

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

1055039 趙 潔

指導教員 苦瀬博仁 黒川久幸 教授

1. はじめに

ピッキングは配送センターにおける重要業務の一つであり、ピッキングが関係する出荷業務の労働時間は全体の 61%を占めると報告されている⁽¹⁾。

このためピッキング作業を対象とした改善事例が数多く報告されている。しかし、そもそもピッキング方式として摘み取り方式がよいのか、また、種まき方式がよいのか、どちらの方式が望ましいのか十分な検討がなされていない。

そこで本研究では、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。

2. ピッキング作業のモデル化

2.1 ピッキング作業

ピッキング作業とは、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い、摘み取り方式（シングルピッキング）と種まき方式（バッチピッキング）の 2 つの方式がある。

摘み取り方式（シングルピッキング）

客先をキーとして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）

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り、①出荷方面別種まき方式や②種類別種まき方式などがある。そのうち本研究では、種類別種まき方式を対象とする。

2.2 ピッキングの作業工程

ピッキング作業における工程は参考文献(2)から大きく①移動、②商品探索、③取り出しの 3 つに分けられる。そこでこれらの作業工程に係る作業時間を注文データから推計するための定式化を次節で行う。

2.3 作業時間の定式化

ピッキング作業における各工程の作業時間を参考文献(3)(4)を参考に、ピッキング方式毎に次のよう

に定式化する。

・摘み取り方式

ある客先のピッキング作業に係る作業時間は、次のように表せる。

$$TSN_i = GT_i + ST_i + TT_i$$

$$GT_i = C1 \times EQ_i$$

$$ST_i = C2 \times EN_i$$

$$TT_i = C3 \times [D1 + D2 \times (EN_i - 1)]$$

TSN_i : 1 回あたりのピッキング作業時間[秒]

GT_i : 取り出し時間[秒]

ST_i : 探索時間[秒]

TT_i : 移動時間[秒]

$C1$: 取り出し係数[秒/個]

EQ_i : 個数[個] (注文数量)

$C2$: 探索係数[秒/行]

EN_i : 行数[行] (商品の種類数)

$C3$: 移動係数[秒/m] (移動速度の逆数)

$D1$: 往復の移動平均距離[m]

$D2$: 商品間の移動平均距離[m]

したがって、摘み取り方式の総作業時間は次のように定式化できる。

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

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

----- 式 1

TS : 摘み取り方式のピッキング総作業時間[秒]

E : 客先数[個]

Q : 個数[個] (注文数量)

L : ピッキングリストの行数[行]

・種まき方式

種まき方式は第一段階として商品の種類毎にピッキングを行い、第二段階として客先別に商品を仕分ける。したがって、段階毎に作業時間を定式化する。

(第一段階)

$$TB1 = (c2 + c3 \times D1) \times I + c1 \times Q \text{----- 式 2}$$

TB1: 第一段階ピッキング総作業時間

I: 商品種類数[個]

(第二段階)

$$TB2 = c3' \times D1' \times I + c1' \times Q + c2' \times L \text{----- 式 3}$$

TB2: 第二段階ピッキング総作業時間

c1': 取り出し係数[秒/個]

c2': 探索係数[秒/行]

c3': 移動係数[秒/m] (移動速度の逆数)

D1': 商品を取りに行く一回の平均移動距離[m]

したがって、種まき方式の総作業時間は式 4 に示すように定式化できる。

$$TB = TB1 + TB2 = (C2 + C3 \times D1 + C3' \times D1') \times I + (C1 + C1') \times Q + C2' \times L \text{----- 式 4}$$

TB: 種まき方式でのピッキング総作業時間[秒]

3. 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

3.1 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

ピッキング作業として摘み取り方式がよいのか、また、種まき方式がよいのかを検討するため、まずは、摘み取り方式の総作業時間と種まき方式の第一段階の総作業時間について比較する。

比較ため、摘み取り方式(式 1) から種まき方式第一段階(式 2) を引き、整理すると式 5 のように表される。

$$TS - TB1 = C3 \times D1 \times (E - I) + C3 \times D2 \times (L - E) + C2 \times (L - I) \text{----- 式 5}$$

そこで、E、I、L の 3 変数の大小関係から望ましいピッキング方式について検討する。まず、式 5 から基本的な傾向として、相対的に E と L の値が大きくなると種まき方式が望ましく、相対的に I の値が大きくなると摘み取り方式が望ましい傾向にあることが分かった。

次に、表 1 に L を一定とした場合の E と I の値の関係を示す。

オーダーパターン 1

式 5 の第一項の値は負、第二項の値は正、第三項

の値は 0 以上であり、式 5 の値の符号は、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ことが分かった。

オーダーパターン 2

式 5 の第一項の値は 0、第二項の値は 0 以上、第三項の値は 0 以上であるので、式 5 の値は 0 以上である。したがって、L が一定で、E=I の場合、種まき方式の方が良い可能性があることが分かった。

オーダーパターン 3

式 5 の第一項の値は正、第二項の値は 0 以上、第三項の値は正であるので、式 5 の値は 0 以上である。したがって、L が一定、また E が I より大きい場合、種まき方式の方が良い可能性があることが分かった。

表 1 オーダーパターンの分類

	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

さらに、注文データを分析する指標である EN (客先毎に注文した商品種類数) と IK (商品毎に注文された回数) から望ましいピッキング方式について検討を行う。表 2 に検討で用いる注文データのオーダーパターンを示す。

オーダーパターン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である。この場合、E と I、そして、L の値は等しく、式 5 の値は 0 となる。また、種まき方式の第二段階の仕分けは必要なく、このことから摘み取り方式と種まき方式がどちらでも良いことが分かった。

オーダーパターン②

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である。この場合の E、I、L の値の関係は、E=L と I<L となる。これより式 5 を整理すると次のようになり、種まき方式の方が良い可能性があることが分かった。

$$TS - TB1 = (C3 \times D1 + C2) \times (E - I) > 0$$

オーダーパターン③

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である。この場合の E、I、L の値の関係は、E<L と I=L となり、E<I となる。こ

れより式 5 を整理すると次のようになる。

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

ばらばらに商品が注文されていることから種まき方式の第二段階の仕分け作業は不要であることを考慮すると次のように望ましいピッキング方式を考慮することができる。

D1>D2 の場合、TS-TB<0 になり、摘み取り方式の方が良いことが分かった。逆に、D1<D2 の場合、TS-TB>0 になり、種まき方式の方が良いことが分かった。多くの場合 D1>D2 の関係となることが考えられることから摘み取り方式が望ましいといえる。

オーダーパターン④

この場合の E、I、L の値の関係は、E<L と I<L となる。したがって、式 5 の第 2 項と第 3 項の値は正となる。しかし、第 1 項の値は E と I の値の大小関係によって決まるため、E≥I と E<I の二つ場合に分けて検討する。

E≥I の場合は、第 1 項の値が 0 以上となることから種まき方式の方が良い可能性があることが分かった。E<I の場合、第 1 項の値は負となり、望ましいピッキング方式は係数の値によって異なる。

表 2 オーダーパターンの分類

	IK = 1	複数の商品 IK > 1
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

3.2 摘み取り方式と種まき方式の総作業時間の比較

種まき方式の第二段階を含めて望ましいピッキング方式について検討する。比較ため、摘み取り方式(式 1) から種まき方式(式 4) を引き、整理すると式 6 のように表される。

式 6 より、E と L が一定の場合、I と Q が大きくなると、摘み取り方式の方が望ましくなる傾向にあり、また、I と Q が一定の場合、E と L が大きくなると、種まき方式の方が望ましくなる傾向にあることが分かった。

$$TS - TB = c3 \times (D1 - D2) \times E - (c2 + c3 \times D1 + C3' \times D1) \times I - C1' \times Q + (c2 + c3 \times D2 - c2') \times L$$

----- 式 6

4. 異なる業種の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

4.1 注文データと望ましいピッキング方式

表 3 に示す日用雑貨、お菓子、アパレルを取り扱っている三つの物流センターにおける注文データを対象に第 3 章で得られた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証する。

第 3 章の検討結果より、日用雑貨の注文データは I が E より大きく、L とほぼ同じであることから摘み取り方式が望ましいといえる。お菓子バラの注文データは、90%以上が EN>1、IK>1 の注文で、また、E が I より大きい。これより、種まき方式が望ましい可能性がある。最後に、アパレル通販の注文データは IK =1 がほぼ 100%で、また、I が E より大きく、L とほぼ同じである。これより、摘み取り方式が望ましいといえる。

表 3 三つ業種の一日の注文データ

データ業種	E	I	Q	L	EN = 1	IK = 1
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%

4.2 対象とするピッキング作業

注文データ毎に摘み取り方式と種まき方式の総作業時間を求め、望ましいピッキング方式について第 3 章で得られた結果を検証する。

図 2 に示すピッキング・エリアで摘み取り方式と種まき方式の第一段階のピッキング作業を行い、図 3 に示す仕分けエリアで種まき方式の第二段階の仕分け作業を行う。

まず、図 2 に示すピッキング・エリアにおける作業について説明する。作業者はエレベータの前においてある台車にオリコンを載せた後、通路①にある机から顧客別にピッキング指示書を受け取る。そして、注文にあった商品をピッキングし、ピッキングが完了したらエレベータ前の仮置き場に台車を置いて一つのピッキング作業が完了する。この作業を全てのピッキング指示書がなくなるまで行う。

次に、図 3 に示す仕分けエリアにおける作業について説明する。種まき方式の第一段階でピッキング

された商品は、仕分エリアの仮置き場に置かれている。そして、棚の 1-1 から 15-1 に客先別のオリコンが置かれており、作業者はピッキング指示書に書かれている商品を持ち時計回りに注文した客先のオリコンに商品を投入していく。これを全ての商品がなくなるまで行う。

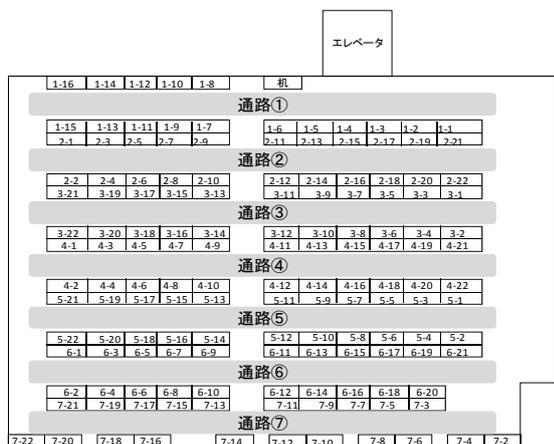


図 2 ピッキング・エリアのレイアウト

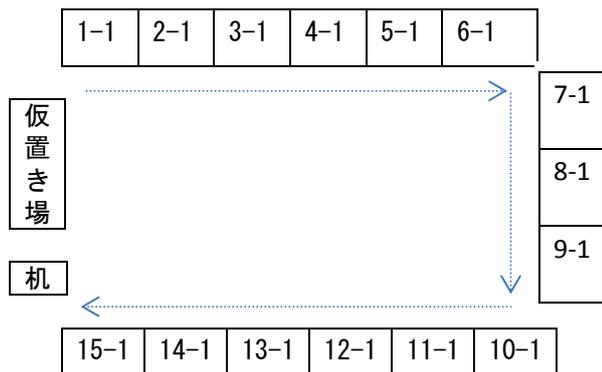


図 3 仕分エリアレイアウト

次に、表 4 に参考文献(3) (4) から設定した作業時間を求めるために使用する係数の値を示す。

表 4 ピッキング作業に関する数値

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

4.3 注文データ毎の検証結果

表 5 に、注文データ毎の摘み取り方式と種まき方式の作業時間差を示す。

4.1 節で述べたように第 3 章で得られた知見から考察した望ましいピッキング方式は、日用雑貨が摘み取り方式、お菓子バラが種まき方式、そして、アパレルが摘み取り方式であった。

これについて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。このことから第 3 章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。

表 5 三つ業種の二つピッキング方式の作業時間差

業種 \ 時間差 (s)	TS-TB1	TS-TB
日用雑貨 (A)	-10928	-67196
お菓子バラ (B)	61711	33874
アパレル (C)	-4533	-13385

5. おわりに

検討の結果、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。

例えば、現状の注文データと比較して、L と E が大きくなる場合は種まき方式が望ましく、Q と I が大きくなる場合は摘み取り方式が望ましくなる傾向が強まることが分かった。

なお、本研究では種まき方式の場合の第一段階と第二段階の間における運搬時間を考慮していない。また、各係数の値の関係についても考慮していない。今後はこれらについても考慮し、より詳細な検討を行っていく必要がある。

参考文献

- (1) 吉原和彦:ピッキング設備導入の落とし穴, LOGI-BIZ, 7月号, pp. 34-35, 2010
- (2) 鈴木震; 配送センターシステム, 成山堂, 1997
- (3) 中小企業庁「物流 ABC 準拠による物流施設パターン別ベンチマーキング・マニュアル」2005
- (4) 黒川久幸 邢斐斐 葛劍橋 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, 平成 23.5, pp. 49-56