

# 食感性モデルによる 「おいしさ」の評価・創出技術

東京大学大学院 農学生命科学研究科

相 良 泰 行



# 食感性モデルによる 「おいしさ」の評価・創出技術

東京大学大学院 農学生命科学研究科

相良 泰行  
さが ら やす ひさ

## はじめに

食品の「おいしさ」は、ヒトの知覚器官を総動員して評価されるが、そのプロセスでは「五感コミュニケーション」が重要な役割を演じている。例えば、鼻をつまんでジュースを飲むと味に変化が生ずる。これは鼻をつまむという行為が、味覚と嗅覚との間のコミュニケーションを阻止したためである。また、筆者らは酸っぱいリンゴは硬く、甘いリンゴは柔らかく感じることを、さらに緑茶製品のペットボトルが中身の香味評価に多大な影響を及ぼすことを指摘した。これらの事実は、知覚器官単一で「おいしさ」が評価されることは滅多に無いことを示唆している。したがって「おいしさ」の創出技術には、五感コミュニケーションの効果を評価する方法論が求められる。

「食感性工学」のパラダイムと手法は、「食」にまつわる個人の五感コミュニケーション、さらには消費者間のコミュニケーションを起点とした、顧客満足型の新食品開発や加工プロセスの最適化などに役立つ手法を提供する。食感性工学の根幹をなす「食感性モデル」は、このような「おいしさ」の生起・伝搬過程を定量的に表現・評価することを目的とした数理モデルである。

本稿では、このモデルを緑茶飲料製品の香味お

よびペットボトルの設計に適用し、ヒット商品の開発に貢献した事例を紹介する。

## 1 食感性のモデリング

### 1-1 食感性要因の相互関連性

食に関する消費者の五感コミュニケーションを示すモデルとして、「食感性モデル」を図1に示した。このモデルを考案した目的は、「個人」が「食行動の短期間」に「感情変化（おいしさ）」を生起するプロセスを「定量的に評価」して「製品設計および製造方法の最適化に役立てる」ことにある。ここに述べたような前提条件の下で、食感性に関わる因子を想定した。すなわち図に示すように、食品は「物理化学的的属性」と「情報」、他方、ヒトは「知覚」と「嗜好」、「認知」と「記憶」。

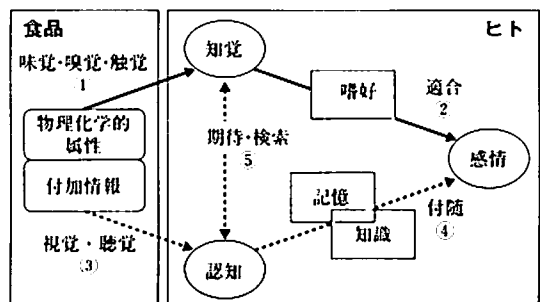


図1 「おいしさ」の食感性モデル

そして「感情（おいしさ）」を有するものとした。「物理化学的屬性」は、味覚や嗅覚によりセンシングされる食品の成分や構造などを指し、嗜好とのコミュニケーションを通じて、おいしさに影響する。対照的に「情報」は認知的要因として、おいしさに影響する食品の付加情報を指すものとする。例えば、GC-MSにより計測される飲料の揮発性成分に関する質的データは「物理化学的屬性」であり、包装材料に記載される商品名、メーカー、原材料などのデータは「情報」として扱うものとする。

「知覚」は外界の知覚的要因が五感に与える刺激作用を通して、ヒトの脳内に生じる事象を指し、5つの基本味を含む多次元の属性により構成されると考えられる。また「嗜好」は、知覚された対象ないし属性から生じるおいしさの評価パターンであり、おいしさに影響する要求的要因の因子と考えられる。

視聴覚を主とする感覚器官を通して、外界の認知的要因がヒトの脳内に生じるイメージが「認知」である。このイメージと関連する経験・体験などが「記憶・知識」とし、広義の要求的要因としておいしさに影響する。

また最後の「感情」は、おいしさにほぼ等しいが、仕事上がりのビールに感じる爽快なおいしさ、高級料理店のフォアグラのポワレに感じる滋味のあるおいしさなど、食品ごとに多様性が認められる。

以下に、これらの因子を介しておいしさが生じる過程を説明する。

### 1-2 物理化学的屬性から感情に至る過程

おいしさの生じる過程のうち、本モデルの扱う最も基本的な経路は、まず食品の物理化学的屬性が味覚・嗅覚・触覚により甘味や酸味として知覚され（経路①）、知覚と嗜好が合致するときに（経路②）、感情、すなわちおいしさが生じるとする経路である。

### 1-3 情報から感情に至る過程

食品の情報が視聴覚により認知され（経路③）、認知に関連する記憶ないし知識が想起され、それに付随する感情が生じるとする経路（経路④）である。

### 1-4 知覚と認知の対応経路

上述した2つの経路はそれぞれ独立ではなく、相互に影響し合い、補完する関係にあると考えられる（経路⑤）。例えば、ジュースのブラインドテストにより、甘味と酸味と僅かな苦味が知覚されると、原料がグレープフルーツであることが推測される場合、逆にパッケージ情報の認知により、甘味と酸味と僅かな苦味が期待される場合などの相互作用を司る経路である。

表1 食感性モデリングで定義される変数と係数

因子	変数・係数	内容	尺度	評価方法
成分	$I$	Ingredients：成分	連続	機器分析
情報	$A$	Additional Information：付加情報	名義	操作因子
知覚	$P$	Perception：知覚	連続	官能評価 因子分析
嗜好	$H$	Hedonic Scale：嗜好尺度	—	回帰分析
認知	$C$	Cognition：認知	名義	記述的評価 テキストマイニング
記憶	$M$	Memory：記憶	—	回帰分析
感情	$L$	Liking Score：嗜好度	連続	官能評価

備考：「嗜好」「記憶」については、係数として扱うものとする

## 2 食感性関数

これまで述べた各過程を数理モデルとして扱うためには、各因子を変数または係数と定め、これらの変数・係数間の関係を関数として記述する必要がある。表1に食感性モデリングの扱う変数・係数を示した。また、これらの変数間相互関連性を示す関数を「感性関数」と定義した。これらの関数として、PLS（部分最小二乗法）、構造方程式モデリング、ニューラルネットワーク（Artificial Neural Network：ANN）およびマルチスプラインによる応答曲面法などを用いている。

## 3 緑茶飲料設計への応用

無糖茶飲料市場において、消費者嗜好の推移を把握して香味設計に反映させることは、市場の創出・拡大と販売高の向上を促進するために不可欠の開発努力と言える。

ここに示した食感性モデリングの例では、まず製品情報と認知の影響は無いものとし、成分から感情変化（おいしさ）に至る関数を求めた。また、当該年およびある地域における消費者の緑茶飲料に対する感性を明らかにし、最終的にはシミュレーションによりターゲットとする消費者の嗜好特性に適合する香味仕様を明らかにした。

次に、付加情報効果を評価した例として、市場に長期間定着しているブランド商品の魅力構造を探索するために、ペットボトルのデザインが香味の官能評価スコアに及ぼす影響を評価した事例について紹介する。

### 3-1 機器分析および官能評価

複数の成分配合割合を調製した緑茶飲料試作品8サンプルについて、一般パネル240名を対象に7点尺度による官能評価を実施し、おいしさと香味に関する各サンプルのデータを入手した。パネル240名の内訳は、女子高・女子大生、20～30歳代OL、および20～50歳代社会人男性がそれぞれ80

名であった。

またGCおよびHPLCを用いた機器分析を行い、香氣成分および呈味成分量を測定した。

### 3-2 知覚因子の導出

緑茶飲料について知覚される因子を明らかにするため、17項目の官能評価データに因子分析を適用し、香味の特徴を評価する4つの独立な知覚因子、すなわち「第1因子：緑茶感（ココ）」、「第2因子：すっきり感」、「第3因子：まろやかさ」、「第4因子：香り」を抽出した。これらの知覚因子により、香味特性の約70%が評価されることが分かった。また、香味設計の面では、販売戦略の観点からターゲットとすべき消費者の嗜好度に対応して、これらの知覚因子に関連する成分の濃度調整や新成分の添加を行うことにより、消費者の嗜好に適合した香味仕様の設計が可能となることを意味している。

このような香味設計法を実現するためには、次項で示すように、これらの知覚因子と嗜好度、すなわち総合的な「おいしさの程度」との関係を示す感性関数を求める必要がある。

### 3-3 知覚因子と嗜好度の関連性

緑茶の香味特性を評価するために抽出した4つの知覚因子は、香味特性を評価するのに有用な指標ではあるが、「おいしさ」、すなわち嗜好度に対する寄与度の定量的割合は不明である。知覚因子の嗜好度に対するプライオリティを定量的に明らかにするためには、両者間の感性関数を求め、得られた関数からそれぞれの因子の寄与度を決定する必要がある。

ここでは、4つの知覚因子と嗜好度との関係が線形であると仮定し、感性関数が重回帰分析により近似できるものと考えた。得られた偏回帰係数の推定値から、嗜好度に対して第1因子は、他の3つの因子に比べて約2倍の寄与度を有することが明らかとなった。

これまでの段階で香味特性の約70%を評価できる知覚因子を抽出し、それらの嗜好度に対する寄

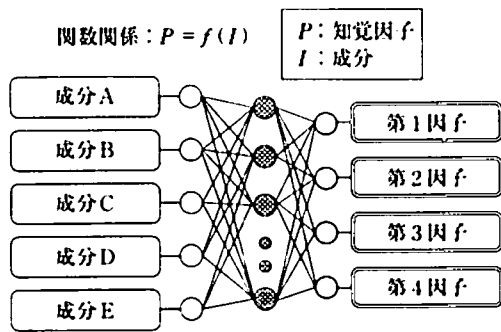


図2 ANNモデルの構造

与度を定量的に評価する指標が感性関数として得られたことになる。すなわち、香味設計に当たって検討すべき知覚因子のプライオリティが定量的指標として明らかにされたことになる。しかし、このプライオリティに従って、具体的に知覚因子を操作するには、次に述べるように知覚因子と操作要因である香味成分との感性関数を求める必要がある。

### 3-4 香味成分と知覚因子の関連性

機器計測により定量化された香味成分の濃度と知覚因子との関係については、これまでの研究により非線形の関係が想定されるため、図2に示すニューラルネットワーク(ANN)モデルを用いて両者の関係を近似した。ANNはヒトの脳内に存在するニューロンネットワークの機能を模倣した数理モデルであり、多変量の入出力データセッ

トの間に存在する非線形関数関係を近似するのに有用なモデルとして知られている。また、解析結果は3変数の応答曲面として表示することが可能である。しかしながら、モデルの構造設定や操作法に不確定要素が含まれるため、近似精度を常に評価する必要がある。

本節の課題についてANNモデルを適用した結果、知覚4因子すべてについて、決定係数0.99以上、標準誤差は0.03以下の精度で近似が可能であり、特に焙香成分の増加が第1因子の増加に寄与することが明らかとなった。

販売戦略上、ターゲットとすべき消費者群の嗜好特性に適合した緑茶飲料を製造するための成分配合を決定するには、これまでに得られた嗜好度-知覚因子-成分濃度の関係を示す感性関数を用いて最適配合を探索する必要がある。この探索の手法としては、次節に示すように、香味成分濃度を操作して、最適な嗜好度を予測するシミュレーションが有用と考えられた。

### 3-5 最適配合の探索

官能評価用のサンプルを調製した濃度範囲において、成分量を変化させたときの知覚因子および嗜好度を、得られた感性関数を用いて予測することにより、最も高い嗜好度を与える成分の組み合わせを探索した。その結果、焙香成分を多く配合することにより、第1因子が増加し、嗜好度の高い茶飲料が調製されることが予測された。

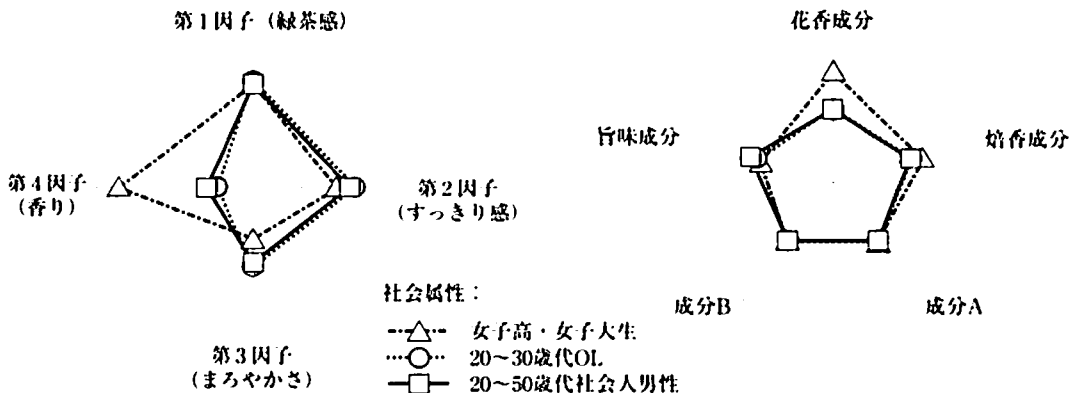


図3 消費者の社会属性による嗜好度の相違

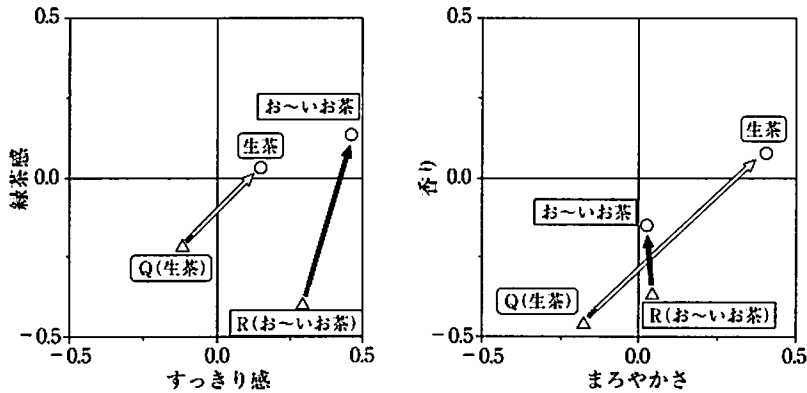


図4 パッケージデザインによる香味への情報効果

また、消費者の社会的な属性による嗜好の相違を考慮し、女子高・女子大生、20～30歳代OL、20～50歳代社会人男性の3つの社会属性ごとに一連の解析法を適用し、それぞれの社会属性を有する消費者に最適な茶飲料の香味成分配合法を検討した。

その結果、図3に示すとおり、女子高・女子大生には花香と焙香成分を多く配合した甘みを感じさせる設計が望ましく、また20～30歳代OLおよび20～50歳代社会人男性には旨味成分を多く配合し、味の濃さを感じさせる設計が望ましいことが分かった。

### 3-6 パッケージデザインの効果

食感性モデルの付加情報-認知-嗜好度-感情(嗜好度)の経路を利用して、緑茶製品のペットボトルのデザインが香味の官能評価スコアに及ぼす影響を評価した事例について紹介する。

緑茶の魅力構造を調査するために、あるコンビニエンスストアにおける緑茶製品の購買履歴データから、長期にわたってよく売れている2つの既製品「生茶」および「お〜いお茶」をサンプルに選び、首都圏数箇所での消費者パネルによる官能調査を行った。消費パネルは20～40歳代の男女180～250名、調査の実施回数は5回である。

評価方法はペットボトルを消費者に提示するか否かによるオープンおよびブラインド評価、すなわちパッケージ情報の有無による香味の評価であ

り、評価用語30項目による7段階評価法を採用した。これらの評価スコアに対する主成分分析から、3-2項で述べたような香味に関する4つの知覚因子、すなわち「緑茶感(コク)」、「すっきり感」、「まろやかさ」、「香り」が抽出された。図4は、これらの知覚空間におけるペットボトルの香味評価に対する情報効果を示したものである。

例えばブラインドテストによる「生茶」の香味評価のスコア(△)は、ペットボトルを提示するオープン評価(O)により、いずれの知覚因子スコアにおいても各段の増大を示している。このことは市場に定着している商品に付加されている情報が、ペットボトルを介して香味の評価に劇的な効果をもたらすことを意味している。すなわち、新商品の設計においては、香味だけでなく同時にパッケージやTVコマーシャルなどの設計・制作指針を検討することが重要である。さらに、本稿では述べていないが、知覚と認知の相互関連性も明らかにする必要がある。

ここに述べた「調査」手法は、香味とパッケージの試作品に適用することにより、「設計」手法として役立てることが可能である。その結果、この両者の組み合わせで実現不可能な知覚因子、例えば「さわやかさ」などはTVコマーシャルなどのコミュニケーション媒体を通じて補完することが可能である。すなわち宣伝媒体の製作指針として反映させるべきである。

## 4 将来展望

本稿では「食感性モデル」の概要とその適用例について紹介したが、成分の計測手法、操作する付加情報、官能評価項目など、取得すべき変数データの具体的内容一つとっても、感性モデリングには未だ多くの課題が残されている。また量的変数と質的変数の両方が存在し、それらの関数関係も様々であることから、複数のケモメトリクス手法やデータマイニング手法を応用することが必要と考えられる。

しかしながら本モデルは、これをコンポーネントとして組み込んだ五感センサの小型・モバイル化、または本モデルを適用した食嗜好評価尺度の

標準化などの技術向上により、将来期待されているユビキタス時代の到来にも対応した食情報機器の開発や社会システム構築ツールとして利用されるものと考えられる。

### 参考文献

- 1) 相良泰行：「食品感性工学」，朝倉書店，東京（1999）
- 2) 相良泰行：日本官能評価学会誌，3(2)，87（1999）
- 3) 相良泰行：日本味と匂学会誌，8(2)，153（2001）
- 4) 池田岳郎，日置真由美，永井元，相良泰行：日本味と匂学会誌，9，553-556（2002）
- 5) 相良泰行：おいしさをさぐる食品感性工学：化学工業日報社（2004）