

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04059

研究課題名(和文) 東南アジアにおける中生代の海洋生物群集と大量絶滅およびその後の回復と適応放散

研究課題名(英文) Recovery from mass extinction and adaptive radiation of Paleozoic and Mesozoic marine biotic community in Southeast Asia

研究代表者

小松 俊文 (Komatsu, Toshifumi)

熊本大学・大学院先端科学研究部(理)・教授

研究者番号：40336201

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：北部ベトナムには、中部～上部古生界の非海成層である“旧赤色砂岩”や浅海成の堆積物が広く分布している。二枚貝や巻貝、多くの魚類の骨片とオストラコーダや花粉などの微化石を“旧赤色砂岩”を主体とするシーカー層の上部で採取した。また、上部デボン系のコノドントがデボン～石炭系のトゥクタット層から多産した。本研究では、主にハーザン省のドンバン地域から産出した微化石(花粉、オストラコーダ、コノドント)とランソン省のバックテウイ層から産出した下部三畳系の放散虫について研究した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

北部ベトナムに分布しているシーカー層は、アジアを代表する“旧赤色砂岩”を主体とする地層で1800年代から下部デボン系とされていた。しかし、本研究でシーカー層の最上部から後期シルル紀の孢子化石を抽出したことによって、この“旧赤色砂岩”がシルル系であることが明らかになった。また、トゥクタット層の下部から大量のコノドント化石を採取した結果、5大大量絶滅の1つとして知られている上部ケルワッサイイベント層が挟まれている可能性が高いことが明らかになった。これらの研究成果は、ドンバンカルストジオパーク内で得られたもので、今後のジオパークやベトナム国立自然博物館の展示などで紹介していく予定である。

研究成果の概要(英文)：Middle to Upper Paleozoic non-marine “Old Red Sandstone” and shallow marine deposits are widely distributed in the northern Vietnam. We collected megafossils such as bivalves, gastropods and many fragments of fish bones and microfossils, ostracods and pollens from the upper part of the Si Ka Formation mainly composed of “Old Red Sandstone”. The Upper Devonian conodonts are abundantly found in the Devonian to Carboniferous Toc Tat Formation. In this study, we have mainly studied microfossils (pollens, ostracods and conodonts) from the northern part of Dong Van area, Ha Giang Province and Lower Triassic radiolarians from the Bac Thuy Fm., Lang Son Province.

研究分野：層位・古生物学

キーワード：大量絶滅 適応放散 生層序 古環境 地質学 古生物学 堆積学 ベトナム

1. 研究開始当初の背景

ベトナムでの地質調査にもとづいて本研究を実施する予定であった。研究初年度の2019年5月のハーザン省やランソン省での地質調査は実施できたものの、2020年2~3月の調査中にコロナウイルスによる問題が生じて、これ以降、ベトナムでの調査を遂行する事が出来なくなった。そのため、2019年の5月に採集したハーザン省ドンバン地域のデボン系(シーカー層とバックブン層、トックタット層)とランソン省やニンビン省の三畳系で採取した微化石試料を対象に分析を進めた。現地データを採取する必要がある堆積相解析を用いた研究や大型化石の採取については、その後のコロナ禍で全く進めることが出来なかったが、シーカー層から花粉およびオストラコーダ、トックタット層から保存状態の良いコノドント化石、下部三畳系のランソン層とバックテウイ層から放射虫化石などの微化石を多数得ることが出来た。そのため、2020年度以降は、バックアップ用に採取しておいた岩石試料のうち、微化石が多産した試料をベトナム側の研究協力者に郵送してもらいこれらの微化石を中心に研究を進めた。

2. 研究の目的

ベトナムの中古生界で地質調査を実施して、大量絶滅が生じたイベント層の特定や絶滅パターンの報告、生物の適応放射などに注目して研究を進める予定でいた。具体的にはデボン紀後期のケルワッサーイベントに伴う大量絶滅やオルドビス紀末期の大量絶滅、三畳紀の大量絶滅および絶滅イベントとその後の回復から適応放射、カンブリア紀のSSFやシルル紀~デボン紀の陸上植物の適応放射などを対象にしていたが、これらのうち、ある程度の研究試料を確保できたのは、北部ベトナムハーザン省のドンバン地域に分布しているデボン系とランソン省やニンビン省の三畳系で採取した微化石試料のみであった。そのため、具体的な研究対象を下部デボン系の花粉・孢子、上部デボン系のケルワッサー事変層の特定、下部三畳系の放射虫化石群集などに絞って研究を実施した。

3. 研究の方法

シーカー層では、最上部の層厚約20mに対して約50cm間隔で植物片や有機物、大型化石などを含む泥岩試料を0.5~1kg採取し、花粉化石抽出用の試料50gはフッ酸やショウ酸などの薬品と遠心分離器などで処理した後、スライドガラスに封入して光学顕微鏡で観察した。オストラコーダについては、全て印象化石であったため、粘性の低いシリコンゴムを用いて型どりをしてから、電子顕微鏡を用いて観察した。トックタット層の試料は、道路工事で新たに出現したセクションで実施し、下位のシーファイ層最上部から2m間隔で約60サンプルほど石灰岩試料を採取し、室内で試料500gを酢酸処理した。その後、実体顕微鏡下でコノドント化石を拾い出し、電子顕微鏡下で観察した。下部三畳系のランソン層とバックテウイ層では、コノドントを抽出した際に放射虫化石の産出層準が概ね把握できていたため、それらの層準を中心に石灰岩試料と泥岩試料を500gほど採取し、石灰岩は塩酸で、泥岩はフッ酸で繰り返し処理をした。その後、実体顕微鏡下で残渣から放射虫化石を拾い出し、電子顕微鏡下で観察した。なお、花粉化石の同定は、静岡大学のジュリアン・ルグラン博士に、オストラコーダの同定はレスター大学のマーク・ウィリアムス博士、放射虫化石の同定は東京学芸大学の高橋修博士に協力を求めた。

4. 研究成果

(1) 主な発表論文等〔雑誌論文〕のLegrand et al. (2021)と本報告書の図1参照

“旧赤色砂岩”を主体とするシーカー層の上部から初めて花粉化石群集を報告した。シーカー層は1800年代の研究以降デボン系とされていたが、この花粉化石群集は、主に3溝型の孢子を主体とし、シルル紀の後期ラドロウ期~前期ブリドリ期を示していることが明らかになった。この群集は、ベトナムでは最古の花化石群集であり、シーカー層がシルル系であることが明らかになった。

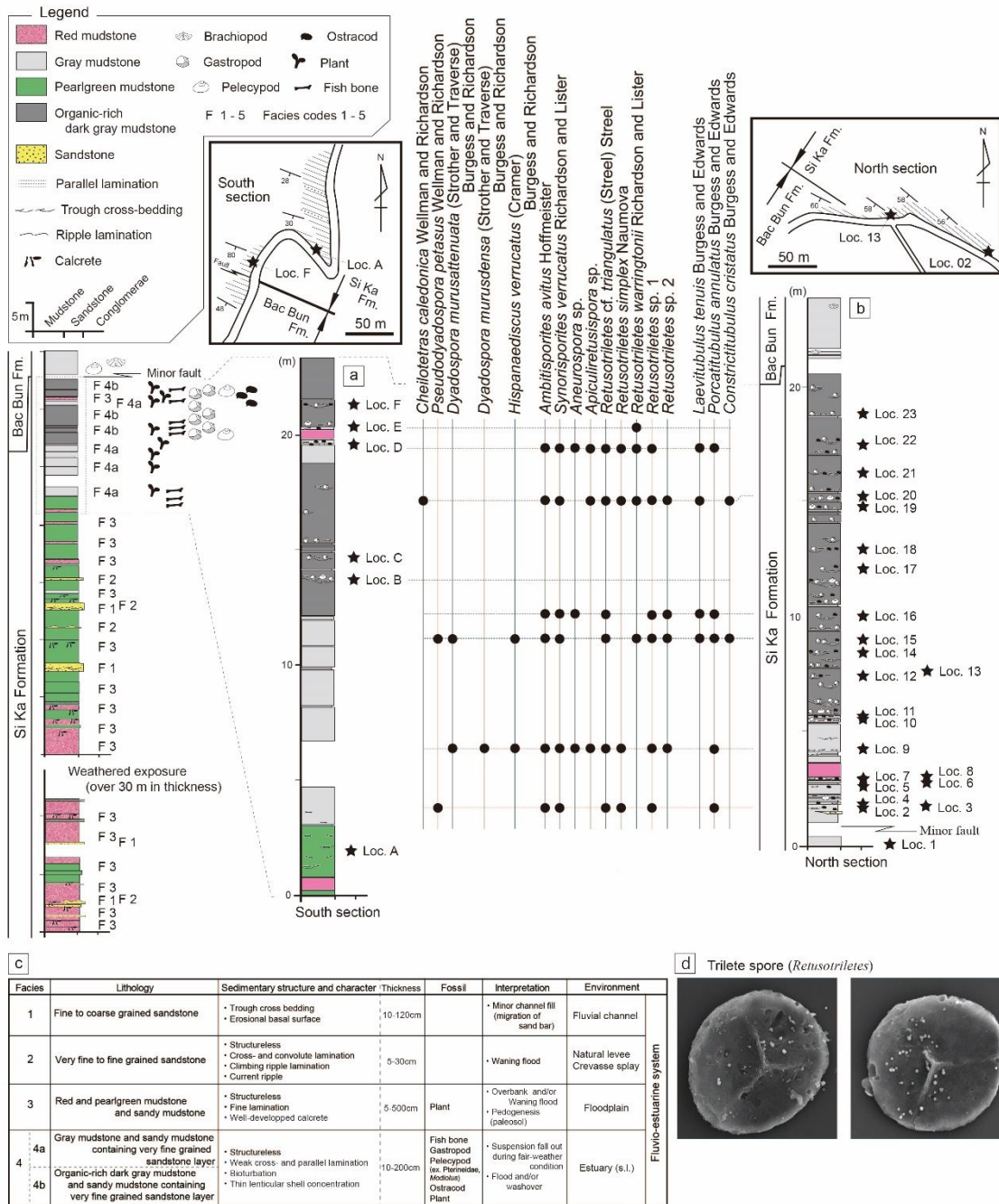


図1. (a), (b), (d) シーカー層の柱状図と花粉化石. (c) 堆積相コード (Facies 1-4)

(2) 主な発表論文等〔雑誌論文〕の小松ほか(2021)と本報告書の図1参照

シーカー層の主部は河川性の堆積物からなるが、堆積構造や軟体動物化石、魚類化石の構成から上部～最上部は河口付近で堆積した広義のエスチャリー堆積物からなっていることを報告した。

(3) 主な発表論文等〔雑誌論文〕のMc Gairy et al. (2021), Williams et al. (2023)参照

甲殻類のオストラコーダは、淡水～汽水、海域まで幅広い水域に分布している。しかし、石炭紀よりも古い非海域～沿岸域のオストラコーダの化石記録は極わずかしかなく、このグループの海域から非海域への移行期については詳しいことが明らかになっていない。本研究では、上部シルル系のシーカー層から新種を含む約10種類のオストラコーダを報告した。これらのオストラコーダは、多くの大型植物化石と魚類の骨片、軟体動物化石と共産し、エスチャリー堆積物から産出した。多様性は低く特徴的な2つのオストラコーダ化石群集がエスチャリー堆積物中で識別でき、シルル紀には沿岸域から汽水域に生息域を拡大した可能性が高いことが明らかになった。

(4) 主な発表論文等〔雑誌論文〕のTakahashi et al. (2022)と本報告書の図2参照
 下部三畳系ランソン層のスミシアン階上部から産出した6属8種の放射虫化石の記載を行った。これらの放射虫化石は、中生代に一般的なグループでは無く、むしろ古生代型の放射虫化石といえる。その一方でランソン層を整合で覆うバックテウイ層のスパシアン階最下部から産出した放射虫化石の構成は全く異なっており、スミシアン/スパシアン境界で群集構成が中生代型に変化している可能性が高いことが明らかになった。

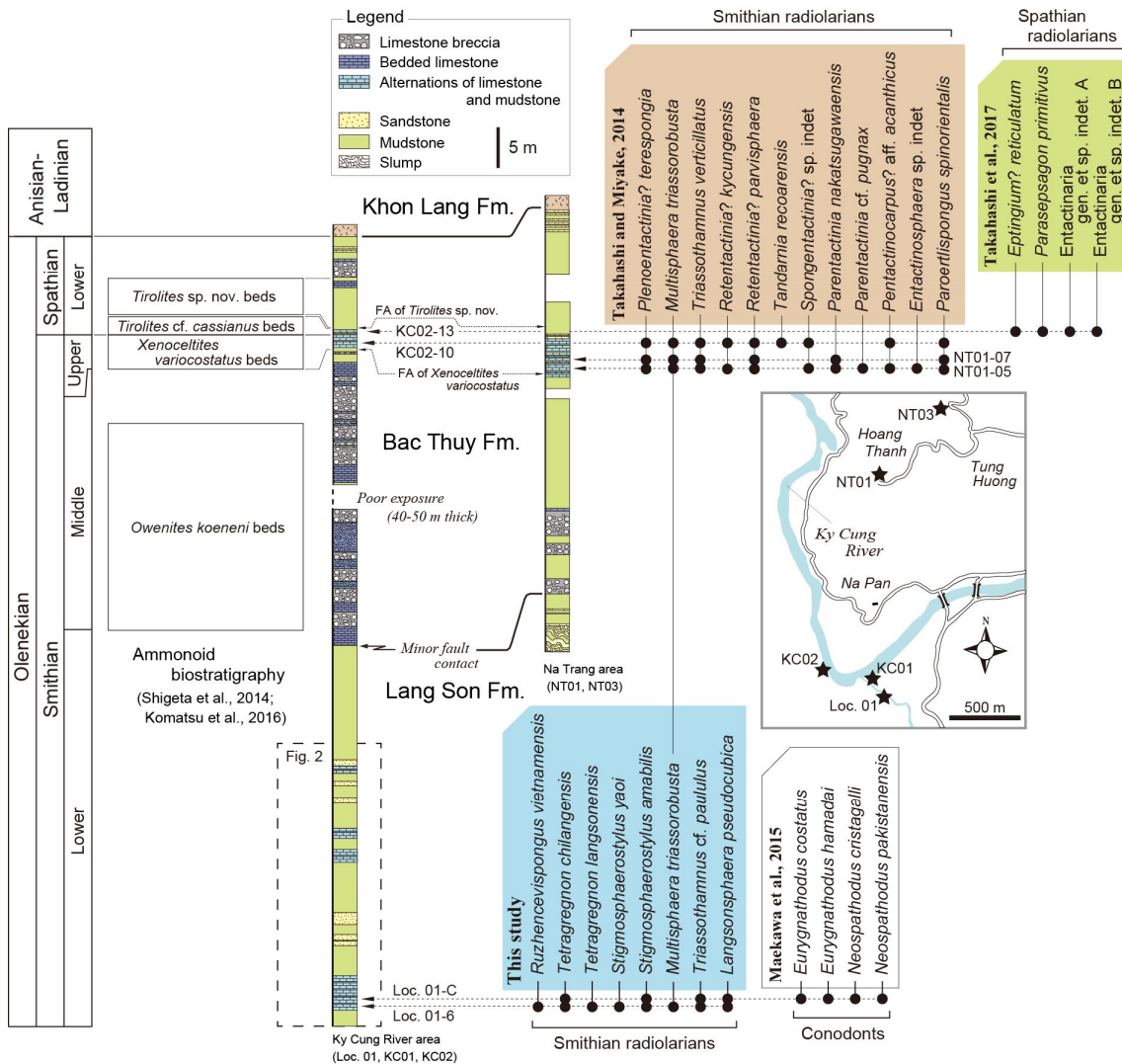


図2.ランソン層上部とバックテウイ層の柱状図およびアンモノイド生層序と放射虫化石の構成。

(5) 主な発表論文等〔学会発表〕の小松ほか(2023)

北部ドンバン地域のセオホーセクションで上部デボン系～石炭系のトゥクタット層下部から上部デボン系の *Palmatolepis nasuta* 帯, *Pa. linguiformis* 帯, *Pa. triangularis* 帯を示すコノドントを大量に採取することができた。大量絶滅で特徴づけられる上部デボン系のフラニアン / ファメニアン境界は, *Pa. triangularis* と *Pa. subperlobata* の初産出層準で明らかになり, さらに上部ケルワッサーイベントを示すと考えられる黒色頁岩を *Pa. linguiformis* 帯の最上部で確認することができた。しかし, コノドントのサンプリング間隔がなかったため, フラニアン / ファメニアン境界や上部ケルワッサーイベント層の解像度が悪く, 下部ケルワッサーイベント層を識別する事も出来なかった。今後, サンプリング間隔を細かくして, データの精度が上げる事が重要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 0件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Wong Hearing, T. W., Williams, M., Rushton, A.W.A., Zalasiewicz, J., Komatsu, T., Stocker, C.P., Harvey, T. H. P., Niko, S., Doan, H.D., Trinh, T.H., Nguyen, B.H., Nguyen, M.T. | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Late Ordovician (Katian) graptolites and shelly fauna from the Phu Ngu Formation, north-east Vietnam. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Paleontological Research | 6. 最初と最後の頁 41-58 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 Maekawa, T., Komatsu, T., Shigeta, Y., Takashima, R., Yamaguchi, T. | 4. 巻 205 |
| 2. 論文標題 Carbon isotope chemostratigraphy and conodont biostratigraphy around the Smithian-Spathian boundary in the Panthalassan carbonate succession (SW Japan) | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Asian Earth Science | 6. 最初と最後の頁 104570- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 小松俊文・山田敏弘・ジュリアン ルグラン・マーク ウィリアムズ・アンナ マクガリー・グエン ダック フォン・ザン ディン フン | 4. 巻 79 |
| 2. 論文標題 ベトナムハーザン省のドンバンカルストジオパークに分布している上部シルル系シーカー層の河川 エス チュアリー堆積物 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 堆積学研究 | 6. 最初と最後の頁 1-2 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 Legrand, J., Yamada, T., Komatsu, T., Williams, M., Harvey, T., Vandenbroucke, T.R.A., Backer, D.T., Bush, H., Nguyen, D. P., Doan, D. H., Nguyen, B.H. | 4. 巻 107 |
| 2. 論文標題 Implications of an early land plant spore assemblage for the late Silurian age of the Si Ka Formation, northern Vietnam | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Annales de Palaeontologie | 6. 最初と最後の頁 102486- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 McGairy, A., Komatsu, T., Williams, M., Harvey, T. H. P., Miller, C. G., Nguyen, D. P., Legrand, J., Yamada, T., Siveter, D. J., Bush, H., Stocker, C. P. | 4. 巻 17 |
| 2. 論文標題 Ostracods had colonized estuaries by the late Silurian | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Biology Letters | 6. 最初と最後の頁 20210403- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 Wong Hearing, T. W., Williams, M., Rushton, A., Zalasiewicz, J., Komatsu, T., Stocker, C., Harvey, T. H. P., Niko, S., Doan, D. H., Trinh, T. H., Nguyen, B. H., Nguyen, T. M. | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Late Ordovician (Katian) graptolites and shelly fauna from the Phu Ngu Formation, north-east Vietnam | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Paleontological Research | 6. 最初と最後の頁 41-62 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2517/2020PR011 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|----------------------|
| 1. 著者名 Maekawa, T., Komatsu, T., Shigeta, Y., Takashima, R., Yamaguchi, T. | 4. 巻 205 |
| 2. 論文標題 Carbon isotope chemostratigraphy and conodont biostratigraphy around the Smithian-Spathian boundary in the Panthalassan carbonate succession (SW Japan) | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Asian Earth Sciences | 6. 最初と最後の頁 104570 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jseaes.2020.104570 R | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|------------------|
| 1. 著者名 Legrand, J., Yamada, T., Komatsu, T., Williams M., Harvey, T., Backer, T. D., Vandenbroucke, T. R. A., Nguyen, D. P., Doan, D. H., Nguyen, B. H. | 4. 巻 accepted |
| 2. 論文標題 Implications of an early land plant spore assemblage for the late Silurian age of the Si Ka Formation, northern Vietnam | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Annales De Paleontologie | 6. 最初と最後の頁 0 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 小松俊文, 山田敏弘, ジュリアン ルグラン, マーク ウィリアムズ, アンナ マクガリー, グエン ダック フォン, ザン デイン ザン | 4. 巻 79 |
| 2. 論文標題 ベトナムハーザン省のドンバンカルストジオパークに分布している上部シルル系シーカー層の河川 エス チュアリー堆積物 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 堆積学研究 | 6. 最初と最後の頁 2 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Williams, M., Komatsu, T., Nguyen D. P., Harvey, T.H.P., Vandenbroucke, T.R.A. | 4. 巻 35 |
| 2. 論文標題 Geology 'far from the madding crowd', along the northern border of Vietnam | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Geology Today | 6. 最初と最後の頁 217-220 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|--|----------------------|
| 1. 著者名 Shizuya, A., Oba, M., Ando, T., Ogata, Y., Takashima, R., Nishi, H. Komatsu, T., Nguyen, D.P. | 4. 巻 29 |
| 2. 論文標題 Variations in trace elements, isotopes, and organic geochemistry during the Hangenberg Crisis, Devonian-Carboniferous transition, northeastern Vietnam | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Island Arc | 6. 最初と最後の頁 e12337 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iar.12337 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|------------------------|
| 1. 著者名 Wong Hearing, T. W., Williams, M., Rushton, A.W.A., Zalasiewicz, J., Komatsu, T., Stocker, C.P., Harvey, T. H. P., Niko, S., Doan, H.D., Trinh, T.H., Nguyen, B.H., Nguyen, M.T. | 4. 巻 0 |
| 2. 論文標題 Late Ordovician (Katian) graptolites and shelly fauna from the Phu Ngu Formation, north-east Vietnam | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Paleontological Research | 6. 最初と最後の頁 in press |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|------------------------|
| 1. 著者名 松尾 遼・小松俊文・松田博貴・前川 匠・稲田稔貴・高嶋礼詩・山田敏弘・マーク ウィリアムズ・グエン ダック フォン・ザン ディン フン・グエン バ フン・グエン チュン ミン | 4. 巻 78 |
| 2. 論文標題 中部ベトナムに分布する上部デボン系ソムニャー層のケルワッサー事変 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 堆積学研究 | 6. 最初と最後の頁 in press |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 Julien Legrand・山田敏弘・小松俊文・Mark Williams・Tom Harvey・Tim De Backer・Thijs R. A. Vandenbroucke・Phong D. Nguyen・Hung Dinh Doan・Hung Ba Nguyen |
| 2. 発表標題 初期陸上植物の微化石群集から解明する北部ベトナムSi Ka層の地質年代と古環境 |
| 3. 学会等名 日本古生物学会2021年年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 松本 藍・對比地孝亘・小松俊文・高橋 修・長谷川浩二 |
| 2. 発表標題 北海道北西部古丹別地域から産出した翼竜類化石 |
| 3. 学会等名 日本古生物学会2021年年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 高橋 修・前川 匠・Paulian Dumitrica・Phong D. Nguyen・小松俊文 |
| 2. 発表標題 ベトナム北東部下部三疊系Lang Son累層のスミシアン亜階下部から産出するlatentifistularian放散虫化石 |
| 3. 学会等名 日本古生物学会2021年年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tsubamoto, T., Tsuihiji, T., Pha Dong Phan, Dinh Hung Doan, Egi, N., Komatsu, T. |
| 2. 発表標題 A new specimen of the Anthracotheriidae (Mammalia, Artiodactyla) from the upper Eocene of Na Duong Coal Mine, northern Vietnam |
| 3. 学会等名 第21回日本地質学会四国支部講演会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 小松俊文・山内一輝・前川 匠・高嶋礼詩・小形優加里・山田敏弘・ザン ディン フン |
| 2. 発表標題 ベトナムハーザン省に分布する上部デボン系トックタット層のコノドント生層序とケルワッサー事変層 |
| 3. 学会等名 日本古生物学会第172回例会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 小松俊文・川島大稀・山内一輝・田中源吾・前川 匠・高嶋礼詩・山田敏弘・グエン ダック フォン |
| 2. 発表標題 北部ベトナムに分布するトックタット層の上部デボン系コノドント生層序とケルワッサー事変 |
| 3. 学会等名 日本地質学会西日本支部令和4年度総会第173回例会 |
| 4. 発表年 2023年 |

〔図書〕 計1件

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 長谷義隆・小松俊文・坂梨仁彦 | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 上天草市 | 5. 総ページ数 221 |
| 3. 書名 上天草市史 姫戸町・龍ヶ岳編 大地と海と空の煌めき | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------------------|---|---|----|
| 研究 分 担 者 | 高嶋 礼詩 (TAKASHIMA REISHI) (00374207) | 東北大学・学術資源研究公開センター・教授 (11301) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 | | | |
|---------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------|
| ベトナム | National Vietnam Museum of Nature | VIGMR | Marine Geology and Geophysics | 他1機関 |
| 英国 | University of Leicester | The Natural History Museum | | |