

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24404023

研究課題名(和文) ガンジスカワイルカの生態解明のための高精度長期音響観測システムの開発と展開・運用

研究課題名(英文) Development and deployment of the accurate acoustic measurement system of Ganges river dolphins

研究代表者

杉松 治美 (SUGIMATSU, Harumi)

東京大学・生産技術研究所・特任研究員

研究者番号：90436577

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：絶滅危惧種であるガンジスカワイルカの生態情報を高精度で取得し、イルカのエコーロケーション戦略を明らかにして、人的および外的環境変化に適応するためのイルカ行動を理解しイルカの保護・保全に資する長期音響計測システムを開発した。定点での長期音響計測により、イルカの高周波クリック音を取得しサーバに集積。ICI(Inter-click Interval)をパラメタとした解析により、子供のいるイルカのグループの自動抽出に成功した。また、河川の広範囲を移動するイルカ行動のダイナミクスを理解できる移動型音響計測システムを開発、定点観測と組み合わせた高精度な広域イルカ音響計測システムを構築した。

研究成果の概要(英文)：For understanding the echolocation strategy of the Ganges river dolphin to survive in the tough environment of the Ganges river system, the seasonal long-term monitoring was carried out at the stationary observatory using the developed long-term real-time acoustic measurement system. Based on the ICI (Inter-click Interval) based analysis of the data uploaded to the database on the server, we succeeded in automatic discrimination of dolphin's group with calf/calves from others. The portable acoustic measurement system that can detect the dolphin's direction in real-time was also developed for measurement of the dolphins migration behavior in longer distance. An accurate long-distance acoustic monitoring system of the dolphin was realized in combination of the both systems.

研究分野：音響工学

キーワード：Ganges river dolphin River dolphin Bio-sonar PAM Click ICI Bio-diversity

1. 研究開始当初の背景

インドのガンジス河に棲息するガンジスカワイルカは、小型歯クジラ類（イルカ）に属し、エコーロケーションにより周囲環境を認識し、捕食活動を行う。主な棲息域であるガンジス河は、近年の人間活動の活発化に伴うダム建設や水質悪化などにより、イルカの棲息環境は大きく変化している。しかし、河の水は濁っており、目視や光学的手法では、ガンジスカワイルカの水中行動を知ることはできない。このため、イルカの水中での行動やバイオ・ソーナーの音響特性については、報告者らが 2006 年に音響による調査を開始するまでほとんど知られなかった。

イルカの発する超音波クリックを利用したパッシブなハイドロフォンアレイ装置を開発し、水中のイルカの 3 次元位置を特定、取得した水中データを、サーバを介して、リアルタイムで世界中に転送できるシステムおよび取得したデータのアーカイブを構築し、北インドの特定のエリアで定点観測を続けてきた。これまでの観測により解明されてきたガンジスカワイルカの音響特性の主要パラメータを用いて定点長期観測を実施することで、イルカ行動のダイナミクス、移動や分布のトレンドを理解し、絶滅が危惧されるガンジスカワイルカの保護施策に益することが期待される。

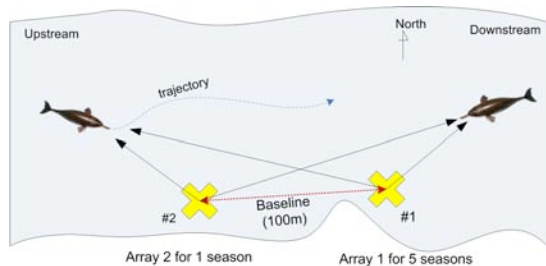
2. 研究の目的

インドの絶滅危惧種であるガンガンジスカワイルカの保護・保全に資する生態情報を高精度で取得するため、イルカの詳細な音響特性を解明し、環境変化適応のためにかねらがる用いるエコーロケーション戦略を明らかにして、環境変化がイルカ行動に与える影響の定量的評価システムを構築する。このために、定点観測システムを核とした広流域でのシステムチックな長期音響観測システムを構築・展開し、棲息流域の環境情報とイルカ情報から環境変化とイルカの行動変化のダイナミクスを明らかにするとともに、定点での高精度観測により音響特性の詳細を解明する。提案システムを淡水棲イルカ類の基本観測モデルとして、アジア域に棲息するイルカ観測への応用展開を図り、各観測システムの共通化によるネットワーク化に向けて取り組み、アジア域の水圏の生物多様性の保護・保全に資する研究を推進する。

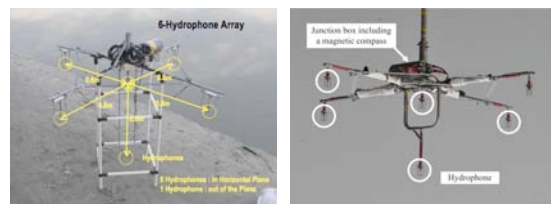
3. 研究の方法

インドのデリーから南東約 100km に位置するナローラ付近を流れるガンジス河の定点での長期リアルタイム音響生態観測活動を基にして、計測の高精度化と観測流域の拡大とを図る。さらに気象変動や人間活動に起因する河川環境変化のガンジスカワイルカの生態に与える影響を評価するための環境計測により、観測の総合化を図る。このため、棲息流域内でのイルカ行動の総合的理解のために、以下の研究を推進した。

- 12km にわたる棲息流域を往来しているイルカの観測域拡大のために、既存の 6 素子ハイドロフォンアレイと共通システムのアレイシステムを新たに一台開発して、上流側に設置、アレイ 2 式による LBL 方式での定点長期観測を 2012 年～2013 年度まで実施、イルカ行動の詳細について理解を深めた。
- 現地で利用できる小型ボートの舷側から吊り降ろして長い流域にわたるイルカの分布調査を実施できる小型ハイドロフォンアレイを開発/改造し、目視+音響を同時に行いリアルタイムで結果（推定棲息頭数）を出すことができる新しいセンサス方法を開発、長期定点観測中に定期的/緊急時に観測流域のセンサスを実施した。
- ナローラでの定点長期音響観測データとセンサスによる流域全体をカバーするデータを統合することにより詳細かつ広域でのイルカ行動のダイナミクスを理解できるイルカ行動の観測モデルを構築した。



定点観測ステーションでのイルカ観測



ハイドロフォンアレイ外観（左）およびハイドロフォン部拡大図（右）



小型ボートから吊り降ろしてセンサスするように改良を重ねた小型ハイドロフォンアレイ

4. 研究成果
ナローラ地区での長期にわたる定点音響観測により集積した膨大なデータについては、専用データベースを構築し、ガンジスカ

ワイルカの音響特性を考慮して抽出した複数音響パラメタ、つまり、クリック発振間隔 (ICI: Inter-Click Interval) およびクリックの中央周波数 (イルカのクリックはブロードバンドなので、中央値を取ることが有効) CF (Centroid Frequency) を用いたクリック解析を進め、目視により確認されているイルカの頭数、それぞれの推定年齢や水面に現れてきた時の行動様式等との照合結果から、イルカ行動の分類を行った。

2012年1月、生後間もない子供のいるイルカのグループの移動が目視された時の音響データの解析を進める過程において、子供のいるグループが移動している際、クリック音の ICI の間隔が 10msec 以下になるケースが見られることに注目 (大人のガンジスカワイルカが単体で行動する場合の平均的な ICI の値は、30~60msec 程度)、膨大な取得データについて定量的に評価を行うため、任意の ICI 値を持つクリックトレインの自動抽出アルゴリズムを開発した。目視により子供が含まれていることが判明している複数のイルカの移動中の音響データサンプルに適応した結果、子供連れのグループが移動している場合には、ICI の間隔が 10msec 以下になる場合が高頻度で見られることが分かった。

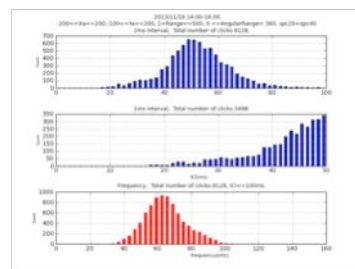
ハンドウイルカやカワゴンドウなど、他のイルカにおいても ICI の間隔が 10msec 以下のクリックが連続するクリックトレインが見られる (Buzz と呼ばれる)。これまでのハンドウイルカの観測結果からは、Buzz は、エコーロケーションのターミナルフェーズ、つまり、捕食などのために認識対象とした物体に極めて接近した際に発する場合、相手を威嚇する場合に発する場合、仲間とのコミュニケーションに用いる場合などが報告されている。ガンジスカワイルカの場合、ハンドウイルカとは異なりコミュニケーションツールとしての鳴音 (ホイッスル) を発しない事がこれまでの調査で分かっており、クリック音がエコーロケーション以外の何らかのコミュニケーションツールとして用いられている可能性がある。子供を含むグループが移動中に Buzz を発振していることから、子供と大人との間の相互測位あるいはコミュニケーションを行っている事が推定され、今後、詳細なデータ解析が期待される。任意の ICI 値を持つクリックトレインを自動抽出できるソフトウェアを開発して、10msec 以下の ICI のクリックトレインを自動的に検出できるようになったので、子供が含まれるグループの移動時あるいは捕食時と推定されるデータの抽出が容易になり、総合的な解析が進むと期待される。

流域全体をカバーするセンサスについては、開発した小型ハイドロフォンアレイによりセンサスを行うことで装置の改良を進めた。2013年11月、夏の大洪水の後、下流側に多くのイルカが流されたとの報告を受け、定点長期観測を開始した直後、目視と音響に

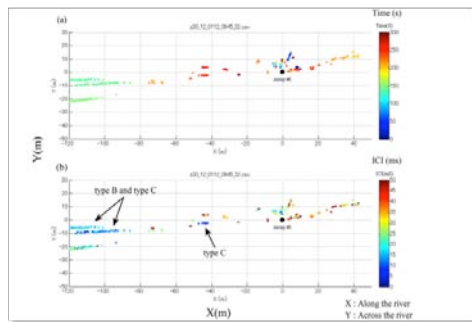
よるリアルタイムセンサスを、上流側から下流の堰の手前までの間で実施、GUI によるリアルタイムでのイルカ軌跡のグラフィック表示と目視との照合結果を現場で直ちに報告した。現場でのセンサス結果は、その後のオフラインでの解析結果と一致しており、信頼性が高い事が示される。また、目視+音響のフュージョン手法では、目視情報あるいは音響情報を相互に補完することができるため、センサスの高精度化に極めて有効といえる。今後は、より雑音や環境ノイズの多い場所でのセンサスを考慮して、イルカのクリック音のボートノイズとの識別アルゴリズムを開発してフィルタリングを行うことでデータの信頼性をさらに高めていく予定である。

2013年に実施した小型ハイドロフォンアレイを用いたセンサスは、定点での長期観測中に実施された。ナローラ地区では、イルカはほぼ毎日、定点観測地点を通り過ぎて、上流/下流側に行き来している。定点観測ステーションでのイルカ行動の計測距離は 500m 程度なので、上流~下流へのイルカの移動については計測できないが、センサス結果と定点観測ステーション前を通過するイルカのデータの照合から、センサス実施日に、イルカがどのような時間に上流~下流への移動を行っているかが推定された。結果、朝7時頃の時間帯と夕刻 18 時過ぎ~に大きな移動のピークが見られることが分かった。小型ハイドロフォンアレイによる移動観測と定点での長期観測を組み合わせた総合観測を実施して、取得したデータの統合解析を行うことでイルカ行動のダイナミクスについて理解を深めることができると考えられる。

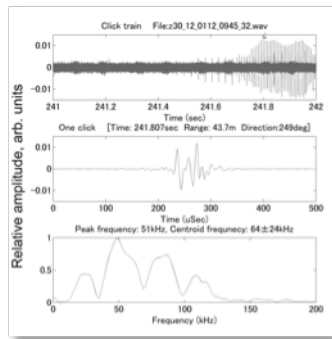
本課題では、ナローラ地区での 2008 年から 6 年間にわたる期間に実施した複数回にわたる長期観測により、ガンジスカワイルカの生態観測のための観測手法を構築した。今後は、ナローラ地区を離れ、カンパールの南約 80km の流域からベンガル湾に面したコルカタ付近までの堰により行動が制限されていない地域に棲息するガンジスカワイルカの生態調査をインド工科大学デリー校および現地の NGO らと協力して実施していく予定であり、提案手法のロバスト化とスタンダード化により、ガンジスカワイルカについてさらに知見が深まり、保護・保全に益することが期待される。



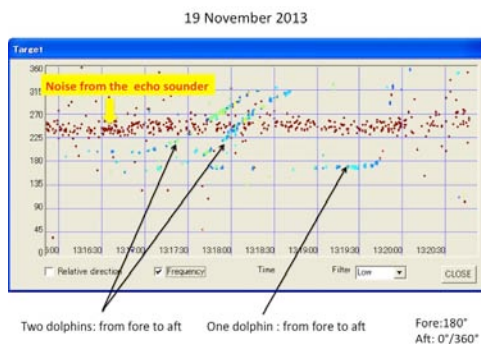
大人のガンジスカワイルカの平均的な ICI と CF の値のヒストグラム



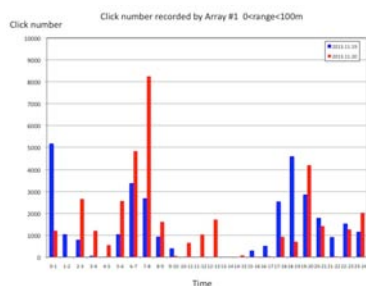
2012年1月12日9時45分32秒からの5分間の音響データ（目視と照合）



ガンジスカワイルカの発する Buzz の例



2013年11月、目視+音響リアルタイムセンサ時の音響データリアルタイム表示画面



センサ時の定点観測ステーションでのイルカ行動の日変化

5. 主な発表論文等
〔雑誌論文〕(計 16 件)

① [Harumi Sugimatsu](#) · [Junichi Kojima](#) · [Tamaki Ura](#) · [Sabro Tomuro](#) · [Rajendar Bahl](#): "Long duration real-time acoustic monitoring of Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in Mahakam river in Borneo", In Proc. UT15,

Chennai, India, 2015.2.

② [Junichi Kojima](#) · [Harumi Sugimatsu](#) · [Tamaki Ura](#) · [Rajendar Bahl](#) · [Sandeep Behera](#) · [Kenji Nagahashi](#): "Development of a prototype underwater acoustic and motion recorder for the Ganges river dolphin", In Proc. Oceans 14 St. Johns, St. Johns, Canada, 2014.9.

③ [Harumi Sugimatsu](#) · [Junichi Kojima](#) · [Tamaki Ura](#) · [Rajendar Bahl](#) · [Sandeep Behera](#) · [Vivek Sheel Sagar](#) · [Hari Singh](#) · [Fupak De](#): "Advanced Technique for automatic detection and discrimination of click train with short interclick intervals from the clicks of Ganges river dolphins (*Platanista gangetica gangetica*) recorded by a passive acoustic monitoring system using hydrophone arrays" Journal of Marine Technology Society, Vol. 48, No. 3, pp. 167-181, 2014.6, 査読有

④ [杉松治美](#) · [小島淳一](#) · [浦環](#) · [Rajendar Bahl](#) · [Sandeep Behera](#) · [Hari Singh](#) · [Vivek Sheel Sagar](#): "小型ハイドロフォンアレイを用いた淡水棲イルカ類のリアルタイムセンサ手法の開発", 海洋音響学会 2014 年度講演論文集, pp. 1-4, 2014.5.

⑤ [杉松治美](#) · [浦環](#) · [水野勝紀](#) · [浅田昭](#) · [小島淳一](#) · [Rajendar Bahl](#) · [Sandeep Behera](#) · [Hari Singh](#) · [Vivek Sheel Sagar](#): "Development of a handy mobile 4-hydrophone array system for in-situ census of the Ganges river dolphins (*Platanista gangetica*)", In Proc. Oceans14 Taipei, Taipei, Taiwan, 2014.4.

⑥ [Rajendar Bahl](#) · [杉松治美](#) · [浦環](#) · [小島淳一](#) · [Sandeep Behera](#): "Bio-Sonar Characterization and passive acoustic monitoring of *Platanista gangetica*, India's national aquatic animal", In Proc. Acoustic 2013 New Delhi, India, 2013.11.

⑦ [杉松治美](#) · [小島淳一](#) · [浦環](#) · [Rajendar Bahl](#) · [Sandeep Behera](#) · [Ajit Pattnaik](#) · [Sabro Tomuro](#) · [Danielle Krebs](#): "Long-term In-situ Monitoring of the Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in Borneo", In Proc. SYMPOL2013, Kochi, India, pp. 147-153, 2013.10.

⑧ [杉松治美](#) · [小島淳一](#) · [浦環](#) · [Rajendar Bahl](#) · [Sandeep Behera](#) · [Hari Singh](#) · [Vivek Sheel Sagar](#): "Automatic discrimination and detection of small calf Ganges river dolphin (*Platanista gangetica*) from other age groups based on bio-sonar inter-click interval characteristics", In Proc. Oceans 13 San Diego, San Diego, USA, 2013.9.

⑨ [T. Akamatsu](#) · [T. Ura](#) · [H. Sugimatsu](#) · [R. Bahl](#) · [S. Behera](#) · [S. Panda](#) · [M. Khan](#) · [S.K. Kar](#) · [C.S. Kar](#) · [S. Kimura](#) · [Y. Sasaki-Yamamoto](#): "A multimodal detection model of dolphins to estimate abundance validated by field experiments", Journal of Acoustic Society America, Vol. 134, No. 3, pp. 2418-2426, 2013.9, 査読有

⑩ [小島淳一](#) · [杉松治美](#) · [浦環](#) · [Rajendar Bahl](#) · [Sandeep Behera](#) · [Hari Singh](#) · [Vivek Sheel](#)

Sagar:” Long-term real-time monitoring system for Ganges river dolphins using two sets of 6-hydrophone array systems”, In Proc. Oceans 13 Bergen, Bergen, Norway, 2013.6.

⑪ T. Akamatsu · T.Ura · H. Sugimatsu · R. Bahl · S. Behera · S. Panda · M. Khan · S.K. Kar · C.S. Kar · S. Kimura · Y. Sasaki-Yamamoto:” Counting Animals Using Vocalizations; a Case Study in Dolphins” In Proc. UT13, Tokyo, Japan, 2013.3.

⑫ 杉松治美 · 浦環 · 小島淳一 · 飛龍志津子 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Ajit Pattnaik · Idris Mandan · Sabro Tomuro · Danielle Krebs:” Development and deployment of the long-term in-situ observation system of the Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in Borneo”, In Proc. UT13, Tokyo, Japan, 2013.3.

⑬ Sasaki-Yamamoto, Y., T. Akamatsu, T. Ura, H. Sugimatsu, J. Kojima, R. Bahl, S. Beher, S. Kohshima:”Diel changes in the movement patterns of Ganges River dolphins monitored using stationed stereo acoustic data loggers,” Marine Mammal Science, 2013.12, 査読有

⑭ 杉松治美 · 浦環 · 水野勝紀 · 浅田昭 · 小島淳一 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Hari Singh · Vivek Sheel Sagar:” Study of acoustic characteristics of Ganges river dolphin calf using echolocation clicks recorded during long-term in-situ observation”, In Proc. Oceans12 Hampton Roads, Virginia Beach, USA, 2012.10.

⑮ 杉松治美 · 浦環 · 小島淳一 · 飛龍志津子 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Ajit Pattnaik · Idris Mandan · Sabro Tomuro · Danielle Krebs:アジア域に棲息する小型歯クジラ類のリアルタイム音響観測ネットワークの構築”, 第23回海洋工学シンポジウム講演論文集, 東京, 2012.8.

⑯ 杉松治美 · 浦環 · 小島淳一 · 飛龍志津子 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Ajit Pattnaik · Idris Mandan · Sabro Tomuro · Danielle Krebs: "Asian Dolphin Observatories Real-time Networking-ADORN-", In Proc. Oceans 2012 Yeosu, Yeosu, South Korea, 2012.5.

[学会発表] (計 19 件)

① ○ Harumi Sugimatsu · Junichi Kojima · Tamaki Ura · Sabro Tomuro · Rajendar Bahl:”Long duration real-time acoustic monitoring of Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in Mahakam river in Borneo”, Proc. UT15, Chennai, India, 2015.2. 口頭発表

② ○ Junichi Kojima · Harumi Sugimatsu · Tamaki Ura · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Kenji Nagahashi:”Development of a prototype underwater acoustic and motion recorder for the Ganges river dolphin”, Proc. Oceans 14 St. Johns, St. Johns, Canada, 2014.9, 口頭発表

③ ○ 杉松治美 · 小島淳一 · 浦環 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Hari Singh · Vivek Sheel Sagar: ” 小型ハイドロフォンアレイを用いた淡水棲イルカ類のリアルタイムセンサ手法の開発”, 海洋音響学会 2014年度講演論文集, 2014.5, 口頭発表

④ ○ 杉松治美 · 浦環 · 水野勝紀 · 浅田昭 · 小島淳一 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Hari Singh · Vivek Sheel Sagar: ”Development of a handy mobile 4-hydrophone array system for in-situ census of the Ganges river dolphins (*platanista gangetica* “, Proc. Oceans14 Taipei, Taipei, Taiwan, 2014.4, 口頭発表

⑤ ○ Akamatsu T., Ura T., Sugimatsu H., Bahl R., Behera S., Rupak D., Panda S., Khan M., Kar C.S., Kar S.K., Kimura S., Sasaki-Yamamoto Y. :”Abundance estimation of Ganges river dolphins by acoustic-visual mark recapture method” Abstracts of SMM13, Dunedin, New Zealand, 2013.12, 口頭発表

⑥ ○ 小島淳一 · 杉松治美 · 浦環 · 飛龍志津子 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Ajit Pattnaik · Sabro Tomuro · Idris Mandan · Danielle Krebs: ” Underwater behavioral trends of the Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in the middle Mahakam River in Borneo observed by long-term in-situ passive acoustic monitoring “, Abstracts of SMM13, Dunedin, New Zealand, 2013.12, ポスター発表

⑦ ○ 杉松治美 · 浦環 · 水野勝紀 · 浅田昭 · 小島淳一 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Hari Singh · Vivek Sheel Sagar: ”Acoustic feature of the click trains of Ganges river dolphin (*Platanista gangetica*) calf revealed by long-term in-situ monitoring”, Abstracts of SMM13, Dunedin, New Zealand, 2013.12, ポスター発表

⑧ ○ Rajendar Bahl · 杉松治美 · 浦環 · 小島淳一 · Sandeep Behera: ” Bio-Sonar Characterization and passive acoustic monitoring of *platanista gangetica*, India’s national aquatic animal”, Proc. Acoustic 2013 New Delhi, India, 2013.11, 口頭発表

⑨ ○ 杉松治美 · 小島淳一 · 浦環 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Ajit Pattnaik · Sabro Tomuro · Danielle Krebs:” Long-term In-situ Monitoring of the Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in Borneo”, Proc. SYMPOL2013, Kochi, India, 2013.10, 口頭発表

⑩ ○ 杉松治美 · 小島淳一 · 浦環 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Hari Singh · Vivek Sheel Sagar:” Automatic discrimination and detection of small calf Ganges river dolphin (*Platanista gangetica*) from other age groups based on bio-sonar inter-click interval characteristics”, Proc. Oceans 13 San Diego, San Diego, USA, 2013.9, 口頭発表

⑪ ○ T. Akamatsu · T.Ura · H. Sugimatsu · R.

- Bahl · S. Behera · S. Panda · M. Khan · S.K. Kar · C.S. Kar · S. Kimura · Y. Sasaki-Yamamoto:” Acoustic cue detection model for abundance estimation of small odontocetes”, Abstracts of the 6th International Workshop on Detection, Classification, Localization, & Density Estimation of Marine Mammals using Passive Acoustics, St. Andrews, UK, 2013.6, 口頭発表
- ⑫ ○小島淳一 · 杉松治美 · 浦環 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Hari Singh · Vivek Sheel Sagar:” Long-term real-time monitoring system for Ganges river dolphins using two sets of 6-hydrophone array systems”, Proc. Oceans 13 Bergen, Bergen, Norway, 2013.6, 口頭発表
- ⑬ ○H. Sugimatsu:” International Collaborative Project for Conservation of the Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in the Middle Mahakam River of Central Kutai”, Workshop at Department of Fisheries, Kutai Kartanegara Regency, Indonesia, 2013.4, 口頭発表 (招待講演)
- ⑭ ○T. Akamatsu · T.Ura · H. Sugimatsu · R. Bahl · S. Behera · S. Panda · M. Khan · S.K. Kar · C.S. Kar · S. Kimura · Y. Sasaki-Yamamoto:” Counting Animals Using Vocalizations; a Case Study in Dolphins” Proc. UT13, Tokyo, Japan, 2013.3, 口頭発表
- ⑮ ○杉松治美 · 浦環 · 小島淳一 · 飛龍志津子 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Ajit Pattnaik · Idris Mandan · Sabro Tomuro · Danielle Krebs:” Development and deployment of the long-term in-situ observation system of the Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in Borneo”, Proc. UT13, Tokyo, Japan, 2013.3, 口頭発表
- ⑯ ○杉松治美 · 浦環 · 水野勝紀 · 浅田昭 · 小島淳一 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Hari Singh · Vivek Sheel Sagar:” Study of acoustic characteristics of Ganges river dolphin calf using echolocation clicks recorded during long-term in-situ observation”, Proc. Oceans12 Hampton Roads, Virginia Beach, USA, 2012.10, 口頭発表
- ⑰ ○杉松治美 · 浦環 · 小島淳一 · 飛龍志津子 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Ajit Pattnaik · Idris Mandan · Sabro Tomuro · Danielle Krebs:”アジア域に棲息する小型歯クジラ類のリアルタイム音響観測ネットワークの構築”, 第23回海洋工学シンポジウム講演論文集, 東京, 2012.8, 口頭発表
- ⑱ ○杉松治美 · 浦環 · 浅田昭 · 小島淳一 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Vivek Sheel Sagar · Hari Singh: ” Acoustic observation of the Ganges river dolphin (*Platanista gangetica*) ”, Abstracts of ASLO2012, Otsu, Japan, 2012.7, 口頭発表
- ⑲ ○杉松治美 · 浦環 · 小島淳一 · 飛龍志津子 · Rajendar Bahl · Sandeep Behera · Ajit

Pattnaik · Idris Mandan · Sabro Tomuro · Danielle Krebs: ”Asian Dolphin Observatories Real-time Networking-ADORN-“, Proc. Oceans 2012 Yeosu, Yeosu, South Korea, 2012.5, 口頭発表

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.kddi.com/corporate/csr/highlight/technology/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉松 治美 (SUGIMATSU Harumi)

東京大学・生産技術研究所・特任研究員
研究者番号：90436577

(2) 研究分担者

浦 環 (URA Tamaki)

九州工業大学・社会ロボット具現化センター・特別教授
研究者番号：60111564

(3) 研究分担者

水野 勝紀 (MIZUNO Katsunori)

東京大学・生産技術研究所・特任助教
研究者番号：70633494

(4) 連携研究者

小島 淳一 (KOJIMA Junichi)

(株)KDDI 研究所・環境計測プロジェクト・プロジェクトリーダー
研究者番号：50416575

(5) 海外連携研究者

Rajendar Bahl (BAHL Rajendar)

インド工科大学デリー校・電気電子工学科・教授
研究者番号：なし