

# 既存レシピを活用した並行調理スケジュール法の提案と評価

杉本 和香奈<sup>†</sup> 佐藤 哲司<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 筑波大学情報学群知識情報・図書館学類 〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

<sup>††</sup> 筑波大学大学院図書館情報メディア研究科 〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

E-mail: <sup>†</sup>{wakana,satoh}@ce.slis.tsukuba.ac.jp

あらまし 料理のレシピには、一品の料理を作るための手順が書かれているが、実際の献立は複数の料理で成っていることが多い。個々のレシピを見ながら、複数の料理を調理することは調理者の負担になると考えられる。本研究では、既存のレシピをもとに、複数の料理を並行して調理するための一連の調理スケジュールを構成する手法を提案する。レシピに書かれている調理手順を構造化し、並行調理スケジュールを構成するためのレシピを新たに作成して、コンロや調理人を制約とした並行調理スケジュールを構成する。提案手法を実装し、作成されたレシピの抽出精度、並行調理スケジュールによる調理時間の時間短縮などを評価した。

キーワード レシピ, 料理, スケジュール

## Concurrent-Cooking Scheduling Method with Existing Recipes

Wakana SUGIMOTO<sup>†</sup> and Tetsuji SATOH<sup>††</sup>

<sup>†</sup> College of Knowledge and Library Sciences, School of Informatics, University of Tsukuba

1-2 Kasuga, Tsukuba, Ibaraki, 305-8550 Japan

<sup>††</sup> Graduate School of Library and Information Sciences and Media Studies, University of Tsukuba

1-2 Kasuga, Tsukuba, Ibaraki, 305-8550 Japan

E-mail: <sup>†</sup>{wakana,satoh}@ce.slis.tsukuba.ac.jp

**Abstract** The process for making one kind of dish is written on the recipe but the table is usually set with dishes of different kinds. It is difficult that we cook looking at some recipes so we propose the method of creating a schedule to cooking some dishes in parallel from existing recipes. This system creates *structured recipes* from existing recipes, and a *parallel cooking scheduling* within a stove constraint and a user constraint on the basis of *structured recipes*. We implemented our method, and assessed accuracy of creating *structured recipes*, reducing the time we take to cooking some dishes, etc.

**Key words** recipe, cooking, scheduling

### 1. はじめに

近年、膨大な数の料理レシピが存在している。代表的なレシピサイトとしては、食品会社や料理番組が運営するサイト、ユーザがオリジナルレシピを投稿出来るレシピコミュニティサイト、個人のブログなどが挙げられる。味の素が運営する「レシピ大百科<sup>(注1)</sup>」では、八千以上のレシピ<sup>(注2)</sup>を掲載しており、また、日替わりメニューの推薦や、動画でのレシピ紹介、人気レシピランキングの提示など、レシピの掲載だけでなく多様な方法でレシピを提供している。このように、現在インターネット

トを利用して様々なレシピが閲覧できる状況である。

料理のレシピには、一品の料理を作るための調理の材料や手順、完成までにかかる調理時間等の情報が書かれている。本論文では、レシピに書かれている調理の手順を調理手順と呼ぶ。通常、レシピにはある一種類の料理についての調理手順が書かれており、一品の料理を作ることを前提にしている。しかし、「一汁三菜」という言葉にもある通り、実際の献立は複数の料理で成っていることが多い。複数の料理を作る場合、一品ずつ調理しては時間がかかってしまうため、同時進行で複数品を調理することが一般的である。例えば、スープを温めている間にサラダを作ることで、二品を同時進行で調理し、仕上げることができる。

このような、同時進行で複数の料理を調理することを、本論

(注1): レシピ大百科, 味の素, <http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/>

(注2): 参照: 2011.11.30

文では並行調理と呼び、既存のレシピを入力として並行調理を行う一連の流れを生成する、調理スケジュールの構成法を提案する。実際に、料理に習熟しているプロのシェフや慣れている主婦などは、自然に並行調理を行なっている。仮に、レシピを見ながら調理をする場合は、複数のレシピを見比べながら、頭の中で調理スケジュールを組み立てなければならなかった。この問題に対処するレシピとして、「複数の料理を同時に調理するレシピを公開しているサイト<sup>(注3)</sup>」もあるが、料理の組合せが予め決まっているため、自由な組合せのレシピを選択出来ないことから、任意のレシピを複数入力して、並行調理を行うためのスケジュールを構成することを目指す。ユーザは既存のレシピサイト内から自由に複数のレシピを選択し、システムは選択された複数のレシピから、並行調理スケジュールを生成する。既存のレシピを使用することで、新たな作業を必要とせず、レシピを扱うことが出来る。以下、2章では先行研究と本研究の位置づけ、3章で提案法、4章で実装と評価実験、5章でまとめを述べる。

## 2. 先行研究

レシピの構造解析に関する先行研究には、調理手順の構造化に関する研究がある。自然言語で書かれたレシピを入力として、調理手順における、材料の加工の方法と順序、使用する調理器具、調味料を入れるタイミングなどを手順化することを目指している。レシピは構文が比較的平易で画一的である。例えば、「〇〇を する」という構文が頻出する。そのため、構造解析に適している。浜田ら [1] は、料理番組のテキスト教材の構造化を行なっている。材料名や調理の動詞、調理器具名等に関する固有の辞書を構築している。構築した固有の辞書を使用した構造解析を行い、フローグラフを作成することで、高精度な調理手順の解析を目指している。

並行調理スケジュールに関する先行研究としては、松島ら [2] は複数の料理をまとめて調理するための調理手順を最適化するアルゴリズムを提案している。「切る」「焼く」等の調理の作業を6種類に分類し、調理手順を入力する。この調理手順を異なる料理間で適切に並び替えることで、最適な調理順を探索する。この際、コンロで材料を加熱している時間は、並行して別の調理が行えることに着目している。さらに、コンロの数などの調理環境に対応させた並行調理スケジュールを構成している。また、椎尾ら [3] は、レシピの調理手順を作業タスクに分け、構築したフローグラフを利用することで順序を最適化し、全体の調理時間、全ての料理の終了時刻の差を最小化している。複数の料理を作る場合は、フローグラフを統合することで料理間での順序入れ替えを行なっている。

以上で述べたように、レシピの構造解析と調理スケジュールの研究は独立して行われることが多くあったが、本研究では両者を融合したシステムを提案する。並行調理スケジュールを構成することに適応したレシピの構造化を行うことで、既存のレ

シピをそのまま使い、並行調理スケジュールを構成できる。例として、レシピの構造化により、文章中からコンロの使用の有無を判断する。これにより、ある料理で「煮る」という作業を行っている間は、一つのコンロが使用中であり、そのコンロでは他の調理を重複して行えないと判断できる。並行調理の先行研究と比較しての新規性は、既存のレシピをそのまま使用できる点である。これにより、ウェブに数多くあるレシピを利用することができる。また、レシピ選択の段階を既存のレシピサイトに任せることができる点も利点である。

並行調理スケジュール構成については、先行研究の拡張点として新たに「調理者にかかる負荷」に着目し、スケジュール構成を行う「調理者にかかる負荷」については、3章で詳述する。

## 3. 提案法

本研究では、レシピの調理手順を構造化し、複数の料理を並行調理するための並行調理スケジュールを構成する方法を提案する。全体の流れを図1に示す。以下、図の流れに従って説明する。

(1) ユーザは既存のレシピサイトから複数の料理を選択し、URLを入力する。既存のレシピから並行調理スケジュールを構成する手法を確立することを目的としているため、本研究では2種類の料理を選択する。

(2) URLからレシピを取り込み、料理毎に詳細レシピを作成する。この際、後述する手順種類DBを使用する。手順種類DBには、「焼く」「煮る」のような調理の動作を表す語が格納されており、並行調理スケジュールの構成に必要な要素を持つ。手順種類DBはあらかじめ人手で作成しておく。

(3) 詳細レシピを使って調理スケジュールを構成し、並行調理スケジュールをユーザに提示する。

提案手法は、(2)の詳細レシピ作成システム、(3)の並行調理スケジュール構成システムの大きく2つの処理部で構成される。それぞれについて以下で説明する。

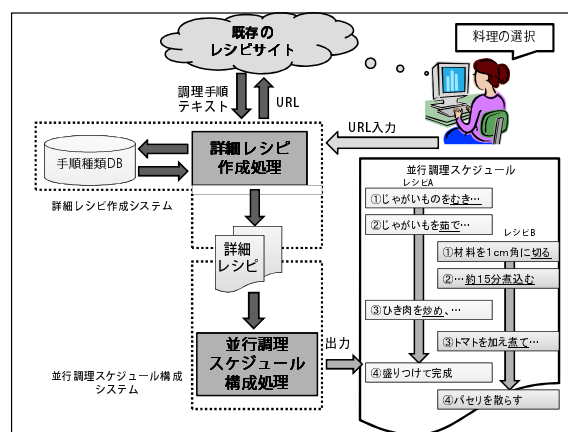


図1 並行調理スケジュール生成の流れ

### 3.1 詳細レシピ作成手法

詳細レシピとは、並行調理スケジュール構成のために構造化したレシピである。本研究では、既存のレシピを使用し、詳細

(注3): かんたんお弁当 20分で3品のおかず完成,

[http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/obento/kantan\\_jyoshi/butasyabu.html](http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/obento/kantan_jyoshi/butasyabu.html)

(a)	<p>(1)キャベツは6cm角に切る。じゃがいもは皮をむき、半分に切る。  (2)鍋に水、コンソメ、キャベツ、じゃがいも、玉ねぎを入れ、15分煮る。</p>
(b)	<p>・キャベツは6cm角に<u>切る</u>。  ・じゃがいもは皮を<u>むき</u>、  ・半分に<u>切る</u>。  ・鍋に水、コンソメ、キャベツ、じゃがいも、玉ねぎを入れ、15分<u>煮る</u>。  (下線は手順種類)</p>

図 2 手順種類に基づくレシピの分割例

レシピを作成する。既存レシピは、レイアウトなどはサイト毎に工夫されているが、基本的な掲載事項は、料理名、料理の写真、材料一覧、調理時間、調理手順などであり、大きな違いはない。ここでは、料理名、材料一覧、調理手順の項目を使う。レシピに書かれている調理手順の例を図2の(a)に示す。図2の(a)にあるように、調理手順には、切る、煮るなどの複数の調理の種類が含まれている。本論文では「焼く」「煮る」「切る」のような調理の種類を手順種類と呼ぶ。

図2の(a)を図2の(b)のように、手順種類ごとに分割する。分割されたそれぞれの工程から、並行調理スケジュールを組むために必要となる情報を抽出し、詳細レシピを作成する。詳細レシピの各工程は、以下の要素を持つ。

- 調理の対象
- 手順種類
- コンロの使用の有無
- 調理者にかかる負荷の度合い
- 一つの工程にかかる調理時間

このような詳細レシピを作成するプロセスとして、大きく分けて3つの処理を行う。最初に、手順種類DBの作成。次に、調理手順からの手順種類と対象の抽出。最後に、詳細レシピの作成を行う。本節では、以下この3つの処理について詳述する。

### 3.1.1 手順種類DB作成手法

「切る」「煮る」などの手順種類を、あらかじめ人手で収集した辞書、手順種類DBを作成する。調理手順にはある程度決まった手順種類が出現するという特徴があるため、入力した文章中からマッチングにより抽出することができる。並行調理スケジュールを構成するために必要な情報として、手順種類それぞれに以下の要素を与えておく。

- コンロの使用の有無

並行調理スケジュール構成の際に、コンロの競合を考慮する。例として、コンロがひとつである調理環境では、コンロで「煮る」という調理をしながら、もう一方の料理を「炒める」という調理を行うことはできない。そのため各工程でコンロを使用するか否かを判断するのに必要となる。

- 調理者にかかる負荷の度合い

本研究では、並行調理スケジュールを構成するために、あるひとつの調理中における調理者にかかる負荷を考慮する。負荷の度合いを0~100%で表し、負荷の度合いの和が100%を超

表 1 詳細レシピの例

ステップ	工程	対象	手順種類	コンロ	負荷%	調理時間(分)
1	キャベツは6cm角に切る。	キャベツ	切る		100	3
2	じゃがいもは皮をむき、	じゃがいも	むく		100	2
3	半分に切る。	じゃがいも	切る		100	3
4	鍋に水、コンソメ、キャベツ、じゃがいもを入れ、15分煮る。	コンソメ キャベツ じゃがいも	煮る	使用	0	15

えない範囲で並行調理ができるとした。例として、負荷が50%である「揚げる」という調理時は、負荷が20%である「煮る」という調理との並行調理が可能となる。しかし、負荷が100%である「切る」という調理は、「揚げる」との負荷の和が100%を超えてしまうため、並行調理が不可能と判断される。

### 基本となる調理時間

各工程にかかる調理時間を推定するため、調理時間の初期値を与える。この調理時間を基本とし、並行調理スケジュールの構成の際に時間の調整を行う。

### 3.1.2 調理の対象と手順種類の抽出

作成した手順種類DBを使用し、図2の(a)を図2の(b)のように切りわけ。切りわけた各工程において、調理の対象と手順種類をセットにして抽出をする。調理の対象とは、調理される材料を指す。例として「じゃがいもを切る」という文では、対象は「じゃがいも」、手順種類は「切る」である。

形態素解析器mecab[4]を使用し、各工程の文章を形態素ごとに切り分ける。そして手順種類DBとのマッチングにより、出現する手順種類を抽出する。さらに、日本語係り受け解析器CaboCha[5]を使用し、抽出された手順種類と他の名詞との係り受け関係により、対象を抽出する。対象には、レシピ中の材料一覧の項目に記述のある語を抽出することとした。

### 3.1.3 詳細レシピの作成

レシピから作成できる詳細レシピの例を表3.1.3に示す。表3.1.3のステップ4の文には「15分煮る」と記述されている。このような場合は、手順種類DBの初期値である調理時間ではなく、文章中の調理時間に変更する。また、ステップ3の文では「切る」の対象となる「じゃがいも」が文中に出現していない。このように主語が出現しない場合は、前ステップの対象の調理を引き続き行なっていると推測し、前文の対象を引き継ぐこととする。

### 3.2 並行調理スケジュール構成手法

作成した詳細レシピを使用し、並行調理を行うための並行調理スケジュールを構成する。調理スケジュールの構成方法については、松島ら[4]の調理手順構成アルゴリズムを拡張して使用する。主な拡張は、調理者にかかる負荷に着目し、スケジュール構成を行うことである。前述のとおり、負荷は0~100%の値で表され、負荷の和が100%を超えない範囲で並行調理を行うスケジュールを構成する。さらに、可能な限り一つの料理を連続して調理できるようにすることで、現在どの料理を調理しているのかわかりやすくする。なお、同レシピ内での手順入れ替えは行わないものとする。既存レシピに書かれている調理手順は、その順序で調理を行うことで合理的に調理を進めることができると考えられるためである。

### 3.2.1 並行調理スケジュールの構成

並行調理の対象となる個々の料理に 1~n の番号を与えておき、この番号を用いて次に調理可能な調理手順があるかどうかを調べる。調理を実行した後に、同じ料理が続けて調理出来るかを調べるため、探索の順序を入れ替える。1 分刻みで与えられる時刻  $t$  毎に調理の進行をする。全ての料理が完成するまで (2)~(4) を繰り返す。各料理は「未完成」と「完成」、「調理中」と「調理中でない」の状態がある。また、コンロは「空き」と「使用中」の状態があり、調理者にかかる負荷の度合いは 0~1 の範囲である。

- (1) 時刻  $t$  を初期化する。
- (2) 料理が完成した場合、その調理時刻を記録し、料理を「完成」状態にする。
- (3) 手順が終了した場合、以下の処理を行う。
  - a. コンロを「空き」の状態に戻す。
  - b. 調理者に負荷がかかっていた場合、現在の調理者にかかる負荷から終了した工程の負荷の値を引く。
  - c. 調理時刻を記録し、「調理中でない」状態にする。
- (4) 以下の手順に従い実行する調理手順を決め、調理を開始する。
  - a. 以下の条件を満たす最初の料理を先頭から順に探索する。
    - ・「未完成」状態である
    - ・現在「調理中」でない
    - ・コンロが必要な場合、コンロが「空き」状態である
    - ・負荷がかかる調理の場合、調理者の現在の負荷の和が 1 を超えない
  - b. 実行出来る調理があった場合、その料理を「調理中」状態にする。さらにコンロを使用する場合はコンロを「使用中」状態にし、実行する工程での負荷の値を、現在の調理者にかかる負荷の度合いに足す。そして調理を実行する料理の順番を先頭に入れ、以後の探索順を変える。

## 4. 評価実験

提案した手法の有効性を確認するため、システムの実装を行う。実装には、Java、Ruby、MySQL を使用した。動作検証のために使用したレシピサイトは「レシピ大百科 [6]」である。

### 4.1 並行調理スケジュール生成システムの作成

並行調理スケジュールの生成システムは、詳細レシピ作成部及び調理スケジュール構成部の 2 つから成る。詳細レシピ作成部及び調理スケジュール構成部は Java で作成した。この 2 つのシステムを続けて呼び出し、既存のレシピから並行調理スケジュールを構成する一連の流れとして実行できるようにした。全体を動かすための Ruby での処理の流れを以下に示す。

(1) 「レシピ大百科」から自由に選択した 2 つのレシピの URL を入力とする。

(2) レシピの URL から html を取り込み、調理手順が書かれている文章を切り取る。

(3) 切り取った調理手順は、詳細レシピ作成部の入力とする。詳細レシピ作成部で作成した詳細レシピは、詳細レシピ用 DB に格納する。

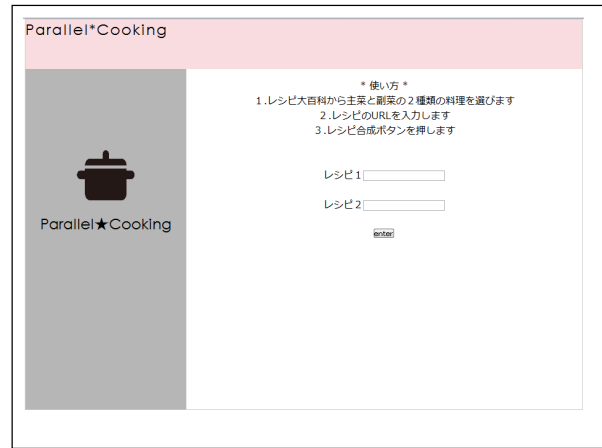


図 3 システムの初期画面

(4) 調理スケジュール構成部を起動し、先ほど作成した 2 つの詳細レシピから並行調理スケジュールを構成する。

(5) 構成した並行調理スケジュールに基づいて html 文書を生成し、ユーザに提示する。

実際に構築したシステム画面を図 3、図 4、図 5 に示す。まず、図 3 のフォームに「レシピ大百科」から選んだレシピの URL を 2 つ入力し、ボタンをクリックする。すると図 4 のようなページが提示される。図の右側には並行調理スケジュールが提示される。縦軸は調理を始めてから経過した時間を表し、2 種類の料理の手順を時間に合わせて上から順に配置している。図のスケジュールの調理開始 10 分における調理では、「煮る」という調理を行うため、コンロを使うアイコンをスケジュール中の文末に表示している。また、図の左側には鍋の画像とうさぎの画像を使い、調理人が調理を行なっているか否か、コンロの使用状態を提示した。鍋はコンロを、うさぎは調理人を表している。右側のスケジュール欄にマウスを置くと、図 5 のように左側の状態が変化する。図 5 は、調理開始 10 分の項目にマウスを置いている状態である。調理開始 10 分では、コンロを使用しているため、鍋に火が付いている画像を表示し、コンロが使用中であることを表している。さらに同時刻、調理人は調理中であるため、うさぎが調理をしている画像を表示し、調理人の状態を表している。これにより、経過時間毎にコンロと調理人の状態を把握することができる。

### 4.2 詳細レシピ作成部の実装

本システムでは、「レシピ大百科 [6]」に掲載されているレシピを使用して実装を行う。「レシピ大百科」では、調理方法や材料、調理器具などの表記がほぼ統一されている。また、掲載しているレシピは料理ジャンルを幅広く扱っているため、多様なレシピに適用したシステムを実装できると考えられる。詳細レシピ作成は、レシピ作成に必要な手順種類 DB の作成と、それを使用して個々のレシピから詳細レシピを作成する二段階から成る。以下、手順を追って説明する。

#### 4.2.1 手順種類 DB の作成

手順種類 DB は、既存のレシピの解析のための手がかりとして使用する。手順種類 DB の作成方法について述べる。まず、



図 4 並行調理スケジュールの提示例 1

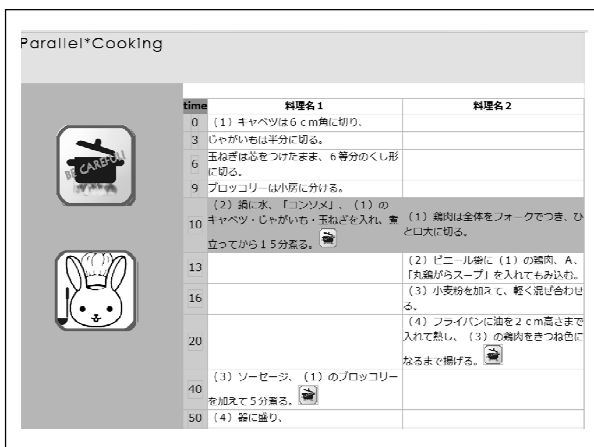


図 5 並行調理スケジュールの提示例 2

既存レシピから手順種別を収集する．幅広い手順種別を収集するために，レシピ検索条件の一つである「調理法」というカテゴリを使用する．「調理法」カテゴリは 13 種類の調理方法をもつ．各調理方法から少なくとも 3 つのレシピをランダムに選択し，計 50 件のレシピを収集した．

収集したレシピから抽出した 61 種類の手順種別それぞれに対し，コンロの使用の有無，調理者にかかる負荷の度合い，基本となる調理時間を与えた．調理者にかかる負荷については，システム上では 0～100 の値を扱うことが可能であるが，表中ではデフォルト値として 0 と 1 の二値を与えることとした．コンロについては，コンロの使用の有無を 1 と 0 で与えた．

提案手法に基づいて，詳細レシピを作成する．作成された詳細レシピの一部を表 2 に示す．表は「レシピ大百科」に掲載されているレシピ「ソーセージとざく切り野菜のポトフ<sup>(注 4)</sup>」を入力した例である．表中の工程欄は，レシピの調理手順に書かれた内容を手順種別に基づいて各ステップに分割してある．調理の対象，手順種別は，係り受け関係から抽出する．表のステップ 7 では「器に盛り，」という文に調理の対象となる語が含まれていないため，「前文から対象を引き継ぐ」ルールによりステップ 6 の対象を引き継いでいる．コンロ，負荷，時間は，手

順種別 DB から引く．ステップ 5，6 では，文章中に「分煮る」という時間についての記述がされており，調理時間へ反映させている．文章中に時間についての表現が特でない場合は，デフォルト値を使う．

表 2 詳細レシピ：ソーセージとざく切り野菜のポトフ

	工程	調理の対象	手順 種類	コン ロ	負 荷	時 間
1	キャベツは 6 c m 角に切り、	キャベツ	切る	0	1	3
2	じゃがいもは半分に切る。	じゃがいも	切る	0	1	3
3	玉ねぎは芯をつけたまま、6 等分のくし形に切る。	玉ねぎ	切る	0	1	3
4	ブロッコリーは小房に分ける。	ブロッコリー	分ける	0	1	1
5	鍋に水、「コンソメ」、(1)のキャベツ・じゃがいも・玉ねぎを入れ、煮立ってから 15 分煮る。	コンソメ キャベツ じゃがいも 玉ねぎ	煮る	1	0	15
6	ソーセージ、(1)のブロッコリーを加えて 5 分煮る。	ソーセージ ブロッコリー	煮る	1	0	5
7	器に盛り、	(ソーセージ) (ブロッコリー)	盛る	0	1	1
8	粒入りマスタードを添え、	マスタード	添える	0	1	1
9	お好みで粗びき黒こしょうをふる。	こしょう	ふる	0	1	1

### 4.3 詳細レシピの抽出実験

#### 4.3.1 実験概要

また「レシピ大百科」の手順種別 DB 作成時に使用したレシピを除く 100 件をランダムに選択し，詳細レシピを作成した際の，手順種別の抽出精度，調理の対象の抽出精度についての結果を表 3 に示す．100 件のレシピから切り分けた工程数は 791 文であった．表中の「他」の項目については「好みで塩・こしょう・トマトケチャップでいただく。」のように調理に無関係な文や，対象が材料一覧に無い語で表記してある場合に「他」として分類した．「いただく」という動詞は，手順種別ではないため，手順種別 DB に登録されておらず，詳細レシピでは，直後の工程に接続して出力される．対象が材料一覧に無い語で表記してある場合も「他」として分類した．例としては，調理の対象が「野菜」「肉」「薬味」等の総称で表記されている場合，また調理の対象が「タネ」「ハンバーグ」「タルタルソース」等の調理による成果物の名称で表記されている場合があった．

#### 4.3.2 手順種別の抽出の評価

手順種別の抽出精度は，791 文中 734 文で 92.8 % であった．手順種別の抽出を誤った 6.8 % は，手順種別 DB に登録されていない手順種別が使用されていたことによる．具体的には「炒

(注 4) : <http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/card/704000/703695.asp>



る」や「巻く」などのレシピ中の出現頻度が低いものであり、計 34 種類であった。また、「炒め玉ねぎ」「ゆで汁」「焼き目」のような名詞化している動詞を抽出してしまい、手順種類としてマッチしてしまう誤りや、「ご飯の粒をつぶさないよう」「盛りつけた時」のような条件節で区切ってしまう例もあった。

#### 4.3.3 調理の対象の抽出の評価

次に、調理の対象の抽出精度は 65.3 % であった。誤りとなった原因としては、調理の対象となる語が省略されて文中に出現しない場合や、手順種類の抽出の失敗により係り受け関係が解析できない場合、係り受け解析の失敗がある場合などがあった。特に、魚の下ごしらえやさばき方、ギョウザなどの形成方法をていねいに説明しているなど、複雑で長い文では調理の対象の抽出ができない場合が多かった。

文章中に、調理の対象となる語が省略されている場合の解決方法として、ルールを適用させた。ルールを適用した場合は精度が上がり、73.7 % となった。ルールが適用された文は 162 文であり、そのうち 66 文が正しく抽出できた。

表 3 手順種類と調理の対象の抽出結果

	手順種類	調理の対象	調理の対象 (ルール適用)
正しい抽出	734 ( 92.8% )	517 ( 65.3% )	583 ( 73.7% )
誤った抽出	54 ( 6.8% )	216 ( 27.3% )	150 ( 19.0% )
他	3 ( 0.4% )	58 ( 7.4% )	58 ( 7.3% )

#### 4.3.4 詳細レシピ作成における考察

手順種類は、表 3 にあるように、高い精度で抽出することができた。そのため、人手で収集した 65 種類の手順種類は、多くのレシピに対応できているといえる。調理手順の表現はある程度決まった語を使うことが多く、表現のゆれが少ないともいえる。実験により、出現頻度の低い手順種類として 34 種類発見されたので、今後は、手順種類をさらに増やすことで多くのレシピに対応させたい。調理の対象については、手順種類の正確な抽出ができ、かつ正しい係り受け解析ができた場合、ほぼ正確に抽出できた。「前文から対象を引き継ぐ」ルールにより、精度は 8.4 % 上昇したため、ルールは有効であるといえる。

今後の課題として、抽出された調理の対象によって調理時間を変化させたり、調理者にかかる負荷の値を変化させることがあげられる。例えば、かぼちゃを切るためにかかる時間と、ほうれん草を切るためにかかる時間では差がある。本研究では、調理時間や調理者にかかる負荷は対象にかかわらず一律の値としたが、対象によって値を変えることで、より現実に近いスケジューリングができると考えられる。さらに、調理者にかかる負荷の値の与え方として、「揚げる」という調理を 10 分間行う際、はじめの 3 分で具材を油に入れている時の負荷を 90 %、揚げている 6 分間の負荷を 20 %、揚げた具材を取りだす最後の 1 分間の負荷を 90 % のように与えると、さらに並行調理の実現性が上がると考えられる。このように負荷の値の与え方も、今後の課題としてあげられる。

手順種類 DB の作成の際、「レシピ大百科」から手順種類を収集したが、他のレシピサイトのレシピでの検証を行った結果、

「ホームクッキング<sup>(注5)</sup>」、「E・recipe<sup>(注6)</sup>」に掲載されているレシピを入力とした場合も、同程度の抽出であった。また、一般ユーザがレシピを投稿できる「COOKPAD<sup>(注7)</sup>」では、抽出精度が低かった。原因として、調理手順の表現のゆれや、書き手独自の表現が使われていることがあげられる。形態素ごとの切り分けがうまくいかず、手順種類 DB とのマッチングができないこと、係り受け解析が正しく行われないことが多かった。また同サイトでは、コミュニケーションツールとしての利用もされているため、書き手のコメントや、調理の際のアドバイスなどが書かれており、詳細レシピ作成時に、並行調理に必要な文とそうでない文を判別できなかった点も原因と考えられる。また「切る」と「きる」や「(火に)かける」と「(タレを)かける」の判別も今後の課題といえる。全体としては、多くのレシピは簡潔な短文で書かれており、高い精度で手順種類や調理の対象を抽出することができたため、本手法の有効性が確認できたといえる。

#### 4.4 調理スケジュール構成部の実装と評価

本システムでは、2 つの詳細レシピを入力として、それらを並行調理するスケジュールを出力する。スケジュール構成手法の確認のため、4.1 で作成した詳細レシピをもとに、人手で正しく直した詳細レシピを入力とする。

##### 4.4.1 詳細レシピに基づく並行調理スケジュール

2 つの詳細レシピを入力とし、並行調理スケジュールを構成した例を示す。表 4 は、「レシピ大百科」に掲載されている既存レシピ「ポテトサラダ<sup>(注8)</sup>」と「鶏のから揚げ<sup>(注9)</sup>」のレシピから詳細レシピを作成し、並行調理するスケジュールを構成したものである。図 6 は、表 4 をわかりやすくするため人手で図に変換したものである。表と図に沿って説明する。図は、分単位で調理時間に沿って調理手順を並べたものである。2 種類

表 4 並行調理スケジュール：ポテトサラダ・鶏のから揚げ

レシピ 1	レシピ 2	手順	コンロ	負荷	調理時間	開始時刻
ポテトサラダ		切る		100	5	0
ポテトサラダ		もむ		100	1	5
ポテトサラダ		おく		0	5	6
	鶏のから揚げ	切る		100	6	6
ポテトサラダ		ゆでる	使用	0	12	12
	鶏のから揚げ	もむ		100	3	12
	鶏のから揚げ	揚げる	使用	0	10	23
ポテトサラダ		つぶす		100	2	23
ポテトサラダ		混ぜる		100	1	25
ポテトサラダ		冷ます		0	5	26
ポテトサラダ		盛る		100	1	31

(注5): ホームクッキング, キックマン, <http://www.kikkoman.co.jp/homecook/>

(注6): E・recipe, excite, <http://erecipe.woman.excite.co.jp/>

(注7): COOKPAD, <http://cookpad.com/>

(注8): <http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/card/706000/705709.asp> (2011.12.19 参照)

(注9): <http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/card/200500/200357.asp> (2011.12.19 参照)



図 6 並行調理スケジュール図：ポテトサラダ・鶏のから揚げ

の料理の調理手順に加え、コンロでの調理を行なっている時間と、調理人に負荷がかかっている時間つまり調理人が調理を行なっている時間を表している。まず、ポテトサラダの「切る」という調理を行う。表 4 にあるように、ここでの調理は、調理人の負荷が 100 % かかっている。鶏のから揚げの始めの調理「切る」は負荷が 100 % であり、ポテトサラダの「切る」との並行調理はできない。本手法では、可能な限り同じ料理を調理し続けるようにスケジュールを組むため、さらにポテトサラダの調理を続ける。同様にポテトサラダの「もむ」という調理を行い、次にポテトサラダの「おく」という調理を行う。「おく」というのはポテトサラダを冷ますために置いておくことであり、調理人の負荷はかからない。表 4 にあるように、ここでの調理は、調理人の負荷が 0 % である。そのため、鶏のから揚げの調理「切る」を並行調理することができる。このように並行調理スケジュールを組んでいく。調理を始めて 12 分後から、ポテトサラダを「ゆでる」調理を行なっており、コンロを使用する。コンロの数を一つとして並行調理スケジュールを構成しているため、鶏のから揚げの「揚げる」調理にとりかかれず、ポテトサラダの「ゆでる」調理により 8 分の待ち時間が発生している。

全体の総調理時間と、それぞれの料理の調理時間の和を比較すると、19 分の短縮がみられた。また、2 つの料理の仕上がり時間の差は表 4 では 1 分であり、ほぼ仕上がり時間は揃っていた。

#### 4.4.2 並行調理スケジュールにおける考察

詳細レシピから、調理者の負荷とコンロの制限を考慮した並行調理スケジュールを構成した。並行調理をすることにより、調理時間を短縮することができた。これにより、調理スケジュー

ル構成のために作成した詳細レシピの有効性を確認した。今後の課題として、調理スケジュールを実際に行い、並行調理をする際の実現性を高めることが必要である。例として、同時に複数の調理を行う際には準備や手間がかかるため、各料理間の調理の切り替えの間に 1 分程度の余裕を与えるスケジュールにすることがあげられる。また、料理に慣れている者と初心者では、下ごしらえや材料を切るのにかかる時間に差がある。そのため、調理人のスキルに応じて調理時間を変化させたスケジュールを提示していくことも有効であるといえる。並行調理スケジュールの図において、料理の組み合わせによっては調理人の手が空く時間が長くなることがわかる。その間をうまく利用することで、もう一品作ることもできると考えられるため、今後は 3 種類以上の並行調理もできるようにすることも考えられる。

## 5. おわりに

通常、レシピには一品の料理を作るための調理手順が書かれているが、実際の献立は複数の料理から成っていることが多い。本研究では、既存のレシピを使用し、複数の料理を並行調理するための調理スケジュールを構成する手法を提案し、実装と評価を行った。

既存のレシピに書かれている調理手順を構造化し、並行調理スケジュールの構成に必要な情報を抽出した詳細レシピを新たに作成した。詳細レシピの作成のため、あらかじめ手順種類を収集し、コンロの使用の有無や調理者にかかる負荷などの情報と共に登録して手順種類 DB を作成した。実際に既存レシピからの詳細レシピの作成を行った結果、手順種類の抽出精度は 92.8 % であり、調理の対象の抽出精度は 73.7 % であり、提案手法の有効性が確認できたといえる。また、2 種類の詳細レシピをもとに、コンロと調理人の負荷を制約とした並行調理スケジュールを構成した。作成したスケジュールでは、2 つの料理を並行調理することで全体の調理時間を短縮できた。

今後の課題としては、詳細レシピ作成部では、より多くの既存レシピに対応できるよう、様々なサイトのレシピ調査をしていきたい。今回の実験により、抽出できなかった手順種類があることがわかった。レシピに使われている手順種類の出現頻度を調べた上で、手順種類 DB を作成することで、様々な調理の種類をもつレシピに対応できると考えられる。調理スケジュール構成部では、既存レシピからの調理時間の推定方法の検討、調理者にかかる負荷値の与え方を考察し、並行調理スケジュールの実現性を高めることも今後の課題である。ユーザが使用する以外にも、並行調理がうまくいく料理の組み合わせを調査し、ユーザに提示していくような並行調理用レシピの提供サービスをする側としても、本手法は利用できると考えている。

## 文 献

- [1] Reiko Hamada, Ichiro Ide, Shuichi Sakai and Hidehiko Tanaka, "Structural analysis of cooking preparation steps in Japanese", International Workshop on Information Retrieval with Asia Languages, p157-164. 2000.
- [2] Yukiko Matsushima, Nobuo Funabiki, Toru Nakanishi. "A Proposal of Cooking Model and Cooking Step Scheduling

Algorithm for Multiple Dishes”.IMECS 2011. 2011, vol. I, p127-131.

- [3] 椎尾 一郎, 浜田 玲子, 美馬 のゆり. ”Kitchen of the Future : コンピュータ強化キッチンとその応用”, コンピュータソフトウェア, Vol23, No4, p36-46, 2006.
- [4] ”MeCab : Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer”,<http://mecab.sourceforge.net/>
- [5] 工藤 拓, 松本 裕治. ”チャンキングの段階適用による日本語係り受け解析”, 情報処理学会論文誌, Vol43, No6, p1834-1842, 2002.
- [6] ”レシピ大百科”, 味の素, <http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/>