

# 調理手順の構成要素に着目した調理手順推薦手法の検討

福元 颯† 松下 光範†

† 関西大学総合情報学部 〒569-1095 高槻市霊仙寺町2丁目1番1号

E-mail: †k179992@kansai-u.ac.jp, ††mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

あらまし 現在、ユーザ投稿型レシピサイトには多種多様なレシピが投稿されており、ユーザはそれらを参考にすることで手軽に料理できるようになっている。しかし、一般的にレシピサイトに投稿されたレシピの詳細度は一貫しておらず、料理知識の少ないユーザが判断に迷う場合が存在する。この問題を解決するには、ユーザの料理知識に応じた情報を提示する必要がある。そこで本研究では、調理手順に含まれる曖昧な表現を補完する調理手順推薦システムの実現を目指している。その一環として、本稿では調理手順の構成要素間の関係を分析し、調理手順の推薦基準を明確にすることを試みた。

キーワード 料理レシピ, 手順理解, レシピのテキスト解析

## 1 はじめに

インターネットやスマートフォンの普及により、cookpad<sup>1</sup>や楽天レシピ<sup>2</sup>などのユーザ投稿型レシピサイトが利用可能である。このようなサイトはレシピの閲覧だけでなく、ユーザ自身が作成した料理レシピを投稿することができる。

しかし、ユーザ投稿型レシピサイトに独自の料理レシピを投稿するユーザは、自らの料理知識や技術レベルを基準に料理レシピを投稿するため、調理手順などを詳細に記述しない傾向がある [1]。例えば、料理レシピには調理動作の省略や表記ゆれ、オノマトペを使った抽象的な表現などが存在する。具体的には、表1で示した実線部分はどちらの文章も「切る」という意味の言葉を使用しているが、レシピ1では切り方が指定されている。一方、レシピ2では切り方の指定がない。このように投稿者によって記述が異なることで、料理に関する知識の少ないユーザは記述されている調理工程を遂行することが困難になる。この問題を解決するには、調理者が料理知識に応じた情報を取得する必要がある。そこで本研究では、調理手順推薦システムの実現を目指している。その一環として、本稿では調理手順の構成要素間の関係を分析し、調理手順の推薦基準を明確にする。

## 2 調理者を支援する研究

本章では、調理者を支援する研究を紹介する。調理者の支援

表1 「切る」を含む料理レシピの例<sup>3,4</sup>

レシピ	調理手順
1	玉ねぎ, 人参, ピーマンをみじん切りにします。
2	玉ねぎを切って色が変わるまで軽く炒める。

1: クックパッド株式会社: cookpad[https://cookpad.com/\(2019/12/18](https://cookpad.com/(2019/12/18) 確認)

2: 楽天レシピ: [https://recipe.rakuten.co.jp/\(2019/12/18](https://recipe.rakuten.co.jp/(2019/12/18) 確認)

3: レシピ1: [https://cookpad.com/recipe/5561470\(2019/12/18](https://cookpad.com/recipe/5561470(2019/12/18) 確認)

4: レシピ2: [https://cookpad.com/recipe/5538573\(2019/12/18](https://cookpad.com/recipe/5538573(2019/12/18) 確認)

は様々な手法で行われている。例えば、料理レシピの検索を支援する研究や、適した料理レシピを推薦する研究がある。このような調理者支援の手法の中で、本研究で実装するシステムでは調理手順を扱うため、調理者支援に調理手順を扱う研究について概観する。次に、調理手順の構成要素間の関係の分析を行うことから、調理者支援に構成要素を扱う研究について概観する。

### 2.1 料理レシピの調理手順を扱う研究

料理レシピの調理手順を扱う研究では、フローグラフやマークアップ言語などを用いて調理手順を表現し、システムで料理レシピにおける調理手順の省略や調理手順間の関係に着目し、調理手順の構造化を試みている。

Moriらは、料理レシピを用いて手順を示したフローグラフから手順を示す文を自動生成する手法を提案した [2]。この研究の目的は、学習コーパスからテンプレートを作成し、フローグラフを入力とすることで統計的な文生成を行うことである。料理レシピ中の固有表現である「食材」や「道具」に対してタグ付けを行い、抽出した単語を接点として扱うことで、図1のようなフローグラフを作成した。

浜田らは、料理レシピの構造解析とそのフローグラフの自動生成を行った [9]。構造解析では、料理レシピに記述されている名詞と動詞から辞書の構築を行った。辞書の構築後に名詞と動詞の関係をグループ化し、それらを調理手順の順番につなげ、フローグラフ化することにより料理レシピの構造化を行っている。

### 2.2 料理レシピの構成要素を扱う研究

料理レシピの構成要素を扱う研究では、料理レシピのオントロジーや構成要素のデータフレームを構築し、構成要素間の関係から料理レシピの省略された部分の補完などを試みている。

Nanbaらは、料理レシピテキストと特許データベースを情報源とすることで、統計的言語処理技術を用いることによって、料理オントロジーの構築を試みた [3]。オントロジー構築は、辞書の構築やカテゴリ設定など5つの段階で行っている。収集し

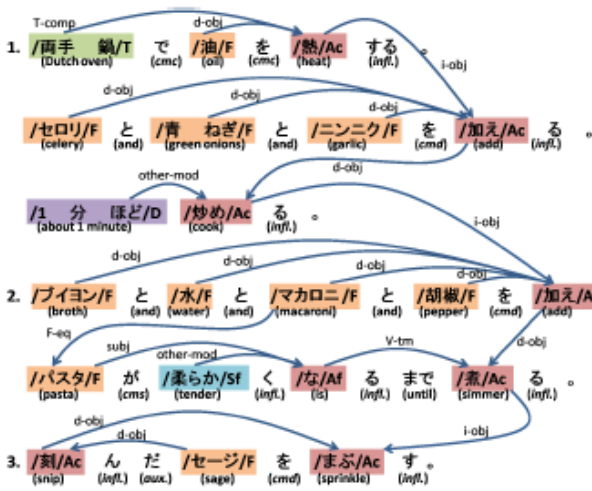


図1 料理レシピにおけるフローグラフの例 (文献 [2] より引用)

た関連語を手で選出することで同義語辞書を構築し、同義語 5,023 語を獲得した。料理オントロジーの同義語辞書を用いることで、言語処理精度の改善の可能性についても示している。

志土地らは、料理レシピにおける代替可能な食材を推薦する方法を提案した [7]。この研究では、料理レシピ中で適用される調理手順が類似している食材を、代替して使用できる素材と考えている。そのために、各調理動作とその素材を対応づけ、素材ごとに各料理レシピ内で適用される料理動作を列挙することで、素材に対する調理手順を抽出している。そして、同一カテゴリ内の料理レシピ群における特徴的な調理手順の類似度を算出することにより代替可能な食材を推薦している。

### 2.3 本研究の位置づけ

2.1 節の料理レシピの構造を扱っている先行研究においては、料理レシピを構造化することによって調理手順の把握や支援が行われている。しかし、これらは料理レシピ閲覧中の支援ではないことから、閲覧中の料理レシピに対して支援することが困難である。

2.2 節の料理レシピの構成要素を扱う研究では、構成要素の調査やその関係性に着目することで料理レシピ中の省略された部分の補完などを行っている。しかし、これらの研究は理解することが困難な料理レシピに対する支援は困難である。

以上の研究に対し、本研究では調理者の料理知識に応じた情報を提示するため、調理手順の推薦システムの実装を行う。

## 3 料理レシピを構成する要素

料理レシピは基本的にテキストと写真で構成されている。料理レシピの中にはタイトル、料理の説明、材料、料理の写真、手順を主に記載している (図2 参照)。料理レシピの中には動画を用いたものも存在するが、本研究では料理レシピの調理手

**ふわふわオムレツ。からのオムライス。** —タイトル 📄 レシピを保存



料理の写真

バターの良い香りとチーズのkok、そしてふわわり卵と最強オムライス!

料理の説明 👤 ハウスフィールド

材料 (1人分)

★卵	2個
★粉チーズ	大さじ1
★牛乳	大さじ1
バター	4g
お好きなライス	1人分

手順



チキンライスであれば、下記レシピを参照してみてください!  
レシピID:5631250



★をボールに入れ、よく混ぜる。



フライパンを中弱火にかけバターを溶かしフライパン全体に広げ、2を入れ、箸で端から真ん中へと卵を集めていく。



と、こうなので、これをゆずってそのまますライスにかけるとOK!!中をとるりとさせなければ包み込んで写真のように。

図2 料理レシピの構成<sup>5</sup>

### 作り方

- 1 ご飯の前に具とケチャップ・コンソメ顆粒・中濃ソース・ガーリックパウダーをしっかり水分が飛ぶ様炒める。茶色っぽくなる位。
- 2 バターを加えゆめたら固めに炊いたご飯を混ぜ合わせる。具にピーマンは絶対に必要。苦味のアクセントが何倍にも美味しくさせる迄。
- 3 卵には塩・砂糖・味の素を少量ずつで調味。必ずバターを使って焼く。
- 4 ↑甘味を感じない位の砂糖で卵のkokを膨らませる。僅かに塩味も加えた方がライスと調和する気がする。
- 5 かけるケチャップにもひと手間。ケチャップに生のトマトを刻んで加え煮詰める。レンジでも。食感が残る位に軽く火を通す。
- 6 ↑フレッシュな酸味と食感が大変良い変化を与える。塩味が薄まるのでたっぷりかける。

図3 料理レシピの手順 (テキストのみ)<sup>6</sup>

順における内容を対象とするため、本研究で扱う料理レシピはテキストと写真、もしくはテキストのみで構成されているものとする。さらに、調理工程におけるユーザの困難を取り除くことを目的とすることから調理手順の詳細を以下に記す。

調理手順とは料理を作るための工程を示している。基本的に調理手順は複数の工程に分かれており、料理レシピの投稿者が工程のまとまりごとに順番に番号をつけて調理手順として記載する。料理の調理手順の表し方は二通りある。(1) テキストのみで記載されている場合 (図3 参照), (2) テキストと写真で記載されている場合 (図4 参照) である。調理手順の表し方は料理レシピを投稿するユーザが決定するため、書き方が様々になる。

## 4 調理手順の省略

調理手順は様々な構成要素から成り立っており、山崎らは料

5 : <https://cookpad.com/recipe/5632812>(2019/12/18 確認)

6 : <https://cookpad.com/recipe/5951966>(2019/12/18 確認)

7 : <https://cookpad.com/recipe/5853608>(2019/12/18 確認)

## 作り方



図 4 料理レシピ手順 (テキストと写真) 7

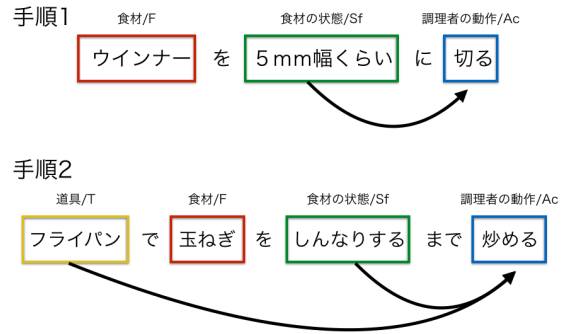


図 5 手順レベル付与の例

料理レシピ中の固有表現を「食材」「道具」のように分類しタグ付けを行った[5]。本研究では、このタグを参考に調理手順の構成要素を分類した。

調理手順には料理に関する知識の少ない調理者にとって理解することが困難な記述が存在する。その問題のひとつとして、調理手順の省略がある。料理レシピの調理手順の理解度についてのアンケート調査を行った結果、調理手順の省略はユーザの料理レシピに対する理解を妨げることがわかった。例えば「豚肉を炒める」という調理手順は、「炒める」という「調理者の動作」に対して「継続時間」や「食材の状態」等が省略されている。このような調理手順の省略によって料理知識の少ない調理者は、調理工程を正確に判断できない。また、ユーザ投稿型レシピサイトに投稿されている料理レシピは投稿者によって記述が異なることから、同じ調理工程の調理手順でも記述の詳細度は異なる。そこで本研究では、料理に関する知識の少ない調理者が理解しにくいと感じた調理手順に対し、より詳細に記述された調理手順を提示する。

## 5 提案システムの実装

### 5.1 システム概要

提案システムは、調理手順ごとの類似度算出手法と調理手順レベル推定手法の2つの手法を用いて実装した。まず、調理手順ごとに類似する調理手順の候補を抽出した。次に、調理手順レベル推定を行った。調理手順レベルとは、調理者の動作に関連する構成要素の数である。この値が大きいほど、調理手順が詳細に記述されていると考えられる。調理手順の類似度と調理手順レベルの高いものを推薦する基準とし、調理手順の候補から推薦基準に基づいて調理手順を推薦する。

### 5.2 調理手順ごとの類似度算出

類似度の算出には、料理レシピサイト cookpad に投稿された料理レシピの内、「青椒肉絲」のレシピを選択した。分析にはフローグラフコーパスのうち、読み込み可能であった528件のJSONファイルを用いた。ファイルから調理手順を抽出し、

その手順を一文ごとに分けた。さらに、形態素解析器 MeCab<sup>8</sup>を用いて形態素に分解した。その際、「あれ」や「いつ」などの料理レシピの調理手順の理解度に影響のないものが含まれることを防ぐため、Slothlib [8] に設定されている名詞群をストップワードに設定した。

次に形態素に分解した単語の中から名詞のみを取得し、TF-IDF法を用いて単語ごとの重要度を算出した。TF-IDF法は、統計的な情報検索手法において、文献を特徴付ける語を特定するために、文献のタイトル、抄録、本文などを語単位に分割し、各語の重みを計算する方法である[6]。ある文章中の単語の出現頻度TF値と、単語の文章中における頻度の偏りを表すIDF値の積で計算される[4]。この手法を用いることで、調理手順の単語の偏りの傾向から調理手順ごとの類似度を算出する。

### 5.3 調理手順レベル付与

5.2節で用いたファイルのタグ付けされた要素を調理手順ごとに配列に格納し、「調理者の動作」に対して関連づいている構成要素の数をカウントした。カウントする要素は「道具」、「分量」、「食材の状態」、「道具の状態」である。さらにカウントされた値を合計し、調理手順レベルとして調理手順の重み付けを行った。調理手順レベルを付与した例を図5に示す。まず、手順1は「ウインナーを5mm幅くらいに切る」という調理手順であり、「ウインナー」は「食材/F」というように、構成要素ごとにタグ付けされている。「切る」という「調理者の動作/Ac」に関連付けされてる構成要素の内、「5mm幅くらい」という「食材の状態/Sf」に対して重み付けを行い、この場合の調理手順レベルは1とした。次に、手順2は「フライパンで玉ねぎをしんなりするまで炒める」という調理手順である。「炒める」という「調理者の動作/Ac」に関連する構成要素は「道具/T」と「食材の状態/Sf」であるので、この場合の調理手順レベルは2とした。

8: <http://taku910.github.io/mecab/>(2019/12/18 確認)

表 2 オムライスの食材と調理動作「みじん切り」の共起頻度

食材	回数
たまねぎ	177
にんじん	57
鶏肉	33
ピーマン	29
1	27
野菜	19
にんにく	19
バター	16
ベーコン	15
材料	12

## 6 推薦指標の検討

### 6.1 分析概要

提案システムでは、類似度と手順レベルという2つの指標を用いて調理手順を抽出した。本章では、精度向上のため構成要素間の関係に基づく推薦指標の検討を行った。本稿で検討した構成要素間の関係は、調理手順に必要な不可欠である「食材」と「調理者の動作」である。「調理者の動作」には、一般的な動作である「切る」を指定し、共起頻度を算出した。

### 6.2 分析対象

料理レシピサイト cookpad より投稿された料理レシピの内、「オムライス」のレシピの中からランダムに1,000件を選択した。フローグラフコーパスの内、読み込み可能であった713件のレシピを用いる。

### 6.3 分析方法

オムライスのレシピ713件から調理手順を抽出し、前処理として頻出度の高い食材の「たまねぎ」「にんじん」の表記ゆれを統一した。Word2Vec<sup>9</sup>を使用して対象の食材と類似度の高い単語を算出し、上位3つの単語の表記を手作業で統一した。例えば、「玉葱」や「玉ねぎ」は「たまねぎ」に統一している。次にオムライスに使用されている「調理者の動作」に関連する切り方の頻出度を算出した。その結果、「みじん切り」の頻出度が最も高かったため、「食材」と「みじん切り」との調理手順ごとの共起回数を算出した。

### 6.4 分析結果と考察

調理動作「みじん切り」と共起している食材の頻出度の上位10項目を表2に記す。調理動作「みじん切り」と食材の共起頻度は867回であった。表において「たまねぎ」「にんじん」「鶏肉」などの食材が調理動作と多く共起していることがわかる。「たまねぎ」「にんじん」はオムライス（に含まれるチキンライス）を作る際、一般的にみじん切りされるため、分析結果が妥当であることがわかる。しかし、多くのレシピでみじん切りされない「鶏肉」や料理レシピ特有の表現である「1」「材料」においても、オムライスのレシピにおける出現頻度が高いため、「みじん切り」との共起頻度が高くなっている。このため、レシピに対する食材の共起頻度のみを用いて、推薦指標とするのは困難であると考えられる。

## 7 提案システムの改善点

調理手順推薦システムの実装方法において今後改善すべき点は、「類似度算出手法の前処理」と「調理手順レベルの重み付けの方法」である。

まず類似度算出手法では、ユーザにとってより適切な調理手順との類似度を高くするため、算出結果をもとに分析を行った。

類似度を算出した結果、類似度が高い調理手順のペアが現れた。その内、多く出現した3つの例を以下に記す。

- 調理手順の内容と記述方法が一致する場合

「玉ねぎはみじん切りに」、「玉ねぎはみじん切りにします」のペアを例に挙げると、食材と調理動作の内容が一致している。

- 調理手順の内容が一致しない場合

「ここで火を切ります」、「材料を切ります」のペアを例に挙げると、「切ります」という調理動作の部分が一致しコサイン類似度が高くなっているが、調理動作の意味と内容が異なっている。

- 調理手順の内容が一致し、記述方法が異なるもの

「ベーコンは1センチ幅くらいに切る」、「ベーコンは5ミリ～1センチ幅の短冊切り」のペアを例に挙げると、ベーコンを切るという調理手順の内容は同じだが、前者では切り方は指定されておらず、一方で後者は切り方が指定されている。

上記の例のうち、「調理手順の内容が一致し、記述方法が異なるもの」は料理初心者が調理手順によって理解度に差が生じると考えられる。このような表現を高い類似度で算出するために前処理の改善が必要と考えられる。本稿の類似度算出手法では、前処理の段階で名詞群のみを抽出して類似度を算出している。しかし、この手法では、構成要素間の関係を無視し名詞以外の要素を消去するため、「調理者の動作」を動詞として取り除いてしまう。そこで、今後は構成要素が分割されているフローグラフコーパスで要素を手順ごとに抽出し類似度を算出する。

次に調理手順レベルの付与では、「調理者の動作」に関連する構成要素をカウントすることで調理手順ごとに調理手順レベルを付与したが、全ての構成要素の重みを統一している。しかし、全ての要素の情報量が等しいとは限らず、手順によってユーザが必要な情報は異なる。例えば、食材を切る際に「調理器具」は一般的に包丁を扱うことから、「調理器具」の情報はユーザにとって必要ない場合がある。よって、今後は調理手順レベルを付与する際は、調理手順ごとに必要な要素を考慮して重み付けを行う。

## 8 終わりに

本研究の目的は、料理に関する知識の少ない調理者に対してレシピの理解を支援することである。現在、ユーザ投稿型レシ

<sup>9</sup> : <https://radimrehurek.com/gensim/models/word2vec.html> (2019/12/18 確認)

ピサイトには多種多様な料理レシピが投稿されており、ユーザは様々なレシピを手軽に閲覧することができる。しかし、調理手順の省略によって料理知識の少ない調理者の理解を妨げる。そこで本稿では、調理者のレシピ理解を支援するため調理手順の推薦システムを目指し、推薦基準を構成要素間の関係に基づいて検討した。

## 謝 辞

本研究では、クックパッド株式会社と国立情報学研究所が提供する「クックパッドデータ」を利用した。ここに感謝の意を記す。

## 文 献

- [1] Ide, I., Shidochi, Y., Nakamura, Y., Deguchi, D., Takahashi, T. and Murase, H.: Multimedia supplementation to a cooking recipe text for facilitating its understanding to inexperienced users, *IEEE International Symposium on Multimedia*, IEEE, pp. 242–247 (2010).
- [2] Mori, S., Maeta, H., Yamakata, Y. and Sasada, T.: Flow Graph Corpus from Recipe Texts., *The International Conference on Language Resources and Evaluation*, pp. 2370–2377 (2014).
- [3] Nanba, H., Doi, Y., Tsujita, M., Takezawa, T. and Sumiya, K.: Construction of a cooking ontology from cooking recipes and patents, *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication*, ACM, pp. 507–516 (2014).
- [4] 鈴木啓, 大内紀知: テキストマイニングによる学会の特徴比較分析, 経営情報学会全国研究発表大会要旨集 2016 年秋季全国研究発表大会, 一般社団法人経営情報学会, pp. 79–82 (2016).
- [5] 山崎健史, 吉野幸一郎, 前田浩邦, 笹田鉄郎, 橋本敦史, 船富卓哉, 山肩洋子, 森信介: フローグラフからの手順書の生成, 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 3, pp. 849–862 (2016).
- [6] 日本図書館情報学会: 図書館情報学用語辞典, Vol. 第 4 版, 日本図書館情報学会用語辞典編集委員会 (2013).
- [7] 志土地由香, 高橋友和, 井手一郎, 村瀬洋: 調理レシピテキストからの代替素材の発見, 人工知能学会全国大会論文集, 一般社団法人人工知能学会, pp. 6–6 (2008).
- [8] 大島裕明, 中村聡史, 田中克己: SlothLib: Web サーチ研究のためのプログラミングライブラリ, 日本データベース学会 Letters, Vol. 6, No. 1, pp. 113–116 (2007).
- [9] 浜田玲子, 井手一郎, 坂井修一, 田中英彦ほか: 料理教材における手順の構造化, 第 60 回全国大会講演論文集, Vol. 2000, No. 1, pp. 9–10 (2000).