

# 紫外線蛍光センシングを用いた海底熱水鉱床選別手法に関する研究

大阪府立大学大学院 工学研究科 航空宇宙海洋系専攻 山崎研究室 M1 仲谷俊哉

## 研究背景・目的

### 背景

**海底熱水鉱床**



有用金属を高品位かつバランス良く含み、深海鉱物資源の中で、比較的水深の浅い海底域に存在しており、注目されている

積極的に開発に向けた取組が行われている

開発には経済性の向上が必要

### 目的

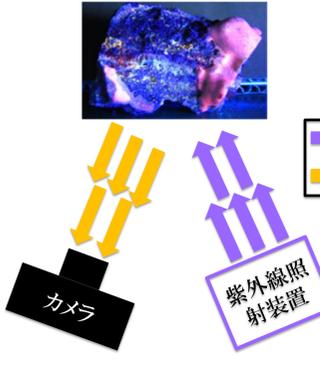
有用金属の含有率の高い鉱石を選別する手法の確立

具体的な選別手法はない

しかし

改善する手法として、**紫外線蛍光センシング**を提案

### 紫外線蛍光センシング概念



紫外光照射

可視光記録

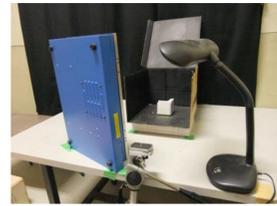
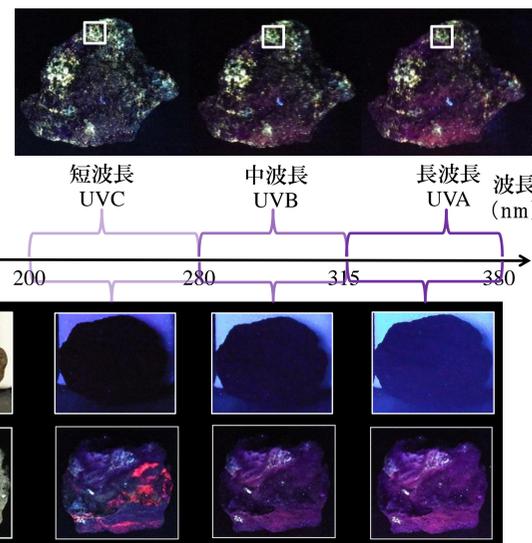
海底熱水鉱床鉱石の蛍光検出

探査、採鉱、選鉱工程に適用

岡西 2009

## 選別手法確立へのアプローチ

### 紫外線による蛍光実験

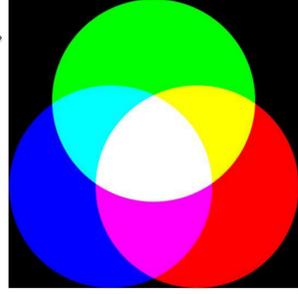




短波長 UVC 中波長 UVB 長波長 UVA 波長 (nm)

200 280 315 380

紫外線による蛍光を示す検体と示さない検体があったため、あらかじめ**蛍光の有無**により分別

### 蛍光色の定量的評価



各鉱石の輝度値は撮影した画像から算出できるが、RGB輝度値は**色情報**と**明るさ情報**が混在

色情報と明るさ情報を独立して抽出

グレースケール値

$$Gray = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$$

色比

$$Gc = G/R \quad Bc = B/R$$

### 金属含有率の評価

化学分析を行い、金属含有率を算出

Element	Cu	Zn	Pb
Sample	ppm	ppm	ppm
1	>10000	331000	>5000
2	18	1350	113
3	5600	>100000	>5000

含有金属成分例

金属含有率 > 鉱床の条件 = 資源として価値がある ⇒ 1

金属含有率 < 鉱床の条件 = 資源として価値がない ⇒ 0

数量化

Element	Cu	Zn	Pb
Sample			
1	1	1	1
2	0	0	0
3	1	1	1

数量化例

海中 ↓ 陸上

探査 ↓ 採鉱 ↓ 選鉱① ↓ 揚鉱 ↓ 選鉱② ↓ 製錬

紫外線蛍光センシングを想定している一次選鉱の段階では成分量を求めなくても、採掘価値があるかどうか判断できればよい

採掘価値があるかの判断に閾値として**鉱床の条件**を採用

鉱床の条件

- 鉱石として採掘可能な金属含有率の下限値の目安
- 地殻中平均存在度の100倍

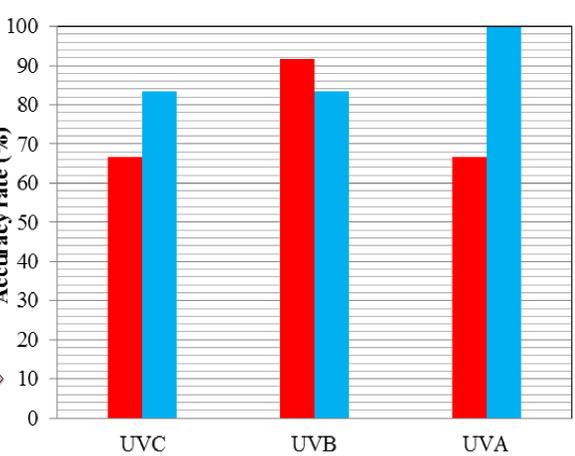
### 選別手法の確立～判別分析～

マハラビス平方距離を用いた判別分析

$$D^2 = (x - \bar{x}, y - \bar{y}, z - \bar{z}) \begin{pmatrix} S_{xx}^2 & S_{xy} & S_{xz} \\ S_{yx} & S_{yy}^2 & S_{yz} \\ S_{zx} & S_{zy} & S_{zz}^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} x - \bar{x} \\ y - \bar{y} \\ z - \bar{z} \end{pmatrix}$$

入力データとして**色情報**と**明るさ情報**を利用してクラスター分析によって得られたグループを分別

$x, y, z$  Data value  
 $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$  The average of data value  
 $S$  Variance



Accuracy rate (%)

Input data: UVC, UVB, UVA

■ Fluorescence ■ No Fluorescence

蛍光ありサンプルのクラスター分析

- Group 1: Cu, Zn, Ag, Sb, Au, Pb
- Group 2: Ag, Zn, Sb, Au, Pb, Tl
- Group 3: Ag, Sb, Au, Tl
- Group 4: No Metal

蛍光なしサンプルのクラスター分析

- Group A: Zn, Ag, Sb, Au, Pb
- Group B: No Metal

蛍光を示すサンプルは**90%以上**の判別可能

蛍光を示さないサンプルは**有用金属の有無**を判別可能

画像情報から**有用金属**を含有する鉱石を特定可能

揚鉱前の**一次選鉱**に有効

