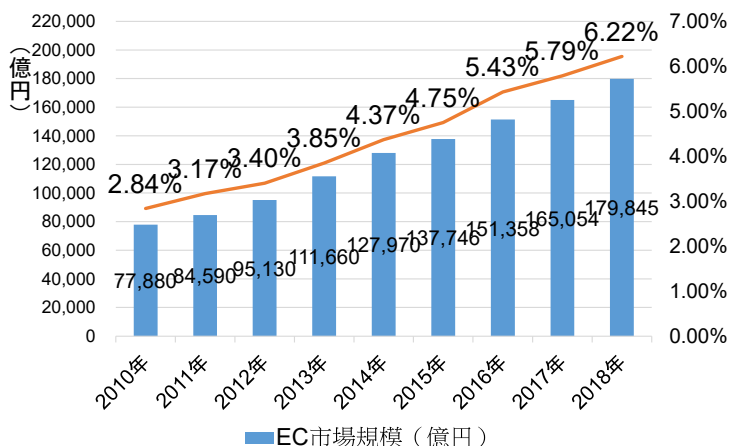


倉庫における商品の出荷頻度とレイアウトを考慮した動管と補管の区分けに関する研究

東京海洋大学大学院
海洋科学技術研究科 海運ロジスティクス専攻
1955010 趙保樑
指導教員 黒川久幸 教授



研究背景



EC市場拡大
↓
物流センター
の仕事量増加

図: EC市場規模および EC 化率の経年推移

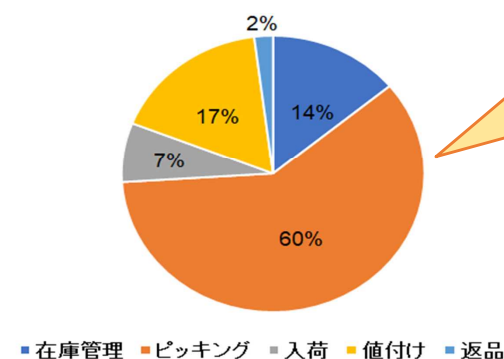
出典) 経済産業省
「電子商取引に関する市場調査」より作成

目次

- ・ 研究背景
- ・ 研究目的
- ・ 基本設定
- ・ 分析結果
- ・ 作業距離の定式化
- ・ 考察
- ・ 参考文献

研究背景

倉庫の総労働時間に占める各業務の割合



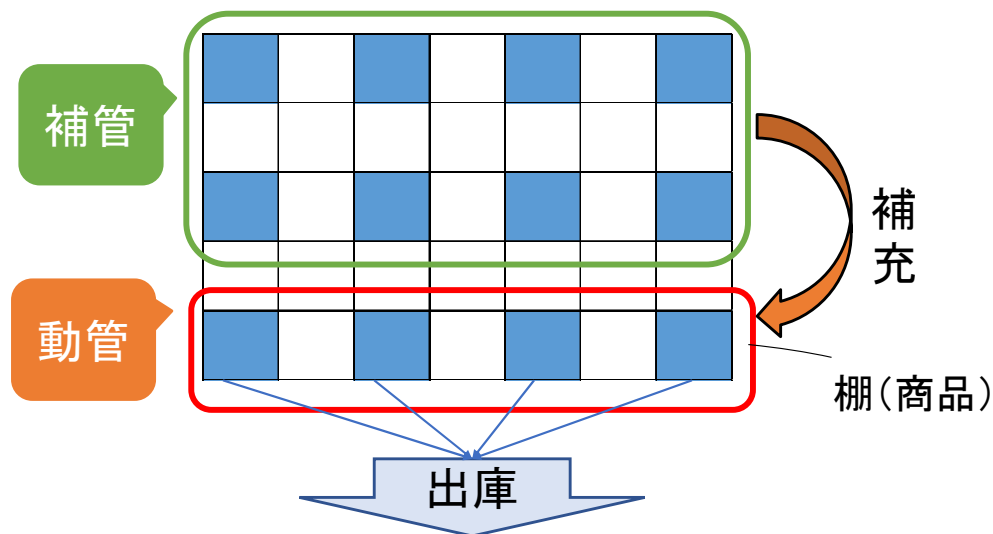
倉庫内業務において
ピッキング業務が
総労働時間の
約60%を占めている

ピッキングの業務改善が
倉庫業務全体の業務改善に
大きく関わる

出典) 吉原和彦 ピッキング導入の落とし穴
LOGI-BIZ 7月号 pp34-35 2010 より作成

研究背景

動管と補管の区分けを行う場合



5

研究目的

動管と補管の区分けがピッキング作業の短縮において有効であることを改めて確認する

本研究では商品の出荷頻度と動管エリアの保管量に着目

- 商品の出荷頻度と動管エリアの大きさを考慮した動管と補管の区分けが作業距離に与える影響について検討する
- 移動距離を定式で表現し、影響の原因と最適化について検討する

7

研究背景

「倉庫における動管と補管の区分けがピッキング作業に与える影響に関する研究」(西村 歩)

動管と補管の区分けがピッキング作業の短縮に有効であることが明らかになった

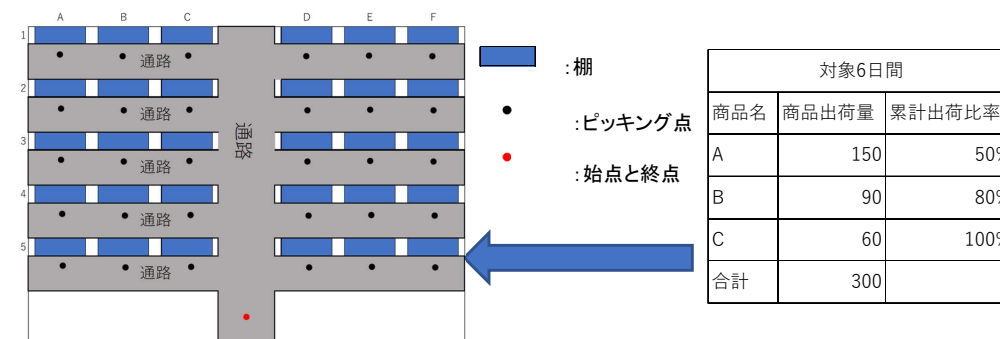
「商品の出荷頻度を考慮した動管と補管の区分けに関する研究」(股部素己)

動管と補管に区分けする商品の出荷頻度がピッキング距離と補充距離と大きく関わることを明らかになった

6

基本設定 (モデル倉庫と商品の紹介)

倉庫は三つの商品 (A、B、C) 六日の量を保管している。



8

基本設定（モデル倉庫と商品の紹介）

モデル倉庫の設定

対象期間：6日間

棚の寸法：100 × 30 cm

棚間の道路幅：70 cm

中央道路幅：100 cm

一つの棚に入る商品数：
10個

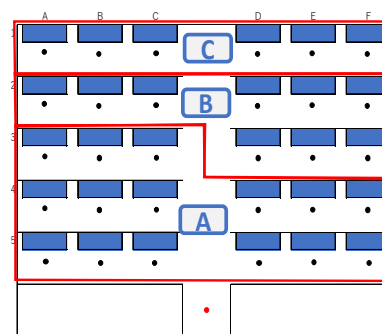
一度に運ぶ商品数：10個

ピッキング方式：シングルピッキング

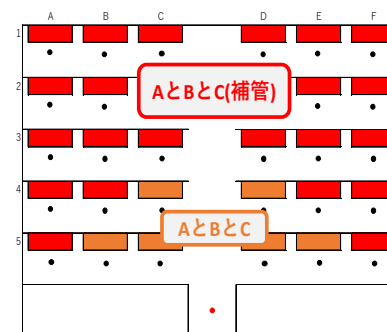
9

分析結果（区分けの有効性の検討）

区分けしない倉庫図：



全商品を区分けする倉庫図：



10

分析結果

分析対象：作業距離

区分けしない場合の
総作業距離



ピッキング作業
距離

区分けする場合の
総作業距離



ピッキング作業
距離

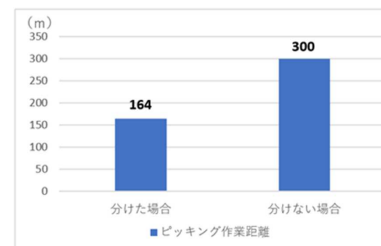


補充作業
距離

11

分析結果（区分けの有効性の検討）

作業距離：



ピッキングするエリアの在庫数

区分けの有無	ピッキングするエリア	
	在庫数（個）	棚数
分けた場合	60	6
分けない場合	300	30

狭い

広い

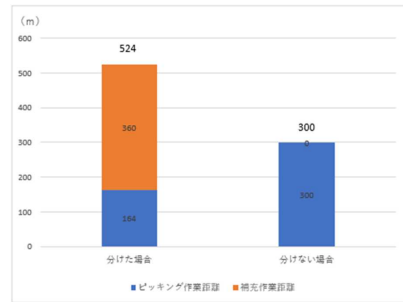
動管と補管の区分けに伴い、
ピッキングの対象となる在庫数が少なくなり、
ピッキングするエリアが狭くなった

よって、動管と補管の区分けはピッキング作業
の短縮に有効であることが分かった。

12

分析結果（区分けの有効性の検討）

作業距離：



補管エリアの在庫数

区分けの有無	補管エリア	
	在庫数（個）	補充回数
分けた場合	240	24
分けない場合	0	0

ある

ない

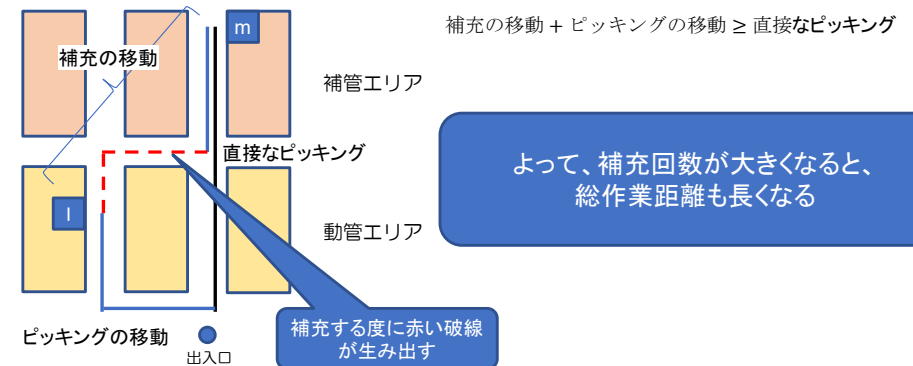
動管と補管の区分けに伴い、補充作業距離も生み出した。

区分けする場合には、総作業距離が補充作業距離の影響を受けて、分けない場合よりも長くなった。

13

分析結果（区分けの有効性の検討）

区分けする場合の総移動距離が区分けしない場合の総移動距離より長いである理由：



14

分析結果（区分けの有効性の検討）

- 動管と補管の区分けは、ピッキング作業距離の短縮に有効 ✓

動管と補管の区分け

検討

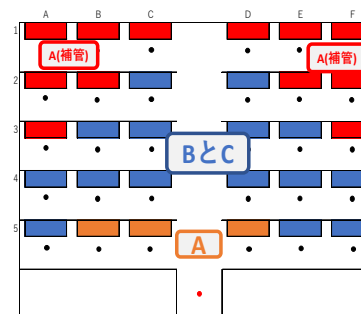
- 区分けする商品の量（動管エリアの保管量）
- 区分けする商品の種類（商品の出荷頻度）

15

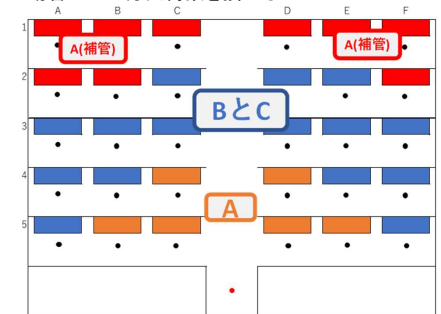
分析結果（動管エリアの保管量を考慮した分析結果）

A商品を区分けする場合

動管に一日分出荷数を預かる



動管に二日分出荷数を預かる

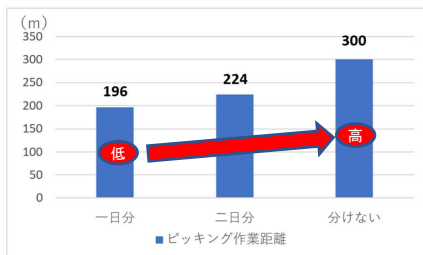


16

分析結果（動管エリアの保管量を考慮した分析結果）



A商品を区分けする場合のピッキング作業距離



ピッキングするエリアの在庫数:

動管エリアでの保管量	ピッキングするエリア	
	在庫数 (個)	棚数
一日分	180	18
二日分	210	21

狭い

広い

動管エリアに多日数分商品を預かる場合、
ピッキングするエリアが広くなり、
ピッキング作業距離が長くなる。

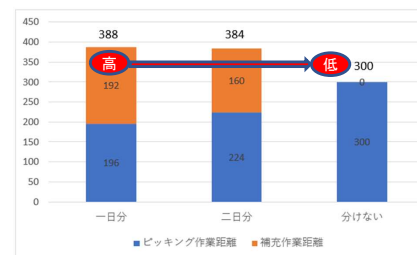
分けない場合のピッキング作業距離と寄ってくる

17

分析結果（動管エリアの保管量を考慮した分析結果）



A商品を区分けする場合の作業距離



補充エリアの在庫数:

動管エリアでの保管量	補充エリア	
	在庫数 (個)	補充回数
一日分	120	12
二日分	90	9

多い

少ない

動管エリアに多日数分商品を預かる場合、
補充回数が少なくなり、
補充作業距離を含める総作業距離が短くなり、
分けない場合の総作業距離と寄ってくる

18

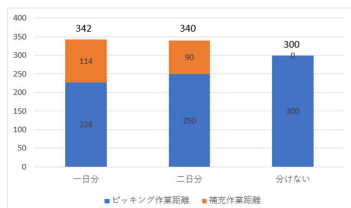
分析結果（動管エリアの保管量を考慮した分析結果）



B商品とC商品を区分けする場合の作業距離結果が下記と示している。

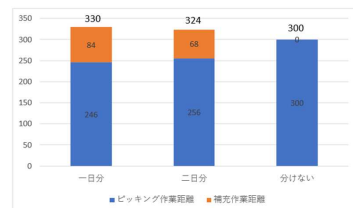
B商品

B商品を区分けする場合の総作業距離



C商品

C商品を区分けする場合の総作業距離



A商品と同じ傾向を
示している。

19

分析結果（商品の出荷頻度を考慮した分析結果）



期間: 6日 動管在庫量: 一日分



20

分析結果（商品の出荷頻度を考慮した分析結果）

商品あるいは商品群のトータル出荷頻度を考慮した区分けによるピッキング作業距離



ピッキングするエリアの在庫数:

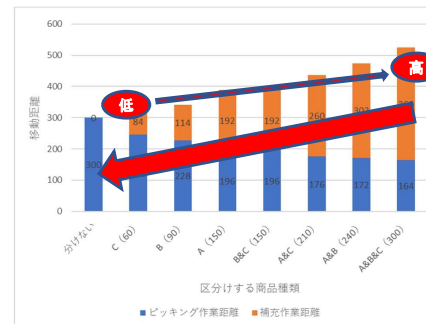
区分けする商品	期間内出荷数 (個)	ピッキングするエリア	
		在庫数 (個)	棚数
分けない	0	300	30
C	60	250	25
B	90	230	23
A	150	180	18
B & C	150	180	18
A & C	210	130	13
A & B	240	110	11
A & B & C	300	60	6

広い
狭い

期間内区分けする商品あるいは商品群の出荷頻度が高い程、ピッキングするエリアが狭くなり、ピッキング作業距離が短くなる。

分析結果（商品の出荷頻度を考慮した分析結果）

商品あるいは商品群のトータル出荷頻度を考慮した区分けによる作業距離



補管エリアの在庫数:

区分けする商品	期間内出荷数 (個)	補管エリア	
		在庫数 (個)	補充回数
分けない	0	300	0
C	60	50	5
B	90	70	7
A	150	120	12
B & C	150	120	12
A & C	210	170	17
A & B	240	190	19
A & B & C	300	240	24

少ない
多い

期間内区分けする商品あるいは商品群の出荷頻度が高い程、補充回数が多くなり、補充作業距離を含める総作業距離が長くなる。

21

分析結果（まとめ）

倉庫内の商品を区分けする場合:

ピッキング作業距離を短縮したい場合

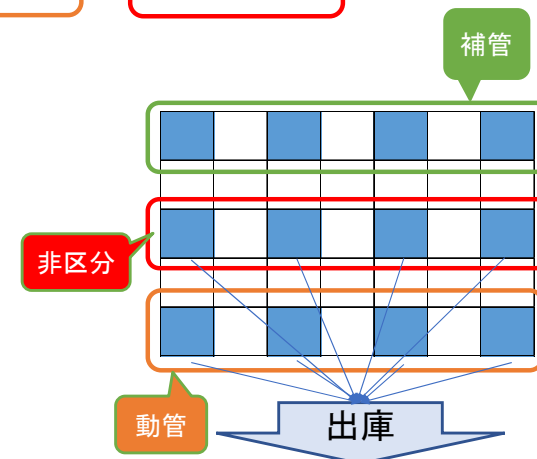
動管エリアに少日数分の出荷量を預かり、トータル出荷頻度が高い商品あるいは商品群を優先して区分けするべき。

補充作業距離を含めて総作業距離を短縮したい場合

動管エリアに多日数分の出荷量を預かり、トータル出荷頻度が低い商品あるいは商品群を優先して区分けするべき。

作業距離の定式化（基本設定）

ピッキングの移動距離 (DTP) = 区分けする商品の移動距離 (DTA) + 非区分けする商品の移動距離 (DTB)



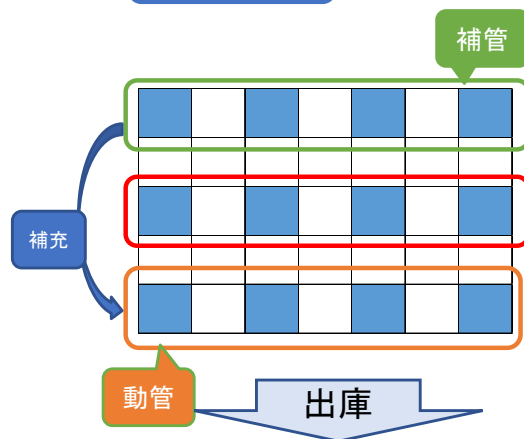
23

22

24

作業距離の定式化（基本設定）

$$\text{総移動距離 (DST)} = \text{ピッキングの移動距離 (DTP)} + \text{補充の移動距離 (DTH)}$$



25

作業距離の定式化（式紹介）

$$\text{ピッキングの移動距離 (DTP)} = \text{区分けする商品の移動距離 (DTA)} + \text{非区分けする商品の移動距離 (DTB)}$$

$$DTA = \sum_{q \in SPA} \frac{\sum_{l \in SLA} (x_{q,l} \times PDT_l)}{PZN_q} \times PNM_q$$

$$DTB = \sum_{q \in SPB} \frac{\sum_{l \in SLB} (x_{q,l} \times PDT_l)}{PZN_q} \times PNM_q$$

$\sum_{q \in SPA} PNM_q$ と $\sum_{q \in SPB} PNM_q$ の合計は定数

$$\sum_{l \in SLA} x_{q,l} = PZN_q \quad q \in SPA$$

$$\sum_{l \in SLB} x_{q,l} = PZN_q \quad q \in SPB$$

$$x_{q,l} \in \{0,1\} \quad (q,l) \in SQL$$

SPA: 区分けする商品の集合
SPB: 非区分けする商品の集合
SLA: 動管エリアの棚ロケーションの集合
SLB: 補管エリアの棚ロケーションの集合
SQL: 商品と棚の集合
PDT: 棚-出入口間の移動距離 (m)
PZN: 商品毎の保管棚数
PNM: 商品毎の取り出し回数 (回/期)

決定変数
x: 商品毎の保管棚の有無

出荷頻度が高い商品を区分けする場合、ピッキング作業距離が小さくなる。

26

作業距離の定式化（式紹介）

$$\text{ピッキングの移動距離 (DTP)} = \text{区分けする商品の移動距離 (DTA)} + \text{非区分けする商品の移動距離 (DTB)}$$

区分けする商品が決まった場合

$$DTA = \sum_{q \in SPA} \sum_{l \in SLA} (x_{q,l} \times PDT_l) \times \frac{PNM_q}{PZN_q}$$

$$DTB = \sum_{q \in SPB} \sum_{l \in SLB} (x_{q,l} \times PDT_l) \times \frac{PNM_q}{PZN_q}$$

$$\sum_{l \in SLA} x_{q,l} = PZN_q \quad q \in SPA$$

$$\sum_{l \in SLB} x_{q,l} = PZN_q \quad q \in SPB$$

$$x_{q,l} \in \{0,1\} \quad (q,l) \in SQL$$

SPA: 区分けする商品の集合
SPB: 非区分けする商品の集合
SLA: 動管エリアの棚ロケーションの集合
SLB: 補管エリアの棚ロケーションの集合
SQL: 商品と棚の集合

PDT: 棚-出入口間の移動距離 (m)
PZN: 商品毎の保管棚数
PNM: 商品毎の取り出し回数 (回/期)

決定変数
x: 商品毎の保管棚の有無

動管エリアに少日数分の商品を預かる場合、ピッキング作業距離が小さくなる。

また、動管エリアの広さが決まっている場合、取り出し回数が最大となるような商品の組み合わせを区分けすれば良いことが分かる。

27

作業距離の定式化（式紹介）

補充の移動距離 (DTH)

$$DTH = \sum_{r \in SPA} \frac{\sum_{m \in SLC} \sum_{l \in SLD_r} (y_{r,m} \times HDT_{m,l})}{HZN_r \times PZN_r} \times HNM_r$$

$$\sum_{m \in SLC} y_{r,m} = HZN_r \quad r \in SPA$$

$$y_{r,m} \in \{0,1\} \quad (r,m) \in SRL$$

SLC: 補管エリアにおける未配置の間の集合
SLD: 分割商品毎の動管エリアにおける間の集合
SRL: 分割商品と未配置の間の集合

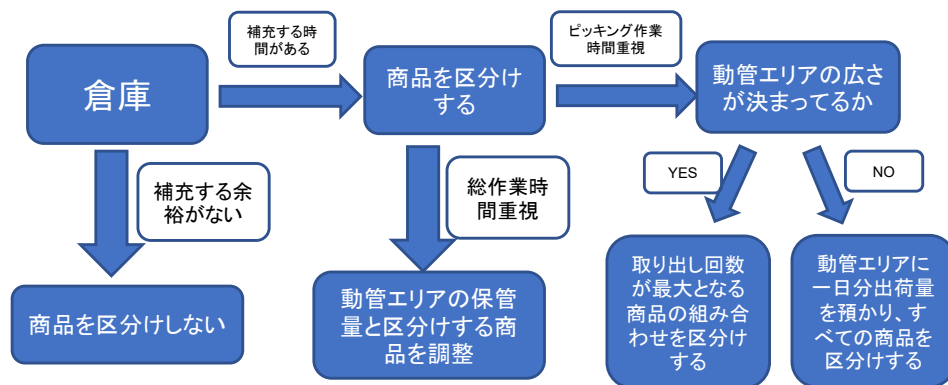
HDT: 間の移動距離 (m)
HZN: 商品毎の補管エリアの間の数
PZN: 商品毎の動管エリアの間の数
HNM: 商品毎の補充回数 (回/期)

決定変数
y: 商品毎の保管間口の有無

補充回数が少なる程、補充作業距離が小さくなる。

28

まず、本研究では動管と補管の区分けがピッキング作業距離の短縮に有効を検証



- ・ 経済産業省「電子商取引に関する市場調査」
<https://www.meti.go.jp/press/2019/05/20190516002/20190516002.html>
- ・ 吉原和彦「ピッキング導入の落とし穴」
LOGI-BIZ 7月号 pp34-35 2010
- ・ 西村歩「倉庫における動管と補管の区分けがピッキング作業に与える影響に関する研究」
- ・ 股部素己「商品の出荷頻度を考慮した動管と補管の区分けに関する研究」

ご清聴ありがとうございました