

大阪府立天王寺高校

# 淀川における底質土中の 重金属濃度の測定

大阪府立天王寺高校

鈴木優太 関直人 藤尾真以

# 沿革



1896年 大阪府第五尋常中学校として創立

1948年 大阪府立天王寺高等学校

2004年 SSH指定校

2011年 文理学科 設立





～校風～

# 質実剛健 明朗闊達

入部率 ……90%以上

主な進学先 ……京都大学、大阪大学

□ijL□



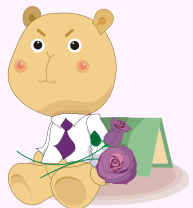
# 天王寺高校と淀川



北：淀川  
南：大和川







流路延長

75.1 km

流域面積

8240 km<sup>2</sup>

淀川水系支流数

965 本

□□□

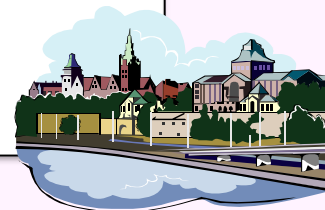
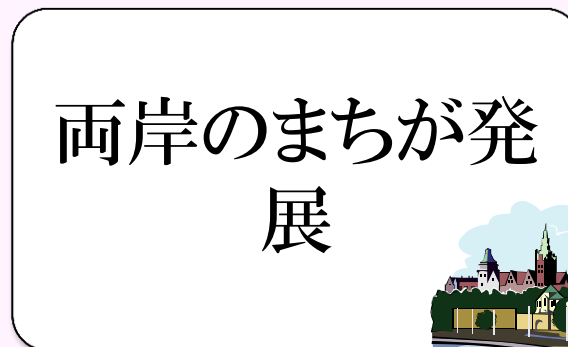
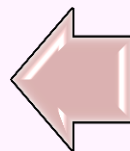
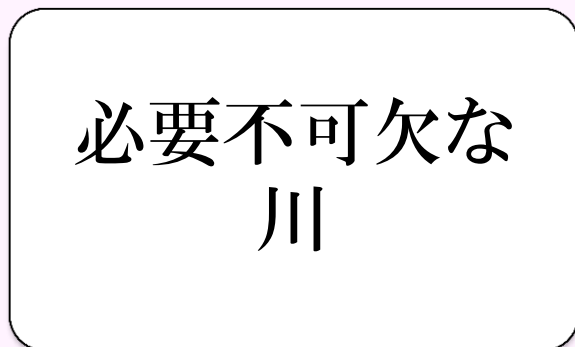
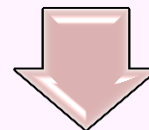
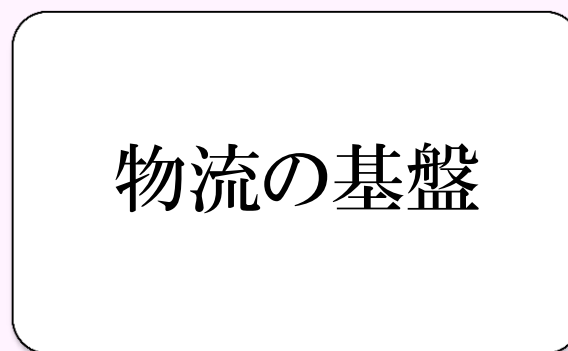
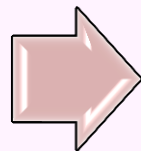
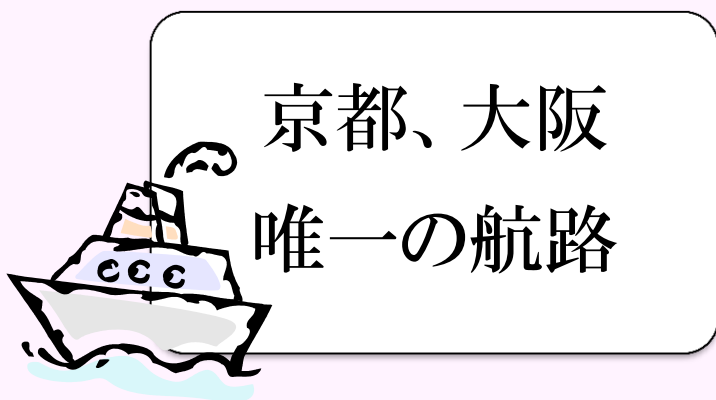
日本一



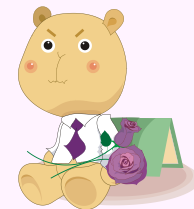
では、これまでの淀川を  
振り返ってみます



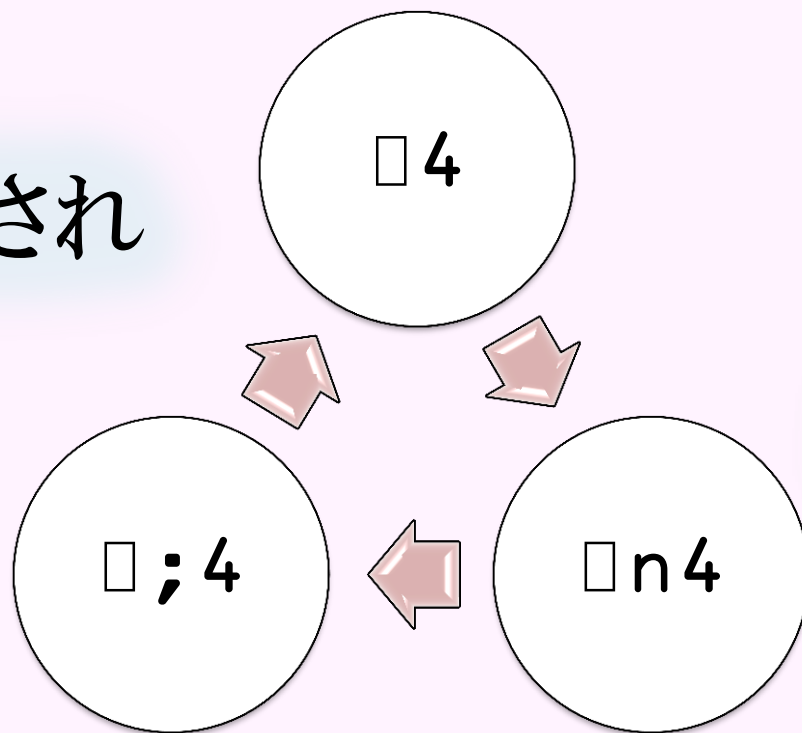
# 淀川の歴史



# 過去には水質汚染も・・・



繰り返し  
利用され

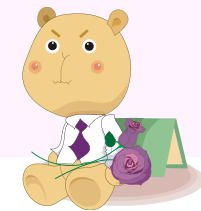


悪循環に

昭和25年頃以降、汚染が進行



# 琵琶湖からの影響



-□35t□

h□n□0□k4F□4St□n

E□



□;□4□a4□4L]n~~A

e



4□Z□□dn□□□



昭和60年代、  
汚染は徐々に改善されていった...

汚染されているという懸念は  
今もまだ残っている

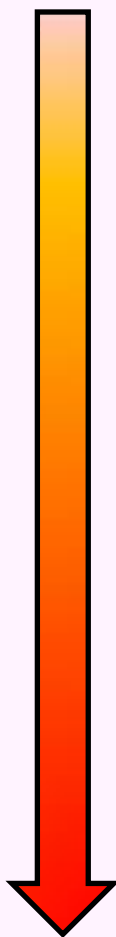


# 研究目的



- ▶ 現在の淀川の状態を知る
- ▶ 健康への影響があるのかを考える
- ▶ 調査データ数の少ない土壌の汚染状態を知る

# 実験の流れ



淀川  
実地調査

- ・ 上・中・下流3班に分かれてロケーションの確認

試料採集

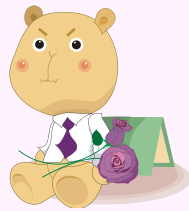
- ・ 地表から約5cmの深さで採土

試料  
前処理

- ・ 乾燥・ごみ除去
- ・ すりつぶし



# 実験の流れ



蛍光X線  
分析法

・多元素同時分析可能

標準模擬  
試料作成

・検量線を引く準備

検量線

・濃度を知る

# 実験の流れ

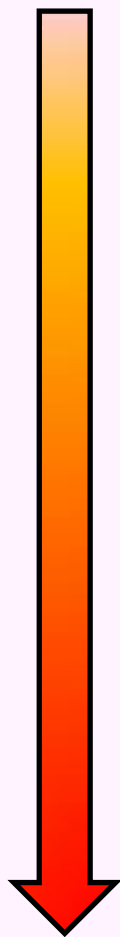


結果

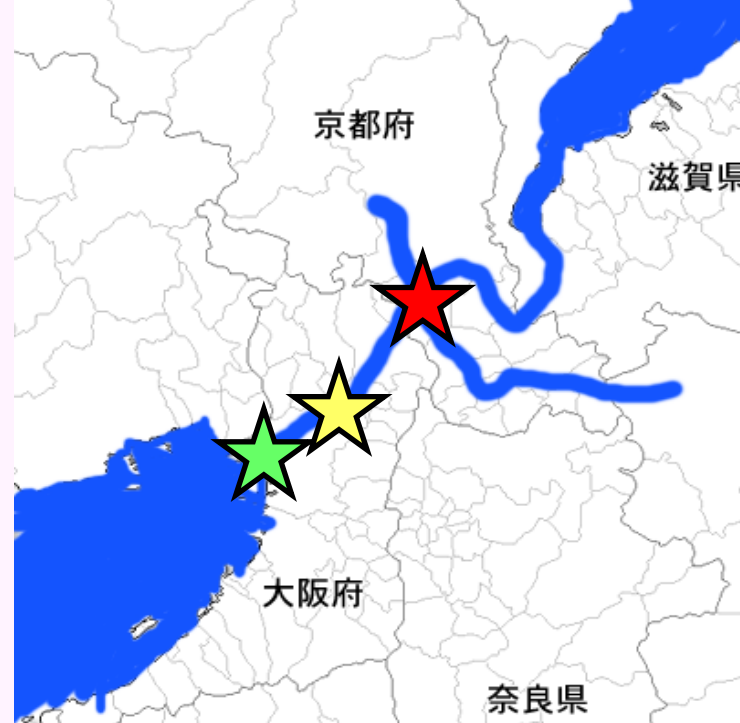
- ・ 3地点それぞれで濃度を出す

考察

- ・ 濃度は安全な値なのか



# 試料採集場所



★ 上流…樟葉駅周辺

★ 中流…枚方大橋周辺

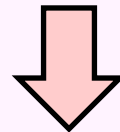
★ 下流…姫島周辺



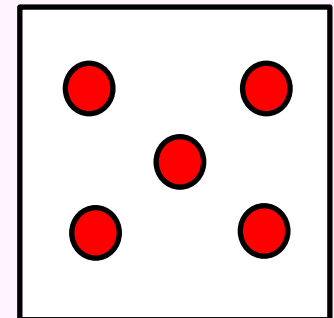
# サンプリングの注意事項



試料が測定地点を  
代表した存在でなければならない



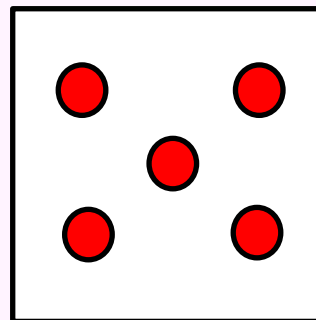
▶ ロケーションの確認



▶ 3メートル四方の正方形の内部で5箇所



# 試料採集



## ➤ 中流・下流 …

浅いところ 3 m 四方の正方形  
の中から 5ヶ所



## ➤ 上流 … 水深が深かったため

正方形が作れず、川辺に直線  
を引き、3 m おきに 5ヶ所



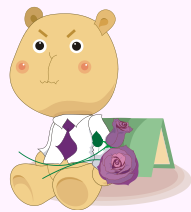
# 試料前処理



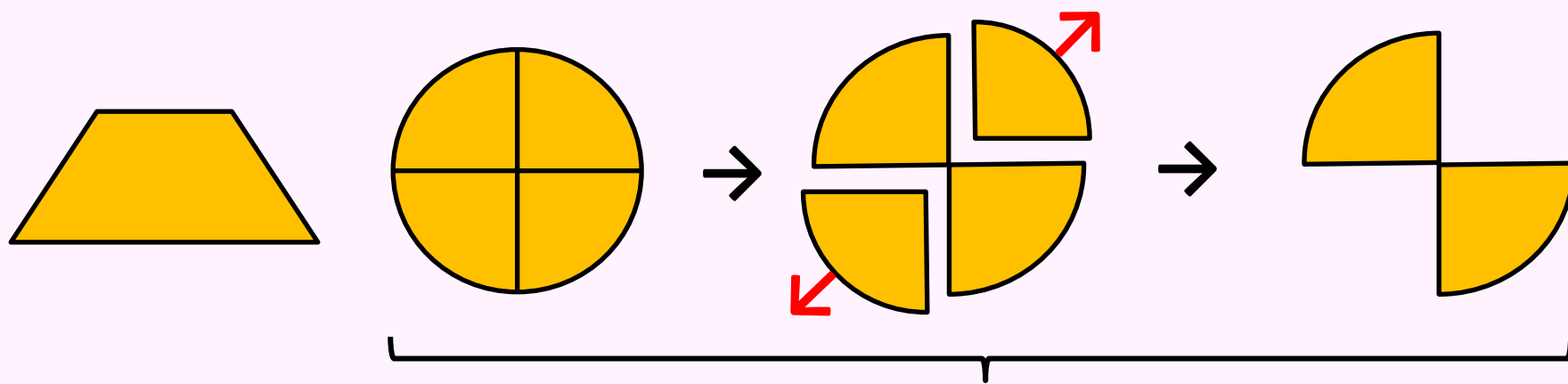
- 120°Cで24時間乾燥
- 円錐四分法で約5gに
- すりつぶし操作  
…約12000回／個



# 円錐四分法



1. 試料を円錐形にまとめる
2. 試料を四等分し、対角の試料を搾取
3. (2)の操作を試料が残り約5gになるまで繰り返す



1. 横から見た図

2. 上からみた図

# 試料前処理

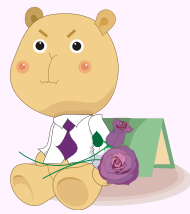


- 120°Cで24時間乾燥
- 円錐四分法で約5gに
- すりつぶし操作  
…約12000回／個





# 測定方法



## ◎ 蛍光X線分析法

➤ X線による成分元素の測定・検出

➤ 多元素同時分析が可能

➤ 固体試料をそのまま測定可能

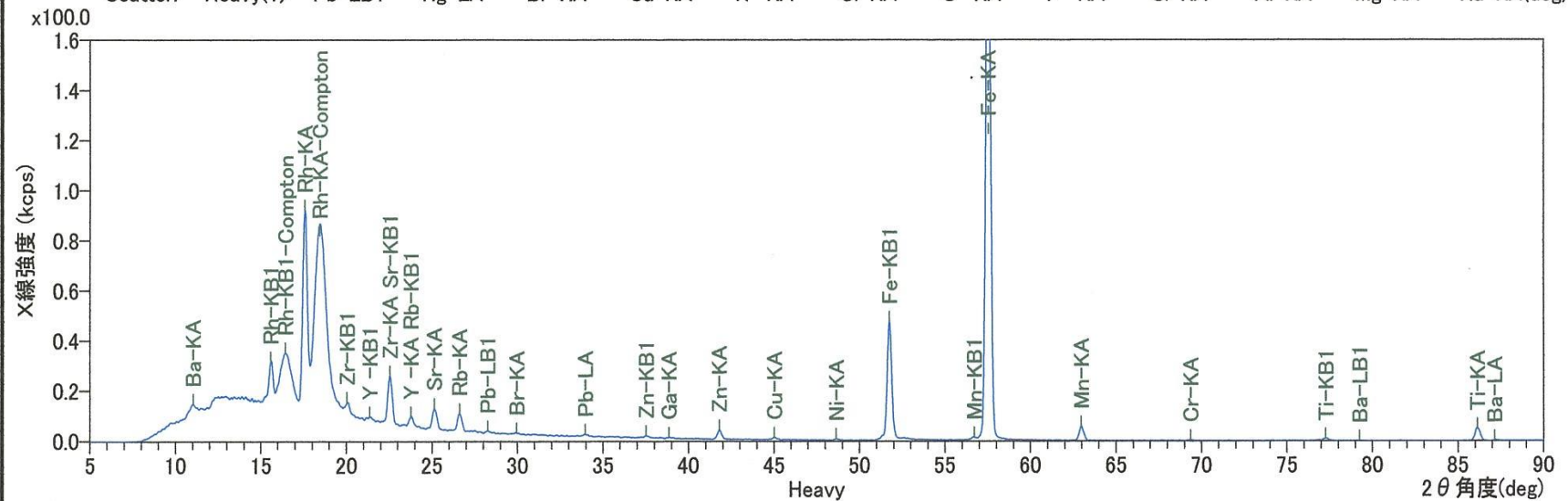
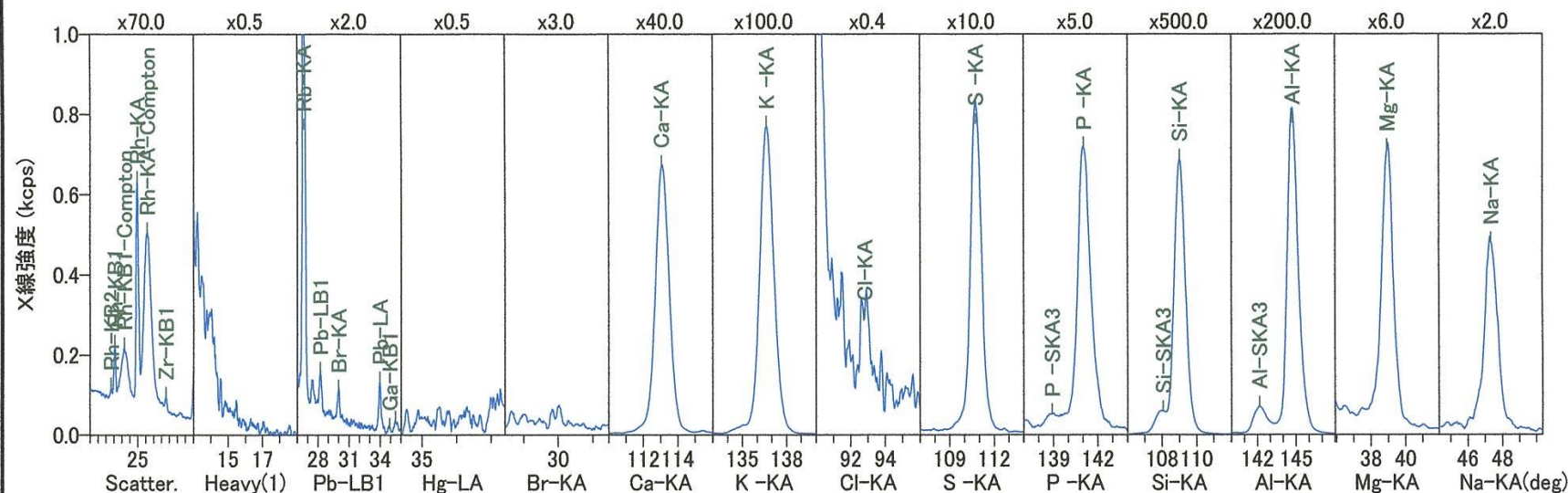


ZSX Primus II

試料 下流

ファイル 下流

2013-10- 4 15:28



# 蛍光X線分析の結果



淀川の土壤に含まれている元素

Na・Mg・Al・Si・P・S・Cl・K・Ca・Ti・Cr・Mn・Fe

Ni・Cu・Ga・Br・Rb・Sr・Zr・Y・Ba・Pb・Zn

多くは土壤に一般的にふくまれる元素

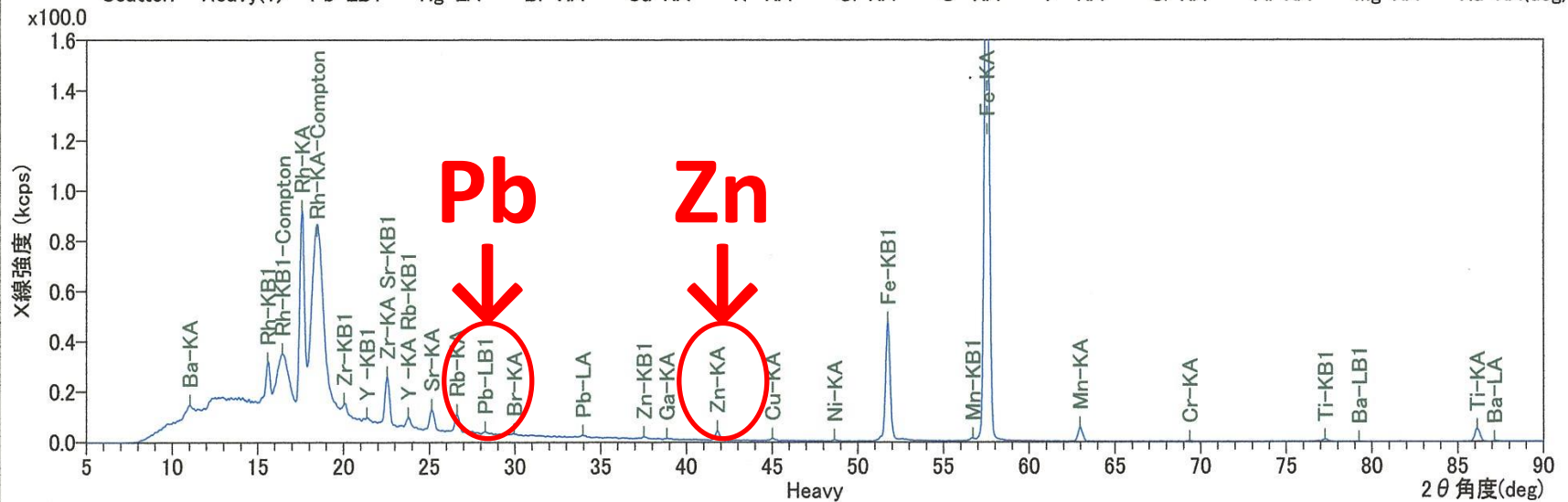
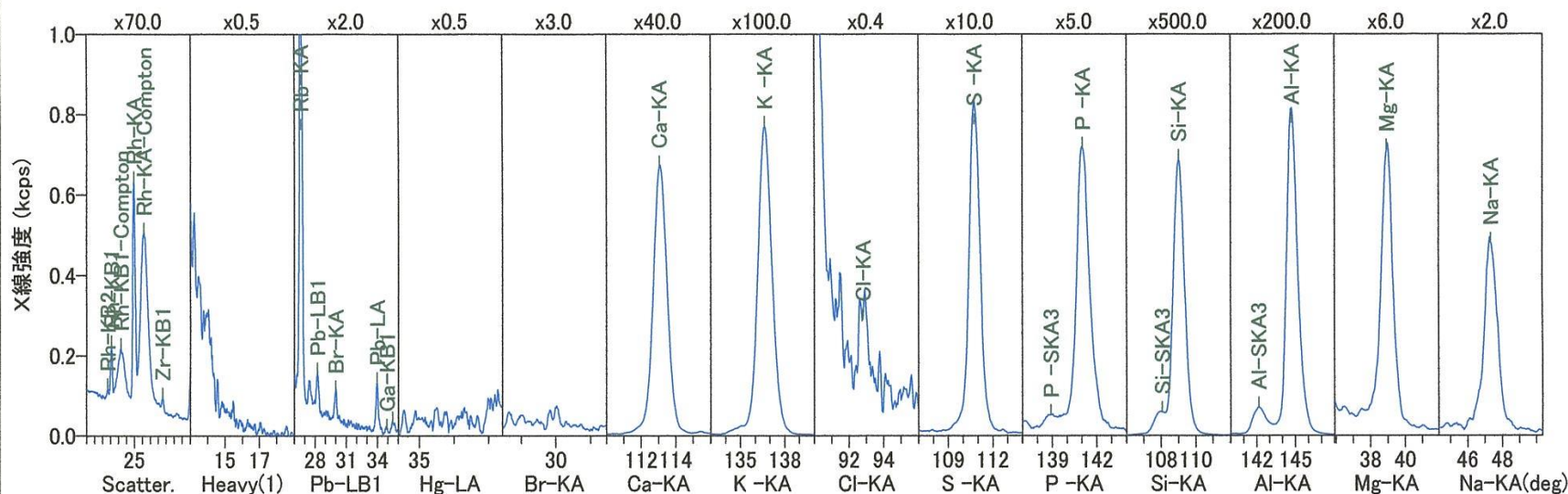
今回は健康への影響が懸念される**Pb・Zn**に着目

### ZSX Primus II

試料 下流

ファイル 下流

2013-10- 4 15:28



## ▶ 亜鉛の健康被害

- ◆ 過剰摂取すると胃障害や鉄や銅の吸収阻害

## ▶ 鉛の健康被害

- ◆ 貧血が典型
- ◆ 急性中毒では、嘔吐や腹痛を引き起こす
- ◆ 慢性中毒では、消化器症状・神経症状

# 標準模擬試料の作成



- 標準物質とは…河川土に似た物質を作り、そこに濃度が分かっている重金属を滴下したもの

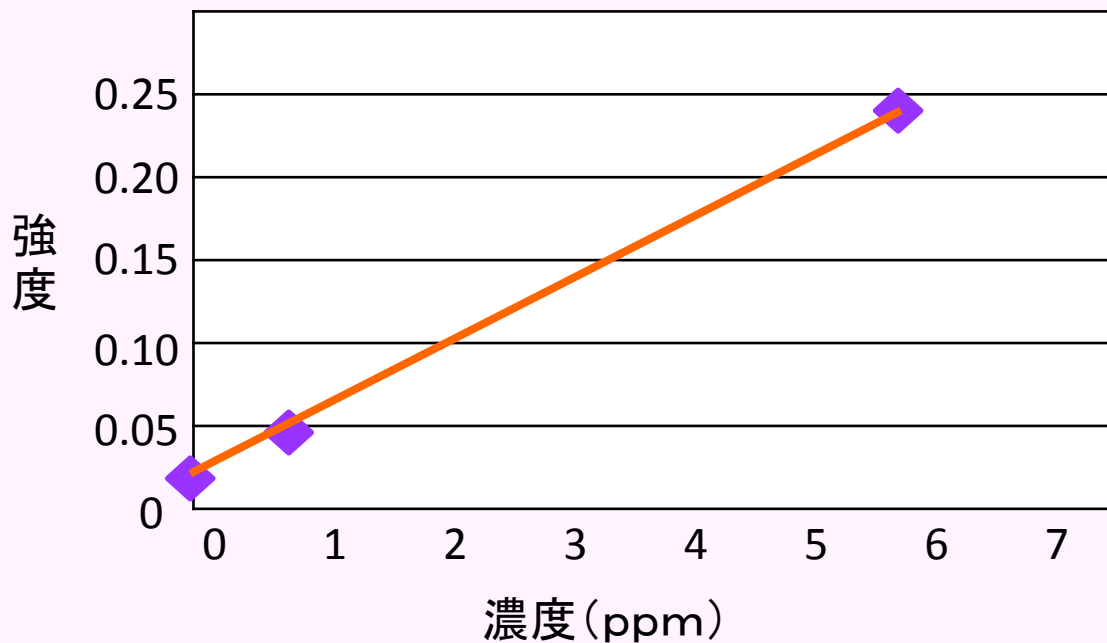
$\text{SiO}_2$	40%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	30%
$\text{CaCO}_3$	15%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	15%

- すりつぶし操作…約12000回／個



Pb (ppm)	Zn (ppm)
0.1	1.0
1.0	10
10	100

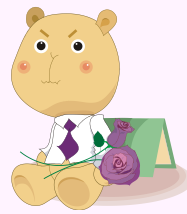
# 定量測定方法 ～検量線法～



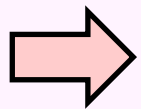
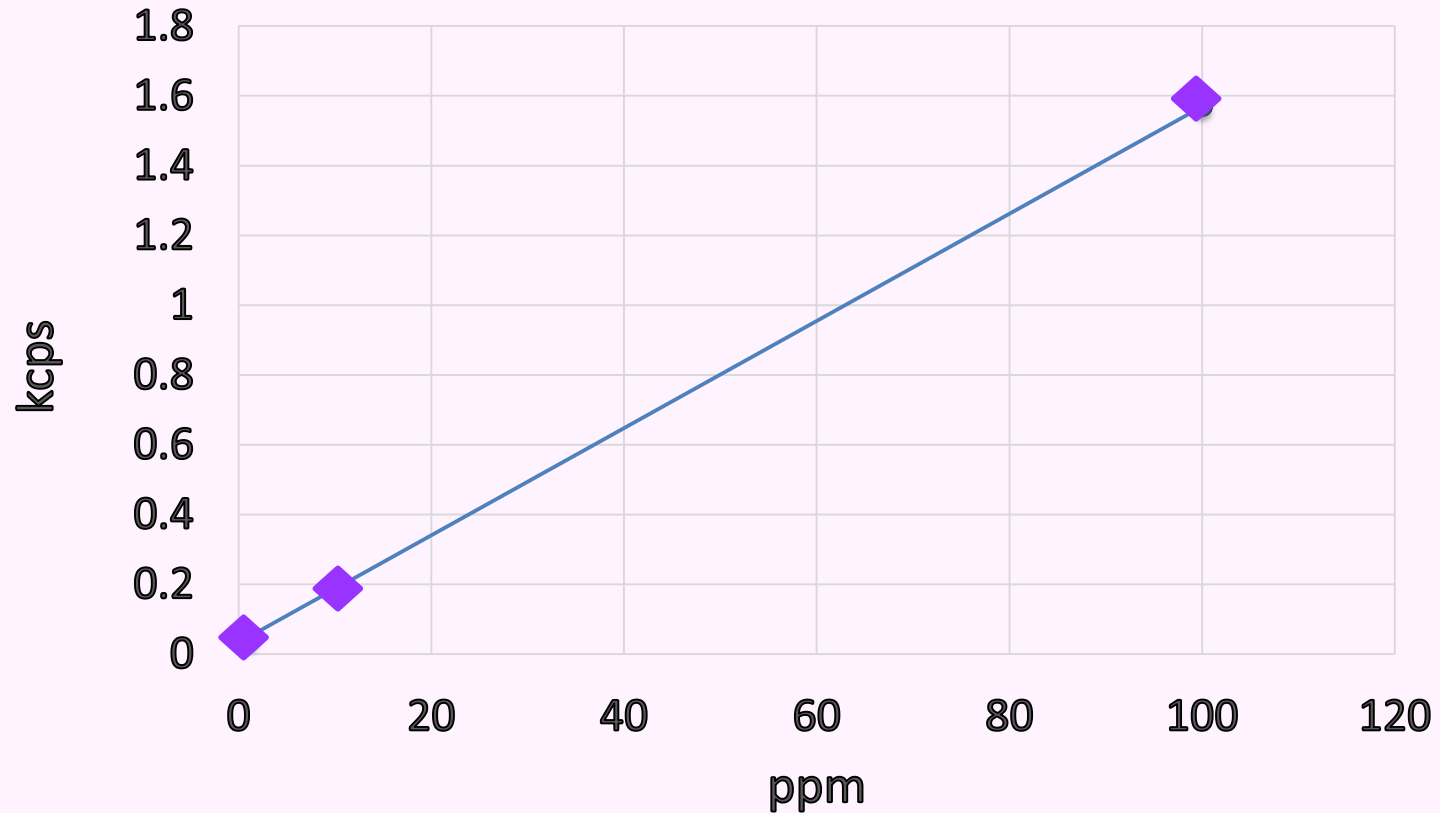
強度と濃度の関係を求める



# 亜鉛の検量線

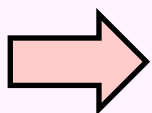
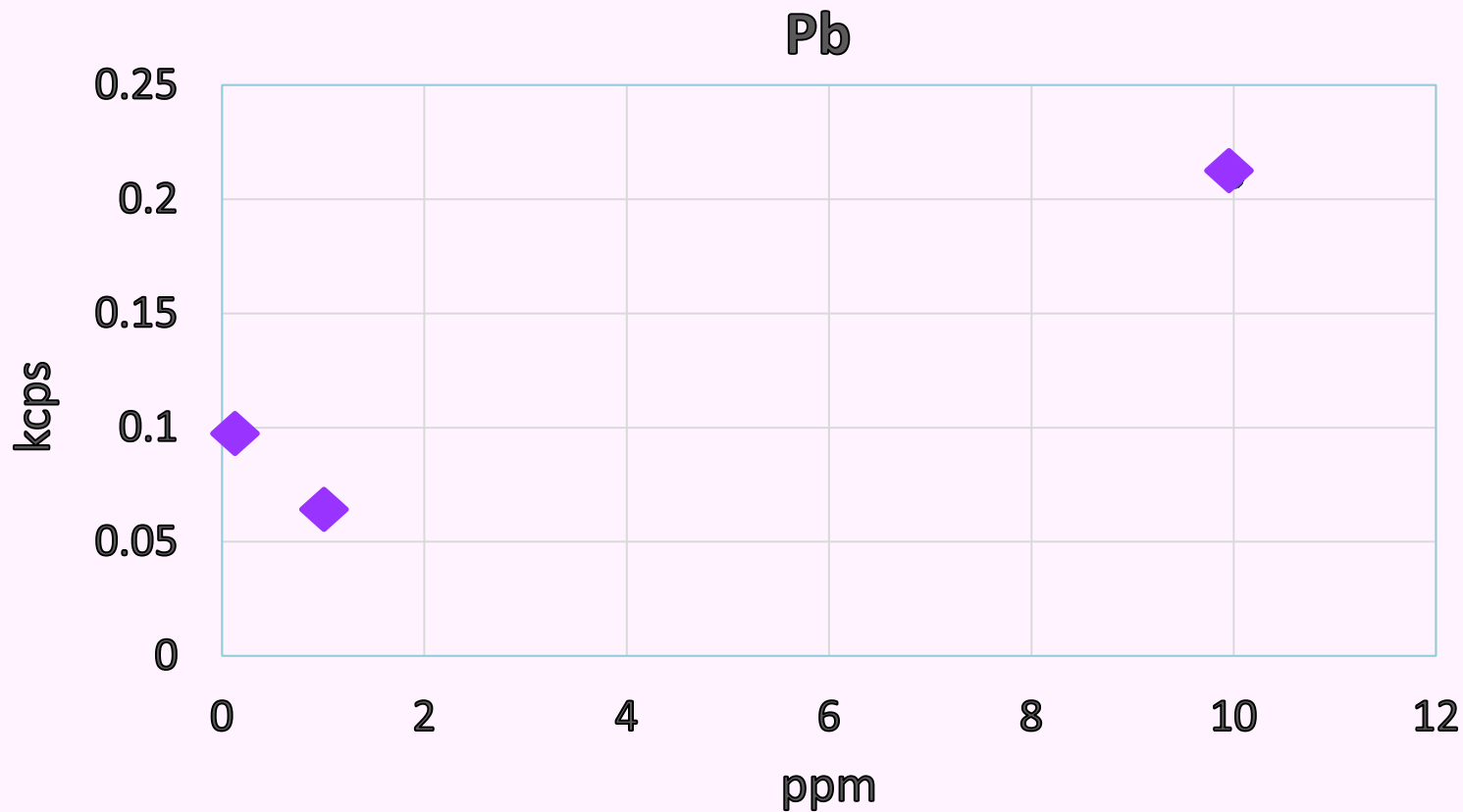
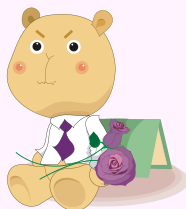


Zn



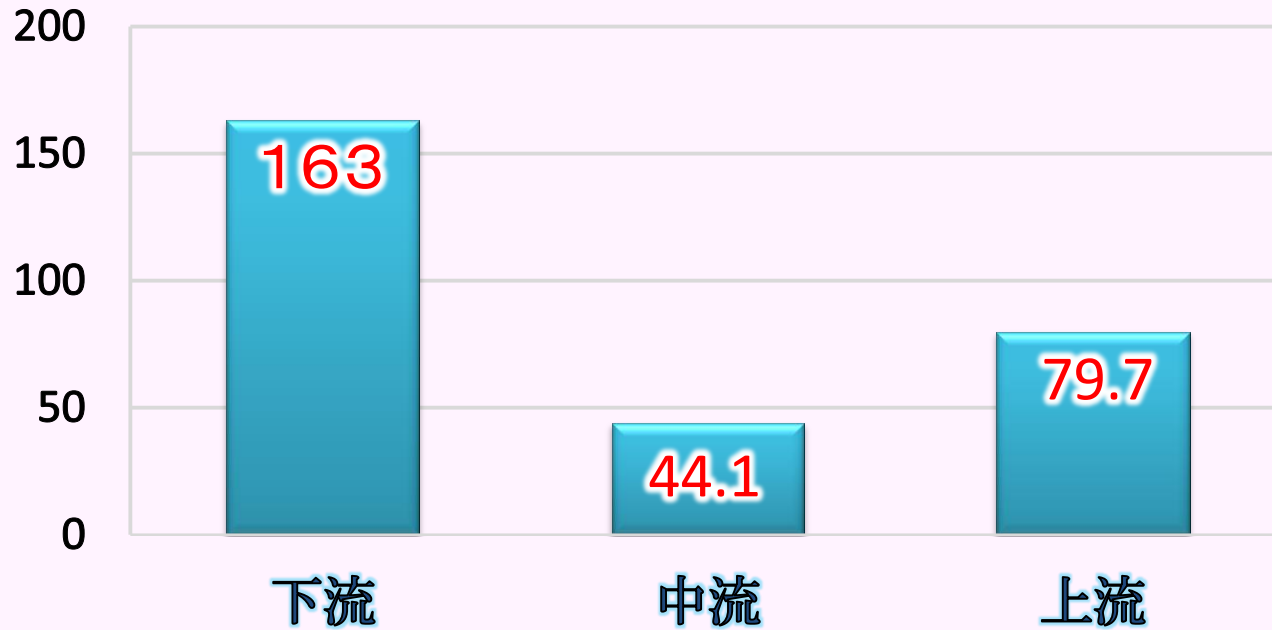
亜鉛の検量線はかなり綺麗に引くことができた

# 鉛の検量線



濃度と強度が比例せず、検量線をひくことが  
できなかつた

# 亜鉛の濃度グラフ

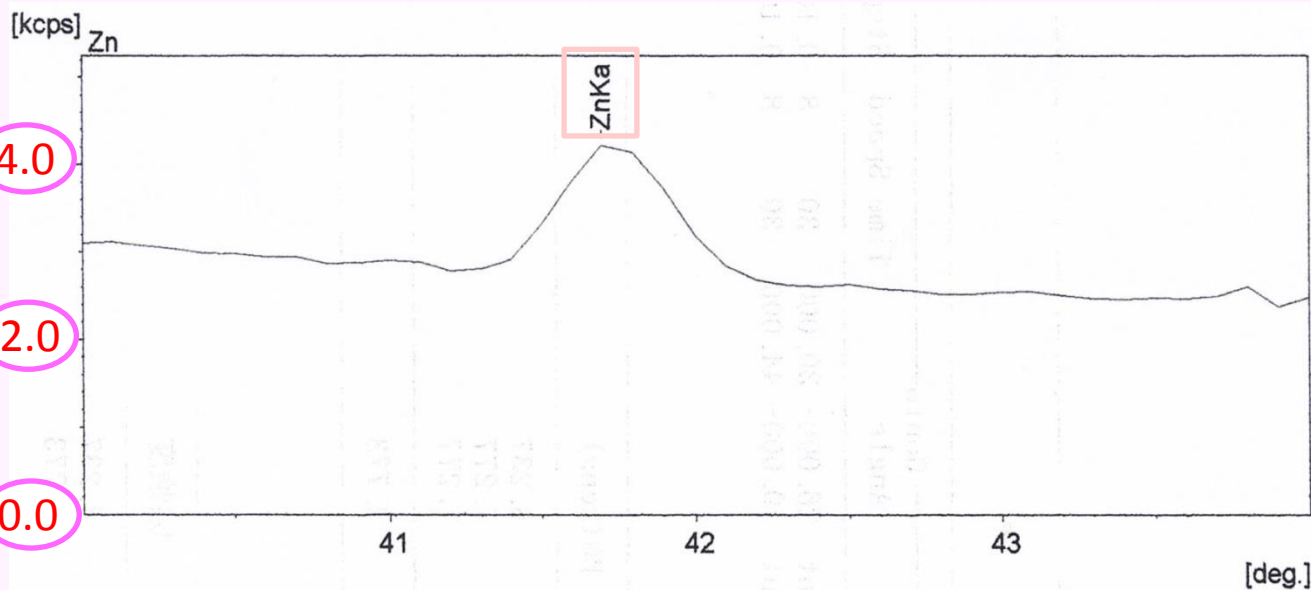


---

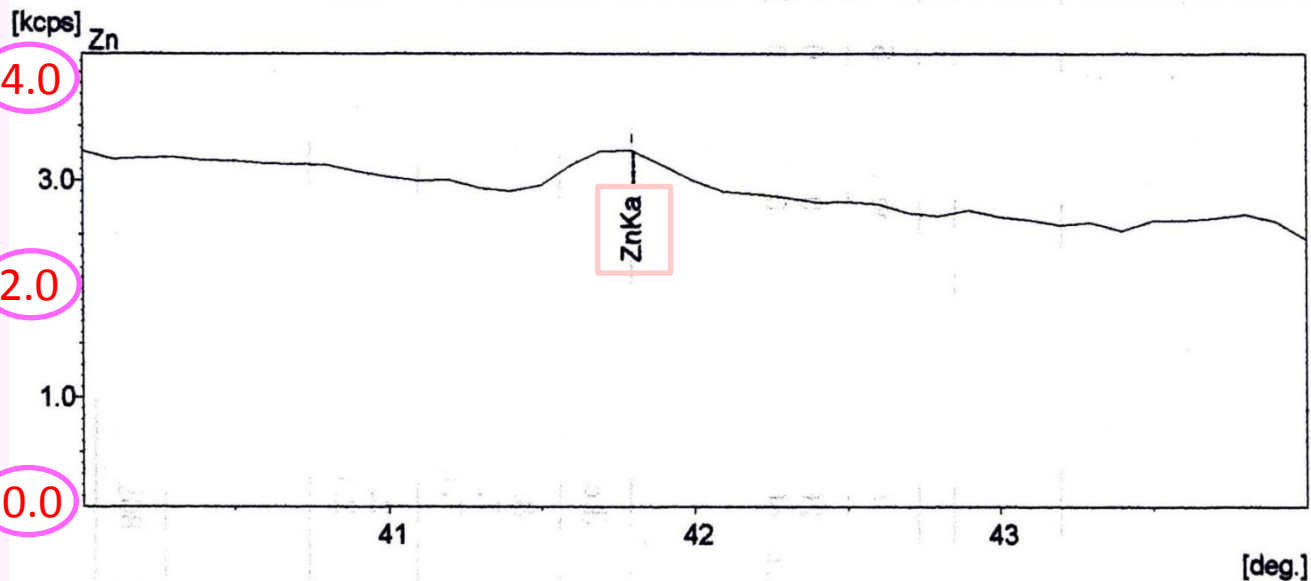
誤差	上流	±21.7
	中流	±4.03
	下流	±80.2

---

# 亜鉛の結果のスペクトル

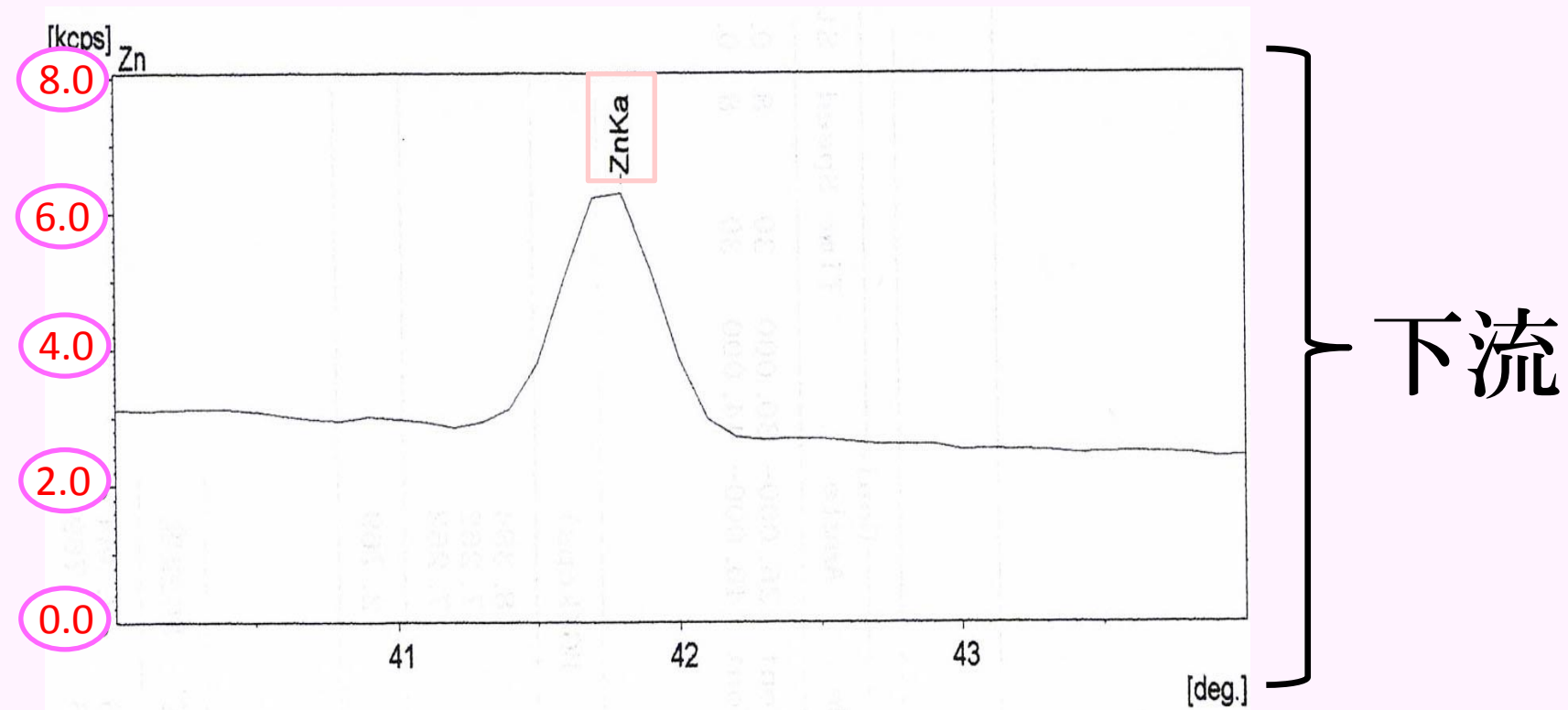


上流



中流



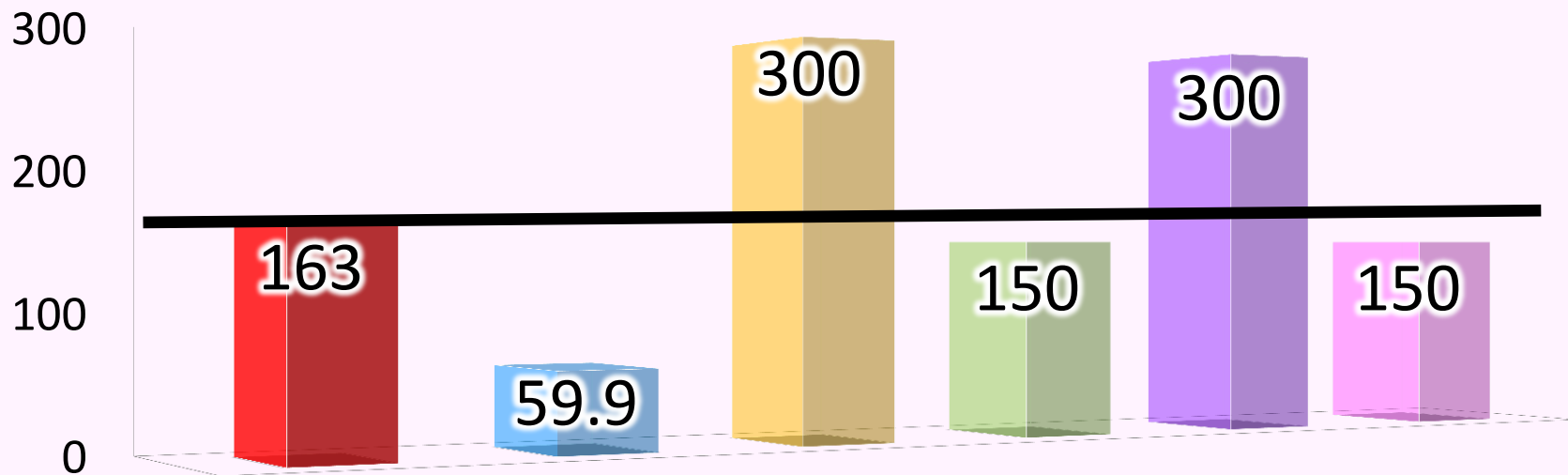


- 下流の亜鉛濃度は他の2地点に比べて高い
- 中流の濃度が上流よりも低い



# 亞鉛

濃度(ppm)



- An
- sG
- %50
- a, ( )
- 4Zan (nPS)
- 4 ( )





➤ 下流の亜鉛濃度 163ppm

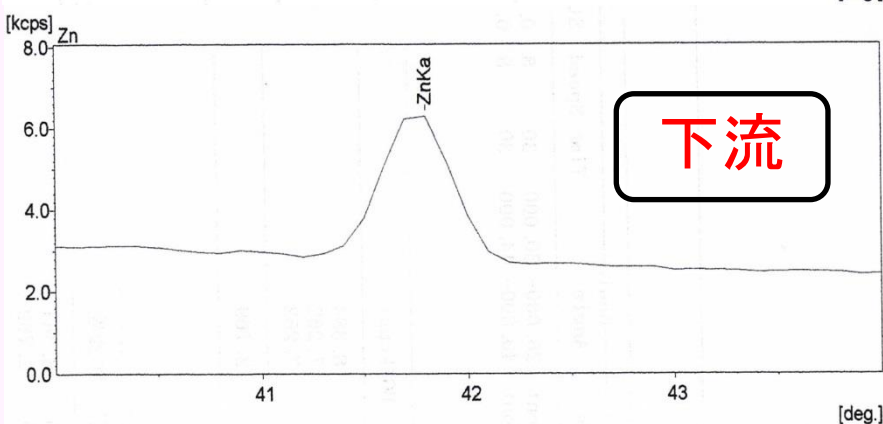
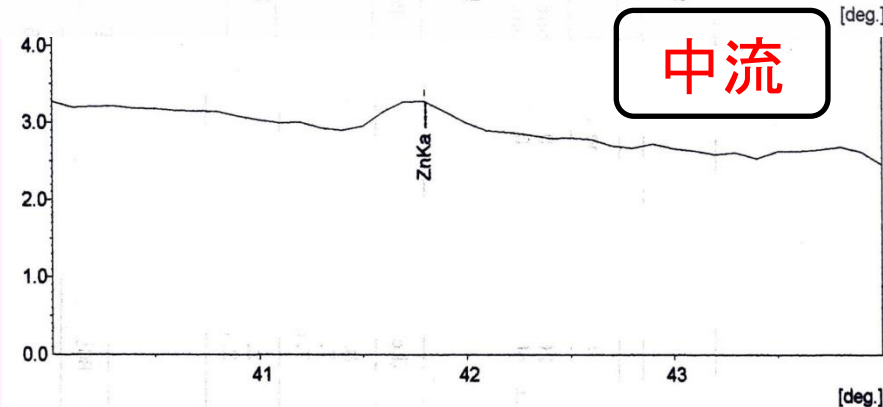
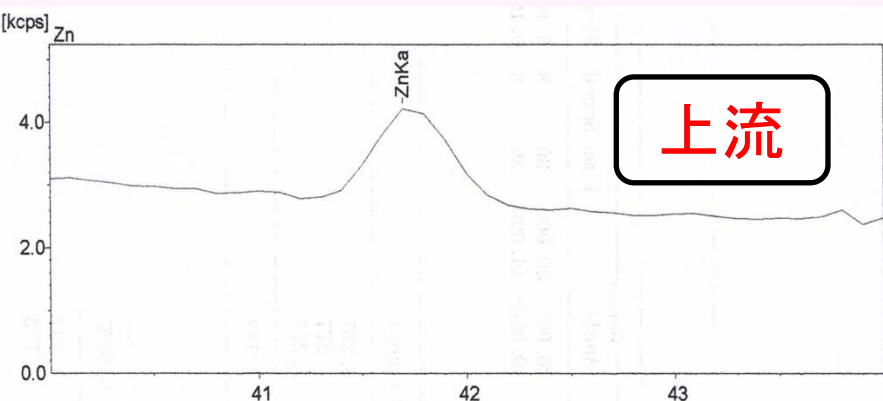
➤ 亜鉛の土壌平均 59.9ppm

浅見(2001)による[『データで示すー日本土壌の有害金属汚染』(4-7p)から]

➤ EU亜鉛農地基準 150～300ppm

➡ 下流の濃度は高いが、  
亜鉛による大きな汚染はない

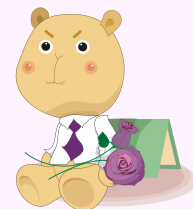
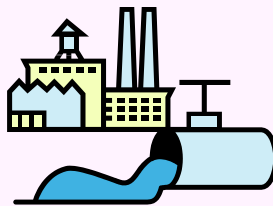
# 結果の違いについて



- なぜ下流の濃度が最も高かったのか
- なぜ中流の濃度が上流よりも低かったのか



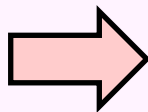
# 主な亜鉛の排出源



- 金属鉱業
- 無機化学工業製品
- 製造業
- メッキ工業
- 下水道業
- タイヤ
- 生活排水
- 農薬

上流

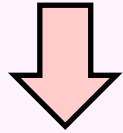
人口が少ない



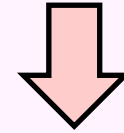
下流に多数

# 亜鉛濃度

中流 < 上流・下流

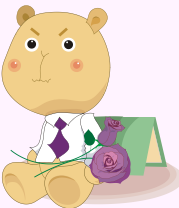


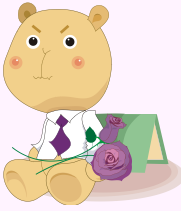
小さな石状



粘土

この違いが結果に大きな差を  
もたらした？



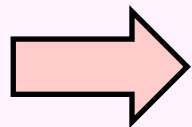


## ▶ 試料の土質による違い

粘性鉱物の含量 { 砂・石の場合 … 1~2%  
粘土の場合 … 50%以上

## ▶ 粘性鉱物の特性

表面積が大きく汚染物質と反応しやすい  
〔汚染物質が2価の重金属イオンのとき〕



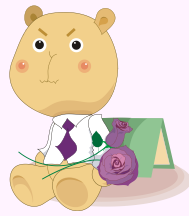
中流の濃度が低くなった

# 鉛について



- ▶ 蛍光X線により存在を確認
- ▶ 正確なデータは得ることができなかったが、  
強度から推定すると10ppm以下
- ▶ 土壌中に平均約17.2ppm  
浅見(2001)による[『データで示すー日本土壌の有害金属汚染』(4-7p)から]
- ▶ 鉛による大きな汚染はないと考えられる

# 結論



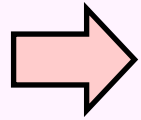
- ▶ 淀川底質土の亜鉛と鉛のデータを得た！
- ▶ 亜鉛・鉛による汚染はない
- ▶ 人体への影響は問題ない



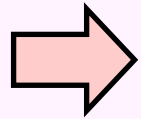
# 今後の課題



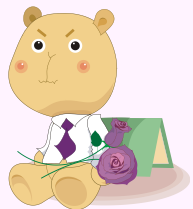
## ➤ 追加実験の実施



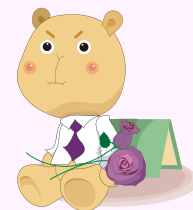
採取場所付近で淀川の影響を受けない同じ土質の試料を測定



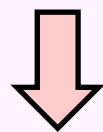
水流など他の条件も考慮



# 今後の課題



淀川は予想以上にきれい！



他の元素についても  
より精度の高い実験が必要

Ex. 原子吸光光度分析法



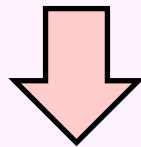
タンデム加速器MALT



# 感想



- ▶ 化学分析の世界の厳しさを感じた
- ▶ サンプルングの重要性を体感できた
- ▶ 数の少ない淀川底質土の亜鉛・鉛のデータを取得することができた



**大きな成果！**



# 最後に

大阪大学安全衛生管理部

山本先生・高橋先生

富田先生

天王寺高校化学科

大木先生・小西先生

ご協力していただいた先生方

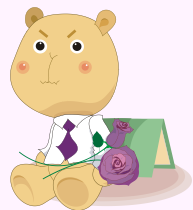
ありがとうございました



ご清聴  
ありがとうございました



# 研究結果



➤鉛は検量線を引くことが出来ず、濃度を求められなかった

➤亜鉛

---

	濃度 (ppm)
上流	79.7 ± 21.7
中流	44.1 ± 4.03
下流	163 ± 80.2

# 亜鉛の健康被害について



- 人体に約2000mg含まれている
- 不足すると味覚障害や皮膚炎、食欲不振
- 過剰摂取すると胃障害や鉄や銅の吸収阻害

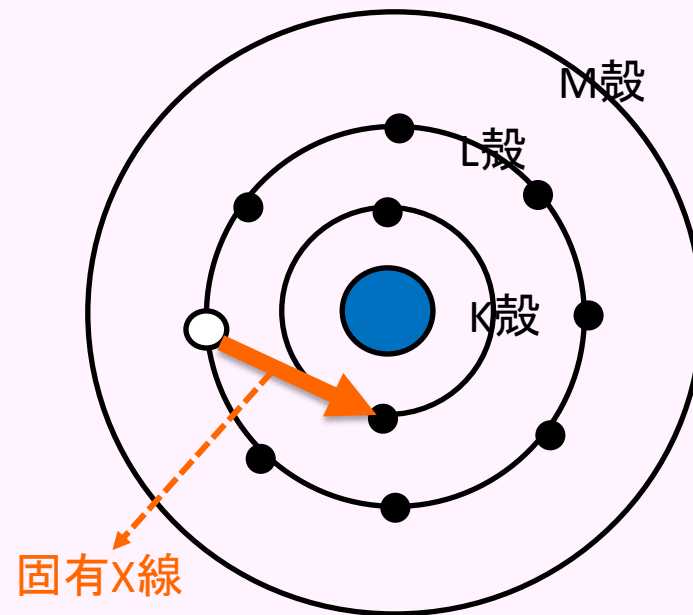
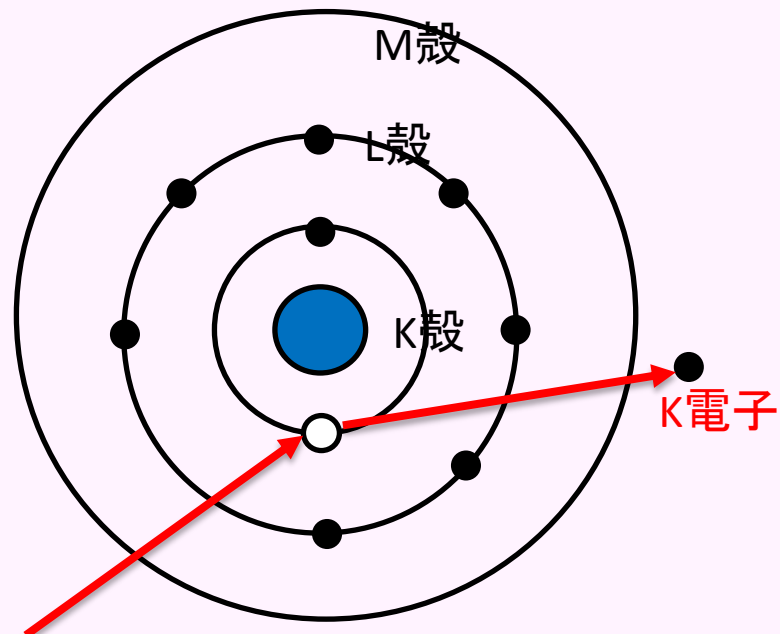
# 定量測定方法 ～蛍光X線～

● 電子

○ 空孔

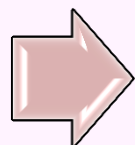
● 原子核

- 蛍光X線分析法と検量線法を用いて測定



X線または粒子線

C □□nX□□□□



C n7□n, □

(<https://www.env.go.jp/council/09water/y099-03/mat06.pdf#search='%E4%BA%9C%E9%89%9B+%E6%B2%B3%E5%B7%9D%E6%B1%9A%E6%9F%93'>)

(wikipedia)

(平成23年度大阪府域河川等水質調査結果報告書)

(ルーラル電子図書館)

(国土交通省)

(淀川河川事務所)

(大阪市水道局)

(財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構)

(元素大百科事典)

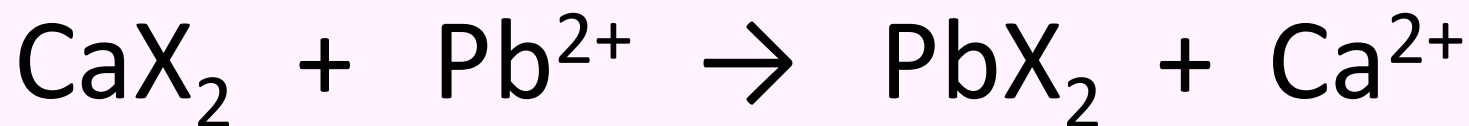
## 汚染物質が2価の重金属イオンのとき

土を構成する物質 { 砂・石の場合 … 反応せず素通り  
粘土の場合 … 反応しやすい

例) 鉛

溶解度の高い鉛塩の場合、土の間隙水に溶解し、鉛イオンに

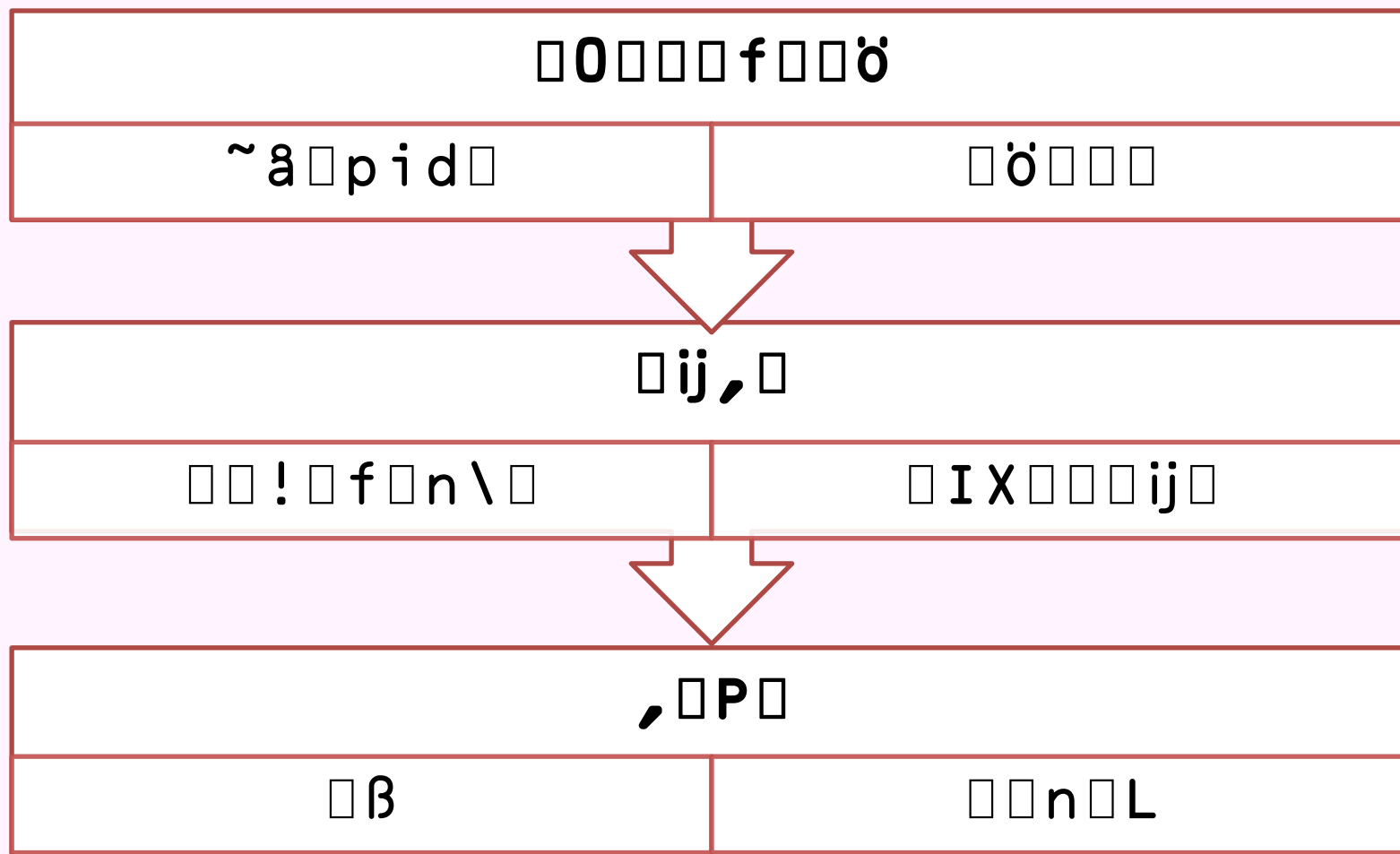
→ 鉛イオンは粘土鉱物と反応



…陽イオン交換反応

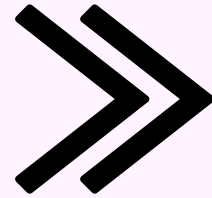
鉛イオンが吸着し、堆積されていく → 汚染物質の増加

# 実験の流れ

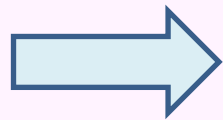




底質土中の  
亜鉛濃度

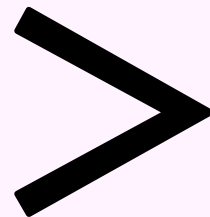


水質中の  
亜鉛濃度



亜鉛濃度の底質土中から  
水中への流出の影響はない

下流  
(163ppm)



上流  
(79.7ppm)



上流から下流の間で流れ込んだ  
亜鉛が下流付近で堆積

# 考察



亜鉛の土壌中の平均濃度・・・約59.9ppm

農地の亜鉛濃度基準・・・150～300ppm

～西岡道德の環境保全型農業レポートより～



→ 亜鉛による大きな汚染はない



# 試料採集方法、処理

- 約3m四方の正方形の内部に5ヶ所
- 120°Cで24時間乾燥
- 円錐四分法で約5gに
- すりつぶし操作  
…約12000回／個

