

警察署配置問題への提案

- 群馬県における警察署配置を例として -

東京理科大学経営工学科

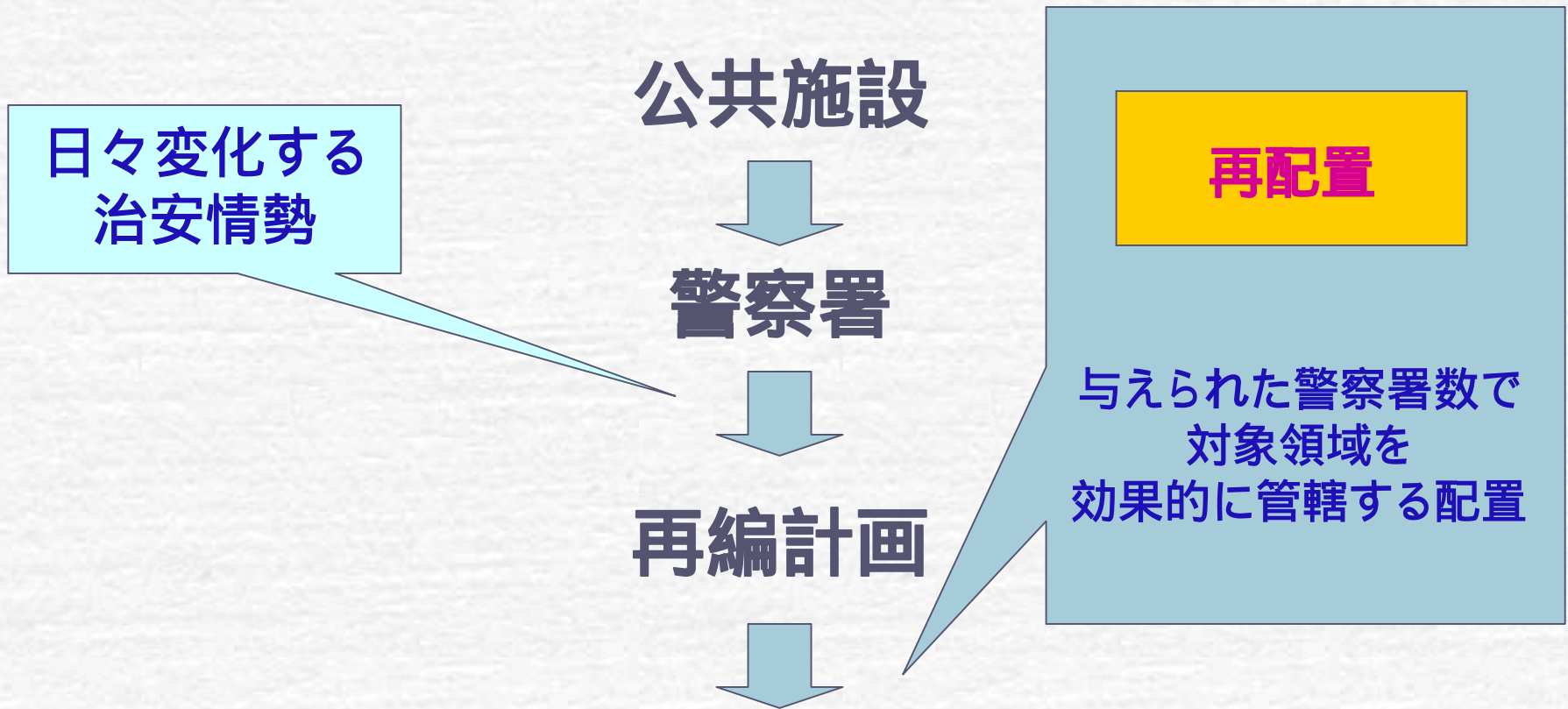
沼田研究室

5399079 村瀬 陸

発表構成

1. はじめに
 2. 警察署配置問題の概要
 3. 現状の説明, 考察
 4. 問題の設定1
 5. 問題の設定2
 6. 問題の設定3
 7. グラフによる問題設定
 8. 定式化 0 - 1型整数変数 管轄可能状態を表す定数
 9. 定式化 その他定数
 10. 定式化
 11. 解法の検証
 12. 具体的解法
 13. 評価値W
 14. 数値実験
 15. 実験結果と考察1
 16. 実験結果と考察2
 17. おわりに
- 参考文献

1.はじめに



数理計画として捉え、最適な警察署の配置
を求める

2. 警察署配置問題の概要

出動型施設(消防署、ゴミ収集所)

警察署外活動
(刑法犯、110当番、パトロール)

訪問型施設(市役所、保健所)

警察署内活動
(各種申請書の手続き、被害所届け受理)

距離による
管轄可能範囲



警察署配置問題
警察署配置問題
を群馬県に適用



全ての利用者の施設
までの総移動距離

3. 現状の説明, 考察

警察署の管轄地域は市
と郡により管轄区分が決
められている



管轄距離・管轄する人口
に格差がある



本研究では郡を管轄区
分にするのではなく, 距
離で管轄区分を決定する

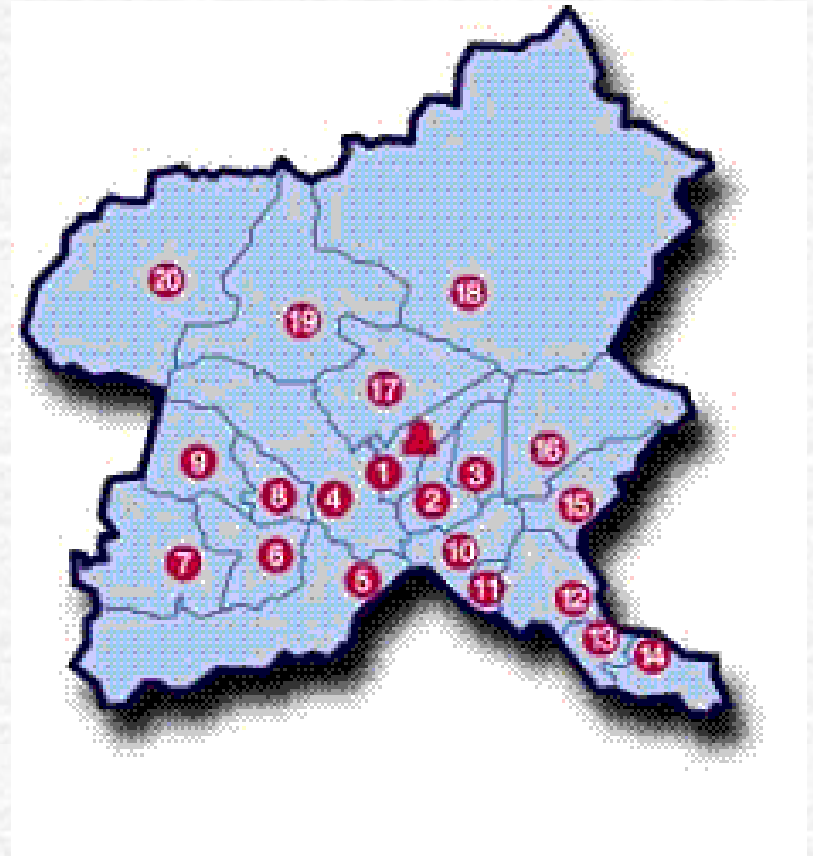


図1:群馬県警察署配置, 管轄図

(平成17年12月)

4. 問題の設定1

群馬県を市町村からなる小地域に分割する

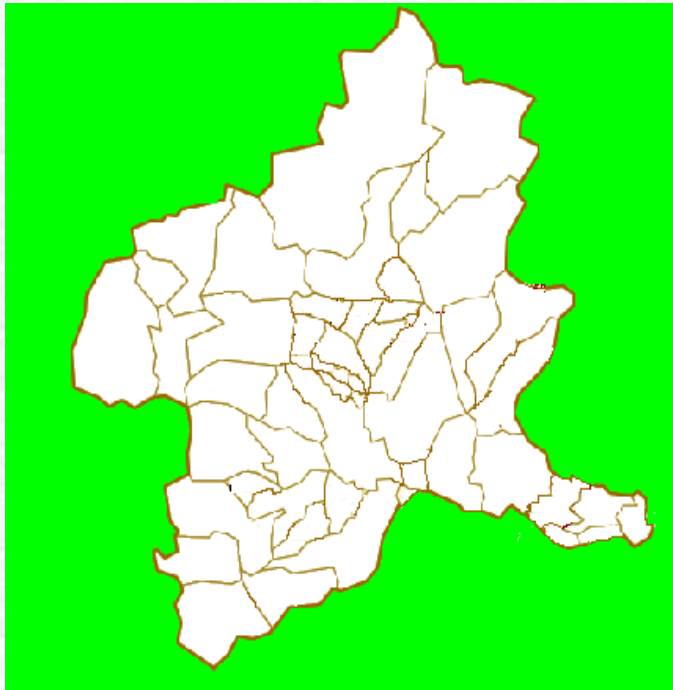


図2：小地域

警察署は小地域の中心に置く

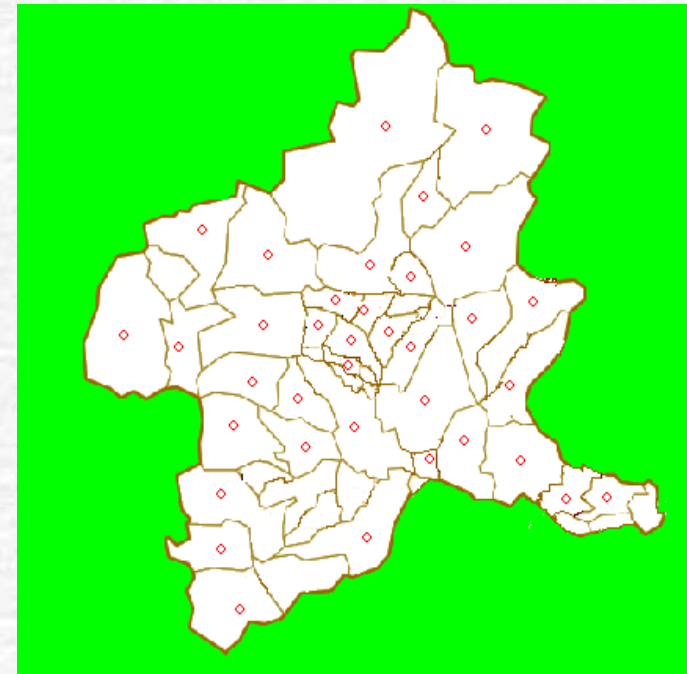


図3：警察署配置個所

5. 問題の設定2

警察署はその警察署が配置された小地域及びその他の管轄可能な小地域を管轄する

警察署は出動距離が一定距離内の小地域のみを管轄できる

複数の警察署により管轄可能な小地域は、その中のどれか一つにより管轄される



図4：管轄状態

6. 問題の設定3

各小地域は主として人口に由来する処理量を有する

警察署は管轄する小地域の処理量が、限界値を超えない範囲で複数の小地域を管轄できる

各警察署の処理能力限界値は同一とする

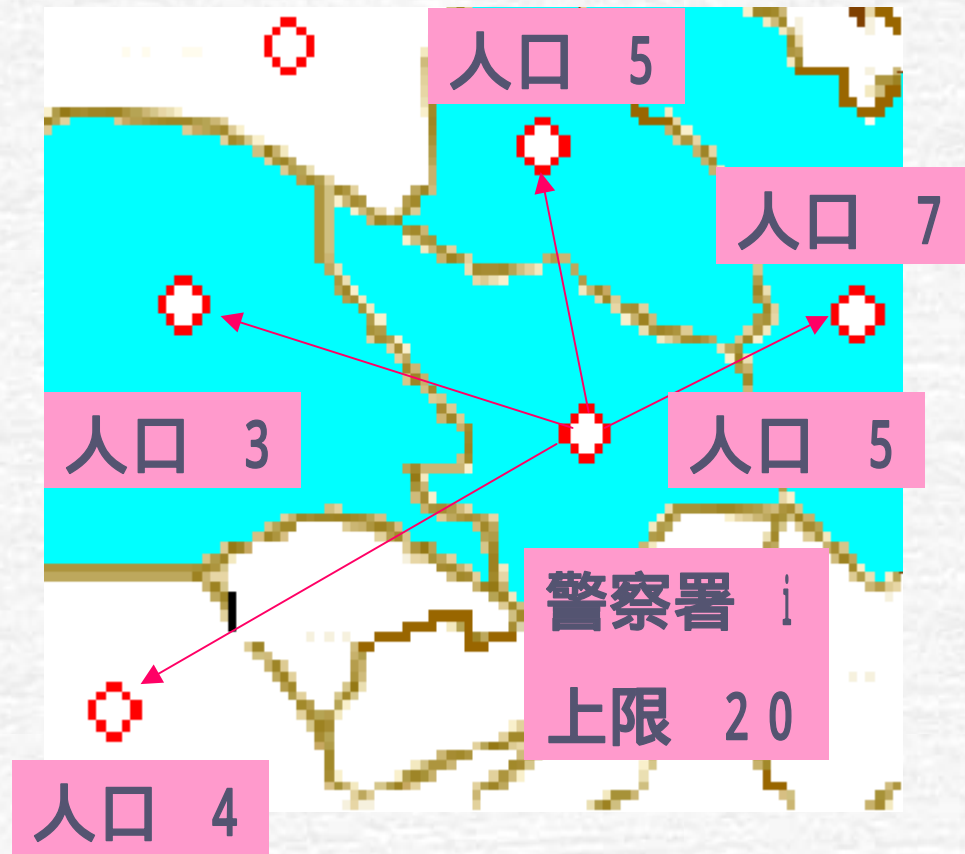


図5：処理量と管轄区域

7. グラフによる問題設定

各所に配置された警察署が
全小地域を管轄した場合



図2のグラフの全点を
被覆した状態になる

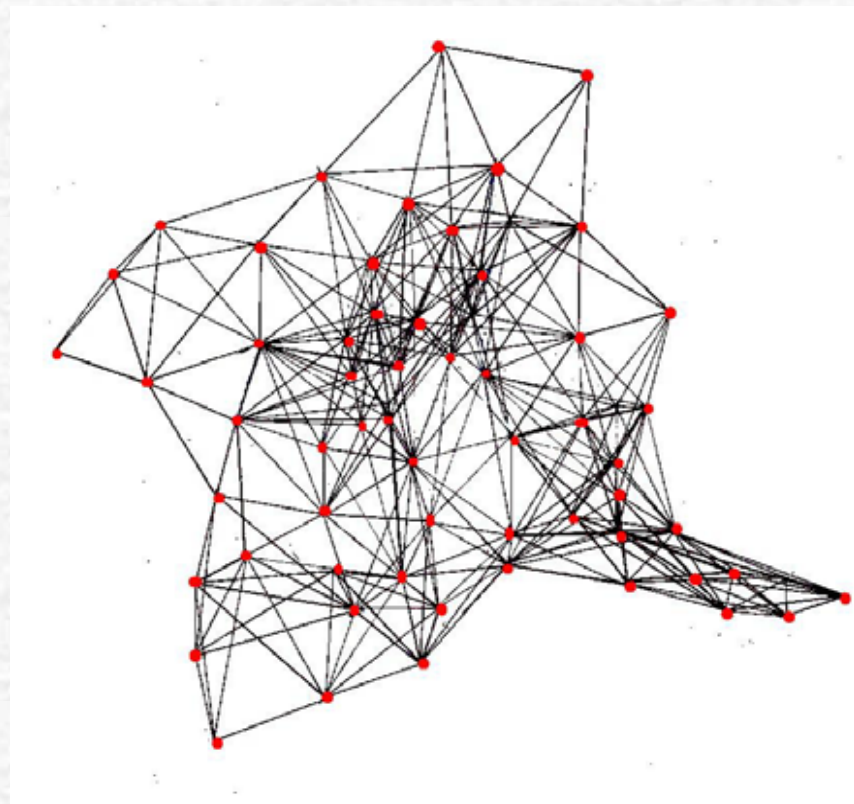


図2：管轄可能性を表すグラフ

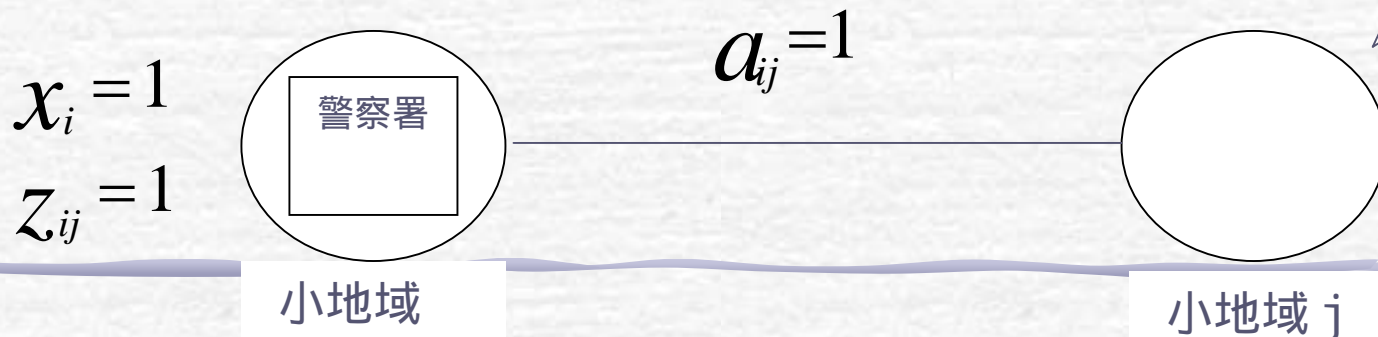
8. 定式化 0 - 1型整数変数 管轄可能状態を表す定数

$$x_i \begin{cases} = 1: \text{小地域 } i \text{ に警察署を配置する} \\ = 0: \text{小地域 } i \text{ に警察署を配置しない} \end{cases}$$

$$z_{ij} \begin{cases} = 1: \text{小地域 } i \text{ に配置された警察署は小地域 } j \text{ を管轄する} \\ = 0: \text{小地域 } i \text{ に配置された警察署は小地域 } j \text{ を管轄しない} \end{cases}$$

$$a_{ij} \begin{cases} = 1: \text{小地域 } i \text{ に配置された警察署は小地域 } j \text{ を管轄できる} \\ = 0: \text{小地域 } i \text{ に配置された警察署は小地域 } j \text{ を管轄できない} \end{cases}$$

小地域 j に配置された警察署に管轄されている



9. 定式化 その他定数

N : 小地域の集合

P_i : 小地域 i の人口

P_{\max} : 一つの警察署が管轄しうる人口の上限値

d_{ij} : 小地域 i, j 間の距離 ($i, j \in N$)

10. 定式化

Minimize
$$W = \sum_{i \in N} \left(\sum_{j \in N} p_j d_{ij} z_{ij} \right) \quad i \in N, j \in N$$

Subject to
$$x_j + \sum_{i \in N} z_{ij} = 1 \quad j \in N$$

$$p_i x_i + \sum_{j \in N} p_j z_{ij} \leq p_{\max} \quad i \in N$$

$$z_{ij} \leq a_{ij} \quad i \in N, j \in N$$

$$x_i \leq z_{ij} \quad i \in N, j \in N$$

$$x_i \in \{1, 0\}, i \in N, \sum_{i \in N} x_i = K$$

$$z_{ij} \in \{1, 0\}, i \in N, j \in N \quad (i \neq j)$$

11. 解法の検証

定式化の制約条件の本数

グラフの頂点個数 n

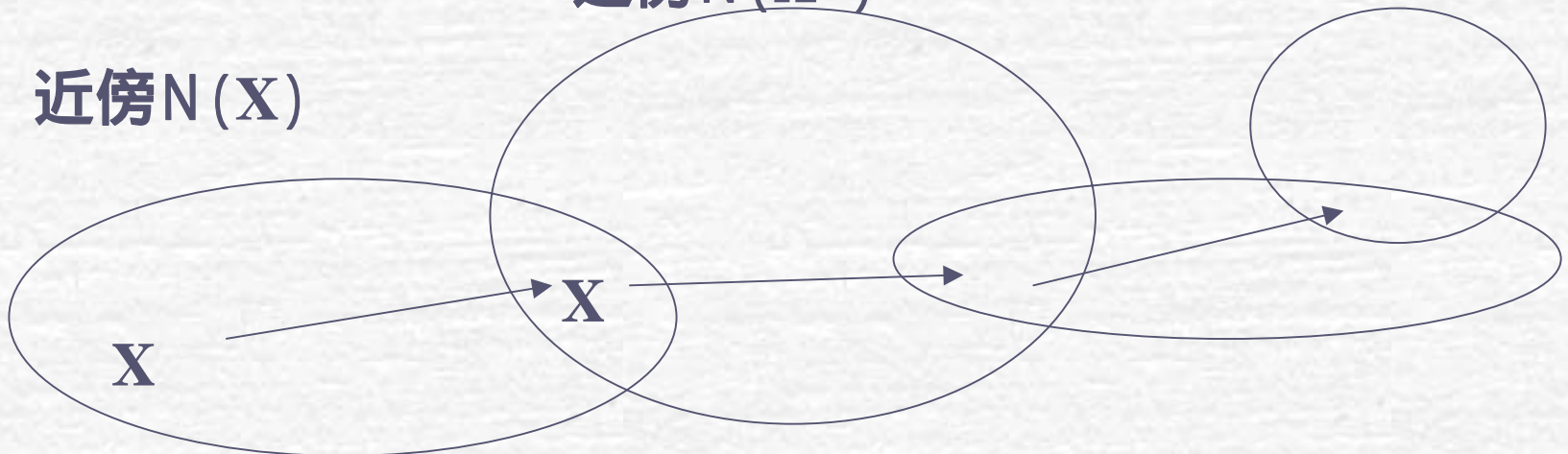
$$2n^2$$



局所探索法

近傍 $N(X)$

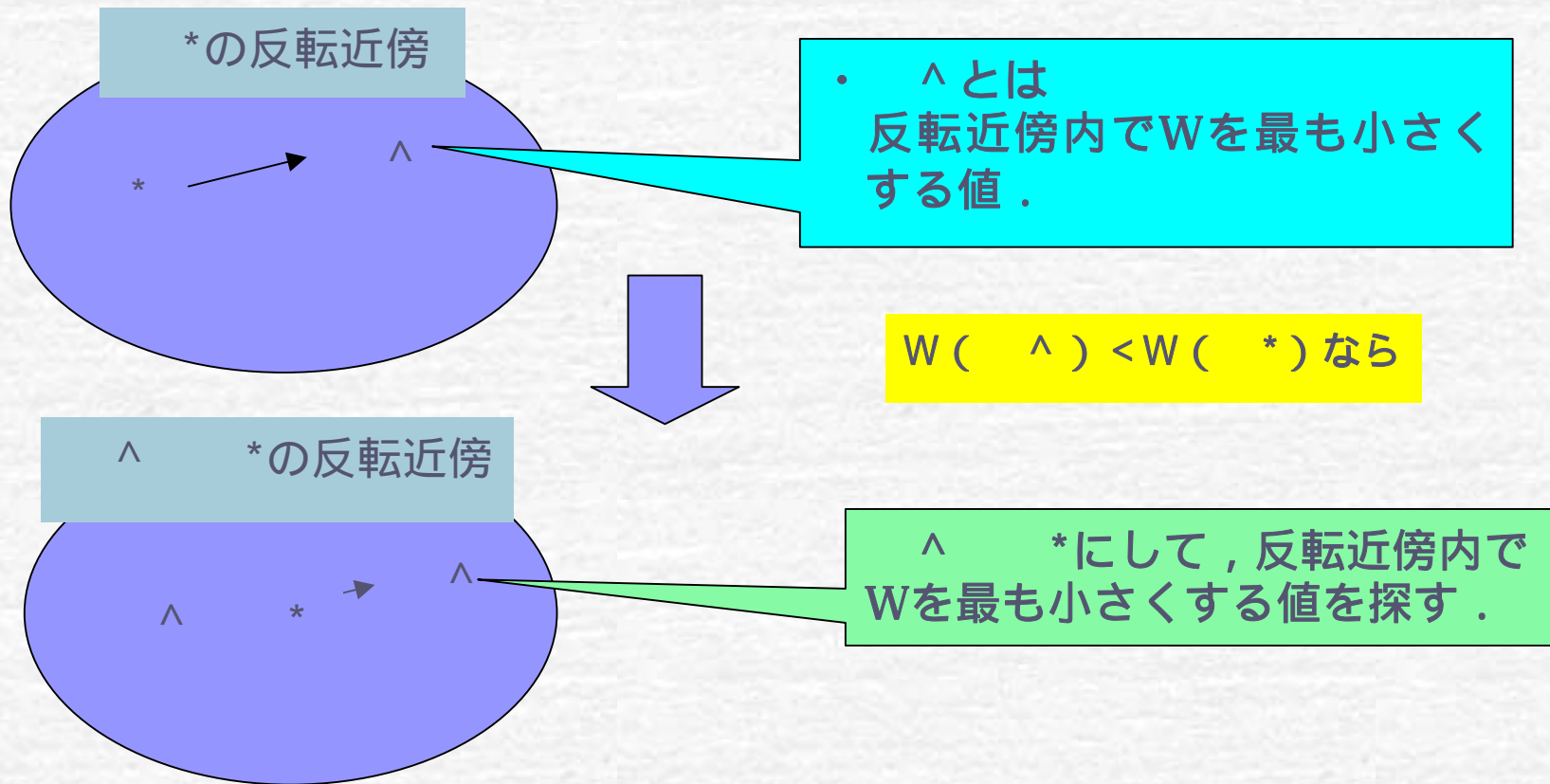
近傍 $N(X)$



12. 具体的解法

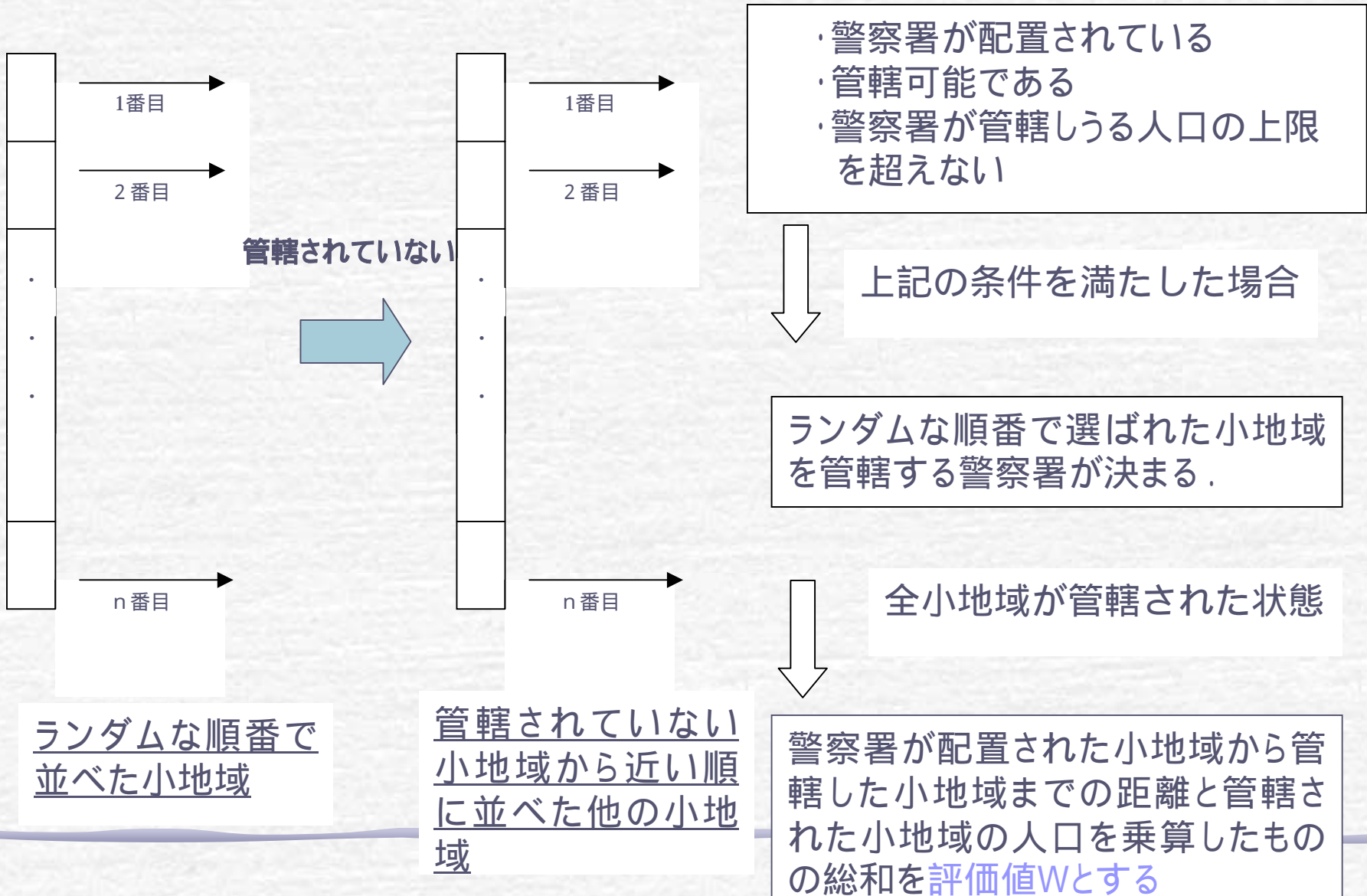
0 - 1 型整数変数の配列 $*$: $x_1 x_2 x_3 \cdots x_i \cdots x_j \cdots x_n$

$*$ の反転近傍の例 : $x_1 x_2 x_3 \cdots x_j \cdots x_i \cdots x_n$ $*$ の x_i と x_j を入れ替えた配列



上記の作業を $W(\wedge) > W(*)$ になるまで繰り返す.

13. 評価値W



14. 数値実験

小地域数

70

一つの警察署が管轄しうる人口

350000 (人)

管轄可能な距離

27.5 (km)

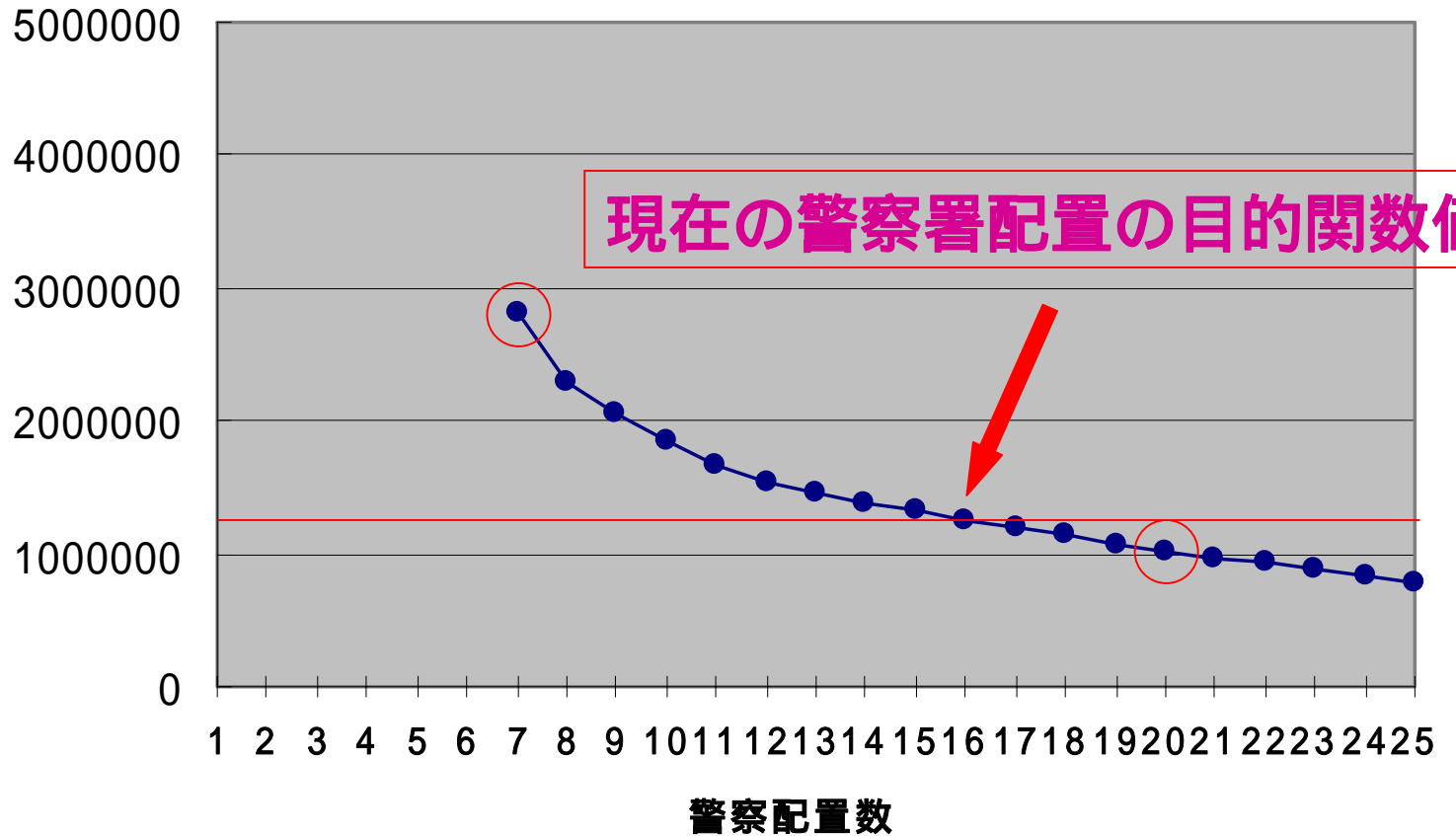
解法のプログラム

Borland社のDelphi 6 で作成

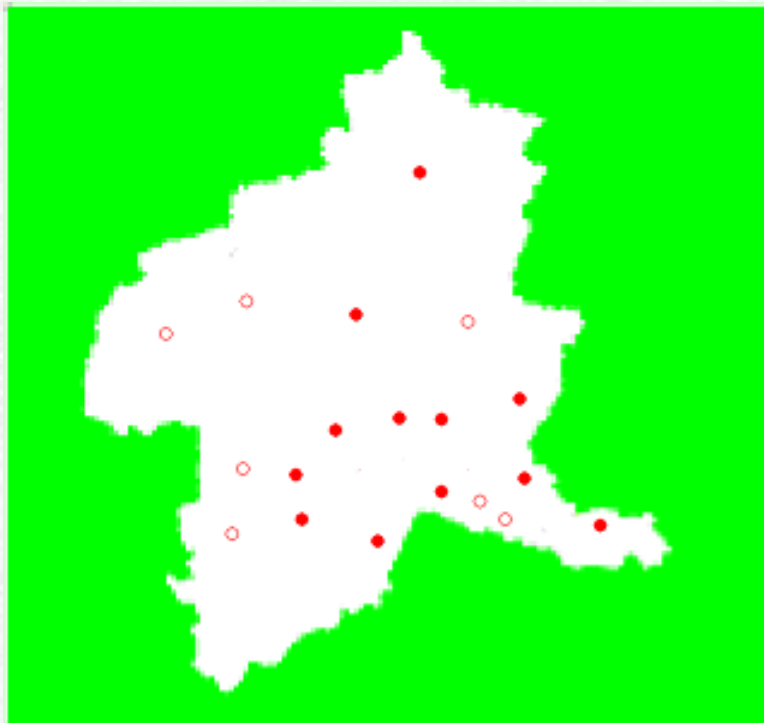
15. 実験結果と考察1

警察署数ごとの目的関数値

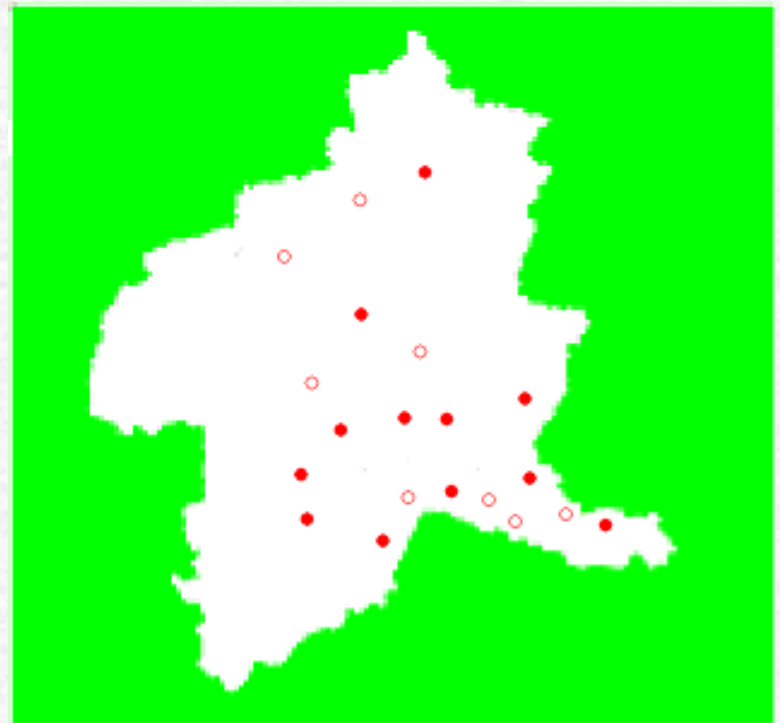
全小地域の延べ出動距離



16. 実験結果と考察2



現在の警察署配置



実験結果 配置数20

17. おわりに

実験結果よりわかった事

警察署配置候補地には人口の多い都市が選ばれやすい

群馬県全体に均等に拡散して配置されない



群馬県は地形的に山岳地帯に囲まれている

今後の課題

移動手段、目的地までの経路によって変わる移動距離または時間を考慮にいれる

参考文献

- [1] 大山 達雄：最適化モデル分析，日科技連(1997)。
- [2] 市町村課リンク集： <http://www.pref.gunma.jp/tihou/tijoho09.htm>
- [3] 群馬県人口： <http://www.glin.jp/cpf/gunma.html>
- [4] 群馬県警察署ホームページ： <http://www.police.pref.gunma.jp/>