

[Original article]

(2011年3月2日 Accepted)

メタボ対策料理レシピ発想支援方法に関する一考察

前田 康成¹, 梶井 文人¹, 吉田 秀樹², 鈴木 正清¹

1) 北見工業大学・情報システム工学科 2) 鹿児島大学・情報生体システム工学科

要約: 本研究では、メタボリックシンドローム対策の料理レシピの新たな候補を自動生成するためのメタボ対策料理レシピ発想支援方法の検討を行う。メタボ対策料理レシピ発想支援方法では、既存の料理レシピを元データとして使用する。既存の料理レシピに含まれる食材を、元の食材よりも低カロリーで、かつ代替してもおいしく食べられるような食材で代替することによって、メタボ対策料理レシピの新たな候補を生成する。各食材について、その食材がどのような食材より低カロリーで、かつ代替してもおいしく食べられるかに関する情報を集めた食材シソーラスを準備し、メタボ対策料理レシピ発想支援方法で利用する。提案方法を実データに適用し、数例ではあるが実際に元レシピよりも低カロリーの新たな料理レシピ候補を生成できることを確認した。

キーワード: メタボリックシンドローム, 料理レシピ発想支援, メタボ対策, 食材シソーラス

A Note on supporting method for making recipe for a measure against metabolic syndrome

Yasunari MAEDA¹, Fumito MASUI¹, Hideki YOSHIDA², Masakiyo SUZUKI¹

1) Dept. of Computer Science, Kitami Institute of Technology

2) Dept. of Information Science and Biomedical Engineering, Kagoshima University

Abstract: In this research we study a supporting method for making recipe for a measure against metabolic syndrome. We use existing recipes in order to make new recipes for a measure against metabolic syndrome. Some food materials which have less calories, are used in new recipes for a measure against metabolic syndrome instead of original food materials in existing recipes. We make a food material thesaurus. The food material thesaurus is used in the supporting method for making recipe for a measure against metabolic syndrome. We show effectiveness of the proposed method by some experiments.

Keywords: metabolic syndrome, supporting method for making recipe, measure against metabolic syndrome, food material thesaurus

Yasunari MAEDA

165 Koen-cho, Kitami-shi, Hokkaido, 090-8507, Japan

Phone: +81-157-26-9328, Fax: +81-157-26-9344, E-mail: maeda@cs.kitami-it.ac.jp

1. はじめに

近年、日本では厚生労働省の指導[1]により、メタリックシンドロームを回避するような生活習慣が推奨されている。具体的には食事や運動等による生活習慣の改善が挙げられる。食事による生活習慣の改善においては、カロリーの高い食事を避け、低カロリーの食事を摂取することが重要である。低カロリーの食事を摂取するために低カロリーの料理レシピを知る方法としては、低カロリーの料理レシピを集めたレシピ本を購入する方法があるが、レシピ本では料理レシピの数がとても限定的である。また、とても料理に精通している人であれば自分で新規に低カロリーの料理レシピを考案することも可能であるが、一般的には自分で低カロリーの料理レシピを多数考案することは難しい。

他方、料理メディアに関する研究分野では、料理レシピに関する研究が数多く行われている。従来研究[2]では、検索エンジンや文書検索などで用いられているベクトル空間法を既存料理レシピの検索・推薦に応用し、食材をキーワードとして入力して当該食材を使用する既存料理レシピを検索する技術が提案されている。従来研究[3][4]では、組合せ最適化手法などを応用して、既存料理レシピを組み合わせることによって栄養面でバランスの良い献立を自動的に作成・推薦する技術が提案されている。従来研究[5][6]では、動画・音声・テキストを扱うマルチメディア処理技術を応用して、既存料理レシピの調理方法に関する利用しやすいコンテンツの作成支援技術が提案されている。しかし、新たな低カロリーの料理レシピを自動作成する研究は行われていない。

そこで、本研究では既存料理レシピと食材に関する情報をもとにして、新たな低カロリーの料理レシピの候補を生成する、メタボ対策料理レシピ発想支援方法に関する基本検討を行う。前述の従来研究で提案されている諸技術は、本研究の提案方法によって新たな低カロリーの料理レシピが生成された後に、レシピを検索したり、複数レシピを組み合わせて献立を作成したり、調理方法に関するコンテンツを作成したりする際に利用可能な技術である。

本研究では、既存料理レシピと食材に関する情報をもとにして、新たな低カロリーの料理レシピの候補が生成できることを検証する基本検討を行っており、システム化は行っていない。また、本研究における提案方法は新たな低カロリーの料理レシピ候補を生成する

ための基本部分のみであり、システム化に向けては利便性、安全性などの面から多くの追加検討が必要である。

2. 利用する情報

ここでは、本研究で利用する各種情報の定義を行う。メタボ対策料理レシピ発想支援方法では食材 DB (データベース)、既存料理レシピ DB、食材シソーラスという3つのDBを利用する。

食材に関する情報が食材DBに格納されている。 g_i , $g_i \in G$ は i 番目の食材を示し、 $G, G = \{g_1, g_2, \dots, g_{|G|}\}$ は食材集合である。 $c_1(g_i)$ は食材 g_i の1グラムあたりのエネルギー (kcal) を示す。エネルギー以外の栄養素に関する情報を $c_j(g_i)$ (j は1以外) として格納する。例えば、 $c_2(g_i)$ として食材 g_i の1グラムあたりの鉄分 (mg) を示す。(目的に応じて、いろいろな栄養素に関する情報を格納することが想定される。)

新たなメタボ対策料理レシピ (低カロリーの料理レシピ) の候補を生成する際の元の情報になる既存料理レシピに関する情報が既存料理レシピ DB に格納されている。 r_i , $r_i \in R$ は i 番目の既存料理レシピを示し、 $R, R = \{r_1, r_2, \dots, r_{|R|}\}$ は既存料理レシピ集合である。

$f(r_i, j)$, $f(r_i, j) \in F(r_i)$ は既存料理レシピ r_i の j 番目の食材を示し、 $f(r_i, j) \in G$ である。また、 $F(r_i)$,

$F(r_i) = \{f(r_i, 1), \dots, f(r_i, |F(r_i)|)\} \subset G$ は既存料理レシピ r_i の食材集合である。 $w(r_i, j)$ は既存料理レシピ r_i の j 番目の食材の1人前あたりの使用量(グラム)を示す。

人が料理をする場合、レシピどおりの食材を使用せずに他の食材で代替することがある。これは、他の食材で代替してもおいしく食べられるという料理をする人の知識を活用している。本研究ではこのような代替可能な食材の中でも特に元の食材 (被代替食材) よりもカロリーの低い食材に関する知識を食材シソーラスとして利用する。

自然言語処理の分野ではコンピュータ向けの類義語辞書がシソーラス[7]として整備されている。自然言語処理の情報検索では、当初の検索用のキーワードに同じ意味で表記の異なる類義語を論理和で追加することによって、当初のキーワードのみでは検索できなかつ

新たな情報も検索できるようにする質問拡張[8]にシソーラスが利用されている。本研究における代替食材の考え方は自然言語処理における類義語の考え方と似ているので、本研究では、これを食材シソーラスと呼ぶ。 $b_i, b_i \in G$ は食材シソーラスに格納されている i 番目の被代替食材 (代替される元の食材) を示し, $B, B = \{b_1, b_2, \dots, b_{|B|}\}, B \subset G$ は被代替食材集合である。 $a(b_i, j), a(b_i, j) \in A(b_i), a(b_i, j) \in G$ は被代替食材 b_i を当該食材で代替してもおいしく食べられるという意味で代替可能で, $c_1(b_i) > c_1(a(b_i, j))$ が成立する j 番目の代替食材を示す。また, $A(b_i), A(b_i) = \{a(b_i, 1), a(b_i, 2), \dots, a(b_i, |A(b_i)|)\}, A(b_i) \subset G$ は被代替食材 b_i に関する代替食材集合である。

3. メタボ対策料理レシピ発想支援方法

最初に前章で説明した食材シソーラスなどに格納されている情報を利用して、いくつかの定義を行う。 $m(r_i, j), m(r_i, j) \in M(r_i)$ は既存料理レシピ r_i の食材の中で食材シソーラスに被代替食材として格納されている j 番目の食材を示す。また, $M(r_i), M(r_i) = \{m(r_i, 1), m(r_i, 2), \dots, m(r_i, |M(r_i)|)\}, |M(r_i)| \leq |F(r_i)|$ は既存料理レシピ r_i の食材の中で食材シソーラスに被代替食材として格納されている食材の集合を示す。

次に、メタボ対策料理レシピ発想支援方法について説明する。既存料理レシピ r_i に基づく新たな低カロリーの料理レシピの候補を生成するアルゴリズムを以下に示す。

```
for ( $j_1 = 1; j_1 \leq |A(m(r_i, 1))|; j_1 ++$ ) {
  for ( $j_2 = 1; j_2 \leq |A(m(r_i, 2))|; j_2 ++$ ) {
    :
    for ( $j_{|M(r_i)|} = 1; j_{|M(r_i)|} \leq |A(m(r_i, |M(r_i)|))|; j_{|M(r_i)|} ++$ ) {
      料理レシピ候補  $r'_{i, j_1, j_2, \dots, j_{|M(r_i)|}}$  の生成;
    } ... }
```

上記のアルゴリズムでは、既存料理レシピ r_i の食材の中で食材シソーラスに被代替食材として格納されている食材の集合 $M(r_i)$ の各要素 (被代替食材) $m(r_i, j)$ に

ついて、 $a(m(r_i, j), 1)$ から $a(m(r_i, j), |A(m(r_i, j))|)$ まで代替させながら全組合せを列挙する。既存料理レシピ r_i に基づいて列挙される新たな低カロリーの料理レシピ候補の総数は $|A(m(r_i, 1))| |A(m(r_i, 2))| \dots |A(m(r_i, |M(r_i)|))|$ である。代替する代替食材の番号を $j_k, 1 \leq k \leq |M(r_i)|, 1 \leq j_k \leq |A(m(r_i, k))|$ で表現し、新たな低カロリーの料理レシピ候補を $r'_{i, j_1, j_2, \dots, j_{|M(r_i)|}}$ で表現している。なお、代替食材 $a(m(r_i, j), k)$ の 1 人前あたりの使用量は、被代替食材 $m(r_i, j)$ の 1 人前あたりの使用量と等しいとする。

料理レシピ候補 $r'_{i, j_1, j_2, \dots, j_{|M(r_i)|}}$ は、既存料理レシピ r_i の被代替食材をよりカロリーの低い代替食材で代替することによって生成されたレシピなので、1 人前あたりのカロリーは既存料理レシピ r_i のカロリーよりも低くなっている。なお、既存料理レシピ r_i の 1 人前あたりのカロリーは $\sum_{j=1}^{|F(r_i)|} c(f(r_i, j)) w(r_i, j)$ で、料理レシピ候補 $r'_{i, j_1, j_2, \dots, j_{|M(r_i)|}}$ の 1 人前あたりのカロリーは $\sum_{j=1}^{|F(r')|} c(f(r', j)) w(r', j)$ である。ただし、 r' は $r'_{i, j_1, j_2, \dots, j_{|M(r_i)|}}$ の略記である。

上記の新たな低カロリーの料理レシピ候補の生成を既存料理レシピ集合 R の全要素について行うことによって、全既存料理レシピについて、提案方法に基づく新たな低カロリーの料理レシピ候補を全列挙できる。

4. 提案方法の適用例

ここでは、前章で提案したメタボ対策料理レシピ発想支援方法を実データに適用した例を紹介する。なお、本研究ではシステム化は実施しておらず、適用例を得るにあたっては、最低限の実験環境のみ用意した。具体的には、既存料理レシピ DBなどをテキストファイルで作成し、新規料理レシピ候補を生成するプログラムを Java 言語で作成した。

実験に際して、既存料理レシピ DB はレシピ集[9]を参考にした。食材の重量の換算 (トマト 1 個のグラム

メタボ対策料理レシピ発想支援方法に関する一考察

換算など)は厚生労働省作成の食品番号表[10]を参考にした。食材DBのエネルギーや栄養素の情報については、文部科学省の食品成分データベース[11]を参考にした。食材ソーラスについては、食材のエネルギーの大小判定については食材DBを参照し、代替した場合においしく食べられるかどうかの判定については著者らの主観に基づいて作成した。

最初に、既存料理レシピ「さんまの竜田揚げ」と「じゃが芋と牛肉の炒め物」に提案方法を適用した際に生成された新たな低カロリーの料理レシピ候補の中から最も低カロリーだった候補(適用例1と適用例2)を表1.と表2.に示す。適用例1では元レシピのさんまをまいわしで代替し、適用例2では元レシピの牛肉とじゃが芋を、鶏肉とさといもで代替している。エネルギーを低くすることのみが目的の場合には、実験の際に使用したデータのもとでは、エネルギーが最小の適用例1と適用例2の候補がそれぞれ最良だと考えられる。

次にエネルギーに加えて他の栄養素も考慮対象に加えてみる。今回の実験では、 $c_2(g_i)$ として食材 g_i の1グラムあたりの鉄分(mg)に関する情報も食材DBに格納しているので、鉄分を考慮対象に追加する。表2.より、適用例2の候補は元レシピよりも鉄分が低くなっている。鉄分の摂取も食事の目的とする場合には、エ

表1. 適用例1 (1人前)

既存料理レシピ名	さんまの竜田揚げ
元レシピの食材	さんま, しょうゆ, 酒, 片栗粉, にんにく, 油
代替食材	さんま→まいわし
元レシピのエネルギー	579 (kcal)
レシピ候補のエネルギー	440 (kcal)

表2. 適用例2 (1人前)

既存料理レシピ名	じゃが芋と牛肉の炒め物
元レシピの食材	牛肉, じゃが芋, さやいんげん, しょうゆ, 酒, 片栗粉, にんにく, 粗塩, こしょう, 油
代替食材	牛肉→鶏肉, じゃが芋→さといも
元レシピのエネルギー	504 (kcal)
レシピ候補のエネルギー	292 (kcal)
元レシピの鉄分	1.26 (mg)
レシピ候補の鉄分	1.08 (mg)

ネルギーを元レシピよりも低くし、かつ鉄分を増量するような候補が期待される。適用例2の元レシピに提案方法を適用した際に生成された候補の中から、そのような条件を満足する候補を適用例3として表3.に示す。

適用例3では牛肉とじゃが芋を、馬肉とさといもで代替し、エネルギーが293kcal, 鉄分が3.64mgである。適用例2とエネルギーはほぼ同じで、鉄分は元レシピの約3倍となっている。しかし、馬肉を購入できる店の数が限られているという点を考慮すると、適用例3は実用的ではない。

提案方法が生成した候補の中には、牛肉とじゃが芋を、ラム(羊肉)とさといもで代替する候補もあるので適用例4として表4.に示す。

適用例4はエネルギーが360kcal, 鉄分が2.20mgである。適用例2および適用例3ほどの低カロリーではないが、鉄分の摂取と代替食材の購入し易さを考慮に

表3. 適用例3 (1人前)

既存料理レシピ名	じゃが芋と牛肉の炒め物
元レシピの食材	牛肉, じゃが芋, さやいんげん, しょうゆ, 酒, 片栗粉, にんにく, 粗塩, こしょう, 油
代替食材	牛肉→馬肉, じゃが芋→さといも
元レシピのエネルギー	504 (kcal)
レシピ候補のエネルギー	293 (kcal)
元レシピの鉄分	1.26 (mg)
レシピ候補の鉄分	3.64 (mg)

表4. 適用例4 (1人前)

既存料理レシピ名	じゃが芋と牛肉の炒め物
元レシピの食材	牛肉, じゃが芋, さやいんげん, しょうゆ, 酒, 片栗粉, にんにく, 粗塩, こしょう, 油
代替食材	牛肉→ラム(羊肉), じゃが芋→さといも
元レシピのエネルギー	504 (kcal)
レシピ候補のエネルギー	360 (kcal)
元レシピの鉄分	1.26 (mg)
レシピ候補の鉄分	2.20 (mg)

入ると、適用例3よりも適用例4の方が実用的な候補である。

5. 考察と今後の課題

今回の基本検討をとおして、課題も多く見つかった。ここでは、考察を加えながら今後の課題について述べる。

1 点目は食材シソーラス等の各種 DB のデータ量についてである。提案方法によって生成される候補の充実度は各種 DB の保有データの充実度によって左右されるため、各種 DB のデータ拡充は重要な今後の課題である。例えば、食材 DB に登録されている油について考えた場合に、現状では一般的な植物油脂類のみを想定しているが、ラードなども対象にする場合には項目名称を細分化してデータを追加登録することになる。また、植物油脂類でもメーカーによってカロリーを軽減した特殊な製品もあるので、各メーカーの製品ごとの登録についても検討する必要がある。

2 点目は生成される候補（または登録される候補）の絞り込み方法である。現状の提案方法は代替食材の組合せ数だけ候補が生成されるので、候補数が膨大になる場合もある。そこで、候補生成後にシステムの利用者がシステムに登録する（データを保存しておく）候補を絞り込む際の絞り込み方法や、あるいは候補生成時に各種条件に従って余分な候補の生成を制限する方法の検討も今後の課題である。

3 点目は提案方法によって生成されて既にシステムに登録されている新規料理レシピ候補を、システム利用者が検索する際の候補の絞り込み方法である。システム利用者が任意の食材や各種栄養素の目標摂取量などを入力して検索する機能や、システム利用者の食事制限などに関する情報をあらかじめシステムに登録しておくことによって当該利用者に提示してはいけない不適切な候補を排除する機能に関する検討も今後の課題である。

4 点目として安全性に関する追加検討が必要である。上記3点目で述べたシステム利用者の食事制限情報に基づく不適切な候補の排除に関連する。利用者の嗜好に基づく満足度を高めることも重要であるが、持病やアレルギーによる食事制限は利用者の生命に関わることであり、特に重要である。よって、システム化の際には嗜好に関する条件設定は容易に変更できる仕様が利便性の面で好ましいが、アレルギーや持病による食

事制限に関する条件設定に関しては間違った設定や変更が行われないように二重、三重で確認するような仕様が安全性の面で好ましい。

5 点目として、食材シソーラスや生成後にシステムに保存された新規料理レシピ候補データの更新に関する検討が挙げられる。初期の食材シソーラスについては基本的なシソーラスを配付する場合と、利用者個人で作成する場合が考えられる。いずれの場合にしても、個人の嗜好や嗜好の変化を反映するために食材シソーラスの更新が必要である。よって、利用者の嗜好に合わせて食材シソーラスを容易に更新可能な機能の検討が必要である。また、システムに保存される新規料理レシピ候補データは、既存料理レシピ DB に格納されているデータに追加があった際に増加する。既存料理レシピ DB の更新頻度はいろいろな場合が想定されるが、利用開始当初は頻繁に更新されることが想定され、ある程度の運用後は更新頻度は少なくなることが想定される。以前にシステムに保存した新規料理レシピ候補データを利用者の嗜好に合わせて削除できるような機能の検討も必要である。具体的には、単に利用者が不要なデータを削除する機能や、利用者にはレシピ候補を実際に調理（採用）した際にシステム上で何らかの記録をつけてもらい、採用状況に基づいてシステムが削除提案するような機能などが考えられる。

6 点目として、提案方法によって生成された新規料理レシピ候補の調理方法の整合性に関する検討が挙げられる。提案方法では食材の組合せをレシピとして扱っており、食材の代替に伴う調理方法の見直しは行っていない。しかし、例えば牛肉と鶏肉では加熱すべき時間が異なる。調理方法の見直しについては利用者任せの対応も考えられるが、料理が苦手な利用者の存在も想定すると、食材の代替に伴う調理方法の変更に関する検討が必要である。

本研究では、メタボ対策料理レシピ発想支援方法に関する基本検討として、食材シソーラスなどの各種 DB を利用することによって、元レシピよりも低カロリーの料理レシピ候補や、低カロリーでかつ他の栄養素が元レシピよりも多く含まれたレシピ候補が生成できることを確認した。しかし、当該レシピに従った料理の味（または想定される味）の評価は行っていない。よって、7 点目の課題として被験者による味に関する評価も挙げられる。

6. 結論

本研究では既存料理レシピと食材に関する情報をもとにして、新たな低カロリーの料理レシピの候補を生成する、メタボ対策料理レシピ発想支援方法の基本検討を行った。数例ではあるが、提案方法を実データに適用し、元レシピよりも低カロリーの料理レシピ候補や、低カロリーでかつ他の栄養素が元レシピよりも多く含まれた料理レシピ候補が生成できることを確認した。

前述の課題を含め、今後さらにメタボ対策料理レシピ発想支援方法に関する検討を深めていきたい。

参考文献

- [1] 労働者健康福祉機構: メタボリック・シンドローム 予防・解消ハンドブック, 労働調査会, 2008.
- [2] 石原和幸, 上田真由美, 平野靖, 梶田将司, 間瀬健二: TF-IDF を用いた個人嗜好レシピ推薦手法の有効性検証, 信学技報, MVE2007-77, pp.51-56, 2008.
- [3] 苅米志帆乃, 藤井敦: 栄養素等摂取バランスを考慮した料理レシピ検索システム, 信学論D, vol.J92-D, no.7, pp.975-983, 2009.
- [4] 辻明日夏, 倉重賢治, 亀山嘉正: ファジィ数理計画法を用いた料理の選択, 知能と情報, vol.20, no.3, pp.337-346, 2008.
- [5] 三浦宏一, 高野求, 浜田玲子, 井手一郎, 坂井修一, 田中英彦: 料理映像の構造解析による調理手順との対応付け, 信学論 DII, vol.J86-D-II, no.11, pp.1647-1656, 2003.
- [6] 山肩洋子, 角所考, 美濃導彦: 調理コンテンツの自動作成のためのレシピテキストと調理観測映像の対応付け, 信学論 D, vol.J90-D, no.10, pp.2817-2829, 2007.
- [7] 池原悟, 宮崎正弘, 白井諭, 横尾昭男, 中岩浩巳, 小倉健太郎, 大山芳史, 林良彦: 日本語語彙大系, 岩波書店, 1997.
- [8] 栗山和子: シソーラスを用いた検索式拡張の評価, 情報処理学会研究報告, 98-FI-52, pp.1-8, 1998.
- [9] 日本テレビ: 美味しいレシピが満載! 日本テレビ 系列「キューピー3分クッキング」, <http://www.ntv.co.jp/3min/index.html>, 参照 Jan.4.2011.
- [10] 厚生労働省: 食品番号表,

<http://www.nih.go.jp/eiken/nns/system/bangohyo.pdf>, 参照 Jan.4.2011.

- [11] 文部科学省: 食品成分データベース, <http://fooddb.jp/index.html>, 参照 Jan.4.2011.



前田康成 (まえだやすなり)

北見工業大学准教授.

知識情報処理, 自然言語処理の研究に従事. 電子情報通信学会, 情報処理学会等各会員.