

# 「地球探検隊」の試み ～丹沢～

山崎良雄<sup>1)\*</sup>

高橋典嗣<sup>2)</sup>

金子慶之<sup>3)</sup>

河野由佳<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>千葉大学教育学部

<sup>2)</sup>千葉大学大学院人文社会科学研究所

<sup>3)</sup>明星大学理工学部

## The Activities of “The Earth Exploration party” ～Tanzawa～

YAMAZAKI Yoshio<sup>1)</sup>

TAKAHASHI Noritsugu<sup>2)</sup>

KANEKO Yoshiyuki<sup>3)</sup>

KOUNO Yuka<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Faculty of Education, Chiba University

<sup>2)</sup>Graduate School of Social Sciences and Humanities, Chiba University

<sup>3)</sup>Meisei University

筆者らは千葉大学地球科学教育研究会を組織し、児童生徒にとって好ましい地球科学的体験を体系化することを試みている。この組織は、小学校高学年から中学校の児童生徒を対象に、講演と野外宿泊体験を組み合わせた実践「地球探検隊」を毎年開催している。

発達段階にあわせた児童生徒の地球科学的教育カリキュラムを検討し、人類の獲得した知識を、時間を追って歴史的に考察することも意義のあることであると考え、より良いカリキュラム完成のために実施した「地球探検隊～丹沢～」の本年度の活動を振り返り、その結果を報告する。

We organized The Earth Exploration Party for the children, and try to systematize an experience like desirable earth science for the children. This organization holds the practice outside experience combined with the lecture for the children, “Earth Expeditionary Party” every year.

We did the matter that the knowledge which mankind got, and technology were examined historically, in science experience activities. This time, we developed science experience activities that a focus was exposed to the Mt. Fuji and volcano. We connected some characteristic places near Tanzawa, and became subjects systematically for the children. These activities will be continued from now on, too. We want to tie an area to the university by these activities.

キーワード：地球科学 (Earth science) 体験 (Experience) プレート (Plate) 岩石 (Rock) 地質学 (Geology)

### 1 地域教材から普遍性を引き出す

およそ200年前、3人の男達が、地球は限りなく古いということの世界を示す地質的証拠を捜すためにイギリスのパーピックシャーの海岸線に沿って小さいボートで出発した。彼らは、地球が何人かの人々が聖書から推察した数千年よりもはるかに年とっていなければならないという確信に満ちていた。彼らがこれらの海食崖の下で発見したものは、廃虚の都市のように自分自身の破片でおおいかくされた古代の陸地であった。彼らがこれらの古い岩石を見たとき、彼らは時の深淵を振り返って見ていたことを悟った。これらの男達のリーダーはジェイムズ・ハットンであった。

ジェイムズ・ハットンはエジンバラで学究の時を過ごすかたわら(図1)、イギリス各地の地球科学的興味を引かれた場所を訪ね歩いた。彼は、野外で観察された地層や岩石の状態に興味を抱き、地層や岩石の観察結果から、イギリスの土地の成り立ちを考え、さらに地球が巨

大な熱機関であり、地球は、人間の寿命から比べれば、始まりも終わりも見えないサイクルの繰り返しで形成され続けたということを見通したのである。彼はまた、地球の動きを見つけ出すために露頭や岩石を調査する地質学



図1 ジェイムズ・ハットンが住んでいた付近

\*連絡先著者：山崎良雄，千葉大学教育学部

に情熱を傾けた。その意味で、彼は近代地質学の創立者として知られている。本論は、彼の業績を現代の地球科学教育に活かす千葉大学地球科学教育研究会における「地球探検隊」についての実践報告である。

## 2 アーサーズシートと丹沢

ジェイムズ・ハットンの住んでいたエジンバラの郊外には、アーサーズシートと呼ばれる丘陵がある。なだらかに傾いた地層が露出しているその丘に、彼はたびたび足を運び、その地域の地質学的特徴を観察した。彼は、岩山の基底部に傾いたいくつかの岩脈を見つけた。そして彼はこれらの岩脈が下から裂け目に沿って押し込まれた熱い流体によってのみ造られたと論じた。枝分かれした岩脈を発見したことにより、これは地球内部の大量の熱の結果でなければならないと断じたのである。ハット

ンが野外観察で発見した事実は、彼の生涯の科学的信念を強固なものにしたのである。

千葉大学地球科学教育研究会は、毎年、児童生徒にとって好ましい地球科学的体験の機会を与え、それらの体験を体系化することを試みている。本年度はその5回目となる。昨年の活動の主題であった富士山と関係の深い丹沢を拠点として、プレート運動による大地の変化を主眼とする科学体験活動を展開した(図2)。

今回は、ハットンが感じた感動を、200年後の日本でも児童生徒に体感してもらうことを眼目としている。丹沢の自然の認識を児童生徒に促し、科学体験活動を通して、未来につながる地球科学の知識理解を育むとともに、丹沢山地の形成と世界のヒマラヤ山脈との類似点を列挙、推論、対比することによって、プレートテクトニクスの視点から地球の内部の構造を理解させることをねらいとした。

◆ 46億年の恵みを得た地球の自然を生かした科学体験活動

# 地球探検隊 ~丹沢~

## 参加者募集

●主 催	千葉大学地球科学教育研究会
●募集対象	小学生(高学年)~中学生
●定 員	12名(すべてに出席可能者)
●学 費	12,000円(テキスト代、資料代、バス代、宿泊代、食事)
●会 場	第1回: 講演会(千葉大学人文社会科学系総合研究棟4階) 第2回: 科学体験活動(丹沢)

科学体験活動 世界最高峰のヒマラヤ山脈はどうしてできたか?丹沢から探る!

第1回: 8月1日(土) ●特別講演(千葉大学人文社会科学系総合研究棟4階)  
■「ヒマラヤ山脈の形成—世界最高峰の山々の形成の謎を解く—」  
金子 慶之(明国大学理工学部准教授)

第2回: 丹沢(2泊3日)  
8月20日(木) ●「定傾層群の観察、丹沢トール岩の観察」  
8月21日(金) ●「玄倉川、緑色片岩の観察」「丹沢形成の秘路」  
8月22日(土) ●「神隠し窟」「丹沢が南の海にあった証拠を見つけよう」

◆この活動は、子ども地学基金(独立行政法人国立青少年教育振興機構)活動助金の交付を受けて実施するものです。

千葉大学地球科学教育研究会

図2 「地球探検隊 丹沢」のポスター

活動の主眼は以下の2点である。第一は、科学知識と自然観察により得られた知見を結びつけることにより、児童生徒に次世代を生きる知的好奇心や探究心を育成すること、第二は、地球科学的観点から、現在あるものから過去の環境、時間的経過を考え、時間・空間の中で発展している日本の科学技術が自然と有機的に結びついていることを児童生徒に理解させることである。

### 3 「地球探検隊」の科学体験活動の推移

地球科学分野の空間認識、時間認識を育てるためには、教室における学習に加えて野外活動を実施することが不可欠であるとの著者らの主張を実現するために野外活動を学習のプロセスの中に組み込み、体系化し、地層や天体などの自然現象を観察し、その中から生じた疑問や問題点を探り、野外活動によって、児童生徒が自ら推論し、答えを発見することができるように教材や観察対象を配列している。

今回まで、地球探検隊は4回の活動を行ってきた。それぞれの活動テーマは、初回は「房総半島の海成層分布地域と砂鉄や化石海水」、2回目は「栃木県塩原の湖成層分布地域で火山や温泉との関わり」、3回目は「福島県いわき市の恐竜と石炭」、4回目は「富士山の構造とその周辺の森林や湖水」であった。

第5回目となる今回の「丹沢」での活動は、丹沢という大自然を舞台に、クリノメーターやハンマーなどを使用する本格的な野外調査を通して、化石や岩石などから丹沢の地質構造を探り、日本列島の成り立ちを考えるとともに、事前学習した「ヒマラヤ山脈」についての知識を照らし合わせて、世界最高峰の山脈形成を事前に調査して得られた丹沢山地形成の知見から類推する壮大な構想を組み立てた。

ジェイムズ・ハットンは、彼が住んでいたエジンバラ等で露頭観察を続け、その地域の大地の作りや成り立ちを考えた(図3)。彼が体験したように、地域に特徴のある教材を組み合わせることにより、特に学習への動機付けが強く働き、児童生徒の興味を引きつけることが可能となるのである。

### 4 地球探検隊「丹沢」の概要

参加対象者は、小学校高学年から中学生までとし、12名の定員とした。これはスタッフと児童生徒が1台のマイクロバスで移動できることを考慮したものである。前



図3 ハットンのスケッチ(「地球の年齢を発見した科学者」より)

述の科学体験活動のねらいを達成するために、千葉大学における学習活動(第1回)と丹沢周辺を活動舞台として設定する科学体験活動(第2回)で構成した。

第1回目は、児童生徒のレディネスを高めるために、ヒマラヤ山脈の自然環境や地形・地質を総合的に理解する講義、2009年の皆既日食の概要、野外調査活動での留意点などを、視聴覚教材を活用して、児童生徒に理解させた。

第2回目では、実際に野外体験をともなう活動として、2泊3日の日程で野外授業を行った。1日目はマイクロバスにて3地点に赴き、「足柄層群」の観察と「丹沢トータル岩」の観察を行い、夜間は天体観測を行った。2日目は終日川歩きを通して、実践的な野外調査活動を行って、「玄倉川の緑色片岩」の観察と丹沢の岩石から地質構造にせまる活動とした。3日目は「神縄断層」の観察、丹沢がかつて南の海にあった証拠となる「石灰岩」を採取する活動を行い、神奈川県立生命の星・地球博物館に移動して、展示を使って「地球探検隊・丹沢」の3日間のみとめを行い、帰還の途に着くという企画を立てた(図4)。

### 5 第1回目の活動内容：入学式・ガイダンス

(8月1日13:00~16:00, 千葉大学社会文化科学系総合研究棟4階, 共同研究室2)

本活動では、野外での体験的学習の大切さを理解することが第1の目的であるので、「丹沢の歩き方」という名目の講演で、野外活動を行うに当たっての、服装や観察などの説明を行い、実際に出かけるための準備を喚起した。第2の目的としては、野外での活動で発見や観察、探究活動などの科学体験活動を行うための素地を養う目的で、地層中に残されていた証拠から地球上で過去に起こった自然現象を探り、過去の地球の環境を推測する手がかりを観察から発見することの重要性認識をかかげた。「日食とヒマラヤ・日食始末記」、「ヒマラヤ山脈の形成・世界最高峰の山々の形成の秘密」、「丹沢の歩き方」の3つの講演で第1回目の活動を構成した。

#### 5-1 講演：「日食とヒマラヤ・日食始末記」

講師：高橋典嗣(千葉大学大学院人文社会科学研究所) 講演概要

2009年7月22日に、皆既日食を観測する催し「地球探検隊～日食観測体験～」が千葉大学地球科学教育研究会主催で行われた。嘉興(中国)、千葉、東京、神奈川の4地点をインターネットで結び、日食観測体験授業をするものであった。授業は嘉興(中国)主導で行われ、授業の節目で各観測地点から中国へ質問をする「アクセスタイム」が設けられた。中継現場からは、「暗くなっている間、カブトムシはどのような動きを見せるのか」、「どのくらいの頻度で日食は起こるのか」といった質問が観測地に寄せられた。観測地の天気は雨天であったため、皆既日食時に現れるコロナを直接観測することはできなかったが、空が暗くなる様子、昼間であっても真夜中のようになった様子などがインターネットを通じて体験でき、参加者は感動していた(図5)。

## 46億年の恵みを得た地球の自然を生かした科学体験活動

# 地球探検隊～丹沢～ 募集要項

ヒマラヤ山脈の形成を丹沢から探る!

<p>●主 催 千葉大学地球科学教育研究会</p> <p>●募集対象 小学生(高学年)、中学生 定 員 12名《すべてに出席可能なこと》</p> <p>●日 時 第1回: 8月 1日(土) 13:00~16:00 第2回: 8月20日(木) 8:45集合(JR西千葉駅) 8月22日(土) 17:00解散(JR西千葉駅)</p> <p>●会 場 第1回: 千葉大学社会文化科学系総合研究棟4階(共同研究室2) (JR総武線・西千葉駅下車、徒歩15分・千葉大学キャンパス内) 第2回: 丹沢(現地) 集合場所 JR西千葉駅 北口(8:45集合) 宿泊施設 丹沢湖キャンプサイト 〒258-0202 神奈川県足柄上郡玄倉丹沢湖畔 TEL 0465 (78) 3248</p>	<p>●時間割</p> <p>第1回 入学式・講演会</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>受講日</th> <th>時刻</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">8/1 (土)</td> <td>13:00~</td> <td>入学式・ガイダンス</td> </tr> <tr> <td>13:30~</td> <td>講演「日食とヒマラヤ山脈」</td> </tr> <tr> <td>14:00~</td> <td>講演「ヒマラヤ山脈の形成の秘密」</td> </tr> <tr> <td>15:30~</td> <td>講演「丹沢の歩き方」</td> </tr> </tbody> </table> <p>第2回 科学体験活動(2泊3日)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td rowspan="5">8/20 (木)</td> <td>9:00~</td> <td>JR西千葉駅出発(■8:45 西千葉駅北口集合)</td> </tr> <tr> <td>12:00</td> <td>昼食(大野山、丹沢湖・富士山遠望)</td> </tr> <tr> <td>13:30</td> <td>足柄層群の観察 ●貝化石の観察・堆積環境</td> </tr> <tr> <td>15:00~</td> <td>丹沢トナール岩の観察(西丹沢自然教室)</td> </tr> <tr> <td>17:00~</td> <td>キャンプサイト着 夕食準備</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">8/21 (金)</td> <td>20:00~21:00</td> <td>天体観測</td> </tr> <tr> <td>22:00</td> <td>就寝</td> </tr> <tr> <td>7:00</td> <td>起床(■8:00 朝食 ■9:00 出発)</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">8/21 (金)</td> <td>9:30</td> <td>玄倉川 ●地質調査体験(玄倉川・緑色片岩の観察)</td> </tr> <tr> <td>12:00</td> <td>途中昼食</td> </tr> <tr> <td>17:00</td> <td>調査終了</td> </tr> <tr> <td>18:00</td> <td>キャンプサイト 着</td> </tr> <tr> <td>19:00</td> <td>夕食(バーベキュー)</td> </tr> <tr> <td>22:00</td> <td>就寝</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">8/22 (土)</td> <td>7:00</td> <td>起床(■8:00 朝食 ■9:00 出発)</td> </tr> <tr> <td>10:00</td> <td>神縄断層 ●足柄層群と丹沢層群の観察</td> </tr> <tr> <td>11:00</td> <td>丹沢が南の海にあった証拠を見つけよう!!</td> </tr> <tr> <td>12:00</td> <td>生命の星・地球博物館(見学と昼食)</td> </tr> <tr> <td>14:00</td> <td>出発</td> </tr> <tr> <td>17:00</td> <td>JR西千葉駅着</td> </tr> </tbody> </table>	受講日	時刻	内容	8/1 (土)	13:00~	入学式・ガイダンス	13:30~	講演「日食とヒマラヤ山脈」	14:00~	講演「ヒマラヤ山脈の形成の秘密」	15:30~	講演「丹沢の歩き方」	8/20 (木)	9:00~	JR西千葉駅出発(■8:45 西千葉駅北口集合)	12:00	昼食(大野山、丹沢湖・富士山遠望)	13:30	足柄層群の観察 ●貝化石の観察・堆積環境	15:00~	丹沢トナール岩の観察(西丹沢自然教室)	17:00~	キャンプサイト着 夕食準備	8/21 (金)	20:00~21:00	天体観測	22:00	就寝	7:00	起床(■8:00 朝食 ■9:00 出発)	8/21 (金)	9:30	玄倉川 ●地質調査体験(玄倉川・緑色片岩の観察)	12:00	途中昼食	17:00	調査終了	18:00	キャンプサイト 着	19:00	夕食(バーベキュー)	22:00	就寝	8/22 (土)	7:00	起床(■8:00 朝食 ■9:00 出発)	10:00	神縄断層 ●足柄層群と丹沢層群の観察	11:00	丹沢が南の海にあった証拠を見つけよう!!	12:00	生命の星・地球博物館(見学と昼食)	14:00	出発	17:00	JR西千葉駅着
受講日	時刻	内容																																																							
8/1 (土)	13:00~	入学式・ガイダンス																																																							
	13:30~	講演「日食とヒマラヤ山脈」																																																							
	14:00~	講演「ヒマラヤ山脈の形成の秘密」																																																							
	15:30~	講演「丹沢の歩き方」																																																							
8/20 (木)	9:00~	JR西千葉駅出発(■8:45 西千葉駅北口集合)																																																							
	12:00	昼食(大野山、丹沢湖・富士山遠望)																																																							
	13:30	足柄層群の観察 ●貝化石の観察・堆積環境																																																							
	15:00~	丹沢トナール岩の観察(西丹沢自然教室)																																																							
	17:00~	キャンプサイト着 夕食準備																																																							
8/21 (金)	20:00~21:00	天体観測																																																							
	22:00	就寝																																																							
	7:00	起床(■8:00 朝食 ■9:00 出発)																																																							
8/21 (金)	9:30	玄倉川 ●地質調査体験(玄倉川・緑色片岩の観察)																																																							
	12:00	途中昼食																																																							
	17:00	調査終了																																																							
	18:00	キャンプサイト 着																																																							
	19:00	夕食(バーベキュー)																																																							
	22:00	就寝																																																							
8/22 (土)	7:00	起床(■8:00 朝食 ■9:00 出発)																																																							
	10:00	神縄断層 ●足柄層群と丹沢層群の観察																																																							
	11:00	丹沢が南の海にあった証拠を見つけよう!!																																																							
	12:00	生命の星・地球博物館(見学と昼食)																																																							
	14:00	出発																																																							
	17:00	JR西千葉駅着																																																							

<p>●申し込み方法 申し込み用紙に必要事項を記入し、7月25日までに投函してください。</p> <p>●選考方法 先着順で、定員になり次第締め切らせていただきます。</p> <p>●参加費用 学費:12,000円(テキスト代、資料代、バス代、宿泊代、食事(夕食)などの実費)</p> <p>●担当教授 ●山崎 良雄 先生(千葉大学教育学部)……………「46億年の恵みを得た地球の自然を生かした科学体験活動」 ●高橋 典嗣 先生(千葉大学大学院人文社会科学研究科)……………「日食とヒマラヤ」 ●金子 慶之 先生(明星大学理工学部)……………「ヒマラヤ山脈の形成—世界最高峰の山々の形成の秘密」 ●河野 由佳 先生(千葉大学教育学部小学校教員養成課程理科選修4年)……………「丹沢の歩き方」</p> <p>●ご父母の参加について ご父母が第2回(体験学習)に参加の場合は、20,000円の費用を徴収いたします。ご宿泊はお子様とは別の部屋で相部屋となりますのでご了承ください。</p>	<p>●申し込み書送付先(連絡先) 千葉大学地球科学教育研究会 地球探検隊事務局 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部内 TEL/FAX 043(290)2603</p>
---	---

図4 「地球探検隊 丹沢」のカリキュラム



図5 「日食とヒマラヤ」の講演

### 5-2 講演：「ヒマラヤ山脈の形成・世界最高峰の山々の形成の秘密」

講師：金子慶之（明星大学理工学部）

#### 講演概要

本活動第2回目の体験活動の舞台となる「丹沢」の総まとめ時に必要な「ヒマラヤ山脈」(金子, 2008)について、科学的に学習する講演である。ヒマラヤ山脈研究の第一人者である明星大学理工学部一般教育地学の金子慶之先生は、小中学生にも理解しやすい講演を行った(図6)。

「ヒマラヤ」は古代サンスクリット語の「雪のあるところ」という意味である。ヒマラヤは東西約2400km、南北約200~300kmの弧型をした世界で最も高い山脈である。日本列島と比較すると北海道から九州までが入ってしまう大きさである。ヒマラヤの地質調査結果と最新物理探査で明らかとなったヒマラヤ造山帯の地質断面図を簡略化したものが提示され、堆積岩・火成岩・変成岩や褶曲構造・化石などがどのようにして形成されたのか明らかにすることでヒマラヤ山脈が形成された過程がわかる。

途中、調査環境の苛酷さ、現地の人々の暮らしなどの経験を交えた話が出た。奇妙な犬に苦戦した話が出た時に、会場から笑いが起き、児童生徒は一層画面に釘付け

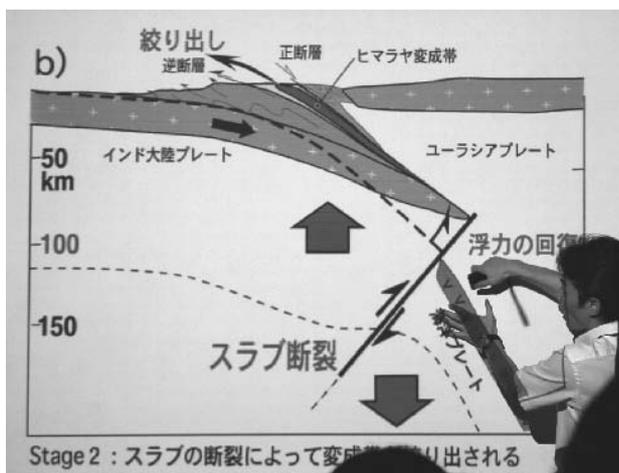


図6 「ヒマラヤ山脈の形成」の講演

となった。調査内容だけでなく、調査での体験談を写真とともに伝えることによって、児童生徒のヒマラヤに対する興味関心が深まった。

ヒマラヤ山脈の堆積物は、それらが堆積し始めたときから世界の屋根になるまでを知るテープレコーダーとなる。これら堆積物の分析結果から、ヒマラヤの形成年代は約1000万年前から急速に上昇し、800万年前にはモンスーン気候を発生させるまでの標高約6000mに達する巨大山脈に成長していたことが明らかになった。この講演で、児童生徒はヒマラヤ山脈の構造的高まりを視覚的に把握することができた。

### 5-3 講演：「丹沢の歩き方」

講師：河野由佳（千葉大学教育学部4年）

講演概要

野外活動を行うに当たっての、服装や観察などの説明を行い、実際に出かけるための準備の詳細を視聴覚機器を用いて説明した（図7）。また、丹沢の写真を数点見せることによって、野外活動へのモチベーションの維持向上をはかった。講演で扱った具体的内容を次に示す。

- ・野外調査の服装、持ち物
- ・現地での注意
- ・丹沢で見られる岩石の紹介（例：礫岩、トータル岩、凝灰角礫岩）



図7 「丹沢の歩き方」の講演

## 6 科学体験活動「足柄層群の観察」

（1日目：8月20日）

地球は限りなく古いということを世界に示す地質的証拠を探するために、ハットン氏は海岸線に沿って小さいボートで出発した。エジンバラの東約50kmの海岸にあるシッカーポイントで2種類の堆積岩の関係を観察したハットン氏は、海岸で波に砕かれた岩石が広がる岩場に立ち、崖の高さに隠された時の深淵を垣間見た。彼は、野外での地層や岩石の観察結果から、大地の成り立ちを考え、時間軸に沿った地球の変化を見通したのである。

ハットン氏の科学体験と同様な体験ができる活動として、足柄層群の観察を選定した。実際に河原を歩き、山に入っていくことで、地層や岩石の関係を観察し、「謎解き」の形で丹沢の形成の秘密を明らかにしていった。

### 6-1 野外調査の基礎学習、足柄層群の観察

ねらい

野外活動の方法を通じて、地層の見分け方を認識し、クリノメーターを使って走向・傾斜を測り、足柄層群の堆積岩について理解する。

準備する物

クリノメーター、定規、地形図、筆記用具、虫眼鏡、ワークシート

解説

岩石や地層が地表に露出している場所を露頭という。地表は表土や人工物に覆われていることが多い。切り開いたばかりの切り通し、川沿い、海岸沿いなどで露頭を探す。登山の技術が要求されるような所もあるが、この地点は河内川の河原で足柄層群の畑沢層の砂泥互層と礫層が観察できる。約100万年前の堆積物で、砂岩や泥岩からみつかる貝化石から、200mの水深であったことがわかる。礫岩には、丹沢層群を供給源とする凝灰岩が多く含まれていた。この河原でクリノメーターを使い、地層の走向と傾斜の測り方の実習を行った。クリノメー



図8 地層の計り方（走向・傾斜）

ターには、面が水平になったかどうかを確認する水準器、走向を測る方位磁石、また傾斜を測る傾斜計がついている。方位磁針のメモリは走向を直接読むために、わざと東西が逆になっている。走向を測るには、層理面にクリノメーターの表の面が水平になっていることを水準器で確認しながら長い方の辺を当て、方位磁針で目盛りを直接読む。傾斜は層理面上で走向の方向に垂直な向きにあって、傾斜を読む方の目盛りを読む。学生スタッフ1人に対して、児童生徒3～4人の班を作り、綿密な指導を行った(図8)。合わせて地層のでき方・見方、露頭、堆積岩について学習した。

## 6-2 化石による足柄層群堆積当時の環境の推測

### ねらい

化石を観察し、足柄層群の堆積当時の環境を考え、カキの層の走向・傾斜から貝化石の出る地点を推測する。

### 準備する物

クリノメーター、筆記用具、地形図、分度器、定規、虫眼鏡、ワークシート

### 解説

鮎沢川の河原に足柄層群の塩沢層が見られる。砂岩層、泥互層、礫層が観察できる。約60万年前の堆積物で、礫岩にはトータル岩が含まれていた。ここでは、生痕化石、材化石、リップルマーク、カキの化石が多く見られた。これらの化石から堆積した当時の環境がわかる。生痕化石とは、太古の生き物の生活や活動の跡で、これを調べると過去の生き物がどんな暮らしをしていたかがわかる化石で、アサリやハマグリのような貝の歩き跡やはい跡の生痕化石が砂岩中に見られた。材化石(図9)とは、植物の葉、種子、果実、幹など様々な部分の化石のことである。ここでは、木の幹の部分の材化石が多く見られ、児童生徒は長さ50cmほどの大きなものをよく観察していた。材化石から堆積環境は、陸地に近い内湾であったと推測できる。堆積層の表面を水が流れることにより、周期的な波状の模様が作られた規則的な微地形をリップルマークという。地表、河床、海底などに形成され、堆積岩に見られる漣痕により、当時の流れの方向を推定することができる。ここでは泥岩や砂岩にリップルマークが見られた。また、この地点で見られるカキの化石からは、周辺の堆積環境が浅くきれいな汽水性の海であることが推測できる。



図9 材化石

## 6-3 走向と地形図から化石の露頭地点を推測 (地質調査の重要性の確認)

### ねらい

鮎沢川で観察したカキ化石を含む層の走向・傾斜から予想した範囲にある露頭に赴き、貝化石を発見し、観察する。

### 準備するもの

クリノメーター、筆記用具、虫眼鏡、分度器、定規、ワークシート

### 解説

鮎沢川の対岸に観察できるカキの露頭を遠望し、ボード板を使って走向・傾斜を測る方法を児童生徒に伝え、計測させた。計測した走向・傾斜を地形図に記入させ、観察地の標高と走向線が交わる地点を探し、貝の出そうなポイントを地形図上で探した。その後、予想した付近の金山で見られた露頭から二枚貝を発見、産状を観察した。このことにより、走向傾斜の意味と地質調査の重要性を児童生徒は改めて実感することとなった。

## 7 科学体験活動「丹沢層群・トータル岩の観察」 (2日目：8月21日)

スコットランド北部のケアンゴーム山は花崗岩の卓越した山であり、ハットン(1785年)にジョン・クラークとグレン・ティルトを訪れ、花崗岩と片岩の間の接触面を発見した。丹沢での科学体験活動で、堆積岩・火成岩・変成岩が観察される。過去の地球の活動が露頭・化石・地形といった形で記録されており、同様な体験を児童生徒に与えることのできる体験である。

### 7-1 緑色片岩の観察・採取

#### ねらい

前日に学んだことを生かしながら、緑色片岩を観察・採取し、丹沢層群の火成岩について理解するとともに、地形図の見方を習得する。

#### 準備する物

クリノメーター、ハンマー、地形図、方位磁針、野帳、虫眼鏡、筆記用具、軍手、サンプル袋、ワークシート

#### 解説

丹沢の緑色片岩は、玄武岩による海洋プレート(フィリピン海プレート)が北米プレートに沈み込むと角閃石化が進み、さらに接触変成作用を受けて形成された結晶片岩の一種である。緑泥石や緑簾石などの緑色の鉱物を含むため緑っぽく見える。緑簾石は緑泥石より強い変成作用を受けていることを理解させた。また、ハンマーの使い方を教え、サンプリングを実践した。

### 7-2 丹沢トータル岩の観察・採取

#### ねらい

今まで学んだことを生かしながら、トータル岩(金子他、2007)を観察(図10)・採取し、丹沢層群の変成岩について理解するとともに地形図の見方を定着させた。



図10 トーナル岩の採集

**準備する物**

クリノメーター、ハンマー、地形図、方位磁針、野帳、虫眼鏡、筆記用具、軍手、サンプル袋、ワークシート

**解説**

玄倉川を上流に歩いていくと、1～2mほどの大きなトーナル岩が多数見られる。トーナル岩はマグマが地深所でゆっくりと冷えて固まってできた深成岩である。石英や斜長石と角閃石によって、胡麻塩模様に見えるのが特徴である。丹沢のトーナル岩は、およそ700万年～500万年前に丹沢層群をつらぬいて入ってきたと考えられている。丹沢のトーナル岩はゼノリスを含むものが多く、中には橄欖石が含まれるものも存在する。ゼノリスはマグマが上昇してくる途中で周りから取り込まれたもので、マグマ上昇のイメージをここでは持たせた。

**7-3 地下の熱源上昇の痕跡の把握**

**ねらい**

断層破砕帯を観察し、成因について理解する。

**準備する物**

地形図、方位磁針、野帳、虫眼鏡、筆記用具、ワークシート

**解説**

断層破砕帯は、断層により大きな力が何度か加わっているうちに、硬い岩石が砕け、粘土化したり、侵食されやすくなった帯状の部分のことを指す。白い石英脈があり、熱水の作用がうかがえるとともに、近くに熱源があったことが推測できる。

**7-4 トーナル岩と緑色片岩の接触面の観察**

**ねらい**

接触面（丹沢層群とトーナル岩）を観察（図11）し、走向・傾斜をはかり、地形図に書きこみ、境界線近くの緑色片岩を今まで見てきたものと比較する。



図11 トーナル岩と緑色片岩の接触面

**準備する物**

クリノメーター、ハンマー、地形図、方位磁針、野帳、虫眼鏡、筆記用具、軍手、サンプル袋、ワークシート

**解説**

マグマは丹沢が衝突したときに、地下深くから地表近くまで上がってきたものである。マグマが地層に入りこむことを貫入といい、大地が衝突しているところでは、しばしばマグマの貫入がおこる。この時のマグマがトーナル岩であり、丹沢の緑色片岩はこれによる接触変成作用を受けて形成されたものである。この付近でトーナル岩を採集した。

**8 科学体験活動「丹沢山地形成過程の理解」  
(3日目：8月22日)**

海底の堆積物が途方もなく長い時間の経過を経て陸を形作り、やがて山となることをイギリス各地の調査から確信した。ハuttonの科学的探求の足跡を児童生徒に体験させるために、丹沢の形成について現地調査を基礎として科学的に考える体験活動とした。

**8-1 プレート境界（神縄断層）の観察**

**ねらい**

観察を通して、神縄断層（角田，1997，角田，2002）がプレート境界であることを把握し、丹沢山地形成のメカニズムを理解する。

**準備する物**

地形図、野帳、筆記用具、定規、虫眼鏡、軍手、ワークシート

**解説**

皆瀬川でプレート境界（神縄断層）の見える露頭を観察した。プレートとは、地球の表面を覆う十数枚の岩盤のことである。海洋プレートは大陸プレートよりも強固で密度が高いため、2つがぶつかると海洋プレートは大陸プレートの下に沈んでいくことになる。神縄断層はフィリピン海プレートに載った伊豆地塊が北米プレート側に付加された丹沢山地に衝突することによって生じたと考え、ここは二つのプレート境界ということになる。足柄層群の瀬戸層の礫岩は、深い海に丹沢から供給



図12 プレート境界に立つ（神縄断層）

された海溝充填堆積物である。そこに、断層ガウジの粘土層をはさんで丹沢層群の露頭がある。断層ガウジは、断層面で岩石が摩擦などによって破壊され粉々になって粘土状になったものである。この地点では断層ガウジの粘土を、実際に手に取って観察した。さらにプレート境界の崖を登って、丹沢層群が足柄層群の上にのし上げている様子を観察した（図12）。

### 8-2 丹沢が南の海にあった証拠の発見（皆瀬川ねらい）

石灰岩を採取し、丹沢が南の海にあったことを理解する。

#### 準備する物

方位磁針，ハンマー，サンプル袋，虫眼鏡，軍手，地形図，筆記用具，ワークシート

#### 解説

石灰岩は、炭酸カルシウムを主成分とする堆積岩で、サンゴ、貝類などの生物の殻が堆積してできたものであり、サンゴの生息環境は、暖かく浅いきれいな海である。皆瀬川の河原から石灰岩（角田，2004）を採取することができた。丹沢層群に、この石灰岩が見つかることから、丹沢は南の海で堆積し、本州側に付加された異地性の地塊であったことがうかがえる。ここでは実際に石灰岩を発見、採取することによって、丹沢が南の海から来たことを実感させた。また、丹沢層群の緑色片岩や凝灰角礫岩は海の中の火山から供給された火山岩や火砕岩類からなっていることが確認できる。

### 8-3 神奈川県立生命の星・地球博物館ねらい

展示品と3日間学習した内容を総合的にまとめ、ヒマラヤの地質構造の類似点から丹沢の形成を理解し、プレートテクトニクスの視点から、地球内部の構造を捉える。

#### 準備するもの

地形図，筆記用具，ワークシート

#### 解説

神奈川県立生命の星・地球博物館には丹沢の岩石が多く展示されている。3日間で観察したもの以外の展示品を見て、知識の補充を行った。また、現在は丹沢とヒマラヤの形成要因を比較した「ビッグブック」という展示

企画が存在する。両者の地質構造・断面図・岩石が展示されている。その場所で、ワークシートを用いて、3日間の知識を整理し、総合的なまとめを行った。

## 9 まとめ

ハットンは地域の地質学的特徴を観察し、アーサーズシートでは、岩脈が地下から押し込まれた熱い流体によってつくられたと論じた。またシッカーポイントでは、地層観察から大地の成り立ちや時間軸に沿った地球の変化を見通した。そしてグレン・ティルトでは、花崗岩と片岩の接触面を発見し、花崗岩が溶けた状態であったことを示した。

ハットンの露頭観察手法を適用して、野外活動の場所として地域特有の教材を使うことにより、特に学習への動機付けが強く働き、児童生徒の興味を引きつけることが可能となる。地球探検隊の位置づけを、ハットンの生きていた200年前の原点にもどし、基本的に地域を探り事実を探る活動を丹沢で行った。

丹沢は、自然豊かな場所であり、堆積岩・火成岩・変成岩が見られ、天然の岩石の宝庫である。過去の地球の活動の様子が露頭・化石・地形といった形で記録されている。実際に川歩きをすること、山に入っていくことで、そうした様子を目の当たりにし、「謎解き」の形で丹沢の形成の秘密を明らかにしていった。

普段、体験することのできないクリノメーターやハンマーを使った本格的な野外調査を行い、地形図を見ながら、険しい丹沢の道を歩いた。ワークシートで知識を整理しながら、理解を深めていくことができた。また、サンプリングを行い、丹沢にきた証拠を持って帰ることができた。

規模は異なるが、ヒマラヤと丹沢には、地質構造に多数の共通点がある。事前に行われたヒマラヤ山脈形成の講演と参加者がフィールドワークで学んだことを結び付けることによって、最終的には地球内部のダイナミックな動きを把握することができた。丹沢において、特徴のある場所を取り上げ、科学的な裏づけを持って、体系的かつ総合的に地域教材として教材化することにより、丹沢の自然の認識を児童生徒に促し、科学体験活動を通じて、未来につながる地球科学の共通理解をはぐくむと同時に、46億年の地球史の上に成り立っている人間の活動を理解させる活動を提示することができた。地域に目を向け、その土地に特有な物事を積極的に活用する地球探検隊の活動をモデルとして大学と学校の連携、大学と地域とを結ぶ架け橋としていきたい。

## 謝 辞

この活動の一部には、平成20年度子どもゆめ基金助成金を当てた。また、活動を支えていただいた千葉大学地球科学教育研究会のスタッフにも記して謝意を表する。

千葉大学地球科学教育研究会地球探検隊  
丹沢参加スタッフ

隊長：高橋典嗣

副隊長：河野由佳

隊員：石井智和 竹内 光 橋本涼子  
富川奈津子 渡部千尋

### 参考文献

角田真人・末包鉄郎・三澤良文, 大型有孔虫からみた丹沢山地の地質構造, 海-自然と文化 (東海大学紀要海洋学部), 2(3), 37-48, 2004.

金子慶之・有馬 眞・佐藤理恵子・小野紘斗・岩垣拓也・川崎昭如, 西丹沢中流域に分布するトータル岩母材土壌の構造と地球科学的特性: 長期モニタリングに向けた基盤データの構築, 地質学雑誌, 113(12), 611-627, 2007.

金子慶之, ヒマラヤができるまで, 明星 $\mu$ , 41, 9-15, 2008.

角田史雄, 足柄山地東部の松田山累層と神縄断層について, 地質学雑誌, 103(5), 435-446, 1997.

角田史雄, 南部フォッサマグナ地域の足柄盆地における前期更新生の撓曲とその生成過程, 地質学雑誌, 108

(8), 483-498, 2002.

高橋典嗣・山崎良雄, 子どもの地球探検隊, 千葉学ブックレット (千葉日報社), pp.77, 2008.

高橋典嗣, 宇宙科学・地球科学分野における科学体験活動の意義と実践, 人文社会科学研究 (千葉大学大学院人文社会科学研究科), 16, 324-335, 2008.

山崎良雄・高橋典嗣・松田 哲・坪田幸政・古澤亜紀・庄司 亨, 「地球探検隊」の試み, 千葉大学教育学部研究紀要, 54, 319-326, 2006.

山崎良雄・高橋典嗣・松田 哲, 「地球探検隊」の試み—塩原一, 千葉大学教育学部研究紀要, 55, 291-297, 2007.

山崎良雄・高橋典嗣・古澤亜紀, 「地球探検隊の試み—いわき—」, 千葉大学教育学部研究紀要, 56, 319-325, 2008.

山崎良雄・高橋典嗣 a, 地球のしくみ大達人, 集英社, 2009.

山崎良雄・高橋典嗣・安藤康行 b, 「地球探検隊の試み—富士山—」, 千葉大学教育学部研究紀要, 57, 347-354, 2009.

Jack Repcheck, 平野和子訳, 「ジェイムズ・ハットン地球の年齢を発見した科学者」, 春秋社, 253, 2004.