

# 苦手な食材に着目したレシピ推薦手法の提案

右田 貴大<sup>†</sup> 王 元元<sup>†</sup> 河合由起子<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 山口大学大学院創成科学研究科 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1

<sup>††</sup> 京都産業大学コンピュータ理工学部 〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

E-mail: <sup>†</sup>{g087vg, y.wang}@yamaguchi-u.ac.jp <sup>††</sup>kawai@cc.kyoto-su.ac.jp

あらまし 今日では、料理レシピを推薦・検索するサイトが多く存在し、スマートフォンやタブレットの普及により料理レシピに関するアプリなども多くリリースされている。しかしそれらは、新着順や人気順で提供しており、利用者の嗜好を反映した推薦は行われていない。また、カロリーや塩分などが明記されている料理レシピサイトは存在するが、詳しい栄養などは明記されていない。そこで本研究では、レシピに含まれる利用者の苦手な食材や食材ごとの栄養素に着目し、食材の嗜好と栄養バランスの両方を重視したレシピ推薦手法を提案する。具体的には、個人の調理履歴と閲覧履歴を用いて食材ごとの嗜好スコアを算出し食材の嗜好とする。また、レシピに含まれる食材ごとの栄養値を算出し、栄養の摂取基準とのコサイン類似度をレシピの栄養スコアとする。それらの2つを組み合わせることで食材の嗜好と栄養バランスを考慮したレシписコアを算出し、それに基づきレシピをランキングしユーザに推薦する。また、レシピに含まれる苦手と推定される食材に対して、栄養素を考慮した代替できる好きな食材を発見しユーザへ提示する。

キーワード 料理レシピ推薦, 食材の嗜好, 栄養バランス

## 1. はじめに

近年、スマートフォンが普及したことにより今まで以上に料理レシピサイトや料理レシピアプリを利用する機会が多くなっている。代表的な料理レシピサイトであるクックパッド<sup>(注1)</sup>は、2016年2月には月間利用者数が6,269万人となり、6,000万人を突破している[1]。また、最近人気の料理レシピアプリkurashiru<sup>(注2)</sup>は、2017年12月で1000万ダウンロードを突破している[2]。しかし、料理レシピサイトのレシピ数は膨大であり、自分の作りたいような料理がすぐに探せるとは限らない。多くの料理レシピサイトは、新着順や人気順で並び替えられたり、調理時間や費用などで絞り込めたりするが、それらを行ってもユーザに合ったレシピを短時間で発見することは難しい。また、偏った食生活は高血圧やメタボリックシンドロームなどの生活習慣病の一因となることが指摘されており、バランスの良い食生活が見直されている。レシピの決定は、好きな食べ物を優先に選んだり、栄養に気を遣ったりしながら選ばれることが普通である。このように、必要な栄養素を好きな料理から摂取できることが望ましい。

そこで本研究では、調理器具、調理方法、使用する食材などのレシピを決定する要因の中で食材に着目し、食材に対する好き嫌いなどの嗜好を考慮したレシピ推薦を行うことを目的とする。また、好きな食材ばかりを食べていると栄養が偏る恐れがあるため、栄養バランスの考慮も同時に行う。さらに、レシピに含まれる苦手と推定される食材に対して、栄養素を考慮した代替できる好きな食材を発見しユーザへ提示する。図1に提案

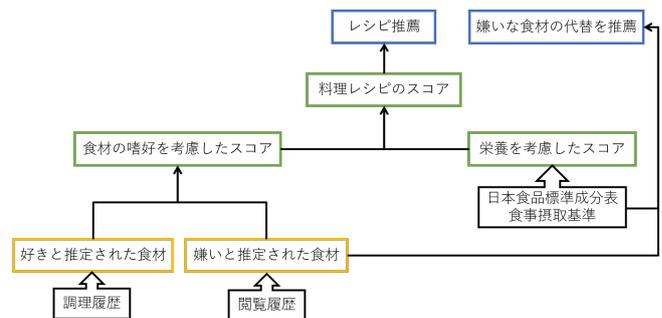


図1 提案するレシピ推薦手法の概要図

するレシピ推薦手法の概要図を示す。

本論文の構成は以下のとおりである。次章では関連研究について述べる。3章では、料理レシピの推薦について述べ、4章では、システムの実行例について述べ、5章では、実装したシステムの有用性を図るための評価実験について述べた後、最後に、6章でまとめと今後の課題について述べる。

## 2. 関連研究

近年、個人の嗜好や栄養バランス、調理器具や調理動作などの料理レシピに関する様々な研究が盛んに行われている。李ら[3]は、個人の嗜好や食事に含まれるエネルギーや栄養情報を考慮し、健康状態を考慮した料理レシピの推薦について提案している。栄養情報を考慮している方では、先に選択した主菜の栄養素をもとに、副菜の候補を推薦することで、食事摂取基準に近い栄養素の摂取を可能にするレシピの推薦を実現している。本研究では、栄養素を考慮して検索されたレシピのランキングを実現している点が異なる。

菊米ら[4]は、栄養バランスがとれた献立の作成と食事記録

(注1) : <https://cookpad.com/>

(注2) : <https://www.kurashiru.com/>

の可視化を行っている。この取り組みでは、「食品群別摂取量」に基づき、候補となる献立を食べた際の栄養素充足率を計算し、充足率に従って献立を順位付けている。徳美ら [5] は、健康と嗜好を考慮した献立を提示する食生活支援システムを提案している。栄養バランスのとれた献立の探索には、TS(タブーサーチ)法を使用している。これらの研究では、栄養バランスを重視したレシピの推薦を行っている。本研究では、栄養バランスだけでなく、個人の嗜好も重視したレシピの推薦を行う。

志土地ら [6] は、類似した料理レシピ群における特徴的な調理手順の類似度に基づいて、代替可能な食材を発見する手法を提案している。本研究とは、栄養素も考慮した代替可能な食材を抽出する。料理レシピに関する研究は多岐に渡って数多く存在するが、本研究では、それらと異なるアプローチで苦手な食材に着目して栄養も考慮したレシピ推薦手法を提案する。

### 3. 料理レシピの推薦

#### 3.1 食材の嗜好を考慮したスコア算出

食材に対する嗜好は、食材に対する「好き」と「嫌い」で構成されると考え、先行研究 [7] を参考にして推定する。 $I_{k+}$  を好きな食材スコア、 $I_{k-}$  を嫌いな食材スコアとし、以下で推定方法を示す。

##### 3.1.1 好きな食材の推定方法

ユーザの調理履歴に含まれる、利用頻度が高い食材を好きな食材とする。調理履歴に含まれるレシピに使用されている各食材の得点を算出したものを好きな食材スコア  $I_{k+}$  とする。好きな食材スコアは  $TF-IDF$  の考えを応用し、食材利用頻度 ( $FF_k$ : Foodstuff Frequency) と食材の特異度 ( $IRF_k$ : Inverted Recipe Frequency) から算出する。

$$I_{k+} = FF_k \times IRF_k \quad (1)$$

このときの食材  $k$  に対する食材利用頻度  $FF_{k+}$  は以下のよう  
に算出する。

$$FF_{k+} = \frac{f_{k+}}{D} \quad (2)$$

式 2 はある一定期間  $D$  で調理された食材の頻度  $f_{k+}$  を示している。また、食材  $k$  が料理を作る上でどの程度特異性があるかを示す特異度  $IRF_{k+}$  は以下のよう  
に算出する。

$$IRF_{k+} = \log\left(\frac{|C|}{|C_{k+}|}\right) \quad (3)$$

ここで、 $|C|$  は調理履歴に含まれるレシピの数であり、 $|C_{k+}|$  は対象食材  $k$  を含むレシピの数である。

##### 3.1.2 嫌いな食材の推定方法

閲覧履歴から調理履歴を除いたもののうち、出現頻度が高い食材を嫌いな食材とする。まず、閲覧したレシピに苦手な食材が含まれているので調理されなかったのではなく、調理手順が多くて調理されなかった場合を除く。そのために、閲覧履歴から調理履歴の中で調理手順が最も多かったレシピよりも手順の多いレシピを除く。さらに、そこから調理履歴に含まれる食材を除く。嫌いな食材と推定する範囲を図 2 のベン図の青色で示す。

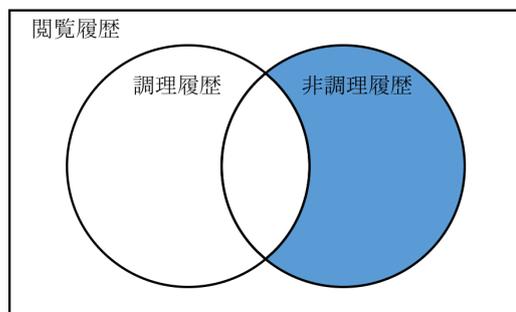


図 2 嫌いな食材と推定する範囲

タンパク質, 脂質, 炭水化物, 食物繊維, ナトリウム, カリウム, カルシウム, マグネシウム, リン, 鉄, 亜鉛, 銅, ビタミンA, ビタミンC, ビタミンD, ビタミンE, ビタミンK, ビタミンB1, ビタミンB2, ナイアシン, ビタミンB6, ビタミンB12, 葉酸, パントテン酸

図 3 取得した栄養素の例

そして、好きな食材スコアと同様に、食材利用頻度  $FF_k$  と食材の特異度  $IRF_k$  を用いて嫌いな食材スコアを算出する。

$$I_{k-} = FF_k \times IRF_k \quad (4)$$

このときの食材  $k$  に対する食材利用頻度  $FF_{k-}$  は以下のよう  
に算出する。

$$FF_{k-} = \frac{f_{k-}}{D} \quad (5)$$

式 5 はある一定期間  $D$  で調理されなかった食材の頻度  $f_{k-}$  を示している。また、食材  $k$  が料理を作る上でどの程度特異性があるかを示す特異度  $IRF_{k-}$  は以下のよう  
に算出する。

$$IRF_{k-} = \log\left(\frac{|C|}{|C_{k-}|}\right) \quad (6)$$

ここで、 $|C|$  は閲覧履歴から調理履歴を除いたレシピの数であり、 $|C_{k-}|$  は対象食材  $k$  を含むレシピの数である。

そして、対象レシピに用いられている食材を元に  $I_{k+}$  を足す、または  $I_{k-}$  を引くことで合計値を求める。また、対象レシピに含まれる食材の数による偏りをなくすために、合計値からレシピに含まれる食材の数を割り、その算出した値をレシピのスコアとする。

#### 3.2 栄養を考慮したスコア算出

栄養を考慮したスコアを、一日に必要な栄養の摂取基準とレシピに含まれる食材の栄養を用いて以下のように算出する。まず、レシピに含まれる食材ごとに栄養素の値を取得する。栄養素の値は、文部科学省が発表している「日本食品標準成分表」<sup>(注3)</sup>より取得する。その際取得した栄養素を図 3 に示す。

次に、レシピに含まれる食材の栄養素の値を栄養素別に足し、各栄養素の特徴ベクトル  $A$  を求める。次に、厚生労働省が発表している「食事摂取基準」<sup>(注4)</sup>を一日に必要な栄養の摂取量の

(注3) : 日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂) ,

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/syokuhinseibun/1365297.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365297.htm)

(注4) : 「日本人の食事摂取基準 (2015 年版) 策定検討会」報告書, <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000041824.html>

料理レシピ名		料理レシピのスコア	食材の嗜好を考慮したスコア	栄養を考慮したスコア
1	豚ばら肉を使って基本の肉じゃが	3.154	1.577	2.000
2	酸味がマッチ トマトde洋風肉じゃが	2.479	1.989	1.246
3	基本の肉じゃが	2.300	1.716	1.340
4	フライパンで簡単！基本の肉じゃが	2.033	1.681	1.209
5	優しい味の肉じゃが	2.006	1.681	1.193
6	筍とじゃがいも・・・ベーコンで肉じゃが	2.000	2.000	1.000
7	わが家の肉じゃが	1.938	1.684	1.151
8	生姜風味の肉じゃが	1.887	1.407	1.341
9	シントウと長ネギを使った肉じゃが	1.785	1.577	1.132
10	ゆずポン酢でさっぱり肉じゃが	1.149	1.000	1.149

図4 提案システムの実行情例(例:肉じゃが)

目安とし、各栄養素を特徴ベクトル  $B$  とする。ここで、特徴ベクトル  $A$  と  $B$  をそれぞれ以下の式のように正規化する。

$$Y = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (7)$$

$X$  は与えられたデータを表し、 $Y$  は正規化した値を返す関数である。 $X_{max}$  はデータの最大値であり、 $X_{min}$  はデータの最小値である。そして、正規化した値を元にして特徴ベクトル  $A$  と  $B$  のコサイン類似度を算出する。算出された値を、栄養を考慮したスコアとする。

### 3.3 料理レシピのスコア算出

食材の嗜好を考慮したスコアと栄養を考慮したスコアを元に以下のように料理レシピのスコアを算出する。まず、食材の嗜好を考慮したスコアと栄養を考慮したスコアの比率を同じにするために、式(7)よりそれぞれのスコアを正規化する。正規化することによってスコアが0になるものが生じてしまうので、それをなくすために正規化した全てのスコアに+1をする。そしてレシピ毎に、上記の処理を加えた食材の嗜好を考慮したスコアと栄養を考慮したスコアをかけることで、料理レシピのスコアを算出する。最後に、算出した料理レシピのスコアが大きい順に料理レシピをランキングし、ユーザーに推薦する。

### 3.4 栄養素を考慮した代替食材の提案

それぞれの料理レシピにおいて、嫌いと推定された食材を好きと推定された食材に代替する。まず、代替食材を提案する際に料理にあった食材を推定するために、料理レシピサイトでその料理を検索し、そこに含まれている食材の中から好きな食材と推定されている食材を抽出する。次に、代替する際に栄養を考慮するために、嫌いと推定された食材と抽出した好きと推定された食材のコサイン類似度を抽出された食材の数だけ求め、算出されたコサイン類似度が最も大きい食材を代替食材としてユーザーに推薦する。

## 4. システムの実行情例

食材の嗜好と栄養を考慮したレシピのランキングを、肉じゃがのレシピを例として図4に示す。左側の表がクックパッドで

「肉じゃが」を検索して新着順で表示された上位10件のレシピである。右側の表が本研究で提案した手法を用いて算出した料理レシピのスコア順に並べ替えた結果である。また、各料理レシピの嗜好スコアと栄養スコアをそれぞれに提示する。

代替食材推薦では、料理レシピのスコアが一番低かったレシピ10の中で食材のスコアが最も低かった「豚肉」の代替を例として示す。クックパッドで「肉じゃが」を検索し、そこに含まれている食材の中から好きな食材と推定されている食材を抽出した結果、「にんじん」、「たまねぎ」、「トマト」、「こんにゃく」、「ねぎ」、「ぶなしめじ」、「しょうが」が抽出された。そして、「豚肉」とそれぞれのコサイン類似度を求めて、「ぶなしめじ」が「豚肉」とのコサイン類似度が最も高くなったため、「豚肉」の代わりに「ぶなしめじ」を代替食材としてユーザーに提示する。

## 5. 評価実験

本章では、構築した料理推薦システムに関する評価実験を行った。被験者は女性1名、男性2名であり、実際に調理履歴と閲覧履歴を記録してもらい、料理レシピのスコア算出に利用した。各被験者には、「肉じゃが」のレシピのスコアを算出し、ランキング上位10件のレシピを提示した。その後、提示したランキングに対して以下の項目についてアンケートを実施した。

- Q1 食材の好き嫌いは反映されていた
- Q2 作りたいと思うレシピが上位にきていた
- Q3 今後もこのシステムを利用してみたいと思った
- Q4 良かった点と悪かった点の列挙
- Q5 改善してほしい点の記述
- Q6 他に追加してほしい機能の記述

5段階評価によるQ1~Q3の評価の平均値を図5に示す。Q1~Q3の結果より、Q1は食材の好き嫌いが反映できていたと考えられる。栄養素も同時に考慮したことにより好きではない食材を含むレシピも上位にきてしまうため、Q2の評価が低くなった。

Q4の良かった点では、好き嫌いが反映されていたという意見

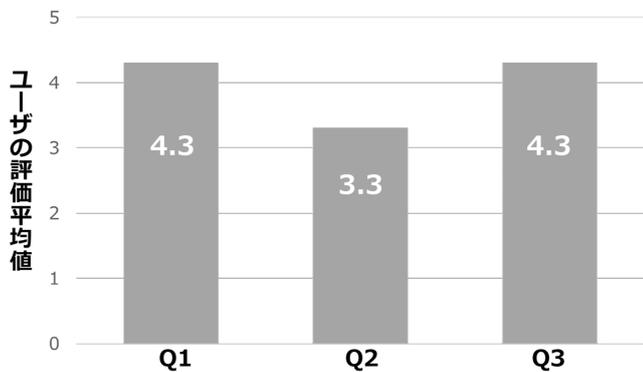


図5 Q1~Q3の評価結果

が多かった。他には、レシピを選ばなくても好きな食材でレシピを推薦してくれるのが良かったという意見もあった。悪かった点では、好きな食材が上位になかったり嫌いな食材が上位にきているという意見があった。他には、各レシピの差分がわからなかったや、似ているレシピでも上位と下位にばらけているという意見もあった。

Q5に対して、レシピ間の差分や他の料理も混ぜたランキングの提示、似ているレシピの扱いなどの意見があった。

Q6では、調理時間やカロリー情報、または推定された好き嫌いの食材などを提示してほしいという意見があった。他には、レシピを目的別に分けてほしいという意見もあった。

最後に実験を通して感じたことや意見などには、嫌いな食材を含むレシピも上位にきていたため、その嫌いな食材を代替えるものを提示することや、料理を独創性で決めていたが独創性のある料理が上位にきていなかったことがあった。また、見た目を楽しみつつ食事をする人が多いため、写真も判断材料とすることもあった。

以上のことより、推薦されたランキングに対する評価が良い結果を得られた。しかし、嫌いな食材を含んでいるレシピが上位にきてしまうという問題があるため、今後の課題として、好き嫌いな食材の推定精度の向上が必要である。また、好き嫌いや栄養バランスだけでなく、その他の要素（例えば、気分や調理時間など）も加えるとよりユーザに好まれるようになると考えられる。

## 6. おわりに

本研究では、食材に対する好き嫌いなどの嗜好の考慮と栄養バランスの考慮を同時に行い、レシピを並び替えユーザに推薦する手法を提案した。また、レシピに含まれる苦手と推定される食材に対して、栄養素を考慮した代替できる好きな食材を発見しユーザへ提示する手法も提案した。提案した料理レシピ推薦システムの有用性を評価するために、推薦されたレシピランキングに対するアンケートを実施した。実験結果により有効な結果であることを確認した。

今後の課題として、代替食材を推定する際に、代替した食材が本当に料理に合うかどうか怪しい部分があるため、代替食材の推定手法を改善する必要があると考えられる。また、本論文

では、評価実験で利用した被験者の調理履歴と閲覧履歴が少なかったため、嗜好を推定する際の精度が落ちたので、今後、被験者数や料理の種類を増やし実験を行う予定である。さらに、履歴の有効期間についても検討する必要がある。

## 文 献

- [1] クックパッド、月間利用者数が6,000万人を突破！、クックパッド株式会社、2016年3月4日。  
[https://info.cookpad.com/pr/news/press\\_2016\\_0304](https://info.cookpad.com/pr/news/press_2016_0304).
- [2] 日本最大のレシピ動画サービス「クラシル」アプリダウンロード数が1000万を突破、dely株式会社、2017年12月15日。  
<https://www.atpress.ne.jp/news/145783>.
- [3] 李福実, 上田真由美, 平野靖, 梶田将司, 間瀬健二: 個人の嗜好を考慮した料理レシピ推薦システムにおける栄養情報の取り扱いに関する検討, DEIM Forum 2009, E5-3, 2009.
- [4] 苺米志帆乃, 藤井敦: 栄養素等摂取バランスの分析に基づく食生活支援システム, 日本データベース学会論文誌, Vol. 8, No. 4, pp. 1-6, 2010.
- [5] 徳美雄大, 袴田隼毅, 徳丸正孝: 嗜好と健康を考慮した献立を提供する食生活支援システムの開発~栄養管理システムの最適化~, 27th Fuzzy System Symposium, 2011.
- [6] 志土地由香, 井手一郎, 高橋友和, 村瀬洋: 料理レシピマイニングによる代替可能食材の発見, 電子情報通信学会論文誌, vol.J94-A, No. 7, pp. 532-535, 2011.
- [7] Mayumi Ueda, Mari Takahata, Shinsuke Nakajima: User's Food Preference Extraction for Personalized Cooking Recipe Recommendation, Proceedings of the Second International Conference on Semantic Personalized Information Management: Retrieval and Recommendation - Volume 781, pp. 98-105, 2011.