

# ユーザの好みに応じたレシピ入替えを行うグループ向け献立推薦

西脇崇文<sup>†1</sup> 清雄一<sup>†1</sup> 田原康之<sup>†1</sup> 大須賀昭彦<sup>†1</sup>

**概要:** 本研究は、共に食事をするグループのために構成員全体の好みを考慮した献立を推薦することを目的とする。献立は複数のレシピから構成されているため、一つでも構成員の嗜好に合わなければ献立全体の評価が下ると考えられる。そのため、あらかじめ構成員の嗜好に合わないレシピの入替えを行った後にグループ向けの献立推薦を行うことにより、グループ全体の満足度を高めることを目指す。複数のグループに対して推薦を行い、推薦された献立に対するグループの満足度、入替えをした献立の妥当性の2つの観点から評価実験を行った。

**キーワード:** グループ向け推薦, 献立, レシピ入替え

## Food Menu Recommendation For Group That Replace Recipe According To User's Taste

TAKAFUMI NISHIWAKI<sup>†1</sup> YUICHI SEI<sup>†1</sup>  
YASUYUKI TAHARA<sup>†1</sup> AKIHIKO OHSUGA<sup>†1</sup>

**Abstract:** In this research, we present a menu recommendation system that consider all members' taste for group. We think group does not satisfy if one member of a group dislikes a recipe included in menu, because menu is including several recipes. To solve this problem, we try to increase a group member's satisfaction by replacing a recipe that does not suit member's taste. We recommend a menu for several groups by our proposed method and evaluate group's satisfaction from two point of view, The validity of a recipe replacement and group's satisfaction.

**Keywords:** group recommendation, food menu, recipe replacement

### 1. はじめに

近年、クックパッド[1]や楽天レシピ[2]など、投稿者が自由にレシピを作成し、多数の閲覧者に作成したレシピを公開することができる投稿型レシピサイトが登場している。

それらの投稿型レシピサイトには膨大な数のレシピが投稿されている。またクックパッドでは、レシピのみではなく複数のレシピを組み合わせた献立をユーザが作成して投稿することもできる。投稿型レシピサイトは食に関する多様なコンテンツを社会に広めることにより、私達の食生活をより豊かにしてくれる。

投稿型レシピサイトに投稿された献立を利用することで、ユーザは投稿された献立の中から自分の目的にあった献立を検索することができるようになった。しかしその一方で、膨大なコンテンツ数のため自分の目的にあった献立を見つけ出すことが困難になりつつある。例えば、投稿型レシピサイトの献立検索でメジャーなレシピである「カレー」をキーワードに献立を検索すると 3244 件もの献立の検索結果が表示される。

上記の問題の解決のため膨大なコンテンツの中からユーザの好みのコンテンツを見つけ出すための推薦システムの研究が進められている。推薦システムの多くは個人のユ

ーザを対象としたものであるが、グループのユーザを対象とした研究も進められている。投稿型レシピサイトに投稿されたコンテンツの中には、献立など、個人のユーザではなく家族や友人などグループで消費するコンテンツも存在しており、多様なユーザのニーズに対応するためグループを対象とした推薦システムの研究も必要とされている。

多くのグループ向け推薦システムはグループに所属する個人の情報を基に、個人のコンテンツへの好みを束ね合わせることによってグループ向けの推薦を実現する。しかし、献立を推薦する場合、献立は複数のレシピが組み合わさって成立しているため、グループのメンバー中に一人でも献立に含まれたレシピが嫌いなメンバーがいる場合、献立の全体の評価が下がってしまう。そのため、献立に含まれた嫌いなレシピ以外のレシピが活かされないという問題がある。

そこで、本研究ではグループのメンバーの材料と料理カテゴリの好みを基に、献立のレシピから嫌いなレシピを抽出し入替えを行うことによって、推薦された献立への満足度を向上することを目標とする。そのため本研究では、レシピ間の類似度に基づき献立のレシピの入替えを行う。献立にユーザの嫌いな材料やカテゴリのレシピが含まれていた場合、推薦対象者が嫌いな材料・レシピカテゴリが含ま

<sup>†1</sup> 電気通信大学大学院情報システム学研究所  
Graduate School of Information Systems, University of Electro-Communications

れていないレシピの中から最も類似度が高いレシピを代替レシピとして入れ替える。このことにより、献立から嫌いなメニューを取り除きつつ、献立のバランスへの影響を最小限に抑えることができる。

また、献立のグループ向け推薦を実現するために、既存のグループ向け推薦手法の献立への応用を行う。既存手法では映画を対象としているが、映画に対してユーザが多くの評価を実施済みであることを前提としている。しかし、献立の場合、グループの各メンバーが多くの評価をシステム上で実施済みの状況を想定することは困難である。そのため本研究では、ユーザの評価を必要とせずに献立を推薦するように手法の改善を行った。

最後に本研究ではアンケート調査により入替えをした献立のグループの満足度と、入替えをした献立の妥当性を評価した。具体的には、レシピの入替えを行った場合の献立の推薦結果と、行わなかった場合の献立の推薦結果の2つの結果を用意し、ユーザにアンケート調査を行うことで推薦結果の満足度を評価した。さらに、調理の専門家にアンケート調査を行い、入替えの前後の献立のバランスを比較することで、入替えの妥当性を評価した。

## 2. 背景

### 2.1 想定シナリオ

本研究の提案手法は複数人のグループでともに食事をする状況を想定する。各々のメンバーは食事の献立に対し独自の好みを持っており、メンバー全体の好みは反映された献立が検索できればグループ全体の満足度が向上すると考えられる。

以下に例を挙げる。ここでは、ある3人家族を対象にして想定シナリオの説明をする。3人の名前をA, B, Cとする。AとBの好きな材料は「鶏肉」で、Cの嫌いな食べ物は「玉葱」であったとする。この家族に「ご飯」と「鶏の唐揚げ」と「玉葱サラダ」からなる「唐揚げ定食」が推薦候補に挙げられたとする。家族内のAとBは材料に鶏肉が含まれる「鶏の唐揚げ」があるので献立の評価は高い。しかし、Cは「玉葱」が含まれる「玉葱サラダ」があるので献立の評価は低い。そのため、この家族の「唐揚げ定食」の評価は悪くなると想定されるため、通常、システムは「唐揚げ定食」を推薦しない。提案システムでは、「玉葱サラダ」とよく似た「ごぼうサラダ」と入れ替えることにより、Cの嫌いな材料がなくなり、家族が献立に満足するようになる。

### 2.2 投稿型レシピサイト

図1にレシピサイトのサイト構成の例を示す。まず献立ページは献立名、献立の写真、献立の説明、献立に含まれるレシピの一覧で構成されている。レシピの一覧からは、各レシピページにリンクが張られている。レシピページはレシピの写真、レシピの説明、調理手順、調理レポート、サイト利用者、レシピのカテゴリで構成されている。

「調理レポート」とは、サイト利用者が、写真や感想などで、投稿されたレシピを実際に作ったことを記録する機能である。サイト利用者が「調理レポート」したレシピは、概して、サイト利用者の好みに合ったレシピと考えられる。レシピのカテゴリは、「お肉のおかず」や「鍋物」など料理の分類を示すものである。

本研究では、投稿型レシピサイトから、献立に含まれるレシピ、レシピが含む材料、「調理レポート」を投稿したサイト利用者の情報を用いる。

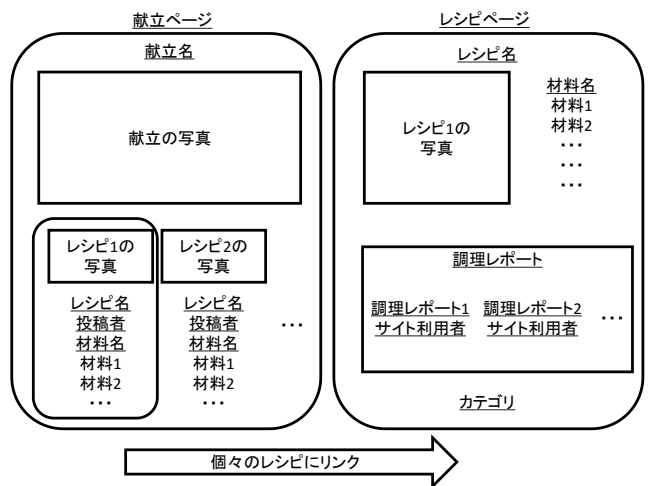


図1 レシピサイトのページ構成

## 3. 提案手法の概要

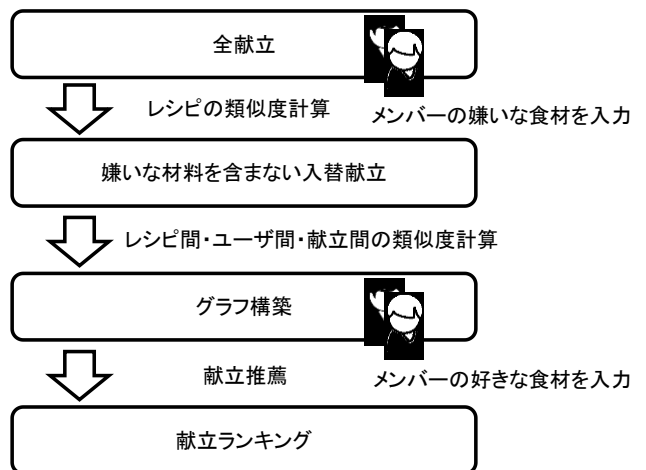


図2 提案手法の流れ

提案手法の全体的な流れを図2に示す。提案手法は大きく分けて、献立のレシピ入替えと、献立のグループ向け推薦の2つのシステムに分類される。提案手法では、先に献立のレシピ入替えを行う。推薦対象の献立に含まれるレシピから推薦対象者の嫌いな材料が含まれるレシピを、嫌いな材料が入っていない類似度の高いレシピと入れ替える。このことによって、どのような献立が推薦されても推薦対象者が嫌いな材料を含む献立が推薦されることはなくなる。

次にグループ向けの献立推薦を行う。献立推薦は既存手法を献立に応用したもので、ユーザ、レシピ、献立の類似度と関係性のグラフを構築し、ランダムウォークという手法を用いてグループのメンバーの好みを組み合わせることによってグループ向けの推薦を実現する。最終的には、推薦対象者の嫌いな材料が入っていない、グループ全体の好みを考慮した献立がランキング形式で推薦される。

#### 4. 献立のレシピ入替え

図3に献立のレシピ入替えの全体像を示す。まず、事前処理としてレシピの材料の表記ゆれを除去する。次に、投稿型レシピサイトの献立に含まれるレシピからユーザの嫌いな材料を含むレシピを抽出して入替え対象レシピとする。その後、献立に含まれるレシピにユーザの嫌いな材料を含まないレシピがあった場合、入替え候補レシピとする。入替え対象レシピと入替え候補レシピの材料の類似度を求めて最も類似度が高かったレシピを代替レシピとする。

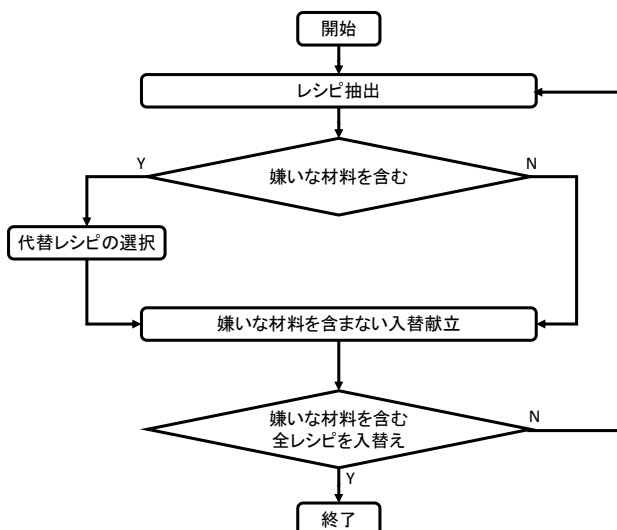


図3 献立のレシピ入替えの全体の流れ

例えば、「玉葱」がユーザの嫌いな材料だったとする。献立の中に「玉葱」が含まれるレシピである「玉葱サラダ」などを発見した場合、「玉葱」が含まれないレシピから最も含まれている材料の類似度が高いレシピ、例えば「ごぼうサラダ」などを見つけ出し代替レシピとする。

上記の処理を行うことによって、嫌いな材料を除去しつつ、献立バランスへの影響を最小限に抑えることができる。

3.1節では3.1.1節で献立のレシピ入替えを行う前の事前処理について説明し、3.1.2節で献立のレシピの入替えについて説明する。

##### 4.1 事前処理

レシピサイトに投稿されるレシピの材料の名前は一般にユーザの自由記述となっている。その為、同じ食材でも様々の表記の方法が存在する。例えば、「玉葱」という食材でもひらがなで「たまねぎ」であったり、「○玉葱」や「\*

玉葱」などレシピの調理手順を表すため、材料名に記号が入っていたりする。

このように、材料の表記にゆれが存在するため、実際には同一の材料であっても、表記の違いにより異なる材料になってしまう。また、同じ食材でも表記の仕方で役割が異なる材料も存在するため、単純に表記ゆれを除去することができない。そのため、本研究では、手作業で表記ゆれであるかどうかを判断し、リストを作成することで材料の表記ゆれを除去した。

##### 4.2 献立のレシピの入替え

レシピサイトに投稿されたレシピは一般に複数の材料で成り立っている。ユーザの入力した情報を元に、ユーザの嫌いな材料を含むリスト  $X=\{R1,R2,\dots,R|X\}$  を作成する。リスト  $X$  に含まれるレシピをユーザの嫌いなレシピとして入替えの対象とする。

入替えの方法を説明する。まず、入替え対象のレシピを発見したら、全レシピからユーザの嫌いな材料を含まないレシピのみを抽出する。入替え対象のレシピと、ユーザの嫌いな材料を含まない全レシピとの類似度を計算し、ユーザの嫌いな材料を含まないレシピの中から最も類似度の高いレシピを、代替レシピとして、入替え対象レシピとの入替えを行う。そうすることで、ユーザの嫌いな材料を含むレシピを除去すると同時に、献立バランスへの影響を最小限に抑えることができる。レシピ  $i$  とレシピ  $j$  の類似度  $r_{ij}$  は式(1)によって求める。

$$r_{ij} = \frac{(\text{レシピ}i\text{とレシピ}j\text{で共通する材料の総数})}{\sqrt{\text{レシピ}i\text{の材料の総数}} \sqrt{\text{レシピ}j\text{の材料の総数}}} \quad (1)$$

##### 4.3 献立のグループ向け推薦

本研究では映画向けのグループ向け推薦手法[5]をレシピ推薦に拡張した手法を提案する。[5]の手法はユーザの映画への評価を用いて、ユーザ間、映画間の類似度を求め、推薦対象者の好みを束ね合わせることによって映画のグループ向け推薦を実現している。本研究では入替えを行った献立にはユーザの評価の情報がないため、ユーザの評価の情報の代わりに、ユーザの材料の好き嫌いから、好きな材料が入っているレシピを評価したレシピとした。また、推薦対象者と似たユーザの好みを推薦結果に反映するため、サイト利用者間の類似度も求め、推薦手法に反映させた。献立推薦を行うため、ランダムウォークによって、グループの食事の好みを組み合わせ、グループ全体が満足する献立の推薦を実現する。

グループ向け献立推薦の全体の流れを図4に示す。まず、ユーザ・レシピ・献立の関連性を表すグラフを構築する。構築したグラフとランダムウォークという手法を用いて、グラフの中から結びつきの強いノードを見つけ出し、グループ全体が満足する献立として推薦する。

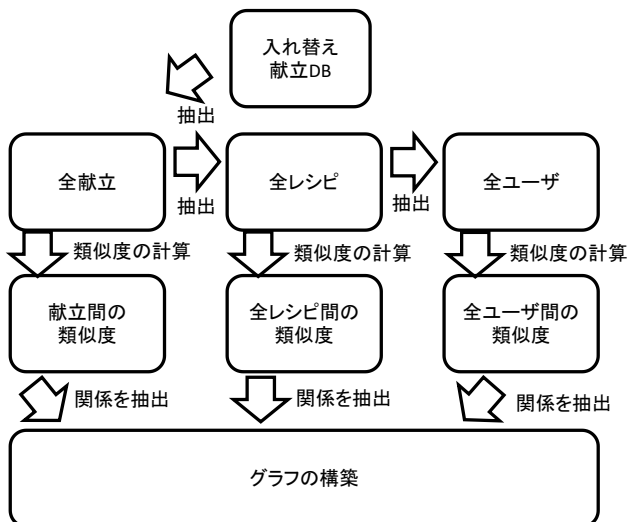


図 4 グラフ構築の全体の流れ

#### 4.4 グラフの構築

図 5 にグラフの全体図を提示する。グラフは大きくユーザ層、レシピ層、献立層の 3 層に分かれている。各層はノード間の類似度をリンクの重みとしている。本節では、類似度を求めることによって各層を構築し、各層を組み合わせることで全体のグラフを構築する手法を説明する。

##### 4.4.1 ユーザ層の構築

まず、ユーザ層について説明する。ユーザ間の類似度はユーザのレシピリストの類似度とする。ユーザにはサイト利用者と推薦対象者の 2 種類が存在する。まず、サイト利用者のレシピリストの求め方から説明する。レシピ投稿サイトには「調理レポート」という機能が存在し、投稿されたレシピに対して、レシピを作ったことを紹介するレポートを投稿することができる。サイト利用者は複数のレシピに対し「調理レポート」を投稿することができる。「調理レポート」を投稿したサイト利用者は作ったレシピに対して肯定的な評価をしていると考えられる。そして、同じような「調理レポート」の履歴を持つユーザは同じような好みを持つと考えられる。そのため、レシピリストはサイト利用者が「調理レポート」したレシピを含む。

次に推薦対象者のレシピリストの求め方を説明する。推薦対象者はシステムに好きな材料とカテゴリを入力する。本研究では、推薦対象者の好きな材料、カテゴリに関連するレシピを推薦対象者の好むレシピとする。そのため、レシピリストは、入力した材料を含むレシピと好きなカテゴリに含まれるレシピを含む。

最後に、レシピリストを用いてユーザ層の構築の方法を説明する。サイト利用者と推薦対象者の合計数を  $m$  とすると、ユーザ層は  $m \times m$  のユーザ間の類似度の行列  $U$  として表す。ユーザ  $i$  とユーザ  $j$  の類似度  $U_{ij}$  は式(2)で求める。式(2)はユーザのレシピリストの一致度を示す値である。

$$U_{ij} = \frac{(\text{ユーザ}i \text{とユーザ}j \text{に共通のレシピ数})}{\sqrt{\text{ユーザ}i \text{のレシピ数}} \sqrt{\text{ユーザ}j \text{のレシピ数}}} \quad (2)$$

##### 4.4.2 レシピ層の構築

次に、レシピ層について説明する。レシピ投稿サイトのレシピは複数の献立に含まれている。レシピが含まれる献立を基にレシピ間の類似度の層を構築する。レシピ数を  $n$  とすると、レシピ層は  $n \times n$  のレシピ間の類似度の行列  $R$  として表す。レシピの類似度は式(3)で求める。式(3)は 2 つのレシピが一緒に含まれている献立の割合を示す値である。

$$R_{ij} = \frac{(\text{レシピ}i \text{とレシピ}j \text{に共通の献立の数})}{\sqrt{\text{レシピ}i \text{を含む献立数}} \sqrt{\text{レシピ}j \text{を含む献立数}}} \quad (3)$$

レシピ入替えを献立推薦結果に反映するため、本節で用いるレシピの類似度は式(1)と異なる式を用いる。レシピの類似度を求めることによりユーザが好むレシピと似たレシピが含まれる献立を推薦することができる。

##### 4.4.3 献立層の構築

最後に、献立層について説明する。献立は複数のレシピで構築されている。献立数を  $l$  とすると、献立層は  $l \times l$  の献立間の類似度の行列  $M$  として表す。献立  $i$  と献立  $j$  の類似度  $M_{ij}$  は、式(4)で求める。式(4)は 2 つの献立に含まれるレシピがどれだけ一致しているかという値である。

$$M_{ij} = \frac{(\text{献立}i \text{と献立}j \text{に共通のレシピ数})}{\sqrt{\text{献立}i \text{のレシピの総数}} \sqrt{\text{献立}j \text{のレシピの総数}}} \quad (4)$$

献立に含まれるレシピの類似度を計算することで、ユーザが好むレシピが含まれる献立と似た献立を推薦することができる。

##### 4.4.4 グラフ全体の構築

ユーザ・レシピ・献立の 3 層はそれぞれのリンクで結ばれる。ユーザ・レシピ間の関係は  $m \times n$  の行列  $UR$  として表す。ユーザ  $i$  とレシピ  $j$  の関係  $UR_{ij}$  は、式(5)によって表す。

$$UR_{ij} = \begin{cases} 1, & (\text{ユーザ}i \text{がレシピ}j \text{をレポート}) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

ユーザが好む材料やカテゴリがレシピに含まれる場合にリンクがつながる。レシピ・献立間の関係は  $n \times l$  の行列  $RM$  として表す。レシピ  $i$  と献立  $j$  の関係  $RM_{ij}$  は、式(6)に表す。

$$RM_{ij} = \begin{cases} 1, & (\text{献立}i \text{がレシピ}j \text{を含む}) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

献立にレシピが含まれている場合にリンクでつながる。このことによってユーザが好むレシピが含まれる献立が推薦される。

本研究ではグラフを隣接行列  $G$  として表す。隣接行列  $G$  は対称行列であり、一辺の長さがユーザ数、レシピ数、献立数の合計となっている。グラフ  $G$  は式(7)で表す。

$$G = \begin{pmatrix} U & UR & 0 \\ (UR)^T & R & RM \\ 0 & (RM)^T & M \end{pmatrix} \quad (7)$$

また、本研究では、各ノードから出ているリンク数を制限するため、値が大きい上位 10 件のリンクのみを利用する。その後、各ノードから出ているリンクの重みの合計が 1 となるようにリンクの重みを正規化した。

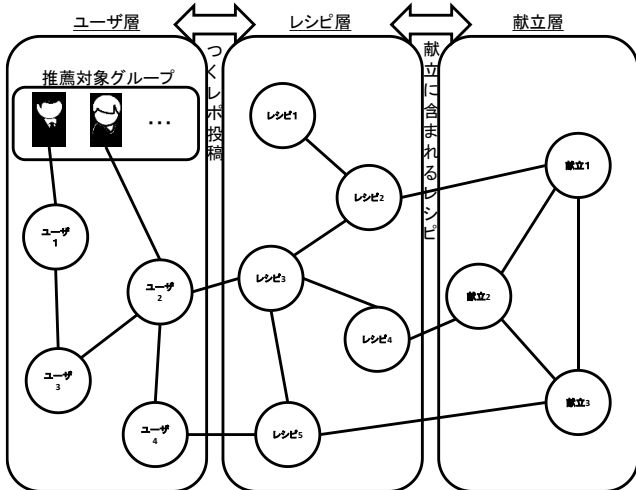


図 5 グラフの全体図

#### 4.4.5 献立推薦のアルゴリズム

献立リストの作成手法について説明する。まず、構築したグラフ上をリンクの重みを確率変数としてランダムに移動するポインタを用意する。これによって、結びつきの強いノードのポインタの訪問回数が多くなる。図 6 にポインタの移動のイメージを示す。

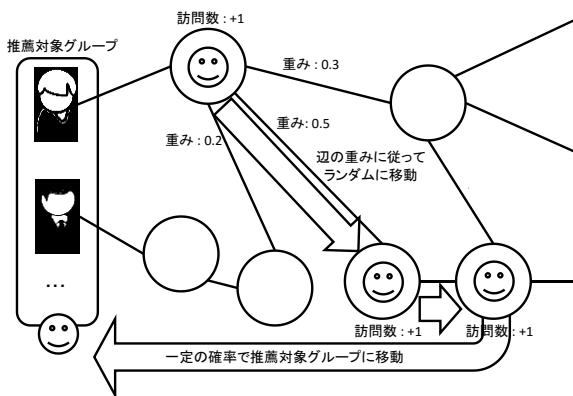


図 6 ポインタの移動のイメージ

まず、推薦対象者のノードからランダムに一つノードを選んでポインタの出発点とする。ポインタは類似度や関連性などリンクの重みを確率変数としてランダムに移動を繰り返す。移動を繰り返すごとに訪問したノードは、訪問数が 1 ずつ加算されていく。また、推薦対象者と結びつきの強いノードを発見するため、移動を繰り返す際、一定の確率  $a$  でポインタの現在位置にかかわらず、推薦対象者のノード

にポインタは移動する。この動作を何度も繰り返すことによって推薦対象者の近くのノードほど訪問する確率が高くなる。ポインタは予め決めておいた  $x$  回の移動を行う。 $x$  の値が大きいくほど推薦結果の精度が向上する。また、 $x$  の値が大きいくほど献立推薦に必要な計算時間が増加する。移動を終えた時点でランダムウォークは終了とし、ノードの中から献立のノードのみを抽出する。献立のノードを抽出してポインタの訪問回数の多い順にソートしてグループ向けの献立ランキングとして推薦する。

## 5. 評価

### 5.1 評価方法

本節では、提案手法に対して、

- 提案手法によって推薦された献立のグループ満足度
- 入替えを行った献立の妥当性

という 2 つの観点から評価実験を行った。実験には、投稿型レシピサイトであるクックパッドのデータベースを用いた。また、レシピの「調理レポート」として、クックパッドの「つくレポ」の情報をを用いた。

#### 5.1.1 献立推薦の満足度

推薦された献立のグループの満足度の評価方法をアンケートにより評価した。被験者の大学院生男女合計 10 人を対象としてアンケート調査を行った。被験者はそれぞれ {2 人, 2 人, 3 人, 3 人} の 4 つのチームにランダムに分けてアンケート調査を行った。まず、グループ向け推薦を行うために必要な情報を得るため、各被験者の好きな材料、好きなカテゴリ、嫌いな材料、嫌いなカテゴリをアンケートにより調査した。アンケートの結果を用いて提案手法により、データベースから各々のグループの満足度の高い献立を推薦した。入力する好きな材料数、好きなカテゴリ数、嫌いな材料は被験者一人につき最大で 3 つまでとした。

提案システムのランダムウォークのポインタが推薦対象者のノードに戻る遷移確率  $a$  は既存手法と同じで最も制度が高い 0.15 とした。推薦された献立のランキングの上位 10 件をグループの満足度が高い献立とした。

比較対象としてレシピの入替えをしていない場合のグループ向けの献立ランキングを作成して、レシピの入替えを行った場合の献立と比較を行った。

推薦された献立の妥当性を評価するために、再度、被験者にアンケートを行ない、それぞれ献立を入れ替えた場合と入れ替えなかった場合の上位 10 件の推薦結果を献立名は提示せずレシピのリストのみ提示し、献立をランダムな順序に並べ替えて被験者に提示した。被験者は提示された献立に対し満足度を 5 段階で評価した。「この献立を食べたいか」という質問で評価を行った。

#### 5.1.2 レシピ入替えの妥当性

レシピを入れ替えた献立が献立として成り立っているかをアンケートにより評価した。まず、提案手法を用いて

献立のレシピの入替えを行ない、レシピの入替えを行った献立と、レシピを入れ替えてない献立をランダムで5件ずつ、合計で10件抽出した。被験者は栄養士の8名を対象とし、献立は被験者が入替えを行ったかがわからないように、献立名は伏せ、レシピのリストのみを提示しランダムな順番で並び替えた。アンケートでは献立バランスを5段階の評価で依頼した。献立バランスとは献立のレシピの食べ合わせや栄養の適性をはかるものであり、「この献立のバランスは良いか」と質問することで評価を行った。

## 5.2 データセット

クックパッド株式会社が国立情報学研究所と協力して研究者に提供しているデータセットを本実験では利用した。このデータ内では、35928件の献立データがあった。献立には献立を閲覧したユーザによって「参考になった!」の評価が付けられており、本実験では質の高い献立のみを推薦の対象とするために、「参考になった!」の数が30件以上の献立のみを抽出して提案手法による献立推薦の対象とした。抽出された献立数は5329件であり、抽出された献立に含まれるレシピの件数は14645件であった。本実験では献立に含まれるレシピを入替えに利用するレシピとした。計算時間が多大と成ることを防ぐために、入替えに利用するレシピに「つくレポ」を投稿したユーザの中から、つくレポ投稿数をもとに3362人を抽出して利用した。表1に評価に使用したデータの数値をまとめる。

表1 評価に用いたデータ数

献立数	レシピ数	ユーザ数
5329件	14645件	3362人

## 5.3 評価結果

### 5.3.1 献立推薦のグループの満足度

本項では、献立推薦のグループの満足度の結果を示す。グループの満足度は、被験者の推薦された献立の評価の平均、低評価の総数、高評価の総数の3つの観点から評価した。

まず、推薦された献立の評価の平均を説明する。図7はレシピを入れ替える前後の献立を推薦した結果に対する被験者の推薦結果の上位10件までの評価の平均である。

入替え前の評価の平均点は3.07であり、本研究の提案手法である入れ替え後の評価の平均点は3.16であった。僅差ではあるがレシピ入替え後の評価のほうが高かった。しかし、全体として大きな変化は見られなかった。

次にレシピの入替え前と入れ替え後の推薦された献立に対する低い評価の総数を比較するため、被験者が推薦された献立の上位10件に与えた1~2までの評価の総数を図8(左)に表した。

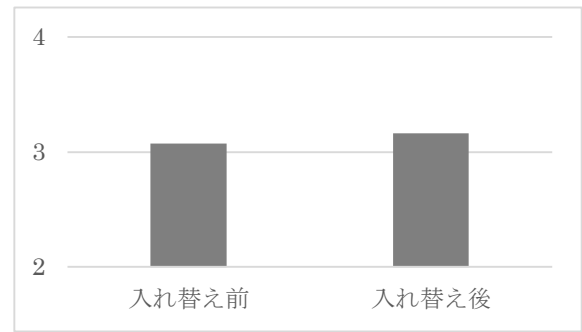


図7 上位10件までの評価の平均

献立のレシピの入替え前では1~2の評価の総数は41であったが、入れ替え後では30件と少なくなっている。このため、提案手法は、献立の低評価数を減少させることに効果があったと考えられる。

最後に、献立のレシピの入替えの前後で被験者の高評価数の変化を比較する。推薦された献立の上位10件の中から4~5の評価が与えられた献立の総数を図8(右)に表した。

レシピの入替え前では評価が4~5の献立の件数は40件であった。提案手法の場合は、評価が4~5の献立の件数は38件であった。入替えの前後で、献立の高評価数に大きな変化がないことがわかった。

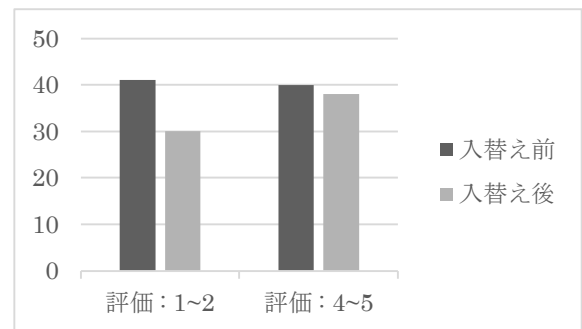


図8 上位10件までの評価の総数

### 5.3.2 レシピ入替えの妥当性

栄養士によるレシピ入替えの前後での献立のバランスの変化を評価した。栄養士に献立のバランスの評価を依頼した。レシピ入替えの前後での評価の平均の結果を表2に表した。

表2 レシピ入替えの妥当性

	入れ替え前	入れ替え後
評価	3.4	2.95

レシピ入替え前の被験者の献立バランスの評価の平均は3.4であった。レシピ入替え後の評価の平均は2.95となった。入替えを行った結果、レシピ入替え後の献立バランスの評価がやや下がった。

## 5.4 レシピ入れ替え結果の例

表3に「人参」が嫌いなグループの実験データを用いた、

レシピ入替えの一例を示す。表3の入替え前のレシピでは推薦対象者の嫌いな材料である「人参」が含まれていたため、レシピ入替えの対象となった。

レシピ入替え前には推薦対象者の嫌いな材料である「人参」が含まれていたが、入れ替え後では材料に「人参」が含まれていない。しかし、9件の材料の中で「厚揚げ」、「こんにゃく」など、全部で6件の材料が一致しており、入替え可能なレシピである。

表4にはうまくいかなかったレシピ入替えの例を示す。表4ではレシピに含まれる材料の中で、7件が一致しており、入替えの前後の類似度は高い。しかし、入替え前のレシピには「ご飯」が含まれており主食であったが、入れ替え後のレシピには「ご飯」が含まれておらず、主食ではないレシピに入れ替わってしまったため、バランスの悪い献立であると考えられる。

表3 入替え前後の材料の一覧の例

	レシピ入替え前	レシピ入替え後
レシピ名	厚揚げと蒟蒻・ピーマンの煮物♪	万願寺唐辛子と厚揚げ・蒟蒻の煮物♪
レシピに含まれる材料名	厚揚げ	万願寺とうがらし
	こんにゃく	厚揚げ
	ピーマン	こんにゃく
	人参	鯉節
	だし汁	だし汁
	砂糖	砂糖
	うすくち醤油	マヨネーズ
	みりん	うすくち醤油
	大根おろし	みりん

表4 うまくいかなかったレシピ入替えの材料の一覧の例

	レシピ入替え前	レシピ入替え後
レシピ名	意外と簡単☆ちらし寿司♪	日本酒がほんのり香る、ふんわりだし巻き卵
レシピに含まれる材料名	ご飯	卵
	卵	出汁
	出汁	みりん
	みりん	水
	水	酒
	酒	サラダ油
	サラダ油	砂糖
	砂糖	
	人参	

## 6. 考察

### 6.1 献立推薦のグループの満足度

提案手法はグループ向け推薦の満足度の推薦結果に対する全体の評価に大きな変化は見られなかった。しかし、低評価の献立の総数を見てみるとレシピ入替え前と比較して、レシピ入替え後の低評価数が少なくなっている。これは、レシピ入替えによって、推薦結果から嫌いな材料がな

くなったことにより、嫌いと思われる献立がなくなったからであると考えられる。

しかし、高評価が付けられた献立の総数を見てみると、高評価数は入替えの後でほとんど変わらないという結果になっている。これは嫌いな材料を推薦結果から除くことで、献立に低評価は少なくなったが、推薦される献立の高評価にはつながらなかったからであると考えられる。

結果として、提案手法では、評価が3の中評価の献立が多く推薦された。このことから、提案手法は推薦結果から低い評価を減少させグループに無難な献立を推薦する際に有用であることがわかった。

### 6.2 献立入替えの妥当性

献立のレシピ入替えの妥当性を考察する。レシピ入替えの前後で献立バランスがやや下がった。その為、今後の課題として、献立のバランスにより影響しないレシピ入替え手法を検討する必要がある。個別の入替え例を見てみると表4のような入替えも存在する。表4の場合、入替え前のレシピは献立の主食であり、ご飯が含まれることが重要であった。しかし、入れ替え後のレシピでは「ご飯」が含まれておらず、主食でないため入替えとして問題がある。しかし、「ご飯」以外の多くの材料が一致していたため表4のような結果になったと考えられる。バランスが悪い献立が推薦されると、献立の評価が下がり、グループ向けの献立推薦の結果にも悪い影響を与えたと考えられる。その為、レシピの入替えにはレシピの食べ合わせや材料の役割も考慮する必要がある。

## 7. 関連研究

### 7.1 レシピ推薦

高畑ら[3]はレシピの調理履歴と閲覧履歴から食材単位で嗜好を抽出する手法を提案した。そして、レシピの最終調理日を考慮することにより、類似のレシピが続けて推薦されないシステムを提案した。また矢島ら[4]は調理履歴や閲覧履歴を基に、レシピの調理難易度、個人の食材の嗜好、個人が得意とするレシピの調理法を推測し、ユーザの現在の状況に適した“かんたん”なレシピを推薦する手法を提案した。これらの研究[3][4]はレシピの推薦を目的としており、本研究は複数のレシピを組み合わせられた献立の推薦を目的としている点で異なる。

志土地ら[5]の研究では、tf-idfの手法を応用して、同一のカテゴリ内のレシピ群の特徴的な調理手順の抽出を行ない、調理手順の類似度を計算することによって代替素材を発見する手法を提案した。また、花井ら[6]の研究では、健康を意識した代替食材を発見する手法を提案した。健康を意識したレシピの材料の入替えを行うため、材料に含まれる栄養分などを抽出して、入替え対象の材料との類似度を求めることによって代替素材を発見した。しかし、これらの研究[5][6]は、レシピの材料を入れ替えることを目的としてい

るため、レシピ入替えを目的とする本研究には利用できない。

## 7.2 献立推薦

大野ら[7]の研究では、食材の雰囲気や考慮した料理推薦システムの構築のため、レシピの特徴を基にレシピのクラスタリングを行ない、クラスタ間の類似度を求めることによってクラスタ間の相性と雰囲気や分析した。西川ら[8]の研究では、年齢や性別などの情報を基に、必要な栄養を考慮し、主食や副菜で構成される一週間分の献立を推薦するシステムを構築した。木原ら[9]は、余剰食材の使い切りを目的として、毎日の献立を推薦する手法を提案した。冷蔵庫内の食材と食材の賞味期限を考慮して献立を推薦することにより、廃棄食材が少ない献立の推薦システムを構築した。しかし、これらの研究[7][8][9]は個人向けの推薦を目的としている点で本研究と差異がある。

## 7.3 グループ向け推薦

Berkovsky ら[10]の研究ではグループ向けにレシピを推薦する手法を提案している。まず、既存の献立推薦を用いて個人向けにレシピを推薦して、複数のグループ構成員のレシピ推薦結果を組み合わせることでグループ向け推薦を実現している。Kim ら[11]はランダムウォークを用いたグループ向けの映画の推薦手法を提案した。この手法はグラフの層を増やすことにより、ユーザや推薦対象のコンテンツ以外にも様々な要素を推薦結果に反映することができるため、本研究のグループ向けレシピ推薦に取り入れた。しかし、これらの研究[9][10]は献立以外のコンテンツの推薦が目的であり、本研究では献立を推薦の対象としている点で異なる。

## 8. おわりに

本研究ではグループの満足度の向上を目的として、投稿型レシピサイトの献立に含まれるレシピの入れ替えを行う推薦システムの提案を行った。献立のレシピに含まれる推薦対象の嫌いな材料を含むレシピとの類似度を求めることによって、嫌いな材料を含まないレシピと入れ替える手法を提案した。その後、クックパッドのデータベースに登録された献立に嫌いな材料を含まないように入れ替えを行った。入れ替えを行った献立を、グループ向け推薦手法を献立向けに拡張した手法で推薦することにより、グループの満足度を向上させる推薦システムを提案した。

提案手法は、推薦された献立に対するグループの満足度と入れ替えをした献立の妥当性の2つの観点から評価をした。グループの満足度は僅差ではあるが既存手法よりも良くなった。また、提案手法は推薦対象の低い評価を減少させることができるとわかった。献立の入れ替えの妥当性の評価では8人の栄養士に対し、献立のバランスの評価を依頼した。その結果、入れ替え後の献立は入れ替え前と比べてバランスにやや悪い影響を与えることがわかった。

以下に将来課題を述べる。まず、献立のグループ向け推薦における課題として、ユーザの推薦結果への高評価を増加させる必要がある。そのため、現在の手法では献立から嫌いな材料を含むレシピを取り除くことのみを考えているが、推薦対象者が好むレシピを追加するなど、献立の評価を高評価にするための手法が必要である。また、献立のバランスがユーザの献立への評価に影響していると考えられるため、レシピ入れ替えの際、献立に含まれる他のレシピとの食べ合わせも考慮する等献立のバランスへの影響がより少ない手法を検討していく必要がある。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 24300005, 26330081, 26870201 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」を利用しました。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) クックパッド : <http://cookpad.com/>, Nov. 2015
- 2) 楽天レシピ : <http://recipe.rakuten.co.jp/>, Nov. 2015
- 3) 高畑真里, 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, E3-5, Mar. 2011
- 4) 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,” ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 25th, ROMBUNNO.1C1-01, Dec. 2009.
- 5) 志土地由香, 井手一郎, 高橋友和, 村瀬洋, “料理レシピア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 A, J94-A, 7, pp. 532-535, Jul. 2011.
- 6) 花井俊介, 難波英嗣, 灘本明代, “健康を意識した代替食材の発見手法,” 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, G6-6, Mar. 2015
- 7) 大野礼儀, 福原知宏, 山田剛一, 増田英孝, “献立の雰囲気や考慮した料理推薦システムの提案,” 2015年度人工知能学会全国大会(第29回), 2H1-4, June. 2015
- 8) 西川智佳, 伊藤孝行, 永井明彦, 丸山智美, “献立表自動生成におけるユーザのフィードバックに基づく献立再調整アルゴリズム,” 2013年度人工知能学会全国大会(第27回), 3E1-1, June. 2013
- 9) 木原ひかり, 植田真由美, 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フォーラム, E3-3, Mar. 2011
- 10) Shlomo Berkovsky, Jill Freyne, “Group-based recipe recommendations,” 4th ACM Conference on Recommender Systems, Pages 111-118, 2010
- 11) Heung-Nam Kim, Majdi Rawashdeh, Abdulmotaieb El Saddik, “Tailoring Recommendations to Groups of Users : A Graph Walk-based Approach,” Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent User Interfaces, Pages 15-24, 2013