

研究室のひみつ 大学は 研究室で 選べ2

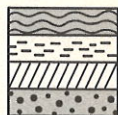
朝山実
石原壮一郎
オバタカズユキ
新川貴詩
鈴木恵美子
松田尚之
宮島理

$E = mc^2$

縞

々

学



岐阜大学 川上紳一

自然界のあらゆる縞模様から「地球全史」を解読

悠久なる宇宙の歴史を「縞々」という切り口で探る。
するとほら、見えないものが見えてきた！

文・鈴木恵美子 / 写真・宮川ノボルDX



かわかみしんいち……1956年生まれ。名古屋大学・大学院理学研究科地球科学専攻博士後期課程修了。理学博士。現在は、岐阜大学教育学部助教授。著書に「縞々学」（東京大学出版会）、「生命と地球の共進化」（NHKブックス）がある。

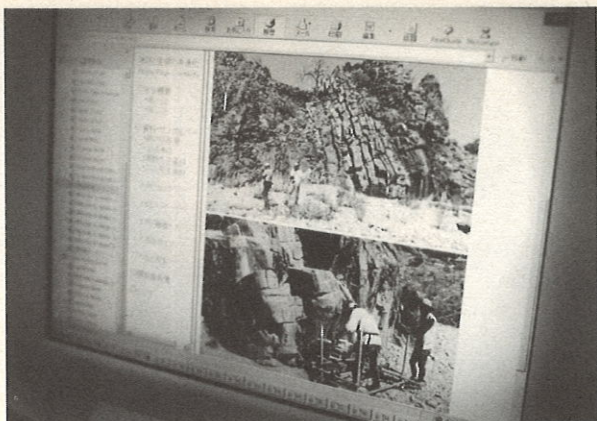
「しましまがくう？」……とある雑誌のページで見つけた、人をおったような名前。本当にこんな字間があるのだろうか？

記事によると、自然界にある縞状の構造（たとえば年輪や地層など）をさまざまな視点から研究・分析し、46億年にわたる地球史を解き明かすのだという。縞々は地球のリズム、そして時に突発的に起こるイベントの記録。それらから地球の、はては宇宙のあらゆる事柄を読み解こうというのだから、かわいらしい命名からは想像もつかないスゴイ学問なのだ。

HIMITSU-25



80年代に名古屋大学の研究室から生まれた縮々学の発想は、地質学、古生物学、地球物理学などさまざまな分野の研究者を巻き込んだ「全地球史解読計画」という壮大なプロジェクトに発展しているという。



▼川上先生がつくる「生命と地球の共進化」ホームページでは、読み物を楽しみながら地球科学の最先端に触れることができる。学術的な写真も豊富だ。

その最前線で活躍中なのが、岐阜大学教育学部助教授の川上紳一先生。先生の研究室では、主に古い時代に堆積した地層を分析し、地球環境の変遷を研究している。世界各地で採取してきた試料から、これまでほとんど分かっていなかった「先カンブリア時代」の地球史を解説するのだ。それは今から6億年以上も前。気の遠くなるような話だ。

岐阜大学を訪ねると、屋上に小さな天体観測ドームのある教育学部棟の一室で、川上先生は縮々のネクタイをして迎えてくれた。

「地層を代表とする地球上の縮々は、過去の記録を残したテープのようなものです。そこに、レコード針を落として音楽を再現するように、地球の縮から歴史を読んでみようというのが、縮々学の発想です」

そう話しながら披露してくれたのは、東北芸術工科大学の竹村真一助教授と共同製作中の、「生命と地球の共進化」ホームページ。先生は今、そのコンテンツ作りに大わらわだ。公開は2001年7月の予定だという。

「高校生にも分かりやすい物語風の手法で、興味のあるところから順に話を追っていくと、いつの間にかどっぷりと縮々学の世界に浸って

しまふ。そういう寸法なんです」
では、縮々の世界にはどんなストーリーが展開されているのだろうか。

1枚の粘土層が語る 天体衝突と恐竜絶滅

縮々学のスケールを実感するエピソードのひとつに、地球が刻む10万年単位のリズムを深海堆積物の縮から読むというものがある。

話は20世紀初頭にさかのぼる。当時自然科学界では、なぜ地球上に氷河期が訪れたかが論争になっていた。そこで「ミランコビッチ」という地球物理学者は、その理由を膨大な天文学的計算に求めた。彼によると、木星や土星の運動が地球の公転軌道や地軸の傾きを変化させ、ひいては地球が受ける日射量が変わり、周期的に氷河期が来るといふ。この「ミランコビッチサイクル」は当初大いに支持されたが、後に彼の理論を否定するようなデータが見つかり、一時忘れ去られてしまった。

しかしである。70年代には、深海底に眠る堆積物の気候学的分析が飛躍的に進んだ。酸素同位体比から大昔の海水温の変化を推

定したり、地球磁場の変化から精密な年代決定ができるようになり、古代の気候が読めるようになったのだ。その結果、ミランコビッチが手計算で導き出した1・9万年、2・3万年、10万年というリズムと、地球の気候変動が一致するというデータが続出。ミランコビッチサイクルは数十年の時を経て、海洋底で掘削された縞から復活したといえるだろう。

さらにもうひとつ、縞々が地球史の大事件を記録していたというストーリーを。今から

6400万年前の恐竜絶滅は、巨大隕石の衝突が原因であるという説をご存じだろうか。

アメリカの地質学者ウオルター・ナルバレスは1977年、イタリア山中で石灰岩に挟まれた粘土層を発見した。そこに含まれる微化石は、この粘土層の堆積中に恐竜などの生物が死滅したことを示唆していた。そこで彼は、粘土層が堆積した時間の長さを調べる方法を、物理学者の父ルイスに相談した。

ルイスは、宇宙から降り注ぐ微量の流星塵

がヒントになると考え、地球上には乏しいイリジウムという物質に注目。そして分析の結果、粘土層には周囲の地層に比べて300倍

ものイリジウムが含まれることが分かったのだ。この物質は、宇宙からやってきたとしか考えられないと親子は判断し、1980年に天体衝突による恐竜の絶滅説を発表する。

その後、同年代の地層から次々とイリジウムの濃集が見つかり、最近になってメキシコのユカタン半島で、その時の隕石孔と思われる巨大クレーターが発見された。

このように石灰岩の間に挟まれた数cmの薄い粘土層が、恐竜絶滅という、地球史の大イベントを鮮やかに再生したのだ。

地球をひとつのシステムとして読み解く

アルバレス親子の学説は当時、名古屋大学理学部のサロンで高まっていた「新しい地球科学を構築しよう」という気運を大いに刺激した。そしてその渦中に、大学院生だった川上先生も身をおいていたのだ。先生は著書の

▼「これはシカマイヤっていう体長約1メートルの貝の化石ですが、小さな破片ばかり出るので、復元が大変なんですわね…。採取してきた化石を手にして語りだすと、なかなか止まらない。





▼「どこにでも縞々から、地球上の出来事が読めるのが面白いんです」と川上先生。地層ばかりでなく、熱帯サンゴや二枚貝、古代のバクテリアの痕跡……。この世にはあらゆる縞々がある。それらすべてが壮大な歴史の語り部なのだ。研究室のそこそこに置かれる採取物は、それぞれ物語をささやきかけてくれる。



「縞々学」で、次のように書いている。

「……分野の異なる研究者が活発に協議し協力することで、新たな突破口を切り開き、研究を新たな方向へ展開できる可能性を示唆していた。こうした学際的な研究の進め方が、今後の地球科学の研究の方向性に関するすばらしいお手本となった」

分野の垣根を取り払う。それは川上先生が名古屋大学地球科学科の卒業研究で、木星

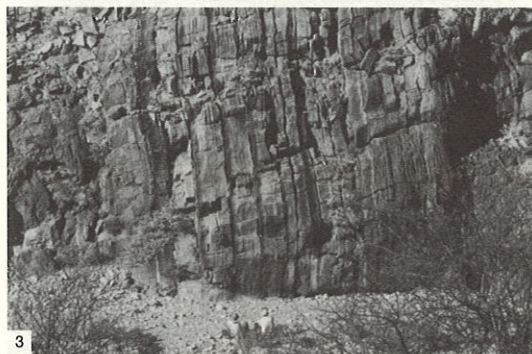
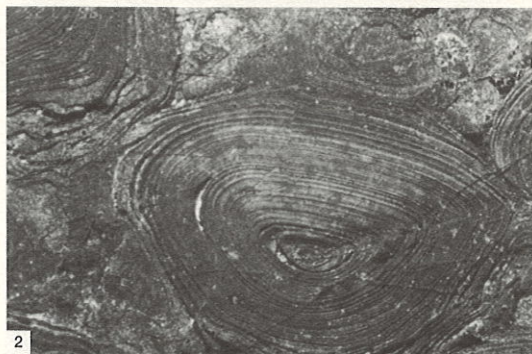
の衛星「イオ」をテーマにした時、すでに体感していたことだ。

「イオの火山活動と、内部温度構造の変遷を研究したのですが、イオという天体を知るには、地球物理学、天体力学、赤外線天文学などを総合的に理解する必要があります。ひるがえつてみると、地球に関しては地質学、気象学、生物学などと細分化されて互いに接点がない。地球をひとつの惑星ととらえ、総

合的に研究している学者は少ないことに気づいたんですね」

縞々学の基本思想として、地球をひとつの大きな「システム」とみなすことがある。構成要素は核であり、マントルであり、地殻と大気、海洋、雪氷圏。そして生物圏もサブシステムのひとつだ。それらすべてが互いに影響しあ

いながら46億年の歴史を刻んできた。生物進化は生物圏で固有の現象ではなく、



川上先生がフィールドワークした縞々の一例。
(写真提供：川上研究室)

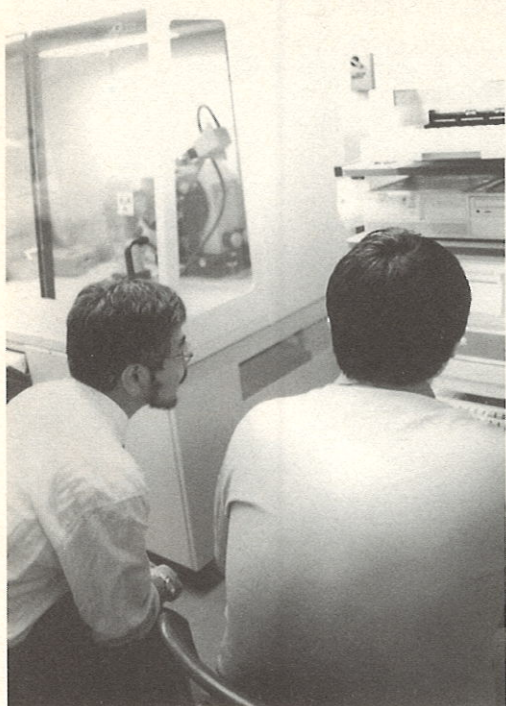
- 【1】木曾川河床・犬山周辺。地球史最大の生物絶滅が起きたとされるペルム紀-三畳紀境界層（約2億5000万年前）がある。
- 【2】カナダで採取した、先カンブリア時代（19億年前）のものと思われる「ストロマトライト」。バクテリアが分泌した粘液に砂粒が付着して層を作り、化石化したもの。
- 【3】「スノーボール・アース説」のカギを握る、ナミビアの露頭。「この縦縞をダイヤモンドカッターで切り出して、横縞を一本つけてきました」（川上先生）

地球環境の変動と密接に関わっている。また、生物は一方的に環境の支配下にあるわけではなく、水や二酸化炭素、炭素、窒素などの循環を担い、地球システムの維持に重要な役割を果たしている。そのことから地球と生物は、相互に関わり合いながら進化してきたという考えが生まれた。縞々学ではこのような歴史観を「生命と地球の共進化」と呼ぶ。先に紹介した、ホームページのタイトルである。

6億年前、地球は雪玉のようにコチコチに冷えきった

さて、川上先生の目下最大の研究テーマは「スノーボール・アース仮説」の検証だ。今から約6億年前、原生代(約25億年前〜5.4億年前)の終わりに、地球全体が氷に閉ざされて、雪玉のようになったという説である。

「氷河堆積物」という、砂と粘土が入り混じった地層があります。原生代後期に堆積し



▼X線解析室では、地層がどんな鉱物でできているかを分析。そのデータはパソコンの画面に表示される。こうして、世界各地から集めてきた膨大な試料を丹念に調べていく。

たその氷河堆積物が、赤道域を含めた世界各国に分布していることが分かってきた。これは、地球全土が凍結した可能性を示唆します。ただ不思議なことに、その上にいきなり縞々の炭酸塩岩が積もっている。炭酸塩岩は温暖な地域の堆積物ですから、寒冷な気候の直後に温暖な気候になったということをお話します。なぜそうなったかが、30年来の大きな謎でした」

気象学の立場では、いったん地球全体が凍ってしまえば二度と元に戻らないと広く信じられている。だから、それは氷河堆積物でなく、単なる土石流堆積物ではないかという学者もおり、長年論争になっていたのだ。

これに一石を投じたのが、アメリカの地質学者ポール・ホフマン教授だ。97年に、川上先生はホフマンの誘いを受け、ともにナミビアに露出する氷河堆積物層の調査を行った。その翌年ホフマンらは「やはり地球へ全体は凍り付いていた」という説を発表したのである。

「ポールたちは地層の炭素同位体比を分析して、氷河期直前には海で光合成がまったく行われなくなったことをつきとめたんです。それは、海に日光が届いていない、つまり海が氷

で閉ざされていたことを示しているのですね」

一方、川上先生らのメンバーも、ナミビアから切り出してきたサンプルの縞を分析。氷河期直後に海水の組成が急激に変わったことが分かった。これが当時の気候変動を示すとすれば、スノーボール・アース仮説の有力な手がかりになる。

ではなぜ地球は、温暖な姿に戻ったのか？

「海が氷で閉ざされたため、火山などから放出される二酸化炭素が大気中にどんどん溜まり、ついには氷床が全部融けて急激にサウナのような状態になったのではないのでしょうか。今、地球温暖化が問題になっていますけど、その当時の二酸化炭素濃度は今の350倍にも達したと思われます。氷がなくなる、二酸化炭素は一気に海に溶け、炭酸カルシウムになって沈殿する。それで氷河堆積物の上に接している炭酸塩岩も説明がつくわけです！」

再びナミビアに赴いてサンプルを集め、さらに気象学的、生物学的観点からも検証を続けたいという川上先生。それにしても、人間のちっぽけな時間的スケールからは不変のように見える地球が、これほどダイナミックな

存在だったとは驚きだ。仮説を立て、証明してゆく過程がいかに研究者をわくわくさせるものなのかが、先生の表情からはストレートに伝わってくる。

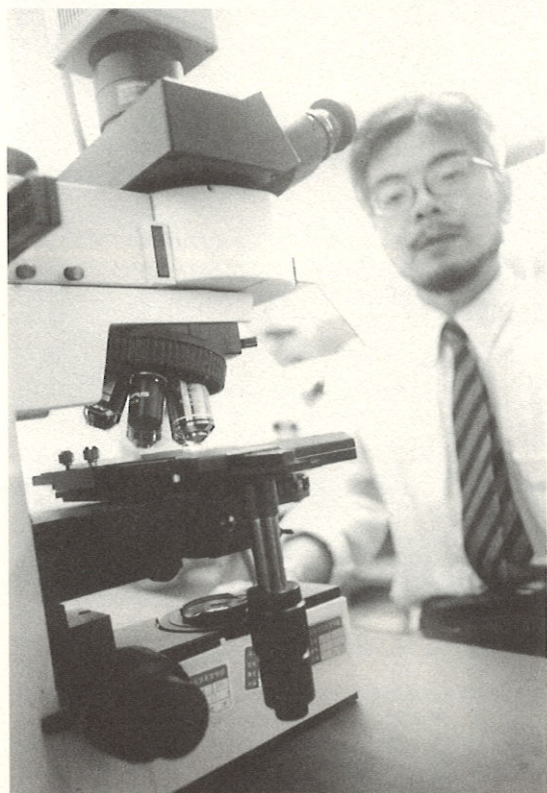
出会いを糧として

道を切り開くことの大切さ

川上研究室では現在、東京工業大学や名

古屋大学のグループとともに地球史の研究に当たっている。普段は採取してきた岩石をカットしたり、分析をしたりと、地味な作業も多い。しかし本来の研究以外にも、面白いと思ったことには何でもトライするのが先生の信条だ。

「こんなこともやっているんです」と差し出したのは、「論文の寿命」という研究。さまざまな論文に引用された過去の文献を調べ、学問



▼地球の初期生命像を探るため、微生物も研究する。「パソコンを使っていなかったころは、顕微鏡の像をカメラで撮影していたんです。現像したら全部ピンぼけでやり直しなんてこともね(笑)」

分野による論文の寿命を計算するのだ。

「学問分野によって論文の半減期(笑)が10年だったり12年だったり、いろいろです。たとえば地質学、生物学は古い文献が生き残っている。逆に物理学では、5年も経つと古くなって引用されなくなります。科学とはいかにも理路整然と事が進むように見えますが、こうすると、分野によって個性の違いが見えま

すね」
ところで、それも縞々学なんですか？

「いや、別に周期性はないですけど(笑)」

さらにこの研究は、科学者自身の個性のバロメータにもなる。たとえばこの人は古典的な引用が多いとか、野外調査ばかり好むとか。でも、それって人にいやがられませんか？「いやがられますね(笑)。自分だけニコニコとほくそえんで。結局、物事をすべてナナメに見るのが好きなんじゃないか(笑)」

いいえ、それをいうならヨコシマでしょう。まったくその好奇心には恐れ入るばかりだ。



▼「昔の先生は石の切り方や分析ばかり教えていたけど、そうじゃなくて発想こそが大事なんです。日常的に仮説を立てていけば、その中からすごい学説も出てるんじゃないでしょうか」

そんな知的行動派の川上先生は、最近の学生の気質を憂慮しているところがある。

「目標がなく漠然と、入学してくる学生が多い気がします。卒業研究にしても、たまたまやることになったものをやるという具合で。人生を変えるような人との出会い、学問との出会いが数多くあるはずなのに、それに気づかず過ごすのは、もったいないですね」

川上先生がすすめるのは、神奈川大学学長の桜井邦朋先生が書いた「大学は何を学ぶとどこか(地人書館)。生物学を志していた著者が、宇宙物理学に転身した経験を通し、偶然の出会いを人生の糧とする大切さを語りかけてくる名著だ。大学を目指す諸君は一読してみてほしい。

「高校の地学の授業は、ここでの研究に比べれば過去の遺物のようなものです。大学には最先端の研究の世界がある。もっともつと先へ行きたいという、求める気持ちさえあれば、いくらでも機会は与えられると思いますよ」

さあ、あなたも人や学問との出会いを求め、魅力あふれる縞々の世界に浸りたいと思つたなら、ぜひ川上研究室の扉を叩いてみてはいかがだろうか？