

平成28年度 I o T 推進のための新産業モデル創出基盤整備事業

I o T を有効に活用した全体最適なサプライチェーンシステムの

構築調査事業報告書

平成29年3月

一般社団法人日本産業車両協会

— 目 次 —

第1章	調査の概要	
1-1	調査の目的	1
1-2	調査の内容	2
1-3	調査の進め方	2
1-4	報告会の開催	4
第2章	物流、とりわけ“繋ぎ”の部分における現状の課題	
2-1	物流の現状と課題、改善の必要性	5
2-2	物流の改善における“繋ぎ”の部分への着目とその機能の重要性再確認	12
2-3	2020年、2030年の物流を取り巻く社会・経済環境の想定	14
第3章	物流施設の現状と課題	
3-1	物流施設の機能と荷役作業の現状	18
3-2	物流施設における現地実態調査の結果と分析	24
3-3	物流施設に関する文献調査、ヒアリング調査の結果と今回の実態調査との比較検討	53
第4章	物流施設での荷役作業の問題の本質と解決に向けた方策	
4-1	物流施設における荷役作業の低い生産性の本質＝標準化の欠如（仮説）	56
4-2	標準化の欠如の現状（荷姿、情報）	58
4-3	標準化による生産性向上効果のシミュレーション	64
4-4	標準化の欠如が生じている要因	70
第5章	標準化が達成されている事例調査	
5-1	海外における標準パレットの実現	71
5-2	日本における標準パレット導入の動きと成功例	74
5-3	情報における標準化の進展	83
第6章	標準化による自動化・IoT導入のアイデア	
6-1	物流施設における自動化のアイデア	88
6-2	物流施設におけるIoT導入のアイデア	94
第7章	物流施設の改善に向けた方策の提言と関係者に期待される役割	
7-1	短期的な改善方策	98
7-2	長期的な改善方策	100
7-3	IOTを有効に活用した全体最適なサプライチェーンシステム構築のための関係者の役割	112
第7章補論		113

第1章 調査の概要

1-1 調査の目的

物流はサプライチェーンを構成する各プロセスやステークホルダーを有機的に結ぶことで、社会・経済を支える根幹的な役割を担っている。しかしながら、日本の物流の生産性は、欧米と比べて低いと言われており、その一因として輸送と輸送の間を繋ぎ、結び付ける機能を果たしている物流施設や倉庫での荷役作業が非効率であることが挙げられている。

本調査では、特にメーカーから物流センターへの入荷業務を中心に現地実態調査、文献調査並びに関係者へのヒアリング等によって課題を明らかにし、生産性が低い要因となっている問題点を見出し、I o Tやロボット等を有効に活用して解決するための方策を検討して、改善方法を提案することを目的とする。

また、この改善方策が、物流における入荷の前後のプロセス（輸送、保管や出荷等）の改善／生産性向上についても波及効果を生み出すものであるよう留意するととの視点を持ちながら実施することとした。

これによって、多様化する物流ニーズの一方で、深刻な労働力不足に悩まされている日本の物流が、将来にわたってその機能を確実に維持することができるようにしていくための道筋を提示する。

加えて、日本はサイバー空間とフィジカル空間（現実社会）が高度に融合した「超スマート社会」を世界に先駆けて実現していくことを目指している。この「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、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられる社会”として定義付けられているが、これはモノと情報が一体となって社会の中を移動する物流のイメージと重なるものである。

つまり、本調査では現在の物流を取り巻く様々な制約条件の中で、I o Tを有効に活用した全体最適なサプライチェーンシステムの構築を実現していくことで、この「超スマート社会」の実現にも貢献することを目指している。

そのため、2020年までに物流が直面する課題の解決につながる短期的な改善方策を提言すると共に、同じベクトルの上に、2030年の社会・経済の姿をイメージしつつ、将来の物流のあるべき姿を描きながら、さらに大胆な改善方策を提言することを目的とする。

1-2 調査の内容

(1) 物流施設の現場実態調査

機能の異なる2つの物流施設の作業実態を調査し、入荷業務を中心に作業プロセスの計測を実施し、生産性が低い要因を明らかにする。

(2) 物流施設の実態に関する文献調査

物流施設の機能の変化や現在までの発展状況、今後の展望について文献やデータによって明らかにする。

(3) 学識者、物流関係事業者等へのヒアリング

物流関係者（荷主、物流事業者、物流機器メーカー等）より、委員会を中心に意見・提案をヒアリングする。

1-3 調査の進め方

1-3-1 幅広い関係者で構成する検討委員会の設置

本事業は、学識者及び物流に関わる幅広い関係者で構成される委員会を設けて、審議を行った。委員会の構成と開催状況、その審議項目は以下の通りである。

(1) I o Tを有効活用した全体最適なサプライチェーンシステムの構築検討委員会名簿 (敬称略)

委員長：	吉本一穂	早稲田大学 創造理工学部 経営システム工学科 教授
委員：	泉 新	花王ロジスティクス株式会社 運営部門 企画グループ部長
	金井田平	グロリアス・ジャパン株式会社 代表取締役社長
	佐藤修司	公益法人日本ロジスティクスシステム協会 J I L S 総合研究所 所長
	永田孝司	株式会社シジシージャパン 執行役員 物流事業部長
	中畑 寛	一般社団法人日本自動認識システム協会 研究開発センター 主任研究員
	松田宏巳	ハウス食品株式会社 生産・SCM本部 SCM部長
	村上敏夫	一般社団法人日本物流団体連合会 理事 事務局長
	和田 淳	ニチュ三菱フォークリフト株式会社 物流システムエンジニアリング 部 物流システムエンジニアリング二課 課長
事務局	高瀬健一郎	一般社団法人日本産業車両協会 専務理事
	辻本方則	早稲田大学附置研究所 グローバル生産・物流コラボレート研究所 招聘研究員
	岩住洋一	一般社団法人日本産業車両協会 業務部 課長
	堀内 智	一般社団法人日本産業車両協会 業務部
	田中孝太	一般社団法人日本産業車両協会 業務部
オブザーバー		
	勝尾嘉仁	経済産業省 商務流通保安グループ 物流企画室 室長補佐
	伊澤貴寛	経済産業省 商務流通保安グループ 物流企画室 係長

(2) 委員会の開催状況

①第1回委員会

日 時 平成29年1月31日(火) 午後3時～5時

場 所 ビジネストランスファー会議室

審議内容

- ・委員長の選任
- ・事業の概要と目的の共有
- ・これまでの調査実施状況の報告
- ・今後の進め方
- ・その他

②第2回委員会

日 時 平成29年2月7日(火) 午後3時～5時30分

場 所 八重洲倶楽部会議室

審議内容

- ・物流施設の現地調査結果の詳細報告
- ・報告書の内容審議

③第3回委員会

日 時 平成29年2月22日(水) 午後3時～5時30分

場 所 八重洲倶楽部会議室

審議内容

- ・報告書の方向性取りまとめ

1-3-2 物流施設の現地実態調査

株式会社シジシージャパンの協力を得て同社の以下2施設で実施した。

(1) グロサリー広域センター(埼玉県川越市)

①事前調査2回

平成28年12月2日(金)、12月14日(水)

②本調査

平成29年1月9日(月)～12日(木)

(2) 神奈川JDセンター(神奈川県厚木市)

①本調査

平成29年1月23日(月)～25日(水)

1-4 報告会の開催

日 時 平成29年3月3日(金) 午後1時～3時15分

場 所 経団連会館 2階ホール

参加者 31社/団体/大学 113名

(内訳 物流関係事業者34.5%、荷主6.2%、産業車両・物流システムメーカー9.7%、情報システムメーカー10.6%、物流関連団体15.9%、大学14.2%、報道5.3%、その他3.6%)

概 要

(1) 開会挨拶

一般社団法人日本産業車両協会 会長 志岐 彰 (ユニキャリア(株)取締役社長)

(2) 来賓挨拶

経済産業省 商務流通保安グループ物流企画室室長補佐 勝尾 嘉仁

(3) 報告

①調査事業報告の概要 一般社団法人日本産業車両協会 専務理事 高瀬健一郎

②調査事業の総括と提言 I o Tを有効に活用した全体最適なサプライチェーンシステムの構築検討委員会 委員長 吉本一穂

(早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 経営システム工学科 教授)

(4) 質疑応答

(5) 閉会

第2章 物流、とりわけ“繋ぎ”の部分における現状の課題

2-1 物流の現状と課題、改善の必要性

2-1-1 サプライチェーンにおける物流の役割

サプライチェーンは「供給連鎖」と訳されるように、原材料・部品の調達から、製造、在庫管理、販売、配送までの製品の全体的な流れのことを指し、それぞれの工程が別個にあるのではなく、前後のプロセスがお互いに繋がっているという意味を、チェーン（鎖）という言葉で強調しているものといえる。

このサプライチェーンを分析し最適化する手法がSCM（サプライチェーンマネジメント）である。

そして、物流はこのサプライチェーンを構成する各工程を有機的に結ぶ役割を有しており、経済活動にとって必要とされるあらゆるモノについて、必要な量を、必要な場所へ、必要なタイミングで運ぶ機能を果たしている。こうした視点に立てば、物流が社会・経済を支える根幹的な役割を担っていることは自明であり、逆に言えば、円滑で正確な物流なくしては、社会・経済は存在しえないと言っても過言ではない。

また、このように位置付けた場合、物流は一つの社会基盤の総体として捉えられ、その効率性や確実性は、国や企業の競争力の重要な指標となるものといえる。

2-1-2 日本における物流の生産性

日本生産性本部が2016年12月に発表した「日米産業別労働生産性水準比較」によれば、ほとんどの業種において日本の生産性水準は米国のそれに届いていない状況にある。

このうち物流に関わる“運輸業”は、米国を100とした場合、日本は44.3と生産性は半分以下となっている。

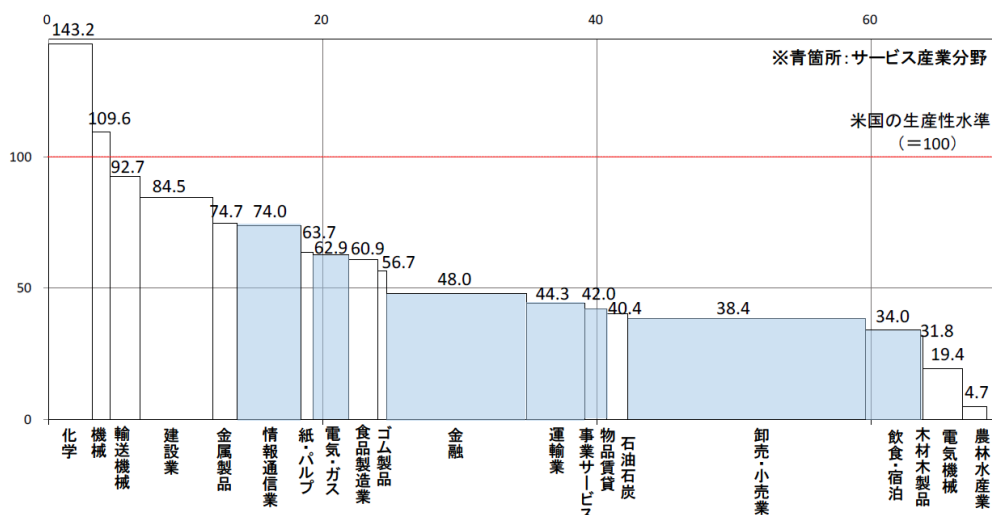


図2-1-1 日米の産業別生産性と付加価値シェア（2010～2012年）

縦軸：労働生産性水準（米国=100）、横軸：付加価値シェア（%）

出所：日本生産性本部「日米産業別労働生産性水準比較」

また、同じ資料では2010年から2012年の3年間の生産性の平均と、1998年から2000年のそれとの差（前者－後者）を比較しているが、“運輸業”ではその差が広がっている。

先述の通り、物流の生産性が国や企業の競争力の重要な指標と考えた場合、この差が意味するものは大きい。

日本政府もすでにGDPの75%を占めるサービス業の生産性向上を重点課題に掲げ、そのための様々な施策を行っているところである。また、2016年6月に発表された「日本再興戦略2016」でも、サービス産業の生産性向上が施策の一つとして取り上げられているが、物流がその対象に含まれている。

2-1-3 日本の物流の現状

国土交通省「自動車輸送統計年報」、「鉄道輸送統計年報」、「内航船舶輸送統計年報」、「航空輸送統計年報」を合わせた国内貨物輸送量は右肩下がり推移している。

実質GDPがリーマンショックによる落ち込みを除けば、緩やかに拡大している中でこの傾向は不思議に思えるかもしれない。

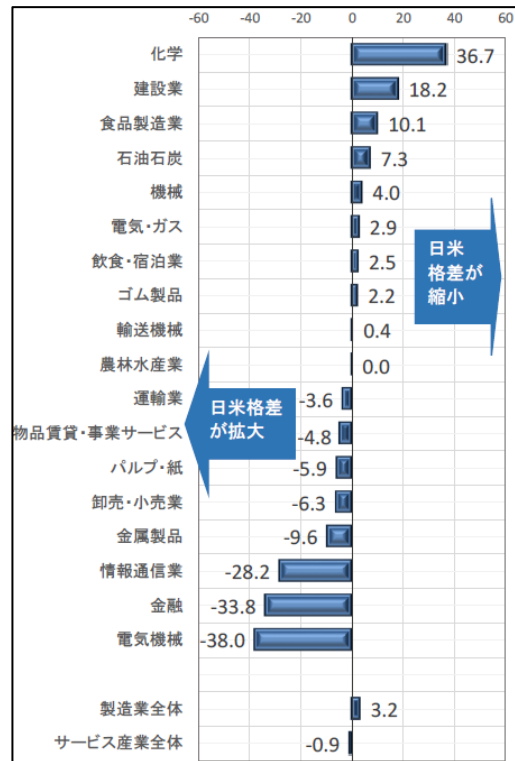


図2-1-2 90年代後半との比較

出所：日本生産性本部「日米産業別労働生産性水準比較」

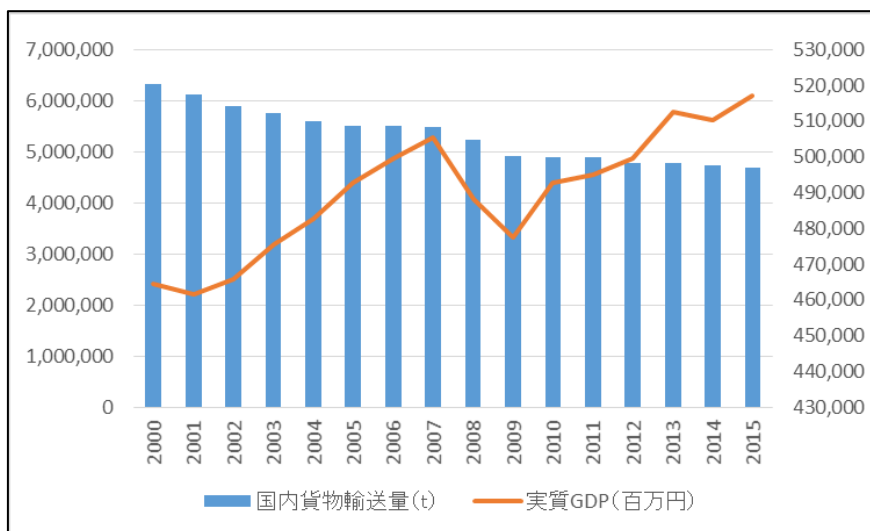


図2-1-3 国内貨物輸送量と実質GDP額の推移

出所：国土交通省「貨物輸送・物流関係統計」、内閣府「国民経済計算（GDP統計）」

一方で、5年毎に国土交通省で実施している「全国貨物純流動調査（物流センサス）」では、1件当たりの貨物量（流動ロット）が減少傾向にあることがわかる。これはかつては大量輸送で効率化を図っていたのに対し、現在は多頻度で小口の輸送の需要が高まっているため、1995年から2015年までの流動ロットは2.13 tから0.98 tへと半分以下の重量にまで減っている。

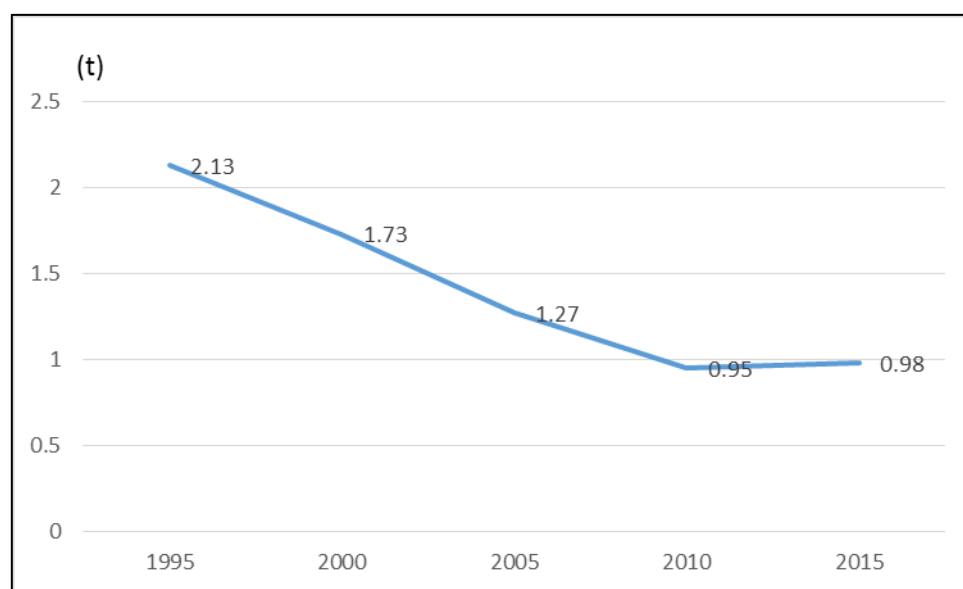


図 2-1-4 物流ロットの推移

出所：国土交通省「全国貨物純流動調査（物流センサス）」

2015年は2010年に比べて若干流動ロットは増加したが、調査対象の4産業の中では「鉱業」、「製造業」、「倉庫業」で増加し、「卸売業」では減少している。また、品類別では“農水産品”や“雑工業品”の流動ロットは減少している。

流動ロットの減少傾向に歯止めがかかったようにも見えるが、2015年の詳細なデータはまだ公表されていないので、これが一時的なものなのか、今後も増加傾向が続くのかは同調査からは判断できない。

ただし、流動ロットの減少に電子商取引（Eコマース）の急速な拡大が影響しているのであれば、小ロット化という傾向は変わらないと見込まれる。

経済産業省の「平成27年度我が国経済社会の情報化・サービス化に係る基盤整備（電子商取引に関する市場調査）」の結果によれば、2015年の日本国内のB to C - EC（消費者向け電子商取引）市場規模は、13.8兆円（前年比7.6%増）まで拡大し、同年のB to C - EC（企業間電子商取引）市場規模も、狭義で203兆円（前年比3.5%増、広義では288兆円（前年比3.0%増）に拡大している。

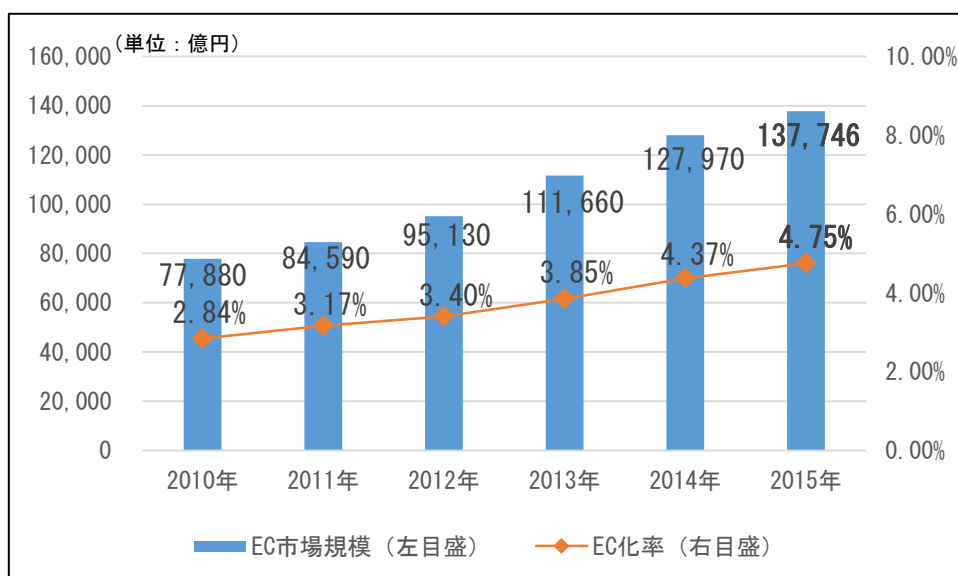


図 2-1-5 日本の B to C-E C 市場規模の推移

出所：経済産業省「電子商取引に関する市場調査」

2-1-4 物流が抱える課題

2011年の東日本大震災による物流網の寸断のために、自動車向けの半導体集積回路（マイクロコンピューター）が輸送できず、地震による直接的な被害のなかった他地域の自動車生産においても生産が中断したことや、2014年4月から消費税が8%へ引き上げられたため、駆け込み需要が急増し、もともと期末であることや引っ越しシーズンでもあったことから、トラックの手配が追いつかず、荷物を運べなかったといったニュースの記憶がまだ残っているが、ここ数年はこうした特別な要因がない中でも、“物流の危機”がメディアで取り沙汰される機会が増えている。特にトラックドライバー不足は大きな問題として取り上げられ、政府でも様々な対策を取っているところである。

物流に関わる労働力の需給状況を有効求人倍率から見ると、その問題がはっきりする。厚生労働省の一般職業紹介統計（パートを含む）によれば、「貨物自動車運転手」に加え、物流に関連する「フォークリフト運転作業員」、「陸上荷役・運搬作業員」、「倉庫作業員」のそれぞれの有効求人倍率の推移を見ても、「陸上荷役・運搬作業員」と「貨物自動車運転手」で、全体平均を大きく上回っており、求人数と求職者数の乖離が大きく、働き手の確保が難しくなっていることが明確に示されている。

「陸上荷役・運搬作業員」では、2012年3月の時点ですでに有効求人倍率が1を上回っていたが、2013年から恒常的に2を超えるようになり、さらに2014年秋以降は3前後で推移し、2015年8月からは3を下回ることなく、足元の2016年の10月、11月は4を超え、12月には4.45まで達した。

「貨物自動車運転手」も2012年3月から10月までは有効求人倍率が1を切っていたが、その後は右肩上がりでも推移し、その後は概ね1.5から2を若干下回ったものも、「陸上荷役・運搬作業員」と同じく、足元の2016年の10月以降は2を超え、12月は2.

2.5まで達した。

それ以外の、「フォークリフト運転作業員」と「倉庫作業員」については、有効求人倍率は全体平均を下回ってはいるものの、緩やかに上昇していることが見て取れる。

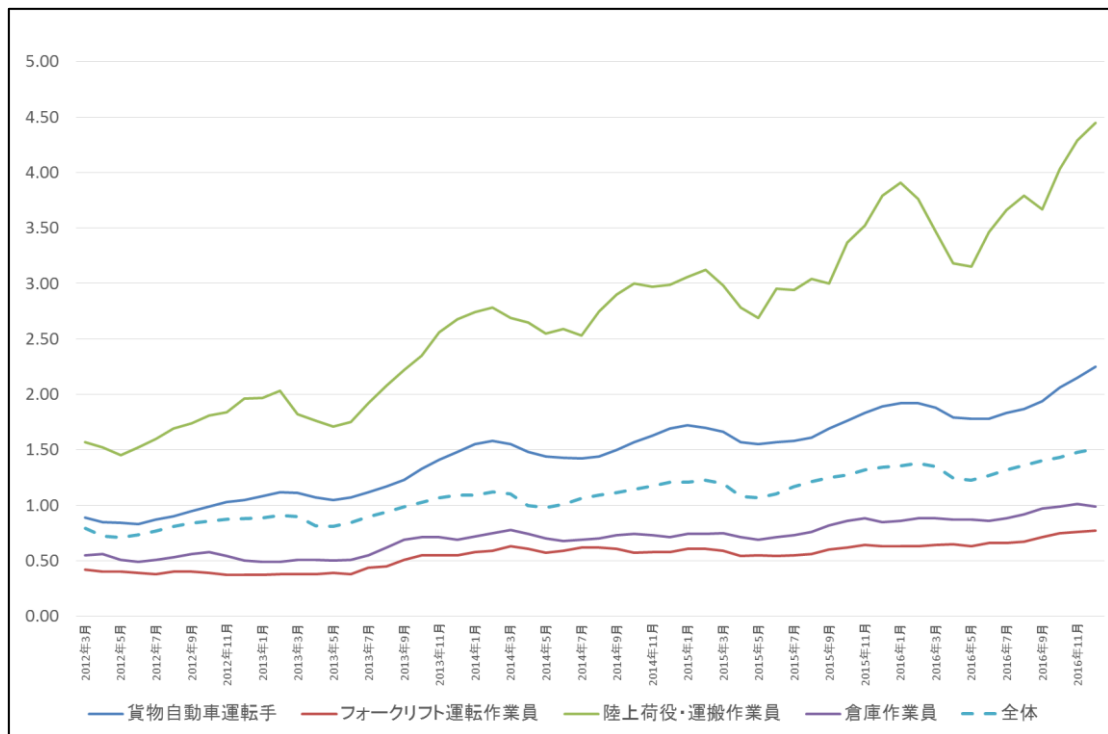


図2-1-6 物流関係職種における有効求人倍率の推移

出所：厚生労働省「一般職業紹介統計」

人手の確保が難しくなれば、いかに必要な数を集めるかが優先され、その結果募集時のアルバイト、パートの時給も上昇している。リクルートジョブズ㈱が毎月発表している、同社の求人メディアにおける「アルバイト・パート」募集の三大都市圏における求人情報を抽出し、募集時平均時給を集計したデータによれば、有効求人倍率のデータの職種区分とは一致しないが、「構内作業（フォークリフト等オペレータ）」が2016年は1,000円以上に急上昇しており、「ドライバー・配送・デリバリー」も全体平均を上回って上昇傾向である。ただ「物流作業」については、上がってはいるものの、全体平均を下回っている。

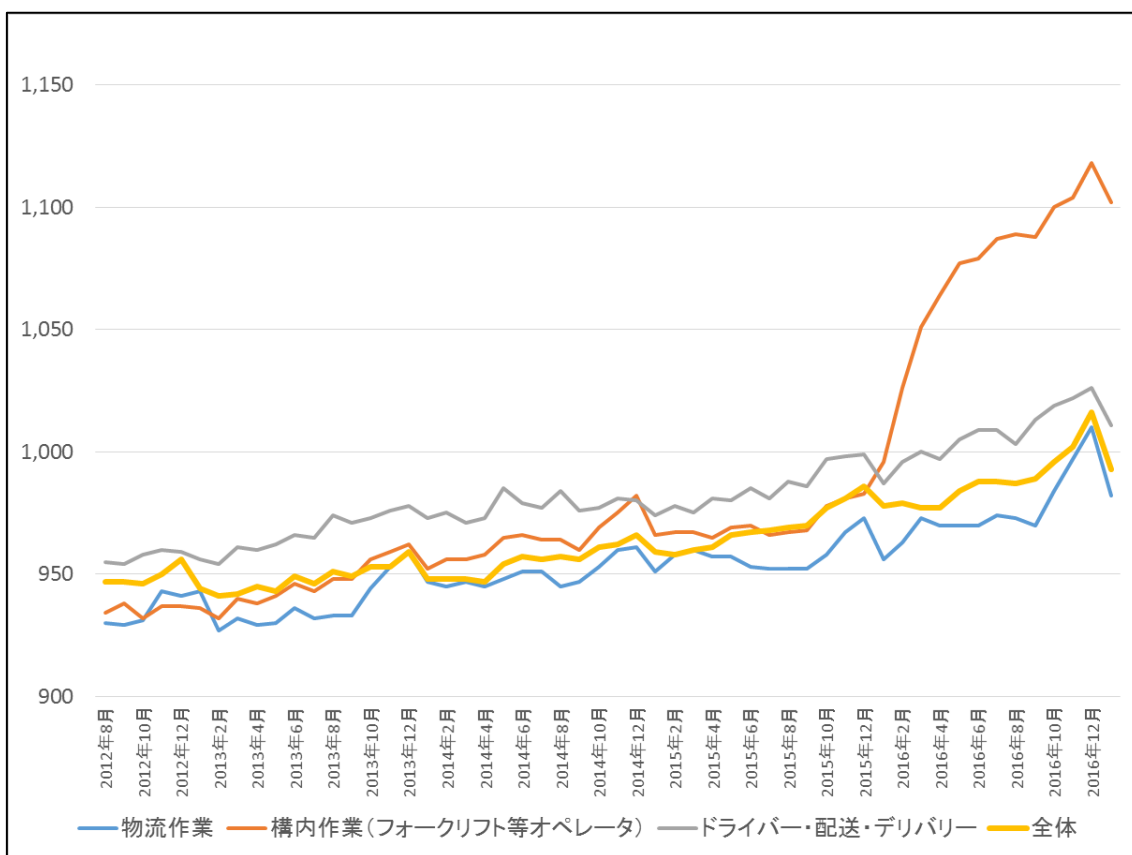


図 2-1-7 物流関連業種の三大都市圏におけるアルバイト、パート募集の平均時給の推移

出所：リクルートジョブズ㈱「アルバイト・パート募集時平均時給調査」

このうちフォークリフト運転作業（フォークリフトオペレータ）については、労働安全衛生法により最大荷重 1 t 以上のフォークリフトの運転のためにはフォークリフト技能講習の修了が義務付けられているが、その修了者数は図 2-1-7 の通り、年間 20～25 万人にも達しており（一定年数での更新は求められていないため、すべてが新規受講者とみなされる。）、それにもかかわらず、募集時の時給が急上昇しているのは、熟練したオペレータが求められているためと考えられる。

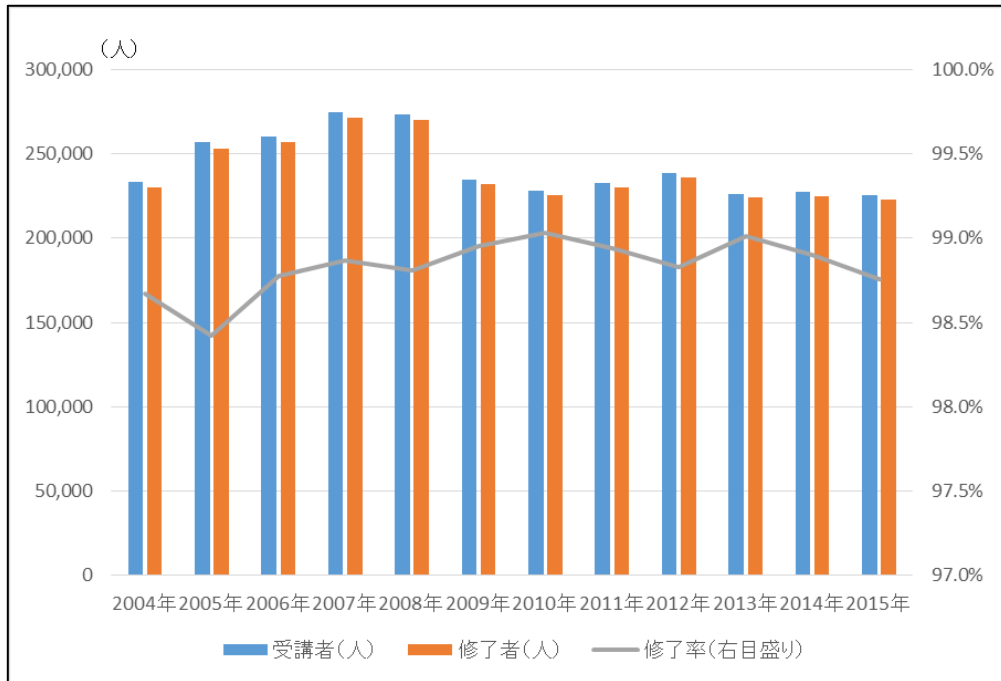


図 2-1-8 フォークリフト技能講習受講者と修了者数の推移

出所：厚生労働省

このように、物流サービスを提供する側のリソースがひっ迫している中でも、物流に求められるサービスの内容はますます多様化している。

公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会の2015年度物流コスト調査報告書には、アンケート調査に基づき、物流サービスレベルの変化も示されているが、配送頻度については26.1%が頻度を高めるよう求められたと回答し、低くなったとの9.0%を大きく上回っている。配送ロットについては27.0%が小さくなったと答え、こちらも大きくなったとの7.2%の約4倍となっている。一方では、納品のリードタイムについて14.0%が短くなったと回答しており、長くなったとの答えはわずかに2.3%であった。

こうした状況については、2015年12月に国土交通省が公表した「今後の物流政策の基本的な方向性等について(答申)」でも冒頭で触れられており、日本の物流サービスの質が高いことに触れつつ、それを支えるために、物流業界がしわ寄せを受けて、歪みが生じていることと、それを適切に克服していくことが必要であると述べている。

2-2 物流の改善における“繋ぎ”の部分への着目とその機能の重要性再認識

2-2-1 今回の調査対象となる物流の領域

物流とは、JIS Z 0111:2006「物流用語」での定義に従えば、包装、輸送、保管、荷役、流通加工及びそれらに関連する情報の諸機能を総合的に管理する活動と理解されているが、これを大きくまとめると、交通の3要素（ノード（Node）、リンク（Link）、モード（Mode））に倣って次のように整理することができる。

“ノード”（「結び目」「中心点」）とは、物流における結節空間、具体的には物流施設や倉庫、港湾、鉄道貨物ターミナルといったものに当たる。また製造業の物流では、部品の製造工場や完成品の組立工場を経て製品が作られるという意味で、こうした種々の工場もここに該当する。

次に“リンク”（「つなぐ」、「連結する」）は、物流における輸送という機能に当たり、“モード”（「方式」、「形式」）は、トラックや鉄道、船、航空機といった輸送を行う各種の交通機関に当たる。

よって、さらに簡略化すれば、下図のように物流の機能は“ノード、すなわち輸送”と“リンク、すなわち結節空間”の2つに大別して考えることができよう。これはモノの動きに沿った構造であるが、むろんモノと共に情報も流れており、交通の3要素は情報にも当てはまる。すなわち、情報はモノに付随して伝票やバーコード、RFIDといった媒体を介して流れる。

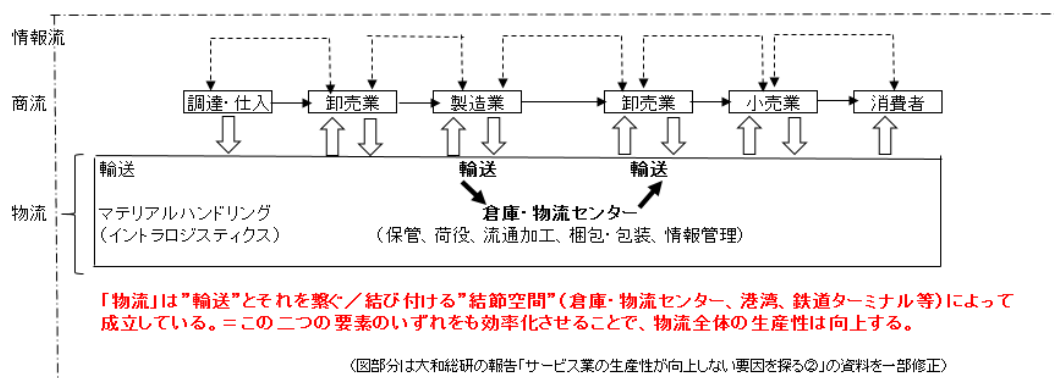


図 2-2-1 物流の機能と構成

今回、IoTを有効に活用した全体最適なサプライチェーンシステムの構築実現に向けた道筋を描いていくに当たっては、サプライチェーン、そして物流を、各工程が別個にあるのではなく、鎖（チェーン）としてつながっていると捉えた場合、その生産性向上を実現するためには、先述の物流における「輸送」と「結節空間」という2つの機能に大別して、この2つをバランスよく、各要素のつながりに着目しながら全体最適を図っていくことがサプライチェーンシステムの効率化、生産性向上のカギとなるとの視点を持って取り組むこととした。

これまで進められてきた、モーダルシフトの推進やトラックの自動走行や隊列走行、あるいはETC2.0を活用したトラック運送事業者と荷主が連携しての情報共有の仕組み作りといった施策は、もちろん物流が抱える課題の解決に役立ち、労働力不足が加速化するなかでの生産性向上に有効であるものであることは言うまでもない。

しかし、本調査事業では結節空間における取り組みも輸送への取り組み同様に重要であり、輸送における様々な施策との連携・協調を図りながら、それ自身の課題解決、生産性向上を図っていくべきであるとの問題意識を持って、この事業を進めていくこととする。

つまり、この両者の関係は、上記の施策を例に見ると、以下のように整理される。

表2-2-1 輸送における政府施策と結節空間の効率性向上の関係

輸送における対策	輸送対策に関連する結節空間での問題点
トラックの自動走行や隊列走行	トラックからの荷卸しは、ドライバーが行うことが恒常化しており、荷卸しの効率化や自動化を進めないと、自動走行や隊列走行の効果を十分発揮できない。
ETC2.0	トラックの位置情報を物流施設に伝えることで、待機時間の短縮に効果的であるが、加えて運ぶ荷物の量や荷姿等の情報も伝えることで、荷卸し作業も効率化でき、荷役に要する時間をさらに短縮できる。

この関係性を傍証する意味で、公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会が毎年実施している物流コスト調査によれば、売上高に占める物流コストの割合を、物流機能別に分解した場合、輸送費が過半を占めるものの、漸減傾向にあり、荷役費の割合はわずかながら上昇傾向にあることがわかる。

これは輸送機能における改善が進んでいる一方で、荷役費が示す結節空間における生産性向上が進んでいないことを表わしていると言ってよいのではないかと考えられる。

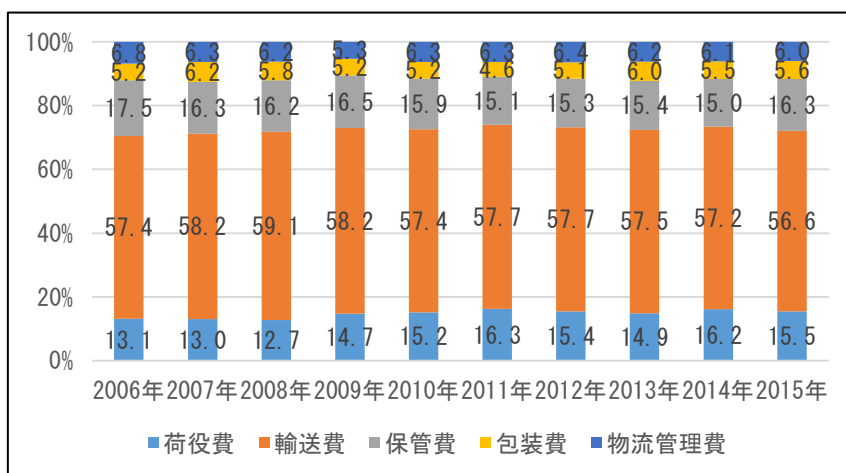


図2-2-2 物流コストの構成比の推移

出所：公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会「2015年度物流コスト調査報告書」

2-3 2020年、2030年の物流を取り巻く社会・経済環境の想定

本調査では、物流における結節空間の主要な場である物流施設における現状の実態把握とそれに基づく課題解決策の提言を行うが、加えて2020年と2030年を見据えて、物流を取り巻く環境変化と、提言内容の実現、普及につながるインフラや技術的なベースの発展を予想して、結節空間を含む物流の姿がどのようなものになるかについても記述したい。

2-3-1 経済

内閣府が2016年7月26日に経済財政諮問会議に提出した中長期の経済財政に関する試算と、民間シンクタンク2社の経済見通しにおける実質経済成長率を以下に示す。

表2-2-2 政府及び民間シンクタンクによる経済見通し

		2016 —2020	2021 —2025	2026 —2030
内閣府（中長期 の経済財政に関 する試算）	ベースライン	1.0	0.8*	—
	経済再生ケース	1.6	2.3*	—
日本経済研究センター		0.6	0.3	0.3
三菱総合研究所		0.7	0.6	0.4

*2024年度までの見通しが示されている。

内閣府の経済再生ケースの見通しは高くなっているが、それ以外では1%以下の数字となっている。

しかし、2-1-3で述べたように、経済成長率と国内貨物輸送量は比例しておらず、むしろ逆相関と言ってもよい。従って定量的な見通しはできないが、IC決済の普及やスマホ等を利用した“買う”行為の多様化・容易化によって、流動ロットは現在以上に小さくなり、宅配ボックスの普及や商慣習の見直しも実現していくものの、輸送に対する要求は相変わらず高いままであると見通す。

2-3-2 人口（労働力）

国立社会保障・人口問題研究所による、2012年1月推計による日本の将来人口推計は、2010年の総人口を国勢調査に基づき1億2,806万人として、出生中位（死亡中位）推計によれば2030年には1億1,662万人と1,144万人減少するものとしている。

このうち、いわゆる生産年齢と言われる15～64歳については、2010年の8,174万人から、2025年には7,085万人へ、2030年には6,773万人へと1,401万人減少するとしている。

2-1-4で述べたように、すでに現状においてもトラックドライバーや物流施設の作業員の確保が困難となっている中で、今後はさらに労働力の逼迫が目立つものと見込まれる。

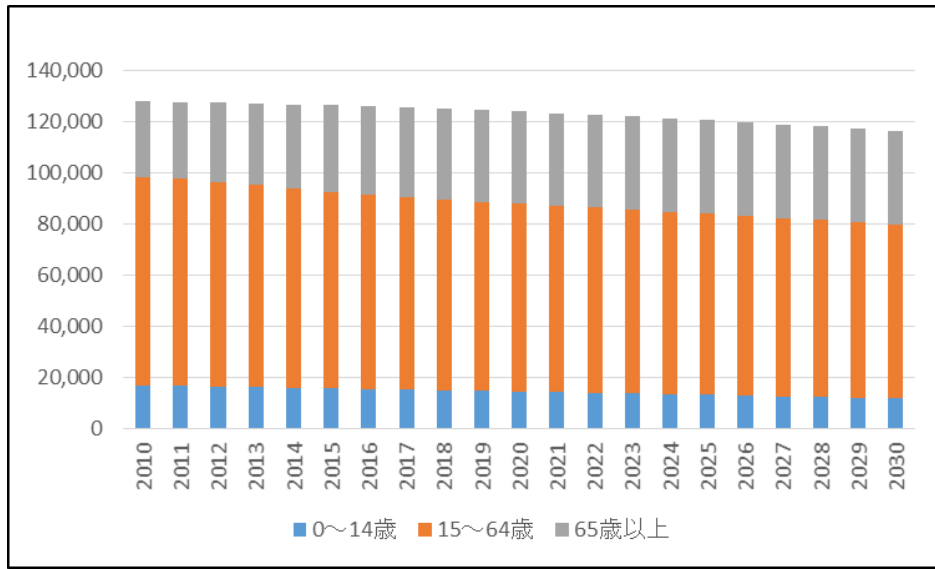


図2-2-3 日本将来人口推計

出所：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来人口推計（平成24年1月推計）」

またトラックドライバーにあつては、2015年の道路貨物運送業における年齢階級別就業者構成比を見ると、40歳未満の若い就業者数は全体の約30%と、高齢化が進んでいる。今後若い労働者を採用していかないと、ますますこの傾向は高まると見込まれる。

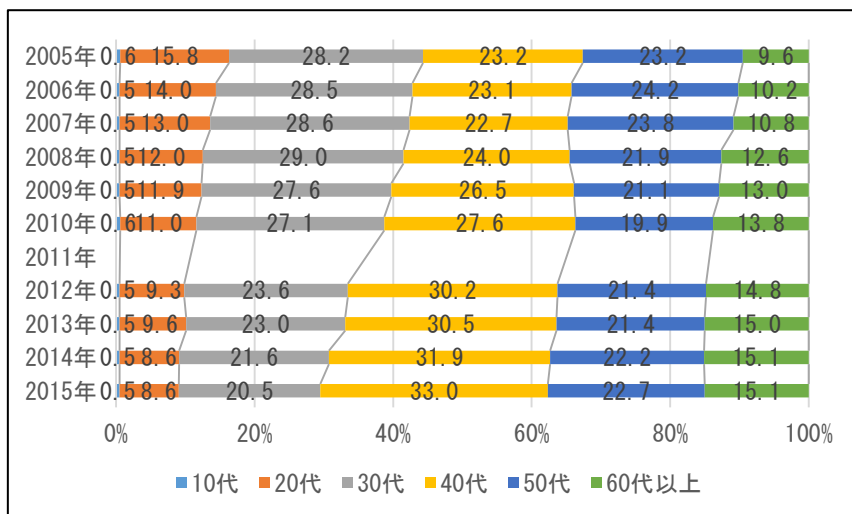


図2-2-4 トラックドライバーの年齢層別構成比の推移

出所：総務省「労働力調査」

2013年に一般社団法人日本物流団体連合会が実施した「物流業における労働力問題に関する調査」でも、従業員・作業員の労働力確保の現状と見通しについて、アンケート用紙に予め22の選択肢を示し、そこから上位5つを、現在、5年後（同調査にあっては2017年度となる。）、20～30年後（同2032～2042年度）の3つの視点で回答を求め、それを点数化して示しているが、トラック事業者からの回答は以下の通り、若年労働力の確保が難しいとの回答について、現在よりも見通しにおいて厳しい見方が多かった。

表2-2-3 トラック事業者の従業員・作業員の労働力確保の現状と見通し

	現在	5年後	20～30年後
若年労働力の確保が難しい	148	198	218
質の高い労働力の確保が難しい	164	137	108
従業員の絶対数の確保が難しい	83	100	134

※太字は22の選択肢の中で最も点数が高かったもの。表2-2-4も同じ。

また倉庫事業者からの回答は以下の通りであった。

表2-2-4 倉庫事業者の従業員・作業員の労働力確保の現状と見通し

	現在	5年後	20～30年後
質の高い労働力の確保が難しい	83	70	64
若年労働力の確保が難しい	36	46	50
従業員の高齢化の割合が高い	43	44	33

また、現在政府が働き方改革実現会議で検討している残業時間に上限を設けることについてもここで触れると、トラックドライバーや物流施設での作業員の労働力不足が課題となっている物流業界にあっては、結果として一人当たりの労働時間が長くなっており、労働力、特に若年労働力の減少と、労働時間の制限という課題を両立させるためには、生産性向上を早急に実現していく必要がある。

図2-2-5の通り、従業員5名以上の事業所における、業種別の月間実労働時間の推移を見ると、運輸業・郵便業は平均を30時間近く上回っている状況が分かる。

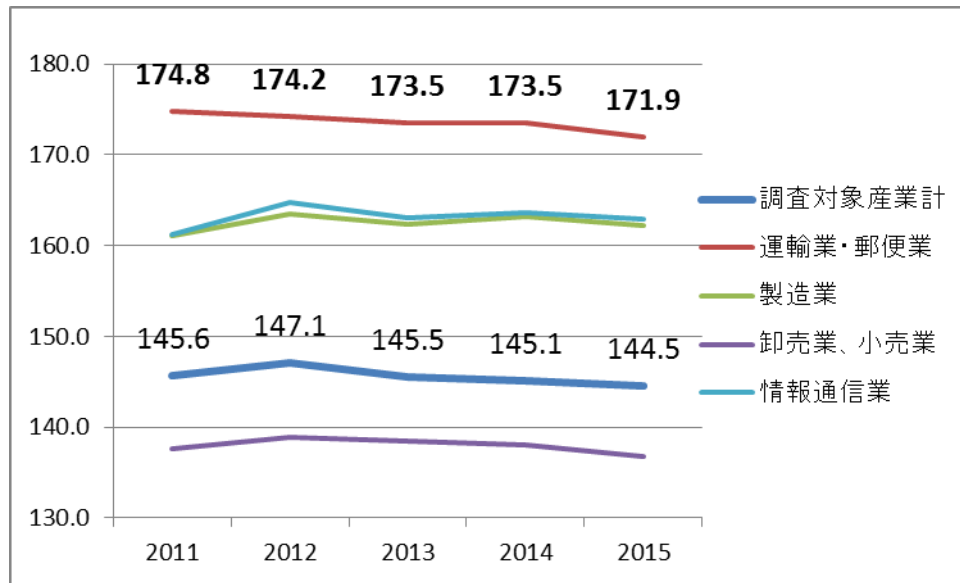


図 2-2-5 業種別月間実労働時間の推移（従業員 5 人以上の事業所）

出所：厚生労働省「毎月勤労統計調査」

2-3-3 物流に対するニーズ

現在、政府では、世界に先駆けた「超スマート社会」の実現（Society 5.0）を目指した取り組みを進めている。この超スマート社会のイメージとしては、①個別のシステムが更に高度化し、分野や地域を越えて結びつき、②3次元の地理データ、人間の行動データ、交通データ、環境観測データ、もの作りや農作物等の生産・流通データ等の多種多様で大量のデータ（ビッグデータ）を適切に収集・解析し、横断的に活用することにより、③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効率的かつきめ細やかに対応でき、④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、言語等にかかわらず、生き活きと快適に暮らせる社会、としている。

このうち太字で示した部分は、今回の調査・検討の対象である、物流、そしてサプライチェーンに大きく関わる部分であり、この事業でも政府が目指す姿と方向性のベクトルを合わせていきたい。

なお2030年に向けての、通信や情報、ロボット等の技術的な想定は第6章で述べることとする。

第3章 物流施設の現状と課題

2-2で述べたように、本調査事業では全体最適なサプライチェーンシステムの構築の道筋を明らかにするため、物流における“繋ぎの部分”、すなわち物流施設に着目し、労働集約性の高い施設での作業の中で、効率化・自動化が遅れている入荷の部分について調査、分析、そして今後のあり方を示すこととしている。本章では物流施設について、とりわけ近年建設ラッシュともいえる大型物流施設を中心に考察する。

3-1 物流施設の機能と荷役作業の現状

3-1-1 物流施設の機能の拡大

物流施設は、2-1で述べたような、物流に対するニーズの多様化への対応のため、機能や規模、役割、そして立地なども変化している。

これを大まかな時代区分で整理すると以下のようなになる。

- ① 1950～60年代 倉庫の時代
主たる機能は「保管」
- ② 1970～80年代 ディストリビューションセンターの時代
主たる機能は「保管」＋「ピッキング」
- ③ 1990～2000年代 ロジスティクスセンターの時代
主たる機能は「保管」＋「ピッキング」＋「流通加工」
※流通加工とは、包装、梱包、封入、タグ付け、ラベル貼り、組み立て、補修等
- ④ 2010年代～ フルフィルメントセンターの時代
主たる機能は、商品の受注から決済に至るまでの業務全般（入金管理や顧客管理まで含む）。

2013年に東京都市圏交通計画協議会によって実施された「第5回東京都市圏物資流動調査」では、こうした複数機能を持つに至った物流施設の変化が示されている。

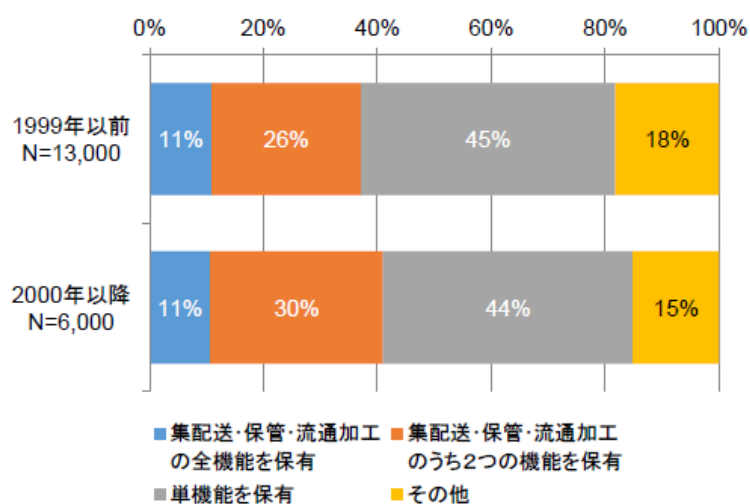


図3-1-1 物流施設の機能の変化

出所：東京都市圏交通計画協議会「第5回東京都市圏物資流動調査」

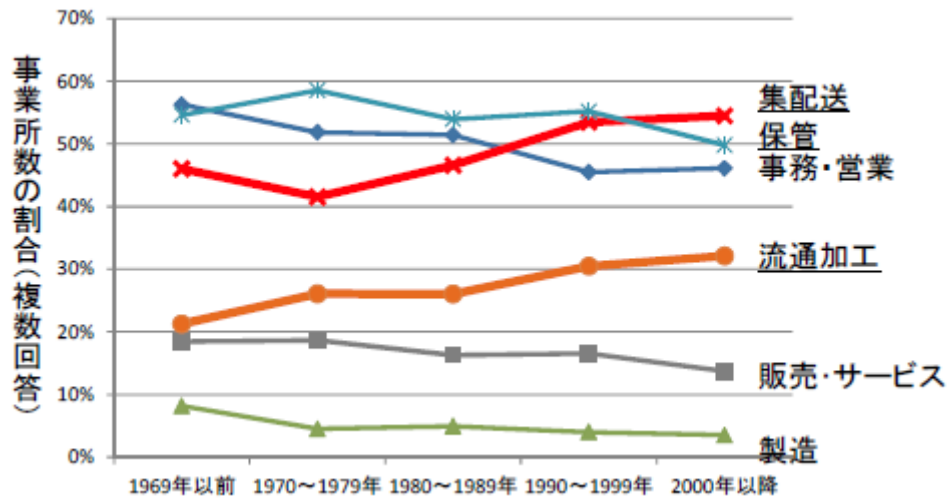


図3-1-2 開設年代別に見た物流施設の保有機能の割合推移

出所：東京都市圏交通計画協議会「第5回東京都市圏物資流動調査」

このようにその役割を拡大してきた物流施設であるが、各機能のプロセスは概略以下のようにまとめられる。

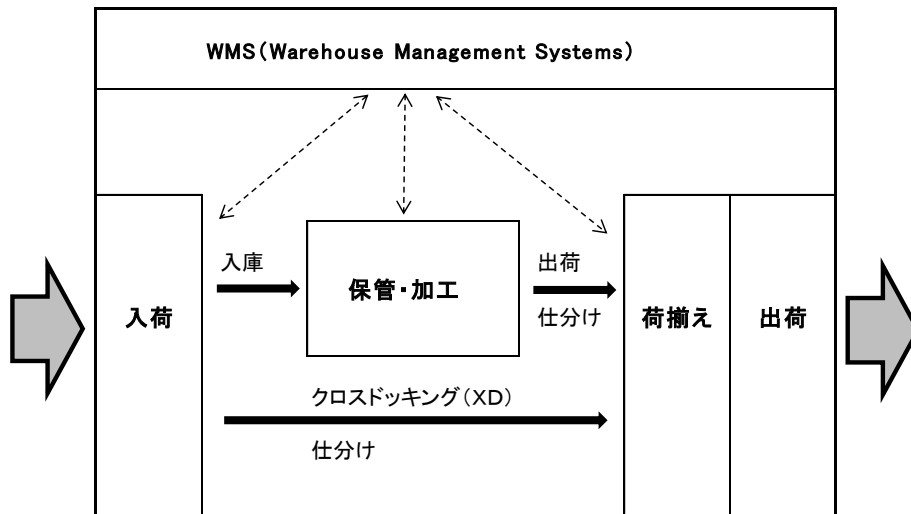


図3-1-3 物流施設の機能プロセス

WMS (Warehouse Management System) とは、倉庫管理システムの略称で、物流センター内の業務を効率化するための情報システムで、上述の様々な機能を情報で繋ぎ合わせ、効率的に運用するためのシステムである。

物流施設に求められる機能がかつての「保管」だけでなく、荷物の仕分け、エンドユーザー用への物流加工が求められるようになったことから、広域への物流拠点にふさわしい立地と建物規模、入出荷の効率化に対応することが必要となり、延床面積が2~3万坪以

上の大規模な賃貸物流施設が、首都圏や関西圏、中部圏を中心に数多く建設されることとなった。

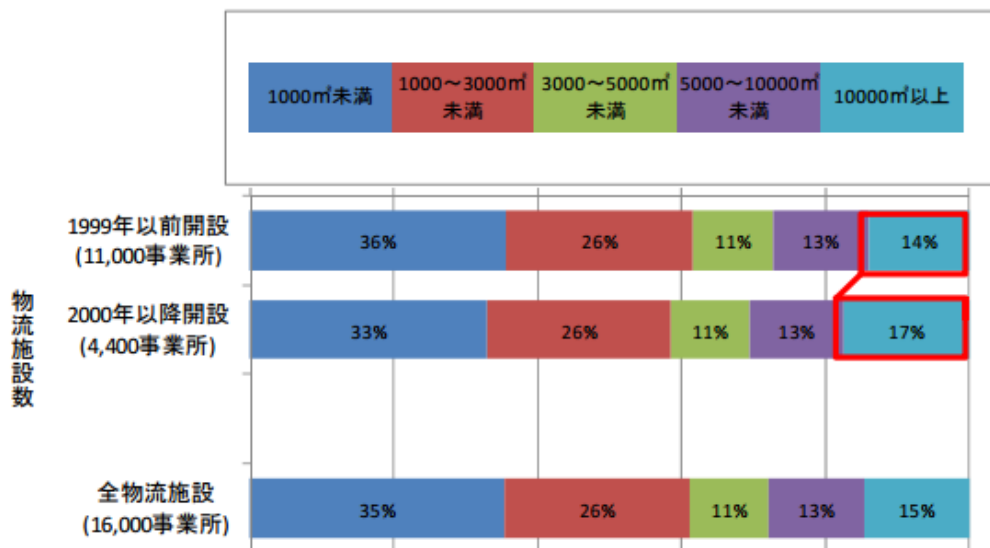


図3-1-4 開設年代別 物流施設の敷地面積規模構成割合（東京都市圏全体）

出所：東京都市圏交通計画協議会「第5回東京都市圏物資流動調査」

日本においては、物流施設の土地・建物を自社で持つか、倉庫／物流・運送会社が物流施設を持ち、荷主が保管を含め業務委託するといった形態が長く主流であったが、今では大型の賃貸物流施設の建設が進んでいる。このような施設には複数のテナントが集積するマルチテナント型と、特定荷主専用のものであるが、共通して言えるのは、作業効率を上げるために、かつての倉庫とは異なり、複数階で構成され、各階層に直接トラックがアプローチできるランプウェイや限定された階層にトラックがアプローチできるスロープ等を設ける施設も増えている。

このようにトラックのアプローチが容易となるような構造としつつも、長い待機時間が生じている要因としては、荷卸しがドライバーの手に委ねられており、かつ荷物がパレタイズ荷物とされておらず、バラ荷のままのケースが多いため、必然的にフォークリフト等を用いた機械による荷役が行えず、手荷役になってしまっていることが大きい。

以下に物流施設の各機能に導入されている、あるいは導入可能な機器の例を示すが、輸送における自動運転、隊列走行、ETC2.0は実証段階であり、入荷や出荷における無人フォークリフトや荷卸しロボットはすでに商品化されてはいるものの、実際に物流施設のトラックバース等でトラックからの荷卸しを行うには、施設側の改善も含め、まだ解決すべき点が残っている。

この2つ以外の機能では、機械化、自動化が進みつつあるが、ピッキングロボットのように荷姿によっては対応が難しいものもある。

表 3-1-1 物流施設に導入されている／導入可能な機器の例

輸送	自動運転、隊列走行、E T C 2 . 0
入荷	無人フォークリフト、荷卸しロボット、パワーアシストスーツ、R F I D
検品・検収	ハンディターミナル、バーコード・リーダー、R F I D
入庫	無人搬送車、無人フォークリフト、天井走行台車、コンベア
保管	自動倉庫
ピッキング	ピッキングロボット、デジタルピッキングシステム
仕分け	仕分け機
検品	ハンディターミナル、バーコード・リーダー、R F I D
梱包	梱包機、包装機、結束機、圧縮機
出荷	無人フォークリフト、荷卸し／荷積みロボット、パワーアシストスーツ、R F I D

また、モノ・情報の流れという純粋な物流とはやや異なるが、同じ物流施設内で作業である流通加工は人手に依存する割合が高く、業務内容や規模にもよるが、1施設で100人単位、場合によっては1,000人規模の雇用が発生している。

入出荷やピッキング、あるいは流通加工の作業状況から、物流施設の立地選定においては人を集めやすいことと通勤しやすいことが非常に重要で考えられており、近年の労働力不足が常態化する中では、人が確保できるかどうか土地代や建設コスト等の経済的な条件に劣らず重要になってきている。

事業用不動産サービス企業のシービーアールイー株式会社(CBRE)が、2015年に144社の物流系企業に対し実施したアンケートでも、物流施設の新設を計画する際に何を重視するかを尋ねたところ、施設の構造や設備(天井高さや床荷重、トラックバースの数等)よりも、労働力の確保と答えた数が多かったと報告されている。

こうした大型物流施設は、労働力不足に悩まされながらも、多様化するニーズや複合的な機能に対応するため、今後も増加すると見込まれる。

ジョーンズラングラサル株式会社(JLL)が2016年10月に、物流不動産の今後の需要予測をまとめたレポートを発表したが、それによれば首都圏所在の大型先進物流施設(延床面積5万㎡以上で竣工が2000年以降の賃貸物流施設)の新規供給量は、2016年に32.6万坪、2017年から2020年の4年間の合計で123万坪となり、年平均で31万坪が新規供給されると予想している。これは2006年から2015年までの

年平均 17 万坪に比べ、80%強多い供給となる。インターネット通販や3PLの旺盛な需要により、ディベロッパーや投資家が新規開発に積極的なことが背景となっている。2020年末での市場規模は、2015年末比1.8倍の350万坪と予想している。

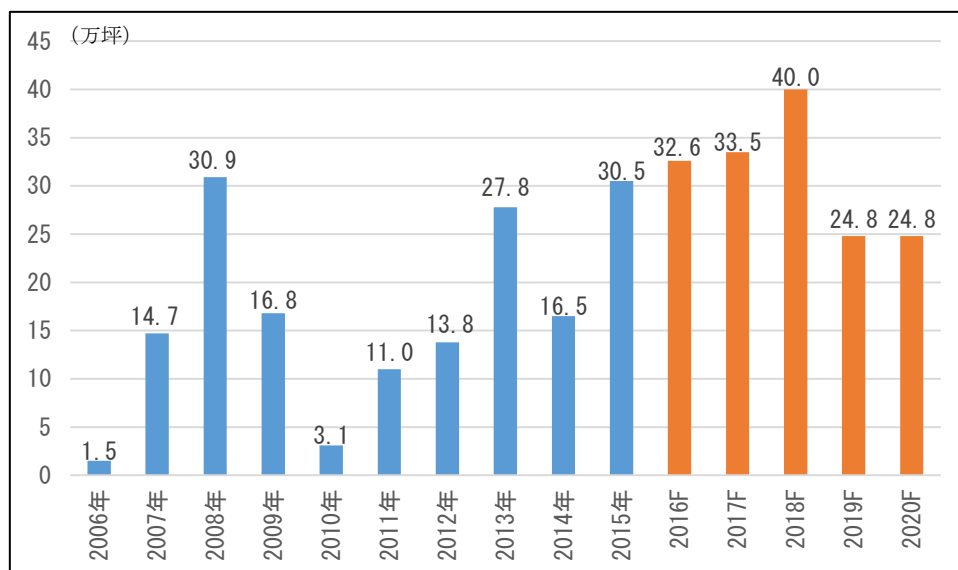


図3-1-5 首都圏における大型物流施設新規供給量の見通し

出所：ジョーンズラングラサル株式会社「首都圏と関西の物流不動産賃貸市場」

同じレポートで関西における大型先進物流施設の新規供給量については、2017年から2020年までの4年間で合計62.7万坪、年平均で15.7万坪と予想している。2004年から2016年までの年平均供給量と比べると2.9倍という高い水準の供給となる。2020年末での合計床面積は、2015年末比2.3倍の134万坪と予想している。市場規模でみると、首都圏の同床面積比で40%の水準となる。

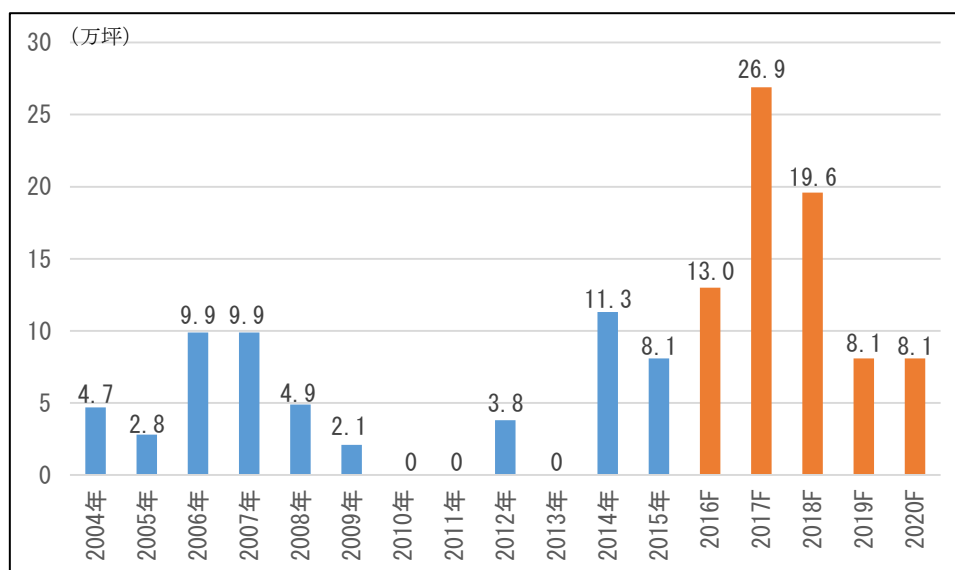


図3-1-6 関西圏における大型物流施設新規供給量の見通し

また、インターネット通販売上拡大分による関西における物流不動産の新規需要は、2020年までに年5万坪と想定している。供給面の制約で潜在化した需要や、既存施設からの大型施設への統合や移転需要が出てくることも十分ありえるとみており、上振れる可能性も十分ある。

以上、多様な機能を持った大型の物流施設の動向と、そこでの課題として、機械化・自動化が進んでいない機能がある一方で、労働力不足の中、多くの作業員を確保しなければならない状況について述べた。

次に、こうした物流施設での実際の作業状況を、入荷を中心に現地実態調査を行って、その実態を分析したものを次節に示す。

3-2 物流施設における現地実態調査の結果と分析

3-2-1 調査実施施設について

今回実態調査を実施したCGCグループは、全国の中堅・中小スーパーマーケットで構成される協業組織で、その全国本部が株式会社シジシージャパン（以下、CGCという。）である。

2017年2月1日現在で、全国217社4,022店舗をカバーして、「商品」「物流」「情報システム」「営業支援」の四つの分野を中心に、各加盟企業1社だけでは成果のあげられないことを、CGCの協業活動を通じて実現している。

CGCの社名は、**Co-operative Grocer Chain**（“共同で”、“食品を扱う”、“チェーン”）から来ている。アメリカでは小売店が加盟して協業を行う協力組織をコーペラティブ・チェーン（Cooperative Chain）と呼んでおり、商品の仕入や物流、在庫、広告宣伝などを協業することで規模のメリットを享受し、各小売店が効率的かつ共存ができるような体制をつくって、大手チェーンストアに対抗することを目的としている。

CGCグループは、「物流」をその活動を支える柱の一つとして位置付け、全国に14カ所のJD（ジョイント・デリバリー）センター及び地区センター、4カ所のTC（トランスファーセンター）、6カ所の広域センターを擁している。（図3-2-1参照）

各センターの機能は以下の通りである。

- ・ JD：加盟店舗へ直接3温度帯（常温、冷凍、冷蔵）で一括配送する。
- ・ TC：JDの補完的な役割を果たす。
- ・ 広域センター：在庫機能を持ち、地区本部や加盟企業の配送センターに商品を配送する。

今回の事業ではそのうちグロサリー広域センター（埼玉県川越市）と神奈川JDセンター（神奈川県厚木市）において、早稲田大学附置研究所グローバル生産・物流コラボレート研究所の調査員、学生によって調査を実施した。（図3-2-1 赤丸で囲った2カ所）

調査は、メーカーから納品してくるトラックやコンテナの入荷の状況により、荷受け作業の生産性、効率に大きく影響を受けることから、どんな荷姿で届くのか、どんな情報で指示されるのか、それを現場はどんな方法で受け入れるのか、どれだけの時間がかかるのか等について把握するため、両センターの異なる機能に合わせて、以下の調査を実施した。

- ①ばら積みの納入車両の着床から離床までに要する作業内容や時間を調査すると共に、ドライバーと荷受け者の入荷作業を観測した。
- ②パレタイズされた荷積みの車両についても、同様に観測した。荷受けフォークで荷卸しするが、ドライバーの補助作業も欠かせないため併せ観測した。
- ③TC品納入車の着床から離床までに要する時間を観測する。またコンベア投入方式によるドライバーの作業内容と生産性も観測した。
- ④店別ソータ仕分け後のかご車積み付け作業の生産性を補足で調査した。

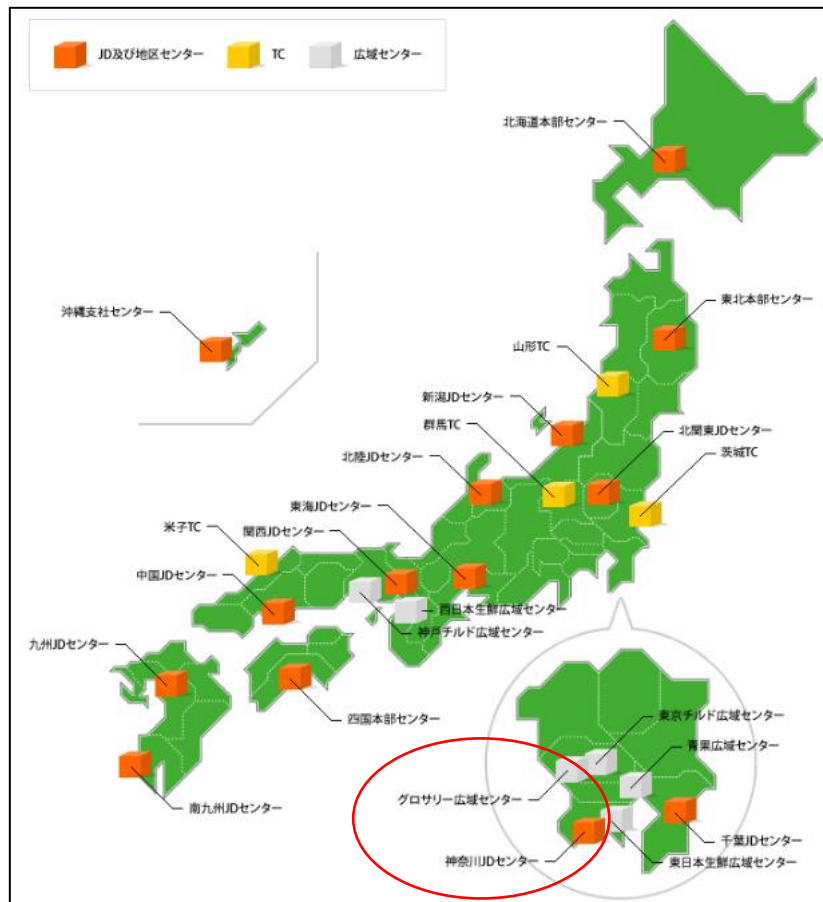


図3-2-1 CGCグループの全国物流網と今回の調査対象施設

(1) グロサリー広域センター（埼玉県川越市）での調査内容と結果

1) 同センターの機能

PB（プライベートブランド）商品の在庫センターとして、配送センター向けにそれらの商品を出荷する。

2) 事前調査の実施

平成28年12月2日（金）と12月14日（水）の2回、現地を訪問して、施設のレイアウトや作業の手順、導入している機器等について確認を行って、以下の通り調査の方法を決定した。

同センターは主として在庫補充供給機能を果たしていることもあり、各商品の扱い単位が大きいとの特徴があることから、入荷のトラックは、ケースバラ積みでくる場合と、既にパレットに積みつけて搬入される場合がある。前者はドライバーがセンターに到着後、自ら手荷役で所定のパレットにケースを積み付け、それをセンターの作業者がフォークリフトを使って受け取る。後者ではパレットはストレッチ包装されており、センター作業員が荷台からフォークリフトで取り込む。こうして両者を観測、比較することで、二つの入荷パターンの違いを定量的に認識できると考えた。

3) 本調査

平成29年1月9日(月)

15:00~17:00 調査員による事前打合せ

1月10日(火)~12日(木) 本調査実施

5:00~11:00 センターでの入荷作業の実態調査

13:00~16:00 調査データの確認とデータインプット

①調査の内容

調査方針に基づき、センターへのトラックとコンテナ(20フィート、40フィート、JR貨物コンテナ)によって入荷する荷物の取扱い状況について、図3-2-2から図3-2-4に示す調査手順により、バラ積みあるいはパレットで入荷した場合のトラックの着床から離床までに要する時間、ドライバーと荷受け者の作業内容を観測した。

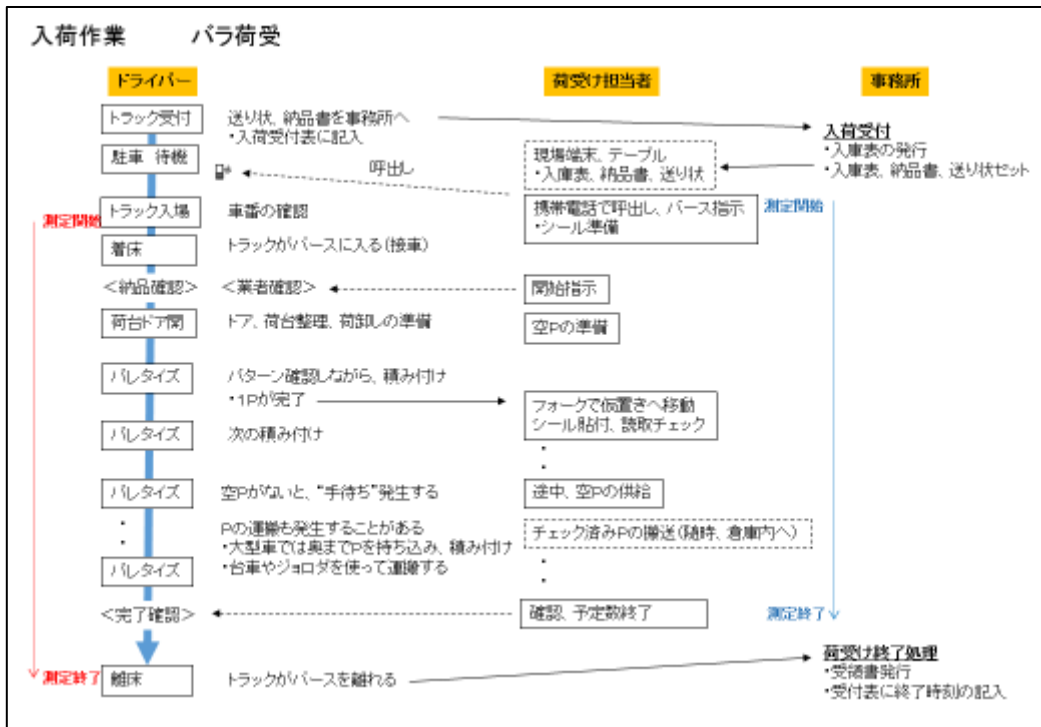


図3-2-2 バラ荷で入荷した場合の、荷役作業の時間測定手順

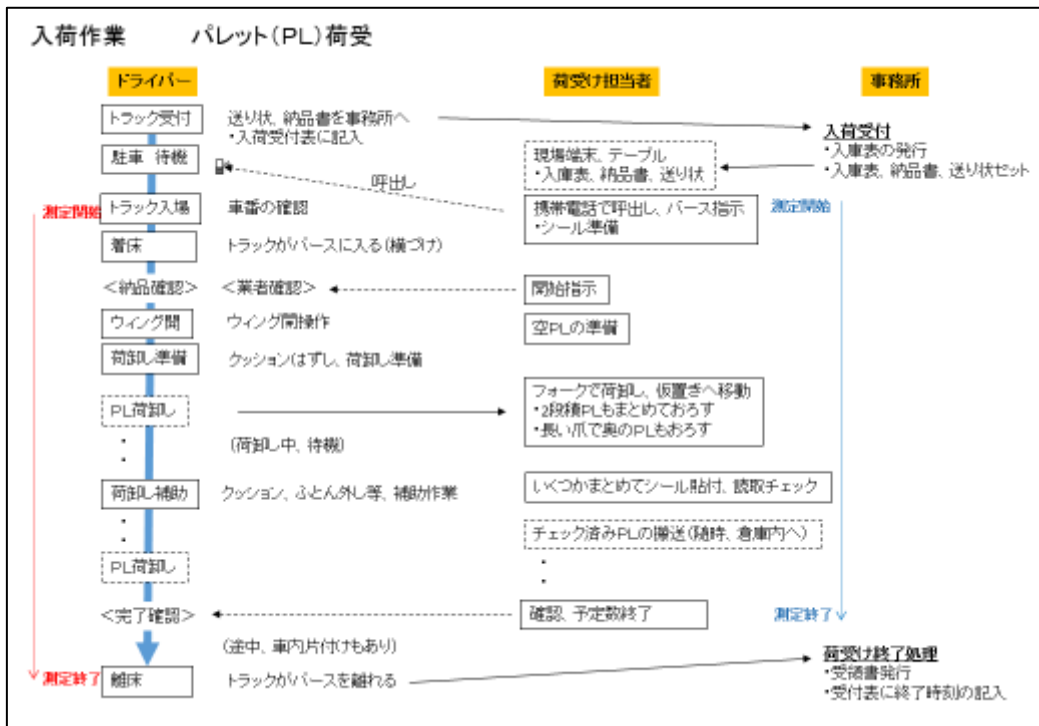


図 3-2-3 パレットで入荷した場合の、荷役作業の時間測定手順

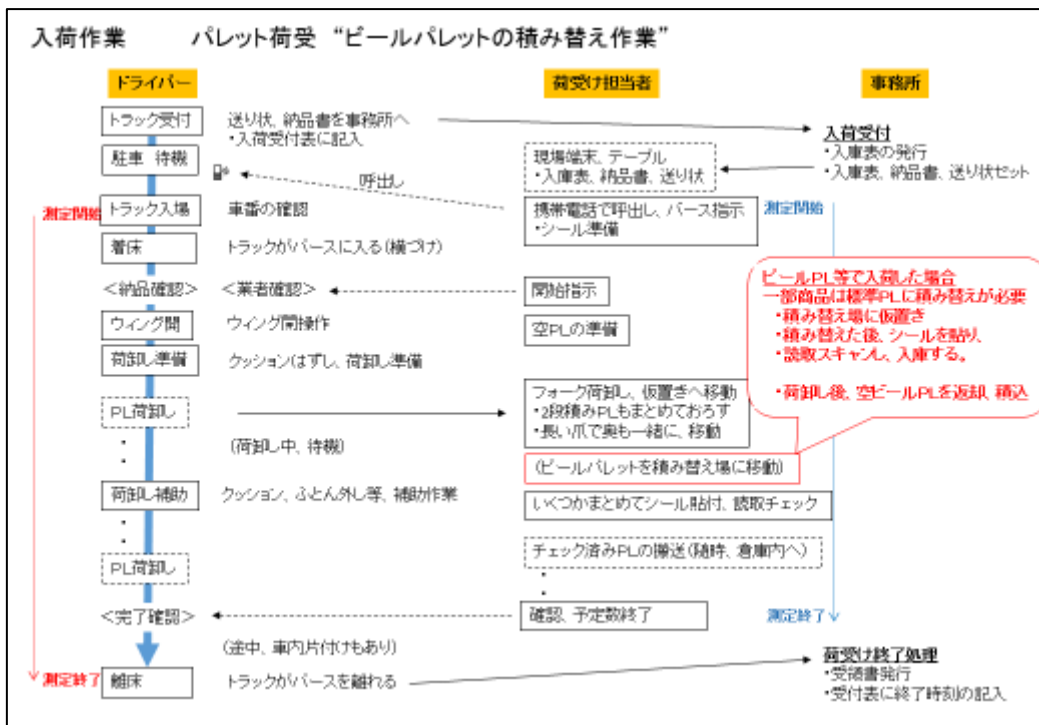


図 3-2-4 ビールパレットで入荷した場合の、荷役作業の時間測定手順



図 3-2-5 荷役作業の時間測定を実施する施設3階のレイアウト

②バラ荷で入荷した場合の作業観測結果

a. 観測を行った作業のプロセス

入荷時の作業工程は、図 3-2-5 の通り、到着・着床したトラックから荷を下ろす際に、以下の手順でセンターに入庫される。

- あらかじめ、センター側に空パレットを準備しておく。
- トラックが到着したら、空パレットを荷台の近くに置いて、ドライバーがバラ荷を手荷役で降ろしてパレタイズする。
- ドライバーの手で荷を段積みされたパレットを、センターの作業者がフォークリフトで搬送する。
- 荷はエレベーターに載せられ、上階に運ばれストックされる。

このように同センターでは、トラックドライバーはセンター到着後に受付を行って、準備が整ったらバースに着床させ、自ら荷を降ろして、準備されていた空パレットに積み付ける。

その後、ドライバーは再びトラックに乗り込んで離床し、センターを出発する。一方、降ろされパレタイズされた荷は、センターの作業員によってフォークリフトで搬送され、入庫される。

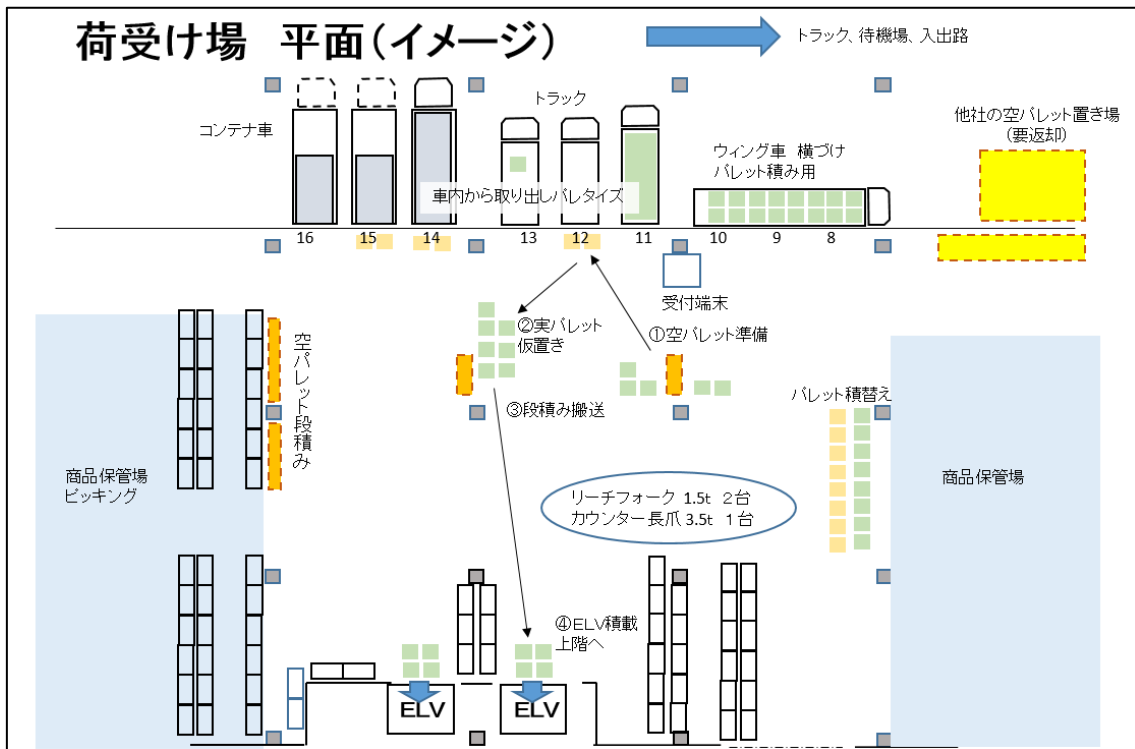


図3-2-6 バラ荷で入荷時の作業プロセス



写真3-2-1 トラックからの荷卸し、パレットへの積み付けの様子

b. バラ積み荷物の入荷・荷卸し作業の計測結果

調査対象トラック 21 台の調査実施日／時間における着床順のデータは以下の通り。

なお、パレット数はバラ荷で入荷されたケースを、トラックドライバーが物流施設側で用意した空パレットに手荷役で積み付けた枚数である。

表 3-2-1 バラ積み荷物の入荷・荷卸し作業の計測結果一覧表

	トラックの 大きさ	トラックの タイプ	ケース数	パレット数	滞留時間 (時間：分)
1	2 t	箱型	2 0 7	6	0 : 1 9
2	2 t	箱型	1 2 0	4	0 : 1 4
3	4 t	箱型	1 4 7	1 4	0 : 3 0
4	1 0 t	箱型	6 6 6	1 9	0 : 4 5
5	4 t	箱型	1 6 2	6	0 : 3 6
6	4 t	箱型	9 0	3	0 : 1 8
7	3 t	箱型	3 0 0	4	0 : 2 2
8	3 t	箱型	2 0 0	3	0 : 4 4
9	3 t	箱型	4 9 0	1 4	0 : 5 5
1 0	6 t	箱型	4 1 5	9	0 : 3 8
1 1	4 t	箱型	2 0 0	3	0 : 1 5
1 2	1 0 t	箱型	8 5 0	3 6	1 : 5 3
1 3	2 . 5 t	コンテナ	3 8 4	6	1 : 1 3
1 4	2 t	箱型	5 0	3	0 : 1 4
1 5	2 t	コンテナ	3 7 5	1 0	0 : 4 5
1 6	2 t	箱型	3 6	1	0 : 0 8
1 7	4 t	箱型	6 1 7	2 0	1 : 4 1
1 8	4 t	箱型	2 0 7	9	0 : 2 7
1 9	4 t	箱型	1 6 1	4	0 : 4 0
2 0	1 0 t	箱型	7 5 0	3 1	1 : 4 1
2 1	2 t	箱型	2 1 0	8	0 : 3 8
合計			6, 6 3 7	2 1 3	
平均			3 1 6	1 0	0 : 4 2

③パレットで入荷した場合の作業観測結果

a. 観測を行った作業のプロセス

到着・着床したトラックから、センター作業員がフォークリフトでパレタイズされた荷を降ろし、搬送して、荷はエレベーターに載せられた後、上階に運ばれストックされる。

ドライバーは、フォークリフトの作業がやり易くなるよう、緩衝材やマット等の荷卸し作業の補助を行う。



写真3-2-2 ウイング車でパレット入荷された荷の様子

b. 荷物の入荷・荷卸し作業の計測結果

調査対象トラック12台の調査実施日/時間における着床順のデータは以下の通り。

なお、ケース数はパレットで入荷された際に、パレットに積載されていたケース数である。

表3-2-2 パレットの入荷・荷卸し作業の計測結果一覧表

	トラックの 大きさ	トラックの タイプ	ケース数	パレット数	滞留時間 (時間：分)
1	2 t	箱型	1 0 0	1	0 : 0 4
2	6 t	ウイング	2 5 0	7	0 : 0 6
3	1 0 t	ウイング	1, 3 1 2	1 4	0 : 1 2
4	1 0 t	ウイング	7 9 8	1 2	0 : 0 8
5	1 0 t	ウイング	4 0	6	0 : 0 3
6	1 0 t	ウイング	6 3 6	1	0 : 0 8
7	8 t	ウイング	2 0 0	1 6	0 : 0 2
8	1 0 t	ウイング	1, 2 3 8	9	0 : 0 9
9	1 0 t	ウイング	6 7 6	1 6	0 : 1 1
1 0	3 t	ウイング	5 0 0	3	0 : 0 8
1 1	1 0 t	ウイング	8 6 4	1 8	0 : 1 0
1 2	8 t	ウイング	1 0 1	2	0. 0 3
合計			6, 7 1 5	1 0 5	
平均			5 6 0	9	0 : 0 7

④荷姿毎の入荷・荷卸し時間計測結果のまとめ

表3-2-1及び表3-2-2で示される通り、入荷トラックに積載されている荷の状態、荷受けの作業は大きく差異が生じる。

パレット荷姿でそのまま持ち込まれた場合と、バラ積み時と比べて荷卸し作業時間は、バラ積みをパレット積みになると、時間的に4倍以上生産性は高くなる。

表3-2-3 荷の形状の違いによる作業時間の比較

	バラ積み荷物	パレット積み荷物	差異
1ケースあたりに換算した所要時間	10. 2秒	1. 3秒	8. 9秒 (7. 85倍)
1パレットあたりに換算した所要時間	5分19秒	1分24秒	3分55秒 (3. 80倍)

※トラック荷卸しするときの、「ドライバー+フォークリフトオペレータ」の合計作業時間を示す。

※調査時のパレット積み数の違いによって、この数値は変化する。

⑤入荷・荷卸し作業の内訳

バラ荷とパレットの場合の、それぞれのドライバー、センターの作業員の作業時間全体の観測結果を示したが、次に荷の形状毎の荷卸し作業の各プロセスについての観測結果を示す。

荷卸しに要する作業はトラックのドライバーと、センター荷受け担当フォークリフトオペレータの二人で構成される。

a. バラ積み入荷におけるドライバー作業のプロセス別内訳

バラ積み入荷のため、ドライバーの作業のほとんどの時間がパレタイズ作業に費やされるが、ホールトマトの缶など、かなりの重量となる荷についても手荷役で降ろさなければならない。

施設側作業員に予め空パレットを準備してもらい、積み上がったら、それを降ろしてもらおうと、次の作業ができる。取り下ろしてもらわないと、手待ちも起きる。

表 3-2-4 バラ荷の場合のドライバーのプロセス毎の作業時間

作業内容	作業時間 (時間:分:秒)	構成比 (%)
着床	0:00:14	1.0
受付	0:01:04	3.0
荷卸し準備	0:01:33	4.0
空パレット準備	0:00:21	1.0
パレタイズ	0:33:45	79.0
検品	0:00:20	1.0
片付け	0:01:31	4.0
離床	0:00:40	2.0
会話	0:00	0.0
手待ち	0:03:13	8.0
合計	0:42:43	100.0

※四捨五入の関係で、構成比の内訳と合計は合わない。

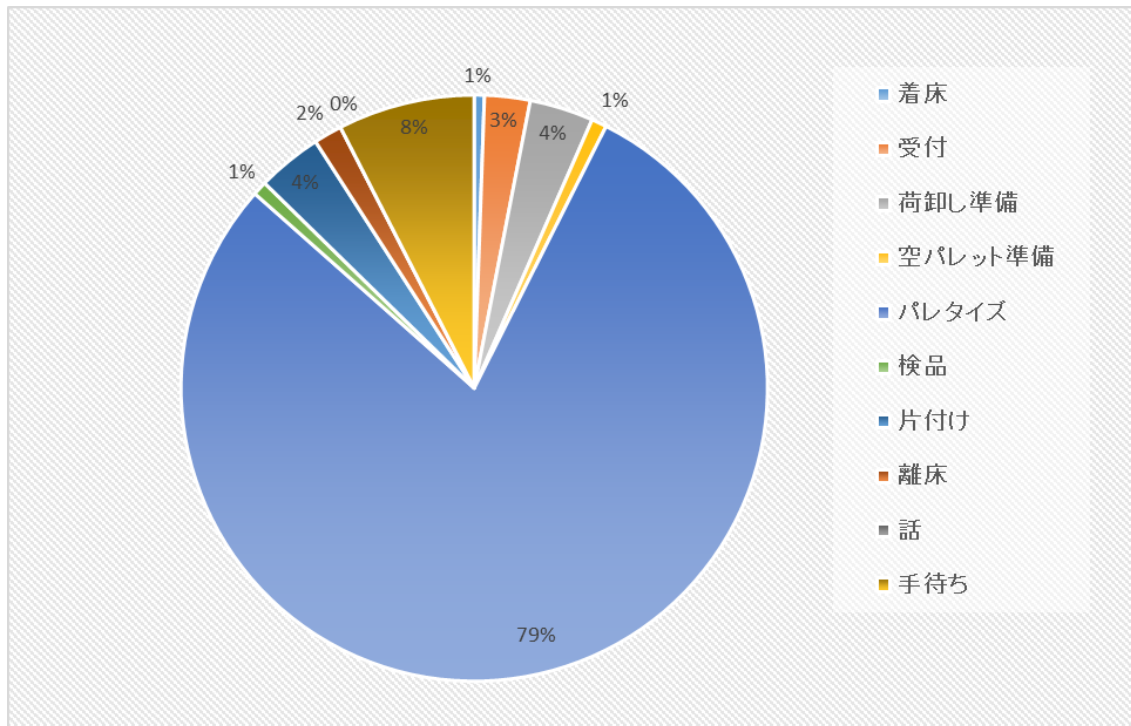


図 3-2-7 バラ荷の場合のドライバーのプロセス毎の作業時間構成比

この観測結果から、ドライバーによるパレタイズ作業は、荷卸し作業時間の79%、準備、その他で13%、手待ちは8%となっていることがわかる。

b. バラ積み入荷におけるセンター側作業員の作業プロセス別内訳

トラックが到着すると、ドライバーに降ろした荷の積み方を指示し、空パレットを準備。ドライバーによってパレタイズが終了したら、検品、シールを添付し降ろし。まとまったらフォークリフトでエレベーター前へ搬送する。

作業員1～2人がばら荷受けの6バースの作業に対応。常時1～2人が待機状態。忙しい時間帯には検品に専任者を投入する。

表3-2-5 バラ荷の場合のセンター作業員のプロセス毎の作業時間

作業内容	作業時間 (時間:分:秒)	構成比 (%)
着床	0 : 0	0.0
シール準備	0 : 00 : 14	2.0
荷卸し	0 : 02 : 44	25.0
空パレット準備	0 : 01 : 24	13.0
検品	0 : 02 : 00	18.0
搬送	0 : 03 : 53	36.0
離床	0 : 00	0.0
会話	0 : 00 : 39	6.0
合計	0 : 10 : 53	100.0

※四捨五入の関係で、構成比の内訳と合計は合わない。

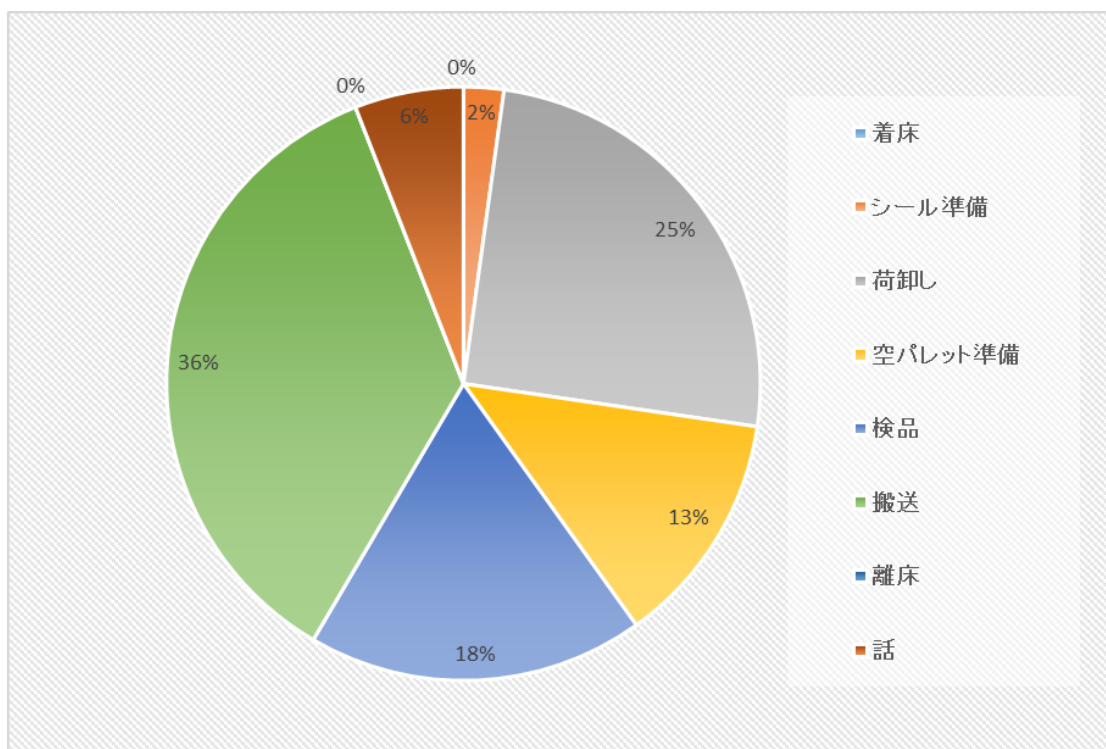


図3-2-8 バラ荷の場合のセンター作業員のプロセス毎の作業時間構成比

この観測結果から、荷卸し、搬送、空PLで約74%、検品、その他で26%となっていることがわかる。

c. パレット積み入荷におけるドライバー作業のプロセス別内訳

パレットに積みつけられて入荷するため、ほとんどの時間がフォークリフトによるパレットの荷卸しに費やされる。搬送補助は、ドライバーがフォークリフトの作業ができるように緩衝材、マットなど荷卸し作業の補助を行うことをいう。

表3-2-6 パレットの場合のドライバーのプロセス毎の作業時間

作業内容	作業時間 (時間:分:秒)	構成比 (%)
着床	0:0	0.0
受付	0:00:20	5.0
荷卸し準備	0:01:05	16.0
フォーク補助	0:00:25	6.0
搬送補助	0:00:05	1.0
片付け	0:02:10	31.0
離床	0:00:10	2.0
手待ち	0:02:40	39.0
合計	0:06:55	100.0

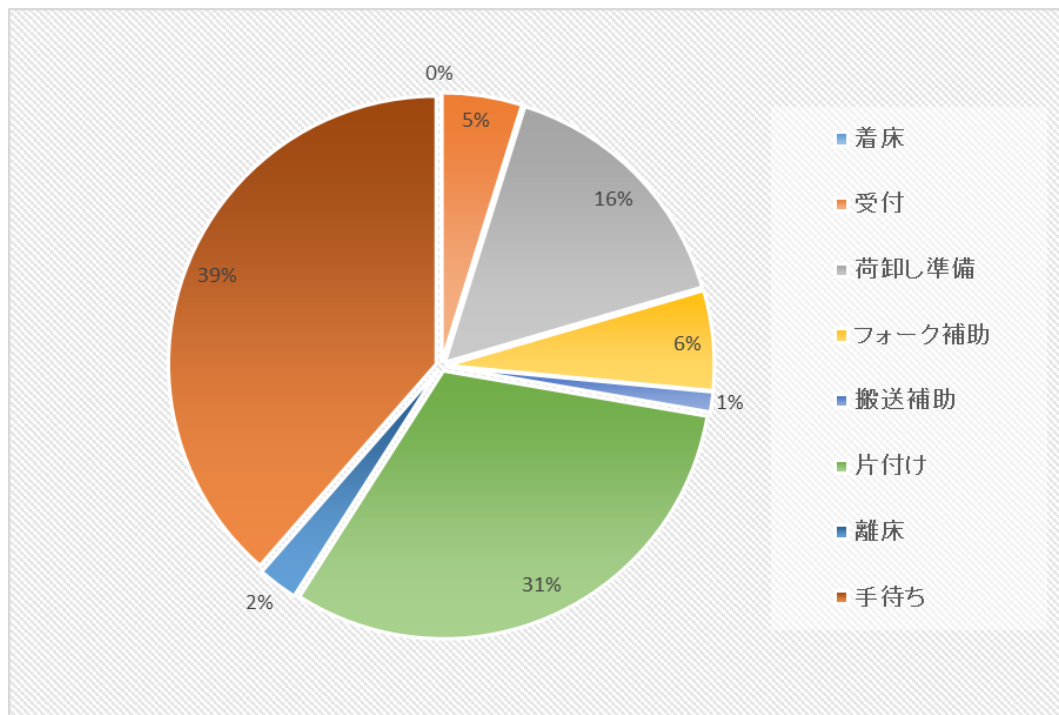


図3-2-9 パレットの場合のドライバーのプロセス毎の作業時間構成比

この観測結果から、準備、補助、片付けで53%、受付、その他で8%、待機、手待ちが39%となっていることがわかる。

- d. ウイング車両にパレット積みされた入荷におけるドライバー作業のプロセス別内訳
横付けされたトラックから、手前と奥のパレットを同時に取り込む（長爪フォーク）
そのままエレベーター前へ搬送。

専用バースは1バース、対するフォークも1台。トラックが来るごとに乗り換えて、対応している。

表3-2-7 パレットの場合のセンター作業員のプロセス毎の作業時間

作業内容	作業時間（時間：分．秒）	構成比（%）
着床	0：00：0	0.0
シール準備	0：00：02	1.0
検品	0：00：49	15.0
荷卸し	0：00：41	12.0
搬送	0：03：48	69.0
空パレット返却	0：00：10	3.0
合計	0：05：29	100.0

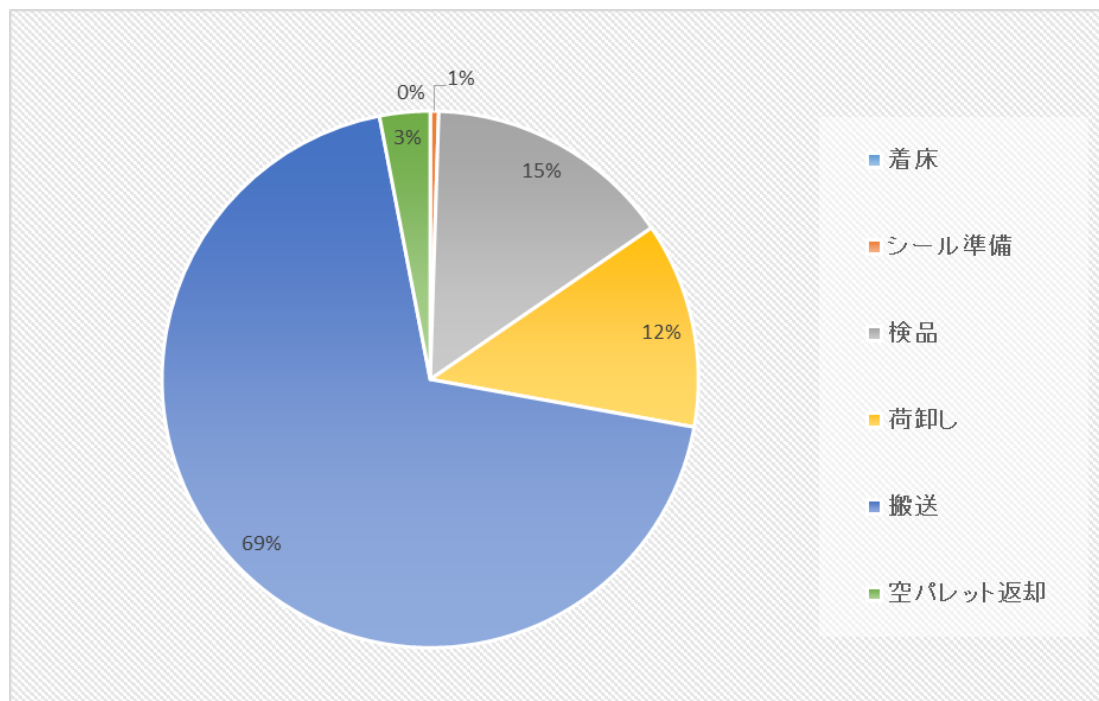


図3-2-10 パレットの場合のセンター作業員のプロセス毎の作業時間構成比

この観測結果から、荷卸し、搬送、検品で96%、空パレットの返却、その他が4%となっていることがわかる。

⑥CGCグロサリー広域センターにおける入荷作業の生産性分析結果

生産性の一つの指標として、入荷量と作業時間（かかった時間）の関係をみた。

下表より、センターにおいて入荷にかかる時間は、入荷トラックに積載されている荷の形状の差によって大きく差が出る。

パレット荷姿で入荷した場合と、バラ積み入荷と比べて荷卸し作業時間は、バラ荷をパレット積みになると、時間的に「7倍～4倍」生産性は高くなる。

	バラ積み荷物	パレット積み荷物	差異
1ケースあたりに換算した所要時間	10.2秒	1.3秒	8.9秒 (7.85倍)
1パレットあたりに換算した所要時間	5分19秒	1分24秒	3分55秒 (3.80倍)

【バラ荷入荷】

入荷量 (トラック1台あたり)		作業時間 (時間:分.秒)		作業単位時間(秒)	
				ケース あたり	パレット あたり
ケース数	316	ドライバー	0:42.2	8.1	254
パレット数	10	フォーク リフト	0:10.53	2.1	65
			合計	10.2	319

【パレット入荷】

入荷量 (トラック1台あたり)		作業時間 (時間:分.秒)		作業単位時間(秒)	
				ケース あたり	パレット あたり
ケース数	560	ドライバー	0:06.55	0.7	47
パレット数	9	フォーク リフト	0:05.29	0.6	37
			合計	1.3	84

⑦パレット化における課題

現場実態調査により、入荷／荷卸し時の作業はパレット荷役で行った方が、バラ荷を手荷役するのに比べて生産性が大きく上がることが明らかとなった。

しかし、パレット化において設備面や運用面で以下の問題があることもわかった。

- ・同社では取引先に対して、日本パレットレンタル（JPR）のT11型パレット（プラスチック製）での納入を要請しているが、他社のレンタルパレットやメーカーパレット、木のパレットが多少存在する。
- ・多様なサイズ、形状のパレットが使用されて入荷しており、対応するため特殊なアタッチメントを装備したフォークリフトも用意されている。



写真3-2-3 JPRのレンタルパレット

JPRパレットにはRFIDが付けられているが、パレットの個体管理用のためCGCとしては活用していない。



写真3-2-4 個体管理用RFIDが付いたレンタルパレット

JPRパレット以外では、国内メーカーからの入荷については、納入メーカーの生産ラインとの関係でビールパレット（1, 100×900mm）等がある（木製、プラスチック製）。

輸入品では、ヨーロッパ等を中心にしたパレットで搭載商品としてはワイン、シロップ、ジャム等がある。

サイズは1, 200×800mmで4方差しのユーロパレット（木製、プラスチック製）もある。



写真3-2-5

それら以外にも1, 200×1, 000mmのコンテナに合わせたサイズの木製パレットで4方差しのものがあり、これはワンウェイパレットとして使用後は売却処理している。

ユーロパレットの例

シートパレットでの輸入品があった。プッシュプルアタッチメントを装備したフォークリフトで対応している。

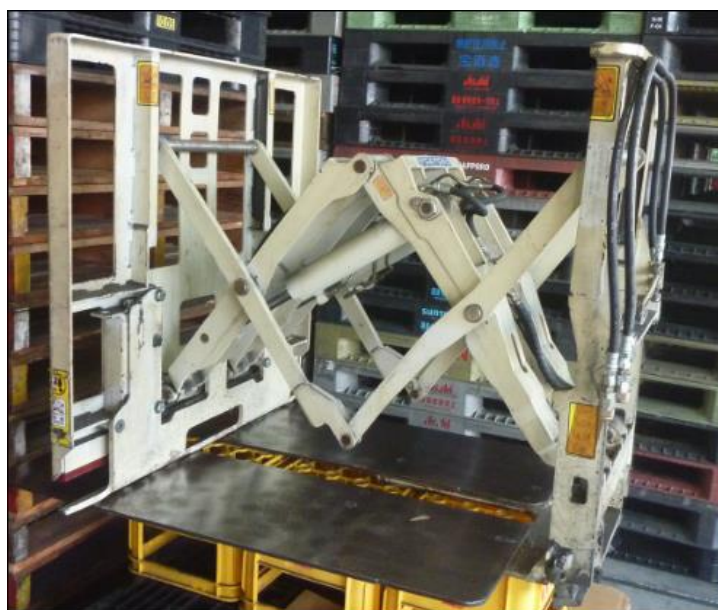


写真3-2-6 フォークリフト用プッシュプルアタッチメント

T11型パレットで入荷されたにもかかわらず、レンタルパレット会社の違いにより、わざわざ荷を乗せ換えて、パレットを返却しなければならないケースもあった。

⑧センターでの情報処理の仕組みと運用状況

基本は、下記のようなVANを利用している。

現場事務所は、1名から3名で対応。

事務所でトラックドライバーから 送り状を受け取り 現場への指示を出している。

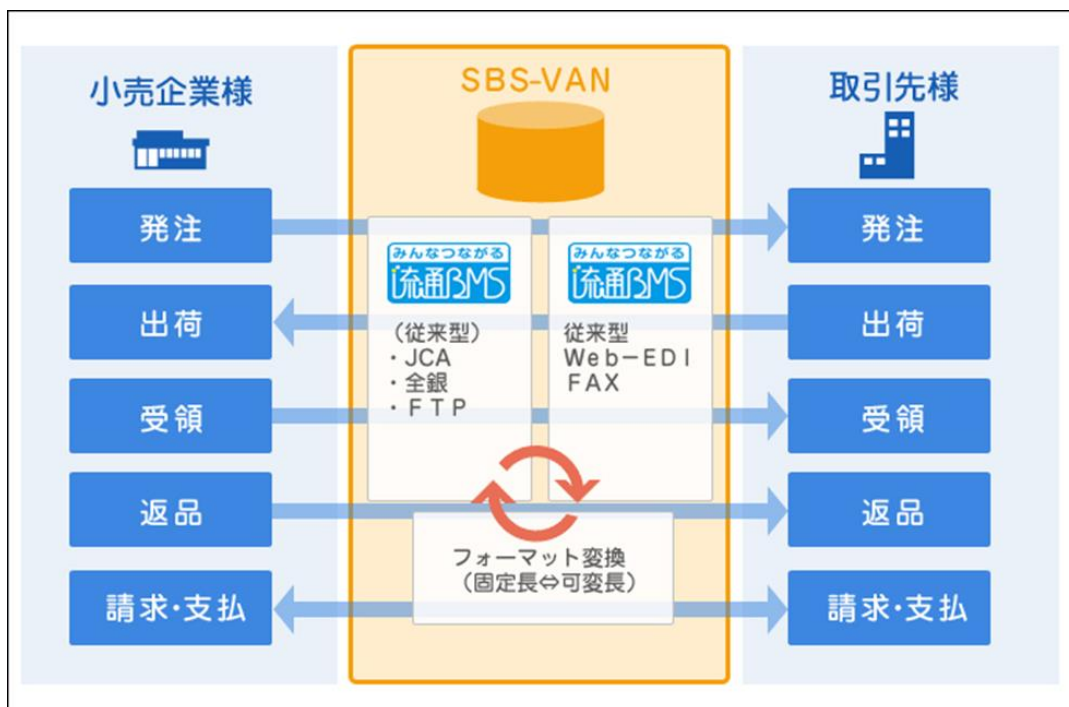


図 3-2-11 VANシステムの構成図

現場では待機車両一覧を見ながら待機場所からバースへトラックを携帯で引き込む。

The screenshot shows a monitor displaying a '待機車両一覧' (Waiting Vehicle List) interface. The interface includes search filters and a table of vehicle data.

Search filters:

- 待機台数: 1台
- 温度帯: 0:全温度帯
- 最大待ち時間: 1時間 52分
- 状態: 0:全件

選択	車両 受付No	状態	受付日	受付 時刻	積込 時刻	%	バース	車番	車種	運送会社	発着	荷託者	温度 帯	積込数	予定数	進捗 率
	29389	準備中	2017/01/10	04:54				111	S41W	武蔵野ロジ		株式会社武蔵野ロジ	常温	0	520	0%
	29385	作業中	2017/01/10	04:41	04:49		98	111	S41W	10時おしり		特シジーンジャパン	常温	0	744	0%
	29386	作業中	2017/01/10	04:42	04:51		97	111	S41W	11時アスパ		特シジーンジャパン	常温	0	2700	0%
	29390	作業中	2017/01/10	05:21	05:31		13	5899	パルコンテナ	6時レジ袋		特シジーンジャパン	常温	432	1390	31%
	29383	作業中	2017/01/10	05:57	06:37		11	906	B101W	ボテテ2台目		特シジーンジャパン	常温	0	650	0%
	29394	作業中	2017/01/10	06:05	06:38		12	717	B101W	7時予キャッ		特シジーンジャパン	常温	0	750	0%
	29396	作業中	2017/01/10	06:41	06:47		14	1894	B101W	無添加ラップ		特シジーンジャパン	常温	0	200	0%
	29382	積込済	2017/01/10	04:09	04:59		14	10	B41種	箱		特シジーンジャパン	常温	400	650	61%
	29397	積込済	2017/01/10	04:45	06:18		15	9596	B41種	マシュマロ		特シジーンジャパン	常温	300	300	100%
	29392	積込済	2017/01/10	05:54	05:56		無	99	S41W	釘沖縄系紐結		特シジーンジャパン	常温	250	250	100%
	29395	積込済	2017/01/10	06:37	06:58		無	00	S41W	釘ラップ		特シジーンジャパン	常温	60	60	100%

写真 3-2-7 待機車両一覧のモニター画面

同時にパレットラベルを発行し 積数のチェック用に利用している。

チェックは、無線バーコード端末でアップされる。

また、トラックが集中しないように取引先に時間帯を予め知らせてもらうように協力要請を行っているが、メーカーからトラックドライバーへの連絡が円滑にできておらず、2017年4月からは直接ドライバーと連絡する仕組みを導入予定。

予約システムの運用状況と効果については次節で詳述する。



写真 3-2-8

パレットラベルの一例

⑨その他施設面での課題

バース高さ（1 m）とトラック荷台高さが異なるため、トラック荷台にスムーズに入出りできない

4) 荷受けトラックの分析

今回の調査において、CGCより、グロサリー広域センターにおける、過去の荷受けトラックのデータについても提供いただいたので、以下においてその解析を行った結果を報告する。

なおデータは、2016年10月1日、3日、4日、11月1日、4日、5日、12月1日、2日、3日、そして2017年1月4日、5日、6日の計12日分である。

①荷の積み付け状況

表3-2-8の通り、荷受けトラックに搭載された荷の形状は、トラック台数ではバラ荷が65%、パレットが35%、ケース数ではバラ荷が57%、パレットが43%であった。

表 3-2-8 荷受けトラックの荷の形状別内訳

	荷受けトラック合計	うち、バラ荷	うち、パレット
台数 (割合)	577 (100%)	377 (65%)	200 (35%)
ケース数	255, 932 (100%)	145, 252 (57%)	110, 680 (43%)
1台平均ケース数 (割合)	444	377	200

②センター到着からバースへの着床までの待ち時間の状況

同センターでは、早朝3時から荷卸し作業を開始しているが、状況によってバースへの着床までの“接車待ち”が発生している。

表3-2-9の通り、提供されたデータ12日分での予約率は全体の15%にとどまっておき、取引先の協力があまり得られていない状況である。待ち時間は平均35分で、長いときは2時間以上待つこともあり、予約車の割合が低いこともあり、全体としては予約の効果は検証できなかった。

なお、第4章で荷姿情報の事前通報による予約制度の活用策を提案する。

表3-2-9 荷受けトラックの予約状況と待ち時間

総台数	577	
事前予約台数	84	
事前予約比率	15%	
予約ありの場合	平均ケース数	619
	平均待ち時間	35分
予約なしの場合	平均ケース数	414
	平均待ち時間	35分

図3-2-12の通り、荷の形状の違いによる待ち時間の変化については、バラ荷あるいはパレットのいずれかに集中すると、待ち時間が長くなる傾向があった。

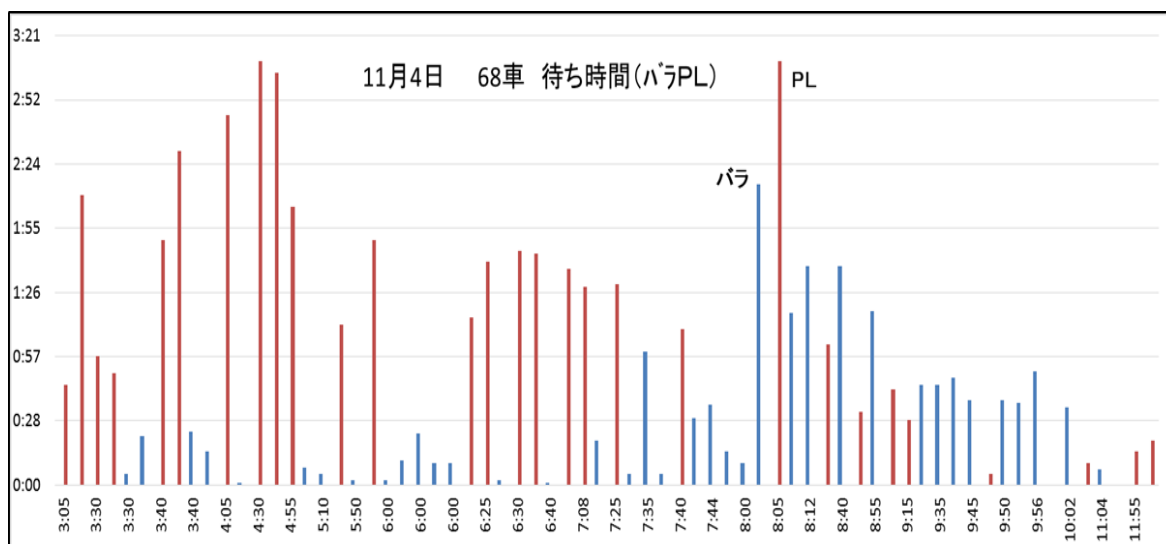


図3-2-12 バラ荷とパレットの場合の待ち時間（2016年11月4日）

データ上で待ち時間が最も長くなった日での荷の形状別の待ち時間はこのようになっている。この日は、バラ荷が38台 18,408ケース、パレットで30台 14,258

(2) 神奈川JDセンター（神奈川県厚木市）

1) 同センターの特長

商品を加盟店の店舗毎に配送している。常温商品の中心はソータ仕分け作業となる。外部からはコンベア投入してソータで仕分けられる投入ラインがある。

2) 事前調査の実施

事業開始前の平成28年11月30日（水）に現地を訪問して、施設のレイアウトや作業の手順、導入している機器等について確認を行って、本調査の実施方針を決定した。

同センターでは、加盟店舗からのオーダーに基づいて、取引先ベンダーから決められたスケジュールに沿って、当日出荷分のカテゴリ別納品が行われている。

納品単位は比較的小さく、かご車やパレットで納品されることが多くなっている。

荷受け方法は、トラックドライバーが直接荷を降ろしてコンベアにケースを投入し、投入されたケースは、バーコード・リーダで読み取られ、店舗に自動引き当てされ、ラベル印刷、貼付された後、ソータに搬送され、店舗シュートへ仕分けされる。

以上の作業において、センター側の作業員の立会いは不要となっている。

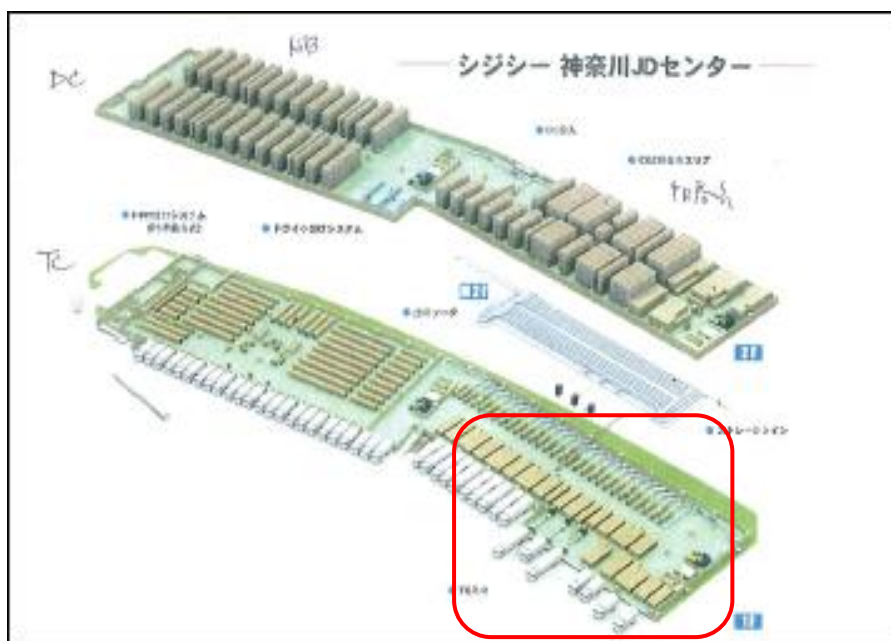


図3-2-15 センター内での調査実施エリア

3) 本調査

平成29年1月23日（月）～25日（水）

1月23日（月）15:00～16:30 調査員による事前打合せ

17:00～21:00 センターでの荷役作業の実態調査

13:00～16:00 調査データの確認とデータインプット

①調査の内容

調査方針に基づき、

- ・TC品納入車の着床から離床までに要する時間を観測する。
- ・ドライバーの作業内容と生産性を観測する
- ・グロサリー広域センター（バラ積み、パレット積み）と異なり、コンベア投入の
パターンが見られるので観測する。
- ・参考として、ソータ後のかご車積み付け作業の生産性も補足で調査する。

②荷受け場の作業実態調査

a. 観測を行った作業のプロセス

入荷トラックに積載されている荷を降ろし、ケースをコンベアに載せるのが主たる作業である。

図3-2-16で示される通り、トラックの着床～受付、容器卸し、ケース投入、容器の回収～離床までドライバーのかかる時間を計測した。

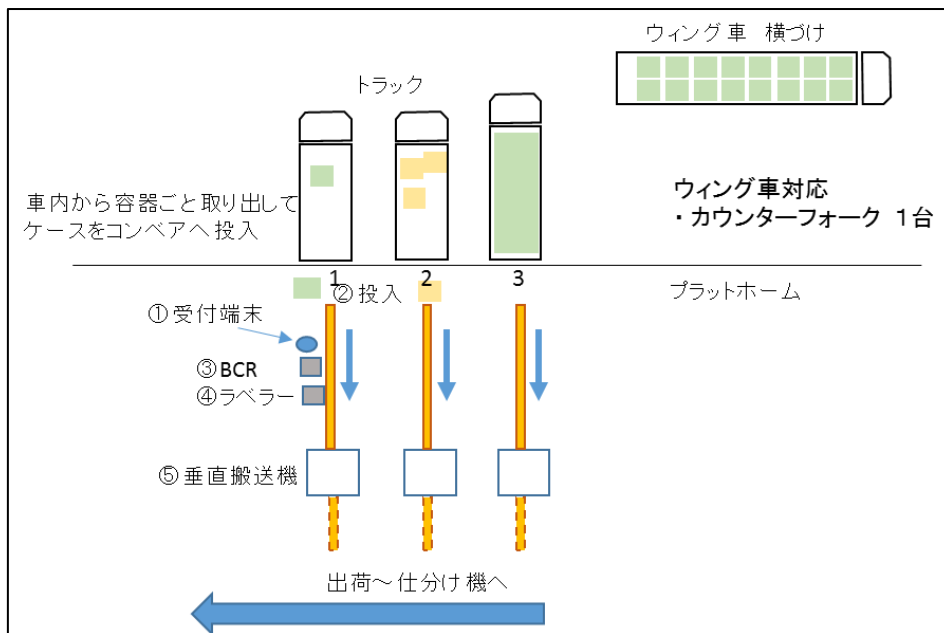


図3-2-16 トラックから入荷されてからソータまでの流れ



写真 3-2-9 荷受け場での作業の様子

b. 荷受け場での調査結果

調査対象トラック 10 台の調査実施日/時間における着床順のデータは以下の通り。

表 3-2-10 荷受け場での計測結果一覧表

	ケース数	容器数 (参考)	車内 荷姿	トラック タイプ	滞留時間 (秒換算)	秒/ケース
1	248	0	バラ	箱型	1,380	6
2	209	9	パレット	箱型	2,160	10
3	340	16	パレ、かご	箱型	2,340	7
4	576	23	かご車	箱型	2,880	5
5	132	13	かご車	箱型	1,380	10
6	473	11	パレット	箱型	3,870	8
7	188	9	かご車	箱型	1,260	7
8	110	0	バラ	箱型	660	6
9	485	6	かご車	箱型	2,250	5
10	310	14	かご車	箱型	2,080	7
合計	3,071				20,260	7
平均	307				2,026	7

この観測結果から、ホーム滞留時間は平均 34 分 (2,026 秒を換算)、荷量は平均 307 ケースで、平均 7 秒/ケースで処理されていることがわかる。

C. 荷受け場でのドライバー作業のプロセス別内訳

TC 入荷作業はトラックのドライバーが一人で着床から荷卸し、ケース投入まですべて

行う。荷受け者の介在は原則無い。ウイング車で納品した時のみ、横付けしたトラックから作業に応じてパレットをプラットホームへ載せる補助がある。



写真 3-2-10 ドライバーによるコンベアへの移載

表 3-2-11 荷受け作業のプロセス毎の作業時間

作業	時間 (時間 : 分 : 秒)	構成比	回数
着床	0 : 02 : 00	1 %	10
受付記入	0 : 01 : 10	0 %	2
端末設定	0 : 11 : 25	3 %	19
荷卸し準備	0 : 17 : 05	5 %	15
荷卸し	1 : 04 : 50	19 %	112
ケース投入	2 : 55 : 50	52 %	154
コンベア停止	0 : 09 : 05	3 %	26
異常ケース	0 : 02 : 45	1 %	9
移動	0 : 00 : 10	0 %	1
空パレット	0 : 10 : 30	3 %	19
空かご車	0 : 07 : 00	2 %	7
空オリコン	0 : 03 : 00	1 %	4
返品処理	0 : 06 : 00	2 %	1
会話	0 : 02 : 00	1 %	3
手待ち	0 : 01 : 15	0 %	2
終了記入	0 : 02 : 25	1 %	8
片付け	0 : 07 : 00	2 %	9
離床準備	0 : 04 : 45	1 %	4
離床	0 : 09 : 25	3 %	10
総計	5 : 37 : 40	100 %	415

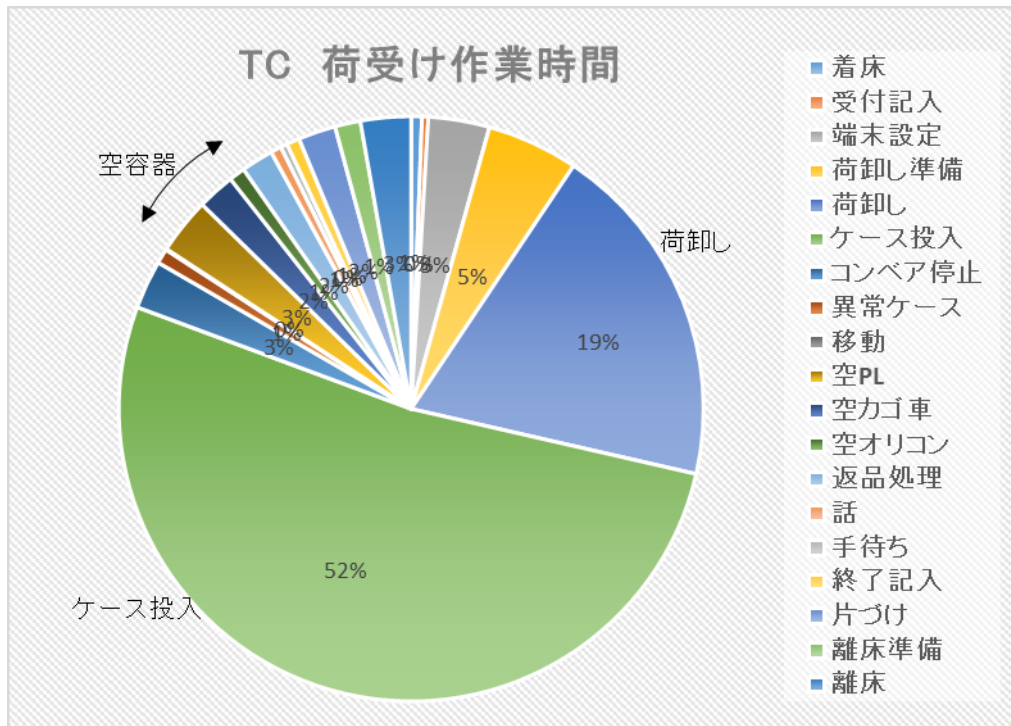


図 3-2-16 TC 荷受け時間のプロセス別構成比

この観測結果から、ケース投入が 52%、荷卸し作業が 19%、空容器の片づけが 6%となっていることがわかる。

d. 仕分け場での荷揃え作業実態調査

ケース投入された商品がソータで仕分けられ、店舗のかご車が待つシュートへと流れてくる。シュートでは複数の店舗を割り当てており、作業者によるケースの積み付けが必要となる。確実に作業するために、ハンディ端末で“ラベルバーコード”と“かご車バーコード”を読み取り、積み付けする。

ここでの作業内容や人数を実態調査し、参考までに作業生産性を推測した。



写真 3-2-11 シュート下での作業手順

荷揃え作業の時間帯別の人員配置を図3-2-17に示す。

仕分けエリアでのスキャン、ケース積み付け、台車搬送の作業について、1月23日（店舗の特売日に相当）最大20人、ピーク時平均15人、1月24日は最大15人、ピーク時平均13人であった。

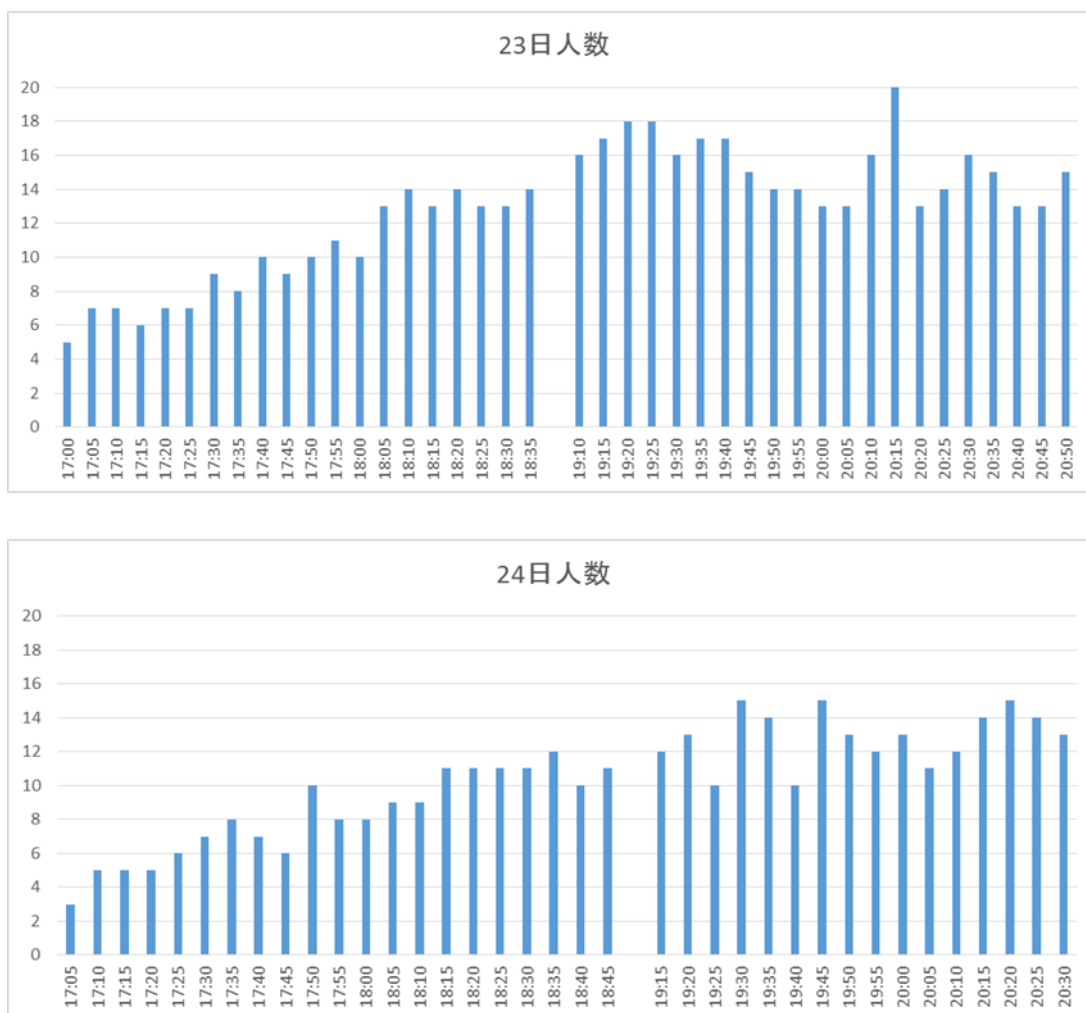


図3-2-17 仕分け場での時間帯別人員の推移

この観測結果から、ピーク時間帯に28シュート、15人～20人の作業員が、約3000ケース/時で仕分けを行うことがわかる。生産性は150～200ケース/人時となる。

e. 仕分け場での荷揃え作業内容と生産性

仕分け場では、スキャンをしてかご車に積み込むことが主作業ではあるが、時間的には50%以下で、台車の準備や入れ替え、複数ラインの渡り歩き、満量警報のためのケース積み上げなど、多忙である。

作業生産性は、コンベア能力から推測して、時間当たり仕分け数が次のように計算される。

約3,000ケース/人数15~20人=200~150 ケース/人時
 全数スキャン、後方荷揃えエリアが広い、一時的なカテゴリー混在など、手のかかることも多い。

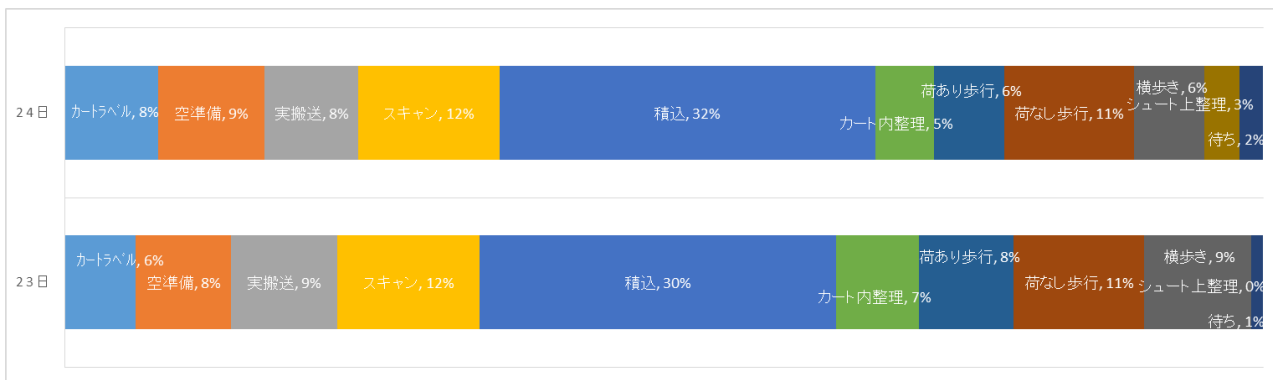


図3-2-18 シュート下作業のプロセス別内訳

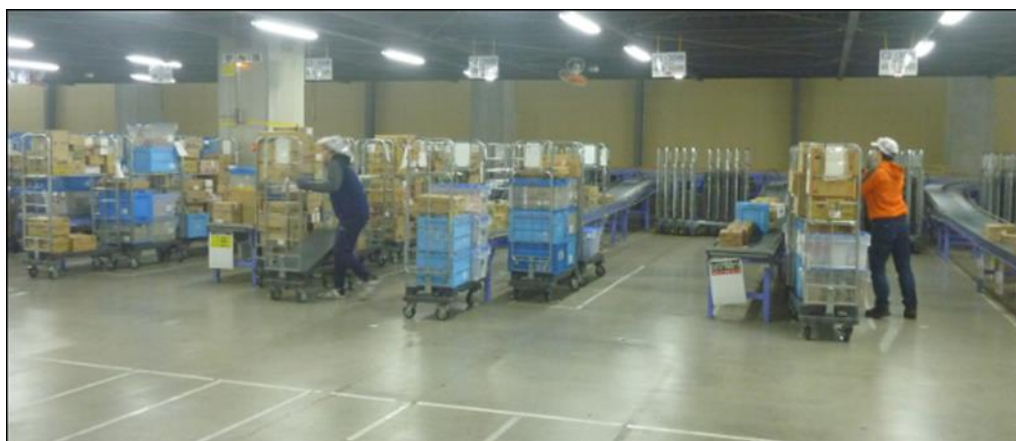


写真3-2-12 ソータ周辺での作業状況

定番	定番・飲料								11
	691/		1,915		36%				
01	33/ 68	08	24/ 46	15	22/ 89	22	49/ 73		
02	30/ 111	09	34/ 119	16	34/ 96	23	2/ 16		
03	62/ 130	10	17/ 32	17	58/ 98	24	28/ 79		
04	60/ 105	11	9/ 61	18	6/ 37	25	9/ 25		
05	21/ 52	12	23/ 92	19	5/ 20	26	17/ 57		
06	11/ 26	13	21/ 109	20	44/ 64	27	0/ 52		
07	24/ 87	14	34/ 84	21	14/ 72	28	0/ 15		

写真3-2-13 ソータの予定仕分け数と完了数を表示するモニター画面



写真3-2-14 荷揃え場に置かれた納品台車

店舗別の品ぞろえが正しいかを確認、シュート下で台車ラベル&行き先ラベルのバーコードをチェック。



写真3-2-15 カートラベルの一例 (店舗別の納品商品情報を記載)

3-3 物流施設に関する文献調査、ヒアリング調査の結果と今回の実態調査との比較検討

3-3-1 一般社団法人日本物流団体連合会「トラック幹線輸送における手荷役実態アンケート調査」

(1) 調査実施期間

2015年11月20日～12月16日に、一般社団法人日本物流団体連合会、公益社団法人全日本トラック協会、公益社団法人全国通運連盟の各会員174社宛てに送付ないしメール送信

(2) 調査結果の概要

①手荷役の実施状況

手荷役実施	特定荷主や拠点に限り、継続的に行われている。	43%	76%
	多くの拠点で行われている。	33%	
ほとんど手荷役は行われていない		5%	
その他		9%	
無回答		10%	

回答全体の76%で、程度の差こそあれ、手荷役が行われていることがわかった。

②手荷役の具体的な内容

・荷積み場所での作業内容

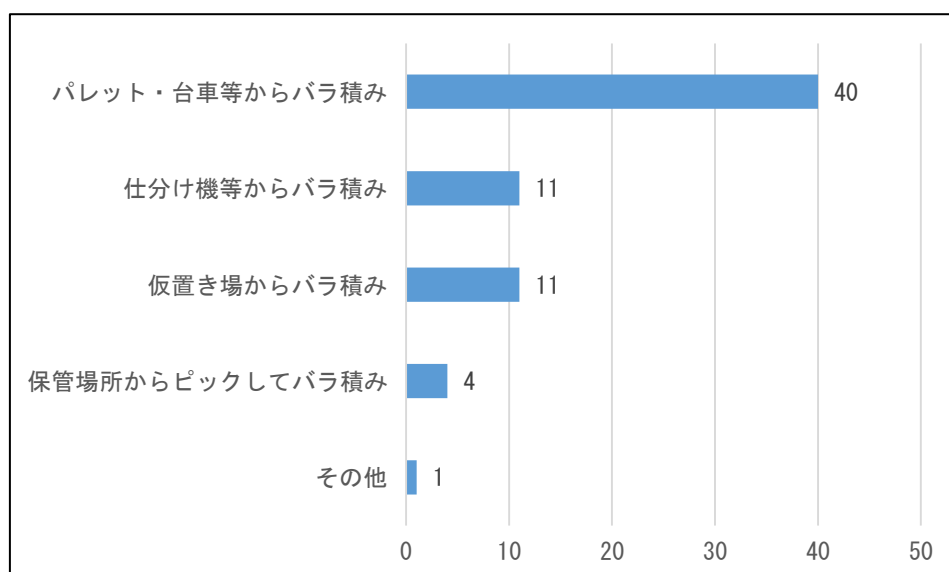


図3-3-1 荷積み場所での作業内容の構成

・荷卸し場所での作業内容

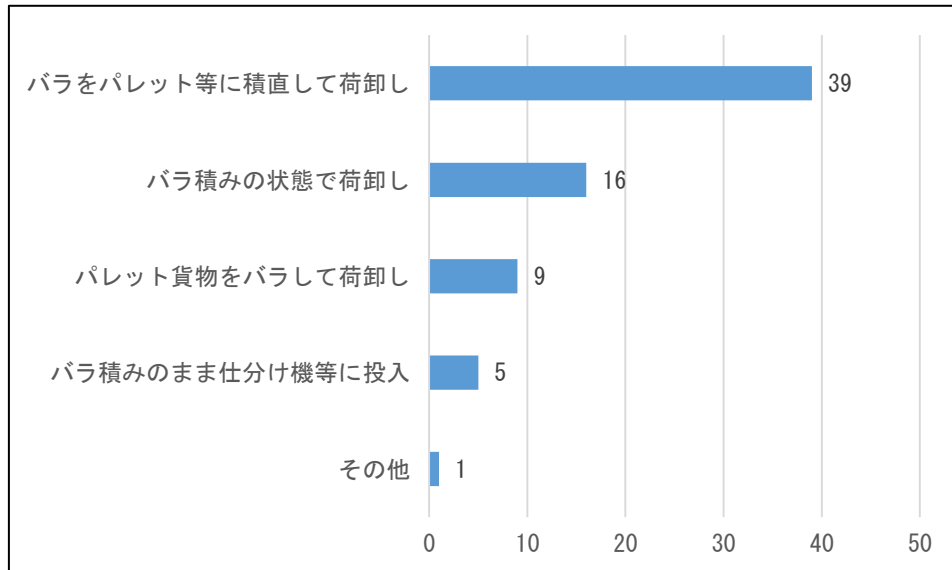
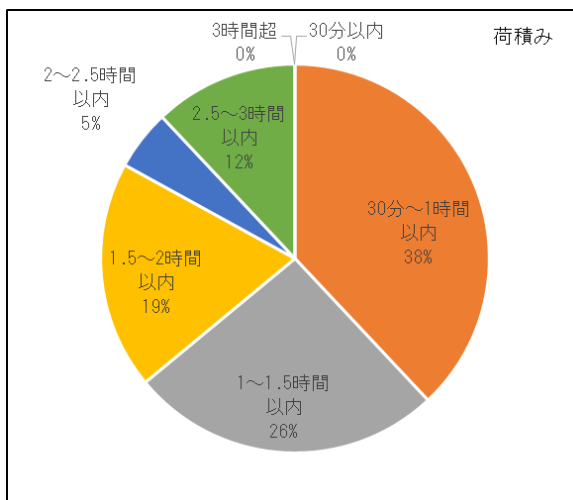


図 3-3-2 荷卸し場所での作業内容の構成

③手荷役の作業時間

・荷積み



・荷卸し

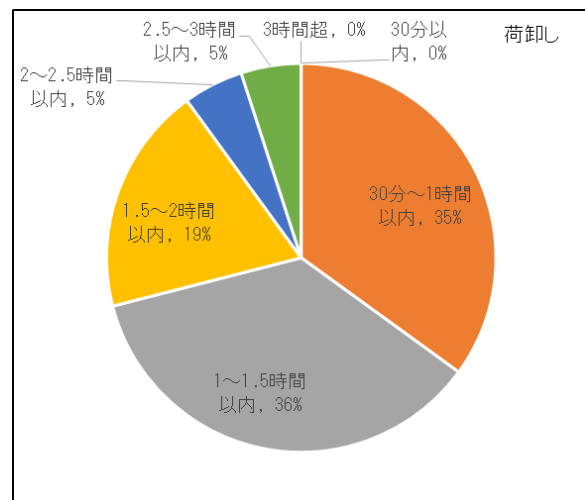


図 3-3-3 手荷役の作業時間の構成（荷積みの場合と荷卸しの場合）

(3) 今回実態調査結果との比較

C G Cでの調査における、バラ荷の入荷に要する時間は平均で42分、最高で1時間53分であった。

上記のアンケート結果でも、荷卸しの作業時間は30分～1時間以内が35%、次いで1～1時間30分以内が36%となっているので、トラックドライバーが荷卸し時の手荷役作業に要する時間は概ね同じ傾向が表れていると考えられる。

3-3-2 厚生労働省、国土交通省「トラック輸送状況の実態調査」

(1) 調査実施期間

2015年9月14日～20日に、運送事業者1,252社、ドライバー5,029名に対して実施

(2) 調査結果の概要

①発着荷主別の荷役、付帯作業の発生状況と時間（延べ発生件数99,605回）

- ・発荷主で発生との割合が40.8%、平均51分
- ・着荷主で発生との割合は59.2%、平均42分

②荷役方法別の発生割合と時間（延べ発生件数98,058回）

- ・手荷役 30.9%、平均49分、最長で9時間10分
- ・パレット崩し手荷役 3.8%、平均57分、最長で7時間
- ・フォークリフト荷役（ドライバーが作業）
15.7%、平均47分、最長で11時間20分
- ・フォークリフト荷役（荷主側が作業）
22.6%、平均40分、最長で10時間50分
- ・ロールボックス荷役 7.1%、平均34分、最長で4時間20分
- ・その他 19.9%、平均44分、最長で10時間

(3) 今回実態調査結果との比較

CGCでの調査における、バラ荷の入荷に要する時間は平均で42分、最高で1時間53分であった。平均では概ね同じ作業時間であった。

しかしながら、フォークリフト荷役時間が今回調査での平均7分間に対して、「トラック輸送状況の実態調査」では平均40分（荷主側で作業）～47分（ドライバーが作業）となっており、手荷役の平均49分ともあまり変わらない結果となっている。

両調査の差異の要因としては作業時間の計測方法が異なる、あるいは荷卸した荷量の多寡が示されていない等の理由があると思われ、単純に比較することはできない。

第4章 物流施設での荷役作業の問題の本質と解決に受けた方策

4-1 物流施設における荷役作業の低い生産性の本質（＝標準化の欠如）

2-1で述べたように、日本の運輸業の生産性は、アメリカを100とした場合、44.3と著しく低くなっている。本調査事業では、この原因を標準化の欠如にあるとの仮説を立て、物流施設での現地実態調査を行った結果、3-2で示したように、トラックによる施設への入荷時の荷姿の差異（バラ荷入荷とパレタイズされての入荷）によって、その作業効率に大きな相違が生じていることを明らかにした。

本章では、この標準化の欠如がなぜ生じているのか、その要因を考察すると共に、3-2の調査データに基づいて、標準化を行うことで、生産性がどのくらい向上するかシミュレーションを行うこととする。

4-1-1 発荷主・物流業者・着荷主間での見える化、そしてKPI導入の欠如

まず標準化の欠如の要因として、物流における、発荷主－物流事業者－着荷主という3プレーヤ間での全体最適志向の欠如が大きな問題であり、この点が見える化されていないため、問題自体の顕在化／共有化がなされていない。

国土交通省が2015年8月に公表した「物流事業者におけるKPI導入の手引き」では、KPI、すなわち Key Performance Indicator の意義について、

①問題点の可視化／定量的把握

現在の実力を“数値”で知り、目標を“数値”で決める。

②コミュニケーションの促進

利害関係者、ステークホルダーが同じ関係に立つ。

③公平な評価基準を持つ

の3点の重要性を指摘している。また、図4-1-1で示すように、3プレーヤ（で発荷主、物流事業者、着荷主）のKPIの共通化の必要性を説いている。

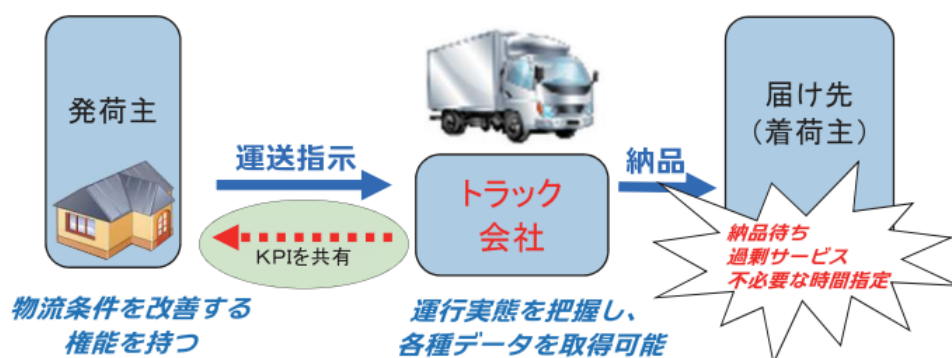


図4-1-1 同手引きの“荷主等と連携した改善におけるKPIの意義”

即ち、個々のプレイヤーの活動では、全体最適はなし得ないことより、共通の問題意識と改善の方向付け（ベクトル合わせ）のためにKPIが必要であるにも関わらず、それがなされていないことが低い生産性の本質となっている。

3プレイヤーという立場、「コスト・生産性」「品質・サービス」「物流・配送条件」という3セグメントより、代表的なKPIを示すと図4-1-2の様になる。

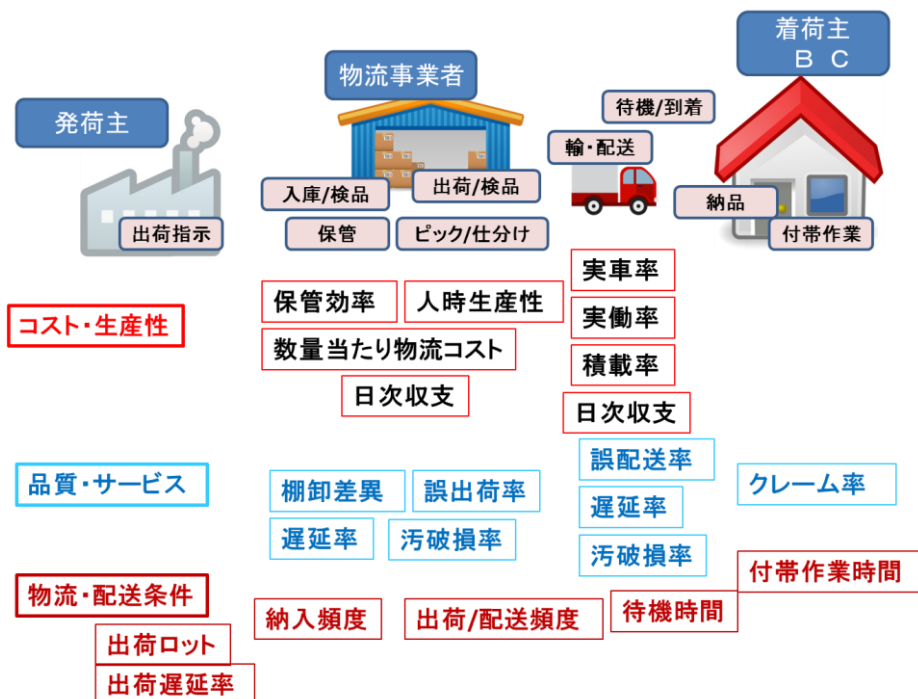


図4-1-2 「コスト・生産性」「品質・サービス」「物流・配送条件」の各セグメントにおける代表的なKPI

物流事業者／荷役作業の低い生産性に関わる KPI としては、

- ① 多頻度小ロット化
- ② 要求サービスレベルの上昇
- ③ 燃料／人件費負担の上昇

に対応するために、

- * 物流業者による経営効率向上
- * 荷主に起因する非効率の解決

に配慮する必要がある。その際の KPI として

「実車率」「実働率」「積成率」「付帯作業率」「出荷／配送頻度」「納入頻度」「人時生産性」などが挙げられる。

4-2 標準化の欠如の現状（荷姿、情報）

4-2-1 標準／標準時間の概念

判断のよりどころや行動の目安となるいわゆる基準が“標準”である。本調査事業では「サプライチェーンシステムという全体総括的なレベル」の標準から、物流施設への入荷業務という「構成要素／作業レベル」の標準まで色々なものがある。ここでは、荷役作業の生産性生把握という観点から、『標準時間』の定義を示す。

【標準時間とは】

- ① 決められた方法と設備をもちいて
- ② 決められた作業条件の下で、
- ③ その仕事に対し要求される特定の熟練と適性を持っている作業者が
- ④ 定められた就業時間内に、身体に有害な影響を受けることのない範囲での最大の努力を発揮できる作業遂行度で仕事を行うとき、1単位の作業を完成するのに必要な時間。

「決められた方法、設備、作業条件の下で熟練と適性を持った作業者が最大の努力で一単位の作業を遂行するのに要する時間」と要約することができる。

別の観点からすれば、“5S”（整理・整頓・清掃・清潔・躰）のうちでも特に前半の“3S”（整理・整頓・清掃）によって、「決められた方法、設備、作業条件」を維持することができる場を作り込むことが先決である。

4-2-2 荷役作業の標準化と周辺の制約

倉庫／配送センターの荷役業務を一つの業務プロセスと考えると、図4-2-1の通り、時間軸に沿って、「設計」「調達」「生産（業務）」の3つに概説できる。

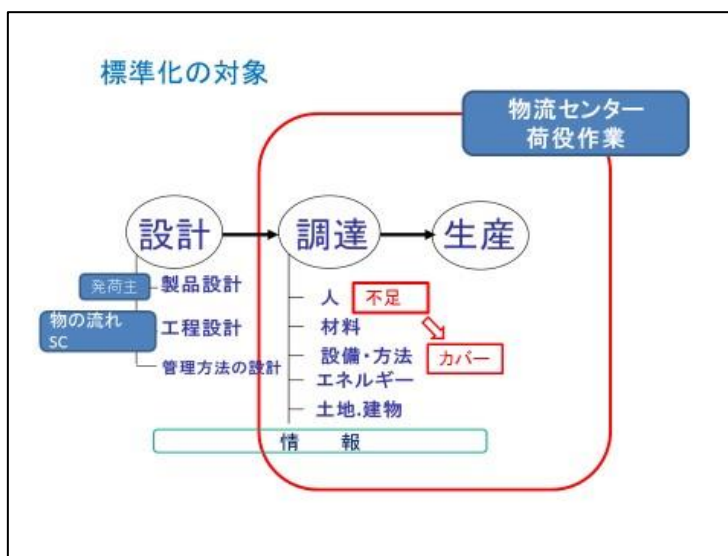


図4-2-1 荷役業務のプロセス

荷役業務、この図では“生産（Operation）”はそれに先行する“調達”“設計”

からなる。設計のステップは 荷役業務自身（製品設計）とその業務展開（工程設計）と全体最適を指向する（管理方法の設計）からなる。この設計の3要素を標準化することから始まる。次いで、荷役業務のオペレーションのために必要な調達要素一つ一つの標準化が必要である。即ち、人の習熟／熟練と適正化、材料、設備、方法、使用エネルギー、レイアウト（土地、建物）の標準化が必要である。そして、3つのステップに全体・包括的にタイミングよく情報を提供、システムを構成する各要素からの逐次の情報を、オペレーション／意思決定／評価のために活用できる仕組みの標準化が必要である。

これらの要素を集約すると、本事業での改善／設計のKey項目である

- I : Information (情報)
- S : System (システム)
- E : Equipment (設備)
- T : Transport Unit (運搬単位)

となる。

これはSHA : Systematic Handling Analysis の著者 Richard Muther によりSC / Material Handling の生産性／効率の向上の観点として挙げられているもので、その具体例を表4-2-2に示す。

表4-2-1 SC / Material Handling の生産性／効率向上の観点

I : Information	情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ビックデータの有効活用 流通BMS POSデータ ・需要予測 ・地図／住所データ ・テレマティクス ・フリートデータ など ・送り状、ピックアップ指示 など
S : System	システム	<ul style="list-style-type: none"> ・運搬／在庫管理システム ・情報管理システム ・現品管理システム ・配車システム RFID など
E : Equipment	設備・機器	<ul style="list-style-type: none"> ・トラック 各種フリート ・フォークリフト ・ロボット パレタイザ、ピッキング機 ・読み取り機器 RFID、ハンディターミナル

		<ul style="list-style-type: none"> ・センサー など
T : T r a n s p o r t U n i t	運搬荷姿	<ul style="list-style-type: none"> ・パレット ・カゴ車 ・クレーン ・通函 など

これを図4-2-2に重ね合わせてみれば、図4-2-2のようになる。

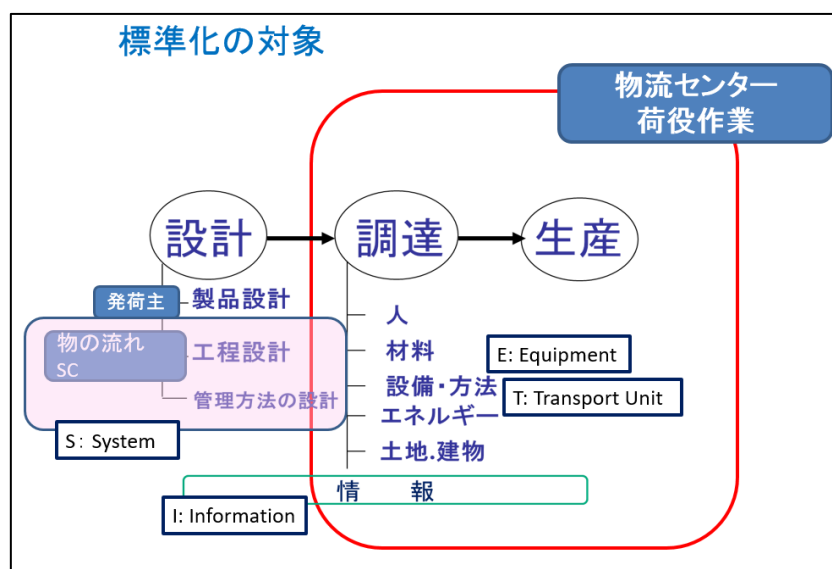


図4-2-2 標準化の対象と I S E T

本調査事業で対象とする「物流における輸送と輸送をつなぐ結節空間としての物流施設（倉庫／物流センター）における入庫・荷役業務の改善・標準化」は、生産・発荷主から着荷主（顧客）に至る多くのプレーヤの制約条件の下での有機的なつながりの影響を受ける。上述の荷役業務に着目した“個の”標準化の上位／下部機能からの制約として働く標準化がある。

上流／下流のプレーヤからの制約条件の決め込み・標準化なしでは、当該荷役業務の標準化はなし得ない。

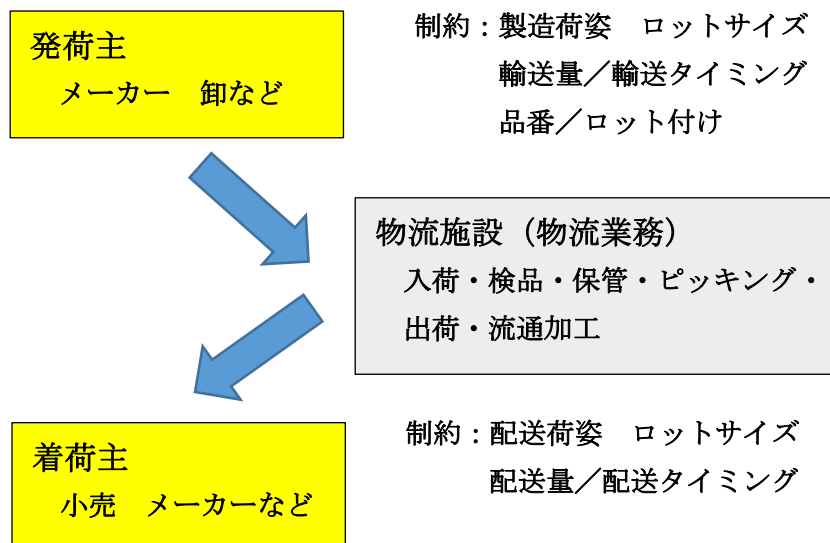


図 4-2-3 上流／下流からの制約と標準化の必要性

4-2-3 標準化の欠如の現状

(1) 上流／下流プレーヤからの不均一な制約が原因

荷役業務の上流／下流プレーヤからの不均一な制約は、荷役業務のプロセス個々の要素の標準化に影響を及ぼす。特に、複数の発荷主、着荷主の業務を置け持つ倉庫／配送センター業務においてはその問題は顕著である。

ここでは、発荷主／受荷主の納入形態制約が荷役業務のどの要素に影響を及ぼすかを次に示す。

発荷主／受荷主の納入形態制約

国内 輸入

具体例： 荷姿、ロットサイズ、納入タイミング、納入伝票仕様

表 4-2-2 影響が及ぶ荷役業務要素

<p>製品設計</p>	<p>製品サイズ（段ボールサイズ）、 製品形状 パレットへの積み付け個数 MH（マテハ機器）単位 輸配送単位（製品サイズとの整合性） 庫内移送単位 在庫単位、SKU（Stock Keeping Unit：在庫管理の単位） 荷姿（バラ、パレットなど）</p>
<p>管理の方法</p>	<p>発注方式（発注点）（補充方式）フォーマット 生産ロット 発注ロット 納入ロット 発注リードタイム …ロット纏め ロット割</p>

	<p>…発注回数</p> <p>在庫方式 (在庫管理方式) SKU 収納効率</p> <p>DS</p> <p>XD (Cross Docking Operation : 入庫した商品を物流センターで保管せずに、到着時点ですぐに仕分けをして一括出荷・一括納入すること)</p> <p>預かり 返品</p> <p>検品 (情報の伝達、情報書き込み)</p> <p>トラック運行管理</p> <p>納入間隔 (曜日) 管理</p> <p>VMI (Vender Management Inventory : 納入先の需要情報に基づいて納品する在庫管理手法)</p> <p>WMS (Warehouse Management System : 倉庫管理システム)</p> <p>日報などの情報連携</p> <p>諸管理KPIの蓄積と活用法</p> <p>コード付</p> <p>システム</p>
人：作業	<p>標準作業</p> <p>業務分担</p> <p>作業：入庫 検品 荷捌 在庫 (棚卸)</p>
設備 (搬送、積み込み、保管、MH補助：パレット、かご車・・・)	<p>庫内作業施設 (フォークリフト、AGVの運用/メンテ)</p> <p>庫内搬送設備/作業の標準化</p> <p>パレット、かご車、オリコン・・・</p> <p>移載装置 ロボット 設計</p> <p>バース規模・サイズ</p> <p>トラック (サイズ、積載量、パレットとの関係)、構内MH機器</p> <p>DS XD</p> <p>共同配送</p>
方法 (入庫、保管ピッキング、荷揃え、検品、出庫)	<p>作業分担</p> <p>ピッキング業務と設備活用</p> <p>荷捌場のオペレーション</p> <p>バースの活用</p> <p>システム</p>
レイアウト	<p>在庫位置、荷捌場の位置、規模</p>

情報	発注／納入／出荷 フォーマット MH設備／運搬単位／物単位／SKU 全体包括的な情報の把握 SCM (Supply Chain Management)
----	---

以上の様に、荷役業務に対し上流／下流の、即ち外部制約が大きな影響をもたらす。現状の倉庫／配送センター業務では、ここに挙げた項目の標準化が必要であるにも関わらず、幾つかが達成されていないケースが多く認められる。

特に、荷受け輸送単位／荷姿と庫内作業単位／荷姿、在庫単位が異なり、トラックにパレット積みの形での入荷したものの、パレットサイズの違い（標準化の欠如）による積替え作業の発生。受発注単位の過度な分割によって、輸配送ロットサイズの標準化がなされず、新たな無駄な作業が発生していることも多く見受けられる。

（２）標準の設定に影響を及ぼす項目

本事業で対象とする「物流における輸送と輸送をつなぐ結節空間としての物流施設（倉庫／物流センター）における入荷／入庫・荷役業務の改善・標準化」は、生産・荷主から着荷主（顧客）に至る多くのプレーヤの制約条件の下での有機的なつながりの影響を受ける。

その結果、積載効率の最適化志向や生産ロットや包装の形状等に多様な要因により、入荷される荷姿は大別してバラ荷とパレタイズされた荷であり、使用されるパレットも統一されていない。次節ではトラックドライバーによる手荷役作業をなくすことと、機械荷役による効率化との観点から、バラ荷からパレットによる入荷に変更した場合、ドライバー及び物流施設側の作業員の作業時間はどのように変わるのか 2 つの仮説に基づいてシミュレーションを行う。

4-3 標準化による生産性向上効果のシミュレーション

4-3-1 荷姿の標準化＝パレットによる入荷の効果検証

3-2で示した今回現地実態調査を実施したCGCのグロサリー広域センターにおける、バラ荷での入荷とパレットでの入荷結果におけるトラックドライバーと施設側作業員（フォークリフトオペレーター）の作業時間の計測結果からシミュレーションを行う。

表3-2-1及び表3-2-2で示した、バラ荷で入荷したトラック21台のうち、一部についてパレットでの入荷に変更した場合のシミュレーション結果を以下に示す。

なお、荷卸し作業はトラックドライバーと物流施設側の作業員（フォークリフトオペレーター）の2名の共同作業であるが、トラック1台分の入荷作業に要するそれぞれの作業時間を計測したため、同時に2名が作業した場合は重複して計算している。

そのため作業時間計とトラックの停車時間の合計は一致しない。

シミュレーションA

【仮説】10t積みトラック3台分（表3-2-1の「4」、「12」、「20」だけでもパレットでの入荷に変更する。（調査実施時のパレットで入荷したトラックの約6割であったことによる）

バラ荷の荷卸し作業計測結果のまとめ…①

表3-2-1及び3-2-2で計測されたデータについて、パレタイズされた荷物が入荷される際に多く使用されるのが10tトラックであることから、10t車で入荷されるバラ荷をパレタイズ荷物に変更した場合、全体の作業時間がどの程度改善されるかを考えた。

計算方法としては、

- a. バラ荷入荷のトラック21台のうち、10t車3台分の荷物をパレタイズでの入荷として、ドライバーが手荷役で荷卸した作業時間と、表3-2-2から算出されたパレタイズされたフォークリフトで荷卸した際のドライバー平均作業時間の差異を求める。
- b. 同じように、手荷役で荷卸した際の、施設側のフォークリフトオペレーターのドライバーが荷卸してパレットに積みつけたバラ荷搬送・入庫を行う作業時間と、表3-2-2から算出したフォークリフトでの荷卸し平均作業時間の差異を求める。
- c. この差異分が作業時間の削減となる。
- d. バラ荷からパレットでの入荷に変更のため、ドライバー及びフォークリフト・オペレーターの作業時間を表3-2-2の作業時間に加える。
- e. これにより、調査実施時のバラ荷での入荷に要した総作業時間と、3台分をバラ荷からパレタイズ荷物での入荷に変更した場合の総作業時間の差異、すなわち後者によって削減された作業時間が求められる。

バラ荷の荷卸し作業のうち10t積みトラック3台分だけをパレットでの入荷に変更した場合の計算…①

	ケース数	パレット数	ドライバー 作業時間計	オペレータ 作業時間計	作業時間計
a.総数	6, 637	213	14時間 57分	3時間 48分	18時間 45分
b.うち10t車(構成比)	2, 267 (34.1)	86 (40.4)	2時間 55分 (19.5)	36分 (15.8)	3時間31分 (18.8)
c.パレット荷卸しとした場合の作業時間			86パレット×47秒 ≒1時間7分	86パレット×37秒 ≒53分	2時間
d=b-c	4, 370	127	1時間 48分削減	17分増加	1時間 31分削減
e=a-c 変更後の 作業時間			13時間 9分	4時間5分	17時間 14分

①で変更されたパレットでの荷卸しを追加した場合の計算…②

	ケース数	パレット数	ドライバー 作業時間	オペレータ 作業時間	作業時間計
f.総数	6, 715	105	1時間 23分	1時間5分	2時間 28分
f+c 変更後の 作業時間	8, 982	191	2時間 30分	1時間 58分	4時間 28分

①+② 変更後の作業時間の合計の変化

	ケース数	パレット数	ドライバー 作業時間	オペレータ 作業時間	作業時間計
合計 (改善後)			15時間 39分	4時間 53分	20時間 32分
合計 (改善前)			16時間 20分	4時間 52分	21時間 12分

10 t 積みトラック 3 台分をパレットでの入荷に変更した場合、バラ荷入荷におけるドライバーの総作業時間は1時間48分削減され、オペレータの総作業時間は17分増加となり、合計では1時間31分削減で、全体の作業時間は18時間45分から17時間14分となる。

一方で、この削減時間分がパレットでの入荷の作業時間に加わるので、すべての入荷の総作業時間は調査実施時の21時間12分から、20時間32分へと40分削減となった。

シミュレーションB

【仮説】入荷トラックの種類を問わず、入荷ケース数と作業時間数（ドライバー＋施設作業員）のいずれか上位5位に入っている6台（表3-2-1の「4」、「9」、「12」、「16」、「17」、「20」について、パレットでの入荷に変更する。

計算方法としては、

- a. バラ荷入荷のトラック21台のうち、入荷ケース数と作業時間数（ドライバー＋施設作業員）のいずれか上位5位に入っている6台分の荷物をパレタイズでの入荷として、ドライバーが手荷役で荷卸した作業時間と、表3-2-2から算出されたパレタイズされたフォークリフトで荷卸した際のドライバー平均作業時間の差異を求める。
- b. 同じように、手荷役で荷卸した際の、施設側のフォークリフトオペレータのドライバーが荷卸してパレットに積みつけたバラ荷搬送・入庫を行う作業時間と、表3-2-2から算出したフォークリフトでの荷卸し平均作業時間の差異を求める。
- c. この差異分が作業時間の削減となる。
- d. バラ荷からパレットでの入荷に変更のため、ドライバー及びフォークリフトオペレータの作業時間を表3-2-2の作業時間に加える。
- e. これにより、調査実施時のバラ荷での入荷に要した総作業時間と、6台分をバラ荷からパレタイズ荷での入荷に変更した場合の総作業時間の差異、すなわち後者によって削減された作業時間が求められる。

バラ荷の荷卸し作業のうち10t積みトラック6台分だけをパレットでの入荷に変更した場合の計算…①

	ケース数	パレット数	ドライバー 作業時間計	オペレータ 作業時間計	作業時間計
a.総数	6, 637	213	14時間 57分	3時間 48分	18時間 45分
b.うち該当 の6台(構成 比)	3, 409 (51.4)	121 (56.8)	7時間 30分 (50.2)	1時間 51分 (49.6)	9時間 21分 (49.9)
c.パレット 荷卸しとし た場合の作 業時間)			121パレ ット×47 秒÷1時間 35分	121パレ ット×37 秒÷1時間 15分	2時間 50分
d=b-c	3, 228	92	5時間 55分削減	36分削減	6時間 31分削減
e=a-c 変更後の 作業時間			9時間 2分	3時間 12分	12時間 14分

①で変更されたパレットでの荷卸しを追加した場合の計算…②

	ケース数	パレット数	ドライバー 作業時間	オペレータ 作業時間	作業時間計
f.総数	6, 715	105	1時間 23分	1時間5分	2時間 28分
e=a-c 変更後の 作業時間			2時間 58分	2時間 20分	5時間 18分

①+② 変更後の作業時間の合計の変化

	ケース数	パレット数	ドライバー 作業時間	オペレータ 作業時間	作業時間計
合計 (改善後)			12時間	5時間 32分	17時間 32分
合計 (改善前)			16時間 20分	4時間 52分	21時間 13分

バラ荷入荷したトラックの種類を問わず、入荷ケース数と作業時間数（ドライバー＋施設作業員）のいずれか上位5位に入っている6台について、パレットでの入荷に変更した場合、バラ荷入荷におけるドライバーの総作業時間は5時間55分と大幅に削減され、オペレータの総作業時間も36分削減となって、合計では6時間31分削減で、全体の作業時間は18時間45分から12時間14分となる。

一方で、この削減時間分がパレットでの入荷の作業時間に加わるので、すべての入荷の総作業時間は調査実施時の21時間13分から17時間32分へと削減できる。

また、本調査研究では荷姿の標準化と共に、情報伝達方法の標準化も考察の対象としているが、現地実態調査で神奈川JDセンターでの、加盟店の店舗向けの出荷時に全数を作業員がハンディ端末でラベルバーコードを読み取り、カゴ車に搭載後、その台車に付されたバーコードを再度読み取っている。3-2で記した出荷用のシュート下での作業では、作業員の作業プロセスのうち12%を占めている。これはRFIDが普及し、導入が進めば、自動読み取りができるようになり、仕分け作業の自動化も可能となって、大きな作業効率の向上をもたらすものと期待される。

なおRFIDの標準化と適切な運用方法に関する提案は第5章以降で後述する。

4-3-2 検証結果の活用について

前節において、トラックのサイズによるパレット化への変更、搭載ケース数と作業時間の多寡によるパレット化への変更という、2つの切り口でシミュレーションを行ったが、後者の方が著しい結果が得られた。

これは当然の結果と言えるが、逆に言えば、物流施設前にトラックが輸送している荷物の荷の形状や量が事前に分かっていたら、施設側でも適切な準備を行って、フォークリフト荷役用のバースを運用する。あるいは施設への到着時間を想定される荷卸し作業時間に基づいて最適化するといったことが可能となると言うことができる。

3-2で紹介した荷受けトラックのデータで、トラックの待機時間がどのような時間帯で変化しているかを図4-3-1で示す。

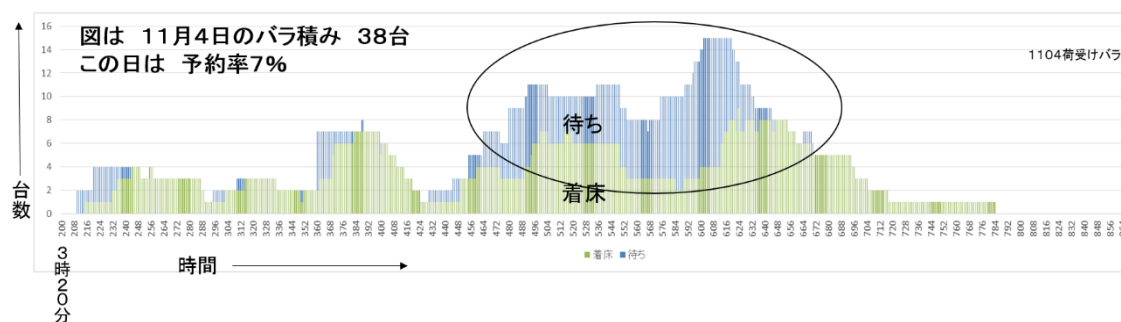


図4-3-1 ある1日における入荷トラックのバースへの着床時間と待機時間の推移

この日のトラック予約は7%とデータ取得期間全体平均の15%より低いですが、これはこの日がトラック台数が多かったことも一因となっている。

せっかく予約制度を取り入れても 予約率を上げて待機時間を減らしていかなければ、その効果が十分に得られない。

個々のトラックの荷姿と紐付けされたデータはないが、予約を80%以上のトラックが利用するようになれば 予約状況を見ながら待機時間の山崩しをして、より短い待機時間としていくことも可能となるであろう。

将来的には ETC 2.0の活用等によって、交通事情等でトラックの到着が早まったり、遅れたりといった状況が遅滞なくリアルに判るようにし、さらに先述の荷姿情報も活用できるようなシステム構築ができるようになれば、いっそうダイナミックに運用が可能となる。

これこそ本章の冒頭で触れた「見える化」そして「物流KPI」導入の効果の一つとなる。

4-4 標準化の欠如が生じている要因

日本にはJIS Z601、JIS Z604の「公的規格制度」はあるもの、ユーロ規格のような統一規格には程遠いものとなっているのが実態である。パレットについていえば、JIS Z0601「プールパレット—貫輸送用平パレット」によって、長さ1,100mm×幅1,100mm×高さ144mmの、いわゆるT11型パレットが、広範囲の業種及び各輸送機関において相互に共通して使用され、互換性のある木製及びプラスチック製プールパレットとして定められている。またJIS Z0650「ユニットロードシステム通則」では、このT11型パレットを基本とするパレチゼーションによる貫輸送をはじめとする、体系化されたユニットロードシステムを構築し、物流の合理化を図るための指針が規定されている。

この規格ではパレットのみならず、パレタイズド貨物用荷役・運搬機器として、フォークリフト、パレットトラック、コンベヤ、パレタイザ、無人搬送車、ラック、立体自動倉庫、トラック及びトレーラー等の車両、機器の仕様が規定されている。

また同規格は、総合物流施策大綱やAPECでの同一の規格のパレット等を用いることによる輸送の効率化を目指すとの施策に対応して、中国、韓国との連携も考慮して1,200×1,000mmのパレットにも対象を拡大して、今後改正が予定されている。

このような規格類が整備されているものの、必ずしも徹底されていないのが現状である。また物流施設の実態調査では、軽トラックから10t積みトラックまで幅広いトラックによって入荷される中で、同じキャパシティのトラックであってすらも、荷台の高さに差異があり、一方で物流施設のトラックバースの高さも標準化されていないことから、入荷時の非効率性の一因となっているのではないかとの観察結果が報告されている。

このように、標準化の欠如が入荷をはじめとする荷役作業の機械化、自動化の推進を阻害し、また個別対応のため開発・導入コストが高くなってしまいう要因となっていることが、日本の物流の生産性の低さを招いていることを明らかにした。

次章では欧州において、日本とは対照的に、標準パレットによる貫パレチゼーションが早くから採用され、その点を基盤として、物流システムが構築されている事例を示すと共に、日本での貫パレチゼーション導入の取り組みと成功例、しかし一方で全体としてはパレット化すらも進んでいない現状について述べる。

第5章 標準化が達成されている事例調査

前章において、物流施設における生産性の低い要因として、入荷のプロセスが依然労働集約的な対応となっており、機械化、自動化が進んでいないことを実態調査等から明らかにし、荷姿と情報伝達の標準化によって生産性を高めていく必要性について述べた。

本章では代表的な輸送機材であるパレットと、バーコードやRFIDといった情報伝達媒体、そしてそこに書き込まれるデータ様式の標準化の進捗状況と阻害要因について述べる。

5-1 海外における標準パレットの実現

日本においては長年に亘り、標準パレットによる一貫パレチゼーションの導入促進が試みられているが、実現したのは一部の企業や業界に留まっている。

なぜ日本で一貫パレチゼーションが定着しないか、その阻害要因を見て行く前に、すでに一貫輸送用パレットとしての800×1,200mmの木製平パレットが標準化され、その利用が定着している欧州の状況について調査し、日本での取り組みの参考としたい。

欧州でパレットが使われるようになったのは1920年前後と言われている。それまでは木製のクレートやボックス、スキッドなどが物の輸送用に使用されてきたが、フォークリフトの発明と共にパレットを用いた輸送、荷役作業が開始されたとの記録が、フォークリフトメーカーによって述べられている。

パレットの標準化については、**European Conference of Minister of Transport** の第15次年次報告書(1968年)において、標準パレットによる一貫パレチゼーションの導入の経緯が、以下の通り説明されている。

1960年に設立された **European Pallet Pool** の下、互換性のある一貫輸送用平パレットを用いた国際的な輸送のために、欧州各国において、このパレットを **National Pool Pallets** として広く使用していくこととなった。当時の物流の主力プレーヤーであった鉄道業界がイニシアティブを取って進めた取り組みであるが、鉄道関係当局、ユーザーにとどまらず、道路運送、フォワーダー、内海運輸、港湾における荷の積み替えといった、物流関係者もこのパレットプールに参加して、使用されることとなった。こうして平パレットは、欧州において所有権の移転の下で、与えられた期間の中で自由に運ばれ、交換されるようになった。

European Pallet Pool への各国鉄道の加盟は、以下の通り進められた。

表5-1-1 European Pallet Pool への各国鉄道の加盟の歴史

加盟日	加盟国
1960年1月1日	西ドイツ、スイス
1961年1月1日	オーストリア
1961年7月1日	ベルギー、フランス、イタリア、ルクセンブルグ
1962年1月1日	デンマーク
1962年5月1日	ノルウェー、スウェーデン
1963年1月1日	オランダ
1967年3月1日	ユーゴスラビア
1964年2月1日	チェコ
1964年10月1日	東ドイツ
1965年1月1日	ハンガリー

荷を積んだ一貫輸送用平パレットによる鉄道国際貨物輸送の発展について1964年には148万枚の荷を積んだプールパレットが鉄道により近隣の国々に運ばれたとしている。このうち、最大のシェアを持つ西ドイツでは1964年に53.3万枚、1965年に66.1万枚、1966年に81.3万枚、1967年には95.3万台へと拡大し、その他の国々でも年率20%を超える増加となったとしている。1966年にはプールパレットの交換に参加している鉄道全体で国際貨物輸送に302万枚のパレットが用いられた。

こうした国境を越えた一貫輸送用平パレットによる鉄道国際貨物輸送の拡大を支援する措置として、欧州の多くの国の税関では、1960年12月9日に国際輸送において使われたパレットの関税での取り扱いについて、一時的に輸入されることとなるパレットに対する輸入関税を課さないこととした。

こうした標準パレットによる一貫パレチゼーションの拡大・浸透の下、製造事業者や販売事業者、物流事業者や物流用の車両や機械、システムにおいて、この標準パレットの使用を前提とした事業の実施や製品の開発が行われている。

しかし、標準化が進む一方で、多くのユーザーと陸上貨物運送事業者が、パレットプールシステムよりも、自身のパレットによるオペレーションの合理化を好んだという事実も記録されている。

標準パレットを使った欧州での効率的な物流の事例を以下で紹介する。

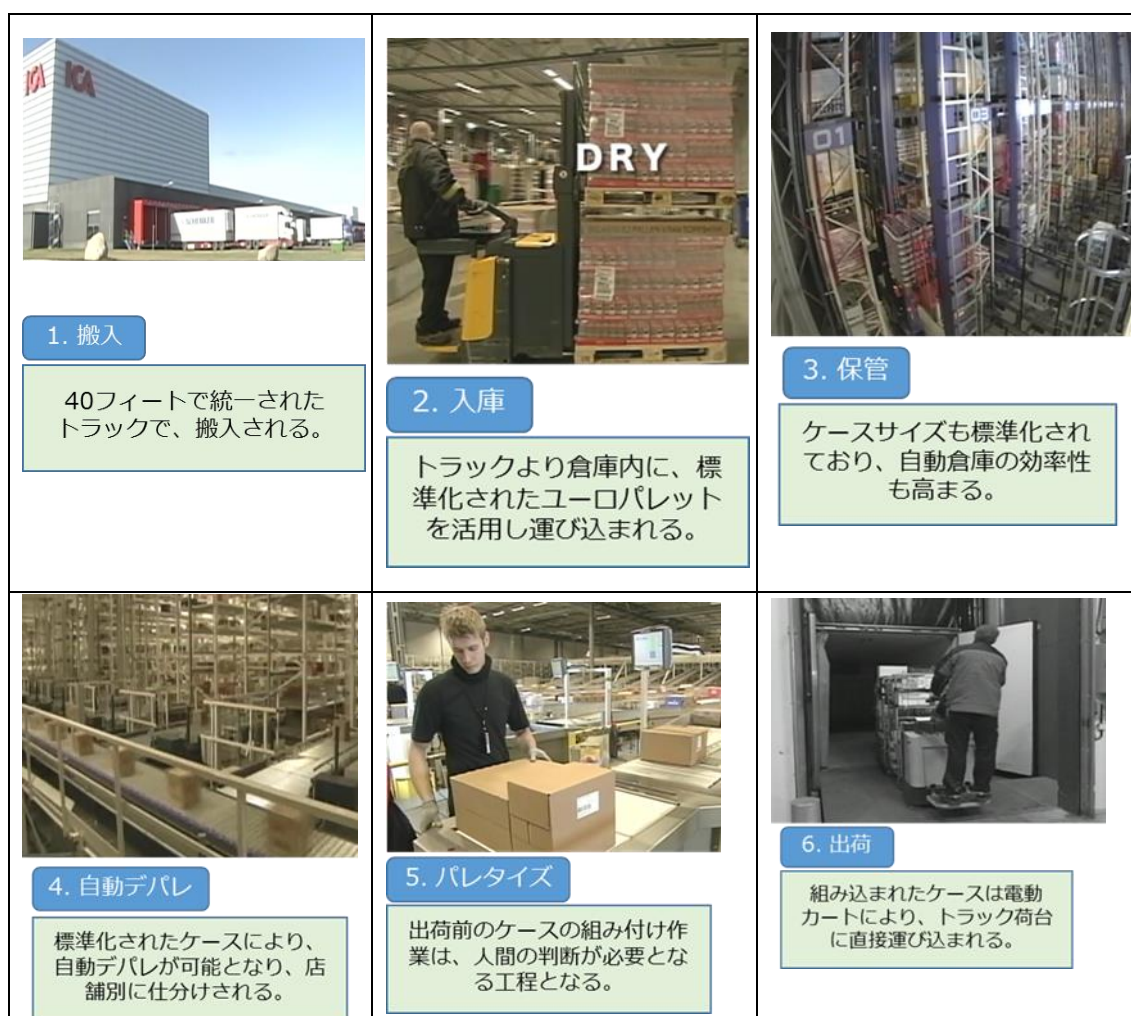


図5-1-1 スウェーデンの小売業グループICAの物流センターにおける標準パレットを前提とした作業プロセス

ここで紹介したICAのHelsinki DCは、2006年10月に運用が開始された。建物全長は400m、建物の幅は168m、建物高さ27.6mで延床面積は62,500㎡（約2万坪）である。

日本の総合物流システム機器メーカーの技術が導入されており、標準パレット及びそれに合わせてモジュール化された荷により、入庫から保管、デパレタイズ、パレタイズ、出荷まで一貫した作業が行われている。

このように標準パレットによってサイズは統一されたが、品質的なバラつきに起因する問題はあった。このユーロパレットの成功により、容易に割れやすく、成形し易い低品質の木材を使用した多数のレプリカが市場に参入した。これを受けて、標準パレットEUR/EPALの商標を所有する欧州の鉄道は、別の標準化団体として1992年に欧州パレット

協会を設立し、この商標は同協会のライセンスの下で使用することができることとなった。

同協会は欧州パレットプールで使用される標準パレットの品質確保に努めており、2016年10月にも同協会はプレスリリースを出し、ユーザーに対してE P A L 標準パレットと、非公認の“World Euro Pallet”は交換しないよう推奨した。これはドイツで開催された見本市で、この非公認パレットの出展者が標準パレットとの交換が可能であるとリーフレットに記載していたことに端を発している。すなわち正式なライセンスを持って、厳格な基準の従って生産された標準パレット同士だけが交換可能であることを明らかにしたものである。

このように欧州においては、標準パレットによる一貫パレチゼーションが50年以上に亘って行われており、現在も広く普及している。

なお、ここでは欧州の事例について詳述したが、アメリカでも1920年代からパレットによる鉄道輸送が開始されたと伝えられており、第二次大戦中にはパレットとフォークリフトが、軍の物流戦略の主要な構成要素となった。このアメリカ軍の戦略がオーストラリアにも広がり、戦後オーストラリア政府はアメリカ軍が残っていたパレットとフォークリフトを活用すべくCHEP（Commonwealth Handling Equipment Pool）を設立し、標準パレットを定め普及させた。

以上、欧州、アメリカ、そしてオーストラリアのパレット導入と普及の状況について述べたが、共通して言えるのは、パレットを効率的な荷の輸送手段として使用し、早くから標準パレットによる一貫パレチゼーションの考え方が取り入れられていたことである。

5-2 日本におけるパレットの導入と一貫パレチゼーションの取り組み状況

5-2-1 日本におけるパレットの導入から一貫パレチゼーションの取り組みへ

日本では、第二次世界大戦後にアメリカ軍が進駐してきた際に、パレットを利用した輸送・荷役の概念が初めてもたらされた。これに合わせてフォークリフトの国産も1948年に開始された。

その後、日本でもパレットの使用が広がり、パレット荷役用のフォークリフトの販売台数も増加した。しかし、前節で述べたオーストラリアとは異なり、同じくアメリカ軍の物流戦略にインスパイアされてパレットが導入されたものの、日本ではパレットは輸送のためというよりも、保管のための機材との認識が一般的であった。その理由としては、木材価格の高い日本では、木製パレットの価格も高く、パレットを使用する事業所にあつては、高価なパレットが流出することを嫌って、自社構内のみで使用するのが一般的で、輸送の合理化や効率化のためのパレットの使用という視点はなかったためである。従ってパレットのサイズは各事業者の取扱い品目に合わせてカスタマイズされ、輸送機関であるトラックの荷台寸法やコンテナの内包寸法は考慮されなかった。このため日本におけるパレット仕様の標準化はなされなかった。

この点において、パレットが輸送用の機材として標準化された欧州と、専ら保管用として使用されていた日本では、パレットの機能についてまったく異なる視点で捉えていたこととなる。

その後、比較的重量物を取り扱う業界では、パレットで使用するようになり、政府としても輸送の近代化につながる施策として、輸送用パレットの規格化を進めることとなった。

1964年10月の産業構造審議会流通部会で流通機構の近代化のための対策が審議されることとなり、翌1965年12月に出された第4回中間報告「卸総合センターについて」の中で、一貫パレチゼーションの重要性を指摘し、パレットプール制の推進と、包装の適正化（包装寸法、包装強度、包装作業の標準化等）が提唱された。

その後、1970年にJIS Z 0601 一貫輸送用木製平パレットが制定された。同規格では当初はパレットサイズとしてT11型（1,100×1,100mm）と、T8型（800mm×1,100mm）の2つが定められたが、T8型の使用が減少したことを受け、1990年の改正においてT8型が削除され、T11型だけが規定されることとなった。

5-2-2 日本における一貫パレチゼーション促進策の実施とその効果

パレットの使用目的として、輸送用ではなく保管用として、多様なサイズのパレットが混在していた日本にあっては、標準パレットを用いた一貫パレチゼーションというシステムは必ずしも広範に定着することはなかった。

1990年に運輸政策審議会で「物流業における労働力問題への対応方針について」が答申され、一貫パレチゼーションの推進も取り入れられた。

社団法人日本パレット協会（現一般社団法人日本パレット協会）の「ユニットロードシステム」V o 1.5 - N o . 2 0（1994年）に運輸省（現国土交通省）運輸政策局複合貨物流通課の総括審議官が寄稿した「一貫パレチゼーション推進と運輸行政」では、日本における一貫パレチゼーションの普及を妨げている要因及びその解決策を提示している。解決策には、同論文発行以後の動きも付け加えてまとめると以下のようになる。

表5-2-1 一貫パレチゼーションの阻害要因と対応策

阻害要因	解決策
<p>①パレットの紛失</p> <p>日本の産業界において回収できない空パレットの流失率は20%前後と見られている。パレットの所有は多くの場合荷主であり、欧米の2倍高い価格のパレットを輸送に用いることを荷主が嫌う。</p>	<p>パレットデポの整備</p> <p>パレットの使用効率を高め、返送を少なくし、紛失を防ぎ、また、レンタル制度の円滑な運用を図るためには、パレットの授受、保管のためデポの整備拡充が不可欠であり、このため運輸省では、開銀融資制度を創設するとともに、JR貨物駅用地のデポ利用を推進する。</p> <p>荷役機器の整備</p> <p>パレットの紛失、積載効率に対応したシートパレットの導入促進のためプッシュプルフォークリフトに対する税制優遇措置を創設するとともに、(社)全国通運連盟によるデモンストレーション用プッシュプルフォークリフトの整備配置を進めている。</p>
<p>②積載効率の低下</p> <p>パレットの採用が、荷姿を基礎として決められているため、トラックの荷台寸法やコンテナの大きさにマッチングせず、不効率となる。また、パレットの自重、体積分だけ積載効率が落ちる。このため、輸送コストが上昇する。</p>	<p>運賃料金の優遇措置</p> <p>一貫パレチゼーション推進のため、概ね次のような運賃料金上の措置が講じられている。</p> <p>①コンテナ貨物運賃料金（鉄道利用運送）</p> <p>荷主庭先において、荷主の保有する荷役機械により、パレットに積載された貨物のコンテナへの取入れまたはコンテナからの取出し作業を行う場合は、発送料又は到着料を1割引する。</p> <p>②車扱貨物運賃料金（鉄道利用運送）</p> <p>荷主が用意したパレットにパレタイズされた貨物について、貨車積卸料を1割引する。</p> <p>③パレット返送運賃（JR貨物）</p> <p>荷主所有の貨物積付用品（平パレット）を車扱又はコンテナ貨物の運送に使用した場合、3ヶ月以内に返送するものについて、運賃を7割引する。</p> <p>④パレタイズ貨物の積載重量（JR貨物）</p>

	<p>あらかじめJR貨物の承認を得たJIS規格パレット(T11型等)を使用して、車扱貨物を運送する場合のパレット重量は、運賃計算上、貨物重量に加算しない。</p> <p>⑤一般貨物自動車運送事業運賃(特別積合)集貨先から配達先まで通してJIS規格パレットを使用して運送する貨物については、運賃を減額する。</p> <p>荷役機器の整備 パレットの紛失、積載効率に対応したシートパレットの導入促進のためプシュプルフォークリフトに対する税制優遇措置を創設するとともに、(社)全国通運連盟によるデモンストレーション用プシュプルフォークリフトの整備配置を進めている。</p>
<p>③空パレットの回収問題 輸送後の空パレットの回収に費用がかかり、そのためパレット輸送のメリットが半減される。また回収システムの構築が難しい。</p>	<p>パレットデポの整備(再掲)</p>
<p>④荷崩れ パレット貨物は、貨物間にすき間ができ、荷崩れによる貨物の損傷のおそれがあり、荷主のみならず運送事業者も、損害賠償責任を負うことがあるため嫌うケースがある。</p>	<p>JIS Z0650 ユニットロードシステム通則(1995年制定)において、荷くずれ防止方策を規定。またパレタイズド貨物の安定性に関する試験方法を規定。</p>
<p>⑤荷主と運送事業者の関係 上記のような物理的な要因のほかに、一貫パレチゼーションが進まなかった重要な要因として、運送事業者の荷主に対する従属関係が挙げられる。すなわち、運送事業者は、同業者との競争関係から、荷主の要求には相当無理をしても対応するという関係ができており、本来ならば、輸送コスト増になったはずの手荷役という過重労働を運送事業側が吸収してきた。</p>	

総合物流施策大綱（１９９７－２００１）でも、製造業、流通業等の荷主に対する一貫パレチゼーションの推奨及び支援措置により、パレタイズ可能貨物のうちのパレタイズ比率を現在の約７割の水準から２００１年までに約９割に向上させること等のユニットロード化を進め、現在の約２割強の水準の全体のパレタイズ比率が約３割の水準になることを目指すとの努力目標が掲げられた。

同大綱のフォローアップでは、パレタイズ可能貨物のうちのパレタイズ貨物の割合は、調査対象業種のうち主要１０業種においては８０％以上、特にそのうち上位６業種については９０％を超える水準となっているが、全体では、１９９６年度の７６．２％から１９９９年度には７６．５％へとほぼ横這いで推移している。今後は、未だパレット化が十分に進展していない業種・業界毎のパレットサイズの標準化や、パレットだけでなくその他の荷役機器の標準化も含めた総合的なユニットロード化が必要であると結論付けられた。

「１９９７年度業界別一貫パレチゼーション普及調査報告書」（社団法人日本ロジスティクスシステム協会（現公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会）においても、パレット輸送の阻害要因として、先述の１９９４年の資料に記載されたものと概ね同じような回答が見られ、政府の施策が十分な効果を発揮するに至っていないことが分かる。

表５－２－２ パレット輸送の阻害要因と解決方策

パレット輸送の阻害要因（パレット化された貨物が積み替えられたり、バラ積みされて輸送される理由）	阻害要因の解決方策
第１位 空パレットの回収など管理の問題が発生する。（２４０ポイント）	第１位 空パレットの保管、返送、回収などを低コストでできるようにする。（３０７ポイント）
第２位 取引単位がパレットに満たない。（１９６ポイント）	第２位 発荷主・着荷主・物流事業者間でパレチゼーションの実施について基本的な取り組みを決める。（２６２ポイント）
第３位 積載効率の低下から輸送費用が高くなる。（１８１ポイント）	第３位 業界団体などによる共同利用・回収システムを普及促進する。（１５８ポイント）
第４位 包装形態（荷姿・寸法）が輸送用のパレットに合わない。（１７９ポイント）	第４位 取引単位をパレットに適合するように見直す。（１２７ポイント）
第５位 パレットを外部に出すと紛失・破損が起こる。（１６５ポイント）	第５位 パレチゼーションによる運送費用割引の仕組みを見直す。（１２５ポイント）

さらに２０１６年に日本物流団体連合会が実施した「トラック幹線輸送における手荷役実態アンケート調査」において、手荷役が行われる理由、すなわちパレット化ができない理

由として、以下の回答が寄せられている。

表5-2-3 パレット化できない理由

トラック運送事業者からの回答	物流拠点からの回答
第1位 荷主が積載量を多くしたいから (パレット輸送を行うと積載効率が下がるため) 回答数30	第1位 荷主が積載量を多くしたいから (パレット輸送を行うと積載効率が下がるため) 回答数11
第2位 荷主がパレット等を流出させたくないから、又はパレット等の利用を認めていないから 回答数25	第2位 着荷主の要請で仕方ないから 回答数7
第3位 パレットはあくまでも保管用であり、輸送用には使用されないから 回答数24	第2位 パレットはあくまでも保管用であり、輸送用には使用されないから 回答数7
第4位 着荷主の要請で仕方ないから 回答数12	第4位 輸送のロットがパレットサイズと合っていないから 回答数6
第5位 そもそも積み込先・荷卸し先がフォーク荷役等できる状況になっていないから 回答数11	第4位 そもそも積み込先・荷卸し先がフォーク荷役等できる状況になっていないから 回答数6
第6位 荷崩れが心配で、詰め直す必要があるから 回答数8	第6位 荷崩れが心配で、詰め直す必要があるから 回答数8
第6位 輸送のロットがパレットサイズと合っていないから 回答数8	第7位 荷主がパレット等を流出させたくないから、又はパレット等の利用を認めていないから 回答数25
第8位 荷主が使用しているパレットサイズがトラックの大きさに合わないから 回答数7	第8位 荷主が使用しているパレットサイズがトラックの大きさに合わないから 回答数1

手荷役をなくしていくためには、荷のパレタイズ化、そして標準パレットによる一貫パレチゼーションの導入が効果的であることの共通認識は広まっているものの、20年以上に亘ってほぼ同じような阻害要因が挙げられており、各要因への対策は取られているものの、問題がすべて解決されるに至ったわけではない。

国土交通省の2016年度の「物流分野における労働力不足対策アクションプラン」施策総括表でも、一貫パレチゼーションの推進などによる手荷役の削減の促進が一項として取り上げられ、トラック運送に付帯する荷役作業について、パレット等の輸送用資機材の標準化・規格化や荷役の機械化の促進を通じ、手荷役の削減を図ることが掲げられているが、これまで繰り返されてきた阻害要因を打ち破る新たな方策は見出されていない状況である。

以下に参考として、一般社団法人日本パレット協会調査によるレンタルパレットの保有枚数の推移と、それぞれのサイズ別構成の推移を示す。

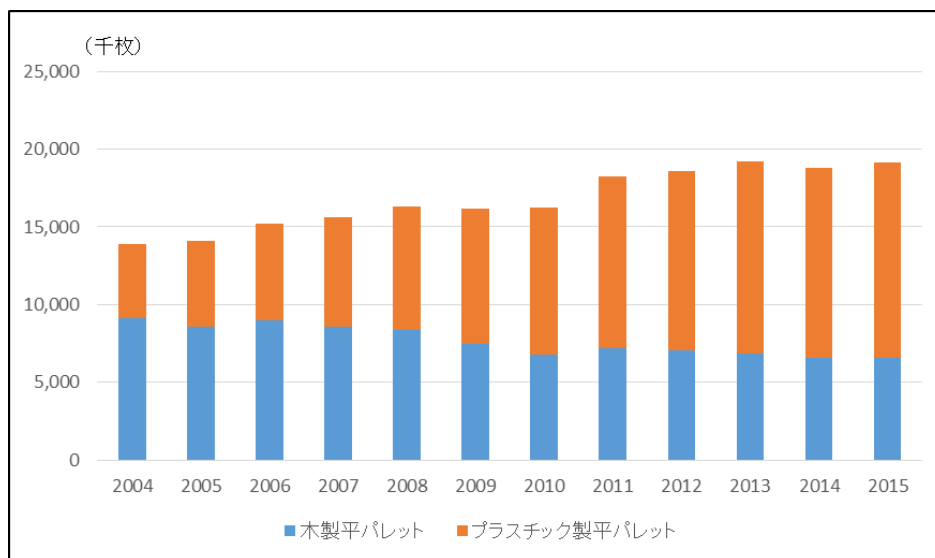


図5-2-1 レンタル用平パレット保有枚数の推移

出所：一般社団法人日本パレット協会「データ集」

2015年の実績は1,916万枚で、うち木製が655万枚で全体の34.2%、プラスチック製は1,261万枚で65.8%を占めている。

それぞれについてサイズ別内訳の構成比の推移を以下に示す。

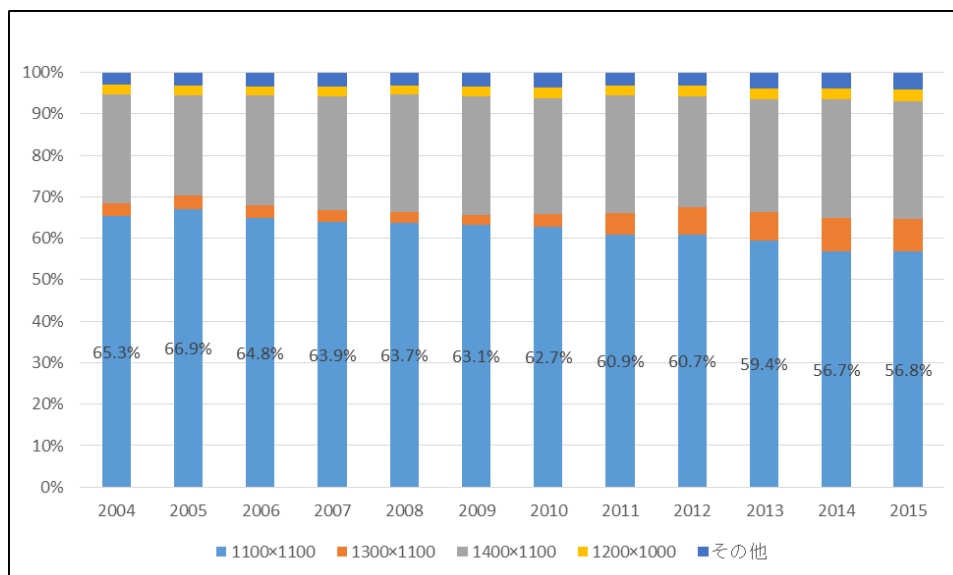


図5-2-2 レンタル用木製平パレット保有枚数のサイズ別構成比の推移

出所：一般社団法人日本パレット協会「データ集」

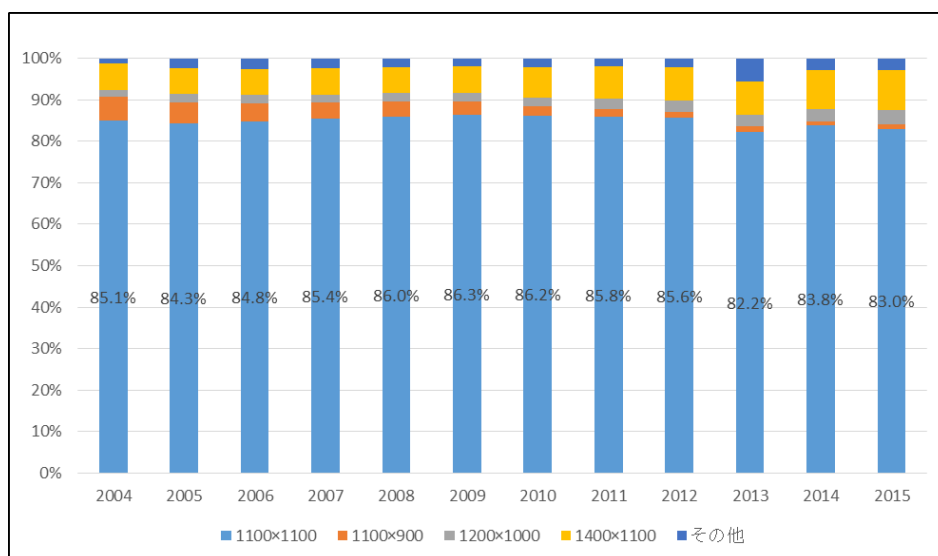


図5-2-3 レンタル用木製平パレット保有枚数のサイズ別構成比の推移

出所：一般社団法人日本パレット協会「データ集」

レンタルパレットにおいては、日本のJISにおいて一貫輸送用パレットとして定められているT11型（1,100mm×1,100mm）の割合が、プラスチック製では80%以上を維持しているが、木製では低下傾向にあって2015年は56.8%と10年前に比べて約13ポイントも下がっている。しかし全体の中でプラスチック製の割合が高まっていることから、T11型はプラスチック製では主流となって、木製からシフトしているため、木製では他のサイズのウェイトが高まっているのではないかと推測される。

5-2-3 日本における標準パレットによる一貫パレチゼーションの成功事例

ここまで、なぜ一貫パレチゼーションが広まってこなかったのかというネガティブな点を強調し過ぎたきらいがあるが、すでに一部の業界ではT11型レンタルパレットと共同回収システムの融合による一貫パレチゼーション推進と物流効率化の実現を実現し、成果を上げている事例もあるのでここで紹介する。

1990年12月に、加工食品メーカー7社が参加し、日本パレットレンタル(株)(JPR)を事務局として一貫パレチゼーションの重要要件である納品先からのパレット共同回収について、「食品メーカー一貫パレチゼーションシステム研究会」をスタートさせた。

同研究会での実態調査により、一貫パレチゼーションの最大阻害要因は「回収問題」であり、「多種多様なパレットの混在による納品先のパレット管理の困難さ」に起因すると判断し、パレット輸送推進には「パレット仕様を統一した上で、共同で回収する仕組み」を作ることが最も効果的であると結論付けた。そして1991年1月に研究会の名前を「T11型パレット共同利用研究会」略称「P研」と定め、次の基本原則と総合目標を設定し、回収システムの構築に取り組んだ。

1) 基本原則

(1) パレットの規格を11型とする、(2) JPRレンタルパレットを使用する、(3) 輸送先の空パレットは共同回収する。

2) 総合目標

(1) 日本全国で回収システムを展開する、(2) 回収率100%の達成を目指す、(3) 加工食品業界の標準システムとなることを目指す。

3) 効果

(1) 一貫パレチゼーションによる物流効率化の実現

(2) 着荷主の納入社別空パレット管理作業の軽減

(3) 空パレットの確実な回収

現在までの発展については、会員(参加企業)数と納入パレット枚数の推移を見れば分かるように、この6年間で会員数は161社から239社へと78社増え、パレットの納入枚数は1,711万枚から2,658万枚へと947万枚増えている。

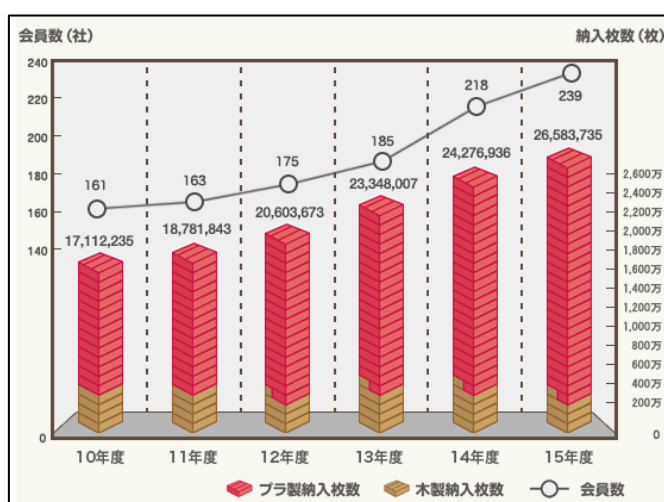


図5-2-4 P研の会員数及び納入パレット枚数の推移

出所：T11型パレット共同利用研究会ホームページ

5-3 情報における標準化の進展

5-3-1 物流における情報の活用状況

物流の6つの機能の中にはサブシステムとして「情報」も含まれており、多数のステークホルダーの総体から構成され機能している物流、そしてサプライチェーン全体を効率化、高度化するための機能である。

パレットと同様に、標準化されていなければ、サプライチェーンでの情報の受け渡しが円滑、正確に行えないため、本事業においてIoTを有効活用した全体最適なサプライチェーンシステムの構築を目指していくためには、情報の標準化も大きなテーマとなる。

情報の標準化といった場合、バーコードやRFIDといったデータキャリア、いわゆるハードの部分と、そこに刻まれたコードやシンボル、いわゆるソフトの部分の双方について考えていく必要がある。

物流においては、今回の実態調査の中でバーコードやRFIDが使われていることを示したが、データキャリアとしてはこの2つにQRコードを加えた3つが多く使われているため、これらの標準化の状況を確認し、将来はデータの交換を異なるコードやシンボル、データキャリアでも可能とする環境にしていく必要がある。

(1) バーコード

①GS1コードの誕生

2010年1月からGS1識別コードが、新しい国際標準の識別コードとして利用できるようになった。

EAN(JAN)やUPCシンボルと比較して、同じ量のデータをより少ないスペースで表示できるのが特徴であり、また、シンボルによってはアプリケーション識別子(AI)を用いて、GTIN以外に製造年月日、有効期限、ロット番号などの商品属性情報を追加表示することもできる。

表5-3-1 GS1コードの種類

GS1事業者コード (日本では7桁又は9桁)	商品アイテムコード(商品一つ一つを識別する)	SGTIN	製品:消費財、医薬品、医療機器、原材料等 JANコード(GTIN13桁)にシリアル番号を付加して個々の商品に番号付けを行う。
	輸送単位コード(物流の輸送単位を識別する)	SSCC	荷物を輸送する際の輸送梱包単位(18桁)。 ケースやパレット、カゴ台車等への積載単位。
	ロケーションコード	GLN	企業・事業者識別コード(13桁)

	パレットやカゴ台車等を管理	GRAI	パレット、かご車、クレート、オリコン等。リターナブルな資産を管理するためのコード (14桁+シリアル番号(16桁まで))
	什器やIT機器等の資産を管理	GIAI	事務機器、物流機器、IT機器、車両などの管理。 企業の固定資産を監視するための識別コード(最大30桁)
	サービス	GSRN	サービスの提供者と利用者を管理するためのコード(18桁+チェックデジット1桁)
	文書	GDTI	通関申告書や保険証書などの物理的な文書の管理が必要な場合の識別コード(13桁+シリアル番号17桁まで)
	クーポン	GCN	クーポンのための識別コード(13桁+シリアル番号12桁まで)

GS1識別コードの標準化によって、これまで識別ができなかった小物商品や、曲面のあるバラ売り青果物への利用が見込まれている。加えて、AIを利用して生産情報や消費・賞味期限を表示することにより、品質管理やトレーサビリティ(生産履歴追跡)などへの利用も期待されている。

なお、JANシンボルは引き続き使用することが可能であり、表示スペースがJANシンボルでも十分に取れるようなケースや、商品識別コード以外の詳細情報を追加する必要がない時には、現在の表示をGS1識別コードに切り替える必要はない。

注意点としては、このように全ての商品のバーコード表示GS1に切り替わるものではなく、EAN(JAN)シンボルは従来通り使用することができる。

すなわち、この新しいGS1識別コードは、表示部分を小さくしたり、商品の属性情報などを表示するのに適したシンボルとして追加の選択肢として補完的なものであるといえる。

②GS1識別コードが使用できるデータキャリア

識別対象や利用する業界、使用環境によっては、この新しいコードを使用できないデータキャリアもあるので注意が必要となる。

(2) QRコード

QRコードは、スマートフォンの普及が進むにつれて、身近なものとなっているが、(1)で述べたGS1識別コードのアプリケーション識別子を利用して、所定の方式でデータをシンボルに書き込んだGS1QRコードがある。

(3) R F I D

R F I D (R a d i o F r e q u e n c y I d e n t i f i c a t i o n) は、近年読取性能の向上や低価格化が進んだこともあり、特に大量の商品情報を管理する必要があるアパレル業界を中心に普及が進んできている状況にある。

普及に向けた推移としては、2005年から使用されていた950MHz帯R F I Dが2012年7月に、周波数移行により、920MHz帯に変更された。ただし、950MHz帯と同じく構内無線局の免許が必要であり、無線設備の常置場所を届け出することは従来と同じであった。また、特定小電力無線局の送信電力が10mW(読み取り距離20cm程度)から250mW(2m程度)に増加された。これにより、特定小電力無線局を使用する場合には構内無線局の免許が不要となり、ドライバー端末(ハンディターミナル)等への利用も可能となった。

表5-3-2 バーコード、QRコード、R F I Dのメリット/デメリット

	バーコード	QRコード	R F I D
読み取り距離	短い(数cm程度)	短い(10~30cm程度)	長い(数十m以上も可)
読み取り環境	見える場所	見える場所	見えなくても可能(遮断物があっても可)
同時読み込み	不可能	不可能	可能
記憶容量	小さい (20~30 Byte)	バーコードよりは大きい が、R F I Dほどではない (3~7KB)	大きい(8KB以上も可能)
書き込み	不可能	不可能	可能
汚れへの耐性	弱い	バーコードよりは強い が、R F I Dほどではない	強い
暗号化	困難	容易	不可能
コスト	安い	安い	高い

このように比較すると、使用する環境によって条件は変わるものの、基本機能としては、コストを除いてはR F I Dの優位性が明確に示される。

しかし、R F I Dの導入については以下の点に留意する必要がある。

- ①電波の干渉により読み取りできない現象の発生(金属による電波の反射や水分による電波の吸収等)
- ②複数同時読み取りの際の読み取り漏れの発生(特に移動速度が速い場合)

③読む必要のないRFIDの情報でも読んでしまう可能性があり、標準識別コードを使用していない場合、システム上でのエラー処理が必要。

表5-3-2で述べたコストの点、さらに留意点として記した最初の二点については、RFIDの技術的な発展によって克服することが可能と考えられるが、最後の標準識別コードを使用していないデータを読んでしまうとの問題は、今後RFIDを活用して全体最適なサプライチェーンシステムの構築を図っていく上で課題となる。

誤読み取りの可能性があることを前提にすれば、読み取ったRFIDの情報について、まず自らのシステムで必要かどうかを判断しなければならないが、この判断の基準となるのが、RFIDに格納してある識別コードである。

先述したGS1の識別コードは用途が明確であり、バーコードでも利用できる。また、仕様書も公開されているため、RFIDで利用する標準識別コードとしても、現時点では比較利用しやすいコードといえる。

しかしながら、利用者（企業）が自社内の製品や資産、リース／レンタル品等に個別にコードを付けて管理している例は多く、こうした既存の独自コードは、その企業内での管理のみを目的にした独自の体系のため、標準識別コードと合っていないので、誤読み取りの大きな要因となってしまう。

そのため、こうした独自コードはあくまで社内管理向けにのみ使用し、物流において多く発生すると思われる、複数の企業の製品がRFIDを付けて存在するような場所で使われるような場合は、他社が異なる製品に同じ識別コードを用いているといったことも起こりうるわけであり、重複が生じないように標準識別コードの使用を徹底していく必要がある。

一般社団法人日本自動認識システム協会では、「UHF帯RFID標準コード体系ガイドライン」を2016年5月に発行して、すべての産業界でUHF帯RFIDを有効に活用できるよう、呼びかけを行っている。このガイドラインに沿って、独自コードをどのように自社のシステム上に位置付けるかを紹介する。

表5-3-3 紐付け方式と埋め込み方式の定義

紐付け方式	RF タグにはRFIDに適したユニーク識別コードを格納し、独自コードと標準識別コードは、システム上でデータベースや変換テーブル等を使って紐づける方式である。 標準識別コード自体を、それを割り当てた物品を個別に識別するためだけのシンプルな番号(コードの桁に特定の意味を持たせないなど)にすることができ、様々な取引先との連携が容易になる。
埋め込み方式	独自コードを何らかの方法で標準識別コードになるように加工／変換し、RF タグに格納する方式である。

なお、同ガイドラインでは、バーコードでもGS1の識別コードが使われているため、J

AN等のGS1に適合したコードであれば、比較的容易にEPC標準のRFIDのコードに割り当てることができるとしており、今後物流における情報伝達の標準化を推進していく上で留意すべきである。

第6章 標準化による自動化・I o T導入のアイデア

これまで物流の“繋ぎ”の部分である物流施設における、トラックによる入荷という、まさに“繋ぎ”の重要な部分、すなわちますます多機能化する物流施設内の作業の円滑化のために、バラ荷からパレットへとといった荷姿の変換が行われる部分に着目してきた。その上で、物流施設への入荷において、手荷役による作業が常態化しており、今後労働力が減少していく中で、いかに効率化を図っていくかを考え、標準化による改善が必要であるとの結論に至った。

しかしながら、中心となるバラ荷からパレタイズ荷へ、そして、さらに標準パレットとして統一していく道筋は、多くのステークホルダー間の利害の調整を行う必要があり、一朝一夕で達成することは難しい。

そこで標準化による自動化・I o T導入を進めていくとの流れの中で、現在直面しているトラックドライバー不足の問題に対して、いわば緊急の対症的に手荷役の負担軽減を可能とするアイデアを紹介し、次いでパレット化による荷姿の標準化、そして情報伝達様式の標準化、効率化のアイデアについてRFIDを例に紹介する。

6-1 物流施設における自動化のアイデア

6-1-1 バラ荷の荷卸し作業を支援する機器

(1) 現在導入済みの機器とトラックからの荷卸しへの適用の有効性

①テールゲートリフター

日本では1964年に開発された、自動車の後部に設備された省力化リフトのことである。トラックの荷台後部のあおりを水平に倒し地面まで降ろすことで、荷物を載せて床面と地面の間を行き来させることができることから、フォークリフトなどの荷役機器が備えられていない現場、特に宅配便等を配送するトラックが公道で荷卸しをする際の作業負担を軽減できる。

ただ、これを物流施設のバースで使用する際に、トラックの荷台とバースの間に段差がある場合はゲートを任意の角度で固定させてスロープにすることもできるため、かご車で施設に搬入するようなケースでは作業が容易になる。

なお、テールゲートリフターの導入については、平成28年度低公害車普及促進等対策費補助金「トラック運送業の生産性向上促進事業」の一環で以下の補助制度が設けられており、2017年2月13日現在で11社、270モデル(型番数)のテールゲートリフターが対象として指定されている。

表6-1-1 テーブルゲートリフターに対する導入支援補助金の概要

補助対象	補助率	補助額		補助上限台数
テーブルゲート リフター	通常価格の 1/4以内	タイプ毎に異なる		1事業者当たり3台まで (ただし、補助対象事業者が 自動車リース事業者の場合 は、借り受ける運送事業者に きに3台までとなる。)
		垂直式	15万円	
		アーム式	15万円	
		後部格納式	30万円	
		床下格納式	30万円	

②パワーアシストスーツ

リハビリ用や介護支援者の負担軽減といった目的以外にも、物流現場における手荷役作業の負担軽減に用いられている事例がある。

これは身体に装着するタイプのロボットで、いくつかのモデルがすでに市販されているが、当初は荷役作業時の腰への負担を軽減することができるものから始まった。腰部の位置センサで検出した姿勢や動きから、荷物の持ち上げを補助するモードや、上体を保持して荷物の搬送を補助するモードなどの動作モードを切り替えることが可能なため、より効率的に作業を行うことができるとしている。

また荷物の上げ降ろしを行う際に膝をサポートするものも今後販売が予定されている。

2015年9月に、羽田空港でリムジンバスから、乗客のためにスーツケース等の重い荷物を降ろす係員のために導入されている。



写真6-1-2 パワーアシストスーツを着用しての羽田空港でのバスからの荷卸し作業

物流施設での荷卸し作業への適用を考えた場合、現状トラックドライバーによる手荷役が常態化している状況では、着床のたび毎にパワーアシストスーツを着用し、作業終了後に再び脱いで、トラックに乗り込むといったやり方は現実的ではない。物流施設側で導入する場合も、トラックとの作業分担を明確させ、導入や運用の経費を、荷主等も含め、どのように分担するかを決めなければならない。

③コンベア

コンベアをトラックの荷台内に直接延長して引き込む、または荷台の前に位置させることはすでに実施されているが、ドライバーがトラックから荷を降ろして所定の位置まで運んで降ろす場合、距離的に運ぶ距離が短くなるため、作業負担は軽減できる。

なお、コンベア等を使ってトラックに荷を自動積み込出来る装置は実用化されているが、入荷時のバラ荷を自動的に降ろせる装置は開発されていない。

(2) トラックからの入荷作業を自動化するための機器

①バラ荷をトラックから自動で降ろすためのロボット

2016年の第7回 ロボット大賞（経済産業大臣賞）を受賞したバラ積みピッキングロボットのように、製造工程や物流施設のコンベア上から、様々な形状と重量の部品や製品をピッキングする作業の自動化は進みつつある。政府のロボット新戦略の中でも、2020年にピッキング、仕分・検品におけるロボット化率約3割を目指すとの目標が掲げられている。

しかしながら、トラックに積まれたバラ荷をつかんで降ろせるロボットはまだ日本では実用化されていない。

アメリカでは、図6-1-3のような、トラックの荷台から荷の積み下ろしを行えるロボットの検証実験が行われている。アメリカのロボット産業協会（RIA）のウェブサイトから紹介する。



写真6-1-3 トラックコンテナから荷の積み降ろしを行うロボットの実証実験

ここではアメリカにおいても、日本同様に“Dock Area”が物流施設内で最も労働集約的で物理的に要求の厳しい場所の一つとしており、3Dビジョンシステムを活用したロボット式トラック・アンローダ（RTU）を、トレーラーや海上の貨物コンテナに自律的にナビゲートして自動的に荷卸しするモバイルプラットフォーム上のロボットとして開発したことが記されている。

RTUを開発したWynright CorporationのCEO、ケビン・アンブローズ氏は、倉庫や流通センターの多くは自動化されているが、最後の1マイル（荷積みのドック）は依然としてサプライチェーンの手荷役作業のままであると指摘し、その要因としてトラックの積み降ろし時に遭遇する変数の数と関係があると述べている。ほとんどのロボットは、単一の反復的な作業のために設計されているが、サイズ、形状、トレーラーや海上コンテナに積み重ねる方法などの変数を認識し、それらをスタックから取り出して配置する最善の方法を決定する自走ロボットユニットを開発することで、RTUを完成させた。

導入されているのは、ビデオゲームで使用されているのと同じタイプの3Dビジョンテクノロジーの革新的な使用であり、RTUがカートンの壁に近づくと、3次元でファサードをスキャンし、アルゴリズムを使用してカートンを把持してコンベア上に移動させ、残りのマテリアルハンドリングシステムに導入できる最良の方法を決定する仕組みである。

1人のオペレータが最大3つのユニットを同時に管理でき、オペレータは、輸送中に破損したカートンの取り扱いなど、RTU自体では解決できない問題を解決するためにのみ存在する必要があるとしている。問題が発生すると、オペレータに警報が発せられ、オペレータはその状況を解決するためにドックに戻るようになる。

ただ、今回の現場実態調査での入荷トラックの状態を示す写真6-2-4を見れば、積載効率を上げるため、荷台内側いっぱい荷が積み上げてあり、このRTUで対応することが可能なか確認する必要がある。



写真6-1-4 荷台いっぱい積み込まれた荷物をドライバーが手荷役で降ろしている様子

6-1-2 パレタイズされた荷をトラックから自動で降ろす車両・機器

(1) 自動で荷卸しする車両、機器

①無人フォークリフト

パレタイズされた荷物をトラックから降ろす際には、多くの場合フォークリフトが使われている。それを自動化するアイデアについては、すでに1971年に世界に先駆けて、日本のメーカーが無人フォークリフトを開発・実用化している。パレットの差込口の位置を自動的に検知して、通常のフォークリフトと同様に、荷の直置き、直取り、段積みといった作業を行うことができ、現在概ね最大荷重1～3tのモデルが複数のメーカーでラインナップされている。

1994年に制定されたJIS D6801 無人搬送車システム用語で、無人搬送車的一种として無人フォークリフトが定義され、1997年にはJIS D6802 無人搬送車システム安全通則も制定され、無人フォークリフトも対象となった。

2009年には有人・無人切替式のフォークリフトも市場投入され、物量に応じて有人／無人運転を切替えられるといったフレキシブルな運用も可能となった。

日本産業車両協会の最近の統計調査では、過去5年間の納入システム数は30～40件程度で推移しているが、製造業向けがほとんどで、運輸・倉庫業向けが約2%、卸・小売業向けは約1%に過ぎない。

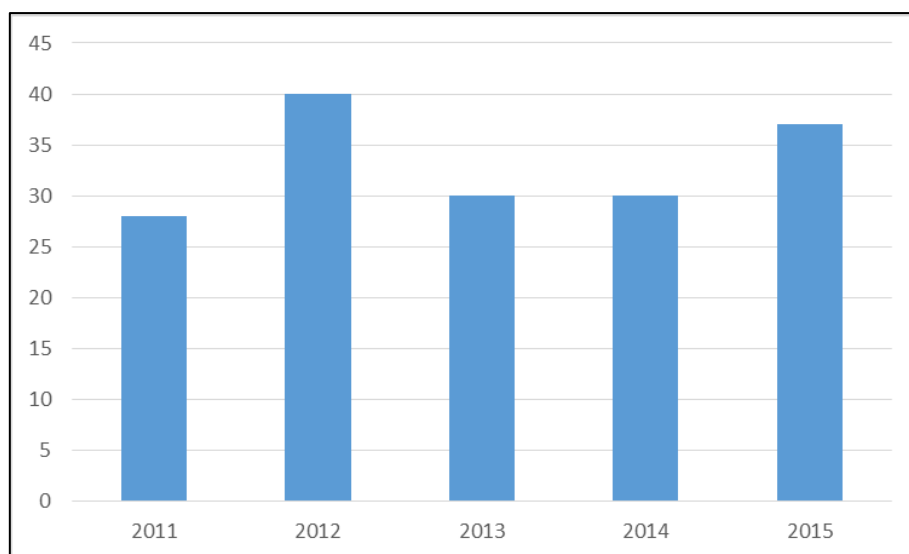


図6-1-1 無人フォークリフト納入システム数の推移

出所：一般社団法人日本産業車両協会「無人搬送車システム納入実績調査」

国内のフォークリフト市場規模が年間7～8万台であることと比べると、無人フォークリフト（切替式を含む）はその1%にも満たない量にとどまっているが、周囲に他の作業員がいる環境での使用が前提となると、安全を最大限に考慮して走行速度等の基本仕様を定める必要があることから、人が操作するフォークリフトに比べて作業サイクルが遅くなるのは否めない。

将来、標準パレットのみが使われ、周囲に他の作業員がいないといった環境を整えば、技術的には有人フォークリフト並みに作業速度を速めることは可能である。

物流施設や倉庫と工場の内部での使用と比較した場合、トラックで入荷した荷を無人フォークリフトで自動的に荷卸しして、施設内に入庫するという工程での使用を実現・普及していくには、物流施設の床面の要件や、トラックの荷台高さとバースの高さが異なる場合の対応等、解決していかなければならない課題がある。

②トラックからの自動的な荷卸し／自動的な荷積み装置

アメリカにおける、パレタイズされた荷物をフォークリフトなしにトラックから自動で降ろすシステムを紹介する。パレット貨物用のチェーンコンベヤシステムとスケートシステム、航空貨物用のローラーコンベアシステム、混載貨物用のスラットコンベヤシステム、混載貨物用のプラスチックベルトシステム、貨物積載物用のベルトコンベアシステムで構成されており、大量で比較的標準化された製品の製造業者または流通業者をユーザーとして想定している。



図 6-1-2 トラックからの自動的な荷卸し／自動的な荷積み装置

(3) トラックから降ろされた荷物を施設内に自動的に搬送するための車両、機器
ここまでトラックからの荷卸しについて、機械化や自動化の実績、アイデアを紹介したが、降ろされた後の荷物を施設内に入庫させるための機器についても触れる。

政府のロボット新戦略では、先述のピッキング、仕分・検品におけるロボット化と共に、入出荷場等の輸送と現場との接点での作業や配送管理について、ロボットによる一貫した自動化が実現できるよう取組を進めるとしている。

製造業では無人搬送車システム（AGVS）が導入されているケースもあるが、物流施設では普及していない。

工場では納入の量やタイミングを管理しつつ、生産ラインと整合したレイアウトや運用で活用されているのに対し、物流施設では入荷のタイミングも日々変動し、製品も新旧切

り替えや季節によって変動し、それに伴って入庫先も変動する。そのため、物流施設では、工場で主流となっている誘導線に沿って走行する無人搬送車ではなく、走行ルートフレキシブルに変更できる自律走行型であることが望ましい。

また、無人フォークリフトの項で述べたように、人との分離ができていないかどうかで走行速度は変わってきて、生産性もそれに左右されるため、物流施設の新設や建て替えのタイミングで、どのような搬送作業を求めるかを予め想定して、レイアウトや運行管理システムを検討し、発地である荷物を降ろす場所と着地となる自動倉庫等と整合したものとして、設計・運用する必要がある。

6-2 物流施設におけるIoT導入のアイデア

6-2-1 情報伝達の標準化による生産性向上

(1) 通信環境の発展

IOTを有効活用した全体最適なサプライチェーンシステムを構築して上で、ICT（情報通信技術）の今後の発展について視野に入れておくことが必要である。

通信環境において、2020年の東京オリンピック、パラリンピックでの実用化を目指して、第5世代移動通信「5G」の開発が急速に進んでいる状況にある。

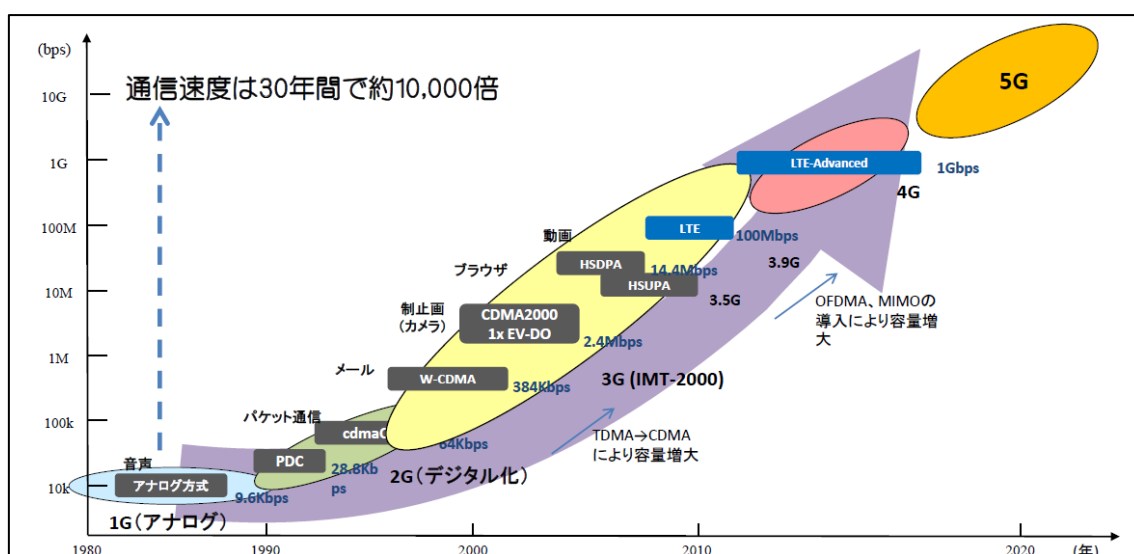


図6-2-1 2020年以降に実現が期待される無線システム

出所：総務省「世界最先端のワイヤレス立国の実現・維持に向けて」

これにより光ファイバ並みの通信速度の超高速性（10Gbps以上のピーク速度）、超低遅延性（1ミリ秒以下の遅延（無線アクセス網）、センサーネットワーク等における多数の機器の同時接続（現行LTEの100倍の接続機器数）、現行LTEの1千倍のシステム容量、低消費電力化等が実現できると見込まれている。

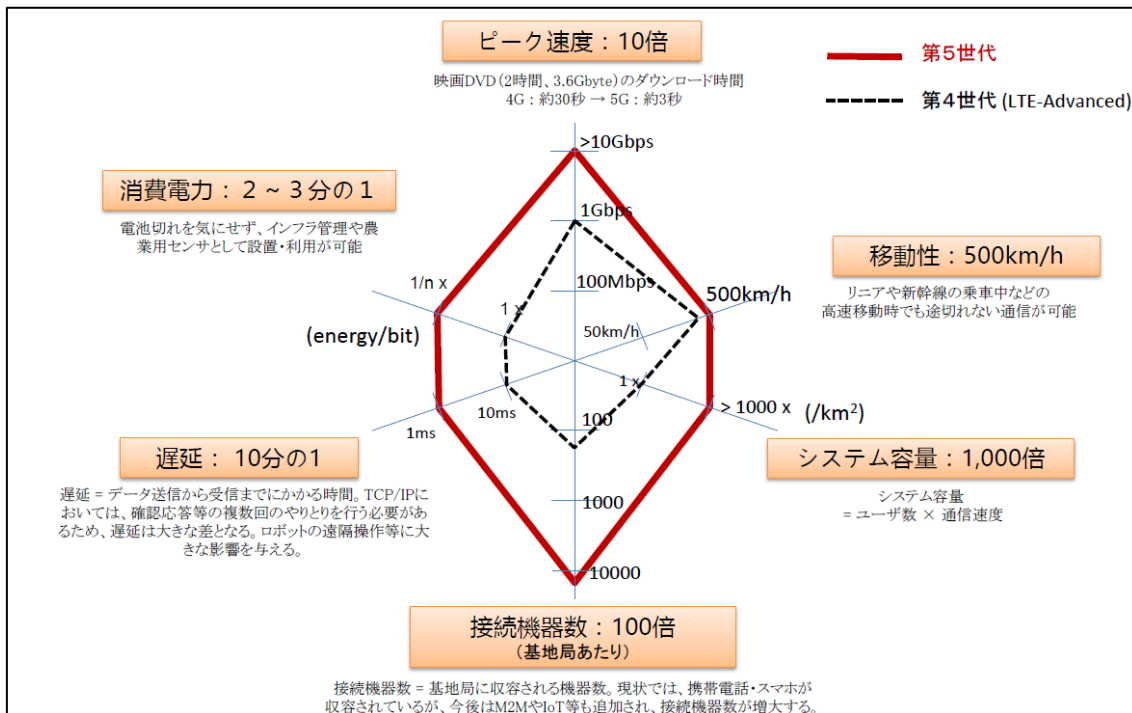


図6-2-2 第5世代移動通信システムの要求条件 (例)

出所：総務省「世界最先端のワイヤレス立国の実現・維持に向けて」

日本での5Gの導入は、まずスマートフォンなどの携帯端末から開始されると見通されており、その後自動車でも使えるようにするため、現在実証実験が進められている。

物流においては、5Gの通信環境が実現すれば、RFIDによってサプライチェーンの中にある物品の現在の所在地や環境(温度、湿度、照度、空気清浄度、振動強度)が、素早く正確に物流事業者や荷主企業、納入先企業等において共有され、各種端末を使用して容易にかつリアルタイムに把握できるようになると予想される。

また、2016年に実証実験が開始されたETC2.0車両運行管理支援サービスでは、車両位置をリアルタイムで伝えることで、物流施設側では正確な到着時間の見通しを立てて、作業の準備を行っていくことが可能になると期待されるが、ETC2.0は、道路沿いに設置されたITSスポット(ETC2.0サービスが行われる場所)と対応車載器(DSRC通信対応機)との相互通信、高速・大容量通信でつながるシステムであるものの、DSRC通信対応機の普及が進んでいない現状である。同機器の普及促進を図るとのアプローチもあるが、5Gを車-車間通信に使うことで、トラックと物流施設間の情報のやり取りが行うようにする方法も考えられる。

(2) 通信環境の発展に対応するデータコードの標準化の必要性

5-3で述べたように、UHF帯RFID(c1G2のRFタグ)の標準識別コード使用の徹底を図っていくことで、RFIDを介した、将来の“あらゆるものがつながった”社会を実現できる。

物流分野でも先述した5G通信システムの膨大な接続能力に支えられ、荷主や物流企業が輸送状況や在庫状況をリアルタイムで確認できるので、異常が発見された場合、直ちに救済措置を講じることが可能となる。顧客側も、こうした情報を利用して、物品到着後の作業について合理的かつ正確な計画を立てることができる。

ISO 1736xシリーズはサプライチェーンでRFIDを使用するためのアプリケーション規格である。ISO 1736xでは、サプライチェーンで扱われるモノ(商品や輸送機材等、すなわちRFIDを取り付ける単位)を図6-2-3のような階層に分け、それぞれの階層でユニークな識別コードを含めたRFIDの使い方を規定している

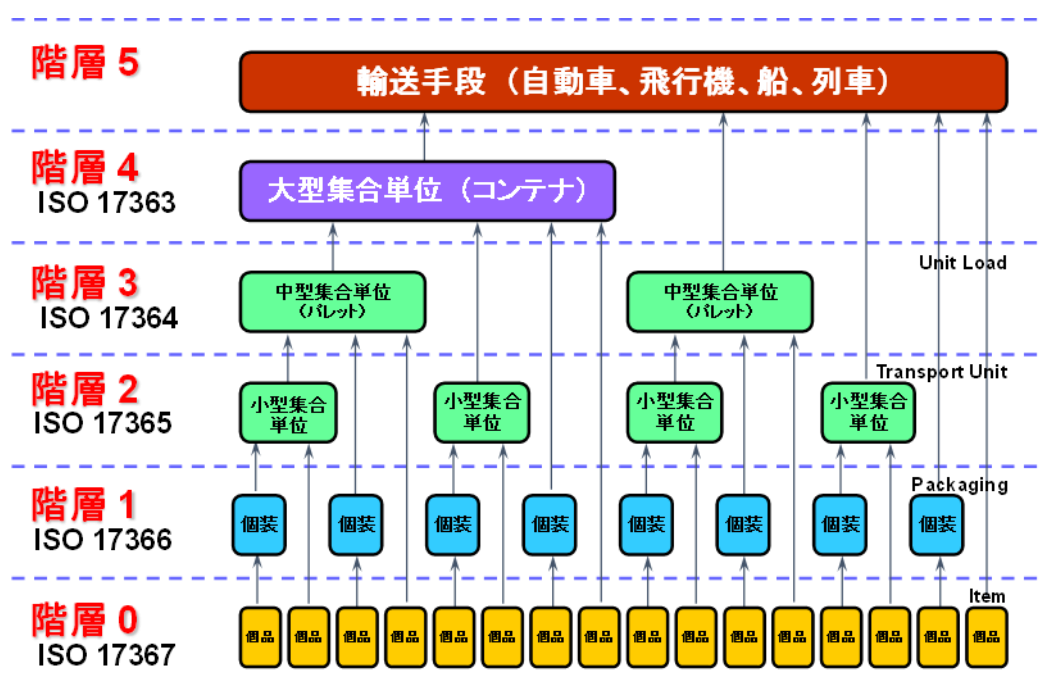


図6-2-3 ISO 1736xシリーズにおけるサプライチェーンの階層と規格

今回の実態調査を行った物流施設でも、管理用のRFIDを付けたレンタルパレットがあったことが報告されているが、これは階層3として位置づけられる。

まだまだ技術面、コスト面でハードルが高い面もあるが、レイヤー2と3の領域(プラスチックコンテナ、パレット)において、RFIDを使って管理することに高いニーズがある。プラスチックコンテナやパレットは1つ当たりの単価が比較的安いということもあり、

資産として個別の資産管理番号を振って管理されていないことが多い。またトラッキングの仕組みもまだまだ整っていない状況にある。

今後は、階層1や0もRFIDで管理していくことで、検品レスやトレーサビリティの確保を行っていくことを目指すべきであるが、低価格の商品までタグを付けるのには課題が多く、パレットに付けたRFIDに、当該パレットに搭載された商品の情報（商品名や消費期限の他に、物流施設での作業効率化に役立てるためや、物流の各プロセスでのコストを明確化するための荷姿情報も含めるべき）を書き込むようにしていくこととする。

（3）スマート社会の実現にも貢献する物流の改善へ

2030年の姿として、日本政府が現在目指しているものは、スマート社会（Society 5.0）である。

これは“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、社会の様々なニーズにきめ細かに対応”できる社会として整理されており、この目標実現にはまさに物流の改革が求められる。

今回、次章において労働力不足がますます進む中で、多様なニーズの要求がさらに進むであろう物流という機能にあって、輸送を繋ぎ／結び付ける結節空間としての物流施設、そしてその中でトラックとの接点となって最も労働集約性が高くなっている、入荷というプロセスの改善策を見出すという本事業としての提言を述べるが、今回の調査研究を通じて、この改善策が、スマート社会の実現にも貢献する、IoTを有効活用した全体最適なサプライチェーンの構築実現の道筋を明らかにするものとなったことを述べる。

第7章 物流施設の改善に向けた方策の提言と関係者に期待される役割

7-1 短期的な改善方策

7-1-1 2020年までに実現を目指すべき方策

現在の物流現場での労働力不足への対応は喫緊の課題となっており、抜本的な改善を進める前に、長期的な方策と同じベクトルの上に立った緊急の改善方策を早急に実施していくことが求められる。

ここで目指すべきは、物流の“繋ぎ”の部分での、手荷役を最大限なくすと共に、やむなく手荷役を行う場合の公正で効率的な対応策の策定・実施である。

トラックドライバー不足の一因は運転時間以外での長い拘束時間であり、本来の運転が全体の半分程度という実態がドライバーのなり手を減らしているといえる。とりわけ今後の活躍が期待されている女性にとっては厳しい環境となっている。運転時間以外の拘束時間では、荷役作業に要する時間が22.4%を占めており、時間的な問題のみならず、手荷役が主流となっているため肉体的にも過酷で、労働環境の改善や安全向上の観点からも解決を図っていく必要がある。また手待ちについても荷役作業との関わりで生じている部分もあると想定され、ドライバーによる荷役作業、とりわけ手荷役をどうなくしていくのかということが、ドライバー不足問題解決の大きな課題であるのは明白と言える。

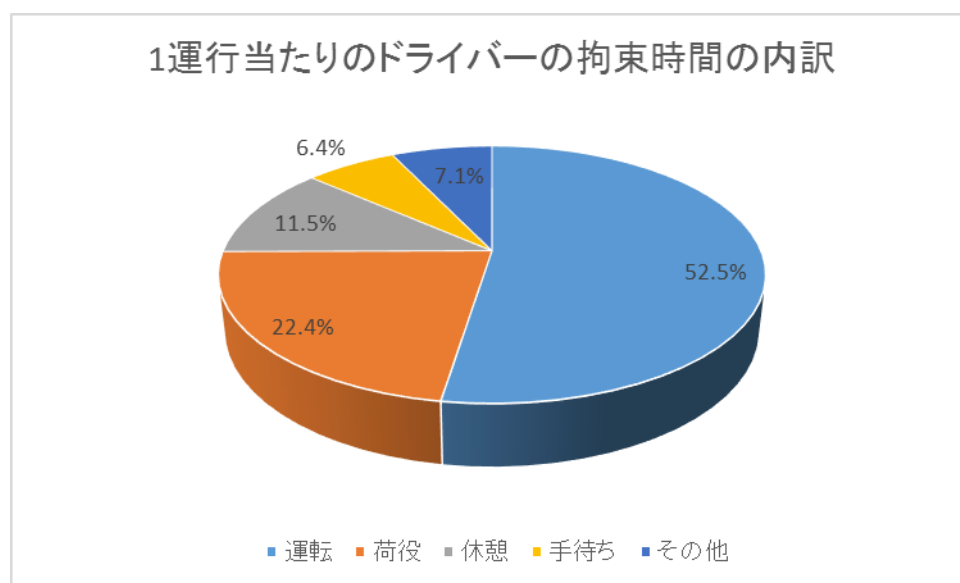


図7-1-1 ドライバーの拘束時間等の状況

出所：厚生労働省、国土交通省「トラック輸送状況の実態調査」

そもそも、なぜトラックドライバー自らが自身で荷卸しを行わなければならないかという点についても、委員会では問題提起されたが、その歴史的な背景は明白でなく、おそらくトラック事業者が過当競争となっていた時代にあって、付帯サービスとして提供されたのが、商慣習としてすっかり一般化したのがきっかけであろうといった意見があった。

今回現地調査を実施した物流施設では、バラ荷を降ろす作業はトラックドライバーの役割で、パレットをフォークリフトで降ろすという作業は物流施設側の役割であったが、後者の作業もトラックドライバーが行っている事例も珍しくないという。

第2章で述べたように、トラックドライバーと同様に、物流施設での作業員もひっ迫しており、必要な人員の確保が難しい状況にあるため、荷卸し作業をドライバーの手から物流施設側に移管するだけでは問題の解決につながらない。

そこで、バラ荷からパレタイズ化へという対策を次項で詳述するような手順で実効的に進めていくのと共に、物流施設へのトラック入荷時間の予約制度の確立と徹底を早急に行っていくべきである。

現在、物流施設へのトラックによる入荷の際に、待機時間が発生するのは、納入時間が集中し、かつ荷卸し作業が手荷役によるものが多く、トラックバースが長時間ふさがれてしまうためである。

そのため、発荷主及び発荷主から輸送を委託されたドライバーと、着荷主の施設側が双方ともに効率的な業務を行えるように、物流施設側に事前に到着予定時間を伝えて予約を行うと共に、可能であれば輸送する荷の荷姿形状、重量、納める数量等についても連絡可能なシステムを構築していくべきである。

これによって、物流施設側は荷姿や数量に応じた受け入れ態勢を立て、荷卸しに要する時間や荷卸しに必要な機材の準備を考慮した入荷スケジュールを設定することで、トラックバースの効率的な使用と、円滑な荷卸し作業を行うことができる。また荷の多寡に応じて、物流施設側でドライバーの荷卸し作業を支援できる、あるいは施設側ですべて行うことができるような体制を築いていける。

手荷役の撤廃には荷のパレタイズ化が早道であるが、小ロットでの入荷が多い、あるいは荷の形状、性状からパレットで輸送することが適当でないものもある。これらを解消するための方策も次項で述べるが、これは商慣習の見直しが必要な課題でもある。そもそもトラックドライバーが荷役を行うことが契約上明記されないまま、長年の慣習として行われていることがあり、輸送と荷役の作業分担及び作業に要するコストを公正に分担していくことも急務である。

国土交通省と厚生労働省による「トラック輸送状況の実態調査結果」では、荷役作業について書面化している割合は58.2%で、口頭で依頼されているのが32.3%、そして事前に連絡がなく、おそらく届け先や届元で急に言われてというのが9.5%という結果が示されている。また書面化している場合のうち71.2%は何らかのかたちで荷役の料金を収受できているが、口頭の場合は54.0%に下がり、事前連絡では80.5%が荷役の料金を収受できておらず、まったくの無料サービスとなっている状況が示されている。

今後、荷役料金の適正な収受、物流施設側との役割分担、さらに次項で述べるパレット化を促進するための料金体系の見直しや、自動化投資の効果を検証していくためにも、物流プロセス毎のコストの見える化を行っていく必要がある。

7-2 長期的な改善方策

7-2-1 2030年までに実現を目指すべき方策

短期的な方策はあくまでも対症療法であり、物流機能を維持していくことが、社会・経済を支えていくためのしっかりした基盤を築いていかなければならない。

もちろん2030年まで何も変わらないということ述べているのではなく、2030年にIoTを有効活用した全体最適なサプライチェーンシステムが構築されていることを目指して、各対策を相互の連携をよく考慮しながら物流の改善、とりわけ労働力不足を解決するための方策は優先的に進めていくべきである。

2030年に想定するのは、日本が目指す超スマート社会であり、総務省の資料で述べられている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、社会の様々なニーズにきめ細やかに対応でき、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制約を乗り越え、生き活きと快適に暮らすことのできる社会”とイメージされているが、これを実現するには、現在危機にさらされているともいわれる物流の生産性を向上させ、サステナブルなものとして確立していかなければならない。

本報告書では、物流における繋ぎの部分の改善が、ラストワンマイルの部分の改善と共に必須であり、その中でも物流施設への入荷プロセスの効率化、自動化を目指すことが、全体最適なサプライチェーンシステム構築の出発点となると考えている。そのためにはモノと情報の標準化を行っていく必要があるとの仮説を検証し、これまでなぜ実現できなかったのか、またどうすれば実現できるのかを考えてきた。そこで得られたのが『輸送機材と情報媒体としての新たな価値を持ったパレット』を活用した物流施設の革新と、新たなビジネスモデルの創出という展望である。

以下では、まずパレット化、そして標準化を実現するための方策を提言し、次いでパレットと組み合わせるRFIDについて、標準化を行っていく方策を述べる。

(1) パレット化、そして標準パレットの共同利用化

日本では1960年代から一貫パレチゼーションの重要性が叫ばれ、普及に向けた官民の取り組みが進められてきたが、その阻害要因は変わってない。

第5章5-2で述べたように、1994年、1997年、2016年の文献や諸調査におけるパレット化できない要因は、おおよそ以下の通りまとめられるが、根本的には荷主と運送事業者との関係が不均等であることが根底にあると考えられる。

表7-2-1 一貫パレチゼーションの阻害要因

	1994*1	1997*2	2016*3		解決の方向
			トラック運 送事業者	物流拠点	
a. パレットの紛失	○	⑤	②	⑦	I o Tを活用した管理、パレットの共同利用化
b. 積載効率の低下	○	③	①	①	荷主と運送事業者との調整、協議
c. 空パレットの回収	○	①			I o Tを活用した管理、パレットの共同利用化
d. 荷崩れ	○		⑥	⑥	安全作業の徹底
e. 荷主と運送事業者関係が不均等	○		④	②	荷主と運送事業者との調整、協議
f. 取引単位がパレットに満たない		②	⑦	④	荷主と運送事業者との調整、協議
g. 包装形態がパレットに合わない		④			荷主と運送事業者との調整、協議
h. パレットは保管用として使用			③	③	輸送用として捉えるよう意識改革
i. フォークリフト荷役できない作業場			⑤	⑤	広さが原因であれば、新たな機器開発
j. パレットサイズとトラックの大きさが合わない			⑧	⑧	b、fの視点と併せ、トラック側のパレットにあったサイズへの標準化

*1 運輸省「一貫パレチゼーションの推進と運輸行政」（ユニットロードシステム誌寄稿）による

*2 日本ロジスティクスシステム協会「業界別一貫パレチゼーション普及調査報告」による

*3 日本物流団体連合会「トラック幹線輸送における手荷役実態アンケート調査」による

表7-1-1の通り、一貫パレチゼーションを推進するために、これからのすべき解決の方向としては、「I o Tを活用した管理、パレットの共同利用化」、「荷主と運送事業者との調整、協議」の2点を挙げる。

前者の「I o Tを活用した管理、パレットの共同利用化」という解決の方向で考えると、

レンタル用パレットにRFIDを取り付け、個体管理を行っている事例があるが、異なるレンタル会社の間では、情報が共有されていない。

これについては、2030年での実現に向けて

- ①パレットを輸送機材に加えて、情報媒体としての位置付けを持たせ、適切な管理・運用のための利用価値を高めていく。
- ②異なるレンタルパレット会社間、さらにはそれ以外のパレットも共同利用できるようなシステムを構築する。理想としては欧州のような標準パレットを全体で運用・管理していくことを目指す。こうなれば、パレットを自社の資産として保管用としてだけ用いて、輸送用として社外に流出させたくないとの意識も解消されることとなる。

⇒この2つの目標を達成するために、現在は個体管理用としてのみ付されているRFIDに、パレットに搭載した荷物の情報を紐づけし、トレーサビリティ、検品、荷役作業の効率化等に活用できる仕組みを構築する。そのための技術開発（コスト、RFIDの機能強化（耐性や情報収容量等）、情報コードの標準化を進め、こうした成果の上に、経済産業省や国土交通省といった関係省庁、民間側としてはレンタルパレット事業者、荷主、物流事業者、そして物流の機器や情報によるソリューションを提供するサプライヤー等の幅広いステークホルダーを包含した、パレット共同利用を目指すコンソーシアムを設立し、早急に活動を開始することを提言する。

後者の、荷主と運送事業者との調整、協議という解決の方向では、bの積載効率の低下、すなわちパレットを使うことでトラック等への荷の積載量がパレットの容積分だけ少なくなり、商品1個当たりの輸送料金が高くなるためという荷主側の視点が理由となっており、fの取引単位がパレットに満たないのは、近年では在庫をできるだけ最小化するために、発注単位が小さくなっており、パレットに載せるのに適した量とならないで輸送する必要があるため、同じく荷主側視点での最適性・合理性に基づく判断によるものである。gの包装形態がパレットに合わないも同じ理由によるものと考えられるが、商品の生産を最も効率化するためや商品の魅力を高めるため、ユーザーの使いやすさや店舗での展示が目立つこと等を優先した結果、パレットでの輸送に適さない荷姿となっているとの点も委員会で指摘された。

また、東南アジアにおいて欧米向けはパレット積みで発送され、日本向けは同じ商品でもバラ荷で発送している事例を視察したとの報告を委員会でいただいたが、日本については日本側からの要請で実施とのことで、東南アジアの低廉な労務費から、積載効率を優先してバラ荷で輸送しているものと思われる。しかし荷受け側の日本の現在と今後の状況を考えた場合、欧米向けと同じくパレットで輸送するようにしていく必要があると考えられる。

これらについては、本報告書では物流分野での労働力不足は今後も悪化することはあれ、改善することは非情に難しいとの前提に立っていることから、今後は荷主と物流事業者の間で以下のような協議を行っていくことが必要である。

- ③今後の手荷役のコスト上昇の蓋然性が高いことを前提とすれば、荷主と運送事業者の関係が変わっていくのは必然であり、今後は運送事業者が荷主を選ぶ時代へと変わっていく可能性がある。
- ④バラ荷で積むことによる積載効率上昇からの運送コスト低減よりも、パレットでの荷役作業効率化によるコスト低減の方が全体でのコストは低減できる。また、今後は物流事業者側でバラ荷での輸送及び手荷役での荷卸しを条件とした発注は拒否する動きも出てくると思われ、これも全体のコスト計算において考慮すべきである。
- ⑤パレットで運ぶことを当たり前として、その輸送方法を最適化させるため、例えば発注単位をパレットの面単位で最適化できるようにする。さらにそれを徹底していくために、製品サイズ、荷姿、包装形態についてもパレットと整合できるよう当事者間で調整していく。
- ⑥こうした動きを促進するためにも、パレット化した荷物の荷姿や形状をデータ化し、運送料金設定を変えていく。すなわち、バラ荷とパレタイズド荷物の荷役作業の料金に差をつけ、積載効率ではなく、荷役作業の効率によって料金を決めていくような体系作りが必要である。また距離+量に加えて、時間も料金の算出根拠に含めるべきである。

⇒これらの動きに対しては、まず荷姿の相違による荷役作業コストの明示化を行って、積載効率に代わる新たなコスト算定手法を普及させる。これを物流KPIで表現できるようにして、物流プロセス全体での比較やコスト算出を容易化することで、まずはバラ荷を解消しパレット化を推進するきっかけとする。

標準パレットの利用が進む欧州では標準パレット1枚を0.4 Loading metersと表しており、トラック事業者の見積もり等でも記載するような様式となっている。パレット化、それも標準パレットでの輸送や荷役が一般化すれば、KPIの算定も容易となる。

前項で述べたように2030年に標準パレットによる一貫パレチゼーションの達成を目指すために、まずは現在バラ荷で輸送しているものをパレットでの輸送に切り替えることを優先して、その際はT11型を標準パレットとして統一していく方向で進めていく。

また現在T11型以外には、中国・韓国との関係で普及が進められている1,200×1,100mmユーロパレット(1,200mm×800mm)、いわゆるビールパレット(900×1,100mm)の4種類が主に使用されており、T11型に合わせていくのはきわめて難しいものもある。

新たにパレット化するものはT11型へ、T11型以外のパレットで輸送されているものは、T11型の使用に切り替えていけるかどうか検討していただく必要がある。

その場合、RFIDを付けることでパレットを情報媒体としても活用していくとの目的ではパレットサイズの差異は容認し得るが、荷役作業の自動化にあっては複数サイズのパレットの混在は、対応機器の要件、そして導入コストに大きな影響を及ぼす。この場合は

自動的に積荷を他のパレットに載せかえるプロセスも必要となるが、パレット間でそれぞれにRFIDに情報を移管させなければならず、やはり本質的には標準パレットでの一貫パレチゼーションを目指すのが、全体最適を実現させるためには重要な目標となる。

(2) パレットとRFIDによる新たな価値創出について

先に述べた、個体管理用としてパレットに付されているRFIDに、搭載した荷物の情報を紐づけし、トレーサビリティ、検品、荷役作業の効率化等に活用できる仕組みを構築して、『輸送機材と情報媒体としての新たな価値を持ったパレット』として運用していくためのRFID側の視点での今後の展開を以下の通り提案する。

その前提としては、5-3そして6-1の記述の通り、標準識別コードが徹底されていることとなる。

①荷主側で、パレットに積載した商品群情報とパレット識別コード（パレットID）を、共有のデータセンターに保存する。物流施設側でパレットIDを読み込み、データセンターにアクセスすることで、荷の内容の情報がダウンロードできる。

なお、パレットIDコードに紐付けされる商品群（梱包箱）の識別コードは、さらにデータセンターに格納された商品のコード、ロット、製造日、賞味期限、数量などと紐づけされる。

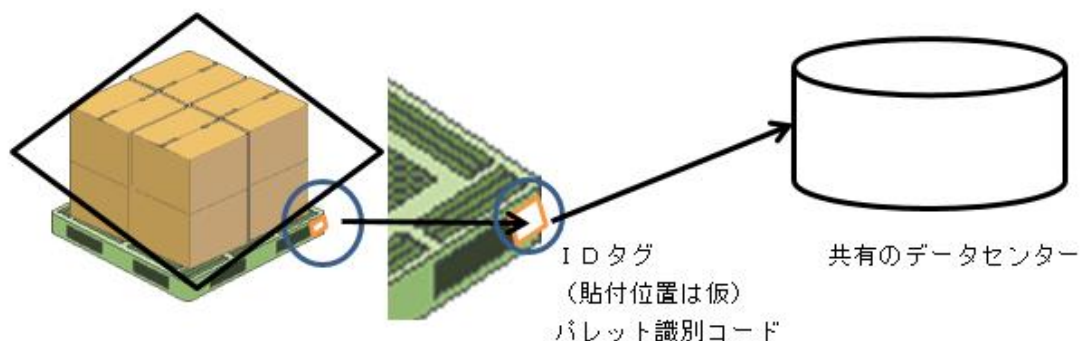


図7-2-1 パレットに付されたRFIDの情報を共有のデータセンターに保存

②①の両データをトラック単位の水データ（トラックID）にまとめ、共有のデータセンターに保存する。施設側はトラックIDを読み込み、センターにアクセスすることで、パレットIDと商品群情報が入手可能となる。

この際、パレットの種類（サイズ）や積み数、平面数、段数もわかるような仕組みであれば、入荷時の作業が準備しやすく、トラック予約を手配する際にも荷卸しに要する時間が想定しやすく、待機時間等が削減できる。

イメージとしては、以下のような入れ子構造で紐付けされた情報となる。

この際の重要な留意点は、パレットIDと商品群情報のレイヤーを混在させず、厳格に分

けることとであり、実施に当たってはルール of 徹底が必要である。

トラック ID

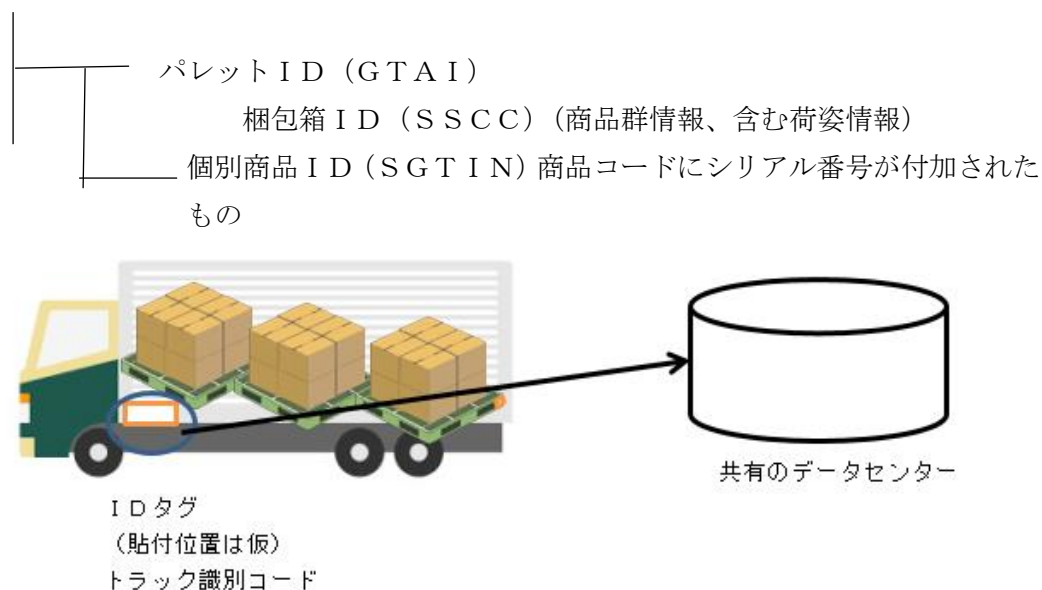


図 7-2-2 パレットの情報とトラックの情報を紐付け

③RFIDを商品を梱包した段ボールに直接印刷すれば、荷主が商品群情報とパレットIDを、パレットに載せたまままとめて読み込み、共有のデータセンターで保存して、この情報とトラックIDを紐付けも行うことで、施設側ではパレットIDと搭載した個々の商品情報をまとめて読み込むことができ、センターにアクセスすることで、入荷検品が自動的に実施可能である。



図 7-2-3 個別商品の情報とトラックの情報を紐付け




※SSCCとは、GS1で標準化された電子タグに書き込むための識別コードの総称であるEPCの一例であり、輸送用梱包箱の識別コードである。梱包箱内に格納された個々の商品を識別するためには、商品識別コードであるGTINにシリアル番号(連続番号)を付加したSGTINを使用する。GTINが同じ商品でもそれぞれ一つ一つ個別に識別することが可能。商品1つ1つに異なる番号がついていることで、例えば検品作業や棚卸作業といった大量の商品の読み取り作業をする際、誤って同じ商品のコードを複数回読んでしまう心配がない。

④以上が理想の絵姿であるが、まずは2社間で共通ファイル作成と運営に合意して、次のステップで複数社間に横展開を行うのが現実的なアプローチと考えられる。また導入コストをどうするか検討しておく必要がある。RFIDリーダ/ライタはパレットとセットでレンタルでの対応としてもよいが、全体のシステム構築やデータセンターの設置のコストについては、まずはトップランナー業界単位で取り組み、公的な支援も求めるべきである。ただすべてを補助金とするのではなく、利用者に課金していくことで、それを国に返していくという方法もある。

ここで投資とリターンを考えた場合、このシステムによりどのくらいのコストが削減できるのかきちんと想定していく必要があるが、手荷役や人がバーコードリーダ等で検品する作業等の、現在“見えていない”コストを見える化して、費用対効果が正確にわかるようにしていくことも必要である。

なお2020年以降には5Gの通信環境も広がって、荷主と物流施設がトラックと情報をやり取りするのも容易になると思われ、DSRC通信を介さずとも可能になると見通す。ここまでの提案内容のロードマップ案を以下に示す。

表7-2-2 物流資材+情報媒体としてのパレット活用ロードマップ案

	現在～2020年	～2030年
バラ荷からパレット化への転換	荷主と運送事業者との調整、協議促進（国によるガイドライン作成） パレット化に適した発注単位、発注頻度（量）への切り替え	・見える化→KPIによる新たな料金体系の構築を実現 
標準パレットによる一貫パレチゼーション普及	複数レンタルパレット会社間でのパレット識別情報を共有できるシステム構築検討開始 荷姿、形状や最適な積み付け方法の見える化を実現し、商品情報と紐付け 積み荷情報、トラック情報との紐付けルール作成を検討 	物流資材+情報媒体としての標準パレットの普及促進 
RFIDの活用促進	標準識別コードの徹底に基づく、パレットトラックを紐付けた情報管理システムについて、実証開始を目指して検討	5G通信環境の拡大を受け、実証段階から一歩進めて、導入効果が大きい企業や業界単位での展開促進

(3) パレット荷卸しから入庫作業の自動化

6-2で述べたように、荷姿の標準化により自動化やロボットの導入は飛躍的に促進されると期待される。

上記で述べた新たなシステムをインフラとして実現し、そこに技術の発展がつながり、それらを見える化/KPI導入によって導入効果を顕在化することで、その実現を誘導していくとのサイクルが確立することが望ましい。

物流施設の完全自動化を目指す場合、パレタイズされた荷物を降ろす作業についても、現在の有人フォークリフトから、無人フォークリフト等に切り替えていく可能性についても検討する。

「手荷役→パレット荷役」、「人の手による検品→自動検品」ができれば、次は荷卸し作業の自動化であるが、無人フォークリフトは現在の人と混在した環境での使用となった場合、技術的に安全を最優先した低速度での作業となり、有人式に比べて荷卸し時間は長くなってしまう。

そこで、有人式並みの作業を実現するには、トラックバースで人と混在しないように作業スペースを分離する。そしてトラックの荷台をバースの高さと揃えていくことである。

これによる作業速度は周囲の作業員との干渉を気にすることなく早めることが現在の技術でも十分に可能であると考えられる。

またすでに市場投入されている有人/無人切替式フォークリフトであれば、作業環境や作業時間帯によって、人による操作と自動操作を使い分けできるため便利である。

また、入庫についてエレベーターや自動倉庫で自動的に高積みできるようにすれば、フォークリフトの最大揚高も低くて済み、より小型で小回りの利く自動荷下ろし・入庫車両としていくこともできる。

入荷（荷卸し）→入庫という流れで、車両にRFID読み取り装置を装備すれば、検品も含め一括で処理することが可能であり、自動倉庫等とも連動して全体管理を行うことで、在庫状況はリアルタイムで把握できるようになる。



図7-2-4 有人/無人切替フォークリフトの一例

出所：ニチュ三菱フォークリフト「ホームページ—製品情報」

(4) AIの活用

以上、荷姿や情報、そして作業が標準化されることになれば、そこに一つのビッグデー

タが生まれることとなり、2020年も実現が見込まれる5G通信の環境の下、AIを活用して以下のようなことが可能になると考えられる。

- ①荷姿を含むパレットID情報とトラックIDの紐づけにより、作業に要する時間を考慮したトラック予約システムの運用が可能となり、待機時間や荷役時間が大幅に削減されることで、ドライバー一人当たりの生産性が向上する。
- ②商品のトレーサビリティがより精緻化され、出荷作業も標準化されることで、在庫の最小化が図れる。

(5) パレット化できない量、形状の荷の取扱いについて

今回はメーカーから物流施設への入荷を想定したため、荷のロットも一定量以上でパレット化しやすい条件での将来像となっている。

しかし、物流施設から二次卸や店舗向けには、例えば当該店舗の棚別にかご車で整理された姿で出荷されているといったケースもあり、パレット化にはそぐわない。これは店舗での労働力不足を補うものであるが、物流施設内作業の自動化の促進と、作業コストの見える化で、庫内作業員をこうした物流の附帯作業に従事させることができちんとビジネスとして成立させて、物流施設として新たな競争優位を生み出す場となるかもしれない。またこうした作業の効率化、自動化も今後検討していく必要がある。

(6) 標準化による物流における自動化、ロボット導入の拡大への期待

図7-2-5の技術の発展における「物流ロボットの発展」は、インフラの発展におけるパレットサイズの標準化、データ内容の標準化によって加速される。

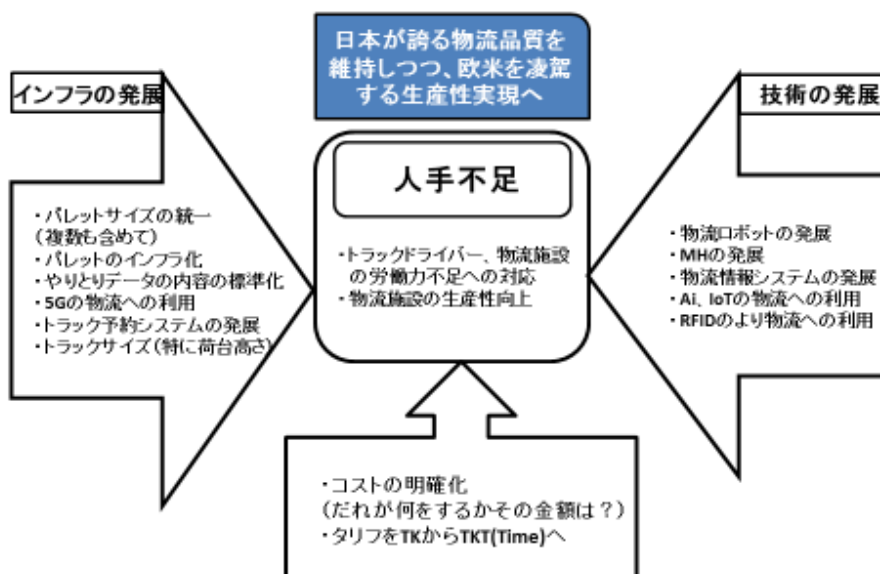


図7-2-5 インフラの発展、コストの明確化、技術発展を通じて日本の物流生産性向上

政府の「ロボット新戦略」でも、2020年にはピッキング、仕分け・検品におけるロボット化率約3割を目指すとの目標が掲げられているが、そのためにはロボットを効果的に活用するための環境を整備することが重要であり、論点の1つとして、例えば、物流分野における容器・パレットの統一化・標準化があるとの指摘もなされている。

本調査事業では、物流の低い生産性の一因となっている標準化の欠如を解消し、さらに標準化された「物流資材+情報媒体」としての機能を持ったパレットを活用していくことを提言しているが、これはそのまま物流における自動化、ロボット導入を促進するものとなる。

また図7-2-5のコストの明確化は、自動化やロボット導入に対する投資効果を考慮していく上でも重要な要素である。この図は物流における生産性向上を実現させるために、本調査事業で検討した項目を整理したものであるが、そのまま自動化やロボット導入を促進する関係要素としても理解できる。

すなわち、

①標準化によって、ロボットに求められる機能が簡略化する。

バラ荷のままでは、荷をつかむアーム等の機能はきわめて複雑化し、多様な荷を認識する必要から高性能の認識装置、CPUを搭載することが必要となり、結果として納入先に合わせてカスタマイズされたロボットとならざるを得ず高コストとなる。

逆に、標準パレットが一般化して、載せられる容器類もパレットサイズに合わせたモジュールで構成されている欧州では、物流システム機器メーカーへのヒアリングによれば、日本のロボットに比べて30～40%コストが安くなるという。

すなわち、標準パレットであれば、決まった荷姿を前提としたロボット設計で済み、標準品プラス α 程度の仕様で対応が可能となるため、量産化によるコスト低減によって、納期も短縮し、導入し易くなる。

②コストの明確化で、ロボットでの作業に切り替える人の作業コストとの対比が可能となる。

バラ荷のままでは、手荷役作業で作業サイクルも一定せず、コスト計算が難しい。標準パレットであれば、作業をKPIに換算して明確化でき、当該作業をロボットの導入に切り替えるための開発・投資の効率が計算しやすくなる。

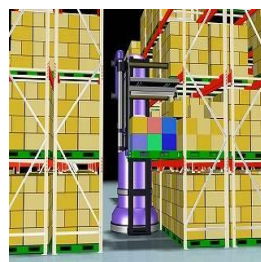
また「物流資材+情報媒体」により、図7-2-6で示すような、入荷→検品→入庫までの作業を1台で行えるような自動制御の産業車両や移動式のロボットの開発・導入が可能になる。これと同じように、出荷においても自動ピッキング後に、出荷→検品→荷揃え→トラックへの積み込みまでロボットで可能となり、入荷ら保管、ピッキング、出荷まで自動化された無人物流センターが実現できることとなる。

入荷・検品



トラックからパレタイズされた荷を自動的に降ろして、併せRFID読み取り装置で検品も行う

搬送・入庫



トラックから降ろした荷を搬送して、入庫商品情報とレイアウト情報を紐付けして管理

図7-2-6 「物流資材+情報媒体」を活用した自動入荷—検品—入庫システム

(7) ロジスティクス4.0の実現

2016ものづくり白書で図7-2-7の通り紹介されているIoTによる物流イノベーションであるロジスティクス4.0は、国家戦略として製造業の競争力強化を実現するためにインダストリー4.0を掲げるドイツにおいて、フラウンホーファーIML（物流・ロジスティクス研究所）やドイツを中心とする複数の民間企業が推進している。

これは物流部門において、トラックや鉄道、汽船などの普及による陸上・海上輸送の機械化に始まり、自動倉庫や自動仕分けの実用化による荷役の自動化、WMS（倉庫管理システム）などの普及による物流管理のシステム化といった革命が大きく業界構造を変えてきたとの認識の上に立って、今やIoTによる第4のイノベーションが実現しつつあるとして、それをロジスティクス4.0と定義している。

このロジスティクス4.0がもたらす変革の1つは、「省人化」である。IoTの進化により、人による操作や判断を必要とした作業が自動化し、人の介入を必要とするプロセスが大幅に減少することが見込まれる。加えて、2つめの変革として挙げられるのが「標準化」である。生産領域のみならず、調達から小売までの物流を含めたすべてのサプライチェーンにおいて企業や業界間で情報の管理の仕方を標準化する取り組みが始まっている。

上記で描いた「物流資材+情報媒体」+ロボットによる、無人物流センターの実現は、まさにこのロジスティクス4.0のコンセプトを具現化するものと考えられる。

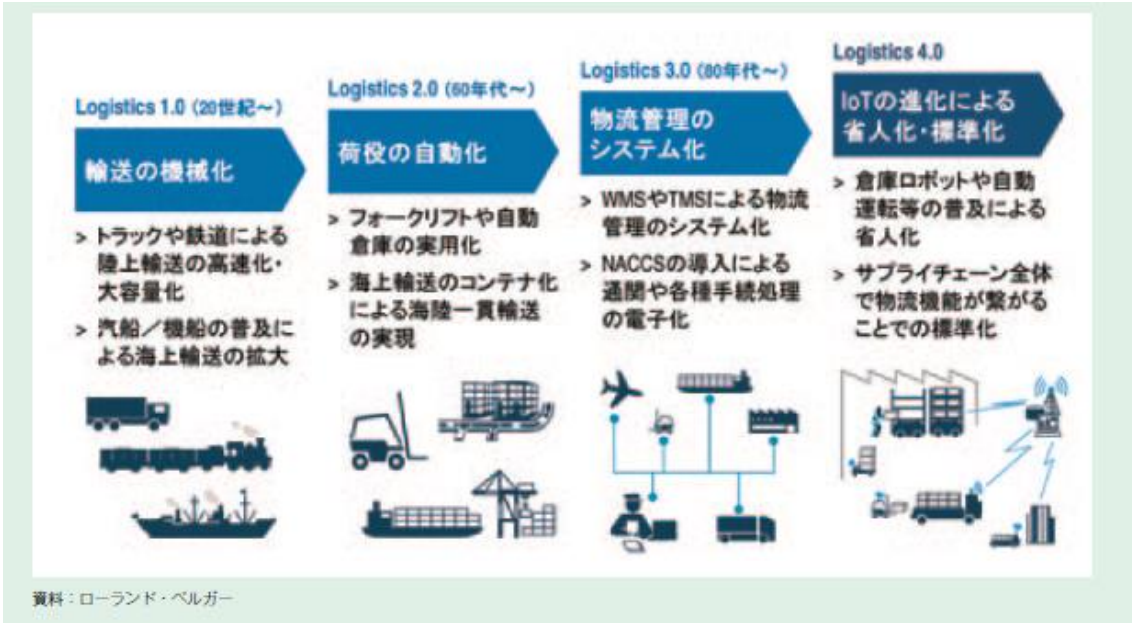


図7-2-8 ロジスティクス4.0のイメージ

出所：2016ものづくり白書

7-3 IoTを有効活用した全体最適なサプライチェーンシステム構築のための関係者の役割

物流は非常に幅広い関係者によって成立し機能している。例えば大型物流施設の所有者は物流不動産ファンドが多く、1社ないし複数の物流事業者に貸し出し、実際の現場は3PLが担うといったケースも多い、また現在は施設内で荷卸しや検品等の付帯作業を行うのはドライバーといったこともめずらしくない。

こうした構造から、いわゆる物流の危機について、トラックドライバー不足に焦点が当たることが多かったが、最近ではアマゾンの最新施設が多くの全国紙やテレビで紹介されたように、物流施設の課題が広く知られるようになってきている。

なお、本報告書ではメーカーから物流センターへの常温品の入荷を主対象に調査、検討を行ってきたが、荷姿及び情報伝達方法の標準化という今回の提案については、センターからの出荷の場合にも援用可能な方策であると考えられ、さらに冷蔵品の入荷、出荷への思考を広げていくことも可能である。

いずれにしても、こうした提案を実現していくためには官民協力による体制作りが重要である。

政府にあつては、経済産業省の物流担当部署を筆頭に、情報通信やロボット、自動車等の各セクションが関わってくる。また国土交通省でも物流政策部署を中心に、自動車や物流施設、さらには港や鉄道、空港の各セクションも関係してくる。

そして民間にあつても、荷主であるメーカーや輸入事業者、商社、物流業者もトラック、物流施設、倉庫、自動車、産業車両、物流システム機器、さらにロボットやIT関係の企業も今後は出番が増えてくるであろう。

ロボットにおけるシステムインテグレーターのように、多様な物流の実態やニーズを理解し、実際のシステム構築をコーディネートしていく、いわば“物流ソリューション・システムインテグレーター”といった人材を育成していくことも、将来の向けての課題であるといえる。

こうした多様な関係者を束ね、利害を調整していくため、政府におかれては物流という重要な社会インフラの将来像をしっかりと描いて、それを実現していく体制をしっかりと確立していただきたい。今回の提言は労働力不足という要件の下、物流機能を維持するためでなく、日本として新たな物流を生み出し、世界に広めていくとの夢を想定しながら、大胆なものとしていただいた。

IoTを有効に活用した全体最適なサプライチェーンシステム構築を実現して、日本の物流の生産性を飛躍的に向上させることは、日本の国としての魅力を高めることでもあることから、本調査事業での提言を実現していくために、政府に対して、必要な情報ツールや自動化機器システム等の調査と企画開発、また、その投資効果やコスト負担を含む業務モデルの研究開発を行い、その実証を行うような、産官学のコンソーシアムによる体制整備を要望したい。

第7章補論

本調査事業では、物流施設の入荷作業が、物流が現在直面している課題の一つのボトルネックとなっていると考え、標準化を切り口に、IoTを有効活用した全体最適なサプライチェーンシステム構築の道筋を示してきた。

2030年に「物流資材+情報媒体としての標準パレット」が一般化すれば、IoT社会の重要なツールとして、データ駆動型社会をけん引していくこととなり、超スマート社会（Society 5.0）の実現へとつながっていくと見通される。

そこにあっては、図7-補-1のように、物流の世界もIoTとAIによって大きな変革がもたらされるであろう。

すなわち、自動運転やドローンによる「輸送」が実現し、“繋ぎ”の「結節空間」にあっても、ロボットによって自動化できれば、AIを利用して全体最適なサプライチェーンを実現していける可能が生まれる。物流の各機能の部分・部分に人が関与すると、その場所、時間で区切られてしまい全体最適なチェーンが作るのが難しくなるが、モノとデータを一通貫で結ぶことで、真の全体最適が可能になる。今後これを進めるに当たり「全体最適」の定義を明確にする必要もあろう。

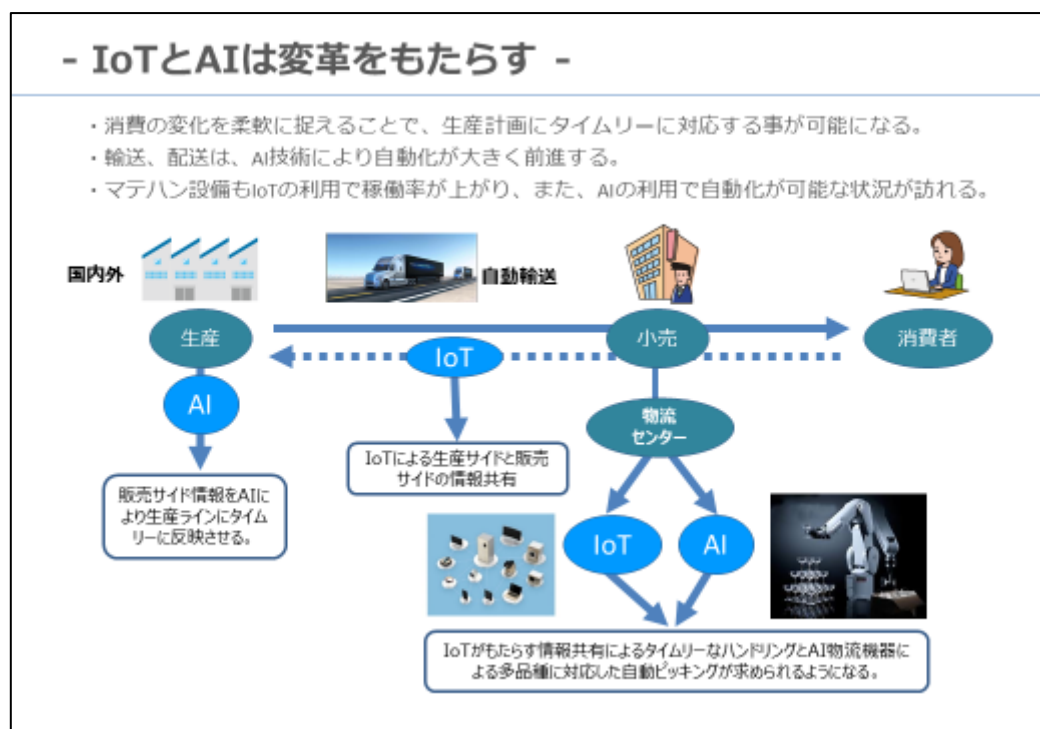


図7-補-1 2030年の物流の姿（イメージ）

平成28年度 I o T 推進のための新産業モデル創出基盤整備事業

I o T を有効に活用した全体最適なサプライチェーンシステムの構築調査事業報告書

2017年3月発行

一般社団法人日本産業車両協会

〒107-0051 東京都港区元赤坂 1-5-26 東部ビル 電話 03 (3403) 5556

FAX 03 (3403) 5057

禁無断転載