

小さいころ、ジュースにストローで息を吹き込みブクブクと泡立てて怒られたこと、ありませんか？ この泡は、しゃぼん玉の童謡のように「壊れて消える」のでしょうか？ 今回、「泡」がはじけるようすをハイスピードカメラでとらえ、科学的に解析した研究成果が発表されました。それによると、泡は「はじけて消える」のではなく、「はじけて小泡を生み出す」ようです。意外な発見ですね。



ISTOCKPHOTO

## nature news

語数：489 words 分野：物理

Published online 9 June 2010 | Nature | doi:10.1038/news.2010.289

<http://www.nature.com/news/2010/100609/full/news.2010.289.html>

# How the bubble bursts

Popping bubbles create offspring, scientists find.

**Geoff Brumfiel**

- Not all **cutting-edge** physics requires a **particle accelerator**. Using a straw and some soap, researchers have shown how a popping bubble can produce more bubbles. The work is published in this week's issue of *Nature*<sup>1</sup>.
  - James Bird, now a postdoc at Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, first noticed the effect while working on another experiment for his PhD at nearby Harvard University. When a bubble on a fluid's surface popped, Bird noticed that a ring of small bubbles formed where the bubble's edge had once stood.
  - "We saw this effect and couldn't really explain it," he **recalls**. So he and his colleagues decided to investigate. They began blowing bubbles through a straw and filming them with a high-speed camera as they popped.
  - Previous work had suggested that a **ruptured** bubble might **vanish** or **break up** and fall to the surface, but Bird saw something different. Rather than **exploding**, the walls of the bubble actually **fold back** on themselves. As they do so, they **trap** a small doughnut-shaped ring of air that breaks up when it hits the surface of the fluid. The result is a ring of smaller bubbles (see movie 1).
  - Bird and his co-workers spent the next three years developing the perfect theory of bubble bursting. They determined that only three factors affect bubble break-up: the surface tension of the bubble, the **inertia** of the fluid and the pressure of the gas trapped inside. Depending on these factors, a **collapsing** bubble might **fold into** two pockets of air instead of one — generating even more bubbles — or it might not form any offspring bubbles at all.
- Party trick**
- The work is impressive in its **scope**, says Jens Egger, a mathematician at the University of Bristol, UK. "What's nice about this paper is that it's taken a small problem and found this beautiful structure," he says. Even daughter bubbles can burst and create more, even smaller bubbles, notes Eggers. "**Self-similar structures** just seem to be nature's way of making small things."
  - "Bubbles can be really useful in certain **contexts** and **detrimental** in others," Bird says. For example, bubbles are a constant worry in glass manufacturing because they can weaken material. In the oceans, however, bubbles can have a useful role by helping to **convert** salt **into** an **aerosol**, a **crucial** step in creating clouds. Small bubbles in particular seem able to project tiny particles into the air (see movie 2).
  - Bird says the group's calculations might improve climate models and industrial processes. "Other than that, it's a cool party trick," he says, **admitting** that **more than once** he has rolled up a paper straw to demonstrate his PhD work to friends over a beer.
  - Meanwhile, Bird's work with bubbles is not yet done. He has just been **awarded** a one-year fellowship from the US National Science Foundation to continue his research. "I thought I was going to be done with bubbles, but no, it keeps going," he says.
- Reference
- Bird, J., de Ruiter, R., Courbin, L. & Stone, H. A. *Nature* 465, 759-762 (2010).  
参考動画
  - <http://www.nature.com/nature/newsvideo/nature09069-s2.mov>
  - <http://www.nature.com/nature/newsvideo/nature09069-s3.mov>

## TOPICS

## 表面張力 (surface tension)

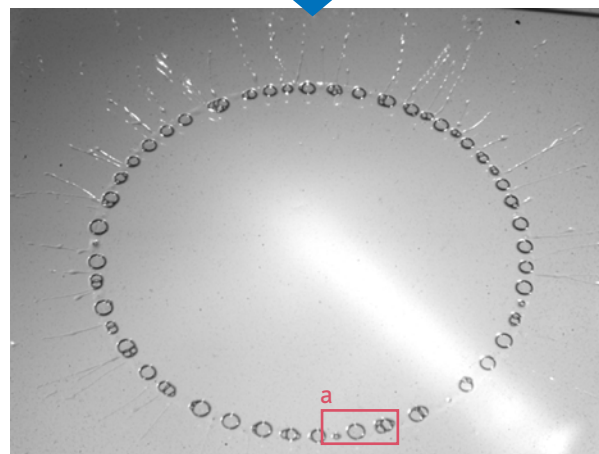
表面張力は、界面張力の一種である。界面とは、気相と液相、気相と固相、液相と液相、液相と固相、固相と固相のように、混ざり合わない2相の境界面のことである。物質は分子間力により同一種の分子は引き合って凝縮しようとする。しかし界面付近の分子は、同一種分子の数が内部より少なく、自由エネルギーが高くなる。そこで、エネルギーを低下させてより安定な状態になるように、界面の表面積をできるだけ小さくしようとする。これが界面張力で、特に液体に作用している場合、表面張力という。表面張力の大きさは、液体の種類や温度によって異なる。分子間力が大きい液体ほど表面張力は強く、高い温度ほど弱くなる。単位は  $\text{mN/m}$  (ミリニュートンパーメートル)。

## SCIENCE KEY WORDS

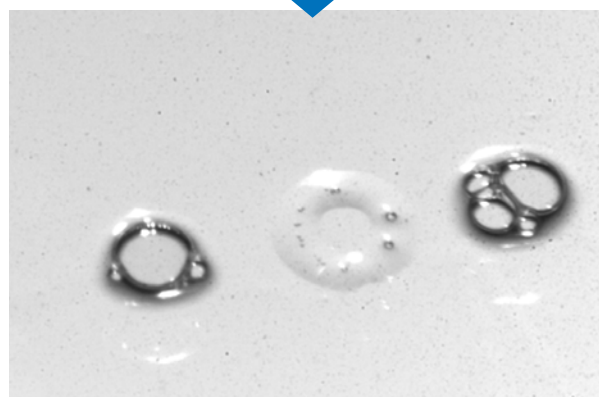
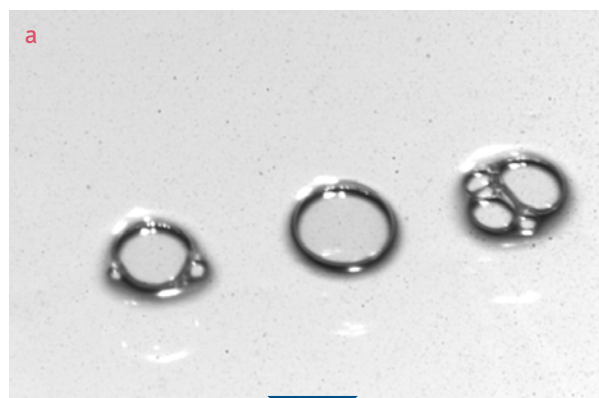
- particle accelerator: 粒子加速器**  
荷電粒子を加速する装置。高エネルギー物理学の研究やがん治療に利用されている。
- inertia: 慣性**  
物体は外力を受けないかぎり、同じ運動状態を維持する。つまり、止まっている物体は止まり続けようとし、運動している物体はその速度で等速直線運動を続けようとする。これを慣性という。慣性のため、電車で、急発進すると後ろへ倒れたり (人は止まり続けようとする)、急ブレーキがかかると前に倒れたり (人はブレーキをかける直前の速度を保とうとする) する。
- Self-similar structures: 自己相似構造**  
自己相似とは、物体の一部分を拡大しても、全体と同じように見える形や現象になる性質。
- aerosol: エアロゾル**  
気体中に、液体や固体の微粒子が浮遊している系 (状態) のこと。

## WORDS AND PHRASES

- リード **pop**: 「破裂する」  
リード **offspring**: 「子」、「子孫」
- cutting-edge**: 「最先端の」
  - recalls**: 「思い出す」、「思い起こす」
  - rupture**: 「破裂する」
  - vanish**: 「消滅する」、「消える」
  - break up**: 「ばらばらになる」、「分解する」
  - explode**: 「爆発する」
  - fold back**: 「折りたたむ」
  - trap**: 「～を閉じ込める」
  - collapse**: 「破裂する」
  - fold into**: 「～に折りたたまれる」
  - scope**: 「影響の及ぶ範囲」
  - context**: 「状況」、「文脈」
  - detrimental**: 「有害な」
  - convert ~ into...**: 「～を…に変換する」
  - crucial**: 「極めて重要な」、「決定的な」
  - admit**: 「認める」、「白状する」
  - more than once**: 「2回以上」
  - award**: 「(資格、奨学金など) を授与される」



気泡が破裂すると、多数の小さな「子ども」の気泡が環状に生成する。



「子ども」の気泡がはじけると、さらに「孫」ができる。

## 参考訳

## 気泡が破裂するとき起こること

気泡が破裂するとき多数の「子ども」が生まれることが研究によって判明した。

ジョフ・ブラムフィール



JAMES CBIRD

- 最先端の物理学が、いつも粒子加速器を必要とするとはかぎらない。今回、ストローと石けんを用いた研究により、1つの気泡が破裂して多数の気泡が生成する過程が明らかになった。この結果は、今週号の *Nature* に発表される<sup>1</sup>。
  - マサチューセッツ工科大学（米国ケンブリッジ）のポスドク James Bird が、この効果に初めて気付いたのは、同大学の近くにあるハーバード大学で PhD 取得のための実験をしていたときのことだった。Bird は、液体の表面にある1つの気泡が破裂するとき、その気泡が液体の表面と接していたところに、多数の小さな気泡が環状に生成することに気付いたのだ。
  - 「我々は、自分の目で見たこの効果を、うまく説明することができませんでした」と、Bird は回想する。そこで、研究グループで、この効果を調べてみることにした。彼らはストローでシャボン玉を吹き、それが破裂するようすを高速度カメラで撮影することから始めた。
  - これまでの研究では、気泡は破裂すると消滅してしまう、すなわち、無数の小さな破片になって表面に落下していくと考えられていたが、Bird が見た現象は、これとは違っていた。気泡の壁は、外向きに飛び散る代わりに、内向きに折りたたまれていった。そこに空気が閉じ込められて小さなドーナツ状になり、それが液体の表面にぶつかって壊れた結果、より小さな気泡が環状に並んで生成したのだ（動画 1 参照）。
  - Bird の研究グループは、その後 3 年をかけて、気泡の破裂に関する最適な理論を構築した。彼らは、気泡の破裂に影響を及ぼす因子が、気泡の表面張力、液体の慣性、気泡に閉じ込められた気体の圧力の 3 つだけであることを突き止めた。この 3 つの因子の兼ね合いによっては、気泡が破裂して折りたたまれるときに 1 つではなく 2 つの空気の袋ができて、より多くの気泡が生成することもあれば、娘気泡が全く発生しないこともある。
- パーティーの余興にも**
- ブリストル大学（英国）の数学者 Jens Egger は、この研究の応用範囲の広さに強い印象を受けたと語る。「この論文のすばらしさは、卑近な問題を取り上げて、この美しい構造を見つけ出した点にあります」と彼はいう。そして、この娘気泡も破裂して、さらに小さな気泡が生成する場合があるという発見については、「自然が自己相似構造を利用して小さいものを作っていることを実感させます」という。
  - 「気泡は、状況によって、非常に有用なものにも、有害なものにもなりえます」と Bird はいう。例えば、ガラスに気泡が入ると強度が低下するおそれがあるため、ガラス製造業者は常に気泡に神経をとがらせてきた。これに対して、海の気泡は海水に含まれる塩分がエアロゾルになるのを助け、雲の形成にとって極めて重要な段階に寄与している。特に小さな気泡は、微粒子を空気中に放出することができると考えられている（動画 2 参照）。
  - Bird は、自分たちの計算が気候モデルや工業プロセスの改善につながる可能性があるだけでなく、「パーティーの余興としても気が利いています」という。実際、Bird は一度ならず、友人とビールを飲みながら紙を巻いてストローを作り、この PhD 研究を実演してみせたことがあるという。
  - ところで、Bird の気泡研究は、まだ終わっていない。彼は最近、この研究を続けるために、米国国立科学財団から 1 年間のフェローシップを授与された。「気泡の研究は終わりだと思っていたのですが、研究はまだまだ続きます」と彼はいう。
- （翻訳：菊川要）