

# 蒸留水および水道水－岩石系 における元素の溶出

19??年度卒業論文

東京学芸大学教育学部 初等教育教員養成課程  
理科選修 地学科 岩石鉱物学研究室

masaki

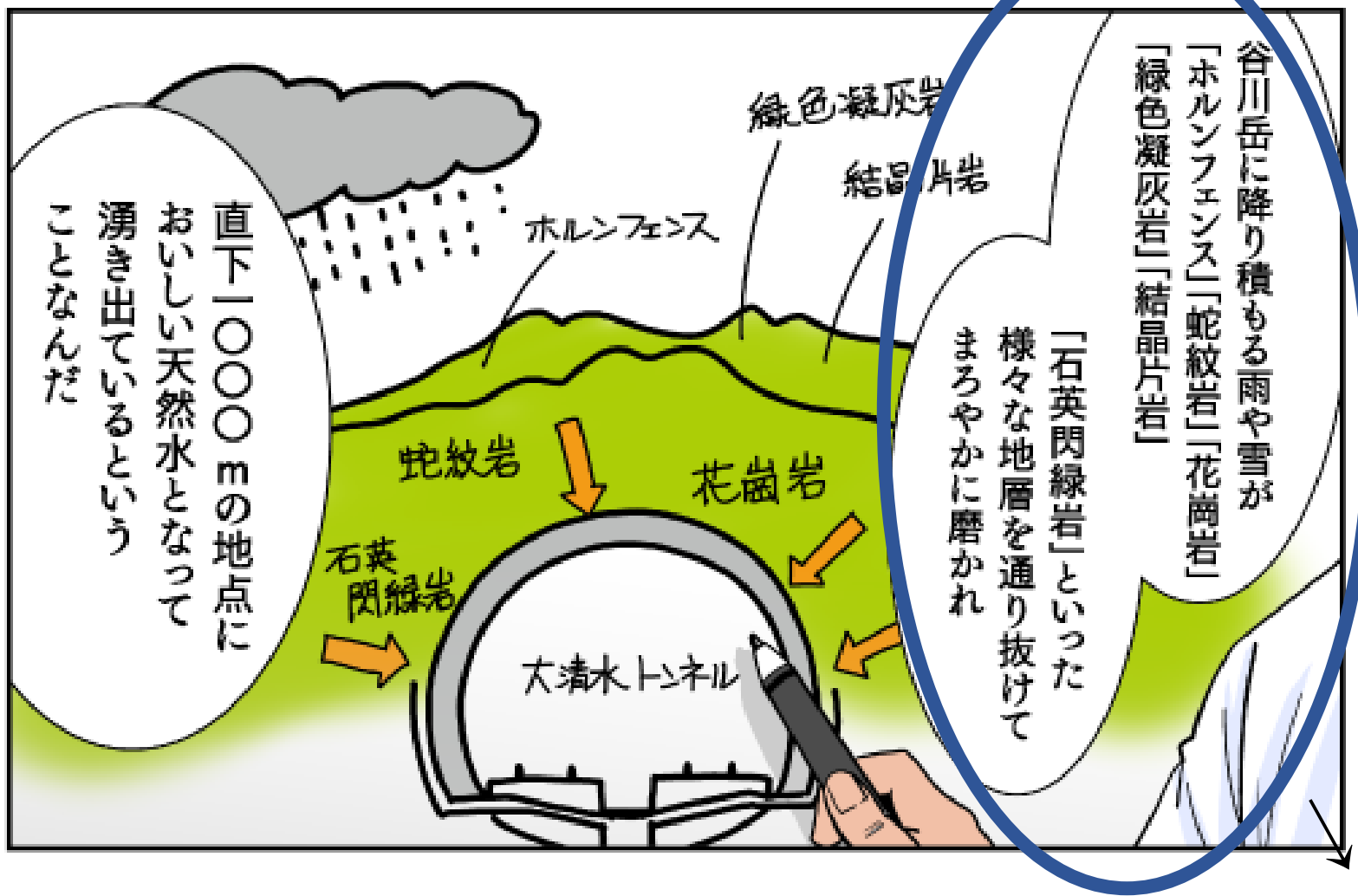
# 卒業研究・論文に際して 「やったこと」

- (ありふれた)石を集める
- 細かく砕く(それだけで延べ40時間以上)
- PETボトルを集める(親戚に貰う)
- 岩石の粉末を水につけておく
- 溶け出した元素を調べる(総計600回以上)

# テーマ設定前後(大学3年次～)

- テーマがずっと決まらなかった。(卒業に必須)
- アルバイトやサークル活動に逃げていた。
- とは言っても、ずっとテーマを探してはいた。
- 通学で使う「中央線快速」の中で、ポスターを見てひらめく。

# こんな内容の車内吊り広告



## 当時の商品



本堂?

画像出典

<http://miyayume.travel.coocan.jp/coffee7-2.htm>

<https://www.acure-fun.net/products/fromaqua/campaign/manga01.html>

# 現パッケージ

当時は「JR高崎商事」  
が扱う商品だった。

(後にポスターを貰う)



画像出典

<https://www.acure-fun.net/products/fromaqua.html>



# その他の “Natural mineral water”

当時「水を買う」ということが、徐々に市民権?を得てきていた。

画像出典

<https://ieno-bar.suntory.co.jp/shopdetail/000000001340>

[https://www.asahiinryo.co.jp/company/newsrelease/2012/pick\\_0425.html](https://www.asahiinryo.co.jp/company/newsrelease/2012/pick_0425.html)

<http://www.evian.co.jp/products/>

<https://www.kirin.co.jp/products/softdrink/volvic/oishisa.html>



画像出典

[http://water-label.pagesperso-orange.fr/html/volvic\(clairvicexport\).htm](http://water-label.pagesperso-orange.fr/html/volvic(clairvicexport).htm)

<http://www.thenibble.com/reviews/main/beverages/waters/volvic-mineral-water.asp>

例えば、  
当時の“volvic”  
のパッケージ

Zoom up



「岩石」に関わる話  
ではないか！

# 意を決して先生に相談

????助教授(当時)曰く

「単一の岩石を様々なpH下で溶解させた」実験は多数存在するが、「単なる石」を「単なる水」で溶解させようとした実験は無いはず。

面白いのではないか。





# 先生と詳細を詰める

- 「石は細かくしないと溶けないよ」
- 「途中で攪拌してみるのも良いと思うよ」
- 複数種の石を混ぜる  
→ 発案は、私？先生？ 忘れました。
- 蒸留水と水道水を使う  
→ この案は私からのように記憶している。
- 使う石については、ごくありふれたものにする。

# 使用した岩石

安山岩(富士山麓・愛鷹山産)

花崗岩  
(稲田石  
茨城産)



石灰岩  
(秩父産)

多摩川の石  
(砂岩・稀にチャート)

凝灰岩  
(大谷石・栃木産)

# 使用した機器など

- 鉄乳鉢
- 篩(ふるい)としての「茶こし」
- 多数の「空」ペットボトル
- 蒸留水と水道水
- 原子吸光分析機による定量
- 滴定と比色による定量
- X線回折による分析、偏光顕微鏡での観察 等

主に使用

# 原子吸光分析機

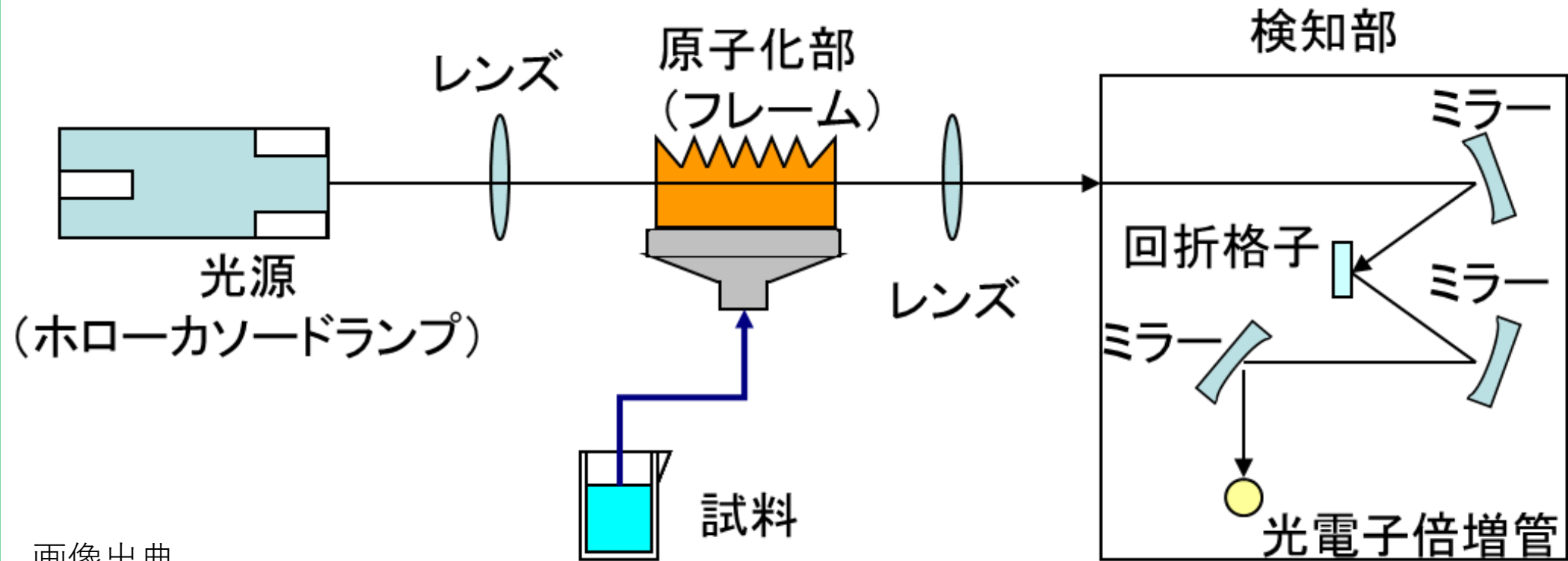
(画像は最近のもの)

画像出典

<http://dia.kikibun.okayama-u.ac.jp/equipments/view/395>



# 原子吸光分析のしくみ



画像出典

<http://www.ibieng.co.jp/analysis-solution/x0025/>

簡単に言うと「炎色反応」の逆  
何かの元素が多いほど、特定の電磁波が吸収される



# 市販の水について

| 商品名(産地)           | 含有元素(ppm)                              | 採水地の地質、その他                                                                                              |
|-------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 六甲のおいしい水<br>(兵庫県) | K0.3 Na18.0<br>Ca24.0 Mg5.7            | 「花崗岩質にみがかれた…」とパッケージに記されている。1/20万「京都及大阪」(地質調査所、1986)によると、六甲山周辺には、黒雲母花崗岩、花崗斑岩、石英斑岩などが分布している。              |
| 山崎の天然水<br>(大阪府)   | K1.5 Na11.0<br>Ca32.0 Mg5.1            | 「天王山の麓、竹林が茂る…」とパッケージに記されている。上記「京都及大阪」によると、砂岩、頁岩、チャート、塩基性火山岩などが分布している。                                   |
| 大清水<br>(群馬・新潟県)   | 全硬度24~48<br>(CaCO3換算)<br>Ca換算で9.6~18.2 | 「地下1000m、トンネルからわきだす…」とパンフレットに記されている。1/5万「越後山脈の地質」(地質調査所、1981)によると、谷川岳周辺には、花崗岩、花崗閃緑岩、石英閃緑岩、蛇紋岩などが分布している。 |
| volvic<br>(フランス)  | K5.4 Na8.4<br>Ca10.4 Mg6.0             | 「日本人にあった軟水で…」とパッケージに記されており、イラストの地質図によると、花崗岩、凝灰岩、安山岩、玄武岩が地下に存在する。                                        |
| evian<br>(フランス)   | K1 Na5<br>Ca78 Mg24                    | 「アルプスモンブラン山系の雨や雪が、15年以上かけて大自然にろ過された…」とパッケージに記されている。                                                     |

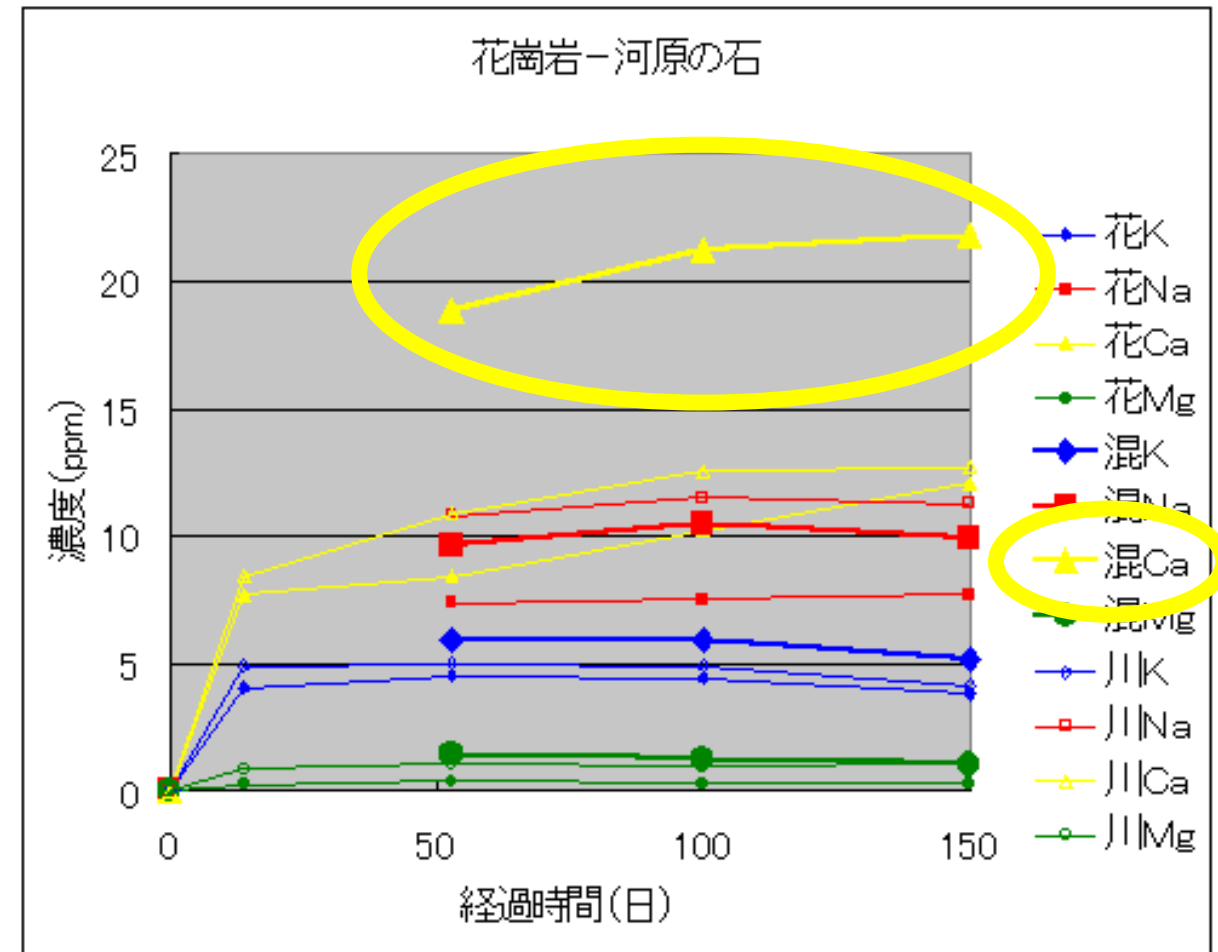
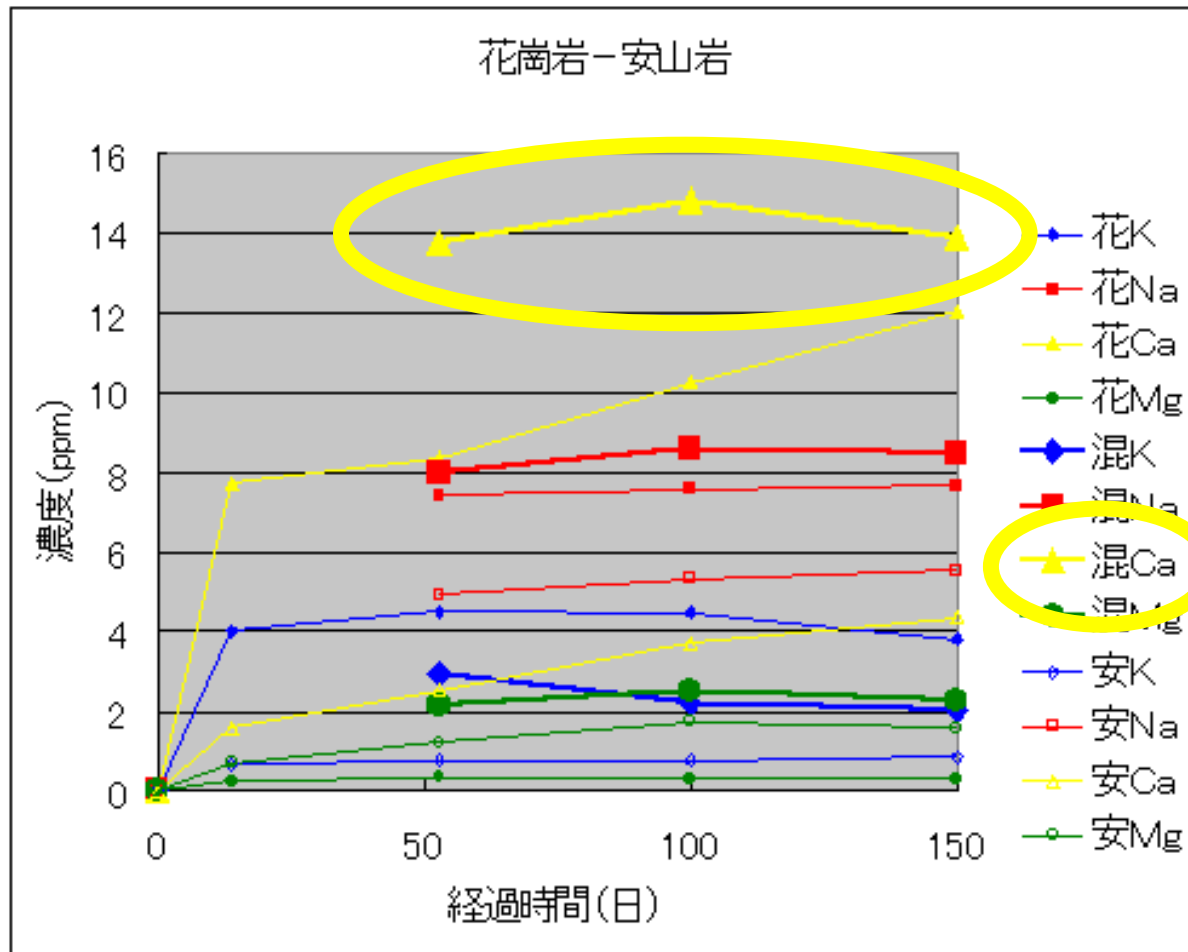
# 原子吸光分析では

- 一度始めると、数時間は必要になる。  
(今は違うのかなぁ…?)
- 徹夜で分析をしたことも…  
(化学科の機器を使わせて貰っていたため。)
- 試料の濃度が高すぎると正確な値が出ない。  
(マイクロピペットを用いて、  
10倍→100倍→1000倍…と薄める必要あり。)
- 化学の問題のような「桁数の多い有効数字」は、  
到底出し得ないことを悟る。

# 判明したこと(の一部)

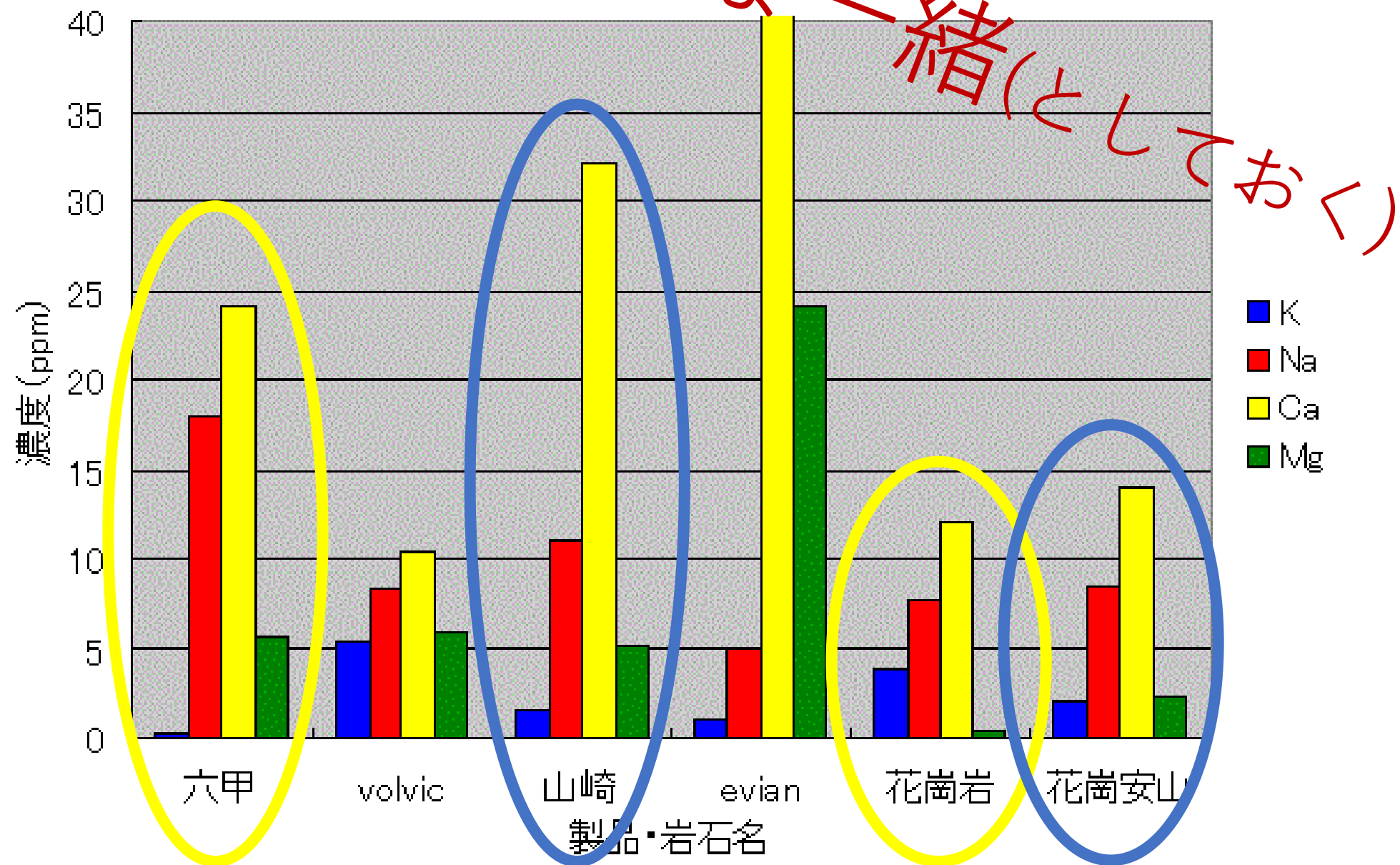
- 岩石の粉末は、イオンの吸着(イオン交換)を行う。特に凝灰岩(大谷石)は、カルシウムを吸着する。
- 2種の岩石(凝灰岩を除く)を混ぜると、ほとんどの場合に、カルシウムの溶出量が増加する。
- 市販されているナチュラルミネラルウォーターは、自然の状態において、ほぼ完全に元素が飽和したものである。
- 花崗岩が溶けた水は比較的飲める。次に砂岩。
- 凝灰岩が溶けた水は不味い。

# カルシウム挙動の詳細(の一部)



自分としては最大の謎

# 市販の水と比較





# 卒業研究で得たこと

- 夕刻、同じ学科の友人たちと、誰かの研究室や屋上で飲酒したりした『思い出』。
- 持てる理系能力を使いきったという『自信』。机上論に過ぎない受験勉強とは違い、自分の手を使って「見知らぬ何か」を追い求める日々だった。
- 最終的には『納得のいく研究』ができた。最初は嫌々所属した地学科だったが、地学科の出身ってのも教員世界では「希少価値」があって良いかも。  
(受験科目として地学を使う生徒は少ないけど。)

完 ただし、今日のところは。

詳細はこちらに  
[https://ariori.com/sotsuron\\_2001/](https://ariori.com/sotsuron_2001/)