



# 古気候 モデリングで 過去も将来も 通じた 気候理解を

インタビュアー 亀山 康子  
専門分野：国際関係論

\*このインタビューは2010年4月14日に行われました。

## ■挫折のあとの幸運な出会い

【亀山】阿部先生は 気候力学、古気候学がご専門ですが、研究者になったいきさつをお話していただけますか。

【阿部】私が学部から大学院に進む時は公害問題から環境問題に社会の関心がシ

フトした頃でした。地球環境が社会問題になってきましたが、私は人類がたどってきた歴史の背景としての環境がどういふふうに変わってきたのか、将来どうなるかに興味がありました。学部ときは地理学を専攻しましたが丁寧にフィールドデータを記載するという作業に腰を据えることができず、研究に向かないと思いました。

# 阿部 彩子 さん

ABE ayako

東京大学大気海洋研究所 准教授  
専門分野：気候システム科学

東京生まれ。横浜育ち。

1987年  
東京大学  
理学部地球物理学科卒業

1989年  
東京大学大学院理学系  
研究科地球物理学科  
修士課程修了

1993年  
スイス連邦国立工科大学  
(ETH) にて博士号取得  
(地球科学) 理学博士

1998年  
日本学術振興会特別  
研究員(PD)

1995年  
東京大学 気候システム研究  
センター(現 東京大学大気  
海洋研究所)助手

2004年より  
同センター准教授

1998年より  
(独)海洋研究開発機構 チームリーダー兼務(地球温暖化  
プログラム古気候チーム)  
専門は気候システム学、古気候モデリング、氷床力学

受賞:

- ・2007年度 日本気象学会堀内賞受賞
- ・2012年 第32回猿橋賞受賞「過去から将来の気候と氷床の変動メカニズムの研究」



実は大学4年までは、研究者にインタビューするこういう「科学記者」やテレビ科学番組の制作に関心がありました。しかし、就職試験に次々失敗し、断念しました。生まれて初めての挫折でした。専攻も変更して出直すことにしました。全貌の把握やメカニズムがどうしても気になるので地球物理に転向しました。

【亀山】それは学部のときですか。

【阿部】一度卒業して3年から別の専門課程に入り直すことを学士入学とっていましたが、私は地球物理に学士入学しました。ここで、物理数学や物理学など地理学で足りなかったものを学ぶことができました。

私が幸運だったのは、気候モデルの第一人者であるプリンストン大学の真鍋淑郎先生が日本に長期滞在しており、地球物理で半年くらい講義をされた直後だったというタイミングの良さです。そのときは真鍋先生に直接お会いできなかったのですが、助手の方が卒業論文指導に使用したテキストが真鍋先生の講義録でした。私はそのコピーをもらい、今でも活用しています。真鍋先生は日本で博士号を取得した後60年代に渡米されて、20年かけて何も無い地球に、海、陸、山を入れた気候モデルを作りました。当時日本では気象学とか海洋学という縦割りでしたが、アメリカではすでに気候変動論が進んでいて、真鍋先生は気候モデルのしくみ、最新の研究を集中講義で紹介されていました。

【亀山】この出会いで、現在のご研究に進もうと決心されたのですか。

【阿部】さらにラッキーだったのは、スイス連邦工科大学の大村 纂<sup>あつむ</sup>先生との出会いです。私が大学院修士課程の1年生のとき、集中講義のために一時帰国されていた大村先生は、大陸スケールの氷河(氷床)の研究をされていて、気候モデルを使うことを視野にいれた研究展望をもっていらっしゃいました。先生は、ゆくゆくは気候モデルに氷床部分を埋め込める時代がくるとおっしゃっていました。私は氷床の有無を含む環境の成り立ちを総合的に扱えるよう勉強しなければいけないと思っていましたが、どうやるかということにはわかりませんでした。運のいいことに修士論文を書き上げたその日に担当教授のところで大村先生からお電話があり、大村先生の研究室で研究することが決まり、スイス連邦工科大学で学位をとりました。

## ■長期予測に必要な大気と海洋大循環モデルの結合

【亀山】その続きをお聞かせください。

【阿部】スイスで氷床を扱うモデルができました。学術振興会の特別研究員PD(大学院博士課程修了者)として帰国したときは東京大学に気候システム研究センター(現大気海洋研究所)ができており、大気の状態について大気大循環モデルを用いて調べることが可能になりました。気候システム研究センターと国立環境研究所(以



下、国環研)が大気と海洋の大循環モデルの共同研究を始めることになり、私は幸いにも助手として採用され、大気と海洋の大循環モデルを結合する業務に携わることになりました。それまでの大気大循環モデルでは、海洋の海面水温を境界条件にして大気を走らせていました。天気予報のような気象や短期の気候の予測では、海面水温を固定した状態、あるいは少しその状況を変えて大気の応答を調べれば十分いろいろなことがわかりますが、長期のことになりますと、大気と海洋が相互に関係してきますから、エネルギー、運動量、水の交換で決まることを計算しなければなりません。熱帯から中緯度のエルニーニョに関する研究でしたら海水は必要ありませんが、地球温暖化予測あるいは長期の気候予測となると海水のパーツが必要になってきます。ですから海水を入れることが最初の仕事でした。また、陸上の水の収支を海に渡すのも重要です。陸水の収支を研究していた人たちに協力していただき、河川のモデルを大循環モデルに組み込みました。私が助手になった1995年から気候変動に関する政府間パネル(IPCC、p63 豆知識参照)第3次評価報告書(TAR)に向けたモデルの開発を行い、さらに二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)倍増などの最初の温暖化実験を実行し、データをIPCC執筆陣に送りました。2001年に公表されたTARで、国環研と東京大学が共同でIPCCに貢献した最初のモデルが引用されました。

【亀山】お話を聞きしていると、学部頃から迷うことなく進まれてきたようですね。

【阿部】迷っているうちに幸運が訪れたのだと思います。真鍋先生、大村先生との出会い、そして大気海洋結合モデルの作成というチャンスに恵まれました。

【亀山】大気海洋結合モデルの作成過程を説明してくださいましたが、モデルに組み込むべき項目は非常に詳細かつ複雑です。できるわけではないと思ったりしませんでしたか。

【阿部】周りにすばらしい人がいて、私はいろいろと教えていただき完成しました。失敗もあります。ようやくプログラムが正常に走って、「やった！」と最初に結合できたと思ったら、黒潮が反時計回りになってしまいました。大気から海洋に風の情報を与えるときに、高緯度では偏西風、赤道では貿易風なのに符号を逆にして(反対方向に回して)しまっていたのです！

#### ■補助輪なしで走るモデルを

【亀山】真鍋先生の講義録から学ばれたとき、日米の研究の進捗状況に差があったとおっしゃっていましたが、学位を取得し、気候システム研究センターに移られたときにはその差は縮まってきたと感じられましたか。

【阿部】圧倒的な違いは、アメリカでは先人が20年かけて作った大気海洋結合大

循環モデルがすでにあったということです。私のような失敗を20年前に経験しているわけです。アメリカで同世代の若い人たちは完成されたモデルを使って研究を進めていたのに、私たちはモデルを作っている段階でした。追いつかなければいけないというプレッシャーを常に感じながら、IPCC TARに出せるよう温暖化実験を進めていました。ところで、温暖化予測を行う以前に、温暖化が起きない状態の気候が長期に安定するのを確認する必要があります。わずかな誤差が、長期で計算している間に少しずつ蓄積し、最終的に表面気温や海水温に大きな誤差が出てきます。補助輪がなくても自転車が走ればいいのですが、TARの頃は最先端の真鍋先生のモデルでもイギリスのモデルでも補助輪をつけないと走れないものでした。フラックスアジャストメント(注1)と呼んでいますが、正しい気候が再現されるよう、若干補正するという意味です。つまり下駄をはかせていたことになります。この下駄は温暖化実験には影響ないと考えていましたが、第4次評価報告書(AR4)ではいかにして下駄をとるかが課題でした。

【亀山】2007年に公表されたAR4ではほぼとれたといえるのですね。ところで、温暖化について懐疑的な見方をする人たちは、モデルを使って将来予測したとき検証はどうするのかと聞くかもしれませんね。

【阿部】そのためには一つは20世紀をできるだけよく再現することです。これは国環研がご専門ですね。私がCO<sub>2</sub>濃度を2倍にするなど最初のベンチマーク的な実験を行い、それを使って江守正多さんがエアロゾルの直接効果を入れました。その後、野沢徹さんが20世紀の実験を行い、その続きとして100年後の実験と一緒に行いました。AR4以前はこの小さなチームで世界にかなり近づけたと思っています。

#### ■職人芸的だが信頼感のあるチームで

【亀山】第5次評価報告書(AR5)に向けて、気候モデルに関してはいろいろな研究機関が一丸となって取り組まれているのでしょうか。

【阿部】TARではなんとかモデルを世界水準までもっていくことはできましたが、国環研の大気部門と東京大学気候システム研究センターの数人だけで行っていました。その後平成14年度に文部科学省の「人・自然・地球共生プロジェクト」(平成18年度で終了)ができたので体制が整えられました。また、道具がやっとなってきた段階でまだ研究論文にはなっていませんでしたから、それをなんとかすることや、日本が世界に貢献するために、地球シミュレータ(温暖化予測計算を行うスーパーコンピュータ)上で走る高解像度のモデルを作るというプロジェクトを協力して進めていくことになりました。



【亀山】現在は研究も欧米に追いついたと言ってよろしいでしょうか。

【阿部】そう思います。一つには大気海洋大循環モデルがさまざまな研究用として使われるようになったこと。もう一つにはさらに別コンポーネントのモデルと合わせて使う「合わせ技」で先行する部分もできてきました。エアロゾルモデルや化学モデル、炭素循環モデル、手前みそですが、自分たちの氷床モデルもそうです。大村先生の言われていた「大循環モデルと氷床モデルを組み合わせる時代」は日本で先行できることになりました。ただ、まだ欧米と比較すると層が薄いですが、日本は研究者自身がセットアップまで行っていますが、欧米では数値実験をするためのサポーティングスタッフが充実しています。日本でも加速器など昔から実験装置として認められ国家のプロジェクトになっているものには、専門職としてのスタッフがいてきちんとした職業として認められています。ところが数値実験については、コンピュータを作るところまでは理解が得られるのですが、数値実験を走らせたり開発したりするということに人手がいるという理解がありません。

【亀山】逆に日本のオリジナリティはありますか。

【阿部】携わる人数が少ない分、異分野の人とも話ができていいチームワークで作業できます。職人芸的ですが、信頼感がとても大きいです。

#### ■原点に戻る

【亀山】チームの中でご自分は今後どういう研究を進めていきたいと思っていますか。

【阿部】私自身はモデルの技術開発は残念ながらからっきし得意ではなく、周りの人たちのお陰で気候モデルを使った研究をさせてもらっています。私の役割はユニークな発想をすることで、「おっ、気候モデルがあるとこんなことまでわかるんだね！」と楽しんでもらえる研究をしていくことを心がけています。今後はもともと興味があった気候モデルを使った長期的な予測をしたいと思っています。予測される2～4℃の気温上昇は20世紀には実現していませんから、観測の整っている過去100年よりもっと長期、あるいは違った世界で検証しなければいけません。このため、一番最近3℃以上の変化があった2万年前の氷河期まで遡らなければなりません。それは寒い時期だったので合わないという人もいますが、データは豊富なので、出発点として集中的に取り組みました。さらにもっと温かい時代、近過去1000年やうんと古い時代も取り組み始めています。古気候のデータでモデルを検証するのは、古いデータの役割の一つです。

【亀山】学部で学生だった頃の素朴な疑問点に戻られたわけですね。

【阿部】ようやく戻ってきたという感じでした。将来のグリーンランドや南極の氷

河の予測について、IPCCでは過小評価していたともいわれていますが、過去や現状を理解し、よりよい予測に近づけるような研究につなげていくことです。

【亀山】阿部先生は古気候モデリングの研究者の筆頭になられているのですね。ところで、古気候の研究者はどういう分野の人が多いのでしょうか。

【阿部】フィールドで化石を見ているような地質学を専門にする人が最も多いですね。モデラーはいわば新参者です。モデルを使って古気候の研究をするというのはまだあまりないと思います。ですから、モデルとフィールドのデータが相補的な役割を果たしていると言ってもらえるようないい研究をしていくことが大切です。なかなかいい実験結果だと言ってもらえるようになってきました。

【亀山】モデル開発者にとっても地質側のデータが検証として必要ですね。

【阿部】答え合わせは重要です。一方地質学者たちはすべての場所で調査できるわけではありませんから、限定されたデータしか得られません。ですから私たちのモデルを参照しながら研究するのが今後楽しくなってくれるといいと思っています。さらに答え合わせに留まらず、環境がどういう要因でどう変化するか、状況に応じて変わることなどどういう内的・外的要因が働いたかを整理するのが数値「実験」の醍醐味です。古気候データとモデルで過去も将来も統一的に気候システムのメカニズムの深い理解を目指してゆきたいのです。

#### ■若い学生に：自分の思いを大切に

【亀山】最後に、どういう研究者を目指したらいいかなど若い学生さんたちにメッセージをお願いいたします。

【阿部】若い人たちには研究室も日本も飛び出して、どんどん活躍していただきたいですし、私も応援していきたいですね。私自身がそうだったように、迷うこともあると思いますがやってみてほしいです。リスクやためらいを感じても、やりたいことが見つかったらどんどん進んでいただきたいです。また自問自答することから逃げないでほしいですし、自分の思いや原動力を大切にしてほしいと思います。

【亀山】現在研究室に大学院生は何人くらいいますか。

【阿部】修士生だけ5人と、少ないです。最近は修士課程を修了して研究の世界に残らない人が多いです。これまで直接指導した博士学生は5人いましたが、この5年くらいは博士課程の学生がおりません。これは社会的な状況とも大いに関係があるかと思っています。また研究者の魅力を私たちが伝え切れていないのかもしれない。本当の研究の面白さを博士課程で経験してほしいです。

【亀山】最近ポストクの就職難ということを目にします。

【阿部】確かに私が学生の頃と違っています。私は常勤だった時代に助手になりま



したから幸運でした。国立の研究機関でも常勤が普通でしたが、そのあと任期制になりましたから、現在の学生さんたちは厳しいと思います。一方よくなっているところもあります。私たちの頃は研究の先が読めませんでしたし前例となる研究者がいなかったのですが、今は前例もあり、外国の情報もたくさん入ってきます。海外の研究機関で研究を続ける可能性も広がっています。

【亀山】国環研でもポストドクの人たちなどは将来に不安をもっています。一方でチャンスも増えていますね。

【阿部】キャリアパスはたくさんあっていいと思います。日本では少し遅れていますが、外国では企業や官庁が博士卒業の人やかなり研究経験のある人を政府高官などとして採用しています。理科系の人が経済の分野のトップにつくことも珍しくありません。その人たちのキャリアパスを見ると決してその時代の典型的なものではないでしょうから、草分けとして参考になると思います。日本でも教員やマスコミなど中途採用しています。研究をしてきた人を採用したい分野がもっと現れるでしょう。私はスイスで博士課程の勉強をしましたが、そのとき驚いたのは、欧米ではキャリアのブランクや年齢を気にしなくていいということでした。学業を一時中



断してボランティアをしたり、世界一周旅行したり、異分野・異業種を渡り歩いたりという人たちにたくさん出会いました。是非海外と交流したりいろいろな状況を知って、ご自分が前例を作って後輩を元気づけていただきたいと思います。

【亀山】おっしゃるとおりですね。今日はありがとうございました。

(注1) フラックスアジャストメント：大気と海洋の間の熱や水の交換においてモデルの系統的誤差分布を打ち消すため、人工的な補正項を加えること。



## 後記

スイスの大学院生であった1991年夏に、大村先生から欧州のプロジェクトに派遣されて、2カ月近くグリーンランドの頂上付近で過ごしました。大村先生のキャンプがある標高1200mの地点と、氷床コア掘削を行っていた頂上キャンプがある3100mの地点で同時にラジ

オゾンデの放球や放射観測などしつつ、今ある氷床の存在の意味や過去から将来に思いを馳せていました。今の研究はモデリング一色ですが、それは手法開発や体制作りなどに時間がかかりまったく観測ができなかったからです。できたら両方をバランスよくして、自然を現地で見たり、理論を組み立てたりしながら数値計算・数値実験を重ねる、というのが本来はよいのだと思っています。せめて、観測（気候や氷床の現在の状態や過去の状態についての情報を知るための広い意味）の方々の話をいろいろ聞いて、自分の自然に対する感覚や、最初の頃に抱いた疑問を忘れないよう、と思っています。

