

注文順を考慮した分割配送問題

沼田研究室

5394030 込江 良仁

発表構成

1. はじめに
 2. 現状と問題点
 3. 改善案と改善目標
 4. 定式化
 5. 入れ替えモデル
 6. 解法
 7. 計算機実験
 8. 考察
 9. おわりに
- 参考文献

1. はじめに

日常品を販売する小売店が、サービスとして商品の配達を行う事はよく見られる。
しかし、配達の方法には、改善の余地がかなりある。

配送問題として定式化

対象として、東京都北区の酒類小売店の宅配業務を扱う。

2. 現状と問題点

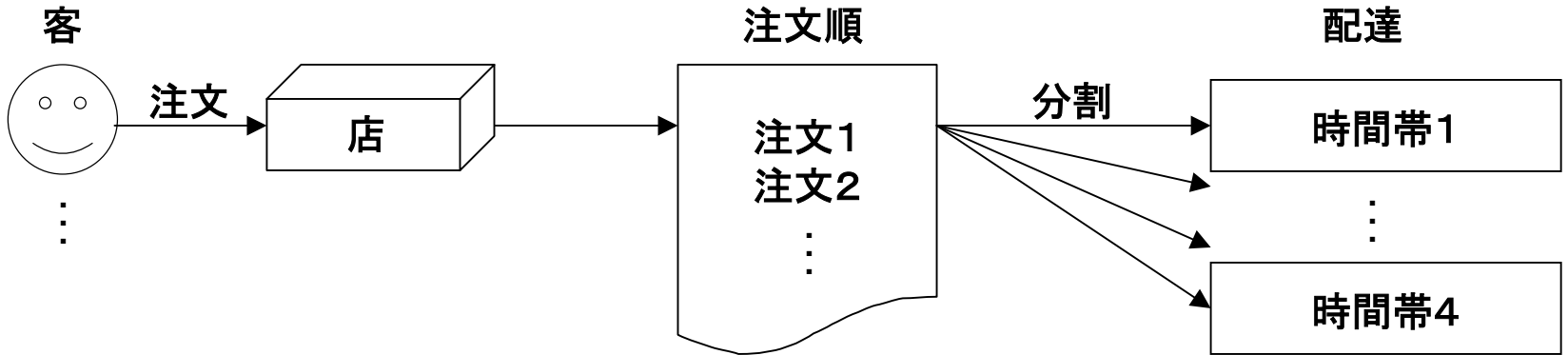
2.1 酒類小売店の概要

店売りと車1台を使った宅配業務を行っている酒の専門店である。

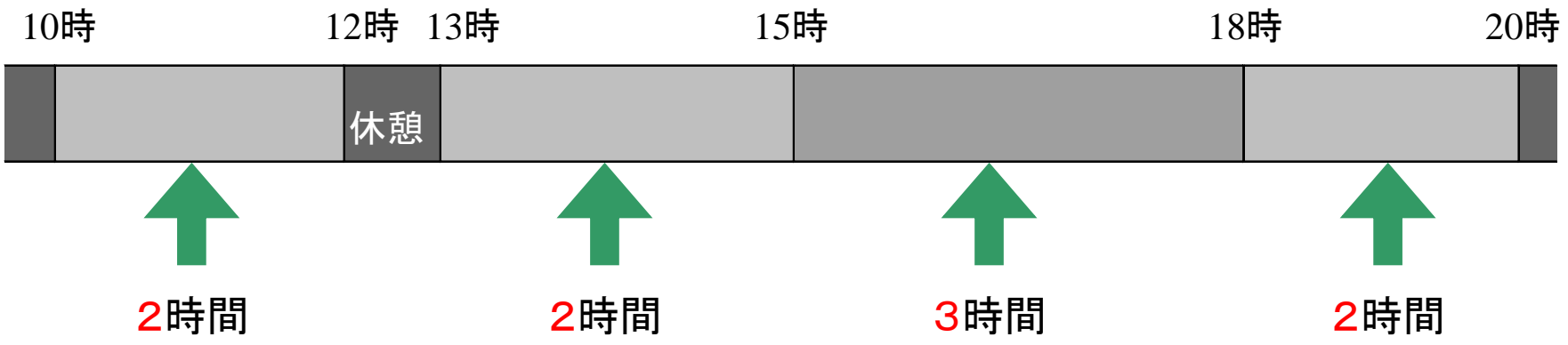


2.2 宅配業務の現状

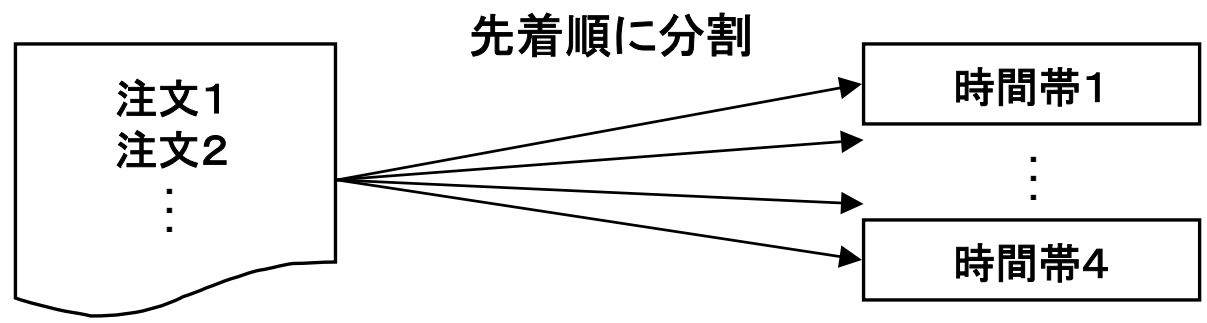
【受注～配達の流れ】



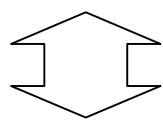
【スケジュール】



2.3 問題点(1)



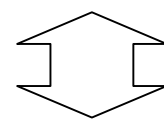
移動距離大



所要時間大



移動距離小



所要時間小

所要時間にバラツキ発生

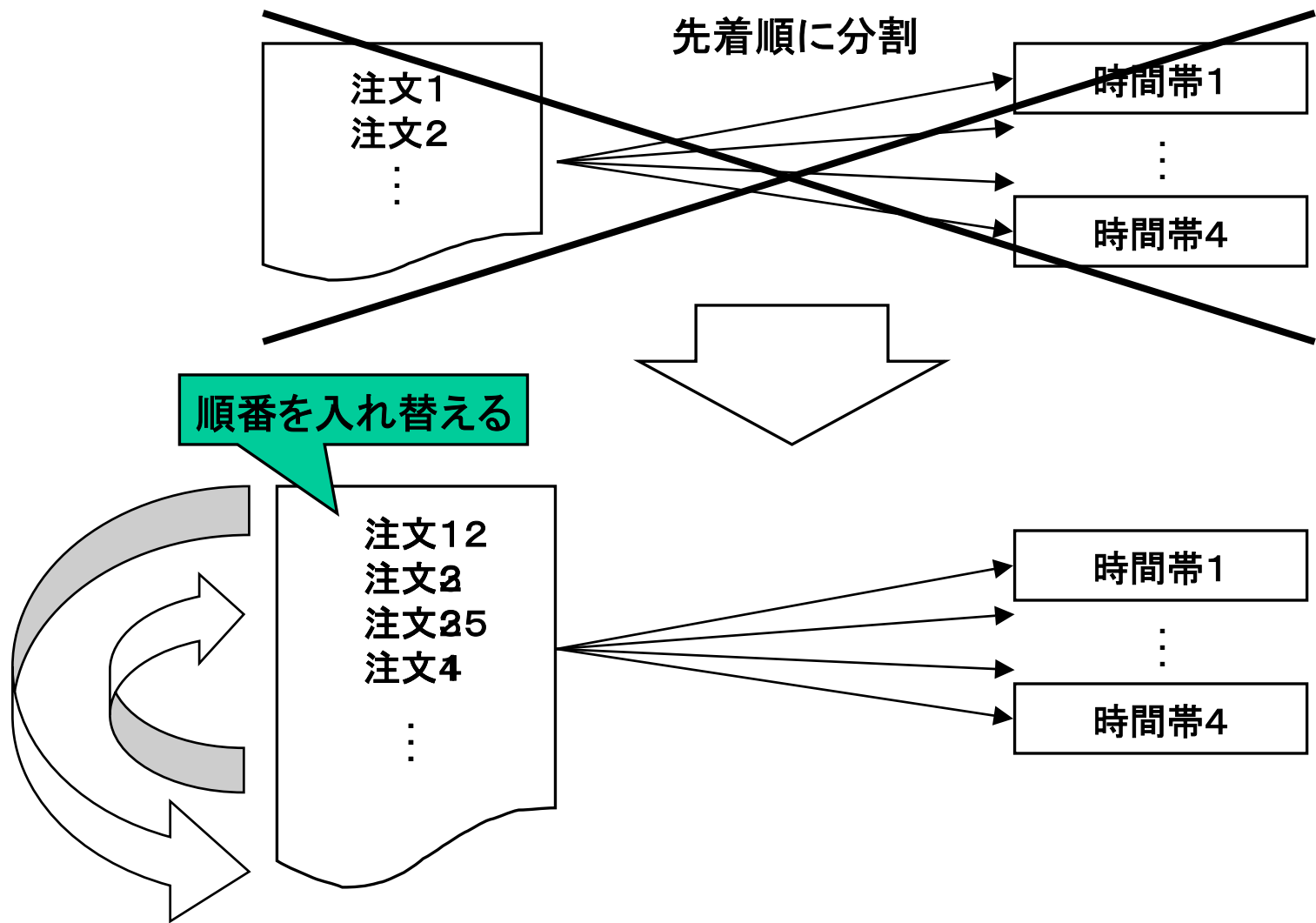
2.3 問題点(2)

1日の中で同じ地区や、マンション、団地を2度3度訪問する事があり
効率が悪い。



3. 改善案と改善目標

(1) 改善案



3. 改善案と改善目標

(2) 改善目標

- ① 入れ替え後の巡回路長が入れ替え前より短くなるようにする。
- ② 各時間帯の巡回路長が、できるだけ時間帯の持ち時間の比(2:2:3:2)になるようにする。
- ③ 配送順を入れ替える際に、顧客が不満を持たないように、早めに受注した注文は早い時間帯に入るようにする。

4. 定式化

先着順に並べた顧客 : $o(i = 1, \Lambda, n)$

時間帯 : $j (j = 1, \Lambda, 4)$

時間帯 j の長さ : $\alpha_j (\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_4 = 2, \alpha_3 = 3)$

最短巡廻路の距離

$$\text{Minimize} \quad \left(\max_j \frac{L(S_j)}{\alpha_j} \right) \quad (1)$$

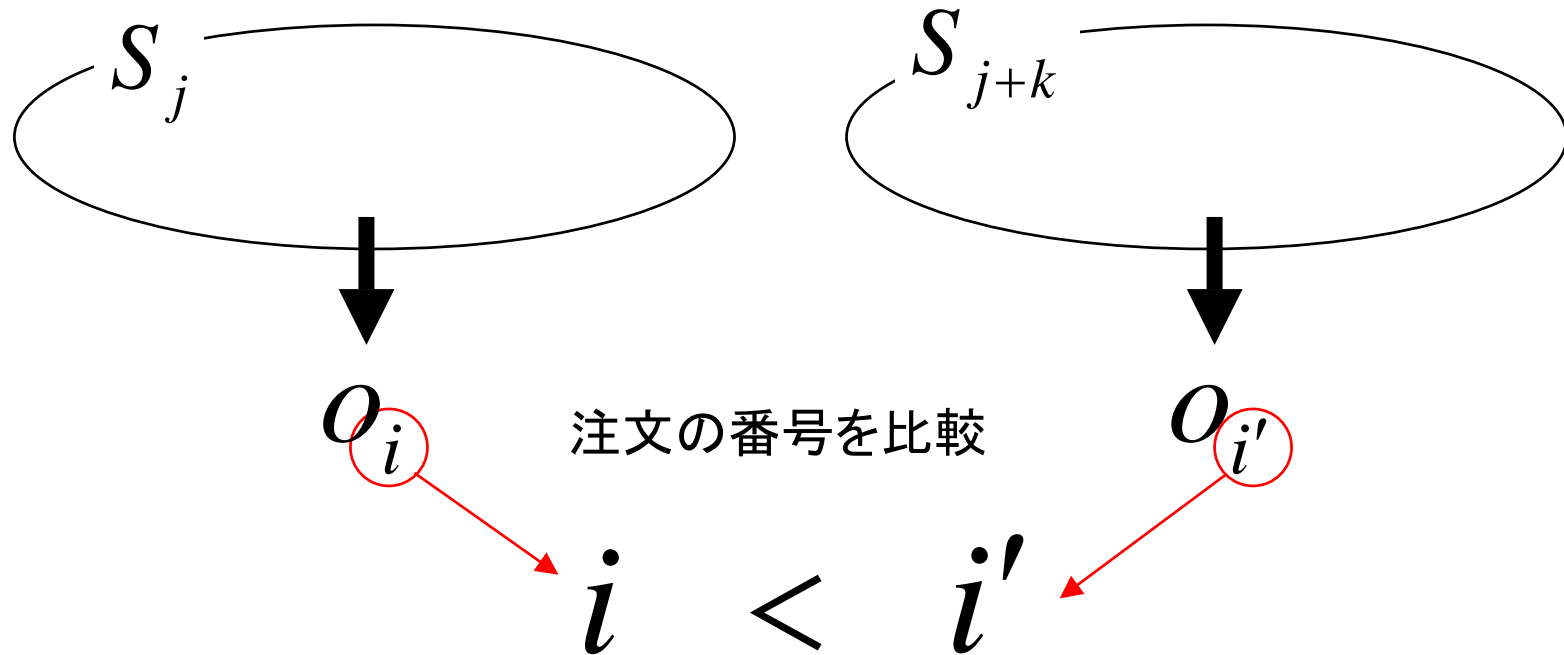
$$\text{sub.to} \quad S_j = \left\{ o_i \mid \begin{array}{l} x_{ij} = 1 \\ (1 \leq i \leq n) \end{array} \right\} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^4 x_{ij} = 1 \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} (i = 1, \Lambda, n; j = 1, \Lambda, 4) \quad (4)$$

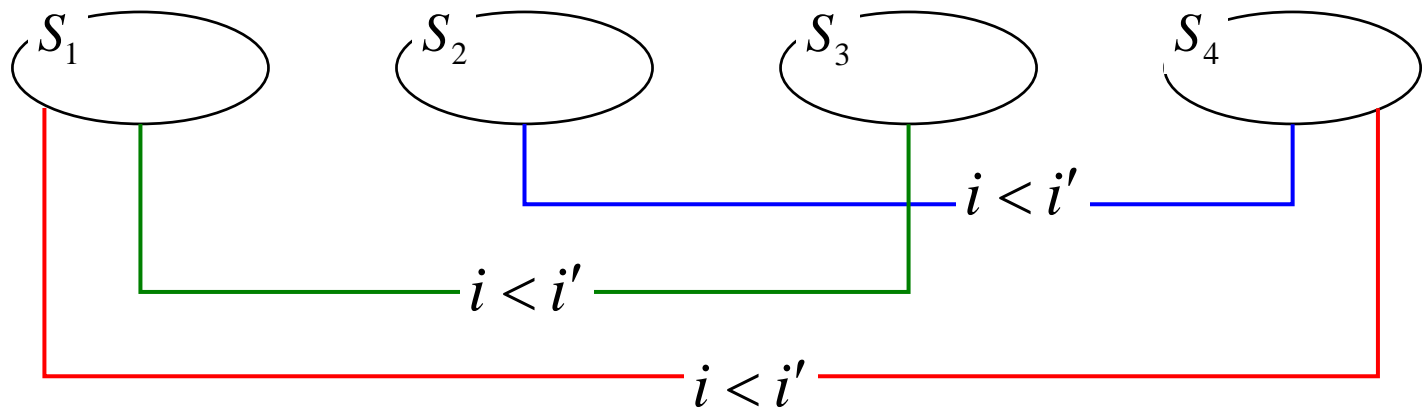
5. 入れ替えモデル

制約条件: $\forall o_i \in S_j, \forall o_{i'} \in S_{j+k}, i < i'$ (k ... 時間帯の飛び数)

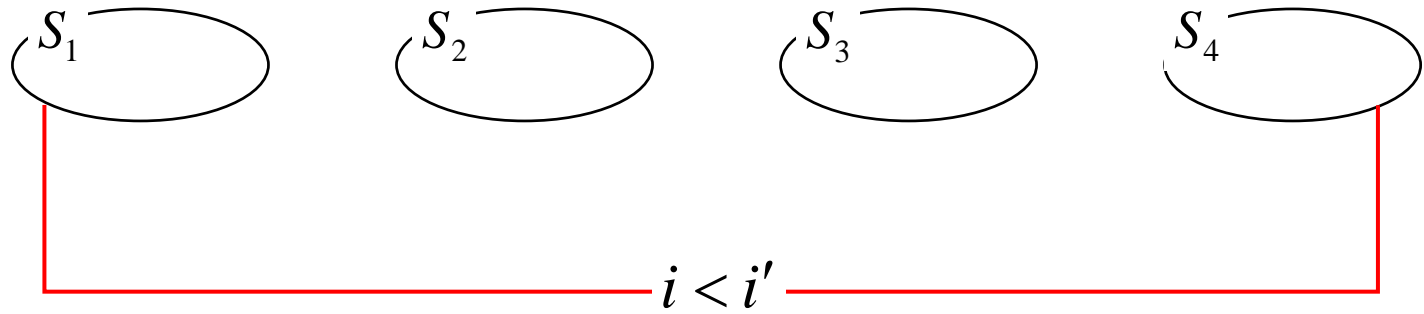


すべての要素についてこの制約を満たす

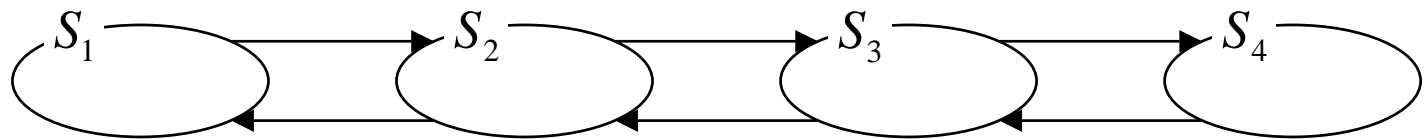
モデル1...



モデル2...



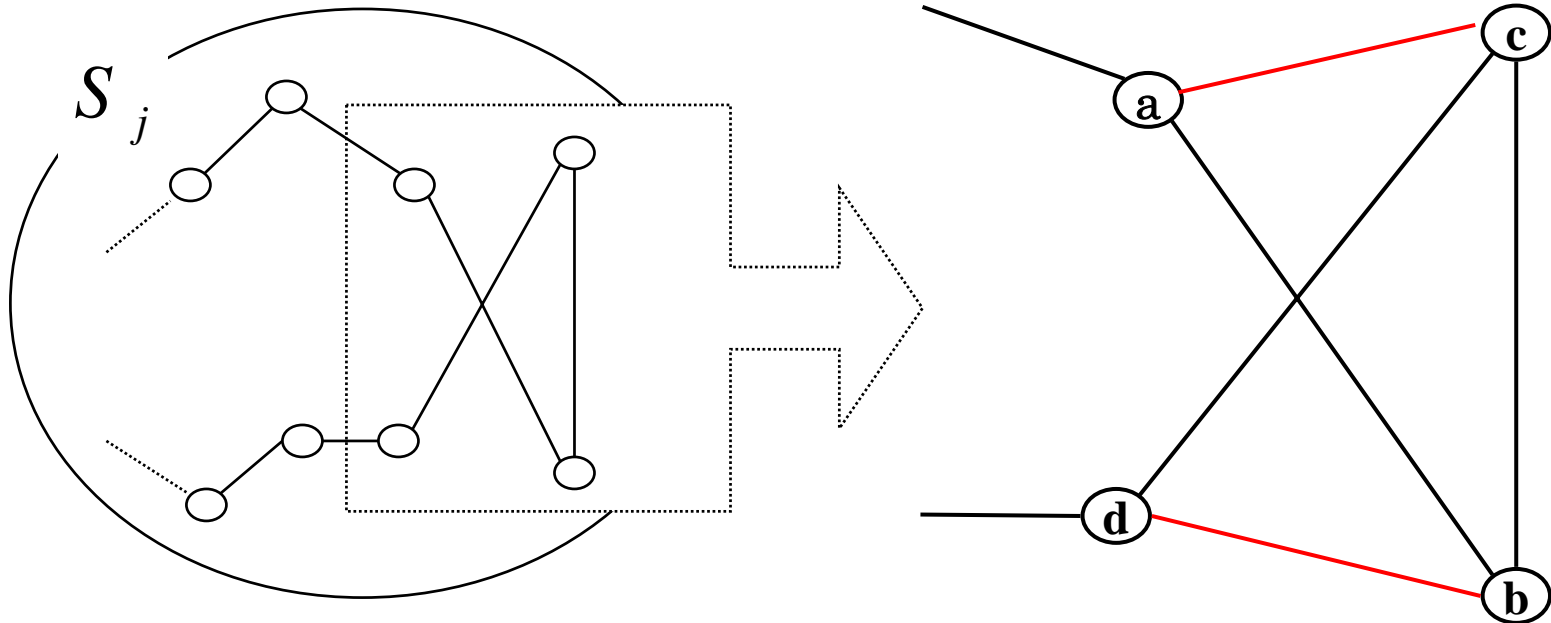
モデル3... 制約条件なし



6. 解法

(1) 最適順路の求め方

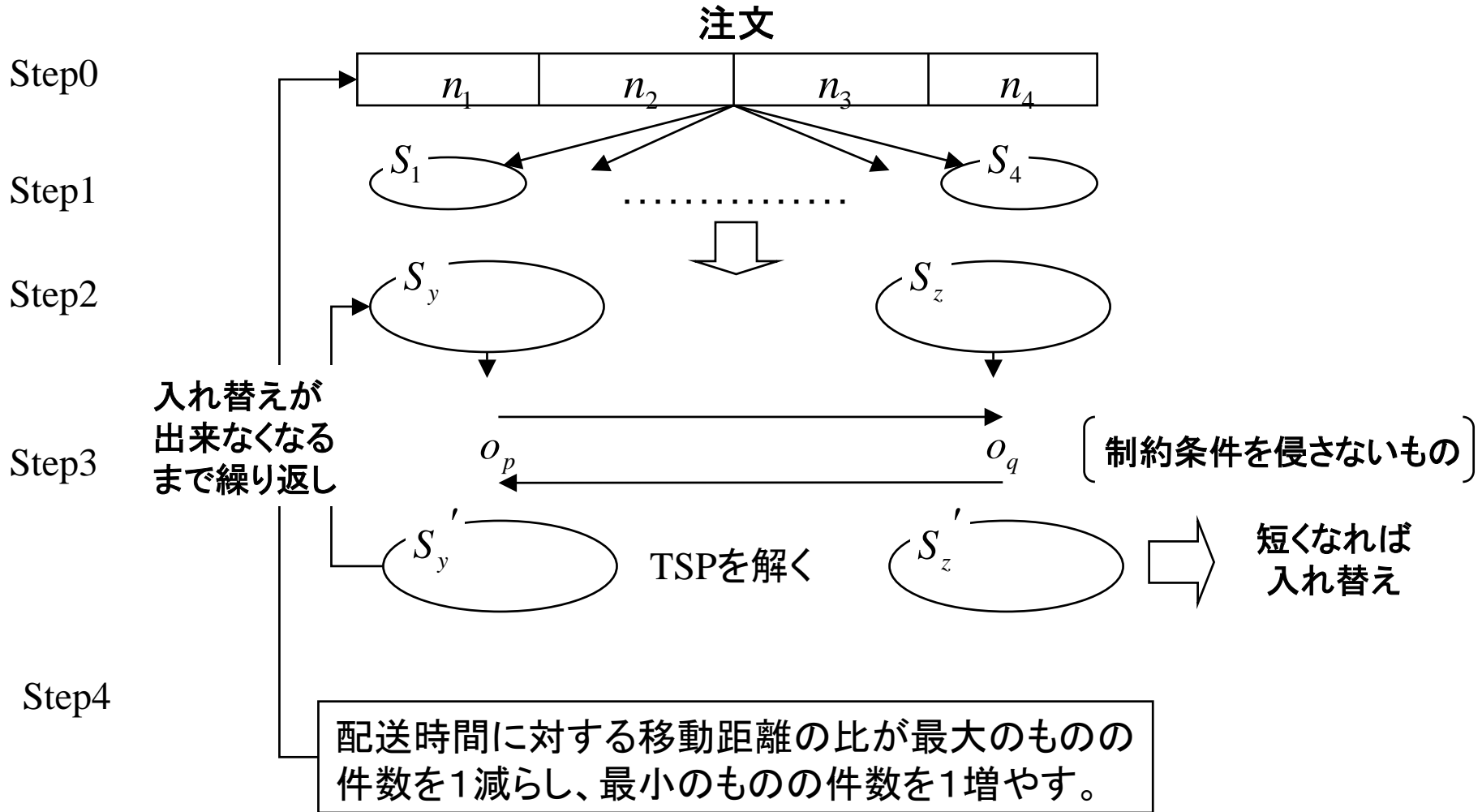
S_j が与えられたとき、最適道順を求める問題は巡回セールスマン問題 (TSP) となる。この巡回セールスマン問題の解法としては、2-opt 法を用いる。



枝の交換がなくなるまで繰り返す

6. 解法

(2) 全体の解法

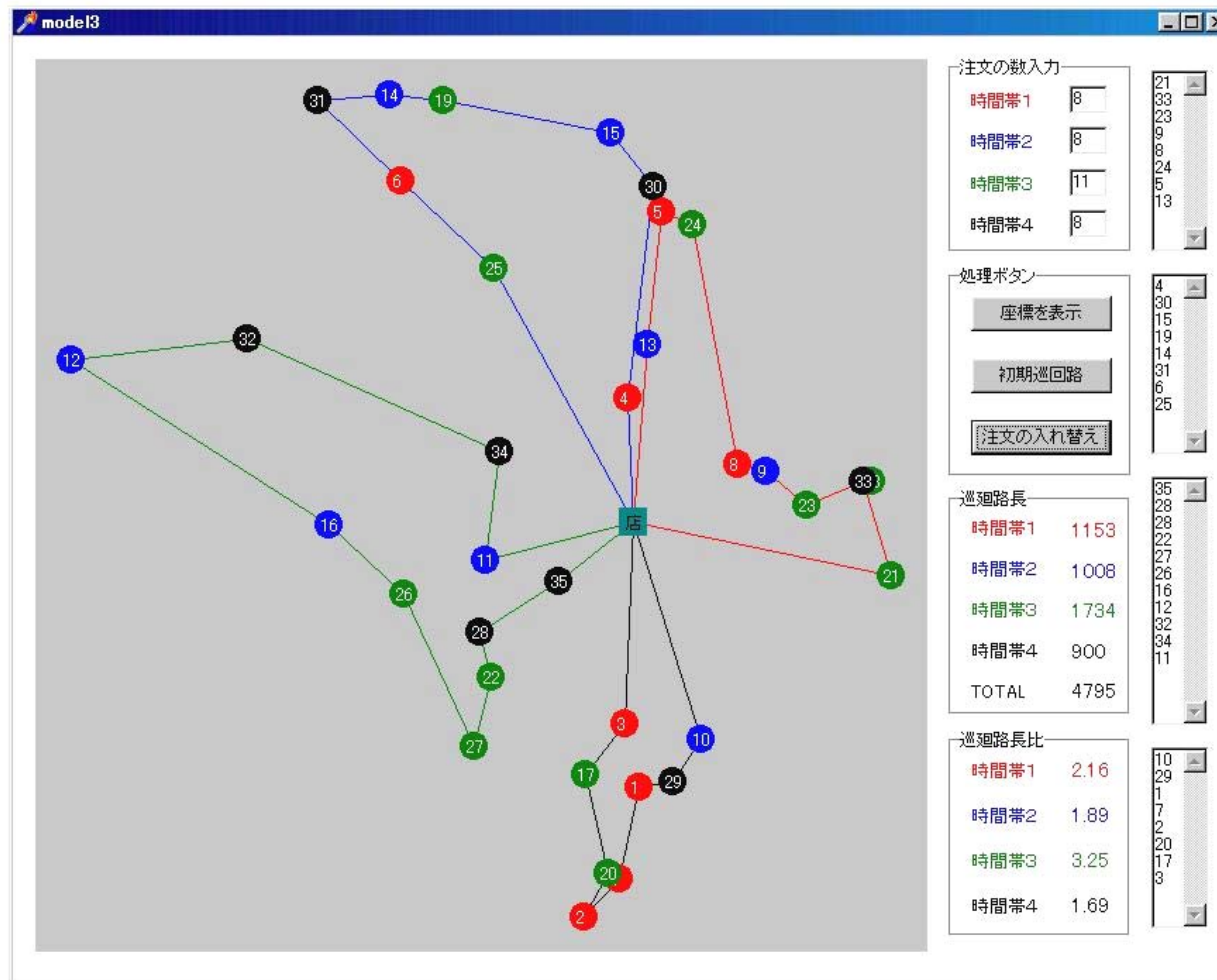


配送時間に対する移動距離の比が(2:2:3:2)

7. 計算機実験

7.1 実行画面

Delphi3.1で作成



7.2 実験データ

1999年11月6日～11月9日のデータを使用

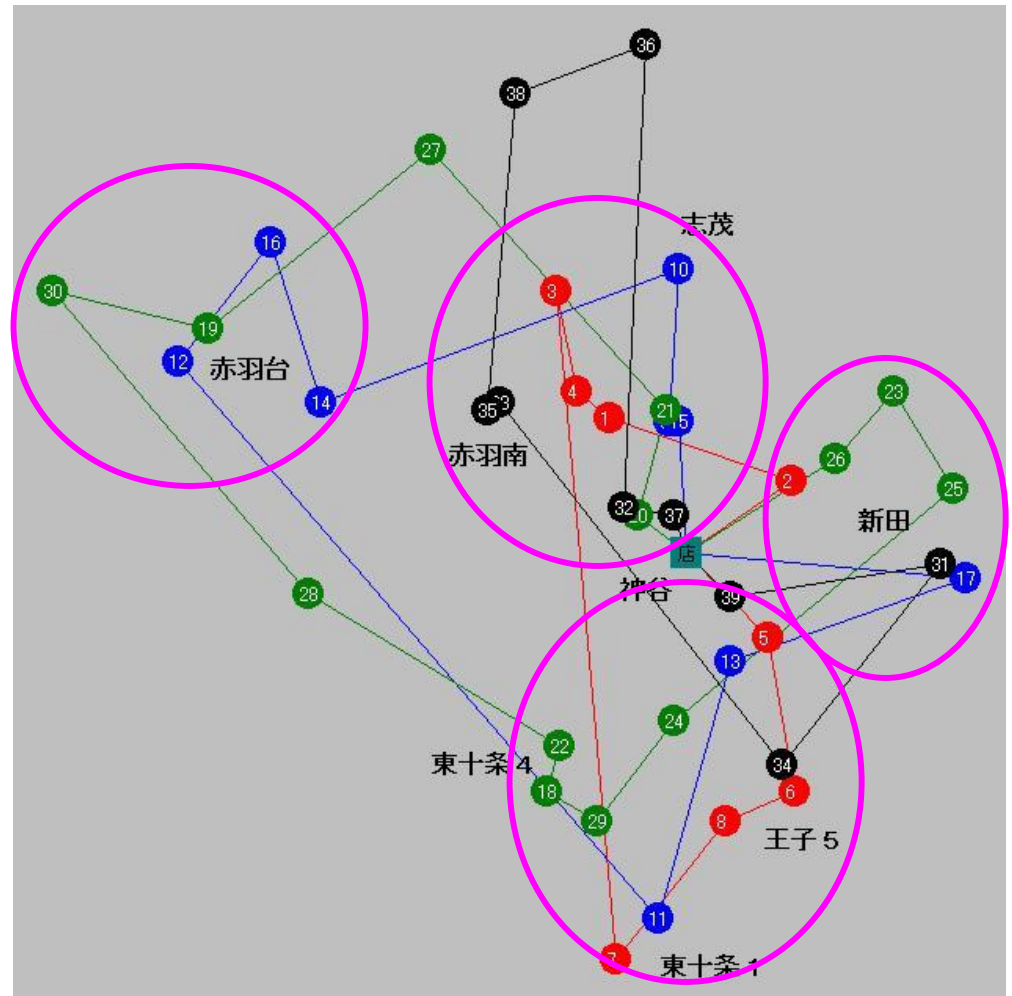
11月8日のデータ

1:神谷3	6:王子5	11:東十条1	16:赤羽台1	21:神谷3	26:新田1	31:新田3	36:志茂5
2:新田1	7:東十条1	12:赤羽台3	17:新田2	22:東十条4	27:赤羽1	32:神谷3	37:神谷3
3:志茂2	8:王子5	13:神谷1	18:東十条4	23:新田1	28:赤羽西3	33:赤羽南1	38:赤羽2
4:志茂1	9:神谷3	14:赤羽西4	19:赤羽台3	24:神谷1	29:東十条3	34:王子5	39:神谷3
5:神谷3	10:志茂3	15:神谷3	20:神谷3	25:新田3	30:桐ヶ丘1	35:赤羽南2	

7.3 実験結果

(1) 先着順の分割

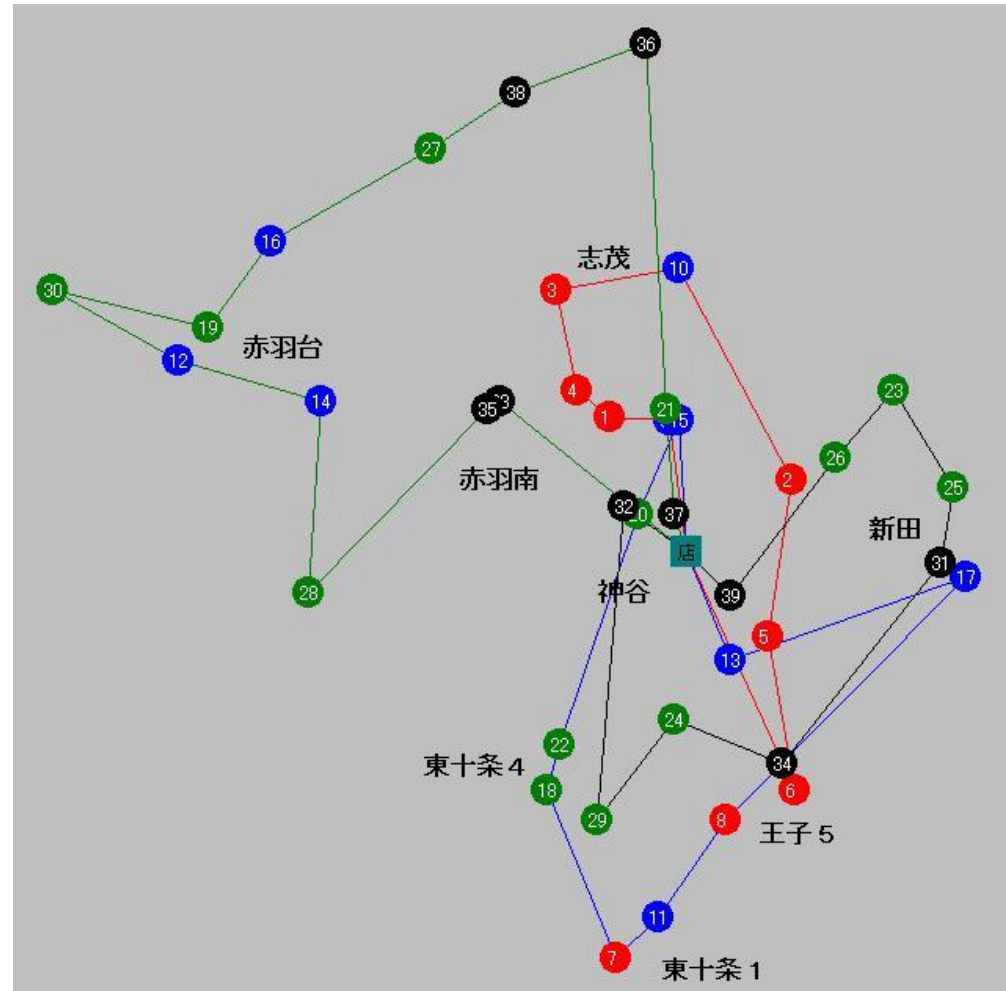
10時～12時	13時～15時	15時～18時	18時～20時
1: 神谷 3	9: 神谷 3	18: 東十条 4	31: 新田 3
2: 新田 1	10: 志茂 3	19: 赤羽台 3	32: 神谷 3
3: 志茂 2	11: 東十条 1	20: 神谷 3	33: 赤羽南 1
4: 志茂 1	12: 赤羽台 3	21: 神谷 3	34: 王子 5
5: 神谷 3	13: 神谷 1	22: 東十条 4	35: 赤羽南 2
6: 王子 5	14: 赤羽西 4	23: 新田 1	36: 志茂 5
7: 東十条 1	15: 神谷 3	24: 神谷 1	37: 神谷 3
8: 王子 5	16: 赤羽台 1	25: 新田 3	38: 赤羽 2
	17: 新田 2	26: 新田 1	39: 神谷 3
		27: 赤羽 1	
		28: 赤羽西 3	
		29: 東十条 3	
		30: 桐ヶ丘 1	



7.3 実験結果

(2)モデル1の分割

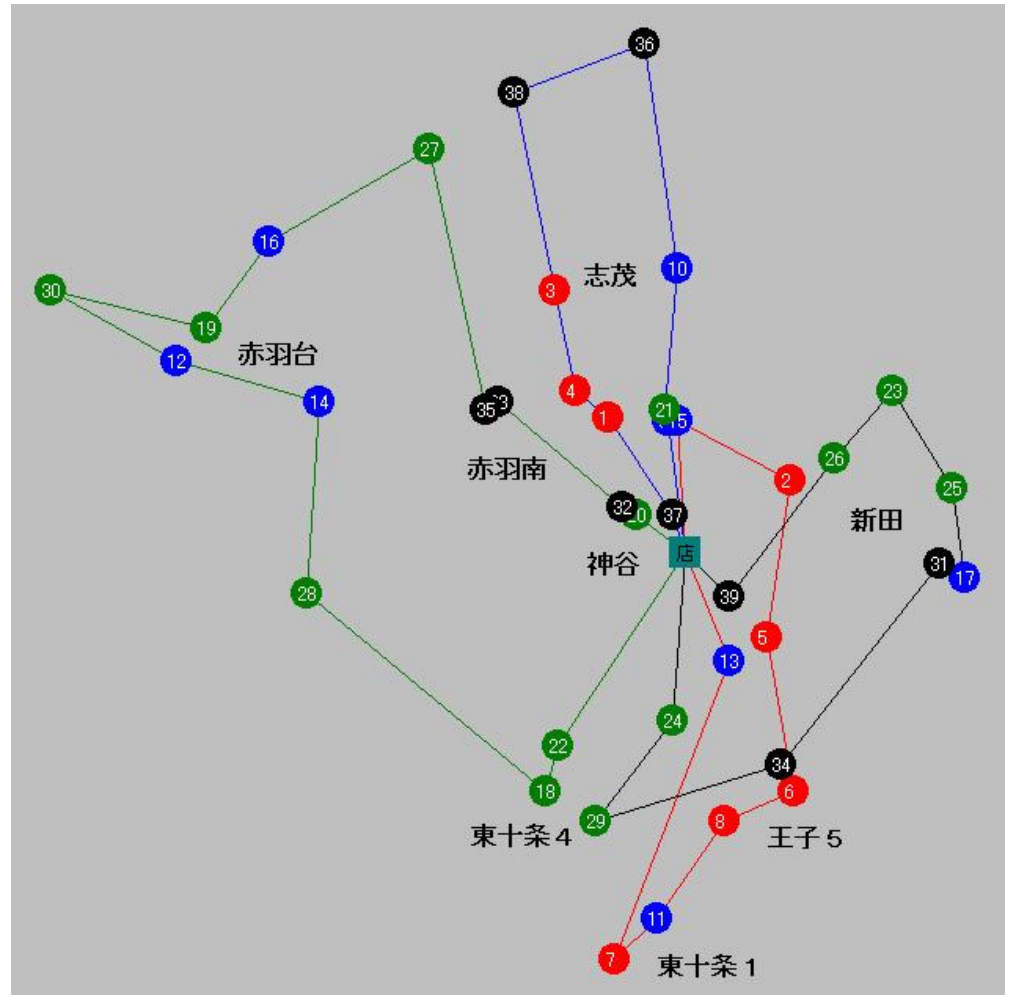
10時～12時	13時～15時	15時～18時	18時～20時
1: 神谷 3	7: 東十条 1	12: 赤羽台 3	23: 新田 1
2: 新田 1	8: 王子 5	14: 赤羽西 4	24: 神谷 1
3: 志茂 2	11: 東十条 1	16: 赤羽台 1	25: 新田 3
4: 志茂 1	13: 神谷 1	19: 赤羽台 3	26: 新田 1
5: 神谷 3	15: 神谷 3	21: 神谷 3	29: 東十条 3
6: 王子 5	17: 新田 2	27: 赤羽 1	31: 新田 3
9: 神谷 3	18: 東十条 4	28: 赤羽西 3	32: 神谷 3
10: 志茂 3	20: 神谷 3	30: 桐ヶ丘 1	34: 王子 5
	22: 東十条 4	33: 赤羽南 1	39: 神谷 3
		35: 赤羽南 2	
		36: 志茂 5	
		37: 神谷 3	
		38: 赤羽 2	



7.3 実験結果

(3)モデル2の分割

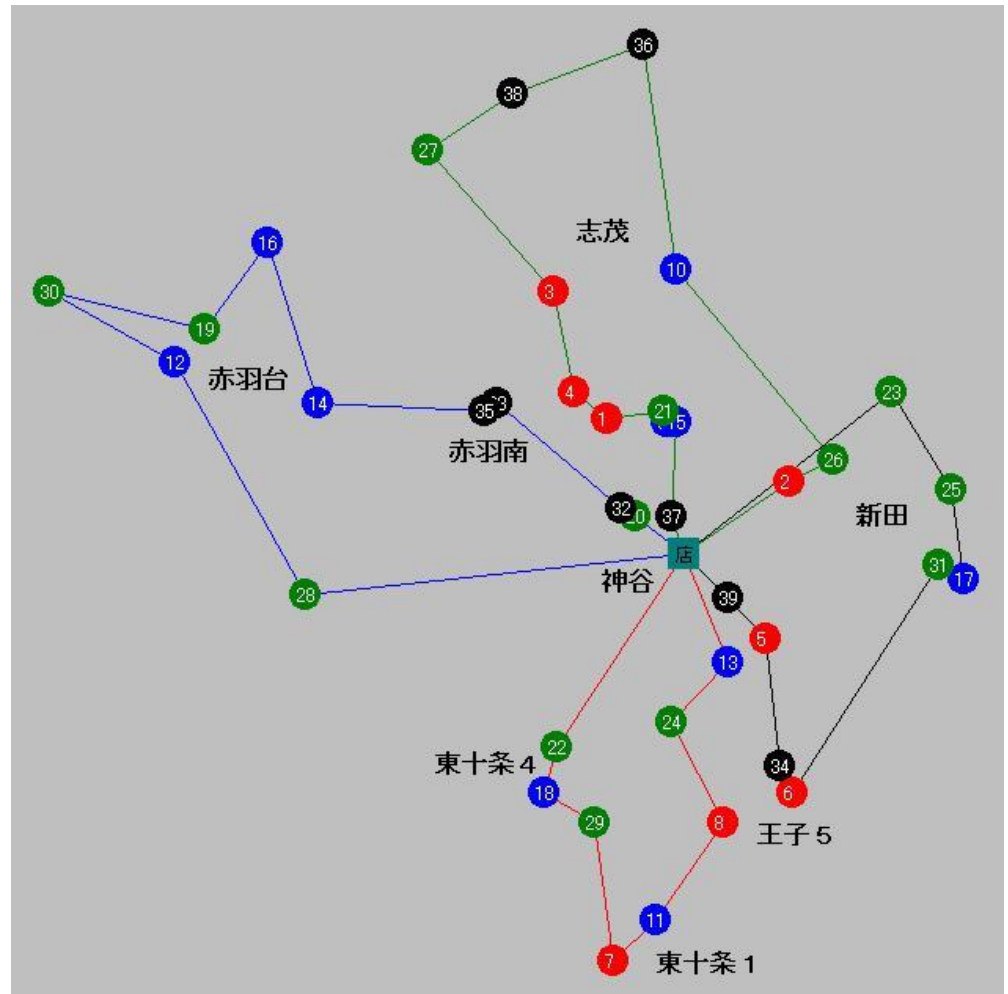
10時～12時	13時～15時	15時～18時	18時～20時
2: 新田 1	1: 神谷 3	12: 赤羽台 3	17: 新田 2
5: 神谷 3	3: 志茂 2	14: 赤羽西 4	23: 新田 1
6: 王子 5	4: 志茂 1	16: 赤羽台 1	24: 神谷 1
7: 東十条 1	9: 神谷 3	18: 東十条 4	25: 新田 3
8: 王子 5	10: 志茂 3	19: 赤羽台 3	26: 新田 1
11: 東十条 1	21: 神谷 3	20: 神谷 3	29: 東十条 3
13: 神谷 1	36: 志茂 5	22: 東十条 4	31: 新田 3
15: 神谷 3	37: 神谷 3	27: 赤羽 1	34: 王子 5
	38: 赤羽 2	28: 赤羽西 3	39: 神谷 3
		30: 桐ヶ丘 1	
		32: 神谷 3	
		33: 赤羽南 1	
		35: 赤羽南 2	



7.3 実験結果

(4)モデル3の分割

10時～12時	13時～15時	15時～18時	18時～20時
7: 東十条 1	12: 赤羽台 3	1: 神谷 3	5: 神谷 3
8: 王子 5	14: 赤羽西 4	2: 新田 1	6: 王子 5
11: 東十条 1	16: 赤羽台 1	3: 志茂 2	17: 新田 2
13: 神谷 1	19: 赤羽台 3	4: 志茂 1	23: 新田 1
18: 東十条 4	20: 神谷 3	9: 神谷 3	25: 新田 3
22: 東十条 4	28: 赤羽西 3	10: 志茂 3	31: 新田 3
24: 神谷 1	30: 桐ヶ丘 1	15: 神谷 3	34: 王子 5
29: 東十条 3	32: 神谷 3	21: 神谷 3	39: 神谷 3
	33: 赤羽南 1	26: 新田 1	
	35: 赤羽南 2	27: 赤羽 1	
		36: 志茂 5	
		37: 神谷 3	
		38: 赤羽 2	



7. 3 実験結果

(5) 巡回路長

	先着順の分割	モデル1の分割	モデル2の分割	モデル3の分割
10時～12時	1611 (8件)	1217 (8件)	1201 (8件)	943 (8件)
13時～15時	2546 (9件)	1473 (9件)	958 (9件)	1361 (10件)
15時～18時	2823 (13件)	2300 (13件)	2153 (13件)	1473 (13件)
18時～20時	2002 (9件)	1393 (9件)	1332 (9件)	1040 (8件)
総巡回路長	8982	6383	5634	4817

8. 考察

- ① 計算機実験により、先着順の制約が緩くなるほど巡回路長は短縮できるといえる。
- ② 先着順の分割方法では、時間帯の持ち時間の比＝巡回路長ではなかったものを、持ち時間に比例した移動距離を各時間帯に配分する事ができた。

9. おわりに

- ・実際に、本研究を適用する事を考えると、どのモデルを用いても効果的であると考えられるが、顧客満足と業務の効率化を考えた場合、モデル1を用いるのが無難である。
- ・現状のプログラムでは、簡単な最適化手法を用いているが、解法の高精度化等は今後の課題である。

参考文献

- 【1】岩倉 行信：“巡回セールスマン問題に対する発見的解法的高速化”，
東京理科大学工学部第一部経営工学科卒業論文，（1998）
- 【2】小出 俊夫：“Borland Delphi3.1 リファレンスガイド”，
秀和システム，（1998）