

地質学における次世代育成 －地学オリンピック合宿研修－

高橋雅紀¹⁾

1. はじめに

自然科学に限りませんが、教育は単独で存在するものではなく、研究と並列関係で行うべきものであるとの思いが最近強くなりました。インターネットやスマホなど、子供達の興味を惹くにはあまりにも強力な機器・環境が社会に浸透する中で、いくら教育論を声高に叫んでも、子供達の耳に全く届かないと感じるのは私だけではないでしょう。学問がさらなる高みを目指すのであるならば、まず裾野が広くなければならないことは、高い山を見れば納得できる自然の摂理です。であるなら、教育は時として研究以上に重要な行為であることを疑う余地はないでしょう。ここでは、私がここ数年携わっている地学オリンピックにおける地学教育の試行錯誤を紹介し、今後の展開に対する個人的な考えを提示したいと思います。

地学オリンピックについて、簡単に説明しておきましょう。数学や物理学、化学や生物学など、世界中の中等教育課程にある生徒を対象とした国際科学オリンピックがあり、そのひとつが国際地学オリンピック (International Earth Science Olympiad : IESO) です。地学分野に秀でた生徒の発掘だけでなく、地学の普及や国際交流・協力の促進を目的とした活動です。国内では、NPO 法人地学オリ

ンピック日本委員会が中心となって、国際地学オリンピックに出場する代表者を選抜するため国内大会を開催し、国際大会へ日本代表を派遣しています。また、我が国の地学教育の充実・発展に寄与するために、高校生や中学生に対する地学の理解増進に関する事業等を行っています。

さて、国際地学オリンピックは2007年の第1回大会が韓国で開催されましたが、このときはオブザーバー参加でした(第1表)。翌年のフィリピン大会以降は、日本は毎年国際地学オリンピックに参加しており、2016年の第10回国際地学オリンピックは8月に三重県で開催されました(久田, 2017)。国内予選の応募者は、最近では2000名を超えています。

国内選抜である日本地学オリンピックは9～11月に募集が始まり、12月下旬に各都道府県の指定会場で、マークシート方式の予選(国際大会国内一次選抜)が行われます。そして、成績優秀者60名ほどが、翌年の3月につくば市で開催される本選(国際大会国内二次選抜)に進みます。本選では、筆記試験だけでなく岩石や鉱物、化石の鑑定試験を行い、予選と本選の合計点に基づいて成績優秀者10名が選出されます。さらに、10名の中から、英語による筆記試験と面接等により、国際地学オリンピックに参加する日本代表4名が選抜されます。それでは、私に関わつ

第1表 国際地学オリンピック大会と国内予選の参加状況概要。

国際地学オリンピック				日本代表選手			国内予選	
開催年度	開催地	参加国・地域数	参加人数	金	銀	銅	応募者数	参加者数
第1回	2007 韓国	-	-	-	-	-	-	-
第2回	2008 フィリピン	6	24	-	3	1	358	319
第3回	2009 台湾	14	50	-	4	-	698	587
第4回	2010 インドネシア	17	63	1	3	-	682	551
第5回	2011 イタリア	26	104	1	2	1	869	777
第6回	2012 アルゼンチン	17	66	1	3	-	924	791
第7回	2013 インド	23	90	1	3	-	1011	812
第8回	2014 スペイン	21	82	3	-	1	1689	1462
第9回	2015 ブラジル	22	85	1	1	2	2296	1868
第10回	2016 日本	26	100	3	1	0	2146	1748

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：地学教育、地質図、野外実習、地学オリンピック、普及活動

た今年度の日本代表4名の選抜から8月の国際大会に送り出すまでの合宿や研修の様子を詳しく紹介しましょう。

2. 地学オリンピック本選(3月)

2015年12月20日に第8回日本地学オリンピック予選が行われ、1,748名(応募者2,146名)の高校生達が挑戦しました。予選を突破した60名ほどの選手は、2016年3月13～15日に茨城県つくば市で開催された本選に進みました。本選は単に試験を行って日本代表の高校生を選出するだけでなく、次の時代の地球科学を担うであろう優秀な子供達に科学の先端を肌で感じてもらい、モチベーションの更なる高揚を後押しする目的があります。そのため、「とっぷ・レクチャー」を聴講したりつくばにある国立研究所を訪問したりして、自然科学の醍醐味を感じてもらっています(第1図)。

私は2012年のアルゼンチン大会に参加する日本代表高校生を対象とした8月の研修(講義)から地学オリンピッ

クに関わり始めましたが、2014年から春の野外地質実習(秩父合宿)も担当し、2015年からは3月の本選から関わるようになりました。2015年3月の本選では、「とっぷ・レクチャー」として「日本列島の成り立ち-プレートテクトニクスの基本に戻って-」と題する30分の講演を行いました。のちに受け取ったアンケートの内容を読むと、聴講した数十名の中高生たちのモチベーションの高さには本当に驚かされました。このとき、「この段階で、彼らの背中を強く押す責務がある」と感じたのです。

残念ながら、今から紹介する秩父合宿やつくばでの最終合宿研修には、4名の日本代表高校生と若干のオブザーバー高校生しか参加することができません。本選に挑戦した数十名の中高生も秩父の合宿に連れて行くことができないものかと、今回も強く感じつつ研修を行ってきました。地質学に限りませんが、やはり自然科学は本物に触れることが大切です。座学だけでなく、地層や岩石を実際に野外で観察し体感し学ぶ。いくら本を読んでも自転車に乗れないように、早い時期に本物に触れることこそ教育の基本だ



第1図 地学オリンピック本選研修の様子。試験後に国立研究所(地質標本館)を訪問(A, B)。筆記試験だけでなく、岩石や化石鑑定などそれぞれの分野ごとに成績優秀者が表彰されました(C)。

と思います。

さて、最後の難関を突破した10名の高校生はさらに代表選抜に進み、英語試験(地学筆記試験と面接)を受け、最終的に第10回国際地学オリンピックに参加する日本代表4名(笠見京平君; 広島学院高等学校, 神原祐樹君; 大阪府立北野高等学校, 坂部圭哉君; 海陽中等教育学校, 廣木颯太郎君; 海城高等学校)が決まりました。4名の精鋭達は通信教育と2回の合宿研修を受けて、5ヶ月後に開催された第10回国際地学オリンピック・日本大会(8月20~27日; 三重県)に挑戦しました。その詳細は、本号の久田先生の記事に詳しく報告されています(久田, 2017)。

3. 地学オリンピック秩父合宿 (5月)

毎年5月の中旬に、日本地球惑星科学連合大会(連合大会)が開催されます。千葉県幕張の国際会議場には2016年も多数の地球科学研究者が集まり、5日間に亘って最新の研究成果の発表と活発な議論がなされました。連合大会の初日は毎年日曜日で、日本中から集まった高校生達のポスター発表が広いホールで行われます。みな地学に関心の高い高校生達なので、地学オリンピックに挑戦している高校生も少なくありません。連合大会の会場には、大学や研究機関、企業などのブースがたくさん並んでいて、地球科学系の大学へ進学を考えている高校生にとって、貴重な情報収集の機会となっています。地学オリンピックも毎年ブースを開き地学の普及に努めていますが、高校生の発表日には、地学オリンピックに挑戦している高校生や日本代表になったOB達が足を運んで来て、ちょっとした同窓会場になっています。

さて、連合大会が終了した翌日から、地学オリンピック秩父合宿が始まります。6月に入ると雨が多くなり、一度大雨が降ると河川が渡れなくなるため、今回も5月中に秩父合宿を開催することにしました。日本代表高校生と顔を合わせるのは2ヶ月ぶりです。金曜日の夜に秩父の駅前のビジネスホテルに合流し、その晩は部屋でクリノメーターの使い方を学びます。と言っても、彼らは既にクリノメーターの使い方は知っているのです、明日からの野外実習の準備体操といったところでしょう。

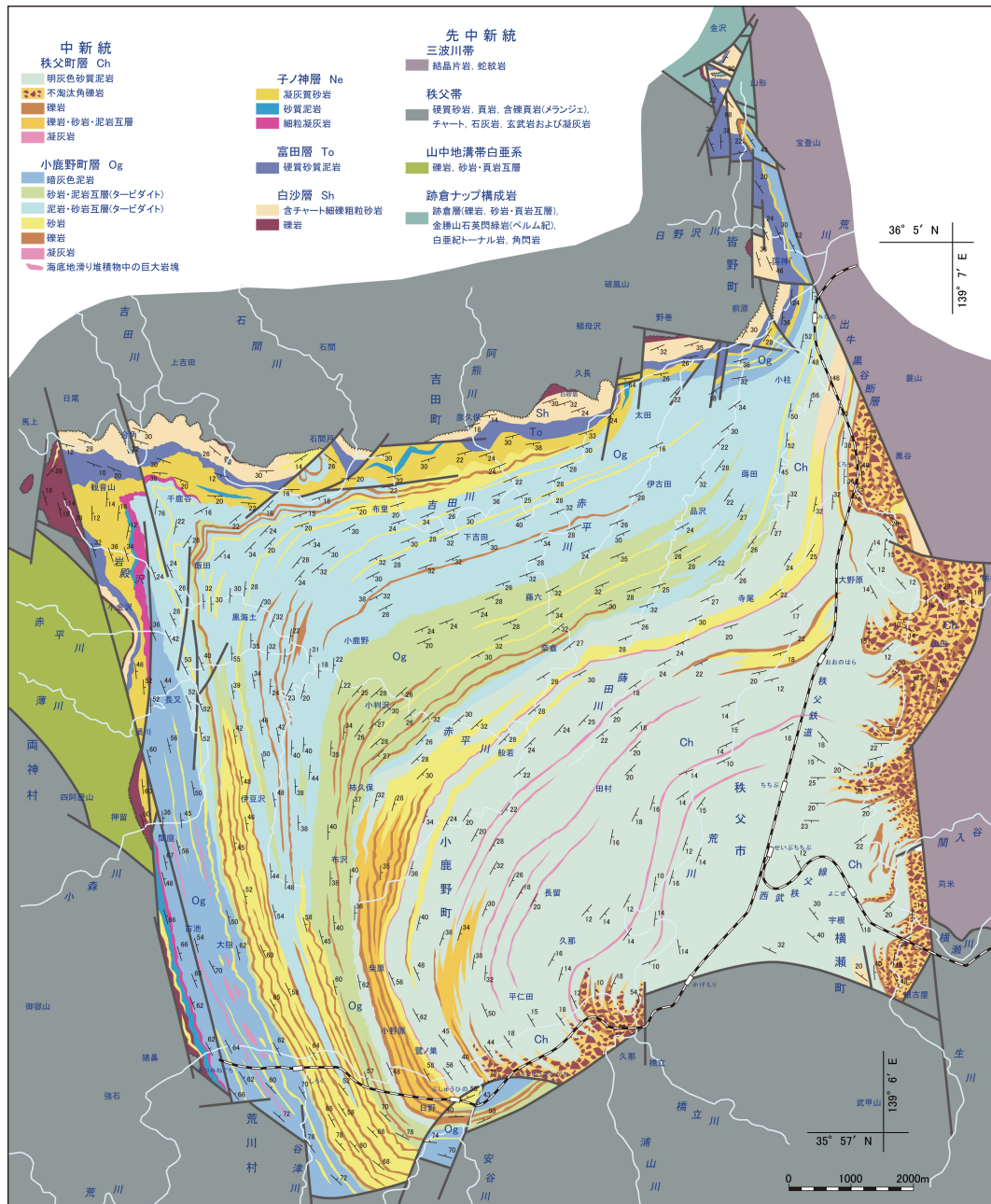
埼玉県の西半分は関東山地で、その中程に秩父盆地があります。秩父盆地は地形的に凹んでいるので盆地と呼ばれますが、凹んでいるのは地質が原因です(第2図)。秩父盆地の周囲は、ジュラ紀の付加体や白亜紀の変成岩などからなる固い基盤岩の山々です。基盤岩は固いので浸食

に耐え、急峻な地形となっています。一方、秩父盆地の中には新生代の地層が分布しています。年代でいうとおよそ1,650~1,500万年前。実は日本海が拡大し、日本が大陸から分離・移動しているときに、深い海の底に堆積した地層が分布しているのです。秩父盆地の地層は基盤岩よりも年代が新しく軟らかいので、浸食されて地形的凹地になっているのです。

日本代表高校生の野外実習場所として秩父盆地を選んだのは、東京から近いという地理的理由もありますが、秩父盆地は地質学の基本を学ぶのに最も適した地域のひとつだからです。秩父盆地には荒川や赤平川^{あかひら}など比較的大きな河川が流れ、それらの河岸には海底に堆積した地層が連続的に露出しています。主に砂岩や泥岩からなる地層の境界は明瞭なので、初めて露頭を見た人でも、地層の実態や重なりを理解することができます。また、地層は10~60°傾斜しているのので、川に沿って歩いて行くと、古い時代から新しい時代へと、時間を追って地層を観察することができます。さまざまな堆積構造や褶曲・断層などの地質構造も観察でき、まれに化石が見つかることも、実習場所として適しています。もちろん、野外実習では安全が最優先されますから、道路からのアプローチが短く安全が確保される観察場所が多いことも、秩父盆地の利点のひとつです。

実際に野外に出るのは2日間、初日は赤平川の河岸に沿って歩きながら地層を観察したり、実際に地層の走向・傾斜を測定したりしました(第3図)。彼らは事前に傾けた板を使って走向・傾斜の測定を練習していましたが、実際の露頭の地層面は多少うねっていて、地層面のどの部分にクリノメーターを当てて測定したらよいのか難しいようでした。露頭全体の地質構造を代表する走向・傾斜を測定しなければならぬので、目の前の地層だけを観察しているだけではダメです。まず全体を把握し、つづいて詳細を観察する。それは、地質調査に限ったことではないでしょう。

秩父合宿の観察地点は何ヶ所か用意しておいて、合宿時の天候に応じて適宜変更しています。今回も晴天だったので、早い時間に^{みの}箕山の山頂に登り、展望台から秩父盆地と関東山地の地形の特徴を見たあと、荒川によって形成された見事な河岸段丘を観察しました。平坦な段丘面は宅地や畑として利用されますが、段丘崖は急斜面のため植生が深緑のベルト状に続くので、展望台から段丘を識別することは比較的容易です。あわせて、詳細な地形図を広げて実際の景色と地図を何度も見比べました。自然科学を学ぶには、座学だけでは不十分であることを実感してもらいたいです。



第2図 秩父盆地の地質図(高橋原図)．盆地の内部には傾斜した新第三紀の海成層が分布していますが、周囲の山地はジュラ紀付加体や白亜紀高圧型変成岩などの基盤岩からなります．秩父盆地の地層は露出条件が良く、地質構造も分かりやすいため、初心者の巡検や実習に適しています．

秩父盆地の周囲には、ジュラ紀～白亜紀の基盤岩が分布しています。盆地の東側には白亜紀の高圧型変成岩からなる三波川変成岩が分布していて、その範囲を三波川帯といいます。他方、南、西、北側にはジュラ紀の付加体が分布していて、秩父帯とよばれています。三波川帯と秩父帯は、さらに南側に広がる四万十帯と合わせて西南日本外帯を構成します。西南日本外帯の北縁が、日本最大の断層である中央構造線です。彼らが見たことない100万分の1の縮尺の日本地質図を広げて、西南日本外帯の带状配列が、九州の東端から四国、さらに赤石山地を経て関東山地まで連

続していることを確認させました。

秩父合宿の最終日は長瀨にある埼玉県立自然の博物館を訪問し、秩父で見られるさまざまな地層や岩石、化石の本物(標本)を観察しました。つづいて、荒川河岸(長瀨の岩畳)に移動して実際の三波川変成岩を観察し、同じ岩石が岩石標本と実際の露頭でどのくらい違って見えるのか実感してもらいました。写真よりは岩石標本、標本よりは実際の露頭で観察する方が、地質の醍醐味を感じ取れます。小さな岩石標本では見られないさまざまな変形構造(石英脈の雁行配列など)が露頭で観察できるので、城西大学の谷



第3図 秩父合宿の様子. (A) 秩父盆地の新生代の地層の基底礫岩に含まれるマイロナイト礫の観察, (B~D) タービダイトを使って地層の上下判定や走向・傾斜の測定, (E) 箕山山頂の展望台からみる河岸段丘と地図との比較実習, (F) 天体望遠鏡の設置・操作実習(指導は秋田大学の川村教一先生), (G, H) 長瀬岩畳で三波川変成岩を使った地質構造の観察(解説は城西大学の谷口英嗣先生).

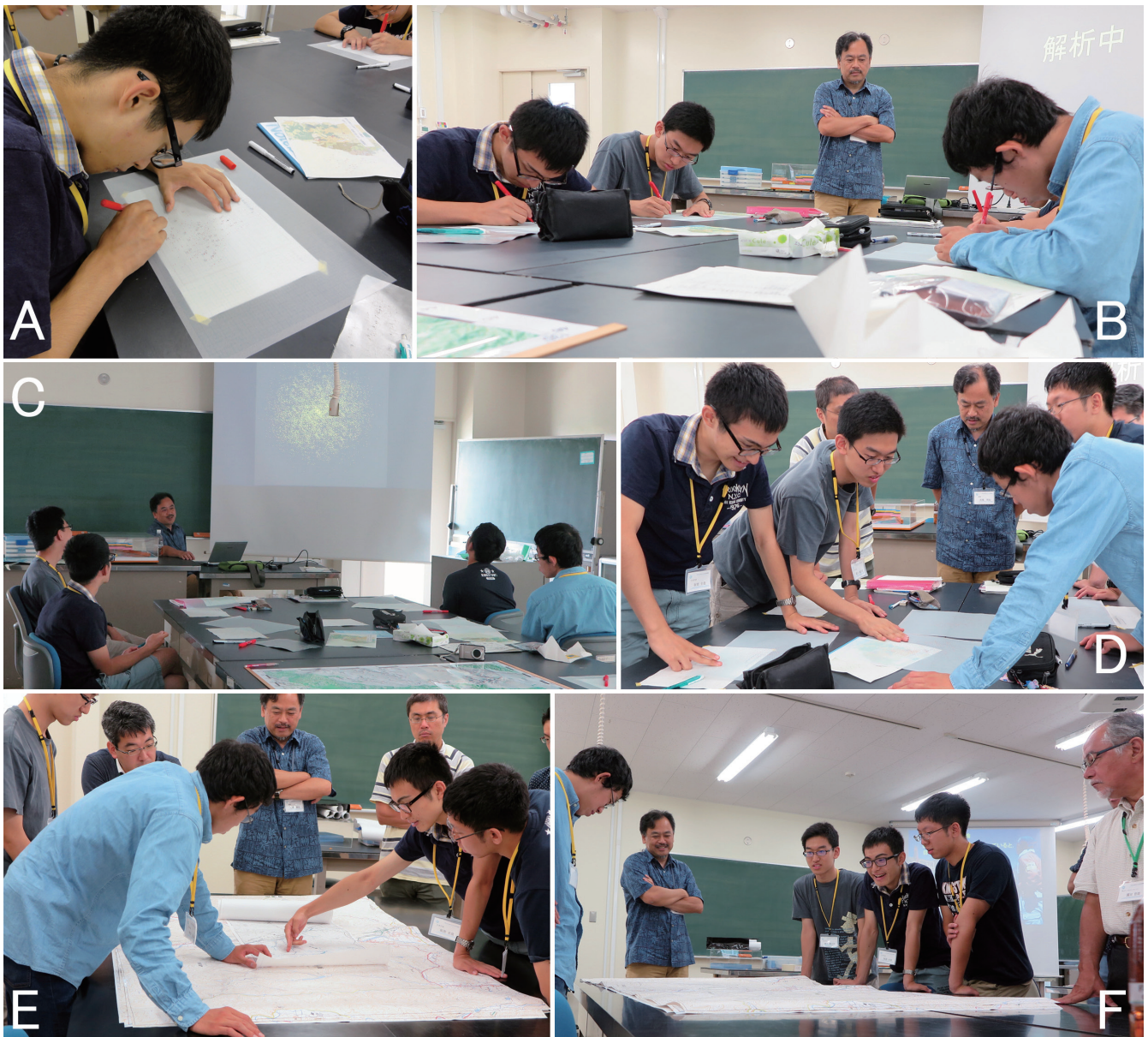
口英嗣先生が露頭から読み取れる三波川変成岩の履歴（成り立ち）の具体例として解説してくださいました。

合宿はわずか2泊3日ですが、秩父盆地では新生代の堆積岩だけでなく、日本列島の骨格をなす基盤岩も観察することができます。また、各種の地質構造や堆積構造、鉱物や化石、そして地形など、さまざまな本物の地質を体感することができます。教科書や図鑑などの図ではなく、実際に露頭で地層や岩石を観察することによって、視覚だけでなく五感をフル回転させて地質を実感できるはず。実は、地質学のスタートは、目の前の露頭から始まります。地質学に限らず、何事も“実際のもの（本物）”からスタートすることに気づいてくれたのではないかと期待しつつ、

3日間の秩父合宿を終えました。

4. 地学オリンピックつくば合宿研修（8月）

国際地学オリンピックの開催まで2週間と迫った8月5～7日、筑波大学で最後の研修を行いました。気象、海洋、地質、岩石、化石、天文など各分野の専門家が講師となって、4名の高校生を相手に3日間の講義を行います。私は、実技をメインに2つの課題を用意しました。ひとつは東伊豆単成火山群のフライ法解析、もうひとつは、地形図から断層地形を読み取って、横ずれ断層を認定し追跡する課題です（第4図）。いずれも実習に採用するのは初めてです。



第4図 地学オリンピックつくば合宿研修の様子。(A, B) 今年は東伊豆単成火山群のフライ法解析に挑戦、(C) フライ法解析結果の解説、(D～F) 拡大した地形図から河川のズレや断層鞍部・断層分離丘を認定して活断層（左横ずれ断層）を追跡。

狙いは“サイエンスの疑似体験”。教科書や参考書に書いてある内容は、優秀な彼らは勝手に勉強して吸収することができます。それに対し、教科書には書かれていない実際のサイエンス体験は、研究者が提供するしかないでしょう。生の自然を教材に、彼らが初めて目にするサイエンスの現場を体感させたいのです。

5. 日本から世界へ

このようにして、3月から8月までのおよそ半年間、国際地学オリンピックに挑戦する日本代表高校生を指導しました。短い期間、かつ数回の機会ですることができることは非常に限られますが、彼らには何らかの手応えが残ったのではないかと期待しています。もちろん、優秀で高いモチベーションを持っている彼らが、みな研究者になるわけではないでしょう。あるいは、地質とは全く関係のない世界に進むかもしれません。それでも、多感なこの時期に体験したことは、一生忘れ得ない記憶として心に刻まれたと思います。そして将来、例えば彼らが子供を育てるときや若い人を指

導するときはその記憶がよみがえり、自身の体験を踏まえて適切な判断とアドバイスができることを期待しましょう。さらに、できうるなら、日本代表高校生の4名だけでなく、一人でも多くの地学が好きな高校生達にも、同様の体験をさせてあげたいと感じます。彼らは、ますます多様な価値観が共存するこの世界で生きていくので、自然の多様な見方を学ぶことができる地質の世界を、少しでも早い時期に体験させてあげたいと切に感じます。

文 献

久田健一郎 (2017) 国際地学オリンピック日本大会を終えて. GSJ 地質ニュース, 6, 22-24.

TAKAHASHI Masaki (2017) Support of the next generation of earth scientists – Geological training for the representative high school students of the Earth Science Olympiad –.

(受付: 2016年11月8日)