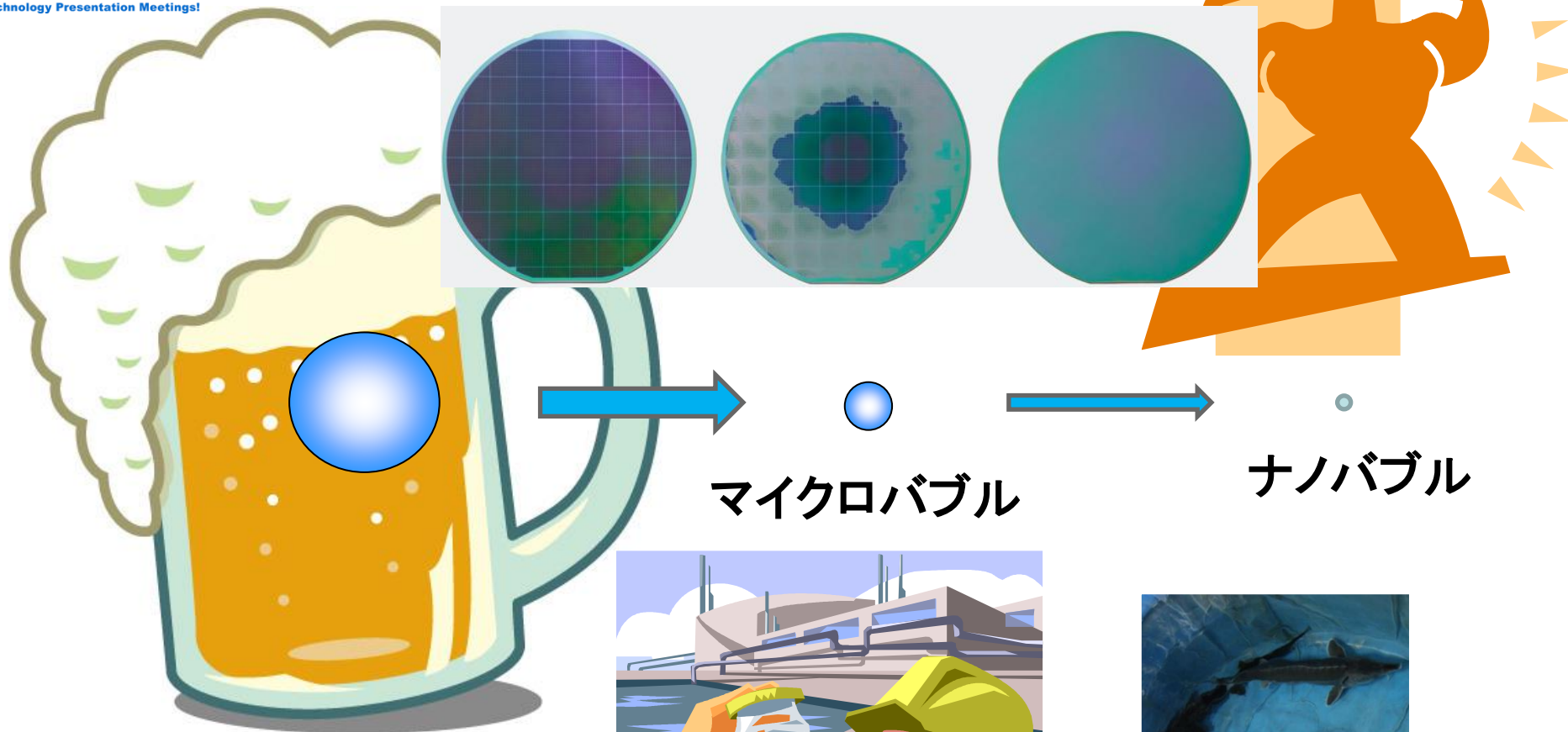


ナノバブル：生命科学と サステナブル農業への応用展開

東北大学未来科学技術共同研究センター
特任教授 高橋 正好

2024年7月9日



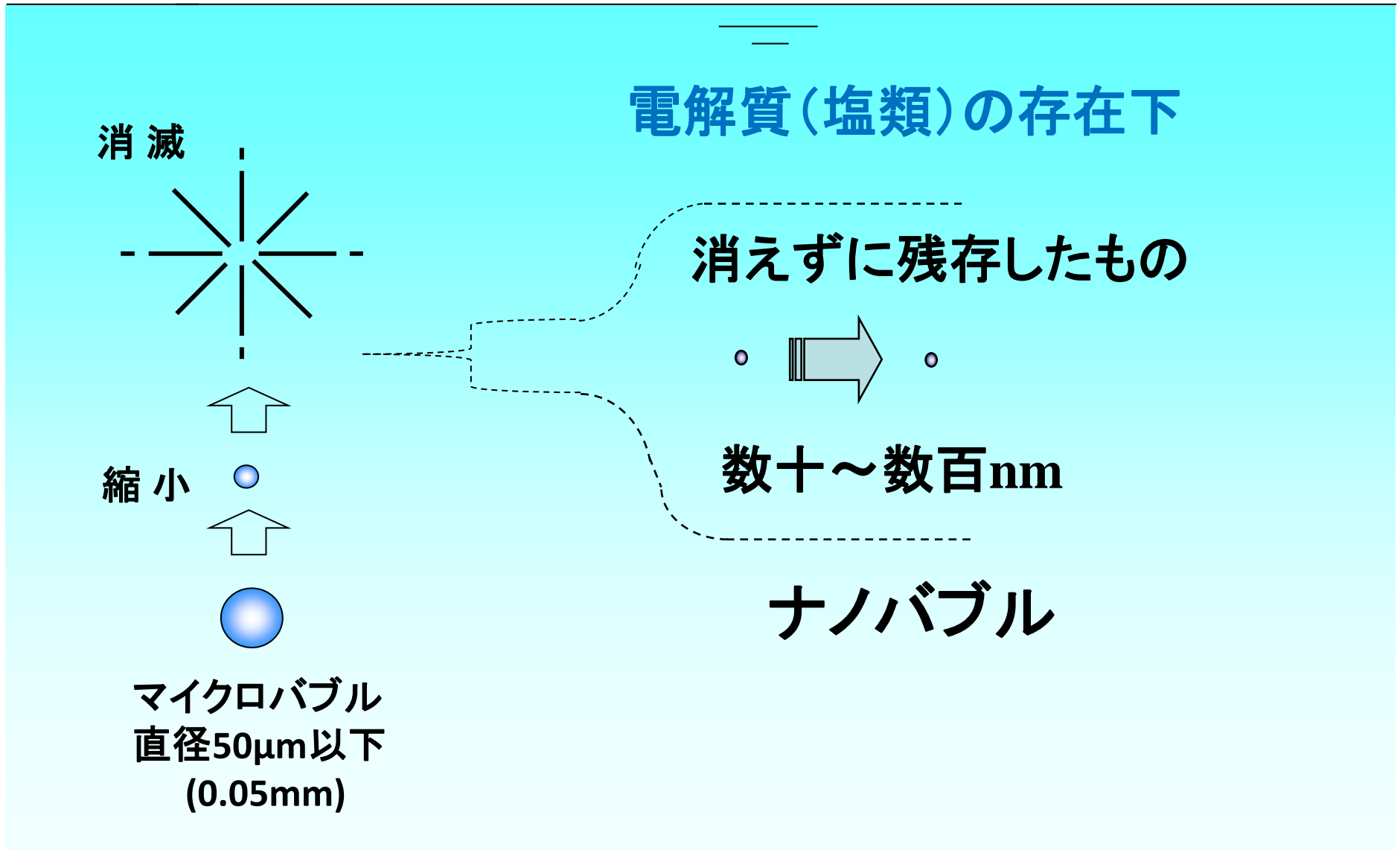
泡

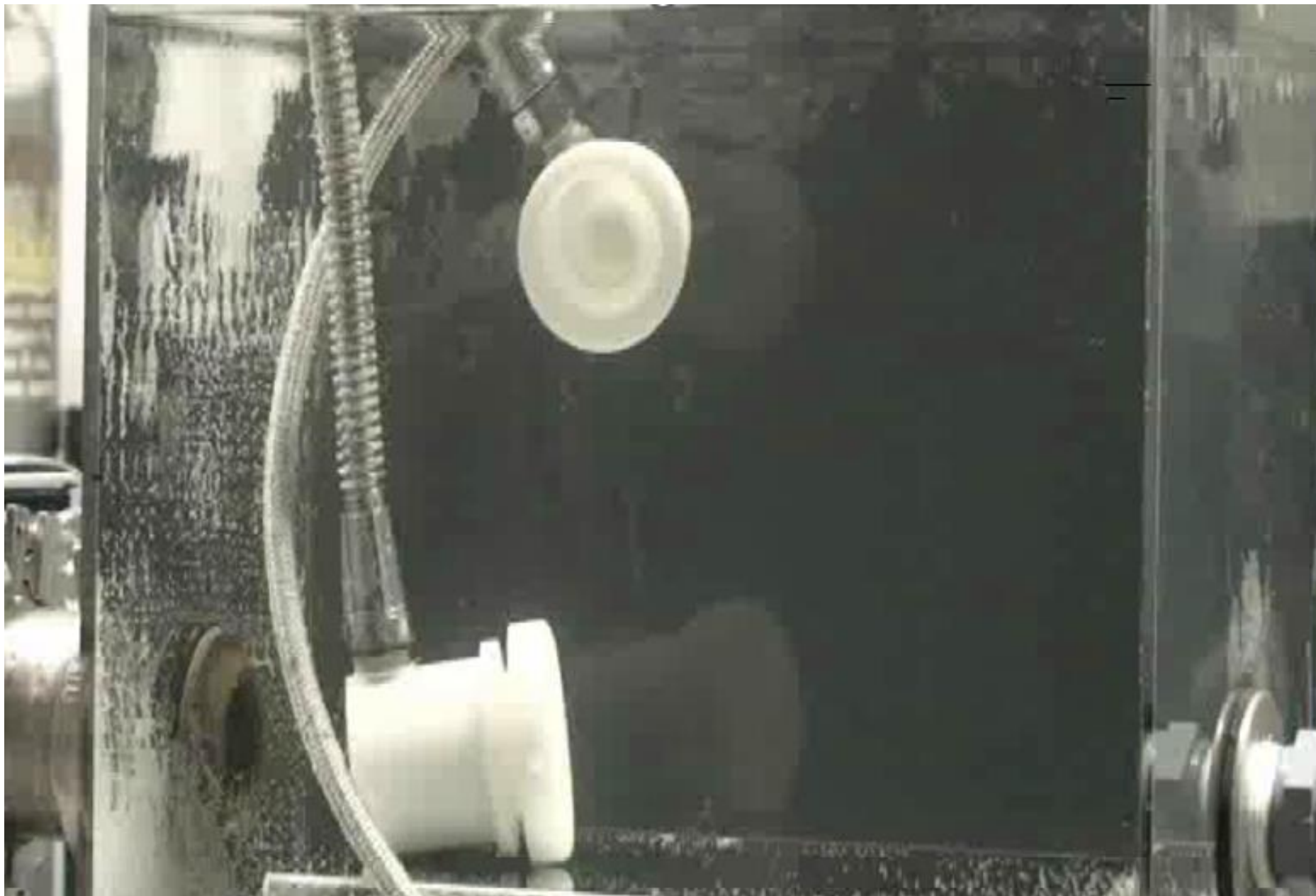
水や半導体ウエハを綺麗にする

動植物を元気にする



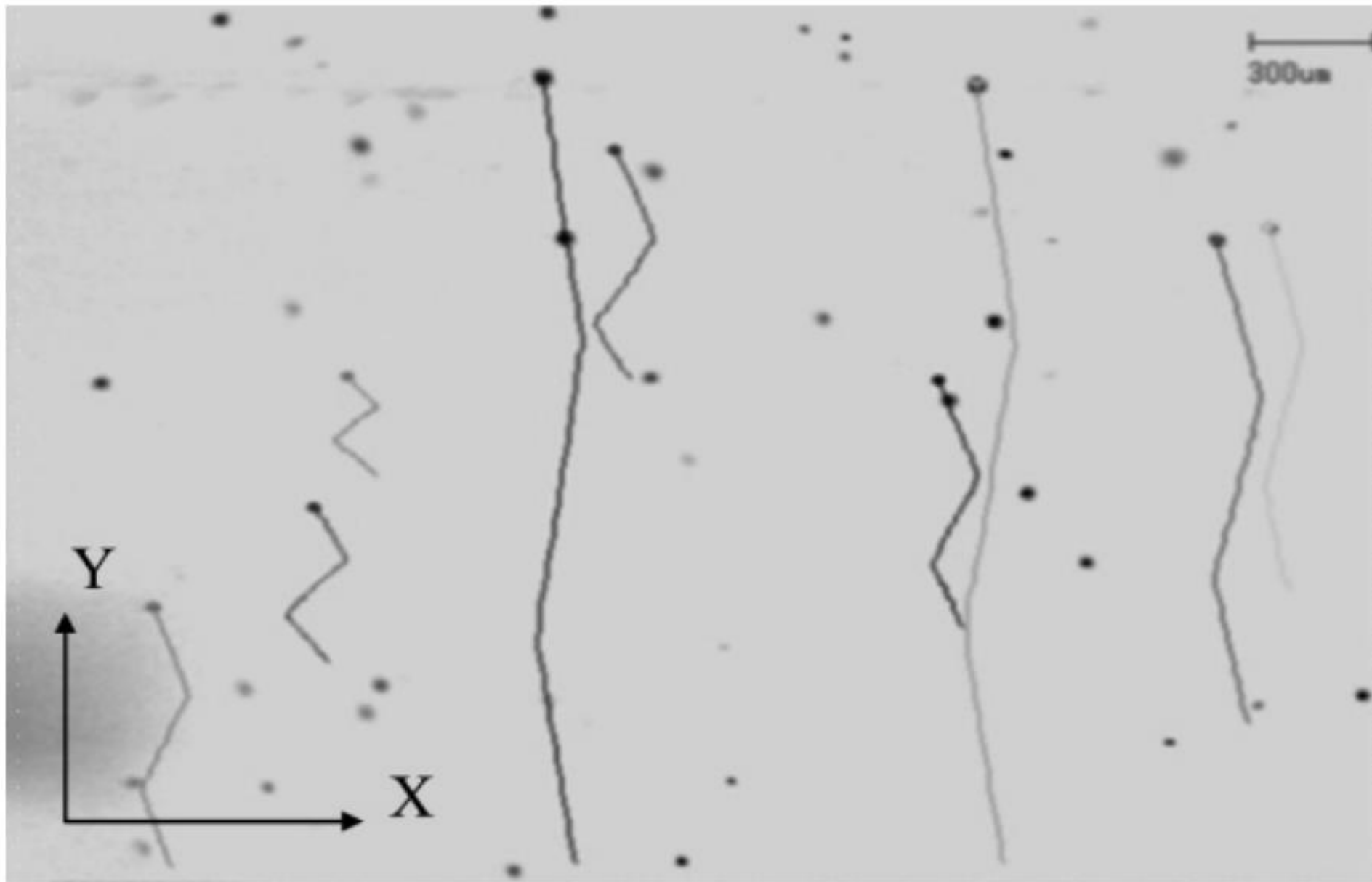
---- ナノバブルの定義 ----





加圧溶解型マイクロバブル発生装置

電極



電極

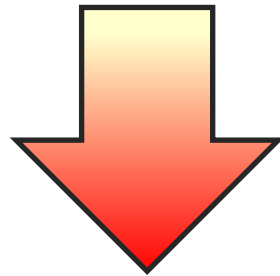
電気泳動セル中でのマイクロバブルの動き

2つのファクター

水中での縮小

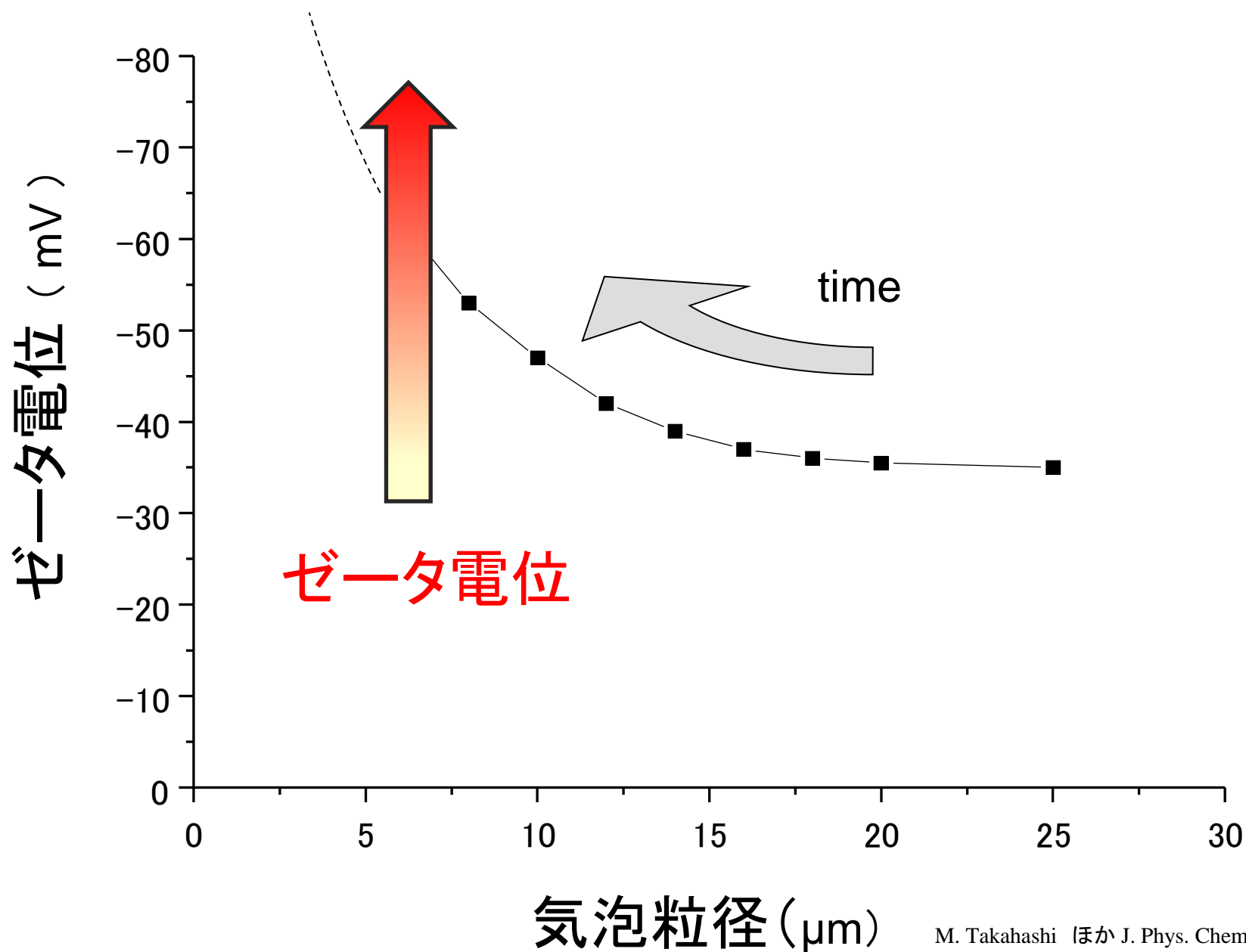
+

表面の帯電

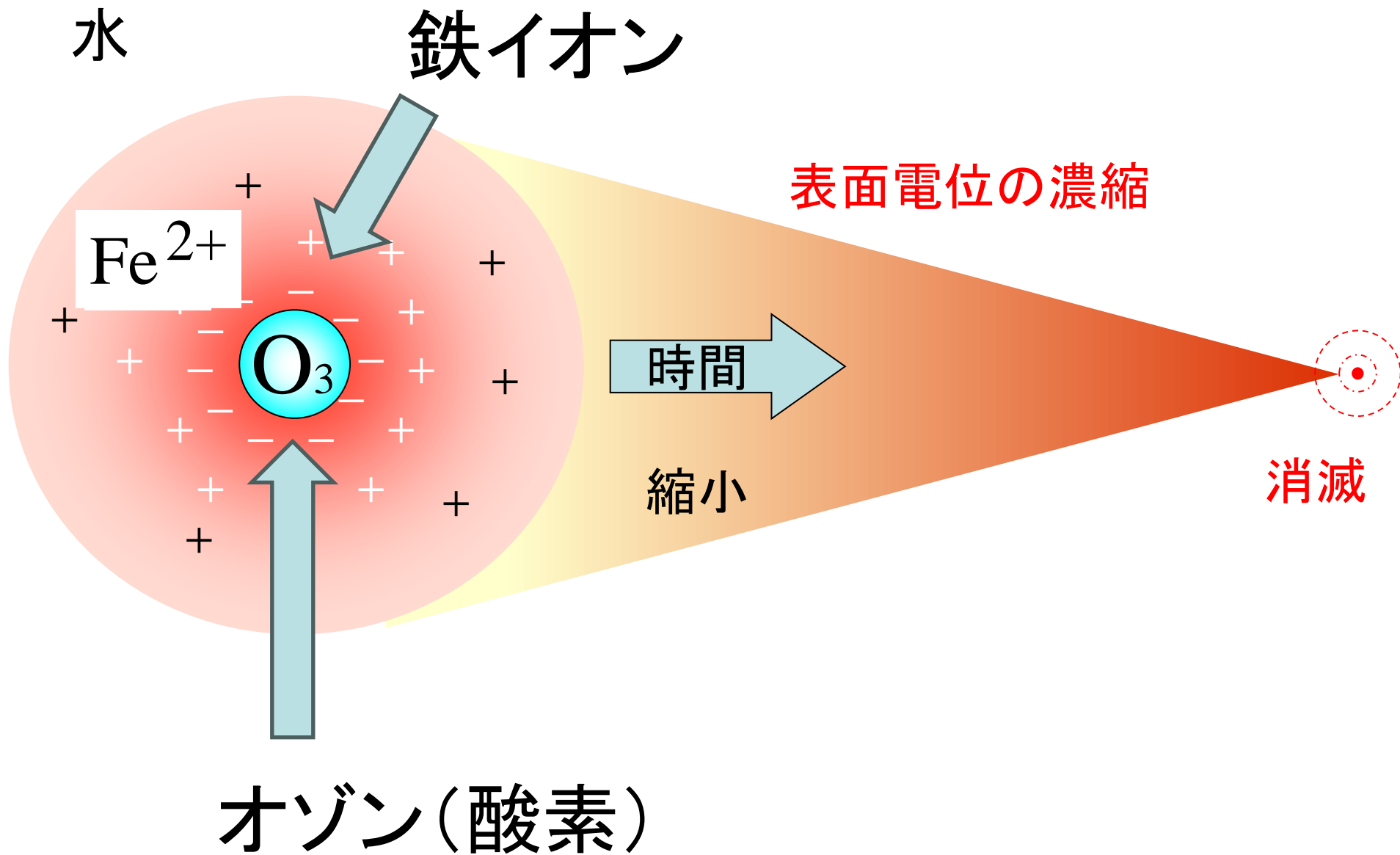


表面電位の濃縮

気泡縮小に伴う ζ (ゼータ) 電位の変化

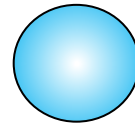


マイクロバブルの縮小(圧壊)



AFM による観察 原子間力顕微鏡

溶液中で浮遊

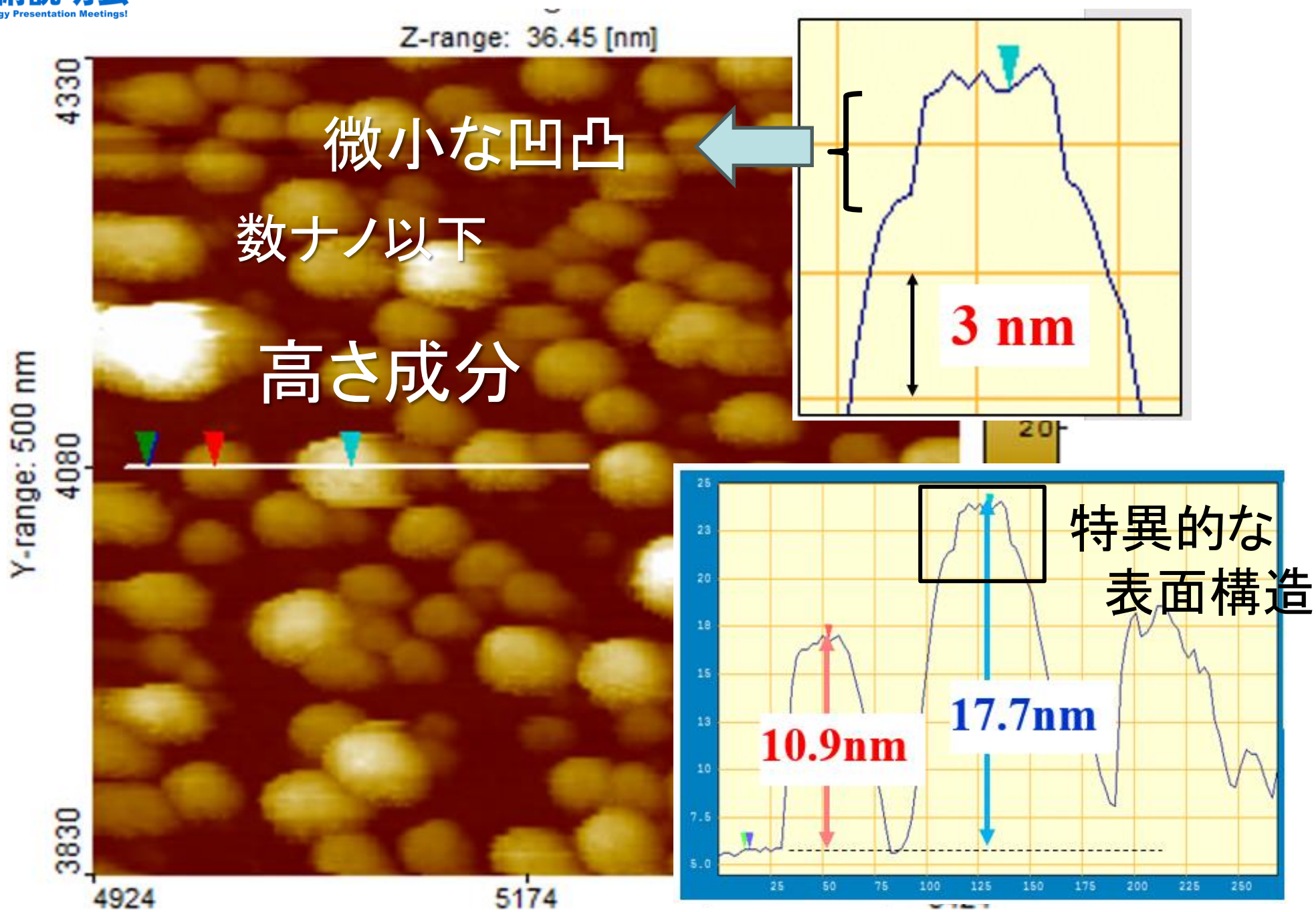


マイナス帯電

カンチレバー

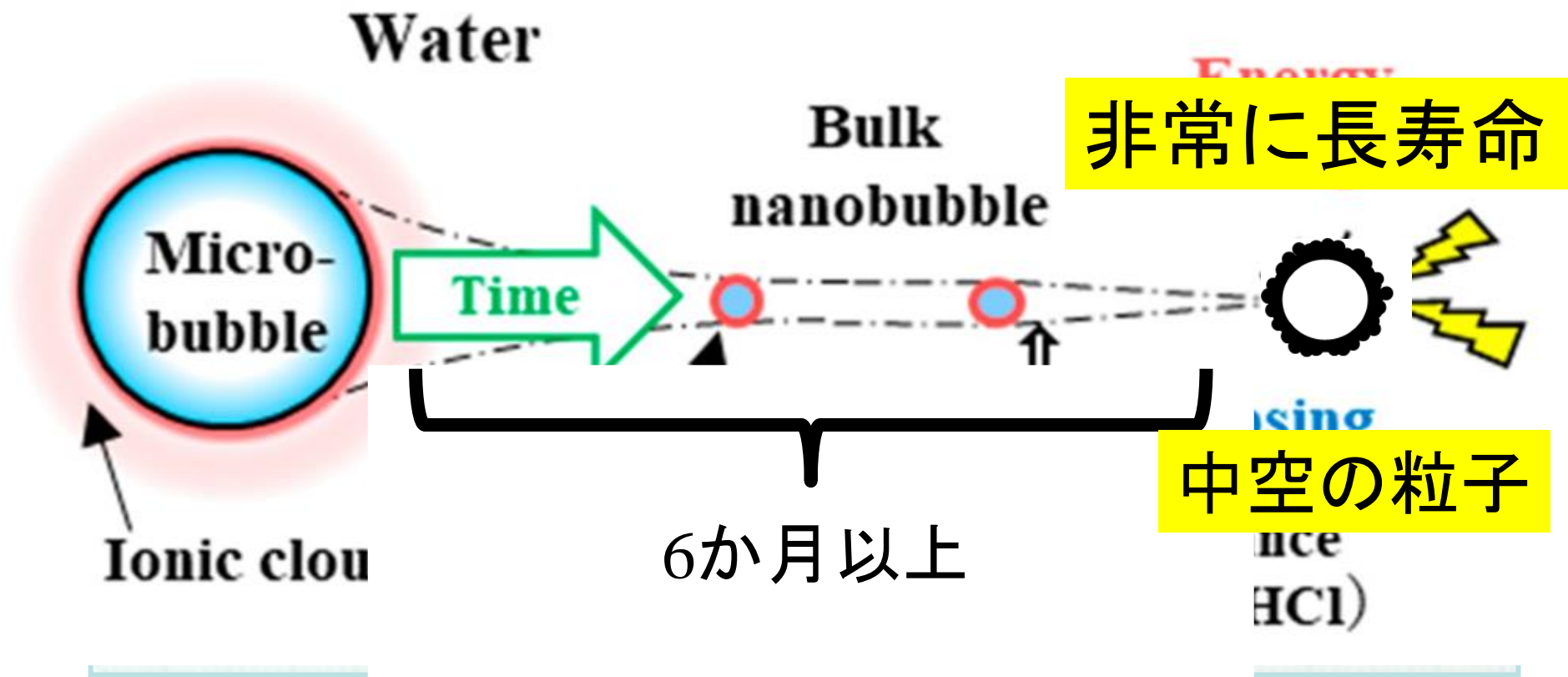


プラス帯電の基板



フリーラジカルの発生

マイクロバブルの基本物性を維持している



ESR (電子スピン共鳴法)

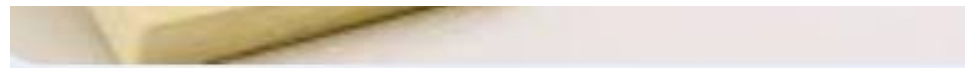
植物の種子の発芽試験

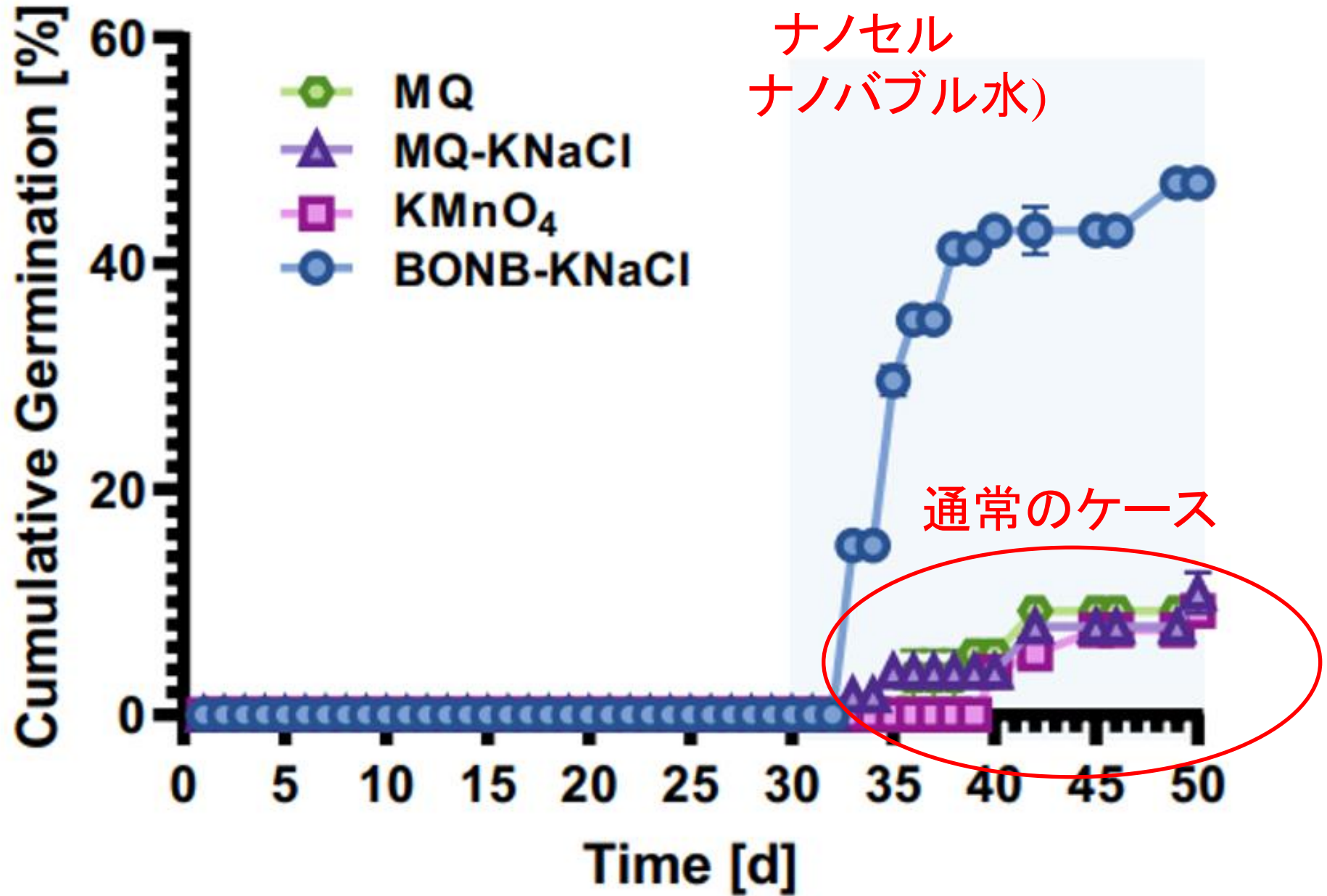


ワサビ

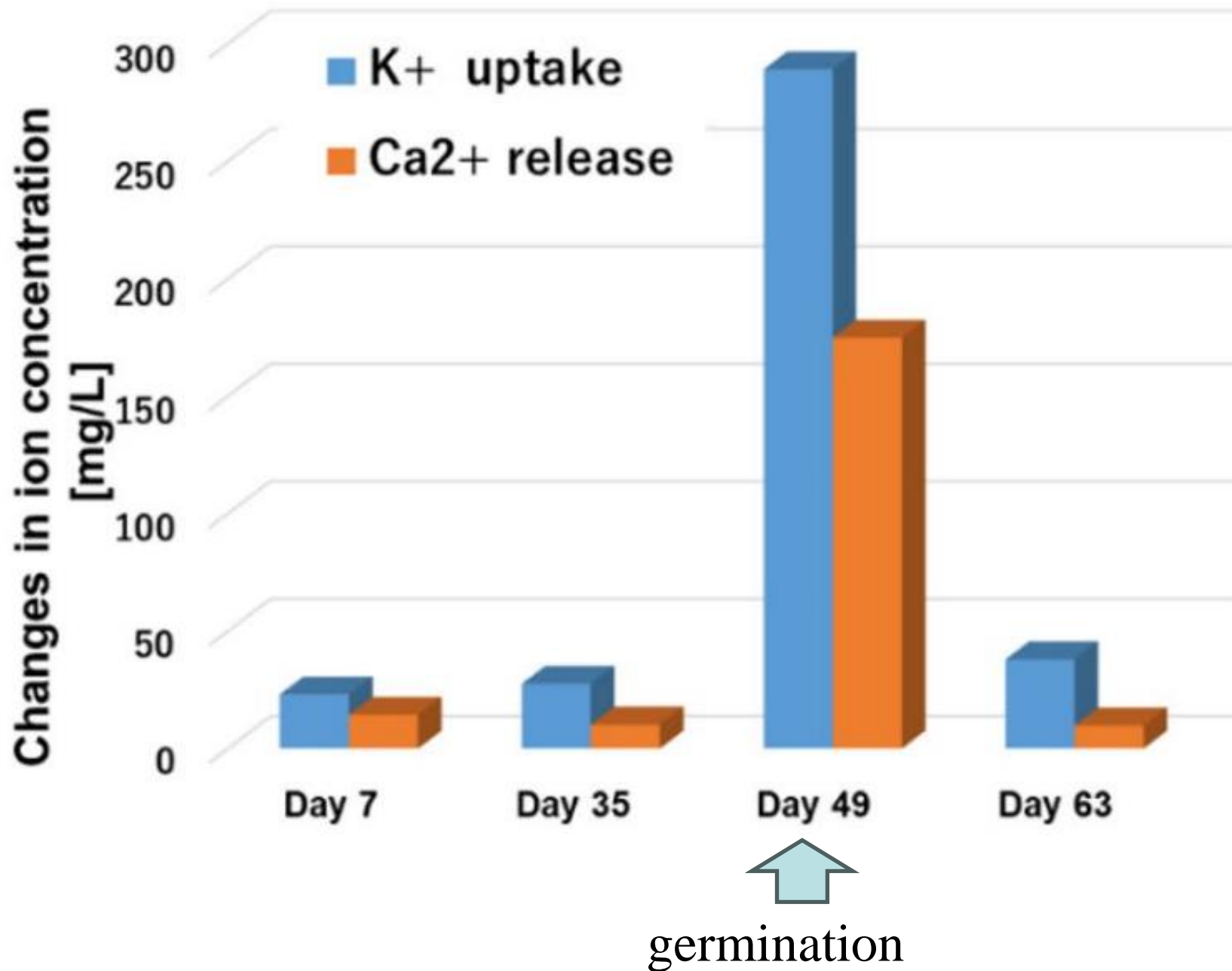


非常に低い発芽率(乾燥種子)

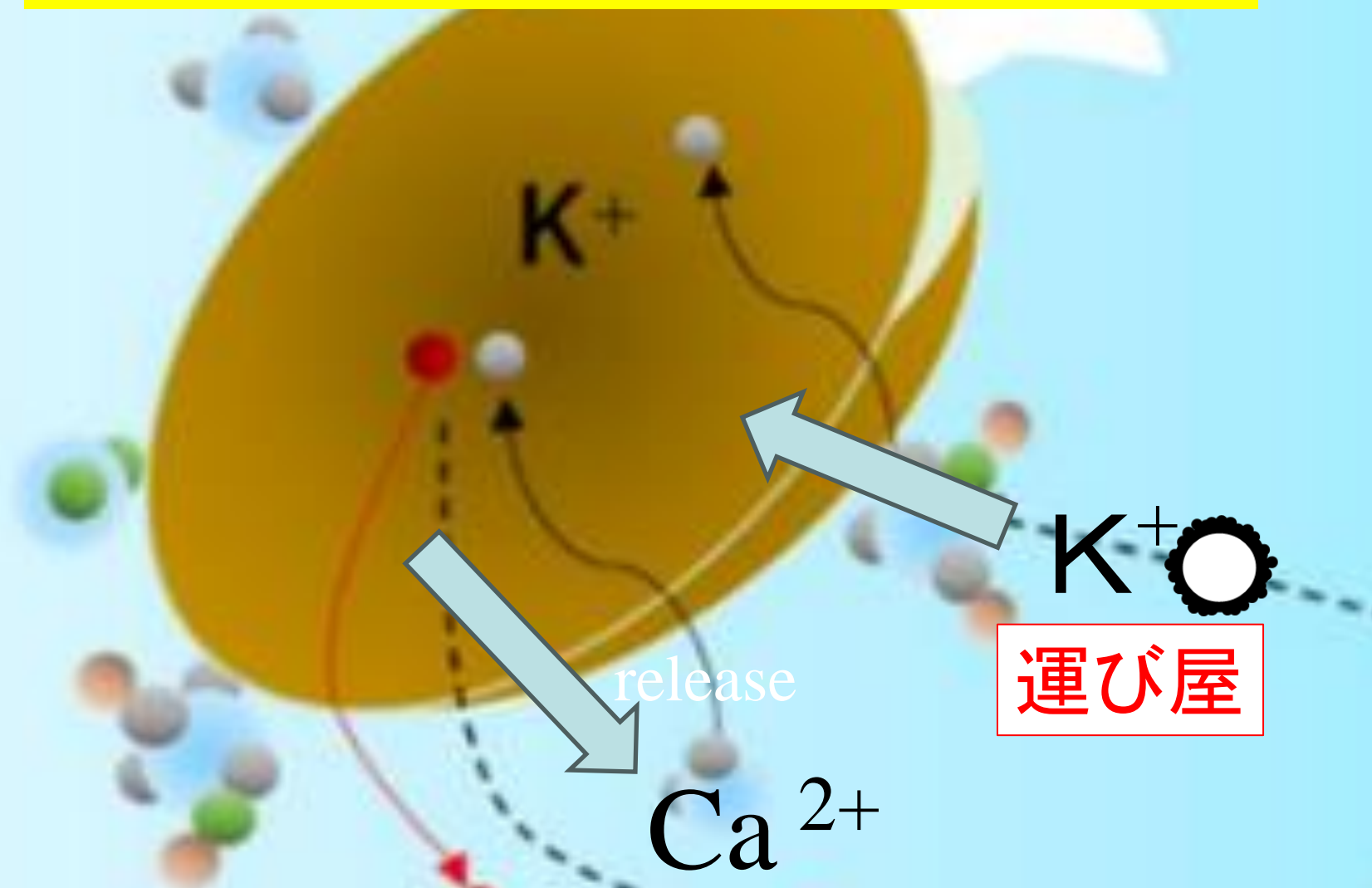




種子内外でのイオン交換

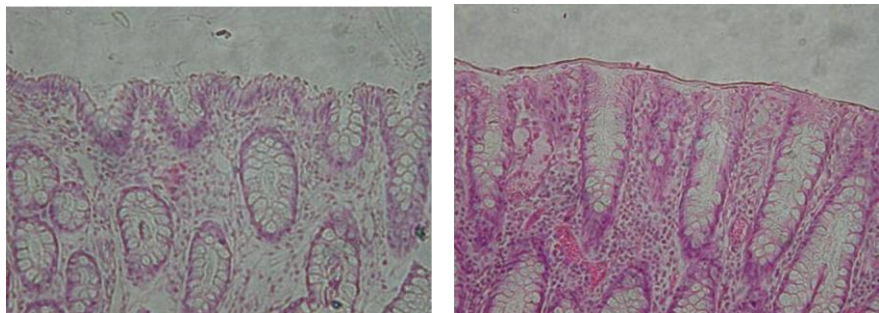


能動的なイオン輸送



濃度勾配に逆らったイオン輸送

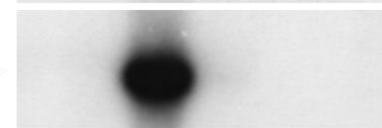
生体への効果



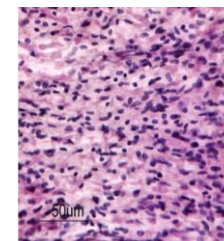
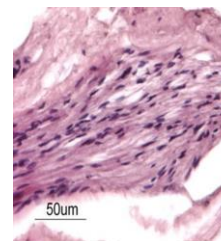
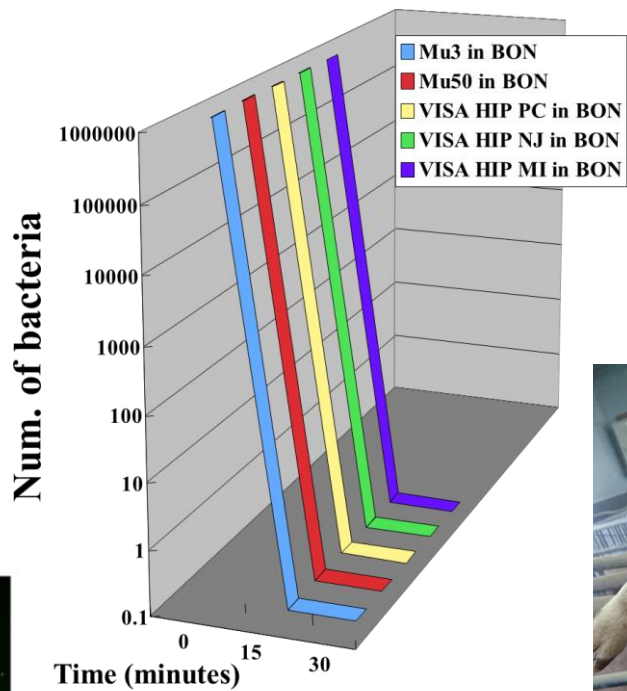
ICAM1



VCAM1



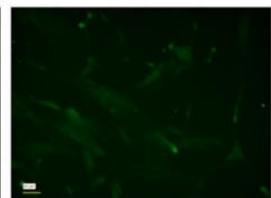
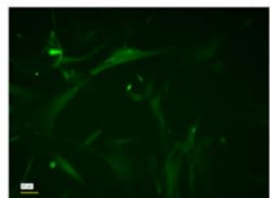
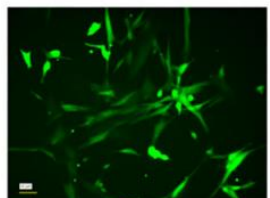
GAPDH →



0% O2NBW

50% O2NBW

100% O2NBW



細胞培養

モデル細胞

- Human Kidney Cells
- Human Liver Cells

手法

- Three-dimensional cell culture

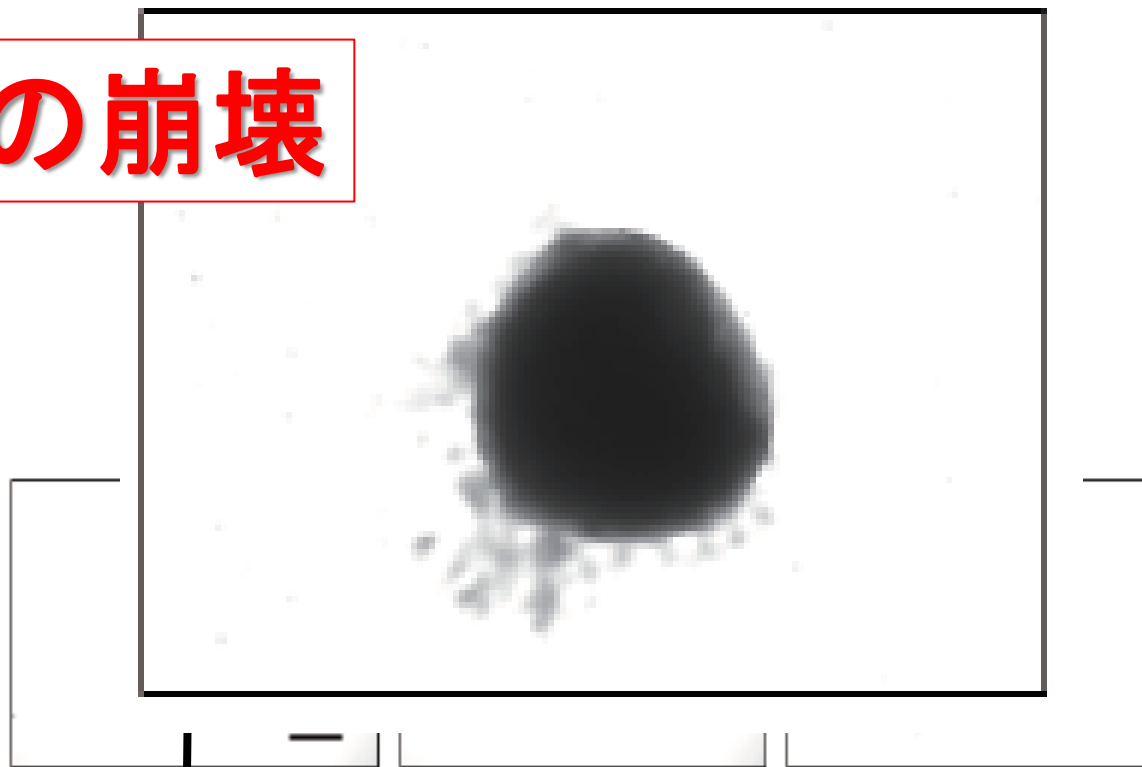
試験方法

Control vs Nanoshell water

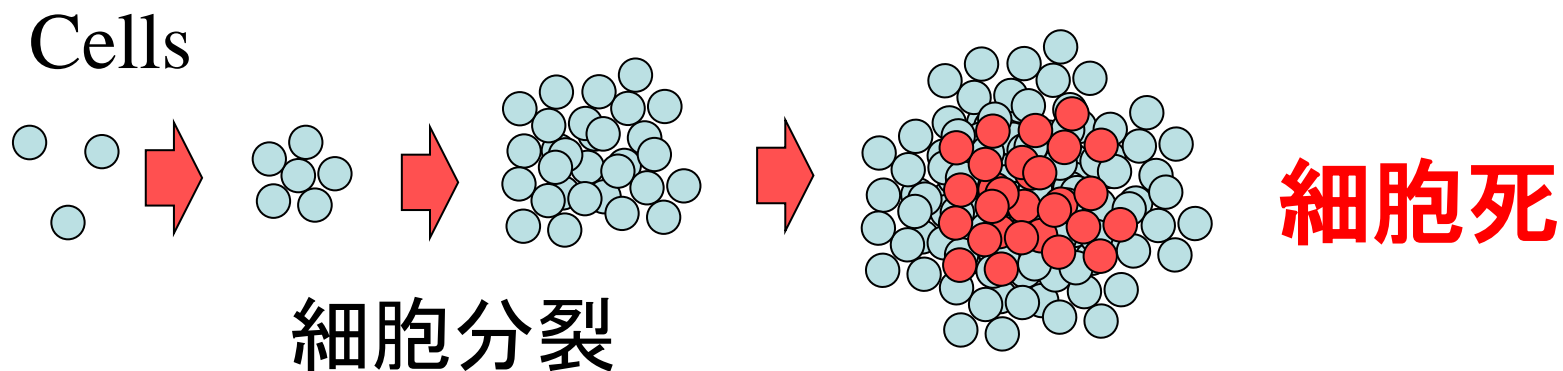
Cell culture

細胞塊の崩壊

Control

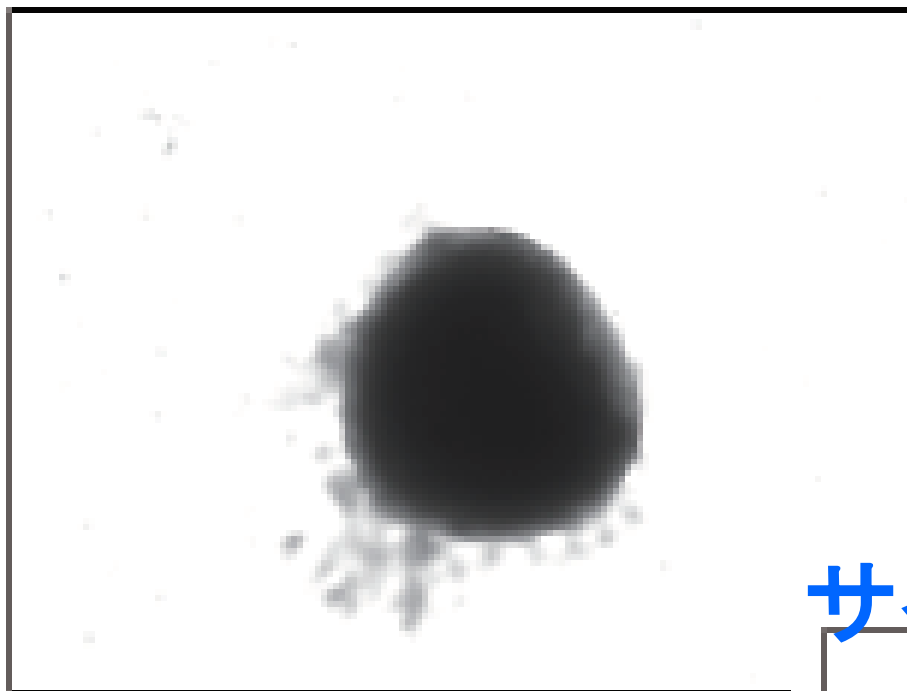


スフェロイド (細胞塊)



Cell culture

コントロール



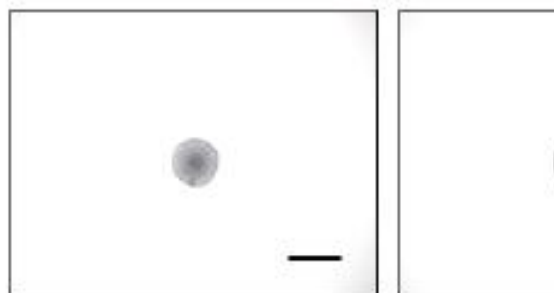
d14

d21

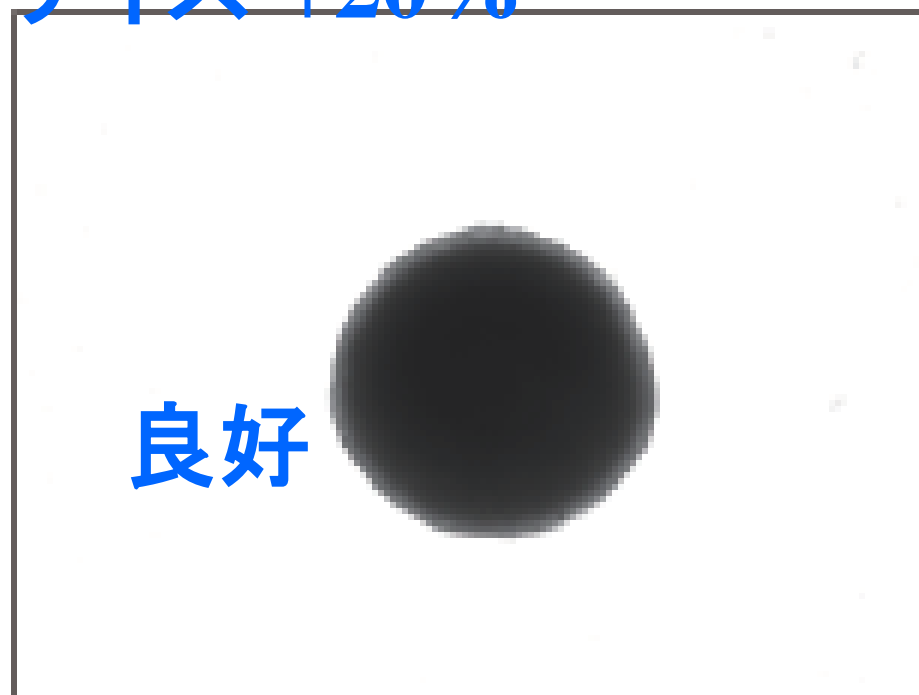
サイズ +20%



ナノバブル水



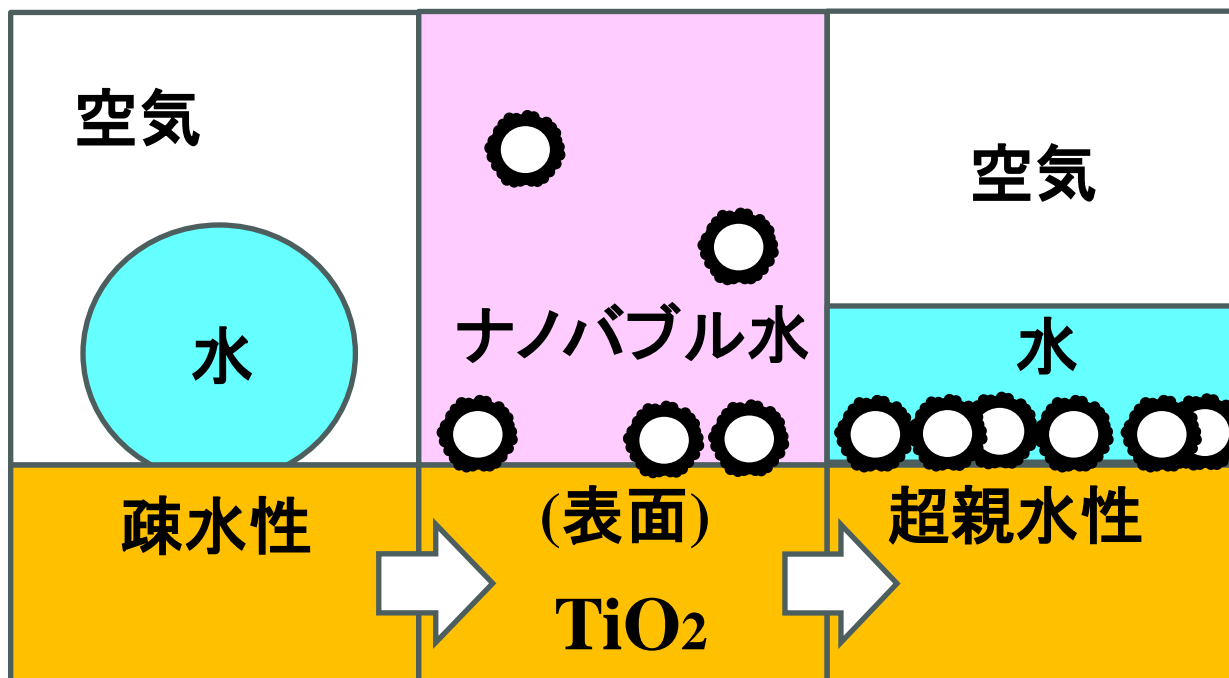
良好



医療分野での応用(素材の機能化)

歯科用インプラント材(酸化チタン)を超親水化

骨結合性の向上、長期に機能性を維持



ナノバブル水に短時間漬け込むだけで機能化を実現

従来技術とその問題点

ナノ粒子

安定化のため分散剤が必要

生体毒性が懸念される場合がある

ファインバブル

長期に安定な製品の課題が残る

計測評価が難しい

新技術の特徴・従来技術との比較

- 10nmレベルの微細な粒子として安定
- 化学物質（界面活性剤やキャッピング剤）が不要
- 酸化鉄ベースであり安定で低コスト
- 数ナノレベルの表面構造にも起因した新たな効果の発現が期待できる
- 生体毒性がほぼ皆無
- 素材表面に付着して乾燥後にも機能を発現できる

想定される用途

- 極めて安定性に優れた酸素系およびオゾン系のナノバブルを提供可能である
- 種類により生理活性効果や殺菌（殺ウイルス）効果の使い分けが可能
- 安定化のための化学物質を必要としないため安全性の懸念が少ない
- 試薬類との相乗効果が期待できる
- 他の素材に新たな機能を付加できる

実用化に向けた課題

- AFMなどにより実体を捉えることに成功しているが、より簡易な方法で確認する技術が必要（研究はすでに進展している）
- 非常に広範な分野での応用が可能であり、効果のさらなる検証が必要
- 数ナノレベルの微細構造と作用メカニズムの関連性を解明する必要あり

企業への期待

- 未知な領域で新たな機能を発揮させて欲しい
- 医療・バイオ分野など、素材として取り扱ってくれる企業との共同研究を希望
- 水としての利用が可能であり、他の薬剤との相乗効果を希望する企業には、本技術の導入が有効と思われる

企業への貢献、PRポイント

- サンプル提供が可能である。オゾン系、酸素系だけではなく二酸化炭素ベースのナノバブルの製造にも成功している
- 本技術の導入にあたり科学的な裏付けに繋がる追加試験を行うことが可能
- 長年（四半世紀）の取り組みに基づいた技術指導が可能

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 酸素を含有するナノ粒子を含む水
- 出願番号 : 特願2020-009559
- 出願人 : 東北大学
- 発明者 : 高橋正好

- 発明の名称 : 過マンガン酸イオンを含む水の製造方法
- 出願番号 : 特願2022-538039 (JP) 、 18/015,704 (US)
- 出願人 : 東北大学
- 発明者 : 高橋正好

- 発明の名称 : 酸素ナノバブル水を用いた植物育成方法
- 出願番号 : 特願2022-003007
- 出願人 : 東北大学、オリエンタル白石株式会社
- 発明者 : 高橋正好、金美貞、小林俊秋、正司 明夫

産学連携の経歴

- 2021年-2021年 JST研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)に採択
- 2021年-2024年 O社との共同研究

お問い合わせ先

東北大学

産学連携機構 ワンストップ窓口

問い合わせフォーム

<https://www.rpip.tohoku.ac.jp/jp/aboutus/form>

TEL 022-795-5275