

ゾル) が研究のトピックの一つでした。氷床コア化学の世界では、氷を溶かして溶液分析することが多いのですが、この溶液中のイオン成分の多くはもともと塩微粒子として氷に存在していたと考えられます。私はこの塩微粒子を古気候復元の研究に応用することに興味を持ちました。古気候復元に応用するためには多量の塩微粒子を測って、その氷の年代の主成分となる塩(エアロゾル)組成を分析する必要があります。同僚であった、的場澄人博士・宮本淳博士・堀川信一郎博士・大野浩博士・櫻井俊光博士との議論、ご教示、ご協力をいただきつつ、氷コアから塩微粒子だけを抽出してしまう分析方法を確立しました。この方法により、多量の塩微粒子を効率的に測ることができるようになりました。

塩微粒子を用いた古環境復元を進めた結果、ここ数千年間(完新世)の南極ドームふじに含まれるナトリウムイオンは硫酸塩として氷コアに比較的安定に保存されていることが分かりました。固体である硫酸塩は酸などと比較して氷コアに堆積してからの拡散などの物理変化の影響を受けにくく、ナトリウムイオンが季節変動レベルの古気候復元能力を有する可能性が高いことが分かりました。ナトリウムイオン流量は南大洋の海水面積の指標として考えられており、季節変動レベルの分解能で分析したナトリウムイオン流量変動から、数千年間における南大洋の海水面積変動を提案しました。

現在、極地研を中心とするドームふじ氷床コアコンソーシアム(ICC)にお世話になりながら、ドームふじコアに含まれる塩微粒子の組成に関す

る研究を続けています。今こうして10年間くらいの研究を振り返ってみますと、1) 氷床コアの物理と化学の間でふらふらと蝙蝠のような立場で、両者の良いとこどりをする恵まれた研究の流れがあったこと、2) 低温研が -50°C の低温室を有しており、極低温での実験に関してのびのびとした発想をさせていただく場があったこと、3) 上述した先生方・同僚の皆様方をはじめとして多くの方々によるご指導・ご協力があったこと、の天地人が重なったことによることがすべてで、私の能力以上の成果を得られつつあるこの幸運に感謝いたしております。

また、ここ数年、国際共同研究により北極グリーンランドで掘削された NEEM 氷床コアに含まれる塩微粒子の研究を始めました。スウェーデン・ストックホルム大学のマーガレッタ・ハンソン教授との共同研究で、ストックホルムに滞在して、北極 NEEM コアに含まれる塩微粒子の解析をしています。北極と南極で氷に含まれている過去のエアロゾル組成が異なっていることなど、興味深い結果が出てきつつあります。雪氷学会の皆様には、雪氷の世界に興味を持った青年時代の私を温かく迎えていただき、これまで育ていただいたことに厚くお礼申しあげます。また、上記の海外滞在のため授賞式に参加できなかったことのご無礼をどうかお許しください。今後は、ご恩をお返しするためにも、また平田賞の趣旨に沿うように、北極や南極で得た成果の創出に全力を尽くす所存です。今後とも変わらぬご指導をお願いし、受賞のご挨拶とさせていただきます。

平田賞を受賞して

国立極地研究所 川村 賢二

このたび 2011 年度の日本雪氷学会平田賞を賜り、ご推薦いただいた方々や審査員の方々をはじめ、会員の皆様に深く感謝申し上げます。受賞対象は、「極域氷床コアの気体分析による気候変動

の研究」であります。全く思いがけないことでしたが、受賞理由の一つが第1期ドームふじ氷床コアを用いた気候研究の論文ということで、コア研究に関わる全ての方々を代表していただいた賞で

あるとの自覚とともに、第2期ドームふじコアをはじめとする新しい課題にいっそう努力して取り組み、との激励の印として有り難く受領させていただきました。

私は、東北大学大学院の修士課程から現在まで、氷床コアとフィルンの空気を対象とする研究を行ってきました。大学院の研究室選択で悩んでいたころ、中澤高清先生の研究内容を先輩から聞き、その中で「氷床コア」という言葉が魅力的に響きました。私の修士課程入学（1996年4月）と同時に青木周司先生が着任され、両先生に現在まで長年ご指導をいただいております。当時は、先輩である町田敏暢さん（現国立環境研究所）の博士論文において、極域氷床コア（みずほ、南やまと、H15, Site J）の温室効果気体の濃度や二酸化炭素の同位体比の分析が一段落し、数年が経ったころでした。私の主な課題は、当時残された問題であった、空気が氷床に取り込まれる前にフィルン層内での分子拡散によって起こる、重力分離効果を定量化することでした。重力分離効果は特に同位体の復元結果に大きく影響するため、安定なガス（例えば窒素分子）の同位体比を用いた補正が必要ですが、国内には分析設備や手法がありませんでした。修士課程の大部分は、新しく導入された質量分析計による測定手法の開発や、ドームふじにおいて藤井理行先生がリーダーとなって実施してくださったフィルン空気採集のための装置開発、研究室の共通作業である現在大気の観測（船舶、航空機、成層圏大気球などによるサンプリングや分析）に費やし、実際の氷床コア分析は2年目の後半に駆け込みで、平日に国立極地研究所でH15コアから空気を抽出し、週末に東北大学で分析することを繰り返しました。極地研では渡邊興亜先生や藤井理行先生、大学院の先輩である森本真司さんをはじめとする教職員の方々や、低温室で連日ドームふじコアの管理・処理を担っていたボスドクの島田亙さん（現富山大学）や学生の的場澄人さん（現北大低温研）、高田守昌さん（現長岡技大）に大変お世話になりました。

博士課程に進学すればドームふじ氷床コアを自分で分析できる可能性が高いと考え、あまり迷わずに博士進学を決めました。掘削の成功とコアの輸送を待ちながら、最初の3年間は空気抽出装置

の改良と試験や、修士学生と一緒に南やまとコアやG15コア、ドームふじ浅層コアの気体分析、2回目のフィルン空気採集のための装置開発、研究室の共通分析に費やしました。南やまとコアは北大低温研の成田英器先生に、G15コアは富山大学の川田邦夫先生にお世話になり、青木先生とコアの切り出しにお伺いした際には、様々な話題とともに地元の美味しいものをいただき大変感動しました。H72やドームふじでのフィルン空気採集は北大低温研の山田知充先生や信州大学の鈴木啓助先生、極地研の橋田元さん（大学院の先輩）を中心に実施していただきました。博士課程の3年が終わってもドームふじコアのデータが全く得られないことには正直焦りましたが、コア試料が手元がない以上は仕方がなく、腹をくくって準備を万全に整えておき、4年目と5年目に約300試料から7種の成分を一気に分析することとなりました。4年目に半分だけデータが得られた際に（11月頃）、中澤先生にその年度内での学位論文提出のお伺いを立てたところ、「たったそれだけのデータで学位論文が書けるわけがないだろう！」と一喝されて落ち込みました。後で振り返ってみますと、先生の仰ったことは当然で、必要な時間をかけて一通りのデータを揃えることが出来たからこそ、その後の活路が開けたのだと思います。ドームふじコアの測定項目は、温室効果気体である二酸化炭素やメタン、一酸化二窒素に加えて、窒素や酸素分子の安定同位体比、酸素/窒素比、空気含有量と多岐にわたり、温室効果気体の濃度と氷期-間氷期の気候変動との関連を見いだしました。気体の年代決定やフィルン中の気体輸送過程の理解にはフィルンの圧密モデルや拡散モデルが必要ですが、それには先輩の菅原敏さん（現宮城教育大学）に大変お世話になりました。得られたデータの中では窒素の同位体比や酸素/窒素比、空気含有量は解釈が難しく、それが何を意味しているのか現在でも未解決の成分もあります。例えば、窒素の同位体比から推定される氷期のフィルンの厚さは、フィルンの圧密モデルによる推定値より40mも薄いのですが、その原因が分かっていません。また、後にNatureに発表し、受賞理由にもなった論文の年代決定に用いた元データ（酸素/窒素比）は、このときに取得されたものでしたが、

当時はデータを正しく解釈して気候研究に昇華させる術がなく、最終的な出版までには数年間、関連研究の発展と私自身の修行が必要でした。

博士課程修了直前の 2000 年度末に、ドームふじコアの国際会議で外国の主要な先生方の前で博士論文の内容を発表する機会があり、そのときの縁でスイス・ベルン大学の Bernhard Stauffer 教授、フランス・LGGE の Dominique Raynaud 教授、ドイツ・AWI の Hubertus Fischer 博士からポストクの打診があり、悩んだ末に 2002 年 3 月からベルン大学にポストクとして着任しました。ヨーロッパでは南極の EPICA ドーム C コアやグリーンランドの NGRIP コアの分析を精力的に進めている頃でしたが、ベルン大学の装置ではクラスレート氷から二酸化炭素濃度を正確に測定できずに困っているところでした。東北大学での経験や、文献を読んで考えていた予想にもとづいて、複数の装置や手法への改良を提案・実施した結果、うまく分析できるようになりました。広く知られているドーム C コアによる二酸化炭素濃度データですが、この技術の伝達がなければ数年は遅れていたかもしれません（私自身としても、大学院生時代の下働きのような分析作業は研究と関連がないように思っていました、後に多くの場面でそれらの経験が活きることとなりました）。研究室での分析の他、ベルン大学における客員セミナーや、EU 主催のワークショップ等において各国の研究者と交流できたことも価値がある経験でした。例えば、Jean Jouzel 博士が若手研究者の Frederic Parrenin 博士と引き合わせてくれ、年代決定の研究がスタートしました。またこの頃、ドームふじコアからの二酸化炭素濃度の復元結果を出版し、日本では極地研の本山秀明先生をリーダーとする南極 YM85 での浅層コア掘削・フィルン空気採集が実施されました（試料は東北大学のポストクや学生の方々により分析されました）。

2003 年の秋には翌年度の職のあてがなく、妻子連れでどうしようかと途方に暮れていた折、EU 主催のワークショップに講師として参加していたアメリカ・スクリップス海洋研究所の Jeff Severinghaus 教授からポストクの打診を受けました。その半年前にメールで論文別刷りを請求したときに、私の博士論文を添付したことから、メー

ル 2~3 通程度の議論をしたことがきっかけでした。精鋭の研究者から「一緒に氷期のフィルンの厚さの謎を解かないか」と熱く語られて大変感動したことを覚えています。アメリカへ渡ってからは、希ガスであるクリプトンやキセノンの同位体比測定という技術的に難しいテーマに取り組みました。受賞理由の一つに挙げられている希ガスの分析データは、手法をこのときに開発し、後に訪問研究の際にデータを取得したものです。また、これに密接に関連するテーマとして、それまでに採集された南極（ドームふじ、H72、YM85）のフィルン空気データを、私が 2001 年に採集に参加したグリーンランド NGRIP のデータと合わせ、現在のフィルンにおける対流混合を報告・議論する論文としてまとめました。一方で、北大低温研出身の深澤（池田）倫子さんによる氷中の気体の分子拡散の研究に少し関わり、その中で、通常の冷凍庫（ $-20 \sim -25^{\circ}\text{C}$ ）では氷床コアの保存中に空気が抜けて酸素/窒素比が下がってしまうことが明らかになりました。「ドームふじコアの酸素/窒素比のデータと保存期間を送ってほしい」と頼まれたときには理由がさっぱり分からず不可思議に思ったのですが、出てきた研究成果を見て目から鱗が落ちる思いでした。自分のデータに対して、その観察事実に基づいた補正を施した結果、ドームふじの夏至の日射量変動と酸素/窒素比の変動がぴたりと一致することが分かり、ドームふじコアの正確な年代決定の道筋が敷かれたのです。また、氷床コア研究の傍ら、他の研究室との共同研究でアルゴンの同位体組成の再決定や、隣の研究室の Ralph Keeling 教授との縁で（私が中澤先生の指導を受けていたことから）通常の大気における拡散分離を発見するプロジェクトに参加するなどし、有意義に幅広く研究を行うことができました。

2006 年に中澤高清先生と青木周司先生のおかげをもちまして帰国し、東北大学に特任助手として着任いたしました。その翌年度に国立極地研究所に教員として採用され、現在に至ります。日本に戻ってからは、菅原敏さんとともに東北大学の分析装置を一新したうえで、先生方とともに院生を指導して第 2 期ドームふじコアの基本解析を進めるとともに、極地研の立川移転を機に自らの気

体解析設備の構築に励んでおります。2006年にNatureに投稿した原稿は一度リジェクトされましたが、海外の水床コアや古海洋学の研究者も巻き込んで解析や議論の質を高め、再投稿した原稿は完成度が非常に高いものになりました。2007年夏の出版後、執筆時点の2011年12月までに120回以上の引用があり、大半がドームふじのコミュニティ外からの引用となっております。第2期ドームふじコアの深層部分(2400 m以深、32~70万年前)の酸素/窒素比は、第1期コアより遙かに

高い精度での分析が終了しており、それを用いた年代決定や気候研究を進めております。

以上を振り返りますと、今回の受賞にあたっていかに多くの方々からご指導やご支援をいただけてきたかを痛感いたします。今後、第2期ドームふじ水床コアをはじめとする両極域の水床コアの分析や解析、論文発表を進めていく所存ですので、よりいっそうのご指導とご支援をお願い申し上げます。受賞のご挨拶とさせていただきます。まことにありがとうございました。

平田 賞 を 受 賞 し て

中央農業総合研究センター北陸研究センター 小南 靖弘



このたびは2011年度平田賞をいただき、大変ありがとうございました。ご推薦いただいた皆さま、選考委員の皆さまに厚く御礼申し上げます。

私福岡県の出身で、卒業したのも九州大学の農業気象学講座と、ほぼ雪とは縁のない生い立ちです。卒業論文のテーマも砂漠の蒸発とかをやっておりました。それが農水省に就職して北陸農業試験場(現中央農研北陸研究センター)の気象資源研究室に着任していただいたテーマが「積雪下環境の解明」で、少々面食らったのを覚えています。

その頃は北陸地域の麦(大麦)の作付けが今よりも盛んで、それが1980年代の3年続きの大雪で雪腐れ病が多発し、大きな問題となっていました。雪腐れ病を引き起こす*Pythium* 族の病原菌は、周囲の二酸化炭素濃度に対する感受性の違いによって種の棲み分けをおこなっていることから、当時の高見晋一研究室長が金沢大学工学部の小森友明教授らと共同で積雪層内空気中の二酸化炭素濃度測定に着手されており、これを引き継ぐ形で私の研究が始まりました。高見室長は、大学を出てで右も左もわからない私に科学的な物の見方や研究者としての心構えなどを教えてください

り、北陸を離れられた後も折りにつけ叱咤激励をいただいております。また小森先生には、流動研究員制度を利用して定期的にゼミをやっていたとき、物理現象をモデル化する際の数学について教えてもらいました。現在、私が曲がりなりにも数値シミュレーションなどを使っているのもそのおかげです。そのようなわけで、研究生活のスタートの時期にこの両氏に出会えたのは大変幸運だったと思っております。

そうやって積雪層内の二酸化炭素濃度を測り始めたのですが、当時の研究室にあったベックマン社の巨大な赤外線式ガス分析計では圃場の積雪層内の空気を測定するには不適當で、もっぱらガラス電極式のセンサーを用いていました。しかしこれも元々雪に埋めることを考慮したものではないのでトラブルも多く、一冬の連続データを得るのにもずいぶん苦勞した記憶があります。

そうした中で、まず雪の中をガスが移動する際の基本的なパラメタであるガス拡散係数の測定装置を作成し、さまざまな雪質で測定をおこなった結果、拡散係数は大雑把には雪質によらず、気相率の一次式で近似できることがわかりました。ま