

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 4 月 21 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350220

研究課題名(和文)地質アナログ模型の開発と地学教育における活用と検証

研究課題名(英文)Development of the geological analog models and the utilization and inspection in the earth science education.

研究代表者

高橋 雅紀(Masaki, Takahashi)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・研究主幹

研究者番号：50212014

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：難解な地質学の研究成果を一般市民にわかりやすく説明する目的でアナログ模型を製作し、各種のイベントにおいて展示・解説して地質学の普及活動を推進した。三年間の研究期間において、関東平野から大阪湾までの基盤構造模型(縮尺20万分の1)、中川低地帯の埋没谷模型(縮尺5万分の1)、都心部埋没谷模型(縮尺1万分の1)、架空の地形・地質模型とそのルートマップ・断面図のセット(地質図学用教材)、正断層・逆断層模型および共役横ずれ断層模型(縮尺150分の1)等を製作した。これらの模型を用いて地質標本館夏の特別展(2014年)や第24回GSJシンポジウム(2017)年等を企画・実施して、地質学の普及を推進した。

研究成果の概要(英文)：To solve the difficulties on promoting the geologic results for the students as well as citizens, I made three-dimensional analog model of basement structure below the sedimentary plains of the Kanto, Nobi, Kyoto and Osaka areas. The horizontal scale of models is 1/200,000 but vertical scale is emphasized as 400%. I also made three-dimensional analog model of basement structure below the Nakagawa Lowland (horizontal: 1/50,000, vertical: 1/1,000) and central Tokyo (horizontal: 1/10,000, vertical: 1/500) in the Kanto Plain. These models were painted by gradations in color from yellow (shallow) to dark blue (deep), so that it can easily be recognized the contrast between subsurface steep precipice and gentle slope of basement structure. The analog model of basement structure below the sedimentary plains would be helpful to understand why long-period and short-period ground motions of the earthquakes are amplified in such incised-valley.

研究分野：地質学

キーワード：地学教育 普及活動 アウトリーチ アナログ模型 地質学

## 1. 研究開始当初の背景

地質学の基本は地質図である。地質図に示された地質の境界線(露頭線)は、三次元空間を埋めた地層や岩石と地表面(地形)との交線である。そのため、仮に地層境界が平面であっても、地形が湾曲しているために、露頭線は複雑に湾曲してしまう(図1)。その結果、地質を専門としない人にとって、地質図の理解はきわめて困難となる。



図1 地形の効果で湾曲する地層境界。

また、国内の地質系の大学における地質学野外調査実習は、受講生の金銭的負担だけでなく、怪我等の危険性や指導教官の減少に伴い極めて限定されていて、石油地質関連企業や地質コンサルタント等の業界からも、大学における地質学教育の質の向上が求められている。

他方、資源が乏しく自然災害が多発する我が国において、マスメディア等を通じて発信される防災・資源・環境・宇宙開発・新素材などのキーワードを拾うだけでも、それらの多くが地学に関わる情報であることは明瞭である。そして、国民には、自身の生命や財産を守るために、これらの情報を正確に理解し判断する能力が求められる。にもかかわらず、大学入試の理系科目における地学選択者の著しい減少が象徴するように、高校理科4科目における地学の履修率の低下は危機的と言える。

そこで、アウトリーチや地学普及イベントにおいて、自身の研究成果(地学のうちの地質学)の広報を試みた。しかしながら、多様性が高い地質学は専門用語が非常に多く、

また三次元(場合によっては四次元)の現象を、二次元かつ静止したポスター等で理解してもらうことは非常に困難であり、地質学の敷居の高さを痛感した。そこで、一部の研究成果を三次元のアナログ模型に再現して展示したところ、一般市民の方や地質学を専門としない技術者や研究者の理解を後押しするだけでなく、地質学の敷居の高さを大きく減ずる効果を実感した。



図2 架空の地質を再現したアナログ模型と地学普及活動。

このような状況を鑑み、予察的に行っている個人的な活動を系統的に進め、その効果や問題点に関する情報を収集して考察し、地学教育の基礎研究に貢献すべきと考えた。

## 2. 研究の目的

我が国における子供たちの理科離れや高校・大学教育における地学履修生の減少を食い止めるため、さらに一般市民の地学に対する理解と評価の向上を目的に、二次元の図面として公表されてきた地質学的知見の中から、地学普及活動に効果的な成果を選定して三次元のアナログ模型に再現し、一般市民向けの地学普及活動において活用して地質学の理解度と関心の効果を探る。さらに、地質調査の様子や地質図の基本を室内において疑似体験できる架空の地形と地質を再現したリアリティーの高い地質アナログ模型を製作し、一般市民向けの地学普及イベントだけでなく、地質を専門とする大学生を対

象とした地質図学実習などの教材として活用し、理科教材としての適正を評価して新たな地学教材の開発に資する。

本研究において製作するアナログ模型は大きく二種類に分けられる。ひとつは自身の研究成果あるいは関連研究において明らかにされた地質学的知見のいくつかについて、アナログ模型で再現する。具体的には、関東平野や濃尾平野の基盤構造図や、関東平野の中川低地帯の下に伏在する埋没谷のアナログ模型を作成し、平野の成り立ちや局所的に増幅される地震動との関連を説明する際に活用する。もうひとつは、架空の地形と地質をアナログ模型で再現することにより、地質学的研究やその基本図である地質図の普及と理解を図ることである。室内において地質調査の様子や地質図の基本を疑似体験できるように、架空の地形の上に典型的な地質を描いたアナログ模型を製作する。関連するアナログ模型についてアイデアが浮かべば積極的に製作を試み、新たな教材の発掘に努める。

### 3. 研究の方法

(1)硬質スチロール板や紙粘土等を用いて、地質学に関する研究成果と架空の地形・地質を再現した三次元アナログ模型を製作した。後者のアナログ模型は、簡便な地形と実物に近い複雑な地形の型を設計し、典型的で簡単な地質からより複雑な地質までを同じ地形や異なる地形の模型に塗色し再現する。また、地表面すべてに地質図を塗色した模型と、同じ地形・地質について表土部分を覆い隠した模型を製作する。系統的に製作したこれらの模型は適宜一般市民向けの地学普及イベントや近隣の大学等の地学教育において活用し、地質図の基本的原理から地形の効果による地層境界線の湾曲具合、そして地層の傾斜が変わることによって、地表面に表された地質図がどのように変化するの

かなどを感覚的に理解してもらう。さらに、アンケートを通じてアナログ模型の効用と問題点を洗い出し、新たな地学教材の開発や、より効果的な地学教材の開発に資する。

### 4. 研究成果

硬質発泡スチロールを材料として、20万分の1のスケール(深さ方向は4倍に強調)の関東平野から濃尾平野、さらに大阪平野までの基盤構造アナログ模型を製作し、学術大会においてポスター発表し、さらに研究所の一般公開や高校地学教員向けのシンポジウム等で展示・解説した(図3)。この構造は、大地震の際、長周期地震動に影響を与えるため、超高層ビルの地震防災等の普及活動に活用した。



図3 関東から大阪までの堆積平野の基盤構造アナログ模型と地学普及活動。

また、地質図学実習用に2000分の1の縮尺の架空の地形・地質模型を製作した。さらに、この模型と同じスケールで地質・断面図をパソコン(Adobe illustrator)で作成し、表土部分を隠したルートマップをA3用紙に印刷して地質図学実習用の教材とし、地学オリンピック日本代表高校生向けの実習や茨城大学理学部学生向けの集中講義において活用した(図4)。



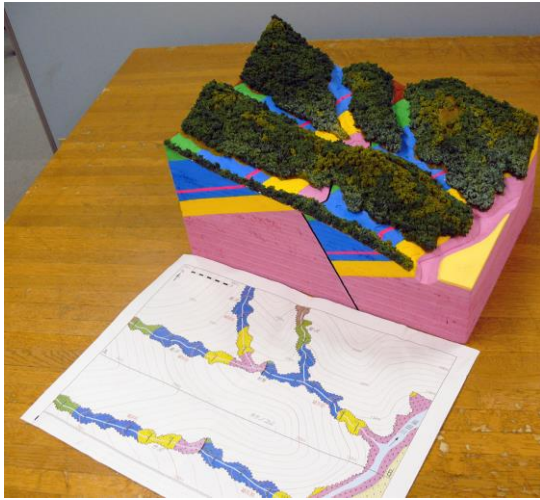


図4 架空の地形・地質模型とその地質図学用ルートマップ。

さらに、これまで製作してきたアナログ模型を用いて、地質標本館 2014 年夏の特別展「地質アナログ模型の世界」展を企画・開催し、地質学の普及を行った。三次元に再現されたアナログ模型は、二次元のモニターに映し出された 3D コンピュータグラフィックスよりも効果的に理解を後押しすることは予想されたが、展示会場にアナログ模型が置いてあるだけでも、とくに地質学に関心が高いわけでもない一般市民の方や子供たちもすぐに模型に近づいてきて、模型を能動的に観察するなど、難解な地質学の敷居を一気に下げる効果が高いことを実感した。

その他、関東平野の中川低地帯の地下に埋没する最終氷期に形成された谷地形を、5 万分の 1 のスケールで製作した(図 5)。この浅層構造は短周期の地震動を増幅するため、研究所の一般公開や高校地学教員向けのシンポジウム等で展示して、一般家屋の地震防災教育に活用した。



図5 関東平野の地下の埋没谷アナログ模型。

平成 28 年度(最終年度)には、新たに浮かんだアイデアをアナログ模型として再現した。具体的には、正断層と逆断層や横ずれ断層を再現した可動式アナログ模型を製作し、各種のイベントで活用して一般市民の方の理解度を把握した。

また、地層の走向・傾斜を理解するためのアナログ模型(図 6)や、実際のクリノメーターで測定するための簡易地層模型も製作した。この模型は地層の傾斜を何段階かに変更することができるので、室内の適当な場所においてクリノメーターで実際に走向・傾斜の測定を経験してもらった。あわせて、地層の走向・傾斜から地質図学を用いて露頭線を作図するための架空の地形データを用意し、実際の測定データから作図するまでの過程を室内で疑似体験できる実習教材を作成した。



図6 地層の走向・傾斜を示すアナログ模型。

これらの模型や教材は、学会だけでなく研究所の一般公開やシンポジウム，日本地質学会年会での地質情報展，地学オリンピック等でのレクチャー，およびGSJシンポジウムでの体験型講座で活用した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① 高橋雅紀、芝原暁彦、地質標本館特別展「地質アナログ模型の世界」、地質調査総合センター研究資料集、査読なし、No. 605、2014、pp. 1-44.
  - ② 小松原純子、野田 篤、田邊 晋、佐藤善輝、宮川歩夢、細井 淳、木下佐和子、斎藤 眞、宮地良典、高橋須美子、高橋雅紀、2016年産総研一般公開サイエンスコーナー「アナログ模型で地質を学ぼう!」、GSJ 地質ニュース、査読なし、Vol. 5、No. 11、2016、pp. 389-398.
  - ③ 高橋雅紀、アナログ模型を併用した地質図学実習、GSJ 地質ニュース、査読なし、Vol. 6、No. 1、2017、pp. 9-14.
  - ④ 高橋雅紀、地質学における次世代育成-地学オリンピック合宿研修-、GSJ 地質ニュース、査読なし、Vol. 6、No. 1、2017、pp. 15-21.
  - ⑤ 高橋雅紀、高橋壮司、東伊豆単成火山群のフライ法解析、GSJ 地質ニュース、査読なし、Vol. 6、No. 3、2017、pp. 79-92.
- [学会発表] (計11件)
- ① 高橋雅紀、関東平野の基盤構造アナログ模型、地球惑星科学連合 2014 年大会、2014 年 04 月 29 日、パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市).
  - ② 高橋雅紀、関東平野の基盤構造-アナログ模型の製作-、地球惑星科学連合 2014 年大会、2014 年 04 月 29 日、パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市).
  - ③ 高橋雅紀、日本列島の成り立ち-大陸から弧状列島へ-、日本地質学会関東支部会地学教育サミット「ジオパークと教育」(招待講演)、2015 年 03 月 15 日、小田原市生涯学習センター(神奈川県・小田原市).
  - ④ 高橋雅紀、日本列島の成り立ち、地学オリンピックとつづ・レクチャー、NPO 法人日本地学オリンピック日本委員会(招待講演)、2015 年 03 月 15 日、産業技術総合研究所(茨城県・つくば市).
  - ⑤ 高橋雅紀、アナログ模型を併用した地質図学実習、地球惑星科学連合 2015 年大会、2015 年 5 月 24 日、幕張国際会議場(千葉県・千葉市).
  - ⑥ 高橋雅紀、堀川晴央、濃尾平野の基盤構造アナログ模型、地球惑星科学連合 2015 年大会、2015 年 5 月 24 日、幕張国際会議場(千葉県・千葉市).
  - ⑦ 高橋雅紀、プレート運動に基づく日本列島の形成過程、日本地質学会第 122 年学術大会(招待講演)、2015 年 9 月 12 日、信州大学(長野県・長野市).
  - ⑧ 高橋雅紀、日本海の拡大模型の製作、日本地震学会 2015 年秋季大会、2015 年 11 月 26 日、神戸国際会議場(兵庫県・神戸市).
  - ⑨ 高橋雅紀、石田瑞穂、太平洋プレートのスラブの湾曲の原因、日本地震学会 2015

年秋季大会、2015年11月28日、神戸国際会議場(兵庫県・神戸市).

- ⑩ 高橋雅紀、田邊 晋、中川低地の埋没谷アナログ模型、地球惑星科学連合2016年大会、2016年05月22日、幕張国際会議場(千葉県・千葉市).
- ⑪ 高橋雅紀、高橋壮司、東伊豆単成火山群のフライ法解析、日本地震学会2016年秋季大会、2016年10月07日、名古屋国際会議場(愛知県・名古屋市).

[その他]

アウトリーチ活動

- ① 高橋雅紀、ジオラマ模型で地質を学ぼう地質情報展2014かごしま、2014年09月13~15日、鹿児島市中央公民館(鹿児島県).
- ② 斎藤 眞、高橋雅紀、川邊禎久、牧野雅彦、川畑 晶、宮内 渉、菅家亜希子、山谷忠大、都井美穂、地質から考える、関東の今と未来、霞ヶ関子どもデー、2015年07月29日~2015年07月30日、経済産業省本館(東京都).
- ③ 斎藤 眞、堀川晴央、高木哲一、高橋雅紀、川畑 晶、都井美穂、菅家亜希子、清水 恵、宮内 渉、中島和敏、山谷忠大、日本の地質の情報中心、地質調査総合センター(GSJ)、中部センター一般公開(なごやサイエンスひろば)、2015年08月01日~2015年08月01日、産総研中部センター(愛知県).
- ④ 斎藤 眞、河村幸男、高橋雅紀、小松原純子、大熊 悠、宮地良典、川畑 晶、宮内 渉、菅家亜希子、山谷忠大、都井美穂、岡 雅昭、TX沿線、あなたはどこに住む?、地質図出見る関東平野の地下サイエンスフェスタ in 秋葉原、2015年08月04日~2015年08月05日、TX秋葉原駅改札前広場(東京都).
- ⑤ 高橋雅紀、地質ジオラマ模型、知っていますか信濃の大地、地質情報展2015なが

の、2015年09月11~13日、長野市生涯学習センター(長野県).

- ⑥ 川邊禎久、斎藤 眞、高橋雅紀、利光誠一、下川浩一、中山 淳、アナログ模型で見る地質の世界、つくば科学フェスティバル、2015年10月31日~11月1日、つくばカピオ(茨城県).
- ⑦ 高橋雅紀、木下佐和子、科学からくり、2016年産総研一般公開(サイエンスコーナー)、2016年7月23日、産総研つくばセンター(茨城県).
- ⑧ 高橋雅紀、堀川晴央、斎藤 眞、川畑 晶、中島和敏、山谷忠大、大阪平野の地下を探る、産総研関西センター研究所公開2016年8月26日、産総研関西センター(大阪府).
- ⑨ 川邊禎久、斎藤 眞、下川浩一、菅家亜希子、朝川暢子、谷島清一、角井朝昭、清水 徹、芝原暁彦、高橋雅紀、佐脇貴幸、つくば科学フェスティバル出展「山の不思議と県の石-山は何でできている?」、つくば科学フェスティバル、2016年11月12~13日、(茨城県).
- ⑩ 高橋雅紀、小松原純子、長森英明、宮川歩夢、佐藤雅彦、宇都宮正志、伊藤 剛、井本由香利、川邊禎久、斎藤 眞、第24回GSJシンポジウム「ようこそジオ・ワールドへ」、2017年03月18日、TKP神田駅前ビジネスセンター(東京都).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高橋 雅紀 (TAKAHASHI, Masaki)

産業技術総合研究所・地質情報研究部門・研究主幹

研究者番号：50212014