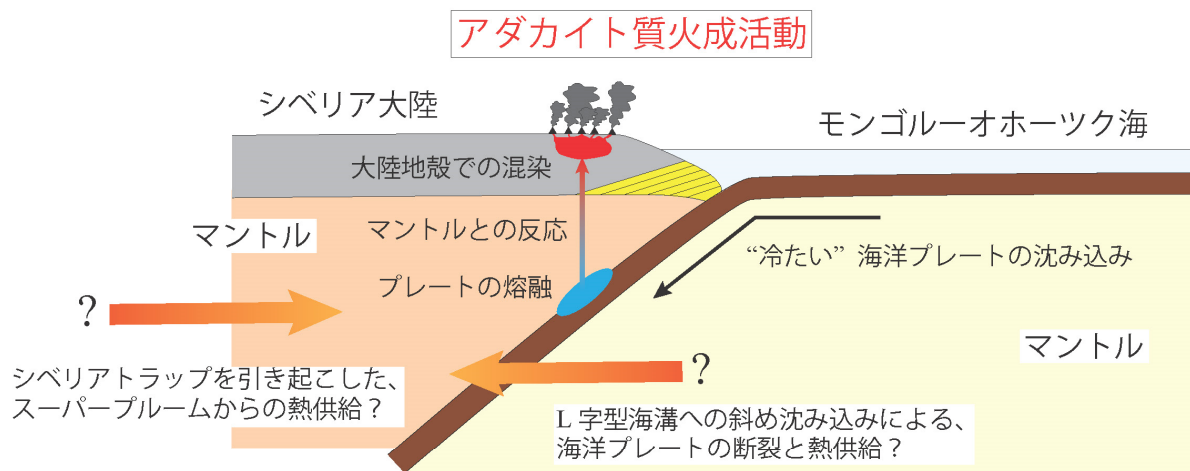


## 約 2 億 5000 万年前の シベリア大陸縁の断面図



## 2.5 億年前、シベリア大陸縁で 沈み込んだ海洋プレートは、なぜ溶けたのか？

国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学博物館の東田 和弘 准教授の研究グループは、モンゴル科学技術大学、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構との共同研究で、**2 億 5000 万年前のシベリア大陸の下に、海洋プレートが沈み込んでいた証拠を発見**しました。シベリア大陸への海洋プレートの沈み込みは、「ユーラシア大陸がどのように形成されたのか？」を考える上でとても重要です。

モンゴル北部からシベリア南部にかけての数千 km にわたり、広大な火成岩<sup>注1)</sup> 地帯が広がっていますが、「なぜ、このような巨大な火成岩地帯ができたのか」は不明でした。

本研究では、モンゴル北部で詳細な地質調査を行い、岩石の化学組成分析と年代測定を行った結果、**この火成岩地帯の初源マグマ<sup>注2)</sup> が、約 2 億 5000 万年前に、シベリア大陸の下に沈み込んだ海洋プレートが熔融してできた（つまり、シベリアの下に沈み込んだ海洋プレートが存在した）**ことが明らかになりました。

ちょうど同じ頃に、シベリア大陸では「シベリアトラップ<sup>注3)</sup>」のスーパーブルーム<sup>注4)</sup> 活動が起こっていました。**海洋プレートを熔融させた熱源は、もしかしたらこのスーパーブルームなのかもしれません。**

本研究成果は、2022 年 5 月 13 日付オランダ Elsevier 社の科学誌「Journal of Geodynamics」にてオンライン公開されました。

本研究の一部は、経済産業省「平成 25 年度 希少金属資源開発推進基盤整備事業ポテンシャル評価調査（モンゴル国）」と、公益財団法人大幸財団「平成 30 年度 第 28 回自然科学系学術研究助成」の支援のもとで行われたものです。

### 【ポイント】

- ・モンゴル北部からシベリア南部にかけて、巨大な火成岩地帯が存在するが、その成因は不明な点が多かった。
- ・モンゴル北部の火成岩地帯の化学組成は、そのマグマが、海洋プレートが溶融してできたことを示す。このことは、シベリア大陸の下に海洋プレートが沈み込んでいたことを証拠づける。
- ・モンゴル北部の火成岩地帯を年代測定したところ、この岩石が約 2 億 5000 万年前に形成されたことが明らかになった。
- ・海洋プレートが溶融するためには、高温条件が必要である。約 2 億 5000 万年前には、シベリア大陸で「シベリアトラップ」のスーパープルーム活動が起こっていた。海洋プレートを熔融させた熱源は、このスーパープルームかもしれない。

### 【研究背景】

シベリア大陸、北中国大陸、タリム大陸、及び東ヨーロッパ大陸の間に位置する中央アジア造山帯（CAOB）は、ユーラシア大陸の形成過程を理解する上で重要な場所です（図 1）。特に、シベリア大陸と北中国大陸に挟まれたモンゴルの地質は、CAOB の形成史を明らかにする上では極めて重要です（図 1）。モンゴル北部からシベリア南部には、火成岩地帯が大規模に分布します。

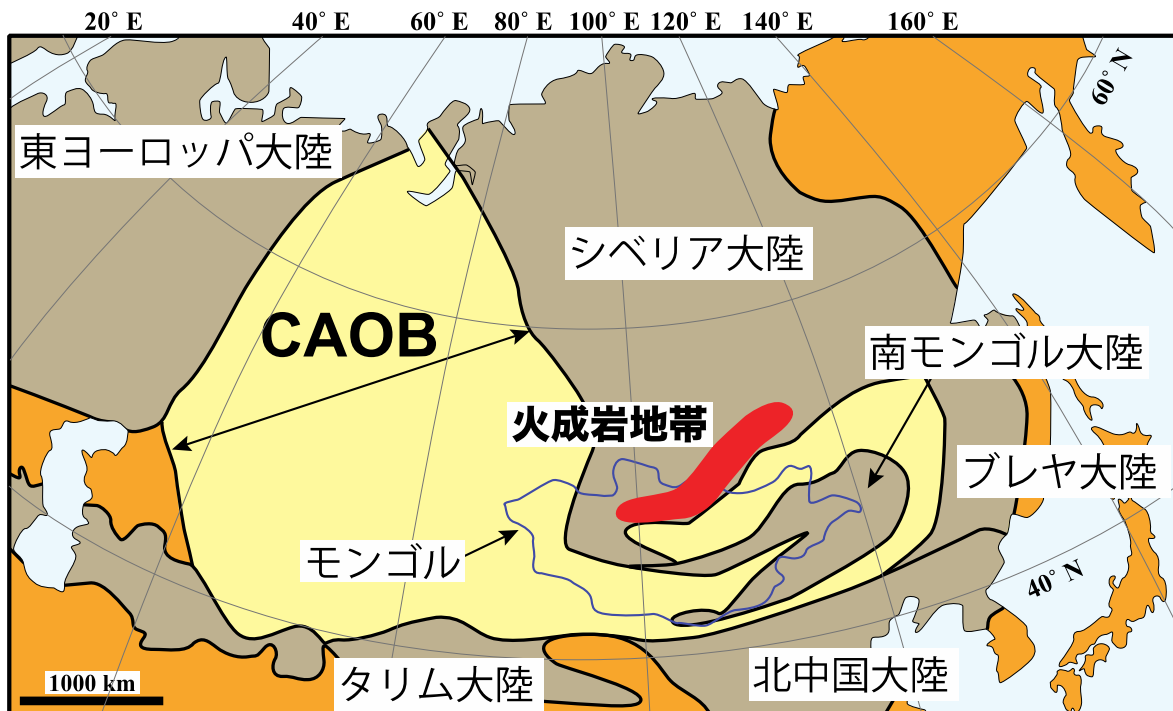


図 1. 簡略化した北東アジアの地質区分

この火成岩地帯については、銅鉱床を含む一部分はよく研究されていますが、他の大部分についてはあまり研究が行われておらず、またテクトニクス<sup>注5)</sup>やマグマ活動の観点からの研究は非常に少ないです。

シベリア大陸縁のマグマ活動を明らかにするためには、この火成岩地帯を広範囲にわたって調査し、他の火成岩と比較することが必要です。本論文では、モンゴル北部の火成岩地帯の化学組成について報告し、シベリア大陸縁に沿ったマグマ活動について論じています（図1）。

**【内容】**

本研究では、火成岩地帯の安山岩<sup>注6)</sup>、閃緑岩<sup>注7)</sup>及びそれらに貫入する安山岩質貫入岩を研究対象としました。今回検討した安山岩と閃緑岩は、東田准教授のグループの研究などにより、約2億5000万年前ごろに形成されたことが分かっています。

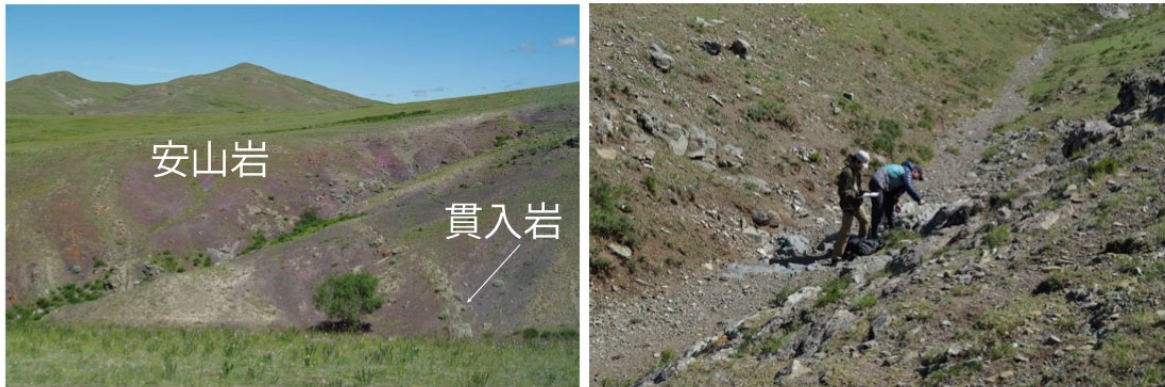
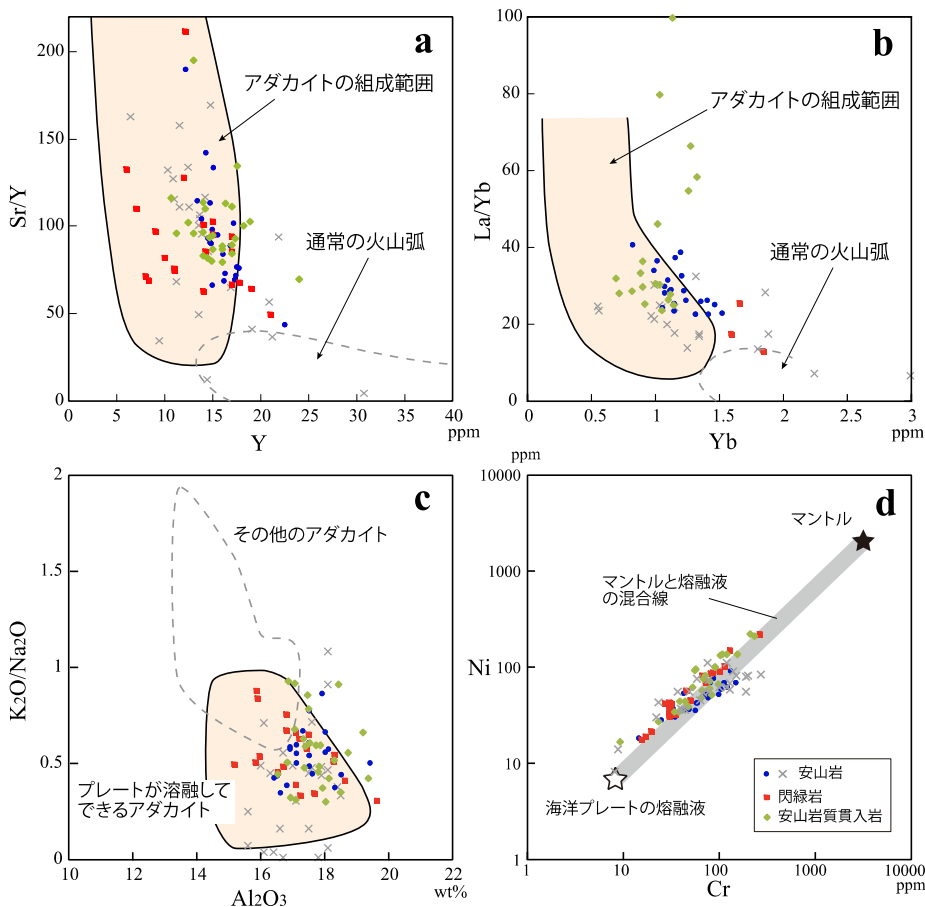


図2. 火成岩地帯の安山岩と貫入岩（左）と、日本・モンゴル学生の共同調査の様子（右）。



これらの岩石の化学組成を分析したところ、海洋プレートが熔融してできた「アダカイト<sup>注8)</sup>」という特殊な岩石であることが分かりました（図3a, b, c）。またこれらの岩石は、マントルと海洋プレートの熔融液の混合線上に乗る特徴を持っています（図3d）。これは、海洋プレートの熔融によってできた初源マグマが、マントル中を上昇する過程で相互反応したためと考えられます。

図3. 火成岩地帯の安山岩、閃緑岩、安山岩質貫入岩の地球化学的特徴

古地磁気<sup>注9)</sup>データにより、今回検討した安山岩は、およそ北緯40°付近で形成されたと推定されます。したがって北半球中緯度のシベリア大陸縁では、約2億5000万年前頃に、大規模なアダカイト質火成活動が行われていたと考えられます。

海洋プレートの熔融には高温・高圧(900~950°C、2 GPa)の特殊条件が必要で、「形成されてからまだあまり時間が立っていない、あらかじめ高温の海洋プレートが沈み込んだ場合」に起こることが多いとされています。しかし、この時にシベリア大陸縁で沈み込んだ海洋プレートは、従来の研究により、沈み込みの時点で、形成から非常に時間が経っており、十分に“冷え切っていた”と推定されています。

本研究地域のように、“冷たいプレート”を大規模に溶かすためには大きな熱源が必要となりますが、その熱源は一体何だったのでしょうか？

現在のところ、主に二つのアイデアが考えられます。一つは、アリューシャン~カムチャッカ地域のようなL字型海溝で、斜めに沈み込みこんだ海洋プレートが裂けてマンツルの熱が流れ込んだ場合、もう一つは、古生代<sup>注10)</sup>末の大量絶滅の引き金となったシベリアトラップを引き起こした、スーパープルームからの熱の供給があった場合です(図4)。

約2億5000万年前頃の大陸分布図を見ると、本研究の火成岩地帯はシベリア大陸東縁南モンゴル~ブレヤ大陸北縁のL字型海溝に沿っていることが分かります(図5)。本研究のアダカイト質マグマ活動も、アリューシャン~カムチャッカ地域のように、斜め沈み込みに関係している可能性があります。

一方、約2億5000万年前ごろに、シベリアトラップの火成活動によって「古生代末の生物大量絶滅」が起こったことが知られています。このシベリアトラップを引き起こしたスーパープルーム活動は、火成岩地帯のすぐ近くで起こっています(図5)。したがって、このスーパープルームからの熱の供給により、海洋プレートが熔融したというシナリオも考えられます(図5)。現時点ではその明確な証拠はありませんが、当時の沈み込み帯がスーパープルームの熱的影響を全く受けなかったとは、考えにくいかもしれません。

今後の研究により、シベリア大陸縁の大規模アダカイト質火成活動の原因を突き止めたいと考えています。

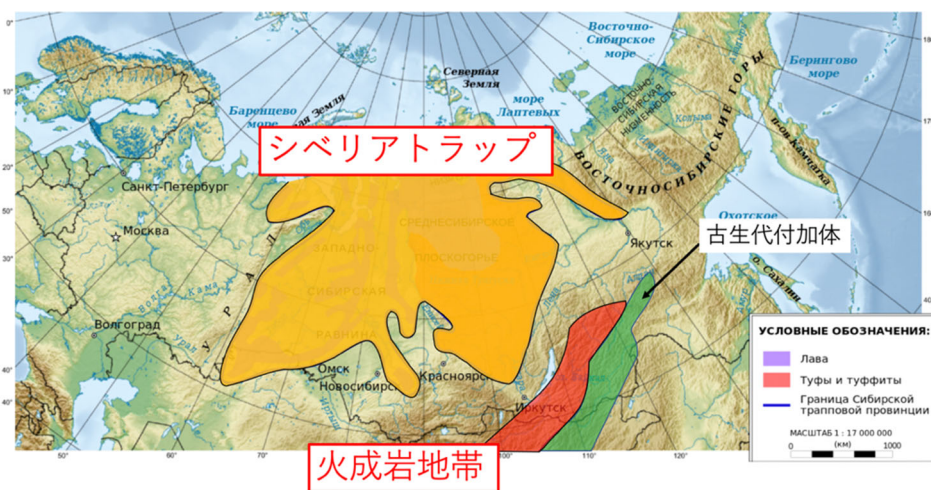
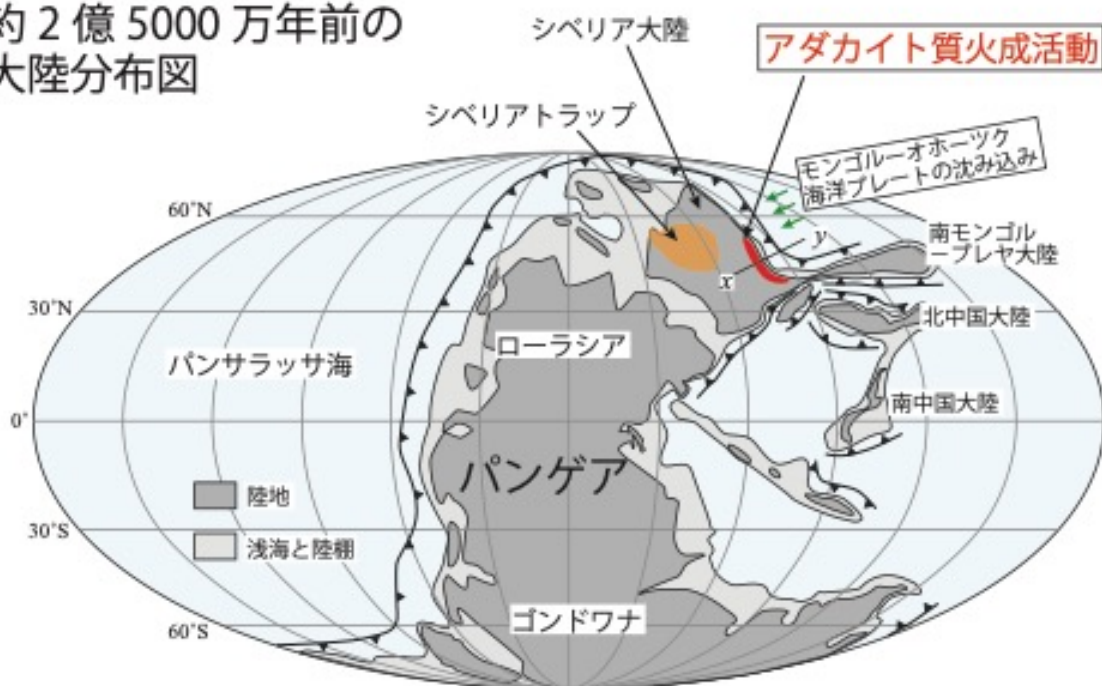


図4 シベリアトラップと火成岩地帯の位置関係。



## 約 2 億 5000 万年前の大陸分布図



## 上図の x-y 線に沿った模式断面図

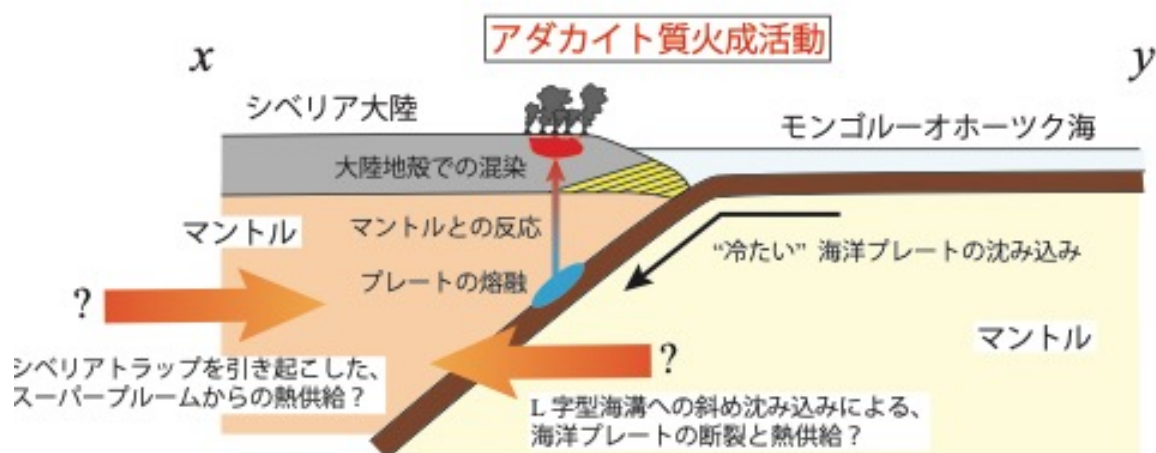


図 5. 2 億 5000 万年前の大陸分布図（上図）と、シベリア大陸縁の模式断面図（下図）。

### 【成果の意義】

本研究によって、今までよく分かっていなかった「シベリア大陸縁での沈み込みシステム」がクリアになってきました。また従来、アダカイト質マグマ活動が、大規模銅鉱床の生成に密接に関わっていることが知られています。実際に、この火成岩地帯には世界有数の銅鉱床（エルデネット鉱山）が含まれます。もしかしたら、この広大な火成岩地帯には、まだ知られていない大規模な銅鉱床が眠っているかもしれません。

## 【用語説明】

### 注 1) 火成岩 :

マグマ活動によって形成された岩石の総称。マグマが地上に噴出してできた「火山岩」や、マグマが地下で固結してできた「深成岩」などがある。

### 注 2) 初源マグマ :

地表で噴出、あるいは地下浅所で固結したマグマは、それ以前に地下のいろいろな場所での反応を経験している。それらの反応を受ける前の最初のマグマを初源マグマという。

### 注 3) シベリアトラップ :

シベリア大陸で、約 2 億 5000 万年前ごろに起こった超大規模な火成活動のこと。この火成活動の影響で、当時の生物の 8 割以上が絶滅したと推定されている。

### 注 4) スーパープルーム :

地球のコアから地殻に向かう、巨大な熱上昇流。大規模なスーパープルームが地表に達すると、激しい火成活動が起こると考えられている。

### 注 5) テクトニクス :

岩石圏が、地球誕生以降にどのように発達してきたのかを扱う学問分野。大陸移動やプレートテクトニクスなどは、テクトニクスの主要な領域。

### 注 6) 安山岩 :

ケイ酸 ( $\text{SiO}_2$ ) を 53~62 wt% 程度含む火山岩。海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んでいる場所で見られる。

### 注 7) 閃緑岩 :

安山岩と同程度の化学組成の深成岩。

### 注 8) アダカイト :

沈み込み帯の火成岩の一種だが、通常の岩石よりも Sr を非常に多く含む。アダカイト質マグマが形成されるためには、沈み込んだ海洋プレートの熔融や、大陸地殻下部の熔融など、非常に特殊な条件が必要と考えられている。

### 注 9) 古地磁気 :

岩石が記録している、過去の地磁気のこと。例えば、噴出したマグマが冷却・固結する際に、そこに含まれる磁性鉱物は当時の地磁気の方角を記憶する。古地磁気を調べることによって、その岩石ができた時の古緯度・経度を推定することができる。

注 10) 古生代 :

約 5 億 4000 万年前～約 2 億 5000 万年前の時代を指す。古生代には無脊椎動物が繁栄したが、その終わりには生物種の 8 割が絶滅し、それに続く中生代は脊椎動物が繁栄した。古生代末の大量絶滅には、シベリアトラップの激しい火成活動が関係していると考えられている。

### 【論文情報】

雑誌名 : Journal of Geodynamics

論文タイトル : Permian-Triassic Adakitic Igneous Activity at Northern Mongolia:  
Implication for Permian-Triassic Subduction System at the  
Siberian Continental Margin

著者 : 梅田貫太 (本学卒業生)<sup>1</sup>, Nemekhbayar Purevsuren (本学卒業生)<sup>2</sup>, 東田和弘<sup>3\*</sup>, Lodoidanzan Altansukh (本学研修生)<sup>4</sup>, Bayart Nadmid (博士課程在学中)<sup>1</sup>, Khishigsuren Sodnom<sup>5</sup>, Manchuk Nuramkhaan (本学卒業生)<sup>6</sup>, 椛島太郎<sup>7</sup>, 近藤智之 (本学卒業生)<sup>7</sup> ※本学関係者は下線

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科

<sup>2</sup> モンゴル自然史博物館

<sup>3</sup> 名古屋大学博物館 (環境学研究科兼任)

<sup>4</sup> モンゴル科学技術大学フィールドリサーチセンター

<sup>5</sup> モンゴル科学技術大学地質・鉱山学部

<sup>6</sup> モンゴル科学技術大学エルデネット校

<sup>7</sup> 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構

\* 責任著者

DOI: 10.1016/j.jog.2022.101918

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264370722000229?via%3Dihub>