

食感性工学のパラダイムと実用技術への展開

相良 泰行

Sagara Yasuyuki

東京大学大学院農学生命科学研究科

月刊フードケミカル2007年7月号 別刷

「おいしさ評価の最前線」の企画にあたって

— 食感性工学のパラダイムに基づく実用技術の進展 —

相良 泰行

Sagara Yasuyuki

東京大学大学院農学生命科学研究科

本年5月下旬に東京ビッグサイトで開催された食品化学新聞社主催「ifia JAPAN 2007」は日本経済回復の兆しを反映して、大盛況となり、この催しのプログラムとして企画された「第5回おいしさの科学フォーラム」も予約で満杯となる活況を呈した。このような「フォーラム」の状況は過去5年間継続しており、この企画に対する興味と期待が極めて大きく、「おいしさ」を探り、評価し、創造する新しい科学技術の進展は「食」関連産業の永遠の課題であることを裏付けている。このフォーラムのコーディネーターとして心がけたことは、プログラム組成のプラットフォームとして、筆者が提唱してきた「食感性工学」のパラダイムを念頭に置きながら実用技術の進歩を紹介することであった。しかし、フォーラム開始から5年が経過し、この間の関連科学技術も急速に進展しており、本誌では、この状況を最新情報として継続的に提供する「おいしさ評価の最前線」を連載記事として企画することとなった。

さて、「食感性工学」の主な目的は、消費者の嗜好を満足させる味や香り、さらには機能性と調和した「おいしさ」などを定量的に明らかにし、それらの情報を新製品の開発や製造方法の最適化などに役立てる実用化手法を開発することにある。その具体的開発テーマには、社会的属性の異なる消費者の嗜好特性の把握、マーケティング戦略上ターゲットとすべき消費者群の抽出、その消費者群が求めている香味の品質設計、設計された新商品を生産するための製造条件を最適化する手法、さらにマーケティング戦略の立案手法などの開発などが含まれる。すなわち、消費者を起点とする顧客満足型の新商品を設計・製造するトータルエンジニアリング手法を開発することにある。これらの手法はConsumer-oriented Technologyとして、また日本発のオリジナルなパラダイムとして、食品に限らず多様な業界から注目されている。

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。例えば飲料のTVコマーシャルは、コンビニで包装容器を見るという行為を介して、中身の香味評価に直感的で甚大な影響を及ぼす。したがって、「食」にまつわるヒト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効果を起点とした顧客満足型の食品開発や加工プロセスの最適化などに役立つ「五感コミュニケーションモデル」は食感性工学のパラダイムを実用技術へ展開するツールとして有用である。

他方、消費者の「嗜好」の形成プロセスを探り、創る方法の開発も主要課題の一つである。例えば、新生児の唇に極めて希薄な5つの基本味溶液を数滴垂らして顔面の表情変化を観察すると、成人と同様に、甘さには喜びの、苦みには嫌悪の表情を示す。このような研究事例から、新生児はその脳内に大人と同様の味覚識別能力を有していると考えられている。このように、胎児や新生児の脳は未分化ではあるが、誕生後の五感による学習などを通じてさまざまな仮想や嗜好を創生してゆくことが知られている。新商品のマーケティング分野では、子供の嗜好に対する学習効果が最も盛んな時期に、新商品を市場に投入して新規嗜好の形成を促進させ、確実な市場の創出を促す長期的戦略が検討されている。

このシリーズでは、まず筆者がプラットフォームとしての「食感性工学のパラダイム」と「五感コミュニケーションモデル」を2回にわたって紹介します。これに引き続き、これまでifiaで講演いただいた方々に個々の計測・評価技術の「最前線」を統一テーマとして執筆を依頼しています。読者には、このシリーズが「多様性の中の統一」を目指して企画されている点に留意され、毎号掲載される記事が「食感性工学」のどのポジションに位置しているのかを継続的に確認されることをお勧めします。このシリーズを始めるに当たり、読者の皆様には「乞うご期待」と申し上げる次第です。

食感性工学のパラダイムと実用技術への展開

相良 泰行

Sagara Yasuyuki

東京大学大学院農学生命科学研究科

1. 食感性研究のニーズ

近年、楽器・自動車などの工業製品に限らず、食品の設計・生産に人の「感性」を考慮する試みが始められ、いろいろな分野の学会などで「感性」をキーワードとする研究が発表されるようになってきた。われわれの「感性」は生活のアメニティーと密接不可分の関係にあり、これに関する研究・開発は近い将来、学問的にも産業的にも急速に発展することが予測される。食生活のアメニティーを表す最大の指標は食物に対する「おいしさ」の程度である。また、これを判断する尺度の一つとして「食嗜好」が挙げられる。

食品の「おいしさ」やこれを判断する食嗜好の尺度を何らかの理工学的手法で計測し、再現性や客観性の高い数量化された情報を得るシステムが確立されることになれば、食品産業界における新食品の開発やプロダクトマネージメント、さらにはマーケティングの戦略に革新的な改善がもたらされるものと期待される。

このようなシステムを構築するためには、食品が保有している物質的属性と「食」にまつわる人の心理的要因を抽出して、これら相互の関連性を明らかにし、最終的には「食に対する感性」を定量化しなければならないと考えられる。従来、このための技術を開発することは極めて困難とみなされ、一般的には食品に対する人の心理的反応を各種の「官能評価」手法を適用して把握する努力がなされてきた。しかし、アンケートによる主観的データの解析に依存する官能評価には再現性や信頼性に疑問が残る場合が多く、評価結果の利用にあたっては、再度人の主観的判断を要するな

ど、この方法にもさらなる研究が必要とされている現状にある。

いずれにせよ、「感性」を新しい価値として広く社会に浸透させ、これによって消費者に醸成された「感性価値」を刺激する新商品を創造する科学技術の発展を促進する施策が、多様な業種で要望されてきた。これらの現状にあって、経済産業省は平成19年5月22日付けで、「感性価値創造イニシアティブ～第四の価値軸の提案～」を策定し、プレスリリースしている。

2. 食品産業の緊急な課題

前世紀の産業、特に工場生産を主体とする各種の加工工業分野では、大量で効率的な生産・販売方式により利潤を追求してきた。このような生産方式を達成するために、科学技術にも基礎から応用に至る多様な開発研究が求められ、世界的なレベルの研究開発競争に晒されながら、このような「大量効率生産方式」の達成に多大の貢献を成し遂げてきたといえる。しかしながら、一方ではこれらの生産方式の追求に伴って、原材料の確保に関する南北問題、エネルギーおよび環境などの諸問題が蓄積されてきた。これらの問題は前世紀末に至り、人の健康・生命ひいては生存を脅かす存在として一般消費者に認知され、さらに近年の構造的な不況の長期化と相まって深刻な社会不安を招く事態となっている。このため、これらの問題は、政策面でも、科学技術の面でも、緊急に解決すべき課題としてクローズアップされてきた。

農業・食品産業の分野でも、連日、各種メディアに「狂牛病」、「O157」、「企業倫理」および「高齢化」などのキーワードが氾濫する状況になり、

「食の安全と安心をとどける科学技術と産業」の創生が必要となってきた。特に、「食の高齢化社会対応」の課題は、団塊の世代が65歳を迎える以前までに解決しなければならぬ緊急性を有していると言える。すなわち、現在の福利・厚生・医療に関する諸制度は、高齢化社会の進行に伴って破綻すると社会不安が広がっている。高齢者の健康・介護・医療の諸問題に対処する最良の方策は、「食育」による若年層と一般成人の健全な食生活への回帰による疾病の予防と、「高齢者用健康・介護食サプライ社会システム」の構築にあると考えられる。しかし、消費者、特に若年層と高齢者が感じる「おいしさ」と「食嗜好」さらには「安心」を与える情報を取得し、これを評価して生産プロセスに反映させるための科学技術の分野は未発達の状態にある。

他方、食品産業では新製品の市場定着率の向上が死活問題となっている。現在、EU市場に1年間に投入された新製品の定着率は約15%以下となっており、わが国ではさらに低い定着率となっている事態が予測されている。実際に、これらの現象は飲料関係の市場における商品ライフサイクルの短縮化に顕著にみられる。このために、従来の官能評価法を利用した市場調査に基づく新商品の開発競争が熾烈となっており、これに要する多大の経費は不況下における農林水産業・中小食品企業を圧迫し、いわゆる裾野産業に支えられたわが国のフードサプライシステムの破綻を招きかねない現状にある。

3. 食感性工学によるパラダイムシフト

これまでに述べた「食」を取り巻く緊急な課題を解決するためには、従来の大量効率生産・販売方式に変わる新しい方式への変換、すなわち川上から川下への生産・サプライシステムから、消費者、すなわち、川下を起点とする逆方向生産システムへの変換が必要と考えられる。特に、前世紀末から多発した食品危害により醸成されてきた消費者の食に対する「安全と安心」への不信感を払拭して、信頼性を回復するためには、ここに述べた新しいアイデアに基づく食品産業構造の改革とこれを支援する科学技術と社会システムの構築が必要と考えられる。これらの認識は欧米諸国でも定着しつつあり、いわゆる「消費者科学」の充実と発展に多大の研究開発費が投入され、また、EU

では機能性・健康・高齢者に関する多国籍ボーダーレスプロジェクトが進展し始めている。

ここに提唱した食感性工学の目的は「消費者起点工学および生産 (Consumer-oriented Engineering and Production)」を食品分野において具体的に実現する基礎科学とこれを生産に反映させる技術を包括した、横断的新科学技術分野と新食品産業・市場・社会システムの創生にある。これらの研究開発により得られる成果は、単に食品産業のみならず他産業における消費者起点工学の発展と生産方式・販売戦略に具体的方法論を提供することになるものと予測されている。食感性工学のパラダイムによる消費者起点産業へのシフトは、現在、多くの産業が構造的に抱える諸問題の解決にもブレークスルーをもたらすものと期待されている。

4. 関連科学技術の進展

一方、近年に至り生体や食品を対象とした電磁波による非破壊成分分析や品質の定量的評価技術が実用化されてきた。「おいしさや食嗜好」の計測・評価に特に要望される理想的条件は、「非破壊・遠隔・高速度の3条件」である。今のところ、このような条件を満足する情報伝達媒体としては電磁波が最も適しており、いわゆる光センシング技術として多方面でその研究・開発が進められている。例えば、食品や農産物を対象とした光センシングの分野では、近赤外分光法を測定原理とする「米の食味計」や糖酸度センサと画像処理技術を組み合わせた「青果物の選別システム」等が実用化され、世界的な工業技術レベルからみても、農業分野で開発された画期的な技術として高く評価されている¹⁾。

生理学の分野では、食品栄養学・衛生学の立場から、生命を安全に維持し、健康を保つための人体の機能、さらに、食嗜好の発現に寄与する生理現象と心理的動態との関連性を解明する研究が進められている²⁾。バイオエレクトロニクス分野においては、生物が保有している「スーパーセンサー」などのセンシング・通信・判断システムなどのメカニズムの解明が精力的に進められている³⁾。嗜好に関しては、視覚・味覚・嗅覚に関する情報のセンシングと判断のメカニズムを分子レベルで物理化学的に解き明かす研究が進み、また、脳波と脳磁場の多点計測により味覚・嗅覚のメカ

ニズムを解明するための研究が注目され、これらの研究により脳内食情報処理プロセスの機序が次第に解明されつつある⁵⁾。ここに述べたような研究や開発が進展するにつれ、工学分野でもこれらのメカニズムを模倣する形で、バイオセンサー、特に各種の人工脂質膜や高分子膜を利用した味覚や匂いのセンサが実用化されている⁶⁻⁹⁾。さらに知識工学の分野では人の情報処理法を模したファジィ理論や学習機能を持つニューラルネットワーク¹⁰⁾、さらには遺伝子アルゴリズムなどが考案され、その利用は生活のアメニティー化をもたらす電化製品にまで浸透している。

このような現状を踏まえると、個々の工学的な計測技術と官能評価やマーケティング分野で発達してきた多様な手法を統合してシステム化することにより、従来不可能と考えられてきた食品に対する消費者の嗜好やおいしさを定量的に評価し、この結果に基づく商品開発や販売戦略の検討にも役立つ技術的・学問的領域の構築が可能と考えられる。筆者はこの領域をカバーする新しい学術研究の分野を「食感性工学」として提唱してきた¹¹⁾。

5. 感性の定義

5.1 定義の意義と曖昧さ

「食感性工学」なる新しい研究領域を提唱するにあたり、筆者が苦悩した問題点の一つは「感性」をいかに定義するかという課題である。結論的には現時点でこれを正確に定義することは困難であり、「感性」に関する研究の成果を取り入れながら曖昧さの部分解消していく方法を探らざるを得ないと考えられる。このことは「感性」の研究が現時点では未熟の状態にあり、新しい研究分野として自由度の高い多様で広大な領域が残されていることを意味している。今後は「脳」研究の隆盛に観られるように、いわゆる「知性」をベースにして培われた研究分野の境界領域から感性を含む「直感」を対象にした研究分野への萌芽が発生・伸長し、これらの萌芽が新領域を創造しながらお互いに刺激し、場合によっては結合しあいながら網状に感性研究の領域を拡大していくものと予測される。しかし、「感性」の定義に対する共通認識を深めることは、萌芽的研究の創造と異分野に所属する感性研究者相互の意志疎通を図るのに重要で

ある。したがって曖昧さを残しながら現時点で想定される「感性」を仮に定義しておくことは有意義であると考えられる。

5.2 感性の辞書的定義

「感覚」は「ヒトが外界との係わりの中で五感により日常的に行っている最初の情報処理プロセス」と定義されよう。他方「感性」の定義は感覚ほど単純ではなく、その辞書的定義は「広辞苑」によると①外界の刺激に応じて感覚・知覚を生ずる感覚器官の感受性、②感覚によってよび起こされ、それに支配される体験内容。したがって、感覚に伴う感情や衝動・欲望をも含む、③理性・意志によって制御さるべき感覚的欲望、④思惟の素材となる感覚的認識などであり、また、対応する英語は[sensibility]となっている。ちなみに他の国語辞書類でもほぼ同様の定義となっている。そこで、逆に[sensibility]を「研究社新英和大辞典」で引くと①感覚能力、感性、感覚 (capability of sensation, sensitiveness)、②(測量器・植物などの)感度、③(繊細な)感受性、敏感さ (susceptibility, delicacy)、④感情、神経質、神経過敏 (sensitive feelings)、⑤物の衰れを知る能力、たしなみ (delicate sensitiveness or taste) であり、概して事象に対する感覚的・感情的能力を表す語彙となっており、日本的な定義とはニュアンスが異なることが分かる。特に、sensibilityは感性の概念に含まれる感覚や感受性の能力を表す語彙として用いられることが分かる。

近年、D. ゴールドマンの著書「EQ-心の知能指数」がベストセラーとなったが、この本の原著名は「Emotional Intelligence」であり、翻訳書の「EQ (Emotional Quotient)」とは異なっている。この「EQ」は知性評価の尺度である知能指数「IQ (Intelligent Quotient)」に相当する感性の指標として提案された造語である。いずれにせよemotionが感性に係わる言葉であることに間違いはないが、これに相当する日本語の「エモーション」は単に「情緒・感動」(広辞苑)を意味しており、能力を評価する概念は含まれていない。他方、日本で最近出版された「感性マーケティングの技法」¹⁵⁾の英訳タイトルは「Taste Marketing Method」となっている。一般に、「taste」の意味には「味わうこと」、「味覚」、「味感」、「味」、「風味」など、味覚を表す概念の他にも「気味 (touch, tinge, trace,

smack)」、「好き嫌い」、「鑑賞力」、「審美眼」などが含まれる。この本の内容から判断すると、英訳タイトルに含まれる「Taste」は主に「嗜好と嫌悪」を表現する言葉として選択されたものと考えられる。このように、「感性」という概念に一对一に対応する英語は存在せず、感性はsensibility, emotion, spiritual, feeling, tasteおよびpreferenceなどで表現される人の心の動きを包括的に表現する言葉として、すなわち、「知性」や「理性」と区別される[直感的]心の動きを表現する言葉として使用されている。

5.3 食感性工学のパラダイム

これまでに述べた事由により、筆者は感性の概念を「①外界の刺激に応じて感覚・知覚を生ずる感覚器官の感受能力、②感覚によってよび起こされる感情の動態、③理性・意志によって制御されるべき感覚的欲望」と大まかに定義し、また、「感性」に対応する英語として日本語の「kansei」を採用することを提案している。欧米で定義された4つの基本味に日本が世界に向けて発信した「うまみ(umami)」が5番目の基本味として認知されたように、「kansei」も世界的に認知されることを願っている。

食感性工学のイメージは「食情報に係わる感性

のモデリングとこれを利用したプロダクトマネージメント」であり、研究領域には食情報のセンシング、生体生理反応機序の解明、センシング情報の感性情報への変換、食にまつわる評価・判断および嗜好形成のモデリング、さらに、これらに基づく新製品の開発・設計および販売戦略などが含まれる。そのパラダイムと方法論は、「消費者起点工学および生産(Consumer-oriented Engineering and Production)」を食品分野において具体的に実現する基礎科学とこれを生産に反映させる技術を含むした、横断的新科学技術分野の発展と新食品産業・市場・社会システムの創生に有用である。これらの研究開発により得られる成果は、単に食品産業のみならず他産業における消費者起点工学の発展と生産方式・販売戦略に具体的方法論を提供することになる。これにより、現在、多くの産業が構造的に抱える諸問題の解決にもブレークスルーをもたらすものと期待されている。

6. 計測・評価技術の役割

6.1 五感による食行動と嗜好形成ループ

図1に人の食嗜好に影響を及ぼすと考えられる諸要因の多層構造と食行動との関連性を示す。食品はその属性により人に認知され、また人の感性

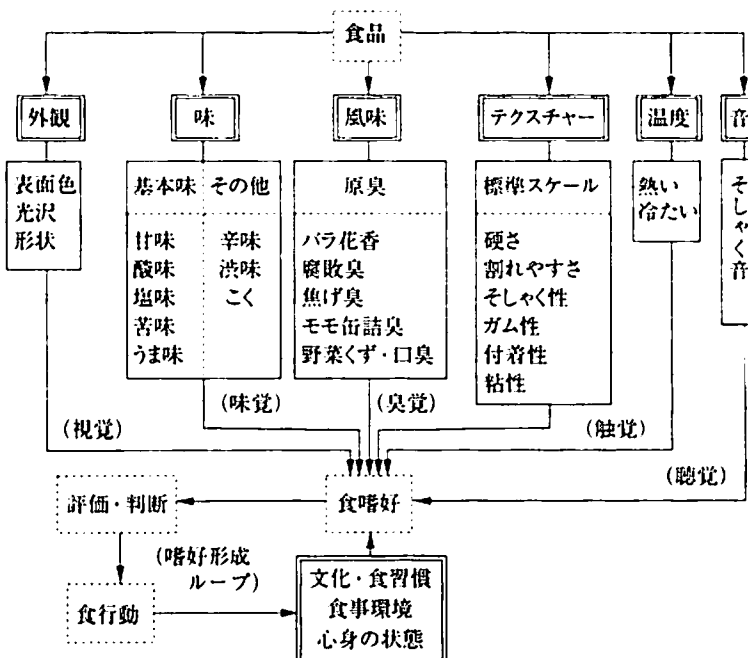


図1 食嗜好の多層構造と嗜好形成ループ

を刺激すると共に育成する。人が感知する食品の属性には「外観」、「味」、「風味」、「テクスチャー」、「温度」、「音」等が挙げられ、これらの属性が異なることにより食品は人により分類され、特徴づけられている。

特定の食品に対する人の嗜好形成は、まず食品が保有している物理化学的属性を「視覚」、「味覚」、「嗅覚」、「触覚」、「聴覚」を司る感覚器官、すなわち、「五感」により感知することに始まる。次に個人が遺伝的に持っている官能的気質や生まれ育ってきた文化・習慣により学習され、記憶されてきた判断基準、すなわち「嗜好好」にそのときの心身の状態・食事環境条件等を加味して、「美味しそう」などと予断して食行動を起こす。また、そしやくの過程では嗜好好に係する属性の多様な変化をセンシングすると共に、好き嫌いの程度を判断しながらこれらの情報を脳に入力する。最終的には入力された情報が総合的に処理・評価され、さらに記憶として蓄積され、場合によっては「嗜好好」に革新的修正がもたらされる。このようなパターンが各種の食品に対して繰り返えされ、その学習効果によって嗜好好が形成されるものと考えられる。筆者はこのパターンを「嗜好好形成ループ」と名付けている。

6.2 定量化システム

人の嗜好好と食行動はその個人が生まれ育った自然・経済・文化・民族・教育程度などの条件により影響を受けることが知られているが、ある地域や民族または嗜好強度のレベル等を特定する条件を設定すれば、マーケティング分野で用いられているさまざまな統計的数量化学法を適用することにより、設定した条件を満足する大多数の人々に共通する嗜好基盤の抽出が可能である。この基盤の上に乗って先端技術を駆使した嗜好の計測・評価システムを適用することにより、個人の嗜好にも一定の物理的スケールを与えることが可能と考えられる。

人の嗜好好は一見極めて主観的であるが、計測・評価技術の役割はこれらに客観的で、可能な限り数理的なスケールを与えることである。主観的な人の嗜好好に客観的で数理的なスケールを与えるためのデバイスと、これによって得られる信号の伝達・処理・評価・記憶装置とこれらを操作するためのモデル等を開発し、これらの情報をわ

れわれの食生活や食品産業の多方面にわたる目的に効果的に利用できるシステムの構築こそが、ここに提唱する「食感性工学」の技術的目的である。

6.3 感性計測技術の役割

人の行動様式はその大部分が視覚から得られた情報により決定されている。これが「人間は視覚動物である」と言われる由縁である。視覚以外の感覚器官の中で、味覚は食物の安全性を判断しながら栄養物を摂取し、生命を維持するとともに、人体の発育を司る重要な役割を担っている。また、食物の「おいしさ」を楽しみ、学習するための器官、すなわち嗜好好形成の感覚器官として特徴づけられる。しかし、食物の「おいしさ」は五感を総動員して検知されており、技術的にはマルチセンシングの典型例である。食品の属性の中で形や色の識別はCCDカメラの出現によりかなりの高精度でセンシング可能となっている。この他の属性であるテクスチャー・音・温度などは物理的にセンシング可能であるが、味や香りの測定には複数の化学物質を総合的に検知・評価する、いわゆる化学的センシングが必要とされる。

単一の物理量を計測する物理センサーは、圧力計・マイクロホン・温度計などに代表されるように、比較的容易に実用化されてきた。他方、バイオセンサーの研究が進むにつれ、微生物センサー、免疫センサー、酵素サミスターなど、多種多様な生物化学センサーが開発されてきた。従来、これらのセンサーの重要な開発目標は単一の特定物質に対する選択性、すなわち高い識別能力を持たせることにあった。しかし、味覚を代行する化学センサーには他種類の化学物質を選択的に、また、同時に検知し、それらの化学量をも受容する機能を持たせる必要があるため、その実現が困難視されてきた。特に、味の強度はその呈味成分間の相互作用により変化することが知られており、例えばスイカに食塩を少量加えると甘みが強く感じられ、また、調理における「隠し味」はこの効果を経験的に利用したものである。このように味覚センサーには「個々の呈味物質でなく総合的な味そのものに応答する」機能が要求される。

近年、ここに述べた要求を満たす味覚センサーや匂いセンサーが開発され、食味評価の分野では官能検査に物理量を導入するための機器として有用視されるようになってきた。

7. 食感性工学の構築

7.1 構築の前提条件

現在考えられる嗜好好の計測・評価システムとこれを含む食感性工学の全体像を構築して図2に提唱した。この図に示した領域は基本的に図1に示した人の嗜好好と摂食行動に関係する諸要因を計測・評価技術と各種の数理モデルで置換したものである。したがって、「おいしさ」や「嗜好好」の物理化学的計測に必要な人を対象とした生体情報計測の領域は含まれていないことを認識しておく必要がある。この領域には「バイオエレクトロニクス」と称される広大な研究領域で開発される先端技術、特に電子応用技術の成果を導入することを念頭に置くにとどめ、簡略化のためにこの図には特に示していない。しかし、その中で将来食

感性工学の領域でも重要と考えられる技術については選択した上で、個々に示してある。たとえば、図中の「マルチセンサー」や「ニューロおよびバイオコンピューター」などがこれに相当する。

7.2 センシングデバイス

図2に示した測定因子とデバイスのセクションは食品の属性をセンシングする部分である。解析システムのなかで画像処理からニューラルネットワークに至る個々の解析手法は計測によって得られた信号に基づき「おいしさ」を評価する部分であり、現在でも評価に用いられている手法である。嗜好好の観点に立てば、センサーからこれらの解析手法に至る領域は、ある食品を人が摂取する場合に、食品の属性が人の生理的变化に及ぼす影響を物理化学的な「強度」として客観的に把握する領域に相当する。現在のところ、食品の属性は各

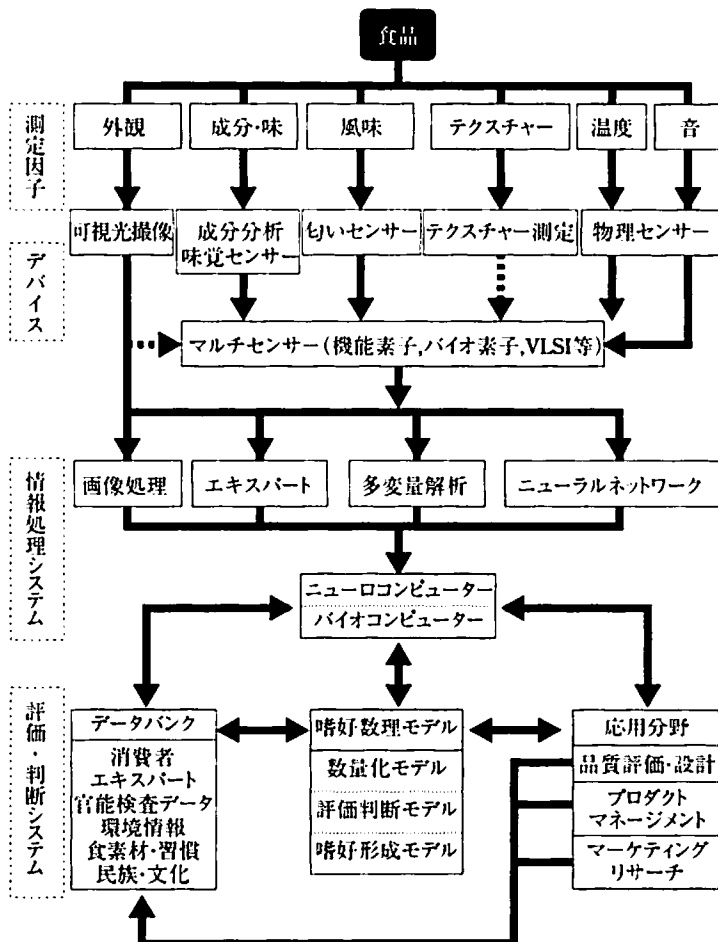


図2 嗜好好の計測システムと食品感性工学の領域

種のセンサーとこれに直結した解析手法を用いて個々に測定・評価されている。例えば、米の食味は近赤外スペクトルアナライザーと多変量解析もしくはニューラルネットワークを組み合わせて評価され、「食味計」単体として市販されている。しかし、将来は個々のセンサの機能を高度に集積し、ハード的に一体化した「マルチセンサー」が開発され、非破壊的な遠隔測定が可能となるものと期待されている。

7.3 情報処理システム

ニューロおよびバイオコンピューターは食品と人の計測から得られる物理化学的な「おいしさ」と人の嗜好と食行動、さらにマーケティングリサーチ等の応用分野を結合し、これらの情報を効率的・総合的に処理する、いわゆる情報処理を担当するセクションである。このセクションの情報処理機器としては現存する超大型コンピューターを当面利用できるが、嗜好は元來人の脳が関与する情報処理の典型的な例であり、これには生物が行っている情報処理を模倣した新しいコンピューターの導入が望ましく、現在、電子および情報工学の分野での開発競争が熾烈となっているこれら2つのコンピューターの実現が待たれる。

7.4 評価判断システム

最後に残された「評価判断システム」は感情を数量化して目的に応じた数理モデルを構築する、主にソフトウェアを担当する部分である。嗜好の数理モデルをグループ分けすると、

- 1) 食品と人の嗜好に関連する計測データを数量化するためのモデル、
- 2) 数量化されたデータに基づき食品の品質とこれに対する人の嗜好のマッチング度合いを評価し、さらに食行動や新製品に対する消費傾向等を予測・判断するためのモデル、
- 3) 個人またはある特定の地域に居住する消費者の大多数に共通する嗜好の特性を抽出し、その特性がいかんして形成されてきたかを探り、さらに将来どのように変化していくかを予測するための嗜好形成モデル、

などになるものと考えられる。

これらのモデル群の構築には前に述べたようにバイオコンピューター等によるダイナミックな情報処理手法と嗜好に関する信頼性の高い膨大なデータバンクが必要となろう。データバンクの中に

は、消費者の嗜好動向、食品企業でテイスターと呼ばれているエキスパートの官能検査手法に関する情報、特定の食品に関する成分・栄養・官能検査蓄積情報、地域の自然環境情報、食素材・食習慣に関する情報、民族・文化に関する情報等が含まれ、これらの情報はコンピューターによる嗜好数理モデルの構築に利用される。例えば、テイスターの官能検査手法は各種センサーまたはマルチセンサーで計測された食品の嗜好特性に関する情報と共に、解析システムの中のエキスパートシステムやニューラルネットワーク、さらに嗜好数理モデルの構築に利用される。すなわち、食品製造プラントの操作や品質検査で神様と称されているエキスパートの主観的検査・評価手法が、誰でも操作・利用できる客観的なシステムに置き換えられ、さらにその評価結果はファジィ理論等を導入することによりプラントの制御等に利用されることになろう。

嗜好数理モデルの応用分野には、

- 1) 人の嗜好を加味した食品の品質評価とこれに基づく品質設計、
- 2) 品質設計に基づく商品プロダクトマネジメント、
- 3) 嗜好の評価と予測に基づくマーケティングリサーチ

などが挙げられる。これらのモデルは食品企業の製造・販売戦略に定量的情報を提供することになる。

8. 重点的研究領域

食感性工学の発展と充実に必要と考えられる重点的研究領域およびそれらの横断的展開に関する概念図を図3に示す。この図の座標軸は1) 基礎科学-実用技術(消費者起点工学: Consumer-oriented Engineering)と2) 物質(食素材)-生産ライン-製品-デリバリシステム-消費者であり、この平面上に重点的研究領域を①ヒト、②センシング、③モデリングおよび④マーケティングの4領域に分けて示している。また、基礎科学の領域にはヒトを対象とした「脳機能」と「生体反応」に関する研究分野が含まれ、具体的な研究テーマとして「脳内情報処理」と「五感コミュニケーション」を示した。他方、実用技術の領域では、②センシングから④マーケティングに至る対角線

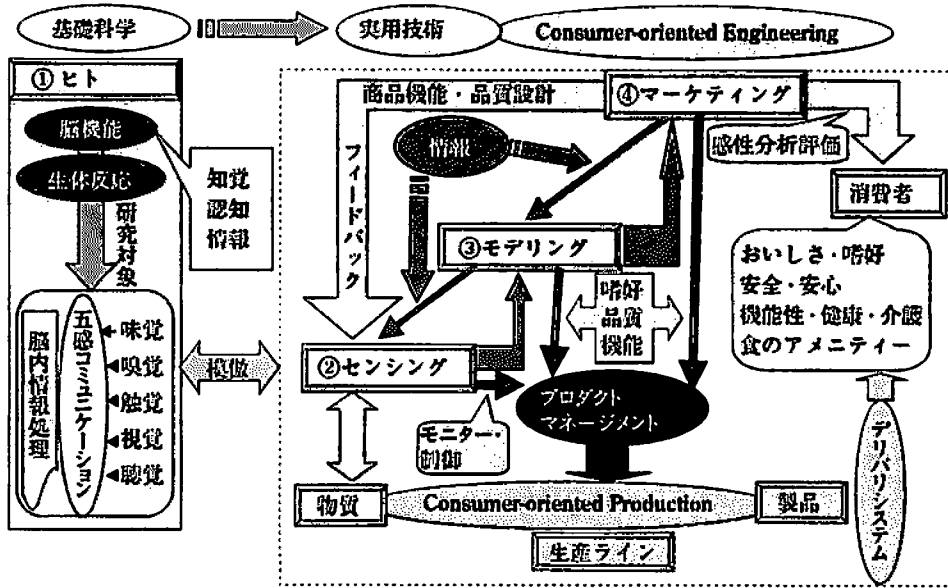


図3 食感性工学の領域と重点的研究テーマ

の上部領域は主に「情報」を研究対象とする分野であり、下部領域は生産と流通を総合的に司る「プロダクトマネージメント」の構築を目的とする分野である。以下に、これらの重点的研究領域と具体的研究テーマについて概説する。

8.1 脳機能・生理生体反応と五感コミュニケーション

食に関する脳機能、生理・生体反応、知覚・認知・情動の動態と五感によるコミュニケーションのメカニズムを解明するための計測手法とコミュニケーションモデルを開発する。この分野において、ターゲットとすべき具体的な研究課題を以下に列挙する。

- 1) 食に関する消費者の挙動を把握するための脳波、脳磁場、核磁気共鳴・陽電子放出断層・近赤外光などのイメージング計測手法の開発
- 2) 五感コミュニケーションにおける情報伝達・処理のメカニズム解明
- 3) 知覚器官、特に、味覚と嗅覚に関する分子化学論とテクスチャーや咀嚼に関する動力学の構築
- 4) おいしさ、嗜好および購買行動に関する心理物理学の構築

8.2 実用技術の開発

基礎科学の領域研究で得られた知見に基づき、以下に列挙するような実用領域における研究課題

を推進する必要があると考えられる。

- 1) 知覚センサー、特に、遠隔検知機能を有する視聴覚と嗅覚および摂食中の食味・テクスチャー・音・温度などを司る知覚器官のメカニズムを模倣したセンシングシステムの開発
- 2) 物理化学的の機器分析や知覚センサなどの出力とマーケティング情報を融合させる「双方向感性変換システム」の開発
- 3) マーケティングサイエンスの構築。特に、ITを活用した消費者の官能評価システムおよびマーケティング戦略にも役立つ分析・評価ツールの開発

9. 食感性工学の展望

これまでに述べた「食感性工学」は学術的に全く新しい分野であり、その領域も広く認知されているわけではない。また、技術的にも完成されていない未知の分野を多く含んでいる。食嗜好は人の感情に由来する度合いが大きく、このために単に食品の物理化学的の属性を計測して、その特徴を抽出し、美味しさに関連する要因について、評価スケールを与えるだけでは、感性の計測が完成したことにならない。また、技術面では、人の感情変化を遠隔かつ高速で計測・評価する方法の開発が究極の課題となることも明らかである。さらに、現存する技術レベルではとうてい到達不可能な課

題であることも明白な事実として認識される。

そこで、本稿では嗜好関連技術の現状を概観することよりも、この分野の将来を見越した学問・技術のあるべき姿を大胆に描いてみることに重点を置いた。その結果がここに提唱した「食感性工学」の領域であり、その特色はセンサー等の計測技術からプロダクトマネジメント手法の開発に至る流れをシステム化して取り扱うための技術、さらには、消費者の感情・購買意欲を対象とするマーケティング科学の分野も包含している点にあると言える。すなわち、研究者には必然的にトータルエンジニアリングのセンスが求められ、さらに、異分野の技術を融合して目的を達成するプロジェクト方式研究を推進するマネジメント能力も必要である。

ここでは先端計測技術と情報に関連する数理モデルを利用し、また、逆に従来の官能評価手法を数理モデル構築のアイデアとして還元しながら消費者の嗜好好を高度に定量化していくプロセスが進展するものと予測される。これに伴って、より物理的で客観性の高さに裏付けされたマーケティング手法の開発も多方面で進展するものと考えられる。その結果、例えば従来社長の「鶴の一声」で決まったと言われる新製品の開発戦略等に客観的な判断材料を提供する「食品消費予測・判断システム」が選挙開票結果の予測システムと同程度の信頼性を持って実用化されることが期待される。

米国の大学院ではビジネススクールのなかに新製品開発のための戦略的マーケティング手法を組織的に学べる、いわゆる「プロダクトマネジメント」のコースを設けているところが多いが、日本ではこのような講座を設けている大学は数少ない現状にある。食感性工学はこのような研究領域を先取りし、さらに強化・発展させる役割を担っている。このように、食感性工学は学際的研究分野として特徴づけられ、その発展は官能評価技術をはじめとし、食品科学、情報科学、システム工学、機械・電子工学、心理学、生理学などの分野の研究者の相互啓発と共同研究により促進されるものと期待されている。

参 考 文 献

- 1) 相良泰行：食品工業学会誌，43 (3)，215-224 (1996)
- 2) A.W. Logue：「食の心理学」(木村定訳)，土社，東

京 (1994)

- 3) ダイアン・アッカーマン：「感覚の博物誌」(岩崎徹，原田大介訳)，河出書房新社，東京 (1996)，
- 4) 徳永史生他：「生物のスーパーセンサー」(津田基之編)，共立出版，東京 p.17 (1997)
- 5) 山本 隆：日本官能評価学会誌，3 (1) pp.5-9 (1999)
- 6) 都甲 潔：ジャパンフードサイエンス，37 (3) pp. 31-37 (1998)
- 7) 都甲 潔：「食と感性」，光琳，東京 (1999)
- 8) 外池光雄：テクノインテグレーション，8 (7) pp.56-60 (1992)
- 9) 松野 玄：平成7年度農業施設学会秋期シンポジウム講演要旨集 pp.26-31 (1995)，
- 10) 池田岳朗，日置真由美，相良泰行，永井元：日本味と匂学会誌 8 (3) pp.499-502 (2001)
- 11) 相良泰行：日本食品工業学会誌，41 (6) pp. 456-466，(1994)
- 12) 相良泰行：食品工業 6 (30) pp.16-32 (1997)
- 13) 相良泰行：ジャパンフードサイエンス，37 (3) pp.23-30 (1998)
- 14) 相良泰行：日本味と匂学会誌 8 (2) pp.153-159 (2001)
- 15) 佐藤邦夫，平沢徹也：「感性マーケティング」，プレジデント社，東京 (1996)
- 16) G. Ikeda et. al: Food Sci. Technol. Res., 10 (4), 396-404 (2004)
- 17) G. Ikeda et. al: Food Sci. Technol. Res., 12 (4), 261-269 (2006)



さ が ら ・ や す ゆ き

東京大学大学院農学生命科学研究科
農学国際専攻 教授

1972年東京大学大学院農学研究科農業
工学専攻博士課程在学中に東京大学農
学部助手採用。83年農学博士，85年東

京大学講師，88～90年インドネシア共和国ポゴール
農科大学大学院客員教授に派遣。97年東京大学助教
教授。03年同教授，現在に至る。

- 99年アジア・オセアニア乾燥会議メダル賞
- 02年第13回国際乾燥シンポジウムにてクリオファルマ凍結乾燥賞
- 03年第2回北欧乾燥会議最優秀R&D賞
- 趣味：モダンジャズプロデュース，精神分析，映画・民族音楽集録ほか多趣味