

Project4: バイオインターフェースを制御する材料表面の創製

研究代表者: 前田 浩孝(若手研究イノベータ養成センター・テニユア・トラック助教)

研究分担者: 田村 友幸(若手研究イノベータ養成センター・テニユア・トラック助教)

プロジェクト参加学生:

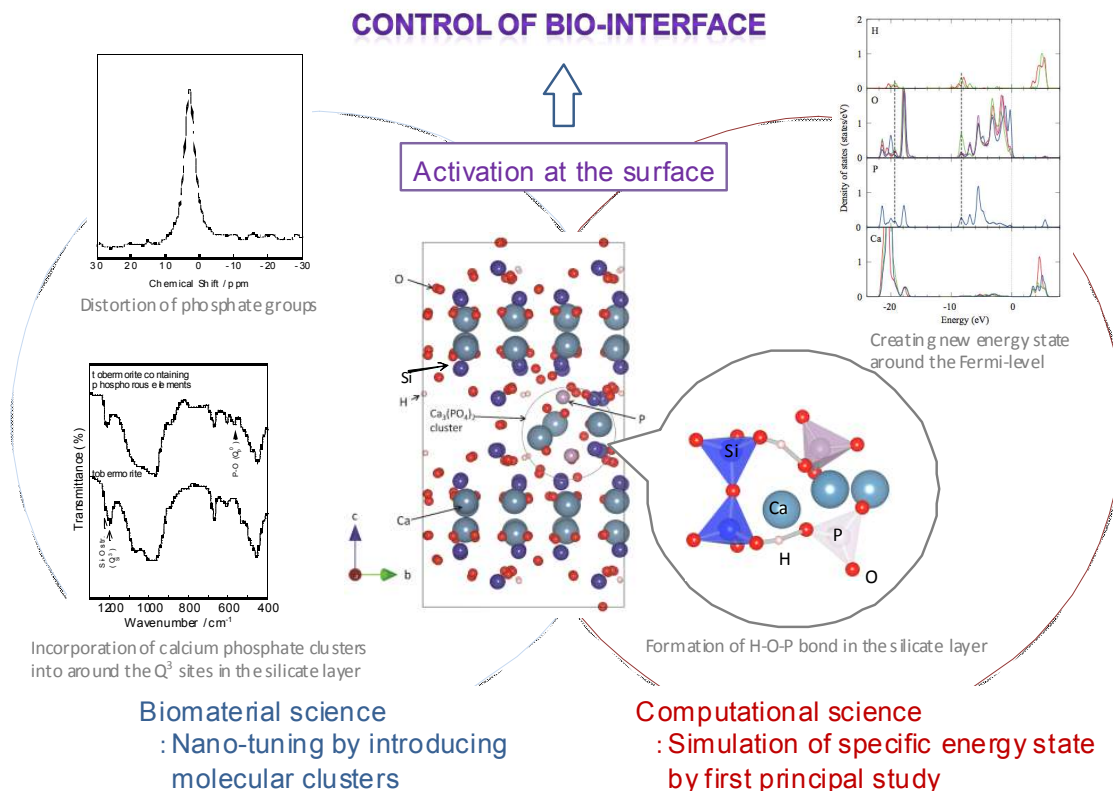
中村 仁(未来材料創成工学専攻・博士後期課程 2 年・材料合成と評価)

山田 真也(未来材料創成工学専攻・博士後期課程 1 年・材料合成と評価)

清水 章充(未来材料創成工学専攻・博士前期課程 2 年・タンパク質吸着特性評価)

研究成果の概要:

次世代骨修復材料を創出するためには、生体骨との初期界面反応を自発的に促進させる材料を創製することが重要となる。そのために、材料内に特異なエネルギー準位を作り出すアプローチを着想し、層間領域を持つ結晶性ケイ酸カルシウムであるトバモライトをマトリックスとして選定した。生体骨との初期界面反応である材料上へのタンパク質吸着特性を評価した結果、トバモライトはリン酸カルシウムセラミックスである水酸アパタイトと異なる吸着挙動を示し、塩基性タンパク質に対して選択的に吸着した。これはトバモライトの層状構造に起因すると思われる。また、トバモライト内に新しいエネルギー状態を作り出すために、トバモライトへのリン酸イオンの導入を試みた。XRD、NMR、XRF 解析結果より、リン酸イオンはカルシウムイオンと $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ クラスターを形成し、トバモライトのシリケート層間領域に導入され、トバモライトの c 軸を伸展させた。また、第一原理計算結果から、クラスターの導入により電子状態変化を誘起することを確認した。



雑誌論文(計 7 件)

1. H. Maeda, E. H. Ishida and T. Kasuga, 'Hydrothermal preparation of tobermorite incorporating phosphate species', Mater. Lett., **68**, 382-384 (2012).
2. H. Maeda, Y. Ogawa, E. H. Ishida and T. Kasuga, 'Hydrothermal synthesis of tobermorite doped with phosphorous species for removing heavy metal ions', J. Aust. Ceram. Soc., **48**, 8-11 (2012).
3. H. Maeda, T. Okuyama, E. H. Ishida and T. Kasuga, 'Preparation of porous wollastonite microspheres', Key Eng. Mater., **493-494**, 791-794 (2012).
4. T. Tamura, R. Kobayashi, S. Ogata, T. Ohwaki, A. Ito, and Y. Ohsawa, "First-principles study of K-edge XANES for Li-rich layered cathode material", AMTC letters, 3, 142-143 (2012).
5. T. Tamura, S. Tanaka, and M. Kohyama, "Full-PAW calculations of XANES/ELNES spectra of Ti-bearing oxide crystals and TiO-SiO glasses: Relation between pre-edge peaks and Ti coordination", Physical Review B, 85, 205210-1-15 (2012).
6. T. Tamura, T. Ohwaki, A. Ito, Y. Ohsawa, R. Kobayashi, and S. Ogata, "Theoretical Mn K-edge XANES for Li₂MnO₃: DFT+U study", Modeling and Simulation in Materials Science and Engineering. 20, 045006-1-9 (2012).
7. H. Maeda, K. Abe, E. H. Ishida, "Hydrothermal synthesis of aluminum substituted tobermorite by using various crystal phases of alumina", J. Ceram. Soc. Jpn., 119, 375-377 (2011).

学会発表(計 36 件)

1. H. Maeda, Y. Ogawa, E. H. Ishida, "Preparation of tobermorite doped with phosphorous species", The 9th International Meeting of Pacific rim Ceramic Societies, 2011.7, Cairns, Australia.
2. T. Tamura, S. Tanaka, and M. Kohyama, "XANES/ELNES of Ti-doped SiO₂ glass using first-principles calculations", The 9th International Meeting of Pacific rim Ceramic Societies, 2011.7, Cairns, Australia.
3. T. Tamura, M. Sakurai, T. Nakamura, R. Kobayashi, S. Ogata, "First-principles tensile tests of silica glass", International Symposium on Atomistic Modeling for Mechanics and Multiphysics of Materials, 2011.7, Tokyo.
4. T. Tamura, S. Tanaka, M. Kohyama, "Determination of Ti coordination in Ti-doped SiO₂ glass using first-principles XANES/ELNES calculations", 12th IUMRS International Conference in Asia, 2011.9, Taipei, Taiwan.
5. H. Maeda, E. H. Ishida, T. Kasuga, "Preparation of environment-benign calcium silicate ceramics", 2nd German-Japanese Seminar on Advanced Ceramic Materials, 2011.11, Erlangen, Germany.
6. H. Maeda, T. Okuyama, E. H. Ishida, T. Kasuga, "Preparation of porous wollastonite microspheres", 23rd Symposium and Annual Meeting of International Society for Ceramics in Medicine, 2011.11, Istanbul, Turkey.
7. H. Maeda, E. H. Ishida, T. Kasuga, "Preparation of tobermorite containing phosphate species", The 11th Asia BioCeramics Symposium, 2011.11, Tukuba.
8. T. Tamura, S. Tanaka, M. Kohyama, "First-principles XANES/ELNES calculations of transition-metal-doped SiO₂ glass", 15th International Conference on Thin Films (ICTF), 2011.11, Kyoto.
9. T. Tamura, S. Tanaka, M. Kohyama, "Determination of Ti coordination in Ti-doped SiO₂ glass using first-principles XANES/ELNES calculations", 10th Asia-Pacific Microscopy Conference, 2012.2, Perth, Australia.
10. T. Tamura, R. Kobayashi, S. Ogata, T. Ohwaki, A. Ito, and Y. Ohsawa, "First-principles study of K-edge XANES for Li-rich layered cathode material", 2012 MRS Spring Meeting, 2012.4, San Francisco, US. **[Blue Ribbon (Nominee of Poster Award)]**
11. T. Tamura, R. Kobayashi, S. Ogata, T. Ohwaki, A. Ito, and Y. Ohwaki, "First-principles study of K-edge XANES for Li-rich layered cathode material", The 3rd International Symposium on Advanced Microscopy and Theoretical Calculations (AMTC3), 2012.5, Gifu, Japan.
12. J. Nakamura, G. Poologasundarampillai, J. R. Jones, T. Kasuga, "Preparation of siloxane containing PLLA/calcium carbonate hybrid materials for bone regeneration", UK Society for Biomaterials Annual Conference 2012 (UKSB2012), 2012.6, London, UK.
13. H. Maeda, T. Tamura, A. Obata, T. Kasuga, 'Preparation of novel calcium silicate ceramics with interlayers for biomaterial applications', 4th International Congress on Ceramics (ICC4), 2012.7, Chicago, USA

14. H. Maeda, T. Tamura, A. Obata, T. Kasuga, 'Introduction of phosphate species into calcium silicate ceramics', International Union of Materials Research Society-International Conference in Asia (IUMRS-ICA), 2012.8, Busan, Korea.
15. T. Tamura, "First-principles Calculations of XANES/ELNES Spectra of Ti-bearing Oxide Crystals and TiO₂-SiO₂ Glasses", International Conference on Traditional and Advanced Ceramics (ICTA2012), 2012.8, Bangkok, Thailand.
16. H. Maeda, T. Tamura, A. Obata, T. Kasuga, 'Preparation of tobermorite containing calcium phosphate clusters', International Workshop on Advanced Ceramics (IWAC05), 2012.9, London, UK
17. J. Nakamura, G. Poologasundarampillai, J. R. Jones, T. Kasuga, "Effect of carbonate on the dissolution behavior of calcium-salt γ -poly(glutamic acid) / siloxane hybrid hydrogel", International Workshop on Advanced Ceramics (IWAC05), 2012.9, London, UK [**Best Student Oral Presentation Award**].
18. S. Yamada, A. Yamamoto, A. Obata, H. Maeda, T. Kasuga, 'Effects of poly(L-lactic acid)-based composite coatings on degradability of metallic magnesium', International Workshop on Advanced Ceramics (IWAC05), 2012.9, London, UK
19. T. Tamura, R. Kobayashi, S. Ogata, T. Ohwaki, A. Ito, and Y. Ohsawa, "First-principles Study of Transition-metal K-edge XANES for Li-rich solid-solution layered cathode material", IUMRS-International Conference on Electronic Materials (IUMRS-ICEM 2012), 2012.9, Yokohama, Japan.
20. T. Tamura, R. Kobayashi, S. Ogata, T. Ohwaki, A. Ito, and Y. Ohsawa, "First-Principles Study of K-edge XANES for Li-Rich Solid-Solution Layered Cathode Material", Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (PRiME 2012), 2012.10, Honolulu, Hawaii, USA.
21. T. Tamura, R. Kobayashi, S. Ogata, T. Ohwaki, and A. Ito, "First-principles Study of K-edge XANES for Li-rich Layered Cathode Material", MRS (Materials Research Society) Fall Meeting, 2012.11, Boston, MA, USA.
22. 前田浩孝, 田村友幸, 春日敏宏, 「リン酸イオン含有トバモライトの水熱合成」、第 21 回無機リン化学討論会、名古屋、2011 年 9 月
23. 中村仁, 前田浩孝, 小幡亜希子, 春日敏宏, 太田義夫, 「バテライト粒子中でのシロキサン の存在状態と溶出挙動」、日本セラミックス協会第 24 回秋季シンポジウム、札幌、2011 年 9 月
24. 前田浩孝, 春日敏宏, 石田秀輝, 「エレクトロスプレー法を用いた多孔質ケイ酸カルシウム 微粒子の合成」、日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会、名古屋、2011 年 12 月
25. 前田浩孝, 田村友幸, 小幡亜希子, 春日敏宏, 「リン酸種の導入によるケイ酸カルシウムの 構造への影響」、日本セラミックス協会 2012 年年会、京都、2012 年 3 月
26. 清水章充, 前田浩孝, 春日敏宏, 加藤且也, 「ケイ酸カルシウム類のタンパク質吸着特性と その高次構造及び触媒活性評価」、日本セラミックス協会 2012 年年会、京都、2012 年 3 月
27. 田村友幸, "電子状態計算によるガラス中のナノ構造の物性評価", ニューガラスフォーラム 第 107 回若手懇談会、2012 年 7 月、東京 [招待講演]
28. 田村友幸, 平成 24 年度自然科学研究機構「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」第三 回研究会「タングステンナノ構造 研究交流会」、2012 年 7 月、名古屋
29. 前田浩孝, 田村友幸, 小幡亜希子, 春日敏宏, 「層間領域を持つケイ酸カルシウム水和物の 結晶構造の制御」、日本金属学会 2012 年秋季講演大会、2012 年 9 月、愛媛
30. 山田真也, 山本玲子, 小幡亜希子, 前田浩孝, 春日敏宏, 「ケイ酸イオン含有バテライト/ポ リ乳酸複合材料による金属マグネシウムの表面被覆」、日本金属学会 2012 年秋期大会、2012 年 9 月、松山
31. 前田浩孝, 田村友幸, 清水章充, 小幡亜希子, 春日敏宏, 「ケイ酸カルシウムセラミックス の構造制御とタンパク質吸着特性」、日本セラミックス協会第 25 回秋季シンポジウム、2012 年 9 月、名古屋 [**特定セッション若手優秀発表賞 受賞**]
32. 山田真也, 山本玲子, 前田浩孝, 小幡亜希子, 春日敏宏, 「金属マグネシウムへ被覆したバ テライト含有ポリ乳酸複合材の細胞親和性」、日本セラミックス協会第 24 回秋季シンポジウム、 2012 年 9 月、名古屋
33. 前田浩孝, 田村友幸, 小幡亜希子, 春日敏宏, 「リン酸塩クラスターを用いたケイ酸カルシ ウムの構造変化」、第 22 回無機リン化学討論会、2012 年 9 月、神戸 [**若手優秀研究発表賞 受賞**]
34. 田村友幸, 小林亮, 尾形修司, 大脇創, 伊藤敦史, 「Li イオン二次電池固溶体正極材料の XANES の第一原理計算」、2012 年 9 月、日本物理学会 秋季大会、横浜

35. 田村友幸、「Li イオン二次電池正極での反応機構解析: 実験計測と理論計算の融合に向けて」、計算応用科学スーパーコンピューティングワークショップ、2012年11月、名古屋
36. 田村友幸、小林亮、尾形修司、大脇創、伊藤敦史、「固溶体正極材料 $\text{Li}_2\text{MnO}_3\text{-LiMO}_2$ の XANES の第一原理計算」、第53回電池討論会、2012年11月、福岡