

Title	居宅介護支援事業におけるヘルパースケジューリング問題
Author(s)	新城, 明
Citation	
Issue Date	2000-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/1321">http://hdl.handle.net/10119/1321</a>
Rights	
Description	Vlach.Milan, 情報科学研究科, 修士

# 修士論文

## 居宅介護支援事業におけるヘルパースケジューリング問題

指導教官 Milan Vlach 教授

北陸先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科情報システム学専攻

新城 明

2000年2月15日

# 目次

1	はじめに	1
2	ヘルパースケジューリング問題	3
2.1	スケジュール作成の現状	3
2.2	スケジュール作成の困難さ	3
2.2.1	ヘルパー数の確保	4
2.2.2	パターン化	4
2.2.3	スケジュール変更	5
2.2.4	スケジュール作成支援システムの必要性	5
2.3	ヘルパースケジューリング問題の目的	6
3	ヘルパースケジューリング問題のモデル化	7
3.1	ヘルパースケジューリング問題	7
3.2	定式化	8
4	アルゴリズム	10
4.1	ネットワークによる表現	10
4.1.1	Example	11
4.2	最小ヘルパー数	13
4.3	時間を変更する要求の最小化	14
5	適用例	16
5.1	実データの収集	16
5.2	アルゴリズムの適用	16
6	評価	21

7	おわりに	23
7.1	まとめ . . . . .	23
7.2	今後の課題 . . . . .	24
8	謝辞	25

# 第 1 章

## はじめに

近年，我が国では，世界的に類を見ないスピードで，社会の高齢化が進み，日常生活に介護を必要とする高齢者が急増している。また，少子化，核家族化による介護者の負担の増加，および独居高齢者の増加に伴い，高齢者，および重度の障害者が自宅で生活するための介護サービスの重要性が高くなってきている。それを受けて，西暦 2000 年 4 月より，要介護者が自治体から援助を受けられる「介護保険制度」の導入が予定されている [4]。

介護支援事業の形態の一つ，居宅サービス（居宅介護サービス）は，居宅において介護を受けるもの（居宅要介護被保険者，以下，要介護者）に対して，自治体に指定を受けたサービス業者が，ホームヘルパー（以下，ヘルパー）を派遣してサービスを行なうものである [5] [6] [7]。

その際，要介護者が十分に満足できるサービスを提供し，かつヘルパーに出来るだけ良い労働条件を確保するようなスケジュールを作成する，という問題が生じることになる。現状においては，自治体指定の介護支援センターの責任者が，一定の期間ごとに，かなりの時間的精神的負担を強いられつつ，経験に基づいてスケジュールを作成している。公的補助の導入により介護希望者が急増すると思われるが，現行のシステムは主に小規模のものであり，今後予想される状況に対応できるとは言いがたい [8] [9] [12]。

今後，より多くの患者を迎え，かつ新たに多くの介護支援センターを設けるにあたって，このスケジュール作成が問題になってくることが予想されるが，今のところ，問題に対して際だった対策は提示されていない。それどころか，どのような問題であり，どういった難しさがあるのかという点すら明確になっていない。既知の問題に近づけて解決できるとしても，まずその第一段階として，問題の正確な把握と，モデル化が必要であろう。

そこで本稿では，どの要介護者に対して，どのヘルパーを，いつ派遣するか，ということを決める仕事を「ヘルパースケジューリング」と呼び，実際に現場でスケジュール

作成を担当しているケア・マネージャの協力を得て，そのモデルを作成し提案する。

以下，第二章では，実際に現場でスケジューリングを行なっているケア・マネージャの意見を採り入れつつ，スケジュール作成の現状把握した結果，明かになった問題点を示す。

三章では，二章で把握した問題を，本質を損なわないように簡略化し，定式化を試み，それに基づいて，四章では既存のアルゴリズムを適用した。

五章では，現在実際に使われているデータを用いてスケジュールを作成した。そのスケジュールをスケジュール担当者に評価してもらい，議論を重ねた上で明かになった妥当性を六章で述べる。

## 第 2 章

# ヘルパースケジュールリング問題

### 2.1 スケジュール作成の現状

現在，手書きでスケジュール表を作成しているケア・マネージャに対し調査を行なったところ，1日に，対象とする介護のリクエストが30件程度，勤務するヘルパーが20人前後，という組織で，一週間分を作成するのに3時間以上の時間がかかっているとの回答があった。またヘルパーの急病や，要介護者の都合などにより修正を行なわなければならないため，さらに毎日1時間以上かかっているという。

また，十分な経験を持ったスタッフの確保が難しいため，ほとんどの介護支援センターにおいて，ケア・マネージャとしてスケジュールを作成する立場にあるものもヘルパーとして介護を行なっている。そのため，スケジュールの作成，および修正には，休日や勤務時間前（後）といった，プライベートな時間が当てられており，該当する立場にあるものの大きな負担になっている。

### 2.2 スケジュール作成の困難さ

現場のケア・マネージャがスケジュールの作成に苦慮している背景について，当のケア・マネージャと何度も話し合いを重ね，その理由を整理してみたところ，おおまかに言って以下のような点が挙げられることがわかった。

1. ヘルパーの人数の確保が難しい
2. 介護の要求が，様々なスパンで行なわれるため，パターン化しにくい。
3. 介護を行なう順序が決定されないと，移動時間が決定できない。

4. 予定変更を余儀なくされた場合，手続きにさらに時間がかかる。

それぞれについては，以下に詳しく説明する。

### 2.2.1 ヘルパー数の確保

スケジュールの作成が困難である理由の一つとして，ヘルパーの絶対数の不足が挙げられる。社会のニーズに応える形で増加する傾向にあるが，数の不足のみならず，十分に経験を積んだ人材の不足は深刻と言える。

同時に，公的補助を受けるものであっても，ある程度の採算性を望まなければ成り立ってゆかないのは当然のことであり，そのため，できるだけ少ない数のヘルパーで効率良く介護を行ないたいところである。実際，どの支援センターにおいても運営資金は十分とは言えず，いかにコストを削減するか，という問題に，経営者は頭を痛めている。

また，勤務は24時間のため，通常は四交替制で行なわれるが，どの時間帯に何人のヘルパーをあてれば良いのか，という問題が生じる。しかし，このようにスケジュールによって必要人数が変化することが，その問題を困難にしている。

### 2.2.2 パターン化

言うまでもなく，要介護者の状況は様々である。介護保険制度においては，七段階の要介護度（自立，要支援，要介護1から5）が規定され，それぞれの段階において，介護を受けられる時間（公的補助が受けられる時間の範囲）が定められている。

したがって，要介護者からの要求は，その状況に応じて，毎日，週に何回，平日のみ，あるいは休日のみといった異なるスパンでなされることになる。また，週ごと，あるいは月ごとに介護を受けたい日を指定してくることも少なくない。

そのため，ある日のスケジュールが他の日にも適用可能というような，スケジュールのパターン化は，ほぼ不可能である。故に，ケア・マネージャは，きわめて短い期間，一日，あるいは多くの場合は勤務シフトごとに，それぞれ独立したスケジュールを作成しなければならないことが多く，必然的に大きな負担を強いられることになる。

しかも，十分な経験のあるものがスケジュール担当にあたらざるを得ないことから，スケジュール作成の担当者の代わりがないということにもなる。



### 2.2.3 スケジュール変更

要介護社宅を訪問するというサービスの形態上、実行する順序によって移動距離が変化し、当然移動にかかる時間が変わり、要介護者の希望する時間にヘルパーが到達できるかという問題が生じる。もしどうしてもヘルパーが時間通りに到着できず、それを解決するため、さらにヘルパーを雇うことが出来ない場合、開始時間を変更して対応することになる。

しかし、現実問題として、すでに作成されたあるスケジュールに対し、不測の事態によって1人ヘルパーが減ったとき、どの程度の不都合が生じるのか、ということの判定すらおぼつかない状況である。あるいは、スケジュールの変更の仕方によっては、すべての要介護者からの要求を満たしつつ、不都合を最低限に抑えられるはずであるが、すでに完成したスケジュールの近傍に、状況の変更に適当な解があるという保証はない。

この問題の難しさを示す一つの事例として、出来上がったスケジュールに対し、一人のヘルパーが当日急病で欠勤することになったため、急きょスケジュールを変更しようとしたが、そのためにその週の残りの予定をすべて作り直さなければならなかった、ということが実際にあるという。

また、時間を変更する場合は要介護者の了承を得なければならず、そのために要する時間を考えると、できるだけ時間を変更する介護リクエストは少ない方がいいということになる。

さらに、新しく認定された要介護者からの新たな要求が付け加えられ、介護要求が急に増えることは、比較的頻繁におこりうることである。そのような場合に、例えば一週間分のスケジュールを一から作り直さなければならぬのでは、甚だ効率が悪いといえるだろう。

### 2.2.4 スケジュール作成支援システムの必要性

これまでに挙げた状況から言えるのは、介護支援センターにおけるスケジュールが、以下のような問題点を抱えているという点である。

- 人の手によるスケジュール作成には、多大な時間と労力を必要とする
- パターン化が困難であり、短い期間に頻繁にスケジュールを作成しなければならない。
- 変更が困難である。
- 変更を余儀なくされる事態は、頻繁に起こり得る。

- 変更箇所が多くなると、新たな問題が生じる。

そのような状況から「スケジュール作成を何らかの形で支援するシステム」が現場では強く望まれていることがわかった。

## 2.3 ヘルパースケジュールリング問題の目的

問題を定式化するにあたり、実際にスケジュールを作成する立場にあるケア・マネージャに協力してもらい、スケジュールの作成について求められる条件を整理すると、以下のようになった。

1. すべての介護要求を満たすに支障をきたさない人員の確保
2. 各ヘルパーの勤務負荷を考慮した勤務パターン
3. 要介護者の要求する時間通りに介護を行なえるような実行順序

このうち、1, 2 から、四交替制の勤務シフトに対する勤務スケジュールの作成といった問題が浮かび上がるが、これはいわゆる「ナース・スケジュールリング問題」と同じである [14]。

ただし、前述のようにその勤務時間帯でのスケジュールが決まらなければ、必要人数も決定できないため、ナース・スケジュールリングの前段階としての、勤務時間帯ごとのスケジュールが必要になってくる。

ナース・スケジュールリング問題は、もちろん十分に困難な問題ではあるが、すでに様々な手法が提案されている [13] [15]。そこで本稿では、勤務時間ごとのスケジュールを対象とし、それを作成する「ヘルパー・スケジュールリング問題」に限定して論じることとする。

むろん、それには様々な条件があり、中には明確に記述できないものもあるが、ここでは、少なくともたたき台としてのスケジュールの提案ができるよう、問題を簡略化して取り扱う。

すなわち、

1. 要介護者からの要求に対し、最低限必要なヘルパーの数を求める。
2. ヘルパー数が足りない場合、開始時刻を早める、あるいは遅らせることで対応するが、その変更する要求の数を出来るだけ少なくする。

ということが、本稿における、ヘルパー・スケジュールリング問題の目的である。

## 第 3 章

# ヘルパースケジューリング問題のモデル化

問題の定式化にあたり、現状、およびこれから予想される事態を考慮して、ケア・マネージャとディスカッションを繰り返し、すべての条件を表現しきれないまでも、現実の問題と離れすぎないようなモデル化を試みた。

「スケジュールの一部の変更が、スケジュール全体の作り直しに及ぶこともある」という事実があるため、質の悪いスケジュールをたたき台として提供しては、かえってスケジュール作成担当者の負担を増やすことにもなる。そのことを考慮して、簡略化に際しては、特に慎重に話し合いを重ねた。

要介護者からの介護要求をジョブ、ヘルパーをマシン、ヘルパーの各要介護者間の移動時間をセットアップ時間と考えれば、これは並列機械スケジューリング問題と同様に考えることができる。

この場合、ヘルパーの能力が一樣だとしても、ヘルパーが二人以上の場合には NP 困難になってしまう。また、ヘルパーが 1 人だったとしても、対応する介護要求の順序によって移動時間が変化するため、すでに NP 困難である [2]。単純に移動時間のみに着目し、その総和が最小になるような順序を決定するということは、巡回セールスマン問題そのものであり、これも困難である。

これらを鑑みつつ、ヘルパー・スケジューリング問題を以下のように一般化した形で表わし、その定式化を試みた。

### 3.1 ヘルパースケジューリング問題

$n$  人のヘルパー  $H_1, H_2, \dots, H_n$  に対し、 $m$  個の介護要求  $R_1, R_2, \dots, R_m$  がなされたとき、以下の仮定に基づいて、出来るだけ目標が達成されるようなスケジュールを作成する。

- すべてのヘルパーは，一度に多くても一つの介護要求にしか対応できない。
- すべてのヘルパーは，どの介護要求でも行うことができる。
- すべての介護要求は，どのヘルパーにより行われても，途中で中断し，時間が経ってから再開することを許さない。
- 介護要求  $R_j$  を満たすためには，正の  $p_j$  単位時間が必要である。
- 二つの介護要求  $R_j$  と  $R_k$  が， $R_j, R_k$  の順にスケジュールされていたとき，その間には  $M_{jk}$  単位時間の移動時間が挿入される。
- それぞれの介護要求  $R_j$  には，非負の予定終了時間  $T_j$  と，正の重み  $w_j$  が定められている。
- 正確に予定終了時間  $T_j$  ちょうどに終わることのできる，介護要求の重みの合計を最大にすることを目的とする。

これによりスケジュールは，以下の写像で表わすことができる。

$$S : R_j \mapsto (H_{i_j}^S, C_j^S)$$

- $M_{i_j}^S$  介護要求  $R_j$  を満たすヘルパーのインデックス
- $C_j^S$  介護要求  $R_j$  の開始時間

となる。

すでに述べた通り，介護の開始時間の変更はサービス事業者のみの問題ではなく，変更にあたって要介護者との話し合いによって，合意を得る必要がある。故に，時間を変更する介護要求は出来るだけ少ない方が望ましいといえる。

よって，要求された時間より早く，あるいは遅く実行される介護の数を最小化することを目的とする。

## 3.2 定式化

前節で述べたスケジュール  $S : R_j \mapsto (H_{i_j}^S, C_j^S)$  が，実行可能であるときの必要十分条件は， $C_j^S \geq p_j$  かつ，すべての異なる介護要求  $R_i, R_k$  について

$$H_{i_j}^S = H_{i_k}^S \Rightarrow C_k^S \geq C_j^S + p_k + s_{jk} \quad \text{or} \quad C_j^S \geq C_k^S + p_j + s_{kj}$$

である.

ここで, 実数  $t$  についての目的関数  $\varphi_j(t)$  を定義する.

$$\varphi_j(t) = \begin{cases} 1 & \text{if } t = T_j \\ 0 & \text{if } t \neq T_j \end{cases}$$

これにより, 問題は以下のように考えることができる.

介護時間  $p_j$ , 予定時刻  $T_j$ , 重み  $w_j$ , 移動時間  $w_j$  が与えられたとき, すべての実行可能なスケジュールの集合に対して,

$$\text{maximize } \sum_{j=1}^n w_j \varphi_j(C_j^S)$$

これは, 要求された時間通りに開始できるジョブ数を最大化することを目的としているが, すなわち, それは予定より早く, あるいは遅く開始するジョブの最小化を行なうのと全く同じである.

もし, ヘルパーの数が介護要求の数より大きければ, すべてのヘルパーは, たかだか一つの介護を行なえば良いということであり, 解は自明である. そこで, 本稿では,  $n \geq m$  であるものと仮定する.

さらに, すべての介護要求は予定終了時間までに終了可能であることから,  $T_j \geq p_j$  である.

これらの仮定を前提として, ヘルパースケジューリング問題のモデルを作成した.

## 第 4 章

# アルゴリズム

ここで提案するアルゴリズムは、以下に定義するネットワーク  $G = \{N, G, c, w\}$  と、実行可能なスケジュールとの関係に基づいている。

### 4.1 ネットワークによる表現

ネットワーク  $G = \{N, G, c, w\}$  を以下のように定義する。

- 集合  $N$  は以下の  $2n + 2$  個の点からなる。

$$s, a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_n, t.$$

- 集合  $E$  は辺

$$\begin{aligned} &(s, a_1), (s, a_2), \dots, (s, a_n) \\ &(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_n, b_n) \\ &(b_1, t), (b_2, t), \dots, (b_n, t) \end{aligned}$$

および、 $i \neq k$  かつ  $T_k \geq T_i + p_i + M_{ik}$  であるような  $i, k$  に対する辺  $(b_i, a_k)$  からなる。

- キャパシティ関数  $c: E \rightarrow \mathbb{R}_+$  は、すべて 1 とする。
- 重み関数  $w: E \rightarrow \mathbb{R}_+$  は以下のように定義される。

$$w(e) = \begin{cases} w_j & \text{for } e = (a_j, b_j) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

以上のことから、このネットワーク  $G$  は以下のことを表している。

1. 辺  $(a_j, b_j)$  は介護要求  $R_j (j = 1, 2, \dots, m)$  に対応している.
2. 点  $s$  から  $t$  までのパスに含まれる辺  $(a_j, b_j)$  は, 同じヘルパーによって, 予定終了時間通りに実行可能なスケジューリングが出来ることを示している.

#### 4.1.1 Example

以下に例を示す.

$m = 4$  のとき, それぞれの介護要求について, 予定終了時間  $T_j$ , 介護に要する時間  $p_j$  は以下の通りであるとするとき

$j$	予定終了時間 $T_j$	介護時間 $p_j$
1	1	3
2	3	3
3	9	3
4	11	4

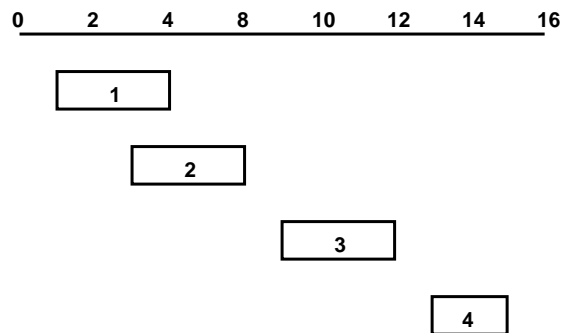


図 4.1: Example Request

これを基に，前述のようなネットワークを生成すると，図 4.2 のようになる.

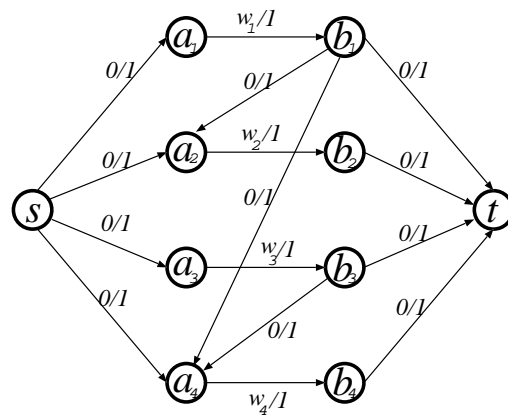


図 4.2: Example Network



## 4.2 最小ヘルパー数

ネットワーク上の  $s$  から  $t$  までの重みを最大化する,  $n$  本の vertex-disjoint なパスを見つけるアルゴリズムは, ネットワークが非循環であれば, 多項式時間で見つけることができる [17].

また, これを 0-1 最大フローと考えると, フロー・アルゴリズムを使って vertex-disjoint なパスを見つけられることは, Ahuja, Magnanti, Orlin らによって示されている [18] [19].

すなわち, 前述のネットワークの辺  $(a_j, b_j)$  をすべて 1 にすることができる vertex-disjoint なパスが, すべての要求を満たし, 実行可能なスケジュールを示しているわけである.

そこで, 時間を変更することなしに, 介護要求をすべて満たすことのできるヘルパーの最小の数は介護要求の数  $m$  以下であることから, binary-search などにより, 容易に求めることができる.

例のネットワークでは  $m = 4$  であるから, 当然 4 人のヘルパーではすべての介護要求を実行することが可能である.

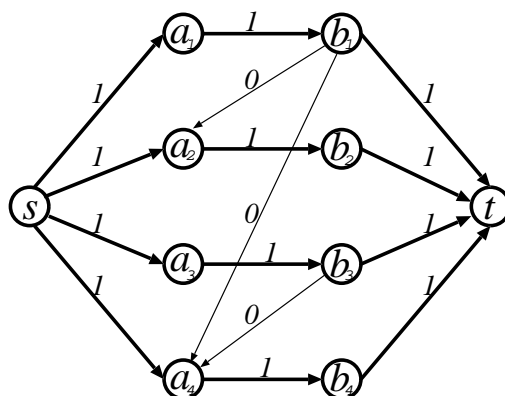


図 4.3:

しかしながら，1人のヘルパーではネットワークの辺  $(a_j, b_j)$  をすべて1にできない。すなわち，すべての介護要求を実行することができない。

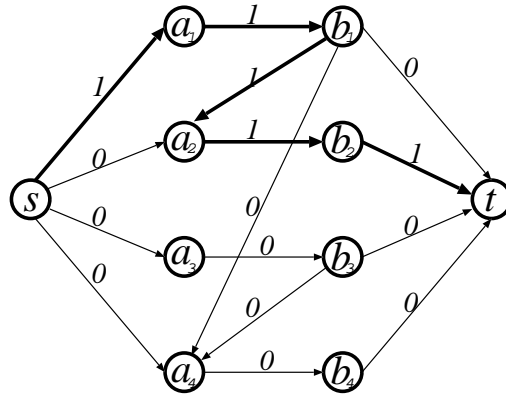


図 4.4:

すなわち，すべての介護要求を実行できる最小のヘルパー数  $n_{min}$  は  $1 < n_{min} \leq 4$  である。そこで，この範囲の中央の値をとって，ヘルパー数  $n =$  とすると，

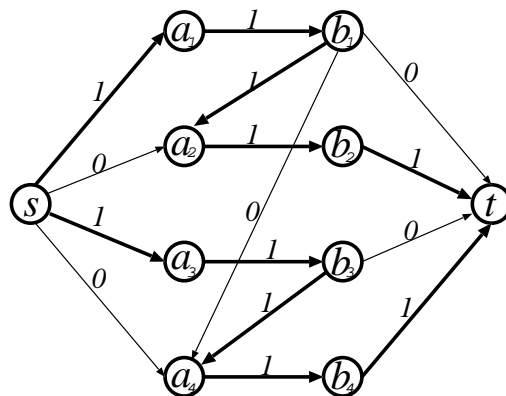


図 4.5:

よって， $n_{min} = 2$  であることがわかる。

### 4.3 時間を変更する要求の最小化

前節のようにして求めたパスが複数ある場合，このパスにおいて重みの合計が最大になるものを選ぶ。これはすなわち，正確に予定終了時間  $T_j$  に終わることの出来る介護を最大化することであり，これは予定終了時間より早く，あるいは遅く終わる介護を最小化する問題と等価である。

なぜならば，

$$\varphi_j(t) = 1 - |\text{sign}(t - d_j)|$$
$$\text{sign}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x > 0 \\ 0 & \text{if } x = 0 \\ -1 & \text{if } x < 0 \end{cases}$$

だからである。

# 第 5 章

## 適用例

### 5.1 実データの収集

本稿で提案するヘルパースケジューリング問題のモデル，およびアルゴリズムによって求められるスケジュールが，介護の現場においてどの程度有用なものであるかを調べるため，社会福祉協議会，および介護支援センターの協力を得て，ヘルパーと要介護者についてアンケート調査を実施して，サンプルデータを収集した。

対象としたヘルパーは 11 人，要介護者は 25 人，週に 116 回の介護要求である。介護要求に関しては，同一の要介護者から，複数の異なった要求がなされる場合も含んでいる。

### 5.2 アルゴリズムの適用

最初から一度に多くの介護要求を対象とするのは適当でないと考え，月曜日の昼勤のヘルパーのスケジュールを対象とすることとした。

介護要求の数  $m = 24$  である。

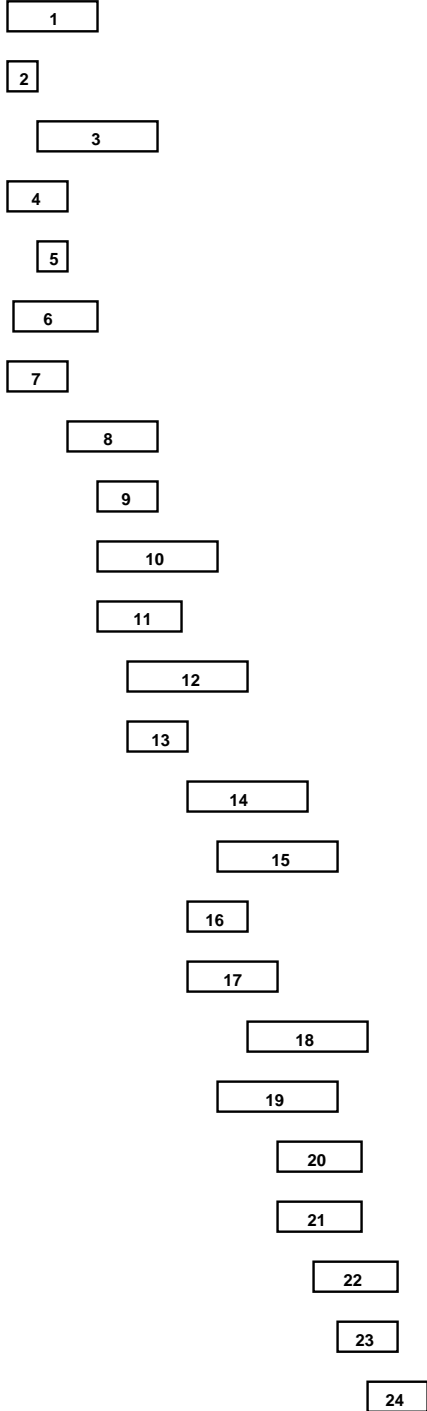
	予定終了時間 $T_j$	介護時間 $p_j$
1	4	3
2	2	1
3	6	4
4	3	2
5	3	1
6	4	3
7	3	2
8	6	3
9	6	2
10	8	4
11	7	3
12	9	4
13	7	2
14	11	4
15	12	4
16	9	2
17	10	3
18	13	4
19	12	4
20	13	3
21	13	3
22	14	3
23	14	2
24	15	2

これを図示すると，図 5.1 のようになる。

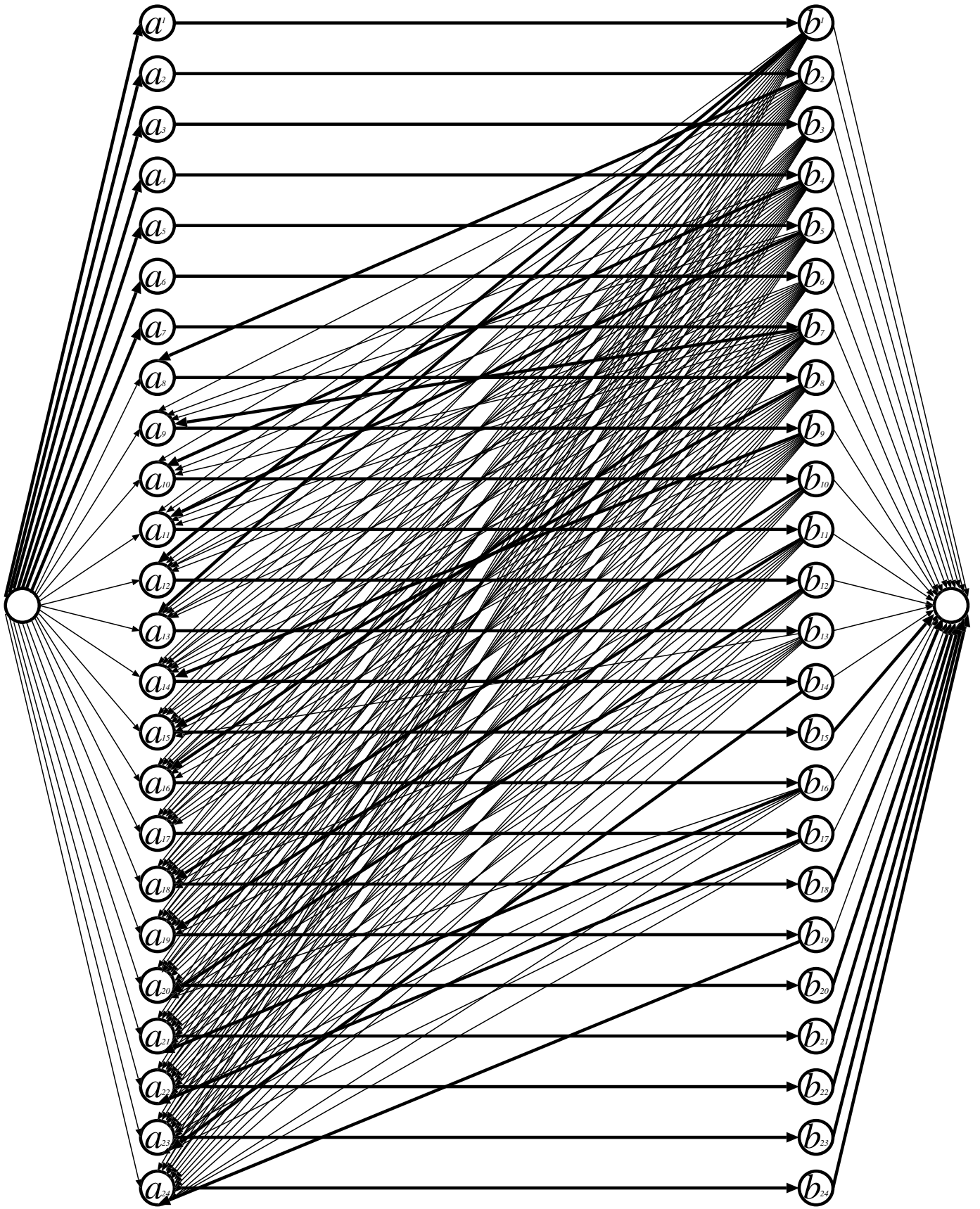
これに前述のアルゴリズムを適用し，ネットワークを用いて作成したスケジュールを図示すると，図 5.3 のようになった。

9    10    11    12    13    14    15    16

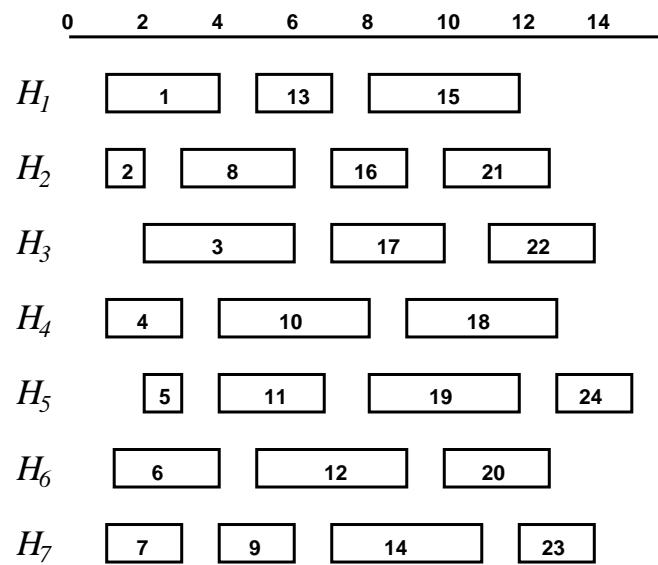
---



☒ 5.1: Request



19  
图 5.2: Network



☒ 5.3: Schedule



## 第 6 章

### 評価

前節で決定したスケジュールについて、実際の現場でスケジュール作成を担当しているケア・マネージャと議論をし、条件の見直しを行なった。

その結果、以下のようなことが明らかになった。

1. スケジュール作成の担当者は、記述できない考慮点を複数抱えている
2. 様々なヘルパーを一様なものとして扱っても、後から修正することで対応できる
3. 考慮した条件が簡略化されていた方が、後からの修正を受け入れる余地がある

それぞれについて、以下に詳しく述べる。

まず、1 についてであるが、作成したスケジュールに対して、スケジュール作成を担当しているケア・マネージャが「ここは良くない」と指摘した点を調べてみると、これまで本人も気がついていなかった評価項目があることがわかった。

定式化に際しても同様なことがあったが、具体的なスケジュールが作成されると改めて気がつく点もあるようである。

そのうちの一つに、個々のヘルパーと要介護者との人間関係から、好ましい場合と好ましくない場合が生じるということがある。

あるヘルパーは、要介護者 A とは親しいが、要介護者 B とは相性が悪かったとすると、A の要求の後に B の要求を同じヘルパーが行なう場合、これは「好ましい事態と好ましくない事態が両方含まれる」ことになる。

さらに問題が複雑なのは「ある場合においては、好ましいと好ましくないが逆転する」という点である。すなわち、要介護者と非常に親しい間柄のヘルパーを派遣するのは大抵の場合、好ましいことであるが、それが長く続くと、逆にそれが好ましくない事態となる。

これは、対象としているのが「要介護者」であって「患者」ではなく、行なうのは「介護」であって「看護」ではないという点にある。

介護とは、要介護者の生活を支援することであり、ヘルパーが行なうのは要介護者の最低限の手助けである。しかしながら、ヘルパーと要介護者との間が親密になればなるほど、そこにはある種の「甘え」「馴れ合い」といったものが生じ、要介護者が独力で出来ることまでもヘルパーに依存してしまい、かえって状況が悪化してしまうことにもなりかねない。

そういったことからスケジュール作成者は、基本的に要介護者と相性のいいヘルパーを派遣するよう心がけつつ、時には故意に相性の悪いヘルパーを派遣する、などということも行なっているようである。

このことは、過去のスケジュールの履歴に依存したことであり、今回のモデルでは反映することが出来ない。問題を定式化するに当たっての条件を整理したときに、この条件は優先度の低いものとして除外したのだが、ケア・マネージャの認識以上に、この条件を大きく考えていたようである。

しかしながら、結果として「少し手直しが必要であるが、簡単な変更でなんとか使えそうである」という評価になった。これは、ヘルパーを一様な能力を持つと仮定したことによる。

すなわち、どのヘルパーをどのように割り当てるか、という問題はスケジュール作成担当者に残されており、ここを工夫することで前述のような問題を解決できるという。

本来、ヘルパーは経験などにより様々な能力を持つが、今回それを条件の中に含めなかったのは、経験の浅いヘルパーを二人以上のグループにすることで、経験豊富なヘルパーと同様に扱う、ということが現場では日常的に行われているからである。要介護者と相性のいい人と悪い人を組み合わせて介護を行うことにより、「馴れ合い」の問題を回避できるという。こういった問題は要介護者とヘルパーの人間関係の問題であり、状況は容易に変化し、数値化して扱うことが難しいが、このような変更の余地を残しておくことにより、取り扱い可能であることがわかった。

このことから、モデルの枠組が十分に実際の問題を包括するものであり、かつ、解空間が現実のものと比較的近いのではないかと予想できる。

# 第 7 章

## おわりに

### 7.1 まとめ

介護保険制度の導入により，居宅介護支援事業は大きく変化するとされている。我が国では，これまでに例を見なかったことであり，世界的に見ても，これほどの急激な変化は類を見ない。

したがって，このヘルパースケジューリング問題には，我が国特有の条件が含まれており，そういった意味では全く新しいものである。

モデルを作成するために，拘束条件についてスケジュール作成の担当者と話し合いを繰り返すうち，担当者自身も意識せずに適用している様々な条件があることがわかってきた。無論，これらは介護保険制度のシステムの中に記述されていることではなく，また非常に曖昧で記述できないものも含まれている。今後，介護保険制度が施行され，今のところ想定のみにとどまっているシステムが実際に稼働し始めると，さらに多くの条件が表に現れてくるだろう，という点では，著者と現場のケア・マネージャの意見は一致している。その点では，本稿で提案したモデルは十分ではない。

しかし，問題の簡略化に際して，なるべく現実と離れないよう留意したことから，作成されたスケジュールは，それ自体は不十分で修正を必要とするものでありながら，「わずかな修正が全体の作り直しに及ぶ」ものではないとも言える。すなわち，モデル化において考慮されていない条件を，あとから人の手で付け加えるのに十分な余裕を持っており，スケジュール作成者のたたき台を提供するという点では成功している。

現在，介護支援事業には，介護認定を始め様々な方面でコンピュータ・システムが導入されようとしている。今後，本稿で取り上げたようなヘルパースケジューリング問題に対しても，様々なアプローチがなされていくものと思われる。本稿のケースでは，一つの地

域のみに限定して行なったが、対象が沖縄県という高齢者人口の極めて高い、なおかつそれゆえに介護支援事業に関して以前から積極的に取り組んできた地域であることから、このモデルが我が国のいずれの地域においても参考になり得るものと考え、提案するものとする。

## 7.2 今後の課題

最後に、今後の課題として今回のモデルに含めなかった条件について述べておきたい。

1. ヘルパーの能力の違い
2. ヘルパーごとのコストの違い
3. 複数のヘルパーを必要とする介護
4. 要介護者からのヘルパーの指定
5. 履歴まで考慮した、長いスパンでのスケジュール

以上のようなことが挙げられるが、すべての条件が定式化において反映されるならばともかくとして、いたずらに条件を増やすことは、ただ単に問題を難しくし、できあがったスケジュールも変更の自由度の低いものになる可能性がある。

現場の状況は変化するうえ、それぞれが特有の問題を抱えていることも珍しくない。しかし、それぞれについてモデルを作り直すわけにもいかず、できあがったスケジュールをたたき台として、状況に応じた変更を加える方が現実的である。

そのため、これらの条件を付け加える場合は、十分慎重に配慮する必要があることと思われる。

## 第 8 章

### 謝辞

本研究を進めるにあたり，多大なる御指導，および御助言を頂きました Milan Vlach 教授に深く感謝いたします。本研究をこのような形で発表することが可能になったのも，Vlach 教授の指導の賜であります。

また，システム基礎講座，平石邦彦助教授には，適切な御指導，および御助言を頂きました。心よりお礼申し上げます。

さらに，同研究室の宋少秋助手，高島康裕助手には，並々ならぬ御助言を頂きました。ここに深謝いたします。

システム基礎講座の皆様には種々な面でお世話になりました。この場を借りまして，感謝の意を表します。

本研究で使用したサンプルデータの提供を快諾して下さった，佐敷町社会福祉協議会会長 津波松夫 様，居宅介護医療の現状把握とデータ収集に協力して下さった，沖縄メディカル病院介護支援センターのケースワーカー 大城則子 様をはじめ，アンケートに御協力下さったホームヘルパーおよび要介護者の皆様に，心より感謝申し上げます。

また，同病院勤務の薬剤師であり，本研究を進めるにあたり，専門家としての助言をはじめ，公私両面で多大なる協力を惜しまなかった，私の母親でもある新城光枝薬局長に，あらためて深い感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] Conway R.W., Maxwell W.L. and Miller L.W.  
“Theory of Scheduling”  
Addison-Wesley, Reading Mass. (1967)
- [2] Chrtienne P, Coffman E.G., Lenstra J.K, Liu Z.  
“Scheduling Theory and its applications”  
Jhon Willey & Sons. (1995)
- [3] Blazewick J., Ecker K., Schmidt G. and Weglarz J.  
“Scheduling in Computer and Manufacturing Systems 2nd”  
Springer-Verlag, New-York, Berlin (1994)
- [4] “介護保険法”
- [5] 厚生省  
“身障者ホームヘルプサービス事業運営要綱”  
社更 225 (1990)
- [6] 厚生省  
“老人ホームヘルプサービス事業運営要綱”  
老計 70 号 (1997)
- [7] 一番ヶ瀬康子, 朝倉見江  
“在宅介護支援の今日と明日”  
一橋出版 (1998)
- [8] 村嶋 幸代 編, 宮崎和加子, 川越博美 著  
“始めよう! 24 時間訪問看護・看護”  
医学書院 (1996)

- [9] 村嶋 幸代 編, 宮崎和加子, 川越博美 著  
“始めよう! 24 時間訪問看護・看護”  
医学書院 (1996)
- [10] 在宅介護支援センター事業運営に関する研究委員会  
“在宅介護支援センター事業運営の方法”  
全国社会福祉協議会出版部 (1997)
- [11] ホームヘルパーの業務に関する研究委員会  
“ホームヘルパー業務の手引き”  
全国社会福祉協議会出版部 (1995)
- [12] 在宅版ケアプラン作成方法検討委員会  
“居宅サービス計画ガイドライン 在宅高齢者の介護サービス計画の作り方”  
全国社会福祉協議会出版部 (1998)
- [13] 山村雅幸, 小林重信  
“遺伝的アルゴリズムによるナーススケジューリング”  
北野宏明編「遺伝的アルゴリズム 2」産業図書 (1995), pp89-125
- [14] 池上敦子, 丹羽明, 大倉元宏  
“我が国におけるナーススケジューリング問題”  
オペレーションズリサーチ (1996) pp436-442
- [15] Warner D.M., Prawda J.  
“A MATHEMATICAL PROGRAMING MODEL FOR SCHEDULING NURSING  
PERSONNEL IN A HOSPITAL”  
MANAGEMENT SCIENCE Vol.19 No.4 December Part.I (1972)
- [16] Lann A. and Mosheiov G.  
“Single machine scheduling to minimize the number of early and tardy jobs”  
Computers Ops Res. Vol.23 pp765-781 (1996)
- [17] Chung-Lun L., McCormic S.T., and Simchi-Levi D.  
“Finding disjoint paths with different path-costs: Complexity and Algorithms”  
NETWORKS, Vol.22 (1992)

- [18] Ahuja R.K., Magnanti T.L. and Orlin J.B  
“Network Flows - Theory, Algorithms and Applications”  
Prentice-hall, Englewood Cliffs, New Jersey, (1993)
- [19] Chvatal V.  
“Linear Programming”  
Freeman and Company, New York, (1983), Chapter 12.
- [20] Corman T.H., Leiserson C.E. and Rivest R.  
“Introduction to Algorithms”  
The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, (1996) (Seventeenth printing), chapter 12.
- [21] Garey M.R., Johnson D.S.  
“Computers and Intractability”  
Freeman and Company, New York, (1979).
- [22] Hiraishi K., Levner E. and Vlach M.  
“Scheduling on Parallel Identical Machines to Maximize the Weighted Number of Just-In-Time Jobs”  
APIEMS '99 10ct (Kanazawa, Japan) (1996)