイルネット ワークを図示すると図4のようになる。大き な特徴として、分散型配送拠点と消費者近接 受渡拠点の整備が挙げられる。

分散型配送拠点は、大都市圏を中心に整備され、家庭等により短いラストマイルで迅速に配送する拠点として活用されている。ネット通販事業者やネットスーパーは、分散型拠点からデリバリー事業者や個人事業主等を利用した自社配送体制により、当日配送や即時配送を提供するようになっている。大量の商品を出荷する事業者が配送密度の高い地域で採用するならば、コスト的にも迅速性でも優れた配送体制になる可能性もある。

宅配便事業者は、もともと全国に多数の営業所を整備している。とくに大都市圏内の商業地域や人口稠密地域では小規模なサービスセンターを設け、そこから台車や自転車で配

達している。チーム集配方式で用いられている荷物受渡場所も分散型配送拠点とみることができよう。このように配送拠点を分散化することにより、指定時間帯での配達や運転者・配達員の生産性向上を図っている。

一方、消費者近接受渡拠点は、コンビニや受渡ロッカー等、消費者が容易に引き取れる場所に設置した拠点を指す。どの事業者でも利用可能なオープン型ロッカーが普及していけば、消費者の利便性も高まる。消費者近接受渡拠点は、再配達削減で注目されているが、労働生産性向上でも効果が期待される。欧米や中国で見受けられる大規模なロッカーであれば、何軒分もの荷物をロッカーに集約して配達できるため運転者の生産性を大幅に向上することができる(写真1)。

(2) ネット通販事業者の自社配送体制整備の進展

ネット通販市場の競争激化とともに、ネット通販事業者が自社配送体制を整備する動きは世界各国で生じている。EC化率が10%を超えるアメリカでは、アマゾンやウォルマー

ト等が自社物流による配送サービスの差異化 競争を展開している。EC化率が20%に達し た中国でも、京東は自社物流による優れた配 送サービスが高く評されており、アリババも 主要宅配便事業者とともに物流会社「菜鳥」 を設立している。

日本でネット通販事業者の自社物流化が進むか否かについては、いろいろな見方がある。 自社物流化が進まない理由として、日本では 法制度上、アメリカや中国で活況を呈すシェ アリングやクラウドソーシングに個人や自家 用トラックが参加できないことが挙げられ る。さらにアメリカや中国と比べて、日本の 宅配便のサービスが優れ消費者にも高く評価 されていることが挙げられる。

一方、日本でも物流分野のシェアリングやクラウドソーシングのビジネス化が進んでおり、規制緩和を求める声が高まっている¹⁵。またネット通販の普及とともに、手渡しでなくても置き配や投函でも構わないとする消費者が増えている。このような消費者が増え、規制緩和が進めば、ネット通販事業者の自社配送体制がさらに拡大していく可能性が高い。

(3) 労働力確保の重要性

運転者を中心とする労働力不足に対して、 消費者近接受渡拠点の整備や台車・自転車等 による配達、配達特化型運転者の導入等は改 善策となる。しかし、ネット通販荷物の増加 は著しく、このような改善策のみでは対処で きない。現時点では、労働力を大幅に増強す ることが最大の課題となっている。

宅配便事業者は、ここ数年運賃値上げを原 資に労働条件を改善し従業員を拡充してき た。ここ数年で2万人以上従業員を増やして いるものの、働き方改革の推進もありほとん ど配達能力は拡大していない。輸送需要の増 加に合わせて配達能力を拡大するためには、 さらなる労働力の増強が必要になっている。

ネット通販事業者の自社配送体制拡大に伴い、デリバリー事業者や貨物軽自動車運送事業者の伸張が著しい。貨物軽自動車運送事業者数は、2016年度末から2018年度末にかけて8,000者弱増えている¹⁶。

ネット通販の急成長が続くとすれば、このように大量の労働力を常に増員し続ける必要がある。一方、道路貨物運送業の運転者数は最近83万人程度で推移し(総務省「労働力調査」)、労働力不足が常態化している。これまで高齢者や女性の活用が進められてきたものの、総数はほとんど増えていない。外国人の活用についても、運転職は在留資格として認められていない。

やはり中短期的には、労働条件を改善して 運転職志望者を増やすしかない。宅配便事業 者やデリバリー事業者は、ネット通販事業者 との契約条件見直しにより、さらに労働条件

¹⁵ 経済同友会(2019)は、「物流版シェアリング・エコノミーの実現」等を訴え、「一定の安全基準を満たした自家用トラックの活用~トラック輸送のシェアリング~」を提言している。

¹⁶ 貨物軽自動車運送事業の実態は不明な点が多いが、トラック運転者が独立して貨物軽自動車運送事業を開始しているものも多いとされ、物流業界の労働力不足に拍車をかけている可能性がある。また軽トラックの物的労働生産性は普通トラックより低く、普通トラックから軽トラックへの転換は物流産業全体の生産性を低下させる恐れがある。

ネット通販急成長に対応したラストマイルの変化

を改善していかなければ運転者を集められなくなるだろう。消費者は、配送料金値上げを受け入れ、コンビニ・ロッカー受取や置き配を利用するなど配送効率化に協力していくことが求められるだろう。

参考文献

- ・経済産業省(2019)『電子商取引に関する市場調 査報告書』
- ・経済産業省商務サービスグループ物流企画室、国土交通省総合政策局物流政策課(2018)『宅配事業とEC事業の生産性向上連絡会~再配達削減に向けた取組事例~』
- ・経済同友会(2019)『経済成長と競争力強化に資 する物流改革』
- ・国土交通省 (2015) 『宅配の再配達の削減に向けた受取方法の多様化の促進等に関する検討会報告書』
- ·日本通信販売協会(2018)『全国通信販売利用実 態調査報告書』
- ·日本通信販売協会(2019)『通信販売企業実態調査報告書』
- · Morganti E., Saskia S., Corinne B., Laetitia D., and Barbara L. (2014), "The impact of e-commerce on final deliveries: alternative parcel delivery services in France and Germany", *Transportation Research Procedia*, Vol. 4.

自動運転時代の貨物輸送網の実現に関する検討 一情報通信網との類似性に着目して—

On the mechanism for unmanned freight transport between shipper-sortershipper analogous to the mechanism of information communication



增田悦夫:流通経済大学 流通情報学部 教授

略歴

1977年3月電通大修士修了。同年4月日本電信電話公社(現在NTT)入社。 2002年3月NTT退職。同年4月より現職。日本物流学会・電子情報通信学会 などの会員。

[要約] 少子・高齢化の進行に伴う人手不足が深刻化する事態を背景に、人手介在を減らす自動 化の動きが積極的に進められている。貨物輸送の分野においても、自動運転・無人運転を社会実 装するための取り組みや拠点作業を自動化する取組みが積極的に進められている。

本稿では、完全自動運転の社会実装が可能な時代における貨物輸送網の実現に関する検討を行った。完全自動運転が社会実装される時代には、全自動の貨物輸送の可能性も否定できないことより、元々人手介在を必要としない情報通信網との類似性を考慮しつつ貨物輸送網の実現について検討を行ない、一案として、自動走行・自動仕分けを基本とする、ATM (Asynchronous Transfer Mode、非同期転送モード) ベースの貨物輸送網を提案した。

キーワード 貨物輸送、自動走行、自動仕分け、自動運転、情報通信、ATM

1. はじめに

少子・高齢化の進行に伴う人手不足が深刻 化する事態を背景に、ロボット、IoT、AIな どを活用し、人手介在を減らす自動化の動き が積極的に進められている。輸送分野におい ても、車両の運転を自動化・無人化する^{注1)}取 り組みや拠点作業を自動化する取組みが積極 的に進められている。輸送の自動化により、 人手不足への対応が可能となるだけでなく、 車間距離の維持や短縮による燃費の向上、事故や渋滞による経済的損失の削減などの効果も期待できる。運転の自動化については、自動運転バス・タクシーや同トラックの社会実装に向けた各種実験、3次元高精細地図の整備、特にレベル3以上の高度自動運転に対応可能な法律の整備などが進められている。また、拠点作業の自動化においても、搬送や荷役を支援する各種ロボットが開発され、実導入が進められつつある。さらに、自動運転車を利用する未来の移動(モビリティ)サービスのコンセプトも登場してきている[1][2]。

本稿では、完全自動運転の社会実装が可能

な時代における貨物輸送網について、情報通 信網との類似生の観点から基礎的な検討を行 ない、実現方法の一案を提示する。第2章では、 貨物輸送における最近の課題を示し有効なひ とつの対応策としての自動運転について取組 み状況を示す。第3章では、貨物輸送の分野 に自動運転を導入する際の課題を、①自動運 転自体を社会実装するための課題と②社会実 装が可能な時代の貨物輸送網をどのように実 現するかの課題の2つに大別し、本稿では② の課題を扱うことを示す。第4章では、自動 化が進む貨物輸送網の仕組みが情報通信網の 仕組みに似てくる可能性があることを考慮 し、両者の類似性について整理する。さらに、 第5章では、情報通信網のノードにおけるス イッチングを効率的行えるATM (Asynchronous Transfer Mode、非同期転 送モード) 方式を取り上げ、その仕組みや特 徴を整理するとともに、それを応用した、自 動運転時代の貨物輸送網の実現イメージを提 案する。第6章では、今後に向けての課題や 展望を述べる。

2. 貨物輸送における課題と自動運転

まず、貨物輸送における最近の課題を示し、 有効なひとつの対応策としての自動運転について最近の取組み状況を示す。

2.1 貨物輸送における最近の課題 [3]

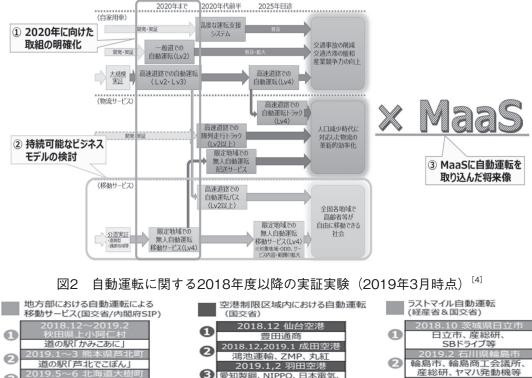
貨物輸送の分野が直面する課題として、① トラックドライバーの不足への対応や労働環 境の改善、②小口・多頻度化に伴う非効率な 輸配送の改善、③ネット通販の増加に伴う宅配需要の増加への対応としてのラストマイル配送の効率化などが挙げられている。①については、大型トラックドライバーが2020年には約10.6万人、2030年には約8.6万人不足すると予想され(鉄道貨物協会)、また、1運行当たりの平均拘束時間が荷待ちありのケースで約13時間半と長くなっている(国土交通省)。②についても、営業用トラックの2011~2015年の積載効率が40%余りと低い状態が続いている(国土交通省)。③については、2割前後を占める再配達率の削減や①のドライバー不足への対応などから各種取組みが進められている。

2.2 対応策としての自動運転

節2.1に挙げた課題への対応策として、人 手不足や輸送能力拡大のための(後続無人) 隊列走行や自動運転車の導入、規制緩和による輸送効率改善のための貨客混載方式の導入、労働環境改善のための中継輸送の導入などが行われつつある。自動運転の社会実装化は、貨物輸送の最近の課題を改善するための有力な対応策と考えられており、官民が一丸となって取組みを進めている。最新のロードマップは、図1のようになっており「4」、トラックの自動運転技術の確立、商用化に向けた取組みが進められている。

1) 高速道路での隊列走行トラック (レベル2) の実現

2018年度より、後続無人隊列システムの公 道実証試験が開始され、2020年度には高速道 路(新東名)での後続無人隊列走行技術を確



2019年版官民ITS構想・ロードマップと主な改定項目 [4]





立し、さらに2022年度以降には高速道路(東 京-大阪間)の長距離輸送等における隊列走 行の事業化実現を目指している。

0

0

0

0

ഩ

2) 高速道路での完全自動運転トラックの実現 自家用車における自動運転システムの技術 面での進展や、隊列走行トラックの実証実験 の成果等を鑑みつつ、高速道路での完全自動

運転トラック (レベル4) について、2025年 以降の実現を視野に検討を進めている。また、 限定地域での無人自動運転移動サービス(レ ベル4) の技術を応用する形で、2025年まで に限定地域の無人自動配送サービスの実現を 目指している。

図2に、2018年度以降に行なわれている、

自動運転に関する実証実験の状況を示す。

3. 貨物輸送における自動運転導入 上の課題

貨物輸送の分野に自動運転を導入する際の 課題は、(1) 自動運転自体を社会実装するための課題と (2) 社会実装が可能な時代の貨物輸送網をどのように実現するかの課題、の2つに大別できる。

3.1 自動運転自体の社会実装に向けた課題[5]

この課題の主要なものとしては、①車両の開発やそれとつながる道路の整備、②高精細三次元地図の整備、③車両との通信技術(5G、V2X)の確立、④法整備が挙げられる(表1)。1)自動運転は、車と道路などがつながった1つのシステムと考えられ、自動運転を可能とする車両の開発だけでなく、車と連携する標識や標示、信号機などの道路側の整備も必要となる。

2) また、自動運転車が走行するためには、 道路の傾斜や立体交差などの識別が可能な 「高精細3次元地図」の利用が不可欠である。 自動運転車は、GPSで求めた位置情報やセン サーで求めた周囲の状況と高精細3次元地図 とを照合させて自車位置を推定し走行経路を 確認しながら走行する。

3) さらに、高精細3次元地図を基盤として、 動的 (ダイナミック) に変化する渋滞、事故、 路面、通行規制の状況などのリアルタイムな 情報もネットワーク側から送り込む必要があ る。このため、車両とネットワークとをリア ルタイムに接続するミッションクリティカル な高性能通信方式(5G、即ち、第5世代移動 通信システム) も利用可能とならなければな らない。その他、周辺の移動体(車、人など) や施設(信号機など)と双方向に通信できる 機能(V2Xと呼ばれる)の実現も求められる。 4) また、高度自動運転(レベル3以上)の 場合、ドライバーによる運転を前提とする現 行の交通関連法規では対応仕切れないため、 従来の法制度の全面的な見直し^{注2)} がなされ ない限り公道を走らせることはできない。

3.2 完全自動運転が社会実装される時代の 貨物輸送網の実現課題

この課題の主要なものとして、①貨物輸送網における輸送業務の自動化、即ち、仕分け

表1 自動運転自体の社会実装に向けた課題

No	項目	内容
1)	車両の開発お よびつながる 道路の整備	自動運転は車と道路などがつながった 1 つのシステムで、自動運転を可能とする車両の開発だけでなく、それと連携する標識や標示、信号機などの道路側の整備も必要。
2)	高精細三次元 地図の整備	自動運転車は、GPSで求めた位置情報やセンサーで求めた周囲の状況と地図とを照合させて自車位置を推定し走行経路を確認しながら走行するが、その際、道路の傾斜や立体交差などの識別が可能な「高精細3次元地図」の利用が不可欠。
3)	車両との通信 技術(5G、V2X) の確立	高精細3次元地図を基盤として、動的(ダイナミック)に変化する渋滞、事故、路面、通行規制の状況などのリアルタイムな情報をネットワーク側から送り込む必要あり。車両とネットワークとをリアルタイムに接続する高性能通信方式(5G)の他、周辺の移動体(車、人など)や施設(信号機など)と通信する機能(V2Xと呼ばれる)も確立する必要あり。
4)	関連する法の 整備	高度自動運転(レベル3以上)の場合、ドライバーによる運転を前提とする現行の交通関連法規では対応仕切れない。従来の法制度の全面的な見直しがなされない限り公道を走らせることはできない。

拠点での仕分け処理も含めた業務の自動化の 実現、および②自動運転時代の貨物輸送の効 率化、特に最適経路のリアルタイム設定、の 2つが考えられる。

1)貨物輸送網における仕分け処理も含めた業務の自動化の実現

貨物輸送網のノードに当たる仕分け拠点が 無人で運用される際の、貨物仕分けの効果的 な実現が求められる。完全自動運転の社会実 装が可能な時代には、発荷主から着荷主まで、 特に人が介在しない全自動の貨物輸送が可能 となる可能性も否定できない。そうなると、 「貨物輸送」の仕組みが、「情報通信」の仕組 みに近くなるのではないかと考えられる。そ こで、この課題の対策として、情報通信網と の類似性からスイッチング方式の適用方法を 検討するのが一案と考えられる。

2) 貨物輸送の効率化(即ち、最適経路のリアルタイム設定)

災害や事故、需要変動により予想される渋滞を回避し効率的な貨物輸送を実現するために、最適経路のリアルタイム設定を効果的に実現する必要がある。対策として、V2Xを利用したダイナミックデータの効率的収集とAIによる分析を用いたCPS/IoTの仕組みの確立が必要と考えられる。

本稿の第4章以降では、3.1節の課題が成功 裏に解決し完全自動運転の社会実装が可能な 時代を想定した上で、3.2節の特に1)の課題 について検討を行う。

4. 貨物輸送網と情報通信網の類似性

本章では、貨物輸送網と情報通信網について、特に(1)運ばれる/伝達される対象の貨物と情報について基本的事項を比較対照し、その上で(2)貨物輸送と情報通信、さらに(3)貨物輸送網と情報通信網について、仕組みにおける基本的な類似性を示す。

4.1 貨物と情報

「貨物」と「情報」に関する基本的事項を 比較対照し、表2に示す。

1) 定義

「貨物」は陸、海、空などを経由して運ばれる物品。一方、「情報」は有線、無線等の媒体を介して伝えられる物事の内容や事情(コンテンツやデータなど)

2)特徵

「貨物」は価値(所有権)の移動を伴ったり、 そうでなかったりする。一方、「情報」は、 受け手の知識構造を変化させたり・判断を支 援したり、そうでなかったりする。

3) 取り扱う主体の呼称

「貨物」を取り扱う主体として、送り側は「発荷主」あるいは「荷送り人」、受け側は「着荷主」あるいは「荷受人」などと呼ばれる。一方、「情報」を取り扱う主体として、送り側は「発信者」あるいは「送信者」、受け側は「着信者」あるいは「受信者」などと呼ばれる。

4)取り扱う主体の属性

「貨物」を取り扱う主体の送り側、受け側 の属性には、法人(在庫等を保持する事業者:

項目		貨物(注:荷物も含む)	情報(注:データも含む)	
1)定義		陸、海、空などを経由して運ばれる 物品	有線、無線等の媒体を介して伝えられる物事の内容や事情 (コンテンツやデータなど)	
2) 特徴		価値(所有権)の移動を伴ったり、 そうでなかったりする。	受け手の知識構造を変化させたり・判断を支援したり、そうでなかったりする。	
3) 取扱う	送り側	発荷主、荷送り人など	発信者(<u>端末</u> あるいは <u>システム</u>)、送信者(<u>端末</u> あるいは <u>シ</u> <u>ステム</u>)、送り手など	
主体の呼称	受け側	着荷主、荷受け人など	着信者(<u>端末</u> あるいは <u>システム</u>)、受信者(<u>端末</u> あるいは <u>シ</u> <u>ステム</u>)、受け手など	
4) 取扱う	送り側		・法人(サービス・コンテンツ等提供事業者:ISP、サイト	
主体の属性	受け側	↑卸売、小売) ・個人(生活者:消費者、利用者)	運営者など)、 ・個人(生活者:ユーザ、契約者)	

表2 「貨物」と「情報」の対照表

製造、卸売、小売)、個人(生活者:消費者、利用者)などの種類がある。「情報」を取り扱う主体の送り側、受け側の属性には、法人(サービス・コンテンツ等の提供事業者:ISP、サイト運営事業者など)、個人(生活者:ユーザ、契約者)などの種類がある。

5) その他

「貨物」は、複製が容易なものとそうでないものとがある。「情報」(デジタル情報の場合)は、複製すなわちコピーは容易である。

4.2 貨物輸送と情報通信との類似性

貨物輸送の仕組みと情報通信の仕組みを図3に示す。

1)「貨物輸送」は送り側から受け側まで貨物を運ぶこと。

貨物は宛先が指定された状態で受け側まで 運ばれる。運ばれる貨物の経由する場所は、 陸上、海上、空中、それらの組み合わせのパ ターンが存在する。送り側、受け側の属性に 応じて、製造業者(在庫拠点) – 卸売業者(在 庫拠点)間、製造業者(在庫拠点) – 個人(生 活者)間、生活者相互間などの各種の輸送パ ターンが存在する(図4)。紛失あるいは破損 した場合、複製できないモノの回復は困難で ある。

2)「情報通信」は送り側から受け側まで情報を伝えること。

情報は宛先が指定された状態で受け側まで 伝えられる。伝達される情報の経由する場所 は、有線、無線、両者の組み合わせのパター ンが存在する。送り側、受け側の属性に応じ て、サイト運営者相互間、サイト運営者 - 生 活者間、生活者相互間などの各種の通信パ ターンが存在する(図5)。紛失あるいは誤っ て受信された場合、回復することは原理的に は可能である。

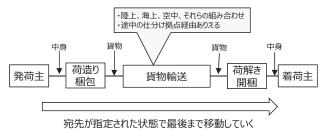
4.3 貨物輸送網と情報通信網との類似性

図3~図5は、送り側と受け側が1:1の輸送/ 伝送パターンを示しているが、一般には、送 り側、受け側のいずれか一方あるいは両方が 複数である1:N、N:1、N:Nのパターンとなる。 このような輸送/伝送パターンにおいて、送 り側と受け側の各ペアについての輸送/伝送 を1:1の形で行なうのは非効率のため、途中 に仕分け拠点/スイッチングポイントを配置 するのが一般的である。例えば、n:mのパター ンにおいて、貨物輸送網の場合は、多方面か

自動運転時代の貨物輸送網の実現に関する検討─情報通信網との類似性に着目して一

図3 貨物輸送の仕組みと情報通信の仕組み

(a) 貨物輸送の仕組み



(b) 情報通信の仕組み

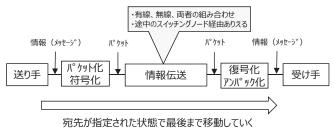
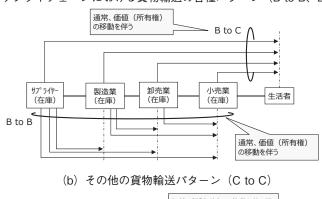


図4 貨物輸送の各種パターン (B to B、B to C、C to C)

(a) サプライチェーンにおける貨物輸送の各種パターン (B to B、B to C)



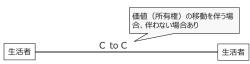


図5 情報通信の各種パターン (B to B、B to C、C to C)

(a) 情報通信の各種パターン (B to B、B to C)

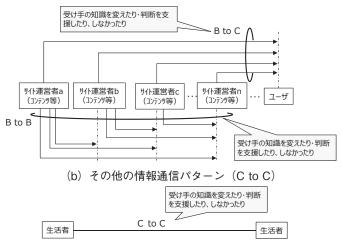
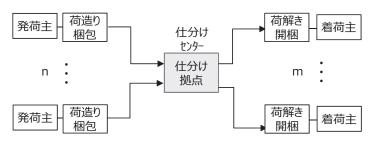
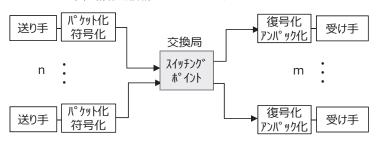


図6 貨物輸送網の仕分け拠点と情報通信網のスイッチングポイント

(a) 貨物輸送網における仕分け拠点



(b) 情報通信網におけるスイッチングポイント



ら輸送されてくる貨物を一旦受け入れ、宛先や届け日時等をチェックして、所定の宛先方面別に仕分けして出荷するようなことを行なう「仕分け拠点」が設置される(図6 (a))。同様に、情報通信網の場合においても、複数の入力側回線から送られてくる情報パケットを一旦受け入れ、その後、取り出して宛先に対応した出力側回線に送り出すようなことを行なう「スイッチングポイント」が配備される(図6 (b))。

5. ATM 網を応用した貨物輸送網の実現

本章では、完全無人自動運転の社会実装が可能な時代(注:2025~2030年以降と想定)を想定し、情報通信網との類似性の観点から、貨物輸送網の実現方法、即ち、オペレーション方法について検討する。

5.1 情報通信網におけるATM型スイッチング方式

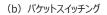
5.1.1 スイッチングの基本的な2方式

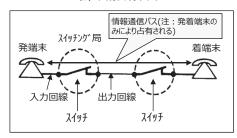
情報通信網におけるスイッチングのやり方として、基本的には、「回線スイッチング」と「パケットスイッチング」の2つがある。図7に回線スイッチングおよびパケットスイッチングの概念図を示す。

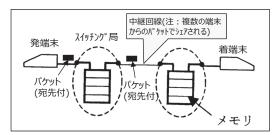
回線スイッチングは、発着端末間の情報やり取りに先だって、各スイッチング局内で該当スイッチを閉じることにより、両端末間に電気的に繋がった「情報通信パス」を設定し、その後、当該パスを占有する形で両端末が情報のやり取りを行う方式である。情報やり取りを行う方式である。情報やり取り終了後は、閉じられたスイッチを開放し、両端末によるパスの占有状態を解除する。ここで、情報通信パスの設定は、以下のように行なわれる。まず、①発端末に近いスイッチング局において、着端末の電話番号などの宛先情報に基づき、空きの出力回線を捕捉し、続いて、②入出力回線間のスイッチング局から着さらに、③発端末側のスイッチング局から着

図7 回線スイッチング、パケットスイッチングの概念図

(a) 回線スイッチング







端末側の方向へ、各スイッチング局において ①、②の処理を繰り返し、最終的に着端末までのパスを設定する。回線スイッチングでは、スイッチの開閉処理をプログラム介在なしにハードウェアで処理するため効率のよいパス設定が可能であり、発着両端末はパスを占有して使用できるため、遅れを伴うことを許さないリアルタイム情報のやり取りに向いている。課題としては以下のような点が挙げられる。

- ★1 情報通信パス上の情報転送速度が固定 的に決まってしまい、端末の多様化に対応し にくい。
- ★2 情報通信パスは発着両端末によって占有されるため、その間、パスの使用状態の如何にかかわらず、他の端末が使用できず効率的な回線運用ができない。

一方、パケットスイッチングでは、発端末から送信すべき情報を、「パケット」(注:そのサイズは128~4kバイトなどの範囲で可変、各パケットには宛先情報が付加されている)と呼ばれる単位に分割し、回線に送出するようになっている。パケットスイッチングは、複数の発端末から送出されたパケットを、スイッチング局内のメモリに順番に蓄積し、その後、メモリから順に取り出して、宛先に向

かう出力回線上に送出する方式である。パケットスイッチングでは、各パケットに宛先情報が含まれているため、回線スイッチングのようなパス設定は必要なく、発端末からいきなりパケットを送出することが可能であり^{注3)}、また出力回線も複数の発端末から送出されたパケットで共用(シェア)できるため効率的である。また、パケットスイッチングの処理は、コンピュータプログラムで行なわれるため、ス力してくるパケットが混雑すると処理の遅れが発生する。このため、遅れて到着することも許容され、回線をより効率的に利用したいような場合に向いた方式である。課題としては以下のようなものが挙げられる。

★3 パケットのスイッチング処理は、プログラム(即ち、ソフトウェア)により集中的に行なわれるため、プログラムの処理容量に近い、あるいはそれ以上のパケットが入力されると処理しきれない状況が起こり得る。

5.1.2 両方式の欠点を同時に解決するATM方式 [6] [7] 前項で挙げた両スイッチング方式の課題
 ★1~★3を解決し、音声・データ・映像など多様なメディアの情報を総合的に扱える転送方式として、ATM (Asynchronous Transfer Mode、非同期転送モード)方式が

開発された。低速から高速まで様々なメディアの情報を効率良く扱うことが可能である。 我が国では1990年代に商用化されている。現状では、インターネットアクセス回線のひとつであるADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)や企業向けATM専用線のデータ転送技術として利用されている。

ATMでは、様々なメディアからの情報を、53バイト(ヘッダー部:5バイト、情報部:48バイト)という固定サイズの「セル」に分割し、物理回線上で非同期に時分割多重して高速転送する。回線スイッチングと同様に、事前にコネクションを設定した上で情報通信を行う方式である。すなわち、通信する端末間に事前に仮想回線(ATMコネクション)を設定する。ATMのセルのヘッダ部には、この仮想回線を識別するための識別子としてVPI(Virtual Path Identifier、仮想パス識別子)、VCI(Virtual Channel Identifier、仮想回線識別子)が設定される。ATM方式は、回線識別子)が設定される。ATM方式は、

以下のような特徴を持っている。

- 1) ユーザ情報をセルに組み立てる点はパケットスイッチングに似ているが、可変サイズでなく固定サイズにすることで、セルのヘッダ部(行先ラベル)を見てソフトウェアの介在なしに自律的にスイッチングが可能である。
- 2) 情報の発生に応じてセル を送出するため、一定時間中に送出するセル数を変えることで、任意の転送速度に対応できる。
- 3) 53バイトという短くかつ固定長のセルで 情報を転送することから、きめ細かな品質制 御が可能である。

ATM網におけるセルベースのマルチメディア情報の転送イメージを図8に示す。図8には、ATMセル内のVPI、VCIの具体例を付記している。ATM網は、一般に、端末を収容する「ATMスイッチ」およびATMスイッチ間を接続する「ATMクロスコネクト」から構成される。ATMスイッチ間には、複

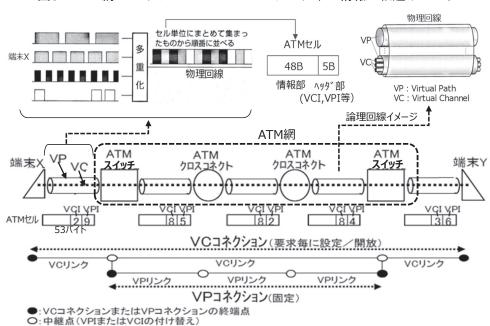


図8 ATM網におけるセルベースのマルチメディア情報の転送イメージ

数のVPリンクを繋いだ「VPコネクション」が固定的に設定される。なお、端末とATM 交換機間にもVPコネクションが設定される。ATMクロスコネクトは、受信したセルを次の区間のVPリンクに中継する。ATMクロスコクトは、VCIには関与せず、VPIだけをみてセルを中継する。端末Xから端末Yへの送信要求を受けたATMスイッチは、端末Yを収容するATMスイッチとの間に固定的に設定されているVPコネクション内にVCリンクを設定する。VCIの付け替えはATMスイッチのみで行い、ATMクロスコネクトは、VCIをそのまま転送する。端末Xと端末Y との間のVCリンクの連結を「VCコネクション」と呼ぶ。

なお、ATMスイッチでは、セルのスイッチングが行われるが、このスイッチングはプログラムでなく、2入力・2出力の単位スイッチを何段も縦列に接続した構成のハードウェアによって実現される。代表的なものとして、図9に示すようなバンヤンスイッチが知られている。単位スイッチは入力ビットが"0"なら上の出力端子から、"1"なら下の出力端

子から出て行くように作られている。スイッチの各段は、ATMセルのヘッダ部の各ビットに対応し、最終段のスイッチの出力端子を出たところでスイッチングが完了する。図9では、セルのヘッダ部が"010"の場合であり、"010"の出力端子からセルが出て行く。どの入力端子から入力されても、同じ出力端子から出て行くように単位スイッチが接続されている。自律的に経路選択される方式のスイッチングであるため「セルフ(自己)ルーチングスイッチ」とも呼ばれる。

5.2 ATM方式を適用する貨物輸送網の実現

前節で示したATM方式では、複数のメディアから送出される多様な情報を、固定サイズのセルに分割し、物理回線上を多様な品質条件を満足させて効率良く伝送でき、しかもソフトウェアの制御なしに自律的なスイッチングが行える点で、その仕組みは、自動走行・自動仕分けを基本とする全自動な貨物輸送網の実現との親和性が高いと言える。

そこで、ATM型の情報通信網の仕組みを ベースとして貨物輸送網を実現し、人手介在

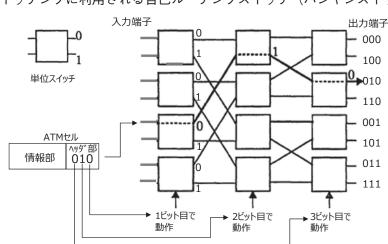


図9 ATMスイッチングに利用される自己ルーチングスイッチ(バンヤンスイッチ)の動作例

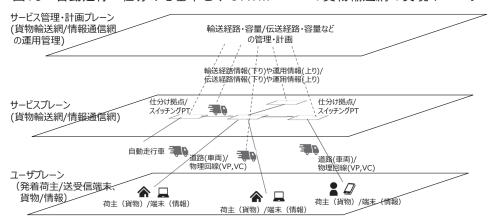


図10 自動走行・仕分けを基本とするATMベースの貨物輸送網の実現イメージ

表3 自動走行・自動仕分けを基本とする貨物輸送網とATM網との対応関係

項目		貨物輸送網	ATM 網
1) サービスの対象(ユーザ)		発着荷主	送受信端末
2) 輸送/伝送の媒体		道路	物理回線
3)拠点の種類		仕分け拠点、積み替え拠点	ATM スイッチ、クロスコネクト
4) 輸送/伝送の対象		(種々の) 貨物	(マルチメディア)情報
5)対象を輸送/伝送する単位		例えば、規格化された輸送容器	ATM セル
6) 輸送/伝送の際に、媒体上 で利用できるリソース類		道路を使用する自動走行車あるいは時間 帯など	物理回線上の仮想パス (VP)、仮想回線 (VC)
7)輸送/伝送の 拠点間 経路		仕分け拠点間の経路:経路上で使用する 自動走行車あるいは時間帯など	ATM スイッチ間の経路 (VP コネクション):経路上で使用する VP の連結
	荷主相互間 / 端末相互間	荷主相互間の経路:経路上で使用する自 動走行車あるいは時間帯など	発着端末間の経路(VC コネクション): 経路上で使用する VC の連結
8) 拠点における仕分け / スイッチング		輸送容器に貼付されたラベルをスキャン して自律的に仕分け	自己ルーチングスイッチにより、プログ ラム非介在で自律的にスイッチング

を必要としない貨物輸送サービスを提供することを考える。図10に自動走行・自動仕分けを基本とするATMベースの貨物輸送網の実現イメージを示す。この図では、それぞれの項目を情報通信網と対応づけて示している。ユーザプレーン、サービスプレーン、サービス管理・計画プレーンの3階層で構成している。破線は、サービス管理・計画のための情報をやり取りする通信回線を意味している。荷主に対する輸送サービスは、サービスプレーンとユーザプレーンとが連携し、基本的に人手介在なしの形で提供される。なお、輸送サービスが行われている間は、サービス管理・計画プレーンが、輸送の実績に関するデー

タや網の運用状況に関するデータを定期的に 収集し、収集データを分析して、計画との食 い違いの確認、次の計画へのフィードバック を行う。

表3に自動走行・仕分けを基本とする貨物輸送網とATM網との対応関係を具体的に示す。この表に示すように、貨物輸送網によるサービス提供に関する各項目について、ATM網と対応づけることができる。この表における項目の5)~8)が、ATMの特徴的な仕組みに対応する項目である。項目5)については、ATM網において、ユーザから送出される情報を小分けして保持する固定サイズのATMセルは、貨物輸送網では、荷主の

貨物を小分けして入れるコンパクトな輸送容 器のようなものと考えている。自動走行車用 に規格化する必要があるかも知れない。また、 項目6) について、ATM特有のVPやVCは、 同一物理回線を複数のユーザからの情報で時 分割共用するための概念であるが、貨物輸送 網においては、同一の道路を複数の荷主の貨 物の輸送のためにシェアして使用する複数の 自動走行車や複数の時間帯が該当するものと 考えている。項目7)は、6)の延長上の概念 である。項目8)において、ATM網における 自律的なスイッチングは、貨物輸送網では、 仕分け拠点において、ATMの自己ルーチン グスイッチと同様の仕組みを実現し、仕分け 拠点に入庫した輸送容器に貼付されたラベル をスキャンして自律的に仕分けを行なえるも のと考えている。以上のようにして、ATM の仕組みを応用した、人手介在なしの貨物輸 送網の実現が可能であると考えられる。

6. 実用化に向けての課題と展望

5.2節で提案した仮想輸送網の内容は、完全自動運転の社会実装が可能な時代を前提としての概念的なものであり、具体化・実用化に当たっては多方面からの検討が必要と考えられる。主に、以下のようなものが考えられる。

1)自動運転自体の社会実装に向けた課題 まずは、3.1節に挙げた、自動運転自体の 社会実装に向けた課題、特にレベル3以上の 高度自動運転が社会実装されるための車両、 道路、ダイナミック地図、法整備等の課題の クリアが必要となる。車両の開発は民間主導で積極的に行なわれているが、自動走行に必要なダイナミックマップのベースとなる3次元高精細地図の整備、自動運転に対応した道路インフラの整備、関連する法律の整備等をクリアする必要がある。

- 2) ATMベースの貨物輸送網の実現に向けた課題 それと並行して、図10に示すような、自動 走行・自動仕分けを基本とするATMベース の貨物輸送網の課題を検討する必要がある。 この検討に当たっては、表3に示す貨物輸送 網にについての項目5) ~ 8) を具体的に詰 めて行く必要がある。その場合、貨物輸送網 が提供する貨物輸送サービスの提供地域や形 態 (B-B、B-C、C-Cなど)、貨物の種別や品 質条件なども考慮する必要がある。その上で、 表3の5) に示すような、自動走行車向けに規 格化された輸送容器の開発、6)に関連し ATM網におけるVPやVCの貨物輸送網への マッピング方法やVPI、VCIに対応する番号 体系化、8)の仕分け拠点における自律仕分 けの実現などが課題となる。
- 3) 情報通信網にない、貨物輸送特有の形態 への対処法

一方、貨物輸送特有の形態への対応も考慮する必要がある。例えば、巡回型の配送は、 1箇所から1台の車両で出発して複数の宛先へ (ドライバーが仕分けをしながら)届けるような形態であり、これは情報通信網にはみられない形態であり、情報通信の仕組みをベースとする貨物輸送サービスにおいて巡回型配送をどのように扱えばよいかについて明確にする必要がある。同様に、発荷主への自動走 行車による集荷の仕方、あるいは着荷主へ届けた後、別な荷主のところへ立ち寄って帰り荷をせて配送するような形態をどのように扱えばよいかについても整理が必要となる。

以上のように、提案した貨物輸送網の無条件での実現には相当の時間を要するものと考えられる。自動走行の空間、時間を限定するレベル4の自動運転の実装時期は遠くないと思われるが、完全無人運転のレベル5の社会実装の時期は見えない。今回の貨物輸送網の実現に当たっては、限定条件を付けた上でのトライヤルを繰り返しつつ、ステップを踏んで進めていく必要があろう。

7. おわりに

以上、本稿では、完全自動運転の社会実装が可能な時代における貨物輸送網の実現方法について検討した。完全自動運転が社会実装される時代には、発荷主から着荷主までの範囲に人が介在しない全自動の貨物輸送の可能性も否定できないことより、今回、人手介在を元々必要としない情報通信網との類似性を考慮しつつ貨物輸送網の実現方法を検討した。その結果、複数のメディアからの多様な情報を効率よく転送でき、かつソフトウェアの介在なしに自律的なスイッチングを行えるATM通信方式との親和性から、それと貨物輸送とを対応づけつつ、自動走行・自動仕分けを基本とするATMベースの貨物輸送網の実現方法を提案した。

まず、第2章では、貨物輸送における最近 の課題を示し、対応策のひとつとして自動運

転が検討されていることや現時点の取組み状 況を示した。続く第3章では、貨物輸送に自 動運転を導入するに当たっての課題として、 ①自動運転自体の社会実装に向けた課題と② 完全自動運転が社会実装される時代の貨物輸 送網の実現に関する課題の2つを挙げ、特に ②において、情報通信網との類似性の観点か ら貨物輸送網の効率的な運用を可能とする方 法の実現について検討することとした。情報 通信網との類似性の観点からの検討に当た り、第4章では、貨物輸送網と情報通信網と の類似性というテーマの下で、まず「貨物」 と「情報」との対応づけを行い、貨物輸送と 情報通信の類似性について整理を行なった。 その上で、仕分けポイントやスイッチングポ イントなども含めた貨物輸送網と情報通信網 との類似性について整理した。続く第5章で は、情報通信網におけるスイッチング方式と して基本的な「回線スイッチング」と「パケッ トスイッチング」を取り上げ、それぞれの特 徴や課題を示し、その後で、両者の課題を同 時に解決し得るATMと呼ばれる方式につい て、仕組みや特徴を整理した。そして、 ATM通信網と貨物輸送網との親和性を考慮 し、自動走行・自動仕分けを基本とするAT M型スイッチング方式を適用する貨物輸送網 の実現イメージを示した。最後に、第6章に おいて今後に向けての課題や展望を述べた。

近い将来、車やそれによる移動サービスは 大きな変革が予想される。自動運転の導入の 広がりと相俟って、色々なものを運ぶ移動 サービスが登場してくるものと思われる。先 を読みにくい時代であるが、今回、提案した、 貨物輸送網の実現イメージについては、具体 化に向けた種々の検討をさらに進めていくこ とが必要である。

- 注1) 人手によるハンドル、アクセル、ブレーキ等の操作をシステムに任せること、すなわち、GPSやカメラ・センサーからの情報等に基づき、AIで判断し、コンピュータで制御して自動走行させることである。
- 注2) 以下のようなものについて検討されている: 自動運転車の安全確保(道路運送車両法等)、 交通ルール(道路交通法等)、責任関係(自動 車損害賠償保障法、民法、製造物責任法、自動 車運転死傷処罰法等)、運送事業に関する法制 度との関係、路車協調等のインフラや消費者へ の説明など
- 注3) パケットスイッチングにおいても、回線スイッチングと同じように、前もって、宛先端末までの仮想パスを設定し、その上で仮想的に接続された発着端末間でパケット送受信を行なう「仮想回線(VC: Virtual Circuit)方式」も存在する。なお、いきなりパケットを送出する方式は、「データグラム方式」と呼ばれる。

参考文献・サイト

- [1] 日産とDeNAが「Easy Ride」で目指す未来、日産自動車、2018/02/22 に公開、 https://www.youtube.com/watch?time_continue=87&v=9q4cInoT99M
- [2] トヨタ自動車、モビリティサービス専用EV "e-Palette Concept"をCESで発表、2018年01月 09日、トヨタ自動車、 https://global.toyota/jp/newsroom/ corporate/20508200.html?padid=tjptop_mkacts_e-palette
- [3] 増田悦夫: スマート・デジタルロジスティクスの実際 情報システムはこれからの物流をいかに支援するか 、情報管理、Vol.60、No.11、2018年2月.
- [4] 官民ITS構想・ロードマップ2019<概要版>、 内閣官房IT総合戦略室、2019年6月7日、 https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/ documents/its_roadmap_2019_point.pdf
- [5] 増田悦夫:高度道路交通システムの変革に向けた動きとロジスティクスへのインパクト,流通経済大学流通情報学部紀要、Vol. 23、No.1、2018年10月.
- [6] 小峯隆宏: 非同期転送モード (ATM) の概要 と技術動向、通信総合研究所季報 vol.36、 No.180、1990-09.
- [7] 栗林伸一: ATMシステム、電子情報通信学会「知識ベース」、5 群 4 編 3 章、3-2、2010年、電子情報通信学会、
 - http://www.ieice-hbkb.org/files/05/05gun_04hen_03.pdf#page=9

農産品物流が抱える課題 ──農産品における中長距離輸送の状況と出荷運送料の推移──

Issues in Logistics of Agricultural Products



洪 京和:流通経済大学 ロジスティクス・イノベーション 推進センター兼任研究員、非常勤講師

略歴

2002年流通経済大学流通情報学部流通情報学科卒業。04年同大学院物流情報学研究科修了。07年同大学院博士課程修了。物流情報学博士。07年4月から流通経済大学物流科学研究所特定兼任研究員。10年4月から非常勤講師。19年4月からロジスティクス・イノベーション推進センター兼任研究員

[要約] 本稿は、ドライバー不足などが深刻化するなか、農産品物流がどのような課題を抱えているのかを明らかにした。農産品物流は、長い拘束時間、荷待ち時間、手荷役作業が多いという問題を抱え、さらに中長距離輸送が多いことから、今後、ドライバー確保がさらに困難な状況になることも予想される。同時に、農産品の出荷運送料は最近大きく上昇しており、その実態を分析した。今後、出荷ができないなどの大きな影響を及ぼすことも想定され、地方部を中心として農産品の価格競争力の低下、逆に消費地側の卸売市場、小売店舗での多様な品揃えが難しいといった状況を発生させる可能性も示唆している。

1. 農産品流通の現状

現在、全国各地で生産された商品が、全国各地に輸送されることによって、全国どこでも同じような商品を消費者は手に入れることができるのが当たり前である。本稿で取り上げる農産品をみると、全国で生産された農産品が全国の消費地に輸送され、毎日、店頭に並ぶこととなる。じゃがいも、玉ねぎは、北海道がそれぞれ全国の出荷量の84%、68%を占めている。他にも、はくさいは茨城県、長野県をあわせると60%、レタスは長野県が38%、にんじんは北海道が34%を出荷している。そしてこのように限られた地域で生産された農産品でも、現状では全国のスーパー、

八百屋で、毎日、新鮮な農産品を手に入れることができる。このような流通を支えている農産品の流通構造をまとめたのが図1である。国内生産の場合、生産者が生産した農産品は農協、集出荷組合・業者を通じて、消費地側の卸売市場に輸送される。卸売市場内で卸売業者と仲卸業者・買参人との取引が行われ、食品小売業者を経て、消費者は農産品を手に入れる。最近は直売所などが増えて、市場外流通の割合が増えているとされている。青果の場合、1989年度に卸売市場を経由する率は数量ベースで82.7%であったのが、1992年度に80%、2001年度に70%、2012年度に60%を割り、2016年度には56.7%にまで減少している。特に、果実は1989年度に78.0%であった

のが、2016年度には37.7%にまで減少している。野菜についても、1989年度に78.0%であったのが2016年度には67.2%にまで減少している。このように市場経由率が低下している理由として、輸入農産品、さらに外食産業向けにおいて市場外流通の割合が増えていることがあげられる。一方、国産青果物については、2016年度においても、79.5%は卸売市場を経由している。卸売市場経由率の低下が問題となっているものの、国内生産された野菜については、卸売市場を経由したものが依然として多く、重要な役割を果たしている。

2. 農産品物流が抱える問題

ドライバー不足が深刻化するなど、物流危機は大きな問題となっており、農産品の物流にも、重大な影響をもたらすという認識が高まっている。農林水産省・経済産業省・国土交通省がまとめた「農産品物流の改善・効率化に向けて」においても、「現状の農産品物流は逼迫しており、農業者からは思うように運べない、小ロットでは物流費が高くなると

いった声が上がっている。」という現在の状況を指摘している¹⁾。特に、遠隔地においては、長距離輸送のトラックが確保できない、特に繁忙期は確保できない状況が発生しているといわれている。また、トラックを貸切で輸送できるほどの量がある場合はトラックが確保できても、小ロットの場合は輸送が困難である、輸送ができても物流コストが非常に高いという問題がある。

そして、「トラック業界は高齢化が進んでいることもあり、今後も人手不足が深刻化する可能性があるなか、負担の大きい農産品を運ぶトラックドライバーの確保がさらに困難となり、農産品の物流は、今後立ち行かなくなる可能性がある。」と、今後、物流危機はさらに大きな問題となる可能性があることを指摘している²⁾。トラックドライバーの将来予測については、鉄道貨物協会の調査によると、2028年度に必要となるドライバー数は117.4万人なのに対し、供給可能なドライバー数は89.6万人にとどまり、不足ドライバー数は27.8万人に達するとしている³⁾。2017年度の不足ドライバー数は約10万人程度であるこ

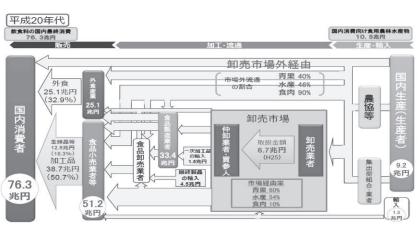


図1 農産品流通の構造

出典:農林水産省「卸売市場を含めた流通構造について 2017年

とから、ドライバー不足はますます深刻化することが予想される。

そして、農産品物流における課題として、「農産品流通は、生産構造や品目の特性、消費者ニーズ等に対応するため、現在の全国から迅速に集分荷する多段階の流通形態に発展したが、それがトラック輸送に大きな負荷を与える要因ともなっている。」を指摘している⁴⁾。現在、全国どこでも、全国で生産された農産品を手に入れることができるが、それを実現するためには、全国の生産地から全国の消費地の卸売市場に輸送され、小売店舗等に供給する流通システムが欠かせないのであり、トラック輸送に大きな負荷がかかっているとしている。

さらに、「農産品の物流の特徴として、

- ①出荷量が直前まで決まらず、出荷待ち、荷 卸し待ち等の手待ち時間の長さや、長距離 輸送による長時間の拘束
- ②手積み手卸し等の手荷役作業が多く、重労 働
- ③突然の行き先変更や厳しい品質管理、厳格 な到着時間など運行管理が難しい
- ④帰り荷がなかったり、小ロット多頻度輸送 が求められる

といったものがあげており、ドライバーが 敬遠する」といったことも指摘している⁵⁾。 農産品物流においては、ドライバー確保が、 他品目以上に難しくなる可能性があるといえ る。

荷待ち時間についてみると、国土交通省が 2017年7月から義務付けた荷待ち時間等の記 録を基に実施したサンプル調査によると、荷 主の都合で30分以上の荷待ちが発生した件数を品目別にみた場合、加工食品、建築・建設用金属製品、紙・パルプ、飲料・酒に次いで、生鮮食品が多くなっている⁶⁾。さらに青果物・米は、日用品・雑貨に次いで、手荷役作業が多い品目となっている⁷⁾。

農産品物流への社会的要請として、「農産 品物流は、トラックによる輸送が大宗を占め ているが、トラック業界は、長時間労働や低 賃金等過酷な労働環境から深刻な人手不足の 他、長時間労働の短縮等コンプライアンス遵 守の要請が高まっている。」と記述している⁸⁾。 政府が「働き方改革」を進めるなか、ドライ バーの労働環境の改善についても、見直しが 進んでいる。「自動車運転者の労働時間等の 改善のための基準(改善基準告示) の遵守 が求められており、ドライバーは、1日の拘 東時間は13時間以内を基本とし、休息期間は 継続8時間以上、1日の運転時間は2日間平均 で9時間が限度運転時間となっている。その ような状況のなか、トラックの監督実施事業 場のうち、何らかの労働基準関係法令の違反 があったのは83.6%、さらに改善基準告示の 違反があったのは66.9%となっている。主な 違反事項別の違反率をみると、最大拘束時間 が51.2%、総拘束時間が43.4%、休息期間が 37.4%、連続運転時間が29.7%、最大運転時 間が19.0%となっている9)。今後、さらなる 法令遵守が求められている。

輸送品類別にみた1運行の拘束時間は、農水産品が12時間32分と最も長くなっている。 その内訳は、点検・点呼等が28分、運転時間 が6時間39分、手待ち時間が39分(荷主都合 が30分、ドライバーの自主的な行動が4分、その他の時間調整等が5分)、荷役時間が3時間2分、その他付帯作業等が13分、休憩時間が1時間21分となっている。他の品目に比べて、運転時間、荷役時間が長くなっている。そして図2のように、輸送品類別にみると、1運行の拘束時間が16時間を超えている比率は、農水産品が15.7%と最も多く、13時間を超えている比率でみても、特殊品に次いで39.2%と多くなっている。また、連続運転時間4時間超えの比率も、農産品が15.3%と最も多くなっている¹⁰⁾。

3. 運賃の動向

最近、運賃等の物流コストが大きく上昇している。人件費が上昇するなか、費用における人件費比率の占める割合が高いことから、トラック運賃も上昇傾向にある。企業向けサービス価格指数により、道路貨物輸送の価格の推移をみると、2010年基準で2018年、2019年前半は111前後で推移している¹¹⁾。ま

た、全日本トラック協会、日本貨物運送協同 組合連合会調べの運賃指数をみると、図3の ように運賃は上昇傾向であることが明確であ る。図は2010年4月を100とした毎月の運賃指 数をあらわしており、繁忙期である12月と3 月は、運賃指数が上昇する。各年度の動向を みると、2010年度から、2011年度、2012年度 と上昇傾向にあったが、2013年度の秋以降、 特に大きく上昇している。その傾向は2014年 3月まで続き、3月は126となっており、これ は消費税増税前の駆け込み需要によるもので ある。その後、上昇傾向は落ち着き、2014年 度から2017年度前半から、高い水準でありな がらも、ほぼ同じ水準で推移した。しかしな がら、2017年の年末から、また上昇傾向にな り、2018年の夏以降は、130前後で推移して いる¹²⁾。このように、2013年秋以前、2017年 年末以前、それ以降と、段階を経て、運賃は 大きく上昇してきた。運賃指数については、 全国一本で発表したものであるが、地域別に みると、差異があることが予想される。図4 は、野菜の輸送費について、地域別の動向を

20% 全体 農水産品 林產品 鉱産品 ///////3811 金属機械工業品 化学工業品 軽工業品 8888 雑工業品 排出物 7//////28111 特殊品 VIIIIIIIIX:

図2 輸送品類別ドライバーの1運行の拘束時間の状況

□13時間以内 図13時間超15時間以内 □15時間超16時間以内 **□**16時間超 出典:国土交通省「トラック輸送状況の実態調査」より作成

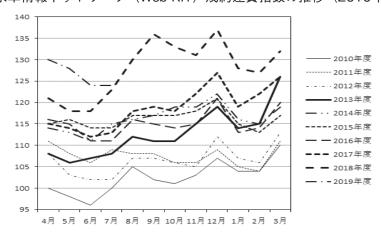


図3 求荷求車情報ネットワーク (Web KIT) 成約運賃指数の推移 (2010年4月を100)

出典:全日本トラック協会、日本貨物運送協同組合連合会資料より作成

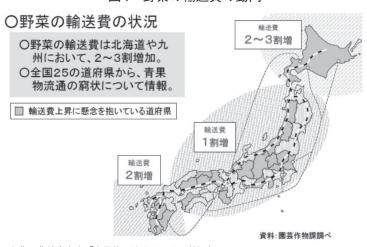


図4 野菜の輸送費の動向

出典:農林水産省「青果物の流通をめぐる状況」

まとめたものである。北海道については約2~3割、九州については約2割、本州については約1割上昇しているという報告もある。なお、都道府県を対象にした調査によると、全国25の道府県が、青果物の流通について問題が発生していると報告している¹³⁾。

4. 農産品における中長距離輸送の 状況

日本においては、全国の生産地から全国の 消費地に農産品が流通する構造となってい る。日本の農産品は、北海道、九州等で生産 されているものが多く、大消費地まで中長距 離輸送されている場合が多い。そして、物流で特に問題となっているのは、生産地側の農協、集出荷組合・業者から消費地側の卸売市場までの輸送である。

図5は、東京都中央卸売市場の、野菜の生産地別重量割合を示したものである。経年的にみた場合、関東地方はずっと第1位を占めているが、その構造は大きく変化してきた。1960年代は、関東地方内で生産したものが取り扱われる場合が多く、関東地方が1960年は71.8%、1965年は66.2%、1970年は65.3%を占めている。東京都中央卸売市場で流通している野菜の多くは、近郊で生産したものであっ

た。現在と比べて、流通システムが確立され ておらず、輸送面でも、高速道路等の道路ネッ トワークが脆弱なこと、トラック台数が限ら れていること、温度管理がなされていないこ とから荷痛みが発生しやすいことなど、長距 離輸送が困難であったことが予想される。さ らに、1975年に59.7%、1980年に57.9%、 1985年に54.0%、1990年に48.8%、1995年に 46.2%と大きく減少した。その後、減少傾向 は止まり、2000年以降は45%前後で推移し、 2013年には43.3%となっている。さらにその 後は、若干回復し、2018年には44.4%となっ ている。最近のこの傾向は、地産地消と関係 するとも考えられる。以上をまとめると、関 東地方の割合は高いものの、長期的には、割 合は減る傾向で推移してきたが、最近はほぼ 均衡状態にある。関東地方の内訳をみると、 1960年は東京都が13.4%、神奈川県が6.9%、 埼玉県が18.0%、千葉県が17.6%と、1都3県 だけで55.8%を占めていた。すなわち、都内 および近郊にあった農地で生産された農産品 が流通する地産地消が当たり前であった。そ

の後、1都3県の多くの農地は住宅地等に変わり、1965年が45.0%、1970年が40.0%、1975年が34.5%、1980年が33.8%、1985年が30.8%、1990年が28.3%、1995年が26.2%、2000年が25.4%、2005年が23.9%と大きく減少し、最近は20%前後で推移している。特に、2018年には東京都は0.2%、神奈川県も3.3%、埼玉県も2.9%と大きく減少している。千葉県については、1960年の17.6%から2018年の13.1%と減少しているが、依然として大きな割合を占めている。一方、茨城県は1960年の9.1%から2018年は13.8%に、群馬県は4.6%から7.9%にそれぞれ増加している。これら3県は東京都中央卸売市場向けの野菜の重要な生産地である。

このように長期的には関東地方が減る一方で、関東他方以外からの流通は増加している。中部地方は、14%前後で推移しており、関東地方以外では最も大きな比率を占めている。また北海道地方は、1960年には6.9%であったが、1975年に11.7%、1980年以降は13%、14%前後で推移している。東北地方も1960年

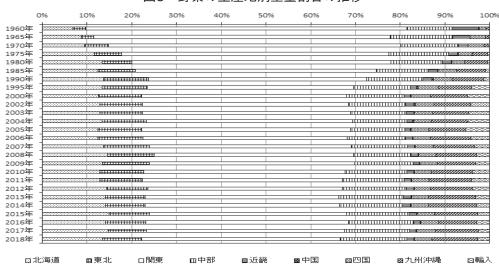


図5 野菜の生産地別重量割合の推移

出典:東京都「東京都中央卸売市場市場統計情報」より作成

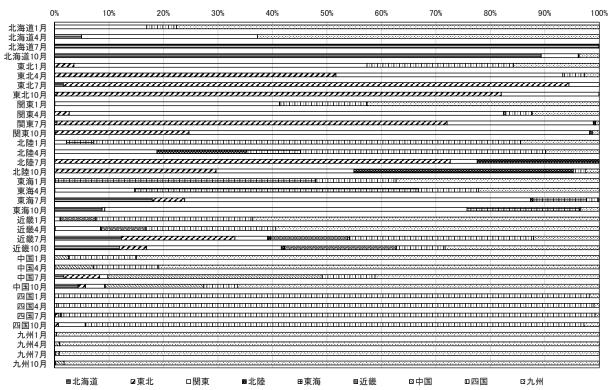
には2.9%であったが、その後は大きく増加し、1990年以降は10%前後で推移していたが、最近は若干減少傾向にあり、2018年は8.7%となっている。ただし、これは福島県の割合が減少しているところが大きい。九州・沖縄地方も1960年は0.8%であったが、その後増加し、2018年には10.2%となっている。

東京都中央卸売市場に集まる野菜は、1960年代は関東地方、特に1都3県の割合が高かったが、その後1995年までに関東地方の割合は約45%まで減少し、その後はほぼこの水準で推移している。関東地方以外では比較的近距離にある中部地方の割合が最も大きいものの、1995年まで大きく伸びたのは北海道地方、九州・沖縄地方である¹⁴⁾。

日本は国土が南北に長く、季節によって生 産地が大きく変わる場合が多く、どこから消

費地に供給されるかも季節によって大きく変 化する。図6はきゅうりの生産地と消費地の 関係を3か月ごとにみたものである。四国、 九州は、年間を通じて生産できることから、 域内での流通が圧倒的に多いことがわかる。 しかしながら、北海道では7月、10月は北海 道産の域内での流通が多いが、1月、4月は九 州産の比率が高くなっている。東北について も、7月、10月は東北産の域内での流通が多 いが、1月は関東産の比率が高いほか、四国産、 九州産も供給されている。関東は、関東内で の生産量が多いが、4月、10月は域内での流 通が多いものの、1月は関東産だけでなく、 九州産も多く、7月は東北産が多くなってい る。北陸は域内での生産量が小さく、1月、 4月は四国産、7月は東北産、10月は北陸産 も多いものの、東北、関東からも多くなって

図6 きゅうりの季節別の生産地と消費地の関係(縦軸が消費地、横軸が生産地をあらわす)



出典:農林水産省「青果物卸売市場調査」より作成

いる。東海は、1月、4月は域内での流通が 比較的多いものの、7月、10月は関東産が多 くなっている。近畿は、域内での生産が少な いことから、1月、4月は九州産の比率が高く、 7月は四国、関東から、10月は九州、関東か らが多くなっている^{15) 16)}。中国も年間を通じ て、九州からの比率が高くなっている。この ように地域、時期によって、農産品の流通経 路は大きく違うのであり、それに伴って、遠 く離れていても輸送せざるを得ず、その結果、 物流コストが高くなることも予想される。

5. 農産品の出荷運送料の動向

農林水産省「食品流通段階別価格形成調査」を基に、100kgあたり集出荷団体の集出荷・販売経費に、出荷運送料比率を掛け合わせて野菜出荷運送料を試算した。2017年度の野菜出荷運送料をみると、100kgあたり14品目の野菜平均で、1,496円となっている。品目別にみると調査対象の14品目は、すべて1,000円から2,500円となっている。最も高いのは

トマトの2,502円で、ほうれんそうが2,421円と続いており、逆にはくさいが1,178円、キャベツが1,216円、きゅうりが1,291円となっている。出荷運送料はそれぞれの品目の容積、荷姿、温度管理状況等の商品特性、さらに生産地から出荷先までの距離、輸送ロット、出荷時期によって大きく違う。そのため同じ品目でも、輸送条件によって、価格は大きな差異が生じることが予想される。

出荷運送料の経年変化をみると、2017年度は大きく上昇していることがわかる。図7のように2003年度から2013年度まで、100kgあたり野菜平均は、ほぼ1,250円から1,300円前後で推移していた。しかしながら、2013年度の1,258円から、2014年度は1,348円、2017年度は1,496円と急上昇している。調査時期の変更があり、2015年度、2016年度の調査結果はないが、この時期に大きく上昇したといえる。全日本トラック協会、日本貨物運送協同組合連合会調べの運賃指数でみたように、運賃は2013年後半から上昇したことから、その前の比較的安定していた2009年度から2012年

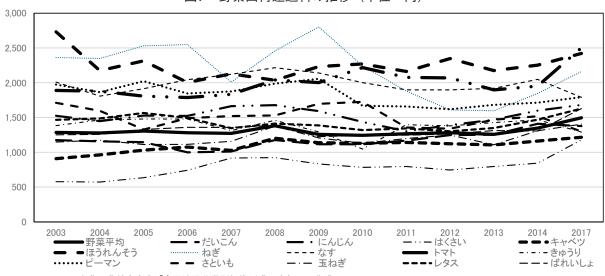


図7 野菜出荷運送料の推移(単位:円)

出典:農林水産省「食品流通段階別価格形成調査」より作成

度の平均と2017年度を比較すると、野菜平均で1.19倍となっている。また、品目別にみると、14品目のうち12品目で上昇しており、特にはくさいで1.49倍、ばれいしょで1.31倍、レタスで1.22倍、トマトが1.20倍となっている。さらに、だいこん、にんじん、玉ねぎでも1.2倍弱となっている。はくさいについては、2003年度が577円であったのが、2017年度には1,178円にまで上昇している。逆に下がっているのは、さといもで0.85倍、なすで0.90倍となっている¹⁷⁾。

6. まとめ

全国で生産された野菜は、全国の消費地の 卸売市場に供給される。このことは、1年中、 多様な野菜を小売店舗で品ぞろえし、消費者 の豊かな食生活を可能にしているのである。 そして、それを実現しているのが物流であり、 特に中長距離輸送が重要な役割を果たしてい る。しかしながら現在、直面しているドライ バー不足などの問題は、農産品物流に大きな 影響を与えることが予想される。農産品物流 は、長い拘束時間、荷待ち時間、手荷役作業 が多いという問題を抱え、「トラックドライ バーの確保がさらに困難となり、農産品の物 流は、今後立ち行かなくなる可能性がある。」 と指摘されている¹⁸⁾。

ドライバー不足と同時に、運賃上昇も大きな問題となっている。農産品の出荷運送料も最近大きく上昇しており、100kgあたり野菜平均は、従来はほぼ1,250円から1,300円前後で推移していたが、2014年度は1,348円、

2017年度は1,496円となっている。このよう な農産品の出荷運送料上昇が、集出荷団体の 集出荷・販売経費、販売収入、さらに小売価 格に及ぼす影響を試算してみる。その際の各 価格の関係をまとめたのが図8である¹⁹⁾。こ こでは、最も出荷運送料が値上がりしている はくさいで試算してみる。はくさいの100kg あたり出荷運送料は、2003年度は577円であっ たのが、2017年度は1.178円となっている。 これによって、出荷運送料が集出荷団体の集 出荷・販売経費に占める割合は21.5%から 29.9%に上昇している。また、2017年度の 100kgあたり集出荷団体の販売収入の8,550円 に対して、出荷運送料は13.8%を占めており、 上昇分の601円は7.0%分に該当する。同様に、 2017年度の100kgあたり小売価格の12,765円 に対して、出荷運送料は9.2%を占めており、 上昇分の601円は4.7%分に該当する²⁰⁾。さら にわかりやすくいうと、はくさいの1株あた り重量は2kg程度であり、小売価格は255.3円 となる。そして、1株あたり出荷運送料は、 2003年度は11.5円であったのが、2017年度は 23.6円と、12.0円高くなったことになる。こ の数字は全国平均を用い、また最も上昇率が 高いはくさいを対象として試算したものであ り、出荷運送料上昇が、農産品流通全体にど のような影響を与えるかについて、即座に判 断することはできない。しかしながら、出荷 運送料上昇分が小売価格等に占める割合は小 さくても、集出荷団体、生産者の利益率が低 いなか、今後、出荷ができないなどの大きな 影響を及ぼすことも想定される。このような 状況は、地方部を中心として農産品の価格競

小売経費 **仲**制経費 卸売手数料 出荷運送料等 集出荷団体経費 包装·荷造材料費等 選別·荷造労働費 ━ ヽ選別・荷造労働費 (集出荷団体) 集出荷 生産者 価 団体販 受取 榕 売収入 **4**∇ λ 出荷奨励金等

図8 農産品の生産者、集出荷団体、小売の価格構成

出典:農林水産省「食品流通段階別価格形成調査」より作成

争力の低下、逆に消費地側の卸売市場、小売 店舗での多様な品揃えが難しいといった状況 を発生させる可能性も示唆している。

- 1)農林水産省・経済産業省・国土交通省(2017年)
- 2) 農林水産省・経済産業省・国土交通省 (2017年)
- 3) 鉄道貨物協会(2019年)
- 4) 農林水産省・経済産業省・国土交通省 (2017年)
- 5) 農林水産省・経済産業省・国土交通省(2017年) 6) 国土交通省(2018年)
- 7) 物流団体連合会ユニットロードシステム検討小 委員会 (2016年)
- 8)農林水産省・経済産業省・国土交通省(2017年)
- 9) 厚生労働省(2018年)
- 10) 国土交通省(2015年)
- 11) 日本銀行(2019年)
- 12) 全日本トラック協会、日本貨物運送協同組合連 合会 (2019年)
- 13) 農林水産省 (2014年)
- 14) 東京都 (2019年)
- 15) 農林水産省(2019年a)
- 16) 各地方の分類は、農林水産省地方農政局の管轄 場所の都道府県に従った。北海道:北海道、東北: 青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、 関東: 茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、 東京都、神奈川県、山梨県、長野県、静岡県、北陸: 新潟県、富山県、石川県、福井県、東海:岐阜県、 愛知県、三重県、近畿:滋賀県、京都府、大阪府、 兵庫県、奈良県、和歌山県、中国:鳥取県、島根県、 岡山県、広島県、山口県、四国:徳島県、香川県、 愛媛県、高知県、九州:福岡県、佐賀県、長崎県、 熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県
- 17) 農林水産省(2019年b)
- 18) 農林水産省・経済産業省・国土交通省 (2017年)
- 19) 農林水産省(2019年b)
- 20) 農林水産省 (2019年b)

参考文献

農林水産省・経済産業省・国土交通省「農産品物流

の改善・効率化に向けて」(農産品物流対策関係省 庁連絡会議中間とりまとめ)2017年

農林水産省「青果物の流通をめぐる状況」2014年 農林水産省「青果物卸売市場調査」2019年a

農林水産省「食品流通段階別価格形成調査」2019年 h

国土交通省「トラック輸送状況の実態調査」2015年 国土交通省「荷待ち時間のサンプル調査」2018年 厚生労働省「自動車運転者を使用する事業場に対す る監督指導状況」2018年

日本銀行「企業向けサービス価格指数 | 2019年 東京都「東京都中央卸売市場市場統計情報」2019年 鉄道貨物協会「平成30年度本部委員会報告書」2019

物流団体連合会ユニットロードシステム検討小委員 会「手荷役の実態アンケート調査集計 結果「中間報 告 | | 2016年

全日本トラック協会、日本貨物運送協同組合連合会 「求荷求車情報ネットワーク (Web KIT) 成約運賃 指数 | 2019年

2019年4月から改正労働基準法が順次適用されつつある。物流業とりわけトラック運送業に大きな影響を与えるとみられているのが時間外労働の上限規制だ。一般則では、特別条項付き36協定を結んでも年720時間(休日労働を含まない)が上限となり、大企業では本年4月1日から、中小企業でも2020年4月1日から適用される。ドライバー職では年960時間(休日労働を含まない)が上限で、2024年4月から適用される。若干の猶予期間はあるものの現在の労働実態をみると、適用時期までに遵守できる体制が構築できるか不安視する声が多く聞かれる。

『物流問題研究68号 (2019年夏)』特集の部は、「IT、AI、IoT活用で変わる物流」をテーマとした。IT、AI、IoTは自動化や生産性の向上だけでなく、新しいビジネススタイルの創造など、様々な効果が期待できる技術であり、もちろん物流業にも大きなイノベーションをもたらす。特に、人手不足が著しい運送業には、労働時間短縮への取り組みの切り札になるとも考えられている。猶予期間の中で、これらの技術を活用して適切な労働時間となるような工夫や取り組みが期待される。実際、今回の特集の部では、業界に精通する様々な立場の方に、倉庫やトラック運送の分野での無人化、省力化、生産性の向上、人手不足への対応といった問題の解決にIT、AI、IoTが大きく役立つ可能性について実態や考え方を紹介していただいた。執筆者の皆様には、この場を借りてお礼を申し上げたい。

本誌は本学ホームページに掲載しており、誰でも閲覧できる。「知の共有」の場として少しでも役立 てばと考えている。

なお、本誌の掲載論文ならびにロジスティクス産学連携コンソーシアムのタイムリーな活動情報も、ホームページにも掲載しており、是非お立ち寄りいただければ幸甚である。

http://www.rku.ac.jp/about/data/organizations/laboratory.html

小野

物流問題研究 No.68

ISSN 1346-2016

2019年10月1日発行 非売品

編 集 小野 秀昭

発 行 流通経済大学物流科学研究所

〒301-8555 茨城県龍ヶ崎市120 電話(0297)64-0001(代表)

制 作 港洋社

Logistics Review 2019 No.68 Summer

ISSN 1346-2016

CONTENTS				
FOCUS	Changes of physical distribution by utilization of IT,AI,IoT			
New Technology and Logistics Innovation YUJI YANO				
Outilization of IT, AI and IoT in truck transportation				
GO INOUE				
●Logistics Innovation by ICT(AI, IoT): future perspective and use cases HIROMI MUTO / KATSUHIKO KONDO / TAKASHI TORII				
MaaS and backhaul service				
MASAYUKI HASEGAWA				
THE SUBJECTS TO UTILIZE THE LATEST TECH IN WAREHOUSE OPERATIONS FOR ECOMMERCE LOGISTICS RYOICHI KAKUI				
IUCL	Industry-University Consortium on Logistics			
BRANDING	Private University Research Branding Project			
ARTICLE				
Changes of Last Mile to Cope with Rapid Growth of Online Shopping				
On the mechanism for unmanned freight transport between shipper-sorter-shipper analogous to the mechanism of information communication				
ETSUO MASUDA				
•Issues in Log	istics of Agricultural Products GYEONGHWA HONG			