



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



Izu Peninsula  
UNESCO  
Global Geopark



伊豆半島ジオパーク  
IZU PENINSULA GEOPARK

2019年3月16日

第4回

伊豆半島ジオパーク

学術研究発表会

場所：日本大学国際関係学部三島駅北口校舎 N301 教室



要旨集

伊豆半島ジオパーク推進協議会

## 学術研究助成

伊豆半島ジオパーク推進協議会では、伊豆半島ジオパーク内を対象とした調査・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4回目になりました。また昨年4月に伊豆半島ジオパークがユネスコの認証する「ユネスコ世界ジオパーク」となったことを契機に、支援のあり方を全面的に見直しました。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はずです。こうした事情を踏まえ、研究者が通常使用している「助成」制度へと改訂しました。併せて、科学技術振興機構（JST）をはじめとする研究助成金のデータベースにも記載し、本研究助成の広報に努めました。この結果、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（科研費）の審査制度にならった客観的な評価を行い、本年は4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研究から世界最先端の研究であり、ひいては世界的研究がここ伊豆半島で行われている、そうした研究を知る機会に位置づけました。発表会では研究の一端を地域に還元する趣旨に合せ、専門用語を避けて成果を紹介いただきます。

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】 伊豆半島ジオパーク内を対象とする、あらゆる人文・社会・自然科学研究

【補助金額】 上限30万円（3件程度採択予定）

【昨年度実績】 3件

1. 伊豆東部火山地域の地下に隠れたケイ長質マグマの探索
2. 南伊豆町入間海岸の津波石（？）の研究
3. 伊豆半島における日本版生物多様性バンキングの枠組みに関する基礎的研究

昨年度の要旨はコチラ



## プログラム

---

### ✚ 学術助成採択研究成果発表

#### 01 10:05～10:35

高等学校の「課題研究」と結びつけた伊豆半島周辺の地質調査および植生調査の研究

渡邊充司（静岡県立韮山高校）…………… 2

#### 02 10:35～11:05

海岸植物スカシユリの系統地理学：伊豆半島のスカシユリはいつ、どこから侵入し、定着したのか？

糟谷大河（千葉科学大学危機管理学部）…………… 3

#### <休憩> 11:05～11:10

#### 03 11:10～11:40

伊豆半島の深海、および浅海の沿岸域の動物相調査

中野裕昭（筑波大学下田臨海実験センター）…………… 4

#### 04 11:40～12:10

全方位ミュオグラフィによる大室山内部構造の3次元イメージ化に向けたテスト観測

宮本成悟（東京大学地震研究所）…………… 5

#### 05 12:10～12:20

### ✚ 総評

小山真人（静岡大学/伊豆半島ジオパーク推進協議会学術顧問）

# 高等学校の「課題研究」と結びつけた伊豆半島周辺の地質調査および植生調査の研究 High School Study of the Geological Survey and Plant Distribution Around Izu Peninsula

渡邊充司（静岡県立韮山高等学校）  
Atsushi WATANABE (Nirayama High School)

キーワード：伊豆半島，ウバメガシ，柱状節理，花粉分析  
Key words: Izu Peninsula, Ubamegasi, Columnar joint, Pollen analysis

## 1. はじめに

本校の理数科にて行われている課題研究で地学班は伊豆半島をテーマに行っている。今回は11名が希望したため、3班で3つのテーマにて行った。地学1班「火山灰を含む地層の花粉分析に基づく植生変遷及び噴火年代の研究」、地学2班「ドローンによる高精度3Dモデルを用いた柱状節理形態の統計的分析とその成因に関する研究」、地学3班「古狩野湾の復元」、で研究を行った。今回ジオパーク推進協議会より、旅費の助成をしていただいたおかげで高校生が調査に出かける範囲が広がった。

## 2. 実験・結果・考察

### (1) 地学1班

地層中に含まれる花粉に注目して、伊豆半島の古環境復元を試みた。噴火の際に生じる火山灰層が年代の指標となるため、その火山灰層に隣接した土壌層に含まれる花粉の同定と解析を行った。伊豆の国市田原野の崖で行った調査の結果火山灰層に挟まれる土壌の中から、スダジイ、フジアカショウマ、ネコヤナギ、ジンチョウゲ、イチョウの花粉が検出された。対象とした火山灰の年代はおおよそ10万年前～13万年前のものである。常緑樹のスダジイの花粉に注目すると、既存の気候変動曲線などで急激に気温が低下した125kaの時にはスダジイの花粉が見られず、105kaの地層からはスダジイが復活して見られるため、125kaの時気温が低下し、その後105kaで気温が上昇したことを示している。今回の研究で花粉の分布と、間氷期年代の気温が一致していると考察できた。

### (2) 地学2班

伊豆半島下田爪木崎の海岸に露頭している柱状節理をドローンにて空中写真を撮影し、柱状節理形態の統計的分布を解析した。また、片栗粉を使った柱状節理再現実験や収縮中心としてランダム点を用いた柱状節理をシミュレーションによって、柱状節理形態の変化要因を考察した。爪木崎のデータでは、6角形が最も多く、その次に5角形と7角形の数が多くなっていた。片栗粉の実験では、6角形が最も多く、爪木崎の柱状節理の分布より5角形や7角形、8角形が多く存在する分布となっていた。ランダム点による柱状節理は、3～11角形までの分布であり、柱状節理のような6角形が突出した状態にはならなかった。理想的な冷却（等間隔に配列した収縮中心に向かう場合）にはすべて6角形になるのに対し、ランダム点を想定した場合には、6角形以外の形状が増える。

このことから、柱状節理の角数のばらつきは冷却と均質さと関係があると考えられる。

### (3) 地学3班

縄文時代に海水面が上昇したことで、伊豆半島内部に湾（古狩野湾）が形成されていた。その正確な海岸線を知るために、昨年度まで、ボーリングデータや土質標本、ウバメガシ林の分布を調べデータを蓄積してきた。今年は、ウバメガシ林の内陸部コロニーの探索と遺伝子解析を行うと共に縄文時代の遺跡の分布を調べ、多方面の視点から正確な海岸線を探るとともに海水準変化に伴う植物群落の移動についても研究することにした。

伊豆半島西側海岸部のウバメガシのサンプリングと内陸部では新たに2つのコロニーを発見し、それらのサンプルからDNAを抽出し、葉緑体DNAの比較をPCR法にて行った。その結果すべてのサンプルでは成功しなかったが、部分的には成功し増幅が見られた。内陸部と沿岸部のサンプルで、分離量が若干異なる個体が検出されたため、今後シーケンス等を行っていく予定である。また、遺跡の分布をQGISにて解析すると、縄文時代の遺跡は海拔の高い部分から発見されており、弥生時代の遺跡よりも標高が高い部分に集中している。今回の結果から、一昨年のボーリングデータによるシルト層の位置やウバメガシ林の分布から求めた海岸線と遺跡の分布によるデータはほぼ一致していることがわかった。また、ウバメガシ林の遺伝子抽出はすべての個体では成功していないが、一部差異が見られる部分もあるため、引き続きDNA抽出やシーケンスを行い、海岸線を知るための指標として用いられるか検討していく。

## 3. まとめ

高校レベルの研究では限られた予算の中で実験を行うため、設備面から高度な研究は行いにくい、基礎的な面でのデータ蓄積を行うことで、様々な研究者の方にそのデータを活用してもらうことを目標に行っている。火山灰中の花粉の種類、柱状節理携帯の統計的な分布、昨年の土質標本内に含まれる珪藻の種類についてのデータなど地道に蓄積させていきながら、伊豆半島について興味関心を持っていただく方々を増やすと共に、次世代の研究者育成にも貢献できればと考えている。

謝辞：国立遺伝学研究所黒川顕先生、豊田淳先生、伊豆半島ジオパーク推進協議会専任研究員鈴木雄様、朝日克彦様より多大なご意見及びご支援をいただきましたことを感謝いたします。

# 海岸植物スカシユリの系統地理学： 伊豆半島のスカシユリはいつ、どこから侵入し、定着したのか？

Phylogeography of a coastal plant *Lilium maculatum*:  
When did *Lilium maculatum* expand its distribution to Izu Peninsula from anywhere?

糟谷大河（千葉科学大）  
Taiga KASUYA (Chiba Inst. Sci.)

キーワード：生物地理，遺伝的多様性，スカシユリ，系統解析  
Key words: biogeography, genetic diversity, *Lilium maculatum*, phylogenetic analyses

## 1. はじめに

スカシユリ *Lilium maculatum* は海岸の砂礫地や崖などに生育する植物で、本州中部以北の海岸に分布し、太平洋側では静岡県が分布南限である。スカシユリは栽培や鱗茎の食用目的で乱獲され、各地で自生地が減少しており、茨城、千葉、新潟、秋田各県のレッドリストで絶滅危惧 II 類や準絶滅危惧種などに指定され、保全対象となっている。

スカシユリの保全を検討する上で、日本各地のスカシユリ集団の遺伝的多様性や系統関係を解明することは重要である。また、伊豆半島はスカシユリの分布南限に近いので、本種は伊豆半島の植物相の成り立ちを考える上でも重要である。そこで本研究では、伊豆半島のスカシユリ集団の遺伝的多様性および他地域の集団との系統関係を解明し、伊豆半島にいつ、どこからスカシユリが侵入したのかを推定することを目的とした。

## 2. 材料および方法

2018年6月～2019年1月、伊豆半島を含む本州各地で野外調査を行い、スカシユリの葉や鱗茎を採集した。それらからDNAを抽出し、Mig-seq (multiplexed ISSR genotyping by sequencing) 法を用いて遺伝的多様性や系統関係を解析した。

## 3. 結果および考察

系統解析の結果、スカシユリは東北地方の集団が祖先的であり、東北地方から関東地方へ南下したことが明らかになった。そして、茨城県、房総半島西部から三浦半島にかけて急速に分布拡大した後、伊豆半島に侵入したことが示された。また、東北地方と関東地方以南の集団は遺伝的に分化しており、両者の分岐時期は比較的古いことが推察される。一方、関東、伊豆半島から御前崎にかけてのスカシユリ集団内では、風などによる種子分散に伴い遺伝的な交流が生じている可能性が示唆された。

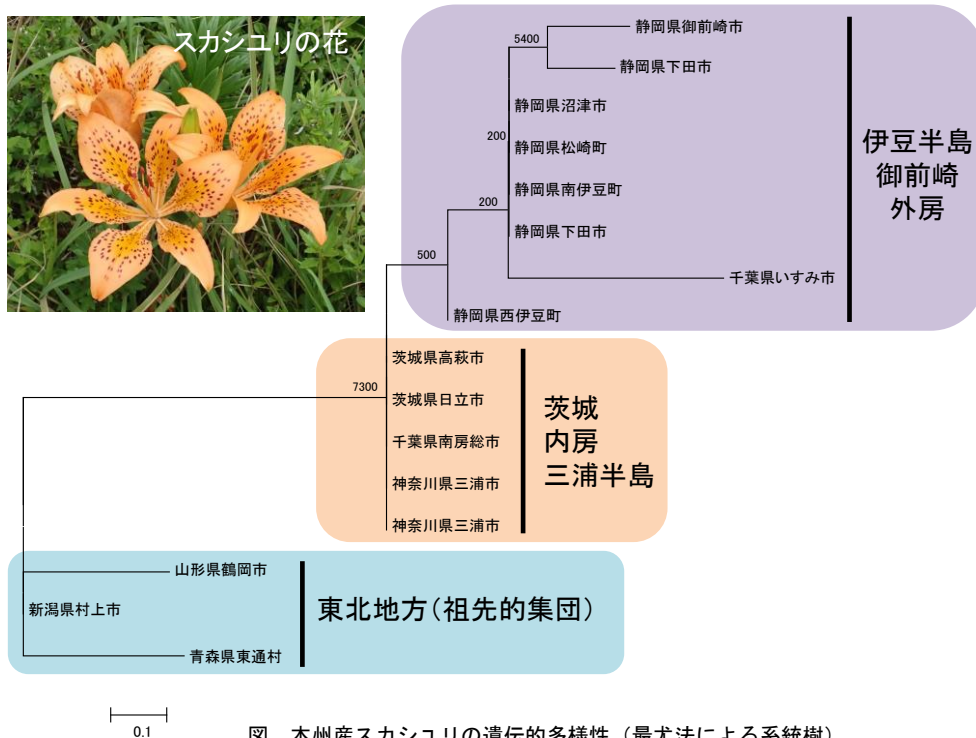


図 本州産スカシユリの遺伝的多様性（最尤法による系統樹）

# 伊豆半島の深海、および浅海の沿岸域の動物相調査

## Faunal survey of deep and shallow coastal areas of the Izu Peninsula

中野裕昭（筑波大・下田臨海実験センター）\*  
Hiroaki NAKANO (Shimoda Marine Research Center, Univ. of Tsukuba)

キーワード：海産動物，生物多様性，沿岸域，伊豆半島  
Key words: marine animals, biodiversity, coastal area, Izu Peninsula

### 1. はじめに

伊豆半島の周辺海域は、約 130 年前から数多くの科学的な生物相調査が行われており、世界的に見ても非常に高い海産生物の多様性を誇るとされてきた。しかし、これまでの調査は潮間帯、または千メートル以深の深海に偏りがちであったこと、10cm 未満の動物種はあまり詳しく調べられていないことなどの問題もあった。

本研究は、これまであまり調査されてこなかった、これらの海域の沿岸域（水深数 m-600m 程度）に生息している大きさ数 cm の動物種を調べることが目的である。

### 2. 調査方法

水深 100 - 600 m の深海域の調査には、筑波大学下田臨海実験センターの研究調査船つくば II を用いた。ソリネットと呼ばれる採集器具で海底の基質（泥や砂など）を採取し、それを濾すことで基質に生息する底生生物の採集を行った。また、無人潜水艇（ROV）やデジタルビデオカメラを用いた底生生物の自然の生息地での観察、撮影も試みた。水深数 m の浅海域では、潜水による調査を行った。

採集した動物の実験室内での飼育や発生過程の観察も行い、また、採集個体の固定標本も作成した。

### 3. 採集された動物の例

本研究では、非常に多種多様な動物がとて多く採集された。以下に特に興味深い 3 種について説明する。

珍渦虫は、左右相称動物の起源を考える上で重要な動物

だが、全世界で 6 種しか報告されておらず、日本からは *X. japonica* 1 種の採集報告があるのみである。本研究の深海域の調査において、珍渦虫 *X. japonica* を複数個体、伊豆半島沖で採集することに成功した。本海域は日本で唯一複数の珍渦虫が採集された場所となった。

無腸動物も動物の進化を考える上で重要な動物である。本研究の浅海域の調査において、これまで無腸動物からは報告されていない体の構造をもつ個体が複数採集された。DNA を使って分子系統学的解析を行ったところ新種である可能性が示唆された。また、この種が卵からどのように成長して成体になるか、その発生過程の観察にも成功した。

有櫛動物門は、現生の動物の中でもっとも祖先的とも考えられているグループである。本研究の浅海域の調査においては、これまで日本から正式な報告のない有櫛動物 1 種を採集し、その動物が分裂で増える過程の観察に成功した。本種は現在も継続して実験室内で飼育を行なっている。

### 4. 今後の展望

今後は、作成した固定標本を用いて採集した動物の種の判別や形態学的観察などを続ける予定である。また、撮影された海底の動画には魚類や小型甲殻類が確認でき、動物の自然の生息地での行動観察も今後可能であることが示された。さらに、上述の珍渦虫、無腸動物、有櫛動物などの興味深い動物種の生きた個体を用いた研究も継続して実施する予定である。これらの幅広い研究を通して、伊豆半島沿岸域の生物多様性を明らかにしていきたい。

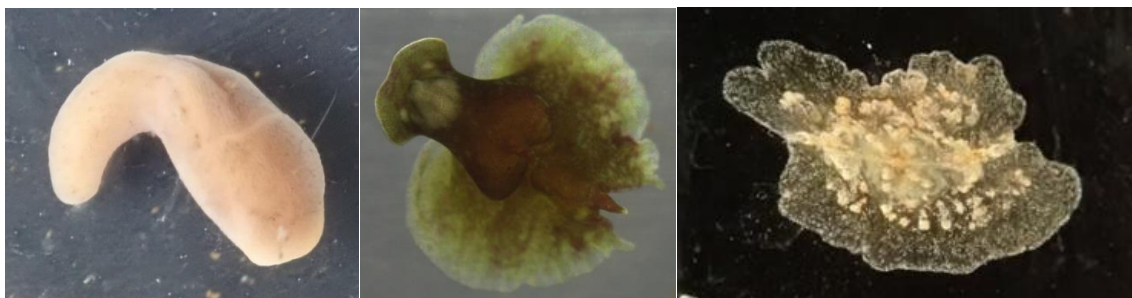


図 1 本研究で採集された動物の例。左からそれぞれ珍渦虫、無腸動物、有櫛動物の 1 種。

# 全方位ミュオグラフィによる大室山内部構造の3次元イメージ化に向けたテスト観測

Test observation for 3D imaging of the internal structure in Omuroyama by omni-directional muography

宮本成悟 (東京大)

Seigo Miyamoto (The Univ. of Tokyo)

キーワード: 火山, 宇宙線, ミュオン, イメージング

Key words: volcano, cosmic-ray, muon, imaging

## 1. 火山透視の原理

多くの人はX線レントゲン撮影を受けた経験があると思います。X線レントゲン撮影で、なぜ人体内部の状態を調べられるのでしょうか？人体に向けて発射されたX線ビームは、骨などの密度の高い物質ではより多く吸収され、筋肉などその他の部分では相対的にあまり吸収されません。そのためX線フィルムの場所によって明暗に差が出ます。これがレントゲン撮影の基本原理です。

一方で、銀河内に飛び交う高エネルギーの陽子が地球に入射したときに、最終的にミュオンという素粒子が生成されます。この粒子は常に一定の割合で空から地上に降り注いでいます。ミュオンはX線よりも貫通力が高く(X線のエネルギーの1000万から1億倍程度)、1キロメートルの厚みの岩を貫通する粒子も存在します。この性質を利用して火山の内部をレントゲン写真のように透視することができます。例えば溶岩が冷えて固まった場所は密度が高いため、ミュオンの多くはそこでエネルギーを失いストップしやすくなります(人体でいうと骨に相当)。一方でスコリアなど、空隙率の高い火山灰が降り積もった部分は、物質量が相対的に少ないため、ミュオンはエネルギーを保ったまま観測器に到達しやすくなります(人体で例えるならば骨以外の筋肉などに相当します)。このようにレントゲン撮影と似た原理で、空から降ってくる素粒子ミュオンを用い火山や遺跡の調査を行う手法を、ミュオンラジオグラフィまたは

ミュオグラフィと呼びます。

## 2. 大室山三次元イメージング計画

大室山は約4000年前に噴火して山体が形成された単成火山です。古谷野さんらはこれまでの地質調査・研究と新たな地質調査結果をまとめ、大室山が当時どのように噴火したか、その様子を推定しました(1995)。実際は大室山の内部構造はどのようになっているのでしょうか？ミュオンを観測する装置を、大室山を取り囲むように設置し、X線CTのように3次元密度イメージングすることを計画しています。観測が実現すれば、大室山自身の謎が解けるだけでなく、富士山や桜島のような何度も噴火を繰り返して山体が生成された「複成火山」、その基礎単位である「単成火山」の構造データが取得でき、他の活火山の構造研究に大きな貢献がもたらされることが期待されています。

## 3. 全方位ミュオグラフィ観測に向けたテスト観測

今年度春に小型ミュオン観測器を大室山山麓に3点設置しました。目的は全方位ミュオグラフィ観測に向けたミュオン観測器内部構造の最適化と、大雑把な内部密度構造の把握です。解析の結果、クレーターリム西側に、他の部分よりも高い密度領域が検出されました(図1参照)。これは、噴火活動の終盤にクレーター内に溶岩湖が形成されたというこれまでの研究調査内容と関連している可能性があります。今後はより多くのミュオン観測器を設置し、より鮮明な内部構造画像を得てゆく予定です。

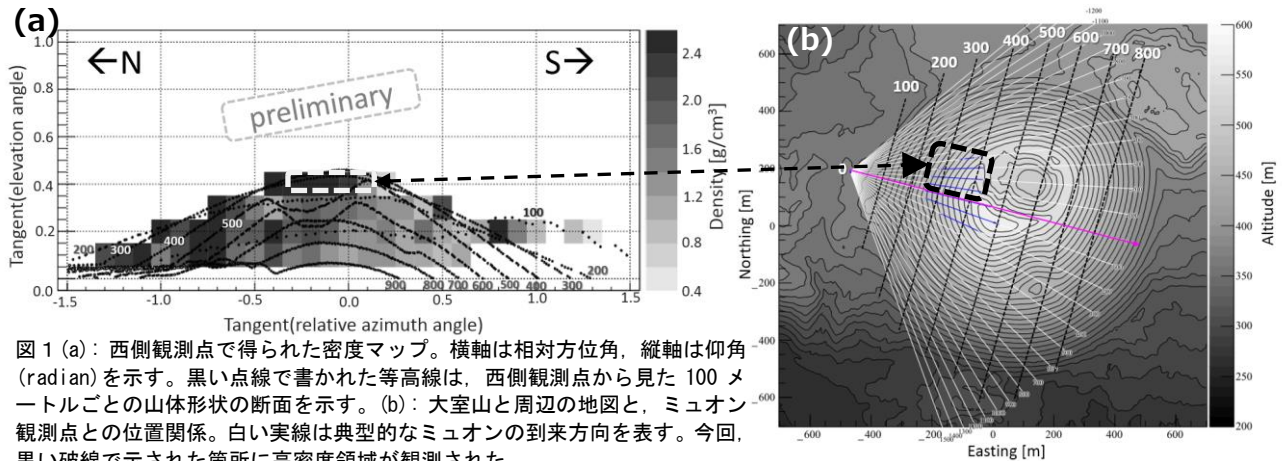


図1 (a): 西側観測点で得られた密度マップ。横軸は相対方位角、縦軸は仰角 (radian) を示す。黒い点線で書かれた等高線は、西側観測点から見た100メートルごとの山体形状の断面を示す。(b): 大室山と周辺の地図と、ミュオン観測点との位置関係。白い実線は典型的なミュオンの到来方向を表す。今回、黒い破線で示された箇所に高密度領域が観測された。



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



• Izu Peninsula  
• UNESCO  
• Global Geopark



**伊豆半島ジオパーク**  
IZU PENINSULA GEOPARK