

# 準天頂衛星システムを活用した ビジネスへの期待

2018年9月21日

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

北條 英

# ＝荷主企業と物流企業のデータ連携＝

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  
JILS 2017年3月より

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)

# 調査の概要

## 調査の目的

本調査の目的は、**貨物輸送部門の省エネ化とドライバーの生産性向上**を図ることである。

本年度は、過年度の研究における「発荷主連携」から「**発着荷主連携**」へと連携の組合せを変えて、研究を行った。

## 調査フロー

本調査のフローは、右図の通り。  
既存調査や事例調査を踏まえ、時間短縮化策の検討に必要な**実態調査**を行った上で、**時間短縮化策**を検討した。

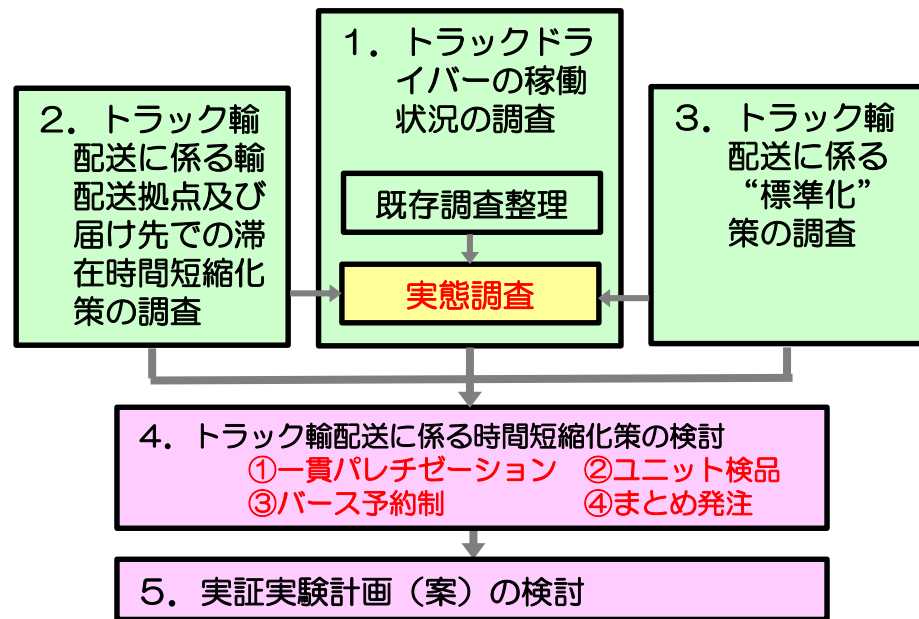


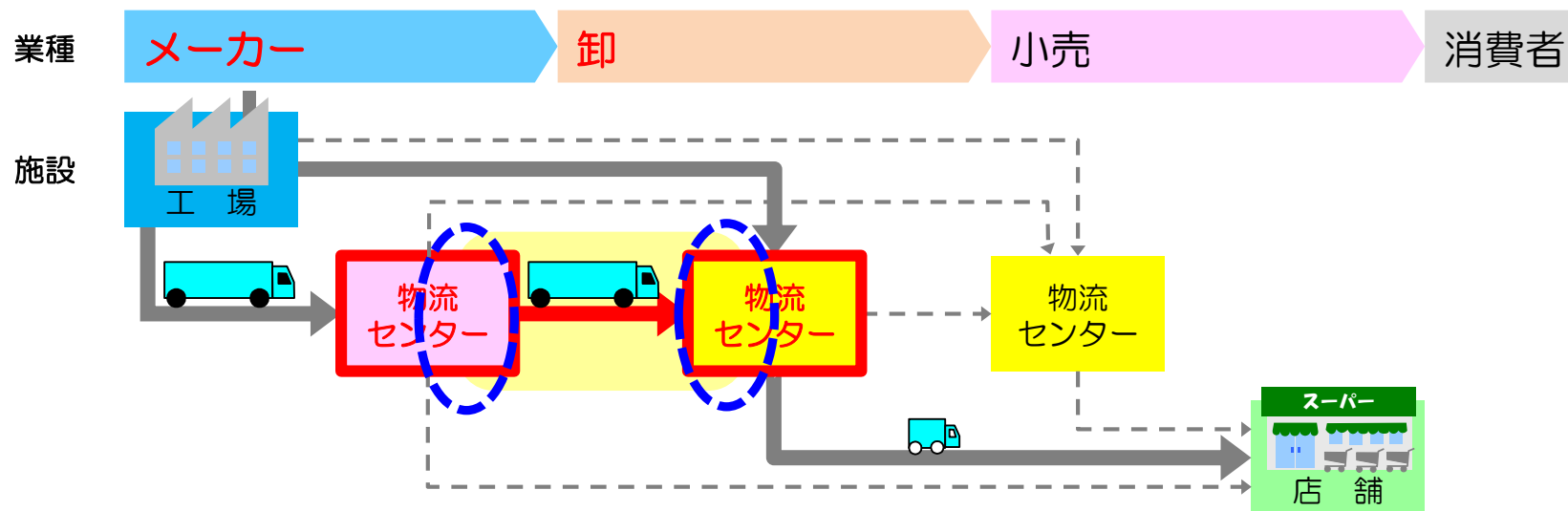
図 本研究のフロー

## 調査スケジュール

年月	2016年 (H28)						2017年 (H29)	
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
1. トラックドライバーの稼働状況の調査	既存調査のレビュー			加工食品 現地調査	実査	日用雑貨 現地調査	整理・分析	
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	仮説	事例調査						
3. トラック輸配送に係る“標準化”策の調査	仮説	事例調査						
4. トラック輸配送に係る時間短縮化策の検討	仮説		時短策の検討				効果検討(シミュレーション)	
5. 実証実験計画(案)の検討							案検討	
荷主連携による共同輸配送の環境整備研究会		①	②		③		④	⑤

## 調査の対象領域

- 本研究では、メーカーの出荷から卸の入荷までの領域に焦点を当て、メーカーの発側と卸の着側で、それぞれドライバーの稼働実態(業務プロセスごとの所要時間)調査を行った。



# 実態調査の概要

## ■調査対象の輸送区間

製造業と卸売業が発着となる幹線輸送

## ■対象施設

加工食品：北関東 発2施設、着2施設

日用雑貨：北海道 発2施設、着2施設

## ■調査日

2016年10～11月の平日1日

(拠点により調査日は異なる)

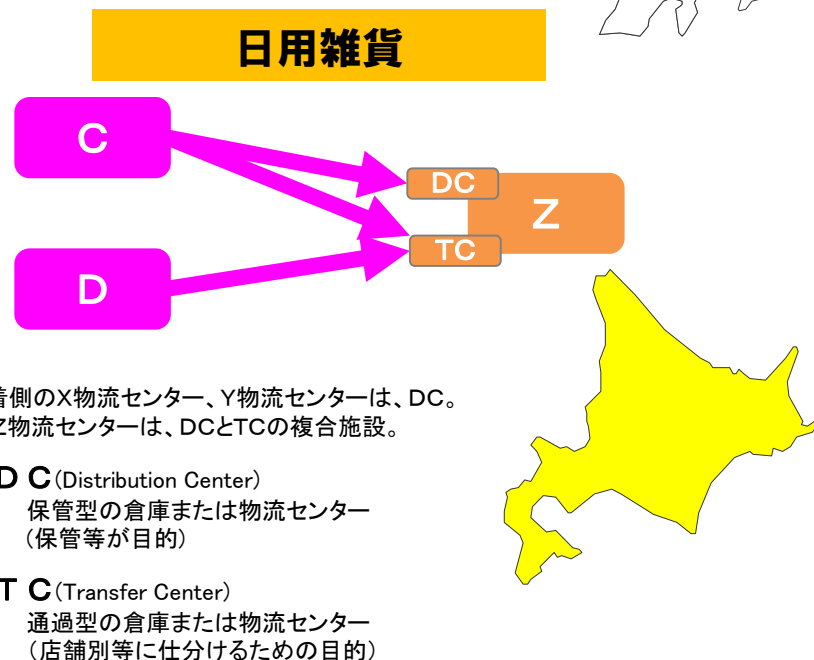
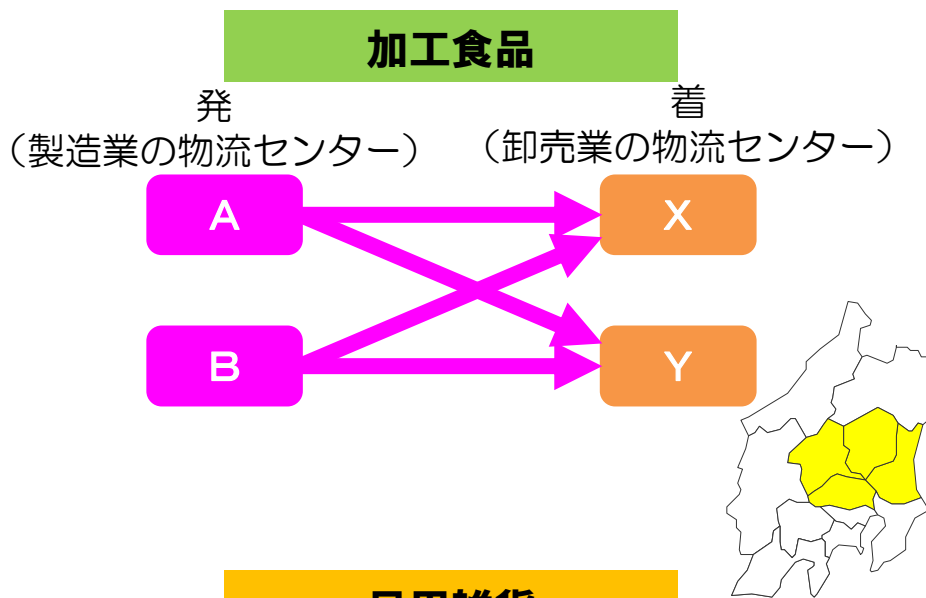
## ■調査方法

### 【発施設】

- ・着施設への出荷について、荷揃え・車両積込・出発を立合観測

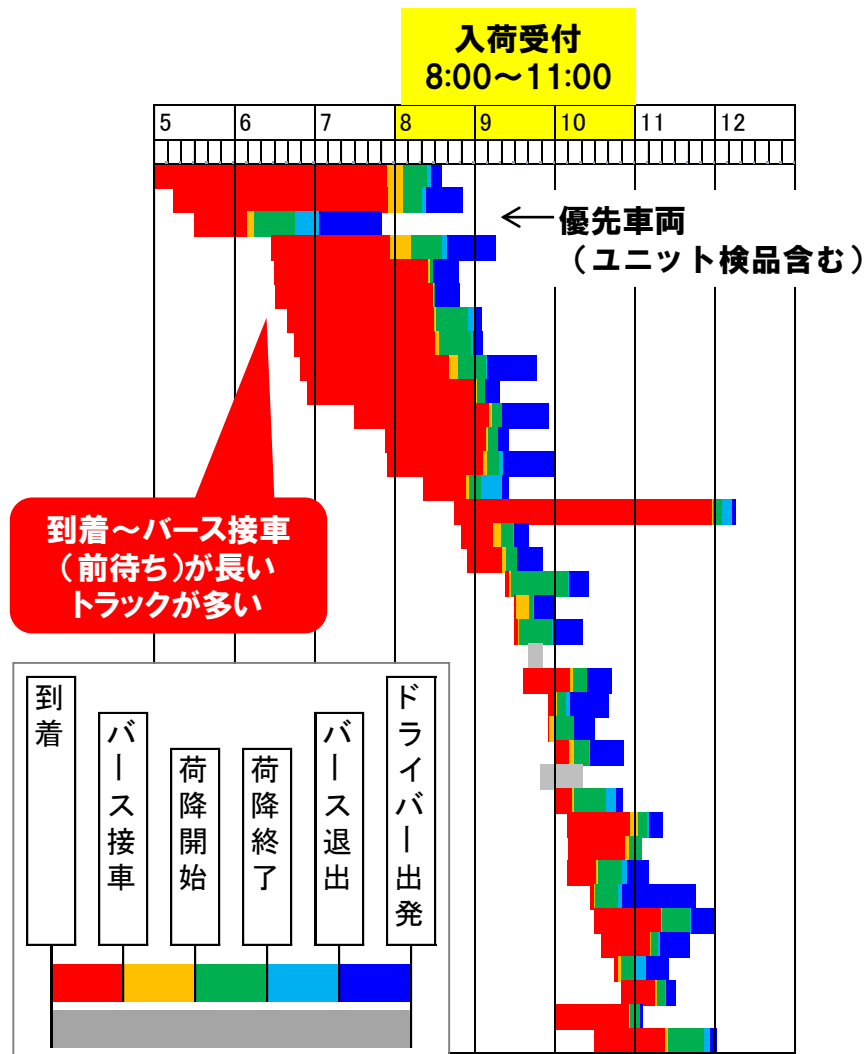
### 【着施設】

- ・入荷バースで、接車した車両の状況を立合観測
- ・着施設側の既存保有データも活用し分析
  - 入荷車両受付簿
  - 検品のハンディターミナル情報



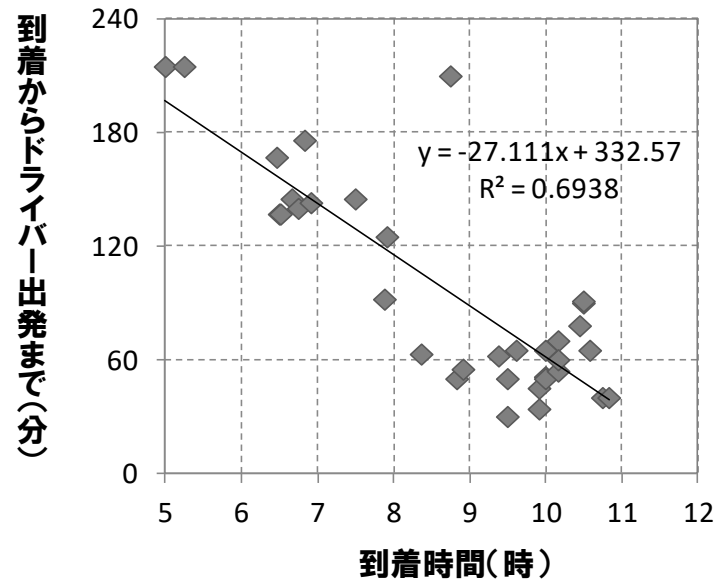
# 到着車両はどのくらいの時間滞在しているか？

➤ 朝早くきた車ほど長く待っている。

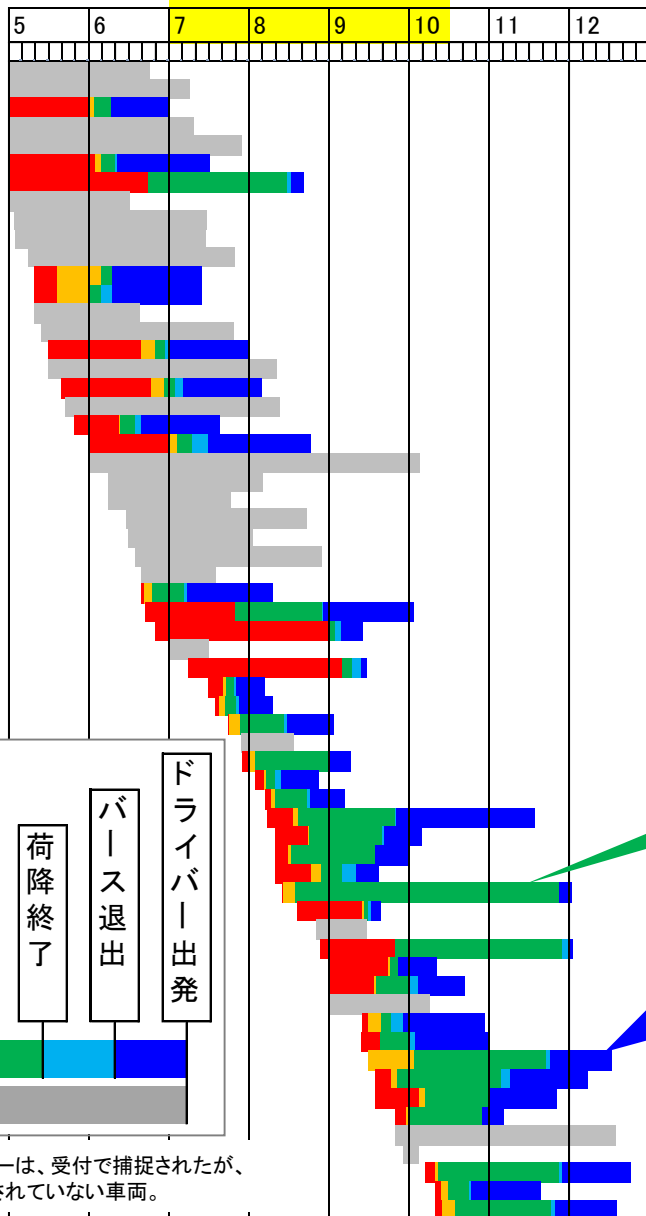


※グラフ中の帯のグレーは、受付で捕捉されたが、バース調査で補足されていない車両。

待ち行列車両



入荷受付  
7:00~10:30



荷降し  
パレット積替え



荷降開始~荷降終了  
(荷降し)  
が長い

バス退出~ドライバー出発  
(後待ち)が長い  
→バス退出後の検品時間  
を含む場合あり

荷降し:2人乗務

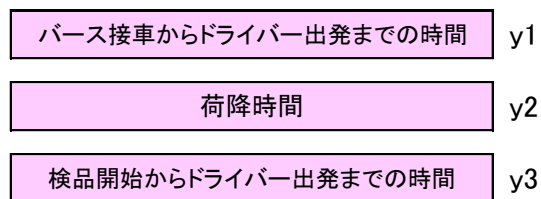


※グラフ中の帯のグレーは、受付で捕捉されたが、バス調査で補足されていない車両。

# ◆回帰分析で用いた変数の体系

## 目的変数

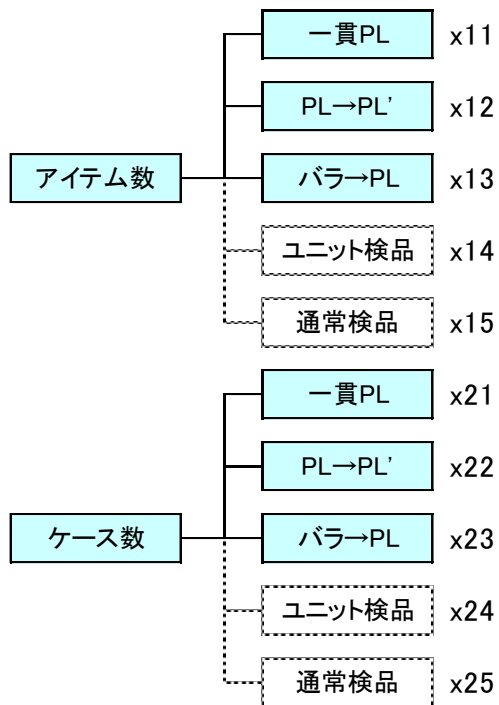
【時間】



## 説明変数

【計数単位】

【荷姿/荷役・検品方法】



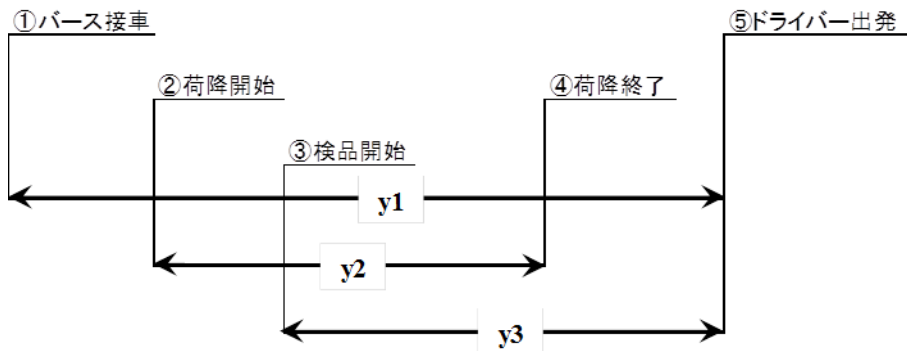
・今回の回帰分析で用いた変数の体系を左上図に示す。

・目的変数は3種類の時間とした。

・説明変数は、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、合わせて6種類の計数単位とした。

・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（トラックの台数ベースで1台）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





# 補 足：一貫パレチゼーションとユニット検品の事例

加工食品

発施設

B物流センター

着施設

X物流センター

## ◇一貫パレチゼーション



X物流センターに翌日届ける「一貫パレチゼーション+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

### ◆ある物流センターにおけるアイテム数と バース接車から出発までの所要時間の定式化【単回帰式】

$$Y_1 = 0.694X + 22.3 \quad (R^2 = 0.571) \quad \cdots \text{式②}$$

ここに、

$Y_1$  = バース接車から出発までの所要時間（分）

$X$  = 入荷アイテム数（アイテム）

- ある物流センターの実態調査を行ったところ、「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」を予測出来ることがわかった。  
↳ 100アイテムの入荷ならば所要時間は92分
- 「バース接車からドライバー出発までの時間」が予測出来れば、荷受施設側でバースの利用時間帯を割り当て、さらにバース接車時刻を指定することが可能である。
- 所要時間予測機能を実装した「バース予約システム」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。
- こうすることで、「到着～接車荷降ろし」までの時間を大幅に削減出来る。

◆ある物流センターにおける**ケース数**と  
**バス接車からからドライバー出発までの所要時間の定式化【重回帰式】**

$$Y_1 = 0.0269X_{21} + 0.0941X_{22} + 0.162X_{23} + 45.9 \dots \text{式③}$$

ここに、

$Y_1$  = バス接車からドライバー出発までの所要時間（分）

$X_{21}$  = 一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数

$X_{22}$  = パレットで着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

$X_{23}$  = バラで荷降ししてパレット組みの後入荷した荷物のケース数

- 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**は次のようになっている。

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

- この定式化により、荷姿/荷扱方法の違いによる「バス接車からドライバー出発までの所要時間」の違いを比較することができる。

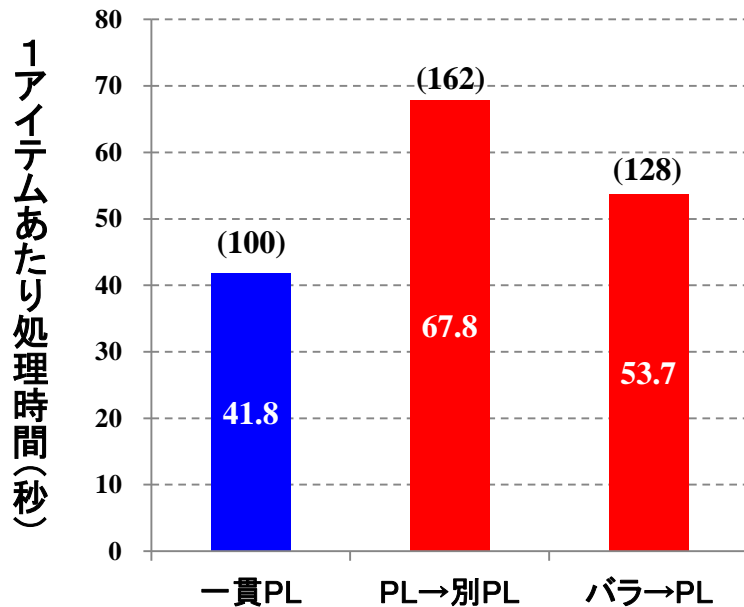
☞ **時間短縮策を定量的に比較検討**できる。

- 因果関係をあらわす式☞ **荷姿【原因】**と**所要時間【結果】**

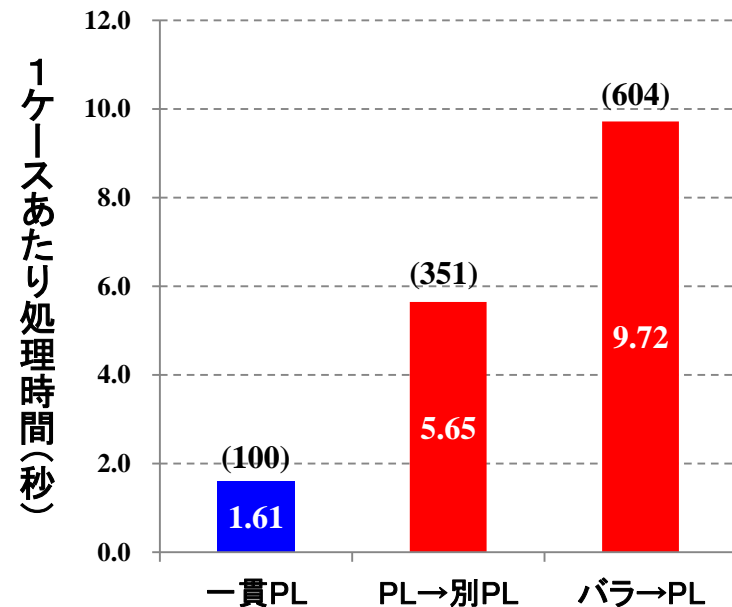
# ◆ある物流センターにおける一貫PL、PL積替、バラ積替の処理時間の比較【重回帰式の傾き】

- 今回の実態調査からわかった一貫パレチゼーション、パレットの積み替え、バラ荷物のパレット組みの単位数（アイテム数並びにケース数）あたりの処理時間（バス接車からドライバー出発までの時間）の違いを下図に示す。
- 数字からは、一貫パレチゼーションの時間生産性の高さが明明白白である。

○アイテム数ベース



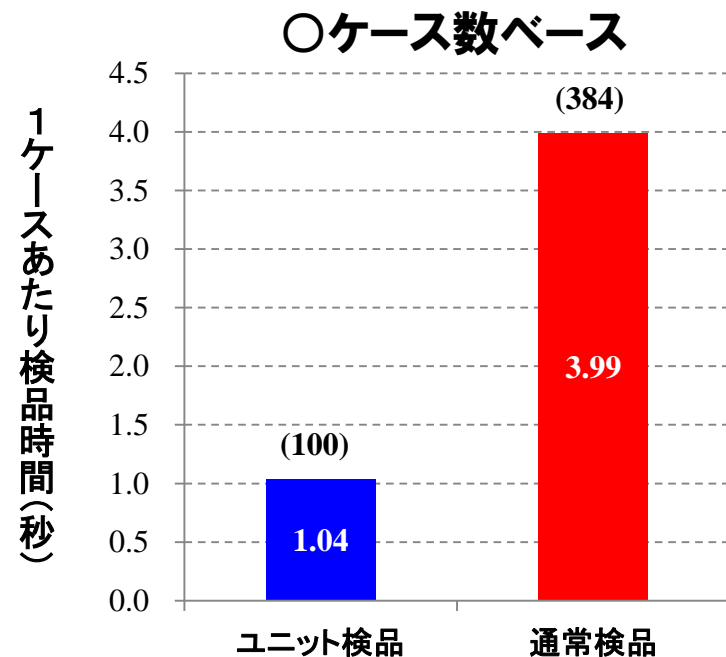
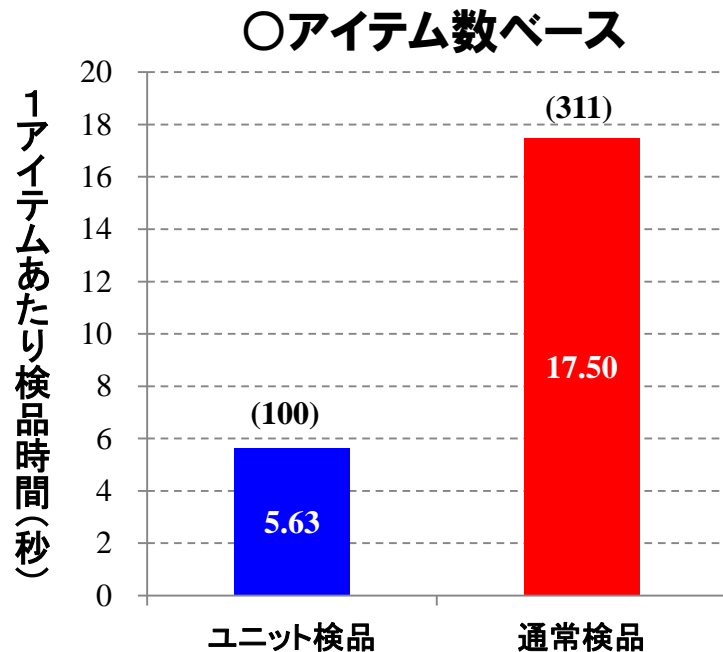
○ケース数ベース



# ◆ある物流センターにおける**ユニット検品**と**通常検品**の検品時間の比較

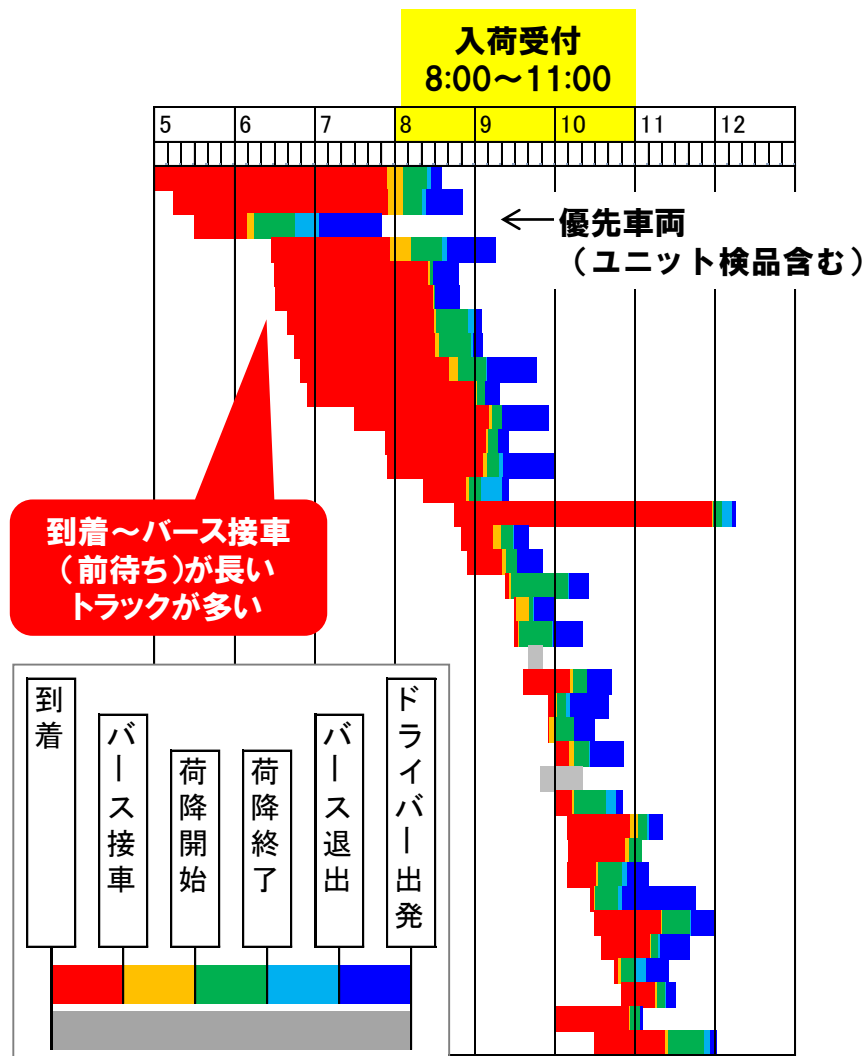
## 【加重平均】

- 今回の実態調査からわかった**通常検品**と**ユニット検品**の処理時間について、「検品時間」に対する単位数（アイテム数並びにケース数）あたりの処理時間（検品時間）を下図に示す。
- 数字からは、**ユニット検品の時間生産性の高さが明明白白**である。



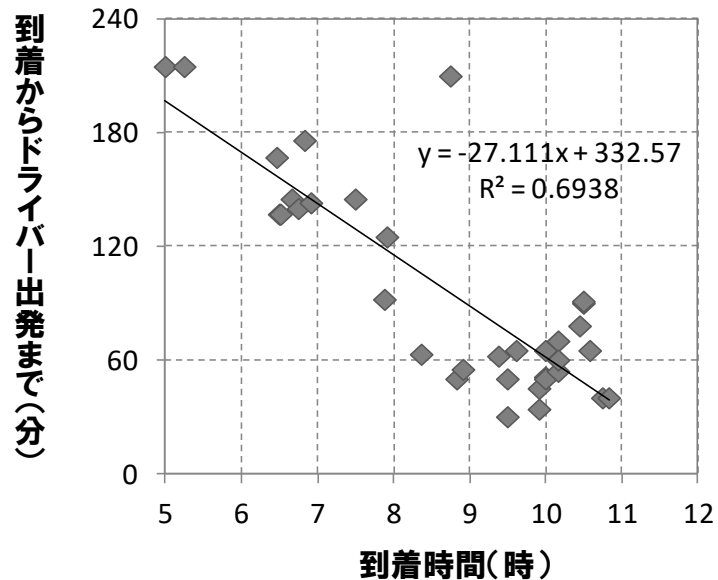
# 到着車両はどのくらいの時間滞在しているか？

➤ 朝早くきた車ほど長く待っている。



※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。

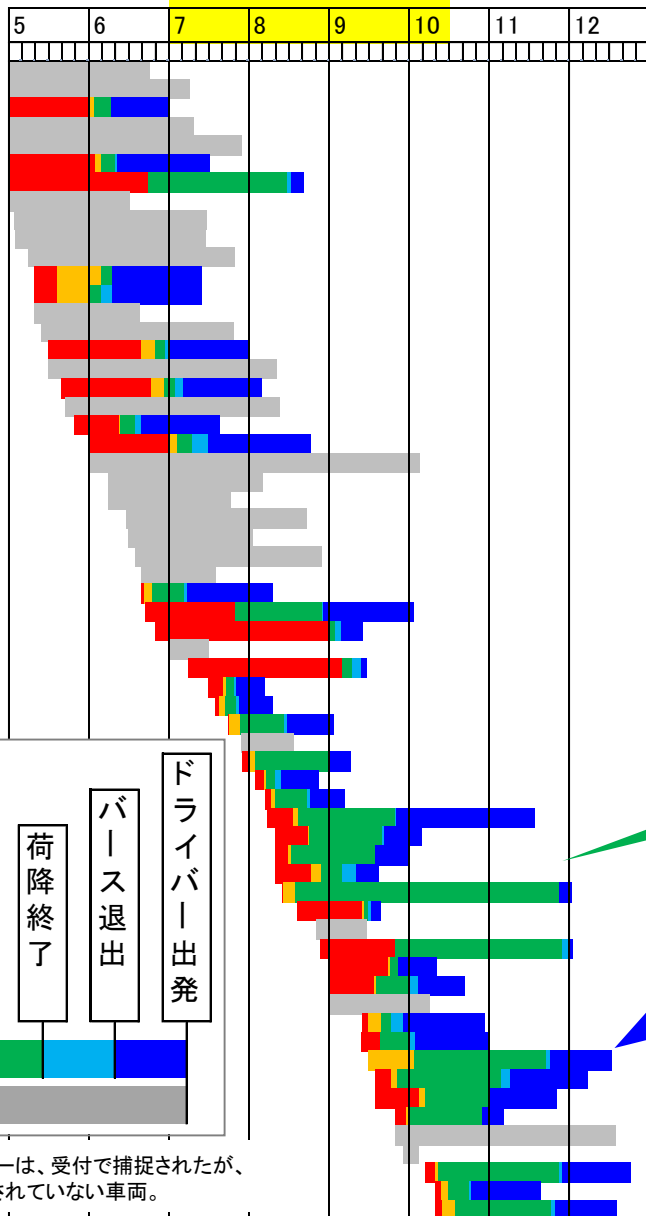
待ち行列車両



- 「バス接車からドライバーの出発までの所要時間」( $Y_1$ )が推定出来れば、バスと接車時刻を適切に指定することで、前待ち時間を大幅に削減できる。
- 「バス接車からドライバーの出発までの所要時間」( $Y_1$ )であれば、例えば“テレマティクス”で計測したデータ（GPS、サイドブレーキ、運転台ドアの開閉、荷室ドアの開閉など）により、推定可能。
- 「アイテム数」( $X$ )データの取得方法は？
  - ☞ 発荷主の出荷データ？
  - ☞ 着荷主の入荷データ？
  - ☞ 荷台/ドライバーの画像センサー？
- また、自動車の運行情報を数多く集め蓄積すれば、ビッグデータを活かして旅行時間予測することが出来、遠方からのドライバーであっても、徒に早い出発をしなくても良くなる可能性がある。
- さらに、トラックを離れたドライバーの業務については、例えば、バイタルセンサーのデータから推定可能か？



入荷受付  
7:00~10:30



荷降し  
パレット積替え



荷降開始~荷降終了  
(荷降し)  
が長い

バース退出~ドライバー出発  
(後待ち)が長い  
バース退出後の検品時間  
を含む場合あり

荷降し:2人乗務



※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。



- 積み替えなしの「一貫パレチゼーション」及びパレット単位での「ユニット検品」の導入で「バース接車からドライバーの出発までの所要時間」( $Y_1$ )を大幅に削減できる。
- 更に、「バース接車からドライバーの出発までの所要時間」( $Y_1$ )が推定出来れば、バースと接車時刻を適切に指定することで、前待ち時間を大幅に削減できる。
- 「バース接車からドライバーの出発までの所要時間」( $Y_1$ )であれば、例えば“テレマティクス”で計測したデータ（GPS、サイドブレーキ、運転台ドアの開閉、荷室ドアの開閉など）により、推定可能。
- 「ケース数」( $X_{2i}$ )データの取得方法は？
  - ☞ 発荷主の出荷データ？
  - ☞ 着荷主の入荷データ？
  - ☞ 荷台/ドライバーの画像センサー？
- さらに、トラックを離れたドライバーの業務については、例えば、バイタルセンサーのデータから推定可能か？

# 効果シミュレーション結果

## アイテム数ベースモデルを適用

- 【仮定】
- 一定以上の荷量の届け先で導入 40ケース以上
  - 一貫PLの導入割合を右表の通り設定
  - 到着からバース接車までの時間 全て：30分
  - バース接車から出発までの時間 **アイテム数**に基づく右のモデルで推計

- 【結果】
- 全4センター計の時間で、一貫パレ導入で5.4%、ユニット検品も導入すると7.8%の削減。  
(40ケース以上の届け先が多いC物流センターに効果がでる。)

	導入対象施設での入荷割合			対象外
	一貫PL	PL	バラ	バラ
基準	10%	90%	0%	100%
ケースA	50%	50%	0%	
ケースB	100%	0%	0%	

### 【適用モデル】

加工食品：X物流センター・**アイテム数**ベースモデル

$$Y=0.696X_{11}+1.13X_{12}+0.895X_{13}+20.0 \quad (\text{補正}R^2=0.560)$$

Y=バース接車からドライバー出発までの所要時間(分)

X<sub>11</sub>=一貫パレチゼーションで入荷した荷物のアイテム数

X<sub>12</sub>=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

X<sub>13</sub>=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

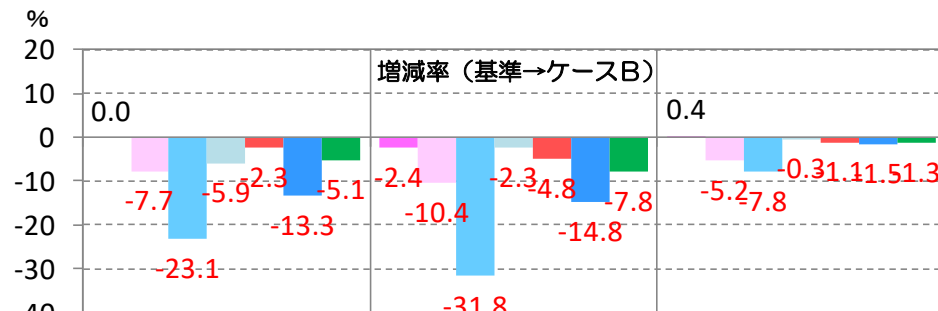
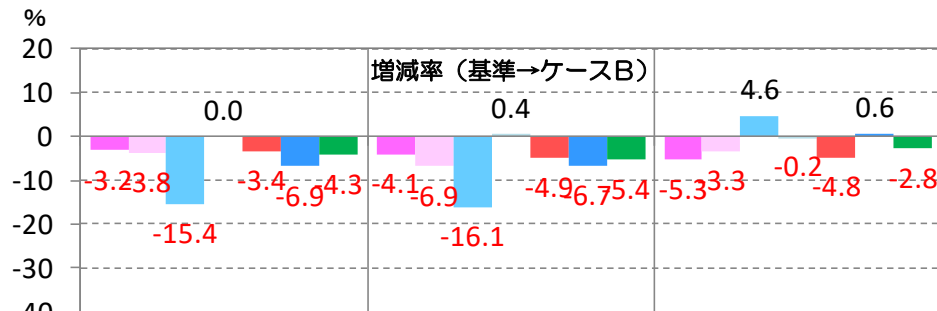
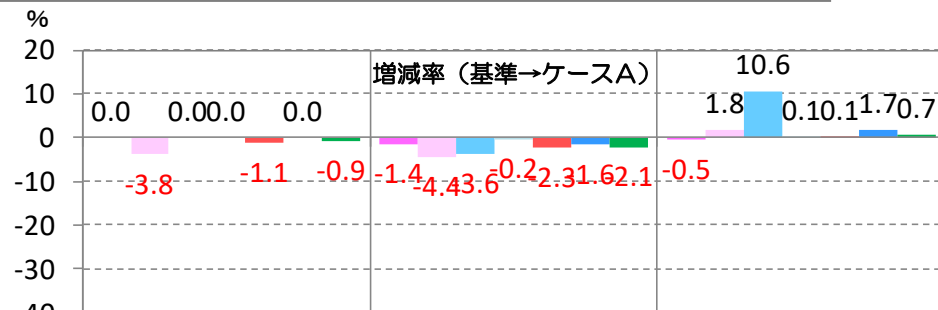
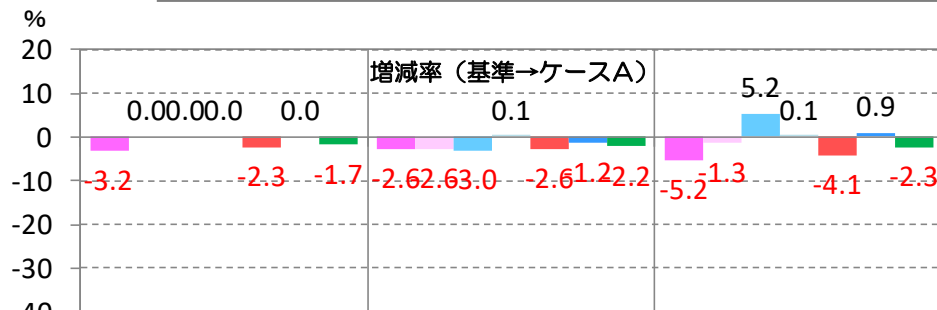
日用雑貨は、Z物流センター・DC・**アイテム数**の原単位を摘要

$$Y=0.533X_{11}+1.570X_{12}+1.19X_{13}$$

## ①一貫パレチゼーション

## ②ユニット検品

■ 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 ■ 加食2センター計 ■ 日雑2センター計 ■ 全4センター計



台数

時間

距離

台数

時間

距離

## ケース数ベースモデルを適用

- 【仮定】
- ・バース接車から出発までの時間 **ケース数**に基づく右のモデルで推計
  - ・その他は、前頁と同じ条件

- 【結果】
- ・全4センター計の時間で、一貫パレ導入で3.4%、ユニット検品も導入すると7.3%の削減。  
(40ケース以上の届け先が多いC物流センターに効果がでる。)

	導入対象施設での入荷割合			対象外
	一貫PL	PL	バラ	バラ
基準	10%	90%	0%	100%
ケースA	50%	50%	0%	
ケースB	100%	0%	0%	

### 【適用モデル】

加工食品：Y物流センター・**ケース数ベースモデル**

$$Y=0.0269X_{21}+0.0941X_{22}+0.162X_{23}+45.9 \quad (\text{補正}R^2=0.541)$$

Y=バース接車からドライバー出発までの所要時間(分)

X<sub>21</sub>=一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数

X<sub>22</sub>=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

X<sub>23</sub>=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

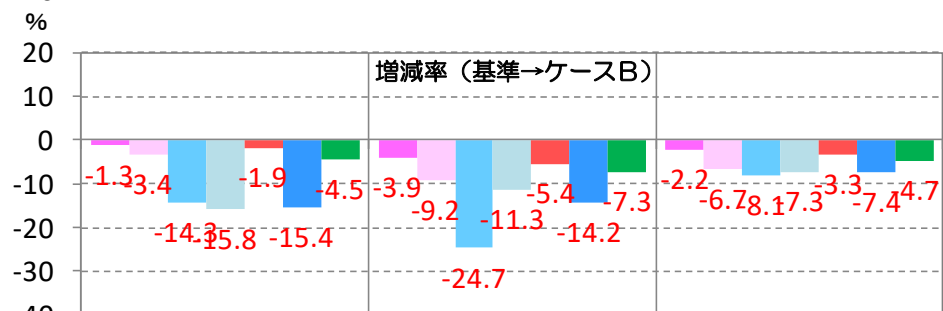
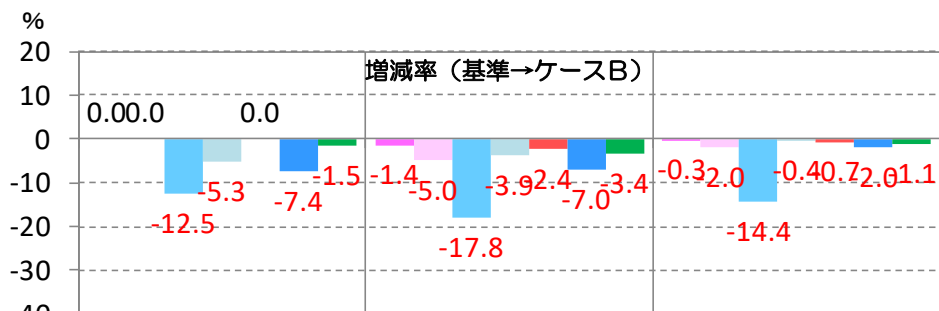
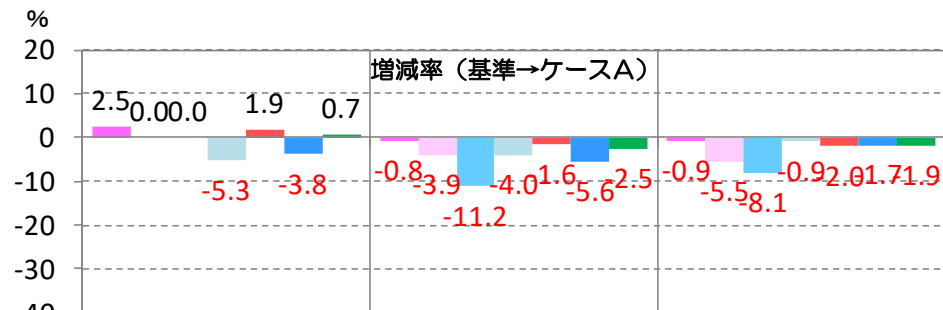
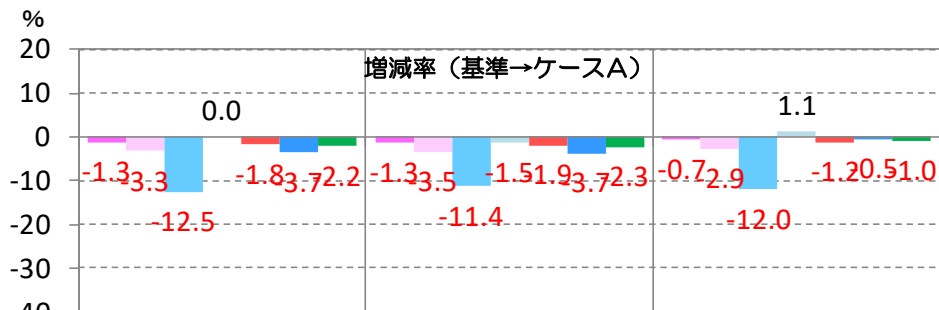
日用雑貨は、Z物流センター・DC・**ケース数**の原単位を摘要

$$Y=0.0394X_{21}+0.108X_{22}+0.170X_{23}$$

### ①一貫パレチゼーション

### ②ユニット検品

■ 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 ■ 加食2センター計 ■ 日雑2センター計 ■ 全4センター計



台数

時間

距離

台数

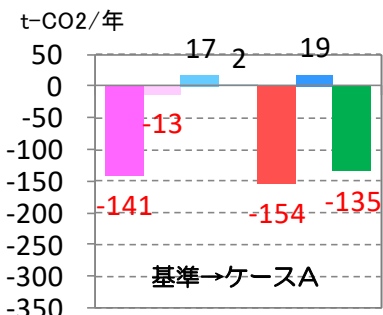
時間

距離

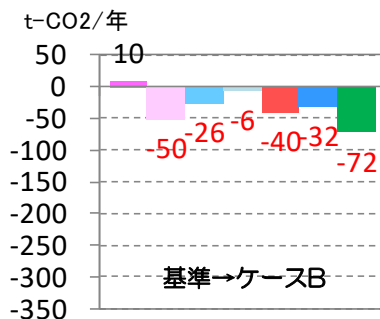
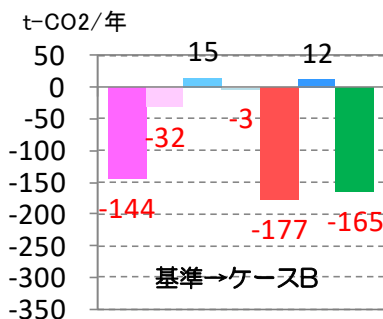
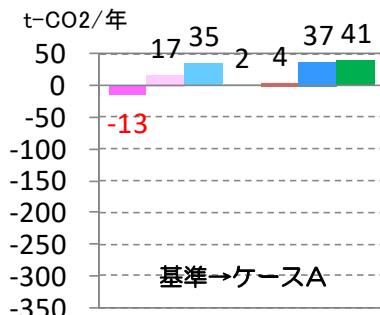
■ A物流センター ■ B物流センター ■ C物流センター ■ D物流センター ■ 加食2センター計 ■ 日雑2センター計 ■ 全4センター計

### 滞留時間にアイテム数ベースモデルを適用

#### ①一貫パレチゼーション

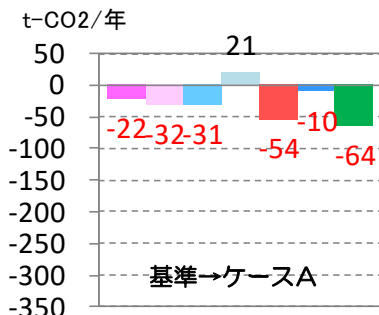


#### ②ユニット検品

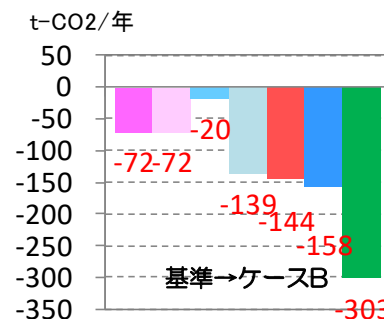
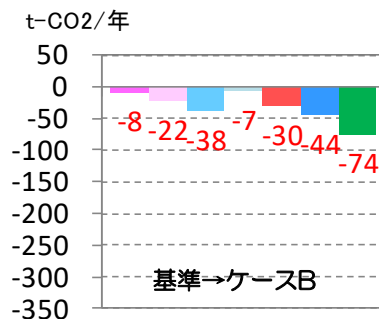
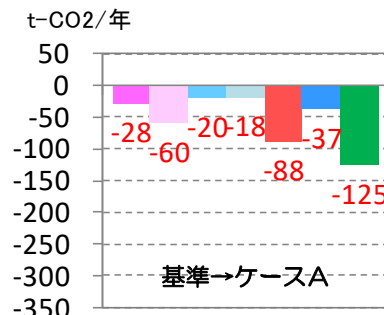


### 滞留時間にケース数ベースモデルを適用

#### ①一貫パレチゼーション



#### ②ユニット検品



- 一貫パレチゼーションとユニット検品によって、荷物の届け先でトラックの滞留時間が短縮されることによる輸送効率化がもたらす二酸化炭素排出量の削減効果をシミュレータ\*を用いて推計した。
- ここで、ケースAは、一貫パレチゼーションによる入荷割合を10%、パレットの積み替えが行われる入荷割合を90%と設定した。また、ケースBは、すべての荷物が一貫パレチゼーションで入荷すると設定した。
- さらに、ユニット検品は一貫パレチゼーションで入荷した荷物を対象に行われることとした。
- いくつかの例外はあるが、滞留時間の短縮により二酸化炭素排出量が削減されることが定量的に確認された。

\* ) (株)パスコ「LogiSTAR配車管理簿」