

調理過程で廃棄されるロス食材を活用したレシピ推薦手法の実装と評価

高橋 武[†] 佐藤 哲司^{††}

[†] 筑波大学 〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

^{††} 筑波大学図書館情報メディア系 〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2

E-mail: [†]{takahashi18,satoh}@ce.slis.tsukuba.ac.jp

あらまし 近年、食料廃棄問題に対する関心が高まっている。こうした食料廃棄物のうち、まだ食べられるものは食品ロスと呼ばれている。日本においては年間 500 万から 800 万トンの食品ロスが生じており、世界全体の食料援助量を上回るなど大きな課題となっている。この食品ロスの内訳をみると、2015 年には食品ロスの約 4 割が家庭から出ており、日々の料理の中で食材の無駄を減らしていくことが重要になっている。そこで本研究では、「料理をする上で廃棄されるが、調理次第で活用できる食材部位」をロス食材と定義し、このロス食材を材料として活用しているレシピに着目して食材の無駄を減らすことを目指す。具体的には、ユーザが作ろうとする料理から生じるロス食材を推定し、そのロス食材を活用したレシピを推薦する手法を提案する。

キーワード 廃棄食材, ロス食材, レシピ情報, レシピ推薦

1 はじめに

近年、食料廃棄や食品ロス問題に対する関心が高まっている。2011 年に国際連合食糧農業機関が発表した調査結果では [1], 全世界で廃棄された食料は約 13 億トンにのぼり、この廃棄量は同年に人の消費向けに生産された食料の約 3 分の 1 に相当する。日本においては、2015 年の 1 年間に約 2,842 万トンの食品廃棄物が発生したと試算している [2]。この内訳を見ると、事業系廃棄物等が約 2,010 万トン (約 70.7%), 家庭系廃棄物が約 832 万トン (約 29.3%) となっている。すなわち、日本国内で廃棄される食料の約 3 割は家庭から出ていることになる。この家庭から廃棄される食料の中には、可食部分と考えられるものが約 289 万トン含まれていると推計されており、日々の生活の中で食材の無駄を減らしていくことが重要となる。家庭から食品が廃棄されるシチュエーションとしては、食べ残しや食材部位の過剰除去などが挙げられる。こうした食品廃棄物を含む生ゴミを減らすために、地方自治体では「使い切り、食べ切り、水切り」の、いわゆる「3 切り運動」への協力を呼びかけている。この 3 切り運動のうち、食べ切りは人数に合わせた食材購入や計画的な献立によって、水切りは捨てる前の一手間によって実現できる。しかし、食材の使い切りについては、他の二つと比べて徹底が難しい側面がある。

3 切り運動における使い切りとは、食材を余すことなく使用することで、食材の無駄を減らすことを目的としている。この食材の使い切りの難しさについて、実際に料理をする場面を想定して説明する。ある料理を作ろうとするとき、調理者は目的の料理のために必要な食材を用意し、それらをレシピに沿って調理することで目的の料理を作っていく。この過程において、調理される食材には、図 1 に示すように、目的の料理のために「使われる食材部位」と「使われない食材部位」が存在することがある。このうち、「使われない食材部位」は廃棄食材として

捨てられている。しかし、廃棄食材となっている「使われない食材部位」に着目すると、野菜の皮や魚の骨のように、調理の工夫次第で食材として転用できるものが含まれていることがある。こうした、本来ならば使われずに捨てられていた食材部位を、新たな食材として活用することができれば、食材の使い切りを促し、食材の無駄を減らすことができる。しかし、実際にそうした食材部位を活用できるかどうかは、調理者の知識や料理のレパートリーに大きく依存する。こうした理由から、3 切り運動における食材の使い切りには徹底の難しさが存在する。

この課題に対応する上で、「クックパッド」や「楽天レシピ」といったレシピサイトに着目する。これらのレシピサイトには、普段の料理では使われずに捨てられるような食材部位を活用したレシピが数多く投稿されている。こうしたレシピを調理者に提示することで、これまで廃棄していた食材部位を別の料理に用い、食材の使い切りを促すことができる。そこで本研究では、「料理をする上で廃棄されるが、調理次第で活用できる食材部位」を「ロス食材」と定義し、ロス食材となり得る食材部位を登録した「部位辞書」をレシピの材料情報から予め作成する。そしてこの部位辞書を用いることで、ユーザが作ろうとする料理から生じるロス食材を推定し、その食材を活用したレシピを推薦する手法を提案する。なお、本研究におけるロス食材の活用とは食材としての使用を意味している。

本論文の構成は以下のとおりである。まず、関連研究について 2 章で説明する。次に部位辞書の作成とロス食材の推定、レシピ推薦について 3 章で説明する。4 章で実際のレシピを対象にした評価実験を行った。5 章で実験結果について、最後に 6 章で本研究についてまとめている。

2 関連研究

本研究は、レシピ推薦に関連する。望月ら [3] は、余剰食材の活用とユーザの嗜好に基づいたレシピ推薦手法を提案してい

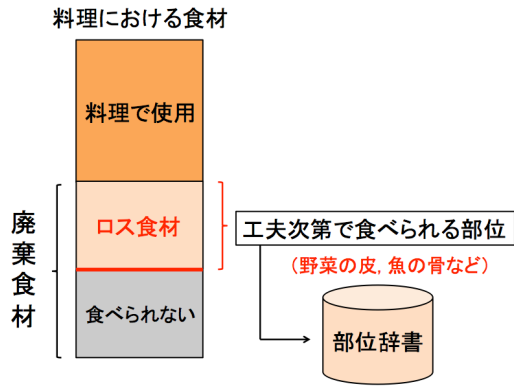


図1 料理における食材

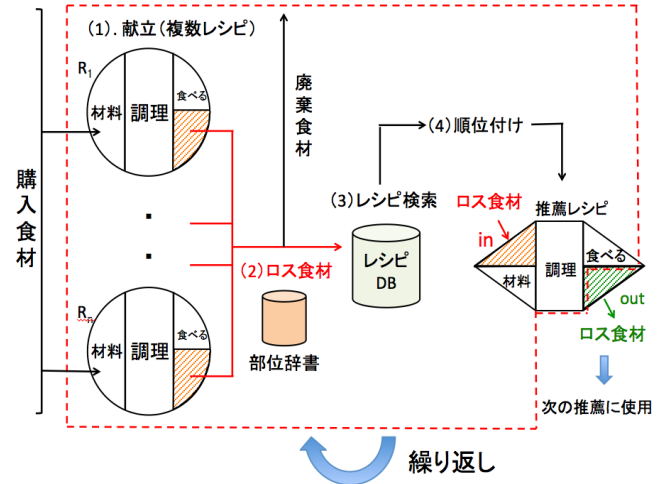


図2 ロス食材を活用したレシピの推薦モデル

る。ユーザ個人に合わせたレシピ推薦を行う上で、(1) 調理履歴から算出した嗜好食材に基づく推薦、(2) 余剰食材の使用を考慮した推薦、(3) 調理履歴のレシピの調理法を考慮した推薦の3つの推薦手法を組み合わせている。なお、望月らの研究における余剰食材とは、冷蔵庫などに余った食材を指しており、本研究で定義した「料理をする上で廃棄されるが、調理次第で活用できる食材部位」であるロス食材とは異なる。

伊原ら[4]は、ユーザのレシピ決定要因として、嗜好・栄養・カロリー・調理の簡単さ・在庫情報・同一レシピの連続推薦回避の6つをあげ、これらの要因の数値化と各要因の重みを最適化する手法を提案している。また林ら[5]は、ユーザの栄養バランスと嗜好を考慮した献立を提案するシステムを提案している。この提案システムでは、(1) ユーザの嗜好に対する評価、(2) 費用に対する評価、(3) 食材の使用量に対する評価、(4) 栄養量に対する評価の4種類の評価基準に基づき、栄養や余剰食材を考慮した献立提案をしている。

木原ら[6]は、余剰食材の使い切りを考慮したレシピ推薦手法を提案している。この手法のモデルでは、1日目で採用したメニューを作る上で生じる余剰食材を含むレシピを、2日目のメニューに推薦している。そして、推薦レシピから生じる余剰食材についても同様に、次の推薦レシピの材料として使用していくサイクルを想定している。本研究で提案するレシピ推薦のサイクルについても、推薦の結果生じるロス食材を次のレシピ推薦のための食材として活用するサイクルを想定している。このように、推薦レシピから生じる食材が、次の推薦レシピの材料として活用されるという循環構造において、本研究の推薦モデルは木原らのモデルと類似している。その一方で、本研究では推薦の結果生じたロス食材の他に、推薦の際に使用されなかったロス食材についても、次の推薦に引き継ぐ場合と引き継がない場合の比較も行っている。このように、推薦レシピから生じるもの以外にも、推薦に使用可能な食材を用意したパターンを考慮している点で、木原らのモデルとは異なっている。

これらの研究は、レシピ推薦を行う際に考慮する要素の一つとして余剰食材（在庫食材）が取り入れられている。余剰食材を使用することと、ロス食材を使用することは、「食材の無駄を減らす」という点で同様である。しかし、余剰食材が目的の料理を作った際の使用食材そのものの余りであるのに対し、本研

究におけるロス食材は、料理の際に使われることなく捨てられていた食材部位である点で、アプローチが異なる。また、こうした食品廃棄問題に関する取り組みについては、余剰食材の活用の他にも、食品の肥料化を始めとするリサイクルなどが行われており、Leeら[7]は、日本、欧州、中国、アメリカ、韓国における食品廃棄物のリサイクル技術や研究開発の競争力について分析・評価している。

3 ロス食材の推定およびレシピ推薦手法の提案

3.1 概要

本研究では、ロス食材を「料理をする上で廃棄されるが、調理次第で活用できる食材部位」と定義する。ロス食材には野菜の根や皮、魚の骨などの食材部位が含まれる。レシピサイトには、こうしたロス食材を用いたレシピが多数投稿されているため、ある料理を作る上で発生するロス食材を調理前に推定し、それらのロス食材を活用したレシピをユーザに推薦することで、食材の無駄を減らすことができる。

ロス食材を推定するには、どの食材にどのような部位が存在しているのかを明らかにする必要がある。そこで、レシピサイトの食材情報を用いて、「食材：部位」の関係を登録した「部位辞書」を予め作成する。この部位辞書を用いてロス食材を推定し、推定されたロス食材を活用したレシピを推薦するモデルを図2に示す。

- (1) ユーザが作りたい献立（複数レシピ）を入力
- (2) 部位辞書を用いてロス食材の種類と分量を推定
- (3) 推定したロス食材を材料に含むレシピをレシピサイトのデータベースから検索
- (4) 取得したレシピ群の中で、ロス食材の種類数ごとに活用量で順位付けして推薦

図2に示したとおり、提案手法では与えられた献立（複数レシピ）について、部位辞書を用いて各レシピから生じるロス食材を推定する。そして、それらのロス食材を材料としているレシピをレシピサイトのデータベースから検索し、推薦レシピをランキングしてユーザに提案する。推薦レシピのランキングで

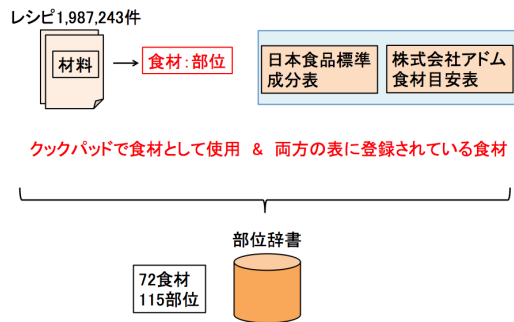


図 3 部位辞書作成の流れ

食材	部位	単位	目安量	廃棄率	部位の廃棄率
かぼちゃ	種,皮,ワタ	個	L:1500, M:1300	0.1	0.03
じゃがいも	皮	個	L:200,M150	0.1	0.1

表 1 部位辞書の構造

は、使用されているロス食材の種類数ごとに、ロス食材の活用
量で順位付けする。また、ユーザが選択した推薦レシピからも
新たなロス食材が生じる場合が考えられるため、推薦の結果生
じたロス食材については、次のレシピ推薦の際に使用するも
のとする。

3.2 部位辞書の作成

レシピサイトには、「にんじんの皮」や「かぼちゃのワタ」な
ど、普段の料理では廃棄される食材部位を活用したレシピが多
数登録されている。本研究では、この食材部位に着目してロス
食材を推定する。そこで、レシピサイトに登録されている食材
情報を用いて、ロス食材となり得る食材部位を登録した部位辞
書を作成する。ただし、レシピサイトでは同じ食材であっても、
ユーザによって食材の表記法が平仮名・片仮名・漢字で異なっ
てことがある。これらの表記のぶれに対応するため、本
研究ではプログラミング言語 Python の日本語変換ライブラリ
pykakasi を使用して、食材名を平仮名に変換した上で部位辞書
を作成する。

この部位辞書には、食材に対応した部位を登録している（例
かぼちゃ：種、皮、ワタ）。ロス食材となる食材部位はこの部位
辞書の中から推定されるため、どのようなレシピにおいても食
材として活用できない食材部位は部位辞書には登録しない（例
じゃがいも：芽）。そこで、部位辞書作成の流れを図 3 に、部
位辞書の構造を表 1 に示す。

レシピで活用される食材部位は、食材情報内で「食材名＋
『の』＋部位名」の形で出現している（例：にんじん/の/皮）。
この品詞構造に着目すると、「名詞＋『の』（助詞）＋名詞」と
なっている。そこで、レシピサイトに登録されている全ての食
材情報を対象に形態素解析エンジン Janome を用いて形態素解
析を行い、「名詞＋『の』（助詞）＋名詞」となる品詞パターン
を取り出す。しかし、この時点では食材とは関係のない情報が
含まれている（例：我が家/の/カレー）。そこで、食材名を網
羅的に記載した日本食品標準成分表 [8] を用いる。先ほど取り

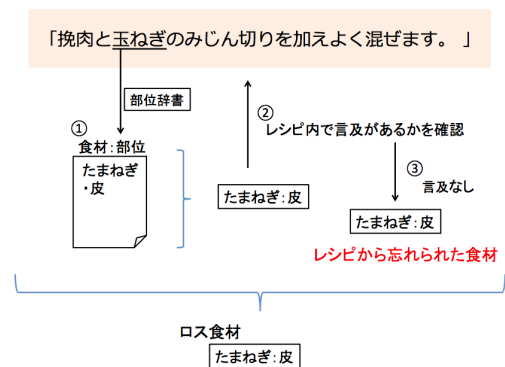


図 4 名詞に着目したロス食材の推定

出した品詞パターンについて、先頭の名詞が日本食品標準成分
表に登録されている場合、その品詞パターンは食材に関する情
報であるといえる。こうして選別した「食材名＋『の』＋部位
名」の候補の中で、その食材の本体に該当する部位や、明ら
かにその食材に対応する部位ではない要素については、手で除
去する。

次に、これまでに選別した食材部位を材料クエリとして、レ
シピサイトのデータベースで検索を行う。この検索結果につい
て、1 件のレシピもヒットしなかった場合、そのクエリとなっ
た食材部位は一度も材料として使用されなかったことになるた
め、部位辞書の登録から削除する。これによって食材部位のう
ち、どのようなレシピにおいても材料にはなり得ない要素が取
り除かれる。こうして取得された「食材：部位」情報に、株
会社アドム [9] の食材目安量や可食部重量などの情報を付与し
たものを「部位辞書」と定義する。この部位辞書が、各食材に
ついて、レシピ次第で食材として活用可能な食材部位を登録し
た辞書となる。本研究では、部位辞書を用いることで食材の分
量のグラム化や与えられたレシピから生じるロス食材を求めて
いく。

3.3 ロス食材の推定

料理をする過程で生じるロス食材の種類は、その料理の調理
工程に依存する。そして、ロス食材の分量はもともとなった食
材の分量に依存する。本節では、レシピサイトから与えられたレ
シピの調理工程に着目した 2 段階によるロス食材の種類の推定
と、食材情報に着目したロス食材の分量の推定をする。なお、
レシピの分量は一人前分に統一して扱う。

3.3.1 名詞に着目したロス食材の推定

レシピに記載されている調理工程には、目的の料理のために
必要な食材の調理手順が示されている。そして、食材はレシ
ピに沿って調理される過程で、目的の料理のために使われる部
位と、使われない部位に分かれていく。このときレシピ上では、
使われない食材部位については一切言及されないことがある。
一例として、クックパッドに登録されている「スペシャルビー
マン肉詰め」の調理工程の一文について図 4 に示す。

図 4 にあるように、「挽肉と玉ねぎのみじん切りを加えよく混
ぜます。」という文が与えられたとき、3.2 節で作成した部位辞
書によって、食材「たまねぎ」には「皮」という部位が存在す

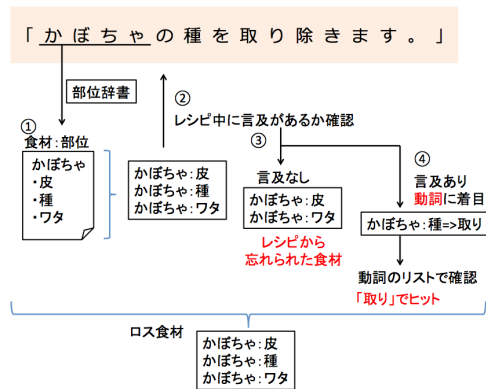


図5 動詞に着目したロス食材の推定

ることがわかる。しかし、調理工程の中では「玉ねぎの皮」についての言及はない。このとき、「玉ねぎの皮」は目的の料理にとって必要のないものであり、暗黙のうちに廃棄するものであると読み取れる。このようにレシピには、食材の一部として存在しているにも関わらず、一切言及されないままに廃棄される部位が存在する。本研究ではこうした食材部位を「レシピから忘れられた食材」と定義し、ロス食材として推定する。

具体的に「レシピから忘れられた食材」を推定する際には、調理工程の文内に出現する食材名に着目する。調理工程を一文単位に分割し、その文内で部位辞書に登録されている食材が出現したとき、その食材に対応する部位リストを部位辞書から取得する。こうして取得した「食材：部位」のペアが、文内で一度も出現しないとき、その食材部位は目的の料理にとっては必要がなく、レシピから忘れられているといえる。こうした食材部位は、そのままでは廃棄食材として捨てられるため、本研究ではこうした食材部位をロス食材として推定し、食材として活用できるレシピを探していく。しかし、実際のレシピには「レシピから忘れられた食材」以外にも、ロス食材となり得る食材部位が存在する。そこで、「レシピから忘れられた食材」以外のロス食材を推定する方法について説明する。

3.3.2 動詞に着目したロス食材の推定

3.3.1項で定義した「レシピから忘れられた食材」とは、言い換えると、料理で使用された食材について、調理工程で一度も言及されなかった部位をロス食材として推定する手法である。しかし、調理工程で言及された食材部位であっても、ロス食材となる場合がある。その一例として、クックパッドに登録されている「かぼちゃチップス」の調理工程の一文について図5に示す。

「かぼちゃの種を取り除きます。」という文が与えられたとき、部位辞書によって食材「かぼちゃ」には「皮」「種」「ワタ」という部位が存在することがわかる。「レシピから忘れられた食材」の手法に則り、調理工程で言及のない「かぼちゃの皮」と「かぼちゃのワタ」は調理過程で捨てられる部位であるとし、ロス食材として推定される。次に、調理工程で言及のある「かぼちゃの種」に着目すると、「かぼちゃの種を取り除き」とあるように、「かぼちゃの種」を廃棄する指示が記されている。このように、調理工程で言及のある食材部位については、その部位に

動詞	動詞のパターン
落とす	落とす, おとす, 落とし, おとし
抜く	抜いて, ぬいて
省く	省いて, はぶいて
抜く	抜いた, ぬいた
取る	取る, とる, 取り, とり, 取って, とって
剥く	剥く, むく, 剥き, むき, 剥いて, むいて
除く	除く, のぞく

表2 ロス食材を生み出す動詞のパターン

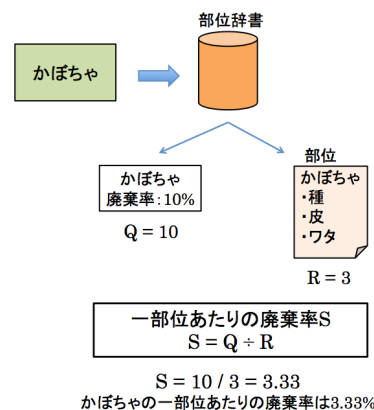


図6 部位あたりの廃棄率の近似

掛かる動詞に着目することで、廃棄されるかどうかを判別する必要がある。そこで本研究では、表2に示した、ロス食材を生み出すと考えられる動詞について手動で24パターン選出した上で、日本語係り受け構造解析器CaboCha[10]を用いて調理工程文の係り受け構造を解析した。そして食材部位が表2の動詞と近い距離で出現したとき、その食材部位をロス食材として推定する。

3.3.3 ロス食材の分量の推定

本項では、3.3.1, 3.3.2項で推定されたロス食材の分量を計算する。本研究では、ロス食材の分量をグラム単位で求め、推薦するレシピを検索する際の条件の一つとして用いる。したがって、分量をグラム単位に変換できないロス食材については、たとえ3.3.1, 3.3.2項で推定されたとしても、レシピ推薦の際には使用しない。

ロス食材とは、ある食材の廃棄される部位のうち、調理次第で活用可能な部位を指す。そこで、ロス食材となる部位のもととなった食材の廃棄率を参考にすることで、ロス食材の分量を求める。現在、食材そのものの廃棄率は日本食品標準成分表などで求めることができる。しかし、その廃棄率の内訳について、どの部位が何%を占めているかは明らかにされていない。そこで本研究では、ロス食材の分量を計算する上で、一部位あたりの廃棄率の近似化を行う。任意の食材の廃棄率を Q 、その食材について部位辞書に登録されている部位数を R と定義したとき、もとの食材に対する一部位あたりの廃棄率 S を式1で表し、その一例を図6に示す。

$$S = \frac{Q}{R} \quad (1)$$

図6では食材「かぼちゃ」の一部位あたりの廃棄率を求めて

いる。食材「かぼちゃ」の廃棄率は10% ($Q = 10$)であり、部位辞書には「種、皮、ワタ」の3種類 ($R = 3$)の部位が登録されている。このとき、10%分ある廃棄率のうち、それぞれの部位が何%を占めているかを正確に測ることはできないため、式1を用いて近似する。したがって、食材「かぼちゃ」における一つあたりのロス食材が占める廃棄率 S は、かぼちゃ全体の約3.33%分であるといえる。このように、式1によってロス食材となる一部位あたりの廃棄率を求めることができた。次に、ロス食材の分量を求めていく。ロス食材の分量は、その部位のもととなった食材の分量に依存する。そこで、式1で求めた一部位あたりの廃棄率 S を、もとの食材の分量 T に掛けることによってロス食材の分量 U を式2から求める。

$$U = T \times S \tag{2}$$

しかし、レシピサイトに登録されている食材の分量 T は、多くの場合グラム単位ではなく「本」や「個」など、その食材に適した単位が与えられている。式1で求めたロス食材となる一部位あたりの廃棄率を用いるためには、こうしたもとの食材の分量をグラム単位に変換する必要がある。そこで本研究では、部位辞書を作成する際に参考にした、株式会社アダムが公開している食材目安量¹を用いる。この食材目安量には、食材ごとに単位やサイズとそれに対応した目安量・可食量がグラム単位で記載されている。本研究では、この目安情報を用いて食材分量のグラム変換を行う。

3.4 ロス食材を活用したレシピの推薦

本研究では、これまでに推定したロス食材を活用しているレシピを次の4つの条件の下で推薦する。なお、推薦レシピの分量情報は一人前分で統一する。

- (1) 推定されたものの以外のロス食材を必要とするレシピは推薦しない
- (2) 推定されたロス食材の分量を超えるレシピは推薦しない
- (3) 推薦レシピはロス食材以外の食材を使用しても良い
- (4) ユーザが選択するレシピは一つのみ

ここで、各条件の設定理由を述べる。1. の条件は、手元にあるロス食材を活用するレシピのために、新たなロス食材を必要としては本末転倒となるためである。2. の条件は、必要とされる材料が足りていないレシピは作れないためである。3. の条件は、ロス食材以外の食材を取り入れることでユーザに推薦されるレシピの幅を広げる目的がある。なお、ロス食材以外の食材も使用したレシピを作ると、その推薦レシピからも新たなロス食材が生じることが考えられるが、そうしたロス食材は次の日のレシピ推薦を行う際に使用できるように引き継ぐ。最後に4. の条件の設定理由について述べる。本研究で想定しているユーザは、既に献立(複数レシピ)が決まっている。そのため、ユーザに複数のレシピを推薦しても、それら全てを作ろうとは思いつらい。そこで本研究では、使用しているロス食材の種類

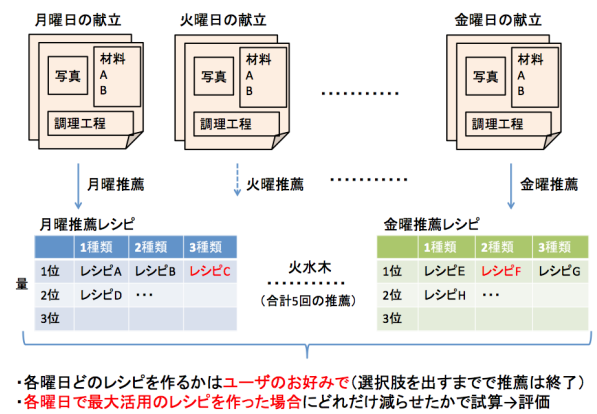


図7 レシピ推薦の概要

数ごとに、ロス食材の活用量でランキングすることで、ユーザの選択肢を増やしつつ、ロス食材の活用量が多いレシピを上位に推薦し、その中で献立に加える一品をユーザに選んでもらうことを想定している。

実験では、学校給食の献立を参考に、学校給食が作られる月曜日から金曜日の毎日にレシピの推薦を行い、そのロス食材の活用量、活用率の評価を行う。そのイメージを図7に示す。

図7では、与えられた各曜日の献立(複数レシピ)から生じるロス食材を推定し、それらのロス食材を活用しているレシピを、使用しているロス食材の種類数ごとに分量でランキングしてユーザに提示している。そして、推薦されたレシピ群の中で最もロス食材を多量に活用しているレシピをユーザが選択した場合についてロス食材の推定量、活用量、活用率を試算する。任意の献立におけるロス食材の推定量を V 、活用量を W と定義したとき、活用率 X は式3から求める。なお、ロス食材を最も多量に活用したレシピが複数ある場合は、そのレシピの中からランダムに1レシピを選択する。

$$X = \frac{W}{V} \tag{3}$$

4 実験と評価

4.1 データセット

本研究では、Niiが研究用に公開しているユーザ投稿型レシピサイト「クックパッド」のデータセット²を使用した。本データセットに登録されている、1,987,243件のレシピを実験データとする。部位辞書に登録されている全ての食材部位をクエリとして、クックパッドの材料情報を検索した結果、17,969件のレシピがヒットした。したがって、この17,969件のレシピがロス食材を活用したレシピとして推薦の対象となる。これらのレシピについて、ロス食材の使用数ごとのレシピ数を図8に示す。

図8から、1種類のロス食材を活用したレシピが最多であり、使用されるロス食材の種類数が増えるごとに、レシピ数は減っていくことがわかる。そこで、次は献立(複数レシピ)から生じるロス食材を活用したレシピを推薦する。具体的には、学校

1 : <https://admcom.co.jp/wanpakuweb/food>

2 : <https://www.nii.ac.jp/dsc/idr/cookpad/cookpad.html>

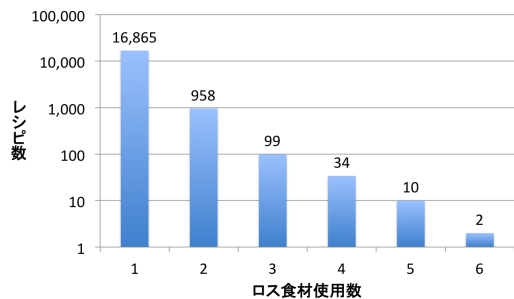


図 8 ロス食材数とレシピ数の関係

給食を参考にした一週間分の献立に対して、毎日レシピ推薦をした場合に、どれだけロス食材を活用できたかを試算し、実生活に近い条件下で本研究がロス食材の活用にとどの程度貢献できるかを評価する。

4.2 実際の献立を用いた評価実験

4.2.1 実験方法

提案手法を評価するため、実際に学校給食で用いられている献立を対象に評価実験を行う。学校給食は、栄養バランスを考慮した上で1年間を通して作られるよう設計された献立であり、季節に応じた食材を使った、実際の生活の中で作られる様々な料理を対象として提案手法を評価することができる。そこで本実験では、公開されている献立に記載されている料理と類似するレシピをクックパッドのデータセットから用意する。そして、そのレシピから生じるロス食材を推定し、それらのロス食材を活用したレシピを推薦することでどれだけロス食材を活用できたのかを評価する。実際の献立にある料理と類似するレシピをクックパッドから探す際は、「料理名」と「使用される食材」を参考に人手で判別した。そのため、実験に用いる献立には、各料理について使用する食材が記載されている必要がある。そこで、この条件を満たしている京都府京都市³と東京都府中市⁴の中学校の給食献立を用いた。実験では、京都市と府中市の中学校で提供されている給食について、平成29年度の各月1週間分（月曜日から金曜日）の献立に対して推薦を行う。したがって、単純計算で5日×12ヶ月×2市＝120献立に対して推薦を行い、活用できたロス食材を測ることになる。しかし実際には夏季休業などの理由で給食が支給されない月もあったため、合計で114献立に対して推薦を行った。

評価実験では、献立から生じるロス食材を活用したレシピについて、ユーザが最も多量にロス食材を活用しているレシピを選択した場合のロス食材の活用率を計算した。このとき、献立から生じるロス食材には図9に示すように、推薦レシピで活用されるものと、活用されずに残るものが存在する。本実験では、こうした活用されずに残ったロス食材について、次回の推薦の際に使用できる場合と、使用できない場合の2パターンで実験を行った。なお、推薦レシピから生じるロス食材については、常に次回の推薦に引き継ぐものとする。

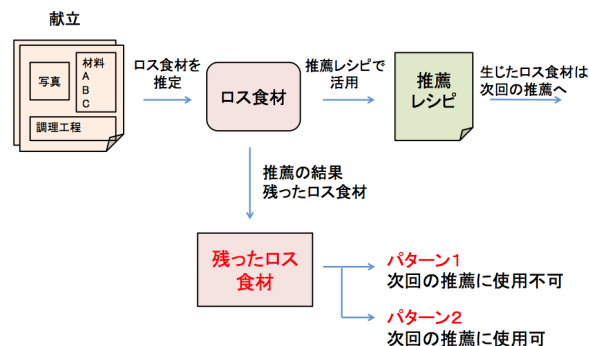


図 9 レシピ推薦におけるロス食材の使用

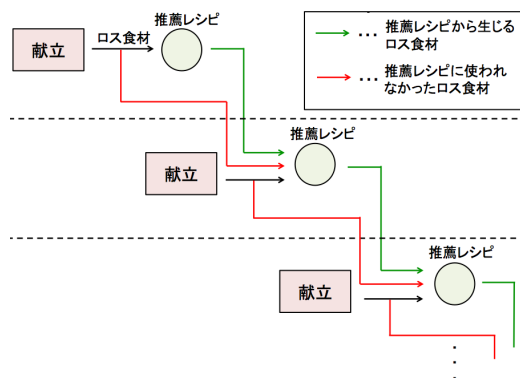


図 10 パターン2のレシピ推薦のイメージ

パターン1 推薦の結果残ったロス食材は次回の推薦に使用できない

パターン2 推薦の結果残ったロス食材は次回の推薦に使用できる

ここで、実験パターン2の推薦の流れを図10に示す。図10では、献立から生じたロス食材のうち、推薦レシピで活用されなかったものを次回の推薦に引き継いでいる。したがって、推薦のサイクルの中で次回の推薦へと回されるロス食材は、今回の推薦レシピから生じるロス食材と、活用されずに残ったロス食材の2種類になる。これに対して、実験パターン1は、推薦で活用されなかったロス食材を次回の推薦に引き継がないため、図10の赤矢印を取り除いたものとなる。

4.2.2 実験結果

パターン2で実際に推薦されたレシピの一例を図11に示す。図11では、月曜日の献立から生じたロス食材を最大量活用したレシピとして、「残り野菜のダシで！エコヘルシー野菜汁♪」を推薦している。このレシピによって、「きゃべつの芯」「にんじんの皮」「じゃがいもの皮」「たまねぎの皮」を合計30.4グラム活用している。この推薦レシピで活用されなかったロス食材と、推薦レシピから生じるロス食材は次回の推薦に引き継がれる。次に、火曜日の献立から生じるロス食材と、月曜日から引き継がれたロス食材を最大量活用したレシピとして、「エコ♪えびの頭と殻がへんし〜ん★」が推薦された。このレシピによって「えびの頭」と「えびの殻」を合計65.88グラム活用することができた。

こうした推薦を毎日の献立に対して行った結果について、パ

3 : <http://www.city.kyoto.lg.jp/kyoiku/page/0000106593.html>

4 : <http://www.lunch.fuchu-tokyo.ed.jp/haifukondate/>

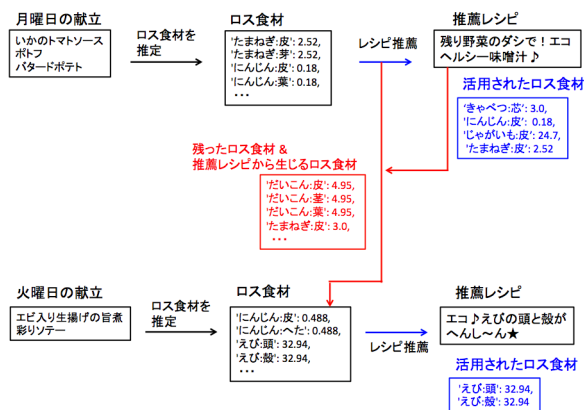


図 11 実際に推薦されたレシピの一例（パターン 2）

ターン 1 の結果を図 12, 13 に、パターン 2 の結果を図 14, 15 に示す。また、各パターンで 1 年間を通じてのロス食材の推定量、活用量、活用率について図 16 に示す。

● パターン 1

1 年間全体でのロス食材の活用率は、京都市が約 47.4 %、府中市が約 49.5 % だった。レシピ推薦の回数に着目すると、114 件の献立全てに対してロス食材を活用したレシピを推薦した。また、ロス食材を最も多量に活用した推薦レシピについて、同一レシピが連続で推薦されたのは 114 回中で 1 回のみだった。

● パターン 2

1 年間全体でのロス食材の活用率は、京都市が約 56.4 %、府中市が約 56.8 % となり、パターン 1 を上回る結果となった。レシピ推薦の回数については、パターン 1 と同様に 114 件の献立全てに対して推薦が行われた。同一レシピの連続推薦はパターン 1 とは異なる場所で 1 回発生した。

5 考 察

5.1 推薦で使用されなかったロス食材を引き継いだ場合の活用率の比較

推薦の結果残ったロス食材について、次回の推薦で使用不可としたパターン 1 と、使用可能としたパターン 2 の実験結果を比較する。提案手法で推定したロス食材のうち、京都市と府中市の両方でパターン 2 のロス食材活用率がパターン 1 よりも高い数値となった（図 17）。ロス食材の活用率を比較すると、京都市はパターン 2 がパターン 1 よりも 9 % 高い活用率となり、府中市も 7.3 % 高い活用率となった。この結果から、提案手法ではパターン 2 での推薦がより効果的であることが明らかとなった。この理由としては、推薦で残ったロス食材を次回の推薦に引き継ぐことで、レシピを検索する際に使用できるロス食材の種類や量が増加し、より多くのロス食材を使用したレシピを探すことが可能になったためであると考えられる。

5.2 ロス食材を活用したレシピの特徴

パターン 1 とパターン 2 で合わせて 228 回行われた推薦のなかで、ロス食材を最も多量に活用しているレシピとして実際に選択されたされたレシピは 102 種類だった。この 102 種類のレ

シピのうち、同一のレシピが連続して出現したのは、パターン 1 とパターン 2 の両方で合わせて 2 回のみだった。また、228 回行われた推薦をとおり、最も多く選択された最大活用レシピの出現回数は 16 回であった。このように、同一のレシピが連続で推薦されることが殆どなく、特定のレシピが高頻度で出現することもなかったことから、ロス食材を活用したレシピには、献立から生じるロス食材に合わせた様々な活用レシピの推薦が可能となるだけのレシピ数と多様性があることが考えられる。

5.3 推薦で使用されなかったロス食材の扱い

推薦の結果残ったロス食材について、パターン 2 では次回の推薦で使用可能とすることで、使用を不可としたパターン 1 よりも高い活用率を出した。そこで、推薦の結果残ったロス食材を次々回の推薦まで使用可能にした場合をパターン 3 とし、パターン 2 のなかで最も活用率が低かった京都市の 11 月の献立を対象に検証を行ったところ、ロス食材の活用率に変化は生じなかった。京都市の 11 月の献立では、パターン 2 の活用率がパターン 1 と比べて 13.4 % 高くなったのに対して、パターン 3 はパターン 2 と比べて活用率は増加しなかった。この理由としては、活用率が最大となるレシピを作るために必要なロス食材は、パターン 2 の時点で揃っており、推薦で使用されずに残ったロス食材を次々回まで引き継いだとしても、パターン 2 で推薦したレシピ以上にロス食材を活用したレシピを発見することが難しくなったためであると考えられる。

6 おわりに

本研究では、「料理をする過程で廃棄されるが、調理次第で活用できる食材部位」をロス食材と定義し、ロス食材を活用したレシピを推薦する手法を提案した。具体的には、レシピサイトの材料情報をもとに、ロス食材となる食材部位を登録した部位辞書を予め作成し、この部位辞書を用いてレシピの調理工程からロス食材の種類を、材料情報から分量を推定し、それらのロス食材を活用したレシピを推薦する。

クックパッドのデータセットをもとに、京都市と府中市の学校給食の献立をクックパッドのレシピで再現し、献立から生じるロス食材を推定した。そして推定されたロス食材を活用したレシピを推薦し、ユーザが最も多量にロス食材を活用しているレシピを選択した場合のロス食材の活用量と活用率を求めた。このとき、推薦後に残ったロス食材を次回の推薦に引き継がない場合をパターン 1、引き継ぐ場合をパターン 2 としたところ、パターン 1 におけるロス食材の活用率が京都市 47.4 %、府中市 49.5 % だったのに対し、パターン 2 では京都市 56.4 %、府中市 56.8 % となった。この結果から、パターン 2 における京都市と府中市は、推定されたロス食材の 50 % 以上を活用することが可能となり、パターン 2 での提案手法がより有効であることが示された。

この結果から、ロス食材の活用に着目したレシピ推薦によって、これまで食材として使うことなく廃棄していた食材部位を活用し、食材の無駄を減らすことが可能であることを示した。

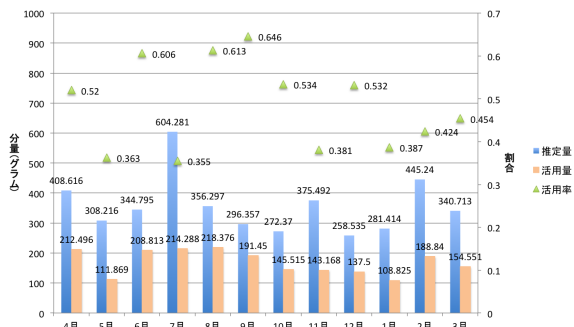


図 12 京都市の給食献立に対する推薦結果（パターン 1）

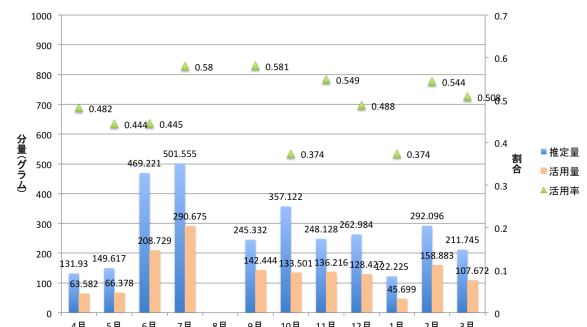


図 13 府中市の給食献立に対する推薦結果（パターン 1）

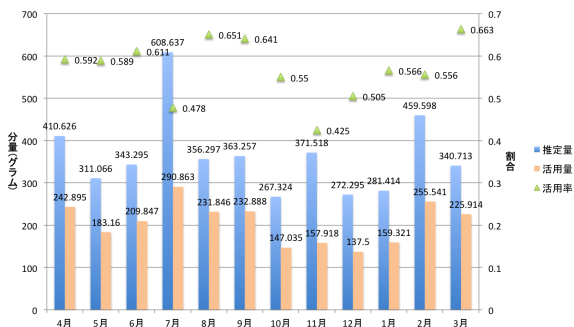


図 14 京都市の給食献立に対する推薦結果（パターン 2）

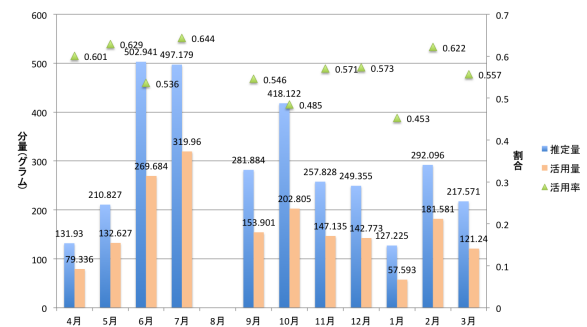


図 15 府中市の給食献立に対する推薦結果（パターン 2）

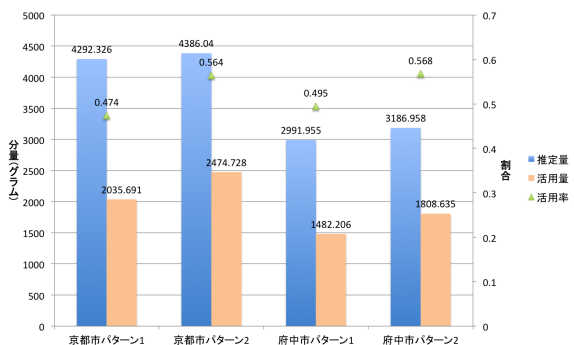


図 16 1年間を通しての推薦結果

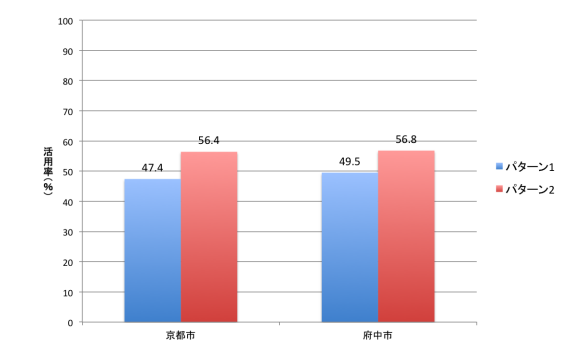


図 17 パターン 1 とパターン 2 のロス食材活用率の比較

今後の課題としては、食材と部位の関係や分量目安の情報を登録している部位辞書の充実や、より正確なロス食材となる食材の推定精度の向上などが上げられる。

7 謝 辞

本研究は、JSPS 科研費 16H02904 の助成を受けたものです。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」を利用しています。ここに記して謝意を示します。

文 献

- [1] 国際連合食糧農業機関 (FAO). “世界の食料ロスと食料廃棄”. 世界の食料ロスと食料廃棄. 2011. <http://www.fao.org/3/a-i2697o.pdf>. (参照 2018-11-21).
- [2] 環境省, 農林水産省. “食品廃棄物等の利用状況等 (平成 27 年度推計) <概念図>”. 環境省. 2018-4-17. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/108984.pdf>. (参照 2018-11-21).
- [3] 望月美里, 高橋裕樹. 余剰食材の有効活用と嗜好に基づく多彩なレシピ推薦. 社団法人映像情報メディア学会技術報告. 2012, 36(8), p.127-130.
- [4] 伊原啓児, 玉井森彦, 安本慶一. 複数要因を総合的に考慮した夕食レシピ推薦システム. 情報処理学会研究報告. 2014, 2014-DPS-158(32), p.1-8.
- [5] 林優太, 奥良太, 竹之内宏, 徳丸正孝. 食材の購入を考慮した食生活支援システム. 日本知能情報ファジィ学会ファジィシステムシンポジウム講演論文集. 2015, 31, p.600-605.
- [6] 木原ひかり, 上田真由美, 中島伸介. “余剰食材の使い切りを考慮したレシピ推薦手法の提案”. 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関する Forum. 2011.
- [7] Lee Chang Hoon, Kim Ha-Na, Kim Seok-Cheol, Kim Sung Chul, Sung Jwakyung, Shinogi Yoshiyuki and Oh Taek-Keun. Study on Patent Trends for Food Waste Recycling Technology. 九州大学大学院農学研究院紀要. 2017, 62(1), p.115-122.
- [8] 文部科学省. “日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂)”, 2015.
- [9] 株式会社アトム. “食材の目安量”. わんぱく子どもの食事研究所 全ての子どもの健康のために. <https://admcom.co.jp/wanpakuweb/food/>, (参照 2018-11-21).
- [10] 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. 2002, 43(6), p.1834-1842.