

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 25 日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2013～2015

課題番号：25302010

研究課題名(和文)パレオテチス収束域における島弧 - 縁海系の発達・崩壊過程に関する地質学的検証

研究課題名(英文) Geological study on the development process of island arc-marginal sea system along the convergent plate margin of the Paleo-Tethys Ocean in SE Asia

研究代表者

上野 勝美 (UENO, Katsumi)

福岡大学・理学部・教授

研究者番号：90241786

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,500,000円

研究成果の概要(和文)：東南アジア主要部(タイ、ラオス)において、後期古生代 - 前期中生代のパレオテチス海洋プレートの沈み込みに伴う島弧 - 縁海系の発達・崩壊過程を、野外調査および層序学、地質年代学、岩石学、古地磁気学、等の手法を用いて検討した。パレオテチス海洋底の沈み込みで形成された火山弧と背弧海盆閉鎖域は、タイ南東部 - 北部(クレン、ランバン、チェンライ、ナン地域)からラオス北部(ウドムサイ、ルアンナムタ地域)へと連続することが初めて示された。その結果、当該時期の東南アジア主要部には、現在の日本列島と同様の、巨大海洋のプレート沈み込みとそれにより形成された島弧火山帯、その背後に発達した背弧盆という古地理が復元できた。

研究成果の概要(英文)：We investigated the development process of island arc-marginal sea system in mainland SE Asia (Thailand and Laos), formed by the subduction of the Paleo-Tethyan oceanic plate during the Late Paleozoic-Early Mesozoic, based on field investigation together with various geological methods including stratigraphy, fossil chronology, petrology, chemostratigraphy, isotopic dating, and paleomagnetism. As a result, the distribution and geohistory of a Permian-Triassic island arc and back-arc basin system, which remains in Northern Thailand and Northern Laos now, were clarified for the first time. The reconstructed paleogeography and geotectonic evolution of mainland SE Asia during the relevant time period can essentially be compared with a modern tectonic setting around the Japanese Islands in the following respect, that there existed a volcanic island arc and a back-arc basin, formed by the continuous subduction of a large-scale oceanic lithosphere along a trench at a continental margin.

研究分野：地質学

キーワード：パレオテチス 東南アジア 島弧 - 縁海系 縫合帯 構造発達史

1. 研究開始当初の背景

東南アジア主要部の古 - 中生代地体構造発達史に関しては、古海洋盆であるパレオテチス海の形成、発達、閉鎖と、それに伴うインドチャイナ地塊 (カタシヤ地塊の一部) およびシブマス地塊 (ペリゴンドワナ起源であるシメリア大陸の一部) の Gondwana 大陸からの分離・北上、両者の衝突という基本的枠組みが広く受け入れられている。このうちタイ王国におけるパレオテチス海の地史については、主に本科学研究者らの手により、その継続期間、海洋環境変遷、付加過程などが明らかにされてきた。しかし、パレオテチス海洋プレートの沈み込みによってインドチャイナ地塊縁辺につくられた火山弧 - 縁海系 (スコタイ島弧およびナン背弧海盆) の地史に関しては、いまだ全体像の復元には至っていない。その理由の一つとして、これら地域では岩相および年代層序、化石群集の古生物地理的特徴、海洋性岩石類の岩石学的検討と化学分析、古地磁気データに基づく古地理復元など、基本的な地質情報がいまだ十分でない点が挙げられる。

2. 研究の目的

本科研では、東南アジア主要部におけるパレオテチス海の閉鎖過程を、プレート収束域での島弧 - 縁海システムの発達と崩壊という枠組みの中で、微化石層序および碎屑性ジルコン年代に基づく精度の高い年代層序・年代軸の確立、野外での詳細な産状記載を伴う海洋性岩石類の化学分析、等をもとに復元することを目的とした。得られた結果は、東南アジアにおけるパレオテチス収束域でのペルム - 三疊紀環境変動に対する、テクトニックな背景のさらなる理解へとつながることが期待される。本研究で検討する主要な課題としては、東南アジア主要部のタイおよびラオスにおける、1) スコタイ島弧の分布と形成時期、およびその陸棚環境と火成活動の変遷、2) ナン背弧海盆の時間的空間的広がりとその海洋環境変遷、3) インドチャイナ地塊のパレオテチス海側大陸縁における環境変遷、4) 島弧 - 縁海システムの崩壊を含むパレオテチスの閉鎖過程、が挙げられる。

3. 研究の方法

上記の課題を検討するため、タイ北部のスコタイ帯およびナン縫合帯に相当するランパン、チェンライ、ナン地域、ラオス北部におけるスコタイ帯およびナン縫合帯の延長部と考えられるウドムサイ、ルアンナムタ、パックベン地域において、ペルム - 三疊系堆積岩類、火成岩類を中心に野外調査を実施した。また、スコタイ帯のタイ南東部への延長を検討するため、クレンおよびサケオ地域でも調査を行った。これらの野外調査では、堆積岩サクセションの岩相層序の解明および海洋性岩石類の産状の記載、それらの試料採取を中心に進めた。さらにインドチャイナ地

塊縁辺の後期古生代環境セッティングを理解するため、タイ国中央部のナコンサワン、ノエンマプラン地域において炭酸塩岩、蒸発岩の検討も行った。研究期間の3年間に、これらの地域で計9回の野外調査を実施した。

得られた試料のうち、炭酸塩岩、珪質岩については有孔虫、放散虫検出のための室内処理を行った。碎屑岩については、U-Pb 年代測定のため碎屑性ジルコンの抽出を行った。海洋性火成岩類と蒸発岩については、その成因および年代検討のため、化学分析、同位体分析を実施した。また、一部の堆積岩類については古地理的制約を得るためにその古地磁気を検討した。

4. 研究成果

(1) スコタイ帯

タイ北部、ランパン地域に分布するペルム系 Ngao 層群の層序および有孔虫群集を検討し、Ngao 層群下部の Kiu Lom 層がペルム紀前期 Yakhtashian であることを明らかにした。Ngao 層群では Kiu Lom 層が火山碎屑物に富む一方、その上位の Pha Huat 層および Huai Thak 層は炭酸塩岩、碎屑岩主体の岩相層序を示す。このことから、スコタイ島弧におけるペルム紀の火成活動は Yakhtashian まで活発であったが、その後中 - 後期ペルム紀にはその活動が停滞したことが考えられる。

タイ北部、ランパン地域の三疊系 Lampang 層群の層序および微化石 (有孔虫、放散虫) 群集を検討した。その結果、Lampang 層群には前期三疊紀 (従来の Phra That 層相当層)、中期三疊紀の後期 Anisian (Pha Khan 層)、後期三疊紀 Carnian (Doi Long 層および Kang Pla 層) に規模の大きな炭酸塩プラットフォームが形成されたことを明らかにした。このうち、前期三疊紀の炭酸塩サクセションは本研究で新たに発見されたもので、ドロマイト岩、ドロマイト質石灰岩を主体とし、ペルム紀最後期 (Changhsingian) の Huai Thak 層の含有孔虫石灰岩に直接累重している。これにより、この地域には炭酸塩サクセション内にペルム - 三疊紀境界が存在することが初めて確認された。

Lampang 層群中部の Hong Hoi 層中に新たに珪質岩を含む層準を見出し、そこから放散虫群集を検出した。この放散虫群集は中期三疊紀後期の Ladinian を示す。Hong Hoi 層は Lampang 層群の中でも火山碎屑物を顕著に含む累層であり、今回見出した含放散虫珪質岩層準の直上にも、粗粒な凝灰岩を基質とし垂円 - 円礫の火山岩礫を多量に含む淘汰の悪い礫岩が重なる。これは、スコタイ島弧の火成活動が三疊紀中期 (Ladinian) に活動的であった重要な層序学的証拠を提供する。

ランパン地域の Ngao 層群、Lampang 層群において碎屑性ジルコンの U-Pb 年代を検討し、それをもとにスコタイ島弧の火成活動の変遷を推定した。このうち、Ngao 層群の Kiu Lom 層のジルコン年代は 310-280Ma のクラスター

をもち、最も若い単一粒子の年代(YSG)が279Ma、最も若い年代ピークの加重平均(YC1)が294Maで、クラスターを構成するジルコン以外には古い年代の粒子はほとんど含まれない。その上位のPha Huat層ではオルドビス紀からペルム紀までの複数の年代ピークを示し、原生代のジルコンを多数含むことを特徴とする。Ngao層群最上部のHuai Thak層は280-250Maのクラスターをもち、YSGが251Ma、YC1が258Maであった。また、Huai Thak層には古い年代のジルコン粒子はほとんど含まれない。

Lampang層群ではHong Hoi層、“Pha Daeng層”、Wang Chin層で碎屑性ジルコンを検討した。このうちHong Hoi層は265-230Maのクラスターをもち(YSG=231/229Ma, YC1=244/242Ma)、古い年代のジルコン粒子は少ない。また、火山岩片を多く含み、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、V、Crなどの元素に富むことから、後背地における活発な火山活動が示唆される。“Pha Daeng層”は260-220Maのクラスターをもち(YSG=219Ma, YC1=240Ma)、Hong Hoi層よりも若い年代の粒子を含む。Wang Chin層は280-220Maのクラスターをもち(YSG=219Ma, YC1=240Ma)、より古い年代の粒子が多数認められた。

これらの結果から、スコタイ島弧では前期ペルム紀にその火成活動がやや活発であり、中-後期には活動の休止期を迎え、その後最後期ペルム紀から中期三畳紀にかけて再び活動が活発になったことが伺える。この結果は、Ngao層群およびLampang層群の岩相層序の特徴や、現在露出するスコタイ島弧の火成岩類の多くが中期三畳紀を示すこととも調和的である。またスコタイ島弧では、三畳紀後期のパレオテチス海の閉鎖に先立ち、その島弧火成活動が終了したことが推測される。

従来、タイ北部のスコタイ帯がさらに北方(特にラオス北部)へとどのように延長されるかという点についてはほとんど明らかにされていなかった。本科研では、この問題を明らかにするため、その延長が予想されるラオス北部のウドムサイ、ルアンナムタ地域で重点的に調査を行った。既存の地質図では、この地域の基盤岩類は石炭-ペルム系とされていたが、具体的な層序や化石の報告はなされていない。

当該地域に分布する炭酸塩岩を検討した結果、含まれる有孔虫群集をもとに石灰岩には中期ペルム紀Murgabian、ペルム紀最後期Changhsingian、中期三畳紀Anisian、後期三畳紀Carnianのものがあることが明らかになった。これらの年代とその岩相的特徴から、ラオス北部、ウドムサイおよびルアンナムタ地域には、タイ北部ランパン地域のNgao層群のPha Huat層およびHuai Thak層、Lampang層群のPha Khan層、Doi Long層にそれぞれ相当する炭酸塩岩が広く分布することが本研究により初めて確認された。

三畳系炭酸塩岩に加えて、ウドムサイ地域

から新たに酸性凝灰岩を伴う中部三畳系を見出した。そこから産する放散虫はAnisianを示す。このような、放散虫を含む中部三畳系珪質岩類については、同様なものがタイ北部のLampang層群からも知られている。これら炭酸塩岩および珪質岩の化石群集とその年代から、ラオス北部のウドムサイ、ルアンナムタ地域は、地体構造の観点からタイ北部を構成するスコタイ帯の延長であることが初めて具体的に示された。

ペルム-三畳紀の島弧であるスコタイ帯の南方への広がり进行を明らかにするため、タイ国南東部、クレン地域において古-中生界の調査を実施した。この地域では、下部石炭系、最上部ペルム系、下-中部三畳系を検討した。このうち、下部石炭系はレンズ状あるいは層状の暗色石灰岩を伴う碎屑岩主体のサクセッションで、その有孔虫年代はViséanないしSerpukhovianを示す。同様な岩相と年代の石灰岩は、タイ国主要部ではインドチャイナ地塊西縁のノエンマプランとロエイ地域で知られている。このことは、これらインドチャイナ地塊西縁地域とクレン地域が、前期石炭期には同一の堆積セッティングにあったことを示す。これはさらに、スコタイ帯(火山弧)とインドチャイナ地塊の間に形成されたナン背弧海盆は少なくともこの下部石炭系形成以降に開盆した可能性が高いことを意味する。スコタイ帯のNgao層群、Kiu Lom層におけるスコタイ島弧の前期ペルム紀での火成活動を示す証拠や、ナン縫合帯の南部延長と考えられるサケオ-チャンタブリ帯に残された前期ペルム紀放散虫チャートの存在を合わせると、ナン背弧海盆の形成(開盆)は石炭期後期頃となる。これは、インタノン帯に残された碎屑性ジルコン年代に基づくスコタイ島弧の火成活動開始時期と一致している。したがって、ナン背弧海盆の拡大は、インドチャイナ地塊縁辺においてパレオテチス海洋プレートの沈み込みが始まるとほどなくして起こった可能性が示唆される。

パレオテチス海沈み込みの時期(後期古生代-前期中生代)におけるインドチャイナ地塊西縁(スコタイ帯を含む)の古地理的制約を得るため、ラオス北部のスコタイ帯延長部およびクレン帯からの古地磁気情報の抽出を試み、計4地点からデータを得た。その結果、インドチャイナ地塊西縁に位置していたスコタイ帯のペルム-三畳紀の古緯度は、従来報告のあるシブマス地塊のそれに対して優位に異なり、インドチャイナ地塊(とスコタイ帯)がより北側に存在していたことが示された。

タイ国スコタイ帯北部のチェンライ北方において、蛇紋岩の小露頭を見出した。含まれるスピネルの分析からは、Cr#が0.4~0.5と低く、 Fe^{3+} およびTiも低いという結果が得られた。他の初生鉱物のデータが得られていないため決定的ではないが、この蛇紋岩は海洋底起源のかんらん岩(ダナイト)を起源と

する可能性がある。この蛇紋岩露頭は、スコタイ帯とその西側のインタノン帯の境界をなすチェンライ構造線の分布が推定される地域に位置している。そのため、今回得られた蛇紋岩はパレオテチスの海洋底起源である可能性が高い。従来、タイ北部ではパレオテチス海洋底を構成するマントル起源の岩石は知られていなかったことから、今回のデータはチェンライ構造線の位置の特定という点のみならず、パレオテチス海洋底の情報という観点からも重要である。

(2) ナン背弧海盆

タイ国主要部においては、従来はナン縫合帯がパレオテチス海洋盆の閉鎖域と考えられていたが、最近の研究ではスコタイ島弧とインドチャイナ地塊の間に形成された小海盆（背弧海盆）であるというモデルが示されている。この問題を検討するため、ナン縫合帯に残された海洋起源岩石類（塩基性・超塩基性岩体）の産状と化学組成を検討した。主要構成鉱物の化学分析の結果、かんらん岩は枯渇度が高く、かんらん石の Fo 値は 91.4~92.3 で、NiO 量 (wt%) は 0.4 前後であった。変成作用のためにスピネルの初生的性質は完全には残っていないが、その Cr# は 0.6~0.9 と高く、TiO₂ 量は低い。これらの初生鉱物の組成は、これがハルツバーガイト的な溶け残り岩であることを示唆している。そのため、Ca は付加されたことになり、そこにはスラブ由来流体の関与が考えられる。

さらに、ナン縫合帯の超塩基性岩体にはダナイト・ウェールライト・クリノパイロクシナイトの岩石組み合わせが普通に認められる。このような組み合わせは島弧深部に極めて普遍的である。ダナイトには初生的スピネル (Cr#=0.69) が残留しているものがあるが、このスピネルは Fe³⁺ 比の割に TiO₂ 量が低いことから、島弧的なマグマの関与が示唆される。また、はんれい岩（グラニュライト）には加水作用を示唆する二次的な角閃石の小脈が見られる。これは、深部（下部地殻）で水が供給される環境を示唆しており、その下部にスラブが存在したと整合的である。これらの結果は、ナン縫合帯に分布する塩基性・超塩基性岩体が中央海嶺起源ではなく、島弧前面付近の最上部マントル~下部地殻の起源であることを示している。

ラオス北部、パックベン地域に分布する蛇紋岩体を検討した。この岩体については、これまで岩石学的検討はなされていない。この蛇紋岩はアンティゴライトを主とし、トレモライトと思われる仮像を含むものが相当残されている。また、初生的なスピネルを残存しているサンプルが多い。これらは Cr に比較的富み (Cr# は 0.6~0.8)、TiO₂ 含有量が低く (0.5wt% 以下；多くは 0.1wt% 以下)、島弧マントルの性質を示す。今回の岩石学的検討から、パックベン地域の蛇紋岩体がナン縫合線の北方延長である可能性が明らかになっ

た。この結果は、本科研で得られたペルム・三畳系の層序および古生物学的検討に基づくラオス北部でのスコタイ帯の分布の推定結果とも非常によく一致する。

タイ北部のナン縫合帯と南東部のサケオ・チャンタブリ帯は、両者がインドチャイナ地塊の西縁に位置することや、塩基性岩・超塩基性岩の分布を根拠に対比されてきた。本科研では、さらに珪質堆積岩とそれに付随する諸岩石の検討から両縫合帯を比較した。ナン縫合帯では、玄武岩類を伴う層状チャートは中期ペルム紀後期に限られる。一方サケオ・チャンタブリ帯では、その年代は前期ペルム紀~後期ペルム紀前期を示す。年代幅にはやや相違が認められるが、チャートの岩相や玄武岩類を随伴するといった点は良く似ており、大局的には両者は対比可能と考えられる。なお、ナン縫合帯には中期三畳紀の珪質頁岩が知られているが、その岩相は必ずしも深海底を示すものではないことから、縫合帯の狭義の構成要素からは除外すべきである。

(3) インドチャイナ地塊

インドチャイナ地塊西縁での、パレオテチス海洋プレート沈み込み前のテクトニックセッティングを知るために、タイ国中部のノエンマプランに分布する下部石炭系を調査した。有孔虫類に基づく年代学的検討の結果、当該地域の下部石炭系は後期 Visean から Serpukhovian の年代をもち、比較的規模の大きな炭酸塩プラットフォームを形成していたことが明らかになった。このようなプラットフォームの形成には、一般に安定したテクトニックセッティングが予想されることから、少なくとも石炭紀前期まではインドチャイナ地塊のパレオテチス海に面した大陸縁（現在の西縁）は、沈み込みを伴わない非活動的なものであったことが推定される。

インドチャイナ地塊西縁のナコンサウン地域には、石炭系とされる比較的規模の大きい石膏岩体が知られているが、その年代は周囲の地質体との関係や様々な状況証拠をもとに推定されたものであった。このような石膏岩体の形成には、通常とは異なる環境要因やテクトニックな背景が予想されることから、その形成年代の特定はインドチャイナ地塊西縁の地史を考察する上で重要となる。本科研では、この岩体の形成要因と年代を明らかにするため、産状の観察と岩相記載とともに、石膏試料のストロンチウムおよび硫黄同位体年代、石膏岩体に貫入する岩脈中のジルコンの U-Pb 年代を検討した。

この石膏岩体は強く変形を受けており、硬石膏であったものが変質し石膏化したものである。初生的な組織や構造が残されていないため、それらをもとに起源を特定することはできない。ただし、このような大規模な石膏岩体が海水の蒸発以外で形成されることは極めて稀である。そのため、この石膏岩体は初生的には海水の蒸発により析出したも

ので、その後埋没・脱水により硬石膏化し、さらに上昇で加水変質が起こったものである可能性が非常に高い。この石膏岩体から得られた試料のストロンチウム同位体比は0.70810-0.70817の値を示す。一方、硫黄同位体は15.86-16.25‰であった。これらの組み合わせから、この蒸発岩の形成年代は前期石炭期後期(Serpukhovian)頃と考えることができる。石膏岩体に貫入する岩脈から得られたジルコン年代が中期三畳紀(最も若い単一粒子の年代は231Ma)を示すこととも整合的である。推定される形成年代から、ナコンサワンに分布する蒸発岩は、ノエンマプラン等に分布する、インドチャイナ地塊西縁に形成された前期石炭期炭酸塩プラットフォームの最終的なステージのものである可能性が考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計49件)

Tsuchiyama, Y., Zaman, H., Sothan, S., Samuth, Y., Sato, E., Ahn, H.-S., Uno, K., Tsumura, K., Miki, M., Otofujii, Y., 2016, Paleomagnetism of Late Jurassic to Early Cretaceous red beds from the Cardamon Mountains, southwestern Cambodia: Tectonic deformation of the Indochina Peninsula. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 434, 274-288. DOI:10.1016/j.epsl.2015.11.045 (査読有)

Kamata, Y., Kato, M., Ueno, K., Miyahigashi, A., Charoentitirat, T., Sardsud, A., 2015, Middle-Late Devonian radiolarians from Klaeng of Rayong Province, southeast Thailand: Geotectonic significance of the Rayong area as a continental margin of the Sibumasu Block. *Jour. Asian Earth Sci.*, 104, 197-204. DOI: 10.1016/j.jseaes.2014.06.021(査読有)

Ueno, K., Arita, M., Meno, S., Sardsud, A., Saesaengseerung, D., 2015, An Early Permian fusuline fauna from southernmost Peninsular Thailand: Discovery of Early Permian warming spikes in the peri-Gondwanan Sibumasu Block. *Jour. Asian Earth Sci.*, 104, 185-196. DOI:10.1016/j.jseaes.2014.10.030 (査読有)

Kamata, Y., Shirouzu, A., Ueno, K., Sardsud, A., Charoentitirat, T., Charusiri, P., Koike, T., Hisada, K., 2014, Late Permian and Early to Middle Triassic radiolarians from the Hat Yai area, southern Peninsular Thailand: Implications for the tectonic setting of the eastern margin of the Sibumasu continental block and closure timing of the Paleo-Tethys. *Marine*

Micropaleont., 110, 8-24. DOI:10.1016/j.marmicro.2013.07.006 (査読有)

Hara, H., Kon, Y., Usuki, T., Lan, C.Y., Kamata, Y., Hisada, K., Ueno, K., Charoentitirat, T., Charusiri, P., 2013, U-Pb ages of detrital zircons within the Inthanon Zone of the Paleo-Tethys subduction zone, northern Thailand: New constraints on accretionary age and arc activity. *Jour. Asian Earth Sci.*, 74, 50-61. DOI: 10.1016/j.jseaes.2013.06.006(査読有)

Crippa, G., Angiolini, L., van Waveren, I., Crow, M.J., Hasibuan, F., Stephenson, M.H., Ueno, K., 2013, Brachiopods, fusulines and palynomorphs of the Mengkarang Formation (Early Permian, Sumatra) and their palaeobiogeographical significance. *Jour. Asian Earth Sci.*, 79, 206-223. DOI:10.1016/j.jseaes.2013.09.030 (査読有)

〔学会発表〕(計82件)

Kuroda, J., Hara, H., Ueno, K., Miyahigashi, A., Charoentitirat, T., Charusiri, P., Maruoka, T., Hisada, K., Lugli, S., Characterization of sulfate deposits in central Thailand. 4th Intern. Symp. IGCP589, Bangkok, Thailand. (2015年10月26日)

Hara, H., Kunii, M., Hisada, K., Kamata, Y., Ueno, K., Kon, Y., Assavapatchara, S., Treerotchananon, A., Charoentitirat, T., Charusiri, P., Provenance and detrital zircon U-Pb ages from Permo-Triassic marine sediments in Northern Thailand: Records of the Sukhothai Arc evolution and the Paleo-Tethys subduction. 4th Intern. Symp. IGCP589, Bangkok, Thailand. (2015年10月26日)

Ueno, K., Miyahigashi, A., Tagawa, R., Kamata, Y., Hara, H., Charoentitirat, T., The Phra That Formation of the Triassic Lampang Group in the Sukhothai Zone, northern Thailand. 4th Intern. Symp. IGCP589, Bangkok, Thailand. (2015年10月26日)

Kamata, Y., Ueno, K., Hara, H., Hisada, K., Sardsud, A., Charoentitirat, T., Charusiri, P., Geological significance of occurrence of Middle Triassic (Ladinian) radiolarians from the Hong Hoi Formation of the Lampang Group, northern Thailand. 4th Intern. Symp. IGCP589, Bangkok, Thailand. (2015年10月26日)

Ueno, K., Miyahigashi, A., Kamata, Y., Hisada, K., Hara, H., Uno, K.,

Charoentitirat, T., Charusiri, P., Kongthiphavong, S., Vilaykham, K., Khampavong, K., Permian and Triassic carbonates in the Oudom Xai-Luang Namtha area, Northern Laos: Stratigraphical and paleontological constraints for connecting Northern Laos with Northern Thailand. 3rd Intern. Symp. IGCP589, Tehran, Iran. (2014年10月21日)

Miyahigashi, A., Ueno, K., Charoentitirat, T., Kamata, Y., Foraminiferal fauna and depositional environment of the Lower Permian Kiu Lom Formation in the Sukhothai Zone, Northern Thailand. 3rd Intern. Symp. IGCP589, Tehran, Iran. (2014年10月21日)

Kamata, Y., Ueno, K., Miyahigashi, A., Hisada, K., Hara, H., Uno, K., Charoentitirat, T., Charusiri, P., Kongthiphavong, S., Vilaykham, K., Khampavong, K., Middle Triassic acidic tuff in the Oudom Xai area, Northern Laos and its geological correlation with Northern Thailand. 3rd Intern. Symp. IGCP589, Tehran, Iran. (2014年10月21日)

Kamata, Y., Kato, M., Ueno, K., Miyahigashi, A., Charoentitirat, T., Sardud, A., Middle Triassic basalt-chert succession in the Chanthaburi area, Southeast Thailand. 2nd Intern. Symp. IGCP589, Boracay, Philippines. (2013年11月4日)

Miyahigashi, A., Ueno, K., Charoentitirat, T., Kamata, Y., Sardud, A., Foraminiferal fauna and depositional environment of the Late Triassic Kang Pla Formation (Song Group), Northern Thailand. 2nd Intern. Symp. IGCP589, Boracay, Philippines. (2013年11月4日)

〔図書〕(計2件)

Charoentitirat, T., Limtrakun, P., Ueno, K., Hara, H., Phajuy, B., Kamata, Y., Rhodes, B.P., Srichan, W., 2015, Guidebook for Post-4th IGCP589 Symposium Excursion: Lampang to Chiang Mai. Dept. Geol., Chulalongkorn Univ., Bangkok, 82 p.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上野 勝美 (UENO, Katsumi)
福岡大学・理学部・教授
研究者番号：90241786

(2) 研究分担者

黒田 潤一郎 (KURODA, Jun-ichiro)
国立研究開発法人海洋研究開発機構・その他部局等・研究員
研究者番号：10435836

宇野 康司 (UNO, Koji)
岡山大学・教育学研究科(研究院)・准教授
研究者番号：10510745

鎌田 祥仁 (KAMATA, Yoshihito)
筑波大学・生命環境科学研究科(系)・准教授
研究者番号：30294622

久田 健一郎 (HISADA, Ken-ichiro)
筑波大学・生命環境科学研究科(系)・教授
研究者番号：50156585

原 英俊 (HARA, Hidetoshi)
国立研究開発法人産業技術総合研究所・その他部局等・研究員
研究者番号：60357811

荒井 章司 (ARAI, Shoji)
金沢大学・国際基幹教育院・特任教授
研究者番号：20107684

(3) 研究協力者

タスイニ・チャロエンティティラット (CHAROENTITIRAT, Thasinee)
Associate Professor, Department of Geology, Chulalongkorn University (Thailand)

パンヤ・チャルシリ (CHARUSIRI, Punya)
Professor, Department of Geology, Chulalongkorn University (Thailand)

ケオ・カンパヴォン (KHAMPAVONG, Keo)
Deputy Director, Department of Mines (Lao P. D. R.)

カムセン・ヴィライカム (VILAYKHAM, Khamseng)
Researcher, Department of Geology and Minerals (Lao P. D. R.)

ホントン・チャンタヴォンサ (CHANTHAVONGSA, Hongthong)
Researcher, Department of Geology and Minerals (Lao P. D. R.)

宮東 照 (MIYAHIGASHI, Akira)
福岡大学・理学研究科・博士課程後期