

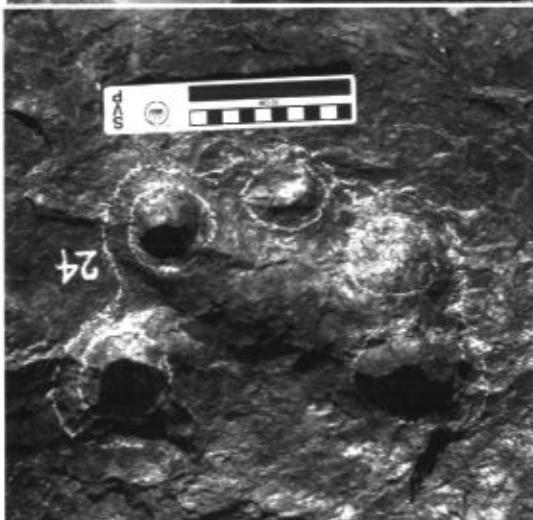
とやまと自然

第35卷 夏の号

No.138 2012

展示解説 特別展「恐竜－太古の足跡は語る－」

藤田 将人



■富山市大山地域の恐竜足跡化石群露頭（上）と、平成12年に発見されたよろい竜類の前足の足跡化石（左下：当館所蔵）と、アニマンタルクス（アメリカ合衆国ユタ州で発見された白亜紀後期のよろい竜類）（右下：福井県立恐竜博物館提供）。

展示解説 特別展「恐竜－太古の足跡は語る－」

藤田 将人（富山市科学博物館 恐竜担当）

平成24年7月21日(土)～9月9日(日)の期間、富山市科学博物館では特別展「恐竜－太古の足跡は語る－」を開催します。恐竜の化石というと、まず骨や歯の化石を思いつく人が多いかもしれません、足跡も化石として残ることがあります。恐竜の歩き方や歩いたスピードなどを骨の化石から、推定することはかなり難しいですが、足跡化石からはある程度それらを明らかにすることができます。富山市の山間部からは国内最大級の恐竜の足跡化石群が発見されています。この特別展では、骨の化石に比べてあまり注目されない恐竜の足跡化石にスポットを当てて、恐竜のダイナミックな姿にせまり、これまで富山市で行われた恐竜化石発掘調査の成果を報告したいと思います。

■ 恐竜とは

恐竜は中生代三疊紀後期(約2億2500万年前)～白亜紀末(約6500万年前)に陸上に生きていたハ虫類です。最も古い恐竜は南米のアルゼンチンで発見されています。恐竜と同じ時代に空を飛んでいた翼竜類、海に生きていた首長竜は恐竜ではありません。

ハ虫類は、目の穴の後ろにある穴(側頭窓)の有無、数により無弓類、単弓類、双弓類に分類されます。恐竜は穴(側頭窓)が左右に2つずつある双弓類に属します(図1)。

恐竜の骨盤には、大腿骨の骨頭がはまる大きな穴(寛骨臼)が空いていて、脚がほとんど体の真下にのびている点が、トカゲやワニなどの



図1 ハ虫類の頭骨の比較

他のハ虫類と大きく異なります(図2)。こうした脚の構造により直立歩行が可能となり、より効率的に歩くことができたと考えられています。

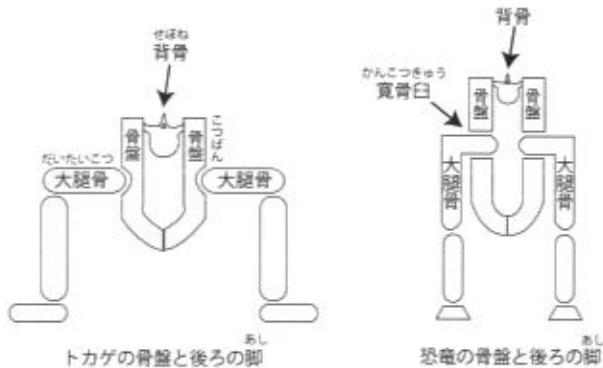


図2 トカゲと恐竜の骨盤と後ろの脚

恐竜は骨盤の形の違いにより、大きく竜盤目(リュウバン目)と鳥盤目に分類されます。竜盤目は竜脚形類(アパトサウルスなど)、獣脚類(ティラノサウルスなど)にさらに分けられ、鳥盤目は鳥脚類(イグアノドンなど)、周節頭類(トリケラトプスなど)、装盾類(アンキロサウルスなど)に分けられます(図3)。

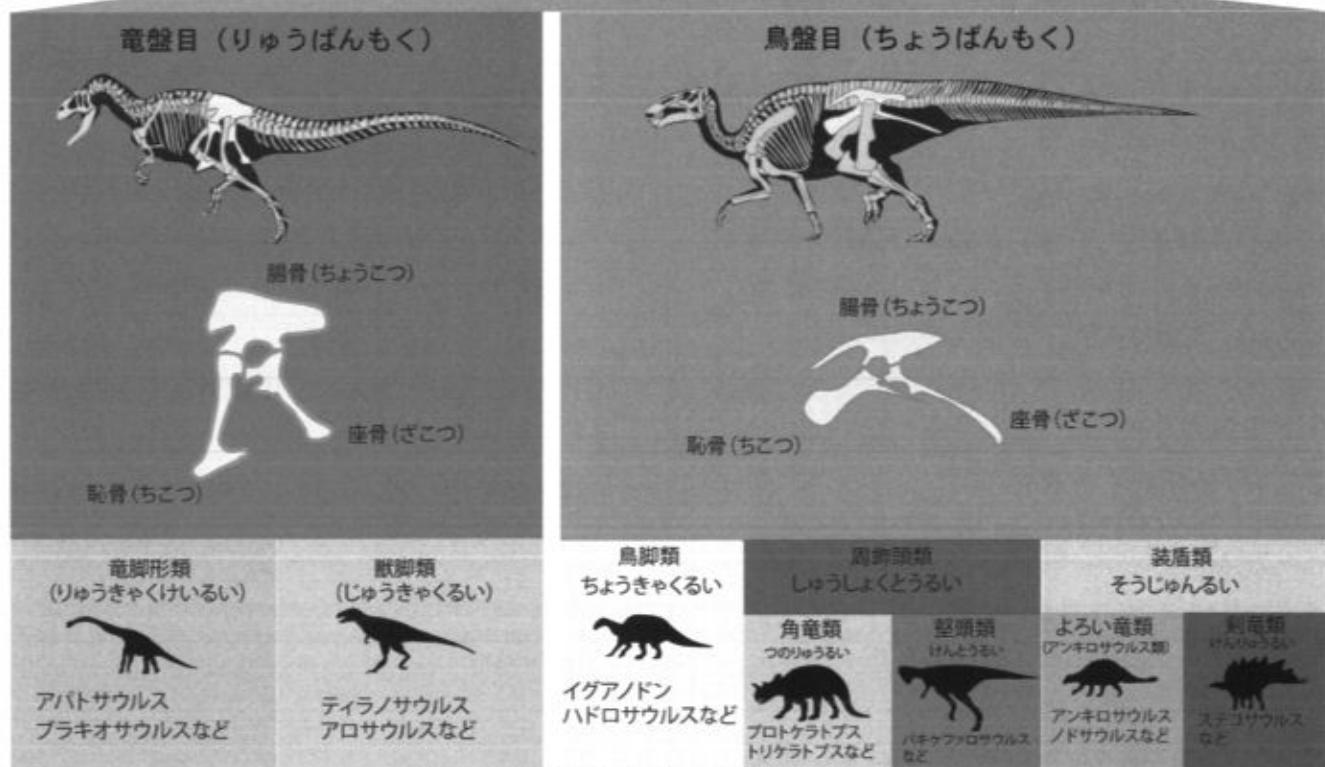
中生代白亜紀末の6550万年前にメキシコのユカタン半島に直径約10kmの隕石が落下したことが原因で、恐竜が絶滅したと考えられています。ところが、近年、中国から羽毛が生えた恐竜の化石が続々と発見され、獣脚類の一部から鳥類へと進化したとする説が有力となりました。初期の羽毛は、飛ぶためではなく、体温を保つために使用されたと考えられています。

展示標本：ゴルゴサウルス頭骨（神奈川県立生命の星・地球博物館所蔵）

■ 恐竜の生痕化石

生痕とは骨や歯など体の一部ではなく、地層や化石に残された古生物の生活の痕跡です。恐

恐竜



竜の生痕化石には足跡化石、皮膚痕、卵、ふん、胃石などがあります。

1 皮膚痕化石

皮膚そのものは骨や歯に比べて腐りやすいため、化石として発見されることは困難です。しかし数は少ないですが、海外では北アメリカやモンゴルなどで、国内では福井県勝山市で、恐竜の皮膚の痕の化石が発見されています。適度に湿った地面の上を恐竜が歩き、足の裏の皮膚の凸凹が地面についた場合や、恐竜が死んだときに体の部分が地面に押しつけられた場合に皮

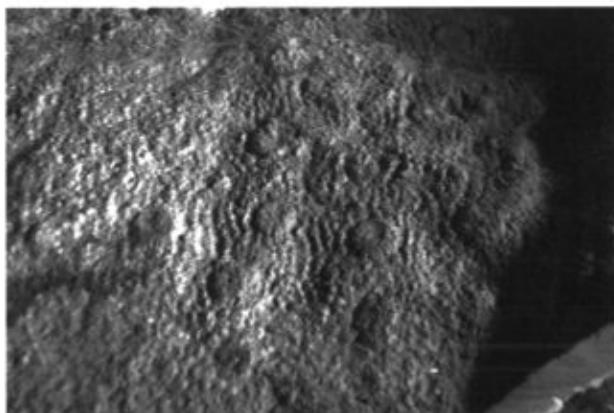


図4 サウロロフスの皮膚痕
(林原自然科学博物館所蔵)

膚痕の化石が残ると考えられます。モンゴルで発見されたサウロロフスの尾の部分には皮膚痕が見られ、小さいウロコの中にコイン大の大きなウロコが点在していることがわかりました(図4)。

2 卵化石

卵殻は細菌を遮断し、水分や酸素を入れ、不要な二酸化炭素を外へ出すなど、中にいる胚の成長に欠かせない重要な役割をもっています。

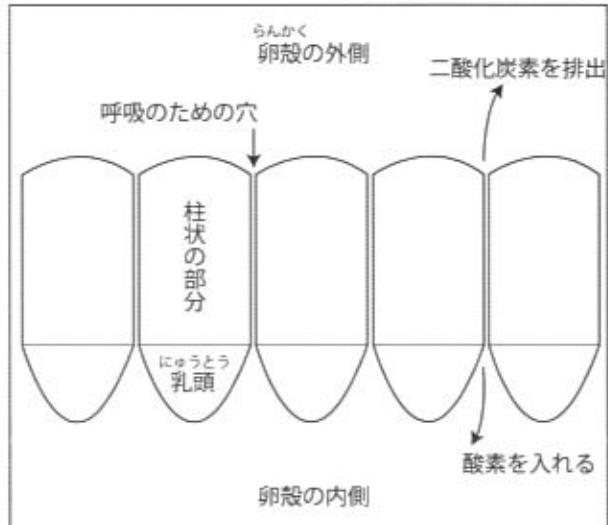


図5 卵殻の断面

ます。卵の表面を見ると、気体が通る穴が無数に空いていることがわかります。恐竜や鳥類、ワニやカメなどの一部のハエ虫類は石灰質の硬い卵殻をもちます。カエルなどの両生類の卵は硬い殻をもたないため、子孫を増すのに川や湖などの水域が欠かせません。一方で、恐竜は硬い殻をもつ卵を産むことで、水辺から離れて乾燥した陸地へと生息場所を広げることが可能となりました。恐竜の卵殻の断面を顕微鏡で観察すると、卵殻の内側に乳頭状の部分があり、その外側には柱状の層があることがわかります(図5)。卵殻の断面の構造により、恐竜と、ワニなど他のハエ虫類の卵殻を区別することができます。

3 ふん化石

私たちヒトを含むほ乳類は尿と便ができる穴は別々にありますが、恐竜などのハエ虫類や鳥類は、尿と便が総排出腔という一つの穴から排泄されます。ふん化石はその形、成分、大きさ、産出した地層の時代から恐竜のものであることが推定されます。ふん化石に含まれる未消化物（植物片や骨片）からその恐竜の食性を明らかにすることができます。

展示標本：サウロロフスの皮膚痕（林原自然科学博物館所蔵）、恐竜のふん、恐竜の卵（以上当館所蔵）

■足跡化石はどのように化石となり発見されるのか？

川や湖の周辺などで、水分を含んで適度に柔らかくなった地面の上を恐竜が歩くと、足跡の凹みができます。その後、足跡がある程度乾燥すると固くなり保存されやすくなります。さらに上に土砂が堆積し、足跡が地層中に埋没します。さらに地下で熱や圧力の影響を受け、長い年月をかけて、砂や泥は固くなり石になります。やがて地殻変動で隆起し、地層が露出し、上部または下部の地層の風化により足跡化石が現れます。足跡の面で地層を上手にはがすと、一つの足跡から凹型と凸型の標本を採集することができます。

■ 恐竜の足跡化石からわかること

1 恐竜の種類

足跡化石の形から、足跡を残した恐竜の種類（獣脚類などの大きなグループ）がわかります。図6のように3本指で指先にするといい爪跡が残っている足跡化石は獣脚類のものであることがわかります。ただし、足跡化石からはアロサウルスなどといった細かい恐竜の種類まで特定することはかなり困難です。シカとカモシカの足跡が似ているように、種類が違っていても同じような足跡を残す可能性が高いからです。

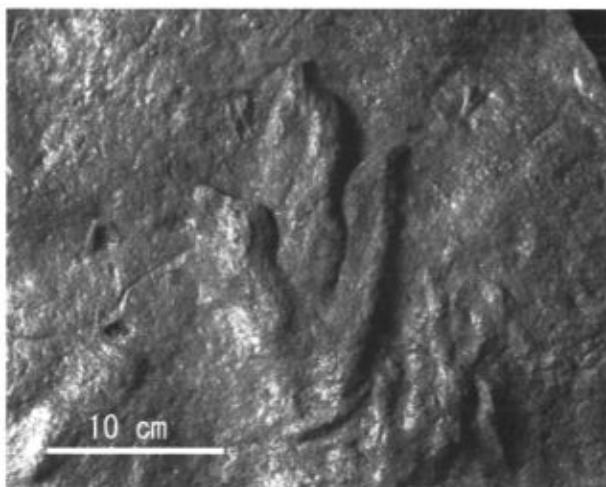


図6 獣脚類の足跡（アメリカ合衆国産：
神奈川県立生命の星・地球博物館所蔵）

2 恐竜の大きさ

恐竜の足跡化石の長さの約4倍がその恐竜の腰の高さになることがわかっています。例えば長さ30cmの足跡化石をつけた恐竜の腰の高さはおよそ120cmだったことがわかります。

3 歩き方や姿勢

連続した歩行跡があるとその恐竜の歩き方が



図7 恐竜の連続歩行跡（韓国固城郡）

わかります。図7は恐竜の連続歩行跡ですが、ほぼ1直線に歩き、尾を引きずった跡がないことから尾を持ち上げて歩いたことがわかります。

4 歩いた速度

皆さんも歩くときよりも、走ったときの方が歩幅は大きくなると思います。連続した歩行跡の歩幅を調べると、その恐竜が歩いた速度がわかります。図8は富山市大山地域から発見された小型獣脚類の連続歩行跡です。足跡の長さと歩幅からこの恐竜は時速約3kmでゆっくりと歩いたことがわかりました。

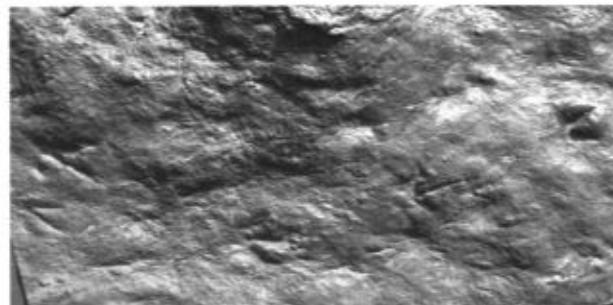


図8 大山地域の小型獣脚類連続歩行跡

5 群れ行動

図9はモンゴルで発見された獣脚類の連続歩行跡です。いくつも並んだ連続歩行跡の方向が同じで、歩幅もほぼ同じであることから、集団で同じ方向に移動していたことがわかります。アメリカ合衆国のテキサス州やコロラド州では、同じ方向に並ぶ竜脚類の連続歩行跡が何列も発見され、竜脚類のあるグループは群れで行動していたと考えられています。

上記の3～5の内容は骨の化石だけから推定するには簡単ではありません。足跡化石を調べることで恐竜の動きや生態に関する情報を得ることができます。

展示標本：サウロロフス脚部、タルボサウルス脚部、サウロロフス足跡、竜脚類足跡(以上林原自然科学博物館所蔵)、獣脚類足跡、タルボサウルス頭骨(以上神奈川県立生命の星・地球博物館所蔵)、福井産翼竜類足跡(福井県立恐竜博物館所蔵)、タペヤラ全身骨格(大山歴史民俗資料館所蔵)、富山市産小型獣脚類足跡、富山市産翼竜類足跡(以上当館所蔵)



図9 モンゴルの獣脚類連続歩行跡
(林原自然科学博物館提供)

■ 中国甘肃省の足跡化石群

中国甘肃省の劉家峽の白亜紀前期の地層からは多くの恐竜足跡化石が発見されています。一番大きな発掘サイト(約1000m²)からは獣脚類、竜脚類、鳥脚類、翼竜類の足跡化石が約1400個も発見されています(図10)。竜脚類の前足の第1指(ヒトの親指)の爪跡がはっきりと残った、とても保存状態のよいものも発見されています。それらのなかでも2本指の足跡化石は、アジアでは他に韓国、中国の四川省、山東省でしか発



図10 甘肃省の恐竜足跡化石発掘現場

見されていない非常に珍しいものです。これは獣脚類のドロマエオサウルス類の足跡化石で、第2指（ヒトの人差し指）の大きなかぎ爪を持ち上げて歩いたため、第3指（中指）、第4指（薬指）の2本の指だけで歩いていたと考えられています（図11）。

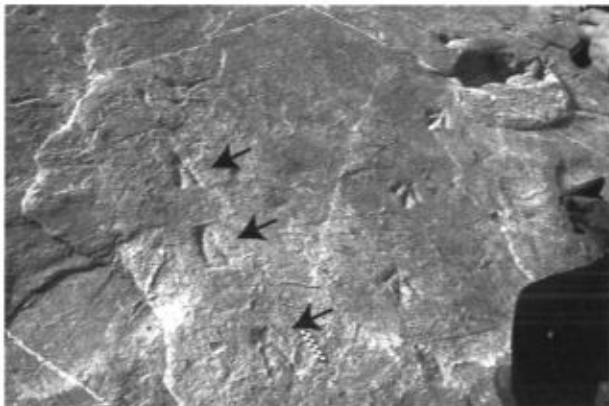


図11 ドロマエオサウルス類足跡（上の矢印）
とドロマエオサウルス類（下）（画：山本匠）

また、3本の指先だけが残った鳥脚類の足跡化石が多数発見され、この足跡化石に沿って、波状の溝が時々認められました（図12）。この波状の溝は尾を引きずった跡と考えられています。恐竜は陸上では通常、尾を持ち上げて歩いていたというのが定説になっています。それでは、なぜ甘肃省のサイトでは尾を引きずった跡が残ったのでしょうか？一つの考え方として、水中歩行説があげられます。鳥脚類が水中を歩いたときに、その水深が深かったため、足の指先で水底を蹴り、呼吸するために顔を上げた結果、上半身が平行に近い状態から垂直上方向へ向くことで、下半身の尾が下がり、尾の先が水底を削ったと考えられます。



図12 尾を引きずった痕と考えられる波状の溝

展示標本：甘肃省産ドロマエオサウルス類足跡化石、竜脚類足跡化石（以上福井県立恐竜博物館所蔵）

■ 恐竜王国「北陸地方」

北陸地方の山間部には、手取層群という中生代ジュラ紀中期（約1億6000万年前）～白亜紀前期（約1億1000万年前）の地層が分布しています。手取層群は古い方から新しい方へ九頭竜亜層群、石徹白亜層群、赤岩亜層群に区分されています。九頭竜亜層群は主に海で堆積した地層で、アンモナイトやイノセラムスなどの貝化石が発見されています。また、主に川や湖などの陸域で堆積した石徹白亜層群と赤岩亜層群からは、多くの恐竜化石が産出します。中でも福井県勝山市では福井県立恐竜博物館による大規模で継続的な調査（1989年～）により、ボーンペッド（骨の層）と呼ばれる地層から、フクイサウルス、フクイラプトル（図13）などの骨格化石などが発見され、全身骨格が復元されています。最近、勝山の発掘現場から竜脚類の上腕骨などの骨が発見され、2010年に原始的なティタ

ノサウルス形類としてフクイティタン・ニッポンシスと学名がつけられました。また、2007年の調査では、大きな岩のブロックから全身の約70%の骨が発見され、化石のクリーニング後、全身骨格が復元されました。これは小型獣脚類のドロマエオサウルス類のものであることがわかりました。近い将来、この恐竜にも学名がつけられると思います。



図13 フクイラプトル（福井県立恐竜博物館提供）

石川県白山市の桑島は、日本の地質学発祥の地であり、国の天然記念物に指定されている「化石壁」という場所があります。この化石壁からは直立した珪化木や、多くの植物化石、恐竜の足跡化石が発見されています。1997年から化石壁の中を通るトンネルの工事と、掘り出された岩石の調査が始まり、恐竜や翼竜、トカゲ、カメ、単弓類、ほ乳類などの多種多様な化石が発見されています。

新潟県、長野県、富山県の県境付近には手取層群よりも古い、ジュラ紀前期（約2億年前）

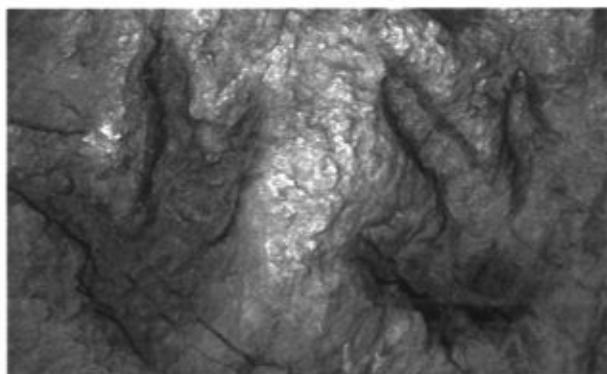


図14 小谷村産恐竜足跡化石（小谷村教育委員会提供）

の来馬層群という地層が分布しています。長野県小谷村の来馬層群から日本で最古の恐竜（獣脚類）の足跡化石が発見され、ジュラ紀前期にはすでに日本にも恐竜が生きていたことがわかりました（図14）。また岐阜県の白川村や飛驒市からも恐竜の足跡化石が発見され、高山市からは恐竜の歯化石などが発見されています。

展示標本：フクイラプトル全身骨格、フクイサウルス全身骨格、福井産ドロマエオサウルス類全身骨格、フクイティタン上腕骨、フクイティタン大腿骨、福井産恐竜足跡化石（以上福井県立恐竜博物館所蔵）、小谷村産恐竜足跡化石（小谷村教育委員会所蔵）、白山市目附谷産恐竜足跡（白山市教育委員会所蔵）

■ 富山市大山地域の恐竜化石

1990年に富山市大山地域の亀谷で当館学芸員により、県内初の恐竜足跡化石が発見されました。1995年には富山県古生物研究会の会員により、大山地域の別の場所から恐竜足跡化石群露頭が発見されました（表紙写真上）。恐竜足跡化石群露頭では富山県恐竜化石発掘調査団および富山市による継続的な調査により、1999年には県内初の恐竜歯化石、2000年には国内初のアンキロサウルス類（よろい竜類）の足跡化石（表紙写真左下）、2003年には同じく国内初の翼竜の足跡化石などの貴重な化石が発見されました。現在では、約600m²の露頭面から約500個もの足跡化石が発見され、国内最大級の恐竜足跡化石群の露頭とされています。足跡化石の種類も獣脚類、鳥脚類、竜脚類、アンキロサウルス類、鳥類、翼竜類と多様で、これだけ多くの種類の動物の足跡化石が1箇所で発見される例は、世界的にもまれです。恐竜が生きていた当時の足跡露頭面は川の周辺の湿地帯で、水分を含んで柔らかくなった地面の上を恐竜が歩いていたと考えられています。露頭面を観察すると足跡化石が幅約10mのゾーンに密集していることがわかりました。恐らく水域と陸域の間で、通常は露出しているが、洪水時には水に浸かる、足跡化石の凹みができるのに適した柔らかさの場所

に足跡化石が密集していると思われます。また、足跡化石のすぐ上には厚さ約50cmの暗緑色の凝灰岩の層があります（図15）。足跡ができた後、その上を火山灰が雪のように降り積もったおかげで、足跡がほとんど壊されずに保存されたと考えられます。その証拠に鳥類の足跡のようにとても小さく繊細な足跡も多く見つかっています。また凝灰岩にはジルコンという鉱物が含まれていて、ジルコンから約1億1300万年前という年代も得ることができました。足跡化石の保存と年代の測定という2つの面でこの凝灰岩は大変役に立ちました。



図15 足跡化石群の露頭断面（破線の間が凝灰岩の層）

■ 化石クリーニング体験

特別展の開催期間中の土日に、恐竜化石のクリーニング体験を開催します。岩石を専用の道具を使って少しづつ削って、恐竜化石をとり出します（図16）。化石のクリーニングは本来の研究のスタートです。貴重な体験ですのでぜひ参加してください。

恐竜の足跡化石を調査・研究することは、探偵のように、証拠（化石）から恐竜の動きや生態を解き明かすといった楽しさがあります。発掘調査は毎年継続して行っていますが、将来、足跡の続く先に行き倒れた恐竜の全身骨格を見するのが私の夢でもあります。

展示標本：アンキロサウルス類足跡化石、鳥脚類足跡化石、獣脚類歯化石、イグアノドン類歯化石（以上当館所蔵）、アニマンタルクス全身骨格（福井県立恐竜博物館所蔵）



図16 化石のクリーニング

展示協力

今回の特別展開催にあたり、多くの機関、個人の皆様にお世話になりました。心よりお礼申し上げます。

機関：石川県立自然史資料館、大山歴史民俗資料館、小谷村教育委員会、神奈川県立生命の星・地球博物館、自貢恐竜博物館、小学館、立山カルデラ砂防博物館、富山市ファミリーパーク、白山市教育委員会、hacomo株式会社、林原自然科学博物館、福井県立恐竜博物館

個人（敬称略、五十音順）：東洋一、石垣忍、植原和樹、大島光春、太田勝、後藤道治、後藤優介、小畠拓也、小林高範、佐藤孝行、嶋田敬介、鈴木茂、関谷徹、西園哲平、畠山幸司、林重雄、日比野剛、平澤聰、彭光耀、松本幸英、満保清憲、宮田和周、矢部淳、山本匠、叶勇、李大慶