



日本バイオリギング研究会会報

日本バイオリギング研究会会報 No. 140

発行日 2018年4月15日 発行所 日本バイオリギング研究会(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 日本バイオリギング研究会 普通口座 2464557



もくじ

プロジェクト紹介

データ高回収率を実現するバイオリギング・システムの構築

白川 北斗

(北大北方生物圏 FSC 生態系変動解析分野)

新しい発見

太平洋ニシンの産卵回遊を追いかける
素早い(高加速度)運動だけを記録する
新規データロガー

富安 信

(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

河端 雄毅

(長崎大学水産・環境科学総合研究科)

野外活動レポート

野帳が書けなくなる冬の海でニシンを調査する

富安 信

(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

お知らせ

第7回国際バイオリギング科学シンポジウム
第二回オーシャンノイズ・アジア

高橋 晃周(国立極地研究所)

赤松 友成(中央水産研究所)

「産卵回遊してきたニシンと成熟した数の子」 撮影者:白川北斗, 富安信 撮影場所:北海道厚岸

プロジェクト紹介

データ高回収率を実現するバイオリギング・システムの構築

白川 北斗 (北大北方生物圏 FSC 生態系変動解析分野)

近年、高次消費者の行動を直接的に計測する手法の一つとしてバイオリギング・バイオテレメリー手法が注目されていますが、本手法には大きな問題があります。たとえばロガーなどの単価が比較的高価であるため、限られた研究予算の中でロガー、ピンガーおよび受信機の導入数に限りがあります。また、そのように高価な機材を再回収率の低い生物に導入するには、大きなリスクを伴います、このため、回収率を上げるためのなにかしらの工夫が求められます。素朴にはロガーを低価格にすることにより導入数を増やすこと、加えて超音波技術をうまく駆使することでデータ回収率を上げられるのではないかと考えられます。このような発想から、北海道大学を中心としたプロジェクト(CREST, JST)で構築を進めている新しいバイオリギング・システム (研究代表 宮下和士) について、その概略を簡単にご紹介します。このシステムは、①低価格化したロガーの大量投入と、②超音波技術を駆使したリアルタイム観測手法および③それらの組み合わせによって「データ回収率の向上」を目指しています (図1)。

る場合があります。これらの多機能性が必要とされる場合に備え、プロジェクトでは様々なセンサーを搭載したロガーを開発してきました。またこれらのロガーは従来のものよりも相対的に小型化したために、これまでロガーの装着が困難だった小型魚への適用も可能となっています。

・個体間通信ロガー (開発 アクアサウンド株式会社)

テレメリー調査で用いられるピンガーは ID 情報や遊泳深度などを発信するだけなので、再回収された場合でもピンガー装着個体の遊泳履歴を得ることができません。そこで開発されたのが、ピンガーと同様の機能を持ちながらも、ロガーのように自身のデータを記録することができる個体間通信ロガーです。これにより、再回収された場合でも個体の遊泳履歴を得ることができるようになりました。また、個体間通信ロガーはハイドロフォンのようにピンガーのデータを受信する機能を有しているため、放流後に他のピンガーや個体間通信ロガーと隣接する機会があれば、自身以外のデータを記録することができます。

・マルチプラットフォーム (開発 アクアサウンド株式会社)

ピンガーのデータを得るには、調査域に設置した受信機を回収する必要があります。プロジェクトではデータを地上のサーバーに転送する機能を受信機に搭載したマルチプラットフォームが開発されました。現在は、係留を前提としたブイ型と、漁業のように能動的に動く船舶に搭載する船舶搭載型の 2 種類が開発されています。ブイ型は通常の実験機に近い形で運用し、携帯電話網内であればデータを即座に転送します。データはインターネットサービスを利用して閲覧可能です。また船舶搭載型は、船舶所有者の理解が得られれば、定点の実験機と比べて広域をカバーできるとともに、船舶からの電源供給があるために電池残量の心配をしなくても良いという大きなメリットがあります。



図1: 新バイオリギングシステムの構築

・低価格ロガー (開発 AI TECHNOLOGY 株式会社)

性能や品質がある程度保たれるのであれば、機材は安いに越したことはありません。野外でデータロガーを用いる際には回収されないことも多く、特に魚類の標識調査など事前情報が不十分な黎明期にあってはなおさらのことです。現在のところ、遊泳深度と経験水温が記録可能なロガー (AZBL003-100, 500) の製品化に成功し、価格を 1 万 7 千円程度に抑えることができます。

・多機能ロガー (開発 Biologging Solutions 株式会社)

研究の目的は様々ですが、中には海洋動物の動き(加速度)、塩分濃度および照度など多様なセンサーが必要とされ

プロジェクトの最終目標としては、高度回遊性魚類であるカツオを対象に、外洋域でのデータ回収率を劇的に向上させることを目指しており、その実証研究を今年度の春から夏にかけて行う予定です。その成果に関しては、改めてご紹介できればと思っています。

新しい発見

太平洋ニシンの産卵回遊を追いかける

富安 信（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター）

食卓になじみ深いイワシやアジ、サバ、ニシンなどの小型浮魚。そんな魚たちがどこを移動し、いつ漁場へやってくるのかといった情報は、古くから求められてきました。かつては、主に漁獲情報や音響調査の結果からこうした生態は議論されてきましたが、近年は機器の小型化・高性能化にともなってバイオロギング、バイオテレメトリーの技術が小型浮魚にも応用され始めています。宮下グループのCREST採択課題でも、小型浮魚の移動生態理解へ技術を展開しており、2016年より廉価版ロガーや受信ネットワークをフル活用して太平洋ニシンの産卵回遊を調査してきました。

ニシンは産卵期に群れて沿岸に来遊し産卵することで有名であり、一斉に産卵が行われることで海面が白濁する「群来」は北海道の冬の風物詩となっています。一方で沿岸域は漁業活動の影響が強く、獲る量と産卵の量のバランスを考慮しなくては資源がなくなってしまいます。よって双方の観点からも、沿岸域でのニシンの回遊生態の理解を進めていく必要があります。

調査は北海道の中でも近年ニシンの漁獲量が安定している道東厚岸周辺海域の地域個体群を対象に行いました。また今回は、深度・水温データロガー(Data logger type1, type2: AI Technology 社製)と音響ピンガー(AQPX-1030p: Aqua Sound 社製)を併用することで水平鉛直的な回遊生態の理解を目指しました(図1)。



図1. ピンガーを外部装着したニシン。回収時の連絡先(富安ケータイ)を全国発表するのは遠慮させて頂いた。

初年度の調査結果では、23個体の追跡に成功し、最大追跡時間は130時間でした。個体の動きは主に産卵場となる厚岸湖へ移動するものと、厚岸湾内で反応が途切れるものが観察されました。

特に湖への移動(図2)は、放流してから半日~2日で見られ、個体が到達した湖奥の地点は、本調査で確かめたニシン卵の分布と重なっていました。また湖奥で再捕された追跡個体が産卵中であったことなどから、この移動は湖での産卵に強く関わっているであろうと考えられました。また厚岸湾と厚岸湖のつなぎ目では潮汐の変化によって双方向への潮流が発生しています。今回湖への移動を追跡できた個体は、つなぎ目から湖に進入するタイミングが潮汐の切り替わった時間帯に集中しており、個体が潮流を利用して効率的に移動していた可能性が考えられました。

湾内での動き・沖への移動(図3)に関しては、湾での受信範囲・期間が短く生態的な議論は困難でしたが、こちらも数日と短期の間に沿岸域から移動する傾向がありました。したがって数カ月間ある漁期に比べると、1個体における沿岸域での回遊期間は数日~数週にまたがる短いものなのではないかと予想されました。

本論文は、初年度のデータのみで速報のような形で発表しましたが、2年目のデータでは追跡範囲・追跡期間も倍以上とすることができ、さらなる成果が得られています。現在論文投稿中ですので、またご報告させて頂ければと思います。また2017年、2018年では北海道各地でニシンの産卵がニュースになり、資源増加への期待感も増えています(小樽沖に群来 ニシン豊漁 北海道新聞電子版 2018年3月14日

<https://www.hokkaido-np.co.jp/movies/detail/5750344802001>; ニシン 104年ぶりに群来 北海道・江差 毎日新聞デジタル 2017年2月28日

<https://mainichi.jp/articles/20170301/k00/00m/040/096000c>)。こうした中で今後も回遊だけでなく、

ニシンの産卵場や産卵機会を増やしていけるような調査研究活動を積極的に行っていきたいと考えています。

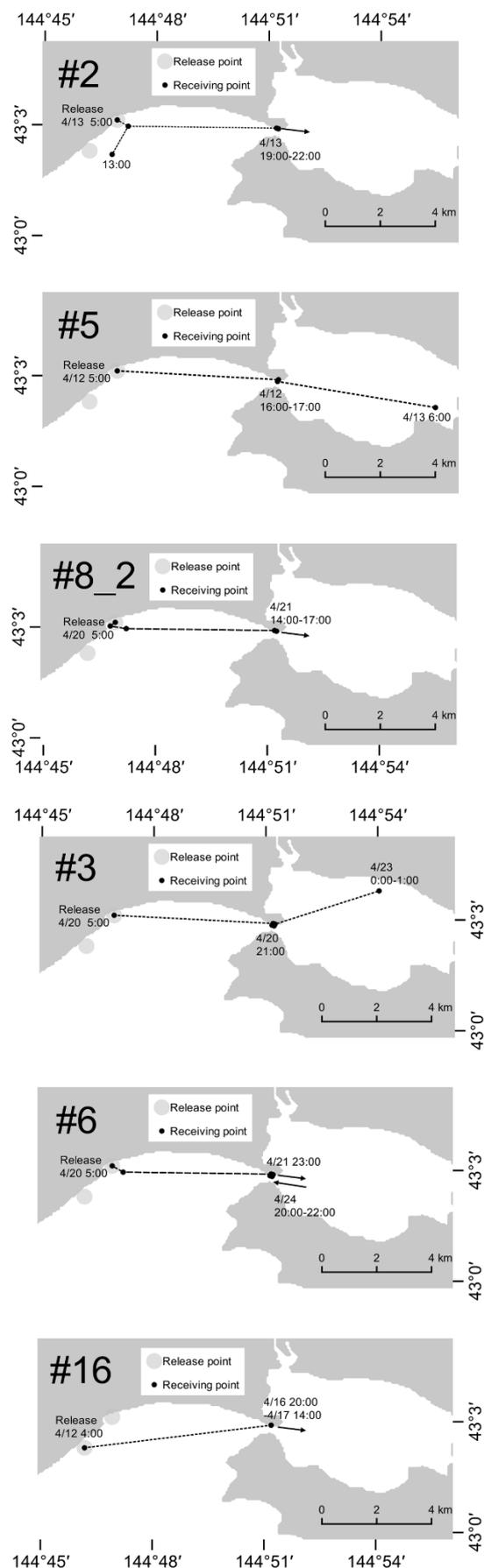


図 2. 産卵場となる厚岸湖への個体ごとの移動

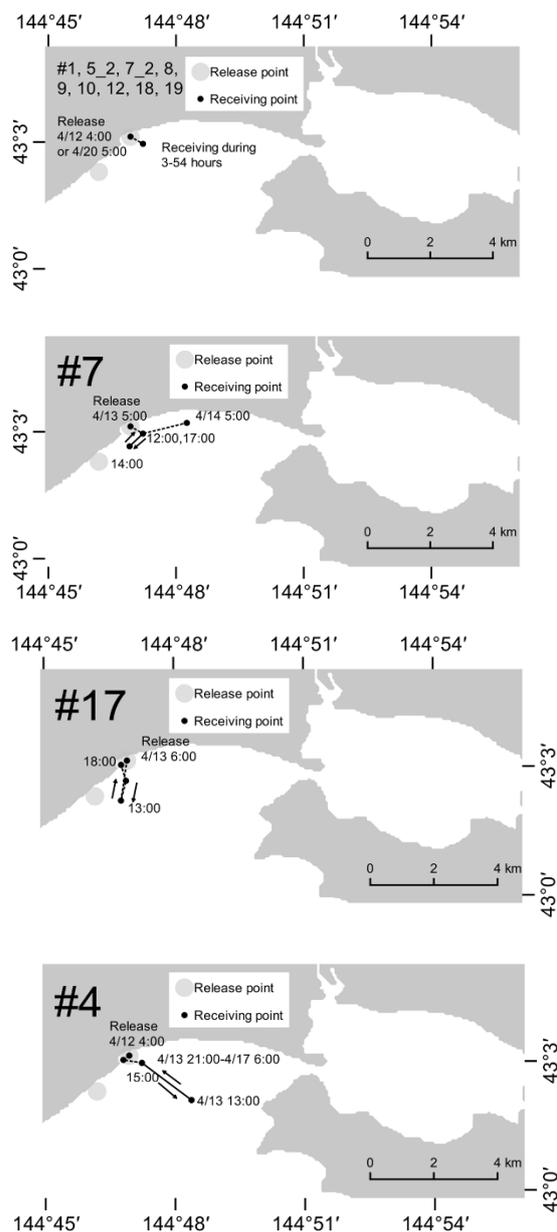


図 3. 厚岸湾内での個体ごとの滞在, 拡散

Tomiyasu M, Shirakawa H, Iino Y and Miyashita K (2018) Tracking the migration of Pacific herring *Clupea pallasii* in a coastal spawning ground using acoustic telemetry. *Fisheries Science*, 84: 79-89.

新しい発見

素早い（高加速度）運動だけを記録する新規データロガー

河端 雄毅（長崎大学 水産・環境科学総合研究科）

「ボクサーの超高速カウンターパンチ」、「目にも留まらぬ早業でカードをすり替えるマジック」など、肉眼で観察できない素早い運動をテレビやネットで見るとワクワクしませんか。私は、学術的な理由を抜きにして、動物（もちろんヒトも）の素早い運動を見るのが大好きです。稚魚が高速で急旋回して逃げる様子や、大型の魚が超高速で突進しながら餌を吸い込んでいる様子を見ると「おー、すげえ」と興奮します。これらの運動は肉眼や通常のカメラでは把握できないので、一般的に1秒間に500フレーム（普通のビデオカメラは30フレーム）の高速度カメラで撮影します。

さて、そんなマニアックな撮影が大好きなカメラ野郎の私ですが、自然の海や川で素早い動物を撮影することは中々できません。そんな時には、加速度データロガーが役に立ちます。ご存知の通り、加速度データから何回尾鰭を振ったか、どの程度の急加速をする運動であったかなどが分かります。しかし、それにも問題があります。私が主に研究対象としている比較的小型で俊敏な動物（10~40cm程度の魚）の素早い運動を正確に把握するには、1秒間に100-500回は加速度を記録する必要がありますが、そんなに細かく記録すると電池の消耗が激しくて、すぐに電池切れになってしまうのです。もちろん、大きな電池を積みばよいのですが、そうすると今度は大きすぎて魚に取り付けることができません。困りました。

そこで、私達は素早い運動が起こった時だけ加速度を記録するデータロガー（通称、イベントロガー）をメーカーにお願いして作ってもらうことにしました。いつもは高加速を検知するセンサーだけが動いているスリープモードで、素早い運動が起きたら記録用の加速度計が立ち上がって記録するというものです。これで、約8gとかなり小さいけど約5日間も記録できるようになりました（図1）。ちなみに、同じ大きさのデータロガーでは、連続で記録し続けると数時間しかもたないので、相当に長くなったと言えます。

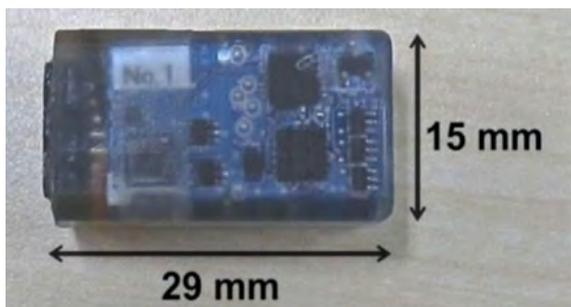


図1. イベントロガーの上面図。

私達はまず、手で素早い運動を再現してこのイベントロガーの性能をテストしました。そして、イベントロガーをマダイに取り付けて逃避行動時の運動を記録しました。さらに、共同研究者らにお願いして、野外でイベントロガーをヒラマサに付けてもらいました。その結果、大方素早い運動を問題なく記録できることが確かめられました。ただ、少し起動までにタイムラグがあったので、素早い運動が始まってから最初の0.01秒程度は記録できないことや、回転運動を調べる別のセンサー（ジャイロ스코ープ）は起動が極端に遅いので（0.1秒以上）、あまり使えないことも分かりました。

このように書くと、結構すんなり研究が進んだようですが、実際にはナミハタとヒラスズキが捕食する時の加速度を記録しようとしたけど、餌を中々食べてくれなかったり、機械を装着した影響が通常と異なる動きをしていたりと、成功よりも失敗の方が多かったです。ヒラスズキに関しては、10匹以上にイベントロガーを付けて海に放流しましたが、結局1匹も戻ってこずです。機械の開発でも、何度も機械の不具合があってメーカーとやり取りしたり、思いのほかジャイロスコープの起動が遅かったりと、かなり苦労しました。

そんな苦労もありましたが、無事この論文を世に出すことができ良かったです。しかも一流の国際誌に！そして何より世界レベルで優秀な共同研究者達に論文の原稿を見てもらってめちゃくちゃ勉強になったことと、このイベントロガーを実際に使いたいと言ってもらえたことで、研究室のポスドク・学生達と心折れずに頑張っ続けて本当に良かったなあとしみじみ感じました。

似たようなデータロガーや発信機を使った論文が最近立て続けに発表されていますが、自分達ほど丁寧にデータロガーのシステムを記述して、丁寧に検証実験をしている論文は無いと自信を持って言えます。

Nishiumi, N., Matsuo, A., Kawabe, R., Payne, N., Huvneers, C., Watanabe, Y. Y., & Kawabata, Y. (2018). A miniaturized threshold-triggered acceleration data-logger for recording burst movements of aquatic animals. *Journal of Experimental Biology*, 221(6), jeb172346.

野外調査報告

野帳が書けなくなる冬の海でニシンを調査する

富安 信（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター）

連投です。またニシンの話してる…という方も読んでいただくとありがたいです。私は修士のころまでタチウオを対象に研究をしており、北大のくせに実験も豊後水道やら大分やら東京湾やら北海道を離れてばかりでした。そんな私が「せっかく北海道にいるんだからぜひ博士研究は北海道でやりたい！」と考えていた時に舞い込んできたのが CREST でニシンやるかもよ？（実は何も決まっていなかった）という話でした。

そんなこんなで始まったニシンとの付き合いですが、初めは苦難の連続でした。漁獲されたニシンを飼育して実験するも、朝起きて様子を見るとほぼ全滅なんてことが続きました。既往の論文にも「Very sensitive」なんて書かれる魚なので恐れてはいましたが、関係者からは「無理じゃない？」と言われる始末でした。それでも漁獲からの輸送過程、ハンドリング、飼育個体数、水温などに気を配ることで何とか飼育下、定置網内でのバイオロギング実験が上手くいくようになり、2年目には野外調査の実施までたどり着きました。

野外調査のコンセプトや結果は、前記事を参考にさせて頂くとして、調査では主に漁業者さんの操業を手伝いつつ（図 1）、獲れたニシンを頂いて放流していました。



図 1. 漁業者さんの定置網操業のようす。中央の腰が引けているのが筆者。

この作業、朝 3-4 時から始まるため真っ暗な漁港に

タモと水槽をかかえた若者が 2 人なんてシチュエーションが多々ありました。加えて季節は真冬、北海道は夜間横棒のついた気温にしかならず、私が経験した中では最も寒い調査でした。そして辛いのは機器装着の時です。頻りに海水（1-2℃くらい）とマイナスの空気中を手が行ったり来たりするので冷える冷える。施術者もしかり、野帳を書いている人は文字がミミズの様になっていました（図 2）。いやはや辛い中 S さん、O 君たち、I 君ほんとうにありがとう。後から「あの調査が一番しんどかった」と言われて、申し訳なさ感謝しかありませんでした（自分が一番楽しんでた）。

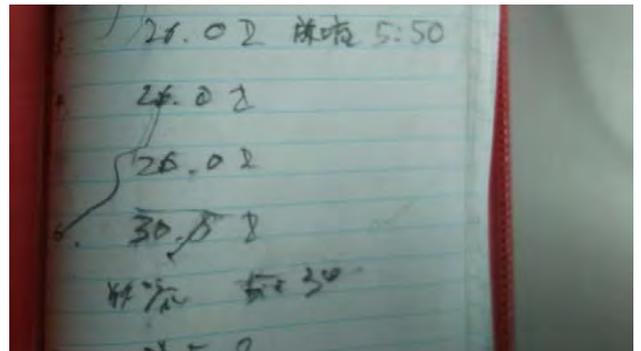


図 2. 手が寒すぎてミミズのような野帳の文字。後ほど本人と解読作業をしました。ほんとうにありがとう。

厳しい環境での調査も、プロジェクトや優秀な先輩、後輩のおかげで継続し、大きな成果をあげることができました。何より 2 年間開催してきた地元漁業者への調査結果報告会に多くの漁業者さんが出席くださるようになり、興味を持ってくださっていたのは本当に感激でした。回遊調査の結果を基に、今年度からは野外産卵をいかに増やしていくのかを検討し、人工的な産卵床を設置するなどの試みを漁業者さんと続けています。多くの海域では、ニシンが定置網や刺網に産卵してしまう事例があり、こうした無駄になってしまう分の産卵をいかに生かしていくかが課題かと思っています。厚岸は、カキやサンマ、アサリを始め水産物が豊富ですが、こうした調査研究の積み重ねでニシンにも陽が当たるようになればと期待しています。

お知らせ

第7回国際バイオリギング科学シンポジウム

高橋 晃周 (国立極地研究所)



第7回国際バイオリギング科学シンポジウム(7th International Bio-Logging Science Symposium)の開催地が投票の結果ハワイに決まったというアナウンスがありました。2020年開催予定ですが時期は未定です。

International Bio-logging Society のメーリングリストには以下のページからレジストレーションしていただくと無料で登録できます。関心のある方はご登録いただければ幸いです。

<https://www.bio-logging.net/>

第2回オーシャンノイズ・アジア

赤松 友成 (中央水産研究所)



生物多様性が高いことで知られるアジア水域では、広範囲な海洋開発が行われています。海洋建設、再生可能エネルギー、海底鉱物資源探査、船舶運輸、漁業、地質研究は、いずれも様々な音波を海中で発生します。海洋生物は、海中騒音への曝露によって影響をうける可能性があります。現在のところ、海洋生物に対する騒音影響について提案されている科学的基準は極めて限られています。海洋騒音の信頼できる計測方法が、沿岸域と沖合域で求められています。このシンポジウムは物理的な音の計測と生物学的な騒音への反応行動観察に焦点をあて、アジア水域における海洋生物への騒音影響に関する科学研究と啓蒙をはかることを目的としています。

これまで14の国と地域から50件あまりの発表を受け付けました。聴講参加申し込みは下記のホームページをご覧ください。洋上風力発電などの再生可能エネルギーアセスにご関心のある方におすすめです。

<http://ubac.jp/OceanoiseAsia.html>

時：2018年6月5日～7日

所：函館国際水産・海洋総合研究センター



銚子沖の洋上風力発電所。洋上風車の建設や稼働の騒音影響評価が行われています。

事務局からのお知らせ

今年度から正会員および学生会員への会報の送付がなくなり、HPへ掲載した会報のリンクをメーリングリストでお知らせするという形になりました。二年続けて会費を未納の方は自動的にメールでのお知らせも届きませんので、メーリングリストが届かない方は事務局(宛先:biolog@bre.soc.i.kyoto-u.ac.jp)まで問い合わせていただき、会費を納付頂くよう御願ひ致します。

編集後記

北大を中心に進められているバイオロギング関連プロジェクトをご紹介いただきました。機器開発もすすんでおり、いずれは多くの方々に製品が使われるようになると期待しています。【T.A】

ひみつ探偵
ゴザル・チナニ 114

ホリ…
ごんじ君、
あなたは成績優秀
ですが少し
積極性が
足りませんね
通知表

チナニ
ゴザル!!
能アルタカハ猛禽ゾ
ニ爪隠ステゴザルヨ!!
もうさん
ゾニン

飛んだ!!
飛ぶと
出ちゃうな
猛禽
ゾニン
から!!
??

あやは
誰ですか?
兄デス
白イデ
ゴザルヨ
チナニ
ゴザル
コゴデゴザル
猛禽ゾニン
チナニ

【S.K.】