

2009/1/26 衝突勉強会紹介論文セミナー

## Visible/near-infrared spectra of experimentally shocked plagioclase feldspars

Jeffrey R. Johnson and Friedrich Hörz

JGR 108, E11, 5120 (2003)

東京大学 坪井伸子 (M1)

## はじめに

### 斜長石 (plagioclases)

月・火星など惑星表層で多くみられる鉱物の一つ

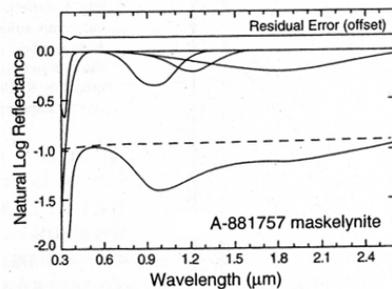
衝撃 (impact) により構造が変化する

- ・ゼン性破壊
- ・塑性変形
- ・diaplectic glass (マスケリナイト) の形成
- ・メルト化

Stöffler D. and Hornemann U (1972) etc.

衝撃効果を光学的に判定することで impact の有無や衝撃の程度を見積もることができる

## 可視・近赤外反射スペクトル



diaplectic glass

非晶質物質  
長石ではマスケリナイト  
と呼ばれている

French and short(1968) etc.

Pieters, C.M. (1996)

## 先行研究

- ・長石鉱物は圧力によって構造が変わることが示されている

岩石学や熱赤外分光学

diaplectic glass の形成 : 25GPa から 45GPa

メルト化 : 45GPa 以上

Stöffler 1971 etc.

可視・近赤外分光

圧力測定値の比較数がすくない (<3) が、  
圧力が大きいほど全体の反射率が減少することは確認  
されている

⇒しかし圧力におけるスペクトルの変化については、  
実証されていない

## 本研究

### 背景

衝撃を受けた斜長石の反射率変化を知ることは、  
impact eventを受けた惑星表面における可視・近赤外スペクトルの  
解析モデルをつくる上で重要である

### 問題点

圧力によるスペクトルの変化について  
十分な研究がされていない

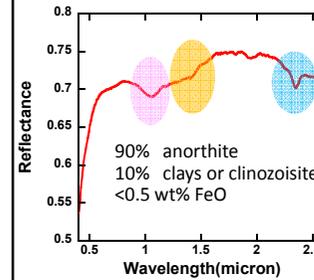
### 目的

斜長岩に実験的に11個(17-56GPa)の衝撃圧を与え  
可視・近赤外(400nm-2500nm)分光測定を行う

## 試料

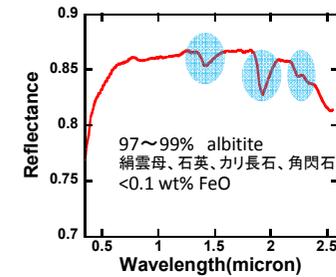
anorthite( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ )

From the Stillwater Complex



albite( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )

From Szklary, Poland



Data sources Relab

## 衝撃実験

### 衝撃実験

ターゲット(直径12mm薄さ1mmのディスク)ホルダーを  
真空チャンバー( $<10^{-3}$ )にいれ、平板銃で平面波衝撃を与える

### 衝撃圧の大きさ

インピーダンスマッチング法によって衝撃圧を計算

EIL Number*	Target	Impact Velocity, km/s	Flyer Plate*	Assembly	Peak Pressure, GPa
3156	Plag.	1.344	Al2024	SS304	17.0
3154	Plag.	1.001	S8304	SS304	21.0
3151	Plag.	1.021	S8304	SS304	21.5
3155	Plag.	1.061	S8304	SS304	22.6
3146	Plag.	1.182	S8304	SS304	25.5
3145	Plag.	1.243	S8304	SS304	27.0
3142	Plag.	1.333	S8304	SS304	29.3
3148	Plag.	1.301	S8304	FS77	37.5
3143	Plag.	1.325	S8304	FS77	38.2
3149	Plag.	1.233	FS77	FS77	49.2
3144	Plag.	1.385	FS77	FS77	56.3

Johnson et al.(2002)

## 試料回収

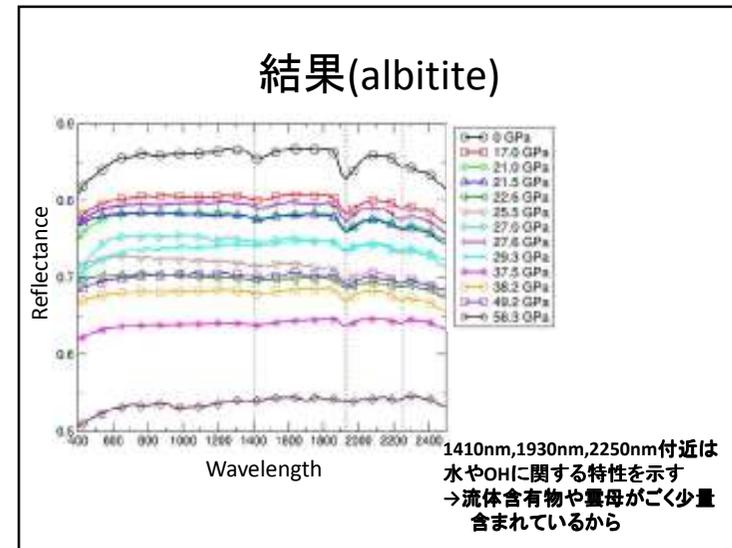
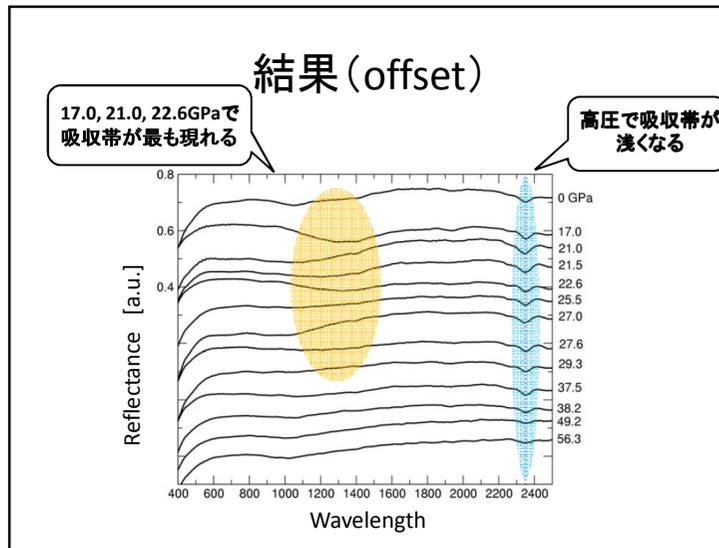
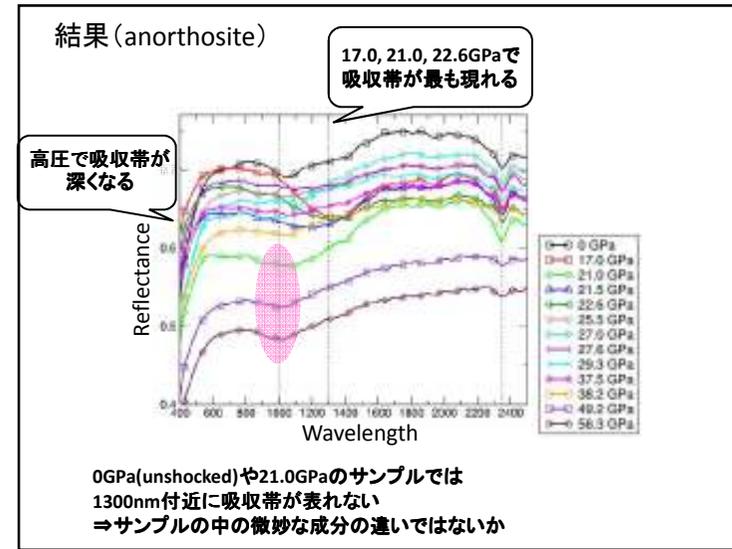
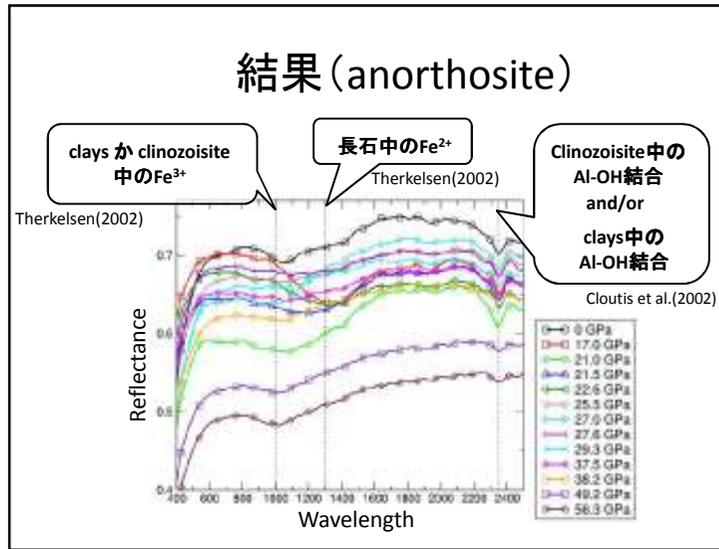
旋盤でサンプルから余分な金属をとる

サンプルを一様な粒子サイズ( $<20-30\mu\text{m}$ )  
の粉末にする

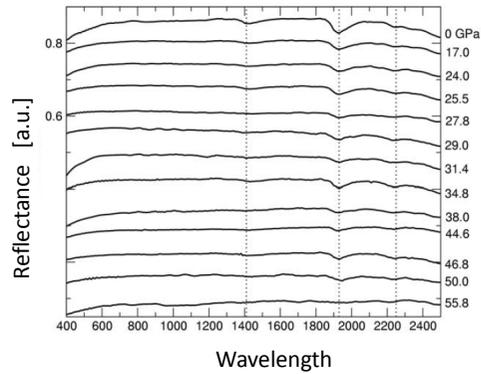


### 測定

RELABで可視・近赤外反射スペクトル測定

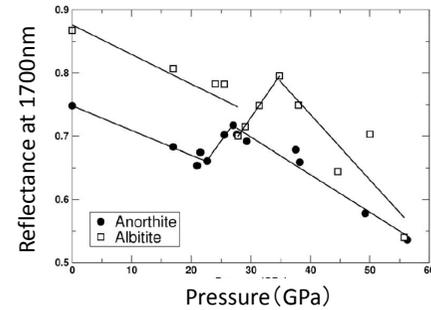


### 結果(offset)



高衝撃圧になるほど、吸収帯は浅くなる

### 解析



中圧では反射率の増加がみられる

### 低圧

低圧・中圧において反射率は下がる

Adams et al.(1979)

⇔ サンプルホルダーからのFe汚染物の影響ではないか

King(1986)

→ Feの量を変化させても、同様の結果が得られた

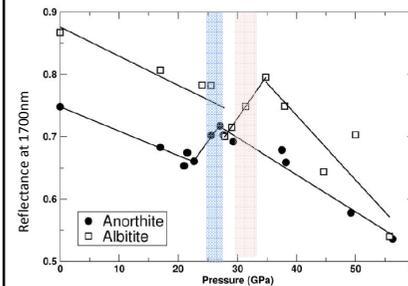
Therkelsen (2002) etc.

・ fractures、mosaicismなどの衝撃効果が観測される

e.g., Bunch et al. (1967 and 1968)

**初期の反射率の減少は内部散乱の影響**

### diaplectic glassの形成 (Ca-rich)



Anorthite( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ )

25-27GPa付近でマスクリナイトの形成

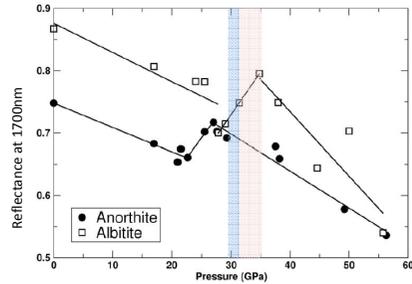
~30GPa以上でほぼ完璧なdiaplectic glass形成

Therkelsen(2002)

→ Ca-rich斜長石における先行研究と調和的

Ostertag(1983)etc.

## diaplectic glassの形成 (Na-rich)



**Na-rich斜長石**  
 30GPa付近でdiaplectic glass形成の開始  
 32-35GPaでほぼ完璧なdiaplectic glass形成  
 Ostertag(1983), Schmitte(2000)

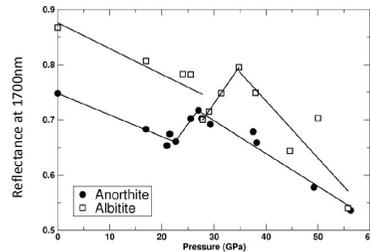
岩石学、ラマン分光、X線回折においてもAlbititeよりAnorthiteの方が  
 低い衝撃圧でdiaplectic glassが形成することを確認している Stoffer et al.(1986)etc.

## 中圧

- ・ サブミクロン粒子の割合が比較的高くなる  
 ⇒ 可視・近赤外波長と似通った粒子サイズでは、  
 反射率が増加する Hapke (1993)
- ・ diaplectic glassはあまり破碎されず弱い複屈折を示し、  
 テクチャ的に均質である  
 ⇒ 均質なガラスでは、内部散乱が減少  
 ⇒ 反射率増加

## 高圧

少量のメルトとdiaplectic glassの混合物が生じる  
 ⇒ 内部散乱・不連続性  
 ⇒ 反射率の減少



## まとめ

- ☆ OH-bandに関する吸収帯において  
 衝撃圧が大きくなるほど吸収帯が浅くなる  
cf. 火星
- ☆ 低圧: 内部散乱の影響  
 → 反射率減少
- 中圧: 体積散乱、diaplectic glass、サブミクロン長石粒子  
 → 反射率増加
- 高圧: メルト化  
 → 反射率減少の再開

惑星表面の可視近赤外リモートセンシングの解析に  
 高衝撃圧効果による反射率変化を考慮しなければならない