

産総研東北センター一般公開 —学都「仙台・宮城サイエンス・デイ 2019」—

高橋 雅紀¹⁾・シュレスタ ガウラブ¹⁾・森田 啓子¹⁾

1. はじめに

夏休みの直前の7月14日(日)に、産総研東北センターの一般公開が行われました。今までは、東北センターの一般公開は、仙台市内にある研究所で開催されていました。今年は東北大学川内キャンパスで開催された“学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ 2019”に参加し、2教室を借り切って、研究成果と科学の普及を行いました。

“学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ”は、実感する機会の少ない科学や技術のプロセスを感じられる場作りを目指し、2007年から開催されている体験型・対話型のイベントです。13年目を迎える今年度は、大学や研究所、企業や教育機関など164団体が出展し、128のプログラムが実施されました。

産総研東北センターは、体験ブースとして「色がわかれるひみつ」、「パロと遊ぼう」、「光の模様を見てみよう」、「厚紙模型で日本列島山国誕生のなぞ解き!!」、「私たちの足下に眠る埋没谷」、「顕微鏡をのぞいてみよう」を、講座プログラムとして「究極のエコ技術!水素で発電!「燃料電池」を組み立てよう」を実施しました。そのうち地質調査総合センターは、「厚紙模型・・・」と「・・・埋没谷」の2テーマを出展しました。

2. 山国誕生のなぞ解き!

地質調査総合センターが出展した「厚紙模型で日本列島山国誕生のなぞ解き!!」は、産総研が2017年の6月にプレス発表した「日本列島の地殻変動の謎を解明-フィリピン海プレートの動きが東西短縮を引き起こす-」の内容を、厚紙模型を組み立てながら理解してもらうコーナーです(第1図)。現在、日本列島は強い力で東西方向から押されています(東西圧縮という)。この東西圧縮は、およそ300万年前に始まったことが地質学的に明らかにされていますが、その原因はずっと謎でした。日本列島を東西に短縮変形させているのは、実はフィリピン海プレートの運動であることを明らかにしたこの成果は、同年の7月にNHKスペシャル「列島誕生ジオ・ジャパン」で放送され、8月には日経サイエンス誌に「日本海溝移動説」として特集記事が掲載されました。

実は、このアイデアは、プレス発表の10年以上も前に明らかになっていたのですが、図や文章だけで理解できる研究者はほとんどおらず、ずっと公表できませんでした。2017年に模型を使ってこのアイデアを説明した論文が公表されると、山地と盆地が交互に繰り返す東北地方の大地形や、日本海側に特徴的な地質構造(秋田-新潟油田褶



第1図 地殻変動厚紙模型で、フィリピン海プレートの運動がどのようにして東西圧縮を引き起こすのか再現。

1) 産総研 地質調査総合センター 研究戦略部

キーワード：アウトリーチ、地質学、体験型講座、普及教育

曲), 北アルプスの隆起運動や紀伊山地から四国山地の高まり, そしてそれらの地殻変動の表れである内陸地震の原因を無理なく説明できることが理解されるようになり, 多くの人から注目されています。地質学でも地球物理学でも, 半世紀以上に亘って解明できなかった日本列島の地殻変動の謎を, 紙と鉛筆でひもとくことができるのです。このコーナーはサイエンスの醍醐味を自分の手を動かして疑似体験できるので, 地質学の普及イベントなどで積極的に開催しています。

実際に厚紙模型を組み立てると, 子ども達はフィリピン海プレートの運動によって, 日本海溝が西に移動することを目の当たりにします。そして, 東北日本は西に押し戻されるのです。西に押し戻された東北日本は, どうなるのでしょうか? 日本海の地殻の下には冷えて固くなったマントルがあるので, 日本海溝が移動しても, それらは動くことも変形することもありません。その結果, 東北日本の地殻は東西に短縮せざるを得ないのです。北西に移動するフィリピン海プレートによって, 日本列島は東西に短縮するという発想は, プレートの運動方向と押される向きが異なるので, 研究者の誰も思いつかなかったのです。

3. 断層運動模型で大地形を再現

模型を組み立てた子ども達は, 今度は隣に展示してある逆断層模型を動かして, 東北日本がどのようにして山国になっていったのかを探っていきます(第2図)。この断層模型には向かい合う逆断層のセットが2つあり, 取っ手を動かすと, 逆断層に挟まれた2つのブロックが隆起するので, 山地と山地の間に山間盆地が成長していく様子が再現されます。南北方向に延びる山地と山間盆地が繰り返す東北地方の大地形は, 東西圧縮によるこのような地殻変

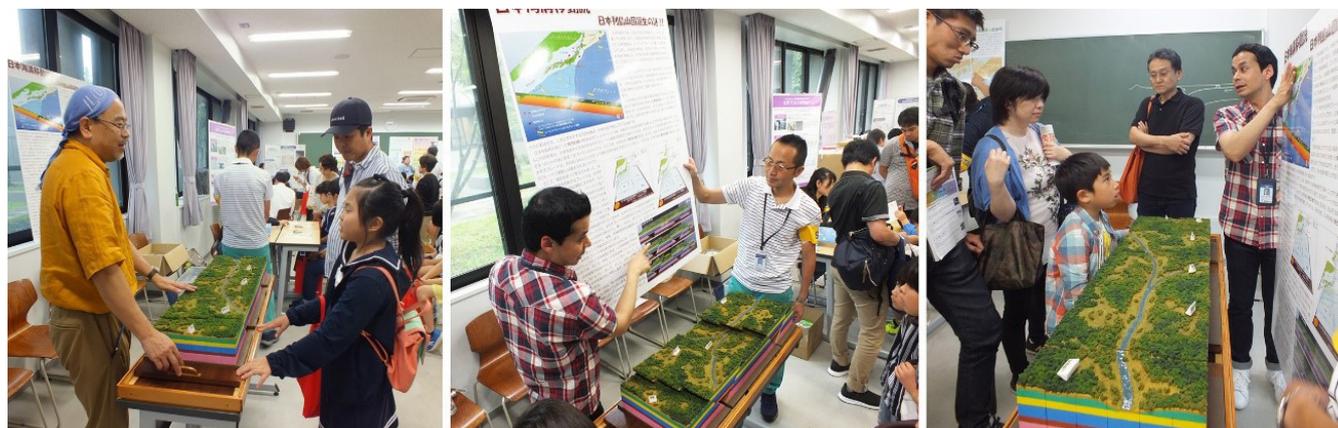
動によって形成されることを容易に理解することができます。さらに, 山地と盆地や山地と平野の境界に活断層が多いことも納得できるでしょう。ときおり災害を引き起こす内陸地震は, 実は日本の大地形を形作っているのです。

4. 気候変動による海水準変動と埋没谷

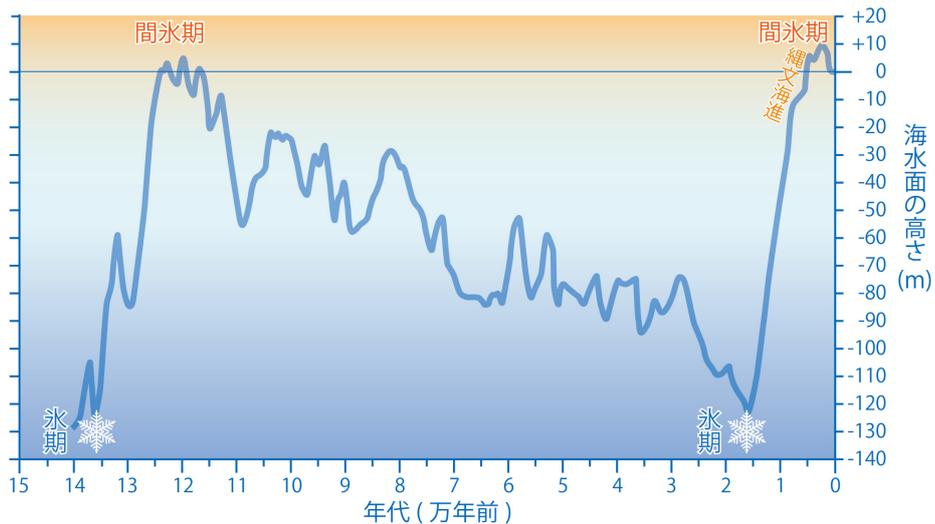
地質調査総合センターが用意したもうひとつのテーマは, 「私たちの足下に眠る埋没谷」です。前述の東西圧縮は, 年1~2 cmの速度で移動する日本海溝によって, 日本列島が1~4 mmの速度で隆起する地殻変動を引き起こします。これに対し, 地球の回転軸(地軸)の歳差運動等によって引き起こされる気候変動は, 数万年から10万年程度の時間スケールで繰り返す, 氷期(寒冷)と間氷期(温暖)の繰り返しによる海面(海水準)変動は, 最大で120 mに達します(第3図)。

現在は温暖な後氷期なので海面は高いのですが, およそ18,000年前の最終氷期の極大期には, 海面は120 mほど低下していました。6,000年前の縄文海進までの12,000年間に海面は120 mほど上昇したので, 平均すれば1 cm/年の速さで海面が上昇したことになります。海岸平野に住んでいた縄文人は, 必死で陸へ陸へと生活圏を後退させていたのでしょう。

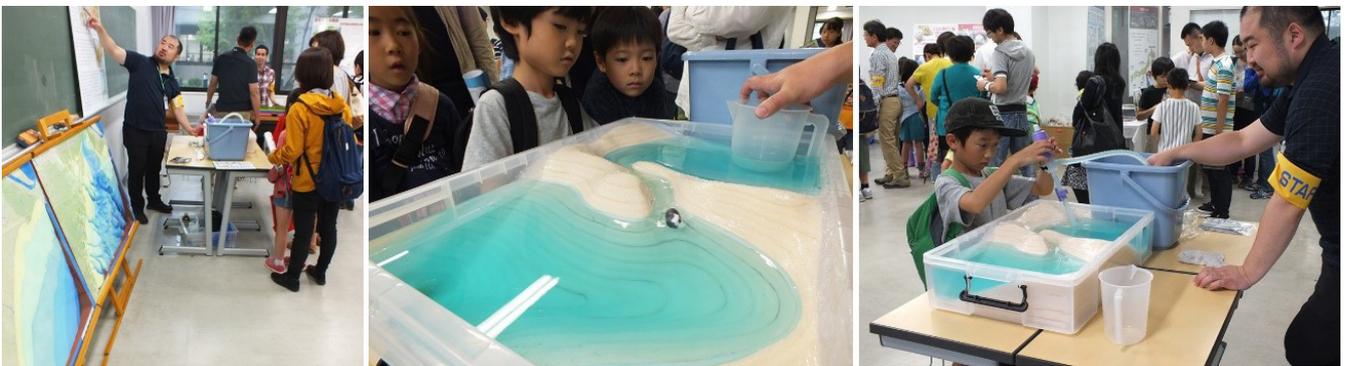
イベントでは, 25,000分の1の縮尺で製作した九十九里沖海底地形模型と, 九十九里沖埋没谷模型を展示しました(第4図)。いずれの模型も深さは10 mごとに色分けし, 深さ方向は50倍に強調しています。海底地形模型を見ると海底面は沖に向かって緩やかに傾く非常になだらかな地形ですが, 埋没谷模型には無数の谷地形が再現されています。これらは, 氷期に海面が低下して海底が陸化したとき河川によって削られた谷地形で, その後の海面の上昇に



第2図 逆断層模型を動かして, 山地と山間盆地の成り方を学ぶ。



第3図 気候変動に伴う海面（海水準）変動曲線（Shackleton, 1987）.



第4図 九十九里沖海底地形・埋没大模型（左）と、NHK番組プラタモリ下関編のロケで使った関門海峡のアナログ模型（中と右）.

よって水没し、さらに陸から供給された泥や砂（沖積層）によって埋め立てられています。埋没谷と言われる所以です。

沖積層は軟弱なので、次の氷期になって海面が低下すると、同じ場所が削られるので、再びこの谷地形が現れるでしょう。もちろん、埋没谷は浅い海底だけにあるわけではなく、海岸平野の地下にも伏在しています。関東平野では、中川低地や荒川低地の下に深い埋没谷が伏在していることが、多数のボーリング調査等によって確認されています。埋没谷は軟弱な沖積層によって埋められているので、大地震の際に局所的に地震動が増幅される可能性が危惧されます。直接見ることができる平野の地表は平らでも、見えない地下には過去の凹凸地形が隠されているのです。

イベントでは、埋没谷を形成させた海面変動を、関門海峡の模型を使って再現しました。この模型は2018年7月に放送されたNHK番組プラタモリ下関編のロケで使用したもので、関門海峡の成り立ちを再現するために制作しました。関門海峡の地形を概念的に誇張し、スチロール板を重ねて地形を作り、水を入れた際に浮かないように、そ

の上にシリコンを重ね塗りして製作しました。実験では、ロケの時と同様に入浴剤で着色した色水を海水に例え、灯油ストーブ用の手動ポンプを使って子ども達に海面変動を再現させました。

氷期に海面が低下すると、本州側と九州側の陸地が繋がって関門海峡は消滅してしまいます。18,000年前には、関門海峡はなかったのです。このとき、関門海峡を挟む両側の山地はつながっていたので、関門海峡は尾根だったのです。その後、気候が温暖になると海面は上昇し、水深（最浅部）が12～13mの関門海峡はおおよそ8,000年前に水没しました。瀬戸内海（太平洋側）と日本海が繋がって、関門海峡が誕生したのです。

このように、関門海峡は、もともとは谷ではなく尾根だったのです。しかも、その尾根は太平洋と日本海を分かつ分水嶺でした。関門海峡の起源は、実は“日本で最も低い分水嶺だった”のです。実験に参加した一般の方や子ども達は、惑星の運行に起因する気候変動によって、関門海峡が出現したり消滅したりする自然現象を疑似体験しました。



第5図 山形大学での集中講義のあと立ち寄った、仙台空港周辺の惨状（2011年6月11日）。

壮大な自然の営みを、ちょっとだけ楽しんでもらえたようです。

今回初めて試みたアナログ模型による関門海峡の成り立ちの再現実験は、NHK番組のプラタモリ下関編ロケの再現でした。実は、下関の海岸で行ったこの実験は、ロケではとても盛り上がりました。ところが、尺（放映時間）の関係で、実際の放送ではばっさりカットされてしまったのです。今回のイベントで行った関門海峡の成り立ち実験は、実は“幻のプラタモ実験コーナー”であったとのオチに、参加者はみな笑顔になりました。

5. おわりに

今回のイベントが開催された東北大学川内キャンパスは、著者の一人・高橋が、1981年から2年間の教養課程を学んだ場所でした。地下鉄の駅が隣接し、級友との溜まり場であった古いサークル棟も一掃され、当時の雰囲気を出し出すことはできませんでした。というより、将来の不安や、留年の恐怖の日々を思い出したくない気持ちの方が強かったのかも知れません。

不安で孤独な大学生であった当時の私は、荒浜から仙台空港までの海岸線を、50 ccのバイクでよく走っていました。海のない群馬県に生まれ育った私には、海は憧れの風景だったのです。松林の向こうに見える水平線、波の音や潮の香りは、現実逃避にはもってこいでした。その風景が一変したのは、2011年の3月でした（第5図）。

自然の前では、如何に人間は弱い存在なのだろう。圧倒的な威圧感に、押しつぶされそうでした。そこには、科学も理論も関係なく、そのままの自然の姿がありました。その上に、ほんの表面だけに、人間の生活が重なっていました。しかし、その生活は、既に過去形になっていたのです。

日本列島の風景は、プレートの動きによって作られています。沈み込むプレートによって海溝型地震が引き起こさ

れ、一方、陸域では東西圧縮によって大地形が形作られます。そして、もう一桁速い時間スケールで進行する海面変動に伴い、陸地は浸食され、沿岸部では堆積作用によって、少しずつ景色は変わっていきます。

100年に満たない私たちの人生において、このような時間スケールで進行する地形の変化に気がつくことはないでしょう。しかし、自然の目線で見ると、地形は着実に変化しているのです。昨今注目されている豪雨災害に伴う斜面の崩落や土石流などは、自然のごくごく当たり前の営みなのです。

われわれ日本人が、この国土で安全に生活していくためには、まず自然目線で自然を理解することが必要でしょう。自然現象に想定外はないのですから。自然から学ぶことは、まだまだ沢山あります。自然を力づくで制御するのではなく、自然の摂理を学び、理解し、その上で上手に付き合っていく姿勢が大切なのではないかと感じています。

文 献

Shackleton, N. J. (1987) Oxygen isotopes, ice volume and sea level. *Quat. Sci. Rev.*, 6, 183-190.

高橋雅紀（たかはし まさき）



30年以上に亘って関東地方の地質を調べ、日本列島の成り立ちを研究。自身の研究成果に関するアナログ模型を製作して、地学教育や地質学の普及に活用している。教育においては、研究と同様に“効率”を意識したら堕落すると考えている。手間がかかっても、費用対効果が低くても、目の前の人に丁寧に伝えることを意識している。対話を通じて、相手の目が輝き出した瞬間が、何よりのご褒美。

TAKAHASHI Masaki, SHRESTHA Gaurav and MORITA Keiko (2019) Exhibition of AIST Tohoku open house -Join the School City "Miyagi Sendai Science Day 2019"-.

（受付：2019年8月19日）