

レシピ間の対応度と相違性に基づく料理アレンジナビゲーション

工藤 貴徳[†] 北山 大輔[†]

[†] 工学院大学情報学部コンピュータ科学科 〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

E-mail: tj110040@ns.kogakuin.ac.jp, kitayama@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし Web 上には cookpad をはじめ、多くのレシピサイトがある。中でもユーザ投稿型レシピサイトにはレシピが数多く投稿されており、投稿者によって様々なアレンジがされている。調理者のアレンジの幅を広げるために、閲覧中のレシピのある一部分の手順が異なる似たレシピを発見し、提示することが有用であると考えられる。本研究では、ユーザが選択したレシピを選択レシピ、対象となるレシピを対象レシピと定義する。選択レシピの手順とは異なる手順を持つレシピを発見し、その手順を提示する手法を提案する。具体的には、選択レシピと対象レシピの調理動作の順番に着目し手順の対応度を算出する。また、対応する手順を基に相違性を見つけ、相違性がある手順をアレンジと定める。選択レシピから分岐点を設けて別のアレンジレシピとして提示することでアレンジ料理へのナビゲーションを行う。

キーワード レシピ、手順検索、順序関係

1. はじめに

近年、cookpad [1] などを代表とするユーザ投稿型レシピサイトが普及しており、多くのレシピが投稿され利用されている。2016 年 1 月現在、cookpad では 225 万件、楽天レシピ [2] では 106 万件ものレシピがユーザによって投稿されている。

マルハニチロホールディングスが行った「料理レシピに関する調査」[3]によると、料理をする際レシピサイトを利用する人が 72.2%と多い。料理レシピを利用する人の理由としては「何を作ろうか悩んでいる時」や「日頃作らないような料理を作る時」「料理のレパートリーを広げたい時」が上位に上がっている。特に料理レシピを使った結果やアレンジ経験に関する設問では「レシピに書いてある内容にアレンジを加えることが多い」が 53.4%となっており料理のアレンジに対する要求が高いと考えられる。

投稿されているレシピは投稿したユーザによって様々なアレンジがされており、例えば cookpad で「肉じゃが」と検索すると 7,980 件のレシピがヒットする。その中には定番の肉じゃがのレシピもあれば、食材が異なる肉じゃがのレシピや余った肉じゃがを使って別の料理を作っているレシピもある。このレシピを 1 件ずつ確認していき、どのような手順にアレンジがされているかを見つけることは非常に困難である。調理者のアレンジの幅を広げるために 1 件のレシピだけを閲覧したままで他のレシピのアレンジされた手順が提示されれば調理者の手間が省け便利であると考えた。

本研究では、ユーザが選択したレシピを選択レシピ、対象となるレシピを対象レシピと呼ぶ。選択レシピに含まれる手順の中にある調理動作の順番に着目し、対応付く調理動作にスコアを付ける。このスコアを対応度とし、対応する調理動作を含む手順を対応する手順であると判断する。次に相違性に基づくアレンジの発見を行う。相違性の有無は手順の対応関係とそこに含まれる調理動作の関係によって判断する。相違性のある手順

にアレンジが含まれるとし、ナビゲーションの対象とする。著者らの研究グループではレシピ手順の対応関係抽出 [4] に取り組んでおり、本稿で定義する対応度はアレンジ抽出のために粒度を細かく判定できるように [4] の手法を改良したものである。材料に関しては手順を比較する時には調味料や野菜など表現に偏りがあるため使用しない。

本稿の構成は以下の通りである。2 節ではレシピの構造と関連研究を述べる。3 節では、レシピ手順の対応付け、アレンジの抽出について述べる。4 節では本手法による出力例について述べる。5 節では今後の課題について述べる。

2. レシピの構造と関連研究

2.1 レシピの構造

本研究で対象となるレシピは材料、手順、調理動作から構成される。材料はレシピ中に出現する材料リストに列挙された食材であり、手順はレシピ投稿者によって分割された調理方法である。手順の中には調理方法を説明する調理動作が含まれている(図 1)本研究では調理方法の最小単位を調理動作であるとし、それを用いる。以下に調理動作を詳細に説明する。調理動作は基本動作と具体動作の 2 種類からなるように定義する。基本動作は以下の 2 つの基準により決定した。

- 書籍「おいしくなるコツが身につく!料理のきほん」[5]にある「切る」「焼く」「煮る」など調理をする時の動作
 - [5]に載っていないが cookpad に頻出する動作の原型
- 表 1 に基本動作をまとめる。cookpad から加えた基本動作には下線を引いてある。

具体動作は、以下の 2 つの基準により決定した

- 基本動作の語幹が含まれている複合語。例えば、「せん切り」「蒸し焼き」「煮込む」や「20 分じっくり煮る」などの基本動作に時間の名詞や副詞が係っている調理動作などである。この際、係り受け解析器 cabocha [11] を使い文章の係り受けを関係に基づき抽出する。



材料 (4~6人分)	
豚こま切れ肉	300g
じゃがいも	2個
里芋	4個
さつま芋	1本
人参	1本
だし汁	300~500cc
玉葱	1個
醤油	大さじ2
みりん	大さじ2
サラダ油(炒め用)	小さじ1

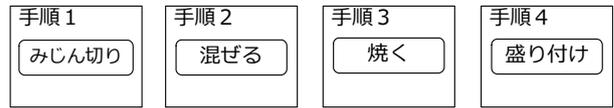


図2 選択レシピに出現する調理動作

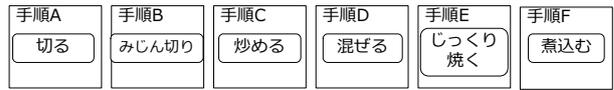


図3 対象レシピに出現する調理動作

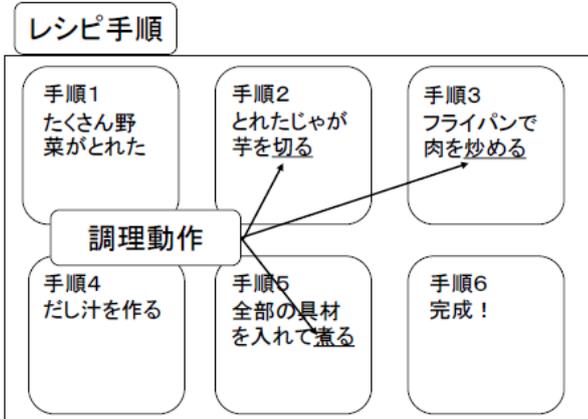


図1 レシピ構造

表1 [5]とcookpadから参照した基本動作一覧

蒸す	切る	混ぜる
煮る	焼く	揚げる
炒める	和える	漬ける
茹でる	煎る	燻す
干す	凍らせる	

● 基本動作が含まれていない「落し蓋」「フランベ」などの特殊な呼び方がされている動作。これらは辞書を準備する。

例外として、「ごまをする」などで使われる「する」に関しては調理動作だけでなく一般動作にも該当してしまうため今回は除外する。

2.2 関連研究

レシピに関しての研究はこれまで様々な研究が行われている。杉山ら[6]の研究では典型的な手順や各レシピが持つ特徴を知りたい場合に、検索結果の各レシピの調理手順を「食材の種類」「下ごしらえ」「調理工程の順序」の3つにより構造化し、レシピの多くが共有できる手順とレシピ間の差異を発見しその料理の典型的な調理手順と特徴をユーザーに提示するシステムを提案している。

西原ら[7]は料理レシピを対象として手順のアウトラインの要約する手法を提案している。教師あり学習を用いて手順の段階ごとに主要な動作表現を抽出し、それらを連結することでアウトラインの生成を行っている。

山肩ら[8]はレシピの調理手順文章から流れを表す作業フローを導入する手法を提案している。作業フローは基本的な流れに注目すればツリー構造になることからレシピツリーと呼び、このレシピツリーの活用法について議論されている。この研究では調理手順のスケジュールやナビゲーションなどを目的として

いる。

志土地ら[9]はマルチメディア情報を用いて料理手順の補足をするための手法を提案している。

菊米ら[10]は既存研究をもとにレシピテキストの構造解析し、食材や調味料の調理過程を表すフローチャートを自動的に出力する手法を提案している。わかりやすいレシピ作成に取り組むためにわかりにくい箇所に補足する手法としてレーベンシュタイン距離を用いて調理動作の距離が小さいほど調理動作が類似しているとしている。

これらの研究とは、手順の対応付けを行うにあたり抽象レベルでの表現を用いる点は似ているが、本研究ではさらにアレンジの発見に取り組む。

3. 提案手法

3.1 レシピ手順の対応付け

レシピの手順を比較する際にまず調理動作単位での対応付けを行う。その際、選択レシピと対象レシピに共通して出現する調理動作の対応度を算出する。このとき、共通して出現する動作は基本動作のレベルで同じ動作とする。例えば、選択レシピにおいて「みじん切り」、対象レシピにおいて「千切り」が出現する場合、両方とも基本動作が「切る」であるため、共通して出現すると判断する。また、あるレシピの手順の中に同じ手順が複数個かつ連続して存在する場合は1つとしてまとめる。このように緩やかに判断するため、まったく同じ具体動作が共通する場合と基本動作レベルでのみ共通する場合では、対応の基礎点が異なると考えられる。そのため対応付けの基礎点は以下の通りにする。

- 同一の具体動作である場合：1.0
- 同一の基本動作であるが、片側が具体動作である場合：0.75
- 同一の基本動作である場合：0.5
- 同一の基本動作から派生した異なる具体動作である場合：0.25

ある選択レシピと対象レシピを例に共通して出現する動作とその共通して出現する動作とその基礎点を説明する。図2の選択レシピの手順は「みじん切り」「混ぜる」「焼く」「盛り付け」の4手順からなり、図3の対象レシピは「切る」「みじん切り」「炒める」「混ぜる」「じっくり焼く」「煮込む」の6手順からなる。「みじん切り」は基本動作の「切る」、「じっくり焼く」の基本動作は「焼く」であるため選択レシピと対象レシピには共通

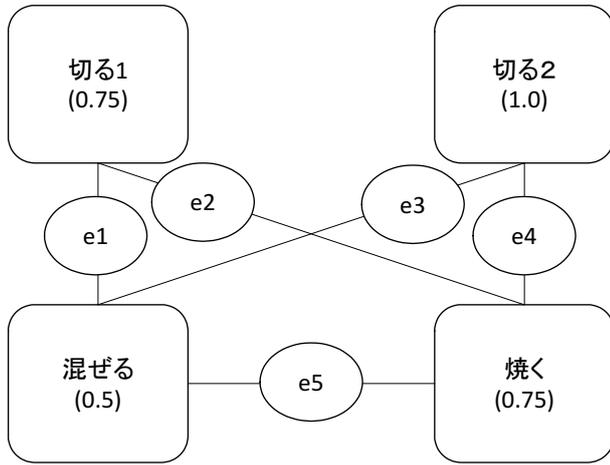


図 4 選択レシピと対象レシピの順序関係からなる無向グラフ

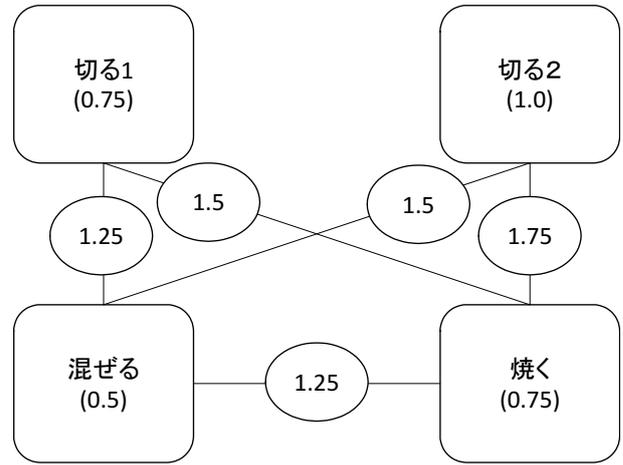


図 5 エッジの重み付け

表 2 対応する調理動作の基礎点

選択レシピ	対象レシピ	基礎点	表記
みじん切り	切る	0.75	切る 1
みじん切り	みじん切り	1.0	切る 2
混ぜる	混ぜる	0.5	混ぜる
焼く	じっくり焼く	0.75	焼く

する調理動作は「切る」「混ぜる」「焼く」となる。これらを用いて動作の対応付けを行う。選択レシピの「みじん切り」に対する対応の候補としては対象レシピの「切る」「みじん切り」である。対応関係の候補をそれぞれ「切る 1」「切る 2」と表す。同様に選択レシピの「焼く」に対する対応の候補としては対象レシピの「じっくり焼く」である。以降、「焼く」と表す。動作の基礎点は表 2 のようになる。

調理動作の対応付けのアルゴリズムを説明する。まず、対象レシピの調理動作と選択レシピの調理動作の対応関係の候補をノードとしたグラフを作成する。この時、選択レシピの調理動作の手順の順序関係と、対象レシピの共通する調理動作の手順の順序関係を比較し逆順序にならないところにエッジを作る。例えば図 2、図 3 の例では、図 2 では「みじん切り (切る)」よりの後に「混ぜる」。図 3 中では同様に「みじん切り (切る 2)」よりも後に「混ぜる」が出現するため「切る 2」から「混ぜる」のエッジを作成する。このようにしてできた無向グラフが図 4 である。図 4 中の e1 等はエッジ番号である。次に図 4 のエッジに重み付けを行う。エッジの重みは接続しているノードの表 2 の基礎点を合計したものである。その結果を図 5 に示す。次にノードの対応度は、ノードに接続しているエッジの重みを掛け合わせたものとする。ただし、同一の動作の候補があるものは最大値を用いる。最終的に 2 度の反復計算を行い、対応度を算出する。その後、全体の均値以上のノードに対応度を持つ候補を採用する。ただし、このとき、同じ調理動作の候補が複数ある時はエッジの最大値のものを採用する。最終的な重み付けの計算結果を表 4、対応度の計算結果を表 5 にまとめた。

対応する調理動作を含む手順を対応する手順であると判定する。図 2、図 3 の例では計算結果より選択レシピの手順 1、2 と対象レシピの手順 2 および、選択レシピ手順 3 に対応する対

表 3 重み付けから計算した対応度

調理動作	グラフで接続しているエッジ	対応度
切る 1	$e1 \times e2$	1.87
切る 2	$e3 \times e4$	2.62
混ぜる	$\max(e1, e3) \times e5$	1.56
焼く	$\max(e2, e4) \times e5$	2.18

表 4 更新したエッジの重み付け

エッジ	対応している動作	エッジの重み
e1	切る 1, 混ぜる	3.43
e2	切る 1, 焼く	4.05
e3	切る 2, 混ぜる	4.18
e4	切る 2, 焼く	4.80
e5	混ぜる, 焼く	3.40

表 5 更新した重み付けから計算した対応度

調理動作	グラフで接続しているエッジ	対応度
切る 1	$e1 \times e2$	13.89
切る 2	$e3 \times e4$	<u>20.06</u>
混ぜる	$\max(e1, e3) \times e5$	<u>14.21</u>
焼く	$\max(e2, e4) \times e5$	<u>13.77</u>

象レシピの手順は手順 3 となる。

3.2 アレンジの抽出

本稿ではアレンジを含む手順を以下のように定義する。

(1) 対応する手順において選択レシピにある基本動作が対象レシピでは具体動作である場合

(2) 対応する手順において選択レシピと対象レシピ共に違う具体動作の場合

(3) 対象レシピ中の対応しない手順において選択レシピに出現しない調理動作が含まれる場合

定義に基づき手順に差があることを相違性とし、相違性があればその手順はアレンジを含むと判断する。本手法では 1、2 の場合には、選択レシピ中に対応する手順からアレンジを含む手順へ遷移可能にする。3 の場合は前後にある対応する手順から挿入する位置を判定し、選択レシピ中の該当位置に遷移可能なポインタを作る。これらによってナビゲーションを可能とする。

表 6 手順の対応付けの実験結果

レシピ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	平均
適合率	0.78	0.80	0.33	0	0.75	0.50	0	0.33	0.50	0.40	0.40	0.50	1.0	0.50	0.50	0.49
再現率	1.0	1.0	0.75	0	0.75	0.17	0	0.20	0.40	0.33	0.40	0.60	0.25	0.17	0.50	0.43

表 7 アレンジの評価の実験結果

アレンジ	結果 (%)
アレンジ A	50
アレンジ B	53
アレンジ C	55
全体平均	53

ピーマンの肉詰め

1 ピーマンを洗い、ヘタのある上部分を切り落とす。種を取る（くっついてある部分に包丁で切り目を入れると楽です）

2 ピーマンの、切り落としした上部分のヘタだけ除き、周りの葉の部分と玉ねぎは、みじん切りにする。

3 2)、ひき肉と混ぜマヨネーズ・塩・コショウで味付けする。

4 小さなスプーンでピーマンに詰め、隙間がつかないようにまっすぐに詰め、ポン酢醤油や醤油をお好みでかけておく。

5 3)を1.5cm程度の輪切りにし、蓋をしたフライパンで両面焼き、盛り付ける。

A ひき肉にみじん切りの玉ねぎ、すりおろしたにんにく、パン粉、卵、塩、コショウを入れて、粘りが出るまでよく混ぜ合わせる。

B ピーマンを縦に二等分し、ヘタとタネを取り除き、中身をきれいにする。

C フライパンに油をひき、肉を下にして中火でフタをして焼く。

D 焼いている間にソースを作る。※耐熱ボールに入れ、1分ほど電子レンジで加熱。

E 肉に焼き色がキレイになったら、ひっくり返し、裏も同様にフタをして焼く。火が通ったら、出来上がり。ソースをたっぷりかけて召し上がれ〜

図 6 対応付けの判断の実験データの例

4. 評価実験と考察

評価実験として対応付けの判断とアレンジの評価を行った。

4.1 実験方法

cookpad より料理名が同じレシピ 2 件を 1 組とし、対応付けの判断の実験では 15 組、アレンジの評価では 3 組の実験データを作成し利用した。図 6 が対応付けの判断の実験で利用した例、図 7 がアレンジの評価の実験で利用した例になる。15 組のデータセットに対し、被験者は複数回答可で 2 件のレシピ中に対応づくであろう手順を判断し、その理由も記述した。被験者は 1 組のデータにつき 10 名づつである。その後、提案手法で対応付けられた手順と比較し、適合率と再現率を算出することで評価する。アレンジの評価として 3 組のデータセットに対し、被験者は提案手法によりアレンジと判断された手順が提示されたレシピを見て、3 段階で評価し、その理由も記述した。被験者は 1 組のデータにつき 10 名づつである。

4.2 対応付けの判断に関する評価

算出した実験結果を表 6 にまとめる。結果としては、全体では適合率 0.49、再現率 0.43 という結果であった。レシピ D,G の手順には調理動作として判断される単語が含まれておらず適合率、再現率共に 0 であった。これに関しては基本動作を拡充する。具体動作辞書を実装する。同義語を対応付けの候補とするなどの対処が必要であると考えられる。レシピ H,J のに関しては手順中に調理動作はあったが、動作の対応付けがうまく行

チゲ鍋

1 あんこうは身が多いのよちも、パーツが多いのを選んで方が美味しいです。このちつ道具を一口サイズに切ります。

2 アンキモを油が出てくるまで土鍋で炒める。

3 炒まったら、市販の半ムネ鶏の素・あさり・きのこ類・豆腐・アンコウをいれる。

4 煮えたところで、キムチを入れ、さらに煮込む。このとき、辛いようなら、お好みで練りゴマを入るとマイルドな味に仕上がります。

5 最後に、水菜をいれて出来上がりです。

1の手順中に A-手順 キャベツは食べやすい大きさに切り、きのこ類もほくほく。長ネギは斜め切りにする。

4の手順中に D-手順 全体をひと煮立ちさせ、豆腐もいい感じになったら出来上がり。

4と5の手順の間に E-手順 鍋焼きうどんの器でも出来ます。沸騰し始めると吹きこぼれやすいので、スープは器によって加減して下さい。

図 7 アレンジの評価の実験データの例

われていなかった。被験者は動作の単語ごとの判断ではなく文章全体で調理動作と判断しており、これを解決するにはより深い意味解析を行う必要がある。今回のプロトタイプシステムでは判定困難なレシピ D,G,H,J を除いた結果では適合率は 0.60、再現率は 0.54 となった。

4.3 アレンジの評価に関する評価

実験結果を表 7 にまとめる。結果としては、50%程度の精度でアレンジを提示できることがわかった。誤判定される例としては、レシピとは関係ない付け合わせであったり、アレンジとして対応づく箇所が不適切な場合であった。アレンジの抽出手法としては、レシピの料理に関する手順であるかどうかの判定を行う必要がある。また対応づく箇所の問題は対応付け手法の問題であり、精度を向上させる必要がある。

5. まとめと今後の課題

本研究では料理レシピに含まれる調理動作の抽出し、動作の対応付けを行い、定義に基づいてアレンジである手順の候補を提示する手法を提案した。評価実験により違う動作の手順もアレンジだと判定されるのでアレンジの可能性があるとわかった。今後の課題としては動作の対応づける部分の改善すること、動作の単語だけではなく前後の文節も含めて調理動作と判断できるように改善すること、今回は「ソテー」「落し蓋」などの具体動作を判断する具体動作辞書を導入していなかったので導入することがあげられる。

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。本研究の一部は、平成 27 年度科研費若手研究 (B)(課題番号：15K16091) によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

文 献

- [1] レシピ検索 No.1/料理レシピ載せるならクックパッド
<http://cookpad.com/>
- [2] 楽天レシピ <http://recipe.rakuten.co.jp/>
- [3] マルハニチロホールディングス/料理に関する調査
https://www.maruha-nichiro.co.jp/news_center/research/pdf/20130227_recipe_cyousa.pdf
- [4] 染谷侑希, 北山大輔 ” レシピ手順の順序関係を用いた詳細度算出手法 ” DEIM Forum 2015 C1-2
- [5] 若松和紀, おいしくなるコツが身につく!料理のきほん, 食のスタジオ, 西東社, 2015年8月10日発行
- [6] 杉山祐一, 山肩洋子, 田中克己 ” 手順情報としてのレシピデータに対する類似レシピの要約と微小で重要な差異の発見 ” DEIM Forum 2013 D3-5
- [7] 西原弘真, 苺米志帆乃, 藤井敦 ” 料理レシピを対象としたアウトライン型自動要約 ” 情報処理学会研究報告 情報学基礎研究会報告, vol.8, 2013, pp1-7
- [8] 山肩洋子, 門脇拓也, 今堀慎治, 森信介 ” 調理レシピ手順文章から導出した作業フローの活用方法の検討 ” 電子情報通信学会, DE2015-34
- [9] 志土地由香, 出口大輔, 高橋友和, 井手一郎, 中村祐一, 村瀬洋 ” 料理レシピを分かりやすくするための理解困難な表現の補足 ” 電子情報通信学会, MVE2009-145
- [10] 苺米志帆乃, 藤井敦 ” 料理レシピテキストを対象とした構造分析の高精度化 ” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.112, no.75, pp.43-48, 2012.
- [11] Taku Kudoh, Yuji Matsumoto (2000) Japanese Dependency Analysis Based on Support Vector Machines, EMNLP/VLC 2000