TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

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

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2019-05-16
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 裴, 文星
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1732

修士学位論文

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

平成 31 年度

(2019 年 3 月)

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

裴　文星

目次

1. 序論 1
1.1 研究背景 1
1.2 既存研究 2
1.3 研究目的 3
1.4 論文の構成 4
2. 物流センターのレイアウト設計について 5
2.1 物流センターについて 5
2.1.1 物流センターの紹介 5
2.1.2 物流センターの種類 6
2.2 レイアウト設計について 8
2.2.1 レイアウト設計の定義 8
2.2.2 レイアウト設計の手順 9
2.3 本研究の検討対象 15
3. ピッキング作業の概要と注文データについて 16
3.1 ピッキング作業の概要 16
3.1.1 ピッキング作業について 17
3.1.2 ピッキングの出庫パターン 18
3.2 注文データについて 19
3.3 本研究の検討対象 20
4. ピッキング作業のシミュレーションについて 21
4.1 ピッキング作業のモデル化 21
4.1.1 モデル化の対象 21
4.1.2 モデルの概要 22
4.2 シミュレーションについて 30
5. 検討の結果 32
5.1 検討の内容 32
5.2 検討で用いた注文データ 33
5.3 注文データを考慮したピッキング作業に関する検討 34
5.3.1 ピッキング作業総時間の比較 34
5.3.2 ピッキング作業時間の内訳比較 35
5.3.3 ピッキング作業の生産性の比較 37
5.3.4 検討の結果 38
5.4 注文データを考慮したレイアウト設計の検討 39
5.4.1 注文データと各作業場の関係 40
5.4.2 注文データを考慮したレイアウト設計手順 42
5.4.3 検討の結果 44

6. 結論 45
6.1 まとめ 45
6.2 今後の課題 46
謝辞 47
参考文献 48

1.序論

1.1 研究背景

インターネット販売の普及で 2008 年から 2017 年まで日本の BtoC-EC（消費者向け電子取引）市場規模の推移は増加傾向を示している。2017 年の日本国内の BtoC-EC 市場規模は 16.5 兆円、EC 化率（全ての商取引市場規模に対する電子商取引市場規模の割合）は 5.79%である。このことから、商取引の電子化が進展しており、今後も EC 市場が拡大していくことが予想される。また、2017 年分野別規模から見ると物販分野は 8.6 兆円、サービス系分野は 5.9 兆円､デジタル系分野は 1.9 兆円なっている｡物販分野の中の内訳を見ると衣類、食料、家電などは半分以上の割合を示していることがわかる。そこで、流通量が増加することから、物流センターなどでは業務量が増えることが予想される[(1)]。

また、日本の人口推移を見ると、日本の人口減少と少子高齢化は急激に進展しており、深刻な労働力不足に直面することが分かる。2017 年には 65 歳以上の人口が総人口を占める割合は 27.7％であった。2060 年には高齢化率は約 40%になると予測され、少子高齢化社会になっており、高齢者及び女性にも適した働きやすい環境づくりに取り組んでいる。EC 市場の拡大、物流センターの業務量が増加しているにもかかわらず、生産年齢人口の減少及び労働力不足の問題が生じており、生産性の向上が必要になっている[(2)]。

物流センターにおいて、このピッキング作業が運用コストの半数を占めている[(7)]。実際にピッキングをしているのは全体のわずか 20%で、歩行時間が 60%と最も大きな割合を占めている[(9)]。よって物流センターの生産性を向上するためには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繋雑となっており、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。

1.2 既存研究

既存研究ではレイアウト設計に関する研究が多くなされている。例えば、宮崎茂次[5]らのリンク法では各場所どうしの近接関係を表した近接性相互関連表から各場所どうしのつながりを定性的表現することでレイアウト案を作成する。また、本位田光重[6]らはクラスター分析を用いて各場所のレイアウトを木構造で表現し、階層的クラスタリング手法によりレイアウト設計の提案をした。そして、Tam[7]らはLOGIC技法により、各場所を水平もしくは垂直カットの実行を繰り返し行うことで、ある与えられたエリアを分割していき、レイアウト案を作成した。

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。そこで、鈴木震[14]らはEIQ法を用いてゼロベースから物流センターのシステム設計を行うことが可能であると明らかにした。注文データ特徴から荷姿ごとに適切な保管・運搬機器が異なるため、事例ごとに最適な機器およびレイアウトを示している。

一方、既存研究では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。黒川[10][11][12]らの移動距離などを短縮するための商品ロケーション決定、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。

以上のことから、注文データを考慮したピッキング方式によってレイアウト設計の検討がされていないことが明らかである。

1.3 研究目的

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。具体的には、まず、2つのピッキング方式における総作業時間を推計するシミュレータを構築する。次に、このシミュレータを用いて注文データによってピッキング総作業時間がどのように変化するのかその傾向を捉え、望ましいピッキング方式を明らかにする。続いて、注文データの特徴から望ましいレイアウトを設計する手順を検討する。

1.4 論文の構成

本研究に関する論文の構成は以下のようになっている。

第１章では、研究背景や既存研究や本研究の目的について述べる。

第２章では、物流センターの紹介と従来のレイアウト設計について述べ、本研究の検討対象について述べる。

第３章では、ピッキング作業の概要と注文データについて述べ、本研究の検討対象について述べる。

第４章では、ピッキング作業のモデル化及びシミュレーションについて述べる。

第５章では、注文データを考慮したピッキング作業に関する検討とレイアウト設計について検討する。

第６章では、本研究のまとめを行い、今後の課題について述べる。

2. 物流センターのレイアウト設計について

2.1 物流センターについて

2.1.1 物流センターの紹介

物流センターは、多種多量の商品を供給者から荷受けし、荷役、保管、仕分け、流通加工、情報加工などを行い、多数の需要家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[(4)]。

物流センター機能には保管機能、荷役機能、流通加工機能、包装機能、輸送機能などがある。機能に応じて物流センターにおける一般的な作業手順は以下のようになっている(図 2-1)。

図 2-1 物流センターにおける作業手順

(1) 保管機能

保管は、倉庫や物流センターに商品を保管することである。保管にあたっては、スペースを有効利用、作業しやすいように、見てすぐわかるように商品を配置すること、商品が安全かつ品質劣化しないように適正な状態を保つこと、素早く出荷状態を整えることなどが挙げられる。

(2) 荷役機能

荷役は、商品を倉庫や物流センターで入荷、運搬、出荷することである。荷役には、商品の入出荷、積み付け、積み下ろし、ピッキング、配送先別の仕分けなどがある。

(3) 流通加工機能

流通加工は流通過程において客先のニーズに対応し、商品に付加価値をつける加工をすることである。加工には値札やラベル付け、袋詰め、販売サイズへの小分け、ギフト商品にするためのセット組みなどがある。

(4) 包装機能

包装は、輸送、保管、荷役中に商品に汚れ、傷などがつかないように保護することと、作業しやすいように箱などに入れることである。包装には、個装、内装、外装がある。ユニット化（荷姿の標準化）、商品の区分表示などを行っている。

(5) 輸送機能

輸送とは商品を、生産地から消費者へ輸送することである。物流センターから複数の小売店へ配送することも含んでいる。代表的な輸送手段としては、トラック輸送である。排気ガスや交通渋滞など環境への負荷が大きいことから、最近では鉄道輸送とトラック輸送を組み合わせる（モーダルシフト）など、環境にやさしい輸送も増えている。

2.1.2 物流センターの種類

物流センターには、商品を川上から川下に流すための一般的な物流センターのほか、加工センター、返品センター、リサイクルセンター、保税蔵置場などがある[8]。(図 2-2)

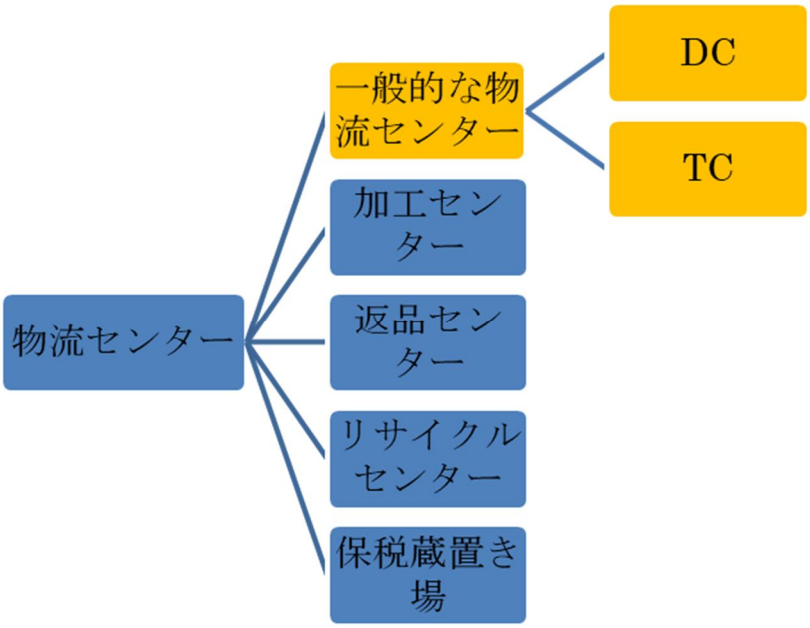


図 2-2　物流センターの種類

(1) 一般的な物流センター

機能面から DC (Distribution Center)、TC(Transfer Center)の２つに分けられる。DC は在庫を持つ物流センターで、在庫型センターといわれ、TC は在庫を持たない物流センターで、通過型センターといわれている。一般的な物流センターの DC(在庫型物流センター)のメリットは、品切れ防止とリードタイム短縮を図れることである。デメリットは在庫費用がかかることと物流量増加に柔軟に対応しにくいことである。TC(通過型物流センター)メリットはセンターの運営のコストが低いことと、物流量に柔軟に対応できることである。デメリットはシステムの構築に費用がかかることが挙げられる。(表 2-1)

表 2-1 DC と TC の違い

	DC (在庫型物流センター)	TC (通過型物流センター)
メリット	品切れ防止、リードタイム短縮	運営のコストが低い 物流量に柔軟対応できる
デメリット	在庫の費用がかかる	システムの構築に費用が掛かる

(2) 加工センター

商品の加工処理を行う場所で多くは工場に隣接している。例えば、小売業の加工センターでは生鮮食品の調理、値札つけなどを行っている。

(3) 返品センター

川下から商品を返品する場所である。通販などは返品が多く発生しており、再包装を行い再出荷する。

(4) リサイクルセンター

使用済みの段ボールやプラスチックなどを再資源化する場所である。

(5) 保税蔵置場

輸出入において関税に対して申告を行う際に、仮に置く場所である。

以上のことから、本研究では DC（在庫物流センター）を対象とする。

2.2 レイアウト設計について

2.2.1 レイアウト設計の定義

物流センターにおいてレイアウトとは、設計の基本条件をもとに、入庫、保管、ピッキング、包装、出荷などの必要な設備や作業エリアを経済性や運用性に配慮しながら、配置することにより、システムを構築することである。物流センターのレイアウトには新設時のレイアウトと既存のレイアウト変更などがある。

物流センターを新設する場合、物流経営戦略の変化、販売リードタイムの短縮、既存物流センターの手狭による拡張などがある。既存物流センターのレイアウト変更の場合、取扱い製品の変更によるレイアウトの不適合、取扱量の増加による在庫保管効率の向上、物の流れが円滑でなく逆流、交錯が起こる、物流センター内の移動距離が長く、能率が上がらない事などがある。

物流施設レイアウト設計に求められる要求には次のようなことがある。

(1) 物流センターのレイアウトにおいては、まず荷役、運搬、保管、流通加工など製品の動きに最も適合した作業性、機能性が要求される。

(2) さらに管理しやすいこと、経済効果の高いこと、取扱量の変化や商品形状の変更に対して弾力的に対応できることなどの条件が満たされなければならない。

2.2.2 レイアウト設計の手順

レイアウト設計の手順を以下の図 2-3 に示し、そのステップに従って説明する。

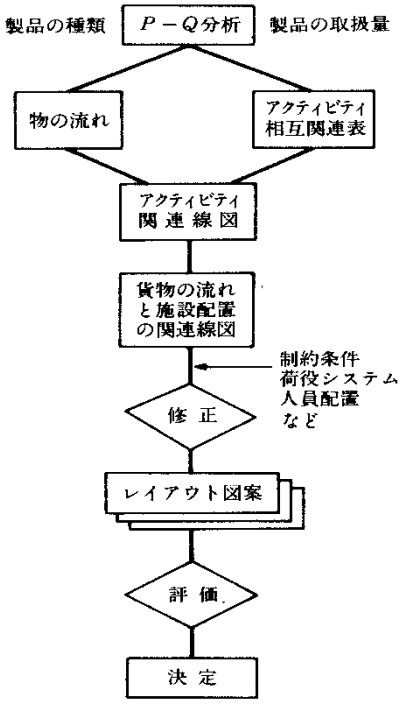


図 2-3 レイアウト手順 [3]

Step１．P-Q 分析

レイアウトを計画する時、計画する施設に「どのような種類の製品(product)があり、どの程度の取扱量（quantity）を対象とするか」が前提条件となるので、P-Q 分析（製品と数量分析）を行い P-Q 曲線を作成する。

＊P-Q 曲線作成手順

(1) 取り扱う商品の種類を入出荷頻度順に整理し、荷動きが類似するグループに区分けする。

(2) 区分けした商品ごとに取扱量を設定する。

(3) 横軸に商品の種類 P を、縦軸に数量 Q を取り、取扱量の降順に並べてグラフ（図 2-4）を作る。

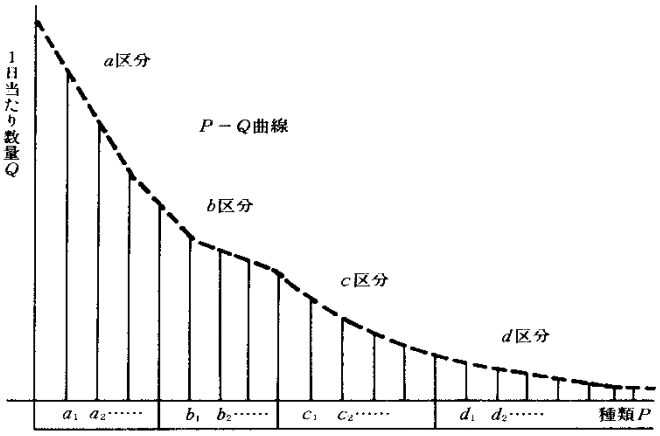


図 2-4　P-Q 曲線　[3]

Step２．物の流れの分析

物流センター建屋内の製品の流れは、図 2-5 に示すような幾つかの基本パターンに分類できる。そこで、Step1 で分析した取扱数量と入出荷頻度とのデータを検討して、製品の流れの基本計画を作る（表 2-2)。これを作業施設別の流れ線図で表わし、取扱数量比率を記入する（図 2-7)。

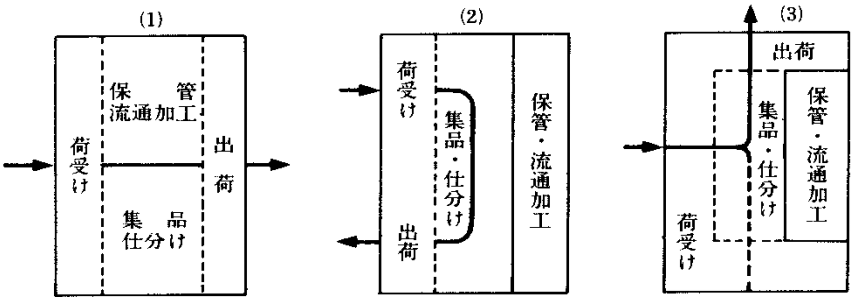


図 2-5　物流センター内製品基本流れパターン [6]

表 2-2　製品の流れ基本計画　[3]

製品区分 / 作業区分	A	B	C	D	……
入庫	①	①	①	①	
検品	②	②	②	②	
仕分け	③	④	④		
流通加工			③		
保管		③			
特殊作業				③	
発送	④	⑤	⑤	④	
作業量					
比率					

（注）①②③④⑤は流れの順序を示す。

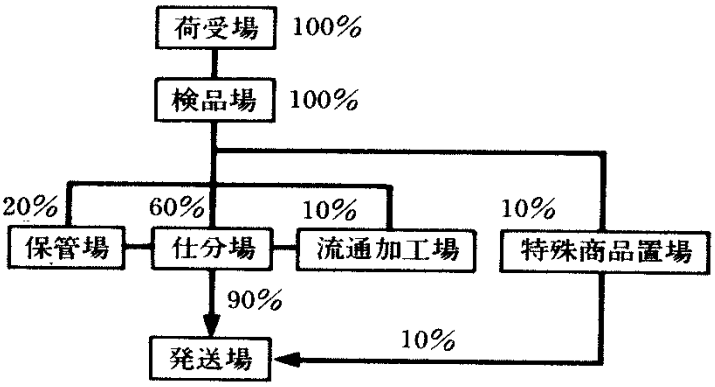


図 2-7　製品流れ比率 [3]

Step３．アクティビティ相互関連表の作成

アクティビティとはレイアウトの対象となる施設や評価項目等の総称で、施設内レイアウト計画では、アクティビティ間の関連性の強いものを近接させて配置することがある。

＊アクティビティ相互関連表の作成手順

①アクティビティの列挙

物流センターを例にすると、荷受場、検品場、仕分場、流通加工場、保管場、特殊商品置場、発送場、事務所

②近接理由の設定とアクティビティ相互関連表の作成

施設列挙順序はとくにないが、性質の類似したものはまとめる。アクティビティすべての近接性を判断する。近接性は製品の流れだけでなく、伝票の流れ、作業員の管理、トラック出入の関係、荷役システム等の視点から判断する。(図 2-8)

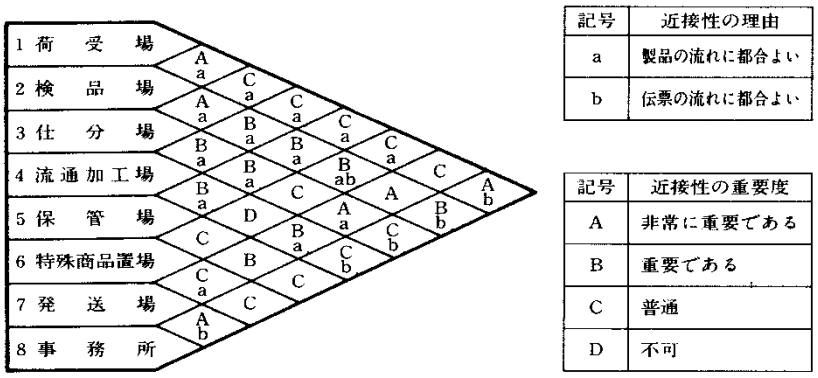


図 2-8　近接性相互関連表　[3]

また、物の流れを分析とアクティビティ相互関連表に基づいて、各施設の位置関係をここでは， 定量的なものの相互関係に定義する必要がある。例えば、 表 2-3 と表 2-4 相互関連表の例では、近接性の最大値は 20 ユニットである。AEIOUX を (A)20、(E)15、(I)10、(O)5、(U)0、(X)-20 のように変換できる。これらの定量的な評価により、作成されたレイアウト設計の複数案に対して、多くの修正条件などを考慮し、より現実的なレイアウト案

を作成することができる。

表 2-3　相互関係の評価値

判定記号	需要度	近接性
A	20	絶対重要
E	15	特に重要
I	10	重要
O	5	普通の近さ
U	0	重要でない
X	-20	望ましくない

表 2-4　相互関連関連表

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
M1		20	10	5	15	0	0	20
M2	20		0	15	5	0	5	20
M3	10	0		5	15	0	-20	0
M4	5	15	5		0	10	15	0
M5	15	10	15	0		0	0	0
M6	0	0	0	10	0		20	0
M7	0	5	-20	15	0	20		0
M8	20	20	0	0	0	0	0	

Step４．アクティビティ関連線図の作成

Step３での評価にもとづく相互関連によって各アクティビティの位置関係の抽象的なレイアウトを行う。(図 2-9)

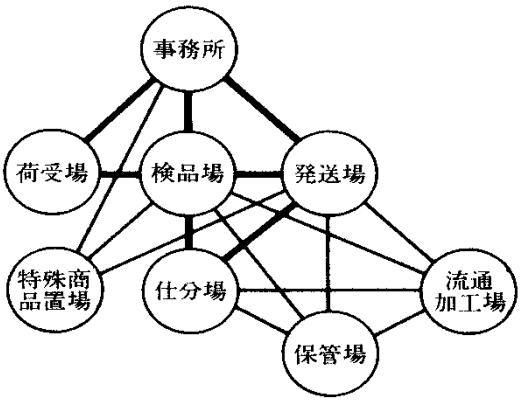


図 2-9　アクティビティ関連線図　[3]

Step５．貨物の流れと施設配置の関連線図の作成

Step４での図（図 2-9）をもとに、「製品の流れ」を考慮し、各施設の位置関係を決定する。(図 2-10)

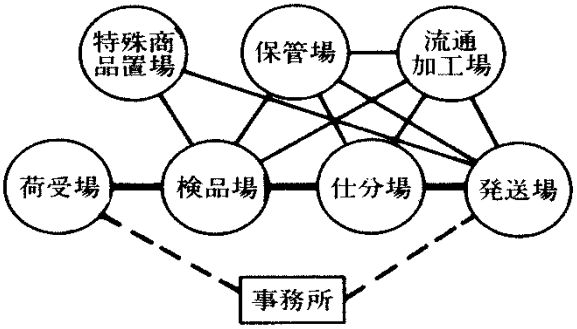


図 2-10　貨物の流れと施設配置の関係線図　[3]

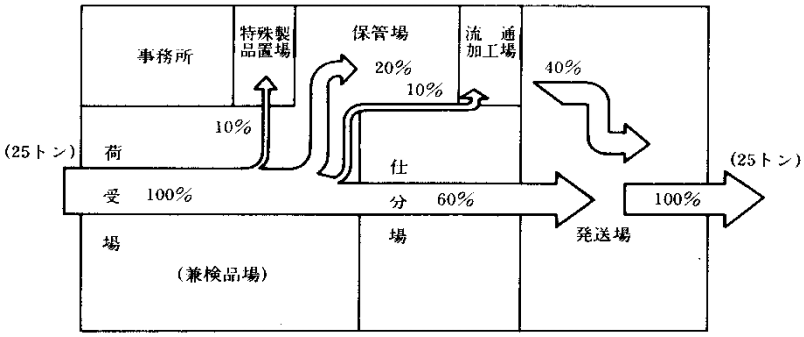
Step６．施設面積の決定

以上の手法によって決められた施設関連案に対し、盛り込まれた施設の必要面積を算定する。その場合、取扱数量から経験的に得た原単位を用いて計算する。(図 2-11) 算出した各施設の面積を、それぞれ関係位置と整合させ、基本レイアウト案（複数）を作成する。(図 2-12)

施設名	1日作業量（トン）	原単位（トン/m²）	施設面積（m²）
① 荷受場	25	0.2	125
② 検品場	(25)	荷受場兼用とする	
③ 仕分場	15	0.2	75
④ 保管場	35	1.0	35
⑤ 流通加工場	2.5	0.2	12.5
⑥ 特殊商品置場	2.5	0.2	12.5
⑦ 発送場	25	0.2	125
⑧ 事務所	—		30
合　計			415m²

（注） 取扱量は入庫25トン，出庫25トンとし，保管残は７日分（１日５トン）とした。

図 2-11　必要な面積を算定　[3]



（注） 比率は製品入荷量に対する各施設の作業量。

図 2-12　基本レイアウト案　[3]

Step７．案の評価と決定

経済性、生産性、安全性、将来拡張性、延べ運搬距離などを考慮して複数案を評価し、最終案を決定する。

【補足】

(1) 以上の基本レイアウト案作成の後、更に、荷役システム通路、スペースセービング、余裕、人員配置、経済性等の条件を加えて詳細なレイアウトを行う。

(2) 物流センター内の作業は、工場における作業工程ほど明確に区分できず、施設も兼用が多く、上記の方法では最適な計画ができない場合がある。従って、レイアウト案は現場担当者の意見を聞くなど、実際面での修正を行う必要がある。

また、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)。

$$G = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} d_{ij} \cdot r_{ij} \qquad \text{（式１）}$$

G：評価値

d_{ij}: 職場 i j 間の評価距離

r_{ij}: 職場 i j 間近接性要求度

n：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。

2.3 本研究の検討対象

物流センター業務において、入荷、保管、ピッキング、出荷などの一連作業の中で、ピッキング作業が運用コストの半数を占めている。そこで、物流センターのなかでも最も重要な業務に位置づけられているピッキング作業に対し、商品をピッキングする保管場、また客先ごとに商品を仕分けする仕分け場、そして、発送場まで、本研究のレイアウト設計の検討対象とする。

対象とするピッキング・エリアのレイアウトを（図 2-13）に示す。両方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。摘み取り方式のピッキング・エリアの作業面積は 18.5×（19.2＋3.36）mの 417.4 ㎡の面積として設定した。また、種まき方式のピッキング・エリアの作業面積は 18.5×（19.2＋6.86）mの 482.1 ㎡の面積として設定した。

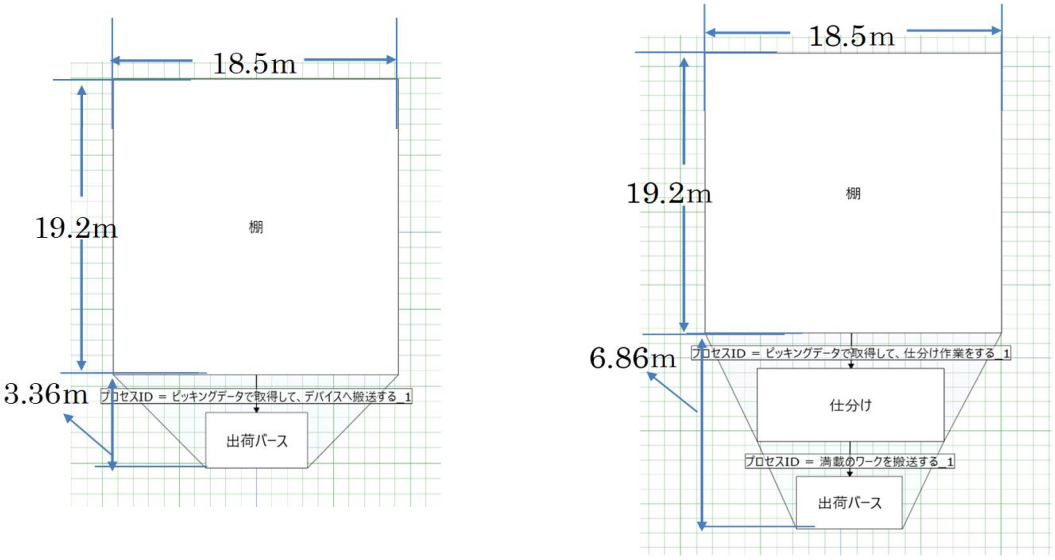


図 2-13　対象とするレイアウト

3. ピッキング作業の概要と注文データについて

3.1 ピッキング作業の概要

ピッキング作業とは、客先からの注文データに基づいて保管場所から商品を選定し、出荷箱や折り畳みコンテナなどの通い箱に商品を投入するまでの一連の作業のことをいう[(8)]。物流センターの作業の中で、特に人手を要し、時間のかかる作業はオーダーピッキング作業である。更に迅速、正確さを要求されるのもこの作業である。そのため、ピッキング作業は物流センターのなかでも最も重要な業務に位置づけられている。

ピッキング作業に必要な機器は商品の荷姿や出荷特性によって異なる。例えば、自動化を求められる場合のマテハン機器としてはロボットピッキング、ピースソーター—などがある。しかし、一般的にはデジタル表示器、ハンディターミナルを用いて、人手でピッキングする方法が用いられる[(8)]。

ピッキング作業の手順は以下の通りである。

(1) ピッキング指示書を取る。
(2) 商品コードまたは棚番または表示器を確認し、商品のある所まで移動する。
(3) 商品を確認し、伝票または表示器を見て数量を確認する。
(4) 数量分ピッキングする。
(5) 伝票に確認印をつける、または表示器のボタンを押す。ピッキングした商品を、次の工程へ搬送する。

3.1.1 ピッキング作業について

ピッキングのやり方は、大きく摘み取り方式と種まき方式の２つに分けられている。

(1) 摘み取り方式

摘み取り方式は、商品を客先別の注文データにより、ピッキングする方式である。

(2) 種まき方式

種まき方式は、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。種まき方式にはいくつかの種類があり、出荷方面別種まき方式や、種類別種まき方式などがある。どちらのピッキング方式を選択するかは注文データの特徴からE（客先数）I（種類数）Q（商品数）によって判断する。種まきピッキング方式の場合は商品を種類ごとにまとめてピッキングし、客先別に仕分けする。一方、摘み取りの場合は商品を客先別の注文データにより、ピッキングする。以上のことから、種まき方式は一工程多いことになる。

3.1.2 ピッキングの出庫パターン

オーダーピッキングシステムは各物流センターによって千差万別であるが、内容から見ると保管はパレット単位、ケース単位、バラ単位がある。ピッキングはパレット単位、ケース単位、さらにケースのなかから単品を取り出す単品単位のピッキングかそれらの組み合わせが多い[(3)]。

表 3-1 ピッキングの出庫パターン

ピッキングパターン	保管単位	ピッキング単位	略号
1	パレット	パレット	P→P
2	パレット	ケース	P→C
3	ケース	ケース	C→C
4	ケース	単品	C→B
5	単品	単品	B→B

（表 3-1）に示したようにパレット、ケース、単品をそれぞれ P、C、B の略号であらわし、保管とピッキングをパターン化する。オーダーピッキングは大きく表の 7 種類のどれかのパターンに分類されるか、それらの組み合わせとなる。

3.2 注文データについて

物流センターにおける各客先（E）がどの種類（I）の商品をそれぞれ何個ずつ注文したか整理し、注文データを作成する。データにおいて、注文先をE(Order Entry)、種類数をＩ(Item)、注文数量をQ(Quantity)、注文リストの行数をＬと表す[9]。

EIQ分析表であって、種類ごとの注文する数量を表すのがＩＱであり、注文先ごとの注文数量を表すのがＥＱである。また、各客先が何種類の商品を注文したかを表すものが注文点数（EN）であり、各種類の商品が何軒の客先から重複して注文したかを表す注文重複度（IK）も表示している。(表2.1-2)

表2.1-2　ＥＩＱ分析表[9]

		種　類							注文数量		注文点数
		Ｉ１	Ｉ２	Ｉ３	Ｉ４	Ｉ５	Ｉ６		ＥＱ		ＥＮ
客先注文伝票	Ｅ１	3	5	0	1	2	3		14		5
	Ｅ２	2	0	4	6	7	0		19		4
	Ｅ３	4	0	0	0	0	8		12		2
	Ｅ４	2	8	0	3	5	2		20		5
種類毎注文量	ＩＱ	11	13	4	10	14	13		65		ＧＥＮ
注文重複数	ＩＫ	4	2	1	3	3	3		ＧＩＫ		16

3.3 本研究の検討対象

物流センターの作業の中で、特に人手を要し、時間のかかる作業はオーダーピッキング作業である。また迅速さ、正確さを要求されるのもこの作業である。ピッキング作業は物流センターのなかでも最も重要な業務に位置づけられている。そこで、本研究では物流センター業務のピッキング作業に対し、摘み取り方式と種まき方式を対象とする。

ピッキングの作業方法として

(1) 人(ピッカー)が棚などへ商品を取りに行ってピッキングする。

(2) 商品を人(ピッカー)のところへ回転棚などで自動的に持ってきてピッキングする。

の二つの方法があり、人がモノのところへ行くか、モノが人のところへ来るかである[(8)]。通販における物流センターなどでは、BtoC 消費者向けに扱っている商品の形状が異なるため、本研究では通販における物流センター業務中の作業方法①を用いたバラピッキングを対象とする。

注文データの特徴からピッキング方式を選択する際に、異なるピッキング方式を比較するため、作業時間を評価指標として、摘み取り方式が良いのか、また、種まき方式が良いのかについて検討を行う。

注文データの特徴はピッキング作業の作業時間に影響がある。注文データにより作業時間がどのように変化するのかその傾向を捉え、望ましいピッキング方式を明らかにする。

4. ピッキング作業のシミュレーションについて

4.1 ピッキング作業のモデル化

4.1.1 モデル化の対象

本節では、ピッキング作業に対するレイアウト設計を検討するにあたって、対象とする作業のモデル化をどのように行ったかを示す。

ピッキング方式には、客先単位で商品をピッキングする摘み取り方式と商品毎にピッキングしたあと客先別に仕分けする種まき方式がある。JIS Z 0111:1999 ではこのピッキングを「保管場所から必要な物品を出荷伝票などに基づいて取り出す作業」と定義している。本研究ではこの取り出し作業を対象とする。

4.1.2 モデルの概要

本節では、注文データの特徴を考慮した摘み取り方式と種まき方式の作業に対して、どのようなモデル化を行ったかを示す。そのために、摘み取り方式と種まき方式の 2 種類のモデルが必要になっている。

表 4-1　モデル化対象の項目

番号	モデルか対象の項目について
1	保管場
2	仕分け場
3	出荷場
4	作業の開始、終了位置
5	商品ロケーション
6	ピッキング方式
7	作業人数
8	製品の形状・寸法
9	ピッキングデータ
10	保管設備
11	保管単位
12	搬送方法
13	通路幅

ピッキング作業のモデル化の項目としては、（表 4-1）のようになっている。

(1) 保管場

趙ら[11]のピッキング場レイアウト設計項目の棚レイアウトは、棚縦置きの場合に移動距離が短くなると示している。そこで、本実験では以下の（図 4-1）ように、保管場の棚レイアウトを棚縦置きに配置した。

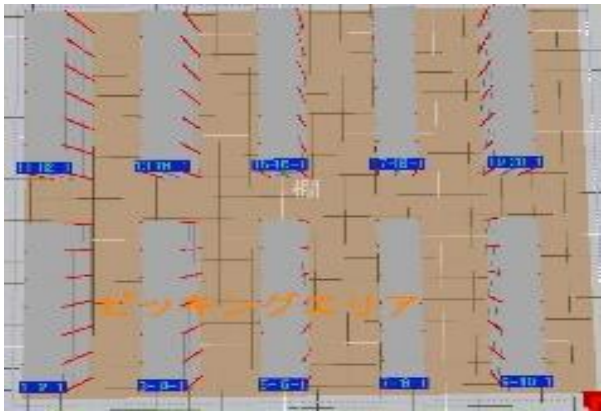


図 4-1　保管場レイアウト

(2) 仕分け場

本実験では、客先ロケーションを搬送方法に合わせて配置した。仕分け場棚は 1 棚 10 間口、1 段構成とし、固定棚は幅 1100mm×長さ 11000mm×高さ 1800mm の場合を想定する。(図 4-2)

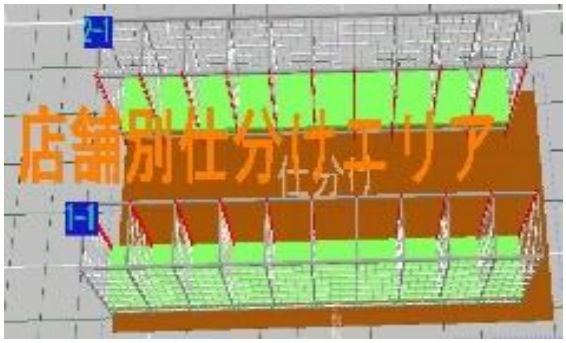


図 4-2　仕分け場レイアウト

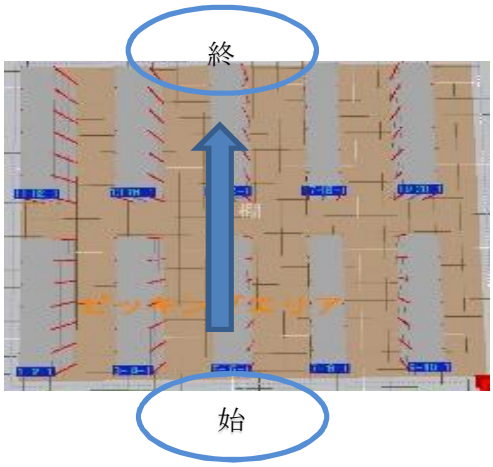
(3) 出荷場

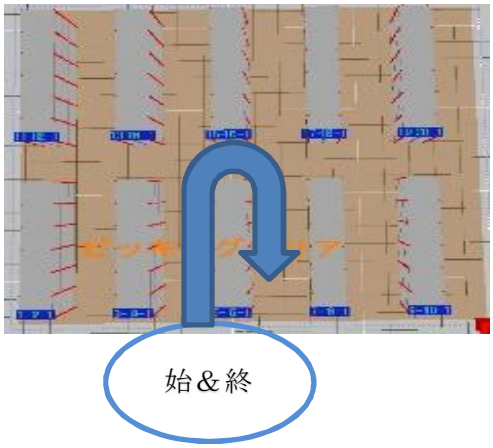
全商品を一時保管するための仮置き場を設置する。本実験では幅 5000mm×長さ 6000mm で配置した。

図 4-3　出荷場

(4) 作業の開始、終了位置

作業の開始、終了位置を配置するには I 型、U 型、L 型などの 3 種類がある。(図 4-2) 以下のように作業の開始、終了位置は 3 種類あるが、本実験では、作業の開始、終了位置を U 型で決定し、作業を行った。





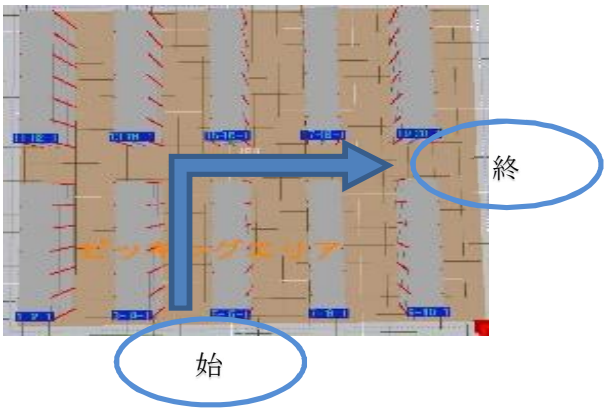


図 4-4 Ⅰ型、U 型、L 型

(5) 商品ロケーション

現場では商品配置を行う場合は、ABC 別に配置を行っている場合が多い。

本実験では、商品ロケーションによる影響がでないようにするため、ランダム配置とした。

(6) ピッキング方式

通販物流の注文データによって、客先から注文した商品は 1 つまた、複数の商品を注文する場合も多い。本実験では、注文データを考慮し、ピッキング作業の摘み取り方式と種まき方式 2 つを用いた。

摘みとり方式は鈴木 [9] による基本作業工程構成によると：
ピッキングをする商品が置いてある場所に行く、商品がどこにあるか探す、商品を取り出す、商品を持って帰るなどの 4 つに分けられる。

以上のことから、ピッキングの作業工程大きく①移動、②商品探索、③取り出しの 3 つに分類される。具体的には以下の（図 4-3）ように、例として、客先が 2 種類の商品を注文した場合である。ピッキング作業の開始・終了位置から、ピッキング従業員がピッキング指示書によって商品 1 が置かれている棚に①移動し、②商品探索し、注文数量だけ③取り出す。そして、商品 2 をピッキングするため、商品 2 が置かれている棚に①移動となる。商品 2 を取った後、作業終了位置までに戻り、一つのピッキング作業が完了とする。

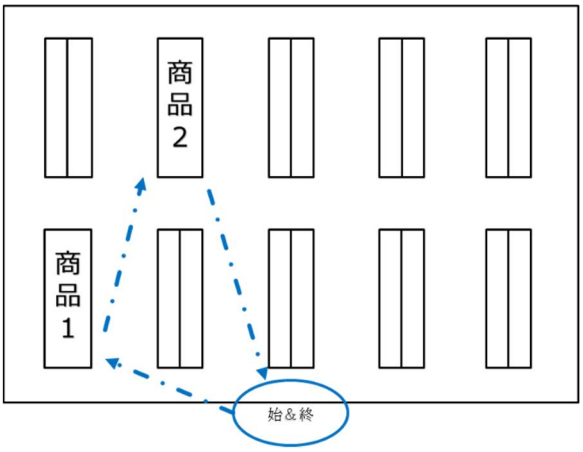


図 4-5　摘み取り方式

以上のことから、ピッキング作業時間を表現する方法としては、歩行時間、探索時間、取り出し時間の三つに分けて考えられる。

種まき方式の作業工程は二段階に分けられる。種まき方式の第一段階では、商品を種類ごとにまとめた指示書により、ピッキングする。以下の図により（図 4-4)、ピッキング作業の開始・終了位置から、ピッキング従業員がピッキング指示書によって商品 1 が置かれている棚に①移動し、②商品探索し、注文数量だけ③取り出す。商品 1 を取った後作業終了位置までに戻り、一つのピッキング作業が完了とする。続いて、同様に商品 2 をピッキングするため、ピッキング従業員がピッキング作業の開始・終了位置からピッキング指示書によって、商品 2 が置かれている棚に①移動となる。以上のことから、ピッキング作業時間を表現する方法は、摘み取り方式と同様に考えられる。つまり、①移動、②商品探索、③取り出し時間である。

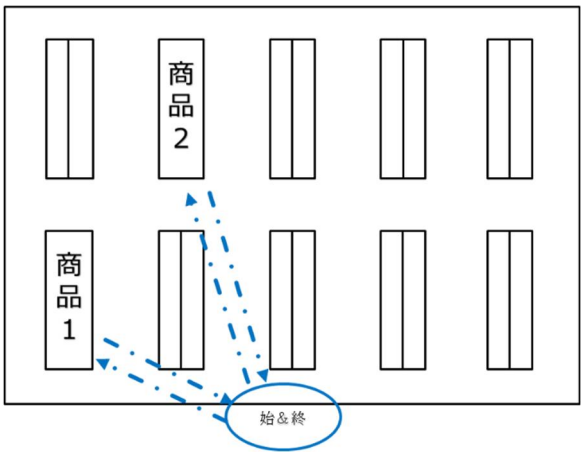


図 4-6　種まき方式

種まき方式の第二段階では、ピッキングした客先毎商品を店舗ごとに仕分けすることである。仕分する形式は基本的に 2 種類である。

(1) 客先のカート車を順番に並べて置き、商品を仕分けする。

(2) 商品を種類ごとに順番に並べて置き、客先のカート車を持ち、注文商品を順番に取り出していく形式である。

本実験では①形式を用い、また、作業員の移動距離を短縮するために、仕分け作業の作業開始、終了位置はU形とＩ型を用い、最優ルートを自動的に設定する。

種まきピッキングの作業 2 段階工程の構成は：

客先のカート車が置いてある場所に行く、客先のカート車がどこにあるか探す、種類毎ごとにまとめた商品を仕分けする。

以上のことから、種まき方式の作業 2 段階の工程は大きく①移動、②客先探索、③仕分けの 3 つに分類される。

具体的には以下の（図 4-5）仕分け場のように、仕分作業の指示書によって。種まき方式の第一段階でピッキングした商品を種類ごとに第二段階の仕分け場の客先別のカート車に仕分け作業をする。出入り口をピッキング作業の開始・終了位置とし、作業者はピッキング指示書と仕分け指示書に書かれている商品を持ち、仕分け作業開始、終了位置から 1

-1から客先のカート車が置いてある場所に①移動し、②客先を探索し、注文数量だけ③仕分け作業をする。同様に 10-1まで順番に仕分けした後作業終了位置に戻り、一つのピッキング作業が完了とする。

以上のことから、種まき方式の第一段階の作業時間の表現する方法は、①移動、②商品探索、③取り出し時間の三つを分けて考えられる。また、種まき方式の第二段階は摘み取り方式と異なるが、ピッキング作業時間の表現方法は同様である。そこで、本実験では注文データから摘み取り方式と種まき方式の作業時間を比較するために、総作業時間を大きく、①移動時間、②取り出し時間、③仕分け時間の3つに分けて設定した。

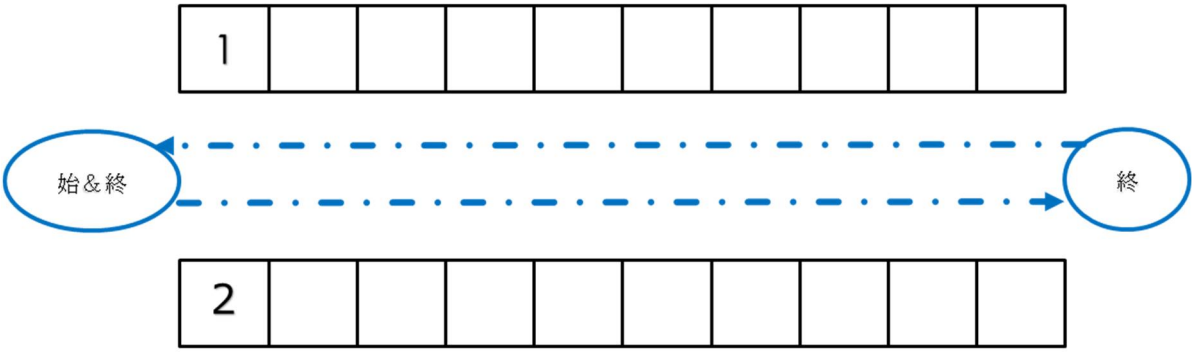


図 4-7 仕分け場

(7) 作業人数

本実験では、ピッキング作業員を2人設定した。

(8) 製品の形状、寸法

本実験では、バラピッキングを対象に棚に保管しているオリコン中から商品をピッキングする。また、製品は以下の（図 4-6）ように、長方形、40 サイズとして設定した。

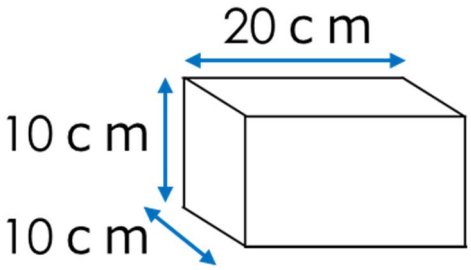
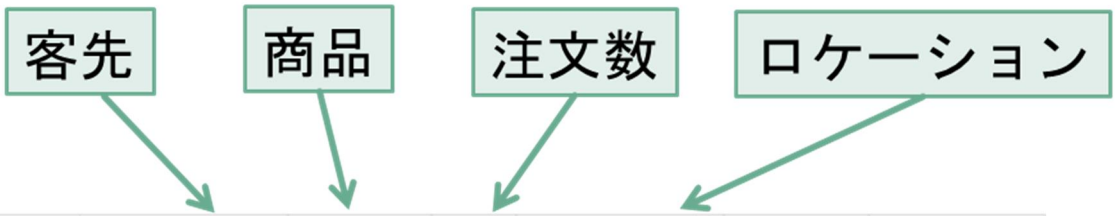


図 4-8　商品サイズ

(9) ピッキングデータ

種まき方式のピンキングデータを例として、第一段階では、各客先（E）が、どの種類（I）の商品（Q）をそれぞれ、何個ずつ注文したかの注文データによって、指定した棚の商品ロケーションまで、移動してピンキング作業をする。そこで、本実験では、注文データの特徴から、以下のように表（表 4-2）ピッキングデータを作成した。

表 4-2　ピッキングデータ



バッチ番号	オーダー番号	商品名	数量	ロケーション	行き先	ルート情報
バッチ_001	E1	I1	2	01-01-01-01	御徒町	出荷バース
バッチ_001	E1	I2	1	01-01-01-02	目白	出荷バース
バッチ_001	E2	I3	3	01-01-01-03	田端	出荷バース
バッチ_001	E2	I4	2	01-02-01-01	新橋	出荷バース
バッチ_001	E3	I5	1	01-02-01-02	西日暮里	出荷バース
バッチ_001	E3	I6	3	01-02-01-03	池袋	出荷バース
バッチ_001	E4	I7	1	01-03-01-01	浜松町	出荷バース
バッチ_001	E4	I8	3	01-03-01-02	秋葉原	出荷バース

また、種まき方式の第二段階では、第一段階でピッキングした商品を客先ごとに、指定した仕分け場のロケーションまで移動して仕分け作業をする。そこで、本実験では、以下のように（表 4-3）仕分け先のデータを作成した。

表 4-3　仕分け先データ

バッチ番号	行き先	ルート情報	配送先タイプ	配送先デバイス/配送先ロケーション
バッチ_001	御徒町	出荷バース	location	仕分け-01-01-01
バッチ_001	目白	出荷バース	location	仕分け-01-02-01
バッチ_001	田端	出荷バース	location	仕分け-01-03-01
バッチ_001	新橋	出荷バース	location	仕分け-01-04-01
バッチ_001	西日暮里	出荷バース	location	仕分け-01-05-01
バッチ_001	池袋	出荷バース	location	仕分け-01-06-01
バッチ_001	浜松町	出荷バース	location	仕分け-01-07-01
バッチ_001	秋葉原	出荷バース	location	仕分け-01-08-01

(10) 保管設備

本研究では、上述したように、保管単位がケース、ピッキング単位がバラの指示書によりピッキングを行う。以下図のように、人が作業を行っている場合は、固定棚や流動棚や回転棚を用いている場合があるが、本実験では固定棚を使用した。

固定棚の高さ 1.8m、幅 0.6m、長さ 7.2mの仕様とした。そして、1 つの棚を 2 組の背あわせで使用することとした。また、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。また、貨物を取り出すのに十分なスペースを考慮して、各段の高さは 0.6m、各間口の幅は 1.2mとした。以下のように、(図 4-7) は例として示す。

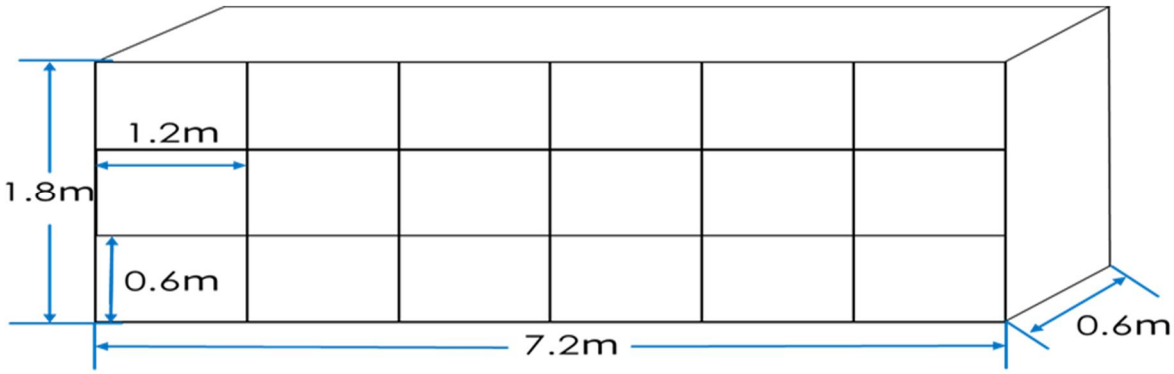


図 4-9　保管設備

(11) 保管単位

本実験では、一般的に使用しているケース単位とする。ケースの寸法としては、幅：355 mm、長さ：550mm、高さ：400mmである。

図 4-10　オリコン [15]

(12) 搬送方法

本実験では、搬送方法としてカート車を用い、ピッキング作業をした。

カート車の寸法として、幅：1000mm、長さ：1000mm、高さ：1100mmである。

図 4-11　カート車 [16]

(13)　通路幅

趙 (11) らのピッキング場レイアウト設計項目の双方通行の場合に移動距離が短くなると示されている。そこで、本実験では双方通行を考慮し棚の間と仕分け場の通路幅は 2.2m で設定した。

4.2 シミュレーションについて

本実験では、ピッキング作業によって、摘み取り方式と種まき方式を用いて作業時間に与える影響を明らかにする。そこで、本実験では RaLC を使用したシミュレーション実験のモデルを２つ用いて行うことにした。

以上のことから、実際物流センターで行われているピッキング作業を再現する（図 4-10、図 4-11）。

以下のように、シミュレーションの内容に関して、どのようにモデル化を行ったかについて詳細を示す。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。

具体的には

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。

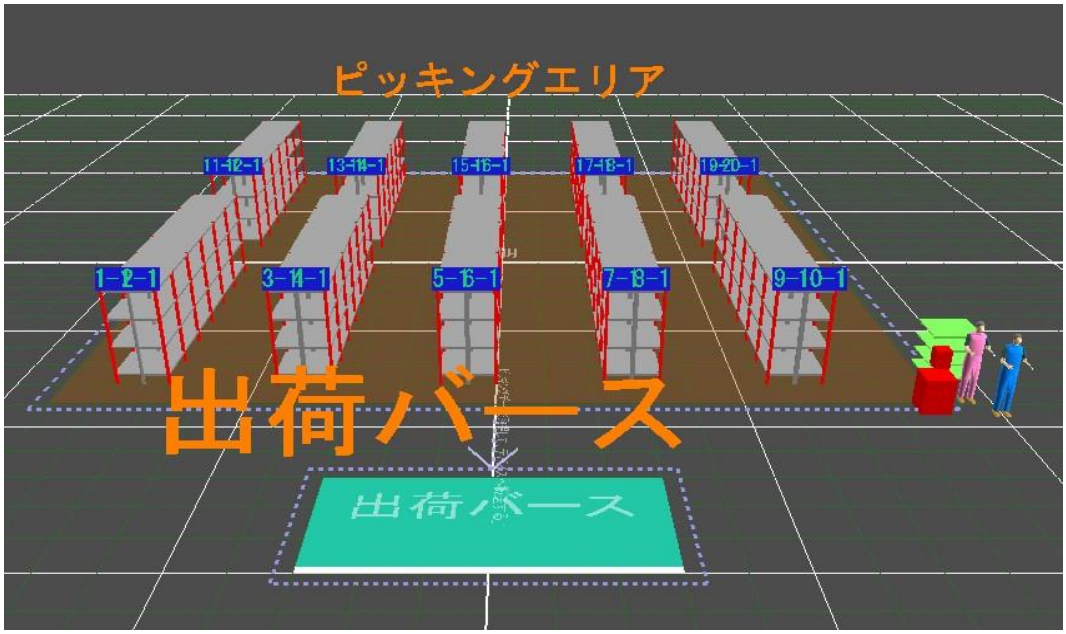


図 4-12 摘み取り方式のモデル

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。

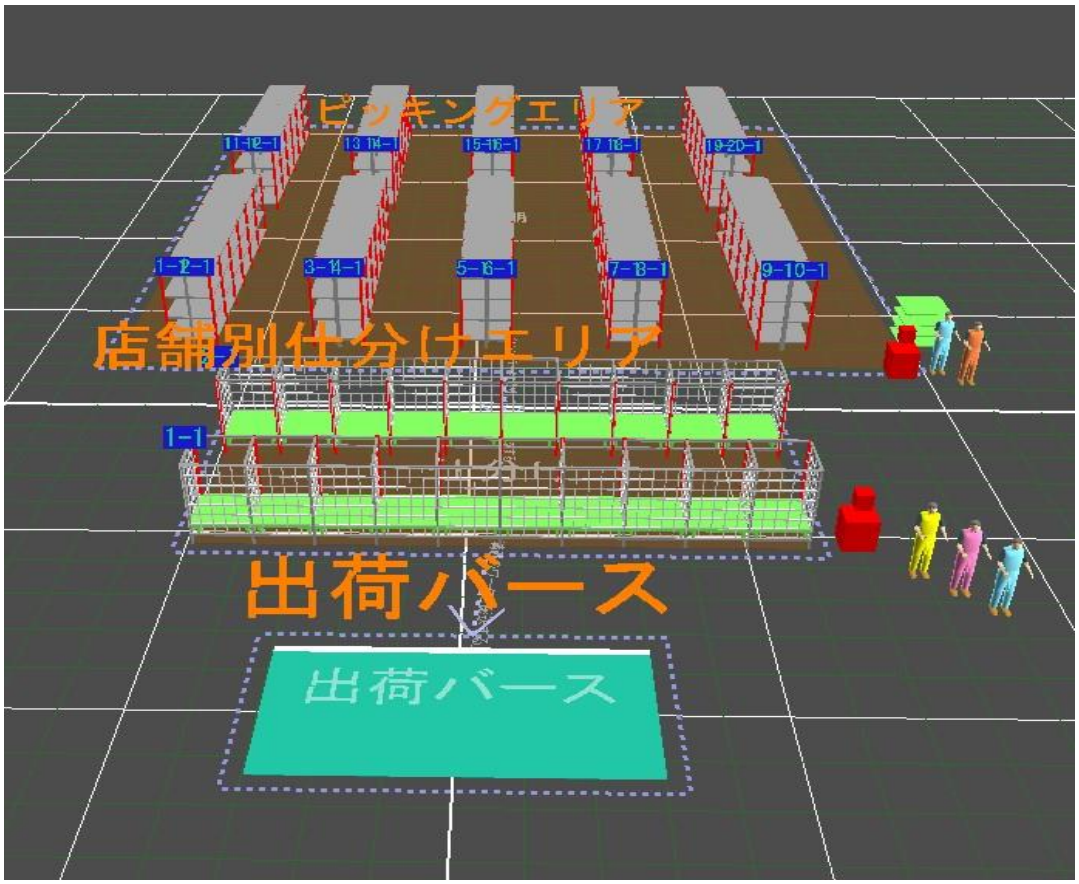


図 4-13　種まき方式のモデル

5. 検討の結果

5.1 検討の内容

本研究では、ピッキング作業のモデルから、注文データによって総作業時間がどのように変化するのかその傾向を捉え、注文データと望ましいピッキング方式を明らかにする。注文データ特徴からピッキング方式を選択する際に、異なるピッキング方式を比較するために、作業時間を評価指標として、摘み取り方式が良いのか、また、種まき方式が良いのかについて検討を行う。摘み取り方式の作業総時間と種まき方式の第一段階と第二段階の作業総時間を含めて検討する。

また、注文データの特徴から望ましいレイアウトを設計する手順を検討する。

5.2 検討で用いた注文データ

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[12]らの研究を参考に、注文データを（表 5-1）に示す３つのパターンに分けた。

注文データパターン①は E<I=L、IK=1 の場合で、客先の注文件数が種類数より少ない、また客先の種類数が注文データ行数と同じで、重複度は 1 であり、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。注文データパターン②は I<E=L、EN=1 の場合で、客先の注文件数が種類数より多い、また客先の注文件数が注文データ行数と同じで、注文点数は 1 であり、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。注文データパターン③は E=I=L の全て同じ場合で、客先の注文件数、種類数、注文データ行数が全て同じで、重複度と注文点数は 1 であり、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。

以上のことから、3 つの注文データパターンについて、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 5-1　注文データ

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

5.3 注文データを考慮したピッキング作業に関する検討

5.3.1 ピッキング作業総時間の比較

注文データ特徴から３つのパターンを対象とした。ピッキング作業として、摘み取り方式が良いか、種まき方式が良いかを検討するため、摘み取り方式の作業総時間と種まき方式の第一段階と第二段階の作業総時間を含めて検討した。

注文データが E<I=L、IK=1 の際、客先の注文件数が種類数より少なく、客先の種類数が注文データ行数と同じで、重複度は１の場合は、種まき方式の作業総時間が摘み取り方式作業総時間より余分の時間を要することをわかった。また、注文データが I<E=L、EN=1 の際、客先の注文件数が種類数より多く、客先の注文件数が注文データ行数と同じで、注文点数が１の場合は、逆に摘み取りの作業総時間が種まき方式作業総時間より余分の時間を要することをわかった。そして、注文データが　E=I=L、全て同じの際、客先の注文件数、種類数、注文データ行数が全て同じで、重複度と注文点数が１の場合は、摘み取りの作業総時間と種まき方式作業総時間がほぼ、等しくなっていることがわかった。(図 5-1)

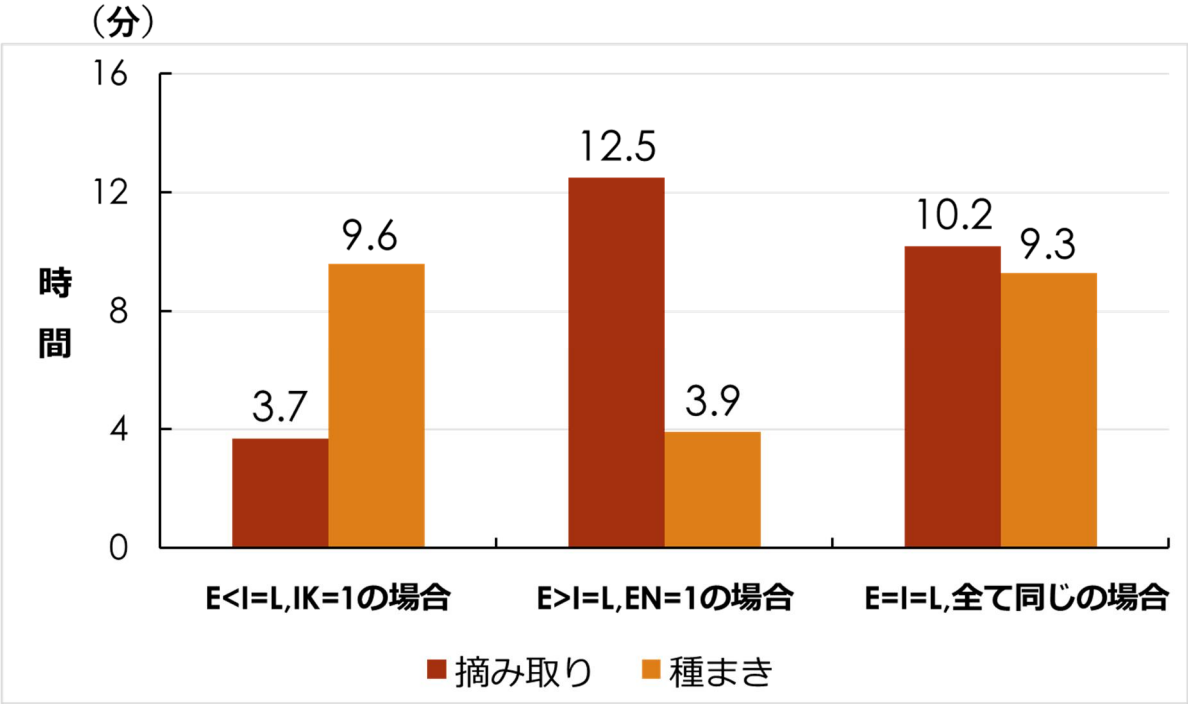


図 5-1　ピッキング作業総時間比較

5.3.2 ピッキング作業時間の内訳比較

本研究では、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内訳を比較するために、総作業時間を大きく（図 5-3）の PICK は取り出し時間、MOVE は移動時間、そして DELIVER は仕分け時間で分けて検討を行った。

以下の（図 5-3）ように、注文データパターン①が E<I=L、IK=1 の場合は、客先の注文件数が種類数より少なく、客先の種類数が注文データ行数と同じで、重複度は 1 の場合にピッキング作業時間内訳を見ると、種まき方式の赤い色の部分移動時間が長く、また、緑色の部分の仕分け時間が長いことから種まき方式ピッキング作業の総時間が摘み取り方式ピッキング作業総時間より、余分の時間を要することをわかった。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。

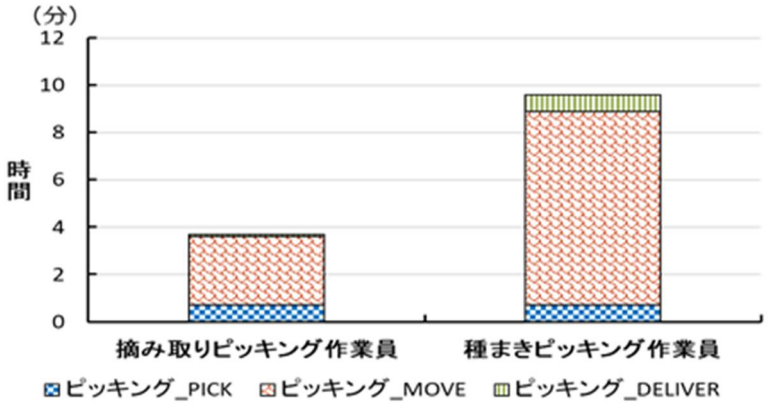


図 5-3　E<I=L、IK=1 の場合

また、以下の（図 5-4）のように、注文データのパターン②が I<E=L、EN=1 の場合は、客先の注文件数が種類数より多く、注文データ行数と同じで、注文点数が 1 の場合にピッキング作業時間内訳を見ると摘み取り方式の赤い色の部分移動時間が長いことから、摘み取り方式ピッキング作業の総時間が種まき方式ピッキング作業総時間より、余分の時間を要することをわかった。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。

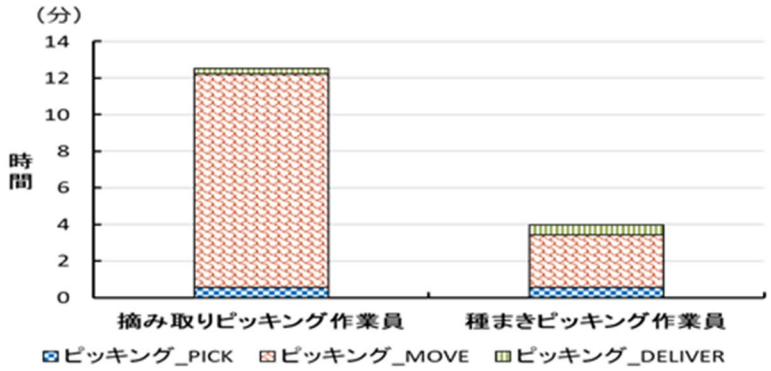


図 5-4　I<E=L、EN=1 の場合

そして、以下の（図 5-5）のように、注文データのパターン③が E=I=L、客先の注文件数、種類数、注文データ行数が全て同じで、重複度と注文点数が 1 の場合にピッキング作業時間内訳を見ると、赤い色の部分移動時間はほぼ、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。

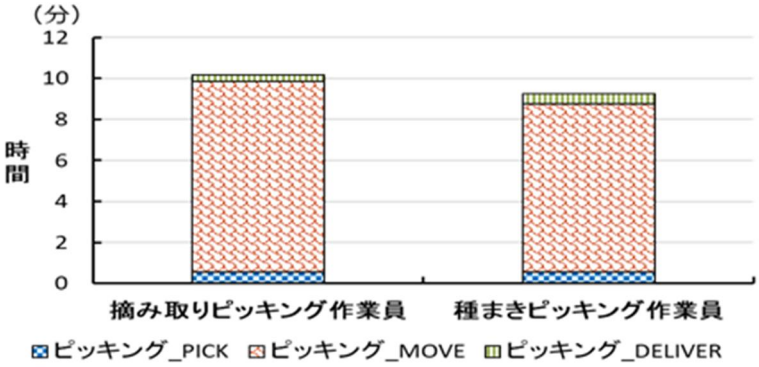


図 5-5　E=I=L、全て同じの場合

5.3.3 ピッキング作業の生産性の比較

注文データ特徴から３つのパターンを対象としたピッキング作業の生産性を検討した。ピッキング作業として、摘み取り方式と種まき方式について検討する。摘み取り方式は、商品を客先別の注文データにより、ピッキングする方式である。種まき方式は第一段階と第二段階に分かれている。第一段階では商品を種類ごとにまとめてピッキングし、その後、第二段階では客先別に商品を仕分ける方式である。そこで、摘み取り方式ピッキング作業の生産性を表現するには、ピッキング注文データの行数から一人当たりの作業時間を割って計算を行った。また、種まき方式ピッキング作業の生産性を表現するには、第二段階で客先別に商品を仕分けることから、客先別の仕分けデータの完了件数から一人当たりの作業時間を割って計算を行った。以下の（図 5-2）ように、注文データ特徴からピッキング作業の生産性を比較した。

注文データパターン①が E<I=L、IK=1 の際、客先の注文件数が種類数より少なく、客先の種類数が注文データ行数と同じで、重複度は 1 の場合、また、注文データパターン②が I<E=L、EN=1 の際、客先の注文件数が種類数より多い、注文データ行数と同じで、注文点数が 1 の場合、そして、注文データパターン③が E=I=L、全て同じの際、客先の注文件数、種類数、注文データ行数が全て同じで、重複度と注文点数が 1 の場合の注文データ３つのパターンを対象とし、摘み取り方式ピッキング作業と種まき方式ピッキング作業の生産性を見ると、注文データが E<I=L、IK=1 場合に摘み取り方式の生産性が高く、注文データが I<E=L、EN=1 の場合に種まき方式の生産性が高いことをわかった。

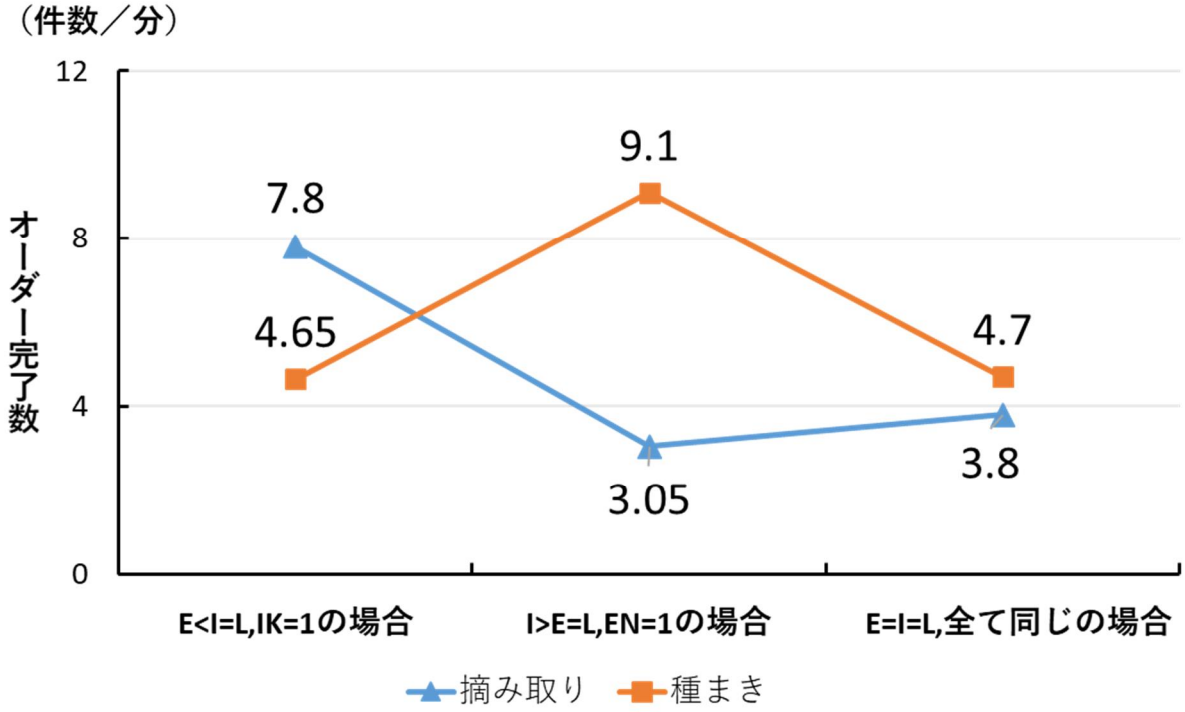


図 5-2　ピッキング作業の生産性の比較

5.3.4 検討の結果

上述の通り、ピッキング作業のモデル化を用いて注文データの特徴から見た望ましいピッキング方式の選定に関する検討の結果としては、

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。具体的に、

(1) E<I=L、IK=1の場合、種まき方式の方が良いことがわかった。

(2) I<E=L、EN=1の場合、摘み取り方式の方が良いことがわかった。

(3) E=I=L、全て同じの場合、摘み取り方式と種まき方式どちらでも良いことが分かった。

5.4 注文データを考慮したレイアウト設計の検討

注文データを考慮した物流センターのレイアウト設計のなかで、最も重要な業務に位置づけられているピッキング作業に対し、商品をピッキングする保管場、また客先ごとに商品を仕分けする仕分け場、そして、発送場までを本研究のレイアウト設計の検討対象とする。

物流センターレイアウト設計においては、まず荷役、運搬、保管、流通加工など製品の動きに最も適合した作業性、機能性が要求される。さらに管理しやすいこと、経済効果の高いこと、取扱量の変化や商品形状の変更に対して弾力的に対応できることなどの条件を満たされなければならない。

そこで、５．３節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。

5.4.1 注文データと各作業場の関係

５．３節に示す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。

(1) 保管場レイアウト

ピッキング作業の出荷パターンごとに、ピッキング効率から考えて保管機器を選定する。その際に行われるのが EIQ 注文データを利用した IQ-PCB 分析である。IQ-PCB 分析とは、種類別の注文数量（IQ）をパレット単位（P)、ケース単位（C)、バラ単位（B）ごとに累計化して分析した手法である[14]。また、物流センターでの注文種類と注文数量をそれぞれ I(item)と Q(quantity)で表し、グラフにしたものを IQ 曲線といい、これが ABC 分析として知られている方法である。ABC 分析をすると物流センターの特性を把握することができる。出荷数量の多いものから A、B、C の３つのグループに分けると、それぞれのグループ内で代表される物流センターはどのような特性の物流センターか推定することができる。A グループには少品種多量出荷の商品、B グループには中品種中量出荷の商品、C グループには多品種少量出荷の商品が集まる。以下（図 5-5）のように、IQ 曲線は出荷頻度や数量と関係がある。IQ 曲線から商品を保管し取り扱う量や荷姿によって、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か検討を行う。そして、これをもとに保管設備を決定する。

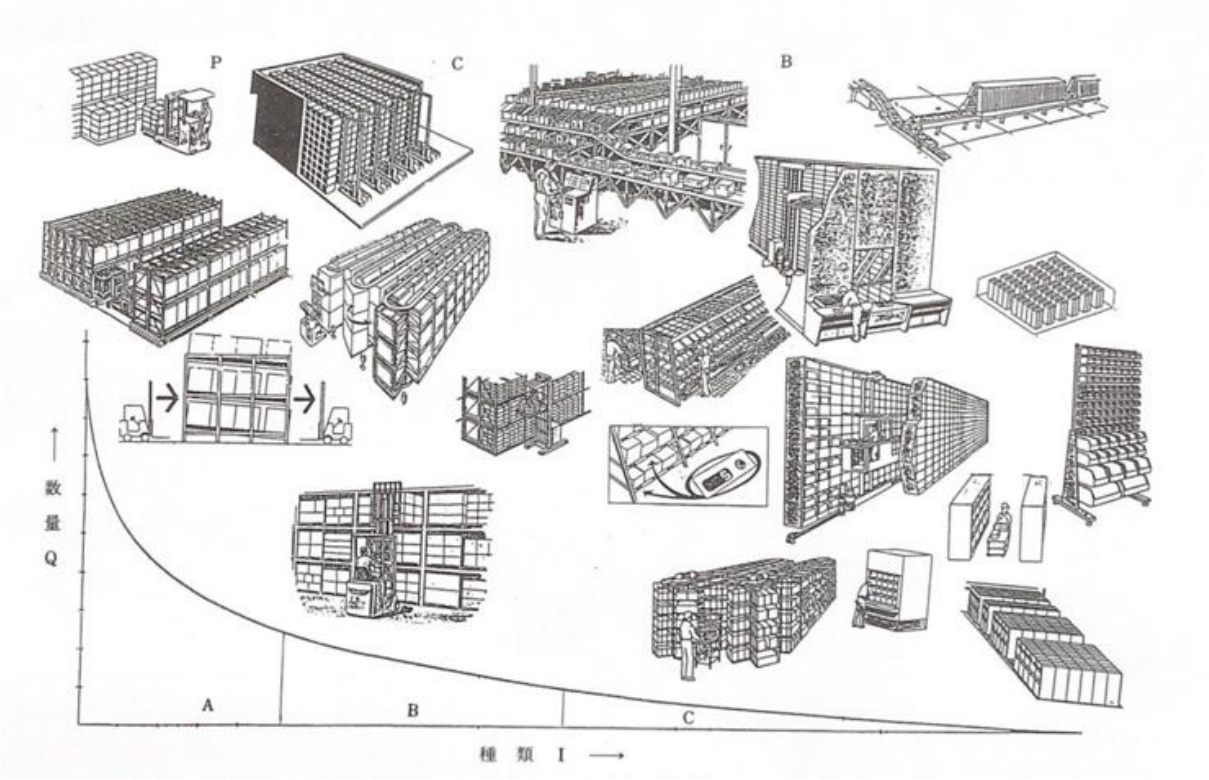


図 5-5　IQ 曲線と物流機器[9]

(2) 仕分け場レイアウト

注文データを考慮したピッキング作業に関する検討において、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。

具体的には、種まき方式の場合には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する。それらの商品の仕分け作業を行うため、仕分け場所を用意する必要があるが、摘み取り方式の場合には、商品を客先別の注文データによりピッキングするため、仕分け場所を用意する必要がない。また、注文データを分解して摘み取り方式と種まき方式を複合してピッキングする場合はレイアウトを含めて考えなければならない。したがって、ピッキング方式が変わるとレイアウトもそれによって変わる。この際に、仕分け設備の間口数などは、注文データから得られる注文先数などから決定される。

(3) 出荷場レイアウト

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、出荷仮置き場の面積は EIQ 注文データの EQ-PCB 分析より検討可能である。EQ-PCB 分析とは、客先別の注文数量（EQ）をパレット単位（P)、ケース単位（C)、バラ単位（B）ごとに累計化して分析した手法である[14]。当分析により、各客先のパレット数がわかるため、これをもとに方面別の仮置きスペースが判明する。

以上のことから、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。

5.4.2 注文データを考慮したレイアウト設計手順

注文データを考慮しレイアウト設計を行う場合、まず、注文データの特徴から望ましいピッキング方式が異なることを考慮しなければならない。ピッキング方式が異なるとレイアウトがまったく変わる。続いて、設備選択も異なると、レイアウトも変わる。そこで、最小設計条件の注文データを最初から考慮すべきだと考えられる。

従来のレイアウト設計の必要な基本設計条件としては商品の荷姿、寸法、重量、取り扱う種類、取扱量、物の流れ、アクティビティの面積、リードタイムなどがある。しかし、従来のレイアウト設計において、注文データからピッキング方式の考慮、また、荷姿や保管方法などは検討されていない。

そこで、2.2.2 節に示す既存のレイアウト設計の手順を参考に、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。(図 5-6) 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を説明する。

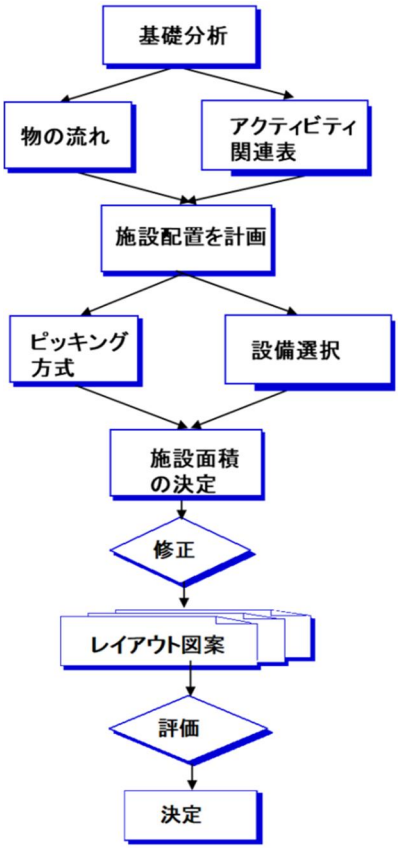


図 5-6　レイアウト設計の手順

Step1. 基礎分析

まず、従来のレイアウト設計には種類毎に取り扱う量を分析し、入出荷頻度や荷動きの類似しているクループに分けした。しかし、レイアウト設計を行う際に最小設計条件で注文データから細かな作業方法までは検討されていない。また、商品を保管する際の荷姿によって、使用する保管設備が異なる。これにより、レイアウトが変わる。そこで、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必要がある。

Step2.物の流れ分析とアクティビティ相互関連性

次に、従来のレイアウト設計には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した。しかし、ピッキング方式の作業方法が異なると商品の流れも変わってくる。そこで、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に注文先をまとめて注文のあった商品の流れを分析する必要がある。

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. 施設面積の決定

従来のレイアウト設計には施設面積を決定するには取り扱う量から経験的に得た原単位を用いた。しかし、注文データから望ましいピッキング方式の検討や商品を保管する荷姿の検討から示したように、施設面積の決定に影響がある。

そこで、5.4 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必要がある（5.3 節参照）。

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。

5.4.3 検討の結果

注文データを考慮したピッキング作業に対し、本研究で対象とした保管場、仕分け場、発送場のレイアウトは物流センター全体のレイアウト設計に考慮すべき項目の物の流れ、施設の面積などに影響があることがわかった。

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。

6. 結論

6.1 まとめ

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。

6.2 今後の課題

本研究では、注文データを考慮したレイアウト設計の検討を行う際に、ピッキング作業を対象とする RaLC モデルには検品場、梱包場は考慮されていない。また、提案したレイアウト設計の手順は実際の物流センターの注文データを用いて検証する必要がある。そして、通販における注文データの特徴から、本研究以外の注文データのパターンも考慮する必要がある。今後はこれらのことについても考慮し、より詳細なレイアウト設計の検討が必要である。

謝辞

研究及び論文の作成にあたり、終始そして昼夜問わず多大な御指導・御鞭撻をいただきました黒川久幸先生に深くお礼申し上げます。また、お忙しい中、何かとお世話をしてくださいました博士の梅さん、修士生及び学部生たちにも、深く感謝の意を表します。

参考文献

(1) 平成 29 年度　我が国におけるデータ駆動型社会に係る基盤整備（電子商取引に関する市場調査）http://www.meti.go.jp/press/2018/04/20180425001/20180425001.html

(2) 政策統括官付政策評価官室“平成 27 年版厚生労働白書 －人口減少社会を考える－（本文）”.厚生労働省 http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/15/dl/1-00.pdf

(3) 日通総合研究所「最新　物流ハンドブック」、白桃書房、pp190～195

(4) 吉原和彦「ピッキング設備導入の落とし穴」『 LOGI-BIZ』7 月号、010、PP.34-35

(5) 邵 忠、宮崎茂次、太田　宏：リンク生成による相互関連ダイヤグラム作成法-工場レイアウト設計に関する研究（第 1 報)、日本経営工学会論文誌 Vol.43 No、4（1992 ）

(6) クラスター分析を用いた 2 目的セルレイアウト設計、本位田　光重、日本経営工学会論文誌 51(3)、 186-195、 2000

(7) 著　JAMES A. TOMPKINS、 JOHN A. WHITE、 YAVUZ A. BOZER、
EDWARD H. FRAZELLE、 J. M. A. TANCHOCO、 JAIME TREVINO
「FACILITIES PLANNING SECOND EDITION」
JOHN WILEY & SONS、 INC.

(8) 臼井英彰;物流センターの仕組み、同文館、2011

(9) 鈴木震；物流センター・システム、成山堂、1997

(10) 黒川久幸、邢斐斐、葛剣橋、鶴田三郎：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、19 号、pp.49-56、2011

(11) 趙 潔 、柯 晟劼 、黒川久幸 、麻生敏正 ： バッチピッキングにおけるピッキング場レイアウトの設計に関する、日本物流学会誌、22 号、 pp.197-204、 2014

(12) 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、日本物流学会誌、21 号、pp.151-158、2013

(13) 歸山翔平：レイアウトシミュレーションによるピッキング場設計支援、東京海洋大学大学 院修士学位論文集、平成 18 年

(14) 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

(15) トラスコ(TRUSCO)オリコン
https://shop.diyfactory.jp/product/T25-24135

(16) カート車
https://item.rakuten.co.jp/logi-mart/100160032/