

東京学芸大学及び附属学校の岩石鉱物標本・岩石園のデータベース化 と教材セットの構築による実習プログラムの開発

2024 年度

- ◎永治 方敬（東京学芸大学教育学部自然科学系）
- 三井 寿哉（東京学芸大学附属小金井小学校）
- 宮口 真木子（東京学芸大学附属小金井中学校）
- 西田 尚央（東京学芸大学教育学部自然科学系）
- 関田 義博（東京学芸大学附属学校運営部）

2025 年度

- ◎西田 尚央（東京学芸大学教育学部自然科学系）
- 蒲生 友作（東京学芸大学附属小金井小学校）
- 宮口 真木子（東京学芸大学附属小金井中学校）
- 関田 義博（東京学芸大学附属学校運営部）
- 永治 方敬（早稲田大学教育学部理学科）

代表者連絡先：nishidan@u-gakugei.ac.jp

【キーワード】 岩石・鉱物標本、岩石園、機器分析、デジタルアーカイブ化、地学教材

1 本プロジェクトの背景と目的

小学校学習指導要領 理科第6学年では、地域の自然に親しむ活動や体験的な活動を多く取り入れることに言及しており（文部科学省，2018a）、中学校学習指導要領 理科第2分野 第1学年では、代表的な岩石類とそれらの造岩鉱物を扱いながら、身近な地形や地層、岩石などの観察を学校内外で行うこととしている（文部科学省，2018b）。その一方で、野外実習は安全配慮への教員負担、及び適切な教材選択には一定の専門性と経験を要し、実施の際に想定される懸念事項は少なくない。

近年は、ICT環境の整備により、岩石写真、薄片写真、動画、3D画像などを用いた学習資料の制作や観察対象の明確な提示も可能になっている。これらは、実物標本が不足している場合や、授業時間・観察環境に制約がある場合に有用な教材となり得る。一方で、デジタル教材と従来の紙媒体や実物標本は、それぞれ提示できる情報や観察の仕方が異なるため、授業のねらいに応じてどのように選択あるいは組み合わせるかを検討する必要がある。

東京学芸大学及び附属学校には、これまでの教育・研究活動の中で収集・整備されてきた岩石・鉱物標本や、屋外に設置された岩石園が存在する。これらは、児童・生徒が実物を通して地学的な事象に触れるための貴重な教育・研究資源である。しかし、設置や収集から時間が経過した標本も多く、当初の標本情報が欠落しており、標本情報とそれらの整理を必要としている。そのため、東京学芸大学及び附属学校が所有する岩石・鉱物標本を教育・研究資源として活用する余地は未だ大きく、現在の学術的分類に基づいた教材としての提示方法と授業での活用方法などについて再検討を行う価値がある。

以上のような背景から、東京学芸大学及び附属学校が保有する岩石・鉱物標本や岩石園を、学校理科で活用可能な教材資源として再整備し、授業実践へ接続するための基盤を整えることが求められる。本プロジェクトでは、本学及び附属学校の実験室内の岩石鉱物標本や野外の岩石園の岩石類を整備し、データベース化・アーカイブ化することで、地学を専門としない理科教員にとっても、教材として扱いやすい岩石・鉱物標本セットを構築し、実習プログラムを開発することを目的とした。

2 本プロジェクトの実施内容

（1）小金井小学校岩石園の整理

東京学芸大学附属小金井小学校の岩石園は、19試料の屋外岩石標本で構成されているが、設置・

展示から時間が経過しており、表面の汚れ・風化により岩石種が一見して判別ができないものが多かった（図 1）。また岩石種など岩石標本に関する記載がされている案内板等も無く展示されていた。そのため、小金井 19 試料の屋外岩石標本について、各標本の一部を採取し、岩石内部の新鮮な組織を観察した（図 1）。

この採取の際には、岩石表面で観察可能な情報が失われないよう、標本の背面の一部、あるいは土壌から標本を掘り起こして埋没部分の一部を採取した（図 1）。これらの各標本から採取された試料は、岩石表面の風化面からは観察できなかった、鉱物の色（模様）や配列、脈の存在などの岩石の肉眼観察からわかる特徴がよく残されていた（図 1）。

これらの各試料から、肉眼観察に基づいて、19 種の岩石名を決めた。各採取試料は、後述の偏光顕微鏡観察及びラマン分光分析のため岩石薄片作成用、XRD 分析のための粉末試料作成用のほか、岩石園ミニチュア作成用、理科実験室での室内観察教材用、保存・アーカイブ用の 5 つに分割した。



図 1. 東京学芸大学附属小金井小学校の岩石園の野外岩石標本の一例。（左図）岩石試料を採取前の標本。（中央図）岩石試料を採取するため、掘り起こされた標本。（右図）土壌に埋もれていた部分から採取された岩石試料。風化面からは見えなかった標本内部の新鮮な組織が見られる。

（２） 機器による試料の観察と分析（偏光顕微鏡・XRD・ラマン分光分析）

肉眼観察に加え、より正確な岩石名の同定と、岩石標本の有する微細な組織や化学的特徴を得るため、各試料に対して機器分析を行った。まず、岩石薄片を作成し、偏光顕微鏡による微細組織の観察とラマン分光分析による構成鉱物種の同定を行った。加えて、XRD によるこれら鉱物種の含有比について、半定量測定を行った。これらの観察・分析結果から、19 試料の屋外岩石標本について、岩石名の再検討を行い、うち 14 試料について岩石名の修正を行った。

岩石薄片作成では、各標本試料に対して複数断面に対して薄片を作成したが、これらの薄片作成断面は、採取試料及び野外標本にも作成箇所がわかるよう記録された。これは、野外での肉眼観察結果と顕微鏡での微細組織の観察結果を比較し、その対応関係の有無について検討できるようにするためである。特に、顕微鏡観察から岩石が鉱物で構成されていることを理解することに加え、肉眼で観察可能な特徴に対して、顕微鏡観察からそれらに対応した鉱物の特徴を色や配列などの情報から関連付けることができる。そのため、鉱物の大きさや形状といった形状の特徴がどのようにつくられたのかといった、岩石の形成過程にまで踏み込んで検討することも可能な教材として提供できる。

（３） 小金井小学校岩石園の教材化

岩石園のうたとの対応

小金井小学校では、渡辺茂氏による作詞・作曲の「岩石園のうた」を用いた授業が 1 年生の音楽で行われている。歌詞は以下の通りである。

小砂利の間に並んでる 岩石園の仲間たち
私の名前を覚えてと 名札をつけて待っている

砂岩 溶岩 花こう岩 角岩 礫岩 じゃもん岩
ぎょうかい 石灰 安山 チャート 緑泥片岩 玄武岩
ホルンフェルスに はんれい岩 紅れん片岩 せん緑岩
石英せん緑 絹うんも片岩 黒色粘板 大理石

小砂利も昔は岩だった 砕けて小さくなったんだ さざれ石とも言うんだよ
こどものあしあとお断りー（拍手）

歌詞中には下線部の 20 種の岩石名が登場する。これらは、例えば火成岩、堆積岩、変成岩といった分類分けを行った場合もそれぞれの分類に属する岩石名が複数存在し、形成過程の異なる幅広い岩石が列記されていることが分かる。また、このうち角岩は現在、一般的に使用される学術名では、チャートの和名として扱われるため 19 種の岩石名が登場することになり、現在、岩石園に存在する屋外岩石標本の数と一致する。肉眼観察及び機器分析結果に基づいた岩石園の展示標本の岩石名と比較すると、1 種を除いて 18 種については、大きな分類としてほぼほぼ関連付けることができ、小金井小学校の「岩石園のうた」と実際の岩石園の展示標本とを関連づけた教育活動が実施可能である。

理科実験室での室内観察用標本及び岩石園のミニチュアの作成

岩石園の採取試料の一部を使用し、実際の岩石試料を使用・配置を再現した岩石園のミニチュアを作成した（図 2）。実際に手に触れて観察でき、岩石名に関してクイズ形式で展示することで、学校生活の中で日頃から慣れ親しむことのできる教材として作成した（図 2）。また採取試料のうち、理科実験室での室内観察教材用に分割された岩石片は、鉱物の色や組織などの特徴を肉眼観察で捉えやすくするため、切断面や研磨面が多く含まれるものを使用した。岩石園のミニチュア用に分割された岩石片は、風化面を残すことで、実際に岩石園で観察できる外観をミニチュアでも観察できるようにした。これらの理科実験室及びミニチュア教材は、室内で実際に岩石試料に触れながら、岩石園の野外観察活動の事前・事後学習としても使用することができる。



図 2. 本プロジェクトで作成した岩石園のミニチュア。実際の配置を再現している（左図）。手に触れながらクイズ形式で岩石名を学ぶことができる（右図）。

岩石園の案内板の作成

小金井小学校の岩石園に設置予定の案内板を作成した。案内板はスタンド看板にポスターを掲示する形式で用意し、来園者がその場で各展示標本の情報を得ることができるように設計した。また QR コードを含め、来園者が自身のスマートフォン等で読み込むことで、本岩石園に関するウェブページにアクセスし、詳細かつ更新可能なコンテンツを閲覧できるようにした。

（４） ウェブサイトの公開

岩石標本の撮影方法の検討

デジタル教材として使用可能な岩石標本データを学校現場で容易に構築・取得できるような撮影環境について検討した。安価に購入可能な市販品のプラスチックダンボールを組み立て作成した（図 3）。また、天板にカメラ用の穴を開け、スマートフォンを置けるようにし、複数方向からの照明とスケールを内部に設置することで、安価で簡便な装置環境でも、岩石標本のデジタルアーカイブ化に必要な画像データの収集に使用可能な撮影環境を整えることができる（図 3）。



図 3. プラスチックダンボールを使用した岩石標本の撮影環境（左図）と撮影された岩石標本の例（右図）。

デジタルアーカイブ化

得られた観察・分析結果やデジタルデータは、ウェブ上にアーカイブ化し、標本に関する岩石・鉱物学的特徴を参照できる資料として整理し、今後同一手法で段階的に標本情報を充実させていく基盤を構築した。

3 成果と課題

本プロジェクトでは、東京学芸大学及び附属学校の岩石鉱物標本について整備を行い、特に小金井小学校の岩石園について、機器分析を含む岩石・鉱物情報の再整備を行なった。それらの観察・分析情報に基づいた実物およびデジタルでの教材化を行い、デジタルアーカイブ化を含め、データベース化を行ったことで、岩石標本から詳細情報へのアクセスに加え、今後の情報の更新や実習プログラムの開発に利用可能な環境を構築した。そのため、東京学芸大学及び附属学校の岩石鉱物標本のデータベース化と教材セットの構築は進んだ一方、実習プログラムの開発と実践に関しては、小金井小学校岩石園をモデルケースとして今後取り組みを継続して実施していく必要がある。

また、本プロジェクトで観察・分析を実施することができなかった、東京学芸大学及び附属学校の岩石鉱物標本はまだ多く存在している。そのため、今後、対象標本数を徐々に増やし、さらなる岩石標本の分析・整理・データベース化を段階的に拡充していくことを想定している。特に、小金井中学校所蔵の岩石標本について、校外学習で訪れる地域の地質に関連した岩石標本を扱うことで、小学校から中学校への附属学校間での体験を伴った継続した学びから、例えば岩石の形成過程に関連するような、より発展的な内容の学びに接続する教材の作成が期待される。

このほか、岩石園の 3D 空間情報を今後収集することで、岩石園の 3D モデル化とデジタル空間の構築を行い、現地での日中の観察が困難な場合や事前・事後学習用の代替教材として、例えばバーチャルツアーのような、より実際の観察活動を体験できる補助教材の作成が期待される。このようなデジタル教材は、岩石園や小金井キャンパスを学習資料として活用する機会を、広く一般に提供・発信できる可能性がある。

最後に、本プロジェクトでは、東京学芸大学附属小金井小学校の岩石園の屋外岩石標本 19 試料のうち 14 試料が、肉眼観察に基づいて決められた岩石名から機器分析を行ったことで修正された。これは、岩石名の同定において機器分析まで行うことの重要性を示していると同時に、附属学校と大学の連携によって成果が得られた好例であり、今後の附属学校—大学間の連携継続が望まれる。

謝辞

東京学芸大学 教育学部 学校教育教員養成課程 A 類初等教育専攻 理科コース 地学教室、及び B 類中等教育専攻 理科コース 地学教室の岩石鉱物学研究室の皆様、特に 2025 年度卒業生の皆様には、本プロジェクトの遂行全般にわたり多大なご協力を賜り感謝申し上げます。また、本プロジェクトにおいて、東京学芸大学の藤本光一郎氏からは XRD 分析について、早稲田大学の田口知樹氏からはラマン分光分析について、多大なご協力を賜り感謝申し上げます。

引用文献

- 文部科学省 (2018a) 小学校学習指導要領. 学校図書, 190p.
 文部科学省 (2018b) 中学校学習指導要領. 学校図書, 167p.