

vol.43

2022 autumn

名古屋大学大学院
環境学研究科

環 KWAN

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

特集 ● 計算で挑む環境予測・評価



02 エコラボトーク

計算で挑む環境予測—コンピュータ上の地球

須藤 健悟 地球環境科学専攻 教授
飯塚 悟 都市環境学専攻 教授
相木 秀則 地球環境科学専攻 准教授
中川 書子(司会) 地球環境科学専攻 准教授

07 環境学の未来予測 ③①

計算で挑む環境予測・評価

伊藤 昭彦／鶴飼 真貴子／前田 裕太

10 環境学の授業拝見!

11 名大くんが行く ③①



名古屋大学大学院
環境学研究科

vol.43
2022 autumn

CONTENTS

今号の表紙から読み解く環境学のキーワード ③①

誰も一日一度は空を見上げます。でも、私たちはその「空気」の中身まではあまり考えません。地球温暖化・気候変動の主な原因物質である二酸化炭素の大気中の濃度が過去数十年にわたり増えてきたことは広く知られていますが、地球の大気中には実に様々な成分がごく僅かながら存在しており、数十年にわたり、年により、季節により、そして一日の中でさえ、その濃度がダイナミックに変動しています。これらの物質は、植物、海、土壌といった地球表層の様々な放出源から大気圏に入りますが、自動車、発電所、工場など人間が化石燃料を燃やすことや、森林が燃えたりすることは大きな割合を占めます。温室効果ガスであるメタンや亜酸化窒素、大気汚染物質である一酸化炭素、オゾン、窒素酸化物、硫酸酸化物は、大気中に放出された後、太陽の光を受けて化学反応をしながら世界中に運ばれて、やがては地面に落ちるといって一生を送りますが、その間、地球の環境や気候の変化に大きな影響を及ぼしているわけです。

写真は、北米大陸での森林火災の様子ですが、ガソリンスタンドはおろか人もない大自然を運転中、突如現れた森林火災。もくもくと燃える木々、上空に立ち昇る噴煙、大空を広がっていく煙。昨今、森林火災の頻発化が憂慮されていますが、あらためて気候変動の始まりを考えました。

地球環境科学専攻 大気水圏科学系 物質循環科学講座 地球大気化学研究室
客員教授 谷本 浩志
(国立環境研究所 地球システム領域/副領域長 兼 地球大気化学研究室 室長)

T
E
C
O
L
L
A
B
O
L
I
K

計算で挑む環境予測 コンピュータ上の地球

須藤 健悟

地球環境科学専攻 教授

飯塚 悟

都市環境学専攻 教授

相木 秀則

地球環境科学専攻 准教授

中川 書子(司会)

地球環境科学専攻 准教授

それぞれの分野の環境予測

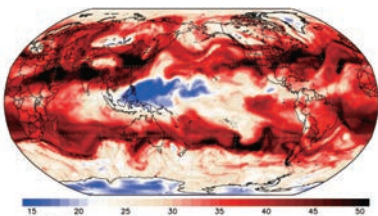
中川 2006年から2014年までの約8年間、名古屋大学環境学研究所の招へい教授を務められたプリンストン大学研究員の真鍋淑郎先生が、昨年の10月に「ノーベル物理学賞」を受賞されました。受賞理由は「地球温暖化を予測する地球気候モデルの開発」で、真鍋先生は大气と海洋を結合した物質の循環モデルを提唱し、二酸化炭素濃度の上昇が地球温暖化に影響するという予測モデルを世界に先駆けて発表されました。

そこで今回のエコラボトークは、地球温暖化をはじめとした「気候変動」や「計算機・シミュレーション」「大気海洋結合モデル」などをご専門とされる先生方にお話をうかがいます。まずは自己紹介を兼ねて、それぞれのご研究についてお話いただけますか。

須藤 私は、大気中に飛び交ういろいろな物質、エアロゾル・粒子、ガス、それらにまつわる化学反応過程をできる限り忠実に気候モデルの中に組み込み、大気汚染、地球温暖化、成層圏のオゾン層の問題など、これらをすべて同時に扱うようなコンピュータシミュレーションモデルの構築、これが一つ大きな

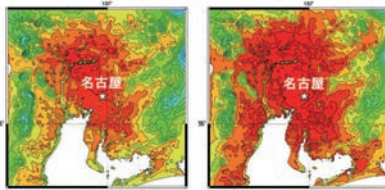
研究の柱になっています。

こういったモデルを使うと、例えば汚染物質がどこからどれくらい飛んできているか、という越境汚染の問題や、気温変化を起こす複数の要因を定量的に切り分けるといったことができて、そこが一つ強みだと思っています。将来予測や温暖化の緩和策では、今は二酸化炭素ばかり注目されますが、それ以外にも、メタンやオゾンなど温暖



対流圏 Column O₃ 2020年9月26日(12時)

地球規模スケールの環境予測：対流圏オゾンの鉛直積算濃度の計算例 対流圏のオゾンは、温室効果気体であり、化学反応を介してメタン等の他の温室効果気体の濃度にも影響する。また主要な大気汚染物質でもあり、大気環境・気候変動の両面で重要物質。



2050年代 8月(14時) 2070年代 8月(14時)

地域(都市)スケールの環境予測：名古屋都市圏における暑熱観測予測例 詳細なダウンスケールモデルを使ってヒートアイランドや異常高温、集中豪雨などの要因分析や影響評価を行う。



須藤 健悟 すどうけんご

博士(理学)。大気水圏科学系 気候科学(理学部 地球惑星科学科)教授。大気中の物質および化学反応過程を軸として、全球規模の数値シミュレーションや衛星データ解析により大気環境・気候変動の研究に取り組む。

象の猛威により、快適性の追求が難しくなっ

化に加担している物質が大気中にあります。それらをうまく減らしてやると温暖化の緩和策になる。温暖化については適応の前に、まずは緩和を考えるとということを中心に研究しています。

飯塚 私の専門は建築・都市環境工学です。環境の中でも特に、建築・都市空間の熱環境と空気環境を研究対象としています。コンピュータシミュレーションを活用して環境解析や環境予測を行っているのですが、建築分野の人間ですので、最終的には建築、さらには建築の集合体としての都市を、より良いものになりたいということが一番の目的となっています。

良い建築、良い都市の重要な要素の一つは、居住者や使用者にとって快適な空間を提供できることです。ただし、近年の暑さをはじめとする自然現

象の猛威により、快適性の追求が難しくなっ

地球温暖化や都市温暖化(ヒートアイランド)の影響を受けて、建築・都市空間の熱環境や空気環境の実態はどういうものなのか、将来はどうなるだろうか、そして、それらの知見を踏まえて、建築・都市のあり方としての温暖化適応とは何なのか、ということ

を研究しています。相木 私の研究の一つに海洋環境・災害問題についての数値シミュレーションがあります。この研究の醍醐味は、海洋学・気象学・波動乱流・土木工学・計算幾何学の知見を組み合わせて、環境問題と災害問題に関する自然現象のメカニズムを解明すること

です。そのために多圏結合モデルの一部としての海洋圏モデルの開発を継続し、それをを用いた数値シミュレーションを行っています

私は数値シミュレーションを行うにあたり、「コンピュータの中で実際の現象すべて再現したい」という夢を持っています。例えば台風シミュレーションにおいて、大気と海洋を結合したり、海面の波浪の役割など、未解明な部分を入れていきたいです。それに向かつて坪木和久先生(宇宙地球環境研究所)のグループと「CRESS-NHOES」という大気海洋結合モデルをつくりました。

大気海洋分野の数値シミュレーションは、ただ単にコンピュータの中で動かすものではなく、社会の問題に関連しているという特徴があります。その結果をどのように見せていくのか、という出口が大事だと思っています。特に学生には、災害問題のために重要だと言うと、より動機づけを持って取り組んでくれます。出口として何をどのように、どのようなイメージで見せるのか。これは数値シミュレーションを行う作業と同じくらい重要な課題です。

使用する計算機は？

中川 先生方が環境予測を行うために使用されている計算機は、どのようなものですか。

須藤 私は海洋研究開発機構の「地球シミュレータ」や環境研のNECSパソコン(SX-Aurora)です。研究室にNECのSX-Auroraを導入したりもしましたが、この電気料金高騰であえなくストップさせています。いろんな物質を組み込み、成層圏まで含んだ気候モデルなのでとにかく重たいので、もっぱらベクトル型のコンピュータを使用しています。もちろん解像度の細かい計算をする場合は富岳等を併用することもあります。

気候モデルのグリッドの大きさは、だいたい50キロとか100キロ。たぶんIPCCの実験などに出しているの



名古屋大学のスーパーコンピュータ「不老」



飯塚先生が購入して使用されているワークステーション

は100キロぐらいがメインです。です。一つ一つの雲を個別に表現できるレヴェルでなくて、いまだにパラメタリゼーションという単純化手法に大きく依存しているのが現状です。全球など大きなスケールのシミュレーションは粗いモデルでやっておいて、見たい領域だけ細かくクローズアップするようなダウンスケールリング手法も検討中です。

飯塚 私の研究室で使っている計算機は、自前で購入しているクラスター計算機やワークステーションです。私が専門とする建築分野では、建築設計などの実務の場で環境予測を活用できることも重要となります。実務の場で環境予測を活用するとすると、スーパーコンピュータのような特別な計算機を使うわけにはいかなくて、汎用の計算機の使用が大前提となります。

実は、学生時代にはスーパーコンピュータをフル活用していました。使用料が高いうえに、シミュレーションの多くは失敗になりますので、学生にとっては結構精神的な負担になります。もちろん、使用料の支払いは指導教員の先生がしてくれていたのですが、自前の計算機であれば、それなりに設備投資はかかりますが、気兼ねなくシミュレーションが自由にできる。

このことは学生にとつてとても良いことだと思っています。

相木 スーパーコンピュータつながりで言うと、私は名古屋大学の「不老」をととても便利に使っています。開発した富士通は独自のアーキテクチャでスパコンを開発してきた歴史があります。それを「不老」のCPUは、スマートフォンやゲーム機などに使われている省電力型のアーキテクチャを富士通が拡張設計したもので、台湾の半導体企業TSMCが生産しました。新しいアーキテクチャに変えたにも関わらず安定して計算できることに驚きました。

どの本にも書かれていないのでお話ししたいのですが、シミュレーションをやる時には判断力が必要で、人それぞれの個性がです。例えば真鍋先生が1970年代から80年代にかけてやっていた初期の全球大気海洋結合

数値シミュレーションでは、一回の実験をするのに、コンピュータ上で4か月から6か月くらいかかります。その間ずっと計算がうまくいっているかチェックしていて、もし何か計算エラーが疑われたときに、止めるべきか、続けるべきか、とても神経を使います。最近はそういう作業を並列で行うことができるようになったので、

100個でも200個でも実験設定を変えてセットアップすれば、途中でどうするかといった迷いはないです。一方で、その100個の実験を設定するには、知的な能力を要します。世界中の最先端の研究者は陰でそういう苦労をしています。論文として発表するときは、失敗した実験の結果は出しませんので、学生は裏事情を知っておくと精神的に強くなれると思います。私自身そういうことを30代の頃やって

ていました。最終的に私が導き出したやり方は、一晩で結果がわかる設定でやりましょうということにしています。このような塩梅が、シミュレーション屋さん同士で違ったりする、その個性の違いも面白いと思います。

真鍋淑郎先生を語る

中川 真鍋淑郎先生の「ノーベル物理学賞」受賞は環境学研究科にとってもビッグニュースでしたね。物理学賞と言えば素粒子研究というイメージが強い中、環境学の分野で受賞されるとは夢にも思わなかった人も多いと思います。

今回の受賞について、先生方はどう思われましたか。また、真鍋先生との思い出、エピソードなどありますか。

須藤 私が初めてお会いしたのは、修士一年のときでした。非常に楽しそうにお話される方だなと感じました。環境学研究科で招へい教授として講義された時も同じで、楽しそう。落語みたいに聴いていて引き込まれる。でも質問には意外に厳しく答えを突き返される。信念の



飯塚 悟 いづか さとる

博士(工学)。建築学系 環境・安全管理(工学部 環境土木・建築学科)教授。
建築・都市空間の環境実態解析・将来予測、それらの解析・予測に基づく環境向上・改善策の検討や適応建築・適応都市のデザインに関する研究に取り組み。



名古屋大学グローバルCOEプログラム特別講演会
「地球温暖化問題の今後を考える」で講演される
真鍋淑郎先生(2013年1月)



相木 秀則 あいきひでのり

博士(理学)。大気水圏科学系 地球水循環科学(宇宙地球環境研究所 陸域海洋圏生態研究部)准教授。海洋圏の環境・災害問題についての数値シミュレーションや各種波動と気候変動の相互関係の解析に取り組む。

ある講演をなさっていました。自分がやってきたことを全部伝えたい。そういう思いを感じました。学生にも非常にインパクトがあったと思います。

ノーベル賞の受賞は本当に驚きました。というのも、ノーベル賞に含まれない天文や計算科学を対象とする「クラフォード賞」を2018年に受賞されていたからです。基礎物理でもないコンピュータシミュレーションでノーベル賞を受賞されるとは思っていませんでした。真鍋先生のご研究を紐解くと、大気中で起こっている現象やプロセスをコンピュータ上で組み合わせる。今まで見えていなかったことを提示する、その先見性も含めて先駆者として評価されたとみています。とくに、二酸化炭素による温暖化については、まだ温暖化の「お」の字も起きていなかった1960年代に、簡単な1次元

の放射・対流モデルをつくって、提唱された点は非常に大きなものを感じますね。計算機能力がまだまだ低かったという背景が、逆に功を奏したのではと推察します。いずれにしても、この分野に注目が集まったのは非常にうれしく思っています。

飯塚 私は直接お話ししたことはありませんが、我々建築分野の人間にとっても気候学は身近で、真鍋先生の受賞は大変うれしく、勇気づけられました。建築のそもそもの目的は雨風や暑さ寒さをしのぐことで、気象や気候との関わりは本質的に重要です。ですので、気象や気候を専門とする方々が思っている以上に、建築の人間は気象や気候を勉強していると思います。

相木 私は海洋研究開発機構に15年ほど勤めています、そのとき真鍋先生が、大気海洋結合モデルで地球温暖

化のシミュレーションを行う部門の長をされてきました。プリンストン大学にいらした頃は夕飯をごちそうになったり、趣味の水泳の話などどうかがつて、プライベートから研究のことまで、いろいろ教えてもらいました。

私は、数値シミュレーションと真鍋先生を語る時に、二つの相反する方向性があると思っています。一つの方向性は、現実の世界をコンピュータ上ですべて再現する。もう一つ、真鍋先生は別の方向性に力を入れていた。それは自然界のエッセンスだけを取り出すというもの。そもそもコンピュータでは全部解けません。特に1960年代〜80年代は、コンピュータ能力に限界があり、大気海洋結合モデルなんていうのは熟練の技を持った人でないと動かせませんでした。それを真鍋先生は網渡りしながら自然界のエッセンスを取り出すことをいち早く着手された。真鍋先生は、その目利きの良さが非常に優れていたと思います。

これは業界ではEMIC (Earth system model of intermediate complexity) と言うんですが、真鍋先生はそのモデルに対してすごく愛情を注いだ印象があります。数値シミュレーションというのは、現実のものをすべて再現すると思われがちですが、

EMICに代表されるような自然のエッセンスを取り出すこと。そういうところも教育として若い人たちに広めていきたいと思っています。

ジョセフ・スマゴリンスキーの存在

相木 真鍋先生は1958年にジョセフ・スマゴリンスキーさんに招かれて渡米されるのですが、この人は流体力学の分野で大変有名な人です。彼の下の好きなだけ数値シミュレーションをすることができた。我々大気海洋のシミュレーションを専門とする者は、真鍋先生のノーベル賞受賞を喜ぶと同時に、その背後にスマゴリンスキーの支援があったことも含めて大気海洋、気候分野の受賞だと思っています。真鍋先生はスマゴリンスキーが認めた稀有な存在だったのです。

須藤 真鍋先生は、これまで一回も自分で外部予算や研究予算を申請したことがないそうですよ。

中川 それはうらやましいですね。研究費とか設備とか、気にしないで自由にやれる環境が大事ですよ。

飯塚 スマゴリンスキーはすごいんです。私は学生時代に乱流の基礎研究をしていました。乱流解析手法で

Large-Eddy Simulation (LES) という方法がありますが、その代表的な乱流モデル(サブグリッドスケールモデル)がスマゴリンスキーモデルです。

建築分野で取り扱う建物周辺の流れをスマゴリンスキーモデルを用いたLESで解析すると、高い解析精度が得られます。私にとってスマゴリンスキーは神様みたいな存在で、スマゴリンスキーモデルを使うと大体精度良く解けるのでびっくりしていました。マネジメントに関しても大変優秀な人だとは驚きです。

相木 私も学生時代にしみじみと思いましたが、スマゴリンスキーモデル、すごくシンプルですが、より複雑で高級そうに思える乱流モデルに比べると、はるかに安定していい結果を出します。スマゴリンスキーは真鍋先生とは分野は違いますが、乱流も気候変動と同じぐらい陽の当たる分野でしたら、彼がノーベル賞をもらってもおかしくなかった。

須藤 当時、すでにスマゴリンスキーさんは流体力学、大気力学で突っ走っていたので、真鍋先生としては同じことをしないで、大気放射や水蒸気、対流に目を向けたのではないのでしょうか。そこが良いきっかけだった気がします。

中川 そういう背景があっただけでね。貴重なお話を聞くことができました。

環境予測研究の楽しさとは

中川 真鍋先生はノーベル賞の受賞インタビューで、「研究は好奇心を持って追求しなさい」とエールを送られていました。皆さんの環境予測研究の楽しさやモチベーションは、どんなところにありますか。

須藤 昨今、研究のなかで、好奇心だけで突き進める部分と、社会的な要請として迫及する側面があると感じています。よく理学と工学の話が出ますが、例えば真鍋先生の場合は前者で、温暖化なんて始まっていない時代に単純な好奇心から取り組みました。これに対して今の研究者の場合、温暖化が目の前にあってそれがなぜ起こって、どう止めるかを考えていかなければならない。ゴールがある問題と、単に好奇心から始まる問題ではやっぱり取り組み方は違うと思うんです。今はできるだけ理学的な好奇心を失いたくないなと思っているところです。いずれにしても、数値シミュレーションは、モデル開発という工学的側面と、

現象解明という理学的側面、両方も満喫できるという魅力をもっと若い方々にアピールできればと思います。

飯塚 私は、将来予測が可能となることが面白いと思っています。ただし、将来予測では不確実性が含まれることに注意が必要です。温暖化予測でしたら、例えば、将来の温室効果ガス排出シナリオの何を選択し、使用するモデルを用いるかによって予測不確実性が生じます。ですが、それらの選択に対してできる限り多くのケーススタディを行うことによって不確実性の幅というものが評価できます。将来予測においては、その不確実性の幅を評価することが大変重要だと思っています。

私の研究室で行っている建築・都市空間の環境予測においては、例えば、将来の都市形態シナリオなど、様々な将来シナリオが必要となります。それに対して、自分の思いのままのシナ



中川 書子 (司会) なかがわ ふみこ

リオも組み込んでるので、環境予測よりも、シナリオ作りの方が面白い場合もあります。将来予測にあたって、私はそこにも面白さを感じています。

相木 私は、気象、海洋、土木などの学会から見ても中心ではない、その接点が、数値シミュレーションとしては未開拓であり、面白いと考えています。そこに新しい理学が生まれたりする。真鍋先生も、既存のものを見た時の中心を狙っていたのではなく、何かつながりのところを探していた、そういうところであれば、どんなシミュレーションも楽しいと考えています。

数値シミュレーションが一人歩きしてしまうという問題は、やった人は誰でも悩んでいて、やはり現実との対応がないと怖いものがあります。今の時代は、IPCCが取りまとめたデータが用意されているので、そういう土台の上で数値シミュレーションができることも、若い人に知ってほしいです。

中川 新しいことが生み出されるのは分野の境界にあるということですね。この環境学研究科も3つの分野が融合しています。研究科ならではの新しい学問や研究が生み出される可能性もあると思っていますし、期待しています。今日はありがとうございました。

今回のテーマは 計算で挑む環境予測・評価

生物圏の未来を予測する

地球環境科学専攻 大気水圏科学系 伊藤 昭彦 客員教授

地球上で生物が生息する領域の全体を生物圏（バイオスフェア）という。生物圏の存在は地球システムの大きな特徴であり、宇宙ステーションなどごく一部の例外を除けば、人間の生活はすべて生物圏の中で行われている。持続可能な社会を考える上で生物圏の役割は無視できないものであり、私たちの未来を予測することは生物圏の未来を予測することと不可分であろう。

生物圏は人間社会に様々な便益をもたらす一方で、森林破壊や気候変動の影響に対する回復力（レジリエンス）を持つことが注目される。最近では、自然つまり生物圏の機能を活用した気候変動を含む環境問題への対策（Nature-based Solution, NBS）への関心が高まっており、その実用化に向けた研究が進められている。しかし生物圏は動物、植物、微生物など多様な生物で構成され、それらの間の相互作用で成り立つ極めて複雑なシステムであり、その全容を理解することは大きなチャレンジである。

生物圏をデジタルの世界に再現することで、その営為を理解して予測を行い、ひいては対策に役立てられるかもしれない。そのような着想のもと、生物圏をシミュレートするモデルの開発を進めてきた。特に重要なテーマとして、気候システムにおける生物圏の役割を解明し温暖化問題の解決に寄与するため、二酸化炭素やメタンなど温室効果ガス収支の推定がある。植物の光合成から始まって呼吸で大気に二酸化炭素を吐き出す、自然界では数百年かかる生態系の成長プロセスを、現在ではパソコンで数秒のうちに再現することができる。それでも、地球全体を数万の格子でカバーし、環境変化や人間活動も考慮した計算を行うのは大仕事であり試行錯誤も多い。そこで得られた生物圏の温室効果ガス収支に関する研究成果は、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）報告書への引用などを通じて対策に役立てられようとしている。

昨年からより高度な生物圏モデルを

開発するプロジェクト・学術変革領域「デジタルバイオスフェア・地球環境を守るための統合生物圏科学」を開始した。生物圏のメカニズムを分子生物学から地球観測にわたる学際的研究によって掘り下げ、地球全体を数千万の格子で覆う詳細なモデルへと統合していく野心的な課題である。そして、生物圏のはたらきや環境変動への応答をこれまでになく高い精度でデジタルの世界に再現し、未来予測を実現することをめざしている。



伊藤 昭彦

博士（理学）。専門は生態学、生物地球化学。陸域生態系の物質循環および微量ガス交換に関する数値モデルを開発し、地球環境に関する研究を行っている。現在の本務は国立環境研究所 物質循環モデリング・解析研究室 室長。

未来のために建物でできること

都市環境学専攻 建築・環境デザイン講座 鵜飼 真貴子 助教

日常生活の大半は家やビルなどの屋内で過ごすことが多い。家では家電製品や照明器具に加え給湯・調理など、ビルではPC類や照明器具・エレベーターなどにエネルギーが使用されている。また、5〜6月や10〜11月などの気候が良いときには、窓を開けて自然通風を促すことで快適に過ごすことができるが、夏期や冬期は冷暖房機器の利用により、室内湿度などを適正な範囲内に制御することで快適に過ごすことができる。これもまたエネルギーの利用である。以上のように、私たちの室内活動のほとんどがエネルギー利用を伴うものである。

地球温暖化への対策は急務であるが、それに向けて建物のエネルギー消費性能においても「カーボンニュートラル」が意識されている。Z E H (net Zero Energy House) や Z E B (net Zero Energy Building) という言葉が聞いたことがある人も多いと予想されるが、これらはエネルギーの需要側すなわちエネルギー利用側での対策の一つであり、エネルギー消費をできるだけ削減し、その上でエネルギー消費と

再生可能エネルギーによるエネルギー生成で、年間収支ゼロをめざすものである。しかし、Z E Bの普及状況は芳しくない。エネルギー費用が事業コストに占める割合が低いため、建物の省エネ技術の導入に対しあまり意識されず、それにかかるイニシャルコストばかりに捕らわれる実態がある。

とあるモデル建物におけるZ E Bをめざした10個の技術(外皮・断熱性能の向上、供給水の低温化、高効率給湯器の採用、LED照明及び制御の採用、高効率熱源の採用、高効率全熱交換器の採用、2次ポンプの変流量化、CGSの採用、太陽光発電の採用、地中熱HPの採用)とそれに関わる設備投資や維持費、設備改修を15年と想定した場合の省エネに伴う運転削減費を考慮した基準建物 (Building Energy Index (BEI) ≒ 約1.0) に対するライフサイクルコストの低減効果についての試算がある。Z E B ready すなわち基準建物より50%の省エネをすると、ライフサイクルコストが最も低いことがわかり、また10個の技術を採用してもライフサイクルで考えれば、ほとんど増加分なし

で、何も省エネ技術を採用しない建物より75%省エネ ready Z E Bを達成できる可能性があることを示した。すなわち、Z E Bをめざすことは、省エネでありライフサイクルコストでも適正となる可能性が示された。

建物は、一度建ててしまうと、50〜100年の長い間利用されることになり、それらは毎日エネルギー消費を伴う。世界の未来を見据えて、建物の特に設計時さらに運用時には、省エネも意識してもらいたい。



鵜飼 真貴子

専門は建築環境設備。再生可能エネルギー熱の効率的活用や設備の適正運用、設計・制御手法などを中心に研究活動を行っている。

地震波解析で挑む火山活動予測・評価

地震火山研究センター 前田 裕太 講師

火山噴火は日本で頻発する主要な自然災害の一つであり、気象災害等と比べて予測が困難な災害です。前兆現象が観測される場合もありますが、前兆現象がないまま噴火に至るケースや前兆現象があっても噴火に至らない「噴火未遂」も多々あります。前兆現象の種類、規模、時間スケールもまちまちで一般に噴火規模に比例しません。そのため噴火の発生や規模・様式等を高い精度で予測することは現状では困難です。また噴火は単発で終わらない場合も多く、噴火の推移予測や終息の予測も難題となっています。

一方、既に起きた火山現象を様々なデータに基づいて解釈すること（評価）は予測に比べれば現実的に達成しうる目標であり、火山を対象とする理学研究の多くはこの評価を直接的な目標として行われます。マグマの上昇や水蒸気の生成など噴火に至る過程は地下で起きるため直接観測できません。そこで、地震観測、測地観測、電磁気観測、熱観測、火山ガス観測、噴出物

分析など多様な手段を駆使して地下で起きた現象を推測します。噴火だけでなく火山地域で発生した地震活動等も研究の対象になります。

これらの研究では計算機を駆使します。特に地震波の解析では1観測点につき毎秒100サンプルという膨大なデータを扱うため計算機が不可欠です。地震波解析の目標は大きく「ソース」と「構造」に分けられます。ソースの解析では地震波の到着時刻や振幅、その他波形の様々な特徴を用いて地震や微動等が発生した位置、それらを引き起こした力の組合せとその時間変化、周波数構成（スペクトル）などを推定します。構造の解析では観測点間の地震波の到着時刻差や波形の類似度合（相関係数）などを用いて地下の地震波速度構造を推定します。研究方法の多くは逆問題になっており、ソースと構造を与えてシミュレートした地震波の到着時刻や波形等の予測値が観測データと合うようにソースや構造を推定します。そのため理論計算の精度が

要求され、ソースと構造のうち一方がよくわかっていないと他方が精度良く求められないという難しさがあります。得られたソースや構造の情報は火山地下におけるマグマや火山ガス等の流体移動を推定するためのヒントになります。

こうした研究を積み重ねて火山地下の流体移動の描像をアップデートしていくことで将来的に火山活動予測にもつながるのではないかと考えられます。



前田 裕太

専門は地震波解析。特に火山地域で観測される特異な地震波のソース解析を中心に、解析手法開発を含めて取り組んできた。近年は機械学習による地震検知や、地下構造研究にも着手。



環境学

授業拝見!

理学、工学、人文社会科学、異なる専門領域の学生がともに学ぶ環境学研究科ならではの授業です。



【今回の授業】人文地理学セミナー 社会環境学 横山 智 教授

「人文地理学セミナー」は、主に横山先生が指導する地理学講座の修士・博士の学生を対象にした授業。発表40分、質疑応答50分。発表者は各自の研究テーマに関連する英語の学術論文2~3本を1週間前にウェブにアップ。当日は内容の紹介だけでなく、自分の研究へどう活かすかにも言及しながら発表します。他の学生はウェブにアップされた論文を事前に読んで質疑応答に臨みます。各自の研究に即した発表なので、当然、テーマもさまざま。狩猟、クモ相撲、花き栽培、地理学ならではの幅広さ。しかしどのテーマにも、人と自然と地域のかかわりという大きなベースがあります。「論文をたくさん読んで、そこで提示されている理論や方法論を理解し、それと自分の研究をどう接続させるかを探る場です。同時に、質疑応答で人の意見やアドバイスを聞く。さらにほかの人の研究に触れることで刺激を受ける。それらを通して自分を奮い立たせてほしい」と横山先生。

この授業には「ゲストスピーカー」も登場。「着眼点の面白さや調査のノウハウなどを学生に伝えられれば」と、学生のリクエストや先生の「この人の話を聴いてほしい」という希望に基づき、学外の人を招いています。

論文をまとめ上げるのは、大学院の研究生活での集大成であり醍醐味です。それぞれが決めたテーマを深めるため、先行研究を調べ、調査を繰り返す、格闘しながら、そのプロセスで「のめりこむほどの面白さを感じてほしい」と、横山先生は大いに期待しています。



若月 健吾さん Iwatsuki kengo
社会環境学専攻 博士後期課程1年

私は、人々が地域の自然や動植物とどのような関係を構築して生活しているのか、ということに関心を持ち、民俗や自然資源利用、自然に関する知識・技術などに注目して研究を行っています。この授業は事前の準備が大変ですが、発表・議論を通して、自分の研究の土台が強化され、研究が着実に進んでいくのを感じます。また、同じ地理学でも関心・専門が異なる他の学生の話聞くことで、視野が広がり、幅広い知識を得られる点も、この授業の魅力です。楽しく建設的な議論をするために、最近では質問力を鍛えたいと考えています。そのため、授業に参加する上で、必ず1回は発言するように意識しています。



林 花梨さん Hayashi karin
社会環境学専攻 博士前期課程2年

この授業を受けていてよかったなと思うところは、自分の研究に必要なフレームワークを学んだり、研究の位置づけについて考えたり、とにかく広い視野を持って自分の研究について考えるきっかけになることです。英語の文献を探し、読み、内容と主張をまとめて自分の研究との接合性を考えて…と発表の準備はとてもハードです。しかし、セミナーでのディスカッションで得られた知見は、間違いなく自分の研究にとって重要なバックボーンになっています。受講する学生の、いろんな分野の議論を学んだり、いろんな立場からの考えや意見が聞けるのも、この授業の魅力です!

「共感」から考える
途上国支援

社会環境学専攻 環境法政論講座 博士後期課程1年
近藤 悠生さん Kondo Haruki



国際政治学を専門とする山田高敬教授のもと、近藤悠生さんは気候変動と国際政治学をテーマに、なかでも気候変動分野における先進国の途上国支援に着目して研究に取り組んでいる。独力で脱炭素化することが資金的にも技術的にも難しく、近年では海面上昇や洪水など気候変動の脅威にさらされる発展途上国。それらの国々に、先進国が支援の手を差し伸べる条件は何か。支援が国の利益になるから、気候変動は先進国にとっても脅威だから。単純にそれだけで支援に向かうだろうか。そこで近藤さんは「先進国の支援は気候変動の脅威にさらされる途上国への「共感」が必要」という仮説を立てた。

具体的には、EUと日本の現状の途上国支援を評価するとともに、途上国に対する共感が発生しているかを官公庁、経済団体、環境NGOなどへのインタビューや、政府、民間企業等の文書に対するテキストマイニングによって確認しようとしている。はたして「共感」を生み出すには何が必要なのだろうか。「国の中枢にいる官僚や政治家だけでなく市民団体や研究者など、外側にいる人たちの存在が重要ではないか」と近藤さん。市民社会が大きな影響力を持つEUを対象にしたのも、それが「共感」を発生させやすいのではと想定したからだ。そして日本は、気候変動への危機意識すら薄いと感じている。「焦りますね」。

気候変動について一人一人が自分事として考えること、自分の生活だけでなく社会を見据えて気候変動に無責任な企業に声を上げること、そして子どもたちへの教育。気候変動問題を解決するために向き合うべき課題は山積している。「研究していると、世の中が今まさに動いていると感じられる、最も熱いテーマ。楽しい反面、日本の動きが遅いことも痛感する」。

一見、情緒的に感じる「共感」と国際政治だが、「結局は国家も一人一人の人間の集合体。従来の枠にとらわれず、心理学、社会学、経済学など他の分野の見見も集めた新しい考え方で理論をつくりたい」と奮闘している。



2022年3月、指導教員の山田教授と卒業記念撮影(アカデミックガウンを着用)



2020年初頭ごろ学生間の研究交流イベントを企画した際の一幕



神戸で初めての対面学会に参加 神戸港で記念撮影

編集後記

名古屋大学環境学研究科と関係の深い真鍋淑郎先生が2021年ノーベル物理学賞を受賞されました。このニュースを受けて、今回のテーマは「計算で挑む環境予測・評価」に決定し、気候変動・温暖化・計算機・モデル等をキーワードとして、各専門分野の先生方にご自身が行われている研究について語って(又は執筆して)いただきました。エコラボトークでは、真鍋先生の人柄や受賞対象となった研究の背景についても語っていただきました。ちなみに、真鍋先生は「環17号」のエコラボトークで対談されておりまして、ぜひご覧ください。今回、国立環境研究所に所属される2名の客員教授にも執筆していただきました。本研究科では、外部の研究機関とも連携して学生の指導を行っています。(中川 書子)

環 KWAN

名古屋大学大学院
環境学研究科

【環・43号 広報委員会】

中川 書子(環43号編集委員長)

加藤 博和(広報委員長)

熊谷 博之

小松 尚

伊賀 聖屋

増沢 陽子

谷川 寛樹

編集／編集企画室 群

デザイン／オフィスYR

vol.43 2022年9月