

## 忙しい人の手料理支援のための献立選択および まとめ買い選択アルゴリズム

谷口 詩歩<sup>†</sup> 舟曳 信生<sup>†</sup> 中西 透<sup>†</sup>

† 岡山大学工学部通信ネットワーク工学科 〒700-8530 岡山市津島中3-1-1

E-mail: †taniguti@sec.cne.okayama-u.ac.jp, ††{funabiki,nakanisi}@cne.okayama-u.ac.jp

あらまし 勤労者、学生など、多忙な毎日を送る人にとって、平日帰宅後の手料理のための食材購入や調理に費やす時間の短縮は非常に重要である。そのために、比較的余裕のある週末に、一週間分の料理献立を考え、その食材をまとめ買いすると共に、各料理の下揃え調理を済ませておくことが考えられる。平日には、まとめ買いできない食材の購入と、仕上げ調理のみを行うことで、時間短縮が可能となる。本論文では、この2段階調理のための献立選択アルゴリズムおよびまとめ買い選択アルゴリズムの提案を行う。これらの問題は、NP完全問題であるナップサック問題から帰着できることから、その貪欲法に基づくアルゴリズムとしている。例題に対するシミュレーションにより、各提案アルゴリズムの有効性を示す。

キーワード 手料理支援、2段階調理、献立選択、まとめ買い食材、アルゴリズム、NP完全

## Menu Selection and Bulk-Buying Ingredient Selection Algorithms for Home Cooking Support by Busy Persons

Shiho TANIGUCHI<sup>†</sup>, Nobuo FUNABIKI<sup>†</sup>, and Toru NAKANISHI<sup>†</sup>

† Faculty of Engineering, Okayama University

E-mail: †taniguti@sec.cne.okayama-u.ac.jp, ††{funabiki,nakanisi}@cne.okayama-u.ac.jp

**Abstract** For busy persons such as working people and students, it is very important to reduce the time for buying ingredients and cooking foods after working for long hours on a weekday. As one solution to achieve it, they buy ingredients in bulk and finish the preparation steps of foods as the *preparation phase* on a weekend after planning the menus of the following weekdays. On a weekday, they only need to buy remaining ingredients and cook the finishing steps of the foods as the *finishing phase* that they will eat on the day, which can reduce the necessary time for home cooking. In this paper, we propose the *menu planning algorithm* and *bulk-buying ingredient selection algorithm* for this *two-phase cooking*. Because these problems can be reduced from the NP-complete knapsack problem, these algorithms are based on greedy methods for the knapsack problem. Through solving instances for these problems, we verify the effectiveness of the proposed algorithms.

**Key words** home cooking support, two-phase cooking, menu planning, bulk-buying ingredient, algorithm, NP-complete

### 1. はじめに

近年、安全で健康な食生活やコストの観点から、手作り料理が見直されている。しかし、勤労者、学生、子育て家庭など、多忙な毎日を送る人にとっては、平日の帰宅後に、手作り料理に必要となる食材の購入や、料理の調理作業に費やす時間を十分に取ることは困難である。その対策として、2段階調理がこれらの時間短縮の方法として有効と考えられる。ここでは、比

較的余裕のある週末に、一週間分の料理献立を考え、それらの料理に必要な食材をまとめ買いすると共に、各料理の下揃え調理を済ませておく。そして平日には、まとめ買いできなかった食材を、帰宅時に、駅や自宅近くのスーパー・コンビニで急ぎ買いすると共に、下揃え調理を済ませた料理の仕上げ調理のみを行うことで、時間短縮が可能となる。

図1に、2段階調理の例として、「豚カツ」のレシピを示す。ここでは、「豚肉の薄切り」、「卵・小麦粉・パン粉の豚肉への添

加」を週末の下揃え調理として行い、その後の「油でフライ」、「カツに切れ目」を、それを食べる日の仕上げ調理として行う。

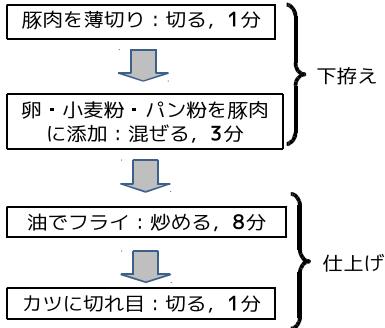


図 1 豚カツの 2 段階調理レシピ

以上の 2 段階調理において、まず、料理献立を考える際には、忙しい人にとっては下揃え、仕上げのいずれの調理の時間も限られており、それらの時間制約の中で各自が食べたいもの（食べるべきもの）を最大限、調理できることが望ましいと考えられる。また、まとめ買い食材を選ぶ際には、実際に食べる日までの保存期間や、冷凍・冷蔵保存するための冷蔵庫のサイズに関する制約の中で、まとめ買いによるコストダウンを最大とするように、選択することが望ましいと考えられる。これは、まとめ買いを行う郊外の量販店の方が、駅や自宅近くの店よりも、通常、食材が安価であるからである。

そこで、本論文では、まず、調理時間制約の中で、週末の下揃え調理、および、平日の仕上げ調理のための料理献立選択を行なう、献立選択問題の定式化を行い、その決定問題の NP 完全性の証明を、ナップサック問題からの帰着により行なう。そして、ナップサック問題の貪欲法に基づくアルゴリズムを提案する。本問題では、まず、ユーザにその週に食べたい料理を複数、各料理の好み度と共に選択させる。次に、その中で、下揃え調理可能な料理の中から、時間制約の下で、好み度の高い料理を最大限、下揃え料理として選択する。この下揃え調理の可能性は、下揃え可能フラグとして、料理毎に与えられる。そして、各下揃え料理を、ユーザが予め指定する、その使用日数上限までの間で、複数の平日での仕上げ料理として選択する。最後に、平日の料理献立を完成するために、調理時間制約の下で、好み度の高い料理の調理を最大限選択する。

次に本論文では、一週間分の献立に選択された料理に必要となる全食材のリストの中から、保存期間および冷蔵庫サイズに関する制約を満たし、購入コストを最小化する、まとめ買い選択問題の定式化と、そのアルゴリズムを提案する。本問題では、全食材の中で、まとめ買いによる保存可能な食材の中から、冷蔵庫サイズ制約の下で、まとめ買いコストと急ぎ買いコストの差の大きい食材を最大限、まとめ買い食材として選択する。

献立選択、および、まとめ買い選択の各アルゴリズムの評価のために、それぞれに対する例題を用意し、シミュレーションを行なった。その結果、まず、前者では、いずれの平日においても、仕上げ調理時間を 40 分とした場合にも、手料理による 3~4 種類の料理献立が選択できることを確認した。また、後者で

は、保存期間やサイズの制約においても、全食材をまとめ買いした場合に、ほぼ等しいコストでの購入が可能となる、まとめ買い食材が選択できることを示した。

以下本論文では、まず、2. で献立選択アルゴリズムを提案する。次に、3. でまとめ買い選択アルゴリズムを提案する。4. でそれらの評価を示した後、5. で本論文のまとめを行う。

## 2. 献立選択アルゴリズム

本章では、献立選択問題の定式化とその決定問題の NP 完全性の証明を行なった後、貪欲法に基づくアルゴリズムを提案する。

### 2.1 問題の定式化

1 日の献立では、そのバランスを考慮した場合、主菜を 1 つ以上と、種類の異なる料理が複数選択されることが望ましい。そのため、本問題の入力として、各料理には、好み度、下揃え可能フラグに加え、主菜か否かを示す主菜フラグ、種類を表す料理タイプが与えられるものとしている。各料理の調理時間に関しては、下揃え調理、仕上げ調理、および、全調理手順を実施した場合の時間制約を判定するために、それぞれでの調理時間が与えられる。また、本問題では、調理する料理の食数、下揃え / 仕上げ調理時間上限、および、下揃え料理を複数の平日料理に使用する場合の日数上限が与えられる。各料理には、カロリー、塩分も与えられるが、今回は、選択された献立での総カロリー、塩分の算出のみに留める。以下に、本問題の定式化を与える。

#### 2.1.1 入 力

本問題の入力を、以下に示す。

- 対象平日数 :  $N$
- 料理数 :  $M$
- 料理  $i$  の以下のデータ
  - 好み度 :  $f_i$
  - 下揃え調理可能 : 0 : 不可, 1 : 可能
  - 主菜フラグ : 0 : 主菜ではない 1 : 主菜
  - 料理タイプ :  $t_i$
  - 調理時間 :  $T_i$  (全調理, 下揃え調理, 仕上げ調理)
  - カロリー :  $C_i$
  - 塩分 :  $S_i$
- 食数 :  $L$
- 下揃え調理時間上限
- 仕上げ調理時間上限
- 下揃え料理使用日数上限

#### 2.1.2 出 力

出力は、週末の下揃え料理の集合、および、それを含む、各平日の献立  $\tau$  である。

#### 2.1.3 制 約 条 件

本問題の制約条件は、以下の 5 つとなる。

- 調理時間制約 : 下揃え、仕上げの総調理時間がその上限以下
- 下揃え料理保存制約 : 下揃え調理可能な料理のみ、下揃え料理に選択可能
- 下揃え料理使用回数制約 : 下揃え料理の平日使用日数が

上限以下

- 主菜制約：各平日に含まれる主菜が 1 つ以上
- 料理タイプ制約：1 つの献立の全料理のタイプが異なること

#### 2.1.4 目的関数

本問題の目的関数は、献立に選択された全料理の好み度の総和  $g(\tau)$  とし、その最大化を行う。

### 2.2 NP 完全性の証明

本節では、調理時間制約の献立選択問題の決定問題（以下献立問題と略）を定義し、その NP 完全性を、NP 完全の 0-1 ナップサック問題からの帰着により証明する。

#### 2.2.1 献立問題

献立問題の出力は、目的関数の下限  $g_0$  を導入することで、以下となる。

- 出力： $g(\tau) \geq g_0$  とする献立選択は存在するか？

#### 2.2.2 0-1 ナップサック問題

0-1 ナップサック問題は、以下のように定義できる。

- 入力：
  - 要素数 :  $n$
  - 要素毎の以下の属性値
    - \* サイズ :  $s_i$
    - \* 利得 :  $c_i$
  - ナップサックのサイズ :  $S$
  - 利得の下限 :  $C$
- 出力： $\sum_{i \in U} s_i \leq S, \sum_{i \in U} c_i \geq C$  となる  $U$  の部分集合  $U (\subseteq U)$  は存在するか？

#### 2.2.3 NP 完全性の証明

まず、献立問題は、明らかにクラス NP に属する。次に、0-1 ナップサック問題の任意のインスタンスが、以下の献立問題のインスタンスに多項式時間で変換できることから、後者は前者よりも難しい問題と言える（後者のアルゴリズムは、前者の任意のインスタンスの解を求めることができる）。以上より、献立問題は NP 完全である。

- 入力
  - 対象平日数 = 1
  - 料理数 =  $n$
  - 料理  $i$  の以下のデータ
    - \* 好み度 =  $c_i$
    - \* 下揃え調理可能 = 0
    - \* 調理時間（全調理） =  $s_i$
    - \* 主菜フラグ = 1
    - \* 料理タイプ =  $i$ （全料理で異なる）
    - \* 調理時間 =  $s_i$
  - 食数 = 1
  - 下揃え調理時間上限 = 0
  - 仕上げ調理時間上限 =  $S$
  - 下揃え料理使用日数上限 = 1
  - 目的関数下限  $g_0 = C$

### 2.3 提案アルゴリズム

提案アルゴリズムでは、目的関数の最大化のために、調理時

間当たりの好み度（以下、優先度と呼ぶ）の大きい料理から順に、調理時間制約の下で最大限選択する。

#### 2.3.1 前処理

前処理では、本アルゴリズムの実行に必要な変数の初期化、各料理の調理時間の計算を行う。

##### 1. 変数の初期化

全料理の選択結果、各総調理時間（下揃え、各平日）を 0 で初期化する。

##### 2. 料理毎の調理時間の算出

入力の調理時間に食数  $L$  の平方根を掛けることで、各料理の食数分の調理時間を算出する。その際、下揃え調理可能な料理に対しては、下揃えのみ、仕上げのみ、および、全調理手順の 3 通りで算出する。ここで、食数  $L$  の平方根を乗ずるのは、調理時間は必ずしもその食数に比例しないからである。

#### 2.3.2 下揃え料理の選択

まず、週末に下揃え調理を行う料理を選択する。

##### 1. 料理毎の優先度の算出

各料理の単位調理時間当たりの好み度を、優先度  $p_i$  として算出する。調理時間には、下揃えの調理時間を使用する。

$$p_i = f_i / T_{cook}^i \quad (1)$$

##### 2. 優先度順の下揃え料理の選択

以下の (1)～(3) を繰り返すことで、下揃え調理時間上限内で、最大限、下揃え料理を選択する。

###### (1) 下揃え料理の選択

以下の条件を充たす料理を 1 つ選択する。そのような料理を選択できない場合、2. を終了する。ここで、条件 3) は、他の料理の仕上げ調理時間を十分に取ることで、主菜制約の充足、複数の料理を各献立に選択するためのものである。

###### 1) これまでに (1) で未選択

###### 2) 下揃え調理可能

###### 3) 仕上げ調理時間が平日調理時間上限の 1/2 以下

###### 4) 優先度最大

###### (2) 下揃え料理の使用日数の選択

(1) で選択された料理に対して、以下の条件を充たす最大の平日使用日数  $K$  を選択する。その結果、 $K = 0$  となる場合、その料理は下揃え料理に選択しない。

###### 1) 下揃え料理使用日数上限以下

2) その料理を追加した場合の総調理時間が下揃え調理時間上限以下

ここで、 $K$  日使用する場合の調理時間は、 $\sqrt{K}$  を乗じることで求める。

###### (3) 制約条件量の更新

(2) による、総下揃え調理時間を更新する。

#### 2.3.3 下揃え料理の平日献立選択

選択された下揃え料理を、可能な限り、平日献立にバランス良く選択する。

##### 1. 下揃え料理のソート

全下揃え料理の中で主菜を、その仕上げ調理時間の降順にソート

トする。その後、主菜以外をソートする。

## 2. 下揃え料理の平日献立選択

ソート順に、各下揃え料理をその日数分、以下の条件を充たす日の献立に選択する。この結果、その日の総仕上げ調理時間が上限を超える場合にも、制約違反であるが、選択することとし、その利用の判断はユーザに任せることとする。

- 1) その日の献立に未選択
- 2) その日の献立に同じ料理タイプが未選択（タイプ制約）
- 3) 今回の料理が主菜の場合、その日の献立の主菜数が最小

- 4) 総仕上げ調理時間が最小

5) 1)~4) を充たす日が複数の場合、選択された料理数が最小

## 3. 制約条件量の更新

2. の料理の仕上げ作業の調理時間を用いて、その日の総仕上げ調理時間を更新する。

### 2.3.4 平日献立の選択

次に、仕上げ調理時間、主菜、料理タイプを考慮しながら、下揃え料理以外の料理を選択する。

1. 料理毎の優先度の算出 2. で下揃え料理に選択されなかった全料理の優先度を算出する。その際、全手順の調理時間用いる。

## 2. 主菜料理の選択

主菜が1つも割当てられていない日を選択し、以下の条件を充たす料理を1つ選択する。そのような料理を選択できない場合、2. を終了する。これを、全ての日の献立に主菜料理が1つ以上

割り当てられるまで繰り返す。

- 1) これまでに1)で未選択
- 2) 主菜料理である
- 3) その日の献立に同じ料理タイプがない
- 4) 優先度最大

## 3. 献立料理の選択

以下の条件を充たす料理を1つ選択する。そのような料理を選択できない場合、2. を終了する。

- 1) これまでに1)で未選択
- 2) 優先度最大
3. 献立日の選択

3. で選択された料理を、以下の条件を充たす日の献立に選択する。ここで、いずれの日にも選択できない場合、その料理を献立に選択しない。

1) その料理を追加調理した場合の総仕上げ調理時間が上限以下

- 2) その料理と同じ料理タイプがない
- 3) 1), 2) が複数の場合には、選択された料理数が最小

## 4. 制約条件量の更新

3. による、その日の総仕上げ調理時間を更新する。

## 3.まとめ買い選択アルゴリズム

本章では、まとめ買い選択問題の定式化を行った後、貪欲法に基づくアルゴリズムを提案する。

### 3.1 問題の定式化

本節では、まとめ買い選択問題を、組合せ最適化問題として定式化する。本定式化において、まとめ買いは、週末に近郊の量販店に車で出かけて食材をまとめて購入すること、急ぎ買いは、平日帰宅時に駅や自宅近くのスーパー・コンビニに徒歩・自転車で出かけて食材を少量購入することを意図している。

#### 3.1.1 入力

本問題の入力を、以下に示す。

- 対象平日数： $X$
- 食材数： $Y$
- 食材  $i$  の以下のデータ
  - 食材名： $E_i$
  - 料理日： $D_i$
  - 要冷蔵保存： $K_i$ ：(常温保存、要冷凍、要冷藏)
  - サイズ(容量)： $P_i$
  - 保存期間の上限： $U_i$
  - まとめ買いコスト： $Q_i$
  - 急ぎ買いコスト： $H_i$  ( $Q_i \leq H_i$ )
- 冷蔵庫容量： $R$
- 冷凍庫容量： $V$
- 持ち帰り容量： $B$

#### 3.1.2 出力

出力は、まとめ買い食材の選択結果  $\theta$  である。

#### 3.1.3 制約条件

本問題のまとめ買い食材に関する制約条件は、以下の3つとなる。

- 冷蔵庫制約：要冷蔵まとめ買い食材の総サイズが冷蔵庫容量以下  $\sum P_i \leq R$  (食材  $i$  は要冷蔵)
- 冷凍庫制約：要冷凍まとめ買い食材の総サイズが冷凍庫容量以下  $\sum P_i \leq V$  (食材  $i$  は要冷凍)
- 保存期間制約：各まとめ買い食材の保存期間が上限以下  $D_i \leq U_i$

また、急ぎ買い食材に関する制約条件は以下となる。

- 持ち帰り制約：急ぎ買い食材の総サイズが持ち帰り可能容量以下  $\sum P_j \leq B$

#### 3.1.4 目的関数

本問題の目的関数は、全食材の総購入コスト  $h(\theta)$  とし、その値を最小化する。

## 3.2 提案アルゴリズム

提案アルゴリズムでは、目的関数の最大化のために、調理時間当たりの好み度(以下、優先度と呼ぶ)の大きい料理から順に、調理時間制約の下で最大限選択する。

### 1. 変数の初期化

全食材を「急ぎ買い」とする。

### 2. 保存期間制約の充足

保存期間が「まとめ買い」日とその食材の料理日の間よりも短いものは、「急ぎ買い」に固定する(以降、変更しない)。

### 3. 優先度の算出

優先度 = (急ぎ買いコスト - まとめ買いコスト)/調整サイズを計算する。

ここで、調整サイズは保存方法によるサイズの影響を考慮するために用いる。本研究では、常温保存では冷蔵庫が不要なため1、要冷蔵ではサイズのそのもの、要冷凍ではサイズの2倍をしている。

#### 4. 持ち帰り制約の充足

持ち帰り制約を満たさない日を選択し、その日の優先度の高い食材から順次、その制約を充足するまで「まとめ買い」に変更する。

#### 5. 優先度順のまとめ買い選択

冷蔵庫、冷凍庫の容量が許す限り、優先度の高い食材から順次、その制約を充足するまで「まとめ買い」に変更する。

### 4. 評価

本章では、前章までに提案した献立選択アルゴリズム、まとめ買い選択アルゴリズムの評価を行う。

#### 4.1 献立選択アルゴリズムの評価

本節では、献立選択アルゴリズムの評価を行う。表1に、評価例題として用意した55種類の料理の中から、献立選択アルゴリズムによる下揃え料理と、仕上げ調理を含む6日間の献立選択結果を示す。表中の(\*)は、主菜料理を示している。ここでは、各料理の好み度は1~10の乱数、料理タイプは{豚肉、鶏肉、牛肉、野菜、汁物、丼・鍋、生野菜、魚、生魚、その他}の10種類とした。また、下揃え調理時間上限を60分、仕上げ調理時間上限を40分、下揃え料理使用日数上限を2、1日の食数を2とした。本表の結果から、本アルゴリズムにより、いずれの日の献立においても、仕上げ調理時間40分以内で、1つ以上の主菜料理と下揃え料理を含む、好み度7以上で料理タイプの異なる3~4品の料理が選択され、その有効性が確かめられた。なお、参考のために示した各献立でのカロリー量、塩分量にはばらつきが大きく、その改善が今後の課題である。

#### 4.2 調理時間の精度

本論文の献立選択アルゴリズムでは、各料理の調理時間には、予め、入力として一定値が与えられるものとしているが、文献[1]の調理モデルで示したように、複数料理の調理手順を同時並行で進めることで、調理時間の短縮が可能である。そのため、調理時間の予測精度を高めるために、文献[1]のアルゴリズムを、本アルゴリズムの解に適用し、その結果と本アルゴリズムで使用した調理時間を比較する。

ここで、文献[1]の調理モデルでは、各料理の調理は「切る」、「混ぜる」、「炒める」、「煮る」、「予熱する」の5種類の手順で構成され、これらを適宜組み合わせることで、1つの料理のレシピが成り立つものとしている。そのため、両者の調理時間が極力一致するように、本アルゴリズムの調理時間の算出には、以下の式(2)に示す、調理モデルの入力(調理手順とその時間のリスト)からの調理時間算出式を用いた。

$$T_{\text{cook}}^i = (\alpha \cdot T_{\text{cut}}^i + \beta \cdot T_{\text{mix}}^i + \gamma \cdot T_{\text{boil}}^i + \delta \cdot T_{\text{fry}}^i + \epsilon \cdot T_{\text{nuke}}^i) \cdot \sqrt{L} \quad (2)$$

ここで、 $T_{\text{cut}}^i$ 、 $T_{\text{mix}}^i$ 、 $T_{\text{boil}}^i$ 、 $T_{\text{fry}}^i$ 、 $T_{\text{nuke}}^i$ は、調理モデルに

表1 1週間の献立

| 曜日  | 料理                      | 好み度/タイプ |
|-----|-------------------------|---------|
| 下揃え | (*) 豚カツ                 | 8/豚肉    |
|     | (*) 和風おろしハンバーグ          | 10/豚肉   |
|     | れんこんのはさみ揚げ              | 10/野菜   |
|     | (*) ほうれん草と卵のグラタン        | 10/丼・鍋  |
| 月曜  | (*) ほうれん草と卵のグラタン        | 10/丼・鍋  |
|     | れんこんのはさみ揚げ              | 10/野菜   |
|     | 豚肉の野菜巻き焼き               | 10/豚肉   |
|     | カロリー: 895kcal 塩分: 4g    |         |
| 火曜  | (*) ほうれん草と卵のグラタン        | 10/丼・鍋  |
|     | れんこんのはさみ揚げ              | 10/野菜   |
|     | かつおのたたき                 | 5/生魚    |
|     | プレーンオムレツ                | 7/その他   |
|     | カロリー: 1089kcal 塩分: 6.2g |         |
| 水曜  | (*) 豚カツ                 | 8/豚肉    |
|     | ししうのベーコン巻きソテー           | 10/野菜   |
|     | ほうれん草とツナサラダ             | 10/生野菜  |
|     | カロリー: 958kcal 塩分: 3.9g  |         |
| 木曜  | (*) 豚カツ                 | 8/豚肉    |
|     | なすの揚げびたし                | 10/野菜   |
|     | (*) かれいの煮付け             | 10/魚    |
|     | カロリー: 1085kcal 塩分: 3.8g |         |
| 金曜  | (*) 和風おろしハンバーグ          | 10/豚肉   |
|     | しじみのみぞ汁                 | 10/汁物   |
|     | 厚焼き卵                    | 7/その他   |
|     | カロリー: 836kcal 塩分: 7.6g  |         |
| 土曜  | (*) 和風おろしハンバーグ          | 10/豚肉   |
|     | あさりバター                  | 10/魚    |
|     | 若竹煮                     | 10/野菜   |
|     | カロリー: 747kcal 塩分: 6.3g  |         |

おける料理*i*の各調理手順「切る」「混ぜる」「炒める」「煮る」「予熱する」の総調理時間、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\epsilon$ は、手順間の時間調整のための重みである。

表2に示す係数値を用いた場合の、前述の例題での各調理時間算出結果を、表3に示す。本表における「アルゴリズム」は式(2)での計算結果、「モデル」は調理モデルによる計算結果を示す。本結果から、本アルゴリズムでの調理時間は、調理モデルによる時間にほぼ一致しているとはいえ、全般的に長目であることがわかる。今後、重みの調整などによる、その精度の改善も課題である。

表2 調理時間補正係数

| 係数   | 値   |
|------|-----|
| cut  | 1.3 |
| mix  | 1.0 |
| boil | 0.6 |
| fry  | 1.0 |
| nuke | 0.8 |

#### 4.3 まとめ買い選択アルゴリズムの評価

本節では、まとめ買い選択アルゴリズムの評価を行う。評価例題として、表1の献立に選択された手作り料理を想定した50

表 3 調理時間算出結果(分)

| 日   | アルゴリズム | モデル |
|-----|--------|-----|
| 下拵え | 56     | 54  |
| 月曜  | 31     | 22  |
| 火曜  | 35     | 25  |
| 水曜  | 27     | 22  |
| 木曜  | 30     | 21  |
| 金曜  | 36     | 31  |
| 土曜  | 37     | 26  |

種類2人分の食材[3]を、表4に示す。表中の「サイズ」には、「ししどうがらし」3個分を1として各食材の大きさを設定した。また「方法」には保存方法、「期間」には賞味期限(日数)、「コスト」にはまとめ買いコスト(左側)および急ぎ買いコスト(右側)を設定した。アルゴリズムのサイズ制約として、冷蔵庫容量を100、冷凍庫容量を50、持ち帰り容量を50とした。

表4では、アルゴリズムの出力として、「結果」にまとめ買い・急ぎ買いの選択結果を示す。また、一重線で購入日の区別を行い、上から順に、下拵え、月曜、火曜、…の順としている。本アルゴリズムの適用結果、総購入コストとして全食材を「まとめ買い」した場合の最小値(8,520)に近い値(8,990)が得られ、また、まとめ買い食材の総サイズも全体の75%となる366となり、本アルゴリズムの有効性が確かめられた。

## 5. おわりに

本論文では、忙しい毎日を送る人の手料理支援を目的として、週末の下拵え調理と平日の仕上げ調理で構成される、2段階調理のための献立選択アルゴリズム、および、まとめ買い選択アルゴリズムを提案した。各例題に対するシミュレーション評価により、各提案アルゴリズムの有効性を示した。今後の課題には、献立選択での調理時間の計算精度とカロリー・塩分を含む栄養バランスの改善[5]、Webアプリ化による提案アルゴリズムの利便性の向上などが挙げられる。

## 謝 辞

本研究の一部は、文部科学省戦略的大学連携支援事業「科学Try アングル岡山」の助成を受けて行われている。

## 文 献

- [1] 松島由紀子、船曳信生、中西透、『多種料理の調理手順スケジューリングアルゴリズムの複数調理者への拡張』、信学技報、vol.110, No.172, pp.19-24, Aug. 2010.
- [2] M. R. Garey and D. S. Johnson, *Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness*, Freeman, New York, 1979.
- [3] レタスクラブ MOOK、新おかず365日 決定版、角川SSコミュニケーションズ、2007.
- [4] 柳浦睦憲、茨木俊秀、組合せ最適化、朝倉書店、2001.
- [5] 李福美、上田真由美、平野靖、梶田将司、間瀬健二、『個人の嗜好を考慮した料理レシピ推薦システムにおける栄養情報の取り扱いに関する検討』、DEIM Forum, E5-3, 2009.

表4 購入食材データと選択結果

| 食材名       | 方法 | サイズ | 期間  | コスト        | 結果  |
|-----------|----|-----|-----|------------|-----|
| 豚ロース      | 冷蔵 | 10  | 3   | 300/400    | まとめ |
| キャベツ      | 冷蔵 | 20  | 7   | 100/200    | まとめ |
| 小麦粉       | 常温 | 30  | 100 | 150/200    | まとめ |
| 卵         | 常温 | 15  | 7   | 100/200    | まとめ |
| パン粉       | 常温 | 20  | 100 | 150/200    | まとめ |
| カイワレ      | 冷蔵 | 2   | 5   | 50/50      | まとめ |
| 油         | 常温 | 20  | 100 | 250/300    | まとめ |
| 合びき肉      | 冷蔵 | 15  | 3   | 300/400    | まとめ |
| 長ネギ       | 冷蔵 | 5   | 5   | 100/150    | まとめ |
| 牛乳        | 冷蔵 | 15  | 5   | 200/200    | まとめ |
| ししどうがらし   | 常温 | 1   | 5   | 100/100    | まとめ |
| しめじ       | 冷蔵 | 3   | 5   | 80/100     | まとめ |
| 大根        | 冷蔵 | 8   | 7   | 150/200    | まとめ |
| しょうが      | 常温 | 1   | 7   | 100/100    | まとめ |
| れんこん      | 冷蔵 | 10  | 7   | 150/200    | まとめ |
| 豚バラ肉(冷凍)  | 冷凍 | 10  | 100 | 300/500    | まとめ |
| 片栗粉       | 常温 | 9   | 100 | 100/150    | まとめ |
| ほうれん草     | 冷蔵 | 7   | 5   | 100/150    | まとめ |
| ベーコン      | 冷蔵 | 8   | 7   | 250/300    | まとめ |
| 玉ねぎ       | 常温 | 5   | 10  | 50/80      | まとめ |
| バター       | 冷蔵 | 8   | 30  | 300/300    | まとめ |
| 粉チーズ      | 冷蔵 | 8   | 30  | 300/300    | まとめ |
| ホワイトソース   | 常温 | 10  | 100 | 200/200    | まとめ |
| チーズ       | 冷蔵 | 8   | 30  | 300/300    | まとめ |
| 豚ロース薄切り   | 冷蔵 | 10  | 3   | 300/400    | 急ぎ  |
| アスパラ      | 冷蔵 | 2   | 7   | 80/100     | 急ぎ  |
| にんじん      | 冷蔵 | 4   | 7   | 30/50      | 急ぎ  |
| かつお       | 冷蔵 | 10  | 1   | 250/300    | 急ぎ  |
| きゅうり      | 冷蔵 | 8   | 5   | 30/50      | 急ぎ  |
| かわめ       | 常温 | 7   | 100 | 150/150    | まとめ |
| しそ        | 冷蔵 | 1   | 10  | 100/100    | 急ぎ  |
| レモン       | 冷蔵 | 2   | 10  | 80/100     | 急ぎ  |
| にんにく      | 常温 | 1   | 10  | 80/100     | まとめ |
| ツナ缶       | 常温 | 4   | 100 | 100/100    | まとめ |
| ミックスベジタブル | 冷凍 | 9   | 100 | 150/300    | まとめ |
| パセリ       | 冷蔵 | 1   | 5   | 80/100     | 急ぎ  |
| トマトケチャップ  | 冷蔵 | 8   | 100 | 150/200    | 急ぎ  |
| トマト       | 冷蔵 | 10  | 3   | 80/100     | 急ぎ  |
| なす        | 冷蔵 | 15  | 5   | 300/350    | 急ぎ  |
| めんつゆ      | 常温 | 10  | 100 | 150/200    | まとめ |
| カレイ(切り身)  | 常温 | 18  | 1   | 300/350    | 急ぎ  |
| しじみ       | 冷蔵 | 10  | 2   | 300/300    | 急ぎ  |
| 万能ねぎ      | 冷蔵 | 2   | 4   | 100/100    | 急ぎ  |
| みそ        | 常温 | 20  | 100 | 200/300    | まとめ |
| 和風だしの素    | 常温 | 16  | 100 | 150/200    | まとめ |
| みりん       | 常温 | 25  | 100 | 250/300    | まとめ |
| 酒         | 常温 | 25  | 100 | 250/300    | まとめ |
| あさり       | 冷蔵 | 10  | 2   | 300/300    | 急ぎ  |
| 木の芽       | 常温 | 1   | 100 | 80/100     | まとめ |
| たけのこ      | 冷蔵 | 8   | 5   | 300/350    | 急ぎ  |
| 合計        |    | 485 |     | 8520/10580 | 急ぎ  |