

食卓を七色に彩るデジタルガストロノミーの開発

—着色料を使わない食品加飾技術—

1. 背景

食は味だけでなく、見た目においても人々を楽しませる。見た目の美しい盛り付けはその食べ物を美味しそうに感じさせる効果もある。また、近年の傾向として、美しい見た目を持つ料理やスイーツは“インスタ映え”するという理由で人気を集めており、食において見た目が美しいということは価値が高い。このような消費者の需要に対し、菓子職人は着色料や金銀箔、ラメパウダー等を用いて食卓を彩る品々をつくり出している。しかし、着色料を用いた発色は十分でなく、人工添加物を用いるため安全性の面でも不安がある。また、金銀箔やラメパウダーなどは色が素材自体の色に依存するため、素材の持つ表現力を超えるような加飾が困難である。

2. 目的



図 1: 身の回りの構造色。

本プロジェクトでは、鮮やかな色彩を呈する“構造色”に着目し、食に対する色彩の付与が可能な技術を確認することを目的とする。

構造色とは、色素による発色ではなく、光波の物理的な性質によって発色する現象であり、見る角度によって色が変わるという特徴を有する。玉虫やモルフォ蝶、孔雀の羽、ネオンテトラやオパール、CD やシャボン玉の発色が構造色に相当する(図 1)。構造色を発する微細構造を応用した繊維や顔料などは開発されているが、材料自体の分子構造をミクロに操作するという技術的課題のため、食品への応用の例は数少なくその技術は十分に確立されていない。そこで、近年、技術の発展が目覚ましいデジタルファブリケーション技術を食の表面の微細加工に導入することで、食に対し任意の加飾が可能な七色に彩られた食卓を実現し、フォトジェニックで鮮やかな食体験を可能にする。

3. 技術の内容

- モールドイングによる微細構造の形成

CD や DVD の表面には虹色が見える。これは、CD や DVD の表面に微細な凹凸が周期的に並んでいることによって起こる回折現象による発色である。微細構造の入った型にチョコレートや飴などを流し込み、微細構造を転写することで、食品に構造色をつける。

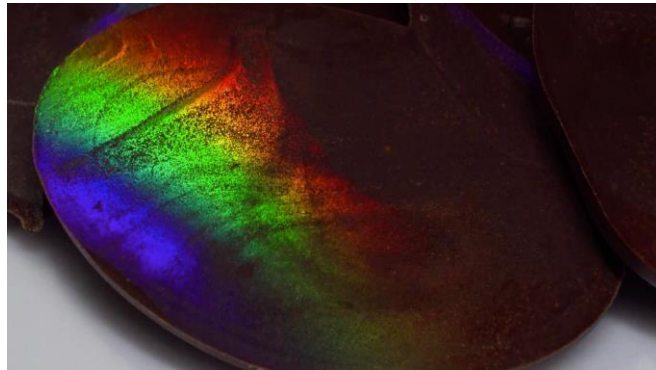


図 2: 構造色チョコレート。

図 2 は微細構造型による構造色チョコレートの写真である。チョコレートのベースカラーは茶色であるにもかかわらず、赤や緑や青といったさまざまな色が見えているため、構造によって色づいていることが分かる。



図 3: ソフトモールド。

(左)柔軟性がある、(中央)薄く作ることが可能、(右)ソフトモールドで作った構造色チョコレート

回折を起こす微細構造を作るには、微細加工を行う必要があるが、微細な構造を大面積に描画するには、時間もコストもかかる。1 個あたりのコストを下げるためには、金属型をマスターとして複製を大量に生産する必要がある。また、電鍍や樹脂の射出成形等を用いると、微細加工を行うより高速に複製を作ることができる。微細加工は平面に対して行われるものであるが、食品の造形を考えると立体に対しての加飾を行いたいニーズが存在する。平面から加工しやすい素材に複製を行う必要がある。そこで、食品グレードのシリコンゴムをスタンパーに流し込むことによって、ソフトモールドを作成した(図 3)。シリコンゴムの量を少なくし、型に塗って硬化させると、折れるくらい薄いソフトモールドを作ることができる。図 3 はシリコンゴムソフトモールドで作った構造色チョコレートの写真である。柔らかさがあるソフトモールドでも、微細構造を

つけることができる。

- スピンコーティングによる薄膜形成

シャボン玉や水に浮かんだ油膜の色も構造色によるものである。微細な凹凸が表面についているのではなく、薄膜の上面と下面での反射光の干渉現象によって色づく。虹色に呈色する回折格子構造とは異なって、膜の厚さが同じ部分は一面同じ色が見える。

薄膜を形成する方法として、スピンコーティングの技法を用いる。スピンコーティングは、液滴を載せたウエハなどの板を高速に回転させることで、余分な液を飛ばしながら、遠心力で液を伸ばす方法である。一般的に、粘度が小さい、回転数が大きいと薄く広がる。食材として、海藻由来の成分であるアルギン酸ナトリウムを用いて、シリコンウエハ上に薄膜を形成した。

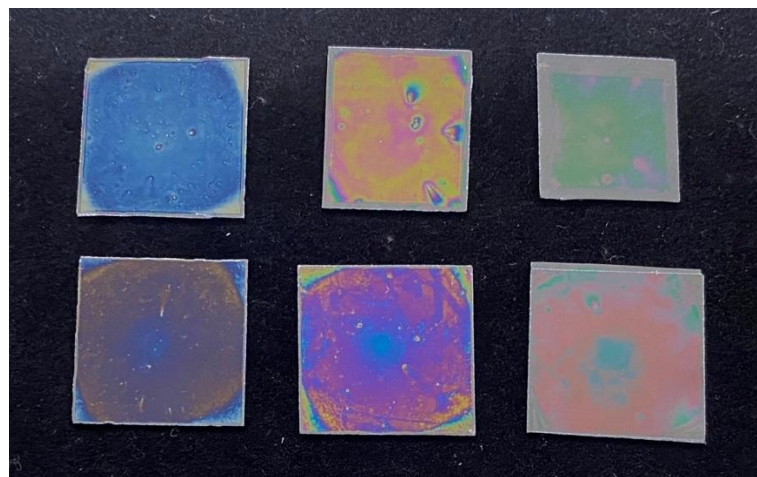


図 4: 粘度と回転数による色の変化。
(左)粘度小、(中央)粘度中、(右)粘度大、
(上段)3000rpm 60sec、(下段)5000rpm 60sec。

図 4 で食材での薄膜干渉による構造色の呈色が可能であることを示した。しかし、基板自体は食材ではなく、反射率の高いシリコンウエハであるため、これ単体ではまだ食すことは難しい。今後の課題として、食べられる基板に対してのスピンコーティングの実験やシートとして剥がして使用するための工夫を行う必要がある。

4. 新規性・優位性

食用色素による発色は、色付けされる物体のベースカラーに依存する。また、健康面での問題から、使用が認められていないものがある。構造色は物体の構造によって、発色するため、色素で混色不可能なものに対しても着色可能であるし、体に安全安心な加飾を可能とする。また、食用色素では出せない金属光沢のある色味を出すことができる。

生物模倣の一つとして、構造色は産業利用を目的として研究開発されてきたが、食品への応用例は数少ない。本技術は、食べられる構造色の一つである。

5. 事業普及（または活用）の見通し



図 5:(左)結婚披露宴で出されたもの、(右)プロによる製作のチョコレートのアップ写真

製造後、比較的すぐに提供され、一定数の顧客があることを踏まえ、ブライダル市場を事業展開市場として検討している。あるご夫婦のご協力により、ご夫婦の結婚披露宴のデザートの一品として、構造色チョコレートの提供を行った。図 5 はプロの菓子職人によって作られたチョコレートの写真である。

6. 期待される波及効果

3D プリンタやレーザーカッターなどのデジタルファブリケーション機器をキッチンに導入することによって、新たな食体験を生み出そうとする試みがある。形を制御することによって見た目や食感や味を変化させるものが主流であり、本プロジェクトは食品の色に着目したデジタルファブリケーションのさきがけになるものである。さらに、微細構造を食に導入することによって食感や味を変化させることができるかもしれない。また、構造によって色が出ることを逆手にとって、温度や湿度の変化で構造破壊が起こったことによる退色を確認することによって、食べ物の保管環境を評価するフードセキュリティとしての利用も考えられる。さらに、体に安全安心な色であることから、医薬品のカプセルや化粧品などにも応用可能性がある。

7. イノベータ名（所属）

蛭子 綾花(筑波大学情報学群情報メディア創成学類)