

科学の
峰々

69

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所副所長

佐藤 夏雄 先生 に聞く

オーロラ物理学と
日本の南極観測 下

聞き手：南	明則	東京科学機器協会	理事／広報副委員長
	中村	友香	同 理事／広報委員
	野村	篤史	同 広報委員
	山口	美奈子	同 広報委員
	藏満	邦弘	同 事務局長
	岡田	康弘	同 事務局／主事

(取材・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

と き：2012年3月7日

と ころ：東京科学機器協会会議室



佐藤 夏雄先生のプロフィール

1971年 山形大学理学部物理学卒業
 1973年 東京大学大学院理学系研究科修士課程地球物理専門課程修了
 1973年 東京大学大学院理学系研究科博士課程地球物理専門課程入学
 1973年 同上 休学(第15次日本南極観測越冬隊に参加のため)
 1975年 同上 復学
 1976年 同上 中途退学(国立極地研究所に就職のため)
 1976年 国立極地研究所 助手
 1982年 国立極地研究所 助教授
 1991年 国立極地研究所 教授
 (1994年より現在まで 総合研究大学院大学教授を併任)
 2005年 国立極地研究所 副所長(研究教育担当)
 2008年 国立極地研究所 副所長(総括・研究教育担当)

〈専門分野/研究テーマ〉

オーロラ物理学/オーロラの南半球と北半球との比較研究

〈南極観測歴〉

日本の観測隊

第15次日本南極地域観測隊 越冬隊員(1973年11月～75年3月)
 第22次日本南極地域観測隊 越冬隊員(1980年11月～82年3月)
 第29次日本南極地域観測隊 副隊長兼夏隊長(1987年11月～88年3月)
 第34次日本南極地域観測隊 隊長兼越冬隊長(1992年11月～94年3月)

外国基地(交換科学者)

フランス南極観測隊 夏隊(1977年)

ソ連南極観測隊 夏隊(1979年～80年)

〈北極観測歴〉

アイスランド・スバルバル・ノルウェー・グリーンランドなどへ多数参加

〈学会〉

地球電磁気・地球惑星圏学会、米国地球物理学会

〈賞〉

1982年 日本地球電気磁気学会・田中館賞

1998年 米国宇宙センター(NASA)・グループ研究賞

南極条約のもと 進められる南極観測

— これまで佐藤先生のご専門のオーロラの話をお聞きしてきましたが、ここから南極や南極観測隊についてお尋ねしたいと思います。まず南極とはどのようなところか、環境や生態系などからお聞かせいただけますでしょうか。

佐藤 日本の観測拠点である昭和基地があるのはオングル島という島で、冬は雪が積もりますが、夏には雪が溶け、岩肌も見えるようになります。ここは風が強いと砂埃も立ちます。

しかし、南極大陸には樹木は全く生えていません。せいぜい、夏に氷が溶け、水たまりになっているところに、小さなコケが生えているくらいです。

ところが、海の中にはとても豊かな生態系が広がっています。昭和基地の周りの海では、ツブ貝とか、ダボハゼなどがたくさんいます。オキアミなども豊富



南極昭和基地の様子。一年中雪に閉ざされているわけではなく、昭和基地周辺では夏場は雪も溶け、岩肌も見える

におり、アザラシやペンギンなどはそれらをエサにしています。クジラが南氷洋にいるのも、エサが豊富にあるためでしょう。

よく誤解されることで、白熊が南極にいると思っている人がいますが、白熊は北極にしかいません。逆に、ペンギンは南極におり、北極には住んでいません。

— 南極では漁業は行えるのでしょうか。

佐藤 漁業は制限されていますが、できます。僕たちも遊びで釣りをすることはあります。海の氷に穴を開け、そこに釣り糸を垂れると、すぐに釣れるのです。魚はあまり泳ぎ回らないようで、5~6匹釣れると、その穴では釣れなくなります。場所を代えると、またすぐに釣れますが、食べてみると、あまり美味しくはありませんでした。

— 南極大陸には金や銀などの鉱物資源があるという話も聞きますが、地下資源の有無はどうなっているのでしょうか。

佐藤 あると言われていますが、鉱物調査は南極条約によって禁

止されています。科学的な調査は可能ですが、営業目的ではできません。それと自然が厳しいので、鉱物や石油を掘ろうとしても簡単にはできないと思います。

— 領土権というのは、南極ではどうなっているのでしょうか。

佐藤 南極条約によって、領土権は主張しないと各国が調印しています。ただし、南極に近い国々は、はっきりと発言はしていませんが、自国の地図に、南極での自分たちの領土を色分けして書き込み、それを学校でも教育しているところはあるようです。

— 南極条約というのは、どのような取り決めなのでしょうか。

佐藤 南極条約とは、南極を平和利用しようというアメリカの提唱によって12カ国が集まり、結んだ条約です。日本は最初からの加盟国ですが、2012年1月現在、条約締約国は48カ国になっています。

この南極条約によって「南極地域の平和利用」「科学的調査の自由と国際協力の促進」「領



南極に暮らすアデリーペンギン。海の中の豊富なオキアミ、魚などを食べる

土権主張の凍結」「条約遵守監視制」「環境保護議定書、生物資源保存勧告」などを定めています。南極条約協議国に加盟するには、南極に基地を設ける等、積極的に科学活動を実施している実績を作らないとならず、査察もきちんと受け入れなければなりません。

南極は大気と海を駆動させる地球環境の冷源

— 学問的な観点から見た場合、南極とはどういうところか、お聞かせいただけますでしょうか。

佐藤 地球全体の中で南極の果たす役割の1つは、冷源です。赤道の方からやって来た暖かい空気は南極で冷やされ、再び赤道の方へ戻っていきます。海もつながっており、深層水という深い海の中の流れが、南極を通り世界中の海へと流れていきます。大気は1～2年で循環し、海の水は数十年～数百年の時間をかけて巡っています。こうした大気と海の大循環に、太陽の11年周期なども複雑に関

係し、地球全体の環境が保たれているわけです。

もう1つの南極の役割は、汚染されていないデータが取れることです。日本ではノイズが入りますが、南極は非常にクリーンなので良いサンプルが取れるのです。このサンプルによって、地球がどのように変わってきているのかが分かります。

南極には昭和基地のほかに、ドームふじという日本の基地があります。ドームふじがある場所には3000mの氷が堆積しており、その氷をボーリングすると底の方には72万年前の氷が眠っています。氷には時代ごとの空気が入り込んでいるので、それを精密に分析することで、72万年前からの地球の気温などを知ることができます。

こうした分析から空気中の二酸化炭素が増えると、気温も高く、二酸化炭素の量と気温が正の相関を示していることが分かります。さらに言うと、二酸化炭素や気温の変化には周期があり、その周期からすると、現在は地球が寒冷化する入口に当た

るのですが、実際には気温が上がっています。それらを考え合わせると、人間活動が二酸化炭素を大量に排出したことによって、地球の温暖化が起きていると言えるようです。

また、時間のスケールは短いのですが、昭和基地では50年前から気温と二酸化炭素に関する記録を取っています。それをグラフにすると、二酸化炭素濃度は季節変化で波打っていますが、波打ちながらきれいに右肩上がりを描いているのです。

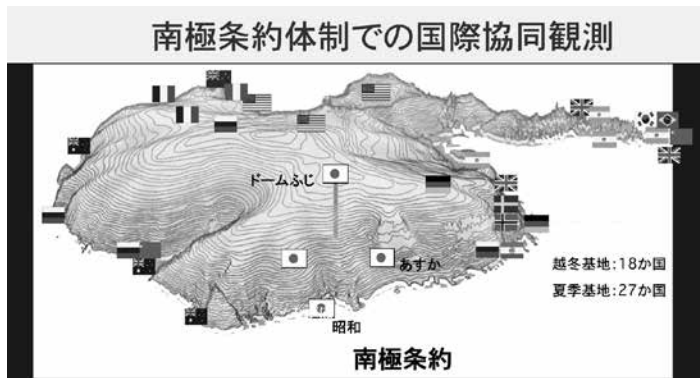
北極でもスバルバルという場所で気温や二酸化炭素などを観測していますが、人が生活しているため北極の二酸化炭素の方が少し高く、2年後に昭和基地の二酸化炭素が北極に追いつくことが分かります。

氷の下の湖に生命がいるか研究者の関心が集まる

— ドームふじでボーリングした氷についてですが、72万年の間に生命の痕跡や生態系などは見られるのでしょうか。

佐藤 現在までの研究では3000mの氷の間には生態系は見られません。ときどき見られるのは火山灰です。それが良いシグナルとなり、年代を決めることに役立っています。

生態系に関して言うと、今、世界の科学者が関心を向けているのが、南極の氷の底のほうに



南極では南極条約により各国が協同観測を行っており、日本の昭和基地のほかに、18カ国の越冬基地、27カ国の夏季基地がある

微生物がいるかどうかです。南極の厚い氷の下には、地熱によって氷が溶け、湖になっている場所があります。例えば、ロシアの南極基地がある場所は、3千数百mの氷の下に湖があることが知られており、そこに微生物などの生物がないか調査が進められています。

こうした調査の難しい点は、無菌状態にして調査しなければならないことです。もし微生物などが見つかったとき、それが人間が持ち込んだものでは困るので、注意深く調査が進められています。

— 地球温暖化によって北極海の氷が溶けているという報道をよく聞きますが、南極の氷も溶けているのでしょうか。

佐藤 確かに北極では氷が溶けていますが、南極は地域によって違います。チリやアルゼンチンに近い南極半島周辺では温暖化が進んでいますが、昭和基地周辺の気温は変わっていません。むしろ最近氷が厚く、今年の南極観測船「しらせ」は昭和基地に接岸できませんでした。

— 南極観測船はどのように物資を運ぶのでしょうか。昭和基地の近くに港などがあるのでしょうか。

佐藤 昭和基地周辺には港はありません。観測船は南極の海では氷を割って進み、昭和基地に近いところに船を停めて、そこ

から物資を下ろして運びます。ただし船を停めるときは、錨はなく、氷の上にロープを下ろし、杭を打ってアンカーにします。

— 南極の寒さというのは、どのくらいになるのでしょうか。

佐藤 赤道付近に比べると、南極は気圧が低く、南極のどの地域も低気圧となります。南極大陸の海沿いの地域でも、他の地域の標高1000mぐらいの気圧です。

南極の場合、寒さは海からどれくらい離れているかと標高で決まります。最低気温の記録を持っているのは、ロシアのボストーク基地でマイナス約89.2度、日本のドームふじ基地はマイナス79.7度という記録があります。

ブリザードは風速40~50mの猛烈な低気圧

— 佐藤先生は南極観測の夏隊や越冬隊に幾度も参加されていますが、南極で怖いとお感じになることはどのようなことでしょうか。

佐藤 南極で怖いのは、1つはタイドクラックです。これは凍っている海に、満潮と干潮による潮汐でできる割れ目です。それが至るところにあり、踏み外すと危険なことになります。

行動範囲は仕事によりませんが、オーロラの電波観測をする場合、昭和基地ではノイズが入るため、5kmほど離れた西オングル島へ雪上車で渡って行くことがあります。こういうときにはタイドクラックに注意をしながら進んでいきました。

もう1つ怖いのは、ブリザードです。ブリザードとは大きな低気圧で、ブリザードが来ると急に天気が変わり、風速40~50mの風が吹き荒れ、猛吹雪で手の先が見えないほどになります。これが4~5日間続きます。

基地の外にいる場合は、ブリザードになる前に帰ることが第一です。帰れないときはその場で去るのを待つこととなりますが、幸い僕はブリザードに巻き込まれたことはありませんでした。



「宗谷」(昭和31年~36年)「ふじ」(昭和40年~58年)「しらせ」(昭和58年~平成20年)「新しらせ」(平成21年~)などの南極観測船が、日本の南極観測に大きな役割を果たした

— 南極の場合、基地の外では何を目印にして進むのでしょうか。

佐藤 今はGPSがありますが、僕がいた頃はありませんでしたから、トランシーバーと旗印、ロープなどを使って位置の確認をしていました。今も旗などは一応置いてありますが、普通はGPSを使っています。GPSがあるとないではポジショニングがまるで違ってきます。

— 昭和基地から一番近い基地というと、どのくらいの距離になるのでしょうか。

佐藤 昭和基地から一番近いところにあったのは、350km先のロシアの基地です。この基地へは二度行ったことがあります。今は閉鎖されています。その次に近いのは600kmほど離れたオーストラリアの基地です。

夏隊35名、越冬隊30名で観測活動を行う

— ところで、南極観測はどう行われているのか、期間や隊員の構成などをお聞かせいただけますでしょうか。

佐藤 日本の南極観測隊には夏隊と冬隊があります。夏隊は11月に南極へ行き、野外調査や基地作業などをして4カ月半後の3月に日本へ戻ってきます。越冬隊はさらに1年間残り、次の年

の2月まで滞在します。

夏隊は約35名、越冬隊は約30名ですが、日本のシステムでは正式な隊員のほかに、同行者と呼ばれる人たちがいます。例えば、報道関係者や、最近では小中高校の教師などがこれに当たります。学校の先生が参加しているのは、衛星通信を使って南極と日本の学校を結び、南極授業と呼ぶ授業を行うためです。

授業では教師が体験したことを写真などを使いながら話し、後半は質疑応答などを行います。これによって南極という現場の臨場感が伝わるようにしているわけです。

参加する先生方は、小中高校から希望者を募り、教育委員会から推薦を受け、その中から選ばれます。そのほか日本の南極観測隊には医者が2名とコック2名などがいて、ミニ社会を作っているわけです。

— 正式な隊員はどのようにして選ばれるのでしょうか。

佐藤 南極観測にはそれぞれの部署に役割があるので、各部署から推薦されて参加します。

隊長の立場から言うと、南極に行く前に面接をし、隊員がどういう性格かを把握しておきます。全員厳しい身体検査を受けますが、越冬隊の場合は、さらにロールシャッハテストをはじめ精神科医の診察を受けます。そのデータは隊長だけに知らさ

れます。

— 佐藤先生は第34次隊の越冬隊長も務められていますが、隊長としてはどのような点に留意して仕事に臨まれていたのでしょうか。越冬隊などは厳しい環境の中、人間関係も大変なのではないかと思われませんか。

佐藤 南極という環境で1年をうまく過ごすために、隊長としては安全第一を心がけていました。そして、安全第一で仕事をするために人間関係にも心を配るという感じでした。

もちろん、南極に来ているので、隊員は皆、チームワークが大切だという自覚があります。ただ、越冬などをしていると、その意識が薄れていくことがあります。ですので、隊長の仕事は節目節目で、皆の気持ちを初心に返すことだと言えます。

— 日本では会社勤務などは概ね月曜から金曜までとなりますが、南極観測隊ではどのようなスケジュールで仕事を進められるのでしょうか。



昭和基地にて隊員たちと撮った写真

佐藤 できるだけ日本での仕事に近い形にしたいのですが、観測は休めないで、週末だけ朝を遅めにするなど工夫していました。例えば、通常、朝食は7時半から8時の間に取りますが、土日だけは11時からのランチにしたり、土日はコックに休んでもらおうと、隊員が当番で食事を作ったりしていました。料理に関して隊員は素人ですが、コックから料理を習ったりして、それなりに楽しく勉強にもなりました。

1日の仕事はだいたい午後の7時までで済ませ、7時から夕食となります。その後はビデオを見たり、娯楽の時間になります。夜にはバーを開いたりすることもありました。

— 基地で出たゴミはどう処理するのでしょうか。

佐藤 そうですね、昔はゴミは燃やしたり、燃えないものは埋めたりしていました。しかし、10数年前に南極条約の環境議定書ができ、今は使ったものは自国へ持ち帰ることになっています。

南極での観測テーマは6カ年計画にそって決定

— 南極観測の観測テーマは、毎年、違うのでしょうか。また、テーマはどのようにして決まるのでしょうか。

佐藤 観測のテーマは世の中のニーズによって変わってきます。南極観測が始まった頃は、そもそもデータがないので、南極とはどのようなところか、オーロラを含め天気や自然などに関して新しい事実を見つけるというものでした。

こうした観測を積み重ね、現在は6カ年計画にそって、その年ごとにトピックを決めています。トピックは年によってがらりと変わるわけではありませんが、観測隊が南極に出かける前に極地研究所が中心になって決めています。

— 極地研究所には東京・立川市に「南極・北極科学館」という施設がありますが、簡単に紹介していただけますか。

佐藤 この科学館は南極や北極の研究観測の情報発信拠点として平成22年7月にオープンしたものです。評判もよく、館内には小さなドームがあり、中ではオーロラなどの画像を見ることができます。入場は無料で、夏休みの期間などは子供たちがたくさん来館します。

— 最後に、科学機器業界に身を置くメーカーやディーラーなどに対して、ご要望やご意見、あるいは励ましのお言葉などをいただければと思います。

佐藤 サイエンスは証拠を見せ



ロシア基地の隊長と撮影した写真

て初めて、国際的にも信頼できる成果となります。そのためにはきちんとしたデータを出すことが不可欠で、信頼できる測定器を作ることがとても大切になります。

また、素晴らしい測定器が研究者の考え方で変えることができます。人間の目で見えるものには限りがありますが、新しい測定器ができることによって、想像もしていなかった事実が見えてくることもあり、まさにサイエンスの歴史は測定器の歴史でもあります。

オーロラでいうと、最近驚いたことがあります。オーロラは光が弱く、普通のカメラでは綺麗には撮れません。ところがNHKのテレビで驚くぐらい鮮明なオーロラの映像が映し出されました。あれほど綺麗な映像をテレビでは初めて見ましたが、これも技術の進歩の1つだと思います。また、南極の氷の分析では、70万年の地球の記憶の変化を年や月単位で見たいと思っても、その測定技術がなければできません。現在、極地研究所の機器は世界で一番の分解能を出していますが、これも優れた技術を持った測定器メーカーがいるお陰だと思います。(完)