

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 17 日現在

機関番号：24402  
 研究種目：基盤研究（A）  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22240076  
 研究課題名（和文）食品ゲルの咀嚼過程におけるフレーバーリリースと食品ゲルの構造・物性との関係の解明  
 研究課題名（英文）The relation between the flavour release and the structure/physical properties of food gels in the mastication  
 研究代表者  
 西成 勝好（NISHINARI KATSUYOSHI）  
 大阪市立大学・大学院生活科学研究科・特任教授  
 研究者番号：10254426

研究成果の概要（和文）：寒天ゲルをモデルとして、ゲルからのショ糖のリリースと官能検査との相関を調べた。寒天ゲル（濃度0.5-3.0wt%）の破壊応力および破壊歪はスクロース濃度（5-55wt%）の増加に伴い増加した。ショ糖濃度55wt%の時、ゲルの破壊応力は最大となり。ショ糖の放出率は最も低くなった。ショ糖濃度が高いゲルほど、摂食中に感じる甘味の最大強度が高く、到達時間、甘さの持続時間が長く、時間-強度曲線下の面積は大きくなった。咀嚼過程における呈味成分のリリースには拡散よりも圧縮による水分放出に伴うリリースの方が重要であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The relation between the released sucrose and the sweetness intensity determined by sensory evaluation was examined using agar gels containing sucrose as a food model. Breaking stress of agar gels showed the maximum, and sucrose release ratio showed the lowest value at 55wt% sucrose for gels of agar (0.5-3.0wt%). Both the maximum intensity of sweetness and the time at which intensity became maximum and the area under the time-intensity curve increased with increasing concentration of sucrose. The release of sucrose accompanying the exudation of water induced by compression was shown more important than that induced by diffusion within the gel for the flavor release during mastication.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	16,000,000	4,800,000	20,800,000
2011年度	7,100,000	2,130,000	9,230,000
2012年度	6,500,000	1,950,000	8,450,000
年度			
年度			
総計	29,600,000	8,880,000	38,480,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：調理と加工、テクスチャー、食品と咀嚼性

## 1. 研究開始当初の背景

咀嚼・嚥下困難者のための食品を改善するためには、嗜好特性を考慮することが必要である。嗜好特性の大部分はテクスチャー、風味によって決まるが、それぞれについて未解

明の事柄が多く、また、その相互の関係に関しては古くから研究されてきたが、分からないことが多く残されている。食品中の調味料、甘酸塩苦などの呈味物質の濃度により食品のテクスチャーが変わること、またテクスチ

ヤーを変えることで味の感覚強度が変わることについて、ゾルおよびゲル状態のモデル食品について研究が行われてきたが、矛盾する結果が報告されている。また、この10年ほどヨーロッパを中心に、食品の咀嚼過程における香气成分の分析および鼻腔内の気体分析と感覚評価との相関に関する研究が活発に行われてきたが、国内ではあまり研究されていない。

ゲルの構造については不明な点が多く残されているが、徐々に解明されつつある。ゲルが咀嚼・破壊されるときシネレシスの度合い、呈味成分とゲルの網目構造との結合の強さなどにより口腔内での感覚強度が支配されると考えられる。シネレシスの起こりやすさについて、ゲルの構造（架橋密度、網目鎖の長さや剛直性など）との関係を調べ、また、糖、酸、塩、カフェイン、キニーネなどの苦味物質とゲル網目との相互作用の強さを調べることが必要である。研究代表者はこれまで、科研費基盤A「新規テクスチャーモディファイヤー創出のための多糖類ゲルの体系的研究」（平成14-15年度）において、ジェランその他の多糖類をモデル試料としてゲル化の機構、ゲルの力学特性、咀嚼嚥下におけるゲルおよびゾルの挙動などについて解明し、続いて科研費基盤B「嚥下困難度の評価法の確立と嚥下困難者用とろみ剤の開発」（平成16-17年度）において、嚥下困難度の定量的評価方法の確立を目指し、食品のテクスチャーと咀嚼時・嚥下時の筋活動の関係について知見を得た。さらに、科研費基盤A「誤嚥症状判定用溶液の作成による嚥下困難者の食のQOL向上」（平成19-21年度）において、嚥下時のずり速度において同じ粘度を示すが、ずり速度依存性の異なる複数の判定試料溶液の作成に成功し、リハビリテーション領域でその妥当性を検討し、有望な結果を得つつある。

## 2. 研究の目的

食品の美味しさを決定づける因子として、化学的なフレーバーと物理的なテクスチャーがよく知られている。食品のレオロジー的な性質を変えると、テクスチャーを直接的に制御できるが、その際にフレーバーリリースも同時に変わる。すなわち、レオロジー的な性質により、同量の味や匂い成分を含んでいる食品であっても、そのフレーバーの感じ方が大きく異なる場合が少なくない。

そこで本研究では、食品のモデルとして、スクロースを含む寒天ゲルを用い、スクロース及び寒天濃度を変えた際に、ゲルの破壊特性を一軸圧縮測定により調べるとともに、訓練されたパネルによる甘味の時間的な強度変化を時間-強度 (T-I, Time-Intensity) 法による官能評価で明らかにする。

これらの力学測定とともに、呈味成分および香气成分とゲルの網目構造との結合の度合いを各調べ、成分の拡散係数を測定し、結合と解離のタイムスケールを見積もる。

エステル類が特徴的な香气成分であるバナナをモデルとしたフレーバー組成比の寒天を密封容器内で破壊し、GCMSでフレーバーリリースについて調べ、エステルの分子サイズや構造などが、寒天からのリリースに影響を与えるか調べる。

## 3. 研究の方法

(1) スクロースあるいは食塩含有寒天ゲルからの咀嚼モデルによるスクロース放出

### ① 寒天ゲルの調製

スクロース濃度 (5-60wt%) および寒天濃度 (0.5-3.0wt%) の異なる直径13mm、高さ10mmまたは直径20mm、高さ10mmの円柱形の寒天ゲルを加熱・溶解方法、スクロース添加の順序を変えて、調製した。

力学試験及び官能評価は20°Cの環境で行い、測定の前1時間前に型から出し20±2°Cに保った。

### ② 寒天ゲルの物性とスクロース放出率の測定

調製した各種寒天ゲルに0.8mlの蒸留水を加え、一軸圧縮により破壊応力と破壊歪を測定した。また、放出したスクロース量を糖度計およびHPLCで定量し、放出率を算出した。

圧縮に際しては滑り条件および試料の上下に耐水性サンドペーパー (#2000) を配置し滑りを防ぐ方法を採用した。

### (2) 破砕片のサイズ分布

食用色素 SAN-RED 3743-EM (三栄源エフエフアイ社) で着色した寒天ゲルの破砕片を濾紙の上に接触しないように配列し、乾燥後、スキャナーで撮影し、Image-Pro Express (Media Cybernetics, Inc. USA) により、サイズ分布を決定した。

### (3) 寒天ゲル中の呈味成分の拡散

呈味成分のゲル中での糖鎖による束縛を評価する方法を検討するために、バニリンのシクロデキストリン水溶液中での拡散係数と核オーバーハウザー効果を測定した。また、食品ゲルからのフレーバーリリースと網目構造との関係を把握するために、濃度の異なる寒天ゲルについて、磁場勾配NMRによるアガロース (寒天の主成分)、Naイオンおよびプローブ分子 (デンドリマー) の拡散係数測定を行った。フレーバーリリースへの咀嚼過程での水分放出の影響を考えるために、シート状寒天ゲルに静水圧を加え、その時の水の透過性を測定した。

### (4) 寒天ゲル破壊によりリリースされた香气成分の同定・定量分析

37°Cに加熱した窒素ガス気流下、容器内で寒天ゲルをホモジナイズしてリリースされ

た香气成分を、アセトンを入れたバブラー内に導入してサンプリングし、GCMS で分析を行った。定量分析のために、内部標準物質として1,2,4,5-テトラメチルベンゼンを用いた。

#### (5) 官能検査

官能評価は、農研機構食品総合研究所の訓練パネル(12名)で行った。試料は3桁のコードで扱い、パネリスト毎にランダムな順で提示した。自然な摂食法で食べた際の、甘さの感覚強度をスライド式のスイッチで記入させる時間-強度(TI, Time-Intensity)法の官能評価を行った。甘さの基準に50%w/wスクロース水溶液1さじ(3ml)を用い、これを最大甘味強度とした時の相対強度を連続的に記入させた。

### 4. 研究成果

#### (1) スクロース添加寒天ゲルからのスクロースのリリース

##### ① 糖度計と HPLC によるスクロース濃度測定と比較

寒天ゲル(n=312)から放出したスクロース量を糖度計およびHPLCで測定したところ、スクロース濃度5~30%の範囲で相関係数0.975が得られ、糖度計による測定が可能であることが明らかとなった。

##### ② 圧縮回数がスクロースの放出に与える影響

いずれのスクロース濃度、寒天濃度の寒天ゲルも、圧縮回数が増すにつれてスクロースの放出量が増加したが、圧縮回数が10回以上になると、スクロース放出量の増加率は飽和する傾向を示した。

##### ③ 寒天濃度がスクロースの放出に与える影響

寒天濃度が増すにつれて、圧縮破壊応力と破壊歪が増加して硬いゲルとなり、スクロース放出率は減少傾向を示した。

##### ④ スクロース濃度がスクロースの放出に与える影響

寒天をスクロース溶液に添加して調製したゲルでは、スクロース濃度40wt%時に最も硬いゲルが形成され、スクロースの放出率が最も低い傾向を示した。一方、寒天の溶解後にスクロースを添加して調製したゲルはスクロース濃度55wt%の時、最も硬いゲルが形成され、スクロースの放出率も最も低くなった。この現象は、0.5~3.0wt%のいずれの寒天ゲルにおいても観測された。

##### ⑤ 圧縮速度の影響

圧縮速度の増加に伴い破壊応力および破壊歪とも増加したが、破砕片の数は減少した。

##### ⑥ 寒天ゲルの冷却速度がスクロースの放出に与える影響

冷却速度を変えて調製した寒天ゲルの物性とスクロースの放出率を測定したところ、

同じ寒天濃度、スクロース濃度のゲルを比較すると、徐冷ゲルの方が急冷ゲルに比べて硬いゲルを形成する傾向を示したが、スクロースの放出率に差は認められなかった。

#### (2) 破砕片のサイズ分布

寒天濃度の増加あるいは圧縮回数の減少あるいは人工唾液の添加に伴い、破砕片の数は減少し、表面積が減少した。

#### (3) 寒天ゲル中の呈味成分の拡散

① 寒天ゲルは、保存期間に伴い網目サイズが大きくなり、この時、水の透過性も大きくなること示された。一方で、水分子、スクロース、ナトリウムイオンの拡散係数は網目の影響をほとんど受けないことが分かった。したがって、咀嚼過程におけるフレーバーリリースにはフレーバー成分のゲル内での拡散よりも加圧による水分放出によるリリースが呈味に大きく影響することが示唆された。

② 食塩を含む寒天ゲルに垂直応力を加えて、放出される食塩量を測定したところ、応力を加えることで食塩の放出量は増え、亀裂が入るまでの大変形下ではさらに放出量が増えた。MRIによる撮像では、試料内部の亀裂を確認することは出来なかった。

#### (4) 破壊した寒天ゲルからの香气成分のリリース

① 柑橘系香气成分のリリース率を測定した結果、リモネンなどの炭化水素系テルペンのリリース率が高かった。これは疎水性の高い揮発性分子が寒天のようなハイドロコロイドからリリースし易いためであると理解される。炭化水素系テルペン以外に柑橘類に含まれる少数のエステル類もリリース率が高いことが示唆された。そこで、次にエステル類が香气成分の大部分を占めるバナナに着目し、バナナをモデルとしたフレーバーを調整し、リリースを測定する実験を行った。その結果、概してリリース率が高いが、エステルの構造によってリリース率に差が見られた。

② エステル分子において、炭素数の異なるもの、構造が直鎖状、分岐状のものを寒天に添加してゲルを破壊し、リリース率を求めた。その結果、GCMS分析において、香气成分のTIC保持時間が短いものから長い方へ順にリリース率が低下するのが見られ、TIC保持時間とリリース率の相関性を示す近似式(3次の多項式)を得た。これにより、GCMSのTIC保持時間を測定することにより、リリース率を予測することができると考えられる。

#### (5) スクロース添加寒天ゲルの官能評価

① 官能検査のパネルを訓練するため、市販グミゼリーを用いて、咀嚼中の筋活動計測と同時にTI法による酸味評価を行った。筋活動を多く必要とする試料は、酸味ピーク強度

が弱くピークまでの時間が長くなる傾向にあった。

② 共通試料について、パネリスト全員が、奥歯を用いて噛むゲルを調製するには、0.5 %w/w が寒天の最低濃度であった。

③ 寒天ゲルは、スクロース添加により、破壊応力、破壊歪ともに増加した。寒天濃度が高くなると、弾性率や破壊応力は高値となるが、破壊歪はほとんど変化しなかった。

④ TI法による甘味官能評価の平均値は、スクロース濃度が高いゲルほど、摂食中に感じる甘味の最大強度が高く、そこに至るまでの時間、甘さを感じている全時間が長かった。したがって、甘味の TI 曲線下の面積が増大した。

⑤ 同スクロース濃度で、寒天濃度が高い程、甘味が弱く、最大強度を感じる時間が遅くなった。甘さを感じている時間にはほとんど寒天濃度の影響が認められなかった。AUC については、0.5 %w/w ゲルが 1.0 および 1.5 %w/w ゲルよりも高値を示した。

⑥ 咀嚼により同じ強度の力が食品にかかった場合、高寒天濃度のゲルは壊れにくいいため、破壊により浸出される液体中の糖分濃度は同じでも、より多くのスクロースがゲルマトリックス内に留まると推測された。咀嚼時間が長い高寒天濃度のゲルは、呈味成分が外に出ないまま嚥下される割合が高いと思われる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 26 件)

① K.Nishinari, K.Kohyama, H. Kumagai, T. Funami, M. C. Bourne, Parameters of Texture Profile Analysis, Food Science and Technology Research, 査読有, **19** (3), 2013, 印刷中.

② T. Brenner, P. Achayuthakan, K.Nishinari, Linear and non-linear rheology of mixed polysaccharide gels. Pt. I. Young's modulus, ring extension and uniaxial compression tests, 査読有, J. Texture Studies, **44**(1), 2013, pp. 66-74.

③ T. Brenner, Z. Wang, P. Achayuthakan, T. Nakajima, K.Nishinari, Rheology and synergy of  $\kappa$ -carrageenan/locust bean gum/konjac glucomannan gels, Carbohydrate Polymers, <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.carbpol.2013.04.020>

④ K. Yang, Z. Wang, T. Nakajima, K.Nishinari, T. Brenner, The effect of degradation on  $\kappa$ -carrageenan/locust bean gum/konjac glucomannan gels at acidic pH, Carbohydrate Polymers, 2013. <http://dx.doi>

.org/10.1016/j.carbpol.2013.04.024

⑤ 神山かおる, 食品の口腔プロセスの解析, 化学工学, 査読有, **77** 巻 2 号, 2013, pp. 91-94

⑥ R. Pongsawatmanit, P. Chantaro, K.Nishinari, Thermal and rheological properties of tapioca starch gels with and without xanthan gum under cold storage, Journal of Food Engineering, 査読有, **117**(3), 2013, pp. 333-341.

⑦ T. Brenner, S.Matsukawa, K.Nishinari, R. Johannsson, Failure in a soft gel: Delayed failure and the dynamic yield stress, J. Non-Newtonian Fluid Mechanics, **196**(1), 2013, pp. 1-7.

⑧ S. Ishihara, S. Nakao, M. Nakauma, T. Funami, K. Hori, T. Ono, K.Kohyama, K.Nishinari, Compression Test of Food Gels on Artificial Tongue and Its Comparison with Human Test, Journal of Texture Studies, 査読有, **44**, 2013, pp. 104-114.

⑨ E. R. Morris, K.Nishinari, M. Rinaudo, Gelation of gellan. A review, Food Hydrocolloids, 査読有, **28**, 2012, pp. 373-411.

⑩ Q. Zhao, S.Matsukawa, Estimation of the Hydrodynamic Screening Length in  $\kappa$ -carrageenan solutions Using PGSTE NMR Diffusion Measurements, Polymer Journal, 査読有, **44**, 2012, pp. 901-906.

⑪ M. Shimizu, T. Brenner, R. Liao, S.Matsukawa, Diffusion of probe polymer in gellan gum solutions during gelation process studied by gradient NMR, Food Hydrocolloids, 査読有, **26**, 2012, pp. 28-32.

⑫ B. Dai, S.Matsukawa, NMR Studies of the Gelation Mechanism and Molecular Dynamics in Agar Solutions, Food Hydrocolloids, 査読有, **26**, 2012, pp. 181-186.

⑬ M. Hirashima, R. Takahashi, K.Nishinari, The gelatinization and retrogradation of cornstarch gels in the presence of citric acid, Food Hydrocolloids, 査読有, **27**, 2012, pp. 390-393.

⑭ 森高初恵, 水溶性高分子ゾル・ゲルの力学特性と嚥下特性の関係(学会賞受賞論文), 日本調理科学会誌, **44**, 2011, pp. 1-6.

⑮ 西成勝好, 食品のおいしさの解明に挑む感覚生理学・心理学・物理学・化学(巻頭言), Food & Food Ingredients Journal of Japan, **216**(4), 2011, pp. 299-301.

⑯ K. Shiozawa, K.Kohyama, Effects of addition of water on masticatory behavior and the mechanical properties of the food bolus, Journal of Oral Biosciences, 査読有, **53**, 2011, pp. 148-157.

⑰早川文代, 長縄省吾, 干野隆芳, 風見由香利, 神山かおる, ジャムのテクスチャー用語リストの作成, 食品総合研究所研究報告, 査読有, 75号, 2011, pp.45-54.

⑱ S. Ishihara, M. Nakauma, T. Funami, S. Odake, K. Nishinari, Swallowing profiles of food polysaccharide gels in relation to bolus Rheology, Food Hydrocolloids, 査読有, **25**, 2011, pp.1016-1024.

⑲ S. Ishihara, M. Nakauma, T. Funami, T. Tanaka, K. Nishinari, K. Kohyama, Electromyography during oral processing in relation to mechanical and sensory properties of soft gels, Journal of Texture Studies, 査読有, **42**(4), 2011, pp.254-267.

⑳ S. Ishihara, M. Nakauma, T. Funami, S. Odake, K. Nishinari, Viscoelastic and fragmentation characters of model bolus from polysaccharide gels after instrumental mastication, Food Hydrocolloids, 査読有, **25**, 2011, pp.1210-1218.

㉑ H. Moritaka, A. Sagawa, T. Funami, K. Kubota, Effects of cooling rate on the gelation of sodium-type gellan gum, Journal of Cookery Science Japan, 査読有, **44**, 2011, pp.7-14.

㉒ 松川真吾, ゲル状食品中の水の動的挙動の広幅 NMR による計測, 日本食品科学工学会誌, 査読有, **58**, 2011, pp.511-516.

㉓ 松川真吾, NMR を使った多糖溶液のダイナミックス研究, 高分子, **60**, 2011, pp.182-185.

㉔ H. Moritaka, F. Nakazawa, Flow velocity of a bolus in the pharynx and rheological properties of agar and gelatin, Journal of Texture Studies, **41**, 2010, pp.139-152.

㉕ Y. Nitta, R. Takahashi, K. Nishinari, Visco-elasticity and Phase Separation of Aqueous Na-Type Gellan Solution, Biomacromolecules, **11**, 2010, pp.187-191.

㉖ 高橋亮, 西成勝好, おいしさのぶんせき, ぶんせき (日本分析化学会), **8**号, 2010, pp.388-394.

[学会発表] (計24件)

① 山田恭正, 垣見奈々美, 玉井愛海, 西成勝好, 寒天ゲルの破壊によるフレーバーリリース, 日本農芸化学会2013年度大会, 2013.3.26, 東北大学.

② K. Nishinari, Polymer science approach to food rheology and processing (Keynote Lecture), the 28th International Conference of the Polymer Processing Society (PPS-28), 2012.12.13, Pattaya, Thailand.

③ K. Kohyama, Evaluation technologies for

flavor, texture, and other sensory properties of foods, 農研機構国際シンポジウム, 2012.11.14, 東京ステーションコンファレンス.

④ K. Nishinari, Interaction between tastants and hydrocolloids, International Seminar "Colloidal Interactions of Food Materials" 2012.10.5, Kyoto University.

⑤ 神山かおる, 早川文代, 島田宏美, 風見由香利, 西成勝好, レオロジー特性の異なるゲル状食品の咀嚼・嚥下動態-寒天ゲルの甘味の Time-Intensity 法による解析-, 第60回レオロジー討論会, 2012.9.26, 名古屋大学.

⑥ 山田恭正, 玉木友梨, 西成勝好, 食品ゲルの破壊によるバナナのフレーバーリリース, 日本食品科学工学会第59回大会, 2012.8.31, 藤女子大学.

⑦ K. Yang, Z. Wang, F. Hayakawa, K. Kohyama, K. Nishinari, Sucrose Release from Agar Gels: Effect of Texture of Gels, Compression Speed and Sucrose Concentration, 日本食品科学工学会第59回大会, 2012.8.31, 藤女子大学.

⑧ K. Yang, Z. Wang, 西成勝好, 菊崎泰枝, 早川文代, 神山かおる, ショ糖添加寒天ゲルからのショ糖のリリースと甘味強度, 日本調理科学会平成24年度大会, 2012.8.24, 秋田大学.

⑨ K. Nishinari, Hydrocolloids controlling the texture and flavor release, 16<sup>th</sup> IUFoST World Congress of Food Science and Technology, 2012.8.7, Iguazu, Brazil.

⑩ K. Kohyama, F. Hayakawa, H. Shimada, Y. Kazami, S. Nakao, S. Ishihara, T. Funami, Oral processing of hydrocolloid gels of various textures measured using electromyography by humans, 2nd International Conference on Food Oral Processing, 2012.7.2, ボーヌ国際会議場 (フランス).

⑪ Z. Wang, K. Yang, F. Hayakawa, K. Kohyama, K. Nishinari, Sucrose release from agar gels as studied by uniaxial compression and sensory evaluation, 2nd International Conference on Food Oral Processing, 2012.7.2, ボーヌ国際会議場 (フランス).

⑫ T. Brenner, P. Achayuthakan, 田中良巳, 山口敦, K. Yang, Z. Wang, 西成勝好, 食品の咀嚼・嚥下過程の解析, 第35回日本バイオレオロジー学会年会, 2012.6.2, 朱鷺メッセ.

⑬ 菊崎泰枝, 大倉花鈴, 西成勝好, 食品ゲルのテクスチャーとフレーバーリリース, 1. ショ糖添加寒天ゲルからのショ糖のリリース, 日本家政学会第64回大会, 2012.5.13, 大阪市立大学.

- ⑭ 西成勝好, W. Zheng, Y. Kun, 菊崎泰枝, 食品ゲルのテクスチャーとフレーバーリリース, 2. ショ糖添加寒天ゲルからのショ糖のリリース, 日本家政学会第 64 回大会, 2012. 5. 13, 大阪市立大学.
- ⑮ 山田恭正, 大久保祐希, 佐竹由香, 島田美聡, 西成勝好, 食品ゲルのインビトロ咀嚼過程におけるフレーバーリリースとゲルのテクスチャー, 日本家政学会第 64 回大会, 2012. 5. 13, 大阪市立大学.
- ⑯ 新庄礼佳, 松川真吾, 混合ゼラン系におけるゲル物性評価と NMR 法を用いたゲル化機構の解明, 第 23 回高分子ゲル研究討論会, 2012. 1. 11, 東京大学.
- ⑰ 小林奈央樹, 神山かおる, ヒトの咀嚼による食品破壊現象, 第 21 回日本 MRS 学術シンポジウム, 2011. 12. 20, 横浜情報文化センター.
- ⑱ 西成勝好, 食・健康・高分子・ゲル, 第 60 回高分子討論会, 招待講演, 2011. 9. 30, 岡山大学.
- ⑲ 神山かおる, 固体状食品の摂食過程におけるテクスチャー評価, 第 60 回高分子討論会, 2011. 9. 30, 岡山大学.
- ⑳ 松川真吾, 多糖ゲル内の網目構造と水透過性, 第 60 回高分子討論会, 2011. 9. 30, 岡山大学.
- ㉑ 松川真吾, 磁場勾配 NMR 法による食品ゲルの網目構造の評価とその呈味成分放出挙動への影響, 日本食品科学工学会, 2011. 9. 10, 東北大学川内北キャンパス.
- ㉒ 西成勝好, W. Zheng, 菊崎泰枝, 食品ゲルのレオロジー特性とフレーバーリリース, 日本調理科学会平成 23 年度大会, 2011. 8. 30, 高崎健康福祉大学.
- ㉓ 新庄礼佳, 廖榕強, 松川真吾, 混合ゼランガムにおける磁場勾配 NMR を用いたゲル化機構の解明, 日本食品工学会, 2011. 8. 6, 京都テルサ.
- ㉔ W. Zheng, 西成勝好, The role of structure and texture on flavour release from polysaccharide gels, 日本レオロジー学会 2011 年第 38 年会, 2011. 5. 20, 京都リサーチパーク.

〔図書〕(計 6 件)

- ① M. Djabourov, K. Nishinari, S. B. Ross-Murphy, Physical Gels from Biological and Synthetic Polymers, Cambridge University Press, (UK) 全 368 頁 2013.
- ② K. Kohyama, F. Hayakawa, T. Sasaki, Relations between mastication variables, mechanical properties and sensory scores of cheese samples with various textures, in "Gums and Stabilisers for the Food Industry 16" (RSC Publishing), P. A. Williams and G. O. Phillips Eds., Royal

- Society of Chemistry, Cambridge, 2012, pp. 331-338, 全 429 頁の一部分担執筆.
- ③ 神山かおる, 歯応え、舌触りの生理と知覚, 『味わいの認知科学—舌の先から脳の向こうまで』, 日下部裕子, 和田有史編, 勁草書房, 2011, pp. 94-116, 全 275 頁の一部分担執筆.
- ④ 西成勝好, コロイド分散系, 『進化するテクスチャー研究』, 山野善正 監修, エヌ・ティー・エス, 2011, pp. 105-122, 全 506 頁の一部分担執筆.
- ⑤ 神山かおる, シートセンサーを用いた咀嚼圧の測定, 『進化するテクスチャー研究』, 山野善正 監修, エヌ・ティー・エス, 2011, pp. 173-182, 全 506 頁の一部分担執筆.
- ⑥ 西成勝好, 梶原莞爾, 長崎幸夫, 金田勇 監修, 『食品・化粧品・医療分野へのゲルの応用』, シーエムシー出版, 2010.

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

西成 勝好 (NISHINARI KATSUYOSHI)  
大阪市立大学・大学院生活科学研究科・特任教授  
研究者番号：10254426

### (2) 研究分担者

菊崎 泰枝 (KIKUZAKI HIROE)  
奈良女子大学・生活環境学部・教授  
研究者番号：60291598

神山 かおる (KOHYAMA KAORU)  
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・食品総合研究所食品機能研究領域・上席研究員  
研究者番号：00353938

松川 真吾 (MATSUKAWA SHINGO)  
東京海洋大学海洋科学部・准教授  
研究者番号：30293096

森高 初恵 (MORITAKA HATSUE)  
昭和女子大学・生活機構研究科・教授  
研究者番号：40220074

山田 恭正 (YAMADA YASUMASA)  
同志社女子大学・生活科学部・教授  
研究者番号：20200751

### (3) 連携研究者

なし