



Humanity & Nature

Newsletter

No. **49**

July 2014

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!

年輪の酸素の
同位体比を使って、
2,000年間の
降水量の復元に成功

中塚 武
遠藤愛子+渡辺一生

P7 特集2

地球研リモートセンシング・
ワークショップを終えて

技術を知る、
アイデアを拡げる

近藤康久

P14 特集3

シンポジウムの報告

歴史的視点から都市の
未来可能性を探る

進化経路の多様性と
共通性への理解をとおして

内山愉太

連載 P10 前略 地球研殿 いま、こんなことをしています……細谷 葵

P11 所員紹介 私の考える地球環境問題と未来 …… 大西有子

P12 百聞一見 フィールドからの体験レポート …… 中川千草/佐野雅規

P15 晴れときどき書評 『縁側から庭へ』 …… 寺田匡宏 **新連載**

P16 表紙は語る …… 本田智子

年輪の酸素の同位体比を使って、2,000年間の降水量の復元に成功

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

話し手●中塚 武 (地球研教授)

聞き手●遠藤愛子 (地球研准教授) + 渡辺一生 (地球研プロジェクト研究員)

木の年輪の酸素同位体比は、空気中の水分の影響を受けて決まる。日本のどこかに現在生えている木も、社寺の建材になっている木も、その年輪の酸素同位体比の変動パターンは、過去の降水量の変化を反映している。それを2,000年間のデータに重ねれば、その木材の形成年代も一瞬にしてわかる。この技術は3,000年、4,000年前の木にも、今後応用できる。弥生時代の気候変動とともに、当時の集落がいつできたのか、どの水害で崩壊したのかもわかる。日本の歴史を塗り替えるのではないかな

遠藤●このプロジェクトには、二つの課題があるそうですね。一つは古気候の復元、もう一つはそれを社会にどう還元するか。学際的な文理統合で統合知を見つけようとする地球研の姿勢にマッチしていますね。中塚●気候変動を復元する仕事は世界各地にあります。日本ではかならずしもうまくいっていませんでした。ところが、木の年輪の酸素の同位体比を使う方法だと、かなり高解像度で精度の高い復元ができることがわかった。古気候を復元する方法は、ほかにもサンゴや鍾乳石、堆積物を使うなどの手法もあります。これを総動員しながら、気候変動を徹底的に明らかにするのが第一の課題です。

この研究は、気候学や年輪研究などのたくさんの資料を読みあわせる分野統合的な仕事です。IGBP (国際地圏・生物圏研究プログラム) のPAGES (Past Global Changes) という気候復元のプログラムがもとになって、あらゆる手法を動員して気候を復

元している。これを日本でも解明しようというものです。

遠藤●第一の課題が、すでに学際的です。そういう古気候の復元を、中塚さんはずっと年輪を利用して研究なさっているのですね。中塚●ええ、じつは私は海の堆積物の研究が専門でした。でも、木の年輪だと人間が生活する陸上の環境をくわしく復元できるだろうと、10年ほどまえにはじめました。

空気中の水分で決まる 年輪の酸素同位体比

遠藤●新しい手法は、中塚さんご自身が開発されたのですか。

中塚●日本ではたぶん私が初めて。世界でも私がいちばん多くの事例を集めています。でも、私自身が開発したわけではない。(笑) じつは、年輪の酸素の同位体比を測るのは技術的にすごく難しく、2000年くらいまでは、ほとんどだれもしていなかったのです。それが、新しい安定同位体の測定装置が売り出されて可能になった。(笑)

遠藤●なにを目的に開発された機械ですか。中塚●それがあまいだったから、だれも買わなかった。(笑) 私が買ったのは動機不純。当時勤めていた北海道大学の低温科学研究所は、「すぐに質量分析計を買ってやる」という赴任するときの約束が4年間も待たされていたんですね。2000年になって「予算がついたから買っていいよ」と言われて、そのときの最新の機械がこれだった。

この装置が有効な測定対象は年輪のセルロースだとすぐにわかりました。セルロー

スは、地球上に大量にある有機物で、含まれている酸素はいったんできると二度と環境中の水と交換しない。情報が残っている。ところが、測定方法がなかったのですが、いまは1日200個くらいは測っていますね。

遠藤●日本に1台しかなかったのですか。

中塚●いまは数十台あると思います。じつは、年輪の酸素を使っての気候変動の復元は、湿度の高い日本にむいている。

遠藤●降水量や温度などの情報ですか。

中塚●日本で酸素同位体を測れば、基本的には降水量がわかります。気温は日本ではわかりにくいですが、グリーンランドや南極のアイスコアの酸素同位体比研究だと気温もわかります。中・低緯度地域と高緯度地域とでは、環境中の酸素同位体比の変動メカニズムが違うからです。高緯度だと気温によって変わり、中・低緯度は雨の降り方で変わる。それに、湿度が高いと葉からの水は蒸発しにくいですが、乾燥地帯では多く蒸発する。このメカニズムも、水の情報が年輪の酸素同位体に影響する一つの理由です。

遠藤●気候のなかでも、とくに雨ですか。

中塚●そうです。降雨量とよい関係のデータが復元できています。とくに日本では、ある時期は洪水が頻発した、ある時期は旱魃が続いたなどの降水量の変動は、試料があれば何千年も復元できます。

遠藤●第一の課題の対象エリアはどのあたりまでですか。

中塚●本州の中部、東海地方や近畿地方だと約2,500年まえまでは1年単位で復元しています。日本全体だと、4,000年から5,000年くらいまえまでが連続したデータになりつつあります。年輪の酸素同位体比の研究では、世界で飛び抜けて進んでいる。とはいえ、空間的な範囲がまだ狭いから満足はしていません。そこで、アジアの研究者と協力して、タイやベトナム、中国、インド、ブータンなどで進めています。

遠藤●降雨量が多いとか、湿度が高いところであれば、研究が可能なのですね。

中塚●かならずしもそうではなく、完全な砂



木材年輪の酸素同位体比を測定するための分析装置

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。二〇一三年から地球研に在籍。

えんどう・あいこ
専門は水産経済学、海洋政策学。研究プロジェクト「アジア環太平洋地域の人間環境安全保障―水・エネルギー・食料連鎖―共同リーダー。二〇一三年から地球研に在籍。

わたなべ・かずお
専門は農学、地理情報学、東南アジア地域研究。研究プロジェクト「東南アジア沿岸域におけるエリブレイパビリティーの向上」プロジェクト研究員。二〇一三年から地球研に在籍。



漠以外ではかなりよいデータが集まります。中国では半乾燥地域でも進めています。

第一の課題でしたいのは、気候変動のメカニズムを知ること。第二の課題は純粋に地球研的ですが、第一の課題の進むべき先は、高解像度の気候変動データを得たのであれば、なぜそういう変動を起こしたのかを理解して将来予測につなげるのが筋。「気候変動の復元と理解」が重要なポイントです。プロジェクトでは、気候学の人にも加わってもらって古気候データを解析していますが、これも新しい取り組みです。

弥生時代末期、古墳時代末期、南北朝動乱期など400年に1度、気候は激しく変動

中塚●「400年に1回くらいの割合で、気候の変動が激しい時代がやってくる」ことがわかりました。太陽の活動は400年周期くらいで活発になりますからこれが誘因かもしれませんし、このことが将来予測につながるかもしれない。というのも、400年周期はかなり規則的で、次は2100年ころ。日本の歴史には、メリハリのきいた時代が400年に1回あるわけです。ですから、それぞれの時代になにか起こったのかを明らかにすることが、第二の課題の一つの大きな柱ですね。

遠藤●第一の課題と第二の課題をあわせて、現在までの研究成果でいえることはなんですか。

中塚●400年に1回のメカニズムはわからないし、どのくらい周期性がしっかりしているかわからないが、その時代は確定している。弥生時代の末期、古墳時代の末期、それに中世の南北朝の戦乱期など……。

遠藤●400年に1回の振幅は。

中塚●周期が20年から50年くらいの変動が100年くらいにわたって大きくなる。つまり、数十年周期の成分が100年くらいにわたって大きくなる感じです。

遠藤●それが社会の現象とどのように関係しているのですか。

中塚●たとえば古墳時代の末の気候変動です。日本にはデータがないからわからなかったが、この時期の気候変動は大きかったかもしれないという報告は、ヨーロッパを中心に古くからありました。

遠藤●古墳時代末というところと6世紀の前半。

中塚●520年くらいです。その数年後の528年に北部九州で「磐井の乱」が起こります。当時は降水量がすごく増えるなど、変動の振幅が大きくて磐井の乱の約10年後には逆に早魃になる。そのタイミングで関東では534年ころに「武蔵国造の争い」が起こる。当時の武蔵の国を治めていた人たちの争いです。磐井の乱と武蔵国造の争いは、古墳時代後半に起こった二大内乱で、それが気候変動の振幅が大きくなった直後で、タイミングがあっている。

遠藤●気候変動にともなう歴史を解き明かせば、未来設計にも活用できると。

中塚●それが第二の課題ですね。大きな気候変動の直後に内乱が起こる。気候変動の影響があったと推察できるが、推測だけでは、地球研のプロジェクトとしては意味がない。(笑)

気候変動が招来した飢饉が社会変動を引き起こした結果か

中塚●それには、気候変動に人びとがどう対応し、どう乗り越えたのか、あるいは乗り越えられなかったのか、その教訓を得ないといけない。しかし、時代によって対応がまるで違っているようにもみえる。

内乱が勃発した古墳時代は、大和王権が中央集権国家になる100年くらい前のことです。当時は、屯倉を全国に設置したと、『日本書紀』に書いてあります。屯倉は王権が建てた倉庫です。『日本書紀』を読んでいた人たちは、それが支配の象徴だと理解していたし、古代史もそのように考えていた。だから、内乱につけてこんで各地に大和王権の建物を建てて支配を拡大した、というのがふつうの古代史の理解でした。

でも、当時は気候変動で大飢饉があちこ

ちで起こっていたはず。だとしたら、屯倉を日本各地に設置したのは飢饉対策だったと考えるほうが、単純にわかりやすい。

江戸時代にも、飢饉が起るたびに社会とか義倉などのかたちで公共の貯蔵庫があちこちに建てられた。あるいは、地域の人が造ったことがよく知られています。大和王権もそれをやって支配を拡大したと解釈できるかもしれない。結果的にあの時代は、そのようにして国家を統合する方向に進んでいる。

いっぽう、中世にも大きな気候変動があるが、反対に、社会がバラバラになっている。ひどいのが「応仁の乱」のころ。これで室町幕府は崩壊している。

渡辺●武家社会へと変わりますね。

中塚●そうして戦国時代になる。京都にいた守護大名たちも地方に戻り、日本はバラバラになる。その背景には、当時の人たちの意志決定があり、そこに至る社会の状況もある。中世は地方の村が力をもっていた時代で、村は個別に武装する状況だった。

とにかく、中世の気候変動は明らかに日本をぶっ壊して、再統一されるまでに百数十年かかりました。古代は逆に、くっつける方向に働いています。これを実証的なデータで客観的に理解したい。まずは事実関係を正確に理解したいと思っています。

遠藤●400年に1回になにか起こったのかを解明し、細部を検討するのですか。

中塚●歴史学のメンバーが半数以上ですから、すでに細部の検討もはじめています。

遠藤●歴史の研究者は、時代的に専門特化していますね。そのなかで、これだけ長いスケールの時間の全体をどうみるのか。

中塚●全体を一人の研究者がみることは不可能です。ところが、予想していなかったのですが、気候変動への対応という観点で、時代を超えて比較することに、歴史の方たちから「おもしろい」という反応が……。近世史の人も、中世史の人も、古代史の人も、自分一人ではできないが、こういう評価軸で歴史をくらべるのはおもしろい。

(次ページに続く)

年輪の酸素の同位体比を使って、 2,000年間の降水量の復元に成功

年輪研究に用いられる屋久杉の円盤



気候変動と渡来人、 稲作との関係などにも 発展、波及するのではないか

遠藤●最終的な到達点はいかがですか。

中塚●まず「気候変動の研究を高分解能で
する」、そして「歴史学、考古学者と協力する」。
そして、「気候変動に強い社会システムを見つ
けること」が到達点です。

遠藤●年輪の酸素同位体比は、木材の年代決
定にも使えると聞いていますが、その具体
例を聞かせてもらえますか。

中塚●まだ考古学的に画期的な成果は得ら
れていませんが、うちの研究員たちが先日、
福岡市埋蔵文化財センターに行ってきました。
福岡あたりは弥生時代がはじまった
奴国のあったところで、弥生時代の古い遺
跡が見つかった。その遺跡から出土する膨
大な木材の年輪をサンプリングしてきまし
た。これで年代を決められれば新たな地平
が開けるはずですよ。

遠藤●従来の定説が大きく動く可能性も。

中塚●どういう気候変動のもとで渡来人は
来たのか、稲作が日本各地に広がったのか
などがわかってくる。日本史の理解という
点でも、新しい展開が開けると思います。

遠藤●われわれは、人物や政治的な出来ごと
を背景に歴史を学びますね。同じように気
候変動が大きな要因となって時代が変
わったといえるようになるかもしれない。

中塚●でも、気候変動によって大きく変わる
社会もあるが、変わらない部分もおそらく
あった。そういうことを冷静にみて、気候
変動に人がどう対応したかを明らかにす
る方法論をまず確立したい。

急激な気候変動を 技術革新や資源消費に置き換え ると地球環境問題の設問になる

遠藤●このプロジェクトは、過去の人たちが
気候変動にどう対応したかを解き明かす
ことで、われわれのめざす未来設計につな
がるように思いますね。

中塚●私が注目しているのは、数十年周期の

変動が大きくなる
時代には、往々にし
て社会が変わること
です。数十年とい
うタイムスケール
は人間の一生、あ
るいは世代交代の
タイムスケールです。
一定期間はよい気
候が続いて、その
あとで気候が悪く
なったときに人び
とがどう対応する
のか。人口が増え
たり、生活水準が
変わったりしたあ
とに、急に気候が
悪くなったらどう
するか。

このことは現在の地球環境問題にと
ても似ていて、これがこのプロジェクトを
私のはじめた出発点です。つまり、ある一定
の気候を、ある一定の技術だとか資源に置
き換えるとうなるのかです。石油や原子
力発電所に依存している社会が、急激に依
存できなくなったときに、人はそれをどう
乗り越えるのか。この設問は、地球環境問
題の設問そのものだと思います。

これとまったく同じ事例が、気候変動と
いうかたちで歴史のなかにたくさん埋め込
まれている。そこから教訓を引き出すこと
は、そのまま地球環境問題に対峙するわれ
われ自身への教訓になるのではないかと。

遠藤●私たちのプロジェクトでは、「人間の
環境安全保障」をリスクとレジリエンスで
測ろうとしています。これをそのまま置き
換えられるように思いました。

中塚●ありがたい話ですね。そういう評価
軸を歴史に持ち込めれば……。

遠藤●ここでいうと、「強い社会」ですね。わ
れわれでいう人間環境の安全保障。

中塚●事例が歴史なだけで基本的には同じ
だと思います。

遠藤●スパンが長く広いですね。

中塚●広く長くは、私たちのプロジェクトの
特長です。だけど、明らかに過去5年間の
ほうがよいデータが取れます。(笑)でも、
ほかのプロジェクトの緻密なデータの経
験と組みあわせれば、新しい見通しが生ま
れるかもしれないですね。

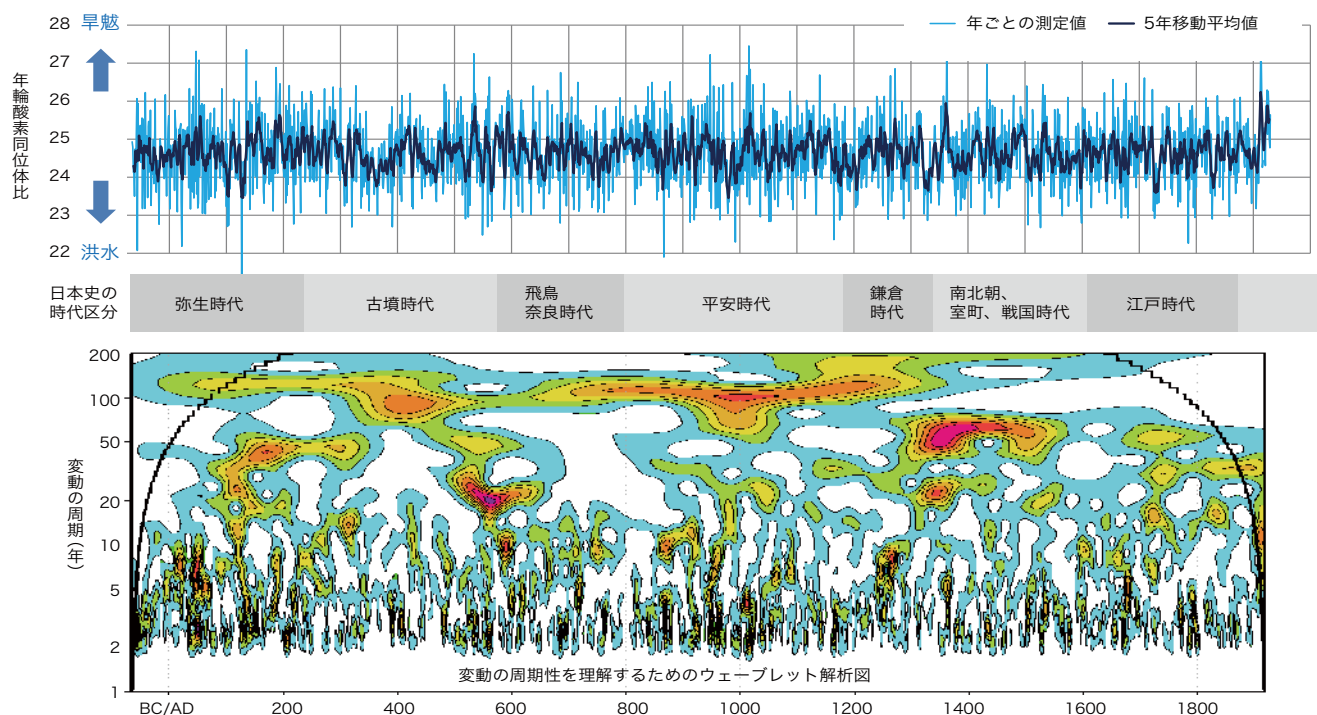
私があえて「売り」だと思っているのは、
扱っているタイムスケールは現在と同じ
だということです。つまり、歴史からたく
さんの事例を探してこられるし、その一部
始終を数十年とか100年をかけてくわしく
解析できる。けれども、考えている現象の
レゾリューションは、現在と同じ。現在の
気候変動だったり、原発事故だったりに人
びとがどう対応しているのかというタイ
ムスケールの話と、過去のある時期に起
こった気候変動に人がどう対応したのか
は、ほとんど同じタイムスケールです。

現在はみんなが、「いま」の時代に張りつ
いている。しかし、歴史を考えると、ある時
点から過去にも未来にも拡げて考えるこ
とができる。現在と同じ解像度で、時間を
好きに切り取って人びとの意思決定の変
化や社会の動きを見ることができる。それ
が高分解能の古気候データを使った歴史
研究の最大の価値です。

遠藤●いまと同じタイムスケールで見ること
ができるのですね。

中塚●気候変動と社会の関係の議論は、数百
年あるいは数千年かけて気候がゆっくり
変わり、人びとの生業パターンもゆっくり
変わってきたという話になることが多い。
でも、そのときの適応は、時間に余裕がある
から自然に適応しただけかもしれない。生
産力も、1,000年かけてゆっくり下がれば人
口は少しずつ減る、あるいは少しずつ人は
居住地を変えることで対応可能です。でも、
これが10年のタイムスケールで起これば
対応は違う。注目したいのは、このタイ
ムスケールの現象です。われわれはその典
型的な事例を、日本史のなかのメリハリの
きいた時代ごとに発見した。

中部日本におけるヒノキ年輪酸素同位体比の変動とその周期性の変遷



約400年に一度、降水量の数十年周期での変動が激しくなる時代が訪れ、そのたびに日本の政治システムが大きく変わる動乱期を迎えたことがわかります

現在を扱うからこそ、歴史を学ぶ価値がある

遠藤●このプロジェクトにかかわっているステークホルダーとどのようにかわるのですか。

中塚●そこが難しいところで、古墳時代の歴史を考えるにしても、当時の人と協力することはできない。地球研がすばらしいと思うのは、現在の社会の人びとと一緒にコデザインしているプロジェクトがたくさんあることです。しかし、コデザインにも、将来社会の条件が変わってしまう可能性があるときにそれをどう取り込めるのか、未来が予測不可能なときにそもそもどう意思決定できるのか、というような難しい点があると思います。私たちのプロジェクトのアウトプットは、そういうプロジェクトと連携することで地球研的な価値が出てくると思います。さきほどの人間の安全保障的な部分などは、まさにそうです。

遠藤●どのように強い社会をつくるか。

中塚●地球研でプロジェクトをやっている最大の理由は、現在を扱っているプロジェクトがたくさんあるからです。だから、歴史をする価値が出てくる。歴史に閉じこ

もっていたら、社会の目は出てこない。

ある地域で水害がどのように起こり、人びとがどう乗り越えたか、社会がどう混乱したか、どういうコミュニティがうまく乗り越えたか、そういう知恵は歴史のなかから出てくる。そういう知恵を、いまを生きることによって懸念な現代の人たちに、現代的な意味も含めて歴史の教訓として提供することは当然できる。さきほどは、プロジェクトに提供すると言いましたが、現地のコミュニティに提供することもできる。歴史的な教訓は、おそらく意思決定を迫られている地域に役にたつと思いますよ。

遠藤●市の政策などにも、過去を見ることでインプットできる可能性はありますか。

中塚●技術レベルは、過去と現在とはかなり違いますね。水害一つとっても、昔と今とは対策はまるで違います。でも、過去には過去なりの柔軟な対応があったはずですよ。なかでも注目したいのはガバナンス。具体的な技術的な面はもちろん大事ですが、コミュニティがどのような構造で、どんなふうに話しあえばこうなりますよということを事例とともに示せればと思う。

遠藤●東北の大震災をわれわれの枠で言い換えると、地域のコミュニティのつながり

が強く、それがレジリエンスになっていた。ところが、強い縦割りのしくみが復興を遅らせているといわれていますね。過去の津波を解き明かすことで弱い部分と強い部分とがわかる。今後は、マルチセクトラル部分をもっと評価する方法を考えることが課題だといえますね。

中塚●歴史に持ち込みたいワードですね。コミュニティの結束度や意志決定の縦割り状況は、近世だとかなり明らかにできる。

遠藤●そうすると、新しいステークホルダーの取り込み方についても期待できるかもしれない。過去を解き明かすことで、いまの政策に生かす方法があるかもしれない。中塚●地球環境問題でも、あるいはトランス・ディシプリナリティでも難しいのは10年、20年を超えて、いま生きている人の利得の範囲を超えた意思決定をする論理の組み立て。そういったものを定式化できるようなアプローチができればおもしろいなと。

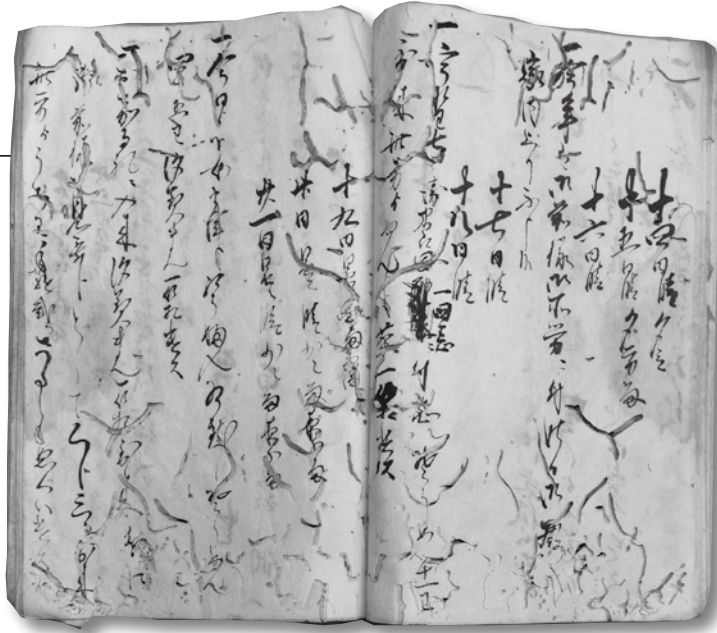
プロジェクトリーダーに迫る??

渡辺●ところで、中塚さんが気候変動に興味をもたれたきっかけは……。

中塚●海洋学をやっていたものですから、年輪の研究をはじめの前は気候変動にはあま

(次ページに続く)

年輪の酸素の同位体比を使って、 2,000年間の降水量の 復元に成功



近世日本の気候変動に対する人びとの対応が記された古文書。虫食いだらけの冊子をていねいに読み解きます

り興味はなかったのです。むしろ環境変動一般、とくに生き物が入っている生態系の変動などの生物地球科学に興味があった。当時は、気候についてのイメージがとても平板で、気温や降水量などの物理情報を見てもおもしろくないと思っていました。それで、生き物が関連するような変動を、氷河期―間氷期変動みたいなスケールでやっていたのです。

ところが、年輪の可能性を知り、気候変動も人間の歴史とくらべることができるとわかって、これはおもしろい。単純な気温や降水量だけでなく、生き物のなかでいちばんおもしろい人間を扱えると。そこで初めて気候変動に興味をもった。

渡辺●中塚さんが大きく方向転換されたのは、もともと人間に興味があったからですか。
中塚●そうですね。理系でしたけど、大学3年生になるときに文学部に転部しようと思ったことも……。 (笑)

渡辺●研究者は、そういう原体験をもっていて、その影響で専門分野に進む人が多いとよく聞きますね。

中塚●大学1年生のときは理論物理をやりたいくて、一般相対論などをやっていましたが、けっきょく選んだのは地質学だった。地質学はけっこう文系的なのですよ。たくさんの情報を扱う多分野融合型の研究で、しかも歴史が入っている。私の卒論は中生代の地層ですが、歴史がやりたくて選んだのですから、当然そこには人間の歴史も地球の歴史も両方扱うことになる。

渡辺●すると、安定同位体の測定装置を購入したときは、「なにかか開けた」という……。
中塚●いや、まだ開けたとは思わなかったし、よい結果が出る保証もなかった。でも、これをやれば人間の歴史につながらんとって、粘り強くやっていましたね。そういうなかで、地球研のIS、FSをはじめること数十年周期の気候変動が400年に1回、クラス

ター状に大きくなることがわかった。

遠藤●大発見ですね。

中塚●大発見です。モヤッとしていたものが、データに導かれるようにクリアになる。これは止められない、逃げられない。

渡辺●研究者冥利に尽きますね。

中塚●そうです。おもしろい。ただ、「おまえは古気候学に貢献してない」と、専門の学会では言われます。

渡辺●「なんで歴史なんかやっているのだ」というような評価のされ方なのですか。

中塚●いや、評価はされているのですが、論文を書くスピードが狂倒的に遅い。

トランス・ディシプリナリティの 実践で現代社会に貢献したい

遠藤●成果が上がっているのに、どうして書かないのですか。

中塚●サボっているのが最大の理由。(笑) 真剣にほかの分野の勉強をはじめると個々の論文のことは考えていられないですからね。

遠藤●でも、これで社会とつなぐ実例を示せば、地球研の評価にたいへん貢献する。「地球研はなにをやっているのかがはつきり見えない」とよく言われますからね。

中塚●まったくそう。だから、古気候学にはいかにしないといけない。(笑)

渡辺●中塚さんが、サイエンティストとして、論文の数ではないところで優位性をもっているものほどこだと思っていますか。

中塚●いろいろな分野を渡り歩いてきた自負はあります。かつての地球研の「アムール・オホーツクプロジェクト*1」でも、いまと同じくらのエネルギーで研究していました。そこでやっていたのはまさに現在の問題。海洋や河川物質循環の問題、それに中国の農民や日本の漁民など、たくさんのステークホルダーの調整。それに日本とロシア

の政府間交渉の話など、ダイナミックに活動させてもらいました。

そのような感覚をもって、そのあとの名古屋大学環境学研究科では地道なトランス・ディシプリナリティを見聞してきました。このプロジェクトとは違うバックグラウンドをいくつももっている、わりと自由にものが考えられますね。

遠藤●頭もかなり重層的で、四次元くらいの多面的なイメージですね。

中塚●でも、じっさいは気力がないのでサボってしまう。性格的な問題ですね。(笑)

渡辺●中塚さん自身が研究者ライフのなかでめざしたい明確な方向はありますか。

中塚●年輪の酸素同位体比の研究だけで定年まで食っていけるかと思うのですが、まったく違うことにも発展させたい。気候変動を復元して、それを気候学的に解析して将来を予測するのは重大な仕事ですが、じつはそれが目標ではない。やはり、トランス・ディシプリナリティにつなげたいのです。

世の中がどう持続可能なのかについてはすごく興味があるので、それをこのプロジェクトで、自分の手で歴史のなかで明らかにしたい。明らかにしたからには、それを現代社会にも応用したい。だから10年後には、「年輪ってなんでしたっけ？」っていう感じになっているかもしれない。(笑)

遠藤●私は社会を変えました、こうして社会はよくなりました、というような。

中塚●そっちのほうがやりたいですね。

*1 北東アジアの人間活動が北太平洋の生物生産に与える影響評価 (2009年度終了)

(2014年5月13日 プロジェクト研究室にて)

地球研リモートセンシング・ワークショップを終えて

技術を知る、アイデアを広げる

報告者 近藤康久 (地球研准教授)

リモートセンシングは、離れたところから対象物を観測する技術です。具体的には、人工衛星や航空機に取りつけたセンサで大気や地表の状態を観測します。地上で面的に観測することが難しい環境情報を広範囲に取得できるので、いまや地球環境学には欠かせない技術です。

地球研では、プロジェクト共通の研究基盤として、リモートセンシングで得られた画像を処理・解析するためのソフトウェアを保有しており、私の所属する研究高度化支援センター情報基盤部門がその管理を担っています。今後のソフトウェアの整備計画を練るにあたり、地球研のプロジェクトでリモートセンシングをどのように使っているのか、またリモートセンシングをこ

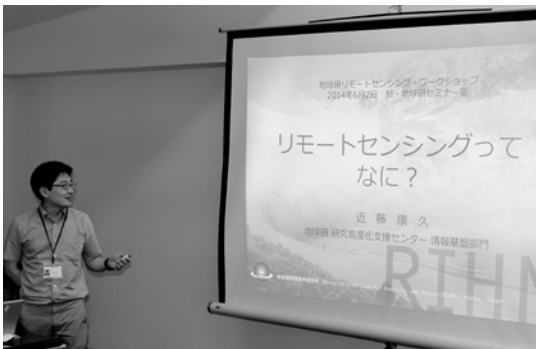
れから研究に採り入れたいというニーズがどれくらいあるのか知りたいと考え、今回のワークショップを企画しました。

ワークショップは2部構成にしました。第1部は「リモートセンシングの最前線」と題し、リモートセンシングを活用した地球環境研究の最新事例の報告2本立てとしました。コーヒープレイクをはさんで、第2部ではリモートセンシングに関係するライトニングトークを行ないました。

ライトニングトークとは、情報・メディア系のカンファレンスで近年しばしば行なわれるプレゼンテーション形式で、いま取り組んでいることやこれから取り組みたいことのアイデアを、パワーポイントなどのプレゼンテーション・ツールを駆使し

つつ、1人5分 (厳守) という短い時間でかいつまんで話すものです。今回は、所内公募により4本の発表が集まりました。

当日は、場を盛り上げるための工夫を少々凝らしました。コーヒープレイクは、アイスブレイキング、すなわち見知らぬ参加者同士の交流を生むきっかけとする



ワークショップのプログラム

2014年6月12日 〈地球研セミナー室3・4〉

趣旨説明 リモートセンシングってなに？

第1部 リモートセンシングの最前線

リモートセンシングによる
複合データ解析の活用事例
..... 山下浩二 + 生駒舞子
..... コメント：手代木功基
マイクロ波衛星画像を用いた土地利用・
土地被覆解析——スマトラ島の泥炭湿地を
事例として..... 渡辺一生

*ダイニングにてコーヒープレイク

第2部 1人5分のライトニングトーク

①遺跡を見つけてリモセンすると... 近藤康久
②都市・地域分析におけるグローバルGISデータの活用事例の紹介..... 内山愉太
③webGISを用いたナラティブとGISデータの統合..... 竹村紫苑
④CRP保有の衛星画像のご紹介... 熊澤輝一
*一巡後にディスカッション

ため、地球研の落ち着いたダイニング・スペースでお菓子をつまみながら歓談するスタイルにしました。ライトニングトークでは、プレゼンテーションを映すメインスクリーン横のサブスクリーンにカウントダウンタイマーを大きく映し、タイムアップは格闘技用のゴング (実物!) を鳴らして知らせました。

それでは、参加者にとってワークショップはどんなものとなったのでしょうか。2本の対談をとおして、ワークショップをふり返ります。

対談
その1

手代木さんに、ワークショップの感想をきいてみよう。

話し手●手代木功基 (地球研プロジェクト研究員) 聞き手●近藤康久

近藤●手代木さんは、第1部前半でソフトウェア・メーカーの山下さんと生駒さんがデモンストレーションした低木自動抽出の研究をなさっていますよね。どういうきっかけでリモートセンシングを研究に採り入れたのですか。

手代木●私はずっとナミビアで調査してきたのですが、そのときにはリモートセンシングは使っていなくて、現地でデータを取るスタイルで研究してきました。

2012年に地球研に来てから、モンゴルで調査を始めることになって、そこでもナミ

ビアと似たようなかたちで、植生と放牧の関係を調べたいと思いました。しかし、フィールドで植物をくわしく調査する時間が以前ほど取れなくなりました。どう研究を進めればよいか迷っていたところ、地球研でリモートセンシングのワークショップ*1がありました。

ワークショップを受けると、案外操作は難しくはないのかなという気がしてきて……。調査地では草原のなかに樹木がぽつぽつと点在しているのですが、それを衛星画像から抽出できないかなと、山下さんたちと

相談しました。

近藤●山下さんたちが見せてくださった最新の画像処理技術には、私も驚きました。画像を補正するためのパッケージがいろいろあって、それを順々に当てはめていくと、ぽつぽつとある低い木だけを自動で抽出することができました。あの結果を見て、たいへん高く評価していっぱいしましたね。

手代木●はい。ここまでできるのか、すごいなと思いました。これまでは、地面に這いつくばって数えるような調査方法だったので、それを一瞬で、しかもすごく広い範囲で捉えられるのですから、衛星画像はやっぱすごいなあ、こういうものをうまく使

(次ページに続く)

*1 研究高度化支援センターでは、リモートセンシング・ソフトウェアを紹介するセミナーを年に1、2回実施してきた。ここでふれられているのは、2013年6月25日開催のENVI/SARscopeセミナーである。

技術を知る、 アイデアを広げる



は、私も植生でやって
みたいと思いました。
近藤●ありがとうございます

ざいます。すこし離れている分野の人がお互いの話を聞いて、アイデアや発想をシェアしようというのが私の狙いだったので、そのように評価されて、よかったなと思いました。

ワークショップの最後にアンケートを取りました。参加者9名から回答をいただき、図のような結果がでています。

ライトニングトークの形式は好評だったようで、5段階評価の平均で4点くらい付けてくれています。他の人の発表で自分にとってもよい発見があったと評価してくださっています。内容を難しいと感じた人が少ないので、すでにリモートセンシングやGISに親しんでいる人が多いことがわかります。その人たちが、ワークショップの内容に、とても満足してくださいました。

今回は、地球研の4つのプロジェクトから話題提供があったのですが、このような輪をどんどんと広げたいと思ったときに、どのように進めるのがよいでしょうか。

手代木●そうですね、リモートセンシングや衛星画像は、まったく使ったことがないという状態から、ちょっと使うという状態のところに、すごく高い壁があるイメージがあります。

近藤●わかります。

手代木●その壁がほんとうは低いのだということをみんなで共有できれば、「使ってみようかな」という人が増えるのかなという

気がしています。
リモートセンシングは、地球環境問題を研究するうえでは重要な技術ですよ。

今回のワークショップは最前線ということで、そういった意味では上級者向けだったという気もします。「じつは簡単に扱えますよ」という趣旨で、経験者というよりはむしろ、ぜんぜん触ったことがない、たとえば分野もまったく違うような人たちを集めて、ワークショップを開くというのは、地球研のプロジェクトに刺激を与えるという意味でもよい気がします。

■ライトニングトークで研究手法をシェア

近藤●ワークショップはこれからも企画するつもりです。どんなテーマに取り上げてほしいかアンケートをとったら、1位がGISでした（下位は下図のとおり）。なるべく敷居を低くするということだと、どれが入り口になりそうでしょうか。

手代木●たしかに1位のGISというのは、かなりの人が扱っていますね。

近藤●そうですね。今回のライトニングトークでも内山さんと竹村さんがGISを使った研究を発表されて、これは基盤的な技術なのだなと感じました。

手代木●私もGISをよく使いますが、人によって分析のスケールが違いますね。たとえば、私の研究のようにナミビアのある村における耕作地の雑草の分布を調べるのに使っている人もいれば、内山さんや竹村さんみたいに、地球規模の話をしている人



わないとなあと。

近藤●さらにそれが、じっさいにフィールドで見た状況とだいたい合っている。このことがすごく大きな発見でした。

■技術導入の敷居を下げる

近藤●さて、ワークショップ後半には、ライトニングトークを4本しました。これは和気藹々と、「こんなものがあるのだけど」というアイデアを出すものです。いかがでしたか。

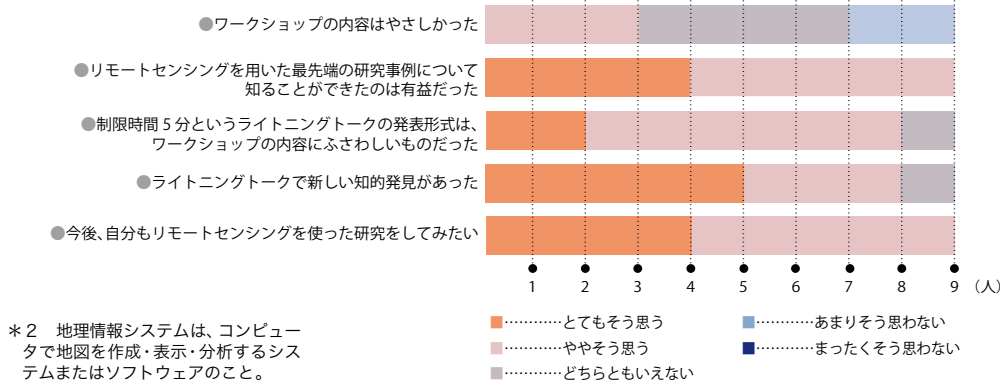
手代木●すごくおもしろかったですね。ワークショップにあっている感じがしました。今回はリモートセンシングに限らず、GIS（地理情報システム）^{*2}も話題にのぼりましたが、「このようなことをやっていますよ」とか、「このような技術があるのですよ」ということを紹介するには、すごくよい方法だなと。

今回は4人だけでしたが、たとえ10人発表しても1時間くらいですよね。そのような意味でいうと、参加者全員が発表するたちでもよいくらい、おもしろい方法だなと。

近藤●4人の発表のなかに「これはおもしろい」、「これは知らなかった」ということはありましたか。

手代木●近藤さんは、「私のリモートセンシングは逆の使い方だ」とおっしゃっていましたね。地上で遺跡を見てから、それをまた上空から見るという話は、新しい発見でした。調査をして見たことをリモートセンシングの技術を使って見なおすということ

ワークショップの感想



情報基盤部門のワークショップで、 今後、取り上げてほしいテーマ

- 1位 6票 地理情報システム (GIS) ^{*2}
- 2位 5票 データベース
- 3位 4票 衛星測位システム (GPS、GNSS) オントロジー (コンピュータによる概念体系の認識) オープンデータ
- 6位 1票 ソーシャルメディア FOSS4G (オープンソースのGIS) R (統計ツール)

リモートセンシングについてもっと知りたい人は

- 一般財団法人リモートセンシング技術センター (RESTEC) のウェブサイト
http://www.restec.or.jp/knowledge/index.html
- 『リモートセンシング読本』岩男弘毅著、社団法人日本測量協会刊、2005年

報告者・聞き手
 こんどうやすひさ
 専門は考古学と空間情報科学。
 研究高度化支援センター准教授。
 二〇一四年から地球研に在籍。
 話し手
 てしぎ・じゅんき
 専門は自然地理学。二〇一二年
 から地球研に在籍。「砂漠化をめ
 ぐる風と人と土」プロジェクトで
 乾燥地域の植生景観にかんする
 研究に取り組んでいる。
 わたなべ・かずお
 (3ページ参照)

もいる。そのようなかたちで、どんなスケールでも使えるので、多くの人にニーズがあると思います。そういった意味で、お二方の発表は、すごく勉強になりました。「こういう使い方があるぞ」という話をみんなで

共有するのもよいですね。

近藤●ライトニングトークでは熊澤さんが、情報基盤部門がもっている衛星画像をまとめて、紹介されました。それを使ってちょっとずつ操作方法や利用方法を練習す

ることもできますし、いろいろとアイデアは広がるでしょうね。そうやって多くの人を巻き込んでいくのは、地球研にとってよいことだと思います。手代木さん、ありがとうございました。

(2014年6月18日 プロジェクト研究室にて)

対談
その2

渡辺さんに、研究のことをもっときいてみよう。

話し手●渡辺一生(地球研プロジェクト研究員) 聞き手●近藤康久

近藤●渡辺さんには、ワークショップでの第1部でお話いただきました。この研究は、地球研に来てからはじめた研究ですか。

渡辺●いいえ、これは地球研に来るまえの、2010年からはじめた研究です。京都大学東南アジア研究所のプロジェクトで、インドネシア・スマトラ島の泥炭湿地を対象とした文理融合研究です。その一環として、リモートセンシングを利用しました。

近藤●スマトラ島でのリモートセンシングでは、雲が問題になったと、話してくださいましたね。

渡辺●スマトラ島は赤道のすぐ近くで、熱帯多雨林地域です。つまり、晴天率がほぼゼロで、いつもどこかしらが雲に覆われる場所だったんですよ。

近藤●雲に覆われていると地表が見えないので、解析ができないんですね。

渡辺●できない。そういう事情があったので、雲を透過する合成開口レーダー (SAR) という方法を使う必要があったのです。その存在は知っていましたが、手をつけたことはありませんでした。解析も複雑になってしまいましたが、それしか方法がないので、3、4年前から取り組みははじめました。それがワークショップでお話した、SARを使用した土地利用解析です。

近藤●リモートセンシングのソフトウェアでオリジナルのSAR画像から合成画像を作成し、じっさいの土地利用状況を現地調査で検証されたのですね。そのあたりがすごく、フィールドワーカーだなと思いました。

現地で状況をみたときに、作成した画像と

照らしあわせていかがでしたか。

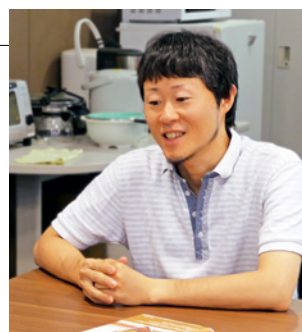
渡辺●最初はよくわかりませんでした。作成した画像は特殊な色づかいなので、人間の目で見ると雰囲気と、できあがった画像とが違います。人間の目で見たら、森は緑に見えたり、水が青色に見えたりしますよね。しかし、SARでつくりだした画像は、人間の目では違う雰囲気に見えるんです。画像の色のパターンが、じっさいの土地利用としてなにを表現しているのかは、その場所ごとに違うので、現地で確かめるしかありません。

そのためにGPSや測量機器を現地にすべて持ち込んで、村に住み込んで、1か月くらい現地を歩き回りました。そして、SARの画像と自分がいる場所とを対比していくと、その地域の泥炭地の劣化状況の程度がだんだんとわかってくるんです。たとえば、どんな場所で土地の劣化がひどいとか、森として残っている場所にはどんな特徴があるのかといったことが、それが全体的にわかったと、歩いた記憶をたどって風景をちゃんと頭に映し出せるようになりますし、土地利用分析結果も高い精度のものが得られます。

「上空の視点」と「地上の目」で 地球環境を探る

近藤●フィールドを歩き来して、上空からの情報と、その現場で見た生の情報とを結びつけるというのがすばらしいと思いました。この研究アプローチは、地球研のプロジェクトでもなさっているのですか。

渡辺●そうです。エリアケイパビリティ・



プロジェクトで進めています。

昨年にフィリピンに大きな台風がきて、マングローブ林が被害を受けました。林の水辺に置かれた設置型の漁具も破壊され

ました。そのため、台風以前と以後の衛星画像を比較して、マングローブ林の生態系がどのくらい破壊されたかや、漁具がどこで破壊されて、どこに遺っているのかを分析しているところです。

近藤●では、現在の衛星画像は、漁具が判別できるくらいの解像度があるのですね。

渡辺●そうです。使用しているのは分解能が数十センチメートルレベルの画像です。

そこに、生物のサンプリングデータや、いろいろな人たちが水質分析した結果などの新しいデータを入れながら、分析にかけている最中です。

近藤●リモートセンシングが一つの核となる技術としてあって、それにさまざまなフィールドのデータやモニタリングデータを統合して、研究に活かしておられるということですね。

渡辺●そうです。

近藤●ワークショップの当日、発表の際に本を紹介してくださいましたね。

渡辺●さきほどの、インドネシアの泥炭湿地の研究で、ばくが携わったところの成果本です*3。現在は地球研の機関連携FSで、これの発展版が動いています*4。きれいな解析図もいろいろ入っていますので、みなさんにもぜひ見てもらえればと思います。

(2014年6月24日 プロジェクト研究室にて)

*3 『熱帯バイオマス社会の再生——インドネシアの泥炭湿地から』講座 生存基盤論4. 川井秀一・水野広祐・藤田素子編、京都大学学術出版会、2012年。

*4 機関連携FS「熱帯泥炭地地域社会再生に向けた国際的研究ハブの構築と未来の可能性に向けた地域将来像の提案」FS責任者：水野広祐・京都大学東南アジア研究所教授。

グローバル人材を育てる 世界と向き合う教育をめざして

細谷 葵（お茶の水女子大学グローバル人材育成推進センター 特任講師）

2012年度、文部科学省は若者の「内向き志向」を解消すべく、「グローバル人材育成推進事業」を立ち上げました。お茶の水女子大学（お茶大）が、この事業の支援対象に採択されて創立した「グローバル人材育成推進センター」が、私の現在の職場です。そして、「グローバルな舞台に積極的に挑戦し活躍できる人材の育成」という文科省のポリシーに血肉を与え、現場での教育活動として展開するのが、私たちの仕事です。

留学先で得たグローバルな友情と人脈は「人生の宝」

私は学生の意識改革につとめる「グローバル力強化」なるセクションに所属し、セミナー等の実施に携わっています。各界で国際的に活躍する女性に自身の人生経験を語っていただく「女性のグローバルな活躍のためのワークショップ」、学部生が英語で研究発表と討論をするミニ国際学会「GREAT-Ocha」などです。ワークショップでは講師として出演もするかたわら、英語で文化人類学を教える授業も担当していて、かなり忙しい日々です。

それでも日々がんばれるのは、仕事だからというだけではなく、私自身が、イギリスへの留学を通して世界各国に友人や人脈ができたことは「人生第一の宝」だと思っているからです。グローバルに目を開くことでどんなに人生が楽しくなるか、一人でも多くの学生に伝えたいのです。

地球研の研究者としては、「農業が環境を破壊するとき*」、「NEOMAP*2」の2プロジェクトに所属しましたが、その国際的・学際的な職場環境でいっそう広がった人脈は、いまもセミナーに招聘する講師探しにとても役だっています。地球研で身につけたイベント企画や広報のノウハウも、現職で有効に活用させていただいています。

サマースクールの企画・運営に奔走する日々

そんなお茶大での仕事も2年め。私はこれまで、女子大とは無縁で、むしろ男臭い環境で自身の性別を意識することなくすごしてきましたので、花園のような女子大学という環境からしてははじめはとまどうばかりでしたが、最近ではようやく慣れてきました。

うれしいのは、「英語によるサマープログラム」なるサマースクールの企画・運営を、今年度から全面的に任せてもらえたことです。オムニバス形式の集中講義を英語で行なうというプログラムで、海外の協定校学生も広く受け入れます。今年で4年めとなるこのプログラム、昨年度から海外学生の参加申し込みが爆発的に増え、前年度

講師として出演した「女性のグローバルな活躍のためのワークショップ」で、学生の質問に答える



の10倍ちかい98名の申請が集まりました。

昨年度はお手伝いの立場だった私も、宿舍の調達やら日本入国ビザの準備やらに走り回るのはめになりました。そのかいあってか、今年度から企画責任者に任命されました。もともと工夫したり計画するのが大好きな私にとって、汗をかくだけではない、やりがいのある仕事です。文化交流イベントなどを充実させたり、和食調理実習等の課外セミナーも組み入れたり、協力してくれる学生たちやほかの先生方とともに、楽しく進めています。今年度も欧州やアジアの9か国14大学から100名ちかい受講申請があり、ふたたび忙しい夏になりそうです。

斬新な視野をもつ研究者になるための修行期間

現在のポストでは、文科省の規則で、業務時間中の研究活動は許されていません。科研費でなんとか資金はあるものの、調査や学会は有給休暇をとって出かける生活。子育てもあって、論文を書く時間も足りず、肩書きは大学教員でもほとんど在野の研究家だなど、溜息をつくときもあります。

しかし最近、こんな日々もけっして無駄ではないと思えるようになりました。私の専門である考古学分野では、このところ、野心的な若い研究者の間で「国際化」の問題がさかんに論じられています。けっしてレベルが低くはない日本考古学の研究成果が国際的に周知されづらい現実を、どう打破するのか。これは、みずからが得てきたものを異質な相手にうまく伝える／教育する、それも多様性の高い国際社会を相手にその道を新しく切り拓く方法の問題であり、じつは、私の現在の業務と根本が同じです。いまの苦労は、今後の変動に柔軟に対応できる研究者になるための、大事な時間ともいえるのです。

せちがらい昨今、私だけでなく、地球研時代の仲間のかにも、思うように「研究職」に就けていない方は多いです。だけどそれは、いずれ斬新な視野をもつ研究者になるためのよき修行期間となるのではないのでしょうか。

ということで、とあるハードボイルド・ドラマからのパクリでひとこと。「研究は、職業ではない。生き方なのだ」。

ほそや・あおい

専門は植物考古学、民族考古学。地球研プロジェクト研究員（2007-2011年度）、京都大学GCOE研究員（2012年度）をへて、2013年度から現職。論文に「東アジア先史時代の食用植物加工技術」（2013 岡内編、同成社）、「The 'Routine-Scape' and Social Structurisation」（2014, Geografiska Annaler）など。



2014年4月に幼稚園に入った娘とともに

*1 農業が環境を破壊するとき—ユーラシア農耕史と環境（2010年度終了）
*2 東アジア内海の新石器化と現代化：景観の形成史（2011年度終了）

所員紹介 — 私の考える地球環境問題と未来

未来を知って、未来を創る 温暖化影響研究と Future Earth

大西有子

(Future Earth 推進室 助教)

2014年4月から地球研のFuture Earth 推進室で勤務をはじめ、3か月余りが経ちました。Future Earth は、地球環境に関する既存の研究プログラムを統合し、地球環境問題包括的な解決をめざす新しい国際研究プログラムです。自然科学と人文・社会科学を統合した学際的研究(interdisciplinary research)とともに、科学者と社会の協働による超学際的研究(transdisciplinary research)を促進することを特徴としています。

生物季節、生物分布に現れる変化の兆候

Future Earth 推進室では、Future Earth のアジア地域事務局 (Regional Hub) の役割を担いつつ、科学者と社会のステークホルダーとをつなぐネットワークづくりや、優先研究テーマの抽出、超学際的手法に関する研究開発など、アジアにおける Future Earth を推進するために活動しています。

地球研に赴任するまでは、国立環境研究所で、IPCC*1第2作業部会(影響・適応・脆弱性)の第5次評価報告書の執筆補助業務に携わりつつ、気候変動による生物多様性への影響をテーマに研究してきました。

ここでは、生物季節と生物分布の変化について、日本の植物を対象に行なった温暖化影響評価の研究を紹介します。

生物季節の変化予測から見える未来

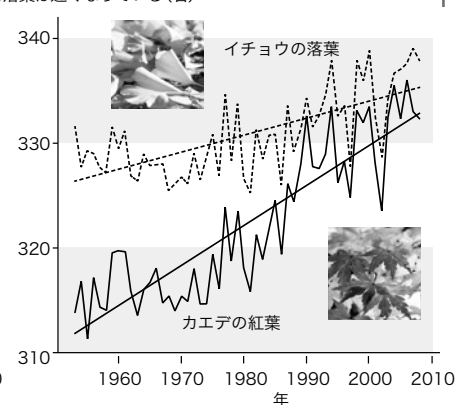
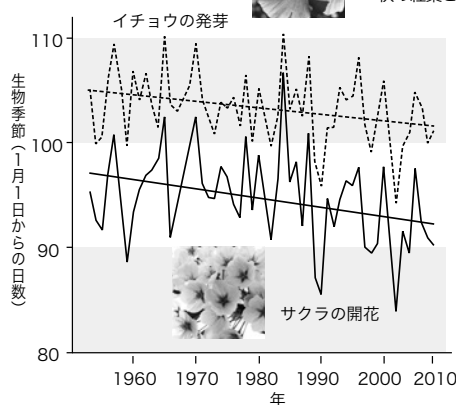
生物季節とは、植物の発芽、開花、紅葉、落葉、動物の初鳴日や初見日など、生物の季節的な現象のことです。生物季節の時期は環境条件により変化し、とくに植物の生物季節は気温の変化に敏感に反応します。

日本では、おもに温暖化や都市化による



1953年から2008年までの生物季節変化(全国平均値)

春の開花と発芽は早くなり(左)、秋の紅葉と落葉は遅くなっている(右)



気温の上昇の影響により、過去50年間に春の発芽や開花が早まる傾向が観測されています。そこで、温暖化シナリオを使って将来の生物季節の変化を予測したところ、21世紀前半はほぼ日本全域で生物季節の早期化が予測されましたが、後半になると、一部の植物では九州や四国の南部で遅れはじめることが予測されました。

これは、冬の気温上昇により植物が休眠から覚める時期が遅れるため、さらに気温が上昇した場合、発芽や開花に至らなくなります。したがって、生物季節の遅れは、生物の温暖化に対する適応能力の限界を示しているとも考えられます。

温暖化の影響を大きく受ける日本の生物

北半球の各地で、温暖化の影響と思われる生物の分布の北上が報告され、日本でもチョウ類やサング類の分布の北上が観測されています。

日本の植物を対象に、生物の分布域と気候要因の関連をモデル化し、温暖化の日本の植物への影響を評価したところ、亜高山帯針葉樹では、2100年までに潜在分布域(生物の生存に適した気候の地域)が70%以上減少することが予測されました。急峻な山が多く地形が複雑な日本では、潜在分布域の高標高への移動に伴い、その面積が大幅に減少します。このため、日本の植物は、温暖化の影響を強く受けやすいと考えられます。

IPCC から Future Earthへ

地球研に赴任する直前の3月末に、第38回IPCC総会に出席しました。そこでは、第5次評価報告書の政策決定者向け要約の一文一文を、約110か国の政府代表が審議、承認する作業が行なわれました。審議は連日深夜におよび、ほぼすべての文と図表に修正が加えられました。

引用された私の論文も含め、科学的な部分だけではなく、地名や言葉の使い方といったまで、細かく指摘されるようすを見て、身の引き締まる思いがしました。また、「自分の国の〇〇についても載せてほしい」という要請もありましたが、査読論文がなく評価できない事例も多くありました。社会の声に耳を傾け、十分な研究がない地域や課題に対して、研究を促すしくみも必要だと感じました。

*

温暖化影響評価の役割の一つは、どんな未来を創りたいのか、社会が選択するためシナリオを提供することではないかと思います。今後はFuture Earthという枠組みの中で、社会とともに研究を進めることを大切にしながら、地球環境問題の解決に向けて着実に貢献できる研究をめざしていきたいと思います。



2014年5月には地球研で第2回Future Earth in Asia セミナーを開催(右から二人めが筆者)

おおにし・ゆうこ

■略歴 オーストラリア国立大学(修士)、オックスフォード大学(博士)、国際連合食糧農業機関(FAO)、東京大学生産技術研究所、国立環境研究所などを経て、2014年4月から現職。

■専門分野 生物地理学、保全生物学

■研究テーマ 地球温暖化の生物多様性への影響

■趣味 旅行、京都の祭りめぐり

■室長からひとこと

谷口真人(地球研教授)

今年4月に Future Earth 推進室に加わった大西さんには、IPCC関連業務や国際機関での研究経験を生かして、FE研究の推進に大いに活躍してもらえものと期待しています。ところで地球研の桜が咲かなくなる可能性はいつごろ?

*1 IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (気候変動に関する政府間パネル)。人為起源による気候変化、影響、適応および緩和方策に関し、科学的・技術的・社会経済学的な見地から包括的に評価することを目的に1988年に世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)により設立。

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ぎ、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

天日式塩づくりの準備



資源管理における「知」の当事者

中川千草 プロジェクト研究員

ながかわ・ちくさ

専門は環境社会学、地域社会学、民俗学。研究プロジェクト「地域環境知形成による新たな commons の創生と持続可能な管理」プロジェクト研究員。2012年から地球研に在籍。

強烈な日差し、クラクションを鳴らし歩行者の群れを蹴散らす車、それらを巧みにかわし道路を横切る人びと、思い思いのかたちに仕立てられた色鮮やかな布、大きな鍋にたっぷりと仕込まれた料理とそこから届くパーム油の香り、祝いの場で演奏される太鼓のポリリズム。2008年から通いはじめた西アフリカのギニアは、訪れる者の五感を刺激し、学びと面倒くささのはざまへと呼びこむ。

製塩の方法とそのための条件

おもに女性たちによって営まれているギニアの製塩の方法は二つ、マングローブを燃料とし海水を煮詰める「伝統的」な煮沸式と、マングローブの保護を推奨する NGO などの援助によって導入されるビニールシートを用いた天日式である。わたしは、これら二つの方法に付随する「知」に注目している。なぜなら、その知には、脈々とひきつがれてきた経験やローカルな合意形成システムなど、言語化しがたいものが含まれており、それらは変化しながら、社会のしくみを更新するための基盤となり

えるからだ。

塩づくりは、地域ごとに結成された生産組合のもと、5人ていどで構成された小グループ単位で、1月下旬～6月の乾季に営まれる。しかし、2014年は全体的に作業に遅れが生じ、2月に入っても作業をはじめられていなかった。理由の一つは、資金繰りである。毎年、薪やシートを用意するには現金が必要だが、手持ちが足りないため、借金をして必要経費が工面される。しかし、2013年初秋の国民議会選挙以後、ギニア経済はすっかり冷えきり、借金する先すら見つからないという事態が生じ、準備が滞っていた。もう一つの理由は、天候である。天日式の製塩には太陽の光がたっぷり必要であるにもかかわらず、たとえば、B地域では朝から町もマングローブ林も重い霧に包まれたまま昼を迎えるという日が少なくなかった。天候はどうすることもできず、ただただ落胆するばかりだった。

天日式導入の目的

天日式導入を願う地域は少なくない。煮沸式では昼夜を問わない火の管理が強いられ、作業全般に過酷さがともなう。いっぽう、天日式においてはシートの上にかん水を拡げれば、あとは太陽任せ、同日の夕方か翌日には塩ができあがる。「火の管理が不要な天日式なら、睡眠不足からも解放されるし、燃料費を節約できる」、これが天日式導入にあたっての製塩を営む側のロジックである。これはマングローブの保護という援助する側の目的とは重ならないものの、結果的には両得となる。

これまで援助の機会を逸してきたC地域は毎シーズン、そのきっかけを待ちわびていた。C地域のリーダーはわたしと会うたびに、「ここに来る目的はなに？ 塩づくりを知るため？（天日式へ

切り替えるための）援助を検討するため？ 塩を買うため？」とたずねてきた。「塩づくりを知るためだ」と答えると、「今年の作業はまだはじまっていない」と返された。それは、作業がはじまらなければ、現場入りはできないと言われているに等しかった。

「交渉」の現場

現場入りが足踏み状態のなか、ふと、C地域の作業が遅れているというのはほんとうだろうかという疑問が浮かんだ。そこで、別ルートで状況を確認してみたところ、じつはすでにはじまっているということが判明した。

リーダーは定型化したやりとりを通してわたしの出方をうかがい、暗に「交渉」していたのだ。つまり、現場入りの可否は援助の有無によって決まる。その交渉は、具体的で即時的、それでいて暗示的にレスポンスを求めるものだった。

シートの購入資金は用意できない額ではなかった。天日式への切り替えは、作業の軽減による日常生活の向上と資源保護という2点において理にかなっていることも理解していた。しかし、その時点では、資金提供や天日式導入そのものの妥当性についても判断しがたかった。また、天日式を今後維持していくためのしくみも当然設計できていなかった。つまり、現場の状況を一変しうる可能性をもつ「知」の当事者となる心構えがわたしには備わっていなかった。けっきょくさいごまで、「作業がはじまったら教えてください、また来ます」と言うことしかできず、わたしたちの交渉は決裂に終わった。

現場の知の変化を追うということは、その変化の当事者になる可能性があるということ。それを肝に銘じ、来シーズンも学びと面倒くささのはざまに飛び込みたい。



左・作業場へ向かう女性たち

右・天日式をすでに導入しているB地域の組合員と筆者（後列中央）



原生林に残存する 老齢木を求めて

佐野雅規 プロジェクト上級研究員

さの・まさき

専門は古気候学、年輪年代学。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」プロジェクト上級研究員。2013年から地球研に在籍。

学部生のときにヒマラヤで調査する機会に恵まれたことがきっかけとなり、これまでアジア各地の山に入って古木から年輪試料を採取するフィールドワークを続けてきた。以下は、樹木年輪による気候復元研究の空白地帯であったベトナムを研究の対象とし、原生林に残存するヒノキ（正確には、フォッキニアとよばれるヒノキ科の針葉樹）の老齢木をめざして山に入りはじめた学生のころの話である。

2日歩いてたどり着いた「当たり」の山

日本で調査の足がかりをつかむため、まずは現地の植物や昆虫に精通する知人から情報を収集して候補地をいくつか選んだ。次いで、外国人単独での立ち入りが制限されている地域に入るため、同行してくれる現地の仲間を探すことにした。

そのときに役だったのが大学の留学生ネットワークだった。同年代の学生を何人か紹介してもらえたほか、日本で学位を取って帰国した先生に掛けあってもらい、調査許可も取得できる見通しがたつた。大風呂敷ではあったが研究費も運よく獲得できたので、早速ベトナムに飛んだ。

ハノイでは大学^{*1}近くにある格安の宿に泊まり、調査の許可申請などを駆け足で済ませたのち、現地の学生と2人で列車とバスを乗り継ぎベトナム北部の小さな町に入った。これより先へは自動車をチャーターしないと進めないが、出費を抑えるために、ジープではなくバイクの後ろに乗っ



年輪のサンプル採取のようす

て道の終点まで向かうことにした。今回の調査では成長錐^{*2}という軽量の道具さえあればサンプルを採取できるので、その利点を活かして、身軽に移動するために荷物は最小限にとどめ、食料は現地で調達することにした。

道中、季節外れの大雨により橋が氷没しているところもあったが、バイクを担いで川を涉り対応した。下車してからさらに2日ほど歩き、ようやく少数民族が住む村にたどり着いたその瞬間、この山は「当たり」と確信した。ヒノキの板で屋根が葺かれていたからだ。

老齢木を探しだす嗅覚と経験

その夜は、村に初めて来た外国人ということもあり、ネズミの串焼きと地酒をふるまわれ歓待を受けた。長老達にはハノイの学生も言葉がつうじないため、ベトナム語がわかる村の若い人にとりもってもらい会話した。ただし、私の下手な英語がベトナム語を介して現地の言葉に訳されるので、込み入った話になると途端につうじにくくなり残念な思いをした。

村人の案内で森に入りほどなくすると、期待どおりヒノキがちらほらと出てきた。さらに歩くこと1日、まとまった数のヒノキが散在する原生林にたどり着いたので、適当な場所にテントを張り、焚き物などを集めて簡単な拠点を築いた。翌朝から、鉋で藪こぎをしながら古いヒノキを探し、幹に穴をあけてサンプルを採取するという地道な作業を1週間ほど続けた。

樹齢は幹の太さとかならずしも比例しないため、なるべく古い時代まで遡る試料を得るには、同じ森の中でも生育条件の悪いところに生えている個体を選ぶ必要がある。たとえば、水はけのよい尾根では、乾燥のため成長が遅く年輪が詰んでいる。また、多数の細い枝からなる背の高い円錐形

の木よりも、いびつな枝ぶりをした背の低い木のほうが古い。

古気候データの充実化

——アジアモンスーンの動態解明に挑む

こういった基準で老齢木を選別した結果、長いもので過去800年分の年輪を含んだサンプルを採取することができた。懸案だった食料の調達もうまくいき、米や野菜に加え、罠にかかったネズミなどの小動物も分けてもらえた。獣臭を唐辛子と魚醬で抑えれば、米との相性がよくなりなかなかいける。ちなみに、ラオスで調査したときは、かすみ網や銃を使って採集したコウモリやモモンガ、珍鳥や珍獣を食べさせてもらった。

持ち帰ったサンプルは、年輪の判定が難しく丹念な観察を強いられたが、最終的には当地の夏季降水量を復元することができた。この研究が端緒となり、ベトナム南部でも同様の分析を他研究者と共同で実施した結果、アンコール王朝が滅亡した時期に30年規模の旱魃と洪水が交互に発生していたことを突き止め、数十年スケールの気候変動に対する社会システムの脆弱性が示唆された。

地球研では、日本を対象にして、気候変動に対する人間社会の応答特性を過去数千年間にわたって理解するため、日本各地で収集した木材試料を分析している。ただし、アジアモンスーンの動態が日本の気候にも大きく影響するので、今後も継続して海外の試料を収集し、古気候データの地理的な分布拡大と遡及期間の延長をつうじて、モンスーン変動の詳細な実態の解明に取り組んでいきたい。



村人と歓談しながら夕食のネズミが焼けるのを待つ筆者（右端）

*1 ベトナム国家大学ハノイ校。

*2 木の中心まで小さな穴を空けて、木のコアを採取する道具。樹木の成長に影響を与えずに年輪のサンプルを得られる。

歴史的視点から都市の未来可能性を探る 進化経路の多様性と共通性への理解をとおして

報告者●内山愉太(地球研プロジェクト研究員)

都市人口が世界人口の過半を占め、「都市の世紀」とよばれる時代に生きるわれわれは、都市の魅力を享受しつつ、どのような都市を構築すべきか問われている。本シンポジウムでは、インダス、メソアメリカ、地中海の各都市について、過去と現在を頻繁に往復する議論がなされた。そして、人びとの世界観、生態環境というキーワードのもとに、都市をめぐる未来可能性に向け、根源的な都市の魅力と都市ネットワークの潜在力を活かす方向性が示唆された

異なる出自を有する都市が議論の対象となった。インダス文明において都市の起源は、人びとがおもに物資を交換する市であったと考えられている。いっぽう、古代都市テオティワカン、信仰の中心地として形成された。また、ヴェネツィアは、中世に異民族の侵入を回避することを目的として、水上の島じまに形成された。

物資のやりとりに加え、知識、情報の交流が都市形成にとくに大きく影響したといわれているのがテオティワカンである。メソアメリカの各地の人びとを引きつけ、当時アメリカ大陸最大級の都市となったテオティワカン、そこで生み出された世界観、イノベーションによって人びとを魅了していたと杉山はいう。生態環境と対峙する姿勢をもつ計画都市であったテオティワカンは、社会的抗争によって崩壊したと考えられている。

都市ネットワークと生態環境

都市は、多民族、多言語の環境を有するなど、異質なものを内包する寛容性の高い場所である。そのことは、インダス、テオティワカンの古代都市にも共通する。他方、周辺地域からの攻撃を防ぐべく都市は排他性も有する。ただし、流動性の高い都市ネットワークを形成していたといわれるインダス文明においては、いまだ大きな戦乱の跡が窺見されておらず、平和な文明であっ

たとえられている。

議論において長田は、平和的な都市ネットワーク社会を形成していた要素として、ネットワークの流動性と、職業や身分を規定する階級制の存在を指摘した。異なる階級に属する人びとは互いを必要としあう社会を形成した。さらに、雨季と乾季の移り変わりに応じて人びとが大きく移動することによって、特定の場所への執着を生みにくかったことも、平和的な文明に寄与したという。

都市・地域の未来可能性

生態環境に依拠した流動性の高い都市ネットワークを形成していた平和的なインダス文明は、最終的に生態環境の変化によってそのネットワークが崩壊し、文明自体も衰退したといわれる。生態環境と対峙したテオティワカンは、信仰、世界観によって形成され、社会的抗争によって崩壊した。インダス文明の都市とテオティワカンは、どちらもその主要な形成要素が変化することによって衰退したという共通点がある。

陣内が論じたヴェネツィアは、先の両都市が依拠した主要な要素の両方を手がかりに、その未来可能性を模索しているように思われる。ヴェネツィアは、文化創造の地として、世界にその存在を発信し続けている。当地で開催されている芸術祭は、世界各地の人びとが互いの異なる世界観を共感しあい、イノベーションにつながる場を提供している。

また、自身が依拠する生態環境との関係を重視し、ヴェネツィアが位置する地域圏を、都市・地域ネットワークによる総合的なシステムとして捉え、そのシステムを適切にマネジメントすることがめざされているという。

都市の進化経路の理解に向けて

シンポジウム全体をつうじて、各地の都市・地域は多様であるが、共通点のある進化経路をた



文明の基層：古代文明から
持続的な都市社会を考える

2014年5月31日(土) 13:00-16:30

千代田区立日比谷図書文化館

(参加者：約200人)

主催 総合地球環境学研究所／京都市大学術
出版会／大学出版部協会／活字文化推進会議

講演1 インダス文明

ネットワーク都市

——中央集権の文明観をくつがえす

長田俊樹(地球研名誉教授)

講演2 テオティワカン

中米最大の計画都市はなぜ生まれ、滅んだか

杉山三郎(愛知県立大学教授／アリゾナ州立大学教授)

コメント 水都ヴェネツィア

交易都市から文化都市へ

陣内秀信(法政大学教授)

討論 「都市文明の未来可能性」

コーディネーター：阿部健一(地球研教授)

パネリスト：杉山三郎、長田俊樹、陣内秀信

どっていることが認識された。世界の各都市は、一定の発展段階を経て変化するのではなく、固有性と共通性をあわせもつ進化経路を歩んでいる。また、各都市の進化経路は、多様な世界観をもつ人びとの営為と生態環境の相互作用によって形成されている。それぞれの都市が誕生したころより、脈々と形成されてきた進化経路は、慣性力のように将来にわたり各都市に影響を与え続ける。その影響を理解し、どのように受け入れるかは、各地の人びとにゆだねられている。

ただし、地域環境、地球環境の双方に対して過度に負荷をかけずに、進化経路という慣性力を創造的に活かした経路をたどるには、各地の多様な世界観および生態環境を活かした柔軟な社会のしくみを築いていくことが必要と思われる。

その課題に取り組む第一ステップとして、世界の都市の進化経路を探るべく、生態環境の都市への影響をグローバルに把握することが考えられる。各地における人びとの空間的な分布や密度、都市域の形状やその拡がり方の変化は、都市の生態環境とのかかわりの一端を示す性質である。ただし、それらの性質は、同様の生態環境における都市でも異なる可能性がある。生態環境によって説明することが困難な性質については、各地の世界観や価値観が反映された社会・経済システムの影響について別途考察する必要がある。



討論の終盤には、地球研のメガ都市プロジェクトのリーダー、村松伸(右から二人め)も登壇し、巨大都市に対する、生態環境および歴史の将来にわたる影響が議論された

晴れときどき書評

『地球研ニュース』には、所員が自著紹介する「出版しました」のコーナーがありますが、この新コーナーでは、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。

寺田匡宏（地球研特任准教授）

私は、『地球研ニュース』（43号）で、立本成文編著『人間科学としての地球環境学』（京都通信社、2013年）を紹介したことがある。そこには、哲学研究の鞍田崇（2014年3月まで地球研に在籍）が、かつて地球研で行なわれたシンポジウム「人は花をなぜ愛でるのか」に寄せて、「環境を語る人は多いが、それを〈わたし〉のこととして語る研究者は少ない」と、いらだちにも似た述懐を寄せていた。

京の作庭の美学に魅せられた若きフランス人

なるほど、〈わたし〉も地球環境の一部なのだから、地球環境について語るとしたら、まずもって「人」ではなく、「わたしは」として語らなくてはならない。とはいえ、説得力をもってそれを語ることはむずかしく、うまく語ることができる研究者がそれほどいないこともたしかである。

今回紹介するのは、それに呼応するように出版された一冊である。庭という環境をあくまで〈わたし〉の視点から、しかも学術的姿勢を手放さずに記述した〈語り narrative〉である。

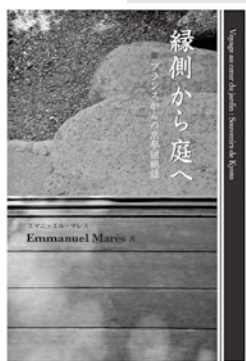
著者のエマニュエル・マレスは1978年フランス南部のニーム生まれ。パリの国立東洋言語学文化学院で日本語を学んだのちに来日し、縁側に関する論文で、京都において博士号を取得。奈良国立文化財研究所などを経て、現在は、地球研で『地球環境学事典』英語版の編纂の仕事などを行っている。本書はそのマレスの第1冊めの著書にあたる。

本書のテーマは庭である。大きく分けて二つからなっている。一つめは著者が、どのようにして庭と出会ったのか。それは日本文化、あるいは京都という都市との出会いでもあるが、その数かずの出会いが——いくぶんかのパセティックな香りを交えて——ふり返られる。京都で庭、あるいは作

『縁側から庭へ』

エマニュエル・マレス

Emmanuel Marès



あいり出版、2014年

庭に惹かれた著者は、研究として分析するだけではなく、ついには、庭師への弟子入りを果たす。

二つめは京都の庭の分析である。圓通寺の庭、重森三玲の庭、植治の庭、小堀遠州の庭が、建築史的、庭園史的、文化史的な側面から分析され、同時に、その庭や庭の作者との出会いもふり返られる。

二分法では理解できない自然観

フランスでは、自然と文化の二分法を再考する動きが人文科学の分野で進んでいる。冒頭に紹介した『人間科学としての地球環境学』で、オーギュスタン・ベルク^{*1}は、和辻哲郎の『風土』の読み直しをつうじて、環境を主体と客体の二分法では分けられないものとして捉えている。

コレージュ・ド・フランスで教鞭をとる文化人類学者のフィリップ・デスコラ^{*2}は、『Par-delà nature et culture（自然と文化を超えて）』などの著作において、トーテミズムなどをつうじて、自然と文化を截然と分かつた文化を理解することの今日的意義を強調している。

庭師・思想家のジル・クレモン^{*3}は、動く庭（le jardin en mouvement）の概念を提唱し、植物の播種や遷移をいわば植物の主体的行為と読み替え、庭という人為のなかにどう取り入れるのか、あるいは、そのよ

うに捉えたときに起こる、「庭」という概念の問い直しを行なっている。

実践を通じて探ろうとする〈わたし〉の記録

マレスは本書で、「私の頭の中で庭は人工か、自然かという二分法しかなかった。無意識のうちに、文化と自然が対立するような単純な世界観が身についていた」と書いている。しかし、彼は作庭の作業を行なうなかで、「その対立を超えた、第3の道があるかもしれないことに気がついた」。

マレスはベルクが編纂した日本庭園に関する事典づくりに参加し、また、論考の日本語訳を行なうなど、クレモンとも共同作業を行なっている。自然と文化の再考の第1世代をレヴィ・ストロース（Claude Lévi-Strauss）とするなら、ベルクらの第2世代を経て、マレスはその次を担う世代に属するといえる。自然と文化は二分法で分けられるわけではない。また、それを超える道を見出すのも簡単ではない。ここに書かれているのは、庭師に弟子入りし、実践をつうじてそれを探ろうとする、〈わたし〉の記録でもある。

最後に、蛇足かもしれないが、本書の日本語について。本書は日本語をオリジナルとして書かれている。一文ごとに新しい話題が書かれ、次つぎと視点が移り変わっていく。そのさまは、まるで、一足運ぶたびに、めくるめくあらたな風景が見出される日本庭園を歩くがごとくである。彼は、日本の庭からその文体の秘密をも盗み取ったのであろうか。



*1 Augustin Berque

*2 Philippe Descola

*3 Gilles Clément

比叡山を「生け捕った」圓通寺の庭。
地球研から歩いて数分の距離にある
（写真提供：エマニュエル・マレス）

表紙は語る

撮影：2013年3月16日
マレーシアのクアラルンプール北部 バトゥ洞窟

ヒンドゥー教の聖地、 バトゥ洞窟を満たす神聖な祈り

本田智子（管理部総務課企画室企画広報係員）

マレーシアの首都クアラルンプールから北へ13kmのところにある巨大な洞窟、バトゥ洞窟 (Batu Caves) の写真です。

2013年3月にマレーシアで開催された、地球研およびモナシユ大学サンウェイ校主催の国際会議「Climate Change & Natural Disasters in Asia: Emerging Food Security and Eco-Health Issues」に事務職員の海外研修の一環として同行し、同会議のエクスカッションで訪れたさいに撮影しました。

バトゥ洞窟は、インド系マレーシア人が信仰するヒンドゥー教の聖地として多くの人びとが参拝に訪れます。また、私たち

のような観光客が訪れる観光スポットにもなっているようです。

洞窟にたどり着くまでには、272段もの階段をのぼる必要があります。頂上までのいたるところに、守り神かのようにたくさんの野生のサルがいました。

苦労してのぼった先に、これまた巨大な鍾乳洞があり、外から差し込む光との陰影がとてもきれいで感動しました。天井までの高さは100メートルほどあるそうです。洞窟内は幻想的な雰囲気でした。自然がつくりだしたこの空間に、熱心に祈禱する人びと……。神聖な気持ちになりました。

*表紙の写真は、「2013年地球研写真コンテスト」の応募写真です。

編集後記

梅雨も明け、本格的な夏を迎えました。地球研のある京都では今年、祇園祭のハイライト、山鉾巡行の後祭（あともつり）が49年ぶりに復活するとあって、たくさんの観光客で賑わっています。

前号から、表紙写真について撮影者が思いを綴る「表紙は語る」という新コーナーを設けました。表紙写真は、地球研で毎年行なっている「地球研写真コンテスト」の応募作品から選出しています。所員たちが世界各国で撮った思い思いの写真をお楽しみください。

また、今号から特集ページを増やしました。より深く、読みごたえのある特集をお届けします。特集1「プロジェクトリーダーに迫る！」では、今年度からフルリサーチ (FR) を開始した気候適応史プロジェクトの中塚リーダーにインタビューしています。特集2では、7月に開催した「リモートセンシング・ワークショップ」について、その成果や効果を発表者へのインタビューをもとに検証しました。新連載「晴れときどき書評」では、幅広いジャンルから、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、所員が読者のみなさんにお薦めしたい一冊を取り上げて紹介します。

次号では、地球研の夏恒例のイベント「地球研オープンハウス」のようすを、たくさんの写真とともにふり振り返り、リポートする予定です。どうぞお楽しみに。

各所で厳しい暑さが続いていますので、みなさまも熱中症などにはご注意ください。(編集室)

*おわびと訂正
2014年5月発行「地球研ニュースレター48号」の3ページの記載に誤りがありましたので、おわびして訂正いたします。
誤) 半藤●もつとも、「地球のためにむりをすべき」という江守さんの意見もありましたが。
正) 半藤●もつとも、「地球のためにむりをすべき」という意見もあると思いますが。

編集委員●阿部健一(編集長)/田中 樹/遠藤愛子/寺田匡宏/菊地直樹/熊澤輝一/林 憲吾/内山倫太
バックナンバーは <http://www.chikyu.ac.jp/publicity/publications/newsletter/>

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.49
ISSN 1880-8956

発行日 2014年7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 研究高度化支援センター (CRP)

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。

