

家庭訪問日程計画に関する研究

沼田研究室

4406027 河野 高士

目次

- 1 . はじめに
- 2 . 問題
- 3 . 定式化
- 4 . 解法
- 5 . 実験
- 6 . まとめ
- 7 . 参考文献

1.1 背景

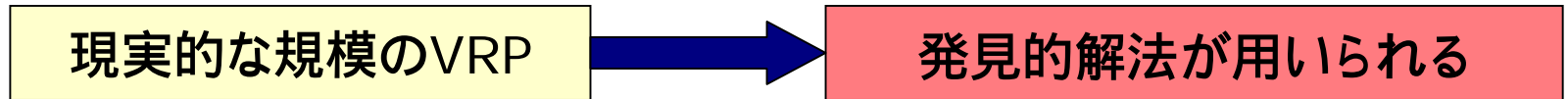
- 文部科学省は、学校教育において教師と家庭との連携を重要視し、教師が担当クラスの児童の家を訪問するよう指示している。
- 家庭訪問は親子関係、家庭の雰囲気、子供の校外における生活などを知る、重要な行事である。
- 教師は各家庭の親御さんの都合も考慮するために、訪問受け入れ可能な日にちというものを提出してもらい家庭訪問のスケジュールを作成する。

VRP(配送計画問題)・・・複数の車両がデポを出発し、各地点をどう
いう順序で周れば一番良いかを求める問題。



家庭訪問日程計画問題もVRPの一種とみなすことができる。

1.2 研究背景(1)



本研究においては

家庭訪問日程計画問題

問題の規模は小さい。
1日に訪問する家庭数も少ない。

厳密に解ける可能性有。

1.2 研究背景(2)

全ルートを生成することにより厳密解は求まる。



「1クラスの家



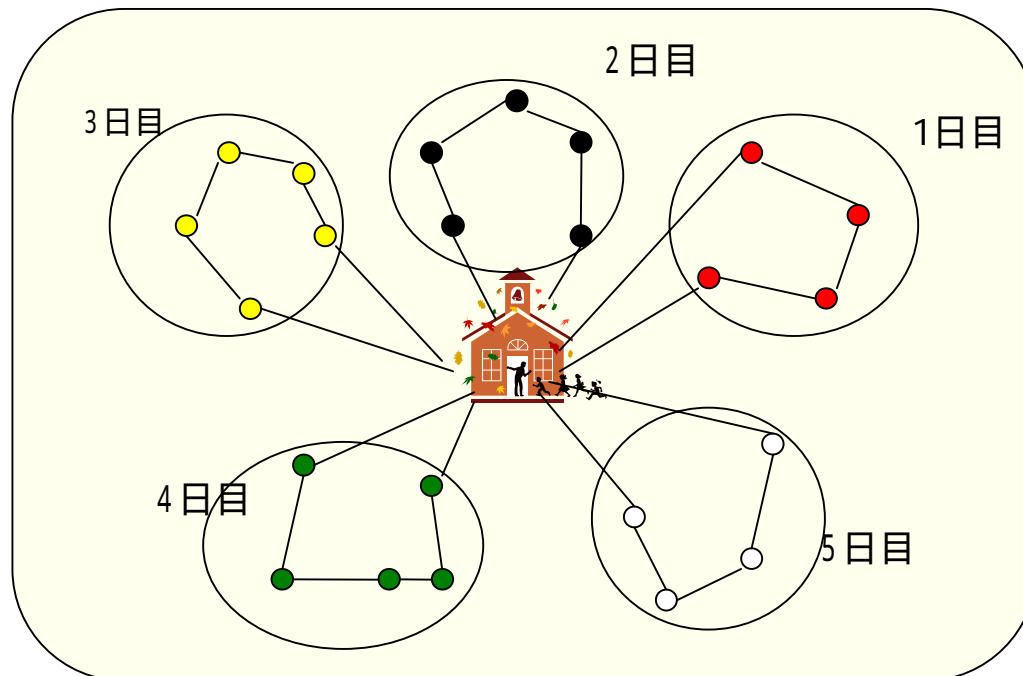
本研究では「1クラスの家

1.3 本研究の目的

- 家庭訪問日程計画問題を0-1整数計画問題として表現し,それを汎用ソルバー(GLPK)に入力して厳密解を求める.
- また,どの程度の問題例までなら厳密に解けるかを明らかにする.

2.1 家庭訪問日程計画問題

- 教師は担任クラスの生徒全員に対し、家庭訪問を行う。
- 教師は各家庭に対し訪問可能な日にちを調査し、それを基に訪問スケジュールを作成する。



2.2 前提条件

- 教師は学校から出発し最後に学校に帰ってくる。
- 教師が移動するときの速度は一定とする。
- 移動時間と滞在時間の合計は制限時間を越えてはならない。
- 各家庭における滞在時間は分かっているものとする。
- 各家庭の訪問可能日は分かっているものとする。
- 一定の期間を対象とする。

2.3 問題の構成要素

N : 家庭の集合 $N = \{0, 1, \dots, n\}$

(ただし $1, \dots, n$ は家庭を表し, 0 は学校を表す)

K : 家庭訪問期間の各日の集合 $K = \{1, \dots, m\}$

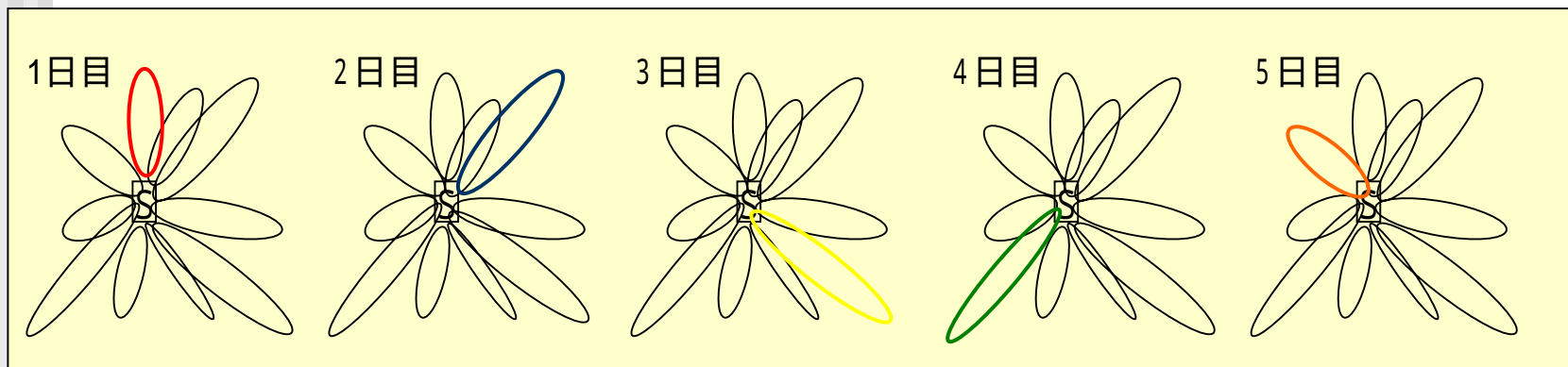
d_{ij} : 家庭 i, j 間の移動時間

s : 各家庭の滞在時間

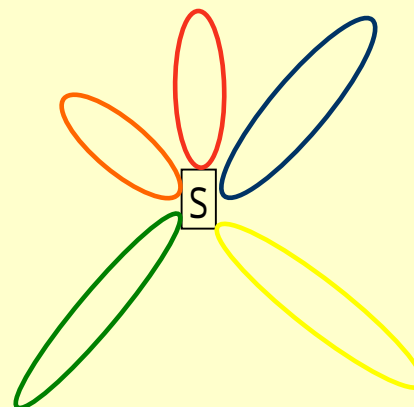
T : 1 日の制限時間

3.1 巡回路カバー問題

生徒の家の集合に対する巡回路のカバー問題として考える.



ルートを組み合わせて,
訪問スケジュールを作成



3.2 記号の定義

$r_i^{(k)}$: k 日目において考慮対象となる i 番目のルート

$c_i^{(k)}$: $r_i^{(k)}$ における総コスト（移動時間と滞在時間の和）

$p^{(k)}$: k 日目に実行可能なルートの総数

$$a_{ij}^{(k)} = \begin{cases} 1: r_i^{(k)} \text{が家庭} j \text{を通過している場合} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

決定変数

$$x_{ik} = \begin{cases} 1: r_i^{(k)} \text{を採用する場合} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

3.3 定式化

$$\min \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{p^{(k)}} c_i^{(k)} x_{ik} \quad (1)$$

$$\text{sub.to} \quad \sum_{k=1}^m a_{ij}^{(k)} x_{ik} = 1 \quad (i=1,2,\dots,p^{(k)} \quad j=1,\dots,n) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{p^{(k)}} x_{ik} \leq 1 \quad (k=1,2,\dots,m) \quad (3)$$

$$x_{ik} \in \{0,1\} \quad (i=1,2,\dots,p^{(k)} \quad k=1,2,\dots,m) \quad (4)$$

4.1 解法の手順

学校と各家庭の位置座標, 各家庭の訪問可能日を入力する.

全ての $r_i^{(k)}$, $c_i^{(k)}$, $a_{ij}^{(k)}$ を生成する.

3.3節で定式化した式をモデルファイルに, で得られた $c_i^{(k)}$, $a_{ij}^{(k)}$ をデータファイルに記述しそれらをGLPKに入力し, 総コストが最小となるルートの組合せを求める.

の出力結果を入力し訪問ルートと移動時間, 滞在時間, 総コストを出力する.

4.2 ルートの生成方法

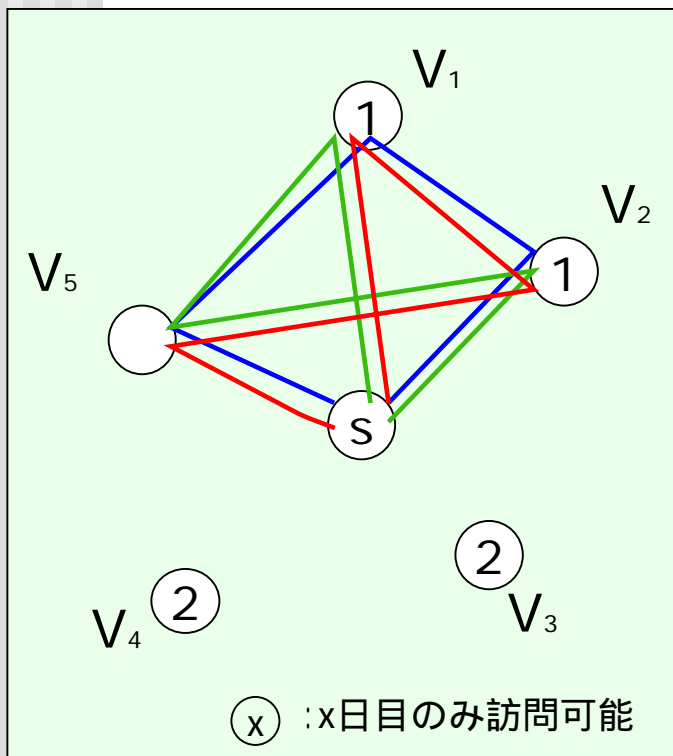
$G^{(k)}$: k 日目において訪問可能な家庭の集合

$g_i^{(k)}$: $2^{G^{(k)}}$ の要素

$r_i^{(k)}$: $g_i^{(k)}$ を訪問する最短のルート

case1 ($|g_i^{(k)}| = 2$ の場合): ルートは唯一つなので, そのルートを $r_i^{(k)}$ とする.

case2 ($|g_i^{(k)}| > 2$ の場合): 訪問ルートは複数存在するので最短となるルートを $r_i^{(k)}$ とする.



$$G^{(1)} = \{V_1, V_2, V_5\}$$

$$2^{G^{(1)}} = \{ \{V_1\}, \{V_2\}, \{V_5\}, \{V_1, V_2\}, \{V_1, V_5\},$$

$$\begin{array}{ccccc} \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow \\ g_1^{(1)} & g_2^{(1)} & g_3^{(1)} & g_4^{(1)} & g_5^{(1)} \end{array}$$

$$\{ \{V_2, V_5\}, \{V_1, V_2, V_5\} \}$$

$$\begin{array}{cc} \Downarrow & \Downarrow \\ g_6^{(1)} & g_7^{(1)} \end{array}$$

case 2の例

$g_7^{(1)}$ に関しては3つのルートが存在するが, 最短となる, $S \rightarrow V_2 \rightarrow V_1 \rightarrow V_5 \rightarrow S$

を $r_7^{(1)}$ とする.

5.1 実験概要

- 神奈川県海老名市立上星小学校のあるクラスを対象として実験を行う。
- 1クラスの人数は30人とする。
- 各家庭における滞在時間は全て等しく10分とする。
- 期間は5日間とする。
- 1日の制限時間は135分とする。
- ルート生成のプログラムはBorland社のDelphi6で作成した。
- 求解にはGLPKを使用した。

5.2 実験結果(1)

5. 実験

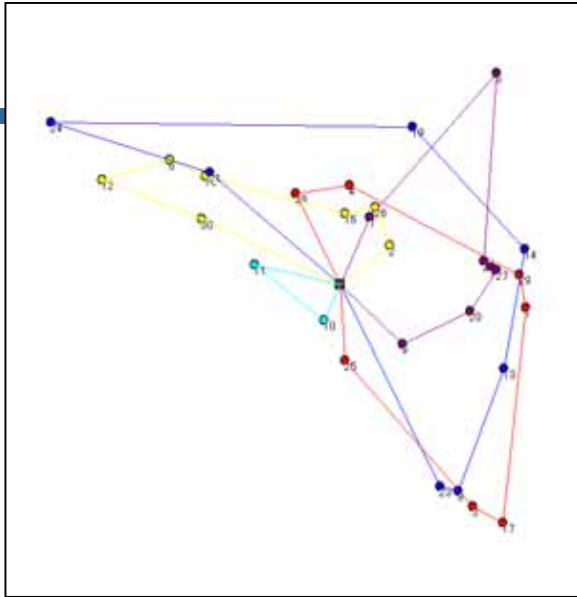


図5.1 訪問可能と提出してくる家庭の件数を1日当たり14件とした時の実行結果

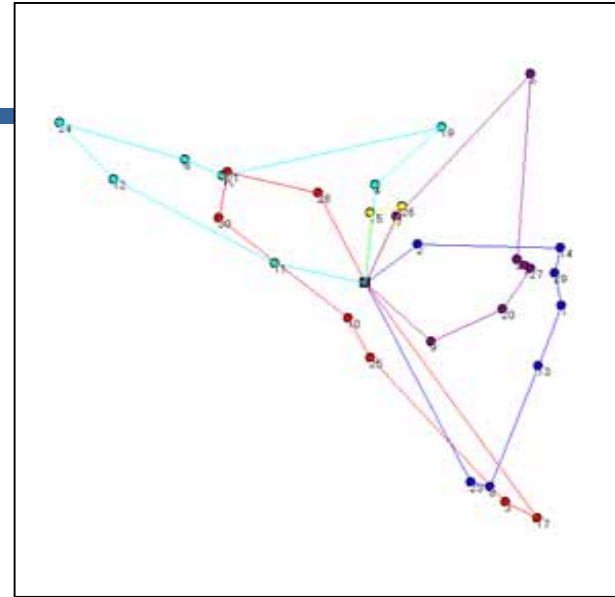


図5.2 訪問可能と提出してくる家庭の件数を1日当たり15件とした時の実行結果

表5.1 訪問可能と提出してくる家庭の件数を1日当たり14件とした時の実行結果（訪問ルート，コスト）

日程	訪問ルート	移動時間	滞在時間	総コスト
1日目	0 2 26 15 16 6 12 30 0	30分	70分	100分
2日目	0 21 24 19 14 13 8 23 0	64分	70分	134分
3日目	0 7 5 22 18 27 20 9 0	31分	70分	101分
4日目	0 10 11 0	10分	20分	30分
5日目	0 25 3 17 1 29 4 28 0	44分	70分	114分

表5.2 訪問可能と提出してくる家庭の件数を1日当たり15件とした時の実行結果（訪問ルート，コスト）

日程	訪問ルート	移動時間	滞在時間	総コスト
1日目	0 15 26 0	9分	20分	29分
2日目	0 2 14 29 1 13 8 23 0	33分	70分	103分
3日目	0 7 5 22 18 27 20 9 0	31分	70分	101分
4日目	0 4 19 16 6 24 12 11 0	43分	70分	113分
5日目	0 17 3 25 10 30 21 28 0	45分	70分	115分

5.2 実験結果(2)

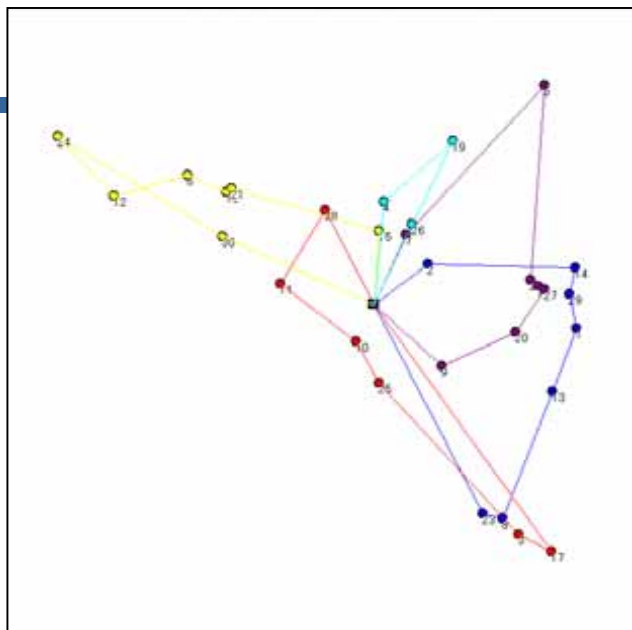


図5.3 訪問可能と提出してくる家庭の件数を1日当たり16件とした時の実行結果

表5.3 訪問可能と提出してくる家庭の件数を1日当たり16件とした時の実行結果（訪問ルート，コスト）

日程	訪問ルート	移動時間	滞在時間	総コスト
1日目	0 15 21 16 6 12 24 30 0	34分	70分	104分
2日目	0 2 14 29 1 13 8 23 0	33分	70分	103分
3日目	0 7 5 22 18 27 20 9 0	31分	70分	101分
4日目	0 4 19 26 0	17分	30分	47分
5日目	0 17 3 25 10 11 28 0	40分	60分	100分

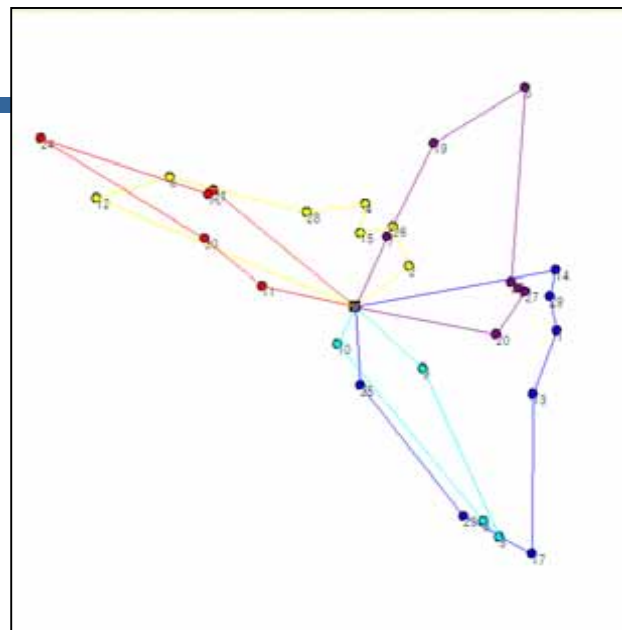


図5.4 訪問可能と提出してくる家庭の件数を1日当たり17件とした時の実行結果

表5.4 訪問可能と提出してくる家庭の件数を1日当たり17件とした時の実行結果（訪問ルート，コスト）

日程	訪問ルート	移動時間	滞在時間	総コスト
1日目	0 2 26 15 4 28 6 12 0	30分	70分	100分
2日目	0 14 29 1 13 17 23 25 0	38分	70分	108分
3日目	0 7 19 5 22 18 27 20 0	31分	70分	101分
4日目	0 9 3 8 10 0	26分	40分	66分
5日目	0 11 30 24 16 21 0	31分	50分	81分

5.3 考察(1)

訪問可能であると提出してくる家庭の件数は18件以上にするとGLPKの求解途中で、メモリ不足により停止した。

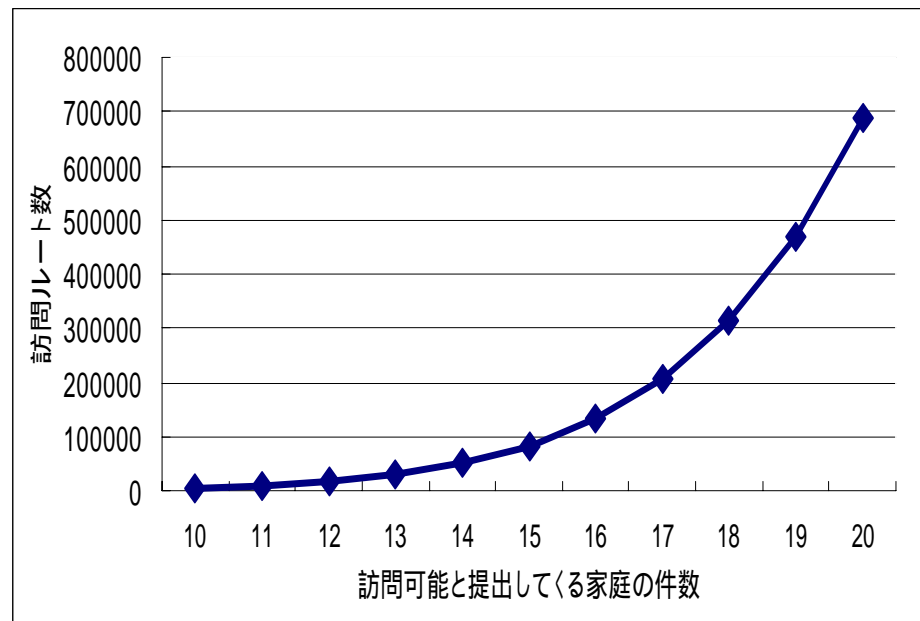


図5.5 訪問ルート数と訪問可能と提出してくる家庭の件数

5.3 考察(2)

訪問可能であると提出してくる家庭の件数が増えると、
総コストの和は減少する傾向にある。

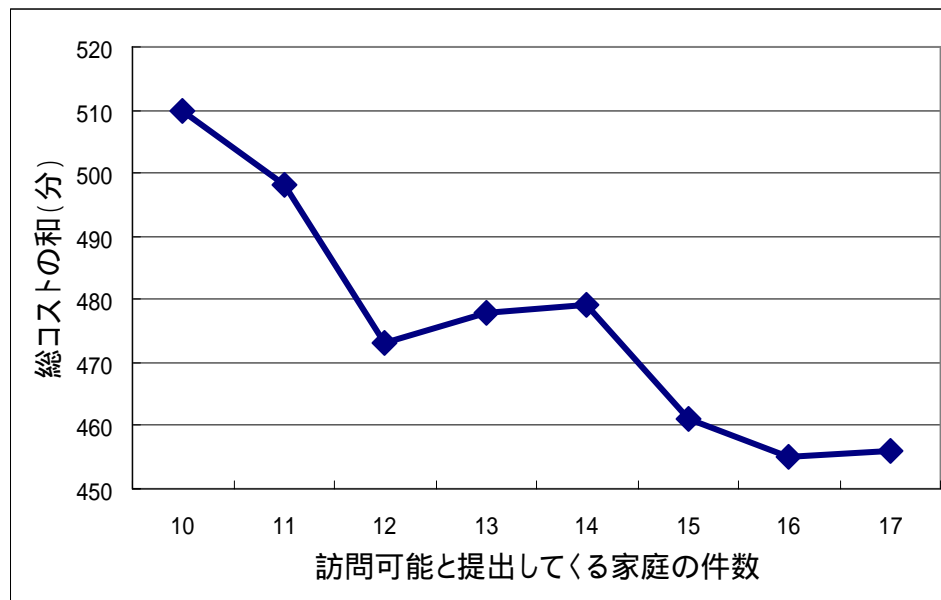


図5.6 総コストと訪問可能と提出してくる家庭の件数

5.3 考察(3)

5. 実験

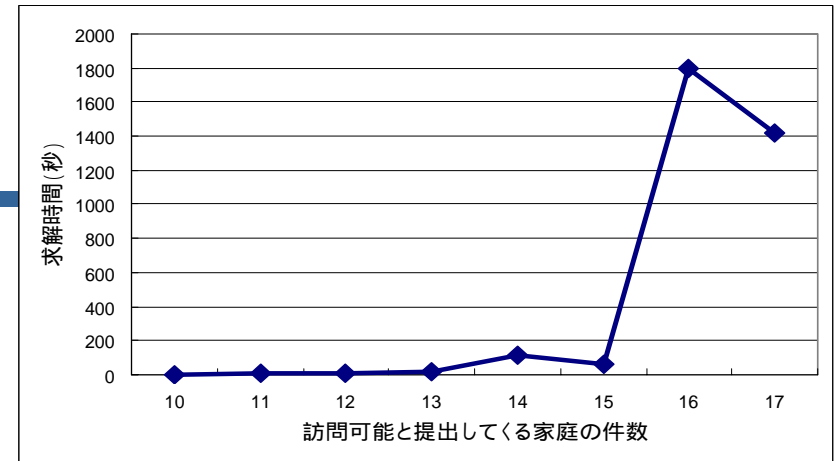
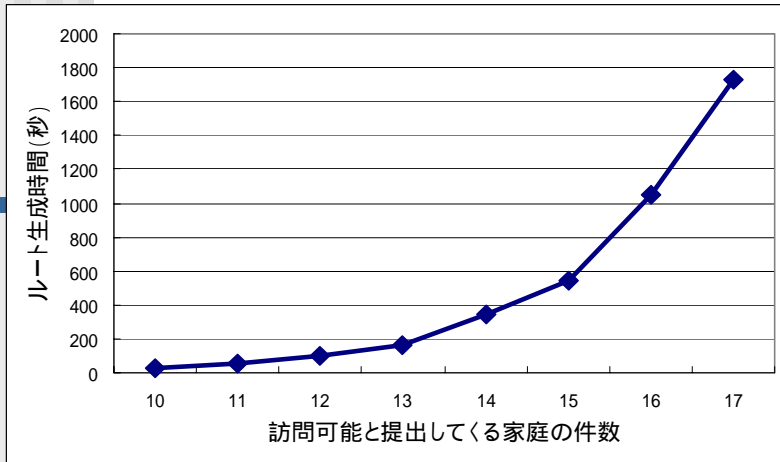


図5.7 ルート生成時間と訪問可能と提出してくる家庭の件数

図5.8 求解時間と訪問可能と提出してくる家庭の件数

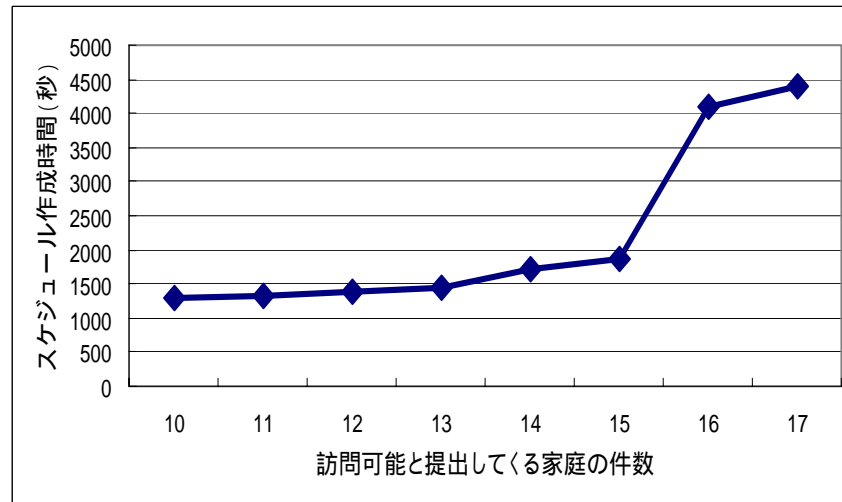


図5.9 スケジュール作成時間と訪問可能と提出してくる家庭の件数

スケジュール作成時間は約20～70分.

6.まとめ

家庭訪問日程計画問題を0-1整数計画問題として表現し、それを汎用ソルバー (GLPK) に入力して厳密解を求めた。



- ・30人のクラスで、訪問可能であると提出してくる家庭の件数を1日当たり17件とした時まで解けた。
- ・手作業でのスケジュール作成より約20～70分節約することができた。

求解可能な問題の規模の拡大を今後の課題とする。

7. 参考文献

- [1] 「家庭訪問」,
<http://100.yahoo.co.jp/detail/%E5%AE%B6%E5%BA%AD%E8%A8%AA%E5%95%8/>,
最終閲覧日(2010/01/14)
- [2] 柳浦 睦憲, 茨木 俊秀: 「組合せ最適化 - メタ戦略を中心として - 」,
朝倉書店, 2001
- [3] 「GNU Linear Programming Kit」,
<http://www.ibm.com/developerworks/jp/linux/library/l-glpk1/index.html>,
最終閲覧日(2010/01/14)
- [4] 掌田 津耶乃: 「Delphiパーソナルプログラミング」, 毎日コミュニケーションズ,
2002

ご清聴ありがとうございました。