



# Humanity & Nature Newsletter

地球研ニュース

No.68

September 2017

今号の特集

P2 特集1

巻頭対談

自然も、音楽も、  
人の営みも、  
ハーモニーがあつてこそ  
美しい

森 悠子 + 阿部健一

P6 特集2

イベントの報告

一年でいちばん暑い日  
第7回地球研  
オープンハウスを  
開催しました

P9 特集3

先端技術と向き合う〈第2回〉

人工光合成がある社会  
植物からの独立がもたらす  
人と自然の新たな共存のかたち  
熊澤輝一 + 遠山真理  
正岡重行

連載 P12 百聞一見 フィールドからの体験レポート …… 原口 岳 / 梶田諒介

P14 晴れときどき書評  
『地域が生まれる、資源が育てる  
—エリアケイパビリティーの実践』 …… 王 智弘

P15 わたしと地球研 リーダーのまなざし …… 中塚 武

P16 表紙は語る …… 岸本紗也加



# 自然も、音楽も、人の営みも、 ハーモニーがあってこそ美しい

話し手●森 悠子 (ヴァイオリニスト、長岡京室内アンサンブル音楽監督)

聞き手●阿部健一 (地球研研究基盤国際センター教授)



地球研の第1回国際シンポジウムプログラムのひとつに長岡京室内アンサンブルの演奏があった。日高敏隆初代所長の発案だった。音楽と学術的な議論とは対極にあるようで密接なかかわりがある。環境学も論理と感性の二つがあって成りたつのではないか。「感性の人類学・共感の環境学」のことが頭に浮かんだとき、長岡京室内アンサンブルの音楽監督の森悠子さんとお会いする機会を得たと阿部さんは言う。音楽と教育の話聞きながら、環境学における感性について、さらには専門の異なる若い研究者の集う地球研の活動について考えてみた

阿部●このあいだ森さんとお会いしたときに、「最近、地球研は息をしているの?」と言われて……。 「えっ、どういうことですか」と返したら、「活気がないよ」と。(笑)

森●最近ではシーンとしていますね。木が育つて建物が見えなくなったからかな。

阿部●私たちも成長して、落ち着いてきたんじゃないかな。(笑)

森●「京都議定書」が「パリ協定」に受け継がれましたね。協定でなにか変わるかわからないけれど、10年ぶりに戻ったパリはちがいました。心からそう思いました。

阿部●環境問題もあらたな段階に入りました。環境の危機をただ言い募るのではなく、自分たちの生活を具体的にどのように変えるべきか一人ひとりが考える段階です。

## 個性の共存が たくましい自然を育む

森●パリの郊外にフォンテーヌブローという森があって、私はそこで毎年ヴァイオリンの講習会を開くのですが、この森は木を適切に伐採して太陽光が入るようにしているから、新しい芽も生える。針葉樹に、クヌギやクリ、カエデなどの樹種を混ぜて植えて、現在の森ができたといえます。

阿部●日本には天然の森があるが、ヨーロッパの森は人の手の入ったものが多い。

森●ドイツのシュヴァルトツヴァルト(黒い森)も一見すると自然の森だと思のですが、

植林だとか。フォンテーヌブローの森も人の手を入れないと、美しい森でなくなる。

阿部●「こもれび」というのはいいですね。

森●フォンテーヌブローの森は、太陽の光がチラチラと輝く森のそばに大きな池があって、そこは渡り鳥が羽を休める場所。私はそこで、バードウォッチするんですよ、双眼鏡を覗いて。そこにシカが氷を飲みにくる。そういう森でのひとときが楽しみ。

阿部●日本の植林地は外からは美しいが、中に入るとじつは荒れた緑。とくに最近はどうです。手を入れなければならないのです。

森●ヒノキはとでもだいじな木なのにね。それに竹林もほったらかし。根が横に広がるタケは地すべりを食い止められないのでしょう。

阿部●地球研の「食と農に関するプロジェクト」では竹炭をつくり、それを農地に還元する研究をしています。

森●父のお墓にクマザサがはびこるのですが、竹炭を撒くと雑草が生えないというので、竹炭を買って撒いているんですよ。

## 個性を殺す教育・活かす教育

阿部●そのお父さんは、森昭さん\*ですね。

森●父は変わった人でしたが、すごい人でした。日本万国博の2年後に大阪大学に人間科学部を創設した人です。

戦後に日本の教育制度は「6・3・3」制になりましたね。制度を変えるときに父もよばれて反対したそうです。比較教育学が専門でユネスコにいた姉に尋ねたら、アメリカはドイツも「6・3・3」制にしようとしたが、ドイツはどうしても変えずに「4・4・4」制をとっているということでした。

阿部●小学校の6年間は長すぎますからね。

森●1年生って、身長は1mあるかないかでしょう。6年生はもうすっかりおとな並み。そんな子どもたちが同じ敷地で運動会をしたり、先生は1年生を担当したり6年生の担任になったり……。いつかはドイツやフランスの制度と同じシステムに戻さないと。阿部●成長は、一人ひとりちがう。

森●ヴァイオリンでもぜんぜんちがいます。阿部●お父さんが哲学から教育哲学に移られたのも、次の世代を……。

森●ドイツ、フランス哲学を学んだ父は、アメリカのカリキュラムでは日本の独自性を失うと主張していました。

いまの教育をうけた人たちは、「学び」や「詰め込み」はじょうずだけど、詰め込んだぶんだけ隙間がないからつまらない。(笑)

たまたま私はヴァイオリン弾きだから思うのですが、ヨーロッパには音の隙間や、楽譜をどのように弾くかを聴きたいという聴衆は多いのですよ。でも、日本の教育はメトロノームどおりに1、2、3と箱に詰める。わずかに十六分音符長くなって、コンクールでは落ちます。隙間の響きを表現しようとしたら、入学試験では落ちる。国際コンクールで優秀者を毎年出している日本ですが、残念ながらまだ世界で活躍している人は少ないのですよ。

阿部●日本の教育をふり返ってみると、型にはめることに懸命だった。でも、地球研には専門にこだわらず、型を越えようという若い研究者は多いですよ。

森●では、型をはずしてよいかというと、品がなくなる。(笑)型をつくることもだいじ。京都の友禅染の人たちは、40年、50年をかけて染めに心を向けている。職人芸を突き詰めた作品にはアートを感じます。いまの世のなか、どこにほんものがあって、どれがにせものなのか、見分けがつかないですね。阿部●たしかに。専門を大切にしないと環境学も浮ついたものになってしまいます。

## 感性が結実すると個性になる

阿部●フランス人地理学者で、風土の研究をされているオギュスタン・ペルクさん。ペルクさんが地球研にこられたときは、風土のほかにも二つの関心がありました。一つは進化論、もう一つが日本の俳句。

森●フランス人は俳句に惹かれるようです。作曲家のオリヴィエ・メシアンやピエール・

\* もり・あきら 1915-76年。教育哲学者。大阪大学文学部教授在任中に日本で最初の人間科学部を大阪大学に創設。大阪大学人間科学部教授として人間形成論を講じる。教育哲学会理事、日本教育学会理事、関西教育学会副会長を歴任。著書は『教育人間学』ほか。

あべ・けんいち  
専門は環境人間学、相関地域学。  
地球研研究基盤国際センター・コ  
ミュニケーション部門長・教  
授。二〇〇八年から地球研に在籍。



**もり・ゆうこ** 教育哲学者・森昭の次女。桐朋学園大学で齋藤秀雄教授に師事したのち、旧チェコスロバキア、フランスに留学し、バイヤール室内管弦楽団やフランス国立新放送管弦楽団などで活躍。帰国後、フランスの音楽教育のシステムを日本の古都で伝えるべく、1990年に京都フランス音楽アカデミーを設立。1997年に「若い音楽家の育成と実践の場」として長岡京室内アンサンブルを設立し、指揮に頼らず互いの音を聴く独自のスタイルで高い評価を受けるいっぽう、後進の教育にも力をそそぐ。フランスの芸術文化勲章「オフィシエ章」を授与されたほか受賞多数。著書に『ヴァイオリニスト——空に飛びたくて』（春秋社）がある。

ブレーズも俳句をつくっていますよ。リヒャルト・ワーグナーの過剰な音の世界から、いかに少ない音で伝えるかというミニマリゼの思想が変わってゆく。このミニマリゼを象徴するのが俳句です。説明なしに感じさせる、一つのことばで感じさせる。これにほれ込んだのがジョン・ケージとエリック・サティ。この二人は、ミニより小さいミニマリゼの表現に入っていた。

阿部●俳句の世界ですね。

森●私はたまたま日本に帰っていたときに東京文化会館でのジョン・ケージの演奏会を聴きに行ったのですよ。すると、お客さんの前でお辞儀してピアノの前に座ったまま。5分くらいしてすと立つと、そのまま演奏せずにお辞儀して帰っていった。

阿部●『4分33秒』。究極のミニマリゼ。(笑)

森●ゼロ、無。なにか始まるのかと身を乗り出して待っていると、お辞儀してさっと帰る。(笑)30年前にすでにここまでできていた。阿部●地球研がめざす環境学がどの方向に行くのか。ミニマリズムそのものではないかもしれないが、抽象度の高いなにかを導きだすことになる。けっきょく、人間のことを研究するのだという感じがしますね。

## 数学も音楽も環境学も、根本にあるのは感性

森●京都御苑で先日見かけた酔っぱらいのフランス人のおじさんは、シモーヌ・ド・ボヴォワールの詩を詠い出した。フランスの教育はすごいなと思いましたね。(笑)

阿部●というところ？

森●小学3年生までは、ゲーテやボヴォワールの詩を暗誦させるのです。勉強は詩の暗誦と数学だけ。だからあのおじさん、あんなに酔っぱらっていても、ボヴォワールをきれいに誦んでいた。

阿部●教育の話でさきほど、「型もだいじだ」とおっしゃった。ある年齢までは古典を暗誦させるのですね。

森●日本人が『万葉集』や北原白秋の詩を覚えるように。暗誦、これをすごくだいに

している。それに算数・数学、哲学。試験は、哲学と数学しかありません。

阿部●数学者の岡潔さんの著作を森田真生さんが編集した『数学する人生』を読みました。数学だからロジックかと思うと、岡さんは「情緒の大切さ」を語っている。

森●感性でしょ。

阿部●そう、感性だとはっきり書かれています。人間はやはり情緒、感性。どんなことばを紡いでも、感性なくしてはダメだと。

数学ですら感性が重要なら、環境学こそ感性。人間は生きものだから、自然なかたちで感じる。それを森さんはヴァイオリンに、私たちがと研究、学問に活かしている。

## おいしい牛乳は幸せな牛からしか出ません

森●東京駅の八重洲口に「アーバンファーム」というオフィスビルがあります。窓枠につる薔薇を植えて、建物は薔薇だらけ。中に入ると、小さなキャベツがお迎えしてくれて、天井にはキュウリやトマトがぶらさがっている。フロアの隅の水が流れている。驚きました。野菜工場で栽培した野菜は、大きく育つと会社の食堂に出てくる。

阿部●薔薇だろうがへちまだろうが、緑はみんながいいなと思う。とくにビルが立ち並んでいる都会だと、よけいそう感じる。

森●これを計画したパソナグループ創業者の南部靖之さんは、淡路島で農業と芸術活動をする「アーティスト・イン・レジデンス制度」も始められた。東北で震災があったときは、畑を失った80人ほどの青年が淡路島にきました。私もよばれて、農業しながら音楽の心を育てる活動を4,5年続けました。私も生きがいにしていました。

阿部●共同生活の二つの柱が農業と音楽。この二つはどう響きあうのですか。

森●似ているんですよ。ちょっと手を抜くとキュウリは大きくなりすぎて、それを収穫して帰っても、「食べられません」。(笑)音楽も、1週間に1回の練習では成長しな

い。こまめにみないとね。天気と雨のぐあいをこまめにみるのが農業ですし、私たちはメトロノームと音程測定器だけを見るのではなくて、その場に響く音や空気感をみるのです。

阿部●ぼくも音楽をすればよかったです。(笑)

森●南部さんは、淡路島で牛を9か月まで育てて京都や神戸に卸しているんですよ。それはもう、目が飛び出るくらいおいしい、かわいそうだけれど。

阿部●地球研が、京都大学と京都府立大学と共同で開催したフォーラムに、東北で乳牛を飼っている中洞正さんにきていただいた。彼に言わせれば、日本の乳牛はミルクをつくる機械。狭いところに押し込んで、乳が出やすい配合飼料を食べさせるから寿命も短い。「そういう牛乳をおいしいと思いますか」、「おいしい牛乳は幸せな牛からしか出ません」と断言されました。

## 指揮者のいない楽団がなぜ美しい音を出せるのか

阿部●森さんの長岡京室内アンサンブルには指揮者がいないんですって？

森●指揮者はいないですね。

阿部●同じような話を、地球研の東京セミナーで金子郁容さん（慶應義塾大学教授）にお聞きしました。たしか「オルフェウス室内管弦楽団」も……。

森●オルフェウスも指揮者はいないけれど、リーダーはいますよ。

阿部●森さんのところには、リードする人も指揮者もいない。たくさんの人や楽器をどうまとめるのですか。

森●それは、どのように練習するかによります。日本のオーケストラは練習1,2回で本番ですが、私は最低4日、長くて1週間。ただし、音を「合わせる」のではなくて、「聴く」。見て合わせるのではなくて、聴く。目隠しでも、目をつぶってでもいいんですが、そうすると自分がどこに立っているのか

(次ページにつづく)



## 自然も、音楽も、人の営みも、 ハーモニーがあってこそ美しい

編集 ● 阿部 健一

わからなくなる。そうすると、耳のほうか音を探しはじめる。なにげない音も聴こえてくるから、みんなの呼吸が一つになる。

阿部 ● 聴く練習ですか？

森 ● 練習はしない。自分の音を聴いて、人の音を聴いて、そして弾く。ときどき私は、「いまの弾き方は自分に欲を出したね」、「自分が勝ちたいと思って弾いたら、私たちのアンサンブルは落ちるけど、それでもいい？」って。そしたらみんな謙虚になる。(笑)

阿部 ● オーケストラには、いろんな楽器、パートがある。じつは、この研究所もたくさんの楽器を弾く研究者の集まりです。安定同位体分析の分野で活躍している研究者もいれば、哲学の研究者もいる。生物学や教育学の研究者がひとつのフロアに机を並べて研究しています。この利点をもっと活かせるのでないか、それにはなにをすべきかと考えるのです。

森 ● 私はヴァイオリンしかできない。(笑)

阿部 ● 自分のことを話すよりも、分野のちがう研究者の話を聴いて理解しようとするのはすごくだいじ。それが「聴く力」であり自分の専門にもかえてくるのですね。

森 ● 聴くのはむずかしいですよ。自分の音は聴けても、人の心を聴くのはね。

阿部 ● 心を聴く……。

森 ● 心っていうのは「気」。「気」は絵にもできないければ、物体として触れることもできないですね。音も物体としては触れられないから、見た、聴いた印象。たいせつなのは、私たちにそういう聴く力があるかどうか。

阿部 ● 私たちだと自然の無言の声を聴きとる力ですね。ジョン・ケージの演奏会。

長岡京室内アンサンブルの練習のようす。ステージ上の演奏者たちはそれぞれ思い思いの場所に立ち、互いの音色に耳と心を澄ませて呼吸をあわせる



森 ● 「きく」ということばにしても、「聞こえる」という「きく」、耳を澄まして「いまどの鳥が鳴いているかな」と思って「きく」、細かく心の奥深くを「きく」がある。私はよく生徒さんに、「自分がなにをしたいかわからないときは、ちょっと時間を止めて、自分の心に電話してきいてみよう」って……。(笑)

### 成果よりも心の成長を待つ

阿部 ● そういえばご著書に、「合わせる感覚ではダメだ。それをむしろ嫌う。合わせようとするど嘘がさくなる」と書かれていますね。「自分の音も周りの音も聴きながら、それで自然と一体感が生まれる」と。

森 ● 私も日本人だから、突き詰めるとなにかをつかってしまう、いらぬ心でね。無心になれとといったって、なれるものではない。でも、ヴァイオリンはインストゥルメント、道具でしかない。人間が叩いたり引つ掻いたりして音を出す。サッカーは、ボールという道具をつかって得点で勝ち負けを競いますね。でも、剣道は勝ち負けだけでなく、闘いになにかを見つめようとする。心のなにか動いているかを考える。

阿部 ● まず自分の心にきいてみる。

森 ● 日本のお子さんは、親に育てられ、学校に育てられ、塾に育てられて、自分の声を自分できく時間が少ない。これにストップをかけるのも私の仕事です。レッスン中に、「お父さん、ちょっと出ていってください」とかね。(笑)

日本は、どのコンクールで入賞したとか、どの大学を出たとか、そんなことばかり。私がヨーロッパでオーケストラの入団試験を受けたとき、

「桐朋学園を出ました」って言ったら、「それ、なんですか」で終わり。「とにかく弾いてごらんさい」です。威張っても、委縮してもいけない。自身が狂直に、自分がどう真剣に音楽に向かっているかという姿を見せれば、楽器にも引き受けてもらえるはず。「賞をとった、勝った」の気持ちでいると、「うちにはいません」。

阿部 ● でも、コンクールに優勝しないよ。

森 ● でも、よくよく観察するとコンクールに出てくる国は決まっている。日本、中国、韓国、ロシア、ポーランド。ときどきアメリカ人が出てくるけれど、ドイツ人はまず出てこないし、フランス人もイギリス人も出てこない。指導者は急いで結果を出そうとしない、ゆっくり育てるからですね。

阿部 ● 日本は急いで答えを出す。

森 ● 急ぎすぎです。

阿部 ● 地球研は、環境問題の解決を目的にできた研究所ですが、人間がこれだけの時間をかけて悪くしたものをたった数年で元には戻せない。それに急いで出した答えが正しいかどうかはわからないですからね。

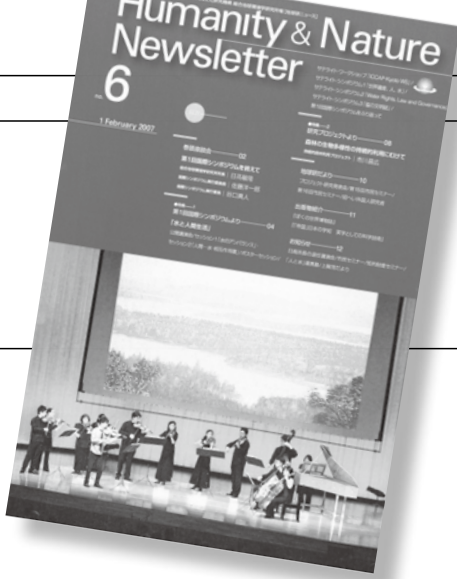
### 対向する二つを調和させる知恵

森 ● ヴァイオリンの音にはことばはないが、音楽にはことばはあるんですよ。フランス語のドレミから楽譜ができたことで、日本人も音楽語で話すことになった。では、音楽語とはなにか、逆に心に浮かんでくる音楽語を音にすることだと最近思うようになりました。でも、私たちが苦勞するのは、印刷された楽譜を読み取って、そこから拡げて音を考える。その過程では、楽譜がなにを言いたいのか、どういう音をどのように出せば楽譜に近づけるのか、そんなことばかり考えているのですよ。

阿部 ● 音楽語というのは、森さんの先生の齋

森さんとの対談は、阿部さんだけの希望で、こもればあふれる地球研の中庭で実現した。鳥のさえずりをBGMに、二人が織りなす時間は絶妙の間感でゆったりと流れてゆく





← 第1回地球研国際シンポジウムは、「水と人間生活」をテーマに2006年11月6-7日に国立京都国際会館で開催された。長岡京室内アンサンブルは、オープニングでポッケリーニの「チェロ協奏曲」を、初日のさいごにヴィヴァルディの「四季」を演奏。そのようすは地球研ニュースレター6号でも紹介した



日高敏隆初代所長が子ども向けに書いた歌ものがたり『カエルの目だま』(福音館、2011年)。

藤秀雄氏の教えなのですか。

森●齋藤先生はそこまで心のことは言わなかったけれど、「右手が重要だ」とおっしゃった。私たちは、左手で弦を押さえて右手で弓を動かす。でも、弦を押さえて音程はつくれても、弓をもつ右手をきちんと教えられる人は、日本には一人もいない。

阿部●右手がそれほど重要なのですか……。

森●当時の私は若くてわかっていなかったのですが、齋藤先生には、「きみはフランスに行くんだから、右手のことを勉強して、教えられるようになって帰ってきてよ」と言われました。でも、わかりはじめたのはつい最近。(笑)でも、右の腕がなかったら、音色はないのです。

阿部●研究、学問でも、ぼくらは左手のことばかり教えられてきたし、教えていますね。森●それが理論です。

阿部●そう。では、研究で右手にあたるものはなにか。たぶんそれは……。

森●感性。でも、感性ってなんですか。

阿部●ひとことでごまかしている。

森●ことばできちんと説明できないのですよね。

阿部●ぼくらは、専門分野の研究だけでは、めざす環境学は構築できないだろうな。なにかが足りない。それが右手の動きかも……。

森●間感。音と音との隙間。

阿部●「間」を「感じる」力ですか。

森●それがないと間延びしてしまう。タタタ・タンはスツと止まる。そうでないと、タタタタッと急に止まってしまう。

### 「カエルの目だま」で終わった演奏と映像

森●あれ、なにか鳴いているのですか。

阿部●ヒヨドリかな。

なった。(笑)

阿部●中庭の池にはサギがきます。前の畑では、キジがよく鳴いていますよ。秋深くなるとサルも出てきます。シカもいますよ。

森●サルは人を怖がりますか。

阿部●怖がっていない。でも、ぼくを見ると逃げます。好かれていない。(笑)クマもいて、日高先生が所長のころは受付に鈴を置いていて、その鈴を鳴らしてクマを追い払ってから帰られた。

森●日高先生は父の友だちでした。父のほうが年上だったと思うけど、日高先生は父のことをすごく尊敬していらした。

阿部●それで、地球研の第1回国際シンポジウム(2006年)で演奏していただいた。

森●そう。そのときに、「ふつうは映像が前に出て、演奏は後ろ。だれが弾んでいるかわからない。それを逆にしたらどう」と提案したんです。背景のスクリーンに悪化した地球環境を映像で見せて、最後はキョロとしたカエルの目に火花が映る。演奏も、カエルの目だまで終わった。

阿部●日高先生が亡くなられてから、お若いときに書かれた文章を絵本にして出版しました。そのタイトルが『カエルの目だま』。

森●それは知らなかった。

阿部●その本は日高先生が子どもむけに書かれた唯一の文章です。生きものへの愛にあふれています。

### 根本はやはり愛ではないでしょうか

森●アマチュアの語源が「愛」、というのはご存じですか。アモーレからきている。だから、音楽を愛する人たちの団体がアマチュア。仕事をしながらでも音楽をしたい、大好きだという人たちがアマチュア。

阿部●そうすると、プロというのは……。

森●「それで生活をたてている人」。弾いて生活をたてている人も、弾けない人を教えたりアマチュアをじょうずにしようとかんがえる人たちもプロフェッショナル。でも皆さん、いまはお金儲けのうまい人、コンピュータを開発する人、そういう人たちを育てる方向にばかり進んでいるでしょう。世界じゅうがそう。

阿部●文化をつくるのはどちらでしょうか。

森●でも、文化ってなんでしょう、アートってなんでしょうね。

フランスにマクロンという大統領が現れて、「フランスの文化を守ってゆきたい」と話すスピーチを聞いたけど、彼のいう文化というのは、ちよつとちがうのですよ。たとえば馬のしつぽの毛でできているヴァイオリンの弓は、滑り止めに松脂を塗らないと音は出ないのですよ。私がつかう松脂はフランス製です。世界各地に松はあるのに、バルナルデルという古い会社のものでしか私の求める音楽までできないのです。

葦もそうです。管楽器のクラリネット、サクソフーン、オーボエのリードは、南仏のイェールで採れる葦でしか、よい音は出ないそうです。阿部●科学的に分析してもわからない？

森●それが摩訶不思議なところ。

阿部●最近、ヴァナキュラーvernacularということばをつかいますが、地に足をつけた営み、地域の力。それが文化を育むのではないかと考えるのですよ。

森●土から生まれているのですよ。

阿部●ところが、グローバリゼーションは、世界を均質にしようとしている。

森●経済のことだけを考えたり、理屈だけで考えたりするとおかしくなります。私、それがわかってきた。学問もおかしくなっているのではないですか。

阿部●専門性をないがしろにせず、感性をとりいれ、社会ときちんと切り結んだ学問が必要です。それが地球研のめざす環境学です。感性を大切にしながら、愛をもって研究に励んでゆきたいと思います。(笑)

きょうは、ありがとうございました。

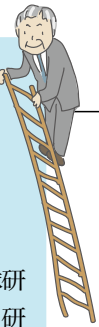
(2017年6月20日 地球研にて)



イベントの報告

# 一年でいちばん熱い日 第7回 地球研オープンハウスを 開催しました

地球研の10周年にあたる2011年からスタートした地球研オープンハウスは、地球研の研究活動を広く地域の方がたに知っていただくことを目的に開催され、今回で7回めになる。7月28日当日は天候に恵まれ、過去最多の842名の来場者にお越しいただいた。今回の特集では、当日の様態をダイジェストでお伝えする



### テーマにこめた思い

はてな びっくり  
**？と！をシェアする夏**

研究所スタッフ全員で臨む地球研オープンハウス。今年のテーマも研究所内から広く公募し、数多くの候補のなかから、「？と！をシェアする夏」が選ばれました。一見、発音しにくいテーマですが、地球研の研究から見てきた地球環境にかかわる発見や謎、参加者の皆さんがもっている日常の暮らしのなかでの疑問や発見を、みんなで分かちあえたら……、との思いがこめられています。



所員人気投票で1位を獲得しました！



### プロジェクト 研究室を 訪問！

年輪を数えて、君も  
ねんりんジャーになるよ  
気候適応史プロジェクト



ほんもの の木の円盤を見ながら、年輪の間隔や濃さを観察！年輪が内側から外側に向かって増えてゆくようすなど、じっさいに年輪を数えながら楽しく学びました。雨の多い時代、少ない時代を推測する方法や、古文書から江戸時代の天気を知る方法も勉強しました。ねんりんジャーの帽子は子どもたちに大人気。

### トイレとうんこから考える 「キレイ/キタナイ」の世界 サニテーションプロジェクト



わー!! これってほんものうんちなの?! さわれる? さわれない? みんなうんちの模型にびくびくでした。馬、牛、象、鳥の糞からつくった肥料の展示コーナーも。また、人間のおしっこを水分と栄養素(窒素、リン、カリなど)に分離するFO(正浸透圧)を利用した尿の濃縮装置のデモンストレーションも行ないま

した(右)。これはお漬物をつくる時のように、野菜に塩をまぶすと水が出てくる現象を利用して、アメリカ航空宇宙局(NASA)でもほとんど同じ装置をつかって宇宙飛行士のおしっこから飲み水をつくる実験を行なっています。みんなの日常生活を手がかりに、「キレイ」と「キタナイ」をいっしょに考えました。

### 川の調査を 体験しよう! 栄養循環プロジェクト



子ども たちは川の砂利の中からはいる生きものを見つけ喜んでいました。地球研のそばを流れる川からはカワナ、トビケラ、カゲロウなどが、上流の静原小学校付近の川からは、カゲロウやカワゲラ、プラナリアなどが多く見つかりました。運がよければサワガニも! 見つけた生きものを顕微鏡で観察したり、解説を聞いたりすることで、自由研究の題材にも。

### ゲームでさがす おいしい未来 FEAST プロジェクト



オランダ の学生がつくったオリジナルのカードゲームとビデオゲームをつづじて、京都の食にかかわる政策を考えたり、一人ひとりの選択がシステム全体に与える影響を体験しました。「よくないごはん」のワードクラウドと、京都の食の未来にとってだいじなことのキーワード投票も同時開催! おみやげはミツバチが大好きなソバの花の種でした。

### でいたんち 「泥炭地」の なぜをさぐる! 熱帯泥炭社会プロジェクト



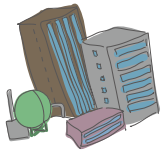
環境 問題と深くかかわる泥炭地とはなに? パネルでくわしく学びました。また泥炭地に生えるサゴヤシからとれた粉と、片栗粉、小麦粉をさわくらべました。顕微鏡でサゴヤシの幹を見ると、テンブシがキラキラしていて、とてもキレイ! インドネシア産コーヒが飲めるほっと一息コーナーも。

### ゲームで学ぼう。 食とエネルギー 環太平洋ネクサスプロジェクト



ボードゲーム で魚釣り! 上下する燃料の価格を気にしながら、島の近くで獲るか遠出するのか、漁師さんになって売り上げを競いました。身近な食の生産とエネルギーのつながりを手づくりのボードゲームで学びました。





### みんながつくる Future Earth 未来の地球



地球ではいま、なにが起きているのか。持続可能な地球の未来を追究する、国際的な地球環境研究の取り組み「Future Earth」の視点から、ミニレクチャーや映像をとおして地球のいまを伝える企画。40名ちかくの方がたが、熱心に耳をかたむけていました。



研究者の案内で、-30℃の冷凍室を探検する大人気企画。あまりの寒さに悲鳴が聞こえてきますが、皆さん笑顔で飛び出してきました。KBS京都のニュース番組でも取り上げられました。



### 超納涼！ -30℃体験 マイナス

地球研の冷凍室で凍らせてつくった氷の地球犬を展示しました。おとも子どもも、ひんやりした感触を楽しみました。

### 高校生が 「環境」研究者に なってみた！



地球研と洛北高校SSH(スーパー・サイエンス・ハイスクール)の連携授業によるポスター展示と生徒の研究発表。今年には兵庫県立明石北高等学校も参加。目からうろこの研究テーマとその研究成果に、驚きと感心の声が集まりました。



### 名刺をもって 研究者に話しにいこう！ にじいろ地球研

自分のオリジナル名刺をつくって、地球研のあちこちにいる研究者と名刺交換。地球環境問題のギモンについて研究者とお話してきたかな？たくさん話せた人には認定証を授与しました。



### いろんな 葉っぱで 押し葉をつくろう！ 実践プログラム

地球研周辺の豊かな自然から採取した葉っぱ。小さい葉や大きい葉、かたい葉、やわらかい葉、ツルツルの葉など、いろんな葉っぱを押し葉にしました。押し葉は、台紙に貼りつけて、オープンハウスの記念に。



### チリメン モンスター を探せ！

毎年人気の「チリメンモンスター」探し。顕鏡とにらめっこしながら、虫眼鏡をつかって、ちりめんじゃこの中から真剣に探しました。レアなモンスターを発見しておお喜び！



### キッズセミナー 中学生むけ実験体験講座 おしっこから 肥料ができる!?



人工的につくった尿から肥料をつくる実験講座(京都市青少年科学センターとの協力にて開催)。白衣を着て取り組む本格的な実験に、気分は科学者！つくった肥料はおみやげとして持ち帰りました。



### 図書室 一般公開



所蔵図書、地球研アーカイブ資料など、むずかしいけれどおもしろい本を閲覧いただきました。

### ミニレクチャー ちょいかじり 環境学



安成哲三所長、杉原薫特任教授、西條辰義特任教授、菊地直樹准教授が講師となり、地球環境問題に関するミニレクチャーを行ないました。参加者から多くの質問があり、活発なやりとりが交わされました。



### 地球研 クイズラリー



世代を問わず人気の高いクイズラリー。各研究プロジェクトをまわってクイズを解き、スタンプを押します。スタンプをたくさん集めた人には、エコバッグをプレゼント！

(次ページにつづく)

一年でいちばん暑い日

第7回 地球研オープンハウスを  
開催しました

2017年度  
地球研オープンハウス（一般公開）  
2017年7月28日(金)9:30～13:00  
来場者 842名

4コマ  
まんが  
優秀作品

涼しい川柳・  
涼しい  
4コマまんが  
コンテスト

暑い夏を涼しくす  
ごすアイデアを盛り  
込んだ川柳と4コマまん  
がを大募集。力作ぞろいとな  
りました。優秀作品は、地  
球研SNSなどで発表  
しました。



ゆっか

テラ○

スパイダーマン

のりこ♡

でぶねこ

ひげの

川柳  
優秀作品



「スパイダー」さんは  
W受賞。まんがと川柳が  
関連しているのネ。

川風の涼をもとめて 橋のうえ

ひげの

ほんものかな つんつんしたら 冷や汗流る  
スパイダーマン

たたみふむ ごしきわらしの あしおどが

Y.K

いつもくる 友達申請 知らぬ人  
LINEのやつ

LINEのやつ

夏川に 浸りくるぶし 藻のからみ

Keikohahamham

地球犬  
登場!



みんな大好き、地球  
犬が登場! 今年も大  
勢の子どもたちにとり  
囲まれました。

記念写真  
コーナー



地球研所員が世界各  
地の研究調査地で撮影  
した写真を背景にして、  
思い出の一枚をパチリ。

オープンハウスを終えて

昨年は、参加者として子どもといっしょ  
に楽しんだ地球研オープンハウス。よく考  
えられた中身の濃い企画ばかりだなと感  
じていましたが、そのような企画の実現の  
ためにこれほどの努力が払われていると  
は、じっさいに企画に携わってみたいこと  
にはわからないものです。

今回のオープンハウスでは、実験施設に  
入ることのできる大人気企画「超納涼!  
-30°C体験」などの定番企画や、研究内  
容を楽しく学べるよう、毎年くふうを重  
ねている「プロジェクト研究室を訪問!」

に加え、新たな試みとして、来場者が手づ  
くりの名刺を研究者と交換しながら環  
境や文化に関する疑問を直接になげか  
ける「にじいろ地球研」や、「涼しい川柳・  
涼しい4コマまんがコンテスト」も企画し  
ました。「川柳・4コマまんが」は、今年  
のテーマである「シェア」を念頭に実現した  
企画で、優秀作品は、地球研SNSでも発  
表しました。

研究所の一般公開のようなイベントは、  
広報室のトップダウンで進められること  
が多いかと思いますが、地球研の場合は、  
有志によるワーキンググループをつくり、

ボトムアップで企画をつめるなど、私に  
とって新鮮な体験ばかりでした。

企画をつめるなかでクリアになったの  
が、夏休み中の子どもたちを中心とした地  
域の方がたに焦点をあて、地球研のスタッ  
フ全員が研究者、事務職員の垣根を超え  
て、企画・運営に携わるとい、オープンハ  
ウスの位置づけです。

これからも、地域とのつながりを大切に  
する、また研究所の一体感も生み出すイベ  
ントとして、オープンハウスがつづくよう広報  
室としても知恵をしばりたいと思います。

(広報室 遠山真理)





# 人工光合成がある社会

植物からの独立がもたらす人と自然の新たな共存のかたち

記事作成・編集 ●熊澤輝一（地球研研究基盤国際センター准教授）＋ 遠山真理（地球研広報室特任准教授）

今回の先生 ●正岡重行（自然科学研究機構 分子科学研究所 生命・錯体分子科学研究領域准教授）

今回の先生



先端技術を担う若手研究者

## 正岡重行

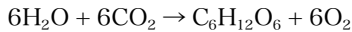
自然科学研究機構 分子科学研究所  
生命・錯体分子科学研究領域 准教授  
専門：金属錯体化学

話をうかがった正岡重行さんは、金属錯体を中心に研究を進めています。彼らのグループでは、水を酸化して酸素を発生させる反応について、①天然の光合成系に匹敵する高い活性をもち、②耐久性が高く、③安価な金属元素により構築される、という三つの条件を満たす酸素発生触媒の開発に世界で初めて成功しました。また、二酸化炭素を還元してほかの炭素化合物にするための触媒開発にも取り組んでいます。このように生体化学反応の中心的な役割を果たしている金属錯体に注目することで、より天然の光合成のよさを活かした人工光合成が実現すると考えられます。

地球と社会の可能な未来を考えるにあたり、さまざまなテクノロジーと向き合う企画の第2回。今回取り上げるのは、「人工光合成」とよばれる技術である。光合成という生物のエネルギー獲得のメカニズムを模したこの技術は、太陽光エネルギーから水を原料として化学エネルギーをつくり出し、二酸化炭素を炭素化合物の資源として利用するというもの。地球環境とエネルギーの問題を同時に解決する夢の技術である。この人工光合成技術が普及して、水と光からエネルギーと栄養を取り出すことができるようになったら、どんな社会になるの

うか。この社会では、地球温暖化の原因物質である二酸化炭素を制御でき、水から直接に水素エネルギーを手に入れられる。このようになったら、いまあるエネルギーと地球環境の問題は解決の道筋をたどるのか。今回は、人工光合成を目標に金属錯体による触媒開発について最先端の研究を進める分子科学研究所の正岡重行さんを訪問し、ご自身の立ち位置からの人工光合成技術の変遷と潮流についてのお話をうかがった。現在の人工光合成技術がどのような流れを描き、人工光合成とともにある未来について考えてみたい

地球に存在する酸素は植物などの「光合成生物」によってつくられます。「光合成」とは、「光合成生物が太陽光エネルギーをつかって水と二酸化炭素から炭水化合物と酸素を生成すること」を意味します。言い換えると、植物や植物プランクトン、藻類などの光合成色素をもつ生物が行なう、光エネルギーを化学エネルギーに変換する生化学反応のことです。化学反応式は、



で表せます。

## 植物の光合成と人工光合成

この化学変化の過程で起こっているのは、下図に示すように、原料となる水(H<sub>2</sub>O)と二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)から可視光照射により水分子が酸化され(=電子が奪われ)、つづいて二酸化炭素が還元されて(=電子を受け取って)炭水化合物(C<sub>m</sub>H<sub>2n</sub>O<sub>n</sub>)を生成する、ということです。さらにいう

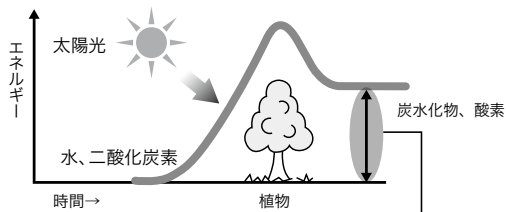
と、光合成では、「光のポンプ」とよばれるしくみで電子を汲み上げることにより、水から二酸化炭素へ段階的に電子を移動させています。ここで、「光のポンプ」のはたらきをするのは、葉緑体に含まれる色素クロロフィルです。

いっぽう、人工光合成とは、左図下に示すように、①「太陽光」(可視光)を用いる、②「水」を原料にする、③「エネルギー蓄積反応」により、炭水化合物(二酸化炭素の還元物)、水素(燃やせばエネルギーを取り出せる)、その他の高エネルギー物質を生成する、という三つの要素を同時に備えたもの

のことをいいます。天然の光合成とのちがいは、これら三つの要素を実現することができれば、自然の光合成を忠実に再現していなくてもよいということです。取り組まれている研究には、自然の光合成の模倣にちかひものから、半導体を用いた技術までの幅広いアプローチがあります。また、人工光合成によってなにを生産するかについても、有機物の場合もあれば、水素やアンモニアの場合もあります。

(次ページにつづく)

植物による光合成



人工光合成の3つの要素

- ① 太陽光(可視光)を用いる。
- ② 水を原料にする。
- ③ 高エネルギー物質を生成する。

人工光合成

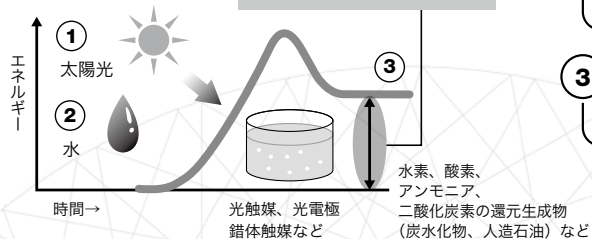


図 人工光合成の定義と植物による光合成とのちがいは  
\*『夢の新エネルギー「人工光合成」とは何か——世界をリードする日本の科学技術』をもとに作成。





### 人工光合成がある社会 植物からの独立がもたらす 人と自然の新たな共存のかたち

#### 人工光合成研究の三つのアプローチ

#### 半導体光触媒からのアプローチ

1967年に二酸化チタン半導体光電極(電極と半導体触媒が一体化したもの)を用いた世界で最初の水の光分解実験の成功例として報告された「ホンダーフジシマ効果」に端を発し、その後、さまざまな光触媒や半導体光電極を用いた水分解などへと発展した。可視光を吸収する半導体触媒も開発され、高効率化にむけた研究が進められている。

#### 金属錯体触媒からのアプローチ

光を吸収する色素、水の酸化や二酸化炭素の光還元などの触媒として金属錯体を用いる方法。クロロフィルに影響を受けた色素の研究、酸素発生錯体(oxygen evolving complex: OEC)に影響を受けた水の酸化触媒の研究、天然の光合成の分子に影響を受けずに、人工錯体の機能開拓の視点から始まった研究といった三つの流れがある。

光合成をするさいにかならず必要なのは、太陽からの光を吸う色素。それと、色素が吸った光のエネルギーをつかって反応させるための触媒です。天然の光合成では、この色素と触媒に、どちらも金属錯体がいわれています。これらの分子構造をまねてつくられたらいいんですけど、こんな構造はさすがにつくれないうえ、つくってもおそらく機能は出ません。そこで、そのままをまねてつくるのではなく、機能発現のエッセンスだけ抽出した金属錯体を用いて反応させる方法を採用のです。

#### 生物学からのアプローチ

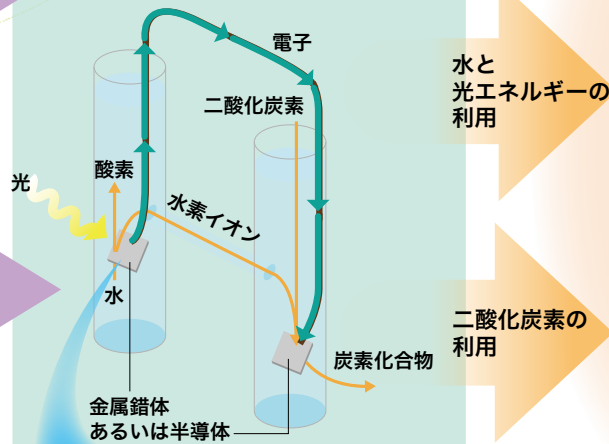
天然の光合成を改良しようとする方法です。バイオテクノロジーを利用して植物や光合成微生物(藻類や光合成細菌)を改変し、天然には存在しない、より優れた、あるいは利用しやすい、効率のよい光エネルギー変換システムを構築するもの。

少なくとも人工光合成のエネルギー変換効率が植物の光合成のエネルギー変換効率(1%前後)を上回ったうえで、実用化にむけてはエネルギー変換効率が10%以上であることが必要です。現在は、この目標にむけて研究開発が進められており、その変換効率はここ数年で大きく上昇しています。

もっとも研究開発が進んでいるのは半導体光触媒を用いた系です。金属錯体は、半導体ほど耐久性の面で強くはないのですが、反応機構を詳細に理解できる点では有利な材料といえます。また、天然の光合成から学ぶこともたくさんあります。天然光合成の構造や機構を解析して人工光合成の材料開発の着想に活かすだけでなく、天然のタンパク質を取り出して人工的に再構成することが可能かを探ったりします。これも人工光合成の一部に入るといえます。



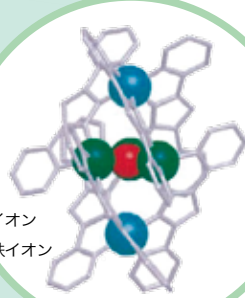
### 人工光合成



#### 水の光化学的酸化

現時点での最大の課題は、水の光化学的酸化の困難さにある。そこで水を酸化する金属錯体触媒の開発が進められてきた。このうち、酸素発生触媒は、植物が行う光合成と同様に水の酸化の過程で酸素を発生させる(2H<sub>2</sub>O → O<sub>2</sub> + 4H<sup>+</sup> + 4e<sup>-</sup>)。二酸化炭素を還元し、炭水化物の生産へと導くうえで不可欠な電子(e<sup>-</sup>)を供給する役割を果たす反応を起こしている。

- 配位飽和鉄イオン
- 配位不飽和鉄イオン
- 酸素原子



#### 産業・社会への応用

##### エネルギーの確保

●化石燃料に頼らない水素エネルギーの供給。太陽光と水からつくられた水素により、大量の水素燃料の安定供給を実現。また、水素は気体でありかつ空気中で爆発しやすいので、輸送面の問題を考え、人工光合成で水と窒素からアンモニアを生成する技術も研究されている。  
●葉緑体を電極の一部に用いるなどしたバイオ燃料電池の開発も進められている。

##### 水と光エネルギーの利用

##### 二酸化炭素の利用

##### 炭素化合物の合成による二酸化炭素削減、炭素資源の利用

二酸化炭素を還元することにより、一酸化炭素、ギ酸、ホルムアルデヒド、メタノール、メタンなどの有用な炭素化合物を生成。還元の方法には、電気化学的方法、水から得られた水素と触媒を使う方法、光触媒を用いて直接還元する方法があり、いずれも基礎研究の段階である。

酸素発生触媒開発のポイントは、電子移動と結合生成をどちらも効率よく進めるしくみを導入することです。金属イオンがたくさん入った金属錯体をつかえば電子移動をうまく促進でき、水の活性化サイトを適切な距離に置くことで結合生成に寄与できると考えました。また、これまでの人工酸素発生触媒は、ほとんどがルテニウムというひじょうに高価な金属イオンで構成されていましたが、私たちは、そこをなんとか、いちばん安い金属イオンにできないかと努力してきました。その結果、既存の鉄錯体触媒よりも1,000倍以上も活性の高い鉄5核錯体触媒を見いだすことができました。あくまで反応速度だけの比較ですが、天然の光合成がほしい毎秒400回なのに対し、私たちの触媒はその4倍以上の毎秒1,900回で酸素を出すことができます。



##### 植物の機能を強化する研究も

バクテリアに光合成の機能を付加して二酸化炭素から酢酸を高効率に生産したりする研究や、植物の体内に電子回路の機能をもたせることで、植物の成長速度を制御したり、発電をできるようにする研究が進められている。

#### 効率

#### 研究環境

#### 社会インフラ

人工光合成は「ホンダーフジシマ効果」が日本で発見されたこともあり、日本がリードをしている技術です。その研究ブームが起る背景には、原油価格の高騰がありました。現在は、アメリカでも人工光合成に関連した分野の研究が強化されていますが、シェールガスの動向に影響される可能性が否めません。

各家庭へのガスや電気エネルギーの供給方法や社会全体のエネルギーシステムなどは、これまで社会が多額の投資を蓄積してきた結果としてあるものです。これらを新しいシステム、設備に移行するには、巨額な投資が必要になるとともに、既存システムにかかわるセクターへの影響を最小限に抑えることが求められます。

#### 実用化への課題



くまわわっているか？  
 専門は環境計画。地球研究基金  
 国際センター准教授。二〇一一年  
 から地球研に在籍。  
 とおやま・まり  
 専門は科学コミュニケーション。  
 学生時代に生命科学研究所に携  
 わり、科学館スタッフ、大学の研究  
 所広報を経て二〇一六年一〇月  
 地球研広報室に着任。  
 まさおか・しげゆき  
 自然科学研究機構分子科学研究  
 所生命・錯体分子科学研究領域  
 准教授。専門は金属錯体化学。

### 人工光合成のある社会を生きる

現在は研究開発の段階にある人工光合成技術だが、エネルギー問題と地球温暖化をもたらす二酸化炭素濃度増大の問題に直接対処する技術として定着したとき、人びとはこの技術をどのように捉えて暮らしているのだろうか。未来に暮らす男女、ヒカルさんとスミコさんの日常会話を想像してみた。未来のあり方を考える「思考実験」である

最近、室内でバラを育てているんだ。室内灯をあてると、あつというまに大きくなるよ。

2070/9/10 12:25

人工的につくった金属錯体を埋め込んだ「サイボーグ植物」ね。効率よく光合成ができるから、成長スピードが速いんだよ。

2070/9/10 12:27

そうそう、室内の光の波長を効率よく捉えてエネルギーを吸収するんだ。

2070/9/10 12:28

このあいだニュースでみたけど、人間に藻類を共生させて光合成できるようになる研究が進んでいるらしいよ。

2070/9/10 12:32

うまくいったら、ご飯を食べなくても大丈夫になるってことか。栄養もエネルギーも、水と光さえあればくれる世界になりつつあるのかな。

2070/9/10 12:33

エネルギーにしても、何十年前は、石油に石炭に天然ガスとおおむかしの植物のバイオマスからつくられた資源をつかっていたわね。

2070/9/10 12:35

このままいくと、化石燃料が枯渇するっていわれていたらしいよ。

2070/9/10 12:37

移動やインフラ、産業、生活に水素エネルギーを大量かつ安定的につかえるのは、人工光合成のおかげもあるね。化石燃料をつかわずに水素をつくれるようになったからね。

2070/9/10 12:40

水が豊かで太陽エネルギー強度の強い場所や地域の土地の値段があがっているようだし、砂漠地帯の見方が変わりつつあるね。新たな争いの種にならないといいけど。

2070/9/10 12:42

砂漠地帯だと、つかう水とできた燃料の輸送のためにエネルギーを消費するから、そのあたりの収支バランスのよい国や地域が潤いつつあるみたい。

2070/9/10 12:45

それから、つくった水素のエネルギーで、二酸化炭素から炭素化合物を合成できるようになったそうだね。

2070/9/10 12:48

人間が炭素の循環を少しだけ制御できる時代になったというわけだ。地球の平均気温がこれ以上あがらないようにしてほしいわね。

2070/9/10 12:50

ところで、光合成って可視光しかつかえないって知っていた？ じつは、近赤外光をつかえる人工光合成も開発されているんだって。

2070/9/10 12:55

えっ、そうなの？ すごいね。

2070/9/10 12:56

新しい金属触媒が開発されて、近赤外光からエネルギーを取り出す効率が高まったんだって。

2070/9/10 12:58

ついに地球の自然システムの枠を飛び出したね。地球の環境とはちがうほかの惑星でも光合成ができて、エネルギーや物質が取り出せる時代が来るのかもね。

2070/9/10 12:59

私たちの未来、どうなるんだろう？

2070/9/10 13:03

究極をいえば、エネルギーも栄養も自動的に手に入ったら、働かなくてもよくなるかもね。しかも、むりに地球にいる必要もなくなるみたいだし。

2070/9/10 13:04

前提って移ろうものなのね。

2070/9/10 13:05

### 「未来社会での会話」を創作して見えてくること

未来社会から人工光合成技術を見ると、エネルギーと二酸化炭素削減の技術とはすこしちがったものに見えたのではないだろうか。

現在は、可視光での実用化が目標の人工光合成ですが、会話では、話が近赤外光にまでおよび、対象が地球の外にまで広がりました。同様に、サイボーグ植物を体内に共生させる技術が現れたとたん、「人間と植物との共生」という大きな枠組みが現れ、人間と植物との境界について考える未来が想像されました。

この未来社会が現在とまったく異なるのは、生存にとどまらず人工的な生産プロセスにおいても、光が基盤となる資源の一つである点です。もう一つは、炭素を貯蔵する手段に、人工的な貯蔵手段が加わることです。植物を炭に変換することと、二酸化炭素から酢酸を合成することが、同じ炭素を保持する行為として選択可能な社会であり、現在は自然の系で閉じている炭素循環の系が、自然-人工系へと拡大したなかで議論される未来です。

さらに、人工光合成技術は、植物の光合成のメカニズムを模範とする技術でありながら、エネルギー面（場合によっては栄養面）で既存の植物からの独立を促します。むしろ、そうすることで、未来の地球での人間と自然との共存が実現することを示唆するものとなりました。

現在とはまったく異なる枠組みで人と自然との関係を捉える未来があり得ることを、さまざまな角度から教えてくれる技術。人工光合成のような大きなシステムのなかで機能する技術とその未来について考える意義は、このあたりにあるようです。

#### 参考文献

石谷治・野崎浩一・石田齊編著『人工光合成-光エネルギーによる物質変換の化学』（三共出版、2015年）  
 光化学協会編『夢の新エネルギー「人工光合成」とは何か-世界をリードする日本の科学技術』（講談社ブルーバックス、2016年）  
 近藤美欧・岡村将也・正岡重行「植物に学ぶ触媒デザイナー-水から酸素をつくる鉄5核錯体」『化学』Vol.71 No.6、2016年、pp.29-33  
 M. Okamura, M. Kondo, R. Kuga, Y. Kurashige, T. Yanai, S. Hayami, V. K. K. Praneeth, M. Yoshida, K. Yoneda, S. Kawata, S. Masaoka, A pentanuclear iron catalyst designed for water oxidation, Nature, Vol.530, pp.465-468 (2016)  
 人工光合成.NAVI  
<http://www.artificialphotosynthesis.net/>

(続)

## 百聞一見——フィールドからの体験レポート

世界各国のさまざまな地域で調査活動に励む地球研メンバーたち。現地の風や土の匂いをかき、人びとの声に耳をかたむける彼らから届くレポートには、フィールドワークならではの新鮮な驚きと発見が満ちています

## 里山の生きもの調査 別れを機に思うこと

原口 岳

計測・分析部門 センター 研究員

はらぐち・たかし

1985年茨城県生まれ。埼玉県立浦和高等学校、京都大学農学部卒業、京都大学理学博士。クモの生物学を出发点に、群生生態学(生物多様性の規定要因の理解をめざす分野)にかかわる諸テーマを扱っている。

本稿を書いている7月26日は、調査地でひとかたならぬお世話になった山形さんの三回忌にあたります。フィールドからの体験レポート、という趣旨にかなうかわかりませんが、これもひとつの体験、ということできき留めたいと思います。

### ひとが造るもの

山形さんは、これまで私の研究フィールドの茨城県北茨城市で、ご自宅だった古民家を調査期間中の宿泊場所として貸してくださいました。ご自身は仕事のために長くご実家を離れられましたが、退職後にUターン農家として、集落に再び活気を取り戻そうと決意されたようです。毎日のようにふもとの町から峠ひとつ越えた山あいの畑に通い、ソバや野菜の栽培、アヤメの育成を手がけ、集落の催事の復活、カジカの養殖にも取り組んでこられました。最期まで畑に出て、そして、熱中症で倒れたとのことでした。集落全体として若い世代がいなくなり、人間の営みも縮小する当地において、奮闘されていたのだと思います。研究者を受け入れてくださったのも、若い世代が集落に入ること、研究活動が北茨城の自然のPR、ひいては地域の活性化につながるのではないかと、という思いがあったよ

うです。北茨城の山間地をとりまく現状と、そのなかで闘って生きた個人の営みの跡は、人間による生態系の改変と、そこに生息する生物のかかわりを扱っている、私の研究とも密接にかかわっています。

### ひとが遺すもの

なにかを次世代に引き継ぎたいと感じることは、生命としての本質がかたちを変えて表れたものかもしれません。人の営みの結果かたちづくられたものには人の意志が宿っており、それは、人間活動と生態系の攪乱に対する応答の結果生まれた、里山景観にも当てはまります。私が研究フィールドとしてきた北茨城の森や里山の景観もまた、故人が継承を願ってきた「故郷」であると思います。

しかしながら、人の遺すものの余命は存外に短いのです。前任のプロジェクトで、20～30年前まで採草地として利用されていた二次林で生物相を調べた実感としても、人の管理を離れた土地は、あっという間に森に飲み込まれます。いっぽうで、現在の土地利用モザイクがかたちづくられるまでには、戦中戦後の資源不足、拡大造林と燃料革命、人口減少や高齢化といった、めまぐるしい変遷がありました。そういった意味では、私たちが遺したいと願う景観は、個人の記憶のなかにだけ存在するものなのかもしれません。

### 研究者として自分が遺そうとするもの

私は、山間地の現状と、そこで生きた方の最期に接したことをきっかけに、研究者としての「自分にできること」についてしばし考えました。そもそも故郷とよべる土地をもたない私には、故人の遺志を汲んで、自分の郷土の保全に努めることはできませ

ん。他方、地域に現在かろうじて残されている景観に、それを維持する担い手があり、そうした方がたの思いが込められていることは心に留めておくことができると思っています。

また、半自然草地や、管理されているため池にレフュジア\*を見いだした種が、数多くレッドリストに掲載されるようになった本邦において、管理放棄されたすえの森林化は、生物多様性のうえでもけっして好ましいことではありません。研究者という立場から具体的な生物相の記録にもとづいてそういったメッセージを発することは、生物の研究者にできることのひとつだろうと考えます。

やや俯瞰すれば、調査フィールドにおける「よそ者」たる研究者にできることといえば、折々に個人が生きた証を書き留めることくらいでしょう。研究者の本分は観測事実の記載・解釈・再構築であり、私は、この営みをつづける職業的責任を負っています。そして、私の意志で遺すものがあるとすれば、それら「情報」だけだろうとも感じています。

山形さんが遺されたものとはかたちがちがうけれど、研究活動の一つひとつには人それぞれの「自分がなにを遺したいか」、という意志が込められています。個々の仕事に向き合ううえで、こうしたことを意識しながらすごせたら、研究者としての私の一生も少し充実したものになると思うのです。そうした気づきを与えていただき、そして、10年弱の私のフィールドでの活動拠点をご提供くださった山形さんに、この場を借りて深く御礼申し上げます。

\* 避難場所：環境のおおきな変化によって、ある生物群にとって多くの生態系が息不調となったときに、それら生物が絶滅を免れて生き残ることとなった特定地域のこと



調査中に滞在させていただいている山形邸(左端)。右端に写る小屋ではカジカの養殖、中央のハウスや畑ではトマト・ジャガイモなどの野菜の栽培、少し離れた畑でソバ栽培、県境の放棄田ではアヤメの育成が行なわれてきた。改めて、にわかには退職後の個人の仕事とは思えない「遺産」だと思う(原口岳撮影、2015年8月)



## 図書館ワーク

梶田諒介 プロジェクト研究員

かじた・りょうすけ

専門は地域研究。研究プロジェクト「熱帯泥炭地域社会再生に向けた国際的研究ハブの構築と未来可能性への地域将来像の提案」プロジェクト研究員。2017年5月から地球研に在籍。

私のフィールドは図書館である。不思議に思われるかもしれないが、私の調査は毎日図書館に行き、歴史資料を探し、それを読むことがおもしろい内容となる。訪問するのは、おもにジャカルタのインドネシア国立図書館、もしくはオランダのライデン大学図書館である。開館時間から閉館時間まで図書館内の机で作業するのだ。

調査で滞在しているときは宿と図書館の往復のくり返しなので、われながら単調だなと思う。知人などからも、「ずっと図書館にいて座っていたらたいへんじゃないか」などとよく言われる。もちろん、たいへんなこともあるが、それ以上に、数十年、数百年前の文献を手にして読むということは、未知との遭遇ともいえるべき驚きの連続であり、この調査の楽しさなのである。

### 文献から災害を読み解く

さて、私の関心は、文献資料に記されたインドネシアの歴史的な自然災害にある。インドネシアは日本と同じように、地震の頻発国であり、火山大国であり、さらに洪水や火災などさまざまな自然災害による被害を受けてきた国である。このような災害について、むかしの文献から当時の被災したようすや人びとの災害対応について明らかにすることが大きな目標である。

たとえば、日本では史料地震学や史料火山学といった学問分野が注目されており、むかしの文献や人びとの日記などから地震や火山噴火の情報を明らかにする研究が進められている。2011年の東日本大震災のあとには、むかしから言い伝えられてきた「つなみてんでんこ」ということばや、お寺に残された文献、人びとの日記といった歴史的な情報が重要であることが、メディアでも取り上げられたことは

記憶に新しい。

いっぽう、インドネシアであるが、この国は1942年までオランダの植民地だったこともあり、16世紀から20世紀までにオランダ人によって書かれた文献は、オランダ語によるものが大半である。それらを読み込む作業が中心となる。数多ある文献のなかから自然災害について記述された項目を探し出すのは地道な作業であり、なかなかたいへんである。

しかし、過去の記述を読み明かすことは、とても興味深いことなのである。文章を読むだけで過去になにか起こったのか、どのような災害だったのかを完璧に理解することはむずかしい。一つの文献だけでなく、報告書や新聞記事、行政記録などの記述を照らし合わせることで、より正確に歴史災害を理解することが大切となる。

### 被害記述の重要性

文献に記された地震には、被害のようすだけでなく、住民たちの被災後の対応などにも触れられている。さらに、「凄まじい地震」や「墓に引きずり込まれるような揺れ」という興味深い表現もつかわれている。

当時は、いまのような震度階級やマグニチュードのような科学的な数値が存在していなかったため、地震に関する情報は執筆者・報告者のことばによる記述がすべてであった。彼らのことば・表現から過去の地震がどのくらいの揺れだったのか、犠牲者や建築物の被害はどうだったのか、といった事実を史料から読み取り復元することが可能となる。また、数百年という長期的な時間幅における歴史地震を整理することで、歴史的な災害によって当時の人びとがなにを体験したかを知ることができる。

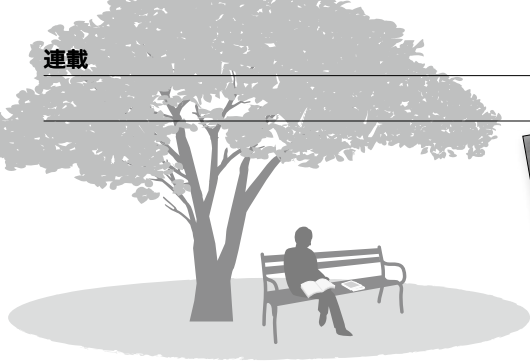


2015年11月のオランダ・ライデン大学図書館での調査風景

これらの情報は、歴史地震研究にとって重要なものとなる。このような災害記述を数多くの史料から探し出すことに神経を注ぎ、見逃さないことが大切である。

### 過去との対話

私たち現代の者と歴史文献を執筆した者は、直接に交わることはない。それでも、当時の執筆者が残した記録を、いま生きる私たちが読み、それをあらたに活かす研究は、歴史研究としても災害研究としても重要であり、おもしろいものだと思っている。フィールドワークというと、住民に聞き取り調査をしたり、サンプルを採ったりすることを思い出されるかもしれない。文献調査は間接的ではあるが、過去の人物との対話を成し、情報を収集するという点で、フィールドワークと似ている。私にとって、図書館がフィールドであり、対話をするのが過去の文献なのだ。今後は地球研のプロジェクトをとおして、文献の記録だけではなく、現在のインドネシアで問題となっている地震や火山災害、泥炭地火災の現場において、過去の災害を教訓とできるような対策を考え、地域住民が安心して生活できる社会を構築することに貢献してゆきたい。



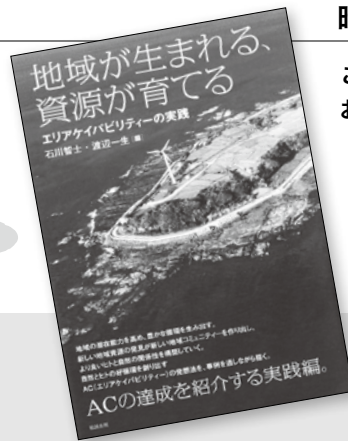
欧米を手本に明治期で近代化に駆け出し、戦後は追いつき追い越せと経済大国に成長した日本。だが、景気の不透明感や開発と環境の問題に直面するなかで、めざすべき社会像がゆらいできた。では、どのような変化のさき新しい社会の可能性が見いだせるのか。本書は生物や文化の多様性が高いとされる日本と東南アジアの沿岸域から、暮らしと環境の豊かさをめざす開発の筋道を探る。

### 地域と資源の不可分な関係

地域資源や地域づくりをテーマに掲げる類書のなかで、本書が提案するのは「エリアケイパビリティ」(Area Capability: AC) のコンセプトである。直訳すると「地域の潜在能力」で、埋もれている資源の価値を地域住民が引き出し、自然をふくめた地域を豊かにする力をさす。その具体例として、浜名湖とクルマエビやアサリ、フィリピンのバタン湾とブラックタイガーなどの事例が考察されている。

ACの考え方ではまず資源の発見・利用を問題にする。ここでいう「発見」とは目新しい物を見つけることだけを意味しない。むしろ、見過ごしていたなにかを従来とはちがった理解で捉え直すこと、あるいは、持続的な利用のために新しい自然とのつきあい方や人間関係を築くことを評価する。その点でACが根底に見ずえるのは人びとが習慣的な世界を離れて「変わる」能力である。

同時に、資源の利用と対に語られる「管理」や「保全」に代わって耳なれない「ケア」ということばをつかうのも、ACが活動の主演として地域住民を重視する顕れである。自然とのつきあいに介在する感情を思いださせる「ケア」が、机上の計画を相対化させ、現場のリアリティに目を向けさせる。資源をケアする一つのコミュニティが一つの資源の発見と利用を通じて生まれる。それが「地域が生まれる」のあらましである。



### 可能性の海へ

『地域が生まれる、資源が育てる』  
—エリアケイパビリティの実践—

石川智士・渡辺一生編

勉誠出版、2017年  
四六判、288ページ、本体2,800円+税

### 東南アジアに日本の定置網を

本書のもう一つの特徴は、日本の未来像のヒントを東南アジアに重ねて見る視点である。多様な資源に支えられた東南アジアの人びとの暮らしぶりは日本の農山漁村の過去と、開放的で流動的な社会は日本のいまと重なる。過疎・高齢化が顕著な日本でももちろんだが、コミュニティの維持・形成は東南アジアにも共通する課題である。現場で活動する専門家たちの見立てに支えられた「モデルとしての東南アジア」の可能性は、とりわけ欧米に範を求めてきた近代以降の日本にとって新鮮に感じられるだろう。

その東南アジアに日本の定置網技術を導入するプロジェクトが紹介されている。底引き網や巻網を用いる沖合漁業が資源を圧迫するタイでの事例である。富山県氷見市の国際協力事業として、生計と漁場を守る意識の向上を期待して始まった取り組みは、12年にわたって試行錯誤を重ねながら、漁業者グループの仲間意識や発言力を育んできたという。制約が多い国際協力の、しかも見通しがつきにくい自然環境に左右される事業の展開が、短期的な順序と長期的なプロセスへの視点を交えながら、ACの考え方で読み解かれている。

また、「村の、村による、村のための定置網」ではあるが、関係者は現地の漁業者グ

### 晴れときどき書評

このコーナーでは、地球環境学にかかわる注目すべき本、おすすめの本、古典などを幅広く取り上げて紹介します。

王 智弘 (地球研プロジェクト研究員)

ループはもちろん、両国の行政機関や研究所など多岐にわたる。とくに定置網がいかに環境にやさしい漁業であるかを客観的に評価する専門家は、ACに欠かせない要素と位置づけられている。現場を豊かにする住民と専門家の協働は、日本においても追求しがたいのあるアプローチであろう。

### 資源との関係から社会を問い直す

輸入原料に支えられた工業立国の日本では、もはや自国の資源開発は社会共通の関心事にはなりにくいかもしれない。だが、明治期の地租改正や戦後の農地改革など、自然をめぐる社会関係は近代化や民主化といった国家のあり方にかかわる問題として、歴史の節目ごとに問われてきた。

終戦直後にはこんな逸話もある。GHQの技術顧問による「資源の有効利用を図れば日本の将来は明るい」と題する記者会見が、深刻な不足の時代における資源行政の駆動力になったという。その楽観論の根拠のひとつが、日本は資源に乏しい国ではなく、科学の進歩で原料の増産が期待できるという認識だった。当時の国内資源の高度利用と現代のACとは、地域や構想のスケールなどのちがいはあれ、資源を未発の可能性と捉える点では時代を超えて共通する。

やがて国際貿易の再開によって国内資源の高度利用の発想は国策のなかで後退し、農山漁村は潜在力を失ってきた。同時に資源ということばのイメージも無機質な原料やモノに単純化してきた。その流れに対する楔が本書の「資源が(地域を)育てる」という自然と社会を一体的に捉える視点である。戦後とは比較にならないほどの科学技術の進歩を実現しながら資源問題をなおも抱えているいま、地域住民や専門家としての私たちが資源に対する理解や行動をどう変えるのか。可能性の海はそこに拡がっている。



わたしと地球研 …………… リーダーのまなざし ⑧

# 気候と歴史の 関係を問い直す

中塚 武 (地球研教授)

私たちの研究プロジェクト「高分解能古気候学と歴史・考古学の連携による気候変動に強い社会システムの探索」(気候適応史プロジェクト)は2010年にIS(インキュベーション研究)を開始した。しかし、1996年まで私が助手を勤めていた名古屋大学大気水圏科学研究所から、2001年の地球研開設にあわせて3名の教員がそのポストとともに京都に異動したという経緯もあり、私自身は設立当初から地球研に深くかかわってきた。

## ■あこがれの春日小学校

まずオアシスプロジェクトに参加し、同時にアムール・オホーツクプロジェクトのコアメンバーとしてその全過程に携わるなかで、プロジェクト発表会での「歯に衣着せぬ討論」にもなじみ、地球研がめざす異分野融合研究の将来にみずからの研究者としての夢を重ねるようになった。当時の地球研が収まっていた小さな春日小学校の旧校舎(写真)は、私のあこがれの場所だったのである。

私の最初の無謀なIS提案(『持続可能な社会システム』の実現可能性・存続可能性についての進化的研究、2006年)は書類審査で没となった。しかし、その後、弥生時代末期の年輪分析のなかで、自分の同位体年輪気候学の研究が歴史の理解に結びつきうることに突然気がつき、現在の気候適応史プロジェクトを思いついた。地球研を知り尽くしていたからこそ、タイミングを逃さず提案できた文理融合の研究プロジェクトであった。

## ■ありそうでありえないプロジェクト

気候適応史プロジェクトはきわめて単純な構想から成り立っている。「人間の歴史は気候の変動によってどのくらい説明できるか」。歴史学や考古学の世界で「気候決定論」として嫌われながらもなんとか生き延びてきたこの問いの順番をひっくり返

なかつか・たけし

専門は同位体地球化学、古気候学、海洋生物地球化学。「高分解能古気候学と歴史・考古学の連携による気候変動に強い社会システムの探索」プロジェクト・リーダー。2013年から地球研に在籍。



旧春日小学校の校舎

して、「気候の変動は人間の歴史に対してどのくらい影響するか」と問い直した。気候変動の詳細なデータから出発することで、「気候が社会に大きな影響を与えた事例群」とともに、「与えなかった(影響を回避できた)事例群」を過去3,000年の日本史全体から歴史学・考古学的に抽出し、背後にある普遍的教訓を明らかにしようというアイデアは、論理上はだれにでも理解してもらえないはずのものであった。

しかし、前提となる高精度の古気候データが、21世紀になり世界中で蓄積されてきたにもかかわらず、日本はもとより世界にも類似の研究は少ないように思われる。関連するほとんどの研究は、依然として「特定の歴史事象の説明のために古気候データを利用する」、つまり一部の歴史学者・考古学者が主導したものが多く。そこには、古気候学者が歴史学者や考古学者と対等の立場で歴史を語ることのむずかしさがある。歴史・考古学者の大部分が新しい気候データの受け入れに慎重になる一方で、古気候学者は安易で強引な気候決定論に陥りやすいからである。時間をかけた話し合いが唯一の解決策だが、地球研のようにFR(フルリサーチ)の開始まで数年の猶予を与えてくれる機関はほかには存在せず、話し合いは一般にはなかなか継続しがたい。

## ■どのように未来可能社会に貢献するのか

気候適応史プロジェクトでもじつのところ、異分野融合は道なかばである。高分解能古気候データの新しさを軸に多分野の研究者の結集は保たれているが、異分野メンバー間の意識の垣根は低くはない。それは上述の「問いの順番」の意味が、メン

このコーナーでは、プロジェクトリーダーが語り部となって、1枚の写真を手がかりに、自分の研究内容や将来の夢をひもときます。

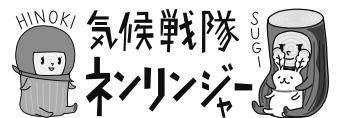
バー間でかならずしも共有・合意されていないことにも関係している。プロジェクトの最終盤を迎え、今後のさらなる議論の深化が求められるなか、私自身は、地球研がめざす未来可能性の高い社会の実現のために、私たちの研究プロジェクトから二つの貢献が可能であると考えている。「狭義」の気候変動への適応と、「広義」の変動一般への向きあい方についての提言である。

人びとの気候適応のあり方の一例として、日本中でいまま被害を増す水害への対応がある。水害には、弥生時代から現在まで時代に応じたさまざまな対応パターンがあり、歴史から学ぶべきことが多い。一方、前近代にみられる自給自足的な農業社会とは異なり、気候変動が飢饉などを介して社会に与える影響は、近代になって明らかに小さくなっている。これに対して、グローバル化した今日の世界では、人間自身がつくり出す変動(経済循環などの社会環境の変動)が、人びとの適応能力を強烈に試し始めている。変動に「備える」、変動を「乗り越える」、変動を「制御する」。歴史から学ぶそれぞれの可能性について、気候と歴史の関係という狭義の研究プロジェクトのスコープを超えて、今後、さらに大きな研究が広がってゆくことを期待している。

## ■プロジェクト

高分解能古気候学と歴史・考古学の連携による気候変動に強い社会システムの探索

縄文時代から現在までの日本を対象に、高分解能古気候学の最新の成果を歴史学・考古学の膨大な知見に結びつけ、過去のさまざまな時代に起きた気候変動の実態を明らかにするとともに、気候変動に対する社会の応答のあり方を詳細に解析する。



プロジェクトのオリジナル・キャラクター

撮影：2012年5月  
モンゴル国 ダルハン・オール県 ダルハン市

表紙は語る

## マンホールチルドレン

岸本紗也加

(地球研研究基盤国際センター研究推進員)

地下の闇と子どもの涙  
まぶしい太陽と子どもの笑顔

写真の男の子は、モンゴルに暮らす孤児である。家庭で虐待を受けて逃げた子ども。経済的な理由から親が育てられなくなった子ども。親を亡くし、マンホールの中にたどり着いた子ども……。

マンホールの中で暮らす子どもは「マンホールチルドレン」と称される。モンゴルでは一年の半分以上が冬であり、マイナス30度にもなる。温水供給パイプが通っており、地上より暖かいこのマンホールの中が、彼らの住まいになる。

2012年春。私は就職するか、それとも大学院の博士課程に進学するかを考えながら、なんとなくアルバイト生活を送っていた。そんなとき、日本語教師ボランティアの募集を知った。すぐに東京で面接を受けることにした。将来の夢は決まっていなくても、なにか人の役にたつことをしたいと思っていたからだ。合格してからまもなく、私

はモンゴルに向かった。

到着したのは孤児院である。当時は日本のとある団体によって運営支援がなされており、子どもたちの衣服も日本から寄付されていた。小学生から高校生まで男女約40名が共同で生活する。彼らの生活指導、精神的ケアを担当する教師や、舞踏や楽器を教えるモンゴル人教師たちもいた。私は彼らと寝食をともにしながら、約1か月間、日本語を教えていた。日本留学を希望する子どもたちのためだった。

モンゴルの5月は砂嵐や雪嵐に見舞われる。それでも雲の隙間から太陽が顔をのぞかせる穏やかな日もあった。彼らとすごす最後の時間も穏やかだった。子どもたちは体をめいっぱいに拡げて、孤児院の遊具で遊んでいた。

「さ・や・か・せんせ〜い！」

この笑顔を、この瞬間を忘れたくない。私は願いと想いを込めて、カメラのシャッターを切った。

●表紙の写真は、「2016年 地球研写真コンテスト」の応募写真です。

### 編集後記

わたくしことですが、10月1日付けで金沢大学に異動します。地球研には4年8か月お世話になりました。流動性が高い地球研。たくさんの別れを経験しましたが、今度は見送られる側。4年以上かかわったニューズレター編集会議も卒業です。

ふりかえてみると、この会議はもっとも地球研らしい場だったのではないかと思うこともあります。専門もフィールドも立場も異なる人たちが集ってニューズレターを仕上げる。そのプロセスのなかでは、自分自身の専門や視点、経験をいったん「括弧」に入れて、コミュニケーションをすすめないといけません。気が重いこともありました。いざ会議が始まるとついつい話してしまうのです。もしかしたら、編集会議をもっとも楽しんでいただけたのは、ぼくだったかもしれません。いつもかっとなことを話すべくを受け入れてくれた編集会議の皆さんには、たいへん感謝しています。またどこかでいっしょに仕事ができればいいと思っています。

これからは、北陸の地から『地球研ニュース』を応援しています。一つひとつの記事にいろいろな想像を働かせて。(菊地直樹)

\*おわびと訂正  
2017年7月発行『地球研ニュース67号』表紙の百聞一見の著者名に誤りがありました。正しくは「中尾世治」さんです。おわびして訂正いたします。

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構  
総合地球環境学研究所報「地球研ニュース」  
隔月刊  
Humanity & Nature Newsletter No.68  
ISSN 1880-8956

発行日 2017年9月30日  
発行所 総合地球環境学研究所  
〒603-8047  
京都市北区上賀茂本山457番地の4  
電話 075-707-2100(代表)  
E-mail newsletter@chikyu.ac.jp  
URL <http://www.chikyu.ac.jp>

編集 定期刊行物編集室  
発行 研究基盤国際センター (RIHN Center)

制作協力 京都通信社  
デザイン 納富 進

本誌の内容は、地球研のウェブサイトにも掲載しています。郵送を希望されない方はお申し出ください。

本誌は再生紙を使用しています。

編集委員 ●阿部健一(編集長) / 菊地直樹 / 熊澤輝一 / 王 智弘 / 三村 豊 / 鎌谷かおる / 嶋田奈穂子 / 遠山真理 / 押海圭一

バックナンバーは <http://www.chikyu.ac.jp/publicity/publications/newsletter/>

