

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05483

研究課題名(和文) 呈味性と咀嚼・嚥下容易性を制御するための3次元造形手法の確立

研究課題名(英文) Establishment of three-dimensional layering modeling method to control taste and ease of chewing and swallowing

研究代表者

三浦 靖 (Miura, Makoto)

岩手大学・農学部・教授

研究者番号：50261459

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：呈味素材(食塩、スクロース)の配合量を低減しても呈味が十分に知覚できるようにして食品の低塩/低糖質化を可能にすることで、咀嚼・嚥下を容易にして誤嚥を抑制することを目的として低水分固体食品の3次元積層造形法を検討した。呈味評価用および咀嚼・嚥下容易性評価用の生地を食品用3次元積層造形装置にて並列構造、同心円構造、同心方形構造、コア/シェル構造およびブロックチェック構造に造形した。呈味が増強され、増強咀嚼・嚥下容易性が顕著に向上する3次元積層構造は特定できなかったが、呈味成分の空間分布を不均一にすることで、および不均一な構造に造形することが有用であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

3次元積層造形法により食品の微細構造を任意に変化させて塩味や甘味が増強できれば、食品のおいしさを維持したまま低塩化や低糖質化が可能になる。また、本造形法により食品の微細構造を任意に変化させて咀嚼・嚥下容易性が向上できれば、現状ではゾル状またはゲル状しか存在しなかった嚥下困難者対応食品に低水分固体食品を加えることができるようになる。本研究のように3次元積層構造を任意に変化させた低水分固体食品を3次元積層造形する技術は革新的であり、いわば食品構造のテーラーメイドを可能にする。このように、本研究は食品産業に画期的な加工技術を提供するための基盤を確立するという学術的独自性と創造性がある。

研究成果の概要(英文)：This study investigated a three-dimensional layering method for low-moisture solid foods with the objectives of enabling foods with low salt and low sugar content to be perceived even if the amount of tasting ingredients (salt and sucrose) is reduced, and to control aspiration by facilitating mastication and swallowing. Doughs for evaluation of taste and ease of chewing and swallowing were formed into parallel structures, concentric circles, concentric squares, core/shell structures, and block check structures using a 3D layering instrument for food products. Although we could not identify the 3D layered structure that enhanced the taste and significantly improved the ease of chewing and swallowing, it was useful to make the spatial distribution of the taste components non-uniform and to build the structure in a non-uniform manner.

研究分野：食品化学工学

キーワード：低塩化食品 低糖質化食品 咀嚼・嚥下容易食品 3次元造形 3Dプリンタ レオロジー 数値流体力学 コンピュータシミュレーション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国における 2015 年時点で死因第 4 位である脳血管疾患には、高血圧症が深く関わっており、その主な要因として食塩の過剰摂取が指摘されている。したがって、食塩摂取量を減らす必要があるが、単に食塩の使用量を低減させただけでは塩味が不足してしまうため、減塩は長続きしない。一方、我が国の糖尿病有病者・糖尿病予備群者は 2016 年「国民健康・栄養調査」によれば約 2,000 万人であり、2 型糖尿病は健康的な食事、定期的な運動、正常な体重の維持等によって予防・遅延できるといわれている。そこで、ショ糖や澱粉などの使用量を低減した低糖質食品が販売されているが、風味や食感是好ましいレベルに達していない。申請者らは、食塩やショ糖の使用量を減量しても、これらの空間分布を変えた食品構造にすれば呈味が増強できることを明らかにしている。咀嚼・嚥下機能が低下した高齢者に向けた加工食品が多く開発されている。しかし、これらはゲル・ゾル状を前提にしており、パンなどの低水分固体食品が考慮されていない。申請者らは、咀嚼時には唾液を過度に吸収することなく容易に崩壊して食塊が形成され、嚥下時には食塊から唾液が滲出することなく、適切な速度で咽頭部を通過するようにするために、唾液に対する界面張力、唾液吸収性、食塊の粘弾性、口腔・咽頭部・食道部の粘膜に対する摩擦特性を所定値にすれば、咀嚼・嚥下容易性が向上することを明らかにしている。3 次元積層造形装置が様々な業界・業種で活用されているが、食品加工に使用できるのはチョコレート、飴、マーガリン、ゼリーなどである。申請者は、食品用 3 次元積層造形装置の原理確認機を製作し、薄力小麦粉ペーストを所定の描画パターンで積層できることを確認している。

2. 研究の目的

昨今、話題になっている『超高齢社会』と『多発する自然災害』に食関連産業が対応すべき事項として、高齢者対応食品(特に咀嚼・嚥下容易食品、低塩/低糖質化食品)ならびに災害食(特に低塩/低糖質化食品、常温保存・流通可能食品)の開発が考えられる。そこで、本研究では呈味素材(食塩、スクロース)の配合量を低減しても呈味が十分に知覚できるようにして食品の低塩/低糖質化を可能すること、および咀嚼時には過剰に唾液を吸収することなく容易に破砕・小片化され、口腔中で形成された食塊が唾液を滲出することなく一体となって嚥下できるようにして咀嚼・嚥下を容易にすることを目的にして低水分固体食品の 3 次元積層造形法を確立することを目的にした。

3. 研究の方法

【2021 年度】

1. 食品用 3 次元積層造形装置の改造 : 現有装置に試料乾燥機構(方式:送風式,温度:室温~40℃,風速:5~6 m・s⁻¹)を搭載した。2. 微細構造が異なる 3 次元積層造形法の確立: 呈味評価用の生地(難消化性澱粉 100.0 g, ローカストビーンガム 4.4 g, 脱塩水 117.4 g 配合)および咀嚼・嚥下容易性評価用の生地(難消化性澱粉 7.9 g, 低カルボキシメチル化セルロース 0.4 g, スクロース 1.0 g, キサンタンガム 0.10 g, 脱塩水 10.6 g 配合)を吐出口内径 0.84mm のノズルにて並列構造(同方向,直交方向),同心円形構造,同心方形構造に造形した。造形物を 63.5%RH-5℃-9 日間の調湿乾燥(呈味評価用),または上火 130℃-下火 130℃-20 分間の焼成(咀嚼・嚥下容易性評価用)により低水分固体モデル食品にした。3. 吐出シミュレーション法を用いた吐出条件の確立: 数値流体力学シミュレーションとして任意多面体による有限要素法(熱流体解析システム scFLOW, (株)ソフトウェアクレイドル)および粒子法(高粘性流体シミュレーションソフトウェア, 室園科研(株))でノズル内の圧力分布と流速分布をシミュレーションした。4. 呈味性,咀嚼・嚥下容易性の評価: 低水分固体モデル食品から人工唾液へ溶出したナトリウム/塩化物イオン量(イオン選択電極法),スクロース量(高速液体クロマトグラフィー法)を定量し,塩味・甘味強度の官能検査で呈味性を評価した。低水分モデル食品の硬さ(単軸圧縮・引張型レオメータ,破壊特性)と食塊の唾液吸収量を計測して咀嚼容易性を評価した。

【2022 年度】

1. 食品用 3 次元積層造形装置の改造 : 食品用 3 次元積層造形装置の吐出機構を単シリンジ式(容量 30 mL)から 2 シリンジ式(シリンジ No.1: 対照ペースト,シリンジ No.2: 塩化ナトリウム/スクロース添加ペースト,シリンジ着脱方式:コントローラによるシリンジ選択)に変更する計画であったが,吐出機構の耐久性が想定よりも低かったために吐出機構を改造して耐久性を向上させた。2. 微細構造が異なる 3 次元積層造形法の確立: 呈味評価用の生地および咀嚼・嚥下容易性評価用の生地を吐出口内径 0.84 mm のノズルにて並列構造(同方向,直交方向),同心円形構造,同心方形構造およびコア/シェル構造に造形した。造形物を 63.5%RH-5℃-9 日間の調湿乾燥(呈味評価用),または上火・下火 130℃-20 分間焼成(咀嚼・嚥下容易性評価用)により低水分固体モデル食品にした。3. 吐出シミュレーション法を用いた吐出条件の確立: MPFI(Moving particle full-implicit, 圧力項と粘性項を分離することなく陰的に解く手法)法でノズル内の圧力分布と流速分布を数値流体力学シミュレーションした。4. 呈味性,咀嚼・嚥下

容易性の評価：低水分固体モデル食品から人工唾液へ溶出したナトリウムイオン / 塩化物イオン量，スクロース量を定量し，塩味 / 甘味強度を官能検査した。低水分固体モデル食品の曲げ強度ならびに食塊の理化学的特性（唾液吸収量，付着性，摩擦係数，動的粘弾性）を検討した。生体計測（最大舌圧，食塊の移動速度，咬筋・舌骨上筋・下筋群の表面筋電位）および咀嚼・嚥下特性の官能評価により咀嚼・嚥下容易性を検討した。また，sEMG 信号から後述する筋シナジー（Muscle synergy）を抽出するため，30 チャンネルの RMS 信号から非負値行列因子分解を用いて 3 つの筋シナジー A, B, C を抽出し，各シナジーの空間パターンと時間パターンを導出した（図 1）。そして，時間パターンの波形からピーク（波形の最大振幅）と間隔（同一動作を構成する時間パターン同士の Peak の間の時間）という 2 つの波形パラメータを算出し，試料間の筋シナジー変化を定量化した。ここで，筋シナジーとは，中枢神経系は個々の筋を制御しているのではなく，複数の筋を神経支配するモジュールを制御することで制御問題を簡略化しており，このような複数の筋を支配する神経モジュールの概念のことを指す。

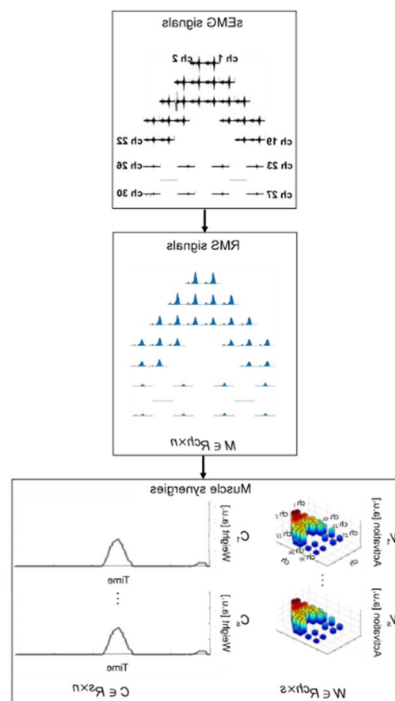


図 1 sEMG 信号から筋シナジーを抽出する手順
 RMS, 平均平方二乗根; M $R^{ch \times N}$, 筋活動行列; W $R^{ch \times s}$, 列ベクトル; C $R^{s \times N}$, 時間パターン

【2023 年度】

1. 呈味性および咀嚼・嚥下容易性を制御できる 3 次元積層構造の特定：前年度までに検討した細線並列構造，同心円構造および同心方形構造に加えてブロックチェック構造について，呈味性（塩味，甘味）と咀嚼・嚥下容易性を評価した。呈味（客観的評価：唾液吸収率，断片の粒子径分布，ナトリウム / 塩化物イオンとスクロースの唾液への溶出量，主観的評価：塩味と甘味の強度を 5 段階カテゴリー尺度評価）および咀嚼・嚥下容易性（客観的評価：唾液吸収率，断片の粒子径分布，食塊の摩擦特性値，舌圧，咬筋，舌骨上筋群の表面筋電位，咽頭部での食塊流速，主観的評価：硬さ，まとまりやすさ，唾液吸収性，粒子感，崩壊性，飲み込みやすさ，嚥下後の残留感，おいしさを 5 段階カテゴリー尺度評価）を評価した。

《研究体制》

研究代表者：三浦 靖(研究統括, 食品の呈味と咀嚼・嚥下容易性が制御できる構造の明確化, 3 次元造形手法の確立)

研究協力者：高野貴文(ローランド ディー・ジー株, 食品用 3 次元造形装置の製作・改造), 佐々木 誠(岩手大学理工学部システム創成工学科, 教授, 計測の協力), 堀 一浩(新潟大学大学院医歯学総合研究科, 教授, 計測の協力)

4. 研究成果

【研究の主な成果】

《2021 年度》

1. 食品用 3 次元積層造形装置の改造：現有装置に試料乾燥機構（送風式，室温 ~ 40℃，風速 5 ~ 6m/s）を搭載した。2. 微細構造が異なる 3 次元積層造形法の確立：呈味評価用の生地（難消化性澱粉，ローカストビーンガム，カルボキシメチル化セルロースナノファイバー，脱塩水）および咀嚼・嚥下容易性評価用の生地（薄力小麦粉，ショートニング，スクロース，カードラン，ショ糖ステアリン酸エステル，乾燥卵膜，脱塩水）を吐出口内径 0.84mm のノズルにて並列構造（同方向，直交方向），同心円構造および同心方形構造に造形した（図 2）。造形物を 63.5%RH-5 ~ 9 日間の調湿乾燥（呈味評価用），または上火 130℃ - 下火 130℃ - 20 分間の焼成（咀嚼・嚥下容易性評価用）で硬化させた。この手法で所定の微細構造の低水分固体モデル食品が得られた。3. 吐出シミュレーション法を用いた吐出条件の確立：任意多面体による有限要素法（scFLOW, 株）ソフトウエアクレイドル）では吐出生地（濃厚な固体分散液体）のノズル内流動と吐出挙動をうまく再現できなかったが，粒子法（高粘性流体シミュレーションソフトウェア，室園科研株）では両者を現実に近い挙動に再現できた。4. 呈味性，咀嚼・嚥下容易性の評価：(1) 低水分固体モデル食品の破断特性と唾液吸収量は，同心円構造と同心方形構造とで有意差がなかった。同心円構造の低水分固体モデル食品では，塩味物質の空間的分布の違いによる唾液への溶出挙動には有意差はなく，塩味増強効果が見られなかった。同心円構造の低水分固体モデル食品では，甘味物質を局在化させると唾液への溶出量が増加する傾向にあり，甘味増強効果が見られた。(2) 低水分固体モデル食品は並列構造にすると硬さが低下したが，同心円構造や同心方形構造にしても硬さは低下しなかった。低水分固体モデル食品は，本研究で設定した微細構造にしても唾液吸収量は有意に変化しなかった。

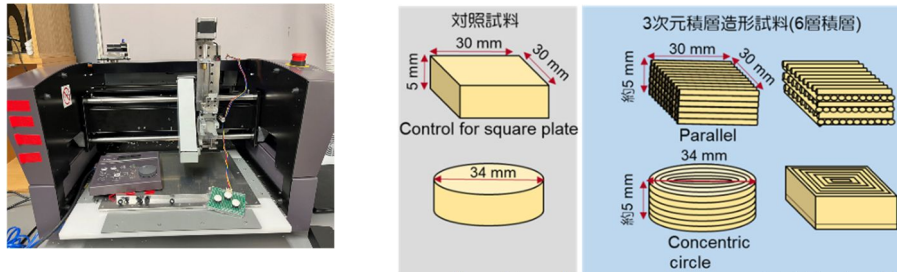


図2 食品用3次元積層造形装置の外観（左側）および3次元積層構造（右側）

《2022年度》

1. 食品用3次元積層造形装置の改造：吐出機構を改造して耐久性を向上させた。2. 微細構造が異なる3次元造形法の確立：0.25% (w/w) 塩化ナトリウムまたは2.5% (w/w) スクロースを配合した呈味評価用の生地および咀嚼・嚥下容易性評価用の生地を並列構造，同心円形構造，同心方形構造およびコア/シェル構造に造形した（図2, 3）。吐出生地のダイセルを計測した。造形物を調湿乾燥または焼成して低水分固体モデル食品にした。低水分固体モデル食品の3次元画像を非接触3Dスキャナ型3次元測定機にて，断面画像をデジタルマイクロスコープにて取得した。3. 吐出シミュレーション法を用いた吐出条件の確立：シミュレーションモデルに吐出生地とノズル内壁面との摩擦力を取り入れてMPFI法でノズル内の圧力分布と流速分布を数値流体力学シミュレーションした。4. 呈味性，咀嚼・嚥下容易性の評価：(1) 呈味性：コア/シェルの体積分率が0.24 / 0.76となる微細構造で，シェルの方に塩化ナトリウムを分布させた試料ではナトリウム/塩化物イオンの溶出量が有意に多かった。コア/シェルの体積分率が0.24 / 0.76の構造で，コアのみに塩化ナトリウムを存在させた試料で塩味強度が高かった。コア/シェルの体積分率が0.42 / 0.58である試料ではスクロースの溶出量が有意に多かった。試料間に甘味強度の有意差は見られなかったが，同じ微細構造の試料間で甘味強度にばらつきがみられる傾向にあった。(2) 咀嚼・嚥下容易性：細線並列と細線交差試料は曲げ強度を低減でき，咀嚼容易性を向上できる可能性があった。食塊の理化学的特性は，3次元積層構造を変えても顕著に変化しなかった。嚥下時の最大舌圧と舌骨上筋・下筋群の筋活動量を最も低減でき，咽頭部の食塊流速が最も遅く，官能評価で嚥下容易性が高かった細線同心方形構造は，咀嚼・嚥下が容易な3次元積層構造であった。舌骨上筋・下筋群のsEMG信号から筋シナジーを抽出したところ，クッキー様食品の筋シナジーには特異的な筋活動が多く含まれていたこと，被験者の嚥下に再現性がなかったことなどが原因となって，水を試料にした先行研究のように各筋シナジーと嚥下動態との対応を立証するまでには至らなかった。

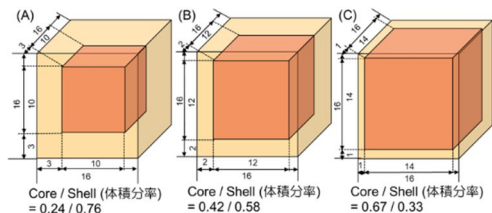


図3 3次元積層構造（コア/シェル構造）

《2023年度》

1. 呈味物質を含んだブロックを崩壊しやすい構造にすることで呈味物質の唾液への溶出が促進される可能性があった。咀嚼・嚥下容易性が顕著に向上する3次元積層構造は特定できなかったが，本研究での3次元積層造形の中では「最も不均一な構造」が比較的咀嚼・嚥下しやすい3次元積層構造である可能性があった。咀嚼・嚥下容易性の客観的評価（破壊特性，筋活動電位，舌圧）と主観的評価（咀嚼容易性，嚥下容易性）の機械学習により，咀嚼・嚥下容易性を判定するモデルを構築するまでには至らなかった。2. 食品用3次元造形装置のシステム化：呈味強度の増強，および咀嚼・嚥下容易性の改善に最適な3次元積層構造に自動造形できるように食品用3次元造形装置をシステム化するまでには至らなかった。

【得られた成果の国内外における位置付けとインパクト】

3次元積層造形法により食品の微細構造を任意に変化させて塩味や甘味が増強できれば，食品のおいしさを維持したまま低塩化や低糖質化が可能になる。また，パンなどの低水分固体食品は，嚥下困難者が食べたいと切望しているが，窒息や誤嚥の原因になると認識されている。一方，3次元積層造形法により食品の微細構造を任意に変化させて咀嚼・嚥下容易性が向上できれば，現状ではゾル状またはゲル状しか存在しなかった嚥下困難者対応食品に低水分固体食品（パン，ケーキ，クッキーなどのバークド食品）を加えることができるようになる。食品用3次元積層造形技術が脚光を浴びているが，糖食品（飴）や油脂食品（チョコレート，マーガリンなど）の加熱融液，または食品ペースト（ゼリー，すり身）をノズルから吐出して均質構造の半固体/固体食

品を造形しているのが現状である。一方、本研究のように3次元積層構造を任意に変化させた低水分固体食品を3次元積層造形する技術は革新的であり、いわば食品構造のテーラーメイドを可能にする。このように、本研究は食品産業に画期的な加工技術を提供するための基盤を確立するという学術的独自性と創造性がある。

【今後の展開】

(1) 呈味性の評価：試料の微細構造と呈味強度の関連性をさらに検討するために、並列構造(同方向、直交方向)、同心円構造、同心方形構造、コア/シェル構造およびブロックチェック構造以外で八ニカム構造などの複雑な微細構造の試料を調製する予定である。本研究で調製した試料は咀嚼の際に口腔内に断片が付着しやすいため、付着しにくい吐出生地配合を考案する予定である。現在の材料の中で歯に付着しやすいと考えられるのは増粘剤であるローカストビーンガムであるので、この配合量を低減することや、粘度が低い増粘剤(アラビアガム、タマリンドシードガム、イソマルトデキストリンなど)に変更することを想定している。

(2) 嚥下容易性の評価：食品の微細構造を変化させることによる咀嚼・嚥下容易性の向上効果をより顕著に示すような微細構造を、並列構造(同方向、直交方向)、同心円構造、同心方形構造、コア/シェル構造およびブロックチェック構造以外で八ニカム構造などの複雑な微細構造を考案する必要がある。また、本研究ではクッキー様食品の嚥下関連筋シナジーと嚥下動態との関連性を立証することができなかつたため、嚥下容易性の評価法を改善させるためには、試料の量を一回で嚥下できるように設定して試行回数を増やすことや、表面筋電位計測(sEMG, Surface electromyography)と同時に嚥下造影検査(SVF, Swallowing videofluorography)等の計測を行うことで嚥下関連筋シナジーと嚥下動態との関連性を検証する必要がある。さらに、咀嚼関連筋の表面筋電位、舌の運動を超音波画像診断装置で取得した超音波エコー画像(Mモード表示)の動的輝度解析(当方独自の手法)から咀嚼関連筋シナジーと食塊の理化学的特性との関連性を検討する予定である。そして、咀嚼・嚥下が容易な食品を3次元積層造形法で製造するという目標を達成するため、3次元積層造形精度を向上させるとともに咀嚼・嚥下容易性が顕著に向上するような微細構造を特定する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 三浦 靖	4. 巻 67
2. 論文標題 ハイドロゲル食品の微細構造と食品テクスチャーとの関連性 テーラーメイド食感を創製する	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本トライボロジー学会誌「トライボロジスト」	6. 最初と最後の頁 29-35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18914/tribologist.67.01_29	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 三浦 靖	4. 巻 71
2. 論文標題 食品工学と食品レオロジーでの最近の進歩	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 589-588
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高野貴文，柴谷正也，袴田ありさ，高橋稀沙羅，菅野さくら，澤目澗佳，三浦 靖	4. 巻 60
2. 論文標題 シリンジ押し出し3Dフードプリンタの線幅におよぼすダイスウェル効果の影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本印刷学会誌	6. 最初と最後の頁 380-386
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 高橋稀沙羅，高野貴文，三浦 靖
2. 発表標題 3次元積層造形したクッキー様食品の理化学的特性と咀嚼・嚥下容易性との関連性
3. 学会等名 日本食品工学会第23回（2022年度）年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 峯岸昂斗, 菅野さくら, 高野貴文, 三浦 靖
2. 発表標題 低塩/低糖質化した食品の製造に向けた低水分固体モデル食品の3次元造形法の検討
3. 学会等名 日本食品科学工学会第68回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋稀沙羅, 高野貴文, 三浦 靖
2. 発表標題 3次元造形法による微細構造を任意に変化させた低水分固体食品の調製
3. 学会等名 日本食品工学会第22回(2021年度)年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋稀沙羅, 佐々木若菜, 高野貴文, 袴田ありさ, 徐 鵬宇, 米山 心, 三浦 靖
2. 発表標題 内部構造を変化させたクッキー様食品の咀嚼・嚥下時の生体計測値と咀嚼・嚥下容易性との関連性
3. 学会等名 第71回レオロジー討論会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 三浦 靖	4. 発行年 2022年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 16
3. 書名 第4章 最新の評価方法と評価実務 第4節 レオロジー測定を用いた食品テクスチャー評価, エマルション安定化のための新しい調製技術と評価	

1. 著者名 三浦 靖	4. 発行年 2023年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 12
3. 書名 第 編 第1章 食品ハイドロコロイドの巨視的物性 第2節 トライボロジー的アプローチ, 食品ハイドロコロイドの最新動向	

1. 著者名 三浦 靖	4. 発行年 2024年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 10
3. 書名 第 編 食品分散系の種類と構造 第4章 固体・ゲルのレオロジー, 食品分散系の制御技術と応用 - 素材, 構造, 加工, 食感 -	

1. 著者名 三浦 靖	4. 発行年 2024年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 7
3. 書名 第 編 分析法および評価法 第4章 アコースティック・エミッション法を用いた多孔質食品のクリスプネス評価, 食品分散系の制御技術と応用 - 素材, 構造, 加工, 食感 -	

1. 著者名 三浦 靖	4. 発行年 2024年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 12
3. 書名 第2編 ゲル状食品のテクスチャー・おいしさと咀嚼・嚥下 第2章 ゲルのおいしさ 第1節 ゼリーやプリンなどのおいしさの科学, 食品コロイド・ゲルの構造・物性とおいしさの科学	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 可食造形物の乾燥装置、製造装置、および製造方法	発明者 三浦 靖, 高橋稀沙 羅, 高野貴文	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-144594	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------