F-019

栄養情報を用いた目的指向料理推薦システムの試作
An Implementation of Goal-Oriented Recipe Recommendation System with Nutritious Information

植田 嗣也† 伊藤 孝行†‡ 岩上将史†
Tsuguya Ueta Takayuki Ito Masashi Iwakami

1. はじめに

近年，インターネットの普及と IT リテラシーの向上により，料理を作る際にインターネットを利用するユーザが増加している．主婦のレシピサイト利用調査[1]では，回答者のうち，44.4 %の主婦が日常的にレシピサイトを利用していると回答しており，今後もレシピサイトを活用するユーザが増えることが見込まれる．モバイル端末を手元に置きながら料理サイトを参照するユーザも多く，モバイル端末の普及もレシピサイトを利用するユーザの増加の一因となっている．料理に関連する事象として健康に着目すると，健康日本 21 全国大会[2]が各地で開かれており，健康増進を政府が推奨している．健康を増進することは，国の財政の面からも重要である．高血圧や糖尿病などの生活習慣病は，死亡原因の 6 割，医療費の 3 割を占めており，医療費の抑制のためには，健康診断の定期的な受診や日ごろの健康づくりが重要である[3].

以上のような昨今の健康志向を背景に，健康を意識したレシピを提供する WEB サイトも存在する[4]．[4]では料理に含まれるタンパク質や脂質などの栄養素の量を表示し，利用者の献立の決定をサポートしている．しかし，疲労回復や生活改善のための健康を目的とする献立を決めるには栄養素に関する専門的な知識が必要であり，目的の栄養素を多く含んだ料理を検索することはユーザにとって負担が大きい．例えば，肌荒れが気になるユーザが肌荒れに聞く栄養素を検索し，肌荒れに聞く栄養素を多く含んだ料理を検索することは手間がかかる．また，[1]では 64 %のユーザが「レシピの豊富さ」を重要視しており，健康を意識したレシピを提供する WEB サイトでは栄養士が作成できる料理の数に限界があるという問題もある．

そこで，本稿では，ユーザの料理検索における負担の軽減と栄養士の料理レシピ作成における負担の軽減を目的として， WEB 上の料理の栄養を自動で計算し，栄養に対する専門知識を持たないユーザが，「疲労を回復したい」，「ニキビを治したい」，「糖尿病を予防したい」などの自然な文章を入力することで，簡単に料理を検索することができるシステムの構築を目指す．本システムにより，管理栄養士は手動で料理レシピを作る必要がなくなり，ユーザは栄養に関する高度な知識を必要とせずに健康を改善するレシピを検索することが可能となる．

本論文の構成を以下に示す．まず， 2 章で本論文と関連する先行研究を紹介し，本稿の位置づけを示す．そして，3 章で試作したシステムの構成について述べる．その後，4 章においてシステムの実行例を示し， 5 章では，評価実験を行った結果について示す．そして最後に， 6 章で本論文のまとめと今後の課題を示す．

†名古屋工業大学大学院情報工学専攻／産業戦略工学専攻
Information Engineering Department ／ School of Techno-Business, Administration ,Nagoya Institute of Technology
‡東京大学 政策ビジョン研究センター
Policy Alternatives Research Institute, University of Tokyo

2．関連研究

本稿に関連する研究として，栄養情報検索システム，目的指向商品推薦システムおよびオノマトペに着目した料理推薦システムを紹介する．

2.1 栄養情報検索システム

国民の健康を増進することは，重要な課題である．2009 年度の我が国の医療費は35 兆3000 億円であるが，そのうちの3 割は高血圧や糖尿病などの生活習慣病に対する医療費である．生活習慣病は食事や運動を通じて予防に努めることが可能であり，健康日本21 などの取り組みがなされている．健康・栄養情報基盤データベース[5]は，独立行政法人国立健康・栄養研究所と科学技術振興事業団との共同研究で開発された国民栄養調査に関するデータ検索サービスである．[5]は国民栄養調査データ，料理データおよび栄養所要量データから構成されており，電子化されている昭和48年以降の国民栄養調査データをデータベース化し，栄養行政や栄養の研究に役立つことを目的としている．登録されている料理データベースは食や料理に関する情報の整理に活用することができる．家庭食・外食・総菜・加工食品を含めた料理データベースは，食や料理に関する情報の整理に活用することができるが，[5] は登録されている料理の種類が少なく，レシピ数の豊富さを求める昨今のユーザーのニーズには対応しているとは言い難い．

2.2 目的指向商品推薦システム

目的指向推薦システムは， WEB 上に溢れる多くの情報や商品の中から１人１人のユーザに合わせた推薦を行う推薦システムの分野において，ユーザの目的や状況に合わせて推薦を行うことを特徴とするシステムである．目的指向商品推薦システムに関連する研究として，見並や小林による目的指向衣服推薦システムがある[6][7]．[6]では，ユーザから入力される言葉の印象値を抽出し，商品の持つ印象値とマッチングさせることで衣服の推薦をしている．印象値とは，「カジュアル／フォーマル」，「シンプル／華やか」などのパラメータに与えられた値で，言葉や商品にはそれぞれ複数のパラメータに印象値が割り振られている．データベースに関しては，言葉の印象値を定義する辞書（印象辞書）を，大規模な文章群を解析することで作成している．また，商品レビュー内の言葉を抽出し，印象辞書を用いて商品に印象値を割り振り，独自の商品データベースを構築している．作成した商品データベースとユーザからの入力文をマッチングさせ，ユーザの目的や状況に合わせた商品の推薦を実現している．

Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

2.3 オノマトペに着目した料理推薦システム

[8]では，日本語特有のオノマトペを料理レシピ推薦に活用している．日本では料理や味覚を擬音語，擬態語を表すオノマトペを用いて「ふわふわケーキ」のように表現することが多い．具体的には WEB 上の料理掲載ページよりレシピを収集し，レシピ内の文章を解析し，オノマトペと固有名詞（料理名，食材など），形容詞，一般名詞，動詞の関連性を数字化する．これらの関連より，レシピに含まれる語からオノマトペとの関連度を算出することで，キーワードサーチと比べて精度の高いレシピ検索システムを構築している．現在，「オノマトペロリ」として試験的に運用が行われている．

2.4 関連研究に対する本稿の位置づけ

本稿の位置づけを示す．本稿では，目的指向商品推薦システムの推薦手法を，料理推薦に応用している．推薦に関しては，ユーザが目指す健康状態を自然な文章で入力し，健康を増進する料理を推薦する．共起辞書を構築し，共起辞書と栄養情報データベースを用いて推薦を行う点が印象値データベースを用いる[6]とは異なる．栄養情報に関しては[9]の栄養素に関するデータを収集し，推薦の際に考慮する．[8]との違いは，[8]ではユーザの料理に対する印象（オノマトペ）を活用しているが，本稿では，ユーザが入力した文章内にある名詞と最も関連性のある栄養素名を多く含んだ料理を検索して推薦する点が異なる．

3．目的指向料理推薦システム

3.1 システムの構成

本システムの流れを具体的な例を用いて図1中の(1)，(2)，(3)，(4) および(5) の順に説明していく．(1) では，ユーザが日常生活における健康上の目的を文章で入力する．例えば，ユーザがニキビに悩んでいる場合は，「ニキビを治したい」や「ニキビが気になる」等の文章を自然言語形式で入力する．(2) では，システムは(1) で入力された文章を和布蕪（めかぶ）により形態素に分解し，名詞を取り出す．例えば，「ニキビを治したい」という文章の場合，取り出される名詞は「ニキビ」である．(3) では，(2) で取り出した名詞と最も関連する栄養素を次節で説明する共起辞書から検索する．例えば，名詞が「ニキビ」であった場合，「ニキビ」と最も関連する栄養素は「パントテン酸」となる．(4) では，(3) で取得した栄養素を多く含む料理を，料理情報データベースから検索する．具体的には，「パントテン酸」を多く含む料理は，レバーやキノコ類を多く使っている料理が検索される．(5) では，検索された料理が iPhone 端末を通じてユーザにリスト形式で表示される．入力インターフェースにはApple 社のiPhone 端末を採用した．iPhone プログラムは外部に構築した料理情報を提供する WEB サーバーに対し検索要求を行い，検索要求を受け取ったWEB サーバーはデータベースから検索した料理に関する情報をXML 形式に加工して出力する．XML 形式の検索結果を受けたiPhone 側では，受け取ったXML をパースし，料理をユーザに表示する．

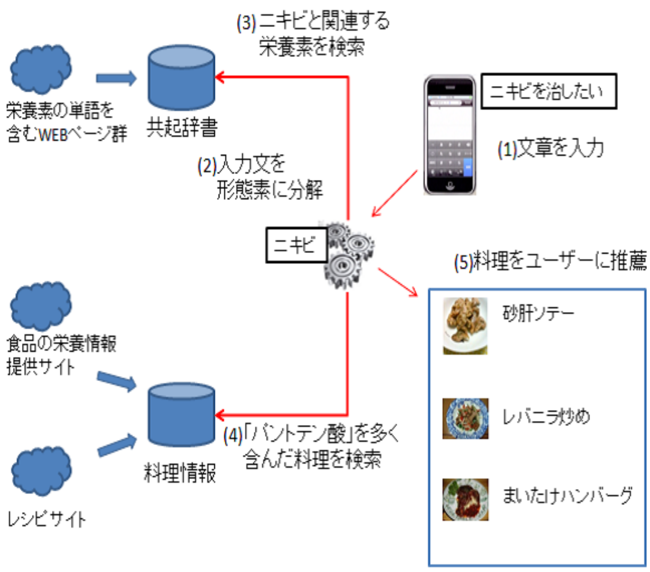

図1　システムの構成

3.2 共起辞書

表 1 共起辞書に対して「パントテン酸」で検索した場合の検索結果

栄養素名	単語	共起回数
パントテン酸	健康	248
パントテン酸	葉酸	198
パントテン酸	ビタミンC	193
パントテン酸	ストレス	184
パントテン酸	皮膚	151
パントテン酸	代謝	127
パントテン酸	ニキビ	125
パントテン酸	効果的	115
パントテン酸	脂質	107
パントテン酸	体	106
パントテン酸	肌	104
パントテン酸	免疫力	98
パントテン酸	作用	94
パントテン酸	ミネラル	92
パントテン酸	副腎皮質ホルモン	90

本システムでは，ユーザが入力した「ニキビを治したい」などの文章を形態素解析し，取り出した名詞と関連のある栄養素を検索する際に共起辞書を用いている．共起辞書の作成に関しては，ビタミンA(レチノール)，ビタミンB やビタミンC などの45 種類の栄養素名でgoogle に対して検索要求をし，上位にランクされたWEB ページを栄養素ごとに500 件ずつ収集する．収集したWEB ページを形態素解析して名詞を取り出し，取り出した名詞の数を数え，栄養素名との共起辞書を構築する．共起辞書を構築する理由は，WEB ページ上では，栄養素の単語が載っているWEB ページは栄養素がもたらす効果を説明する場合が多く，同じ WEB ページに栄養素名と共に出現する単語は栄養素がもたらす効果を表していると考えたためである．例えば「カルシウム」に関する効果を紹介しているWEB ページでは，カルシウムがもたらす効果に関する「歯」や「骨」という単語が多く出現する．表1は，以上の手法により構築した共起辞書に対して「パントテン酸」で検索を行い，降順にソートした場合の検索結果である．パントテン酸と共起し

Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Instiute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

た単語には「代謝」，「ニキビ」や「免疫力」があり，パントテン酸は代謝や免疫力を高めたり，肌荒れの治療に効果的であったりすると考えられる．表2は，共起辞書に対して「ニキビ」で検索を行い，降順にソートした場合の検索結果である．「ニキビ」との共起回数は降順に「パントテン酸」，「ビタミンB2」や「ビタミンB6」の順になっており，特に「パントテン酸」が「ニキビ」と共起している．そのため，「パントテン酸」が「ニキビ」には効果的であると考えられる．本システムで構築した共起辞書に登録されている単語同士のペアの数は，約35万件である．また，各45 種類の栄養素に対する共起単語数は，約8000 件である．

表 2 共起辞書に対して「ニキビ」で検索した場合の検索結果

栄養素名	単語	共起回数
パントテン酸	ニキビ	125
ビタミンB2	ニキビ	47
ビタミンB6	ニキビ	29
ビタミンC	ニキビ	19
レチノール	ニキビ	17
カロテンα	ニキビ	16
ビタミンB1	ニキビ	15
トコフェロールα	ニキビ	13
多価不飽和	ニキビ	9
飽和脂肪酸	ニキビ	7
一価不飽和	ニキビ	7
亜鉛	ニキビ	7
B12	ニキビ	6
リン	ニキビ	5
葉酸	ニキビ	4

3.3 栄養成分データベース

食材に対する栄養成分のデータベースは，自作したクローラープログラムを用いてデータを収集することにより構築した．収集できた材料の数は1861 件であった．各食品は，それぞれ豊富な栄養素の種類が異なっており，一つの栄養素を見ても，含有量には食品によって大きな差がある．表3は，食品成分データベースにおけるパントテン酸の含有量の上位20 件の表である．表3からパントテン酸はレバーや魚介類などの動植物食品に多く含まれていることがわかる．例えば，「ニキビ」に効果的であると考えられる栄養素は「パントテン酸」であるため，レバーや魚介類を使った料理が「ニキビ」に効果的であると考えられる．

本システムでは，料理を通じてユーザが健康を維持または獲得できることを目標としている．健康を獲得するためには，摂取する栄養素の量が，国が定める摂取基準を満たしている必要がある．栄養摂取基準に関するデータは，日本人の食事摂取基準2005 年版[10]を参照し，人手により構築した．摂取基準は性別や年齢で異なるため，それぞれに応じた摂取基準を用いる必要がある．表4は，一日あたりの女性のパントテン酸の摂取目安である．パントテン酸の摂取目安量は成人一日あたりでおよそ5mg必要であるため，表4を活用し，レバーや魚介類を中心に献立を構成すれば，1 日に必要なパントテン酸を摂取できると考えられる．

表 3 材料のパントテン酸含有量

食品名	含有量	単位
肉類/にわとり/[副生物]/肝臓/生	10.1	mg
きのこ類/しいたけ/乾しいたけ/乾	7.93	mg
肉類/ぶた/[その他]/スモークレバー	7.28	mg
肉類/ぶた/[副生物]/肝臓/生	7.19	mg
肉類/うし/[副生物]/肝臓/生	6.4	mg
乳類/(その他)/チーズホエーパウダー	5.95	mg
魚介類/やつめうなぎ/干しやつめ	5.76	mg
調味料及び香辛料類/酵母/パン酵母,乾燥	5.73	mg
魚介類/ぼら/からすみ	5.17	mg
肉類/すずめ/肉，骨・皮つき，生	4.56	mg
肉類/はと/肉，皮なし，生	4.48	mg
肉類/にわとり/[副生物]/心臓/生	4.41	mg
肉類/フォアグラ/ゆで	4.38	mg
肉類/ぶた/[副生物]/じん臓/生	4.36	mg
卵類/(鶏卵類)/卵黄/生	4.33	mg
豆類/だいず/[納豆類]/挽きわり納豆	4.28	mg
乳類/(粉乳類)/脱脂粉乳	4.17	mg
し好飲料類/(緑茶類)/玉露/茶	4.1	mg
卵類/(鶏卵類)/卵黄/ゆで	4.08	mg
肉類/うし/[副生物]/じん臓/生	4.08	mg

表 4 一日あたりの女性のパントテン酸の摂取量目安 (単位は mg)

年齢(歳)	推定平均必要量	推奨量	目安量	耐容上限量
0~5(月)	—	—	4	—
6~11(月)	—	—	5	—
1~2(歳)	—	—	3	—
3~5(歳)	—	—	4	—
6~7(歳)	—	—	5	—
8~9(歳)	—	—	5	—
10~11(歳)	—	—	6	—
12~14(歳)	—	—	6	—
15~17(歳)	—	—	5	—
18~29(歳)	—	—	5	—
30~49(歳)	—	—	5	—
50~59(歳)	—	—	5	—
70 以上(歳)	—	—	5	—
妊婦(付加量)	—	—	+1	—
授乳婦(付加量)	—		+4	—

3.4 栄養情報を含んだ料理データベース

栄養情報を含んだ料理データベースは，WEB サイトから料理情報を収集し，材料の量から栄養情報を計算して構築している．具体的に収集する料理情報はcookpad.com[11]で公開されている約60 万件の料理レシピとし，料理情報のタイトル，材料，分量，感想および手順を抽出する．材料に関しては栄養成分データベースを参照するために不要語を除去し，和布蕪を用いて全てカタカナに変換した．カタカナに変換する理由は，「リンゴ」や「林檎」は同一なものと考えるためである．「えのき」などの単語は「え」と「のく」に分解されて形態素解析がうまくいかないため，独自にユーザ辞書を追加した．追加したユーザ辞書の数は，栄養成分データベースに登録されている単語約1500 件と，材料として出現頻度の高い単語約500 件である．出現頻度の高い単語の例として「ＢＰ」がある．ＢＰはベーキングパウダーの略称で，栄養成分データベースに存在しないが，ユーザがよく使う単語であるため辞書に追加している．分

Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Instiute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

量に関しても同様に，不要語を除去し，数値情報と単位情報に分解する．単位に関しては「個」や「本」などの単位があるが，栄養成分データベースでは「グラム」を基準としているため，1 個や2 個などの単位をグラムに変換する辞書を構築する．変換辞書は食品番号表[12]を用いて人手により構築した．また，食品番号表に存在しない単位に関しては，検索サイトを用いて人手により構築した．

データベースに登録されている料理10 件を用いて，栄養成分データベースに存在する食品への分類精度の確認を行った．表5に自由記述形式の材料の分類結果を示す．対象の料理10 件の総材料数は79 件であった．79 件のうち正確に分類できた材料の数は73 件であった．

分類できなかった材料で，そもそも材料でない不正なデータは1 件であり，「下：台」という単語であった．分類できなかった材料で，食品であったものは6 件あり，「ドリュール」，「アマレット」，「オレオ」，「シラントロ」および「バニラオイル」であった．以上の食品は食品栄養データベースには載っていないが食品であるため，栄養を計算する必要があり，計算手法は今後の課題である．また，海外のハーブ類も食品栄養データベースには存在しないものがあり，栄養情報データベースを拡張することも今後の課題である．分類できたが誤って分類していたものは3 件あった．「中：洋梨のムース」は洋梨を使用したムースであるが，洋梨として誤判別された．「ラム酒」は酒類であるが，栄養データベースには「ラム（肉）」が存在するため，ラム肉として誤判別された．さらに「鮭」と「酒」がカタカナに変換すると同一になるため，これらも誤判別された．「中：洋梨のムース」に関しては食材とは考えにくく，栄養を計算できる可能性は低いが，「ラム酒」や「鮭」は単純にカタカナによる方法ではなく，他の新たな手法と組み合わせて分類精度を改善できる可能性があるため，新たな分類手法の提案が今後の課題である．

栄養成分データベースには，食材が生の場合の栄養素と食材をゆでた場合の栄養素が登録されている場合がある．現在，以上の2 つの栄養情報の違いは考慮しておらず，食材が生の場合と食材をゆでた場合の栄養素を平均した栄養情報を用いている．手順を形態素解析して，「ゆでる」や「煮る」などの動詞を取り出し，料理が生であるか，それともゆでてあるのかを判断することも今後の課題である．

前述の料理10 件を用いて，材料のグラム変換の精度を確認した．確認に用いた材料は，前述の材料の分類で正しく分類できた70 件に限った．表6に自由記述形式の材料の分類結果を示す．個や本などは材料固有の単位であり，グラム変換が可能である．グラムではない単位であるが「大さじ2 杯」などは，数値の前に単語が来るため，大さじを15 グラム，小さじを5 グラムとすることでグラム変換可能であった．少々という単語はあいまいで何グラムか判定できないので，10 グラムとして計算を行った．「適量」という単語もあいまいであるため，少々という単語と同じく10 グラムとしてグラム変換を行った．半分という単語は，グラム変換辞書に登録されているグラム(食材一個あたり) の半分のグラムとして変換を行った．不正な単語に関しては，単位も数字も存在しないデータであったため，計算を行わなかった．「２，３個」や「１～２個」など数字が昇順に複数出現する単語は数字同士の平均を取って計算をした．数字が昇順になっていないものに関しては，数字同士を足し合わせた．例外として，「2/3」のような分量は「3 分の2」を表しているため，実際に割り算を行った．例えば，「1 と1/2」のような分量は，まず「1/2」を0.5 に変換し，「1 と0.5」となる．この数字は昇順になっていないため，数字同士を足し合わせ，「1.5」となる．

表 5 自由記述形式の材料の分類結果

カテゴリ	件数
正しく分類できた単語	70
不正な単語	1
食材であるが分類できなかった単語	5
誤って分類した単語	3
合計	79

表 6 自由記述形式の分量のグラム変換

カテゴリ	件数
少量を表す単語	8
適量を表す単語	7
不正な単語	2
半分を表す単語	2
g やcc などの単位	23
大さじ／小さじ	11
個や本などの単位	17
合計	70

4．システム概要

4.1 システムの流れ

本システムでは，ユーザによる文章の入力インターフェースにiPhone を採用している．iPhone を採用する理由は，IT リテラシーのあまり高くないユーザでも気軽に料理が検索できることを目指しているためである． システムの使い方を，図2のシステムの画面遷移図に沿って紹介する．(1) はシステムのトップ画面である．(1) では，3 つのメニューが表示されている．具体的には，「フリーワード検索」，「栄養素による検索」および「おまかせワードによる検索」である．ユーザが「フリーワード検索」を選択した場合，システムは(2) のフリーワード検索画面に遷移する．

(2) では，ユーザは健康上の目的や気になる症状を入力する．入力が完了したら，「検索」ボタンを押すことにより，システムはユーザの目的を満たす料理を検索する．そして，ユーザの目的を満たす栄養素が豊富な料理を，栄養素の量で降順にソートした結果をリスト形式で表示する．ユーザが(1) にて「栄養素による検索」を選択した場合，システムは(3) の栄養素による検索画面に遷移する．

(3) では，システムがサーバーから代表的な栄養素一覧を取得し，栄養素の説明文と共にリスト形式で表示する．ユーザは自分が望んでいる栄養素がある場合，その栄養素をタップする．栄養素名がタップされた場合，システムはユーザが選択した栄養素が豊富な料理をサーバーに問い合わせ，検索を行う．結果が返ってくると，システムは(2) の検索画面に遷移し，取得した結果をリスト形式でユーザに表示する．ユーザが(1) にて「おまかせワードによる検索」を選択した場合，システムは(4) のおまかせワードによる検索画面に遷移する．

(4) では，システムがサーバーから人気の検索語句の一覧を取得し，ユーザにリスト形式で表示する．ユーザは自分の目的と似ている検索語句がある場合，その検索語句をタップする．検索語句がタップされた場合，システムはユーザが選択された検索語句により，目的を満たす料理をサーバーに問い合わせ，検索を行う．結果が返ってくると，システムは(2) の検索画面に遷移し，取得した結果をリスト形式でユーザに表示する．ユーザが気になる料理を(2)

Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Instiute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

にて発見した場合，ユーザはその料理の詳細を確認することができる．ユーザが料理名をタップした場合，システムは(5) の料理レシピ詳細画面に遷移する．

(5) では，ユーザは料理のコメント，材料，分量および料理の作り方を閲覧することができる．また，本システムは料理情報をWEB上から取得しているため，「リンク」ボタンをタップすることにより，料理情報の提供元WEBサイトにジャンプすることができる．(5) にて料理の詳細を確認した後，ユーザはその料理を献立にしたいと思ったら，「献立に追加」ボタンをタップすることにより，料理をメモリに保存することができる．また，献立ではなくお気に入りとして登録しておきたい場合は，「お気に入りに追加」ボタンをタップすることにより，料理情報をiPhone 内のデータベースに保存することができる．ユーザは料理の栄養情報を確認することもできる．ユーザが(5) にて料理の栄養情報を確認したいと思った場合，ユーザが「栄養を見る」ボタンをタップした場合，システムは(6) の栄養情報確認画面に遷移する．

(6) では，各栄養素の下限と上限が表示され，選択された料理が各栄養素をどのくらい含んでいるのかを，グラフ形式で閲覧できる．ここでは，栄養素が年齢，性別に合わせてどのくらい摂取基準を満たしているかを示す達成率がグラフ形式で表示される．また，画面下部により，不足している栄養素と過剰摂取気味の栄養素がテキストで表示される．

(7) では，ユーザが今日の献立に決めた料理がリスト形式で表示される．ユーザが料理名をタップした場合，システムは(5) に遷移し，料理の詳細を確認することができる．また，献立全体の栄養素量を確認することもできる．ユーザが「合計の栄養」ボタンをタップした場合，システムは(6) に遷移し，献立に登録されているすべての料理の合計の栄養素量を計算し，グラフ形式でユーザに表示する．

(8) では，ユーザがお気に入りとして登録した料理がリスト形式で表示される．ユーザが料理名をタップした場合，システムは(5) に遷移し，料理の詳細を確認することができる．

(9) では，ユーザの情報を設定することができる．具体的な項目は，年齢，性別，タイムアウト秒数および利用データベースである．性別と年齢は，各ユーザに合わせた摂取基準を表示するために設定項目として設けている．接続タイムアウトに関しては，本システムはモバイル端末上で動作しており通信環境が貧弱な環境が想定され，ユーザビリティを向上させるためにタイムアウト秒数を設定できるようにしてある．また，料理の件数が多いため，ユーザにとって興味がありそうな料理が膨大なその他の料理の中に埋もれてしまう可能性がある．そのため，本システムではデータベースを分割し，ユーザが新しい料理を発見できる．

4.2 システムの実行

図3は，iPhone 端末により目的文章を入力し，推薦結果を一覧する画面である．得られた料理は料理名をクリックすることで材料の分量や料理手順の詳細画面を確認することができる．検索の実行例を示す．表7は，「風邪を予防したい」と入力した場合の料理の推薦結果である．「風邪」と最も共起する栄養素は「ビタミンC」であるため，ビタミンC を豊富に含んだ料理が推薦される．ビタミンC は緑黄色野菜に多く含まれるため，ピーマンやブロッコリーを含んだ料理が推薦されていることがわかる．表8は，「ニキビを治したい」と入力した場合の料理の推薦結果である．「ニキビ」と最も共起する栄養素は「パントテン酸」であるため，パントテン酸を豊富に含んだ料理が推薦される．パントテン酸はレバー，魚介類や乳製品などの動植物食品に多く含まれるため，肉類や卵などを含んだ料理が推薦されていることがわかる．パントテン酸はレバーに最も多く含まれているが，レバーを使った料理が推薦されていない理由は，栄養成分データベースが肝臓という単語で登録されているため，分類がうまくいかなかったためであると考えられ，新たにユーザ辞書を追加する必要がある．

図 4 は，栄養素をグラフ表示している画面である．栄養摂取基準をもとに，達成率がグラフ形式で表示される．達成率が 100%以上のデータに関しては， 100%として表示している．尚，表示に用いている栄養摂取基準は男性で 20 代の場合である．図 4 からわかるように，目的の栄養素を

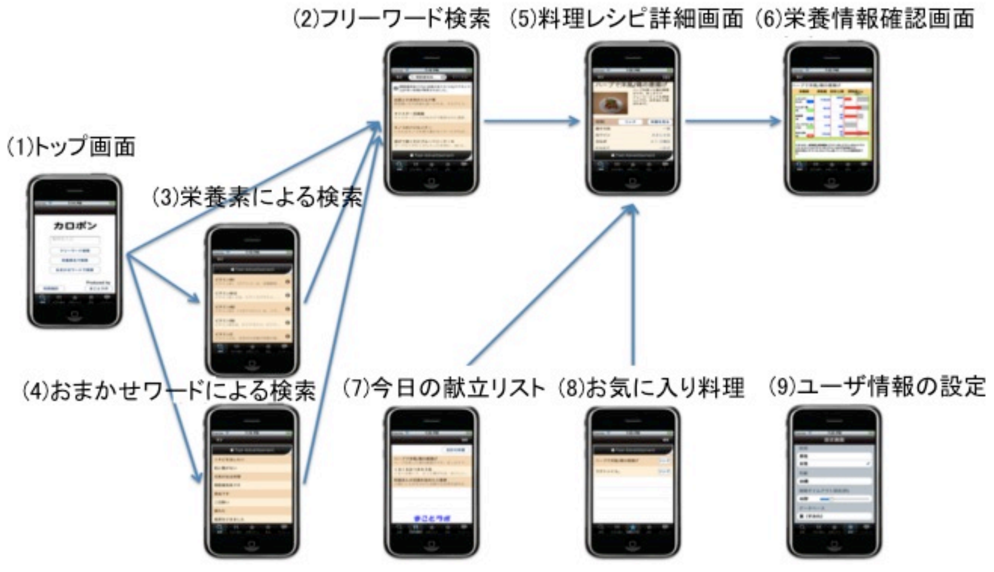

図 2 システムの画面遷移図

Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Instiute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

多く含んでいたとしても，必ずしも栄養バランスがいいとはいえない場合がある．したがって，複数の料理を献立として，バランスの良い献立を作れるシステムを構築することが今後の課題である．また，栄養素は摂りすぎるとよくない場合もあり，摂取基準になるべく近くバランスの良い料理を推薦する必要がある．

図 3　検索結果の例

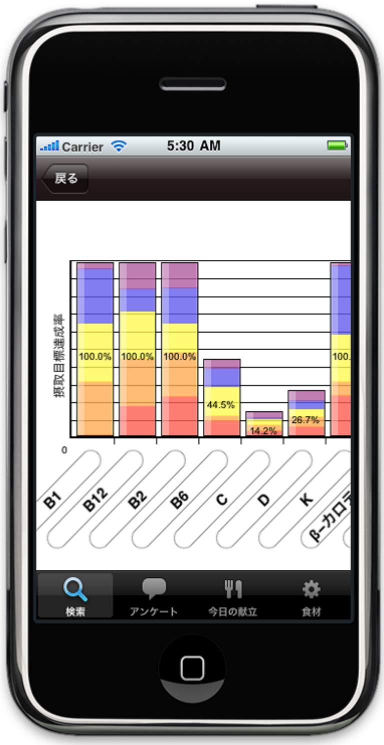

図 4　栄養素のグラフ表示の例

表 7 風邪を予防したい」と入力したときの上位 15 件の推薦結果

夏野菜のナチョス
フライパンでそのまま彩りパエリア
スパゲティナポリタン@なごや
たっぷりキノコとピーマンの梅風味スパゲティ
ラタトゥウユ
あさりのぴり辛炒め
♪X'mas☆ブッシュ・ド・ノエル風ミートローフ☆♪
あったか豆腐のカニあんかけ
栄養ギュッ！野菜ジュース
ポン酢で小鯵の南蛮漬
パプリカのアンチョビ風味
☆酢鶏☆
揚げ団子の甘酢あんかけ
簡単ナシゴレン
☆ピーマンと鶏肉の塩炒め☆

表 8 「ニキビを治したい」と入力したときの上位 15 件の推薦結果

トロトロcheese のまいたけハンバーグ♪
〜〜バゲットグラタン〜〜
ほうれん草と卵のグラタン
☆トリプルポテトお焼き☆
キノコたっぷりバターソテー**
基本？チキンカレー
ソースが決めて!!ポークフィレのペッパーソース
生ハムとロケットのピザ☆
我が家の定番！ハム卵サンドイッチ
ようやく我が家に【もんじゃ焼き】！！！
CAFE を真似して＊トリプルベリーベリータルト
チーズたっぷりのふっくらバーグ♪♪♪
高野豆腐のはさみ揚げ
フランスパンのサンドイッチ
ブロッコリーと生ハムのオードブル

5. システムの性能評価

5.1 推薦の精度

本稿で構築したシステムの性能評価として，システムが正しく栄養を計算して料理を推薦できるかどうか確認を行った．WEB上で公開されている料理は材料と分量が自然言語形式で記述されており，不要な文字が材料名に混じっていたり，材料名が漢字，ひらがなやカタカナなどで記述されていたりするため，表記が統一されていない．また，入力ミスによる誤字脱字も存在する．本システムは料理の材料から栄養を計算する際に，自由記述形式で記述された材料と分量から栄養を計算する必要がある．そこで，ここでは，システムが料理の栄養を計算して，どのくらいの精度で推薦が可能であるかを確認する．以上のような評価を行うことで，栄養素と食品の関係について理解の浅いユーザの代わりにシステムが栄養を計算できるかを確認する．

評価データとしては，1000 件の料理を対象とした．1000 件の料理の栄養をシステムが計算し，1000 件の料理の中から各栄養素が豊富な料理を推薦する．比較対象として，同じ1000 件の料理の栄養素を人手で計算した場合の推薦結果を用いる．人手で料理の栄養を計算する際には，料理の材料を目で見て確認し，食品成分表を参照する．そして，合致する材料と思われるものを選択する．次に，1 枚や1 個などの単位を，選択した材料に合わせてグラム変換を行い，材料の栄養素を計算する．そして，料理ごとに計算した材料の栄養素を足し合わせる．推薦すべき料理は，摂取基準の下限と上限の間に含まれる料理とする．栄養素ごとに推薦すべき料理が決定され，これらの料理とシステムが計算した推薦料理を用いて，以下の3 つの指標にて評価を行う．

適合率(Precision) の計算式を式(1) に示す．適合率は，適切な料理を推薦しているかどうかを表す値である．適合率

Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

は，正しい料理の栄養素を計算できなくとも，推薦すべきかどうか疑わしい部分の推薦を行わなければ高くなる．従って，適合率は推薦システムの直感的な使い易さの指標であり，実応用を想定したときに特に重要であると考えられる．

$$Precision = \frac{\text{手計算により推薦された料理} \cap \text{システムが推薦した料理}}{\text{システムが推薦した料理}} \quad (1)$$

再現率(Recall) の計算式を式(2)に示す．再現率は推薦すべき料理が網羅的に抽出されているかを表す値である．再現率は推薦の精度としては，適合率ほど関係が深いわけではない．しかし，網羅的な抽出をすることはより多くのデータをユーザに推薦できることを意味しており，システムの性能の1 つの指標とすることは必要である．

$$Recall = \frac{\text{手計算により推薦された料理} \cap \text{システムが推薦した料理}}{\text{手計算により推薦された料理}} \quad (2)$$

F 値(F) の計算式を式(3)に示す．F 値とは適合率と再現率の調和平均である．本稿では，前述したように適合率および再現率をシステムの推薦性能の評価の指標としているため，総合的な評価の指標としてF 値の算出も行った．

$$F = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (3)$$

栄養素ごとの推薦における再現率，適合率およびF値の一覧を表9に示す．全体での適合率の平均は62.6%であった．再現率の平均値は65.6%であった．F 値の平均値は0.64 であった．上限と下限が存在する場合の適合率の平均は52.1%であった．再現率の平均値は62.9%であった．F 値の平均値は0.56 であった．下限のみ存在する場合の適合率の平均は64.3%であった．再現率の平均値は64.8%であった．F 値の平均値は0.64 であった．上限のみ存在する場合の適合率の平均は98.9%であった．再現率の平均値は95.8%であった．F 値の平均値は0.97 であった．ランダムに料理を選んだ場合，適合率は約13%，再現率は約18%となるため，ランダムに料理を選んだ場合に比べて，良好な推薦が行われていると考えられる．

今後，F値を高めるために注目すべき点は，栄養素の計算において，本来の栄養素量を過小評価してしまった点と，本来の栄養素量を過大評価してしまった点があげられる．今回のシステムではグラム計算を大きく誤計算することが多く，そのために栄養素量が上限と下限内におさまる料理の栄養素が上限を上回っていると判断され，精度が低下しF 値が下がったと考えられる．例えば，誤計算の例として大葉50 枚を5000 グラムとして判断してしまうことがあった．大葉はカルシウムが豊富であるため，カルシウムの適合率が4 割という結果になっている．上限が存在しない栄養素を用いての推薦におけるF 値は0.64 であった．上限が存在する場合よりもF 値が0.1 高い理由は，料理の栄養量を誤って過大評価した場合も適切な推薦とみなされるためである．また，今回の推薦では，栄養素量が過大評価された場合でも，上限がない栄養素に関しては一般的に多量に摂取をしても人体には影響はないと考えられるため，推薦をおこなっても問題はない．しかし，あまりに計算間違いの多い料理に関しては，摂取上限がある栄養素の量も誤計算の影響を多大に受けるため，誤計算の割合を減らす改善案が必要となる．

表 9 栄養素ごとの推薦における再現率，適合率，および F 値の一覧

栄養素名	単位	下限	上限	適合率	再現率	F 値
カルシウム	mg	700	2300	38.50%	46.30%	0.42
リン	mg	900	3500	65.60%	64.80%	0.65
ナトリウム	mg	600	3200	65.60%	97.60%	0.78
葉酸	μg	240	1000	53.20%	65.60%	0.59
ナイアシン	mg	12	300	75.5%	75.0%	0.75
脂質	g	20	30	14.0%	28.0%	0.19
ビタミンＢ１	mg	1.1	なし	50.0%	65.9%	0.57
ビタミンＢ２	mg	1.2	なし	50.0%	65.9%	0.57
ビタミン１２	μg	2.4	なし	69.1	71.7%	0.70
パントテン酸	mg	5	なし	76.2%	68.8%	0.72
ビタミンＣ	mg	100	なし	62.2%	60.5%	0.61
銅	mg	0.7	なし	65.7%	67.3%	0.67
亜鉛	mg	7	なし	58.2%	66.1%	0.62
鉄	mg	10.5	なし	57.9%	55.0%	0.56
マンガン	mg	3.5	なし	46.7%	60.9%	0.53
カリウム	mg	1600	なし	69.6%	68.9%	0.69
タンパク質	g	50	なし	63.5%	75.4%	0.69
マグネシウム	mg	220	なし	52.3%	53.8%	0.53
ビタミンＫ	mg	60	なし	80.9%	73.4%	0.77
ビタミンＤ	μg	5	なし	59.7%	51.9%	0.56
ビタミンＢ６	mg	1.2	なし	71.5%	69.3%	0.70
エネルギー	kcal	2050	なし	77.1%	59.7%	0.67
コレステロール	mg	なし	600	98.9%	95.8%	0.97

5.2 システムの試用評価

本稿で構築したシステムについて，被験者によるアンケートを行った．アンケートはアプリケーション内に埋め込まれたアンケートの回答を各端末から送信することにより集計を行った．アンケート項目を以下に示す．

- システムについて
  - 性別【選択】「男」，「女」
  - 年齢
    【選択】「14 歳以下」，「15～19 歳」，「20～24 歳」，「25～29 歳」，「30～34 歳」，「35～ 39 歳」，「40～44 歳」，「45～49 歳」，「50～54 歳」，「55～59 歳」，「60～64 歳」，「65～69 歳」，「70 歳以上」
  - 栄養に関する専門的な知識
    【選択】「詳しい」，「少し詳しい」，「人並み」，「あまり詳しくない」，「全然詳しくない」
  - 料理レシピサイト利用頻度
    【選択】「毎日」，「週4～5 日」，「週2～3 日」，「週1 日」，「使ったことがない」
  - 本システム利用頻度
    【選択】「毎日」，「週4～5 日」，「週2～3 日」，「週1 日」，「使ったことがない」
- 利用者について
  【選択(各項目)】「とてもそう思う」，「そう思う」，「どちらでもない」，「あまりそう思わない」，「全くそう思わない」
  - (1) 入力した文章に対して効果がありそうな料理が推薦されていると思いますか？
  - (2) 栄養情報は適切に計算されていると思いますか？
  - (3) システムは使いやすいと思いますか？
  - (4) 本システムを継続的に使いたいと思いますか？

利用者についての情報は，被験者の構成(男女比および年齢) を把握するために収集した．また，本システムの推薦が直感的に有効な推薦を行っているかどうか確かめるため

Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Instiute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

に，ユーザに対して栄養に関する専門的知識を質問した．システムに関するアンケートでは，実際にシステムがユーザにとって使いやすいかどうかを質問した．栄養に関して詳しいユーザの意見を聞くため，効果がありそうな料理が推薦を行えているか質問をした．

以上のようにして行った本システムについてのアンケート結果について示す．アンケートに回答した者は20 名であった．20 名の年齢の内訳は，男性が11名，女性が9 名であった．年齢は，15～19 歳が2 名，20～24 歳が12 名，25～29 歳が2 名，30～34 歳が2 名，45～49 歳が2 名であった．栄養に関する専門的知識は，「少し詳しい」と答えた者が1 名，「人並み」と答えた者が10 名，「あまり詳しくない」と答えた者が6 名，「全然詳しくないと答えた者が2 名であった．料理レシピサイト利用頻度は，「毎日」と答えた者が2 名，「週4～5 日」と答えた者が1 名，「週2～3 日」と答えた者が5 名，「週1 日」と答えた者が6 名，「使ったことがない」と答えた者が5 名であった．本システム利用頻度は，「毎日」と答えた者が3 名，「週2～3 日」と答えた者が2 名，「週1 日」と答えた者が6 名，「使ったことがない」と答えた者が8 名であった．

栄養に関する専門的な知識の程度は，ほとんどの回答者が栄養に関しては詳しくないという結果になった．システムに関しては，肯定的な評価が多かった．アンケートでは，効果的な推薦が行われていると感じているユーザは多い．しかし，実際のユーザはそれほど栄養に関しては詳しくなく，本システムでは全体的に緑黄色野菜などの高栄養の料理が推薦されるため，野菜の多い料理をユーザが健康的な料理と感じてしまう傾向があると考えられる．システムを継続的に使いたいかどうかのアンケートに対してもおおむね好意的な評価が多かった．しかし，システムの使い勝手に関しては，「初めて使うときは使い方がわからない」という意見や，「栄養素の表示が遅い」という意見もあり，システムの使い勝手に不満があるユーザは多かった．ユーザビリティの向上を目指して，システムを改善していく必要がある．実際の要望では，「ダイエットで検索したら高カロリーのもの検索されてしまう」という要望もあった．現在のシステムでは，ダイエットに効果的だと考えられる栄養素が豊富な料理を推薦してしまうため，上述の要望には答えられていないが，特定の栄養素やカロリーが少ない料理を検索できるようなシステムに改善する必要もある．

6. まとめと今後の課題

本論文では，WEBページ上にある栄養素と栄養素以外の単語の共起情報を活用することにより，ユーザが「ニキビを治したい」や「風邪を予防したい」などの自然な文章で目的の健康状態を実現するレシピを検索できるシステムを実装した．栄養情報を活用した目的指向推薦を実現するために，栄養情報データベースを構築した．まず，食品の栄養成分を掲載しているサイトより，食品が含有する栄養成分データを抽出し，栄養成分データベースを構築した．次に，料理情報をWEBページから収集し，料理の栄養情報を計算した．そして，自然な文章での料理検索を可能とするために，WEBページ上の栄養素と栄養素以外の単語に関する共起辞書を構築した．システムインターフェースに関しては，モバイル端末を片手に料理をするユーザを考慮し，iPhone 端末上で動くシステムを構築した．評価実験では，料理の栄養計算の精度に関する評価を行った．1000 件の料理データの中から特定の栄養素が豊富な料理を推薦するという条件で，手計算で栄養情報を計算した場合と，システムが栄養情報を計算した場合の推薦結果を比較した．人手で計算した料理集合を正解集合とした場合，本システムのF 値の平均値は0.64 であった．

本稿の有用性として，管理栄養士が手動で料理レシピを考える必要がなくなると言う点が挙げられる．本稿で用いるデータは全てWEB 上から収集し，収集したデータに対して栄養情報を自動で計算する．従って，豊富な料理レシピの中から健康的な料理を検索することができる．実際，レシピサイト利用者を対象にしたレシピサイトを選ぶ際に重視しているポイントの調査では，「レシピの豊富さ」を重視しているユーザが64.0 %と最も多く，多くの種類の料理を推薦できることは，ユーザにメリットをもたらすと考えられる．しかし，構築した共起辞書はWEB ページを活用しているという点で信頼性に欠ける可能性があるため，栄養士による検索結果の信頼性に関する評価実験を行う必要がある．また，ビタミン類は加熱処理をすることによって栄養価が変化する場合があるため，調理手順から加熱処理をしているかどうか判断し，栄養情報を変化させる手法も必要となる．また，既存の栄養成分データベースにより分類が不可能であった材料，例えば国外のハーブ類などは何らかの方法で栄養データベースを構築する必要がある．本システムは，ユーザの過去の調理履歴を考慮していない．そのため，ユーザは毎日特定の検索語句で検索を行い，栄養の偏った食事を行ってしまう可能性がある．そこで，本システムの発展として，ユーザの過去の履歴を考慮し，不足しがちな栄養素も豊富な料理を推薦するシステムを構築することが今後の発展課題である．具体的には，ユーザの調理履歴を観測し，各栄養素の摂取記録をデータベースに取り込む．そして，他の栄養素と比べて相対的に摂取量が少ない栄養素を補う料理を検索するようにシステムを変更する．また，推薦した料理に対して，その料理がアレルギー物質を含んでいるかどうかもフィードバックして，使い込むほどユーザになじんでくるシステムを構築することが今後の課題である．

参考文献

[1]MMD 研究所，主婦のレシピサイト利用実態調査
[2]健康日本 21 http://www.kenkounippon21.gr.jp/index.html
[3]生活習慣病対策の重要性の増大，平成 19 年版厚生労働白書 2007, http://wwwhakusyo.mhlw.go.jp/wpdocs/hpax200701/b0039.html
[4]カロリーつきの料理レシピを簡単検索！おいしいヘルシー・低カロリーレシピも／ボブとアンジーのレシピ http://www.bob-an.com/recipe/daily/daily.asp
[5] 健康・栄養情報基盤データベース, http://dbs.jst.go.jp/HandNDB.htm
[6]見並史彬, 他, 概念辞書を利用した目的指向書籍推薦システムの試作, 第 24 回日本ソフトウェア科学会全国大会, 2007
[7]小林幹門, 他, 概念辞書を用いたユーザの状況を想定した目的指向衣服推薦システムの実装, 情報処理学会第 70 回全国大会,2007
[8]カンウィパーラートサムルアイパン，渡辺知恵美，中村聡史，オノマトペロリ：オノマトペを利用した料理レシピ推薦システム， SigDD2009, 2009
[9]食品成分データベース，http://fooddb.jp/
[10] 日本人の食事摂取基準（2005 年版）
[11] クックパッド株式会社 http://cookpad.com/,2009.
[12] 平成 13 年国民栄養調査食品番号表 http://www.nih.go.jp/eiken/nns/system/bangohyo.pdf
[13] allrecipes.com, http://allrecipes.com/, 2009.

Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Instiute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.