

## 調理動作に基づく料理レシピ検索のための難易度算出法の提案

牧野 望<sup>†</sup> 塩井 隆円<sup>††</sup> 楠 和馬<sup>††</sup> 波多野賢治<sup>†††</sup><sup>†</sup> 同志社大学文化情報学部 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3<sup>††</sup> 同志社大学大学院文化情報学研究科 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3<sup>†††</sup> 同志社大学文化情報学部 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3E-mail: <sup>†</sup>bin0092@mail4.doshisha.ac.jp, <sup>††</sup>{shioi,kusu}@ilab.doshisha.ac.jp, <sup>†††</sup>khatano@mail.doshisha.ac.jp

あらまし 近年、料理をする際に参考にする情報源がネット上に膨大になりつつあるため、料理レシピを構成する様々な要素に着目し、料理レシピ検索を容易にするための研究が行われている。しかし、料理を完成させるためには調理者の調理スキルが重要視されると考えられるため、料理レシピ検索の際に調理の難易度が考慮されていない場合、ユーザにとって不得手な調理動作が含まれる料理レシピが提示された場合は、手順通りに上手く調理が出来ないといった問題が生じる。そこで本稿では、調理動作の難易度を客観的に定義し、調理動作に基づく料理レシピ検索のための難易度算出法の提案を行う。これにより、料理レシピの調理動作に基づく難易度定義を可能にし、料理レシピ検索に掛かる負担の軽減に貢献することを可能とする。評価実験として、本稿の提案手法の難易度付与の妥当性に関する評価を行った結果、提案手法で振り分けた料理レシピの難易度順の並べ替え法が妥当であることを確認した。

キーワード 調理動作, 難易度, 料理レシピ検索

## 1. はじめに

近年の情報通信技術の発達により、誰もが料理レシピをネット上に公開し検索することが可能になっており、料理をする際に参考にする情報源が膨大になりつつある。スマートフォンやパソコンで料理レシピを検索・投稿する料理レシピサイトの中で、国内最大のクックパッド<sup>(注1)</sup>で投稿された料理レシピ数は、2011年では100万件だった料理レシピ数が、わずか4年後の2015年には200万件に到達し<sup>(注2)</sup>、2017年3月現在では約262万件になっている。また、料理に関する意識・実態の把握を行う調査で、料理をする際に最も参考にする情報源として、料理レシピサイトの利用が最も多いことも報告されている<sup>(注3)</sup>。そのため、料理レシピの検索に対する需要は大きく、それに伴い、料理レシピ数は今後も更に増加することが予想できる。

料理レシピ検索に関する従来の研究では、食材や栄養素、調味料などといった料理レシピを構成する様々な要素に着目し、料理レシピ検索を容易にするための工夫が多数行われている[1,2]。しかし、料理を完成させるためには調理者の調理スキルが重要視されると考えられるため、料理レシピ検索の際に調理の難易度が考慮されていない場合、検索結果として提示された料理レシピに、ユーザにとって不得手な調理動作が含まれていると、手順通りに上手く調理ができないといった問題や、大量の料理レシピを閲覧した結果、再検索しなければならないといった問題が生じる。

そこで本稿では、前述した問題を解消できるように、ユーザ

の力量に合った料理レシピを容易に見つけられる検索システムの構築を行うために、文部科学省の検定を経た小学校、中学校、高等学校、高等学校（専門学科）で使用されている家庭科の教科書を用いて調理動作を抽出し、調理者が主語となる調理動作の難易度を客観的に定義し、調理動作に基づく料理レシピ検索のための難易度算出法の提案を行う。これにより、料理レシピの調理動作に基づく難易度定義を可能にし、料理レシピ検索に掛かる負担の軽減に貢献することを可能とする。

## 2. 関連研究

料理レシピを構成するさまざまな要素に着目し、その要素を用いて料理レシピに対して得点付けを行い、料理レシピの検索・推薦を行っている研究が、これまでに多数存在している。

赤澤らは冷蔵庫にある食材を考慮した料理レシピ検索システムの提案を行っている[3]。冷蔵庫にある食材を重視した料理レシピ情報を効率良く取得することができるように、冷蔵庫食材の分量や賞味期限、食材の最終利用日を用いて各料理レシピに対して重要度を算出し、検索結果のランキングを表示している。

また、上田らは個人の調理履歴から算出した食材の得点と、料理レシピ内における食材の特異度に基づいて個人の嗜好を反映し、料理レシピの順位付けを行う料理レシピ推薦手法の提案を行っている[4]。食材の利用頻度に個人の食材利用履歴を適用することにより、個人の嗜好を反映させるため、TF-IDF (Term Frequency Inverted Document Frequency) における単語の特徴を尺度化する考えを応用し、食材の特徴の尺度化を示すFF-IRF (Foodstuff Frequency Inverted Recipe Frequency) を提案している。各食材の得点は食材利用頻度のFFと食材の特異度のIRFを掛けることにより各食材の得点を算出している。

一方、調理動作を考慮して料理レシピの得点付けを行っている研究も存在している。矢嶋らは料理レシピを構成する調味料

(注1): クックパッド HP, <https://cookpad.com/> (2017/03/15 閲覧)

(注2): クックパッド PR, [https://info.cookpad.com/pr/news/press\\_2015\\_0331](https://info.cookpad.com/pr/news/press_2015_0331) (2017/03/15 閲覧)

(注3): クックパッド 料理に関する意識・実態調査, [https://info.cookpad.com/pr/news/press\\_2013\\_0723](https://info.cookpad.com/pr/news/press_2013_0723) (2017/03/15 閲覧)

や食材および調理方法の分析を用いて、簡単に調理できるという視点から料理レシピの難易度に関する評価計算手法を提案し、料理レシピに難易度の評価を与えることで簡単な料理レシピを推薦するシステムを構築している [5]。料理レシピごとに難易度の評価値であるポイントを付与する際に、調理方法の説明文で利用されている動詞を抽出し、動詞ポイントを求めている。自動詞や調理に関係ない動詞には 0、手間がかからない調理方法を表す動詞には 1、手間がかかる調理方法を表す動詞には 2 といった動詞ポイントが、手間がかかるか否かという判断で値を付与している。

また、岩本らは調理動作の難易度と文書長を考慮した調理動作数の組合せで料理レシピの難易度を計算する検索システムを提案している [6]。家庭料理技能検定に記されている調理動作に対しては各階級に応じた難易度を割り当てている。記されていない調理動作に対しては、最も初歩的な技術のみを要する基本的な調理動作ならば 4 級、動作そのものや動作結果に比較的単純な条件を伴う調理動作ならば 3 級、動作そのものや動作結果にやや高度な条件を伴う調理動作ならば 2 級、動作そのものや動作結果に芸術性のような最も高度な条件を伴う調理動作ならば 1 級を割り当てている。意識して動作を行うか否か・形を成しているか否か・芸術性を含んでいるか否かといった研究者の主観が調理動作の難易度を割り当てる基準に含まれている。

前述した研究では調理動作の難易度を客観的に定義していないことから、さまざまな料理レシピに対して一定の基準で調理動作を考慮した難易度を付与することが不可能である。そのため、調理動作の難易度が一般化できていないという問題がある。

### 3. 提案手法

本稿では、文部科学省の検定を経た小学校、中学校、高等学校、高等学校（専門学科）で使用されている家庭科の教科書を用いて調理動作を抽出し、客観的に調理動作の難易度の定義を行う。また、料理レシピ検索のために本稿で定義した調理動作の難易度を基に料理レシピの難易度算出法の提案を行う。本提案を行う理由は、検索結果として提示される料理レシピがユーザにとって手順通りに調理を行う際に上手く調理ができないといった問題や、再検索しなければならないといった問題を解消するためである。調理動作の難易度を基に料理レシピの難易度が計算可能となれば、料理レシピの調理動作に基づく難易度定義を可能にし、膨大な料理レシピの中からユーザの力量に合った料理レシピを容易に見つけ、料理レシピ検索に掛かる負担の軽減に貢献できると考えたからである。

本節では使用するデータの説明と料理レシピから調理動作を抽出する方法、調理動作の難易度を定義する方法と調理動作に基づく料理レシピの得点計算、難易度計算を行う方法について述べる。

#### 3.1 使用データ

本稿では、調理動作に着目して料理レシピの難易度計算を行うため、調理動作の難易度定義に客観的な基準を設ける必要がある。家庭科の教科書を使用するに至った理由は、学校で使用されている教科書は全て文部科学省が定めている学習指導要

領<sup>(注4)</sup>に沿った検定が行われており、内容の適切性が担保されていると判断したためである。つまり、学校教育では教科書検定に合格した教科書のみが使われることから、家庭科の教科書に登場する調理動作には客観性があると考えられ、これらを使用することで調理動作の難易度を客観的に定義可能であるといえる。

したがって、平成 28 年度使用教科書目録<sup>(注5)(注6)(注7)</sup>に記載されている小学校 2 冊、中学校 3 冊、高等学校 17 冊、高等学校の中でも主に専門学科で使用される 2 冊の合計 24 冊の家庭科の教科書に記載されている料理レシピ計 919 件（内訳、小学校 30 件、中学校 131 件、高等学校 478 件、専門学科 280 件）から調理動作を取得することにした。

#### 3.2 調理動作抽出

料理レシピの調理内容が手順ごとに記載されている文書（以下、手順文書）から調理動作を抽出するために、本稿では形態素解析器 KyTea<sup>(注8)</sup>を用いて形態素解析<sup>(注9)</sup>を行う。また、形態素解析した結果に対して固有表現認識器のレシピ用語自動認識ツールセット<sup>(注10)</sup>を用いることで、料理レシピの固有表現認識を行うことが可能であり、料理レシピの手順文書中出现するレシピ用語を自動認識する。レシピ用語タグの一覧を表 1 に示す [7]。

表 1 レシピ用語タグ一覧

タグ	意味	解説
F	食材	中間生成物も含め、食せる、捨てる、量が変化するもの
T	道具	調理道具や器など物理実態があるもの
Ac	調理者の動作	調理者が主語となる用語の語幹
Af	食材の変化	食材が主語となる用語の語幹
Sf	食材の様態	食材の初期あるいは変化した様態を表す表現
St	道具の様態	道具の初期あるいは変化した様態を表す表現
D	継続時間	調理動作の継続時間
Q	分量	食材の量

手順文書に対して形態素解析、固有表現認識を行った結果、調理者の動作を意味するレシピ用語タグの Ac が付与された用語を、調理者が主語となる調理動作と判断し、その用語を調理動作として抽出する。

(注4)：学生指導要領とは、学校教育法等に基づき各学校で教育課程を編成する基準を定め、どの地域で教育を受けても一定の水準の教育を受けられるようになるための規約のことである。

(注5)：小学校用教科書目録，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/kyoukasho/mokuroku/27/\\_icsFiles/afieldfile/2015/04/21/1357046\\_1\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/mokuroku/27/_icsFiles/afieldfile/2015/04/21/1357046_1_1.pdf) (2017/03/15 閲覧)

(注6)：中学校用教科書目録，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/kyoukasho/mokuroku/27/\\_icsFiles/afieldfile/2015/07/15/1357046\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/mokuroku/27/_icsFiles/afieldfile/2015/07/15/1357046_2.pdf) (2017/03/15 閲覧)

(注7)：高等学校用教科書目録，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/kyoukasho/mokuroku/27/\\_icsFiles/afieldfile/2015/07/15/1357046\\_3.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/mokuroku/27/_icsFiles/afieldfile/2015/07/15/1357046_3.pdf) (2017/03/15 閲覧)

(注8)：KyTea，<http://www.phontron.com/kytea/index-ja.html> (2017/03/15 閲覧)

(注9)：レシピ言語処理マニュアル，<http://www.ar.media.kyoto-u.ac.jp/how-to/recipe-NLP/> (2017/03/15 閲覧)

(注10)：固有表現認識器 POWNER，<http://www.ar.media.kyoto-u.ac.jp/tool/POWNER/home.html> (2017/03/15 閲覧)

### 3.3 調理動作の難易度定義

抽出した調理動作に対して、調理動作の難易度を1から4の4段階に振り分ける。小学校、中学校、高等学校、専門学科の各調理動作を重複が無いようにまとめる。小学校の教科書に掲載されている料理レシピから抽出した調理動作は難易度1とする。次に、中学校の教科書に掲載されている料理レシピから抽出した調理動作から難易度1に含まれている調理動作を除いた調理動作を難易度2とする。そして、高等学校の教科書に掲載されている料理レシピから抽出した調理動作から難易度1, 2に含まれている調理動作を除いた調理動作を難易度3とする。最後に、専門学科の教科書に掲載されている料理レシピから抽出した調理動作から難易度1から3に含まれている調理動作を除いた調理動作を難易度4とする。小学校、中学校、高等学校、専門学科の各調理動作の集合を基に、調理動作の難易度を定義する方法を表したオイラー図を図1に示す。

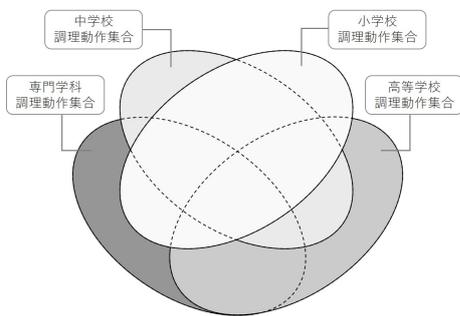


図1 調理動作の難易度定義を表したオイラー図

調理動作を本稿で定義した難易度ごとに抽出した結果の調理動作の割合を以下の図2に示す。難易度1は92種類、難易度2は152種類、難易度3は135種類、難易度4は106種類であり、計485種類の調理動作を抽出することができた。抽出できた各難易度の調理動作の例は以下の通りである。

- 難易度1: 温める, 洗う, いちょう切り, 巻く, 輪切り など
- 難易度2: 泡立てる, くし形切り, 油抜き, 裏返す など
- 難易度3: 揚げる, ねじる, 裏ごし, 色紙切り, 縛る など
- 難易度4: あられ切り, 面取り, 末広切り, フランベ など

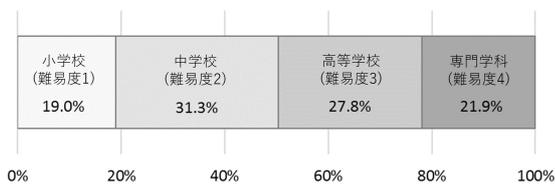


図2 各難易度の調理動作の割合

### 3.4 料理レシピの得点計算

本稿では調理動作に着目しているため、本稿で定義した各調理動作の難易度に基づいて料理レシピの難易度計算を行う。料理レシピの難易度計算を行う前に、まず一つひとつの料理レシピの得点を算出するために提案した以下の計九つの手法について説明する。分かりやすく説明するため、ある料理レシピの手順文書中に3.3で定義した難易度1の調理動作が3個、難易度

2の調理動作が2個、難易度3の調理動作が3個、難易度4の調理動作が2個の計10個の調理動作が含まれている場合を例として得点計算の方法を挙げる。

- 手法1, 手法2

手法1は最頻値を低い値に合わせる場合、手法2は最頻値を高い値に合わせる場合である。例には難易度1の調理動作の数は3個あり、難易度3の調理動作の数も3個あることより、最頻値は二つ存在するといえる。そのため、手法1の場合、最頻値は1となり、料理レシピの得点を1とする。一方、手法2の場合、最頻値は3となるため料理レシピの得点は3とする。

- 手法3, 手法4

手法3は中央値を切り捨てる手法の場合、手法4は中央値を切り上げる場合である。上記の例は調理動作の数が計10個の偶数であるため、中央に値する2と3を足して2で割ると2.5になる。したがって、手法3の場合、中央値は2となるため料理レシピの得点を2とする。一方、手法4の場合、中央値は3となるため料理レシピの得点を3とする。

- 手法5

手法5は最大値を用いる場合である。例で挙げた料理レシピには調理動作の難易度1, 2, 3, 4が含まれており、その中でも4という値が最も大きいことより、最大値は4となるため料理レシピの得点を4とする。

- 手法6

手法6は平均値を用いる場合である。例には難易度1が3個、難易度2が2個、難易度3が3個、難易度4が2個の計10個が料理レシピに含まれているため、平均値は2.4となるため料理レシピの得点を2.4とする。

- 手法7

手法7は各料理レシピにおける各難易度の重みを用いる場合である。 $L$ を難易度の集合 $L = \{1, 2, 3, 4\}$ 、 $l$ を各難易度とした場合、手順文書 $i$ の得点を以下のように定義する。

$$Score_i = \sum_{l \in L} \left( \frac{\text{料理レシピ } i \text{ に出現する難易度 } l \text{ の調理動作数}}{\text{料理レシピ } i \text{ に含まれる調理動作の総数}} \times \text{難易度 } l \right) \quad (1)$$

- 手法8

手法8は全料理レシピにおける各調理動作の頻度を用いる場合である。手順文書 $i$ から抽出された調理動作の集合を $B$ 、各調理動作を $b$ 、 $k$ を全手順文書に出現する調理動作 $b$ の数、 $r$ を全手順文書に含まれる調理動作 $b$ の難易度と同じ調理動作の総数とした場合、手順文書 $i$ の得点を以下の式に従って算出する。

$$Score_i = \sum_{b \in B} \left( \frac{\left(1 - \frac{k}{r}\right) \times b \text{ の難易度} \times \text{料理レシピ } i \text{ に出現する } b \text{ の数}}{\text{料理レシピ } i \text{ に含まれる } b \text{ の総数}} \right) \quad (2)$$

- 手法9

手法9は各調理動作の特異度を用いる場合である。本得点計算法は文献[4]で提案されたものである。基本的な考え方は文書検索の研究分野で用いられている単語の重み付け法であるTF-IDFを、料理レシピ用にカスタマイズしたものである。 $M$ を全手順文書数、 $M_b$ を調理動作 $b$ を含む手順文書数とすると、

調理動作  $b$  の特異度  $iRf_b$  は  $-\log_{10}(M_b/M)$  と定義される。したがって、手順文書  $i$  の得点は以下ようになる。

$$Score_i = \sum_{b \in B} \left( \frac{\text{料理レシピ } i \text{ に出現する } b \text{ の数}}{\text{料理レシピ } i \text{ に含まれる } b \text{ の総数}} \times iRf_b \times b \text{ の難易度} \right) \quad (3)$$

### 3.5 料理レシピの難易度計算

料理レシピの難易度計算にはさまざまな手法が考えられるが、本稿では 3.4 で計算した手順文書の得点を用いて料理レシピの難易度計算を行う方法を以下のように定める。

料理レシピの得点計算の手法 1 から手法 5 は、料理レシピの得点が 1, 2, 3, 4 のみであるということより、4 段階に振り分けることが可能である。したがって、計算した料理レシピの得点をそのまま難易度とする。

手法 6 から手法 9 は、料理レシピの得点が連続値をとるため、料理レシピの難易度を 4 段階に振り分ける際に中央値±四分位偏差を区切り位置として用いる。したがって、計算した料理レシピの得点がデータの最小値から (中央値 - 四分位偏差) の範囲ならば料理レシピの難易度を 1, (中央値 - 四分位偏差) から中央値の範囲ならば難易度を 2, 中央値から (中央値 + 四分位偏差) の範囲ならば難易度を 3, (中央値 + 四分位偏差) から最大値の範囲ならば難易度を 4 とする。

## 4. 評価実験

本節では、調理動作に基づく料理レシピの難易度計算の判別精度と、実際の料理レシピサイトに投稿されている料理レシピに対しての調理動作のカバー率、料理レシピの難易度付与の妥当性評価について述べる。

### 4.1 難易度判別の確認

本稿で定義した調理動作の難易度に基づいて、料理レシピの難易度判別を行う九つの計算手法の精度を確認した。3.1 で取得した全料理レシピを用いて、各教科書に掲載されている各料理レシピは、4 段階の料理レシピの難易度にどの程度正しく判別できたのかを算出した結果を以下の表 2 に示す。

表 2 全料理レシピに対する評価結果

	手法 1) 最頻値 (低)	手法 2) 最頻値 (高)	手法 3) 中央値 (切捨)
正解率	0.044	0.044	0.041
	手法 4) 中央値 (切上)	手法 5) 最大値	手法 6) 平均値
正解率	0.042	0.572	0.370
	手法 7) 難易度毎	手法 8) 各調理動作	手法 9) 特異度
正解率	0.368	0.362	0.332

正解率が 25% を超えている中でも、手法 5 の最大値を用いる場合の正解率が 57.2% で最も高かった。また、手法 5 が他の手法に比べ優位であることを確認するため、それぞれの手法に比率の差の検定を行ったところ、全ての場合において有意水準 1% で二群の正解率に優位さがあることを確認できた。したがって、手法 5 による難易度計算法は、手順文書に対しランダムに難易度を設定するよりも高精度に難易度付与が行えたといえる。

### 4.2 調理動作のカバー率

実際の料理レシピサイトに投稿されている料理レシピから抽出できた調理動作に対して、本稿で定義した調理動作の難易度

がどの程度付与できるのかを評価する。評価にはクックパッドデータセット (注11) を使用することで、実際の料理レシピサイトに投稿されている手順文書を用いた。

目標精度を信頼水準 95%、標本誤差の許容範囲 5% とすると、最低限必要とされる標本の大きさは 384 件 [8] となったため、クックパッドデータセットの手順文書約 172 万件から必要標本数より多い 400 件を無作為に抽出し、式 (5) を用いて調理動作のカバー率を計算した。

$$\text{カバー率} = \frac{\text{提案手法で難易度に分類された用語数}}{\text{レシピ用語タグの } A_c \text{ が付与された用語数}} \quad (4)$$

万全を期すため無作為抽出を 10 回行い、そのそれぞれに対してカバー率を計算したところ、その平均は 84% (最大値: 85%、最小値: 83%) であった。したがって、調理動作に対して本稿で定義した調理動作の難易度を付与することが可能であると考えられる。

### 4.3 実験内容

提案手法の難易度付与の妥当性を確認するために、アンケート調査を行った。アンケートの構成は以下の図 3 の通りである。

(問題1) 以下の料理レシピは【カテゴリ: ○○○○】です。上から下に向かって料理レシピの難易度は、1, 2, 3, 4 の順に並んでいます。

1 (簡単)

タイトル

写真

材料

料理レシピの手順内容

2 (やや簡単)

タイトル

写真

材料

料理レシピの手順内容

3 (やや難しい)

タイトル

写真

材料

料理レシピの手順内容

4 (難しい)

タイトル

写真

材料

料理レシピの手順内容

(1-1) 上の料理レシピの並び方は、料理の作り方として簡単から難しい順に並べられていると思いますか。

並べられている

並べられていない

(1-2) 並べられている / 並べられていないと選択した理由を教えてください。

図 3 アンケートの構成

(注11): 情報学研究データリポジトリクックパッドデータセット, <http://www.nii.ac.jp/dsc/idr/cookpad/cookpad.html> (2017/03/15 閲覧)

実験に用いるデータは、クックパッドデータセットに含まれている料理レシピの中で、カテゴリ情報が付与されている料理レシピである。カテゴリ数は全 887 種類あり、その全カテゴリに含まれている料理レシピに対して 4.1 で最も正解率が高かった手法 5 の最大値を用いて料理レシピの難易度計算を行った。その際に、抽出した調理動作に対して難易度付与が出来ない未知語に関しては、今回料理レシピの難易度計算の対象には含まない。各料理レシピが難易度 1 から 4 まで振り分けることができるかを確認した結果、料理レシピの各難易度が 1 個以上含まれているカテゴリ数が 729 種類であった。また、料理レシピの各難易度が 5 個以上含まれているカテゴリ数が 392 種類あり、その内の 100 種類はカテゴリ名が料理名であったため、100 種類のカテゴリをアンケート調査で用いた。

各カテゴリ内の料理レシピの各難易度の集合から無作為に 2 件ずつ抽出し、難易度 1, 2, 3, 4 の四つの料理レシピを 1 セットとしてアンケートの質問に使用した。一つのカテゴリから計 8 件の料理レシピを抽出し、難易度 1 から 4 の順で並んでいる質問と、難易度がランダムに並んでいる質問をそれぞれ 1 問ずつ用意した。したがって、質問は全 200 問作成し、被験者一人につき 10 問回答してもらい、各質問に対して被験者 7 名に以下のアンケート項目を回答してもらった。

項目 1:『料理レシピの並び方は、料理の作り方として簡単から難しい順に並べられていると思いますか』

項目 2:『並べられている／並べられていないと選択した理由を教えてください』

項目 1 は「並べられている」「並べられていない」の選択式であり、項目 2 は記述式で回答してもらった。

多人数の意見を得るために、日本最初のクラウドソーシングサイトであるランサーズ<sup>(注12)</sup>を用いてアンケート調査を行った。クックパッドのユーザー属性が男性 6%、女性 94%と報告されているため<sup>(注13)</sup>、本稿では女性の被験者を男性よりも多く集めた。被験者は 10 代から 60 代の男性 40 名、女性 100 名の計 140 名である。図 3 のように各カテゴリの料理レシピを提示し、実際にこの料理レシピ通りに調理を最後まで行うことを想像しながら回答してもらった。

#### 4.4 実験結果と考察

アンケートの結果を以下の表 3 に示す。一つの質問に対して被験者 7 名の回答を取得しているため、4 人以上が回答した選択肢をその質問の回答結果として得た。

表 3 アンケートの結果

		実際の答え		
		並べられている	並べられていない	計
回答結果	並べられている	89 (89%)	3 (3%)	92
	並べられていない	11 (40%)	97 (90%)	108
計		100	100	200

(注12) : ランサーズ, <http://www.lancers.jp/> (2017/03/24 閲覧)

(注13) : クックパッド 広告, <https://info.cookpad.com/ads> (2017/03/24 閲覧)

まず、本稿の提案手法により算出された難易度 1 から 4 の順の並べ替えと、難易度がランダムの並べ替え、それぞれの回答結果に差が見られるかを検定するために比率の差の検定を行った。この検定では、帰無仮説は「二群の回答率に差は無い」であり、対立仮説は「二群の回答率に差が無いとは言えない」である。表 3 のデータに対する検定により算出された  $p$  値が限りなくゼロに近かったため、有意水準 1% で二群の回答率に有意差があるといえる。この結果より、提案手法の調理動作に基づく料理レシピの難易度算出法で振り分けた料理レシピの難易度 1 から 4 の順の並べ替えは、ランダムよりは適切に並べ替えができていたことを確認できた。

記述式の回答結果の中で、以下のような意見が多く得られた。

- 料理の手順が少ない方が簡単だと感じる
  - － 工程の指示が細かいと難しい
- 手順に写真が付いている方が簡単だと感じる
  - － 写真が無く文字だけだと難しい
- 使用する食材の種類が少ない方が簡単だと感じる
  - － 食材が多いと難しい
- 所要時間が短い方が簡単だと感じる
  - － 料理に掛かる時間が長いと難しい

上記の意見は、料理を作る頻度が週 1 回以上（ほぼ毎日、週に 4~5 日程度、週に 2~3 日程度、週に 1 日程度）の被験者と、週 1 回未満（月に 2~3 日程度、月に 1 日程度、それ以下の頻度、全く作らない）の被験者から万遍なく得られた意見である。

したがって、本稿では調理動作のみを考慮して料理レシピの難易度算出を行ったが、料理レシピの難易度を決定する要因は、調理者が主語となる調理動作だけではなく、料理レシピの文書長や単語数、写真の有無や使用する食材の量、所要時間も影響があるということを示唆している。

## 5. おわりに

本稿では、膨大な料理レシピの中からユーザの力量に合った料理レシピを容易に見つけられる料理レシピ検索システムの構築を目指している。そのためにまずは、調理動作の難易度を割り当てる基準の定め方を文部科学省の検定を経た小学校、中学校、高等学校、高等学校（専門学科）で使用されている家庭科の教科書を用いて調理動作の難易度を客観的に定義した。そして、調理動作の難易度に基づく料理レシピの得点、難易度算出法の提案を行った。評価実験としてアンケート調査を行った結果、本稿で定義した調理動作の難易度に基づく料理レシピの難易度付与の妥当性を確認した。

今後の課題として、難易度付与の妥当性評価で得られた結果を基に、料理レシピの文書長や単語数、写真の有無や使用する食材の量、所要時間が料理レシピの難易度を決定する要因になり得るかを調査した後、調理動作の難易度に基づく料理レシピの検索システムを構築していく必要がある。また、難易度判別に関しては、調理動作だけでなく教科書毎の特徴を見つけ、その特徴を基にした値を付与することにより、精度向上を目指す。調理動作の難易度に関しては、難易度付与ができない未知語に対して、辞書作成や料理オントロジー [9] を利用するなど、難

易度付与するために類義語を抽出する方法を検討し、調理動作のカバー率向上を目指す。そして、調理動作の難易度に基づく料理レシピの検索システムを構築した後、検索システムの実装と使用感に対する有用性評価を行う必要がある。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、形態素解析器 KyTea やレシピ用語自動認識ツールに関してご助言をいただきました京都大学学術情報メディアセンターの笹田鉄郎氏に深く御礼申し上げます。

本研究の一部は JSPS 科研費 15H02701 の助成を受けたものである。また、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。ここに記して謝意を表す。

## 文 献

- [1] 苅米志帆乃, 藤井敦, “栄養素等摂取バランスを考慮した料理レシピ検索システム”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J92-D, No. 7, pp. 975-983, 2009.
- [2] 塩澤秀和, 三田村祐介, “食材の優先度を考慮した料理レシピの検索”, 情報処理学会, 第 123 回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, pp. 51-57, 2007.
- [3] 赤澤康之, 宮森恒, “冷蔵庫食材を考慮した料理レシピ検索システムの提案”, 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, E1-2, 2012.
- [4] 上田真由美, 石原和幸, 平野靖, 梶田将司, 間瀬健二, “食材利用履歴に基づき個人の嗜好を反映するレシピ推薦手法”, 日本データベース学会 Letters, Vol. 6, No. 4, pp. 29-32, 2008.
- [5] 矢嶋亜紗美, 小林一郎, “個人の状況を考慮した”かんたん”なレシピの推薦”, 第 1 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, E5-6, 2009.
- [6] 岩本純也, 宮森恒, “調理の難易度を考慮したレシピ検索システムの提案”, 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, E1-3, 2012.
- [7] 笹田鉄郎, 森信介, 山肩洋子, 前田浩邦, 河原達也, “レシピ用語の定義とその自動認識のためのタグ付与コーパスの構築”, 自然言語処理, Vol. 22, No. 2, pp. 107-131, 2015.
- [8] 松井博, “標本調査法入門—基礎から学ぶ、標本調査の理論と実際”, 日本統計協会, 2005.
- [9] 土居洋子, 辻田美穂, 難波英嗣, 竹澤寿幸, 角谷和俊, “料理レシピと特許データベースからの料理オントロジーの構築”, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 113, No. 470, pp. 37-42, 2014.