

## 栄養の食べ合わせを考慮した料理推薦機構の試作

高橋 淳<sup>†1</sup> 伊藤 孝行<sup>†2,†3</sup> 植田 嗣也<sup>†2</sup>

近年、レシピサイトを利用するユーザが増加している。本稿では、WEB サイト上から収集したデータに対し、レシピの栄養素 (ナトリウムやビタミンなど) を自動的に計算したデータベースから食べ合わせを含めた料理を推薦するシステムを提案する。食べ合わせの料理とは、ある食材に対して、本来、身体が吸収できる栄養素量を高めたり、栄養素の効果を持続させるといった効果を持つ食材を含んだ料理をさす。本システムにより、ユーザは栄養情報から料理を検索することができ、同時に摂取したらいと思われる副菜や料理を知ることができる。システムのインターフェースに関しては、iPhone 端末上で動くシステムを構築した。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り、ユーザが手軽に健康な料理を検索することができる。

### An Implementation of Recipe Recommendation System with The Combinations of Food

JUN TAKAHASHI,<sup>†1</sup> TAKAYUKI ITO<sup>†2,†3</sup>  
and TSUGUYA UETA<sup>†2</sup>

Recently, the users who use recipe site are increasing. In this paper, we propose a new recipe recommendation system that recommend combinations of foods with databases which contains calculated nourishment of the recipes gathered from WEB site. The combinations of food means the cuisines which contain the ingredients which are able to improve absorbing the nourishment, or keep efficiency of the nourishment. This system enables users to search recipe from information of nourishment, moreover show efficient side-dishes and another recipe. We make a system on iPhone. Nuturition managers don't have to make recipe by hand. And users are able to search healthy recipe easily.

### 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<sup>1)</sup>では、回答者のうち、44.4%の主婦が日常的にレシピサイト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参照するユーザも多く、モバイル端末の普及も一因となっている。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<sup>2)</sup>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頃の健康づくりが重要である<sup>3)</sup>。

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<sup>4)</sup>。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、骨を強くしたいユーザが、骨を強くする栄養素を検索し、多く含んだ料理や食べ合わせのよい料理を検索することは負担がかかる。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、日常生活で不足しがちな栄養素や特別に摂取したい栄養素を効果的にかつ、簡単に料理を検索することが出来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

<sup>†1</sup> 名古屋工業大学

Nagoya Institute of Technology

<sup>†2</sup> 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

<sup>†3</sup> 東京大学 政策ビジョン研究センター

Policy Alternatives Research Institute, University of Tokyo

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、食べ合わせを考慮した推薦について述べる。そして最後に、5章で本論文のまとめと今後の課題を示す。

## 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つと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<sup>5)</sup>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。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する。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対応しているとは言い難い。

### 2.2 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、動詞の関連性をデジタル化する。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。

### 2.3 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。栄養情報に関しては10)の栄養素に関するデータを収集した。食

材情報に関しても13)の番号を料理野食材に割当て、データとして収集している。これらのデータを推薦の際に考慮する。レシピ数は11)に登録されている約80万件の料理を推薦することができる。また、更新も容易であり、ユーザーのニーズの変化に対応し、データベースを増やしていくことができる点で異なる。<sup>8)</sup>との違いは、<sup>8)</sup>ではユーザー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、ユーザーが選択した栄養素名を多く含んだ料理を検索して推薦し、かつ、その栄養素やその料理に含まれる食材の効果を高める食べ合わせの料理を同時に推薦できる点が異なる。

## 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説明していく。図1は、WEBサーバにおかれているシステム構築の流れと、ユーザーインターフェースとの通信を表している。システムの構築の情報源は、レシピサイトの料理データ、五訂増補日本食品成分表<sup>9)</sup>を参照している食品成分サイト、食べ合わせ情報サイトと書籍である。それらの情報源を用いて、料理情報データベースと食材情報データベース、栄養成分データベース、食べ合わせ情報データベースを作成する。料理情報データベースは、ユーザーインターフェース上に表示するデータを持ち、レシピサイトから生成される。食材情報データベースは、レシピサイトのレシピサイトの食材の分量に対して、グラム変換辞書を用いて単位をmgに変換して作成する。栄養成分データベースは9)にある食材についての各栄養素を食品成分サイトから生成する。食べ合わせ情報データベースは食べ合わせ情報サイト<sup>14)</sup>や書籍<sup>15)</sup>の栄養素・食材に対しての食べ合わせ情報から作成する。

ユーザーがカルシウムをより接種したいと考えている場合には、あらかじめシステム上で用意された栄養素名を選択する。システムはその栄養素を多く含む料理をWEBサーバに問い合わせ、WEBサーバは栄養情報データベースから検索する。選択した栄養素が「カルシウム」であった場合、「カルシウム」を多く含む「牛乳」や「卵」を含んだ料理となる。

検索された料理はiPhone端末を通じてユーザーにリスト形式で表示される。入力インターフェースとして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WEBサーバに対し検索要求を行い、検索要求を受けたWEBサーバは適したデータベースから検索した料理に関する情報をJSON形式に変換して出力する。JSON形式の検索結果を受けたiPhone側では、受け取ったJSONをパースし、図2にあるように料理をユーザーに表示する。

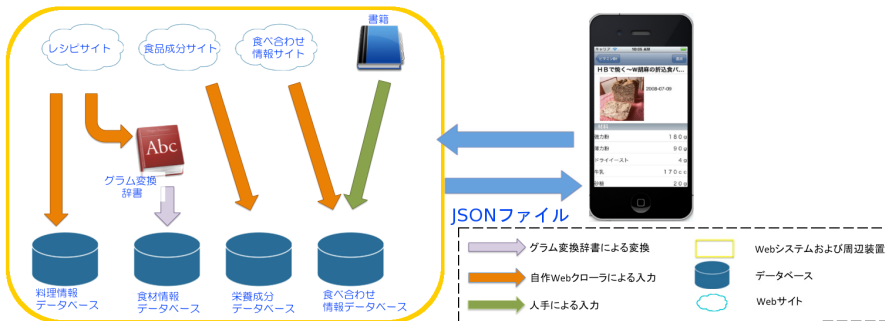


図 1 システムの流れ



図 2 iPhone 端末での動作例

表 1 材料のカルシウム含有量

食品名	含有量	単位
中華・スナックめんー油揚	78000	mg
えび・干しえび	7100	mg
かに・がん漬	4000	mg
バジル・粉	2800	mg
いわし・かたくちいわし・田作り	2500	mg
ベーキングパウダー	2400	mg
いわし・かたくちいわし・煮干し	2200	mg
えび・さくらえびー素干し	2000	mg
えび・つくだ煮	1800	mg
タイム・粉	1700	mg
けしー乾	1700	mg
セイジ・粉	1500	mg
えび・さくらえび・煮干し	1500	mg
セイジ・粉	1500	mg
きびなご・調味干し	1400	mg
ひじき・ほしひじき	1400	mg
パセリ・乾	1300	mg
ナチュラルチーズ・パルメザン	1300	mg
えんどう・塩豆	1300	mg
ナチュラルチーズ・パルメザン	1300	mg

### 3.2 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、自作のWEB クローラを用いてデータを収集することで構築した。収集できた材料の数は1861件であった。表1は、食品成分データベースにおけるカルシウムの含有量の上位20件の表である。表1からカルシウムは干したえびやいわしに多く含まれていることがわかる。食材によって各栄養素の含有量には大きな差が見受けられた。

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、接種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<sup>12)</sup>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2は、男性のカルシウムの摂取目安である。カルシウムの摂取目安量は成人一日あたりでおよそ900mg必要であるため、表2を活用し、干した魚介類を中心の献立を構築すると、1日に必要なカルシウムを摂取することができる。

**表 2** カルシウムの摂取量目安 (単位は mg)

年齢 (歳)	目安量	目標量	耐用上限量
0~5(月)	200		
1~2(歳)	450	450	
3~5(歳)	600	550	
6~7(歳)	600	600	
8~9(歳)	700	700	
10~11(歳)	950	800	
12~14(歳)	1000	900	
15~17(歳)	1100	850	
18~29(歳)	900	650	2300
30~49(歳)	650	600	2300
50~69(歳)	700	600	2300
70 以上 (歳)	750	600	2300

### 3.3 栄養情報を含んだ料理データベース

料理に対する食材情報のデータベースは、自作の WEB クローラを用いてレシピサイトからデータを収集し、材料の量から栄養情報を計算して、構築した。具体的に収集する料理情報は cookpad.com<sup>11)</sup> で公開されている約 80 万件の料理レシピとし、料理情報のタイトル、材料、分量、手順、説明と何人前かを抽出する。栄養情報データベースの食材との一致には和布蕪 (めかぶ) により、レシピサイトの料理の食材名をカタカナに変換し一致させた。カタカナに変換した理由は、「リンゴ」と「林檎」は同一のものと考えためであり、栄養情報データベースにどちらかしかない場合に対応できる。「えのき」などの単語は「え」と「のく」に分解され、うまく形態素解析できなかったため、独自の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 件と材料としての頻出が高い単語約 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。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、焼いた場合の栄養素が登録されている場合がある。現在、料理の手順に形態素解析をして、「ゆでる」、「煮る」や「焼く」などの動詞を抜き出し、食材が生かゆでであるのかを判断している。

量に関しても同様に、不要後を除去し、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」を基準とするため、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<sup>13)</sup>を用いて人手によって構築した。また、食品番号表に存在しない単位に関しては、検

**表 3** 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	58
不正な単語	1
誤って分類した単語	20
合計	79

索サイトを用いて人手によって構築した。

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の分類精度の確認を行った。表 3 に自由記述形式の材料の分類結果を示す。対象の料理 10 件の材料数は 79 件であった。材料 78 件は全て分類できていた。分類できなかった材料として、そもそも食材でないものは 1 件あり、「キッチンバサミ」であった。分類できたが、誤って分類していたものは 20 件あった。そのうち栄養成分データベースに登録されていないものは 7 件あった。また、レシピに含まれる「水」は、栄養成分データベースに登録されている食材との部分一致で、異なった食材と一致していた。単純にカタカナで一致したものをそのまま採用し、データベースに登録するのではなく、一致したものが正確かどうかの判定する手法が今後の課題となる。材料の表現の違いによって誤って分類していたものは 2 件あり、「ドライイースト」であった。「ドライイースト」は「乾燥酵母」とも呼ばれ、栄養成分データベースには、「酵母・パン酵母、乾燥」と同一の意味で登録されていた。材料の同義で異なる表現に対しては新たな判定手法が必要となり、今後の課題となる。

前述の 10 件の料理を用いて、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正しく分類できた 58 件に限った。表 4 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、グラム変換可能である。グラムでない単位であるが、「大きじ 2 杯」などは、数値の前に単語がくるため、大きじを 15 グラム、小さじを 5 グラムとすることで変換可能であった。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。

## 4. 食べ合わせ情報に基づく料理推薦

### 4.1 食べ合わせと身体の栄養吸収量

普段の食生活において、一日に様々な食材を摂取している。食べる食材を偏らせてしまうと、栄養が偏ってしまうので食材を組み合わせて食べることが推奨されている。食べ合わせの料理とは、本来身体が吸収できる栄養素量を高める料理をさす。身体が本来吸収できる量

表 4 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	0
適量を表す単語	4
不正な単語	6
半分を表す単語	3
g や cc などの単位	13
大きじ/小さじ	14
個や本などの単位	15
合計	58

には限界があり、カルシウムを摂取しようとする日本人の摂取基準<sup>12)</sup>にあるように年齢や性別によって異なり、カルシウム摂取の推奨量 (RDA) は成人男性が1日に700mgに対して、成人女性は650mgとなっている。推奨量を一品で摂取することは難しく、同じ栄養素をを含む食材を取って相乗効果を狙うか、その栄養素の効果を高める別の栄養素を多く含んだ食材を取るといった、食べ合わせが効果的である。カルシウムを摂取するために「チーズ」を使った料理を食べるだけでなく、カルシウムを多く含んだ「ひじき」を合わせて摂取する。または、「チーズ」と食べ合わせのよい「イワシ」を使った料理を合わせて食べると、効果的にカルシウムを摂取することができる。本システムでは、以上のような、栄養素を取得するためにさらに一品を推薦する。

#### 4.2 食べ合わせ推薦システム

本システムでは、料理から栄養素をより多く摂取して、ユーザーが必要としている栄養素を十分に摂取できることを目標としている。食べ合わせ情報を収録したデータはWEBサイト<sup>14)</sup>から自作のWEBクローラープログラムを用いてデータを収集し、JSON形式にし、構築した。収集したデータは代表的な栄養素7つに対し、各30件であった。食べ合わせのよい食材名を食品番号表<sup>13)</sup>にある番号に変換し、栄養情報を含んだ料理データベースの章で作成した料理の食材データベースを参照することで、食べ合わせのよい食材を多く含んだ料理を検索することができる。食材名を食品番号表に変換する際に食材名を含んだ食材名がみられたので人手で修正している。食材「もも」を食材データベースで検索した際に「すもも・ブルーベリー」を検索結果として返すと同時に「にわとり・皮・ももー生」も検索結果として返却されたため、にわとりのももを食べ合わせ情報から削除している。「レバー (牛)」は食材データベースを検索すると、検索結果が得られなかった。検索語を「レバー」から「肝臓」書き換えて、改めて検索したところ「うし・肝臓ー生」が検索結果として得られた。よって、こちらは食べ合わせ情報のデータを書き換えた。

また、栄養素と食材の食べ合わせのほかに、食材と食材の食べ合わせによる効果が記載されている書籍やWEBサイトが多く見受けられる。14) と、15) では、食材と食材の食べ合わせによる効果について述べられている。これらの情報も人手で収集し、13) に一致させることで食材データベースから検索できるようにした。

図3では食べ合わせ推薦システムの流れを示している。ユーザは1つ栄養素について検索すると、システムは、まず、その栄養素を多く含んだ料理を栄養成分データベースを使い、検索する。次に、システムはシステム内に組み込んである食べ合わせ情報のデータで構成されているJSONファイルから、その栄養素と食べ合わせのよい食材を抽出する。その食材を食材データベースで検索し、多く含んだ食材を検索する。

実際に、iPhone 端末で動作した例が図4である。画面の上半分で、栄養素を多く含んだ料理を表示し、下半分で、栄養素を摂取するにあたり、食べ合わせのよいとされる食材である。図4の例では、ビタミンB1を効果的に摂取できる料理を推薦している。上半分の料理は栄養素データベースにおいて、ビタミンB1の量が多いものから、上位12件を表示している。下半分は、ビタミンB1を摂取する際に、効果のあるとされる食材で、食材名を選択すると、その食材を多く含んだ料理が表示される。

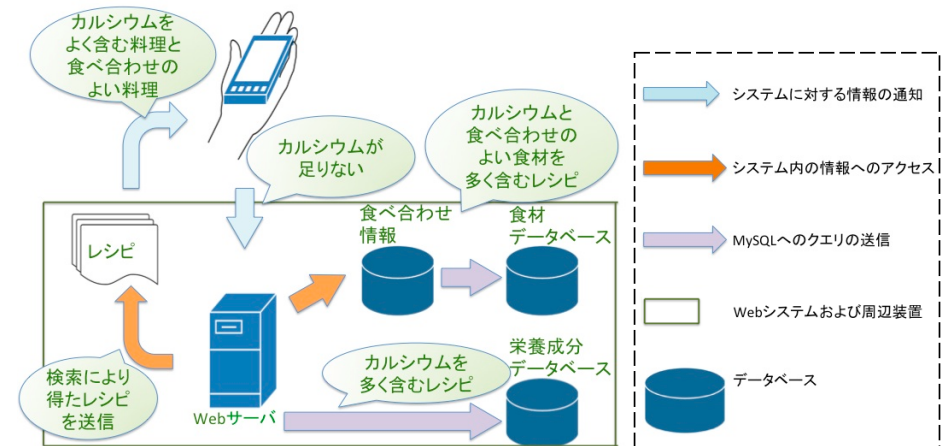


図 3 食べ合わせを同時に推薦するシステム



図4 iPhone 端末での食べ合わせの表示例

## 5. まとめと今後の課題

本稿では、食べ合わせ情報を用いることで、ユーザがある栄養素や食材を摂取したいと考えた場合、その栄養素を多く含む料理と、栄養素の効果を高める食材を多く含んだ料理を提案するシステムを実装した。例えば、「カルシウム」を摂取したいと考えた場合、カルシウムを多く含む料理を推薦し、カルシウムを摂取する上で吸収の助けになるビタミンDを多く含む食材を使った料理を提案する。本研究の有用性として、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いう点が挙げられる。本研究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上を自動的に計算する。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。

以下に今後の課題を示す。一般的に栄養は取りすぎると悪影響を及ぼす場合があるため、その点を考慮した推薦を行う必要がある。更に、本システムでは食べ合わせのよい食材を含んだ料理を検索する際に、その食材を多く含んだものを推薦している。そのため、一食分の

献立として考えた場合にふさわしくない料理を推薦する場合もあるので、その点を考慮した推薦を行う必要がある。食べ合わせに関する情報は、言い伝えによるものも多く、本システムに組み込まれていないものもあるので、今後WEBサイトや書籍から拡充していく必要がある。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違う方法によって栄養データベースを構築する必要がある。

## 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.keinkounippon21.gr.jp/index.html>
- 3) 生活習慣病対策の重要性の増大, 平成 19 年度版厚生労働白書 2007, <http://www.hakusyo.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/ポプ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) 五訂増補日本食品標準成分表 [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm)
- 10) 食品成分データベース <http://fooddb.jp/>
- 11) クックパッド株式会社 <http://cookpad.com/>, 2009
- 12) 日本人の食事摂取基準 (2005 年版) <http://www.e-shokuiku.com/guide/4.5.html>
- 13) 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>
- 14) 食べ合わせ大百科 <http://tabeawase.sakura.ne.jp/sankoubunken.html>
- 15) 田村哲彦著: 「効き目が 2 倍、3 倍になる食べ合わせ事典」(ブクマン社, 1997)