



日本バイオロギング研究会会報

日本バイオロギング研究会会報 No. 146

発行日 2018年10月15日 発行所 日本バイオロギング研究会(会長 荒井修亮)

発行人 牧口祐也 日本大学 生物資源科学部 海洋生物資源科学科 魚群行動計測学研究室
〒252-0813 神奈川県藤沢市亀井野 1866

Tel: 0466-84-3687 E-mail: biolog@bre.soc.i.kyoto-u.ac.jp

会費納入先: みずほ銀行出町支店 日本バイオロギング研究会 普通口座 2464557



もくじ

野外調査報告

マサバからロガーを回収できました

安田十也 (国立研究開発法人水産研究・教育機構
西海区水産研究所)

夏のベーリング海でサケにタギング

本多健太郎 (国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道
区水産研究所)

ブリの標識放流調査を始めて感じたこと

小塚晃 (富山県農林水産総合技術センター水産研究所)

学会報告

ワークショップ 夏休み若手・
学生バイオロギング科学相談

富安 信 (北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

Bio-logging across boundaries ~ バイオロギングを
通じて形態・機能・行動の接点を探る

吉田誠 (国立環境研究所 琵琶湖分室)

Symposium on Systems Science of Bio-Navigation 依田憲 (名古屋大学大学院環境学研究所)

マサバからロガーを回収できました

安田十也（国立研究開発法人水産研究・教育機構 西海区水産研究所）



サバ属 *Scomber* は世界に 4 種以上いるとされ、最近では Indian chub mackerel という種が新たに報告されました。日本周辺に棲んでいるのはマサバとゴマサバです。どちらも広く分布しますが、ゴマサバの方がやや南方の海を好んでいるようです。ゴマサバの身体には名前の通りゴマ模様が浮かびますが、模様のはっきりしないゴマサバもいるので注意が必要です。福岡には「ごまさば」という郷土料理があり、こちらはマサバにゴマ（のたれ）をまとうせたもの、となっております。

マサバは大衆魚の代表ですが、今では畜養または完全養殖されたブランド品種が登場しているのをご存知でしょうか。JR 西日本の「お嬢サバ」、唐津市と九州大学の「Qサバ」などがそうです。私は、3 年ほど前から Q サバの開発を行っていた九州大学の長野さんと北野さんと共同で、マサバの飼育実験を行ってきました。実験の目的はデータロガーを着けたマサバの健康状態などを調べることでしたが、もちろんそれは天然海域でどのような行動をしているのか調べるための布石です。はじめた当初はマサバを全滅させてしまう悲しいことがありました。しかし、タイトルに書いた通り、今では天然海域でマサバのデータをとるまでになりました。

野外調査での一番の課題は活力のある大きな天然マサバを手に入れることでした。マサバは高齢になると重さにして 1 キロ近くまで大きくなりますが、そのような大型マサバはそうめったにお目にかかれません。しかし、運良く、長崎県の対馬で漁師をされているフラットアワーの銭本さんと職場主催のサッカー大会で知り合うことができ、マサバの一本釣り漁をされている方を紹介して頂きました。早速ご挨拶に伺うと、時期を選べばこちらが望む大きさのマサバを表層で釣ることができるとのこと。これなら活力の問題もクリアできそうです。

調査当日、海はしけていました。周りに漁船はおらず、真っ暗です。漁がはじまるとすぐにサバが釣れました。ポンポンポンとリズムカルにあがってきます。殆どゴマサバです。ゴマサバ→放流→ゴマサバ→放流というループの中でたまに現れるマサバを待ちます。2 日間の調査で何とか計画通り 25 尾のマサバにロガーを取り付けて放流することができました。

1 ヶ月ほどしてマサバが再捕されました。放流場所から 40km ほど離れた海域で釣られたようです。釣りの再捕は、放流個体が餌を食べるほど元気な証拠です。しかし、この個体からロガーを回収することはできませんでした。別途、背中につけたダートタグしか気がつかなかったようで、体長・体重を測定した後に廃棄されてしまいました。こちらの周知不足が悔やまれます。しかし、約 4 ヶ月後にまた再捕の連絡がありました。今度は 200km ほど離れた海域でまき網による再捕です。まき網による再捕は放流個体が別の天然魚と一緒に群をつくっていた証拠であり、遊泳能力も問題なさそうです。この時は、漁師さんが私まで直接連絡を下さいました。捕れたマサバを 1 尾食べようと船の魚槽からすくって捌いたところ、お腹からロガーが出てきて驚いたとの話。それを聞いた私も驚きました。

ロガーの中には、マサバが繰り返し日周鉛直回遊をした様子が記録されていました。記録の概要を速報として公表しておりますので、興味のある方は論文をお送り致しますのでご一報下さい。これからは、マサバのデータを増やすだけでなく、ゴマサバ、マアジ、マイワシといった対馬暖流域に棲む小型浮魚類のデータを集めて、それらの行動が漁況や海況とどのように関係しているかを調べていきたいです。

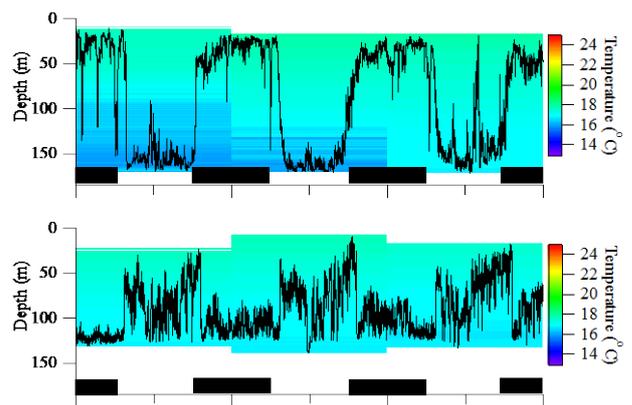


図 1. マサバの日周鉛直回遊の一例

Yasuda T, Nagano N, Kitano H (2018) Diel vertical migration of chub mackerel: preliminary evidence from a biologging study. *Marine Ecology Progress Series* 598:147-151.

夏のベーリング海でサケにタギング

本多 健太郎（国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道区水産研究所）

ベーリング海はロシアとアラスカに挟まれた海域であり、日本系のサケ (*Oncorhynchus keta*) を含む多くの太平洋サケ属にとって重要な索餌海域です。われわれ北水研では水産庁の委託（国際漁業資源評価調査・情報提供事業）を受け、2007年から毎年（2010年を除く）夏にこの海域で北水研所属の北光丸（902トン、図1）を使ったサケ・マスの資源生態調査を行っています。ただし、夏と言っても気温は10℃ほどで、どんよりとした霧の日が続くことさえ気にならなければ最高の避暑地と言えるでしょう・・



図1. 北光丸 船尾にトロール用のオッターが2つ付いている。

さて、本調査の主演は表層トロールであり、ベーリング海上に設定した17の各定点上で1時間の曳網を行います。これによって獲れたサケやマスの生物情報を記録・保存するのが目的ですが、これ以外にもプランクトン採集や釣り調査なども行っています。釣り調査（図2）では、釣れた活きの良いサケに標識やデータロガーを装着して放流することが狙いです。2017年までに計127尾のサケにロガーを装着・放流してきましたが、現在までに回収されたロガーは2台のみです。この2台はともにStar-Oddi社製のDST-magneticで、2012年と2013年の調査で放流され、それぞれ同じ年の秋に北海道の定置網漁で回収されたものです。このロガーを採用したのは記録された地磁気を基にサケの回帰ルートを推定するためです。結果の詳細はAzumaya et al. (2016)にまとめられていますので興味のある方はご参照下さい。そして、今年の調査から北水研と北大・東大との共同研究がスタートし、北大の宮下和士教授が代表を務めるCREST課題「データ高回収率を実現するバイオロギング・システムの構築」で開発した複数種のデータロガーを導入しました。



図2. 釣れたサケをタモですくう（テクニックが必要）

今年は7月18日に北海道の釧路を出港し、ベーリング海で調査を開始したのが23日、約10日間の調査を経て、8月8日に釧路に無事に帰港しました。調査期間中はほぼ毎日早朝と夕方に釣りをを行い、合計36尾のサケにデータロガーを装着し放流しました（図3）。われわれの気合が伝わったのか、今年は大型サイズ（尾叉長50cm以上）のサケを多く揃えることができました。最後に一言。頼む、一尾でも多く帰ってきてくれ～！！



図3. データロガーが装着された銀ピカのサケ

Azumaya, T., S. Sato, S. Urawa, and T. Nagasawa. 2016. Potential role of the magnetic field on homing in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) tracked from the open sea to coastal Japan. *N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull.* 6: 235–241.

ブリの標識放流調査を始めて感じたこと

小塚晃（富山県農林水産総合技術センター水産研究所）

みなさま、はじめまして。富山県農林水産総合技術センター水産研究所の小塚と申します。富山県の水産物といえば、、、ホタルイカ、シロエビ、そして寒ブリ！とすぐに答えられた方はずいぶん富山通です。私はブリを担当しており、県単独の事業として取り組み始めたブリのアーカイバルタグ標識放流調査について、紹介します。

ブリは、東シナ海から北海道を大きく回遊し、丈夫で手術にも耐えられることから、かなり昔からバイオロギング調査が行われてきました。1974年にはピンガータグを用いた船舶での追跡調査が行われ、1999年から2008年にかけて423本のアーカイバルタグ付きブリを放流し、192尾の回収（回収率45%）に成功しています（日本海側の研究機関が参加した調査の実績）。日本海側では2008年を最後にブリのアーカイバルタグ調査は行われていなかったのですが、2017年から新たにアーカイバルタグ調査を行うこととなりました。

富山県の氷見漁港では、毎冬、「ひみ寒ぶり宣言」というブランド魚の漁獲開始を宣言し、地元では非常に高い注目を集めます。しかし、2015年漁期にはブリの漁獲が振るわず、ひみ寒ぶり宣言が出されずじまいで漁期が終了し、漁業関係者の不安が高まっていました。そこで、ブリの不漁要因を調査し、2015年漁期の不漁要因を漁業者さんに説明しました。一言でいうと、対馬暖流の蛇行状況が富山湾へのブリの来遊に不適であったという結論を出したのですが、翌年度以降もより詳細に海洋環境とブリの回遊の関係を研究することとなり、アーカイバルタグ調査を復活させました。

このような経緯で高い期待を受けて始まった事業ですが、関係者に調査の説明をすると、車のGPSのように遊泳位置をずばり言い当てられるような機械をイメージし、過大な期待を持つ方が多くいます。実際には、タグの回収は漁業者次第、魚が思ったような回遊ルートを泳いでいるかも運任せで、不確実な調査だと思いつながりながらやっている身としては、冷や汗が流れます。

そんな中、初めて2017年6月に青森県深浦町沖で11尾の放流を実施し、翌7月には再捕され、データも確認することができてほっとしました。さらに2週間後に津軽海峡の対岸の函館湾で再捕があり、非常に喜んだのですが、残念ながらデータが記録されていませんでした。その後、ひと冬が過ぎ、2018年5月、秋田県から再捕連絡が届きましたが、これまたデータが記録されていませんでした。3カ月ごとに県議会が開かれ

るたびに、ブリ調査の進捗状況について報告を求められ、ついには夢にまで出てくるようになりました。タグの回収は想定内のペースですが、データがきちんと回収されるよう、祈るような思いです。



図1. 2017年6月青森県深浦沖で標識ブリを放流する筆者

2018年も6月に青森、9月に北海道で放流を行いました。実はこの原稿を書いている途中で、北海道での再捕の連絡がありました。報告いただいた意欲的な漁業者さんから現地の事情を聞き取ると、再捕報告のポスターの存在を知らなかったのを知り、周知を徹底するようにとアドバイスをもらうと共に、最近北海道で獲れるようになったブリのブランド化を頑張っていることや調査研究への応援の言葉をいただきました。なかなか自県以外の漁業現場を知る機会が少ないので非常に貴重な経験でした。これほど遠くの漁業者さんと話ができる魚種もなかなかないので、ブリがつながり不思議な縁を感じています。

アーカイバルタグの過去の調査を調べると、ブリは丈夫で再捕率が高く、回収までは容易で解析が大変だと思っていましたが、実際行ってみると現場との調整、周知など泥臭い現場仕事があって初めて解析に取り組むことを実感しています。まだ再捕の段階で悪戦苦闘している状態ですが、富山県へのブリの来遊機構について新たな知見が得られるよう、研究に励みたいと思います。

学会報告

ワークショップ 夏休み若手・学生バイオリギング科学相談

富安 信（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター）

先月開催された第 14 回日本バイオリギング研究会シンポジウムにて、表題のような怪しげなワークショップを企画しました。主題とする内容はないようなワークショップだったのですが、一石を投じたかったのは「まじめな発表でも、研究計画でもフィールド紹介でもいいから、研究始めたての学部生から参加できるフランクな発表の場が作りたい」という思いでした。きっかけは、最近別分野の研究会や若手集会でざっくばらんに分野横断的な話をする楽しさに刺激を受け、「バイオリギングこそ手法を共通項に色んな生き物やフィールドの話共有できる！」と思っていたことでした。本来、そういう場はシンポ自体や懇親会があてはまるのかも知れませんが、ある程度研究の成果や先生方とのつながりがなければ「誰でも話せる」場にはならないと常々思っていました。また近年シンポジウムにおける学生の発表数が少ないというさみしい状態であったことから、誰でも話せるワークショップをやってあわよくばシンポジウムの発表数を増やしてやろうと勝手に思っていたのでした。

ポジティブなことばかり書きましたが、当日までは人が来るイメージが全くなく、「講演者だけでおしゃべりできればいいかな♪」なんて本末転倒な考えになっていました。しかし蓋を開けてみれば、シンポ前日にも関わらず講演者 13 名に加えて 20 名近くが参加してくださり、非常に盛り上がった会になりました。特に学部 3 年生からその道のプロの先生方まで参加し、陸・海・空にまたがってそれぞれの扱う生き物や手法、悩んでいることなどをフランクに共有できたことは、目指していた雰囲気になんか近づいたと感じました。また魚と鳥、哺乳類と魚など異なる生物間の関係をモニタリングする話題には夢が広がり、ワークショップをきっかけに新たな研究が生まれることも期待されました。

当日自分自身はカツカツで、後になって講演者の皆さんや先生方のポジティブなコメントに喜び、驚いた

のですが、こうした反応があったということは皆心の中でこういう場があったらいいと思っているということだと勝手に解釈しました。某大先生にも「来年もよろしく！笑」と言われたのも受けて、今後もなんらかの形で企画した思いを繋いでいければと思っています。参加頂いた皆様、本当にありがとうございました。



ワークショップ中の様子

- 海生哺乳類を対象としたバイオリギング研究
北大フィールド科セ 鈴木一平
- 来遊時期が異なるサケの代謝特性と遊泳行動
東大大海研 阿部貴晃
- 加速度計を用いた鳥の採餌生態研究
東大大海研 佐藤信彦
- 水産資源の管理をバイオリギングで考える
北大フィールド科セ 富安信
- キタオットセイの回遊～バイオリギングと化学マーカーを組み合わせ～
北大院環境 平川由季乃
- イカはいかにして船に集まるか
函館市海洋都市推進機構 高原英生
- 公開水産科学実習-水棲動物の行動を可視化しよう！-
北大院環境 黒田充樹
- 三陸サケ稚魚、ロガーで追うか？何で追うか？
東大大海研 飯野佑樹
- イリオモテヤマネコのメスにおける仔の成長に伴う繁殖巣と行動圏の変化
北大院環境 中鉢蒼
- カツオ調査フィールド紹介～パヤオに集まるカツオ～
東京海洋大 浅井咲樹
- 加速度ロガーを用いたブリの摂餌行動に関する研究
北大水産 相馬蓮
- ホッキョクグマとヒグマのバイオリギングの可能性
北大院獣医 神保美渚
- 単独で泳ぐコイは、摂餌中の他個体の情報をエサ探しに利用する
国立環境研 吉田誠

講演タイトル一覧(講演順)

Bio-logging across boundaries ~ バイオロギングを通じて形態・機能・行動の接点を探る

吉田誠 (国立環境研究所 琵琶湖分室)

日本バイオロギング研究会は、その名の通り「バイオロギング」関連技術を扱う研究者の集まりです。手法や使う機器が共通する研究者同士はもちろんのこと、同じ分類群(魚類、潜水性の水生動物、鳥類、陸上動物)を対象とする研究者同士での交流は今も活発に行われています。今回のワークショップ(WS)では、第3の軸として、動物種を越えた「共通の視点」から分野を見直してみることを企画の趣旨としました。内容としては、「動物の形態と運動」を扱うバイオメカニクスの観点と、「動物の行動とその生理的調節」を扱う行動生理学の観点を取りあげて3名の方にご講演いただきました。さらに、手法や動物種だけでなく生命現象に注目して研究を進め、また情報を得る上で参考になりそうな、隣接分野と関連学会を紹介するセッションも設けました。以下、演者と発表内容を簡単にご紹介します(敬称略)。

【招待講演】稲田喜信(東海大・航空宇宙)「バイオロギングと風洞実験を連携させたオオミズナギドリのダイナミックソアリングのエネルギー収支分析」

野外で実測した飛行中の姿勢と動きを風洞中で再現し、鳥が風から受けるエネルギーを算出した結果についての報告。模型製作などの苦労や精度面での課題はあるものの、「野外の動物は、必ずしも行動を最適化していないのでは?」との疑問も生じてきた。



<写真: 稲田先生による講演の様子>

【話題提供1】鈴木一平(北大・北方生物圏 FSC)「採血口ガーを用いたアザラシの潜水生理実験」

記録計開発の歴史の中で、現在は潜水中の動物の生理状態、特に、血中ホルモン濃度の計測がホットな話題。新規開発した採血口ガーを用いて、ストレスなく泳いでいるアザラシから血液サンプルを採取し、潜水中に起こるホルモン調節のメカニズムを検証できた。

【話題提供2】中村乙水(長崎大・海洋セ)「マンボウ類の体温研究」

マンボウに行動記録計と体温記録計を同時装着し、環境水温と体温を同時に計測した。マンボウの体温は環境水温にやや遅れて変動しており、熱収支モデルを用いて体温変動を推定した結果、温まる時と冷える時で異なる生理的調節を行っていることが示唆された。

【情報共有】吉田誠(国立環境研・琵琶湖)「越境するバイオロギング」

1) テレメトリーバイオセンサ技術の紹介。生体物質の有無や濃度を電気信号に変換して記録・モニタリングする方法で、血液採取なしに生理学的なパラメータを長期間センシング可能。今後の発展に期待。

2) 日本エアロアクアバイオメカニズム学会(AABM)の紹介。泳ぎと飛行のしくみについて、種々の動物を用いて様々な視点から検証・再現を試みる研究が盛んに行われている。年2回の集会がある。

3) 国際学会 Society for Experimental Biology (SEB) の紹介。"Science across boundaries"のスローガンのもと、幅広いトピックを扱う生物系の学会。生物の形態と機能にまつわるあらゆる階層での生命現象のメカニズム的な理解を目標とし、年1回開催。

本 WS はシンポジウム最終日の開催ながら、学生を中心に多くの方にお集まりいただきました。内容の濃い 3 題の発表に続き、追加で 3 件の情報共有をした時点でほぼ時間いっぱい、90 分間をフルに活用して内容をお届けできました。シンポ初日に開かれたもう一つの WS では「これまでの取り組みのアウトプット」の場が提供されていましたが、それと対をなす形で、「今後の取り組みにつながるインプット」の場として少しでもお役に立てていれば幸いです。

今回のシンポジウムでは、昨年私の提出した「シンポジウムへの意見」を幹事会の先生方が汲んでくださり、若手限定という形で WS 企画の公募が行われたと伺っています。多くの学生さんが WS に参加して下さった様子を見て、シンポジウムの全体テーマに直接は関係しない“一般”参加者にとっての「参加する意義」「得られるもの」をどう高めていけるのか、研究会全体としても、今後も継続的に考え、実行していくことが大事だと感じました。逆に、個々の会員の立場からは、シンポジウムに参加して得られるものをより増やす手段として、こうした企画をしてみるのも良いと思います。

最後に、本ワークショップの開催にあたり、企画から当日の運営までお力添えをいただきました幹事校の北海道大学の皆様ならびに、助成金をいただきました函館市に、あらためて感謝申し上げます。

Symposium on Systems Science of Bio-Navigation

依田憲 (名古屋大学大学院環境学研究科)

新学術領域研究「生物ナビゲーションのシステム科学 (生物移動情報学)」の国際シンポジウムを 2018 年 9 月 5-6 日に京都の同志社大学で開催した。本領域は、生態学、神経科学、工学、情報学の研究者が共同して新しいデバイスと解析技術を開発し、線虫からクジラまで多様な生物の移動の秘密を解き明かそうと試みるプロジェクトだ。

今回の国際シンポジウムでは、領域から 7 名、国内からの招待講演者 3 名、そして海外からの招待講演者 3 名が講演した。また、学生を中心としたポスター発表も数多く行われた。

海外からの招待研究者は、情報学、生態学、神経科学の分野で「とがった」研究をしている研究者を招待した。情報学からはマイクロソフトの John Krumm 氏、神経科学からはハーワードヒューズ医学研究所の Daniel Turner-Evans 氏を招待した。

そして生態学からはスウォンジ大学の Rory Wilson 氏を招待した。Rory は現在も新しいロガーや解析ソフトウェアを開発しているほか、胃洗浄法 (海鳥から胃内容物を採取する方法) やテサテープ装着 (海鳥にロガーを装着する方法) などの数々の重要な手法を開発してきたアイディアマンであり、「新しさ」と「分野融合」を重視する本領域に馴染むと考えた。

シンポジウムで講演してもらっただけではもったいないので、新たに Rory と共同研究を立ち上げることにした (アルゼンチンでも共同研究中)。国際シンポジウムの前に我々の調査フィールドである新潟県の粟島に滞在してもらい、Rory が開発した加速度・ジャイロロガーをオオミズナギドリに 9 台装着し、全て回収してデータを得ることに成功した。

こう書くとフィールド調査は順調だったように見えるが、8 月 30 日の北陸東北地方豪雨に伴い、粟島の各所で土砂災害が発生して大変だった。人的被害が無かったのは幸いだが、Rory と学生達は公民館に避難し、しばらく調査ができなかった。

さらに、粟島での調査を終えて京都に移動すると、今度は関西で猛威を奮った台風 21 号の襲来である。そう、国際シンポジウムの前日 (9 月 4 日) である。招待講演者でありながら避難したり、京都のホテルで缶詰になったりと Rory には気の毒だったが、今回はそれどころではなく、招待講演者や領域関係者が京都に来

られるのか、そもそもシンポジウムを開催できるのかなど、領域 SNS での連絡が止まらない一日となった。

5 日午前中には京都に来られない人が多かったためプログラムを大幅に変更したものの、シンポジウムは無事開催された。招待講演者の発表は大変興味深く、好奇心とアイディアを励起するものだった。Krumm 氏の発表からは、データ基盤としてのバイオロギングのあり方とその社会実装を、Turner-Evans 氏からは移動をモデルとして機構や機能を解明することの意味を考えさせられた。また、Rory の研究についてはよく知っているつもりだったが、これまでの研究を再構成し、新しいアイディアを惜しみなく注ぎ込んだプレゼンからは、彼の研究哲学がよく伝わってきた。

ポスター会場では生態学的発見だけでなく、新しいデバイスや解析手法が発表されていた。特に機械学習 (人工知能) 関連の技術の進展は目覚ましく、バイオロギングを含む多次元の移動データの解析に欠かせない技術となりつつあることが伺えた。

また、ポスターや懇親会の会場で気づいたことだが、本国際シンポジウムの真価は、既存の分野に収まらない研究者達が「移動情報学」という旗印のもとに融合研究を推進する領域シンポジウムに集うことによって、いくつもの新しい異分野共同研究がスタートしたことにある。こうした様子を見た招待講演者から「異分野融合に見事に成功している」「このような先進的な挑戦に資金援助できる日本は未来を見ている」と評価してもらえたことは、運営側としては望外の幸せだった。

台風通過で混乱する中、参加していただいた研究会会員の皆様、有難うございました。また、荒井研究室 (京大) と高橋研究室 (極地研) には Rory によるセミナーの場を設けていただきました。お礼申し上げます。

生物ナビゲーションのシステム科学 :
<http://navi-science.org/>



メーリングリスト登録について

バイオリング研究会のメーリングリスト管理を担当している塩見こずえです。バイオリング研究会では、会員の方や事務局からのお知らせはメーリングリスト（Googleグループ）に投稿されることになっています。基本的には入会時にご記入いただいたメールアドレス宛にメーリングリストの招待メールをお送りしているのですが、たまに謎の不具合があり、招待メールが送られていなかったり登録を完了できなかったりといった問題が起こっています。もし、これまで招待メールを受け取ったことがない、長らく研究会メールが届いていないなどの問題がありましたら、お手数ですが私までお知らせください。よろしく願いいたします。 連絡先：国立極地研究所 塩見こずえ shiomikozue@gmail.com



【S.K.】