

3D フードプリンタを用いた食感デザインの検証

Verification of Texture Design Using 3D Food Printers

中須賀 絵莉¹, 若杉 亮介², 船井 翔³, 浅井 睦⁴, 斎藤 健太郎⁵, 山岡 潤一¹

Eri Nakasuga¹, Ryosuke Wakasugi², Kakeru Hunai³, Mutsushi Asai⁴, Kentaro Saito⁵, Junichi Yamaoka¹

¹慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科, ²Byte Bites 株式会社, ³東京大学大学院学際情報学府

¹Keio University Master of Media Design, ²Byte Bites Co., Ltd., ²The University of Tokyo Graduate School of Interdisciplinary Information Studies

⁴Metalium 合同会社, ⁵株式会社 FabCafe Nagoya

⁴Metalium LLC, ⁵FabCafe Nagoya Co., Ltd.

【要約】

食感は食事体験において非常に重要な要素であり、その食品の構造が大きな役割を果たす。また、現代の 3D フードプリンティング技術の進化により、食品の複雑な構造設計が可能になった。しかし、具体的な形状とそれが生み出す食感との関係は未だ不明確であり、新しい食品のデザインを行う際、意図した食感を再現することは困難である。この研究では、食品の構造と食感との相関を探り、誰もが簡単に食感をデザインできるシステムの開発を目指す。具体的には、日本のオノマトペによる食感表現を活用し、特定のオノマトペが示す食感を 3D プリンティングモデルで再現する。その結果、ユーザーに対し、自身の好みに合わせた食感を直感的にデザインできる体験を提供する。本研究により、個々のユーザーに合わせた食感の設計、食品の多様性の拡大が期待される。

キーワード: 3D フードプリンタ, デザイン, オノマトペ

【Abstract】

Texture plays a pivotal role in our dining experiences, greatly influenced by the structure of the food. The evolution of modern 3D food printing technology has made it possible to design intricate food structures. However, the specific relationship between shape and the resulting texture remains unclear. When designing new foods, replicating the intended texture is challenging. In this research, we aim to explore the correlation between food structure and texture and aspire to develop a system where anyone can easily design textures. Specifically, we leverage the expressive power of Japanese onomatopoeias that describe texture. We then reproduce the texture indicated by a particular onomatopoeia using a 3D printing model. As a result, we offer users an experience where they can intuitively design textures tailored to their preferences. This research holds the promise of bespoke texture design and expanding food diversity for individual users.

Keywords: 3D Food Printing, Design, Onomatopoeia

1. 序論

食感は食において重要な要素の 1 つである。食感は「素材の物性・調理方法・形状」によって構成されている。[1]その中でも形状による食感へのアプローチの実践例は少ない。一方で、近年 3D プリンタ技術が発展し、その範囲は食品製造にも及んでいる。3D フードプリンタは介護食や、代替肉の培養、菓子の造形に使用されており、最近では、ユーザが栄養素をカスタマイズできるパーソナライズ食品なども登場している。3D フードプリンタはその高度な再現性と複雑な形状の制作を可能にすることから新たな技術への応用が期待されている。今回の取り組みでは 3D フードプリンタを活用し、より自由な成形による食感制御の実践を行った。

日本では食感を表現する際、オノマトペなどの感性的な表現が多く使用されている。早川らによると日本語のテクスチャ用語は 445 語あると報告されている[2]。中村らは、現在の食品開発では感性的なオノマトペ食感表現で示される質感の表現が求められていると述べて

いる[3]。この感性的な表現と食品の構造を結び付けることができれば、誰もが簡単に食感をデザインすることができると考えた。

2. 先行事例

中村らは、「おいしさ」を食品構造から追求し、特においしい食感(とろ〜り)についてプリン(プリン)の構造との関係について述べている[3]。数種類のプリン(プリン)の破壊構造を観察し、「とろ〜り」食感には咀嚼の始めが柔らかく、つぶした後はなめらかでざらつきが小さいことが寄与していることとしている。

堀内は、食品の口内での壊れるメカニズムに着目し、3D フードプリンタを用いて、建築の内部構造に使用される構造を設計することで、内部構造の変化による食感変化を試みた[4]。建築構造を元にしたそれぞれの内部構造を食感のオノマトペ表現を用いて評価し、素材の質量や密度ではなく、構造で食感が変化すると述べている。

本研究では、食感と構造の関係を探り、オノマトペに対応する構造を設計することで、誰もが食感をデザインできることを目的として食感制御の実践を行う。

3. 食感のリサーチ

3.1 食感とは

口内で食感を感じる部位は2種類あり、口あたり、舌触り、喉ごしを感じる粘膜や舌と、歯ごたえや歯ざわりを感じる歯根膜に分けられる[5]。人間は、なめらかさやみずみずしさ、粒子状態などを粘膜や舌で認識し、硬さやもろさ、弾力性、粘度などを歯根膜で識別している。

3.2 オノマトペと食品の関係性の調査

オノマトペから想起される食品について調査した。特に製菓においてはパッケージに食感を表すオノマトペが表示されていることも多い。今回はそれぞれのオノマトペから想起される食品を20代から30代の男女6人を対象にアンケート調査を行った。アンケートの結果の一部を以下に示す。

サクサクから想起される食品：

ポテトチップス、パイ、クッキー、ビスケット、米菓、フライドチキンの衣、天ぷら、薄く焼かれたピザ生地

パリパリから想起される食品：

クロワッサン、天ぷら、チョコレート、キャベツ、ナチョス、

ポリポリから想起される食品：

じゃがりこ、ポッキー、いもけんぴ、豆菓子、揚げパスタ、野菜スティック、たくあん

サクサクから想起される食品は比較的水分量が少なく、隙間量が多いと考えられる。ポリポリから想起される食品は比較的分厚い傾向があり、特に製菓では比較的水分量が少ないと考えられる。中にはチュロスのように分厚い食品があるがポリポリが想起されない食品があることが分かった。

その他、ポテトチップスや、フライドポテトなど素材は同一であるが、その構造や製造方法により食感に違いがある食品が存在する。例えば、ポテトチップスには厚切りやギザギザにカットしたものが存在し、フライドポテトには細くカットされたシューティングや、三日月状にカットされたウェッジカットが存在する。

3.3 実食による考察

食感と構造の関係を探るため、形状や食べ方によってどのような示唆が生まれるか製菓を実食し検証を行った。食感を評価する中で、食感には厚みと隙間量(製菓全体における空洞の量)が関係する傾向があった。

既存の製菓の形状の比較や食べ方の比較による実験での気づきと仮説を以下に示す。

(実験1)ポテトチップスの評価

最初はパリパリの食感から砕いていくうちにサクサク

食感へ変化したことから、感じ方は噛む場所(前歯/奥歯)と因果関係があると考えられる。

(実験2)ポテトチップスとポテトデラックスの比較

ポテトデラックスはザクザクとした食感であったため、パリパリ食感は製菓の厚み、広がり因果関係があると考えられる。

(実験3)ポテトチップスの重ね食べ

一枚のみよりもサクサクに感じられたため、サクサク食感の隙間量と因果関係があると考えられる。

(実験4)ポテトチップスとギザギザポテトの比較

破断の大きさに違いがみられる。ギザギザポテトはより大きな粒に破断され、ザクザクとした食感であったことから、ザクザク食感の破断後の粒のサイズと因果関係があると考えられる。

(実験5)ポッキー(大・小)・豆菓子の比較

どれもポリポリから連想される製菓であるが、ポッキーは実際にはサクサクしている。ポッキー(小)、豆菓子は比較的ポリポリ食感を感じられ、どちらも断面が詰まっていたため、ポリポリは太さと密度と因果関係があると考えられる。

また、人が感じる食感はその商品名やパッケージに書かれているオノマトペの影響を大きく受ける傾向があることが分かった。加えて、棒状の食品をポリポリと感じることから、食品の見た目も食感に影響する可能性がある。

4. 制作

4.1 データ作成

データの作成には3DCADソフトのRhinoと、そのモデリング支援ツールプラグインのGrasshopperを用いて構築した。Grasshopperでは設計要件の値を変数として設定することで、スライダーによる変数の調整により形状の変更が可能である。(図3)

3.3の仮説から以下の3つのオノマトペについて、パラメトリックモデルの構造設計を行った。今回の取り組みでは、水分量が少ない食品が比較的素材に依存せず、構造での変化が起こりやすいと考え、水分量が少ない食品によく使われているオノマトペを選定した。

(1) SAKUSAKU

サクサク食感の隙間量に由来するとし、Y軸方向に波を作り層が多くなるよう設計した。

(2) PALIPLAI

パリパリ食感の厚み、広がり由来するとし、X軸方向に幅が広がるよう設計した。

(3) POLIPOLI

ポリポリ食感は太さに由来するとし、細くなるよう設計した。

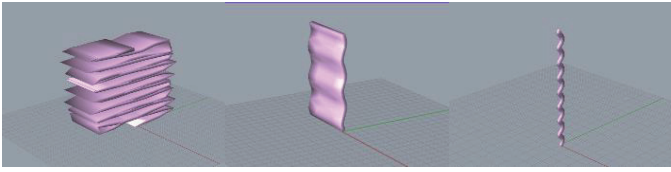


図 1. 形状の例

(左:SAKUSAKU 中央:PALIPLAI 右:POLIPOLI)

実験 5 で評価したポッキーは、ポリポリから連想されるにも関わらずサクサクとしていたことから、視覚的印象もオノマトペに食感のオノマトペに関わるとして、上記の3つのオノマトペに加えて以下の2つのオノマトペについて構造設計を行った。

- (4) GIZAGIZA
X 軸方向に波ができる。
- (5) MOCHIMOCHI
波の数が増え、全体的に丸みを帯びる。

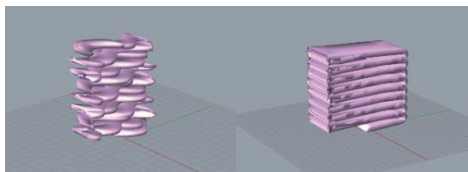


図 2. 形状の例

(左:GIZAGIZA 右:MOCHIMOCHI)

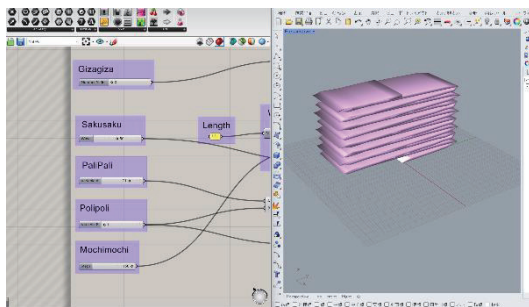


図 3. Grasshopper でのシステム

4.2 3D プリント

今回はフードプリントでの造形が比較的容易であるマッシュポテトを素材とした。プリントデータは前述した Grasshopper にて、G-code を生成している。今回使用したプリンタは Wiiboox 社の LuckyBot である。

Layer height	1.7mm
Initial Layer height	1.7mm
Top Bottom layer	0.8mm
Infill	100%
Print speed	20.0mm/s
Support	None
Flow	2.0%
Wall speed	20.0mm/s
Travel speed	120.0mm/s
Initial layer speed	20.0mm/s

図 4. プリントセッティング

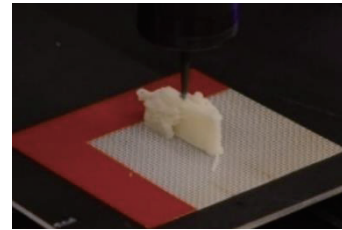


図 5. 出力例

5. 結論

本研究では食感の研究と、特定のオノマトペの構造モデリング、プリントを行った。食感の研究により、オノマトペが表す形状に特徴があることが分かり、その構造を設計することができた。オノマトペ変数の調節によって同一素材から違う構造をプリントし、ユーザーが自身の好みに合わせた食感のデザインができる可能性が示された。

今後は、プリントされた構造の食感の評価を進めていく。また、素材の選定、調理方法の確立により、よりオノマトペに近い食感を制作することを目指す。

参考文献

1. Pâtissier 編集部, 「お菓子の完成度を高める香り・食感・デザイン: レシピから探るパティシエ 36 人の思考力と表現力」, 柴田書店, 2023, 208p
2. 早川 文代, 日本語テクスチャー用語の体系化と官能評価への利用, 日本食品科学工学会誌, 2013, 60 巻, 7 号, p. 311-322, 公開日 2013/08/31, Online ISSN 1881-6681, Print ISSN 1341-027X, <https://doi.org/10.3136/nskkk.60.311>, https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk/60/7/60.311/_article/-char/ja
3. 中村 卓, おいしい食感とスイーツの構造, 化学と教育, 2019, 67 巻, 1 号, p. 36-37, 公開日 2020/01/01, Online ISSN 2424-1830, Print ISSN 0386-2151, https://doi.org/10.20665/kakyoshi.67.1_36, https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/67/1/67.36/_article/-char/ja
4. 堀内美佑, 池田靖史「内部構造設計による食感デザインの可能性」慶應義塾大学環境情報学部

(2023)

5. 日本成人病予防協会, 「食感～おいしさの秘密～」, 日本成人病予防協会, 2019年8月9日, https://www.japa.org/tips/kkj_1108/
6. 若杉亮介, 「3D プリンタを用いた新しい食感を有するフードデザインの実践」, 慶應義塾大学 SFCHiroyaTanakaLaboratory, KeioSFC(2019)