

自然科学系プロジェクト報告書

サブプロジェクト名称

「海洋の恵み・神秘・驚異を科学する」

1 総括表

1-1 組織

氏名		部門
代表	田部井隆雄	理学部門
分担	宇田 幸司	理学部門
	遠藤 広光	理学部門
	佐々木邦夫	理学部門
	砂 長 毅	理学部門
	松岡 裕美	理学部門
	村田 文絵	理学部門

1-2 研究経費

総額 2,100 千円（うち年度計画実施経費 1,936 千円）

1-3 活動総表

事項		件数等	金額（千円）	
研究 活動	学術論文	11編		
	紀要	1編		
	報告書	0編		
	学会発表	20件		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	0件		
地域貢献		4件		
外部資金			科研費	5件 9,685千円
			共同研究	3件 1,484千円
			受託研究	なし
			奨学寄付金	1件 680千円
			その他	なし
			合計	9件 11,849千円
特許等		なし		
その他特記事項		報道 高知新聞 2010年7月17日朝刊「土佐湾に新種沖ウルメ」(コ		

	<p>タカニギス) (遠藤広光) 高知新聞 2010年10月16日夕刊「本県初タイワンヒイラギ」 (遠藤広光)</p> <p>受賞</p> <p>日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員表彰 (田部井隆雄)</p>
--	---

2 研究概要

2-1 研究目的

高知県の風土・産業・自然環境を特徴づける多くの要因が太平洋起源である。太平洋の海洋環境そのものや、そこに存在する多様な生物の生態と進化、海洋物質の生成過程と資源の開発、さらには海洋環境が陸上生活に及ぼす影響などを科学的に解明することは、海洋立県高知に位置する大学の自然科学系分野にとって、重要な研究課題であるとともに責務でもある。このような趣旨の下で、自然科学系プロジェクトの一つとして、マクロ・ミクロ両面における海洋生物の生態と進化、海溝型巨大地震の履歴とメカニズム、海洋と熱帯降雨システムの関係の解明等を目指した学際的な海洋研究サブプロジェクトを実施する。自然を対象とした研究は地道なフィールドワークや基礎実験の積み重ねの上に成り立つものであり、複数年度にまたがる研究計画を立案する必要がある。具体的には下記の課題を設定する。

- ・高知県の様々な水域で魚類相の調査を実施し、高知県の魚類相に関する分類学的研究を行う。
- ・海洋無脊椎生物に存在するエネルギー代謝酵素の構造及び機能の進化を研究する。また、群体ホヤの多能性細胞で発現する遺伝子を同定し、幹細胞から細胞が分化する分子メカニズムを解明する。
- ・土佐湾沿岸部の湖沼における南海地震の津波堆積物の調査を行う。
- ・西南日本下に沈み込むフィリピン海プレートの運動を直接計測する GPS 観測を実施する。
- ・バングラデシュにおいて竜巻やサイクロンなどが頻発するプレモンスーン季(3-5 月)におけるベンガル湾の役割を観測により明らかにする。

2-2 研究成果

各研究者はこれまでも海洋研究に深く関わっており、本サブプロジェクトの個別課題は従来の個人の研究の延長上に位置することから、研究成果も従来のものと密接に関連する。とくに今年度は研究の初年度であり、ここに掲載する研究成果の多くは、本サブプロジェクト開始以前の研究に大きく依存していることを付記する。

具体的な研究成果は、各研究者／テーマごとに 5 ページ以降に示した。内容は以下の通りである。

- ・宇田幸司／海洋無脊椎生物に存在するエネルギー代謝酵素の構造及び機能の進化
- ・砂長毅／群体ホヤにおける生殖細胞形成機構の解明
- ・遠藤広光／高知県の魚類相の解明および魚類の分類学的研究
- ・佐々木邦夫／分類学的形質としての側線系の再評価
- ・田部井隆雄／フィリピン海プレート北端部の運動モデルの構築
- ・松岡裕美／南海地震の津波堆積物調査
- ・村田文絵／バングラデシュにおけるプレモンスーン季の大気観測

今年度の 7 名の研究成果をまとめると、査読付き学術論文 11 編 (英文 10 編, 和文 1 編), 査読なし紀要・報告書等 1 編, 学会発表 20 件 (国内 17 件, 国際 3 件), セミナー・講演会・シンポジウム等の開催 0 件, 地域貢献活動 4 件となる。また外部資金獲得状況は、科学研究費補助金 5 件 9,685 千円 (代表 2 件, 分担 3 件), 共同研究 3 件 1,484 千円, 奨学寄付金 1 件 680 千円である。

最後に、平成 23 年 2 月 22 日 (火) 13:30 より、総合研究棟プレゼンテーション室において、平成 22

年度自然科学系サブプロジェクト「海洋の恵み・神秘・脅威を科学する」成果報告会を開催したことを報告する。自然科学系理学部門の教員，大学院理学専攻の院生，理学部学生および事務職員など約 30 名の参加者があり，16:00 までの 2 時間 30 分にわたって 7 件の発表と活発な討論が行われた。

2-3 特筆すべき事項

研究内容がメディア報道されたのは以下の 2 件である。

高知新聞 2010 年 7 月 17 日朝刊「土佐湾に新種沖ウルメ」(コタカニギス) (遠藤広光)

高知新聞 2010 年 10 月 16 日夕刊「本県初タイワンヒイラギ」(遠藤広光)

受賞は以下の 1 件である。

日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員表彰 2010 年 7 月 (田部井隆雄)

海洋無脊椎生物に存在するエネルギー代謝酵素の構造及び機能の進化

● 宇田 幸司（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

フォスファゲンキナーゼ (PK) とは ATP のリン酸基をグアニジノ化合物に転移し、高エネルギー化合物であるフォスファゲンを合成する反応を可逆的に触媒する酵素群の総称である。そして、PK はこの反応によって細胞内の ATP 濃度を一定に保つ働きをすることでエネルギー代謝において重要な役割を担っており、全ての動物に存在することが知られている。

脊椎動物には PK としてクレアチンを基質とするクレアチンキナーゼ (CK) のみが存在し、無脊椎動物ではアルギニンを基質とするアルギニンキナーゼ (AK) が一般的に存在するとされている。しかしながら、我々のこれまでの研究によって海洋無脊椎動物にはこれらに加えて様々な基質を利用する PK が存在することが明らかとなってきた。

本研究では、海洋に生息する様々な無脊椎動物から PK 遺伝子を単離し、その詳細な酵素機能の検討を行う。これにより、海洋無脊椎動物に基質の異なる PK がどのように分布して存在するか、またそれらの構造と機能の進化について明らかにすることを目的とする。

2. 研究結果

(1) 成果

本年度は様々な海洋無脊椎動物の内、棘皮動物と刺胞動物を対象を絞って研究を進めた。宇佐の海洋生物研究教育施設周辺で採集された 3 種類のウニ類、9 種類のウミシダ類とフロリダ州立大学の Ross Ellington 教授から提供されたネマトステライソギンチャクから PK 遺伝子の単離を試みた。

過去の研究から、棘皮動物のアメリカムラサキウニには AK と 3 ドメイン構造を持つ鞭毛型 CK が存在することが知られており、このように基質の異なる PK が一つの生物に存在する例は非常にまれであるとされていた。本研究においても 3 種のウミシダ類から AK と鞭毛型 CK 遺伝子が見つかり、さらにミトコンドリア型 CK が見つかった。加えてウミシダの AK には二種類のアイソフォームが存在することが確認された。このことから、ウミシダ類では一つの個体内で 4 種類もの PK が存在

することが明らかとなった。さらに、刺胞動物のネマトステライソギンチャクからはウミシダ類よりも多種多様な PK 遺伝子が存在することが明らかとなった。本研究でネマトステライソギンチャクから単離された PK 遺伝子は、細胞質型の AK, 他に例を見ない 3 ドメイン構造を持つ AK, 細胞質型 CK, ミトコンドリア型 CK, 3 ドメイン構造の鞭毛型 CK と多様なものであった。

これまでの PK に関する研究では、AK と CK が同一個体に存在する例はほとんど知られておらず、4~5 種類という多数の PK が存在する例も皆無であった。実際に節足動物、軟体動物、緩歩動物、線虫などの大多数の無脊椎動物では 1 種類もしくは 2 種類の AK のみが存在している。また、刺胞動物と棘皮動物という系統的に大きく異なる動物間で同様の現象が確認されたことは非常に興味深い。本研究で単離された PK 遺伝子群は、無脊椎動物全体での PK 遺伝子の分布や進化について明らかにするために有用な研究材料となり得ることが予想された。

(2) 問題点等

本研究では 3 種類のウミシダ類およびネマトステライソギンチャクからの PK 遺伝子の単離に成功したが、3 種類のウニ類、6 種類のウミシダ類からの PK 遺伝子の単離には成功しなかった。これらについては、より状態の良い生体サンプルを用いた再解析が必要である。

また、海洋無脊椎動物全体の PK 遺伝子の分布と進化を知る上で棘皮動物と刺胞動物のみを対象とした解析だけでは不十分である。今後はこれら以外の動物門の生物についての解析が必要である。

3. 今後の展望

次年度以降の研究計画においては、まず、単離されたウミシダ類およびネマトステライソギンチャクからの PK 遺伝子のリコンビナントタンパク質を作成し、その酵素機能の測定を進める。次いで、今年度の研究で PK 遺伝子が単離できなかったウニ類及びウミシダ類からの PK 遺伝子の単離を再度行うと共に、棘皮動物と刺胞動物以外

の海洋無脊椎動物からの PK 遺伝子の単離を進める。これにより、海洋無脊椎動物での PK 遺伝子の分布とその構造と機能の進化についてより多くの情報を得ることが可能となる

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Uda K., Komeda Y., Koga K., Fujita T., Iwasaki N., Suzuki, T (2011) Complete mitochondrial genomes of two Japanese precious corals, *Paracorallium japonicum* and *Corallium konojoi* (Cnidaria, Octocorallia, Coralliidae): Notable differences in gene arrangement. *Gene* In Press

Uda K., Ishida M., Matsui T., Suzuki, T (2010) Arginine kinase from the tardigrade, *Macrobiotus occidentalis*. Molecular cloning, phylogenetic analysis and enzymatic properties. *Zoological Science* 27: 795-803

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

宇田幸司・米田悠佑・古賀久美子・香山ひわ・鈴木知彦・岩崎望, ミトコンドリアゲノム配列とその構造に基づく宝石サンゴの系統解析, BMB2010, 2010/12/3, 神戸市.

道端珠梨・岡崎紀子・宇田幸司・鈴木知彦, テトラヒメナの 2 種類のア르기ニンキナーゼの局在と役割, 日本動物学会第 81 回東京大会, 2010/9/23, 東京都.

松本保・宇田幸司・鈴木知彦, オウムガイ・ア르기ニンキナーゼにおける基質結合時の構造変化について, 日本動物学会第 81 回東京大会, 2010/9/25, 東京都.

岡崎紀子・道端珠梨・桜木陽子・宇田幸司・鈴木知彦, テトラヒメナ (*Tetrahymena pyriformis*) ア르기ニンキナーゼの酵素機能解析, 日本動物学会第 81 回東京大会, 2010/9/25, 東京都.

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

「平成 22 年度科学研究費補助金」 若手研究(B) 代表 1000 千円 (直接経費) 300 千円 (間接経費)

「平成 22 年度科学研究費補助金」 基盤研究(C) 分担 100 千円 (直接経費) 30 千円 (間接経費)

(8) その他

群体ホヤにおける生殖細胞形成機構の解明

● 砂長 毅 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

生殖細胞(卵, 精子)はあらゆる動物に共通して種の維持に必須の細胞である。一方で, 生殖細胞をつくりだす過程は, 種ごとの生殖戦略を反映し, 精巧に修飾されている。海産無脊椎動物の「群体ホヤ」は, 生殖細胞を必要としない無性生殖による増殖も可能であり, それ故に, 有性生殖でのみで増殖するマウスやショウジョウバエといったモデル生物とは異なるユニークな生殖細胞形成様式をみせる。

私は, 群体ホヤにおける生殖細胞の発生・分化機構を明らかにし, そこから, 動物の生殖細胞形成機構における普遍性と多様性を議論したい。本研究では, 群体ホヤの生殖細胞形成に関わる遺伝子を単離し, その発現と機能を調べることを目的とした。

2. 研究結果

(1) 成果

① 群体ホヤの一種, ミダレクイタボヤの胚発生過程における生殖系列細胞の形成を, マーカー遺伝子の発現を目印にして観察した。*Vasa* 遺伝子の mRNA をホールマウント *in situ* hybridization 法で調べたところ, 初期胚の 2 つの細胞で mRNA の発現が見られた。これは, ミダレクイタボヤの胚発生において生殖系列細胞が生じる過程を直接的に示す初めての証拠である。

つぎに *Vasa* および *Piwi* 遺伝子の発現をタンパク質レベルで検出するために, ウサギポリクローナル抗体の作製を試みた。その結果, *Vasa* タンパク質に対する良質の抗体の作製に成功した。この抗体をもちいて, 胚発生における *Vasa* の発現を調べると, *in situ* hybridization 法では発現を検出できなかった胚発生後期で *Vasa* 発現細胞が見つかった。この細胞と初期胚の mRNA 発現細胞との細胞系譜上の関係性を明らかにすることが今後の課題である。

② 他の動物での研究データをもとに, ミダレクイタボヤにおける生殖細胞の分化過程に関与する遺伝子の候補をリストアップし, cDNA の単離を試みた。その結果, *SoxB1 SoxB2, Pumilio, Smad1/5* の cDNA を単離し, 塩基配列を決定した。つぎに, *in situ* hybridization 法でそれぞれの mRNA の発現を調べた。その結果, *SoxB1 SoxB2* は生殖

系列幹細胞もしくは体細胞幹細胞で発現することがわかった。2 種の幹細胞は形態だけでは区別がつかない。*Pumilio* と *Smad1/5* は, 卵母細胞で発現が観察された。この結果から, 単離した遺伝子が生殖細胞の分化に関与することが示唆された。

(2) 問題点等

① 初期胚で観察された *Vasa* 発現細胞の発生運命の追跡が十分ではないため, 胚発生後期から変態を経て群体期に至る過程での生殖系列細胞の挙動が不明である。今後, 未解析の発生段階におけるマーカーの発現を調べる必要がある。

② 本年度は, 発現解析に留まり, 遺伝子の機能解析を完了できなかった。今後, 興味深い発現パターンを示した遺伝子から順次, 機能解析を進める。

3. 今後の展望

個々の遺伝子の機能を解析することで, 種を越えて共通の分子機構あるいは群体ホヤ独特の分子機構が明らかになる。例えば, ショウジョウバエの *Pumilio* は *Nanos* 遺伝子と共同してはたらくことが知られる。しかし, ミダレクイタボヤの *Nanos* と今回明らかになった *Pumilio* の発現場所は異なっている。これは, ミダレクイタボヤの *Pumilio* が新規の作用機構をもつ可能性を示しており興味深い。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Sunanaga, T., Inubushi, H & Kawamura, K. (2010). *Piwi*-expressing hemoblasts serve as germline stem cells during postembryonic germ cell specification in colonial ascidian, *Botryllus primigenus*. *Dev. Growth & Differ.* **52**, 603-614.

Kawamura, K & Sunanaga, T. (2010) Haemoblasts in colonial tunicates; Are they stem cells or tissue-restricted progenitor cells? *Dev. Growth & Differ.* **52**, 69-76.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

Kashiwase, Y., Tashiro, M., Kawamura, K. &

Sunanaga, T. Cellular and molecular basis of germ cell specification in colonial ascidian, *Botryllus primigenus*, 第 33 回日本分子生物学会年会, 神戸市, 2010.

Kitamura, M., Kawamura, K. & Sunanaga, T. Isolation and spatiotemporal expression analysis of *SoxB1*, *SoxB2* in the *Botryllus primigenus*, 第 33 回日本分子生物学会年会, 神戸市, 2010.

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

平成 22 年度科学研究費補助金 新学術領域研究 (公募研究) 代表 4500 千円 (直接経費)

1350 千円 (間接経費)

日本科学財団平成 22 年度笹川科学研究助成 田代真那美 (大学院生) 砂長指導学生 680 千円

(8) その他

高知県の魚類相の解明および魚類の分類学的研究

● 遠藤 広光 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

日本周辺の海域においても、近年の地球温暖化に起因すると考えられる気候変動や人為的な影響による環境の悪化、オーバーフィッシングによる水産資源の激減、外来種による生態系の攪乱などが危惧されている。また、昨年まとめられた海洋のセンサスによる10年間の調査結果から、海洋の生物多様性は、まだ解明にはほど遠い現状が明らかとなった。種を認識して記録し、学名の種には命名し、系統立てて整理する分類学は、種の多様性や生態系の多様性の解明に必要不可欠であり、継続すべき基礎的な研究分野である。

高知県の魚類に関する分類学的研究は、本研究室の初代教授であった蒲原稔治博士により1928年に本格的に始まった。蒲原博士は1964年に高知県産魚類として1,233種をリストにまとめた。その後現在に至るまで、高知県の河川の上流から河口の汽水域、沿岸から深海域まで多くの調査が行われ、現時点ではおよそ1,930種が記録されている。しかし、未記載種(新種)や日本あるいは高知県からの初記録種の発見は続いており、現在研究中の未発表種を加えると、高知県で記録された魚類が2,000種を超えることは確実である。

このような現状から、本研究の目的は高知県で採集された標本を中心に、未記載種や未記録種に関する分類学的研究を進め、高知県および日本の魚類相の解明を目指すことである。

2. 研究結果

(1) 成果

本年度は2010年7月21日から23日まで2泊3日の日程で、高知県西南部の沖の島周辺でスクーバ潜水による魚類採集を行った。また、柏島周辺からも協力を得て貴重な標本を入手した。黒潮の影響を強く受ける高知県大月町沿岸や柏島、沖の島には造礁サンゴ群落が多く見られ、これまでに日本での初記録種や北限記録種、高知県での初記録種、さらに未記載種を多数採集した。

本年度も貴重な魚類標本を採集することができた。ハタ科(ヌノサラシ族)の *Suttonia* sp. 1標本を沖の島で採集した。本属は日本周辺からの記録がなく、インド洋・西太平洋の熱帯・亜熱帯水域から2種が知られるが、本標本は未記載種の

可能性が高い(現在、検討中)(写真)。日本から標本に基づく記録がないヨウジウオ科タツノオトシゴ亜科の *Hippocampus bargibanti* “ピグミーシーホース”は沖の島から9個体、未記載種の *H.* sp. “ジャパニーズピグミーシーホース”は柏島から2個体採集し、現在共同研究中である。これら2種はダイバーにはよく知られる存在であった。また、イレズミハゼ属の未記載種 *Priolepis* sp. も柏島で2個体採集された。

上記の他に高知県沿岸や沖合の深海域で標本が採集され、現在研究中的のおもな未記載種は、ウミヘビ属、ニギス属、ハダカイワシ属、ネズミダラ属、ベラギンポ属、トビササウシノシタ属などである。数種については、国立科学博物館の新種記載プロジェクトの論文集(魚類の第4弾、2012年3月出版)に投稿予定である。

高知県から標本に基づき初めて報告される種は、リュウグウウベラギンポ(沖の島)、タイワンヒイラギ(浦戸湾)ホソウケグチヒイラギ(土佐湾)、ジャノメハタタテガレイ(柏島)などである。

(2) 問題点等

重大な問題は、2011年1月に分類学の研究上必要不可欠な軟X線写真撮影装置のX線照射のフィラメント切れにより、故障したことである。本装置の修理には、およそ120万円掛かるとの見積もりであった(新規購入には200~300万円必要)。魚類の分類学的形質のうち、軟X線写真による脊椎骨や鰭条の計数は論文掲載のデータとして必要不可欠であるため、通常の研究や本プロジェクトのみならず、学部生のおよび大学院生の分類学的研究の進行には支障となる。大変頭の痛い問題であり、来年度何らかの予算を獲得しなければならない。

3. 今後の展望

高知県南西部の沖の島と柏島での調査を継続しながら、これまでの初記録種や稀種の記録をまとめる予定である。また、現在研究中的の各種の新種記載や初記録に関する論文を作成し、順次投稿予定である。しかし、軟X線写真撮影装置の修理あるいは購入が必要である。

4. 業績リスト

- (1) 学術論文
- (2) 紀要
- (3) 報告書
- (4) 学会発表

Nakayama, N. and H. Endo. Revision of the deep-sea fish genus *Pseudonezumia* (Pisces: Gadiformes: Macrouridae), with comments on two undescribed species. (Trench Connection: International Symposium on the Deepest Environment on Earth. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, Kashiwa, Chiba, Japan 東京大学大気海洋研究所 2010年11月10-13日 (ポスター))

遠藤広光. 高知県沿岸の魚類相. 第43回日本魚類学会シンポジウム, 津 (三重県文化会館). 黒潮と日本の魚類相: ベルトコンベヤーか障壁か 2010/9/24 (口頭発表)

遠藤広光・梨田一也. 土佐湾から採集されたニギス属の1未記載種. 第43回日本魚類学会年会, 津 (三重県文化会館) 2010/9/22-23 (ポスター)

清沢遼太郎・遠藤広光. 土佐湾と九州-パラオ海嶺から得られたハダカイワシ属の1未記載種. 第43回日本魚類学会年会, 津 (三重県文化会館) 2010/9/22-23 (ポスター)

高田陽子・片山英里・松野靖子・遠藤広光. 高知県で採集されたヨウジウオ科4種の記録. 第43回日本魚類学会年会, 津 (三重県文化会館) 2010/9/22-23 (ポスター)

片山英里・佐藤崇・遠藤広光. ベラギンボ科魚類における類縁関係と形態形質. 第43回日本魚類学会年会, 津 (三重県文化会館) 2010/9/22-23 (ポスター)

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

遠藤広光. 2010. 高知県の海水魚類. pp. 26-27 in 全国生涯学習フォーラム高知大会環境プロジェクト委員会編「高知県の自然環境」高知. 57pp.
*パネル「高知県の海水魚類」と標本の展示 (コタカニギス)

遠藤広光. 高知大学公開講座: パラタクソノミスト養成講座-自然の記録を残す人をつくる, 第3回魚類の記録の残し方 (360分) 2011年1月9日

(7) 外部資金

「共同研究」
2010年〜 国立科学博物館「黒潮プロジェクト (浅海性生物の時空間分布と巨大海流の関係を探る)」

(8) その他

Second Deep-sea Fish Workshop (第2回 深海性魚類の国際ワークショップ招待講師, 国立科学博物館 2010年10月29日〜11月5日) 講演: ENDO, H. “Deep-sea fishes from off Kochi”, 2010年11月2日: 国立科学博物館分館

遠藤広光. 2010. 深海-漆黒のフロンティアを拓く-第3回「深海」に生きる. *milsil*, 3 (5): 22-25.
*国立科学博物館・自然と科学の情報誌 (2010年9月)

高知新聞 2010年10月16日夕刊
「本県初タイワンヒイラギ」

高知新聞 2010年7月17日朝刊

「土佐湾に新種沖ウルメ」(コタカニギス)

*この論文は本プロジェクト前に出版 (2010年3月末)



写真1 スズキ目ハタ科の *Suttonia* sp., BSKU 103900, 65 mm SL, 2010年7月21日に沖の島の水深16 mで採集 (採集・写真撮影: 遠藤広光) .

分類学的形質としての側線系の再評価

● 佐々木邦夫（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

魚類の分類学的研究において、水流などの機械的刺激を受容する器官である側線系は古くから観察され、分類学的形質として利用されてきた。しかし、その観察は外部形態など表層的なものに留まり、分類群間での相同性や、神経支配の様式は十分に検討されてこなかった。私は側線系を支配する神経系（側線神経系）の支配様式を明らかにすることによって、分類群間での側線系の形態および配置について相同性を明らかにし、側線系の分類学的形質としての有効性を再評価することを目的として研究をおこなっている。観察対象の分類群は硬骨魚類全般を含み、さらに、カレイ目、フグ目、ハゼ亜目などについては、特に詳細な検討をしている。ハゼ亜目については、体表に露出する側線器である表在感丘が分類形質として重要視されてきた経緯があり、力をいれて観察をしている。材料には主に高知県の様々な水域で採集された魚類を用いている。本県は多様な魚類相を誇り、標本の採集には絶好で、地の利を活かした取り組みである。

2. 研究結果

（1）成果

① 真骨魚類 28 目 96 科 123 種の中央側線神経（HSN）の分岐パターンを観察し、この神経から発する背側縦走集合神経（DLCN）の有無を調べた。ウナギ目、ヒメ目、コイ目などの低位分類群（非有棘類）では DLCN がなく、躯幹部側線は HSN から直接発する神経枝によって支配されていた。キンメダイ目、カサゴ目、スズキ目などの高位の分類群（有棘類）ではアーチ型の躯幹部側線は例外なく DLCN によって支配されていた。DLCN によって支配されるアーチ型の側線は有棘類の共有特化であることが明らかになった。

② カレイ目魚類 2 亜目 9 科 46 種において躯幹部側線神経の分岐パターンを観察した。背側縦走神経枝は全ての種で中央側線に沿って伸長していた。ボウズガレイ亜目ではこの神経枝が一部のみ DLCN と癒合していたが、カレイ亜目ではこれら 2 神経枝は全域にわたって癒合していた。カレイ目のおおのの科において、それぞれ特有の神経分岐のパターンを示すことが明らかになった。

③ フグ目 10 科と外群 5 分類群の側線系とその

神経支配を観察した。フグ目の側線系は 2 種類の表在感丘からなることが明らかになった。フグ目の前鰓蓋管はその神経支配から典型的な魚類のそれとは非相同であることが判明した。フグ目では感丘数は 70 から 277 と変異にとみ、その配列も多様であった。神経の分岐パターンからはフグ目はアンコウ目ともっとも近縁であると考えられた。

④ ハゼ亜目のドンコとキヌバリで側線系とその神経支配を観察した。これら 2 種はそれぞれ底生性と遊泳性である。躯幹部の感丘の分布とその神経支配がはじめて明らかになった。躯幹部には 3 列の感丘が並び、神経支配から背側の列と腹側の列は中央から移動した列と新たに追加された列からなることが示された。キヌバリでは背側と腹側の列が特に発達していた。これは水柱環境で上方と下方からの刺激を受容するのに適応的と考えられた。

（2）問題点等

神経標本の作成にあたり、一部の種で観察に耐える標本が得られない。特に脂質に富む筋肉の種では成功しない。なんらかの前処理を工夫する必要がある。

3. 今後の展望

これまでに観察した種はその数が限られ、分類群も十分に網羅的とは言えない。特に、ボラ類、トウゴロウイワシ類、ダツ類など特異な側線系をもつ種の観察が不足している。観察を進めれば、側線系の分類学的形質としての有効性がさらに明らかになり、魚類の系統進化の解明に資する強力なツールになると期待される。

4. 業績リスト

（1）学術論文

Yamanaka Y., Nakae, M., Fukuda E. & Sasaki K. (2010). Monophyletic origin of the dorsally arched lateral line in Teleostei: Evidence from nerve innervation patterns. *Ichthyol. Res.*, 57:49-61.

Fukuda E., Nakae M., Asaoka R. & Sasaki K. (2010) Branching patterns of trunk lateral line nerves in Pleuronectiformes: Uniformity and diversity. *Ichthyol. Res.*, 57:148-160.

Nakae M. & Sasaki K. (2010) Lateral line system and its innervation in Tetraodontiformes with outgroup comparisons: Descriptions and phylogenetic implications. *J. Morph.*, 2271:559-579.

Asaoka R., Nakae M. & Sasaki K. (2011) Description and innervation of the lateral line system in two gobioids, *Odontobutis obscura* and *Pterogobius elapoides* (Teleostei: Perciformes). *Ichthyol. Res.*, 58:51-61.

Nakae M., Sasaki K., Nakajima T., Miyazaki Y. & Matsuura K. (2011) Homologies of the branchial arch muscles in *Zacco platypus* (Teleostei: Cypriniformes: Cyprinidae): Evidence from innervation pattern. *J. Morph.*, DOI: 10.1002/jmor.10930.

- (2) 紀要
- (3) 報告書
- (4) 学会発表
- (5) セミナー等の開催
- (6) 地域貢献活動
- (7) 外部資金
- (8) その他

フィリピン海プレート北端部の運動モデルの構築

● 田部井 隆雄 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

中部・西南日本地殻の下にはフィリピン海プレート (PH) が沈み込み、周期的に南海、東南海などの巨大地震が発生している。現在は地震と地震との間の定常状態にあり、地殻には着々とひずみが蓄積されている。日本では高感度地震計や GPS (全地球測位システム) の観測網が整備されているが、定常観測点は陸域に限定され、海底下にあるプレート境界域は依然として観測空白域である。加えて、PH の大部分は海底にあり、その運動を直接計測することは困難である。つまり、巨大地震の発生原因となるプレート間相互作用は、プレート境界をはさむ陸側の遠方データのみから推定されているのが現状である。

PH の運動を実測する目的で、著者は 1990 年代より南大東島、伊豆諸島北部、マリアナ諸島など PH 縁辺部に位置する島嶼で GPS 観測を実施してきた。伊豆神津島の南西 40km に位置する銭洲岩礁 (図 1) では、1995 年以降ほぼ毎年 GPS 観測を行っている。全国観測成果と合わせ、伊豆半島を含む PH 北端部がプレート本体から分離して独立ブロックを形成していること、このブロックの南側境界で新たな PH 沈み込みが生じている可能性があること、などを明らかにしてきた。

本研究ではこれまでの銭洲岩礁 GPS 観測を継承し、PH 北端部の挙動を精密に監視するとともに、より現実的な運動モデルの構築を目指す。なお、同地域での観測は長い間名古屋大学大学院環境科学研究科と共同で実施していることを付記する。

2. 研究結果

(1) 成果

2010 年 8 月 25 日朝に神津島に到着し、島内で GPS 観測を開始した。これは以降の銭洲 GPS 観測の仮基準点となる。8 月 26 日、傭船した渡船で神津島を 5:30 に出港し 7:20 に銭洲に到着、直ちに岩盤上 2 ケ所の基準点で GPS 観測を開始した (写真)。終日微風快晴で波高は 1.5m 以下であった。神津島渡船規則に従い、13:00 に機材を撤収し 15:00 に神津島に帰島した。翌 27 日も同様の観測を行った。銭洲岩礁上での GPS 観測は 1995 年以降延べ 18 日であるが、2 日連続しての成功は 5 回目に過ぎない。

銭洲での観測は 1 回数時間に限定されるため、本州との間の長距離基線解析では精度低下が避けられない。そこで、まず地球基準座標系 ITRF2005 に

基づくつくば観測点の座標値を基準に、3 日間のデータよりつくばに相対的な神津島の位置を決定した。これをもとに、神津島-銭洲間の基線解析を行った。解析には Bernese GPS Software Ver.5.0 と精密衛星軌道情報を使用した。最終的な銭洲の座標推定精度は水平で 2~3mm、上下で約 1cm である。

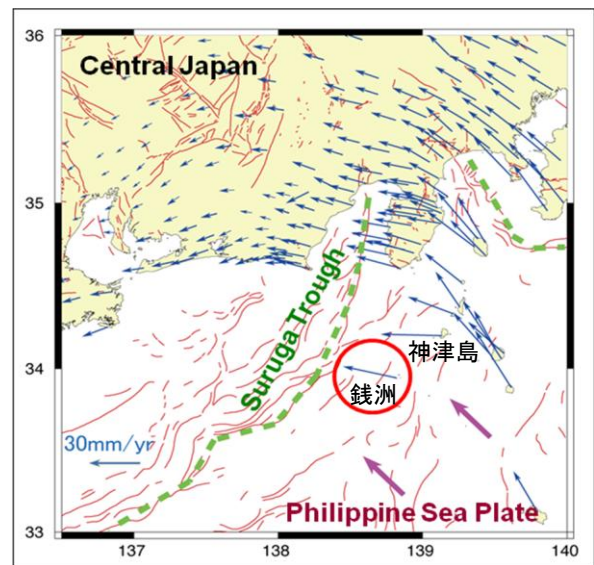


図 1. 本州中部 (北米プレート) に相対的な平均変位速度。赤丸は銭洲岩礁の位置を示す。

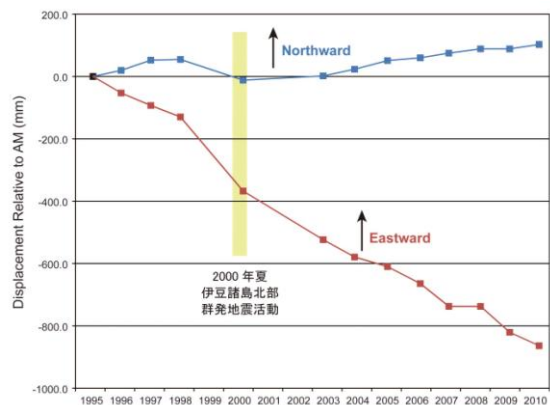


図 2. 西南日本 (アムールプレート) に対する銭洲の水平変位時系列。

西南日本 (アムールプレート) に対する銭洲の変位時系列を図 2 に示す。2000 年夏の伊豆諸島北部群発地震活動の際は、銭洲の水平変動は短時間で約 150mm に達したが、最近 5 年間の平均変位速度は 50.5mm/yr (方位 283 度) である。これは 2000 年

以前の速度にほぼ等しい。つまり、これが銭洲の定常変位速度であると見なして差し支えない。プレートモデル REVEL から予測される速度は 57.3mm/yr (方位 301 度)である。実測値は予測値から有意に西方へ偏移している。基準とするプレートは異なるものの、銭洲の変動方向が PH 本体の運動方向よりも西方へ偏移し、伊豆半島南端の変動と類似していることが図 1 から読み取れる。神津島、新島、大島などの運動も PH 本体の運動と整合しないが、これらはいずれも火山島で、火山体の局所変動が含まれていることが知られている。銭洲の動きは火山活動と無縁であり、PH 北端部の運動を決定する鍵を有する。

(2) 問題点等

GPS精密測位では長時間観測が最重要である。銭洲はPH北端部の運動決定に最適かつ唯一の観測点であるが、滞在時間は渡船規則に制約され、翌日以降上陸できる保証がないことから、数時間の観測の後に機材を撤収せざるを得ない。海が荒れば岩礁全体が簡単に水没してしまうため、現在のところ連続観測の目処は立っていない。好天時を利用した反復観測を積み重ねざるを得ない。

原理的に海底の変動をGPSで直接計測することは不可能である。PH東端部のマリアナ諸島では、島嶼部でのGPS実測変位と、プレートモデルから計算される近傍海底の予測変位との差から、海底の異常変動(この場合は背弧拡大)を推定することに成功した。PH北端部においても、異なる地球科学観測成果を組み合わせたモデリングが必要である。

3. 今後の展望

PH 北端部は地殻活動が活発で、しかも活動レベルが時間的に一定ではない。定常的プレート収束過程の解明には、長期的視点に立った継続的な監視が最重要である。銭洲岩礁は沈み込むプレート側に位置するというきわめて貴重な立地条件を有する観測点であり、今後もぜひ観測を継続したい。

観測と平行して、伊豆半島を含む PH 北端部の運動モデルを確立したい。伊豆半島と本州弧の衝突、伊豆半島下のデタッチメント、銭洲南方での PH の新たな沈み込みなどがおもな検討対象であることをす



で明らかにしており、より統一的な解釈をめざす。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

一谷祥瑞・柄健太朗・田部井隆雄, 3次元 GPS 速度場から推定した南海トラフのすべり欠損分布—推定領域を繰り返しシフトさせる測地インバージョン解析—, 地震, 63 巻 1 号, 35-43, 2010.

(2) 紀要

伊藤武男・Endra Gunawan・木股文昭・田部井隆雄・ほか 4 名, スマトラ島北西部のスマトラ断層における地震発生ポテンシャル, 名古屋大学環境学研究所 2004 年スマトラ地震調査報告 VI, 107-111, 2010.

(3) 報告書

(4) 学会発表

田部井隆雄・島本麻美・一谷祥瑞, 四国西部の地殻変動と中央構造線の運動様式の推定, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 5/27/2010, 千葉市.

田部井隆雄・井上学, GPS 座標時系列への空間フィルタリングの適用——豊後水道 SSE 発生域を対象として—, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 5/28/2010, 千葉市.

平田諒次・田部井隆雄, GPS 速度場から推定した南海トラフのすべり欠損分布—三角形要素でプレート境界面形状を表現したインバージョン解析—, 日本地震学会 2010 年度秋季大会, 10/28/2010, 広島市.

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

国土交通省国土地理院研究評価委員会委員
京都大学防災研究所地震予知研究センター運営協議会委員

(7) 外部資金

「平成 22 年度科学研究費補助金」基盤研究 A 分担 1,000 千円(直接経費) 300 千円(間接経費)

「共同研究」東京大学地震研究所 代表 384 千円(直接経費)

「共同研究」四国総合研究所 代表 1,000 千円(直接経費) 100 千円(間接経費)

(8) その他

(独立行政法人)日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員表彰(2010年7月)



南海地震の津波堆積物調査

● 松岡 裕美 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

南海地震とよばれる地震は、高知県の沖合の南海トラフ沿いを震源とする地震である。地震は同じような場所で繰り返し発生するが、その規模や繰り返しの間隔にはある程度の違いがあることが知られている。この違いを明らかにすることは、地震の発生メカニズムを探るという目的のためにも、そして防災という目的のためにも必要なことであるが、地震の繰り返しは百年単位の長いタイムスケールを持つことから容易ではない。そこで、地震を知るためには、現在の情報だけでなく過去の情報を得ることが必要になる。南海地震は過去の繰り返しの履歴が世界で最もよく解明されている地震のひとつである。この過去の情報は主に古文書などの歴史的な記録に残されたもので、日本書紀に記録された西暦 684 年の天武南海地震より 1946 年の昭和南海地震まで、過去 9 回の南海地震が発生したことが明らかになっている。私たちはこの歴史記録よりもさらに古い過去数千年程度の地震履歴を明らかにするために、沿岸域の湖沼に残された津波の痕跡を調査し解説することを試みている。

これまでの研究により、南海トラフ沿岸域の九州東岸、須崎、宇佐の三つの湖沼において津波堆積物から過去数千年間の津波履歴を得ることができた。しかしながら、地質記録は地域的な環境の変化の影響を避けられないことから、いくつかのデータを総合して考える必要がある。また、地震の規模について議論するためには、震源域の沿岸域において地理的な広がりを持った何地点かのデータを検討する必要がある。特に南海地震の震源域の西端にあたる四国西岸域での津波波高は、地震の規模の違いを敏感に反映すると考えられており、この地域の地震履歴の記録は重要である。本研究では、四国西岸域の宿毛市西片島の貯水池において津波堆積物の調査を行った。

2. 研究結果

(1) 成果

西片島の池でコア試料を採取し、分析を行った。ここは宿毛湾の湾奥に位置し、現在は水門で仕切られ汽水環境となっているが、かつては松田川河口の浅海域であったと考えられる。この池の南約

1 kmにあるハイタカ神社には、南海地震津波の碑が残されており、宝永地震で 9.8m、安政地震で 3.2mの津波波高が記録されていることから(村上他、1989)、この池もこれらの津波の襲来を受けているに違いない。

試料は湖底から約 2.5mの深さまで採取することができた(図1)。

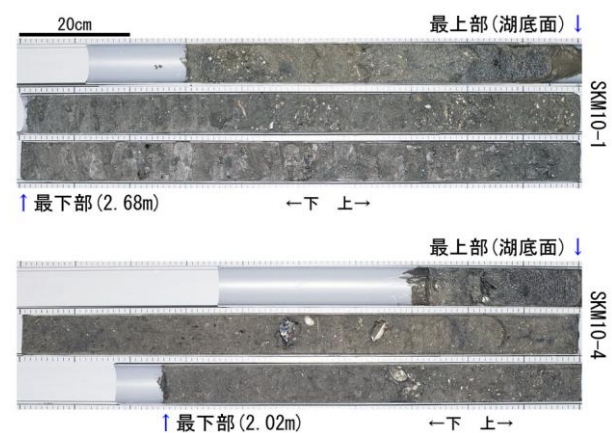


図1 コア試料の写真(2本分)

試料の上部 30cm は含水率の高い黒色の泥から成り、おそらく水門が完成してからの堆積物である。それよりも下位は、貝殻片を多く含む砂泥によって構成されており、干潟のような浅海底の堆積物である。二層の礫をふくむ貝殻の密集層が確認できたが、津波の痕跡と考えられるような堆積構造はこの試料には見られなかった。(図2)

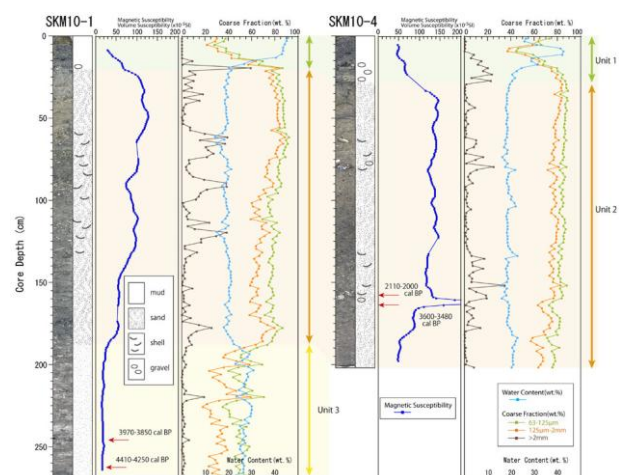


図2 コア試料の解析結果

コアに含まれる貝殻片と植物片を用いて4試料について放射性炭素年代測定を行った。その結果、深度1.6mの層準で約2000年前という値が得られた。今年度の経費のほとんどは、この年代測定に使用している。

(2) 問題点等

津波堆積物が堆積し、堆積物記録に残される条件としては、そこが堆積物が永く静かにゆっくりと堆積するような堆積環境であること、そして、その地域が地盤の沈降域であることがあげられる。残念ながら、今回採取した堆積物は砂や礫などを多く含み、堆積速度は速く、静かに堆積したとは言いがたい。また、深度1.6mの堆積物の年代値として約2000年前はやや古く、上部の水門ができてからの堆積物を除けば、新しい時代の堆積物は残されていないと思われる。宿毛地域は高知地域などと同じく南海地震の震源領域の北縁に相当し、地盤が沈降している地域であると考えていたが、過去数千年間では顕著な沈降はしていないのかもしれない。このことは、南海地震とその周辺地域の地殻変動を考える上で一つの情報ではある。

3. 今後の展望

今回の結果から考えて、宿毛地域での津波履歴の解明は難しいかもしれない。過去に宿毛地域ではここ以外に二カ所の地点で調査を行ったが、いずれも望ましい結果は得られていない。それでも、やってみなければわからないことも多く、九州東岸から四国西岸にかけての地域であと何か所かの候補地を検討し調査を行いたい。

4. 業績リスト

- (1) 学術論文
- (2) 紀要
- (3) 報告書
- (4) 学会発表

岡村 眞・松岡裕美、四国沿岸域の湖沼に残された津波堆積物からみた南海地震の再来周期と規模、日本地球惑星科学連合2010年大会、2010年5月、千葉市。

Okamura M., Matsuoka H., Hyper-cycle of the Nankai Earthquake inferred from tsunami deposits accumulated in lakes along the Nankai Trough, past 2000 to 5000 years. American Geophysical Union Fall Meeting, Dec., 2010, San Francisco.

- (5) セミナー等の開催
- (6) 地域貢献活動
- (7) 外部資金
- (8) その他



バングラデシュにおけるプレモンスーン季の大気観測

● 村田 文絵 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

バングラデシュは6～9月の雨季(モンスーン季ともいう)の洪水や3～5月或いは10～11月頃に時々現れるサイクロン(台風)の襲来によって大きな被害を受けることで知られる国である。この地域はインドモンスーンの影響を受けて雨季と乾季が非常に明確である。モンスーンとは乾季と雨季で風向がほぼ逆転する季節風のことであり、その形成には陸地と海洋の熱容量の違いに伴う温度差の形成が本質的であり、本研究は陸地で実施しているが、その意味で海洋が関係する。本研究では3～5月(現地ではモンスーン季の前に相当するためプレモンスーンと呼ばれる時期)に特に発生が集中するシビアストームを対象とする。シビアストームとは、雷や突風、ときには降雹や竜巻をもたらす積乱雲のことである。現地ではカルバイシャキ、或いは北西方向からやってくるためにノルウェスタと呼ばれる。本研究の目的は、インド気象局やインド工科大学(デリー)等が中心となって推進しているインド科学技術庁研究プログラム STORM プロジェクトの集中観測に同期して観測を実施し、情報・データ交換を行うことによって、共通の課題であるシビアストーム発生メカニズムの解明を推進することである。

積乱雲の発達が大気鉛直構造に主に支配されるため、大気鉛直構造を測定する一般的手法であるゾンデ集中観測を行った。バングラデシュでは現地気象局によって首都ダッカにおいて多い時で1日一回朝6時にゾンデ観測が行われている。この集中観測の特徴は、①シビアストームが頻発する午後に観測を実施したこと、②3地点で同時観測を行ったことである。

学系プロジェクトのお金は、本来モンスーン季(6-9月)に実施する予定の観測用資金をプレモンスーン季の観測に回したために不足した8月観測出張用の旅費として使用させて頂いた。

2. 研究結果

(1) 成果

ゾンデ観測は4月22日～5月11日の間の13日間に延べ87回実施した。観測日にはバングラデシュ北西部のパブナで4人が強風により倒れた建物や木の下敷きになって亡くなったシビア

ストーム発生日(4月26日)も含まれている。この解析については観測の実施に携わった本学大学院生の修士論文の一部となっている。また4月25日に実施した観測データから、①バングラデシュ上空の高度1-5kmに大規模な沈降流が存在すること、②3地点の同時観測により、バングラデシュ東北部に接する標高2千メートル程度のメガラヤ高原を地形性上昇する気流構造がとらえられた。この成果については学会発表の他、日本気象学会誌に投稿し印刷中である。

(2) 問題点等

外国における観測の実施には現地機関との信頼関係が不可欠である。これは一朝一夕にできるものではなく、1980年代からの先輩研究者達による長年にわたる継続的な現地の訪問と共同研究によって構築されてきたものであり、できる限り継続する必要がある。本研究の他にも研究グループとしてバングラデシュ及び隣接するインド北東部において世界最多雨地域といわれるメガラヤ高原(年間降水量12,000ミリ程度)を含む40か所に雨量計を設置して雨量モニタリングを実施している。そのためには恒常的な資金がないのが問題であり、今後共サポートをお願いしたい。

3. 今後の展望

資金の関係で今年のように多くの観測はできないが、来年度の4-5月に1地点でゾンデ観測を実施する予定がある。この観測に際して田部井さんのGPS受信機をお借りしてバングラデシュで初めてGPSにより水蒸気量を高解像度で観測することも現在検討している。本研究の目標は災害をもたらすほどシビアなストームの発生をある程度予測できるようにすることである。これまでのゾンデ集中観測結果を使ってこの目標に向かって解析を実施していく。また、モンスーン季に普段より多くの雨がバングラデシュに流れ込む河川流域に降ることが主な大洪水の要因であり、この気象学的原因の解明がもうひとつの重要な研究テーマと考えている。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Murata, F. T. Terao, M. Kiguchi, A. Fukushima, K. Takahashi, T. Hayashi, A. Habib, Md. S. H. Bhuiyan, S. A. Choudhury, 2011: Daytime thermodynamic and airflow structures over northeast Bangladesh during the pre-monsoon season: a case study on 25 April 2010, *J. Meteor. Soc. Japan*, in press.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

Murata, F., Observational results for rainfall over the windward side of the Meghalaya Plateau, northeast India, Indo-Japanese colloquium on weather & climate over Asia at Andhra university, 2010年7月, ビンジャカパトナム.

寺尾 徹・村田文絵・高橋宏児・一柳錦平・木口雅司・福島あずさ・林 泰一, バングラデシュ北東部メガラヤ山脈南縁豪雨地帯における高層気象観測, 日本気象学会秋季大会, 2010年10月, 京都市, C304.

村田文絵・寺尾 徹・木口雅司・福島あずさ・高橋宏児・林 泰一, A. Habib, Md.S.H.Bhuiyan・S.A.Choudhury, チェラブンジにおける降水過程に関する研究(第5報), 日本気象学会秋季大会, 2010年10月, 京都市, C305.

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

「平成22年度科学研究費補助金」基盤研究B 分担 850千円(直接経費) 255千円(間接経費)

(8) その他