

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K02303

研究課題名(和文) おいしい食感のデザイン法の開発～時間軸と口腔部位の2次元食感マップの構築～

研究課題名(英文) Development of design methods for delicious food texture

研究代表者

中村 卓 (NAKAMURA, Takashi)

明治大学・農学部・専任教授

研究者番号：30328968

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)：本研究の目的は、おいしい食感をデザインするための基盤手法となる2次元食感マッピング法の開発である。具体的手順では、食感をかたさやねばり度で表現される知覚食感とおいしさを表現する「口どけが良い」の様な感性的な認知食感にわけた。時間軸と口腔部位を意識した官能評価でこれらを相関づけた。さらに、人工唾液中で客観的な機器分析を行い、食品の破壊過程における力学特性(レオロジー)・潤滑(トライボロジー)・構造(モルフォロジー)の変化を解析した。おいしい食感を、咀嚼中の知覚食感の変化に対応した機器分析結果の変化として2次元マップ化することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の社会的意義は、本研究の2次元食感マッピング法を用いて「口どけが良い」で表現されるおいしさを、ヒトそれぞれの一言で終わらせるのではなく、マップ上のどの物性をどのタイミングで重要視するのかが異なるためと説明でき、さらなる食品開発につながる点にある。学術的意義は、本研究の特徴である時間軸と口腔部位を意識した分析型官能評価と、人工唾液中の機器分析が相関することを示した点にある。さらに、2次元マップ化することで直感的に理解しやすくなり、食品開発の現場で利用しやすくなる。本研究は心理学と食品学の複合領域研究であり、食品のおいしさの実現のための基盤として食生活を豊にすることに貢献する。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop a two-dimensional texture mapping, which is a basic method for designing a delicious food texture. In the specific procedure, the texture was divided into a perceptual texture expressed by hardness and stickiness, and a cognitive texture such as "good mouthfeel" expressing attractive acceptability. These were correlated by sensory evaluation conscious of the time axis and the oral site. Furthermore, an objective instrumental analysis was performed in artificial saliva to analyze changes in mechanical properties (rheology), lubrication (tribology), and structure (morphology) during the food fractural process. I created a two-dimensional texture mapping method for designing a palatable food texture as an instrumental analysis result corresponding to the change in the perceived texture during mastication.

研究分野：食品構造工学

キーワード：おいしさ 感性食感 口どけ シフォンケーキ ヨーグルト ホワイトクリーム

### 1. 研究開始当初の背景

食品に求められる属性として、安全・健康・おいしさ・価格がある。「おいしさ」を食品サイドから追究し、食品構造からおいしい食品をデザインする『食品構造工学』の確立を目指している。おいしさは咀嚼による食品構造の破壊に伴う変化にあるという立場から研究を進めている。

おいしさの食品側の重要な要素として食感がある。食感を意味する言葉を整理すると知覚レベルと認知レベルの2種類があると考えられる(図1)。知覚レベルは生得的で生まれながらに持っている感覚からなる。物性(物理単位)と相関が認められる。この知覚レベルは力学特性と構造状態(幾何学特性)に分けられる。さらに力学特性は弾性(固体的性質)と、粘性(液体的性質)からなる。これらはレオロジーを基盤とした粘弾性として理解されている。構造状態は幾何学特性ともいわれおり、粗滑や均一に対応するものである。摩擦や潤滑はトライボロジー、均一などの構造はモルフォロジーを学問的基盤としている。一方、認知レベルは習得的で経験により獲得されたもので、感性的なおいしさを含む食感である。脳のトップダウン処理のため統合的な判断であるので、心理学におけるゲシュタルト群化(体制化)である。食品のおいしい感性的な食感表現を具体化するためには、咀嚼過程における知覚レベルの食感(かたさ・粗滑等)がどのように組合せ変化しているのかを咀嚼過程の時間軸に沿ってボトムアップ的に意識化し解析する必要がある。現在の食品開発では、かたい・やわらかいといった知覚レベルの食感ではなく、感性的な認知レベルのおいしい食感の実現が求められている。そのため、おいしい食感をデザインするための指針となる役立つ手法の開発が必要である。

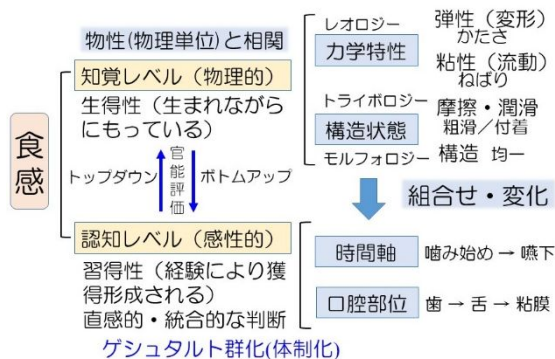


図1. 食感の分類

食感を表現する用語の数は言語によって異なる。フランス語 226 語、中国語 144 語、英語 77 語と比べて、日本語では非常に多く、早川によって 445 語が取り上げられ、日本語テクスチャー用語体系として整理されている(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, 60(7), p.311-322 (2013))。この食感用語の 445 語は大分類 3、中分類 15、小分類 64 に分類されている。大分類である力学的特性(mechanical attribute)、幾何学的特性(geometrical attribute)、その他の特性 (other attribute)は、ISO11036 Texture Profile の 3 要素と対応している。この分類では、大分類において用語の重複を許しており、2 つ以上の大分類に属している用語が 69 個ある。なかでも、「クリーミー」と「口どけが良い」の 2 個は大分類 3 つのすべてにリストアップされている。つまり、複数の知覚食感を統合する用語として使われている。さらに、「口どけが良い」は「クリーミー」よりも幅広い食品で用いられている。そのため、本研究では「口どけが良い」に注目した。

今までに、科研費基盤(c)25350104/2013-2015 で、「もちもち」食感の食品構造の破壊過程に着目した研究を展開した。さらに、科研費基盤(c)16K00828/2016-2018 で、「クリーミー」食感が風味によりクリーミー感がアップすることを示した。「おいしい」食感の感性表現を、知覚に対応した食品属性の変化に翻訳するシステムを確立した。しかし、時間軸・口腔部位を明確に示してはいなかった。また、「口どけが良い」については検討していなかった。そこで、口どけ食感について検討を開始し、日本食品科学工学会第 64 回大会(2017 年)で「シフォンケーキのおいしさを表現する感性食感の見える化」にて発表した。第 65 回大会(2018 年)で「パンの口どけ食感の見える化」にて発表した。2 題とも、優秀発表として企業賞を受賞した。これは企業の研究開発者にとって「くちどけ」の必要性が高いことを示している。

### 2. 研究の目的

本研究の目的はおいしい認知レベルの食感のデザイン法の開発である。そのための 2 次元食感マッピング法を確立する。具体的手順では、食感をかたさやねばりで表現される知覚食感とおいしさを表現する「口どけが良い」の様な感性的な認知食感にわけた。時間軸と口腔部位を意識した官能評価でこれらを相関づけた。さらに、人工唾液中で客観的な機器分析を行い、食品の破壊過程における力学特性(レオロジー)・潤滑(トライボロジー)・構造(モルフォロジー)の変化を解析した。「口どけが良い」の様なおいしい食感を、咀嚼中の知覚食感の変化に対応した機器分析結果の変化として 2 次元マップ化することができた。

### 3. 研究の方法

おいしさの表現としての「口どけ」を考える場合、食品の種類によって意味が異なるため、その意味を特定する必要がある。「口どけ」を漢字で表現すると「解け・溶け・融け」とそれぞれ意味

が異なる。「解ける」は塊がほぐれる。「溶ける」は固体が液体に同化する。「融ける」はその物自体が固体から液体へ変化する。さらに、口腔内から無くなる意味でも使われる。具体的にどの意味で「口どけ」を使っているのかを時間軸と部位に沿って解析すると少なくとも5種類のとける現象に分けて考えられる(図2中; 解1・融・溶・解2・無)。例えば、咀嚼により食品の塊が砕け解ける(解1)。氷や固形脂の結晶が体温で融ける(融)。油が唾液と混じる(乳化し唾液と同化して溶ける(溶))。食塊が崩れ易い=解ける(解2)。嚥下後口腔内から無くなる=とける(無)。食品によって個別に考える必要があるが、レオロジー(破壊時の弾性・変形)・(破壊後の粘性・流動) / トライボロジー(潤滑) / 構造特性(均一性)・結晶融解(脂肪・氷)に注目する点は共通である。

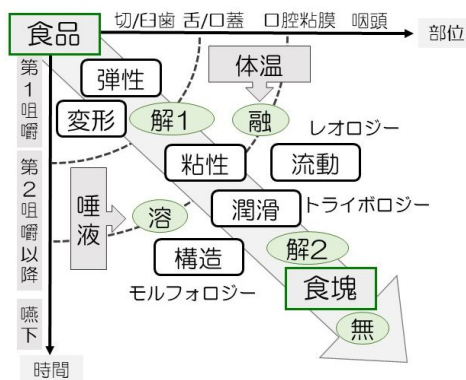


図2. 口どけ食感と機器分析の物性マップ

以上をふまえて、咀嚼過程における知覚レベルの食感を時間軸と口腔部位の二つの要素に分けて意識化した。さらに、咀嚼中の知覚食感の変化と関連のある機器分析結果を時間軸と口腔部位からなる2次元マップを構築した。唾液と体温の影響を考慮した水溶液(人工唾液)中でのレオロジー・トライボロジー機器測定を行った。さらに、電子顕微鏡や共焦点レーザー顕微鏡を用いた破壊構造の観察から、モルフォロジー画像解析による破片の数値化と破壊メカニズムのイメージ化した。特に、食品構造の破壊中のレオロジー・トライボロジー・モルフォロジーを官能評価と関連づけた。

#### 4. 研究成果

食品によって求められる「口どけが良い」の重点ポイントは異なった。しかし、おいしい「口どけ」食感では、破壊時の力学的「やわらかさ」・破壊後の構造的「均一性」がより高い、共通傾向が認められた。本研究における、おいしい感性食感を具体化する方法、特に2次元食感マッピング法は、おいしい食感をデザインする全ての食品の開発に応用できると期待される。

(1)シフォンケーキ・ギリシャヨーグルト・ホワイトクリームについて検討した。シフォンケーキでは人工唾液法の有効性を示した。ギリシャヨーグルトでは口どけと濃厚の関係を明らかにした。ホワイトクリームでは口どけと破壊構造の関係を明らかにした。

シフォンケーキの口どけ食感へのホスホリパーゼ A2(PLA2)添加の効果を検討した結果、PLA2の添加によって口どけ食感が向上することが明らかになった。さらに、口どけの良さには“ペーストへのなりやすさ”・“ペーストのなめらかさ”・“ペーストの流れやすさ”が重要であることが分かった。咀嚼を想定した人工唾液を添加した口どけ食感解析では、無添加に比べ、PLA2添加ケーキの方が圧縮(咀嚼)前半の吸水率が有意に高く、このことから唾液との混ざりやすさが向上したと考えられる。また、PLA2添加ケーキの最大荷重は有意に小さく、付着力の上がり始めは有意に早くなり、このことから唾液への溶けやすさが向上したと考えられる。したがって、PLA2の添加によって、唾液との混ざりやすさ・唾液への溶けやすさが向上し、これが官能評価の“ペーストへのなりやすさ”の向上につながったと考えられる。さらに、圧縮(咀嚼)後半における動画から、PLA2添加ケーキの方が亀裂の数が多く、多方向に広がっていく様子が観察された。これらの様子はそれぞれ官能評価の“ペーストのなめらかさ”・“ペーストの流れやすさ”の向上につながったと考えられる。また、口どけ食感の向上メカニズムについて以下のように考察した。まず、PLA2の添加によってリゾレシチンが増加したことで、油滴サイズが小さくなった。これにより、バター粘度が向上したことで、気泡保持能が向上し、気泡が多くなった。以上のバターの変化により、焼成後のケーキの気泡が小さくなったと考えられる。そして、気泡が小さくなったことにより、咀嚼中盤において唾液に混ざりやすく、溶けやすくなった。これらの食感変化によって、ペーストになりやすくなったと考えられる。さらに、このペーストがよりなめらかになり、嚥下直前にはより流れやすくなったことで、口どけ食感が向上したと考えられる。

量販店で購入した市販ギリシャヨーグルト3種類(A)(B)(C)を試料とした官能評価の結果、知覚食感の項目において「粘り」に有意差が見られなかった。一方で「舌触りのなめらかさ」「口どけ感」、感性食感「濃厚」に有意差が見られた。すなわち、「粘り」が市販ギリシャヨーグルト(A)(B)(C)間で共通の食感だと考えられる。一方、(A)は[舌触りなめらかで、口どけ感が高い]、(B)は[舌触りなめらかでなく、濃厚でない]、(C)は[濃厚]といった、食感の違いも確認された。走査型電子顕微鏡(SEM)で未破壊構造を観察した結果、(A)では粒子がブドウの房状に連なるランダム凝集ネットワークが、(B)(C)では粒子が数珠状に連なるストランド状ネットワークが見られた。さらに99%圧縮破壊構造を観察した結果、亀裂界面に着目すると、(A)では脂肪がネットワークを保持する様子が観察され、(B)は伸長せずに切れたストランドが、(C)は伸長して切れたストランドが観察された。以上の結果もふまえ、(A)(B)(C)それぞれの食感発現メカニズムを以下考察した。(A)はランダム凝集ネットワークをとり、圧縮により脂肪が伸長しネットワークを保持した。そのため、大きな亀裂は生じずに小さな破片が形成され、[舌触りなめらか]な



食感が発現したと考えられる。さらにこの構造は脂肪が融解することで崩壊するため、口腔内温度上昇により流動性が上がり、[口どけ感が高い]食感が発現したと考えられる。

(B)はストランド状ネットワークをとり、圧縮によりストランドが切れた。そのため、大きな亀裂が生じて大きな破片が形成され、[舌触りなめらかでない]食感が発現したと考えられる。さらにタンパク質のストランドがネットワークを保持したため、口腔内温度上昇により流動性は上がらず、(A)と比較して[口どけ感の低い]食感が発現したと考えられる。

(C)は(B)と異なり、圧縮によりストランドが伸長した。そのため、(B)と比較し亀裂は生じにくくなり、破片サイズは(A)(B)の中間程度になったと考えられる。さらに(B)同様にストランドがネットワークを保持したため、口腔内温度上昇により流動性が上がらなかったと考えられる。よって(C)は、口残りはあるが大きな破片は残らなかったため、[濃厚]な食感と表現されたと考えられる。以上のようにギリシャヨーグルト間で異なる食感の発現メカニズムを解明した。

小麦粉ベースとそれに澱粉またはタンパク質を添加した3種のホワイトクリームにおける乳フレーバーリリースと食感への破壊構造・物性の影響を検討した。「口どけ」を含む7つの食感を官能評価の結果、小麦粉ベースで有意に口どけが良い食感であった。風味について乳フレーバーリリースの強度を経時的に評価するためにTI(Time Intensity)法を行った結果、 $I_{max}$ (最大強度)のピークが小麦粉ベースで有意に高く、タンパク添加で優位に低い値を示した。官能評価は食感について。さらに、物性測定の結果、破断強度試験の荷重に有意差がみられた。また、繰り返し圧縮試験後の走査型電子顕微鏡による構造観察の結果、澱粉添加では分散している様子、タンパク質添加では凝集している様子が観察された。

(2) ホワイトクリームとクラッシュゼリーについて検討した。特に、ホワイトクリームではメチルセルロース添加による口どけ向上と破壊構造の関係を明らかにした。

牛乳・小麦粉を主原料とするコントロール(Co)とコントロールにパンク防止剤としてメチルセルロース(Mc)又はタンパク質(Pr)を添加したホワイトクリームを用いて食感及び風味への影響を解析した。ただし、パンク防止剤は油調時のパンク現象を抑制するが、食感や風味への影響は様々である。官能評価の結果、ホワイトクリームの「口どけ」食感には「広がりやすさ」、「舌触りのなめらかさ」、「付着性」、「流れやすさ」、「飲み込みやすさ」5つの食感要素が重要であり、この順で知覚されていると考えられた。パンク防止剤としてメチルセルロースを添加したホワイトクリーム(Mc)はCoと同等の口どけ、すなわち本来ホワイトクリームが有している食感を損なわないことが明らかになった。ただし、付着性は有意に高く、これはテクスチャー解析試験の付着距離と正の相関を示した。また、Prは広がりやすさ・舌触りのなめらかさ・流れやすさ・飲み込みやすさが低下すること、すなわち、広がりにくく・舌触りがざらつき・流れにくく・飲み込みにくいことが原因で口どけが低下することが明らかとなった。「広がりやすさ」は破断強度試験の巨視的観察における単位荷重当たりの最大面積と正の相関を示した。「舌触りのなめらかさ」は破壊サンプルの微細構造観察における構造の違い、及び繰り返し圧縮試験後の巨視的な構造観察における分散状態及び粒の大きさと相関がみられた。「流れやすさ」は繰り返し圧縮試験における液体の流入のしやすさと相関がみられた。「飲み込みやすさ」は動的粘弾性試験におけるosc. stress値と正の相関を示した。また、風味の官能評価の結果、Mcのミルク風味はCoと同等、すなわち本来ホワイトクリームが有している風味を損なわないことが明らかになった。また、Prは最大強度以降のミルク風味の持続性が低く、全強度が低下することが明らかとなった。風味知覚の低下の原因を咀嚼中の破壊過程の結果から考察し、そのメカニズムを明らかにすることができた。

(3) チョコレート・アイスクリームについて検討した。特に、結晶が融けた後・人工唾液に溶けた後の物性測定と構造観察を行い唾液の影響を明らかにした。

16種の市販チョコレートをを用いた言葉出しの結果から、くちどけに違いがみられた3種A、B、Cをサンプルとして使用した。くちどけを前半(口融け)、中盤(口溶け)、後半(口どけ)の3種類に分けて定義し、7段階の採点法を実施した。この3種のくちどけの官能評価結果、口融けのよさは $A < C < B$ 、口溶けと口どけのよさは $A < B < C$ 、口溶けのよさは $B < A < C$ となった。突き刺し貫入試験より、荷重が降伏点に達するまでの貫入距離は $C < B < A$ となった。

人工唾液と20%、35%、50%で混合したチョコレート3種を用いた動的粘弾性測定の結果、口融けを想定した人工唾液20%混合サンプルでは、 $|*|$ は $C < A < B$ で常に推移し、Aの歪率100%付近で変曲点がみられないことが特徴的だった。口溶けを想定した人工唾液35%混合サンプルでは、AとCの曲線がほぼ同じであり、Bの $|*|$ が他2つと比較して高くなった。口どけを想定した人工唾液50%混合サンプルでは、歪率1~100%の曲線の傾きと歪率1%時の $|*|$ が $C < A < B$ となった。

以上より、口融けに関して $|*|$ の値や傾きとの相関は見られなかったが、変曲点の有無と相関がある可能性が考えられた。また突き刺し貫入試験から、降伏点までの貫入距離が短いと壊れやすく、そのために口融けが良くなったと考えられた。口溶けについては、動的粘弾性測定との相関がみられなかったため、今後は測定条件の中でも特に唾液の添加量や混合状態を検討していく必要がある。口どけのよさと歪率1~100%時の傾きおよび歪率1%時の $|*|$ には負の相関がみられた。これはより粘度が低くさらさらした性質が「口どけがよい」一つの要因であること

を示唆している。したがって本研究より、唾液と混合したチョコレートの力学的性質から「くちどけがよい」食感に見える化する可能性を示すことができた。

量販店で購入したバニラアイスクリーム(A)(B)(C)(D)について、官能評価 CATA 法で食感用語 56 語のうち当てはまる食感を選び出し、コレスポンデンス分析した結果、4 種類のアイスクリームは(ア)液状になるの早い・喉すっきり、(イ)液状になるの遅い・喉に引っかかる、(ウ)すっと融けるの 3 種類の食感に分類できた。順位法で、「口融けのよさ(咀嚼前半)」「口溶けのよさ(咀嚼後半)」「口どけのよさ(嚙下後)」について評価した結果、「口融けのよさ」「口溶けのよさ」「口どけのよさ」でサンプル間に有意差がみられた。

物性測定における比重測定の結果、比重は(A)(D)において有意に高く、これは順位法における「口溶けのよさ」と正の相関があった。アイスクリーム単独の動的粘弾性歪スイープ試験(25 )の結果、歪率 1%時の複素粘度|\*|は(A)(D)において有意に低く、これらは順位法における「口溶けのよさ」が高かった。

人工唾液 15% (w/w) 混合サンプルの動的粘弾性歪スイープ試験(25 )の結果、固体的性質から液体的性質に変化する点( $\tan \delta = 1$ )の歪率は(A)において有意に低く、これらは順位法における「口どけのよさ」が高かった。共焦点レーザー顕微鏡(CLSM)観察の結果 (A)では大きな気泡が分散している様子が、(C)では小さな気泡が集まって存在している様子が、(D)では(A)と(C)の中間の大きさの気泡が分散している様子が観察された。平均気泡面積はサンプル間に有意差があり、これは順位法における「口どけのよさ」と正の相関傾向があった。

官能評価、物性測定、構造観察の結果を主成分分析すると、(A)は第 4 象限に、(C)は第 3 象限に、(D)は第 1 象限に位置した。これらの結果より、「くちどけ」食感の発現メカニズムを考察する。咀嚼後半において、(A)(D)は融解後の比重が大きい、すなわち空気の量が少ないため、歪率 1%時の複素粘度が低く、この低粘度により、唾液と一体化しやすく、「口溶けのよさ」が高くなったと考えられる。嚙下後において、(A)では唾液に溶けた後に気泡が壊れず大きさを保った状態で存在するため、より低歪で流動性が増し、飲み込んだ後に喉に貼り付かず、「口どけのよさ」が高くなったと考えられる。以上のように、アイスクリームの「くちどけ」食感を溶解後の物性・構造から見える化することができた。

研究全体を通じて、結晶性食品(アイスクリーム・チョコレート)、含気泡・低水分食品(シフォンケーキ)、ゲル状食品(ギリシャヨーグルト等)、半ゾル状食品(ホワイトクリーム)で人工唾液法の有効性を示した。さらにギリシャヨーグルトでは口どけと濃厚の関係を、ホワイトクリームでは口どけと破壊構造の関係を明らかにした。この様に基本構造の異なる種々の食品において 2 次元食感マップの有効性を示すことができた。本研究はおいしい食感の実現のための基盤となり、食生活を豊にすることに貢献すると考えている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4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 0件）

1. 著者名 片岡 明日香, 中村 卓	4. 巻 66
2. 論文標題 おいしい食感へのアプローチ技術 食品構造工学	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 トライボジスト	6. 最初と最後の頁 3-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18914/tribologist.66.01_3	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 中村卓	4. 巻 61
2. 論文標題 食品構造工学への招待	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 食品と容器	6. 最初と最後の頁 142-144
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 無
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 Inoue Keita, Fu Wei, Nakamura Takashi	4. 巻 97
2. 論文標題 Explaining the different textures of commercial processed cheese from fractured structures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Dairy Journal	6. 最初と最後の頁 40~48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.idairyj.2019.05.020	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 片岡明日香, 中村卓	4. 巻 9
2. 論文標題 糖質食品のおいしい食感と物性と構造の解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本応用糖質科学会誌	6. 最初と最後の頁 243-248
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7件（うち招待講演 7件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中村卓
2. 発表標題 食品のテクスチャーのカギを握る 物性と構造
3. 学会等名 日本食品科学工学会第68回大会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村卓
2. 発表標題 食品構造の制御による食感デザイン～大豆たんぱくの加熱による構造変化～
3. 学会等名 食品ニューテクノロジー研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村卓
2. 発表標題 食品のおいしさのデザイン ～咀嚼過程での変化をイメージする～
3. 学会等名 公益社団法人 日本技術士会登録 食品技術センター（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村卓
2. 発表標題 食品の官能評価と 構造・物性からの食感
3. 学会等名 日本穀物科学研究会 第180回例会 （招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村卓
2. 発表標題 食品ゲルの微細構造破壊過程が 食品物性に及ぼす影響
3. 学会等名 第46回食品の物性に関するシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村卓
2. 発表標題 食品の構造破壊の観察
3. 学会等名 食品ハイドロコロイド研究会セミナー2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村卓
2. 発表標題 おいしい食感とレオロジー・トライボロジー・モルフォロジー
3. 学会等名 トライボロジー会議 2019 春 東京 (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 中村卓 (執筆: 57名中)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 589
3. 書名 動的粘弾性測定とそのデータ解釈事例	

〔産業財産権〕



〔その他〕

研究室ホームページ  
<http://www.isc.meiji.ac.jp/~foodeng/>

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
---------	---------