

自己評価報告書

平成 23 年 3 月 31 日現在

機関番号：32641

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20510097

研究課題名(和文) 結晶表面ナノ・マイクロ構造変化とバルク物性

研究課題名(英文) Relationship between nano-/micro-scale structure changes at crystal surfaces and bulk physical properties

研究代表者

新藤 斎 (SHINDO HITOSHI)

中央大学 理工学部 教授

研究者番号：90245986

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ナノ・マイクロ科学・ナノ構造科学

キーワード：結晶工学・結晶成長・走査プローブ顕微鏡・トライボロジー・表面界面物性

1. 研究計画の概要

よく定義された単結晶の原子平坦面を基準とし、次の二項目

(1)結晶に外部応力を加えたとき、表面構造がどのように変わり、摩擦にどのように影響するか

(2)結晶を溶液環境中に置いて物質移動を可能にしたとき、結晶面の相対的安定性がどのように変わり、結晶外形が決まるかについて研究した。特に、ナノメートルからミリメートルに至る異なるスケールで起こる現象を一貫して説明することを目指した。

2. 研究の進捗状況

上記項目(1)については、①三方晶で非対称性の強い方解石(CaCO_3)、②立方晶で滑り面と劈開面の異なる蛍石(CaF_2)、③斜方晶で面の特性が異なる硬石膏(CaSO_4)について、結晶面を集中荷重により圧縮、あるいは引っ掻き針による摩擦を行ったときに生ずる塑性変形を、光学(干渉)顕微鏡、走査型電子顕微鏡および原子間力顕微鏡により観察した。方解石および蛍石については、加重点の周りでの変形の痕跡を解析することにより、滑り変形に続けて劈開が起こることを見出した。また、摩擦操作によって、より小さな垂直荷重でも同じ変形が起こることを明らかにした。特に、方解石では摩擦の非対称性がナノメートルスケールとマイクロスケールで逆転する理由を明らかにした。硬石膏の滑り系については既報と異なり、結晶モデルからの予測が正しいことを見出した。

項目(2)については、溶液中の結晶表面にできる微小なエッチピットの立体形状を原子間力顕微鏡で精密に計測して様々な結晶面の相対的安定性を比較する手法を開発した。

正四面体の硫酸イオンを含む CaSO_4 結晶については Ca イオンまたは硫酸イオンのどちらかを多量に共存させることで結晶面の相対的安定性が変わり、異なる形の結晶が生成することを証明できた。平面三角形の炭酸イオンを含む三種のアラレ石型結晶表面の安定性を調べたところ、金属イオンの分極率が大きな影響を与えることが分った。結晶外形から天然鉱物の生育環境を推定する根拠が与えられた。構造の異なる方解石型結晶については、溶媒の極性を下げることにより通常は現われにくい極性面を安定化できることを見出した。ハロゲン化アルカリ結晶については結晶間で溶液架橋が起こり、固結に至るメカニズムを明らかにした。全体として、原子配置のマイクロな差異と結晶の成長環境というマクロな情報との結びつきを明らかにできた。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

項目(1)については表面の塑性変形のメカニズムと摩擦への効果を概ね明らかにすることができた。項目(2)については独自の実験手法を開拓し、代表的な例で有効性を実証できた。

4. 今後の研究の推進方策

(1)については論文発表が遅れているので、研究成果のまとめに注力する。(2)については実測例を増やし、研究手法の普及を図る。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計6件)

1. Y. Shirota, K. Niki and H. Shindo, “Stability of crystal faces of aragonite-type strontianite(SrCO_3) and cerussite(PbCO_3) compared by AFM observation of facet formation in acid.”, *J. Cryst. Growth*(査読有り、印刷中). DOI:10.1016/j.crysgro.2011.03.033.

2. H. Shindo, T. Igarashi, W. Karino, M. Yamanobe-Hada and M. Haga, “Stabilities of crystal faces of anhydrite(CaSO_4) compared by AFM observation of facet formation processes in aqueous solutions”, *J. Cryst. Growth* (査読有り) **312** (2010) 573-579.

3. 新藤 斎, 狩野 弥, 甲田 啓, 「エタノール溶液中での様々な NaCl 結晶表面の原子平坦化のメカニズムおよび3つの低指数面での摩擦測定」、日本海水学会誌 (査読有り) **63** (2009) 316-322.

4. 峯尾隼人、斎藤結子、大野文子、中村和正、新藤 斎、「NaCl 結晶間架橋のメカニズムと固結防止剤の作用」、日本海水学会誌 (査読有り) **63** (2009) 183-189.

5. K. Nakamura, Y. Teranishi, Y. Wada, K. Tano, I. Nakamura, Y. Tanabe, E. Yasuda, T. Akatsu and H. Shindo, “Surface modification behaviors of glass-like carbon by oxygen ion implantation”, *Nucl. Instr. Methods B* (査読有り) **267** (2009) 1642-1644.

[学会発表] (計 15 件)

1. 持丸 岳、二木かおり、新藤 斎、「蛍石 (CaF_2) 結晶の滑り系の研究」、第 54 回日本学術会議材料工学連合講演会、2010 年 10 月 25 日、京都。

2. 二木かおり、新藤 斎、「イオン結晶表面におけるマクロスケールの摩擦機構の研究」、日本物理学会平成 22 年度秋季大会、2010 年 9 月 24 日、大阪。

3. Y. Shirota, K. Niki and H. Shindo, “Stabilities of crystal faces of aragonite-

type carbonate minerals, strontianite (SrCO_3) and cerussite (PbCO_3), compared by AFM observation of facet formation processes during dissolution in dilute aqueous acetic acid”, The 16th Intl. Conf. on Crystal Growth, 2010 年 8 月 9 日、北京。

4. H. Shindo, T. Igarashi, Y. Shirota, R. Yamamura and, K. Niki, “Conjecturing chemical environment of crystal growth by AFM observation of polyhedral micro-etch pits during dissolution”(招待講演)、Japan Geoscience Union Meeting 2010, 2010 年 5 月 23 日、浦安。

5. 二木かおり、新藤 斎、「イオン結晶表面におけるナノ・マクロスケールの摩擦機構の解明」、日本物理学会第 65 回年次大会、2010 年 3 月 21 日、岡山。

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]