

介護サービススケジューリング問題への遺伝的アルゴリズムおよび タブーサーチの適用とその比較

青山 功 佐藤裕幸 中島克人
三菱電機 (株)

(受理 2000 年 3 月 30 日 ; 再受理 2001 年 3 月 16 日)

和文概要 在宅介護サービスを受ける要介護者に対してサービスの実施日時と担当するサービス提供機関を決定する介護サービス実施スケジュールの立案問題は組合せ最適化問題の実用事例の一つである。ここで取り上げた問題は、スケジュールの立案に際して要介護者の希望を考慮するとともに、各サービス提供機関が派遣するヘルパーの人数が予め定めた人数を越えないようにスケジュールを立案する、多目的な組合せ最適化問題である。我々は、限られた時間内で介護サービス実施スケジュール立案問題の解を求めるにはメタヒューリスティックスが有効であると考え、遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm) を適用した手法と、タブーサーチ (TS: Tabu Search) を適用した手法を提案し、これらの比較実験を行った。実験の結果、今回対象とした問題に対しては、TS を適用した手法の方がより良好な結果を得ることができた。

1. はじめに

我々は組合せ最適化問題の実用事例（以降、実用問題と記す）へのメタヒューリスティックス [11] の適用研究を行なっている [1, 2, 3]。実用問題は大規模で、定式化が難しい制約や評価項目が含まれるものもあり、限られた時間内で解を求めることが要求される。更に、運用によっては予め組み込まれた制約や評価項目以外に新しい条件が適宜付加される場合もあり、このような場合には自動立案により得られた解を人手で修正することになる。最終的に人手による修正が加えられることを考えると、自動立案において時間をかけて最適解を求めることよりも、短時間で最適解に近い解（近似解）を求めることの方が重要である。我々は、メタヒューリスティックスは大規模な組合せ最適化問題の近似解を短時間で求めることができることから、実用問題を解くのに適したアルゴリズムであると考え、メタヒューリスティックスには遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm) [7, 8, 9, 11]、タブーサーチ (TS: Tabu Search) [4, 5, 6, 11]、シミュレーテッドアニーリング (SA: Simulated Annealing) [11] など様々なアルゴリズムがあり、効率良く解を求めるためには対象とする最適化問題に適したアルゴリズムを適用することが肝心である。

本論文では、実用問題として介護支援センターなどにおける介護サービスの実施スケジュールの立案問題（以降、介護サービススケジューリング問題と記す）を取り上げる。介護サービスの実施スケジュール（以降、単に実施スケジュールと記す）の作成はケアマネージャーによって行われる。新規の要介護者が大勢入ってきた場合などはスケジュールの作成に費やす時間も多くなり、場合によっては他の作業に支障をきたすことも考えられる。このため、実施スケジュールの作成の自動化が望まれている。

そこで、我々は複数の要介護者の実施スケジュールをまとめて自動立案することを目的とし、介護サービススケジューリング問題に対して確率的な大域探索を行なう GA を適用し

た手法と、近傍探索を行なう TS を適用した手法をそれぞれ提案し、どちらがより適しているかを見るための比較評価を行なう。なお、SA は収束に時間がかかるとも言われているので [11], 今回は適用アルゴリズムの対象としなかった。第 2 章で介護サービススケジューリング問題について述べた後、第 3, 4 章で GA, TS それぞれの適用手法を提案し、第 5 章で計算機シミュレーションによる比較評価の結果を示す。

2. 介護サービススケジューリング問題

本章では、対象とする介護サービススケジューリング問題の概要について述べた後、介護サービススケジューリング問題の制約条件、目的関数及び解の評価関数を示す。

2.1. 問題概要

実施スケジュールは、各要介護者に提供する介護サービスの実施日時と、サービス提供を担当するサービス提供機関を定めるものである。ケアマネージャーは、要介護者（またはその家族）から出される希望と、各サービス提供機関が提供できるサービスや所属するヘルパーの人数などを考慮しながら、できるだけ要介護者側の希望に添い、且つ、各サービス提供機関が派遣するヘルパーの人数が派遣可能な人数を超えないように、実施スケジュールの立案を行っている。

そこで、本論文で扱う介護サービススケジューリング問題では、要介護者からの希望として、(1) サービスを受けることができない日時、(2) サービスを受けたい日時（サービス種類毎）、(3) サービスの提供を受けたい機関が提示され、各サービス提供機関の情報として、提供できるサービス毎の派遣可能なヘルパーの人数の目安（以降、派遣人数基準と記す）が日毎、時間帯毎に与えられるものとする。図 1 に要介護者から出される希望の例を、図 2 にサービス提供機関の派遣人数基準の例を示す。

サービス利用者		大船さくら			
サービスを受けることができない時間帯					
曜日指定			日付指定		
曜日	時間帯	厳守	日付	時間帯	厳守
火	8:00～12:00		12/12	7:00～11:00	○
水	8:00～12:00	○			

サービス種類	時間帯	曜日 / 日付	厳守	機関
訪問看護	10:00～12:00	月 or 木	○	機関1
家事ヘルプ	15:00～17:00	月, 水, 金, 日	○	機関b
	14:00～16:00	12/16	○	
介護ヘルプ	5:00～6:00	月, 火, 水, 木, 金, 土, 日		機関A
	23:00～24:00	月, 火, 水, 木, 金, 土, 日		

図 1: 要介護者希望の例

また、実施スケジュールは週単位であり、要介護者側から出される希望は基本的に毎週同じと考えているが、時にはサービス実施日時の希望が普段と異なる週もあると思われる。そこで、本論文では、週毎に異なる実施スケジュールを立案することを想定している。

以下に、サービスの実施に関するその他の定義を示す。

サービス提供機関		あさがお介護サービス
サービス種類	日付	派遣人数基準
介護ヘルプ	4/5	0時～7時：5人／7時～17時：20人／17時～24時：10人
	4/6	0時～7時：5人／7時～17時：20人／17時～24時：10人
	4/7	0時～7時：5人／7時～17時：20人／17時～24時：10人
	4/8	0時～7時：5人／7時～17時：20人／17時～24時：10人
訪問看護	4/5	0時～9時：0人／9時～19時：10人／19時～24時：0人

図 2: 派遣人数基準の例

- 各要介護者は1種類以上のサービスを受け、各サービスは1週間に1回以上実施される。また、受けるサービスの種類、各サービスの1週間あたりの実施回数、1回あたりの実施時間は要介護者毎に異なる。

以下に例を示す。

— 要介護者 A さんが受けるサービス内容

家事ヘルプ: 週 4 回実施, 1 回あたり 1 時間

訪問看護: 週 2 回実施, 1 回あたり 2 時間

— 要介護者 B さんが受けるサービス内容

通所リハビリテーション: 週 2 回実施, 1 回あたり 6 時間

家事ヘルプ: 週 3 回実施, 1 回あたり 1 時間

介護ヘルプ: 週 7 回実施, 1 回あたり 10 分

- 各サービスは一つ以上のサービス提供機関が担当でき、サービスの種類によって担当できるサービス提供機関は異なる。

2.2. 制約条件と目的関数

介護サービススケジューリング問題における制約条件と目的関数を以下に示す。

● 制約条件

1. 同一要介護者に対して、同一日に異なる種類のサービスの実施時間帯を重複させない（1人の要介護者が同時に受けられるサービス種類の数は1）。
2. 要介護者が希望する日時にサービスを実施する（希望厳守の場合）。
3. 要介護者がサービスを受けることができない日時にサービスを実施しない。

● 目的関数

1. 希望曜日: 要介護者の希望と異なるサービス実施日の数を最小にする。
→ 全要介護者の延べサービス実施日数に対する希望と異なるサービス実施日数の割合を求める。
2. 希望時刻: サービス実施時間帯と要介護者が希望する時間帯との差を最小にする。
→ サービス実施時刻と希望時刻との差の平均を求める。
3. 希望機関: 担当するサービス提供機関の希望順位を最高にする。
→ 担当サービス提供機関の希望順位の平均を求める。

※各要介護者は、サービス毎にサービス提供機関に希望順位をつけているので、希望順位の高いサービス提供機関が担当するほど望ましいスケジュールとなる。

4. 実施日数: 要介護者がサービスを受けられる日数¹と実際にサービスを受ける日数の差を最小にする.
 → 要介護者 1 人あたりの, 1 週間あたりのサービスの実施が可能な日数と実際のサービス実施日数の差の平均を求める.
 ※安否確認などのため, サービス実施の日数が多いほど望ましい.
5. 担当機関数: 各要介護者に対して同一サービスを提供するサービス提供機関の数を最小にする.
 → 要介護者毎の, 同一サービスを担当するサービス提供機関数の平均を求める.
 ※各サービス提供機関が派遣できるヘルパーの人数には限りがあるので, 1 つのサービス提供機関が同一サービスを全て実施できない (ヘルパーを派遣できない) 場合を考慮して, 同一サービスを複数のサービス提供機関が担当できるようにしている. 例えば, 週 3 回のうち, 2 回を機関 A, 1 回を機関 B など.
 ※ 1 つのサービス提供機関が全ての実施を担当することが望ましい.
6. 派遣人数: サービス提供機関が派遣する人数の, 派遣人数基準からの超過分を最小にする.
 → 派遣時間帯毎の派遣人数の, 派遣人数基準からの超過分の平均を求める.

介護サービススケジューリング問題は, 上に示したように多目的な最適化問題である. そこで, これらの複数の目的関数値を一つにまとめた値を解の評価値とし, 評価関数には希求水準法 [10] を用いることにする. 希求水準法は, 複数の目的関数値を同時にこれ以上改善できない解である “パレート (Pareto) 最適解” を求めることができる. GA の場合はパレート保存戦略 [12] を適用することで希求水準法を用いることなくパレート最適解を求めることができるが, GA と TS の比較を同じ基準で行なうため希求水準法を用いることにする.

解 x における i 番目の評価項目の目的関数を $f_i(x)$ (目的関数の値が小さいほど良いとする), 目的関数 $f_i(x)$ の希求水準 (この程度であれば良いとする値) を $\bar{f}_i$, 目的関数 $f_i(x)$ の理想値を f_i^* (例えば $f_i(x)$ の最小値よりも小さい値とする), 目的関数の数を K とすると, 希求水準法により解 x の評価関数 $F(x)$ は次式で定義される.

$$F(x) = \max_{1 \leq i \leq K} \frac{f_i(x) - \bar{f}_i}{\bar{f}_i - f_i^*} + \alpha \sum_{i=1}^K \frac{f_i(x)}{\bar{f}_i - f_i^*} \quad (1)$$

評価関数の値が小さいほど良い解であり, 式 (1) の係数 α は十分小さな値 (例えば 10^{-6} 程度) とする.

3. GA の適用

本章では介護サービススケジューリング問題に適用した GA モデルについて述べる.

介護サービスの実施スケジュールは, 図 3 に示すように, 横方向を曜日, 縦方向を各要介護者に実施されるサービスとする 2 次元配列で表現できる. 図 3 において, 例えば, 要介護者 1 が受ける通所リハビリテーションサービスは月曜 9 時, 水曜 9 時, 金曜 10 時から実施され, サービス提供機関 A が担当することを表わしている. 介護サービススケジューリング問題では, この 2 次元配列における縦横 2 方向の最適化を行う. 縦方向の最適化に関わる目的関数は, 希望時刻, 派遣人数であり, 横方向の最適化に関わる目的関数は, 希望曜

¹例えば, ある要介護者が 2 種類のサービスを受け, それぞれの実施回数が 2 及び 3 の場合, サービスの実施が可能な日数は 5 となる. 1 週間のスケジュールを立案するので上限値は 7 である.

日, 実施日数である. また, 希望機関と担当機関数の 2 つの目的関数はスケジュール全体で最適化を図る. そこで, 我々は縦横 2 方向の最適化を行うモデルとして共存型 GA を適用する. 共存型 GA は複数の個体で 1 つの解を表現することを特徴とするモデルである. 共存型 GA の適用事例としてはナーススケジューリング問題への適用が報告されている [9].

	月	火	水	木	金	土	日
要介護者1 通所リハ	9時 A		9時 A		10時 A		
要介護者1 家事ヘルプ		15時 C	15時 C				
要介護者2 通所リハ		9時 A		9時 A	9時 A		
要介護者2 訪問看護	10時 C		10時 C				
要介護者2 家事ヘルプ		12時 B	12時 B			12時 B	

図 3: 介護サービス実施スケジュールの例

共存型 GA による介護サービススケジューリング問題の解の表現例を図 4 に示す. 各個体は 1 日分のスケジュールを表わし, 1 週間単位にスケジュールを立案するので個体総数は 7 である. 各個体の遺伝子座は要介護者が受ける 1 つのサービスと一対一に対応し, 1 つの遺伝子座には時刻を表わす遺伝子 (時刻遺伝子) と担当するサービス提供機関を表わす遺伝子 (機関遺伝子) が含まれる. 時刻遺伝子の値は午前 0 時からの経過分数とし, 機関遺伝子の値は各サービス提供機関に割り振られた任意の値とする. また, 時刻遺伝子の値が -1 の場合は遺伝子座と対応するサービスを個体と対応する曜日に実施しないことを表わすものとする.

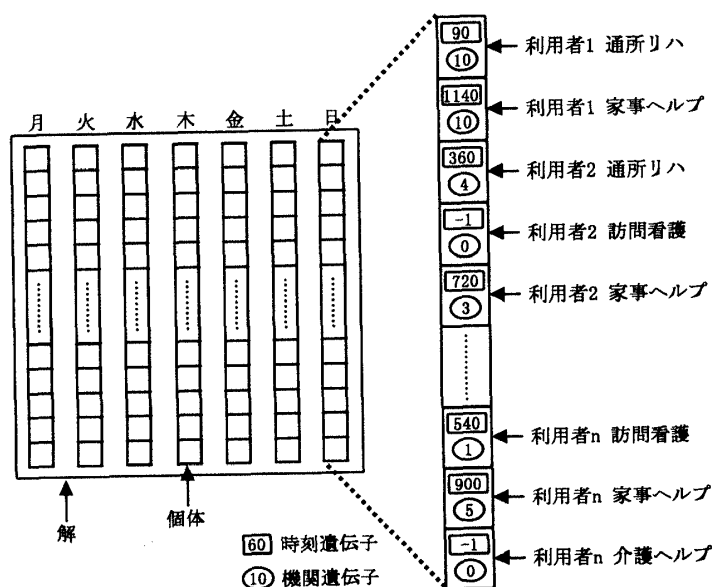


図 4: 共存型 GA による解表現

本手法における遺伝的操作を以下に示す.

● 選択

－ 複製選択

できるだけ各曜日に対して均等にサービスの割り当て変更が行われるように、即ち、できるだけ均等に各個体が選ばれるように、複製選択で選ばれた累積回数が少ない個体ほど選択される確率を高くして2つの個体を選ぶ。具体的には、 i 番目の個体 ($i = 1 \sim 7$) が複製選択で選択された累積回数を S_i 、 $S_1 \sim S_7$ の中で最小の累積回数を $S_{\min}$ とすると、個体 i の選択確率を $\frac{S_{\min}/S_i}{\sum_{t=1}^7 (S_{\min}/S_t)}$ とする。

－ 生存選択

生存選択では、解が最も改善される新規個体ペアを必ず残すようにする。具体的には、交叉及び突然変異によって生成された新規個体ペアの中で、親個体ペアと入れ替えた場合に解の評価関数値が最も改善されるペアを親個体ペアと入れ替える。解を改善する新規個体ペアが存在しない場合は親個体ペアをそのまま残す。

● 交叉

交叉では各サービスの実施日の変更を行う。同じ要介護者に実施する異なるサービス種類の実施日時を重複させないこと以外には、異なるサービス種類間でのサービス実施日の決定に関する制限はなく、各サービスの実施日はそれぞれ独立に決めることができる。そこで、各要介護者に実施されるそれぞれのサービス毎に独立に実施日を決める交叉として一様交叉を採用する。具体的な交叉手順を以下に示す。また、交叉例を図5に示す。

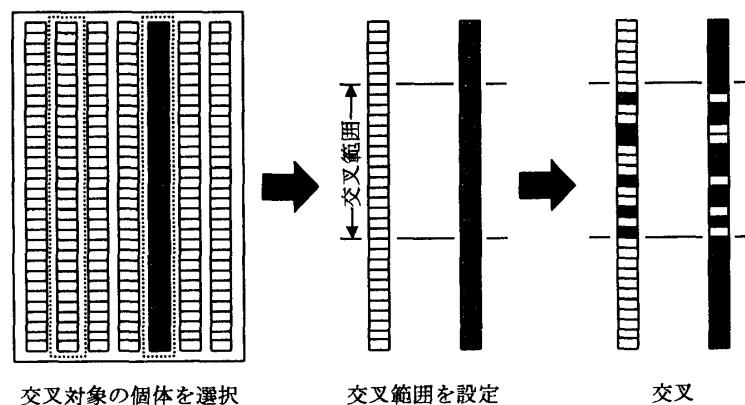


図 5: 交叉例

1. 2箇所の遺伝子座をランダムに選択し、その間を交叉範囲（交叉対象となる遺伝子座の範囲）とする。
2. 交叉範囲内の各遺伝子座に対して、2つの個体間で値の入れ替えを行うかどうかを確率的に判定する。例えば、入れ替えを行う確率が0.3であれば、平均して交叉範囲内の30%の遺伝子座の値が入れ替わる。
3. 2で「入れ替えを行う」と判定された遺伝子座に対して遺伝子の入れ替えを行う。ただし、遺伝子を入れ替えることで、同一患者に実施する他のサービスと実施日時が重複したり、実施できない日時にサービスが割り当てられてしまう場合には、その遺伝子座に対する遺伝子の入れ替えは行わない。

4. 1 組の親個体に対して、上記 1~3 の処理を繰り返し M 回行い、 M 組の新規個体を生成する。

● 突然変異

突然変異では各サービスの実施時刻と担当サービス提供機関の変更を行う。実施時刻の変更と、サービス提供機関の変更は独立して行えるので、突然変異の処理としては、(1) 時刻遺伝子のみ値を変更、(2) 機関遺伝子のみ値を変更、(3) 両方の遺伝子の値を変更の 3 通りの中からランダムにいずれか一つの処理を実行する。以下に、突然変異の手順を示す。

1. 突然変異を行う遺伝子座をランダムに N 個選択する。
2. 選択した各遺伝子座に対して、(1) 時刻遺伝子のみ値を変更、(2) 機関遺伝子のみ値を変更、(3) 両方の遺伝子の値を変更、の中からランダムにいずれか一つの処理を実行する。ただし、遺伝子の値を変更することで、同一患者に実施する他のサービスと実施日時が重複したり、実施できない時間帯にサービスが割り当てられてしまう場合には、その遺伝子座に対する遺伝子の変更は行わない。

以下に、GA による立案手順の概要を示す。

1. ランダムに初期解を生成する。
2. 複製選択により、交叉を行う親個体ペアを選択する。
3. 交叉率に基づいて交叉を実行。
4. 突然変異率に基づいて突然変異を実行。ただし、交叉が行われた場合は新規個体に対して、交叉が行われなかった場合は親個体に対して突然変異を行う。
5. 交叉または突然変異により新規個体が生成された場合は生存選択を行う。
6. 終了条件（実行時間が上限に達した、最良解が一定回数変化しなかった等）を満たしていれば終了し、そうでなければ 2 に戻る。

4. TS の適用

本章では介護サービススケジューリングに適用した TS モデルについて述べる。

図 6 に TS を適用する場合の解表現例を示す。1 人の要介護者に対する各サービスの実施曜日、時刻及び担当サービス提供機関をそれぞれ数値で表わす。曜日の値は 1 から 7 の順に月曜日から日曜日を表わし、時刻の値は午前 0 時からの経過分数を表わし、担当サービス提供機関の値は各機関に割り振られた任意の値である。図 6 は、要介護者 1 が通所リハビリテーションと家事ヘルプの 2 種類のサービスを受け、それぞれ週 3 回と週 2 回実施される場合を表わしている。

次に、新規解の探索範囲である近傍を定義する。図 6 における各値（要素と呼ぶ）のうち 1 つだけ値を変更した解全てを近傍解とすると、近傍解の数が膨大になり探索に長時間を要する。そこで、近傍解の数を削減するために、近傍を『1 人の要介護者に実施されるサービスに対する変更』とする。また、各サービスに対する要素の種類は実施曜日、実施時刻、サービス提供機関の 3 種類であるので、以下に示すように、近傍を要素の種類に応じて 3 つに分けることにする。

[近傍の定義]

『1 人の要介護者に実施される各サービスに対して、実施曜日を 1 つだけ変更した解の集合』（近傍 1）、または、『1 人の要介護者に実施される各サービスに対して、実施時刻



図 6: TS を適用した場合の解表現

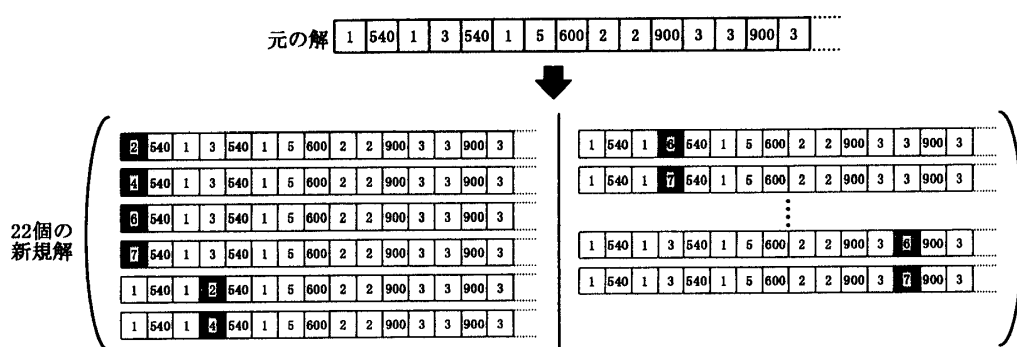


図 7: 実施曜日のムーブ例

を 1 つだけ変更した解の集合』(近傍 2), または,『1 人の要介護者に実施される各サービスに対して, サービス提供機関を 1 つだけ変更した解の集合』(近傍 3).

以上 3 つの近傍の探索を行なうために, 3 つのムーブを定義する.

1. 実施曜日のムーブ

1 人の要介護者が受ける全サービスの実施曜日のうち, 1 つだけを変更した新規解を生成する. 例えば, ある要介護者が 2 種類のサービスをそれぞれ週 3 回と週 2 回受ける場合, 全ての曜日にサービスの実施が可能ならば, 5 回のサービス実施それぞれの曜日を変更し最大で 22 個の新規解が生成される (図 7 参照).

ただし, 曜日を変更することで同一要介護者の他のサービスの実施日時との重複が発生する等, 制約条件に違反する場合には, その変更により生成される新規解は評価対象から除外する. これにより, 近傍 1 に含まれる新規解が生成される.

2. 実施時刻のムーブ

1 人の要介護者が受ける全サービスの実施時刻のうち, 1 つだけを変更した新規解を生成する. 1 回のサービス実施に対して 10 分刻みで現在の実施時刻から前後 120 分まで実施時刻を変更した 24 個の新規解を生成する. ある要介護者が 2 種類のサービスをそれぞれ週 3 回と週 2 回受ける場合は全部で 120 個の新規解を生成する (図 8 参照).

ただし, 時刻を変更することで同一要介護者の他のサービスの実施日時との重複が発生する等, 制約条件に違反する場合には, その変更により生成される新規解は評価対象から除外する. これにより, 近傍 2 に含まれる新規解が生成される.

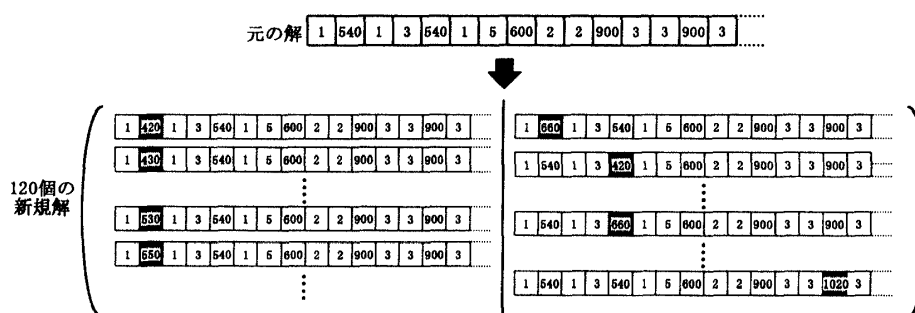


図 8: 実施時刻のムーブ例

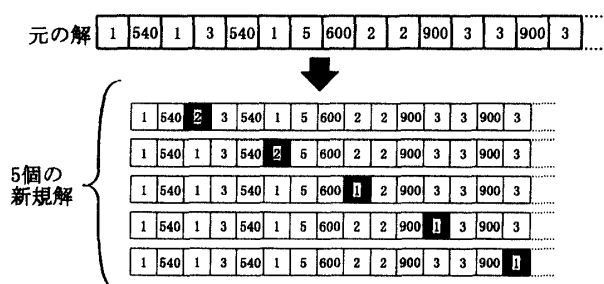


図 9: サービス提供機関のムーブ例

3. サービス提供機関のムーブ

1 人の要介護者が受ける全サービスの担当サービス提供機関のうち、1 つだけを変更した新規解を生成する。どのサービスに対しても担当可能なサービス提供機関数が 2 であるとする、ある要介護者が 2 種類のサービスをそれぞれ週 3 回と週 2 回受ける場合は全部で 5 個の新規解を生成する（図 9 参照）。これにより、近傍 3 に含まれる新規解が生成される。

● タブーリスト

本手法ではタブーリストを以下のように定義する。

新規解において値が変更された要素の位置（図 6 において、左から 1, 2, 3, ... とする）と変更前後の値を“変更内容”として保持する。例えば、図 6 において要介護者 1 が受ける通所リハの 2 番目の訪問に対する曜日（4 番目の要素）が 3 から 6 に変更された場合、タブーリストには変更内容 {4, 3, 6} が追加される。

要介護者の人数を P としたときの TS による立案手順の概要を以下に示す。なお、以下の説明では、実施曜日のムーブをムーブ 1、実施時刻のムーブをムーブ 2、サービス提供機関のムーブをムーブ 3 としている。

1. $i = 1, j = 1$ とする。
2. 要介護者 i に対してムーブ j を実行する。
3. ムーブ j により生成された新規解のうち、変更内容がタブーリストに含まれず、且つ、評価関数値が最も良い解を選択し、現在の解と入れ替える。
4. 3 で選択した新規解における変更内容をタブーリストに加え、リストがタブーリスト

サイズ（この場合は格納できる変更内容の最大数）を超えればリスト内の最も古い変更情報を削除する。

5. j の値を 1 増やす. j が 3 以下ならば 2 に戻り, そうでなければ $j = 1$ として 6 に進む.
6. 終了条件（実行時間が上限に達した, 最良解が一定回数変化しなかった等）を満たしていれば終了し, そうでなければ 7 に進む.
7. i の値を 1 増やして 2 に戻る. ただし, i の値が P を越えたら $i = 1$ とする.

5. 比較実験

ここでは, GA, TS の各提案手法及び単純局所探索 (LS: Local Search) の比較実験を行なう. 今回, 実際の運用現場に関わっている担当者に, サービスの種類, 各サービス毎の実施回数, 実施曜日, 実施時間帯等の想定される組合せを提供してもらい, それらを基に実験用データを作成した. 単純 LS を比較に加えたのは解空間の探索の容易さを見るためである. LS の探索近傍は TS と同じとする.

以下に, 実験に用いた計算機環境及びデータについて示す.

● 計算機環境

- 計算機: Endeavor AT-600C
- CPU: Celeron 433MHz
- メモリ: 192MB
- OS: Windows NT 4.0 service pack 4

● 要介護者データ

現場の担当者から提供してもらった組合せにサービス提供機関の希望を加えて要介護者の希望を 17 通り作成し (希望パターンと呼ぶ), 要介護者数を 50 人として各希望パターンに均等に要介護者を割り振る. 要介護者が受けるサービスの種類数は 1~5 であり, 各サービス種類の週あたりの実施回数は 1~6 である. 各希望パターンの詳細は付録 A を参照のこと.

● サービス提供機関データ

サービス提供機関数を 3 とし, サービス提供機関毎に担当できるサービスの種類を異なるものとする. 更に, 要介護者の希望パターンにおける希望サービス提供機関を基にして, 要介護者の希望通りにスケジュールした場合に (1) 各サービス提供機関の派遣人数が派遣人数基準を越えないデータ (データ 1) と, (2) 各サービス提供機関の派遣人数が派遣人数基準を越えるデータ (データ 2) の 2 種類を用意する. サービス提供機関データの詳細は付録 B を参照のこと.

● 目的関数理想値

希求水準法で用いる各目的関数の理想値を表 1 のように設定した. 各理想値は目的関数値の最小値よりも小さい値とした.

以上のデータを用いて, 以下に示す 3 種類の実験を行う. なお, サービス提供機関データ 1 を用いて要介護者の希望通りに実施日時を割り付けた場合, 各目的関数の値が表 2 のようになる解が存在する. 本実験では, この表 2 の値を希求水準として用いることにする.

- 各実験共通: GA, TS, LS の各手法に対して, 終了条件を「立案開始から 30 分経過したら終了」とし, 最良解の評価関数値及び各目的関数値の時間変化と, 最終的に得

表 1: 目的関数理想値

	希望曜日	希望時刻	希望機関	訪問日数	担当機関数	派遣人数
目的関数理想値	-1	-1	-1	0	0	-1

表 2: データ 1 において得られる解の目的関数値

	希望曜日	希望時刻	希望機関	訪問日数	担当機関数	派遣人数
目的関数値	0	0	1.1278	0.58	1.1615	0

られた解における評価関数値及び各目的関数値を、初期解を変えて（初期解はランダムに生成）10 回測定し、その平均と分散を求める。

- **実験 1:** サービス提供機関のデータとしてデータ 1 を用いて、各目的関数の希求水準を表 2 の値とする。

この実験は、要介護者の希望通りにスケジュールを作成してもサービス提供機関の派遣人数が基準値を越えない場合の測定である。この場合、トレードオフの関係となる目的関数は存在しない。

- **実験 2:** サービス提供機関のデータとしてデータ 2 を用いて、希望曜日及び希望時刻の目的関数の希求水準をそれぞれ 1,2 とし²、それ以外の目的関数の希求水準を表 2 の値とする。この実験は、要介護者の希望通りにスケジュールを作成するとサービス提供機関の派遣人数が基準値を越える場合で、且つ、サービス提供機関の派遣人数基準を重視する場合の測定である。この場合、希望曜日と派遣人数の目的関数がトレードオフの関係となる。

- **実験 3:** サービス提供機関のデータとしてデータ 2 を用いて、派遣人数の目的関数の希求水準を 2 とし³、それ以外の目的関数の希求水準を表 2 の値とする。この実験は、要介護者の希望通りにスケジュールを作成するとサービス提供機関の派遣人数が基準値を越える場合で、且つ、要介護者の実施曜日及び実施時刻の希望を重視した場合の測定である。この場合も、実験 2 と同様に希望曜日と派遣人数の目的関数がトレードオフの関係となる。

また、GA 及び TS のパラメータは以下のように定めた。各パラメータ値は予備実験を行ない最も良い結果が得られたものを用いている。

- GA パラメータ
 - 交叉率: 0.8
 - 突然変異率: 0.8
 - 交叉時に交叉範囲内の各遺伝子座の値を入れ替える確率: 0.2
 - 交叉における繰り返し回数: $M = 50$
 - 突然変異における遺伝子座の選択数: $N = (\text{個体長}/10)$
- TS パラメータ
 - タブーリストサイズ: 100

²初期解における希望曜日及び希望時刻の目的関数値の平均に近い値とした。

³初期解における派遣人数の目的関数値の平均に近い値とした

表 3 に、得られた最良解の評価関数値の平均、分散及び初期解の評価関数平均値に対する最良解の評価関数平均値の割合を示す。また、最良解の評価関数平均値の時間変化を図 10～図 12 に示す。

表 3: 最良解の評価関数値の平均と分散

	実験 1			実験 2			実験 3		
	LS	TS	GA	LS	TS	GA	LS	TS	GA
平均	0.0500	0.0520	0.0445	0.7515	0.0678	0.1764	0.0259	0.0164	0.0054
分散	0.0001	0.0001	0.0000	0.2136	0.0015	0.0010	0.0002	0.0001	0.0000
対初期解比	0.0261	0.0274	0.0250	0.4830	0.0440	0.1144	0.0166	0.0106	0.0032

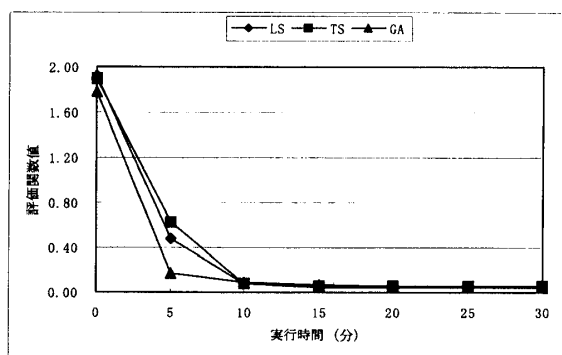


図 10: 最良解の評価関数平均値の変化
(実験 1)

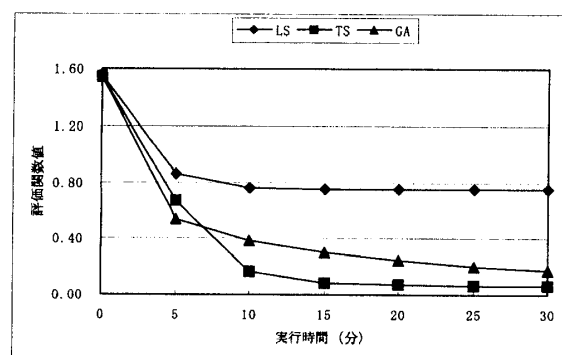


図 11: 最良解の評価関数平均値の変化
(実験 2)

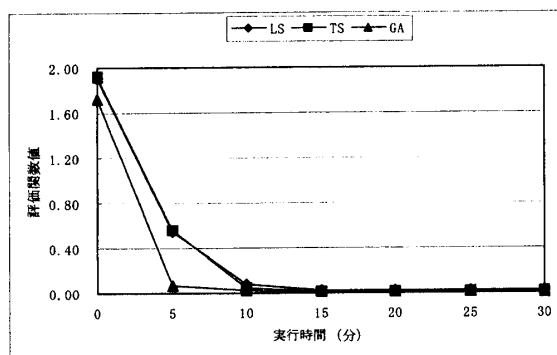


図 12: 最良解の評価関数平均値の変化 (実験 3)

表 3 より、実験 1 では GA, LS, TS の順に良い結果が得られているがその差は小さい。実験 2 では TS, GA, LS の順に良い結果となり、実験 1, 3 と比べて各手法の差は大きく、特に LS は TS と比べて平均値が 10 倍以上悪く、分散も大きい。実験 3 では GA, TS, LS の順に良い結果となっているが、TS, LS とも評価関数値そのものは良い値が得られている。また、LS における実験結果より実験 1, 3 は実験 2 に比べて探索が容易な解空間になっていると想像できる。

TS は実験 1, 2, 3 のどの場合においても安定して良い結果が得られ、収束時間も 15 分～20 分であるのに対して、GA は実験 1, 3 では良い結果が得られているものの、実験 2 に

において TS よりも結果が悪く、30 分以内に収束しないことが分かる。

実験 2 及び実験 3 では、それぞれ派遣人数を重視した立案、希望曜日・希望時刻を重視した立案を行なった。そこで、各実験における希望曜日、希望時刻、派遣人数の各目的関数値の平均、分散及び初期解の目的関数平均値に対する最良解の目的関数平均値の割合を表 4～表 6 に示す。

実験 2 は、トレードオフの関係にある要介護者の希望と派遣人数のうち、派遣人数を重視するものであるが、表 4 及び表 6 より、GA 及び LS は TS に比べて評価関数値が悪いだけでなく、派遣人数の目的関数も悪い値となっていることが分かる。

表 4: 実施日目的関数の平均と分散

	実験 1			実験 2			実験 3		
	LS	TS	GA	LS	TS	GA	LS	TS	GA
平均	0.0496	0.0511	0.0434	0.1621	0.2275	0.1806	0.0253	0.0152	0.0046
分散	0.0001	0.0001	0.0001	0.0011	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000
対初期解比	0.1337	0.1477	0.1155	0.4254	0.6219	0.4821	0.0665	0.0415	0.0123

表 5: 実施時刻目的関数の平均と分散

	実験 1			実験 2			実験 3		
	LS	TS	GA	LS	TS	GA	LS	TS	GA
平均	0.0323	0.0463	0.0407	1.3053	0.1342	0.3795	0.0257	0.0156	0.0051
分散	0.0002	0.0003	0.0000	0.6163	0.0045	0.0036	0.0002	0.0001	0.0000
対初期解比	0.0169	0.0244	0.0229	0.6771	0.0693	0.2153	0.0133	0.0081	0.0029

表 6: 派遣人数目的関数の平均と分散

	実験 1			実験 2			実験 3		
	LS	TS	GA	LS	TS	GA	LS	TS	GA
平均	0.0476	0.0494	0.0423	0.7512	0.0655	0.1762	0.4786	0.5191	0.4857
分散	0.0002	0.0001	0.0001	0.2135	0.0014	0.0010	0.0007	0.0009	0.0003
対初期解比	0.0315	0.0337	0.0275	0.4830	0.0425	0.1142	0.3077	0.3369	0.3149

以上の比較結果より次のことが言える。

実験 1 は、トレードオフの関係にある評価項目が存在せず、全ての評価項目を同時に満たすことができたため、GA, TS 両手法とも良い結果が得られた。

実験 2 は、要介護者の実施曜日・時刻の希望とサービス提供機関の派遣人数にトレードオフの関係があり、派遣人数を重視した場合である。各サービス提供機関の派遣人数基準は、曜日毎、時間帯毎に異なるので、派遣人数の評価項目を満たすためには全要介護者が受ける全サービスの実施曜日と実施時刻の両方を派遣人数の超過が無いように決めなければならない。提案した GA 手法では、交叉により各サービス実施曜日・時刻の変更は常に 2 つの曜日間だけで行われる。従っ

て、派遣人数の最適化も 2 つの曜日間だけで行われることになり、全体での最適化が図りにくい。これに対して、TS 手法では実施曜日のムーブは可能な曜日を全て調べるので、全体での最適化を図ることができる。この違いが、実験 2 において TS 手法の方が良い結果が得られた原因と考えられる。

実験 3 は、実験 2 と同じトレードオフの関係があり、要介護者の実施曜日及び時刻を重視した場合である。実施曜日及び時刻の評価項目は、各要介護者に実施されるサービス毎に最適化を図れば良く、GA 手法の交叉、突然変異と TS 手法のムーブは実施曜日及び時刻の変更そのものであるため、どちらの手法も良い結果が得られた。

6. まとめ

在宅介護サービスを受ける要介護者に実施される各介護サービスの実施日時及び担当サービス提供機関を決定する介護サービススケジューリング問題に対して、GA を適用した手法と TS を適用した手法を提案し、どちらがより適しているのかを見るために計算機シミュレーションによる比較実験を行なった。

比較実験より、TS 手法は 3 種類の実験データのいずれに対しても安定して良好な結果が得られたのに対して、GA 手法は結果にばらつきが見られた。今回提案した GA 手法は、交叉により 2 つの曜日間だけで最適化を図るため、曜日全体の最適化が必要な場合には解の改善が進みにくく、このことが TS 手法よりも結果が悪かった原因の 1 つと考えられる。

本論文では GA と TS を適用した手法について比較を行ったが、メタヒューリスティクスには様々なアルゴリズムがあるので、今後は GA や TS 以外のアルゴリズムについても介護サービススケジューリング問題への適用を行い、どの様なアルゴリズムがこの問題に適しているのか比較検討を行っていきたい。

参考文献

- [1] I. Aoyama, K. Nakajima, H. Sato and M. Otsubo: VINUS: A visiting Nurse Scheduling System. *Proceedings of the 16th IASTED International Conference — APPLIED INFORMATICS* (1998), 79–82.
- [2] 青山功, 佐藤裕幸: 介護サービススケジューリングへの GA の適用. 情報処理学会研究報告, **99-MPS-26**(1999) 5–8.
- [3] 青山功, 佐藤裕幸, 浅見廣愛, 土谷昌晴, 坂本豪信: 粒子線治療装置スケジュールへの GA の適用—治療日スケジュール—. 情報処理学会研究報告, **98-MPS-21** (1998) 43–48.
- [4] F. Glover: Tabu Search — part I. *ORSA Journal on Computing*, **1-3** (1989) 190–206.
- [5] F. Glover: Tabu Search — part II. *ORSA Journal on Computing*, **2-1** (1990) 4–32.
- [6] F. Glover, E.D. Taillard and D.de Werra: A user's guide to tabu search. *Annals of Operations Research*, **41** (1993) 3–28.
- [7] D.E. Goldberg: *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning* (Addison-Wesley, 1989).
- [8] 北野宏明: 遺伝的アルゴリズム (産業図書, 1993).
- [9] 北野宏明: 遺伝的アルゴリズム 2 (産業図書, 1995).
- [10] 中山弘隆: あれもこれもよくしたい多目的計画法. オペレーションズ・リサーチ, **41** (1996) 343–348.

- [11] Colin R. Reeves 編, 横山隆一, 他訳: モダンヒューリスティックス—組合せ最適化の先端手法— (日刊工業新聞社, 1997).
- [12] 玉置久, 森正勝, 荒木光彦: 遺伝的アルゴリズムを用いたパレート最適解集合の生成方法. 計測自動制御学会論文集, **31** (1995) 1185–1192.

付録

A. 要介護者希望パターン

評価実験に用いた要介護者の希望パターンとして, サービス種類, 一週間あたりの所要回数, 一回あたりの所要時間, 要介護者の希望曜日/希望時間帯/希望サービス提供機関を表 7～表 23 に示す.

表 7: 希望パターン 1

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	2	6 時間	月, 木, 日	09:00~15:00	第 1: A / 第 2: C

表 8: 希望パターン 2

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	1	6 時間	火, 土	09:00~15:00	第 1: C / 第 2: A
訪問看護	1	1 時間	木	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	1	1 時間	木, 金	10:30~11:30	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	1	1 時間	月, 火	12:00~13:00	第 1: B / 第 2: A

表 9: 希望パターン 3

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	2	6 時間	火, 水, 金	12:00~18:00	第 1: C / 第 2: A
訪問看護	1	1 時間	木, 金	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	1	1 時間	月, 水, 土, 日	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A

表 10: 希望パターン 4

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	1	6 時間	木, 金	12:00~18:00	第 1: A / 第 2: C
訪問看護	1	1 時間	火, 金	10:00~11:00	第 1: A / 第 2: B
家事ヘルプ	5	1 時間	月, 火, 水, 金, 土, 日	11:00~12:00	第 1: A / 第 2: B

表 11: 希望パターン 5

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	3	6 時間	月, 水, 金, 土	12:00~18:00	第 1: A / 第 2: C
訪問看護	1	1 時間	木, 金	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	2	1 時間	月, 火, 土	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	1	1 時間	木, 日	13:00~14:00	第 1: B / 第 2: A

表 12: 希望パターン 6

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	2	6 時間	火, 木, 土	12:00~18:00	第 1: C / 第 2: A
訪問看護	1	1 時間	木, 土	14:00~15:00	第 1: A / 第 2: B
家事ヘルプ	5	1 時間	月, 火, 水, 木, 土, 日	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A

表 13: 希望パターン 7

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	3	6 時間	月, 水, 金, 日	12:00~18:00	第 1: A / 第 2: C
訪問看護	1	1 時間	木, 金	11:00~12:00	第 1: A / 第 2: B
家事ヘルプ	2	1 時間	火, 水, 土	11:00~12:00	第 1: A / 第 2: B
介護ヘルプ	4	20 分	月, 水, 金, 土, 日	19:40~20:00	第 1: A / 第 2: B

表 14: 希望パターン 8

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	2	6 時間	火, 木, 金	12:00~18:00	第 1: C / 第 2: A
訪問看護	1	1 時間	月, 火	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	4	1 時間	水, 木, 金, 土, 日	10:00~11:00	第 1: A / 第 2: B
介護ヘルプ	3	20 分	月, 火, 木, 金	19:40~20:00	第 1: B / 第 2: A

表 15: 希望パターン 9

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	4	6 時間	月, 火, 木, 金, 土	12:00~18:00	第 1: C / 第 2: A
訪問看護	1	1 時間	土	11:00~12:00	第 1: A / 第 2: B
家事ヘルプ	1	1 時間	水, 金	11:00~12:00	第 1: A / 第 2: B

表 16: 希望パターン 10

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
訪問看護	3	1 時間	月, 水, 金, 土	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	3	1 時間	火, 水, 土, 日	11:30~12:30	第 1: B / 第 2: A
介護ヘルプ	4	20 分	火, 水, 金, 土, 日	19:40~20:00	第 1: A / 第 2: B
訪問リハ	1	1 時間	木, 日	10:00~11:00	第 1: C / 第 2: A

表 17: 希望パターン 11

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	1	6 時間	水, 金	12:00~18:00	第 1: A / 第 2: C
訪問看護	2	1 時間	火, 木, 土	12:30~13:30	第 1: A / 第 2: B
家事ヘルプ	6	1 時間	月, 火, 水, 木, 金, 土, 日	10:00~11:00	第 1: A / 第 2: B
介護ヘルプ	3	20 分	月, 火, 水, 木	19:40~20:00	第 1: B / 第 2: A

表 18: 希望パターン 12

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
訪問看護	2	1 時間	火, 金, 土	09:00~10:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	5	1 時間	月, 火, 水, 木, 土, 日	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A
介護ヘルプ	4	20 分	水, 木, 金, 土, 日	19:40~20:00	第 1: B / 第 2: A
訪問リハ	1	1 時間	月, 水	12:30~13:30	第 1: A / 第 2: C

表 19: 希望パターン 13

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	5	6 時間	月, 火, 水, 木, 金, 土	12:00~18:00	第 1: A / 第 2: C
訪問看護	1	1 時間	土	10:00~11:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	1	1 時間	土, 日	10:00~11:00	第 1: A / 第 2: B

表 20: 希望パターン 14

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
訪問看護	1	1 時間	木, 土	11:00~12:00	第 1: B / 第 2: A
訪問看護	2	1 時間	月, 水, 日	12:00~13:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	5	1 時間	月, 水, 木, 金, 土, 日	10:00~11:00	第 1: A / 第 2: B
介護ヘルプ	3	20 分	火, 木, 金, 日	19:40~20:00	第 1: A / 第 2: B
訪問リハ	1	1 時間	火, 水	11:00~12:00	第 1: C / 第 2: A

表 21: 希望パターン 15

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
訪問看護	2	1 時間	月, 水, 金	10:00~11:00	第 1: A / 第 2: B
家事ヘルプ	6	1 時間	月, 火, 水, 金, 土, 日	12:00~13:00	第 1: A / 第 2: B
介護ヘルプ	4	20 分	月, 水, 木, 土, 日	19:40~20:00	第 1: B / 第 2: A
介護ヘルプ	4	20 分	月, 水, 木, 土, 日	26:00~26:20	第 1: B / 第 2: A
訪問リハ	1	1 時間	火, 水	13:30~14:30	第 1: A / 第 2: C

表 22: 希望パターン 16

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
通所リハ	1	6 時間	金, 日	12:00~18:00	第 1: C / 第 2: A
訪問看護	2	1 時間	月, 水, 木	13:00~14:00	第 1: B / 第 2: A
家事ヘルプ	5	1 時間	月, 火, 水, 木, 土, 日	11:00~12:00	第 1: A / 第 2: B
介護ヘルプ	3	20 分	月, 水, 木, 土	19:40~20:00	第 1: A / 第 2: B
介護ヘルプ	3	20 分	月, 水, 木, 土	26:00~26:20	第 1: A / 第 2: B

表 23: 希望パターン 17

サービス種類	回数/週	所要時間	希望曜日	希望時間帯	希望機関
訪問看護	3	1 時間	月, 水, 金, 土	11:00~12:00	第 1: A / 第 2: B
家事ヘルプ	2	1 時間	木, 土, 日	12:00~13:00	第 1: A / 第 2: B
介護ヘルプ	4	20 分	月, 火, 木, 金, 日	19:40~20:00	第 1: B / 第 2: A
介護ヘルプ	4	20 分	月, 火, 木, 金, 日	26:00~26:20	第 1: A / 第 2: B
訪問リハ	1	1 時間	火, 木	11:00~12:00	第 1: C / 第 2: A

B. サービス提供機関データ

3つのサービス提供機関 A, B, C がそれぞれが対応できる介護サービスの種類と、時間帯毎の派遣人数基準を、データ 1, データ 2 に分けて表 24 ~ 表 27 に示す。

表 24: サービス提供機関 A のデータ (その 1)

		曜日毎の派遣人数基準	
サービス	時間帯	データ 1	データ 2
通所リハ	04~07	月~日: 0	月~日: 0
	07~10	月, 土, 日: 2/ 火~金: 0	月, 水, 木: 0/ 火, 日: 2/ 金, 土: 1
	10~13	月, 火, 日: 4/ 水, 金: 8/ 木, 土: 5	月, 火, 金, 日: 4/ 水, 土: 5/ 木: 12
	13~16	月~日: 0	月~日: 0
	16~19	月~日: 0	月~日: 0
	19~22	月~日: 0	月~日: 0
	22~25	月~日: 0	月~日: 0
	25~28	月~日: 0	月~日: 0
訪問看護	04~07	月~日: 0	月~日: 0
	07~10	月, 水, 木, 日: 0/ 火: 2/ 金, 土: 1	月, 水, 木, 金: 1/ 火: 2/ 土, 日: 1
	10~13	月, 木: 4/ 火, 日: 2/ 水, 土: 5/ 金: 6	月: 2/ 火, 木, 金: 4/ 水: 5/ 土: 3/ 日: 6
	13~16	月, 水: 1/ 火, 金~日: 0/ 木: 3	月, 水, 金~日: 1/ 火, 木: 0
	16~19	月~日: 0	月~日: 0
	19~22	月~日: 0	月~日: 0
	22~25	月~日: 0	月~日: 0
	25~28	月~日: 0	月~日: 0
家事ヘルプ	04~07	月~日: 0	月~日: 0
	07~10	月~日: 0	月~日: 0
	10~13	月, 日: 11/ 火: 14/ 水, 土: 16/ 木: 12/ 金: 6	月, 日: 11/ 火: 17/ 水: 7/ 木: 18/ 金: 12/ 土: 10
	13~16	月~土: 0/ 日: 2	月~木, 日: 0/ 金, 土: 1
	16~19	月~日: 0	月~日: 0
	19~22	月~日: 0	月~日: 0
	22~25	月~日: 0	月~日: 0
	25~28	月~日: 0	月~日: 0

表 25: サービス提供機関 A のデータ (その 2)

曜日毎の派遣人数基準			
サービス	時間帯	データ 1	データ 2
介護ヘルプ	04~07	月~日:0	月~日:0
	07~10	月~日:0	月~日:0
	10~13	月~日:0	月~日:0
	13~16	月~日:0	月~日:0
	16~19	月~日:0	月~日:0
	19~22	月, 水:6/ 火, 土:5/ 木:10/ 金:8/ 日:7	月, 土:2/ 火, 日:7/ 水, 木:8/ 金:13
	22~25	月~日:0	月~日:0
	25~28	月, 木:4/ 火, 金, 日:1/ 水:2/ 土:3	月, 木:4/ 火, 金, 日:0/ 水:3/ 土:5
訪問リハ	04~07	月~日:0	月~日:0
	07~10	月~日:0	月~日:0
	10~13	月, 火, 日:2/ 水, 金, 土:0/ 木:1	月, 水, 土:2/ 火, 金, 日:0/ 木:1
	13~16	月, 水~日:0/ 火:2	月:2/ 火~日:0
	16~19	月~日:0	月~日:0
	19~22	月~日:0	月~日:0
	22~25	月~日:0	月~日:0
	25~28	月~日:0	月~日:0

表 26: サービス提供機関 B のデータ

曜日毎の派遣人数基準			
サービス	時間帯	データ 1	データ 2
訪問看護	04~07	月~日:0	月~日:0
	07~10	月~木, 日:0/ 金, 土:1	月~金:0/ 土, 日:1
	10~13	月, 木:4/ 火, 日:2/ 水, 土:5/ 金:6	月:2/ 火, 木, 金:4/ 水:5/ 土:3/ 日:6
	13~16	月, 水:1/ 火, 金~日:0/ 木:3	月, 水, 金~日:1/ 火, 木:0
	16~19	月~日:0	月~日:0
	19~22	月~日:0	月~日:0
	22~25	月~日:0	月~日:0
	25~28	月~日:0	月~日:0
家事ヘルプ	04~07	月~日:0	月~日:0
	07~10	月~日:0	月~日:0
	10~13	月, 日:11/ 火:14/ 水, 土:16/ 木:12/ 金:6	月, 日:11/ 火:17/ 水:7/ 木:18/ 金:12/ 土:10
	13~16	月~土:0/ 日:2	月~木, 日:0/ 金, 土:1
	16~19	月~日:0	月~日:0
	19~22	月~日:0	月~日:0
	22~25	月~日:0	月~日:0
	25~28	月~日:0	月~日:0
介護ヘルプ	04~07	月~日:0	月~日:0
	07~10	月~日:0	月~日:0
	10~13	月~日:0	月~日:0
	13~16	月~日:0	月~日:0
	16~19	月~日:0	月~日:0
	19~22	月, 水:6/ 火, 土:5/ 木:10/ 金:8/ 日:7	月, 土:2/ 火, 日:7/ 水, 木:8/ 金:13
	22~25	月~日:0	月~日:0
	25~28	月, 木:4/ 火, 金, 日:1/ 水:2/ 土:3	月, 木:4/ 火, 金, 日:0/ 水:3/ 土:5

表 27: サービス提供機関 C のデータ

曜日毎の派遣人数基準			
サービス	時間帯	データ 1	データ 2
通所リハ	04~07	月~日:0	月~日:0
	07~10	月, 土, 日:2/ 火~金:0	月, 水, 木:0/ 火, 日:2/ 金, 土:1
	10~13	月, 火, 日:4/ 水, 金:8/ 木, 土:5	月, 火, 金, 日:4/ 水, 土:5/ 木:12
	13~16	月~日:0	月~日:0
	16~19	月~日:0	月~日:0
	19~22	月~日:0	月~日:0
	22~25	月~日:0	月~日:0
	25~28	月~日:0	月~日:0
訪問リハ	04~07	月~日:0	月~日:0
	07~10	月~日:0	月~日:0
	10~13	月, 火, 日:2/ 水, 金, 土:0/ 木:1	月, 水, 土:2/ 火, 金, 日:0/ 木:1
	13~16	月, 水~日:0/ 火:2	月:2/ 火~日:0
	16~19	月~日:0	月~日:0
	19~22	月~日:0	月~日:0
	22~25	月~日:0	月~日:0
	25~28	月~日:0	月~日:0

青山 功

〒 247-8501 神奈川県鎌倉市大船 5-1-1

三菱電機(株) 情報技術総合研究所

E-mail: isao@isl.melco.co.jp

ABSTRACT

GENETIC ALGORITHM AND TABU SEARCH METHODS
FOR CARE SERVICE SCHEDULING PROBLEM AND COMPARISON
BETWEEN THESE TWO METHODS

Isao Aoyama Hiroyuki Sato Katsuto Nakajima
Mitsubishi Electric Corporation

A Home Care Service Scheduling Problem (HCSSP) is a real world (large-scale) and multi-objective combinatorial optimization problem. To plan the schedule, we need to satisfy requests of all dependents and constraints at the number of helpers who each provider can dispatch to them.

It takes a lot of time to get the optimal schedule of HCSSP. From the practical point of view, we should not wait for hours to get the optimal schedule but use quasi-optimal schedules. In order to obtain a quasi-optimal schedule quickly, we solve HCSSP by meta-heuristic methods. In this paper we show and compare two methods to solve HCSSP. One is Genetic Algorithm (GA) method, another is Tabu Search (TS) method. Comparison in our case shows that TS is superior to GA.