

総説・解説

## 博物館ワークショップに使用する模造基質の製作法

実吉玄貴<sup>1\*</sup>・山口大貴<sup>1,2</sup>・杉原友樹<sup>1,3</sup>・松野哲郎<sup>1,4</sup>

A method of making fake matrixes for museum workshops

Mototaka SANEYOSHI<sup>1\*</sup>, Taiki YAMAGUCHI<sup>1,2</sup>, Yuki SUGIHARA<sup>1,3</sup>, and Tetsuro MATSUNO<sup>1,4</sup>

**Abstract:** We investigated a new method of making fake matrixes for education in museums for use in primary challenging workshops. This method would be usable in various educational workshop programs in museums.

### I. はじめに

脊椎動物化石の発掘は、国内外の博物館や科学館における体験型ワークショップや、NPO法人が企画する生涯学習活動などで広く実施されている。このような活動は、主に脊椎動物化石の産出地が近隣する地域で実施され、発掘現場の見学、化石クリーニング体験、レプリカ制作などを、展示の一部や体験型ワークショップとして提供することで、古生物学的な生涯学習活動へ広く貢献している (Gavigan 2009)。一方、都市型自然系博物館や生涯学習施設には、近隣に化石発掘地が存在しない。そのため、館として発掘ツアーを企画し、体験可能な施設と協力しながら活動する場合が多い。しかし、発掘作業に代表されるワークショップを、都市型自然系博物館や生涯学習施設などで開催できれば、自然系博物館における多様なワークショップや展示を通じた生涯学習活動に貢献できる。

松本・藤山(2011)が、発掘体験に用いる模造砂岩の硬化方法をまとめている。松本・藤山(2011)によると、通常の透明接着剤による硬化は、基質に過剰な光沢を示す場合が多い。よって、木工用ボンド、不飽和ポリエステル樹脂、パラロイド、でんぷんのり等、多様な基質の硬化法を示している。また、基質の明白化を目的にシラスバルーンとよばれる発泡ガラス球の微粉末の利用も示した。本報告では、より簡易かつ安価な基質硬化方法の開発を目的に、シラスバルーンは使用せず、入手が比較的容易

な粉末状洗濯のり、および木工用ボンドを砂質基質の硬化材として利用した。さらに多様な模造基質の硬化を目的に、基質の均質化、互層化、塊状不淘汰化などを試みた。最後に、今回制作した模造基質を用いた博物館ワークショップの活動例もあわせて報告する。

### II. 模造基質の制作

今回報告する模造基質は、主にコンクリート用砂を硬化させ製作した。その後、模造基質内へ化石キャストを埋め込み、発掘体験ワークショップに用いた。主な工程を図1および図2に、本製作へ用いた材料の一覧を表1に示す。なお、多様な来館者へ対応できるよう、全ての製作過程において、割りばしや木ベラ等で簡易に基質を除去できる硬化度に調整した。

#### 1. 粉末状洗濯のりを用いた均質基質の硬化

材料は減塩処理済みの海砂、水、粉末状洗濯のりの3点であり(表1)、いずれもホームセンターで入手可能である。粉末状洗濯のりは、水へ水溶させ基質の硬化へ使用する。均質な基質の場合、砂粒間の空間が均質であり、水溶液が均等に浸透する。一方で、不均質な基質の場合、砂粒間の空間にばらつきができるため、水溶液が不均質に浸透する。よって本研究では、購入した海砂を満遍なく乾燥させ、ふるいにより250 $\mu$ m以下の砂を選別した後、粉末状

1. 〒700-0005 岡山県岡山市北区理大町1-1 岡山理科大学生物地球学部生物地球学科 Faculty of Biosphere and Geosphere, Okayama University of Science, 1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama-ken 700-0005, Japan. \*Corresponding author: Mototaka SANEYOSHI E-mail saneyoshi@big.ous.ac.jp
2. 〒102-0073 東京都千代田区九段北1-13-5 ヒューリック九段9階 株式会社キディランド Kiddy Land Inc., 1-13-5 Kudan-kita, Chiyoda-ku, Tokyo-to 102-0073, Japan.
3. 〒702-8043 岡山県岡山市南区平福1-305-2 株式会社山陽マルナカ Sanyo Marunaka Inc., 1-305-2 Hirafuku, Minami-ku, Okayama-shi, Okayama-ken 702-8043, Japan.
4. 〒700-0964 岡山県岡山市北区中仙道2-9-11 ライフデザイン・カバヤ株式会社 Life Design Kabaya Inc., 2-9-11 Nakasendo, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama-ken 700-0904, Japan.

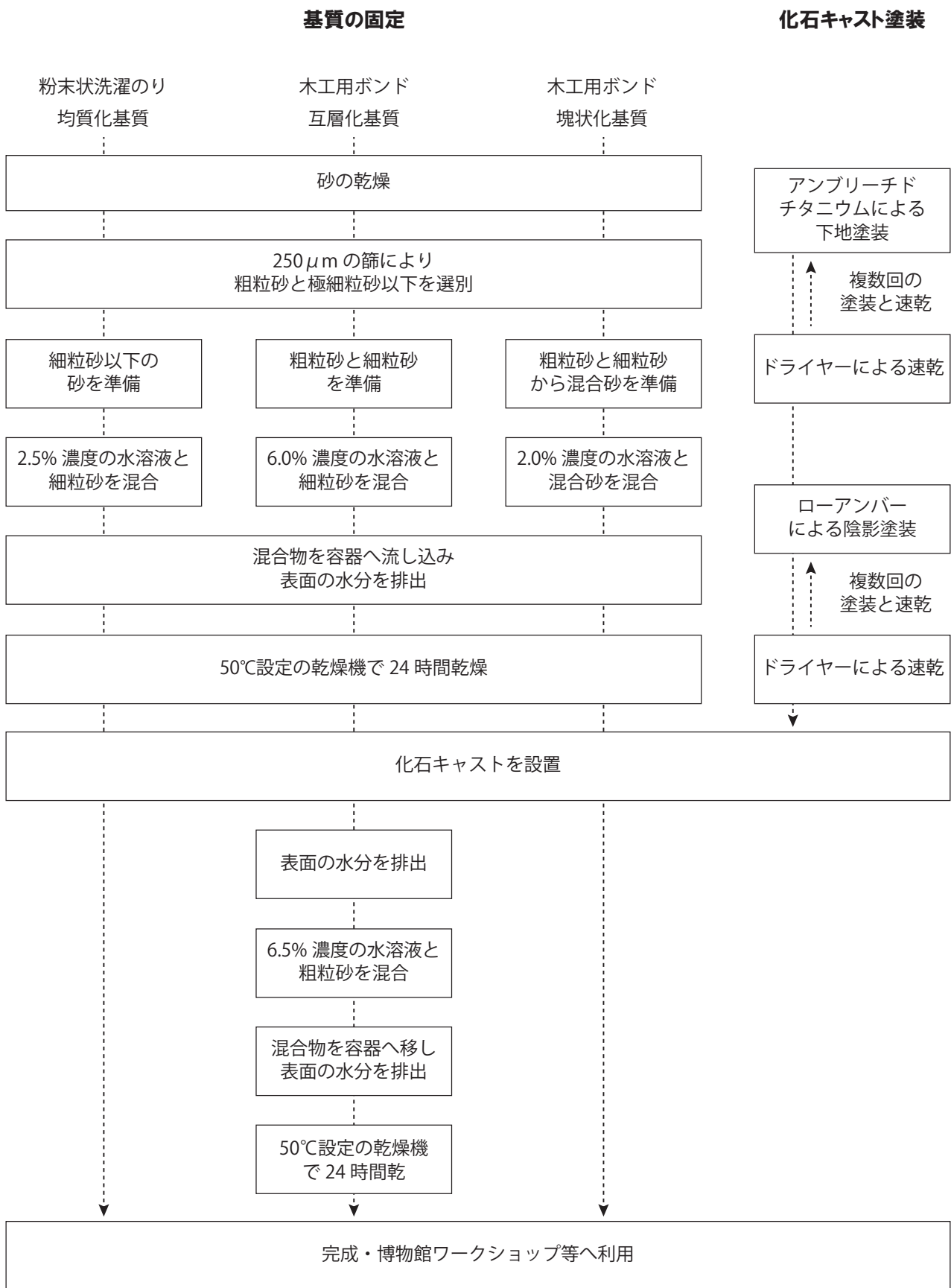


図1. 報告する模造基質制作の作業工程.

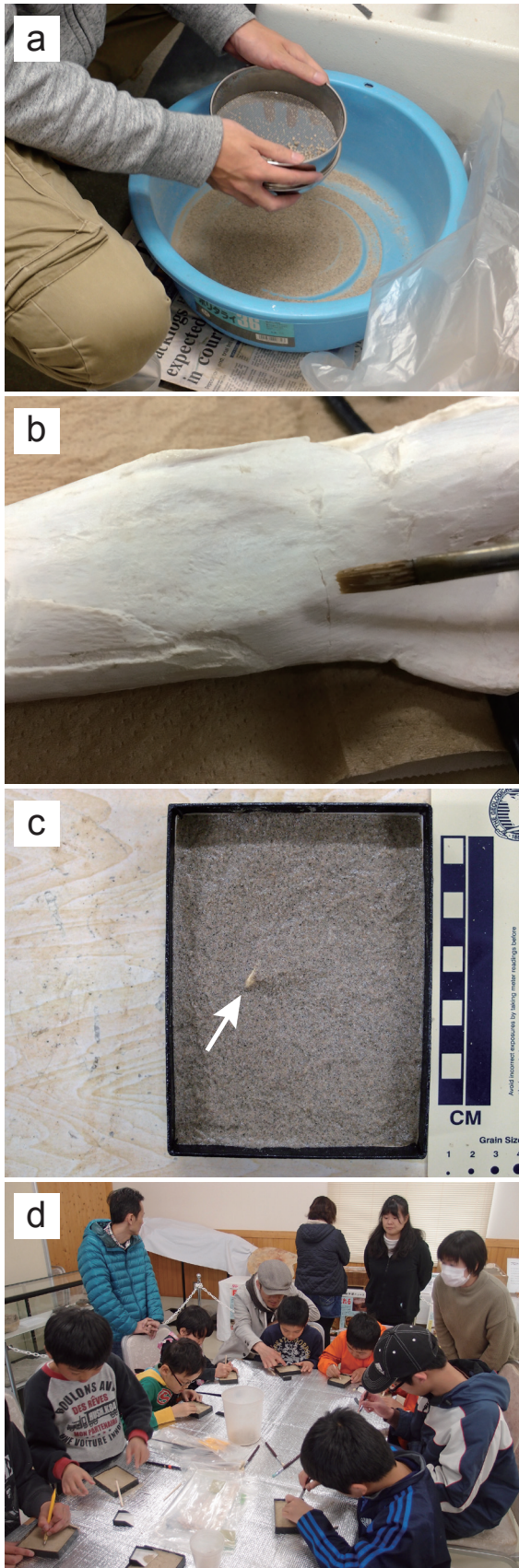


図2. 主な制作工程。(a)作業に必要な粒度の砂を篩によって集積する。(b)アクリル絵の具による化石キャスト塗装。(c)均質化基質内へ化石キャスト(白矢印)を設置。(d)博物館ワークショップでの活用例。

洗濯のりによる基質の硬化を行った。水に粉末状洗濯のりを2.5%濃度で混合し、攪拌させた水溶液を用意する(図3a)。質量比で、水溶液3に対し、選別した砂5の割合で、むらなく混合する。混合後、基質の表層に水分が残されるが、これを放置すると、乾燥後より強く硬化する場合が多い。そのため、基質表層の水分は確実に排出しなくてはならない。紙製の標本箱や平底で浅いタッパーウェア容器に混合した基質を移し、表面に化石キャストを設置した(図3b)。化石キャストは、強く基質内へ押し込み、残った基質を化石キャストの表面へ積層した。表層での極度な硬化を防ぐため、表層の水分は、乾いた布やキムワイプでふき取った(図3c)。基質表面を押した際に弾力がなくなるまで水分を排出した。その後、乾燥した250 $\mu\text{m}$ 以下の砂を、表層に1~2mm程度の厚さで積層させ、50 $^{\circ}\text{C}$ 設定の乾燥機で約24時間乾燥させた(図3d)。

体験後、削られた基質と前述の水溶液を混合することで、再利用も可能である。標本箱(ボール紙製、縦90mm×横120mm×高さ22mm)を使用し体験キットを作製する場合、1セットの材料費は20円~25円程度である。また、砂の乾燥やふるいかけを含めた全ての作業工程時間は3~5日である。

## 2. 木工用ボンドを用いた互層化基質の硬化

前述したように、粉末状洗濯のりによる基質の硬化は、砂粒間の空間が均質な基質に適している。一方で、多様な基質の硬化法の開発を目的に、硬化剤として木工用ボンドを用いて、互層化と塊状化した基質の硬化を試みた。木工用ボンドの場合、水へ水溶させると、粉末状洗濯のりより粘性の高い水溶液となる。そのため砂粒間の空間的なばらつきによる硬化のムラを抑えやすく、より多様な粒度の基質へも使用しやすい。

互層化した基質を制作する場合、前述した減塩処理済みの海砂から、あらかじめ篩により粗粒砂と250 $\mu\text{m}$ 以下の細粒砂を選別する。水に木工用ボンドを6.0%濃度で混合し、攪拌させた水溶液を用意する。質量比で、水溶液1に対し、あらかじめ用意した粗粒砂2の割合で、むらなく混合する。混合した粗粒砂を容器へ移し、表層の水分を取り除く。その後、化石キャストの上半分を露出させ粗粒砂へ埋め込む(図4a)。化石キャストの埋め込み方法は、前述した方法と同様である。次に、前述した混合割合で、木工用ボンドの水溶液と細粒砂を混合させ、粗粒砂層上へ流し込み、表層の水分を取り除く。その後50 $^{\circ}\text{C}$ 設定の乾燥機で約24時間乾燥させる。

粗粒砂の基質を木工用ボンドで硬化させる場合、水溶液を7.5%濃度にするすることで、全体を適切に硬化することができる。しかし細粒砂と水溶液を混合し



表1. 製作に使用した原材料一覧.

| 品名                                | 型番       | 製造元              | 使用目的 |     |      |
|-----------------------------------|----------|------------------|------|-----|------|
|                                   |          |                  | 基質材料 |     | 基質容器 |
|                                   |          |                  | 均質化  | 互層化 |      |
| ケイコー糊(粉末状洗濯のり)                    | —        | ダイアックス(株)        | ●    |     |      |
| 木工用ボンド                            | —        | コニシ(株)           |      | ●   | ●    |
| コンクリート用 海砂(減塩済)                   | —        | —                | ●    | ●   | ●    |
| リキテックス レギュラータイプ<br>(アンブリーチドチタニウム) | —        | バニーコール<br>アート(株) |      |     | ●    |
| リキテックス ソフトタイプ<br>(ローアンバー)         | —        | バニーコール<br>アート(株) |      |     | ●    |
| 標本小箱PBT 3号                        | 0201-003 | (株)ニチカ           |      |     | ●    |
| コンテナー                             | 26B型     | —                |      |     | ●    |
| コンテナー                             | 26型      | —                |      |     | ●    |

た基質は、水溶液濃度7.5%のまま、粗粒砂層の上へ加えると、上部の水溶液が下部の粗粒砂層へ染み込む。これにより、下部の粗粒砂層における水溶液濃度がさらに高くなり、硬化が促進された基質となる。したがって、複数の粒度で基質を硬化させる場合、下部に用いる木工用ボンド水溶液濃度を6.0%濃度程度に下げること、上部の水溶液とバランスよく混合し、全体を適切に硬化できる。細粒砂を下部、粗粒砂を上部にすることも試みたが、粒度の違いにより、木工用ボンドの水溶液が、上部粗粒砂層から下部細粒砂層へ浸透せず、粒度の異なる境界面に水溶液が滞水した。この結果、境界面の硬化がより促進されることで、硬化のムラが発生し、適度な硬化を維持できなかった。

### 3. 木工用ボンドを用いた塊状不淘汰基質の硬化

塊状不淘汰な基質を硬化する場合、前述した減塩処理済みの海砂から、あらかじめ篩により250 $\mu$ m以下を選別する。その後、篩にかけない不淘汰な砂と篩で選別した細粒砂を、質量比で3:1の割合でむらなく攪拌し、混合砂とする。事前に細粒砂を選別するのは、砂粒間の空間的なばらつきを最小限に留め、後述する硬化の過程において、水溶液による基質の硬化を均等にするためである。水に木工用ボンドを2.0%濃度で混合し、攪拌させた水溶液を用意する。用意した混合砂と水溶液は、質量比2:1の割合でむらなく攪拌し、表層に残った水溶液を排水する。用意した容器へ、水溶液に混合した基質を移し、化石キャストの上半分を露出させ砂へ埋め込む(図4b)。化石キャストの埋め込み方法は、前述した方法と同様である。さらに残った水溶液と混合し

た基質を用いて、化石キャスト全体を覆った後、表層に滞水する水溶液を、キムワイプなどを用いてふき取る。さらに基質表面を強く押し、水分がにじまない程度まで排水を繰り返す。排水作業中、少量の中礫から小礫を基質表面に加えることで、さらに不当な基質を演出できる。表層の水溶液を排水後、50 $^{\circ}$ C設定の乾燥機で約24時間乾燥させ、完成させる。前述した互層化基質と同様に、粉末状洗濯のりの水溶液を用いると、砂粒間における空間のばらつきから、適度な硬化は困難であった。

### III. 化石キャストの塗装

製作した模造砂を用いて、恐竜化石の発掘体験ワークショップを実施する計画を立てた。体験に使用する恐竜化石キャストに関する製法は、松本・橋本(2007)、松本(2008)、松本(2009)、および藤山ほか(2011)に詳しく記載されている。本研究では、これまでの先行研究の方法を用いて制作されたFRP製の白色化石キャストに対して、アクリル絵の具を用いた簡易塗装を行った。なお本塗装方法は、林原自然科学博物館(2016年3月閉館)のプレパレーション部が開発した方法(藤山ほか 2011)を一部踏襲した。

今回は、リキテックスのアクリル絵具の中から、下地にアンブリーチドチタニウム(マンセル色相環0.93Y/不透明)、陰影にローアンバー(マンセル色相環9.4YR/不透明)を使用した。これらのアクリル絵の具を利用した化石キャストの塗装は、前述した博物館において、すでに実用化されていたものである。しかし、紙面媒体等に残されていないため、本報告にて手法を紹介する。

まずアンブリーチドチタニウムを、色彩確認で

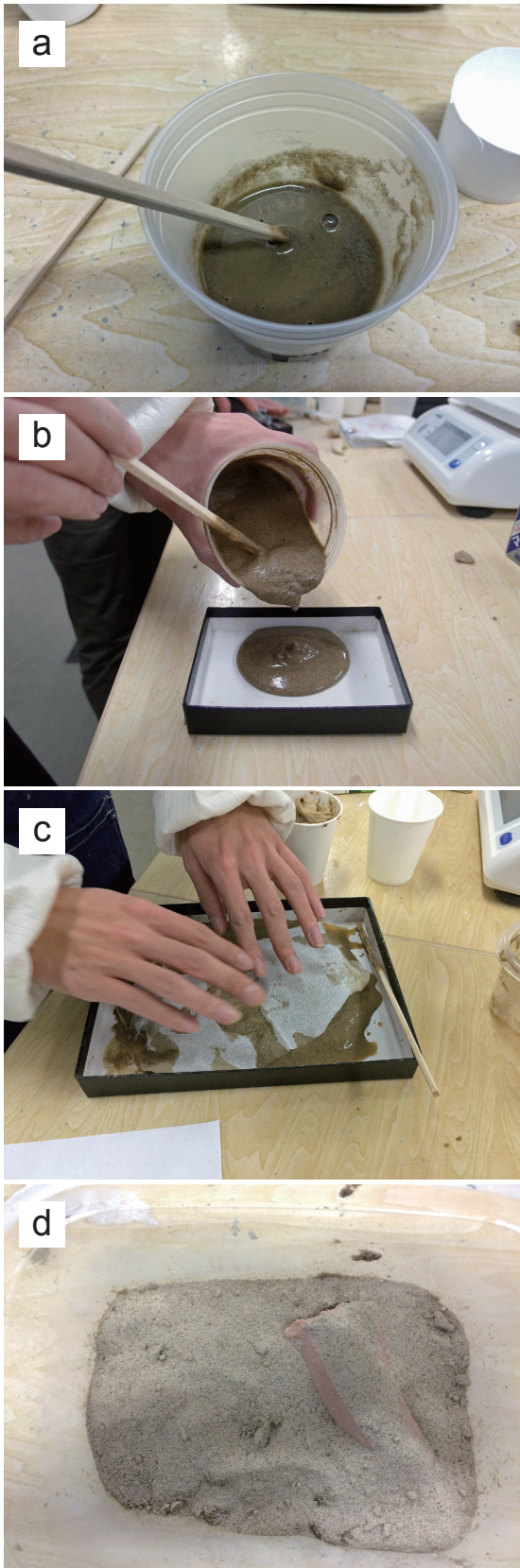


図3. 粉末状洗濯のりを用いた基質の硬化。(a)2.5%濃度の溶液と細粒砂以下の粒度を示す基質を混合させる。(b)紙製の標本箱やタッパーウェアなどの容器に移す。(c)化石キャストを設置したのち、表面に浮き出た水分をキムワイプなどで拭き取る。(d)乾燥後、表面へ薄く砂を敷くことで、硬化した基質との境界がぼやけ、より自然な状態を演出する。

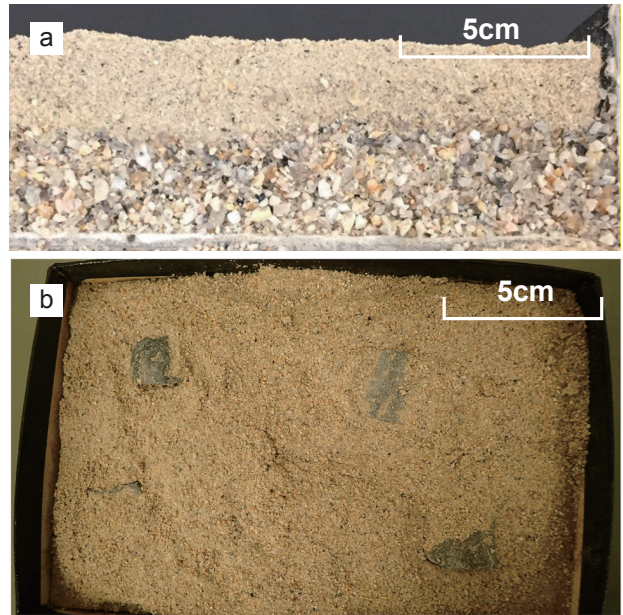


図4. 木工用ボンドを用いて制作した互層状および塊状の砂岩。(a)下部が粗粒砂、上部が細粒砂の互層状基質の断面。粗粒砂の方がより間隙率が高い。したがって、上部の木工用ボンドを用いた水溶液は、上部ほどより低い濃度を使用する。(b)中礫も加えた塊状基質の完成図。比較的多くの粒度であっても、自然な砂質表面を演出できる。

きる程度まで可能な限り水で薄め、化石キャストに薄く塗布する(図5 a)。その後ドライヤー等を使用し速乾させる。この作業を5回から10回ほど繰り返す。薄い色彩を帯びた層を重ねることで、骨化石が本来示す鈍い白色から暗白色を再現する。さらに、化石キャストの表面の凹凸や陰影を表現するため、ローアンバーを化石キャスト表面の凹凸に薄く塗布する(図5 b)。この場合、前述した下地と同様か、さらに水で薄めた状態で塗布し、過剰な色彩の沈着に注意する。なお、化石キャスト全体にローアンバーを塗布すると、陰影が表現されず、全体がぼんやりとした色彩を呈し、骨化石が本来示す立体感を表現できない。そこで、ローアンバーの塗布は化石キャスト表面の凹凸に合わせて行い、塗布の度にドライヤーなどで速乾させ(図5 c)、少量かつ小面積ずつ塗布していくことで、より実物に近い立体感を表現する。塗装作業に慣れていなくても、前述のように下地塗りと陰影の塗装とも、下地が透ける程度に水で薄め、重ねて塗布することで、骨化石が本来示す天然色に近い質感を出すことができる(図5 d)。

#### IV. 博物館ワークショップへの活用

今回制作した模造基質の有用性を確かめるため、2016年3月19日から5月8日、および2017年3月18日から5月7日の間に開催された、岡山県奈義町のなぎピカリアミュージアム春のイベントにて、体験ワークショップを試みた。これは、モンゴル産



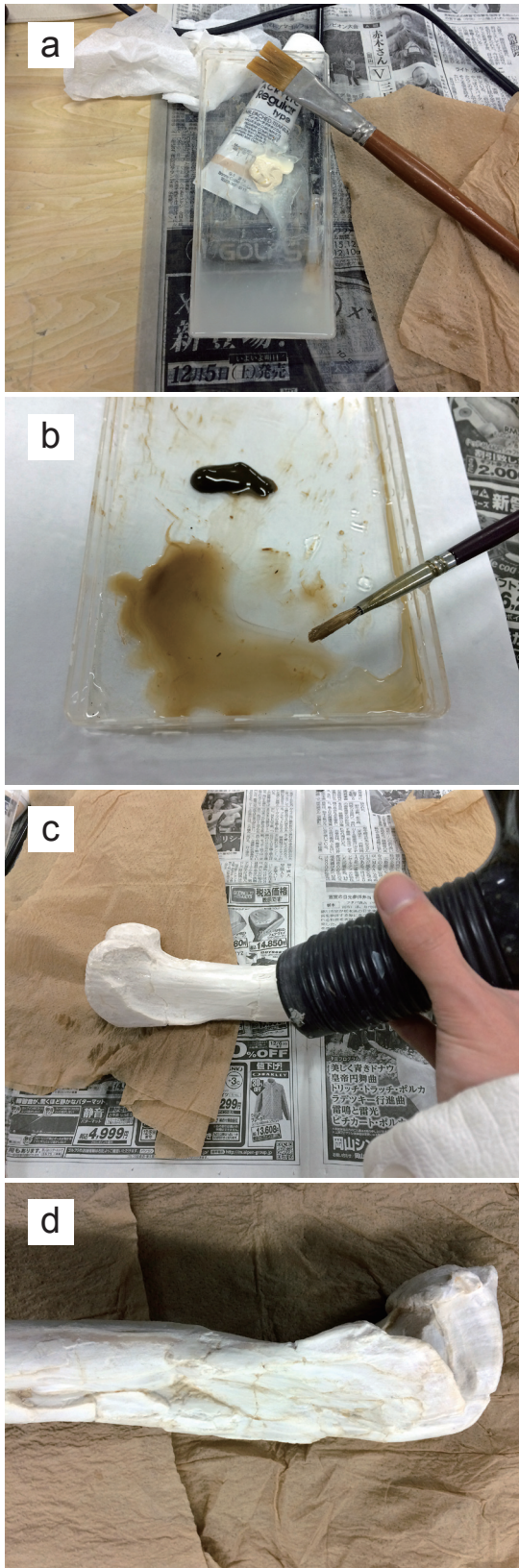


図5. 化石キャストの塗装. (a)アンブリーチドチタニウムを色彩確認できる程度まで可能な限り水で薄め、塗装をくりかえす. (b)ローアンバーは、アンブリーチドチタニウムよりさらに水で薄め、筆を用いて溝や凹みへ色を置いていく. (c)塗装のたびに、ドライヤーなどを用いて急速乾燥させることで、色彩を化石キャスト表面へなじませていく. (d)ローアンバーによる陰性塗装を終えた化石キャスト.



図6. なぎバリアミュージアム特別展におけるワークショップ. (a)ワークショップの準備. 体験ワークショップは、割りばしを加工した掘削用の道具(黒矢印)、標本箱を加工した小型チリトリ(白矢印)を使用し、作業上の安全性を考慮した. (b)小学生を中心とした参加者による体験ワークショップ. (c)職員等から簡単な説明を行った後、各自で掘り進める. 作業によって排出される砂は、ディスコカップに紙製チリトリを用いて集める. (d)不均質な基質を用いた体験ワークショップ. 粒度は、作業に大きく影響せず、他の粒度との違いを判別できるような体験には至らなかった.

恐竜化石の爪や歯を主体とした化石を、開発した模造基質から発掘するワークショップである。参加者は、小学生低学年から中学校1年生までの約20名を対象とした(図6 a)。割りばしや木ベラ等の使用方法、および筆と紙製の小型標本箱から制作したチリトリを利用した残砂の処理を説明した後、実際にキットの発掘体験を実施した(図6 b)。木工用ボンドを用いた互層化、および塊状不淘汰化した基質では30分程度、粉末状洗濯のりを用いた均質化基質では30分から60分程度で化石キャストを取り出すことができた。一部、2名から3名の小学生が一度に体験し、30分程度で化石キャストを取り出す発掘体験も実施した(図6 cおよびd)。しかし、化石キャストを掘り出す度に、基質を再利用する必要があるため、体験時間に比べ、前述した基質の硬化は時間がかかり過ぎる。このため、今回は特別展会期を通じて再利用によるキットの修復は行うことができなかった。今後工程を見直し、より簡易にすることで、展示に関わる館員によって修復できることが望まれる。

発掘体験に代表されるワークショップと化石展示を併用することは、自然史系博物館における科学的学習を多様な面から支援する(松本・藤山 2011)。今回制作した模造基質を用いた発掘体験が、体験場を持たない博物館においても利用できるよう、今後改良を重ね、様々な博物館で利用されるよう期待したい。

#### 謝辞

本研究を行うにあたり、柿ビカリア会の芦田一

郎会長、なぎビカリアミュージアム、奈義町教育委員会および奈義町生涯学習課の皆様には、ワークショップの実施にご許可とご協力を頂戴した。心からお礼申し上げます。なお、本研究には日本学術振興会科学研究費補助金(No.15K21541)、文部科学省私立大学ブランディング事業から一部の活動に対し助成を受けた。

#### 文献

- 藤山佳人・実吉玄貴・河原康浩(2011). Gallimimusの産状レプリカ作成法. 化石(90), 17-24.
- Gavigan A.M., 2009. Working fossil laboratories as public exhibitions. *Methods in fossil preparation: Proceedings of the First Annual Fossil Preparation and Collections Symposium*, Brown, M.A., Parker, W.G. eds., 13-20.
- 松本幸英(2008). 脊椎化石の型取り法について. 化石(83): 59-63.
- 松本幸英(2009). 脊椎化石の型取り法について(2). 化石(85): 63-68.
- 松本幸英・藤山佳人(2011). 博物館の教育活動に使用する模造砂岩の新しい制作技法. 化石(90): 31-35.
- 松本幸英・橋本 龍(2007). 空洞を持つ化石の新しい型取り技法-植物食恐竜プロトケラトプスの頭蓋を例に-. 化石(81): 79-85.

#### 要旨

我々は博物館教育に用いる模造基質の新しい製作法を検討し、博物館ワークショップにおいて有用性の確認を行った。今後この方法が博物館ワークショップの様々な教育プログラムに活用されることが期待される。

(2018年1月5日受理)