

# 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 1,767 千円（うち大学改革促進経費 1,467 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	10 編	/	
	著書	0 編		
	紀要	0 編		
	報告書	0 編		
	学会発表	21 件		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	2 件		
地域貢献	31 件	高知県学校防災アドバイザー派遣事業に基づく講演 26 件を含む		
外部資金	/	科研費	8 件	12,708 千円
		共同研究	1 件	430 千円
		受託研究	1 件	3,789 千円
		奨学寄付金	なし	
		その他	なし	
		合計		16,927 千円
特許等	該当なし			
その他特記事項	蒲生田大池での津波堆積物調査の様子が徳島新聞および NHK 徳島のニュース番組で紹介された（松岡裕美）			

## 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に起源を持つ。太平洋の海洋環境や、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、さらには海洋環境が陸上生活に及ぼす影響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、きわめて重要な研究課題である。海洋は我々の生活に恵みをもたらしてくれると同時に、それ自身が未だ多くの謎を秘めており、また、ときには自然災害となって人間生活に大きな被害を及ぼす。このような認識に基づき、マクロ・ミクロ両面における海洋生物の生態と進化、海溝型巨大地震の活動履歴とメカニズム、海洋と大気の関係等の解明を目指す。

### 2-2 研究成果

平成 25 年 3 月 1 日（金）13:30 より 15:15 まで、総合研究棟会議室 3 において平成 24 年度研究成果報告会を開催した。過去 2 回の報告会は一般公開であったが、今年度はメンバー間の日程調整が遅れて十分な周知期間が取れなかったため、非公開の開催とした。個々の具体的な研究成果は各研究者ごとに後述するが、研究テーマは以下のとおりである。

- (A) 海洋無脊椎生物に存在する D-アミノ酸合成酵素の構造及び機能の進化（宇田幸司）
- (B) 群体ホヤにおける生殖細胞形成機構の解明（砂長毅）
- (C) 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）
- (D) 分類学的形質としての側線系の再評価（佐々木邦夫）
- (E) 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）
- (F) 津波堆積物からみた南海地震の履歴（松岡裕美）
- (G) ベンガル湾からバングラデシュにかけての降水システムの理解について（村田文絵）

今年度の研究成果をまとめると、査読付き学術論文 10 編（英文 10 編，和文 0 編），査読なし紀要・報告書等 0 編，学会発表 21 件（国内 16 件，国際 5 件），セミナー・講演会・シンポジウム等の開催 2 件，地域貢献活動 31 件（うち 27 件は講演）となる。また外部資金獲得状況は，科学研究費助成事業 8 件 12,708 千円（代表 5 件，分担 3 件），共同研究 1 件（代表）430 千円，受託研究 1 件 3,789 千円の総額 16,927 千円である。

### 2-3 特筆すべき事項

2011 年 3 月東北地方太平洋沖地震の発生を受け，南海トラフ沿いの連動型プレート間超巨大地震に対する対策が全国的急務となった。新しい津波浸水予測を受け，高知県では県内の小中学校を対象に学校防災アドバイザー派遣事業を開始した。田部井と松岡は，今年度は 26 校において南海地震と防災に関する講演を行った。また，津波堆積物から過去の巨大地震の活動履歴を解明する松岡たちの研究に大きな焦点が当てられ，本報告書に掲載した徳島県蒲生田大池での津波堆積物調査が，徳島新聞および NHK 徳島のニュース番組で紹介された。

田部井が指導する大学院応用自然科学専攻博士課程 2 年生の一谷祥瑞君が，日本地震学会 2012 年度

秋季大会（10月16日～19日，函館市）において学生優秀発表賞を受賞した。発表タイトルは「南海前弧スリバーのブロック運動と中央構造線における固着・すべり分布」である。

高知大学リサーチマガジン第8号の学内研究プロジェクト紹介欄に，本サブプロジェクトの概要を記した記事を投稿した。第8号は2013年3月末に発刊予定である。

# 海洋無脊椎生物に存在する D-アミノ酸合成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

アミノ酸には、L体とD体の二種類の鏡像異性体が存在しているが、動物の生体内にはL体のアミノ酸のみ存在し、D体のアミノ酸(D-アミノ酸)は生体内には存在しない非生体型のアミノ酸であると考えられてきた。

しかし、1980年代以降、光学分割技術の発達により、動物の生体内にも遊離のD-アミノ酸が存在することが明らかになり、その存在と、生理的な役割の解明に多くの研究者が取り組むようになった。

特に、海洋性の軟体動物や節足動物では遊離のD-アラニンやD-アスパラギン酸が浸透圧調整物質等として機能する事が報告されている。また、我々は海洋性環形動物のケヤリにD-アルギニンが存在すること、ATPのリン酸基をD-アルギニンに転移し、D-アルギニンリン酸を合成することのできる特殊なアルギニンキナーゼが存在することを明らかにした。そして、動物界において、初めてD-アルギニンが存在すること、その生理的機能がATPのリン酸基の貯蔵であることを報告している。

さらに、これらの遊離D-アミノ酸は対応するL-アミノ酸から異性化酵素（アミノ酸ラセマーゼ）により生合成されることも明らかとなり、アラニンラセマーゼが軟体、節足動物から、アスパラギン酸ラセマーゼが軟体、節足、脊椎動物から、セリンラセマーゼが節足、脊椎動物から報告されている。しかしながら、これまでのD-アミノ酸及びその代謝酵素に関する研究は一部の動物種についてのみ行われ、動物界全体における広範囲な解析は行われていないのが現状である。

本研究では、海洋に生息する無脊椎動物を中心に様々な生物におけるD-アミノ酸の存在の有無を確認し、海洋無脊椎動物にD-アミノ酸がどのように分布して存在するかについて明らかにすることを目的とした。

## 2. 研究結果

### (1) 成果

本年度は生体内に存在するD-アミノ酸の検出系の構築を行った。L体とD体のアミノ酸は鏡像異性体であり、物理的、化学的性質が一部を除き

同じであるため、その分離が困難である。そこで一般に用いられるのが誘導体化試薬を用いL/Dアミノ酸をジアステレオマーへと変換することで分離可能とする手法である。しかしながら、誘導体化試薬や分離条件等によって、検出できないアミノ酸があるなどの問題点があった。

本研究では、誘導体化試薬としてN-tert-butylloxycarbonylcysteine (BOC-L-Cys) と o-phthaldialdehyde (OPA)を用いる反応系と1-fluoro-2,4-dinitrophenyl-5-L-alanineamide(L-FDA A)を用いる反応系の二種類を行い。生成したジアステレオマーを逆相クロマトグラフィーによって分離することで、一般的な生体アミノ酸19種類のL/D体の一斉分析を行うことが可能となった。

本研究で検討したD-アミノ酸検出系を用いて、幾つかの生体試料中のDアミノ酸の分離を行い、現在その解析を進めている。

### (2) 問題点等

本研究で検討したD-アミノ酸検出系を用いる事でL体とD体のアミノ酸は良好に分離するが、生体試料を用いた場合にはアミノ酸以外の夾雑物によって逆相クロマトグラフィーの結果に多くのノイズが発生することが明らかとなった。現在は、生体試料を除タンパク後、水/エタノール抽出したものを分析サンプルとしているが、今後は分析前にアミノ酸成分のみに精製し、夾雑物を除く必要がある。

## 3. 今後の展望

次年度以降は、まず問題点において指摘した生体試料の精製手法を改良し、生体内D-アミノ酸の分離分析を高感度に行えるようにする。また、これまでの他の研究に用いてきた数十種類に及ぶ生体試料がディープフリーザーに保管されており、これを用いたD-アミノ酸の一斉分析を行う予定である。これにより、様々な動物門の海洋無脊椎動物におけるD-アミノ酸の分布を明らかにする。

さらに、刺胞動物のイソギンチャクやヒドラ、棘皮動物のアメリカムラサキウニ、節足動物のオマールエビの遺伝子情報データベースにおいて、

アミノ酸ラセマーゼと類似した遺伝子が存在することを発見している。次年度以降はこれらの遺伝子を単離し、実際にアミノ酸ラセマーゼとしての機能を持つかどうかを確認する予定である。

#### **4. 業績リスト**

(1) 学術論文

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

山城由也, 西願麻以, 鈴木知彦, 宇田幸司 テトラヒメナに存在するセリンラセマーゼホモログの酵素機能解析 日本動物学会第 83 回大会 2012/9/15 大阪

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

「平成 24 年度科学研究費助成事業」若手研究(B)  
代表 1,400 千円 (直接経費) 420 千円(間接経費)

「共同研究」

「受託研究」

「奨学寄付金」

(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の単離とその発現および機能を調べることを目的とした。

#### 2. 研究結果

##### (1) 成果

ミダレキクイタボヤ群体における生殖細胞形成に関与する遺伝子群をスクリーニングした。発達した生殖腺をもつ群体(有性生殖期)と生殖腺が未発達の群体(無性生殖期)を材料として Suppression Subtractive Hybridization 法を用い, subtraction cDNA ライブラリーを作製した。ライブラリーから 572 サンプルの配列解析を行い, 327 クロンの cDNA を得た。次に, Web 上に公開されたデータベースを用いた類似性検索により, 各クローンにアノテーションを付加した。その結果, housekeeping 遺伝子の断片と推測されるクローンを除き, さらに, 重複するクローンをまとめると 104 クローンに集束した。この 104 クローン全てについて, 定量 RT-PCR によって, 有性生殖期の群体と無性生殖期の群体の間で発現量を比較した。その結果, 無性生殖期での発現量を 1 としたときの有性生殖期での発現量(S/A 比)が 1 を超えるクローンが 92 個見つかった。今期は, S/A 比の大きなクローンから順に, 約半数(43 クローン)についてさらに解析を進めた。43 クローンの中でアノテーションが付かなかった 18 クローンの未知領域を 3'RACE 法によって単離した。その結果, 13 クローンについて, 翻訳領域の一部と 3'UTR の単離に成功した。次に, 800 bp 以上の cDNA を単離できた 6 クローン

( *transmembrane serine protease-1* , *Sjoegren syndrome nuclear autoantigen 1* , *Fatty acyl-CoA reductase* , *Creatine kinase* , *Otoancorin* , *Testin* ) について *in situ hybridization* 法で発現を調べた。*transmembrane serine protease-1* は, 卵母細胞と精母細胞, *Sjoegren syndrome nuclear autoantigen 1* は, 間充織細胞で発現が見られた。*Fatty acyl-CoA reductase* , *Creatine kinase* は, 精細胞で, *Otoancorin* は, 精母細胞で特異的な発現が見られた。*Testin* は, 特異的な発現を観察することが出来なかった。

##### (2) 問題点等

スクリーニングの結果, 予想外に 100 を超えるクローンがリストアップされた。そのため, 本年度に発現解析まで実施できたクローンが 6 つにとどまった。また, S/A 比の大きなクローンには, 最終分化した精子を構成するタンパク質をコードする遺伝子が多く見られた。これは, 有性生殖期の群体において精子の細胞数が比較的多いことを反映した結果だと考えられる。生殖細胞の分化に関与する遺伝子群が今期に解析できなかつた S/A 比の比較的小さなクローンのなかにも見つかるかもしれない。

#### 3. 今後の展望

本年度より着手した生殖細胞形成に関与する遺伝子群のスクリーニングは, 鋭意進行中である。今後, 遺伝子群のリストアップと共に, 個々の遺伝子の発現および機能解析を精力的に進める。これにより, 生殖細胞形成の分子メカニズムについて種を超えた普遍的なルールおよび群体ホヤ独特の分子機構が具体的に明らかになるものと期待できる。

#### 4. 業績リスト

##### (7) 学術論文

Kawamura, K., Kitamura, S., Sekida, S., Tsuda, M. and Sunanaga, T. (2012). Molecular anatomy of tunicate senescence: reversible function of mitochondrial and nuclear genes associated with budding cycles. *Development* **139**, 4083-4093.

Tatzuke, Y, Sunanaga, T., Fujiwara, S. and Kawamura, K. (2012). RACK1 regulates mesenchymal cell recruitment during sexual and asexual reproduction

of budding tunicates. *Developmental Biology* **368**, 393-403.

(8) 紀要

(9) 報告書

(10) 学会発表

Sunanaga, T. and Kawamura, K. Cellular and Molecular Basis for Germline Specification in Colonial Ascidian, *Botryllus primigenus*. Asia-Pacific Developmental Biology Conference, Taipei 2012

Sunanaga, T. and Kawamura, K. Cellular and Molecular Basis for Germline Specification in Colonial Ascidian, *Botryllus primigenus*. 58th/60th NIBB conference, Okazaki 2012

Ryuzaki, M., Kawamura, K. and Sunanaga, T. Isolation and spatiotemporal expression analysis of BMP in the *Botryllus primigenus* 日本発生生物学会第45回大会, 神戸市, 2012

佐々木貴史・川添晶子・砂長毅, ミダレキクイタボヤにおける *Pumilio* 遺伝子の構造および発現解析 土佐生物学会例会, 高知市, 2012

(11) セミナー等の開催

(12) 地域貢献活動

講演活動「幹細胞を上手に使うって増やす, 治す」

高知県鍼灸師会学術研修会

平成25年2月17日 高知共済会館

(13) 外部資金

「平成24年度科学研究費助成事業」

新学術領域研究(公募研究)

代表 2,800千円(直接経費) 840千円(間接経費)

「平成24年度科学研究費助成事業」若手研究(B)

代表 1,100千円(直接経費) 330千円(間接経費)

(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

本年度も魚類の種多様性の解明に貢献することを目的とし、高知県の魚類相と魚類の分類に関する研究を継続した。これまでに本研究室の修士論文や卒業論文で研究された未記載種（未発表）とされた標本、最近の調査で採集された標本の分類学的再検討を継続している。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

本年度は2012年7月23日から25日に高知県宿毛市沖の島周辺でのスクーバ潜水による魚類採集を行った。高知県産魚類のうち、卒業研究として標本に基づくサメ類とエイ類の出現記録を調査した。また、蒲原稔治教授の時代（1960年代）に収集した奄美群島産の本研究室所蔵標本を調査した。

本年度はソコダラ科ネズミダラ属の新種シノハラヒゲ、沖の島で採集された日本初記録のダルマガレイ科ホシゾラダルマガレイ（国立科学博物館研究報告）、そしてハタ科 *Suttonia* 属（沖の島）、アゴアマダイ科アゴアマダイ属（土佐湾）およびハリゴチ科ハリゴチ属（土佐湾と尖閣諸島沖、西オーストラリア）の計3新種については、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5弾、2013年3月22日に出版）に掲載予定で、まもなく出版される。高知県からの記録ではないが、蒲原教授時代に加計呂麻島で採集したカエルアンコウ科の1標本は、ロケットカエルアンコウと判明し、日本では2番目の記録かつ北限記録として報告した。

また、高知県沿岸で採集された未記載種のうち、ハダカイワシ属、ヨウジウオ科、タナバタメギス属、ベラギンボ属、ハゼ科およびトビササウシノシタ属などについては、引き続き論文原稿を準備中である。さらに、本研究室が所蔵するタイプ標本を調査し、標本と写真情報のデータベースが完成に近づいた。

#### (2) 問題点等

高知県産の標本以外を使った研究では、北西インド洋のベラギンボ科の新種の論文を出版し、ニューカレドニアから採集されたニギス科カゴ

シマニギス属の1新種とハワイ諸島近海から採集されたソコダラ科トウジン属の1新種について、日本魚類学会で発表した。高知県産の標本を中心に研究しているが、今後も日本以外の海域で得られた未記載種についても、平行して投稿論文を準備する予定である。高知県産の標本に基づく未記載種については、論文出版のスピードアップを計りたいところではあるが、難しい。論文の生産性を上げることが、今後の課題である。

### 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、とくに沖の島での記録種をまとめる予定である。また、現在研究中の各種の新種記載や初記録に関する論文を作成し、順次投稿する予定である。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- Endo, H. and K. Kenmotsu. 印刷中. *Suttonia* xxxxxxxx, a new grammistin fish from Japan (Acanthopterygii: Serranidae). Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. A, Suppl. 7. (2013年3月出版)
- Hiramatsu, W. and H. Endo. 印刷中. *Opistognathus* xxxxxxxxxxxx, a new jawfish (Teleostei: Opistognathidae) from Tosa Bay, Southern Japan. Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. A, Suppl. 7. (2013年3月出版).
- Katayama, E., H. Endo and T. Yamakawa. 2012. First records of a bothid flounder, *Engyprosopon macrolepis*, from Japan (Teleostei, Pleuronectiformes, Bothidae). Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. A, 38(4): 173–180.
- Nagano, Y., H. Endo and M. Yabe. 印刷中. *Hoplichthys* xxxxxxxxxx, a new ghost flathead from East Asia and western Australia (Teleostei: Hoplichthyidae). Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. A, Suppl. 7. (2013年3月出版)
- Nakayama, N. and H. Endo. 2012. A new grenadier of the genus *Nezumia* (Pisces: Gadiformes: Macrouridae) from southern Japan. Zootaxa, 3410: 61–68.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

鈴木貴志・遠藤広光. 西部太平洋産ソトオリイワシ属魚類の分類学的研究. 第45回日本魚類学会年会, 下関市(水産大学校). 2012/09/21-24 (ポスター発表)

井本会美・瀬能 宏・遠藤広光・増田元保・田中文也・岩槻幸雄. ミトコンドリアDNAのD-loop領域からみた日本産アカメの遺伝的集団構造. 第45回日本魚類学会年会, 下関市(水産大学校). 2012/09/21-24 (ポスター発表)

遠藤広光. 高知沖で採集された底生性魚類の分類学的研究. 四国自然史科学研究センター設立10周年記念シンポジウム・四国の自然は, いま. 高知

市(高知大学朝倉キャンパス). 2012/12/15-16 (ポスター発表)

片山英里・遠藤広光. 高知県における浅海性魚類の新知見. 四国自然史科学研究センター設立10周年記念シンポジウム・四国の自然は, いま. 高知市(高知大学朝倉キャンパス). 2012/12/15-16 (ポスター発表)

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

「平成24年度科学研究費助成事業」基盤研究B 分担者825千円(直接経費)248千円(間接経費)

(8) その他

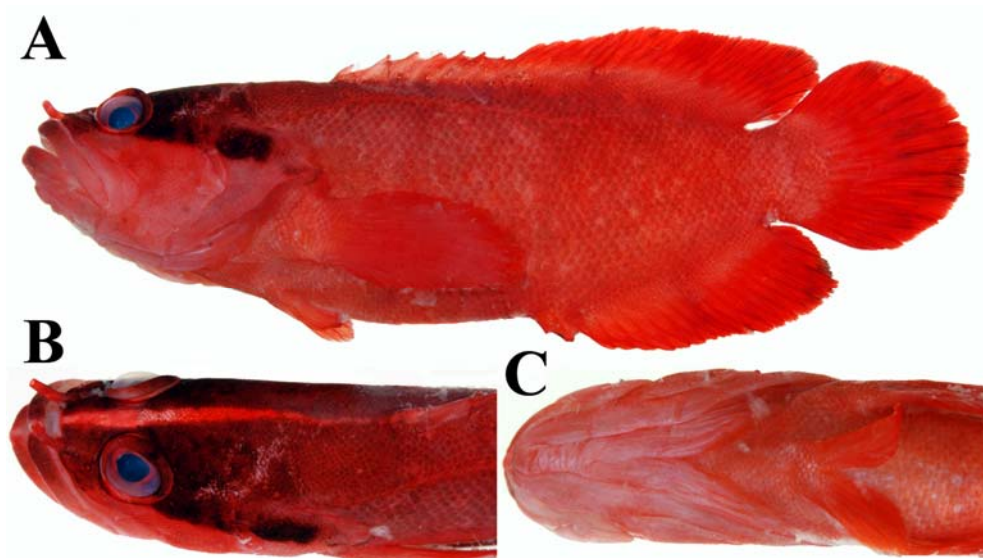


写真1 *Suttonia* 属の一種 *Suttonia* sp. (スズキ目ハタ科), NSMT-P 110917 (BSKU 103900), 65 mm SL, 2010年7月21日, 高知県宿毛市沖の島, 水深16 m, スクーバ潜水で採集(採集・写真撮影: 遠藤広光).

### 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に留まり、各分類群における神経支配の様式は不明である。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している。観察対象の分類群は軟骨魚類と硬骨魚類全般を含む。昨年度からは発生生物学の分野で使用されてきた生体蛍光染色法を改良し、様々な魚種で表在感丘の存在を確認し、その分布パターンを明らかにしつつある。本県は多様な陸水および海洋の魚類相を誇り、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

本年度は次の分類群で側線系とその神経支配を観察した：カラシン科、ナマズ目の数科、コイ科、ボラ科、トウゴロウイワシ系の数科（トウゴロウイワシ科、サヨリ科、メダカ科、カダヤシ科、ダツ科）、ヨウジウオ科、アカメ科およびハゼ亜目の数科。これらすべての分類群において生体染色を施し、表在感丘の存在を確認した。

カラシン科ではブラインドケープフィッシュ（図）と同属の眼が退化的ではない種を比較した。体の表在感丘の発達については両種間に差はないが、頭部においては前者において有意に感丘数が多かった。眼の退化を補償するために増加が生じた可能性が考えられた。

ナマズ目の数科を観察し、千のオーダーで表在感丘をもつ種からまったくもたない種まで、非常に多様な分布様式があることを確認した。おおむね夜行性のグループでは数が多い。ゴンズイのように常に他個体と体を接しているような種には感丘はない。

コイ科数科で表在感丘の分布を比較し、いくつかの分布パターンがあることを見いだした。

ボラ科はトウゴロウイワシ系と近縁とされる場合が多い。しかし、両者間で感丘の分布様式はまったく異なっていた。トウゴロウイワシ系内では体の腹側に感丘をもつタイプともたないタイプが認められた。同じトウゴロウイワシ系であっても、体の背側の感丘が並行的に得られたと神経支配からは判断される。

ヨウジウオ科には側線系はないと従来されてきたが、多数の表在感丘の存在を確認した。ヨウジウオ亜科とタツノオトシゴ亜科では分布のパターンが異なるようである。

もっとも原始的なハゼ類といわれるツバサハゼ科の側線系の観察をおこない、興味深い知見を得た。ハゼ類の感丘には長軸と短軸があり、長軸が前後に配置する並びと、上下に配置する並びがある。この配置の相違は支配する神経枝の相違を反映しているらしい。

なお 2012 年以降に出版された側線系に直接関係した論文の要旨は以下。

①ヘビギンポにおいて初めて表在感丘が確認された。多数の標本を確認することで、表在感丘の位置と数の変異が確認され、分類形質として十分に安定的であることが示された。

②4-Di-2-ASPを蛍光色素として用いる生体染色法が分類学に応用できることを示した。稚魚から成魚までに広く適用可能な標準的なプロトコルを提唱した。

③高速で遊泳する魚類には表在感丘は存在しないとされてきた。②で提唱された方法を使用し、典型的な高速遊泳魚であるサバ科サワラで、12の表在感丘群を見いだした。本種の幼魚では側線管は単純であるが、成長に伴い著しく複雑に分岐し、付属管が多数生じる。この付属管の機能的な意義についても考察を加えた。

##### (2) 問題点等

表在感丘の観察には生きた標本が必要である。国外に分布する種を生きたまま入手する工夫が必要である。水族館などの施設と連携し、研究を進める事を検討する必要がある。

### 3. 今後の展望

カラシン類、ナマズ類、コイ類など多数の種からなる分類群では種数を増やし観察をおこなう必要がある。おそらくは、科ないしは亜科レベルでの特徴が見いだされると予測される。より多くの分類群で観察が進められ、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展望される。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

Nakae M., Shinohara G., Miki K., Abe M. & Sasaki K. (2013) Lateral line system in *Scomberomorus niphonius* (Perciformes: Scombridae): recognition of 12 groups of superficial neuromasts in a rapidly-swimming species and a comment on function of highly branched lateral line canals. Bull. Nat. Mus. Sci., In Press.

- (2) 紀要
- (3) 報告書
- (4) 学会発表

Nakae M., Shinohara G., Miki K., Abe M. & Sasaki K. Lateral line system in Japanese Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* (Perciformes, Scombridae). 2012 Meeting of American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Vancouver, 10 Aug. 2012.

朝岡 隆・佐々木邦夫. カワアナゴ科 5 属 7 種における側線系とその神経支配. 2012 年度日本魚類学会年会. 下関, 2012 年 9 月 22 日.

中江雅典・篠原現人・佐々木邦夫. イソギンポ科魚類にみられる特異な筋肉系要素. 2012 年度日本魚類学会年会. 下関, 2012 年 9 月 22 日.

- (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



図 ブラインドケーブフィッシュ (*Astyanax fasciatus*) の感丘 (上) とその神経支配 (下) (鷲見京奈原図) .

# 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

中部日本および西南日本の下には駿河・南海トラフを境として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を発生させている。次の地震の準備過程を監視するには、本州弧に対するPHの相対運動を直接計測することが最重要である。しかし、PHの大部分は海底にあり、プレート境界をはさんで陸側の遠方のデータのみが利用可能である。

PH運動の実測を目指し、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。伊豆神津島の南西約40kmに位置する銭洲岩礁では、1995年以降ほぼ毎年GPS観測を行っている。今年度も2012年8月9日および10日に備船を用いて岩礁への上陸を試みたが、両日とも波が高く危険なため、岩礁を周遊したのみで上陸を断念した。本研究では、これまでの銭洲岩礁GPS観測の成果を活用し、伊豆半島を中心とするPH北端部の挙動を説明する運動モデルを検討する。

## 2. 研究結果

### (1) 成果

PH北端部に位置する伊豆半島は、伊豆-小笠原弧の先端として本州弧に衝突している。国土地理院GPS連続観測成果によると、PH本体の北西方向への運動に対し伊豆半島は系統的により西向きに変位しており、伊豆半島とその周辺がPH本体から独立したブロック(以下、伊豆ブロック)を形成していることを示唆する。ここでは、この仮定に基づき、伊豆半島内部の変形とブロック運動の両方を説明する運動モデルの構築を試みる。

まず、GPSによる地殻水平変位速度を用いて、PHに対する伊豆ブロックの剛体運動速度を求める。これから予想される運動と実際の観測値との残差は内部変形(および観測誤差)を表わす。この残差を歪み速度に変換すると、量、方向とも伊豆半島の北部と南部で系統的な分布が得られた(図1)。次に、変位速度分布と歪み速度分布の両方を説明するために、伊豆半島の付け根では本州弧との衝突が起こり、伊豆半島の下部には水平デタッチメントが存在するモデルを採用する(図2)。衝

突、デタッチメントとも従来の研究で提唱されたものであるが、どちらか一方では剛体運動と内部変形の両方を説明することはできない。採用した複合モデルの2つの断層の長さ、幅、傾斜角、すべり速度を離散的に変えたグリッドサーチを行い、最適パラメータ群を決定した。

求められた最適モデルは水平変位速度、歪み速度ともに観測値をよく説明する(図2)。衝突境界から遠い伊豆半島南東部では、北西-南東方向に $2\sim 3\times 10^{-7}/\text{yr}$ の大きな圧縮ひずみ速度が認められる。一方、衝突境界に近い駿河トラフ付近では、歪み速度は小さい。本州弧に対するPHの相対運動は、すべてが衝突によって解消されているのではなく、かなりの部分が水平デタッチメントのすべりにより解消されていると解釈される。これは、伊豆半島の付け根で衝突境界を示唆する変動場が観測されないことや、地震活動が低調であるという事実を説明できる。

### (2) 問題点等

今回のモデルでは、伊豆ブロックとPH本体との境界の位置や水平デタッチメントの空間的広がりなど、なお任意性の大きな課題が解消されていない。しかし、伊豆半島より南側の海域には銭洲岩礁を除いて観測点が存在せず、陸上のGPSによる地殻変動場の外挿には限界がある。今後は地質構造、地殻構造、地震活動などのデータを統合したモデル化が必要である。

## 3. 今後の展望

PH北端部は地震や火山などの地殻活動が活発で、しかも活動レベルが時間的に一定でない。こうした現象を理解するには、長期的かつ稠密な監視を行うしかない。今年度は上陸が果たせなかったが、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、今後も観測を継続したい。

## 4. 業績リスト

### (1) 学術論文

Ito, T., E. Gunawan, F. Kimata, T. Tabei, M. Simons, I. Meilano, Agustan, Y. Ohta, I. Nurdin, and D. Sugiyanto, Isolating along-strike variations in the

depth extent of shallow creep and fault locking on the northern Great Sumatran Fault, *J. Geophys. Res.*, 117, B06409, doi:10.1029/2011JB008940, 2012.

- (2) 紀要
- (3) 報告書
- (4) 学会発表

一谷祥瑞・田部井隆雄, 南海前弧スリバーのブロック運動と中央構造線における固着・すべり分布, 日本地震学会 2012 年度秋季大会, 10/18/2012, 函館市.

中村保彦・田部井隆雄・久保篤規・田中幹人・一谷祥瑞・加藤佐代正, 中央構造線の深部構造と運動様式—特に断層北側に注目して—, 日本地震学会 2012 年度秋季大会, 10/18/2012, 函館市.

田中幹人・田部井隆雄・村田文絵・寺尾徹・A. Habib, バングラデシュにおける GPS 連続観測による大気水蒸気および地表変動の検出, 日本測地学会第 118 回講演会, 11/1/2012, 仙台市.

田部井隆雄・久保篤規・一谷祥瑞・中村保彦・田中幹人・長谷川雄一・加藤佐代正, 南海前弧スリバーの地殻変動—プレート間固着, ブロック運動, 中央構造線の固着分布の推定—, 日本測地学会第 118 回講演会, 11/2/2012, 仙台市.

Ichitani, S., T. Tabei, and A. Kubo, Block movement and internal deformation of the Nankai forearc sliver associated with oblique subduction of the Philippine Sea plate in southwest Japan, American Geophysical Union 2012 Fall Meeting, December 5, 2012, San Francisco.

- (5) セミナー等の開催
- (6) 地域貢献活動

日本学術振興会科学研究費委員会専門委員  
国土交通省国土地理院研究評価委員会委員  
日本測地学会評議員および会計委員長  
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

南海地震と防災に関する講演 9 件 (6/26, 室戸市; 7/10, 四万十市; 9/27, 宿毛市; 10/4, 須崎市; 10/11, 安芸市; 10/25, 土佐清水市; 10/27, 須崎市; 12/13, 須崎市; 12/17, 須崎市)

- (7) 外部資金

「平成 24 年度科学研究費助成事業」基盤研究(B)  
代表 2,150 千円(直接経費) 645 千円(間接経費)  
「平成 24 年度科学研究費助成事業」基盤研究(C)  
代表 500 千円(直接経費) 150 千円(間接経費)  
「共同研究」東京大学地震研究所一般共同研究  
代表 430 千円(直接経費のみ)

- (8) その他

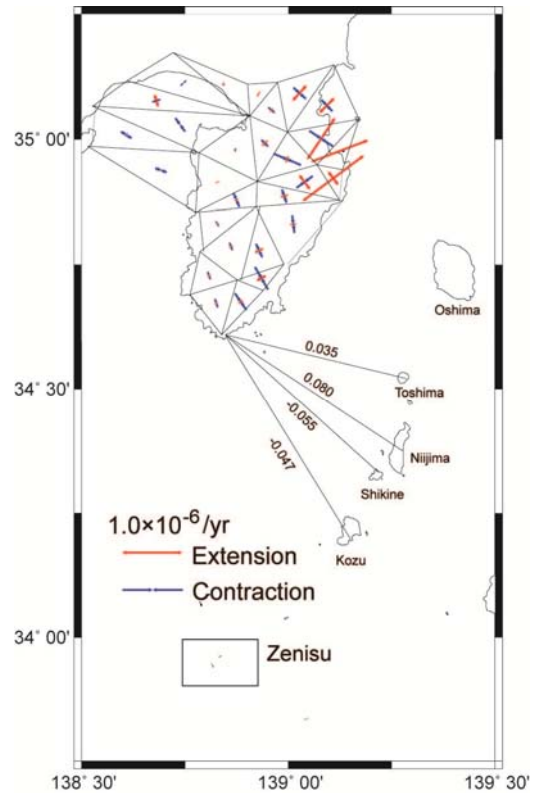


図 1. GPS 観測点を頂点とする三角網における歪み速度分布. 2001 年 1 月~2005 年 12 月間の平均変位速度から算出した.

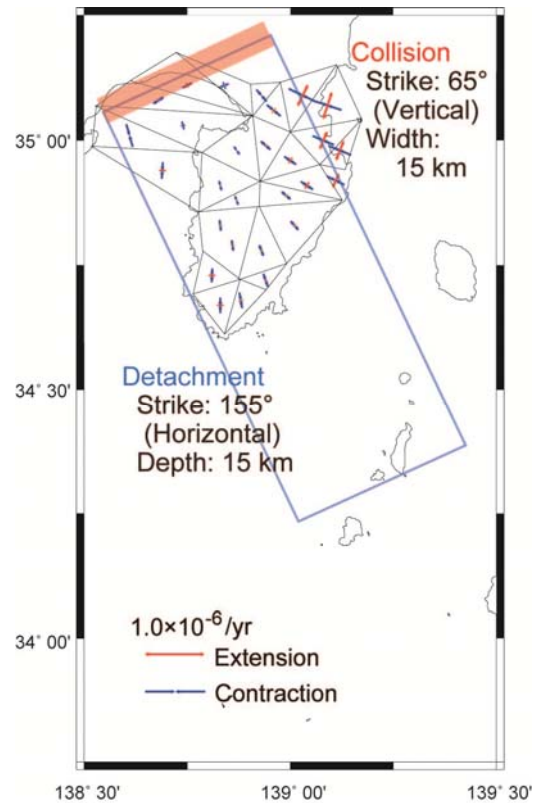


図 2. 衝突と水平デタッチメントを用いた複合モデルから計算した歪み速度分布. 図 1 と同じ三角網で示した. 衝突(鉛直開口断層)とデタッチメントの形状は図中に書き込んである.

### 津波堆積物からみた南海地震の履歴

● 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、日本書記に記録された西暦 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、南海トラフ沿岸域の湖沼に残された津波の痕跡を調査し解読することを試みている。

これまでの研究により、南海トラフ沿いの九州東岸、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、つまり震源域の範囲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。今年度は一昨年度から調査を行っており、すでに過去 3500 年程度の履歴を明らかにしている徳島県阿南市蒲生田大池において、より古い時代の津波履歴を明らかにすることを試みた。

#### 2. 研究結果

##### (1) 成果

蒲生田大池は四国の東端にあたる蒲生田岬に位置する、北東側で海に開けた直径 200m 程度の池である。この池の北西側約 5km にある橘という集落において 1707 年宝永地震の際に 3~4m の津波高が記録されているが（村上他、1996）、池の

周辺地域では、昭和、安政、宝永を通じて津波によって大きな被害があったという記録も証言もない。

蒲生田大池において 2010 年度から 11 年度にかけて 8 本のコア試料を採取、分析した。これらのコア試料は 3.5~4.5m のコア長を持ち、ほぼすべてが褐色のシルトによって構成されているが、一層だけ深度 3m 付近に最大で厚さ約 10cm に達する淘汰の良い中粒~粗粒砂からなる砂層が挟まれている。砂層の砂は保存状態のよい黒色の頁岩から成り、砂層は海側のコアほど層厚が厚くなることから、これらの砂が海から運ばれたものであることは間違いない。この砂層の上部にはすべての試料で 30cm 程度の層厚を持つ、池底の泥が強い流れによって巻き上げられ再堆積したと考えられるシルト層が堆積しており、この時の流れの強さを表している。この砂層と再堆積シルト層からなるイベントを除けば、コア堆積物中に海側から運ばれた堆積物の痕跡は確認できなかった。年代測定結果から、これらのコア試料は約 3500 年間の堆積物記録を保持しており、イベント層は約 2000~2300 年前に堆積していることが明らかになった。この池の地形的な条件から、このイベントは地震による津波であると考えるのが最も無理がない。

今年度は新たに 9 本の試料を採取した（図 1）。この試料のうち 7 本は、池が形成される以前の堆積物と考えられる地層まで到達した（図 2）。年代測定の結果、池の堆積物の最下層は約 6500 年前であることが明らかになった。試料の分析結果から、この池は過去 6500 年間の堆積物記録を保持していることが分かった。そのなかで浜堤を越えて海砂を池に運び込んだ約 2000~2300 年前のイベントが唯一最大のものであることが明らかになった（図 3）。

蒲生田大池の堆積物中には四国南岸の池にみられる安政、宝永、正平、天武地震などに相当する歴史時代の津波の痕跡はまったく見られない。約 2000~2300 年前の津波は、過去 6500 年間で唯一最大の津波だと考えることができる。

##### (2) 問題点等

2012 年に中央防災会議によって公表された南海トラフ沿いで発生する地震の津波高想定にお

いて、この池は浸水域に入っていない。この2000～2300年前のイベントは津波であると考えられるが、その起源となっている地震がどのような地震なのか、もう少し考察が必要かもしれない。

### 3. 今後の展望

蒲生田大池についてはひとつの結論が得られたと考えているが、南海地震の履歴ということについては、まだまだデータが不足している。どこまでデータが得られるかは分らないが、ひとつでも多くの池において、過去の履歴を明らかにしていくしかない。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

Nakamura, A., Yokoyama, Y., Maemoku, H., Yagi, H., Okamura, M., Matsuoka, H., Miyake, N., Osada, T., Teramura, H., Adhikari, D.P., Dangol, V., Miyairi, Y., Obrochta, S. and Matsuzaki H., Late Holocene Asian monsoon variations recorded in Lake Rara sediment, western Nepal, J. Quaternary Sci., 27, 125-128, 2012.

#### (2) 紀要

#### (3) 報告書

#### (4) 学会発表

松岡裕美, 岡村眞, 津波堆積物からみた過去の南海地震履歴－四国東部から紀伊半島の記録－, 地球惑星科学連合 2012 大会, 2012 年 5 月, 千葉市.

#### (5) セミナー等の開催

#### (6) 地域貢献活動

南海地震と防災に関する講演 17 件(6/11, 黒潮町; 6/20, 高知市; 6/27, 黒潮町; 6/29, 中土佐町; 7/7, 黒潮町; 7/25, 黒潮町; 10/20, 高知市; 10/21, 土佐清水市; 10/31, 中土佐町; 11/4, 高知市; 11/16, 高知市; 11/18, 香南市; 11/28, 香南市; 1/27, 香南市; 2/3, 四万十市; 2/9, 高知市; 2/23 土佐町)

#### (7) 外部資金

「受託研究」平成 24 年度文部科学省科学技術試験研究委託事業「東海・東南海・南海地震の連動性評価のための調査観測・研究」(再委託機関: 高知大学, 業務参加者: 岡村 眞, 松岡裕美) 3,789 千円

#### (8) その他

本研究による蒲生田大池での津波堆積物調査の様子は、徳島新聞およびNHK徳島のローカルニュースで紹介された。



図 1. コアの採取。今年度は 10m の長いパイプを使用して、深い試料採取を試みた。



図 2. コア試料 KMD12-2 の写真。右から 3, 4 本目の中間の黒い部分が砂層。右下の灰色部分が池が形成される以前の地層。

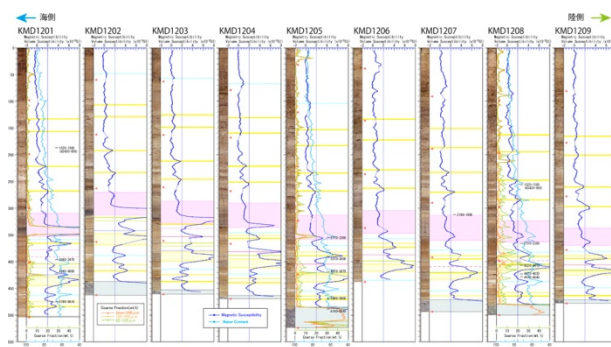


図 3. 9 本のコア試料の対比。桃色で網掛けした部分がイベント層。



# ベンガル湾からバングラデシュにかけての降水システムの理解について

● 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、或いはその風と共に出現する季節のことである。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。

本研究は精度の良い天気予報ができるほどには充分理解されていないインドモンスーン地域で雨が降る仕組みについて、バングラデシュ及びその周辺に相当するインド亜大陸北東部を対象として理解を深めることを目的としている。

今年度はバングラデシュ気象局により観測された気象レーダーを解析して、6～9月のモンスーン季に雨をもたらす主要なシステムとされているモンスーン低気圧について解析を行った。学系プロジェクトのお金は、来年度のプレモンスーン季(3～5月)に実施予定の、しばしば竜巻を発生させて数百人の命を奪うこともあるシビアストームの観測のため、測器の購入に使用させて頂いた。

## 2. 研究結果

### (1) 成果

モンスーン低気圧は、インドモンスーン領域にモンスーン季に雨をもたらす主要なシステムとして知られているが、この地域に精度の良い気象レーダーデータがなかったことから、どのような降水システムなのかに関する研究がほとんど行われていない。本研究ではバングラデシュ気象局が観測している気象ドップラーレーダーデータを入手して、まず1つのモンスーン低気圧に伴う降水システムについて詳細に調べた。

2011年6月16-17日にバングラデシュ南西部のKheppupara 降雨ドップラーレーダーで観測されたモンスーン低気圧に伴う渦状降水システムを解析した。最も発達時の降水システムの形状は、渦中心の周りに活発な降水雲が分布し、スパイラ

ルバンド状の降水雲群を伴う点で、台風と似た構造をもっていた。ドップラー速度から解析された低気圧最盛期の渦は、風速20～25 m/s で回転する半径約100km程度の強風半径の内側に、さらに風速15～20 m/s の半径約10kmの強風半径をもっていた。渦は上陸後に強化された。宇宙から降水システムを観測する熱帯気象観測衛星 TRMM のデータを解析した結果、降雨頂は多くの場所で10 km 以下と低かった。

レーダーデータを2007～2011年のモンスーン季に拡大して解析した結果、事例解析のような顕著な渦状降水システムは期間中10事例検出された。気象庁再解析データ JCDAS で同期間に検出されたモンスーン低気圧と比較すると、再解析データにおいて深いモンスーン低気圧と解析されていても、雲の組織化が弱く多くの降水をもたらさない場合がある一方で、1つのモンスーン低気圧が発達した渦状降水システムを2つ相次いで発生させる場合があった。

これらの結果は、モンスーン気流による強い風の水平シアーによってサイクロン(台風)が発生しないとされるモンスーン季において、台風ほど強化しないもののおそらく同様の発達メカニズムで渦状擾乱が発生していることを示唆する。また、降水システムの組織化がどのような場合に強化され、多くの降水をもたらす渦状降水システムが発達するのか理解することが、インドモンスーン季の降水予測にとって重要であることを示唆する。

## 3. 今後の展望

モンスーン季の重要な降水システムであるモンスーン低気圧に加えて、バングラデシュにとってプレモンスーン季の降水システムが時に激しい災害をもたらす。このような降水システムの理解のために必要な、高い空間時間分解能の地上気象データを得るための観測を来年度は実施する予定である。

## 4. 業績リスト

- (1) 学術論文
- (2) 紀要
- (3) 報告書

#### (4) 学会発表

村田文絵, 林泰一, 寺尾徹, 木口雅司, 山根悠介, Arjumand Habib, モンスーン低気圧の上陸直後の発達について, 日本流体力学会年会, 2012年9月17日, 高知市.

村田文絵, 林泰一, 寺尾徹, 木口雅司, 山根悠介, Arjumand Habib, ベンガル湾における上陸直後のモンスーン低気圧の発達について, 日本気象学会関西支部例会, 2012年12月15日, 高知市.

村田文絵, バングラデシュとインド・メガラヤ州における観測計画について, 京都大学防災研究所一般共同研究集会 24K-07, 2012年12月22日, 宇治市.

#### (5) セミナー等の開催

熱帯気象研究会, 2012年9月20-21日, 高知.

バングラデシュ気象研究会, 2012年9月22日, 高知.

#### (6) 地域貢献活動

#### (7) 外部資金

「平成24年度科学研究費補助金」盤研究(A)  
分担(代表:松本淳) 500千円(直接経費)  
150千円(間接経費)

「平成24年度科学研究費補助金」基盤研究(A)  
分担(代表:林泰一) 500千円(直接経費)  
150千円(間接経費)

「共同研究」

「受託研究」

「奨学寄付金」

#### (8) その他