

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 | 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 |

備考 平成 22 年度から 25 年度まで分担者であった宇田幸司(理学部門)は、海外留学中のため今年度は分担者から外れた。

1-2 研究経費

総額 1,233 千円 (うち年度計画実施経費 1,133 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 | 8 編 | / | |
| | 著書 | 1 編 | | |
| | 紀要 | 0 編 | | |
| | 報告書 | 1 編 | | |
| | 学会発表 | 21 件 | | |
| | セミナー・講演会・シンポジウム等の開催 | 3 件 | | |
| 地域貢献 | 32 件 | 南海地震と防災に関する講演 14 件, 教員免許更新講習 3 件, 審議会等の委員 13 件, その他講演 2 件 | | |
| 外部資金 | / | 科研費 | 6 件 | 5,005 千円 |
| | | 共同研究 | 1 件 | 328 千円 |
| | | 受託研究 | 2 件 | 731 千円 |
| | | 奨学寄付金 | なし | |
| | | その他 | なし | |
| | | 合計 | 6,064 千円 | |

| 特許等 | 該当なし |
|---------|--|
| その他特記事項 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ FM高知「THEこうちユニバーシティCLUB」で大雨発生メカニズムの研究が紹介された（11月23日，村田文絵） ◆ 南日本新聞に新種エラブスミヤキに関する記事「口永良部沖に新種スズキ」が掲載された（11月27日，遠藤広光） ◆ 大阪毎日放送のニュース番組でただす池での津波堆積物調査の様子が紹介された（1月28日，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 27 年 2 月 27 日（金）13:30 より 15:30 まで，理学部 1 号館 101 号室において平成 26 年度研究成果報告会（非公開）を開催した。今年度の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) 群体ホヤにおける生殖細胞形成機構の解明（砂長毅）
- (B) 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）
- (C) 分類学的形質としての側線系の再評価（佐々木邦夫）
- (D) 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）
- (E) 津波堆積物からみた南海地震の履歴 －津波堆積物試料の保存の試み－（松岡裕美）
- (F) 世界最多雨地域の夜雨メカニズムの理解に向けた GPS 利用（村田文絵）

なお，本サブプロジェクト開始の平成 22 年度から昨年度まで 4 年間メンバーであった宇田幸司（理学部門）は，現在海外留学中のため，今年度はメンバーから外れている。

今年度の研究成果をまとめると，査読付き学術論文 8 編（英文 7 編，和文 1 編），著書 1 編，査読なし紀要・報告書等 1 編，学会発表 21 件（国内 15 件，国際 6 件），セミナー・講演会・シンポジウム等の開催 3 件，地域貢献活動 32 件（うち 19 件は講演，13 件は審議会等の委員）となる。また外部資金獲得状況は，科学研究費助成事業 6 件 5,005 千円（代表 1 件，分担 5 件），共同研究 1 件（代表）328 千円，受託研究 2 件 731 千円の総額 6,064 千円である。

2-3 特筆すべき事項

- ◆ 平成 24 年度, 25 年度に引き続き, 高知県学校防災アドバイザー派遣事業の一環として, 田部井と松岡は高知県内の計 14 の小中学校で南海地震と防災に関する講演を行った.
- ◆ 田部井と村田は JICA 国別研修バングラデシュ国「地理空間情報管理」コースの研修生 4 名に対し研修を行った (6 月 16 日, 高知大学).
- ◆ 平成 25 年度に引き続き, 松岡は教員免許更新講習の講師を務めた (8 月 7 日, 19 日, 11 月 22 日).
- ◆ 砂長は仙台市で開催された 34th Tunicate Workshop において「群体ホヤの生殖細胞形成」と題する招待講演を行った (9 月 11 日) .
- ◆ 村田の大雨発生メカニズムに関する研究が FM 高知「THE こうちユニバーシティ CLUB」で紹介された (11 月 23 日).
- ◆ 遠藤が発見した新種エラブスミヤキに関する記事が南日本新聞「口永良部沖に新種スズキ」に掲載された (11 月 27 日)
- ◆ 遠藤は公開シンポジウム「黒潮と南日本の魚たち—黒潮はベルトコンベヤーか障壁か?—」を開催した (11 月 29 日, 高知大学, 参加者約 40 名).
- ◆ 松岡らによるただす池での津波堆積物調査の様子が大阪毎日放送のニュース番組で紹介された (1 月 28 日)

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。

本プロジェクトにおいては, 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。ここでは, 群体ホヤの生殖細胞形成に関わる遺伝子である *Vasa* に注目し, その発現調節メカニズムを調べた。

2. 研究結果

(1) 成果

ミダレクイタボヤにおいて, *Vasa* と同じ発現パターンを示す遺伝子として *Pumilio* がある。*Pumilio* は, RNA 結合性のタンパク質をコードしており, 幅広い動物間で保存された遺伝子である。*Pumilio* タンパク質は, ターゲットとなる mRNA の 3'非翻訳領域 (3'UTR) に結合し, 翻訳を正負いずれかに調節することが知られている。昨年度のプロジェクトにおいて, Electrophoretic Mobility Shift Assay (EMSA) により, ミダレクイタボヤ *Pumilio* の RNA 結合ドメイン部分 (Pum-HD) が, *Vasa* mRNA の 3'UTR に結合することが示された。本年度においては, 172 塩基ある *Vasa* 3'UTR のどこに Pum-HD が結合するかを調べた。3'UTR に突然変異を加えたプローブを作製し, EMSA を行った結果, Pum-HD が *Vasa* 3'UTR の中央部 22 塩基に結合することが分かった。つぎに, 生体内の *Pumilio* 遺伝子の機能を阻害し, *Vasa* タンパク質の量の変化を調べた。遺伝子機能阻害のために siRNA を合成し, ミダレクイタボヤの群体へと導入した。その後, western blotting に

より *Vasa* タンパク質を定量したところ, *Pumilio* の機能を阻害したサンプルでは, *Vasa* タンパク質がコントロール群のおよそ3分の1量へと低下した。

これらの結果は, *Pumilio* タンパク質が生殖系列細胞において, *Vasa* mRNA の 3'UTR に直接結合し, 翻訳を抑制的に調節していることを示している。また, *Pumilio* が発現している細胞では, *Vasa* タンパク質が一定量以上発現していることから, *Pumilio* による調節は, 翻訳の ON/OFF のレベルではなく, *Vasa* タンパク質量の微調整であることが示唆される。*Vasa* が *Pumilio* タンパク質の直接的なターゲットとしては調節をうける例は, これまでに報告がなく, 生殖細胞形成機構における普遍性と多様性を議論するための興味深い材料となる。

(2) 問題点等

Pumilio タンパク質は, 多くの場合, 他のタンパク質と複合体を形成し, ターゲットの 3'UTR へ結合し, 翻訳を調節する。ミダレクイタボヤにおいても, *Pumilio* と複合体を形成する因子が存在する可能性は高く, その探索が今後への課題である。

本年度は, 海洋サブプロジェクトにおいて, これまで技術面のパートナーであった, 宇田講師が海外留学のため不在であった。そのため, 有機的な連携が困難であった。

3. 今後の展望

Pumilio による *Vasa* の翻訳抑制を実験的に証明するため, *in vivo* レポーターアッセイを行う。また, *Pumilio* と複合体を形成する因子の候補として *Nanos* タンパク質に着目し, pulldown assay により複合体形成能を調べる。

これらの実験結果から, 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しくみ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

(1) 学術論文

Kawamura, K., Kinoshita, M., Sekida S. and Sunanaga, T. (2015). Histone methylation codes involved in stemness, multipotency, and senescence in budding tunicates. *Mechanisms of Ageing and Development* 145, 1–12.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

招待講演

砂長毅 「群体ホヤの生殖細胞形成」

34th Tunicate Workshop, 日本動物学会 85 回大会,
仙台市, 平成 26 年 9 月 11 日

口頭発表

川村和夫・砂長毅「ホヤの出芽・再生・加齢に
おけるヒストンコード」日本動物学会 85 回大会,
仙台市, 平成 26 年 9 月 13 日

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動地域貢献活動

講演活動「iPS 細胞・群体ホヤの幹細胞」

高知県鍼灸師会学術研修会, 高知共済会館,
平成 26 年 10 月 26 日

(7) 外部資金

(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

高知県沿岸から沖合を中心に、南日本の太平洋沿の魚類相と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中である。

2. 研究結果

(1) 成果

昨年度から引き続き高知県宿毛市沖の島周辺で採集された魚類について、過去の記録を含めて種のリストをほぼ完成させ、論文を準備中である。今年度は科研と本プロジェクトに関連して、11月29日午後公開シンポジウム「黒潮と南日本の魚たち 黒潮はベルトコンベヤーか障壁か?」を開催し、6名の講演者のひとりとして、「高知県西南部沿岸の魚類多様性」について講演した。

高知県産エイ類のチェックリストを発表し、鹿児島県口永良部島沖で採集された2標本に基づくクロタチカマス科の新種 *Neoepinuula minetomai* エラブスミヤキ、高知県沖の島産を含む南日本の太平洋岸で採集された多数の標本に基づく、フサカサゴ科の新種 *Sebastapistes perplexa* アカマダラフサカサゴについて論文発表した。

また、高知沖と紀伊半島沖、駿河湾で採集された6標本に基づくアカタチ科ソコアマダイ亜科 *Sphenanthias* の1新種、土佐湾で採集された1標本に基づくソコダラ科スジダラ属 *Hymenocephalus* の1新種、そして日向灘で採集された1標本に基づく深海性のアシロ科で日本初記録種の *Epetriodus freddyi* については、それぞれ論文を投稿中である。

本年度の卒業研究では、アシロ科イタチウオ属のうち、日本にはイタチウオ *Brotula multibarbata* Temminck and Schlegel, 1846 のみが分布するとされてきた。しかし、日本周辺で採集され本種と同定される38標本を精査したところ、計数と計測、形態の10形質で明瞭に異なる2種の存在が明らかとなった。*B. multibarbata* (基産地は長崎)には新参異名の11種が知られ、それらの原記載の情報や入手したタイプの写真から、やや深い水深帯から採集された1種は *B. multibarbata* であり、潮間帯から沿岸でよく採集されるもう1種は、バ

ヌアツが基産地の *B. ensiformis* Günther, 1909 である可能性が高いことが判明した。今後はオランダやフランスの国立自然史博物館に所蔵されるタイプ標本の調査が必要である。

ベニマトウダイ科カゴマトウダイ属には2有効種、*Cyttopsis rosea* (Lowe, 1843)と *C. cypho* (Fowler, 1934)が知られ、これまで前種のみが日本に分布するとされたが、南日本からインドネシア、オーストラリア西岸沖産の標本を調査したところ、土佐湾産で *C. cypho* の特徴をもつ1標本が発見され、今後報告予定である。さらに、*C. rosea* の新参異名とされてきた *C. itea* Jordan and Fowler, 1902 の特徴に類似し、日本で *C. rosea* とされる標本とは異なる1標本が見出された。*C. itea* のタイプ標本との比較によるが、*C. itea* が有効種として復活する可能性がある。

修士論文のうち、ワニギス科ワニギス属の分類学的再検討では、日本初記録となる2種を発見した。*Champsodon nidivittis* (Ogilby, 1895)は土佐湾から4標本が、*C. sagittus* Nemeth, 1994は奄美大島沖から1標本に基づき論文を準備中である。また、オーストラリア北西岸沖産の標本で、本属の13有効種とは異なる未記載種が発見された。

その他にもガンギエイ科では、日本沿岸に分布するミツボシカスベは、これまで *A. badia* (Garman, 1899)あるいは *A. hyperborean* (Collett, 1879)とされたが、他海域の標本との詳細な比較から未記載種の可能性が高いことが判明した。また、東シナ海から得られたテングカスベ属の1未記載種 *Dipturus* sp. やコモンカスベ *Okamejei kenojei* (Müller and Henle, 1841)の新参異名とされたクロカスベ *O. fusuca* (Garman, 1855)が有効であるなどの知見も得られた。

(2) 問題点等

本年度は9月24日から26日にかけて高知県宿毛市沖の島での魚類採集を計画したが、台風接近の荒天のため中止した。

イタチウオ属 *Brotula* のように、記載年代の古い種については、その実態を解明するために欧米の自然史博物館に所蔵されるタイプ標本の調査が必要である。

魚類標本とそのデータベースの整備はゆっくと進行中であるが、標本棚の地震対策は未だに進んでいない。これについては何か別途予算を獲得する必要がある。標本コレクションの維持管理

には経費や人的資源、時間が必要であり、今後も地域の自然史博物館的な役割を果たすべく努力したい。

3. 今後の展望

本年度も多くの海産魚類について新知見が得られた。今後もこれまで通り、野外での魚類採集、それらの標本や研究機関の所蔵標本に基づく分類学の研究を進め、論文の公表に向けて努力し、地域の魚類相と魚類の種多様性の解明に貢献したい。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Motomura, H., M. Aizawa and H. Endo. 2014. *Sebastapistes perplexa*, a new species of scorpionfish (Teleostei: Scorpaenidae) from Japan. *Species Diversity* 19: 133-139.

Nakayama, N., Y. Kimura and H. Endo. 2014. *Neopepinuula minetomai*, a new species of sackfish from off Kuchierabu-jima Island, southern Japan (Actinopterygii: Gempylidae). *Ichthyological Research* DOI 10.1007/s10228-014-0446-3

(2) 紀要

(3) 報告書

三澤 遼・遠藤広光. 2014. 標本に基づいた高知県産エイ類のチェックリスト. 板鰓類研究会報, (50): 1-16.

(4) 学会発表

鯨坂晃成・遠藤広光. 日本産初記録のワニギス科 2 種 *Champsodon nudivittis*(Ogilby, 1895)と *Champsodon sagittus*, Nemeth, 1994. [第 107 回土佐生物学会, 2014 年 12 月 13 日, 理学部情報科学棟 1 階共通講義室 4, 口頭発表]

三澤 遼・R. P. Babaran・U. B. Alama・遠藤広光. フィリピンで採集されたガンギエイ科オカメエイ属の 1 未記載種 (板鰓類シンポジウム 2014 サメ・エイ類研究の最前線～現状と将来展望～, 東京 (東京大学農学部弥生講堂・一条ホール, 2014 年 12 月 4 日, ポスター発表) .

三澤 遼・遠藤広光. 日本産テングエイ属 3 種における形態的差異 [2014 年度 (第 47 回) 日本魚類学会年会, 小田原市 (神奈川県立生命の星・地球博物館, 2014 年 11 月 15-16 日, ポスター発表]

水町海斗・遠藤広光. 日本産アシロ科イタチウオ属魚類の分類学的研究. [第 107 回土佐生物学会, 2014 年 12 月 13 日, 理学部情報科学棟 1 階共通講義室 4, 口頭発表]

内藤大河・遠藤広光. 日本産デンベエシタピラメ *Cynoglossus lighti* Norman, 1925 の分類学的再検討 (ウシノシタ科イヌノシタ属) [神奈川県立生命

の星・地球博物館, 2014 年 11 月 15-16 日, ポスター発表]

内藤大河・遠藤広光. 日本産ウシノシタ科イヌノシタ属の分類学的研究. [第 107 回土佐生物学会, 2014 年 12 月 13 日, 理学部情報科学棟 1 階共通講義室 4, 口頭発表]

(5) セミナー等の開催

公開シンポジウム「黒潮と南日本の魚たち 黒潮はベルトコンベヤーか障壁か?」(高知大学メディアの森 6 階メディアホール, 2014 年 11 月 29 日, 13 時～17 時) 講演者 6 名.

(6) 地域貢献活動

1) 土佐まるごと社中第 12 回定例会での講演「高知沖の深海魚」(高知城ホール・やまもも, 2014 年 8 月 20 日)

2) 桂浜水族館の特別展「土佐湾における深海生物展」での展示協力 (標本 13 点とポスター 2 点提供), 2014 年 11 月 1 日から 2015 年 1 月 31 日)

3) 日本魚類学会編集委員と学会賞選考委員

4) 高知県レッドデータブック (動物編) 改訂委員会, 汽水・淡水産魚類分科会委員 (高知県)

5) 高知県立足摺海洋間基本計画検討委員会委員 (高知県)

6) 南インド洋西部公海域の魚類 (仮称) 図鑑編集委員 (水産総合研究センター開発調査センター)

(7) 外部資金

「平成 26 年度科学研究費補助金」基盤研究 B 分担 700 千円 (直接経費) 210 千円 (間接経費)

(8) その他

新種エラブスミヤキに関する記事

南日本新聞「口永良部沖に新種スズキ」2014年11月27日

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）を観察し、分類群間における側線系構成要素の相同性を明らかにするとともに、側線系の分類学的形質としての有効性を再評価する目的で研究をしている。観察の対象とする分類群には軟骨魚類と硬骨魚類全般を含む。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、様々な分類群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するとともに、その神経支配についての知見を集積しつつある。高知県は多様な陸水および海洋の魚類相を誇り、標本の入手には絶好で、地の利を活かした取り組みである。

2. 研究結果

(1) 成果

本年度はボラ目ボラ科ボラとダツ目コモチサヨリ科コモチサヨリの側線系とその神経支配に関する論文を発表した。以下に概要を記す。

ボラではほぼすべての躯幹部の鱗には前後に伸長する溝があり、その溝には1個の表在感丘（以下、感丘）が収められていた。感丘の総数は550個であった。溝を有する側線鱗は14本の縦列（14本の側線）を形成していた。感丘の一部は後側線神経（躯幹部側線神経）から発する4本の特徴的な神経枝で支配されて

いた：第1および第2背方枝は後方へよく伸び、躯幹部背面に分布する感丘を支配していた；第1腹方枝は胸鰭基底の前方を下降しつつ多数に分枝し、腹側前部に分布する感丘を支配していた；第5腹方枝は臀鰭起部付近にかけ後方に伸び、腹側中部の下方に分布する感丘を支配していた。躯幹部に分布するその他（尾鰭上を除く）の感丘は、29本の背方枝、33本の側方枝および25本の腹方枝で支配されていた。支配様式から判断し、背方から6番目の側線が真骨魚類で典型的な側線と相同であり、その他の側線は追加的な側線と考えられた。退化的な6番目の側線前部から、高位に挿入する胸鰭は二次的な状態と示唆された。

淡水性サヨリ類であるコモチサヨリの側線系とその神経支配を観察した結果、水面昆虫摂餌者としての適応が明らかになった。表在感丘が頭部（下顎腹面、吻、頬、上側頭部および主鰓蓋骨）、躯幹部（4縦列を形成：背部中央列、側部背側列、側部列および側部腹側列）および尾鰭（2列）に分布していた。背部中央列は躯幹部前部で幅広い帯をなし、背部中央とその両側の縦列鱗からなっていた。この列の左体側での表在感丘は809個であった。最多で108個の表在感丘が、各鱗上で概ね三日月状のパッチを形成していた。後側線神経の上側頭枝が後方に強く伸長し、背部中央列を支配していた。躯幹部側線神経の前部から発する1本の背方枝が側部背側列を、4本の短い腹方枝が側部列を、15本の長い腹方枝が側部腹側列と躯幹部側線の管器感丘を支配していた。

(2) 問題点等

国外国外に分布する種を生きたまま入手するため、水族館などとの連携を現在以上に強化する必要がある。

3. 今後の展望

カラシン科 (カラシン目) *Astyanax*

mexicanus (ブラインドケープフィッシュ) の側線神経系における適応形態を扱った論文は近日中に電子出版される予定である。本プロジェクトでデータを集積したハゼ亜目魚類の側線神経系についてはモノグラフの取り纏めを開始する。ハゼ亜目魚類の姉妹群とされるネンブツダイ科の観察を集中的に行う予定である。表層で餌をとる魚類については今後も種を増やし、適応形態の観点から検討したい。より多くの分類群で観察が進め、側線系の分類学的形質としての有効性をさらに明らかにするとともに、魚類の系統進化の解明に役立てたい。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Ishida Y., Asaoka R., Nakae M. & Sasaki K. (2014)

The trunk lateral line system and its innervation in *Mugil cephalus* (Mugilidae: Mugiliformes).

Ichthyol. Res., DOI

10.1007/s10228-014-0433-8.

Hirota K., Asaoka R., Nakae M. & Sasaki K.

(2014) The lateral line system and its innervation in *Zenarchopterus dunckeri* (Beloniformes:

Exocoetidae: Zenarchopteridae): an example of adaptation to surface feeding in fishes. Ichthyol.

Res., DOI 10.1007/s10228-014-0442-7.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

Masanori Nakae, Ryu Asaoka, Kunio Sasaki. 2014.

Distribution patterns of the lateral line organs in teleosts: diversity and uniformity. 9th WESTPAC International Symposium. Nha Trang, Vietnam.

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

西南日本弧の下に沈み込むフィリピン海プレート(PH)は、繰り返し南海、東南海などのプレート間巨大地震を発生させる。次の地震の準備過程を解明するにはPHの運動を直接計測することが最重要であるが、PHの大部分は海底にあり、はるか遠方の陸上観測データから推定するしかない。太平洋沿岸地域の地殻変動にはPHの挙動が反映され、その中でもとくに、独立した地殻ブロックを形成する伊豆半島・伊豆諸島北部、間欠的スロースリップ発生域の豊後水道、上盤プレートから分離した前弧ブロックの後側境界を成す中央構造線とその周辺などが注目される。こうした地域を対象にGPS観測を行い、PH北端部の運動モデルを検討する。なお、伊豆地域の観測は今年度実施できず(後述)、豊後水道での観測は別経費によって実施されていることから、本報告では中央構造線周辺を対象を限定する。

2. 研究結果

(1) 成果

西南日本の地殻変動と内陸地震活動を理解する鍵は中央構造線(MTL)の断層面構造とすべり様式の解明にある。近年の反射法地震探査によると、物質境界としてのMTLは北傾斜構造を持つ。また、MTLを横断する稠密GPS観測により、北傾斜断層面の深さ15kmより浅い部分は固着し、それより深部で年間数mmの定常的横ずれが発生していると推定された。しかし、MTL北側の燧灘や高縄半島では、高角/横ずれのメカニズムを持つ地震がMTLと平行に帯状に発生しており、MTLの北傾斜構造と整合しない。もっとも注目すべきこれらの地域では地震観測点やGPS観測点の密度が低く、これ以上詳細な議論ができない。

2010年11月に、国土地理院GPS全国連続観測網GEONETを補完する形で燧灘上の2つの島(伊吹島、魚島)に2周波GPS受信機を設置し、連続観測を開始した。同様に、2012年12月には高縄半島に1点を追加した(図1)。使用機器はJavad社製Sigma-G2T受信機とGrAnt-G3Tアンテナで、30秒サンプリングでデータを記録している。収録データは周辺のGEONET観測点10点のデータとともに基線解析を行い、小スパン観測網の成果を、直ちに全国定常観測成果と比較できる仕組みになっている。

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の発生に

伴い、日本列島の変動場に劇的な変化が生じた。燧灘でも、地震時に震源方向へ約3cmのステップが記録された。しかし、遠方での地震時変位の空間変化は非常に穏やかで、地震前[2006年1月~2009年12月]と地震後[2011年3月~2013年7月]の平均変位速度を比較してみると、局所的な変動場に顕著な変化は認められない(図1)。同様に、平均ひずみ速度を比較すると、地震前後ともPHの収束方向に平行な北西-南東方向の $2\sim 3\times 10^{-7}$ /年の圧縮が支配的であることがわかった。すなわち、東北での地震の発生にも関わらず、南海トラフのプレート間固着状態に特筆すべき変化はないと結論できる。

上部が固着したMTLの北傾斜断層面(図2)と、燧灘や高縄半島の高角/横ずれ断層(図3)という、相反する2つの要素を同時に説明するモデルが可能であることを示す。物質境界としてのMTLは北へ傾斜し、一方、活断層としてのMTL断層面は高角で、かつ複数の平行断層が剪断帯を形成するとすれば、両者が作る変位速度場はほぼ等価となる。

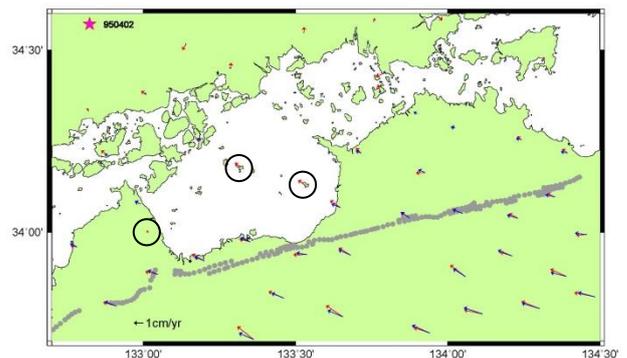


図1. 燧灘付近の東北地方太平洋沖地震の前[2006年1月~2009年12月](青矢印)と後[2011年3月~2013年7月](赤矢印)の平均変位速度。観測点950402(星印)に相対的な速度を示す。丸で囲まれた3点が本研究による観測点である。

(2) 問題点等

ここに提示したモデルはあくまでひとつの作業仮説であり、今後、他の観測データも活用して検証していく必要がある。

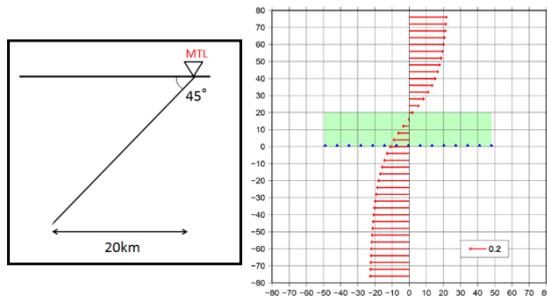


図 2. 北傾斜の 1 枚の断層面と、断層面上部の固着によって生じる変位速度場の模式図。

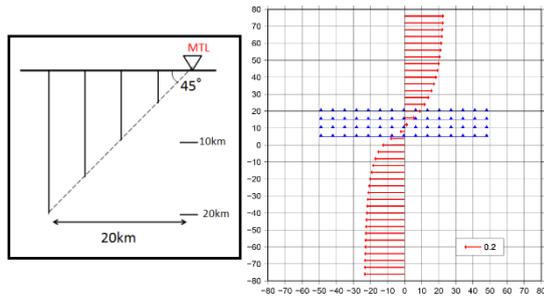


図 3. 平行な高角/横ずれ断層系と、それらの上部の固着によって生じる変位速度場の模式図。

3. 今後の展望

PH 北端部は地震や火山活動が活発で、変動の時間的進行が一定でない。長期的かつ稠密な監視が最重要であるが、年々それが困難になっている。今年度は、8月に台風接近による海況悪化が長引き、伊豆諸島北部・銭洲岩礁へ上陸する機会を逸した。その後は日程調整がうまくいかず、今年度の同地域の観測を断念した。従来は8-9月の期間に複数の観測を実施してきたが、近年は時間の確保が難しい。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Gunawan, E., T. Sagiya, T. Ito, F. Kimata, T. Tabei, Y. Ohta, I. Meilano, H. Z. Abidin, Agustan, I. Nurdin, D. Sugiyanto, A comprehensive model of postseismic deformation of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake deduced from GPS observations in northern Sumatra, *J. Asian Earth Sciences*, 88, 218-229, 2014.

Ohkura, T., T. Tabei, F. Kimata, T. C. Bacolcol, Y. Nakamura, A. C. Luis Jr, A. Pelicano, R. Jorgio, M. Tabigue, M. Arbahan. E. Jorgio, E. Gunawan, Plate convergence and block motions in Mindanao Island, Philippine as derived from campaign GPS observations, *J. Disaster Res.*, 10, 59-66, 2015.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

長谷川雄一・田部井隆雄・小澤拓, PS-InSAR 法に

よる伊豆大島の地殻変動の検出と火山性変動源の推定, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 4/29/2014, 横浜市.

枝川乃舞子・田部井隆雄・一谷祥瑞点・中村保彦, GPS 変位速度場から推定した中央構造線の深部構造と運動様式, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 4/30/2014, 横浜市.

中村保彦・田部井隆雄・大倉敬宏・木股文昭・T. C. Bacolcol・E. Gunawan, フィリピン・ミンダナオ島におけるフィリピン海プレートの収束の解明, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 4/30/2014, 横浜市.

Ohkura, T., T. Tabei, F. Kimata, T. C. Bacolcol, Y. A. C. Luis Jr, A. Pelicano, R. Jorgio, M. Tabigue, M. Arbahan. E. Jorgio, Y. Nakamura, E. Gunawan, Plate convergence and block movements in Mindanao island, Philippine as revealed by GPS observation, Int. Symp. on Geodesy for Earthquake and Natural Hazards, 7/23/2014, Matsushima, Miyagai, Japan.

Tabei, T., F. Kimata, T. Ito, H. Tsutsumi, Y. Ohta, E. Gunawan, T. Yamashina, N. Ismail, I. Nurdin, D. Sugiyanto, I. Meilano, New insight into recent activity of the northern Sumatran fault, Indonesia from geodetic and geomorphic observations, Asian Seismol. Comm. 10th General Assembly, 11/18/2014, Manila, Philippines.

(5) セミナー等の開催

JICA 国別研修バングラデシュ国「地理空間情報管理」コースの研修生 4 名に対し研修を行った (村田文絵と共同). 6月16日, 高知大学.

(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, 日本測地学会評議員・会計委員長, 日本地震学会代議員, 東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会委員, 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

南海地震と防災に関する講演 6 件 (7/3, 土佐清水市; 7/28, 高知市; 8/31, 中土佐町; 9/1, 高知市; 9/4, 黒潮町; 10/30, 黒潮町)

(7) 外部資金

「平成 26 年度科学研究費助成事業」基盤研究(B)

代表 1,400 千円(直接経費) 420 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 328 千円(直接経費のみ)

「受託研究」災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画

分担 550 千円(直接経費のみ)

(8) その他

著書

田部井隆雄, 地殻変動, 山本明彦(編著)「地球ダイナミクス」, 朝倉書店, 28-49, ISBN978-4-254-16067-3, 2014.

● 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、その繰り返しは数十年から数百年といわれており、人類の持つ観測データに比べて長い。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重要になる。私たちは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きた。

昨年度までに高知県宿毛市の西片島貯水池、徳島県阿南市針町の池、徳島県海陽町穴喰の池などで調査を行ってきた。しかしながら、良好な過去の津波記録を発見することはできなかった。本年度は、あらたな地点で津波堆積物の調査を行うことは予算的に困難であることから、津波堆積物の保存を試みた。私たちは採取した試料は、一部を除いて研究のための保存はしない。冷蔵、冷凍、いずれの場合も分析に必要な状態で試料を保存することはできず、またいずれも膨大な電気料金と場所を必要とするためである。しかしながら、近年ではマスコミや博物館などの要望に答えるために、ある程度の試料を保存する必要がでてきた。これまでも各種マスコミをはじめ、三重県立熊野古道センターや徳島県立博物館における津波堆積物の特別展示に協力しており、来年度は和歌山県立紀伊風土記の丘に展示物を提供する予定である。残念ながら高知県立の自然史博物館はないが、今後の防災や各種講座等において、実際に目で見れる津波堆積物は需要があり、なんらかの方法で保存された試料が必要であると考え。

2. 研究結果

(1) 成果

津波堆積物は、科研費を使用して高知県須崎市ただす池において採取したものを使用した(図1)。私たちは1994年からこの池で津波堆積物の調査を行っており、南海トラフで最も古くから研究されている池である。そしておそらく最も規則的で美しい津波堆積物を残す池であると思われる(図2)。この池において2014年11月3日から5日にかけて、10本の試料を採取した。津波堆積物調

査では通常パイブココアリングで試料を採取するが、この方法では堆積物に軽微ではあるが液状化をおこしてしまう。今回はより詳細な堆積構造を残した試料を得るため、ピストンココアリングで採取を行った。持ち帰った試料は通常分析を行い、残りを保存することとした。現在、多くの試料はまだ分析が終了していないため、保存作業はまだ途中である。

試料の保存は(1)剥ぎ取りとRP-A剤を用いた乾燥保管(2)RP-K剤を用いた冷蔵保存の2種類の方法で保存した。いずれも文化財の保存のために開発され用いられている手法をコア堆積物試料に応用した。

剥ぎ取り法は、古墳などの壁面を保存するための方法で、活断層のトレンチ調査でも使用されている。これらの調査では、発掘後は埋め戻す必要があるため、現場を保存する方法として開発された。剥ぎ取り法では、試料の表面に樹脂を塗布して固化し、布地をあてて補強してから、布地ごと剥ぎ取り保存する。従って、剥がされた面は本物の泥や砂などがそのまま遺されることになる。遺跡などでは数メートル四方という巨大な剥ぎ取りを作成することもある。コア試料では細長い巻物状になるため、まずヒノキの板材に貼り付け形を整えた。この板のままで保管すると湿気を吸って変質するので、RP-A剤を使用して乾燥、無酸素状態で保管した。RP-A剤は、一般的にはエージレスとして食品などにも使用されている酸素吸収剤であり、文化財では銅矛など長尺物を保存する際に用いられている酸素を通しにくいポリチューブとともに使用した。

冷蔵保存では、乾燥型ではない水分中立型のRP-K剤を利用し、コアを湿潤、無酸素状態にして冷蔵庫で保存した。コア試料は通常ラップを使用して空気を遮断して保管するが、酸素がある状態では冷蔵で保存しても酸化によって試料が変質する。無酸素状態で開封しなければ、5年程度は問題なく保存できることがすでに確認できており、おそらくより長い時間保管できると考えられる。

(2) 問題点等

長期保管を目指しているが、現在保管中の試料

はまだそれほど長期ではなく、実際にどの程度の期間保管可能なのか、明らかではない。

3. 今後の展望

今回作成中である剥ぎ取り試料、冷蔵保管試料に加え、写真を使用した大型ポスターを作成する予定である。これら3点を使用し、広く広報活動を行いたい。

4. 業績リスト

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

松岡裕美, 土佐湾湾奥部蟹ヶ池の堆積物に見られる過去 6000 年間の津波履歴, 地球惑星科学連合 2014 年大会, 2014 年 4 月, 横浜.

佐藤善輝, 松岡裕美, 岡村眞, 鹿島薫, 浜名湖湖底堆積物の珪藻化石群集から推定された完新世後期の湖水環境変遷, 地球惑星科学連合 2014 年大会, 2014 年 4 月, 横浜.

宮野宰, 松岡裕美, 岡村眞, 三重県尾鷲市須賀利大池の津波堆積物を用いた地震記録の復元, 日本地震学会秋季大会, 2014 年 11 月, 新潟.

Matsuoka, H. and Okamura, M., Abrupt change of sedimentation rate recorded in lacustrine sediment from coastal lakes, Nankai subduction zone, AGU 2014 Fall Meeting, Dec., 2014, San Francisco.

- (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 8 件 (5/23, 黒潮町; 6/10, 芸西村; 6/27, 高知市; 10/22, 香美市; 10/24, 高知市; 10/27, 宿毛市; 10/28, 北川村; 2/21, 高知市)

教員免許更新講習講師 3 件 (8/7; 8/19; 11/22)

高知県関係審議会出席 4 件

- (7) 外部資金

「平成 26 年度科学研究費助成事業」基盤研究 B 分担 600 千円 (直接経費) 180 千円 (間接経費)

「平成 26 年度科学研究費助成事業」基盤研究 C 分担 150 千円 (直接経費) 45 千円 (間接経費)
受託研究 (高知市) 181 千円

- (8) その他

本研究によるただす池での津波堆積物調査の様子は、1月28日に大阪毎日放送のニュース番組で紹介された。



図 1. ただすの池での試料の採取風景。

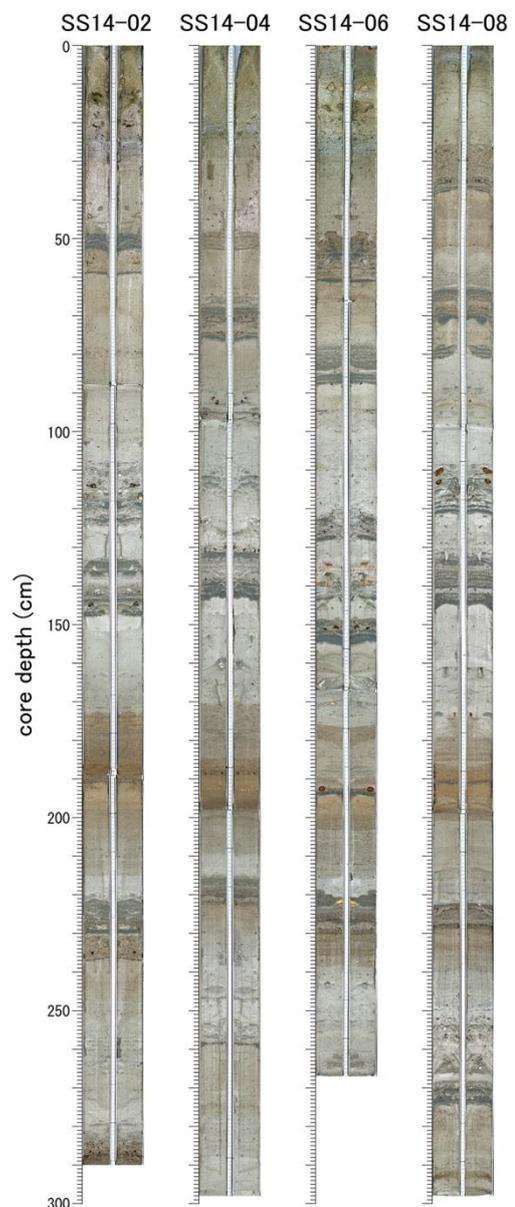


図 2. ただす池のコア試料写真(4 本分)。試料を縦割りにしているため、1 本のコアで開いた 2 面の写真になる。濃い灰色の層が津波の砂層で、約 30cm ごとに繰り返していることがわかる。

世界最多雨地域の夜雨メカニズムの理解に向けた GPS 利用

● 村田 文絵 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

バングラデシュ及びその周辺では、6-9月のモンスーン期は海からの湿った季節風が常に吹くことにより雨が降る。しかしその雨はいつも降っているわけではなく、一日の中の特定の時間帯に降りやすく、また10-20日周期で雨が降る活発期とあまり降らない休止期が繰り返す。また年により多量の雨が降り、バングラデシュが大洪水に見舞われる。それらの変動の原因を理解し、将来の天気予測の向上に役立てるための研究を行っている。

バングラデシュはガンジス川・ブラマプトラ川という大河川と、相対的に小さいものの世界有数の多雨地域を流域にもつメグナ川という3大河川のデルタにあり、流域の雨が洪水の素因になる。私の主な研究対象地域である、年最大降水量2万6千ミリ(高知の平均年降水量は3千ミリ弱)の記録をもつチェラプンジの雨の興味深い特徴のひとつは、深夜から早朝に雨が降りやすいことである。陸上で深夜から早朝に雨が降りやすい地域は、世界的にみても限られている一方で多雨地域に多い傾向が指摘されている。

日本では豪雨は夜間に降りやすいという結果がある。例えば昨年8月の広島豪雨は深夜1-4時に生じ、98年の高知豪雨も夜間に強まった。夜間の豪雨は就寝中であることが多く、また起きていても足元がみえず避難を困難にする。豪雨地域の夜雨特性の要因の理解は、ひょっとしたら日本の夜に多いとされる豪雨の原因を明らかにするうえでのヒントになるかもしれない。

夜雨が生じる過程を理解するためには、1日より十分短い時間分解能をもつ気圧、気温、風、水蒸気等の気象要素のデータが必要である。その中でも水蒸気は雲活動に伴って非常に激しく変動する気象要素である一方で、GPSから導出する手法が登場するまで時間分解能の短い変動が検出できなかった。

Global Navigation Satellite System(以下GPS)はアメリカによって運用される衛星測位システムである。地上に設置したGPS受信機は、正確な時刻と位置の情報をもつ複数のGPS衛星からの電波を受信して、設置したGPSの位置を高い精度で推定する。このようにGPSの基本機能は

位置を推定することであり、本プロジェクトリーダーの田部井はこの位置の変化の測定からプレート運動を検出している。一方GPS観測から大気の情報に導く手法が1990年代より開発されてきた。GPS衛星から届く電波が途中通過する大気によって屈折し、真空中に比べてGPS受信機への到達時間が遅延する。この遅延量は大気自身とその中に含まれる水蒸気量に依存するため、副産物としてGPSから大気中の水蒸気の情報得られる。

気象学の分野では水蒸気は、それ自身温室効果ガスであり、また雲をつくり、存在する雲の発達衰弱過程に影響を与える重要な存在である。最近では地上観測だけでなく衛星からの赤外・マイクロ波放射計による観測等観測手段が増えているものの、GPSから導出される水蒸気データは分単位という高い時間分解能で観測できる点で比類のない観測手段である。

本研究は、田部井のもつGPS観測解析技術と村田のもつ気象学の知識及びバングラデシュというフィールドを異分野結合させ、夜雨のメカニズムを理解することを目的とする。これは学系プロジェクトにより開けた展開である。

2. 研究結果

(1) 成果

2011年5~8月に本プロジェクト研究費を用いて実施したGPS観測とアメリカの研究機関が2007年3-12月に実施して公開されているデータから時間分解能5分で可降水量と呼ばれる大気中の水蒸気量を導出した。これを用いて各地点の日変化に関して調和解析を行った。解析手法は30分毎のデータについて各日から日平均値を引き、1/3以上のデータ欠損がある日を除いた。得られた日偏差値を月毎に平均した。観測地点を図1に示す。夜雨が卓越する世界最多雨地域は、メガラヤ丘陵の南側(25°N, 92°E)付近にあり、近くに観測点JAFL, JAMLがある。また図2に雨季である7月の結果を示す。第一調和成分と第二調和成分の和を黒実線で示している。夜雨地域付近の地点(JAFL)は、17UTC(現地標準時23時、標準時BST=UTC+6時間)に水蒸気が極大となっており、降水雲をつくる前に水蒸気収束が生じているこ

とを示唆する。その一方で 17UTC には JAFL だけでなくこの地域の全ての地点で極大をとっていることが興味深い。バングラデシュ地域の水蒸気変動は半日周期が卓越していることがわかる。もうひとつの極大は 05UTC(現地標準時 11 時)にある。ベンガル湾沿岸地域では、現地標準時 12-15 時頃の午後早くに雨が降りやすいことがわかっており、05UTC の水蒸気極大に関係しているかもしれない。

(2) 問題点等

学系プロジェクトで始まった異分野交流をさらに発展させるため、本年度の研究費で現地に行き、学系プロジェクトを契機にして関係が生まれたバングラデシュ測量局と、彼らがもつGPSの定常観測データの研究利用について交渉を始めた。しかし、バングラデシュではまだGPSの気象利用についての認識がほとんどないことが原因となり、データ取得にはまだ時間がかかる見込みである。

3. 今後の展望

GPS を用いた研究の成果をまだ論文にできていないため、論文の作成を行う。GPS から得られた水蒸気の日変化の特徴をもとに、数値モデルを用いてこの地域の夜雨を再現し、GPS から得られた水蒸気観測結果からの特徴と比較して、夜雨の原因を推定する。学系プロジェクトで始まった研究を発展させるために、バングラデシュ測量局のGPSデータの研究の為の利用を目指す。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

村田文絵, S. M. Quamrul Hassan, Md. Abdul Mannan, 山根悠介, 林泰一, バングラデシュで 2013 年 3 月 22 日に発生した竜巻の被害と発生環境場, 日本気象学会誌「天気」, 61(3), 151-158.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

村田文絵, 田部井隆雄, 寺尾徹, 林泰一, Choudhury, S. A., バングラデシュ北東部のGPS可降水量の変動特性, 地球惑星科学連合 2014 大会, 2014 年 5 月, 横浜市.

Fumie Murata, Monsoon depressions observed by Bangladesh radars, メソスケール気象と熱帯低気圧に関する国際会議(ICMCS-X), 2014 年 9 月, ボルダー(アメリカ).

Fumie Murata, Bangladesh tornado on 22 March - its damage and the atmospheric condition -, モンスーンアジアの減災のための大気科学者と工学系研究者, 社会科学者による共同ワークショップ(SPIRITS, 京都大学主催), 2014 年 11

月, バンコク(タイ).

(5) セミナー等の開催

JICA 国別研修バングラデシュ国「地理空間情報管理」コースの研修生 4 名に対し研修を行った(田部井隆雄と共同)。6 月 16 日, 高知大学

(6) 地域貢献活動

FM 高知「THE こうちユニバーシティ CLUB」で昨年 8 月の高知の大雨等について解説を行った。

(7) 外部資金

「平成 26 年度科学研究費補助金」 基盤研究 A 分担 300 千円(直接経費) 90 千円(間接経費)
「平成 26 年度科学研究費補助金」 基盤研究 S 分担 700 千円(直接経費) 210 千円(間接経費)

(8) その他

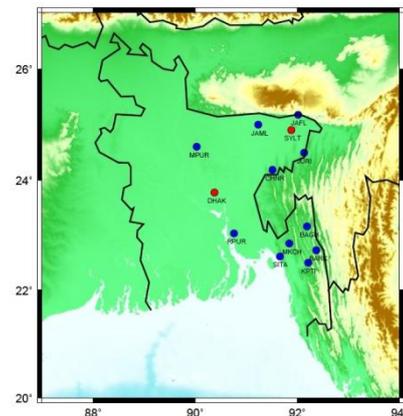


図1: バングラデシュに設置したGPSの位置。赤丸が2011年に設置した場所。青丸は2007年にアメリカの研究機関が設置・観測してデータを公開している地点。

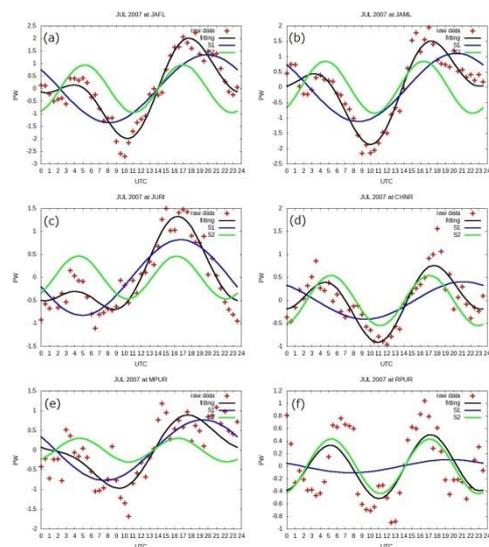


図2: ベンガル平野上の6地点の2007年7月の水蒸気の日変化。それぞれ (a) JAFL, (b) JAML, (c) JURI, (d) CHNR, (e) MPUR, (f) RPUR。赤の+印はデータを表す。青実線と緑実線はそれぞれ第1・第2調和成分を示す。黒実線は第1・第2調和成分の和を示す。

