

不動産管理業務における定期点検 作業の実施計画の作成

東京理科大学 沼田研究室

4499022 岡本 晃昌

発表構成

1. はじめに
2. 本研究の目的
3. 問題の概要
4. 定式化(配送経路問題)
5. 定式化(ルート組合せ問題)
6. 解法(配送経路問題)
7. 解法(ルート割り当て問題)
8. 実問題への適用
9. まとめ
10. 今後の課題

1. はじめに

不動産会社の業務

- ・物件の売買
- ・物件の賃貸
- ・物件の仲介
- ・**物件管理の委託** (定期点検, 設備点検, 消防点検など)
- ・ハウスクリーニング など

定期点検作業とは・・・ 管理物件の共有部分の清掃や点検
無断駐輪自転車の処理

この作業は・・・

- ・物件(現地)での作業.
- ・物件毎に月1回行う.



多数の管理物件を複数の社員で処理する場合
物件の割り当て，巡回順序，巡回ルート数などによっ
て定期点検作業にかかる時間は変わってくる．

毎月繰り返すことを考えると



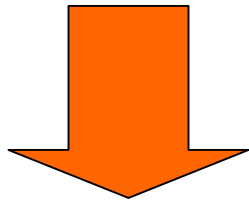
移動時間を削減するような物件の割り当て方，物件を
廻る順序の決定は重要．

2. 本研究の目的

定期点検作業の実施計画の作成法を提案

各社員の公平性を考える

定期点検作業にかかる時間を削減する



不動産会社M社のデータに適用して検証.

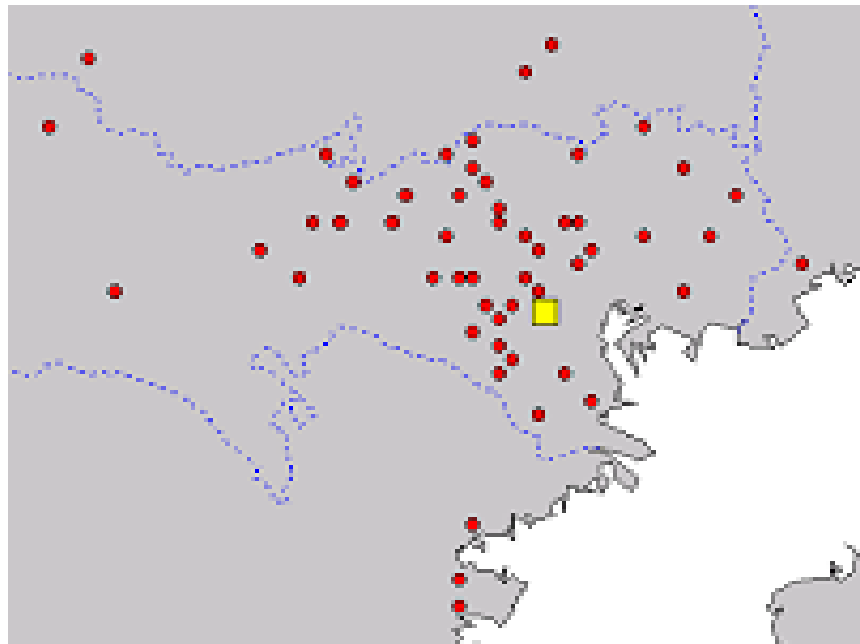
3 . 問題の概要

3 . 1 問題の概要

M社では・・・

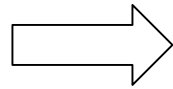
- ・限られた複数の社員が仕事の一部として複数の日に分けて定期点検作業を行っている .
- ・物件は東京都を中心に点在
- ・移動手段は電車

図3 . 1 管理物件



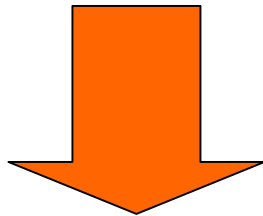
3.2 問題の考え方

M社では社員は複数の日数で定期点検作業を行う。



各社員は複数のルートを廻る必要がある

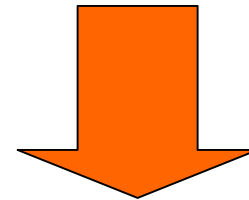
複数の物件を複数のルートで廻る時の時間を小さくする



配送経路問題

+

各社員が公平になるようなルートの組み合わせを考える



ルート組み合わせ問題

3.3 問題を扱う上での前提

- ⌘ 各社員は会社を出発し、会社に戻る。
- ⌘ 各物件は1回ずつ、1人の社員が訪問する。
- ⌘ 物件における点検作業時間は各物件毎に異なる。(点検作業時間に最寄駅からの移動時間を含む。)
- ⌘ 得られたルートに含まれる物件間の移動時間と各物件の点検作業時間の総和は、社員1人の一日の点検作業時間の上限を超えない。
- ⌘ 移動に要する費用(電車賃)は考えないものとする。
- ⌘ 時間帯や乗り換えのタイミングによる移動時間の誤差は考えないものとする。

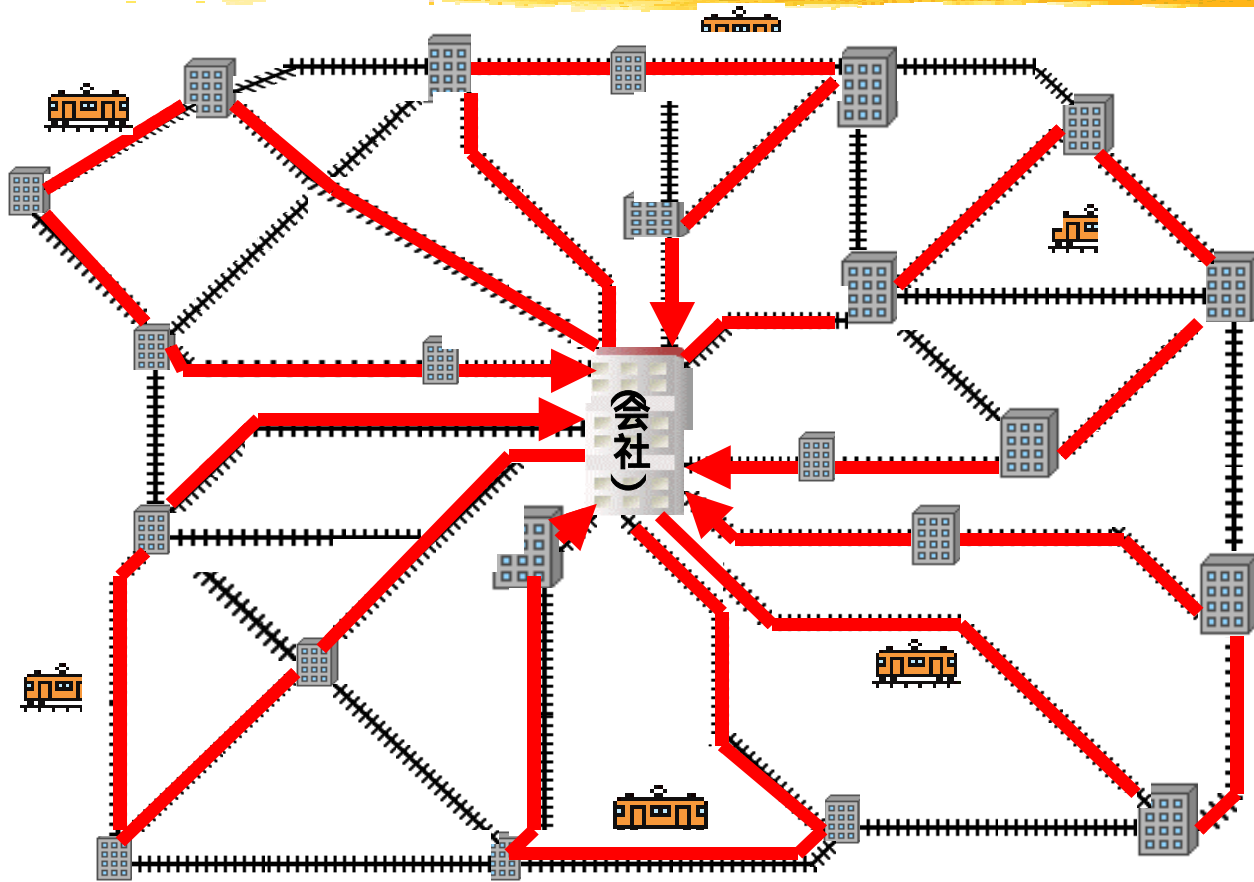


図3.2 巡回イメージ

4. 定式化 (配送経路問題)

4.1 記号の定義

社員の人数 : m , 巡回路数 : $L (m)$,

会社(デポ)を含む物件数 : n ($n=1,2,\dots,n$) $n=1$ は会社

物件 i の点検作業にかかる時間 : c_i , 物件 i, j 間の移動にかかる時間 : t_{ij}

社員の一日の点検作業時間の上限 : T (480[分](勤務時間))

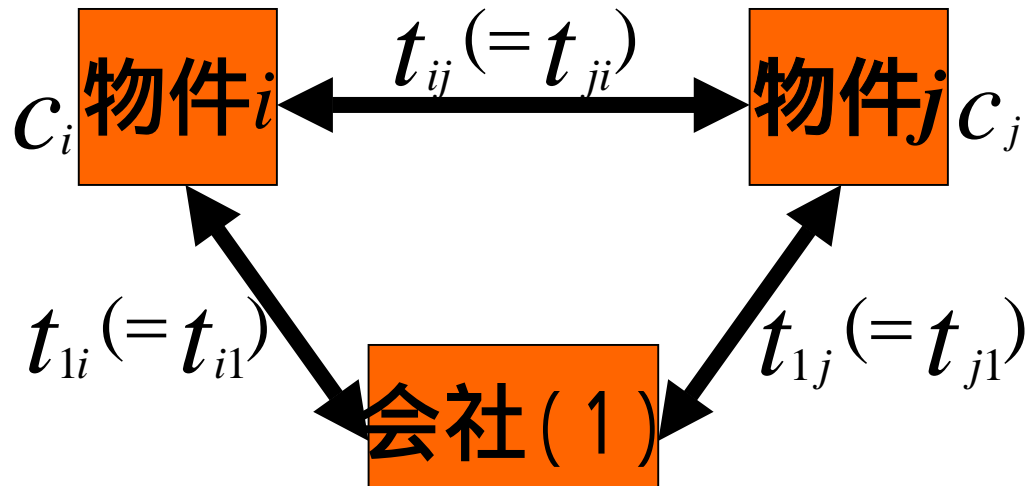


図4.1 移動時間

4.2 決定変数

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad i, j = 1, \dots, n \quad k = 1, \dots, L$$

$$y_{ik} \in \{0,1\} \quad i = 1, \dots, n \quad k = 1, \dots, L$$

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{社員 } k \text{ が物件 } i \text{ の直後に物件 } j \text{ を訪れる} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{社員 } k \text{ が物件 } i \text{ を訪れる} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$$

4.3 定式化

$$\text{Minimize } z = \sum_{i,j} t_{ij} \sum_k x_{ijk} + \sum_i c_i \sum_k y_{ik}$$
$$\left(\begin{array}{c} \parallel \\ \sum_i c_i \end{array} \right)$$

$$\text{SubjectTo } \sum_k y_{ik} = \begin{cases} 1 & i = 2, \dots, n \\ L & i = 1 \end{cases}$$

$$\sum_{i,j} t_{ij} x_{ijk} + \sum_i c_i y_{ik} \leq T \quad k = 1, \dots, L$$

$$\sum_j x_{ijk} = \sum_j x_{jik} = y_{ik} \quad i = 1, \dots, n \quad k = 1, \dots, L$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ijk} \leq |S| - 1 \quad \text{for all } S \subseteq \{2, \dots, n\} \quad k = 1, \dots, L$$

5 . 定式化 (ルート組み合わせ問題)

記号の定義

社員数 : m ルート数 : $L(=m, 2m, \dots)$ ルート i の所要時間 : C_i

決定変数

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, L \quad j = 1, 2, \dots, m$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ルート } i \text{ を社員 } j \text{ が廻る} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$$

定式化

$$\text{Minimize} \quad z = \sum_j C_i x_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, L$$

$$\text{Subject To} \quad \sum_j x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, L$$

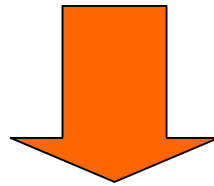
$$\sum_i x_{ij} = L/m \quad j = 1, 2, \dots, m$$

6. 解法 (配送経路問題)

6.1 解法について

本研究では物件数が50程度

全解列挙は困難



タブーサーチを用いた近似解法を提案

6.2 タブーサーチ

[局所探索法を基本としたメタ戦略の一つ]

- ・ 適当な初期解を生成，現在解の近傍を探索する．
- ・ 近傍内の最良解を選択し，新しい現在解と更新する．
- ・ 改悪も許すことで局所最適解から脱出する．

以上の探索を，終了条件を満たすまで繰り返す．

* この反復の中で循環を防ぐために、タブーリストを用いる。

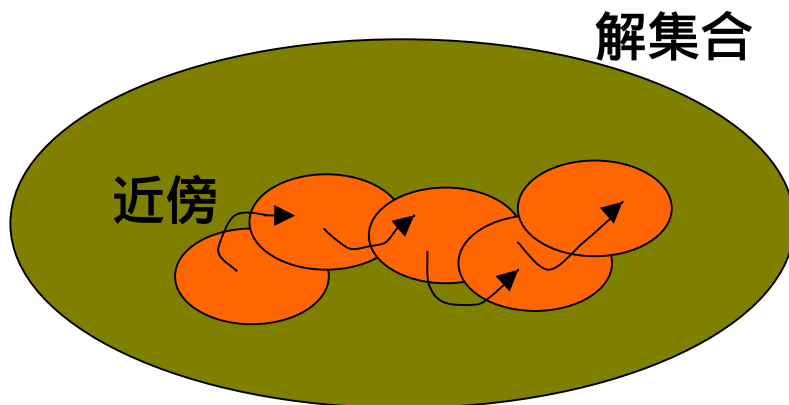


図6.1 近傍探索

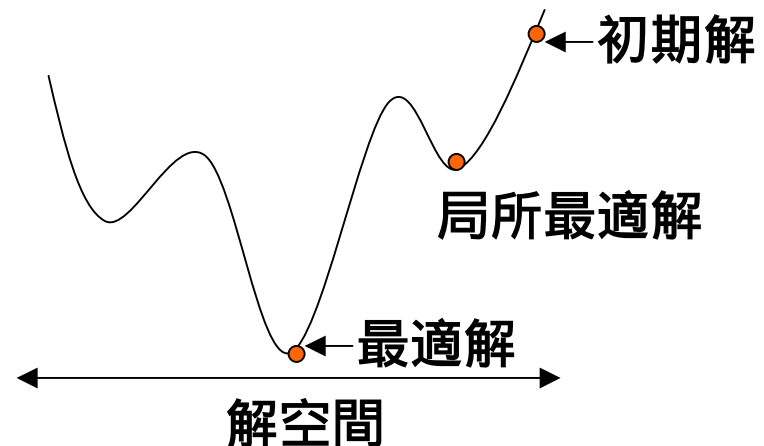
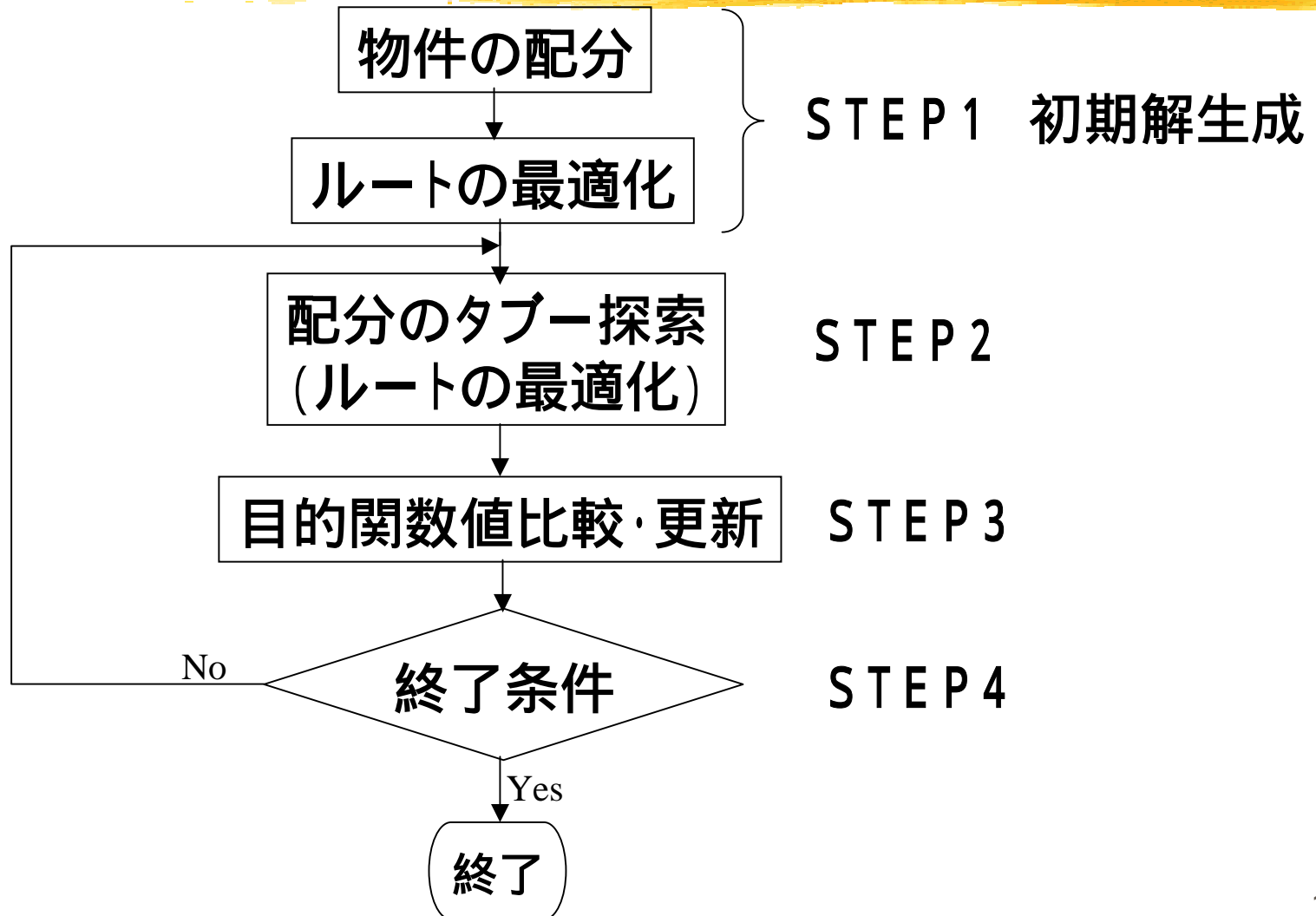


図6.2 局所最適解からの脱出

6.3 本研究への適応



6.3 本研究への適応

STEP1 物件をランダムに割り当て、初期解を生成する。

各ルートの準最適な巡回順序を求め、総作業時間を計算する。それを最良目的関数値とする。

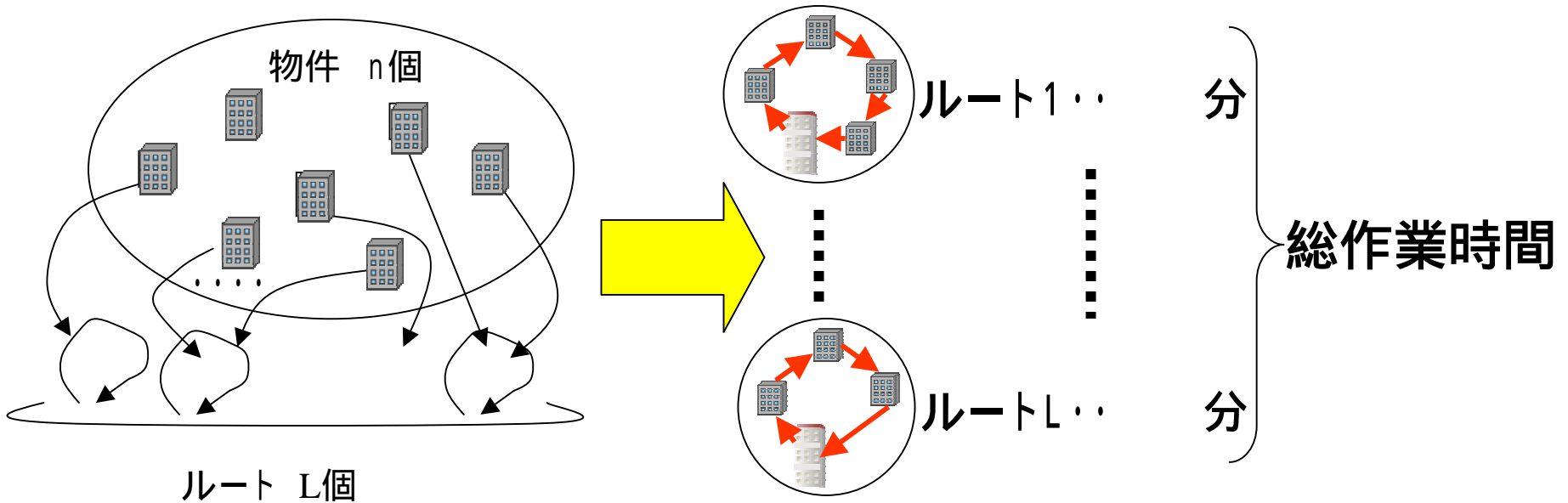


図6.3 初期解の生成

STEP2

タブーリストに含まれない全ての物件について、現在のルートから別のルートへ移動させ、最適化を行い、目的関数値を計算する。その中で最良解(値)を選択し、改悪でも更新する。

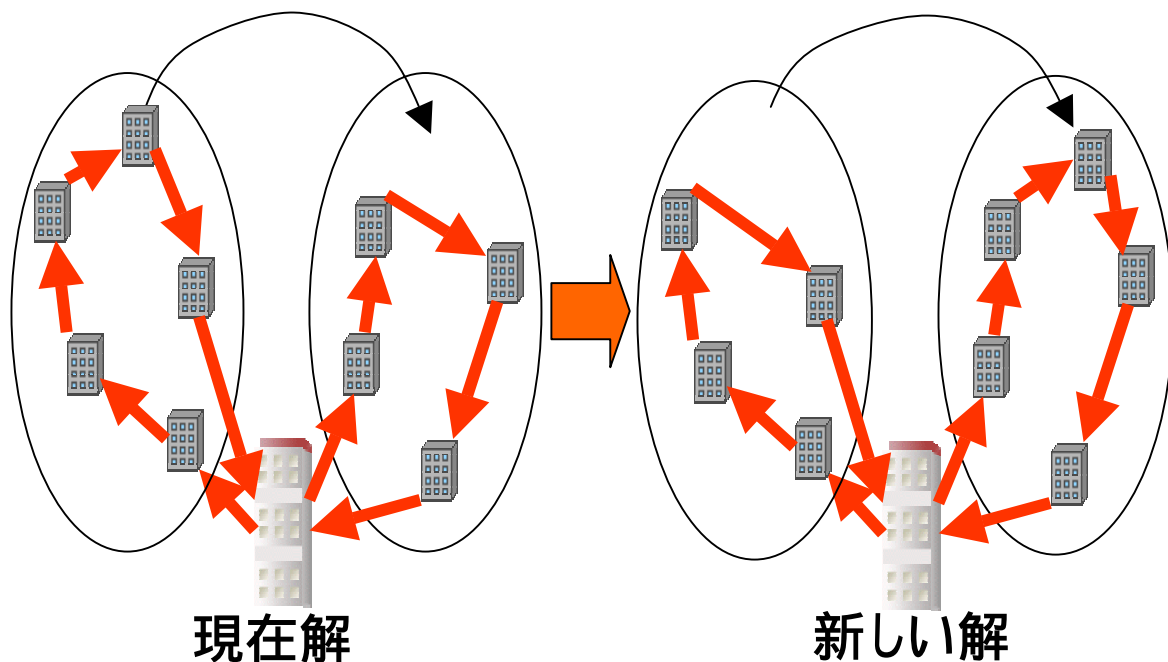


図6.4 近傍(物件の入れ替え)

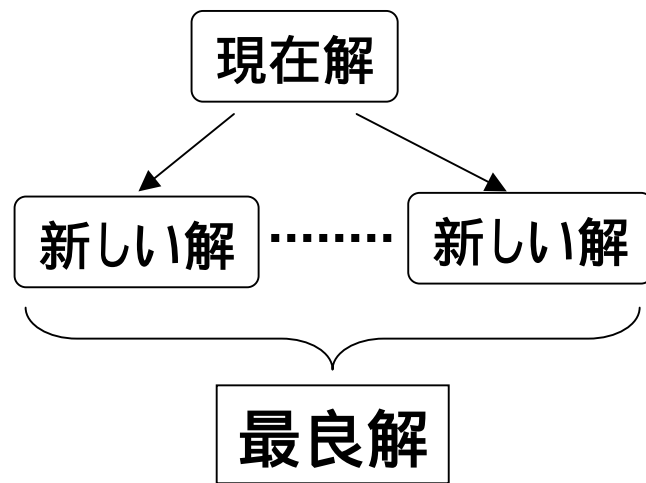



図6.5 近傍探索



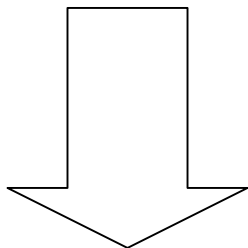
STEP3 STEP2での最良値が最良目的関数値より小さければ, 最良目的関数値を更新する.

STEP4 判定条件が満たされれば, 終了して結果を出力する. そうでなければ, タブーリストを更新しSTEP2へ戻る.

7. 解法 (ルート割り当て問題)

lp-solveを用いる

各社員が担当するルートの所要時間の合計(1ヶ月に定期点検作業に費やす時間)の最大値が最小になるような組合せを行う.



各社員の作業時間の差を小さくでき, 公平性を考慮できる.

8. 実問題への適用

適用方法

M社のデータ(物件数:54(会社含む),作業を行う社員:5人)

The screenshot shows a software interface for solving a routing problem. On the left, there is a control panel with the following elements:

- A button labeled "作業・移動時間時間 読み込み" (Load operation/movement time).
- An input field for "物件数" (Number of objects) with a value of "n=".
- A button labeled "ルート数 設定" (Set number of routes).
- Input fields for "ルート数" (Number of routes) and "作業時間の上限" (Maximum operation time).
- Buttons for "初期値" (Initial value), "準最適化" (Quasi-optimization), and "終了" (End).

The main area of the window contains:

- A table with a blue header row and a blue cell in the second row, second column.
- Two memo fields labeled "Memo1" and "Memo2".
- Two input fields labeled "初期値" (Initial value) and "準最適化" (Quasi-optimization).

図8.1 実行画面

巡回ルート数を $L = 5, 10, 15, \dots$, 作業時間の上限時間を $T = 480, 450, 420, \dots$ と変化させ、繰り返し行う。

結果 (配送経路問題)

ルート数がL本未満となるものが生じるが、ここではルート数が社員の倍数となったものを選択した。

ルート数：10, 作業時間の上限：330分

総作業時間：2716分

ルート	物件の割り当て・巡回順序	所要時間
ルート1	1-43-42-35-34-36-33	314分
ルート2	1-10-11-12-13	201分
ルート3	1- 8-14- 7- 6- 5- 4	329分
ルート4	1-30-31-28-29	116分
ルート5	1-40-22-18-19-17-15-16	314分
ルート6	1-49-48-41-39- 3-27- 2	294分
ルート7	1-51-52-45-46-32	329分
ルート8	1- 9-20-21	275分
ルート9	1-23-24-25-26-44	261分
ルート10	1-38-54-37-53-50-47	283分

⇒ ルート組合せ問題

結果(ルート組合せ問題)

社員	物件の配分・巡回順序 (L=10,T=330,F=2716)	社員の作業時間[分]
1	ルート1(1-43-42-35-34-36-33):ルート8(1-9-20-21)	589(314+275)
2	ルート2(1-10-11-12-13):ルート7(1-51-52-45-46-32)	530(201+329)
3	ルート5(1-40-22-18-19-17-15-16):ルート9(1-23-24-25-26-44)	575(314+261)
4	ルート6(1-49-48-41-39-3-27-2):ルート10(1-38-54-37-53-50-4)	577(294+283)
5	ルート3(1-8-14-7-6-5-4):ルート4(1-30-31-28-29)	445(329+116)

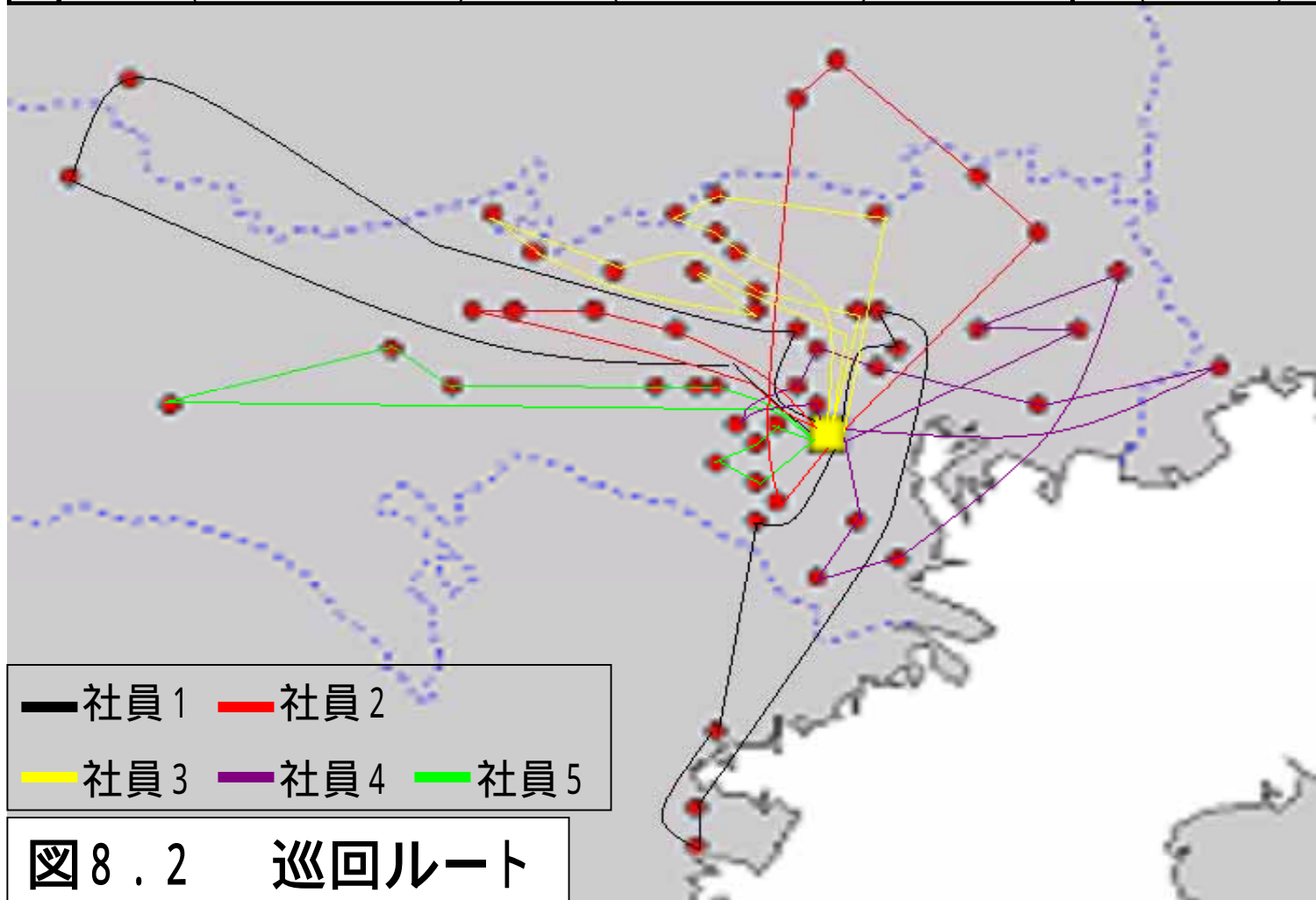


図8.2 巡回ルート

9. まとめ

- ・複数の社員が複数の物件を分担して処理することを配送経路問題ととらえ、タブーサーチ法を基本とする解法を構成しプログラムを作成した。
- ・複数のルートを複数の社員に分担することをルート組合せ問題としてとらえた。

経験などに頼らない定期点検作業の実施計画を立てることができた。

10. 今後の課題

- ・社員が自宅から直接物件に向かう場合や、直接帰る場合などを考慮したモデルの構築
- ・費用などを考慮すること。

参考文献

- [1]柳浦睦憲, 茨木俊秀:「組み合わせ最適化 - メタ戦略を中心として - 」, 朝倉書店, 2001.
- [2]白石洋:「組合せ最適化アルゴリズムの最新手法」, 丸善, 1999.
- [3]服部孝一:「空輸送距離を最小にする配送経路問題の解法に関する研究」, 東京理科大学工学部第一部経営工学科卒業論文, 2000.
- [4]JRトラベルナビゲーター: <http://transit.msn.co.jp/home.asp>