

2021 年 3 月 13 日

第 6 回

伊豆半島ジオパーク

学術研究発表会



要旨集

伊豆半島ジオパーク推進協議会

伊豆半島ジオパーク推進協議会では、伊豆半島を対象とした調査・研究を支援し、学術成果の蓄積を図り、もって伊豆半島ジオパークに成果を還元する目的で調査・研究にかかる経費を助成しています。

この助成制度は平成 24 年に始めて本年度で 6 回目になりました。また平成 28 年 4 月に伊豆半島ジオパークはユネスコの認証するユネスコ世界ジオパークとなりました。ユネスコ世界ジオパークは、世界的価値を有する「大地の遺産」がある地域がノミネートされ、この学術的価値を IGGP が評価します。言い換えると、世界的価値を有する「大地の遺産」があるのならば、ここをフィールドとした研究が活発に行われ、査読を受けた論文がコンスタントに国際学術誌に掲載されていることになります。そこで該当する先端の科学研究を奨励し、支援することにしました。本研究助成の広報に努めた結果、世界レベルの研究を含む多数の応募がありました。科学研究費の審査表にならった客観的な評価を行い、本年は 3 件の研究を採択しました。これらは身近な地域に着目したものから世界最先端の研究であり、ひいては先進的研究がここ伊豆半島で行われている。本発表会は、そうした研究を知る機会に位置づけました。

さらに昨年からは要望のあった伊豆半島管内の高校、高等専門学校の生徒・学生による正課・課外での日頃の研究成果を発表する機会も併催しています。管内のすべての当該校に広く公募をしたところ、8 件の応募がありました。成果を発表するに留まらず、先端研究者からのアドバイスを貰い、ひいては研究に対する好奇心を励行して、研究・学習に対するモチベーションをさらに上げる機会になればと意図しました。

なお本助成の原資は東海自動車株式会社、三島信用金庫、アサヒビール(株)静岡支店のほか、趣旨にご賛同いただいた個人からの寄付によるものです。特に記してここにお礼申し上げます。

【助成対象研究】 伊豆半島を対象とする、あらゆる人文・社会・自然科学研究

【補助金額】 上限 30 万円（3 件程度）

【昨年度実績】 3 件

1. 下田地域の鮮新統白浜層群の化石底生生物相に見られる生態遷移－海底火山が育む種多様性
2. 井田、明神池堆積物にみる過去 1,000 年間の自然災害履歴の復元
3. 伊豆半島周縁に生息するスナイトゴカイの多様性と分散機構の解明

昨年度の要旨はコチラ



プログラム

<第一部> 学術助成採択研究成果発表

- 01 地質条件に基づく伊豆半島の海食地形の分類と形成条件の体系化
篠原叶実（筑波大学大学院生命環境科学研究科）…………… 5
- 02 古墳時代における静浦山地を中心とした凝灰岩利用の解明
大村 陸（筑波大学大学院人文社会科学研究科）…………… 6
- 03 伊豆半島沿岸における南方系ホンダワラ類の分布及び遺伝的多様性の解明
羽生田岳昭（神戸大学内海域環境教育研究センター）…………… 7

<第二部> 高校生・高専生による研究成果発表

- 01 白田川が青白く見えるのはなぜか
下田高校 自然科学部 …………… 9
- 02 頼朝を中心とした伊豆の伝説の考察
菰山高校 文芸郷土研究部 …………… 10
- 03 伊豆半島の河川及び海岸域のマイクロプラスチック調査
菰山高校・下田高校 合同班 …………… 11
- 04 龍城山とその周辺の植生調査について
菰山高校 生物2班 …………… 12
- 05 柱状節理の統計的観測とその成因に関する研究
菰山高校 地学1班 …………… 13
- 06 伊豆半島における古文書の文字認識—YOLOによるエンドツーエンド型手法を用いた予備的調査—
沼津高専 機械学習・画像解析チーム…………… 14
- 07 グリム童話についての考察（日本語版と英語版の比較）
菰山高校 文系探究コース英語2班…………… 15
- 08 沼津高専生による駿河湾沼津の深海1500mへの挑戦
沼津高専 特別同好会 知財のTKY…………… 16

伊豆半島ジオパーク
学術研究発表会

<第一部>

学術助成採択研究成果

地質条件に基づく伊豆半島の海食地形の分類と形成条件の体系化

篠原叶実（筑波大学大学院生命環境科学研究科）・松岡憲知（筑波大学生命環境系）

キーワード：岩石海岸、海食地形、海食洞、ノッチ

1. はじめに

岩石海岸に形成されるノッチ（波食窪）・ケープ（海食洞）・アーチ・トンネル等の凹みをもつ海食地形（以下、「海食凹地形」と総称）は、しばしば特徴的な自然景観を呈することから、地形学的観点のみならず観光的側面においても重要な地形となっている。海食凹地形は、波や海岸の環境条件に加えて、海食崖の地質条件、すなわち岩石強度や岩石構造（層理や節理・断層などの小規模な地質構造）の影響を強く受けることが指摘されている。しかし、海食凹地形研究は世界的にみても数少ないうえに地形名称や定義が統一されていないほか、各凹地形の成因に関する体系的な理解は進んでいない。それに伴い、多くのジオパークにおいて凹地形が景勝地となっているにもかかわらず、成因の説明が欠けている場合がみられる。

海底堆積物や火山噴出物を起源とする多様な岩石・地質構造のみられる伊豆半島には、景勝地となる典型的な海食凹地形が数多く存在する。本研究では、多様な地質条件のもとで形成される凹地形を統一的に分類したうえで、各々の形成条件を対応づけることを目的とする。

2. 調査概要および地形種の分類方法

伊豆半島沿岸（熱海市～西伊豆町）の35地点に加え、同様に太平洋に面する三陸海岸・房総半島・三浦半島・紀伊半島の4地域21地点においても凹地形の調査を行った。野外調査では、凹地形の形態（幅 w ・高さ h ・奥行 d 、奥行の方位および崖面の走向方位）と海食崖の地質条件（岩石強度・岩石構造）の情報を取得し、双方の要素を関係づけて傾向を調べることで凹地形の形成条件を見出す。

計測した凹地形を幅 w と奥行 d によって次のように区分した。すなわち、奥行より幅が大きい（ $d/w < 1$ ）ものをノッチ、幅より奥行が大きい（ $d/w \geq 1$ ）ものをケープ、穴が対岸に貫通し、 $d/w < 1$ であるものをアーチ、穴が貫通し、 $d/w \geq 1$ であるものをトンネルと定義した。

3. 海食凹地形の形成にかかわる地質条件

分類した各凹地形について、形態・形成状況と海食崖の岩石強度（シュミットハンマー反発値： R ）・岩石構造（層理・断層の分布と走向・傾斜）との関係を分析した。その結果、ノッチは低強度（ $R < 40$ ）の海食崖で形成されやすい一方で、岩石構造への依存性は不明瞭であった。 $R = 40$ は、断層のない岩石における波による侵食の発生限界に近い（Sunamura, 1992）ため、強度はノッチ形成に最も重要な要因であるといえる。それに対して、ケープ・アーチ・トンネルは幅広い強度条件で形成されている一方で、ほとんどの地点で奥行方向が傾斜 30° 以上の岩石構造（以下、「縦構造」と称する）の走向に沿っていることから、縦構造がこの3地形の最大の形成要因であるといえる。さらに、縦構造の走向が崖面に直交する場合には、比較的緩傾斜であっても凹地形が形成されやすいが、崖面に平行に近い場合には、縦構造は急傾斜でないと凹地形は形成されにくい。

本研究で明らかになった凹地形と地質条件の関係を適用することで、世界各地にみられる凹地形の基本的な成因が説明できるとともに、海食崖の地質条件から今後の凹地形の形成・発達を予測することが可能になると考えられる。

文献：Sunamura, T. (1992) *Geomorphology of Rocky Coasts*. Wiley, Chichester.



図 海食凹地形の例。左から、ノッチ（吉佐美大浜）、ケープ（妻良湾）、アーチ（浮島海岸）、トンネル（千貫門）

古墳時代における静浦山地を中心とした凝灰岩利用の解明

大村陸（筑波大学大学院人文社会科学研究科）・村串まどか（筑波大学人文社会系）

キーワード：伊豆石、石工、石材利用、三次元計測、蛍光 X 線分析

1. はじめに

伊豆半島の北伊豆地域一帯には、数百万年前の海底火山時代の地層が分布する。なかでも凝灰岩層は「伊豆石（伊豆軟石）」として数十年前まで盛んに採石され、主要な地場産業となっていた。今でも大地を切り出した痕跡が各所に残されているが、こうした石材利用のはじまりは古墳時代後期（6 世紀後半）の石棺にあったと考えられている。伊豆凝灰岩製の石棺はこれまで十数例見つかっており、一部は駿河湾を渡った静岡平野まで運ばれた。このような凝灰岩の利用は、凝灰岩層を掘削し埋葬施設とした横穴墓や、火葬した骨を納める石櫃にも見られる。加工した石材を様々な埋葬施設に用いることは、古墳時代の北伊豆地域において大きな特色のひとつといえる。

それらの背景には、加工しやすい凝灰岩が身近にあったことが挙げられるが、利用の実態については明らかになっていない。この実態を探ることを目的として、静浦山地周辺に分布する資料を対象に、加工技術と採石地の側面から検討したのが本研究である。

2. 三次元計測を用いた石材加工技術の分析

北伊豆地域に見られる石棺・横穴墓・石櫃には、どれも加工痕が明瞭に残されている。このような加工痕の観察によって加工技術が研究されてきたが（和田 1983 など）、当地域を対象にした研究はこれまで行われておらず、先行研究では単一の資料に焦点をおいたものが大半であった。当地域のように、同時期ないしは連続する時期に石材を加工して異なる埋葬施設をつくる状況下では、技術の共通性が見られるという仮定のもと、調査を行った。

調査は、対象資料の加工痕を観察・記録することを目的として 3 度の現地調査を実施し、肉眼観察を行うとともに、Agisoft Metashape を用いた三次元計測によって加工痕の 3D モデルを作成した。三次元計測は石材表面の凹凸を立体的に記録する上で有用であり、これによって横穴墓と石櫃合わせて 4 遺跡 18 資料の加工痕を分析した。研究代表者は以前に石棺 13 資料を分析しており（大村 2020）、これらをもとに石材加工技術を検討した。

結果として、横穴墓の加工には部分的に特徴的な技法が認められたが、ほとんどは共通性が見られない異なる技法が用いられており、石棺や石櫃に比べて加工の精度が大きく劣ることが指摘できる。ただし、伊豆の国市大北横穴群などのミニ横穴では、粗い加工は横穴墓と同様の技術、細かい加工は石櫃や石棺と同様の技術があり、両者の技術的な相関性が見られた。また、石櫃には石棺と類似

する技術が様々に用いられており、とくに石棺製作終盤期の資料とそれに連続する石櫃製作開始期の資料では共通する技術が認められた。このように異なる埋葬施設間で関連する技術を捉えることができた。

3. 蛍光 X 線分析を用いた凝灰岩採石地の推定

科学的分析によって石材の産地を推定する研究は、北伊豆地域の一部石棺資料を対象として既に報告されている（増島 2008）。ここでは蛍光 X 線分析を用いて凝灰岩露頭と石棺の切断資料で同様に分析を行い、得られたデータを解析することで、沼津市口野周辺に採石地があったとした。この研究を広げるかたちで資料数を増やし、より凝灰岩利用の実態を明らかにするため調査を実施した。

凝灰岩の露頭が多く見られる静浦山地周辺では、静浦層群に含まれる江浦白色凝灰岩層や長岡凝灰岩層などの地層が認められている。これらの露頭 16 箇所と石棺資料 13 点でデータを採取するため、4 度の現地調査を行った。機器はエネルギー分散型蛍光 X 線装置 Thermo ScientificTM NitonTM XL3t-950S を使用し、非破壊で測定した。

得られたデータ群をクラスター分析にかけ、近似するものを抽出したところ、性格の異なる 2 つのグループに分かれ、それぞれに石棺と露頭のデータが含まれる結果となった。ここから石棺の採石地の推定が可能となる。まず、先行研究で示された口野周辺の露頭と対応する複数の石棺資料が同様のグループであったことから、非破壊分析においても整合性が認められた。そして、別のグループからは、新たに伊豆の国市長岡周辺にも採石地が推定されることが示された。これに対応するのが伊豆の国市洞古墳石槨（白石の石棺）などであり、ここから沿岸部だけでなく内陸部でも採石がされていたことが明らかとなった。

4. 結果と考察

本研究では 2 つの検討を行い、石材加工技術の検討からは、それぞれに求められた精度によって加工技法が異なること、石棺と石櫃で同様の技法を用いることから、古墳時代の石工には技術の使い分けと世代間の継承があったことが考えられる。また、採石地の検討からは、口野周辺と長岡周辺という 2 つの採石地が少なくとも存在しており、沿岸部の局地的な採石とともに必要に応じて内陸部でも採石を行った可能性がある。本研究内では扱えなかった資料や評価できなかった資料も多くあり、不十分な点も残るが、地域内の石材利用を明らかにするためには複合的な検討が重要であるといえるだろう。

伊豆半島沿岸における南方系ホンダワラ類の分布及び遺伝的多様性の解明

羽生田岳昭（神戸大学内海域環境教育研究センター）

キーワード：南方系ホンダワラ類，遺伝的多様性，系統地理学

1. はじめに

褐藻ホンダワラ属藻類は、海藻の森である「藻場」の主要な構成種である。近年、日本の亜熱帯域を中心に分布していた南方系ホンダワラ類が温帯域で分布を拡大させており、生態系や漁業等への影響が危惧されている。伊豆半島沿岸においては、2004 年以降南方系ホンダワラ類の分布に関する報告は無く、現状は不明である。本研究では、現地調査によって伊豆半島沿岸における南方系ホンダワラ類の分布状況を明らかにするとともに、塩基配列情報をもとに南方系ホンダワラ類の種多様性及び種内（集団間及び集団内）の遺伝的多様性を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

2020 年 7 月、伊豆半島沿岸の 12 地点（足保海水浴場、大瀬崎、御浜岬（戸田）、田子瀬浜海岸、雲見海岸、妻良、本瀬港、九十浜、河津浜、赤沢、汐吹岩、長浜海水公園）においてスノーケリングにより南方系ホンダワラ類の調査、採集を行った。採集したホンダワラ類については、さく葉標本を作成するとともに藻体の一部をシリカゲルにより乾燥させ、DNA 解析に用いた。乾燥個体から DNA を抽出した後、PCR 及びシーケンシングを行い、ミトコンドリアゲノムの *cox1* 遺伝子、*cox3* 遺伝子、*nad3*-16S rDNA 領域の塩基配列（約 3.2 kbp）を決定した。決定された塩基配列情報に伊豆半島以外のサンプルの結果を加え、系統地理学的な解析を行った。

3. 結果と考察

調査の結果、12 地点中 4 地点（足保海水浴場、大瀬崎、田子瀬浜海岸、雲見海岸）において南方系ホンダワラ類の生育が認められた。4 地点全てにおいてヒイラギモク（＝フタエモク）が確認された他、足保海水浴場と大瀬崎ではツクシモクの生育が確認された。林田（1998）や小西&林田（2004）において伊豆半島西岸での生育が認められていた南方系ホンダワラ類の 2 種（フタエモクとコブクロモク）のうち、コブクロモクについてはツクシモクを誤同定していた可能性が高いと推測された。林田（1998）や小西&林田（2004）において南方系ホンダワラ類が確認されていた戸田や妻良においても調査を行ったが、その生育を確認することができなかった。また、田子瀬浜海岸のように 2004 年の報告と同様に南方系ホンダワラ類の生育が確認できた地点においても、生育環境の悪化が推測される状況が散見された。従って伊豆半島沿岸においては、九州や四国の沿岸のような南方系ホンダワラ類の分布拡大は確認できなかったものの、藻場環境の悪化が懸念された。

採集した南方系ホンダワラ類のうち、ヒイラギモク 22 個体、ツクシモク 5 個体について前述のミトコンドリアゲノム配列の決定を行い、伊豆半島沿岸以外で採集された個体を合わせて解析を行った。その結果、ヒイラギモクについては 27 のハプロタイプが認められた（図 1）。解析したうち約 40%の個体が同一のハプロタイプ（H8）を示し、このハプロタイプが沖縄から九州、四国、近畿、伊豆半島沿岸まで

広く分布していた一方、各地域に固有のハプロタイプが認められた（図 1）。地域毎に中立性検定（集団サイズの進化的増減の検証）を行った結果、近畿のみが Tajima's *D* で有意な負の値を示し、集団サイズの急速な増加が示唆された。地域間のペアワイズ *F*_{st}（遺伝的分化の程度の評価）は、伊豆半島沿岸とそれ以外の地域との間で有意な値を示し、伊豆半島沿岸の集団が遺伝的に分化していることを示した。ミスマッチ分布解析の結果は解析したどの地域も多峰型を示し、過去にボトルネックのような個体数の大きな増減を繰り返していることが示唆された。

ツクシモクについても、ヒイラギモクと同様伊豆半島沿岸のみに分布するハプロタイプが認められた。これらの結果は、伊豆半島沿岸に分布する南方系ホンダワラ類が近年分布を広げて伊豆半島沿岸に定着したというよりも、個体数の大きな増減を繰り返しつつ比較的古くから継続的に分布していたことを示唆している。

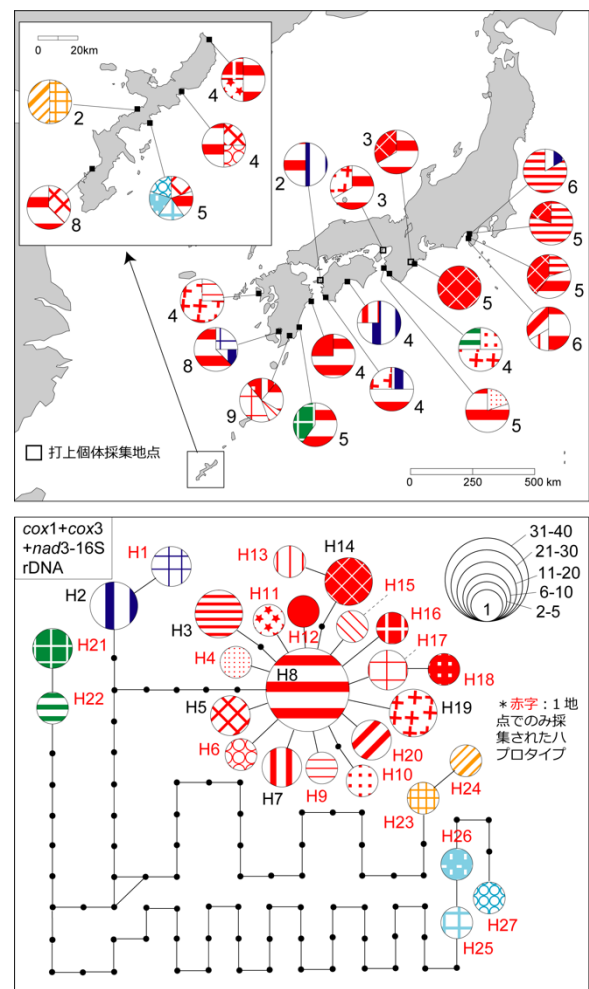


図 1. ミトコンドリアハプロタイプの分布（上）とハプロタイプネットワーク（下）

伊豆半島ジオパーク
学術研究発表会

<第二部>

高校生・高専生による研究成果

白田川が青白く見えるのはなぜか

静岡県立下田高等学校（須貝周平）

キーワード：白田川，硫黄，コロイド，pH，水質調査

1. はじめに

東側を駿河湾に、西側を相模湾に面した伊豆半島は、静岡県の東端にある。フィリピン海プレートに乗って南方から移動してきた陸地が、100 万年前に本州とぶつかってできた伊豆半島には、全世界でも類例の少ない貴重な地形が数多く知られ、このような地形の中には、観光地になっているものがあれば、学術的に保護されているものもある。白田川は東伊豆町を流れる河川であり、その上流では硫黄の採掘が行われていた。江戸時代に起源を持つ白田川の硫黄採掘は、下流住民の生活用水に悪影響を与え、陳情の記録が残っているものとしては日本国内初とされる公害問題を引き起こした。しかし、明治 20 年以降は採掘を行っておらず、近現代以降これらの伝承を検証した知見は少ない。私たちは、白田川の水面が青白く見える地点に興味を持って研究を始め、やがて硫黄の産出を検証し、合わせて周辺の水質調査をした。

2. 実験・結果・考察

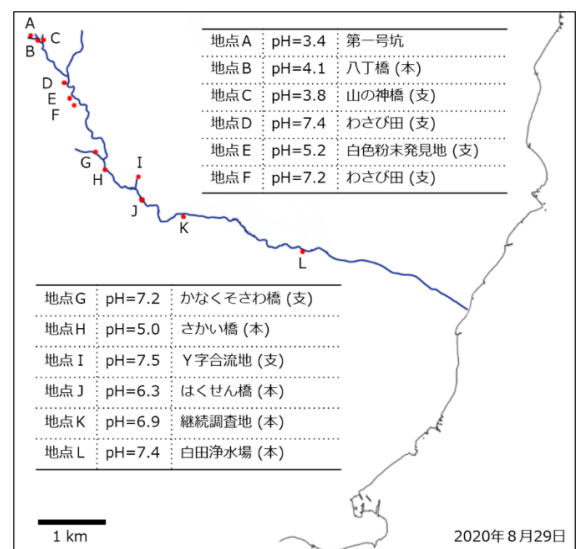
白田川の青白く見える地点では、硫黄コロイドによる光の散乱が起きていると、私たちは予想した。そこで、本当に硫黄が産出しているか疑問を持ったので、硫黄の採掘跡から流れ出る白色の粉末を含んだ泥と水を持ち帰り、下田高校化学室で分析した。現地での水質調査は、ポータブル pH メーターを使って白田川各地で行った。

車両通行止めのある水源かん養保安林入口から徒歩 2 時間の場所に硫黄採掘跡を見つけた。付近の水質調査を行ったところ、硫黄採掘跡近くの水は pH=3.4 の酸性であり、白田川本流の水は、白田浄水場までに pH=7.4 となっており、その間で中性になることが分かった[図 1]。

硫黄採掘跡で採取した白色の粉末を含んだ泥には、硫黄が含まれていた。このことは、採取場所の近くで硫黄化合物に特有の匂いがしたこと、有機溶媒の二硫化炭素で抽出すると採取した泥から黄色の固体が得られたこと[図 2]、塩基性加熱下で鉛(Ⅱ)イオンを作用させると硫化鉛(Ⅱ)ができた場合と同じ黒色沈殿が生成したことによって確かめることができた[図 3]。また、泥に含まれている硫黄は、質量比で約 3 割であった。この数値は、加熱で二酸化硫黄にするか、有機溶媒の二硫化炭素で抽出するかして、試料に含まれる硫黄を除去する 2 通りの実験で求めた[図 4]。さらに、金属塩の沈殿を観察することで、硫黄採掘跡から流れ出る水には硫酸イオンや硫化物イオンが含まれることを明らかにできた。試薬の硫黄を使って硫黄コロイドの溶液を作成したところ、光の散乱が起きて、光を当てた下部が青白く見えることを観察できた[図 5]。

3. まとめ

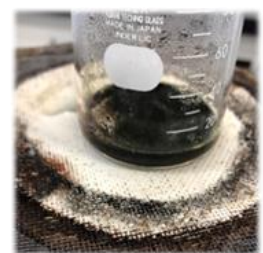
硫黄は原子番号16の非金属元素であり、その単体は天然に産出する。現在、硫黄は石油や石炭の脱硫装置から得られており、将来、白田川上流が硫黄採掘所として開発される可能性は少ない。現在の白田川は水質も安定しており、白田浄水場の水が東伊豆町の大半の上水道を支えている。私たちの研究で、白田川の青白く見える水が再現できたので、もっと安心して白田川と共存していく方策を考えていきたい。



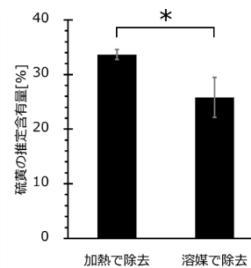
[図1] 硫黄坑第一号坑および周辺のpH



[図2] 黄色の固体



[図3] 黒色沈殿



[図4] 硫黄の定量



[図5] 光の散乱

謝辞：この研究は山崎自然科学教育振興会の第37回山崎賞を受賞しました。また、顧問の吉田亮祐教諭の指導を受けました。

頼朝を中心とした伊豆の伝説の考察

静岡県立韮山高等学校 文芸郷土研究部

キーワード：頼朝、史実と伝説、蛇の伝説

1. はじめに

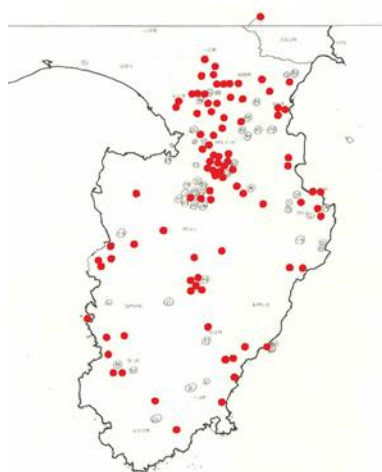
伊豆半島にある伝説は圧倒的に頼朝に関するものが多いときく。それでは、どれだけ多いのか。いったいどこまでが史実でどこからが伝説なのかという疑問がうまれた。

2-1. 調査方法

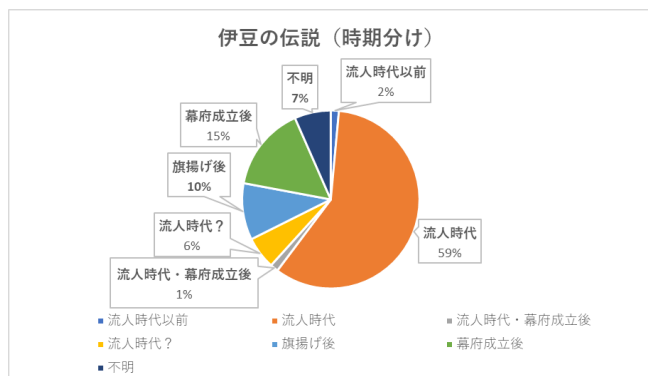
基礎文献は伊豆半島の頼朝伝説を網羅しているように思われた「伊豆の頼朝」に決めた。そして、「伊豆の頼朝」より115件、ほかの資料より21件、合計136件を基礎資料と決めた。

2-2. 調査の結果

(1) 頼朝伝説の分布（図中の●）



(2) 伊豆の伝説（時期分け）



2-3. 考察

基礎資料をいつ頃の時期（主に頼朝流人時代・頼朝旗揚げ後・幕府成立後）のものか分けグラフにまとめた。「吾妻鏡」には頼朝の旗揚げ後からが記されているため流人時代の頼朝の行動はよく分かっていない。よって、頼朝流

人時代の伝説が多く残っていると考えられる。

2-3. 場所についての考察

なぜそこに頼朝伝説等が残っているのかを考えた。

(a) 三島・韮山周辺

頼朝の住んでいたとされる、韮山の蛭が小島あるいは北条館から三島大社への百日祈願に関連した伝説が多い。

(b) 伊東周辺

伊東氏と頼朝の関係を言い伝えるものや、八重姫に関連する伝説が多い。頼朝が伊東に数年間住んでいた可能性が指摘される。

(c) 修善寺・湯ヶ島周辺

頼朝と狩野氏に関係する伝説がいくつかある。

(d) 松崎・西伊豆周辺

文覚に関する伝説がいくつかある。

(e) 稲取・河津周辺

頼朝が流人時代に狩りや巡覧で訪れたという伝説がある。

《場所について まとめ》

(a)～(c)までは、『曾我物語』などが根拠となり、頼朝の足跡として十分可能性がある。しかし(d)は『増訂豆州志稿』が言うように、牽強付会である可能性が高い。また、(e)は、決定的根拠にかけ、疑問が残る。

2-4. 性格についての考察

(a) 頼朝が辿ったとされるもの

・腰掛石、運試し石など、石で残るものが多い。

(b) 頼朝の偉大さ、超人性を示すもの

・熱海一杯水、湯ヶ島木立の湯、など。

(c) 伝説化した頼朝にあやかっもの

2-5. 注目した蛇にまつわる伝説

(a) 頼朝の蛇ヶ橋伝説

(b) 頼家の大室山の大蛇伝説

(c-1) 北条義時の池田の大蛇伝説

(c-2) 北条義時の男坂・女坂の伝説

(d) 下田の毒龍伝説

(e) 松崎の蛇ヶ挟伝説

3 まとめ ～課題と展望～

収集はしたものの、十分検討しきれていない頼朝関連の伝説が、伊豆各所にまだ多く残されている。今後はそれらにも目を向け、視野を広げていくことで謎に包まれている流人時代の頼朝の行動その他を少しずつ突き止めていきたいと思う。

伊豆半島の河川及び海岸域のマイクロプラスチック調査

静岡県立韮山高等学校（河合南希・高橋雄一朗・山本大甫・定金昂志・鳥居小路真友子）

静岡県立下田高等学校（藪田並緒理 小澤翼 西田貴哉 三村春樹 藤井菜々美）

キーワード：柿田川、狩野川、白浜海岸、マイクロプラスチック

1. はじめに（韮山）

今日、マイクロプラスチックによる海洋汚染は大きな環境問題の一つとして挙げられている。そこで私たちは、高校生にも可能なプラスチックの検出方法を確認し、自分たちの住む地域の現状の改善を目指す。

2. 実験・結果・考察（韮山）

実験手順 結果

- ①ポンプで500ℓ水を汲み、300μm ネットで浮遊物を採取
- ②採取した浮遊物を濾過し、乾燥させる
- ③有機物を分解するため、水酸化カリウム水溶液に2日間つける
- ④濾過し、乾燥させる
- ⑤有機物を分解するため過酸化水素水に二日間つける
- ⑥濾過し、乾燥させる
- ⑦ヨウ化ナトリウム水溶液で比重分離を行う
- ⑧オーバーフロー法で上澄み回収
- ⑨乾燥させ、観察を行う

・考察

検出されたマイクロプラスチック（以下 MP）の中からは形状や色の似通ったものが多く発見された。これらは同種の MP に由来しているものだと考えられる。

今回の研究では下流のほうへ行くほど MP の検出量が増えると判断できる。これはおそらく下流に下るにつれて様々な支流や用水路が合流するからと考えられる。柿田川の中流では、採水ポイントの少し上流の地点に柿田川浄化施設が存在し、その付近に存在しているクレソンの栽培道具の残骸の一部が、MP として検出されてしまっていると予想される。下流の採水場所は、私たちが普段目になっている水路以外にも、地下などに存在する水路からの生活排水の流入により、中流と比較すると多くの MP が採取されたと考えられる。

3. まとめ（韮山）

現段階では、私たちの MP の判別には目視に頼るところが多く、正確性が低い。しかし、狩野川周辺の河川に焦点を当てて行ってきた今回の私たちの実験では、MP が下流に行くにつれて多く回収でき、中でも 300~600μm のものが多くみられることを発見できた。柿田川は湧水の清流であるが MP が発見できたことから、生活排水と MP には関係があると思われる。今後は、現在のデータに採水地点の深さや、狩野川周辺の河川のデータをさらに回収することで、より正確な MP の検出に努めたい。

1. はじめに（下田）

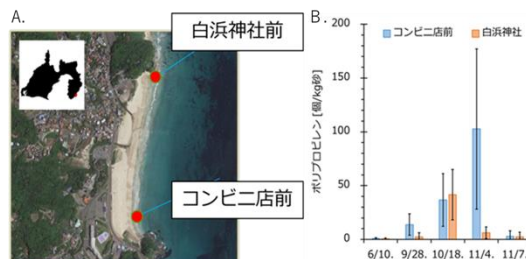
海岸に打ち寄せるプラスチックの量は、気象の影響を受けて変動する。荒天の後、目に見えるサイズのプラスチックの量が増えることは、日常の経験から明らかである。しかし、普段目につかないサイズのプラスチックを含めて、どの程度の量が変動しているかは、調べてみないと分からない。私たちは白浜海岸の砂浜を調べ、伊豆半島の環境プラスチックの分布を解明しようとした。

2. 実験・結果・考察（下田）

砂の採取は、6~11月の5日間に南北2カ所で実施し、満潮線の30cm四方から3試料ずつ得た。密度の大きな飽和ヨウ化カリウム水溶液でプラスチックを浮きこぼすオーバーフロー法が煩雑だったため、独自の方法で分析した。この方法では、直径2mmの篩を通り抜けなかった断片のうち、塩酸に溶けず、エタノールに沈み、飽和食塩水に浮くものを、プラスチック片だと判断した。プラスチックの種類は、マドラー形簡易密度計に似た方法で判別した。採取したプラスチック片271個中232個（86%）がポリプロピレンだった。この発見頻度は、南で31.4、北で10.6個/kg砂だったが、データのばらつきが大きく南北で有意な差はなかった。南北のデータを合算すると、台風通過直後かつデータのバラつきが小さかった10月18日を基準にしてt検定で有意な差を検出できた（ $P<0.05$ ）。

3. まとめ（下田）

細かなプラスチック片まで正確に分離しても、高価な分析機器（FTIR など）がないと、本当にプラスチックかどうかさえ判断が難しい。篩にかけて、密度の異なる液体を使ってプラスチックの種類を決めていく手法は、高校生の課題研究であっても統計的に有意な議論でき、繰り返し実施できる点で、有用である。



左（A）は白浜海岸の航空写真。右（B）はポリプロピレンの発見頻度。ただし、誤差棒は標準偏差。

謝辞：この研究は、中谷医工計測技術振興財団科学教育振興助成を受け、研究いたしました。中谷医工計測技術振興財団に深く感謝いたします。

龍城山とその周辺の植生調査について

静岡県立韮山高等学校（高橋コウ・久保田結理）

キーワード：外来種、帰化植物、帰化率

1. はじめに

私たち学校の近くには、標高約50mの龍城山と、城池親水公園があり、水田もみられる。龍城山は韮山高校の生徒にとって身近な山だが、山はもちろん、その周辺の植生に関するデータはあまりない。そこで、植生調査を行い記録に残し、この地域の植生調査の土台作りを試みた。

今回は学校前から山、池、水田、住宅街というように、人の出入りの度合いによって範囲を定め、調査を行った。道沿いに生えている植物の種名を特定していくといった方法で、草本類を中心とした。植物の種名と科名を把握した後は、定めた範囲ごとに、植物全体において帰化植物がどのくらいの割合を占めているか（帰化率）を調べ、比較した。帰化率を出す場合、広い地域の植物相について算出する場合と植物群落ごとに算出する場合があるが、自然度の調査の一環として行うため、後者の考え方をとった。

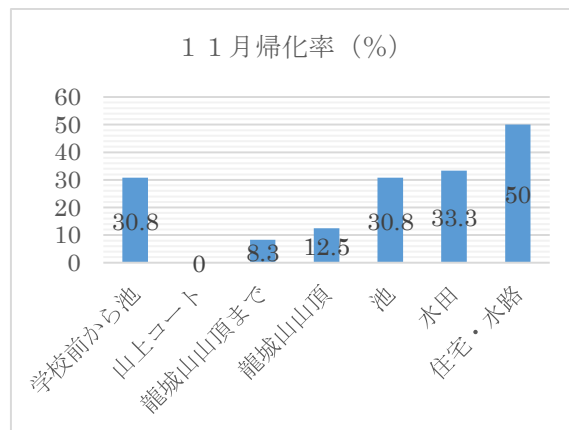
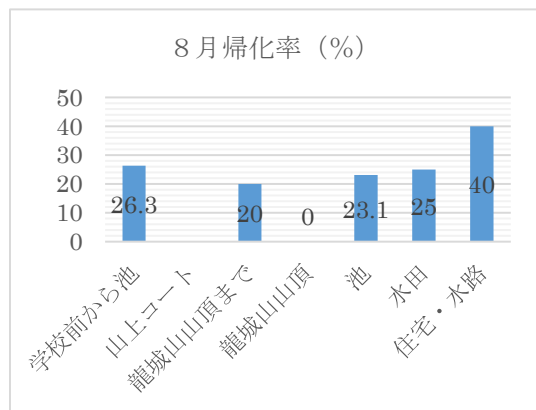
2. 実験・結果・考察

調査ルートを以下の7つに分け、8月15日と11月3日に植生調査を行い、それぞれ帰化率を求めた。

結果から、龍城山周辺は帰化率が低く、住宅街や水田地帯では帰化率が高かった。このことから、人の出入りに

* 帰化率 (%)

$\text{帰化率 (\%)} = \frac{\text{帰化植物 (種数)}}{\text{総数 (種数)}} \times 100$



伴い外来種が分布域を広げていると考えられる。また、住宅街では栽培品種として、水田地帯では雑草の一部として、外来種が定着してしまったことにより、多くの外来種が繁殖した可能性もある。池の周りは帰化率が住宅街に比べて低いことから、人の出入りはあるが、住宅街ほど盛んではないことがうかがえる。

さらに、8月と11月の帰化率を比べると、ほとんどの場所で11月の方の帰化率が高くなった。これは、夏から秋にかけて植物体が枯れてしまい植物の総数（分母）が減ってしまったことや、外来種は花期が長いものが多いことが原因だと考えられる。一方で、龍城山山頂までの範囲で8月の方の帰化率が高くなったのは、調査日の直前に草刈りが行われ、植物総数が減少したからかもしれない。

3. まとめ

植物群落ごとに帰化率を求めることにより、相対的に帰化率の高低を判断し、自然に対する人間の影響を考察した。今回は調査の頻度が少なく、データの信頼性が低かった。次は、植物群落ごとに調査区域を決定したら、方形枠を用意するなどして同じ面積あたりで帰化率を求めたり、ある特定の植物種の分布に注目したりするのが良いと思う。植生調査を継続することで、植生の変遷をより詳しく見ていきたい。

伊豆半島における古文書の文字認識 —YOLOによるエンドツーエンド型手法を用いた予備的調査—

芹澤正太郎¹, 和田憲親¹, 橋本敬之², 北本朝展³, 鈴木静男¹

¹: 沼津工業高等専門学校, ²: NPO 法人 伊豆学研究会,

³: 情報・システム研究機構データサイエンス共同利用基盤施設人文学オープンデータ共同利用センター

キーワード: くずし字, 日本古典籍データセット, YOLO

1. はじめに

近年, 深層学習を用いた画像処理による文字認識が発達し, 古典籍にも応用されるようになった(竹内ほか, 2019). これは, 人文学オープンデータ共同利用センターによる「日本古典籍くずし字データセット」により古典籍とくずし字認識に関する研究が, 盛んになったためである. 古典籍の1文字毎のくずし字認識では, 90%以上の正答率が得られるまでになったが, 古文書のそれに対しては未だ正答率は高くない(北本ほか, 2019).

伊豆地域では, 伊豆学研究会により旧家の史料調査が行われ, 多くの古文書が発見されている. 古文書の解読をコンピュータによって補助することで, 大幅な解読時間の短縮が見込まれる. これまでに伊豆地域で発見された古文書画像に対して画像水増しを用いた深層学習によりくずし字を文字認識する予備的調査が行われてきた(佐々木ほか, 2019).

近年, 画像を入力とし, テキストを出力とする中間的な特徴表現を全て機械に学習させる方法(エンドツーエンド型手法)が, 多く取り入れられるようになった(北本ほか, 2019). そこで本研究では, 物体検出手法の一つである You Only Look Once (YOLO) v3 を用いたエンドツーエンド型手法を取り入れた予備的調査を行った.

2. 方法

本研究は, 佐々木ほか(2019) で用いたデータに画像データを追加して解析した. 日本古典籍字形データセット(2017年6月公開版; 人文学オープンデータ共同利用センター, 2016) より籍字データを入手し, 伊豆地域における10枚の証文画像を入手した. この10枚の証文画像のうち, 1枚を検証用に, 残り9枚を学習用とした.

YOLOv3は物体検出アルゴリズムのうちの一つであり, アンカーボックスと呼ばれる物体の高さと幅を記した矩形によってレイアウト分析(文字検出)と文字認識を行う. 画像を $S \times S$ ($S=13, 26, 52$)の領域で分割し, それぞれ区切られたセルに対して物体の候補となる領域(バウンディングボックス)とそこに物体がある確率を求める. また, それぞれのセルは認識結果を同時に出力する(Redmon and Farhadi 2018). YOLOv3用の訓練データ作成には, アノテ

ション専用ソフトウェア labelImg (<https://github.com/tzutalin/labelImg>)を用いた. 学習用画像データは明度・彩度・画像回転の組合せで水増しを行い, 画像数を10倍に増やした.

3. 結果と考察

YOLOv3を用いて学習, レイアウト分析(文字検出), 文字認識を行った結果を示す. 訓練画像では147文字中114文字検出し, 検出された114文字中112文字認識が正解であった(図1a). 一方, 検証画像では319文字中17文字検出し, 検出された17文字中5文字認識が正解であった(図1b). 検証用データでは検出された文字が誤って認識されている場合が多く, その大部分が「御」「候」「申」など, くずし方によっては別の文字の一部によく似ているものであった.

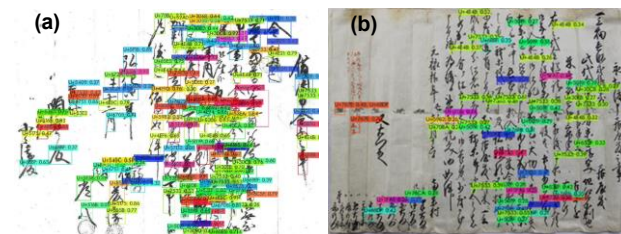


図1. 学習済識別器を訓練画像と検証画像に適用した例
(a)訓練画像, (b)検証画像

4. 参考文献

- 人文学オープンデータ共同利用センター (2016) 日本古典籍字形データセット<<http://codh.rois.ac.jp/char-shape>>.
- 北本朝展, カラーヌワット タリン, 宮崎智, 山本和明 (2019) 電子情報通信学会誌, 102: 563-568.
- Redmon J, Farhadi A (2018) arXiv:1804.02767 [cs.CV].
- 佐々木謙人, 山路倍弘, 橋本敬之, 北本朝展, 鈴木静男 (2019) GIS—理論と応用, 27: 159-159.
- 竹内正広, 早坂太一, 大野互, 加藤弓枝, 山本和明, 石間衛, 石川徹也 (2019) 人工知能学会全国大会論文集, 3Rin209_1-2.

グリム童話についての考察（日本語版と英語版の比較）

静岡県立韭山高等学校 2年文系探究コース 英語2班（天野佳代，木村乃愛，後藤千夏）

キーワード：グリム童話と伊豆の民話、動物のイメージ、文化や宗教・自然環境の違い

1. 主な研究内容、方法

英語圏に住んでいる多くの人々に読まれ、親しまれているグリム童話と日本で読まれているグリム童話にはタイトルは同じでも内容や登場する動物などに違いがあるのではないかと考えた。さらにそれらの違いは、それぞれの地域の文化や宗教、当時の社会背景などの違いから生まれるものなのではないかという仮説を立て、この研究を始めた。グリム童話というものは人々が幼少期から触れ合う機会が多く、そこには作者らから子供たちへの生きる上での教訓や将来の理想像が込められているものではないだろうか。そしてそれらは人々の人間性、文化、宗教と密接に関わっているのではないかと考えた。まず英語圏で実際に読まれている英語版グリム童話を英語から日本語に訳し、それを日本で出回っている日本語版と比較して違いを調べた。すると、物語の結末や登場する動物の違いがあることが分かった。さらに登場する動物の違いに着目し、それぞれの動物にどんな意味があるのか、何を象徴しているのかについて調べた。英語版と日本語版で共通して登場する動物について、日本の、特に私たちの身近にある伊豆で語り継がれている昔話にも同じように登場する話があるのではないかと思い、文献や本を利用してさらに研究を進めた。

2. 比較から読み取れる違い

比較した話は、ヘンゼルとグレーテル、白雪姫、カエルの王子様の3作。まず、ヘンゼルとグレーテルでは、日本語版と英語版では結末の違いから幸せの概念の違いが生じたことが分かった。白雪姫では、これといった違いは見られなかった。カエルの王子様では、姫がカエルを自分の部屋に入れる場面から、壁の内側、外側に対する認識の違いがみられた。次にこれらの作品に多く登場する動物について、英語圏の物語と日本（主に伊豆）の民話から同じ動物が登場する作品で比較した。まず、オオカミについては、グリム童話（ヘンゼルとグレーテル）や西洋の民話と、伊豆の民話である「おおかみの恩返し」を比較した。おおかみの恩返しでは、オオカミが人間に助けてもらったお礼をする場面があるが、西洋の話では魔女によって人間がオオカミに変身させられる場面が多くみられた。このことから、西洋では動物は卑しい存在として認識されやすいが、日本では仲間という意識が強

いように思う。次に、カエルについてはグリム童話（カエルの王子様）と伊豆の民話である「かえるの袈裟衣」、「河鹿の屏風」を比較した。伊豆の民話の2つでは、かえるが人間に対して、“お礼”をする場面が多くみられた。袈裟衣では、人間に育ててもらった礼、河鹿では住処を守ってくれた礼。どちらからも人間と動物の友好関係が描かれている。対してカエルの王子様では姫を助けた見返りを求めるといったような図々しさが描かれており、さらに姫に嫌われていることからカエルに対して良いイメージが持たれていないことが分かる。多くの話で出てきた魔女は、グリム童話作成当時、ヨーロッパで多くの魔女狩りが行われていたことから、当時の社会背景にもつながると感じた。

3. 違いから分かること

いくつかの物語を読んでみて、グリム童話における日本語と英語圏の内容の違いは、それぞれの国の文化や信仰する宗教の違いが強く関係していると考えられ、当時の社会背景も密接に関連していると思われる。そして、物語中に登場する動物に対する人々の対応やイメージも異なることが分かった。今回引用した伊豆の物語「河鹿の屏風」における”カエル”に対するイメージは、河鹿の頭領に説得されたことによって菊三郎が河鹿たちのために山を売ることをやめ、怠け者だったはずが働き者になるという人間に善をもたらす、良いイメージがあることがわかった。そして、河鹿が描かれた屏風を求めた皆さんの人が菊三郎の元へ訪れてくるということからも、英語圏では嫌悪や拒絶の対象とされていた”カエル”が、伊豆では人間に好感を持たれていることが分かる。やはり、「カエルの王子様」で確認したように、日本と英語圏ではカエルに対するイメージは違った。動物に対して抱く感情は昔の人々の生活や文化、宗教の違いからきたものであるという説が濃厚だ。また、動物のイメージの違いは日本語と英語圏で書かれた物語の違いから生まれたのではないかと考えられる。どのような文化の違いが直接関係しているのかなど、まだ謎な部分もさらに調べていきたい。

沼津高専生による駿河湾沼津の深海 1500m への挑戦

沼津工業高等専門学校特別同好会 知財の TKY

鈴木檀、浦田楓真、廣野忍、荒川琉平、宮崎富一、鈴木悠矢、鈴木涼太、諸星賢太郎（顧問 大津孝佳）

キーワード：駿河湾，深海調査，深海生物，深海の活用

1. 深海調査の動機と目的

沼津近郊の海は、日本一高い富士山と日本一深い駿河湾に近く、伊豆半島ジオパークとしての生きたジオ拠点として、海への関心も高く、海底調査や観光といった産業応用などその活用が期待されている。しかし、水深 10m 程度ではダイビングで撮影された映像があり、深海 2000m では深海映像があるものの、漁業や海底利用に期待される沼津近郊の水深 100～1500m 程度の映像等の情報は少ない。本研究の目的は、そこの映像を低価格な機材によって収集し、様々な分野へ活用することにある。

2. これまでの深海調査

実際に深海調査を行うにはいくつかの障害が存在した。それは、金銭的問題や安全上の問題である。そこで、産学官連携によって沼津市とヤマハマリーナ沼津に協力していただき、学生にとって安全、安心の調査を行えるようにした。また、機材も市販のものを自分たちの手で改良し、一部のパーツを自作することで価格を抑えた。

3. 調査機材

使用する調査機材は 2 つある。1 つ目は深海 200m までの映像撮影を目的としたリアルタイムモニタリングシステム「DREAM II」である。潜航させるカメラとそこから伸びる 450m のケーブルを備えることにより、深海の映像を船上でリアルタイムに観察することができる。また、電源と記録を船上で行うことによって、長時間の撮影を実現した。2 つ目は 4K 画質での動画撮影が可能な「PIXY II」である。内蔵の SD カードに記録することで DREAM II よりも高画質の撮影が可能である。また、ラインの巻き取りに電動リールを用いることで学生の負担を減らし、潜航及び回収の効率化を図った。さらに、コントロールラインシステムによって、水中にあるカメラの状態を把握できるうえに、着底しての定点観測のみならず、カメラを浮かせた状態で、海底を見下ろすような映像を安定して撮影可能になった。

4. 調査結果

図 1 に示すように DREAM II ではこれまでに 7 回調査を行

っており、深海 200m では、アズマハナダイやアカトラギスといった魚やサクラエビやウミユリ、ヤギ類、クモヒトデといった生物が確認できた。

PIXY II ではこれまでに 3 回調査を行っており、深海 500m ではウナギやアナゴの仲間やヤギ類、ウミシダなどの生物が確認できた。また、深海 1000m では、トウジンとみられる魚や深海デブリと呼ばれる海底のゴミが確認でき、深海 1500m ではサルパといった海底浮遊生物や、戸田沖に沈むとされるロシアの軍艦ディアナ号の一部である可能性のある棒状の物体が確認できた。

5. データの活用

現在、これまでに収集したデータを整理することで「アーカイブ化」を進めている。その一環として、深海映像ダイジェスト動画を作成した。これは、撮影した映像のハイライトシーンを切り出し、字幕や画像による説明を追加した動画である。また、ダイジェスト動画を VR ゴーグルで見ることができるよう加工し、一般の方に見ていただくイベントを 2 回行った。1 回目は 2020 年 2 月 22 日に戸田で行われた深海魚フェスティバル、2 回目は同年 10 月 25 日にららぽーと沼津で行われた。2 回のイベントを通して、私たちは工業的な技術をアピールしたいが、お客さんの多くは深海映像に興味があり技術的な紹介にはあまり興味を示さないというギャップがあることが課題であった。

今後はこのような課題を改善し、映像のみならずより多くの方に楽しんでもらうようなコンテンツを提供していきたいと考える。

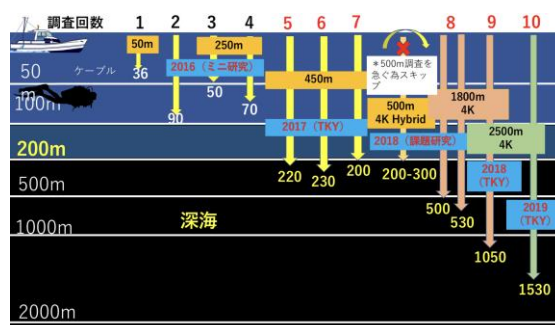


図 1 深海調査ロードマップ (2019 年 11 月現在)



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



• Izu Peninsula
• UNESCO
• Global Geopark



伊豆半島ジオパーク
IZU PENINSULA GEOPARK