

< 特別寄稿 >

**教育実践から生まれた学術研究**  
**—塩原木の葉石の化石実習から新種発見に至るまで—**

相場博明  
教育実践学研究所

Academic research born from educational practice  
-From the Shiobara konohaishi practice to the discovery of new species-  
Hiroaki Aiba  
Institute for Educational Practice Studies

キーワード：新種の化石，塩原木の葉石，学術研究，塩原化石教育プロジェクト  
KEYWORDS：New fossil species, Shiobara konohaishi, Academic Research,  
Shiobara Fossil Education Project

**抄録**

2023年12月に、生徒が授業中に発見したコガネムシの化石が新種であり、その新種には発見した生徒の名前がつけられたというニュースが大きな話題となった。そもそもなぜ、授業中に新種の化石が見つかったのか、どのようにして新種と証明されたのか、その経緯を本論では説明する。今回の事例は、学校教育における実践が学術研究へとつながったという特殊な例である。

**1. はじめに**

2023年12月に、高校生が授業中に新種のコガネムシ化石を発見したというニュースが流れた。テレビ朝日の全国テレビ放送を始め、ヤフーニュースではトップニュースに取り上げられるなど多くのメディアで報じられた。さらに、JSTの英語サイト「Science Japan」にも掲載され、海外のメディアにも注目された。授業中に新種の化石が見つかること自体はおそらく世界初の出来事であり、また、その新種には発見した高校生の名前がつけられたことなども話題性を大きくしたようだ。

そもそも化石というのは、野外の崖や露頭から、あるいは工事現場などから発見されるものである。よって、化石の発見者は、研究者やマニア、場合によっては工事現場で働く方などである。そして、新種の化石の報告は研究者が学術論文として国際誌などで報告するものである。それがなぜ高校の授業中で、普通の高校生が発見することができたのか、なぜ新種とわかったのか、それがどのようにして国際誌で発表されたのかとい

う疑問が湧くであろう。

実は今回の事例は、学校教育における実践が学術研究へとつながったという特殊な例である。本論ではその具体的な経緯の記録をここに記す。

## 2. 教材化

### 2. 1 塩原の化石

新種の化石は、栃木県那須塩原市にある自然史博物館である「木の葉化石園」が教材として提供してくれた岩石から発見された。この岩石は約30万年前の中期更新世という時代のもので、塩原層群宮島層という地層の岩石である(図1)。この地層は、湖の堆積物とされ、この「木の葉化石園」周辺の露頭に広く分布している。化石は主に植物化石を中心に明治時代から発掘が続けられている。たいへん保存が良く、とくに植物化石はあまりに保存が良いので、絵に描いたものではないかと疑われたこともあるという。この岩石を割ると、植物化石ならば7~8割の確率で産出する。また、まれに昆虫化石が産出することもある。ただし、昆虫は化石として保存されにくくめったに産出しない。それ以外にも、魚の化石、カエルの化石、ネズミの化石も産出したことがある。このように、保存状態が例外的に良い化石産地のことを、ラガシュテッテンと呼んでいる。世界で有名なラガシュテッテンは、古生代ではカナダのバージェス頁岩やアメリカのメゾンクリーク、中生代では、始祖鳥で有名なドイツのゾルンホーフエン、ブラジルのサンタナ層、新生代では、世界遺産でもあるドイツのメッセル、バルトのコハクなどがある。塩原の化石は新生代の中期更新世という新しい時代であるが、それらと比べて、けっして引けを取らないラガシュテッテンである。ただ、新しい時代であるので、産出する化石はほとんど現在も生きている生物(これを現生種という)であり、化石絶滅種は今まで産出していなかった。ただ、今の日本には生息していないが、海外の別の所に生息しているような生物は見つかっていた。

### 2. 2 教材化の経緯

筆者の専門は化石、すなわち古生物学である。化石については小学校理科6年の「大地の変化」で扱い、中学校理科3年の「大地の成り立ちと変化」でも扱うことになっている。化石を学習させるのに一番良い方法は、児童・生徒を野外に連れ出して、化石採集をすることである。しかし、実際には、まず身近な所に化石が採集できるような場所があることはほとんどない。もしあったと



図1 塩原木の葉化石園の露頭

しても、安全性や引率などの問題がある。学習指導要領などでも、野外実習の重要性が指摘されているが、ほとんどの学校は児童生徒に化石採集を経験させていないのが現実である。筆者が最初に勤務した学校は、東京都八王子市の公立中学校だった。この中学校の近くの北浅川の河床には、第四紀の上総層群という地層が分布し、そこでメタセコイアやコハクなどの化石を採集することができた。筆者は何度か生徒を連れて行き、化石採集をし、それを教材としても活用してきた。生徒は自分の手で化石を採集することで、興味関心が高まり、その教育効果の大きさを感じさせられた。

筆者はその後、都心にある私立小学校に転勤した。もちろん近くに化石を採集できる場所がなかった。そこで、何とか都心の児童にも化石採集の経験をさせてあげられないかと考えた。そこで、思いついたのが、塩原木の葉化石園に販売されていたお土産用の岩石ブロックである(図2)。この岩石ブロックは、縦横高さ10cmほどの岩石ブロックが5つ、1つの袋に入っており、それが当時500円の値段で販売されていた。これを児童に教室内で割らせてみたらどうだろうか。野外と室内という違いはあるが、これも化石採集と同じくらいの教育効果が得られるのではないかと考えたのである。



図2 お土産として売られている岩石ブロック  
注) 現在は一袋750円である。

### 2. 3 教材化の工夫

筆者は、この岩石ブロックを購入し、それを児童に教室内で割らせて化石を取り出すという授業案を考えた。授業案の内容は、まず、自分の手で岩石を割り、化石を取り出すことから始まり、化石のクリーニングを行わせる。塩原の岩石は、薄い層(これを葉理という)がバームクーヘンのように重なっており、その層に沿って化石が含まれる。小型のハンマーとマイナスドライバーを使えば、児童でも容易に割ることができる。また、化石の細かいクリーニングもさらに小型のマイナスドライバーを使うことで行うことができると考えた。

そして、化石を取り出したらそれをスケッチさせ、簡単な記載をさせるようにした。これは古生物学者が行う手法と同じである。そして、標本箱や標本ラベルの作成も行わせた。多くの場合は、これだけで実習が終わってしまうだろう。しかし、それ以上の深い教材化を行った。まず、自分の手で採集した化石の名前を調べることである。これを同定という。自分の採集した化石は何という名前なのか、それは珍しいものなのか、どんな価値があるのかは誰もが知りたいものである。そこで、児童でも同定ができるように、塩原から過去産出している植物化石約3万点の化石をまとめた尾上(1989)の論文を参考に、「産出頻度ベスト20位同定法」を開発した。尾上(1989)によると、産出頻

度の高い植物化石の1位から20位までが約8割を占めるという。よって、この20位までの植物の特徴を丁寧に児童に示せば、8割の確率でその中のどれかに同定できるわけである。さらに、この20種の特徴の「絵解き検索」も開発した。そして、最後は、小学生としては発展的な内容であるが、みんなが同定した結果をもとに、当時の古気候を探るという授業案も開発した。

そして、この授業案で最初に実践したのは、今から約30年前の1995年である。夢中で化石を取り出し、熱心に化石を同定する児童の姿を見て、この授業の教育効果の高さを強く感じた(図3)。その教材化と実践結果は地学教育学会で発表し、学会誌に掲載された(相場, 1997)。その後、何度か教員向け研修会で紹介し、いくつかの書籍にも掲載された。実践から20年後にはさらにバージョンアップした教材化の論文(相場, 2016)を発表した。そして、その年にこの教材化に対して、読売教育賞最優秀賞を受賞することになった。このような経緯の結果、現在は1000校以上の学校がこの実習を行っており、また学校以外でも多くの教育委員会、博物館などが化石採集イベントを行うようになってきている。このように、筆者が開発した教材化で、多くの子供たちが教室の中で化石採集の経験ができるようになった。現在、木の葉化石園が提供している岩石は、年間10万個以上とのことである。なお、筆者が最初に実践を行った勤務校では、その後毎年この実習を続けている。



図3 筆者が行っている授業風景

#### 2-4 塩原化石教育プロジェクト

化石は教材としての価値があるが、それ以前に学術的価値がある。とくに新種やその産地で初めて産出した化石などは、学術論文として世に公開されるべきであり、標本も公的な博物館で恒久的に保存されるべきである。しかし、この実習で産出した化石で、学術的価値がある化石の場合は、それが私物化されたり、捨てられてしまったりしてしまうことがあるだろう。そこで、考えたのが、塩原化石教育プロジェクトである(塩原化石教育プロジェクト, 2015)。塩原の化石のホームページを作成し、その掲示板で、化石についての質問を受け付け、また化石が貴重であった場合は、寄付をお願いすることにした。寄付された化石は、標本番号と寄付者の名前とともに木の葉化石園に保存する。また、とくに学術的な価値があるものは、筆者とその研究協力者と共に学術論文として発表をすることにした。このプロジェクトが発足したのは、2015年である。筆者が管理人となり、13名の専門家にスタッフとして協力をお願いしている。

その結果、日本各地からさまざまな質問が寄せられることになった。その中で、魚や昆虫などの貴重な化石が発見された場合は何点か寄付していただいている。さらに、いくつかは、筆者とその研究協力者で論文として公表してきた。論文となったものは12点の昆虫化石と1点の魚化石である(表1)。13種の内訳は、筆者の勤務校の授業中に産出したもの7種、筆者の知り合いから提供されたもの4種、筆者が講師を務めた渋谷区の研修会中に産出したもの1種、塩原教育プロジェクトで寄付された1種である。

昆虫化石はどれも、化石としては世界で初めて報告されたものである。種まで完全に同定できたものが3種、現生種との比較種まで同定できたものが3種、属まで同定できたのが6種、族まで同定できたのが1種である。

表1 論文となった13点の化石

論文	報告された化石の学名	発見者(学年)	採集年
Hayashi and Aiba (2016)	<i>Malacopsephenoides japonicus</i> (Masuda, 1935)	M.O (小学6年)	2012
相場博明 (2020)	<i>Adomerus variegatus</i> (Signoret, 1884)	R.O (小学6年)	2017
山本将太ら(2021)	<i>Tribolodon</i> sp.	不明 (高校1年)	2019
相場博明ら(2021)	<i>Uhlerites</i> sp.	M.S (小学6年)	2010
相場博明(2021)	<i>Ognevia</i> cfr. <i>longipennis</i> (Shiraki, 1910)	不明 (高校1年)	2010 ?
相場博明, 林 正美(2022)	<i>Kuvera</i> cfr. <i>flaviceps</i> (MATSUMURA, 1900)	R.O (小学6年)	2021
	<i>Cixius</i> sp.	A.I (大人)	2017
相場博明(2022)	<i>Acanthosoma</i> cfr. <i>nigricorne</i> WALKER, 1868	K.A (小学5年)	2019
Aiba et al. (2022)	<i>Platydracus</i> sp.	A.S (小学6年)	2020
	Staphylinini gen. et sp. indet. B	M.S (小学6年)	2010
Takahashi and Aiba (2023a)	<i>Polistes</i> sp.	Y.N (小学6年)	2013
Takahashi and Aiba (2023b)	<i>Camponotus</i> sp.	S.H (小学6年)	2020
Aiba and Král (2024)	<i>Ceratophyus yatagaii</i> Aiba et Král	K.Y (高校3年)	2022

### 3. 新種のコガネムシ化石発見の経緯

#### 3-1 化石の発見

以上述べてきたことが、本論の本題である「授業中に新種のコガネムシ化石を発見」の背景となる。

2022年9月、神奈川県にある慶應義塾高等学校で、3年生必修の「地学基礎」の授業が行われていた。授業者は地学担当のN.M教諭である。N.M教諭は筆者の知り合いでもあり、長年この塩原の化石の授業を取り入れていた。実は過去にも魚の化石が見つかり提供してくれたこともあった。そして、昆虫などの化石が出ると必ず連絡をしてくれていた。発見したのは、当時高校3年生のK.Y君であり、授業が始まって割り出してすぐだったという。あまりにきれいな昆虫が出たので、すぐにN.M教諭に知らせた。N.M教諭はすぐに筆者に写真とともに連絡をくれた。筆者は写真を見た瞬間にこれはたいへんな発見ではないかという予感がした。すぐに標本が送られてきた。筆者の手元に標本が来て、いよいよ新種への証明、論文の発表へとつながることになる。

### 3-2 新種への証明

発見された化石が、新種であるかどうかの証明はさまざまな条件が必要である。まず問題となるのは化石の保存状態である。どんなに新種の可能性が高くても、保存状態が悪ければ、新種の決め手となる形態の特徴、これを標徴(diagnosis)と言うが、これを表せないと新種と証明できないのである。



図4 発見されたコガネムシ化石 ほぼ全体が見事に保存されている。スケールバーは5mm

つぎに問題となるのは、化石が発見された地層の年代である。当然、古い時代であれば新種の可能性が高い。例えば恐竜が全盛を極めた中生代の生物で、現在まで同じ種として生存しているものはほとんどいない。よって、同じ時代の世界中の化石と比べてみて、すでに報告されていなければ新種となる。その点、塩原のような新しい時代の化石はたいへんである。現在生きている種が、その時代にはいた可能性が高いからである。実際に塩原からは100種類以上の昆虫化石が明らかにされてきた。そのすべてが現生種あるいは現生種に比較される種であった。よっ

て、塩原の化石はどれも、まず、現生種と比較することが必須となる。現生種も例えば、ハエ、ハチ、ハネカクシなどの甲虫など膨大な種がいるものは、それらと比較しなければならぬにたいへんな困難を要する。しかも、それらの多くは外部形態だけの比較でなく、交尾器など内部形態で種を同定している。となると、どんなに化石の保存が良くても種までの同定は難しくなる。

今回発見された化石は、以上の問題点をクリアーできる奇跡的なものだったと言える。まず、保存状態は極めて良かった。からだ全体が保存されていたのだ(図4)。そして、前脚や全体の形から、センチコガネ科であることがわかった。次に、大顎の形が、二つに分岐している形態から、*Ceratophyus* 属の仲間であることがわかった(図5)。そして、この仲間は世界中に14種しかいないことがわかった。あとは、この14種との違いを調べて、そのどれかと一致したら、その名前がつき、それらのどの種とも異なることがわかったら、新種となるわけだ。

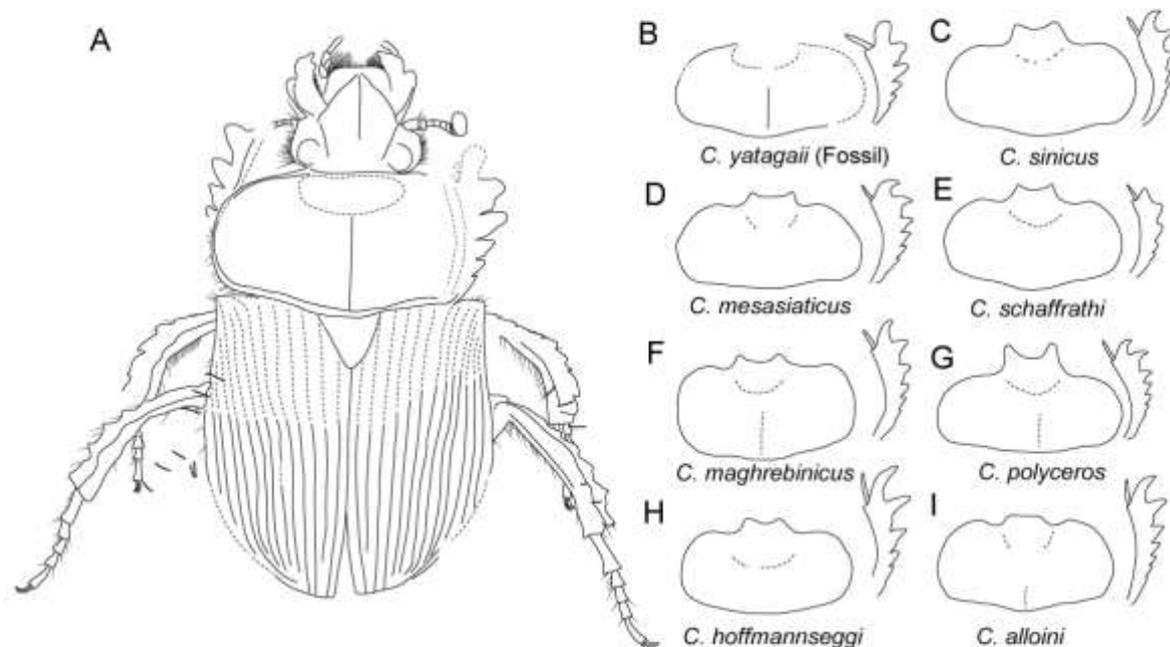


図 5 化石のスケッチと他種との比較 Aiba and Král (2024)を改変

ただ、問題点があった。まず、この仲間は現在の日本にはいないものだった。しかも、どの種も絶滅危惧種に近い状態のもので、そう簡単に入手できないことがわかった。結局入手できたのは、スペイン産の1種のみだった。信頼できる Web ページの写真や論文を参考に比較をしてみた。その結果、化石だけにある特徴が見えてきた。前胸の先端の棘の部分が、化石は明らかに丸まっているのである。偶然に何かで削られて丸まったということもあるが、両方とも丸まっていたのである。これは大きな特徴だ。また前胸の前の部分がくびれず、中央に溝があるなどの違いがあった。また、現在の14種の分布域は、その多くが地中海沿岸か、中国、チベット、ロシアの山間部であり、日本とはずいぶんと離れていた(図6)。以上のことから化石は明らかに新種である可能性が高いことがわかった。ただ、それでも不安なところがあった。それは14種すべての本物の標本を見ていないことだった。生物には個体変異というものがあり、同じ種でも形態が異なる場合がある。よって、可能ならば14種すべての本物を観察し、その個体変異までも見ておく必要があった。そのためには、世界中の標本を集めなければならない。絶滅危惧種の採集もまず無理である。そこで考えたのは、この *Ceratophyus* 属のことを研究している専門家に研究の協力をお願いすることである。調べたら、世界でもっともこの仲間に詳しいのは、チェコ共和国カレル大学(Charles University)のクラールデイビット(David Král)博士であることがわかった。さっそくデイビット博士にメ

ールで化石の写真を送ったところ、興奮した様子の返信が来た。間違いなく新種であり、*Ceratophyus* 属であると。博士の手元にはこの仲間はほとんどの標本があり、すべての標本を見てきた博士のいわゆるお墨付きも頂けたわけである。このような数々の幸運から、この化石は塩原では初めての新種となった。そして、新種のセンチコガネ科化石は鮮新世以降の時代では世界初で、世界でもっとも新しい時代の化石絶滅種となった。

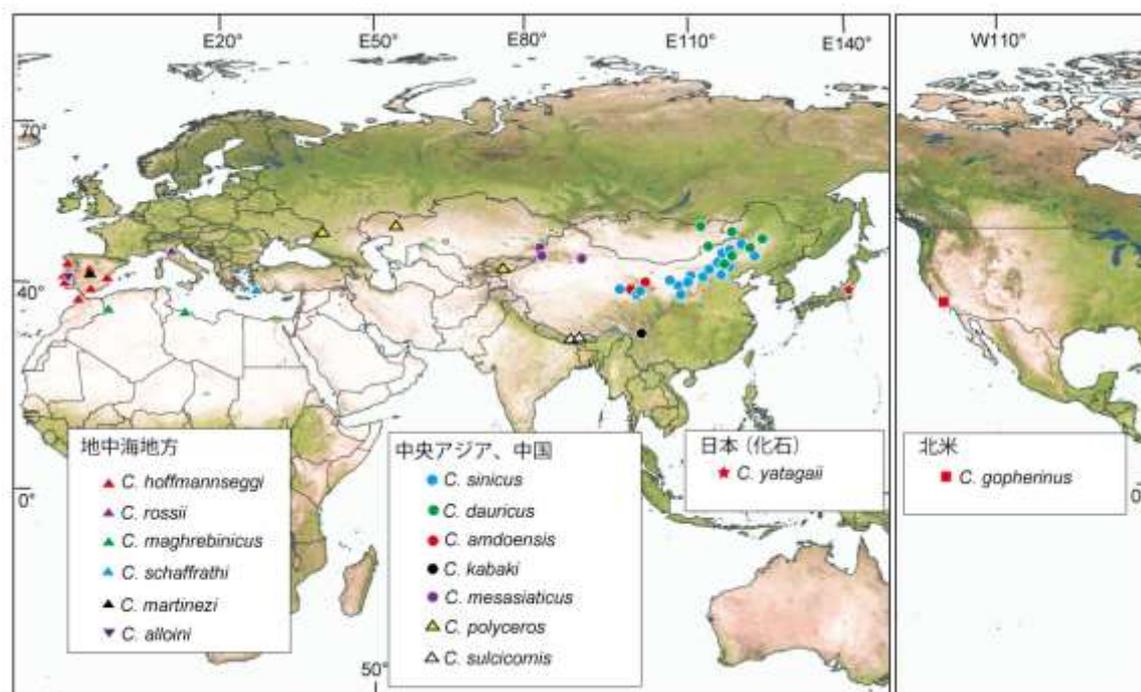


図 6 *Ceratophyus* 属の世界の分布。 Aiba and Král (2024) を改変

### 3-3 国際誌への投稿と掲載

化石が新種であることをつきとめたら、それを論文として世界に公表しなければだれも新種として認めてくれない。論文は、できれば国際誌と認められている雑誌に掲載されるべきだ。国際誌なら厳しい査読があり、また世界中の人が読むことが可能である。ローカルな雑誌や査読がない雑誌などはあまり適当ではない。そこで、今回は日本の化石でもあるので、化石に関する日本最大の学会である日本古生物学会の国際誌である、*Paleontological Research* に論文を投稿することにした。

論文作成には、普通は多くの時間と労力が必要である。しかし、今回は化石の保存状態が極めて良好であったことと、比較すべき現生種がわずか14種しかいなかったことなどの幸運に恵まれて、執筆に取り掛かってから1か月ほどで書き上げることができた。そして、論文を投稿したが2023年6月13日。審査結果は、7月20日に出て査読結果はマイナーレビジョン。それを修正した論文は、8月28日に受理となった。論文の紙媒体での出版は、2024年7月であるが、オンラインで11月30日に公開された(Aiba

and Král, 2024)。

論文が公開されたことで、この内容を慶應義塾がプレスリリースをしてくれた。そして、すぐにテレビ朝日から取材の依頼が来た。その内容が次の日とその翌日2日間にわかり、朝、昼、夕方の3回ニュースで流れた。また、ネットでもヤフーニュースのトップニュースになるなど大きな反響を呼んだ。さらにJSTの英語サイト「Science Japan」にも掲載され、海外のメディアにも注目された。

#### 4. おわりに

古生物を研究するものにとって、全国的なニュースになるような化石の発見や報告は、人生で1度あるかどうかである。自分は、その幸運に何と3回も恵まれた。最初の発見は、2001年12月、東京都八王子市の北浅川から、新種の古代ゾウであるハチオウジゾウの化石を発見し、2010年にイギリスの古生物学会誌に論文として掲載した

(Aiba *et al.*, 2010)。この時は、発見した時と、論文を公開した時の両方で、テレビ、新聞などで大きく報道された。もうこんな幸運はないだろうと思っていたが、2023年10月に、日本で初めての新種のチョウ化石の報告をした (Aiba *et al.*, 2023)。これもNHKの全国放送のニュースで流れて大きな話題になった。そして、そのわずか二か月後の今回のニュースである。

今回の新種の化石の発見は、筆者自身が開発した教材開発がなければ生まれなかったものである。そして、明治時代から100年以上もずっと掘り続けられてきた岩石で、年間10万個の岩石の中のたった1つの岩石にしか含まれていなかった化石を割ったのが、偶然にも私の勤務する同じ慶應義塾の学校の生徒であり、授業実践を行った教師は私の知り合いであったということは、あまりにも偶然だったと思う。

社会教育の一環として、地方の博物館が化石発掘体験などを開催してその際に貴重な化石が発見されるという例は時々目にする。しかし、今回の事例は、学校教育の教育実践の中から、学術研究が生まれた特殊な例と言える。学術研究を行うのはその道の専門家であるが、専門家と教育実践の現場との距離が近い場合、あるいは専門家自身が教育実践を行う場合はこのような事例が生まれる可能性があるのではないか。今回の事例を参考にすれば、学校教育と学術研究がリンクするような教材開発が出来る可能性があるであろう。

#### 付記

本研究に関して、開示すべき利益相反事項は存在しない。

#### 引用文献

相場博明 (1997). 大型植物化石の教材化－塩原の化石を利用した授業実践－. 地学教育 (日本地学教育学会), 50(3), 69-76.

- Aiba, H., Baba, K, Matsukawa, M. (2010). A new species of *Stegodon* (Mammalia, Proboscidea) from the Kazusa Group (lower Pleistocene), Hachioji City, Tokyo, Japan and its evolutionary morphodynamics. *Palaeontology*, **53**(3), 471–490.
- 相場博明 (2016). 塩原産「木の葉石」の教材化と新たな工夫—20年間の実践を通して—. 地学教育 (日本地学教育学会), **68**, 185–195.
- 相場博明 (2020). 栃木県塩原層群から新たに発見されたカメムシ亜目化石4種. 月刊「むし」(むし社), **587**(1), 28–33.
- 相場博明 (2021). 栃木県塩原層群から追加されたカメムシ亜科化石4種. 月刊むし(むし社), **607**(9), 26–32.
- 相場博明・相馬 純・前原 諭 (2021). 栃木県塩原層群からのグンバイムシ化石の発見. *Rostria*, **66**, 66–71.
- 相場博明・林 正美 (2022). 栃木県塩原層群からのヒシウンカ科化石の発見, *Rostria* (日本半翅類学会), **67**, 57–64.
- Aiba, H., Takahashi, Y., Horiguchi, A. Nagakura, E., and Sato, T. (2022). The Staphylinidae Fossils (Coleoptera, Staphylinidae) from the Middle Pleistocene Shiobara, Tochigi Prefecture, Japan. *Elytra, Tokyo, New Series*, **12**(2), 223–236.
- Aiba, H and Král D., 2024 (in press): The first fossil of *Ceratophyus* (Coleoptera, Geotrupidae) from the Middle Pleistocene Shiobara Group of Nasushiobara City, Tochigi Prefecture, Japan. *Paleontological Research*, **28**(3).
- Hayashi, M., Aiba, H. (2016). A Fossil Record of *Malacopsephenoides japonicus* (Coleoptera, Psephenidae) from the Middle Pleistocene Shiobara Group in Shiobara, Tochigi Prefecture, Japan. *Elytra, Tokyo, New Series*, **6**(2), 301–302.
- 尾上 亨 (1989). 栃木県塩原産更新世植物群に関する研究(1). 地質調査所報告, **269**, 1–207.
- 塩原化石教育プロジェクト(2015). Retrieved from <http://science.yochisha.keio.ac.jp/shiobara/> (2024年1月3日閲覧)
- Takahashi, Y. and Aiba, H. (2023a). A Fossil Paper Wasp (Vespidae: Polistinae) from the Chibanian (Middle Pleistocene) Shiobara Group in Tochigi Prefecture, Japan. *Paleontological Research*, **27**(2), 205–210.
- Takahashi, Y. and Aiba, H. (2023b). Winged formicine ant fossils (Hymenoptera, Formicidae) from the Chibanian (Middle Pleistocene) Shiobara Group, Tochigi Prefecture, Japan. *J. Geol. Soc. Japan*, **129**(1), 573–578.
- 山本将太・相場博明・佐藤たまき (2021). 更新統塩原層群(栃木県)から産出した魚類化石とウグイ現生種 *Tribolodon hakonensis* の比較. 神奈川県立生命の星・地球博物館研究報告 (神奈川県立生命の星・地球博物館), **50**, 1–20.