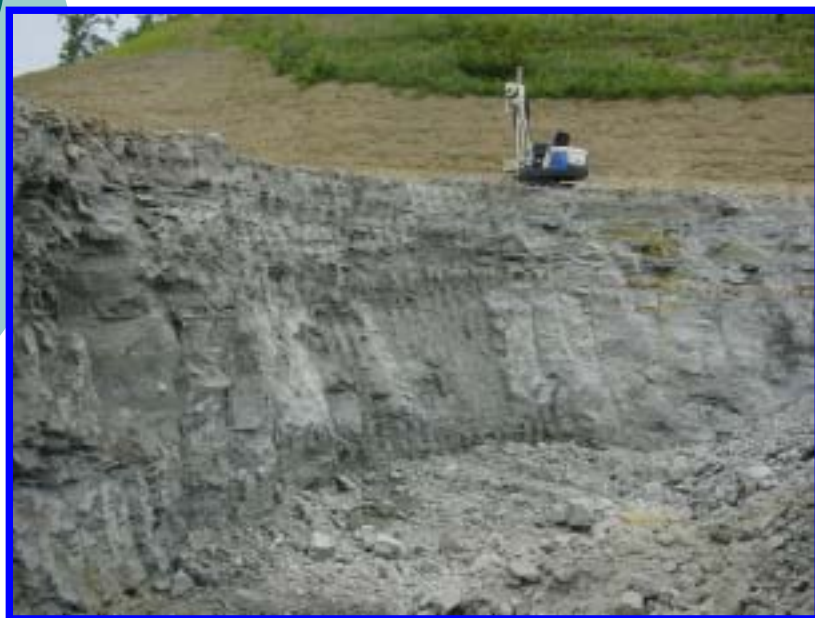


# 「廃棄物地中処分に使われる ベントナイト遮水バリア材の特性評価」

環境資源工学専攻 米田哲朗



ベントナイト鉱床

天然の粘土資源であるベントナイト(スメクタイトを主成分とする岩石)が、廃棄物最終処分場などにおける遮水バリア材として広く利用されている。

2004.12.27

# 最終処分場の遮水構造について

## 不透水性地層の利用

厚さ5m以上、透水係数 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 以下

## 粘土層 + 遮水シート

厚さ50cm以上、透水係数 $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 以下

## アスファルト・コンクリート + 遮水シート

厚さ5cm以上、透水係数 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 以下

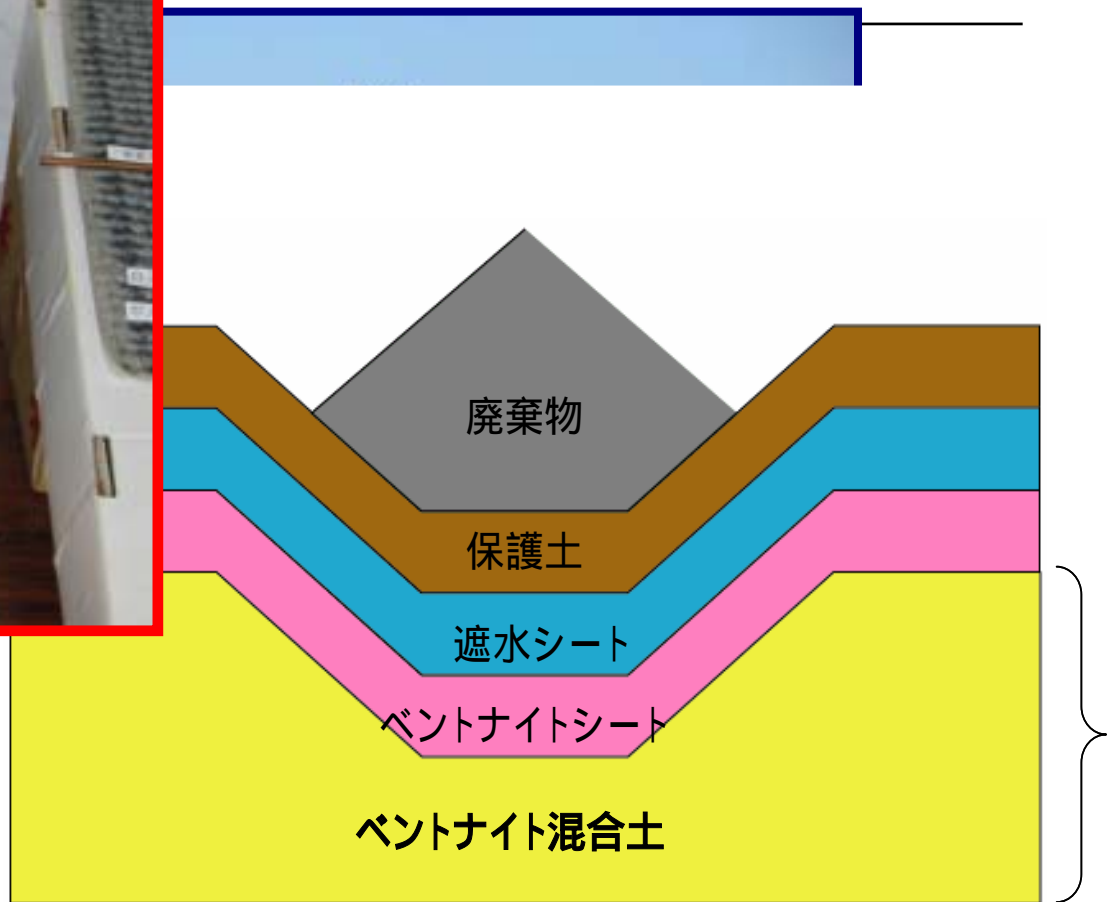
## 二重の遮水シート

不透水性地層である天然粘土層が利用できない場合、現地発生土や購入土にベントナイトを添加し混合したベントナイト混合土がバリア材として用いられている。

# ア (混合土)



最終処分場(宮崎県  
処理センター)



廃棄物処分場でのベントナイト混合土を用いたモデル

# 最終処分場におけるベントナイトバリアの品質管理

---

## 遮水性

均一な難透水性(透水係数  $1 \times 10^{-7}$  cm/s以下)  
と自己修復性(液性限界50%以上)

力学強度および外的応力による変形

乾燥収縮によるクラックの発生

# 「ベントナイト混合土の微細構造と遮水特性」

施工時・施工後の均一な難透水性と自己修復性に対する評価技術の開発

ベントナイト混合土のスメクタイトの分布状態の評価  
近赤外分光法（NIR）によるスメクタイト定量

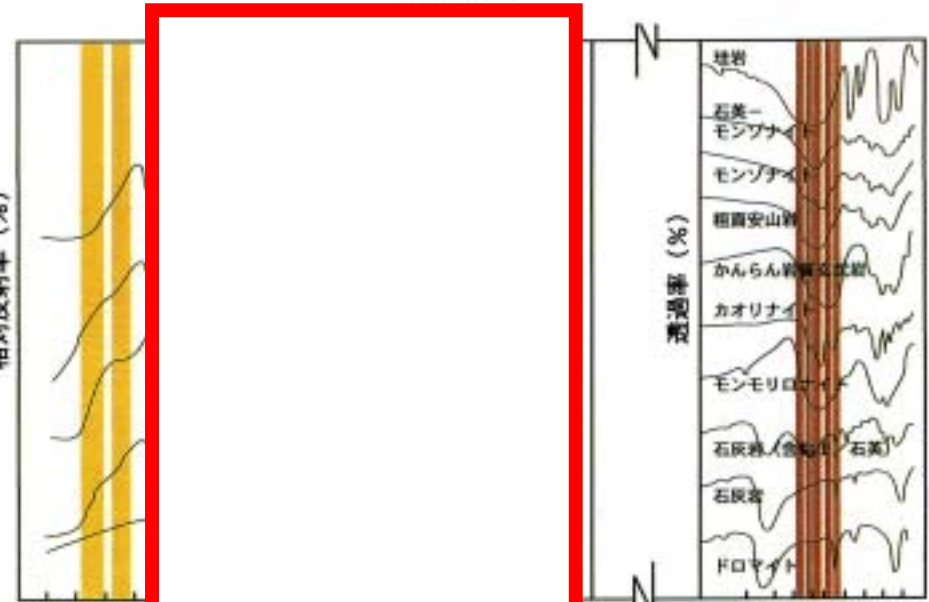
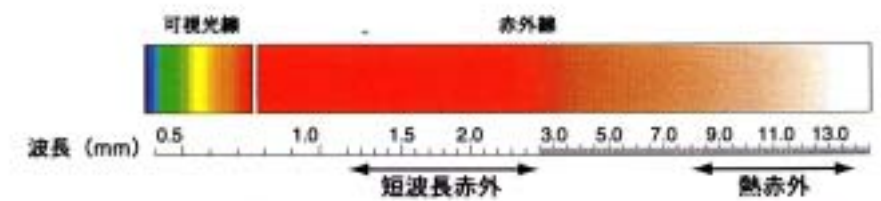
ベントナイト混合土の空隙構造と水の状態評価

種々の環境における微細構造と透水性

# 近赤外領域における水の吸収スペクトル



水分子の基準振動モード



近赤外領域

主要な鉱物・岩石とスペクトル特性

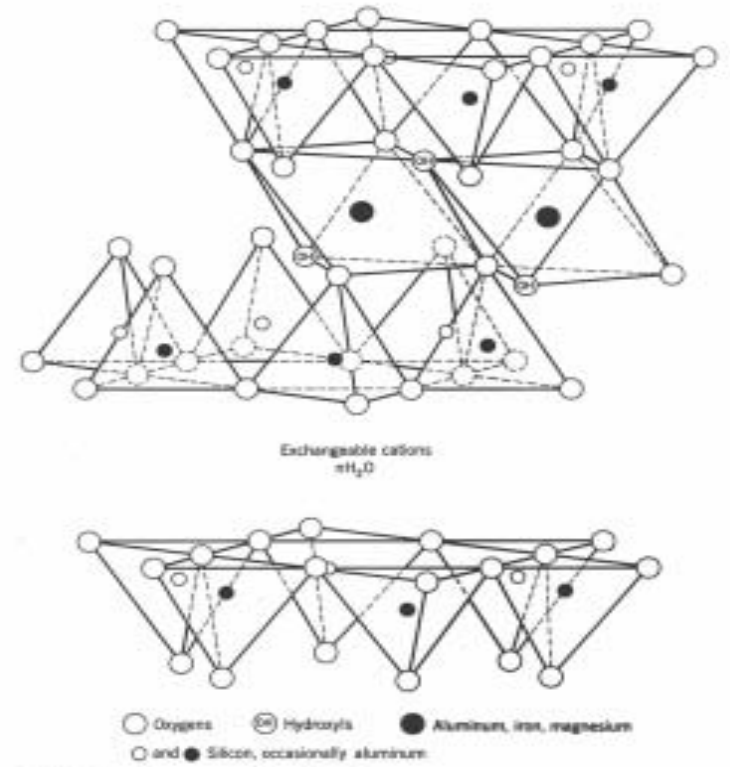
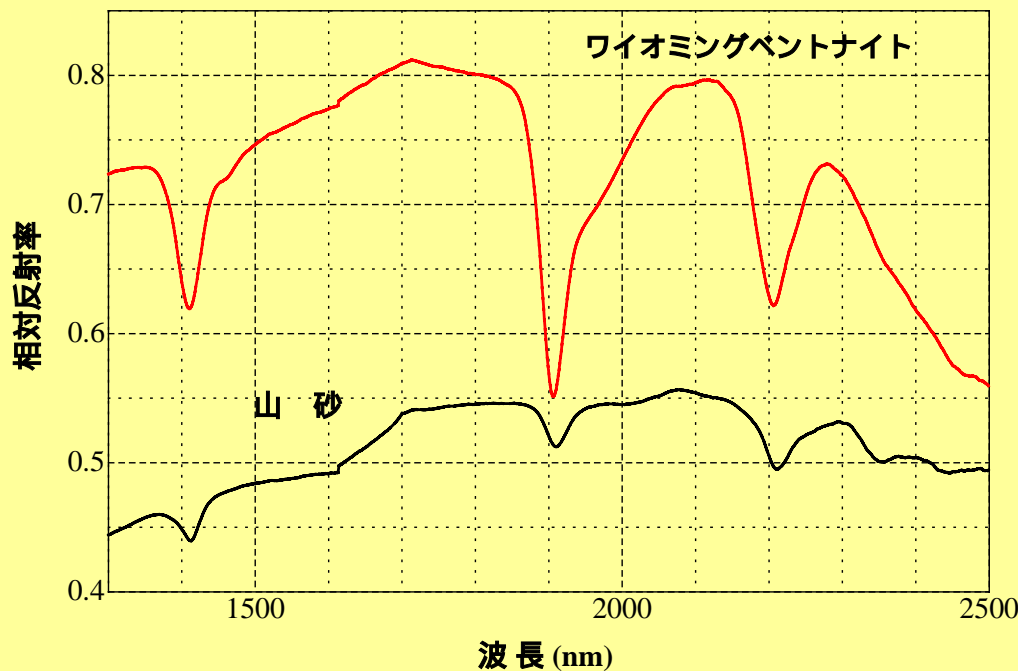


Fig. 4-13. Diagrammatic sketch of the structure of smectite according to Hofmann, Endell, and Wiles, "Marshall," and Hendricks."

(Grim, 1968)

# ベントナイト混合土母材の 近赤外領域におけるスペクトル特性

試料中の水および粘土鉱物の  
OH基に由来する吸収スペクトル



**2207nm:**

粘土鉱物の水酸基(OH)の伸縮振動と変角振動の結合音

**1965nmおよび1906nm:**

水分子のO-H結合の伸縮振動と変角振動の結合音

**1400nm:**

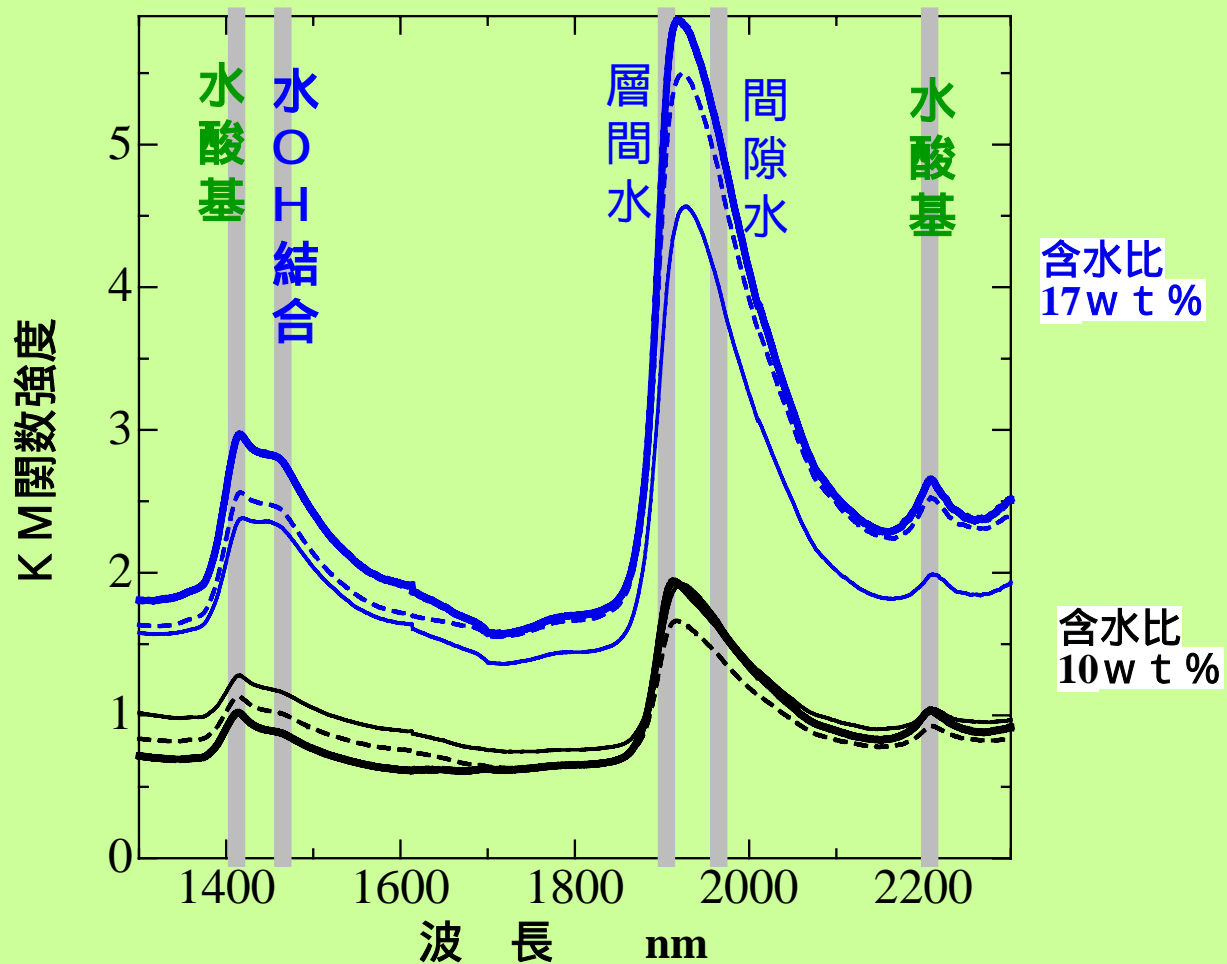
粘土鉱物の水酸基(O-H)の伸縮振動の倍音および水分子O-H結合の伸縮振動の倍音あるいは結合音

(鈴木ほか(2003)より)

**ベントナイト:** スメクタイト + クリスタバル石 + イライト + 斜長石

**山砂:** 石英 + 斜長石 + 緑泥石 + イライト

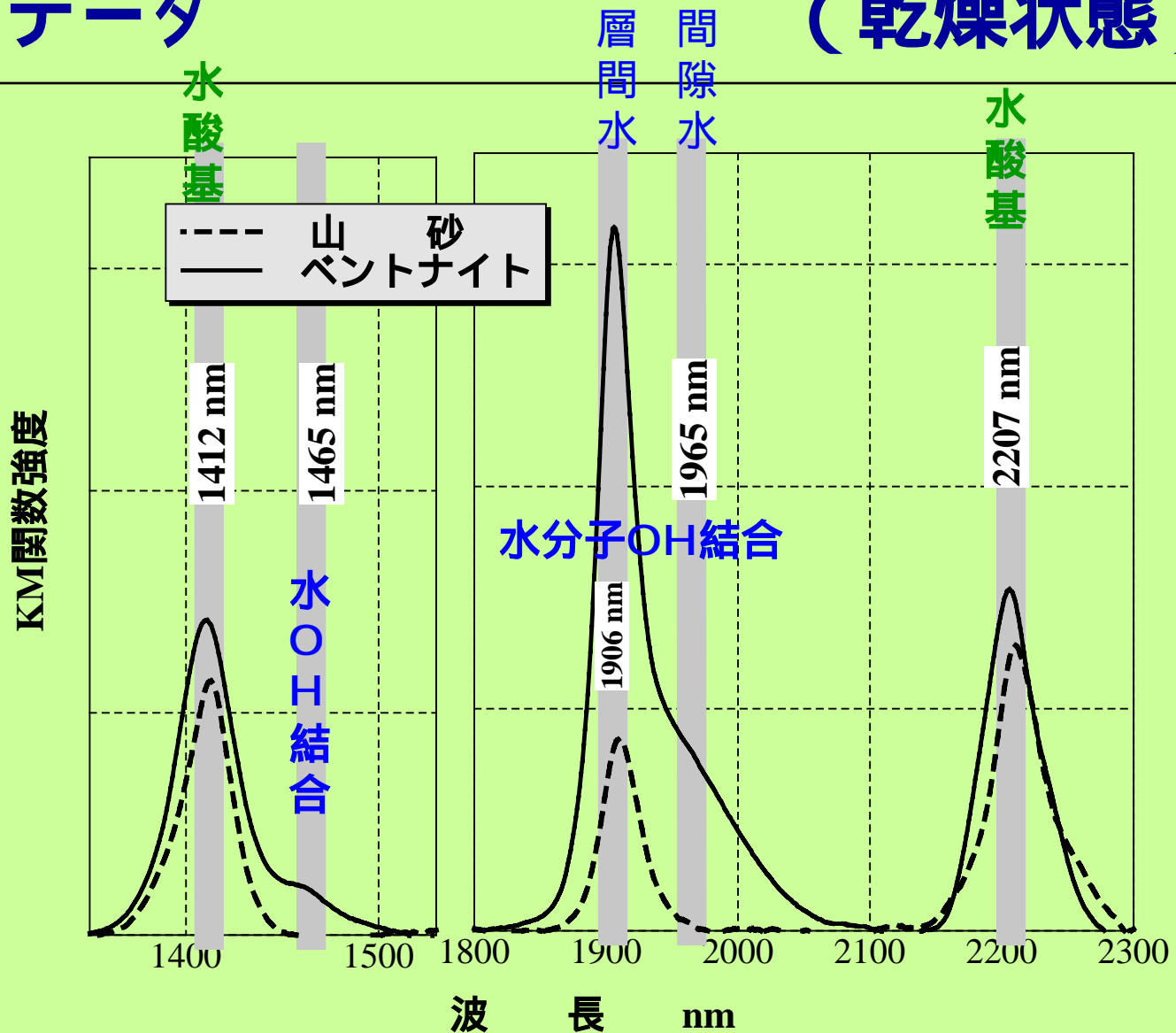
# 含水比調整試料のNIR測定結果 (湿潤状態の測定)



太線:ベントナイト(Bt) 20%, 破線:Bt10%, 細線:山砂



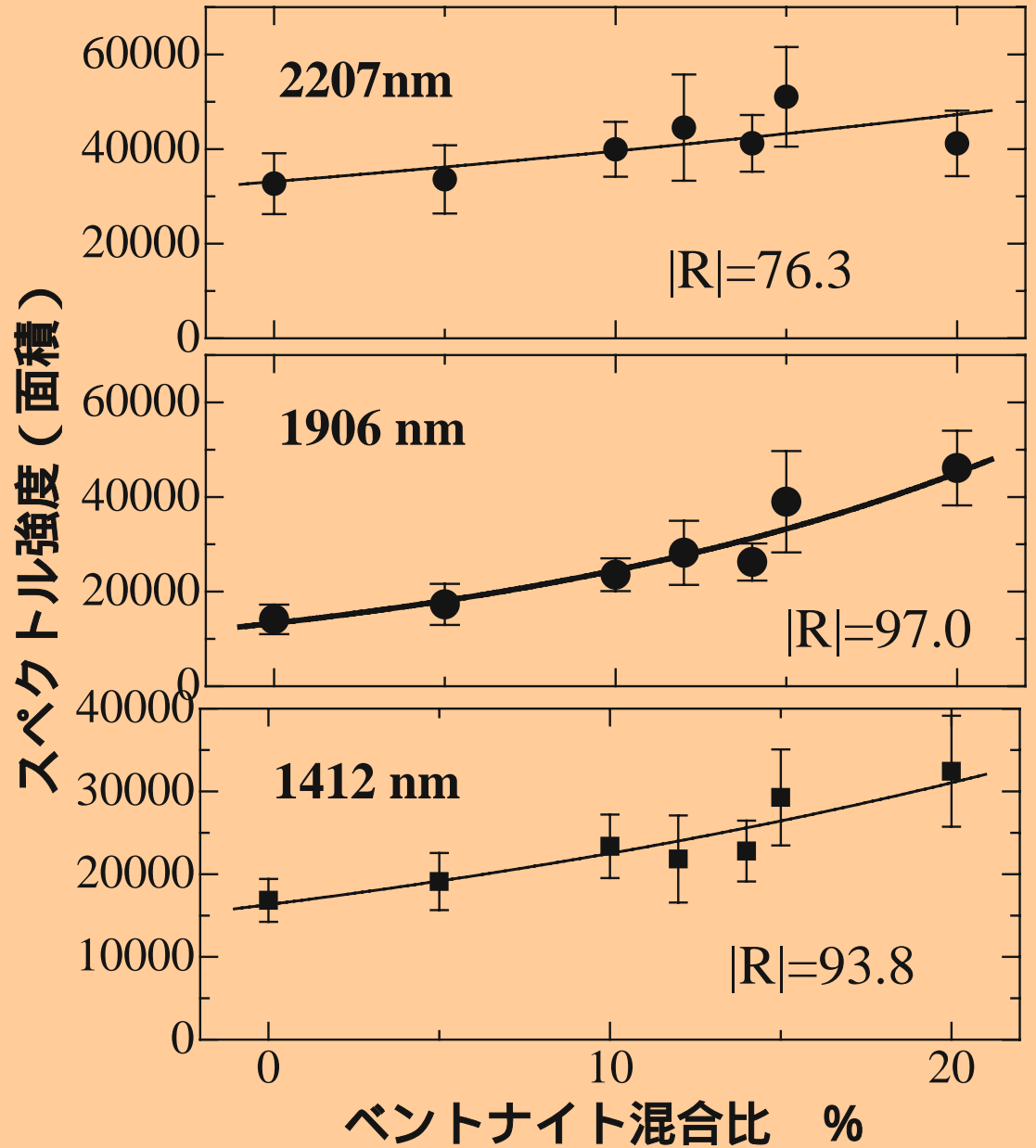
# 原材料(ベントナイト・山砂)のNIR測定データ (乾燥状態)



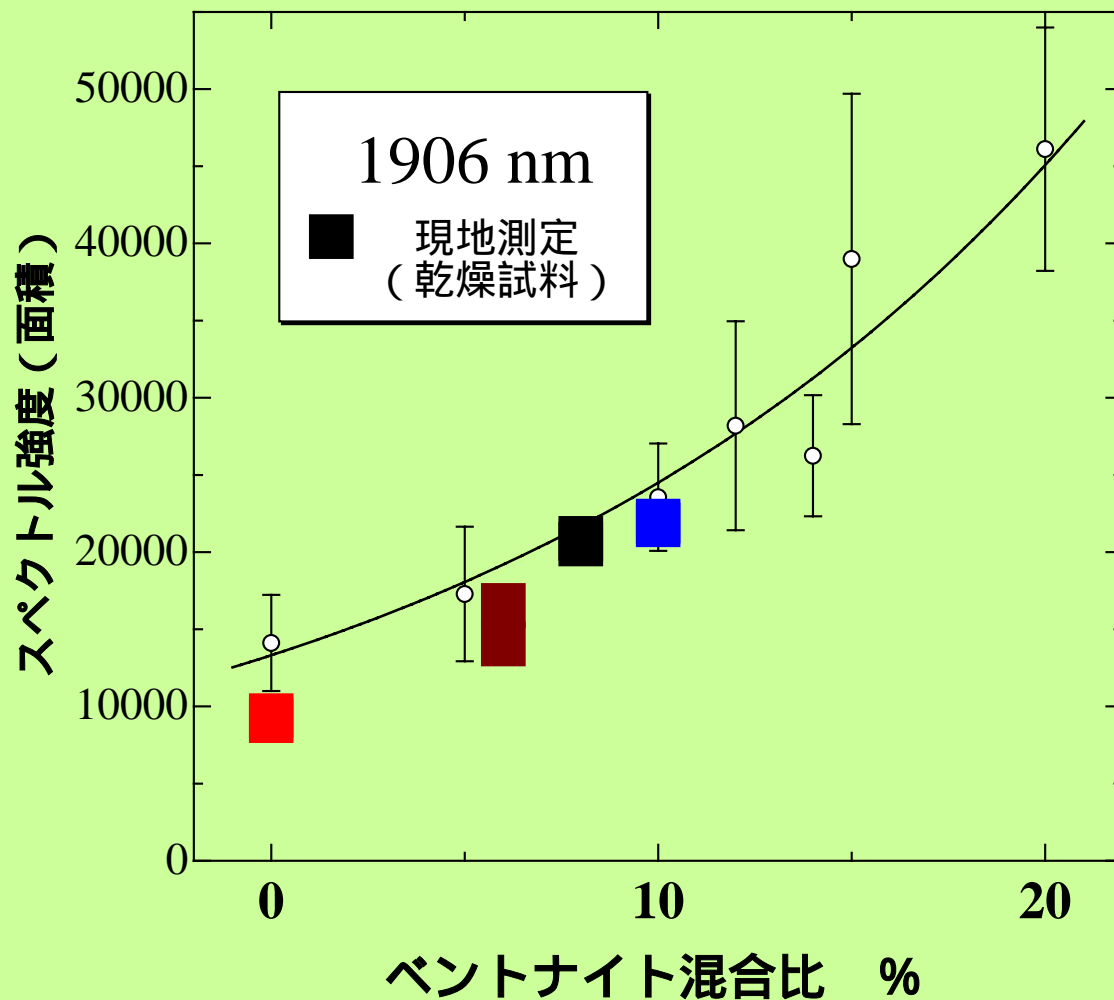
# ベントナイト混合比とスペクトル強度の関係

乾燥状態

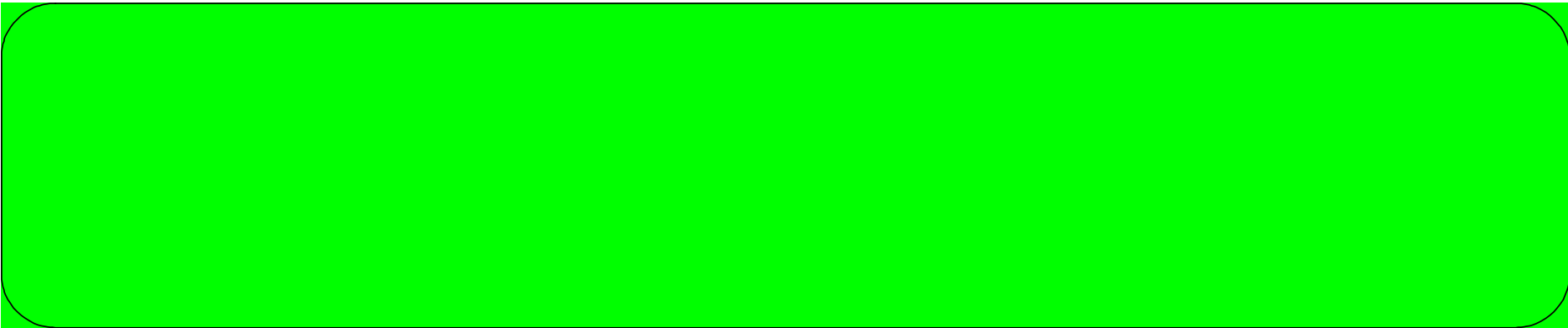
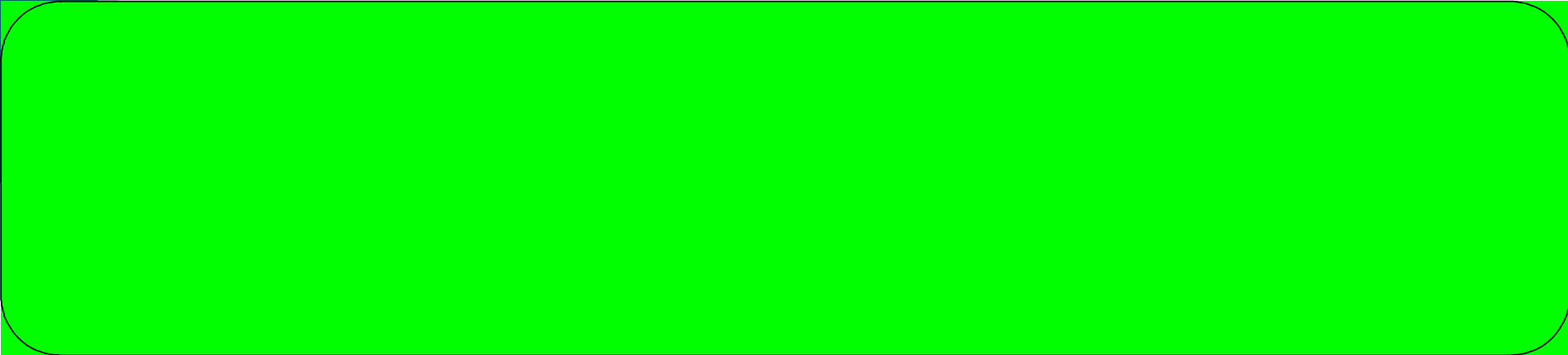
縦棒は標準偏差  
|R|は指数近似



# 現場におけるスメクタイトの定量性 (乾燥状態の測定)

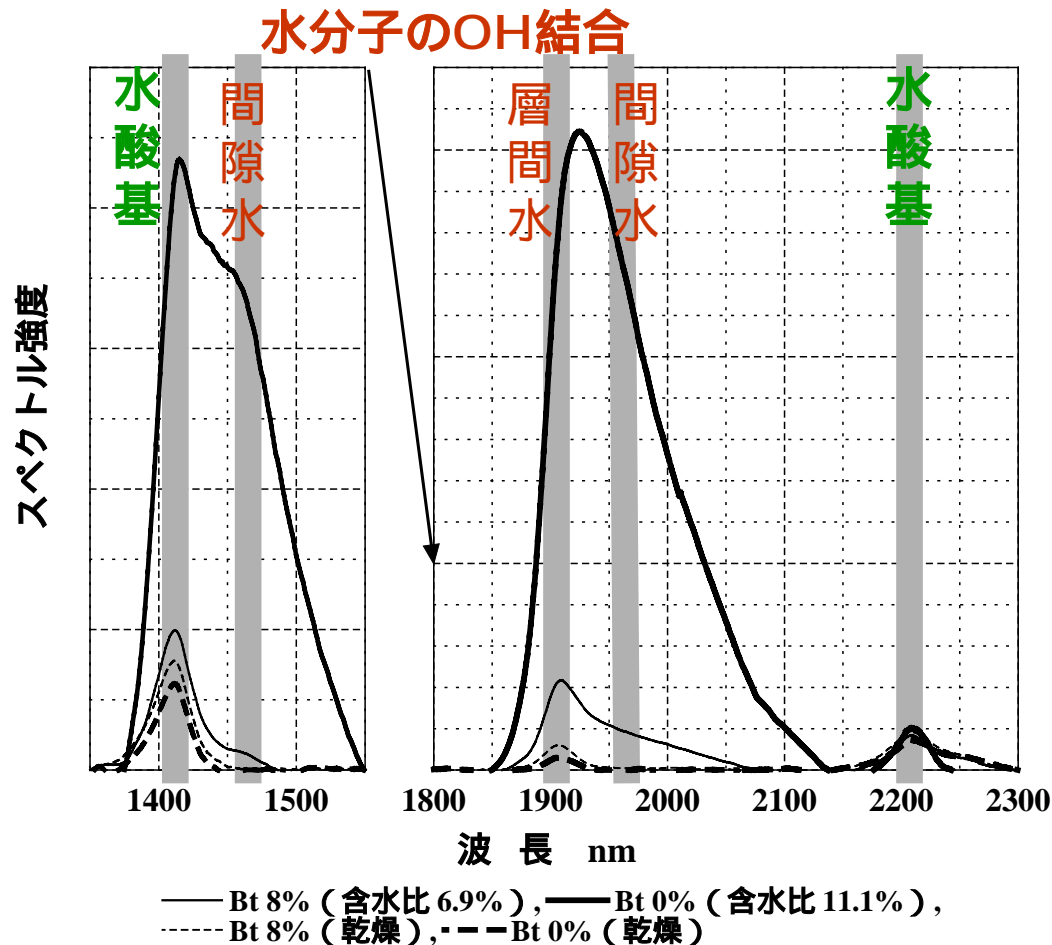


# ベントナイト混合土のス멕タイトの分布状態の評価 近赤外分光法(NIR)によるス멕タイト定量



# ベントナイト混合土の空隙構造 と水の状態評価

## ベントナイト混合土のNIR現場測定（湿潤および乾燥状態）



# 水のNIRデータ(圧力効果) (尾崎・河田、1996)

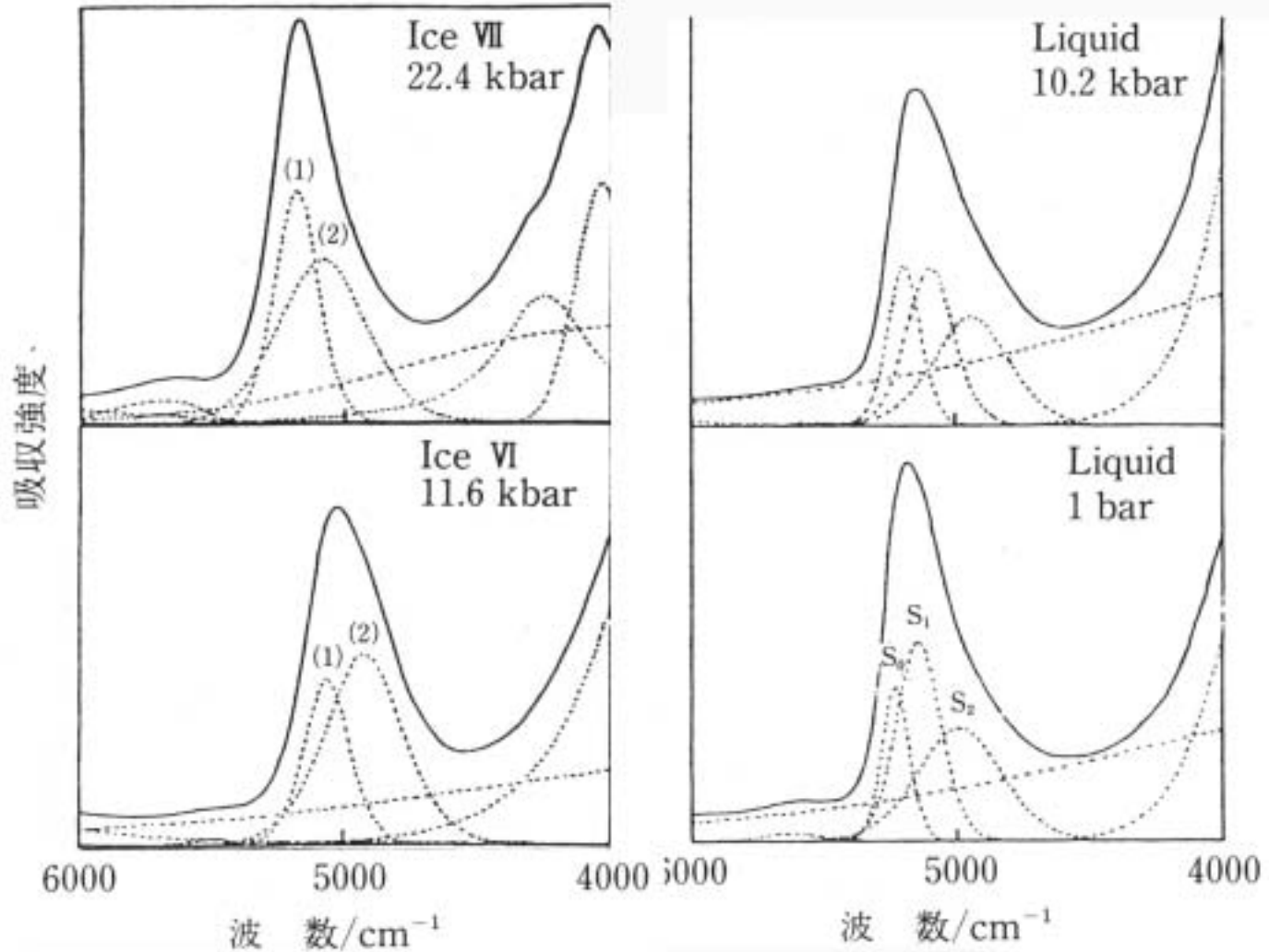
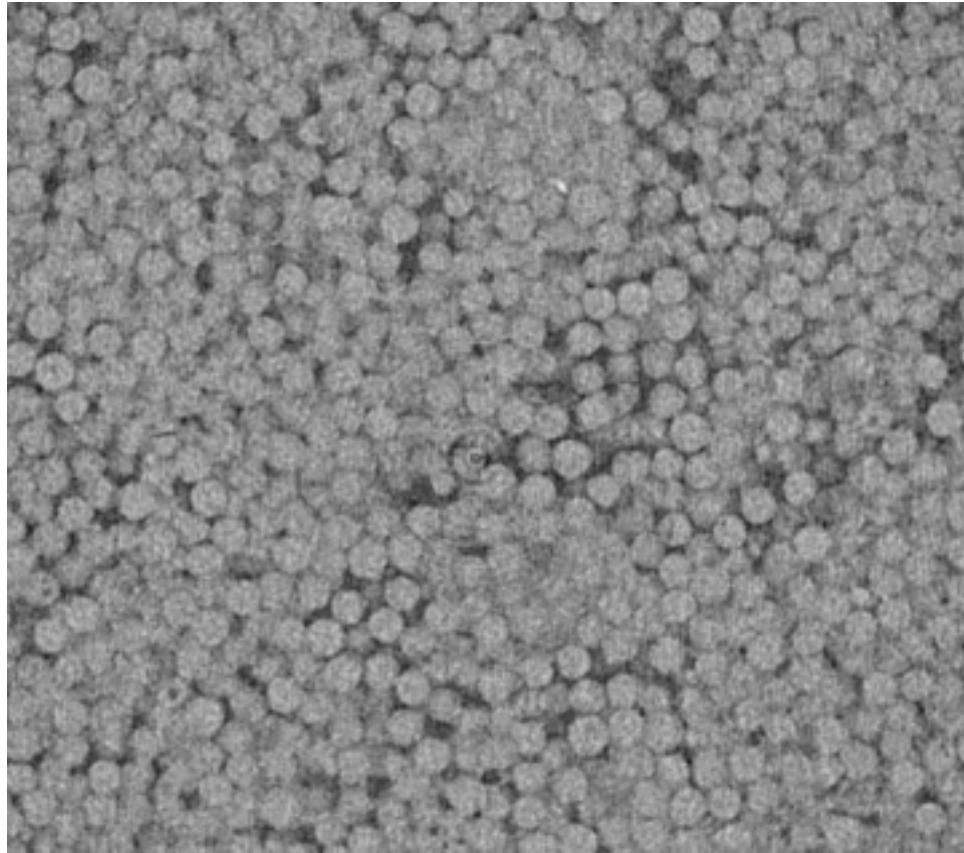


図 4.1.4 水(H<sub>2</sub>O)の( $\nu_2 + \nu_3$ )モードの高圧水と高圧氷(氷VI, VII)の近赤外吸収スペクトル(25°C). スペクトルはガウス・ローレンツ積関数 $f(\nu)$ を用いて波形分離された.

# ベントナイト混合土の微細構造 (X線CT画像)

---



(ベントナイト20% + ガラスビーズ80%、含水比20%、ビーズ径約100  $\mu\text{m}$ )

# ベントナイト混合土の微細構造と遮水特性

施工時・施工後の均一な難透水性と自己修復性に対する評価技術の開発

ベントナイト混合土のスメクタイトの分布状態の評価  
近赤外分光法（NIR）によるスメクタイト定量

ベントナイト混合土の空隙構造と水の状態評価

種々の環境におけるベントナイトバリア  
の微細構造と透水性評価

流域圏廃棄物処理処分技術の開発

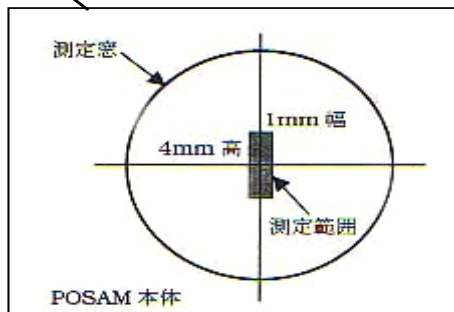




# 近赤外線分光反射測定装置 (POSAM)



全体図



測定窓

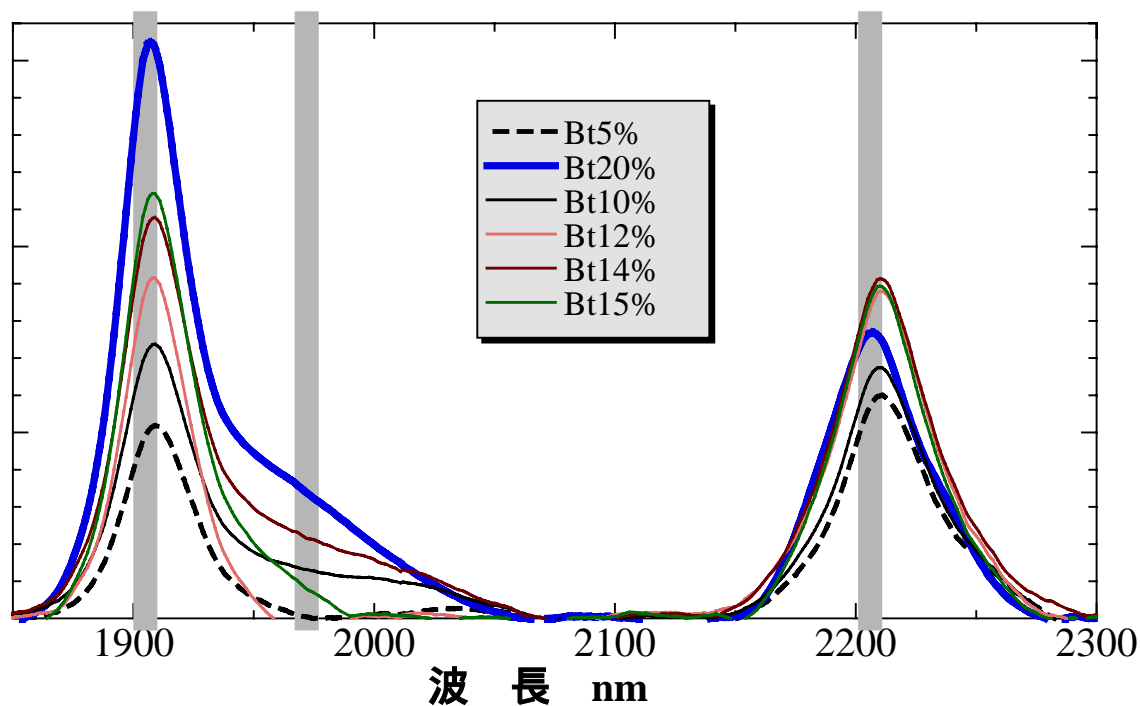
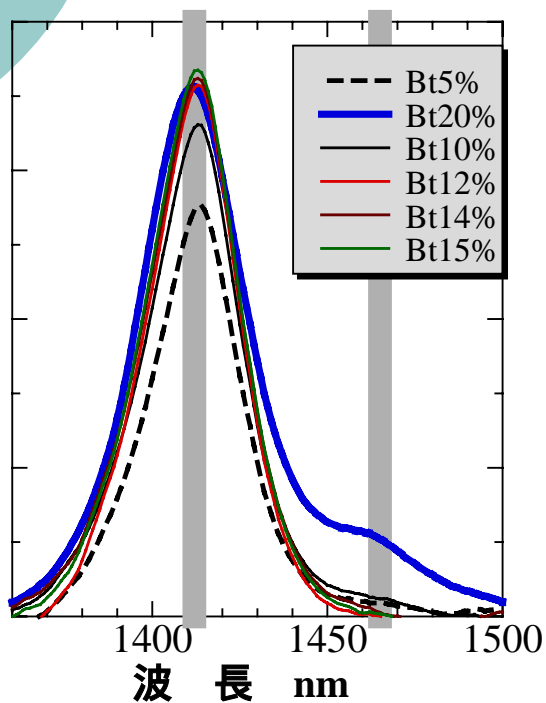
## 装置仕様

測定項目	近赤外分光拡散反射率
波長範囲	1300 ~ 2500nm
波長精度	8nm
分解能	10nm以下
測定波長間隔	約2nm

- ・白色参照版(バライト)に対する相対反射率
- ・測定窓のある本体前面がレンズの焦点距離となっている
- ・野外における変質鉱物同定の効率向上を目指して開発された。
- ・拡散吸収スペクトルはKubelka-Munk関数を用いて表す。

# ベントナイト混合比調整試料の赤外反射スペクトル強度 (乾燥状態)

スペクトル強度



# 水のNIRデータ(温度効果) (尾崎・河田、1996)

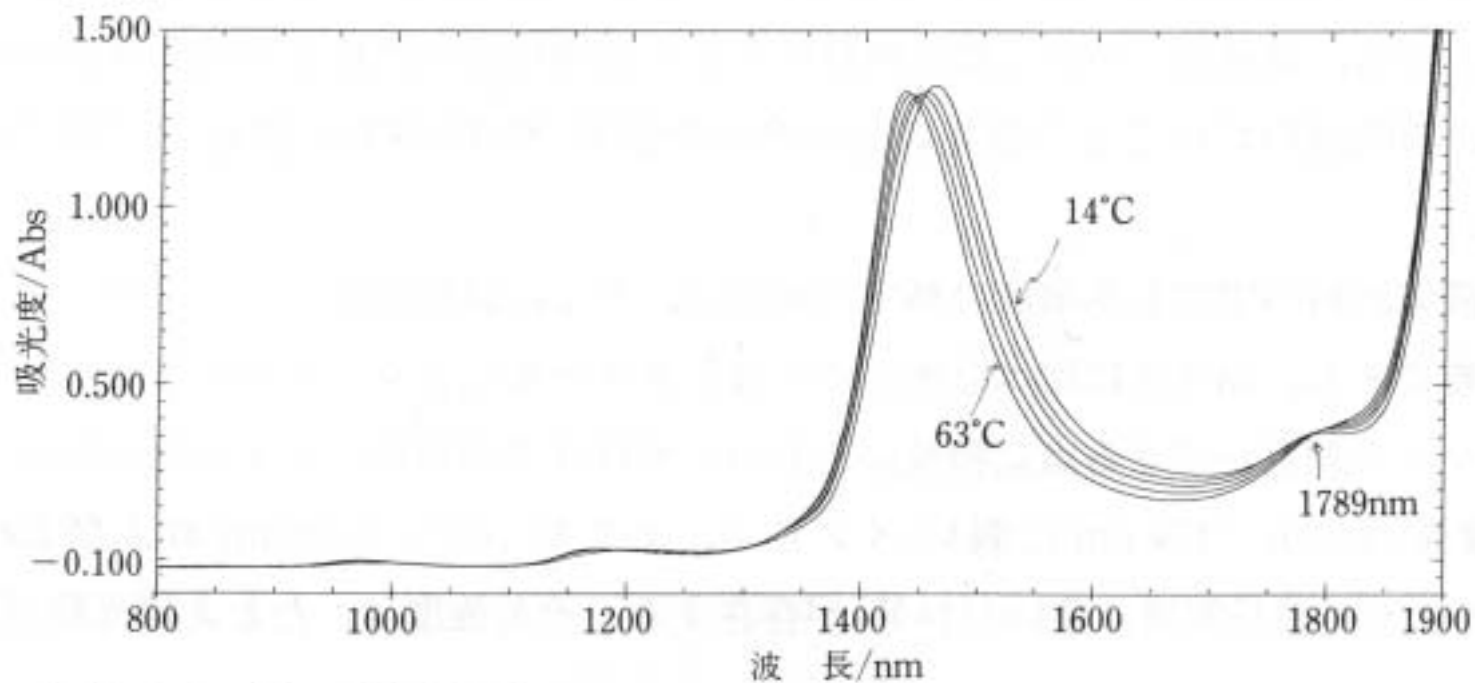


図 3.9.2 水の近赤外吸収スペクトルに対する温度の影響. 光路長: 1 mm, 温度: 14, 23, 36, 51, 63°C.