

Humanity & Nature Newsletter



RIHN

No. **89**
August 2023

地球研ニュース

今号の特集

P2 特集1

プロジェクトリーダーに迫る!

「あたりまえにある」
ゆえに見えにくい
窒素のこと

林 健太郎
阿部 健一

P12 特集2

「ほろ酔い地球軒」その参…… 動画制作編

広報と研究が織りなす
情報発信

メイキング・オブ「ラボストーリー」

木村 葵 + 寺本 瞬 + 由水 千景
三村 豊

連載 P11 晴れときどき書評
『環境問題を〈見える化〉する——映像・対話・協創』…… 大谷 通高
P16 表紙は語る…… 林 健太郎

「あたりまえにある」ゆえに見えにくい窒素のこと

研究プロジェクト●人・社会・自然をつないでめぐる窒素の持続可能な利用に向けて

話し手●林 健太郎(教授)

聞き手●阿部健一(教授)

太陽系で5番目に多い窒素元素。空気の8割は窒素ガス。地球上暮らす生きものにとって窒素は、タンパク質やDNAの素材として欠かせない。食物の肥料、工業・産業製品の原料、燃料として便益をもたらす一方で、あらゆる環境問題の裏側には窒素がからみ、人間の節操なき窒素利用がもたらす窒素汚染はじわじわと人と自然の健康を蝕んでいる。「窒素を見ずして地球の未来は語れない。複雑にからむ窒素循環の全体像を見なければ、環境問題は解決できない」と論ずる林さん。プロジェクトの略称「Sustai-N-able」の真ん中に「窒素(N)」を配した覚悟が見えてきた

阿部●2022年度からはPRとして、いよいよ本格的にプロジェクトが始まりましたね。要覧にはプロジェクトの概要が記されていますし、IS(インキュベーション研究)からFS(予備研究)、PR(プレリサーチ)と段階を追うなかで、プロジェクトの概要について話を聞く機会があったのですが、いまだに要領を得ない。窒素問題がテーマですが、プロジェクトとしてなにをしようとしているのか、わかりにくいところがあります。

まず、窒素が大きな環境問題だということは、じつはわれわれ地球研にいる研究者にもあまり浸透していない。

林●そうですね。ISやFSの段階から、つねに問われていたのです。「窒素のなにかが問題なのかかわからない」と(笑)。阿部さんからなんどもお尋ねいただいて、それに答えて、そのときは「わかったような気がする」と言われるのですが、そのあとまた、「よくわからん」のくり返し。(笑)

阿部●窒素問題の奥が深いからでしょうか、底なしの沼に入った気がしました。

林●私は最近、農水省、環境省、経産省、国交省をまわって説明する機会があったのですが、みなさんおしなべて同じような反応をされるのです。ある意味、当然だなと思ひまして、それがなぜなのかを、これからお話ししようと思います。

阿部●ようやく沼から抜け出せる。(笑)



林 健太郎

「あたりまえにある窒素」を 私たちはどれだけ 知っているだろうか

林●窒素はとてだいで、必要なものなのですが、そもそもそこがわかってもらえていないのです。

たとえば生きものであれば、タンパク質やDNAなどをつくるのに窒素が必要です。私たちはその窒素を「食べる」ことで摂り入れるしかない。その食べものをつくるには、肥料になる窒素が必要です。植物も窒素がないと体をつくれないうし、光合成に必要な酵素も、窒素がないとつくれないからです。

阿部●なるほど。生物多様性がいかに大切かということ、私たちは一所懸命に伝えますが、なかなか一般の人にはわかってもらえないのと同じですね。「高校生にわかるように」というのは、地球研初代所長の日高敏隆さんの言葉ですが、あたりまえのことを伝えるのはけっこうむずかしい。窒素は「あたりまえにだいじ」なのですね。

林●そうですね。日々呼吸しているのと同じです。私たちが吸っている空気の78%が窒素です。

なにもしない窒素と利用できる窒素

阿部●窒素は身近にありふれていて、しかも、人間の体のかなりの部分は、窒素からつくられるタンパク質。それなのに、窒素のなにか問題なのかを知らない。

林●じつは窒素には2種類あります。一つは、私たちを取り囲んでいる空気中にある、良い意味でも悪い意味でも「なにもしない窒素」。この不活性な窒素を「窒素ガス」といいます。なにもしないといっても、空気が窒素だけになったら、私たちは窒息して死にます。これが「窒素」の名称の由来です。

阿部●窒素って、窒息からきているのか。

林●ドイツ語ではStickstoff、窒息物質という意味で、それをそのまま日本語に訳したのです。この「なにもしない窒素」は、その存在さえ知られていなかった。18世紀後半まで、人類の発見を逃れてきた物質です。

阿部●だから、問題だといっても、なかなか通じない。(笑)

林●そうですね。あまりにも周りにありすぎるし、ほんとうになにもしない。呼吸しても、ただ体に入って出ていくだけで、筋肉がついたりはしない。だから私たち動物は、「利用できる窒素」を食べなくてはならない。動物であればタンパク質やアミノ酸、植物ならアンモニアや硝酸などの窒素化合物を取り入れる。

阿部●その「利用できる窒素」は、不活性窒素に対して、活性窒素？

林●「反応性窒素(Nr: reactive nitrogen)」とよんでいます。いろいろな種類があるのですが、大きく分けて、窒素元素(N)が2つくつった窒素ガス(N₂)以外をすべてNrとしています。

じつは空気中にはNrもわずかに入っているのです。直径1mの風船からN₂だけを集めると直径92cm。Nrだけを集めるとわずか0.7cmくらい。生きものは、このわずかなNrがほしいのです。そして、このNrこそが、生態系の物質のめぐりを決めているのです。

このインタビューは2022年6月に実施しました。両者の発言内容は、収録当時の知見や国内外の情勢に基づいています。本誌発行（2023年8月）の時点では、プロジェクトの本格始動から1年が経過していますので、活動内容は具体化し、収録時の見解とは異なる事象もありますが、インタビューの記録性を尊重し、そのまま掲載しています。

活動の最新情報は、プロジェクトの特設サイトを参照ください。



阿部●「循環」といえば、プラネタリー・バウンダリーのレーダーチャート（図1）を思い出します。9つのサブシステムのなかで、「窒素のサイクル」は大きく閾値を超えていますね。

林●じつはこのレーダーチャートは、窒素の一面しか見ていません。水深の浅い沿岸域が富栄養化しないための指標です。地球スケールの数値モデルで計算して、窒素の人為的な負荷量がこのくらいまでならよいという基準を示して、それに対して、じっさいに人間が使っている量のはるかに多いから、「これは危ないですよ」というものです。

阿部●窒素循環そのものに言及しているわけではない。

環境問題の背後に潜む反応性窒素(Nr)

林●Nrにはいろいろな種類があるのですが、なかでも一般的によく知られているのは温室効果ガスのN₂Oですね。一酸化二窒素もしくは亜酸化窒素といいます。

じつはこのN₂Oは、同じ重量の二酸化炭素(CO₂)の300倍くらいの温室効果があります。大気濃度はCO₂のほうがはるかに高いのですが、N₂Oも温室効果ガスとしては重要で、成層圏のオゾンも壊します。

阿部●フロンガスだけでなく……。

林●フロン類は撤廃の動きがかなり進んでいます。N₂Oの排出量は増えつづけています。いま成層圏でいちばん寄与しているのはN₂Oだという評価もあります。

阿部●それは一般には知られていませんね。

林●専門家のあいだでは常識化しているので、あえてふれることはありませんからね。でも、プラネタリー・バウンダリーのレーダーチャートでは、オゾン層破壊は、ほかの8つの問題にくらべるとだいぶ落ち着いて、「もうだいじょうぶ」という範囲に入っています。N₂Oについては、温暖化対策を優先して取り組んだほうがよいと思います。

阿部●窒素に関連して、ほかに注目すべき

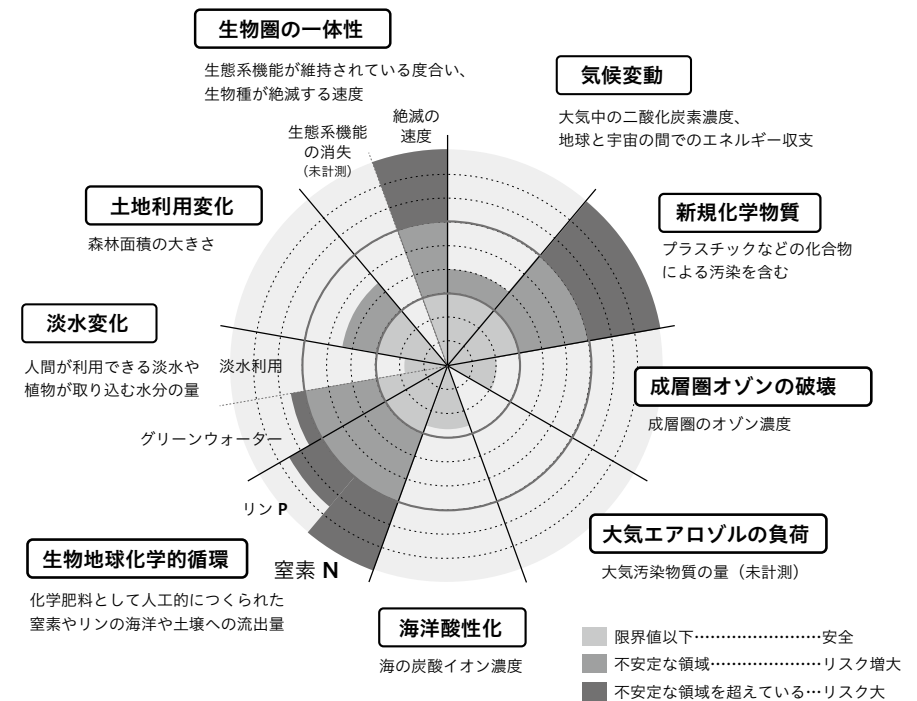


図1 プラネタリー・バウンダリーの最新状況

プラネタリー・バウンダリーは、人間が地球上で持続的に生存するには「超えてはならない地球環境の境界(バウンダリー)がある」ことを示す概念で、9項目ごとに閾値を定め、その現状をレーダーチャートで示したものです。日本語では「地球の限界」などとよばれる。スウェーデン出身の環境学者、ヨハン・ロックストロム博士を中心とするチームが2009年に初めてこの概念を発表。以後、数年ごとに更新されている。この図は2022年に公表されたデータをもとに作成。

出典: Azotefor Stockholm Resilience Centre, based on analysis in Wang-Erlandsson et al 2022

ことはありますか？

林●さきほど、空気中にNrはちょっとしかないと言いましたが、その「ちょっと」がだいたいじなのです。たとえば、大気中のエアロゾル、PM2.5という微小粒子状物質にも関係しています。PM2.5は「2.5μmより小さな粒子」と定義されているように、小さいので呼吸器系の奥のほうまで入って、呼吸器疾患を引き起こすリスクがあります。じつはこれにも窒素がけっこう入っています。

具体的には、大気中の硝酸やアンモニウムの微小な粒子がPM2.5を構成する化学成分のかなりの割合を占めていて、論文によっては40%くらいあるとも指摘されています。ですから、このレーダーチャートの「大気エアロゾルの負荷」にも、窒素がかかわっているのです。

冒頭に「窒素問題はわかりにくい」という話をしましたが、いろいろな環境問題の

表面をめくってみると、ほぼくまなく窒素がかかわっている。でも、表向きは見えないから、その影響力がわかりにくいのです。

私たちは生きてゆくために食べますから、食物を育てる肥料として窒素を使うのはあたりまえになっていますが、多くの環境問題のその陰で、窒素がかかわっているということは、あまり知られていないのです。

自然界の窒素循環を駆動する微生物

阿部●見えないけれど、いたるところに窒素がかかわっている。それはわかったのですが、「循環」についてはどうですか。たとえば反応性窒素(Nr)と不活性窒素(N₂)の間の循環です。

林●その循環は、もともとは微生物がまわしていたのです。微生物には安定なN₂の一部をアンモニアに変える能力があって、これを「生物学的窒素固定」といいます。

(次ページにつづく)

「あたりまえにある」ゆえに 見えにくい窒素のこと

さまざまなステークホルダーに窒素問題の概要を伝え、自由な議論のきっかけにもなるようにと、プロジェクトの活動の一環として作成されたリーフレット。日本語版・英語版ともに、プロジェクトのウェブサイトからダウンロードできる

↓ダウンロードはこちら



阿部●マメ科の植物の根粒菌などにその力があるときぎますが……。

林●マメ科の植物に共生しているものもいれば、単独で生きているものもあります。よく知られているのは藍藻（シアノバクテリア）です。多くの微生物がその能力をもっているのですが、それらは広い範囲に散らばっていて、それぞれがほそぼそと、安定なN₂からアンモニアをつくりだして、それをアミノ酸に変えて植物が利用する。これが生態系の窒素循環のスタートです。

この反対に、生態系のなかに余っている亜硝酸や硝酸などをN₂に還す「脱窒」というプロセスもあって、これも微生物のはたらきなんです。

阿部●両方のはたらきをしているのですか。

林●それぞれべつの微生物です。両方いるから循環するのです。そうでないと、固定するばかりだとNrがどんどん溜まってゆくし、脱窒だけだと栄養分がなくなってしまう。N₂を固定する微生物と脱窒でN₂に還す微生物とがいて、バランスがとれていたのです。そのあいだに植物や動物がいて、うまいぐあいに利用している。



阿部健一

たとえば、微生物が固定した窒素は、最初は微生物の体を構成する材料、つまり有機物になります。死んだらそれが分解されて、アンモニアなどになって、それを植物がすかさず吸収して、植物は自分の体を大きくします。そこに動物がいれば、植物を食べて成長し、動物どうしも「食う・食われる」の関係がある。その植物や動物が死んだら、また微生物が分解して循環する。こうした窒素循環の最終段階で、NrをN₂に変えて大気に放出するはたらきをする微生物を「脱窒菌」といいます。

阿部●あまり聞いたことないな。

林●使っているのは、私たちの分野くらいですかね。（笑）

阿部●でも、すごくだいじな役割を果たし

ている。

林●そうなのです。「分解者」という言葉はよく使われますが、生態系の分解者の役割は有機物を無機物にするところまでで、有機物をCO₂に還す炭素循環の文脈で語られることが多いのです。

阿部●炭素の循環は、光合成のしくみとして学びますね。

林●その炭素と窒素は、じつはくっついていっているのです。というのは、有機物は炭素、窒素、水素、酸素、リンなどでできているので、炭素だけでは循環しないのです。

阿部●炭素循環の陰で、重要な役割を果たしているのが窒素。

林●陰というよりも、むしろ全体を制御している。表向きは炭素が動いているように見えるけれども、それを操っているのは窒素やリンなのです。

シドニー大学の栄養学者と昆虫生物学者が書いた『Eat Like the Animals』という本があります。「動物のように食らう」という意味で、日本では、『科学者たちが語る食欲』というタイトルで和訳版が出ています。「生きものはみな、タンパク質がほしくて食べている」というのです。最初に昆虫を調べたらそうだった。さらに大きな動物もそうだった。最後は人間を調べてもそうだったと。タンパク質をほしがるのは、けっきょくは窒素がほしくて食べているということです。

阿部●現代の私たちは炭水化物を主食としていますが、炭水化物を食べようになつてから健康問題が始まったという説もあります。地球研のサンニテーションプロジェクト*1の山内太郎さんも、「コメが悪魔的にかんたん」といっていました。（笑）

林●それはあると思いますね。（笑）食生態学者の西丸震哉さんの本にも書いてあったのですが、パプアニューギニアでの調査には、日本のコメだけはけっして持ちこん

ではいけないというのですよ。それまでタロイモやヤマイモを食べていた人たちがコメの味を知るとたいへんなことになるから、それだけはだめだと。（笑）

阿部●山内さんの調査地もパプアニューギニアやソロモン諸島だったかな。

林●コメにも6%くらい、タンパク質が含まれています。むかしの日本人がコメを食事の中心としていたころは、いちどに3、4合くらいは食べたのではないですか。コメでタンパク質も摂っていたのです。

阿部●いまはちがうものね。コムギはタンパク質含有量が少ない？

林●それなりに入っていますよ、グルテンとか。

阿部●それをコメ並みにするために、有効な遺伝子を探していたのが、農水省に行った私の同級生。彼は4,000品種くらいの小麦を丹念に調べて、ようやく3,000種くらいで見つけたらしい。辛抱のいる作業だと、あきれながら感心した。（笑）

林●育種系は総当たりですからね。（笑）

自然界の窒素循環の バランスを一変させた ハーバー・ボッシュ法

阿部●話がそれてきたので循環の話にもどしましょう。いま窒素循環のしくみが大きくゆがんでいることが問題なのです。林●さきほどもお話したとおり、もともとは微生物がN₂を固定してNrに変えて、べつの微生物が脱窒してN₂に還すことで、自然の生態系はバランスしていたのです。ところがそこに人間があらわれて、「生物圏」のなかに「人間圏」というものを少しずつつくっていったのです。

「空気からパンをつくる」錬金術

林●あたりまえの話ですが、人口が増えれ

*1 2021年度終了の研究プロジェクト「サンニテーション価値連鎖の提案——地域のヒトによりそうサンニテーションのデザイン」



窒素ってなんだろう

窒素は太陽系で5番目に多い元素です。元素記号は「N」、英語では nitrogen と呼ばれます。

地球では、窒素原子が2個くっついた窒素ガス (N₂) が大気の78%を占めます。タンパク質や DNA の素材として、窒素は生き物に必要な元素なのです。人体の重さの約3%は窒素でできています。

しかし、たくさんある N₂ は安定で何もしません。生き物が使えぬ形の反応性窒素 (Nr) が必要なのです。Nrにはたくさんの種類があります。



生態系では微生物が N₂ から Nr を作り出します。植物は Nr を吸収して育ちます。草食動物は植物を食べて、肉食動物は草食動物を食べて、Nr を取り入れています。排せつ物や遺体に含まれる Nr を分解して、最後には N₂ に戻すのも微生物です。

人類もまた、このNrを循環させて暮らしてきました。かつての農業も、下肥、魚肥、堆肥などの有機物に含まれるNrを使っていたのです。

足りなくなってきた反応性窒素 (Nr)

地球の人口は次第に増えていきます。食料がもっと必要になります。どうすれば食料をたくさん作れるでしょう。肥料です。農作物の肥料になるNrが欲しいのです。



20世紀初期に、N₂ からNrの仲間のアンモニアを人工的に造り出す技術 (ハーバー・ボッシュ法) が開発されました。化学肥料を望むだけ合成できるようになったのです。

Nrには肥料以外の用途もあります。例えば、ナイロン、ウレタン、火薬・爆薬などの工業原料だったり、燃料という新しい用途も注目されています。

それでは、人工的にNrくんを合成するようにって、何が起きているのでしょうか？



ば食料の要求量が増えて、自然界で循環していただけでは足りなくなってくる。これを克服するにはいくつか戦略があって、ひとつは農地面積を増やすこと。でも、限界がある。そうなると次は、同じ面積からたくさん採れるようにするために肥料が必要になるのです。

もともとは家畜の排せつ物や、もちろん人間の排せつ物も肥料にしていました。ただし、これは当然ながら、人や家畜が食べて出したものを選すので、食べものが充分にないと肥料もどんどん減ってゆきますよね。となると、べつのかたちの肥料が必要になる。だから人類は長いあいだ、肥料になるものを探していたのです。

そうして見つかったのが、グアノやチリ硝石。グアノは、ペルー沿岸の島じまに海鳥の糞や死骸などが堆積してできたもの。チ

リ硝石が採れるのはペルー、ボリビア、チリにまたがるアタカマ砂漠。もともと海だった場所が隆起して干上がった場所で、海底に溜まっていた栄養塩が表層に薄く広大に溜まっている。それをかき集めて肥料をつくる。

でも、これらはいずれも化石なので、掘り尽くせばやがてなくなる。グアノはもうなくなりました。チリ硝石は、なくなりはしていませんが、含有率が低くて効率がよくありませんでした。

それで20世紀になる直前に、イギリスの科学アカデミーでウィリアム・クルックス*2が、「このままゆくと人類は飢餓に陥る。これを回避する手段は、窒素肥料を人工的につくることだ」と演説しました。そのころには、私たちの吸っている空気の大部分がN₂だということがわかっていたので、そこから、肥料となるNrをいかにつくるかという技術開発競争がはじまりました。阿部●錬金術みたいなものですね。林●そうです、まさに錬金術なのです。みなさんも名前はご存じのように、それが「ハーバー・ボッシュ法」。

阿部●大気中の「使えない窒素」を……。こんなことが実現するわけですね。

林●フリッツ・ハーバーがその研究をしているときには、「空気からパンをつくる技術」だからかわれたそうです。正確には、「空気から肥料をつくらせて、肥料で麦を育てて、パンにする」のですが、そのあいだをすっ飛ばして「空気からパンをつくらうとしていた変な人」といわれていた。

でも実際に、実験室スケールで、N₂と水素からアンモニアを合成することに成功した。そして、いまでも実在する、BASFというドイツの大きな化学会社の技術者だったカール・ボッシュがその成果を買取ったのです。実験室のレシピを工業生産できるレベルにまでもっていった。それが20世紀初期の話です。

阿部●これはまさに革新的イノベーションですね。

*2 Sir William Crookes (1832年6月17日 -1919年4月4日) はイギリスの化学者、物理学者。タリウムの発見、陰極線の研究に業績を残す。1913年に王立協会会長に就任。



林●おっしゃるとおりで、材料の窒素は周りにいくらでもある。あとは水素さえもってくればよい。たとえば水の電気分解とか、石炭から水素だけを取り出すとか、いろいろな技があるのですが、それで肥料がつくれるのです。

阿部●エネルギー源は当然に必要でしょう。林●そうですね。当時は化石燃料を燃やしてエネルギー源としていました。グアノは南米の島に行かないと採れませんが、ハーバー・ボッシュ法のアンモニア製造であれば、水と窒素があつて、エネルギーを投入すれば、どこの国でも肥料がつくれるのです。

平時には肥料を、戦時には火薬を

林●また脱線しますがけれど、ハーバー・ボッシュ法がドイツで開発されたということにも理由があるのです。当時、イギリスとはすでに準戦争状態というか、紛争に近い状態にあつて、ドイツは自国民を養うために肥料が必要だった。そのほかにも、窒素の負の側面として、窒素化合物は火薬にもなるのです。

阿部●まあ、負の側面か正の側面か、どちらに考えるのかはともかく……。

林●もともとそちらのほうがウエイト高いのではという気もします。Nrの硝酸カリウムは火薬になるのですよ。ニトログリセリンは、そのままだと不安定なので、珪藻土にしみこませて信管をつけて、安定に使えるようにした。このダイナマイトを発明し

(次ページにつづく)

「あたりまえにある」ゆえに 見えにくい窒素のこと

たのがノーベルですから、ノーベル賞も窒素と深いかわりがあるのです。

イギリスが海上封鎖したことで、ドイツはチリ硝石を輸入できなくなって、肥料や火薬をつくる手段がなくなってしまった。なんとかして自国でつくらないといけないということで、窒素の固定技術の開発に本気になった。

阿部●それで、ドイツだったのですか。

林●それだけではないと思うのですが、競合する研究者もみんなドイツの人たちでした。硝酸の大量生産方法を発明したヴィルヘルム・オストヴァルトや、熱力学のヴァルター・ネルンストも、みんなノーベル化学賞をもらっている。当時のドイツはすさまじいですね。

人間圏から漏れ出るNr

阿部●原料がほぼ無限にあるハーバー・ボッシュ法は画期的な技術ですね。

林●つくろうと思えばいくらでもつくれて、農地に肥料を入れれば入れるだけ収量を増やせる。そうすると、肥料の生産だけでは足りなくて、肥料負けせずにより多く収穫できる品種をつくったり、作物につく虫を除去する農薬をつくったり、農機具を機械化したり……。

こうしたものをすべてセットで開発して、大きく発展したのがGreen Revolution、「緑の革命」ですね。第二次世界大戦のあと、1950～60年代くらいだと思いますが、あのころからハーバー・ボッシュ法による窒素の消費量がぐんぐん増えて、いまも増えつづけています。

阿部●増えつづけていることに問題がある。

林●人工的に大量に肥料をつくれるようになって、それが人間圏のなかで閉じて循環しているのなら、そんなに問題はないのです。でもあいにく、使っている量の相当部分が人間圏の外に漏れ出ているのです。いろいろな見積もりがあるのですが、おおまかにいうと、投入した窒素の8割が漏れている。

阿部●畑などに、ですか。

林●農業利用だけでなく、エネルギーを得るために化石燃料を燃やすと窒素酸化物などが出るので、そうしたのも大気に漏れ出ている。もちろん、私たちは水処理や排ガス処理などの技術をもっているので、Nrのかなりの部分を悪さないN₂に戻すことができます。でも、それにもコストがかかる。処理するためのエネルギーも資材も必要です。処理できずに残ったNrが自然界に漏れ出てしまって、温暖化、富栄養化、大気汚染などの問題にかかわっている。

阿部●いまでは、地球上の微生物では処理しきれない量のNrが……。

林●N₂に戻らずに漏れ出てしまっている。

阿部●それがまたいろいろな悪さをする。

ブラネタリー・バウンダリーでは、窒素とともにリンの循環にも閾値が設定されています。リンは、ハーバー・ボッシュ法のような錬金術がないので、いまだにリン鉱石に頼っている。

林●いまもって、濃く集まっている場所から集める手段しかない。

阿部●リンは、解決策がわかりやすいですよ。でも、窒素の場合はいろいろな窒素の様態があって、量的にもばかにならない。問題解決が一筋縄ではいかないなかで、どのように解決の糸口を見つけるのか。

ここからいよいよ、林さんたちのプロジェクトについて聞かせてください。

私たちの食生活と 密接にからみあう窒素問題と どう向きあうのか

林●窒素の用途の8割が肥料です。だから食料生産が重要なのです。でも、これは表裏一体なのですが、日本は食料や家畜飼料のかなりの部分を輸入していますから、日本での窒素利用の半分以上は、じつは工業用途なのです。

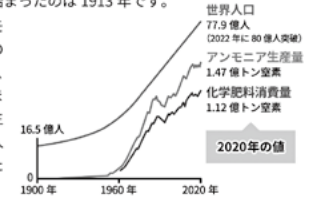
阿部●工業用？

林●わかりやすい例ですと、ナイロンやウレタンなどの化学繊維やプラスチックにも

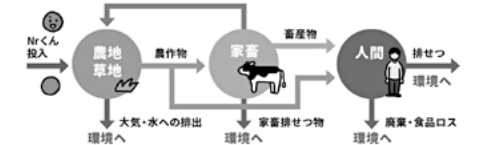
Nrを手に入れて、世界は変わった

人類はどれだけのNrを使ってきたでしょう。ハーバー・ボッシュ法による商業生産が始まったのは1913年です。

1960年代からアンモニア生産と化学肥料の消費量が急速に伸び、現在まで続いています。窒素肥料が食料生産を増やして、世界人口の増加を支えてきたのです。



窒素肥料によって、農作物をたくさん作れるようになり、農作物を飼料とする畜産物もたくさん作れるようになりました。ところが、食料生産に投入するNrの多くが漏れています。投入した窒素のうち生産物に届く割合を窒素利用効率とよびます。世界の窒素利用効率は、農作物で50%、畜産物で5%～20%ほど。残りは、うまく循環させないと漏れてしまうのです。そして、同じ量のタンパク質を食べるならば、農作物より畜産物の方が環境にNrが漏れやすいのです。食べられるのに捨ててしまう食品ロスも、捨てた食品そのものを無駄にしますし、捨てた食品の生産に投入したNrも無駄になります。



漏れたNrの行き先は、大気、土壌、陸水、そして海洋です。漏れたあとは環境をぐるぐると巡り、Nrの種類に応じた影響が生じます。Nrは農業だけから漏れるわけではありません。快適な生活のためのエネルギー（熱・動力・電気）を得るために化石燃料を燃やしたり、廃棄物を燃やすと、窒素酸化物といわれるNrが大気に漏れます。排ガスや排水に含まれるNrは、処理によって悪さをしないN₂に戻せます。ただし、処理にはコストがかかるため、無駄になるNrを減らすことが大切です。

漏れたNrくんたちは、いったい何をしてかすのでしょうか？



けっこう窒素を使っています。ほかにも、そのような工業製品での用途がかなりあるのです。ただし、世界的にみれば、ハーバー・ボッシュ法でつくった窒素の8割は農業用です。

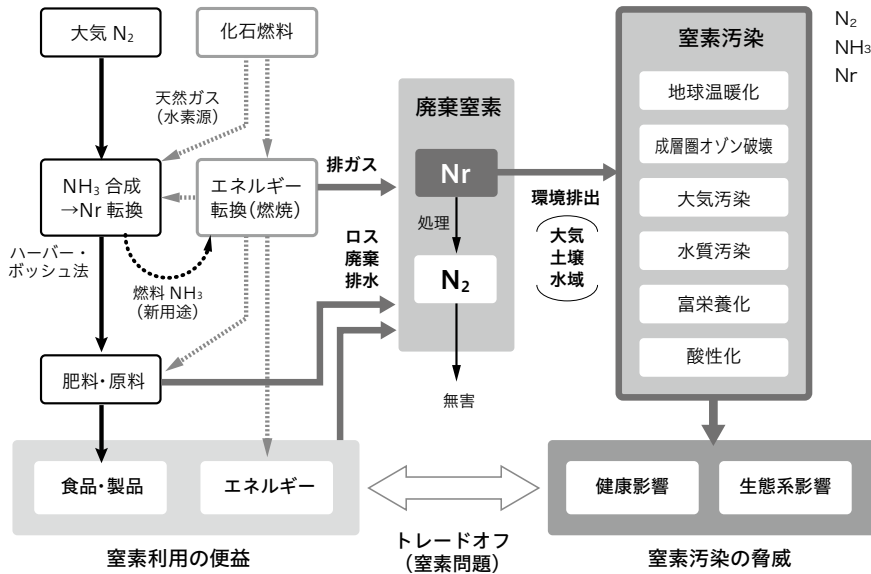
阿部●この8割の窒素利用をなんとかすれば、窒素循環はかなりよくなるだろうということなのですか。

林●110年前に開発されたハーバー・ボッシュ法が、現在の窒素循環の入り口です。食料生産に使う窒素のかなりの部分が環境に漏れ出していますから、この入口での窒素利用効率を上げれば、だいぶよくなるのです。

窒素利用効率からみた食生活

阿部●産業用途は閉鎖系。一方の農業は開放系ですね。利用効率を上げるというのは、

*3 2022年6月締結。地球研の教員が府内の学校で出前授業をしたり、教職員の研修や教材づくりに協力する一方で、地球研は教育現場から得た声を研究活動や教育プログラム作成などに活かすなど、環境教育の実施や研究開発を連携して推進。



N₂ : 窒素ガス
 NH₃ : アンモニア
 Nr : 反応性窒素 (N₂ 以外の窒素化合物の総称)

図2 窒素利用の便益と窒素汚染の脅威のトレードオフ(窒素問題)

アンモニアの人工合成技術(ハーバー・ボッシュ法)の発明で望むだけのNrを手に入れることが可能になり、Nrは肥料のほかに工業原料にも使用され、人類に大きな便益をもたらした。いっぽうで、人類が利用するNrの多くは反応性を有したまま環境に排出される。食料生産の過程での窒素利用効率が高いことに加え、食品ロスも大きな要因。排出されたNrは多様な窒素汚染を引き起こし、地球の健康に被害をおよぼす。窒素利用の便益が窒素汚染の脅威をともなうトレードオフを「窒素問題」という

リーンジョブ(GreenJobs)といいます。彼らがこれまでにないグリーンジョブをつくりだすきっかけを増やせるのではないかと考えています。やみくもに、こうしたらよいかもしれないと考えるのではなく、環境問題の基礎知識をもったうえで、「こうしたらこんな効果がある」と理解して、新しいアイデアが広がることを期待します。

私は最近、あちこちの高校で窒素循環の話をする機会が増えているのですが、生徒さんの受けがすごくよくて、「おもしろい話を聞いた」とアンケートに書いてくださいます。このくり返しで地道につづければ、多くの人に知ってもらえるのではないかと。やはり中高生に知ってほしいです。

阿部●地球研は京都府教育委員会と協定^{*3}を結んでいて、連携して環境教育や研究手法の開発に取り組んでいます。地球研の近くにあるSSH指定校の府立洛北高等学校では環境教育の授業を担当しています。

宮崎県とも学術協定を結んでいます。宮崎県でいちばんの進学校の宮崎大宮高等学校は、文科省が推進するスーパー・グローバル・ハイスクール(SGH)^{*4}やワールド・ワイド・ラーニング(WWL)^{*5}などのプロジェクトに採択されていて、彼らは地元食材をいかしたレシピづくりをして、世界に向けて発信しています。

林●それは、うちのプロジェクトととても親和性がありますね。その高校でぜひ話したいですね、食は環境と深くつながっているのですよと。

阿部●たんに「おいしい」だけではないのだということ。

林●食に関連してもうひとつ考えているのは、食をとおして、食材と自然とのつながりを感じてもらおう機会づくりです。とくに日本の食は、伝統の和食もあれば、これから新しくつくるネオ・ジャパネスクがあってもよいと思うのですが、季節の移ろいと生きものとのつながりを食できちんと味わうことができる。

日本には「旬」というものがありますね。

自然界に漏れ出ていかないようにするというのですか？

林●極端にいうとそうです。でも、たんに農業での利用効率を上げるだけではなく、われわれが「なにを食べるか」という話にもかかわっています。

阿部●農業の方法だけでなく、食生活も考えるということですか。

林●世界全体での農作物の窒素利用効率は、大まかにいうと50%です。100あげたら50の作物が採れるのですが、これが家畜などだと、ものにもよりますが、5~20%くらいに下がるのです。最近の畜産は、人が食べられる穀物も与えて肥育することもあるので、そのぶん歩留まりが下がるのは当然ですね。それに、家畜も動物なので、与えたものすべてが肉になるわけではなく、食べて排せつすることをくり返して大きく育て、食肉になったり、卵を産んだりするので、どうしても歩留まりが下がってしまう。

だから、同量のタンパク質を得るのに、ダイズなどの植物質で摂るのか、肉を食べるのかによって、窒素の利用効率は大きくちがうのです。

阿部●肉よりは、豆腐。

林●肉よりはよいけれども、ダイズにも問

題はあって、細かく見るといろいろ課題は出てくるのですが……。食文化の面もありますし、なにを食べるのかを選ぶ自由もあります。でも、少なくとも、なにかを食べることが、環境にどのような影響を及ぼすのかということを想像しながら食べていただきたい。

たとえば肉を食べるとき、牛肉なら牛、豚肉なら豚が生きて歩いている状態を知っていたほうがよい。その食べものが、どこから・どのようにきたのかに思いを馳せる。食品トレーサビリティは、消費者の安心安全の面でいわれることが多いのですが、環境問題にもかかわっています。「食べる」ということが環境にどうかかわっているのかを知られば、もっと食べものを大切にしようになって、食品ロスの削減も期待できます。

食をとおして考える環境問題

阿部●プロジェクトメンバーに辻調理師専門学校の方が入っていますね。

林●料理人、つまり食にたずさわる人たちに環境についての正しい知識をもってもらいたいのです。「働きたい人間らしい仕事」の要件を満たし、なおかつ環境保全・環境維持に貢献する仕事をグ

*4 国際的に活躍できるグローバル・リーダーの育成を目的とし、国内外の大学を中心に企業や国際機関等と連携をはかり、グローバルな社会課題、ビジネス課題をテーマに横断的・総合的な学習、探究的な学習に取り組む。

*5 ワールド・ワイド・ラーニングコンソーシアム構築支援事業。イノベティブなグローバル人材の育成をめざし、国内外の大学、企業、国際機関等と協働して、先進的なカリキュラムの研究開発・実践に取り組む。

(次ページにつづく)

「あたりまえにある」ゆえに 見えにくい窒素のこと

旬の食材は「そのときに味わうのがおいしい」ということに加えて、それを食べながら、「この季節が過ぎていくんだな」ということも同時に味わえる。「来年まできょうなら」みたいな。(笑)

食は、たんなる栄養ではなくて、食べることをとおして、食材は生きものであり、その生きものが自然とつながっていて、季節感にもつながっていることがわかる。ことばだけではなくて、目で見て、鼻で嗅いで、しかも味わうという、そういう機会も増やしてゆけたらと願っています。

日本の現状を知り、共有し、 「めざす未来像」を ともに語りあう

阿部●日本では、窒素利用にかんしては、工業用、産業用が多いとのことですが、そうになると、地域によって窒素循環の様態はまったくちがっているのですか。

林●ものすごくちがいます。

阿部●地域によるバラエティは、このプロジェクトではどう扱われますか。農業に肥料が徹底的に使われる地域もあると思うのですが、そうした地域差というか……。最初にプロジェクトの構想をお聞きしたときは、「全世界的な窒素循環を」ということを語っておられましたか……。

他国に負わせる窒素汚染のツケ

林●このプロジェクトの構想として考えていることと、全般的なことを、分けてお話しします。

まず、プロジェクトとしては、最初はどこに日本に注目したいのです。これは理由があって、日本はいろいろな製品だけでなく、化石燃料もそうとう輸入しています。それにはかなり窒素が入っていて、燃やせばすべて大気中に放出されてしまう。私が出した論文では、日本では、肥料としてはなく、化石燃料由来で入ってくる窒素のほうが圧倒的に多いのです。

もちろん、食糧や飼料もたくさん輸入し

ています。これはつまり、生産している国ぐにに、生産するときの窒素汚染を負わせていることを意味しています。生産地では窒素汚染が起こっているのだけれども、われわれはその収穫物だけを、お金を払って買っています。将来的には、製品を輸入するさいには、そうした環境負荷の対策費用のコストも支払いなさいという話になるかもしれません。日本としてはありがたい話ですが。

でも、日本はあまりにもこのことを自覚していないですね。日本の消費のあり方を考えると、大量生産・大量消費は脱却しつつあると思うのですが、食品の扱いには、むだが多すぎます。

日本の食品ロスの量は700万トンです。コメの生産量は800万トンで、ほぼ同量です。国連世界食糧計画(WFP)の食糧援助が400万トンくらいですから、その倍ちかい量を日本は一国で捨てているのです。まずはそのことを知るべきだという思いがあります。窒素循環のことを研究するのですけれども、窒素をとおして、食のこともちゃんと考えよう。

一筋縄ではいかない生態系の回復

林●一方で、海外に目を向けると、じつは土壌の窒素が足りなくて困っている地域があるのです。典型的なのはサブサハラ・アフリカ(サハラ砂漠の南の地域)。経済的にも窮していて、肥料も買えない。でも人口が多くて、なんとかして食べないといけないから、むりやり農耕をつづけているのです。

そうするとなにか起こるかという、土壌が蓄えている有機物を食いつぶすかたちで作物をつづけているので、だんだんと土地が痩せていくのです。いちど痩せきってしまうと、土壌ではなくて土になってしまいます。土になると、いくら肥料や水を与えても、保持できずに流れ去ってしまうのです。

阿部●有機循環プロジェクト*6の大山修一さんがサブサハラで、都市部で集めた有機

*6 2022年度からPRとして活動中の研究プロジェクト「都市-農村のバイオマス循環システムの構築にむけた実践研究—都市衛生の改善と生業基盤の修復にむけて」

反応性窒素(Nr)が漏れると、何が起るのか

<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">地球温暖化</div> <p>Nrの仲間の一酸化二窒素(N₂O)は、二酸化炭素の300に近い温室効果をもち、地球温暖化の原因となります。</p>	<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">成層圏オゾン破壊</div> <p>Nrの仲間のN₂Oには、成層圏に入るとオゾンを破壊して地上に到達する紫外線を増やすはたらきもあります。</p>
<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">大気汚染</div> <p>Nrの仲間の窒素酸化物や、Nr由来の細かい粒子も含むPM2.5(微小粒子状物質)などは、呼吸器に有害です。</p>	<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">水質汚染</div> <p>Nrの仲間の硝酸性窒素などは、チアノーゼ症や変異原性などの健康影響をもたらす可能性があります。</p>
<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">富栄養化</div> <p>Nrが陸域や水域に入ると、窒素栄養が豊富になって生物多様性や生態系が変化したり、ひどい場合には生き物が死滅します。</p>	<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">酸性化</div> <p>Nrの仲間の硝酸などは、土壌や陸水を酸性にするはたらきがあり、ひどい場合には生き物に被害が及びます。</p>

Sustain-N-able プロジェクトの取り組み

<div style="background-color: #008080; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">自然循環班</div> <p>Q1 Nrくんが漏れたらどうなるの？</p> <p>Nrが漏れることで起こる大気・水・土壌の変化、その変化が人や自然に及ぼす影響、そして、自然がもつNrをN₂に戻す能力を明らかにしていきます。</p>	<div style="background-color: #008080; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">人間社会班</div> <p>Q2 どこからどれだけのNrくんが漏れているの？</p> <p>食料・モノ・エネルギーの生産・消費において、どこからどんなNrがどれだけ漏れているのかを明らかにし、窒素フットプリントのような私たちの暮らしの指標や、将来の窒素利用のシナリオを作っていきます。</p>
<div style="background-color: #008080; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">経済評価班</div> <p>Q3 何を遊ぶといいの？</p> <p>消費者の食料選択や農家さんの食料生産において、Nrがもたらす環境影響への対策がどのくらい重視されているのかを明らかにし、持続可能な食と農業を考えていきます。</p>	<div style="background-color: #008080; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">将来設計班</div> <p>Q4 どうすれば良い未来になるの？</p> <p>Nrが私たちの暮らしを支えつつも環境に影響を及ぼしていることを多くの人たちに知ってもらい、将来の世代が幸いにNrを使っていける仕組みを皆さんと一緒に考えていきます。</p>

私たちの行動で将来が変わるんだね

将来のみんなも幸せに暮らせる方法を一緒に考えよう

性のゴミを農地に入れて緑化しようという活動は、まさにそういうことですね。これはまだ構想の段階ですが……。

阿部●日本ではどうですか。アフリカの土壌の窒素が足りないというけれど、じつは日本国内では、たとえば瀬戸内海が富栄養化しています。

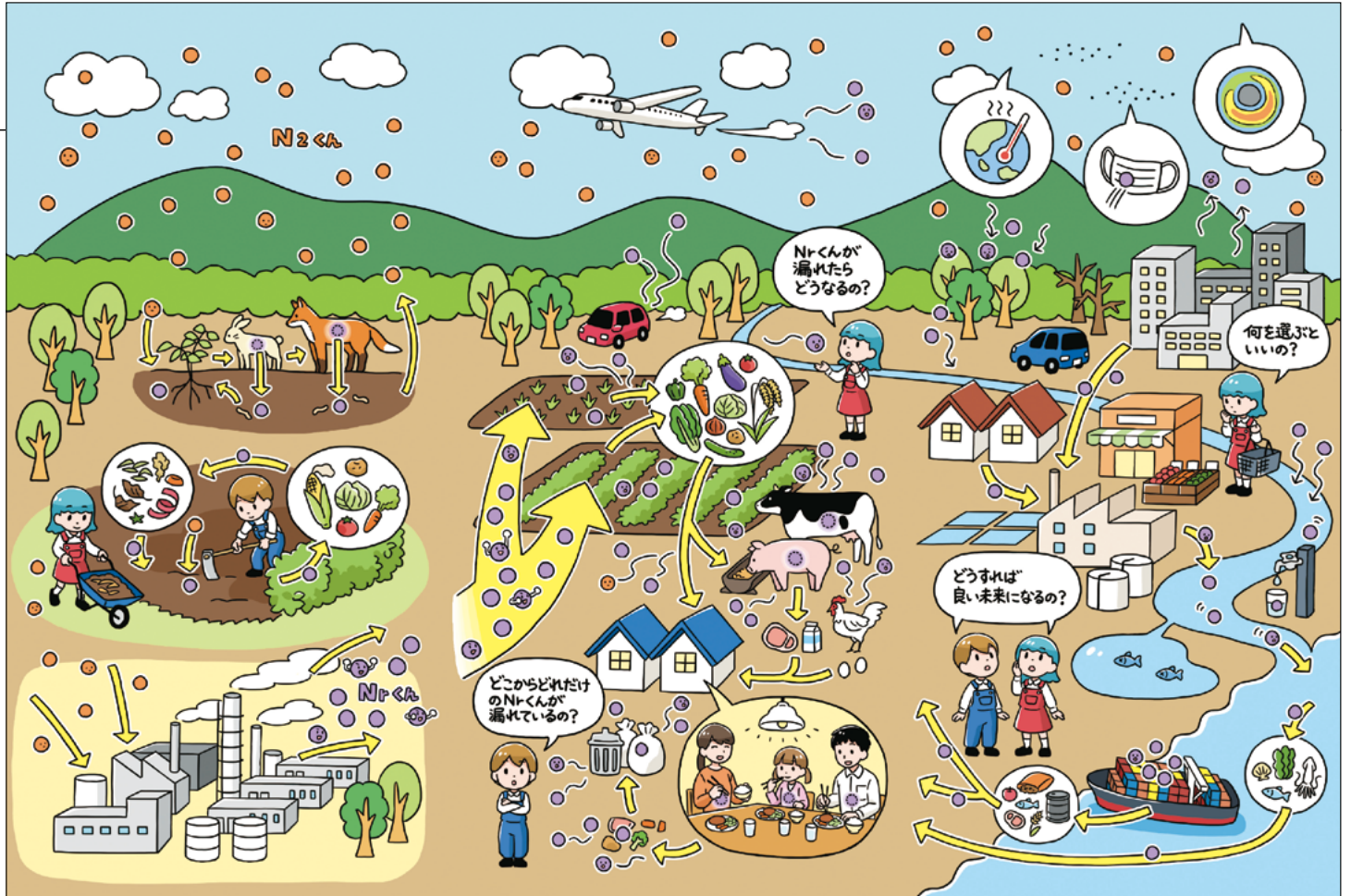
かつて瀬戸内海が富栄養化したときに、日本もなかなかしっかきりしているなと思ったのですが、政府が規制をかけて、窒素・リンなどの流入負荷の削減に取り組んだ。うちの家系は漁師なのですが、そのときに「魚が減った」という話をしていました。

広島大学名誉教授の山本民次さんなどは、「瀬戸内海を庭や畑として使う」という発想をしています。つまり、いま瀬戸内海が必要としているのは、窒素やリンかもしれないということもおっしゃっている。林●あります。

阿部●おなじ日本国内でも、地域によって、



人類による窒素利用は、肥料・原料・燃料など多様な便益をもたらす一方で、環境に対する窒素汚染が付随し、温暖化、成層圏オゾン破壊、大気汚染、水質汚染、富栄養化、酸性化といった多様な脅威をももたらしている。リーフレットでは、そうした窒素循環の現状をイラストでわかりやすく紹介している



あるいは区画によって、栄養状態はちがっている。

林●おっしゃるとおりです。地域差があると思うのです。瀬戸内海の貧栄養化はすでに知られていますが、琵琶湖もある部分で貧栄養化しているし、諏訪湖もそうだとされています。

正直いうと、「貧栄養化」という表現は、かならずしも正しくないと思っています。そこでなにか起こっているのかを考えれば、もうすこしちがうことばのほうがよいのかなと。

富栄養化の過程で赤潮や青潮が起こると、生物が大量死しますね。すると、生態系を構成していただいな種が次落したり、バイオマスが減ったりすることがある。そうした状態で、水質だけをもとに戻しても、プレーヤーがもういないので、もとの生態系には戻らないのです。私たちはその状態を「貧栄養化」とよんでいるのです。

阿部●そうしたら、畑に窒素の化学肥料を撒くように、瀬戸内海にも窒素やリン酸を入れても……。

林●すぐには戻らない。もともといた鍵になる種を戻してあげないと、むずかしいと思います。

阿部●琵琶湖では、地球研のいくつかのプロジェクトが活動しています。奥田 昇さんの栄養循環プロジェクト*7は、流域の人たちを巻き込むことを強く意識していたので、人的なネットワークができています。これは地球研の財産ですので、林さんのプロジェクトにも活かすことができそうですね。

「すべてを見ないと解決できない」と問いつづける役割

阿部●所内の発表会で、初めて林さんのプロジェクトの構想を聞いたとき、「なにもかもするのか!」という印象でした。

林●なにもかもするのですよ。(笑)

阿部●きょうお話しして、その理由がわかってきました。

林●なにかを抑えようとして、なにかが飛び出したらいけないのです。

阿部●問題解決をしているつもりが、モグラたたきですね。

林●「ここを押したら、これが出る」とわかっていたら、両方ともすこし押してみるとかね。

阿部●成果を出しやすいのは、問題を単純化すること。原因と結果とを直線的な関係でとらえれば、見えやすい。個々の専門分野ではそれでもいいかもしれませんが、それでは環境問題は解決できません。やはり学際性が問われます。

林●そう思います。文理融合がだいじです。

阿部●複雑にもつれあった窒素の問題は、その全体を見渡さなければならぬ。でもいっぽうで、一点突破的なことも考えなければいけないのではないですか。

*7 2019年度終了の研究プロジェクト「生物多様性が駆動する栄養循環と流域圏社会——生態システムの健全性」



(次ページにつづく)

プロジェクトリーダーに迫る!

「あたりまえにある」ゆえに
見えにくい窒素のこと

はやしけんたろう(左)
専門は生物地球化学、土壌学、大気科学とつづつ、生物・生態ほか歴史・地理・食文化など幅広い関心をもつ。2016年には第58次日本南極観測隊(観隊)に参加。主な研究対象は窒素循環と窒素の持続可能な利用。農業・食品産業技術総合研究機構農業環境研究部門主任研究員を経て、2022年から地球研のプロジェクトリーダーとして在籍し、2023年から専任。
あへけんいち
専門は環境人間学、相関地域学。地球研研究経営推進部コミュニケーション室長・教授。二〇〇八年から地球研に在籍。



林●だいたい質問をありがとうございます。このプロジェクトですべてできるとは思っていませんが、少なくとも、「すべてを見ないと問題を解決できないんだぞ」というビジョンをもったプロジェクトが地球研にはあります、ありましたということ、きちんと伝えたい。そうすれば、将来、次につながる人がそれをさらに発展させてくれるだろうという期待があります。だから私は、「踏み越えてもらう屍になりたい」と思っています。(笑)

阿部●はい、はい、まだはじまったばかりだから。(笑)

林●まだ当面は生きていますとは思いますが、そういうことを考えています。

環境問題でだいたい視点は、なにがアクションを起こすと、あたりまえですがリアクションが起ころうということ。阿部さんが指摘されたとおり、これまでの環境問題の対策の多くは、一点突破型です。その結果、ほかのところでも新たな問題が起ころうということがくり返されている。だから、もうすこし広いビジョンで見る人も必要でしょうと。

窒素はとくに、およそすべての環境問題にかかわっていますから、それくらい大きなビジョンで見る人がいれば、たとえば一点突破で解決しようとする人に、「それをする、別のこんな問題が起ころうかもしれないから、気をつけよう」と言えます。

フューチャー・デザインの手法で
将来ビジョンを描く

林●このプロジェクトの強みは、国際的なつながりです。私がプロジェクトメンバーとして継続的にコミットしている国連環境計画 (UNEP) の「国際窒素管理システム (INMS)」*8 というプロジェクトがあります。UNEPは2年に1回の頻度で国連環境総会を開催していて、「持続可能な窒素管理の決議」が採択されています。

ただし、2022年に開催された第5回総会では、海のマイクロプラスチックの話題が中心

で、かなり重要なアクションを起こすことに決まりました。窒素管理の課題はたぶん、2024年の総会に持ち越されると思いますが、国際的な視野にたつて、各国がどのように窒素管理に取り組んでゆくかという枠組みをつくらうという話をしています。

これに対して、私どものプロジェクトも、たとえばフューチャー・デザインのようなコミュニケーションの面で協力できないかと打診しています。もちろんサイエンスとしてもコミットしたいのですが、各国の人たちが、将来ビジョンをもって話しあえるようお手伝いできればと考えています。

阿部●フューチャー・デザインは、地球研の戦略プロジェクト*9として、中川善典さんが取り組んでいますね。

林●フューチャー・デザインの考え方は、たとえば2050年には、私たちは幸せに生きて食べている状態にあると想定して、「2020年にこういうことをしたから、2050年はこの状態にある」と考えるというものです。おもしろいと思うのは、現在の状態から2050年を想像して策を練るのと、2050年に生きている自分たちになりきって過去(つまり現在)におこなったことを考えるのでは、出てくるアイデアがちがうのです。

すくなくとも両方の見方をすれば、損はしないですね。未来のビジョンで現在を見て、おもしろいアイデアが出てきたらもうけものだし、出なくてもともとだし……。そうしているんなアイデアを出しあおうかなと思っています。

阿部●なるほど、たしかにそれが一つの突破口というか、出口のような気がします。

所内でのプロジェクト紹介のときにも、このUNEPが主導する国際窒素管理システムへの寄与も考えているとおっしゃっていましたが、UNEPが具体的になにをしたのかが、正直なところわからない。

林●そうですね。そこはまだ議論しているのだと思います。

阿部●そこに、林さんのプロジェクトの研究

成果や、フューチャー・デザインの視点もとりにこんで、窒素管理のあり方として、将来に向けてなにをすべきなのか、なにを大切にすべきかという提案ができれば、大きなインパクトを与えそうな期待感がありますよね。

林●私も期待しています。かなりチャレンジングだとは思いますが。窒素に関する専門家は、けっこう話はわかっているのですが、やはりUNEPのような大きな組織では、メンバー各国の代表者がそれぞれに「わがこと」として考えられるかどうか大きいですね。

想像する未来に向かって生きるのが
人間の能力

阿部●窒素のような複雑にからみあった問題は、もちろん事実認識も大切ですが、やはり価値命題、どうあるべきかを問うことが最終的に求められるのでは。

林●つながってくると思います。人はいかに生きるべきか。いかに生きたいかといったほうがいいですかね。

窒素の循環をもとに戻そうといつても、みんな「なんで?」という反応です。でも、窒素循環は、われわれが生きていることに直結します。「よく生きる」ことができるようになれば、窒素の問題も知らないあいだに解決している。むしろそういうあり方がよいのかなと思ったりもします。

未来を想像するというのは、人間がもっている一つの能力だと思うのです。幸せな未来を想像して、そこに向かう能力がある。もちろん、逆もありえるのが人間の怖いところなのですが。

阿部●きょうはおもしろかった。ありがとうございました。

*8 世界の科学者が結集し、地球規模での窒素管理の必要性や効果的な管理方法の検証、窒素使用改善のメリット拡大方法の研究に取り組む(2023年6月終了)。

*9 2022年度からFRとして活動中の研究プロジェクト「フューチャー・デザインを通じた持続可能社会実現のための未来ビジョンの形成と多元的共存」



2022年6月15日(水)地球研「中庭」にて

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。

大谷通高(研究推進員)

おおたに・みちたか
2016年から地球研に在籍



情報は知識にあらず。知識とは唯一経験から得られるものだ —アルバート・アインシュタイン

この言葉をもって本書を読み進めたとき、そこで紹介される研究の〈見える化〉の取り組みは、地球研の研究成果を情報としてではなく、知識として伝えるための試みであることがわかる。

本書は、人間文化研究機構の「博物館・展示を活用した可視化・高度化事業」の成果を取りまとめたものである。2部構成で、第1部「異なるまなざしからの対話」は、それぞれに異なる主題に応じた映像作品の制作過程を含めた作品活用の実践について紹介されている。第2部「対話から協創を仕掛ける」は、映像作品の制作と活用例のほかに、「社会課題の見える化」としてのボードゲーム制作やウェブサイトの立ち上げ、異なる立場・役割にある者同士の対話による「問題の可視化」、複雑な状況を評価する「基準作成の見える化」、ワークショップによる「協創過程の可視化」など、社会にある違和や課題の可視化、さらにはその可視化の過程までも「見える化」している。

「見える化」としてのオープン・サイエンス

本書の「可視化・高度化」の取り組みは、明示化しにくい価値や問題を掘り起こして作品(映像やゲームなど)として提示することや、専門家にしか理解できない研究成果やデータをだれもが理解できて活用できるようにすること、さらには作品制作や研究成果をもちいて市民や異業種の専門家同士による対話や交流の機会をつくりだし、新たな価値を生み出すための「協創」を仕掛けるものとしてもある。

こうした本書の取り組みは「オープン・サイエンス」として位置づけることができるだろう。近年、研究成果だけでなく研究データの活用をはかることが世界的に求められている。2023年5月に発出されたG7広島首脳コミュニケの「科学技術」の項目にも、「FAIR原則^{*1}」に沿って、科学的知識並びに研究データ及び学術出版物を含む公的資金による研究成果の公平な普及によ

「オープン・サイエンス」を読み解く

『環境問題をく見える化する』 ——映像・対話・協創』

近藤 康久・ハイン マレー 編

昭和堂、2022年3月 四六版、216ページ
本体2,200円＋税

こんどう・やすひさ 地球研経営推進部IR室長、准教授。
MALLEE,Hein 専門は社会科学。2013-21年に地球研
在籍し、副所長、研究基盤国際センター長を歴任。

る、オープン・サイエンスを推進することが明記されている。ここでのオープン・サイエンス^{*2}とは、平たくいえば、研究者以外の誰もが研究成果やデータを入手できるだけでなく利活用もでき、国や地域を超えて多様な人たちが協力しながら研究にまつわる活動に参加できることを意味する。

こうした文脈は、研究領域の成果が情報ではなく知識として伝えられることが、いままさに世界的な潮流にあることを示す。本書で紹介される「見える化」は、そもそも上記のオープン・サイエンスを主題にして実施されたものではないものの、国内外の地域での取り組みであるし、市民参加型で業種・世代を超えた「協創」の活動もあり、それこそ多種多様なオープン・サイエンスのかたちを見せてくれる。しかし、本書のおもしろさはそこに留まるものではない。本書がオープン・サイエンスを主題にしていながゆえに、その枠を超え出た経験を伝えている点にも、本書のおもしろさがある。それは、研究者の活動において「当たり前」として見えにくいものも「見える化」しているためだ。

「見える化」の経験を記述するということ

「見える化」は、日々の暮らしぶりや技術、地域の魅力といったものが「当たり前」であるがゆえに「見えていないものを可視化する」という意味や、「難解な情報をわかりや

すくする」という意味も含まれている。本書には、研究者の「客観性」や「立場性」そのものを扱った論考や、これを意識した記述が散見される。それらは、研究を研究たらしめる意味や意義を問いなおすことにつながるが、それは研究そのものを対象化して「見える化」する経験としてもある。

研究活動における客観性や立場性を意識し、研究者と市民とがともに手をとって研究すること、そこには専門家と非専門家、当事者と非当事者といった非対称な関係にかかる権力性だけでなく、その関係が逆転し入り混じる様相にも目を向けてかかわることの経験があり、本書はそれをそのまま記述し〈見える化〉している。それはオープン・サイエンスの「協創」の諸前提にかかる問題性や可能性もひっくるめて、地球研の研究成果を、情報としてではなく知識として伝える試みとしてある。

なぜ「協創」するのか？

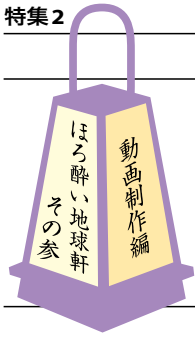
本書で紹介される研究者たちの「見える化」の活動とその経験の〈見える化〉は、オープン・サイエンスの過程における研究活動の問題性と可能性をも同時に見せてくれる刺激的なものとしてある。

地域で生きる「当事者」としての市民や、地域に入り調査する「非当事者」としての研究者、異業種・異領域の専門家、行政・国の介入などの複雑で多様なかわりあいが入り混じるがゆえに、それぞれにイノベーションを創発するような対話や緊張感やつまずきが「協創」のなかにはあるという経験を本書は伝えている。

「知識とは唯一経験から得られるもの」。冒頭の言葉をふり返るとき、本書はひとつの経験として「協創」を知識化してはいるが、それゆえに、すぐに新たな疑問が頭をもたげる。「協創の知識化」にどんな意味や意義があるのか、そのことについても「見える化」してもらいたかった。

*1 研究成果である研究データの公開と共有のための原則で、Findable(見つけられる)、Accessible(アクセスできる)、Interoperable(相互運用できる)、Reusable(再利用できる)を略した頭文字語。2011年にドイツで開催された会合に端を発し、2014年に原案がつくられて以後、改訂がつづいている。

*2 日本では2016年1月に閣議決定された第5期科学技術基本計画に「オープン・サイエンス」の言葉が盛り込まれた。ここでは「……オープンアクセスが進むことにより、学界、産業界、市民等あらゆるユーザーが研究成果を広く利用可能となり、その結果、研究者の所属機関、専門分野、国境を越えた新たな協働による知の創出を加速」するだけでなく、「オープンデータが進むことで、社会に対する研究プロセスの透明化や研究成果の幅広い活用が図られ、また、こうした協働に市民の参画や国際交流を促す効果も見込まれる」として「オープン・サイエンス」が明記されている。



広報と研究が織りなす情報発信 メイキング・オブ「ラボストーリー」

話し手●木村 葵 (JICA 専門嘱託/地球研広報室 元 研究推進員) +
寺本 瞬 (特任専門職員) + 由水千景 (上級研究員)

7年ぶりに復活した人気企画「ほろ酔い地球犬」。袖を脱いでざっくばらんに語りあう居酒屋談議よろしく、気ごころした仲間どうしの会話をとおして、地球研の横顔をお伝えするこのコーナー。今回はその第3弾、「動画制作編」です。

進行●三村豊 (研究員) 編集●由水千景

地球研ってなにをするところ？ どんなことを研究しているの？ 地球のなにが問題なの？ 地域の人びとや子どもたちの素朴な疑問に答えようと、毎年開催しているオープンハウス。研究者と広報担当者が額を寄せて知恵を絞り、数かずの企画を生み出してきた。コロナ禍でオンライン開催を余儀なくされ、その制約のもとで誕生したのが「くせになる！地球犬ラボストーリー」の動画配信。現在は5本の動画がホームページで公開されている。誕生にかかわった3人が当時の舞台裏をふり返り、「伝える」ことのむずかしさと楽しさを語りあった

三村●2020年度のオープンハウスにはじまった「くせになる！地球犬ラボストーリー」。地球研の安定同位体研究や実験施設を動画で紹介していますね。

まずは、地球研の広報に長くたずさわってこられた木村さんから、ラボストーリー誕生の背景について聞かせてもらえますか。
木村●地球研では年に1回、地域の方に施設を公開する「オープンハウス」というイベントを開催してきました。研究活動の紹介だけでなく、ミニ実験やマイナス30度の試料保管庫に入る「実験室ツアー」など、「見て、触れて、楽しめる」交流の場として、とくに子どもたちに人気でした。ところが、コ

ロナ禍で実地開催ができなくなった2020年、「どうしたら子どもたちがよるこんでくれるか」を考えて、実験室の紹介動画をつくらうと思立ちました。

もともと私は地球研オープンハウスのウェブサイト、「地球犬と行く！世界への冒険」というコーナーをつくっていたんです。地球研の研究者の調査地の衣食住や文化の紹介を多めにしつつ、現地の環境課題はなになのか、研究者はそこでなにをしているかなどをかみくだいて伝えるような子ども向けのコーナーです。だから、「ラボストーリー」は、それを動画にするというイメージだったんですよ。

「伝えたい」情熱は 研究者をまきこんで……

木村●地球研でなにをしているのかを知らない人は多い。実験室があることも知られていない。働いているスタッフですら、実験室の中でどういうことをしているのかよく知らなかったりする。部屋の入り口には「危険」の貼り紙があったりするし……。

そんな実験室についてなにか伝える方法をとって動画を。トピックは『同位体環境学がえがく世界』の中から探しました。

三村●なんですか、それ？

由水●同位体を用いる研究を専門外の方にもわかりやすく紹介するために、「環境トレーサビリティプロジェクト*1」と「計測・分析室」とが共同で作成した本です。ホームページもあって、そこから全ページをダウンロードしていただけます。

木村●この本からハチミツやサケの話題を選びました。食べものに関わる話題なら一般の人にも受け入れられやすいかなと。

三村●初年度は3本の動画を作成されましたが、どのような思いがありましたか？

木村●まず、地球犬って、やっぱりかわいいですよ。 (笑) 地球研のゆるキャラ、「みんな大好き♡地球犬」をどうしても活躍させたくて……。地球犬がいろいろと笑えるようなことを言って、それで子どもの心を



動画1「サケの旅はつづくよどこまでも」の撮影風景。緊張ぎみの2人が凝視するのはカメラのレンズ、ではなく……

ひきつけようと。

だけど、ただのお遊び企画になってしまっただけで、研究もきちんと紹介するべく本を読んだのですが、「炭素同位体、窒素同位体……、んん？」みたいな。(笑) だから、私の理解の範囲で基本となるストーリーを書いて、あとは計測・分析室長の陀安一郎さんや由水さんに肉づけしてもらいました。

由水●台本を見て、とにかく「犬推し」だということはよくわかったんですが。(笑) こちらに丸投げされてもおかしくない、同位体研究を説明するパートまで書いてあつて驚きました。

広報の皆さんがいろいろ勉強されていることに敬服するとともに、提案された台本は、専門家が書いた一般向け解説がどう受けとられるかを知るフィードバック材料として興味深かったです。

木村●研究者の皆さんの前で企画提案をしたときはすごく緊張しました。実験室の会議の後に場を設けてもらって……。

由水●超アウェイな空気。(笑)

木村●そうそう。でも広報の仕事として企画しているのですから、基本方針は自分たちでつくりたいといけな思っていました。由水●その熱意が伝わってきたので、私たちも「じゃあ、やるか」と。「出演するのはちよつと」とか、「コントはちよつと……」とかの抵抗感はありませんでしたが、でも、一般向けの情



「くせになる！地球犬ラボストーリー」のアイデアは、地球研オープンハウスの特設サイトのコンテンツ「地球犬と行く！世界への冒険」がきっかけだった。地球環境問題や地球研の研究内容をイラストや映像をとおしてわかりやすく伝えようという熱意は、オープンハウスの企画とともに醸成されていった



*1 2017-19年度のコアプロジェクト「環境研究における同位体を用いた環境トレーサビリティ手法の提案と有効性の検証」ならびに2020-22年度の環境トレーサビリティ特定推進研究「環境トレーサビリティに基づく研究基盤の応用」



「くせになる！地球犬ラボストーリー」公開中の動画コンテンツ



動画1 サケの旅はつづくよ どこまでも
(11分0秒、2020年11月公開)

日本で生まれたサケは、川を下ったあと、どこを旅してくるのでしょうか？サケの背骨に刻まれた旅の記録をアミノ酸の窒素安定同位体比で読み解くことで、これまで知られていなかったサケの回遊ルートをたどります。



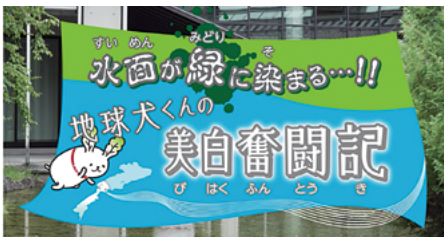
動画2 ちょっと待って！ それ、ホントにハチミツ!? (15分、2020年11月公開)

世界の食品偽装ワースト3に入るというハチミツ。地球研の研究者も「どうやらニセモノをつかまされたかも？」と不安に。混ぜ物ハチミツなのかどうかを、炭素安定同位体比を用いて調べてみましょう。



動画3 地球研の南極地帯、冷凍庫へいってみよう！ (5分14秒、2020年11月公開)

夏のオープンハウスで大人気！体験するときはヒートショックが心配な-30℃の世界、冷凍室。地球犬と一緒に5℃、-10℃、-30℃の部屋を訪れてみましょう。過冷却の実験もありますよ！



動画4 水面が緑に染まる!! 地球犬くんの美白奮闘記 (12分43秒、2021年11月公開)

水質汚染で問題視されるリン。しかし、流入してくるリンは人間が排出するものだけでなく、岩石や土壌などから自然に流出してくるものもあります。リン酸の酸素安定同位体比を用いて、リンの起源を探ってみましょう。



動画5 今と昔の「食の多様性」の不思議 (14分47秒、2022年12月公開)

昔の人と今の人とは食べているものにちがいはあるの？住んでいる場所によって食べられているものにちがいはあるの？炭素・窒素安定同位体比を用いて古今東西の食スタイルを調べてみましょう。



『同位体環境学がえがく世界』2023年版

編著者：陀安一郎、申基澈、鷹野真也
発行：総合地球環境学研究所
2023年3月
ISBN：978-4-910834-17-7
A4判 290頁 非売品

ウェブサイトでPDF版をダウンロードできます



報発信はだいじですもんね。だからこそ、私たちが『同位体環境学がえがく世界』をつくったわけですし。それに、動画だと本よりもわかりやすそうでいいですよ。ちょっと恥ずかしいことを除けば！(笑)
木村●結果として互いによかった。(笑)
由水●そうですね。でも、コロナ禍がなければそんな機会もなかったかな。
木村●研究者と事務方とがいっしょになって考え、一つのものをつくるオープンハウスは、地球研独特というか、地球研らしいというか、いいですよ。楽しい仕事の一つでした。

広報と研究、二つの視点でわかりやすさをもとめて

三村●では、どのような感じで「ラボストーリー」をつくっていったのか、2本目の「それ、ホントにハチミツ!?」を例にふり返ってもらいましょうか。木村さんが台本を書いたのですよね。
由水●木村さんがベースとなる台本を作成し、それに私がアレンジを加えました。撮

影や編集は制作会社の方に依頼することになっていたので、こちらの意図が伝わりやすいように、絵コンテなんかでも作成しました。三村●皆さん、セリフは覚えていた？
木村●いえ、覚えていない人もいたのでカンペを用意して……。
由水●私は大丈夫でしたよ。(笑)

ハチミツ話の元ネタは、オープンチームサイエンス・プロジェクト*2の研究員の中原聖乃さんが購入したハチミツが、ほぼ混ぜ物100%の偽物だったという話ですが、動画制作の準備をしているときに、中原さんがほかにも「怪しい」ハチミツを持っているということが判明。だったら、そのハチミツをじっさいに測るところを見せようということになりました。そして、どうせ測るなら養蜂を扱っているFEASTプロジェクト*3にもハチミツを提供してもらって測るといいのでは、と提案。養蜂に詳しい真貝理香さんに相談にのっていただきました。
三村●ということは、FEASTの方の参加は予定になかったのですか？
木村●私の台本にはなかったのですが、じっ

「同位体環境学」ってなに？

自然界には、元素の安定同位体比という「指紋」が内在しています。これらを調べることで、ある物質の産地や発生源、それが生まれるプロセスがあきらかになると期待され、環境診断の精度向上や学際研究のツールとして高い可能性ががあります。地球研では、多様な環境物質と多くの元素について、この指紋情報を得ることができる実験機器を整備し、地球環境問題の解決に資する研究を進めています。

さいに分析のようすを見せることになったので、協力してもらおうということになり、FEASTのスピーゲルバークさんとクリストフさんに出演を交渉しました。三村●自分がつくった台本が、こうして拡がるのはどうでしたか。
木村●じつは養蜂には私も興味があって、地球研の敷地内にある巣箱のようすを見に行ったり、FEASTプロジェクトが企画するミツバチに関するセミナーに行ったりしていたので、交渉はスムーズでしたし、

*2 2018-21年度のコアプロジェクト「環境社会課題のオープンチームサイエンスにおける情報非対称性の軽減」



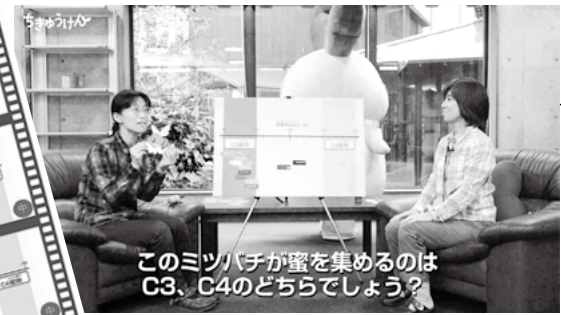
*3 2020年度に終了した実践プロジェクト「持続可能な食の消費と生産を実現するライフワールドの構築——食農体系の転換にむけて」



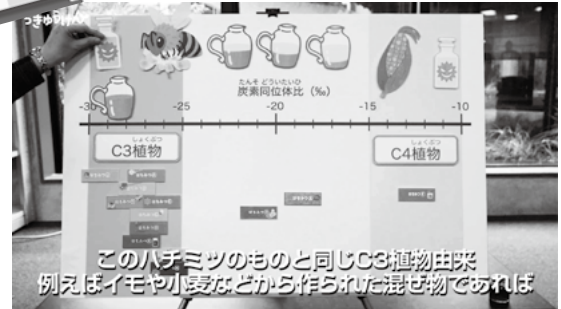
(次ページにつづく)

広報と研究が織りなす情報発信 メイキング・オブ「ラボストーリー」

木村さんの台本をもとに
由水さんがアレンジし、
絵コンテも作成



このミツバチが蜜を集めるのは
C3、C4のどちらでしょう？



このハチミツのものと同じC3植物由来
例えばイモや小麦などから作られた混ぜ物であれば

動画2「ちょっと待って！それ、ホントにハチミツ!?」のひとコマ。フリップにシールを貼りながら炭素同位体の測定結果を説明。子ども目線で、わかりやすさと楽しさを心がけた

FEASTプロジェクトの研究にもふれることができてよかった。

三村●おもしろい展開ですね。プロジェクトや分野を超えて、新しいつながりに発展する。地球研の研究活動のあり方に通底しますね。木村さんから見て、印象的なシーンはどこですか。

木村●実験室のシーン、いいですよ。『ザ・実験装置』って感じ。私たちがふだん見ることのない領域で、こんな装置があることも、この動画を撮るまで知りませんでした。

由水●ラボストーリーの制作には実験室紹介の目的もあるので、台本段階で広報の皆さんと実験室に入って、どこをどう見せるか相談しました。私たちにほどもルーティンの作業ですから、一般の人がどんなシーンに「実験っぽさ」を感じるかわからない。だから、そういうシーンは広報の皆さんに選んでもらいました。

わかりやすさで工夫したのは、ハチミツの炭素同位体比の測定結果を示すフリップですね。文字はなるべく少なくして絵で見せようと。フリップにシールを貼りながら解説するのですが、こう、ペタペタ貼るのって楽しいじゃないですか。これならお子さんも楽しめるのではないかと。木村●解説だけでなく、視覚的にわかるのがよかったですね。ふだんからプレゼンをする機会の多い研究者でないときけない発想かな。

由水●説明内容については、広報の皆さんから一般目線で指摘してもらいました。わかりやすく説明しているつもりでも、そうはなっていないところとか。

三村●具体的にどのようなところですか？

由水●光合成の話ですね。光合成の様式にはいろいろあって、C3、C4などの名前がついています。そのちがいが炭素同位体比の差をもたらすのですが、説明しはじめるとむずかしい時間バランスも悪くなると思って、単純に指標としてC3、C4としていたのですが、「唐突すぎてギャップを感じる」と指摘されました。

相談の結果、「C3、C4に分かれているのはなぜか」を説明する流れのなかに光合成の話を加えました。そんなふうに、広報の皆さんと台本を読みながら気になる点を指摘しあって練り直すという繰り返しでした。

「よりよく伝えたい」気持ちが 表現技術の向上に

三村●4本目からの撮影・編集は寺本さんですね。木村さんには「地球犬をかわいくみせたい」という裏の目的がありました（笑）、寺本さんにも別の狙いがあったりしましたか。

寺本●企画面よりは、編集の技術面でやってみようというのを積極的に取り入れました。3Dアニメーションを組み込んだり、地球犬のセリフをテロップではなく、合成音声（ボカロイド）で表現したりと……。

木村●1年目の動画作成には制作会社の協力を得ましたが、2年目はすべて自前でやろうということで、寺本さんに編集方法を勉強してもらいました。でもじつはプレッシャーだったのでは……？

寺本●映像編集は経験があったので、ひととおりはできると思っていましたが、でも新しい技術はいろいろ勉強しました。

由水●1年目の3本は「手づくり感」を残すこともコンセプトの一つでしたが、2年目はアニメーションも入って、かっこよかったですね。テレビ番組みたい。（笑）

三村●4本目に出演した、栄養循環プロジェクト*4のメンバーだった石田卓也さんはよろこんだのではないかな。研究成果だけでなく、実験技術の開発プロセスまで紹介してもらえるのは、研究者にはうれしいでしょうね。

由水●この回の映像表現は寺本さん主導でした。どうしたらよりよく伝わるのかを考え、そのための手法を自前で勉強しながらやっていく寺本さんの熱意って、すごいなと。

三村●4本目からは複雑なグラフや図形、特殊な表現手法がいくつも出てきますね。こんなふうに撮ろうと、石田さんと相談したのですか。

寺本●いや、私だけの考えでした。

由水●そういう視点は重要だなと思います。1年目の3本にくらべると、4本目の「リン酸の酸素」の話は専門性が高くむずかしい。どうしたら一般の方に伝わるかは、受け取る側の視点でないとなかなか気づけないところがある。だから、内容の監修は私たちがするが、見せ方については広報が主体で、というかたちになってきましたね。

三村●5本目の制作時には木村さんはすでに異動されていて、企画は寺本さんの担当に。この回には「ハーバー・ボッシュ法」が出てきますが、これは「窒素問題」をあつかう林健太郎さんの Sustai-N-able プロジェクトにもつながると思ったのですが、どうですか（本誌「特集1」参照）。

寺本●はい、ポスター制作のコンペに、窒素をテーマに参加することになって、林さんにお話をうかがって勉強しました。その選考結果を待ちながら、この動画をつくりはじめました。コンペに通れば二つを連関させてうちだせると思っていたのですが、残念ながらポスターは通らなかった。

*4 2019年度終了の研究プロジェクト「生物多様性が駆動する栄養循環と流域圏社会——生態システムの健全性」





(右から時計回り)

まきむら・あおい
二〇二三年度から二〇二二年度
まで地球研にて広報を担当
二〇二二年度から国際協力機構
(JICA)広報部報道課所属

よしみず・ちかげ
専門は生物地球化学。研究基盤
国際センター計測・分析室上級
研究員。二〇一四年から地球研
に在籍。

てらもと・しゅん
担当業務はグラフィック・デザ
イン(DTP)、映像(WEB)。経
営推進部広報室主任専門職員。
二〇一三年から五年間は地球研
環太平洋ネットワークプロジェクト
二〇一九年から地球研広報室
に在籍。

みむら・ゆたか
専門は建築・都市史、歴史GIS。
経営推進部コミュニケーション
室研究員。二〇一二年から地球
研に在籍。



農業排水などが主な原因になるんだよ



窒素には主な同位体として
¹⁴Oや¹⁵Oが存在する

リン酸に含まれる
窒素の安定同位体比のごとくです

動画4「水面が緑に染まる!! 地球犬くんの美白奮闘記」のフ
ン・シーン。解説者のコメントに合わせて工夫を凝らした3
Dアニメーションが効果的に表示される

三村●どの段階で、ハーバー・ボッシュ法の話をしたのですか。

寺本●広報としては「窒素をテーマにした
い」という気持ちはずああって、なにかい
素材はないかと陀安さんに相談したら、
髪の毛や骨の窒素同位体比で食生活の傾
向がわかるという話になった。このこと
からどんなストーリーがつかれるかと考
えたときに、ハーバー・ボッシュ法と現代
の食の多様性の話をからめたものにし
ようと考えました。

三村●ハーバー・ボッシュ法により合成さ
れる窒素の約8割は肥料、すなわち食料生
産に使われるという話ですもんね。

ほかにも動画で紹介される研究結果は、
湯本貴和さんの終了プロジェクト*5がベ
ースですね。10年以上も前のプロジェクト
と進行中の林さんの研究とが繋がってい
る。広報室の人はよく勉強しているなと
感じました。

「素朴な疑問」を 視聴者目線で深掘り

三村●皆さんの今後の展望はどうですか。

由水●いまは今秋のオープンハウスの企画
を練っているところで、昨日もその会議で
したが、寺本さんの勉強が過ぎて、一般向

*5 2010年度終了の研究プロジェクト
「日本列島における人間-自然相互関係
の歴史的・文化的検討」



け企画としては内容が高度になりすぎて
いて、ヤバイ。(笑)

寺本●同位体環境学の基本原理に焦点を当
てたいのです。そこがわからないと、同位
体環境学の表面しか楽しめないと思った
ので……。

三村●今年の企画は、寺本さんの素朴な疑
問からスタートしているのですね。

1年目に制作された2本は、安定同位体
比の話題をわかりやすく解説しているか
ら、最後まで楽しく見られます。つづく2
年目と3年目では、同位体環境学を専門的
に扱う内容が増えた。そして4年目の今年、
「きつとこういう疑問をもつね」という原
点回帰へ……。

由水●これまでの積み重ねあつての深掘り
ですよね。「同位体ってよくわからないけ
ど、そんなことがわかるんだ」という素朴
な驚きから、「なぜそんなことがわかるの
か」という疑問へ。寺本さん自身が、知識
と経験を重ねるなかで引かかった部分
に焦点を当てようというのが、今回の作品
にかける思い。

でも、そこをきちんと説明するのはむず
かしい。だから正直、私たちは腰が引けて
いる。妥協案を探りつつ、いまは、これを
寺本さんが持ち帰って台本を練り直して
いる段階です。

三村●ところで、寺本さんはなぜ「同位体環
境学の基本原理」に興味をもち、動画にし
たいと思ったのですか。

寺本●本を読んでいると、「同位体分別」と
いう用語がなんども出てきます。それを
経るから重い同位体と軽い同位体の存在
比率が変わることは理解できた。この比
率のちがいを利用することで研究が成立
するのですが、その根本の「なぜ比率が
変わるのか」をわかりやすく解説すれば、
同位体環境学への理解はいつそう深まるの
ではないかなと。

三村●なるほど。その気持ちはよくわかり
ます。でも、「そういうものだから」ですませ
てしまう場合が多い。

由水●そうそう。(笑) ハチミツの動画で、
私が当初、光合成の説明を省いていたの
もまさにそれです。いわゆる小学校の算
数ですよ。じつは高度な理論をあつかっ
ているのだけれど、「そういうものだから」
で簡単に見せている。そこを寺本さんは、
「ちょっと高校生になろうよ」、「数学やろう
よ」みたいな。(笑)

三村●「これだけ本にも書いてあるんだから、
もっとくわしく教えてよ」ということですね。

研究者コミュニティで話していると気にも
留めずに議論してしまう。でも、いま取
り組んでいる動画は、そこに留まって掘り
下げようとしている。それが広報と研究
者とがともに取り組む良さかもしれない
ね。新しいチャレンジがどうなるか楽し
みです。といったところで、「次回、乞うご
期待」で終われるとベストなのですが、いけ
そうですか? (笑)

寺本●おそらく。(笑)

三村●では、ラボストーリーの契機をつく
った木村さんに締めてもらいましょうか。

木村●私は地球研に9年いて、オープンハウ
スも9回経験しました。そういう経験をと
おして、大切に思うようになった広報の役
割が二つあります。

一つは、研究成果を伝える論文はあつて
も、それは専門家や研究者の人しか知る機
会はない。そういう成果を一般の人にも
知ってもらえる機会が少しでも増えるよ
うにする役割。

もう一つは、オープンハウスの趣旨でも
あるのですが、これから大人になる子ども
たちに環境問題に関心を抱いてもら
うきっかけになるような取り組みをする役
割。いまの職場のJICAの仕事とも共通す
るのですが、環境問題のことや世界にはさ
まざまな課題があることに少しでも気づ
いてもらいたい、伝えたいと思って広報し
ています。

三村●ありがとうございます。読者の皆さん
には、秋のオープンハウスでの動画公開を
楽しみにしていただきたいと思います。

2023年6月9日 ウェブによるオンライン収録

撮影：2017年7月
スバルバル諸島スピッツベルゲン島

表紙は語る

短い夏にせつせと育つ

林健太郎（教授）

「北極」または「極北」は雪と氷の世界、とのイメージをおもちだと思います。ところが、短い夏には地表が露出し、花ばなが咲き、鳥たちが訪れ、獣たちが行き交う島じまがあります。北緯80度付近に位置するスバルバルもそのような土地です。雪解けまもなくに生まれた鳥や獣は、数か月のうちに大きく育たなくてはなりません。さもないと、南に飛び立つことも、諸島に残り厳しい冬を耐えることもかないません。

ホッキョクギツネは、「猫のような犬」とも称される和猫サイズの小柄なギツネです。この表紙の子ぎつねは両手にすっぽり収まる大きさ。すでに親離れして、みずから餌を

探していました。あと2か月ほどでやってくる冬に備えて、なんでも食べて大きくなります。褐色の毛は、冬に向けて真っ白でふわふわな毛に換わり、氷点下数十度でも平気です。小さいけれど優れた旅人。ひと冬に何千キロも旅するものもいます。タフな獣ですが、温暖化の影響は確実におよんでいます。気候も餌も競合者の事情も変わります。愛らしく、たくましく、したたかな極北の獣たちが永らえること、そして、植物や鳥や海獣も含めて、このように素敵な生きものたちが極北に暮らしていることをぜひ知ってほしいのです。

編集後記

紙か、デジタルか。答えは「両方」というのが一般的な認識だろう。

数年前から、インターネットで検索することで絶版になった古書が購入できるようになった。先日、1年ほど暇を見つけて検索していた本をついに断念した。その本とは、地理学者の木内信蔵と建築家の丹下健三がコラボし、監修した『日本列島の地域構造・図集』である。出版年は1967年で、半世紀以上も前となる。地球研の図書室を通じて取り寄せることにし、国立民族学博物館の図書館から本が届いた。この本の詳しい説明は省くが、全都道府県を対象に人口分布や農林漁業関連、土地利用などの数値情報をアトラス（地図帳）としてまとめたもの。いま見ても「おしやれ」で「かっこいい」。手元に届いてからも「やはり購入したいな」という気持ちになった。返却するさいに、ふとケースを眺めていると、「UMESAO」の文字のシールが目が留まる。民博に確認していないので定かではないが、初代館長の梅棹忠夫が寄贈したものであろうと推察する。元所有者の痕跡に気がつけたことが少しうれしかった。紙媒体だからこそ起こりうる感動だった。

今号は、Sustain-N-ableプロジェクトの林健太郎さんへのインタビューと2021年度まで地球研の広報を担当していた木村葵さんを交えた座談会、地球研の研究者が執筆した『環境問題をく見える化』を題材に大谷通高さんの書評を掲載した。地球研ニュースが紙媒体で届くことをよろこばれるよう、がんばりたい。（三村 豊）

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」

Humanity & Nature Newsletter No.89
ISSN 1880-8956

発行日 2023年8月31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 <https://www.chikyu.ac.jp>

編集 「地球研ニュース」編集委員会
発行 コミュニケーション室
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) / 三村 豊 /
嶋田奈穂子 / 大谷通高 / 君嶋里美 /
友尻大幹 / 藪崎志穂 / 由水千景



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

