

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：32503

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B））

研究期間：2018～2023

課題番号：18KK0092

研究課題名（和文）80万年前に東南アジアで起きた小天体衝突の位置、規模、様式特定と環境への影響評価

研究課題名（英文）Estimation of location, magnitude, and mode of the impact of a small solar system body in Southeast Asia at ca. 0.8 Ma and its effect on the surrounding environment

研究代表者

多田 隆治（TADA, Ryuji）

千葉工業大学・地球学研究センター・嘱託主席研究員

研究者番号：30143366

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：約80万年前のインドシナ半島周辺域での小天体衝突イベント（オーストラリア・アジア・テクタイトイベント：AATE）は、その衝突地点や衝突規模、衝突様式が不明だった。本研究は、インドシナ半島陸域でイジェクタ層を認定し、その層厚分布、粒度分布や粒子組成から、衝突地点がラオス南部ボラヴェン高原西部辺りであること、衝突クレーターは直径15～20km程度と推定されることを明らかにした。また、衝突により飛散したマイクロテクタイトの分布が、従来言われていた分布限界より2000km以上北東の日本海北部にまで広がっていたことも明らかにした。更に、AATEの年代を従来より精度よく79.2万年前と制約した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2013年のチェリャピンスク隕石の空中爆発は広範囲に大被害を引き起こし、小天体衝突の脅威とリスク評価の必要性が広く認識された。AATEを引き起こした小天体は直径数km、衝突頻度は百万年に1度程度と推定され、人類が遭遇した最大の小天体衝突である。従って、その衝突規模や様式、環境への影響を正しく評価することは、リスク評価の観点から重要である。また、その衝突がジャワ原人の大量死を引き起こした可能性が指摘されており、前期更新世末～中期更新世初頭における人類を含む動物の移動や地域的絶滅に深く関与した可能性が高いため、その衝突の実態解明を行った本研究の意義は社会的にも学術的にも大きいと言える。

研究成果の概要（英文）：The exact location, magnitude, and mode of Australasian Tektite Event (AATE), a large impact event that occurred ca. 800 ka at somewhere in Indochina Peninsula, has been unknown in spite of its young age and probable large magnitude. In this study, we identified its ejecta deposit in on-land Indochina Peninsular for the first time, specified the impact location as in the western part of Bolaven Plateau, southern Laos, and estimate its crater size as between 15 and 20km in diameter. We also discovered microtektite of AATE at IODP site U1422 in the northern part of Japan Sea that extended its distribution limit to the northeast by over 2,000 km. Stratigraphic estimation of the AATE microtektite layer at U1426 is 792ka, which is conformable with previous estimation of its age by radiometric dating but with better precision.

研究分野：古気候・古環境学

キーワード：オーストラリア・アジア・テクタイトイベント 小天体衝突 クレーター イジェクタ 衝撃変成石英
テクタイト マイクロテクタイト ボラヴェン高原

1. 研究開始当初の背景： 2013年にロシアのチェリアビンスク州で目撃された隕石の空中分解前の直径は20m前後とされ、高度30kmで爆発した。この時の衝撃波で被害を受けた地域は100km四方に及び、約1500人が怪我をし、被害総額は約30億円と言われた。直径10mの小天体の衝突頻度は100年に1度程度と見積られるが、その被害規模や被害額の期待値は他の自然災害に比べて高くない。一方、今から約6600万年前に直径約10kmの小天体がユカタン半島に衝突して地球規模の環境変化や生物の大量絶滅を引き起こし、その後の生物進化にも大きく影響した。この規模の衝突の頻度は1億年に1度程度と見積られ、衝突頻度の減少率(10⁶分の1)に対し、被害者数や被害総額の増加率(10⁷⁻⁹倍)の方が大きい可能性が高い。こうした小天体衝突のリスク評価を行う上で、直径数百m~数キロmスケールの小天体衝突が、どのような環境擾乱を、どの位の範囲に渡り、どの程度引き起こしたか。それにより生物や生態系はどのような影響を受け、どう応答したかを研究した例は、これまでなかった。それは、そのようなスケールの小天体衝突の頻度が少なく、かつ衝突年代が古いため、衝突や環境変動に関する情報が風化や侵食、埋没によりほとんど消されてしまった、あるいは残っていても容易に観察出来なかったからである。そうした中、約80万年前にインドシナ半島の何処かで起こったと言われる小天体衝突は、大量のテクタイト(衝突により溶融した地殻物質が滴となって飛散し、その過程で固化してガラス玉となったもの)を広範囲に飛散させたことから、オーストラリア・アジア テクタイトイベント(AATE)として古くから知られ、飛散したテクタイトの分布や量から衝突した小天体の大きさは直径数km(クレーター直径30~100km)と見積られる。その年代の新しさ(直径数百m以上の小天体衝突の中で最も新しい)と合わせると、上述の研究事例の空白を埋めるのに最適な研究対象と考えられる。しかし、50年以上にも及ぶ調査にも拘らず、衝突クレーターは未だに発見されていない。その理由の一つに、AATEに関するこれまでの研究の多くが、地表面上に転石として見出され、その由来がわからないテクタイトや海洋堆積物コア試料中に産するマイクロテクタイトの鉱物・化学分析に基づくもので、インドシナ半島陸域においてイジェクタ層(小天体衝突に伴い、標的となった地殻物質が破砕されて衝突地点周辺に飛散、堆積した碎屑性堆積物)を認定し、その層厚や粒径、テクタイトや衝撃変成石英など衝突起源物質の粒径や含有量とそれらの地理的分布を調べた研究が存在しなかったことがある。

2. 研究の目的： 本研究の目的は、約80万年前に東南アジアの何処かで起こり、地球表面の10%以上にわたってテクタイトを飛散させたAATE(小天体衝突イベント)について、その衝突地点・規模・様式、影響が及んだ範囲を明らかにするとともに、それがどのような環境変動を引き起こし、人類や他の生物にどのような影響を与えたのかを明らかにすることにある。

3. 研究の方法： AATEを引き起こした小天体衝突の位置、規模、様式を明らかにするために、先ずインドシナ半島陸域においてイジェクタ層、特にイジェクタ・ブランケット堆積物を特定し、その層厚、粒度、粒子組成の地理分布を調べた。そのために、タイ、ラオス、カンボジア、ベトナムの計37地点において基盤を不整合に覆う第四系の角礫層や砂層について地質調査・試料採取を行ない、その粒度分布や粒子組成、特に衝撃変成石英やテクタイトの有無や量、その産状、堆積構造を調べた。また、基盤を構成する中生代砂岩について衝突の証拠を探すべく、衝撃変成石英の有無と量を調べるとともに放射光XRDを用いて石英の格子間隔の変化を調べた。更に、イジェクタ中の石英のESR信号強度を測定するとともにXRDで結晶化度を測定し、両者を組み合わせることで、イジェクタの熱履歴を推定した。またイジェクタに含まれる炭化木片の燃焼温度及び様式を推定した。

一方、AATEにより飛散したテクタイトの分布や粒径、量を推定し、その年代をより精度よく推定することも重要である。そこで、AATEによる可能性があるマイクロテクタイトが報告されている日本海北部のIODP U1422 地点および日本海中部のU1426 地点の堆積物について試料を2cm 間隔にスライスし、 $>43\mu\text{m}$ 画分を洗い出して顕微鏡下でマイクロテクタイトの色、大きさ、形状、個数などを観察記載した。また、酸素同位体層序に正確に対比した年代モデルに基づき、AATEの年代を推定した。更に、前期/中期更新世境界の模式地である千葉セクションにおいて、AATE層準の探査を行った。

4. 研究の成果： 本研究課題は当初2018-2021年度の4年間の予定で開始された。2018、2019年度にはほぼ予定通りタイ、ラオス、カンボジアの調査が実施されたが、2020年初頭に始まったコロナ禍の影響で、2020、2021年度に予定していた海外調査や現地でのワークショップが開催できなかった。そこで、終了時期を2年間延長し、2022年11月にベトナム南部調査を行い、2023年2月には、「AATEの小天体衝突がボラヴェン高原で起こり、クレーターはその後噴出した玄武岩質溶岩によって覆われた」とする仮説を2020年に提唱したシンガポール地球観測研究所のSieh博士を招いて、タイおよびラオス南部において現地討論会を行ない、今後、連携して研究を進めることで合意した。2023年度には、これまで集めたデータや試料の更なる分析を行って、当初の予定をほぼ達成した。国内においては、岡田により千葉セクションおよび銚子コアについて、AATEのマイクロテクタイト層の探索が行われたが、残念ながらマイクロテクタイトは発見できなかった。IODP日本海掘削コアにおけるAATEマイクロテクタイト層の探索もほぼ予定通り行われ、U1426地点において、マイクロテクタイト層準の特定とその実態が詳細に記述された。これらの研究成果を以下にまとめる。

1) インドシナ半島陸域におけるオーストラリア - アジア・テクタイトイベント(AATE)のイジェクタ層の認定とその堆積機構の解明： AATEを引き起こした小天体衝突は、長らくインドシナ半島のどこかで起こったと考えられてきたにも拘わらず、衝突地点探索の大きな手掛かりとなるイジェクタ層はインドシナ半島陸域において認定されたことはなかった。本研究では、タイ東北部Huai Omにおいて基盤岩を不整合に覆う一連の第四紀堆積層中から衝撃変成石英を発見するとともに、その場で着弾、破碎されたと考えられる層状テクタイト片を見出して、一連の第四紀堆積層がAATEのイジェクタ層であることを世界で初めて示し、その特徴や堆積機構を明らかにした(図1: Tada T. et al, 2020, 2022)。その結果によるとイジェクタ層は

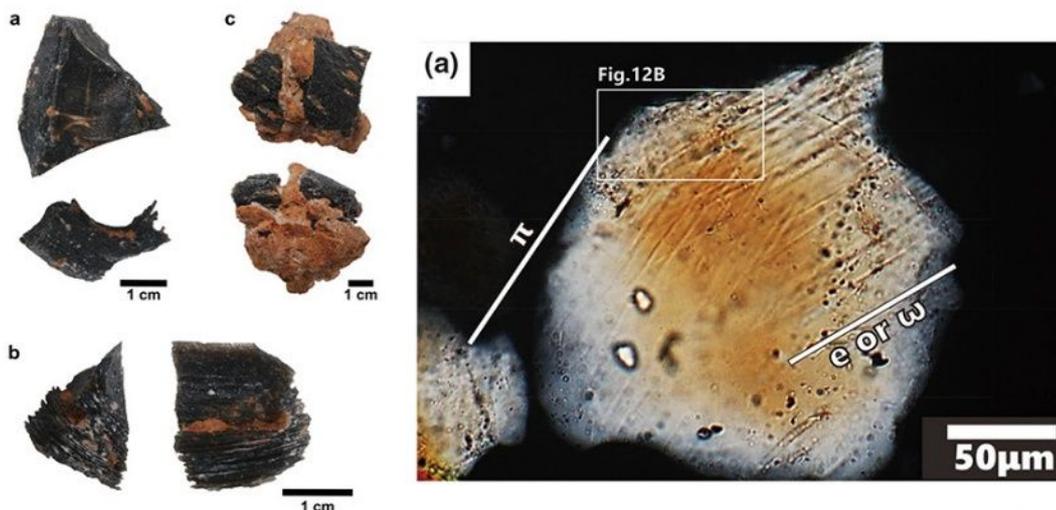


図1 Huai Omの第四紀層から見いだされたテクタイト(左)と衝撃変成石英(右)

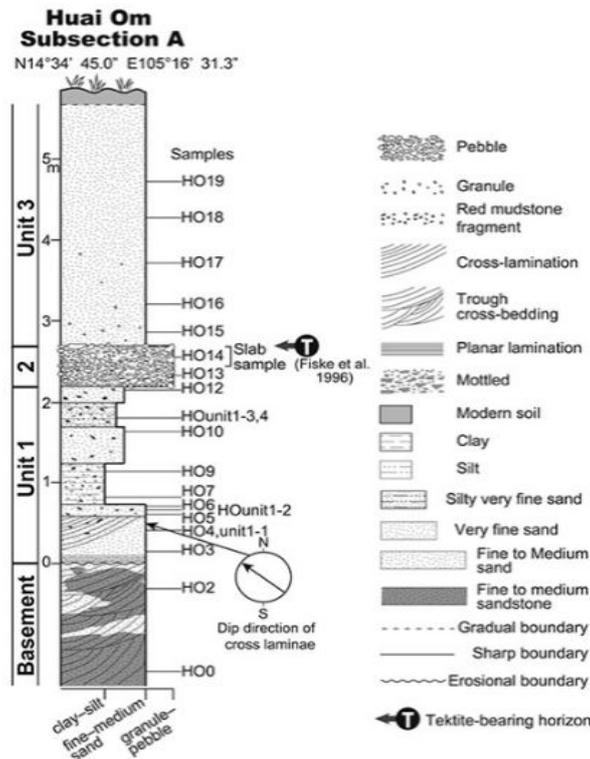


図2 Huai Omにおける第四紀層（イジェクタ層）の岩相柱状図

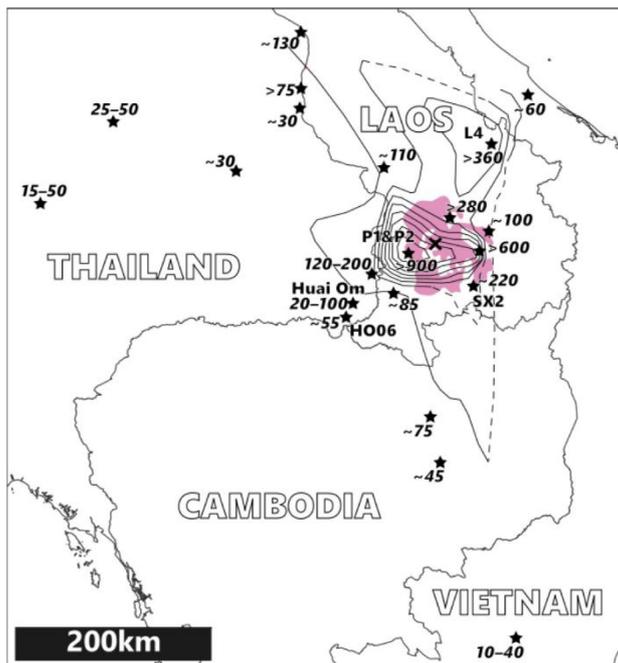


図3 イジェクタ・ブランケット層の層厚の地理分布とそれに基づく衝突地点推定

3つの岩相ユニット（1～3）に区分され、一番下位のユニット1は衝突により引き起こされた風によるサージ堆積物、二番目のユニット2は礫層からなるイジェクタ・ブランケット堆積物、一番上のユニット3は塊状の細粒砂～シルト層からなる巻き上げられた塵の降下堆積物と解釈された（図2）。

2) イジェクタ層の粒度や層厚分布に基づいた衝突地点と衝突規模推定： インドシナ半島の37地点において調査したイジェクタ層（特にユニット2）の層厚分布から、AATEを引き起こした小天体の衝突地点はラオス南部ポラヴェン高原西部であると推定された（図3；Tada T., 2021; Tada T. et al., 2020, 2023）。また、放出されたイジェクタの体積の見積もりから、クレーターのサイズは直径10-20km程度と推定された。更に、推定衝突地点周辺のイジェクタの中に様々な程度に風化した玄武岩礫が見いだされるとともに、珪岩や砂岩の岩片も見られたことから、標的となった岩石は玄武岩や砂岩であったと推定された。この成果は、現在投稿準備中である。

3) 衝突時の基盤をなす中生代砂岩中に衝撃変成の証拠探し： AATEの衝突時に地表面を構成していた中生代砂岩中に衝撃変成石英が形成されていることを発見した。その産出は1)で推定された衝突地点からおよそ150km以内の範囲に限られる。また、石英の格子間距離がラオス南西部に向かって徐々に増加したのち推定衝突地点近傍で急減する傾向が認められた（図4）。これらの結果は、1)の衝突地点推定結果を支持すると共に、この手法が衝突地点探しに有効である可能性を示唆する。また、基盤の砂岩中で形成された衝撃変成石英は、通常の衝撃変成石英の見かけとは少し異なり、やや波打った衝撃変成ラメラを呈したが、こうした組織は、多孔質な砂岩に衝撃が加わった場合に形成されることが衝突実験により示された。この結果についても、現在投稿準備中である。

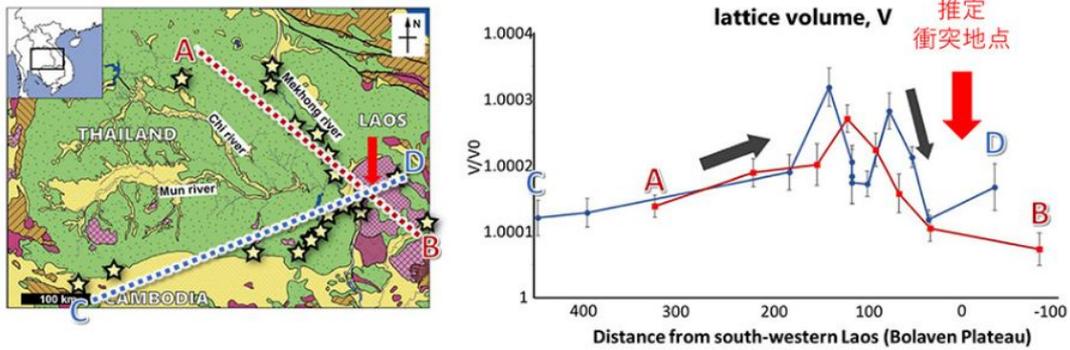


図4 基盤砂岩中の石英の格子間隔の地理分布と衝突地点の位置の関係

4) マイクロテクトイト分布域北限の再検討： これまでの研究では、推定衝突地点北東方向でのマイクロテクトイトの分布限界は、紀伊半島南 400km あたりまでだったが、2013 年に行われた IODP 日本海掘削において、日本海北部 U1422 地点のプリュヌ/松山境界直下からマイクロテクトイトが数粒見いだされた。そこで、日本海中部 U1426 地点、北部 U1422 地点について、AATE のマイクロテクトイトがあると推定される層序区間を調べた。その際、従来、123 μm の篩を使ってマイクロテクトイトを回収していたのを 43 μm の篩を使用して回収した。その結果、U1426 地点では、690 粒/ cm^2 のマイクロテクトイトが堆積し、> 123 μm の粒子はそのうち 4% 弱だった。また、マイクロテクトイトのモード径は 57 μm で非常に粒がそろっていた (図 5)。調査の結果、マイクロテクトイトの北東方向の分布限界は、従来知られていたより 2000km 以上広がり、北西太平洋に広く分布している可能性が示唆された。また、AATE 産出層準の年代が 792ka と従来より精度よく推定された。

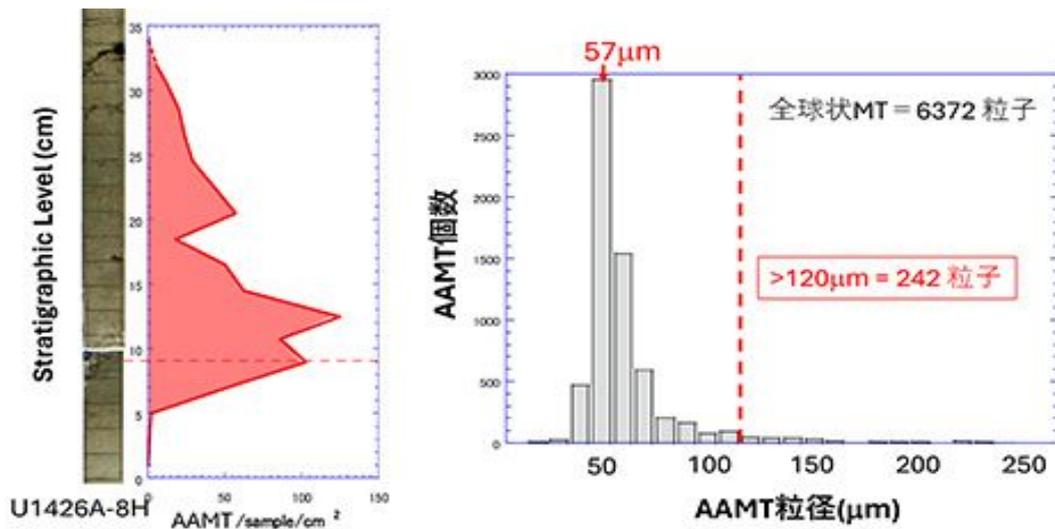


図5 日本海U1426地点におけるマイクロテクトイト個数密度の鉛直分布と粒径分布

5) 千葉セクションにおける AATE 層準の探索： 日本海において AATE 層準が認定され、予想より大きいマイクロテクトイト・フラックスが確認されたため、千葉セクションで AATE 層準を認定し、その前後での海洋変動を復元することを計画した。千葉セクションと銚子掘削コアについて該当層準を連続的に試料採取し、>43 μm 残渣を調べたが、マイクロテクトイトは発見されなかった。堆積水深が浅いため、底層流により吹き払われた可能性がある。

<引用文献> 5. 主な発表論文等 の 1, 3, 4, 5 番目の論文に対応

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Toshihiro Tada, Ryuji Tada, Paul A. Carling, Wickanet Songtham, Praphas Chansom, Toshihiro Kogure, Yu Chang, Eiichi Tajika	4. 巻 57
2. 論文標題 Identification of the ejecta deposit formed by the Australasian Tektite Event at Huai Om, northeastern Thailand	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Meteoritics & Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1879-1901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13908	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Nakazawa Kanon, Okuzumi Satoshi, Kurosawa Kosuke, Hasegawa Sunao	4. 巻 2
2. 論文標題 Modeling Early Clustering of Impact-induced Ejecta Particles Based on Laboratory and Numerical Experiments	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Planetary Science Journal	6. 最初と最後の頁 237 ~ 237
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/PSJ/ac3a6d	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 Tada Toshihiro, Tada Ryuji, Chansom Praphas, Songtham Wickanet, Carling Paul A., Tajika Eiichi	4. 巻 7
2. 論文標題 In situ occurrence of Muong Nong-type Australasian tektite fragments from the Quaternary deposits near Huai Om, northeastern Thailand	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-020-00378-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Toshihiro Tada	4. 巻 1
2. 論文標題 Australasian Tektite Event: Identification of the On-land Ejecta Deposit and its Distribution across Eastern Indochina	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Doctoral Dissertation, The University of Tokyo(博士論文)	6. 最初と最後の頁 1-206
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 無
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 Toshihiro Tada, Ryuji Tada, Paul A. Carling, Wickanet Songtham, Praphas Chansom, L. X. Thuyen, C. Q. Nguyen, Toshihiro Kogure, Yu Chang, Eiichi Tajika	4. 巻 2806
2. 論文標題 Location of the Australasian Tektite Impact Event based on Distribution of the Ejecta Deposits in the Eastern Indochina	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 LPI Contributions	6. 最初と最後の頁 2606
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 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計44件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 19件)

1. 発表者名 多田 隆治, 多田 賢弘, 吉岡 純平
2. 発表標題 IODP U1426地点におけるオーストラリア - アジア・マイクロテクトタイト の色タイプ、粒径分布、フラックス推定と北西太平洋における層序 マーカーとしての可能性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tada, T., Kurosawa, K., Isa, J., Ono, H., Hamann, C., Okamoto, T., Niihara, T., Matsui, T.
2. 発表標題 Shock recovery of granite: Implications for feather features formation
3. 学会等名 54th Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tada, T., Tada, R., Carling, P.A., Songtham, W., Chansom, P., Thuyen, L.X., Nguyen, C.Q., Kogure, T., Chang, Y., Tajika, E.,
2. 発表標題 Location of the Australasian Tektite Impact Event based on distribution of the ejecta deposits in the eastern Indochina
3. 学会等名 54th Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 多田 賢弘, 多田 隆治, Chansom P, Songtham W, Carling P A, 田近 英一
2. 発表標題 タイ東北部第四系堆積物から見つかったオーストラリア・アジアテクトイトイベント起源層状テクトイト破片の産状
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 多田 隆治, 多田 賢弘, チャンソム プラファス, ソンサム ウィカネット, カーリング ポール A
2. 発表標題 タイ東北部イジェクタ層中に埋没した現地性テクトイト破片からの層状テクトイト塊復元と飛来方位の推定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tada, R., Tada, T., Yoshioka, J.,
2. 発表標題 Discovery of Australasian microtektites in the hemipelagic sediments of the Japan Sea: It's significance and implications
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tada, T., Kayama, M., Chang, Y., Miyake, A., Igami, Y., Tada, R., Carling, P.A., Songtham, W., Tajika E.,
2. 発表標題 Evaluation of shock deformation of the basement sandstone around the probable impact site of Australasian Tektite Event using synchrotron X-ray diffraction analysis
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tada, T., Tada, R., Carling, P.A., Songtham, W., Chansom, P., Kogure, T., Chang, Y., Tajika, E.,
2. 発表標題 Identification of Ejecta Deposit formed by Australasian Tektite Event based on Discovery of Shocked Quartz and in situ Tektite Fragments in North Eastern Thailand
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Carling, P.A., Tada, T., Tada, R., Songtham, W., Cresswell, A., Sanderson, D., Porat, N., Duangkrayom, J., Meshkova, L., Croudace, I., Darby, S., Fan, X.,
2. 発表標題 Regionally-extensive ejecta layer of the Australian tektite strewn-field: the MIS 20 large meteorite impact in Indochina
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Songtham, W., Tada, R., Carling, P.A., Tada, T., Chansom, P.,
2. 発表標題 Quaternary stratigraphy and occurrence of the Australasian tektites in Thailand, Laos PDR, and Cambodia: implication of the impact location
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Lu, S., Yamashita, Y., Irino, T., Tada, T., Tada, R.,
2. 発表標題 Assessment for BPCA method as biomass burning proxies and their application to meteorite impact event
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kurosawa, K., Moriwaki, R., Suzuki, K., Matsui, T.,
2. 発表標題 Ejection behavior after hypervelocity oblique impacts in an atmosphere
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chang, Y., Kayama, M., Tajika, E., Sekine, Y., Sekine, T., Nishido, H., Kobayashi, T.,
2. 発表標題 Shock-induced vitrification affected on cathodoluminescence of quartz: possibility as a shock barometer and its potential application to natural impact samples
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 多田隆治
2. 発表標題 オーストラリア-アジア・テクトタイトイベントの謎とその解明：大規模衝突の環境、生態系への影響評価に向けて
3. 学会等名 地球環境史学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 多田賢弘, 鹿山雅弘, 三宅亮, 伊神洋平, 多田隆治, Carling P.A., Songtham W., 常昱, 田近英一
2. 発表標題 タイ東北部及びラオス南部における中生界砂岩の放射光XRDによる衝撃変成度の推定とその分布：オーストラリア・アジアテクトタイトイベントの衝突地点への示唆
3. 学会等名 日本地質学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tada, T., Tada, R., Carling, P.A., Songtham, W., Thuyen, L. X., Chang, Y., Tajika, E.
2. 発表標題 Constraint on the location of the Australasian tektite impact event based on the distribution of the ejecta deposits across the eastern Indochina
3. 学会等名 American Geophysical Union (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>「80万年前に東南アジアで起きた小天体衝突の位置、規模、様式特定と環境への影響評価」 https://geo-cosmo-cit.jp/theme/tektite/</p> <p>National Geographic Partners National Geographic, 5th December 2023, "800,000 years ago, a huge meteorite hit Earth. Scientists may have just found where.", https://www.nationalgeographic.com/premium/article/have-scientists-found-800000-year-old-meteorite-impact-crater</p> <p>NHK BS コズミックフロント、2023年8月23日放映「ロスト・クレーター 79万年前の天体衝突」 https://www.nhk.jp/p/cosmic/ts/WXVJVPGLNZ/episode/te/16WY1M22LZ/ で本プロジェクトの成果を紹介</p>

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	田近 英一 (Tajika Eiichi) (70251410)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 (12601)	
研究分担者	岡田 誠 (Okada Makoto) (00250978)	茨城大学・理学部・教授 (12101)	
研究分担者	黒澤 耕介 (Kurosawa Kosuke) (80616433)	神戸大学・国際人間科学部・准教授 (14501)	

6. 研究組織（つづき）

	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	鹿山 雅裕 (Kayama Masahiro) (30634068)	東京大学・大学院総合文化研究科・助教 (12601)	
研究分担者	多田 賢弘 (Tada Toshihiro) (80909565)	千葉工業大学・地球学研究センター・研究員 (32503)	

	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
研究協力者	カーリング ポール (Carling Paul A)		
研究協力者	ソンサム ウィカネット (Songtham Wickanet)		
研究協力者	シュエン レ シュアン (Thuyen Le Xuan)		
研究協力者	チャンソム プラファス (Chansom Praphas)		
研究協力者	グエン クォク コン (Nguyen Quoc Cuong)		

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			
英国	University of Southampton			
タイ	Nakhon Ratchasima Rajabhat University			
ベトナム	Can Tho University			