

平成28年度理工学図書館TA講習会

講演日時:2016年11月30日

講演場所:理工学図書館ラーニングcommons

講演者:福田大悟(機械工学専攻M2)

日本発!

驚異の泡

ナノバブル



WHERE IS THIS ?

VIETNAM

枯葉剤の被害地

出典)中村梧郎氏 ブログ平和の港「ベトナム戦争」

<http://livedoor.blogimg.jp/peace071001/imgs/c/5/c53f62c0.jpg> (最終確認2016年12月22日)

**「泡」の力で
汚染土壌が無害化できる!!**



ベトナム汚染土壌、無害化

米軍の枯れ葉剤なお蓄積

清水建設はベトナムの汚染土壌の無害化に同社の土壌洗浄技術が有効であることを確認した。ベトナム戦争当で米軍が散布した枯れ葉剤は現在でも土に蓄積している。同社の技術は汚染を効率的に除去できコストも高い。ベトナム政府に対し大規模な実証試験を

清水建設はベトナムの汚染土壌の無害化に同社の土壌洗浄技術が有効であることを確認した。ベトナム戦争当で米軍が散布した枯れ葉剤は現在でも土に蓄積している。同社の技術は汚染を効率的に除去できコストも高い。ベトナム政府に対し大規模な実証試験を

清水建設はベトナムの汚染土壌の無害化に同社の土壌洗浄技術が有効であることを確認した。ベトナム戦争当で米軍が散布した枯れ葉剤は現在でも土に蓄積している。同社の技術は汚染を効率的に除去できコストも高い。ベトナム政府に対し大規模な実証試験を

清水建設、実証試験を提案

する泡を使って洗浄する。

式に比べ費用を半分程度に抑えられる見通しだ。

取り除けない汚染物質は高温で焼却し無害化する。今回、枯れ葉剤由来のダイオキシンを泡に付着しやすくする薬剤も見つけた。

清水建設は大規模な実証試験のために20億円程度かかる試験プラントを3〜4年以内に建設したい考え。

ベトナムでは高濃度の汚染地帯が約30カ所ある。実験では土壌量の約70%で汚染を洗浄処理でき、そのまま現場で埋め戻せることが分かった。土壌全体を焼却して汚染物質を処理する方

ベトナム政府、国際協力機構（JICA）などの資金を活用する方向で調整する。同社は土壌汚染対策で国内シェア2割を握る最大手。ベトナム政府も同社の技術に注目していた。

日本経済新聞
2016年11/9朝刊

マイクロ・ナノバブル
とは？

マイクロ・ナノバブル
の100の魔法

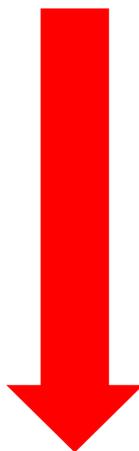
科学の沟

原理が分かれば
応用が見えてくる？

ざっくり言うなら……

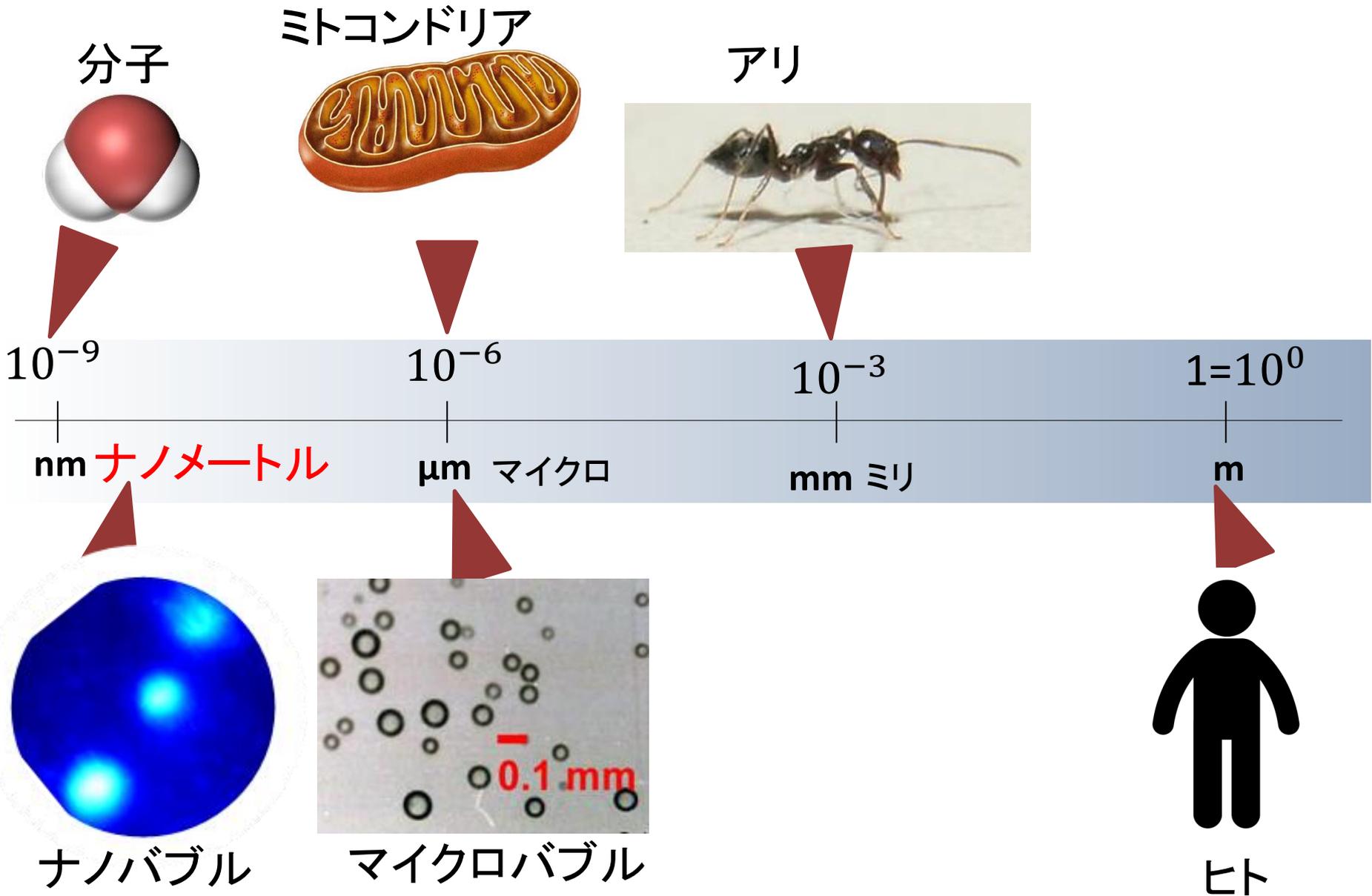
マイクロバブル・ナノバブルとは？

ものすごく小さい泡



ナノバブルってどのくらい小さい？

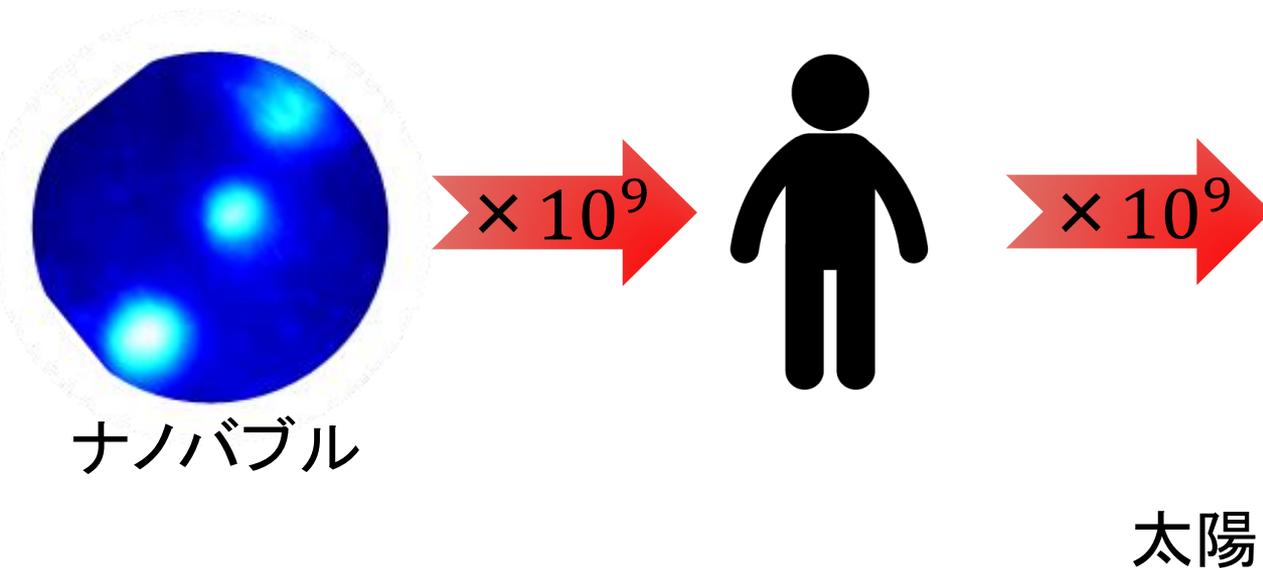
⇒ **ヒトの1億分の1くらい**の大きさ



ナノバブルってどのくらい小さい？

⇒ヒトの1億分の1くらい大きさ

⇒太陽とヒトのサイズ比と同じ



太陽とヒトの比 = ヒトとナノバブルの比



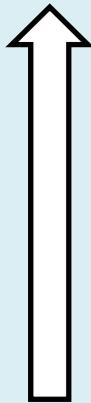
マイクロ・ナノバブルの違いって？

気泡の ・寿命
・浮上する速度 について

大きい泡の場合

マイクロバブルの場合

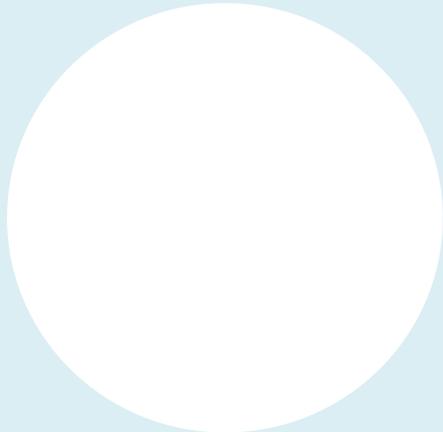
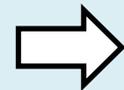
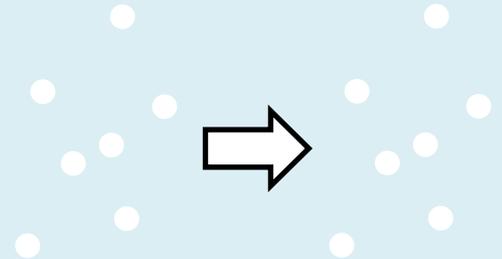
ナノバブルの場合



浮き上がって
水面で破裂
(寿命:数秒)

徐々に小さくなって消滅
(寿命:~2分程度)

数か月間安定して存在
(寿命:~2か月)



マイクロ・ナノバブル
とは？

マイクロ・ナノバブル
の100の魔法

原理が分かれば
応用が見えてくる？

環境



土壌浄化
水質浄化
有害物の分離
油水分離
洗剤なしの洗浄
オゾンバブルによる節水

医療



ドラッグデリバリー
がん治療
歯周病治療
超音波造影材
ソノレーション
血管新生療法

農業



鮮度保持
作物の成長促進・品質向上
農薬なしでの生育
液肥(化学肥料なし)
土壌改良
収穫量の増大

産業・工業



船舶の省エネ
ナノ構造体(ナノ球殻・ナノ多孔質体)の製造
シリコンウエハ薄膜の分離
ナノモーター
シリコンウエハの表面洗浄

水産業



成長促進・収穫量の増加
ノロウィルスの殺菌
鮮度維持
養殖環境改善
アオコ・赤潮対策
溶存酸素の調節

美容・健康



ナノバブル温泉
集中力向上
シャワーヘッド・リラックス効果
エコキュート、掃除いらず
頭皮洗浄・洗顔
ナノテク化粧品

マイクロ・ナノバブルを用いた土壌浄化

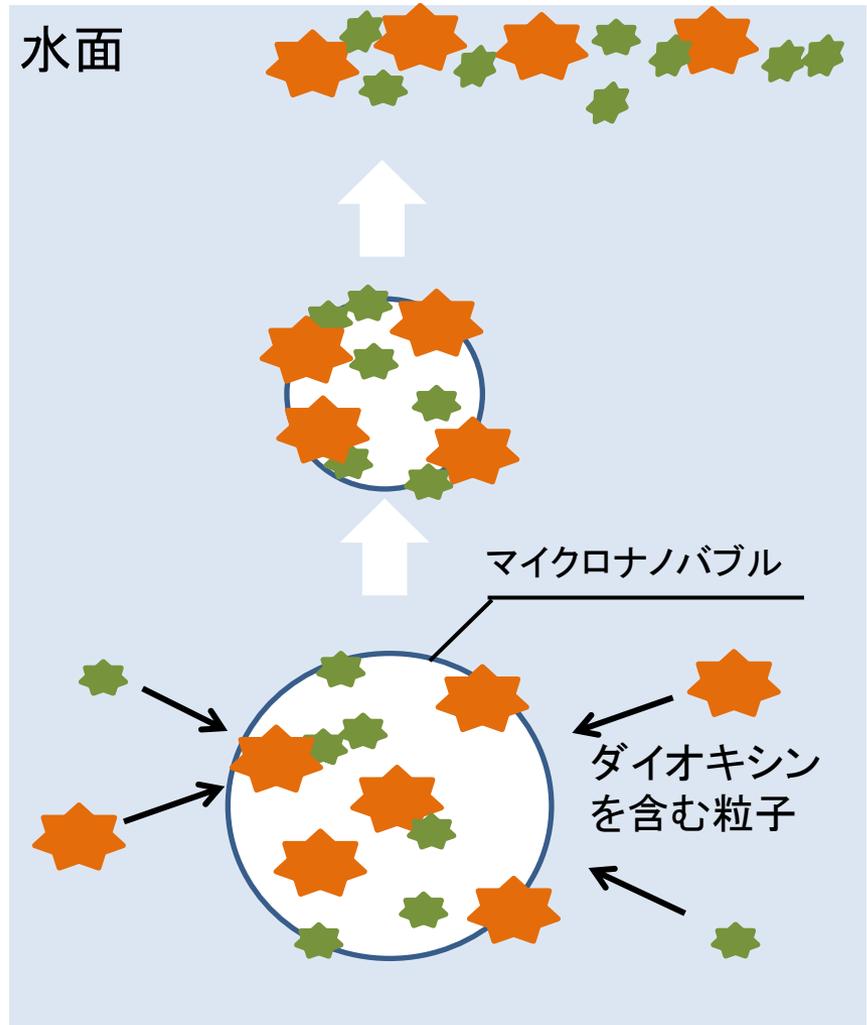
汚染土壌を水の中に入れ添加剤を付加



マイクロナノバブルを発生させる



気泡の表面に汚染物質(ダイオキシンetc)
が付着し、浮上分離



魚や貝類の成長促進：ナノバブル水 で育てると早く育つようになる！



海水で育てる場合

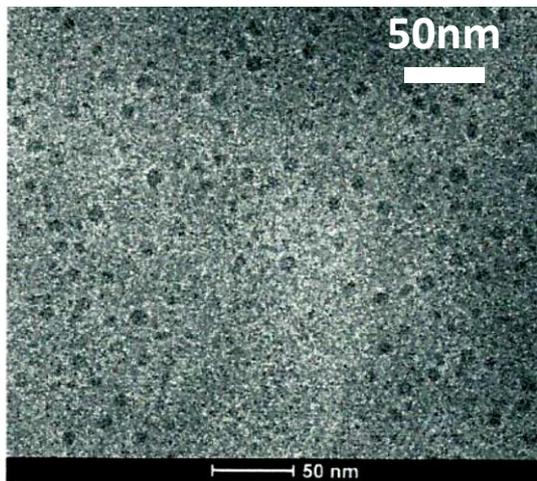
ナノバブルを付加した場合＝1.5倍！



出典)経済産業省 九州経済産業局 「ファインバブル活用事例集」

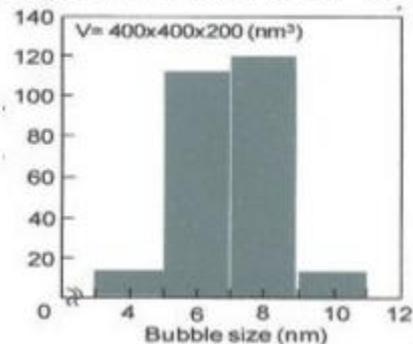
http://www.kyushu.meti.go.jp/press/1601/160126_1_8.pdf (最終アクセス2016年12月22日)

魔法の水、試飲してみよう！ (Amazonで購入可能！)



大阪大学の超高压電子顕微鏡で見たナノバブルの画像

大阪大学で測定
(株式会社 P.D.C.A.のHP より)

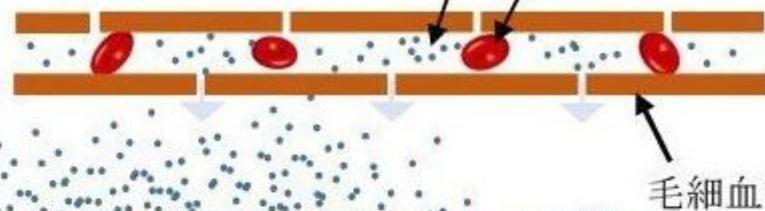


酸素ナノバブル
(3nm~11nm)

赤血球
(ヘモグロビン)

8 μ m

ナノバブル平均径 7nm



毛細血管

細胞

細胞

細胞

0.030mm

出典)Amazon「8K PREMIUM (ハチケイプレミアム)超高濃度酸素ナノバブル水」
<https://www.amazon.co.jp/8K-PREMIUM> (最終アクセス2016年12月22日)

環境



土壌浄化
 水質浄化
 有害物の分離
 油水分離
 洗剤なしの洗浄
 オゾンバブルによる節水

医療



ドラッグデリバリー
 がん治療
 歯周病治療
 超音波造影材
 ソノレーション
 血管新生療法

農業



植物の成長促進・品質向上
 農薬なしでの生育
 液肥(化学肥料なし)
 土壌改良
 収穫量の増大

産業・工業



船舶の省エネ
 ナノ構造体
 多孔質
 シリコン薄膜の分離
 ナノ
 シリコンウエハの表面洗浄

水産



成長促進・収穫量の増加
 ノロウィルスの殺菌
 鮮度維持
 養殖環境改善
 アオコ・赤潮対策
 溶存酸素の調節

美容・健康



ナノバブル温泉
 集中力向上
 シャワーヘッド・リラックス効果
 エコキュート、掃除いらず
 頭皮洗浄・洗顔
 ナノテク化粧品

なぜ効くのかまだよくわかっていないものも多い！！

マイクロ・ナノバブル
とは？

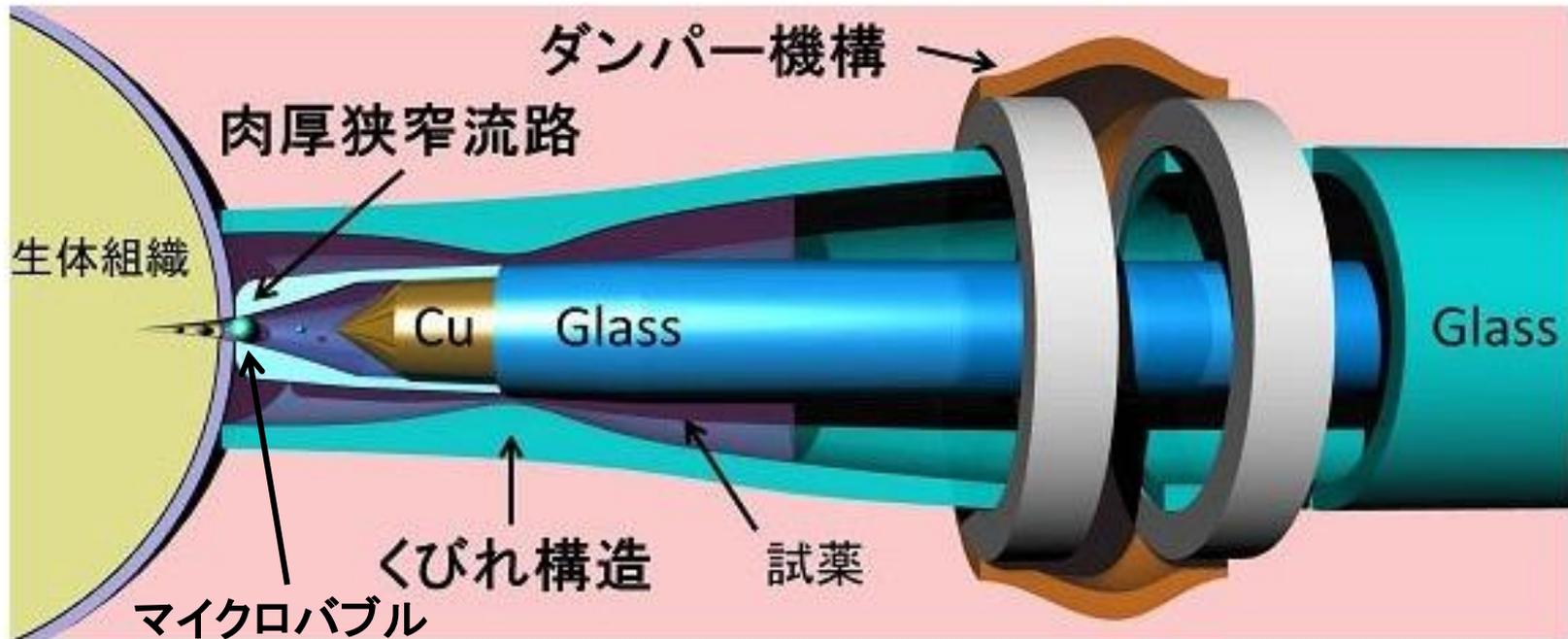
マイクロ・ナノバブル
の100の魔法

現象が分かれば
応用が見えてくる？

現象が分かれば応用が見えてくる！

～マイクロバブルを使った針なし注射器ができるまで～

マイクロバブルが破裂するときの衝撃で
皮膚にマイクロの大きさの穴を開ける！

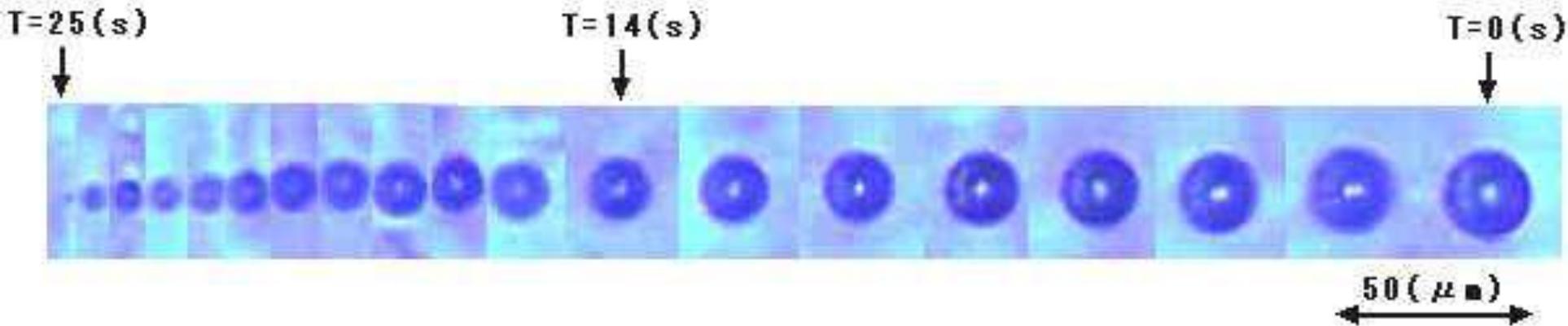


出典) 芝浦工業大学「高速発射気泡による「針なし注射器」の開発に成功
～マイクロレベルの気泡で高精度の試薬輸送を実現～」

<http://www.shibaura-it.ac.jp/news/2014/40140347.html> (最終アクセス2016年12月22日)

マイクロバブルの自己圧壊現象

時間が経過するとマイクロバブルは徐々に小さくなり消滅する



顕微鏡さえあれば誰でも見られる現象だが・・・
よく考えてみたらなぜこんなことが起きるのか

出典)大成博文ら「マイクロバブルの収縮特性」 土木学会第64回年次学術講演会
(平成21年9月) II-247

<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/2009/64-02/64-02-0247.pdf>

なぜしぼんでいく？

キーワード：表面張力

表面張力とは？

気体液体の表面積が一番小さくなる(=丸くなる)ように働く力



宇宙空間での液滴

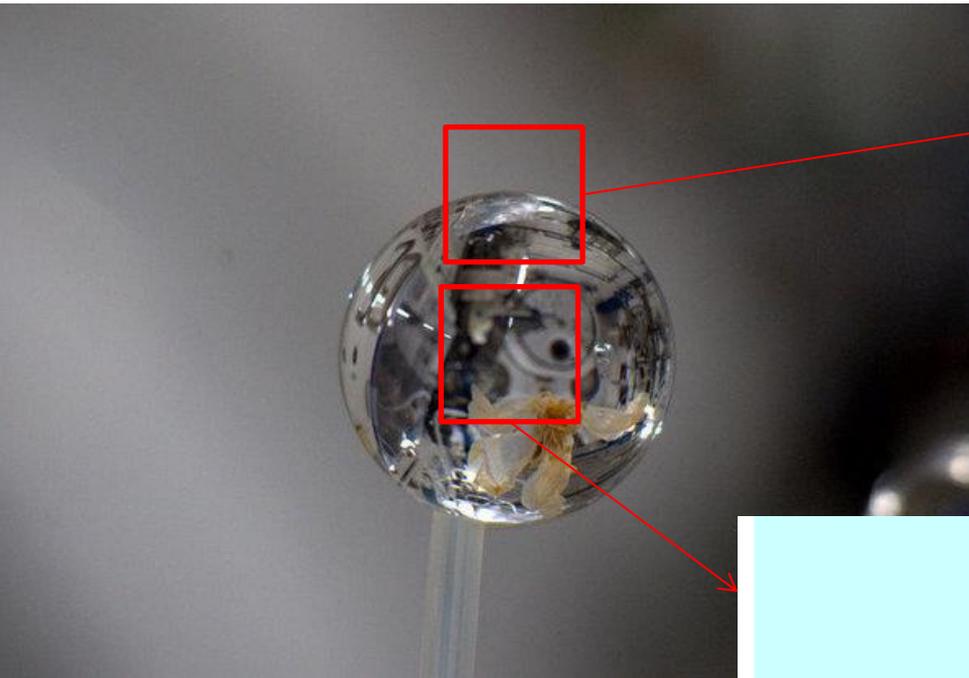


葉っぱの上の水滴が丸くなる ??

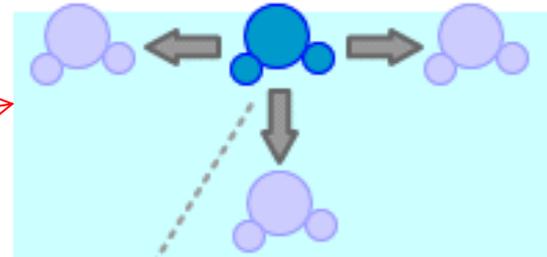
出典) 野口聡一 宇宙飛行士 Twitterより
http://twitter.com/Astro_Soichi/media

表面張力とは？

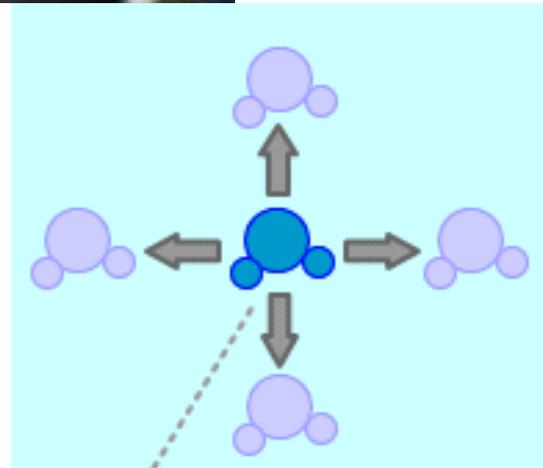
気体液体の表面積が一番小さくなる(=丸くなる)ように働く力



宇宙空間での液滴



表面の水分子の上には水分子がない
=不安定



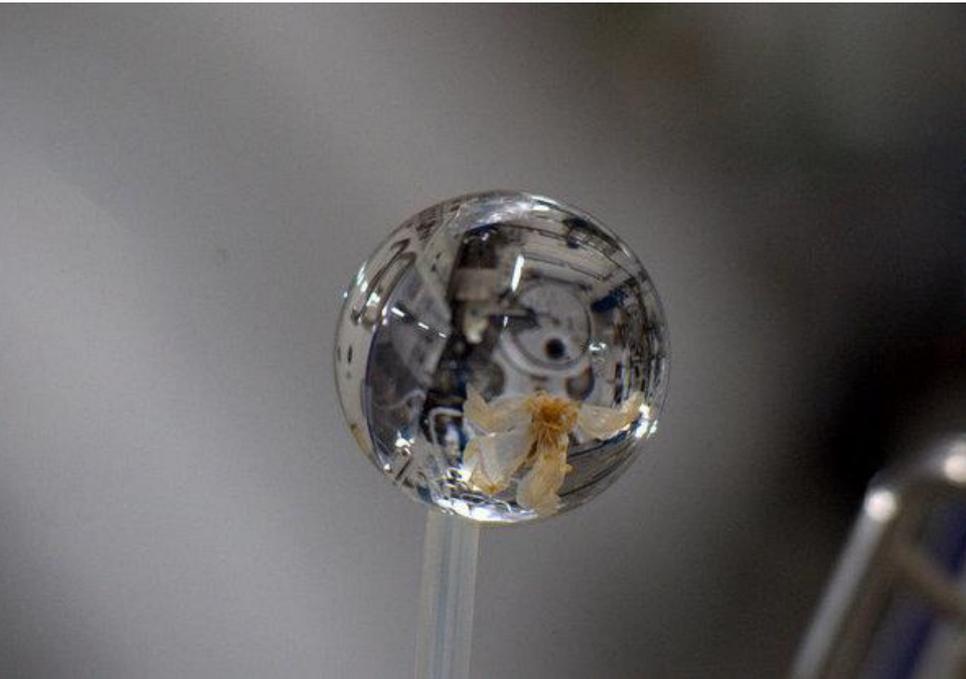
真ん中の水分子は
四方向から引っ張られて安定

「液滴」と「泡」の違いは？

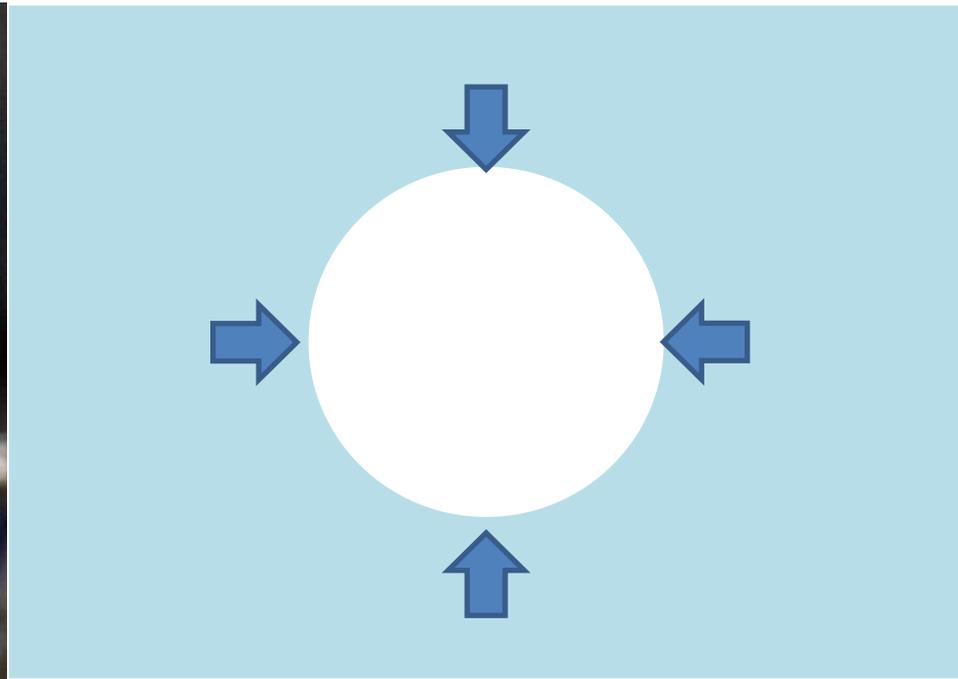
球内部が「液体」or「気体」

ぎゅぎゅう

スカスカ



宇宙空間での液滴



液中の気泡

表面張力：表面積が一番小さくなるように働く

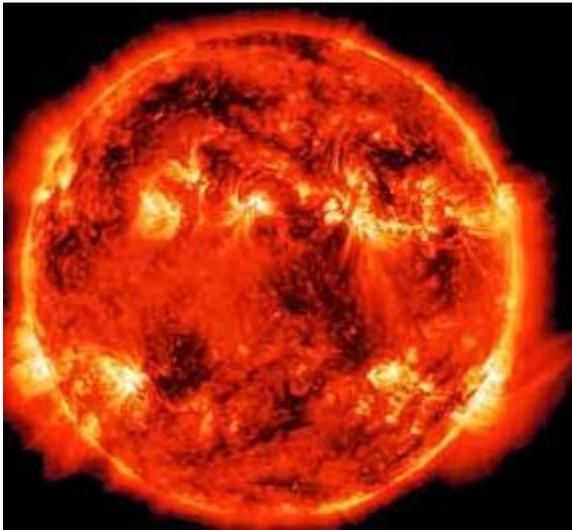
気体の場合：丸くなる + 圧縮する 液体の場合：丸くなる

マイクロバブルの自己圧壊現象

表面張力は気泡を { 丸くする
無限に圧縮する } よう働く



圧縮による発熱



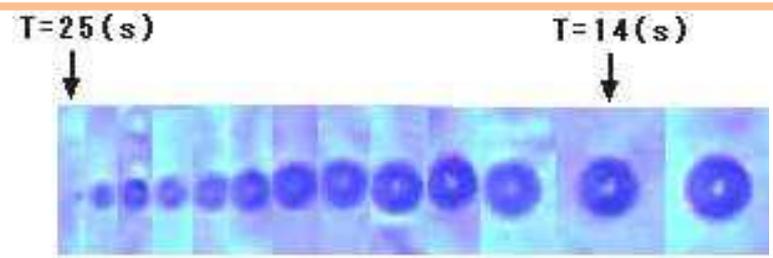
数千°C = 太陽の温度
が局所的に発生！

破裂するとき
ものすごい圧力波発生!?



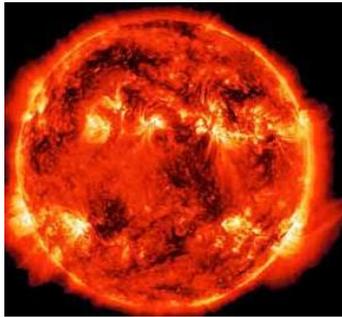
数千気圧 = 指にお相撲さんを4人乗せる
力が局所的に発生！

マイクロバブルが徐々に
小さくなって破裂する現象



表面張力は気泡を { 丸くする 圧縮する } ように働く

破裂するときに瞬間的に高温高压が発生する！



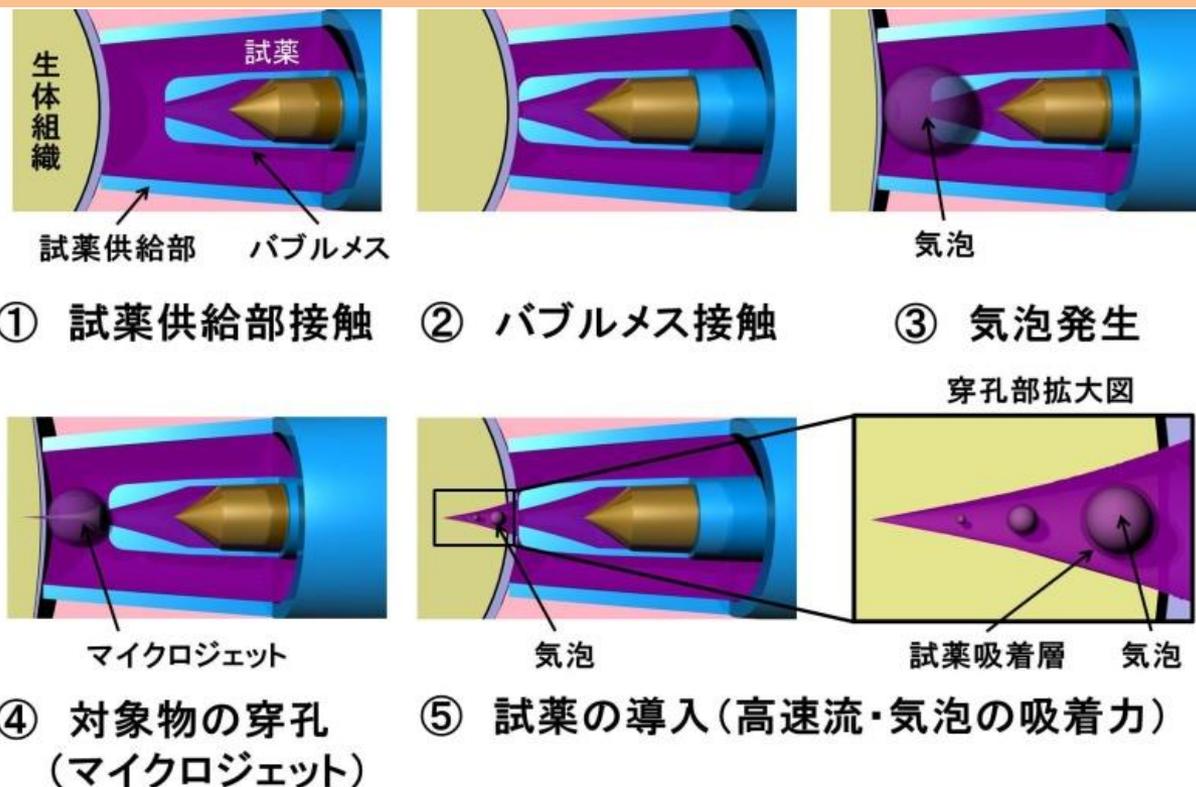
数千°C = 太陽の温度



数千気圧 = 指にお相撲さん4人乗せる

現象が分かれば応用が見えてくる！

マイクロバブルが自然にしぼんでいく現象を説明(高温高压の発生)
⇒その性質を生かせる分野(=針なし注射器)が見えてきた



出典) 芝浦工業大学「高速発射気泡による「針なし注射器」の開発に成功
～マイクロレベルの気泡で高精度の試薬輸送を実現～」

<http://www.shibaura-it.ac.jp/news/2014/40140347.html> (最終アクセス2016年12月22日)

まとめ

マイクロ・ナノバブルとは？

-ものすごく小さい泡、**大きさで特性が変わる**

マイクロ・ナノバブルの100の魔法

-土壌浄化からがん治療まで幅広いが**謎多い**

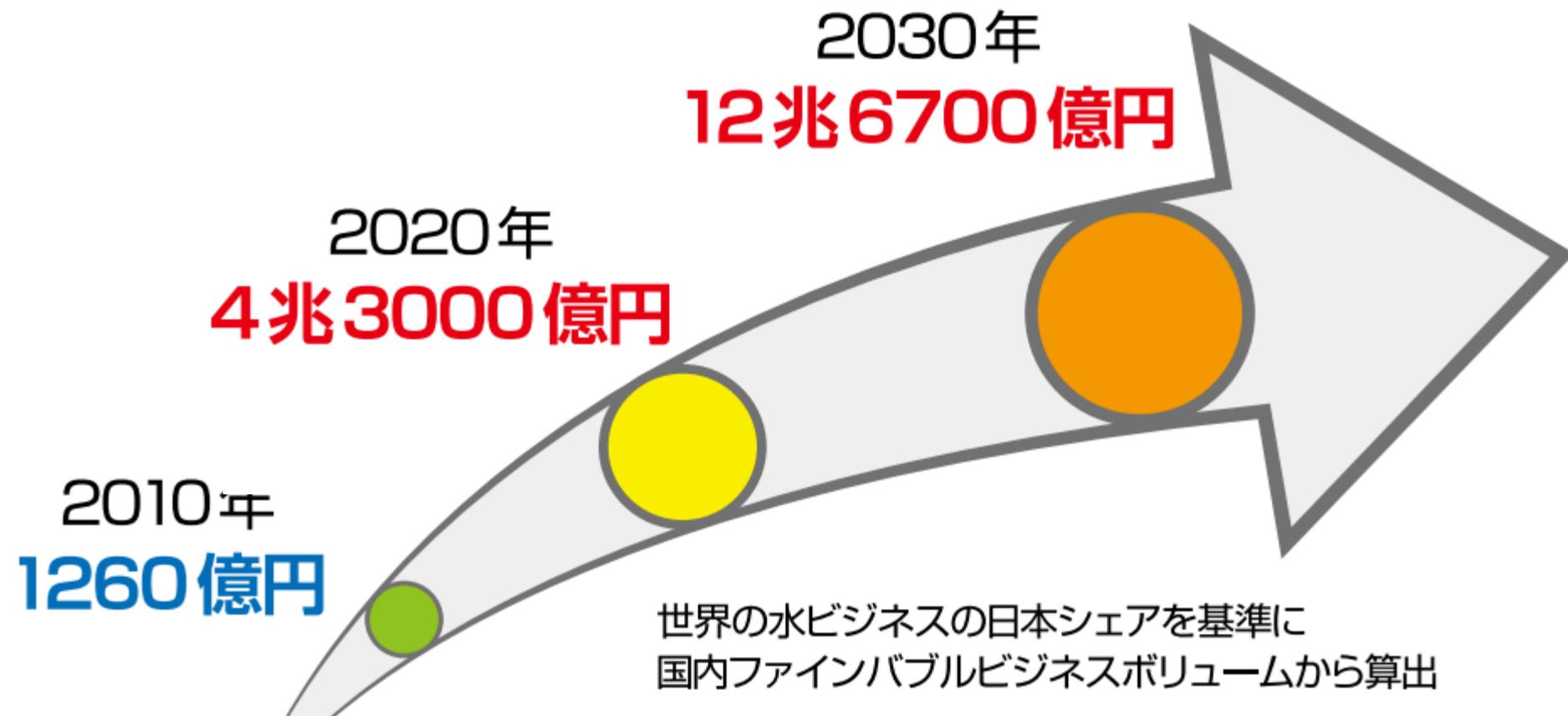
現象が分かれば応用が見えてくる？

-マイクロバブルの自己圧壊現象を掘り下げると・・・

(太陽とお相撲さん4人)

-現象が分かれば様々な分野に応用できる(かも)

ナノバブルはこれからがアツい



ファインバブルの市場規模予測（世界）

出典) 平成 24 年度国際標準化推進事業 (株式会社ベンチャーラボによる推計)

http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2013fy/E003666.pdf (最終アクセス2016年12月22日)