

もぞもぞ、のっそりと歩く小さな生物クマムシ。その姿からは想像できないほど高いサバイバル能力をもち、これまでもメディアを通じて、過酷な環境に耐えるようすが紹介されてきました。今回は、クマムシが宇宙空間にさらされても耐え抜いたというニュースを読んでみましょう。

NEWS nature news

語数: 496 words 分野: 環境生態学

Published online 8 September 2008 | *Nature* | doi:10.1038/news.2008.1087

Spacesuits optional for 'water bears'

Tiny **invertebrates** are the first animals to **withstand** the vacuum and radiation of space.

<http://www.nature.com/news/2008/080908/full/news.2008.1087.html>

Heidi Ledford



Milnesium tardigradum

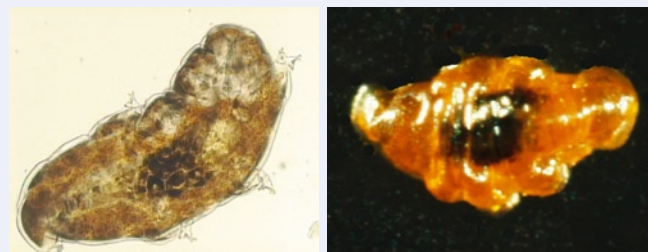
1. **It's one small step for water bears, one giant leap for animal-kind.** Tiny animals called tardigrades — better known as water bears — have become the first animals to survive the cruel vacuum, intense cold and radiation of space without a spacesuit.
2. Water bears were already known to be among the toughest **critters** alive. When not flying **in a low Earth orbit**, they prefer to spend their days in water, perhaps on a beach or **a dewy patch of moss**. But when the water dries up, the millimetre-long 'bears' can **contract into a dried-out state** and survive like that for years. They are also one of the few animals that survive year-round on continental Antarctica, and are among the most radiation-resistant animals known.
3. **So if any animal on Earth could survive the rigours of space, Ingemar Jönsson, of Kristianstad University in Sweden, and her colleagues figured it would be the water bears.** They loaded two species of tardigrade — *Richtersius coronifer* and *Milnesium tardigradum*, both already **in their desiccated form** — onto the European Space Agency's Biopan-6 experimental platform. The experiment was launched into orbit during the unmanned Russian Foton-M3 mission in September 2007.
4. For ten days, the tardigrades were exposed to the radiation, vacuum and low temperature of space. *R. coronifer* did not **fare** terribly **well** — none survived when exposed to the full spectrum of **ultraviolet radiation**, which can be extremely damaging to DNA. But three specimens of *M. tardigradum* did.
5. And when some wavelengths of ultraviolet light **were filtered out** (those shorter than 280 nanometres or longer than 400 nanometres), eggs laid by **space-faring** *Milnesium tardigradum* hatched just as well as controls that had not been exposed to space vacuum or ultraviolet radiation. The results are published this week by *Current Biology*¹.
6. The results demonstrate just how resilient life on Earth can be, says Catharine Conley, NASA's acting Planetary Protection Officer. Before now, only **lichens** and bacteria had demonstrated their ability to survive both space vacuum and **cosmic radiation**.
7. And although tardigrades were clearly resistant to **desiccation** on Earth, the conditions in space are much more challenging. At sea level on Earth, air pressure is about 100,000 pascals; in low Earth orbit, it is more than a billion times lower. "Such low pressure imposes an extreme **dehydration** on cells," says Jönsson. "Not many water molecules can remain in the body under those conditions."
8. Some researchers want to understand how various Earth organisms might survive **interplanetary flight**, as a way of **gauging** whether life could have spread from one planet to another. As Planetary Protection Officer, Conley's mission is to understand **which organisms might hitch-hike a ride on a spacecraft and contaminate other planets**.
9. But she isn't too worried about the likelihood that tardigrades might catch a ride to Mars and **set up shop**. "Tardigrades, unfortunately, need stuff to eat," says Conley. "If you had to pick a single type of organism that would be likely to colonize Mars, it'd be a lichen, or maybe a **photosynthesizing bacteria**."

References

1. Jönsson, K. I. *et al. Curr. Biol.* **18**, R1–R3 (2008).

Topics water bears (クマムシ) とは?

クマムシは、緩歩動物 (tardigrade) 門 (tardigrada) に属する、クマに似た形態の、体長 1 ミリメートル以下の小動物類。750 種以上が報告されている。4 つの節からなる胴部にずんぐりした 4 対の短い足をもち、ゆっくり歩く。体の表面をクチクラで被われ、口・胃・腸からなる消化器系をもつが、循環器、呼吸器はない。口には錐状の歯針があって、動植物の体液を吸う。脱皮によって成長し、老廃物も脱皮の際に捨てられる。熱帯から極地方、高山、温泉、海中まで、地球上のあらゆる場所に広く生息しているが、水中やコケの中など湿った環境を好む。クマムシは、ゆっくりと乾燥させると、樽状に収縮し、代謝を止めて、乾眠 (anhydrobiosis) とよばれるクリプトビオシスの状態の一種である休眠状態になる。クリプトビオシス状態では、乾燥、高温 (~151°C)、低温 (-273°C)、高圧 (~6000 気圧、7 万 5000 気圧でも耐えるという報告もある)、真空、有機溶媒 (エーテル、無水アルコールなど)、高放射線 (人の致死量の 1000 倍) などの極限環境に耐え



Richtersius coronifer. 通常の水和状態 (左) と乾眠状態 (右)。

られる。実証はされていないが、ある博物館で、120 年保存していたコケに水を与えたところ、クマムシが活動を始めたという話もある。ここで取り上げられている *Richtersius coronifer* (チョウメイムシの一種) と *Milnesium tardigradum* (オニクマムシ) は、同じ真クマムシ綱に属している。

Science key words

リード **invertebrates:** 無脊椎動物

- in a low Earth orbit:** 低周回軌道
地球を周回する衛星の軌道のうち、高度が 250 ~ 500 キロメートルくらいのもをいう。一般に天体観測衛星や地球観測衛星、宇宙ステーションは低周回軌道を回っている。
- ultraviolet:** 紫外線
軟 X 線と可視光線の間にある波長 10 ~ 400 ナノメートルくらいの電磁波。波長によって、UV-A (315 ~ 400 ナノメートル)、UV-B (280 ~ 315 ナノメートル)、UV-C (220 ~ 280 ナノメートル)、真空紫外線 (280 ナノメートル未満) に分けられる。このうち、真空紫外線や UV-C はオゾン層よりも上層の大気で吸収され、地表にはほとんど届かない。紫外線の全波長は、光化学反応を生じさせるため、殺菌作用、ビタミン D 合成、DNA 損傷などの生物学的作用を引き起こす。特に波長が短いものほど、生物への影響が大きい。
- lichen(s):** 地衣類
地衣類とは菌類 (カビやキノコ、酵母など) と藻類 (酸素発生型光合成をする微生物や海藻類) の共生体。外見がコケに似ているが、地衣類は菌類の仲間であって、植物ではない。地面、岩やコンクリー

トの上、樹皮など、安定したものの上ならどこでも生える。世界中に広く分布しているが、大気汚染に弱いので、都市部からは姿を消しつつある。乾燥、低温、高温に強く、極地や高山、種類によっては砂漠ですら生息可能である。

- cosmic radiation:** 宇宙線放射
宇宙線 (cosmic rays) とは、宇宙空間で検出される高エネルギー放射線のこと。宇宙線のほとんどは銀河系内が起源と考えられ、超新星の爆発エネルギーがその加速に使用されたとする説が有力である。宇宙線が伝播する際には、星間ガスなどとの衝突により、銀河系内元素組成としてはほとんど存在しない Li、Be、B を生じると考えられるため、宇宙線の元素比や同位元素の存在比を測定することで、地球に到達するまでの通過物質量を推測できる。有名なスーパーカミオカンデは、宇宙線中のニュートリノの検出器である。
- photosynthesizing bacteria:** 光合成細菌 (phototrophic bacteria)
光のエネルギーを利用して、有機化合物の合成を行う細菌。緑色植物などとは異なり、嫌気的条件下で光が照射されたときに合成を行い、その過程で酸素を発生しない。田んぼ・沼・河川・海などに分布。特に湛水状態で有機物が豊富なところを好む。

Words and phrases

リード **withstand:** 「耐える」

- It's one small step for water bears, one giant leap for animal-kind.:** ここでは、"That's one small step for [a] man, one giant leap for mankind." (ひとりの人間にとっては小さな一歩だが、人類にとっては大きな飛躍だ) というアポロ 11 号のニール・アームストロング船長の有名な言葉にかけている。
- critter(s):** 「生き物」「動物」
16 ~ 17 世紀の creature の発音がつづりに反映した単語。
- a dewy patch of moss:** 「露にぬれた一帯のコケ」
- contract into a dried-out state:** 「体が縮んで乾燥状態になる」
contract は「縮む」「収縮する」という意味の自動詞。
- So if any ~, ... it would be the water bears.:** 起こる可能性が低いことを仮定するための仮定法過去の構文で、「もし~であれば、~だろう」という意味。

- in their desiccated form:** 「乾燥状態の」
- desiccation** は名詞形で、環境的要因や人為的要因で一地域の水分が永久的に減少、消失することを意味している。また、7. の **dehydration** も「脱水」という意味。
- fare ~ well:** 「(事が) うまく運ぶ」「順調に進む」
ここは、did not fare terribly well なので、「相応にうまく運ばなかった」という意味。5. の **space-faring** の fare は、「旅する」「行く」という意味。
- resilient:** 「回復力に富む」「立ち直りが早い」
- interplanetary flight:** 「惑星間飛行」
- gauging [gauge]:** 「評価する」
- which organisms might hitch-hike a ride on a spacecraft and contaminate other planets:** 「宇宙船をヒッチハイクして、ほかの惑星を汚染した可能性のある生物はどれか」
- set up shop:** 「店を開く」とか「商売を始める」ことだが、ここではユーモアを込めて、比喩的に用いられている。

Published online 8 September 2008 | *Nature* | doi:10.1038/news.2008.1087

クマムシは宇宙服を着なくても大丈夫

クマムシという微小な無脊椎動物が、動物として初めて宇宙空間の真空と放射線に耐え抜いた。

<http://www.nature.com/news/2008/080908/full/news.2008.1087.html>

ハイジ・レッドフォード



クマムシが搭載された科学実験衛星 Foton-M3。

- これはクマムシには小さな一歩だが、動物にとっては大きな飛躍である。緩歩動物（クマムシという名のほうがよく知られている）という微小な動物が、動物として初めて、宇宙服なしで宇宙空間の過酷な真空と極寒と放射線に耐えたのである。
- クマムシが現存する動物の中で最も丈夫なものの部類に入ることは、以前から知られていた。クマムシは、地球の低周回軌道上を飛行していないときには、水中や、海岸や、露にぬれたコケの中で暮らすことを好む。しかし、この体長1ミリメートルの「クマ」は、環境が乾燥してくると、体が収縮して乾燥状態になり、その状態で何年も生き延びるのである。クマムシは、南極大陸で一年中生存できる数少ない動物の1つでもあり、放射線に対する抵抗力が最も強い動物の1つとしても知られている。
- クリスチャンスタード大学（スウェーデン）の Ingemar Jönsson の研究チームが、「過酷な宇宙環境で生き残れる地球上の動物がいるとすれば、それはクマムシだろう」と考えたのは、そのような理由からだった。彼らは、既に乾燥状態になっている2種の緩歩動物 *Richtersius coronifer* と *Milnesium tardigradum* を、欧州宇宙機関（ESA）の「Biopan-6」実験プラットフォームに搭載した。Biopan-6 は、ロシアの無人実験衛星「Foton-M3」のミッションの1つとして、2007年9月に地球周回軌道に打ち上げられた。
- 2種の緩歩動物は、10日間にわたって、宇宙空間の放射線と真空と低温にさらされた。*R. coronifer* の成績はかんばしくなく、DNAを激しく損傷しうる全波長の紫外線放射にさらされた場合の生存率はゼロだった。これに対して、*M. tardigradum* は3匹が生き残った。
- フィルターをかけて、一部の波長（280ナノメートル未満と400ナノメートル超）の紫外光を除去した実験では、宇宙飛行中の *M. tardigradum* が産んだ卵は、宇宙空間の真空や紫外線放射にさらされない対照群の卵と同じように孵化した。今回の研究結果は、今週 *Current Biology* に掲載される¹。

回復力に富んだ生物

- 米航空宇宙局（NASA）の惑星保護官代理の Catharine Conley は、今回の結果は、地球上の生物に備った回復力の高さを実証していると指摘する。これまでは、宇宙空間の真空と宇宙線に耐えられる能力が実証された生物は、地衣類と細菌しかいなかった。
- 緩歩動物が地球上での乾燥に耐えられることは明白だったが、宇宙での条件は、これよりも格段に厳しい。地球の海面での大気圧は約10万パスカルだが、地球の低軌道での気圧は、その10億分の1以下である。「気圧がここまで低くなると、細胞は極度の脱水状態になります。こうした条件下で体内にとどまっていられる水分子の数は、そう多くはありません」と Jönsson はいう。
- 一部の研究者は、生物が1つの惑星から別の惑星へと広がった可能性を評価する方法の1つとして、地球上のさまざまな生物が惑星間飛行に耐える仕組みを解明しようとしている。地球から打ち上げられる宇宙船に便乗してほかの惑星を汚染する可能性のある生物を見つけ出すことは、惑星保護官としての Conley の使命である。
- しかし Conley は、宇宙船に便乗して火星にたどり着いた緩歩動物が、そこに棲み着いてしまう可能性については、さほど心配していない。「残念ながら、緩歩動物には食料が必要なのです。火星に移住できる可能性のある生物を1種類選ぶとすれば、それは地衣類か、もしかすると光合成細菌になるでしょう」と Conley は話している。