

ハワイ実習

3/4~3/11
in 2019



日程

- 3/4 Kaumana Cave
- 3/5 ハワイ火山国立公園
- 3/6 Lava Tree 見学・溶岩採集
or マウナケア山での測定
天体観測
- 3/7 Imiloa Astronomy Center・
Rainbow Fall・Salt Lake
- 3/8 ハワイ大学 Sea Grantの講義・
キャンパスツアー・ハナウマ湾
- 3/9 Fish Pond・ボランティア活動
ココナッツ島 ハワイ大学研究所見学
- 3/10 Diamond Head

参加メンバー

- 地球科学科

2年 喜多村 萌以

3年 岡村 知樹

岸田 晴佳

小寺 勇気

近藤 優花

西村 優之介

三村 峻太

村田 茉莉花

- 物理学科

3年 中西 史美

- 生物学科

3年 芦田 真依

- 指導教員

阿保 達彦 先生

岡野 修 先生

御輿 真穂 先生

はしもと じょーじ 先生

山下 勝行 先生

アウトライン

- ① 気温減率の測定 in Mauna Kea (喜多村, 村田)
- ② ハワイの重力加速度(近藤)
- ③ 宇宙線の測定(三村)
- ④ ハワイの岩石(岡村, 小寺, 西村)
- ⑤ 空の明るさ比較(岸田, 中西)
- ⑥ 生物～植物・ハワイ大学・Fish Pond・ハナウマ湾～(芦田, 岸田, 中西)

気温減率の測定 *in Mauna Kea*

地球科学科 村田茉莉花
喜多村萌以

気温減率とは

- 高度が上がるにつれて気温が下がる割合。
- 対流圏では平均すると100mあたりおよそ 0.6°C 下がると言われている。

観測装置

- SensorTag (4つ)
- 日除け (4つ)
 - 直射日光を避ける。
 - ファンで通風をする。



観測方法

➤ 1地点あたり30分
間計測

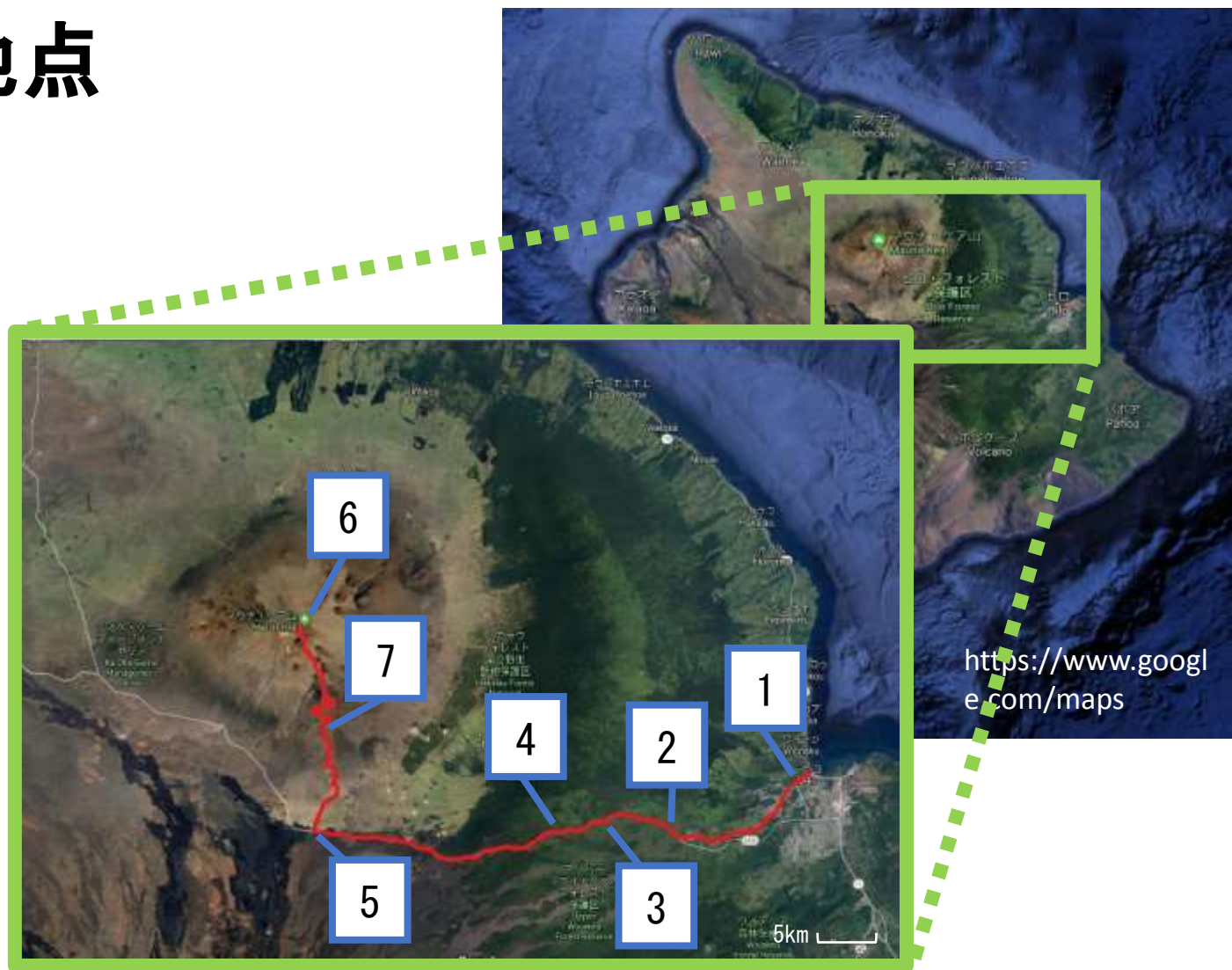
(観測開始20分後10
分間のデータを有効
なデータとみなす)

➤ 標高, 天気, 風, 緯
度・経度, 時刻を記
録



観測地点

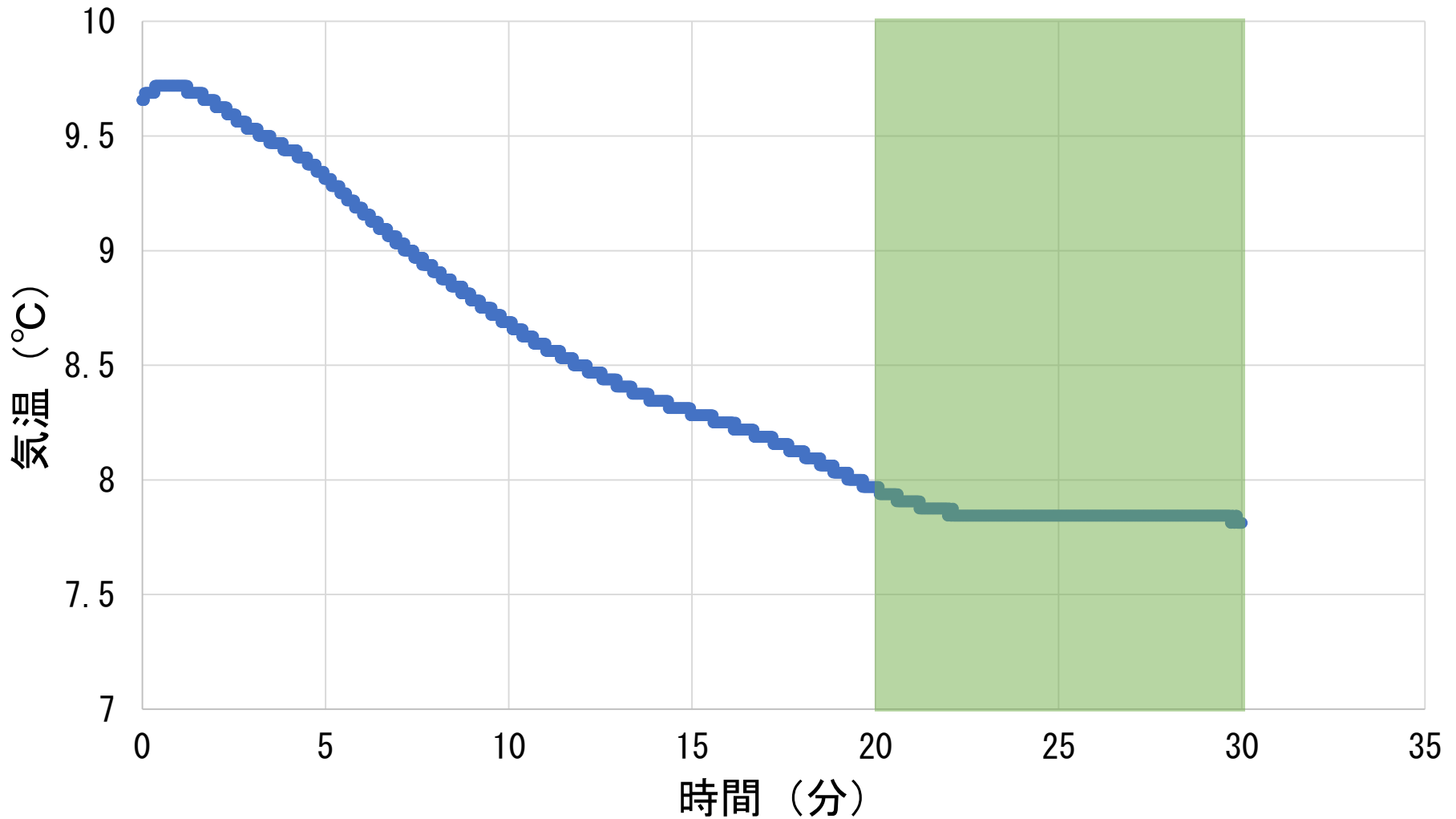
1. 2m
2. 550m
3. 1000m
4. 1500m
5. 2025m
6. 4200m
7. 2840m



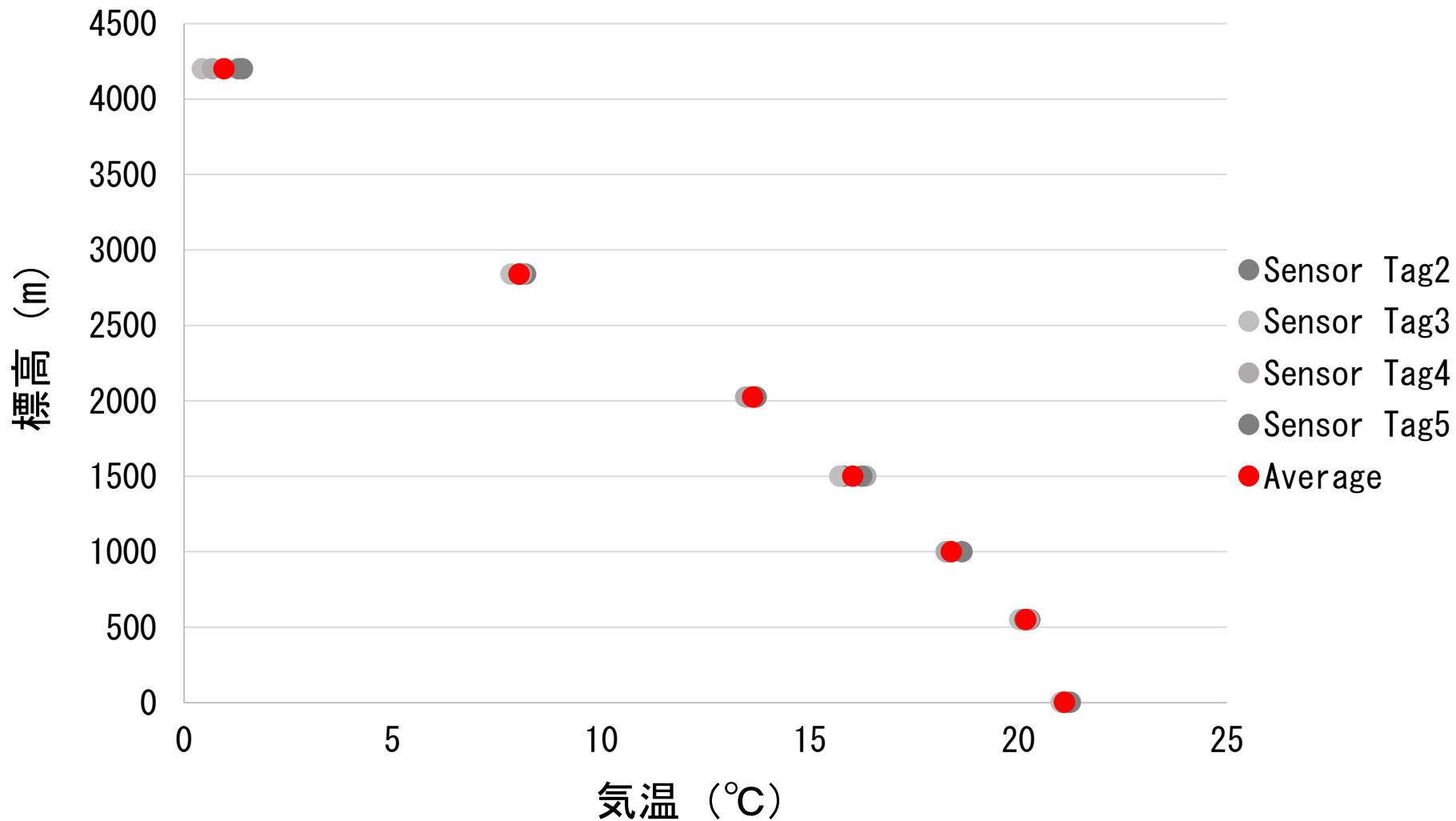
観測記録

標高	観測時刻	天気	風	備考
0m	8:14~ 8:44	曇り	弱	
550m	9:50~10:20	曇り	弱	10:10小雨
1000m	10:40~11:10	曇り	弱	
1500m	11:29~11:59	曇り	弱	11:57小雨
2025m	12:22~12:52	曇り	強	12:33雲にかかる
2840m	18:45~19:15	晴れ	微	18:38日没
4200m	17:44~18:02	晴れ	弱	18:02下山のため 観測終了

測定結果 (Sensor Tag3, 2840m地点)

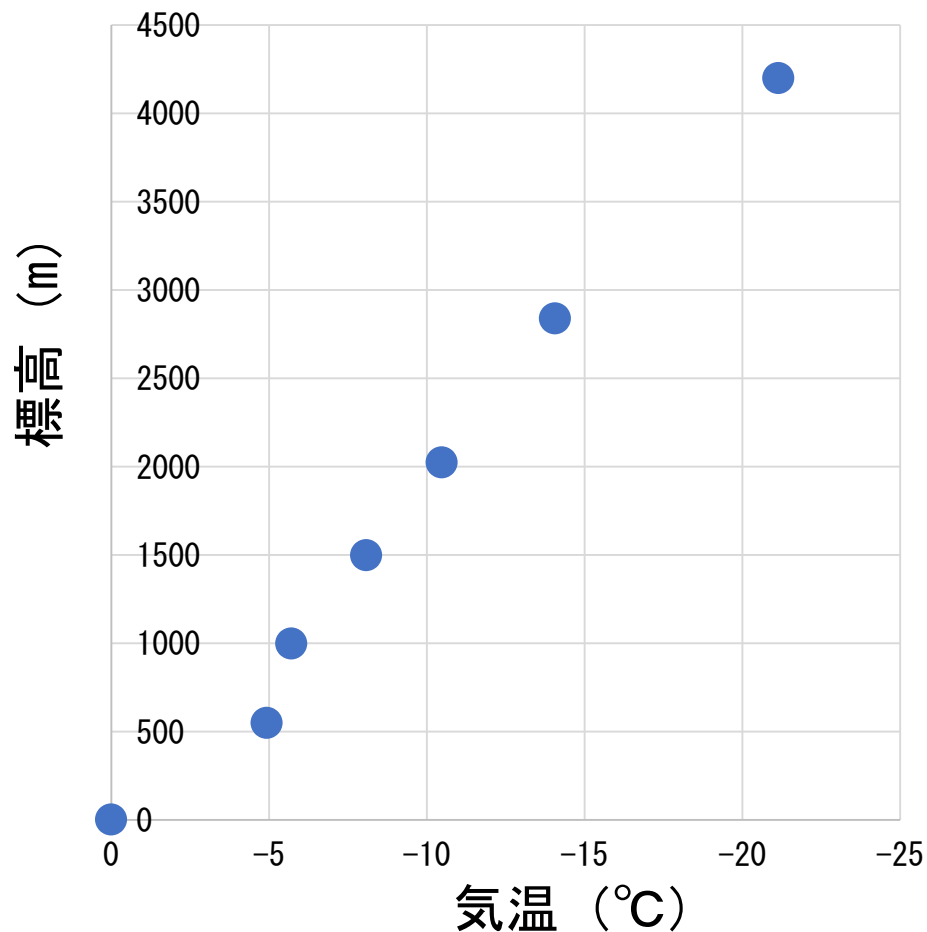


測定結果

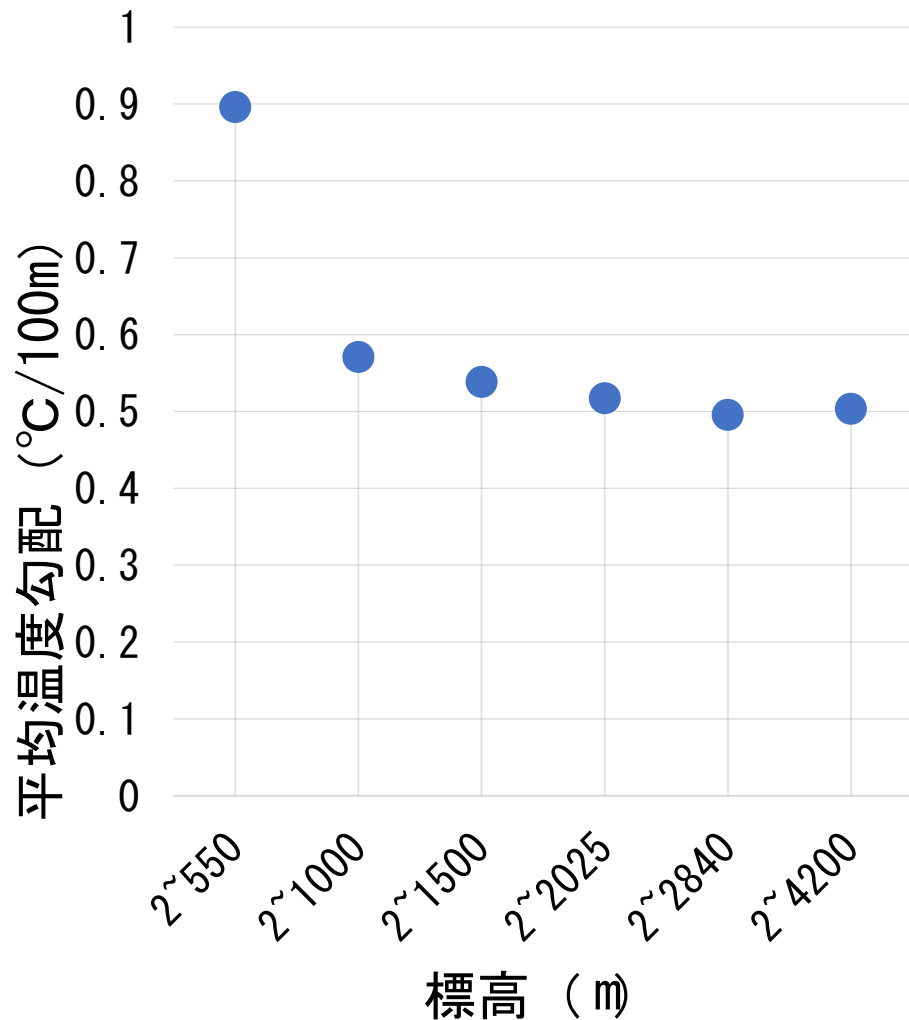


測定結果

2m地点の気温を0としたときの
各地点の気温



100mあたりの平均温度勾配



結論

- 2～550mの平均温度勾配は乾燥断熱減率に近い値(約 $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)になった。
- 1000m以上では温度勾配が緩やかになった。
 - ・ 雲の中で観測(湿度がほぼ100%)
 - ・ 亜熱帯気候(上空の温度が安定)

〈反省点〉

- 地点によって観測した時刻が異なる。
- 降雨・強風への対策が不十分。
- 装置を手で持つのが大変。

ハワイの 重力加速度

地球科学科 近藤優花

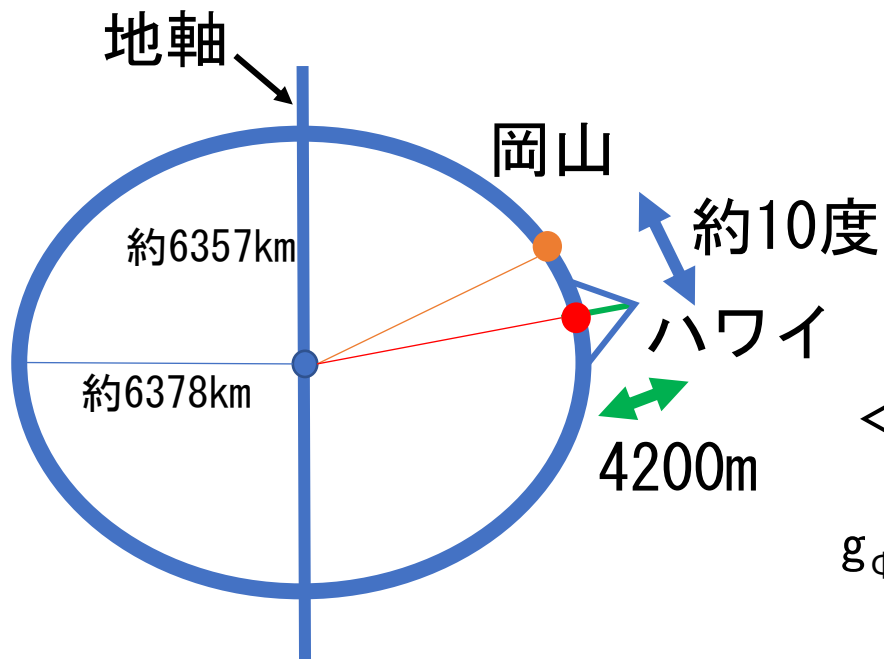
- 重力は万有引力と遠心力の合力
- 異なる緯度・高度で重力加速度を測る



万有引力による加速度 = GM/r^2

r: 地球の中心からの距離

- 高度 +4km → 重力加速度 -0.1%
- 緯度 +10度 → 重力加速度 +0.1%



<1967年の国際標準重力公式>
(Sleep and Fujita, 1997)
 $g_{\phi} = 9.780318 (1 + 0.0053024 \sin^2 \phi - 0.0000059 \sin^2 2\phi) \text{ m/s}^2$

測定

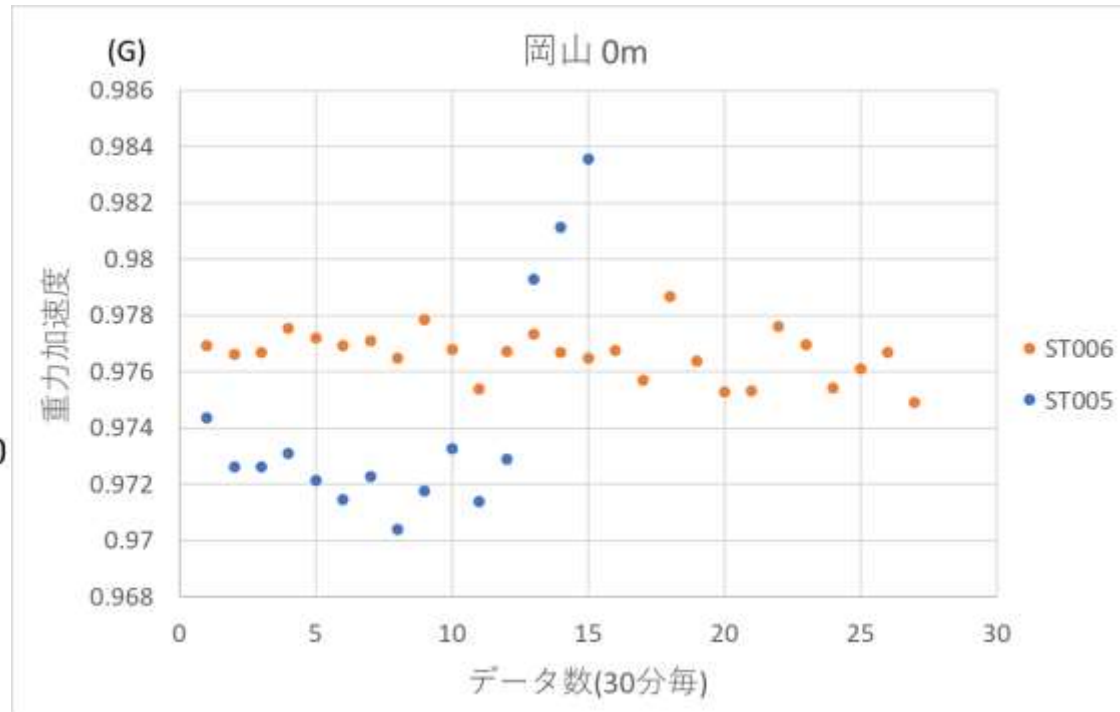
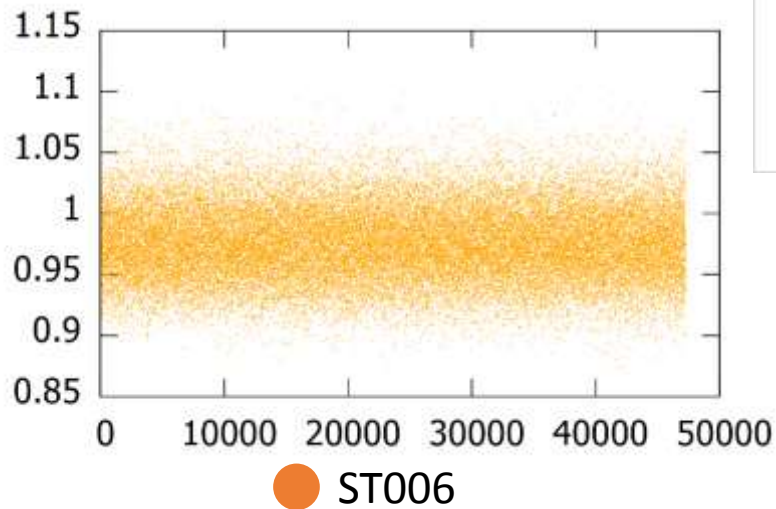
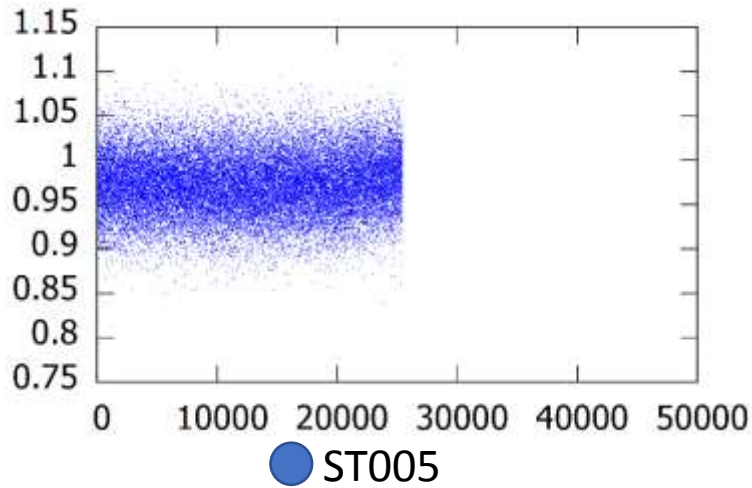
日付	標高(m)	測定時間(分)		場所
		ST005	ST006	
2月25~26日	0	420	790	岡山
3月5日	0	30	30	ヒロ
5日	0	170	170	ヒロ
6日	0	30	30	マウナケア
6日	550	30		マウナケア
6日	1000	30	30	マウナケア
6日	1500	30		マウナケア
6日	2025	30	30	マウナケア
6日	4200		20	マウナケア
6日	0	510		ヒロ
7日	0	30	30	Salt Lake
7日	0	600	600	ホノルル
8日	0	90		ハナウマ湾
8日	0	410	410	ホノルル

緯度

高度

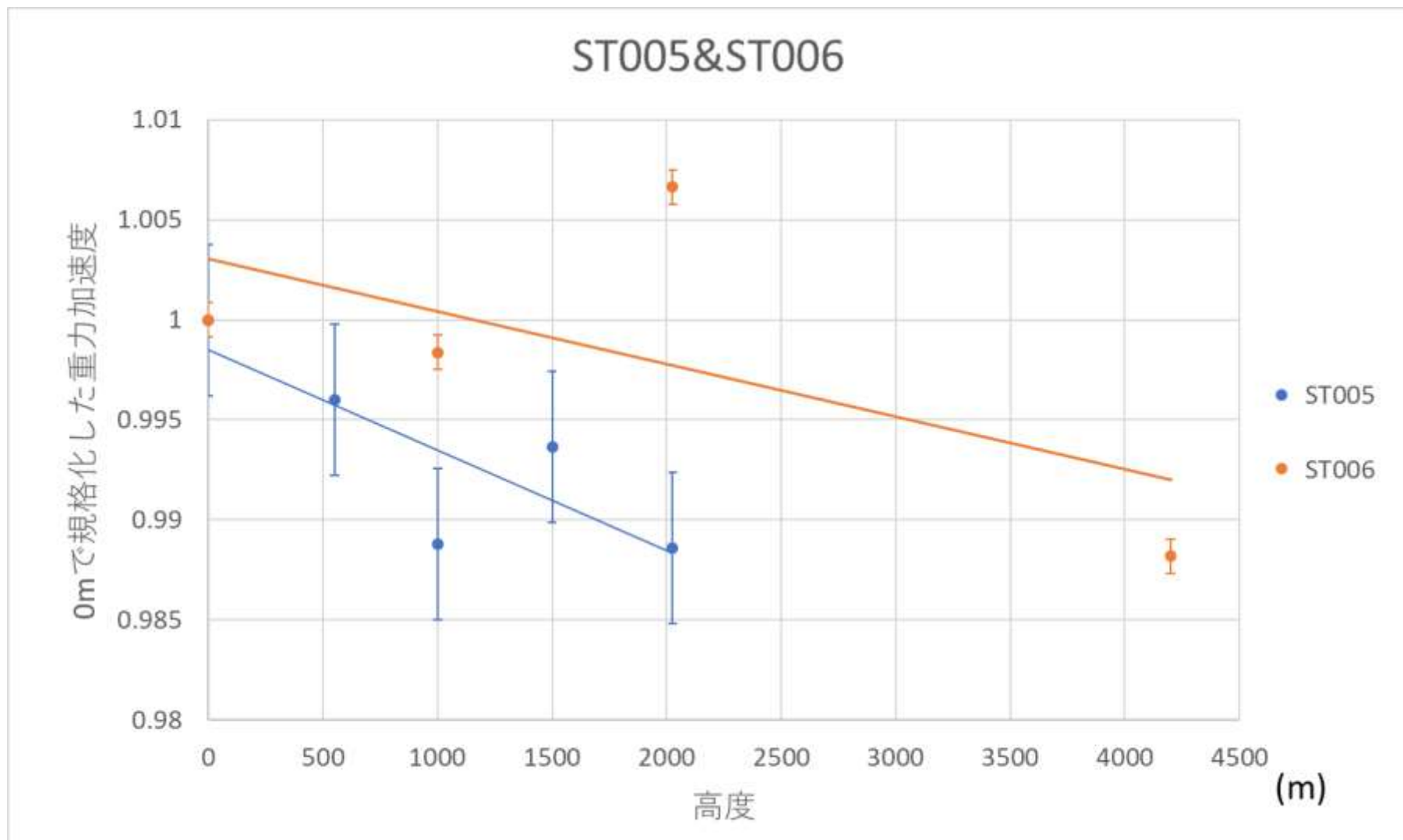
緯度

2月25～26日の岡山での測定



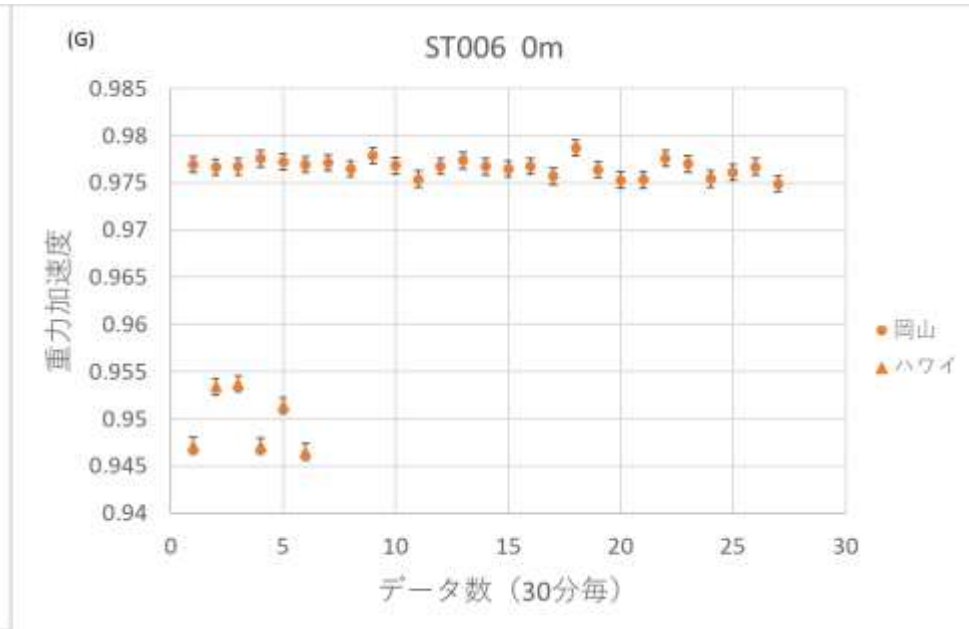
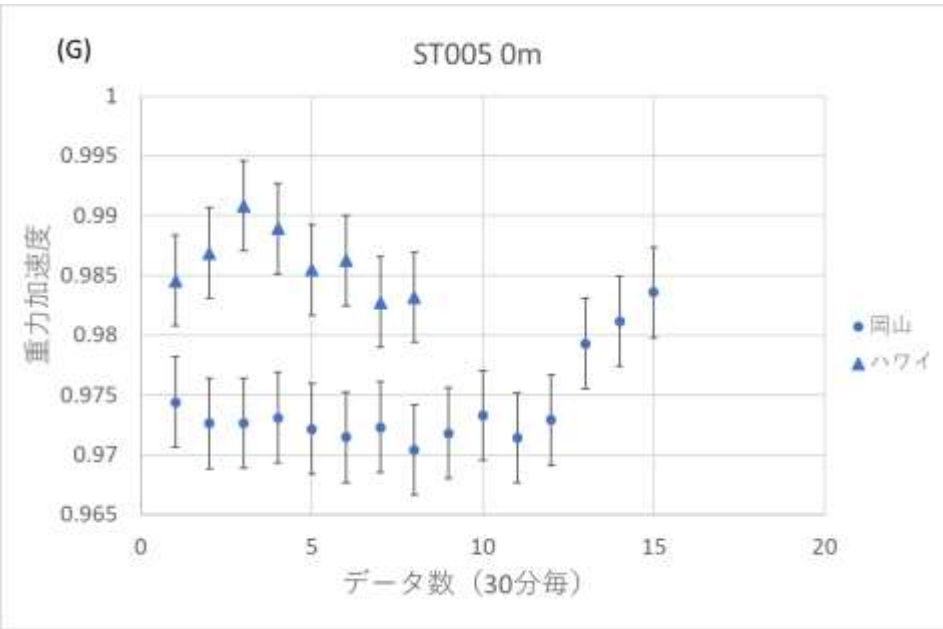
- ・ ランダムノイズ
→ 時間平均で対応可
- ・ ゼロ点のドリフト (>1%)
→ 大問題

測定結果：高度と重力加速度



理論に合わない結果 → ゼロ点ドリフト過小評価を示唆

測定結果：緯度と重力加速度



理論に合わない結果 → ゼロ点ドリフト過小評価を示唆

まとめ

- SensorTagのゼロ点は大きくドリフトする
- 温度，気圧の補正も必要かもしれない

SensorTagで0.1%の重力加速度の違いを測定するのは難しい
道具選びが大切！

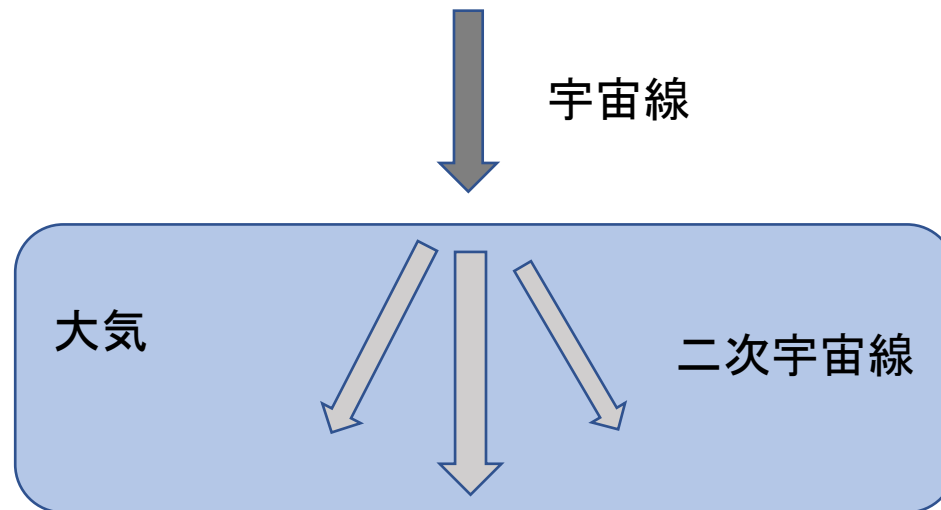


宇宙線の測定

地球科学科3年 三村 峻太

宇宙線：宇宙空間を飛び交う高エネルギーの小さな粒子。

二次宇宙線：高エネルギーの宇宙線が大気と反応し、その大気中の酸素や窒素の原子核から放出される放射線や陽子。



今回の目的

1. ハワイで、高度の上昇に伴う二次宇宙線の量の変化の測定

2. ハワイと日本（岡山）での二次宇宙線の量の違いの測定

測定に使ったもの

- ガイガーカウンター
- おんどとり (気圧の測定)
- iPhone (緯度, 高度の測定)
- アルミ製のバット × 2
- 鉄製のバット × 1



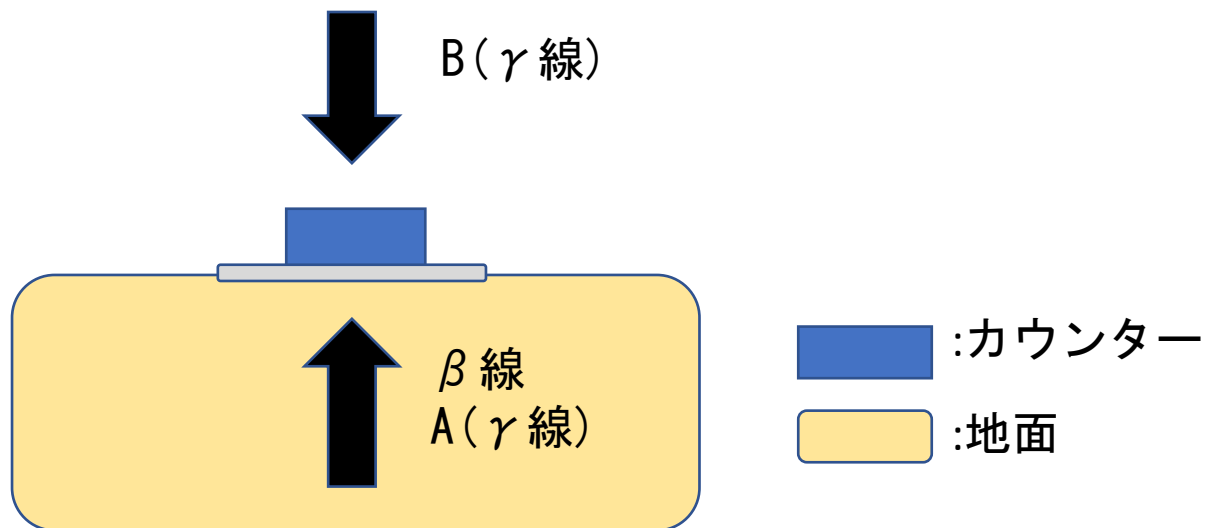
アルミと鉄製バットの効果

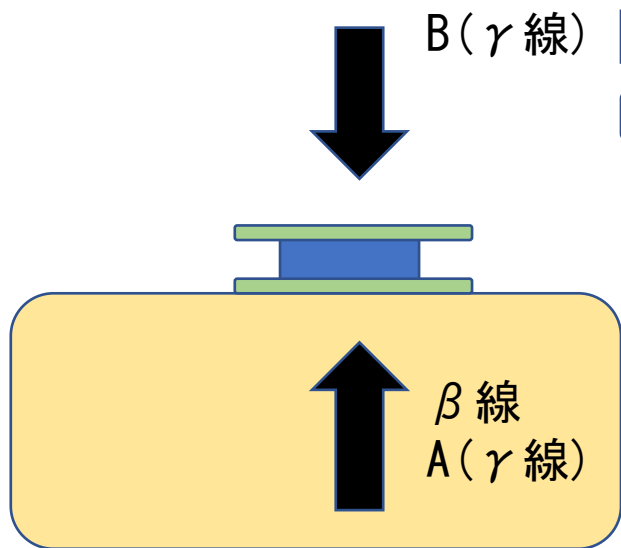
- アルミ製バット
 β 線を約85%遮蔽

- 鉄製バット
 γ 線を約19%遮蔽

測定方法

知りたいのがB(γ 線)なので、
地表からの β 線とA(γ 線)を
遮蔽する必要がある。





■ :カウンター
■ :地面

$$xA + B = C_1$$

$$A + xB = C_2$$

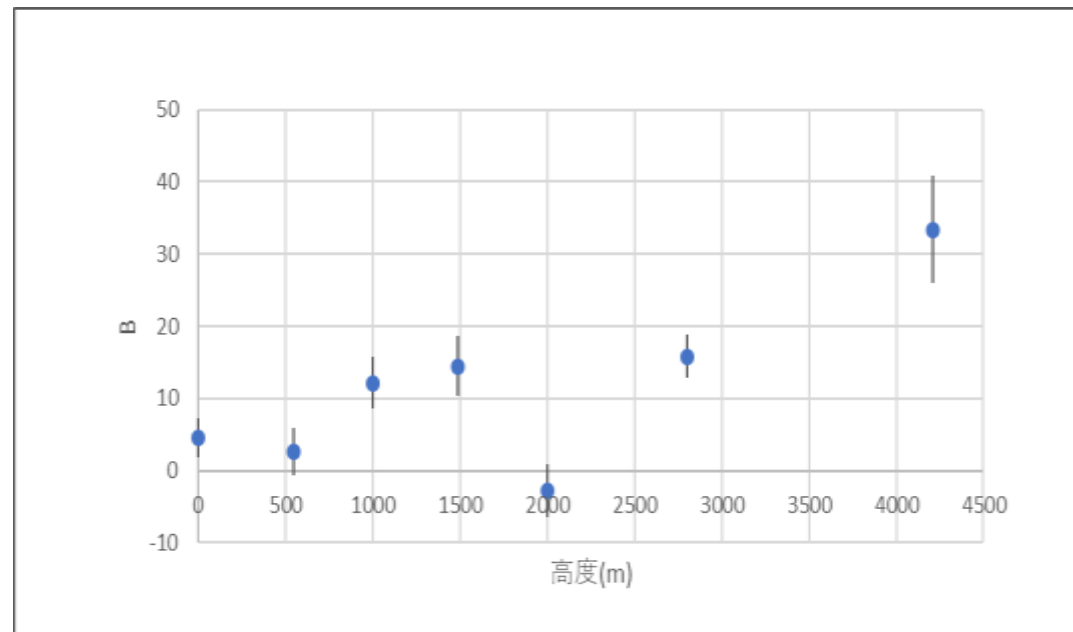
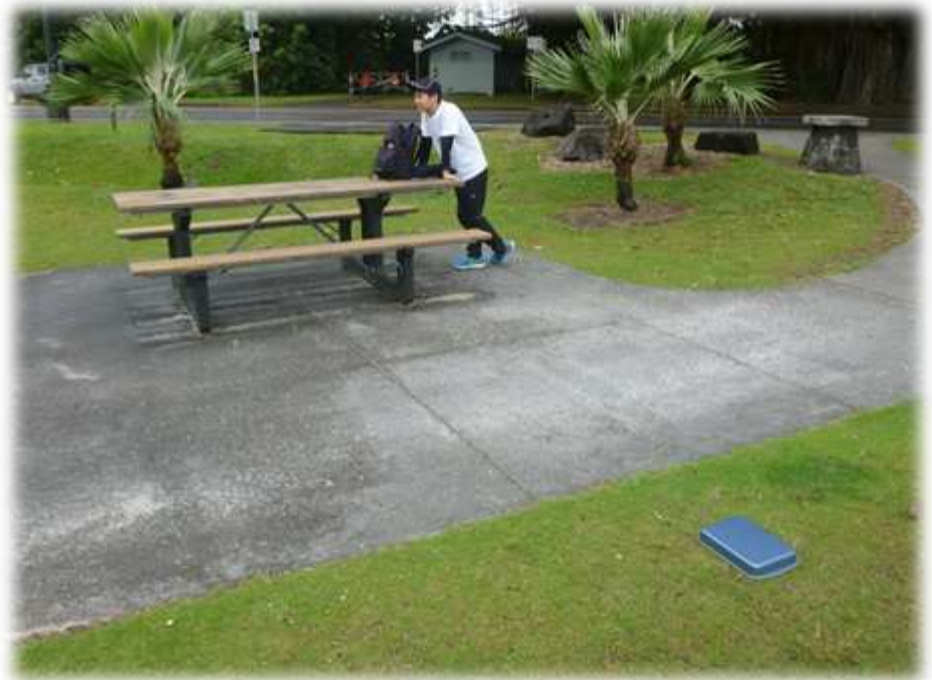
(x: 鉄バットによる γ線の遮蔽係数)



放射線(二次宇宙線)の量の高度変化

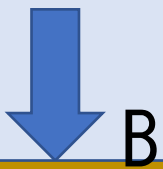


高度	一分間のカウント数 (B)
0m	4.5 ± 2.7
550m	2.7 ± 3.3
999m	$1.2 (\pm 0.3) \times 10$
1490m	$1.5 (\pm 0.4) \times 10$
2000m	-2.8 ± 3.6
2800m	$1.6 (\pm 0.3) \times 10$
4210m	$3.3 (\pm 0.8) \times 10$



ハワイと岡山での二次宇宙線の量の違い

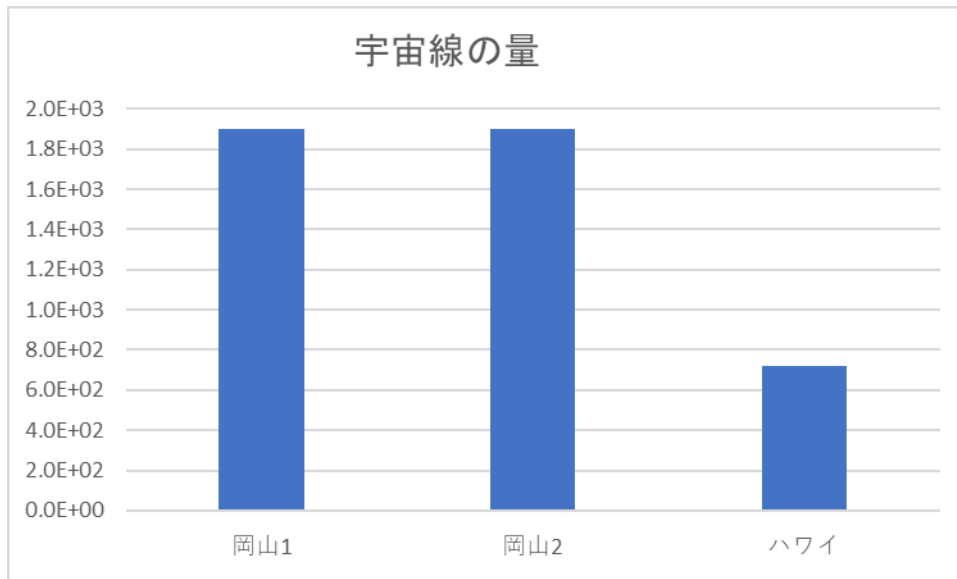
	気圧(hPa)	一分間のカウント数(B)
岡山1	1019.5	1.2×10
岡山2	1019.8	1.2×10
ハワイ	1016.4	4.5



大気

地面

	B_0
岡山1	1.9×10^3
岡山2	1.9×10^3
ハワイ	7.2×10^2



日本とハワイの緯度の
差：約 15°
日本とハワイの二次宇宙
線の量の差は：約 1.2×10^3
カウント(毎分)

まとめ・反省点

(まとめ)

- ・ 高度上昇に応じた二次宇宙線(γ 線)量の増加の傾向は観察できたが、高度2000m地点での数値がずれた理由は分からなかった。

- ・ ハワイに比べて岡山の二次宇宙線(γ 線)の量が二倍以上大きいことが分かった。

(反省点)

- ・ 全体的に測定時間が短かった。



ハワイの岩石



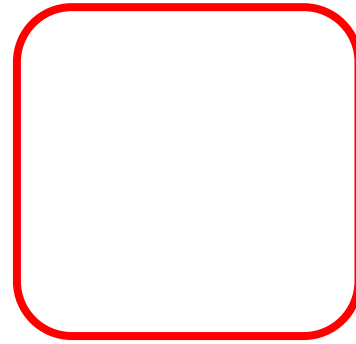
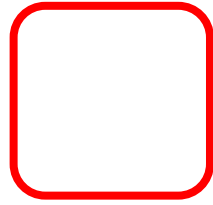
地球科学科 岡村 知樹
小寺 勇氣
西村 優之介

ハワイ諸島について



最新図説地学より

試料採取地点



マウナケア



マウナロア



キラウエア

目的

産状，噴火した年によって，岩石の組成にどのような変化があるか？



薄片観察

主成分元素分析

微量元素分析

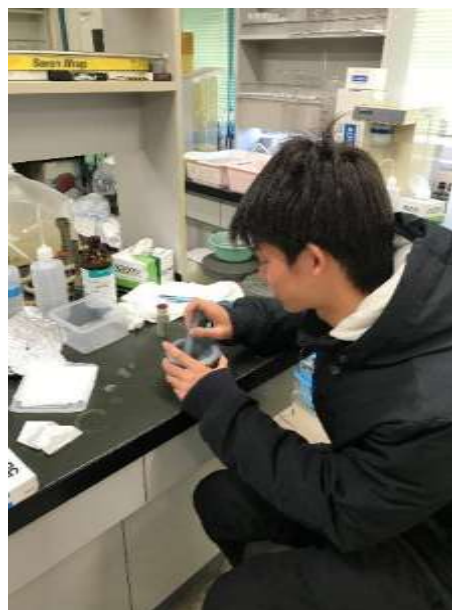
同位体分析

薄片觀察



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Ln	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	An	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

Ln	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
An	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Ln	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	An	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

Ln	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
An	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Ln	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	An	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

Ln	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
An	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

表面電離型質量分析裝置 (MAT262)

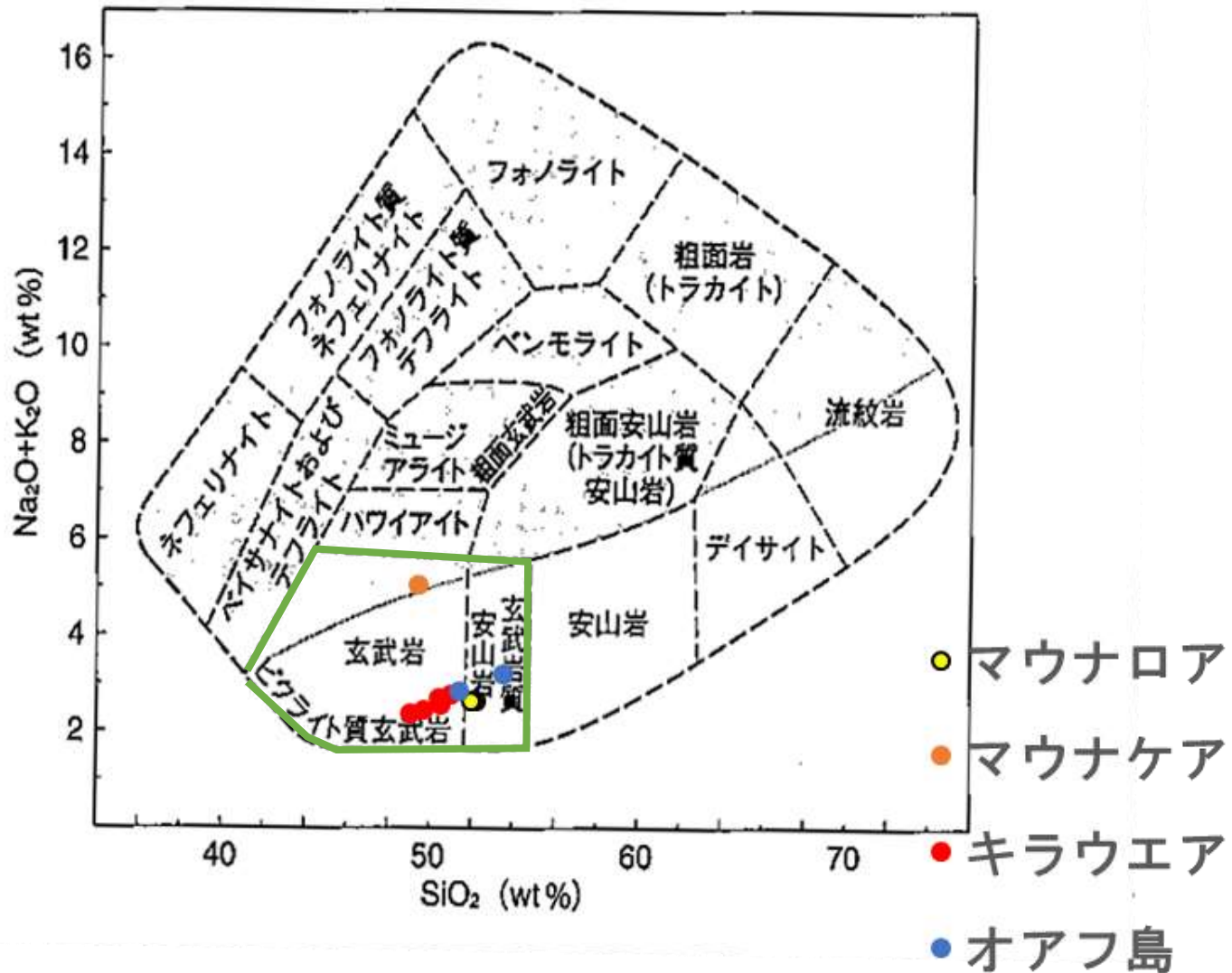
- $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
- $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$



分析結果



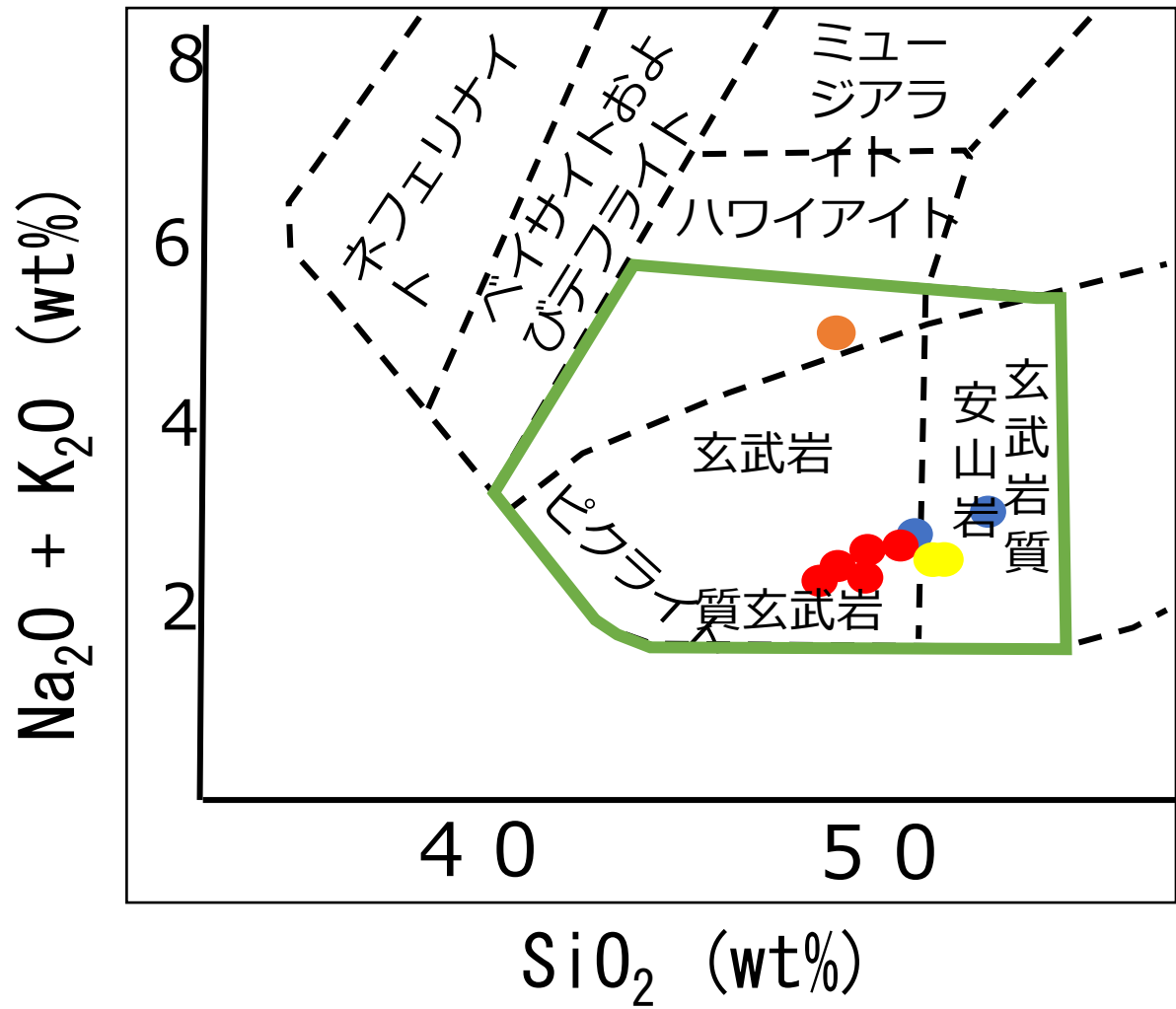
主要元素分析結果



Cox et al., 1979 ; 藤井, 2003 (火山学より)

主要元素分析結果

- マウナロア
- マウナケア
- キラウエア
- オアフ島

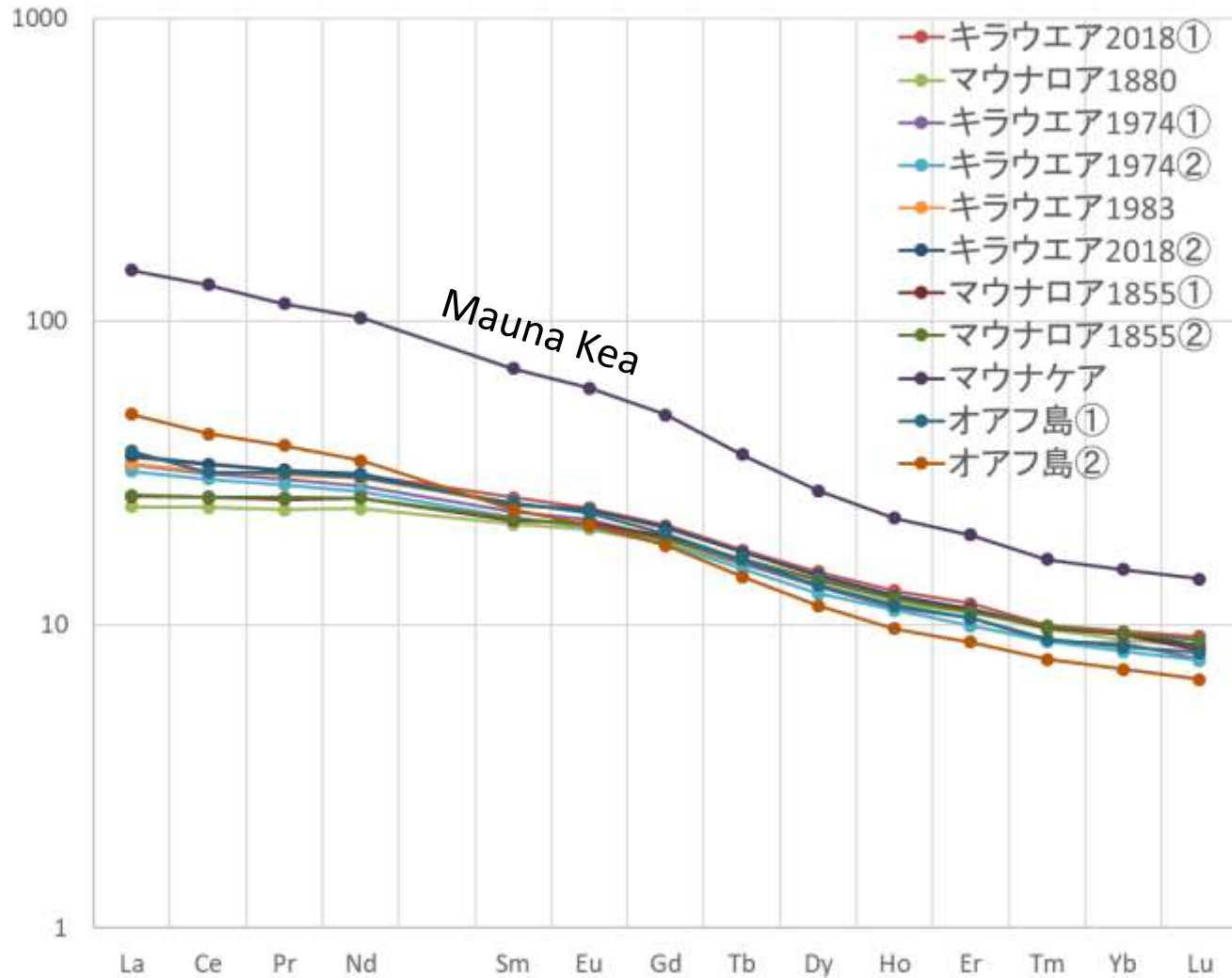


Cox et al., 1979 ; 藤井, 2003 (火山学より)

希土類元素分析結果

ハワイ島、オアフ島産玄武岩の希土類元素パターン

コンドライトに規格値化した希土類元素濃度
(岩石試料中の濃度/コンドライト隕石中の濃度)



希土類元素

① Preshield stage

② Shield-building stage

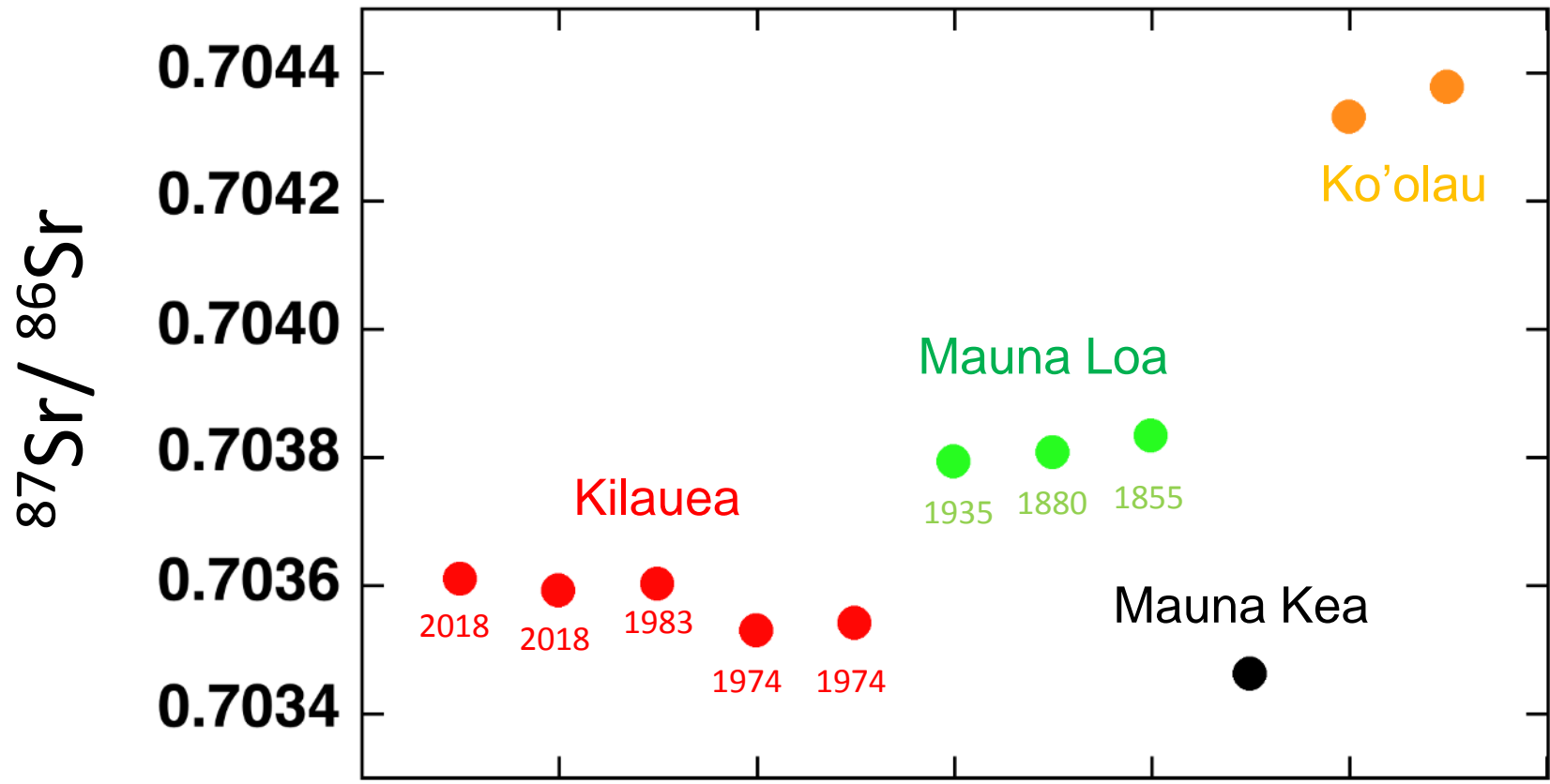
③ Post-shield stage

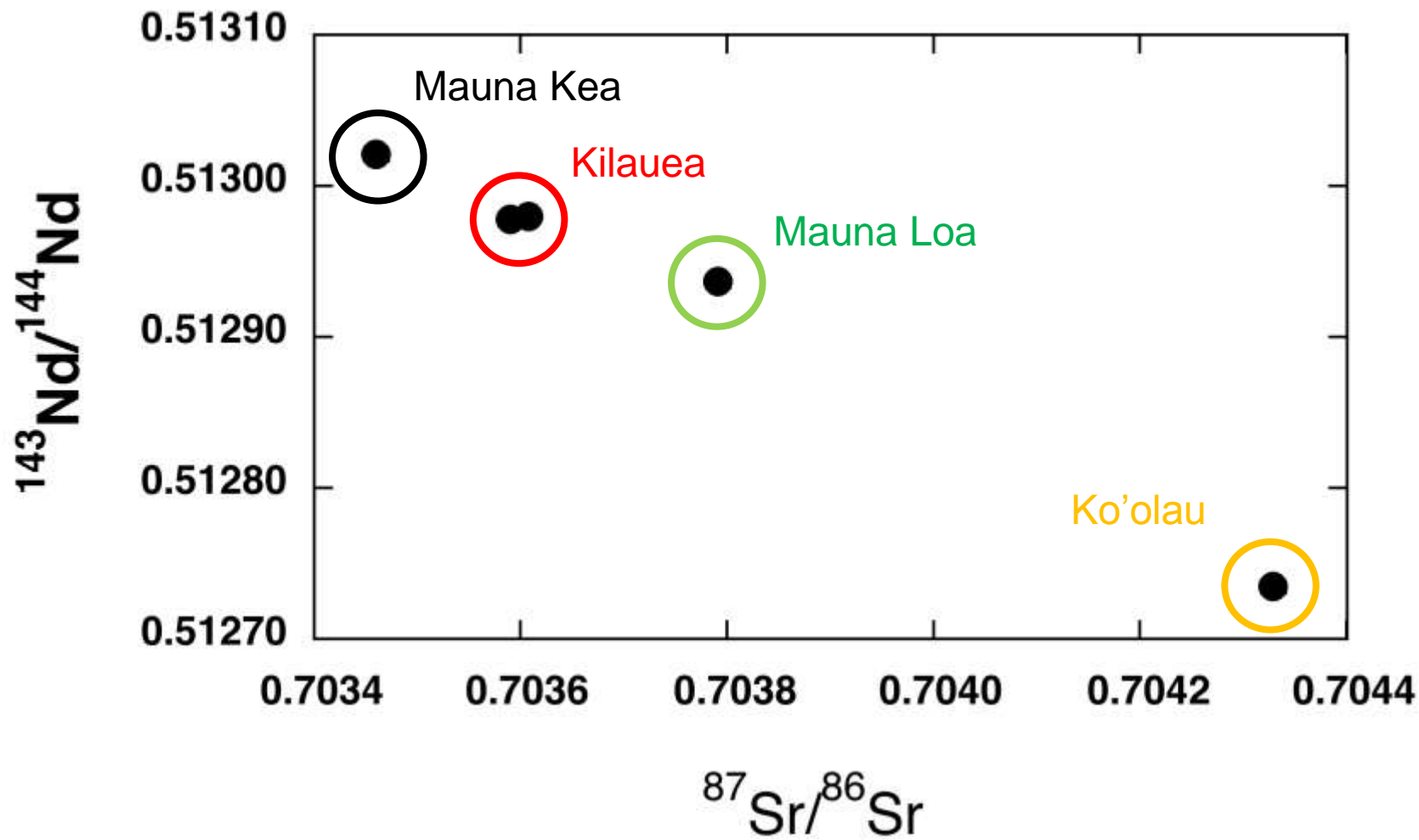
④ Rejuvenated stage



- Macdonald et al. (1986) Volcanoes in the Sea, Univ. of Hawaii Press.
- https://volcanoes.usgs.gov/observatories/hvo/hawaiian_volcanoes.html

同位体分析結果





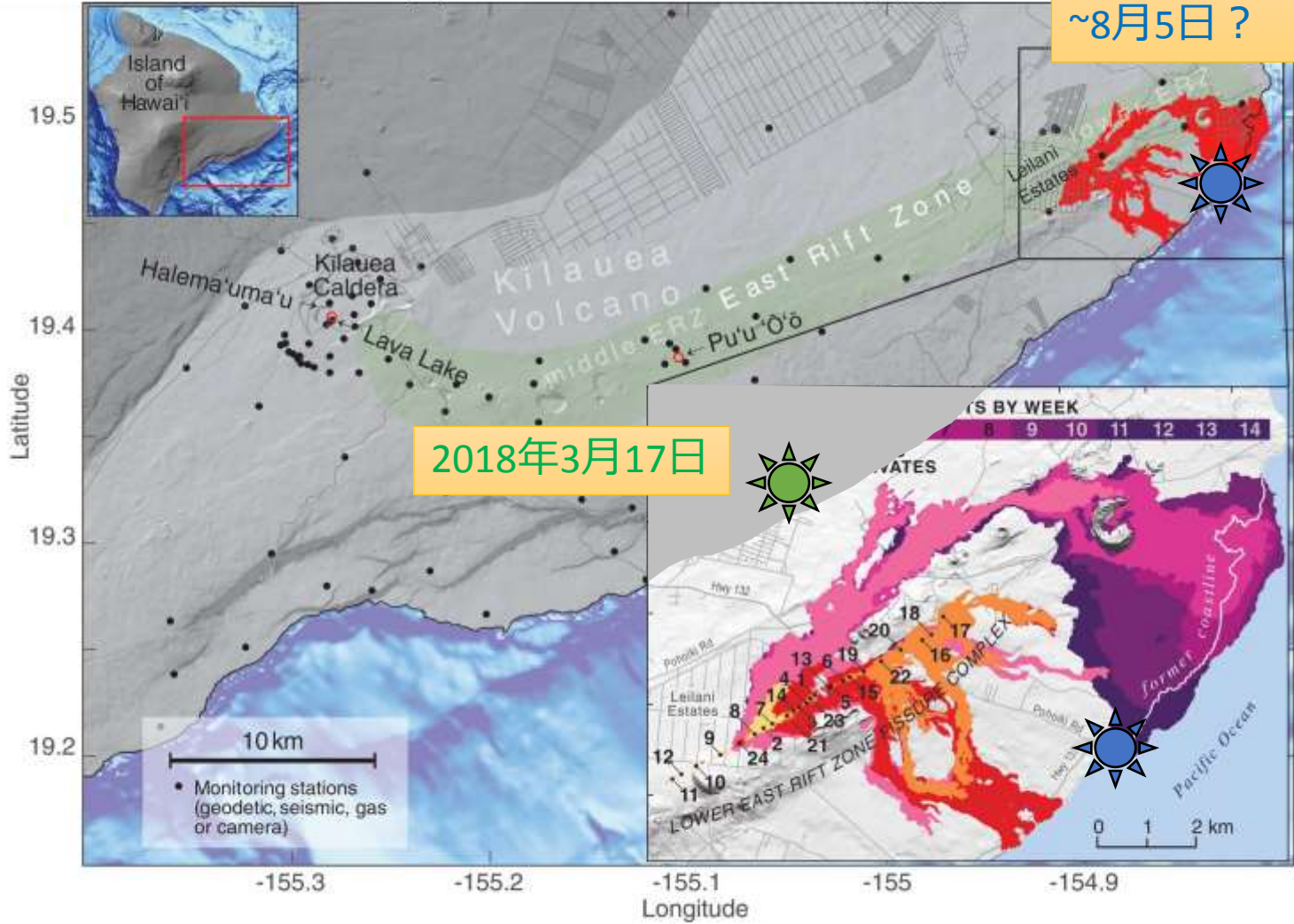
最近の状況

2018年5月に
キラウエア火山が噴火！！



<https://volcanoes.usgs.gov/observatories/hvo/multimedia/uploads/multimediaFile-1952.jpg>

2018年7月8日
~8月5日?



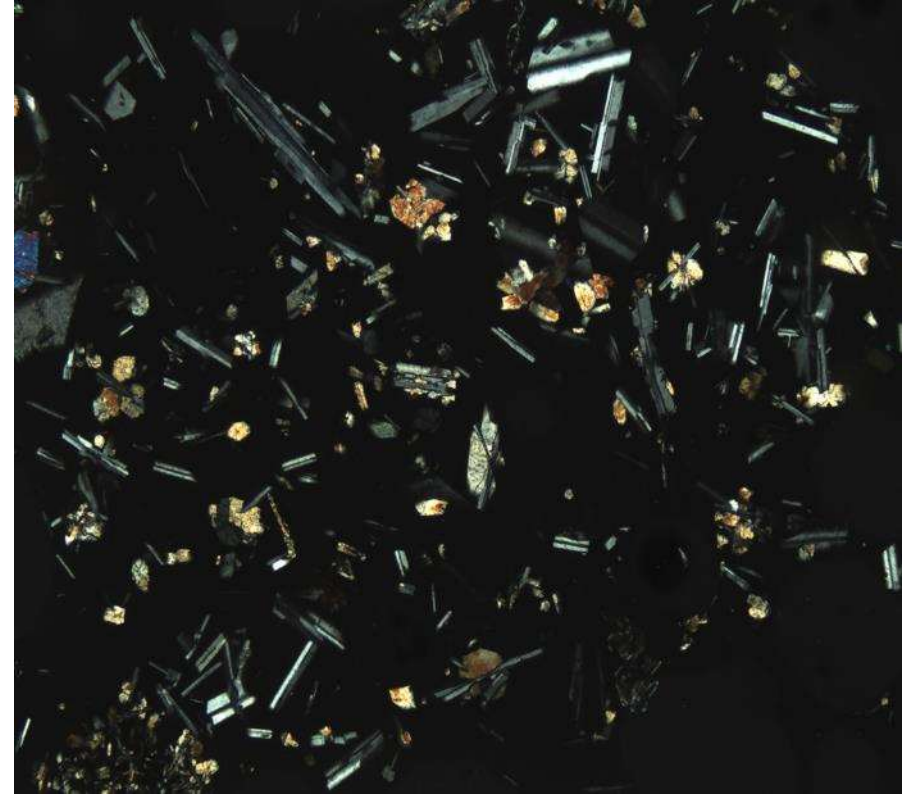
2018年3月17日

図はNeal et al. (2019)を一部改変

薄片観察の結果



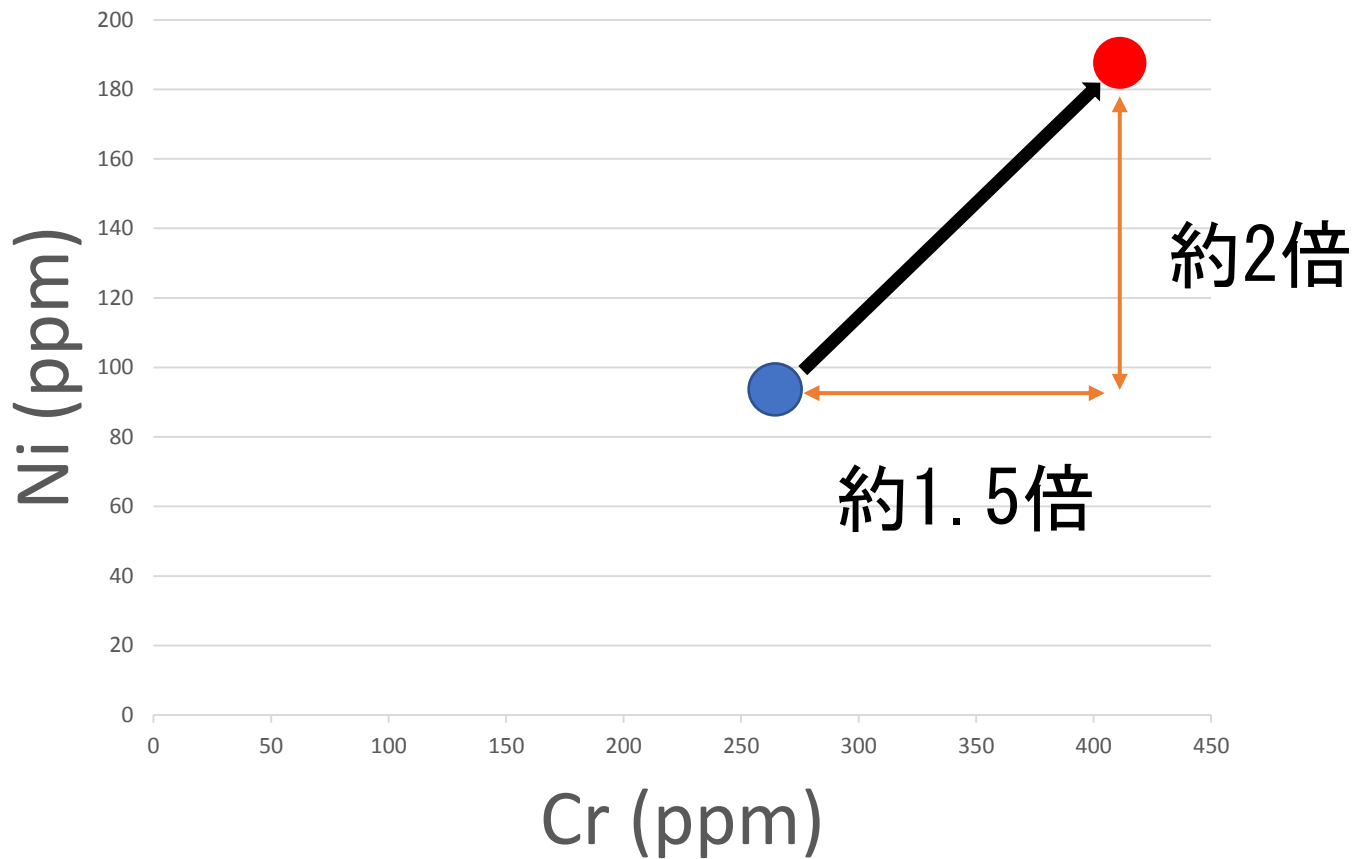
5月の噴火以降の溶岩
(クロスニコル)



5月の噴火以前の溶岩
(クロスニコル)

微量元素分析結果

- 噴火前 (2018年3月17日採取)
- 噴火後 (2019年3月6日採取)



噴火後の溶岩は明らかにNiとCrが多い

火山の噴火時期による、
化学組成の違いを確認！！



空の明るさ比較

物理学科

中西史美

地球科学科

岸田晴佳

夜空が暗く星がきれいに見える
ため、多くの望遠鏡が立ち並ぶ



本当に天体観測に適した場所
なのか確かめる



比較方法

① デジタルカメラで撮影

カメラ : Canon EOS kiss X7i

設定 : ISO 800 焦点距離 18mm F値 5.6

露光時間 10s

② raw2fitsでfitsデータに変換

r, g, bに画像を分ける

③ マカリでオリオン座の三つ星を測光

④ ポグソンの式

$$m_1 - m_2 = -2.5 \times \log(C_1/C_2)$$

に数値を代入して比較

m: 等級

C: skyのカウント値



撮影場所と日時

岡山県倉敷市

2019年2月24日（日） 20:49撮影

岡山県美星町

2019年2月25日（月） 20:13撮影

ハワイ島マウナケア山

緯度：N19.76081°

経度：W155.45599°

標高：2844m

2019年3月6日（水） 19:34撮影（ハワイ時間）

撮影した写真



<https://www.nao.ac.jp/contents/astro/chart-list/mono/ja/chart03.pdf>



ハワイ



美星町



倉敷市

撮影 西村優之介

結果

	$g-\delta$	$g-\varepsilon$	$g-\zeta$	$b-\delta$	$b-\varepsilon$	$b-\zeta$
ハワイsky平均	20.2	20.7	17.6	7.5	8.4	8.8
美星sky平均	51.7	58.5	55.0	15.9	18.3	17.0
倉敷sky平均	248.8	258.5	244.0	82.7	84.8	83.8
ハワイ美星等級差	1.02	1.13	1.24	0.82	0.85	0.71
ハワイ倉敷等級差	2.73	2.74	2.88	2.62	2.51	2.44
美星倉敷等級差	1.71	1.61	1.64	1.80	1.66	1.73

- g では, ハワイは美星より1.13等暗く,
美星は倉敷より1.64等暗い
- b では, ハワイは美星より0.80等暗く,
美星は倉敷より1.73等暗い

まとめ

- ・ ハワイ→美星→倉敷の順に暗かった

反省点

- ・ 撮影時間を合わせることに
- ・ 大気減光について考慮することに
- ・ 写真を多く撮影し、データを集めることに

生物

- 植物
- ハワイ大学
- Fishpond
- ハナウマ湾

物理学科	中西史美
生物学科	芦田真依
地球科学科	岸田晴佳



ハワイの植物

隔離された環境

長距離散布

定着の困難さ



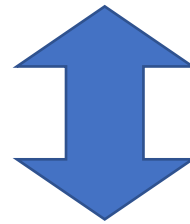
独自の進化



多くの**固有種**



Google map より



人によって持ち込まれた**外来種**

在来種と外来種

- ・ 在来種：人の手が入る前に生息していた種
 - └ 固有種：その地域にしか生息しない種
 - └ 固有種ではない在来種
- ・ 外来種：人によって持ち込まれた種
 - 特に在来の植生に大きな影響を及ぼすものを侵略的外来種という

在来種

オヒア

Metrosideros polymorpha



- ・ 固有種
- ・ 耐性が大きい
- ・ ほぼ全主要島

銀剣草

Argyroxiphium sandwicense



- ・ 固有種
- ・ 適応放散
- ・ マウナケア山

ナウパカ

Scaevola sericea



- ・ 海流散布
- ・ 海岸帯

共存している外来種

プルメリア

Plumeria



- ・ レイの素材

ノニ

Morinda
citrifolia



- ・ 薬用
- ・ ハワイ遺跡周辺

ゴールデンシャワー

Cassia fistula



- ・ 街路樹
- ・ ハワイ大学

侵略的外来種

ランタナ

Lantana camara



- ・ 園芸用
- ・ 低地で野生化

マングローブ

Conocarpus erectus



- ・ フィッシュポンド

まとめ

日本にはない植物を多く見ることができた



A photograph of the University of Hawaii Mānoa campus. In the foreground, a low wall is inscribed with "UNIVERSITY OF HAWAII MĀNOA". Behind it, a large, modern building with a flat roof and columns is visible. The sky is blue with scattered white clouds. Two tall flagpoles stand on the left side of the frame.

ハワイ大学訪問 (Sea Grant/Campus tour)

理学部生物学科3回生 芦田真依

3/8 (金) ハワイ実習5日目

〈午前〉 ハワイ大学

- Hawaii Sea Grant
- Campus Tour



—昼食—

〈午後〉 ハナウマ湾

- Hanauma Bay Education Program
- Snorkeling



Google mapより

◇Hawaii Sea Grant

▶Sea Grantとは？



For over 50 years, the National Sea Grant College Program has supported coastal and Great Lakes communities through research, extension and education.

Sea Grant's mission is to enhance the practical use and conservation of coastal, marine and Great Lakes resources in order to create a sustainable economy and environment.

沿岸や海洋の資源の実用的な使用と保全の強化 ⇒持続可能な経済と環境を創造する



Healthy Coastal Ecosystems

Sea Grant works to protect, enhance and restore habitats, ecosystems and the services they provide.



Sustainable Fisheries & Aquaculture

Sea Grant works with fishing communities to advance sustainable, domestic fisheries and aquaculture.



Resilient Communities & Economies

Sea Grant helps coastal and Great Lakes communities prepare for and adapt to changing conditions.



Environment Literacy & Workforce Development

Sea Grant supports and trains a diverse and skilled workforce that is environmentally literate and equipped to address national and local needs.

▶ Hawaii Sea Grantの活動

1. 養殖活動の確立と支援

Establishing and supporting aquaculture efforts

2. ハワイの気候変動による沿岸の危害の受けやすさの評価

Assessing Hawaii's vulnerability to climate change-induced coastal hazards

3. ハナウマ湾の保全

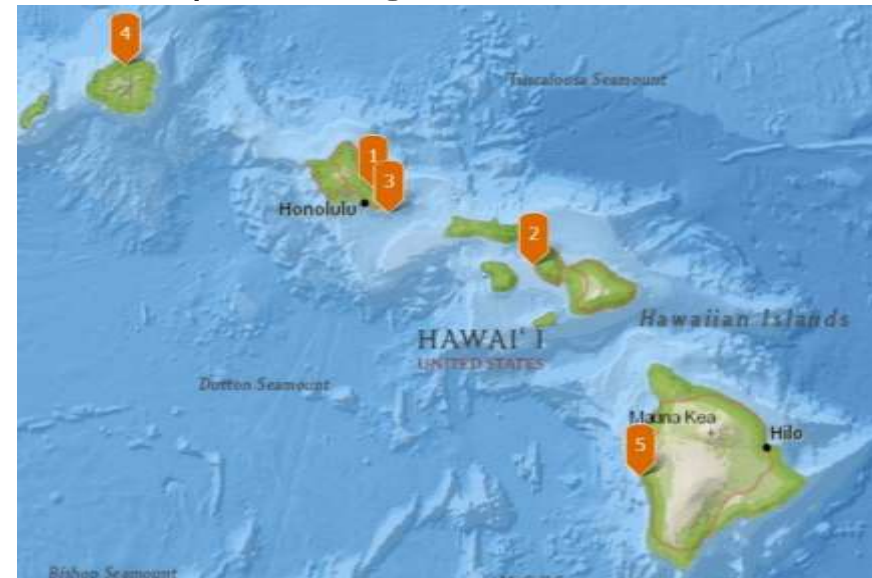
Preserving Hanauma Bay

4. 復旧計画によるカウアイ郡の支援

Assisting the County of Kaua'i with resilience planning

5. 海洋教育の推進

Promoting marine education



- Introductions and Orientation to University
- Introduction to Sea Grant and WRRC (D. Lerner)



- Presentations on research and activities related to Hawaii Sea Grant
 - Dr. Brad Romine
 - Mr. Dolan Eversole
 - Ms. Katy Hinzen



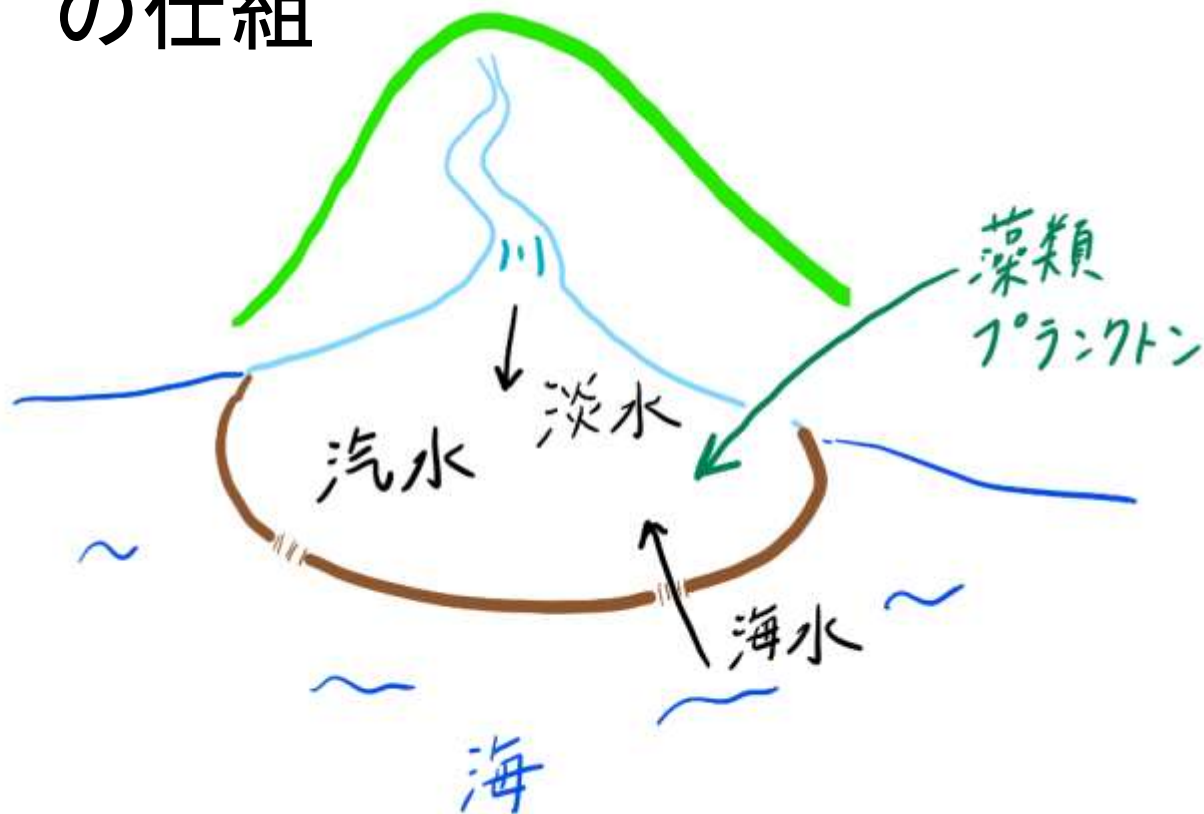
FishPonds

物理学科 中西史美

FishPonds とは

- ・ ハワイの伝統的な養殖池
- ・ Fish Ponds の仕組み

み





Google earth より

Heeia fishpond での活動

- 伝統的な養殖池の修復・在来種の保護
Paepae Ohe'eia
- 体験活動
Saturday Community Workday

参加した活動

- ・サンゴを運ぶ



- 池周辺の清掃活動
- マングローブの樹皮剥がし




将来的には…

- ・ 昔のように魚を養殖
ama ‘ama(ボラ) awa(サバヒー) などを漁獲
- ・ 養殖池を活性化させ、持続可能な社会を後世に受け継ぐ

まとめ

- 自然を上手に活用した養殖池
- 文化的にもとても重要
- 長年にわたる地道な修復作業





ハナウマ湾 (シュノーケリング)

理学部生物学科3回生 芦田真依

3/8 (金) ハワイ実習5日目

〈午前〉 ハワイ大学

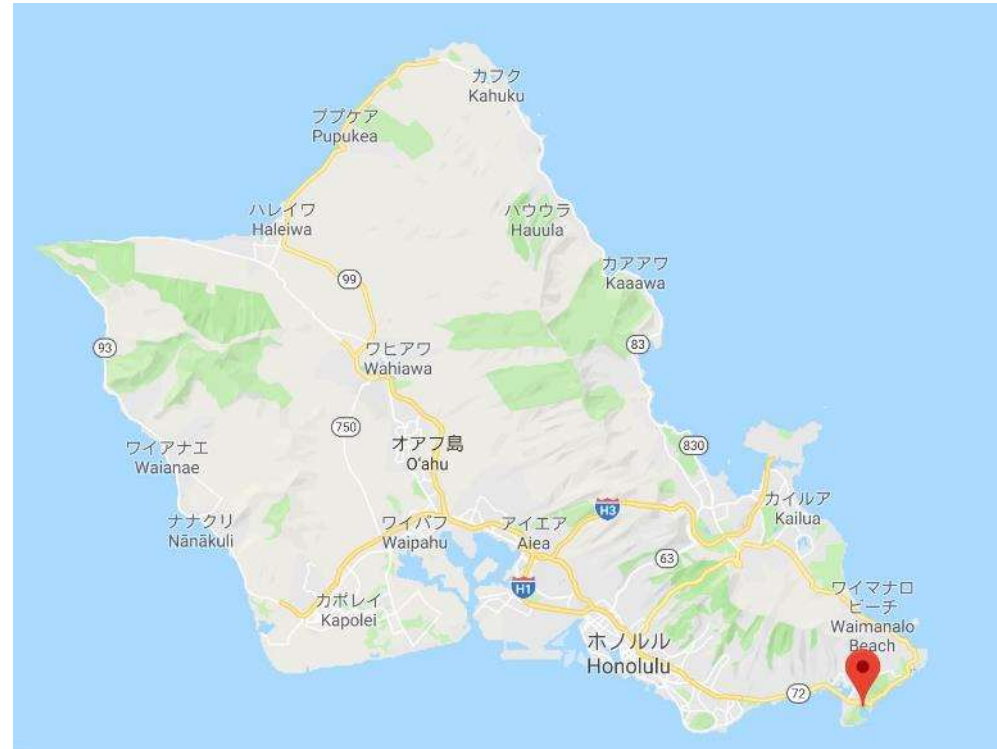
- Hawaii Sea Grant
- Campus Tour

—昼食—

〈午後〉 ハナウマ湾

- Hanauma Bay Education Program
- Snorkeling

Google mapより



◇ Hanauma Bay Education Program



ハナウマ湾の特徴

- ・ 海底火山噴火口が浸食された形
- ・ hana ; 湾
- uma ; 湾曲した砂浜



Google mapより

- ・ 湾全体が海洋生物保護区
- ・ 生物が豊かなシュノーケリングスポット

▶ 注意, 禁止事項

- 飲酒
- 喫煙
- 動植物に触ること
- 動植物にエサをあげること
- 動植物の持ち帰り



などなど…

自然保護に関わる厳しい規則が設けられている

◇ Snorkeling

ハナウマ湾では

約400種以上

の魚が生息している！！



観察できたのは
20種類ほど！

実際に観察できた生物



ヒレナガハギ
Zebrasoma veliferum
ハワイ名 mane' one' o



トゲチョウチョウウオ
Chaetodon auriga
ハワイ名 kikakapu



ミヤコテングハギ
Naso lituratus
ハワイ名 umauma lei



アカツキハギ
Acanthurus achilles
ハワイ名 Paku-ik' i



タスキモンガラ
Rhinecanthus rectngulus
ハワイ名 humuhumu-
nukunuku-a-pua' a



ムラサメモンガラ
Rhinecanthus aculeatus
ハワイ名 humuhumu-
nukunuku-a-pua' a



オスジクロハギ
Acanthurus blochii
ハワイ名Pualu



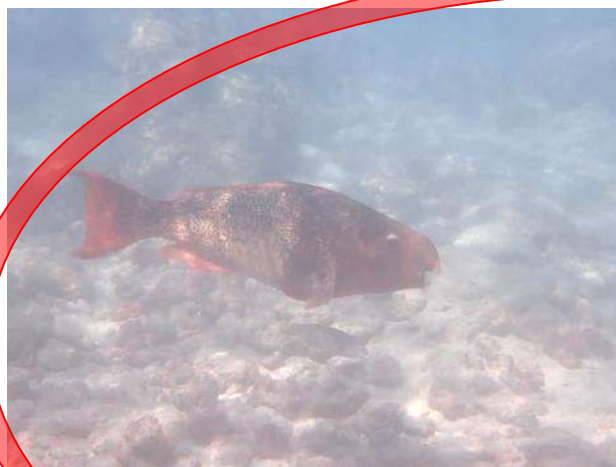
リュウグウベラ (オス)
Thalassoma trilobatum
ハワイ名'awela



ミナミスズミ
Kyphosus pacificus Sakai & Nakabo, 2004
ハワイ名nennue



シマスズメダイ
Abudefduf sordidus
ハワイ名ku-pipi



ナガブダイ (メス)
Scarus rubroviolaceus
ハワイ名ufu' palukaluka



オウムブダイ (メス)
Scarus psittacus
ハワイ名uhu



フグの仲間



チョウハン
Chaetodon lunula
ハワイ名kikakapu



オスジクロハギ
Acanthurus blochii
ハワイ名Pualu



シマハギ
Acanthurus triostegus
ハワイ名manini



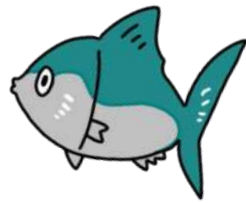
ハナヤサイサンゴ
Pocillopora meandrina
ハワイ名ko' a



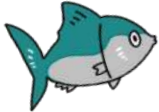




〈まとめ〉



たくさんの魚を観察する中で、ハナウマ湾の環境や生態系を守るために多くの取り組みが行われていることを学んだ。



ご清聴ありがとうございました！

〈参考文献〉

・ Google map

オアフ島/ハワイ島/太平洋

・ 吉田武義・西村太志・中村美千彦（2017）火山学. 共立出版株式会社

・ Gordon A. Macdonald, and Agatin T. Abbott, Frank L. Peterson,
Volcanoes in the Sea : THE GEOLOGY OF HAWAII, University of Hawaii
Press, 1986

・ USGSホームページ

<https://volcanoes.usgs.gov>

・ 松村洋介（2013）スクエア最新図説地学. 第一学習社

・ キラウエアの写真

https://volcanoes.usgs.gov/observatories/hvo/multimedia_uploads/multimediaFile-1952.jpg

・ C. A. Neal et al. (2019) The 2018 rift eruption and summit collapse of Kilauea Volcano, Science, 363, 367–374.

・ 東京大学宇宙線研究所

<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/about/cosmicray.html>

・ J. T. ホートン(1981) 大気物理学 株式会社 みすず書房/p. 182

・ David G. Andrew(2010) An Introduction to ATMOSPHERIC PHYSICS
Second Edition /Cambridge University Press, New York /p. 34, 38, 226

・ Past weather in Mauna Kea

<https://www.timeanddate.com/weather/@5850911/historic>

・ The Fishpond

<https://paepaeoheeia.org/the-fishpond/>

・ Paepae O He' eia

<http://www.aloha-program.com/npo/detail/5>

- ・ 清水善和 (1998) ハワイの自然, 古今書院
- ・ 藤沢セリカ (2003) ハワイの花と熱帯植物, マリン企画
- ・ The University of Hawai 'i Sea Grant College Program
<https://uhh.maps.arcgis.com/apps/Shortlist/index.html?appid=8667ca55d41a4a3fb01afa8e700b45f2>
- ・ Sea Grant
<https://seagrant.noaa.gov/>
- ・ ハナウマ湾ドットコム
<http://hanauma1.com/fish/parrotfish.htm>
- ・ SNORKELER' S GUIDE TO THE FISHES OF HANAUMA BAY
(University of Hawaii Sea Grant College Program)
- ・ Sleep and Fujita (1997) Principals of Geophysics. Blackwell Science. pp. 586