

# 時間枠制約付ホームヘルパーの 割り当てに関する研究

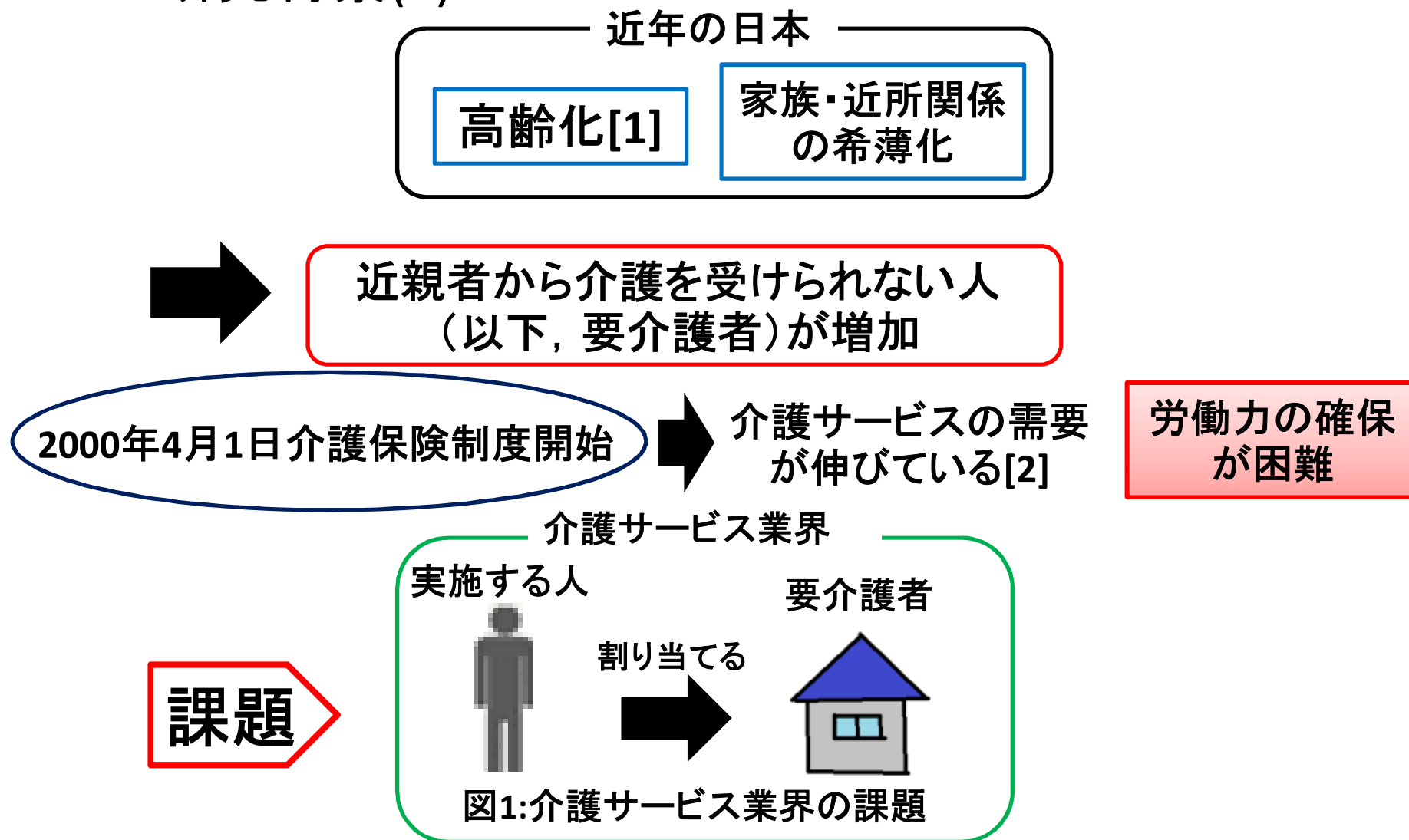
東京理科大学 工学部 経営工学科  
沼田研究室 4407014 大久保俊哉

# 目次

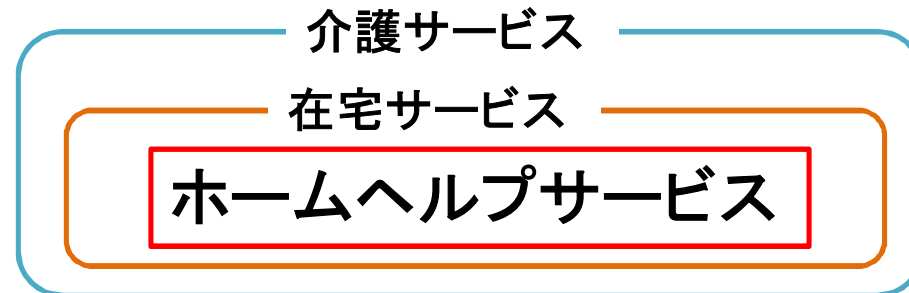
1. はじめに
2. 本研究で取り扱う問題
3. 定式化
4. 数値実験
5. まとめ

# 1. はじめに

## 1.1 研究背景(1)



# 1.1研究背景(2)



ホームヘルプサービス・・・地域単位で行われ、自宅で介護が受けられるサービス

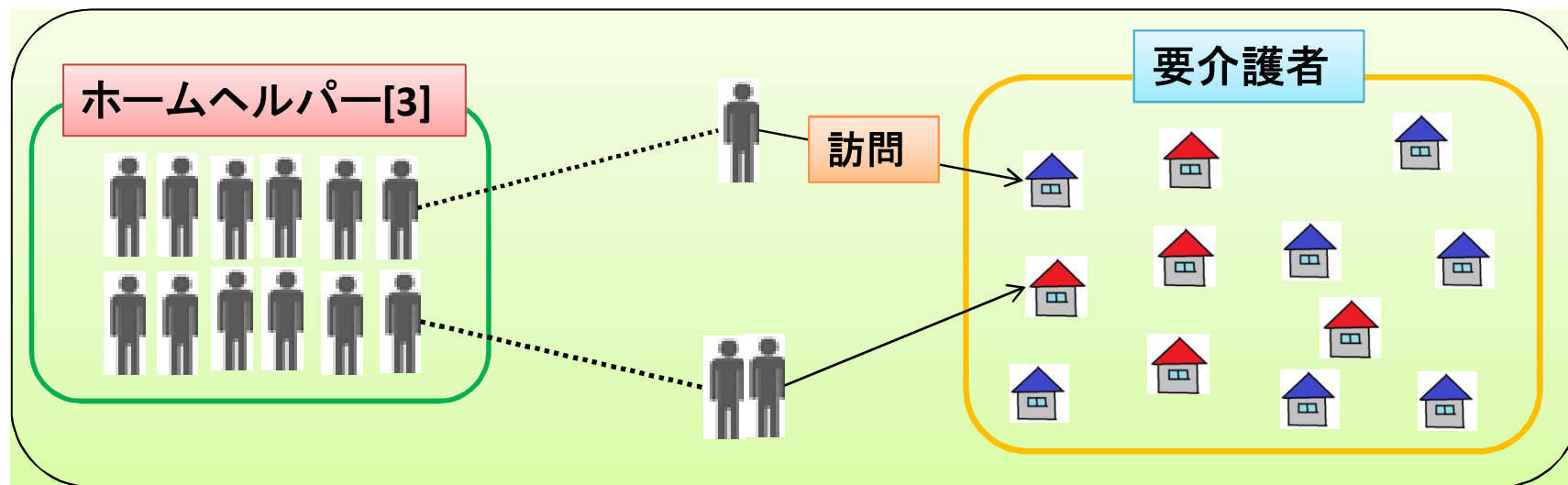


図2:ホームヘルプサービス

以下、要介護者が要求する介護を仕事と呼ぶ

# 1.1 研究背景(3)

1.はじめに

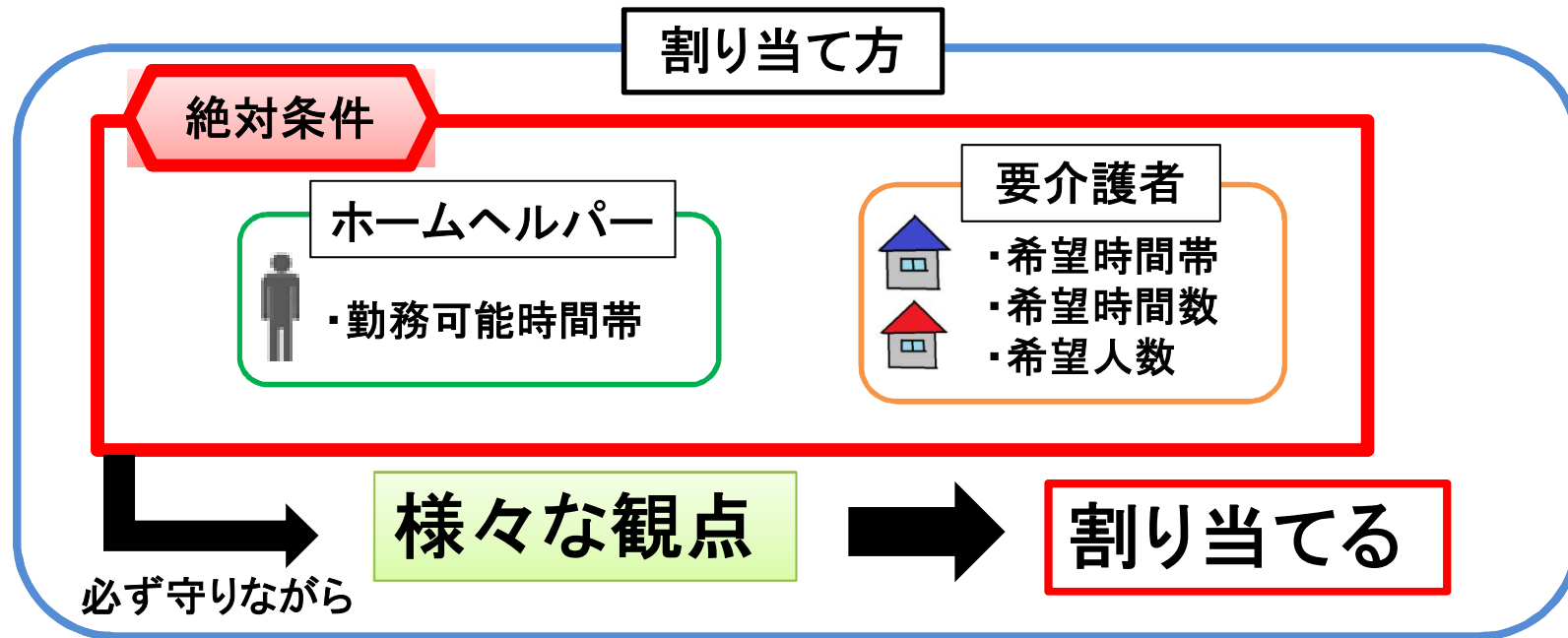


図3:絶対条件を考慮した割り当て方

## 先行研究[4]

- ・ホームヘルパー間の負荷の平準化
- ・コストの最小化

ホームヘルパー側の観点で割り当てを考えている

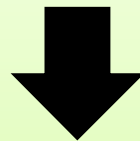
# 1.1 研究背景(4)

## 本研究

ホームヘルパー, 要介護者の両者の観点で考える

ホームヘルパー

「仕事割り当て」に対する公平性



各ホームヘルパー希望勤務時間数分の仕事を割り当てる

要介護者

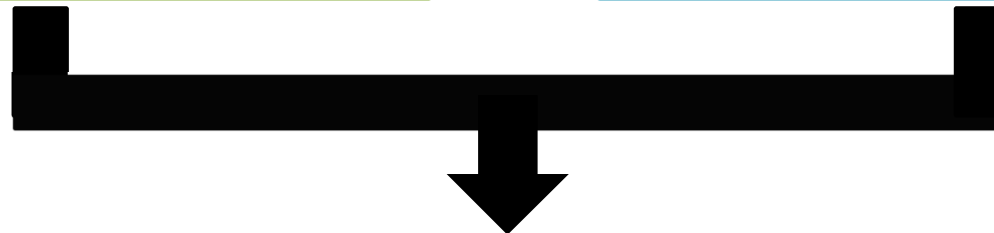
毎回違うホームヘルパーに介護



心理的不安



毎回同じホームヘルパーを割り当てる



両者の満足度の高くなるような割り当てを考える

## 1.2 研究目的

ホームヘルパー，要介護者の両者の満足度が高くなるような割り当てモデルを提案し，得られる解の評価を行う

## 2.本研究で取り扱う問題

### 2.1 問題設定

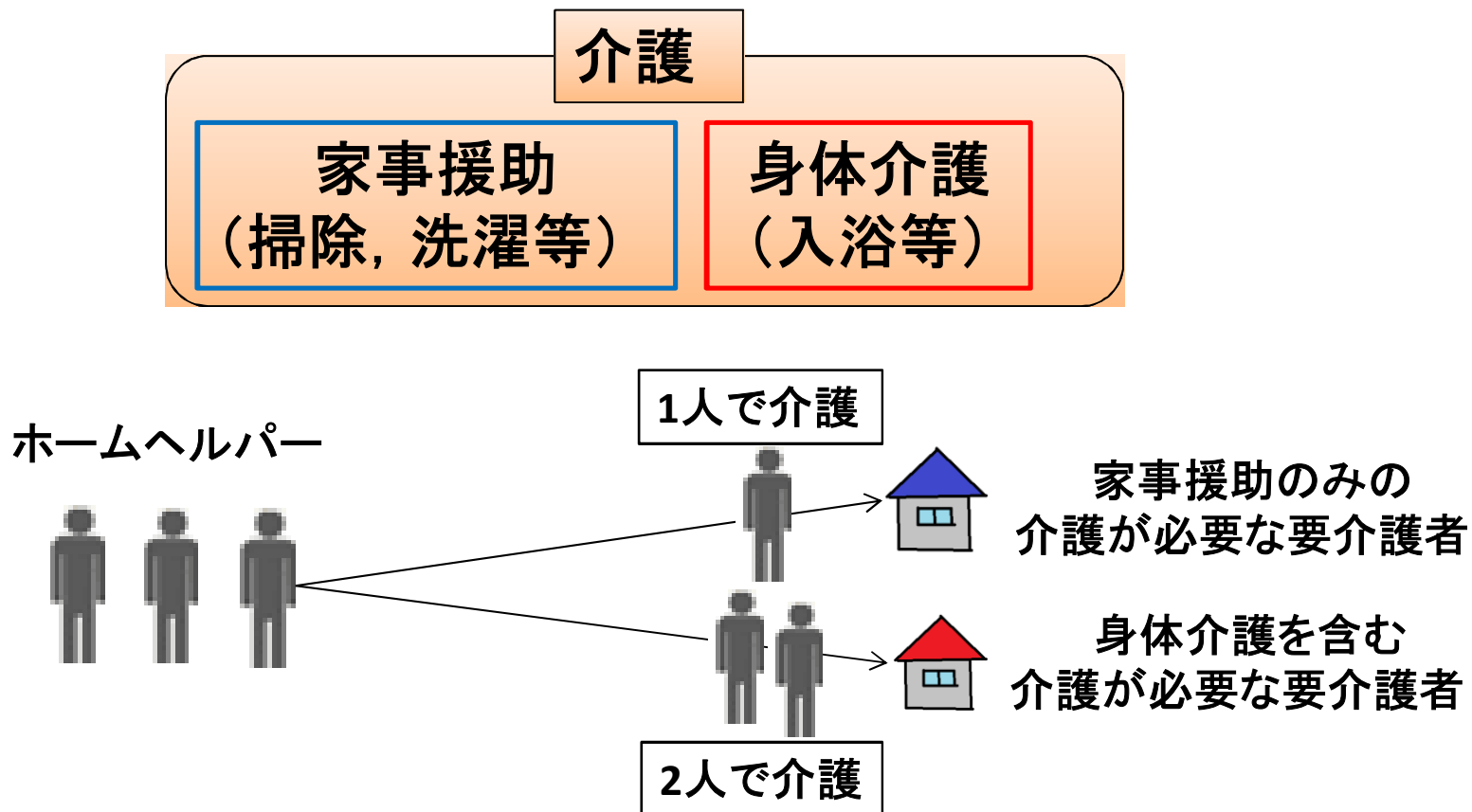


図4:介護の内容による訪問人数の違い



## 2.本研究で取り扱う問題

### 2.2 割り当て方

・ホームヘルパーの勤務可能時間帯が仕事の希望時間帯を含むときに割り当て可能である

勤務可能時間帯  $\supseteq$  希望時間帯

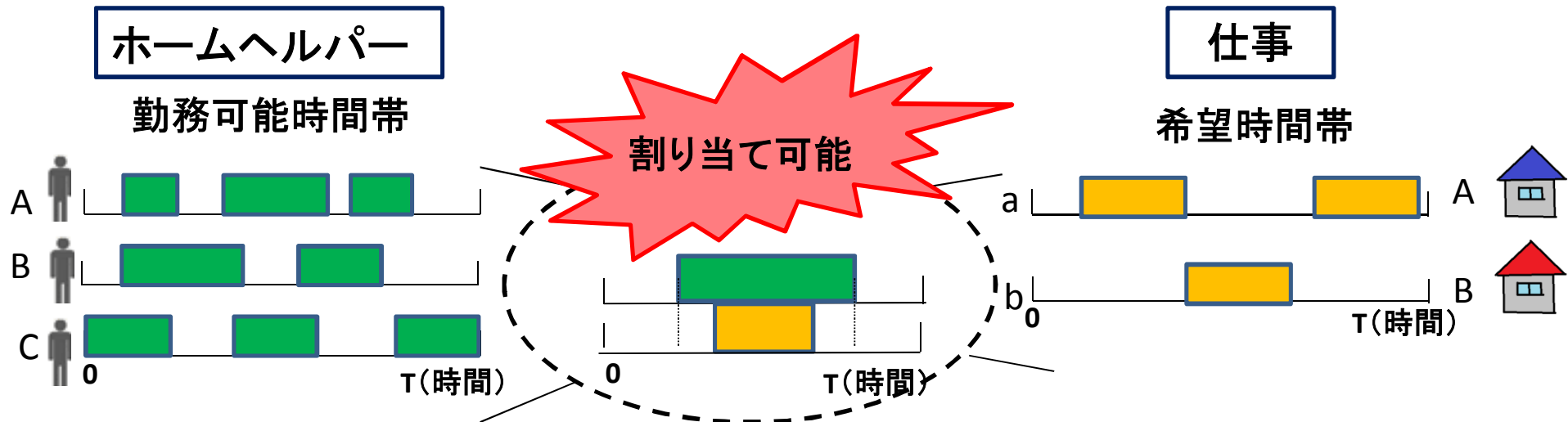
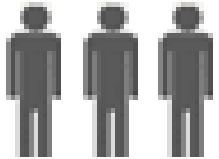


図5:割り当て可能な条件

### 2.3 満足度の設定

ホームヘルパー



$$\text{各ホームヘルパーの満足度} = \frac{\text{勤務時間の合計}}{\text{希望勤務時間}}$$

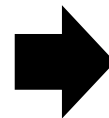
要介護者



介護を受ける相異なるホームヘルパーの人数

割り当てを考える際

同時に両者の満足度を大きくする割り当て



難しい

一方に制約を設けて、一方を最適化する

### 3. 定式化

#### 3.1 記号の定義(定数①)

$N = \{1, \dots, 2, \dots, k, \dots, n\}$ :	要介護者の集合
$j_{ks} \in J, S = \{1, \dots, s, \dots, S_k\}$ :	要介護者 $k$ の $s$ 番目の仕事
$J = \{1, 2, \dots, j_{ks}, \dots, D\}$ :	仕事の集合
$b_{ks}$ :	仕事 $j_{ks}$ の開始時間
$e_{ks}$ :	仕事 $j_{ks}$ の終了時間
$d_{ks}$ :	仕事 $j_{ks}$ の所要時間
$q_{ks} \in \{1, 2\}$ :	仕事 $j_{ks}$ のホームヘルパーの必要人数
$t_{k s k' s'}$ :	仕事 $j_{ks} j_{k' s'}$ 間での移動時間

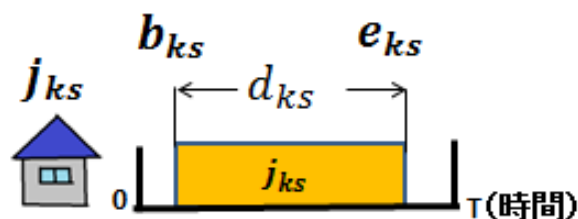


図6: 記号の定義①

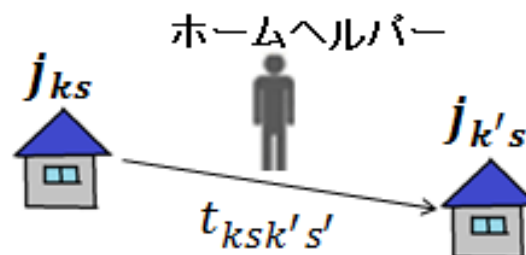


図7: 記号の定義②

### 3. 定式化

#### 3.1 記号の定義(定数②)

- $H = \{1, \dots, i, \dots, p\}$ : ホームヘルパーの集合  
 $[l_i, u_i], h = \{1, 2, \dots, h_i\}$ : ホームヘルパー*i*の勤務可能時間帯  
 $L_i$ : ホームヘルパー*i*の希望勤務時間数  
 $\alpha$ : ホームヘルパー*i*の満足度の下限(パラメータ)

$$a_{i k s} = \begin{cases} 1: \text{ホームヘルパー}i\text{が仕事}j_{k s}\text{を出来る} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

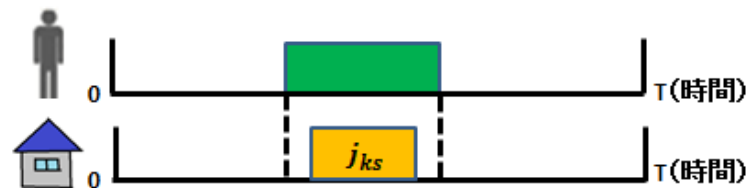


図8:記号の定義③

$$w_{k s k' s'} = \begin{cases} 1: \text{同一のホームヘルパーが仕事}j_{k s}\text{と仕事}j_{k' s'}\text{が出来る} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

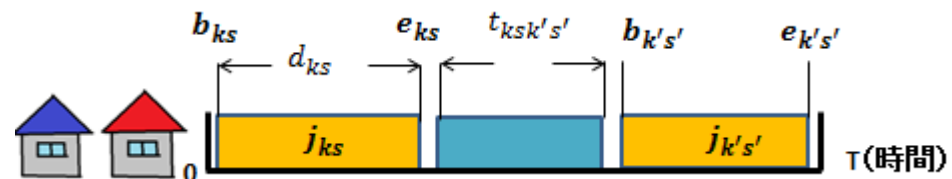


図9:記号の定義④

#### 3.1 記号の定義(変数)

##### 決定変数

$$x_{i k s} = \begin{cases} 1: \text{ホームヘルパー}i\text{が仕事}j_{ks}\text{をする} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

$$y_{i k} = \begin{cases} 1: \text{ホームヘルパー}i\text{が1回以上要介護者}k\text{の介護をする} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

### 3. 定式化

## 3.2 定式化(1)

$$\text{Min } \sum_i \sum_k y_{i k} \quad (\forall k \in N, \forall s \in S) \quad (1)$$

$$\text{s.t } \alpha \leq \sum_k \sum_s \frac{x_{i k s} d_{k s}}{L_i} \quad (\forall k \in N, \forall s \in S) \quad (2)$$

$$x_{i k s} \leq a_{i k s} \quad (\forall i \in H, \forall k \in N, \forall s \in S) \quad (3)$$

$$x_{i k s} + x_{i k' s'} \leq w_{k s k' s'} + 1 \quad (\forall i \in H, \forall k, \forall k' \in N, \forall k \neq k', \forall s \in S) \quad (4)$$

$$\sum_s x_{i k s} \leq G y_{i k} \quad (\forall i \in H, \forall k \in N, G \text{は大きな正数}) \quad (5)$$

$$\sum_i x_{i k s} = q_{k s} \quad (\forall k \in N, \forall s \in S) \quad (6)$$

$$x_{i k s} \in \{0, 1\} \quad (\forall i \in H, \forall k \in N, \forall s \in S) \quad (7)$$

$$y_{i k} \in \{0, 1\} \quad (\forall i \in H, \forall k \in N) \quad (8)$$

3.2 定式化(2)

各要介護者の介護を行う相異なるホームヘルパーの数の総和を最小化

Minimize  $\sum_i \sum_k y_{i k}$  ... (1)

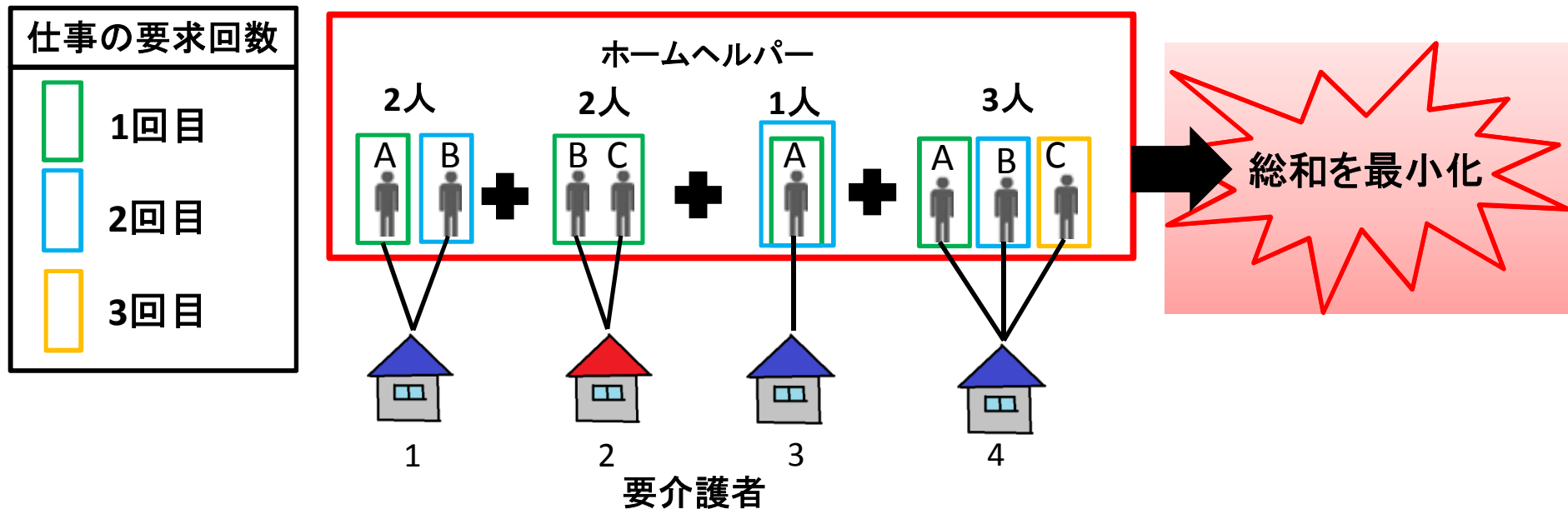


図10:定式化①

### 3. 定式化

#### 3.2 定式化(3)

各ホームヘルパーの満足度を下限値 $\alpha$ 以上を満たしながら仕事を割り当てる

$$\alpha \leq \sum_k \sum_s \frac{x_{i ks} d_{ks}}{L_i} \quad (\forall i \in H) \quad \dots (2)$$

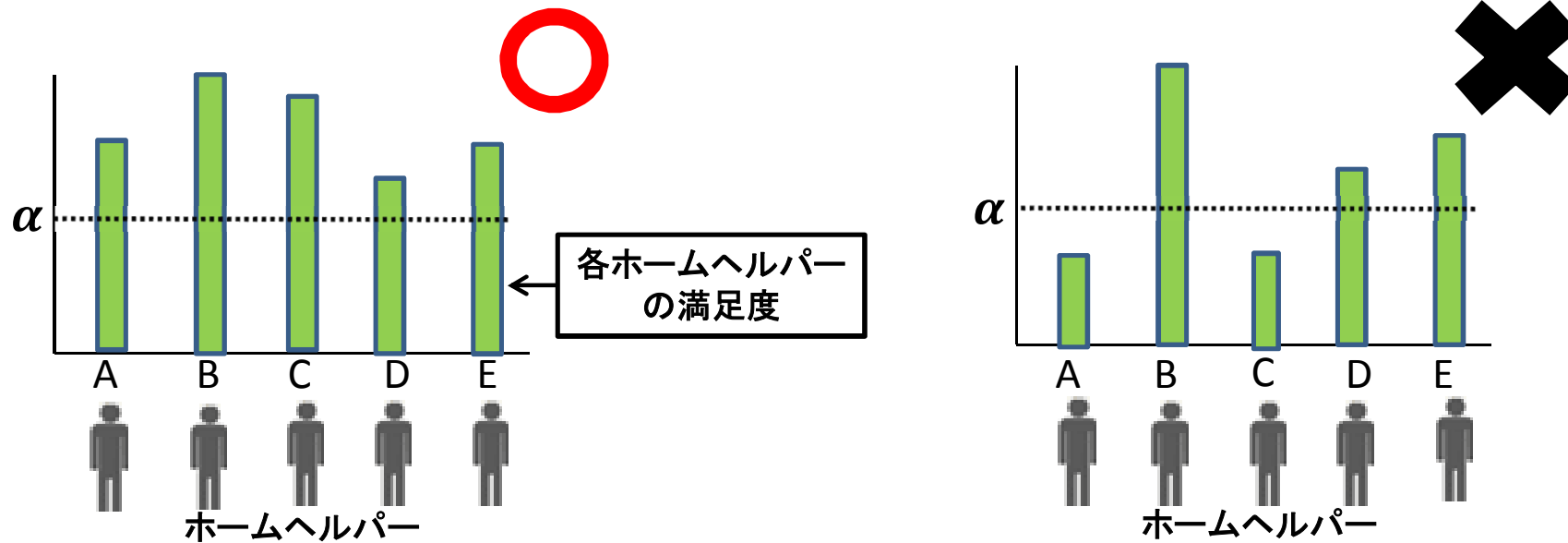


図11:定式化②



3.2 定式化(4)

割り当て可能なホームヘルパーのみ仕事をする

$$x_{i k s} \leq a_{i k s} \quad (\forall i \in H, \forall k \in N, \forall s \in S) \quad \dots (3)$$

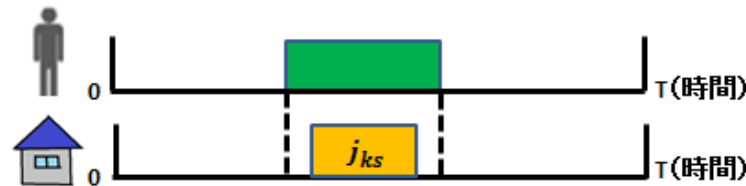


図8:記号の定義③(再掲)

移動時間制約

$$x_{i k s} + x_{i k' s'} \leq w_{k s k' s'} + 1 \quad (\forall i \in H, \forall k, \forall k' \in N, \forall k \neq k', \forall s \in S) \dots (4)$$

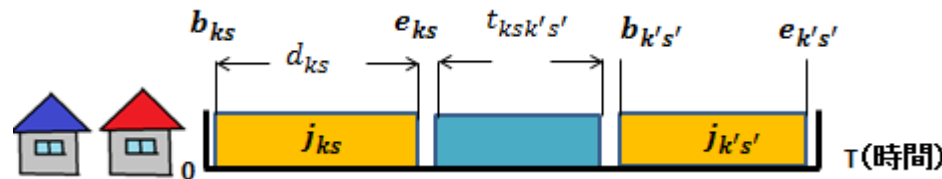


図9:記号の定義④(再掲)

### 3. 定式化

#### 3.2 定式化(5)

1人の要介護者が要求している仕事に同一のホームヘルパーが複数回割り当てられても1人と数える

$$\sum_s x_{i k s} \leq G y_{i k} \quad (\forall i \in H, \forall k \in N, G \text{は大きな正数}) \quad (5)$$

仕事に必要な人数割り当てる

$$\sum_i x_{i k s} = q_{k s} \quad (\forall k \in N, \forall s \in S) \quad (6)$$

## 4 数値実験

### 4.1 概要

実験目的: モデルの有用性を確認する

表1 実験データ

要素 \ 実験番号	1	2	3	4	5	6
ホームヘルパー(人)	15	15	20	20	25	25
要介護者(人)	10	15	15	20	20	25
仕事(件)	35	35	49	49	70	70
1人仕事(件)	21	21	28	28	42	42
2人仕事(件)	14	14	21	21	28	28

$\alpha = 0.1, 0.15 \dots 0.75$

$G = 100$

期間:一週間

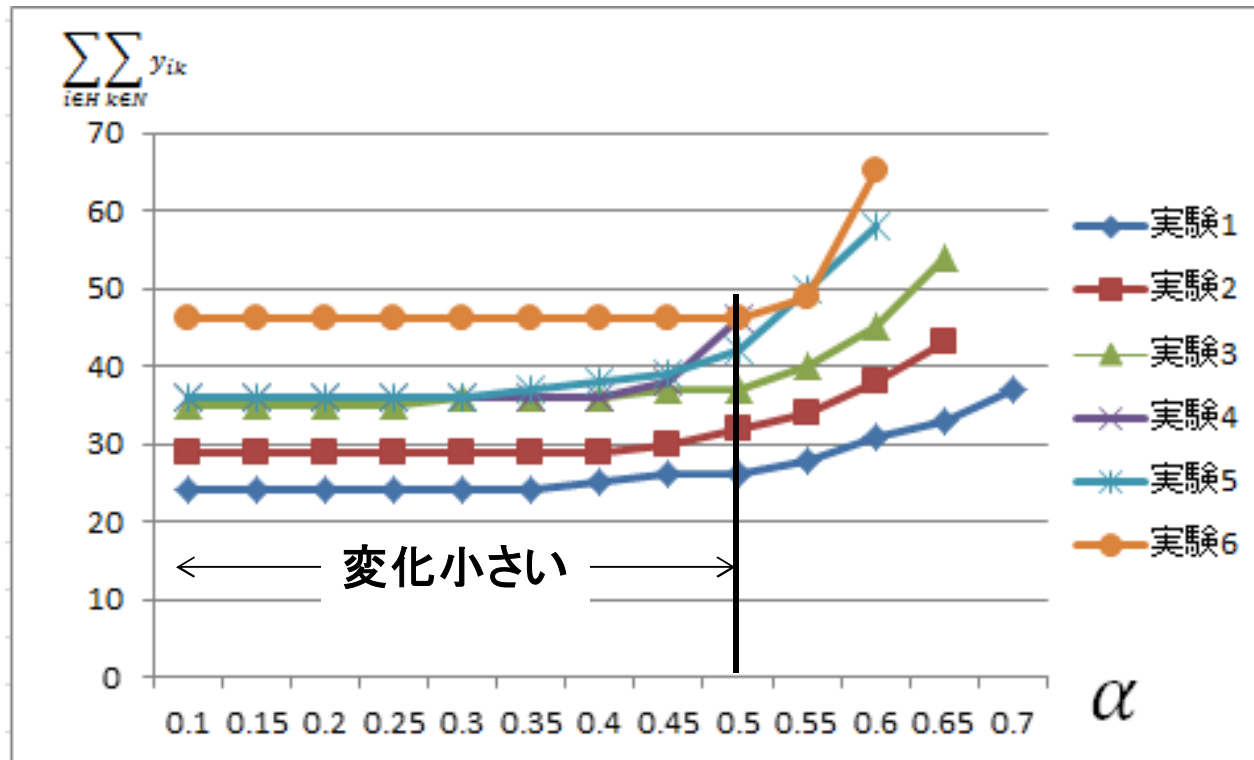
$\alpha \leq$ 満足度



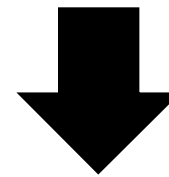
汎用ソルバーGurobi[5]で最適解を求める

## 4.数値実験

### 4.2 結果・考察①



ホームヘルパーの満足度を大きくする

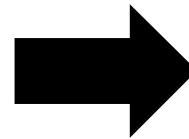


要介護者の満足度が低くなる

トレードオフの関係

図13:目的関数と $\alpha$ の関係

ほとんどの実験において、ある一定値の $\alpha$ 以下であれば目的関数の変化が小さい



両者の満足度が高い割り当て

$\alpha$ の限界値

## 4.数値実験

### 4.2 結果・考察②

平均担当ホームヘルパー数 (HTH)

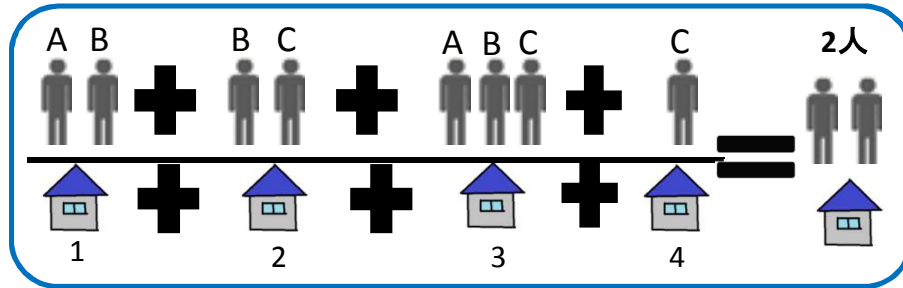


図14:HTH計算例

実験5を除いて変化が小さい(図16)

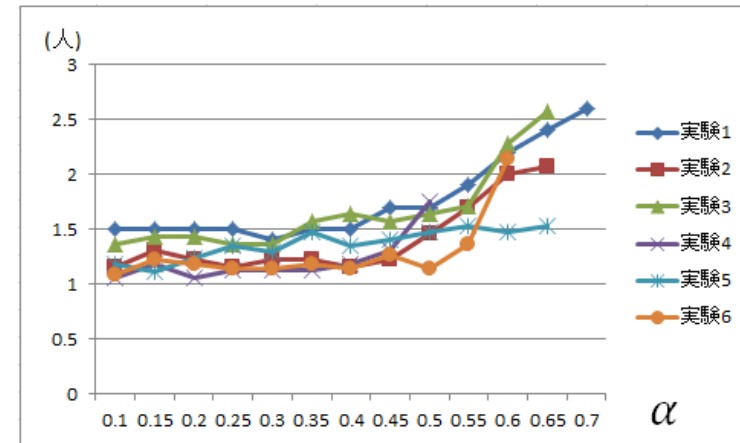
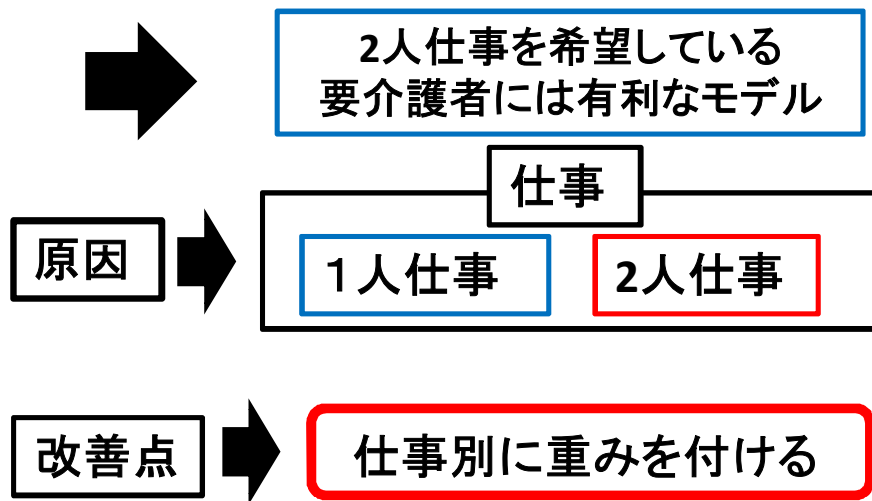


図15:1人仕事のHTHと $\alpha$ の関係

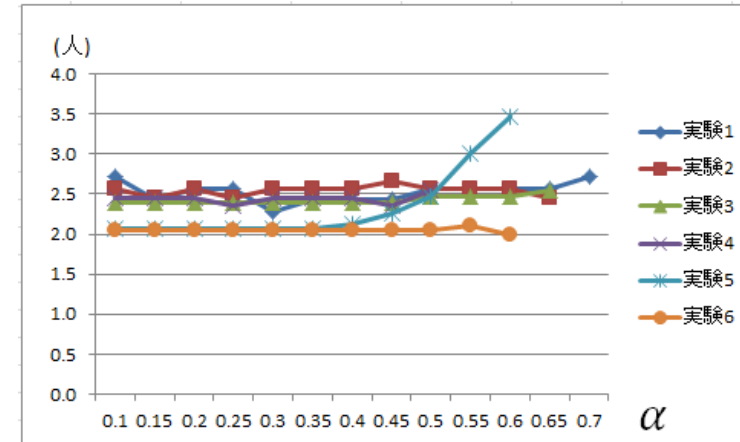


図16:2人仕事のHTHと $\alpha$ の関係

## 5.まとめ

- ・本研究では、ホームヘルパーと要介護者の両者の満足度が高くなるような割り当てモデルを提案し、最適解を求めた
- ・提案したモデルは2人仕事を希望している要介護者には有利となるが、ホームヘルパーを要介護者に割り当てる際に有効である

### 今後の課題

- ・割り当てを考える期間を長くする
- ・1人仕事と2人仕事に重みを付ける
- ・要介護者の需要をカバーできない状況を考える

## 参考文献

- [1] 高齢化の推移と見通し,  
<http://homepage2.nifty.com/tanimurasakaei/koureikan.html>(2011.12.20).
- [2] 厚生労働省, 日本の居宅サービス利用者数,  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/09/dl>(2011.12.5).
- [3] ホームヘルパー解説NAVI, <http://www.power-factor.info/>(2011.12.22).
- [4] 池上 敦子, 宇野 綾希, 雨谷 賢一(2004), 在宅介護ヘルパー・スケジューリングのための基礎的研究日本オペレーションズ・リサーチ学会 春季研究発表会, pp.216-217.
- [5] gurobi, <http://www.gurobi.com/>(2011.12.15).

# 抄録訂正

P118 3.1 記号の定義

$a_{i ks}$ : ホームヘルパー*i*が仕事 $j_{ks}$ を出来る(1)か否(0)かを表す

$w_{k s k' s'}$ : ホームヘルパー*i*が仕事 $j_{ks}$ と仕事 $j_{k' s'}$ を出来る(1)か否(0)かを表す

→追記

P118 21行目

$$\sum_{j_{ks} \in J} \frac{x_{i ks} d_{ks}}{L_i} (\forall k \in N, \forall s \in S) \rightarrow \sum_k \sum_s \frac{x_{i ks} d_{ks}}{L_i} (\forall i \in H)$$

P119 36行目, P120 3行目

実験4→実験5



ご清聴ありがとうございました！！