

# 北海道大学低温科学研究所 技術部技術報告

第 23 号



2017年 12月

表紙の写真

白瀬氷河から見渡すリュッツォ・ホルム湾内に停泊する南極観測船「しらせ」。  
2017年1月南極地域観測隊は昭和基地周辺のリュッツォ・ホルム湾内で、海洋による白瀬氷河の融解の影響を調査するため、大規模な海洋観測を行った。例年よりも氷の厚さが薄かったため、南極観測隊初の広範囲かつ高密度な海洋観測を行うことができた(本文 P. 28)。

北海道大学低温科学研究所  
技術部技術報告

第 23 号

2017年 12月



## 2017年度技術報告会開催に寄せて

本日、第23回低温科学研究所技術報告会（技術支援本部共催）の開催を迎えることができましたことを関係各位に感謝申し上げます。本報告会は技術部職員にとって一年の節目であり、多くの教員・研究員・大学院生と議論を交わすことのできる重要な行事です。自らの研究や技術課題を客観的にとらえる機会として、大いに議論を深めて頂ければ幸甚です。本日発表される成果は、技術部が行っている仕事のほんの一部に過ぎません。実際には、まだ成果に表れていない研究を含め技術部の貢献は大きく、低温研の研究・教育にとって技術部はなくてはならない存在になっています。

低温研技術部は本所が行う多様な研究に対応するため、機械加工、情報処理、電子・電気工作、分析、フィールド調査など多岐に渡る支援業務を行っています。これほどまで広い業務を、しかも高いレベルで行える技術集団は、国内外の大学・研究所を見渡しても極めて稀です。共同利用・共同研究拠点である本所には、他機関から多くの研究者が来訪します。低温研技術部の技術レベルの高さ、優れた支援態勢はこうした方々からも高く評価されています。

かつては大学、研究所を含めた多くの研究機関に優れた技術部門が存在していました。しかし、その数は技術支援組織の統合・廃止により激減しました。一流の研究には一流の研究支援が欠かせません。研究者と一体となった技術支援体制の消失は、日本が科学・技術大国として生きていく上で危機的状況につながると考えています。低温研には幸いにして優れた技術部が存在しており、低温研や関連分野の研究の大きな助力となっています。このすばらしい支援態勢を維持・発展させていくことは、共同利用・共同研究拠点である低温研の使命でもあります。

技術部の現在があるのはこれまでに低温研を支えてこられた先人達の努力の賜物です。私たちはそのことを忘れず、これからも慢心することなく日々研鑽を積み、教員、事務職員と協力して、より良い組織づくりを目指して改善に努めて参ります。

日頃のみなさまの技術部に対するご理解ご協力に感謝するとともに、今後とも、低温研技術部に対する一層のご支援、ご鞭撻の程よろしくお願い申し上げます。

2017年12月8日

技術部長 渡部 直樹



# 目次

1. Microorganisms that produce colored snow: Identification of snow algae and bacteria from Mount Asahi 寺島美亜・梅澤和寛・森章一・小島久弥・福井学 .....	1
2. ダイオードツリー製作における問題と対応 隅田明洋・森章一・千貝健・小野数也・加藤由佳子・佐藤陽亮・齋藤史明 .....	4
3. 氷結晶の単位ステップ成長カインेटィクスの温度依存性 猪股将弘・村田憲一郎・麻川明俊・長嶋剣・中坪俊一・古川義純・佐崎元 .....	6
4. 鏡面研磨について 齋藤史明・新堀邦夫 .....	9
5. 母子里における熱収支観測と積雪底面流出モデルの適用 築場大将・石井吉之・高塚徹・千貝健・森章一・小野数也 .....	13
6. 母子里における新超音波積雪深計の設置について 高塚徹・千貝健・森章一・石井吉之 .....	19
7. ドリフターを用いた北太平洋子午面循環の研究 三寺史夫・西川はつみ・高塚徹 .....	22
8. 第58次南極地域観測隊での海氷・海洋観測 小野数也 .....	26
9. 低温研ウェブサーバアクセス解析 2016/10–2017/09 千貝健 .....	31





# Microorganisms that produce colored snow: Identification of snow algae and bacteria from Mount Asahi

寺島 美亜<sup>1</sup>、梅澤 和寛<sup>1</sup>、森 章一<sup>2</sup>、小島 久弥<sup>1</sup>、福井 学<sup>1</sup>

1. 生物環境部門微生物生態学分野
2. 技術部装置開発室

## ポイント

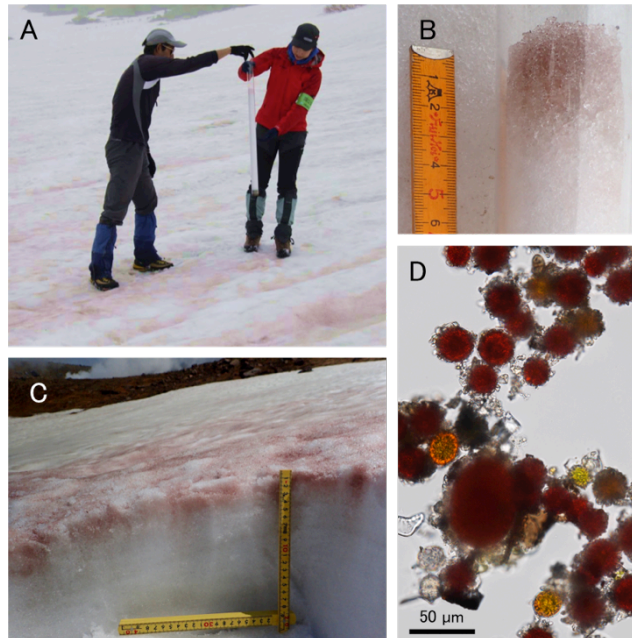
- ・ 融雪期の旭岳に発生する彩雪（さいせつ）を採取した。
- ・ 彩雪の原因となる微生物群集を解析し、藻類の他に細菌が豊富に存在していることを解明した。
- ・ 照明付き低温インキュベーターにより採取した雪から藻類と細菌の培養に成功した。
- ・ 彩雪の中では、クロロモナスという藻類とベータプロテオバクテリアという細菌が特異的に共存していることを発見した。
- ・ 旭岳への調査（登山、雪の観察及び採取）は技術部スタッフの協力のもとに行った。
- ・ 低温インキュベーターの照明は技術部スタッフが製作した。
- ・ 2016年の調査で採集したサンプルの解析結果については、Terashima *et al.* (2017)で報告している。

## Introduction

During the spring snowmelt season of polar and alpine environments, psychrophilic microalgae blooms paint the snowfields in green, orange and pink coloration. These microalgae make use of the window of opportunity where conditions are sufficient for growth, followed by mating and returning to a resting state to survive extreme conditions such as high light, freezing conditions and desiccation. Along with algae, heterotrophic bacteria are known to co-habit such psychrophilic ecological niche in an interconnected metabolic network. Algae photosynthesize and fix carbon, which gets released into the environment, supporting bacteria growth, while bacteria recycle elements back into the environment and can also provide algae with crucial nutrients, such as vitamins, or signals important in the life cycle of algae. Although algae coloring snowy peaks have been observed for many years, the community dynamics and cellular processes of organisms in such environments are understudied.

In order to further understand the community dynamics of snow algae and bacteria, colored snow from Mount Asahi (Higashikawa, Hokkaido, Japan) was collected over several time points in June-July of 2016 to characterize the growth environment of the snow and to identify the algae and bacteria present in the snow. Additionally, samples were brought back to the

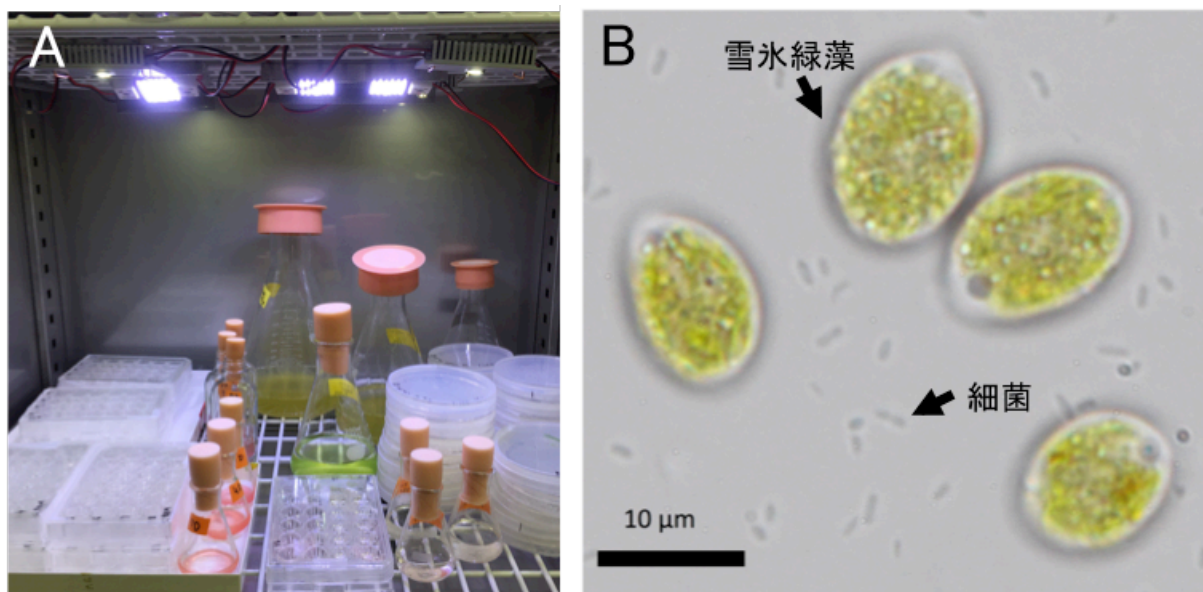
laboratory for isolating algal and bacterial strains for cultivation. Here, sampling and cultivation methods, as well as the results will be presented.



**Figure 1.** **A.** Removing a core from the snow. **B.** The core shows red coloration in the top 5 cm of the snow. **C.** A vertical dig of the snow shows patchy distribution on the surface. **D.** Red snow observed by microscopy reveals abundant red algal cysts.

### **Snow sampling and microbial community identification**

Sampling was conducted in the Sugatami lake area of Mount Asahi in June and July of 2016. Red colored snow patches were observed, often on snow surface with a slight slope (Figure 1A). A core was removed from the snow, which revealed that the algae concentrated in the top ~ 5 cm of the snow surface (Figure 1A-B). A vertical dig revealed a patchy distribution of the algae on the snow surface (Figure 1C). Upon collection and analysis of these snow samples, we identified that the coloration come from red algal cysts (Figure 1D). DNA analysis of the snow samples revealed the dominant algae to be *Chloromonas* sp. Additionally, the snow sample contained an abundant community of bacteria, which are likely feeding off of the carbon sources that were photosynthetically fixed by the snow algae.



**Figure 2.** **A.** A low temperature incubator (5 °C) with a light source allowed for cultivation of the snow algae. **B.** Snow algae *Chloromonas* sp. co-isolated with a single strain belonging to *Betaproteobacteria*.

### Laboratory cultivation and strain isolation

Snow samples were brought back to the laboratory and cultured on agar plates and liquid media. A custom-made light source was installed in the incubator to allow for algal growth (Figure 2A). A dominant alga in the snow, *Chloromonas* sp. was successfully cultured in the laboratory. Further investigation revealed that a Betaproteobacterium selectively co-isolated with the algae (Figure 2B). This bacterium appears to promote algal growth, demonstrating a tight metabolic connection between the alga and bacterium.

### Conclusions

The sampling trip conducted in 2016 resulted in the identification of the microbial community of colored snow in Mount Asahi for the first time. In order to further understand the yearly changes in the community, we repeated the sampling trip in June-July of 2017 and are currently analyzing the data. It is clear that the red snow contains a high abundance of microbial cell number and that there are unique metabolic interactions between algae and bacteria. Through repeated sampling trips and in-depth analysis of laboratory-grown strains, we aim to further elucidate the microbial metabolic network of this unique snow environment.

### Reference literature

Terashima, M., Umezawa, K., Mori, S., Kojima, H., and Fukui, M., 2017. Microbial Community Analysis of Colored Snow from an Alpine Snowfield in Northern Japan Reveals the Prevalence of *Betaproteobacteria* with Snow Algae. *Frontiers in Microbiology*, 8:1481.

# ダイオードツリー製作における問題と対応

隅田 明洋<sup>1</sup>、森 章一<sup>2</sup>、千貝 健<sup>3</sup>、小野 数也<sup>3</sup>、加藤 由佳子<sup>3</sup>、佐藤 陽亮<sup>2</sup>、齋藤 史明<sup>2</sup>

1. 生物環境部門寒冷域植物生理生態分野
2. 技術部装置開発室
3. 技術部先端技術支援室

## はじめに

“ダイオードツリー”とは、小型フォトダイオード(小型ソーラーパネル)を樹木の個々の葉に見立てて空間中に配置する人工の樹冠状構造物である。ダイオードツリーの製作は、科学研究費助成事業(挑戦的萌芽研究)「ダイオードツリーによる樹冠の太陽光受光量の再評価と応用への基盤確立(代表:隅田明洋)」(平成28-30年度)の核となる部分であり、低温科学研究所技術部スタッフの協力によって行っている(隅田ら、2016)。

材料・仕様についての検討や試作による検討を経た後、2017年から本格的な製作作業に取りかかったが、その過程でもいくつかの問題点が明らかとなった。また、当初の仕様からの発展的な仕様修正も取り入れることとした。本報では、これらについて概要を報告する。

## 製作作業および問題点の概要

個々のダイオードを配置する1層の水平面は最大直径約20cmの円形で、これに640個前後のフォトダイオードを配置する仕様として、これらを手作業で導線にはんだ付けしていく(図1)。ダイオードツリーはこのような層10-20面を鉛直方向に配置した構造体である(図2)。発電量は各層ごとに記録できる。ダイオードツリーの側方から光が入射しないような状態では、上方から入射する光が層を通るごとに減衰していく。この光減衰過程を各層の発電量の変化として測定する。層間の鉛直方向の間隔を変えることで、層間の距離の違いが樹冠の光吸収様式に及ぼす効果を調べることができる。製作の過程で明らかとなった問題点と対処の概要を以下に述べる。

ある層の発電量は、その層よりも上側にあるフォトダイオードの数に対してある一定の法則で減衰すると予想される(Hirose and Terashima 2005)。その法則に従う場合、下側に位置する層は、最も上の層が受ける光の数%しか受光できないと予想される。また、野外でダイオードツリーによる光吸収実験を行う場合、最も上の層に入射する自然光自体も1-2桁のオーダーで時間とともに変化する可能性がある。このような状況下では、各層に入射する光量に応じて層ごとにフォトダイオードの感度を調節する必要があることが製作の過程で明らかとなり、これに対処するための処置を加えることとした。

また本研究には、樹木による光エネルギー吸収様式を太陽光発電に応用できるかどうかについて検討するという応用的目的もあるため、ダイオードツリーにより多く光を吸収させるような検討も行っている。フォトダイオードの表面は光を反射しやすいため、

下側の層のフォトダイオード表面で反射された光を吸収できるよう、上側の層の下面に下向きにフォトダイオードを張り付けた両面構造にした層もいくつか製作することにした。

これらのほか、当初よりも小型のフォトダイオードを使用するなどの仕様変更により、ダイオードツリー完成までの時間が当初の計画よりも大幅に遅れることとなったが、完成までの時間を犠牲にしてより良い成果を得る方針をとることとした。

## おわりに

ダイオードツリー完成後は、さらにダイオードツリーの側方からの光を遮断する筒状の構造物を製作する予定である。この仕様の検討のほか、ダイオードツリー内部に入射する光を可視化する方法などについても検討も現時点で行っている。

## 参考文献

隅田 明洋、森 章一、千貝 健、佐藤 陽亮、齋藤 史明、中坪 俊一「樹木葉群の光吸収様式を推定するダイオードツリー作製の概要」北海道大学低温科学研究所技術部技術報告、**22**、11-13、2016年12月。

Hirose T, Terashima I (2005) Structure and function of plant canopies. *Annals of Botany* **95**, 481-482.



図1 ダイオードツリーの1層にフォトダイオードを配置する様子。

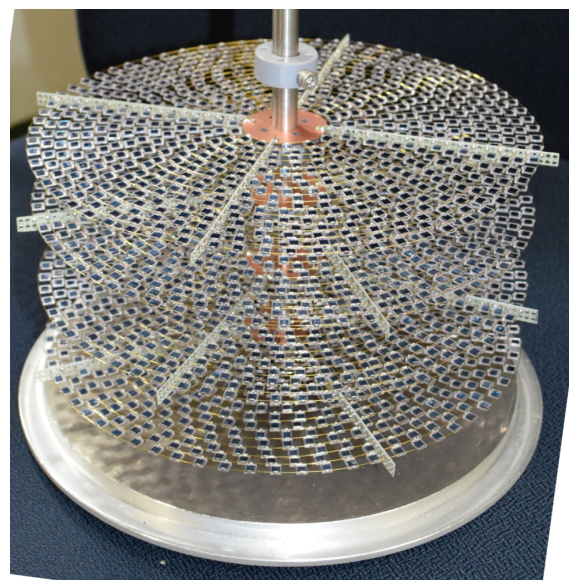


図2 製作中のダイオードツリー。4つの層を鉛直方向に配置した状態である。層どうしの鉛直方向の間隔は調節可能である。

# 氷結晶の単位ステップ成長カイネティクスの温度依存性

猪股 将弘<sup>1</sup>、村田 憲一郎<sup>1</sup>、麻川 明俊<sup>2</sup>、長嶋 剣<sup>1</sup>、中坪 俊一<sup>3</sup>、  
古川 義純<sup>1</sup>、佐崎 元<sup>1</sup>

- 1. 雪氷新領域部門相転移ダイナミクス分野
- 2. 山口大学大学院創成科学研究所
- 3. JAXA 宇宙科学研究所

## はじめに

氷は地上に最も多量に存在している材料であり、氷の相転移は地球の寒冷圏で起こる様々な自然現象を支配しているため、氷の結晶成長を理解することは極めて重要である。本研究では、気相成長した氷である雪を扱う。雪については古くから研究されてきたが未だいくつかの謎が残っており、そのひとつとして中谷宇吉郎によって見出された「雪の晶癖変化」が挙げられる[1]。雪の形状は温度が低下するとともに、板状、柱状、板状、柱状と変化することが知られている（図1）。このような晶癖変化は2種類の結晶面（ベーサル面とプリズム面）の成長カイネティクスの違いにより引き起こされるが、その原因は未だ不明である。そこで、本研究では雪結晶のベーサル面上における単位ステップ（結晶が層状に成長する際の分子層の成長端、0.37 nm 高さ）の成長カイネティクスの温度依存性を明らかにしようと試みた。

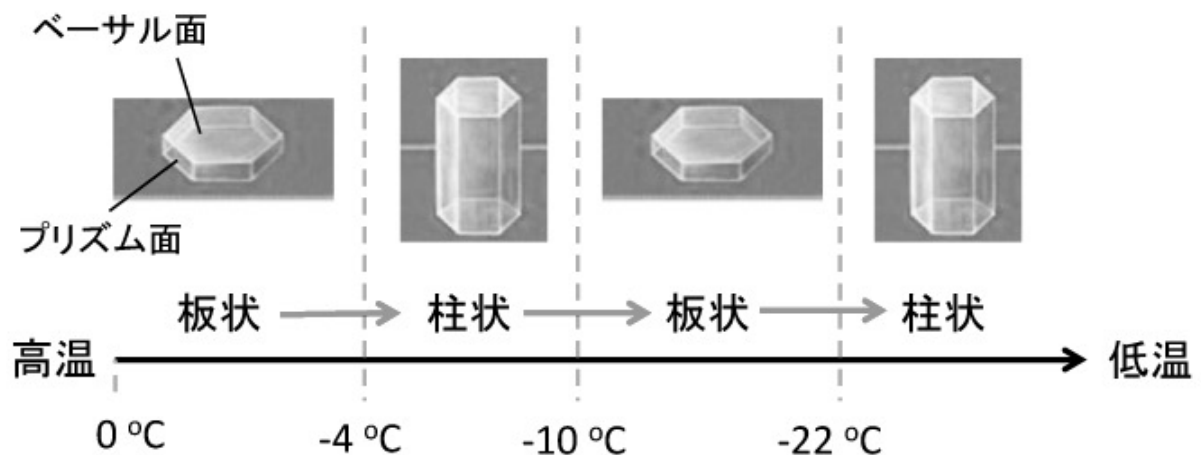


図1 雪の晶癖変化

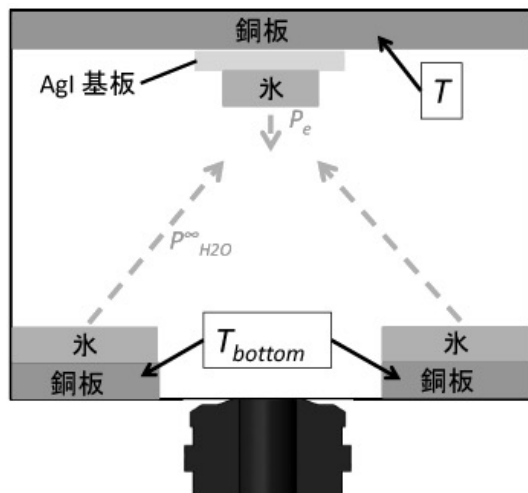


図 2 観察チャンバーの模式図

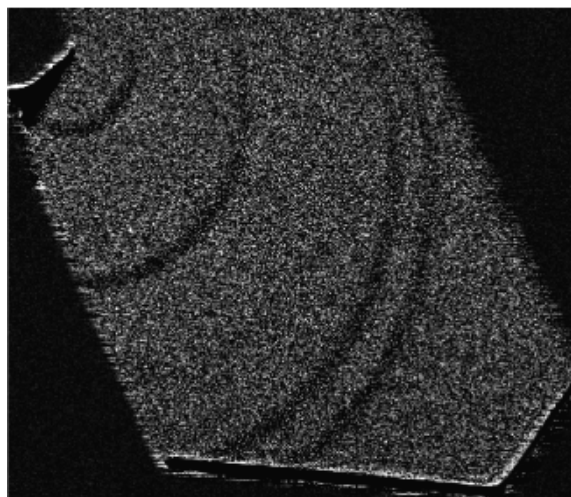


図 3 ステップその場観察の様子

## 実験

観察チャンバーの模式図を図 2 に示す。観察する氷結晶の温度 ( $T$ ) とその氷結晶に水蒸気を供給する氷結晶の温度 ( $T_{\text{bottom}}$ ) を独立に制御することによって、温度や過飽和度を様々に変化させた。そして、当研究室で近年開発されたレーザー共焦点微分干渉顕微鏡[2]を用いて、底面上の単位ステップを観察し、その前進速度を計測した。ステップ前進速度の過飽和度依存性より、その系でのステップの成長速度を特徴付けるステップカイネティクス係数  $\beta$  を決定できる。 $\beta$  は  $V_{\text{step}} = \beta(P^{\infty} - P_e) / P_e$  で表される。ここで、 $V_{\text{step}}$  はステップ前進速度、 $P^{\infty}$  は環境相中の水蒸気圧、 $P_e$  は平衡蒸気圧を示す。

## 結果・考察

本研究では、 $\beta$  を決定するために様々な過飽和度下で単位ステップをその場観察し (図 3)、ステップ前進速度  $V_{\text{step}}$  を計測した。その一例を図 4 に示す。研究を始めた当初は、白丸で示すようなデータしか取得できなかった (白丸プロット、氷結晶の温度:  $-14.6^{\circ}\text{C}$ )。過飽和度の増加と共に、 $V_{\text{step}}$  はすぐに横に寝てしまうため、 $\beta$  を正確に決定できなかった。また、データのばらつきも大きかった。本実験条件下では、単位ステップの成長は、水蒸気が氷結晶表面まで体積拡散する過程と、水分子が単位ステップに取り込まれる過程が直列に連なっている。我々は、図 4 の白丸のデータは、前段の体積拡散過程が律速段階になったために、後段の取り込み過程をうまく評価することができなかったのではないかと考えた。そこで次に、観察している氷結晶の周囲に他の氷結晶がほとんど存在しておらず体積拡散の寄与が小さい条件を作り出し、ステップ前進速度を計測した。その結果  $V_{\text{step}}$  と過飽和度は良好な直線関係を示すようになった (図 4、白四角プロット、氷結晶の温度:  $-9.2^{\circ}\text{C}$ )。本研究では、氷結晶において、図 4 白四角に示すような信頼のおける  $\beta$  を決定することに初めて成功した。

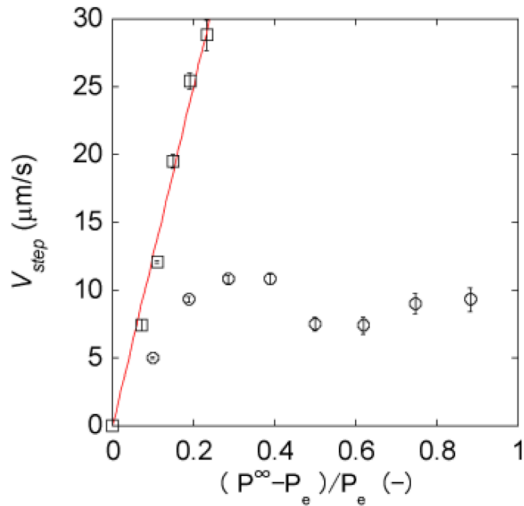


図4 過飽和度とステップ前進速度  
 ○：体積拡散が大きいデータ  
 □：体積拡散が小さいデータ

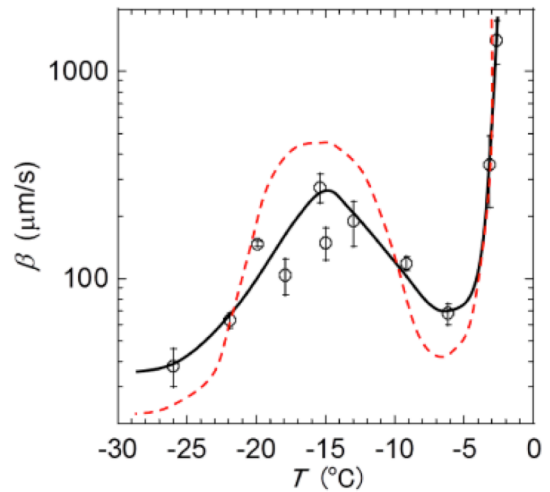


図5 本研究の結果  
 実線：ベーサル面  
 点線：プリズム面（予想）

さらに同様の実験を様々な温度下で行い、ステップカイネティクス係数  $\beta$  の温度依存性について調べた。結果を図5に示す。縦軸はステップカイネティクス係数  $\beta$ 、横軸は氷結晶の温度、本研究の結果を実線で示す。カイネティクス係数は  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  と  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  の付近でそれぞれ極小値と極大値を持つことがわかった。この結果は、マクロステップの前進速度で温度依存性を求めた小林の結果[3]と類似の傾向を示す。また、図5中の点線は、プリズム面上のステップ密度がベーサル面と同じと考えたときに、雪の晶癖変化より予想されるプリズム面上のステップのカイネティクス係数を示す。晶癖変化の全容に迫るためには、今後プリズム面についても同様の計測を行う必要があるが、本研究ではその基礎技術を確立すると共に、ベーサル面上の単位ステップの成長カイネティクスを初めて明らかにすることができた。

#### 参考文献

- [1] Nakaya, U. Snow Crystals (1954).
- [2] Sazaki, G. et al., PNAS, 107, 19702 (2010).
- [3] Kobayashi, T. Physics of Snow and Ice., 1 (1), 95 – 102 (1967).



# 鏡面研磨について

斎藤 史明、新堀 邦夫

技術部装置開発室

## はじめに

鏡面研磨とは加工物の対象面を鏡のような状態になるまで研削・研磨する作業を指す。高精度な平面を得るための加工工程をラッピングと呼ぶ。ラッピングは大きく分けて高精度な平面にするための荒ラッピング（ラッピング）と、加工物を鏡面にするための仕上げラッピング（ポリッシング）に分けられる。

数年前から装置開発室でも、製作依頼の中で鏡面研磨を必要とする加工が増えてきた。研磨加工においてどうすれば面精度を向上させられるか、効率よく研磨を行えるかを試行錯誤してきた。そこで鏡面研磨を行う工程や問題点をまとめる。

## 具体的な工程

図 1 に加工の概略図を示す。研磨作業は回転する定盤の上に研磨剤（砥粒）を均一に塗布し、工作物を押し当てて加工を行う。その際に工作物を定盤の回転方向とは逆回りに周回させることで均一に研磨する。工作物を周回させず同じ位置で保持していると、定盤の外周側と内周側で工作物の削れる量に差異が生じてしまい、平面が得られない。また、均一に圧力をかけなければ工作面の一部が多く削れてしまい、平面にならない。

フライス盤や旋盤等で加工した面をまずは荒い砥粒で研磨する。細かい砥粒から始めるとフライス加工や旋盤加工でできた切削痕の凹凸を取り除くのに時間がかかってしまうためである。切削による凹凸を取り除いたら砥粒の 1 段階小さいものを使い、荒い砥粒でできた凹凸を取り除く。この作業を繰り返して鏡面に仕上げていく。

図 2 に製作例を示す。左がフライス盤で加工した面、右が鏡面研磨した面である。

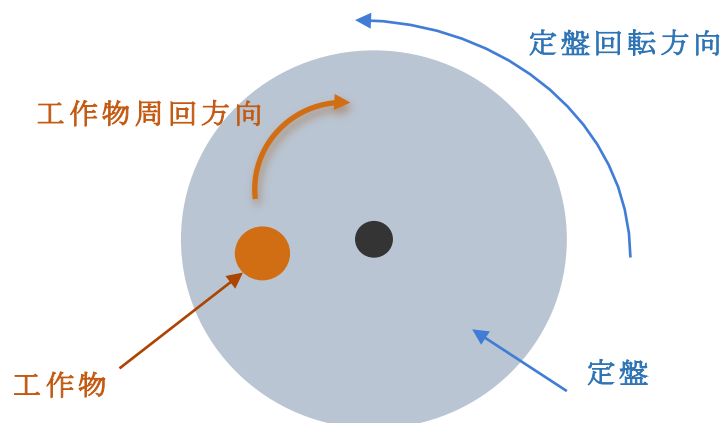


図 1 研磨概略図

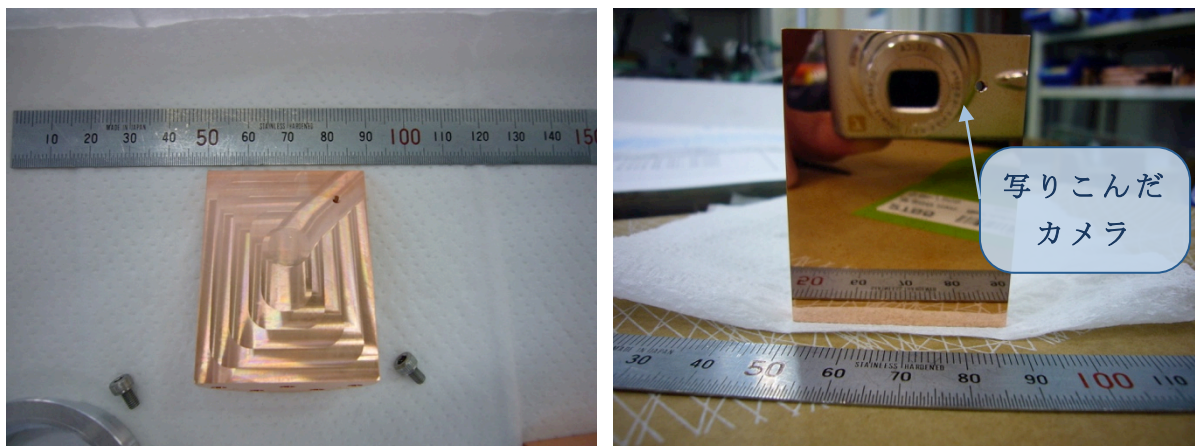


図 2 製作例 (左) 研磨前と (右) 研磨後

## 現状の問題点

いくつか鏡面研磨した製品を製作してきたが、技術部には面粗さを測定する機器がなく、顕微鏡を用いつつ目視により判別しているため面精度の数値的な評価はできていない。それにより砥粒を変えるタイミングが分かりにくく、作業効率が悪い。1つ前の砥粒の凹凸を取り除けていないまま次の砥粒に移行してしまうとクレータのようになってしまい、荒い砥粒に戻して研磨しなおさなくてはならない。さらに、製品の面精度が厳密に要求される場合、その要件を満たしているかを判断することができない。

また、研磨中は常に作業者が工作物を押し当てて動かし続けなければならない、作業者の負担は大きい。そこで現在使用している研磨機のオプションパーツを購入し、検証した。工作物を保持する治具（モールドケンビ）をハンドアームが保持し、均一に研磨する手法である。これにより作業者はセッティング後、その場にいなくても研磨することができる。他の作業を行うことができるため、全体の作業効率が向上すると思われる。検証した結果については、概要のスライドを次項に示す。

## おわりに

これまで銅やアルミ、鉄、ステンレス、ニッケル、モリブデンを研磨したが、材質によって作業時間に違いがあった。これは材質の硬さによるものと思われる。柔らかい銅やアルミは傷が入りやすくそれを取り除くのに時間がかかるが凹凸は消しやすい。逆にステンレスやモリブデンといった硬い材料では傷は入りにくいですが研磨もしにくい。材質によって適切な研磨方法を見つける必要がある。

この課題は、平成 27 年度技術部技術奨励費の助成を受けて行った。

スライド 鏡面研磨について (1/2)

**万能研磨盤  
ドクターラップ(ML-182)の付属品の  
モールドケビンの取付方法を報告します**

新堀邦夫・斉藤史明・太田隆夫(工学部技術部ガラス工作室)

主に金属材料の  
湿式研削法です。

**鏡面研磨用試料研削法**

**モールドケビン**

**鋳鉄ラップ定盤**

**当初起きた研磨作業の問題点と解決方法**

- ドクターラップの排水が機械の内部に漏れる  
→ 取扱説明書を確認して解決しました
- モービルケビンが回らない  
→ 太田さんに来て見てもらう  
鋳鉄ラップ定盤の平面度が出ていないと  
モービルケビンが回らないことがわかりました
- 鋳鉄ラップ定盤の平面度管理の方法が解らないので  
→ 太田さんの作業場に行って教えてもらいました
- 研磨剤の粒度(240・400・800・1000・2000・3000)ごとの完成度の判断が解らない  
→ 斉藤と太田さんに相談しながら目視で行いました
- 鋳鉄ラップ定盤が作業の間に錆びて、それが剥けて試料が傷ができました  
→ 水溶性切削油を吹き付けることで解決しました

\* 水溶性切削油 (HITACHI・ロータリーバンドソー用) 1リットル缶があったので使用しました  
\* 食品用水溶性切削油 (プレテリング グリコール) 身体にやさしいけど18L缶しかありませんでした

取扱説明書に「**本体ドレンより落差するように? ...**」と書いてあるのを  
**研磨機本体を30cm以上 上に置くようにと勘違いして  
ホースの末端が下部に置いたバケツ内の水に入っていたので  
排水が流れづらくなり本体内部に水が浸入しました**

取扱抜粋

＜手ズリ研磨＞で給・排水を利用する場合、  
排水ホースを**本体ドレンより30cm以上の落差にするように**  
御注意願います

＜手ズリ研磨＞で給・排水を利用する場合、排水ホースを**本体ドレンより30cm以上の落差にするよ**  
うに御注意願います。

研磨機本体？

注意  
給水が過度に供給された場合や、排水口を詰まらせると、水が溢れて  
本体内部に侵入します。(オーバーフロー)  
内部への浸水があった場合、漏電ならびにモータ、コントローラの故障  
のもとになりますので絶対に水を濡らさないでください。

給水は、蛇口等一次側でON-OFF及び流量設定を行った上で、給水ユニットのバルブで微調整  
してください。

※ 流量の目安としては、研磨面(耐水研磨紙等)が湿っている程度で十分です。  
ラップ盤の回転数が高いと摩擦熱で表面が乾きやすくなりますので、特に熱を帯  
びやすい試料研磨の場合は、回転数を落とさずにご使用ください。

取扱説明書に示されていた  
**鋳鉄ラップ定盤の平面度管理方法**

ラッピング加工とは、定盤の  
持つ平面度を被加工物に転写さ  
せる方法です。だから被加工物が常  
に一定の精度を保つためには  
「定盤の平面度管理」すなわち  
定盤を修正し、常に平面にして  
おくことが重要なポイントです。

鋳鉄ラップ定盤の修正作業は  
**毎日、作業終了後、  
10分くらい  
行うといわれています。**

とにかく「**平面度管理**」が  
**高精度研磨につながります**

**鋳鉄ラップ定盤の修正方法**

鋳鉄ラップ定盤と同じ位の円板を上から載せ伴摺りする

鋳鉄ラップ盤の修正作業はラップ面の色の濃淡で判断します

#120の研磨剤を使い回転数100rpmで10分間作業を行いました

4回目  
黒っぽい帯状のリングが残っていたので  
もう一度研磨を行った

5回目

#200の研磨剤を使い回転数100rpmで10分間作業を行った

スライド 鏡面研磨について (1/2)



この件についてマルトー(メーカー)に確認したところ。  
回転が速く研磨剤が鋳鉄ラップ盤の外周に溜まったのではないかと  
\* 研磨剤が細かくなると遠心力で外周に流れやすくなるので  
細かくなるに従い回転を低速域(何回転?)にすると研磨剤が  
鋳鉄ラップ定盤に均一に載るとの回答がありました\*

研磨材の粒度が細かくなると

→遠心力で  
→研磨剤が外周へ流れ出しやすくなり  
外周に溜まりやすくなるので  
→回転数を下げて遠心力を弱めると良いらしい?

8

マルトーの商品カタログに  
低周速ドクターラップ (ML-182SL) という製品が載っていました  
特徴は  
1) ラップ盤回転速度を低速に抑え、資料へのダメージを軽減し傷やかけの  
少ない研磨を可能にしました  
2) ラップ盤を低速で回すことにより、ラップ盤の面ぶれ、研磨治具の振れを  
極力抑さえ、精度の良い研磨を可能にしました

上記から技術部にあるドクターラップ (ML-182) も変速ができるので  
回転数を試すと20rpm~500rpmまで変速できましたので

1、回転速度を低速(何回転?)に抑えると、資料へのダメージを軽減し  
傷やかけの少ない研磨が可能であるようだ?

2、鋳鉄ラップ盤を低速で回すことにより、  
鋳鉄ラップ盤の面ぶれ、研磨治具の振れを極力抑さえ、  
精度の良い研磨が可能であるようだ?

9

#3000・回転数60rpmで研磨した試料です

太田さんには本当にお世話になりました  
以上で発表を終わります

10

# 母子里における熱収支観測と積雪底面流出モデルの適用

築場 大将<sup>1</sup>、石井 吉之<sup>1</sup>、高塚 徹<sup>2</sup>、千貝 健<sup>2</sup>、森 章一<sup>3</sup>、小野 数也<sup>2</sup>

1. 水・物質循環部門水文気象分野
2. 技術部先端技術支援室
3. 技術部装置開発室

## はじめに

北海道幌加内町母子里に位置する雨龍研究林内の観測露場では、日射・気温・湿度・風速・降水量などの熱収支観測に加え、積雪底面流出量（SBO）の連続観測を行っている。SBOとは積雪底面から流出して地表面まで到達する水量であり、積雪による貯留効果や土壌への涵養量など、積雪地域の水循環を理解するために重要な物理量である。そのため、長期にわたり融雪流出の研究を行ってきた母子里でも、大型積雪ライシメータ（3.6 m×3.6 m）を用いてSBO観測を続けてきた（図1）。母子里のライシメータは、その枠内の自然積雪が融雪水となった時、それらを全て捕集するのに十分な大きさを備えている（Nomura, 1994）。そして、その構造は融雪水が土壌内に埋設した管を通じて、分解能0.04 mmの転倒ます式流量計に注がれるようになっている。したがって、観測するには測器を積雪下に設置する必要がある、その維持管理は他の気象観測と比べて難しい。そのため、全国的に見てもSBOの観測を行っている場所は少なくなっており、母子里での観測データは希少である。ところが、2017年の4/7から4/17まで、何らかの原因で融雪水が流量計に注がれなくなり、SBOデータが欠測になってしまった。そこで、母子里での熱収支観測から表面融雪量を計算し、融雪水が積雪中を浸透する過程を積雪底面流出モデルで再現して、欠測になったSBOデータの補完を試みた。本稿ではその結果と、そこから分かった積雪底面流出モデルの問題点について報告する。



図1 大型積雪ライシメータ

## 熱収支計算

母子里で観測された 2017 年の融雪期（4 月）の気象データを用いて、積雪表面の熱収支計算を行った。熱収支式により、積雪表面での全融雪熱量  $M$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) は、 $M = R_n + H + \lambda E + R$  から 1 時間ごとに計算できる（宍戸ほか、2005）。 $R_n$  は放射収支量 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )、 $H$  は顕熱伝達量 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )、 $\lambda E$  は潜熱伝達量 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )、 $R$  は降雨からの移流熱量 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) である（図 2）。計算に用いた気象データは 1 年を通じて観測を続けており、例として 2016 年の 1 年分のデータを図 3 に示す。これらの熱量は全て雪面に与えられ、積雪表面融解に用いられるとした。そして、全融雪水量  $M_w$  ( $\text{mm}/\text{hr}$ ) は、 $M_w = M / (c_i \cdot \rho_w)$  から計算できる。 $c_i$  は氷の融解熱 ( $\text{J}/\text{kg}$ )、 $\rho_w$  は水の密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) である。このとき発生した融雪水は、全て積雪内部へ浸透するとした。

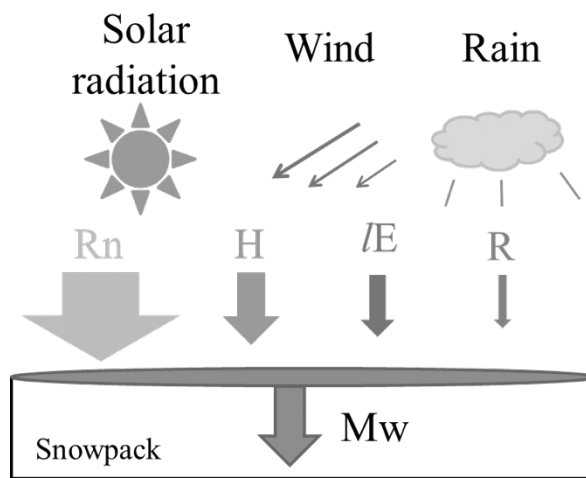


図 2 熱収支計算の模式図

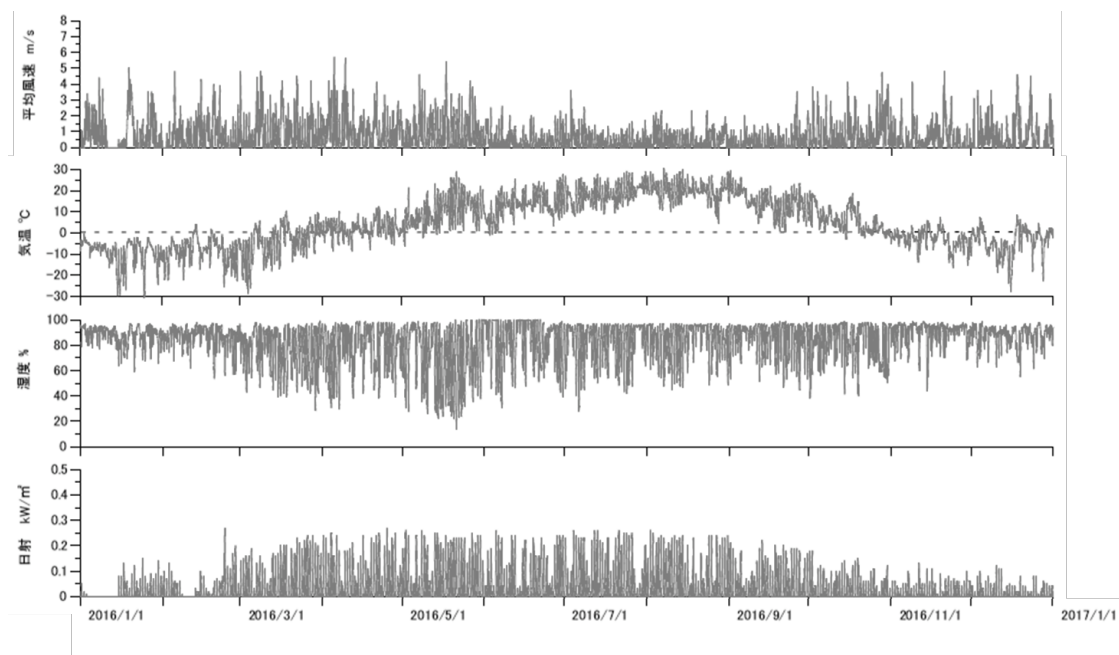


図 3 2016 年の母子里での気象観測結果

## 積雪底面流出モデル

一段のタンクモデルを基本に、次のように積雪底面流出モデルを作成した（図 4）。熱収支計算による融雪量と、母子里で観測した降雨量の 2 つを雪面へのインプットとして与え、 $SBO = \alpha_1 \cdot S + \alpha_2 \cdot (S-h)$  の式で 1 時間ごとに SBO を計算する。S は積雪貯留量（mm）、h は浸透孔の高さ（mm）、 $\alpha$  は浸透係数（1/hr）である。このとき、h は積雪深に比例する（中津川ほか、2004）とし、 $\alpha$  はどちらも定数とした。また、2 つのインプットのうち、融雪水は 2-3 時間、降雨は 1 時間遅れてタンクに流入するとした。モデル計算は本格的な融雪が始まった 4/4 から開始し、4/7 から 4/17 の欠測期間を含んで 4/30 まで行った。欠測期間前後の長さが大きく異なるが、これは欠測期間に観測された降雨による浸透を再現するのに、降雨が続いた 4/25 以降のデータを用いることが適していたためである。そして、モデルによる計算結果とライシメータによる実測値との誤差判定は、Nash-Sutcliffe 係数（NS）を用いて行った。これは、タンクモデルの適合性を評価するためによく用いられる指標であり、1 に近いほどモデルの精度が高く、0.7 以上がモデルの再現性の目安とされている。その計算式は  $NS = 1 - \frac{\sum\{q_o(i) - q_c(i)\}^2}{\sum\{q_o(i) - q_{av}\}^2}$  で表され、 $q_o(i)$  は  $i$  時の観測値、 $q_c(i)$  は  $i$  時の計算値、 $q_{av}$  は観測値の平均値である。

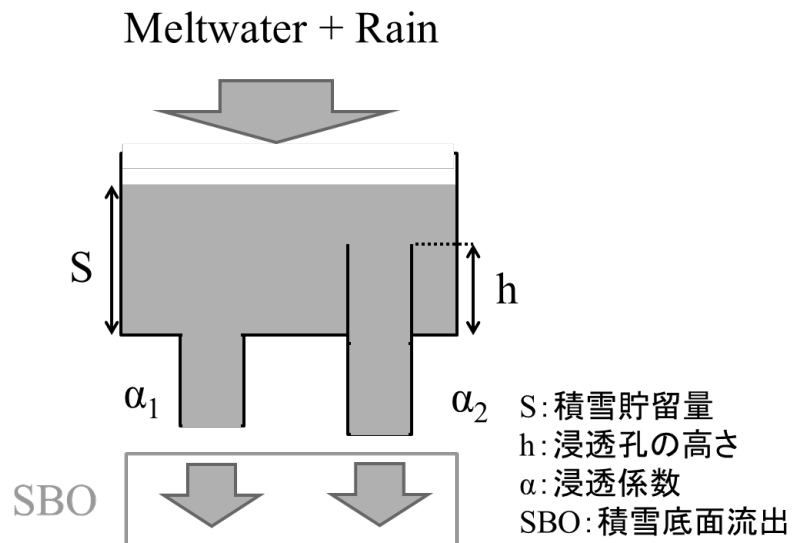


図 4 積雪底面流出モデルの模式図

## 再現結果と問題点

積雪底面流出モデルにより SBO を再現した結果を、融雪前期（4/5-4/7）は図 5、融雪後期（4/22-4/30）は図 6 に示す。まず、どちらの図にも、1 日に 2 つピークがみられる場合がある。これは、一方が毎日正午過ぎに見られる融雪によるピークで、もう一方は降雨によるピークである。次に、NS は全体で 0.83 と高い再現性が得られた。しかし、図 5、6 を見ると融雪ピークの立ち上がり時はおおむね一致したが、融雪ピークは遅れて

出現し、その計算結果は大半が実際よりも過大となった。また、降雨ピークの計算結果は図 5 で過小、図 6 でほぼ過大となった。以上から、このモデルの傾向として、インプットの遅れや浸透係数は、立ち上がり時を再現するのに適した値に決まっていることがわかる。そして、再現結果の問題点をまとめると、①融雪ピークの発生が遅い、②融雪ピークの計算結果がほぼ過大、③降雨ピークの再現性が低い の 3 つである。

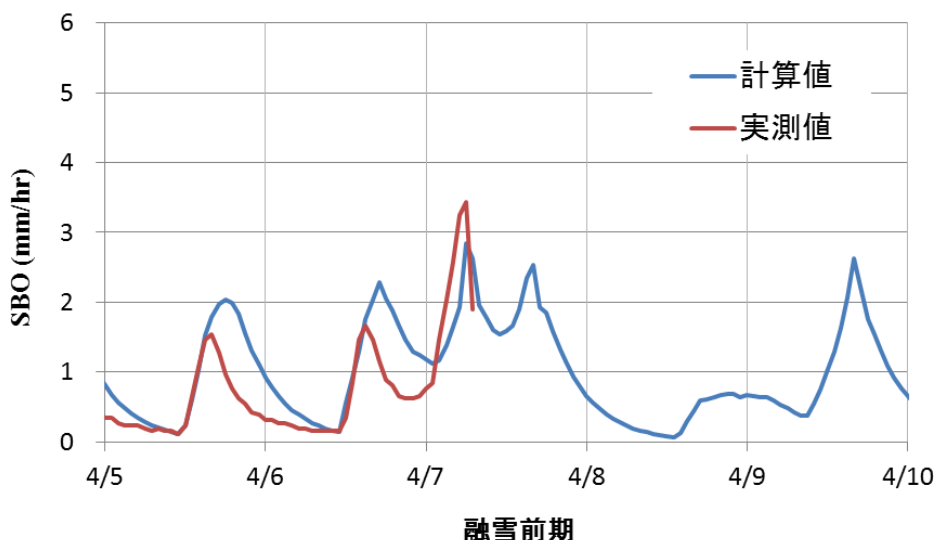


図 5 SBO の計算結果と実測値の比較 (2016 年融雪前期)

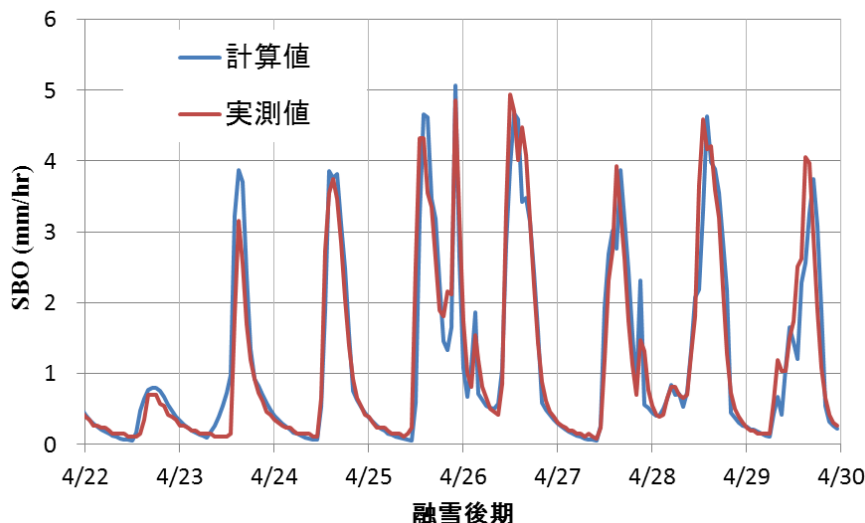


図 6 SBO の計算結果と実測値の比較 (2016 年融雪後期)

このような結果となった原因として、モデルに積雪貯留効果がうまく組み込まれていない可能性がある。そこで、積雪貯留効果がどのように働くのかを踏まえたうえで、①から③の問題点の原因について考察する。最初に、①の融雪ピークの発生が遅い点について考える。立ち上がり時と融雪ピーク時の積雪貯留量・融雪量を比較すると、どちらも立ち上がり時は 1 日の中でほぼ最小、融雪ピーク時は最大となる。したがって、立ち



上がり時には積雪に融雪水を貯留するだけの余裕があり、融雪水の流入量も少ないため、積雪貯留によって積雪底面から流出するまでに遅れが発生する。そして、融雪ピーク時には大量の融雪水が流入するため、その一部が積雪に貯留されても残りが浸透すると考えられることから、底面流出の遅れは小さい。以上より積雪貯留効果は、立ち上がり時には強く影響して底面流出が遅れるが、融雪ピーク時にはその影響が小さくなるためにほとんど遅れがないことがわかる。しかし、このモデルでは積雪貯留効果による底面流出の遅れをインプットの遅れとして表し、融雪ピーク時にも立ち上がり時と同じ値で与えてしまった。そのため、本来の融雪ピーク時ならすぐに積雪底面まで浸透するはずの、大量の融雪水が遅れて流入することになり、それに伴い融雪ピークも遅れてしまう結果となったと考えられる。

次に、②の融雪ピークの計算結果がほぼ過大になった点について考える。図 5、6 を見ると、立ち上がり直後に SBO が鋭く増加していることがわかる。これは、融雪水が積雪内である程度まで貯留されたため、新たに融雪水を貯留するだけの余裕がなくなったということである。そして、積雪内でほとんど貯留できなくなったために、積雪底面まで浸透する融雪水量が一気に増加することを示している。これを再現するためには、モデルに可能積雪貯留量を設定し、底面流出を抑える効果を組み込む必要がある。ところが、可能積雪貯留量の推定が難しいため、今回は積雪での貯留が十分に再現できていない。それにより、立ち上がり直前のモデルの積雪貯留量は、実際より小さくなっていると考えられる。その状態で SBO の急な立ち上がりを再現しようとする、本来よりも浸透係数を過大に与える必要がある。この過大な浸透係数は立ち上がり時も融雪ピーク時でも一定値であるため、図 5、6 のように立ち上がりは良く合うが、貯留効果が小さい融雪ピークに近づくにつれて計算値は観測値より大きくなっていく。したがって、最終的には融雪ピークの計算結果が大部分で過大になる結果となったと考えられる。以上より、このモデルでは、融雪水に対する積雪貯留効果の再現が不十分であったと言える。しかし、積雪貯留効果は積雪深だけでなく、積雪層構造や内部での水みち形成など、容易に観測できない要因に強く影響を受けている（石井、2002）。そのため、現状では積雪貯留効果を十分にモデルに組み込むことは難しい。

最後に、③の降雨ピークの再現性が低い点について考察する。降雨浸透は融雪浸透以上に複雑な現象であり、未解明な部分が多い。例えば、降雨はあまり貯留されず、融雪水よりも素早く積雪内を浸透する傾向が確認されている。しかし、降雨浸透量は総降雨量や積雪深に依らない（石井ほか、2016）ため、どれだけの量が浸透するのかは良く分かっていない。例として、実際に今回再現した期間の降雨イベントを見ると、降雨量はどれも合計 10 mm 程度である。しかし、積雪深が大きい期間（図 5）で計算結果が過小、積雪深が小さい図 6 ではほとんどが過大となるため、降雨浸透を一定のパラメータとしたこのモデルでは、再現が困難であることがわかる。したがって、降雨浸透はイベント毎に浸透係数を設定する必要もあり得るが、実用的には非常に難しい。以上より、積雪貯留効果を積雪深のみから考え、降雨・融雪水の遅れを一定とした今回の積雪底面流出モデルでは、再現性に問題がある。

ここまで、積雪底面流出モデルの問題点について論じてきたが、日単位のように大きな時間スケールで見るのであれば、今回のモデルでも十分に欠測データの補完ができる。しかし、従来の積雪底面流出モデルの開発は、積雪浸透現象の理解を目的として行われてきた。そのため、日変動を示すこの現象を研究するには、少なくとも1時間スケールでの再現が必要である。また、最近では融雪期の災害予測への活用も期待されてきている。例えば、融雪と降雨が重なった時や融雪後期にはSBOが大きくなるため、河川流出量や土砂災害危険度が増加する。それに伴い、過去には融雪洪水や土砂崩れに発展したケースもある。しかし、一般性と十分な精度を持った積雪底面流出モデルはいまだ研究途上であり、融雪水を対象とした災害危険度の予測は実用化に至っていない。したがって、現状ではライシメータによるSBOの直接観測が最も精度が高く重要であると言える。SBOの観測自体はやや困難ではあるが、防災面や積雪底面流出モデルの発展のためにも、これから観測地点が増えていくことが望まれる。

## 参考文献

- 石井 吉之「融雪水の積雪内浸透に及ぼす雪質の効果」北海道大学地球物理学研究報告、65、53 – 68、2002。
- 石井 吉之、中坪 俊一、森 章一、高塚 徹、千貝 健、小野 数也、池田 正幸、的場 澄人「母子里における融雪期の模擬降散水実験」北海道大学低温化学研究所技術部技術報告、22、25 – 29、2016年12月。
- 宍戸 真也、石井 吉之、山崎 学、田中 夕美子、「降雨と融雪が重なったときの出水現象」北海道の農業気象、57、15 – 28、2005。
- 中津川 誠、工藤 啓介、星 清「積雪貯留を考慮した汎用的な融雪流出解析」水工学論文集、48、37 – 42、2004。
- Nomura, M., Studies on the Delay Mechanism of Runoff to Snowmelt, *Contributions from the Institute of Low Temperature Science*, 39, 1 – 49, 1994.

# 母子里における新超音波積雪深計の設置について

高塚 徹<sup>1</sup>、千貝 健<sup>1</sup>、森 章一<sup>2</sup>、石井 吉之<sup>3</sup>

1. 技術部先端技術支援室
2. 技術部装置開発室
3. 水・物質循環部門水文気象分野

## はじめに

先端技術支援室では母子里融雪観測室の露場に設置されている自動気象観測システムの保守・管理を行っている。2017年9月、老朽化した超音波積雪深計（図1：以下積雪計）を、支柱も含めて更新した（図2）。新積雪計は、露場に設置するセンサーと音速補正用の温度計を合わせたSR50AT（Campbell Scientific, Inc.：図2）を中心に、観測室内のデータロガーCR200X（Campbell Scientific, Inc.：図3）などで構成されている（図4）。測定データは、観測室内のPC上のデータ回収アプリケーションがスケジュールに従ってCR200Xから回収し保存する。保存されたデータは自動的に所内へ送られ、いつでも確認できる。

新積雪計の設置作業は2日かかった。1日目は支柱の組み立てと設置・ケーブルの埋設、2日目はCR200Xのセットアップとシステム全体の動作確認を行った。本稿では、露場での取り付け作業について、報告する。



図1 老朽化した既設積雪計



図2 新積雪計（露場）



図3 新積雪計（観測室内）

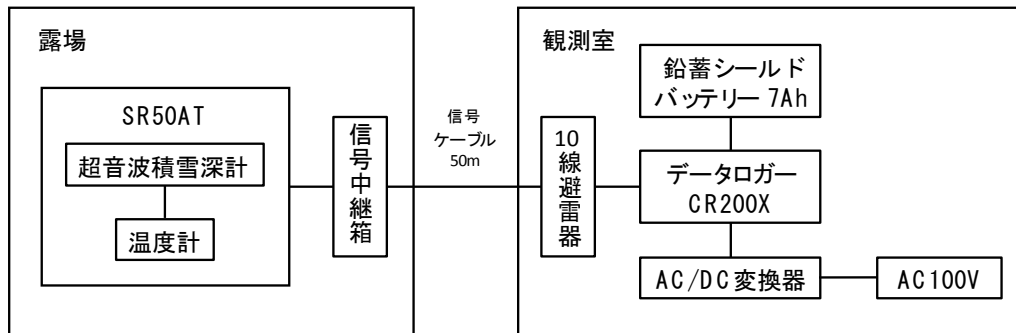


図4 新積雪計のシステム構成

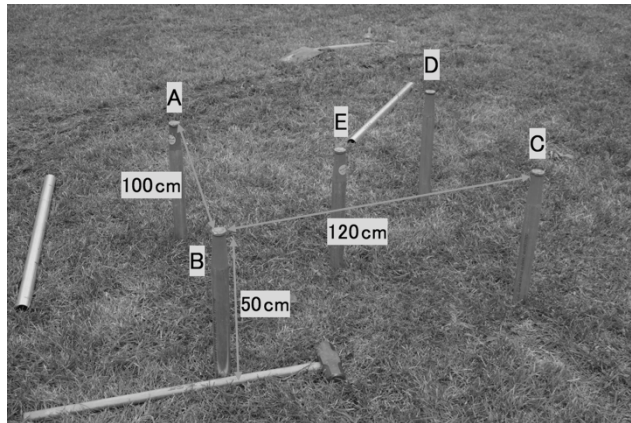


図5 打ち込みした杭 (150 cm)

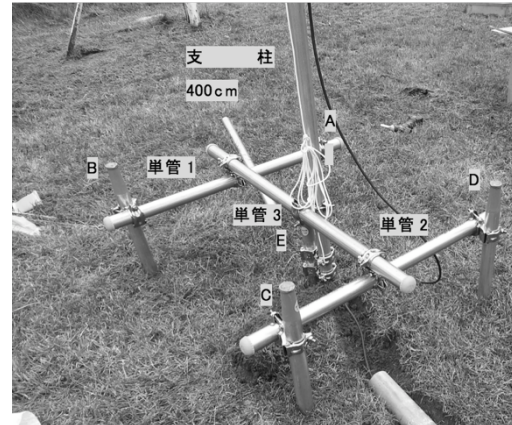


図6 完成した土台

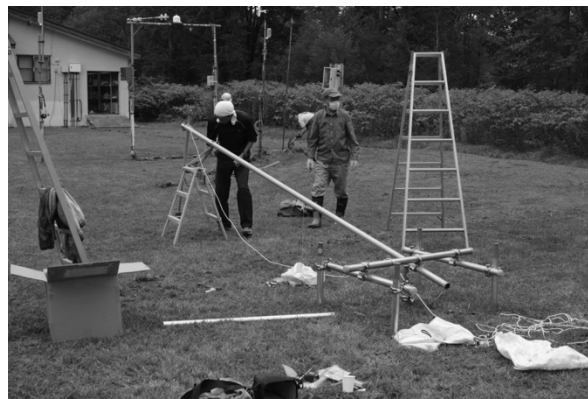


図7 手前に倒すことができる支柱

### 新積雪計支柱の設置

新積雪計は既設のものから 5 m 離れた位置に設置し、土台は以下のものを使用した。

- ・ 杭 A、B、C、D、E (図5:  $\phi 48.6 \times 1500$  mm)
- ・ 単管 1、2 ( $\phi 48.6 \times 1200$  mm)
- ・ 単管 3 ( $\phi 48.6 \times 1500$  mm)
- ・ 支柱 (杭 E に固定:  $\phi 48.6 \times 4000$  mm)

これら全てをクランプで固定し (図6)、揺れ止めのため 4 本のステーを張った。支柱は杭 E のクランプを外すことで手前に倒れ、SR50AT の保守が容易に出来る (図7)。



図 8 支柱に取り付けられた SR50AT のセンサー、  
温度計、信号中継箱

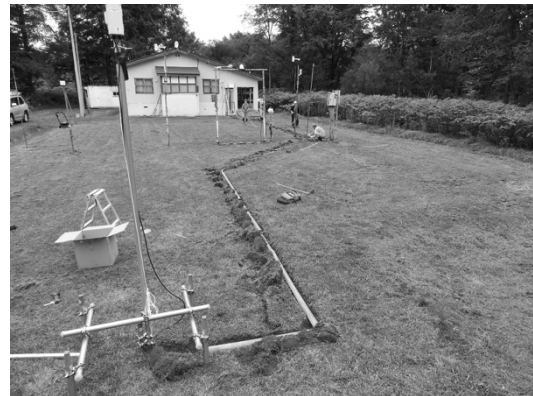


図 9 経路に沿って埋設溝の掘り起こし作業 図 10 2本のケーブルに塩ビ管を被せて敷設

## 新超音波積雪深計の取り付けと信号ケーブルの埋設

この露場では積雪が 2 m 以上になるため、SR50AT センサーを 3.8 m の高さに設置した。この高さから地面における SR50AT センサーの測定範囲は半径 1 m 程度であるため、支柱から腕木を 1 m 張り出し、先端に取り付けた。また、高さ 3 m 付近に音速の温度補正に使う温度計と信号中継箱を取り付けた (図 8)。

既設の超音波積雪深計の信号ケーブルが埋設されている経路を探しながら幅 20 cm、深さ 30 cm 程度掘った (図 9)。SR50AT の信号ケーブルと既設の積雪計のケーブルを抱き合わせて半円に切った長さ 2 m の塩ビ管を被せて埋め戻した (図 10)。

## おわりに

今回は土台も含め支柱の設置とセンサー部の取り付け、観測室までの信号ケーブルの埋設等の新積雪計設置作業を無事行うことができた。とりわけセンサー部の保守を行いやすい設計で土台と支柱の設置を行なうことが出たため、今後の保守点検作業が容易になると思われる。

# ドリフターを用いた北太平洋子午面循環の研究

三寺 史夫<sup>1</sup>、西川 はつみ<sup>1</sup>、高塚 徹<sup>2</sup>

1. 環オホーツク観測研究センター
2. 技術部先端技術支援室

## はじめに

北太平洋では、亜熱帯から亜寒帯に流入した表層水がオホーツク海で重くなって海洋中層(300 – 1000m)に沈み込み、最終的に中層を北太平洋全体に広がりつつ低緯度に戻るといふ、子午面循環が生じている。子午面循環は沈み込むときに酸素など様々な物質を取り込み新鮮な海水を北太平洋中層に送り込んでいることから、オホーツク海は北太平洋にとっていわば心臓の役割を担っているといえる。このような子午面循環を駆動する要素として亜熱帯を起源とする高塩水の供給がある。ここでは、高塩水の輸送経路を見出すため、北太平洋移行領域で行った海面ドリフターの観測について報告する。

北太平洋移行領域は黒潮により運ばれる暖かく高塩な亜熱帯水と親潮により運ばれる冷たく低塩な亜寒帯水の合流地点であるため(図1)、子午面循環における高塩水の輸送経路である可能性が高い。本研究では亜熱帯水を亜寒帯へと運ぶ磯口ジェットと呼ばれる準定常的な流れ(Isoguchi et al., 2006)に注目し、2015年9月及び2017年8月に、北太平洋移行領域で ARGOS アンテナ<sup>1</sup>を搭載した海面ドリフターを投入した。磯口ジェットを横切るライン上に海面ドリフターを投入し、その軌跡を追跡することにより、子午面循環における亜熱帯水の輸送経路の解明を目指す。

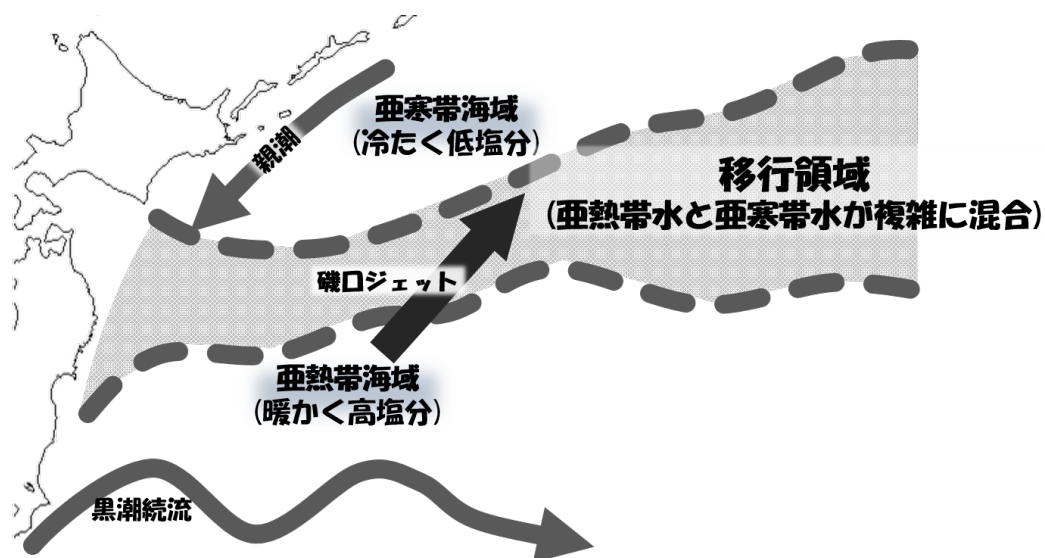


図1 研究の対象海域である北太平洋移行領域

1 衛星を利用して地球環境に関するデータを収集するシステム  
<http://www.isas.jaxa.jp/publications/hokokuSP/hokokuSP45/11-22.pdf>

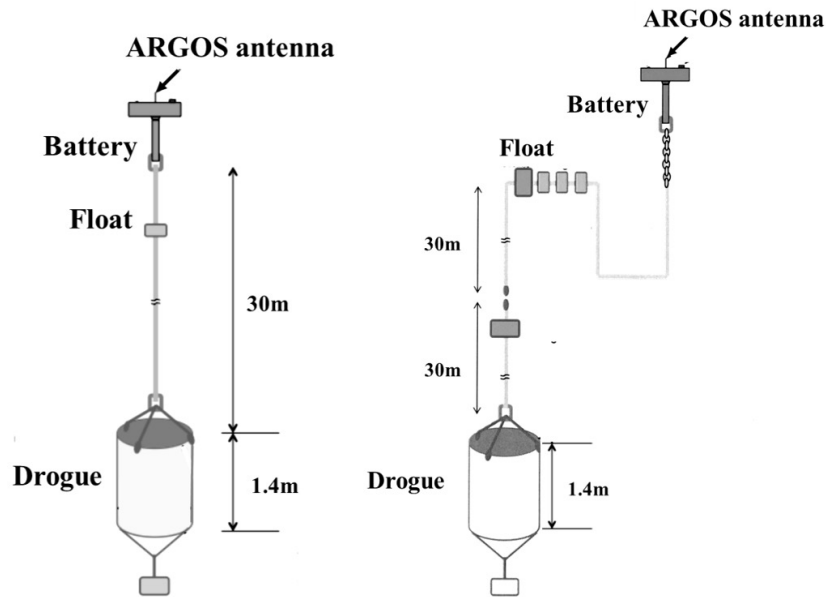


図 2 海面ドリフターの模式図

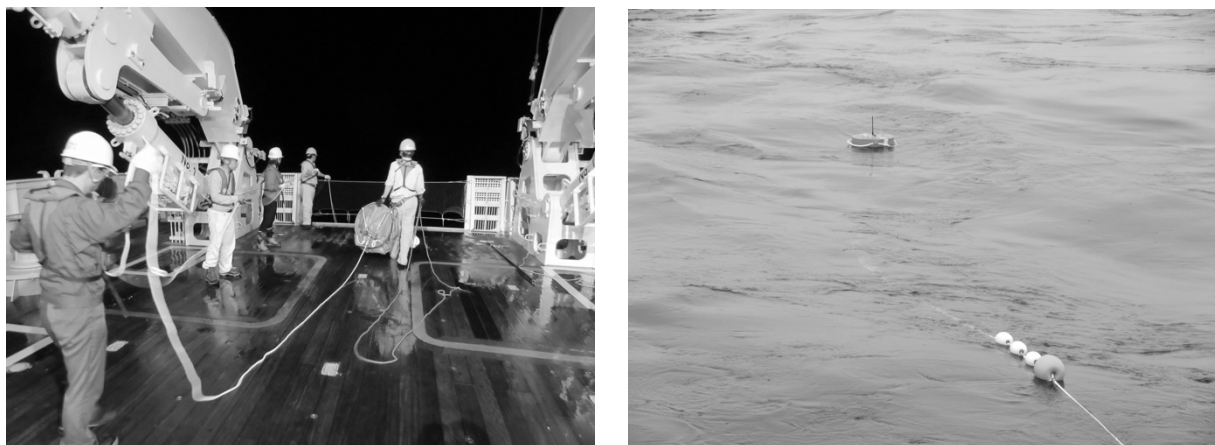


図 3 海面ドリフター投入時（左）と投入直後のドリフターの様子（右）

### ARGOS システムを用いた海面ドリフター観測

海面ドリフターは、ARGOS 送信アンテナ、バッテリー、抵抗体となるドロッグ、重りによって構成される（図 2）。ドロッグは 60 m の深さと 30 m の深さに位置するよう、ロープの長さが設定されている。海面ドリフターに設置された ARGOS 送信アンテナから極軌道を周回する衛星に位置情報を送信し、その情報は地上受信局へと転送される。取得されたデータは地上受信局で位置の計算等のデータ処理が行われた後データベースへ保存され、これを取得することによって解析に使用する。ARGOS 送信アンテナと衛星との通信は日本時間 9 時から 15 時の間の毎日通信が行われている。海面ドリフター投入時と投入後の様子を図 3 に示す。

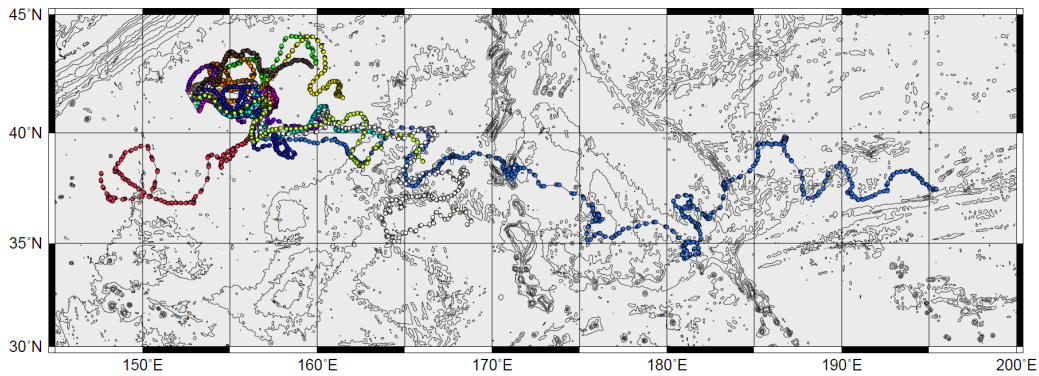


図 4 2015 年の海面ドリフターの軌跡。背景は海底地形。

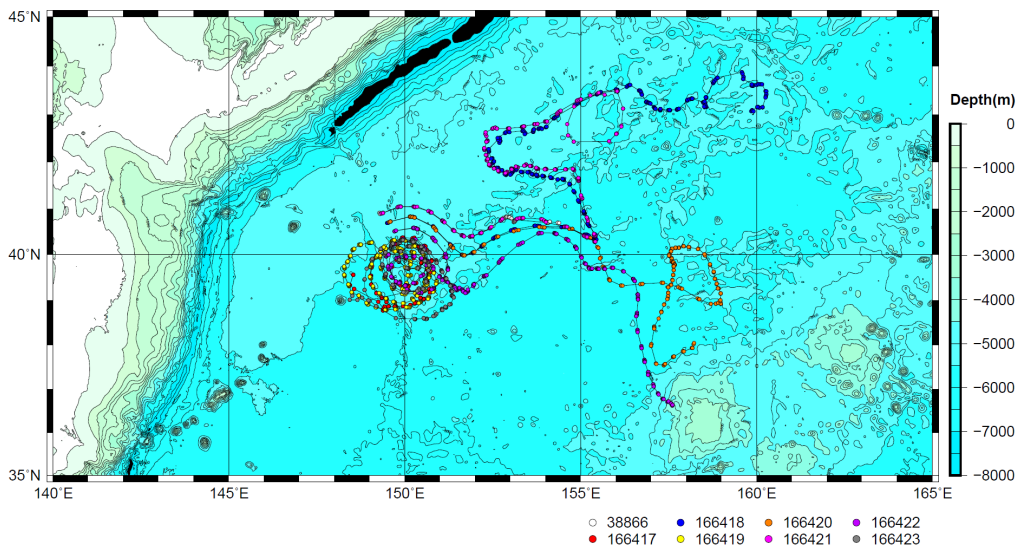


図 5 2017 年の海面ドリフターの軌跡 (2017 年 10 月 29 日現在)。背景は海底地形。

## 2015 年観測結果

2015 年の ARGOS システムを用いた海面ドリフター観測結果を図 4 に示す。海面ドリフターは 2015 年 9 月 2 日に合計 12 基投入し、全てのドリフターの通信が途絶えたのは 2016 年 10 月 18 日であった。海面ドリフターの軌跡は、始めは全てのドリフターが北東へ流れ、その後、渦を描きながら停滞し、北東方向へ流れていくものと南東方向へ流れていくものに分岐した。これらの渦や流れは、北太平洋移行領域に存在する緩やかで小さな海底地形とよく対応していた。海面ドリフター観測により移行領域周辺の流れが可視化された。

## 2017 年観測結果

2017 年は合計で 8 基の海面ドリフターを投入した。観測結果を図 5 に示す。投入点の南側に存在する渦により、南側の 2 点で投入した 4 基のドリフターは渦に巻き込まれる形となった。北側 2 点で投入したドリフターは、東に流れた後、北緯 40 度・東経 155



度付近で南北に分岐した。2017 年の軌跡も、2015 年の観測と同様に海底地形との対応が確認された。1 基の通信がすでに途絶えてしまったが、残り 7 基は現在も通信している状態であるので、亜熱帯水の輸送経路のさらなる解明が期待される。

#### 引用文献

Isoguchi O, Kawamura H, Oka E (2006) Quasi-stationary jets transporting surface warm waters across the transition zone between the subtropical and the subarctic gyres in the North Pacific. *J. Geophys. Res.* 111: C10003. doi:10.1029/2005JC003402

## 第 58 次南極地域観測隊での海水・海洋観測

小野 数也

技術部先端技術支援室

### はじめに

近年南極氷床の融解が、地球の海水位上昇の加速に寄与し、南極底層水の変質を通して海洋大循環にも影響を及ぼすことが懸念されている。しかし、近年注目される東南極氷床の融解と海洋の関わりについては未だ十分な現場観測がなされず、また氷床を取り巻く南極海での融解水増加については直接評価がなされておらず、氷河・氷床と海洋の相互作用の解明が急務となっている。そこで、低温科学研究所と国立極地研究所が中心となって観測計画を立案し、これが日本の南極地域観測の第 IX 期（平成 28–33 年度）において計画の中心に当たる重点研究観測サブテーマ(2)「氷床・海氷縁辺域の総合観測から迫る大気－氷床－海洋の相互作用」として採択された。本計画では、日本の観測基地のあるリュツォ・ホルム湾を含む東南極沿岸の三海域に着目し、海洋による氷河の融解を中心とする氷河・海氷・海洋システムの相互作用の実態把握を目指している。

筆者は、第 58 次日本南極地域観測隊（JARE58：2016 年 12 月 2 日から 2017 年 3 月 20 日まで南極観測船「しらせ」（図 1）に乗船）に低温研からの責任者として参加し、技術部で開発した装置の設定・設置、係留機材の設置、海水のサンプリング、海水の分析などを行った。本稿では実際に行った／行えなかったミッションについて紹介する。



図 1 昭和基地沖に停泊中の「しらせ」

## POPS ブイの設置

東南極沿岸を特徴付ける三海域の一つであるリュツォ・ホルム湾に着目し、白瀬氷河を中心とする氷河・海氷・海洋システムの実態把握に加え、十年規模スケールのシステム変動の把握を行う。今回、POPS ブイ（図 2：Polar Ocean Profiling System）と呼ばれる、海氷下の海洋各水深の水温・塩分データを時系列で取得できる観測装置を設置して、白瀬氷河近傍の海氷下の海洋データを 1 点ながらも 1 年を通した通年のデータを取得する事を目指した。作業はまず上空から氷況を確認し、安全な場所を探したのち、ヘリコプターで機材・人員を運び、設置する予定だった。

2016 年 12 月 26 日に観測点付近のヘリコプターによる偵察の結果、設置候補点が薄い海氷で覆われている上にメルトポンド（海氷の上部が溶けて湖になっている状態）が散見された（図 3）。再度、2016 年 12 月 31 日に観測隊ヘリによる偵察フライトを POPS ブイ設置候補点付近で実施した。その結果、当初の設置候補点のみならず代替りの候補点全てで、海氷が薄く周辺にリード（海氷の中にある水路のような開放水面）が散見される上に、メルトポンドが高密度で存在し、さらに一部のメルトポンドは底なしになっている事が上空からも視認できた。POPS ブイ設置候補点にヘリで着陸する事および海氷上での観測機器設置作業に安全が確保できなかった事から、今シーズンでの POPS ブイ設置を断念した。このような氷況のため、昭和基地沖で計画されていたスノーモービルから行う係留系の設置も断念せざるをえなかった。

今回設置できなかった POPS ブイは今年出発する第 59 次南極地域観測隊（JARE59）で再設置を予定している。JARE58 ではヘリコプターを基点にした設置方法のみを考えていたため、観測項目の変更に対応しきれなかった。JARE59 では、しらせで観測点まで向かい、メルトポンドのないような氷が安定している場所から降りて設置することを予定している。



図 2 POPS ブイ



図 3 POPS ブイ設置点付近の海氷の状態



図4 GPS ロガーと氷温プロファイラ



図5 装置の設置風景

### GPS ロガーと氷温プロファイラ

氷の成長を通年で観察するため、GPS ロガーと氷温プロファイラを技術部が製作した。この GPS ロガーと氷温プロファイラはそれぞれ Arduino Pro mini 3.3V で製作し、1つのクーラーボックスの中に配置した(図4)。氷温センサーは10cm 間隔で2m まで計測が可能で、GPS ロガーは1日10分程度のGPS データを取得する。それぞれのデータはMicro SD カードに保存される。この装置を上記POPS ブイ設置点に併設する予定だったが、POPS ブイに関わる全ての観測がキャンセルになったため、昭和基地の北側にある北の浦で数日間のテストを行うこととした(図5)。上端から30cm 埋めることによりGPS の感度テストを行った結果、埋まった状態でも2、3日のデータは問題なく取得できた。氷温プロファイラ部分はJARE59でテストを行い、ログが取れるかを確認する予定である。

### リュツォ・ホルム湾海洋観測

2017年1月22日から2017年2月14日の間、リュツォ・ホルム湾内(図6)において、しらせ停船観測による、採水器付き水温塩分計の投入・回収、溶存酸素測定、投下型水温塩分計観測と航走観測による海底地形測量を、予定された測線及び測点において行った。その中で主に海水サンプリング(図7)、溶存酸素測定(図8)、海底地形測量などを担当した。また、低温研まで持ち帰ったサンプルから塩分測定も行った。

しらせ停船観測によるCTD 観測(採水器付き水温・塩分センサー)の観測点数は、当初予定の44点と比べて少ない31点となったが(図6赤点)、南極観測隊初の広範囲・高密度の海洋観測を行うことができた。その結果、湾内で海洋が溶かした白瀬氷河の融解水の広がりを明確に捉えることに成功した。

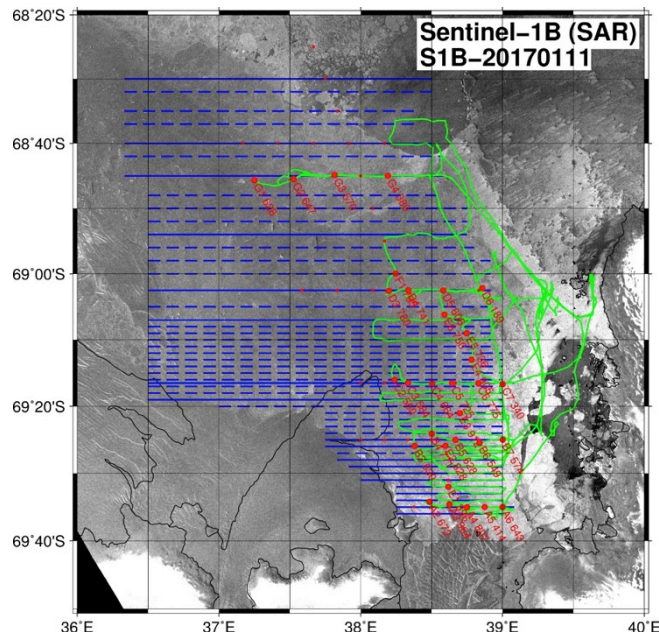


図 6 リュツォ・ホルム湾内で実施した CTD 測点（丸にラベル）と船の航跡（緑線）



図 7 採水の様子

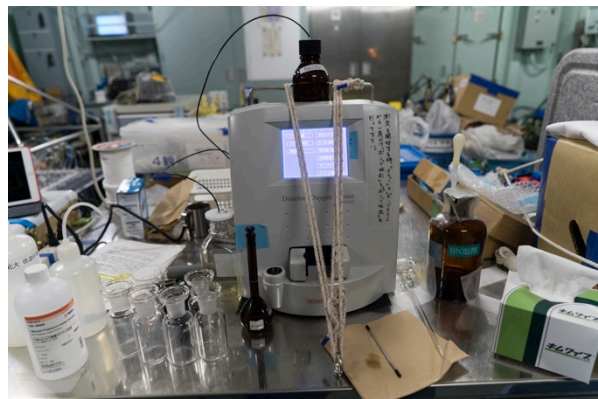


図 8 溶存酸素滴定装置

### ケーブダンレー沖係留系設置

東南極沿岸を特徴付ける三海域の一つであるケーブダンレー沖海域に着目し、高海氷生産による高密度陸棚水の形成過程の定量的把握と、上流に位置する棚氷・冰山群を含めた淡水・物質循環過程を捉える。本課題では、プロファイリングブイにより取得した通年海洋データによる衛星海氷生産量の検証と、時系列採水による水塊特性の季節発展の詳細解析による淡水起源の把握を目指す。

観測地点を図 9 に示す。2017 年 2 月 25 日から 3 月 1 日の間、ケーブダンレー沖に浮沈型係留ブイ付係留系（図 10 左、2/26 投入）と時系列自動採水器付係留系（図 10 右、2/28 投入）を予定設置点付近に設置した（図 9 の A1）。浮沈型係留ブイは 10 日おきに浮沈を繰り返す、時系列自動採水器は 15 日おきにサンプリングを行う。余裕を持って、投入の 1 週間ほど前から準備を開始し、スケジュール通りに投入できた。係留系の回収

は 1 年後 JARE59 で行われる。また、しらせ停船観測による CTD 採水を、予定された観測点において行った (図 9 の A1、A2、B1 地点)。

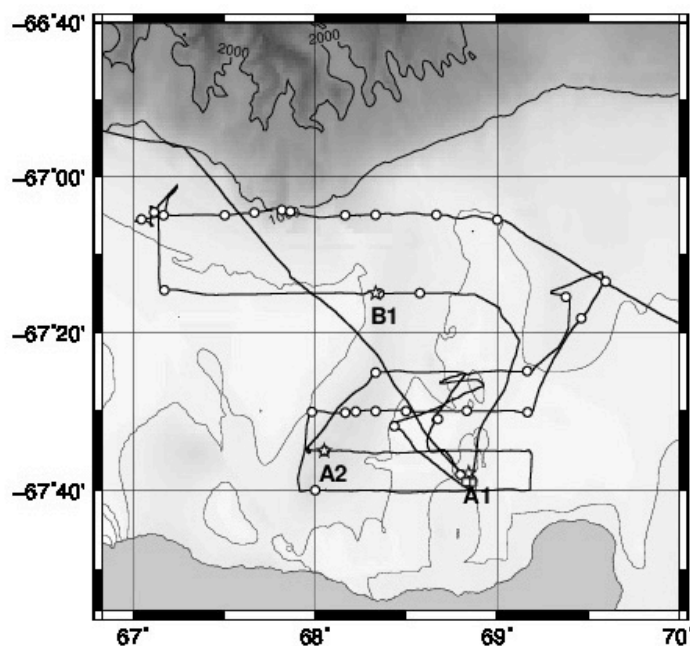


図 9 ケープダンレー沖の観測点。実線はしらせの航路。



図 10 ケープダンレー沖に投入した係留系。(左)浮沈型係留ブイ付係留系 (2/26 5:54 (UTC) 投入)、(右) 時系列自動採水器付係留系 (2/28 4:02 (UTC) 投入)。

## おわりに

当初の計画からできなかった観測もあったが、他の隊員の協力もあり、概ね成功をおさめることができた。実施不可能だったミッションは JARE59 での成功を期待したい。また、ケープダンレー沖の係留系を投入してから 1 年後、JARE59 での回収が無事にできることを願っている。

以上の項目に加え、湖沼調査・測地調査・海氷モニタリング・昭和基地沖の水質調査などにも同行させていただいた。他分野の様々な観測手法やサンプリング方法などを見学してもらい、いい刺激になった。今後の仕事に生かしたい。

# 低温研ウェブサーバアクセス解析 2016/10–2017/09

千貝 健<sup>1,2</sup>

1. 技術部先端技術支援室
2. 所内広報委員会ホームページ担当

前回まで [1] と同様に、2016 年 10 月 1 日から 2017 年 9 月 30 日まで 12 ヶ月間のアクセス統計（表 1–9）とこれまでのアクセス推移（図 1）を示した。統計には、所内向け情報および各研究グループウェブサイトへのアクセス、低温研内部からのアクセスを含めていない（ただし、図 1 の「所内含む」を除く）。12 ヶ月間の全リクエスト件数（以下、リクエストと略す）は **2,491,792** 件、全ページリクエスト件数（以下、ページ数と略す）は **378,872** 件であった。

スマートフォン等（iPhone/iPad/Android）からのアクセスは全体の 1 割を超えており、詳細を省くが過去 2 年間と比較すると 1 % 程度の微増である。Android スマートフォンのホーム画面にある Google 検索窓からのアクセスもあるようだ（表 6 参照元サイトレポートの android-app://... がそれに対応する）。

リクエスト不成功で一番多かったものは wp-login.php で、1 ヶ月あたり 254 件であった。WordPress の設定ミスやセキュリティホールを狙った攻撃と思われる（本ウェブサーバでは WordPress を使用していないため、リクエスト不成功になる）。このように一般公開しているウェブサーバは日々様々な攻撃にさらされているので、チェックとアップデートを欠かさないうようにしたい。

## 参考文献

- [1] 千貝 健, 低温研ウェブサーバアクセス解析 2015/10–2016/09, 北海道大学低温科学研究所 技術部技術報告, **22**, 51–54, 2016.

表 1 月別レポート

年	月	リクエスト	ページ数
2016	10	208211	30490
	11	206898	31780
	12	217237	34817
2017	1	242521	29970
	2	171716	29998
	3	199774	32247
	4	217324	33993
	5	196599	29997
	6	239252	31779
	7	207593	32227
	8	193653	30002
	9	191014	31572

表 2 曜日別集計

曜日	リクエスト	ページ数
日	16863	3948
月	32530	4354
火	34348	4479
水	34832	5161
木	39419	4811
金	30970	4652
土	18685	4164

リクエスト件数、ページ数は  
1 ヶ月あたりの値で示した。

表3 時間別集計

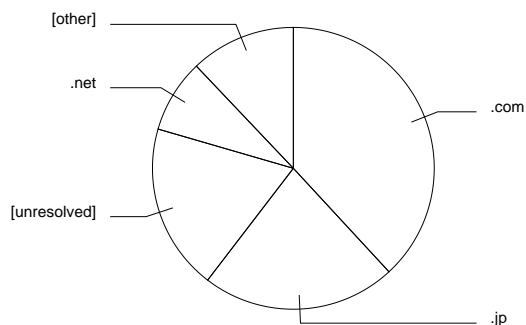
時間	リクエスト	ページ数	時間	リクエスト	ページ数
0時	5926	1047	12時	10599	1269
1時	3785	1254	13時	12324	1299
2時	3357	1111	14時	13343	1626
3時	2610	1085	15時	16526	1561
4時	2497	1183	16時	14511	1448
5時	3159	1193	17時	12946	1725
6時	3159	1081	18時	12729	1515
7時	4311	1160	19時	9241	1296
8時	6254	1325	20時	8042	1170
9時	11464	1470	21時	8258	1259
10時	12699	1525	22時	7898	1207
11時	15042	1492	23時	6960	1261

リクエスト件数、ページ数は1ヶ月あたりの値で示した。

表4 ドメインレポート

リクエスト	ページ数	ドメイン
25282	12037	.com (商業組織)
115505	7036	.jp (日本)
41654	6025	【未解決 IP アドレス】
16584	2658	.net (ネットワーク)
1716	1498	.io (英領インド洋地域)
1307	1195	【未知ドメイン名】
1087	390	.de (ドイツ)
258	100	.ru (ロシア連邦)
61	51	.ua (ウクライナ)
141	44	.cn (中華人民共和国)
83	42	.br (ブラジル)
130	28	.it (イタリア)
137	26	.in (インド)
395	21	.edu (米国高等教育機関)
246	19	.org (非営利組織)
3056	397	【その他：138 ドメイン】

リクエスト件数、ページ数は1ヶ月あたりの値で示した。

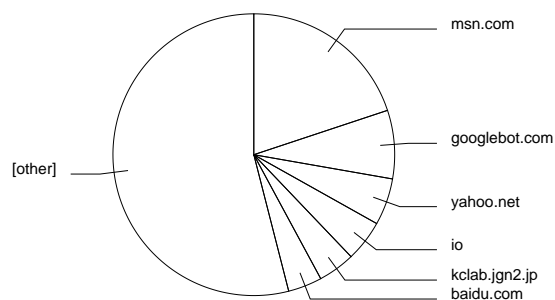


扇型の角度：ページ数

表5 組織別レポート

リクエスト	ページ数	組織
9225	6283	msn.com
4320	2479	googlebot.com
2214	1696	yahoo.net
1716	1498	io
1441	1340	kclab.jgn2.jp
2074	1229	baidu.com
1313	1196	【未知ドメイン名】
1242	812	216.244
1050	780	dti.ne.jp
687	682	hatena.ne.jp
648	605	46
1930	604	amazonaws.com
1556	538	114
10791	339	ocn.ne.jp
6434	313	hokudai.ac.jp
161002	11172	【その他：7,493 組織】

リクエスト件数、ページ数は1ヶ月あたりの値で示した。



扇型の角度：ページ数



表6 参照元サイトレポート

リクエスト	ページ数	サイト
104983	4432	http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/
3143	1085	https://www.google.co.jp/
572	364	http://search.yahoo.co.jp/
485	324	http://www.google.co.jp/
206	205	http://www.hokudai.ac.jp/
157	107	https://search.yahoo.co.jp/
329	68	https://www.bing.com/
226	53	https://www.google.com/
154	48	http://www.bing.com/
42	35	http://m.facebook.com/
28	28	https://cms.kxk.red/
25	24	android-app://com.google.android .googlequicksearchbox/
18	14	http://www.google.com/
14	14	https://www.oia.hokudai.ac.jp/
14	14	http://search.azby.fmworld.net/
1181	503	【その他：1,139 サイト】

リクエスト件数、ページ数は  
1ヶ月あたりの値で示した。

表7 リクエストレポート

リクエスト	html ファイル
5402	/
759	/soshiki.html
669	/en/
468	/meibo.html
359	/symposium.html
338	/access.html
331	/koubo.html
327	/kyoudou.html
319	/press.html
283	/lts.html
276	/topics.html
264	/prize.html
251	/syochou.html
233	/topics/
229	/education.html
21058	【その他：1,642 ファイル】

リクエスト件数は  
1ヶ月あたりの値で示した。

表8 ブラウザ集計

リクエスト	ページ数	ブラウザ
19142	13179	Netscape (compatible)
71542	6964	Safari
18852	2648	Firefox
9083	1722	MSIE
76650	1513	Mozilla
1441	1340	ICC-Crawler
794	773	crawlbot for research ...
685	682	Hatena Antenna
1881	395	ltx71
2444	308	Java
4901	1873	【その他：344 ブラウザ】

リクエスト件数、ページ数は  
1ヶ月あたりの値で示した。

表9 OS レポート

リクエスト	ページ数	OS
17773	12353	ロボット
127417	7395	Windows
15174	6926	未知 OS
36524	3563	Macintosh
10530	1161	Unix

リクエスト件数、ページ数は  
1ヶ月あたりの値で示した。

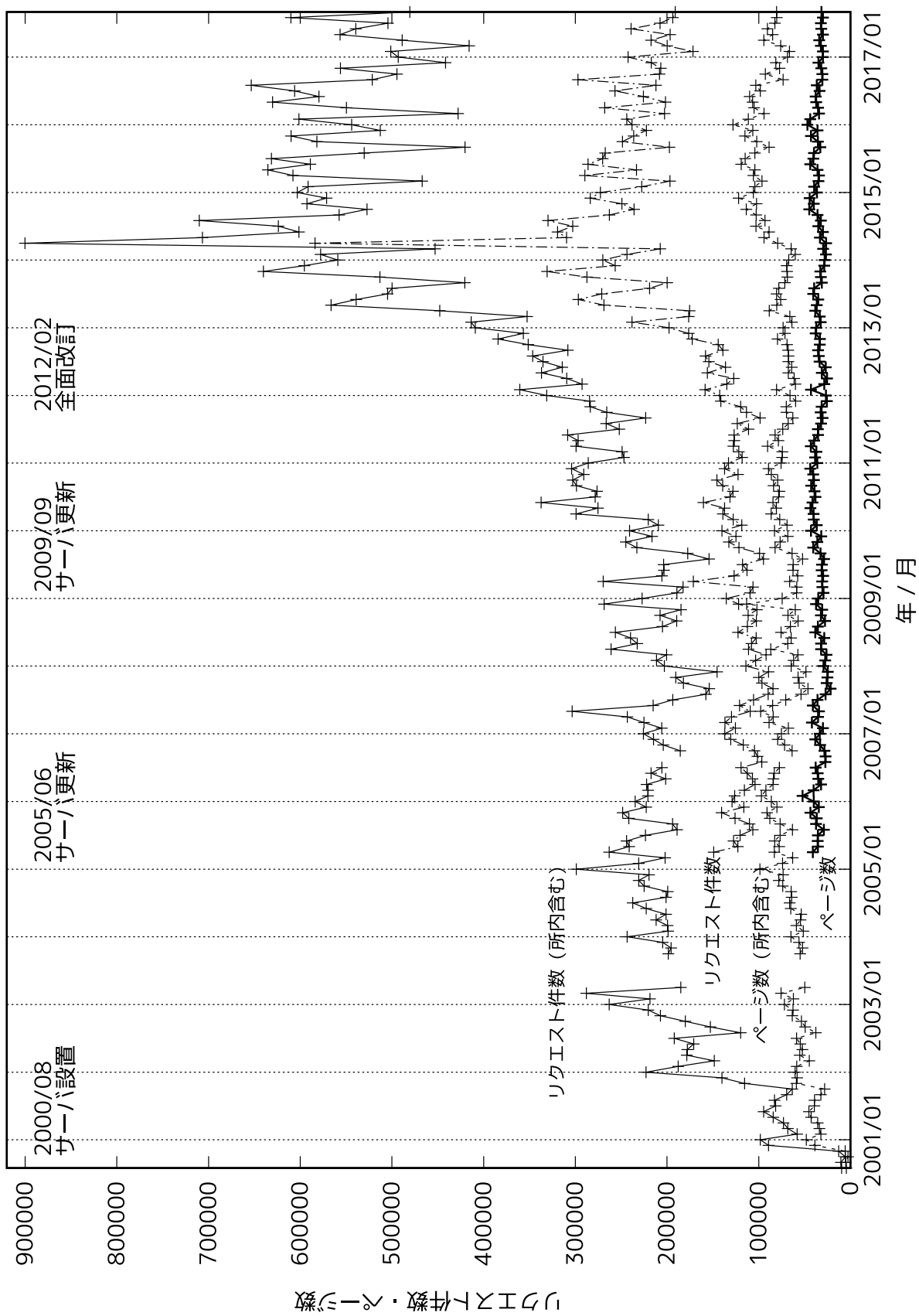


図1 これまでのリクエスト件数、ページ数。

## 編集後記

今年で 23 回目となる低温科学研究所技術部技術報告が開催されます。今年もたくさんの教員、研究員、大学院生などに参加していただき発表していただけること、また技術部として業務の一端を発表する機会をいただいたことを心より感謝いたします。

低温研の中で日々繰り広げられている浪漫溢れる研究の数々を垣間見ることができるこの報告会、私自身 2 度目の参加となりますが、とても楽しみにしていました。今年はいつもの報告会の内容に加えセミナーとして南極越冬隊長の講演や、昨年度北海道大学から南極に派遣された隊員から観測についての話も聞くことができます。

歴史あるこの報告会を決して無駄にすることなく、しっかりと今後の業務の糧とし、より一層皆様のお役に立てるように自己研鑽に努めるとともに、来年度以降もこの報告会を継続していけるように技術部一丸となって励んでいきたいと考えています。

最後に、技術報告会開催にあたり、江淵所長をはじめ、渡部技術部長、そしてご尽力いただいたすべての方々に心よりお礼を申し上げます。参加されるすべての人にとってこの報告会が、日ごろの研究や業務がいろいろな人たちに支えられ、助けられながら行われていることを改めて認識する機会になることを切に願っています。

佐藤 陽亮

平成 29 年 12 月 8 日発行  
編集者：佐藤 陽亮・小野 数也  
北海道大学 低温科学研究所 技術部  
〒060-0819 札幌市北区北 19 条西 8 丁目