

生理学と食文化に基づく料理の調味料と味覚の定量的関係 - ニューラルネットワーク・モデルによる定量化 -

長谷川 信 今枝 奈保美 磯本 征雄

概要

料理は、生理と食文化の両面で、日常生活における私たちの大きな関心事である。しかし、情報技術の進展にもかかわらず、生理や食への嗜好などの定量的表現が困難なために料理情報のデジタル化は進んでいない。本論文の目的は、生理と食文化を踏まえて、料理とその味覚情報をコンピュータで処理可能な数理モデルとして定式化することにある。これまで、料理名、調理法、食材を検索条件とする料理情報検索システムが幾つか実現されてきた。筆者らは本論文で、食文化と生理の両面から料理の味覚に注目し、ニューラルネットワーク・モデルによる数理モデル化を示す。本文では、調味料と味覚の定量的な関係を議論し、料理情報検索システムの情報検索機能への組み込み技法について論じる。

キーワード：料理、調理、味覚、感性情報、ニューラルネットワーク

1. はじめに

料理は、栄養摂取の手段だけでなく、長い歴史の中で培われてきた風土と伝統に根ざした芸術同様の文化である。これまでにも、栄養素や食材などのデジタル表現の試み^{[1][2][3]}はあるが、味覚や風味、彩りなど感性情報のデジタル化は余り議論されていない。著者らは、料理の風味の内の味覚情報について、コンピュータによる定量的判別の可能な数理モデルの定式化を試みた。本論文では、多様、あいまい、複雑な料理の味覚情報を包括的に捉え、定量的に扱う手法を議論する。

料理の味は、様々な食材や調味料を組み合わせて創作された芸術作品にも似た趣があり、経験知として定性的に論じられてきた。しかし、これを数理モデルとして定量的に論じることは余りなされなかった。一方、近年の情報化の進展で、料理データベースの情報検索機能として、風味による検索の必要性が高まってきた。こうした情報社会におけるデジタル化への潮流に合わせ、筆者らは、定量的扱いの容易な食材や調味料を手掛かりに、ニューラルネットワーク・モデルによる料理の“味覚”情報を定量的に取り扱う手法を定式化した。料理情報を扱う情報システムには、材料からレシピを作成する事例ベース推論システム^{[4][5]}、料理手順のテキスト情報を調理映像と対応付けるシステム^[6]などで料理情報をコンピュータで取り扱う試みがなされてきた。また、レシピに合わせて加熱時間を制御する電気調理器も登場している。筆者らも、食材、調味料、料理法、栄養価、などを検索条件

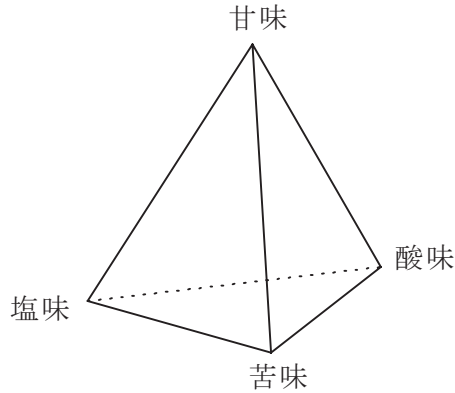


図1 Hans Henning の「味の四面体」モデル^[9]

とする料理情報検索システムを既に開発した^[7]。このような状況下で本論文では、調味料と味覚の定量的関係をニューラルネットワーク・モデルの記憶パターンとして捉える手法を議論する。

本文第2章では、料理情報の特徴を生理的・言語的な観点で考察し、味覚情報のデジタル化の根拠を明確にする。第3章では、ニューラルネットワーク・モデルによる味覚情報のデジタル化を議論する。第4章では、上記の数理モデルの情報検索システムへの応用事例を示す。第5章では、味覚情報の数理モデルの意義・効果とその限界を議論してまとめとする。

2. 調味料と味覚の定性的関連

調理とは「材料を切り整えて味付けをし、煮たり焼いたり蒸したりして食べ物をこしらえること。」と定義^[8]され、その結果出来上がったものが料理である。料理は、風土の制約下にある食材や調味料の影響を受ながらも、食事を摂る人の満足感を生理的、心理的、文化的に刺激し、食習慣や食文化として各々の文化圏で大切にされてきた。本章では、日本料理に限定して、味覚の生理的特質や、味覚表現の語彙を検討し、味覚情報の定量化の前提となる定性的特徴を考察する。

2.1 味覚情報の生理的特徴

1916年に Henning は、甘味、塩味、酸味、苦味を基本味として、全ての味を四味の組合せである「味の四面体」として説明できると提唱した^[9] (図1 参照)。その後、グルタミン酸ナトリウムがうま味成分であることが発見^[10]され、うま味物質の受容メカニズムが

明らかになって味覚の中に“うま味”が加えられた。そして、“舌で感じる味覚は、味細胞により甘味、塩味、酸味、苦味、うま味の独立した五味として味覚神経に伝えられる”との学説が一般的となった。各々の味覚は、次の様に理解されている。

甘味：味細胞表面のタンパク質受容体に結合することで得られ味覚であり、ショ糖が代表的な甘味物質である。

塩味：ナトリウムイオンが味細胞のナトリウムチャンネルで受容される味覚であり、食塩が代表的な塩味物質である。

酸味：味細胞のイオンチャンネルに水素イオンが受容されることで感じる味覚であり、クエン酸、乳酸などの有機酸が代表的な酸味物質である。

辛味：味覚神経とは異なり痛覚などを伝えるタンパク質受容体に結合することで得られる。カプサイシンが代表的な物質である。辛味は、痛覚を経由して伝達される点で厳密な意味での味覚ではないが、広義に味（あじ）として扱われている。

苦味：味細胞表面へのタンパク質受容体の結合で得られる味覚であり、コーヒーのカフェイン、ビールホップのフムロンが代表的な物質である。しかし多くの苦味は、使われる食材から出る味であり、調味料による味付けは行わない。また苦味は、毒物からの防御シグナルとして味覚から退ける傾向にある。コーヒーやビールに対する嗜好性は、苦味物質から得ているのではなく、カフェインやアルコールを摂取した時の快感の記憶である。

うま味：味細胞表面のタンパク質受容体に味物質が結合することで得られる味覚であり、グルタミン酸ナトリウムが代表的な物質である。うま味は、甘味、塩味、酸味などの基本味を合わせても作りだせない独立した味覚である。

これら味覚の原因物質は調味料と呼ばれ、調理において重要な効果をもたらす。その使い方は、料理の味を決定する重要な技術である。また、特に甘味要因である糖は生命を維持するためのエネルギー源として必要なので、ヒトや動物に最も受容されている味覚物質である。

基本の味は6つであるが、専門家の作る料理の味は、複数の調味料で一方が他方を強く引き出したり、あるいは打ち消したり、まろやかにするなど、高度で複雑な調整で作り出される。また、生理学的には、強い甘味の後では弱い甘味を感じない「順応効果」、脳のレベルで起こる刺激の差異を鮮明に捉える「対比」、同じ刺激の継続で感度が鈍る「順応」などの要因が絡むといわれている^[11]。つまり味覚は、舌の感覚がそのまま脳で認識されるのではなく、経験や個人の感受性の差異などにも影響された複雑な要因を経て決まるため、機械的に単純にデジタル情報化することは困難である。

2.2 日本語における味覚の表現

料理の味覚に個人差があることから分かるように、味覚は生理的反応だけでなく、個人

表 1 味表現の日本語語句

味 (語彙数)	関連語
甘 (11)	甘い, 甘口, 甘ったるい, 甘さ, 甘め, 大甘, 甘美, 甘味, 甘露, 甘酸っぱい, 甘辛い
塩 (8)	鹹味, 塩味, 塩気, しょっぱい, 鹹い, 塩辛い, 薄塩, 甘塩
酸 (7)	酸っぱい, 酸味, 酸っぱさ, 酸っぱみ, 甘酸, 酸い, すえた
苦 (5)	苦い, 苦味, 苦さ, ほろ苦い, ほろ苦さ
旨 (7)	うまい, うまさ, うま味, おいしげ, おいしさ, 佳味, 美味
辛 (5)	辛い, 辛味, 辛口, 辛さ, 辛め
その他	濃い, 薄い, 濃さ, 薄さ, 濃い口, 薄口, 薄味, 味, 味気, 味わい, あと味, 後味, 後口, こく, えぐい, えぐさ, えぐ味, えがらっぽい, えがらっぽさ, 渋さ, 渋い, 渋味, 醍醐味, 大味, 小味, 滋味, 食味, 淡味, 珍味, 飲み口, 飲口, 口あたり, 風味, 香味, 不味, まずい, まずさ, 無味, 塩梅

的体験や風土、文化の影響も大きい。それ故に、料理の味を定量的に取り扱う際には、文化的背景を踏まえた嗜好としての味覚の特徴を解釈する必要がある。ここでは、日本の家庭料理における味付けを想定し、日本語の味覚に関する語彙から、味覚に関する感性の特徴を考察する。

日本料理は、甘味を中心に形成されることに特徴がある。表1は、味を表す語彙の一覧である。左欄の六味に関わる関連語^{[8][12]}を右欄に列挙した。その他の行は、六味以外の味覚に関わる語彙である。左欄カッコ内の数字は、右欄の総語彙数である。日本語で「甘味」を表現する言葉の数は、塩味、酸味などに比して多い。さらに場合によっては、「甘味」を「うまみ」と読むなど、しばしば「甘い」と「おいしい」が同義に用いられる。一方、冬に寒冷な大陸性気候である中国では、料理に唐辛子を多用するので、「辛い」を表現する語彙が日本語よりも多い。

日本語の「あまい」の反意語は、一般的には「からい」であるが^[8]、その「からい」味の表現も塩味の「鹹い (塩辛い)」と唐辛子の「辛い」がある。酸味においても、「からい」と言われて「辛い」と書かれ「酸味の強いさま」を意味する場合もあった。平安時代の古辞書(『新撰字鏡』『類聚名義抄』)には、酸味を表す「辛い」があり、現代の一部の辞書にも酸味を表す「辛い」が認められている^[13]。つまり生理的に感じる、塩辛い、酸っぱい、辛い^[14]の3つの味が「からい」という語彙で包括的に表現されることになる。「旨み」は、鰹節・昆布など古くから親しまれてきた味であるが、その存在が学術的に認知されたのは1987年の日本人研究者の主張^[14]と、2000年に舌味細胞膜の旨み受容体が発見^[15]されてから

表2 複合的な味表現の出現頻度分布

	甘い	辛い	酸っぱい	苦い	旨い
甘 (い)		128000	753000	915	213
		14,439	84,939	0.103	0.024
辛 (い)	175		286	380	330
	0.020		0.032	0.043	0.037
酸っぱ (い)	353	618		414	21
	0.040	0.070		0.047	0.002
苦 (い)	406	308	116		104
	0.046	0.035	0.013		0.012
旨 (い)	563	303	5	8	
	0.064	0.034	0.001	0.001	

※上段：組み合わせ語彙の件数／下段：出現割合

である。こうした状況から見て、日本語の味覚表現では「あまい (甘)」をベースに「からい (鹹、酸、辛)」を付加して料理が味わわれていると解釈出来る。

「甘辛い」や「甘酸っぱい」など基本的な味覚を組み合わせた複合的な味覚も重要である。そこで、Web ページ検索エンジン Google を用いて、二種の味覚語彙を組み合わせた合成語を検索し、検索頻度を表2に示した。表2の第1行は、合成語における先行の語彙である。第1列は、合成語における後続の語彙である。行と列が交わる欄の数値は、その合成語の使用頻度である。表2の上段の数値は合成語で検索された件数であり、検索件数全体を100%とした場合のパーセンテージである。

最も多用された合成語は、「甘 (い)」と「酸っぱい」から作られる「甘酸っぱい」で、753,000件 (84.939%)、次は「甘 (い)」と「辛い」の複合語「甘辛い」で128,000件 (14.439%) である。「甘辛い」と「甘酸っぱい」の2語彙だけで全体の99.5%を占めている。つまり、味表現は多様であるように見えるが、基本の味表現に加えて、その組合せは「甘辛い」と「甘酸っぱい」でほとんどが表現されていることになる。この様に、日本語に限定することで、味覚を定量的に扱うための定性的な特徴が明確になる。

3. 調味料と味覚の定量的関係

第2章でみたように、日常的な料理の味覚情報は、基本的な味と「甘辛い」と「甘酸っぱい」で概ね表現されることがわかった。本章では、こうした味覚表現の実態を配慮しながら、調味料と味覚の定量的関係を議論する。

3.1 レシピの調味料と料理の味の定量的関係

料理の味を定量的に推察する最も効果的な方法は、レシピで示された調味料の量を調べ

ることである。五訂増補版日本標準食品成分表^[16]に収載されている素材として、甘味には、糖類、水あめ、はちみつ、メープルシロップがある。塩味には、食塩、みそ類、醤油類がある。酸味には、穀物酢、果実酢などの食酢類、ケチャップやトマトソースのトマト加工品類、サラダドレッシング類などがある。辛味には、赤唐辛子、からし、わさび、コショウなどがある。

多くの苦味は、調味料による味付けではなく食材から出る味であり、他の物質による嗜好誘導の可能性が大きい。また、苦味の食品にはコーヒー、ビールなど単品の嗜好品が多く、さらに毒物からの防御シグナルとして退ける傾向にあるので、料理における味覚判別の対象からは苦味を除外する。旨みの素材には、鰹だし、昆布だしがあるが、食文化の歴史からみて、旨みが単独の味として認められたのは、ごく最近のことであり、定量化には未知の事項も多々ある。また、語彙としての「うま味」は、「甘味」などの味覚表現との差異があいまいである。さらに、うま味の味覚は特異であるために国際的に十分な認知がなされていない。こうした理由から、うま味についても味覚判別の対象から除外する。この結果、甘味、塩味、酸味、辛味を対象とすることで、甘味、塩味、酸味、苦味の四味覚を基本味とする Henning の「味の四面体」モデルと同様の扱いとする。

「日本料理の"さしすせそ"」といわれているように、日本料理の主要な調味料は砂糖、塩、酢、醤油、味噌である。ここでは、議論を簡潔にするため、調味料と味覚の関係を、「砂糖⇔甘い」、「塩⇔塩辛い」、「酢⇔酸っぱい」、「唐辛子⇔辛い」で代表させる。これら4調味料以外については、砂糖、塩、酢、唐辛子の重量に換算して上記の対応関係を適用する。

表3は、味覚情報のデジタル化における調味料と味覚の関係に関する基本的な考え方であり、料理と使用調味料および味覚の量的関係を示す。表3の「調味料と味覚の関係」を既知の知識として学習することで、未知の料理についても調味料の使用量から味を推察できる。左第1列には、料理名が示されている。第2～5列は、各々の料理と調味料の重量(グラム単位)である。さらに第7～10列は、料理の味覚の強さを示す数値である。味覚強度の数値1.0は、当該味覚が確実に感知されることを示す。数値0.0は、当該味覚が感知されないことを示す。例えば、黒豆佃煮や大学いもは、砂糖が大量に使われており、確実に甘いと認知される事例である。ピリ辛そばろやトッポギには、主として砂糖と唐辛子が使われ、甘辛い味として認知される典型事例である。この場合には、“甘辛い”は“甘い”と“辛い”の合成とみなして、甘味と辛味を共に1.0とした。

3.2 ニューラルネットワークによる味覚の定量化

味覚細胞から脳への味情報伝達は、単一の味情報のみを伝える特定の味神経が存在するという専有回線説 (labeled line theory) と、味神経全体の興奮パターンで一つの味を伝えるとする総ニューロパターン説 (across fiber pattern theory) がある^[17]。ニューラル

表3 ニューラルネットワークの学習用レシピ（一部抜粋）

料理	料理と調味料の重量 [g]					味覚強度の数値表現			
	総量	砂糖	塩	酢	唐辛子	甘味	塩味	酸味	辛味
黒豆佃煮	643	200	3	0	0	1.0	0.0	0.0	0.0
大学いも	550	30	3	0	0	1.0	0.0	0.0	0.0
梅干し	1,250	0	250	0	0	0.0	1.0	0.0	0.0
菜の花の塩漬	225	0	5	0	0	0.0	1.0	0.0	0.0
たたきごぼう	263	0	4	23	0	0.0	0.0	1.0	0.0
ハムのマリネ	245	0	2	30	0	0.0	0.0	1.0	0.0
にらキムチ	308	0	14	0	10	0.0	0.0	0.0	1.0
辛子明太子	350	9	31	0	20	0.0	0.0	0.0	1.0
みょうが甘酢漬け	1,045	130	15	400	0	1.0	0.0	1.0	0.0
酢豆	700	200	0	300	0	1.0	0.0	1.0	0.0
ピリ辛そぼろ	1,234	50	8	0	3	1.0	0.0	0.0	1.0
トッポギ	604	18	8	0	6	1.0	0.0	0.0	1.0

ネットワークは、脳の情報処理機構をモデル化した人工的なネットワークモデルであり、ニューロンと呼ばれる単純な処理機構の素子を多数結合させ、素子間の結合強度に関するパターン認識で物事を判別する。「調味料-味覚」の対応付けモデルとして、考え方が総ニューロパターン説に近いニューラルネットワーク・モデル（図2参照）を適用した。

ニューラルネットワークは、3層の階層型とする（図2参照）^[18]。入力層（図2左側）には、「砂糖、塩、酢、唐辛子が料理の総量に占める割合」を入力情報として与える。出力層（図2右側）からは、ニューラルネットワークを介して、味覚情報「甘味、塩味、酸味、辛味」の強さが得られる。ニューラルネットワークの学習により、味覚（甘味、塩味、酸味、辛味）と調味料（砂糖、塩、酢、唐辛子）の定量的な関係が、中間層を経由した網目の活性化パターンで記憶される。

ニューラルネットワークの「入力層-中間層-出力層」を結び付ける基本原理は次の通りである^{[18][19]}。ニューラルネットワークのニューロン j への総入力 net_j は、他のニューロンからの出力値 o_i ($i=1\cdots n$) の加重和であるとして次式で表される。

$$net_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} \cdot o_i + \theta_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

ここで、 w_{ij} はニューロン i ($i=1\cdots n$) とニューロン j の結合強度、 θ_j はニューロン j へのバイアスである。また総入力は、次式の入出力関数により、ニューロン j からの出力値 o_j に変換される。

$$o_j = f(net_j) \quad (2)$$

本論文での入力関数には、総入力の増加と共にニューロンからの出力が連続的に増加する次式のシグモイド関数を用いる。

$$o_j = f(net_j) = \frac{1}{1 + \exp(-net_j)} \quad (3)$$

味が味細胞で受容されると受容膜で電位変化が生じて味細胞から味神経へ伝えられる。この時、味の強さはインパルス数に変換される。味神経レベルでみた味の強さと味神経に発生した単位時間当たりのインパルス数の関係もシグモイド曲線を描くことが知られている^[20]。

図2に示した、入力層4、中間層6、出力層4のユニットで構成する3層階層型ニューラルネットワークの入出力関係は、式(1)~(3)を用いて次式で表される。

$$\text{入力層： } o_i = x_i, \quad i = 1, 2, \dots, 4 \quad (4)$$

$$\text{中間層： } o_j = f(net_j), \quad j = 1, 2, \dots, 6 \quad (5)$$

$$net_j = \sum_{i=0}^6 w_{ji} \cdot o_i + \theta_j \quad j = 1, 2, \dots, 6 \quad (6)$$

$$\text{出力層： } o_k = f(net_k), \quad k = 1, 2, \dots, 4 \quad (7)$$

$$net_k = \sum_{j=0}^4 w_{kj} \cdot o_j + \theta_k \quad k = 1, 2, \dots, 4 \quad (8)$$

入力層へは

x_1 =砂糖の割合、

x_2 =塩の割合、

x_3 =酢の割合、

x_4 =赤唐辛子の割合、

を与え、出力層からは

o_1 =甘味のスコア、

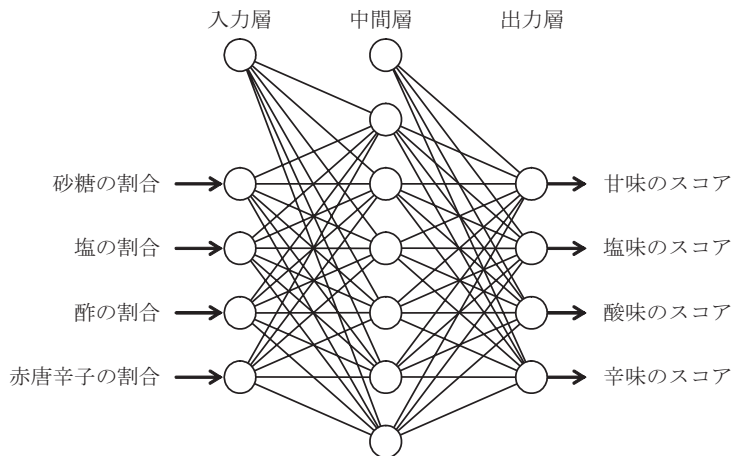


図2 ニューラルネットワーク・モデルの概念図

表4 ニューラルネットワークで判別した結果（一部抜粋）

料理	料理と調味料の重量 [g]					味覚強度の数値表現			
	総量	砂糖	塩	酢	唐辛子	甘味	塩味	酸味	辛味
生姜の甘酢漬け	802	100	22	300	0	0.9998	-0.0045	0.9385	0.0062
スイートチリソース	441	108	0	150	8	0.9998	-0.0040	0.9997	1.0000
はな豆甘煮	430	120	0	0	0	0.9998	0.0008	0.0253	0.0053
ねぎの酢味噌あえ	455	30	0	15	0	0.9998	0.0039	0.9809	0.0298
甘いゴーヤチップス	230	18	0	0	0	0.9998	-0.0030	0.0118	-0.0080
なすのもみ漬け	155	0	5	0	0	0.0001	0.9970	0.0020	-0.0021
かぶらの千枚漬け	1,235	36	20	120	3	0.9998	0.0000	0.9733	0.9882
ピリ辛漬物	852	60	18	300	3	0.6780	0.0034	0.9997	0.9811
タバスコ	150	0	3	50	12	0.0403	-0.0012	0.9921	1.0000
豆板醤	180	0	20	0	15	0.0004	-0.0018	0.0731	1.0000

o_2 =塩味のスコア、

o_3 =酸味のスコア、

o_4 =辛味のスコア、

が得られる。

ニューラルネットワーク・モデルの特徴は、「調味料-味覚」の典型事例を記憶パターンとして学習させ、これに基づいて、未知の料理に対する「調味料-味覚」の関係を推論できることである。ニューラルネットワークの学習に使うデータを教師データといい、筆者らは60事例（表3に一部抜粋を示す）を学習させた。学習の収束条件は教師データと出力値の平均二乗誤差0.001以下とした。

学習後ニューラルネットワークに未学習のレシピ80例を与え、調味料に対する味覚の判別実験を行った。表4は、判別実験に用いたレシピ一部とその判別結果を示す。表4で、出力層の出力値が0.9以上の場合に、その味覚は確実に感知されることを示す。出力値が0.9以下の場合には、数値が小さくなるにつれて判別が不確実であることを示す。表4に示す通り基本の味覚については、結果を得ている。また、ピリ辛漬物のような複合的な味の場合、「酸味」と「辛味」が同等に強く出ており、やはり妥当な結果を得ている。また、「甘い+酸っぱい+辛い」のような複雑な味の組合せを味覚表現に沿って予測することも出来た。この様にして形成したニューラルネットワークの知識獲得の方法は、特に日本料理に限定されるものではなく、一般に通用する手法である。

4. コンピュータ実装技術

本論文で議論した味覚情報判別のニューラルネットワーク・モデルは、情報検索機能の

一部として料理情報検索システムに応用できる。また、Web コンテンツとして管理され、インターネットを介して利用者に提供される。以下に、応用事例として活用の形態を示す。

4.1 ハードウェアおよびソフトウェア

表5は、料理情報検索システムの構成を示す。本システムのユーザインタフェースと主要な動作は、HTML埋め込み型のスクリプト言語であるPHPで記述した。計算量の多いニューラルネットワークはC言語で記述している。データベース管理にはMySQLを採用し、Web ServerにApacheを用いて、これらをデータベースや知識ベースへの検索システムとしてWindows 2000 Serverに構築した。知識処理モジュールは、第3章に示したルールに従って、情報検索モジュールを介してデータベースからデータを呼び出して検索結果を生成する。

本システムでの、ニューラルネットワークにはFANN^{[20][21]}を利用した。また、学習用レシピ(表3にその一部を示した)は、一般家庭料理として市販されている料理本^{[21][22]}に基づいた数値を引用した。使用したコンピュータは、市販されている通常のパソコンであるが、本課題に対する処理速度としては問題なく、概ね10秒以内で味覚情報の判別を含めた検索結果の生成を完了した。

4.2 情報検索とマンマシンインタフェース

図3は、本システムにおける検索条件入力および検索結果出力のためのインタフェース画面である。画面左端の番号は、次の内容に対応している。

- ① 料理名による検索
- ② 食材による検索
- ③ 栄養価による検索
- ④ 調理法を選択
- ⑤ 味覚による検索

表5 システムの構成

製品名	DELL Power Edge 6005C
CPU	Pentium 4 1.8GHz
メモリ	512MB
HDD	80GB
OS	Windows 2000 Server
Web Server	Apache 2.0.47
DBMS	MySQL 3.23.49
プログラム言語	PHP 4.3.3, C言語

これらの検索条件の中で、①～④までは、一階述語論理で記述されたルールに従って相互に関係付けられている。そのため、検索者の入力した一部検索条件に対して、未入力のために未決定のままになっている検索項目の候補情報をシステム内で自動的に絞り込む機能を備えており、検索者は絞り込まれたデータの中から適当と思うデータを選択できるので、無駄のない確かな検索が可能になる。

本論文で議論した味覚情報の判別機能は、⑤の部分で使われる。予め絞り込まれた料理に対して、⑤で期待する味覚を選択し、これに合致する料理が検索結果として提示される。



図3 料理知識検索システムの検索画面
最下段に検索条件として味覚情報が入力される。

5. まとめ

筆者らは、日本の家庭料理を事例に、調理で使われた調味料とその料理の味覚情報の関係を定量的に扱う機構の構築に成功した。これにより、レシピがあればその味覚を自動的に算出することを可能にした。ニューラルネットワーク・モデルによる調味料と味覚の関係をソフトウェア化することで、情報検索システムへの学習機能の付与も可能となった。本論文では、人工知能や知識処理の領域でよく知られているニューラルネットワーク・モデルを活用して、料理の嗜好として最も注目される味覚情報を調味料との関連で定量的に扱う手法を議論した。今日、高度に情報技術が発達した反面で、“心の時代”とも言われており、“食”に対しても「おいしい料理」を食べて「満足したい」などという質的要求が高い。人の食嗜好、味嗜好など感覚的な情報をデジタル化し、料理・食材などの客観的情報と関連付けて定量的に扱うことの意義は大きい。筆者らは既に、一階述語論理による料理知識検索システムの設計と開発を終え、栄養価、食材、調理法、料理名を検索条件とする検索を可能にした。本論文の議論は、味覚情報による料理の検索機能として開発したものであり、コンピュータで料理の味覚情報の定量的取り扱いを可能にした。

参 考 文 献

- [1] 科学技術振興事業団、「食品成分データベース」、
<http://food.tokyo.jst.go.jp/index.html>
- [2] USDA., "NUTRIENT DATA LABORATORY",
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/index.html>
- [3] 独立行政法人国立健康・栄養研究、「栄養情報基盤データベースシステム」、
http://nihn-jst.nih.go.jp:8888/nns/owa/nns_main.hm01
- [4] K.J.Hammond., "CHEF : A Model of Case-Based Planning", *In Proceedings of AAAI-86*, 1986, pp.267-271
- [5] T.R.Hinrichs and J.Kolodner., "The role of adaptation in case-based design", *In Proceedings of AAAI-91*, 1991, pp.28-33
- [6] 濱田玲子、「家庭におけるマルチメディア調理支援システム」、平成15年度 未踏ソフトウェア創造事業 開発成果、2003.
- [7] 長谷川信,磯本征雄,「料理知識のデータ構造とそのコンピュータ実装技術」、第21回 ファジィシステムシンポジウム講演論文集、2005、pp.764-765
- [8] 松村明 (編)、『大辞林 第二版』、三省堂、東京、1999.

- [9] H.Henning., "Die Qualitätenreihe des Geschmacks", *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 74, 1916, pp. 203-209
- [10] 池田菊苗、「新調味料について」、東京化学会雑誌 30巻、1909、pp.820-836
- [11] 日本味と匂い学会（編）、『味のなんでも小事典』、講談社、東京、2004.
- [12] 柴田武（編）、『類語大辞典』、講談社、東京、2004.
- [13] 山添秀剛、『苦くてビター』、ことばは味を超える（瀬戸賢一 編著）、海鳴社、東京、2003、pp.215-240
- [14] S.Ymaguchi., "Umani: A Basic Taste", 1987, pp.41-74
- [15] Chaudhari. N,et al., "A metabotropic glutamate receptor variant functions as a taste receptor", *Nature Neuroscience* 3,2000, pp.113-119
- [16] 香川芳子（監修）、『五訂増補食品成分表 2006』、女子栄養大学出版部、東京、2005.
- [17] 村山伸樹、『味の受容から認識まで』、感性バイオセンサ（都甲潔 編著）、朝倉書店、東京、2001、pp.53-87
- [18] 田中英夫,石渕久生、『ソフトデータ解析』、朝倉書店、東京、1995.
- [19] 日本ファジィ学会（編）、『ファジィとソフトコンピューティングハンドブック』、共立出版、東京、2000.
- [20] S.Yamashita, H.Ogawa and M.Sato., "Multimodal sensitivity of taste units in the rat", *Kumamoto Medical Journal* Vol.20, 1967, pp.67-70
- [21] Steffen Nissen., "Implementation of a First Artificial Neural Network Library", graduate project, DIKU, 2003.
- [22] Open Source Technology Group., "SourceForge.net",
<http://sourceforge.net/>
- [23] ベターホーム協会、「レシピサーチ」、
<http://www.betterhome.jp/recipe/>
- [24] クックパッド株式会社、「COOKPAD.COM」、
<http://cookpad.com/>

