

# 食メディアにおける味情報提示手法のサーベイ

中村 裕美 宮下 芳明

食メディアに関する研究には、料理情報の共有や調理工程の分析と支援、食事内容の記録や分析、健康維持のための食事環境支援、共食におけるコミュニケーションの分析、支援、味情報の計測や提示などが含まれる。本論文では、近年活発に展開されるようになった情報科学技術を活用した味情報の提示手法を対象に、該当する研究や技術展開を直接提示型と間接提示型の2つに分類し、各分類の特性を議論したうえでサーベイを行った。また、これらの研究領域や技術の今後の動向と食メディアへの貢献について議論した。

Research area of eating and cooking activities include sharing, analysis, helping about cooking, health assistance of eating, analysis of communication about eating with other people and measuring and outputting information of taste. Among them, various technologies of outputting about information of taste are proposed. In this thesis, we surveyed outputting information of taste utilizing information technology and computer science. We classified these output system of taste information according type of direct output to our sensor organ and indirectness output. In addition, we discussed about the wave of the future of these system and research and contribution of these methodology for eating and cooking activities.

## 1 はじめに

味情報や食にまつわる食メディア研究は、食が人間の生存に不可欠であると同時に、広く私たちの精神的充足に関わることから、多大な興味がよせられている。味情報における情報科学技術の活用は、調理行動支援やその共有、食の流通と安全に関する情報提供技術、食からの健康に向けたサポート、人間同士のコミュニケーションに主眼を置いた共食行為の分析と支援、飲食内容の記録と分析、提示技術などと多岐にわたり、多種の分野から得られた知見を活用した展開が行われている。

このことから、分野の発展と拡大に伴い、各種学会

分野でも食とコンピューティングを対象とした特集記事の展開 [1][2][3]、料理メディアを特集とする論文誌の発刊 [4]、料理メディアや食メディア研究会の開催 [5][6] など、食メディア研究を大きな潮流として推し進める展開がみられる。

調理行動や食事行動に関する研究は、画像認識技術や行動分析手法の発展に伴い、食事内容の記録や分析、食事中的コミュニケーションなど多種の研究が展開され、精度の向上も図られてきた [1][2]。また、調理支援、検索、共有手法は、ネットワーク技術や画像、音声を用いた複合感覚提示技術により、多くの情報を伴った形で支援、共有が実現している [3]。そして、味物質の認識技術は、都甲らの味覚センサのような人体の構造を模した人工脂質膜による計測技術などが発達しており、味受容に依拠した高精度な認識が可能となりつつある [7]。

しかし、味情報の提示手法は萌芽段階にあると考えられる。これは味情報の受容が化学物質によって誘起されるため、受容から認識までのプロセスが聴覚や視覚など物理的特性を持つ感覚器に比べ複雑であるこ

A Survey on Output Methodologies for Cooking and Eating Activities.

Hiromi Nakamura, Homei Miyashita, 明治大学大学院理工学研究科新領域創造専攻, Dept. of Program in Frontier Science and Innovation, Graduate School of Science and Technology, Meiji University..

コンピュータソフトウェア, Vol.30, No.1 (2013), pp.65-75.

[解説論文] 2012年3月31日受付.

とが原因であると考えられる。

とはいえ、情報科学技術の発展に伴い、味情報を提示する技術も発展の兆しをみせている。特に、可食物の組成を変化させる手法のみだけでなく、人間の味情報の認識における認知科学的知見や現在の工学技術を活用した手法の展開により、新たな味情報提示の道筋が導き出されつつある。

本論文では、情報科学技術を活用した味情報の提示技術を手法や特性に応じて直接提示型と間接提示型に区分しサーベイを行う。その上で、情報科学技術を活用した味情報の提示技術における今後の展望について述べる。

本論文での味情報の定義は、狭義での味とされる味覚器を介して伝わる情報のほか、人間の認知や知覚の総体として最終的に味に影響を与える情報も含んでいる [8]。そのため、味覚情報と記さず、広義での味、風味なども含むものとして味情報と記述する。

2章では、著者らが直接提示型と区分した味情報の提示手法について述べる。著者らは直接提示型の提示手法を味情報の提示手法が直接味の認識に関わる各感覚器に提示されるものと定義している。3章では、システムで提示された可食物を飲食するものと定義した間接提示型の提示手法について述べる。また、装置やシステムによる味情報の提示手法には料理支援や料理手法の分析などは含まず、情報科学技術を活用した出力機器による味情報の提示に焦点を絞っている。

この大分類の差異は、実際に利用者が味情報を享受するプロセスや用いる場面にも関係する。直接提示型システムは、直接味の認識に関わる各感覚器に提示されるため、即時に情報を変化させることに適している。そのため直接提示型システムでは利用者の行動に合わせたインタラクティブな味情報の提示にも適している。しかし、これら直接提示型システムの一部では感覚間の相互作用を活用し、味覚器以外の諸感覚器へ情報提示を行うことで味情報を提示するものも含まれるため、環境や感覚器の個人差に影響を受けやすい。

一方間接提示型システムは、システムで提示された可食物を飲食するため、即時の情報変化への対応に向かない一面がある。出力後に可逆的な変化を加えられないため、直接提示型システムのようなイン

タラクティブな味情報の変化を行うことは難しい。間接提示型システムはむしろ出力によってなされる表現に主眼が置かれている。料理においては見た目もおいしさの一部と考えられており、間接提示型システムは出力に工夫を加えることで、可食物に新たな表現を付加することを得意としている。また、表現の多様性から作成者が何らかのメッセージを伝える役割も併せ持っているため、味情報を介したコミュニケーションツールとしての活用も見られる。本論文ではこのような観点から大分類を行い、さらに各分類について技術や用途の類似性を元に分類を行うことで、味情報の提示技術の現在と展望について考察を行う。

## 2 直接提示型の味情報提示技術

本章では、著者らが直接提示型と区分した味情報の提示手法について述べる。直接提示型の味情報システムは装置やシステムからの提示を直接対象の受容器に提示するもので、視覚情報の提示手法になぞらえると、情報を提示しそれを直接的に感覚器に伝達するディスプレイの位置にあるものといえる。

直接提示型システムは、味情報の提示から受容までのレイテンシが非常に短く、即時に情報を変化させることに適したシステムである。ほとんどのシステムにおいて可食物の組成を変化させず、感覚器へ提示する味情報を書き換える手法が取られているからである。またこの区分に類する研究の特徴は、味覚器に直接情報を提示する手法だけでなく、味覚器以外の諸感覚器への情報提示による感覚間の相互作用を活用しているものが多くみうけられる点である。

狭義の意味での味は、味覚器から受容される刺激によって誘起されたものである。これは味情報の根幹にあるものであり、生理学的知見に基づいた味に関連する研究は、味覚器から受容される刺激における応答と認識について調査や提案を行っていた。そのため、より甘味を感じる味情報の出力として人工甘味料の作成と評価を行うというような研究がなされてきた [9]。

しかし、一般的に私たちが情報を認識する際は、対象の情報に対応する単一の器官からの情報だけを用いるわけではなく、それ以外の複数の感覚から得られた情報も総合的にとらえていることが近年明らかに

なっている。Shimojo らは行動学や脳画像研究に基づいた調査の中で、マガーク効果や腹話術における効果など、複数の感覚から得られた関連する情報を総合的にとらえた結果起こる現象の例を複数あげ、議論している [10]。

広義での味、そして味情報においても、他感覚の情報が影響を与えることは明らかである。味覚センサを開発した都甲らは、味およびおいしさの認識構造図を提唱している。その中には、可食物の見た目に関わる視覚、鼻腔及び口腔からも伝達される嗅覚、咀嚼時に発生する聴覚、舌触りや食感を感じる触覚、そして温度や刺激などの体性感覚をはじめとし、飲食を行う環境までもが味情報の認識に関わるとされている [8]。

これらの知見を生かして、富田らは食事環境における後光効果（しつらえやテーブルクロスなどが料理を引き立てる現象）に着目し、特にテーブルクロスや皿の色がおいしさや心理に及ぼす影響について調査した。この研究では甘味に焦点をあて、官能調査を用いた色と甘味の関係、アンケートを用いた甘味に関する言葉と色の関係を明らかにし、甘味制限を必要とする場合などにおける快適な食空間の提案を行っている [11]。

その他にも他感覚への情報提示を積極的に用い、味情報の提示を擬似的に行う研究が多く見られるようになってきている。これら研究の利点としては、化学的組成やその変化に干渉することなく、比較的簡便な機構で提示が行えることもあるが、それ以上に既存の可食物では実現しがたい味情報の提示が行えることにある。本章では直接提示型の味情報提示技術において、味覚器や他感覚の特性とその活用手法を参考に分類を行っていく。

## 2.1 視覚と嗅覚による感覚間相互作用を活用した味情報提示技術

まず本節では、視覚、嗅覚などが味情報に干渉する特性、いわゆる感覚間相互作用を活用し、飲食を行う口内に情報を提示せずに味情報を提示する技術について述べる。

鳴海らが提案した複数のシステムは、主に視覚情報及び嗅覚情報の提示による感覚間の相互作用を活用

している。視覚情報は五感のなかでも優位性が高く、味情報においても飲食前の風味の推測や先入観に影響を与えるとされている。坂井らは、色が食物や飲料の同定、風味強度評定、おいしさ評定に影響を及ぼすことに着目し、視覚情報、特に飲料に関連する写真情報を提示する実験を行った。その結果、写真刺激が色刺激に比べより深い認知処理にかかわり、色刺激より大きな影響を与えることを示唆している [12]。

また数野らは、先入観が食品の味の想像に与える影響を対象とし、色の変化による見た目での味の想像、食後の味の判別について調査した。リンゴ・レモン・メロン・イチゴ・オレンジの味と香りを付与したゼリーを用い、それぞれを果実特有の色のほか、ダミー食 2 色に着色したもので評価実験を行っている。その結果、色と味、香りが一致しているゼリーのほうが一致していないゼリーの味推測より正答率が高いことや、色から想像する果物の味の影響が判別に影響を与え、一致していない組の不正解率を高めたと述べている [13]。

嗅覚においても口腔内の匂い刺激提示により何らかの味を感じることも述べられている。Paul らの調査によれば、通常私たちは狭義の味を示す“Taste”という単語と、さまざまな感覚から得られる広義の味を示す場合“Flavor”という単語を、文脈や食べ物の属性に応じて使い分けているとされている。そして口腔に提示された嗅覚のみ、または嗅覚と味覚からの情報をあらかず場合、広義の味を示す“Flavor”という単語で表現する傾向にあることが示唆されている [14]。

これらを生かした味情報の提示システムが、LEDを用いた飲料への色重畳表示手法と [15]、重畳表示を用いたクッキーの擬似的味覚変化システム Meta Cookie である [16]。前者は図 1 上の写真のように、実際の飲料を味袋と呼ばれる袋の中に入れた上で、乳白色の液体の中に入れ、乳白色の液体のほうを LED で照らすことにより、飲み物に色がつけられたようにみせるものである。これに香料を加えた状態での実験から、提案装置を用いることで実際に飲料そのものを着色料で色づけしたときと同程度の味の変化を提示できることが明らかになっている。また、このシステムでの着色は LED によるものであるため、LED の

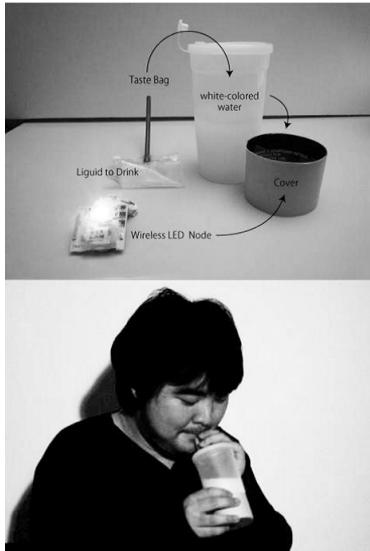


図1 LEDを用いた飲料への色重畳表示手法 [15]  
(上：提示装置の構成 下：実際の飲食の様子)

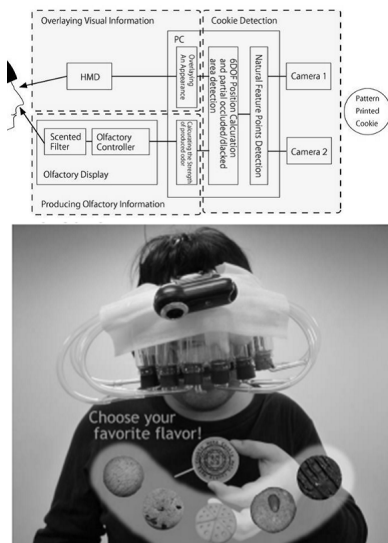


図2 Meta Cookie [16]  
(上：装置での認識および提示手法の概念図  
下：提案装置の外観と重畳イメージ)

色を飲んだ経過時間に応じて変化させるなど、着色料での色づけでは不可能なインタラクションを加えることができることを示唆している [15]。

後者はHMD(Head Mount Display)に取り付けたカメラを用い、クッキーに刻印または印刷されたマーカを認識し、その位置を元に映像上のクッキーにさま

ざまな視覚情報を重畳表示している。同時に装置に取り付けられたエアポンプから送り出された空気にフィルタで匂いを添加して提示することで(図2下参照)、クッキーの味情報を擬似的に変化させている。図2上は装置を用いた際の提示手法の流れである。またクッキーを食べる過程でマーカの一部が欠損した状態でも、認識を続行できるような改良を行なっている。実験では、7種類の表示情報と香りを提示したクッキーにおいて、良好に味の変化を感じさせることができることを発見している。7種のうちの1種はクッキーの味としてなじみのないものだが実験が成功していることから、さらなる活用で既存の可食物では提示がたい味情報を提示できることを示唆している [16]。

## 2.2 咀嚼感や吸引感覚と聴覚を活用した味情報提示技術

次に本節では、飲食する際に不可欠である咀嚼、吸引に着目し、口内食材の化学的組成に干渉しない形で咀嚼感や吸引感覚を制御する技術について述べる。咀嚼や吸引は、動作によって発生する音情報の影響も大きいいため、これらの制御には聴覚情報の併用が多く見られる。

咀嚼感や吸引感覚は食事のおいしさに影響を与えることから、味情報の一部としてとらえられている。Zampiniらは咀嚼中の音の変化でポテトチップスの食感が変化することを見出し、音情報の重畳が食感の拡張に影響することを示唆している。Zampiniらの実験では、ポテトチップスを一噛みした時の発生音を取得し、その音に計算機でのフィルタ処理を加えた被験者が装着するヘッドフォンで提示した場合の食感変化について調査している。その結果、高周波成分の増幅または全周波数の音圧の増幅した音を提示することで、ポテトチップスのCrispness(サクサク感)が増強されることが明らかになっている [17]。

増田らは食品咀嚼中に提示される聴覚情報、特に実際の咀嚼音と全く異なる音の提示による効果について検証している。2種類のプレツェル(開封直後のものと湿気させたもの)を咀嚼させ、それを湿気ていると感じるかを強制二者択一法で回答させる実験を行っている。結果、ホワイトノイズの付加でプレッ

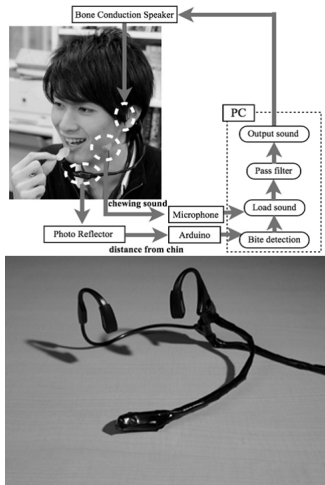


図3 Chewing Jockey(食感強調/減損装置)[19]  
(上:装置の構成 下:装置の外観)

ツェルの湿度合いを減少して感じさせることができるという知見を得ている。また、増田らは飲食中の食品と異なる食品の咀嚼音を提示した場合の食品判別確率についても実験を行っている。実験では、咀嚼時に動く部位である咬筋の動きを検出し、その動きに合わせて音を提示する装置を用いている。装置を使用した状態で2種類の異なる食感を持つチョコレートの食品判別を行った結果、片方のチョコレートでは、異なる咀嚼音によって食品の判別に影響が生じたことが明らかになっている [18]。

小泉らも聴覚-触覚間のクロスモダリティを活用した食感の強調または減損手法を提案している(図3下参照)。小泉らの研究目的は日常の食体験のQOL(Quality of Life)向上であるため、提案装置では図3上での装置フローにあるように咀嚼行為と発話行為を下顎の動作で識別し、咀嚼時だけ聴覚フィードバックを提示する機構を設計した。そのため提案装置は、飲食行為と発話行為双方が行われる食事時に使いやすいものとなっている。また、食べ物が咀嚼されるほど増幅する不快音をフィードバックしないよう、咀嚼回数のカウントを行い、回数にあわせた音響処理を加えている [19]。

岩田らによる Food Simulator は、咀嚼時の圧力を提示する触覚インタフェースといえる。飲食物の味情報の認識が化学的、聴覚的、嗅覚的、そして触覚的知

覚によって行われることに着目し、特に触覚的知覚に焦点を当てた提案を行っている。これは実際に可食物を咀嚼した時の圧力変化を記録するセンサと、それを再生、再提示する機構で歯に食物の触感を提示することができる。そして装置による触感の付加のほか、聴覚情報として咀嚼音、味覚情報として合成味物質を同時に提示している。この装置では、食品の硬さだけでなく、破断応力後の圧力波形、食品の変形の仕方ある程度再現できている [20]。

山岡らは食材の食感を拡張することに焦点をあて、本物の棒付き飴に対して様々な食感を付与するデバイスを提案している。システムは舐める動作の検出センサと振動を提示するスピーカを有しており、装置に棒付き飴を装着することで、炭酸感などの食感を飴に提示することができる。また、提案装置で提示する食感として、普段味わうことのできない花火の食感、飛行機の食感なども制作している [21]。

また、吸引感覚を提示するものとして、橋本らによる Straw-like User Interface があげられる。吸引感覚とは、可食物を吸い込むときに感じられる感覚である。この装置では吸引時の振動情報を記録再生し、ストローを介し唇に振動を与え、同時に聴覚情報も提示する。それによりまるで実際の食材を吸い込んだような感覚が与えられるほか、唇への振動感覚と、聴覚情報のみで利用者に何か食材を食べたような感覚を与えられることから、擬似的な味情報の提示に貢献している [22]。

### 2.3 電気刺激および電気味覚を用いた味情報提示技術

これまで述べてきた研究は、他感覚への情報提示による感覚間相互作用による味情報の提示手法で、その中で実際の可食物に対して狭義の味覚情報を提示するものは非常に少ない。それに対し、狭義での味覚情報を提示する手法として、電気味覚を用いた提案がいくつかなされている。

電気味覚とは、味覚器が電氣的刺激を受けた際に感じられる味覚であり、これまで電気味覚計など簡易味覚検査に用いられてきた [23]。それを新たに感覚情報の代替提示技術や味情報の提示技術として用いたも

のや、外部環境情報の味情報としての提示、複合感覚提示時の味情報の提示などに活用したものが提案されている。

Wicab 社の Brainport は、装置に含まれるカメラからの視覚情報を電気刺激に変換し、マトリックス状に配置された 400 個の電極で提示するシステムである。これを舌面に当てることで、電気刺激による味覚情報で視覚障害者が外界のオブジェクト形状などを知覚することを可能としている。この装置は可搬性に優れるほか、10 時間程度の訓練で完全に視覚を失った利用者が物体の形状を認識できるという成果を得ている [24]。

また、上記の装置は、視覚障害者向け端末として開発が進められているが、応用的用途として、両手を用い手術行為を行う際の情報提示への活用も見込まれている。実験では超音波映像を活用した腹部手術を模した作業を想定し、超音波映像から得られた位置情報を二次元に変換し、その位置を提案装置で提示している。実験の結果、被験者が学習により舌からの情報を理解できることが明らかとなっている。このことから視覚的な情報が飽和し、両手で作業をするような状態において舌の敏感さや弁別性の高さを活用できることが示唆されている [25]。

また、電気刺激を舌面上に提示する装置は多く提案されてきたが、味情報の提示手法としてとらえ、装置の構築と波形や電気刺激量の増減に応じた味質の変化を調査した研究もみうけられる。既存の電気味覚検査関連の味質調査 [26] と類似した結果が得られているが、活用方法として味情報の提示としての利用に特化した展開を模索したものとなっている [27]。

また、著者らも電気味覚による味質変化を活用した味情報の提示装置を提案している。前述したものは直接舌面に電極を提示しているが、著者らの提案した装置 (図 4 上参照) では、飲食物を介して電気味覚の提示を行い、飲食物の味を変化させる用途として展開している [28]。この装置の活用法として、複数人での共同体験時の味情報の提示手法 [29] (図 4 中参照)、外部環境情報を活用した味覚器の既存の機能を越えた情報提示 [30]、複合感覚提示時の味情報提示 [31] (図 4 下参照) について提案を行い、食メディアへの貢献に



図 4 電気味覚を応用した味情報提示  
(上：電気味覚提示装置 [28] 中：複数人での活用の様子 [29] 下：複合感覚提示時の味情報提示 [31])

ついて議論している [32]。

### 3 間接提示型の味情報提示技術

本章では、システムで出力された可食物を飲食する形をとる、間接提示型に類する提示手法について述べる。これまで、調理機械の導入などにより、大量の食材の加工や、調理の自動化などが行われてきた。また、個人家庭でも、電子レンジや炊飯器など調理を効率的に行う電化製品が用いられている。本論文では、そのような大量調理用の食材加工システムや個人家庭の調理機器に関するものではなく、工学分野、情報科学分野で用いられてきた機械や出力装置を応用したものを対象とする。そして提示される表現を重視し、将来的には個人活用可能になることを見越したものが中心となっている。

間接提示型システムは、味情報の提示から受容までのレイテンシが直接提示型のシステムより大きい傾向にある。これは、間接提示型システムにおいて、提示結果を利用者が飲食するのがシステムによる出力が済んだ後となることに起因する。そのため、一度

出力した味情報を再度書き換えるためには、新たに可食物を用意するか、一度提示面を洗い流すなどの作業を行う必要がある。

直接提示型システムが視覚情報提示におけるディスプレイに類することと比較すると、間接提示型システムは作成結果を出力し閲覧するプリンタに類すると考えられる。プリンタに類する理由としては、出力後の可逆的な修正が行いにくい点に加え、作成者が作成した情報を可搬性のある媒体に出力でき、その出力物を単体で移動させることができる点があげられる。

このような側面から、間接提示型システムは出力によってなされる表現に主眼が置かれる傾向にある。また、個人の創作環境を支援する Personal Fabrication と親和性が高く、作成工程やその結果出力される表現を介したインタラクションについても議論されている。技術的にも、プリンタや 3 次元出力・加工装置が多く用いられる傾向にある。これらは即時的、可逆的な変化への対応を得意とはしないものの、食材に対する味情報の提示に対し表現の幅を広げている傾向が見受けられる。

情報技術を活用した間接提示型の味情報提示技術は、大きく味提示物質そのものの出力と造形を行うものと、既存の味提示物質の加工や表面への装飾を行うもの、そして他の情報を味情報に置き換え出力するものに分けられる。これらは厳密に区分されるわけではないが、味提示物質そのものの出力と造形が形状の設定に比重が置かれているのに対し、既存の味提示物質の加工や表面への装飾は、既存の食材の特徴や表面上での描画に優れているといえる。また最後の他の情報を味情報に置き換え出力するものは、先の 2 つを融合させた位置づけであり、味情報の提示手法が発展した後の方向性の 1 つであると考えられる。

もっとも、味覚分野や食材加工、調理分野でも化学的知見を活用した「Molecular Gastronomy(分子調理学)」が発展している。実際に液体窒素などこれまで調理にはあまりなじみのない素材や、さまざまな機器を用いた調理法が日々提案され、一部の飲食店で提供されつつある [33]。

### 3.1 味提示物質そのものの出力と造形を行う味情報提示技術

2008 年の Ars Electronica で展示された Eat a bit は、2 次元、3 次元印刷システム、レーザーカッターなどヒューマンコントロールインタフェースの使用によって、飲食可能な 2 次元、3 次元オブジェクトの印刷や生状態と加熱状態を持つ食材を作成できるのではという発想から、可食インクを 2 次元または 3 次元的に印刷することができる技術の開発に着手した。その結果デンブンなど可食物で作られた紙上に印刷することで、飲食可能な印刷物を作ることができるシステムを展開した [34]。

CandyFab プロジェクトは、任意の 3 次元形状のオブジェクト作成がコストを抑えた形で行えるシステムと紹介されているが、このシステムで形状作成に用いている材料は砂糖であるため、味情報の提示システムでもある。また、このプロジェクトの中ではそれらの形状を作成する CandyFabulous なるソフトウェアも提供している [35]。

CandyFab は原材料の制限から単一の味を提示するにとどまっているが、化学物質を組み立てられるプリンタなどが開発されている。提案では、インクジェットプリンタが正確なパターン生成や加工、製造に適していることを評価した上で、生物学や生体材料、感覚器の作成技術における従来の酵素や生きた細胞への直接的なプリント技術に変わる手法として活用できることを確認している。現段階では操作が複雑で、場合によっては細胞を傷つけることもあるとされているが、展開が進めば可食物への応用も進むと考えられる [36]。

また、可食物に 3 次元形状を出力できるシステムとして大和田のゼリープリンターがある。これはゼリーの中に粒子を出力するもので、 $x$ - $y$  軸だけでなく、 $z$  軸への出力も可能である。大和田はこれを変形、切断、食べるといったインタラクションができる 3 次元形状生成システムとして発表している [37]。

Dilrukshi らや Wei らの研究の中でも、利用者がデザインした可食物のメッセージを、遠隔地にあるゼリー状の可食物を出力する装置で提示するシステムを構築しており、味情報の提示を用いたコミュニケー

ションとして展開している [38][39] .

Dilrukshi らは食が人々のコミュニケーションに活用されていることに着目し、利用者がデザインした味情報の出力を遠隔地へのメッセージ伝達に用いるシステムを提案している．出力には 3D プリンタに類似した装置を用いており、一方がデザインした可食物を遠隔地におかれた他方の出力装置でも出力できるようにしている [38] . Wei らは食やそのコミュニケーションに活用可能なシステムを複数あげている中で、Dilrukshi らのシステムと同じような装置によるゼリー状の可食物の出力手法を取り上げている [39] .

### 3.2 既存の味提示物質の加工や表面への装飾を行う味情報提示技術

橋田らはドライフルーツを出力できるプロッタを開発しており、デザートへのデコレーションなどに使えることを提唱している．現段階で複数色の制御はできないものの、ドライフルーツを跳ね返すことなくなじませられる生地 (杏仁豆腐やゆるめのゼリーなど) の上に描画できることを実験で証明した [40] . また、カフェラテの表面上にさまざまな模様を描く Latte art (ラテアート) と呼ばれる手法に対し、印刷技術を活用し表面上に描画する研究も存在する．これは既存の手で書くラテアートより複雑な表現を行うことができるものとなっている [41] .

レーザーカッターの切断、加工能力を局部加熱手法として用いた例が、福地らによる Laser-Cooking である．活用例の 1 つとして、図 5 上のように画像認識でベーコンの脂身を認識し、図 5 下のように認識された脂身だけを局所加熱する手法を提案している．これによって食材の自動調理が可能だけでなく、新たな食感を生み出せることを示唆している．また食材表面を局所的に焦がす、変質させるなどの手法で食材に文字や絵を印刷する手法を提示している [42] .

### 3.3 他の情報を味情報に置き換えた出力を行う味情報提示技術

本節は他の情報を味情報に置き換えた出力を行う味情報提示技術について述べる．Edible bit では、ネットワーク情報などを味で提示するという提案の下に、

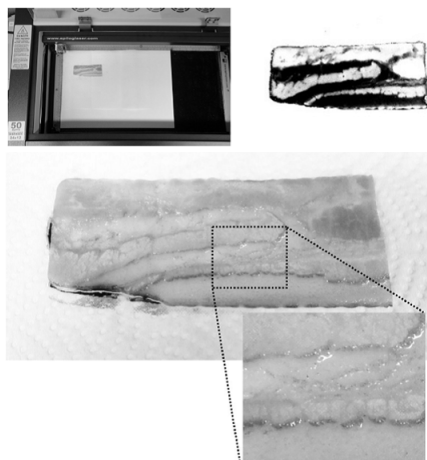


図 5 Laser-cooking[42]  
(上：食材のレーザーカッター上での配置と画像認識 下：局部加熱の実例)

2 つのシステムを提案している．1 つ目の複数ゼリーピーンズを用いた情報提示装置は、ゼリーピーンズを種類ごとに格納した筒を用い、メモリやネットワークの管理情報と対応付け、情報に応じてゼリーピーンズを出力する．2 つ目の TasteScreen では、複数の風味を有する可食液体インクをディスプレイの上部に配置し、ディスプレイ表面に出力していくシステムを構築している．利用者はディスプレイを舐めることで、出力結果を確認できる [43] .

間接提示型システムにおいて、現時点でこの分類に属する論文は他と比べて多くないが、味情報提示技術が発展するにつれ、このような他の情報の味情報への置き換えとしての活用方も増加してくると考えられる．

## 4 味情報の提示技術における今後の展望

本論文で著者らは、食メディアに関する研究の一角を担う味情報の提示に関する研究や技術において、情報科学技術を活用したものを中心にサーベイを行った．その中で、味情報の提示手法が直接味の認識に関わる各感覚器に提示されるもの (直接提示型) と、システムで提示された可食物を飲食するもの (間接提示型) という分類に基づき、関連する研究や技術をそれら 2 つの枠組みに大まかに分類した．

また、この分類における味情報提示の特性について



も議論を行った。直接提示型は提示の即時性、可逆性に優れ、提示情報を飲食時に即座に変化させることもできるが、間接提示型は出力後に可逆的な変化が加えにくいこともみだせた。そして、直接提示型は感覚間の相互作用で味情報を構築するため、人の認知や知覚を対象とし、それを操作する用途に適しているのに対し、間接提示型は出力によってなされる表現に主眼をおいた提案が多くみうけられることが示唆されている。

直接提示型、間接提示型に区分された研究群は、いわば視覚情報におけるディスプレイとプリンタに対応するものだと考えられる。ディスプレイに類する直接提示型の提案は、バーチャルリアリティ分野と非常に親和性が高く、プリンタに類する間接提示型の提案は、実世界上の情報構築や、Personal Fabricationにみうけられる個人でのさまざまな情報構築、出力と親和性が高い。そして、ディスプレイとプリンタ双方が視覚情報提示技術として発展することにより私たち利用者が享受する視覚情報環境が充実したように、直接提示型システムがその即時性と仮想表現への柔軟性を活用した手法の提案、間接提示型システムが出力表現の多様性とその表現技術のユーザビリティの洗練などにより発展することで、総合的に味情報の提示は豊かなものになっていくと思われる。

また本論文で味情報の提示手法として紹介した提案は、今後さらに他の食メディア分野と融合していくことと思われる。たとえば、直接提示型の提案で活用されている知覚や感覚間の相互作用を活用した味情報の提示手法は、食と健康に関する諸提案へ生かしていくことができる。例えば食や健康を支援する際に、現存の飲食物の中からより適した食材を提示するだけでなく、さまざまな味情報の提示で、擬似的に風味や食感を変化させ、満足感を与えられることが示唆されているからである。また、調理の工程に間接提示型で提案された手法を組み込んだものが普及するとともに、既存の調理と間接提示型提示による味情報の提示が融合した調理の支援や共有に関する研究もこの先行されると考えている。

さらに、両区分の発展や活用により、味情報の提示を超えた応用も図ることができると考えられる。たと

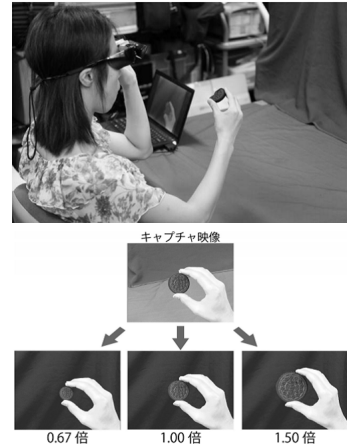


図6 拡張満腹感提示装置 [44]

(上: 提案装置を用いて可食物を見ている様子  
下: 可食物と手の視覚的サイズ変化)

えば鳴海らは、視覚刺激による味情報提示の応用例として、飲食した利用者の満腹感に影響を与えるシステムを作成している。この装置は HMD に装着したカメラで得られる映像 (図6 上参照) から可食物を認識し、そのサイズを画像処理によって変化させている (図6 下参照)。また、手で可食物を持っている場合は手のサイズも同時に変化させている。システムを利用した実験から、画像処理による視覚的サイズの変化だけで、被験者の食事を増減両方向に10パーセント程度変化させられることが導き出されている [44]。これは味情報を直接的に出力する直接提示型システムに類するとともに、味情報の提示を超えた食のデザインに貢献している。このように味情報提示技術の発展は、今後情報提示の枠を超えた食行動そのものに影響を与えていくと考えられる。

そして、間接提示型と直接提示型の提示手法を融合させた提案は、情報科学による技術の発展を生かしたさらに新規な味情報の提示手法として展開されると考えられる。たとえば、間接提示型システムで提示する情報に直接提示型で得られた知見を組み込んでいくことで、表現として豊かで、かつ利用者の味情報に対する知覚に影響を与える提案を構築できる。

これらの分野は現在萌芽段階にあり、今後より多くの情報科学を活用した直接、間接提示型提示手法が提案されることが期待できる。その手法の一端の提案を

試みている著者らも、これらに貢献する提案を続けていきたいと考えている。

### 参考文献

- [1] 相澤清晴, 小川誠: 食とコンピューティング : 3. マルチメディア食事記録と画像処理による食事内容解析, 情報処理, Vol. 52, No. 11 (2011), pp. 1382-1387.
- [2] 武川直樹: 食とコンピューティング : 5. 食事コミュニケーションの分析と応用一緒に食べる楽しさを共有できるシステム開発のために, 情報処理, Vol. 52, No. 11 (2011), pp. 1397-1402.
- [3] 高橋哲朗, 井手一郎: 食とコンピューティング : 2. レシピ・献立検索, 情報処理, Vol. 52, No. 11(2011), pp. 1376-1381.
- [4] 佐野睦夫ほか編: 料理を取り巻く情報メディア技術論文特集, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J94-A, No. 7(2011), pp. 457-554.
- [5] 電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーショングループ 料理メディア研究会: <http://www.ccm.media.kyoto-u.ac.jp/CM/>
- [6] 電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーショングループ 食メディア研究会: <http://www.ccm.media.kyoto-u.ac.jp/CEA/>
- [7] 都甲潔: 味覚センサ, 朝倉書店, 1993, pp. 43-49.
- [8] 都甲潔: 味覚センサ, 朝倉書店, 1993, pp. 12-13.
- [9] 小磯博昭, 吉藤淳子, 田宮敏呂, 牛田淳子, 坂上和之, 中村幹雄: スクラロースの味覚特性と他の高甘味度甘味料との比較, 日本食品化学学会誌 Vol. 2, No. 2(1996), pp. 110-114.
- [10] Shimojo, S. and Shams, L.: Sensory modalities are not separate modalities, plasticity and interactions, *Curr Opin Neurobiol*, Vol. 11, No. 4(2001), pp. 505-509.
- [11] 富田圭子, 北山祥子, 小野真紀子, 饗庭照美, 大谷貴美子: テーブルクロスの色が味覚に及ぼす影響, 日本色彩学会誌, Vol. 28(supplement)(2004), pp. 38-39.
- [12] 坂井信之, 森川直: 食物のおいしさ評定における視覚イメージの役割, 日本味と匂学会誌, Vol. 13, No. 3(2006), pp. 463-466.
- [13] 数野千恵子, 渡部絵里香, 藤田綾子, 増尾侑子: ゼリーの色が味覚の判別に与える影響, 実践女子大学生活科学部紀要, Vol. 43(2006), pp. 1-7.
- [14] Rozin, P.: "Taste-smell confusions" and the duality of the olfactory sense, *Perception and Psychophysics*, Vol. 31(1982), pp. 397-401.
- [15] Narumi, T., Sato, M., Tanikawa, T. and Hirose, M.: Evaluating Cross-Sensory Perception of Superimposing Virtual Color onto Real Drink: Toward Realization of Pseudo-Gustatory Displays, in *ACM the 1st augmented Human International Conference*, 2010, pp. 18:1-6.
- [16] Narumi, T., Nishizaka, S., Kajinami, T., Tanikawa, T. and Hirose, M.: Augmented Reality Flavor: Gustatory Display Based on Edible Marker and Cross-Modal Interaction, in *CHI'11 Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems*, 2011, pp. 93-102.
- [17] Zampini, M. and Spence, C.: THE ROLE OF AUDITORY CUES IN MODULATING THE PERCEIVED CRISPNESS AND STALENESS OF POTATO CHIPS, *Journal of Sensory Studies*, Vol. 19, Issue5 (2004), pp. 347-363.
- [18] 増田真実, 山口泰優 荒井観, 岡嶋克典: 聴覚情報が食品認識に与える影響, 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理, Vol. 108, No. 356(2008), pp. 123-126.
- [19] Koizumi, N., Tanaka, H., Uema, Y. and Inami, M.: Chewing jockey: augmented food texture by using sound based on the cross-modal effect, in *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE'11)*, 2011, pp. 21:1-4.
- [20] Iwata, H., Yano, H., Uemura, T. and Moriya, T.: Food Simulator: A Haptic Interface for Biting, in *Proceedings of the IEEE Virtual Reality 2004*, 2004, pp. 51-57.
- [21] 山岡潤一, 木村孝基, 川鍋徹, 大嶋泰介, 中垣拳, 速水友里, 寛康明: TagCandy: 棒つき飴の食感拡張デバイスの提案, 第10回 NICOGRAPH 春季大会, CD-ROM 予稿集, 2011, pp. 26:1-2.
- [22] Hashimoto, Y., Inami, M. and Kajimoto, H.: Straw-like User Interface (II): a new method of presenting auditory sensations for a more natural experience, in *Euro Haptics 2008*, 2008, pp. 484-493.
- [23] リオン社: 電気味覚計, <http://www.rion.co.jp/asp/product/me/ProB.asp?pos=B16>
- [24] Arnoldussen, A. and Fletcher, D. C.: Visual Perception for the Blind: The BrainPort Vision Device, *Retinal Physician*, Vol. 9, No. 1(2012), pp. 32-34.
- [25] Vazquez-BuenosAires, J., Payan, Y. and Démongeot, J.: Electro-stimulation of the tongue as a passive surgical guiding system, in *ICAR 03 Coimbra. IEEE Proceedings*, 2003, pp. 638-643.
- [26] 富山紘彦, 富田寛, 奥田雪雄: 電気味覚の正常値, 日本耳鼻咽喉科学会会報, Vol. 74 (1971), pp. 58-65.
- [27] Ranasinghe, N., Cheok, A. D., Fernando, O. N. N., Nii, H. and Ponnampalam, G.: Electronic taste stimulation, in *Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing (UbiComp '11)*, 2011, pp. 561-562.
- [28] 中村裕美, 宮下芳明: 飲食物 + 電気味覚, 第18回 インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 2010, pp. 204-206.
- [29] Nakamura, H. and Miyashita, H.: Communication by change in taste, in *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems(CHI2011)*, 2011, pp. 1999-2004.
- [30] Nakamura, H. and Miyashita, H.: Augmented gustation using electricity, in *Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference(AH2011)*, 2011, pp. 34:1-2.
- [31] 中村裕美, 宮下芳明: 電気味覚による味覚変化と視覚コンテンツの連動, 情報処理学会論文誌, Vol. 53,

- No. 3(2012), pp. 1092–1100.
- [32] 中村裕美, 宮下芳明: 電気味覚の応用による食メディア開発, 信学技報, Vol. 111, No. 479, MVE2011–103(2012), pp. 49–54.
- [33] This, H.: *Molecular Gastronomy: Exploring the Science of Flavor (Arts and Traditions of the Table: Perspectives on Culinary History)*, Columbia University Press, 2005.
- [34] Cvetkovic, P.A.: Eat a bit, <http://90.146.8.18/en/festival2008/program/project.asp?iProjectID=14565>
- [35] CandyFab, <http://wiki.candyfab.org/>
- [36] Derby, B.: Bioprinting: inkjet printing proteins and hybrid cell-containing materials and structures, *J. Mater. Chem.*, Vol. 18, No. 47 (2008), pp. 5717–5721.
- [37] 大和田茂: ゼリープリンター, コンピュータソフトウェア, Vol. 23, No. 4(2006), pp. 47–50.
- [38] Abeyrathne, D., Peiris, R. L., Ranasinghe, N., Fernando, O. N. N. and Cheok, A. D.: Food internet communication, in *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE '10)*, 2010, pp. 49–52.
- [39] Wei, J., Peiris, R. L., Koh, J. T. K. V., Wang, X., Choi, Y., Martinez, X. R., Tache, R., Halupka, V. and Cheok, A. D.: 2011. Food Media: exploring interactive entertainment over telepresent dinner, in *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE '11)*, 2011, pp. 26: 1–6.
- [40] 橋田朋子, 上岡玲子, 大谷智子, キム・ジョンヒョン, 久保友香, ソン・ヨンア, 中島佐和子: Fruit Plotter: ドライフルーツ画素を用いた食べられるディスプレイシステム, インタラクシオン 2011 論文集, 2011, pp. 163–164.
- [41] Pikalo, O: Latte art machine. in *ACM SIGGRAPH 2008 new tech demos (SIGGRAPH '08)*, 2008, pp. 22: 1.
- [42] 福地健太郎, 富山彰史, 城一裕: Laser-Cooking: レーザーカッターを用いた自動調理法の開発, 情報処理学会研究報告 Vol. 2011-HCI-144, No. 19(2011), pp. 1–6.
- [43] Maynes-Aminzade, D.: Edible Bits: Seamless Interfaces between People, Data and Food, in *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'05)*, 2005, pp. 2207–2210.
- [44] 鳴海拓志, 伴祐樹, 梶波崇, 谷川智洋, 廣瀬通孝: 拡張満腹感: 拡張現実感を利用した食品の見た目の操作による満腹感のコントロール, インタラクシオン 2012 論文集, 2012, pp. 25–32.



中村 裕美

2009 年日本大学芸術学部音楽学科情報音楽コース卒, 2011 年明治大学大学院理工学研究科新領域創造専攻修士課程修了, 現在, 同大学院博士後期課程在学中. 2011 年度同大学理工学部助手. 2012 年度より日本学術振興会特別研究員 (DC2), 現在に至る. IPA 独立行政法人情報処理推進機構未踏 IT 人材発掘・育成事業 2010 年度未踏コース採択, スーパークリエイター認定. 情報処理学会学生会員, 電子情報通信学会学生会員, ACM 学生会員.



宮下 芳明

1976 年生まれ. 2006 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士後期課程修了. 同大学科学技術開発戦略センター研究員を経て, 2007 年より明治大学理工学部情報科学科専任講師, 2009 年同准教授. 2008 年より明治大学大学院理工学研究科新領域創造専攻デジタルコンテンツ系にも所属, 現在に至る. 博士 (知識科学). ソフトウェア科学会, 情報処理学会, ACM 各会員.