

素顔 '88

(4)



CLIMATE HUNTER

大村 纂

今回は、スイス連邦工科大学 (ETH) の大村 纂教授にお話を伺った。先生は1965年東京大学理学部地理学教室を卒業後、カナダへ渡り、1970年にスイスに移られ、現在はETHの地理学教室の主任教授を務めておられる。ご専門は気候学及び雪氷学。昨年7月より日本学術振興会の招きで東大地理学教室に滞在された。23年ぶりに日本に帰って最も幸せを感じるのは、学食でラーメンを食べているときだとか。

問：先生は東大の地理のご卒業ですね。

—ええ、卒論では老朽の黄土状堆積物について調査しました。気候に興味があり、気象学の授業も受けにきました。正野重方先生には自由大気の力学(波動・渦)を、都田菊郎先生には大気大循環を教わりました。また松野太郎先生の数値計算の演習をとりました。

問：極地研究に興味をもたれたきっかけは何ですか？

—人があまり行っていない極地への憧れが大きかったのでしょう。地理学の伝統は「未体験の土地について、その地域に結び付いた現象を知識の体系に組み込む」ことにあると思います。学部学生の頃、図書室にあるカール・リッターの「世界地誌」(56巻)をとところどころ読みました。そこには単なる地誌とは違って、ドイツ民族としての彼のものの見方で世界をどう理解したかが現れていて、影響を受けました。日本人の僕にとって未体験の土地と言えば、熱帯か極地でしょう。南極観測の初期

に尽力された吉川虎雄、吉田栄夫、戸谷 洋の各先生方の影響と、ドイツから帰られたばかりの鈴木秀夫先生から聞いた氷河時代の気候への興味とから、極地研究を志すことにしました。

特に、氷期・間氷期の10万年オーダーの気候変化は人間の文明を形造る重要な役割をしているので、その歴史と原因を知りたいと思いました。大学卒業の頃の問題意識、すなわち「氷河の生成、維持、消滅の条件は何か」は今もずっと持っています。

問：なぜ、McGill 大の大学院へ行かれたのですか。

—当時日本に氷河の研究をしている大学はありませんでした。大学院1年の頃「南極観測隊に入れてほしい」と志願してみたところ、二週間後に吉川先生に「だめだ」と言われました。業務より勉強を先にした方がよいとのご配慮だと思います。気にして下さったようで、しばらくたってから「カナダの McGill 大なら北極に修士の学生を送りこんでいて、教育もしっかりしている。」と勧めて下さり、数カ月後(1966年9月)に行くことになったのです。未知のものを見たいという希望はここで叶えられることになるのです。

問：修士課程の頃の研究や、そのご苦労はどんなでしたか？

—McGill の氷河学の大学院課程は、(氷の)物理学、気象学、地理学を含み、カナダで最初の interdisciplinary なコースです。

明治以来、日本人留学生の多くは既に日本で地位を得て、外国ではお客として過ごしましたが、僕は大学院一年生から正規に登録しました。別の社会の価値観はその一員にならないと理解できないと思ったからです。最初の4カ月は日本の価値観で暮らしていましたが、クリスマス頃を境によく北米のスケールでものを理解するようになりました。また特に講義やレポートでは英語に困りましたが、多くのイギリスからの留学生の友人に恵まれ助けてもらえ、互いに励ましていました。ケンブリッジ大やオックスフォード大に修士課程がなく、それに対して McGill 大は修士の指導体制はイギリス連邦で一番しっかりできていたので、彼らも母国を一時離れて教育を受けに来ていたのです。修士論文まで普通の人でも約2年半かかり、博士課程のレベルの一人前のテーマを研究します。僕は、北極の氷・海・地面を含む複雑な地表面の放射収支をテーマにしました。

日本では正野重方先生に「気象力学が気象学の花である」とまで教えられましたので、カナダで講義の多かつ

た小気象（「放射」や「接地境界層」）は最初いやいややっていた。しかし、気候の成因と変化を論じるためには大気大循環と熱収支とを切り離せないとあとになってわかり、「heat sink としての極地」の研究の基礎として小気象の講義はおおいに役立ちました。気候の問題は「運動」だけでなく「熱」そして「物質」を考えるという点で総合科学です。正野先生の言われた重点をとらえるのは大切ですが、他を捨てるべきではなく、いろいろな分野の人が貢献できるのが気候学だと思います。

修士論文の熱収支の仕事は、その時点では大気候にはつながらないと思ったので、方法論の開拓に主眼を置きました。土壌や植生への影響も重要と思い、あとで蒸発散量や融雪の時間変化といった量の計算に応用できるよう考えました。その甲斐あって10年以上経っても引用してもらえて嬉しいです。また、このとき利用したコンピューターによる計算は、東大時代の松野先生の学部演習が大きな助けになりました。

問：その後（1970年7月）にスイスの ETH へ移られるきっかけは何ですか？

—1969～1970年は Fritz Müller 教授が中心になって発足した北極研究グループ（氷河力学・気候学・海水の3部門）に研究助手として参加して、F. Müller 先生が氷河力学、オラー・ヨハネセンが海水、僕が気候部門の長となり、本格的に「北極における地表と大気の熱収支」に取り組みました。

1970年に ETH に行かれる F. Müller 先生に自分もついて行くことになったのです。

問：博士論文では北極研究をさらに続けられたのですね。

—ええ、北極の表面（海洋、氷河、ツンドラ）の熱収支を調べました。北極の気候の地域差及び全球に対する北極の役割を考えたかったのです。それまでは、北極地方は冬は真っ暗のため地域差がないが、夏はアルペドのために地域差が生ずると言われていました。夏のアルペドは氷河の消耗域と涵養域、海水の多年氷と一年氷、ツンドラとその南のタイガ、というように確かに違いがありますが、そのアルペドの差にも関わらず北極地方の正味放射は均一だとわかりました。Budyko の地表面熱収支の気候学では、気温や気圧傾度の地域差は説明しきれないのです。実は、この地域差の原因は、Budyko が無視していた融解の潜熱にありました。夏の北極の正味放射は中緯度と同じくらいなのに北極が寒いのもこういう理由です。

今思うと、要領のいいやり方ではなかったのですが、納得のゆくところまでやろうと思って博士論文を出すまでに10年もかかりました。自然を素直にみてゆくことが大切であり、まだまだ発見の時代は終わっていないと思います。

問：その10年間、一番のご苦労は何でしたか。

—勉強も北極調査も好きだから苦労などとは思いません。確かに人里遠くでの、フィールド調査には困難があります。観測機材が壊れても自分で修理するか、その一台を諦めて他の機材でやりくりするしかありません。でも、真夏にスキーもできます。物質的に primitive な生活もかえって簡素な人生の美しさを感じさせる、まさに「simple life and high thinking」です。

ただ一つだけ苦しんだのは、恩師との関係です。自分の能力が上がるに連れて、Müller 先生の冷たい圧力を受けるようになりました。先生は国際機関の仕事など管理的な仕事におわれて研究ができなくなり、いらだったのでしょう。自分が先生を助けてグループをリードする責任を果たそうとの努力も、先生からはライバルと見なされ、苛酷な仕打ちを受けました。先生の人生の最期までの5年間くらい（1975～1980）は僕にとって逆境の時代でしたが、自分の学力を培う以外にないと思い勉強に励みました。この経験は自分が指導者になったときの教訓として生かされ、今は、若い人々にはチャンスを作るよう努力しています。

問：GARP 関連の国際協力事業にも携わっておられますね。

—POLEX では、北極のポリニア North Water の成因と大気に対する影響を調べました。ポリニアの documentation として一番詳細な仕事だと思います。

ALPEX では、スイスの8箇所のラジオゾンデ観測所のうち、自分たちはアルプスの山中では唯一の観測点を受け持ちました。ECMWF の欲していた山の「真中」のデータをとれましたし、粗っぽい（約500mの山・谷の落差の）地表面上で2000mまで発達する境界層を考えるうえで役立ちました。山のリッジの上に風のシアの強いところを発見し、自由大気と地表の間の運動量・顕熱・水蒸気の交換量をはかりました。

問：最近のお仕事の重点は何でしょうか。

—現在は大きく分けて二つの仕事に力を入れています。

一つは氷床の拡大・縮小・維持と気候についての問題です。特に、グリーンランド氷床がなぜ今も残っている

のか、これから果して安定に存在するかという大問題にとり組んでいます。グリーンランドは最終氷期に広がった北大西洋氷床の幾つかのピークの一つですが、高度と広さを確保していたおかげが、今も残っています。しかし、消耗域が18%もあり、質量バランス的に平衡の限界にあるため、今後の気候変化で（例えば CO₂ の増加により）気温が上がると、1000年のオーダーで融けることが考えられます。実はこの問題は北半球だけでは話が閉じず、南北両半球を考える必要があります。ところが南極にあるのはこれまた「変な」氷河です。南極では消耗域は5%以下で、(質量の)収支均衡線 (Equilibrium line) は海面すれすれにあります。そのため、消耗の原因は融雪よりも calving (氷山の分離) が主です。しかし、calving のメカニズムはよくわかっていないため、例えば気温が上がったとき消耗率がどう変わるかといった計算ができないのです。また、氷河の力学の中で特に底滑りのメカニズムもはっきりわかっていません。底滑りには四つの要因が考えられ、それは①再凍結 (regelation)、② enhanced plasticity (底に非等方向性方向ストレスが生じ氷が変形しやすくなる性質)、③ストレスによる再結晶、④氷河の底の水による潤滑化 (lubrication) です。①②③といったものはある程度わかってきましたが、④はほとんどわかっていません。このため、不安定な西南極氷床の維持や、東南極の surge の有無などが説明できないのです。今、大気大循環モデルに組み込む氷のパラメタリゼーションの開発も研究していますがまだまだむずかしい問題があります。

もう一つの仕事は、Budyko の仕事 (1963) を拡大して global な熱収支 atlas をつくることです。Budyko の計算は定性的にはよいのですが、極地 (北緯70度以北、南緯60度以南) を入れていないこと、地域によって精度が違い、特に海洋上がよくないこと (誤差約30%)、IGY の実測値すら入ってなく経験式に頼っていたこと、時間変化項を (長期変動があるにも関わらず) 無視したこと、融氷の潜熱を無視したことなどの欠点があります。自分たちのグループはこれらの点を踏まえ、地表の実測値と衛星データを慎重に選び、計算機に入力しています。1991年完成を目指すこの “Global Energy Balance Archive” のプロジェクトは WMO でも WCP の一環として認められ、世界中から実測値が集まってきました。特に気候の長期変動と熱収支との関係には興味があります。

外因としての太陽放射の変化については、ミランコビ

ッチのいう地球の軌道要素に伴う日射量変化が重要だと思ひ、新しい軌道計算に基づいて季節別日射量の表をすずに作りしました (Atlas of Solar Climate として出版)。Lorenz の言う内因による intransitivity の具体的内容は何かということこれから考えていきたいと思ひます。

結局おおまかに言って仕事は二本だてです。氷床の謎を解くような仕事は、非常におもしろくまた重要な問題ですが何も出ずに終わる可能性もあります。他方、熱収支 atlas を作るのは langwierig (退屈) な仕事ですが確実に成果が上がります。両者とも普遍的なテーマであり、二つの異質の仕事を行って行く事で多くの人々が協力しあう場になります。世界の科学者に役立つよう願っています。

問：日本と北米とヨーロッパの大学の教育を比較してみるといかがでしょうか。

——教養課程 (東大では駒場) までの教育は、日本はしっかりしていると思ひます。学部後半の専門課程もレベルが非常に高く、優れた講義が多いと思ひます。でも僕らの頃は決して親切ではありませんでした。正野先生や永田 武先生などの講義は、内容はすばらしいのですが、わからない学生は来るなど言わんばかりの感じでした。あとで復習してみると実はそれほど難しくないので、つまりちょっとヒントを言ってくればよかったです。

大学院は、日本では少し放任的すぎると思ひます。講義はもう少し体系だててやるべきだと思ひます。僕の学んだ McGill 大では、毎週宿題が出されて高度な理解を求められました。最初は小学生扱いられているようで不愉快で、もう北極に行かせてもらったら帰ろうと思ったほどです。しかし、あとで考えてみると、遅くとも大学院を終えたレベルでプロとして活動させるためには、知識の多くなった今の時代は放任では無理で、advanced lecture や演習をしっかりする必要があります。

ヨーロッパでは、例えばノルウェー・スウェーデンなどの大学院は講義すらなく、学部卒くらいで学者になれた19世紀の保守的制度そのまま、これはよくありません。ETH では最近本格的に大学院の講義をするようになりました。ほとんどの先生は講義には原稿を用意してきます。僕は教材を大学出版部から出しています。

指導者は、学生の能力を見いだして伸ばす努力をすること、大事なことをそうでないことがわかるようある程度重点中心主義に教えることも必要です。

若い人に言いたいことは、いい先生を積極的に求めること。逆に、ここでは何も学べないと思ったら長居をし

ないで去る勇気を持つべきだということです。また、若い頃の素朴な疑問は意外な問題の糸口ですから積極的に質問をすべきです。日本やヨーロッパの学生は北米の学生に比べて少しおとなしすぎると思います。

問：大学の組織はどうなっているのでしょうか。

—ドイツ、スイスでは一般にきっちりした講座制です。ただし終身雇用ではありません。ETH では教授は約10年でそれまでの業績が評価されます。講座の長が代わると下の人も全員代わるのが原則です。他の大学も似たような制度なので、移るわけです。日本的講座制は学派が確立されやすく良い伝統ができますが、古い内容にしがみつくと危険もあります。自分の殻をやぶれる人がリーダーなら有効だと思います。

ETH はスイス唯一の国立大学で、政府（内務省）からはほぼ独立した7人の委員会が運営しています。最近改組があり、僕が主任を勤めている地理学教室は、大気物理学、（固体）地球物理学、土壌物理学と一っしょに「環境物理学部」を構成するという案を出して承認されました。1987年の10月から発足しました。

問：研究グループの運営についてはどのようなことに心がけていらっしゃいますか。

—気候学は総合科学であり、個人の能力では覆いきれません。各個人の得意不得意を考えて能力を生かすような、共同研究の体制が必要になってきます。ETH の気候の講座では、地理学出身の人もいますが、他に理論物理学者、数学者、水文学者、コンピュータの専門家といった人にも働いてもらっています。装置を作る技術者もいて、市販されていない観測装置を開発しています。最近は日射計の検定装置を開発しました。共同研究の中でも研究そのものは研究者個人の頭の中で起きるものですから、共同のテーマと少しはずれている個人の興味を encourage するようにしています。共同プロジェクトのテーマがまともなら、いい研究者は必ず戻ってきます。

基礎研究と同時に応用もやっています。たとえば、水文学の講座ではライン川の水位の子報をしています。ベルリン自由大学の天気予報もそうですが、大学病院と同じように大学の業務を持っているわけです。業務を持つと真剣になるので、よいことだと思っています。

問：大学院の学生の待遇はどうなのでしょう。

—修士をとっているかどうかによっても違いますが、博士をとるまでにはだいたい5年かかります。大学院生

には、スイスの科学基金からもらっている研究費の中からサラリー（1人月15万から23万円）を出して、アルバイトをしないで勉強できる条件を作ることになっています。この基金は若い人への人件費を重視しているのです。授業料は安いのですが、生活費はもちろんかかりますし、3年に1回の外国への大巡検には補助のほか本人負担も12万円ほどかかるので、貯金をさせています。

問：日本にはどういふことを期待されますか。

—政治、経済などいろいろな方面で、国際社会で生きていく人材が求められています。もっと多くの若い人が外に出ることが必要です。ただし学部は日本でやることを勧めます。日本の学部教育は一流だし、最初は自分の言語で考えをまとめる能力を養ったほうがよいと思うからです。その後外国の大学院で正規の修士、博士の学生として身を入れて勉強するのがよいでしょう。お客さんでちょっと見てくるとは違います。日本政府には、学生が外国で勉強するための奨学金を出してほしいと思います。外国で勉強するのは必ずしも日本に持ち帰るためではないのですが、日本社会でも外国できちんと勉強してきた人を受け入れるべきです。大学院を2年休学すると今の制度では退学しなくてはなりませんが、復学できるようにしてほしい。また就職の面でも、外に出た人を雇う企業が少しずつ増えてきましたが、研究機関でも積極的に受け入れてほしい。そういう人がそろってくれば、外国との交流はおのずと密接になるでしょうから。

「半分実験、半分理論屋」を自称なさる先生は半年間の滞在中、日欧で集めた1万年前以降の気候変化のデータを比較検討する共同研究を阪口 豊教授となさる一方、北大、東大、名大、筑波大などで集中講義をこなされ、ひっぱりダコの忙がしさの様子だ。講義を聞いた学生の中から、気象学・気候学・雪氷学といった分野にこだわらない研究を志す者も出てくるかもしれない。先生のように常に基礎を大切にしている態度があつてこそ、研究の幅も広がるのだと印象を強くした。

ETH では環境物理学部長の大役が待っているため、先生は予定を早めて三月末に帰国なさった。研究分野の開拓のご苦労を表に出さないオペラ歌手のようなお顔を拝し、人望厚く暖かいお人柄にふれることができ、とても元気が湧いた。

（東大・理・大内彩子）