

# 注文データに基づく ピッキング方式の選定に関する研究

海運ロジスティクス専攻  
趙 潔

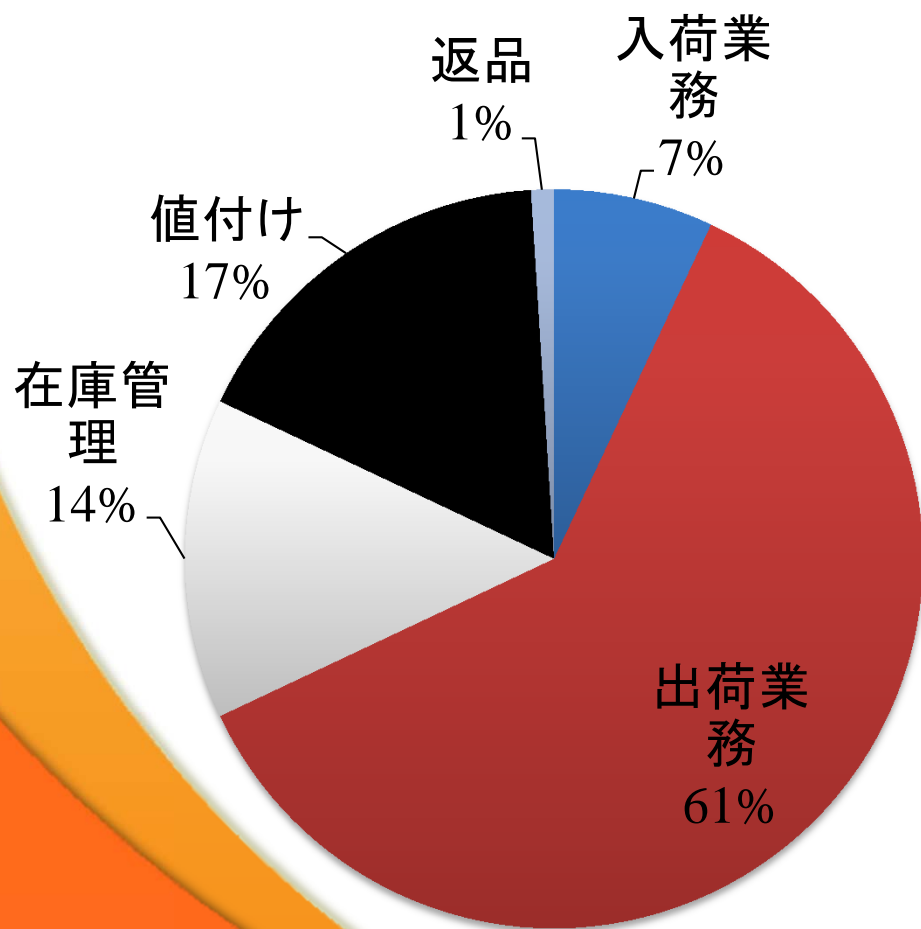
# 発表の流れ

- ◆ 研究の背景と目的
- ◆ 注文データとピッキング作業
- ◆ ピッキング作業時間の定式化
- ◆ 作業時間の定式化を用いたピッキング方式の選定に関する検討
- ◆ 注文データから見たピッキング方式の選定に関する検証
- ◆ 結論

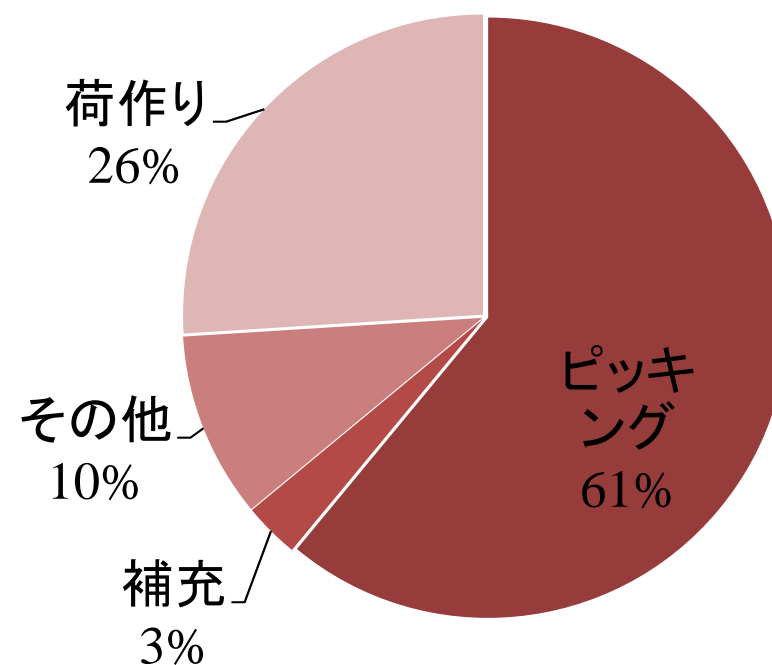
# 研究の背景と目的

# 研究背景

## 物流センターの総作業時間に 占める各業務の割合



## 出荷業務の内訳



出典: 吉原和彦「ピッキング設備導入の落とし穴」『LOGI-BIZ』7月号

# 既存研究

番号	年	内容	評価対象	
			分類2	内容
1	2009	A study on the improvement of picking in mobile warehousing systems	既存研究	pick-and-pass動作
2	2000	Improvement order picking in mobile		レイアウト
		cross of a		
		multiple picker order		
4	2011	ピッキング作業の改善のため、タから見た商品ロケーション	ピッキング作業時間の短縮	ロケーションの決定
5	2011	リアタイムバッチング支援システム		ピッキング経路の指示
6	2010	GAを用いた多品種少量物流ピッキング経路の自動導出に関する検討	ピッキング経路の指示	ピッキング経路の指示
7	2009	大規模物流センターにおけるオーダーピッキングのナビゲーションスケジューリングに関する研究		ピッキング経路の指示

ピッキング方式として

摘み取り方式

種まき方式



# 研究の目的

注文データとピッキングにおける作業時間の関係から望ましいピッキング方式の選定を行うことを目的とする

# 注文データとピッキング作業

# 注文データ

E = 3

I = 4

Q = 19

L(行数) = 5

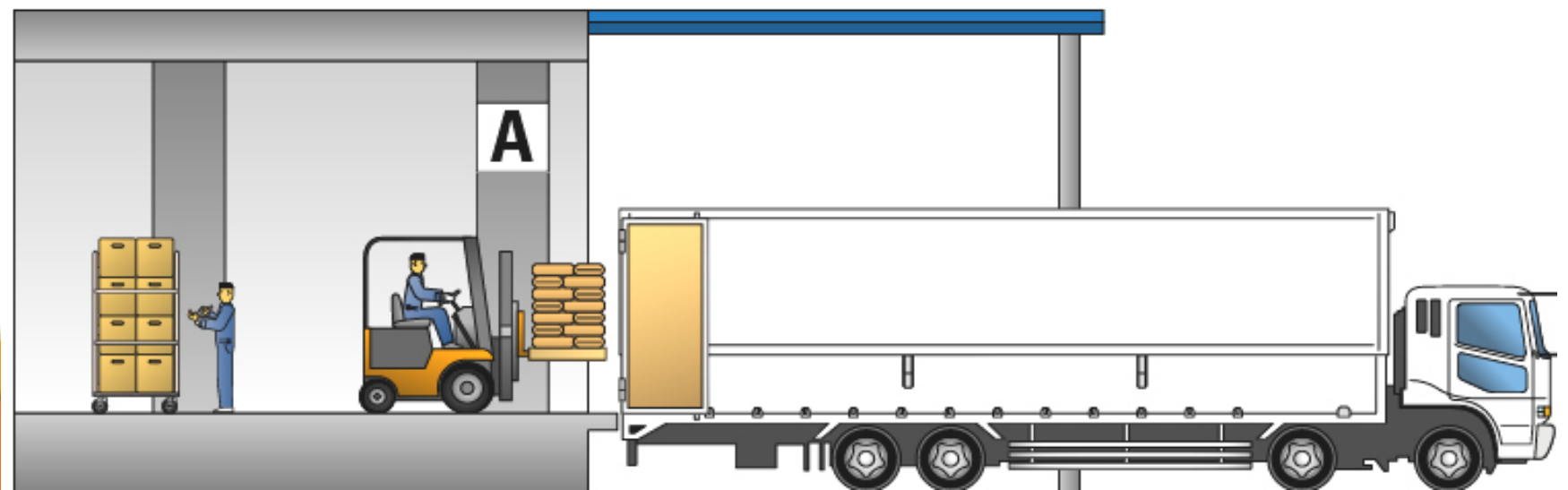
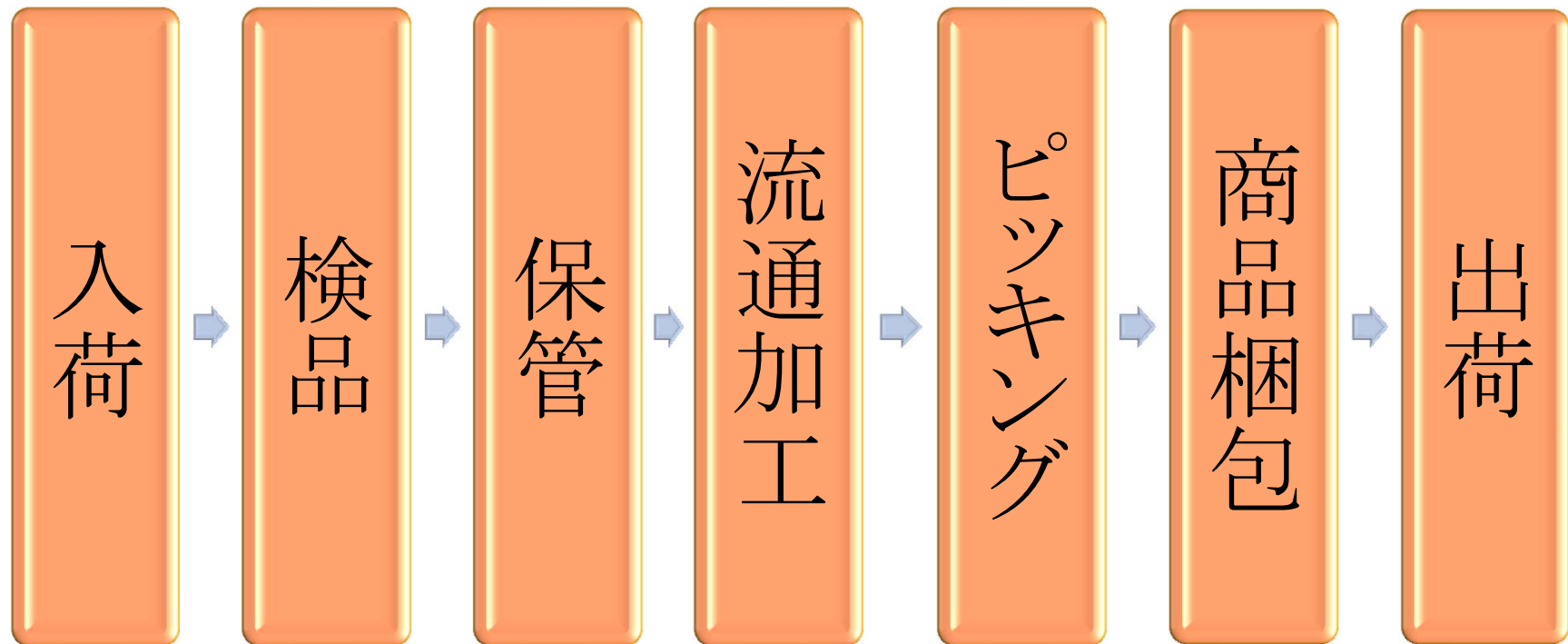
E(客先)	I(種類)	Q(数量)
E1	I1	3
E1	I2	2
E2	I3	1
E2	I2	5
E3	I4	8

## EIQ表

		種類				客先毎 注文量	客先毎 注文点数
		I1	I2	I3	I4	EQ	EN
客先注文伝票	E1	3	2	0	0	5	2
	E2	0	5	1	0	6	2
	E3	0	0	0	8	8	1
種類毎注文量	IQ	3	7	1	8	19	GEN
種類毎重複数	IK	1	2	1	1	GIK	5



# 物流センターにおける作業の流れ



# ピッキング作業の定義

受注した品物を保管してある場所から取り出す作業をいう



# ピッキング方式

- 摘み取り方式（シングルピッキング方式）

客先毎まとめた注文データにより品物をピッキングする方式である。

- 種まき方式（バッチピッキング方式）

複数の客先の注文データを品物の種類毎にまとめてピッキングし、その後、客先別に品物を仕分ける方式である。なお、種まき方式にはいくつかの種類がある。

- ①出荷方面別種まき方式

- ②**種類別種まき方式**など

# ピッキングの作業工程(摘み取り方式の場合)

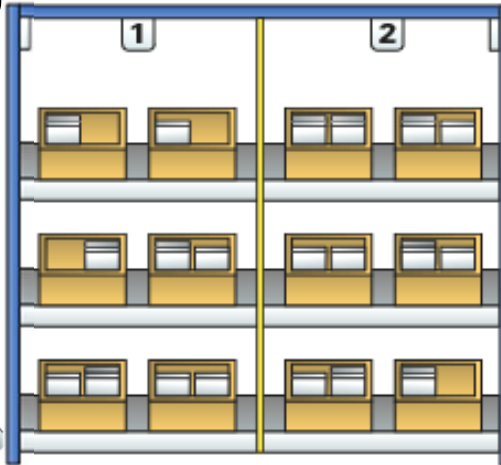
作業開始



移動



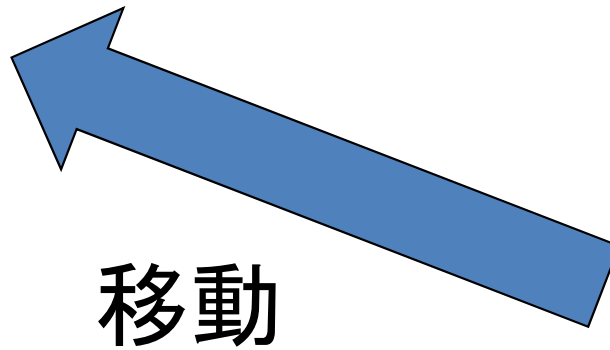
商品探索



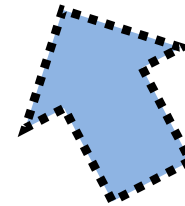
取り出し



作業完了



移動



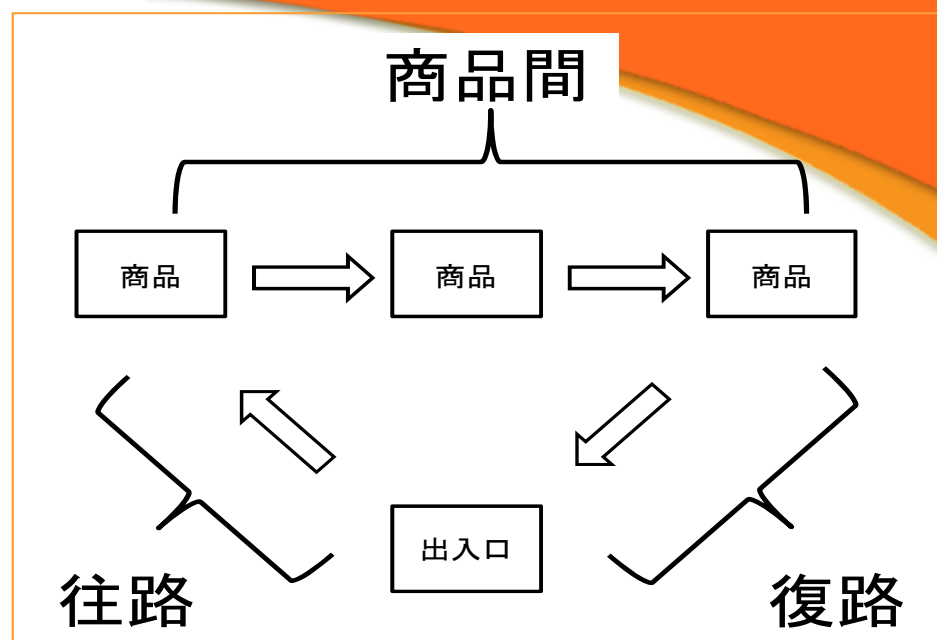
移動



# ピッキング作業時間の定式化

# 摘み取り方式

## 1回の作業時間の定式化



1回あたりのピッキング作業時間[秒]

取り出し時間[秒]

探索時間[秒]

移動時間[秒]

$$TSN_i = C1 \times EQ_i + C2 \times EN_i + C3 \times [D1 + D2 \times (EN_i - 1)]$$

取り出し係数[秒/個]

探索係数[秒/行]

移動係数[秒/m]

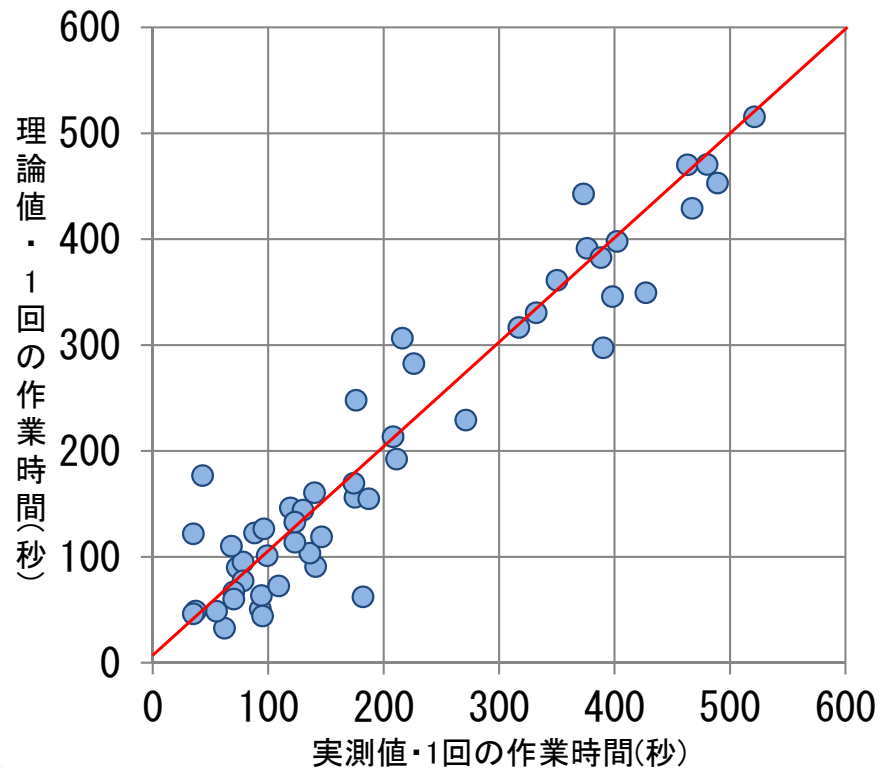
個数[個]  
(注文数量)

行数[行]  
(商品の種類数)

往復の移動  
平均距離[m]

商品間の移動  
平均距離[m]

# 重回帰分析の結果



データ数: 52  
重相関係数: **0.984**

係数名	値	t
数量(個)	0.550	1.310
種類数(種類)	16.231	5.440
移動距離(m)	0.776	3.477

出典:黒川久幸「ピッキング作業の改善のための注文データから見た商品ロケーションの決定方法」『日本物流学会誌』(2011)

# 総作業時間の定式化

$$\sum_{i=1}^E EQ_i = Q$$

$$\sum_{i=1}^E EN_i = L$$

$$\sum_{i=1}^E 1 = E$$

ピッキング総作業時間[秒]

$$TS = \sum_{i=1}^E TSN_i$$

$$= \sum_{i=1}^E C1 \times EQ_i + \sum_{i=1}^E C2 \times EN_i + \sum_{i=1}^E C3 \times [D1 \times 1 + D2 \times (EN_i - 1)]$$

$$= C3 \cdot (D1 - D2) \cdot E + C1 \cdot Q + (C2 + C3 \cdot D2) \cdot L$$

客先数[個]    個数[個](注文数量)    ピッキングリストの行数[行]



# 種まき方式(第一段階)

## 1回の作業時間の定式化

1回あたりのピッキング作業時間[秒]

取り出し時間[秒] 探索時間[秒] 移動時間[秒]

$$TB1N_i = C1 \times IQ_i + C2 \times 1 + C3 \times D1$$

取り出し係数[秒/個]

探索係数[秒/行]

移動係数[秒/m]

個数[個]  
(注文数量)

往復の移動平均距離[m]

## 総作業時間の定式化

$$\sum_{i=1}^I IQ_i = Q$$

ピッキング総作業時間[秒]

$$\begin{aligned} \text{TB1} &= \sum_{i=1}^I \text{TB1}N_i \\ &= \sum_{i=1}^I C1 \times IQ_i + \sum_{i=1}^I C2 \times 1 + \sum_{i=1}^I C3 \times D1 \\ &= C1 \times Q + (C2 + C3 \times D1) \times I \end{aligned}$$

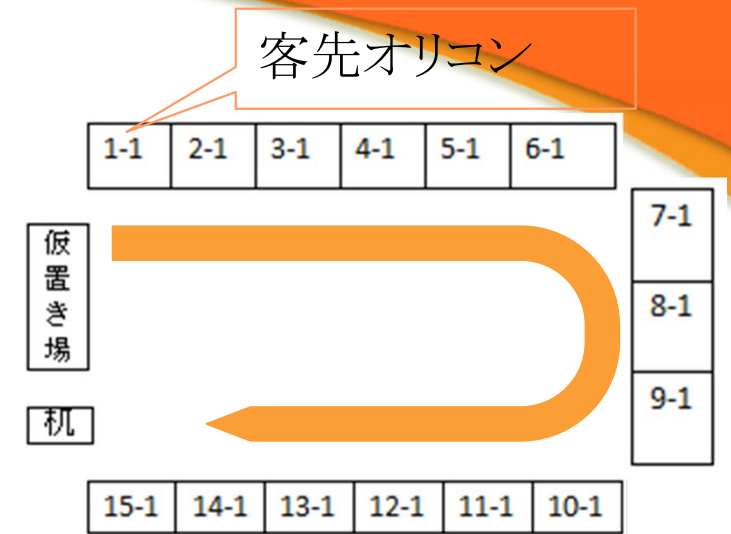
個数[個](注文数量)

商品種類数[個]

# 種まき方式(第二段階)

## 1回の作業時間の定式化

1回あたりのピッキング作業時間[秒]



$$TB2N_i = C1' \times IQ_i + C2' \times IK_i + C3' \times D1' \times 1$$

取り出し時間[秒] 探索時間[秒]

移動時間[秒]

個数[個]  
(注文数量)

行数[行]  
(種類毎客先数)

商品を仕分けに行く一回の平均移動距離[m]

取り出し係数[秒/個]

探索係数[秒/行]

移動係数[秒/m]

$$\sum_{i=1}^I IK_i = L$$

## 総作業時間の定式化

ピッキング総作業時間[秒]

$$TB2 = \sum_{i=1}^I TB2N_i$$

$$= \sum_{i=1}^I C1' \times IQ_i + \sum_{i=1}^I C2' \times IK_i + \sum_{i=1}^I C3' \times D1' \times 1$$

$$= C1' \times Q + C2' \times L + C3' \times D1' \times I$$

個数[個](注文数量)

ピッキングリストの行数[行]

商品種類数[個]

# 種まき方式

ピッキング総作業時間

$$TB = TB1 + TB2$$

$$= (C2 + C3 \times D1 + C3' \times D1') \times I + (C1 + C1') \times Q + C2' \times L$$

商品種類数[個]

個数[個](注文数量)

ピッキングリストの行数[行]

# 作業時間の定式化を用いたピッキング方式の選定に関する検討

- 摘み取り方式と種まき方式の第一段階の作業時間の比較
- 摘み取り方式と種まき方式の総作業時間の比較

# 摘み取り方式と種まき方式の 第一段階の作業時間の比較

$$TS - TB1 = C3 \times D1 \times (E - I) + C3 \times D2 \times (L - E) + C2 \times (L - I)$$

TS: 摘み取り方式ピッキング総作業時間

TB1: 種まき方式第一段階ピッキング作業時間

$$TS - TB1 > 0$$

種まき方式が良い可能性がある

$$TS - TB1 \leq 0$$

摘み取り方式が良い



# オーダーパターンの分類及び分析

第一項

第二項

第三項

$$TS-TB1 = C3 \times D1 \times (E-I) + C3 \times D2 \times (L-E) + C2 \times (L-I)$$

	E < I		E = I		E > I	
Lが一定	オーダーパターン1		オーダーパターン2		オーダーパターン3	
公式結果	第一項 < 0	?	第一項 = 0	≥ 0	第一項 > 0	> 0
	第二項 > 0		第二項 ≥ 0		第二項 ≥ 0	
	第三項 ≥ 0		第三項 ≥ 0		第三項 > 0	
望ましい ピッキング 方式	はっきり判断できない (しかし、IがEより十分大きい、 またIとLがほぼ同じ値となる 場合は、摘み取り方式の方が 良い可能性がある)		種まき方式		種まき方式	

# オーダーパターンの分類

	商品毎注文重複数 $IK = 1$	複数の商品 $IK > 1$
客先毎注文点数 $EN = 1$	オーダーパターン①	オーダーパターン②
複数の客先 $EN > 1$	オーダーパターン③	オーダーパターン④

# オーダーパターンの分析

	分類	意味	E、I、L の値の 関係	TS-TB1に代入	TS-TB1 の結果	望ましい ピッキング 方式
ン ① ー ダ ー パ タ ー	EN=1、 IK=1	各客先は一つの 商品しか注文し ておらず、かつ、 ばらばらの商品 を注文している 場合	E=L I=L E=I	TS-TB1=0	0	種まき方式 第二段階作 業しないの で、ピッキ ング方式と してどちら でもよい
ン ② ー ダ ー パ タ ー	EN=1、 複数の商品 IK>1	各客先は一つの 商品しか注文し ておらず、多くの 商品が複数の客 先から注文され ている場合	E=L I<L E>I	TS-TB1= (C3×D1+C2)× (E-I)	>0	種まき方式

	条件	意味	E、I、L の値の 関係	TS-TB1の式 に代入 往復の移動 平均距離	TS-TB1の式 の結果 商品間の移 動平均距離	望ましいピック ング方式
③ オーダー パターン	複数の客先 $EN > 1$ 、 $IK = 1$	各客先が複 数の商品を 注文してい るが、ばらば らの商品を注 文している場 合	$E < L$ $I = L$ $E < I$	$TS-TB1 = C3 \times (D1 - D2) \times (E - I)$	$D1 > D2$ の場合 $< 0$	摘み取り方式
④ オーダー パターン	複数の客先 $EN > 1$ 、 複数の商品 $IK > 1$	各客先が複 数の商品を 注文してい るかつ、多く の商品が複数 の客先から 注文されてい る場合	$E < L$ $I < L$	$TS-TB1 = C3 \times D1 \times (E - I) + C3 \times D2 \times (L - E) + C2 \times (L - I)$	$E \geq I$ の場合 $> 0$	種まき方式
					$E < I$ の場合 ?	望ましいピック ング方式は係 数の値によっ て異なる

# 摘み取り方式と種まき方式の総作業時間の比較

TS - TB

$$= c_3 \times (D_1 - D_2) \times E - (c_2 + c_3 \times D_1 + C_3' \times D_1') \times I - C_1' \times Q + (c_2 + c_3 \times D_2 - c_2') \times L$$

TS: 摘み取り方式ピッキング総作業時間

TB: 種まき方式ピッキング総作業時間

		項	符号	変化	結果
		E項	正	大きくなると	種まき方式の方が向く
		L項	正	大きくなると	種まき方式の方が向く
		I項	負	大きくなると	摘み取り方式の方が向く
		Q項	負	大きくなると	摘み取り方式の方が向く
TS - TB > 0	種まき方式が良い				
TS - TB = 0	摘み取り方式と種まき方式がどちらでも良い				
TS - TB < 0	摘み取り方式が良い				

# 注文データから見たピックアップ 方式の選定に関する検証

# 事例対象注文データ

業種	データ					
	E (客先)	I (種類)	Q (数量)	L (行数)	EN=1 (客先毎注文 点数)の割合	IK=1 (種類毎注文重 複数)の割合
日用雑貨 (A)	121	1257	16751	1980	11.6%	71.3%
お菓子バラ (B)	313	189	3743	2975	5.4%	7.9%
アパレル(C)	387	611	644	641	61.0%	95.7%

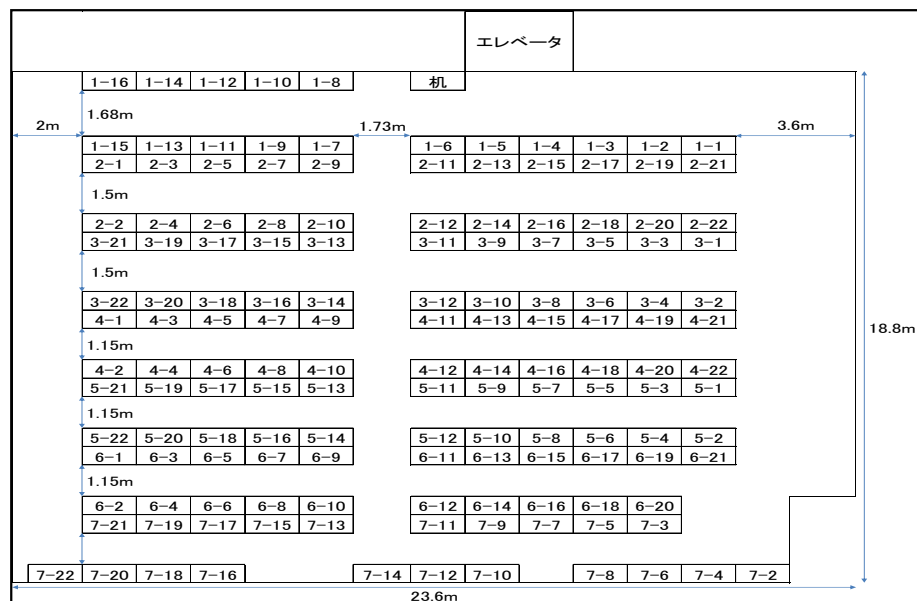
# 検討から得られた知見に基づく望ましい ピッキング

	特徴	望ましいピッキング方式
日用雑貨(A)	$E \ll I$ $I \doteq L$	摘み取り方式
お菓子バラ(B)	$E > I$ 複数の客先 $EN > 1$ 複数の商品 $IK > 1$	種まき方式
アパレル(C)	$E \ll I$ $I \doteq L$ ほぼ100% $IK = 1$	摘み取り方式

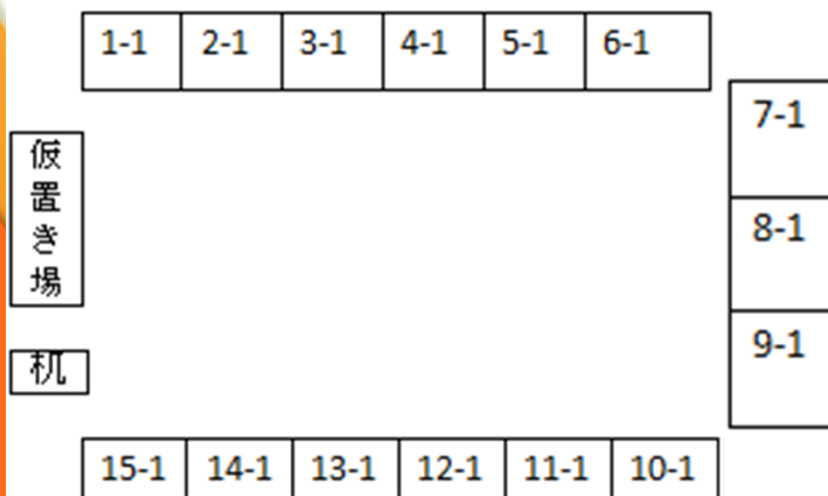


# ピッキング場

# 作業に関する数値



取り出し係数[秒/個](c1)	2.2
搜索係数[秒/行](c2)	16.231
移動係数[秒/m](c3)	0.83
往復の移動平均距離[m] (D1)	36.026
商品間の移動平均距離 [m](D2)	6.305



取り出し係数[秒/個](c1 <sup>~</sup> )	2.2
搜索係数[秒/行](c2 <sup>~</sup> )	16.231
移動係数[秒/m](c3 <sup>~</sup> )	0.83
商品を取りに行く一回の平均移動距離[m] (D1 <sup>~</sup> )	7.26

# 計算結果

時間差(s)	TS-TB1	TS-TB	望ましいピッキング方式
業種			
日用雑貨(A)	-10928	-67196	摘み取り方式
お菓子バラ(B)	61710	33874	種まき方式
アパレル(C)	-4533	-13385	摘み取り方式

# 結論

## 今回注文データに基づくピッキング方式の選定について 検討を行った結果:

注文データ中のE(客先数)、I(種類数)、Q(数量)、L(行数)の値の大小関係により、望ましいピッキング方式が異なることが分かった。

摘み取り方式が望ましい	種まき方式が望ましい	どちらでも望ましい
複数の客先 $EN > 1$ 、 $IK = 1$ 、また $D1 > D2$	$E \geq I$	
複数の客先 $EN > 1$ 、 複数の商品 $IK > 1$ 、 また、 $E \geq I$ の場合		$E = I = L$ 或いは $EN = 1$ 、 $IK = 1$
$E \ll I$ 、 $I \div L$ の場合可能性がある	$EN = 1$ 、 複数の商品 $IK > 1$	

実際に作業時間を推計して検証したところ同様の結果となった。

検討の所で得られた注文データから望ましいピッキング方式を選定する知見は有益といえる。

ご清聴ありがとうございました