

# 自動倉庫における動的人出庫 スケジューリングに関する研究

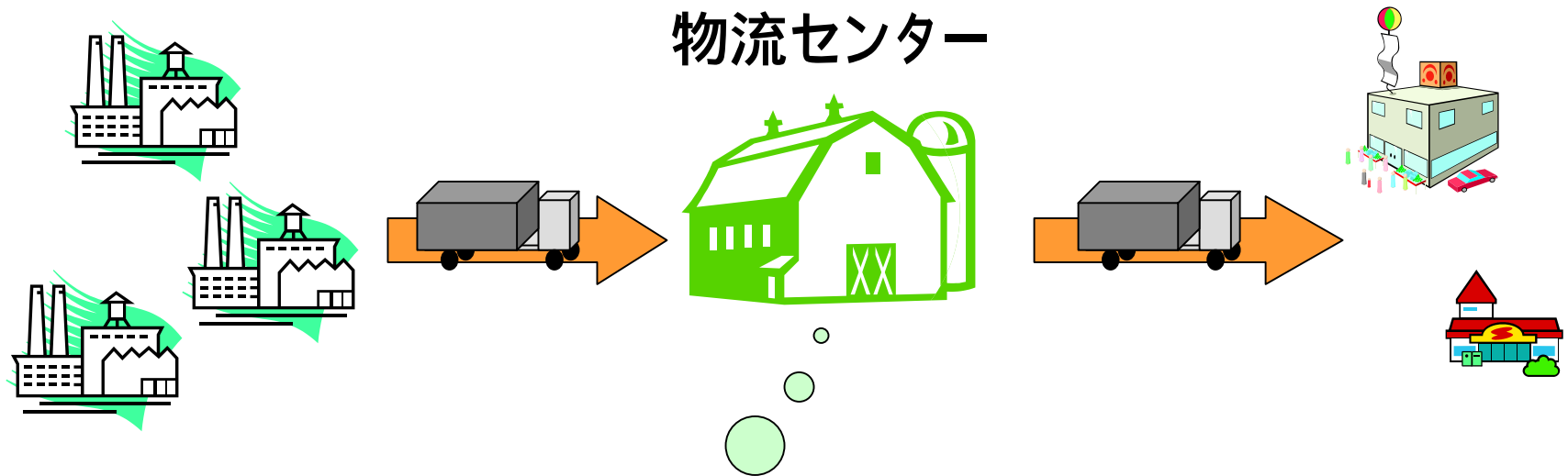
沼田研究室

4404076 藤田 隆也

# 発表構成

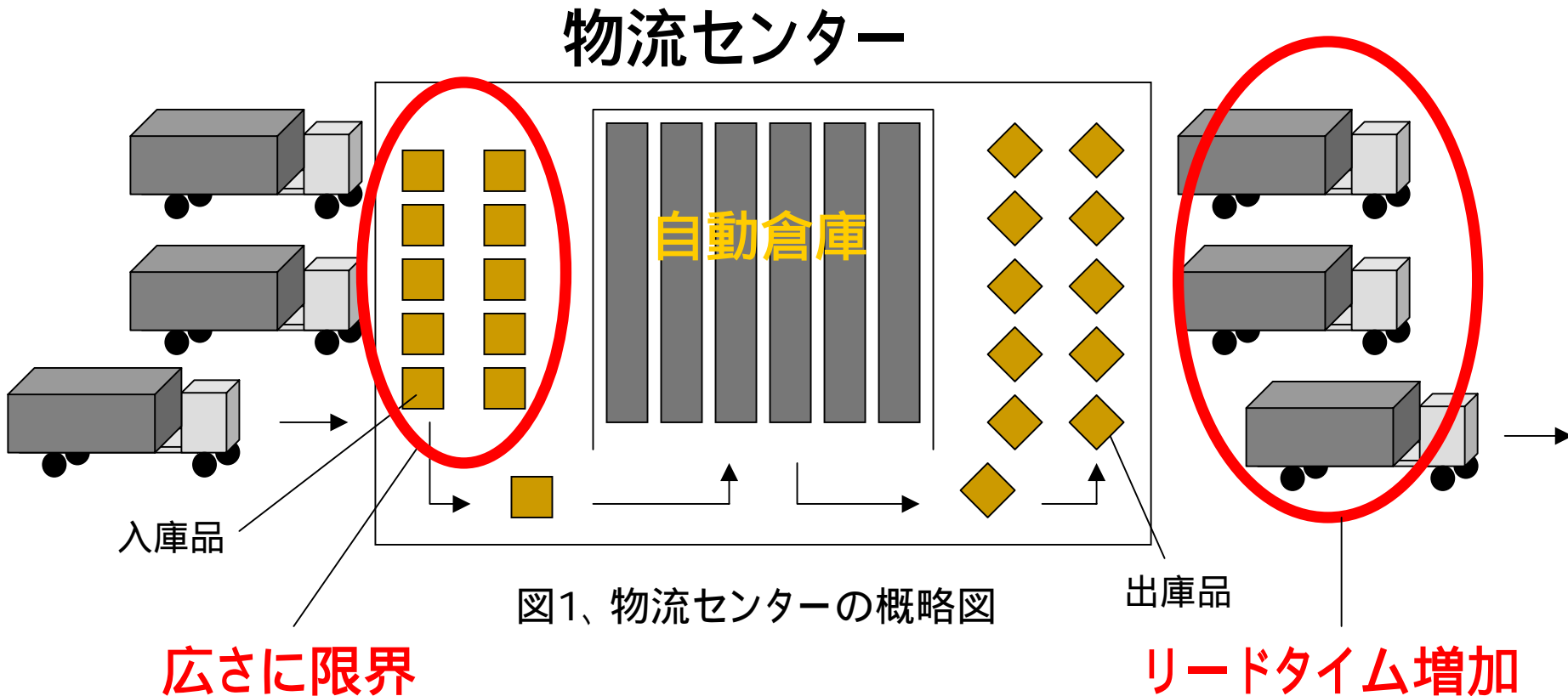
- 1 . はじめに
  - 2 . 処理規則
  - 3 . 実験概要
  - 4 . 実験結果・考察
  - 5 . まとめ
- 参考文献

# 1 - 1 . 本研究の背景

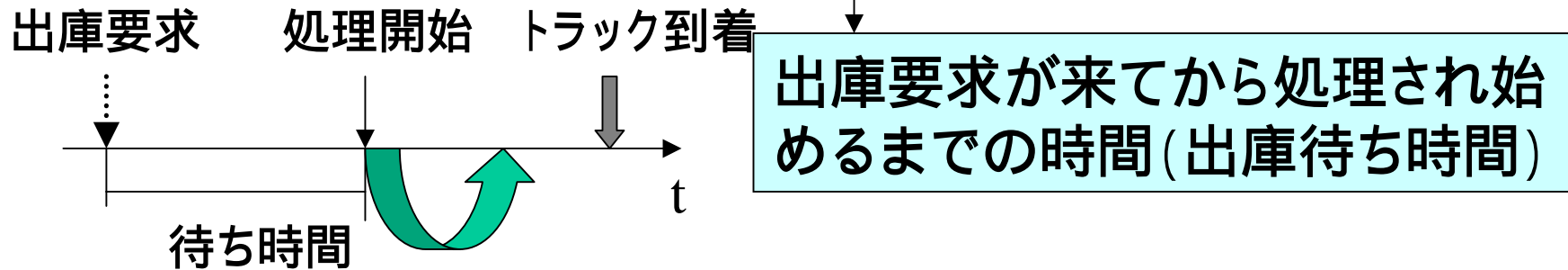
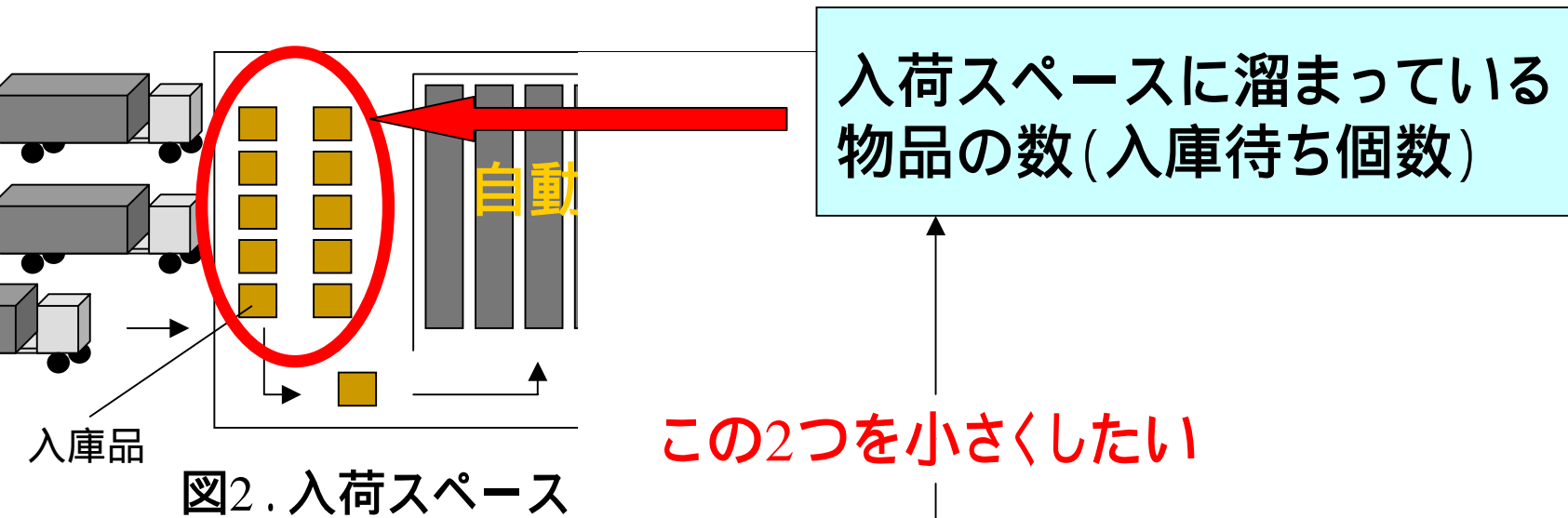


- ・人員削減
- ・ミス軽減
- ・スピードUP

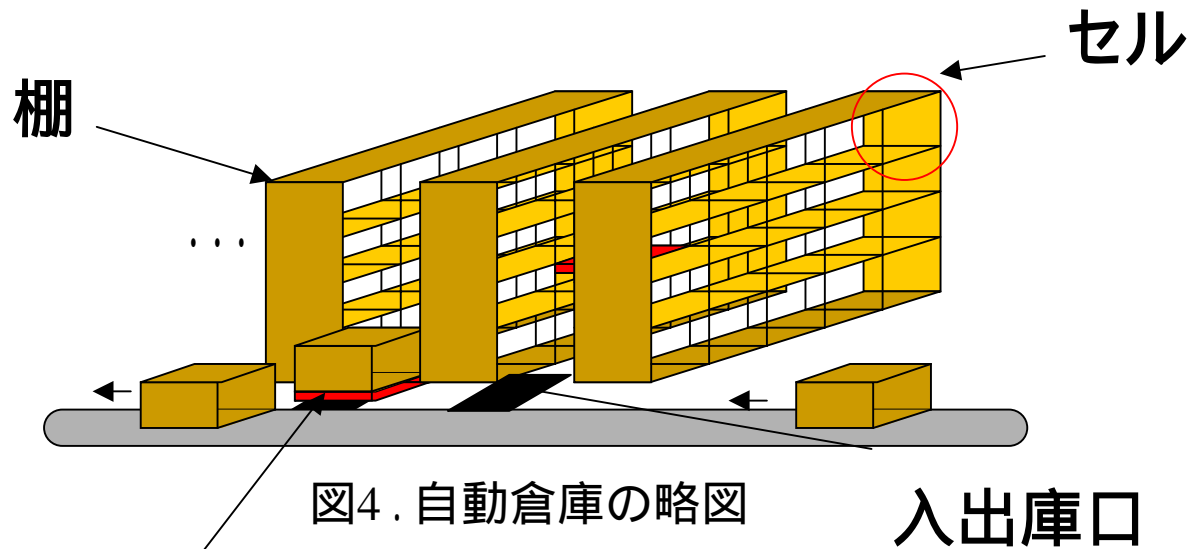
# 1 - 2 . 物流センター



# 1 - 3 . 待ち個数・待ち時間



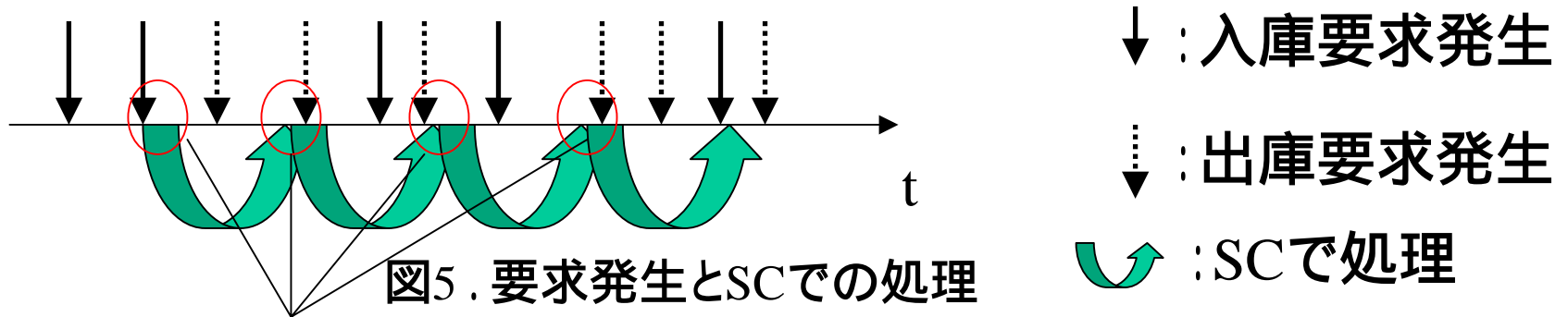
# 1 - 4 . 対象とする自動倉庫



Stacker Crane(SC)

- ・保管場所共有方式  
(空いているセルならどこに入庫してもよい)
- ・SCが同時に載せられる物品の個数は1個

# 1 - 5 . 動的入出庫スケジューリング



SCが入出庫口に戻ってくるたびに処理する  
要求を選んで搬送計画を立てる

## 動的入出庫スケジューリング

## 1 - 6 . 本研究の目的

動的入出庫スケジューリングにおいて，入庫待ち個数と出庫待ち時間が小さくなる処理規則を見つける．



## 1 - 7 . 解決方法

いくつか処理規則を提案する

### 指標

- ・ SC 帰還時に見た入庫待ち個数の最大値 - 入庫最大待ち個数
- ・ 各要求ごとに見た出庫待ち時間の最大値 - 出庫最大待ち時間
- ・ 各要求ごとに見た出庫待ち時間の平均値 - 出庫平均待ち時間

シミュレーションを行い、各処理規則を比較する

## 2 - 1. 処理規則の考え方

入庫待ち個数を小さくする



所要時間の短い搬送を優先する

出庫待ち時間を小さくする



長く待っているものを優先する

この2つを考慮して処理規則を考える

# 2 - 2 . 入出庫と

## 1回の搬送(巡回)に要する時間

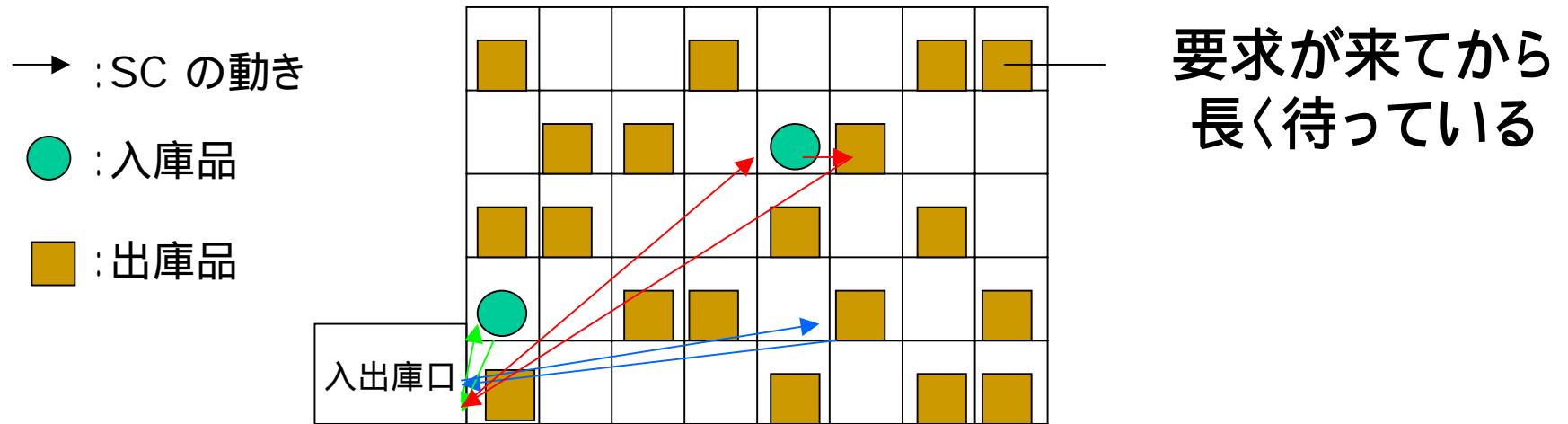


図6. 入出庫の仕方

・処理する入出庫要求により巡回時間が変わる

## 2 - 3 . 処理規則の前提

SCが入出庫口にある(戻る)たびに次の巡回で処理する要求の決定規則

SCが入出庫口に戻ってきたときの要求の溜まり方による処理方法

- ・ 入庫要求のみ存在する場合——入庫要求のみ処理
- ・ 出庫要求のみ存在する場合——出庫要求のみ処理
- ・ 入出庫要求共に存在する場合——入出庫要求を組み合わせて処理

入庫品は長く待っているものを巡回時間が短くなるセルに入庫する

## 2 - 4 . 処理規則

規則 1

長い間待っている要求を処理する .

規則 2

巡回時間が短くなる要求を処理する .

規則 3

全入出庫要求で最も長く待っているものが入庫要求なら規則2 , 出庫要求なら規則1で処理する .

規則 4

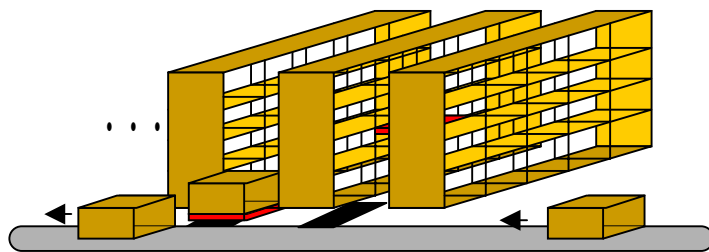
入庫待ち個数が より小さい場合は規則1で , より大きい場合は規則2で処理する .

規則 5

出庫待ち時間が より小さい場合は規則2で , より大きい場合は規則1で処理する .

、 は予備実験により決定する

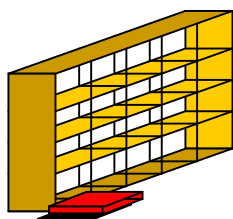
# 3 - 1 . 実験設定



トラックの発着により入出庫  
要求は集団で発生する

図7 . 自動倉庫の略図

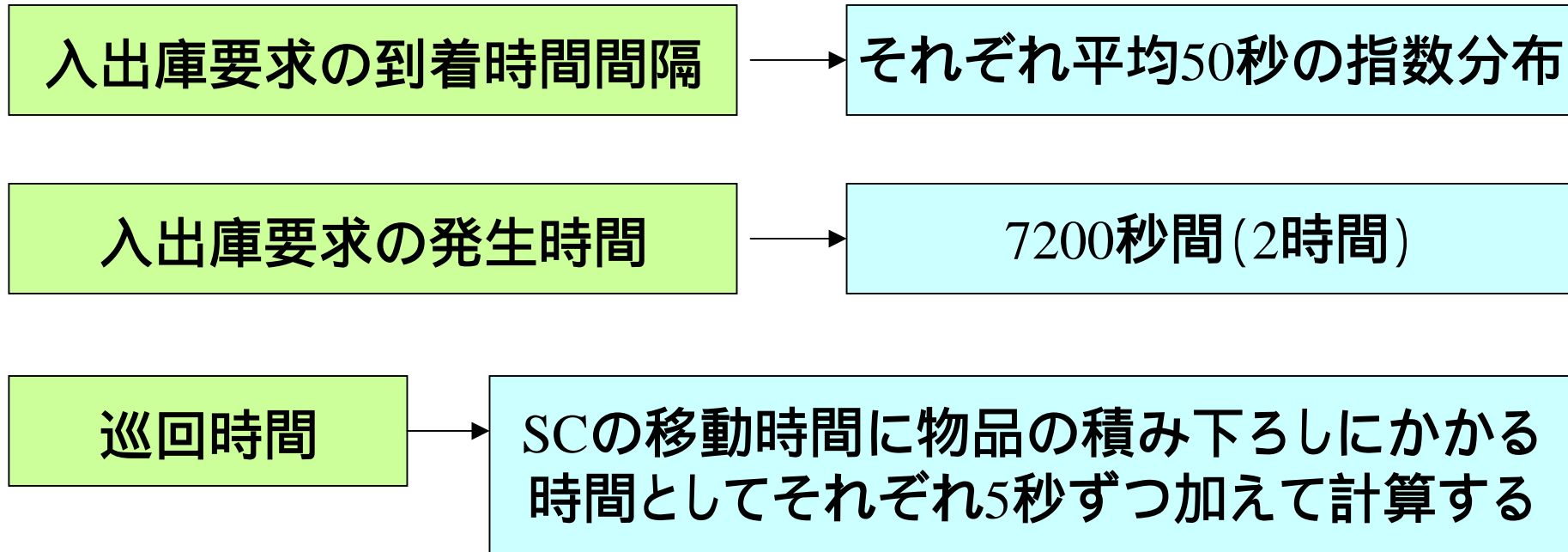
1つの棚に注目する



入出庫要求は1個ずつ独立  
に発生すると仮定する

図8 . 棚1つに注目

## 3 - 2 . 実験設定 (時間)



発生した入出庫要求が全て処理  
されたらシミュレーション終了

# 3 - 3 . 実験設定 (自動倉庫) 3 . 実験概要

垂直方向に20個, 水平方向に50個, 全部で1000 (20 × 50) 個のセルと入出庫口からなる.

## 初期状態

SCは入出庫口で待機しており, セル数の半分の物品がランダムな場所に格納されている.

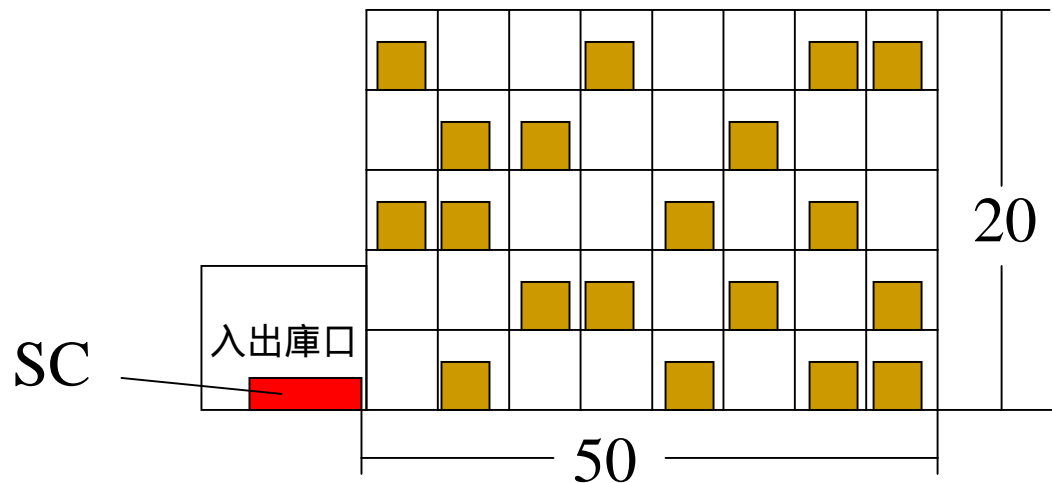
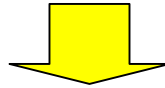


図9 . 自動倉庫の設定

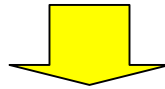


## 3 - 4 . 実験方法

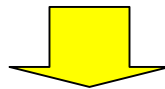
要求の到着時刻などを同じ条件で, 規則1と規則2を適応して, 10回ずつシミュレーションする.



10回の入庫最大待ち個数と出庫最大待ち時間の平均を求める.



その値から  $= 50$ ,  $= 5000$ と決定した.



要求の到着時刻などを同じ条件で, 規則1 ~ 規則5を適応して, 10回ずつシミュレーションする.

予備実験

# 4 - 1 . 実験結果 (表) 4 . 実験結果・考察

表1 . 実験結果

	入庫最大待ち個数 (個)	出庫最大待ち時間 (秒)	出庫平均待ち時間 (秒)
規則 1	61.0	5276.8	2737.6
規則 2	47.9	11103.7	2075.5
規則 3	59.0	5763.8	2622.5
規則 4	56.1	5565.8	2572.1
規則 5	51.9	5802.3	2243.1

 : 一番小さい

 : 一番大きい

# 4 - 2 . 実験結果 (図)

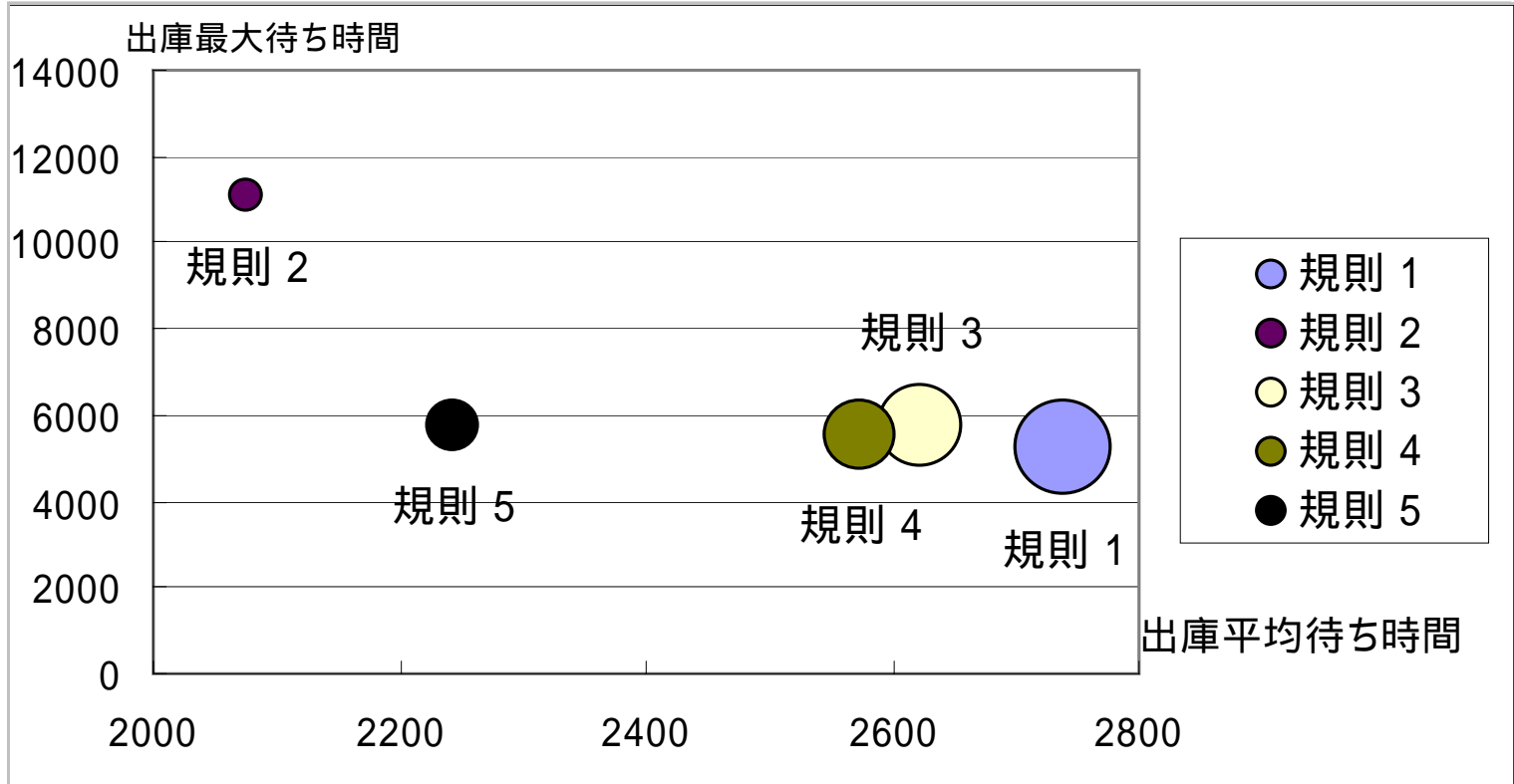
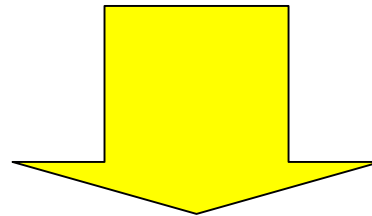


図10 . 各処理規則の特性

## 4 - 3 . 考察

入庫最大待ち個数の差10個は、  
倉庫全体としては数十個の差に  
なる。

出庫最大待ち時間は倉庫  
全体で考えても変わらない。



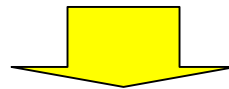
入庫最大待ち個数，出庫最大待ち時間，出庫平均待ち  
時間のバランスの良さから規則5が現実的には良い。

## 4 - 4 . 補足実験 (1/ =100)

表2. 補足実験結果

	入庫最大待ち個数(個)	出庫最大待ち時間(秒)	出庫平均待ち時間(秒)
規則1	5.8	442.0	153.4
規則2	5.6	1226.6	126.5
規則3	5.6	493.9	142.9
規則4	5.8	442.0	153.2
規則5	5.6	695.6	129.5

規則5の入庫最大待ち時間が規則1と比較しても250秒(約4分)の差しかない。



到着時間間隔が大きくても規則5で処理して問題ない

## 5 - 1 . 本発表のまとめ

動的入出庫スケジューリング問題を扱い、SCの容量が1で保管場所共有方式の自動倉庫において、SCの処理規則を考えた。

その結果



待ち個数と待ち時間がバランス良く  
小さくなる規則5を見出した。

## 5 - 2 . 今後の課題

棚1つに注目してシミュレートしたが、各棚への振り分けを含めた自動倉庫全体をシミュレートすること。

とは と関係があるように見えるので、この関係を導くこと。

# 参考文献

- [1]田中俊二, 木瀬洋: 自動倉庫システムにおけるスケジューリング問題, システム/制御/情報, Vol.50, No.11, pp418-423(2006)
- [2]横山拓也, 田中俊二: 自動倉庫システムの動的入出庫スケジューリング問題に対する近似解法の検討, システム制御情報学会研究発表講演会, Vol.51, pp.67-68(2007)
- [3]森口繁一: 「Excel/Basic基礎指南 知らないことを知りたい人へ」, 日本規格協会(2006)
- [4]掌田津耶乃: 「Delphiパーソナルプログラミング」, 株式会社毎日コミュニケーションズ(2002)
- [5]高橋幸雄, 森村英典, 「混雑と待ち」, 朝倉書店(2003)