

# 可食ビーズを用いたフードプリント手法の提案

前田 容那<sup>1,a)</sup> 河野 通就<sup>2,b)</sup> 山岡 潤<sup>1,c)</sup>

**概要：**健康状態や趣向に合わせて食品をカスタマイズできるフードプリンタの研究は進んでいるが、造形の高速化や形状の修正や味の変更は難しい。そこで、高速かつ試行錯誤可能なフードプリントを実現するため、可食ビーズを組み合わせることでカスタマイズされた食品を印刷する手法を提案する。具体的には、水溶性食材とグミから構成された可食ビーズをボクセルとして立体形状を製作、固めて食べることが出来る。今回は、自動的なフードプリントのための基礎検討として、可食ビーズの素材の検討及びタブレットを用いた手動でのカスタマイズ食品のインタラクティブな造形システムを開発した。本稿では、提案手法の造形の流れや可食ビーズの実験について示し、それに基づく考察と今後の展望について述べる。

## 1. はじめに

個人の健康状態や趣向に合わせて食品をカスタマイズできるフードプリンタの研究開発は進んでおり、低価格化によって家庭用のフード3Dプリンタも普及し始めている。しかし現状のフード3Dプリンタの制約として、高速に立体的な食品を印刷することの難しさが挙げられる。また一度印刷した食品の形状を後から修正することや、味を追加、減らす、置き換えることは難しい。これらの目的を達成するためには初めから作り直す必要があり、材料や製造のコストがかかってしまう。高速化や書き換え可能性を実現することで、製造・材料コストを削減することが期待できる。

一方で立体オブジェクトを造形するデジタルファブリケーションに関する研究では、複数のブロック形状を組み合わせることで高速かつ書き換え可能な立体造形手法も提案されている [3], [7]。これらの手法は解像度が低いという制約はあるが、前述した課題を解決できる方法であると考えられる。

そこで本研究では、高速かつ試行錯誤可能なフードプリントを実現するため、可食ビーズを組み合わせることでカスタマイズされた食品を印刷する手法を提案する。具体的には、水溶性食材とグミから構成された可食ビーズをボクセルとして立体形状を製作する (図 1)。ユーザは形の試行錯誤を行った後に、水をかけて冷却することで、固めて食べることが出来る。今回は、自動的なフードプリントのための基

礎検討として、可食ビーズの素材の検討及びタブレットを用いた手動でのカスタマイズ食品のインタラクティブな造形システムを開発した。本稿では、提案手法の造形の流れや可食ビーズの実験について示し、それに基づく考察と今後の展望について述べる。



図 1 水溶性食材とグミから構成された可食ビーズ。これらは粘性を有しており、ビーズ同士を接着させながら任意の形状を組み立てることができる。またその組立形状は冷却することで硬直・保持できる。

## 2. 関連研究

これまで、フード3Dプリンタに関する研究は多くなされてきた。例えば、弾性のあるゲルを用いて複数の味を組み合わせる介護食を印刷するフードプリンタが研究されている [5]。またこの技術を応用し、職人の握った寿司をスキャンして遠隔地に転送して印刷するコンセプトも提案されている [2]。多くは高精細な印刷のため造形時間がかかったり、形状や味の書き換えを目指してはいない。

一方でデジタルファブリケーションに関する研究では、ブロック状のオブジェクトを組み合わせることで、高速かつ書き換え可能な立体造形技術が提案されている。例えば Dynablock [3] は磁石の内蔵されたブロックを用いて、底部の

<sup>1</sup> 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

<sup>2</sup> 株式会社バンダイナムコ研究所

a) aramo720@kmd.keio.ac.jp

b) m2-kono@bandainamco-mirai.com

c) yamaoka@kmd.keio.ac.jp

上下するアクチュエータによって立体形状を数十秒程度で印刷できる。関島らの提案手法も同様に磁石が内蔵されたブロックを組み合わせ、デルタ型機構の3Dプリンタで高速に印刷できる [7]。本研究は、これらの書き換え可能な高速印刷技術を応用して、フードプリンタへの展開を目指すものである。高速で大きな形状を食べられる素材で作る手法として Fluffy [1] が挙げられるが、これは綿あめを利用しているため強度や保持性が担保されない。

今回は基礎検討として、手動でインタラクティブに書き換えできるシステムを提案する。手動でのビーズ組み立て支援として、橋本らはアクアビーズ制作支援のためのツールを提案している [6]。また食用ビーズに関しては、クラシエのじいろつぶつぶランド [4] が挙げられる。これは制作したゼリービーズを配置した後で、液状のゼリーを流し込むことで形状を固めている。本研究では立体形状の食品を製作するための手法に取り組む。

### 3. 提案手法と造形の流れ

高速かつ試行錯誤可能なフード3Dプリントするためには、機械を用いて自動的に印刷することが望ましい。具体的には、ユーザは食品の形状をモデリングして、装置が可食ビーズを組み立て、一旦印刷した後味や色の異なるビーズを差し替えながら試行錯誤する。最終的にビーズに水をかけ冷却して固めて完成する。

今回はこのような自動化に向けて、手動で可食ビーズを組み立てる手法を提案する。まずユーザはタブレット上に図形を描画あるいは図形を選択すると、画面上にビーズを配置する箇所が表示される。その後、タブレットの上にトレーシングペーパーを重ね、可食ビーズを配置する。配置後、形状等の試行錯誤を行い、最終的に水をかけて冷却し固める。立体的な形状を作る際は、レイヤごとに作成して、それぞれを固め、最終的にそれらを重ねて固める。

### 4. 可食ビーズの試作

今回試作した可食ビーズは、主にゼラチンからなるグミと水溶性食物繊維のグァーガムから構成される (図2)。可食ビーズは、電子レンジ600Wで20秒加熱した市販のグミにグァーガムを混ぜて製作する。今回グミとグァーガムの割合は2:1とした。混合した材料を球状などの型に流し込み、一度冷却してビーズ状に成形した。今回制作したビーズの直径は15mmである。

ビーズ同士の接着プロセスとしては、図2のようにビーズを並べ隣同士接触させた状態で、霧吹きで水をかける。その後、冷蔵庫(3~6度)で20分冷やすことでビーズ同士は接着される。これは水溶性であるグァーガムが水に反応して溶け、冷やすことで再度硬化して隣のビーズと接着している。

今回、素材の検証として、2種類のグミ(ハリボー・ゴー

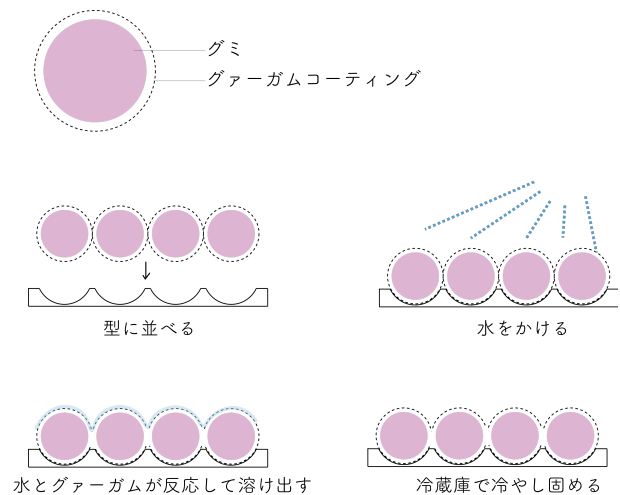


図2 ビーズの構成と造形プロセス。各ビーズはグァーガムでコーティングされたグミから成る。これを配置し、水をかけて冷却することによって形状を固める。

ルドベア/HARIBO、さけるグミ/UHA 味覚糖)を試した。その結果、HARIBOは図3のように形状にばらつきが生じてしまい、さけるグミは比較的均一な形状となった。これはゼラチンや増粘剤の配分量が影響していると考えられ、将来的には安定した配合の検討が求められる。



図3 HARIBOを融解させて利用した実験結果。形状にばらつきが生じてしまいやすかったり、正確な造形が困難であった。

またビーズの形状として球形の他にキューブ状のビーズを試作した。キューブの1辺は10mmとした。このキューブ状ビーズを積み重ねて接着したオブジェクトを図4に示す。キューブ状・球体共に積み重ねることができ、目的の形状に合わせて選択しながら造形することができる。



図4 キューブ状にして試作したビーズ。複数のビーズを接続、硬化させることによって、自重を保持することができる。

## 5. インタラクティブな造形ツール

今回試作した可食ビーズを用いて、ユーザが自由にデザインして立体形状を製作するインタラクティブな支援ツールを開発した。図5のようにタブレット上で図形を描画あるいは図形を選択する。その後、選んだ図形を元に、ビーズを配置する場所が表示される。タブレット上にクッキングシートを重ねて、表示されている箇所を参考にしながら可食ビーズを配置していく。最終的に水をかけて、冷蔵庫で冷却して完成である。

今回は、このツールを用いて制作したいいくつかの複雑な形状のサンプルを示す(図6)。平面形状から、立体形状まで作ることが出来た。

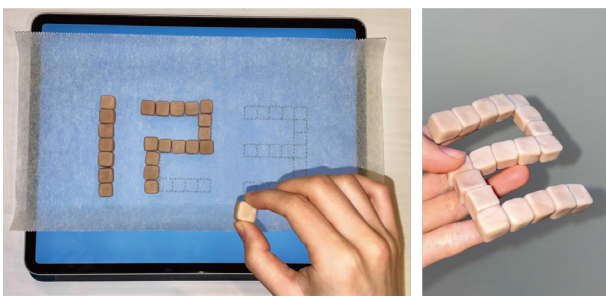


図5 タブレットを用いた造形支援ツール

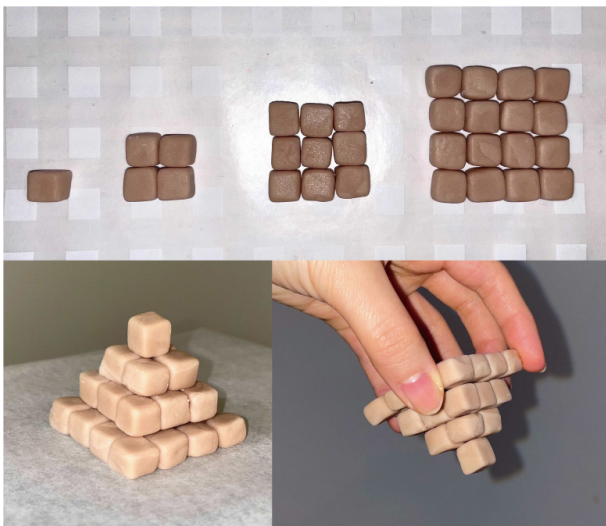


図6 ビーズを積層することで複雑な立体形状を造形できる。

## 6. まとめと今後の展望

高速かつ試行錯誤可能なフードプリントの実現に向けて、可食ビーズを用いた印刷手法について提案した。将来的な自動化に向けて、今回はいくつかの食材を配合して可食ビーズを試作した。さらに手動で立体を作る支援ツールも開発して、いくつかの立体的な形状が造形可能であることを検証した。

将来的に自動的に食品を印刷するために、ロボットアームあるいは3Dプリンタの機構を用いて、可食ビーズを積み上げる機構の開発を検討している。さらにユーザが設計したモデルデータより、味や色の異なるボクセルに変換するソフトウェアの改良も進めていく。

さらに素材の検討として、今回の可食ビーズは一度接着すると剥がしにくいいため、再度熱や水などで剥がれる配合や素材を探る。また加熱することでビーズが膨張したり、水をかけることで変色するなどの機能性を有した可食ビーズの開発も進めていく。

## 参考文献

- [1] Hamanishi, N., Kono, M., Suwa, S., Miyaki, T. and Rekimoto, J.: Fluffy: Recyclable and Edible Rapid Prototyping Using Fluffed Sugar, *Proceedings of the 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces Companion, IUI '18 Companion*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery (2018).
- [2] Open Meals: Sushi Teleportation (2018).
- [3] Suzuki, R., Yamaoka, J., Leithinger, D., Yeh, T., Gross, M. D., Kawahara, Y. and Kakehi, Y.: Dynablock: Dynamic 3D Printing for Instant and Reconstructable Shape Formation, *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '18*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 99–111 (2018).
- [4] クラシエ:カラフルピース にじいろつぶつぶランド (2018).
- [5] 宮瑾, 斎藤梓, 牧野真人, 川上勝, 古川英光: 医食ゲルの3Dプリンティング, 砥粒加工学会誌 60(3), pp. 134–137 (2016).
- [6] 橋本怜実, 五十嵐悠紀: アクアビーズのためのデザインシステム, 情報処理学会インタラクシオン 2017, pp. 876–878 (2017).
- [7] 関島慶太, 増田恒夫, 田中浩也: デジタル・マテリアルを用いた分解組立可能な立体形状試作システム (<特集> デジタルファブリケーションとVR), 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 20, No. 2, pp. 97–105 (2015).