

2021年度海城中高地学部

部誌



表紙: 石川民

目 次

地
学
始
め
ま
す
か
？

2021

はじめに

- 02 顧問挨拶
- 0x 部長挨拶
- 0x 地学部の歴史

GE01グランプリ作品集

- 0x 「海城の地面の下ってどうなってんの？」 河野旺実(高1)
- 0x 「ミネラルウォーター類の飲み比べ実験」 野中智彰(中2)
- 0x 「文化祭における太陽模型のホログラム化の検討」 佐藤孝樹(中3)
- 0x 「お鷹の道・真姿湧水群での水質調査」 下河邊太智(高1)
- 0x 「化石から多摩川の昔の陸と海の境界線を調べる」 高橋壮太(高1)

分野別記事

- 気象分野 「蜃気楼はなぜ起こるのか」
- 水文分野 「おとめ山公園における湧水についての研究紹介」
- 地質分野 「アンモナイトを科学する」
- 天文分野① 「天文班の現在の活動について」
- 天文分野② 「オンライン天体観測会について」

おわりに

編集後記

※GE01グランプリとは、本校地学部内で春休み後に行われた部員による研究発表会です。

部長 青山空弥

本日は地学部展示に足を運んでいただきありがとうございます。少しでも地学に興味を持っていただけたのであれば大変嬉しいです。地学は地質だけでなく、雲、星、水など多岐に渡り、言ってしまうと外の世界すべての学問です。

だからこそ、地学は自然が教材と言われるほど実際に訪れての観察が重要なのですが、この2年間、フィールドワークが出来ず、部活動にとって大きな障壁となりました。

しかしそのような状況の中でも、後輩が天体観測会をzoomで開いてくれ、また以前海城に勤めてらした先生と水文学についての座談会をzoom行うなど、今まででは考えられなかった部活の域を超えた活動が活発に行われてきました。

地学部にとってこの2年間は厳しいものであると同時に、新たな道筋を見出す重要な時間であったと思います。今後、後輩にはこの間学んだことを活かし、さらに活気のある部活にしていってほしいと願っています。

地学部の歴史

※巡検や講義は、誌面の都合上省略しました。ご了承ください。

二〇〇七	地学同好会 設立
二〇〇八	「地学部」に昇格
二〇一〇	・ 地球惑星科学連合大会 参加 気象水文班 奨励賞 受賞
二〇一二	・ 地学オリンピック本選出場四名
二〇一三	・ 「新宿区おとめ山公園の湧水と周辺地下水との関係」 奨励賞受賞 ・ 南極においてSQM観測開始
二〇一四	・ 古生物学会 最優秀賞受賞 ・ 地学オリンピック本選八名出場 ・ 第三十六回東京都高等学校文化連盟会長賞受賞
二〇一五	・ 地学オリンピック本選五名出場 ・ そのうちの一名の部員が優秀賞 ・ おとめ山プロジェクト 最優秀賞（全国一位）

二〇一六	・ 第三十九回東京都高等学校総合文化祭閉会式にて部員が高文連会長賞を受賞 ・ 高三部員が国際地学オリンピック日本大会の日本代表になり、金メダル獲得
二〇一七	・ 日本古生物学会 高校生ポスターセッションで優秀賞受賞
二〇一八	・ 日本地球惑星科学連合(JPGU)二〇一八年大会で優秀賞を受賞 ・ 地学部OBが水文科学会誌への論文掲載と研究奨励賞を受賞
二〇一九	・ サイエンスキャッスル関東大会にて部員二名が優秀ポスター賞受賞
二〇二一	・ 中三部員が日本地学オリンピック本選にて、つくば科学万博記念財団理事長賞（中学生総合成績一位）を獲得。 ・ 日本地球惑星科学連合(JPGU)二〇二一年大会で優秀賞を受賞

今後の地学部の活躍にご期待あれ！

海城の地面の下ってどうなってるの？

河野旺実（高 1）

1. はじめに

こんにちは。高校1年の河野です。他の部員たちが水文系や天文系の分野を極めていの中で、自分はのんびりといろんな分野に首突っ込んで過ごしています。

話は変わりますが、みなさんはこの海城学園にいらっしゃる際に新理科館

（正式にはサイエンスセンターと言います。）をご覧になりましたか？次世代を象徴するような未来的な構造、科学教育に万全な実験室、その他様々な充実した設備が備わった新理科館ですが、実はこの校舎、「裏の顔」が地下にあることをご存知でしょうか？これは一部の関係者しか知らない事実で、外部からは秘匿とされている案件で...

と、怖い感じに言ってみたものの、実はそんなことは全くないのです（当たり前だ）。実は新理科館、工事が始まった頃に地面を掘ってみたところ、なんと関東ローム層が露出したのです。関東ローム層は受験で勉強済みかもしれませんが念のため説明しておきますと、関東平野一帯に広がっている火山灰の地層で、東京都の地盤で重要な役割を果たしております。そんなわけでコンクリートジャングルの新宿に現れたオアシスの如き生の地層が露出したものだから、この期を逃すまいとて、地学部員で露出した地層を「剥ぎ取って」保存し、地層の時代、名前やでき方などを調査しました。

2. 概要

新理科館の地層は写真1のようになっており、上から順番に立川ローム層、

武蔵野ローム層、下末吉ローム層、武蔵野礫層という順番になっています。この四つの地層の観察を通して分かったことをまとめていきます。

①立川ローム層

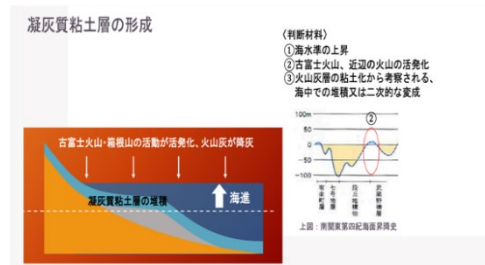
2.5 万年前に形成されました。火山灰の供給源は富士山と箱根の火山からです。また、面白いことにこの地層では単子葉植物が発見されました。だからどうした...というわけなのですが、植物があるということは、当時そこが陸地であったということを示しているのです。こういった手法では地層の環境を推定するにあたるとても重要な証拠を見つけることができます。

②武蔵野ローム層

7~2.5 万年前に形成されました。火山灰の供給源は立川ローム層と一緒になのですが、この地層、間に東京軽石層という地層が挟まっています。この地層は6万6千年前に箱根火山が大噴火して積もった地層なのですが、その規模は凄まじく、火砕流は横浜まで、つまり軽く30kmは移動してきたほどだと言われています。想像できないですね。

③凝灰質粘土層（下末吉ローム層）

武蔵野ローム層が水と触れ合うことで二次変質したものなのか、はたまた別の地層名のかはよくわかっていない



地層です。しかし、他の火山灰の地層よりも粘土質である点など、水分を多く含んでいることがわかりました。

④武蔵野礫層

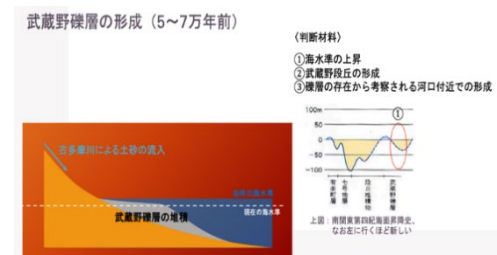
武蔵野礫層は古多摩川の活動によって土砂が運ばれて堆積しました。写真を見ればわかる通り、地層自体が礫によって形成されていることがわかります。礫は重いので、河口からそう遠くない位置で堆積します。よって、この地層も同様に、海の近くで堆積したということがわかりました。

3. 結果

以上、地層の年代と地層の中に見られた特徴を整理し、これを当時の東京の海面変動の図と照らし合わせていきます。当時の海水面は、地球の気候が変化するごとに頻繁に上下していました。そこからこの関東ローム層がどうやって作られていったのかを整理していきます。

①武蔵野礫層の形成

武蔵野礫層の形成については、先ほど話したように古多摩川からの土砂の流入で形成されました。また、当時の海水準はグラフを見ると低かったことがわかり、武蔵野礫層が形成されると同時に、川が地面を削って武蔵野段丘を



作ったと言われています。

②下末吉ローム層

下末吉ローム層は水中で堆積したということが先ほどわかりました。また、この時代は海水準が上昇している

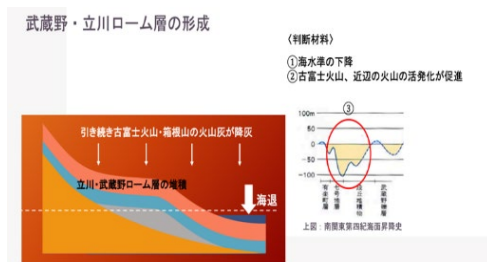
傾向にあったため、海水準が大幅に上昇していくと同時に火山灰が堆積し水分を含んだのではないかと推測しました。

③武蔵野ローム層

武蔵野ローム層からは東京軽石層が確認されるため、先述したとおり箱根火山の活動により火砕流が流れたとの記述があるので、おそらく陸地だったということが推測されます。また、海水準変動のグラフと照らし合わせてみると、当時は海水準が大幅に下降していることが確認されるので、辻褄が合うとわかります。

④立川ローム層

この地層に関しては③の武蔵野ローム層と堆積環境は同じであると言われています。（単子葉類の植物も発見されているので）。



以上のような経過で、新理科館の関東ローム層一帯は堆積したと考えられます。

5. 今後の課題

いかがでしたでしょうか。一見何でもないと思われる新宿の地面も、壮大な地球のドラマが隠されていたのです…。実際、「都会のアスファルトの下ってどうなってんの？」って聞かれた時に答えることができる人なんてほとんどいないと思います。しかし、そんな誰も知らない、普段は目にすることがないようなことでも、実は自分たちの生活の裏側にひっそりと潜んでいて、そ

れらを突き詰めていけばいろいろなことが見えてくるのだと思います。まだ15年しか生きてませんけど。

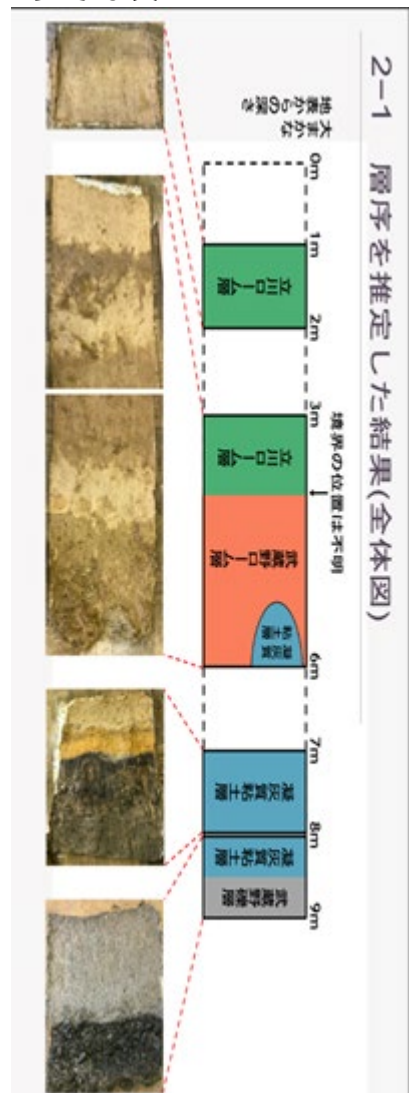
あらゆる分野に手を出しすぎて中途半端に物事を知っている私が約四年間この海城地学部でわかったことを申し上げておきます。海城地学部が特筆すべきは、「一見自然科学とは程遠い”都会”からほんの少し手掛かりを覗かせている“地学”を、とことん突き詰めていくような研究活動をおこなっている」ことだと思います。これは関東ローム層の研究だけではなく、水文班の行っている地下水・湧水の研究でもおんなじことが言えると思います。

参考文献

関東ローム層と関東平野

https://www.kubota.co.jp/siryou/pr/urban/pdf/11/pdf/11_2_2.pdf 最終閲覧日 6月30日

参考写真



ミネラルウォーター類の飲み比べ実験

野中智彰（中 2）

1. はじめに

スーパーマーケットに行けば、たくさんの種類のミネラルウォーター類（容器入り飲料水、以下、水と表記）を目にすることができます。これらの水を前にして、筆者は「どれも同じ水なのに、なぜこれほど商品が多いのだろう」と疑問に思いました。筆者自身、水を飲む機会が多いですが、味の違いは意識していませんでした。

一般に、水をおいしく感じるのは、水温が低いこと、異常な味やにおいがしないこと、適度なミネラル分を含むことの3つに当てはまることとされています¹⁾。ミネラル分の含有量については、旧厚生省のおいしい水研究会が硬度10～100mg/Lなどの基準を示しています²⁾。しかし、そのような先入観なしに、私たちが水の味をどのように感じるのかを調べてみたいと思い、水の飲み比べ実験を行うことにしました。

2. 方法

日頃よく見かける市販の水、旅行先で見つけた地域限定の水、外国産の水などの16種類の水を集めました。表1に評価対象の水を示します。なお、鉱化された地下水を原水としたものがナチュラルミネラルウォーター、これを原水として調整したものがミネラルウォーター、これ以外がボトルドウォーターです²⁾。

同じ温度、同じ湿度の状態で保存したこれらの水を、海城中学高等学校地学部部員11名の味覚に基づいて評価し、合議により「おいしい（A）」から

表1 評価対象のミネラルウォーター類

商品名(メーカー)	名称	種類	硬度	採水地	ランク
瓶泉水99(コスモシー)	NM	瓶泉水	1.7	鹿児島県垂水市	A
いろはす(日本コカ・コーラ)	NM	瓶水	27	山梨県北杜市	C
おいしい水天然水富士山(アサヒ飲料)	NM	深井戸水	30	静岡県富士宮市	B
南アルプスの天然水(サントリー)	NM	瓶水	30	山梨県北杜市	C
国内で採水した天然水(フタバパリュ)	NM	瓶水	36	栃木県佐野市	D
信濃安曇野天然水あずみ(フタバパリュ/オゾメイト)	NM	瓶水	36	長野県安曇野市	A
宇宙の鹽水(ユニケミー)	NM	湧水	37	鹿児島県鹿毛郡	C
ミライズ(永井商事)	NM	瓶水	48	鳥取県米子市	A
蔵王湧水 蔵水の恵み(蔵王湧水)	NM	瓶水	50	宮城県蔵王町	B
ふっか水(中里商店)	NM	瓶水	66	埼玉県深谷市	B
onisa(owiso)	NM	瓶泉水	304	エビアン(カシヤ水素)	D
Costrina(Costrina)	NM	瓶水	1408	コンソレタレヴィル	D
ICEFIELD(アイズフィールド)	M	ミネラル水	27.5	カナダバンクーバー島	C
クリスタルガイザー(クリスタルガイザー)	M	湧水	38	アメリカ・シヤスカタ水源	D
springwater(カーランド)	M	湧水	115	アロカ	B
アルカリイオンの水(キリンビバレッジ)	B	瓶水	59	静岡県御殿場市	C

注) NM: ナチュラルミネラルウォーター、M: ミネラルウォーター、B: ボトルウォーター

「おいしくない（D）」まででランク付けをした。

3. 結果と分析

ランク付け結果を表1に示す。欧米の水には、A評価がないものの、硬度100mg/Lを超える水にB評価が与えられている。

ランク付けした結果と、名称、種類、および硬度との関係性を調べる。なお、おいしい水研究会の基準に基づき、硬度10～100mg/Lに絞って分析する。

名称とランク、種類とランクについてクロス集計した結果を、それぞれ表2と表3に示す。また、硬度とランクの関係について、ランク別の硬度の主な統計量を示したものを表4に示す。

表2 名称とランクの関係（硬度10～100mg/L）

名称	ランク					計
	A	B	C	D		
ナチュラルミネラルウォーター	2	2	3	2		9
ボトルドウォーター			1			1
ミネラルウォーター			1	1		2
計	2	2	5	3		12

表 3 種類とランクの関係（硬度 10

種類	ランク	A	B	C	D	計
鉱水		2	1	3	2	8
深井戸水			1			1
氷河水					1	1
湧水				2		2
計		2	2	5	3	12

～100mg/L)

表 4 硬度とランクの関係（硬度 10
～100mg/L)

ランク	件数	最小値	最大値	平均値
A	2	36	48	42.0
B	2	30	50	40.0
C	5	27	59	38.2
D	3	27.5	66	43.2

4. 考察

欧米の水はカルシウムやマグネシウムの豊富な硬水が多いので、多くの日本人にとって欧米の水は美味しいと感じることが少ないと考えられる。また、硬度 10～100mg/L の範囲では、名称、種類、硬度のいずれについてもランクとの間に明らかな関係性は確認されなかった。しかし、ナチュラルミネラルウォーターには A および B 評価があるが他は C 評価以下であったり、鉱水には A 評価があるが他は B 評価以下であったりするなど、高評価が得られるには事前条件がある可能性が示唆された。

5. 今後の課題

今後は、人間の感覚だけでは計れない、水の中に含まれている成分やその水の酸性度などの数値とその水の味との関係性について検討していきたい。また、今回飲み比べした水はほんの一部に過ぎないので、さらに豊富な種類の水で比較したい。

参考文献

- 1) 福岡県南広域水道企業団ホームペ

ージ、

<https://www.sfwater.or.jp/jyouhoukoukai/anzen/oishii2.html> (2021.4.1 参照)

- 2) 農林水産省，ミネラルウォーター類の品質表示ガイドライン(1990)

文化祭における太陽系模型のホログラム化の検討

佐藤孝樹（中 3）

1. はじめに

今回の研究では、文化祭で展示する太陽系模型をホログラム化するための下準備や簡単な実験を行なっていきます。

今回、この研究を行おうと思ったきっかけは、2019年の秋頃に、地学部の先輩が、「(当時の)中1にやってほしい研究」として紹介したものの中に、太陽系ホログラムというものがあった事であり(詳しくは後ほど)、その研究を僕がやる事になったことです。その研究は2020年度の文化祭を目標に進められる予定でしたが、諸事情により、2021年度の文化祭での太陽系模型に代わるものとして展示できるように研究をする事になりました。この研究は、展示に向けた事前準備を行うものです。

ここでは、まずホログラムや太陽系のCGモデルについて調べた後に、実際にいくつかホログラムを作っていきたいと思います。

2. 下調べ

ここでは、前章に書かれているホログラムの仕組みを説明します。ホログラムと言っても様々な種類がありますが、今回は擬似ホログラム(通称3Dホログラム)のペッパーズゴーストというものの仕組みについて見ていきます。

ペッパーズゴーストは図1のように、ディスプレイに画像を映し、斜め45度の傾きで板(透明な反射フィルム)を設置すると、板で反射した映像が重なっ

て見えるという原理です¹。なお、今回の実験では、この板を4方向に設置し、ディスプレイの4箇所画像を映して、4方向から見られるようにしました(詳しくは実験のところで述べる)。

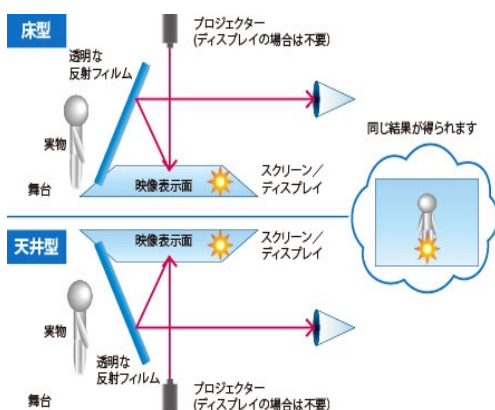


図1 ペッパーズゴーストの仕組み
(「空中像とか擬似ホログラムとかを概観する」)

<https://kajiguchi97.hatenablog.com/entry/falseholograms>
4月8日閲覧より)

3. 実験・結果

今回の実験では先ほど述べた、擬似ホログラムのペッパーズゴーストを作っていきます。

なお、今回は <https://stardust-news.net/research/323/> に書かれているやり方(図1の、ディスプレイを使う床型のホログラム)で作っていきます。

材料は、100均でも買える硬質カードケースと紙、カッター、セロテープで

す。CD ケースを使うやりの方が知られていますが、完成品の映像が 2 重になりやすいそうなので、硬質カードケースを使っていきます。

まず、紙に型紙となる台形(下底 15cm、上底 2.5cm、高さ 8.75cm の等脚台形)を書き、その形に沿って硬質カードケースを切っていく、4 枚の台形をつくり、写真 1 のように、上面と底面の空いた四角錐台形に組み立てます。

これを逆さ向きにして、ホログラム投影用の画像を導入すると写真 1 のようになります。

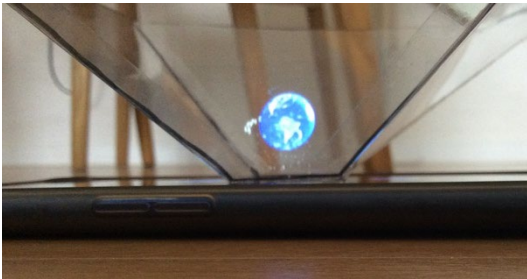


写真 1 ホログラムを投影する様子(横から)

この実験により、硬質カードケースで作った板でホログラムを写すことができることがわかりました。

この実験により、ホログラムを手作りで作れることがわかりました。そこで、天文班内では、「太陽系ホログラムは難しいのでは」という見方もあったのですが、今後もこの研究を進めていこうと思います。

今後は、実際に太陽系模型をホログラムにするために、投影用の映像を作って行こうと思います。

参考資料

1) 「空中像とか擬似ホログラム とかを概観する」

<https://kajiguchi97.hatenablog.com/entry/falseholograms> 4 月 8 日閲覧

2) 「太陽系無料 3D モデル」

<https://free3d.com/ja/3d-model/solar-system-96276.html> 4 月 8 日閲覧

3) 「★立体投影!ホログラムを作ってみよう!改良版!簡単に出来てキレイに写るピラミッドを自作しよう★」

<https://stardust-news.net/research/323/> 4 月 8 日閲覧

お鷹の道・真姿の池湧水群での水質調査

下河邊太智（高1）

1. はじめに

国分寺市にあるお鷹の道・真姿の池湧水群は、国分寺崖線上に位置する典型的な崖線型の湧水であり、昭和の名水百選にも選定されている、東京都を代表する湧水です。真姿の池の湧水の仕組みを示したのが図1です。

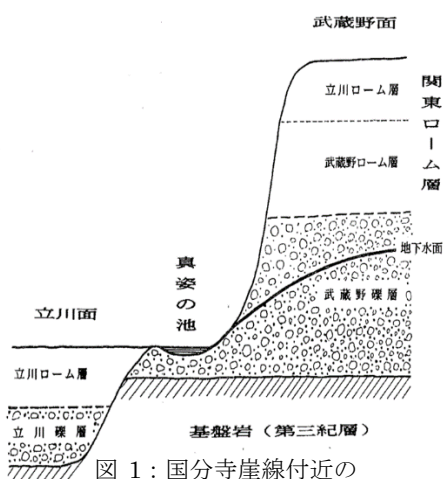


図1：国分寺崖線付近の

今回主に観測を行った元町用水は、真姿の池や万葉植物園から湧き出た湧水を集めて崖線の南側に沿って国分寺市内を東に流れ、野川に流れ込んでいます。お鷹の道は、この元町用水の上流部沿いに整備された歩道のことです。

なお、この野川も湧水を起源としており、国分寺崖線沿いに点在している姿見の池や日立中央研究所内の湧水などを集めています。

今回は、通常の水文巡検で行うような点的な水質観測でなく、元町用水内の多くの地点で連続的に観測を行うことで、湧水の水質がどう保存されて水が流れるのかといったことを明らかにすることを目的とします。また、これを調べることで、普段の水文巡検において、水質観測の結果をより正しく捉えることにもつながると思います。

2. 方法

水質観測を行った地点を図2に示します。元町用水の5地点で、それぞれpH、EC(電気伝導度、高いほど電気を通しやすいことを表す)を計測しました。

3. 結果

水質観測の結果を下図に示します。

観測地点	①	②	③	④	⑤
pH	6.37	7.43	6.89	7.33	7.44
EC(mS/cm)	18.71	18.84	18.61	17.96	18.49

4. 考察

まずpHは、表のように概ね下流に行くほど高くなる傾向が観測されました。これは、RpH（採水した水を十分に空



図2：観測

気に触れさせた後に測る pH のこと) が pH よりも高くなるのと同じように、地下水に溶存していた CO₂ が抜けたためだと考えられます。また同様に考えると、万葉植物園付近 (②) での pH が真姿の池付近 (①) と比べ高かったのですが、これは②では湧出地点を直接見ることはできず万葉植物園の敷地内から流れてきた水を採水しており、湧出地点から②の観測地点までに十分距離があり CO₂ が抜けたために pH が高くなっていたと考えられます。巡検先の地点で pH を観測する際には、湧出地点からの距離を踏まえて観測結果を考える必要があるということが分かりました。

次に、EC (電気伝導度) について考察します。表のように顕著な大きな変化はなく 18 mS/cm 前後です。pH とは異なり EC は湧出後も大きく変動しないことが分かりました。

5. 今後の課題

そもそもこの研究にはあまり発展性はない気がするものの、発展させることができるかもしれない点について考えてみると、今回の観測では手間がかかるため RpH の観測は行わなかったのですが、同様に RpH も同じ水路の複数の地点で観測すると CO₂ 以外の成分に関しても分かることがあるかもしれません。また、同じ湧水群の複数の湧水地点で観測を行えば、興味深い結果が得られるかもしれません。

参考文献

- 1) 地下水学会誌第 32 巻第 3 号
1990 年 「名水を訪ねて お鷹の道・真姿の池湧水群」

化石から多摩川の昔の陸と海の境界線を調べる

高橋壮太（高1）

1. はじめに

多摩川では貝やカニ、クジラなどの海の生物の化石と、ゾウや植物などの陸の生物の化石も採れることがあります。これらは多摩川が大昔には陸と海の境界であったことが原因です。今回はその境界がどこなのか、化石の採取地をもとに考えていこうと思います。

2. 方法

多摩川の河川敷で採取した化石の位置を地図上にプロットし、陸上生物の化石と水棲生物の化石の分布境界から、陸と海の境界の大まかな位置を判断します。

3. 結果

図1の①～④の点が化石採取場所を示したものです。※がついた採取地は筆者が実際に行った場所です。

採取地①※：アカニシ・カガミガイ・アカガイ

アカニシは巻貝、カガミガイとアカガイは二枚貝の化石です。約15万年前に生息していたとされます。

採取地②：アキシマクジラ

アキシマクジラは160万年前に生息していたとされるクジラで、全長は13.5mです。

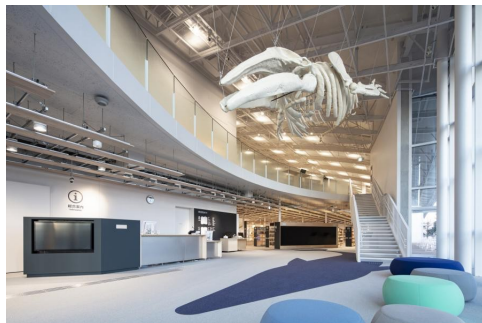
採取地③※：植物化石

植物の葉の化石です。葉脈の形から双子葉類だと推定できますが、具体的な種の特定はできていません。

採取地④：アケボノゾウ足跡化石

アケボノゾウは約250万年～70万年

前までに日本に生息していたゾウの一種です。日本でのみ化石が見つっています。そのため、日本固有のゾウと考えられています。高さは約2mです。



アキシマクジラの模型

4. 考察

結果からわかることは、陸と海の境界線は図1の紫の線上付近だと考えられます。

5. 今後の課題

まず参考にした採取地が少ないことが挙げられるので、実際に行く場所を増やしたり、外部で参考できる情報をさらに探したりする必要があります。

次に陸上生物の化石が河川などによって運ばれてきたことを考慮していなかったことが挙げられます。これについても、さらに調べる必要があります。

参考文献

1) 国土地理院地図

<https://maps.gsi.go.jp/#14/35.695330/139.367666/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

2) 昭島市ホームページ

<https://www.city.akishima.lg.jp/>



蜃気楼はなぜ起こるのか

下河邊太智（高1）

■蜃気楼とは

蜃気楼とは、地面（または海面）付近の空気とその上の空気の温度差が大きいときに、光が屈折したり反射したりことで遠くの景色が実際とは違うように見える現象のことです。光は、密度の低い暖かい空気であるほど速く進むため、上下方向の気温差が大きいところでは屈折により冷たい空気の側に曲がります。人は光が来た方向の先にもものがあるように見えるので、実際の景色と違うように見えるのです。蜃気楼は、地面側が冷たいか暖かいかにによって「下位蜃気楼」と「上位蜃気楼」に大別されます。ただし、全てがこのどちらかに含まれるというわけではなく、気温の状況によっては両者が同時に起こって複雑な蜃気楼になることもあります。

■上位蜃気楼

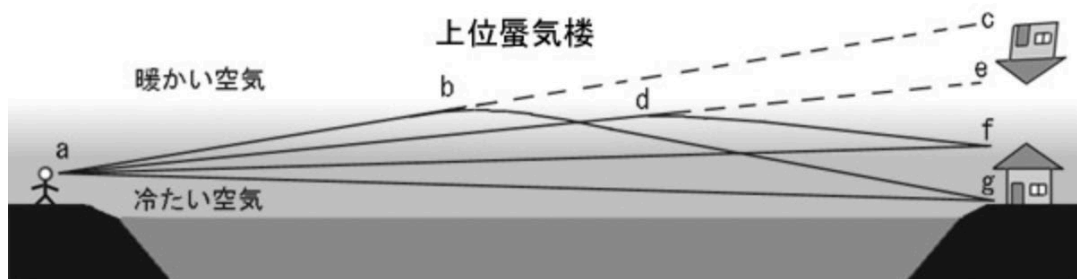


図1 上位蜃気楼の起きる仕組み

上位蜃気楼は、地面に近い下の方が上よりも冷たいときに起こります。見ている人に到達するまでに光が下側に曲げられるので、図1のように、景色が実際に見えるはずの位置よりも上側にずれて見えます。また場合によっては、図2のように像が上方に伸びたり、像が上方に反転して鏡に写ったように見えたりすることもあります。このような蜃気楼は珍しく、日本では富山湾や琵琶湖など限られた場所でのみ出現しません。



図2 魚津市の伸び上がった上方蜃気楼（左）と実景（右）

例えば富山湾では春に上位蜃気楼が発生しやすく、特に魚津市は「蜃気楼の見える街」として有名で毎年 10 数回上位蜃気楼を観察することができます。一般的な大気の状態では高度が上がるほど気温が下がりますが、富山湾ではどのようにして下の方ほど冷たい状況が発生するのでしょうか。かつては、春に立山連峰の冷たい雪解け水が流れ込むことで海水温を下げ、海面付近の空気が冷やされて蜃気楼が発生すると考えられていました。しかし現在では、図 3 左のように、生地の陸上で急激に暖められた暖気が北からの海風にさらわれて、魚津市方面の海面上の比較的冷たい空気の上に流れ込むことによって、下が冷たく上が暖かい状況になると考えられています。

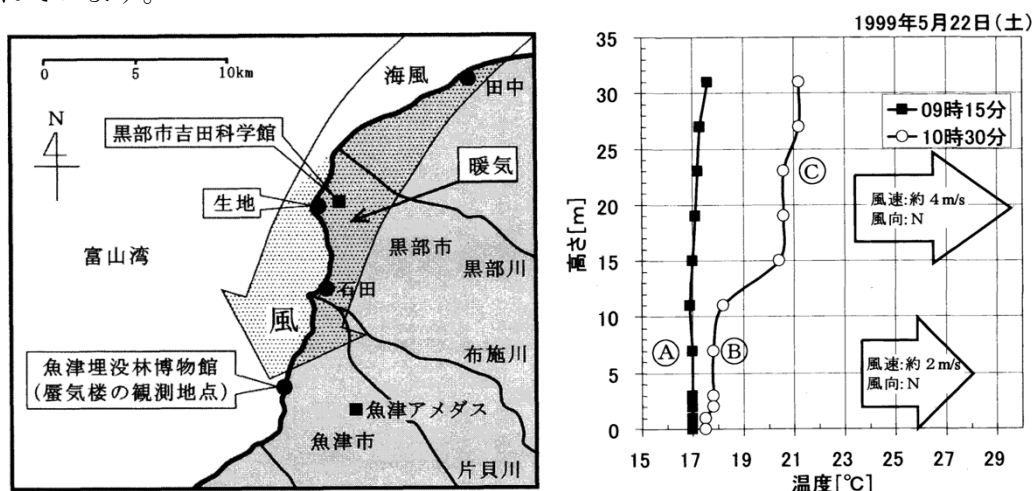


図 3 蜃気楼発生時の海風の侵入（左）と海風による石田での気温分布の変化（右）

■下位蜃気楼

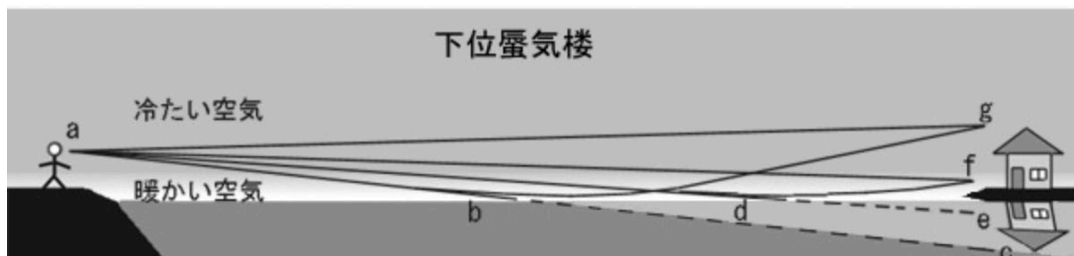


図 4 下位蜃気楼の起きる仕組み

下位蜃気楼は、これとは逆に、地面に近い下の方が上よりも暖かいときに起こります。図 4 のように、見ている人に到達するまでに光が上側に曲げられることで、景色が下側に伸びているように見えたり、下方に反転して見えたりします。下方に

反転して見えると、図5のように地面がくっついて浮島のように見えることもあります。



図5 小樽市の浮島状の上方蜃気楼（上）と実景（下）

夏に道路の遠くに水たまりがあるように見えるが近づいたら消えてしまうという「逃げ水」現象も下方蜃気楼の一種です。道路が太陽放射により熱せられることで下の方が暖かいという気温差が生じ、図6のように遠くの景色が水面に写ったように見えるようになる起こる現象です。



図6 斜里町の逃げ水

下方蜃気楼は上方蜃気楼と比べ頻繁に発生する現象で、海上では冬に発生しやすいとされています。これは、冬には空気よりも冷めにくい海水が相対的に暖くなるため、海面に触れる空気は常に海水に暖められる状況となり、下が暖かく上が冷たいという気温差が生じるからです。また、下位蜃気楼は陸上でも起きることがあり、例えば砂漠では地面が太陽により強く熱せられるので、浮島状の蜃気楼や鏡のように反射した蜃気楼が見えることがあります。

参考文献一覧

- [1] <https://www.city.uzo.toyama.jp/nekkolnd/shinkiro/index.html>
7月31日閲覧、要約
- [2] <https://www.city.otaru.lg.jp/docs/2020111400269/>
7月31日閲覧、要約
- [3] <https://kitamirage.org/about-our-site/about-mirage/>
7月31日閲覧、要約
- [4] 木下正博・市瀬和義「富山湾における上位蜃気楼の発生理由」、2002年

おとめ山公園における湧水についての研究紹介

青山空弥（高2）

■はじめに

水文班の青山です。今回は水文班で行っている研究について紹介したいと思います。

本研究のテーマは「新宿区立おとめ山公園における湧出量変動メカニズムの推定」、難しく感じるかもしれませんが、簡単に言えば「おとめ山公園の湧水はどの地層から来ているのか」ということになります。

おとめ山公園での研究は10年以上行われているのですが、この中でおとめ山公園の湧水は下部の武蔵野ローム層と上部の武蔵野礫層という2つの地層にそれぞれ滞留した地下水が湧出していることがわかっています。

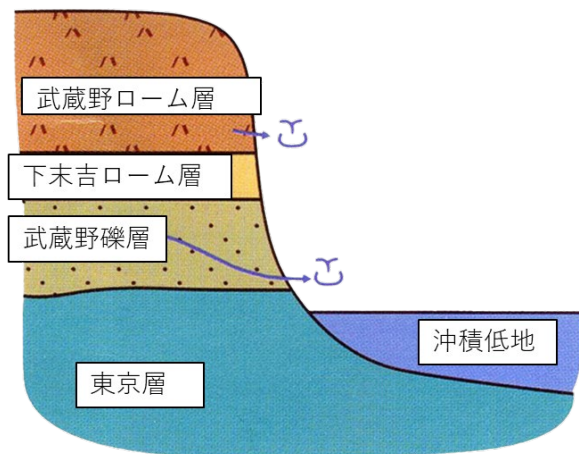
おとめ山公園の湧水は、言うなれば「ミックスジュース」でしょうか。「りんごジュース×バナナジュース」そんな感じです。

本研究では湧水（ミックスジュ

ース）のうち、りんご（武蔵野ローム層）とバナナ（武蔵野礫層）は降雨によってどのような反応をするのか考えました。

注意しなければならないのは、この2つの成分が互いに干渉しているということです。武蔵野ローム層と武蔵野礫層の間には下末吉ローム層が存在します。下末吉層は火山灰土で、透水性は低いとされています。しかし透水性が低いことは、すなわち水を通さないのではなく、急激な地下水面の低下または上昇を引き起こします。つまり地下水面が武蔵野ローム層から武蔵野礫層へ低下する場合、急激な低下を起こすのです。地下水位変動に緩急があることは後に説明します。

ここまでわかっていただけたでしょうか。湧水は2つの層からの地下水の流出に



おとめ山公園の地質

よって形成されており、湧水について知りたければ、まず地下水について調べることから始めていく必要があるのです。ではここから説明に入っていきます。

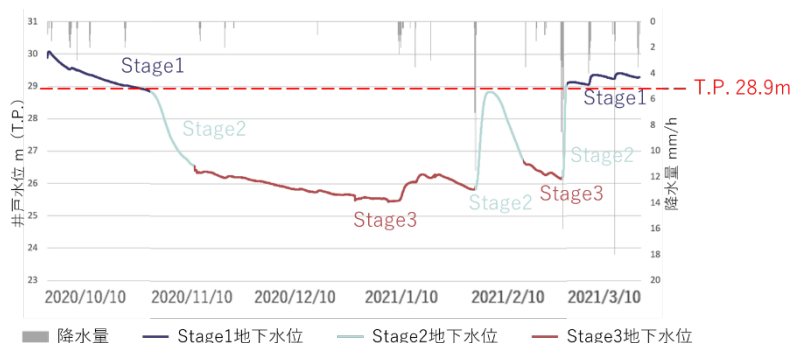
■地下水位変動を段階に分類

まずは前提事項を二点ほど。一点目に位置関係です。おとめ山公園は高田馬場駅から徒歩 7 分、海城からは 25 分です。今回地下水データを用いたのは地図上の井戸 A です。民家の井戸をお借りして計測を行いました。



二点目に 2020 年の 11、12 月は例年と比べ降水量が少なく、特に 11 月の東京の降水量は過去 143 年で 3 番目に少なかったのです。これが例年にはない地下水位低下と湧出量減少を引き起こします。

さて、では地下水からたどっていきます。右図は 2020 年 10 月～2021 年 3 月までの地下水位変動です。地下水位変動の緩急によってステージ分けを行いました

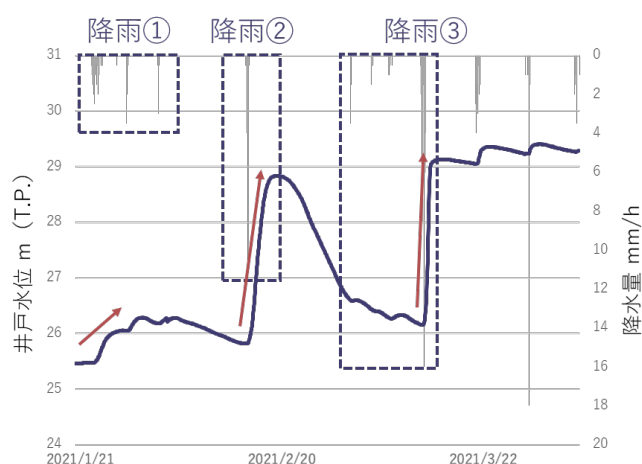


た。T.P.+28.9m 以上で変動が緩やかな Stage1、26.5～28.9m の変動が急激な Stage2、26.5m 以下の変動が緩やかな Stage3 です。Stage1 と Stage2 が存在することは先行研究（鈴木ほか、2018）で示されており、これにさらなる地下水位低下によって引き起こされた Stage3 を加えたものです。以上のステージ分けを地質データと照らし合わせますと、Stage1 は武蔵野ローム層、Stage2、Stage3 は下末吉ローム層です。つまり Stage1 と Stage2 の間には明確な地層の違いがあるということになります。

■地下水位、湧出量の変動を雨の降り方で分類

続いて Stage3 時の降雨に対する地下水位の反応を見ていきましょう。降雨①

(総雨量 44.5 mm、最大降雨強度 3.5 mm/h) と降雨② (総雨量 47.5 mm、最大降雨強度 11.5 mm/h) は総雨量に関しては同量ですが振り方が異なります。降雨①は「弱く、持続する雨」、降雨②は「強く、持続しない雨」と言うことができます。上記二つの降雨は地下水位の上昇量が異なり、降雨①より降雨②で大きな地下水位上昇が起きていま



す。そして、降雨②の上昇はちょうど武蔵野ローム層と下末吉ローム層の間 (Stage1 と Stage2 の間) で止まっていることがわかります。では、湧出量の方はどうでしょうか。同期間の湧出量変動について見てみましょう。

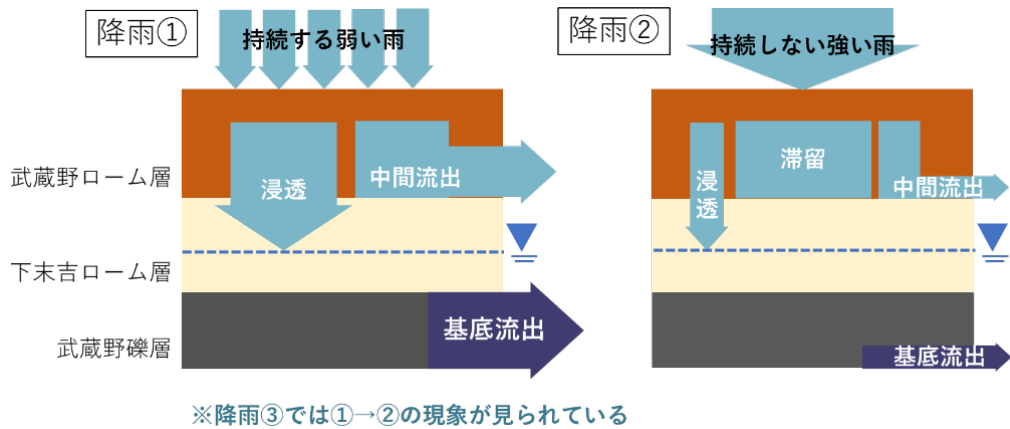
降雨②より降雨①で湧出量の増加がみられています。つまり、地下水位と湧出量で反応する降雨が異なるということになります。

ここで一つ補足を入れますと、先行研究 (高野ほか、2015) で武蔵野ローム層からの湧出は約 3 日間、武蔵野礫層からの湧出は約 30 日間持続することがわかっています。右の図を見ていただくと、降雨①の後、湧出量は 1 か月ほど降雨による影響を受けています。つまり、降雨①後の湧出は武蔵野礫層からであると推定することができるのです (最初のたとえば言うのと、降雨①後の湧出はミックスジュースではなく、ほぼバナナジュースであったということです)。

今回のケースは降水量が非常に少ない時期に見られた降雨のため、きれいな分離ができていますが、本来は二つの湧出成分が混ざり合っています。まさにミックスジュースです…。

地下水位と湧出量で反応する降雨が異なる点に話を戻しましょう。なぜ、こうしたことが起きるのでしょうか。この際注目すべきは、武蔵野ローム層からの中間流出と下層への雨水の浸透です。最初におとめ山の湧水は武蔵野ローム層と武蔵野礫層からの湧出によって構成されていることを話しましたね。武蔵野ローム層は一番下の層で、雨水はまず武蔵野ローム層に浸透しますが、浸透した雨水の動向は、湧出・層内で滞留・下層に浸透の三つがあり、雨水の動向によって地下水位や湧出量

に与える影響が異なります。



降雨①は「弱く、持続する雨」でしたので武蔵野ローム層に浸透した地下水は滞留することなく下層に浸透後地下水面に達し、湧出量の増加を起こします。これが降雨①の湧出量増加の正体であると推定されます。一方で降雨②は「強く、持続しない雨」ですので、浸透や湧出を超える量が武蔵野ローム層内に浸透し、行き場を失います。雨水は層内に滞留し、武蔵野ローム層内に地下水面を形成します。これが降雨②の地下水位上昇の正体だと推定されるのです。

■まとめ

おとめ山公園の湧水は武蔵野ローム層からの湧出と武蔵野礫層からの湧出の二つの成分があります。地下水位変動を緩急によって三つのステージに分類すると同時に湧出成分も分類することができ、地下水位が T.P.+28.9m 以上 (Stage1) の場合、地下水面は武蔵野ローム層に位置し、湧水は武蔵野ローム層からの湧出と武蔵野礫層からの湧出が混ざった状態になります。一方で地下水位が T.P.+26.5m 以下 (Stage2) の場合、地下水面は下末吉ローム層に位置し、湧水は武蔵野礫層からの湧水のみとなります。この時に雨が降ると、降り方によって地下水位・湧出量の反応が大きく異なり、「弱く、持続する雨」の場合、雨水の多くが下層に浸透し湧出量の増加を起こします。また、「強く、持続しない雨」の場合、雨水の多くが武蔵野ローム層中に滞留し、一時的に武蔵野ローム層に地下水面が形成されます。この際に地下水位は急激に上昇するのです。

いかがでしたでしょうか。今回はできるだけ簡単な説明を目指し、水理水頭を用いた説明を省きました。それでも難しい気もするのですが、少しでも研究のイメージをつかんでいただければ嬉しいです。

アンモナイトを科学する

河野旺実（高1）

■はじめに

こんにちは。部誌をはじめから読んだ真面目なあなたはお久しぶりです。また会いましたね。このページから読み始めた猛者のあなたははじめまして。河野と申します。

皆さんは、化石と聞いたら何を想像しますか？小学生の読者は恐竜など、中学受験生の読者はサング・アンモナイトなどの示準、示相化石を想像しますかね。その中でも、アンモナイトについて少しお話ししていけたらと思います。

■アンモナイトの基本情報

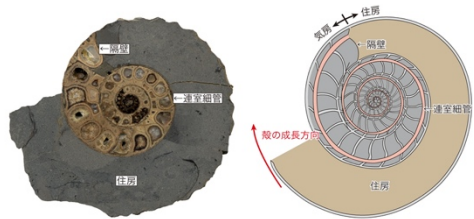
- ・生息時代：古生代シルル紀～中生代白亜紀末

ざっくりいうと恐竜よりも前に生まれて、恐竜と一緒に絶滅したという感じです。長生きですね。

- ・生息地域：世界中の海洋

日本では北海道が世界的に有名な産地です。

アンモナイトの殻の内部は、アンモナイトの“体”が収まる住房と、浮くための気房に分けられています。また、吸い込んだ海水を吹き出して進む“ジェット”と呼ばれる構造もあったといわれています。



アンモナイトの殻内部は、気房と住房に分かれる。気房部は隔壁によって仕切られ、多くの部屋が存在する。その部屋にはガスが充填され、浮力があったと考えられる。住房部には軟体部があったと考えられる。

■アンモナイトはらせん構造？

本題に入ります。皆さんは、生物が数学と大きなかわりを持っているということを聞いたことがありますでしょうか（例：ヒマワリの種とフィボナッチ数列）。アンモナイトにも実は、らせん構造という数学的な面白さを秘めています。

らせん構造とは、地球上に最も多く存在する規則的な構造で、生体内に存在するDNAやタンパク質といった生体高分子にも、この構造は数多く存在し、遺伝情報の記録や複製、生体内での酵素反応など様々な機能を発現するために重要な役割を果たしています。

一般にらせん構造は、左巻き、あるいは右巻きのどちらかに定まっている。たと

例えば DNA の二重らせん構造や、タンパク質を構成する ヘリックス構造は右巻き構造をとっており、右巻きと左巻きが入れ替わることはほとんどありません。

このように、皆さんの体は構成する DNA さえもらせん構造が深く関わっているのですから、らせん構造を知らずに生きていくなんでできませんよね。

では、アンモナイトはどのような形でらせん構造を形成しているのでしょうか。少し調べてみましょう。

■実験

用意するもの

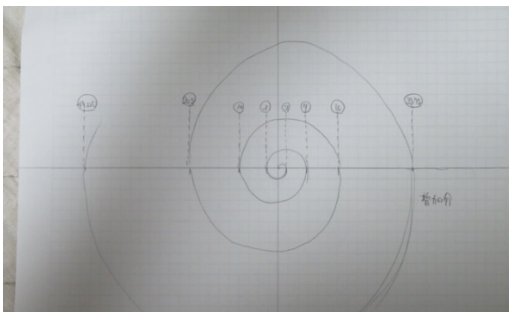
- ・ アンモナイト（モロッコ産）3 個
- ・ 方眼紙

手順

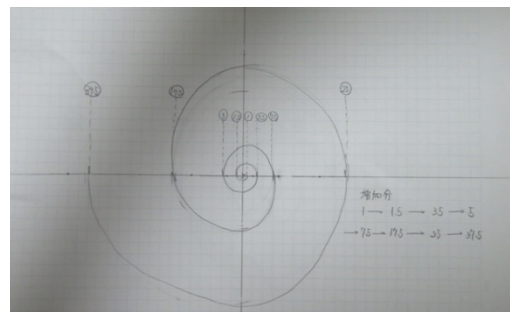
- ① アンモナイトの中心を決め、方眼紙に点をプロットする。
- ② その点を原点として、x 軸 y 軸と交わるアンモナイトの『線』の交点をプロットする。

■結果

結果は写真のようになりました。交わったアンモナイトのらせんと横軸の交点を小さい順に並べて計算をしていくと…



アンモナイト①



アンモナイト②

- ① の方のアンモナイトは 2、3、7、10、15、22.5、33.75、49.125 と、計算すると、1.5、2.3、1.4、1.5、2.3、1.3、1.5 の倍率で大きくなっています。
 - ② の方のアンモナイトは 1、1.5、3.5、5、7.5、17.5、25、37.5 と、計算すると、1.5、2.3、1.4、1.5、2.3、1.3、1.5 の倍率で大きくなっています。
- この倍率を比較してみると、中間で若干数値のばらつきは見られるものの、ほとんどの数値が酷似していることがわかります。よって、アンモナイトのらせんには、何かしらの規則性があることが見受けられます。

このようならせん構造はベルヌーイらせんと呼ばれています。このらせんに沿って隔壁と呼ばれる、ガスを充てんする部屋が作られていき、軟体部も殻の口の方へと移動していき、成長していくといわれています。

ちなみに、台風の雲の形もベルヌーイらせんであるといわれています。

公式は

$$r = ae^{b\theta}$$

という式で表すことができるそうですが、僕にはさっぱりわかりません。

ちなみにこの公式を証明する問題が神戸大で昔出たそうです。恐ろしい。

ただし、ここで覚えてほしいのは、ベルヌーイらせんは自己相似であるということです。自己相似というのは、任意の倍率で拡大または縮小したものは適当な回転によって元のらせんと一致することですが、わかりやすく言うと、どんなに大きく、もしくは小さくしたらせんも、回転させたりすれば元のらせんとぴったり重なる、ということです。

当然これはアンモナイトでも同じことが言えます。次の写真を見ると分かるかもしれませんが、この二つの重なっているアンモナイトも、自己相似を考えれば、いずれ成長することによって大きいほうのアンモナイトとぴったり重なるようになるのです（ただし同じ種類の個体に限ります）。



上から見た図（違和感がない）



横から見た図

■おまけ～光るアンモナイト～

皆さんはこんなアンモナイトは見たことがありますか？

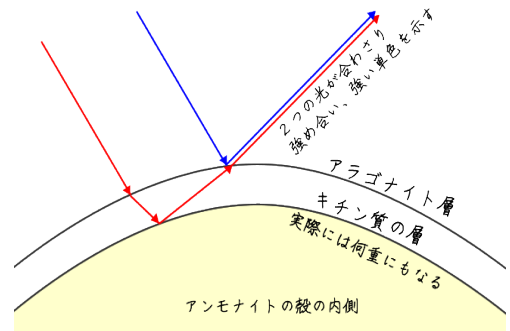
きれいですよね。ちなみにこの大きさなら、500万円ほどするそうです。

ではどうしてこのアンモナイトは光っているのでしょうか。この現象はイリデッセンスと呼ばれています。イリデッセンス（iridescence）が発生するには、厚さが異な



る薄い層が交互に重なっている多重構造が必要です。アンモナイトの殻の表面も、アラゴナイト層とキチン層が交互に何重にも形成されています。

この多重構造に光が干渉すると、特定の光が集合し、強め合うことで、赤、黄、緑、青などに分光します。このような干渉を、多層干渉と言います。アンモナイトの層が七色に光るのは、この多層干渉によるものです。



■最後に

いかがでしたでしょうか。化石といわれると、発掘している情景や化石が展示してある情景などが思い浮かぶかと思いますが、実は化石は数学的な側面を持っているのです。今回はアンモナイトだけの説明になってしまいましたが、このような構造は二枚貝やほかの貝化石にも数学的な特徴があるので、皆さんぜひ探してみてください。ちなみに面白いことに、江戸の主要な建造物をたどっていくと、らせんの曲線になるとかならないとか。この東京ですららせん構造の支配下にあるんですね。

天文班の現在の活動について

河合輝彦（高1）

■夜空の明るさプロジェクト

皆さんは「光害」という言葉を聞いたことがありますか？光害とは、都市などにおける街灯や家などの光が外部に漏れることで夜空が照らされてしまうことを言います。海城中学高等学校がある新宿区では、町の光によって空が明るいせいで、天体観測が惑星や流星群などの明るいものや、日食、月



食などしか観測できません。その光害は「SQM」という機械を使って調べます。この SQM は簡単に言うと、夜空の暗さを測る機械です。この装置とパソコンとをつなぐことでデータをパソコンに自動的に送って一定時間観測することができる、つまり無人でも一晩中夜空の明るさの変化を測ることができます。これを学校の屋上に設置することで季節による変化などがわかります。

■太陽電波観測プロジェクト

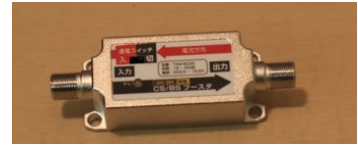
天文班の活動内容は主に星を観測することであるため、活動時間帯も夜間がメインとなっています。しかし、昼間でも天体を観測することができます。その天体とは、太陽です。現在、天文班では太陽電波の観測を行っています。太陽電波は、望遠鏡などを使って直接観測することはできません。そこで、衛星放送受信用の BS アンテナを用いて観測装置を自作し、太陽電波を観測しています。

・装置の仕組み

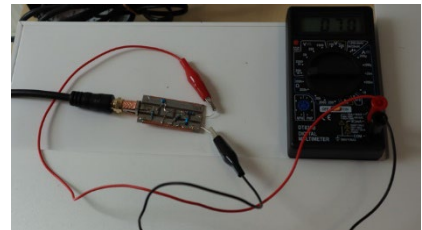
①:太陽が発する電波をパラボラアンテナで観測します。この時、アンテナの角度は太陽光線と同じ角度（写真では12月のため30度）にしています。写真はおわん型のアンテナで電波を中央の部分に集めている様子です。



②しかし、太陽から受信して得られた信号はとても弱いので、BS ブースター（増幅器）と呼ばれるもので増幅させます。この機械によって電波をより観測しやすくすることができます。

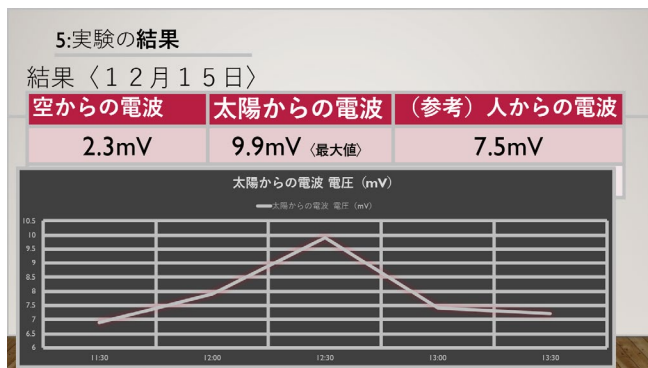


③②で増幅させた信号はそのままでは解析することができません。そのため、観測することができる形に変換する必要があります。自作検波器で高周波の信号を直流の電流に整流し、これらを、テスターを用いて計測します。



以上が装置の仕組みです。

観測の結果、アンテナを空に向けたときに受信した電波が 2.3mV であったのに対し、太陽からの電波は最大で 9.9mV と 4 倍程度の強さとなっていることがわかりました。また、アンテナの受信部に手をかざすと、電波が観測されたことから、人からも電波が出ていることがわかります。



オンライン天体観測会について

佐藤孝樹（中3）

■はじめに

ここでは、地学部が 2020 年から実施しているオンライン天体観測会（以下:観測会）の実施過程の説明をします。

この観測会は、今まで冬合宿の時からいしか星を見なかった部員が、新型コロナウイルスの感染拡大で合宿ができない中でも、みんなで星空を見る機会を確保するために 2020 年 9 月から実施されているイベントです。2 か月に 1 回ほどのペースで行われています。

■オンライン天体観測会の実施プロセス

①観測会の詳細決定

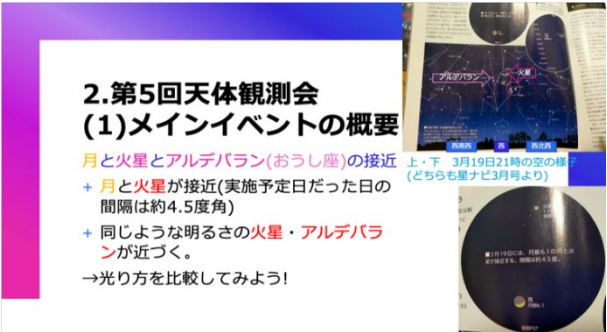
国立天文台のホームページや天文雑誌などを読んで、観測会はいつやるのか、何を観測するのかを決めます。ちなみに、第 5 回天体観測会以降は、下記の条件を満たす天文イベントがあるときだけ観測会を実施しています。

- ・高度 15 度以上の場所で起きること（建物が多い都会からだと見る事ができなくなってしまうため）
- ・光度が 2 等級より明るい星の天体イベントであること（光害の関係から見る事ができなくなってしまうため）
- ・頻繁に起こらないこと（部員が飽きるため）
- ・定期考査 2 週間前から最終日前日までに起こるイベントではないこと（部員の学業成績に影響させないため）

②参加者募集・望遠鏡の貸し出し

詳細が決定したら、天文班長・顧問からの許可を取り、部会の時などに観測会の詳細を発表します。そして参加者を募集し、希望者には学校の簡易的な望遠鏡とそれを固定する三脚を貸し出します。

③参考資料づくり



2. 第5回天体観測会
(1)メインイベントの概要

月と火星とアルデバラン(おうし座)の接近

- + 月と火星が接近(実施予定日だった日の間隔は約4.5度角)
- + 同じような明るさの火星・アルデバランが近づく。

→光り方を比較してみよう!

上・下 3月19日21時の空の様子 (どちらも星ナビ3月号より)

画像:実際の参考資料(1)

観測会が近づいてきたら、担当者が参考資料をつくり、部活内で共有します。参考資料は基本的に、メインイベントの概要と、その他の見どころの2つのページに分かれていて、前者では①で紹介した実施条件に当てはまる天文イベントの紹介、後者では季節の星座や少し暗い星などの紹介をしています。参考資料は天文の知識が少ない人でも見やすいようになっています。

④実施

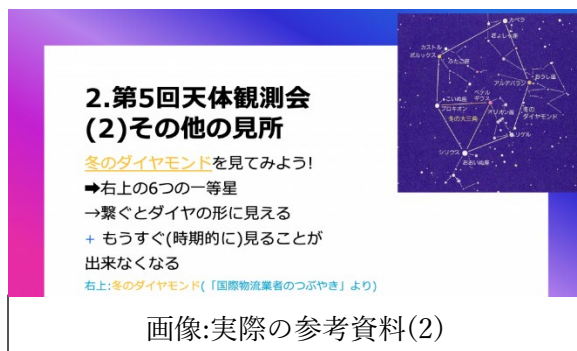
そしていよいよ観測会です。観測会はZoomを使って行われ（第7回まではGoogle Meetを使用していました）、どの星がどのように見えるかの情報共有や撮った写真の共有もします。観測会は1時間くらいで終わるので気軽に参加できます。

⑤ホームページへの記事投稿・振り返り

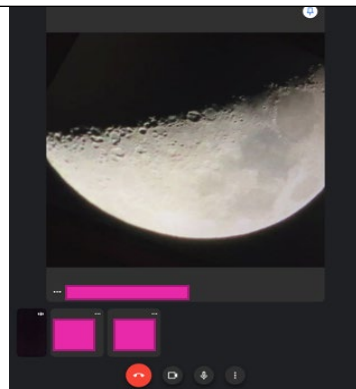
観測会が終わると、部員に観測会時に撮った写真を送ってもらい、それを使って地学部ホームページに記事を投稿します（実際の記事はホームページをご覧ください）。観測会を数回実施したら、学校で振り返りを実施します。振り返りの際に使用するスライドは、観測会ごとに、メインイベントの概要、その他の見どころ、結果という構成になっていて、時々おまけコーナーやクイズコーナーが入っていて、楽しく振り返りを行うことができます。

■まとめ

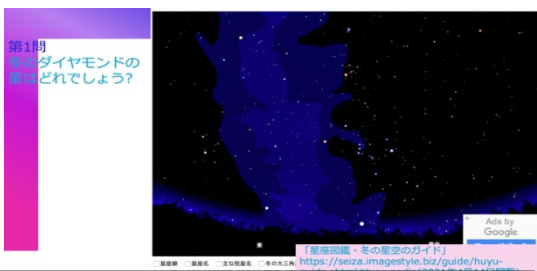
さて、ここまで長々と観測会実施プ



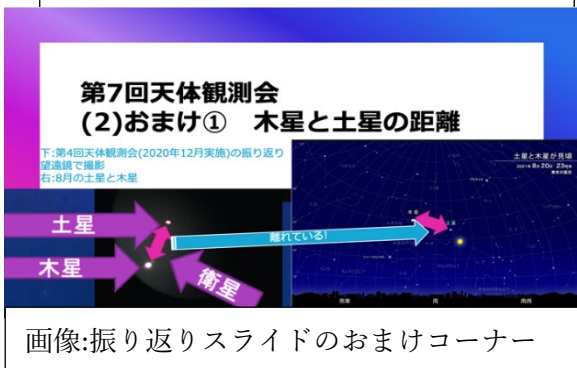
画像: 実際の参考資料(2)



画像: 実際の観測会の様子



画像: 振り返りスライドのクイズコーナー



画像: 振り返りスライドのおまけコーナー

ロセスについて見てきたのですが、これらのプロセスは第1～4回天体観測会の経験があってこそ決められたものとなっています。

例えば第2回天体観測会で極大から2か月も経っていて、とても暗い変光星ミラを見ようとしなければ、「光度2度以上」なんていう条件は設定できませんし（というか下調べも適当にやっていたことでしょう）、観測会の時に見えた火星は明るくなるのが珍しいということがわかっていなくて、あまり丁寧に見なかったという経験が無かったら「参考資料づくり」ということは行われませんでした（詳しくは地学部ホームページにある第1～4回天文観測会振り返りの活動ログの記事をご覧ください）。このように、地学部では様々な取り組みを行い、その経験を活かしてより良くしようとする動きが活発です。このような取り組みに興味を持った方、また単純に星空を見るのが好きな方、オンライン天体観測会に興味を持った方はぜひ、海城中高地学部に入部してください。

編集後記

(部長)

(副部長)

(中学部長)

(中学副部長)

(編集長)

(編集者)

今年の部誌はいかがでしたでしょうか。

普段とは異なる生活を強いられる中で、いろいろと模索をしながら活動に励む部員の姿を感じ取っていただければうれしいです。また、この部誌をきっかけに、地学に少しでも興味を持っていたければ幸いです。

(編集長)

もし、記事や地学部に関する質問等がありましたら、遠慮なく、地学部ホームページのお問い合わせフォームまでお願いいたします。部員一同お待ちしております。

URL: kaijo-chigaku.com

2021年度部誌係

構成・編集: 石川民、内田拓人