

新しい食感のデザイン法

明治大学農学部 教授 (食品工学研究室) 中村 卓

食品開発では、かたい・やわらかいと言った知覚レベルの食感ではなく、感性的なおいしい食感の実現が求められている。感性的なおいしい食感例えば「もちもち・とろ〜り」のようにオノマトペ(擬音語・擬態語)で表現される。そこで、オノマトペ表現をキーとした新食感のデザイン方法について考え方を紹介する。

1. おいしさと食感の分類

食品に求められる属性として、安全・健康・おいしさ・価格がある。我々の研究室では「おいしさ」を食品サイドから追究し、食品構造からおいしい食品をデザインする『食品構造工学』の確立を目指している¹⁻³⁾。おいしさは咀嚼による食品構造の破壊に伴う変化にあるという立場から研究を進めている。おいしさについて認知心理学における嗜好性(快)から考えを整理したものを図1に示した。おいしさは親近性と新奇性のあいだの覚醒ポテンシャル領域にある。親近性は単純接触効果で知られる馴染みのあるものを好む、いわゆるお袋の味に代表されるホッとするおいしさである。新奇性は変化や複雑さから受ける刺激によるおもしろさに代

表されるワクワクするおいしさである。例えば、『焼き鳥屋でフワツとしたつくねもおいしいです。これは、処理流動性を好む点から噛みやすいやわらかく軽いサクサクした食感を好むためと考えられます。さらにつくねの周りにとろ〜りとした黄身を付け、中にコリッとした軟骨が入っていると食感に変化がありよりおいしく感じるヒトがいると思います。しかし、ガリッとした骨が入っていると誰もが異物混入と思います。コリッとした軟骨がどの程度の大きさでどれくらいの量入っているとよいかを決定するためには、黄身の量やつくねのかたさとの全体のバランスを考える必要があります。』このように、新商品を開発するためには目標として感性的に表現されたおいしさを具体的にイメージ化することが大切である。

おいしさの食品側の要素として風味と食感がある。味覚嗅覚低分子化合物の味やにおいからなる化学的な風味と、温度や音やかたさや粘りや粗滑からなる物理的な食感があげられる。その中でも、種々のアンケート調査の結果から、食感は固形状食品のおいしさを決定する最も重要な要因であると考えられる⁴⁾。食感を意味する言葉を整

理すると知覚レベルと認知レベルの2種類があると我々は考えている(図2)。知覚レベルは生得的で生まれながらに持っている感覚からなる。物理的で物性(物理単位)と相関が認められる。この知覚レベルは力学特性と構造状態(幾何学特性)に分けられる。さらに力学特性は弾性(固体的性質)でいわゆるかたさに対応するものと、粘性(液体的性質)でいわゆる粘りに対応するものからなる。これらは力と変形・流動の関係に関するレオロジーを基盤とした粘弾性として理解されている。構造状態は幾何学特性ともいわれている。大小や粗滑に対応するものである。特に粗滑はトライボロジーを基盤としている。もう1種類の認知レベルは習得的で経験により獲得されたもので感性的な嗜好を伴っている。直感的・統合的な判断であるので、心理学におけるゲシュタルトである。ヒトの情報処理を研究する認知心理学では、人間は外部情報を感覚(sensation)→知覚(perception)→認知(cognition)のボトムアップと逆方向のトップダウンの2つのルートで処理すると考えられている。食品のおいしい感性的な食感表現は認知レベルの高次情報処理

おいしさは咀嚼による食品構造の破壊に伴う変化にある

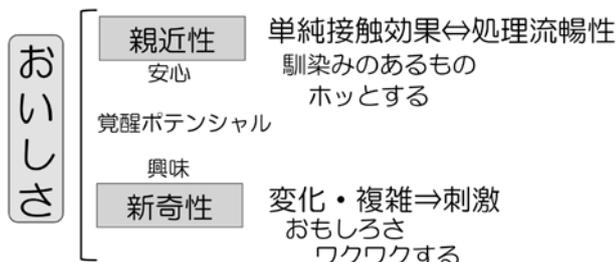


図1 おいしさの心理学的要因

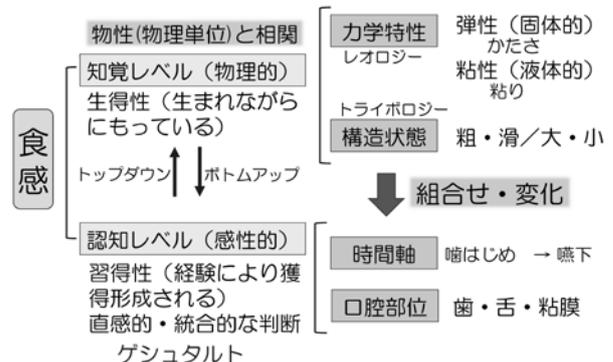


図2 食感の分類

されたいわゆる判断である。多くの場合、視覚情報からの無意識で直感的なトップダウン処理のため、認知レベルの感性的な表現を具体的に説明しようとすると困難を伴う。感性的な食感表現を具体化するためには、咀嚼過程における食感発現を人間への刺激として感覚・知覚・認識の流れに沿って意識化し解析する必要がある。食感とは体性感覚の皮膚感覚(機械受容器)で、触・圧の機械的な刺激情報を脳に伝える。つまり、食感とは咀嚼による食品の力学的・構造(幾何学)的な変化の過程で発現すると考えられる。具体的には咀嚼における口腔部位と時間軸上で力学特性(粘弾性)と構造状態が変化する。この咀嚼による食品構造破壊過程を図3に整理した。咀嚼方法は2種類ある。歯で噛むと舌でつぶすである。時間経過は第一咀嚼→第二咀嚼以降→嚥下の順である。歯で噛む場合の破壊パターンは、切断・貫入であり亀裂(クラック)の形成が重要である。第一咀嚼における弾性(固体的性質)が重要になる。一方、舌で圧縮する場合は、破片サイズ(構造状態)と第二咀嚼以降での粘性(液体的性質)が重要になる。ヒトは咀嚼によって食品構造を破壊する過程で、かたさ、粗さ、粘りといった食感を知覚する。さらに、これら複数の要素の組み合わせが変化し、もちもちやクリーミー食感として認知しおいしさを表現している。

2. 感性食感(オノマトペ表現)

オノマトペ(仏: onomatopée)とは擬音語擬態語のことで、言語学や心理学で研究されてきた。ことばは、音と意味が直接関係のない記号である。しかし、オノマトペは、その音から意味がイメージされる記号である。このような音と意味との直接的な結びつきを音象徴と言う。例えば、ブーバ・キキ効果(Bouba/Kiki Effect)として知られる心理学実験がある。「ブーバ」の/b/のような有声子音は丸い鈍いイメージと強く結び付く。一方「キキ」の/k/のような無声破裂子音は鋭く上がったイメージと結び付く⁵⁾。オノマトペの音象徴的意味の関係を表1に示した^{6,7)}。研究者によって幅があるが、

例えば、「あ」は広がりや大きさを、「お」は丸さをイメージすると言われている。また、「もちもち」は反復による繰り返し、「もっちり」は強調とゆったり動作完了と結び付いている。このような、心理学・言語学の対象であったオノマトペ(擬音語・擬態語)に人工知能等の工学的手法を取り入れ、オノマトペが表す情報・五感との関係性を定量化するシステムが坂本らによって開発されている⁸⁾。さらに、人工知能を使って、オノマトペロリ: 味覚や食感を表すオノマトペによる料理レシピのランキングが試みられている⁹⁾。

食感を表現する用語として445語が早川らによってあげられ、約7割がオノマトペであった^{10,11)}。これらは食感(テクスチャー)用語体系として整理されており、食感大分類

3、中分類15、小分類64に分類されている。大分類である力学的特性(mechanical attribute)、幾何学的特性(geometrical attribute)、その他の特性(other attribute)は、ISO11036 Texture Profileの3要素と対応している。この分類では、大分類において用語の重複を許しており、2つ以上の大分類に属している用語が69個ある。なかでも、「クリーミー」と「口どけが良い」の2語は大分類3つのすべてにリストアップされている。このことからわかるように、重複する食感用語は複数の意味の組合せから統合的に判断されている。

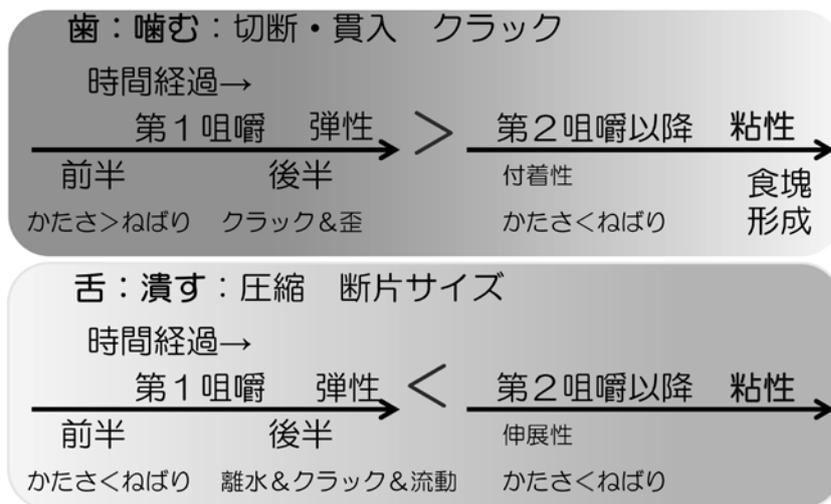


図3 咀嚼部位と時間

表1 オノマトペの音象徴的意味の関係

母音	オノマトペに意味を付与
あ: 広がりのある解放感 い: 緊張感 う: 抑圧され籠る え: 意外な不満性 お: 丸い温かみ	オノマトペ接尾辞(語末) ツ/-Q/促音: 瞬時性, スピード感, 急に終わる様子 ン/-N/撥音: 共鳴(擬音的なニュアンス), 動作に跳ね返り又は余韻を伴う リ/-ri/「り」: ゆったりした動き, 動作の完了
/i/ 線, 一直線に伸びたもの, 光(光線) /a/ 平らさ, 広がり, 大きい表面 /o/ 丸いもの, 小さい部分 /u/ 小さい丸い穴, 突き出し /e/ 下品さ, 不適切な動作	促音(語中): 強調 撥音(語中): 強調 母音の長音化 長い音, 強調
	反復: 音や動作の継続・繰り返し

日本語のオノマトペ 音象徴と構造、浜野祥子著 2014年くろしお出版よりまとめた
オノマトペ(擬音語・擬態語)を考える 丹野眞智俊著 2005年あいり出版よりまとめた

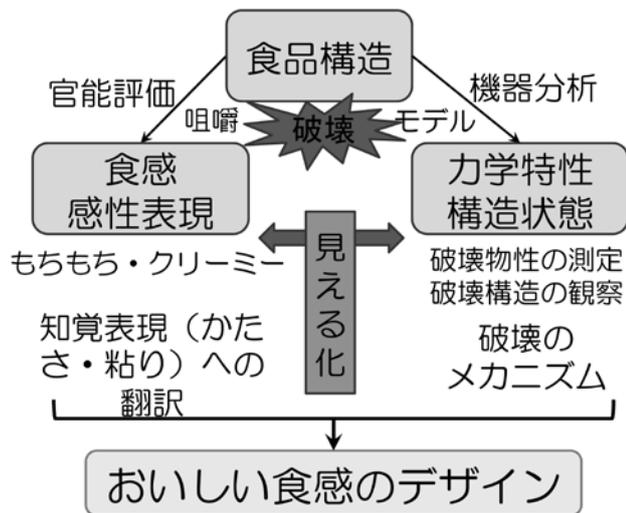


図4 感性食感の見える化

3. おいしい食感デザインへの食品科学からのアプローチ法

現在の食品開発では、知覚レベルの食感表現(かたさ・粒の大きさ)ではなく、おいしさを示す感性的な食感表現(もちもち・クリーミーなどの擬態語・擬音語(オノマトペ表現))の実現が求められている。そのためには、おいしさを表現する感性的な食感表現を具体的に制御可能な食品属性に見える化する必要がある。我々は、おいしさは変化であるという立場から、食品構造の破壊過程に着目しておいしい感性食感の見える化を目指している(図4)。ヒトが評価する官能評価で、咀嚼による「もちもち」や「クリーミー」のようなおいしい食感を示す感性表現をかたさや粘り等の物理的単位と相関性のある知覚レベルの食感へ翻訳する。また、咀嚼のモデル破壊として機器分析で力学特性を測定し、構造状態を観察することで、破壊のメカニズムを明らかにする。これらを相関づけることで、具体的なおいしい食感のデザインに応用できる。例えば、人間の咀嚼→嚥下の過程から認知としての感性的な食感表現(もちもち)を食品属性に対応した知覚としての食感表現(噛み始めやわらかいが噛みしめると硬く第二咀嚼以降もその硬さが残り、歯や口腔粘膜で付着性を感じる)に仮説化し官能評価で検証する。次に、その知覚変化に対応した機器を用いた大変形による破壊計測系で力学パラメーターを数値化す

表2 新食感へのアプローチ

新オノマトペ食感の種類

1. 組合せ：食感の変化の組合せ
2. 転用：既存の皮膚感覚(触覚)表現
食品以外から転用
3. 新奇：ばびぷべぽ+ α
触覚イメージの浮かぶ言葉

る(歯でかむ場合は試料に治具を貫入させる破壊パターンで荷重歪曲線を得る。時間変数を含み第一咀嚼に相当する)。さらに、その破壊時の構造状態を顕微鏡で観察し破壊プロセスを可視化しメカニズムを明らかにする(伸びる性質がもちもち感を発現)。官能評価と組み合わせ検証する。例えば、もちもち食感と歪率25%と75%の荷重比などのパラメーターとの統計解析を行なう。以上の結果から、もちもち食感をデザインする。例えば、表面はやわらかく、中心がかたい2層構造(不均質構造)を持つ食品に、さらに連続相と界面相互作用を有し伸び易く破断し難い増粘多糖類(例えば、ローカストビーンガム/キサンタンガムの混合系)を使用することで「もちもち」食感を付与することが出来ると考えられる。この様に感性食感を破壊時の力学特性・構造状態へと翻訳することが出来れば、具体的に食品を開発するための方策を考えることが出来る。

4. 新食感へのアプローチ法

新食感とは新表現・新イメージの言葉であると考えられる事が出来る。このアプローチ方法の種類を表2にまとめた。新オノマトペ食感のパターンとして3種類ある。①既存のオノマトペ表現の組合せ(サクとろ)。いろいろな食品で新食感として使われている。②現在食品以外の皮膚感覚(触覚)を転用(犬猫もふもふ、肉球ぶにぶに)。③新奇な、ばびぷべぽ+ α 触覚イメージの浮かぶ言葉。「ばびぷべぽ」は半濁音や口唇破裂音と呼ばれる特徴的な音で、「ば：広く軽妙、び：かわいくて楽し

さ、ぶ：かわいらしい滑稽さ、ぺ：汚く嫌悪感、ぼ：内から火の出るような性状)のような音印象を持つと報告されている⁶⁾。ここでは、我々が2012年に講義の中で学生に「ポニョポニョ」についてアンケートをとった事例を紹介する。当時、あまり食品に使わないがイメージを持った皮膚感覚で使われるオノマトペとして「ポニョポニョ」を食感に使う可能性を調べた(当時ネット検索では食品関係ではほとんどヒットしなかった。崖の上のポニョが2008年上映されていた)。「ポニョポニョ」についてまずイメージがあるかを聞いたところ9割があり、好ましいと答えた。続いて見た感じ、聞いた感じ、触った感じを聞くと9割が触った感じ(触覚)と答えた。さらに、食感をイメージできるか(6割Yes)?と誘導をかけてから合う味は(甘味9割)、合う食品(菓子類9割)、ひらがな「ぼによぼによ」9割。自由記述では、やわらかい・弾力・噛み切りにくい・液体・流動・表面つるつるが多くみられた。これらのことから、お菓子の新食感として、『もちもちに似ているが、より柔らかく付着性が無い。液体(動き)を感じるが噛み切り難い。』噛むと中からあふれ出るようなクリームを持ったシュークリームが考えられた。その後、2013年に新食感シュークリームとして「もちぼによ」がコンビニから発売されヒットした。もちもちのシュー生地にかスタードクリームをたっぷり入れ、溢れるかスタードクリーム。その後、「ぶにゃ・ぶよ・ぶに」を使ったネーミングの商品が各社から発売された。我々は商品に関与していないが、新食感への仮説が実証されて勝手に喜んでいた。このアプローチ方法をヒントとして、さらなる新食感の商品が上市されてヒットすることを願っている。

5. 最後に：食品構造工学

おいしい食感をデザインするためにはどのような食品属性が必要か?おいしさを食品構造から追究する食品構造工学について図5に示した。今回はおいしさの実現のための図中右側のヒトがどう感じるか?を中心に、ターゲットの明確化、新食感とは新表現・新イメージの言葉であると考えられるアプローチ方法について述べた。おいしさの実現には当然左側の製造できるか?食品を製造する(食品構造を形成する)メ

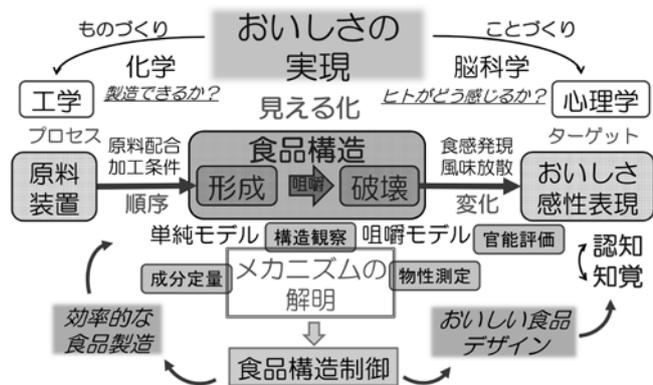


図5 食品構造工学：おいしさを食品構造から追究

カニズムの解明も必要である。実際の食品は複数成分が多様な局在構造をとる個別事例である。しかし、食品の多成分不均質構造の形成と破壊を電子顕微鏡観察からイメージ化する食品構造工学は、「おいしい」を得るために「どのような不均質構造をいかにして安定的に製造するか」具体的アイデアを導き出す基盤となり、効率的ものづくりとおいしい食品デザインの実現に貢献できると期待している。

〈参考文献〉

- 1) 渡部幸一郎, 水越実, 中村卓: 食品加工技術, 27, 131-140 (2007)
- 2) 上川理絵, 中村卓: 日本食品科学工学会誌, 63 (6), 282-286 (2016)
- 3) 日下舞, 薄井 駆, 中村卓: 食品と容器, 58 (5), 304-308 (2017)
- 4) A.S. Szczesniak, D.H. Kley: Consumer awareness of Texture

and Other Food Attributes, Food Technology, 17 (1), 74 (1963)

- 5) W. Kohler: Gestalt Psychology, New York, 1929 (revised edition, 1947)
- 6) 浜野祥子: 日本語のオノマトペ 音象徴と構造, 2014年くろしお出版
- 7) 丹野眞智俊: オノマトペ (擬音語・擬態語) を考える, 2005年あいら出版
- 8) 坂本真樹: オノマトペ (擬音語・擬態語) による質感印象の定量化—金属調加飾デザイン支援への応用事例—, 精密工学会誌, 82 (11), 939-943 (2016)
- 9) 渡辺知恵美, 中村聡史: オノマトペロリ: 味覚や食感を表すオノマトペによる料理レシピのランキング, 人工知能学会論文誌, 30 (1) SP2-Z 340-352 (2015)
- 10) 早川文代: 日本食品科学工学会誌, 60 (7), 311-322 (2013)
- 11) F. Hayakawa et. al.: <http://www.naro.affrc.go.jp/nfri/introduction/files/2013-yougotaikei.pdf>

〈著者略歴〉

中村 卓(なかむら たかし)

京都大学大学院農学研究科食品工学専攻 博士課程修了(農学博士)。企業を経て明治大学農学部に着任(農芸化学科食品工学研究室担当)現在に至る。専門分野は食品科学・食品工学、おいしさを食品構造から追究。趣味は鎌倉古道ハイキングと観る将棋。