

## 地域素材を活用した地学の学習（6）

— 地形図とペーパークラフトを活用した学校所有ボーリング資料の教材化 —

山崎博史

(2014年10月2日受理)

Geoscience Teaching Using Local Geological Materials (6) :  
Utilization of Drilling Data Possessed by Schools as a Teaching Material in Combination  
with both Topographic Maps and Paper Models

Hirofumi Yamasaki

**Abstract:** This article is designed to show an example of utilization of drilling materials for understanding the concept of time. There are many articles on the use of drilling data for learning the distribution of strata. There is little literature on the interpretation of columnar sections of layers from boring materials in chronological order at an elementary school science class. It is important for students to have experiences to interpret the strata chronologically for understanding the law of superposition, a general law upon which all geologic chronology is based. When used in conjunction with topographic maps drilling materials become a learning tool to interpret geological columnar sections chronologically. It is easy to know topographic change in chronological order by comparison of two topographic maps. Each map covers the same area, but was published in different year. Though it is difficult to find topographic change recorded in the drilling materials in general, the change caused by art is not so difficult to find because of characteristic lithology of artificial sediments. By the comparison with topographic change in the topographic maps, elementary school students have a better sense of the lithological change in geological columnar section in chronological order.

Key words: drilling materials, topographic map, concept of time, distribution of strata, change of land

キーワード：ボーリング資料，地形図，時間概念，地層の広がり，大地の変化

### 1. はじめに

科学の基本的な見方や概念のうち、現行の学習指導要領に示されている「地球」概念は、「時間」「空間」「システム」という下位概念から構成される（岡本，2011）。ここで、「時間」および「空間」概念とは、それぞれ自然事象を時間軸の中および空間的な広がりの中で捉えるという見方や考え方である。また「システム」概念とは多様な事象間の相互関連的な見方や考え方である（岡本，2011）。このような見方や考え方は地球をシステムとして捉えるということであり、地球

システムは地球環境とも換言できると考えられ、「環境・システム」概念とも呼ばれている（山崎・吉富，2014）。

小学校では、第6学年の学習単元「B生命・地球（4）土地のつくりと変化」において、「土地の様子や土地をつくっている物を推論しながら調べ、そのつくりや変化の様子を自然災害と関係づけて、土地のつくりと変化の規則性をとらえるようにする。」ことが求められている。またその内容の取扱いとして、地層の構成物の類似性から広がりをとらえることに関して、「土地の構成物を調べる際には、例えば、地質ボーリング

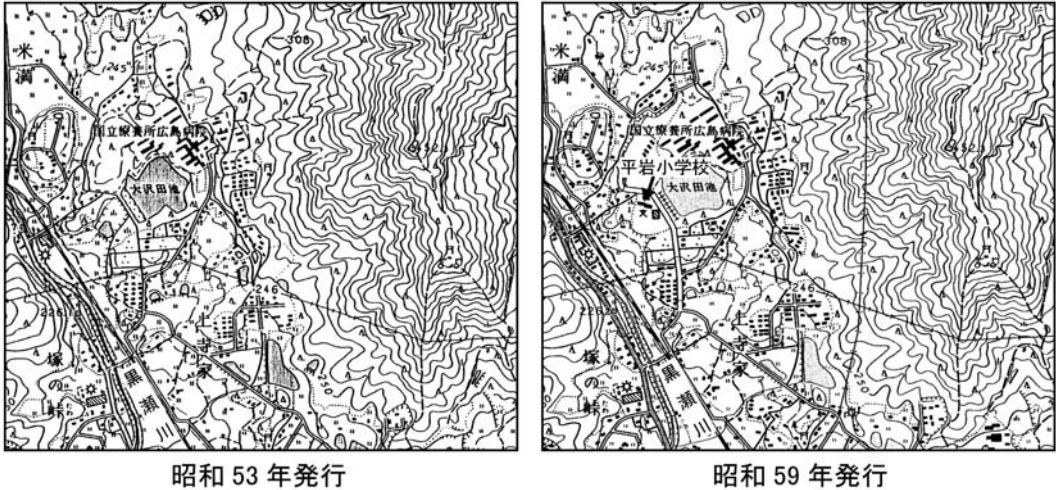


図1 平岩小学校周辺地域の発行年の異なる地形図  
(国土地理院発行2.5万分の1地形図「安芸西条」の一部を改変)

の資料を利用することが考えられる」と記述されている(文部科学省, 2008)。

小学校における地質ボーリング資料の取り扱いについては、空間概念に関わる対比のツールとして、ボーリング資料に基づく柱状図を基にした地層の広がり の把握方法が多くの先行研究において提案されている(加藤・二階堂, 1999; 石原ほか, 2005等)。一方時間概念に関してみると、ボーリング資料に基づいて描かれる柱状図には地層の重なりが示されているのであるが、そこに描かれている地層の上下関係が新旧関係を表わすという、地層の見方の基本である地層累重の法則に関わる内容についての言及が教科書等ではなされていない(川村, 2014)と指摘されている。

土地のつくりと変化を扱うとき、時間軸を入れた見方、すなわち時間概念の導入は必要不可欠である。そのためのツールとして、川村(2014)の指摘のとおり、地質ボーリング資料は非常に有効であると考えられる。本論では、地層の広がりに加えて土地の変化との関連を考察することを目的として、学校に保管されている地質標本サンプルやそれらを整理した記録等の資料を同地域の時代の異なる地形図から読み取ることのできる地形変化と組み合わせた活用法について述べる。具体的には、東広島市立平岩小学校(昭和55年開校)に保管されているボーリング資料を時間軸の中で捉えるために、同小学校の周辺地域の地形変化(人為的改変も含む)と組み合わせた活用例の提案である。

## 2. 平岩小学校周辺の地形と地質の概要

### (1) 発行時期の異なる地形図からみた地形の変遷

図1は、国土地理院発行の2.5万分の1地形図「安芸西条」の一部について、発行年が昭和53年(昭和52年修正測量)と昭和59年(昭和57年修正測量)のものを並べて示したものである。この図に示されるように、この地域の地形は北東部と南西部に山地があり、それらの間に、標高220m~250mの平坦面が北東方向から南西の黒瀬川に向かって緩く傾斜しながら広がっている。この平坦地は主に田畑として利用されているほか、大沢田池ほかのため池、人家や病院等の建物および道路や鉄道など、人間生活の場となっている。

発行年の異なる2枚の図を比べると、大沢田池の南西側の地形が人口改変されていることがわかる。すなわち、昭和53年発行の図では大沢田池の下流側は浅い谷となっており、そこには荒地や田のほか小さなため池も認められる。一方、昭和59年発行の図では、大沢田池の堤から下流の部分には道路と平坦面が造成され、平坦面上には平岩小学校の建物が示されている。すなわち、地形図が改訂される間、遅くとも平岩小学校が開校した昭和55年以前には人工的に谷が埋め立てられたと考えられる。

### (2) 地質概要

この地域には後期白亜紀(約8,000万年前)の広島花崗岩類を基盤として、第四紀の中期~後期更新世(約70万年前)の西条層と古期崖錐堆積物・上位段丘堆積

表1 平岩小学校所有のボーリング資料

コアno. 3				コアno. 4			
深度(m)	土質	土質(まとめ)	層厚(m)	深度(m)	土質	土質(まとめ)	層厚(m)
0-1.50	埋土(砂質土)	埋土	5.3	0.00-0.50	埋土(砂質土)	埋土	2.6
1.50-2.70	埋土(粘性土)			0.50-1.50	埋土(砂質土)		
2.70-4.50	埋土(砂質土)			1.50-2.60	埋土(粘性土)		
4.50-5.30	埋土(砂)			2.60-3.50	旧表土(シルト)		
5.30-6.60	旧表土(シルト)	旧表土	1.3	3.50-4.20	れき混じり砂	砂礫混じり砂	1.5
6.60-7.20	砂	砂	0.6	4.20-5.0	れき混じり砂	砂礫混じり砂	0.3
7.20-8.50	風化花崗岩(マサ状)	風化花崗岩(マサ状)	3.1	5.0-5.30	風化花崗岩(マサ状)	風化花崗岩(マサ状)	0.3
8.50-10.30	風化花崗岩(マサ状)	風化花崗岩	0.7	5.30-7.50	風化花崗岩(軟岩状)	風化花崗岩	2.72
10.30-11.0	風化花崗岩(中硬岩状)			7.50-8.02	風化花崗岩(軟岩状)		

物、および完新世（1万年前以降）の新时期崖堆積物・下位段丘堆積物と沖積層が分布している（高木・水野，1999）。

広島花崗岩類は主に北東部および南西部の山地に分布し、その間の平坦地においても、地形的な高まりとなっている部分に分布が認められる。中粒～細粒黒雲母花崗岩であり、優白質のものや弱斑状のものからなる。

西条層は平坦地の中に断片的にその分布が認められ、古期および新时期崖堆積物・段丘堆積物は、北東から南西へ傾斜する緩斜面を成している。西条層は、砂、礫、シルトからなる河川成の堆積物であるが、この地域においては、礫層が主体となっている。ただ、現在では、土地の改変等により観察に適した露頭はほとんど見られない。

古期崖堆積物・上位段丘堆積物は礫層が主体である。この地域では北東の山麓で緩斜面を成しており、扇状地性の堆積物と考えられる。

新时期崖堆積物・下位段丘堆積物も礫層主体であるが、固結度の低い堆積物からなる。

沖積層は黒瀬川が形成する谷底平野を構成する地層である。

この地域の地質分布に基づく、風化花崗岩は後期白亜紀の広島花崗岩に、また砂層は第四紀の西条層あるいは古期崖堆積物に相当すると考えられる。なお、風化花崗岩（マサ状）はマサ土とも呼ばれ、風化作用を受けて構成鉱物の一部が粘土鉱物に変質するなどして個々の鉱物に分解されていく過程で非常に脆くなった花崗岩であり、侵食されやすい。旧表土は、埋積される以前の表土を意味する。表土とは地表を成す、岩石の風化生成物や火山噴出物からなる母材と有機物が混在する土壌のうち最も表層にあるものをいう。埋土は埋積土とも呼ばれ、学校の敷地整備のために人為的に持ち込まれた堆積物である。

ところで、ボーリング掘削が行われたそれぞれの地点の場所及び標高は不明であるが、以下では、2本とも同じ校庭面から掘削されたと仮定して考える。

(2) ボーリング資料からわかること

1) 地層や地形面の広がりについて

図2は、表1に基づいて描かれた2本の柱状図を対比した、学校の地下の地層や岩石の広がりを模式的に示した図である。砂層と風化花崗岩（マサ状）の境界は、

3. ボーリング資料について

(1) ボーリング資料

平岩小学校には校舎建設に伴って掘削された2本のボーリング資料が保管されている。資料の内容は、教科書でも紹介されているような管瓶に入れられた地層・岩石試料とその管瓶に付けられた試料の種類（土質）と採取深度の記載事項である（表1）。なお、表1には記載事項に基づいて算出した地層の厚さ（層厚）も記入されている。

2本のボーリング資料によると、平岩小学校の地下は、5種類の地層や岩石で構成されていることがわかる。それらは下部から上部に向かって、風化花崗岩、風化花崗岩（マサ状）、砂層、旧表土、および埋土に区分される。

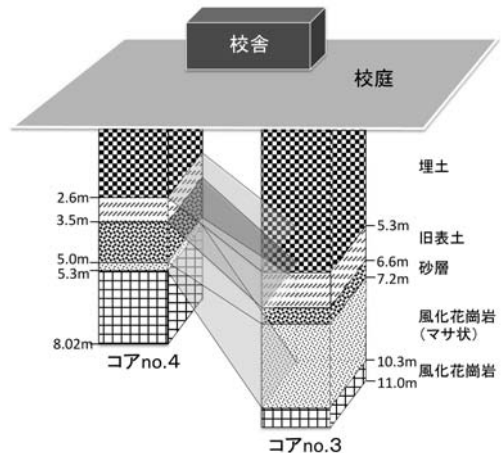


図2 平岩小学校所有のボーリング資料に基づく柱状対比図

地表に露出した（地形面を形成している）後期白亜紀の広島花崗岩と第四紀の西条層あるいは古期崖錐堆積物が接する不整合面と考えられる。また、旧表土の上面は、埋め立て前の地表面を示している。

砂層の基底面深度を比較すると、コア no. 3の方がno. 4より2.2m深い。基底面深度に差があることは、花崗岩基盤上の不整合面は平坦ではなく起伏に富んでいた（おそらく谷状の地形を呈していた）ことを示している。また、砂層の層厚を比較すると、不整合面の凸部で厚く凹部で薄くなっている。

埋土の層厚については、コア no. 3が2.7m厚い。このことは、人為的に埋積される以前の地表面は、2つのボーリング地点間に2.7mの高度差があったこと、すなわち凹凸のある地形を呈していたことを示している。また、旧表土の層厚はコア no.4に比べてコア no.3が0.4m厚い。

## 2) 土地の変化について

地層の重なりはある期間の堆積作用の結果を示すものである。従って、地層の重なりの様子を調べることで、堆積過程の変遷を推定することが可能となる。その際に基本となる地層の見方は、上下に重なるという空間的位置関係が時間の新旧関係を示すという、地層累重の法則に依拠する。

2本のボーリング資料に基づく、平岩小学校の敷地内の土地の変化は以下の5段階に分けて考えることができよう（図3）。

- ① 白亜紀後期にマグマが地下深部で冷却・固結することにより形成された花崗岩が、その後の地殻変動により隆起して地表面に露出し、風化・侵食作用を受ける。
- ② 風化・侵食作用が進行して地表面に凹凸ができる。また、岩石表面は風化作用によりマサ土となる。マサ土は脆くて侵食されやすいため、崩れて低位の場所へ移動する。低い場所のマサ化した部分の厚さが厚いのはこのためと考えられる。
- ③ 凹凸の地形を成す花崗岩基盤を覆って第四紀の砂層が埋積する。この境界面は約8,000万年間の時間間隙を示す不整合面である。堆積した砂層の厚さは不明であるが、砂層が河川成の堆積物であると仮定すると傾いた地形面に沿って堆積することは想定しにくい。砂層は比高5m程度と見積られる凹凸状の地形面全体を覆って堆積したと推定される。
- ④ 砂の堆積作用が終了後は侵食の場となり、元の凹部がより深く侵食されて再び凹凸のある地形

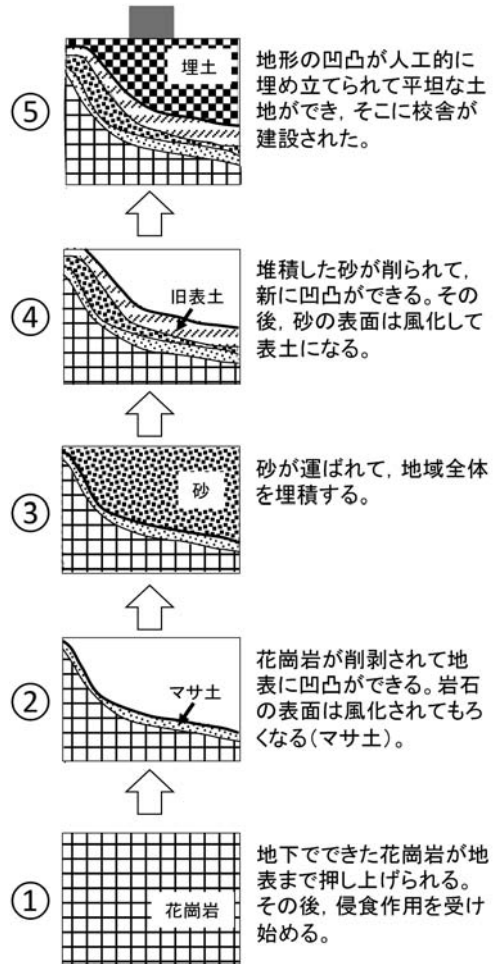


図3 ボーリング資料から推定される地史の変遷の概念図

面が形成された。その際の侵食量の違いにより、残った砂層の厚さは、凸部に比べて凹部が薄くなっている。また、凹部の土壤層の厚さがより厚いのは、低位の場所は地表水が集まりやすく生物活動の場としてより適していること、あるいは生物遺骸や母材となる風化生成物が集積しやすいためと考えられる。

- ⑤ 凹凸のある地形を埋め立てて、人為的に埋積土が堆積し、平坦な地形面が形成された。昭和52年の修正測量の結果が反映された昭和53年発行の地形図には荒地やため池の谷地形が示されている。したがって、この谷地形は、昭和52年以降、昭和55年の平岩小学校開校までの間に埋め立てられたと考えられる。



図4 弁当パックを用いた立体地形模型

(a：昭和53年発行の地形図に基づく，b：昭和59年発行の地形図に基づく)

#### 4. 教材としてのボーリング資料

##### (1) 目的

小学校第6学年の学習単元「B生命・地球(4)土地のつくりと変化」に関連して、地層の広がりを理解することに加えて土地の変化を扱うための時間概念の導入ツールとして、学校所有のボーリング資料を教材化することを目的とした。

##### (2) 教材内容

###### 1) 地形変化を読み取るための発行年の異なる地形図と弁当パックによる地形の立体把握

地形の凹凸を等高線で表現された地形図で読み取することは困難なことである。そのため、立体把握のために様々な教材が提案されている。その中の一つに弁当パックの活用がある(堀・早川, 2005; www.hayakawayukio.jp/project/kazan3D/bento/ほか)。堀・早川(2005)に記載されているとおり、弁当パックを使用した立体地形模型のアイデアは、2003年7月26日東京の科学技術館で行われた「青少年のための科学の祭典 2003年全国大会」において、松村浩一教諭(山口県防府市立華西中学校)によって「弁当パックで立体模型2」として紹介されたものである。作成方法等はwww.hayakawayukio.jp/project/kazan3D/bento/に詳しく紹介されており、ここでは概略を述べる(図4)。

- ① 図1で示した発行年の異なる2つの地形図をそれぞれ原因とする。作業時および完成時の取り扱いやすさのために、地形図を高さ10m毎に

色分けしておく。

- ② 地形図を弁当パック(補助工業製 TR-37を使用)の内側へ外向きに貼り付け、その表面に地形図内の最低位の等高線とその標高より低い位置にある河川やため池を油性ペンで絵取る。その際、等高線と河川の色を、たとえば前者を黒、後者を青のように分けておくと見やすくなる。
- ③ その上に新たなパックを一枚のせ、先ほどの等高線より10m高い等高線および河川・ため池等を描く。
- ④ 描き終わったら、そのパックの代わりに新しいパックをのせ、さらに10m高い等高線および河川・ため池等を描く。
- ⑤ 以後、同様に10m毎の等高線を描く。今回の場合、2つの地形図から地形改変の様子を読み取ることが目的なので、標高220m～290mの8枚を描くことにする。
- ⑥ 最後に描いた弁当パックを標高の低い方から順に重ねて、真上あるいは斜め上方から地形図を見ると、高さが強調された地形イメージを捉えることが可能となる。

上記の手順で作製した2つの地形図に基づく立体模型を大沢田池を目印として見比べると、大沢田池の南西側の地形が大きく異なることがイメージできよう。すなわち、昭和53年発行の地形図では谷地形と小さなため池が描かれている部分は、昭和59年発行の地形図では平坦面となり学校が描かれている。この違いは人為的な改変によるものではあるが、2つを比較することで土地の形が時間が経過することにより変化してい

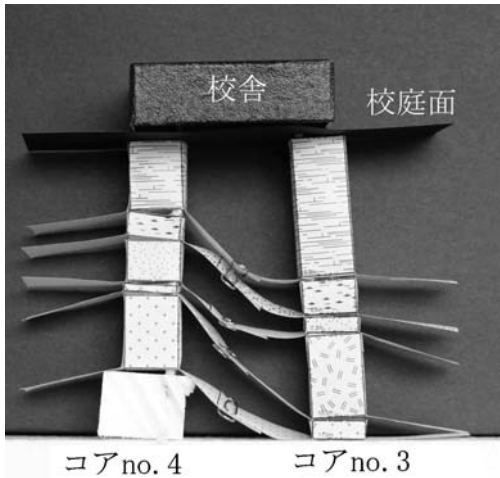


図5 ボーリング資料のペーパークラフト作成例

ることを容易に実感できるものとする。

## 2) ボーリング資料のペーパークラフト

2本のコアそれぞれについて、表1の土質区分（まとめ）に対応して、区分毎に紙で立方体の地質模型を作製する（図5）。なお、付図1および2として地質模型の展開図を示す。

展開図の所定の位置に付けられた○印に竹籤を通しての穴を開ける。展開図を組み立て、コア毎に、下層から順番に発泡スチロールの台座に立てたガイドの竹籤を穴を通して積み重ねる。その時、コアの長さに対応させて台座の高さを変えることで2つのコアの高さは等しくなり、それらの上面を連ねると平坦面、すなわち校庭面となることを確かめる。これにより地層の上下関係が堆積順序、すなわち時間関係に対応することを実感できる。

次に最上部の埋土の模型を竹籤ガイドから抜き取ると、旧表土の表面がなす斜面を示すことができる。この地形面とその地下にある地層の様子と弁当パックによる立体地形模型（図4a）を対応させることにより、人為的地形改変前の地形とその地下の様子を想定できるであろう。さらに、もう一度埋土の模型をそれぞれのせ、またその状況と立体地形模型（図4b）を対応させることにより、地層の上下関係が時間の前後関係と捉えられること、さらにその時間経過を地形の変化と関連づけて捉えることができるものとする。

## 5. おわりに

「土地のつくりと変化」の学習において、変化を捉えるためには時間軸を通して理解することが必要であ

ると考える。しかしながら、小学校段階においては、地質現象の結果である地層の重なり方から過去の様子を想定し、それを時間の経過の中で捉えることは非常に困難な活動になるであろう。このような想定を行うためには6つの地質スキルが必要とされる（Dodick and Orion, 2003）。

小学校段階で全てのスキルを習得することは困難であるが、様々な学習場面や教材活用を考えると、時間概念の導入を考慮することは必要不可欠であると考えられる。時間概念の導入に関して、川村（2014）の指摘にもあるように、柱状図として示されるボーリング資料は、最も適した素材の一つみることができる。したがってこれを教材として扱う時には、単に地層の広がりだけを学習目的とするのではなく、時間軸を通して見る見方も目的のひとつに加えたいものである。本論では、時間の経過を地形の変化として捉えることが可能な例を示して、柱状図やその組み合わせによる地層の広がりとうち、最新期の人為的な地層形成と地形改変の対応が扱えることを示した。

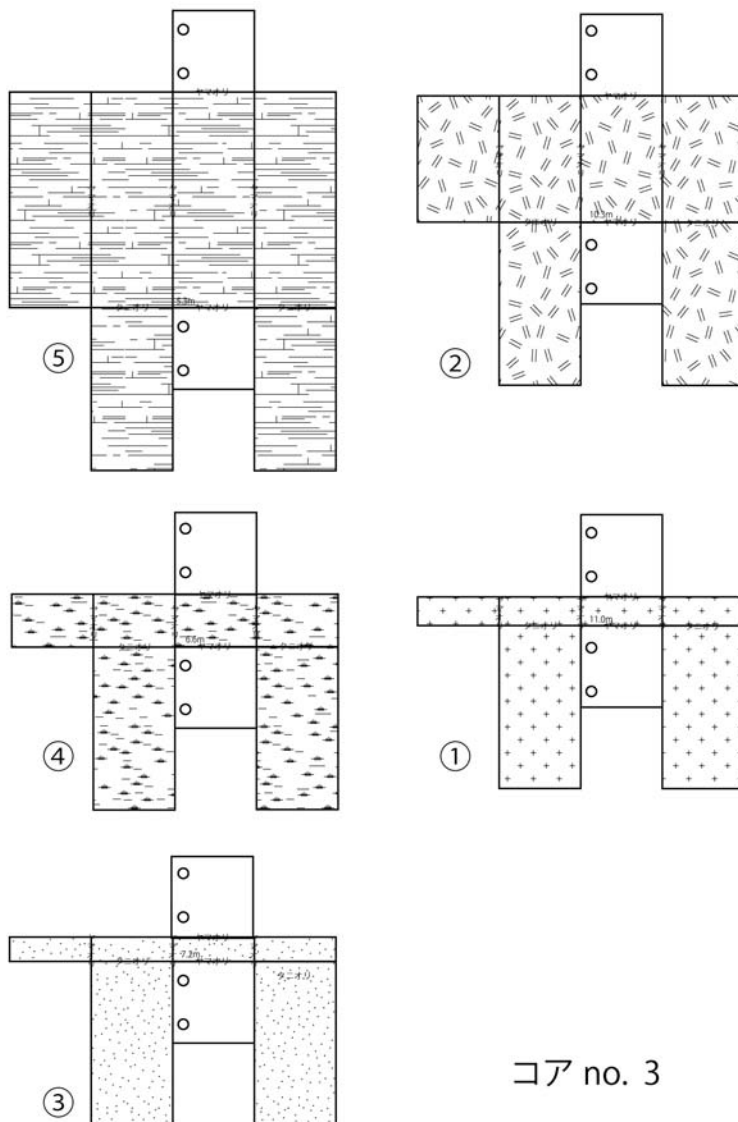
## 【文献】

- Dodick, J. and Orion, N., 2003, Measuring student understanding of Geological time. *Science Education*, 87, 708-731.
- 堀真季子・早川由紀夫, 2005, 弁当パック立体模型を使った授業実践. 群馬大学教育実践研究, 22, 57-66.
- 石原里佳・丹羽直正・川上紳一, 2005, 小学6年「土地のつくりと変化」における多面的見方や達成感を育む教材の開発とその授業実践による検証. 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), 29, 13-19.
- 加藤尚裕・二階堂朝光, 1999, 地層の広がりを推論させる指導事例－ボーリング資料とグラフィックソフト(KID98)を通して－. 地学教育, 52, 79-86.
- 川村寿郎, 2014, 理科学習における地質ボーリング資料の利用：仙台地域を例とした展開方法. 宮城教育大学紀要, 48, 105-111.
- 文部科学省, 2008, 小学校指導要領解説理科編. 105p.
- 岡本弥彦, 2011, 「地球」の見方や考え方を育てる－時間・空間・システムの視点からとらえることを通して－. 理科の教育, 60, 46-49.
- 高木哲一・水野清秀, 1999, 海田市地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 49p.
- 山崎博史・吉富健一, 2014, 第9章 地学教材の開発と学習指導. 『第15巻中等理科教育』教師教育講座, 協同出版, 255-279.

**【謝 辞】**

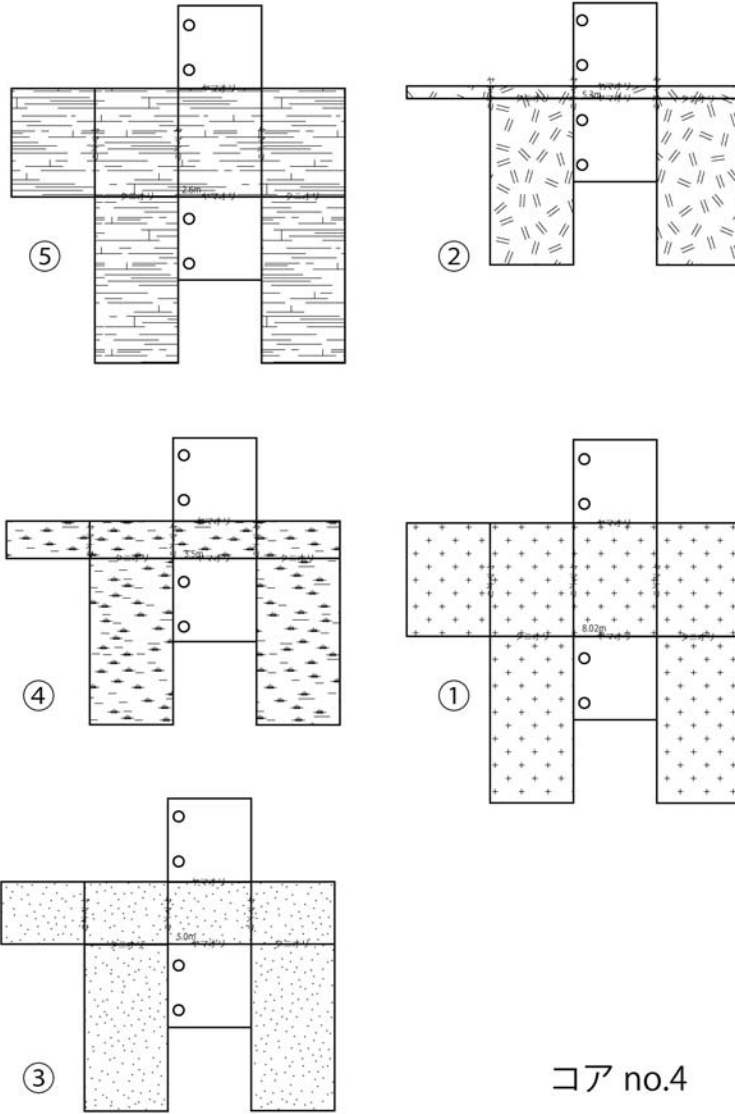
学校所有ボーリング資料の使用について、東広島市立平岩小学校（中西秀道前校長）にお世話になった。広島大学大学院教育学研究科博士課程前期2年山

本貴司氏、広島大学教育学部4年木村崇志氏及び井上遼氏には作業の補助をしていただいた。また、本研究の一部に科学研究費補助金基盤研究（A）課題番号25242015および同基盤研究（C）課題番号26350235を使用した。記してお礼申し上げます。



コア no. 3

付図1 ボーリング資料のペーパークラフト展開図：コア no. 3



付図2 ボーリング資料のペーパークラフト展開図：コア no. 4