

2016 年度
経済産業省
補助事業

2016 年度 経済産業省 次世代物流システム構築事業費補助金
(次世代物流システム構築に関する調査事業)

荷主連携による共同輸配送の 環境整備等に関する調査研究 報告書

2017年3月

 公益社団法人
日本ロジスティクスシステム協会
JAPAN INSTITUTE OF LOGISTICS SYSTEMS

目 次

《概 要》

《本 編》

序章 調査の目的とフロー	1
1. 背景と目的	1
2. 調査の内容	2
3. 荷主連携による共同輸配送の環境整備研究会	3
第1章 トラックドライバーの稼働状況等に関する既存調査等の整理	4
1. トラックドライバーの稼働状況に関する既存調査の整理	4
1.1 既存調査等の整理方針	4
1.2 国等による既存調査の収集	5
1.3 民間企業による調査事例の収集	12
1.4 民間企業メーカーB社の先行調査データの分析	17
2. トラック輸配送に係る輸配送拠点及び届け先での滞在時間短縮化策の調査	33
3. トラック輸配送に係る“標準化”策の調査	38
3.1 トラック輸配送に係る標準化について	38
3.2 荷主が関与できる時間短縮化に係わる標準化策について	42
第2章 トラックドライバーの稼働状況に関する実態調査	44
1. 実態調査の企画について	44
1.1 実態調査の必要性和ねらい	44
1.2 実態調査の企画	45
2. 実態調査の実施概要	50
3. 実態調査結果	59
3.1 発施設調査結果	59
3.2 着施設調査結果	62
4. 実態調査の回帰分析	83
4.1 回帰分析の目的	83
4.2 回帰分析で用いた変数の体系	83
4.3 回帰分析の結果	86
4.3.1 全体像	86
4.3.2 バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)	88
4.3.3 荷降時間 (y2)	91
4.3.4 検品開始からドライバー出発までの時間 (y3)	93
4.4 回帰分析のまとめ	96

第3章	トラック輸送に係る時間短縮策の検討	101
1.	先行調査データの分析から考えられるドライバーの時間短縮策の案	101
2.	本研究で検討を進める時間短縮策	103
2.1	一貫パレチゼーション	104
2.2	ユニット検品	107
2.3	バース予約制	110
2.4	まとめ発注	112
第4章	トラック輸送に係る時間短縮策の効果の推計	114
1.	トラック輸送に係る時間短縮策の効果推計の方針	114
2.	効果を推計する施策、効果の受益者、効果の指標	116
3.	トラックドライバーの届け先での滞在時間の推計方法	118
3.1	一貫パレチゼーション	119
3.2	ユニット検品	122
3.3	バース予約制	127
3.4	まとめ発注	128
3.5	トラックドライバーの届け先での滞在時間の推計方法のまとめ	129
4.	シミュレーションの前提条件とケース設定	132
4.1	推計のために収集した4つの発物流センターの出荷データの内容	132
4.2	シミュレーションにおける条件設定	136
5.	シミュレーション結果	142
5.1	一貫パレチゼーション	142
5.2	ユニット検品	145
5.3	バース予約制	148
5.4	まとめ発注	150
6.	二酸化炭素排出量への影響の検討	152
6.1	二酸化炭素排出量の算定方法	152
6.2	二酸化炭素削減効果の推計	153
6.2.1	一貫パレチゼーション	153
6.2.2	ユニット検品	156
6.2.3	バース予約制	159
6.2.4	まとめ発注	160
第5章	実証実験計画（案）の検討	161

第6章 今後の方向性	166
1. 物流データの活用と連携	166
2. まとめ発注の拡大による一貫パレチゼーションの推進	167
3. まとめ発注と一貫パレチゼーションによるユニット検品の推進	167
4. バース予約制の導入	168
5. 小ロット品（路線便）対策の検討	169
6. 標準化の推進	170
7. その他	170

《 概 要 》

「荷主連携による共同輸配送の環境整備等に関する調査研究」（以下、本研究という）に先立ち、公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会（以下、JILS という）では、製造業の発荷主同士が連携して取り組む、いわゆる「共同輸配送」の研究を行ってきた。昨年度の研究¹で行った共同配送の効果シミュレーションの中では、トラックドライバーの配送先での滞在時間の短縮が配送トラックの削減などに繋がり、結果、省エネ化やCO₂排出量削減が進むことを発見した。

配送先での滞在時間短縮策として、当時、「パレット荷役」と「(事前出荷情報を活かした)ノー検品」の2つの施策に着目した。これらは、届け先である着荷主との連携なしには成立し得ない施策である。

折しも、ドライバー不足によるとされる“物流危機”が喧伝される中、今年度は対象領域を発荷主同士の“横”連携から発着荷主の“縦”連携へとあらためた上で、発着両荷主で取り組むことが出来るドライバーの時間短縮策をテーマに、本研究に着手した。

本研究の目的は、

- ①幹線輸送領域におけるパレット荷役などの推進方策を、また、エリア配送領域における事前出荷情報を活かしたノー検品などの推進方策を研究する
- ②現状では荷主によって異なっていることが一般的と考えられる伝票やクレート、また、物流情報システムなどの標準化の推進方策を研究する

ことにより、ドライバーの生産性向上と貨物輸送部門の省エネ化を図ることであった。

この目的に基づき、本研究では、次の方法で調査を進めた。

- ①ドライバーの業務時間短縮策の仮説づくり
- ②発施設4箇所、着施設4箇所におけるドライバーの業務プロセスの実態調査
- ③②のデータの分析（主に着施設で得たデータの回帰分析）
- ④ドライバーの業務時間短縮策の検討
- ⑤発施設4箇所の出荷データ並びに③を使った時間短縮策の効果シミュレーション

これらにより、次のことがわかった。

- (1) 一貫パレチゼーションは、ドライバー並びに着施設の庫内作業員の時間短縮策として有効であること。
- (2) ユニット検品は、ドライバー並びに着施設の庫内作業員の時間短縮策として有効であること。
- (3) 一貫パレチゼーション、また、それを前提とするユニット検品を実現するためには、そのための環境づくりとして、商品アイテム並びに数量（ケース数）をまとめて発注/受注する必要があること。
- (4) 実態調査のデータを分析したところ、アイテム数やケース数などの荷量及び荷物の荷姿/荷役方法から、作業時間を予測できる施設があった。

¹ 過疎地等における荷主連携による共同輸配送の調査研究報告書 JILS 2016年3月

この予測式を取り入れた「バース予約制」を導入することで、徒に早く到着してバースの順番を待っていたこれまでのドライバー行動を変えられる可能性があること。

(5) 以上のような時短策が輸送の効率化に繋がり、さらに、省エネルギー/CO₂排出量削減を実現できること。

研究着手の段階で仮説にしていた「幹線輸送領域におけるパレット荷役などの推進方策」並びに「エリア配送領域における事前出荷情報を活かしたノー検品などの推進方策」のうち、まず、輸配送の領域については、今回の研究会のメンバーの属性が製造業と卸売業であり、卸売業と小売業の組合せから想定されたエリア配送領域とは異なったことから、輸配送の領域については幹線輸送領域に限定した。

「パレット荷役」については、例えば荷降し作業を手荷役からパレット（+フォークリフト）荷役に変えたとしてもその効果は限定的であることから、パレットの利用範囲を荷降しに限らずに出荷元での荷積みから入荷先での荷降しさらにその先の検品プロセスまで一気に拡張することで、積み替え時間や検品時間の大幅な削減が期待できることから、本研究の初期に用いていた「パレット荷役」という用語を「一貫パレチゼーション」に変更することとした。

「(事前出荷情報を活かした)ノー検品」については、多くのB to B業務では検品プロセスが欠かせないことから、検品をしないのではなく、検品に要する時間を削減するための手法として、検品の単位を、例えばケース単位からパレット単位などに大きくすることの意を込めて、本研究の初期に用いていた「ノー検品」という用語を「ユニット検品」に変更することとした。

なお、先に掲げたふたつの目的のうち、一つめの時間短縮策については一定の成果が挙げられたと考えるが、二つめの標準化策についてはまだまだ不十分であると考えている。

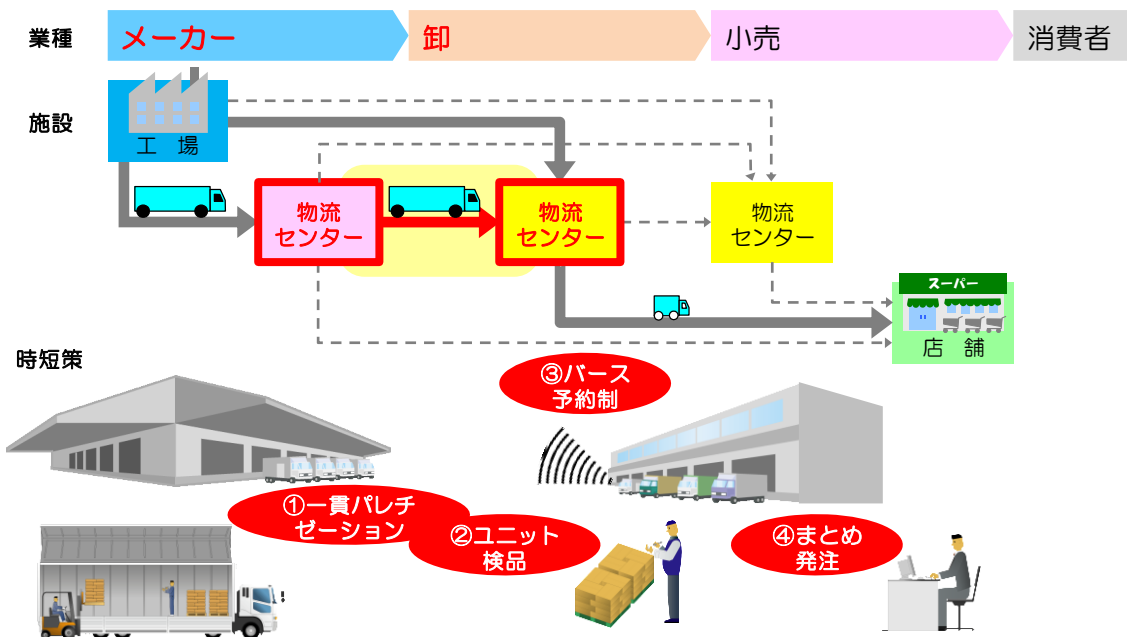


図-1 本研究の調査対象範囲と検討した時間短縮策

【用語の解説】

○一貫パレチゼーション

個々の物品をパレットに積み上げて、そのままの姿で車両・船舶・飛行機への積み込み、輸送、取卸しを行う方法。パレットをベースとしてユニットロードを作り、これをフォークリフトなどの荷役機械を用いて、輸送、保管、包装の合理化を図る手段。

規格統一を推進し、パレットに荷物を積付け、その荷姿を崩すことなく、発送から到着の荷卸しまで一貫して移動を完結しようという一貫パレチゼーションが普及しつつある。これにより荷役の機械化、積替えの省力化をはじめ、荷役作業時間の短縮による作業要員数の減少、手荷役からの解放による労働福祉の向上、貨車・トラックなどの回転率の向上、荷造り・包装の簡易化、荷痛みの減少などの利益がある。反面、トラックなどへの積載効率が悪くなるほか、パレットのコストがかかり、パレットの回収が重視される²。

○ユニット検品

本研究でいう「ユニット検品」とは、検品を、例えばパレット単位など、一般的に行われているケース単位よりも大きな単位で行うことを言い、ASN（事前出荷通知）でパレタイズデータ（パレットの個体番号に紐付けられた積載商品に係る情報）を発着荷主間で交換していることを前提としている。

なお、ユニット検品と同じ趣旨であるが、例えば「検品レス」や「クイック検品」などのように、名称が異なるものがある。本報告書の中での記述においては、原則的に「ユニット検品」で統一したが、出典などの表記方法がこれと異なる場合は、そこで使われている表記方法をそのまま使っている³。

○バース予約制

荷物の届け先の物流施設のバースの利用時間帯をあらかじめ予約することが出来るシステム。予約をする者はドライバーや輸送計画を作成する運行管理者などが考えられる。

バース到着からバース出発までの間に発生する荷降時間や検品時間などをあらかじめ荷量によって予測でき、かつ、その情報をもって、着施設側がドライバーと協調しながら積極的にバースの利用時間帯をコントロールすれば、ドライバーはバース接車の順番取りのために徒に早着することが無くなり、また、着時間側の庫内作業員は荷量に応じた計画的な作業が出来るようになるため、ドライバー及び庫内作業員それぞれの生産性向上が期待できる。

² パレチゼーション（パレットロード）：『基本 ロジスティクス用語辞典[第2版] 社団法人日本ロジスティクスシステム協会監修 白桃書房 2002年3月26日 第2版第1刷 pp.196-197

³ 他に「荷降し」（本報告書）、「荷卸し」（上記の辞典）などがある。

○まとめ発注

「一貫パレチゼーション」並びに「ユニット検品」を実施するためには、荷送人（出荷者）から荷受人（発注者）に商品が届き検収されるまでの間、荷姿が変えられずに一気通貫の物流が行われる必要がある。そのための環境整備として、「商流」において、1回の発注で多くのアイテムを少しずつ注文するのではなく、発注1回のアイテム数をまとめて少なくし、逆にロットを大きくすることが必要である。

本報告書ではこのような発注方式を「まとめ発注」と呼ぶ（**図-2、図-3**）。

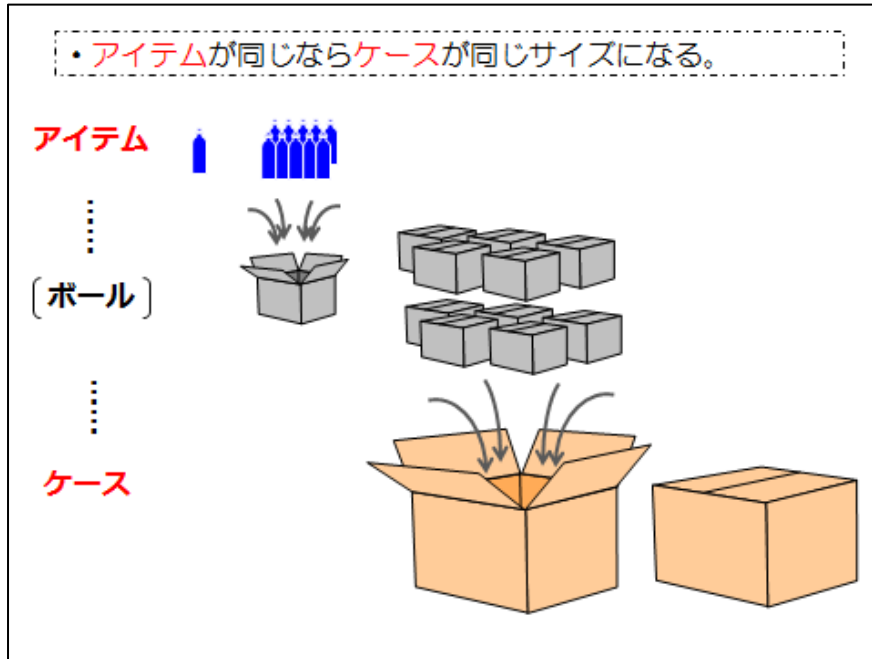


図-2 まとめ発注の考え方（1/2）

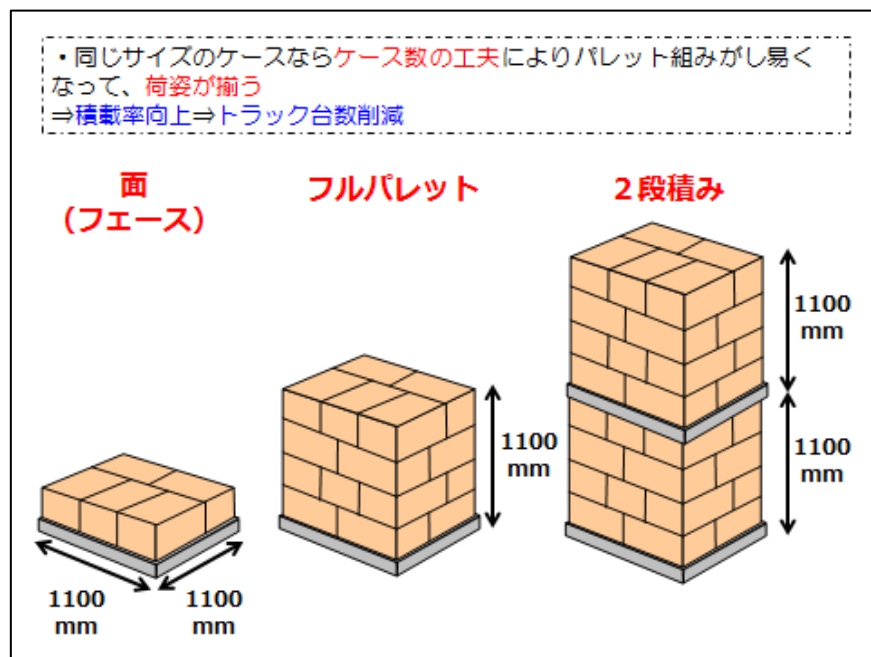


図-3 まとめ発注の考え方（2/2）

本 編

序章 調査の目的とフロー

1. 背景と目的

【「次世代物流システム構築事業費補助金に係る調査事業」の背景と目的】

東日本大震災以降、省エネルギー対策の抜本的強化が必要となる中で、我が国の最終エネルギー消費量の約2割を占める運輸部門の省エネルギー対策を進めることが重要視されている。

地域における物流システムの効率化によるCO₂排出削減に向けて、地域性や顧客ニーズを踏まえた共同輸配送など、荷主と連携して行う物流効率化を支援し、これにより得られた成果を他地域での取組に活用することにより、効果的なCO₂排出削減を目指す。

具体的には、荷主が連携して行う省エネルギーに資する物流業務の効率化を進めるとともに、非効率な物流慣行を改善することにより、地方企業の物流コスト及びリードタイムを削減することを狙った調査・研究、分析を行う。

【「荷主連携による共同輸配送の環境整備等に関する調査研究」の背景と目的】

「平成27年度次世代物流システム構築事業費補助金（次世代物流システム構築に関する調査事業）」で実施した調査『過疎地等における荷主連携による共同輸配送の調査研究』（JILS 2016年3月）では、製造業の荷主企業7社の出荷データを使った効果シミュレーションの結果を踏まえて、次の二点が指摘されている。

- ①共同輸配送のエネルギー効率及び生産性のレベルをより一層高め、共同輸配送の効果をさらに向上させるためには、ドライバーの稼働時間のうち、走行以外の時間を短縮（ただし、法に定められた休憩時間を除く）することが重要であること。
- ②共同輸配送を円滑に進めるためには、荷主連携によって輸配送事業者の現場環境を改善することが重要であること。

これらを背景に、本研究は、上記①に対しては、幹線輸送領域におけるパレット荷役などの推進方策を、また、エリア配送領域における事前出荷情報を活かしたノー検品などの推進方策を研究する。また、上記②に対しては、現状では荷主によって異なっていることが一般的と考えられる伝票やクレート、また、物流情報システムなどの標準化の推進方策を研究することとする。

これらの研究によって、貨物輸送部門の省エネ化とドライバーの生産性向上を図ることが本調査研究の目的である。

2. 調査の内容

本研究で行った調査の内容は、次の通りである。

(1) トラックドライバーの稼働状況の調査

既存調査等をレビューし、トラックドライバーの稼働状況を調査した。

あわせて、本調査研究で行おうとする「(4) トラック輸配送に係る時間短縮化策の検討」に必要な調査を企画し、実施した。

(2) トラック輸配送に係る輸配送拠点及び届け先での滞在時間短縮化策の調査

トラック輸配送に係る時間短縮化策を検討するために必要と考えられる、トラックの輸配送に係る輸配送拠点及び届け先での滞在時間短縮化策の事例調査を行った。

(3) トラック輸配送に係る“標準化”策の調査

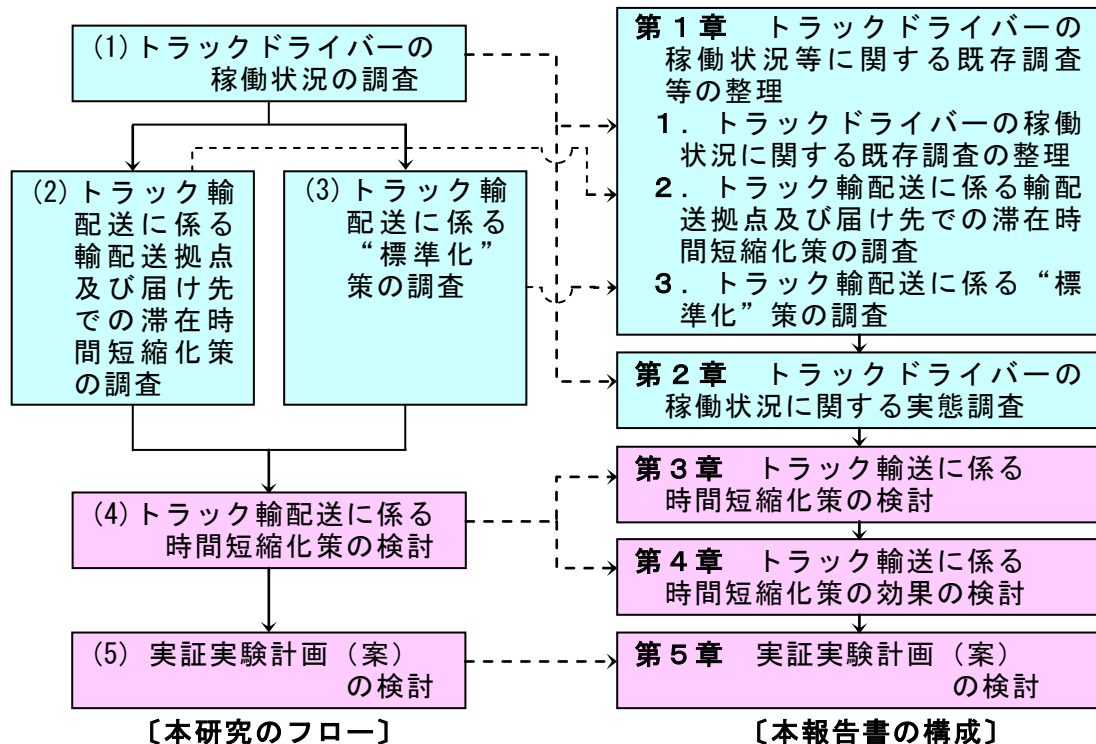
トラック輸配送に係る時間短縮化策を検討するために必要と考えられる、トラック輸配送に係る標準化策の事例調査を行った。

(4) トラック輸配送に係る時間短縮化策の検討

(1)から(3)を踏まえた、時間短縮（休憩時間、走行時間を除く）策を検討した。また、時間短縮化策の効果（トラック台数削減、輸配送時間短縮、CO₂削減量など）試算を行った。

(5) 実証実験計画（案）の検討

荷主連携による共同輸配送の環境整備等に関する、次年度以降の実証実験計画を立案した。



図序- 1 本研究のフローと報告書の構成

3. 荷主連携による共同輸配送の環境整備研究会

本研究については「荷主連携による共同輸配送の環境整備研究会」を設置し検討を行った。

3.1 メンバー名簿（敬称略）

1) 座長

(1) 早稲田大学 大学院 環境・エネルギー研究科 教授 納富 信

2) 会員

(1) 味の素株式会社 物流企画部 シニアマネージャー 金子 憲之

(2) 株式会社あらた ロジスティクス本部 物流企画部 部長 大原 康一

(3) 花王株式会社 SCM 部門 ロジスティクスセンター
管理グループ 部長 山口 裕人

(4) 加藤産業株式会社 取締役 ロジスティクス本部長
兼 ロジスティクス部長 日比 啓介

(5) キューピー株式会社 執行役員 ロジスティクス本部長 藤田 正美

(6) 三菱食品株式会社 ロジスティクス本部 本部長 千田 建

(7) ライオン流通サービス株式会社 取締役 企画部長 古川 清

3) オブザーバー

(1) 経済産業省 商務情報政策局 商務流通保安グループ
流通政策課 物流企画室 室長補佐 勝尾 嘉仁
企画調整係長 伊澤 貴寛
国際物流係長 大川 晶司

4) 事務局

(1) 公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会 北條 英
濱崎 晃

(2) 株式会社日本能率協会総合研究所 沢江 暁子
東 幸生
松崎 祐樹

3.2 開催経緯

第1回 2016年（平成28年）8月8日（月）10:00～12:00
於・公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会（JILS）会議室

第2回 2016年（平成28年）9月5日（月）15:00～17:00
於・公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会（JILS）会議室

第3回 2016年（平成28年）10月26日（水）10:00～12:00
於・㈱日本能率協会総合研究所・竹橋事務所 会議室

第4回 2016年（平成28年）12月15日（木）10:00～12:00
於・公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会（JILS）会議室

第5回 2017年（平成29年）2月21日（火）13:00～15:00
於・公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会（JILS）会議室

第1章 トラックドライバーの稼働状況等に関する既存調査等の整理

1. トラックドライバーの稼働状況に関する既存調査の整理

1.1 既存調査等の整理方針

トラックドライバーの稼働状況に関して、下記を対象に既存調査を収集整理した。

【既存調査の対象】

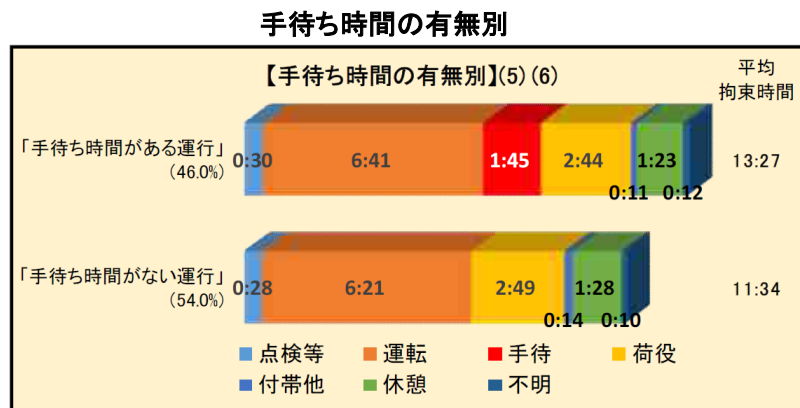
- ①国、物流関連団体等
 - ・国土交通省、厚生労働省、一般社団法人日本物流団体連合会 等で行われているものについて情報収集
- ②民間企業による調査
 - ・民間企業で調査されているものについて情報収集

1.2 国等による既存調査の収集

1) トラック輸送状況の実態調査（厚生労働省・国土交通省）

厚生労働省と国土交通省では、トラック運送事業の長時間労働の抑制に向けた環境整備を進めるため、2015(H27)年5月に「トラック輸送における取引環境・労働時間改善中央協議会」を立ち上げた。

検討の一環で、長時間労働の実態及び原因を明らかにし、今後の取引慣行の改善など、労働時間短縮のための対策検討に資することを目的に「トラック輸送状況の実態調査」が行われ、トラック輸送における労働時間の内訳、手待ち時間の詳細、荷役の契約の有無等が把握された。公開された調査結果においては、トラックドライバーの1運行当たりの拘束時間や手待ち時間の発生状況（図1-1、図1-2）や、「荷役、付帯作業の発生状況」の項目のみ、加工食品や日用雑貨といった品目別の状況（図1-3）が公表されている。



距離帯別(短・中距離:500km以下/長距離:500km超)

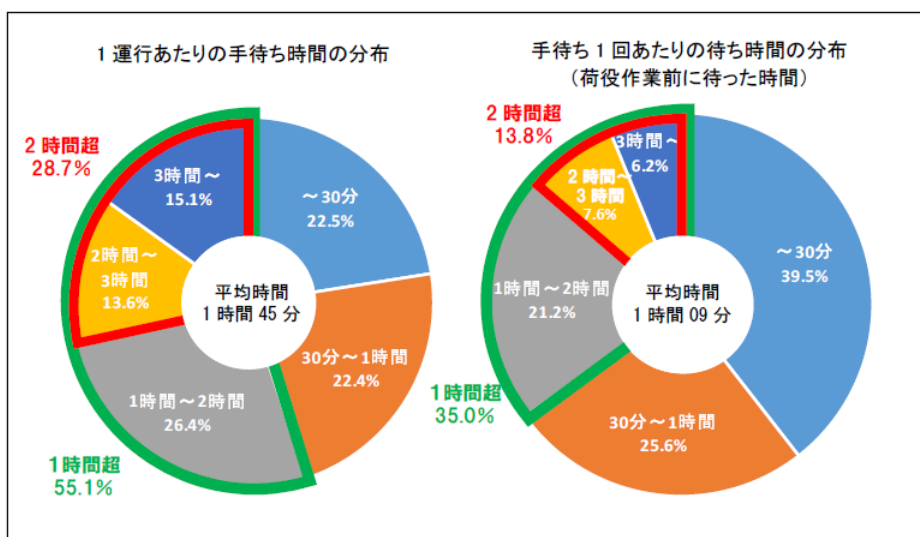
	平均値		
	全体	短・中距離	長距離
点検・点呼等	0:29	0:30	0:27
運転時間	一般道路 (4:29)	(4:30)	(3:46)
	高速道路 (2:02)	(1:09)	(6:47)
計	6:31	5:39	10:33
手待ち時間	①荷主都合 (0:33)	(0:31)	(0:35)
	②ドライバーの自主的な行動 (0:09)	(0:09)	(0:10)
	③その他の時間調整等 (0:06)	(0:06)	(0:05)
計	0:48	0:46	0:51
荷役時間	2:47	2:53	2:26
上記及び休憩時間以外のその他付帯作業等	0:13	0:14	0:07
休憩時間	1:26	1:13	2:13
(不明時間)	0:11	0:08	0:09
拘束時間(平均値は上記の合計)	12:26	11:24	16:43
運行数	27,266	19,192	3,349
構成比	100.0%	70.4%	12.3%

出典：トラック輸送状況の実態調査 結果概要

厚生労働省・国土交通省 トラック輸送における取引環境・労働時間改善中央協議会 2016(H28)年2月1日

図1-1 1運行当たりの拘束時間とその内訳

手待ち時間の発生状況 (16) (17)



荷主都合による手待ち時間の発生状況 (18) (19)

発着荷主別 (延べ発生回数: 13,101回)		平均 時間	時間指定の有無別 (延べ発生回数: 13,295回)		平均 時間
発荷主	(48.5%)	1:11	時間指定あり	(45.2%)	1:07
			午前・午後の指定あり	(16.7%)	1:06
着荷主	(51.5%)	1:03	時間指定なし	(38.1%)	1:07

出典：トラック運送状況の実態調査 結果概要

厚生労働省・国土交通省 トラック輸送における取引環境・労働時間改善中央協議会 2016(H28)年2月1日

図1-2 ドライバーの拘束時間等の分析：手待ち時間の発生状況

荷役時間の発生状況(24)(25)



その他の付帯作業の内容と発生している割合の高い上位5品目(26)

付帯作業を伴う荷役作業回数(27,132回)	件数	回答比率	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位
検品	14,400件	53.1%	加工食品	完成自動車・オートバイ	飲料・酒	生鮮食品	壁紙・タイルなど住宅用資材
保管場所までの横持ち運搬	10,707件	39.5%	衣服・布団などの繊維製品	加工食品	金属部品・金属加工品(半製品)	プラスチック性部品・加工品・ゴム性部品・加工品	機械ユニット・半製品
商品仕分け	7,334件	27.0%	機械ユニット・半製品	加工食品	医薬品	飲料・酒	壁紙・タイルなど住宅用資材
資材、廃材等の回収	4,125件	15.2%	飲料・酒	機械ユニット・半製品	衣服・布団などの繊維製品	加工食品	空容器・返送資材
納品場所の整理	2,844件	10.5%	機械ユニット・半製品	飲料・酒	日用品	衣服・布団などの繊維製品	鉄鋼厚板・金属薄板・地金等金属素材
棚入れ	2,426件	8.9%	衣服・布団などの繊維製品	米・麦・穀物	飲料・酒	機械ユニット・半製品	加工食品
ラベル貼り	1,054件	3.9%	鉄鋼厚板・金属薄板・地金等金属素材	衣服・布団などの繊維製品	合成樹脂・塗料など化学性原料	飲料・酒	加工食品
その他	581件	2.1%	廃棄物	鉄鋼厚板・金属薄板・地金等金属素材	再生資源・スクラップ	鉱石・砂利・砂・石材等の鉱産品	生鮮食品

出典：トラック運送状況の実態調査 結果概要

厚生労働省・国土交通省 トラック輸送における取引環境・労働時間改善中央協議会 2016(H28)年2月1日

図1-3 荷役付帯作業の発生状況

《参考》 トラック輸送状況の実態調査票

出典：厚生労働省・国土交通省「トラック輸送における取引環境・労働時間改善中央協議会」 2016年(H28)

トラックドライバー記入用

トラック輸送状況の実態調査票

厚生労働省
国土交通省

【ご記入に当たって】本調査は統計的に処理します。この調査結果の具体的なデータを運輸支局や労働基準監督署による監査等に使用することはありませんので、実態を正確にご記入下さい。

年齢： 歳 性別： 1. 男・2. 女 使用車両： 1. 大型(車両総重量11t以上)・2. 中型(車両総重量5t以上11t未満)・3. 普通(車両総重量5t未満)・4. トレーラ

1日目： 9月14日(月) 始業時間 9月 日 : 終業時間 9月 日 : 走行距離 km 集配箇所数 カ所 実車距離 km

時間項目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	始業から終業までの時間の合計
点検・点呼等																										点検等
運転時間	一般道路																									運転(一般)
	※2 高速道路																									運転(高速)
手待ち時間 ※3 (A～Cは中央下の例を参考にしてください)	A. 荷主都合																									手待ちA
	B. ドライバーの自主的な行動																									手待ちB
	C. その他時間調整等																									手待ちC
荷役時間																										荷役
上記及び休憩時間以外のその他付帯作業等																										付帯作業
休憩時間																										休憩
																										拘束

※1：荷役等の作業した荷主毎に上の欄に①からの荷主番号を振り、その荷主の状況を別途下欄に記入して下さい。記載例を参考にして下さい。

※1：上記の荷主番号の荷主名をご記入いただき、その荷主の状況をそれぞれ下段の選択肢から番号を1つ選んでご記入下さい。なお、ドライバーご自身でわからない場合は、「運行管理者」や「配車担当者」に確認して、記入して下さい。

荷主番号	荷主名 (具体的な名称を可能な範囲で記入して下さい)	輸送品目	発荷主/着荷主 ※1・※2の項を、右の設問は「着」の状況についてご記入下さい。	時間指定の有無	荷役の内容	荷役の方法	荷主あるいは元請との間で荷役に対する書面化等の有無	荷役料金の収受の有無	※2 高速道路を利用した場合、料金収受の有無	その他付帯作業等の内容 【この設問のみ複数回答可】 (下記の選択肢にない場合は具体的に記入して下さい)
①										
②										
③										
④										
⑤										
⑥										
⑦										
⑧										
⑨										
⑩										

※上記の荷主が10カ所を超える場合は、予備の調査票を利用して記載して下さい。

- 1. 米・麦・穀物
- 2. 生鮮食品
- 3. 加工食品
- 4. 飲料・酒
- 5. 原木・材木等の林産品
- 6. 鉱石・砂利・砂・石材等の鉱産品
- 7. 鉄鋼厚板・金属薄板・地金等金属素材
- 8. 鋼材・建材などの建築・建設用金属製品
- 9. 壁紙・タイルなど住宅用資材
- 10. 金属部品・金属加工品(半製品)
- 11. セメント・コンクリート・コンクリート製品
- 12. ガソリン・軽油など石油石炭製品
- 13. 合成樹脂・塗料など化学性原料
- 14. 医薬品
- 15. その他の化学製品
- 16. 紙・パルプ
- 17. 糸・反物などの繊維素材
- 18. 衣服・布巾などの繊維製品
- 19. 日用品
- 20. 書籍・印刷物
- 21. プラスチック性部品・加工品、ゴム性部品・加工品
- 22. 機械ユニット・半製品
- 23. 精密機械・生産用機械・業務用機械
- 24. 家電・民生用機械
- 25. 完成自動車・オートバイ
- 26. 再生资源・スクラップ
- 27. 廃棄物
- 28. 宅配便・特積み貨物
- 29. 空容器・返送資材
- 30. その他

- 1. 発荷主
- 2. 着荷主
- 3. 発・着両方

- 1. 積込み
- 2. 荷卸し
- 3. 積込み・荷卸し両方

- 1. 時間指定あり
- 2. 午前・午後の指定あり
- 3. 時間指定なし

- 1. 手荷役
- 2. ハレット勝し手荷役
- 3. フォークリフト荷役(ドライバーが作業)
- 4. フォークリフト荷役(荷主側が作業)
- 5. ロムカス荷役
- 6. その他

- 1. 書面化している
- 2. 口頭で依頼
- 3. 事前連絡なし

- 1. 運賃に含んで収受している
- 2. 運賃とは別に実費収受している
- 3. 収受していない

- 1. 搬入れ
- 2. 保管場所までの横持ち運転
- 3. 資材・廃材等の回収
- 4. 商品仕分け
- 5. 検品
- 6. 納品場所の整理
- 7. ラベル貼り

※3：手待ち時間の分類

- A. 荷主都合：集荷・配送の際に卸す車両の順番待ちやバース待ち、荷物が整わないための待ち時間、帰り荷までの待ち時間等、荷主の都合で発生する手待ち時間
- B. ドライバーの自主的な行動：指定時間よりも早めに到着したための待ち時間等
- C. その他の時間調整等：高速道路の割引時間等に合わせるための調整時間等、その他の調整時間

荷主から無理な指示などになっている理由や背景など、本件に関するご意見等あれば自由に回答して下さい。

2) 「トラック幹線輸送における手荷役実態アンケート調査」(物流連)

1) の動きを受け、一般社団法人日本物流団体連合会(物流連)においても、物流連・経営効率化委員会の傘下に、「ユニットロードシステム検討小委員」を設置して、トラック幹線輸送における手荷役問題を、積載貨物のユニット化により少しでも軽減できないかという観点から検討が行われている。

検討の一環で、「トラック業界における(特に幹線輸送における)手荷役労働の実態把握」が行われている。

II. アンケート調査の実施概要	
1. 主な調査項目	
(1) 幹線輸送において手荷役が行われている実態について	
(2) 手荷役が多いと思われる品目(業種)について	
2. アンケート調査の実施方法	
(1) アンケート調査票	
アンケート対象先別に、 トラック運送・通運用 ・ 物流拠点用 の2種類を作成した。	
(2) 調査対象	
1) (一社) 日本物流団体連合会	79社… トラック運送・通運用 ・ 物流拠点用
2) (公社) 全日本トラック協会	75社… トラック運送・通運用
3) (公社) 全国通運連盟	20社… トラック運送・通運用

計	174社
(3) 調査票の発送・回収方法と期間	
本アンケート調査は、郵送・Eメールを使い分けて実施した。	
1) (一社) 日本物流団体連合会	平成27年11月20日～12月9日、郵送
2) (公社) 全日本トラック協会	—#— 12月3日～12月16日、Eメール
3) (公社) 全国通運連盟	—#— 11月20日～12月9日、郵送
(4) 回収率	
トラック運送・通運用 については全174社宛てに発送、44件回収し(25.2%)、 物流拠点用 については、物流連会員79社宛てに発送、21件回収した(26.5%)。	
なお、次ページ以降の集計結果のグラフ等については トラック・通運用 の回収結果(n=44)を母数としており、 物流拠点用 は回答数が少ないことから参考資料として必要に応じ掲載、としている。	

図1-4 トラック幹線輸送における手荷役の実態アンケートの概要

出典: 「トラック幹線輸送における手荷役実態アンケート調査 報告書」(一般社団法人日本物流団体連合会 経営効率化委員会 ユニットロードシステム検討小委員会、平成28(2016)年7月)

●手荷役の作業時間

手荷役の作業時間は下記のとおりとなる。

- ・荷積み、荷卸しの作業時間の傾向は同じで、1.5時間までで70%程度を占める。
- ・1.5時間以内の作業時間が多い業態は、通運となっており、鉄道コンテナの積載量が大型トラック等に比べて小さいことが要因となっていることが推測される。

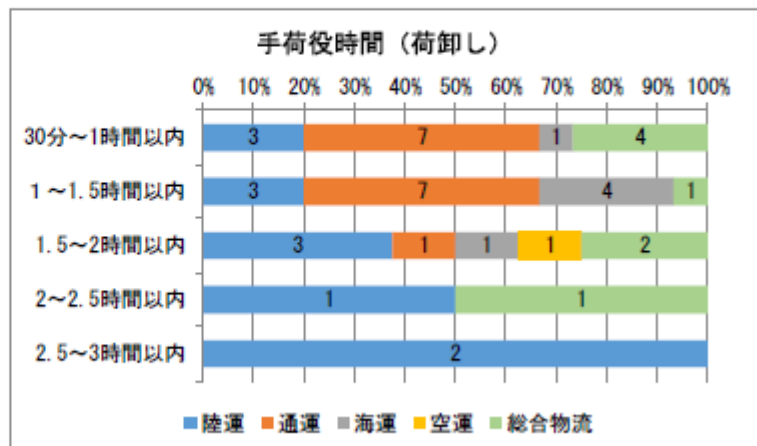
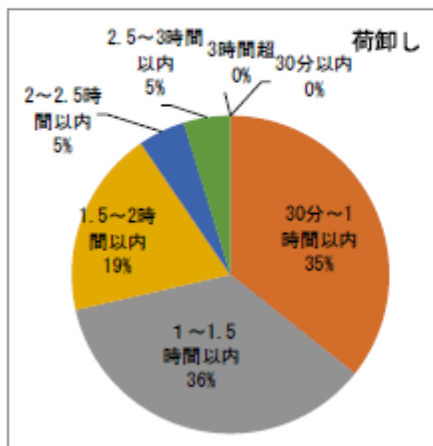
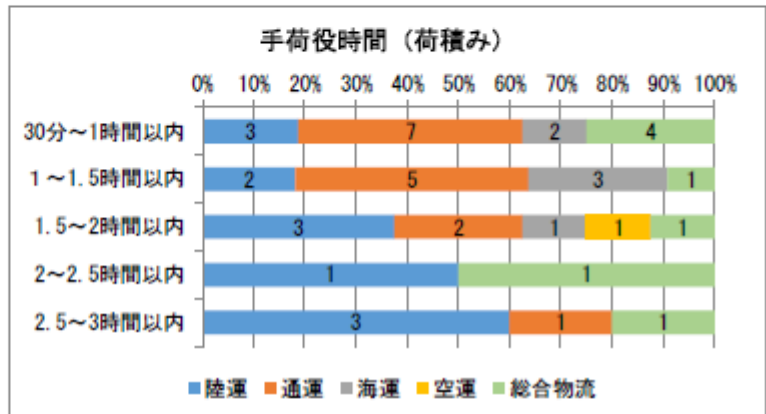
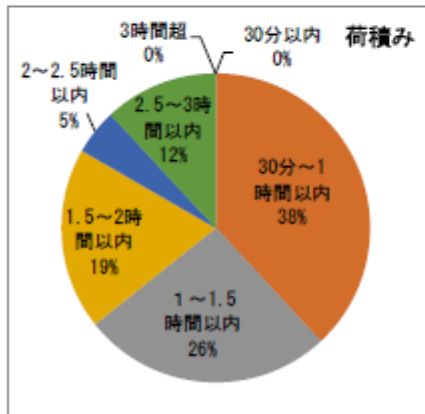


図1-5 トラック幹線輸送における手荷役の実態アンケート結果
手荷役の作業時間

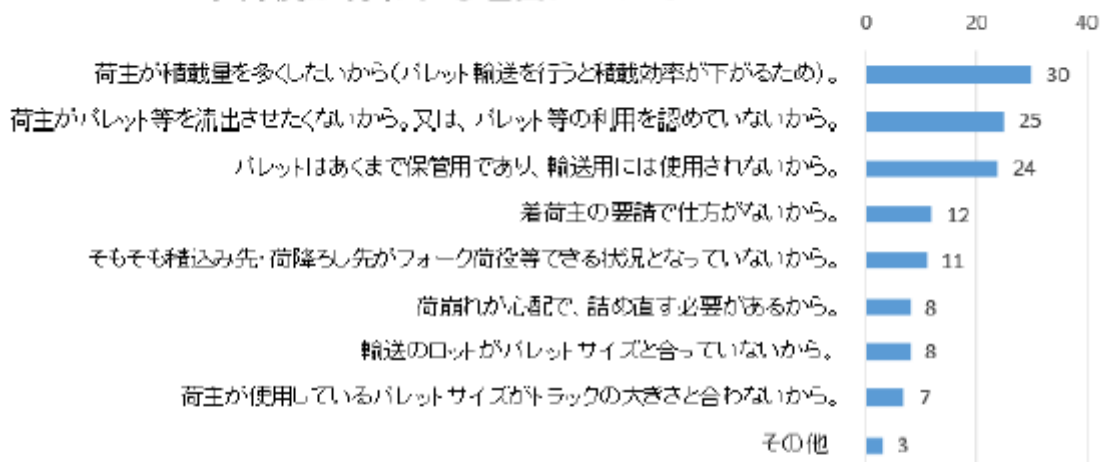
出典：「トラック幹線輸送における手荷役実態アンケート調査 報告書」（一般社団法人日本物流団体連
合会 経営効率化委員会 ユニットロードシステム検討小委員会、平成28(2016)年7月)

●手荷役が行われる理由

手荷役が行われる理由は、「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）」が最も多く、次いで、「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。」「パレットはあくまで保管用であり、輸送用には使
 用されないから。」となっている。（複数回答可）

これらの理由の多くは、荷主のパレット運用管理面で生じているものと考えられる。

手荷役が行われる理由について



参考：物流拠点の回答状況（手荷役が行われる理由について）

・トラック運送事業者の回答と比較すると、「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）」が最も多い回答となっている点は同じだが、2
 番目以降の順番が異なっている。

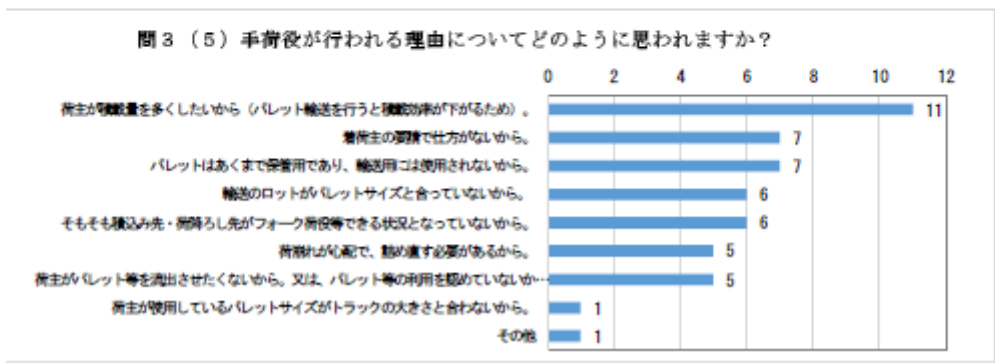


図1-6 トラック幹線輸送における手荷役の実態アンケート結果

手荷役が行われる理由

出典：「トラック幹線輸送における手荷役実態アンケート調査 報告書」（一般社団法人日本物流団体連
 合会 経営効率化委員会 ユニットロードシステム検討小委員会、平成28(2016)年7月）

1.3 民間企業による調査事例の収集

1) メーカーA社の例（社内の幹線輸送の調査事例）

メーカーA社では、社内の幹線輸送（自社工場・周辺倉庫⇒自社物流センター間）について、走行以外の時間を削減する目的で実態把握を行っている。

下記は、その実態調査の調査票と分析のイメージである。

（※メーカーA社からの聞取に基づき、下記はイメージとして整理したものである。）

日付： 月 日() 車種： _____ 車輛ナンバー： _____

1回転目

【出荷拠点】

NO	拠点名	A	B	C	D	E	個数	備考
		到着時間	受付時間	荷積開始時間	荷積終了時間	出発時間		
1	A工場	7:30	7:35	7:40	8:00	8:05	44	
2								
3								
4								
5								

【届け先】

NO	拠点名	A	B	C	D	E	個数	備考
		到着時間	受付時間	荷卸開始時間	荷卸終了時間	出発時間		
1	Xセンター	9:45	9:45	10:00	10:15	10:15	44	
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

2回転目

【出荷拠点】

NO	拠点名	A	B	C	D	E	個数	備考
		到着時間	受付時間	荷積開始時間	荷積終了時間	出発時間		
1	B倉庫	11:45	11:50	11:55	12:30	12:30	4	
2	C倉庫	12:35	12:35	12:40	12:55	12:55	4	
3	D倉庫	13:50	13:50	13:55	14:05	14:05	16	
4	E倉庫	15:20	15:20	15:25	15:35	15:35	1	
5								

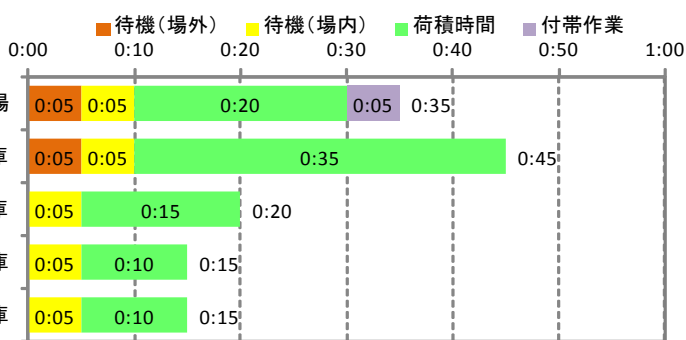
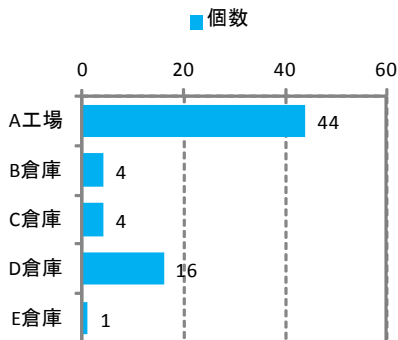
【届け先】

NO	拠点名	A	B	C	D	E	個数	備考
		到着時間	受付時間	荷卸開始時間	荷卸終了時間	出発時間		
1	Xセンター	17:50	17:50	18:15	18:50	18:50	25	
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

図1-7 調査票のイメージ（メーカーA社の例）

【出荷拠点】

回転	NO	拠点名	個数	A	B	C	D	E	B-A	C-B	D-C	E-D	E-A
				到着時間	受付時間	荷積開始時間	荷積終了時間	出発時間	待機(場外)	待機(場内)	荷積時間	付帯作業	到着~出発
1	1	A工場	44	7:30	7:35	7:40	8:00	8:05	0:05	0:05	0:20	0:05	0:35
2	1	B倉庫	4	11:45	11:50	11:55	12:30	12:30	0:05	0:05	0:35	0:00	0:45
	2	C倉庫	4	12:35	12:35	12:40	12:55	12:55	0:00	0:05	0:15	0:00	0:20
	3	D倉庫	16	13:50	13:50	13:55	14:05	14:05	0:00	0:05	0:10	0:00	0:15
	4	E倉庫	1	15:20	15:20	15:25	15:35	15:35	0:00	0:05	0:10	0:00	0:15



【届け先】

回転	NO	拠点名	個数	A	B	C	D	E	B-A	C-B	D-C	E-D	E-A
				到着時間	受付時間	荷卸開始時間	荷卸終了時間	出発時間	待機(場外)	待機(場内)	荷卸時間	付帯作業	到着~出発
1	1	Xセンター	44	9:45	9:45	10:00	10:15	10:15	0:00	0:15	0:15	0:00	0:30
2	1	Xセンター	25	17:50	17:50	18:15	18:50	18:50	0:00	0:25	0:35	0:00	1:00

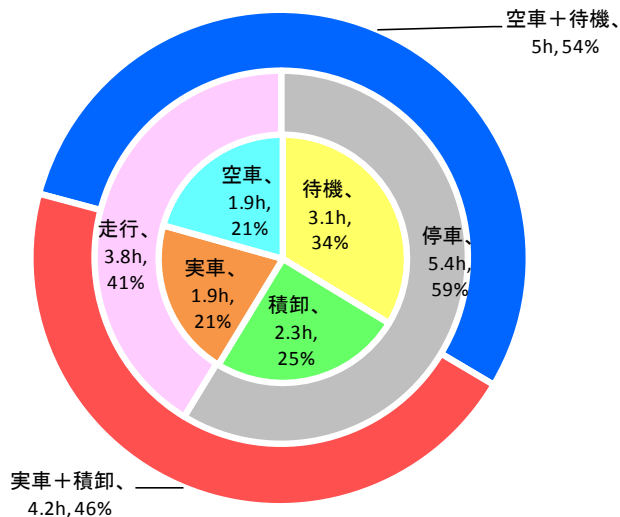
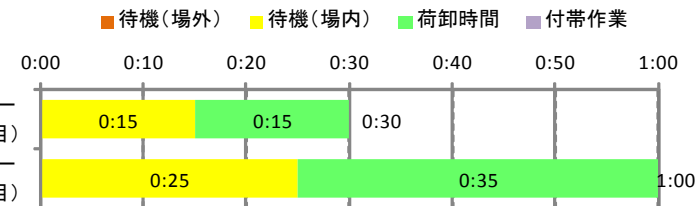
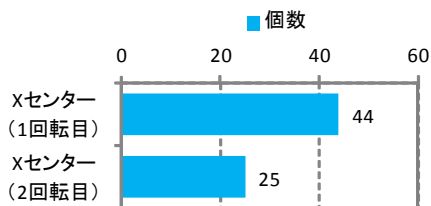


図 1- 8 取得データの整理イメージ (メーカーA社の例)

※あくまでもイメージであり、実データに基づくものではない

2) メーカーB社の例（所有権の移転を伴う幹線輸送の調査事例）

メーカーB社では、所有権の移転を伴う（顧客向け）の幹線輸送（自社物流センター⇒顧客物流センター間）について、届け先における納品時間短縮を目的とした実態把握を行っている。

下記は、その実態調査の調査票のイメージと取得データの整理結果である。

（※メーカーB社からの聞取に基づき、調査票はイメージとして整理したものであるが、数字は取得データに基づくものである。）

日付： 月 日 () 車種： _____ 車両ナンバー： _____

No		1	2	3	4	5	
エリア							
納品先名							
温度帯		1. 常温					
		2. 冷チル					
納品場所		1. プラットホーム接車					
		2. ドックシェルター接車					
		3. オープンハース					
待機	有無	待機有					
	待機時間						
	待機場所	1. 納品先待機場所					
		2. 敷地外待機場所					
		3. 路上駐車					
A	納品先到着時間(≒受付)						
B	荷降り開始時間						
C	納品先出発時間						
納品数(CS)							
検品方法		1. 検品無し					
		2. 先方検品					
		3. ドライバー読み上げ					
積付け方法		1. PL降し					
		2. 先方PL積付け					
		3. 先方PL積付けラフ紐巻き					
		4. 台車積付け					
		5. ローラー流し					
納品付帯作業	フォークリフト乗務有						
	棚入れ(中入れ)	有無					
		1. EV多階層					
		2. 階段多階層					
		3. 指定場所					
			4. 指定場所付入替え				
	荷降り	1. 日付別荷降り					
		2. アイテム別荷降り					
		3. 店舗別荷降り					
		4. 複数箇所荷降り					
	その他	1. 日付記載					
		2. 日付スタンプ					
3. 温度測定記載							
4. ステッカー添付							
5. ハンド切							
6. ホール納品							
備考							

図1-9 調査票のイメージ（メーカーB社の例）

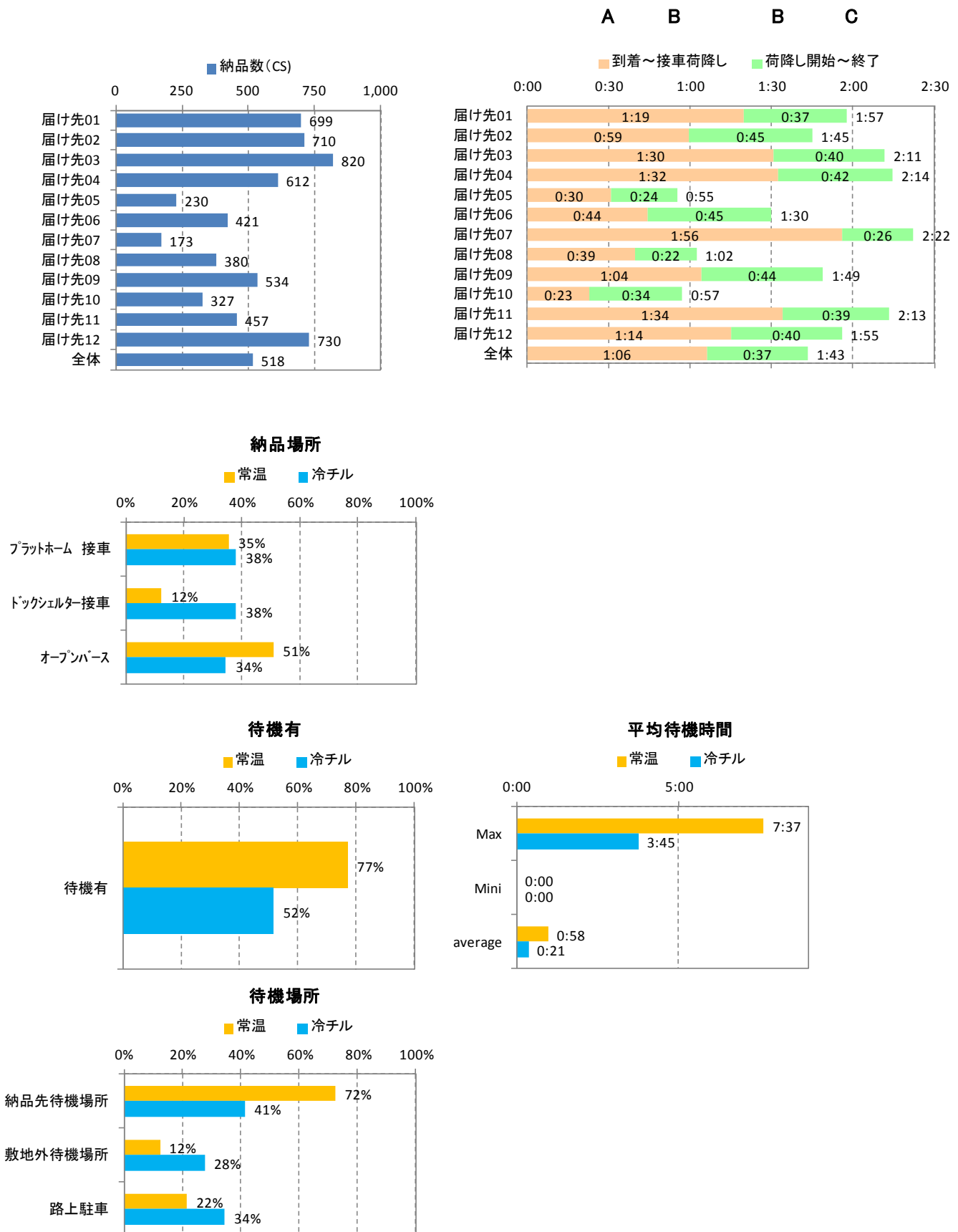


図1-10 取得データの整理結果（メーカーB社の例）その1

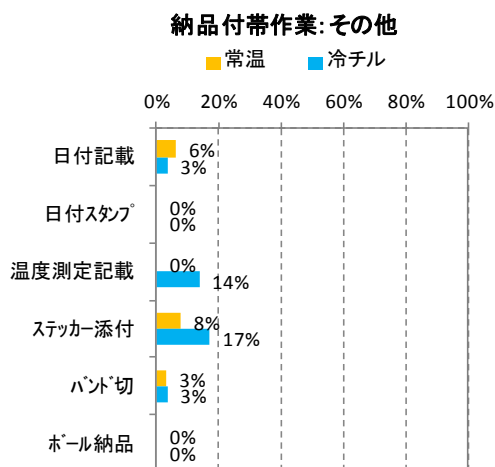
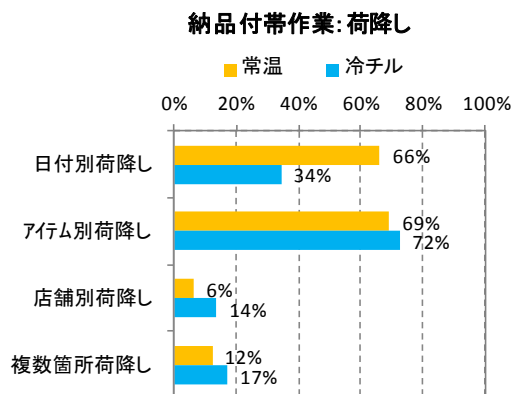
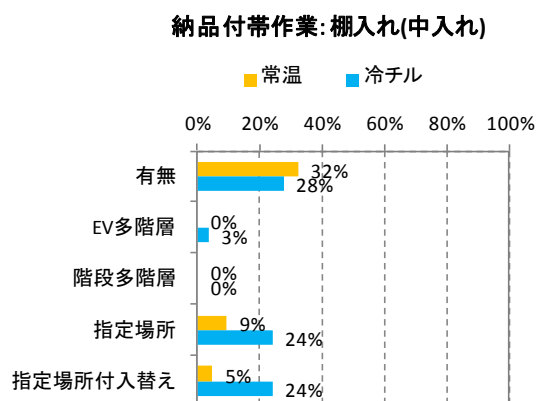
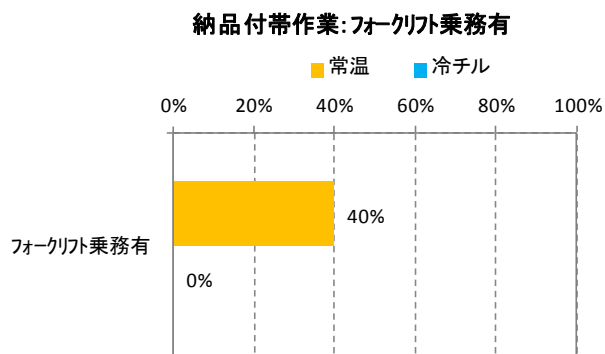
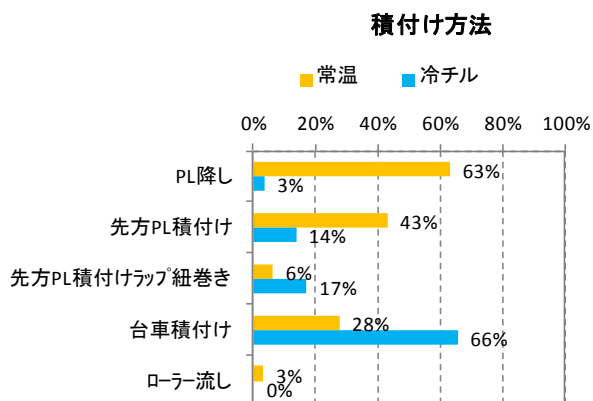
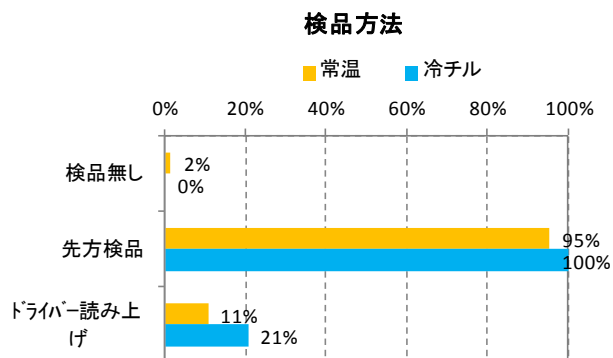


図1-11 取得データの整理結果（メーカーB社の例）その2

1.4 民間企業メーカーB社の先行調査データの分析

1) 業務プロセスを構成する各要素の時間についての分析

メーカーB社の所有権の移転を伴う幹線輸送の届け先における業務プロセスの調査事例を図1-12に示す。

- ・届け先での時間構成を全体で見ると、「到着～接車荷降し（図1-13の⑧→⑨→⑩）」までの時間が「荷降し開始～終了（⑩→⑪→⑫→⑬）」までの時間の2倍弱であることがわかる。
- ・接車してしまえば、以降の「入荷検品（⑪）」から「付帯作業（⑫）」の2つの業務を行っても40分弱で終了する一方で、ドライバーの“手待ち時間”になっていると考えられる、到着（⑧）から受付（⑨）を経て接車（＝荷降し開始）（⑩）するまでに、約1時間を要している。**2台分の荷降しを待っている。**
- ・また、「到着～接車荷降し」に要する時間は自車の納品数には依存しないと考えられる一方、「荷降し開始～終了」に要する時間については自車の納品数に依存すると考えられる。

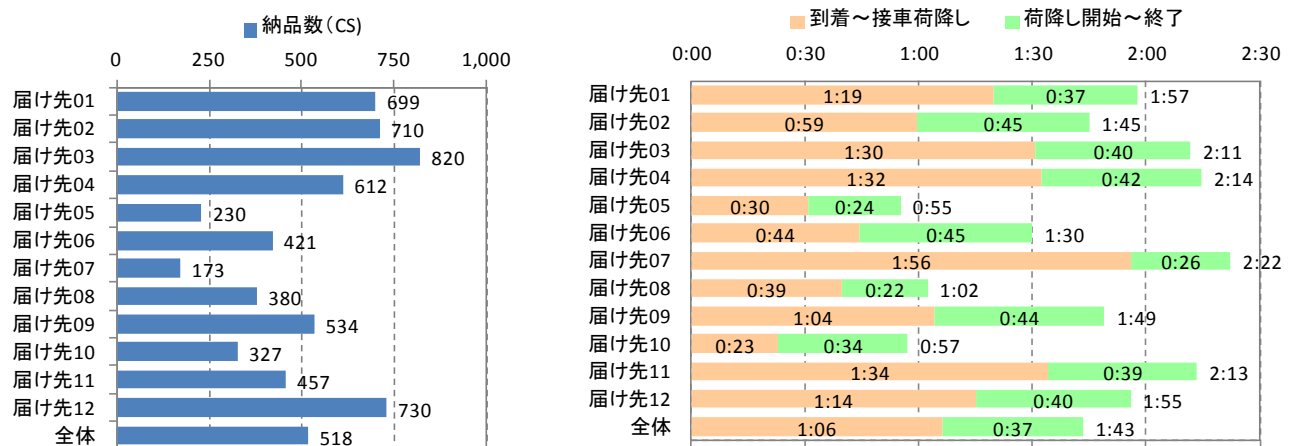


図1-12 幹線輸送の届け先における時間構成(メーカーB社の販売輸送の調査事例)

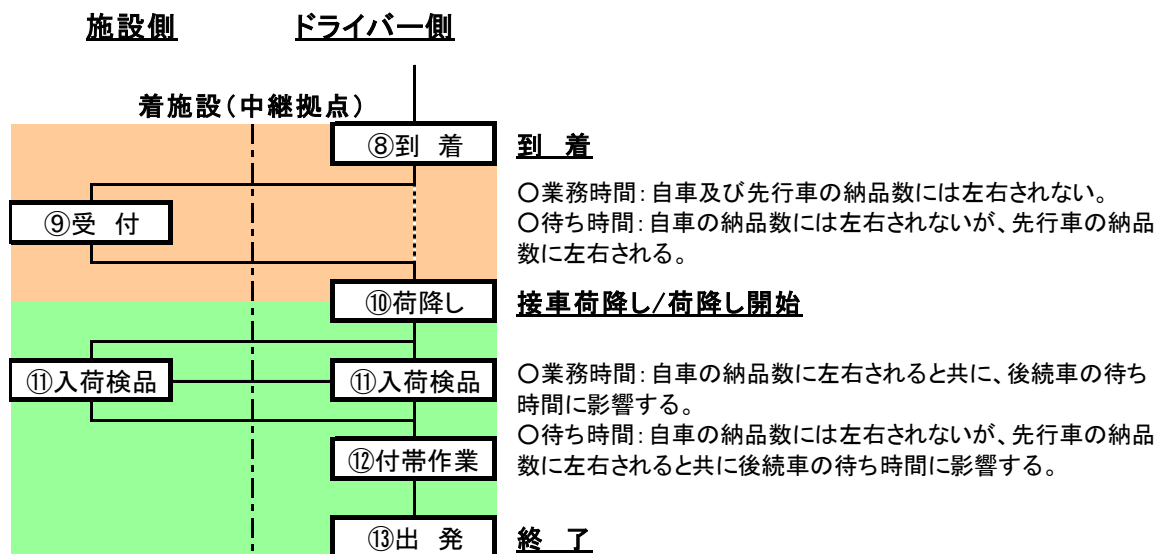


図1-13 幹線輸送の届け先における業務プロセス(イメージ)

- ・12 箇所の届け先について、「(1)到着から終了までの総時間の分布」、「(2)到着から接車荷降しまでに要した時間の分布」、また、上述の仮説に基づいて「(3)納品数を荷降し開始から終了までの時間で除した値（1 分間あたりの納品数）の分布」のそれぞれをヒストグラム⁴にしたものを、**図 1-14**、**図 1-15**、**図 1-16** に示す。

①到着から終了までの総時間の分布について（**図 1-14**）

- ・正規分布のようなかたちをしている届け先がある一方、何とも言い様のない分布をしている届け先もある。

②到着から接車荷降しまでに要した時間の分布について（**図 1-15**）

- ・分布の様子は①と同じであるが、特異値（値が大きい方）が目立つ届け先がある（例えば、14 件中 210 分以上のサンプルが 4 件ある 07 など）。このような事例については、その原因の調査（例えば、「受付（⑧）」ラッシュや「荷降し（⑩）」のためのフォークリフトの空き待ちなどのプロセスに入るまでの待ち時間）を行う必要がある。調査対象となるドライバーに囚われることなく、ドライバーが待っている間の施設側の状況をつぶさに観察することが極めて重要である。
- ・他方、短い時間帯のサンプルが多い届け先（例えば、08 など）もあり、このような事例についても、その原因の調査を行うことが望ましい。両者を比較検討することで、原因分析がより一層進むだろう。

③納品数を荷降し開始から終了までの時間で除した値（時間あたりの納品数）の分布について（**図 1-16**）

- ・分布の様子は①と同じであるが、最頻データ区間が最小ランクになった届け先が 4 箇所（01, 06, 07, 12）あった。これらについては、このプロセスに含まれる、「荷降し（⑩）」、「入荷検品（⑪）」、「付帯業務（⑫）」のどこに時間を要したのか、また、その理由は何だったのかについて更に調査を行う必要がある。
- ・また、上記のプロセスの所要時間もさることながら、これらのプロセスに入るまでの待ち時間の存在も考えられるため（例えば、荷物は降ろせたものの、検品開始まで、前のトラックの入荷検品が終わるまで待たされた、など）、調査対象となるドライバーに囚われることなく、ドライバーが待っている間の施設側の状況をつぶさに観察することが極めて重要である。
- ・他方、最頻データ区間がランクの上から 2 番目（14～17（個/分））になっている届け先（10）もあり、このような事例についても、その原因の調査を行うことが望ましい。両者を比較検討することで、原因分析がより一層進むだろう。

⁴ ヒストグラムの「データ区間の数 (K)」及び「データ区間 (C)」の設定にあたっては、次式を用いた（スタージェスの公式）。

$K=1+\log_2$ （サンプル数）， $C=$ （最大値－最小値）/K

短 ←————→ 長

【凡例】
 ①データ区間の単位は「分」
 ②データ区間の数字は区間の下限値

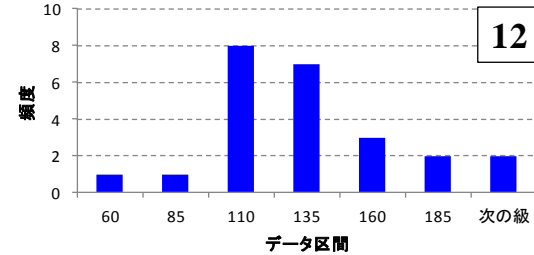
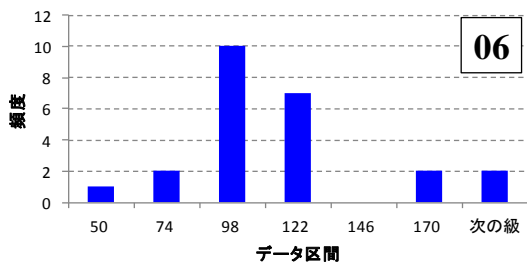
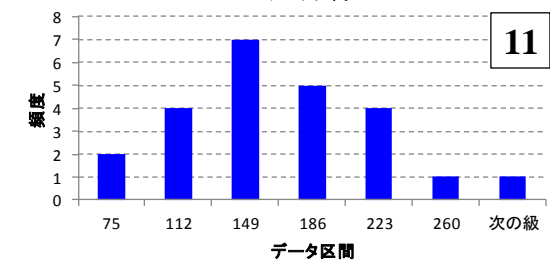
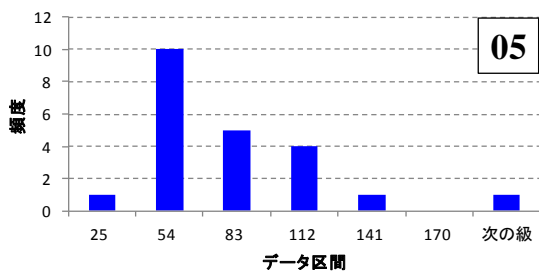
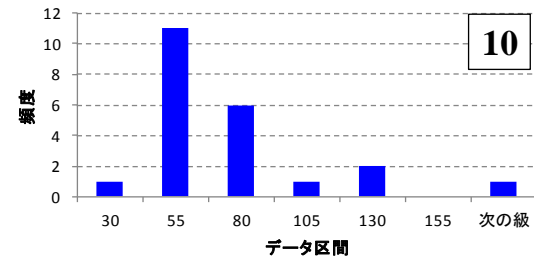
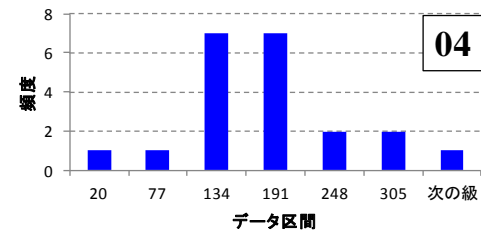
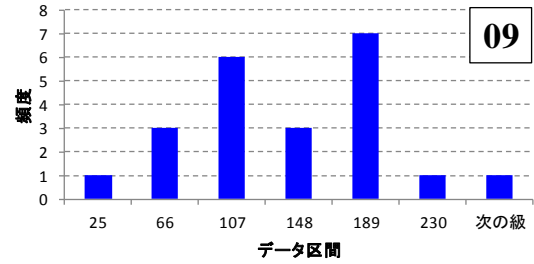
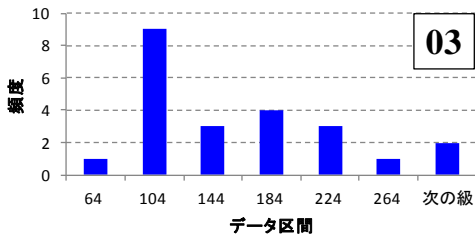
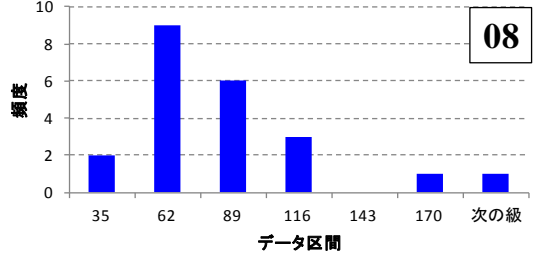
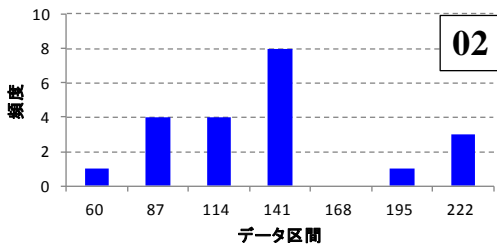
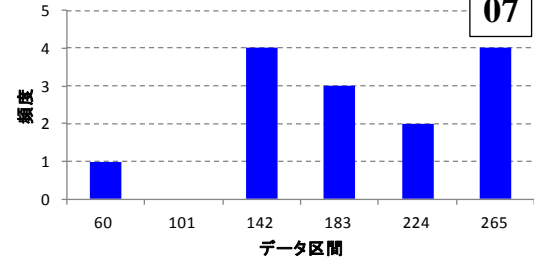
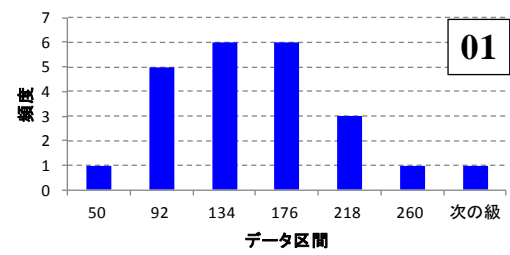


図1-14 到着から終了までの総時間(分)の分布

短 ←————→ 長

【凡例】
 ①データ区間の単位は「分」
 ②データ区間の数字は区間の下限値

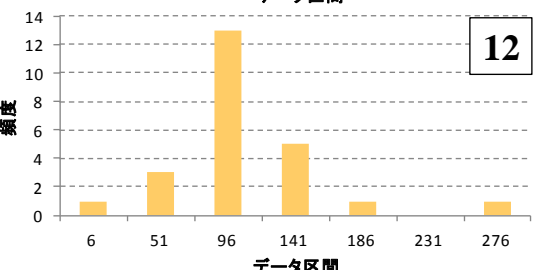
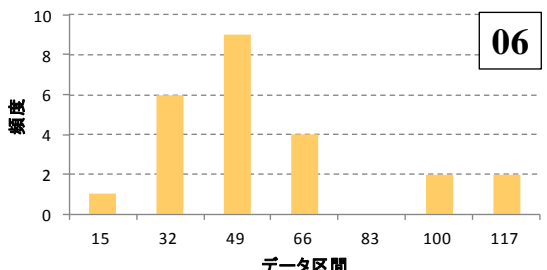
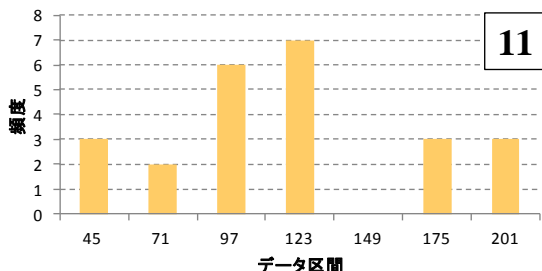
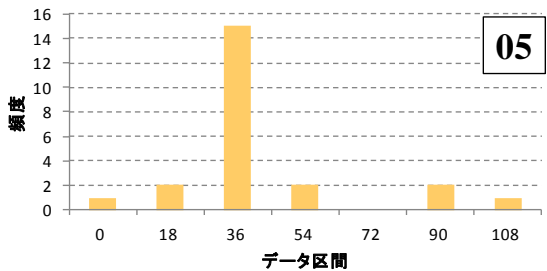
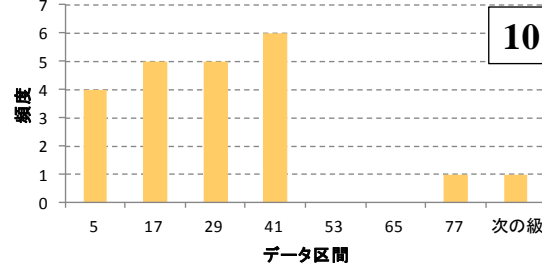
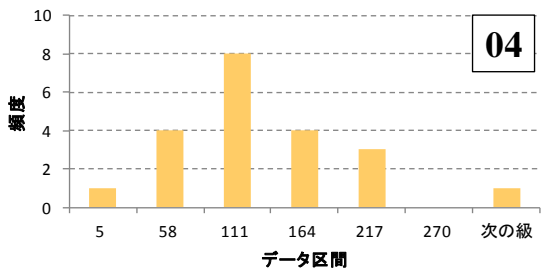
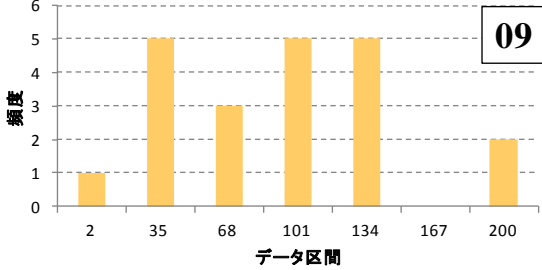
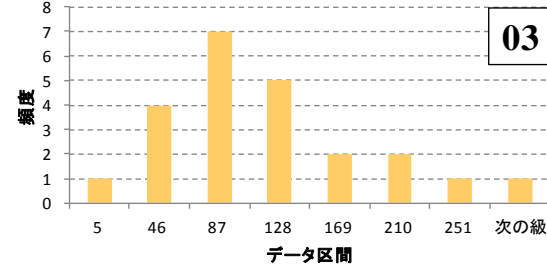
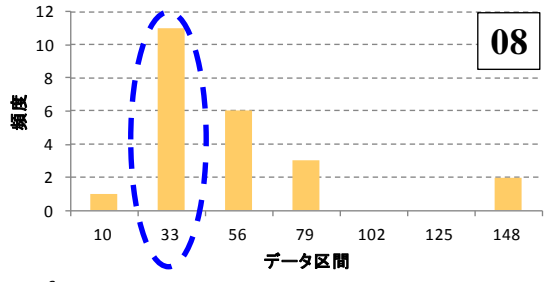
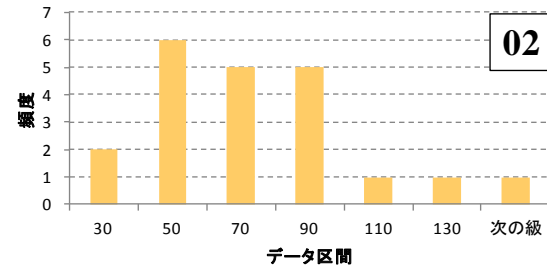
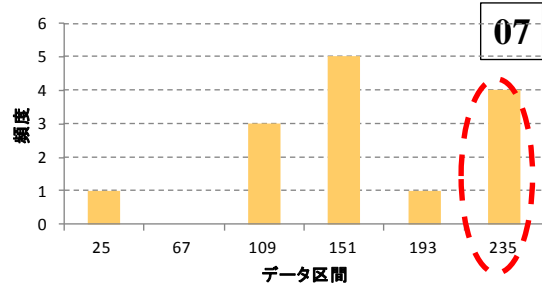
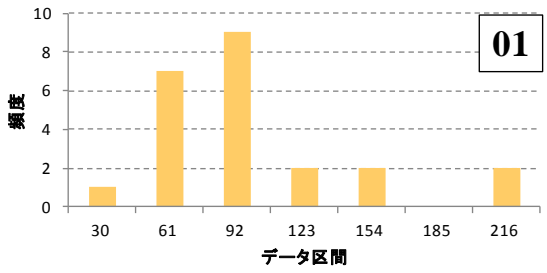


図1-15 到着から接車荷降しまでに要した時間(分)の分布

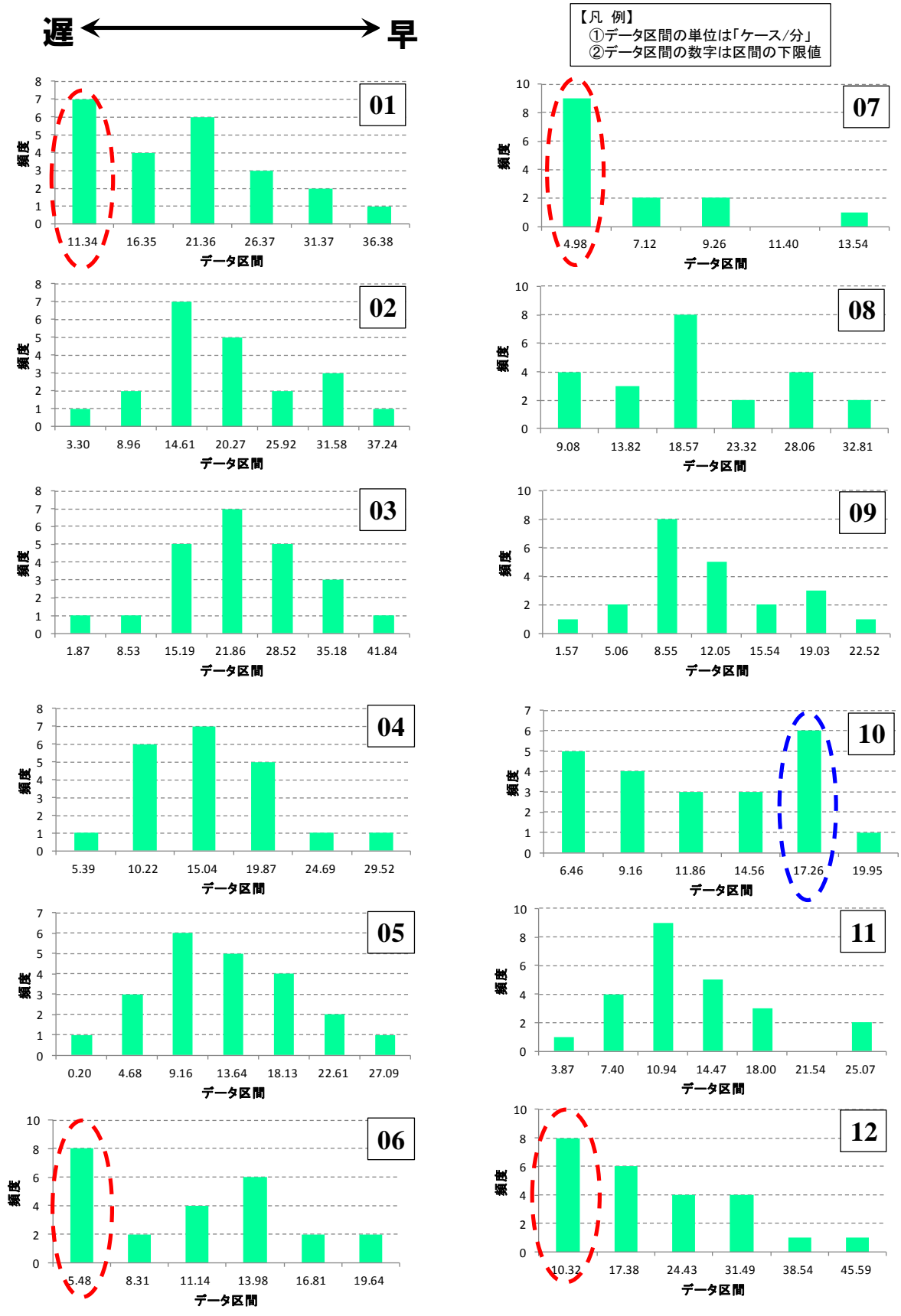


図1- 16 時間あたり納品数（ケース/分）の分布

2) 荷降り開始から出発までの所要時間と納品数（ケース数）の回帰分析

トラック輸送に係る時間短縮策を検討するにあたって、メーカーB社の届け先での滞在時間に関するドライバー調査の定量データを使って、「納品数（ケース数）」を説明変数、「荷降り開始から出発までの所要時間」（図 1-17 の⑩から⑭）を目的変数にして回帰分析とその検定を行った。

結果は、目的変数と説明変数の間に統計的に有意と見做せる関係が見られた届け先（両者の関係を1次関数で定式化できた届け先）は、12箇所中2箇所（届け先01と09）というものであった。すなわち、ほとんどの届け先で、「荷降り開始から出発までの所要時間」は自分の荷物の「納品数（ケース数）」とは関係の無い要因で決定されていることがわかった。

「荷降り開始から出発までの所要時間」の中には、「⑩荷降り」、「⑪入荷検品」、「⑫付帯作業」といったそれぞれの作業時間が「納品数（ケース数）」に正比例すると考えられる業務が含まれているにも関わらず、ほとんどの届け先で、「荷降り開始から出発までの所要時間」と「納品数（ケース数）」の間に関係性が見い出せなかったのである。

また、06や08,10のように、同じ納品数（ケース数）であっても、「荷降り開始から出発までの所要時間」に小さくないばらつきがある届け先があることも興味深い事実である。

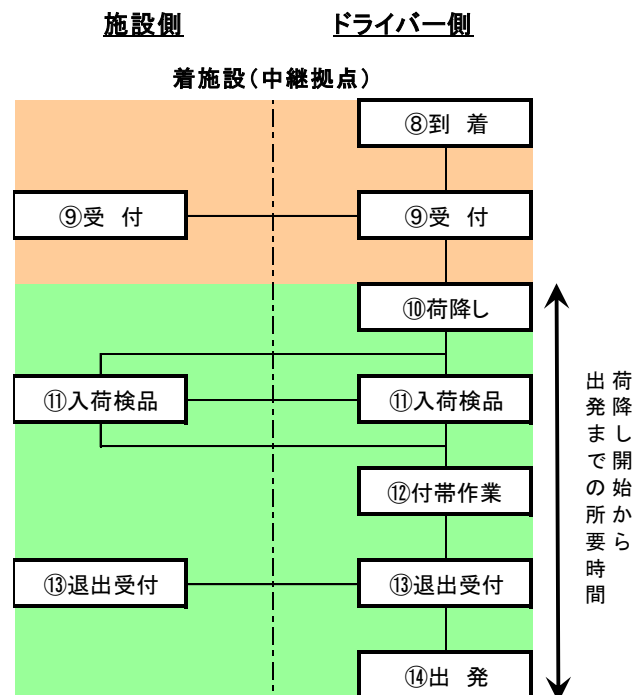


図 1-17 届け先での業務プロセス

3) 物流拠点に入庫する荷物の分類

物流拠点に入庫する荷物は、荷降し方法と検品方法の違いによって、以下の5つに分類できるものと考えられる（図1-18）。（付帯作業は省略した）

同じ納品（ケース）数であっても、荷降しがフォークリフトを使ったパレット単位で行われれば、荷降しに要する時間は、手荷役でケース単位で行われるよりも、短くなると考えられる。

同様に、同じ納品（ケース）数であっても、アイテム数が少なかったり検品がパレット単位で行われれば、検品に要する時間は短くなると考えられる。

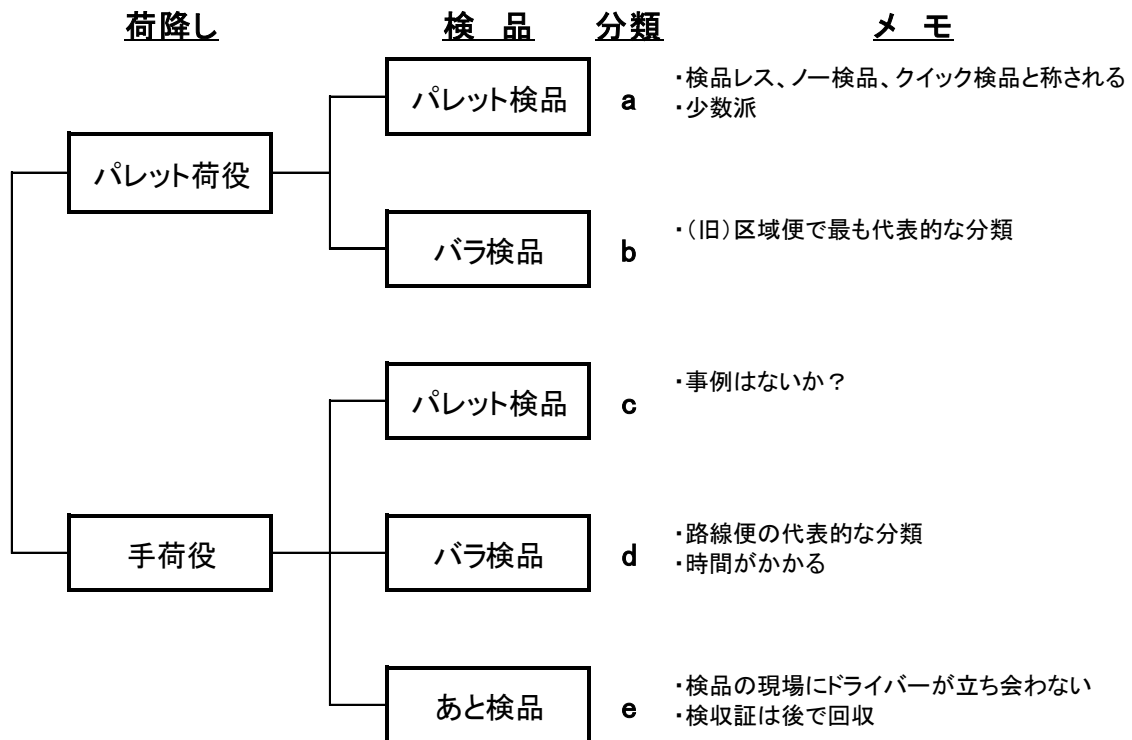


図1-18 物流拠点に入庫する荷物の分類

4) ケーススタディ

(1) 届け先 06

回帰分析の結果、決定係数（重決定） R^2 値が最も小さかった（0.0006）届け先 06 に着目した。

納品（ケース）数が同じであっても、「荷降し開始から出発までの所要時間」に大きなバラツキが発生している（**図 1-19**）。同様の傾向は、届け先 08 や 10 でも見られる。

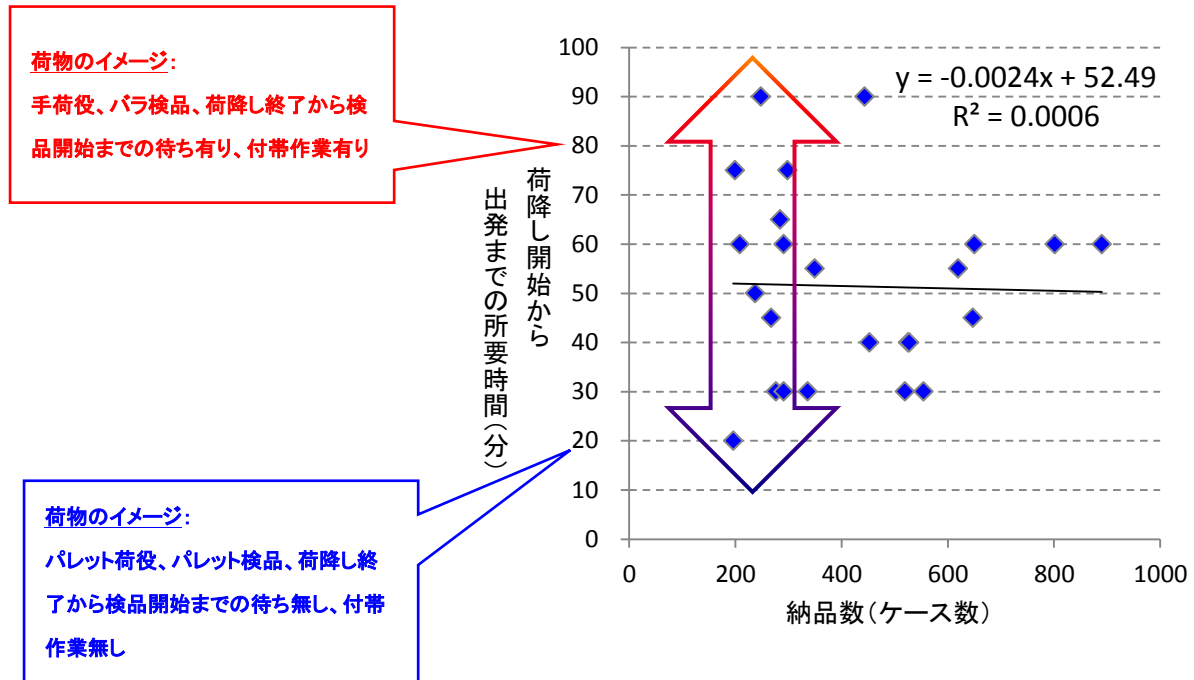


図 1-19 届け先 06 における荷降し開始から出発までの所要時間と納品数の回帰分析結果

この原因として、少なくとも、次の 5 つが考えられる。

- ① 荷降し方法が異なるサンプルが混じっていること
(例えば、**図 1-18** の「パレット荷役」と「手荷役」)
- ② 検品方法が異なるサンプルが混じっていること
(例えば、**図 1-18** の「パレット検品」と「バラ検品」)
- ③ 同じ納品（ケース）数であっても、アイテム数が異なるサンプルが混じっていること
- ④ 荷降し終了から検品開始までに待ち時間（しかも、ランダムな長さの）が発生していること
- ⑤ 付帯作業が有るサンプルと無いサンプルが混じっていること

(2) 届け先 09

回帰分析の結果、決定係数（重決定） R^2 値が最も大きかった（0.59）届け先 09 に着目した。

22 のサンプルを、回帰式の上側の 10 サンプル⁵（ケース数あたりの業務プロセス処理時間が平均よりも遅い集団⇒「S (slow) 群」と称する。例えば、**図 1-18** の分類 d のような

⁵ 残差（目的変数の値と、目的変数に対応する説明変数から回帰式を使って求めた値の差）が正の値を取るサンプル。

荷役または検品単位が小さいサンプルが想定される)と下側の12サンプル⁶(ケース数あたりの業務プロセス処理時間が平均よりも早い集団⇒「F (fast) 群」と称する。例えば、**図 1-18** の分類 a のような荷役または検品単位が大きいサンプルが想定される)の2つに分けて、それぞれで回帰分析を行った (**図 1-21**、**図 1-22**)。

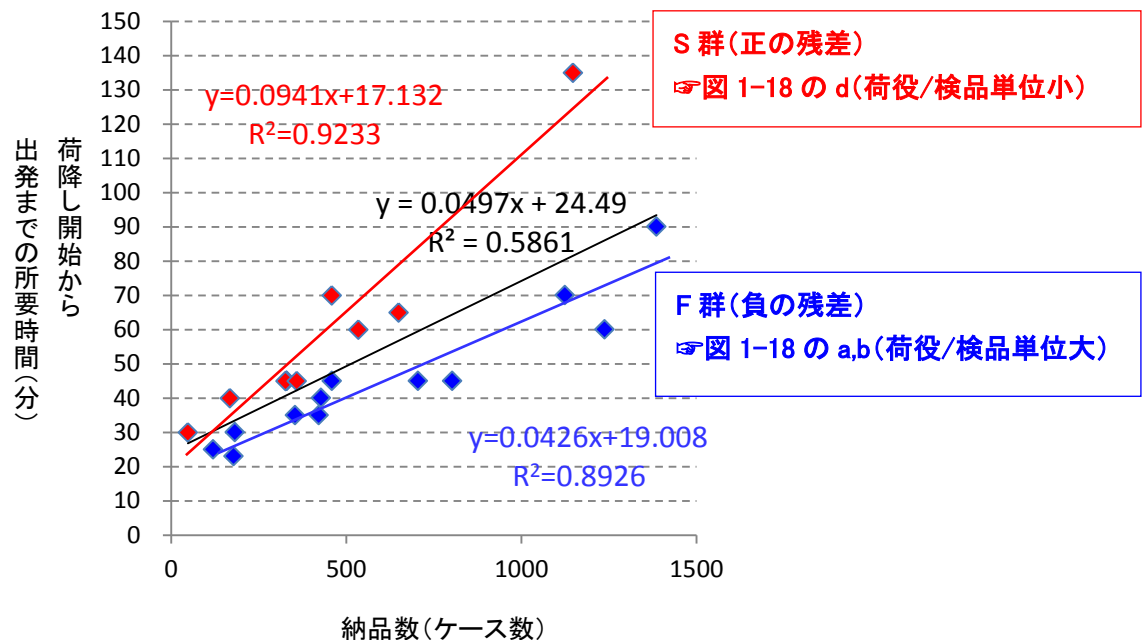


図 1- 20 届け先 09 における荷降し開始から出発までの所要時間と納品数の回帰分析結果

S 群、F 群の双方ともに、決定係数 (重決定) R^2 値が著しく大きくなった (全サンプル ; 0.59、S 群 ; 0.92、F 群 ; 0.89)。すなわち、「荷降し開始から出発までの所要時間」に対する「納品数 (ケース数)」の説明力が著しく大きくなった。

また、検定の結果も良好である (例えば、傾きの p-値 : 全サンプル ; 3.29×10^{-5} 、S 群 ; 9.78×10^{-6} 、F 群 ; 3.69×10^{-6})。

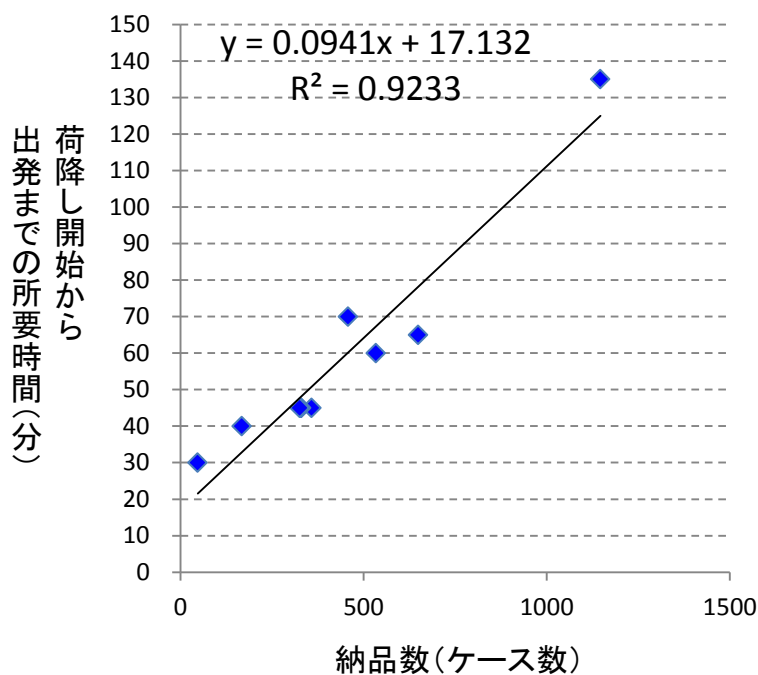
例えば、納品数が 1,000 ケースの場合、S 群の所要時間は 111 分、一方、F 群の所要時間は 62 分となり、2 倍近くの違いがあることがわかる。この時、2つの群を合わせた届け先 09 全体の平均的な値は 75 分であることから、F 群とは大差はつかないものの、S 群では 1.5 倍の差がつくことになる。

仮に、届け先 09 に納品される荷物が全て S 群になったとすれば、届け先 09 の「荷降し開始から出発までの所要時間」は約 1.5 倍になる、言い換えれば、届け先 09 のこの業務プロセスの処理能力は、3 分の 2 に低下することになる。

このケースでは、S 群の車両をいかに少なくするかがドライバー並びに届け先 (物流拠点) の処理能力 (=生産性) 向上の鍵を握っていることを、定量的に示すことができた。

⁶ 残差 (目的変数の値と、目的変数に対応する説明変数から回帰式を使って求めた値の差) が負の値を取るサンプル。

○届け先 09 (S 群)



回帰統計

重相関 R	0.960871
重決定 R2	0.923273
補正 R2	0.913682
標準誤差	8.709999
観測数	10

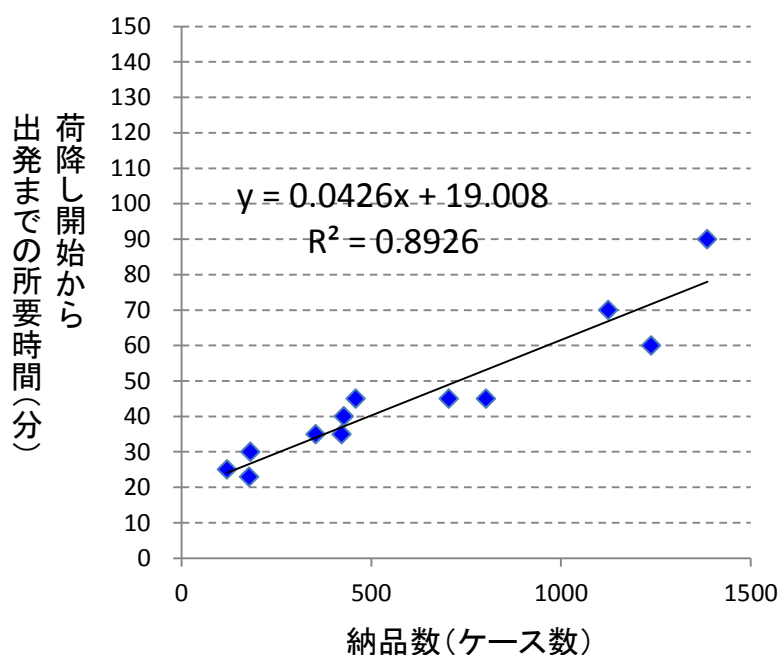
分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	7303.087	7303.087	96.26540519	9.78231E-06
残差	8	606.9127	75.86409		
合計	9	7910			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	17.13206	4.99362	3.430789	0.008944431	5.61674833	28.64736588	5.61674833	28.64736588
納品数	0.094057	0.009586	9.811494	9.78E-06	0.071951009	0.116163803	0.071951009	0.116163803

図 1- 21 荷降り開始から出荷までの所要時間と納品数の回帰分析結果(S 群)

○届け先 09 (F 群)



回帰統計

重相関 R	0.944774
重決定 R2	0.892599
補正 R2	0.881858
標準誤差	6.722889
観測数	12

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	3756.278	3756.278	83.10857345	3.68601E-06
残差	10	451.9723	45.19723		
合計	11	4208.25			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	19.00782	3.471687	5.475095	0.000271107	11.27241658	26.74321807	11.27241658	26.74321807
納品数	0.042555	0.004668	9.11639	3.68601E-06	0.032154041	0.05295574	0.032154041	0.05295574

図 1- 22 荷降り開始から出発までの所要時間と納品数の回帰分析結果(F 群)

届け先 09 のサンプルが F 群と S 群の 2 つに比較的きれいに分離できたことに着目して、説明変数を F 群の納品数と S 群の納品数の 2 つに増やし、重回帰分析を行った⁷ところ、次のように定式化することができた (表 1-1)。

$$Y = 0.0435X_1 + 0.0924X_2 + 18.2 \dots \text{式 A}$$

ここに、

Y = 荷降り開始から出発までの所要時間 (分)

X₁ = F 群の荷物の納品数 (ケース数)

X₂ = S 群の荷物の納品数 (ケース数)

決定係数 (補正 R²) が著しく大きくなり (0.91)、「荷降り開始から出発までの所要時間」に対する 2 つの「納品数 (ケース数)」の説明力が著しく大きくなった。

また、検定の結果も良好である (例えば、F 群の納品数の傾きの p-値 : 4.80×10⁻⁹、S 群の納品数の傾きの p-値 : 1.29×10⁻¹¹)。

X₂ (S 群の荷物の納品数) の傾きが、X₁ (F 群の荷物の納品数) の傾きより 2 倍大きいことから、納品数の変化量に対する荷降り開始から出発までの所要時間の変化量は、S 群の方が F 群よりも 2 倍大きくなる。つまり、所要時間に対する影響は、S 群が F 群の倍大きい。届け先 09 における荷降り開始から出発までの所要時間を短縮するためには、S 群の荷物を減らすことの効果が大きいと言える。

ここでの分析に用いた元データは、トラックの配送 1 回あたりの納品数であったが、これを拡張して、出荷する荷物の納品先での業務プロセスに係る所要時間を“遅い”荷物と“早い”荷物に分類することができれば、1 回の配送でトラックに積み込まれる荷物の内訳 (F 群の納品数と S 群の納品数) から、届け先における荷降り開始から出発までの所要時間を予測できるものと考えられる (予め入荷データを入力できる荷受側でも同様のことが言える)。

表 1-1 届け先 09 における荷降り開始から出発までの所要時間と納品数の重回帰分析結果

回帰統計	
重相関 R	0.958187825
重決定 R ²	0.918123908
補正 R ²	0.909505372
標準誤差	7.486109429
観測数	22

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	11940.15969	5970.079846	106.528987	4.73143E-11
残差	19	1064.794853	56.04183438		
合計	21	13004.95455			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	18.16765237	2.872414923	6.324870484	4.53588E-06	12.15561884	24.1796859	12.15561884	24.1796859
F群納品数	0.043491562	0.004324143	10.05784654	4.79566E-09	0.034441027	0.052542096	0.034441027	0.052542096
S群納品数	0.0923991	0.006466076	14.28982544	1.28779E-11	0.078865447	0.105932753	0.078865447	0.105932753

⁷ F 群の荷物に対しては S 群の納品数を 0、逆に、S 群の荷物の荷物に対しては F 群の納品数を 0 とし、F 群の納品数を説明変数 1 (X₁)、S 群の納品数を説明変数 2 (X₂) として重回帰分析。やや技巧的かも知れない。

(3) 届け先 01

回帰分析の結果、決定係数（重決定） R^2 値が届け先 09 に次いで大きかった（0.43）届け先 01 について、届け先 09 と同様に、残差に着目した回帰分析を行った（**図 1-23**、**図 1-24**）。

S 群、F 群の双方ともに、決定係数（重決定） R^2 値が、届け先 09 ほど顕著ではないが、大きくなった（全サンプル；0.43、S 群；0.73、F 群；0.67）。すなわち、「荷降し開始から出発までの所要時間」に対する「納品数（ケース数）」の説明力が増した。

また、検定の結果も良好である（例えば、傾きの p-値：全サンプル； 7.17×10^{-4} 、S 群； 4.3×10^{-6} 、F 群； 2.18×10^{-3} ）。

届け先 09 と同様に、説明変数を F 群の納品数と S 群の納品数の 2 つに増やし、重回帰分析を行ったところ、次のように定式化することができた（**表 1-2**）。

$$Y = 0.0195X_1 + 0.0406X_2 + 21.9 \dots \text{式 B}$$

ここに、

Y = 荷降し開始から出発までの所要時間（分）

X_1 = F 群の荷物の納品数（ケース数）

X_2 = S 群の荷物の納品数（ケース数）

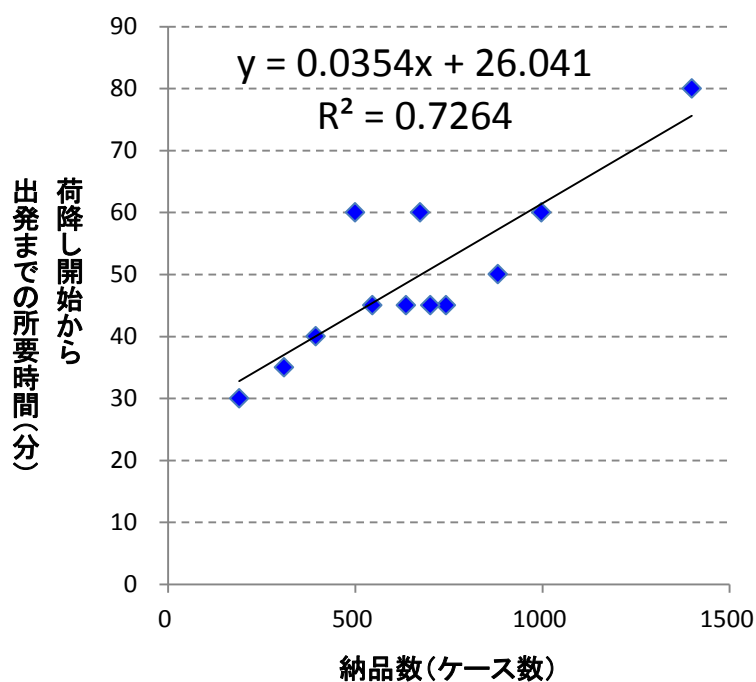
決定係数（補正 R^2 ）が大きくなり（0.74）、「荷降し開始から出発までの所要時間」に対する 2 つの「納品数（ケース数）」の説明力が大きくなった。

また、検定の結果も良好である（例えば、F 群の納品数の傾きの p-値： 3.47×10^{-4} 、S 群の納品数の傾きの p-値： 1.47×10^{-7} ）。

X_2 （S 群の荷物の納品数）の傾きが、 X_1 （F 群の荷物の納品数）の傾きより 2 倍大きいことから、納品数の変化量に対する荷降し開始から出発までの所要時間の変化量は、S 群の方が F 群よりも 2 倍大きくなる。つまり、所要時間に対する影響は、S 群が F 群の倍大きい。届け先 01 における荷降し開始から出発までの所要時間を短縮するためには、S 群の荷物を減らすことの効果が大きいと言える（この傾向は届け先 09 と似ている）。

ここでの分析に用いた元データは、トラックの配送 1 回あたりの納品数であったが、これを拡張して、出荷する荷物の納品先での業務プロセスに係る所要時間を“遅い”荷物と“早い”荷物に分類することができれば、1 回の配送でトラックに積み込まれる荷物の内訳（F 群の納品数と S 群の納品数）から、届け先における荷降し開始から出発までの所要時間を予測できるものと考えられる（予め入荷データを入手できる荷受側でも同様のことが言える）。

○届け先 01 (S 群)



回帰統計	
重相関 R	0.852292
重決定 R2	0.726401
補正 R2	0.699041
標準誤差	7.439541
観測数	12

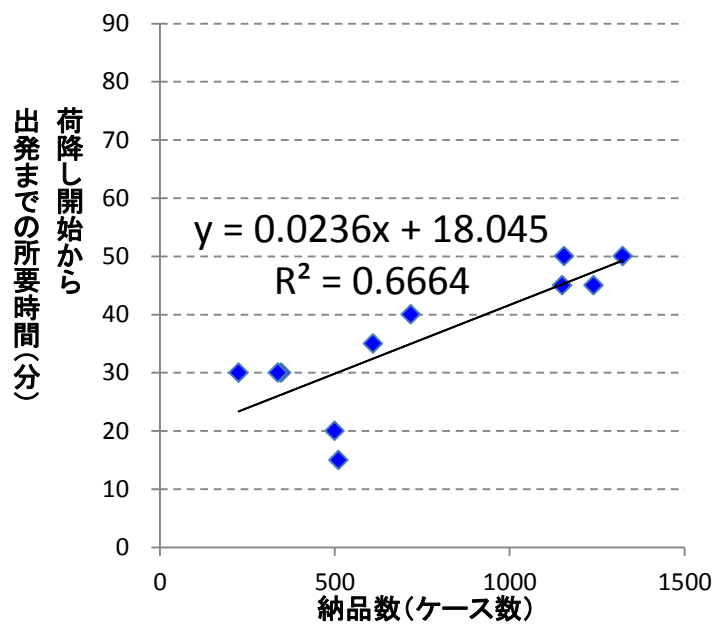
分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	1469.449	1469.44898	26.54986008	0.000429785
残差	10	553.4677	55.3467691		
合計	11	2022.917			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	26.04132	5.048482	5.1582472	0.000426311	14.79259782	37.29003341	14.79259782	37.29003341
納品数	0.035442	0.006878	5.15265563	0.000429785	0.020115699	0.050767305	0.020115699	0.050767305

図 1- 23 荷降り開始から出発までの所要時間と納品数の回帰分析結果(S 群)

○届け先 01 (F 群)



回帰統計	
重相関 R	0.816308
重決定 R2	0.666358
補正 R2	0.629287
標準誤差	7.13364
観測数	11

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	914.7278461	914.7278	17.97502385	0.002175265
残差	9	457.9994266	50.88883		
合計	10	1372.727273			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	18.04516	4.635494473	3.892822	0.003659188	7.558940087	28.53137414	7.558940087	28.53137414
納品数	0.023604	0.005567497	4.239696	0.002175265	0.011009942	0.036199048	0.011009942	0.036199048

図 1- 24 荷降り開始から出発までの所要時間と納品数の回帰分析結果(F 郡)

表 1-2 届け先 01 における荷降し開始から出発までの所要時間と納品数の重回帰分析結果

回帰統計	
重相関 R	0.872539091
重決定 R2	0.761324466
補正 R2	0.737456912
標準誤差	7.361719373
観測数	23

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	3457.406105	1728.703053	31.8978846	5.999E-07
残差	20	1083.898242	54.19491212		
合計	22	4541.304348			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	21.86999952	3.455094792	6.329782779	3.53618E-06	14.66279807	29.07720096	14.66279807	29.07720096
F群納品数	0.019535097	0.004540943	4.301991262	0.000347245	0.010062856	0.029007339	0.010062856	0.029007339
S群納品数	0.040584841	0.005151002	7.879018266	1.47388E-07	0.029840038	0.051329643	0.029840038	0.051329643

(4) ケーススタディのまとめ

届け先 01、09 の双方とも、残差に着目してサンプルを残差が正の群 (S 群) と負の群 (F 群) の 2 つに分け、それぞれで回帰式をつくることで、「納品数」による「荷降し開始から出発までの所要時間」の予測精度を向上させることができた。

さらに、説明変数を F 群の納品数と S 群の納品数の 2 つに増やし、重回帰分析を行ったところ、回帰式が得られた。この方法でも、「納品数」による「荷降し開始から出発までの所要時間」の予測精度を向上させることができた (表 1-3)。

表 1-3 S 群と F 群の分離及び重回帰による決定係数(R² 値)の変化

届け先	決定係数(R ² 値)			
	全体 (回帰)	S群	F群	全体 (重回帰)
01	0.43	0.73	0.67	0.76
09	0.58	0.92	0.89	0.92

なお、納品する荷物が S 群/F 群どちらの群に属するかについて、例えば、納品する荷物の荷降し方法または検品方法から予め決定できるようになれば、本稿で述べた「荷降し開始から出発までの所要時間」の予測手法 (特に、重回帰式) は、より“使える”ものになると思われる。直感的には、荷降しまたは検品単位が小さい荷物は S 群 (残差が正)、荷降しまたは検品単位が大きい荷物は F 群 (残差が負) になることが予想される。

2. トラック輸配送に係る輸配送拠点及び届け先での滞在時間短縮化策の調査

トラック輸配送に係る時間短縮化策を検討するために必要と考えられる、トラックの輸配送に係る輸配送拠点及び届け先での滞在時間短縮化策の事例収集を行った。
荷主が関与できる滞在時間短縮化策としては、以下の通り。

【荷主が関与できる滞在時間短縮化策（例）】

荷役時間の短縮化策 ：パレット荷役
付帯作業時間の短縮化策：事前出荷情報を活かしたユニット検品
手待ち時間の短縮化 ：車両集中の分散化（荷降予約制 等） 等

《参考》パレット荷役に係わる問題の例

事例1：バラ積みとパレット積み

昨今は、運送会社が、ドライバーの荷役の負荷が大きいバラ積み貨物を極端に嫌うようになってきている。

例えば、商品価格が低く、嵩張る荷物等（例：スナック菓子、トイレットペーパー）は、発荷主側では、パレットの容積すら惜しんでトラックの積載率を上げ物流コストを押さえようとし、バラ積みで輸送したいと考える例が多い。しかし、荷量が多い年末などの繁忙期には、運送会社が「バラ積み貨物お断り」で運んでくれないため、12月だけパレット積みにしたとの話がある。

バラ積み

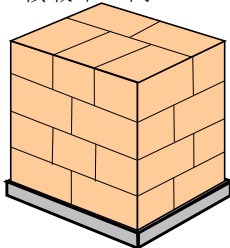
パレット積み



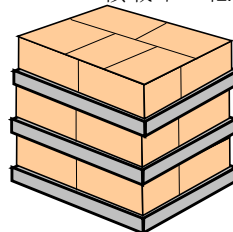
出典：「過疎地等における荷主連携による共同輸配送の調査研究」（JILS、2015(H27)年度）

事例2：パレット積みでも、「ミルフィーユ」では意味がない

レンガ積みの例
積載率・高！



いわゆる「ミルフィーユ」の例
積載率・低！



業界用語「ミルフィーユ」
パレットの上に、商品が一層だけ乗り、それが数段重ねになっている。届け先から、「方面別・アイテム別などに分けてパレットに乗せてきて欲しい」と言われると、こんなことに…
荷物を運んでいるんだか、パレットを運んでいるんだかわからない…。

なぜ、ミルフィーユになるのか？
届け先側の理由も把握すべき

《参考》ユニット検品の取組事例

(※下記の「検品レス」とは、本研究でいう「ユニット検品」のことである。)

**事例：出荷情報の事前提供とリードタイムの工夫による検品レス納品の実現を通じた商價
行の改善と二酸化炭素排出量削減を図る取り組み**
(平成 25(2013)年度グリーン物流パートナーシップ会議特別賞)
キューピー㈱、加藤産業㈱、㈱キューソー流通システム

納品時間短縮、納品待ち、車両待機時間の低減と、双方の効率化の施策として「検品レス納品」を推進してきた。

この検品レス納品の実行手段として、ASN（出荷事前データ）と受発注リードタイムの工夫をして運用の実現に至った。

＜検品品レスの狙い＞

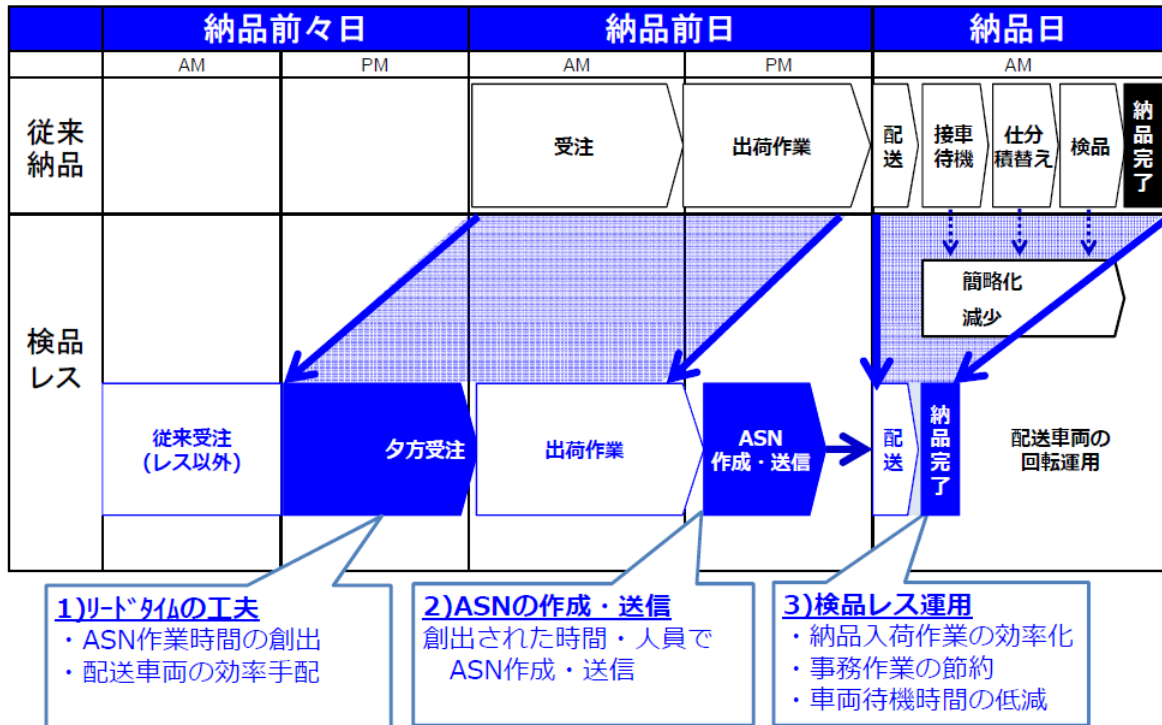
加工食品メーカー・卸間の物流における納品作業の効率化・車両待機時間の削減・荷役作業やドライバーの作業環境の改善のため、WIN・WINの効率化と業界社会の将来に微力ながらも寄与することを狙いとした

＜要点＞

- 1) 事前出荷情報（ASN）
- 2) リードタイムの工夫（受発注時間の前日午前中締めを前々日夕方締め）
- 3) 検品レス納品

4. 検品レス取組内容（全体フロー）

◆全体フロー（従来納品と検品レス納品）



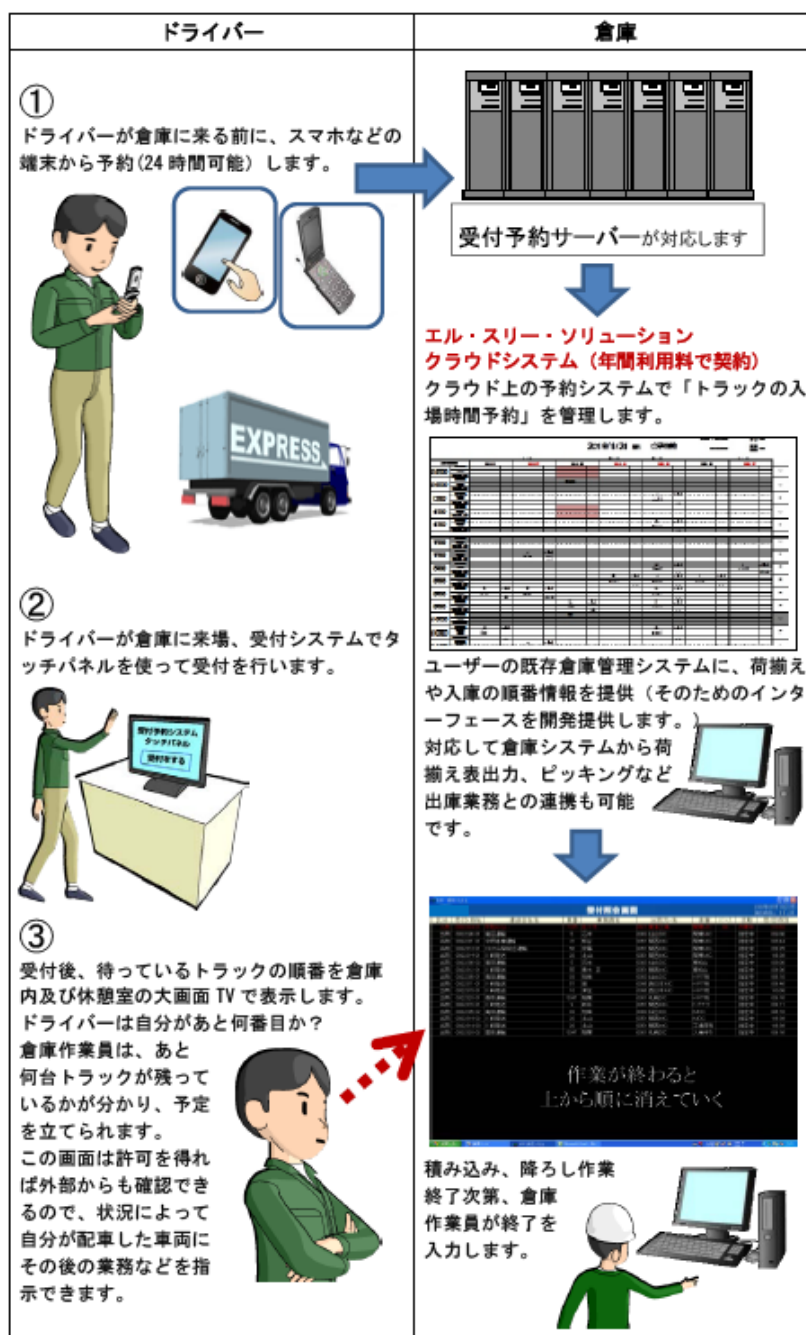
《参考》貨物積み降ろし受付予約システムの例

事例：貨物積み降ろし受付予約システム

(株)エル・スリー・ソリューションは、スマートフォンタブレットからトラックの入庫予約ができる「予約システム」を開発。「貨物積み降ろし受付予約システム」として2016年9月に発売開始。



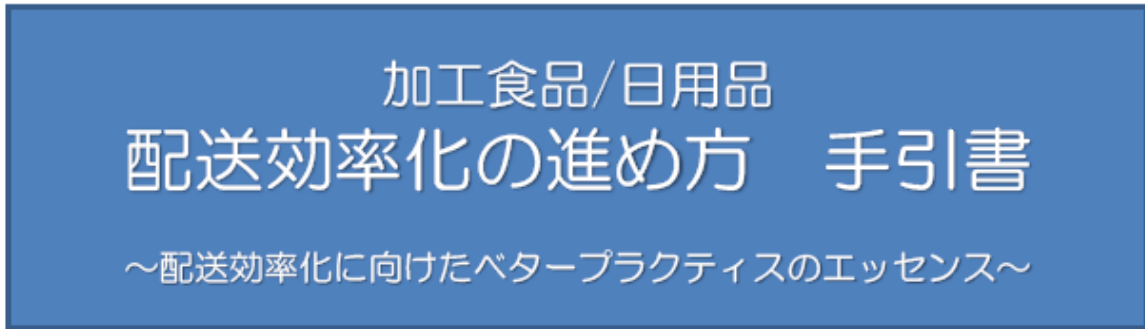
貨物積み降ろし受付予約システムの全体図



《参考》 配送効率化の手引書の例

出典：「加工食品／日用雑貨 配送効率化の進め方-手引書」（製・配・販連携協議会、2016年7月）

加工食品/日用品の製・配・販事業者の連携による配送効率化に向けた取組実施の手引書



発行：製・配・販連携協議会

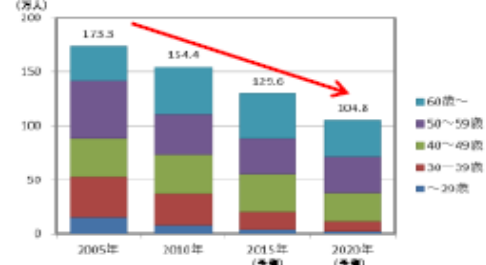
配送効率化に向けて

- 人口減少・高齢化が進む中で、消費財流通に関わる製・配・販企業は、生産から店頭にいるサプライチェーン全体を効率化するとともに、環境負荷を低減させることが重要になっています。
- 特に輸配送の分野では、トラックドライバー不足が構造的な問題となっており、製・配・販の荷主企業が連携した対応が求められています。
- このたび、製・配・販連携協議会・加工食品WGと日用品WGでは、WG参加各社の事例を基に、配送効率化の進め方を整理し、手引書としてまとめました。本手引書が業界関係者各位の参考となり、返品削減の一助となれば幸いです。

トラックドライバー数の減少

- 加工食品・日用品の主要な配送モードはトラックです。
- トラックドライバー不足は今後も深刻になることが予想されます。製・配・販の荷主企業は、輸配送業務全体の抜本的な効率化が必要になります。

自動車運転従事者の年齢階級別就業者数(将来予測)



出所：国土交通政策研究所・小田浩幸「自動車運転者の労働力不足の背景と見直し」

配送効率化の進め方

配送ロットの拡大

- 発注ロットの拡大/発注頻度の引下げ
- 積載率の向上
- 配送車両の大型化

車両回転の向上

- 納品待機時間の短縮
- 空車時間の短縮
- 積込・荷下ろし時間の短縮
- 走行時間の短縮
- 配送ダイヤグラムの見直し
- センター納品日の分散化

物流経路の最適化

- 工場直送
- 共同配送（混載）

モーダルシフトの推進

3. トラック輸配送に係る“標準化”策の調査

3.1 トラック輸配送に係る標準化について

トラック輸配送に係る時間短縮化策を検討するために必要と考えられる、トラック輸配送に係る標準化策について整理した。

1) 標準化の意義

「工業標準化」とは、製品及び機能の高品質を図り、汎用性を実現する上で、必要な基準を作り出すこと。

2) 標準化の方法

- ・ 共通する製品や機能の相互理解を促すための基準
 - ☞ 用語・記号・製図などの標準化
- ・ 製品や機能にかかわる人や物の健康・環境・安全の基準
- ・ システムの整合性の確保のための基準
 - ☞ 共通性・互換性
- ・ 使用目的への適合性のための基準
 - ☞ 品質・性能・品種の制限による製品の単純化

3) 標準化のテーマ

物質、行為、物質と行為に関する基礎事項を、単純化し専門化し規格化することにより、経済的かつ能率的な生産と供給の体制を構築すること。

4) 標準化の効果

- ①合理化、②品質向上、③コスト低減、④納期短縮、⑤顧客サービス など

5) 標準化のレベル（5段階）

- ・ 第1段階：企業内標準化
 - 企業、事業所の社内規格 ☞ 報告書の様式など
- ・ 第2段階：団体標準化
 - 事業者団体(業界団体)や学会などが内部で適用する団体規格 ☞ J E I T A (一般社団法人電子情報技術産業協会)規格、日食協標準 E D I フォーマット (一般社団法人日本加工食品卸協会) など
- ・ 第3段階：国家的標準化
 - 一国内で利害関係者の合意を得て国の機関が制定する国家規格 ☞ J I S など
- ・ 第4段階：地域標準化
 - 限られた国々が、一定の地域(ASEAN、EU等)で適用する規格 ☞ EN 欧州規格など
- ・ 第5段階：国際標準化
 - 国際標準化機構(I S O)等による、各国合意の国際規格 ☞ B S I (英国規格協会)の P A S (公開仕様書) など

6) 標準化の対象 (JISから物流関連を抜粋)

(1) 荷役設備

- ①フォークリフト主要緒元、②ローラーコンベヤ基準寸法、③荷役機械能力表示

(2) 情報システム

- ①情報機器・システム、②EDI等によるデータ交換 (通信プロトコル、データフォーマット、データエレメント定義)、③コード体系、④物流情報システム (受発注、貨物追跡、VAN等)

(3) 包装

- ①包装寸法、②重量、③表示、④その他 (共同利用・再利用の推進等)

(4) パレット

- ①強度・材質、②寸法、③共同利用

(5) コンテナ (クレート含む)

- ①強度・材質、②寸法、③共同利用

(6) 建物

- ①梁下高さ、②柱間隔、③床高さ、④床重量

(7) 車両

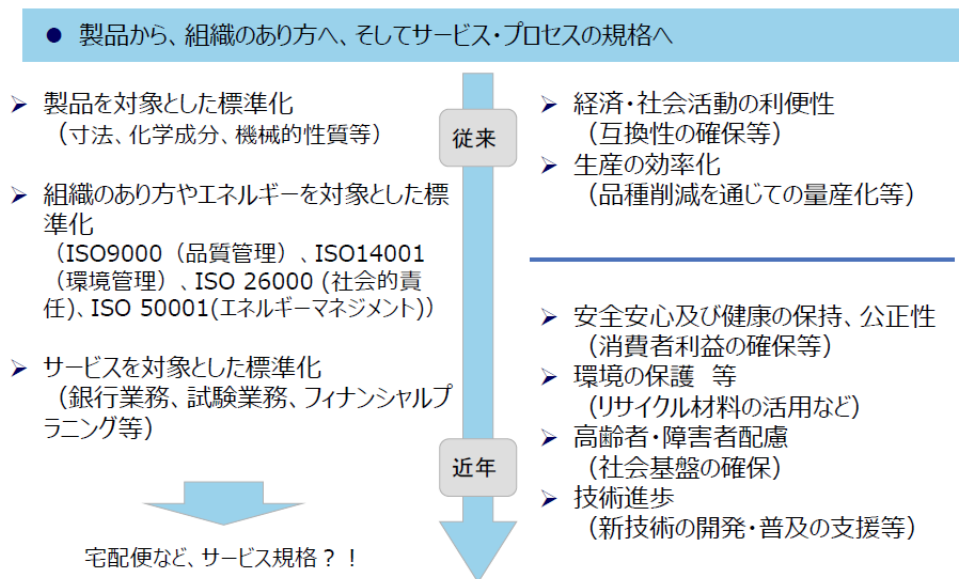
- ①車両の床高さ (床面地上高)、②トラック荷台の内寸寸法、③車両規制の緩和 (重量・長さ・高さ)

(8) 安全基準/環境基準

- ①安全基準、②作業環境、③環境基準

7) 標準化の対象と目的の変化

従来は製品の寸法や機械的性質が標準化の対象であったが、近年はサービスやプロセスなどが標準化の対象になってきている。



出典:国際標準化を取り巻く現状 経済産業省 産業技術環境局 国際標準課長 福田 泰和
平成 28 年 6 月 22 日 (我が国物流システムの国際標準化等の推進に関する連絡検討会 第 2 回会合 資料
1 p.6)

図 1- 25 「標準化」の対象と目的の変化

8) 標準化策の例

標準化策の例としては、以下の通り。

(1) 荷役

- ・パレット、ロールボックスパレット、クレート等の共同利用

例：日本スーパーマーケット協会等による物流クレート標準化事業【団体】

平成 16 年から日本スーパーマーケット協会でスタートし、平成 22 年には、(社) 新日本スーパーマーケット協会、日本チェーンストア協会も含めた「物流クレート標準化協議会」による北陸エリアでの物流クレート標準化事業が実施されている。

(2) 情報

- ・伝票

例：菓子 5 社共配標準伝票【複数企業】

- ・荷主から輸送事業者を提供する最低限の情報のルール化・標準化

例：貨物量情報(重量、容積)、届け先情報(届け先コード)、届け先着時刻指定等

- ・納品先コードなど必要情報の共通化

コードの既存事例：

流通 B M S 【複数企業/団体】

流通 B M S : 「流通ビジネスメッセージ標準 (Business Message Standards)」の略。流通事業者(メーカー、卸、小売)が統一的に利用できる EDI の標準仕様。経済産業省の「流通システム標準化事業」により、2007 年 4 月に制定された。流通 B M S に対応することで流通事業者は、発注、出荷、受領、検品、請求などのデータを高速かつ低コストで交換することができる。

J T R N (ジェイトラン)【国家的】

物流 EDI 標準集 J T R N (ジェイトラン) : 全ての産業界の物流 EDI に適用できるように開発された国内統一の汎用標準。物流 EDI メッセージへの取り組みは(社) 日本電子機器工業会 (E I A J)、(財) 物流技術センター、(社) 日本ロジスティクスシステム協会で行われ、各団体にて標準メッセージが作成された。そのため標準が 3 つ存在する事態となった。1995 年 5 月、通商産業省・運輸省支援のもと(財) 日本情報処理開発協会 (J I P D E C) を事務局とする「物流業際 EDI 調整委員会」が発足し 3 団体のメッセージの統合作業が行われた。その後、1996 年 7 月、各団体のメッセージを統合した運送関係メッセージ「物流 EDI 標準 J T R N (1 A) 版」が発表された。1996 年 11 月に「物流業際 EDI 調整委員会」を発展解消する形で「物流 EDI 推進委員会」(事務局((財) 物流 EDI 推進機構、(社) 日本ロジスティクスシステム協会)が発足し国内統一物流 EDI メッセージである J T R N の開発・管理を行う機関が発足した。

GLN (Global Location Number) 【団体/国際標準化】

GLN : Global Location Number の略称で、EDI (企業間電子データ交換) 等に利用できる国際標準の事業所コード。GLNはGS1が制定し、国内および国際間の企業間取引で、相互に企業や事業所等を唯一に識別できるコード。GLNのコード体系は、「GS1事業者コード(JAN企業コード)」+「ロケーションコード」+「チェックデジット」の13桁で表示。GS1事業者コードは財団法人流通システム開発センターから貸与され、ロケーションコードは貸与を受けた各登録事業者が設定する。(出典:財団法人流通システム開発センターHP)

日用雑貨: プラネットコード 【複数企業】

プラネットコード: (株)プラネットのEDIサービスにおいて、納品先の指定に用いられる「標準取引先コード」のこと。卸売業の支店・営業所や物流センター、小売業の本社・店舗・物流センターを7桁の半角文字で示す。このうち、卸売業のコードは、財団法人流通システム開発センターで登録された「共通取引先コード」(半角数字6桁)に半角文字1桁の枝番号をプラネットにて追加している。1998年から提供されており、2010年9月現在「取引先データベース」は約35万件。(出典: (株)プラネットHP) なお、(株)プラネットは、ライオン関連会社で、同社を含めた日用雑貨関連メーカー8社と情報システム会社のインテックが設立母体。

酒類: SSZCC 【団体】

酒類食品全国コードセンター。32万事業所(うち酒類販売店15万事業所)が登録されているが、精度の面でやや問題がある。(出典:「酒類業界の情報ネットワークの在り方について(中間報告)」要旨(財務省、平成7年6月27日))

- ・輸送ラベルの共通化(最低限必要な項目の共通化・標準化)

輸送ラベルの既存事例:

STARラベル 【団体】

STARラベル: 正式には「出荷・輸送・荷受一貫ラベル」と称する。製造・生産、卸売、小売などの複数の事業者間で移動する物資(荷物または貨物)に対し、出荷時にその輸送単位に取り付けられ、輸送単位の識別、出荷、仕分、荷受などの物流業務において関係する事業者間で共通に使用するラベルをいう。(出典:公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会HP)

SCMラベル 【団体】

SCMラベル: SCM (Shipping Carton Marking) ラベルとは、オンライン(EDI)で伝送されるASN (Advanced Ship Notice: 事前出荷明細=納品データ)と納品された商品とを照合するため、納品される段ボールやオリコンに貼られるバーコードラベルのこと。(出典:財団法人流通システム開発センターHP)

- ・Webやスマホ等ITツールを活用したドライバー・届け先との情報共有化

3.2 荷主が関与できる時間短縮化に係わる標準化策について

トラック輸配送に係る時間短縮化策を検討するために必要と考えられる、トラック輸配送に係る標準化策のうち、特に荷主が関与できる標準化策としては、以下の通り。

【荷主が関与できる時間短縮化に係わる標準化策（例）】

付帯作業時間の短縮化策：一貫パレチゼーション













(☞パレット、荷役設備などの標準化)

伝票、物流情報システムなどの標準化

伝票の電子化

等

《参考》パレットの例

プラスチック製パレット				木製パレット			
機器名	利用形態	用途	サイズ(LxWxH) mm	機器名	利用形態	用途	サイズ(LxWxH) mm
PT-11型パレット 	レンタルOK	一貫輸送	1,100x1,100x144	木製11型パレット 	レンタルOK	一貫輸送	1,100x1,100x144
APP専用パレット 	レンタルOK	国際輸送	1,100x1,100x150	木製12型パレット 	レンタルOK	積載・収納	1,000x1,200x144
11型片面使用プラスチックパレット 	レンタルOK	積載・収納	1,100x1,100x150	木製13型パレット 	レンタルOK	積載・収納	1,100x1,300x130
11型片面使用プラスチックパレット PS-3 	レンタルOK	積載・収納	1,100x1,100x150	木製14型パレット 	レンタルOK	積載・収納	1,100x1,400x144
12型両面使用プラスチックパレット 	レンタルOK	積載・収納	1,000x1,200x130	販売用木製パレット 	販売OK	積載・収納	ご希望を承ります。
14型両面使用プラスチックパレット 	レンタルOK	積載・収納	1,100x1,400x145				
販売用プラスチック製パレット 	販売OK	一貫輸送	ご希望を承ります。				

出典：日本パレットレンタル(株)ホームページより

《参考》クレート等の問題の例

・全部で100種類のクレート等が回収され保管されていた。パンは各社のサイズが異なるので重ならない。

○クレート等の利用状況(写真)

□和日記配を中心とした2色のクレート



□青果用のオリコン(折りたたみコンテナ)



□1リットルパック用のクレートの他社比較(重なる)



□クレート等の仕分け作業



□パンのクレートの専用回収車両



□パンのクレートの他社比較(ずれてしまう)



出典：「クレート等の標準化に関する調査」(JILS、2015(H27)年度)

《参考》伝票に係わる問題の例

事例：様々な形の伝票

大きさが違う。項目が違う。同じ情報でも印刷場所が違う。綴りの枚数も違う。

伝票は複数枚綴りになっているが、会社により枚数が違い、何枚目をもらって帰ってくるかが、それぞれ違う。

これをやるのが運送事業者とは思いますが、さすがに非効率極まりない。



出典：「過疎地等における荷主連携による共同輸配送の調査研究」(JILS、2015(H27)年度)

第2章 トラックドライバーの稼働状況に関する実態調査

1. 実態調査の企画について

1.1 実態調査の必要性とねらい

トラックドライバーの稼働状況に関する既存調査のうち、国等の調査においては、トラックドライバーの1運行当たりの拘束時間とその内訳は把握されているものの、例えば、手待ち時間については荷主都合か否かに焦点があてられており、荷主の側がなぜ待たせているのかといった原因究明は弱い。また、「荷役時間」や「付帯他」の一部が、発荷主または着荷主の取組で削減可能な作業時間と考えられるが、データは粒度が粗いため、削減策の視点からの検討は難しい。

一方、民間企業でも輸送や届け先での実態把握等は一部で行われているが、発側が調査する場合は、届け先での検品や付帯作業に要した時間が分からない等、発から着の一連の実態を単独企業で捉えることは極めて難しい状況にあることが把握された。

このようなことから、本調査では、荷主が関与できるトラックドライバーの滞留時間短縮策の導入効果を計測するため、トラックドライバーの滞留時間の実態を把握するため、「発着連携による実態調査」を実施することとした。

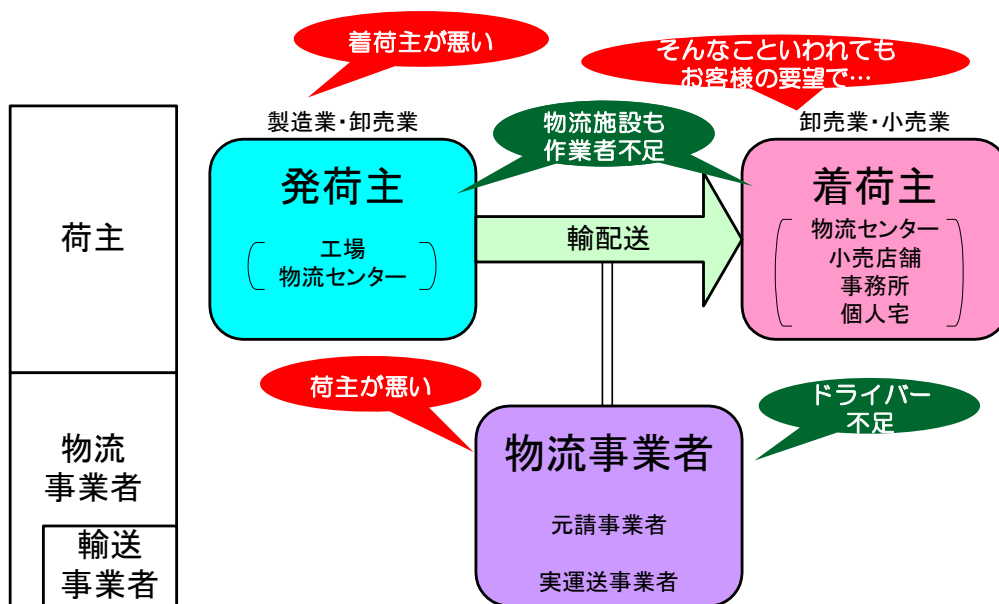


図 2-1 トラックドライバー不足に関する物流業界の構造のイメージ

1.2 実態調査の企画

実態調査の企画にあたっては、トラックドライバーの稼働状況を分解し、業務プロセスを作成した上で、「調査票」の設計を行うこととした。

1) トラックドライバーの稼働状況の分解⇒業務プロセスの作成

本調査の目的を達成するためには、トラックドライバーの稼働状況、また、ドライバーの稼働状況に影響を与える届け先の業務関係者の稼働状況を分解する必要がある。

【企画段階での疑問点】

- (1) トラックドライバーの業務プロセスに、標準化されているものはあるか？
- (2) トラックドライバーの業務プロセスが複数あるとすれば、これらの差異を生じさせる要因は何か？（例えば、加工食品/日用雑貨、出荷拠点/中継拠点、荷姿；パレット積/バラ積など）
- (3) 業務プロセスに、ショートカット、サブルーチン、律速段階はあるか？
- (4) 業務プロセスを構成する各要素の各時間を、どの程度の粒度で把握すれば、本調査の目的が達成されるか？
- (5) 業務プロセスを構成する各要素の各時間の値は、どのようなかたちで分布しているのか？（正規分布ではない？）
- (6) 業務プロセスを構成する各要素の各時間の適切な測定方法は何か？（ドライバー自身による記入(アンケート調査)、ドライバーに同行する調査員による記入、ビデオ撮影のあと計測 など）

ここまでに収集した情報に基づき、幹線輸送を想定した、ドライバーの始業から終業までの標準的と考えられる業務プロセスの仮説を作成した（図 2-2）。

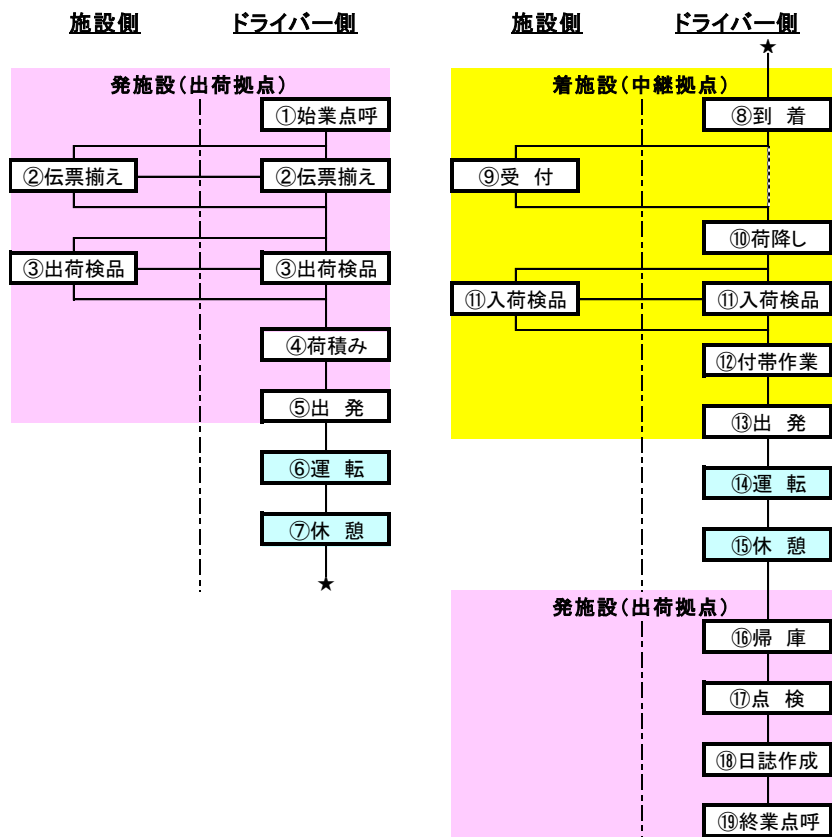


図 2-2 幹線輸送を想定したドライバーの業務プロセス(企画段階仮説)

2) 実態調査のための下見

実態調査に先立ち、各施設の下見を行った

(1) 下見前の事前確認事項

① 施設の概要

- ・所在地住所
- ・建物概要（敷地面積、延床面積、階数）
- ・営業時間（施設自体の営業時間、車輛の入出庫・バース接車可能時間）
- ・バース数（入荷、出荷）
- ・概ねの1日の出入り車輛台数（入／出）、車種
- ・待機が発生した場合のトラックの待機場所（敷地内、敷地外、路上等）

② 当該施設における作業フロー（**図 2-4**、**図 2-5** の例参照）

③ 施設の平面図

(2) 下見時確認事項

① 施設の概要

※現地にて詳細確認

② 当該施設における作業フロー（**図 2-4**、**図 2-5** の例参照）

※現地にて詳細確認 → 当該施設用調査票にアレンジする

③ 当該施設で想定される問題（仮説）の確認

④ 実査対象の組合せ企業との間を輸送するトラックの状況

- ・発着曜日変動（多い曜日があるか否か）
- ・1日あたりの概ねの貨物量（貨物量の単位：パレット、オリコン、ケース等）
- ・1日あたりの概ねの車輛台数（車種、車輛サイズ等）
- ・概ねの出発・到着時間

⑤ ご提供可能なデータの確認（電子データ、紙）

- ・施設の「入荷受付記録簿」（電子データ、紙）
- ・車輛の運行管理システムのデータ
- ・車輛の配送日報、又は運転日報（電子データ、紙）
- ・HHTのデータ（電子データ）

※HHT：Hand Held Terminal の略で、持ち運びできる検品端末のこと。

⑥ 可能であれば、当該施設の出荷・入荷データ

⑦ 実態調査について確認（**図 2-3** 参照）

- ・施設のバース数、待機スペース、検品場所等の確認
- ・実態調査で観測する作業工程の確認
- ・施設内での調査員による観測は可能か？
（その際の許可、申請・手続き、安全上の対策等）
- ・バース付近でのビデオの設置が可能か？
（その際の許可、申請・手続き、安全上の対策等）

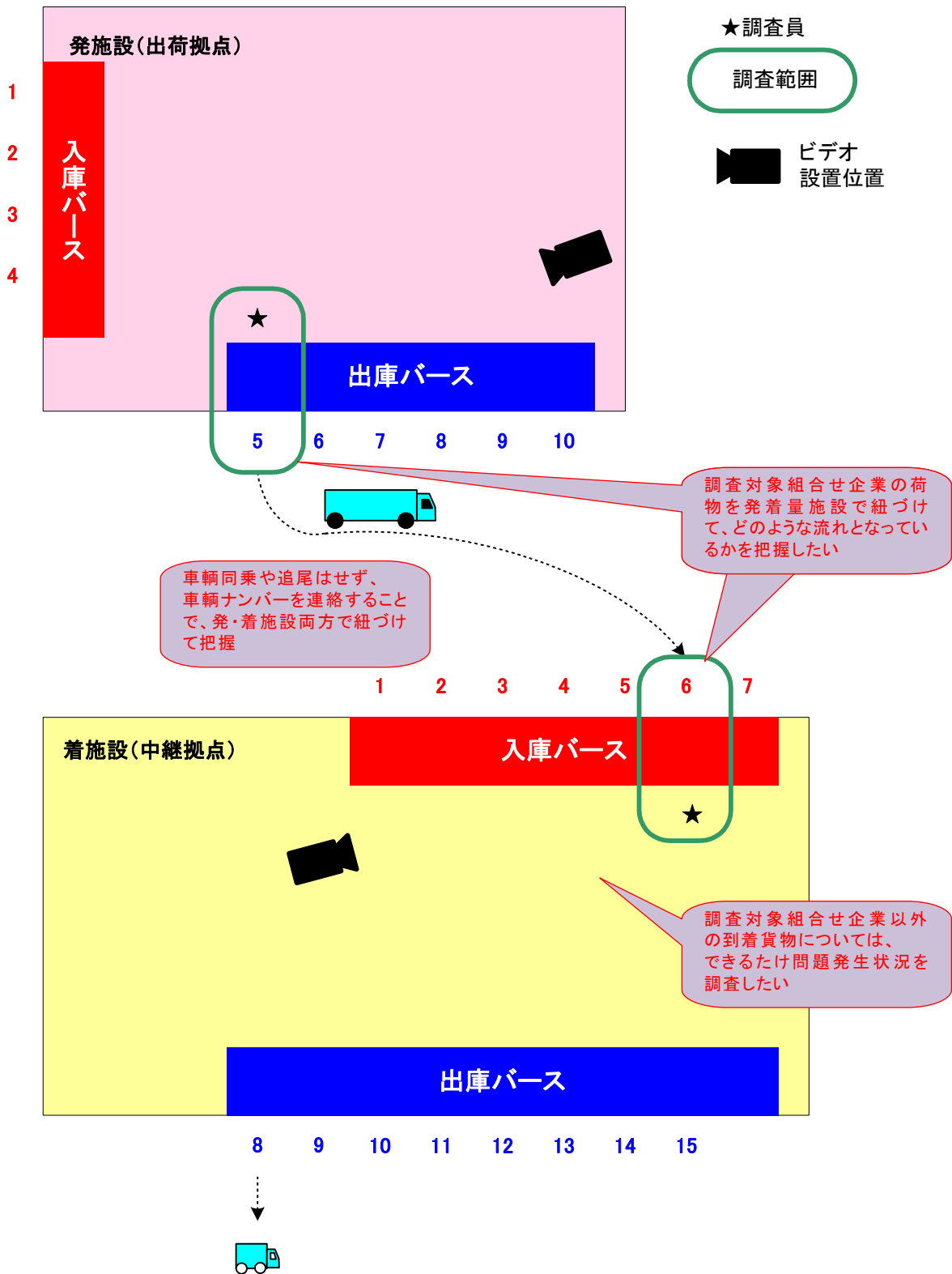


図 2- 3 実態調査のイメージ (例) ※下見時

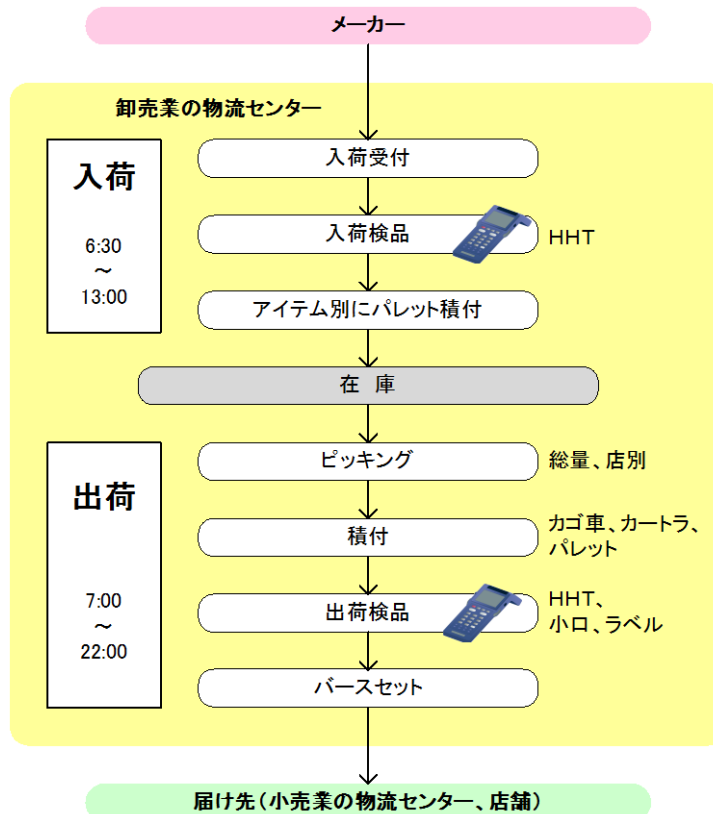


図 2- 4 卸売業 A 拠点の作業フロー（例） ※下見時収集

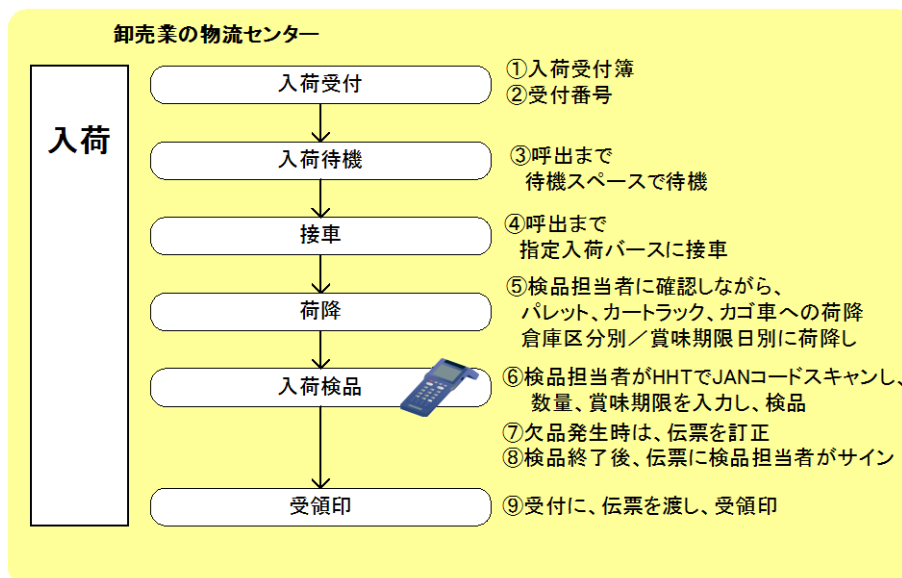


図 2- 5 卸売業 B 拠点の作業フロー：入荷受付から受領印（例） ※下見時収集

2. 実態調査の実施概要

1) 実態調査の目的

荷主が関与できるトラックドライバーの滞留時間短縮策の導入効果を計測するために、トラックドライバーの「滞留時間」（運転時間＋休憩を除いたドライバーの労働時間）の実態を把握する。

2) 調査対象の輸送区間

実態調査では、川上（幹線輸送）と川下（エリア配送）のうち、製造業と卸売業が発着となる川上（幹線輸送）に焦点を当てた。（図 2-6）

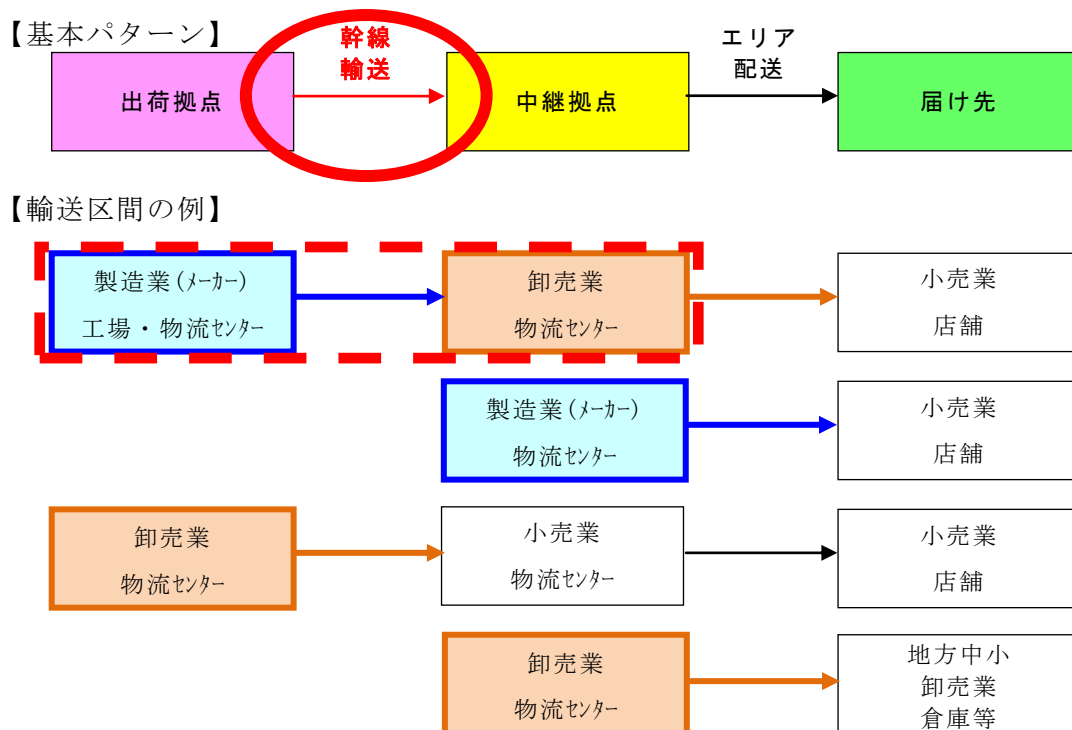


図 2-6 調査対象とする輸送区間

3) 調査対象施設

調査対象施設は、以下の通り。

加工食品グループ 北関東 発2施設、着2施設
 日用雑貨グループ 北海道 発2施設、着2施設

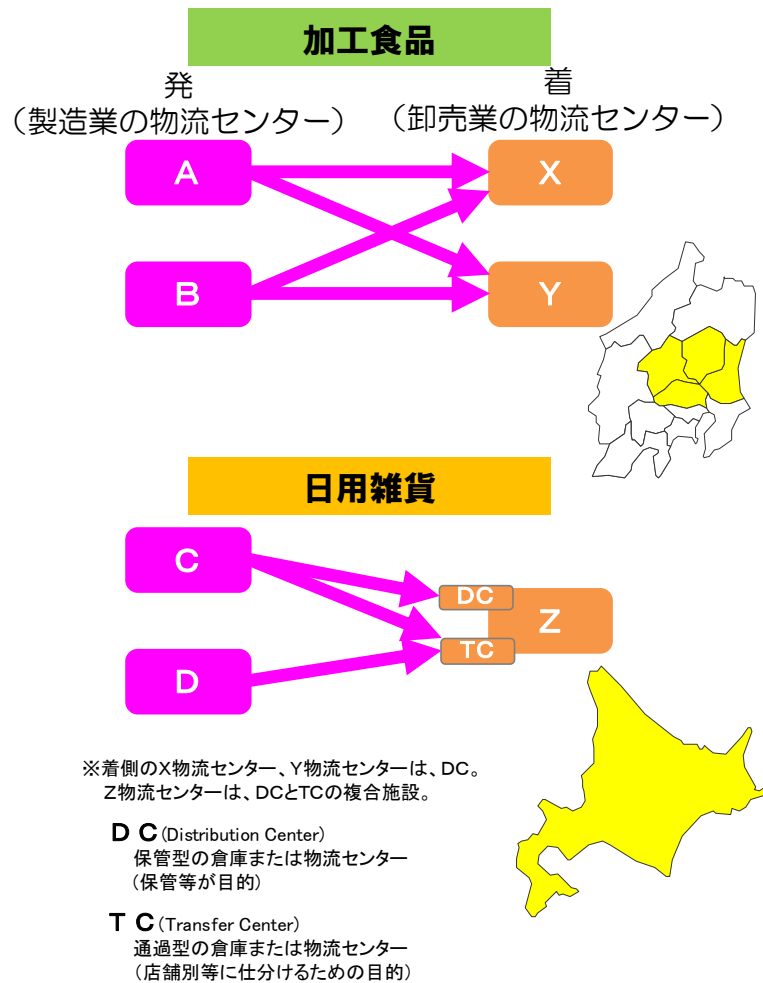
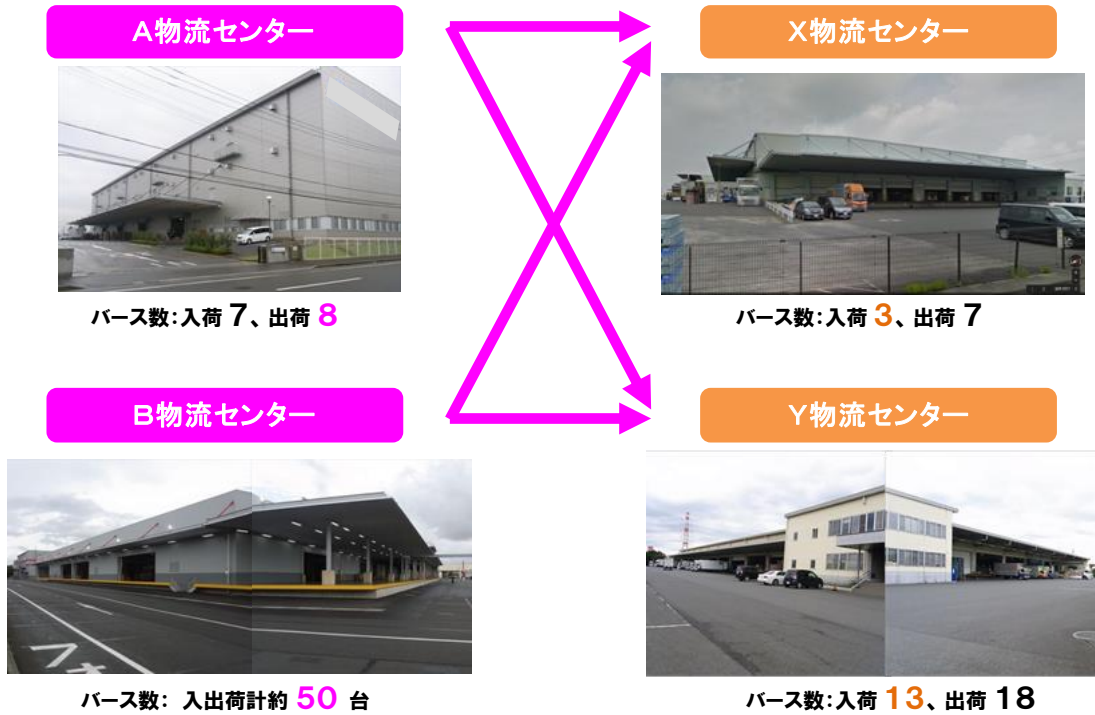


図 2-7 実態調査の調査対象施設

加工食品 北関東



日用雑貨 北海道



図 2-8 実態調査の調査対象施設(施設外観)

4) 調査日

調査日は、以下の通り。

加工食品グループ 北関東 2016年10月中旬
 日用雑貨グループ 北海道 2016年11月上旬

表 2- 1 実態調査の実施日

凡例：■ 発施設の実態調査日

● 着施設の実態調査日

■ 発施設の出荷データ入手対象1週間分 ※第4章4.1項参照

			10月											11月									
			10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	7	8	9	10	11	12	13
			月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日
加工食品	製造	発	A物流センター				■																
	製造	発	B物流センター								■												
	卸	着	X物流センター					●															
	卸	着	Y物流センター								●												
日用雑貨	製造	発	C物流センター																	■			
	製造	発	D物流センター																		■		
	卸	着	Z物流センター																		●		

5) 調査内容

「発施設としての出荷業務の流れ」、「着施設としての入荷業務の流れ」を把握した。各業務プロセスの作業順、かかっている作業時間、その作業を施設側要員とドライバーのどちらが行っているかを把握した。

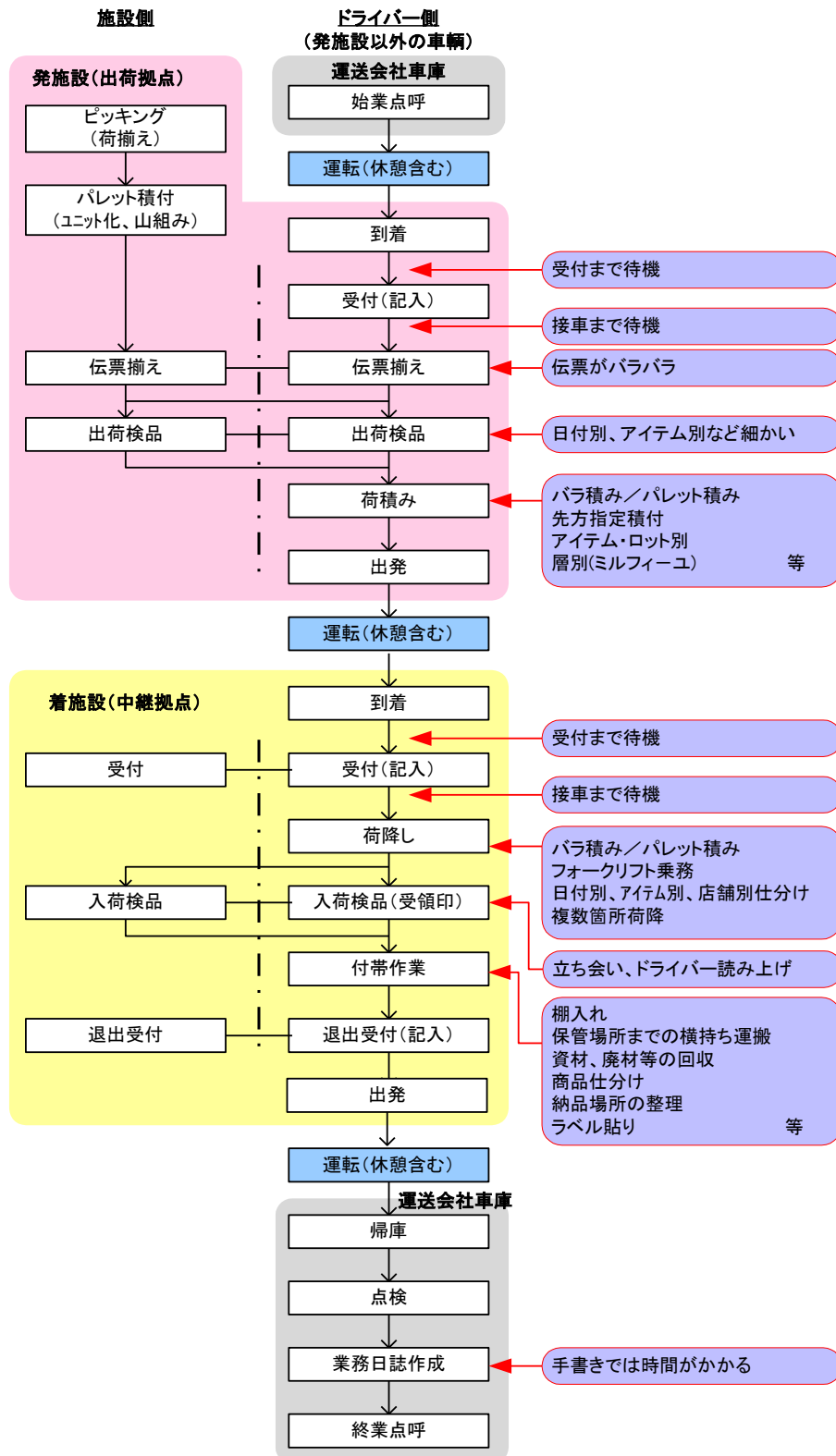


図 2-9 業務プロセスと発生している問題等のイメージ

6) 調査方法

実態調査では、各社の既存保有データを最大限に活用し、問題発生の原因調査に注力した。

(1) 発側施設調査

①発側施設調査

- ・調査対象の着施設への出荷について、荷揃え・車両積込・出発を立ち合い観測。
(※調査票 **図 2-10** 参照)
- ・調査員人数 2～3名

(2) 着側施設調査

①入荷受付調査

- ・「入荷受付」で、調査員が、受付をするドライバーに対し、「着施設の入荷受付調査票」にて、入荷受付表の記入内容の確認と、不足項目の聞き取り。
- ・調査員人数 1名

②待ち行列調査

- ・入荷バースの待ち行列の車両台数を15分毎に調査。
- ・調査員人数 1名

③入荷バース調査

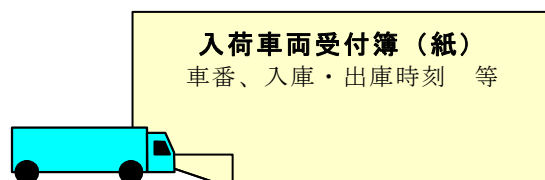
- ・調査対象の入荷バースにおいて、調査員が、バースに接車した車両の状況を「着施設のバース調査票」(**図 2-11**)に基づき把握。一部項目はドライバーに対して聞き取り。
- ・調査員人数 5～8名

7) 着施設調査における分析利用データ

実着施設調査において、分析に利用したデータは下記である。

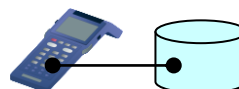
A) 入庫車両受付簿

- ・受付・退出時刻 ※退出時間の記入欄がない会社もある
- ・運送会社名、ドライバー名、ドライバー携帯番号、車番
- ・車型
- ・メーカー名
- ・その他（荷降個数等）



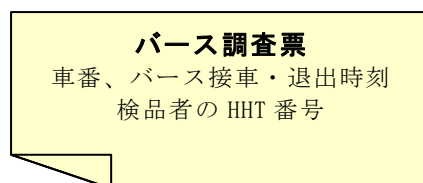
B) HHT、入荷実績システムデータ

- ・HHT番号
- ・検品作業時間 ※HHTでは作業開始時刻のみ把握可の会社もある
- ・アイテム数
- ・個数（ケース数、バラ数）



C) バース調査票

- ・車番
- ・バース接車・退出時刻
- ・検品者のHHT番号
- ・その他調査票把握項目参照



【車と荷物の紐付け】

車と荷物の紐付けは、「入荷車両受付簿」の時刻、車番と、バース調査における時刻、車番、HHT番号をキーに行った。

※HHT：Hand Held Terminal の略で、持ち運びできる検品端末のこと。

3. 実態調査結果

3.1 発施設調査結果

4つの発施設における実態調査で把握された実態の概況は、以下の通り。

○発施設では、待ち時間の問題はほとんどない

今回、発施設においては、「受付まで待機」や「接車まで待機」といった待ち時間はほとんど観測されなかった。

○発施設でのパレットの荷積に時間を要している

今回の調査対象の4拠点では、全てパレット積みであった。いずれの拠点でも、アイテム別の積付などにより、パレットが層別（ミルフィーユ）の場合が多い。

特に「ユニット検品」の荷物の出荷側での荷づくりには、それ以外の荷物よりも時間が掛かっていることが把握された。

○直送／中継、宵積／当日

今回の調査対象の発4拠点と着3拠点の間で、直送の他に中継を行うものもあった。この場合、中継拠点までの積載効率を高めるため、パレット積付をドライバー自身が工夫して行っていた。また、発施設の出発時間も、前日に積む宵積から深夜・早朝から当日の日中など様々であった。

○同一届け先に複数便届けの場合、荷物と車の紐付けはされていない

発施設では、どの車にどの荷物を積むかはほぼ管理されているが、一日に複数便で届ける届け先については、どの車にどの荷物が積まれているか厳密には管理されていない。 **施設側**

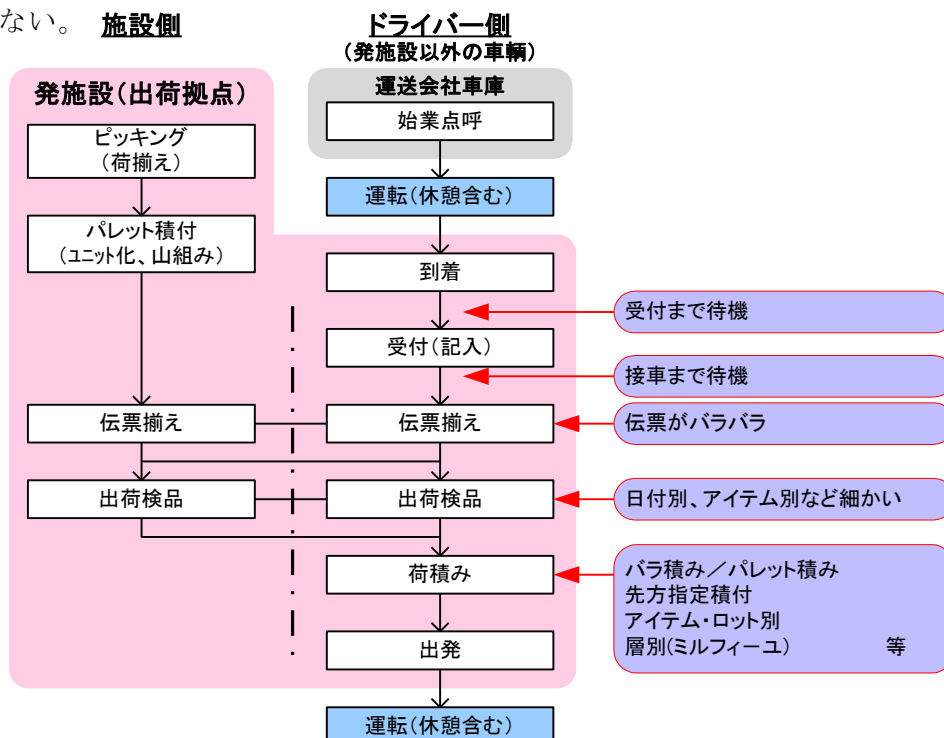


図 2-12 業務プロセスと発生している問題等のイメージ(発施設)

ピッキング



出荷検品



パレット積付

(ユニット化、山組み、パレタイズ)



→ 荷積み → ドライバー出発

X物流センターに翌日届ける荷物の積込
中継1台 12:00入車 → 荷積 → 16:00出発



Y物流センターに翌日届ける荷物の積込
直送1台 17:00までに荷積しておく → 翌朝直送



A物流センター

ピッキング・出荷検品・パレット積付 →

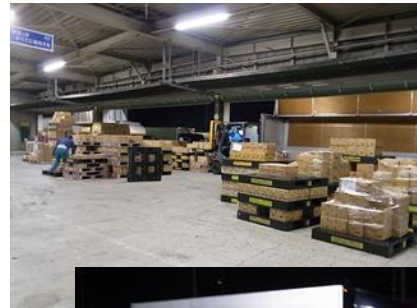


→ 荷積み → ドライバー出発

Y物流センターに届ける荷物の積込
2台 AM1:00入車 → 庫内2箇所荷積 → AM4:30出発



X物流センターに届ける荷物の積込
AM3:30入車 → 荷積 → AM5:00出発



B物流センター

図 2-13 発施設での作業の流れ

ピッキング・出荷検品・パレット積付 →



→ 荷積み → ドライバー出発

Z物流センターに届ける荷物の積込
AM8:30入庫 → 荷積 → AM9:14出発



C物流センター

ピッキング → 出荷検品・パレット積付 →



→ 荷積み → ドライバー出発

Z物流センターに翌日届ける荷物の積込
本日中に荷積しておく → 翌朝直送



D物流センター

図 2-14 発施設での作業の流れ(続き)

3.2 着施設調査結果

4つの着施設における実態調査で把握された実態の概況は、以下の通り。

○着施設の荷受けは午前中、早い時間ほど待ち時間が発生

今回、着施設においては、「受付まで待機」や「接車まで待機」といった待ち時間がすべての拠点のほとんどの車両で観測された。

荷受けは午前中が中心であるが、早朝ほど待ち時間が長い車両が多い。

○滞在時間の長短は、荷姿の要因が大きい

入荷車両の滞在時間は、荷量に加え、パレットかバラかなど荷姿による要因が大きい。

○加工食品では検品における年月日確認に時間がかかる

検品作業において、加工食品と日用雑貨の大きな違いとして、検品作業における商品毎の年月日（消費期限又は賞味期限）の確認がある。

☞入荷検品を想定した荷づくりの手間を考えると、加工食品で一般的に行われている年月日表示は、物流の生産性向上を図る上で、要・検討である。年月日表示と年月表示では、単純に考えて、荷づくりの手間は30倍程異なる（年月日表示の手間 \div 年月表示の手間 \times 30）。

○荷降後の付帯作業はあまりない

今回の着3拠点では、荷降後の付帯作業はあまりみられなかった。

○着側では、荷物と車の紐付けには関心がない

着施設では、どの車でどの荷物が運ばれてきたかに関心がなく、管理されていない。

今回の検討では、車両毎の積載貨物特性をみるため、HHTによる検品データを活用し、荷物と車両を紐付けし、分析を行った。

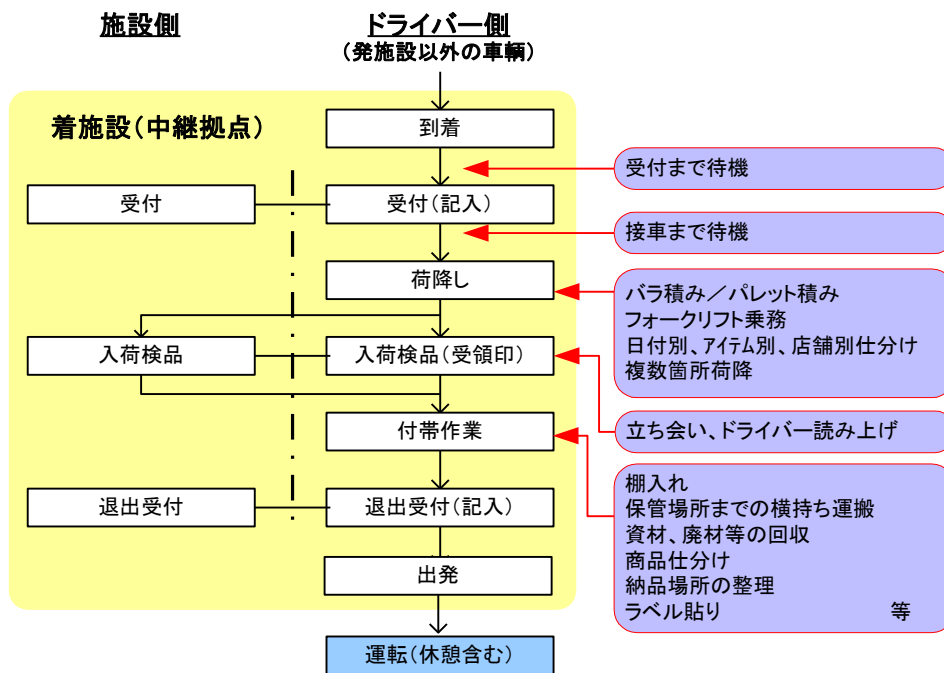


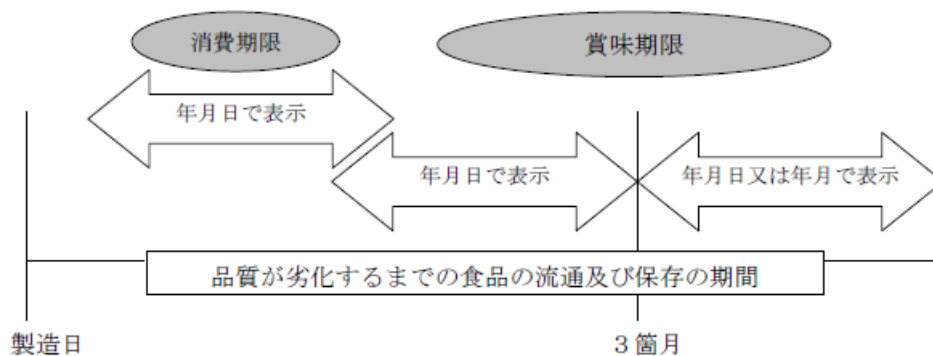
図 2- 15 業務プロセスと発生している問題等のイメージ(着施設)

《参考》加工食品の表示における消費期限と賞味期限について

通常、消費期限又は賞味期限は「年月日」まで表示しなければならないが、賞味期限を表示すべき食品のうち、製造日から賞味期限までの期間が3箇月を超えるものについては、「年月」で表示することが認められている。

出典：加工食品の表示に関する共通Q&A（第2集：消費期限又は賞味期限について）
平成 15 年 9 月、平成 20 年 11 月一部改正、厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課／農
林水産省消費・安全局表示・規格課

(イメージ図)



1) 待ち台数の発生状況

全ての施設で、待ち台数が観測された。

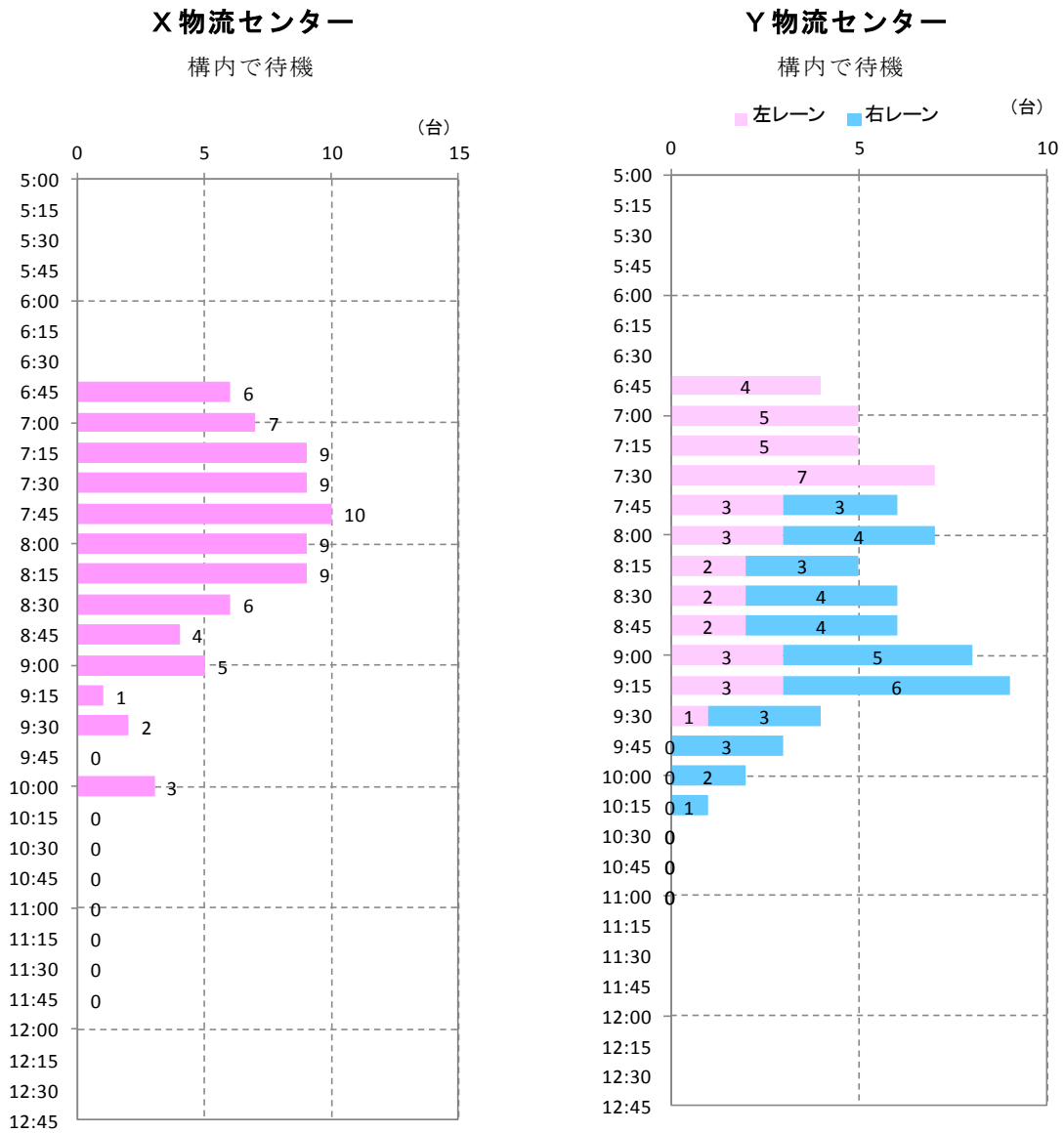
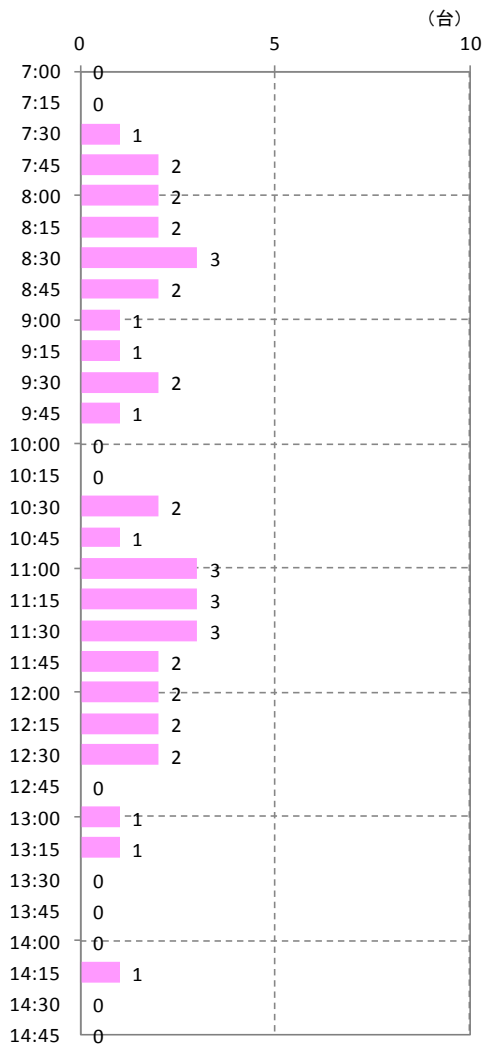


図 2- 16 待ち台数の発生状況(その1)

Z 物流センター

DC

DC の入庫待ちは路上待機



TC

TC の入庫待ちは構内で待機

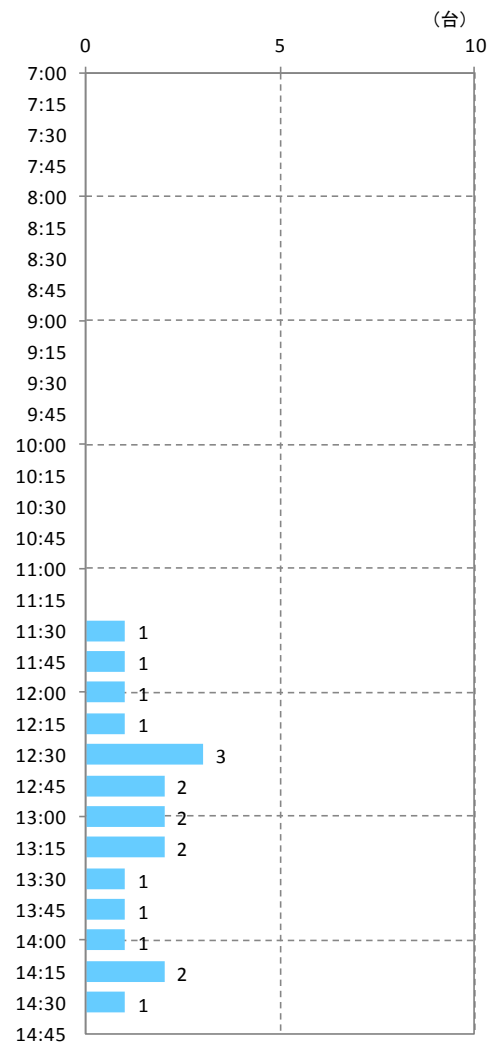


図 2-17 待ち台数の発生状況(その2)

2) 車両の滞在時間

(1) X 物流センター

この物流センターの入荷受付は 8:00 から 11:00 であることは周知されているが、早朝を中心に「到着からバース接車まで」の前待ちが長い車両が多い。

早朝に待機している車両は、遠方からの車両が多い傾向がみられる。(ナンバープレートから判別)

ユニット検品を含む車両については、バース接車の優先車両となっており、その滞在時間は短い。

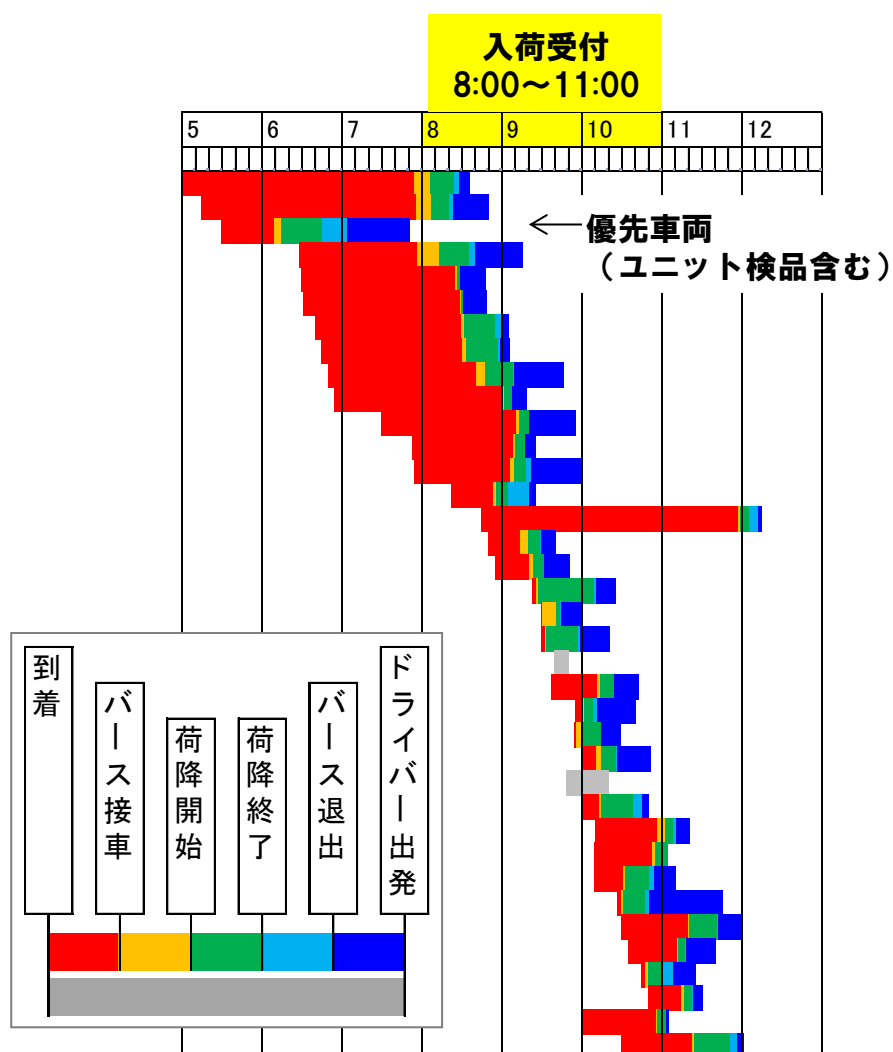


図 2-18 車両の滞在時間の状況・受付時間順(X物流センター)

注 1 : 入荷車両全 37 台中、35 台をバース調査補足 (補足率 95%)

グラフ中の帯のグレーは、受付で捕捉されたが、バース調査で補足されていない車両。

注 2 : この物流センターについては、入荷受付開始の 8 時以前のバース接車や荷降は、ユニット検品を含む優先車両しかできない。



図 2-19 待ち行列車両(X物流センター)

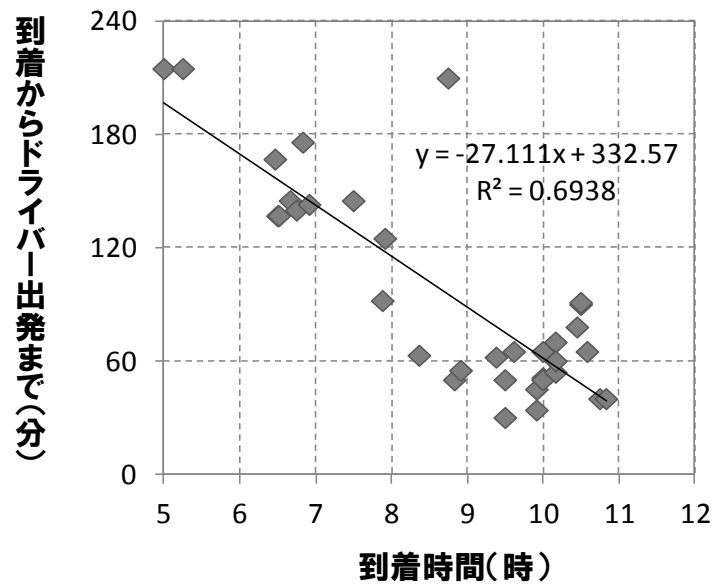


図 2-20 車両の到着時間と施設内滞在時間(到着からドライバー出発まで)との関係 (X物流センター)

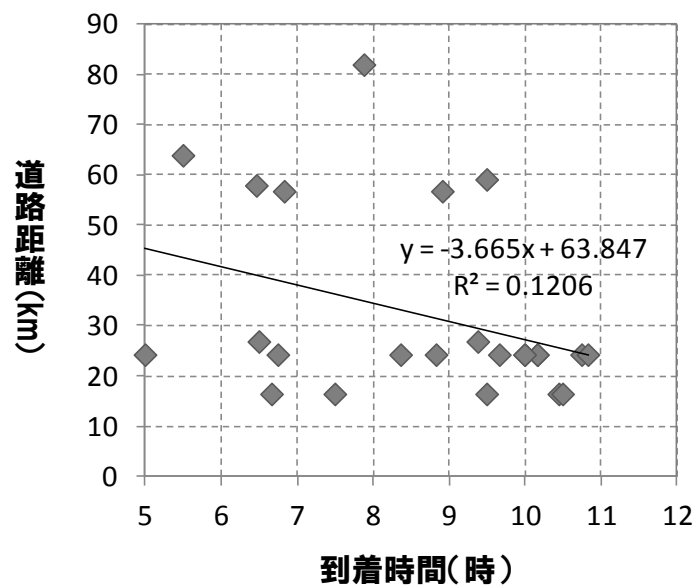


図 2-21 車両の到着時間と道路距離との関係(X物流センター)

注：車両のナンバープレートの地名から、そのエリアの陸運局あるいは中心都市役場からX物流センターまでの道路距離を求めて分析した。

B物流センター



X物流センター

ユニット検品



X物流センターに翌日届ける
「ユニット検品」の荷物

(どのパレットにどの商品が載っているか
紐付けられている)

ユニット検品



リスト上のパレットを
チェックするだけ

参考:通常検品



商品の「バーコード」
をスキャン
「賞味期限」と「数量」
を入力

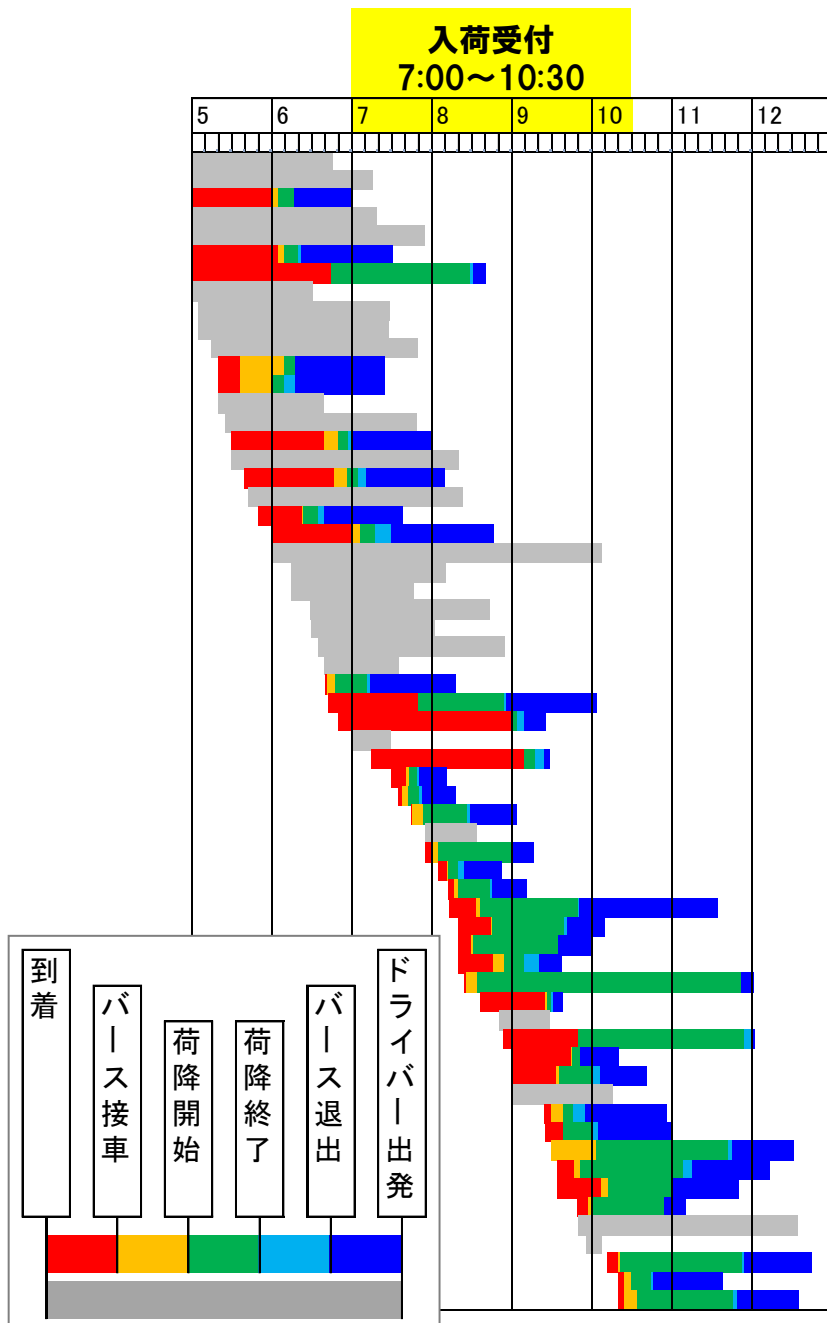
図 2- 22 ユニット検品の状況 (B物流センター→X物流センター)

(2) Y 物流センター

この物流センターの入荷受付が 7:00 から 10:30 であることは周知されているが、早朝を中心に「到着からバース接車まで」の前待ちが長い車両が多い。

「荷降開始から荷降終了」(荷降り) が長い車両もみられ、それらはパレット積み替えや 2 人乗務で来て荷降りしているもの等が含まれる。

また、「バース退出からドライバー出発」(後待ち) が長い車両も多い。



荷降り：パレット積み替え



荷降り：2人乗務



図 2-23 車両の滞在時間の状況・受付時間順(Y物流センター)

注 1：入荷車両全 78 台中、37 台をバース調査補足（補足率 47%）

グラフ中の帯のグレーは、受付で捕捉されたが、バース調査で補足されていない車両。

注 2：この物流センターについては、入荷受付開始の 7 時以前にバース接車や荷降ができる。

(3) Z 物流センター・DC

この物流センターの入荷受付は7:00 から 15:00 で、「到着からバース接車まで」の前待ちは、前述の2つの物流センターに比べるとやや少ないものの、やはり待ち車両はみられる。

「荷降開始から荷降終了」（荷降し）についても、長い車両がみられる。なお、「バース退出からドライバー出発」（後待ち）については、短い。

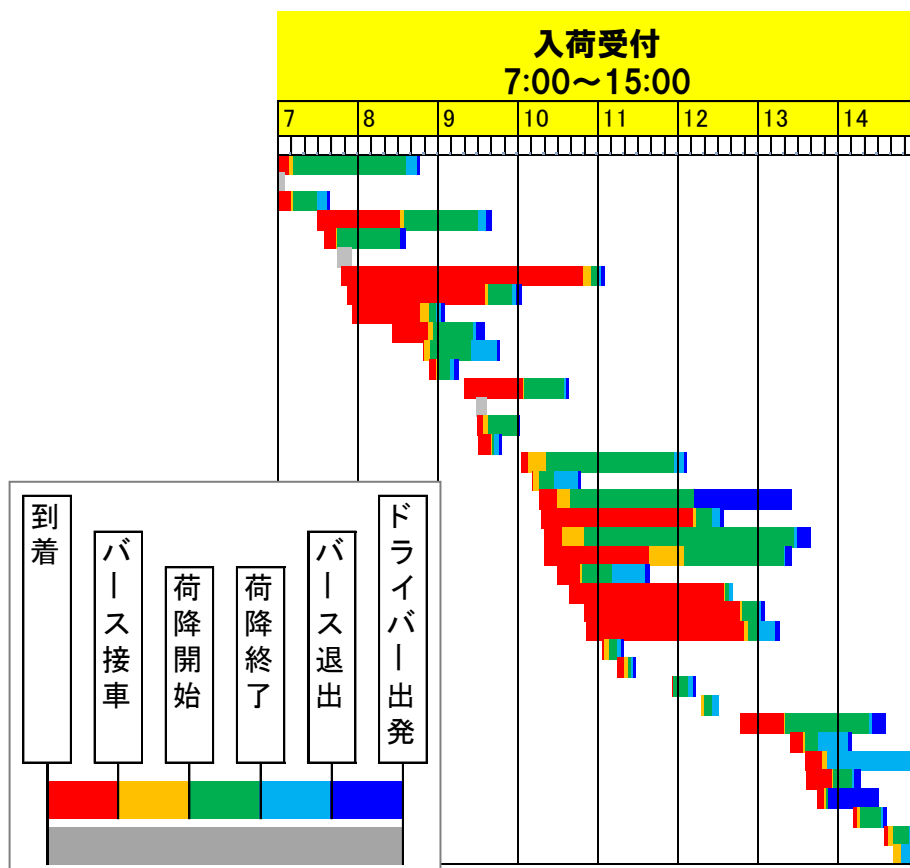


図 2-24 車両の滞在時間の状況・受付時間順(Z物流センター・DC)

注：入荷車両全 38 台中、36 台をバース調査補足（補足率 94%）

グラフ中の帯のグレーは、受付で捕捉されたが、バース調査で補足されていない車両。

荷降し：手荷役



(4) Z 物流センター・TC

この物流センターの入荷受付は、12:00 からB 地区（遠方向け）、14:30 からA 地区（札幌近郊向け）であるが、コンベアが稼働する 12:00 以前にも少量の荷物を受けている場合がある。また、B 地区分の納品後、A 地区分の納品まで敷地内で待機する車両もごく一部ある。

「荷降開始から荷降終了」（荷降し）は、基本的にはコンベア投入の手降し作業である。

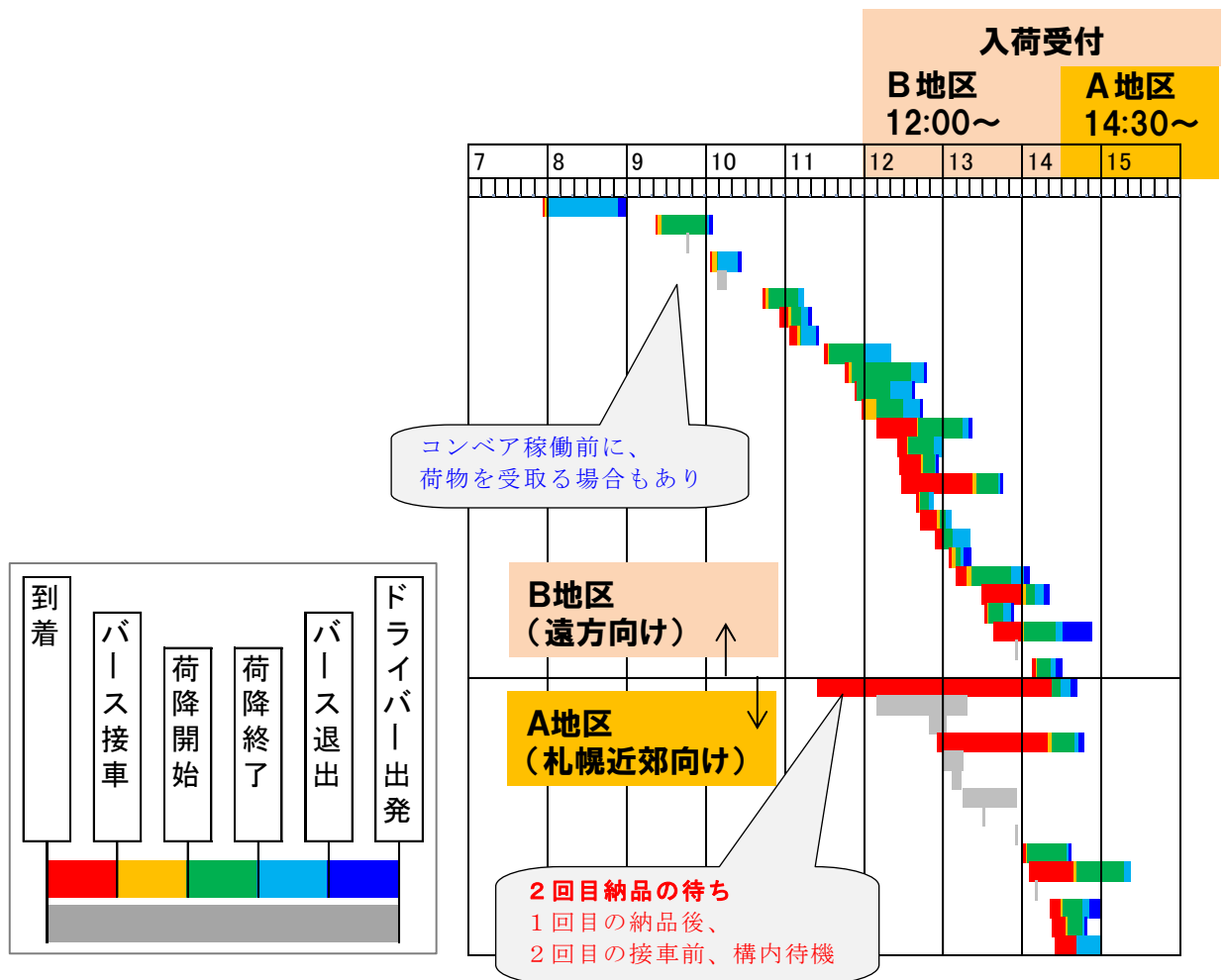


図 2- 25 車両の滞在時間の状況・受付時間順 (Z 物流センター・DC)

注：TC・B 地区（遠方向け）

入荷車両全 26 台中、24 台をバース調査補足（補足率 92%）

TC・A 地区（札幌近郊向け）

14:30 から調査時間終了 15:00 まで参考観測

グラフ中の帯のグレーは、受付で捕捉されたが、バース調査で補足されていない車両。

荷降し：コンベア投入



(5) まとめ

4つの物流センターの入荷車両の滞在時間をまとめると、下記の通りである。

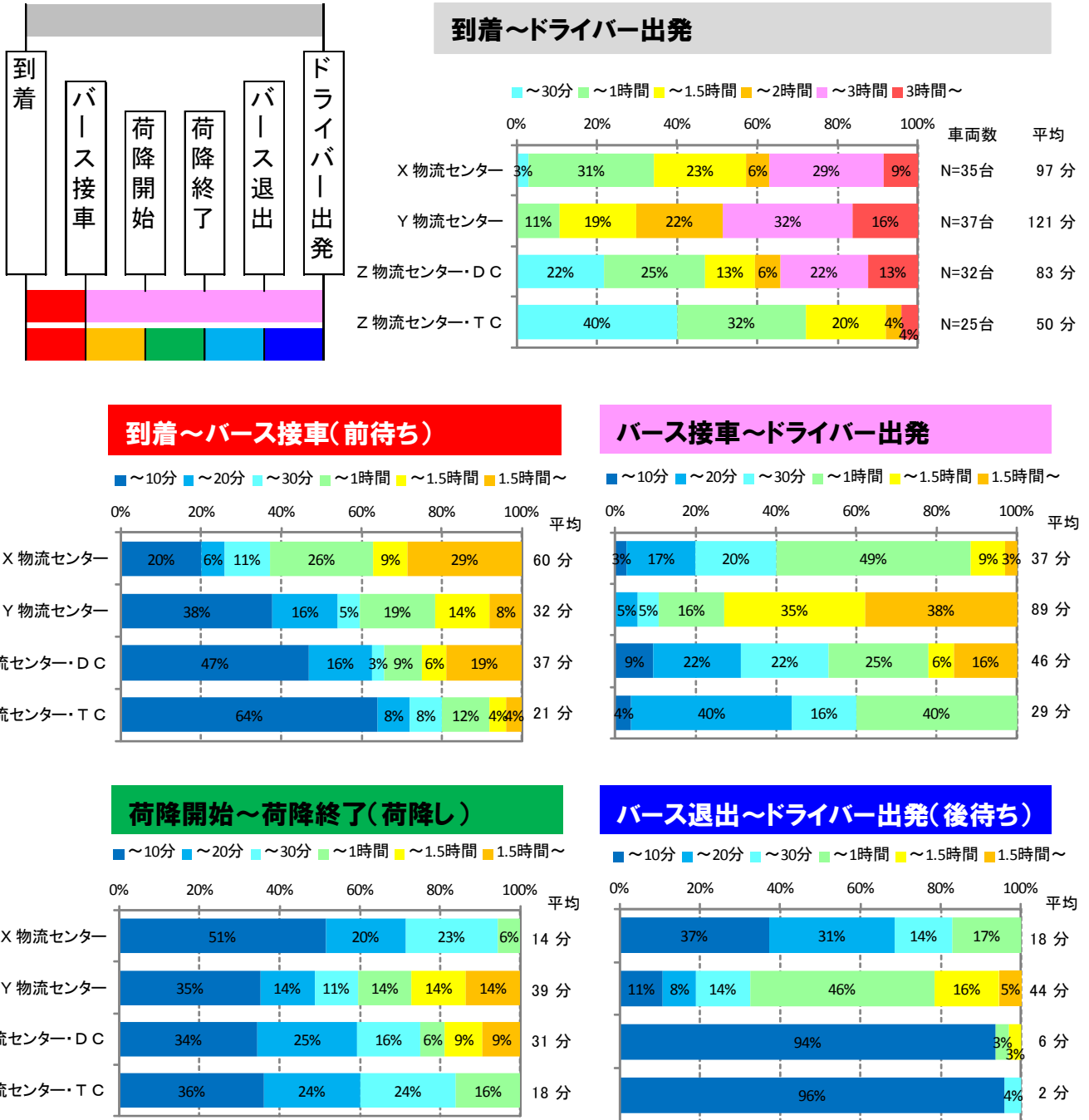


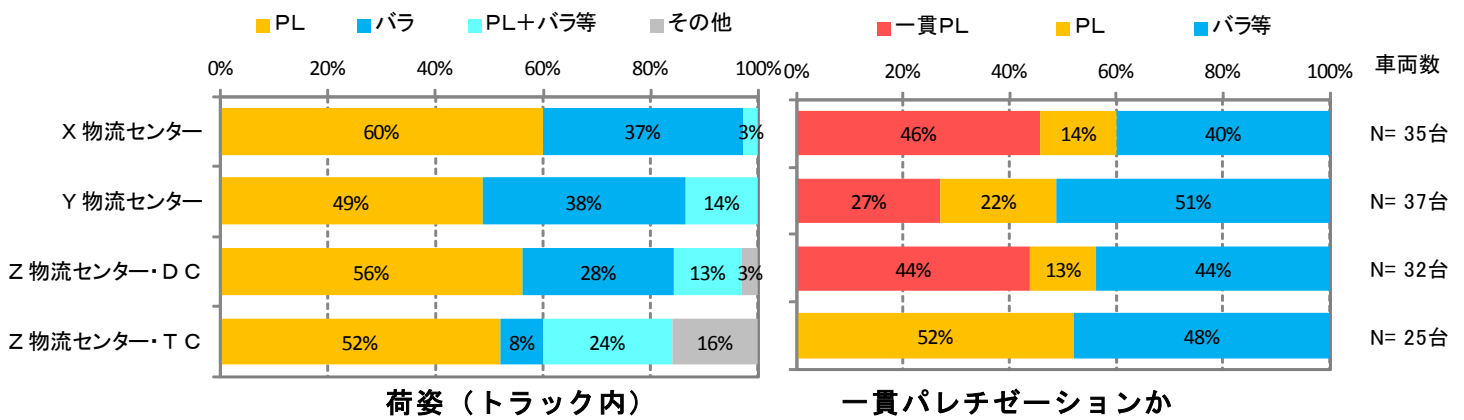
図 2-26 車両の滞在時間の状況(車両数ベース)

3) 荷姿

入荷車両について、トラック内の荷姿を、パレット（P L）積かバラ積かを観測した結果を図 2-27(左)に示す。

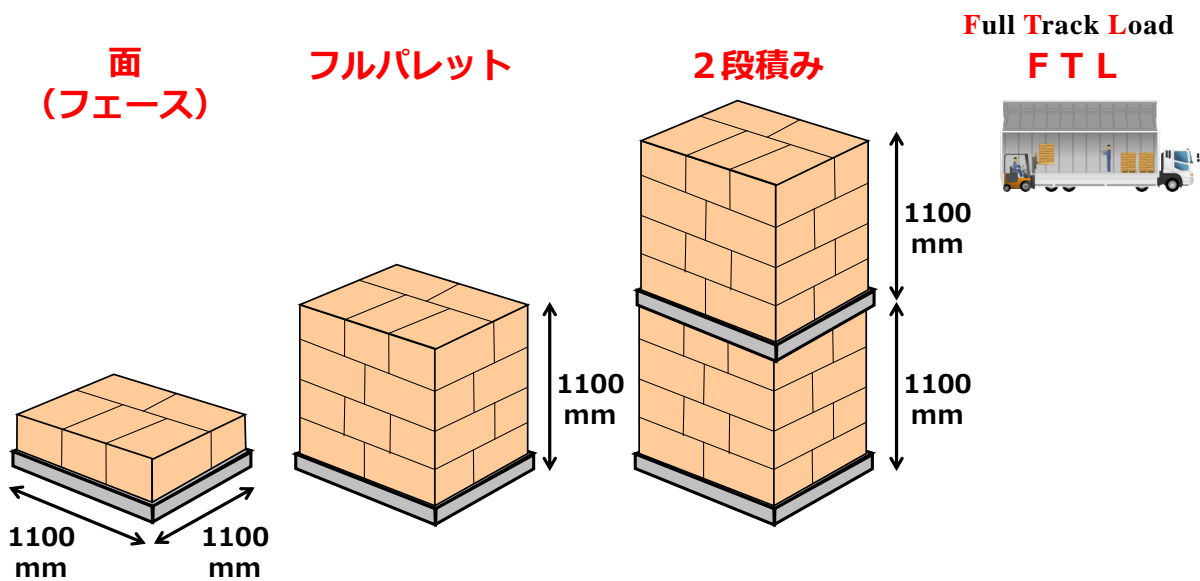
これを再分類したものが図 2-27(右)である。再分類に際し、パレット積とバラ積が混じっている場合はバラ等に分類した。また、その後もバラ等に分類した。さらに、パレット積については、荷降しの際、全てのパレットに積替や枚数変化が無いものを一貫パレチゼーションの車両として、独立した分類とした。

一貫パレチゼーションの車両の割合は、調査対象の拠点では、荷降がコンベア投入で原理的に一貫パレチゼーションが存在しないZ物流センター・T Cを除くと、3から4割程度である。



注：一貫P L：一貫パレチゼーションで入荷した車両
 P L：パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した車両
 バラ：バラで入荷してパレット積みされて入荷した車両

図 2-27 荷姿(車両数ベース)



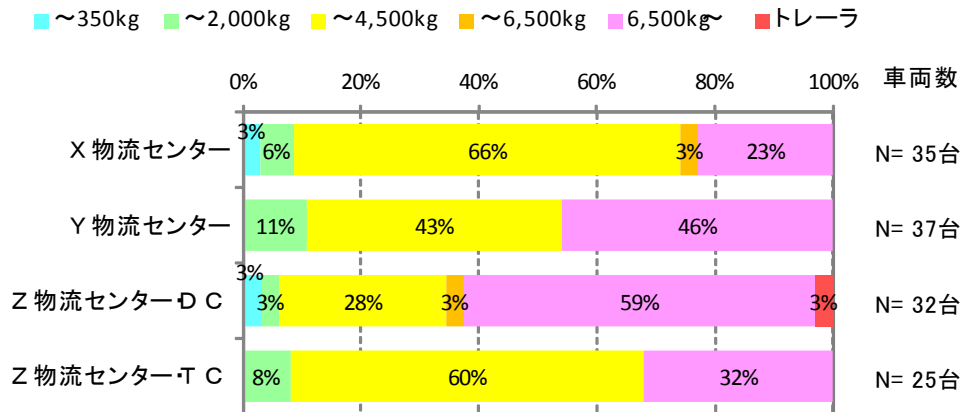
《参考》図 2-28 パレットの積付

4) 車両サイズと車種

(1) 車両サイズ

入荷車両のサイズを、車両に記載されている最大積載量に基づき把握した。

拠点により車両サイズに違いがあり、X < Y < Z 物流センター・DC の順で、大型車両の割合が高い。

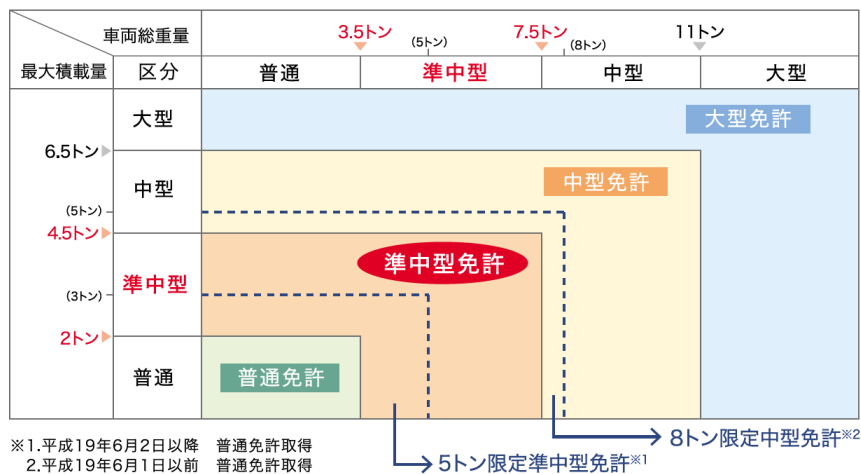


※車両サイズは、実態調査で、車両に記載されている「最大積載量」を把握した上で、下記6つに区分した。

色	~350kg	350~2,000kg	2,000~4,500kg	4,500~6,500kg	6,500kg以上	牽引車
最大積載量等	~350kg	350~2,000kg	2,000~4,500kg	4,500~6,500kg	6,500kg以上	牽引車
概ね対応するサイズ	軽	小型	準中型	中型	大型	トレーラ

図 2-29 車両サイズ(車両数ベース)

【新たな免許区分による車両総重量と最大積載量】



出典:「中型免許 Q & A」(全日本トラック協会、平成 27 年.7 月)

(2) 車種

入荷車両の車種をみると、ウイング車の割合がXやY物流センターでは高い。
 なお、パレットの積卸に適したジョロダ車は、Z物流センターでのみ観測された。

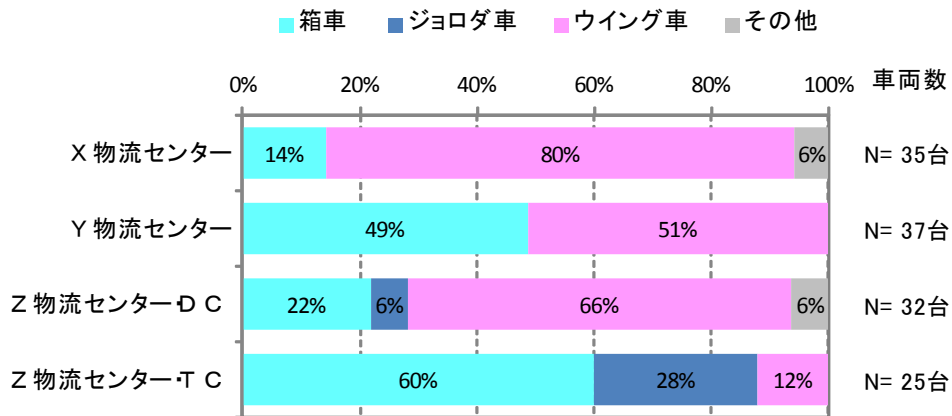


図 2-30 車種(車両数ベース)

注: 車種

箱車 : うしろの観音扉からだけ荷物を出し入れする車

ジョロダ車 : 箱車やウイング車だが、荷台の床板にパレットを乗せて動かすためのレールがある車

ウイング車 : ウイングが上に開く車

箱車



ウイング車



ジョロダ車



出典: 箱車及びウイング車の写真のみ「中型免許 Q & A」(全日本トラック協会、平成 27 年.7 月)

5) ドライバー

(1) 性別

2拠点で、女性ドライバーが観測された。

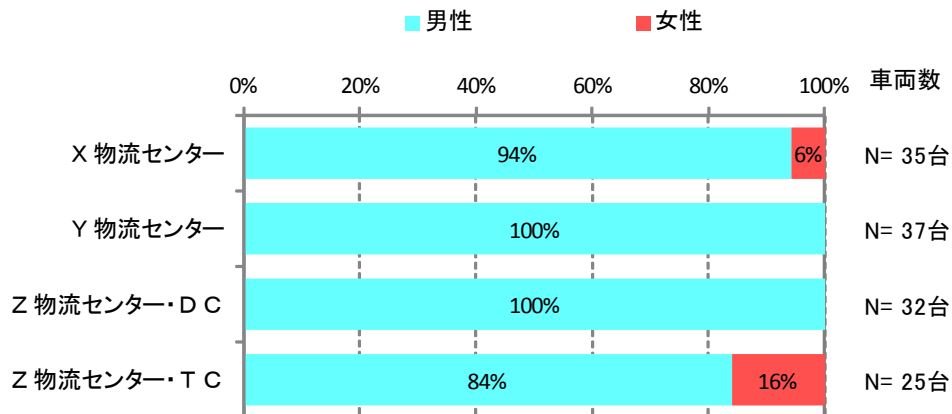


図 2- 31 ドライバー・性別(車両数ベース)

(2) 年代別

北関東の2拠点で、高齢ドライバーが多く観測された。

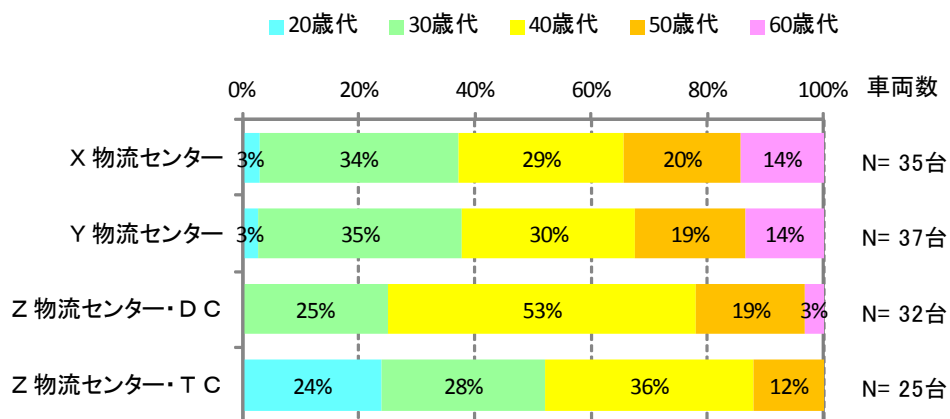


図 2- 32 ドライバー・年代別(車両数ベース)

(3) 乗務員数

3拠点で、2人乗務が観測された。

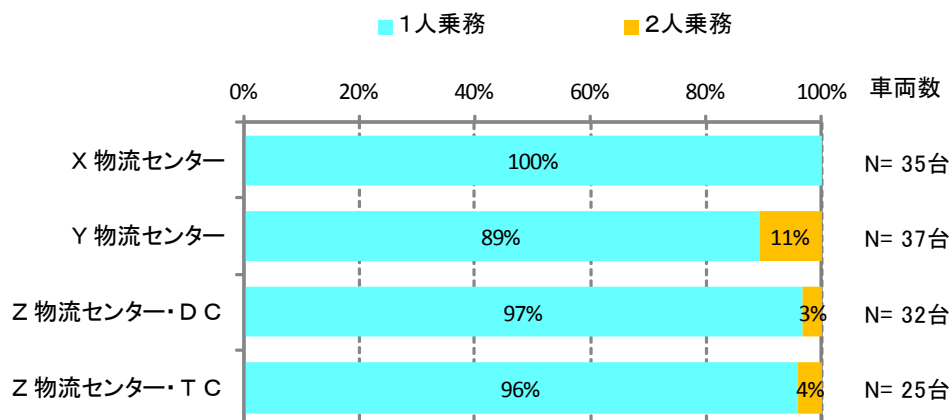


図 2- 33 ドライバー・乗務員数(車両数ベース)

6) 積載貨物の内訳

車両毎の積載貨物特性をみるため、HHTによる検品データを活用し、荷物と車両を紐付けした。

※HHT：Hand Held Terminal の略で、持ち運びできる検品端末のこと。

(1) メーカー数

入荷車両の3割以上が1社貸切であり、これらは発着で合意すれば、対策が打ちやすいと考えられる。

多社混載（路線便など）は対策が難しい。

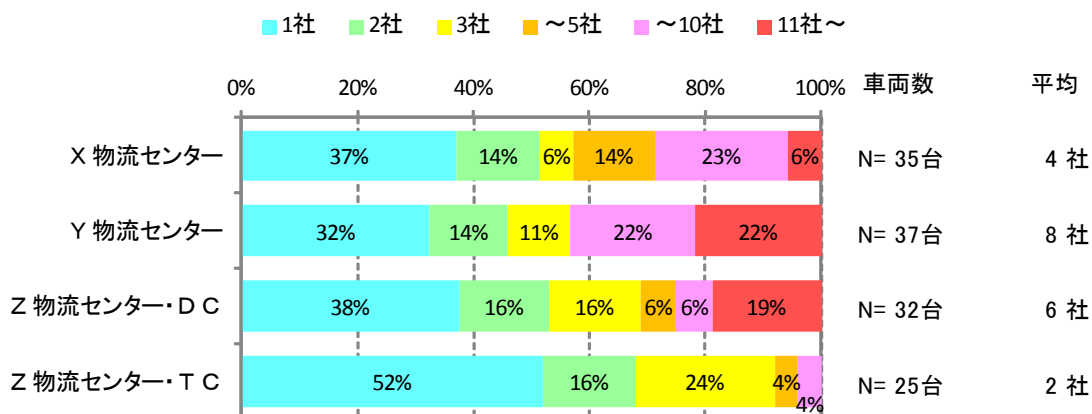


図 2- 34 メーカー数(車両ベース)

(2) アイテム数

車両に積載しているアイテム数については、X<Y<Z 物流センター・D C の順で、多くのアイテム数を積載している入庫車両が多い。

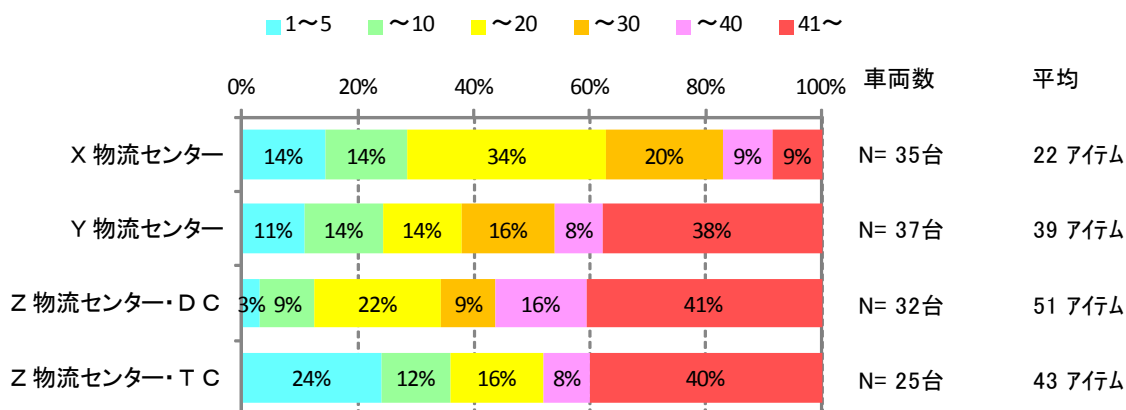


図 2- 35 アイテム数(車両数ベース)

(3) 個数

入荷する荷物の個数の単位については、Y物流センターとZ物流センター・TCはケース単位の入荷のみであるが、X物流センターとZ物流センター・DCでは、ケース単位の他にアイテム単位（バラ）もあった。ここでは、ケース数とアイテム単位のバラ数を合計したものを、各物流センターの入荷する荷物の個数とした。

上記の定義による個数に着目すると、X<Y<Z物流センター・DCの順で、個数の多い車両が多い。Z物流センター・TCは、バラ数の割合が多いため、個数の多い車が多くなっている。

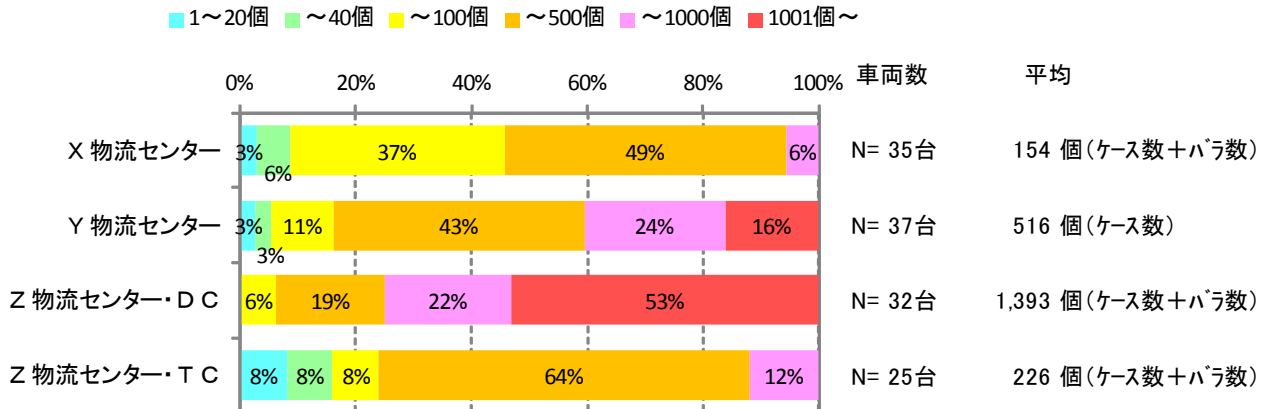
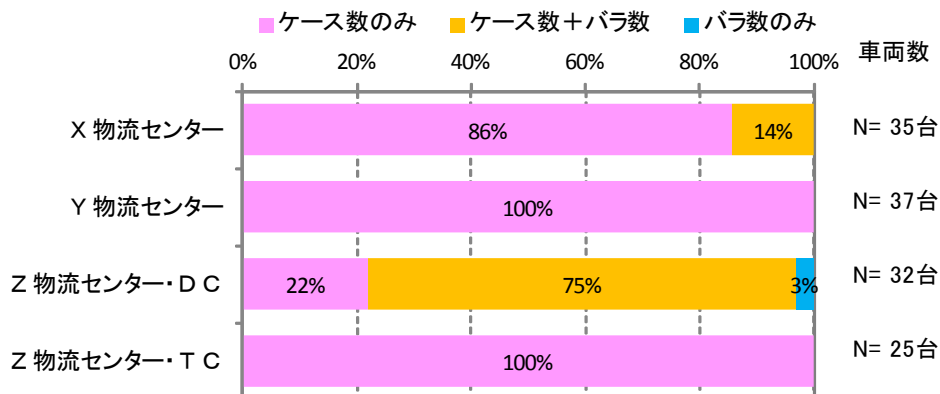


図 2- 36 個数(車両数ベース)

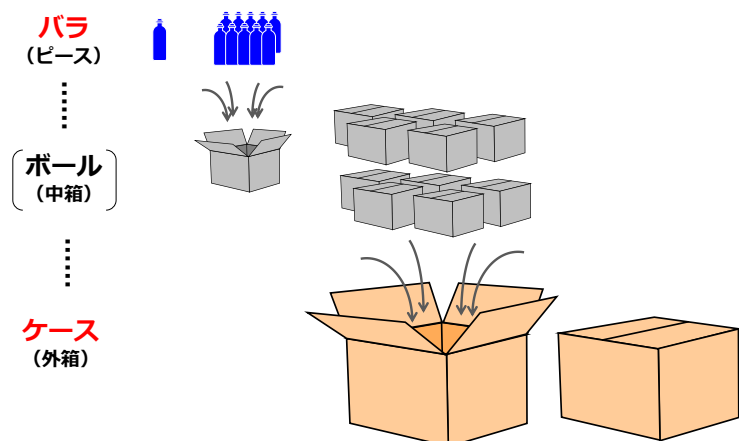


《参考》 図 2- 37 各拠点での荷物の個数データの単位(車両数ベース)

《参考》 計数単位

上記の個数における「ケース数」とは「ケース」単位で納品されている荷物の個数、「バラ数」とはバラ単位（ピース単位ともいう）で納品されている荷物の個数を指す。

なお、バラとケースの中間でボールという単位を用いる場合もあるが、今回調査においてはケース数とバラ数の2つの計数単位を用いる会社のみであった。



7) 積載率

実態調査では、入荷車両の積載率について、荷降前と荷降後の容積ベースの積載率をバース調査員が目視で把握した。

荷降前の積載率をみると、100%ではない車両も多く、まだ積増可能と思われる。

荷降後に空車（積載率 0%）にならない車両もあり、これらについては、次の届け先があることが推察される。

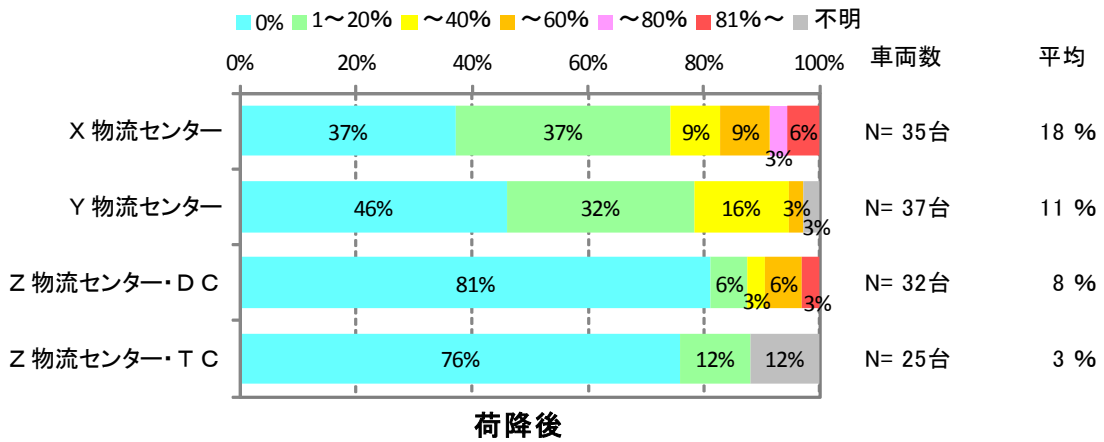
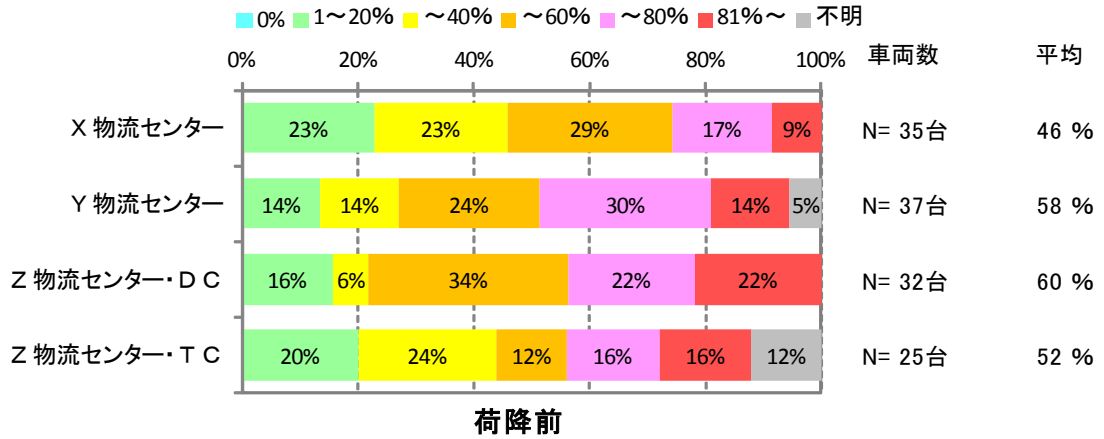
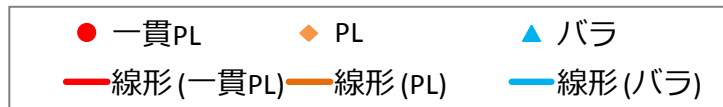


図 2- 38 積載率(車両数ベース)

8) 滞在時間、積載貨物量、荷姿の関係

車両の滞在時間と、車両の積載貨物量（アイテム数、個数）と、荷姿（一貫パレチゼーション、パレット、バラ）の関係をみたものが、下記の散布図である。

アイテム数や個数が同じ程度でも、一貫パレチゼーションの場合は時間がかからない傾向がみられる。なお、決定係数（重決定） R^2 値については、かなり小さいものが含まれている物流センターもあるため、これらの直線の傾きについては、あくまでも傾向として見て戴きたい。



一貫PL：一貫パレチゼーションで入荷した車両

PL：パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した車両

バラ：バラで入荷してパレット積みされて入荷した車両

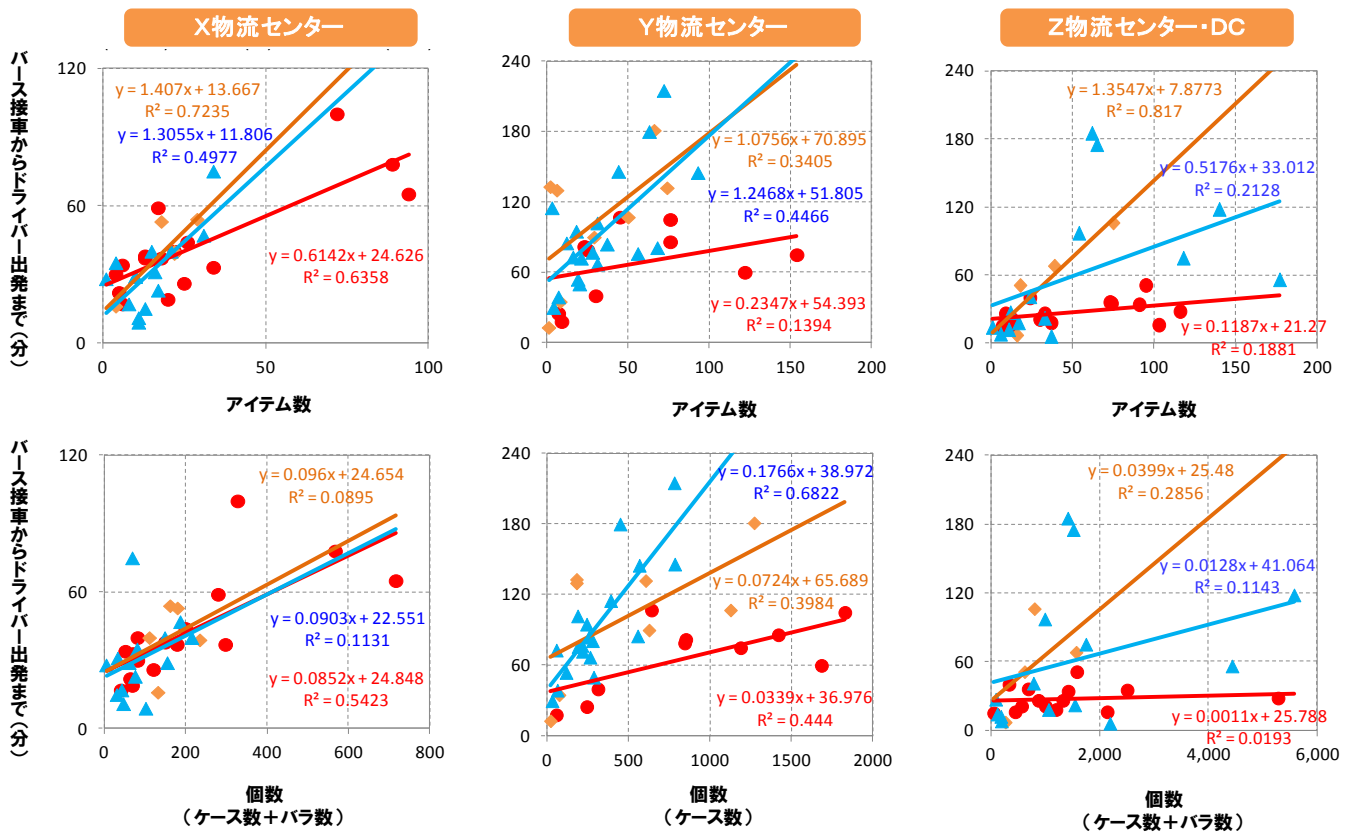


図 2- 39 アイテム数、個数と滞在時間との関係(まとめ)

(X、Y、Z・DCの3物流センター比較)

注：Z物流センター・TCは、荷降しがコンベア投入方式であり、一貫パレチゼーションがありえないため、上記比較では除いている。

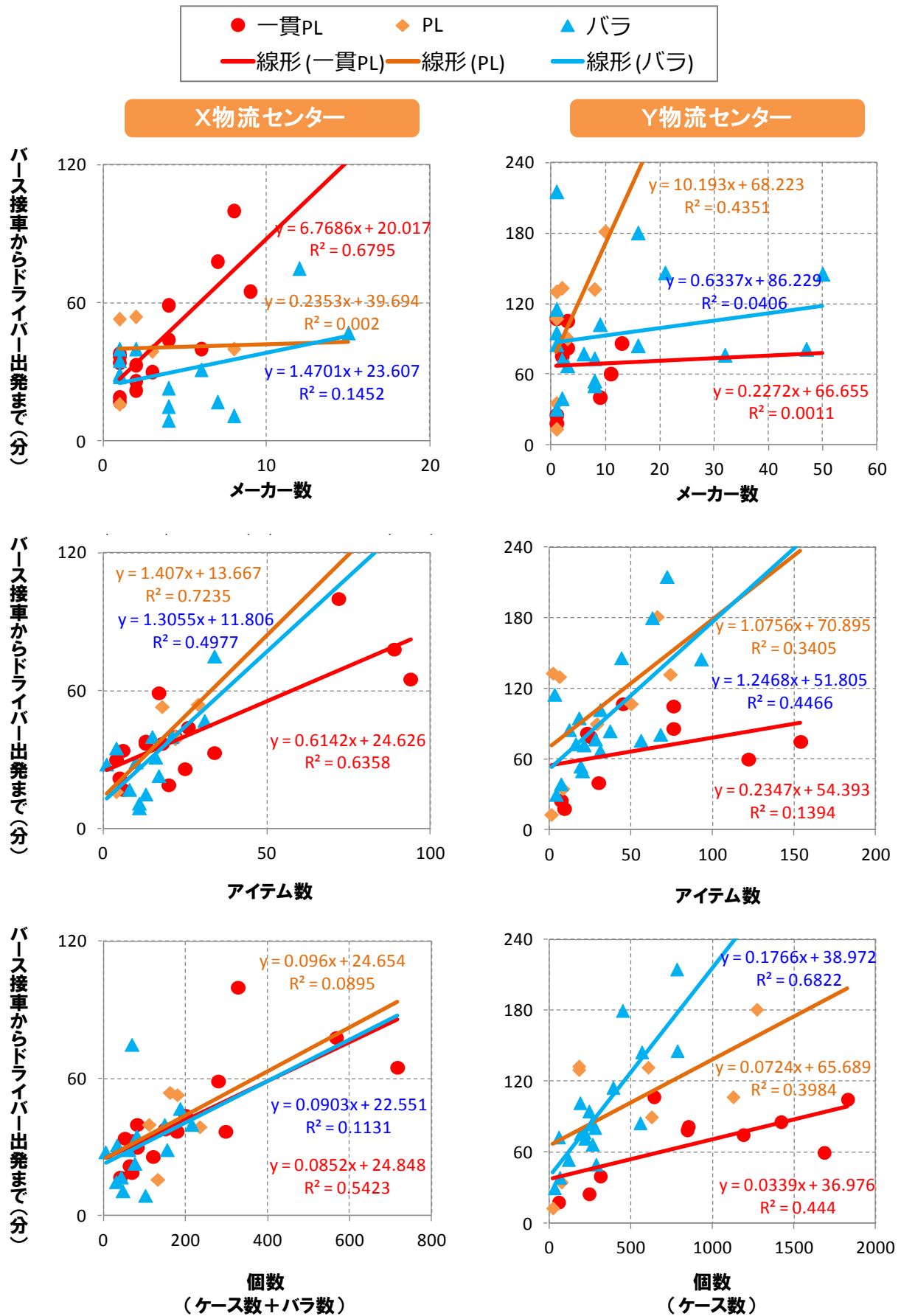


図 2-40 メーカー数、アイテム数、個数と滞在時間、検品時間との関係(その1)

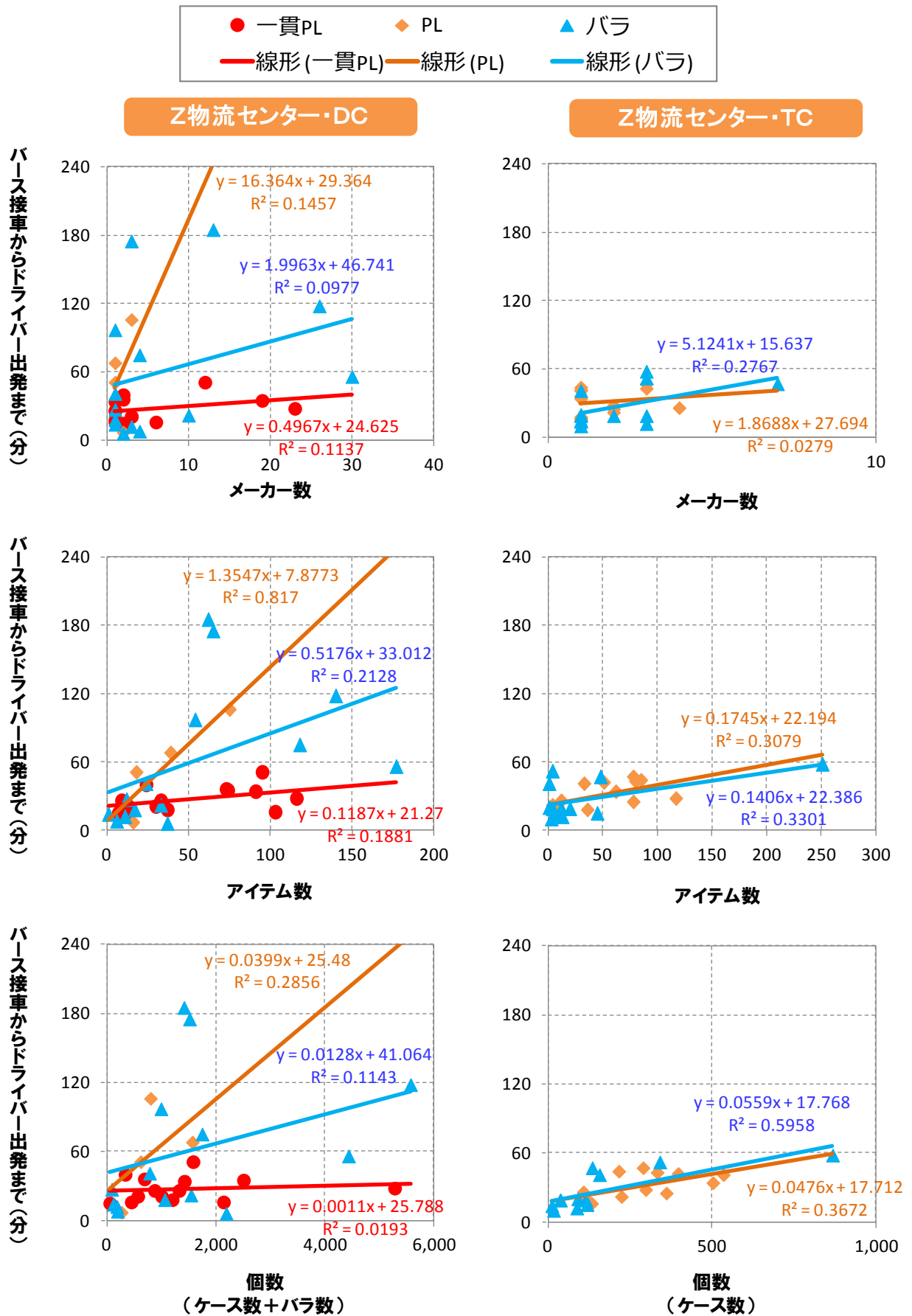


図 2- 41 メーカー数、アイテム数、個数と滞在時間、検品時間との関係(その2)

4. 実態調査の回帰分析

4.1 回帰分析の目的

- ①回帰式（特に、重回帰式）を時間短縮策の効果推計に活用すること
- ②回帰式を使って、時間を予測すること

4.2 回帰分析で用いた変数の体系

今回の回帰分析で用いた変数の体系を **図 2-42** に示す。

目的変数は3種類の時間とした。

説明変数については、第1章の「1.4 民間企業メーカーB社の先行調査データの分析」で得た知見である入荷した荷物の処理時間が短いF (fast) 群とそれが長いS (slow) 群の概念を取り入れて、アイテム数とケース数のそれぞれを、処理時間に影響を与えると思われる荷姿並びに荷役方法に応じて、3種類に分類した。

なお、検品方法に係る点線枠の4つの説明変数は、理論的には考えられかつ実際に存在しているものであるが、今回の実態調査から得られたサンプル数が極めて少ないため、実際の分析には用いなかった。

目的変数の3つの時間の定義を **図 2-43** に示す。

y1：バース接車からドライバー出発までの時間

y2：荷降開始から荷降終了までの時間

y3：検品開始からドライバー出発までの時間

y2 と y3 は y1 の内数になっている。

本図では、荷降開始のすぐあとに検品が開始されているが（荷降と検品の並列処理 \Rightarrow Y物流センター）、荷降終了後に検品を開始する業務プロセス（荷降と検品の直列処理 \Rightarrow X物流センター）、また、検品はあるもののドライバーはそれに立ち会わない業務プロセス（「あと検品」 \Rightarrow Z物流センター・TC）、「あと検品」と通常の検品が混在している業務プロセス（ \Rightarrow Z物流センター・DC）が存在している。

3つの時間を構成する5つの時刻の定義を **表 2-2** に示す。

また、10の説明変数の定義（コード体系）を **表 2-3** に示す。

なお、説明変数の中にパレット枚数が無いが、これは、パレット枚数はアイテム数やケース数と相関性が高いと考えたこと（多重共線性）による。

表 2- 3 10 の説明変数の定義(コード体系)

コード	10位		1位	
	計数単位	測定方法	荷姿/荷役・検品方法	測定方法
1	アイテム数	HHT ¹ データ	一貫パレチゼーションで入荷した荷物 ²	荷降り時の所有区分別パレット枚数=検品時の所有区分別パレット枚数
2	ケース数	HHT ¹ データ	パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物 ³	調査員の目視
3	—	—	バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物 ⁴	調査員の目視
4	—	—	ユニット単位(パレット単位)で検品される荷物	調査員の目視
5	—	—	ケース単位やバラ単位で検品される荷物	調査員の目視

表註1) Hand Held Terminalの頭文字。携帯情報端末

表註2) Z物流センター・TCでは該当なし

表註3) Z物流センター・TCではパレットで入荷した荷物

表註4) Z物流センター・TCではバラで入荷した荷物

4.3 回帰分析の結果

4.3.1 全体像

1) バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)

バース接車からドライバー出発までの時間については、X物流センターではアイテム数と、Y物流センターではケース数と、それぞれ統計的に有意な関係がある⁸（定式化が出来る）ことがわかった（表 2-4）。

なお、Z物流センター・TCでは一貫パレチゼーションによる入荷方式は存在しない。このため、同所の重回帰の説明変数は2つになる（以下同様）。

表 2-4 バース接車からドライバー出発までの時間(y1)と各説明変数の回帰分析結果

	アイテム数(x1N)			ケース数(x2N)		
	重回帰		単回帰	重回帰		単回帰
	3変数	2変数		3変数	2変数	
X物流センター	●	●	●	×	×	×
Y物流センター	×	×	×	●	×	×
Z物流センター・DC	×	×	×	×	×	×
Z物流センター・TC	—	×	×	—	×	×

2) 荷降時間 (y2)

荷降時間については、Z物流センター・TCでケース数と統計的に有意な関係がある（定式化が出来る）ことがわかった（表 2-5）。

表 2-5 荷降時間(y2)と各説明変数の回帰分析結果

	アイテム数(x1N)			ケース数(x2N)		
	重回帰		単回帰	重回帰		単回帰
	3変数	2変数		3変数	2変数	
X物流センター	×	×	×	×	×	×
Y物流センター	×	×	×	×	×	×
Z物流センター・DC	×	×	×	×	×	×
Z物流センター・TC	—	×	×	—	●	●

3) 検品開始からドライバー出発までの時間 (y3)

検品開始からドライバー出発までの時間については、Z物流センター・TCでアイテム数並びにケース数と統計的に有意な関係がある（定式化が出来る）ことがわかった（表 2-6）。

⁸ 統計的に有意と判断した基準は次の通り（以降、同様）。
補正 R²（重回帰の場合）もしくは重決定 R²が 0.6 以上。回帰式の切片と傾きの p-値が 0.05 以下。

表 2- 6 検品開始からドライバー出発までの時間 (y3) と各説明変数の回帰分析結果

	アイテム数 (x1N)			ケース数 (x2N)		
	重回帰		単回帰	重回帰		単回帰
	3変数	2変数		3変数	2変数	
X物流センター	×	×	×	×	×	×
Y物流センター	×	×	×	×	×	×
Z物流センター・DC	×	×	×	×	×	×
Z物流センター・TC	—	●	●	—	●	●

Z 物流センター・DC では、y1、y2、y3 のいずれの目的変数でも回帰式が得られなかった。

この理由として、まず y3 (検品時間) については、Z 物流センター・DC では通常の検品と前述した「あと検品」の荷物が混在しているため、同程度の数量のアイテム数やケース数であっても、検品時間に大きなバラツキが発生しているためと思われる。次に y1 (バース接車からドライバー出発までの時間) については、上述の y3 が y1 の内数になっているためと思われる。最後に y2 (荷降時間) については、当該時間は検品時間には左右されないため、y3、y1 とは異なる原因があると思われる。回帰式を定式化出来ない理由として、一般的には、目的変数、説明変数の双方とも、サンプルの分布が正規分布から外れていることが考えられる。

以降、統計的に有意と考えられた回帰式について説明して行く。

なお、回帰分析にあたっては特異点⁹のチェックを行ったが、以降で扱うものの中に特異点は無かった。

⁹ 本稿の特異点とは、平均値 (μ) と標準偏差 (σ) を使い、目的変数及び説明変数双方の値とも $\mu - 3\sigma$ 以下あるいは $\mu + 3\sigma$ 以上になったサンプルをいう。

4.3.2 バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)

1) X 物流センター

(1) 重回帰式

ここでは3変数のみを示す(表2-7)。

X11は一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数

X12はパレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のアイテム数

X13はバラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のアイテム数を、それぞれ意味している。

表2-7 バース接車からドライバー出発までの時間と3つの入荷方式の関係式(アイテム)

回帰統計		y1=0.696x11+1.13x12+0.895x13+20.0(補正R2=0.560)・・・式①						
重相関 R	0.7736868	y1:バース接車からドライバー出発までの時間(分)						
重決定 R2	0.5985913	x11:一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数						
補正 R2	0.5597453	x12:パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のアイテム数						
標準誤差	13.2041	x13:バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のアイテム数						
観測数	35							

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	3	8059.7756	2686.5919	15.40934199	2.574E-06
残差	31	5404.7959	174.34825		
合計	34	13464.571			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	19.967871	3.7379358	5.3419511	8.05542E-06	12.3443	27.591441	12.3443	27.591441
x11	0.6962312	0.1046492	6.6530024	1.94255E-07	0.4827978	0.9096646	0.4827978	0.9096646
x12	1.1284562	0.3292942	3.4268933	0.001742095	0.4568562	1.8000562	0.4568562	1.8000562
x13	0.8953956	0.2804444	3.1927741	0.003224813	0.3234255	1.4673657	0.3234255	1.4673657

係数の値(傾き)に着目すると、1アイテムの処理に要する時間は次のようになっており、一貫パレチゼーションの時間生産性の高さを実感出来る結果になっている。

一貫パレチゼーション 0.696 (分) ⇒41.8 (秒) (100)

パレット積み替え 1.13 (分) ⇒67.8 (秒) (162)

バラ荷物のパレット組み 0.895 (分) ⇒53.7 (秒) (128)

この施設では、パレットから別のパレットに積み替える方式の方が、バラ荷物をパレット組みする方式よりも、アイテム数あたりの時間生産性が悪くなっているが、これは、パレット組みされた荷物をバラしながら別のパレットに積み替えるよりも、バラの荷物を直接パレットに積み上げて行く方が早いことを意味していると思われる。

ここで定式化された回帰式における入荷方式(説明変数)による傾きの違いは、時間短縮策の実施効果を推計する上で、重要な意味を持っている。例えば、「パレット積み替え」を「一貫パレチゼーション」にあらためると、1アイテムあたりの処理時間が62%に短縮されることなど。

(2) 単回帰式

この施設では、3つの入荷方式を合わせた「アイテム数」を説明変数としても、「バース接車からドライバー出発までの時間」を定式化出来る（表 2-8）。

先の重回帰式は、施策の効果を評価するためには大変重宝な一方、例えば、届け先での荷捌きの状況を知り得ない発荷主にとっては、“使えない”式である。しかし、本式のように、「アイテム数」だけで「バース接車からドライバー出発までの時間」を予測出来るのであれば、「届け先到着からバース接車までの時間」をどのようにして予測するのかの問題はさておき、) 輸送計画を立てる上で役に立つはずである。

表 2- 8 バース接車からドライバー出発までの時間とアイテム数の関係式

回帰統計		y1=0.694(x11+x12+x13)+22.3 (R2=0.571)・・・式②						
重相関 R	0.7556198	y1: バース接車からドライバー出発までの時間(分)						
重決定 R2	0.5709612	x11: 一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数						
補正 R2	0.55796	x12: パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のアイテム数						
標準誤差	13.230845	x13: バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のアイテム数						
観測数	35							

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	7687.7482	7687.7482	43.91612447	1.543E-07
残差	33	5776.8233	175.05525		
合計	34	13464.571			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	22.342311	3.1912501	7.0011157	5.24028E-08	15.849664	28.834958	15.849664	28.834958
アイテム数	0.693849	0.1047015	6.6269242	1.54308E-07	0.4808322	0.9068659	0.4808322	0.9068659

2) Y 物流センター

(1) 重回帰式

3変数の重回帰式を示す（表 2-9）¹⁰。

「アイテム数」が説明変数になった先の X 物流センターとは異なり、同社では「ケース数」が説明変数になっている。

X21 は一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数

X22 はパレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のケース数

X23 はバラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のケース数

を、それぞれ意味している。

係数の値（傾き）に着目すると、1 ケースの処理に要する時間¹¹は次のようになっている。ここでも一貫パレチゼーションの時間生産性の高さを実感出来る結果になっている。

¹⁰ 補正 R²が 0.54 と、小数第 2 位を四捨五入しても 0.6 に達しないが、ここでは有意とした。

¹¹ 先の X 物流センターの重回帰式の係数とオーダーが異なり小さな値になっているが、これは、ケース単位とアイテム単位の差異に起因すると考えられる。一般に、入荷アイテム数<入荷ケース数。1 アイテムが 10 ケース入荷すれば、傾きのオーダーは 1/10 に、100 ケース入荷すれば 1/100 になるイメージ。

一貫パレチゼーション	0.0269 (分) ⇒1.61 (秒) (100)
パレット積み替え	0.0941 (分) ⇒5.65 (秒) (351)
バラ荷物のパレット組み	0.162 (分) ⇒9.72 (秒) (604)

表 2-9 パース接車からドライバー出発までの時間と3つの入荷方式の関係式(ケース)

回帰統計		
重相関 R	0.7610105	$y1=0.0269x21+0.0941x22+0.162x23+45.9$ (補正 $R2=0.541$)・・・式③
重決定 R2	0.579137	y1:パース接車からドライバー出発までの時間
補正 R2	0.5408767	x21:一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数
標準誤差	31.510561	x22:パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のケース数
観測数	37	x23:バラで入荷してパレット積み込まれて入荷した荷物のケース数

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	3	45088.601	15029.534	15.13677075	2.287E-06
残差	33	32766.21	992.91545		
合計	36	77854.811			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	45.925768	8.8546813	5.1866088	1.06395E-05	27.910784	63.940753	27.910784	63.940753
x21	0.0268749	0.0115343	2.329992	0.026070431	0.0034081	0.0503416	0.0034081	0.0503416
x22	0.0940823	0.0190208	4.94629	2.16077E-05	0.0553843	0.1327804	0.0553843	0.1327804
x23	0.1616352	0.0269638	5.9945254	9.80355E-07	0.1067769	0.2164935	0.1067769	0.2164935

この施設では、先の施設とは逆に、バラ荷物をパレット組みする方式の方が、パレットから別のパレットに積み替える方式よりもケース数あたりの時間生産性が悪くなっている。これは、時間生産性指標の分母が、先の施設ではアイテム数、当施設ではケース数であること、また、両施設に入荷する荷物の特性が異なるためと思われる。

ここで定式化された回帰式における入荷方式（説明変数）による傾きの違いは、時間短縮策の実施効果を推計する上で、重要な意味を持っている。例えば、「パレット積み替え」を「一貫パレチゼーション」にあらためると、1ケースあたりの処理時間が28%に短縮されることなど。

なお、先に表 2-4 で示した通り、この施設では、単回帰式は定式化出来なかった。

4.3.3 荷降時間 (y2)

1) Z 物流センター・T C

(1) ケース数

①重回帰式

2変数の重回帰式を示す(表2-10)。

X22 はパレットで入荷した荷物のケース数

X23 はバラで入荷した荷物のケース数

を、それぞれ意味している。

係数の値(傾き)に着目すると、1ケースあたりの時間は、「パレット入荷」が「バラ入荷」より7パーセント程大きくなっている、つまり時間がかかっている。パレット入荷では、荷降しを終えた空パレット¹²を片付けながら作業をしなければならないのに対し、バラ入荷ではこれに係わる作業時間が節約されることがその理由として考えられる。

表2-10 荷降時間と2つの入荷方式の関係式(ケース)

回帰統計		y2=0.0509x22+0.0476x23+7.12(補正 R2=0.658)・・・式④						
重相関 R	0.8284348	y2:荷降時間(分)						
重決定 R2	0.6863043	x22:パレットで入荷した荷物のケース数						
補正 R2	0.6577865	x23:バラで入荷した荷物のケース数						
標準誤差	6.9028842							
観測数	25							

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	2293.4642	1146.7321	24.06582698	2.895E-06
残差	22	1048.2958	47.64981		
合計	24	3341.76			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	7.1237829	2.1483259	3.3159693	0.003140752	2.6684276	11.579138	2.6684276	11.579138
x22	0.050882	0.0087028	5.8466004	6.97758E-06	0.0328334	0.0689305	0.0328334	0.0689305
x23	0.0476225	0.0083726	5.6878683	1.01426E-05	0.0302587	0.0649863	0.0302587	0.0649863

②単回帰式

「パレットで入荷した荷物のケース数」(X22)と「バラで入荷した荷物のケース数」(X23)の和(=入荷ケース数)を説明変数とした単回帰式を表2-11に示す。

傾きの値は、先の重回帰式の2つの説明変数(X22とX23)の傾きの間の値になっている。

切片の値はほぼ同じ大きさ(約2%大)である。

¹² パレットの質量は、木製パレットで1枚約40kg、プラスチックパレットで1枚約20kg。

表 2- 11 荷降時間とケース数の関係式

回帰統計	
重相関 R	0.8274191
重決定 R2	0.6846224
補正 R2	0.6709104
標準誤差	6.7692273
観測数	25

$$y2=0.0492(x22+x23)+7.25 \text{ (重決定 } R2=0.685) \dots \text{式⑤}$$

y2:荷降時間(分)
x22:パレットで入荷した荷物のケース数
x23:バラで入荷した荷物のケース数

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	2287.8439	2287.8439	49.9284626	3.369E-07
残差	23	1053.9161	45.822439		
合計	24	3341.76			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	7.2520528	2.0746477	3.4955587	0.001949043	2.9603171	11.543789	2.9603171	11.543789
ケース数	0.0491502	0.0069559	7.0660075	3.36896E-07	0.0347609	0.0635395	0.0347609	0.0635395

4.3.4 検品開始からドライバー出発までの時間 (y3)

1) Z 物流センター・T C

(1) アイテム数

①重回帰式

2変数の重回帰式を示す(表2-12)。

X12はパレットで入荷した荷物のアイテム数

X13はバラで入荷した荷物のアイテム数

を、それぞれ意味している。

表2-12 検品開始からドライバー出発までの時間と2つの入荷方式の関係式(アイテム)

回帰統計		y3=0.246x12+0.145x13+9.14(補正 R2=0.576)・・・式⑥						
重相関 R	0.7816244	y3:検品開始からドライバー出発までの時間(分)						
重決定 R2	0.6109367	x12:パレットで入荷した荷物のアイテム数						
補正 R2	0.5755674	x13:バラで入荷した荷物のアイテム数						
標準誤差	8.3905934							
観測数	25							

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	2432.1147	1216.0574	17.2730373	3.092E-05
残差	22	1548.8453	70.402058		
合計	24	3980.96			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	9.1380962	2.265674	4.0332794	0.000556139	4.4393759	13.836817	4.4393759	13.836817
x12	0.2460636	0.0487745	5.0449266	4.72566E-05	0.1449116	0.3472157	0.1449116	0.3472157
x13	0.1449261	0.0348942	4.153298	0.00041493	0.0725599	0.2172923	0.0725599	0.2172923

係数の値(傾き)に着目すると、1アイテムあたりの時間は、「パレット入荷」が「バラ入荷」の1.7倍になっている。

荷降時間に関しては、先に述べたように、パレット入荷では荷降しを終えたパレットを片付けながら作業をしなければならないのに対し、バラ入荷ではこれに係わる作業時間が節約されることがその理由として考えられた。一方、検品時間については、当該時間はアイテム数に比例すると考えられることから、本施設においては、「パレットで入荷した荷物のアイテム数」の方が「バラで入荷した荷物のアイテム数」よりも多かったことがその理由として考えられる。

②単回帰式

「パレットで入荷した荷物のアイテム数」(X12)と「バラで入荷した荷物のアイテム数」(X13)の和(=入荷アイテム数)を説明変数とした単回帰式を表2-13に示す。

傾きの値は、先の重回帰式の2つの説明変数(X12とX13)の傾きの間の値になっている。

切片の値は15%大きくなった。

表 2- 13 検品開始からドライバー出発までの時間とアイテム数の関係式

回帰統計		$y_3=0.174(x_{12}+x_{13})+10.5$ (重決定 $R^2=0.546$) …式⑦ y_3 :検品開始からドライバー出発までの時間(分) x_{12} :パレットで入荷した荷物のアイテム数 x_{13} :バラで入荷した荷物のアイテム数
重相関 R	0.738634	
重決定 R^2	0.545581	
補正 R^2	0.525823	
標準誤差	8.868668	
観測数	25	

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	2171.935	2171.935	27.61404212	2.48E-05
残差	23	1809.025	78.65327		
合計	24	3980.96			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	10.54278	2.266808	4.650936	0.000111102	5.85353	15.23203	5.85353	15.23203
アイテム数	0.174277	0.033165	5.254906	2.48417E-05	0.105671	0.242883	0.105671	0.242883

(2) ケース数

①重回帰式

2 変数の重回帰式を示す (表 2-14)。

X_{22} はパレットで入荷した荷物のケース数

X_{23} はバラで入荷した荷物のケース数

を、それぞれ意味している。

決定係数 (補正 R^2) は比較的大きな値で、2 つの説明変数が、検品開始からドライバー出発までの時間を良く説明出来ることがわかる。

また、係数の値 (傾き) に着目すると、1 ケースあたりの時間は、「パレット入荷」が「バラ入荷」の 1.26 倍になっている。「パレット入荷」が「バラ入荷」よりも大きくなっている理由は、先に述べたとおり、本施設においては「パレットで入荷した荷物のアイテム数」の方が「バラで入荷した荷物のアイテム数」よりも多かったことが考えられる。

表 2- 14 検品開始からドライバー出発までの時間と 2 つの入荷方式の関係式(ケース)

回帰統計		$y_3=0.0635x_{22}+0.0506x_{23}+4.65$ (補正 $R^2=0.766$) …式⑧ y_3 :検品開始からドライバー出発までの時間(分) x_{22} :パレットで入荷した荷物のケース数 x_{23} :バラで入荷した荷物のケース数
重相関 R	0.886235	
重決定 R^2	0.785412	
補正 R^2	0.765904	
標準誤差	6.231399	
観測数	25	

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	3126.693	1563.346	40.26094972	4.44E-08
残差	22	854.2674	38.83034		
合計	24	3980.96			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	4.650475	1.939345	2.397961	0.025407178	0.628519	8.672432	0.628519	8.672432
x_{22}	0.063511	0.007856	8.08412	4.96006E-08	0.047218	0.079804	0.047218	0.079804
x_{23}	0.050578	0.007558	6.691832	9.98992E-07	0.034903	0.066253	0.034903	0.066253

②単回帰式

「パレットで入荷した荷物のケース数」(X22)と「バラで入荷した荷物のケース数」(X23)の和(=入荷ケース数)を説明変数とした単回帰式を表 2-15 に示す。

決定係数(重決定 R²)は、重回帰式同様、比較的大きな値で、この説明変数が検品開始からドライバー出発までの時間を良く説明出来ることがわかる。

傾きの値は、先の重回帰式の2つの説明変数(X22とX23)の傾きの間の値になっている。

切片の値は11%大きくなった。

表 2- 15 検品開始からドライバー出発までの時間とケース数の関係式

回帰統計		y3=0.0566(x22+x23)+5.16(重決定 R2=0.763)・・・式⑨						
重相関 R	0.873605	y3:検品開始からドライバー出発までの時間(分)						
重決定 R2	0.763186	x22:パレットで入荷した荷物のケース数						
補正 R2	0.752889	x23:バラで入荷した荷物のケース数						
標準誤差	6.402269							
観測数	25							

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	3038.212	3038.212	74.12253715	1.19E-08
残差	23	942.748	40.98904		
合計	24	3980.96			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	5.15942	1.962181	2.629431	0.014987058	1.100339	9.218502	1.100339	9.218502
ケース数	0.05664	0.006579	8.609445	1.18983E-08	0.04303	0.070249	0.04303	0.070249

4.4 回帰分析のまとめ

1) 今回求められた回帰式

今回の回帰分析から得られた9つの回帰式の一覧を表2-16に示す。
各変数の定義は、図2-44、表2-17、表2-18を参照。

表2-16 回帰分析によって得られた回帰式一覧

式	目的変数	説明変数の傾き						切片	R ² 値
		x11	x12	x13	x21	x22	x23		
	分	分/アイテム			分/ケース			分	
①	y1	0.696	1.13	0.895	—	—	—	20.0	0.560
②		0.694			—	—	—	22.3	0.571
③		—	—	—	0.0269	0.0941	0.162	45.9	0.541
④	y2	—	—	—	—	0.0509	0.0476	7.12	0.658
⑤		—	—	—	—	0.0492		7.25	0.685
⑥	y3	—	0.246	0.145	—	—	—	9.14	0.576
⑦		—	0.174		—	—	—	10.5	0.546
⑧		—	—	—	—	0.0635	0.0506	4.65	0.766
⑨		—	—	—	—	0.0566		5.16	0.763

表註1) 説明変数が2列以上に跨って表示されている傾きは複数の説明変数の和を示す。例えば、式②の説明変数は(x11+x12+x13)でケース数となる。他も同様。

表註2) R²は、重回帰式の場合は補正R²、単回帰式の場合は重決定R²を表示。

表註3) 値の符号は全てプラス。

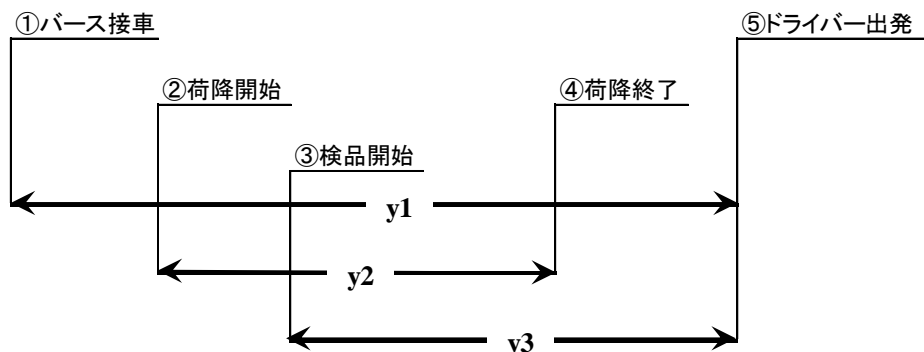


図2-44 目的変数の3つの時間の定義【図2-43再掲】

表2-17 5つの時刻の定義【表2-2再掲】

時刻	定義	測定方法
①バース接車	施設に入場したトラックが荷降バースに停車した時刻	調査員の目視
②荷降開始	荷降バースに停車したトラックからドライバーが荷物を降ろし始めた時刻	調査員の目視
③検品開始	荷降しされた荷物の検品が開始された時刻	HHT ¹ のタイムスタンプ
④荷降終了	荷降バースに停車したトラックからドライバーが荷物を降ろし終えた時刻	調査員の目視
⑤ドライバー出発	ドライバーが施設を出発した時刻	施設備え付けの「入庫記録簿」などの記録

表註1) Hand Held Terminalの頭文字。携帯情報端末

表 2- 18 6つの説明変数の定義(コード体系)

コード	10位		1位	
	計数単位	測定方法	荷姿/荷役・検品方法	測定方法
1	アイテム数	HHT ¹ データ	一貫パレチゼーションで入荷した荷物 ²	荷降り時の所有区分別パレット枚数=検品時の所有区分別パレット枚数
2	ケース数	HHT ¹ データ	パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物 ³	調査員の目視
3	—	—	バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物 ⁴	調査員の目視

表註1) Hand Held Terminalの頭文字。携帯情報端末

表註2) Z物流センター・TCでは該当なし

表註3) Z物流センター・TCではパレットで入荷した荷物

表註4) Z物流センター・TCではバラで入荷した荷物

2) 回帰分析の目的に対する成果

今回の回帰分析の目的は次の2つであった。

- ①回帰式（特に、重回帰式）を時間短縮策の効果推計に活用すること
- ②回帰式を使って、時間を予測すること

(1) 回帰式の効果推計への活用

目的①に対しては、今回設定した3つの目的変数の時間の中で最も長い「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」について、次の2つの重回帰式が得られた。

$$y1=0.696x11+1.13x12+0.895x13+20.0 \text{ (補正 } R^2=0.560) \cdots \text{式①}$$

y1：バース接車からドライバー出発までの時間（分）

x11：一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数

x12：パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のアイテム数

x13：バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のアイテム数

$$y1=0.0269x21+0.0941x22+0.162x23+45.9 \text{ (補正 } R^2=0.541) \cdots \text{式③}$$

y1：バース接車からドライバー出発までの時間（分）

x21：一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数

x22：パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のケース数

x23：バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のケース数

これらの重回帰式の“傾き”の差を使って、時間短縮策の効果推計を行うことが出来る。

式①は4つの変数から成る式であり、これを2次元の平面上に図示することは困難であるため、ここでは便宜的に、縦軸に目的変数、横軸に3つの説明変数を重ね合せた概念図を作成した（**図 2-45**）。

説明変数 x11、x12、x13 の増大に伴う目的変数 y1 の増大の感度は、x11、x12、x13 それぞれの前についている係数（0.696、1.13、0.895）で表されており、これが小さい（傾きが緩やかな）ほど、説明変数 x11、x12、x13 の増大に対する時間の増大が小さくなる。

また、別の言い方をすれば、同じ入荷アイテム数であっても、「一貫パレチゼーションで入荷した荷物（一貫 PL）」、「バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物（バラ）」、「パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物（PL）」の順に「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」が短くなることを表わしている。

この特徴を使って、同じアイテム数の入荷であっても、一貫パレチゼーションで入荷した荷物の割合が大きければ大きいほど、「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」の時間が短くなることなどを定量的に示すことができる。

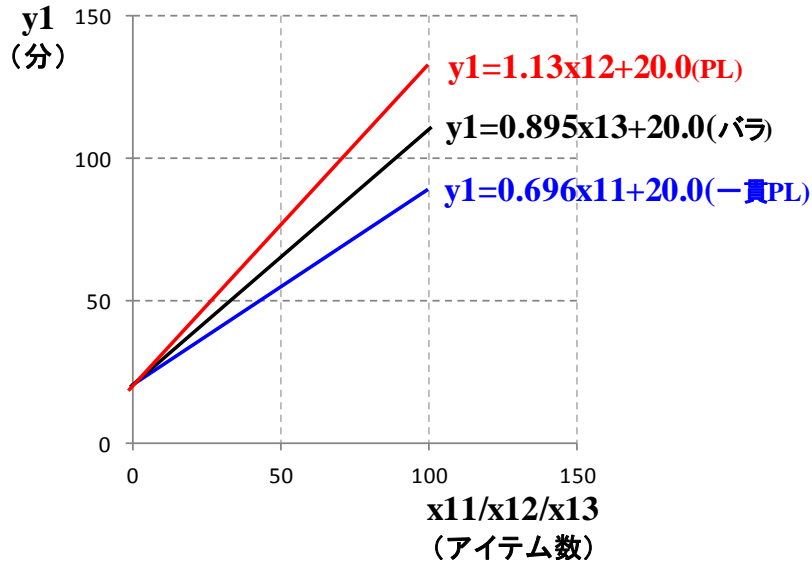


図 2- 45 荷姿/荷役方法が異なる入荷荷物のアイテム数(x1N)とバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の関係

もうひとつの重回帰式、式③についても、ケース数 (x21、x22、x23) と「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」について、同様のことが言える (図 2-46)。

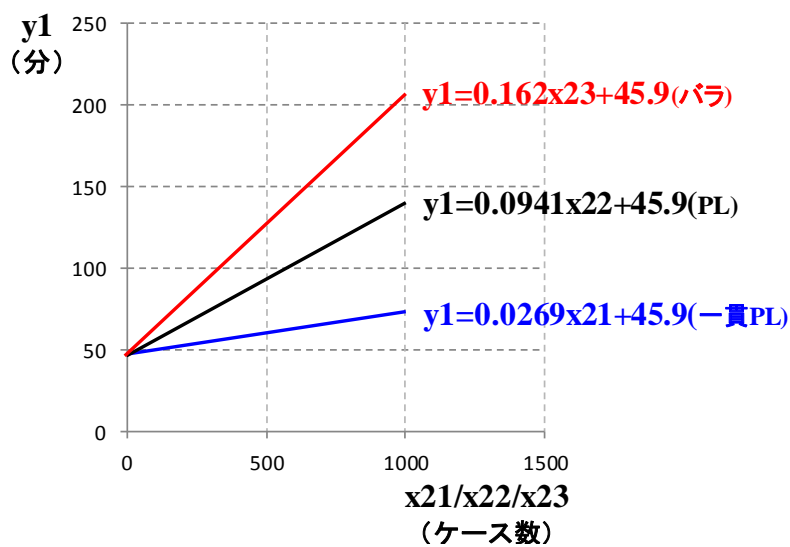


図 2- 46 荷姿/荷役方法が異なる入荷荷物のケース数(x2N)とバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の関係

(2) 回帰式を使った時間の予測

目的②（回帰式を使って、時間を予測すること）に対しては、今回設定した3つの目的変数の時間の中で最も長い「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」について、次の回帰式が得られた。

$$y1=0.694x+22.3 \quad (R^2=0.571) \quad \dots \text{式②}$$

y1=バース接車からドライバー出発までの所要時間（分）

x=入荷アイテム数（アイテム）

この回帰式を使って、アイテム数から、「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」を予測することが出来る（**図 2-47**）。

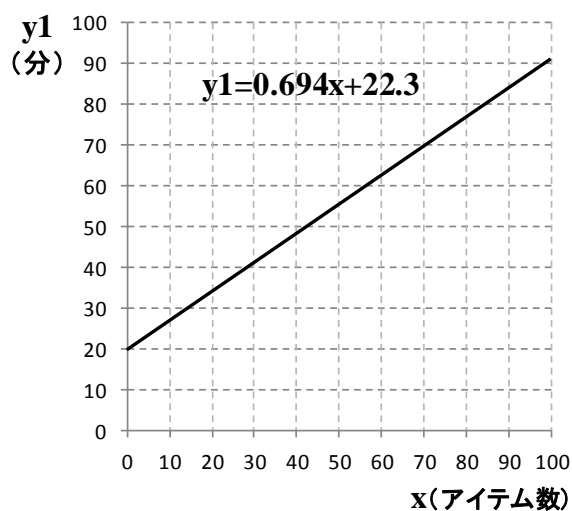


図 2-47 入荷荷物のアイテム数(x)とバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の関係

なお、「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」を予測は、前出の式①並びに式③を使っても行うことが出来る。

第3章 トラック輸送に係る時間短縮策の検討

1. 先行調査データの分析から考えられるドライバーの時間短縮策の案

第1章の「1.4 民間企業メーカーB社の先行調査データの分析」から、トラックに積載する荷物の類型を S(slow)群から F(fast)群に変えることで、自車の「荷降し開始から出発までの所要時間」を短くするとともに、後続車の待ち時間が短くなる。

「荷降し開始から出発までの所要時間」を削減するための施策として、次のような6種類のドライバーの時間短縮策が考えられた。これらの施策は、「荷降し開始から出発までの所要時間」の前行程である「到着から接車荷降しまでの時間」の短縮にも繋がると思われる。

(1) 一貫パレチゼーション

自車の「荷降し開始から出発までの所要時間」短縮のうち、特に、荷降時間短縮のための施策。

(2) 検品単位のユニット化

自車の「荷降し開始から出発までの所要時間」短縮のうち、特に、検品時間短縮のための施策。

(3) 精度の高い所要時間の予測とそれに基づく接車時間予約制の導入

荷量（例えばケース数）から「荷降開始からドライバー出発までの所要時間」が予測出来れば、当該時間に基づき、トラックのバースへの接車時間を科学的に指定/予約することができる。このことにより、バース接車の順番を確保するための徒な早着を無くすことが可能になると考えられ、「到着から接車荷降しまでの時間」を削減することが出来ると思われる。

(4) トラックの分離

(3)とあわせて、荷受施設において、接車時間予約制を使っているトラックと使っていないトラックを分離することが有効と考えられる。

分離方法については、時間帯や曜日などの時間的な分離と施設・バースなどの空間的な分離の2つが考えられるが、①予約車と非予約車が同じバースに混在することによる予定時間と実績時間の乱れの発生を抑止すること（☞ランダム性の排除）、また、②接車時間予約制を採用することに対するインセンティブの2つの見地から、特に、後者が有効と考えられる。

(5) 路線便対策

S群の荷物の典型と考えられる、多くの荷主の荷物が1台のトラックで届けられて

いる路線便の問題解決策として、①荷主と路線事業者¹³の協議や調整の場づくり、②伝票の共通化が考えられる。

(6) あと検品

今回の分析とは関係しないが、高い精度が確保出来ている事前出荷情報を収受していることを前提として、検品にドライバーを立ち合わせない「あと検品」方式の実施により、ドライバーの「荷降し開始から出発までの所要時間」を削減できる。

¹³ 多数の荷主と個別に調整を行うより、路線事業者ごとに調整を行う方が効率的と考えられる。

2. 本研究で検討を進める時間短縮策

前節で整理した6つの時間短縮策を前提として、本研究では、実態調査を踏まえた次の視点から、以下に掲げる4つの時間短縮策を選択し、さらに検討を進めることとした。

視点①：発着荷主並びに貨物運送事業者が連携して取り組むことが出来る策

視点②：効果を定量的に推計出来る策

【本研究で検討を進める時間短縮策】

- (1) 一貫パレチゼーション
- (2) ユニット検品
- (3) バース予約制
- (4) まとめ発注

2.1 一貫パレチゼーション

1) 一貫パレチゼーションとは

○パレチゼーション（パレットロード） [palletization, pallet load]

個々の物品をパレットに積み上げて、そのままの姿で車両・船舶・飛行機への積み込み、輸送、取卸しを行う方法。パレットをベースとしてユニットロードを作り、これをフォークリフトなどの荷役機械を用いて、輸送、保管、包装の合理化を図る手段。

規格統一を推進し、パレットに荷物を積付け、その荷姿を崩すことなく、発送から到着の荷卸しまで一貫して移動を完結しようという一貫パレチゼーションが普及しつつある。これにより荷役の機械化、積替えの省力化をはじめ、荷役作業時間の短縮による作業要員数の減少、手荷役からの解放による労働福祉の向上、貨車・トラックなどの回転率の向上、荷造り・包装の簡易化、荷痛みの減少などの利益がある。反面、トラックなどへの積載効率が悪くなるほか、パレットのコストがかかり、パレットの回収が重視される。

出典：『基本 ロジスティクス用語辞典[第2版] 社団法人日本ロジスティクスシステム協会監修 白桃書房 2002年3月26日 第2版第1刷 pp.196-197

○一貫輸送用パレット JIS Z 9001

パレット積みそのまま戸口から戸口まで一貫して使用するパレット。

対応英語（参考） through-transit pallet

2) 実態調査でわかったこと

今回の実態調査からわかった一貫パレチゼーションとそれ以外の荷役方法の処理時間について、「バース接車からドライバー出発までの所要時間」に対する単位数（アイテム数、ケース数）あたりの処理時間を表3-1、図3-1、図3-2に、また、「荷降時間」に対する単位数（アイテム数、ケース数）あたりの処理時間を表3-2に示す。表の数値からは、一貫パレチゼーションの時間生産性の高さは明明白白である。

表3-1 一貫パレチゼーションとそれ以外の荷役方法の処理時間の比較①

	単 位	単位数あたり処理時間 ¹ (秒)		
		一貫PL ²	PL ³	バラ ⁴
X物流センター	アイテム	41.8	67.8	53.7
	指数	100	162	128
Y物流センター	ケース	1.61	5.65	9.72
	指数	100	351	604

表註1: バース接車からドライバー出発までの所要時間

表註2: 一貫パレチゼーションで入荷した荷物

表註3: パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物

表註4: バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物

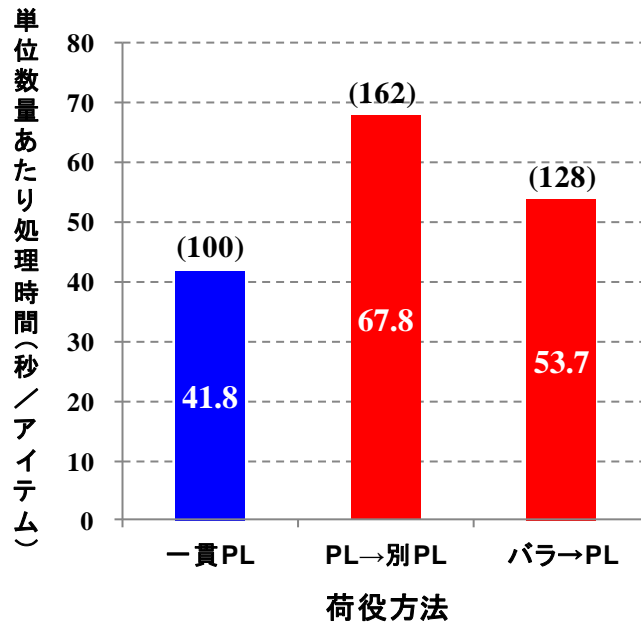


図 3-1 一貫パレチゼーションとそれ以外の荷役方法の処理時間の比較①
(X物流センター・アイテム数ベース)

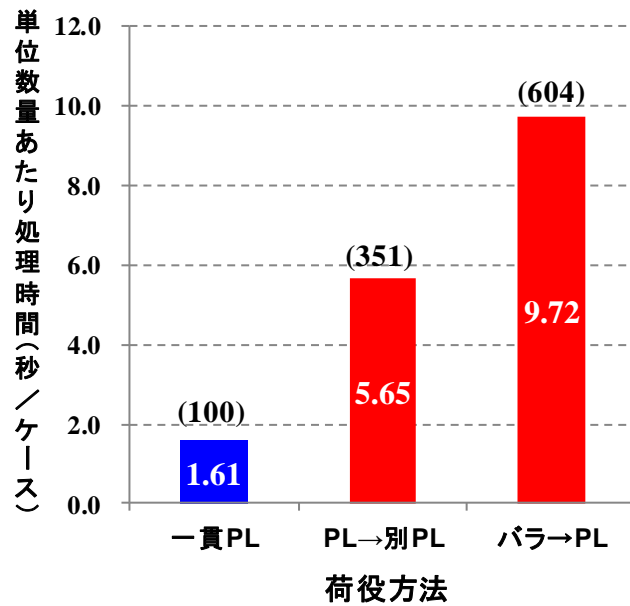


図 3-2 一貫パレチゼーションとそれ以外の荷役方法の処理時間の比較①
(Y物流センター・ケース数ベース)

表 3-2 一貫パレチゼーションとそれ以外の荷役方法の処理時間の比較②

	単 位	単位数量あたり処理時間 ¹ (秒)		
		一貫PL ²	PL ³	バラ ⁴
Z物流センターDC	アイテム	15.5	73.2	51.9
	指数	100	472	335
	ケース	1.14	5.03	7.44
	指数	100	441	653

表註1: 荷降時間

表註2: 一貫パレチゼーションで入荷した荷物

表註3: パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物

表註4: バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物

3) 課 題

(1) 古典的な課題¹⁴

- ・パレット管理の徹底
- ・標準パレット（サイズ、片面/両面、差し穴の間隔）の普及
- ・パレットの共同運用¹⁵（業界別取組の推進）
- ・パレットの運用に関わるコストの明確化

(2) これからの課題（パレット利用の高度化¹⁶）

- ・最近、パレットに RFID を装着して、パレットの個体管理を行う事例が見られるが、これを一歩進めて、パレットとパレットに積載されている荷物の紐付が行われれば、事前出荷情報を合わせたパレット単位のユニット検品を行うことが可能になる。
- ・パレットの流出問題に端を発していると思われる RFID の利活用場面が高度化されることが望ましい。

¹⁴ 2000 年度業界別一貫パレチゼーション普及調査報告書 pp.181-188 JILS 2001 年 3 月
本報告書で取り上げられていた 5 つの課題から「ユニットロード方策の推進」を除いた上で加筆した。
課題は当時からほとんど変わっていないといえそうだ。

¹⁵ 2000 年度業界別一貫パレチゼーション普及調査報告書 p.187 JILS 2001 年 3 月
一貫パレチゼーションが進展していると考えられる業界で特徴的なことに、パレット回収に関する共同化の取組みが実施されていることがある。ここで取り上げられていた業界は、石油化学工業、紙・パルプ産業、麦酒業、食品業の 4 業種。

¹⁶ 『ロジスティクス用語辞典』（JILS）においても、また、JIS Z 9001 においても、一貫パレチゼーションの適用機能（範囲）の中で「検品」があまり意識されていない印象があるが、「荷降し」以降に行われる検品においても、パレットというユニット単位で行うことで、ケース単位で行うよりも、はるかに作業時間を短く出来る（☞次節 2.2）。

2.2 ユニット検品

1) ユニット検品とは

本研究でいう「ユニット検品」とは、検品を、例えばパレット単位など、一般的に行われているケース単位よりも大きな単位で行うことを言い、ASN（事前出荷通知）でパレタイズデータ（パレットの個体番号に紐付けられた積載商品に係る情報）を発着荷主間で交換していることを前提としている。

○検品 [cargo inspection]

商品の納品に当たっての、受取側の現品検査で納品検品あるいは検収とも呼ばれる。検品は、その商品が発注した規格を満足するかどうかの性能・品質と数量について行うが、納品側との信頼関係によって梱包したままの数量を当てるだけに省略される例が多い。さらに検品なしで商品を納品し、万一、不足や品違いがあったときは、すべて納品者が責任を負うノー検品方式も多くなってきた。梱包したままの数量検品には、物流商品コード用バーコードシンボルや、バーコード納品ラベルが使われる。納品者が発送に当たって行う検品を、発送検品と呼ぶ。

出典：『基本 ロジスティクス用語辞典[第2版] 社団法人日本ロジスティクスシステム協会監修 白桃書房 2002年3月26日 第2版第1刷 p.58

○ASN（事前出荷通知） [advanced shipping notice]

荷送人（出荷者）が荷受人（発注者）に商品の到着前、事前に、どの商品が何個入荷するかということを送付する通知、案内または明細情報のこと。ASNはEDIと連動してなされるのが通常である。つまり、発注者がEDIで発注し、それに応えて出荷内容が応答されるもので、さらにSCMラベルが貼付されると入庫段階での検品作業が軽減できるので物流の生産性が向上する。

出典：『基本 ロジスティクス用語辞典[第2版] 社団法人日本ロジスティクスシステム協会監修 白桃書房 2002年3月26日 第2版第1刷 p.276

2) 実態調査からわかったこと

今回の実態調査からわかったユニット検品と通常検品の処理時間について、「検品時間」に対する単位数量（アイテム数、ケース数、パレット枚数）あたりの処理時間を表3-3、図3-3、図3-4に示す。

表の数値からは、ユニット検品の時間生産性の高さが明明白白である。

表 3-3 ユニット検品と通常検品の検品時間の比較

項目	ユニット検品	通常検品
1アイテムあたり検品時間(秒)	5.63	17.50
対ユニット検品比	100	311
サンプル数	64	72
1ケースあたり検品時間(秒)	1.04	3.99
対ユニット検品比	100	384
サンプル数	345	316
1パレットあたり検品時間(秒)	24.00	34.05
対ユニット検品比	100	142
サンプル数	15	37

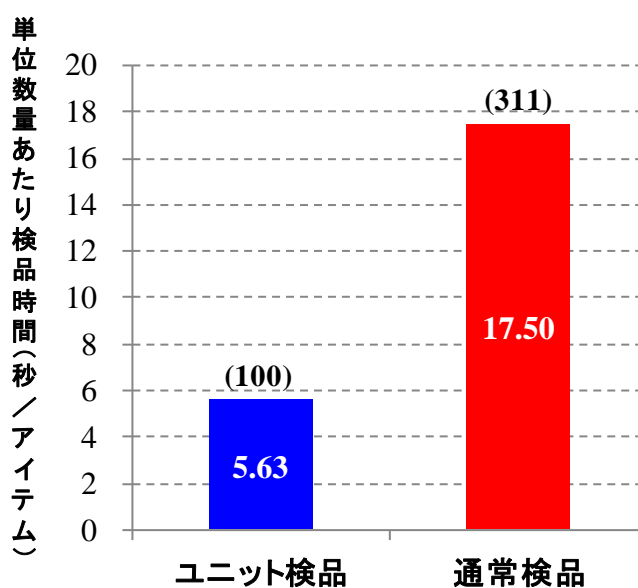


図 3-3 ユニット検品と通常検品の検品時間の比較(アイテム数ベース)

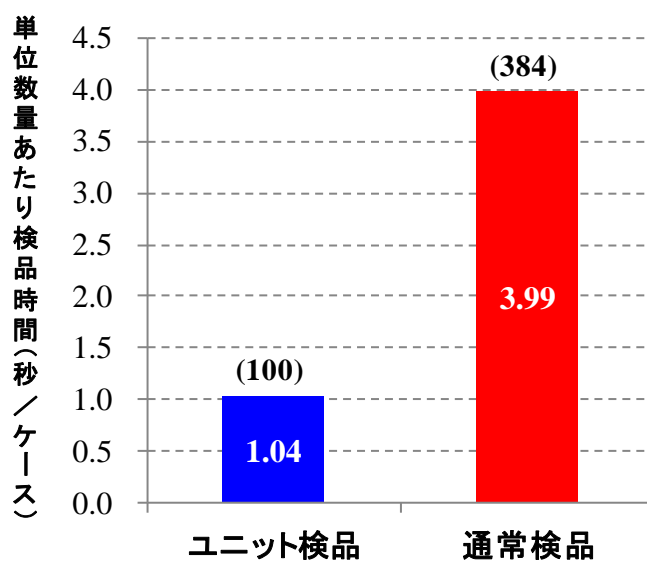


図 3-4 ユニット検品と通常検品の検品時間の比較(ケース数ベース)

3) 課題

(1) 前提

- ①高い出荷精度が担保される必要があること
- ②誤出荷が発生した場合の処理方法に関する発着両荷主間の「ルール」があること

(2) 検品のための事前荷づくり

- ①発着荷主の連携による「出荷荷姿＝入荷荷姿」化

(3) (2)のための環境整備 ⇨2.4 まとめ発注

- ①アイテム/SKU¹⁷単位に配慮した発注単位
 - ・同じアイテム/SKUをまとめて発注すること
- ②頻度に応じた発注単位の設定
 - ・BC級商品の発注頻度を下げること
- ③発注締切時間の前倒し
 - ・ユニット検品のための荷造り時間の捻出

¹⁷SKU (Stock Keeping Unit) : アイテムが一般的に品目に対応するのに対し、SKUはアイテムよりさらに細かく、サイズや色などに分かれる商品の最小単位を指す。

2.3 バース予約制

1) バース予約制とは

- ・第1章「1.4 民間企業メーカーB社の先行調査データの分析」における12箇所の届け先での滞在時間に関するドライバー調査の結果に拠れば、「到着～接車荷降し」までの所要時間は12箇所平均で66分、一方、「荷降し開始～終了」までの所要時間は同37分であった（**図 3-5**）。

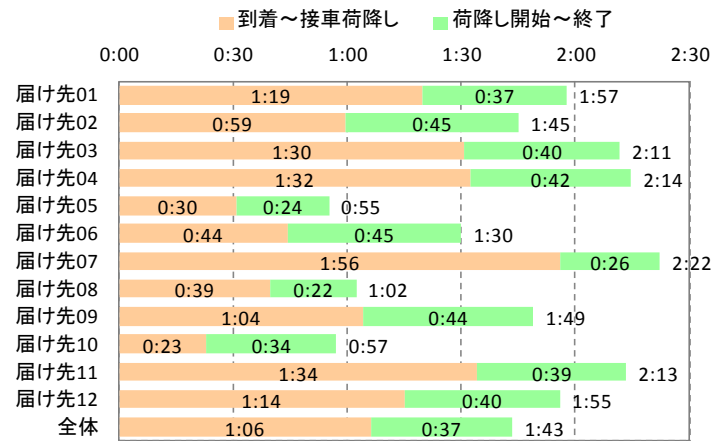


図 3-5 到着から終了(出発)までの所要時間

- ・荷降しを始めてしまえば37分で終わるのだが、それまでの待機時間はその時間の1.8倍もある。
- ・「荷降し開始から出発までの所要時間」（→**図 3-5**の「荷降し開始～終了」までの時間）が定式化出来る施設においては、予約システムを利用する運送会社を想定して、「荷降し開始から出発までの所要時間」を予測し、バースの利用時間を割り当て、さらにバース接車時刻を指定することが可能である。
- ・これにより、**図 3-5**の「到着～接車荷降し」までの時間を、理論的には、大幅に削減することが出来る。
- ・あわせて、本施策の実施効果をより一層高めるために、荷受施設において、接車時間予約制を使っているトラックと使っていないトラックを分離することが有効と考えられる。
- ・分離方法については、時間帯や曜日などの時間的な分離と施設、バースなどの空間的な分離の2つが考えられるが、①予約車と非予約車が特定のバースに混在することによる予定時間と実績時間の乱れの発生を抑止すること（ランダム性の排除）、また、②接車時間予約制を採用することに対するインセンティブ、の2つの見地から、特に、空間的な分離が有効と考えられる。

2) 実態調査でわかったこと

- ・ある施設では、納品される荷物のアイテム数から「荷降し開始から出発までの所要時間」を予測できることがわかった（第2章「4. 実態調査の回帰分析」4.3.2）。

$$y=0.694x+22.3 \quad (R^2=0.571) \quad \dots \text{式②}$$

y=荷降開始から出発までの所要時間（分）

x=入荷アイテム数（アイテム）

- ・式②から、例えば 100 アイテムの入荷ならば、「荷降し開始から出発までの所要時間」は 92 分になることが予測できる。
- ・この時間を前提として、入荷車両に対しバースの利用時間を割り当て、さらにバース接車時刻を指定することが可能である。
- ・これにより、バース接車の前行程である「到着～接車荷降し」までの時間を、大幅に削減することが出来る。

3) 課題

(1) 予測式の精度

- ・ R^2 値からは、荷降開始から出発までの所要時間の 57%は入荷アイテム数で説明出来ることがわかるが、残りの 43%は入荷アイテム数以外の要因で決まる。
- ・式②の標準誤差は 13.2（分）ゆえ、この分の時間は織り込んでおく必要がある。

(2) データ入手方法の検討

①テレマティクス

トラックで取得可能なデータ、例えば、荷室のドアの開閉時刻や荷届け先の出発時刻などに限られるものの、ある程度のものは揃えられると思われる。メーカーによって異なると思われるデータ項目定義などの規格化が重要。

②センサー

ドライバーからは、ウェアラブル端末やバイタルセンサーを使って、荷役時間や検品時間などを推定値ながらも取得出来るものと思われる。データ項目定義などの規格化の重要性については、テレマティクスに同じ。

(3) ビジネスモデルの立案

- ・「仮称・バース予約システム」は誰が誰に売なのか。
誰に、の例：
 - ①トラック会社（ドライブレコーダーの延長線上の装置。データを荷主に売ることも出来るか？）
 - ②着荷主（入荷荷物を輸送しているドライバーに予約システムの端末を貸与。かわりに、取得データの提供を受ける）
 - ③発荷主（輸送を委託しているドライバーに予約システムの端末を貸与。かわりに、取得データの提供を受ける）
- ・集めたデータ（ビッグデータになり得る？）で、生産性向上を超える“付加価値”をつけたビジネスは出来るか。

2.4 まとめ発注

1) まとめ発注とは

「2.1 一貫パレチゼーション」並びに「2.2 ユニット検品」を実施するためには、荷送人（出荷者）から荷受人（発注者）に商品が届き検収されるまでの間、荷姿が変えられずに一貫通貫の物流が行われる必要がある。

そのための前提（環境整備）として、「商流」において、1回の発注で多くのアイテムを少しずつ注文するのではなく、発注1回のアイテム数をまとめて少なくし、逆にロットを大きくすることが必要である。

本研究会ではこのような発注方式を「まとめ発注」と呼ぶ（研究会のメンバー企業では既に行われている）。

2) 実態調査でわかったこと

今回の実態調査では、荷姿が、発施設から着施設への至る間に少なくとも2回、変更されているケースが多いことがわかった（図3-6）。荷姿の変更は、多くの場合、発着両側でドライバーの業務になっている場合が多いと考えられるが、これに伴う時間は決して短くないと考えられる。

一方、荷物の届け先でユニット検品を行う場合、出荷時の荷姿＝入荷/検品時の荷姿になっている必要があると考えられる。言い換えれば、ユニット検品は一貫パレチゼーションが前提になる。出荷時の積載率を高めるための1回目の荷姿変更、また、入荷時の検品のための1パレット1アイテムにするための2回目の荷姿変更が行われていることが通常の姿であるとする、ユニット検品を実現することで発から着までの全行程で生産性を向上させるためには、これをあらため、荷姿を変えないで済むような受発注の仕方を発着両荷主の連携で行う必要がある。

業 務	ピッキング	出荷検品	荷姿変更	荷積み	輸 送	荷降し	荷姿変更	入荷検品	格 納
作業者	発施設人員	ドライバー					着施設人員		
KPI(例)	人時生産性		積載率					人時生産性	

図 3- 6 荷物の流れとそれに伴う業務及び作業者

3) 課 題

先に述べた一貫パレチゼーション並びにユニット検品それぞれの課題に加え、以下のような課題が考えられる。

(1) “荷姿ノ一変更”を推進するための荷主と物流事業者の共通 KPI の導入

現状、荷主の KPI（庫内作業の生産性など）には時間要素が含まれているが、物

流事業者の KPI には時間要素が含まれていないように思われる。ロードファクター（積載率、実車率）に加えて、時間要素が入った「回転数」や「滞留時間」を KPI にすることで、時間という共通項で、荷主と物流事業者が同じ方向を目指せるものとする。

荷主と物流事業者の共通 KPI については、TOTO(株)と中越運送(株)の事例がある(2016 年度グリーン物流パートナーシップ会議 経済産業省 商務流通保安審議官表彰)¹⁸。

(2) 日付表示（特に、加工食品業界）

加工食品業界では、アイテムに加えて、賞味期限などの「日付」も同時に検品の対象になっている。フードロスの問題を受けて社会実験が行われた 1/3 ルール見直しの動きをさらに進め、食品保存技術の向上なども勘案しつつ、賞味期限を年月日表示から年月表示にあらためること¹⁹も、物流現場の生産性向上に資する施策になるものと思われる。

¹⁸ グリーン物流パートナーシップ会議ホームページ
事例集（平成 28 年度優良事業紹介：大臣表彰、局長級表彰、特別賞） pp.8-9
<http://www.greenpartnership.jp/>

¹⁹ 日付表示が日単位から月単位に変わるだけで、見かけ上の「アイテム数」は 1/30 にまで激減する。

第4章 トラック輸送に係る時間短縮策の効果の推計

1. トラック輸送に係る時間短縮策の効果推計の方針

トラック輸送に係る時間短縮策の効果の推計にあたっては、昨年度の研究結果を踏まえ、以下の方針を進めることとした。

方針1：発荷主と着荷主のデータ連携

発荷主の出荷データを使って行う配車シミュレーションにおいて、届け先での滞在時間に、着荷主の施設での実態調査データに基づいて推計するドライバーの滞在時間を組み込むことで、時間短縮策によってもたらされるトラック台数の削減や輸送距離の短縮などの効果指標を推計する。

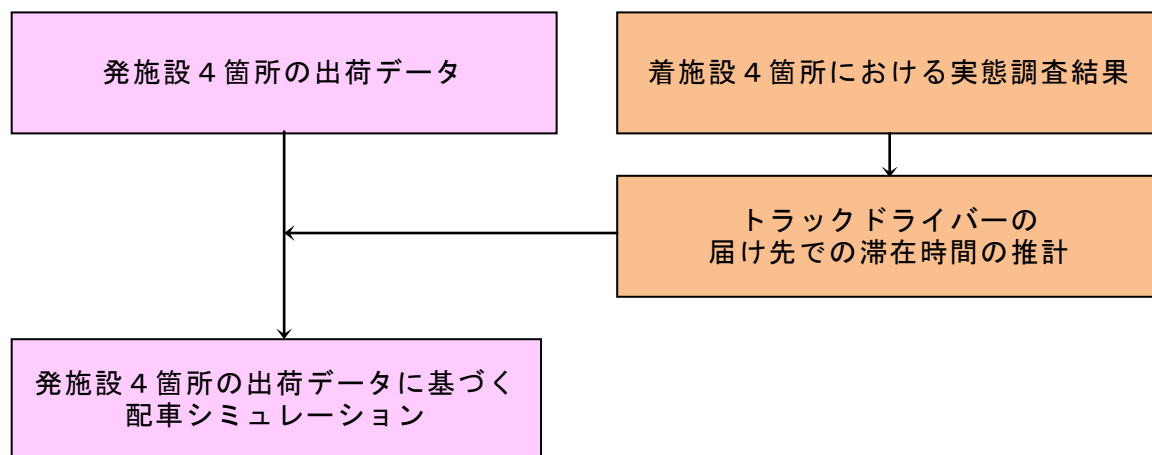


図 4-1 発荷主と着荷主のデータ連携

方針2：昨年度からの精度向上

2015年度研究のポジティブシミュレーション²⁰の設定は以下の通りである。

出荷拠点：手荷役からパレット荷役への変更による荷積時間の時間短縮を現状比1/2とした。

届け先：ノー検品による荷降時間の時間短縮を現状比3/4とした。

これに対し、2016年度の研究では、手荷役からパレット荷役への変更を「一貫パレチゼーション」、ノー検品を「ユニット検品」とそれぞれの時間短縮策の名称を改めた上で、実態調査から得られた実データを用いて、より精度の高いシミュレーションを行う。

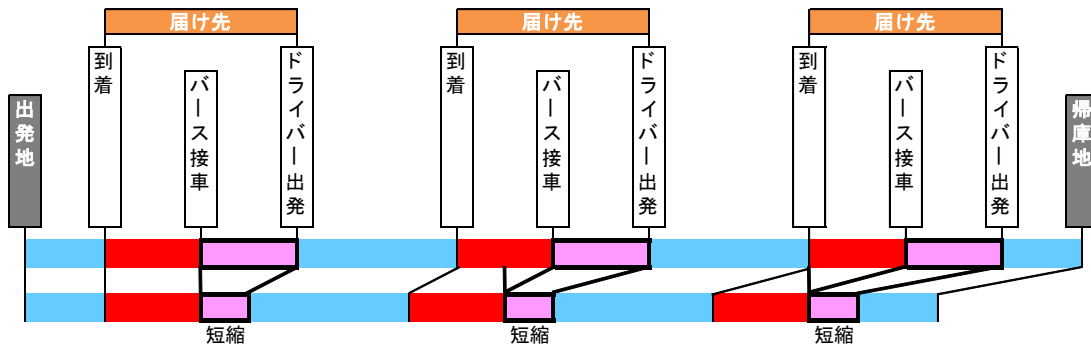


図4-2 一貫パレチゼーション及びユニット検品における時間短縮の考え方～バース接車からドライバー出発までの時間の短縮効果～

方針3：新たな時間短縮策の追加

荷主が関与できるそのほかの時間短縮策として、「バース予約制」、また、「まとめ発注」の効果シミュレーションを行う。

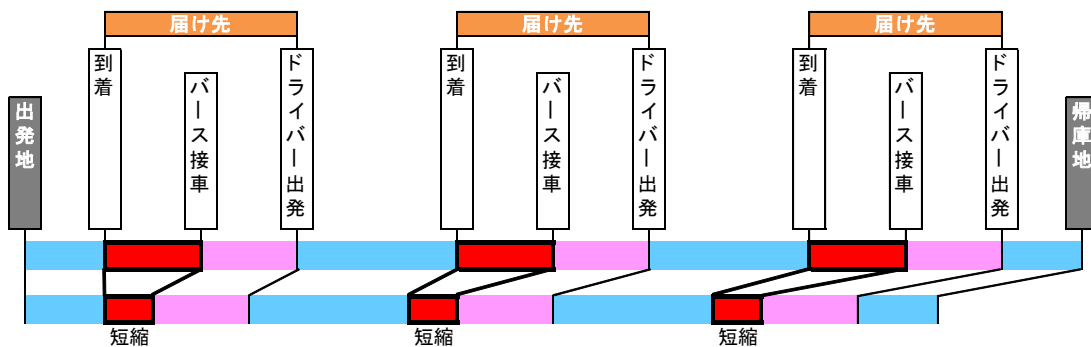


図4-3 バース予約制における時間短縮の考え方～到着からバース接車までの時間の短縮効果～

月	火	水	木	金	土	日
●	●	●	●	●	●	●
	●		●	●	●	

➔

月	火	水	木	金	土	日
●		●		●		
	●		●		●	

図4-4 まとめ発注における時間短縮の考え方～届け回数の削減～

²⁰ 何らかの理由で届け先での滞在時間が計画よりも長くなった場合をネガティブケース、逆に、時間短縮策の実施によって、届け先での滞在時間が短くなった場合をポジティブケースとして、シミュレーションを行った。

2. 効果を推計する施策、効果の受益者、効果の指標

本研究で、効果を推計する施策、効果の受益者、効果の指標は次の通り。

1) 効果を推計する施策

- ①一貫パレチゼーション
- ②ユニット検品
- ③バース予約制
- ④まとめ発注

2) 効果の受益者

- ①トラックドライバー
- ②発荷主
- ③着荷主

3) 効果の指標

- ①トラックドライバーの届け先での滞在時間（分）
並びに、①から派生するトラック輸送に係る次の指標。
- ②台数（台）
- ③便数（回転数）
- ④時間（分）
- ⑤距離（km）
- ⑥輸送費用（円）
- ⑦積載率（%）
- ⑧燃料使用量（ kg ）
- ⑨エネルギー使用量（J）
- ⑩二酸化炭素排出量（ kg-CO_2 ）

ここでいう効果の指標は大きく2つに分かれており、まず、トラックドライバーの届け先での滞在時間（☞「3）効果の指標（その1）」を推計した上で、これに基づいて輸送した場合のトラックの台数やトラックの輸送時間（届け先での滞在時間を含む）など（☞「3）効果の指標（その2）」を、シミュレータを使って推計するという2段階構成になっている（図4-5）。

4つの施策の輸送に係る効果（例えば、台数削減など）は、これらの施策の実施によるトラックドライバーの届け先での滞在時間の短縮によってもたらされるものである。

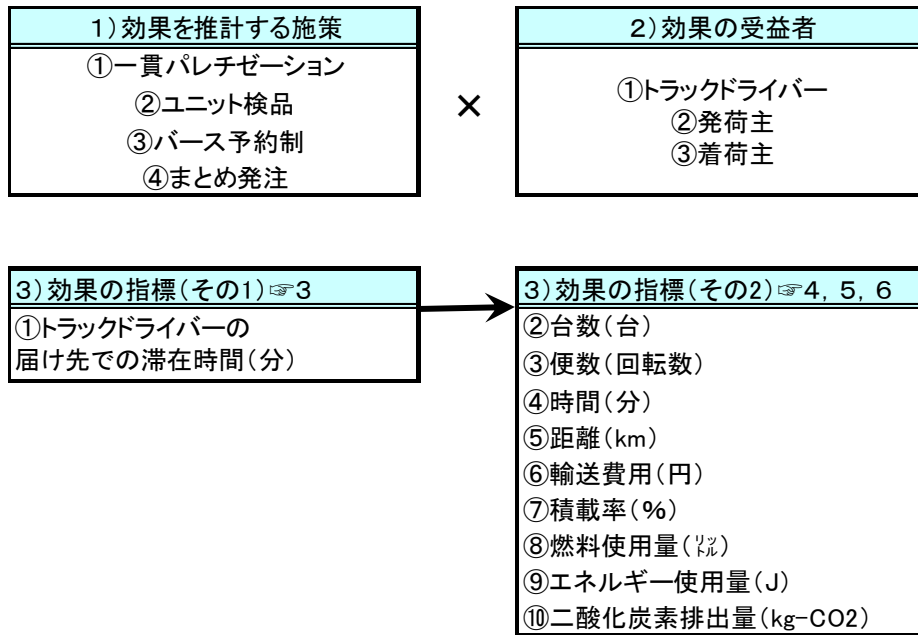


図 4-5 本研究における効果推計の考え方

3. トラックドライバーの届け先での滞在時間の推計方法

今回の効果推計の目的は、届け先での滞在時間短縮がもたらすドライバーを始めとする物流現場の生産性向上並びに省エネ化/環境負荷低減効果を、実際の出荷データを使って、定量的に推定することである。

ここで届け先でのドライバーの滞在時間短縮の対象となる時間は2つある。ひとつは「バース接車からドライバー出発までの時間 (y_1)」、もうひとつは、その前工程の「ドライバー到着からバース接車までの時間」(以下、 y_0 と記す) である。

第2章の「4. 実態調査の回帰分析」で述べたように、「バース接車からドライバー出発までの時間 (y_1)」について、入荷数量(アイテム数、ケース数)及びその荷姿/荷役方法(一貫パレチゼーション、パレット積み替え、バラ)を説明変数として定式化できたケースが3つあった²¹。

本節では、上の3つの回帰式を用いた、効果推計の前提となる、トラックドライバーの届け先での滞在時間の推計方法について述べる。

²¹ 第2章 トラックドライバーの稼働状況に関する実態調査 4. 実態調査の回帰分析 4.3 回帰分析の結果 式①、式②、式③

3.1 一貫パレチゼーション

- ・ X物流センターとY物流センターでは、トラックドライバーの届け先での滞在時間（「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」）を、重回帰式を用いて求めることが出来る。
- ・ 仮の数字を入れて、一貫パレチゼーションによる届け先での滞在時間の削減を算出した例を、以下に示す。

1) X物流センター

式①の x11 を 10、x12 を 90、x13 を 0 としたもの（一貫パレチゼーションの入荷が全入荷アイテムの 10%）を基準とし、ケースAは x12 の 40 アイテムが x11 に転じること（同 50%）、また、ケースBでは x12 の全 90 アイテムが x11 に転じること（同 100%）として、一貫パレチゼーションで入荷した荷物の割合が増えることによる、「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」の削減を推計した²² ²³（表 4-1）。

$$y1=0.696x11+1.13x12+0.895x13+20.0 \text{ (補正 } R^2=0.560) \cdots \text{式①}$$

y1：バース接車からドライバー出発までの時間（分）

x11：一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数

x12：パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のアイテム数

x13：バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のアイテム数

表 4-1 一貫パレチゼーションの増大によるバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の削減効果(アイテム数ベース)

	アイテム数(アイテム)			時間(分)		
	一貫PL	PL	バラ	接車～出発	削減時間	
	x11	x12	x13	y1	指数	▲y1
基準	10	90	0	128.7	100	—
ケースA	50	50	0	111.3	87	17.4
ケースB	100	0	0	89.6	70	39.1

²² 回帰式の元データの範囲は、一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数(x11)が 0 から 94、パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のアイテム数(x12)が 0 から 29 となっていた。ここでの想定は、x11、x12 双方とも最大値がこの範囲を逸脱しているため、外挿を行った。

²³ 実態調査日のアイテム数ベースの構成比は次の通り。

一貫パレチゼーション：61.0% パレット：12.5% バラ：26.5%

実際には、既に一貫パレチゼーションによる入荷割合が高く、時間短縮の削り代は小さいか？

2) Y 物流センター

式③の x21 を 100、x22 を 900、x23 を 0 としたもの（一貫パレチゼーションの入荷が全入荷ケースの 10%）を基準とし、ケース A では x22 の 400 ケースが x21 に転じること（同 50%）、また、ケース B では x22 の全 900 ケースが x21 に転じること（同 100%）として、一貫パレチゼーションで入荷した荷物の割合が増えることによる「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」の削減を推計した²⁴ ²⁵（表 4-2）。

$$y1=0.0269x21+0.0941x22+0.162x23+45.9 \text{ (補正 } R^2=0.541) \cdots \text{式③}$$

y1：バース接車からドライバー出発までの時間（分）

x21：一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数

x22：パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のケース数

x23：バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のケース数

表 4-2 一貫パレチゼーションの増大によるバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の削減効果(ケース数ベース)

	ケース数(ケース)			時間(分)		
	一貫PL	PL	バラ	接車～出発		削減時間 ▲y1
	x21	x22	x23	y1	指数	
基準	100	900	0	133.3	100	—
ケースA	500	500	0	106.4	80	26.9
ケースB	1000	0	0	72.8	55	60.5

3) Z 物流センター・DC

Z 物流センター・DC では「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」を回帰式から求めることが出来なかったため（考える理由は第 2 章 4.3.1 参照）、原単位（「アイテム数」あたりの「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」並びに「ケース数」あたりの「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」）（表 4-3）を使って、一貫パレチゼーションの時間短縮効果を推計することとした。

²⁴ 回帰式の前データの範囲は、一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数(x21)が 0 から 1830、パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のケース数 (x21) が 0 から 1272 となっていた。ここでの想定は、x21、x22 双方ともこの範囲内にある。

²⁵ 実態調査日のケース数ベースの構成比は次の通り。

一貫パレチゼーション：47.6% パレット：21.4% バラ：31.0%

表 4-3 一貫パレチゼーションとそれ以外の荷役方法による処理時間の比較

荷姿/荷役方法	一貫PL	PL	バラ
バース接車からドライバー出発までの時間(y1)(分)	383	232	800
アイテム数	718	148	675
ケース数	9,725	2,146	4,704
1アイテムあたり処理時間(分/アイテム)	0.533	1.57	1.19
1ケースあたり処理時間(分/ケース)	0.0394	0.108	0.170

この原単位を使って、基準(一貫パレチゼーション率 10%)から、ケース A(同 50%)、ケース B(同 100%)と、一貫パレチゼーションで入荷した荷物の割合が増えることによる「バース接車からドライバー出発までの時間(y1)」の削減を推計した(表 4-4、表 4-5)。

表 4-4 一貫パレチゼーションの増大によるバース接車からドライバー出発までの時間の削減効果(アイテム数ベース)

	アイテム数(アイテム)			1アイテムあたりの所要時間(分/アイテム)			接車から出発までの時間(分)					削減時間(分)
	一貫PL	PL	バラ	一貫PL	PL	バラ	一貫PL	PL	バラ	計(y1)	(指数)	
	x21	x22	x23				一貫PL	PL	バラ			
基準	10	90	0	0.533	1.57	1.19	5.3	141.3	0	146.6	(100)	—
ケースA	50	50	0				26.7	78.5	0	105.2	(72)	41.5
ケースB	100	0	0				53.3	0.0	0	53.3	(36)	93.3

表 4-5 一貫パレチゼーションの増大によるバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の削減効果(ケース数ベース)

	ケース数(ケース)			1ケースあたりの所要時間(分/ケース)			接車から出発までの時間(分)					削減時間(分)
	一貫PL	PL	バラ	一貫PL	PL	バラ	一貫PL	PL	バラ	計(y1)	(指数)	
	x21	x22	x23				一貫PL	PL	バラ			
基準	100	900	0	0.0394	0.108	0.170	3.9	97.3	0	101.2	(100)	—
ケースA	500	500	0				19.7	54.1	0	73.8	(73)	27.5
ケースB	1000	0	0				39.4	0.0	0	39.4	(39)	61.8

4) Z 物流センター・TC

同所では一貫パレチゼーションを行うことが仕組み上考えられないため、効果推計の対象外とする。

3.2 ユニット検品

- ・トラックドライバーの届け先での滞在時間について、X物流センターとY物流センターでは、前述のように、重回帰式を用いて一貫パレチゼーションの時間短縮効果が推計出来た。
- ・これに、“ある前提条件”（後述）並びにB物流センターとX物流センターの間で取り組まれているユニット検品²⁶に係る実態調査データから求められる原単位（表 4-6）を追加することで、X物流センターはアイテム数から、Y物流センターはケース数から、検品時間の削減時間が推計出来る。
- ・ここでは、検品時間は「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」の内数であるとして、y1 の削減時間を推計した。

表 4- 6 通常検品とユニット検品の検品時間の比較

検品方法	通常	ユニット
検品時間(分)	21	6
アイテム数	72	64
ケース数	316	345
1アイテムあたり検品時間(分/アイテム)	0.292	0.0938
1ケースあたり検品時間(分/ケース)	0.0665	0.0173

1) X物流センター

式①の x11 を 10、x12 を 90、x13 を 0 としたもの（一貫パレチゼーションかつユニット検品の入荷が全入荷アイテム数の 10%）を基準とし、ケース A は x12 の 40 アイテムが x11 に転じること（同 50%）、また、ケース B では x12 の全 90 アイテムが x11 に転じること（同 100%）として、一貫パレチゼーションかつユニット検品で入荷した荷物のアイテム数が増えることによる、「バース接車からドライバー出発までの時間(y1)」の削減を推計した（表 4-7）。

ここでは、ユニット検品では荷姿が変わらないことに着目して、一貫パレチゼーションで入荷しているアイテムの全てがユニット検品の対象になることを前提とした。

$$y1=0.696x11+1.13x12+0.895x13+20.0 \text{ (補正 } R^2=0.560) \cdots \text{式①}$$

y1：バース接車からドライバー出発までの時間（分）

x11：一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数

x12：パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のアイテム数

x13：バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のアイテム数

²⁶ 両社の間では「検品レス」と呼ばれている。

表 4-7 ユニット検品によるバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の削減効果
(アイテム数ベース)

	アイテム数(アイテム)			1アイテムあたりの 検品時間 (分/アイテム)		一貫PL入荷荷物の 検品時間(分)		ユニット検品化 による削減時間 (分)	接車から出発までの時間(分)		
	一貫PL	PL	バラ	通常	ユニット	通常	ユニット		y1		
	x11	x12	x13						通常	ユニット	(指 数)
基 準	10	90	0	0.292	0.0938	2.9	0.9	2.0	128.7	126.7	(100)
ケースA	50	50	0			14.6	4.7	9.9	111.3	101.4	(80)
ケースB	100	0	0			29.2	9.4	19.8	89.6	69.8	(55)

一貫パレチゼーション、また、それを前提とするユニット検品の効果を図示したものが図 4-6 である。

一貫パレチゼーションでは、一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数(x11)とパレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のアイテム数(x12)について、基準となる数字を設定(x11=10,x12=90)し、ここからx12を減らす一方x11を増やすと「バース接車からドライバー出発までの時間(y1)」がどう変化するかを推計している。

ユニット検品では、ユニット検品を一貫パレチゼーションの必要十分条件と考え、一貫パレチゼーションの全ての荷物をユニット検品した場合に削減される「バース接車からドライバー出発までの時間(y1)」がどう変化するかを推計している。

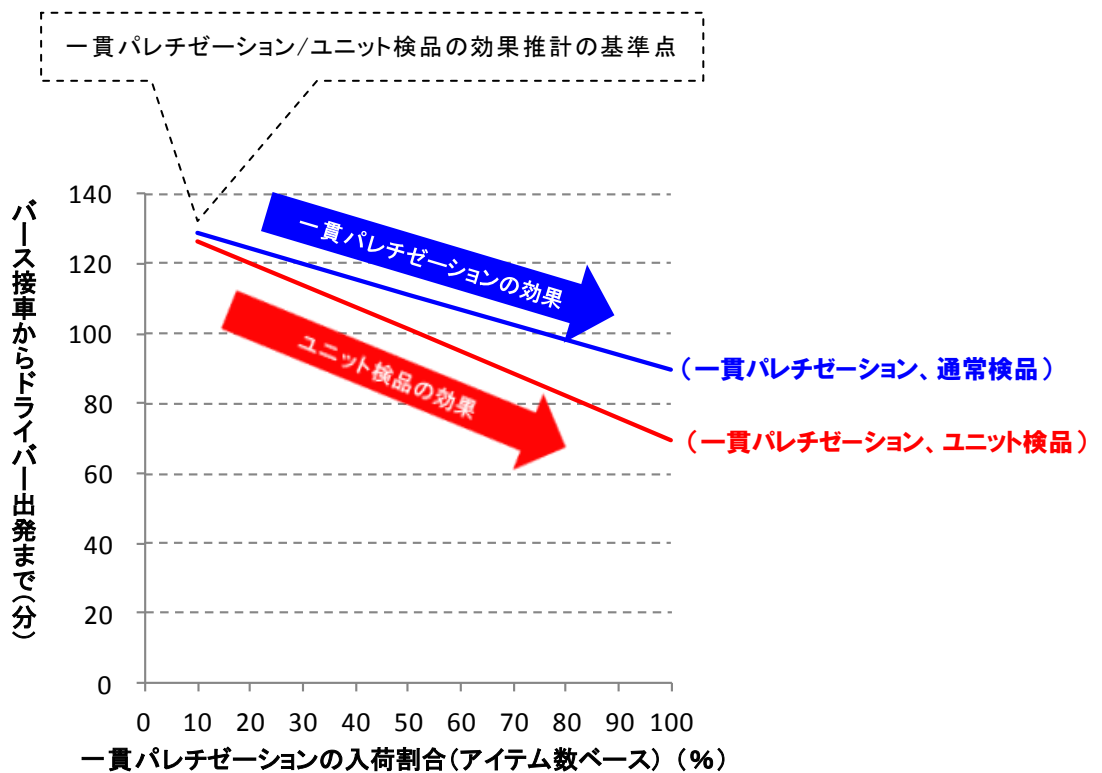


図 4-6 一貫パレチゼーション及びユニット検品による
バース接車からドライバー出発までの時間(y1)の変化(アイテム数ベース)

2) Y 物流センター

式③の x21 を 100、x22 を 900、x23 を 0 としたもの（一貫パレチゼーションかつユニット検品の入荷が全入荷ケース数の 10%）を基準とし、ケース A は x22 の 400 ケースが x21 に転じること（同 50%）、また、ケース B では x22 の全 900 ケースが x21 に転じること（同 100%）として、一貫パレチゼーションかつユニット検品で入荷した荷物のケース数が増えることによる、「バース接車からドライバー出発までの時間（y1）」の削減時間を推計した（表 4-8）。

ここでは、ユニット検品では荷姿が変わらないことに着目して、一貫パレチゼーションで入荷しているアイテムの全てがユニット検品の対象になることを前提とした。

$$y1=0.0269x21+0.0941x22+0.162x23+45.9 \text{ (補正 } R^2=0.541) \cdots \text{式③}$$

y1：バース接車からドライバー出発までの時間（分）

x21：一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数

x22：パレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のケース数

x23：バラで入荷してパレット積みされて入荷した荷物のケース数

表 4-8 ユニット検品によるバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の削減効果
(ケース数ベース)

	ケース数(ケース)			1ケースあたりの 検品時間 (分/ケース)		一貫PL入荷荷物の 検品時間(分)		ユニット検品化 による削減時間 (分)	接車から出発までの時間(分)		
	一貫PL	PL	バラ	通常	ユニット	通常	ユニット		y1		
	x21	x22	x23					通常	ユニット	通常	ユニット
基準	100	900	0			6.7	1.7	4.9	133.3	128.4	(100)
ケースA	500	500	0	0.0665	0.0173	33.3	8.7	24.6	106.4	81.8	(64)
ケースB	1000	0	0			66.5	17.3	49.2	72.8	23.6	(18)

一貫パレチゼーション、また、それを前提とするユニット検品の効果を図示したものが図 4-7 である。

一貫パレチゼーションでは、一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数 (x21) とパレットで入荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のケース数 (x22) について、基準となる数字を設定 (x21=100,x22=900) し、ここから x22 を減らす一方 x21 を増やすと「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」がどう変化するかを推計している。

ユニット検品では、ユニット検品を一貫パレチゼーションの必要十分条件と考え、一貫パレチゼーションの荷物をユニット検品した場合に削減される「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」がどう変化するかを推計している。

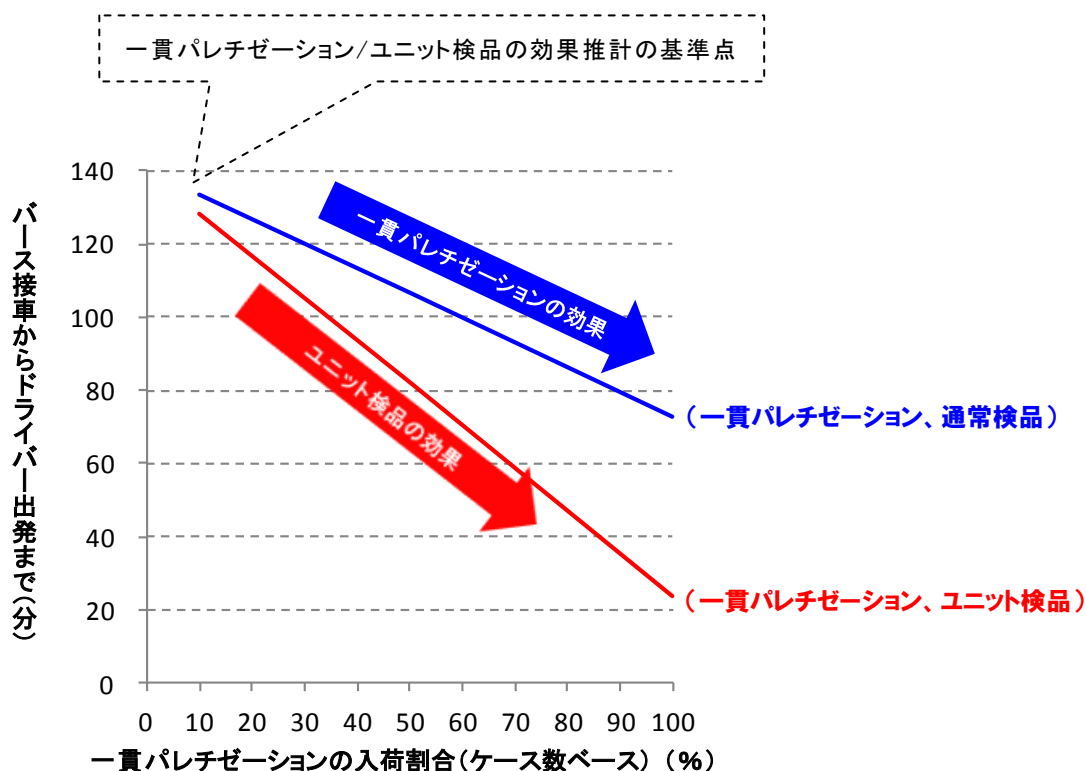


図 4-7 一貫パレチゼーション及びユニット検品による
バス接車からドライバー出発までの時間(y1)の変化 (ケース数ベース)

3) Z 物流センター・DC

前述したように、一貫パレチゼーションの時間短縮効果について、Z 物流センター・DCでは「バス接車からドライバー出発までの時間 (y1)」を回帰式から求めることが出来なかったため、原単位 (前出表 4-3) を使った推計を行った (前出表 4-4、4-5)。

Z 物流センター・DCのユニット検品による短縮時間は、X 物流センター及びY 物流センターの場合と同様に、一貫パレチゼーションで入荷する荷物を全てユニット検品の対象として、B 物流センターとX 物流センターの間で取り込まれているユニット検品に係る実態調査データから求められる原単位 (前出表 4-6) を使うことで、推計出来る。

基準 (一貫パレチゼーション率 10%) から、ケース A (同 50%)、ケース B (同 100%) と、それぞれの一貫パレチゼーション率の時にさらにユニット検品を行った場合の「バス接車からドライバー出発までの時間 (y1_ユニット)」を表 4-9、表 4-10 に示す。

なお、表 4-10 のケース B ではユニット検品の効果が大き過ぎて「バス接車からドライバー出発までの時間 (y1_ユニット)」がマイナスになる結果となっているが、下記の三点を勘案して、一貫パレチゼーションの割合を 100%から減じて「y1_ユニット」がマイナスとならないような値²⁷に調整することは行わなかった。

- ①シミュレーションは、あくまでも、施策を実施した時の改善効果の全体的な傾向を見るために行うものであると捉えており、ひとつひとつの輸送に係る届け先で

²⁷ 一貫パレチゼーション率が 92%のとき、y1_ユニットの値は 0 分となる。

の正確な滞在時間の予測を行うものではないこと

- ②他の時間短縮策との条件設定の形式的な統一を図りたかったこと
- ③今回のシミュレーションの設定(後述)では「到着からバース接車までの時間(y0)」の30分間が計算上のバッファとなり、到着からドライバー出発までの時間(y0+y1)がマイナスになる届け先はなかったこと

なお、後述するZ物流センター・DCモデル(アイテム数ベースモデル²⁸並びにケース数ベースモデル)を適用したシミュレーションで、「バース接車からドライバー出発までの時間(y1_ユニット)」がマイナスになった届け先の割合は、件数ベースで、全ての届け先の2%(アイテムモデル)と5%(ケースモデル)であった(シミュレーション対象日1日)。

僅かな割合ではあるが、これらに係る時間短縮効果が大き目に出ている分、これらに係る削減効果はやや過大になっていることを断っておく。

表 4-9 ユニット検品によるバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の削減効果(アイテム数ベース)

	アイテム数(アイテム)			1アイテムあたりの検品時間(分/アイテム)		一貫PL入荷荷物の検品時間(分)		ユニット検品化による削減時間(分)	接車から出発までの時間(分)		
	一貫PL	PL	バラ	通常	ユニット	通常	ユニット		y1		
	x11	x12	x13						通常	ユニット	(指数)
基準	10	90	0	0.292	0.0938	2.9	0.9	2.0	146.6	144.7	(100)
ケースA	50	50	0			14.6	4.7	9.9	105.2	95.3	(66)
ケースB	100	0	0			29.2	9.4	19.8	53.3	33.5	(23)

表 4-10 ユニット検品によるバース接車からドライバー出発までの時間(y1)の削減効果(ケース数ベース)

	ケース数(ケース)			1ケースあたりの検品時間(分/ケース)		一貫PL入荷荷物の検品時間(分)		ユニット検品化による削減時間(分)	接車から出発までの時間(分)		
	一貫PL	PL	バラ	通常	ユニット	通常	ユニット		y1		
	x21	x22	x23						通常	ユニット	(指数)
基準	100	900	0	0.0665	0.0173	6.7	1.7	4.9	101.1	96.2	(100)
ケースA	500	500	0			33.3	8.7	24.6	73.7	49.1	(51)
ケースB	1000	0	0			66.5	17.3	49.2	39.4	-9.8	—

4) Z物流センター・TC

同所は入荷検品にドライバーを立ち合わせない「あと検品」方式が原則であるため、ユニット検品の効果推計の対象外とする。

²⁸ 今回のシミュレーションでは、アイテム数ベースでも y1_ユニットがマイナスになる届け先があった。

3.3 バース予約制

- 第1章の「1.4 民間企業メーカーB社の先行調査データの分析」における届け先での滞在時間に関するドライバー調査の結果に拠れば、「到着～接車荷降し (y0)」までの所要時間は12拠点平均で66分、一方、「荷降し開始～終了 (y1)」までの所要時間は同37分であった(図4-8)。

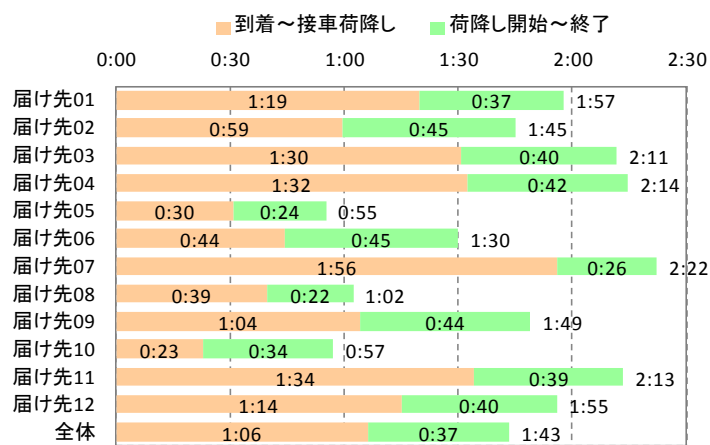


図4-8 到着から終了(出発)までの所要時間【図3-5再掲】

- 荷降しを始めてしまえば37分で終わるのだが、それまでの待機時間はその時間の1.8倍もある。
- X物流センター、Y物流センターでは、「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」の定式化が出来ているので、予約システムを利用する届け先を想定して、当該施設への搬入予定アイテム数あるいはケース数から「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」を予測し、バースの利用時間を割り当て、さらにバース接車時刻を指定することが可能である。
- これにより、図4-8の「到着～接車荷降ろし (y0)」までの時間を、理論的には、大幅に削減することが出来るので、この短縮時間を効果として計上することが出来る。
- 「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」について、今回の推計では、バース予約制の対象となる全ての届け先において、次の式②を用いて算出することとする。

$$y1=0.694x+22.3 \quad (R^2=0.571) \quad \dots \text{式②}$$

ここに、

y1=バース接車からドライバー出発までの所要時間 (分)

x =入荷アイテム数 (アイテム)

3.4 まとめ発注

- ・まとめ発注の効果は出荷ロットを大きくして輸送頻度を下げることで得られるもので、これまで取り上げた3つの施策（一貫パレチゼーション、ユニット検品、バース予約制）のように、1回の輸送における届け先でのドライバーの滞在時間を直接短縮するものではない。このため、シミュレーションの推計期間は一定の期間が必要になる。ここでは、取得データの期間に合わせて、1週間とした。
- ・届け先における「バース接車からドライバー出発までの時間（ y_1 ）」については、次の式②を用いることとする。

$$y_1=0.694x+22.3 \quad (R^2=0.571) \quad \dots \text{式②}$$

ここに、

y_1 =バース接車からドライバー出発までの所要時間（分）

x =入荷アイテム数（アイテム）

- ・まとめ発注の導入対象となる届け先における「バース接車からドライバー出発までの時間（ y_1 ）」の1週間の合計値のうち、入荷アイテム数（ x ）に応じて時間が発生する項（ $0.694x$ ）については、まとめ発注によって1週間の間に届けられるアイテムの数が減る訳ではないため、この分についてはまとめ発注の実施前後で変化はない。
- ・一方、式②の切片（22.3分）については、入荷アイテム数（ x ）に関わらず輸送1回につき22.3分が加算されるため、輸送回数が減ればこの分の時間が減る。
- ・また、「ドライバー到着からバース接車までの時間（ y_0 ）」についても、1回の輸送ごとに加算されるため、輸送回数が減ればこの分の時間が減る。
- ・以上のようなシナリオで、まとめ発注の時間短縮効果は表される。

以上、トラックドライバーの届け先での滞在時間の推計方法について述べたが、これから導かれる時間短縮効果は、発荷主並びに着荷主にももたらされると考えられる。

発荷主においては、輸送を委託しているトラックドライバーの時間短縮効果は、そのまま自らの効果となり得る。

着荷主においては、トラックドライバーの届け先（＝自らの施設）での滞在時間の短縮は、バースの運用効率の向上、さらには、バース数そのものの削減（→よりコンパクトな施設→固定資産/賃貸費の削減）に繋がるだけでなく、施設の庫内作業員（特に、検品要員）の時間生産性の向上²⁹（→人件費の削減）に繋がるのが期待できる。

²⁹ バースの予約システムによって倉庫側では事前準備ができるようになるため、効率的な荷役作業が可能になり、ひとりあたり時間あたりの取り扱い荷量が、前年同月比26%増（2015年7月）、同66%増（2015年8月）という報告がある。出典：「倉庫の効率アップこそ受付と予約で！」川崎陸送㈱ 2017年2月14日 トラック運送の生産性向上セミナー（国土交通省自動車貨物課主催）配布資料

3.5 トラックドライバーの届け先での滞在時間の推計方法のまとめ

1) 一貫パレチゼーション

一貫パレチゼーションの「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」の設定にあたって用いた数字の出所となっている各表を**表 4-11**に示す。

X物流センターでは、重回帰式の式①を使って、アイテム数から y1 を算定した (**表 4-1**)。

Y物流センターでは、重回帰式の式③を使って、ケース数から y1 を算定した (**表 4-2**)。

Z物流センター・DCでは、X物流センターやY物流センターのような重回帰式が得られなかったため、総アイテム数、総ケース数と総「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」を用いて、アイテム数あたり、また、ケース数あたりの「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」(原単位) (**表 4-3**) を求め、これらから y1 を算定した。

表 4-11 一貫パレチゼーションで「バース接車からドライバー出発までの時間(y1)」の算定に用いたデータの出所

物流センター	重回帰式の傾き		原単位		統括表
	アイテム数	ケース数	アイテム数	ケース数	
X(アイテム)	表4-1				←
Y(ケース)		表4-2			←
Z・DC(アイテム)			表4-3		表4-4
Z・DC(ケース)				表4-3	表4-5

一貫パレチゼーションでは、「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」が短縮されることで、到着から出発までの滞在時間が短縮される (**図 4-9**)。

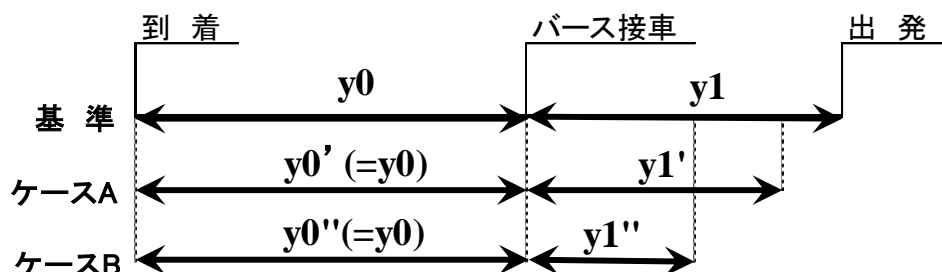


図 4-9 一貫パレチゼーションによる到着から出発までの時間短縮のしくみ

2) ユニット検品

ユニット検品の「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」の算定にあたって用いた数字の出所となっている各表を表 4-12 に示す。ユニット検品は一貫パレチゼーションで入荷する荷物を前提としているために、表 4-12 は表 4-11 の内容を含めたかたちになっている。

ユニット検品では、重回帰分析が行えなかったことに加えて、データが得られたのが X 物流センターのみであったことから、Y 物流センター及び Z 物流センター・DC の 2 箇所においても、X 物流センターで得られた原単位 (表 4-6) を流用している。

この原単位は、総アイテム数、総ケース数と総「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」から、アイテム数あたり、また、ケース数あたりの「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」を求めたものである。

表 4-12 ユニット検品で
「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」の算定に用いたデータの出所

施策	一貫パレチゼーション				ユニット検品		統括表
	重回帰式の傾き		原単位		原単位		
	アイテム数	ケース数	アイテム数	ケース数	アイテム数	ケース数	
X(アイテム)	表4-1				表4-6		表4-7
Y(ケース)		表4-2				表4-6	表4-8
Z・DC(アイテム)			表4-3		表4-6		表4-9
Z・DC(ケース)				表4-3		表4-6	表4-10

ユニット検品では、一貫パレチゼーションと同様に、「バース接車からドライバー出発までの時間 (y1)」が短縮されることで、到着から出発までの滞在時間が短縮される (前出図 4-9)。

3) バース予約制

バース予約制は、「到着からバース接車までの時間 (y0)」が短縮されることで、到着から出発までの滞在時間が短縮される (図 4-10)。

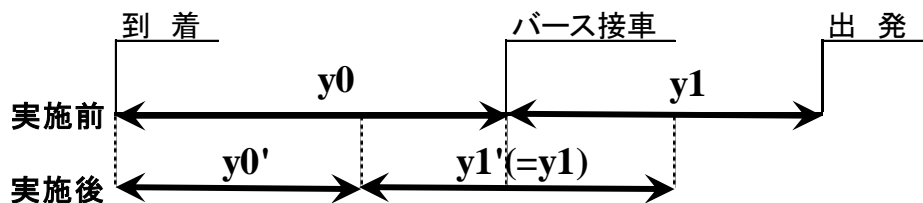


図 4-10 バース予約制による到着から出発までの時間短縮のしくみ

4) まとめ発注

まとめ発注では、「到着からバース接車までの時間 (y_0)」(輸送1回につき y_0 分)に加えて「バース接車からドライバー出発までの時間 (y_1)」のうち、式②の切片分(輸送1回につき 22.3 分)が削減され、到着から出発までの滞在時間が短縮される(図4-11)。

なお、まとめ発注の効果は、今回の推計上、ここで述べたような時間の短縮として表されることとなるが、本研究におけるまとめ発注の効果の本質は、発着両荷主の連携により、一貫パレチゼーション並びにまとめ検品を推進するための環境整備を行うことで、荷役並びに検品時間を削減することにあることを強調しておきたい。

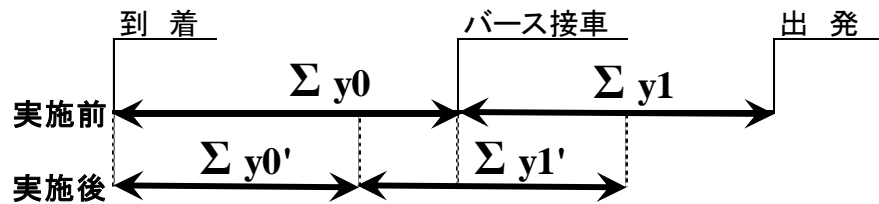


図4-11 まとめ発注による到着から出発までの時間短縮のしくみ

以上に見てきたように、一貫パレチゼーション並びにユニット検品、バース予約制、まとめ発注では、時間短縮策の効果シミュレーションの前提条件が異なる。

ここで具体的に、時間短縮策の対象となる届け先を見ると、次のようになっている。

一貫パレチゼーション並びにユニット検品：1週間のうち届けがある日の平均ケース数が40ケースを上回る量がある届け先

バース予約制：ケース数の多い上位10%の届け先

まとめ発注：1週間の届け回数が4日以上で、かつ、届けがある日の平均ケース数が40ケース未満の届け先

このように、施策の対象、さらには時間短縮効果が現われる時間 (y_0 または y_1) や効果が現われるメカニズムも、それぞれの施策で異なっている。このため、各施策の実施効果の大小について相対的な比較を行うことに意味はないことに留意されたい。

4. シミュレーションの前提条件とケース設定

4.1 推計のために収集した4つの発物流センターの出荷データの内容

1) 収集した出荷データの情報項目

シミュレーションのためのデータとして、4つの発物流センターについて、各社から下表に示す出荷データを収集した。

表 4-13 収集した情報に基づく出荷データの整理イメージ

① NO	② 納品日	③ 出荷拠点名	④ 出荷拠点住所	⑤ 中継拠点名	⑥ 中継拠点住所	⑦ 届け先名	⑧ 届け先住所	⑨ アイテム	⑩ 個数(ケース or パラ数)	⑪ 重量(kg)	⑫ 着時刻指定	⑬ 車種	⑭ 庭先条件等
1-1	2016 1012	×× 物流 セン ター	埼玉 県A 市○ ○ 1-23	—	—	□□ (株) □物 □流 セン ター	埼玉 県D 町○ ○78 番地	□□	50	280	8:30 ~ 11:30	4t	—
1-2	同上	同上	同上	—	—	同上	同上	××	25	140	同上	同上	同上
1-3	同上	同上	同上	—	—	同上	同上	△△	5	28	同上	同上	同上
2-1	同上	同上	同上	—	—	△△ (株) △倉 庫	茨城 県E 市○ ○ 2430 番地	□□ □□	10	120	9:00 ~ 11:00	4t	—
2-2	同上	同上	同上	—	—	同上	同上	×× ××	5	60	同上	同上	同上
3-1	同上	同上	同上	△△ 運輸 C物 流セ ンタ ー	栃木 県C 市○ ○ 4-56	◇◇ (株) ◇倉 庫	栃木 県F 町○ ○ 6-2	□□	25	140	7:00 ~ 10:00	2t	付帯 業務 有
...

収集データの対象：実態調査対象の発施設の輸送データ

出荷拠点の他に、輸送事業者の物流センターなどを経由する場合は、中継拠点（住所）も把握。

なお、シミュレーションでは、届け先は下記エリアに限定して試算。

北関東調査 発施設 → 着：北関東4県

(茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県)

北海道調査 発施設 → 着：北海道内

収集データの期間：実態調査日を含む1週間

北関東調査：10/12(水)～10/18(火)

北海道調査：11/7(月)～11/13(日)

収集データ項目：日別、出発地（出荷拠点及び中継拠点）別、届け先別、アイテム別、個数及び重量（基本的には出荷データから把握）

なお、着時刻指定、車種、庭先条件等も可能な範囲で把握する。

備考：明らかに共配できない荷物（冷蔵品、据付等付帯業務があるもの）は、提供時に除外

2) 収集した4つの発物流センターの出荷データに基づく物流の現状の整理

シミュレーションに先立ち、4つの発物流センターの物流の現状について確認した。

まず、4つの発物流センターの出荷の曜日波動について確認した。いずれの物流拠点でも、届け先数の変動より、荷物のアイテム数・個数・重量の変動の方が大きい（次頁図 4-13）。また、個数と重量はほぼ類似しており、金曜日が多い傾向が見られるものの、拠点により変動は異なっている（次々頁図 4-14）。

なお、後述のシミュレーションでは、1日のみの試算の場合は、水曜日を対象としている。

また、4つの発物流センターの届け先への届け回数について確認した（図 4-12）。

なお、後述のまとめ発注に関するシミュレーションでは、まとめ発注の導入対象は多頻度小口の届け先であることが条件と考えられることから、1週間の届け回数が4日以上で、かつ、届けがある日の平均ケース数が40ケース未満の届け先を、まとめ発注に転換する届け先として抽出している。

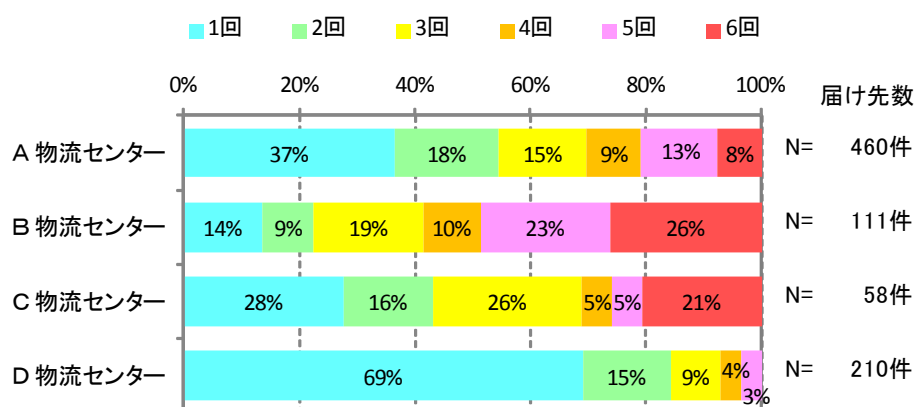


図 4-12 1週間のうちの届け回数別の届け先数の構成比

■ A物流センター ▲ B物流センター ■ C物流センター ○ D物流センター

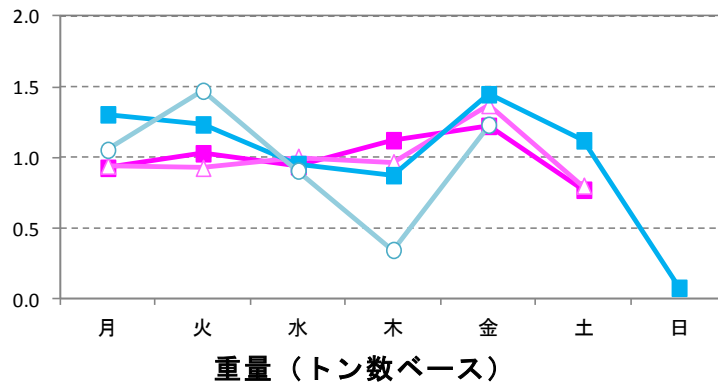
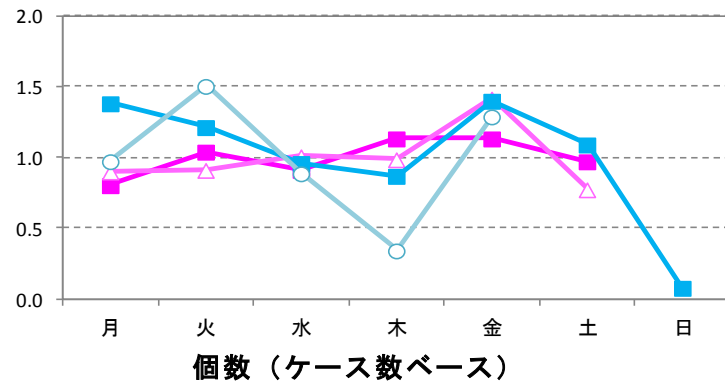
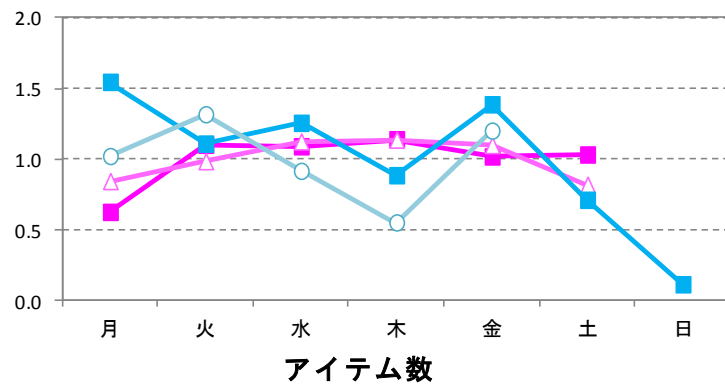
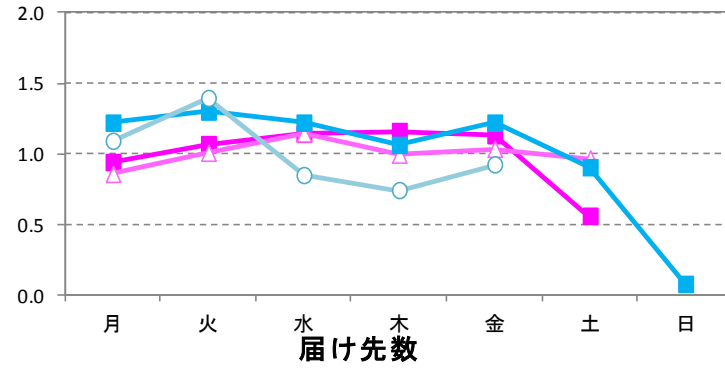


図 4- 13 発 4 物流センターの出荷に関する曜日波動 (※週平均=1 とした場合の指数)
届け先数・アイテム数・個数・重量

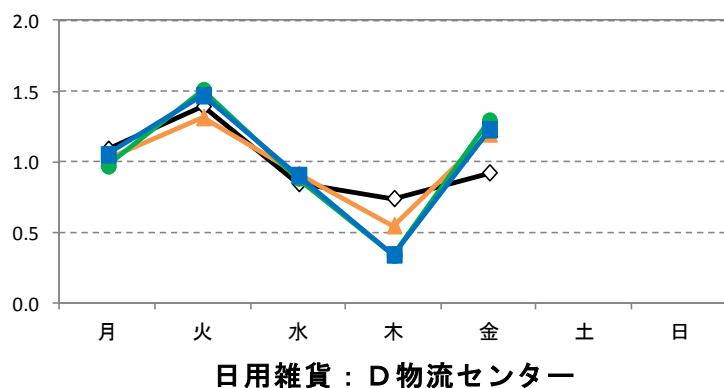
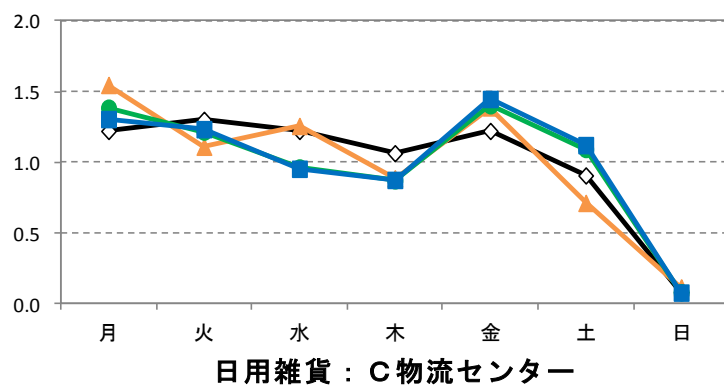
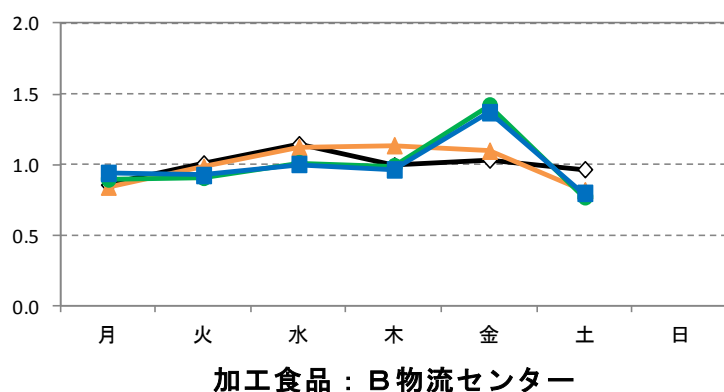
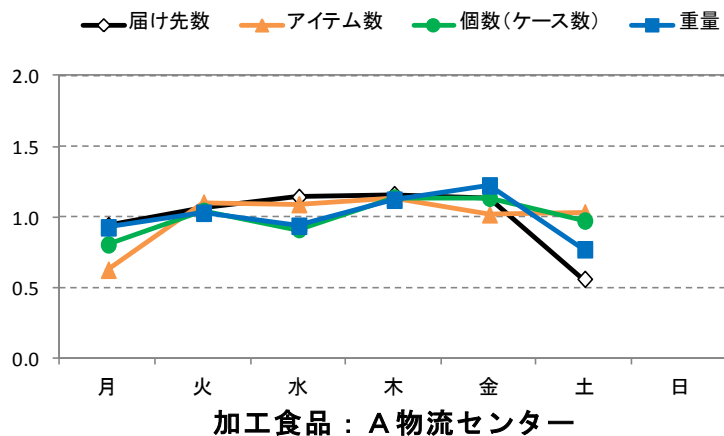


図 4- 14 発 4 物流センターの出荷に関する曜日波動（※週平均=1 とした場合の指数）
発 4 物流センター別

4.2 シミュレーションにおける条件設定

シミュレーションの条件設定は、以下の通り。

1) 時短策の導入対象

効果を推計する4つの施策ごとに、それぞれ時短策の導入対象を設定した。

(1) 一貫パレチゼーション

パレット輸送を行うためには、一定以上の荷量があることが前提条件と考えられる。そのため、一貫パレチゼーションの導入対象としては、1週間のうち届けがある日の平均ケース数が40ケース以上を基準とし、これを上回る量がある届け先を、一貫パレチゼーションを行う届け先として設定した。

(2) ユニット検品

ユニット検品は一貫パレチゼーションを前提としたものである。そのため、ユニット検品の導入対象については、上記(1)の一貫パレチゼーションと同様に、1週間のうち届けがある日の平均ケース数が40ケース以上を基準とし、これを上回る量がある届け先を、ユニット検品を行う届け先として設定した。

(3) バース予約制

バース予約システムの導入は、一定規模の施設であることが条件と考えられる。そのため、4つの発物流センター毎に、届けるケース数の多い上位10%の届け先を、バース予約制が導入される届け先として設定した。

(4) まとめ発注

まとめ発注の導入対象は、多頻度小口の届け先であることが条件と考えられる。そのため、4つの発物流センター毎に、1週間の届け回数が4日以上で、かつ、届けがある日の平均ケース数が40ケース未満の届け先を、まとめ発注に転換する届け先として設定した。

2) 届け先での滞在時間

届け先での滞在時間「到着から出発までの時間」は、下記「(1)到着からバース接車までの時間」と「(2)バース接車からドライバー出発までの時間」の合計である。

(1) 届け先における「到着からバース接車までの時間」の設定

着施設調査の4つの物流センターにおける「到着からバース接車までの時間(y0)」の平均は、21~60分とバラツキがみられた。そのため、今回のシミュレーションでは、全ての届け先で、一律30分として設定した。

バース予約制のシミュレーションでは、バース予約制が導入される届け先は実施前の1/2の一律15分、それ以外の届け先は実施前と同じ一律30分と設定した。

(2) 届け先における「バース接車からドライバー出発までの時間」の設定

前節「3. トラックドライバーの届け先での滞在時間の推計方法」に基づき、下記の通り、発物流センター毎に、適用するモデルを変えて時間を推定した。

一貫パレチゼーションとユニット検品については、入荷に占める一貫パレチゼーション率の変化による効果を比較するため、一貫パレチゼーション率の変化を設定できるモデルを用いて推計した。

具体的には、一貫パレチゼーションでは、基準（アイテム数ベース又はケース数ベースの一貫パレチゼーション率 10%）から、ケース A（同 50%）、ケース B（同 100%）と、一貫パレチゼーション率が大きくなった場合の時間を算出して用いた。

また、ユニット検品では、前述の一貫パレチゼーション率が、基準（アイテム数ベース又はケース数ベースの一貫パレチゼーション率 10%）から、ケース A（同 50%）、ケース B（同 100%）とそれぞれの時に、さらにユニット検品を行った場合の「バース接車からドライバー出発までの時間」を算出して用いた。

バース予約制とまとめ発注のシミュレーションにおいては、全物流センターで同じ回帰式を用いて時間を算出した。

表 4- 14 届け先での「バース接車からドライバー出発までの時間」推計で用いたモデル

①一貫パレチゼーション、②ユニット検品

適用モデル (着物流センターの 実態調査結果より)		加工食品		日用雑貨	
		X物流センター	Y物流センター	Z物流センター・DC	Z物流センター・DC
発物流センターの出荷データ					
加工食品	A物流センター	X物流センター (アイテム数 ベースモデル) 回帰式①	Y物流センター (ケース数 ベースモデル) 回帰式③		
	B物流センター				
日用雑貨	C物流センター			Z物流センター・DC (アイテム数 ベースの原単位)	Z物流センター・DC (ケース数 ベースの原単位)
	D物流センター				

※Z物流センター・DCでは、回帰式が得られなかったため、アイテム数ベースモデル、ケース数ベースモデルの双方とも原単位を使った。

③バース予約制、④まとめ発注

適用モデル (着物流センターの 実態調査結果より)		加工食品		日用雑貨	
		X物流センター	Y物流センター	Z物流センター・DC	Z物流センター・DC
発物流センターの出荷データ					
加工食品	A物流センター	X物流センター (アイテム数 ベースモデル) 回帰式②			
	B物流センター				
日用雑貨	C物流センター				
	D物流センター				

3) その他の条件等

(1) 試算対象日 1日分（水曜日）、まとめ発注のみ1週間分

過年度の研究において、1日と1週間分のシミュレーションを行い、結果は概ね同じ傾向となることを把握しているため、まとめ発注以外は1日分（水曜日）のシミュレーションとした。

表 4- 15 試算対象日

加工食品								日用雑貨								
	月	火	水	木	金	土	日		月	火	水	木	金	土	日	
10月						1	2	11月		1	2	3	4	5	6	
	3	4	5	6	7	8	9		7	8	9	10	11	12	13	
	10	11	12	13	14	15	16		14	15	16	17	18	19	20	
	17	18	19	20	21	22	23		21	22	23	24	25	26	27	
	24	25	26	27	28	29	30		28	29	30					
	31															

(2) 地域

加工食品：北関東4県（埼玉県、栃木県、茨城県、群馬県）、日用雑貨：北海道

(3) 出発地（発地）、届け先（着地）、車両の帰着場所（帰庫地）

発4拠点からそれぞれの届け先まで。中継は考慮していない。

車両は、発4拠点にそれぞれ所属し、届け後、出発地に戻る。ただし、輸送時間は最終届け地で終了としている。

(4) 車両サイズ／車両積載上限／コスト

全て以下の条件で試算。

最大積載量 12.5 トン車、積載上限 80%・10 トン、

車建て（時間制）運賃 8時間まで 50,000 円、以降1時間毎に 5,000 円の割増

(5) 出荷拠点での荷積、荷降時間

出荷拠点での荷積時間 1回当たり 90分として試算

(6) 時間指定

出荷拠点の出発時間は、実際には拠点毎に異なると思われるが、実データが把握できないため、ここでは一律以下の通りと設定した。

出荷拠点の出発時間帯 14:00～18:00（4h）

届け先の着時刻指定 8:00～12:00（4h）

(7) 車両とドライバーの稼働時間

車両については、車両自体の稼働時間は、全て 24 時間稼働可能(0:00～24:00(24h))とした。

また、ドライバーの稼働時間については、法定労働時間を勘案し、以下のように

設定した。なお、この時間には、運転だけでなく、荷積・荷降時間等を含む。

一律 11h

(なお、北海道においては、一部、11 時間では届かない届け先もあるため、11 時間を超える配車も許容している。)

(8) 走行速度／高速道路利用

下記のシミュレータの設定速度で試算。

なお、幹線高速道路、有料道路も利用する設定。(ただし、料金は計算されない。)

表 4- 16 道路種別毎の速度設定

道路種別	高速	都高	国道	県道	市道	その他
時速(km/h)	80	60	30	30	30	20

(9) 試算上の荷物単位について

ある荷主会社が出荷地から届け先に届けた 1 日の荷物のかたまりを 1 単位の荷物とし、それぞれに重量 (kg) をもたせて試算している。(つまり、アイテム別でも、ケース別でもなく、届け先別の日荷物重量単位で試算している。)

ただし、1ヶ所の届け先で 12.5 トン車の積載上限 10.0 トンを超える場合は、そのままでは輸送できないため、最大 10.0 トンで荷物を分割して試算しており、2 分割した場合は 2 単位の荷物となっている。

なお、届け先に対して 1 日に 2 回届けている場合もあると思われるが、今回、各社からの提供データが日別届け先別データとして整理いただいていることから、1 日に 1 回で届けているものとして試算している。

(10) 積載率について

シミュレーション結果で示す積載率は、12.5 トン車の場合は積載上限 10 トンを 100%とした場合の数値である。

シミュレーションの設定条件をまとめると、表 4-17 の通りである。
 なお、本研究では、次のシステムをシミュレータとして利用した。
 株式会社パスコ「LogiSTAR 配車管理簿」

表 4-17 シミュレーションの設定条件（まとめ）

	一貫パレチゼーション	ユニット検品	バース予約制	まとめ発注															
導入対象	・一定以上の荷量の届け先で導入 (40 ケース以上)		・荷量の多い届け先 でバース予約制を 導入 (ケース数が多い 上位 10%)	・多頻度小口の届け 先でまとめ発注に 転換 (1週間の届け回 数 4 日以上で、か つ平均 40 ケース 未満の届け先)															
1)試算対象日	1日(水)			1週間(月～日)															
2)地域	・加工食品:北関東4県、日用雑貨:北海道																		
3)出発地(発地、 from)、 届け先(着地、 to)、 車両の帰着場所 (帰庫地)	・発4拠点から、それぞれの全届け先まで。中継は考慮していない。 ・車両は、発4拠点にそれぞれ所属し、届け後、出発地に戻る。ただし、輸送時間は最終 届け地で終了としている。																		
4)車両サイズ/車 両積載上限/コ スト	・すべて以下の設定値で試算 最大積載量 12.5トン車、積載上限 80%・10トン、 車建て(時間制)運賃 8時間まで 50,000円、以降1時間毎に 5,000円の割増																		
5)出荷拠点での荷 積時間	・1回当たり 90分として試算																		
6)届け先での滞在 時間	・全ての届け先 待ち時間 30分 ・着施設実態調査に基づき、届け先毎に、 届け荷物のアイテム数又はケース数に基 づく滞在時間を設定 ・その際、入荷に占める一貫 PL/ユニット 検品等の割合をケース設定		・バース予約制導入 の届け先 待ち時間 30分 →15分 ・その他の届け先 待ち時間 30分	・全ての届け先 待ち時間 30分															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>一貫PL</th> <th>PL</th> <th>バラ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基準</td> <td>10%</td> <td>90%</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>ケースA</td> <td>50%</td> <td>50%</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>ケースB</td> <td>100%</td> <td>0%</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>			一貫PL	PL	バラ	基準	10%	90%	0%	ケースA	50%	50%	0%	ケースB	100%	0%	0%	・着施設実態調査に基づき、届け先毎に、 届け荷物のアイテム数に基づく滞在時間 を設定
	一貫PL	PL	バラ																
基準	10%	90%	0%																
ケースA	50%	50%	0%																
ケースB	100%	0%	0%																
7)時間指定	・すべて以下の設定で試算 発拠点の出発時間帯 0:00～24:00(24h) 届け先の着時刻指定 8:00～12:00(4h)																		
8)車両とドライバー の稼働時間	・車両稼働時間 0:00～24:00(24h) ・ドライバーの稼働時間 11h (ただし、北海道で超過する場合もある)																		
9)走行速度/高速 道路利用	・シミュレータの設定速度で試算 ・高速道路、有料道路も利用 (ただし、料金は加算されない)																		

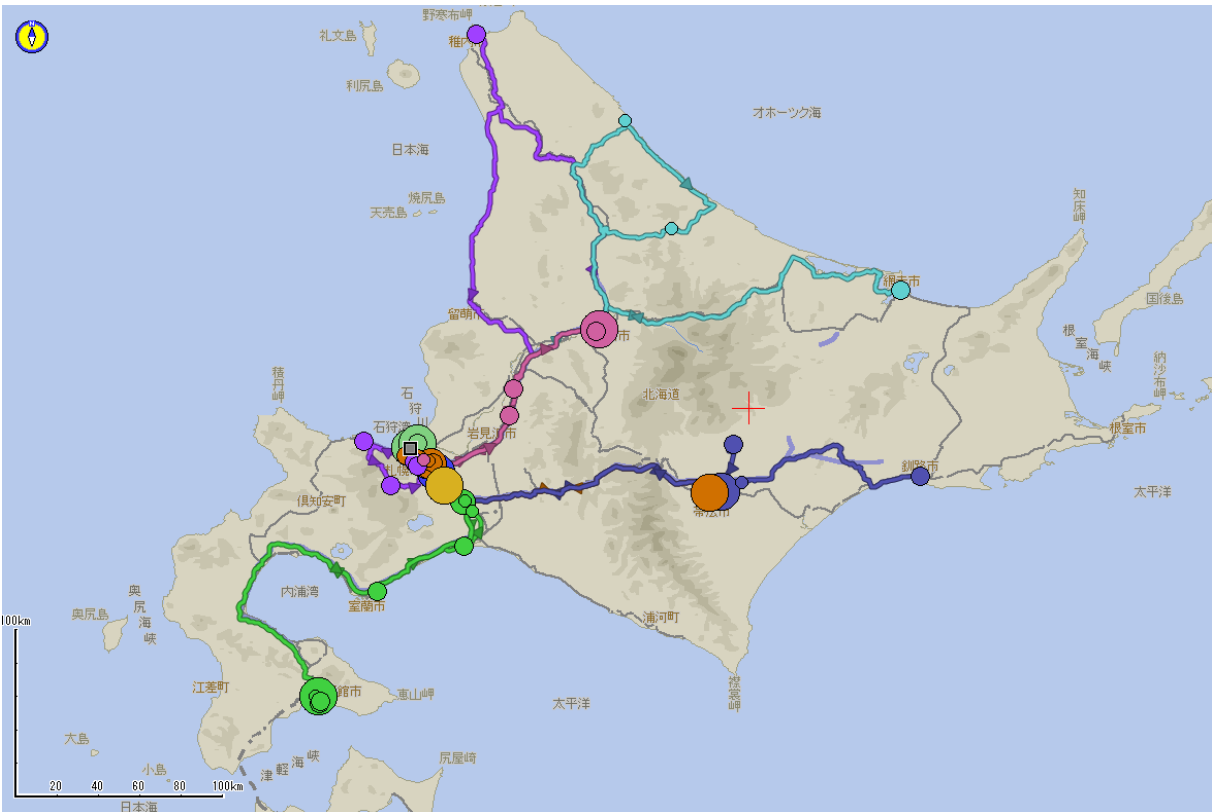
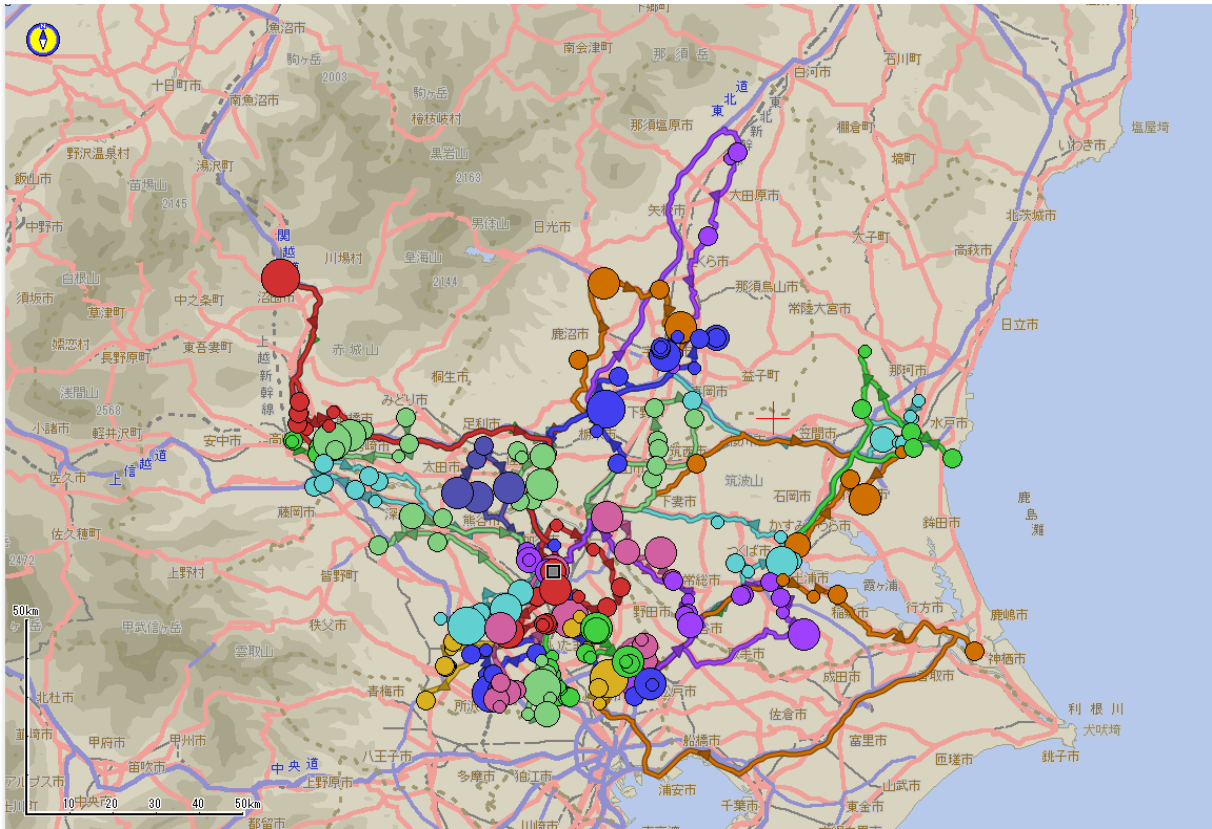


図 4- 15 配車結果の例

出典：「LogiSTAR 配車管理簿」（株パスコ）による配車結果
 注：地図の円の大きさは、各拠点における物量を示す。

5. シミュレーション結果

5.1 一貫パレチゼーション

一貫パレチゼーションの導入対象となる届け先の割合は、水曜日 1 日の全 4 センター計で、36%である（図 4-16）。

ケース B の一貫パレチゼーションの導入効果は、アイテム数ベースモデルを適用した場合、全 4 センターをあわせた輸送時間（届け先での滞在時間を含む）で、5.4%の削減となる（図 4-17）。

なお、アイテム数ベースモデルの場合、そのモデル特性から、アイテム数の多い C 物流センターで最も大きい削減効果（16.1%）が表れる。

一方、ケース数ベースモデルを適用した場合、全 4 センターをあわせた輸送時間（届け先での滞在時間を含む）は、3.4%の削減となる（図 4-18）。

区分	発物流センター	重量 (t)	届け先数			
			1週間		水曜日	
			届け有	一貫パレ対象	届け有	一貫パレ対象
実数	A物流センター	122,451	460	128	234	76
	B物流センター	65,293	111	59	84	41
	C物流センター	45,903	58	32	31	19
	D物流センター	72,747	210	23	56	10
	加食2センター計	187,744	571	187	318	117
	日雑2センター計	118,650	268	55	87	29
	全4センター計	306,394	839	242	405	146
	対象割合			100%	28%	100%
			100%	53%	100%	49%
			100%	55%	100%	61%
			100%	11%	100%	18%
			100%	33%	100%	37%
			100%	21%	100%	33%
			100%	29%	100%	36%

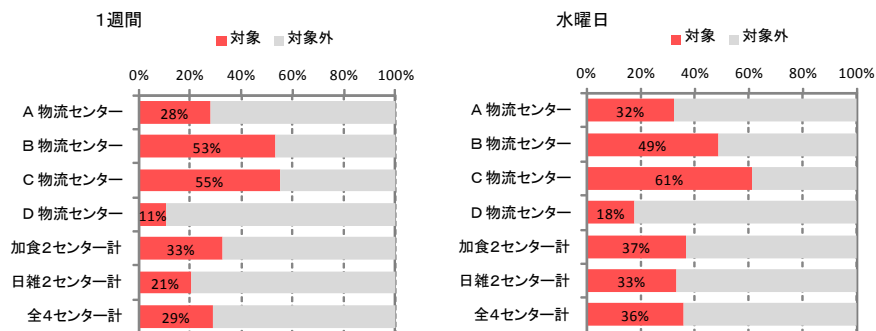


図 4-16 一貫パレチゼーションの対象となる届け先の割合

区分1	区分2	発物流センター	台数 (台)	便数 (便)	時間 (分)	距離 (km)	輸送費用 (千円)	積載率 (%)
実数	基準	A物流センター	62	62	30,744	8,882	3,355	20
		B物流センター	26	26	13,124	3,199	1,445	26
		C物流センター	13	13	7,717	1,073	815	36
		D物流センター	16	17	10,378	5,699	1,125	43
		加食2センター計	88	88	43,868	12,081	4,800	22
		日雑2センター計	29	30	18,095	6,772	1,940	40
		全4センター計	117	118	61,963	18,853	6,740	26
	ケースA	A物流センター	60	60	29,947	8,424	3,295	21
		B物流センター	26	26	12,779	3,158	1,425	26
		C物流センター	13	13	7,487	1,129	790	36
		D物流センター	16	17	10,389	5,704	1,130	43
		加食2センター計	86	86	42,726	11,582	4,720	22
		日雑2センター計	29	30	17,876	6,833	1,920	40
		全4センター計	115	116	60,602	18,415	6,640	27
	ケースB	A物流センター	60	60	29,487	8,413	3,240	21
		B物流センター	25	25	12,224	3,094	1,360	27
		C物流センター	11	12	6,473	1,122	720	39
		D物流センター	16	18	10,418	5,688	1,185	41
		加食2センター計	85	85	41,711	11,507	4,600	23
		日雑2センター計	27	30	16,891	6,810	1,905	40
		全4センター計	112	115	58,602	18,317	6,505	27
増減率・ 積載率	基準→ ケースAの 増減率(%)	A物流センター	-3.2	-3.2	-2.6	-5.2	-1.8	0.7
		B物流センター	0.0	0.0	-2.6	-1.3	-1.4	0.1
		C物流センター	0.0	0.0	-3.0	5.2	-3.1	0.0
		D物流センター	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	-0.1
		加食2センター計	-2.3	-2.3	-2.6	-4.1	-1.7	0.5
		日雑2センター計	0.0	0.0	-1.2	0.9	-1.0	-0.0
		全4センター計	-1.7	-1.7	-2.2	-2.3	-1.5	0.5
	基準→ ケースBの 増減率(%)	A物流センター	-3.2	-3.2	-4.1	-5.3	-3.4	0.7
		B物流センター	-3.8	-3.8	-6.9	-3.3	-5.9	1.1
		C物流センター	-15.4	-7.7	-16.1	4.6	-11.7	3.0
		D物流センター	0.0	5.9	0.4	-0.2	5.3	-2.5
		加食2センター計	-3.4	-3.4	-4.9	-4.8	-4.2	0.8
		日雑2センター計	-6.9	0.0	-6.7	0.6	-1.8	-0.0
		全4センター計	-4.3	-2.5	-5.4	-2.8	-3.5	0.7

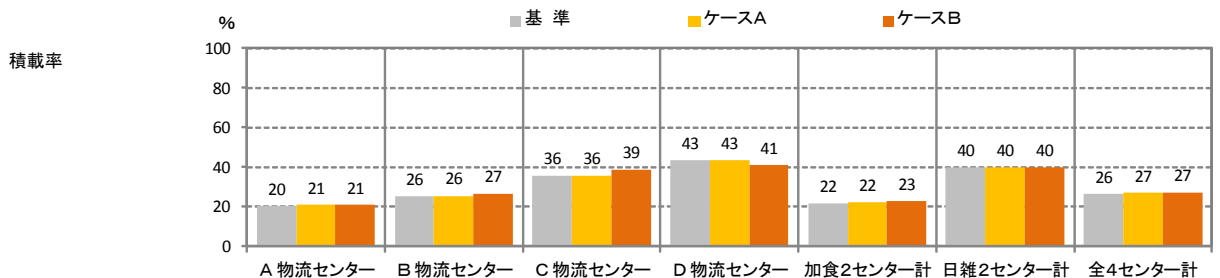
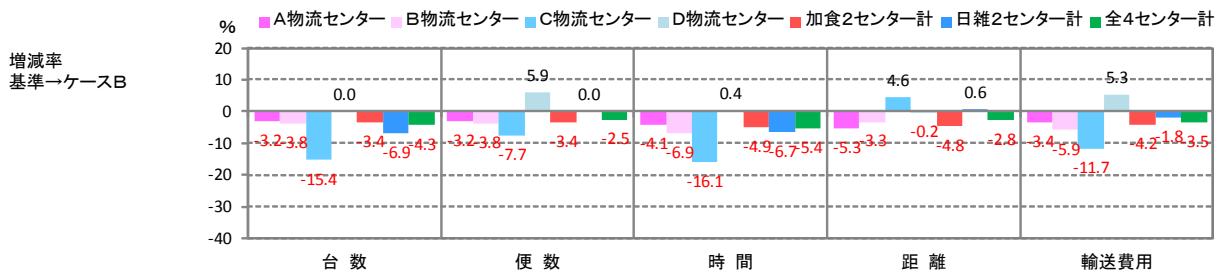
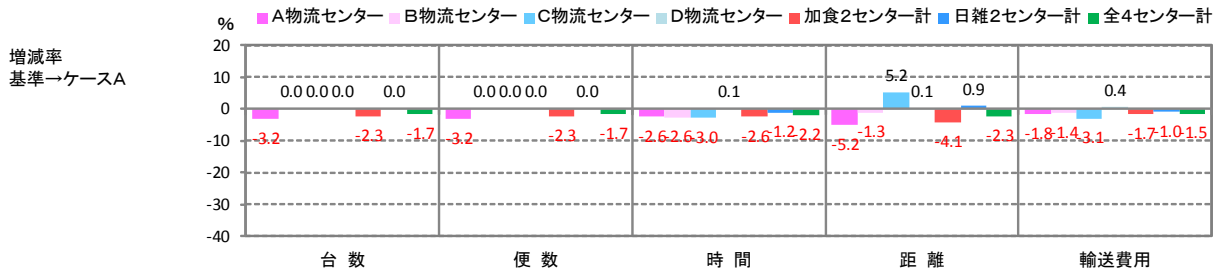


図 4- 17 シミュレーション結果
一貫パレチゼーション：アイテム数ベースモデル適用

区分1	区分2	発物流センター	台数 (台)	便数 (便)	時間 (分)	距離 (km)	輸送費用 (千円)	積載率 (%)
実数	基準	A物流センター	79	79	39,407	10,617	4,320	16
		B物流センター	30	30	15,220	3,587	1,660	22
		C物流センター	8	8	3,429	847	405	58
		D物流センター	19	19	11,732	6,191	1,255	39
		加食2センター計	109	109	54,627	14,204	5,980	18
		日雑2センター計	27	27	15,161	7,038	1,660	44
		全4センター計	136	136	69,788	21,242	7,640	23
	ケースA	A物流センター	78	78	38,892	10,545	4,265	16
		B物流センター	29	29	14,684	3,484	1,595	23
		C物流センター	7	7	3,039	745	370	66
		D物流センター	19	19	11,559	6,259	1,240	39
		加食2センター計	107	107	53,576	14,029	5,860	18
		日雑2センター計	26	26	14,598	7,004	1,610	46
		全4センター計	133	133	68,174	21,033	7,470	24
	ケースB	A物流センター	79	79	38,860	10,590	4,300	16
		B物流センター	30	30	14,461	3,516	1,610	22
		C物流センター	7	7	2,817	725	360	66
		D物流センター	18	19	11,277	6,169	1,235	39
		加食2センター計	109	109	53,321	14,106	5,910	18
		日雑2センター計	25	26	14,094	6,894	1,595	46
		全4センター計	134	135	67,415	21,000	7,505	23
増減率・ 積載率	基準→ ケースAの 増減率(%) ・ 積載率のみ ポイントの差	A物流センター	-1.3	-1.3	-1.3	-0.7	-1.3	0.2
		B物流センター	-3.3	-3.3	-3.5	-2.9	-3.9	0.9
		C物流センター	-12.5	-12.5	-11.4	-12.0	-8.6	8.1
		D物流センター	0.0	0.0	-1.5	1.1	-1.2	0.0
		加食2センター計	-1.8	-1.8	-1.9	-1.2	-2.0	0.3
		日雑2センター計	-3.7	-3.7	-3.7	-0.5	-3.0	1.7
		全4センター計	-2.2	-2.2	-2.3	-1.0	-2.2	0.5
	基準→ ケースBの 増減率(%) ・ 積載率のみ ポイントの差	A物流センター	0.0	0.0	-1.4	-0.3	-0.5	-0.1
		B物流センター	0.0	0.0	-5.0	-2.0	-3.0	0.2
		C物流センター	-12.5	-12.5	-17.8	-14.4	-11.1	8.1
		D物流センター	-5.3	0.0	-3.9	-0.4	-1.6	0.0
		加食2センター計	0.0	0.0	-2.4	-0.7	-1.2	0.0
		日雑2センター計	-7.4	-3.7	-7.0	-2.0	-3.9	1.7
		全4センター計	-1.5	-0.7	-3.4	-1.1	-1.8	0.2

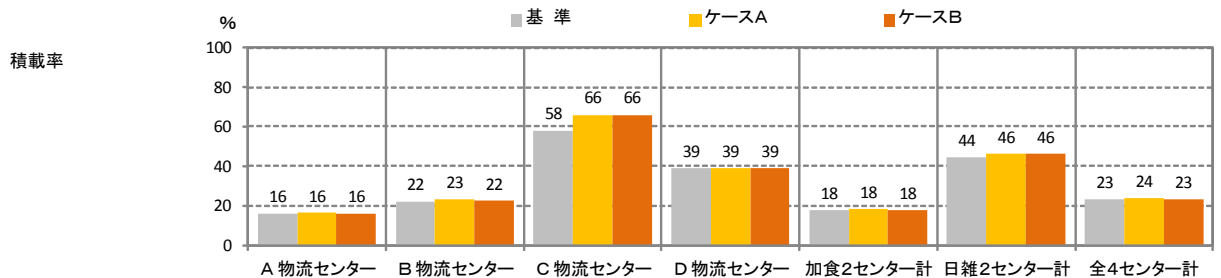
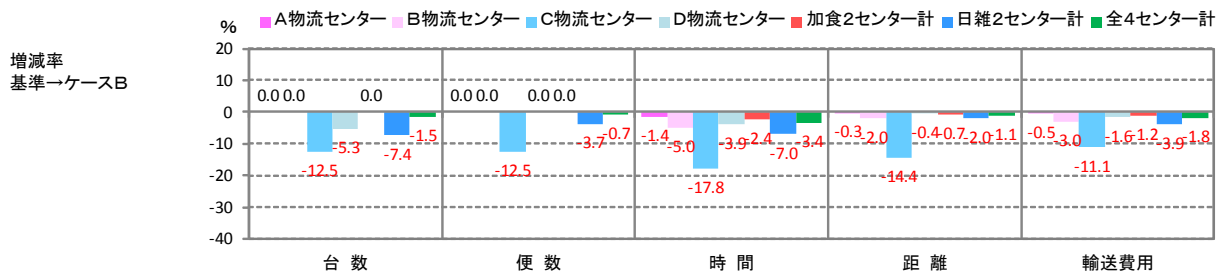
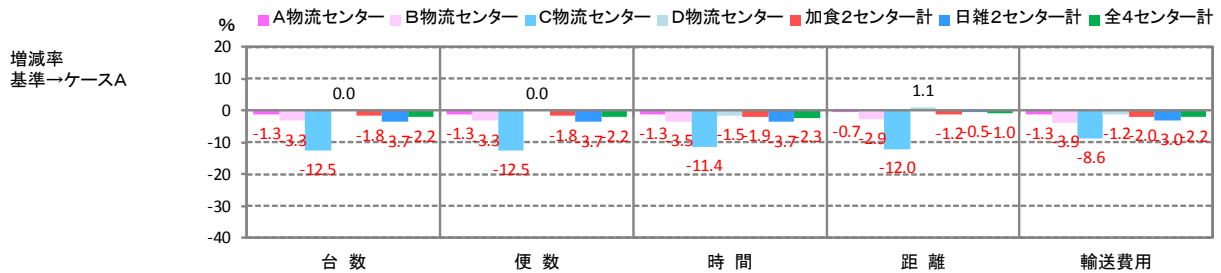


図 4- 18 シミュレーション結果
一貫パレチゼーション：ケース数ベースモデル適用

5.2 ユニット検品

ユニット検品の導入対象となる届け先の割合は、前項の一貫パレチゼーションの導入対象と同じで、水曜日1日の全4センター計で、36%である（前出図 4-16）。

ケースBのユニット検品の導入効果は、アイテム数ベースモデルを適用した場合、全4センターをあわせた輸送時間（届け先での滞在時間を含む）で、一貫パレチゼーション導入で5.4%（前出図 4-17）であったところが、ユニット検品も導入すると7.8%の削減となる（図 4-19）。

同様に、ケース数ベースモデルを適用した場合、全4センターをあわせた輸送時間（届け先での滞在時間を含む）で、一貫パレチゼーション導入で3.4%（前出図 4-18）であったところが、ユニット検品も導入すると7.3%の削減となる（図 4-20）。

区分1	区分2	発物流センター	台数 (台)	便数 (便)	時間 (分)	距離 (km)	輸送費用 (千円)	積載率 (%)	
実数	基準	A物流センター	61	61	30,345	8,553	3,320	21	
		B物流センター	26	26	13,037	3,110	1,445	26	
		C物流センター	13	13	7,707	1,073	810	36	
		D物流センター	17	18	10,525	5,736	1,170	41	
		加食2センター計	87	87	43,382	11,663	4,765	22	
		日雑2センター計	30	31	18,232	6,809	1,980	39	
		全4センター計	117	118	61,614	18,472	6,745	26	
	ケースA	A物流センター	61	61	29,923	8,511	3,300	21	
		B物流センター	25	25	12,457	3,165	1,370	27	
		C物流センター	13	13	7,427	1,187	785	36	
		D物流センター	17	18	10,507	5,741	1,165	41	
		加食2センター計	86	86	42,380	11,676	4,670	22	
		日雑2センター計	30	31	17,934	6,928	1,950	39	
		全4センター計	116	117	60,314	18,604	6,620	27	
	ケースB	A物流センター	61	61	29,616	8,585	3,280	21	
		B物流センター	24	24	11,681	2,947	1,310	28	
		C物流センター	10	10	5,259	989	570	46	
		D物流センター	16	17	10,281	5,716	1,125	43	
		加食2センター計	85	85	41,297	11,532	4,590	23	
		日雑2センター計	26	27	15,540	6,705	1,695	44	
		全4センター計	111	112	56,837	18,237	6,285	28	
	増減率・積載率	基準→ケースAの増減率(%)	A物流センター	0.0	0.0	-1.4	-0.5	-0.6	-0.0
			B物流センター	-3.8	-3.8	-4.4	1.8	-5.2	0.9
			C物流センター	0.0	0.0	-3.6	10.6	-3.1	-0.1
			D物流センター	0.0	0.0	-0.2	0.1	-0.4	-0.1
			加食2センター計	-1.1	-1.1	-2.3	0.1	-2.0	0.2
			日雑2センター計	0.0	0.0	-1.6	1.7	-1.5	-0.1
全4センター計			-0.9	-0.8	-2.1	0.7	-1.9	0.2	
基準→ケースBの増減率(%)		A物流センター	0.0	0.0	-2.4	0.4	-1.2	0.0	
		B物流センター	-7.7	-7.7	-10.4	-5.2	-9.3	2.0	
		C物流センター	-23.1	-23.1	-31.8	-7.8	-29.6	10.5	
		D物流センター	-5.9	-5.6	-2.3	-0.3	-3.8	2.4	
		加食2センター計	-2.3	-2.3	-4.8	-1.1	-3.7	0.5	
		日雑2センター計	-13.3	-12.9	-14.8	-1.5	-14.4	5.6	
		全4センター計	-5.1	-5.1	-7.8	-1.3	-6.8	1.4	

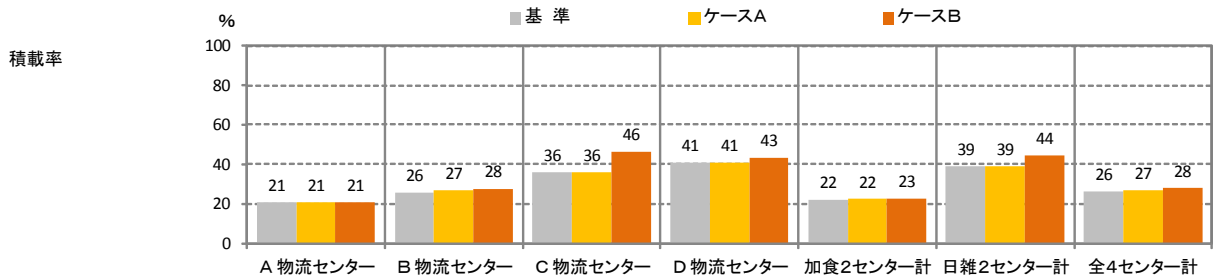
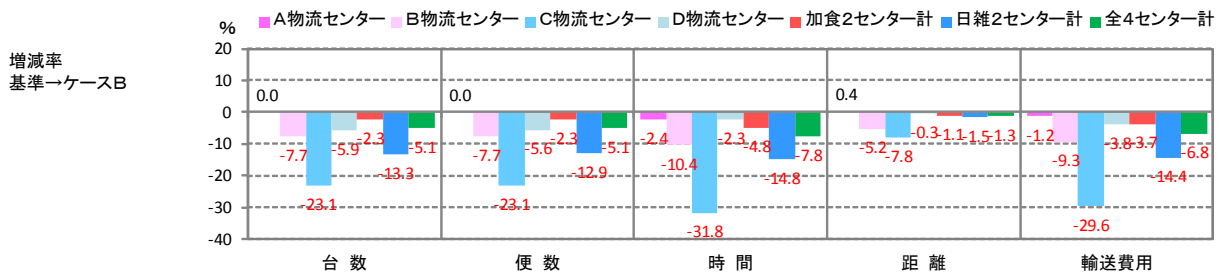
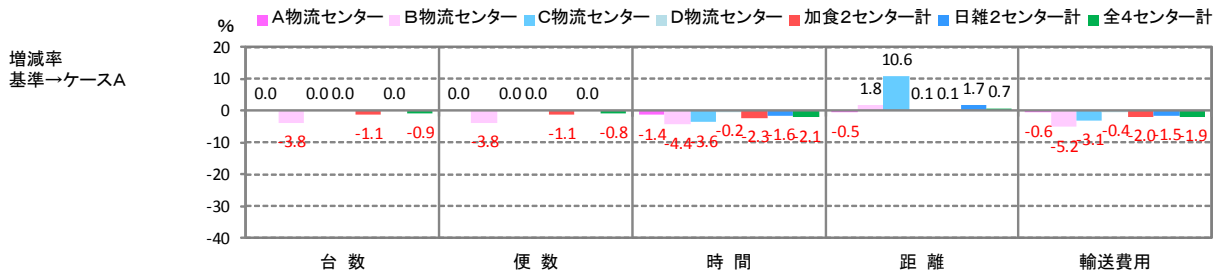


図 4-19 シミュレーション結果
ユニット検品：アイテム数ベースモデル適用

区分1	区分2	発物流センター	台数 (台)	便数 (便)	時間 (分)	距離 (km)	輸送費用 (千円)	積載率 (%)
実数	基準	A物流センター	79	79	39,523	10,685	4,330	16
		B物流センター	29	29	14,834	3,497	1,615	23
		C物流センター	7	7	3,251	789	370	66
		D物流センター	19	19	11,675	6,151	1,255	39
		加食2センター計	108	108	54,357	14,182	5,945	18
		日雑2センター計	26	26	14,926	6,940	1,625	46
		全4センター計	134	134	69,283	21,122	7,570	23
	ケースA	A物流センター	81	81	39,214	10,593	4,380	16
		B物流センター	29	29	14,249	3,303	1,570	23
		C物流センター	7	7	2,887	725	370	66
		D物流センター	18	18	11,203	6,094	1,195	41
		加食2センター計	110	110	53,463	13,896	5,950	18
		日雑2センター計	25	25	14,090	6,819	1,565	48
		全4センター計	135	135	67,553	20,715	7,515	23
	ケースB	A物流センター	78	78	37,971	10,451	4,235	16
		B物流センター	28	28	13,463	3,262	1,515	24
		C物流センター	6	6	2,448	725	305	77
		D物流センター	16	17	10,360	5,701	1,125	43
		加食2センター計	106	106	51,434	13,713	5,750	18
		日雑2センター計	22	23	12,808	6,426	1,430	52
		全4センター計	128	129	64,242	20,139	7,180	24
増減率・ 積載率	基準→ ケースAの 増減率(%)	A物流センター	2.5	2.5	-0.8	-0.9	1.2	-0.4
		B物流センター	0.0	0.0	-3.9	-5.5	-2.8	0.1
		C物流センター	0.0	0.0	-11.2	-8.1	0.0	0.0
		D物流センター	-5.3	-5.3	-4.0	-0.9	-4.8	2.0
		加食2センター計	1.9	1.9	-1.6	-2.0	0.1	-0.3
		日雑2センター計	-3.8	-3.8	-5.6	-1.7	-3.7	1.8
		全4センター計	0.7	0.7	-2.5	-1.9	-0.7	-0.2
	基準→ ケースBの 増減率(%)	A物流センター	-1.3	-1.3	-3.9	-2.2	-2.2	0.2
		B物流センター	-3.4	-3.4	-9.2	-6.7	-6.2	1.0
		C物流センター	-14.3	-14.3	-24.7	-8.1	-17.6	11.0
		D物流センター	-15.8	-10.5	-11.3	-7.3	-10.4	4.4
		加食2センター計	-1.9	-1.9	-5.4	-3.3	-3.3	0.4
		日雑2センター計	-15.4	-11.5	-14.2	-7.4	-12.0	5.9
		全4センター計	-4.5	-3.7	-7.3	-4.7	-5.2	0.9

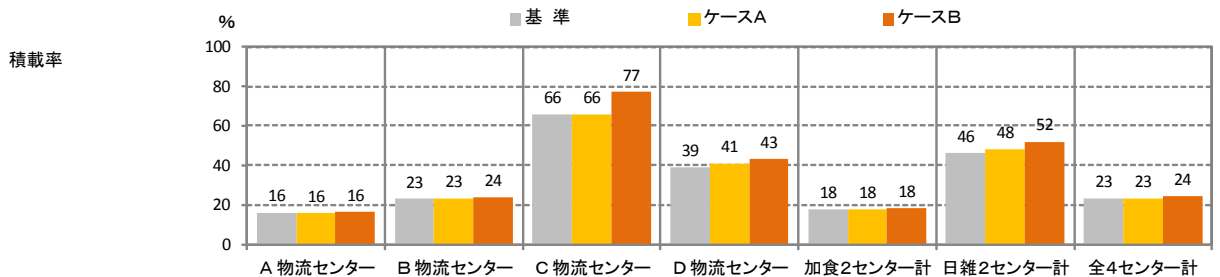
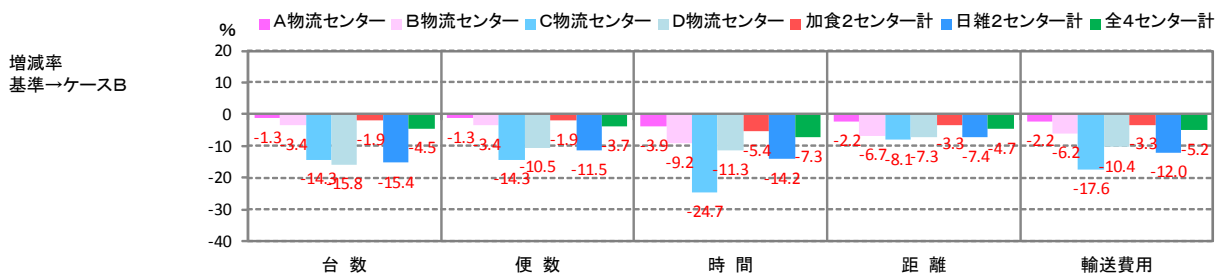
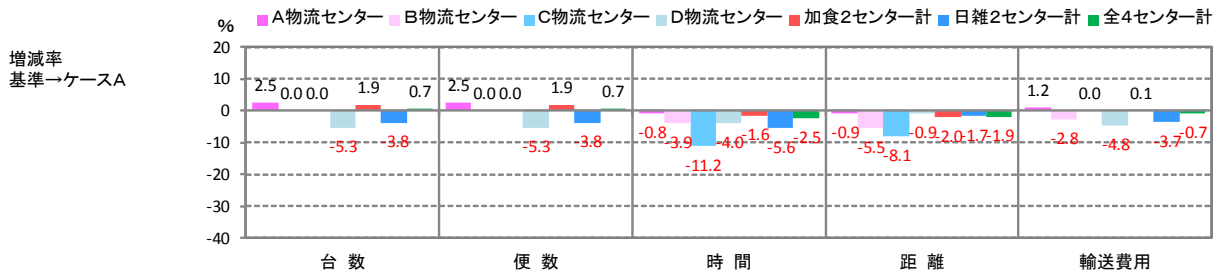


図 4-20 シミュレーション結果
ユニット検品：ケース数ベースモデル適用

5.3 バース予約制

バース予約制の導入対象となる届け先の割合は、水曜日1日の全4センター計で、15%である（図4-21）。

バース予約制の導入効果は、全4センターをあわせた台数で3.3%、輸送時間（届け先での滞在時間を含む）で2.8%、輸送距離で1.7%削減となる（図4-22）。

区分	発物流センター	重量 (t)	届け先数			
			1週間		水曜日	
			届け有	バース予約 制対象	届け有	バース予約 制対象
実数	A物流センター	122,451	460	46	234	34
	B物流センター	65,293	111	11	84	11
	C物流センター	45,903	58	5	31	5
	D物流センター	72,747	210	21	56	12
	加食2センター計	187,744	571	57	318	45
	日雑2センター計	118,650	268	26	87	17
	全4センター計	306,394	839	83	405	62
	対象割合			100%	10%	100%
	A物流センター		100%	10%	100%	13%
	B物流センター		100%	9%	100%	16%
	C物流センター		100%	10%	100%	21%
	加食2センター計		100%	10%	100%	14%
	日雑2センター計		100%	10%	100%	20%
	全4センター計		100%	10%	100%	15%

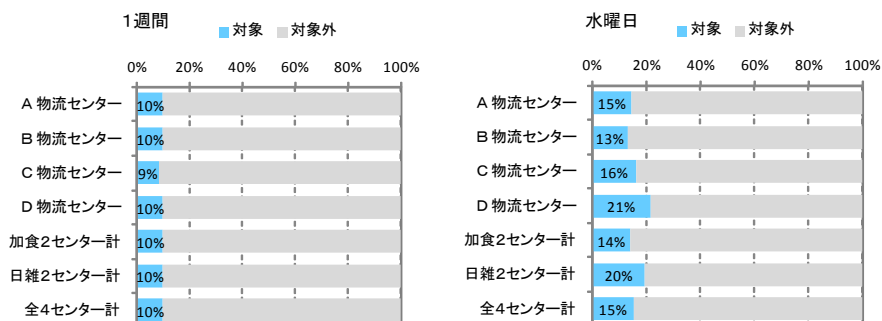


図4-21 バース予約制の対象となる届け先の割合

区分1	区分2	発物流センター	台数 (台)	便数 (便)	時間 (分)	距離 (km)	輸送費用 (千円)	積載率 (%)
実数	実施前	A物流センター	62	62	30,510	8,771	3,335	20
		B物流センター	26	26	12,484	3,047	1,410	26
		C物流センター	12	12	7,292	1,088	765	39
		D物流センター	22	22	13,209	6,403	1,440	34
		加食2センター計	88	88	42,994	11,818	4,745	22
		日雑2センター計	34	34	20,501	7,491	2,205	35
		全4センター計	122	122	63,495	19,309	6,950	26
	実施後	A物流センター	60	60	29,416	8,437	3,245	21
		B物流センター	25	25	12,243	3,120	1,360	27
		C物流センター	12	12	7,198	1,078	755	39
		D物流センター	21	21	12,840	6,349	1,390	35
		加食2センター計	85	85	41,659	11,557	4,605	23
		日雑2センター計	33	33	20,038	7,427	2,145	36
		全4センター計	118	118	61,697	18,984	6,750	26
増減率・ 積載率	実施前→ 実施後の 増減率(%) ・ 積載率のみ ポイントの差	A物流センター	-3.2	-3.2	-3.6	-3.8	-2.7	0.7
		B物流センター	-3.8	-3.8	-1.9	2.4	-3.5	0.9
		C物流センター	0.0	0.0	-1.3	-0.9	-1.3	0.0
		D物流センター	-4.5	-4.5	-2.8	-0.8	-3.5	1.5
		加食2センター計	-3.4	-3.4	-3.1	-2.2	-3.0	0.8
		日雑2センター計	-2.9	-2.9	-2.3	-0.9	-2.7	1.0
		全4センター計	-3.3	-3.3	-2.8	-1.7	-2.9	0.9

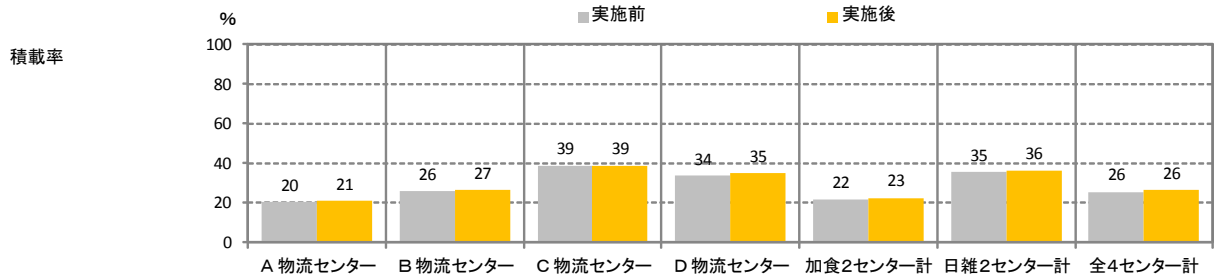
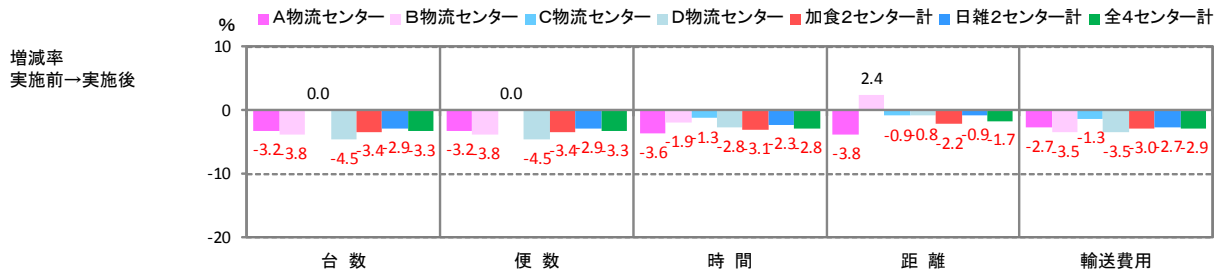


図 4-22 シミュレーション結果
バース予約制

5.4 まとめ発注

まとめ発注の導入対象となる届け先の割合は、1週間の全4センター計で、12%である（図 4-23）。

まとめ発注の導入効果は、全4センターをあわせた台数で7.2%、輸送時間（届け先での滞在時間を含む）で6.2%、輸送距離で6.0%削減となる（図 4-24）。

加工食品は、日用雑貨より多頻度小口の届け先が多いため効果が大きく、台数では日用雑貨2センター計2.5%に対し加工食品2センター計では9.2%の削減、輸送時間（届け先での滞在時間を含む）では日用雑貨2センター計1.9%に対し加工食品2センター計では8.8%の削減、輸送距離では日用雑貨2センター計2.2%に対し加工食品2センター計では8.7%の削減となる（図 4-24）。

区分	発物流センター	重量 (t)	届け先数	
			1週間 届け有	まとめ発注 対象
実数	A物流センター	786,504	460	68
	B物流センター	375,858	111	22
	C物流センター	339,005	58	7
	D物流センター	401,842	210	6
	加食2センター計	1,162,362	571	90
	日雑2センター計	740,847	268	13
	全4センター計	1,903,209	839	103
	対象割合	A物流センター		100%
B物流センター			100%	20%
C物流センター			100%	12%
D物流センター			100%	3%
加食2センター計			100%	16%
日雑2センター計			100%	5%
全4センター計			100%	12%

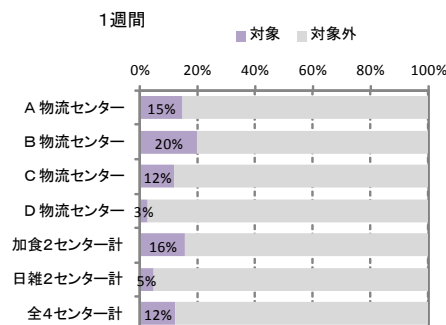


図 4-23 まとめ発注の対象となる届け先の割合

区分1	区分2	発物流センター	台数 (台)	便数 (便)	時間 (分)	距離 (km)	輸送費用 (千円)	積載率 (%)
実数	実施前	A物流センター	332	332	161,776	46,237	17,895	24
		B物流センター	135	135	65,609	16,634	7,305	28
		C物流センター	79	79	50,598	13,669	5,265	43
		D物流センター	120	125	68,981	30,661	7,750	33
		加食2センター計	467	467	227,385	62,871	25,200	25
		日雑2センター計	199	204	119,579	44,330	13,015	37
		全4センター計	666	671	346,964	107,201	38,215	29
	実施後	A物流センター	302	302	147,388	41,819	16,335	27
		B物流センター	122	122	59,935	15,561	6,620	31
		C物流センター	77	78	50,016	13,490	5,225	44
		D物流センター	117	122	67,291	29,854	7,600	33
		加食2センター計	424	424	207,323	57,380	22,955	28
		日雑2センター計	194	200	117,307	43,344	12,825	37
		全4センター計	618	624	324,630	100,724	35,780	31
増減率・ 積載率	実施前→ 実施後の 増減率(%) ・ 積載率のみ ポイントの差	A物流センター	-9.0	-9.0	-8.9	-9.6	-8.7	2.4
		B物流センター	-9.6	-9.6	-8.6	-6.5	-9.4	3.0
		C物流センター	-2.5	-1.3	-1.2	-1.3	-0.8	0.5
		D物流センター	-2.5	-2.4	-2.4	-2.6	-1.9	0.8
		加食2センター計	-9.2	-9.2	-8.8	-8.7	-8.9	2.5
		日雑2センター計	-2.5	-2.0	-1.9	-2.2	-1.5	0.7
		全4センター計	-7.2	-7.0	-6.4	-6.0	-6.4	2.1

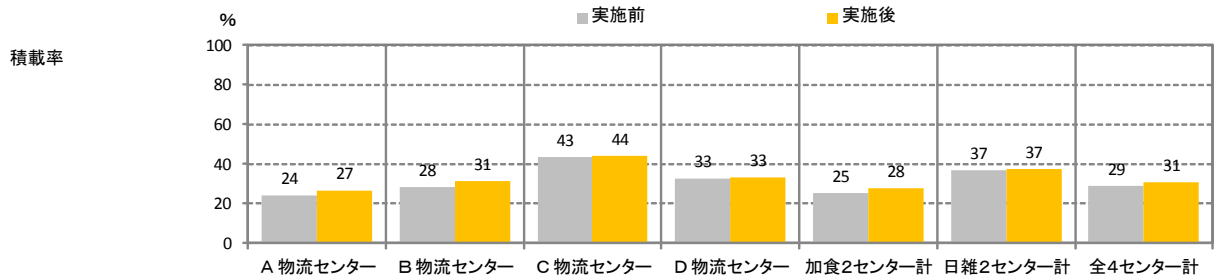
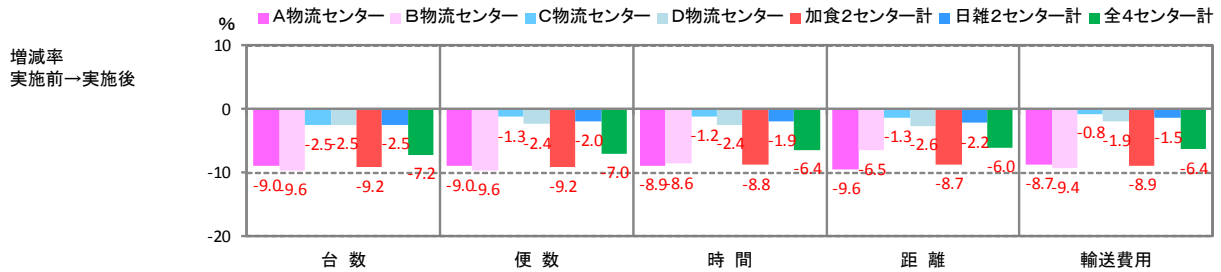


図 4- 24 シミュレーション結果
まとめ発注

6. 二酸化炭素排出量への影響の検討

6.1 二酸化炭素排出量の算定方法

前節で示したケースについて、どの程度の二酸化炭素排出量への影響があるか試算した。試算は、シミュレーション結果の走行距離に基づき、燃費法により算出した。なお、待ち時間でのアイドリングも、燃料消費量 1.25l/h として試算し加えている。

《参考》燃費法によるCO₂排出量の算定式（燃費と輸送距離からCO₂排出量を算定）

$$\begin{array}{c}
 \boxed{\text{CO}_2 \text{ 排出量}} \\
 \text{(t-CO}_2\text{)} \\
 \\
 \boxed{\text{燃料使用量}} \\
 \text{(kl)} \\
 \uparrow \\
 \boxed{\text{輸送距離}} \\
 \text{(km)} \\
 \div \\
 \boxed{\text{燃費}} \\
 \text{(km/l)} \\
 \times \\
 \boxed{\text{単位発熱量}} \\
 \text{(GJ/kl)} \\
 \times \\
 \boxed{\text{排出係数}} \\
 \text{(t-C/GJ)} \\
 \times \\
 \boxed{\frac{44}{12}} \\
 \text{(t-CO}_2\text{/t-C)}
 \end{array}$$

輸送距離(km)：シミュレーションによる輸送距離

燃費(km/l)：2.62(km/l) 燃料：軽油、最大積載重量：12,000～16,999kg、営業用

単位発熱量：軽油 37.7(GJ/kl)

排出係数：軽油 0.0187(t-C/GJ)

年間換算：1日分のシミュレーション結果を、年312日(週6日輸送)として年間換算した。

《参考》自動車の燃料表

出典：経済産業省・国土交通省「物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン」

輸送の区分		燃費(km/l)	
燃料	最大積載量(kg)	営業用	自家用
ガソリン	軽貨物車	9.33	10.3
	～1999	6.57	7.15
軽油	2,000kg以上	4.96	5.23
	～999	9.32	11.9
	1,000～1,999	6.19	7.34
	2,000～3,999	4.58	4.94
	4,000～5,999	3.79	3.96
	6,000～7,999	3.38	3.53
	8,000～9,999	3.09	3.23
	10,000～11,999	2.89	3.02
	12,000～16,999	2.62	2.74

《参考》単位発熱量、排出係数、CO₂排出係数

出典：省エネ法（荷主措置） 経済産業省 告示第67号

No	燃料・電気の区分	単位	①単位発熱量	②排出係数 (t-C/GJ)	③CO ₂ 排出係数 ①×②×44/12
1	ガソリン	kl	34.6 GJ/kl	0.0183	2.32 t-CO ₂ /kl
2	軽油	kl	37.7 GJ/kl	0.0187	2.58 t-CO ₂ /kl
3	A重油	kl	39.1 GJ/kl	0.0189	2.71 t-CO ₂ /kl
4	B・C重油	kl	41.9 GJ/kl	0.0195	3.00 t-CO ₂ /kl
5	液化石油ガス(LPG)	t	50.8 GJ/t	0.0163	3.04 t-CO ₂ /t
6	ジェット燃料油	kl	36.7 GJ/kl	0.0183	2.46 t-CO ₂ /kl
7	都市ガス	千Nm ³	41.1 GJ/千Nm ³	0.0138	2.08 t-CO ₂ /千Nm ³
8	電気	千kwh	-	-	0.555 t-CO ₂ /千kwh

《参考》待ち時間でのアイドリング削減による燃料削減

下記に基づき、待ち時間でのアイドリング削減を燃料消費量 1.25L/h として試算

出典：「港湾における温室効果ガス排出量算定マニュアル案 Ver1.0」（国交省港湾局国際・環境課、平成21年6月）

アイドリング1時間あたり燃料消費量

アイドリング1時間あたりの燃料消費量が不明な場合は、下記文献等を参考に1.250としてもよい。

○ コンテナトレーラーの燃料消費特性の把握(国総研資料No.109)

※ 本文献によると、1時間のアイドリングによる大型車の燃料消費量は、1.0～1.50とされており、この平均は1.250となる。

6.2 二酸化炭素削減効果の推計

6.2.1 一貫パレチゼーション

一貫パレチゼーションの導入による二酸化炭素削減効果は、走行距離の削減効果にほぼ類似するが、台数が減ることに伴い走行距離がわずかに増える物流センターもあるため、ケースAのC物流センターやD物流センターの様に、二酸化炭素が増加するところがある。

ケースBにアイテム数ベースモデルを適用した場合、全4センター計で、年間 165t-CO₂の削減効果となる（**図 4-25**）。

また、ケースBにケース数ベースモデルを適用した場合、全4センター計の時間で、年間 74 t-CO₂の削減効果となる（**図 4-26**）。

区分1	区分2	発物流センター	1日				年間換算
			距離 (km)	燃料使用量 (kL)	エネルギー使用量 (GJ)	CO2排出量 (t-CO2)	CO2排出量 (t-CO2)
実数	基準	A物流センター	8,882	3.5	133.3	9.1	2,852
		B物流センター	3,199	1.3	48.0	3.3	1,027
		C物流センター	1,073	0.4	16.2	1.1	346
		D物流センター	5,699	2.2	83.4	5.7	1,784
		加食2センター計	12,081	4.8	181.3	12.4	3,879
		日雑2センター計	6,772	2.6	99.5	6.8	2,129
		全4センター計	18,853	7.5	280.9	19.3	6,009
	ケースA	A物流センター	8,424	3.4	126.7	8.7	2,711
		B物流センター	3,158	1.3	47.4	3.3	1,014
		C物流センター	1,129	0.5	17.0	1.2	363
		D物流センター	5,704	2.2	83.4	5.7	1,785
		加食2センター計	11,582	4.6	174.1	11.9	3,726
		日雑2センター計	6,833	2.7	100.4	6.9	2,148
		全4センター計	18,415	7.3	274.6	18.8	5,874
	ケースB	A物流センター	8,413	3.4	126.6	8.7	2,708
		B物流センター	3,094	1.2	46.5	3.2	995
		C物流センター	1,122	0.4	16.9	1.2	361
		D物流センター	5,688	2.2	83.2	5.7	1,780
		加食2センター計	11,507	4.6	173.1	11.9	3,702
		日雑2センター計	6,810	2.7	100.1	6.9	2,141
		全4センター計	18,317	7.2	273.2	18.7	5,844
増減量	基準→ケースA	A物流センター	-458	-0.2	-6.6	-0.5	-141
		B物流センター	-41	-0.0	-0.6	-0.0	-13
		C物流センター	56	0.0	0.8	0.1	17
		D物流センター	5	0.0	0.1	0.0	2
		加食2センター計	-499	-0.2	-7.2	-0.5	-154
		日雑2センター計	61	0.0	0.9	0.1	19
		全4センター計	-438	-0.2	-6.3	-0.4	-135
	基準→ケースB	A物流センター	-469	-0.2	-6.7	-0.5	-144
		B物流センター	-105	-0.0	-1.5	-0.1	-32
		C物流センター	49	0.0	0.7	0.0	15
		D物流センター	-11	-0.0	-0.2	-0.0	-3
		加食2センター計	-574	-0.2	-8.3	-0.6	-177
		日雑2センター計	38	0.0	0.5	0.0	12
		全4センター計	-536	-0.2	-7.7	-0.5	-165
増減率	基準→ケースA	A物流センター	-5.2	-4.9	-4.9	-4.9	-4.9
		B物流センター	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2
		C物流センター	5.2	5.0	5.0	5.0	5.0
		D物流センター	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		加食2センター計	-4.1	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0
		日雑2センター計	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
		全4センター計	-2.3	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
	基準→ケースB	A物流センター	-5.3	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1
		B物流センター	-3.3	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1
		C物流センター	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4
		D物流センター	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
		加食2センター計	-4.8	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6
		日雑2センター計	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
		全4センター計	-2.8	-2.7	-2.7	-2.7	-2.7

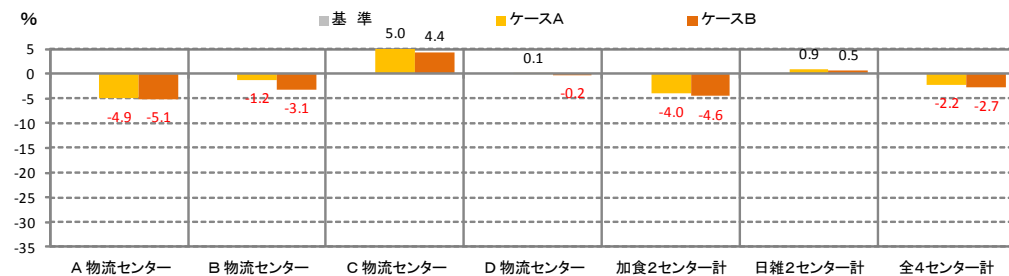


図 4- 25 シミュレーションに基づくCO₂排出量の増減量及び増減率
一貫パレチゼーション：アイテム数ベースモデル適用

区分1	区分2	発物流センター	1日				年間換算
			距離 (km)	燃料使用量 (kL)	エネルギー使用量(GJ)	CO2排出量 (t-CO2)	CO2排出量 (t-CO2)
実数	基準	A物流センター	10,617	4.2	158.3	10.9	3,386
		B物流センター	3,587	1.4	53.6	3.7	1,147
		C物流センター	847	0.3	12.9	0.9	276
		D物流センター	6,191	2.4	90.5	6.2	1,935
		加食2センター計	14,204	5.6	211.9	14.5	4,533
		日雑2センター計	7,038	2.7	103.4	7.1	2,211
		全4センター計	21,242	8.4	315.2	21.6	6,744
	ケースA	A物流センター	10,545	4.2	157.2	10.8	3,364
		B物流センター	3,484	1.4	52.1	3.6	1,115
		C物流センター	745	0.3	11.5	0.8	245
		D物流センター	6,259	2.4	91.4	6.3	1,956
		加食2センター計	14,029	5.6	209.4	14.4	4,479
		日雑2センター計	7,004	2.7	102.9	7.1	2,201
		全4センター計	21,033	8.3	312.2	21.4	6,680
	ケースB	A物流センター	10,590	4.2	157.9	10.8	3,378
		B物流センター	3,516	1.4	52.6	3.6	1,125
		C物流センター	725	0.3	11.2	0.8	239
		D物流センター	6,169	2.4	90.1	6.2	1,928
		加食2センター計	14,106	5.6	210.5	14.4	4,503
		日雑2センター計	6,894	2.7	101.3	6.9	2,167
		全4センター計	21,000	8.3	311.8	21.4	6,670
増減量	基準→ケースA	A物流センター	-72	-0.0	-1.0	-0.1	-22
		B物流センター	-103	-0.0	-1.5	-0.1	-32
		C物流センター	-102	-0.0	-1.5	-0.1	-31
		D物流センター	68	0.0	1.0	0.1	21
		加食2センター計	-175	-0.1	-2.5	-0.2	-54
		日雑2センター計	-34	-0.0	-0.5	-0.0	-10
		全4センター計	-209	-0.1	-3.0	-0.2	-64
	基準→ケースB	A物流センター	-27	-0.0	-0.4	-0.0	-8
		B物流センター	-71	-0.0	-1.0	-0.1	-22
		C物流センター	-122	-0.0	-1.8	-0.1	-38
		D物流センター	-22	-0.0	-0.3	-0.0	-7
		加食2センター計	-98	-0.0	-1.4	-0.1	-30
		日雑2センター計	-144	-0.1	-2.1	-0.1	-44
		全4センター計	-242	-0.1	-3.5	-0.2	-74
増減率	基準→ケースA	A物流センター	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
		B物流センター	-2.9	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8
		C物流センター	-12.0	-11.4	-11.4	-11.4	-11.4
		D物流センター	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
		加食2センター計	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2
		日雑2センター計	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
		全4センター計	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
	基準→ケースB	A物流センター	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
		B物流センター	-2.0	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
		C物流センター	-14.4	-13.6	-13.6	-13.6	-13.6
		D物流センター	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
		加食2センター計	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
		日雑2センター計	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0
		全4センター計	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1

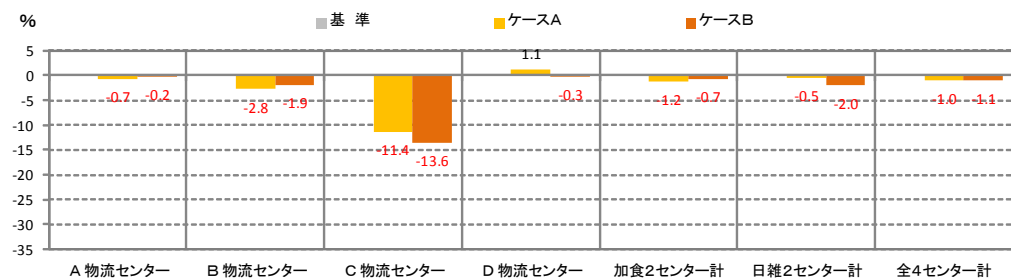
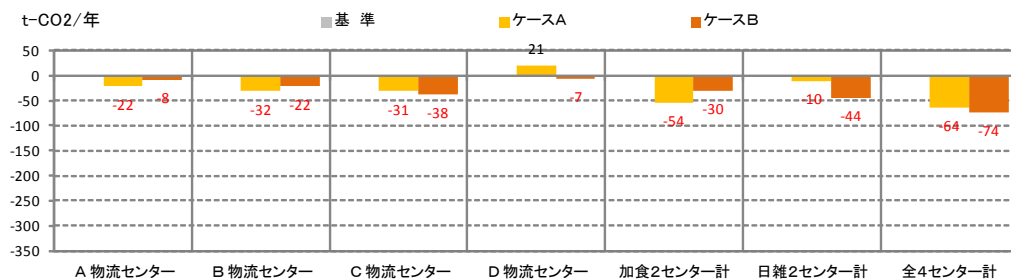


図 4- 26 シミュレーションに基づくCO₂排出量の増減量及び増減率
一貫パレチゼーション：ケース数ベースモデル適用

6.2.2 ユニット検品

ユニット検品の導入による二酸化炭素削減効果は、その前提となる一貫パレチゼーションの導入でトラック台数が減ることに伴い走行距離がわずかに増える物流センターもあるため、ケースAのB物流センターやC物流センターの様に、二酸化炭素が増加するところもある。

また、ユニット検品の導入による二酸化炭素削減効果は、前述の一貫パレチゼーションの効果とは異なる動きを見せる。

ケースBにアイテム数ベースモデルを適用した場合、全4センター計で、年間 72 t-CO₂ の削減効果となる (図 4-27)。

また、ケースBにケース数ベースモデルを適用した場合、全4センター計の時間で、年間 303 t-CO₂ の削減効果となる (図 4-28)。

区分1	区分2	発物流センター	1日				年間換算
			距離 (km)	燃料使用量 (kL)	エネルギー 使用量(GJ)	CO2排出量 (t-CO2)	CO2排出量 (t-CO2)
実数	基準	A物流センター	8,553	3.4	128.6	8.8	2,751
		B物流センター	3,110	1.2	46.7	3.2	1,000
		C物流センター	1,073	0.4	16.2	1.1	346
		D物流センター	5,736	2.2	83.9	5.8	1,795
		加食2センター計	11,663	4.7	175.3	12.0	3,750
		日雑2センター計	6,809	2.7	100.1	6.9	2,141
		全4センター計	18,472	7.3	275.4	18.9	5,891
	ケースA	A物流センター	8,511	3.4	128.0	8.8	2,738
		B物流センター	3,165	1.3	47.5	3.3	1,017
		C物流センター	1,187	0.5	17.8	1.2	381
		D物流センター	5,741	2.2	84.0	5.8	1,796
		加食2センター計	11,676	4.7	175.5	12.0	3,754
		日雑2センター計	6,928	2.7	101.8	7.0	2,177
		全4センター計	18,604	7.4	277.3	19.0	5,932
	ケースB	A物流センター	8,585	3.4	129.0	8.8	2,761
		B物流センター	2,947	1.2	44.4	3.0	950
		C物流センター	989	0.4	15.0	1.0	320
		D物流センター	5,716	2.2	83.6	5.7	1,789
		加食2センター計	11,532	4.6	173.4	11.9	3,710
		日雑2センター計	6,705	2.6	98.6	6.8	2,109
		全4センター計	18,237	7.2	272.0	18.7	5,819
増減量	基準→ ケースA	A物流センター	-42	-0.0	-0.6	-0.0	-13
		B物流センター	55	0.0	0.8	0.1	17
		C物流センター	114	0.0	1.6	0.1	35
		D物流センター	5	0.0	0.1	0.0	2
		加食2センター計	13	0.0	0.2	0.0	4
		日雑2センター計	119	0.0	1.7	0.1	37
		全4センター計	132	0.1	1.9	0.1	41
	基準→ ケースB	A物流センター	32	0.0	0.5	0.0	10
		B物流センター	-163	-0.1	-2.3	-0.2	-50
		C物流センター	-84	-0.0	-1.2	-0.1	-26
		D物流センター	-20	-0.0	-0.3	-0.0	-6
		加食2センター計	-131	-0.0	-1.9	-0.1	-40
		日雑2センター計	-104	-0.0	-1.5	-0.1	-32
		全4センター計	-235	-0.1	-3.4	-0.2	-72
増減率	基準→ ケースA	A物流センター	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
		B物流センター	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7
		C物流センター	10.6	10.1	10.1	10.1	10.1
		D物流センター	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		加食2センター計	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		日雑2センター計	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
		全4センター計	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	基準→ ケースB	A物流センター	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
		B物流センター	-5.2	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0
		C物流センター	-7.8	-7.5	-7.5	-7.5	-7.5
		D物流センター	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
		加食2センター計	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1
		日雑2センター計	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
		全4センター計	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2

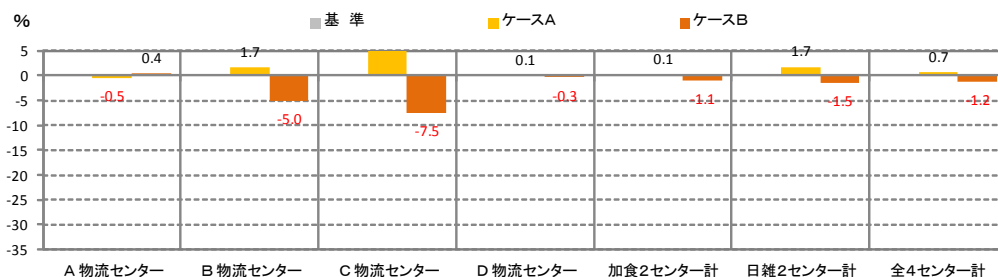
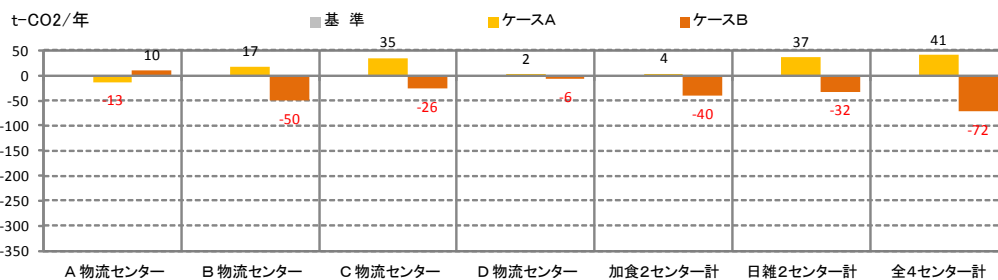


図 4- 27 シミュレーションに基づくCO₂排出量の増減量及び増減率
 ユニット検品：アイテム数ベースモデル適用

区分1	区分2	発物流センター	1日				年間換算
			距離 (km)	燃料使用量 (kL)	エネルギー 使用量(GJ)	CO2排出量 (t-CO2)	CO2排出量 (t-CO2)
実数	基準	A物流センター	10,685	4.2	159.3	10.9	3,407
		B物流センター	3,497	1.4	52.3	3.6	1,119
		C物流センター	789	0.3	12.1	0.8	259
		D物流センター	6,151	2.4	89.9	6.2	1,923
		加食2センター計	14,182	5.6	211.6	14.5	4,526
		日雑2センター計	6,940	2.7	102.0	7.0	2,181
		全4センター計	21,122	8.3	313.5	21.5	6,707
		ケースA	A物流センター	10,593	4.2	157.9	10.8
	B物流センター	3,303	1.3	49.5	3.4	1,059	
	C物流センター	725	0.3	11.2	0.8	239	
	D物流センター	6,094	2.4	89.1	6.1	1,905	
	加食2センター計	13,896	5.5	207.4	14.2	4,438	
	日雑2センター計	6,819	2.7	100.2	6.9	2,144	
	全4センター計	20,715	8.2	307.7	21.1	6,582	
	ケースB	A物流センター	10,451	4.1	155.9	10.7	3,335
	B物流センター	3,262	1.3	48.9	3.4	1,046	
	C物流センター	725	0.3	11.2	0.8	239	
	D物流センター	5,701	2.2	83.4	5.7	1,784	
	加食2センター計	13,713	5.4	204.8	14.0	4,382	
	日雑2センター計	6,426	2.5	94.6	6.5	2,023	
	全4センター計	20,139	7.9	299.4	20.5	6,404	
増減量	基準→ ケースA	A物流センター	-92	-0.0	-1.3	-0.1	-28
		B物流センター	-194	-0.1	-2.8	-0.2	-60
		C物流センター	-64	-0.0	-0.9	-0.1	-20
		D物流センター	-57	-0.0	-0.8	-0.1	-18
		加食2センター計	-286	-0.1	-4.1	-0.3	-88
		日雑2センター計	-121	-0.0	-1.7	-0.1	-37
		全4センター計	-407	-0.2	-5.9	-0.4	-125
		基準→ ケースB	A物流センター	-234	-0.1	-3.4	-0.2
	B物流センター	-235	-0.1	-3.4	-0.2	-72	
	C物流センター	-64	-0.0	-0.9	-0.1	-20	
	D物流センター	-450	-0.2	-6.5	-0.4	-139	
	加食2センター計	-469	-0.2	-6.7	-0.5	-144	
	日雑2センター計	-514	-0.2	-7.4	-0.5	-158	
	全4センター計	-983	-0.4	-14.1	-1.0	-303	
増減率	基準→ ケースA	A物流センター	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
		B物流センター	-5.5	-5.3	-5.3	-5.3	-5.3
		C物流センター	-8.1	-7.6	-7.6	-7.6	-7.6
		D物流センター	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
		加食2センター計	-2.0	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
		日雑2センター計	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7
		全4センター計	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
		基準→ ケースB	A物流センター	-2.2	-2.1	-2.1	-2.1
	B物流センター	-6.7	-6.5	-6.5	-6.5	-6.5	
	C物流センター	-8.1	-7.6	-7.6	-7.6	-7.6	
	D物流センター	-7.3	-7.2	-7.2	-7.2	-7.2	
	加食2センター計	-3.3	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	
	日雑2センター計	-7.4	-7.3	-7.3	-7.3	-7.3	
	全4センター計	-4.7	-4.5	-4.5	-4.5	-4.5	

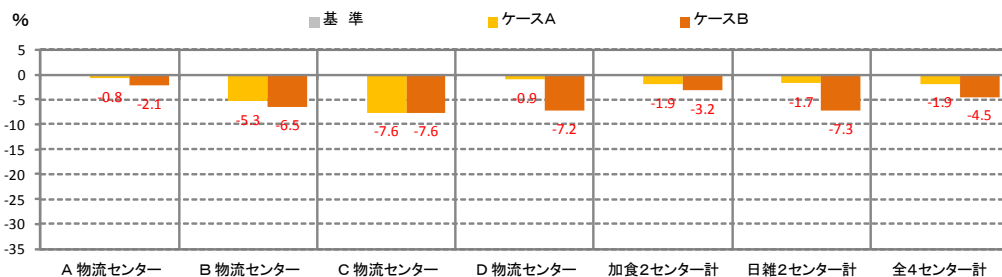
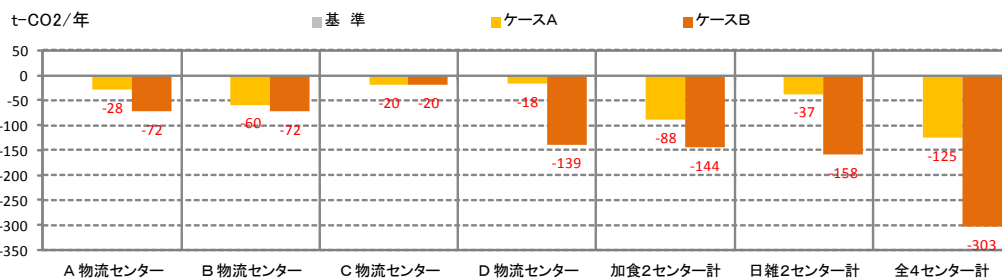


図 4- 28 シミュレーションに基づくCO₂排出量の増減量及び増減率
ユニット検品：ケース数ベースモデル適用

6.2.3 バース予約制

バース予約制の導入による二酸化炭素削減効果は、走行距離の削減効果にほぼ類似するが、バース予約制により待機時間が30分から15分に減ることによってアイドリング時の二酸化炭素の削減効果もでる。

全4センター計で、年間113 t-CO₂の削減効果となる（図4-29）。

区分1	区分2	発物流センター	1日				年間換算
			距離(km)	燃料使用量(kL)	エネルギー使用量(GJ)	CO2排出量(t-CO2)	CO2排出量(t-CO2)
実数	実施前	A物流センター	8,771	3.5	131.7	9.0	2,818
		B物流センター	3,047	1.2	45.8	3.1	980
		C物流センター	1,088	0.4	16.4	1.1	351
		D物流センター	6,403	2.5	93.5	6.4	2,000
		加食2センター計	11,818	4.7	177.5	12.2	3,798
		日雑2センター計	7,491	2.9	109.9	7.5	2,351
		全4センター計	19,309	7.6	287.4	19.7	6,149
	実施後	A物流センター	8,437	3.4	126.6	8.7	2,709
		B物流センター	3,120	1.2	46.7	3.2	1,000
		C物流センター	1,078	0.4	16.2	1.1	346
		D物流センター	6,349	2.5	92.6	6.3	1,980
		加食2センター計	11,557	4.6	173.4	11.9	3,709
		日雑2センター計	7,427	2.9	108.7	7.5	2,326
		全4センター計	18,984	7.5	282.1	19.3	6,036
増減量	実施前→実施後	A物流センター	-334	-0.1	-5.1	-0.3	-109
		B物流センター	73	0.0	0.9	0.1	20
		C物流センター	-10	-0.0	-0.2	-0.0	-4
		D物流センター	-54	-0.0	-0.9	-0.1	-20
		加食2センター計	-261	-0.1	-4.2	-0.3	-89
		日雑2センター計	-64	-0.0	-1.1	-0.1	-24
		全4センター計	-325	-0.1	-5.3	-0.4	-113
増減率	実施前→実施後	A物流センター	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.9
		B物流センター	2.4	2.0	2.0	2.0	2.0
		C物流センター	-0.9	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2
		D物流センター	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
		加食2センター計	-2.2	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3
		日雑2センター計	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
		全4センター計	-1.7	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8

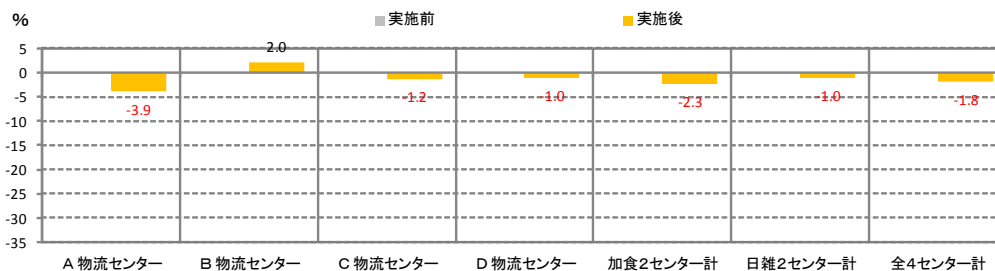
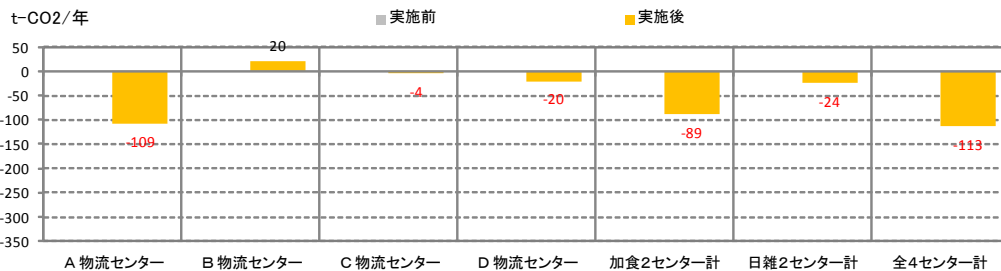


図4-29 シミュレーションに基づくCO₂排出量の増減量及び増減率
バース予約制

6.2.4 まとめ発注

まとめ発注への転換による二酸化炭素削減効果は、走行距離の削減効果にほぼ類似する。全4センター計で、年間332 t-CO₂の削減効果となる（図4-30）。

区分1	区分2	発物流センター	1日				年間換算
			距離 (km)	燃料使用量 (kL)	エネルギー 使用量(GJ)	CO2排出量 (t-CO2)	CO2排出量 (t-CO2)
実数	実施前	A物流センター	46,237	17.6	665.3	45.6	2,372
		B物流センター	16,634	6.3	239.4	16.4	853
		C物流センター	13,669	5.2	196.7	13.5	701
		D物流センター	30,661	11.7	441.2	30.3	1,573
		加食2センター計	62,871	24.0	904.7	62.0	3,226
		日雑2センター計	44,330	16.9	637.9	43.7	2,274
		全4センター計	107,201	40.9	1,542.5	105.8	5,500
	実施後	A物流センター	41,819	16.0	601.7	41.3	2,146
		B物流センター	15,561	5.9	223.9	15.4	798
		C物流センター	13,490	5.1	194.1	13.3	692
		D物流センター	29,854	11.4	429.6	29.5	1,532
		加食2センター計	57,380	21.9	825.7	56.6	2,944
		日雑2センター計	43,344	16.5	623.7	42.8	2,224
		全4センター計	100,724	38.4	1,449.3	99.4	5,168
増減量	実施前→ 実施後	A物流センター	-4,418	-1.7	-63.6	-4.4	-227
		B物流センター	-1,073	-0.4	-15.4	-1.1	-55
		C物流センター	-179	-0.1	-2.6	-0.2	-9
		D物流センター	-807	-0.3	-11.6	-0.8	-41
		加食2センター計	-5,491	-2.1	-79.0	-5.4	-282
		日雑2センター計	-986	-0.4	-14.2	-1.0	-51
		全4センター計	-6,477	-2.5	-93.2	-6.4	-332
増減率	実施前→ 実施後	A物流センター	-9.6	-9.6	-9.6	-9.6	-9.6
		B物流センター	-6.5	-6.5	-6.5	-6.5	-6.5
		C物流センター	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3
		D物流センター	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6
		加食2センター計	-8.7	-8.7	-8.7	-8.7	-8.7
		日雑2センター計	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
		全4センター計	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0

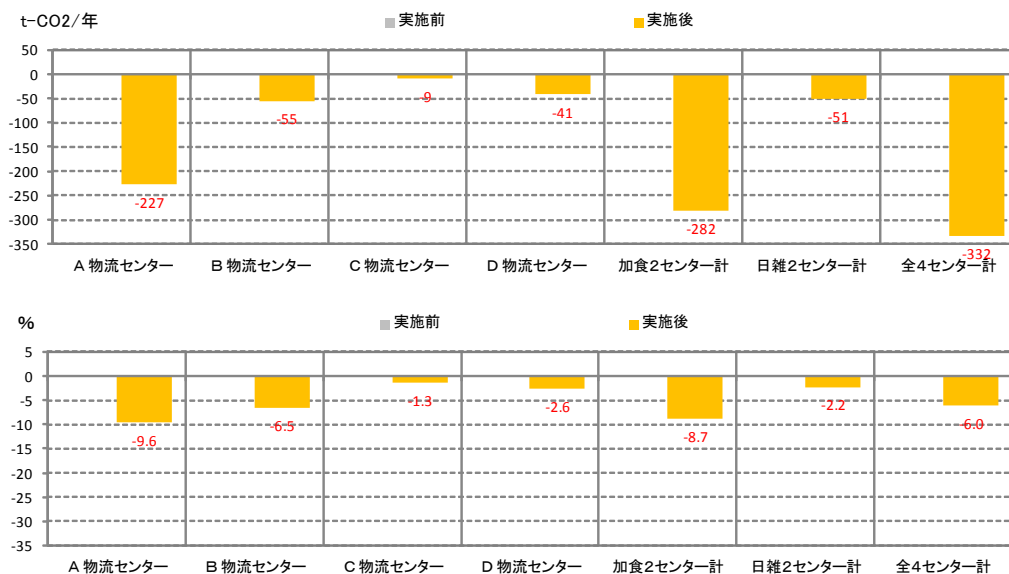


図4-30 シミュレーションに基づくCO₂排出量の増減量及び増減率
まとめ発注

第5章 実証実験計画（案）の検討

1. 実証実験の背景と目的

- ・「荷主連携による共同輸配送の環境整備等に関する調査研究」では、次の4つの時間短縮策の各種効果がシミュレーションによって明らかにされたところ。
 - ①一貫パレチゼーション
 - ②ユニット検品
 - ③まとめ発注
 - ④バース予約制
- ・そこで、
 - ①これら4つの施策を実務の世界で実施する場合の現実的な課題を洗い出すと共に、
 - ②実施効果を実証的に測定・推定することを本実証実験の目的とする。

2. 実験の概要

2.1 実験A（①一貫パレチゼーション、②ユニット検品、③まとめ発注）

1) 内容

発荷主、着荷主、輸送事業者から成るコンソーシアムをつくり、ある地域を対象に一定期間、次の対照実験を行う。

実験①：現状（1週間）

実験②：まとめ発注を前提とする一貫パレチゼーションの実施（1週間）

実験③：まとめ発注を前提とする（一貫パレチゼーション+）ユニット検品の実施³⁰（1週間）

2) 実証項目

- ①まとめ発注の仕方
- ②パレットの仕様
- ③ASNの仕様
- ④パレットと積載商品の紐付け方法
- ⑤運用ルール

³⁰ ASNを前提としたユニット検品の準備をゼロベースで行うには長い時間を要すると思われるので、現在、既にASNを前提としたユニット検品を行っており、かつ、その拡大を検討している企業にコンソーシアムに加わって貰うことが望ましい。

⑥その他

3) 測定する効果指標

- ①作業時間
- ②作業人数
- ③動線の長さ
- ④入荷波動
- ⑤その他（納品アイテム数やケース数など、荷役や検品時間に影響を与えると考えられる指標→時間を目的関数とする関数の説明変数）

4) シミュレーションする効果

- ・ 3) から派生する輸配送トラックの各種指標（台数、距離、……）
- ・ 本実験の拡大効果（地域の拡大、業種の拡大などによる増大効果）

2.2 実験 B (④バース予約制)

1) 発荷主、着荷主、輸送事業者、SI ベンダーから成るコンソーシアムの組成

2) バース予約システムの仕様の検討

3) バース予約システムの開発

4) 実験の実施

コンソーシアムで、ある地域を対象に一定期間、次の実験を行う。

実験①：現状調査（バース予約システムを使ったデータ取り）

解析：予測式の検討

実験②：予測式を組み入れたバース予約システムの運用

まとめ：予実差の原因分析、予測式の改良、システムの改善

5) 実証項目

- ①バース接車待ち時間
- ②バース占有時間（予測値、実績値）
- ③運用ルール
- ④システムの仕様
- ⑤その他

6) 測定する効果指標

- ①作業時間（待ち時間を含む）
- ②作業人数

- ③動線の長さ
- ④入荷波動
- ⑤その他

3. 実施体制

3.1 実験 A (①一貫パレチゼーション、②ユニット検品、③まとめ発注)

1) 日用雑貨グループ

- ・メーカー
- ・卸売業
- ・輸送事業者
- ・業界団体

2) 加工食品グループ

- ・メーカー
- ・卸売業
- ・輸送事業者
- ・業界団体

3.2 実験 B (④バース予約制)

- ・メーカー
- ・卸売業
- ・輸送事業者
- ・S Iベンダー
- ・業界団体

4. スケジュール

4.1 実験 A (①一貫パレチゼーション、②ユニット検品、③まとめ発注)

	1月目	2月目	3月目	4月目	5月目	6月目	7月目	8月目
1)コンソーシアム組成	■							
2)実験計画策定		■						
3)実験フィールドとの調整			■					
4)現状(ベースライン)データ取り				■				
5)一貫パレチゼーション実験 (資材の準備からデータ取りまで)				■	■			
6)ユニット検品実証 (システムの準備からデータ取りまで)					■	■		
7)1次効果の検証						■	■	
8)2次効果の推計							■	■
9)課題の整理								■
10)実証実験のまとめ								■

4.2 実験 B (④パース予約制)

	1月目	2月目	3月目	4月目	5月目	6月目	7月目	8月目
1)コンソーシアム組成	■							
2)システム仕様の検討		■						
3)実験フィールドとの調整			■					
4)システム開発			■	■				
5)現状調査				■				
6)予測式の検討					■			
7)システムの改良						■	■	
8)実証実験							■	■
9)課題の整理								■
10)実証実験のまとめ								■

5. 費用

5.1 実験 A (①一貫パレチゼーション、②ユニット検品、③まとめ発注)

未定。

なお、現時点で考えられる主な費目は以下の通り。

- ①パレット製作(購入)費、運用費
- ②ASN整備費、運用費
- ③シミュレーター利用費

- ④調査員人件費
- ⑤その他

5.2 実験B (④バース予約制)

未定。

なお、現時点で考えられる主な費目は以下の通り。

- ①システム開発費
- ②現状調査費（調査員人件費など）
- ③その他

第6章 今後の方向性

1. 物流データの活用と連携

今回の調査では、主に次のソース（出所）から諸データを入手した。

- ①荷受施設に備え付けられた「記録簿」
入場時刻、退出時刻など
- ②荷受施設で主に検品のために使われているHHT
検品開始時刻、検品終了時刻など
- ③調査員の目視
入荷荷物の荷姿や荷降時間など

実態調査の分析では、これらの出所の異なるデータを組み合わせることで、回帰分析や定式化を行うことが出来、例えば、時短策の効果を定量的に予測したり、入荷する荷量から作業の所要時間を予測することが出来た。

残念なことに、例えば上記①や②データは、当日の記録として使われるのみで、デジタル化されたりその後の解析に回されることは無く、その多くが廃棄されているのが現実の様である。一方、HHTのデータを使って、庫内作業員の労働生産性の評価を行っているような例も見られた。

紙ベースのデータを誰がどのようにしてデジタル化するか議論はさておき、仮に入場時間と退出時間がデジタル化され、ドライバーの施設滞在時間が容易に生成できるようになった場面を想像すると、時間データと、入荷情報などの既にデジタル化されているデータベースから生成されたあるトラック（ドライバー）が搬入した荷物の数量データ（アイテム数やケース数など）を組み合わせることで、本研究で得られたような回帰式が得られれば、入荷数量から滞在時間を予測できるようになるだろう。

現状では破棄されたり眠っていたりするデータを利活用することで、施設の実態把握や業務改善を行うことが出来る可能性がある。

また、データの所有者が異なるために関係性が分析出来ず、活かされていないデータもあると考えられること（例えば、今回の実態調査では、荷降時間については調査員が実測、降ろされた荷物の数量については施設側のHHTから取得した）から、それぞれに固有な情報の連携方策について検討する必要がある。さらに、データ連携を推進するためには、データの表記方法やデータの定義などの標準化³¹が必要条件になる。

※HHT：Hand Held Terminalの略で、持ち運びできる検品端末のこと。

³¹ 現状、住所表記に漢字とカナが混在していること。また、住所の緯度経度変換に係わる測地系が複数存在していることなど。

2. まとめ発注の拡大による一貫パレチゼーションの推進

“一貫”パレチゼーションによる時短効果並びにこれから派生する輸送効率化（台数減、時間減、CO₂減など）については、既に見たとおり、大きいものがある。しかしながら、パレットに積載された荷物を一気に通貫で運ぶためには、出荷段階での積載率向上のための荷物の積み替え、また、入荷段階での検品のための荷物の積み替えを無くす必要がある。

このためには、荷物（商品）を発注/受注する段階に遡って、運び易さや検品のし易さが配慮される必要がある。具体的には、アイテムをまとめ、更にフルパレットあるいはフェース単位になるような数量が勘案された発注/受注が行われる必要がある。これについては、例えば外資系の日用雑貨メーカー³²で良く見られるような物流単位に基づく受注の仕方を取り入れること、また、メーカーのセールスマンに物流の効率化は利益率の改善に繋がることを、社内教育を通じて徹底すること³³などが考えられる。

なお、一貫パレチゼーションに固有の課題として、次のような事項が挙げられる。

- ①標準パレット（サイズ、片面/両面、差し穴の間隔）の普及
- ②パレットの共同運用（業界別取組の推進³⁴）

一貫パレチゼーションは、言われて久しい施策であるが、昨今のドライバー不足の深刻化という社会問題を契機に、いまあらためて、発着荷主が連携して取組むべき課題である。

3. まとめ発注と一貫パレチゼーションによるユニット検品の推進

まとめ発注と一貫パレチゼーションによるユニット検品による時短効果並びにこれから派生する輸送効率化（台数減、時間減、CO₂減など）については、既に見たとおり、大きいものがある。

前提条件であるまとめ発注と一貫パレチゼーションに係る課題は先に述べたとおりであるが、ユニット検品に固有の課題として、次のような事項が挙げられる。

- ①高い出荷精度が担保される必要があること
- ②誤出荷が発生した場合の処理方法に関する発着両荷主間の「ルール」が必用であること
- ③発注締切時間の前倒し（ユニット検品のための荷造り時間の捻出）

ユニット検品を行うためには、入荷検品のための荷造りを前もって出荷側で行う必要がある。このことによって、複数の発着主からの荷物が集中する荷受側での作業時間を減らし、荷受施設の運用効率の改善にも資するものと考えられる。

発注締切時間の前倒しは、発着荷主の連携の善し悪しが象徴される事項と考えら

³² 例えば、P&G など。

³³ 例えば、味の素の『物流ハンドブック』など。

³⁴ 業界をあげての輸送資材の共同運用の成功事例として、日本スーパーマーケット協会の物流クレート標準化協議会の取組が挙げられる。

れる。

④ユニットの個体識別

ユニット検品では、例えばそれがパレット単位であれば、パレットとそのパレットに積載されている荷物が紐付けられていることを前提に、パレットの個体を識別する必要がある。

パレットの個体識別については、基本的にはパレットの所有者ごとに行われることになると思われるが、個体識別のコード体系が企業によって異なると、取引先が多い企業がユニット検品を行う場合、取引先と同じ数の体系に対応せねばならず、このことがまた手間になりかねない。

ユニットの個体識別の方法については、パレット所有者の間でルール化されることが望ましい。

⑤ユニットサイズ

小ロット化が進展してきた中、もはや製造業と卸売業の間でさえ、パレットではロットが大きすぎるのではないかといった声もある。ユニット検品の単位についてパレットに拘るあまり、1枚のパレットに少ケースの商品が載せられて輸送・荷降・検品されるような状態は、少なくとも輸送のエネルギー効率というKPIから評価すれば「望ましくない」だろう。ここまで述べてきたとおり、パレットサイズに配慮した商流という選択肢もある一方で、特に、サプライチェーンの下流に近ければ近いほど、パレット以外のユニットサイズを選択肢に入れることも考えられる。

4. バース予約制の導入

入荷数から作業時間を推測する“予測式”を前提とするバース予約制の時短効果並びにそれから派生する輸送効率化（台数減、時間減、CO₂減など）については、既に見たとおり、大きいものがある。

現在、既に複数の予約システムが市場に出回っているが、バースの占有時間を織り込んだ商品はまだ存在していないと思われる。本施策の場合、まず、この予測式に固有な課題がある。

1) 予測式の精度

今回、僅か1日の実態調査で“発見”された単回帰式のR²値からは、荷降開始から出発までの所要時間の57%は入荷アイテム数で説明出来ることがわかった。これは、残りの43%は入荷アイテム数以外の要因で決まることを意味している。また、この回帰式の標準誤差は13.2（分）であったことから、この分の時間を織り込んでおく必要がある。

予測式の精度を向上させるためには、統計の法則に則り、とにかく数多くのデータを収集し解析する必要がある。

2) データ入手の手段

(1) テレマティクス

トラックで取得可能なデータ、例えば、荷室のドアの開閉時刻や荷届け先の出発時刻などに限られるものの、ある程度のものは揃えられると思われる。メーカーによって異なると思われるデータ項目定義などの規格化が重要。

(2) センサー

ドライバーからは、ウェアラブル端末やバイタルセンサーを使って、荷役時間や検品時間などを推定値ながらも取得出来るものと思われる。データ項目定義などの規格化の重要性については、テレマティクスに同じ。

3) ビジネスモデルの立案

バース予約制を産業界に実装するためには、仮に当該サービスを「バース予約システム」と呼称することにすれば、バース予約システムが持続可能な商品にならなければならない。

すでにサービスの提供が始まっているバース予約システムでは、システムのベンダーがドライバー（運送事業者）あるいは施設（荷主）から利用料金を収受するモデルになっているものがあるが、これは一例である。

ドライバーの生産性改善のために構想された「バース予約システム」のビジネスモデルを検討する必要がある。また、昨今、IoT分野の議論でしばしば言及されるような、当該システムで集めたデータで生産性向上を超える“付加価値”をつけたビジネスへの成長可能性についても視野に入れておくことが望ましい。

5. 小ロット品（路線便）対策の検討

物流領域での一貫パレチゼーション並びにユニット検品、また、それを実現するための商流領域に係るまとめ発注については、ナショナルブランド（NB）の主力商品など、アイテムのロットをまとめることが可能な商品については、比較的取り組み易い施策と考えられる。一方、加工食品に多く見られる地方の小さなメーカーの商品の場合は、この手は使い難いものと思われる。実際、今回実態調査を行った卸売業の2箇所の施設の荷受け現場では、地方の小さなメーカーからの荷物が路線便で入荷するシーンを多々目撃した³⁵。

複数の小さなメーカーからの荷物を積み合せた路線便の入荷においては、宅配便のto Cのような受取印の受領だけで荷届先での業務が終了することはなく、荷降しに加えてto Bの特徴になっている検品が行われており、荷物をひとつひとつ手降ししたり検品したりと、本研究で生産性向上の三位一体策として取り上げた「まとめ発注・一貫パレチゼーション・ユニット検品」の様相とは全く異なる労働集約的な作業の塊といった観を

³⁵ ある卸売業の地方の物流センターでは、全体の7割が路線便が占めているとの話も聴いている。

呈していた。to Cの再配達問題の様には世間一般の関心を集めてはいないものの、to Bの領域では、ここで取り上げたような検品の問題が労働生産性向上の阻害要因のひとつになっていると考える。

これに対しては、一社の着荷主（卸売業）と数多くの発荷主（メーカー）が一元的に課題の共有や改善策の検討を行うことが難しいと思われるため、例えば、着荷主と路線事業者が協議の場をつくり、その中で上述の様な課題の共有や特に検品方法の合理化などの改善策の検討が行われることが望ましい。

表 6- 1 to B と to C の路線（宅配）便問題の比較

領域	発荷主	ロットの大きさ	まとめ発注のし易さ	トラック種別	主な問題点
to B	大手メーカー(NB)	大	●	区域便	・荷降し・検品に時間がかかる
	中小メーカー	中	▲	路線(宅配)便	
to C	消費者、EC企業	小	×		

6. 標準化の推進

以上に述べてきた施策を推進し、物流分野の生産性を向上させるためには、データの定義やデータの交換方法の標準化、パレットの寸法の規格やパレットの運用ルールの標準化など、物流に係る複数の項目に関する標準化が行われることが極めて重要になってくると考える。

例えば、自動倉庫の導入で注目を集めている某大手EC企業では、包装材の寸法は9種類に規格化されているという。確かに、発注した荷物の容積に比べて大きく感じられる場合もあると思われるが、同社の包装材のサイズは、先に記した自動倉庫での運用などに配慮した結果と考えられる。また、ドイツで提唱されている「ロジスティクス 4.0」はIoTを製造業の物流部門に適用するもので、これがもたらす変革は「省人化」と「標準化」とされている。

このように、ロジスティクス分野の古いテーマである標準化が、人手不足対策として行われる自動化のための環境整備や昨今の技術革新を受けて、再び重要なテーマとして浮上してくる可能性は高いと考えられる。本研究では、標準化のテーマについては掘り下げが十分でなかったと自己評価しており、今後ここで記したような標準化を進めるための調査研究を行う必要がある。

7. その他

1) 荷主のための物流施設実態調査の必要性

今回の実態調査の範囲は、メーカーの物流施設の出荷側から卸の物流施設の入荷側までであった（“Half & Half” 調査）。一方、物流施設は、入荷並びに出荷双方の機能

を合わせ持っていることが一般的であり、物流センターの要員も入荷と出荷の双方の業務をこなすことが一般的である。

このため、入荷と出荷が同時に進行する場合は、人員が分けられることとなり、この時の入荷あるいは出荷業務は、どちらか片方に専念する場合とは異なり、パフォーマンスが低下することになると考えられる。

荷主のための物流施設の実態の全体像を把握するためには、今回の実態調査のような発側もしくは着側の片方だけではなく、発側と着側双方を調査する必要がある。

また、業種別タイプ別など、様々な物流施設における荷物、車、人（ドライバー、施設側作業員）の関係の可視化と、自社施設のベンチマーク、また、改善指標の検討など、今回実施したような実態調査の横展開が行われることが望ましい。

2) 発着連携による物流分野の生産性向上策を継続的に研究できる場の維持

関心のある企業、業界団体での横連携、また、各社・各分野の実態の情報交換、更には実証実験などが行われることが望ましい。

例①：パレット標準化トライアルチーム

例②：ユニット検品トライアルチーム

例③：バース予約システムトライアルチーム

例④：まとめ発注のルールトライアルチーム

3) 荷主連携のさらなる推進、荷主と物流事業者との連携

- ・卸売業と小売業との連携
- ・ASN（事前出荷情報）の物流事業者との共有
- ・共同輸送（または中継輸送）のための標準的な荷作り方法の検討

以上

2016年度 経済産業省 次世代物流システム構築事業費補助金
(次世代物流システム構築に関する調査事業)

**荷主連携による共同輸配送の
環境整備等に関する調査研究
報告書**

2017年3月

公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会
〒105-0022 東京都港区海岸 1-15-1 スズエベイディアム 3階
TEL:03-3436-3191(代表)

委託先 :株式会社日本能率協会総合研究所
〒105-0011 東京都港区芝公園 3-1-22