

# 多様な内部構造を持つチョコレート・フード・プリント物の感性評価

Sensitivity Evaluation of Printed Chocolate with Various Internal Structures

若杉 亮介<sup>1</sup> 仲谷 正史<sup>2</sup> 中山 晴奈<sup>2</sup> 田中 浩也<sup>2</sup>

Ryosuke Wakasugi Masashi Nakatani Haruna Nakayama Hiroya Tanaka

<sup>1</sup>慶應義塾大学 政策メディア研究科

Keio University Master of Media and Governance

<sup>2</sup>慶應義塾大学 環境情報学部

Keio University Faculty of Environment and Information Studies

## 【要約】

これまでの型を用いた成形手法では、型自体の製作が必要となるため、成形以前の工程に時間を必要としていた。食品を直接3Dプリントすることで、型を必要とせず、多種類の形状を生産することが容易になる。また、3Dプリント時の内部構造のパターン、密度を調節することによって、食感における重要な要素である、空洞のかたちを制御することが可能であり、それによって食感が変化するだろうと考えた。今回の研究では、チョコレートを素材としたフードプリントを使用した。様々な内部構造パターンから5種類を選定し、それぞれのパターンごとに密度を変えたものを5つ造形する。それらをBass法による感性評価を用いて、内部構造がもたらす食感の変化について評価を行う。

キーワード: 3D, フードプリンティング, 食感, 内部構造, パラメトリックデザイン

## 【Abstract】

Food molding methods using conventional molds required a lot of time in the process before the food is even molded, since the mold itself needed to be manufactured. By 3D printing food directly, molds will no longer be needed, and it will also be easier to fabricate various shapes. Furthermore, 3D printing enables one to adjust the patterns and density of a sealed objects internal structure. We assume that this will allow us to control the shapes of hollow spaces in food, thus making it possible to control food texture, considering that hollow spaces in food are an important factor that affects food texture.

In this research, we used chocolate as the material for food printing. Five types of patterns were selected from various choices of internal structures, and each pattern has five duplicates with different densities. We will evaluate the change in texture caused by its internal structure with sensibility evaluation.

Keywords: 3D, Food printing, Food texture, Infill, Parametric design

## 1. フードプリンティング

近年フードプリントと呼ばれる、食材を素材とした3Dプリンティング技術の開拓が行われている。型を用いた食品の成型手法では表面の形状しか造形することができなかったが、食品を直接3Dプリントすることによって、表面だけではなく、内部の構造を成形できる。また、型を製作する必要がないため、工数の簡易化が可能のため、少量で多様な形状の成形を行いやすい。こうした従来の成形手法では難しかった成形や、工数の削減の手法としてフードプリントが注目されてつつある。

## 2. 内部構造による味覚の変化

本研究では3Dプリンタの造形特徴である内部構造に注目した。内部構造とは、通常3Dプリントする際にモデルの強度や重量などを調整するために用いられる構造体である。それぞれの内部構造の形状パターンによって、食感の重要な要素である空洞のかたちも異なる。

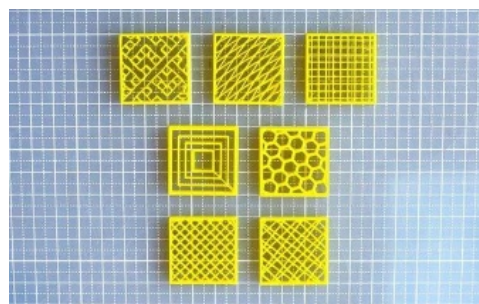


図1. 内部構造のサンプル

(<http://www.flashforge.com.hk/news/what-is-the-influence-of-an-infill-pattern-in-3d-printing>より)

## 3. 先行事例

フードプリント分野のアプローチは、大きく分けて技術系・表現系・環境系に分類することができる。技術系では素材や印刷手法の開拓。表現系では、新たな食体験の提案、環境系では食品廃棄物への提

言が行われている.こうした中,技術と表現の複合によってフードプリント独自の新しい食体験の提案を行う.

先行研究[2][3]より, 3D プリンタ特有の造形である内部構造が食品の強度に影響をもたらしていることが確認されており,それによって食感の変化の有用性が示唆されている.

本研究ではチョコレートを用いて,内部構造の形状による食感や風味などの味覚の変化について評価を行い,感性的な差異とその特徴を明らかにすることを目的としている.

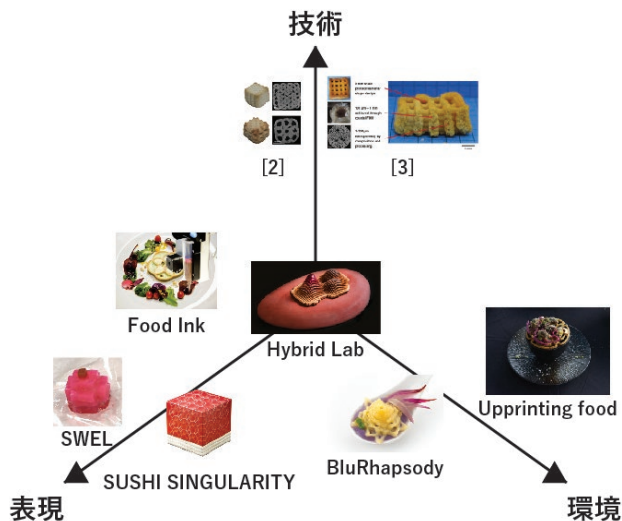


図 2. 先行事例を分類したグラフ

#### 4. 製作

##### 4-1. 素材の選定

使用するチョコレートは, カカオの配合率が高いクーベルチュールチョコレートを選定した.カカオが多く含まれているということは油分が高く粘度が高い,3D プリントには一定の粘度が必要であるため,配合率の高いものを使用する.また,クーベルチュールチョコレートは,添加物が入っていないため,素材が安定しており,加工に適している.使用する前に,チョコレートにテンパリングという処理を加える.テンパリングを行うことで,射出後にチョコレートの固体化が早まり,積層がしやすくなる.

##### 4-2. 内部構造のデータ作成

内部構造のデータ作成には,3DCAD ソフト Rhinoceros のプラグインである,Grasshopper を用いて製作している.Grasshopper は設計要件の値を変数として設定することで,設計後に変数を調節して形状の変更をすることが可能である.このソフトウェアを用いて,内部構造の形状パターン生成と密度の調節が可能システムを製作した.

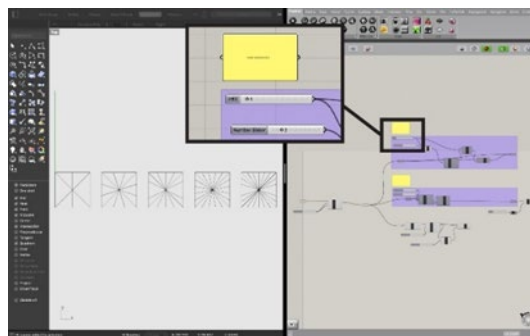


図 3. Grasshopper で製作したシステム

##### 4-3. チョコレートのエクストルーダー

チョコレートの 3D プリントにはギアポンプ式のエクストルーダー ChocoL3D を 3D プリンタ Ender-3 のエクストルーダーと取り替えて使用している. ノズル径は 1mm を使用している.

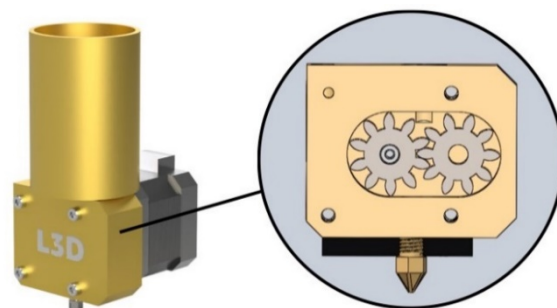


図 4. ChocoL3D のエクストルーダー  
(<https://chocol3d.com/>より)

##### 4-4. 3D プリント

チョコレートは常温環境での取り扱いが好ましいため,3D プリントをする環境は 23°C 前後を保ち出力をする. プリントデータは前述した Grasshopper のシステムにて,3D プリンタの読み込み言語である G-code を生成している.プリントスピードは 320mm/min で設定しており,現在製作している 30mm×300mm×150mm の造形物は 1 個あたり平均 1 時間程度で出力することができる.

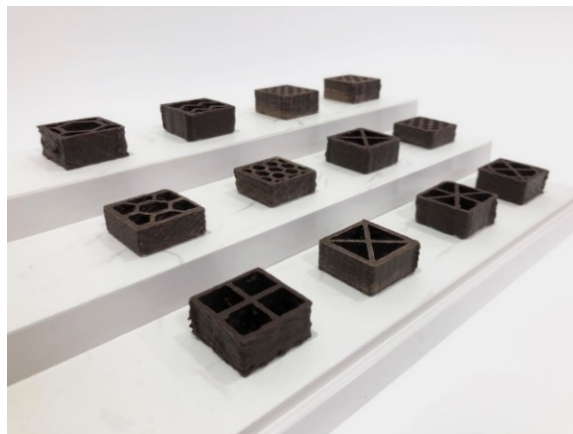


図 5. 製作したチョコレート

## 5. 結論

現段階では、内部構造の形状パターンによって、砕け方が変化するため口当たりや舌触りの変化があること。また、密度が高くなるにつれて歯ごたえが強くなるなどの相関関係が確認された。食感は歯ごたえだけでなく舌触りも影響しているため、今後はさまざまな味覚の要素を複合した評価を進めていく。また、チョコレート専門店、シェフと共同で内部構造をもったチョコレートを用いた新たな料理を検討しており、食分野でのフードプリンタの活用方法について製作を進めていく。

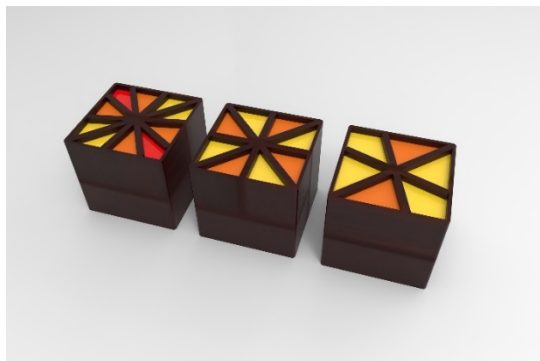


図 6. 料理のイメージ図

## 参考文献

1. 3D Food printing Creating shapes and textures [https://www.tno.nl/media/5517/3d\\_food\\_printing\\_march\\_2015.pdf](https://www.tno.nl/media/5517/3d_food_printing_march_2015.pdf)(参照 2019-07-01)
2. Valérie Vancauwenberghe , Mulugeta Adasu Delele , Wondwosen Aregawi , Pieter Verboven , Evi Bongaers , Martijn Noort , Mathijs de Schipper , Edwin Van den Eijnden , Kjeld Van Bommel , Bart Nicolai, Characterization and model-based design validation of 3-D printed cookies, 7th Conference on Industrial Computed Tomography, Leuven, Belgium (iCT 2017)
3. A. Wondwosen, P. Verboven, V. Vancauwenberghe, E. Bongaers, E. Van den Eijnden, K. Van Bommel & B. Nicolai, Structure design of 3D printed cookies in relation to texture, In D.E. Dermesonlouoglou, V. Giannou, E. Gogou, & P.Taoukis (Eds.), Proceedings from the 29th EFFoST conference on food science research and innovations, 2015, Athens,Greece, volume I, pp. 415-419.
4. Q. Saleem, Mechanical and fracture properties for predicting cracking in semi-sweet biscuits, International Journal of Food Science & Technology, Volume 40, Issue 4, pages 361-367.
5. Mizrah, Moran, Amos Golan, Ariel Bezaleli Mizrahi, Rotem Gruber, Alexander “Zoonder” Lachnisch and Amit Zoran. 2016. “Digital Gastronomy: Methods & Recipes for Hybrid

Cooking.” To appear in The 29th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST ’16). ACM, New York, NY, USA.

6. SUSHI GULARITY <http://www.open-meals.com/sushisingularity/> (参照 2019-07-12)
7. Blurhapsody <https://blurhapsody.com/> (参照 2019-07-12)
8. chocolatetexture <http://www.nendo.jp/jp/works/chocolatetexture/> (参照 2019-07-19)
9. Bollini, M., Tellex, S., Thompson, T., Roy, N., and Rus, D. 2013. Interpreting and executing recipes with a cooking robot. In Experimental Robotics, pages 481- 495. Springer.
10. Cordeiro, F., Epstein, D. A., Thomaz, E., Bales, E., Jagannathan, A. K., Abowd, G. D., and Fogarty, J. 2015. Barriers and Negative Nudges: Exploring Challenges in Food Journaling. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ’15). ACM, New York, NY, USA, 1159- 1162.
11. Sun, J., Peng, Z., Zhou, W., Fuh, J.Y.H., Hong, G. S., Chiu, A. 2015. A Review on 3D Printing for Customized Food Fabrication. Procedia Manufacturing, Volume 1, 2015, Pages 308-319.
12. Bell, G. and Kaye, J.J. Designing Technology For Domestic Spaces: A Kitchen Manifesto. Gastronomica, 2, 2 (2002), 42-62
13. 福田忠彦ほか(2014)『人間工学ガイド』サイエントリスト社