

# イノベーション理数探究基礎



## 「石ころ探偵」

～君はどこまで真実に迫れるか～

## 第2回 岩石の計測



# 調查依賴



調査対象（サンプリングした石ころ）は  
「何者なのか」  
「どこからきたのか」を解明してほしい。



調査内容は各チームに委ねるが、多くの情報を引き出すことを期待する。

調査を進めるための道具を貸与する。調査に役立ててほしい。



諸君らの高い  
観察力と奮闘に  
期待したい。

なお、この映像は自動的に消滅する。





# 解説

- ・ 現場検証
- ・ 標本の観察
- ・ 石の身体測定
- ・ 実体顕微鏡
- ・ 条痕板
- ・ 位置情報から特定



# まずは現場検証



写真があると良い。

なければGoogle mapの衛星画像やストリートビューなどを使う





# 例えば。。。

海岸だけど、石のサイズは大きい。  
概ね石の大きさは揃っている。  
後ろの崖とは違う石が多い。  
石は丸み帯びている。  
石の種類は単一ではない。



輸送ルートは？  
海から？河川がある？  
近くに崖は？土石流？



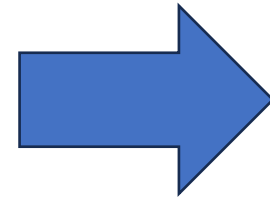
**地理院地図**と**地質図ナビ**を使う！



# その石ころは「何者なのか」

基礎情報を引き出す。

- ・ 大きさ と 形
- ・ 内部構造
- ・ 条痕色
- ・ 比重
- ・ 比熱
- ・ 構成鉱物の特定



**分類・名称の特定**



# 標本を観察

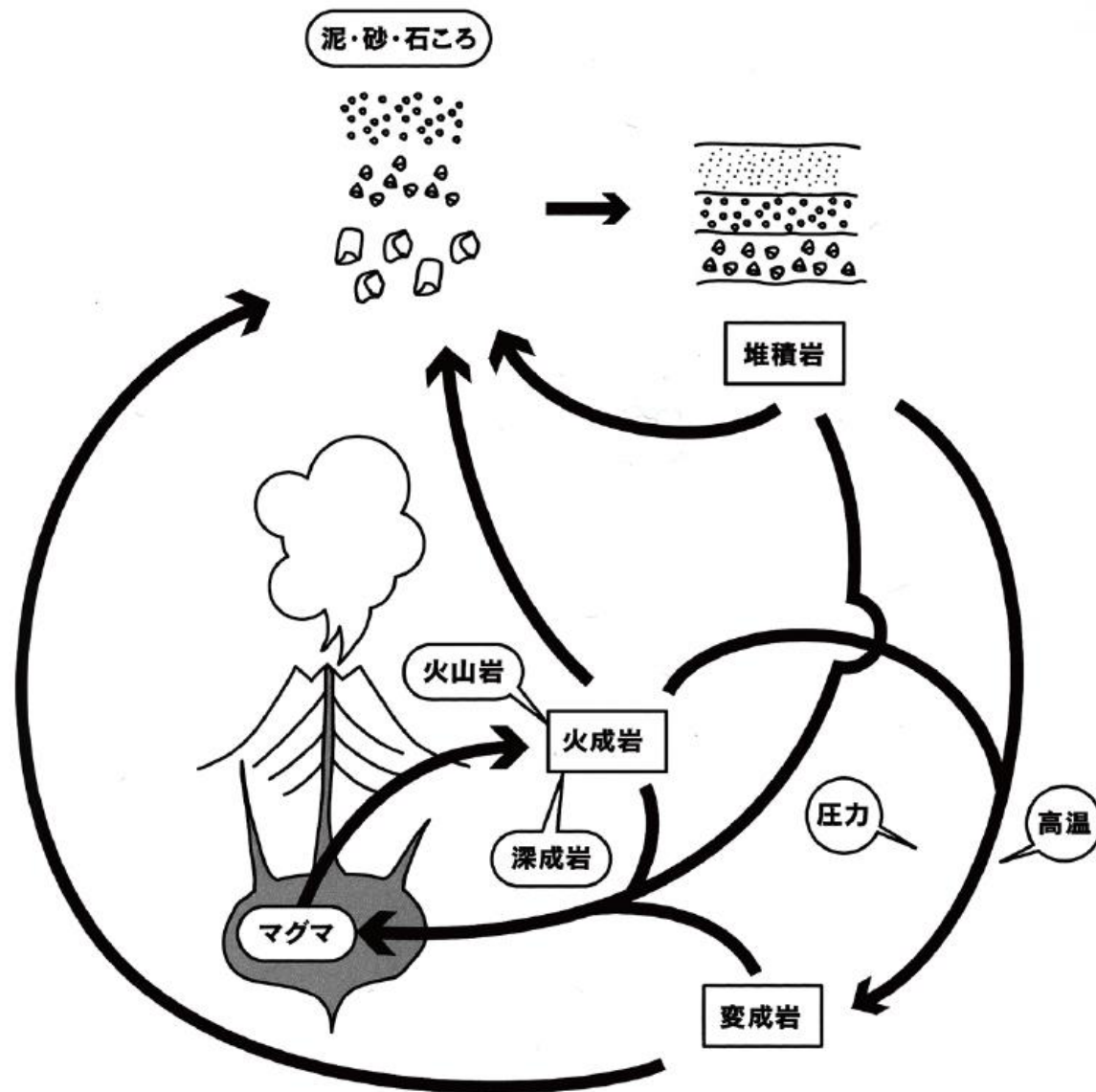
プリント「岩石の分類を知ろう」参照

# 岩石の分類を知ろう

岩石の循環

まずはこれ！

- ・ 堆積岩
- ・ 火成岩
- ・ 変成岩



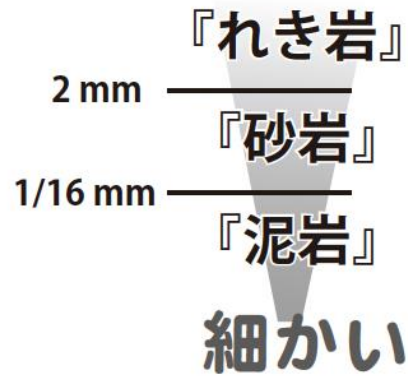


# 岩石鑑定のツボ

## ●堆積岩・・・降り積もってできた石シリーズ！

### ・水流で 運ばれたもの

粒が・・・大きい



### ※見分け方のポイント

岩石が水の流れによって削られ、堆積したものなので、一つ一つの粒の角がとれています。

### ・火山起源のもの

#### 『凝灰岩』

降り積もった火山灰が押し固められてできた岩石で、その意味では火成岩と堆積岩の中間的な性格を持つ岩石と言えます。基本的には白っぽいものが多いですが、火山灰の種類や変質によって様々な色のものができます。表面がガサガサした感じで、低密度であるのが特徴です。

### ・生物起源のもの

#### 『チャート』 とにかく 固い！

ごく微細なシリカ（二酸化ケイ素： $\text{SiO}_2$ ）が深海底で降り積もってできた岩石です。非常に硬く、つるつるした表面が特徴的です。シリカ自体は無色ですが、シリカと共に含まれる微量な不純物によって赤、緑、灰黒、などさまざまな色のチャートができます。

#### 『石灰岩』

#### ハンマーで 傷つく！

主に炭酸カルシウムの殻を持つプランクトンの死骸が降り積もって形成されます。珊瑚礁などは石灰岩の典型です。純粋な炭酸カルシウムのみでできているものは白～象牙色（ややピンクがかかることもあり）ですが、砂などの不純物がある程度混じると灰色になります。鉄より柔らかいので、ナイフや釘などの鋭利な金属片で引っかくと傷をつけることができます。また、塩酸やクエン酸（レモン汁等）をかけるとシュワシュワと二酸化炭素の泡を出しながら溶けることでも他の岩石と容易に見分けられます。

# ●火成岩・・・マグマから生まれた石シリーズ！

(四角い粒あり！)

黒っぽい

色指数 (目安)

火山岩

(斑状組織)

キメ細かい！

『玄武岩』

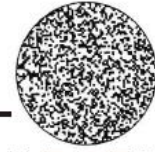
40%

『安山岩』

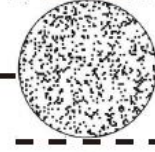
20%

『流紋岩』

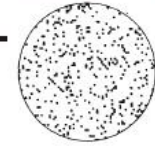
白っぽい



→ 海洋地殻はこの石からできています。



→ アンデス (安) 山脈 (山) に多くみられます。日本の火山にもたくさん分布します。



→ しましま模様 (流紋) がよくみられます。でも、いつも模様があるわけではないのでご注意ください。

深成岩

(等粒状組織)

粒がデッカイ！

黒っぽい

『かんらん岩』

『はんれい岩』

40%

『閃緑岩』

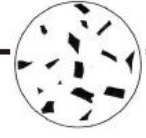
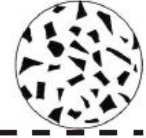
20%

『花こう岩』

白っぽい



→ 見た目は芋ようかん。もっとも深いところ (マントル) からやってきました。



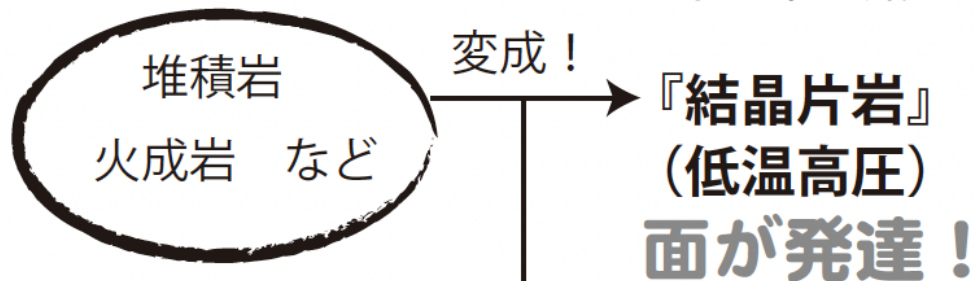
→ ごましおを振ったみたいな感じ。大陸の大部分がこの石でできています。ビルの壁なんかにもよく使われています。



# ●変成岩・・・別の石にチェンジしちゃったシリーズ！

岩石が高温や高圧な環境に長時間おかれると、鉱物の変質、交代、再結晶をして、鉱物の種類や組織が変化します。これを変成作用といいます。変成作用によってできた岩石を変成岩といいます。

## ・広域変成岩・・・地球の中を旅してきた石たち！



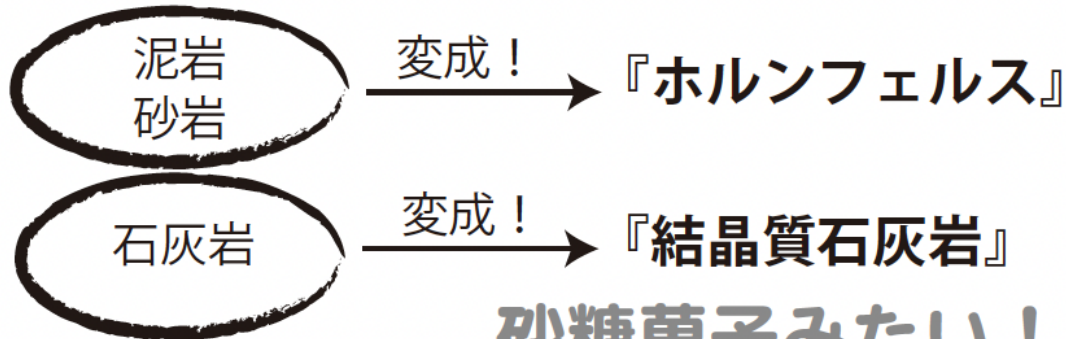
地下の深い所で大きな力を受けて変形を伴いながら変成されたために、ペラペラと剥がれやすいシート状の構造を持つようになった岩石のことを片岩と呼びます。片岩には原岩の名前を冠して、例えば原岩が砂岩であれば砂質片岩、泥岩であれば泥質片岩のように呼びます。原岩が玄武岩の場合のみ、緑色片岩と呼ばれます。

『片麻岩』  
(高温低圧)

片岩同様、強い面構造を持った岩石ですが、片岩ほど剥がれやすくはありません。片岩より高温 (> 600℃) で変成作用を受けたため、鉱物が大きく成長しており、雲母やザクロ石などが肉眼で確認できることが多いです。

キラキラしてる！

## ・接触変成岩・・・おおやけどをした石たち！



砂岩や泥岩を原岩とする変成岩で、片岩や片麻岩のような構造を持たないのが特徴です。貫入してきたマグマと接触したところにできます。これを接触変成作用といいます。

砂糖菓子みたい！

方解石の結晶からなる粒の粗い石です。石灰岩が接触変成作用を受けてできています。大理石というなじみがあるかも。



# 身体測定をしよう



プリント「堆積岩のみかた」参照

# どれにあたる？

表3 粒径による碎屑物の分類

礫 Gravel	巨礫	Boulder gravel	256 mm
	大礫	Cobble gravel	64 mm
	中礫	Pebble gravel	4 mm
	細礫	Granule gravel	2 mm
砂 Sand	極粗粒砂	Very coarse sand	1 mm
	粗粒砂	Coarse sand	1/2 mm
	中粒砂	Medium sand	1/4 mm
	細粒砂	Fine sand	1/8 mm
	極細粒砂	Very fine sand	1/16 mm
泥 Mud	シルト	Silt	1/256 mm
	粘土	Clay	

印象度はこれと比較→

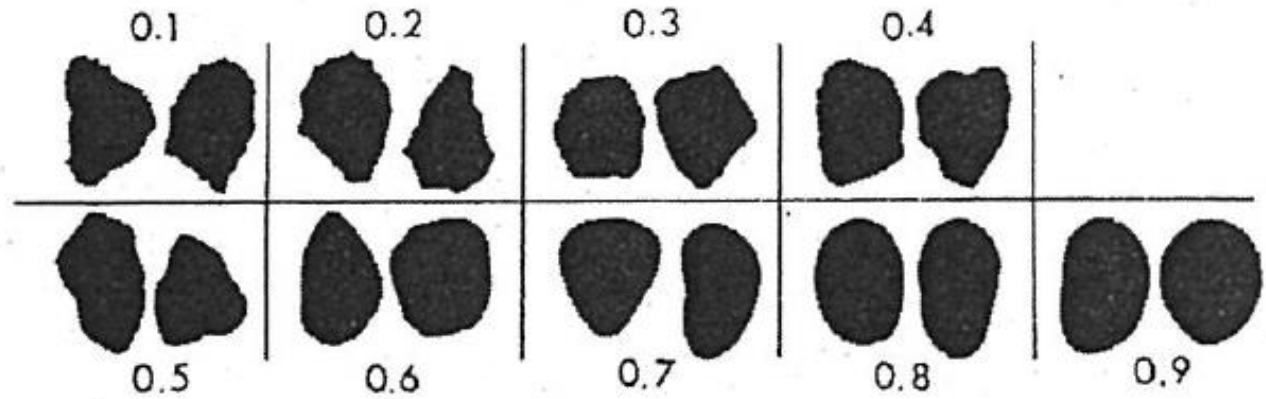


図 21 円磨度印象図

礫の形状

a : 長径

b : 中径

c : 短径

$b/a$ と $c/b$ を求める！

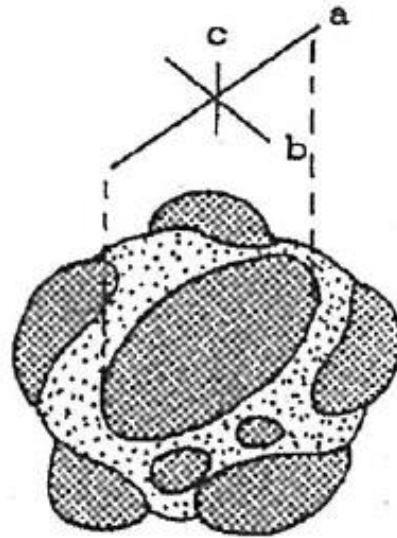


図 22 礫の各径

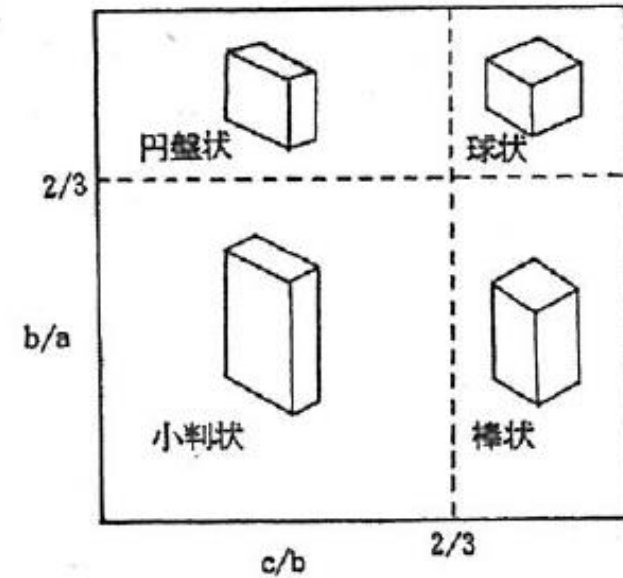


図 23 形状分類



# 実体顕微鏡を使う



プリント 「堆積岩のみかた」 参照

見るべきものは  
「組織」  
「粒子の形」  
「粒子の色」  
「粒子の模様」  
「割れ目の有無」  
Etc...



火山岩  
安山岩



半深成岩  
粗粒玄武岩 オイティック組織



深成岩  
閃緑岩 オイリティック組織



火砕岩  
凝灰岩

火成岩だったらこれ→

表 6 火成岩の分類

造岩鉱物	石英 Quartz			
	長石 Feldspar			
産出状況	輝石 Pyroxene			
	かんらん石 Olivine			
	雲母 Mica			
	角閃石 Amphibole			
火山岩 Volcanic	流紋岩 Rhyolite	石英安山岩 Dacite	安山岩 Andesite	玄武岩 Basalt
半深成岩 Hypabyssal	花崗斑岩 Granite porphyry		ひん岩 Porphyrite	輝緑岩 Diabase
深成岩 Plutonic	花崗岩 Granite		閃緑岩 Diorite	斑れい岩 Gabbro
珪酸 %	66		52	45
	超塩基性岩 Ultra basic rock			

表 7 おもな造岩鉱物の特徴

鉱物名	形	色	へき開	多色性	消光角	光軸性
石英 Quartz	他形	なし	なし	なし	直消光 不明	一軸正
正長石 Orthoclase	他形	白色	直交	なし	直消光 小さい	二軸負
斜長石 Plagioclase	長柱～ 短柱状	なし～ 白色	直交	なし	変化する	二軸変化
黒雲母 Biotite	板状	茶褐～ 黒褐色	一方向	強い	直消光	二軸負 小さい
普通角閃石 Hornblende	長柱状	黒緑～ 黒褐色	56° で 交差	強い	25° 以下	二軸負 大きい
紫蘇輝石 Hyperthine	長柱～ 短柱状	褐色～ 淡緑色	直交	弱い	直消光	二軸正～負 大きい
普通輝石 Augite	短柱状	緑色	直交	なし	40° 前後	二軸正 小さい
かんらん石 Olivine	紡錘形	オリーブ	一方向	なし	直消光	二軸正～負 大きい

※鉱物の特定は難易度高し

無色鉱物と有色鉱物を見分けるくらいが妥当。



砂岩ならこれで粒度を分類！

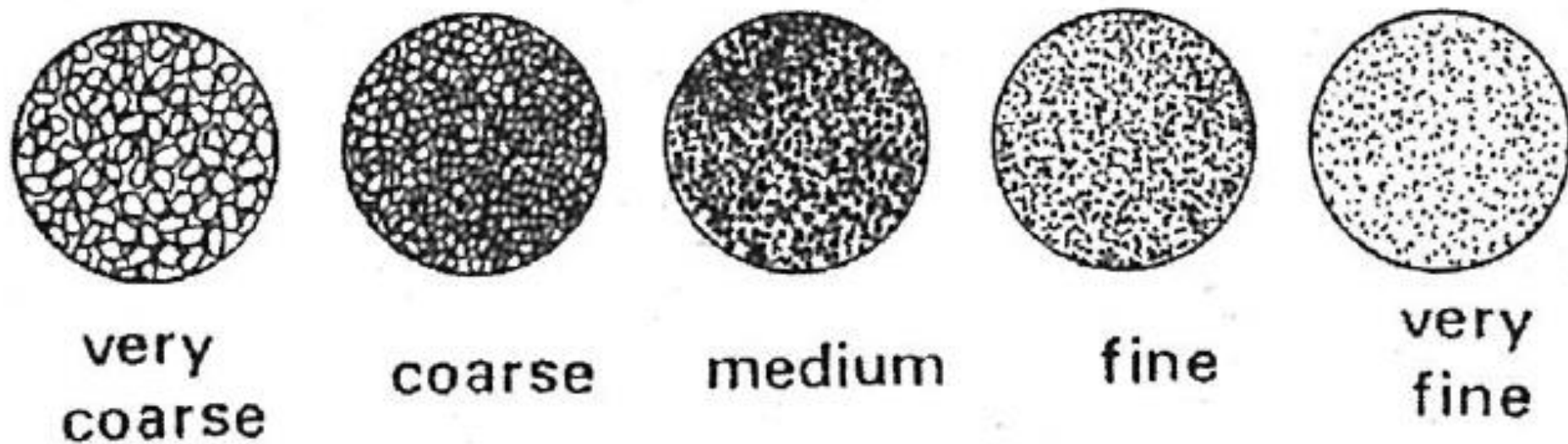


図 16 砂の粒度

# 火山碎屑物（凝灰岩）ならこれ！

表 4 粒径による火山碎屑岩の分類

火山角礫岩	Volcanic breccia	32 mm
凝灰角礫岩	Tuff breccia	
火山礫凝灰岩	Lapilli tuff	4 mm
粗粒凝灰岩	Coarse tuff	1/4 mm
細粒凝灰岩	Fine tuff	

表 5 その他の堆積岩と堆積物

珪質岩 Siliceous rock	チャート 珪藻土	Chert Diatomite
炭酸塩岩 Carbonate rock	石灰岩 苦灰岩	Limestone Dolomite
蒸発岩 Evaporite	石膏 硬石膏 岩塩	Gypsum Anhydrite Salt

固い→

酸で溶ける→

柔らかい→

条痕板を使う







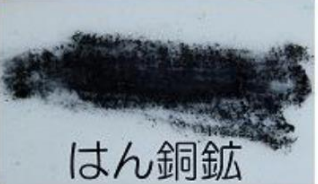
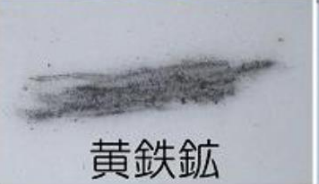



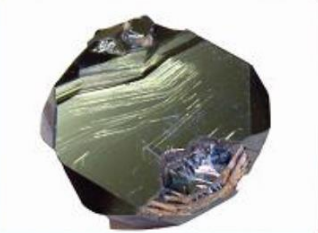

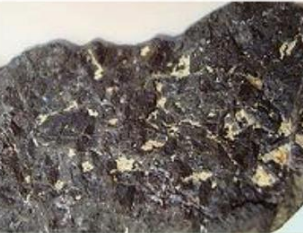
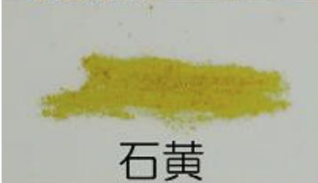

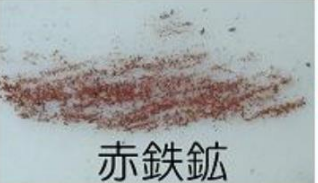



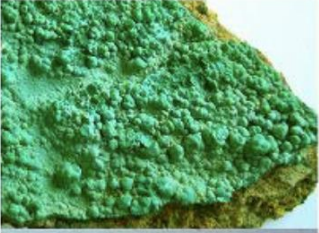



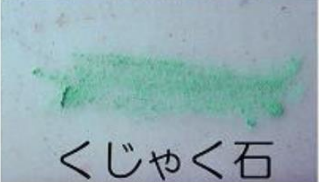

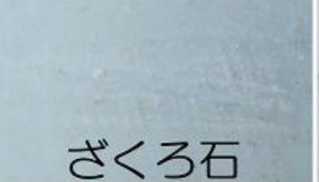





鉱物を条痕板に擦り付けて色を見る  
この色を「**条痕色**（じょうこんしょく）」という。  
※調べるのは鉱物ごと。量はほんのわずかで良い。

鉱物名	条痕色	鉱物名	条痕色	鉱物名	条痕色
黄鉄鉱	黒	輝安鉱	黒	自然銀	銀白
硫砒鉄鉱	黒	方鉛鉱	鉛灰色	霰石	無色
クリプトメルン	黒	磁硫鉄鉱	暗灰黒	方解石	無色
黄銅鉱	黒	バートルス鉱	黒褐色	アキチノ閃石	白
石墨	黒			錫石	白
斑銅鉱	灰黒			重晶石	白
輝水鉛鉱	緑黒			電気石	白
白鉄鉱	灰黒			螢石	無色

# いろいろな鉱物とその条痕色

				
				
石墨	黄銅鉱	はん銅鉱	黄鉄鉱	しん砂
				
				
石黄	磁鉄鉱	赤鉄鉱	褐鉄鉱	クロム鉄鉱
				
				
らん銅鉱	くじゃく石	らん鉄鉱	ざくろ石	黒雲母

その他， 班ごとに  
解析できるものが  
あればトライ！



比重， 比熱， 固さ， 鉱物の種類 etc…



# 位置情報から特定

※前回のレクチャーを参考にしよう！





例えば。。。

Google mapや地理院地図で  
場所を特定





Google マップを検索する



あ

レストラン

ホテル

アクティ



Google mapを利用すると「緯度経度」がわかる。

右クリック

38.79469010061275, 141.53098188239346

緯度経度をコピーして地理院地図に貼る。

注意

「,」の後ろに半角スペースが入るので削除する。



レイヤ

Google

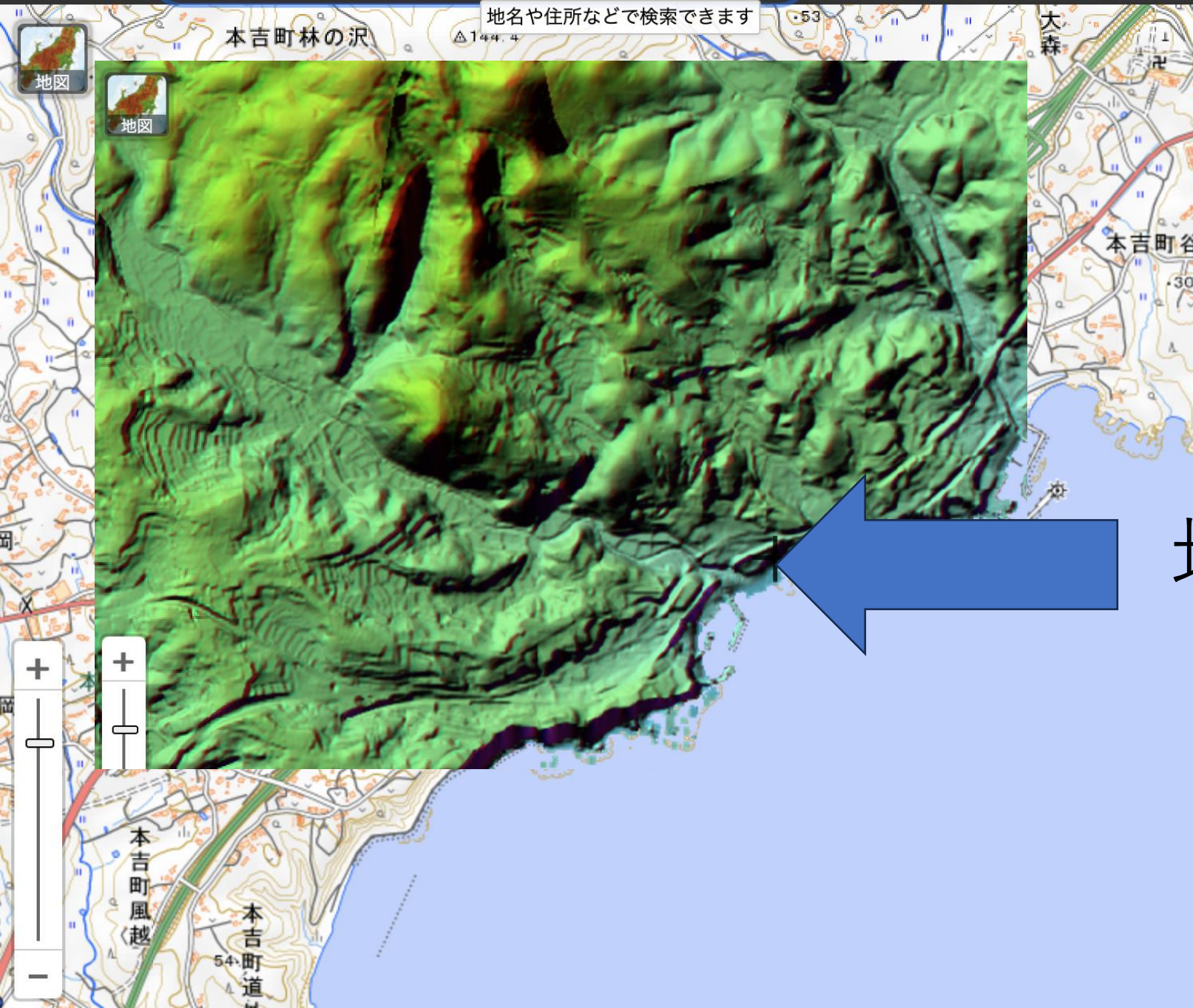






場所はこちら！





# アナグラフ

場所はこちら！





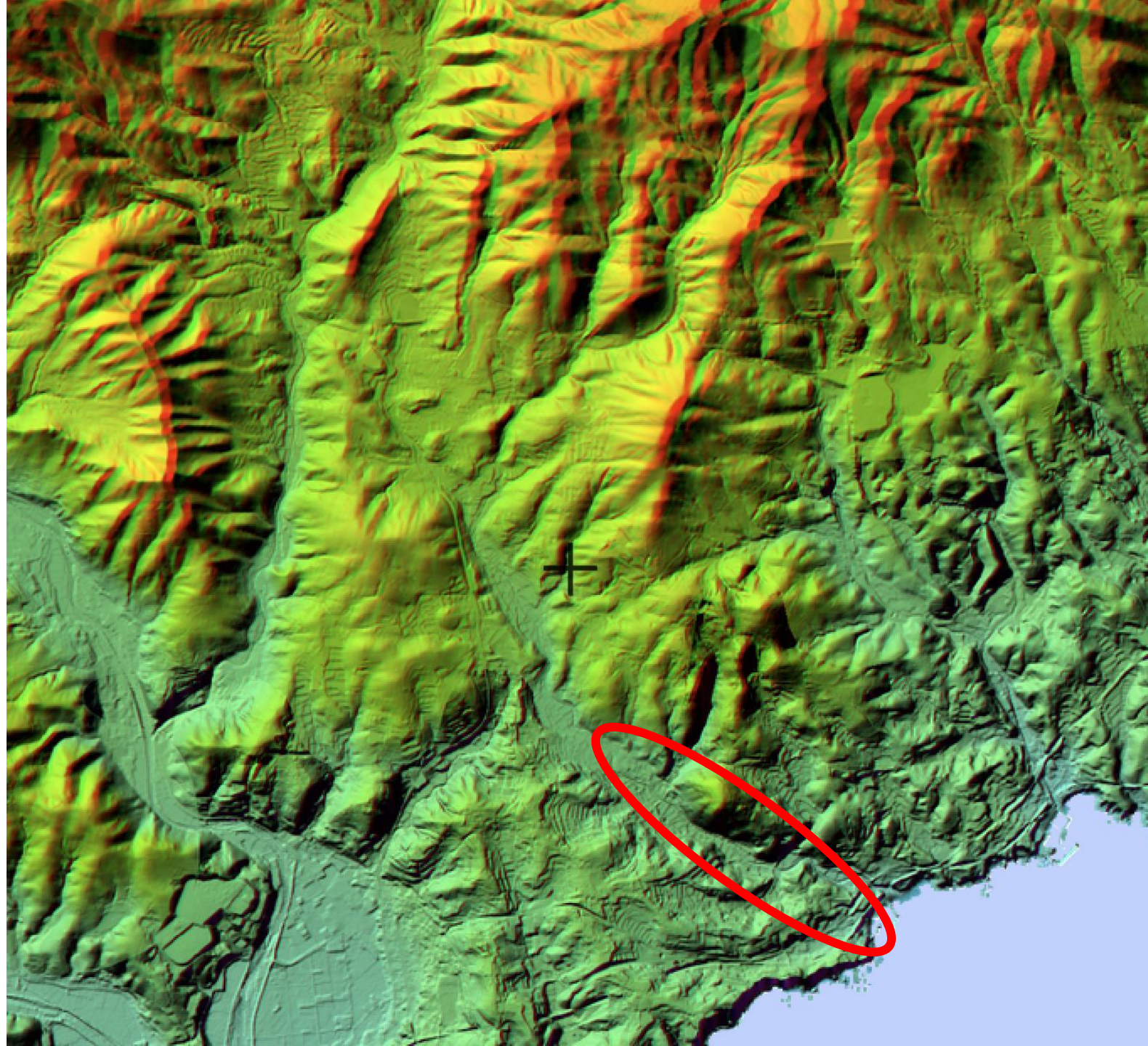
# アナグラフ

場所はこちら！

この河川が怪しい！！！！

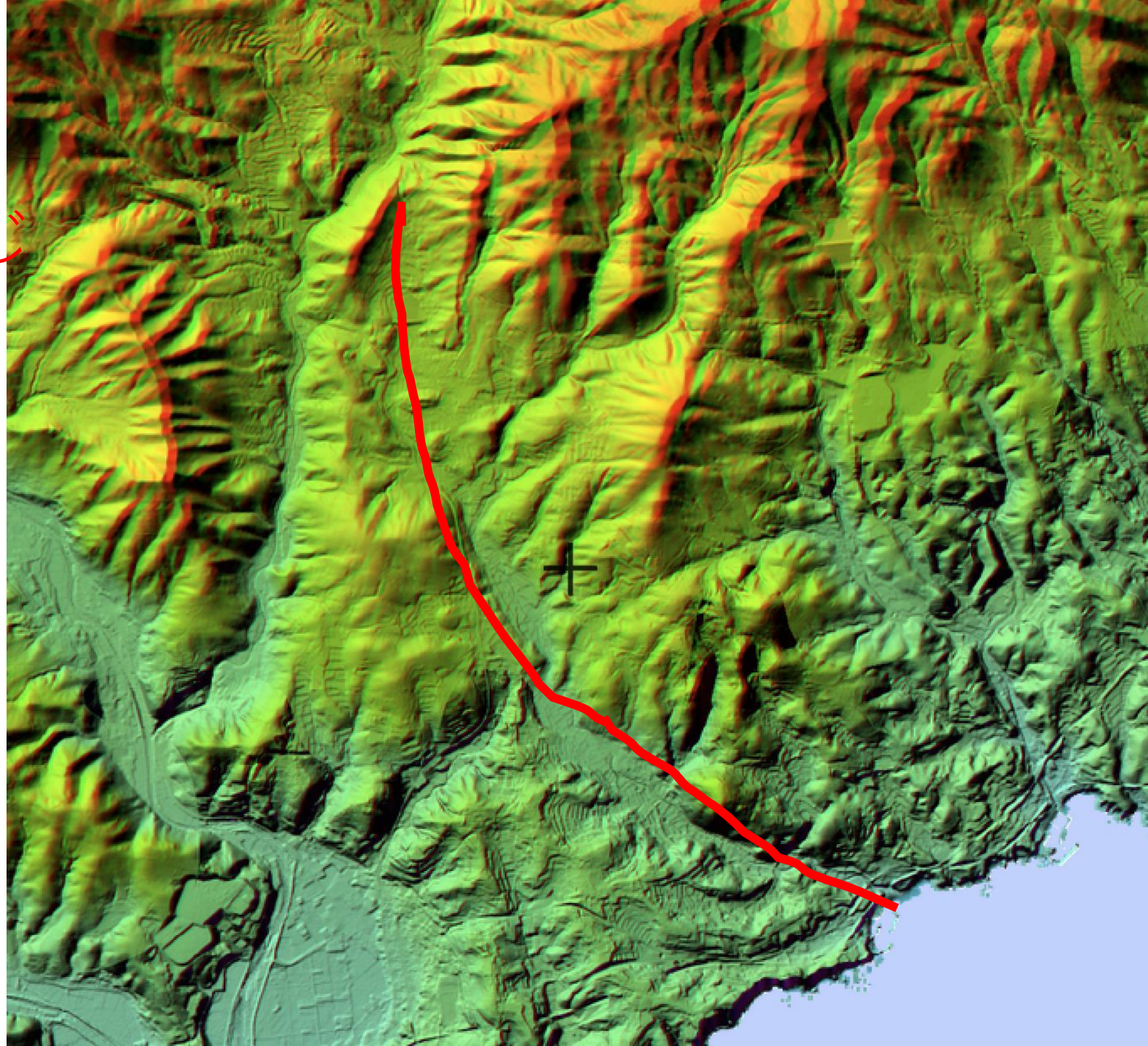


広域で  
見てみる





河川を  
なぞると  
こんな感じ





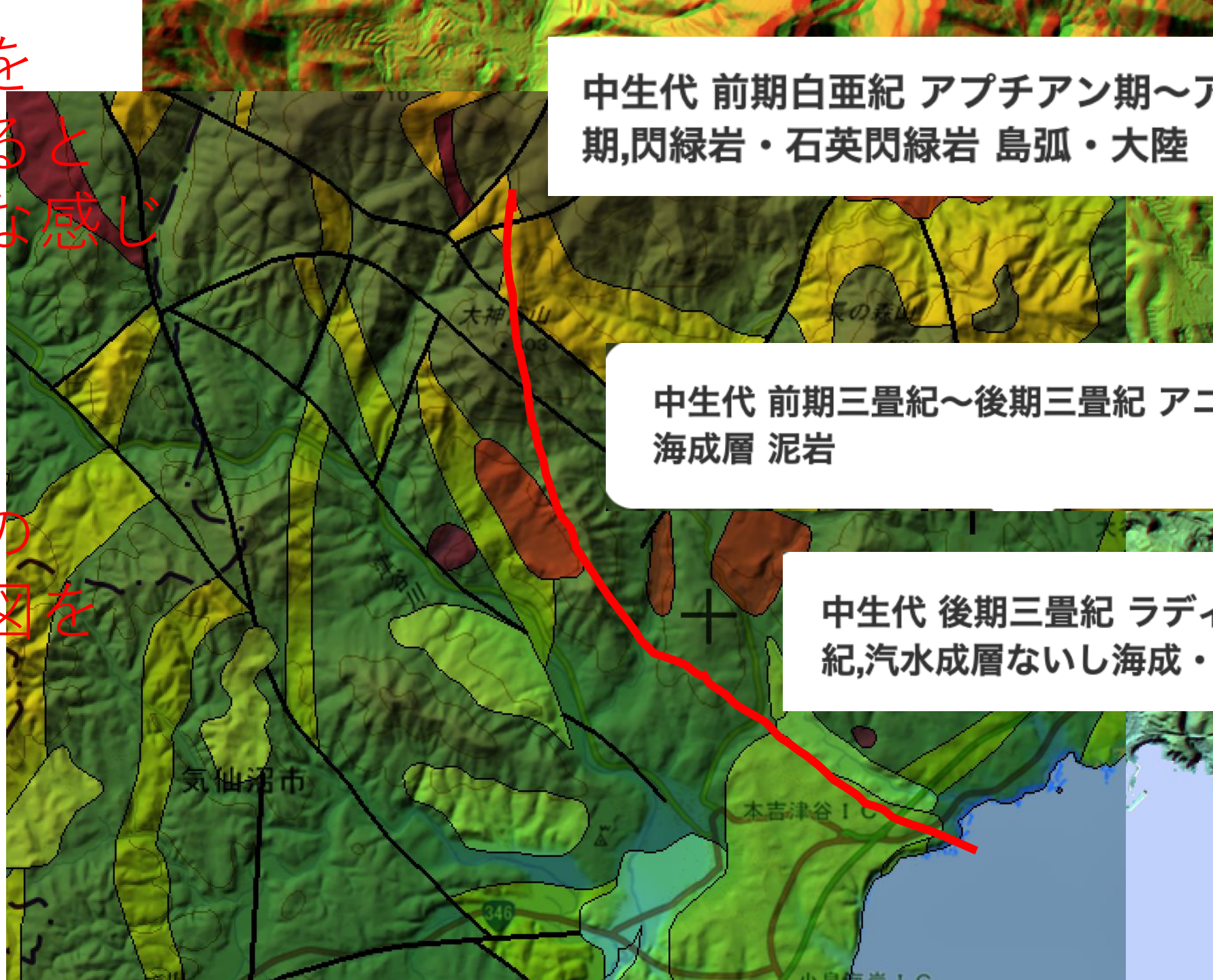
河川を  
なぞると  
こんな感じ

周辺の  
地質図を  
見る

中生代 前期白亜紀 アプチアン期～アルビアン  
期,閃緑岩・石英閃緑岩 島弧・大陸

中生代 前期三畳紀～後期三畳紀 アニシアン期,  
海成層 泥岩

中生代 後期三畳紀 ラディニアン期～後期三畳  
紀,汽水成層ないし海成・非海成混合層 砂岩





石ころの基礎情報，岩石の種類，位置情報など  
突き止めた情報から「**やってきた場所**」を推定する。  
その場所の地層または岩石がどうやって形成されたかまで  
突き止められたらエクセレント！！

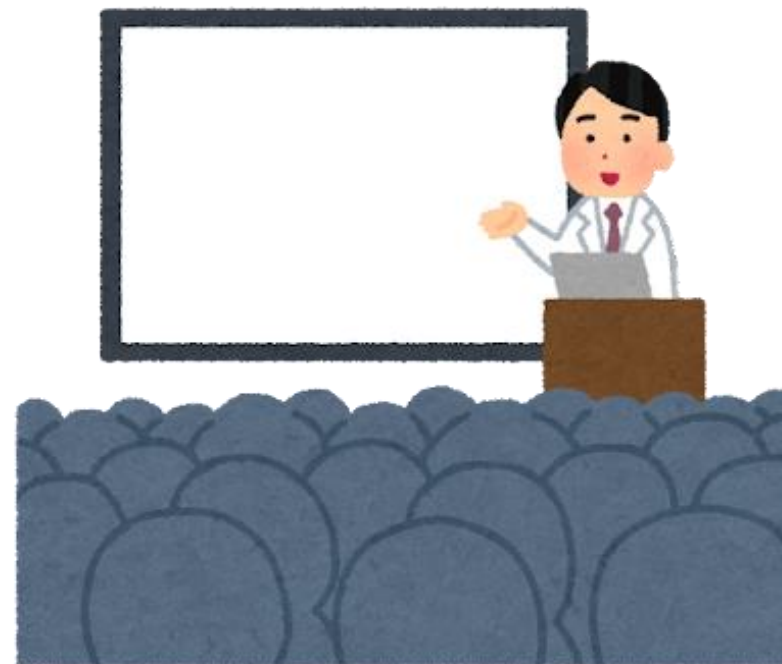
班ごとに「**スライド**」を**作成**（共同編集）。  
スライドで利用できる資料や写真を準備すること。  
テスト明けの次回は作業日。  
その次の回に発表（6分程度）！



**役割を分担してトライ！！**

## [参考]スライドの構成（例）

- ①タイトル（班番号，出席番号，氏名を明記）
- ②調査対象について
- ③基礎情報
- ④現場検証
- ⑤位置情報の分析
- ⑥考察
- ⑦結論



「何者か？」 「やってきた場所は？」

使った器具・物品は最初の状態にして、  
元の位置に戻すこと。

