

# 通販における注文データを考慮した レイアウト設計に関する研究

1755015 裴 文星

指導教員 黒川 久幸 教授

## 1. はじめに

日本国内において、近年、EC 市場の拡大に伴って物流センターの業務量が増加している。しかし、生産年齢人口の減少に伴う労働力不足から作業を行うための人材の確保が難しくなっている。そのため生産性の向上が必要とされ、多くの人手を必要とするピッキング作業の改善が重要となっている。特に、通販においては多くの商品を取り扱うことからピッキング作業は繁雑となっており、その改善が強く求められている。

ここでピッキングの方式には、大きく注文先毎にピッキングを行う「摘み取り方式」と、一度にまとめて商品をピッキングし、後から注文先毎に仕分けを行う「種まき方式」の 2 種類がある。そのため後者の種まき方式では、商品の仕分け場が必要であり、両方の方式でレイアウトが大きく異なる。つまり、ピッキング作業を効率的に行うためにはレイアウト設計の段階から望ましいピッキング方式を考慮しておく必要があるといえる。

しかし、既存のレイアウト設計に関する研究では、ピッキング方式を考慮したものはない。既存研究では、取扱い量や施設間の移動距離などを考慮したレイアウト設計の検討が多く、細かな作業方法まで考慮された設計は見当たらなかった。また、注文データを考慮したピッキング作業に関する研究も多くなされている<sup>(1)</sup>。移動距離を短縮するための商品ロケーションの決定、保管レイアウト、通行方式、ピッキング方式選定に関する研究などがある。しかし、これらの研究はピッキング作業の効率化に関するものであり、レイアウトに関しては検討されていない。

そこで、本研究では既存研究を参考に注文データから望ましいピッキング方式を検討した上で、適切なレイアウトを設計する手順を検討することを目的とする。

## 2. 物流センターのレイアウト設計

### 2.1 物流センター

物流センターは、多種多様な商品を供給者から荷受けし、荷役、保管、仕分け、流通加工などを行い、多数の需要者の注文に応じて品揃えし、配送する重要な物流拠点である。

物流センターにおける一連の業務として、入荷、保管、ピッキング、仕分け、検品、梱包、出荷など業務があり、この中でもピッキングが最も煩雑でコストのかかる業務となっている。そのため物流センターにおいては、ピッキングの生産性の向上が重要となっている。

### 2.2 レイアウトの設計手順

図 1 に既存のレイアウトの設計手順を示す。設計では、まず、取り扱う商品の種類毎に取扱量を分析 (P-Q 分析) し、入出荷頻度や荷動きの類似しているグループに分ける。その上で物流センター内での商品の流れから各作業場の配置を検討するとともに必要な面積を計算する。そして最後に、将来の拡張性などを考慮して複数案を評価し、最終レイアウト案を決定する。

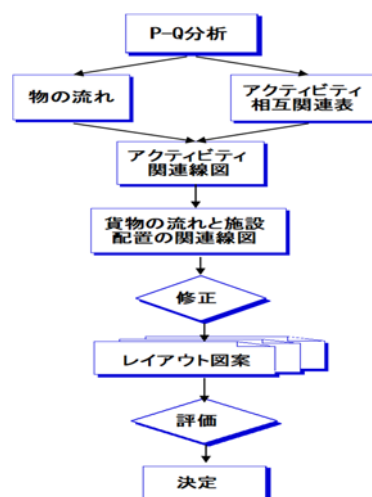


図 1 レイアウトの設計手順<sup>[2]</sup>

先のレイアウトの評価で用いられている指標の一つとしては、下記の近接要求度がある（式 1）。

$$G = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m RijDij \quad (\text{式 1})$$

$G$  : 評価値

$Dij$  : 職場  $ij$  間の評価距離

$Rij$  : 職場  $ij$  間近接性要求度

$m$  : 職場数

しかし、この評価では具体的な作業内容までは考慮されていない。例えば、ピッキングのうち、種まき方式では摘み取り方式と異なり、仕分け場が必要となるが、このような具体的な作業までは考慮されていない。

したがって、望ましいレイアウトの設計を行うためには、設計段階からピッキング方式を事前に検討した上で、設計を行う必要がある。

### 3. ピッキング作業のシミュレーション

#### 3.1 ピッキング作業

ピッキング作業とは、受注に基づき商品を保管してある場所から取り出す作業をいい、摘み取り方式と種まき方式の 2 つの方式がある。

- ・摘み取り方式

商品を客先別に注文データにより、ピッキングする方式である。

- ・種まき方式

商品を種類ごとにまとめてピッキングし、その後、客先別に商品を仕分ける方式である。

本研究では人(ピッカー)が棚などへ商品を取りに行くバラピッキングを対象とする。

#### 3.2 ピッキング作業のモデル化

本研究では、ピッキング時のピッカーの動きを模擬するシミュレーションを実施する。そのため各ピッキング方式におけるピッカーの作業動作を説明した後、歩行時間や取り出し時間などの設定について述べる。

摘み取り方式の場合、ピッカーは作業開始・終了位置からピッキング指示書を受け取り、記載された所定の棚まで台車を押して移動し、目的の商品を棚から必要な数量だけ取り出す。そして、作業が終わると出荷の仮置き場まで商品を搬送する。

また、種まき方式の第一段階の場合は上述の通り、ピッキング作業までは同じであり、第二段階ではピッカーは商品を仕分け場まで搬送し仕分け作業をする。そして、注文先毎に仕分け作業が終わると出荷の仮置き場まで商品を搬送する。

このときのピッカーの歩行速度を 66m/分、90 度旋回時間は 1 秒、取り出し時間を 1 秒と設定した。

#### 3.3 シミュレーションの前提条件

対象とするピッキング・エリアのレイアウトを図 2 に示す。両方式とも商品を保管する保管場と商品を一時保管するための出荷の仮置き場の面積は同じである。

保管場の棚は 1 棚 6 間口、3 段構成とし、1 間口に 2 商品を保管するとした。固定棚は幅 600mm × 長さ 7200mm × 高さ 1800mm で 2 組を背中合わせで用いた場合を想定する。種まき方式の第二段階における仕分け場は 1 棚 10 間口、1 段構成とし、幅 1100mm × 長さ 11000mm × 高さ 1800mm とした。

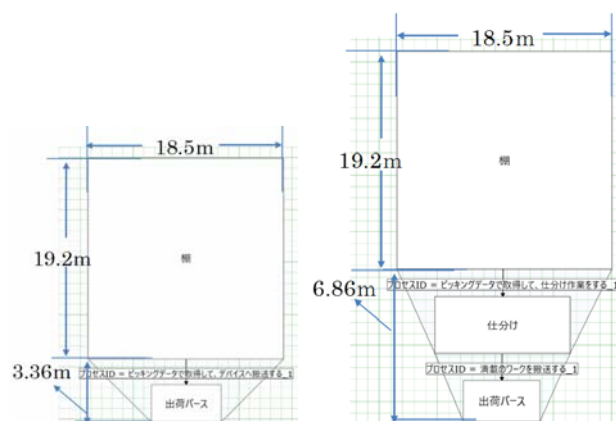


図 2 対象とするレイアウト

### 4. 注文データとピッキング作業の関係

#### 4.1 検討で用いる注文データ

注文データは、誰が・何を・いくつ注文したかの情報であり、ここでは注文先数を (E)、商品の種類数を (I)、そして注文数量を (Q) と表す。また、注文点数 (EN) は、各注文先が注文した商品の種類数を表し、注文重複数 (IK) は、各商品の注文のあった注文先数を表す。

本研究では、注文データと望ましいピッキング方式の関係について検討している柯ら<sup>(1)</sup>の研究を参考に、注文データを表 1 に示す 3 つのパターンに分けた。

注文データのパターン①は、 $E < I = L$ ,  $IK = 1$  の場合

で、各注文先が複数の商品を、かつばらばらの商品を注文している場合である。注文データのパターン②は、 $I < E = L, EN = 1$  の場合で、各注文先が 1 つの商品を注文しており、各商品が複数の注文先から注文を受けている場合である。最後に、注文データのパターン③は、 $E = I = L$  の全て同じ場合で、各注文先が 1 つの商品を、かつばらばらの商品を注文している場合である。

以上の注文データの 3 つのパターンについて、ピッキング作業のシミュレーションから望ましいピッキング方式の検討を行う。

表 1 注文データ

データ パターン	E	I	Q	L	IK	EN
① $E < I = L, IK = 1$	6	20	44	20	1	>1
② $I < E = L, EN = 1$	20	6	44	20	>1	1
③ $E = I = L$	20	20	44	20	1	1

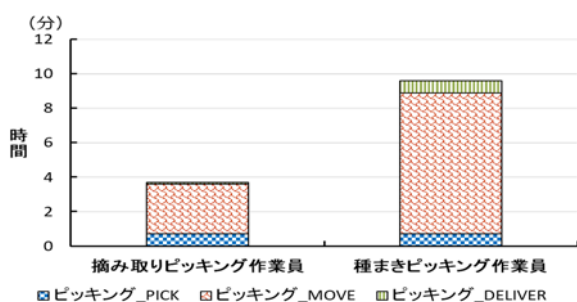
#### 4.2 注文データと作業時間の関係

注文データのパターン毎に、摘み取り方式と種まき方式の作業時間を比較する。

##### ・パターン① $E < I = L, IK = 1$

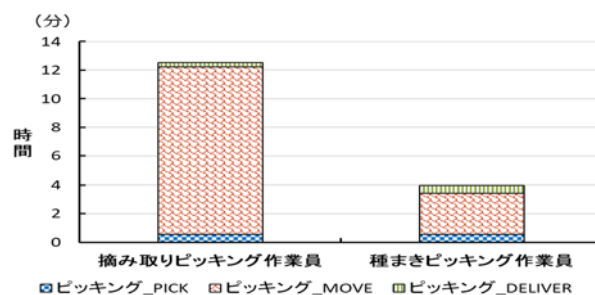
図 3 に、パターン①の場合の両方式による作業時間を示す。図中の PICK は取り出し時間を、MOVE は移動時間を、そして DELIVER は仕分け時間を表す（以下の図も同様）。

図より、種まき方式の作業時間が摘み取り方式よりも長くなっていることがわかる。これは第一段階目で注文先毎のピッキングが終わっているにもかかわらず、仕分け場まで無駄に移動し、仕分け作業を行っているためである。

図 3  $E < I = L, IK = 1$  の場合

##### ・パターン② $I < E = L, EN = 1$

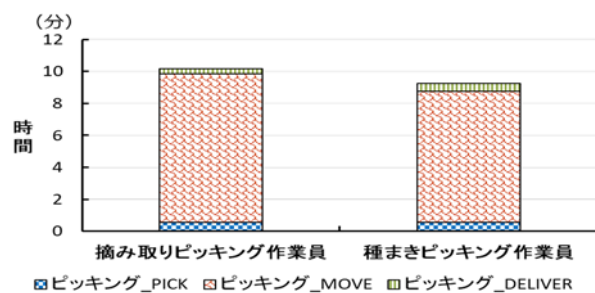
図 4 に、パターン②の場合の両方式による作業時間を示す。図より、摘み取り方式の作業時間が種まき方式よりも長くなっていることがわかる。これは複数の注文先が注文している商品を何度も取り出すために棚まで複数回移動しているためである。そのため 1 回で取り出しが終わる種まき方式では、移動時間が短くなっている。

図 4  $I < E = L, EN = 1$  の場合

##### ・パターン③ $E = I = L$

図 5 に、パターン③の場合の両方式による作業時間を示す。図より、摘み取り方式と種まき方式の作業時間がほぼ等しくなっていることがわかる。

これはいずれの方式においても商品を 1 つ取り出したら作業が終わるため、ピッカーの作業動作に大きな違いが無いためである。

図 5  $E = I = L$ , 全て同じの場合

## 5. 注文データを考慮したレイアウト設計

### 5.1 注文データと各作業場の関係

第 4 章の検討から注文データに応じて望ましいピッキング方式が異なることがわかった。そこで、これ以外にも注文データが各作業場の面積等に影響するものについてまとめる。そして、この結果を基に、注文データを考慮したレイアウトの設計手順について検討することとする。

#### ・保管場

商品を保管する際の荷姿（パレット、段ボールなど）によって、使用する保管設備が異なる。そこで、予め注文データから商品別の注文数量を分析し、どのような荷姿で保管するのが望ましいのか検討を行う。そして、これをもとに保管設備を決定する。

#### ・仕分け場

ピッキング方式として、種まき方式を採用する場合は、第二段階目の商品の仕分け作業を行うための仕分け場が必要となる。この際の仕分け設備の間口数等は、注文データから得られる注文先数等から決定される。

#### ・出荷場

商品は、注文先毎にまとめられた後、配送方面別に仕分けされ、出荷バースに一時保管される。この際に必要となる出荷場の面積は、この一時保管される注文先毎の出荷量から決定される。

以上のように各エリアで用いる設備の選定やその面積の決定において、注文データが密接に関係していることがわかった。したがって、より適切なレイアウト設計を行うために、注文データを有効に活用することが望ましいといえる。

### 5.2 注文データを考慮したレイアウトの設計手順

2.2 節に示す既存のレイアウトの設計手順を参考に、注文データを考慮したレイアウトの設定手順について説明する。具体的には既存の設計手順の各ステップにおいて、注文データをどのように活用していく必要があるのか説明する。

#### Step1. 基礎分析

取り扱う商品に関する情報（寸法、重量など）のほか、注文データから商品別の注文数量を分析し、その荷姿や保管方法等について検討する。

#### Step2. 物の流れ分析とアクティビティ相互関連性

次に、Step1 の分析及び検討から物流センター内における商品の流れを分析し、作業場間の近接性を分析するためのアクティビティ相互関連表を作成する。この分析の際に注文データから配送方面別の注文先をまとめて注文のあった商品の流れを分析する。

#### Step3. 施設配置を計画

続いて、商品の流れとアクティビティ相互関連表から各作業場の配置を決定するための関連線図を作成する。

#### Step4. 作業場の面積の決定

5.1 節に示すように注文データから各作業場において必要な設備を選定するとともに、その面積を決定する。特に、ピッキング方式によって仕分け場の必要性が異なることから、はじめに注文データから望ましいピッキング方式について検討を行う（4章参照）。

#### Step5. 基本レイアウト案の評価と決定

最後に、移動距離等のレイアウトの評価指標に基づいて、レイアウトの複数案を評価し、最終案を決定する。

## 6. おわりに

本研究では既存研究を参考に注文データから望ましいピッキング方式を検討した上で、適切なレイアウトを設計する手順を検討した。その結果、次のような事がわかった。

- (1) 注文データ中の E (注文先数)、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。これにより、注文データによって適切なレイアウトが異なることを確認した。
- (2) 以上のことから、事前に注文データから望ましいピッキング方式、使用する保管設備等の選択を行った上で、各エリアの面積を決定する必要があることがわかった。
- (3) そして、注文データを考慮したレイアウトの設計手順を提案した。

## 参考文献

- (1) 柯 晟劼、趙 潔、黒川久幸、麻生敏正：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、本物流学会誌、No. 21、pp. 151-158、2013
- (2) 日通総合研究所「最新 物流ハンドブック」、白桃書房、pp190～195
- (3) 鈴木震、秋川卓也、黒川久幸：EIQ 法による物流センター・システム設計、第 26 回日本物流学会全国大会、2009