

料理に対する個人の嗜好と栄養バランスを考慮した 簡単な料理レシピ推薦手法の提案

右田 貴大[†] 王 元元[†] 河合由起子^{†,††}

[†] 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

^{††} 京都産業大学情報理工学部 〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

^{†††} 大阪大学サイバーメディアセンター 〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 5 番 1 号

E-mail: [†]{g087vg, y.wang}@yamaguchi-u.ac.jp ^{††}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、食材に対する利用者の好き嫌いとは食材ごとの栄養素量を重視した簡単なレシピ推薦手法を提案する。具体的には、利用者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個人の嗜好とし、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。また、簡単に調理できるかという観点から、調理手順や調理動作の数、レシピの文量などを用いてレシピの難易度スコアを算出する。それらの3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簡単な料理レシピのスコアを算出し、それに基づきレシピをランキングし利用者に推薦する。本論文では、提案したレシピ推薦システムについて述べ、レシピ推薦の実行例を示す。また、各レシピから算出された食材に関する好き嫌いスコアと調理に関する難易度スコアの有効性を検証する。最後に、アンケート調査による料理レシピ推薦システムの有用性を確認する。

キーワード 料理レシピ推薦, 食材の嗜好, 栄養バランス, レシピの難易度

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^(注1)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。また、最近人気の料理レシピアプリkurashiru [クラシル]^(注2)は、2017年12月で1000万ダウンロードを突破している。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のニーズに合った料理レシピを短時間で発見することは難しい[1]。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、必要な栄養素量を好きな料理から摂取できることが望ましい。さらに、最近では時間にゆとりがない人が多く、調理に時間を割く余裕がない人が多い。大量にあるレシピの中から調理手順が少なかったり、調

理動作が少ないレシピをすぐに見つけることができれば調理にかかる時間を短縮でき、時間を有意義に使うことができるのではないかと考えられる。以上の問題点から料理レシピの決定を行うことは大変な負担であり、効率的にユーザに合った料理レシピを推薦することが求められる。

そこで本研究では、調理器具、調理方法、使用する食材、調理手順などのレシピを決定する要因の中で、まず、料理レシピデータに含まれる食材に着目し、食材に対する個人の嗜好を考慮したレシピ推薦を行うことを目的とする。個人の嗜好は「好き」だけでなく「嫌い」も存在するため、料理レシピ推薦における個人の嗜好を日々の調理行動から推定する手法について提案している。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、料理レシピの調理手順に着目し、より調理時間が短い簡単にできるレシピの推薦も行う。図1に提案するレシピ推薦システムの概要図を示す。「食材の嗜好」「栄養バランス」「調理の難易度」の3つのスコアを統合することで、複数要因を総合的に考慮したレシピ推薦を行う。

本論文の構成は以下のとおりである。次章では料理レシピの推薦に関する関連研究について述べる。3章では、料理レシピデータの特性分析について述べ、4章では、料理レシピ推薦のためのスコア算出について説明する。5章では、提案したシステムの実行例について述べ、6章では、提案した料理レシピ推薦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、

(注1) : <https://cookpad.com/>

(注2) : <https://www.kurashiru.com/>

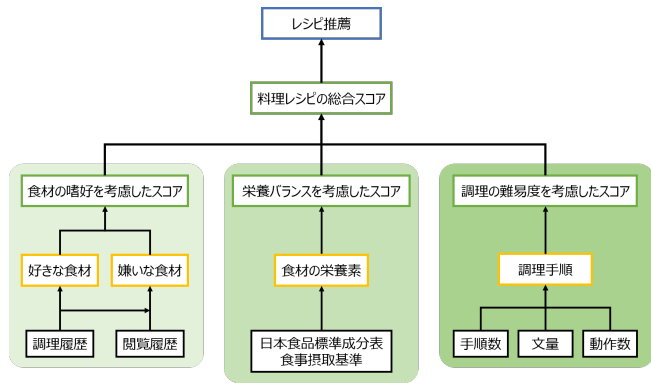


図1 提案するレシピ推薦手法の概要図

最後に、7章でまとめと今後の課題について述べる。

2. 関連研究

高畑ら[2]は、個人の食材に対する嗜好をもとにレシピを推薦している。また、ユーザの欲求として似ている料理を連続して食べたくないというものがあると考え、食材、調理方法、料理名なども含めて、類似した料理レシピが連続して推薦されない機能についても検討している。本研究とは食材に対する嗜好のうち嫌いな食材の推定方法が異なる。上田ら[3]は、個人の調理履歴から算出した食材の得点と、レシピにおける食材の特異度に基づいてレシピの順位付けを行うレシピ推薦手法を提案している。本研究の個人の嗜好を考慮したレシピ推薦と同じだが、嗜好スコアの算出方法が異なる。李ら[4]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。本研究では、個人の嗜好と食事に含まれる栄養素だけでなく、レシピの栄養素量バランスや調理の難易度も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。

菊米ら[5]は、栄養バランスがとれた献立の作成と食事記録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[6]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。また、食事管理サービス「MyFitnessPal.com^(注3)」は、食品栄養成分を細かく分析して食事管理に活用しています。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、食材の嗜好や調理の難易度を重視したレシピの推薦も行う。

岩本ら[7]は、料理を作るために必要な調理技能に着目し、レシピごとの難易度により検索が可能な検索システムを提案している。Kusuら[8]は、料理レシピの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している。本研究では、調理の難易度を推定するために料理レシピの手順の数、料理レシピの文量、料理レシピに含まれる調理動作の数に着目しており、その点が異なる。秋

口ら[9]は、料理レシピ動画の調理動作の並列性、動作の頻度、カメラワークによる編集意図を要素とし抽出することで、レシピ動画の時間特性に基づいた難易度を判定する手法を提案している。本研究は、料理レシピサイトの文章をもとに難易度を求めているため、その点が異なる。

3. 料理レシピの推薦手法

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[10]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する。

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。本研究では、 $TF-IDF$ 手法をもとに以下の式で好きな食材スコアを算出する。

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

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、閲覧されたが調理されなかったレシピに含まれる食材の中から調理履歴に含まれる食材を除く。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

(注3) : MyFitnessPal.com, <https://www.myfitnesspal.com/ja/>

表 1 食材に対する嗜好と調理の難易度の評価結果

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

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, 食材の嗜好を考慮したスコア I とする。 I が高いほど食材に対する個人の嗜好を反映したレシピである。

3.2 栄養バランスを考慮したスコア算出

栄養バランス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素を用いて算出する。まず, レシピに含まれる食材ごとに栄養素量の値を取得する。栄養素量の値は, 文部科学省が発表している「日本食品標準成分表」^(注4) より取得する。その際取得した栄養素を表 1 に示す。

次に, レシピに含まれる食材の栄養素量の値を栄養素別に足し, 各栄養素の特徴ベクトル $\vec{A}$ を求める。次に, 厚生労働省が発表している「食事摂取基準」^(注5) を一日に必要な栄養素の摂取量の目安とし, 各栄養素の特徴ベクトル $\vec{B}$ とする。ここで, 特徴ベクトル $\vec{A}$ と $\vec{B}$ をそれぞれ正規化する。そして, 正規化した値を元にして特徴ベクトル $\vec{A}$ と $\vec{B}$ のコサイン類似度を算出する。算出された値を, 栄養バランスを考慮したスコア N とする。 N が高いほど栄養バランスが取れるレシピである。

3.3 調理の難易度を考慮したスコア算出

料理レシピに載っている調理手順の数, 調理手順の文量, 調理手順に含まれている動作の数を用いて料理レシピの難易度を考慮したスコアを算出する。

調理手順の文量は, 各手順に含まれている文字数をカウンターする。調理手順に含まれている動作の数は, MeCab^(注6) を用いて形態素解析により動詞だけを抽出する。そして, 以下の式のように調理の難易度を考慮したスコア P を算出する。

$$P = \frac{PN}{PN_{max}} + \frac{PS}{PS_{max}} + \frac{PB}{PB_{max}} \quad (7)$$

ここで P の最大値は 3 である。また, P が小さいほど簡単に作れるレシピである。 PN は調理手順の数, PS は調理手順の文量, PB は調理手順に含まれている動作の数を表している。 max は対象のレシピの中での最大値である。

3.4 料理レシピのスコア算出

前章で算出した食材の嗜好を考慮したスコア I , 栄養バラン

スを考慮したスコア N , 調理の難易度を考慮したスコア P を統合することで, 複数要因を総合的に考慮したレシピのスコアを算出する。まず, 3 つのスコアの比率を同じにするために, それぞれのスコアを $-1 + 1$ に正規化する。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個人の嗜好を考慮したスコアと栄養バランスを考慮したスコアに $+1$ をする。調理の難易度を考慮したスコアは, 値が小さいほうが上位にくるようになっているので個人の嗜好, 栄養バランスを考慮したスコアと同じ条件になるように 2 から調理の難易度を考慮したスコアを引く。

そしてレシピごとに, 上記の処理を加えた食材の嗜好を考慮したスコア I , 栄養バランスを考慮したスコア N , 調理の難易度を考慮したスコア P をかけることで, 以下の式のように各料理レシピの総合スコア R を算出する。

$$R = I \times N \times P \quad (8)$$

最後に食材の嗜好を考慮したスコア, 栄養バランスを考慮したスコア, 料理の難易度を考慮したスコアのそれぞれをもとにしたランキングと複数要因を総合的に考慮したレシピの総合スコアをもとにしたランキングをユーザに推薦する。

4. 提案システムの実行例

食材の嗜好, 栄養バランス, 調理の難易度を考慮したレシピの総合ランキングを, 「肉じゃが」のレシピを例として図 2 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レシピ推薦手法を用いて算出した料理レシピの総合スコア順に並べ替えた結果である。また, 個人の嗜好, 栄養バランス, 調理の難易度を考慮したスコアをそれぞれに提示する。色付けしてある部分は, 左側のクックパッドの新着順と右側の提案手法のランキングで特に順位の変動が大きかったレシピである。たとえば, 左側の 9 番目のレシピ「生姜風味の肉じゃが」が右側の提案手法の 2 番目にリランキングされ, 左側の 8 番目のレシピ「シントウと長ネギを使った肉じゃが」が右側の提案手法の 3 番目にリランキングされている。好きな食材ばかりを食べていると栄養が偏る可能性があったり, 簡単な料理ばかりだと栄養が不足する可能性が考えられる。このランキングでは 3 つの要素のスコアが高いレシピが上位にきているためそれを避けることができる。

5. 評価実験

本章では, 提案した料理推薦手法に関する評価実験を行った。被験者は 20 代~30 代の女性 2 名, 20 代の男性 3 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。評価実験の内容は下記の通りである。

- 実験 I: レシピ推薦の有効性検証
- 実験 II: アンケートによる提案手法の有用性検証

5.1 実験 I: レシピ推薦の有効性検証

実験 I では, 提案手法における料理レシピの推薦に及ぼす「食材の嗜好」と「調理の難易度」の有効性を検証する。まず,

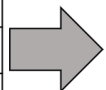
(注 4): 日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂), http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365297.htm

(注 5): 「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>

(注 6): 形態素解析器 MeCab, <http://taku910.github.io/mecab/>

クックパッド(新着順)

	料理レシピ名
1	豚ばら肉を使って基本の肉じゃが
2	酸味がマッチトマトde洋風肉じゃが
3	基本の肉じゃが
4	フライパンで簡単！基本の肉じゃが
5	優しい味の肉じゃが
6	筍とじゃがいも・・・ベーコンで肉じゃが
7	わが家の肉じゃが
8	生姜風味の肉じゃが
9	シシトウと長ネギを使った肉じゃが
10	ゆずポン酢でさっぱり肉じゃが



提案手法

	料理レシピ名	料理レシピの総合スコア	食材の嗜好スコア	栄養バランススコア	調理の難易度スコア
1	豚ばら肉を使って基本の肉じゃが	4.617	1.577	2.000	1.464
9	シシトウと長ネギを使った肉じゃが	4.066	1.681	1.209	2.000
8	生姜風味の肉じゃが	3.953	1.716	1.340	1.719
6	筍とじゃがいも・・・ベーコンで肉じゃが	3.638	1.681	1.193	1.813
2	酸味がマッチトマトde洋風肉じゃが	3.356	1.684	1.151	1.732
3	基本の肉じゃが	3.255	1.989	1.246	1.313
7	わが家の肉じゃが	3.068	1.407	1.341	1.626
4	フライパンで簡単！基本の肉じゃが	2.785	1.577	1.132	1.560
10	ゆずポン酢でさっぱり肉じゃが	2.076	1.000	1.149	1.807
5	優しい味の肉じゃが	2.000	2.000	1.000	1.000

図 2 提案システムの実行例（例：肉じゃが）

表 2 食材の嗜好と調理の難易度の評価結果

被験者	食材に対する嗜好	調理の難易度
A	-0.42	0.9
B	-0.15	0.76
C	0.34	0.87
D	0.02	0.14
E	-0.46	0.94
平均	-0.13	0.72

表 3 異なる料理の食材に対する嗜好の評価結果

被験者	異なる料理の食材に対する嗜好
A	0.78
B	0.58
C	0.28
D	0.89
E	0.28
平均	0.56

被験者にはシステムの実行例で使用した「肉じゃが」のレシピ 10 個を食材に対する自分の嗜好とレシピ調理の難易度をもとにそれぞれ並べてもらった。次に、提案手法と被験者のレシピランキングを比較し、どれほど結果が一致しているかの順位相関を調べることで、提案手法の有効性を評価する。これらの結果を比較することにより、どの要因が料理レシピの推薦に大きく影響するかも調べる。比較方法としてスピアマンの順位相関係数を使用する。相関値の範囲は $-1 + 1$ であり、 $+1$ に近いほど強い正の相関がある。 -1 に近いほど強い負の相関がある。 0 に近いほどほとんど相関がないと評価される。今回の実験では、相関の有無を求めるのではなく提案手法と被験者のレシピランキングがどの程度似ているかを求めるためにスピアマンの順位相関係数を使用しているため、相関の有意差は求めている。

食材に対する個人の嗜好と調理の難易度の評価結果を表 2 に示す。食材に対する嗜好の評価結果は、スピアマンの順位相関係数の平均値 (-0.13) が低かった。この原因としては、10 個のレシピがすべて「肉じゃが」だったので、使用する食材にそこまで差異がなかったためと考えられる。一方で、調理の難易度の評価はスピアマンの順位相関係数の平均値 (0.72) が高かったため、良い結果が得られた。これにより、調理の難易度を考慮したレシピ推薦手法は有効であるといえる。

また、食材に対する嗜好の評価実験は、同じ料理のレシピ 10 個だったので良い結果が得られなかったと考え、異なる料理の

レシピを 10 個用意して同様の実験を行った。評価結果を表 3 に示す。同じ料理の食材に対する嗜好の評価実験と比べて、平均値 (0.56) が高くなり良い結果が得られた。このことより、料理に使用されている食材がある程度異なっている場合は提案したレシピ推薦手法は有効であることが確認できた。

なお、被験者に栄養バランスを考慮して料理レシピを並べてもらうのは困難であるため、今後、栄養士や栄養学の専門家などを被験者として栄養バランスを考慮したレシピ推薦の有効性を検証する予定である。

5.2 実験 II：アンケートによる提案手法の有用性検証

実験 II では、各被験者には、「肉じゃが」の食材の嗜好、栄養バランス、調理の難易度の 3 つのスコアをそれぞれに算出し、以下のランキング上位 10 件のレシピを提示した。

(1) 食材の嗜好と栄養バランス

- 食材の嗜好を考慮したランキング
- 食材の嗜好と栄養バランスを考慮したランキング

(2) 調理の難易度と栄養バランス

- 調理の難易度を考慮したランキング
- 調理の難易度と栄養バランスを考慮したランキング

(3) 食材の嗜好、調理の難易度と栄養バランス

- 食材の嗜好と調理の難易度を考慮したランキン
- 食材の嗜好、調理の難易度と栄養バランスを考慮したランキング

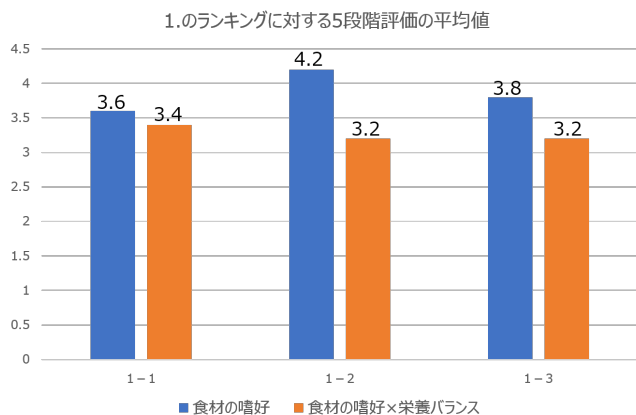


図3 (1) のランキングに対する5段階評価の平均値

レシピランキングを提示する際は、それぞれの比較を行うために何を考慮したランキングかは示していない。まず、提示したランキングに対して5段階評価を行ってもらった。

(1) のランキングに対して以下のアンケートを実施した。

- 1-1 食材の好き嫌いは反映されていた
- 1-2 作りたいと思うレシピが上位にきていた
- 1-3 今後もこのシステムを利用してみたいと思った

(2) のランキングに対して以下のアンケートを実施した。

- 2-1 レシピの難易度は反映されていた
- 2-2 作りたいと思うレシピが上位にきていた
- 2-3 今後もこのシステムを利用してみたいと思った

(3) のランキングに対して以下のアンケートを実施した。

- 3-1 食材の好き嫌いは反映されていた
- 3-2 レシピの難易度は反映されていた
- 3-3 作りたいと思うレシピが上位にきていた
- 3-4 今後もこのシステムを利用してみたいと思った

次に、提示したレシピランキングと提案手法全体に対して以下のアンケートを回答してもらった。

- 良かった点と悪かった点の列挙
- 追加してほしい機能の記述
- 他に改善してほしい点の記述

5.2.1 アンケートの5段階評価の結果

(1) のランキングの5段階評価の平均値を図3に示す。その結果より、全ての評価において食材の嗜好と栄養バランスを同時に考慮したランキングよりも食材の嗜好のみを考慮したランキングのほうが評価が高くなっている。

(2) のランキングの5段階評価の平均値を図4に示す。その結果より、全ての評価において調理の難易度と栄養バランスを同時に考慮したランキングよりも調理の難易度のみを考慮したランキングのほうが評価が高くなっている。

(3) のランキングの5段階評価の平均値を図5に示す。その結果より、全ての評価において食材の嗜好、調理の難易度と栄養バランスを同時に考慮したランキングよりも食材の嗜好と調理の難易度を同時に考慮したランキングのほうが評価が高くなっている。

以上より、質問 1-1、2-1、3-1 と 3-2 に関しては、「食材の

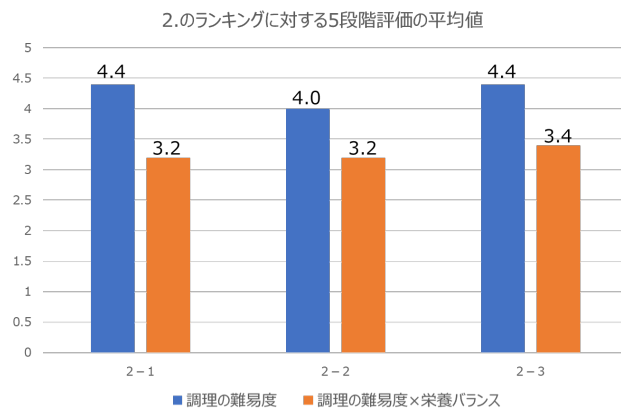


図4 (2) のランキングに対する5段階評価の平均値

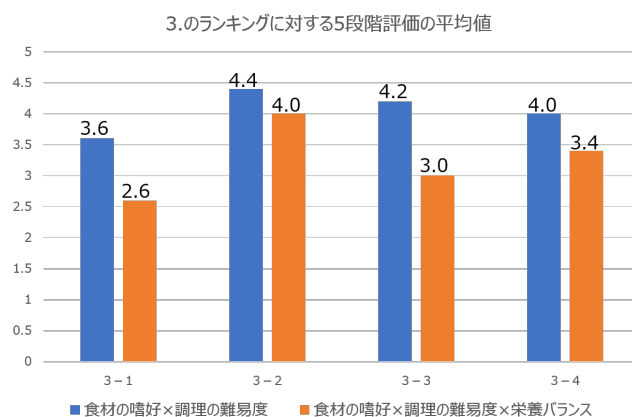


図5 (3) のランキングに対する5段階評価の平均値

好き嫌いは反映されていた」、「レシピの難易度は反映されていた」という内容なので栄養バランスを同時に考慮していないランキングが評価が高かったのは良い結果を得られた。それ以外の質問に関しては、栄養バランスを同時に考慮したランキングの評価が栄養バランスを考慮していないランキングの評価よりも低くなっているため、被験者は食材に対する嗜好や調理の難易度に比べて栄養バランスを意識していないと考えられる。また、栄養バランスを同時に考慮したランキングが栄養を考慮していないランキングよりも評価が低くなってしまったが、ほとんどの評価において5段階評価の平均値は3.0以上であるため、栄養バランスを同時に考慮したランキングの結果も被験者の要望を満たすことができた。

5.2.2 アンケートの記述回答

「良かった点と悪かった点の列挙」の回答では、良い点としては、「食材の嗜好が反映されていた」や「好きな食材が入った料理レシピが上位にきていた」などの意見から食材の嗜好を考慮したランキングは良い結果であることが確認できた。調理の難易度に関しても、「難易度がよく反映されていた」という意見や、「簡単なレシピが上位にきている」という意見、全体的に「レシピの難易度は正しく反映されている」という意見から良い結果であることが確認できた。

悪い点としては、「食材の嗜好と調理の難易度を考慮したランキング、食材の嗜好と調理の難易度と栄養バランスを考慮した

ランキングの両方とも嫌いなものがかなり上位にきていた」という意見は、その被験者の食材の嗜好のみを考慮したランキングの5段階評価が、「食材の好き嫌いは反映されていた」が3、「作りたいと思うレシピが上位にきていた」が4と低い評価ではないので、食材の嗜好だけでなく調理の難易度や栄養バランスも同時に考慮しているため、嫌いなものが上位にきてしまったと考えられる。同様に、「食材の嗜好と調理の難易度と栄養バランスを考慮したランキングについて、嫌いな食材を含む難しいレシピも上位にきている」、「調理の難易度と栄養バランスを考慮したランキングについて、難しいレシピが上位にきている」という意見も別の要素も同時に考慮しているためそのような結果になったと考えられる。「洋風といった変わり種は極端に順位が低い」や「上位に基本的な肉じゃがのレシピが出てきているのが面白みが少ない」という意見は、今回のランキングでは料理レシピ名は考慮していないため、今後、料理レシピのタイトルに記載されている料理名の修飾表現にも着目し、修飾表現とレシピの食材や調理レベルなどとの関係性分析の検討を行う必要がある。

「追加してほしい機能の記述」の回答では、「調理時間を提示してほしい」という意見が複数あったが、使用する料理レシピサイトによって調理時間の記載があったりなかったりするので、調理時間の記載がある料理レシピサイトをもとに料理レシピを推薦する場合はその機能を実装可能であると考えられる。また、「好きな食材を入力して、それが入っているレシピを優先的に表示する機能があったらいい」という意見があるが、現在は履歴をもとに推薦しているので、ユーザが食材を指定して料理レシピを推薦できるようになれば、より幅広い料理レシピの推薦が可能になると考えられる。

「他に改善してほしい点の記述」の回答では、「肉じゃが以外のレシピを提示してほしい」という意見があったが、今回は推薦システムの提案ということで肉じゃがのレシピを例にしてシステムの評価を行ったため、他のレシピを提案することができなかったという結果となった。

前述にあるように、各要因により推薦されたレシピランキングに対する評価が概ね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、食材の嗜好や栄養バランスと調理の難易度だけではなく、その他の要因（たとえば、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、食材に対する嗜好の考慮、栄養バランスの考慮と調理の難易度の考慮をそれぞれ単体または複数で行い、料理レシピをランキングしユーザに推薦する手法を提案した。評価実験では、まず提案手法と被験者によるランキングを比較する評価を行った。次に被験者に食材に対する嗜好、調理の難易度、栄養バランスを組み合わせて考慮したランキングを複数提示して、そのランキングに対するアンケート評価を行った。その結果、食材に対する嗜好や調理の難易度と比べて栄養バランスは

あまり意識されていないことがわかった。また、アンケートの結果より食材に対する嗜好と調理の難易度の有効性を確認した。

今後の課題として、履歴データを分析して料理レシピを推薦するだけでなく、ユーザが好きな食材を指定してそれに基づいて料理レシピを推薦できればより幅広い料理レシピの推薦が可能となると考えられる。また、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] 角谷和俊, 難波英嗣, 牛尾剛聡, 若宮翔子, 王元元, 河合由起子: 料理レシピデータのメディア特性分析と利活用, 人工知能学会学会誌 特集「料理情報の知的処理」, 34 巻 1 号, pp. 32-40, 2019 年.
- [2] 高畑麻理, 上田真由美, 中島伸介: 食材に対する好き嫌いを考慮した料理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フォーラム (DEIM Forum 2011), E3-5, 2011 年.
- [3] M. Ueda, S. Asanuma, Y. Miyawaki, S. Nakajima: Recipe Recommendation Method by Considering the User's Preference and Ingredient Quantity of Target Recipe, in Proc. of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2014 (IMECS 2014), ICICW2014, pp. 519-523, 2014.
- [4] 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, 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 (DEIM Forum 2009), E5-3, 2009 年.
- [5] 苅米志帆乃, 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 年.
- [6] Y. Tokumi, J. Hakamata, M. Tokumaru: Development of a Nutritional Management System for a Healthy Eating Habits Support System, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol. 17, No. 2, pp. 324-334, 2013.
- [7] 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 (DEIM Forum 2012), E1-3, 2012 年.
- [8] K. Kusu, N. Makino, T. Shioi, K. Hatano: Calculating Cooking Recipe's Difficulty Based on Cooking Activities, in Proc. of the 9th Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities in Conjunction with The 2017 International Joint Conference on Artificial Intelligence (CEA 2017), pp. 19-24, 2017.
- [9] 秋口いくみ, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊: 料理レシピ動画の時間特性抽出による難易度判定, 第 10 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2018), C4-4, 2018 年.
- [10] M. Ueda, M. Takahata, S. Nakajima: User's Food Preference Extraction for Personalized Cooking Recipe Recommendation, in Proc. of the Second International Conference on Semantic Personalized Information Management: Retrieval and Recommendation (SPIM 2011), Vol. 781, pp. 98105, 2011.