卒業研究

ピッキング作業における棚搬送ロボットの導入支援に関する研究

東京海洋大学海洋工学部
流通情報工学科
1823047　野澤春花
担当教授　黒川久幸

目次

- 研究背景と目的
- ピッキング作業の検討モデルについて（作業時間の推計方法）
- 棚搬送ロボットの導入支援の検討
- 本研究のまとめ

目次

●研究背景と目的
●ピッキング作業の検討モデルについて（作業時間の推計方法）
●棚搬送ロボットの導入支援の検討
●本研究のまとめ

● 研究背景

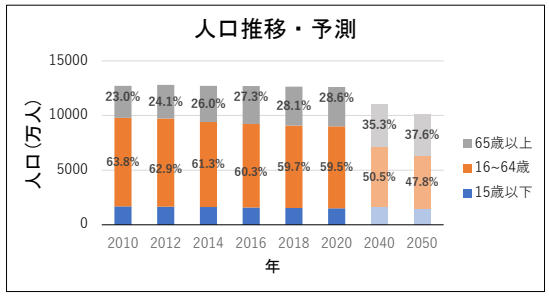


図 総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」」より作成

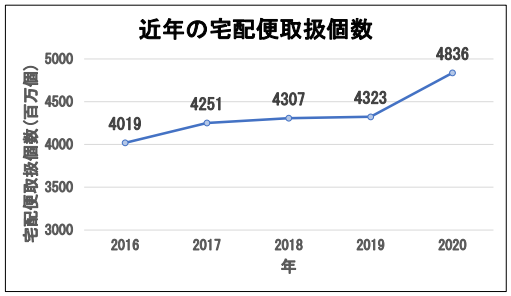


図 国土交通省「令和２年度宅配便等取扱実績関係資料」　より作成

生産年齢人口（15～64歳）の減少

**2020年
新型コロナウイルス流行禍における
巣ごもり需要による
宅配便取扱の増加**

→ **生産性の向上を目指す**

● 研究背景

総合物流施策大綱
(2017～2020年度)

新技術の活用による”物流革命”
↓
物流施設での革新的な生産性向上と省力化

総合物流施策大綱
(2021～2025年度)

労働力不足や非接触・非対面型の物流に資する自動化・機械化の取組の推進
↓
倉庫等の物流施設における自動化・機械化

物流施策大綱において、
物流の革新的進化、労働力不足対応の点から、ロボットによる一貫した自動化・機械化が推進されている。

ロボットによる自動化・機械化で、倉庫内の人の非接触・非対面の作業も実現できる。

● 研究目的

物流倉庫で最も時間を要するピッキング作業における棚搬送ロボットの導入支援のための**検討**を行うことを目的とする。

⬇

ピッキング作業を「人のみで行う場合」と「棚搬送ロボットを用いる場合」の作業時間を比較することにより、必要なロボットの台数や適した注文データについての検討を行う。

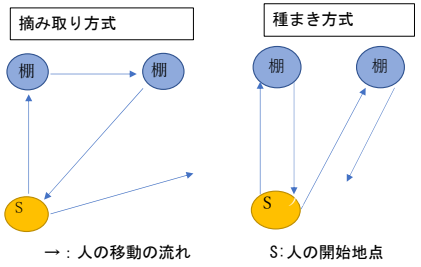
目次

●研究背景と目的
●ピッキング作業の前提条件について(作業時間の推計方法)
●棚搬送ロボットの導入支援の検討
●本研究のまとめ

● 作業内容の分類

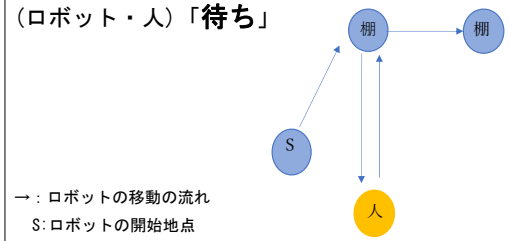
人のみの場合

棚・仕分け位置へ「**移動**」
商品の「**探索**」
商品の「**取り出し・仕分け**」



ロボットを用いた場合

(ロボットの)棚・人の作業位置へ「**移動**」
(ロボットによる)「**棚の昇降**」
(人による)商品の「**探索**」
(人による)商品の「**取り出し・仕分け**」
(ロボット・人)「**待ち**」



● 作業時間の推計方法

（ロボットを用いた場合）

①移動時間=移動係数（秒/m）×距離（m）　＊移動係数：1.0（秒/m）

②棚の昇降時間=昇降係数（秒/回）×回数（回）　＊昇降係数　２（秒/回）

③探索時間=探索係数（秒/回）×回数（回）　*探索係数　13.095（秒/回）

④取り出し・仕分け時間=取り出し係数（秒/個）×注文量（個）

*取り出し係数 7.5238（秒/個）

（人のみの場合）

①移動時間=移動係数（秒/m）×距離（m）　＊移動係数：0.83

②探索時間=探索係数（秒/回）×回数（回）　*探索係数　13.095（秒/回）

③取り出し・仕分け時間=取り出し係数（秒/個）×注文量（個）

*取り出し係数 7.5238（秒/個）

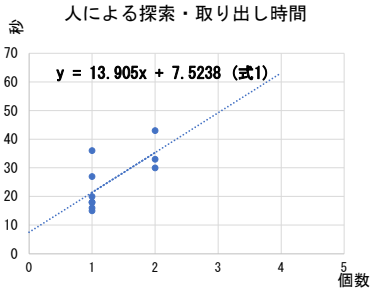


図　作業映像より求めた探索・取り出し時間の推計

● 倉庫レイアウト・前提条件

(o)：人の位置

- 人のみの場合、人の開始・終了位置とする。
- ロボットを用いた場合、人の固定作業位置とする。

(a)：ロボットの位置

- 開始位置、棚搬送位置、終了位置とする。
- １台～4台とロボットを増やした際もすべて位置は一定とする。

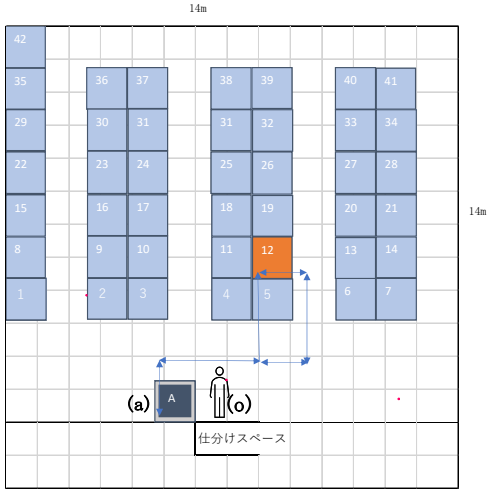


図　倉庫レイアウト

● 評価方法（要素作業の評価）

各作業を①価値ある作業 ②価値ある作業を行うための付帯作業 ③価値のない作業に分類する。

・人のみ作業

	作業内容	分類
人	移動	付帯
	探索	付帯
	取り出し・仕分け	価値あり

・棚搬送ロボットを用いた場合

	作業内容	分類
人	待ち	価値なし
	探索	付帯
	取り出し・仕分け	価値あり
ロボット	移動	価値あり
	棚の昇降	付帯
	人の作業中の待ち	付帯
	順番待ち	価値なし

● 評価方法

①ピッキング作業終了時刻

人による、全ての商品の取り出し・仕分けが終了する時刻

②ロボットの作業終了時刻

ロボットの棚搬送が終了し、すべてのロボットが終了位置への移動が終了する時刻

*それぞれの作業終了時刻までに要する時間を作業終了経過時間とする。

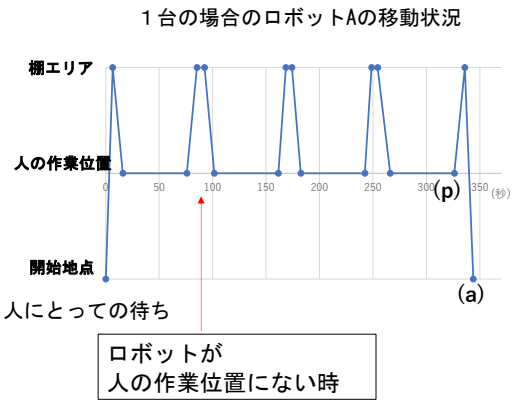
③稼働率

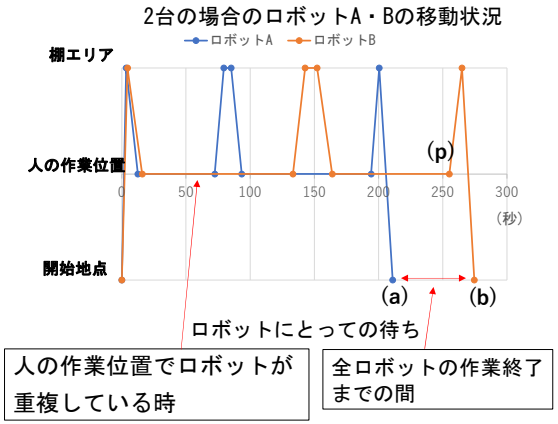
- 人の稼働率 ＝ Σ（探索、取出し・仕分け時間）/ピッキング作業終了経過時間
- ロボット１台の稼働率 ＝（作業終了経過時間−待ち時間）/ロボットの作業終了経過時間

→ロボットを複数台用いた場合、全ロボットの稼働率の平均をとる。

● 待ちについて

(p):ピッキング作業終了時刻　(a)(b):ロボットA/Bの作業終了時刻





目次

●研究背景と目的
●ピッキング作業の検討モデルについて（作業時間の推計方法）
●棚搬送ロボットの導入支援の検討
●本研究のまとめ

● 棚搬送ロボットの導入支援の検討内容

- 人のみで行う場合と棚搬送ロボットを用いる場合の作業内容の違いについて
- 棚搬送ロボットの適切な導入台数（1台or2台or3台or4台）について
- 棚搬送ロボットの導入に適した注文データについて

注文データ
（種まき方式）

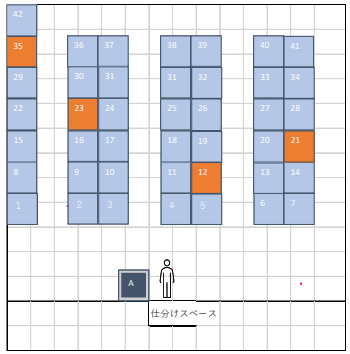
		棚番号(l)			
		12	21	23	35
客先	E1	1	1	1	1
	E2	1	1	1	1
	E3	1	1	1	1
	E4	1	1	1	1

注文データ（摘み取り方式）

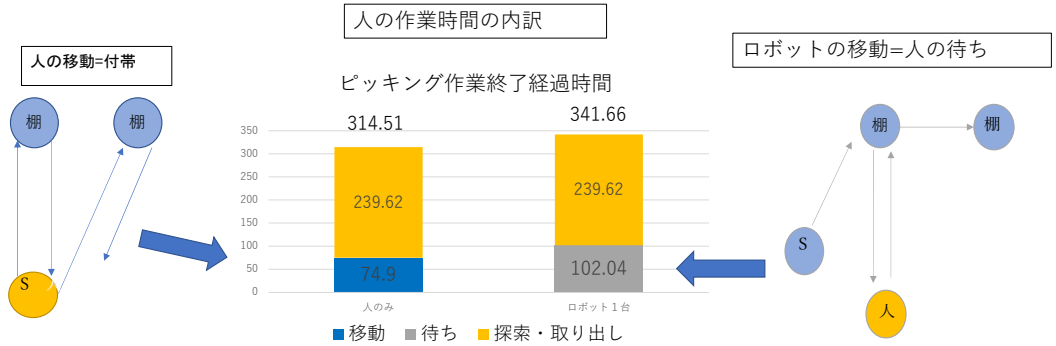
		棚番号(l)			
		12	21	23	35
客先	E1	1	0	0	0
	E2	0	1	0	0
	E3	0	0	1	0
	E4	0	0	0	1

		棚番号(l)			
		1	7	41	42
客先	E1	1	0	0	0
	E2	0	1	0	0
	E3	0	0	1	0
	E4	0	0	0	1

		棚番号(l)			
		6	7	13	14
客先	E1	1	0	0	0
	E2	0	1	0	0
	E3	0	0	1	0
	E4	0	0	0	1

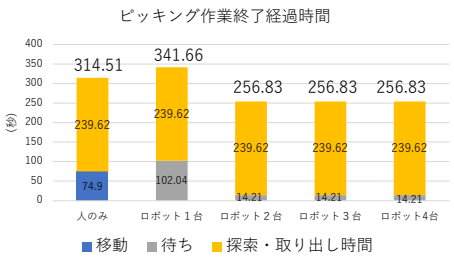


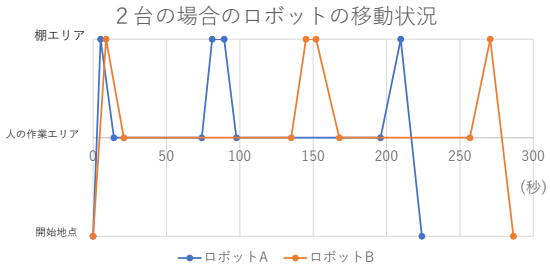
(1) 人のみで行う場合と棚搬送ロボットを用いる場合の違い



ロボットを１台用いた場合、人の移動がロボットの移動に置き換わり、
ロボットの移動時間は人の待ち時間となる。
→　作業時間を短くするには、ロボットを複数台用いる必要がある。

(2) ロボットを複数台に増やした場合の検討　（注文の重複がある場合）





	人の稼働率	ロボットの稼動率
人のみ	0.76	0
ロボット１台	0.70	1
ロボット２台	0.93	0.78
ロボット３台	0.93	0.49
ロボット４台	0.93	0.37

- 2台用いた場合に、人は作業終了時刻を短くすることができる。
- ロボットを複数台用いた場合、ロボットは人の作業位置での待ちが生じること、早く作業が終了するロボットがあることによりロボットの稼働率が下がる。
- →双方の稼働率をふまえた適切な台数がある。

● 人のみの場合のピッキング作業について

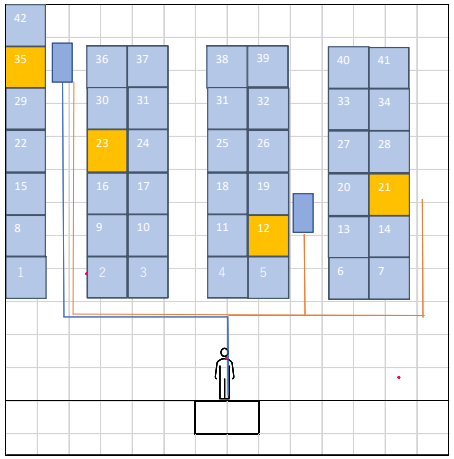
・客先に注文の重複がある場合

複数の客先が同じ商品を注文している場合、種まき方式のピッキング作業が適している。

１つの棚（商品）で複数の客先分商品を取り、客先ごとに仕分ける。

		棚番号(I)			
		12	21	23	35
	E1	1	1	1	1
客先	E2	1	1	1	1
	E3	1	1	1	1
	E4	1	1	1	1

		棚番号(I)			
		12	21	23	35
	E1	1	0	0	0
客先	E2	0	1	0	0
	E3	0	0	1	0
	E4	0	0	0	1

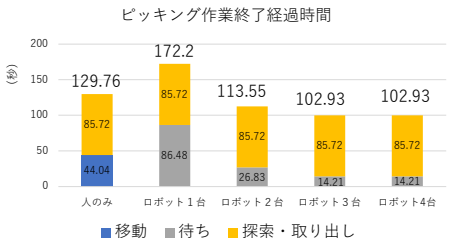


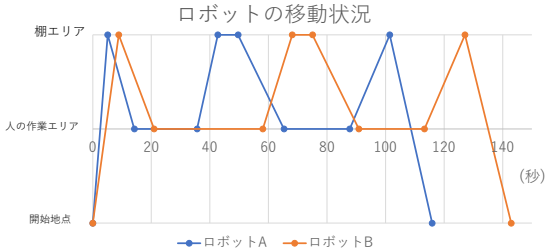
・客先に注文の重複がない場合

客先がそれぞれバラバラな商品を注文している場合、摘み取り方式のピッキング作業が適している。

注文商品数が少ない場合は、一度に複数の客先分のピッキング作業を行う。

(3) ロボットを複数台に増やした場合の検討　（注文の重複がない場合）

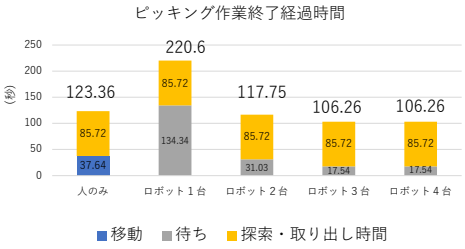


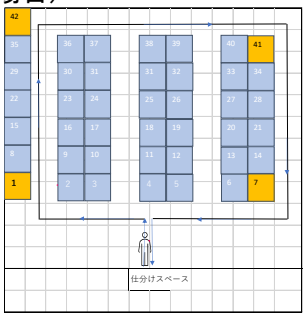


	人の稼働率	ロボットの稼動率
人のみ	0.56	0
ロボット１台	0.50	1
ロボット２台	0.75	0.85
ロボット３台	0.83	0.65
ロボット４台	0.83	0.61

- 棚１つあたりの人の探索・取り出し時間が短いので、(2) で人が棚４つ連続して作業ができた２台でも待ち発生する。
- 注文の重複がある場合と比べ、削減できるピッキング作業終了経過時間は短い。

(4) 棚間の位置が遠い場合　（注文の重複がない場合）

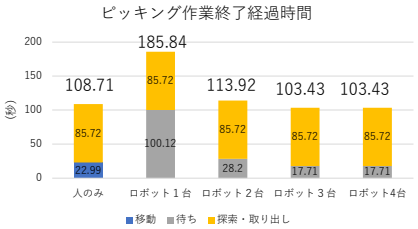


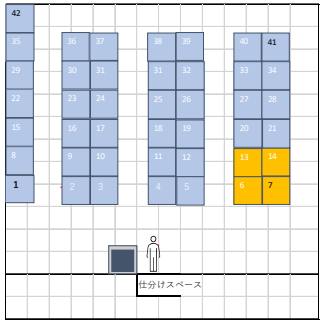


	人の稼働率	ロボットの稼動率
人のみ	0.69	0
ロボット１台	0.39	1
ロボット２台	0.73	0.88
ロボット３台	0.81	0.66
ロボット４台	0.81	0.51

- (3) と同じ傾向である。
- ３台用いた場合に、人は４つの棚を連続して作業ができるが、人のみの場合と比べ削減できる時間は短い。

(4) 棚間の位置が近い場合　（注文の重複がない場合）





	人の稼働率	ロボットの稼働率
人のみ	0.79	0
ロボット１台	0.46	1
ロボット２台	0.75	0.74
ロボット３台	0.83	0.53
ロボット４台	0.83	0.44

- 棚間の位置が近いので、人のみの場合には人の移動時間が少なく、ロボットを用いて作業時間を最も短くできる場合と作業時間はあまり変わらない。

→人のみの場合のほうが効率が良い。

● 本研究のまとめ

- 棚搬送ロボットを用いて、人のみで行うピッキング作業よりも作業時間を短縮するためには、作業者１人当たり複数台のロボットが必要である。
  その際に、ロボットと人それぞれの稼働率を高める適切な台数がある。

- ピッキング作業における棚搬送ロボットの導入には、注文の重複がある場合（種まき方式）がより有効である。

- 今後の課題として、稼働率を考慮したロボット台数の決定方法について検討する必要がある。

ご清聴ありがとうございました。