



ようこそ 私の研究室へ 52

戦略的創造研究推進事業 さきがけ“生命現象の革新モデルと展開”

「有殻原生生物骨格の力学特性解明とモジュール構造物への展開」
研究者



岸本直子

プランクトンの殻の構造を宇宙ステーション建造に生かす

単純な形を組み合わせて大きく複雑な形を作る“モジュール構造”の秘密を探ります。

PROFILE

岸本直子 (きしもと・なおこ)

摂南大学 理工学部機械工学科 講師

京都大学文学部史学科考古学専攻、同工学部航空工学科卒業後、2004年東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻博士後期課程単位修得満期退学。工学博士。独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)宇宙科学研究本部招聘(へい)開発員、京都大学大学院工学研究科研究員などを経

て、11年より摂南大学理工学部機械工学科講師。昆虫の羽化やプランクトンの殻など自然物の形態を、宇宙空間の構造物に生かす研究を行っている。09年よりJSTさきがけ“生命現象の革新モデルと展開”「有殻原生生物骨格の力学特性解明とモジュール構造物への展開」研究者。



単純な形を組み合わせた “モジュール構造” に学ぶ

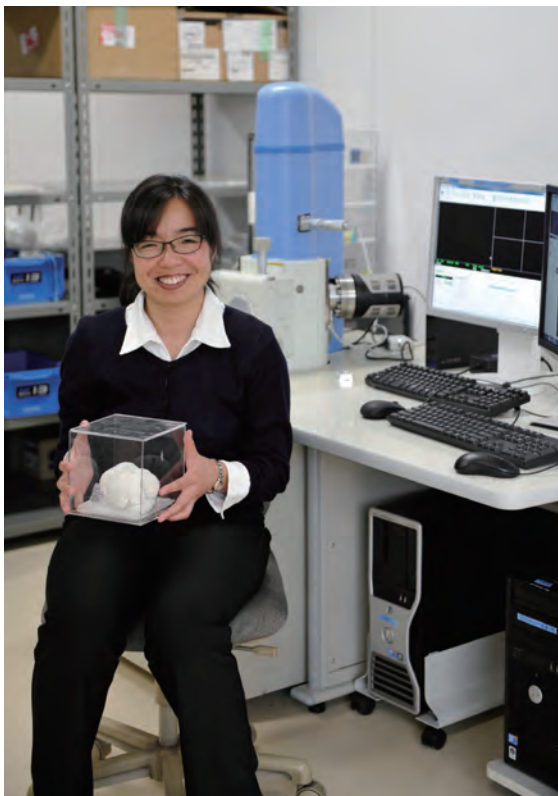
「宇宙空間は無重力で安定した足場もないため、宇宙ステーションなどの構造物を作る際、地上と同じ建造技術は使えません。コストや修理の手間などを考えても、できるだけ単純な形のを単純に組み合わせてできる“モジュール構造”が適していると考えられます」

岸本直子さんは、そうした宇宙構造物の開発に、有孔虫や放散虫などの“殻を作るプランクトン”を手本に取り組んでいる。わずか1mm足らずの小さな生物だが、炭酸カルシウムやシリカなどの殻を作って生活する。昆虫のように殻が外側を覆う“外骨格型”もあれば、動物の骨のように柱が張り巡らされた“内骨格型”もある。その姿を見た岸本さんは、「これだ!」とひらめいた。

「それらは単純な形を組み合わせた、まさしく

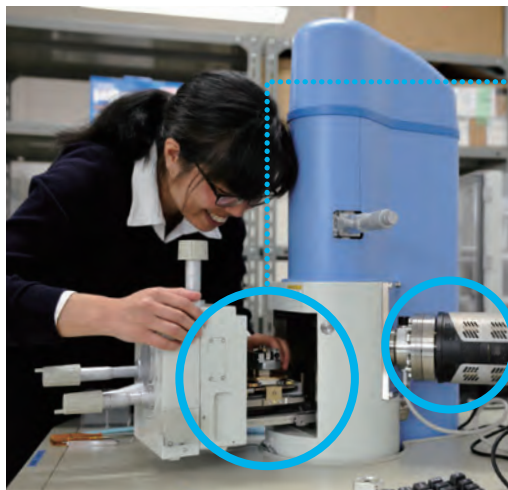
モジュール構造をしているんですよ。しかも、彼らが住む海中は、浮力のおかげで地上ほど重力の影響を受けない宇宙空間に似た環境です。また、彼らは殻とともに暮らしながら、成長に合わせて殻に増築や改築を加え続けます。宇宙ステーションなどでも同じように、ある機能を果たしながら、次のミッションに合わせて構造を変えることが求められます。彼らの構造や殻作りから学べることはたくさんあるに違いないと確信しました」

● “マイクロCT” で立体構造を観察

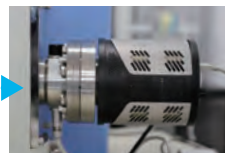


笑顔が印象的な岸本さん。「私は超ポジティブ思考(笑)。周りの人が楽しく自由なら、自分も楽しく自由でいられると思っています」

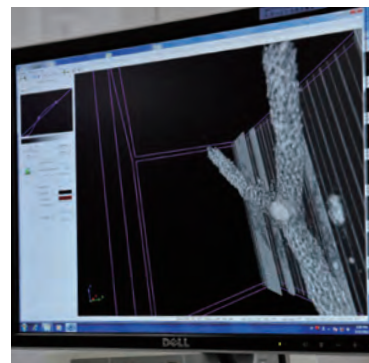
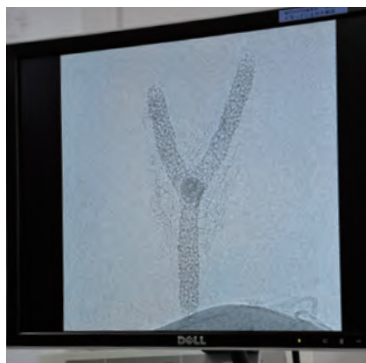
左は放散虫の殻の2次元画像。こうした画像をさまざまな角度から撮影し、処理を加えることで右のような3次元画像が得られる。



観察したい対象を設置する。電子線を別の金属にあて、出てきたX線を使用する。



CCDカメラ。対象を回転させながら観察し、内部の詳細な立体構造までとらえる。



●“3次元プリンター”で立体構造を再現



マイクロCTで得られたデータをもとに、対象の立体構造を拡大して再現した石膏模型を作り出す。0.1mm単位の薄い層を重ねて作るため、1つを再現するのに数時間かかる。断面の形状も再現可能だ。



「刺激と挫折」の文学部時代を経て 本当に好きな航空工学の道へ

「私は、同級生が6人しかいない和歌山県の山奥で育ちました。百科事典を読むのが好きで、隅から隅まで目を通していました。虫も大好きで、特にハマったのがクモ!『脱皮する前の体ってどうなっているんだろう?』って考えたり、標本を何体も作って喜んだりしていました」

宇宙構造物への興味のきっかけとなったのが、中学時代に見たテレビアニメ『機動戦士ガンダム』の“スペースコロニー”だった。宇宙の居住空間となる円筒形の巨大な建造物で、中では人工太陽が輝き、回転による遠心力を重力として、数百人以上の人類が自給自足で暮らしている。そんなスペースコロニーを自分の手で作ろうと夢を抱き、大学では航空工学を学ぶつもりでいた。

ところが受験したのは文学部。考古学にも興味があり、数学より国語が得意だったという「合格の可能性を優先して」の決断だった。

「本当は航空工学のほうが好きだったので、未練を抱えながらの入学でしたが、入ってみたらそんなモヤモヤは吹き飛びました。京都大学文学部って、世界でいちばん“変人”の集まる場所なんです(笑)。2回生までのクラスは学科別ではなく、私には理解できない深い専門知識を持った人たちが、酒を飲んで「幸せとは何か」なんて朝まで議論する。それまでの常識が壊れる、刺激的な毎日でしたね」

専門の考古学にも意欲的に取り組んだ。「弥生時代の木製品」をテーマに卒論を書き上げ、大学院に進んでさらに研究していこうと思っていたが、あえなく不合格。挫折感を味わいながら、もう一度、自分の心と向き合っ

た末に、「やっぱり航空工学をやりたい」と決心する。高校時代の参考書や問題集を引っ張り出して受験勉強に打ち込み、京都大学工学部航空工学科に入り直した。



「おもしろい!」と思ったことを 分野にこだわらず追究したい

「工学部に入学した年に、文学部時代の先輩と結婚しました。学生時代に子どもが2人生まれたこともあって、工学部の卒業には6年かかりました」

ともに研究者とはいえ妻は工学、夫は考古学と分野が異なり、研究の都合で家族が関東と関西に離れ離れになる期間も長かった。無給の研究員生活を余儀なくされた時期もある。それでもあきらめず、家事や子育て

を両立させて研究に打ち込んだ。原動力となったのは、さまざまな人たちとの出会いだった。京都大学工学部時代は、小惑星探査機「はやぶさ」でのサンプル採取法などの開発に取り組む土屋和雄教授のもとで学んだ。そして東京大学大学院時代には、名取通弘教授との出会いを機に、宇宙と昆虫という、子どもの頃から興味をもっていた2つのテーマが結びつく。

「名取先生が、宇宙でのパラボランテナなどの展開方法を、植物の開花から学ぼうと考えておられたのです。話を聞いた私も、子どもの頃を思い出して大いに興味をもち、ヤゴの羽化などについて夢中で研究しました。ヤゴは羽化の際に、小さく畳んでいた羽に体液をポンプのように巡らせて伸ばします。このとき、羽を水平ではなく下に伸ばすタイプでは、重力も加わるので羽が細長くなるのがわかりました。こうした成果も宇宙構造物に生かそうと考えています」

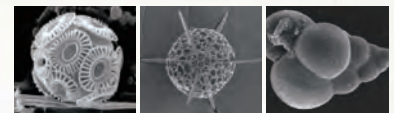
生物学と宇宙航空工学の垣根を越えて研究するうちに、殻を作るプランクトンと出会い、モジュール構造に興味をもった。プランクトンの研究者たちとは「宇宙プランクトンプロジェクト」を結成し、互いの研究に生かそうと試みている。

「専門が違うから話がかみ合わず、苦勞も多いのですが、だからこそ刺激的だし、おもしろい。そういう意味では、“個人的な変人たち”と訳もわからず議論した文学部時代が、私の原点なのかもしれませんね。長期的な目標も計画性もなく、他人にはお勧めできない研究者人生ですが(笑)、分野にこだわらず『おもしろい!』と思ったことを追究してきたからこそ、今の自分がある。そのような姿勢を今後も忘れずにいたいですね」

研究の概要

海中に住む有孔虫や放散虫が作る殻構造を、数理モデルを用いて宇宙構造物の設計に生かす研究をしている。有孔虫や放散虫には、宇宙空間と似て重力の影響を受けづらい水中に暮らしていることのほか、約5億年前から地球上に存在し、化石によって殻構造の変遷をたどれるという利点もある。二酸化炭素の濃度変化や“絶滅の危機”などの地球環境の変化によって殻構造がどう変わってきたのか、古生物学の世界での通説も実際の形状データやそれに基づく数理モデルを使って定量的に評価することができる。プランクトンは異なる環境やスケールをもつ宇宙構造物へ応用する際にも、スケールに依存しない形や数理モデルは、強力なツールとなる。さらに、最先端の計測機器であるマイクロCTと3次元プリンターによって、今まで見ることのできなかった殻の中の詳細な構造が明らかになりつつあり、研究開発の一層の展開が期待されている。

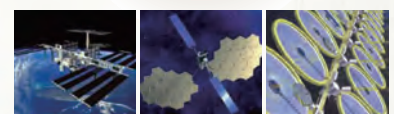
有殻原生物の進化解明



時間的・空間的分布に対する合理的解釈

多数のモジュールから構成される モジュール型構造物

力学的に合理的な構造の位相空間



宇宙構造物の設計

モジュール構造物に生物学(時間的・空間的分布に対する合理的解釈)と工学(力学的に合理的な構造の位相空間)両面から光を当て、互いの研究を進展させる。