



ちがくんこと
地球が
見渡せる

ちがくんこと

溝渕隼也

46億年前から1000年先までの
地球が見渡せる

地学の 授業



図解×
ストーリーで
楽しく
学べる

大和出版

【監修者のことば】

私たちの足元から宇宙まで広がる「地球の物語」へ

「地学(地球科学)」という言葉を知って、皆さんは何を思い浮かべるでしょうか。おそらく、学校で習った化石や岩石、あるいは天気予報や地震のニュースを連想する方が多いかもしれません。

しかし、地学が対象とする領域は、私たちが想像する以上に広大で、ダイナミックなものです。

地学とは、一言で言えば「私たちが生きているこの星の『過去・現在・未来』を読み解く学問」です。

足元に広がる大地がどのようにつくられ、頭上の空でなぜ雨が降り、そして私たちの住む地球が広大な宇宙の中でどのような存在なのか。

ミクロな結晶の構造から、何十億年という気が遠くなるかのような時間軸までを地学は一気に駆け抜けます。

それは、人類が手に入れた「地球という巨大なシステムの取扱説明書」と言い換えてもよいでしょう。

地学は決して、教科書の中だけに閉じ込められた学問ではありません。私たちの日常は、地学的な現象と切り離すことができないからです。

例えば、朝起きてスマートフォンの天気予報をチェックする。これは気象学という地学の一分野の成果です。蛇口をひねれば出てくる水は、地形や地質によってろ過された大地の恵みです。

また、日本という変動帯に住む私たちにとって、地震や火山、気象災害への備えは、自分や大切な人の命を守るための「必須の知識」でもあります。

さらに視野を広げれば、私たちが使っているエネルギー資源や、建物の材料となる鉱物もすべて地球からの贈り物です。

「なぜここにこの山があるのか」「なぜこの街は災害に強いのか」といった問いに答えをくれる地学の視点を持つことは、見慣れた景色を「生きた物語」へと変えてくれる魔法のようなものです。

しかし、これほどまでに生活に密接で、知的好奇心を刺激する分野でありながら、地学を体系的に学ぶ機会は驚くほど限られています。

高校での履修率の問題もあり、多くの大人にとって地学は「最も馴染みの薄い理科」になってしまっているかもしれません。

いざ興味を持って専門書を手にとってみても、そこには難解な数式や専門用語の壁が立ちはだかります。地球の営みはあまりにスケールが大きく、複雑であるため、入り口を見つけるのがむずかしいかもしれません。

そこで、本書の出番です。

本書は、地学という壮大なテーマを、キャラクター同士の軽快な対話と豊富な図解によって解き明かす、これまでにない入門書を目指して制作されました。

むずかしい概念も、キャラクターたちが読者の皆さんの目線に立って質問し、対話していくことで、まるで一緒に探検をしているような感覚で読み進めることができます。

視覚的に理解を助ける図解は、文字だけでは想像しにくい「プレートの動き」や「大気の循環」を、直感的にイメージさせてくれるはずです。

気象パートの監修者として私が最も重視したのは、「正しさを保ちつつ、物語を損なわないこと」です。

キャラクターたちの冒険に沿って、まずは「地球ってすごい！」「地学っておもしろい！」という感動を最優先としました。

本書を読み終えたとき、皆さんの手元には「地学」という広大な地図が広がっているはずです。しかし、本書で紹介しているのは、地学という深い海のほんの入り口に過ぎません。

もし本書を通じて、「雲の形をもっと詳しく知りたい」「化石の鑑定に興味がわいた」「宇宙の始まりを深く探求したい」と感じたら、ぜひそれぞれの分野の入門書へと歩みを進めてみてください。

地学には、気象学、地質学、古生物学、海洋学、天文学といった多様な枝葉があります。本書という「幹」を理解したあとならば、専門的な本の内容も驚くほどスムーズに頭に入ってくるはずです。

この本を読むにあたって、最初から最後まで順番に読み進める必要はあ

りません。パラパラとページをめくり、気になるイラストや、キャラクターたちの会話が目に留まったところから読み始めてみるとよさそうです。

まずは対話を追いかけてみると、皆さんが抱く疑問をキャラクターが代弁してくれます。

また、本書を読んだあとに、窓の外の空を見上げたり、散歩道の地面を観察したりして、日常と結びつけられると最高です。

この本が、皆さんの世界の見方を変える「新しいレンズ」になることを願っています。私たちの住むこの美しい惑星の素顔を、一緒に覗いてみましょう。

気象監修

荒木健太郎（雲研究者）

はじめに 日常がぐんと豊かになる「地学」の教養

「雨って、どうして突然降るんだろう？」

「この山は、どうしてそこにあるんだろう？」

「流星群って、いったい何を見ているんだろう？」

こんな小さな「なんで？」を感じたことはありませんか。

「地学」と聞くと、「地味な石の暗記」や「複雑な地質図」を思い浮かべる人も多いでしょう。しかし本来の地学は、足元の地面から頭上の宇宙まで、この世界の「仕組み」を解き明かす、ロマンに満ちたとてつもなくダイナミックな学問なのです。

本書は、「理科が苦手だった」「ニュースの地震や気候変動って正直よくわからない」「子どもの“どうして？”と一緒に向き合えたらな」など、あまり理系の知識がない方でもしっかり理解していただけるように工夫されたつくりになっています。

中高生から大人まで、誰もが楽しく学び、一生役に立つ教養を身につけていただける一冊です。

はじめまして。溝渕隼也と申します。私は現在、大学院の博士課程で地球科学の研究を続ける一方で、「ちーがくん」としてSNSやブログなどを通して、学校科目としての「地学」の面白さと大切さを伝える活動をしています。

「地学の面白さがようやくわかった」といった声をたくさん頂戴し、皆様楽しんでいただけるコンテンツを日々お届けしています。

本書は、大反響の「ちーがくん」と「はかせ」という2匹のモルモットが対話形式で地学を学ぶコンテンツをベースに、新しいストーリーを追加しました。

さらに、図解を取り入れることで、直感的な理解が深まる仕組みになっています。

*ストーリーと構成について

本書は、読者と同じ目線で世界に驚く「ちーがくん」と、その疑問に寄りそいながら一歩先を照らす「はかせ」が、タイムマシン「はかせ号」に乗って地球や宇宙を旅していくストーリーです。

地球の内部構造、地震や火山噴火、台風や豪雨、温暖化や気候変動、太陽系の惑星や遠い銀河まで、ちーがくんとはかせがさまざまな場所を訪れます。

そして、さらに知りたい方のために「もっと深まる地学の知識」コーナーで、もう一歩深く踏み込めるようにしました。また、各章の終わりにある「ちーがくんの野帳メモ」では、学びを短く整理できます。

最初から通して読めば地球の中から宇宙までをたどる旅になりますし「地震だけ」「宇宙だけ」など、気になるトピックからつまみ読みしてもかまいません。

本書の旅を終えたとき、あなたは2つの力を手にしているはずです。

ひとつは、「日常を楽しむ力」。地学という視点を通してまわりを見渡すと、見慣れた通勤路や旅先の風景、夜空の星々が、すべて意味を持った「物語」として語りかけてくるようになります。何気ない日常の解像度が上がり、世界がより美しく、立体的に見えてくるでしょう。

もうひとつは、「地球史を俯瞰的に見通す力」です。地学を学ぶと、地球誕生から現在までの長い歴史と、これから起こりうる変化を一本の線として眺められるようになります。ニュースや日々の出来事を見聞きしたとき、それを過去から未来へと続く物語の中の一コマとしてとらえ直せるようになるのです。

この本が、あなたが歩くたび、空を見上げるたび、世界のどこかに新しい彩りを見つけるきっかけになってくれたなら、著者としてこれ以上の喜びはありません。

さあ、壮大な地学の物語を、一緒にのぞきに行きましょう！

「ちーがくん」こと 溝渕隼也

監修者のことば 私たちの足元から宇宙まで広がる「地球の物語」へ

(文・荒木健太郎)

はじめに 日常がぐんと豊かになる「地学」の教養

プロローグ 「はかせ号、ついに完成！」……………12

キャラクター紹介 ちーがくん×はかせ×はかせ号……………14

本書の使い方……………15

地球の内部と大地の歴史のはなし

FLIGHT 01 地球と大地の秘密を巡る旅

- 地球はどんな構造をしているの？……………18
- 地球内部構造って掘削できないのになぜわかるの？……………24
- ヒマラヤ山脈はどうやってできたの？……………30
- 同じ場所なのに景色が変わる!? 地球の秘密をしてみよう……………36
- 千葉の地層の名が時代に刻まれた「チバニアン」って？……………42

地震・火山と防災のはなし

FLIGHT 02 災害の仕組みと防災の秘密を巡る旅

- 緊急地震速報はどうやって、揺れる前に情報を発表しているの？……………50
- 震度とマグニチュードの違いってなんだ？……………56
- 東北地方太平洋沖地震と能登半島地震の違いから読み解く、
2種類の地震の起き方とは？……………62
- 力のかかり方で断層の形が変わるってどういうこと？……………68
- 最近耳にするようになった長周期地震動って？……………74
- 南海トラフ地震ってどんな地震？……………80

| | |
|--|-----|
| ● 津波はどうして発生する？ 普通の波とは違う恐ろしさとは？ | 86 |
| ● 東北地方太平洋沖地震や能登半島地震でも 発生した液状化現象ってなんだ？ | 92 |
| ● 紛らわしい「土石流」「崖崩れ」「地すべり」の違いとは？ | 98 |
| ● カレーで理解する「マグマの粘り気と地形」 | 104 |
| ● 火山はどんなところに行ける？ | 110 |
| ● 富士山の噴火でどんなことが起こる？ | 116 |
| ● 日本の地形と活火山が与えてくれる恵みとは？ | 122 |

地球誕生と生命の進化のはなし

FLIGHT 03 奇跡の地球誕生の秘密を巡る旅

| | |
|------------------------------|-----|
| ● 知られざる地球の誕生のきっかけ | 130 |
| ● 地球以外の星に生命はいないの？ | 136 |
| ● 地球の歴史を紐解く「相対年代」と「絶対年代」って？ | 142 |
| ● 大量絶滅はなぜ起きた？ | 148 |
| ● 私たちがオゾン層への感謝を忘れてはいけない理由とは？ | 154 |
| ● 骨だけじゃない！ こんなものも化石になる！ | 160 |
| ● タイムマシンは不要！ 地層を見つけたらわかることとは | 166 |
| ● 身のまわりの岩石にはどんな種類がある？ | 172 |
| ● 日本列島はどのようにしてできたの？ | 178 |
| ● 石炭・石油・天然ガスはどのようにしてできた？ | 184 |

空と海がつくる天気と気候のはなし

FLIGHT 04 空と海の秘密を巡る旅

| | |
|----------------------------|-----|
| ● 空はどんな構造になっているの？ | 192 |
| ● 天気図ってどう読むの？ | 198 |
| ● 海辺で昼と夜で風向きが入れ替わるのは、どうして？ | 206 |

| | |
|---|-----|
| ● 雲はどうやってできるの？ | 212 |
| ● ゲリラ豪雨と雷はなぜ起きるの？ | 218 |
| ● 台風ってどうやってできるの？ | 224 |
| ● 川から離れていても水びだしに……どういう仕組みの水害なの？ | 230 |
| ● 地球温暖化って本当に起きているの？ | 236 |
| ● ニュースで耳にするエルニーニョ／ラニーニャ現象ってなに？ | 242 |
| ● 春になると黄砂がやってくるのはなぜ？ 砂漠と日本のあいだで何が起きているの？ | 248 |
| ● 潮の満ち引きってどうして起こるの？ | 254 |

星と宇宙の広がりのはなし

FLIGHT 05 宇宙と太陽系の秘密を巡る旅

| | |
|---|-----|
| ● 宇宙はどうやって始まって、この先どんな終わりを迎えるの？ | 262 |
| ● 太陽系ってどこまでが「仲間」なの？ 惑星・恒星・衛星ってどんな違いがあるの？ | 268 |
| ● 太陽に近い星と遠い星は、なぜこんなに違う姿をしているの？ | 274 |
| ● 太陽はどんな星？ 地球の暮らしにどんな影響を与えるの？ | 280 |
| ● 私たちはこの広い宇宙のどこに存在しているの？ | 286 |
| ● 流星群って何のかけらが降ってきているの？ どうして毎年同じ時期に見えるの？ | 292 |
| ● 星の色から、星の「温度」と「一生」はどこまでわかるの？ | 298 |
| ● 月の形成と地球の地軸の傾きの知られざる関係って？ | 304 |

エピローグ 「失われた青を探して」…………… 311

おわりに 生きる力に変わる地学の旅

本文デザイン・DTP / 小粥 桂
イラスト・図版 / 溝淵隼也

プロローグ 「はかせ号、ついに完成！」

—20XX年。

研究室の窓から差し込む朝の光が、銀色に輝く大きな機械を照らしています。長い年月をかけて研究を続けてきたはかせが、ついにその日を迎えました。



ついに完成じゃ！ わしの夢、「はかせ号」ができあがったぞ！



すごい！ ピカピカしててかっこいい！ これ、本当に動くんですか？ どこまで行けるんですか？



これさえあれば、地球のどんな場所へでも行ける。火山の中でも、深海でも、宇宙の果てでも——そして過去の地球へもな。



過去の地球まで……！



地球の歴史は、教科書の中だけにあるんじゃない。本物は、地面や空、岩や宇宙のあちこちに“今も”残っておるんじゃ。

—はかせは、はかせ号のボディをやさしく撫でた。



さあ、ちーがくん。準備はできておるか？



はい！ 本物の地球を見られるなんて、ワクワクが止まりません！

—はかせは緑色の表紙の小さなノートを取り出し、ちーがくんへ手渡した。



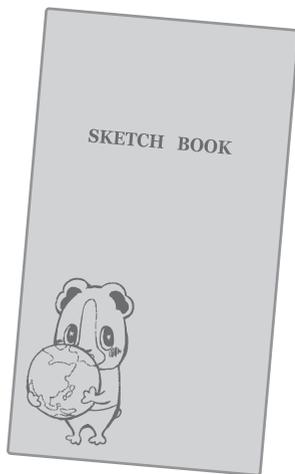
これは「野帳」じゃ。地球科学の分野などの屋外調査によく使われているものじゃ。この野帳に、見たこと、気づいたこと、心が動いたこと——なんでも書きとめるんじゃ。



心が動いたことも、ですか？



もちろんじゃ。地学は、“ただ覚える”のではなく、“感じて気づく”学問じゃ。地学を知らなくても生きてはいける。じゃが、知ることで世界はまるで違って見える。地学は、世界に色をつける絵の具のようなものなんじゃ。



地学は絵の具……、ですか？



そうじゃ。例えば、“ただの石ころ”と思っていたものが何千万年も前のマグマの記憶を宿した花崗岩^{かこうがん}だとわかる。“夜空の小さな光”が、何億光年も離れた恒星だと知るだけで、その瞬間、宇宙の広がり^{ひろがり}に心が震えるんじゃ。地学を学ぶとは、世界に名前を与え、そこに物語を見出すことなんじゃよ。

——はかせの話に耳を傾けながら、ちーがくんは野帳をぎゅっと胸に抱いた。まだ何も書かれていない白いページには、これから出会うたくさんの「なぜ？」が待っている。

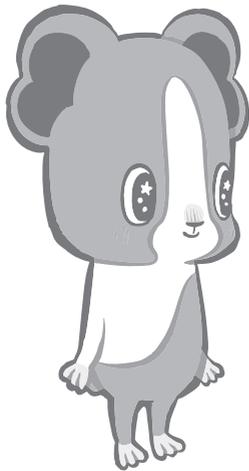


さあ、旅立つぞ。知れば知るほど、世界はカラフルになる。



行きましょう、はかせ！

キャラクター紹介



主人公 ちーがくん

地学がだいすきなモルモット。地学はまだまだ勉強中。

はかせの研究室で暮らしながら、毎日、空を見上げたり石を拾ったりして、地球のふしぎを楽しんでいる。

数字やむずかしい計算はちょっぴり苦手だけど、岩の色の違いに気づいたり、風のにおいを感じ取ったりする感覚はだれよりもするどい。

知れば知るほど「地球ってすごい！」とワクワクしてしまう、好奇心のかたまり。



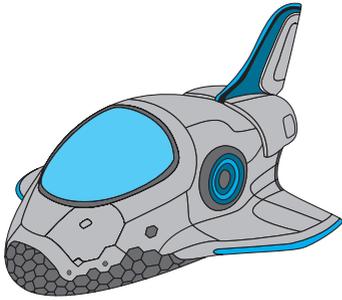
はかせ

ちーがくんの師匠。ちーがくと一緒に研究室で暮らし、弟子として育てている。

普段は研究室にこもって研究をする傍ら、ちーがくに地学を教えている。

地学をわかりやすく、おもしろく伝えることを何より大切にしている。

よく夕焼けを見ながら物思いにふけている。



はかせ号

はかせが25年の歳月をかけて開発した、夢のような探査装置。

呼べばどこからでも姿を現し、操縦席で行き先と時間を指定すれば、火山の中や太古の地球へもひとつ飛び。

機体の前面には大きなフロントガラスがあり、地面の成り立ちや空気の流れ、温度の分布、水蒸気の動きといった、普段目では見えない地球の営みを、柔らかな光の模様として映し出す。

本書の使い方

この本は、ただ読むだけの本ではありません。ページをめくるときに、あなた自身がちーがくんやはかせと一緒に旅をし、考え、記録する本です。

まずは“野帳”を用意しましょう。小さなノートやメモ帳でもかまいません。この記録の目的は、正しい答えを書くことではなく、「知ることのおもしろさを、自分の言葉で残すこと」にあります。物語の中で、ちーがくんとはかせも、はかせ号で地球や宇宙をめくりながら、同じように立ち止まり、野帳に書き込んでいきます。

各章の終わりには、「ちーがくんの野帳メモ」として、ちーがくんの発見がまとまっています。そのメモを読んだら、あなたも自分の言葉で気づいたことを書き留めてみてください。どんな小さな気づきでも構いません。ふと気になったことを調べてみるのも素敵です。そうした一つひとつの気づきが、やがてあなたの中で“科学”と“感性”をつなぐ線となり、世界をもっと深く見つめる目を育ててくれるでしょう。

この本は、あなたの野帳とともに完成します。

さあ、ページをめくりながら、ちーがくん・はかせと一緒に旅に出かけましょう！

FLIGHT

01

地球の内部と大地の歴史のはなし

地球と大地の秘密を巡る旅





地球はどんな構造をしているの？

—朝の研究室。

はかせとちーがくんが、朝食にゆで卵を食べています。湯気がほわっと立ちのぼります。



はかせ、今日のゆで卵、黄身がいい感じに半熟でトロトロで最高においしいです！



おお、それはよかった！ところで、ちーがくん。このゆで卵を見て、なにか気づくことはないかの？



あ、もしかして、今日の卵はいつものより高級なやつですか？黄身の色が濃いとかな？



それも良い観察じゃ。しかしわしが言いたいのはその構造じゃ。この半熟ゆで卵、わしらがまさに生活している地球の構造とそっくりだと思わんか？



えっ、ゆで卵が地球にそっくり……ですか？うーん、丸いってことくらいしか……。第一、地球内部を見たことないから、わかりようがないですよ！



確かにそれもその通りじゃな。ならば、実際に見に行ってみよう！わしが開発したタイムマシン「はかせ号」でさっそく、地球の中を探検し、その構造をくわしく見てみようか！



えっ、地球の中の構造を見に行けるんですか？ やった！



もちろんじゃ。ただし、今回は耐熱スーツが必要じゃから、忘れずに持ってくるんじゃぞ。準備はいいか？

—そう告げると、はかせは素早くはかせ号に乗り込んでしまいました。



ちょっと待ってください！ まだ半熟卵を楽しんでいる最中です！ 2個目も残ってるんですけど！ それと耐熱スーツ？ 地球の中を見に行くのにそんな大掛かりなものが要るんですか!?



それはそのうちわかるじゃろう。さあ、はかせ号、出発じゃ！

—はかせ号が光を放ち、地面の中へと潜っていきます。窓の外には、層のような地面の断面が次々と流れていきます。



うわー！ どんどん地面の中に入っていく！ なんかドキドキする！



地球の中に到達じゃ。今、わしらは地殻の中を進んでおる。地殻は、地球の表面をおおう、かたい岩の薄い層のことじゃ。



これが地殻ですね！ 地殻って、どのくらいの厚さがあるんですか？



地殻の厚さは場所によって違うんじゃ。大陸の下ではおよそ30～50km、海の下ではおよそ5～10kmと、海のほうがずっと薄いんじゃ。



へえ、海の地殻のほうが薄いんですね！ あれ？ だんだん岩の色が変わってきましたね？



人類はまだ到達したことがない、マントルにどうやら入ったようじゃな。マントルは、厚さ約2900kmもある、地球の中で一番大きな部分じゃ。地球の中身のほとんどはマントルと言ってもよいくらいじゃよ。



2900km!? 想像もできないくらい分厚い!



マントルはとても高い温度と圧力の中にある。固体なんじゃが、アメを温めたときのように、すごく長い時間をかけると、ぐにゃぐにゃとゆっくり流れるように変形するんじゃ。



なるほど! だから固体なのに流れるんですね!



このマントルのゆっくりした流れが、地球の表面をおおうプレートを動かす力になっておる。地震や火山噴火の原因にもつながる、大事な動きなんじゃ。



じゃあ、マントルは、僕たちの住んでいる地球に、ものす

