

【バイオテクノロジー分野】

仮訳

## 優れた光ファイバーケーブルの作製方法を二枚貝に問う (米国)

2024年12月1日

著者：RA Smith

ノースカロライナ州ダーラム – 1970年代に初めて登場した[光ファイバーケーブル](#)は、医療機器から高速インターネットやケーブルテレビに至るまで、あらゆるものに欠かせないものとなっている。しかし、ある海洋軟体動物の1種類が、はるかにその先を行っていることが判明した。

[最新の研究](#)の結果、ハートコックルと呼ばれる二枚貝であるリュウキュウアオイの殻には、特定の波長の光を二枚貝の組織に伝える光ファイバーケーブルのような働きをする独特な構造のあることが明らかになった。

デューク大学とスタンフォード大学の研究者らは、電子顕微鏡、レーザー顕微鏡とコンピューターシミュレーションを用い、ハートコックルの殻が束状に配列された毛髪のように細い繊維から成る半透明の領域で構成され、その深部まで光が届いていることを発見した。



ハートコックルは、その内部に共生する藻類に光を届ける自然の天窓を有している。

写真提供：Dakota McCoy

この研究の結果は、Nature Communications に 11 月 19 日に[掲載されている](#)。

インド太平洋の温暖な赤道付近の海洋に生息するハートコックルは、その組織内に生息する微細藻類との相互に有益な関係を築いている。だが、藻類は成長するために光を必要としている。

藻類が成長するための安全な住居を確保する一方で、ハートコックルは藻類が光合成を通じて生成する糖類をエサとすることで利益を得ている。

この密接な相互関係を維持するために、ハートコックルは屋内園芸技術の習得者として、その暗い室内に光を取り込んでいる。

ハートコックルは、その殻を開いて潜在的な捕食者のくちばしや爪の脅威にさらされることなく、相棒である藻類の成長を促すための自然の天窓を進化させた。

「つまり、ハートコックルはその殻の中に半透明の窓を作り出したのです」と、デューク大学の [Sonke Johnsen 氏](#) の助言を受け、NSF PRFB フェローとしてこの研究を開始した本研究論文の筆頭著者の [Dakota McCoy 氏](#) は言う。現在、McCoy 氏はシカゴ大学の助教授である。

これらの研究者らは、レーザー走査型顕微鏡でハートコックルの殻の 3D 形状を調査した。すると、各天窓の下に配置された砂粒より小さな半透明の微小な隆起がレンズとして機能し、太陽光線を集束して藻類の生息する殻の内部へと取り込むことを発見した。

「ステンドグラスの窓のある有機的な大聖堂のようなもので、その内部に居る教区民に光が降り注ぐ様子が思い浮かびます」と、上席著者でデューク大学の生物学教授である Johnsen 氏は言う。

走査型電子顕微鏡で殻を観察した際には、もう一つの驚きがあった。

ハートコックルをはじめとする多くの海洋動物は、アラゴナイトと呼ばれる特殊な炭酸カルシウムを使って殻を形成している。顕微鏡下では、ハートコックルの殻のほとんどが、薄い板状のアラゴナイトが様々な方向に積み重ねられた層構造で、「小洒落たレンガ造りのようだ」と McCoy 氏は言う。

ただし、各窓の内部では、板状と言うよりも、毛髪のような繊維がしっかりと詰まった状態で、それらすべてが光の入射する方向に並んでいる。

「想像していたものとはまったく違うもののように見えます」と McCoy 氏は言う。

コンピューターシミュレーションの結果、これらの繊維のサイズ、形状と方向は、考えられる別の構造よりも多くの光をハートコックルの内部に透過させることがわかった。

特に、ハートコックルは光合成に最適な波長である青色と赤色の範囲の光を取り込むが、DNA に損傷を与える可能性のある紫外線が殻の中へ入り込むのをブロックしているようである。

「悪影響を及ぼす波長を排除し、良い波長を取り入れ、二枚貝の内部まで十分に届くように焦点を合わせるシステムを繊維と微小レンズが協働して構築することで、共生する藻類が可能な限り最高の光環境を得ることができます」と Johnsen 氏は言う。

研究者らはまた、ハートコックルの殻の中にある束状の繊維は極めて微細で密集しているため、そこに光を当てると、その下に置かれたものが何であれ、テレビ画面のようにその高解像度画像が反対側に表示されることも発見した。



ハートコックルシェル内の天然繊維は、光ファイバーのように機能し、その長さに沿って光を伝えるため、その下に配置されるものの画像がその反対側にテレビ画面のように投影される。写真提供: Dakota McCoy

研究者らによると、ハートコックルがこの画像投影のスーパーパワーで行っていることを理解するにはさらなる研究が必要だという。

いつの日か、ハートコックルは光の漏出や信号の損失なく、曲がった経路でも長距離を移動できる光ファイバーケーブルを設計する新たな方法のヒントを与えてくれるかもしれない、と Johnsen 氏は言う。

「ハートコックルは、偉業を成し遂げているのです」と McCoy 氏は言う。

本研究は、米国立科学財団(NSF)(2109465、1933624 および ECCS-2026822)の助成金によって支援された。

本研究の論文タイトル: "Heart Cockle Shells Transmit Sunlight to Photosymbiotic Algae Using Bundled Fiber Optic Cables and Condensing Lenses," Dakota E. McCoy, Dale H. Burns, Elissa Klopfer, Liam K. Herndon, Babatunde Ogunlade, Jennifer A. Dionne & Sonke Johnsen. Nature Communications, Nov. 19, 2024. DOI: 10.1038/s41467-024-53110-x

訳 : NEDO (担当 イノベーション戦略センター)

出典 : 本資料は、米デューク大学の記事 "To Build Better Fiber Optic Cables, Ask a Clam" (<https://today.duke.edu/2024/12/build-better-fiber-optic-cables-ask-clam>) を翻訳したものである。

(Reprinted with permission of Duke University)