

令和 4 年 9 月 8 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H00962

研究課題名（和文）複雑な不均一構造を持つ食品のテクスチャー発現機構の微視的観点からの解明

研究課題名（英文）Elucidation on manifestation mechanism of texture in foods with complex inhomogeneous structures from microscopic aspect

研究代表者

松川 真吾（Matsukawa, Shingo）

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：30293096

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：超高齢社会における高度にテクスチャーをコントロールした食品の設計において重要な複雑な相分離構造の形成メカニズムと構造について研究を行った。かみ心地や飲み込みに影響する大変形下での力学的応答を、蛍光微粒子追跡法や核磁気共鳴法などの高度な分析技術を用いて、マイクロレベルさらには分子レベルでの運動性を解明することで理解することが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

咀嚼・嚥下困難者には一般的にはペーストやキザみ食が提供されることが多いが、食感が楽しめない食事は日々のQOLを低下させてしまう。本研究では楽しめるテクスチャーを持ちながら誤嚥などのリスクのない咀嚼・嚥下困難者向けの食事の設計に不可欠な高度なテクスチャーコントロールを最終目的とし、マイクロレベル及び分子レベルでの運動性評価から、複雑な相分離構造を評価し、さらにはそのコントロールを試みた。

研究成果の概要（英文）：We have studied the mechanism of formation and structure of complex phase-separated structures in food, which are important in the design of highly texture-controlled foods for the super-aging society. Using advanced analytical techniques of fluorescent particle tracking and nuclear magnetic resonance, we could clarify the relationship between the mechanical response under large deformation that affects the comfort of chewing and swallowing and the mobility at the micro level and even at the molecular level.

研究分野：食品物性学

キーワード：テクスチャーコントロール 非線形粘弾性 マイクロレオロジー 蛍光微粒子追跡法 NMR緩和時間 拡散係数 多糖ゲル カラギーナン

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。

1. 研究開始当初の背景

食品のテクスチャーはおいしさの重要な要因のひとつであり、例えば、ペースト状の介護食は、味や香りなどが良いものであってもテクスチャーが大きく損なわれているために本来のおいしさを損なっていると言わざるを得ない。しかし、本来のテクスチャーを残そうとすると、咀嚼力が低下した高齢者には咀嚼が困難であり、また、嚥下の際には誤嚥の危険性を伴う。従って、安全な咀嚼・嚥下を確保しながらテクスチャーを付与する事は容易ではなく、その発現機構を分子レベルで制御する高度なテクスチャーコントロール技術の開発が必要とされる。一般の食品においても、多くはミクロな不均一構造を持っており、それが特有のテクスチャーを生み出す要因となっている。例えば、肉料理の異方的食感やゴマ豆腐のざらつき、フルーツゼリーのみずみずしさなどは、それぞれの食品らしさとおいしさを感じさせるが、それぞれ繊維質によるミクロな構造、ゴマの微粉粒子、多糖ゲルの網目構造などが起因している。

食品のテクスチャーの評価はテクスチャーアナライザーなどのマクロな物性測定によって行われ、ユニバーサルデザインフードの規格においても一定の治具によるマクロな物性による区分がなされている。しかし、不均一な構造を持つ食品の場合には、ミクロな構造と物性の不均一性が、上述のように実際のヒトが感じるテクスチャーの一部となっており、さらには、マクロな物性の発現機構を支配している。本研究では、マクロな物性測定によるテクスチャー評価が複雑な不均一構造を持つ食品には不十分であるという認識のうえに、ミクロな構造と物性の不均一性とそのテクスチャーへの影響のありようを検討課題とした。

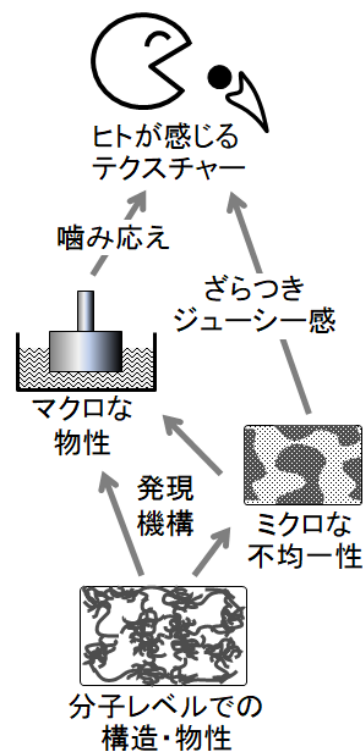


図1テクスチャーの成り立ち

2. 研究の目的

本研究では、複雑な不均一構造を持つ食品のテクスチャーの改善のために、その要素となっているミクロな構造と物性を定量的に評価し、さらに、それらの要素の相互作用によって達成されるテクスチャーへの影響を解明する事を目的とする。そのために、1) ミクロな不均一構造の観察、2) 各要素のミクロ物性の測定、3) 各要素間の相互作用とマクロ物性への寄与の評価、を達成するための手法を確立し、それを実際の食品に応用し、その評価結果に基づいてテクスチャーをコントロールする手法を検討する。

これまでのテクスチャーコントロールのための研究は、もっぱらマクロな物性測定による評価に基づいた現象論的なアプローチにより行われてきたが、ミクロから分子レベルまで掘り下げて各要素の物性を評価し、さらにそれらの要素間の相互作用がマクロ物性に与える影響までを検討した例はあまりない。これまでに開発してきた NMR 法、蛍光微粒子追跡法などのミクロな構造と物性の評価手法を幅広い対象に適用する

ことで、それらの有用性を示すと同時に、これまでの観点から食品の構造と物性評価を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

以下、FH = Food Hydrocolloids, CP = Carbohydrate Polymers

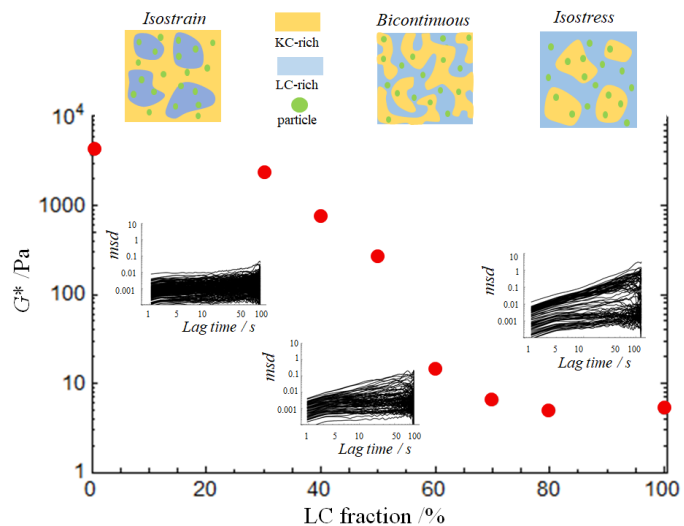
1) 共通試料の作成

各共同研究者が得た実験結果を比較・検討するために、まず、共通試料の調製方法を確立した。ネイティブジェランと脱アシルジェランは透析により過剰なイオンの除去とNa型への置換を行った後に凍結乾燥を行った。その際に生じる凝集体がネイティブジェランでは後の物性に影響を与えることが分かった (Shinsho, 2022, FH)。κカラギーナンとιカラギーナンは透析後にレトルトパウチに封入して殺菌を行った。NMR測定のために溶媒として重水を用いた場合の物性への影響を評価し、影響が小さいことを確認した (Brenner, 2019, Eur Phys J E)。また、κカラギーナンとιカラギーナンの混合ゲルに大変形を加える実験では相互浸入型の相構造が示唆された (Flores, 2018, J Biorheo)。

4. 研究成果

1) 蛍光微粒子追跡法によるレオロジー的不均一構造の評価

100~1000nmの蛍光微粒子の運動性を追跡することでサブミクロンオーダーの粘弾性の不均一性の測定を行った。まず、蛍光顕微鏡観察での精度を上げるための観察方法と得られた画像の解析手法を確立した (Geonzon, 2018, J Biorheo)。この手法を固くて脆いκカラギーナンと軟らかいιカラギーナンに適用したところ前者では粒子の動きが無いのに対して、後者では一部の粒子が拡散していることが観測された (Geonzon, 2019, FH)。また、両者混合ゲルでは粒子の運動性に分布があり、相分離構造となっていることが示された (右図、Geonzon, 2019, J Electrochem Soc)。



この混合ゲルにおいて見られた相分離構造の形成機構を明らかにするために、数千秒に及ぶ長時間の粒子追跡を行うための解析プログラムを作成し、さらに粒子拡散のシミュレーション結果と比較することで、κカラギーナンリッチ相とιカラギーナンリッチ相からなる相分離構造が、混合割合によって海島構造から相互浸入構造へと変化することが示された (Geonzon, 2022, FH)。

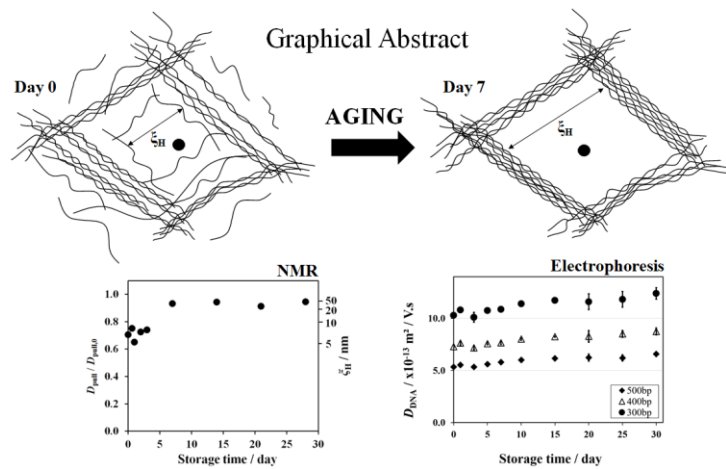
2) NMR 緩和時間と拡散係数測定による分子運動性の評価及び内部構造観察

寒天の主原料であるアガロースのゲルについて保存期間中の網目構造変化を NMR 測定による網目鎖の運動性の変化とプローブ高分子の拡散係数の変化から評価した (右図、Descallar, 2020, CP)

また、保存中の離水を抑えるために κ -カラギーナンを少量添加して、圧縮時の水分放出挙動への影響を網目構造の不均一性によるものであることを示した (Descallar, 2022, FH)。

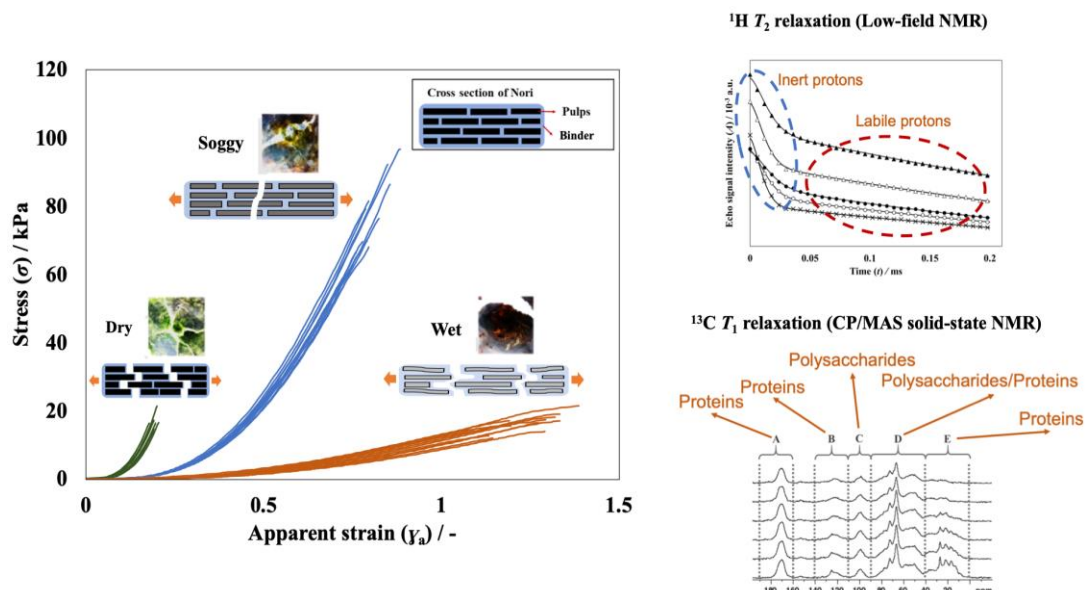
さらに、応用として、多糖を添加したスキムミルクの酸性化でのゲル化挙動を NMR 緩和時間と拡散係数測定から考察した (Sone, 2022, FH)。

また、魚体への塩分の浸透挙動を MRI によって測定し、複雑な構造を持った食品内への基質の浸透に関するシミュレーションを行い、比較検討した (Geonzon, 2021, Fisheries Sci)。

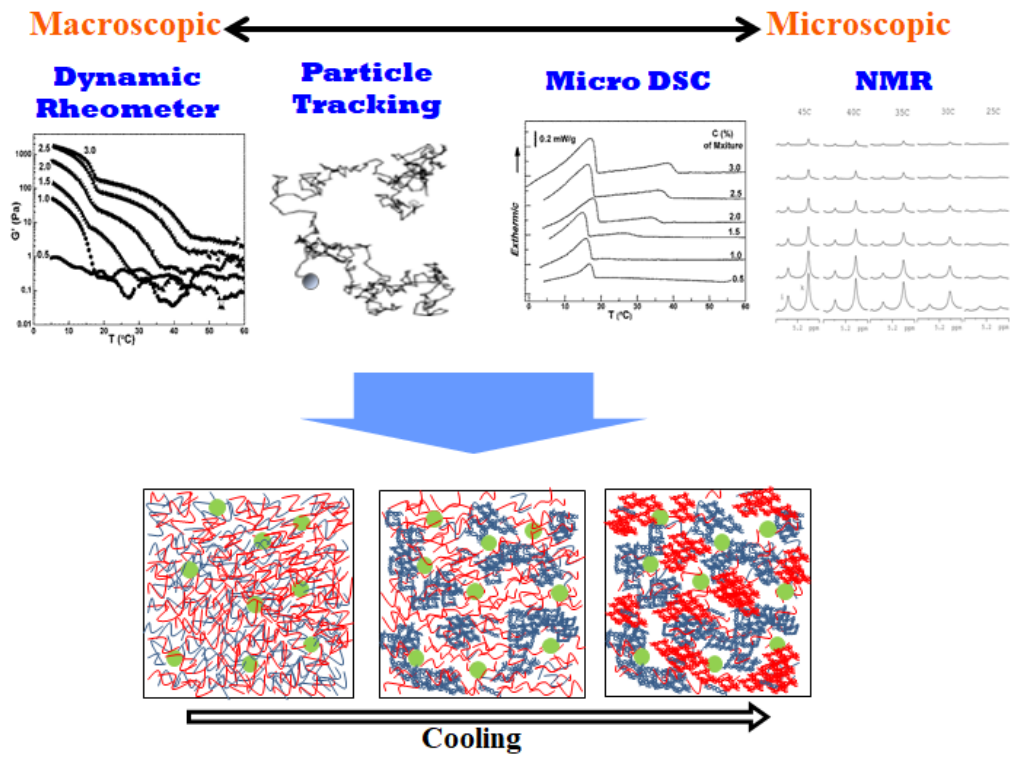


3) 乾燥食材の吸湿による巨視的・微視的物性変化

吸湿により板ノリのパリパリ感が失われるメカニズムの解明を行った (Jung, 2022, FH)。板ノりは細胞壁からなる固いパルプがポルフィランとタンパク質からなるバインダーによって決着された構造を持つ。固体 NMR 測定により各分子の T_1 緩和時間測定を行い、分子運動性の変化を考察したところ、吸湿によって、まず、バインダー中のポルフィランとタンパク質の運動性が増え、軟化するがパルプ質は高強度を保っており、そのために強靱な膜となっていることが示された。さらに吸湿が進むとパルプ質の多糖も運動性が増え、全体に軟らかいフィルムとなった (下図)。



以上の結果は他の研究との比較を含めながら、論文に総説としてまとめられた（下図、Geonzon, 2020, FD、Wei, 2020, FD）。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Jung Hwabin, Yoon Won Byong, Matsukawa Shingo	4. 巻 124
2. 論文標題 Effect of moisture uptake on the texture of dried laver Porphyra. (Nori) studied by mechanical characterization and NMR measurements	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 107223 ~ 107223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2021.107223	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 該当する
1. 著者名 Descallar Faith Bernadette A., Wang Aoran, Matsukawa Shingo	4. 巻 123
2. 論文標題 The influence of iota carrageenan on water mobility and aging of agarose gels	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 106930 ~ 106930
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2021.106930	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 Sone Izumi, Hosoi Moe, Geonzon Lester C., Jung Hwabin, Descallar Faith Bernadette, Bingjie Hu, Matsukawa Shingo	4. 巻 123
2. 論文標題 Gelation and network structure of acidified milk gel investigated at different length scales with and without addition of iota-carrageenan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 107170 ~ 107170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2021.107170	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 該当する
1. 著者名 Geonzon Lester C., Santoya Amos M., Jung Hwabin, Yuson Hannah, Bacabac Rommel G., Matsukawa Shingo	4. 巻 123
2. 論文標題 Study on the heterogeneity in mixture carrageenan gels viewed by long time particle tracking	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 107095 ~ 107095
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2021.107095	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 該当する

1. 著者名 Cao Wei, Jin Jianfeng, Wu Gang, Bravenboer Nathalie, Helder Marco N., Pathak Janak L., Zandieh-Doulabi Behrouz, Hogervorst Jolanda M. A., Matsukawa Shingo, Geonzon Lester C., Bacabac Rommel G., Schulten Engelbert A. J. M., Klein-Nulend Jenneke	4. 巻 26
2. 論文標題 K-Carrageenan Stimulates Pre-Osteoblast Proliferation and Osteogenic Differentiation: A Potential Factor for the Promotion of Bone Regeneration?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 6131 ~ 6131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26206131	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 Geonzon Lester C., Yuson Hannah A., Takahashi Kigen, Matsukawa Shingo	4. 巻 87
2. 論文標題 Study on salinity penetration process into fish meat by simulation and MRI	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 609 ~ 617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-021-01525-6	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 Shinsho Ayaka, Brenner Tom, Descallar Faith Bernadette, Tashiro Yuri, Ando Nobuki, Zhou Yun, Ogawa Hiroo, Matsukawa Shingo	4. 巻 109
2. 論文標題 The thickening properties of native gellan gum are due to freeze drying?induced aggregation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 105997 ~ 105997
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2020.105997	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 該当する

1. 著者名 Geonzon Lester C., Zhuang Xinye, Santoya Amos M., Bacabac Rommel G., Xie Jingli, Matsukawa Shingo	4. 巻 105
2. 論文標題 Gelation mechanism and network structure of mixed kappa carrageenan/lambda carrageenan gels studied by macroscopic and microscopic observation methods	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 105759 ~ 105759
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2020.105759	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 該当する

1. 著者名 Geonzon Lester C., Descallar Faith Bernadette A., Du Lei, Bacabac Rommel G., Matsukawa Shingo	4. 巻 108
2. 論文標題 Gelation mechanism and network structure in gels of carrageenans and their mixtures viewed at different length scales ? A review	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 106039 ~ 106039
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2020.106039	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 該当する

1. 著者名 Faith Bernadette A. Descallar, Shingo Matsukawa	4. 巻 245
2. 論文標題 Change of network structure in agarose gels by aging during storage studied by NMR and electrophoresis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Carbohydrate Polymers	6. 最初と最後の頁 116497
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1026/j.carbpol.2020.116497	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 Wei Lu, Katsuyoshi Nishinari, Shingo Matsukawa, Yapeng Fang	4. 巻 103
2. 論文標題 The future trends of food hydrocolloids	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 105713
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2020.105713	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 該当する

1. 著者名 Lester C. Geonzon, Shingo Matsukawa	4. 巻 33(1)
2. 論文標題 Accuracy improvement of centroid coordinates and particle identification in particle tracking technique	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biorheology	6. 最初と最後の頁 2-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17106/jbr.33.1	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 Lester C. Geonzon, Rommel G. Bacabac, Shingo Matsukawa	4. 巻 92
2. 論文標題 Network structure and gelation mechanism of kappa and iota carrageenan elucidated by multiple particle tracking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids	6. 最初と最後の頁 173-180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodhyd.2019.01.062	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 該当する

1. 著者名 Lester C. Geonzon; Rommel G. Bacabac; Shingo Matsukawa	4. 巻 166
2. 論文標題 Microscopic Characterization of Phase Separation in Mixed Carrageenan Gels Using Particle Tracking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Electrochemical Society	6. 最初と最後の頁 9-B3228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/2.0351909jes	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 該当する

1. 著者名 Brenner Tom, Tuvikene Rando, Cao Yiping, Fang Yapeng, Rikukawa Masahiro, Price William S., Matsukawa Shingo	4. 巻 42
2. 論文標題 Hydrogen isotope replacement changes hydration and large scale structure, but not small scale structure, of agarose hydrogel networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The European Physical Journal E	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epje/i2019-11816-9	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 該当する

〔学会発表〕 計24件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Shingo Matsukawa
2. 発表標題 Network structures of polysaccharide gels from viewpoints of microscopic and macroscopic aspects
3. 学会等名 International Webinar on Gels and Networks (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shingo Matsukawa
2. 発表標題 Nano size structure viewed by NMR and particle tracking methods
3. 学会等名 2021NSFC-JSPS Joint Symposium, Online Shanghai-Tokyo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shingo Matsukawa
2. 発表標題 Overview of foreign students at Tokyo u. Mar. Sci. Tech Digital Spring School in Bio-resources and Environmental Engineering
3. 学会等名 Food & Biomaterial Session (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shingo Matsukawa, Faith Descallar
2. 発表標題 Network structure in polysaccharide gels view by NMR
3. 学会等名 The ACS Fall 2020 Virtual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松川真吾
2. 発表標題 食品のNMRとMRI
3. 学会等名 MRM2020Forum (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松川真吾
2. 発表標題 混合多糖ゲルにおけるミクロ相分離構造の解明
3. 学会等名 MRM2020Forum
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shingo Matsukawa
2. 発表標題 Diffusion in food gels
3. 学会等名 Pacific Rim Conference on Food Hydrocolloids (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shingo Matsukawa
2. 発表標題 Physical properties of food viewed from macroscopic and microscopic aspects
3. 学会等名 2020 Forum in SJTU on sustainable agriculture and food sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shingo Matsukawa
2. 発表標題 Network structures in polysaccharide gels viewed from microscopic and macroscopic aspects
3. 学会等名 15th International Hydrocolloids Conference in Australia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 Jung Hwabin,Shingo Matsukawa
2 . 発表標題 Effect of hydration of polysaccharides on the texture of dried laver Porphyra. (Nori) studied by mechanical characterization and NMR measurements
3 . 学会等名 15th International Hydrocolloids Conference in Australia (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Descallar Faith Bernadette
2 . 発表標題 Water mobility and aging behaviors of agarose gels
3 . 学会等名 2st G'L'owing Polymer Symposium in KANTO
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Stephen Flores
2 . 発表標題 Nonlinear Rheological Behavior of Mixed Polysaccharide Gels Studied by Large Amplitude Oscillatory Shear
3 . 学会等名 2st G'L'owing Polymer Symposium in KANTO
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Lester Geonzon
2 . 発表標題 Phase separated structure of mixed carrageenan gels studied using particle tracking
3 . 学会等名 2st G'L'owing Polymer Symposium in KANTO
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 松川真吾, Wang Aoran, Descallar Faith Bernadette
2. 発表標題 応力下での多糖ゲルからの水分放出挙動とその抑制
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福田 玄1 , Stephen Flores , Lester Geonzon , Rommel Bacabac , 松川真吾
2. 発表標題 大変形動的粘弾性測定による混合カラギーナンの非線形レオロジー
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Matsukawa
2. 発表標題 Understanding of gelation mechanisms and network structures in polysaccharide gels from macros- and micro- viewpoints
3. 学会等名 Materials 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Faith Bernadette Descallar, S. Matsukawa
2. 発表標題 Aging effects on the network structure of agarose gels
3. 学会等名 NAC2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shingo Matsukawa
2. 発表標題 Studies on network structures in mixed carrageenan gels by NMR and particle tracking
3. 学会等名 NAC2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lester C. Geonzon, Rommel G. Bacabac, Shingo Matsukawa
2. 発表標題 Characterization on the gelation mechanism and network structure of mixed carrageenan gels using particle tracking
3. 学会等名 NAC2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lester C. Geonzon
2. 発表標題 Gelation mechanism and phase separation in mixed polysaccharide solutions studied by multiple particle tracking
3. 学会等名 14th International Hydrocolloids Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shingo MATSUKAWA
2. 発表標題 Rheological Properties of Mixed Carrageenan Gels
3. 学会等名 14th International Hydrocolloids Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Lester C. Geonzon
2. 発表標題 Microrheological characterization on the phase-separation of mixed carrageenan gels
3. 学会等名 第41回日本バイオレオロジー学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shingo MATSUKAWA
2. 発表標題 Phase separation in mixed polysaccharide gels
3. 学会等名 Gel Symposium 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Lester C. Geonzon
2. 発表標題 Study on gelation mechanism of mixture solution of Kappa and Iota carrageenans by multiple particle tracking method
3. 学会等名 Gel Symposium 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Faith Bernadette Descallar and Shingo Matsukawa	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Royal Society of Chemistry	5. 総ページ数 21
3. 書名 NMR and MRI of Gels; New Developments in NMR Series;Chapter 3: NMR Self-Diffusion Measurements in Polymer Gels	

1. 著者名 Lester C. Geonzon, Faith Bernadette A. Descallar, Shingo Matsukawa	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Royal Society of Chemistry	5. 総ページ数 21
3. 書名 NMR and MRI of Gels; New Developments in NMR Series; Chapter 8 NMR in Food Technology	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>Joint Mini-Sympo on Food Hydrocoll. TUMSAT & USC https://www.kaiyodai.ac.jp/english/international/network/information/201901091030.html 2021NSFC-JSPS Joint Symposium, Online Shanghai-Tokyo</p>
--

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
研究分担者	福岡 美香 (Fukuoka Mika) (10240318)	東京海洋大学・学術研究院・准教授 (12614)	
研究分担者	鈴木 徹 (Suzuki Toru) (50206504)	東京海洋大学・学内共同利用施設等・特任教授 (12614)	

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

中国	上海交通大学	華東理工大学	華東師範大学	
ノルウェー	ノルウェー食品・漁業・水産養 殖研究所	ノルウェー科学技術大学		
フィリピン	サンカルロス大学			
エストニア	タリン大学			