

## 研究成果

戦略的創造研究推進事業さきがけ

研究領域「複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学」

研究課題「マイクロ・ナノ界面系でのイオン流体科学の創出」

## 個々の気泡が従うサイズ変化の法則

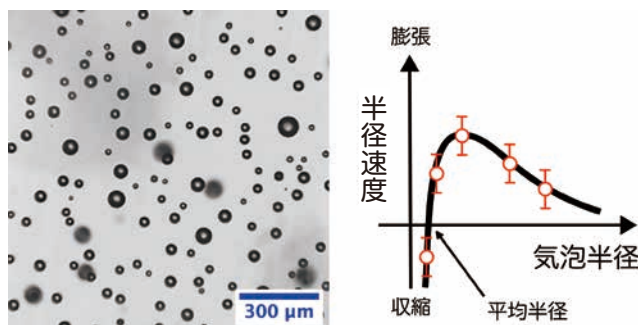
## ナノバブルの安定性解明のカギに

数十マイクロ(100万分の1)メートルの気泡「マイクロバブル」が水中に多く分散したマイクロバブル水は、身近なところでは炭酸水やお風呂のジャグジー、産業界では魚介類の養殖や半導体機器の洗浄用水などに利用されています。通常、水中の気泡は上昇し水面で消えますが、マイクロバブルよりもさらに小さなナノバブルは数週間から数カ月程度、水中で安定に存在することが報告されています。しかし、この現象を説明する理論はありませんでした。

九州工業大学大学院情報工学研究院の植松祐輝准教授らは、顕微鏡で観察可能なマイクロバブルを用いて、個々の気泡が従うサイズ変化を予測する法則を解明しました。具体的には、約1000個のマイクロバブルを顕微鏡で観察し、1分ごとに画像を撮影しました。次に画像を計算機で解析し、それぞれの気泡の半径の時間変化を90分にわたり取得しました。解析の結果、ある時点において平均半径よりも大きな気泡は膨張し、平均半径よりも小さな気泡は収縮することが明らかになりました。これは、飽和結晶溶液中で結晶粒子が多数ある時に小さい粒子がより小さく、大きい粒子

がより大きくなる「オストワルト熟成」と同様の現象で、水中のマイクロバブルの挙動を定量的に予測・説明できることがわかりました。

今回の発見は、マイクロバブル水の気泡サイズ制御法の改善やナノバブルの安定性解明のカギとなるため、研究チームは引き続き研究を進めていきます。将来的には、洗剤なしでも汚れが落ちる洗浄用水の開発や野菜の収量・魚介類の養殖生存率を増加させる農漁業用水の開発など、多分野への貢献につながる可能性があります。



半径速度:気泡の半径が変化していく速度

顕微鏡で観察したマイクロバブル水(左)と半径速度の半径依存性を示した模式図(右)。実線は、気泡内のガス分子が小さな気泡から大きな気泡へ拡散していく拡散律型オストワルト熟成の理論式を示している。

## 研究成果

戦略的創造研究推進事業さきがけ

研究領域「数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用」

研究課題「イベント情報を活用する高精度時系列モデリング技術の構築」

## 「ワクチン」含むツイート1.1億件を分析

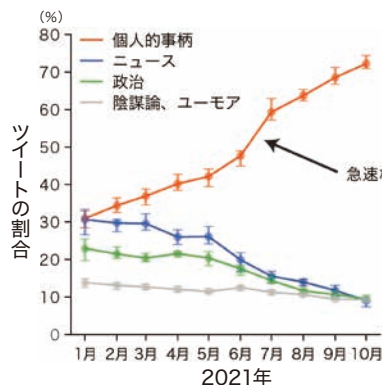
## 職域接種開始から副反応など個人的事柄が急増

新型コロナウイルス感染症のワクチン接種開始当初、安全性・有効性への不安などがあっても関わらず、日本は欧米諸国と比べて短期間で接種率7割を達成しました。はしかなどの事例からも明らかな通り、感染症の広がりや抑制するには高いワクチン接種率の維持が有効です。そのため、公衆衛生政策を進める上で人々のワクチンに関する興味を把握することは重要ですが、従来のアンケート調査はコストが高く、被験者が控えめに回答してしまうなどの問題がありました。

これに対して、東京大学大学院新領域創成科学研究科の小林亮太准教授らは、ワクチン接種期間中の2021年1月～10月に、800万のツイッターユーザーが投稿した「ワクチン」を含む1.1億件の日本語ツイートを分析しました。具体的には、機械学習技術でツイートを15種類に分けた上で、データサイエンスと文学の研究者が意味ごとに4テーマに整理し直しました。分析の結果、同年6月の職域接種開始を境に、ワクチン政策などの社会的トピックの投稿が減り、副反応などの個人的事柄の投稿が急増したことを発見。10月

は個人的事柄が全体の約7割を占めていたことも明らかになりました。さらに、東京オリンピックの話題もツイートに大きな影響を与えたことがわかりました。

今回の調査により、ツイッター上でのワクチン接種に関する有益な情報の共有が、接種に対する安心感を生み出した可能性が示されました。これは、日本における迅速な接種率向上の一因になったと考えられます。ツイッター利用者は若年層が多く、国民全体の意見を網羅できるとは言えませんが、公衆衛生などの政策を決定する際に人々の気持ちを推し量る手段として、SNSデータの活用が進むことが期待されます。



2021年のワクチン関連ツイートの主要4テーマ(1.個人的事柄、2.ニュース、3.政治、4.陰謀論、ユーモア)の割合の推移。職域接種を開始した6月以降、オレンジ色の線の個人的事柄についてのツイートの割合が急増していることがわかる。

## 強くて体になじむ生体骨代替材料を開発 超多成分合金とレーザー金属3Dプリントで実現

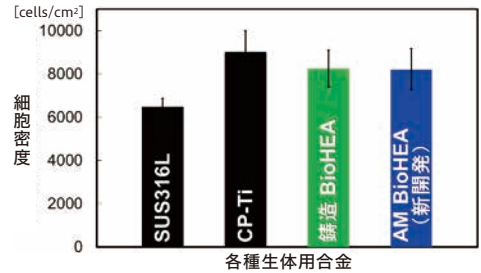
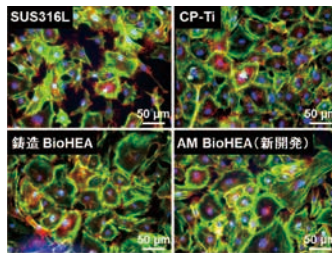
超高齢社会の進行や骨疾患の多様化により、骨代替材料のニーズが高まっています。力学的信頼性が高く、骨に優しい骨代替材料には「強くてしなやか」で「加工しやすく変形しにくい」という相反する性質が求められます。しかし、これらを同時発現する素材の開発は難しく、材料科学における大きな課題となっています。

大阪大学大学院工学研究科の中野貴由教授らの研究グループは、ナノ(10億分の1)・原子レベルでの強化機構発現を狙い、6種類の元素で構成した超多成分合金と、超急冷を可能とするレーザー金属3Dプリンティングを掛け合わせることで、生体骨のように強く体になじむ新たな「バイオハイエントロピー合金(BioHEA)」の開発に成功しました。構成元素は、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、ニオブ、タンタル、モリブデンです。

一般的にBioHEAは5成分系の合金ですが、成分が原子同士で混ざりやすいよう

6成分系合金を設計し、超急冷プロセスを用いることで、同じ組成の鍛造材の1.4倍の強度を達成しました。超急冷固化により、相分離の範囲を通常の数10マイクロ(100万分の1)メートルからナノメートルまでスケールダウンし、かつ原子配向した固溶体を作ることに成功しました。複数の元素が強制的に混合され、ナノレベルで格子ひずみが生じることにより高強度化し、特定方向への原子配向によりしなやかさを獲得したと見られています。

開発した新材料は、ナノ力学現象を解明する糸口となり、応用面では整形外科・歯科領域でのインプラント材料などへの活用が期待されます。加えて高融点元素から構成されることから、耐熱性航空・宇宙材料部材としても注目が集まります。



強くて体になじむ新たなBioHEAの生体親和性を検証した結果、既存の生体用合金であるステンレス鋼のSUS316Lより優れ、純チタンのCP-Tiに匹敵する良好な親和性を備えていることがわかった。

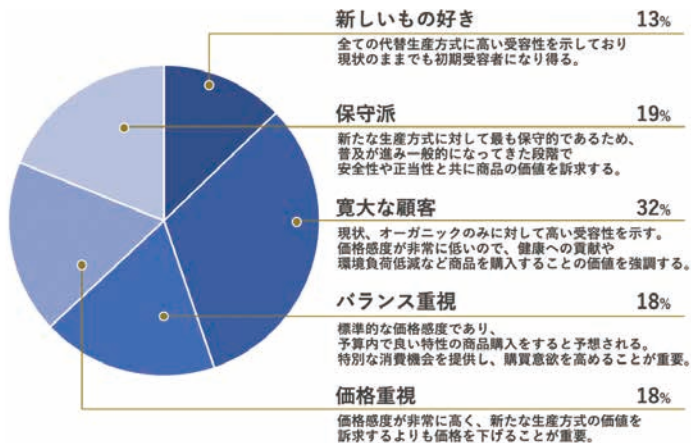
## 植物代替、培養肉など未来の牛肉市場を調査 生産方式に対する消費者タイプの選択行動を解明

近年、畜産業は環境負荷や倫理的観点から、持続可能性に配慮した生産方式へのシフトが急務とされています。同時に各生産方式による食肉や食肉代替品の選択を消費者に働きかけることも重要です。そのためには、さまざまな生産方式に対する消費者の嗜好や反応を把握し、最適な消費者コミュニケーションを確立する必要があります。

東京工業大学環境・社会理工学院の大橋匠准教授、信州大学学術研究院農学系の竹田謙一准教授らの研究グループは、日本の消費者4421人を対象にオンラインアンケートを行い、牛ひき肉について従来の生産方式とその代替生産方式(有機肉、アニマルウェルフェア肉、植物代替肉、培養肉)に関する嗜好・受容性を調査しました。この結果から消費者のタイプを「新しいもの好き」「寛大な顧客」「バランス重視」「価格重視」「保守派」の5つに分けて分析したところ、保守派以外の消費者は有機牛肉に対して従来品よりも高い受容性を示したことなどがわかりました。また価値観、科学技術リテラシー、社会人口統計学的属性の観点から、タイプ間の差異を明らかにすることで、消費行動に対する具体的な

施策を示しました。

この研究は海外市場よりも報告数の少ない日本を対象とし、かつ牛肉とその代替生産方式を同時に取り上げた初めての報告です。調査結果は社会における持続可能な生産方式の受容を後押しし、マーケティング実務での消費者の価値認識を促進することで、代替生産方式へのシフトが望まれます。



### Q.誰にどうすればサステナブルな牛肉を選択してもらえるか？

消費者タイプの特性ごとに、代替生産方式の受容性を高めるための施策の方向性をまとめた。例えば、「寛大な顧客」は現状オーガニックのみに対して高い必要性を示しており、価格よりも健康への貢献や環境負荷低減などの価値を強調する必要があると考えられる。