

平成 21 年 5 月 8 日現在

研究種目：若手研究 (B)	
研究期間：2006～2008	
課題番号：18750177	
研究課題名 (和文)	水溶性チタン錯体の化学設計と広角的水熱プロセスによるチタン系酸化物の相・形態制御
研究課題名 (英文)	Chemical design of water-soluble titanium complex and phase and morphology control of titanium-based oxide materials by wide-ranged hydrothermal process
研究代表者	富田 恒之 (TOMITA KOJI)
	東海大学・理学部・講師
	研究者番号：00419235

研究成果の概要：水溶性チタン錯体を酸性・中性・塩基性の広い条件化で水熱処理することで種々の酸化チタンを合成することに成功した。水溶性チタン錯体の一つであるグリコール酸チタン錯体を原料に用いることで、アナターゼ型、ルチル型、ブルカイト型、B型の4種類の結晶構造を作り分けることに成功した。また、酒石酸チタン錯体を原料とすることで、ルチル型酸化チタンのナノ粒子やアナターゼ型酸化チタンのニードル状微粒子など、特異な形状を持った試料の作製にも成功した。

交付額 (金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,300,000	0	1,300,000
2007年度	1,700,000	0	1,700,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,600,000	180,000	3,780,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：材料化学・無機工業材料

キーワード：水溶性チタン錯体、チタン系酸化物材料、広角的水熱プロセス、ナノ粒子、形態制御

#### 1. 研究開始当初の背景

二酸化チタンは白色顔料として古くから大量に用いられてきた材料の一つである。二酸化チタンの結晶構造は常温・常圧において安定に存在できるものとして8種類が知られているが、そのうち合成が容易なものはアナターゼ型とルチル型の2種類のみに限られていた。近年における二酸化チタンの新しい用途として光触媒があり、これは半導体が吸収した光のエネルギーによって励起電子と正孔を内部に生じ、それらが還元反応および酸化反応をするというものである。その酸化・還元反応によって大気・水質汚染物質の分解や防汚などに用いられている。光触媒として利用される二酸化チタンは合成の容易なアナターゼ型とルチル型のうち、アナターゼ型に限られている。これは合成条件によってア

ナターゼ型の方が比表面積の大きい、光触媒として有利な粉体を作ることができることをその理由としている。従来の合成法ではルチル型二酸化チタンは光触媒に向かない粗大な粒子のみしか得られず、光触媒としての応用は全くなかった。合成が難しいとされる残りの6種類の結晶型の二酸化チタンは、光触媒特性の報告例がほとんどなくその可能性は未知といえる。また、従来法による合成ではアナターゼ型は低温で合成されるため微粒子、ルチル型は高温で合成されるため粗大粒子となり、粒子サイズのコントロールや粒子形状の制御はほぼ不可能であった。これら、二酸化チタンの結晶構造および粒子形態を種々コントロールし、それらの材料特性に与える影響を検討する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究課題では、水溶性チタン錯体という新規・独自のチタン原料を用いることで、アナターゼ型、ルチル型以外の難合成相の二酸化チタンの作製を行い、その光触媒としての可能性を明らかにすることを旨とした。また、合成条件を多様に変化させることで結晶構造のコントロールのみならず、粒子サイズや粒子形状の制御も行い、それらが光触媒をはじめとする種々の材料物性にどのように影響するのかを調べることを目的とした。

## 3. 研究の方法

水溶性チタン錯体の原料となるペルオキソチタン酸錯体を作製する2つのルートを開発した。①金属チタン粉末を過酸化水素とアンモニア水に入れ水冷しながら静置することでペルオキソチタン酸錯体を作製した。②四塩化チタン、三塩化チタン、硫酸チタンを水へ加え、ここへアンモニアや水酸化ナトリウムなどのアルカリを加えることで水酸化チタンを沈殿させ、これをろ過後に過酸化水素に溶解することでペルオキソチタン酸錯体を作製した。①および②の方法で合成したペルオキソチタン酸錯体に対し、キレート剤となる一連のヒドロキシカルボン酸化合物であるくえん酸、乳酸、グリコール酸、りんご酸、酒石酸、またはエチレンジアミン四酢酸や各種アミノ酸を添加することで、水溶性チタン錯体水溶液を作製した。ここへ種々の添加剤を加えた後、テフロン/ステンレス製耐圧密閉容器中で120~230°Cで水熱処理(図1に模式図を示す)することで二酸化チタン試料を合成した。

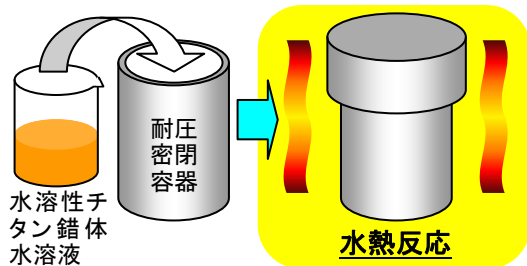


図1 水溶性チタン錯体の水熱反応模式図

得られた二酸化チタンはX線回折によりその結晶構造を、走査型・透過型電子顕微鏡により粒子サイズと形状を、メタノールや色素の分解能を調査することで光触媒特性の評価を行った。

## 4. 研究成果

種々の水溶性チタン錯体、種々の添加剤を用いることで、アナターゼ型、ルチル型、ブルカイト型、B型の4種類の結晶構造を持つ二酸化チタンを合成することに成功した。以下にそれぞれの成果を述べる。

### (1) アナターゼ型二酸化チタン

アナターゼ型二酸化チタンの合成自体は容易で、種々の合成条件でその生成が確認された。錯体や添加剤を様々に検討することで、単なるアナターゼ型の結晶構造の構築ではなく、粒子形態のコントロールに成功した。りんご酸チタン錯体を原料とすることで10nm以下のサイズをもつ極めて微細かつ大ききの揃った粒子を合成することに成功した。酒石酸チタン錯体を原料とし、エチレンジアミンを添加剤として加えることで、図2のような針状というアナターゼ型二酸化チタンとして極めて稀な形状をもつ試料を合成することに成功した。

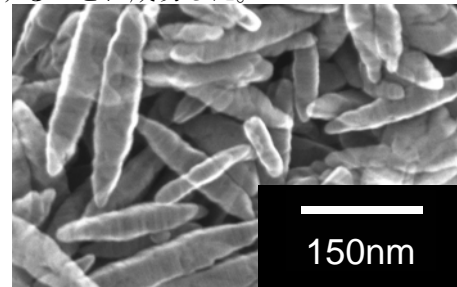


図2 針状アナターゼ型二酸化チタン

### (2) ルチル型二酸化チタン

グリコール酸チタン錯体を原料とすることでルチル型二酸化チタンを合成することに成功した。グリコール酸の添加量を増やすことで棒状の粒子が得られ、その量によってアスペクト比(縦横比)を大幅にコントロールできることを見出した。また、酒石酸チタン錯体を原料とし過酸化水素を添加剤とすることで、図3のような10nm程度の極めて微細なルチル型二酸化チタンを合成することに成功した。ルチル型二酸化チタンは一般に高温で焼成することで得られるため、その高温処理によって粒子成長が進んでしまい小さな粒子を得ることができない。本研究結果ではルチル型の単相かつ微細な粒子が得られており、これはルチル型二酸化チタンの新たな用途を生み出す可能性を持つ優れた成果であると言える。その一例として、メタノールの光触媒分解活性を評価したところ、アナターゼ型に匹敵する高い分解能力を持っていることを見出した。

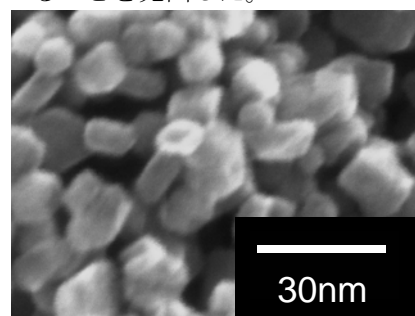


図3 ルチル型二酸化チタンナノ粒子

### (3) ブルカイト型二酸化チタン

ブルカイト型二酸化チタンはその合成例は少なく、またアナターゼ型やルチル型との混相で合成されるなど、単相での再現性の高い合成手法はいままでなかった。本研究課題ではグリコール酸チタン錯体を原料とし、塩基性条件化で水熱処理することでブルカイト型二酸化チタンを単相かつ極めて高い結晶性で合成することに成功した。得られたブルカイト型二酸化チタンは図4のように高いメタノール分解光触媒活性を示し、光触媒材料としてアナターゼ型二酸化チタンを凌駕する可能性が強く示唆された。

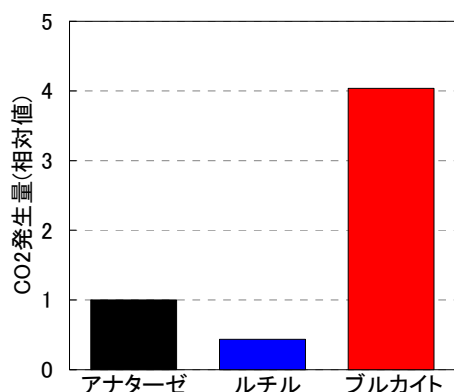


図4 各結晶型の二酸化チタン試料のメタノール光触媒分解活性

### (4) B型二酸化チタン

B型二酸化チタンはブルカイト型と比較してもさらに合成報告例は少なく、いずれの論文でもチタン酸アルカリを作製してイオン交換により層状チタン酸を合成後、それを焼成することで得るという複雑な工程であった。本研究ではこのようなルートとは全く異なり、グリコール酸チタン錯体を硫酸酸性下で水熱処理するという極めてシンプルな方法によって合成が可能であることを見出した。しかも、得られたB型二酸化チタンは従来報告されているいずれの試料と比べても遥かに高い結晶性を持ち、そのためこの試料を用いて精度の高い結晶構造解析が可能となるものと期待できる。

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計15件)

1. Koji Tomita, Kazuhiro Yamamoto, Kazumi Fujita, Valery Petrykin and Masato Kakihana “Photocatalytic Patterning using Nano-Colloidal Anatase in Aqueous Solution Process” Transactions of the Materials Research Society of Japan, 受理・印刷中 査読有
2. 垣花真人、小林亮、Petrykin Valery、冨田恒之 “新規水溶性チタン錯体を用いた水熱法による酸化チタン多形の選択的

合成” 粉体および粉末冶金 56(4) 188-193 (2009) 査読有

3. K. Yamamoto, H Shimoiita, K. Tomita, K. Fujita, M. Kobayashi, V. Petrykin, M. Kakihana “Photocatalytic activity of nanocrystalline TiO<sub>2</sub>(B) synthesized from titanium glycolate complex by hydrothermal method” Journal of the Ceramic Society of Japan, 117(3) 347-350 (2009) 査読有
4. Y. Morishima, M. Kobayashi, V. Petrykin, S. Yin, T. Sato, M. Kakihana, K. Tomita ” Hydrothermal synthesis of Brookite type TiO<sub>2</sub> photocatalysts using a water-soluble Ti-complex coordinated by ethlenediaminetetraacetic acid” Journal of the Ceramic Society of Japan, 117(3) 320-325 (2009) 査読有
5. 小林亮、ヴァレリーペトリキン、垣花真人、冨田恒之、”チタン錯体水溶液からの酸化チタン光触媒の合成” 化学工業 60(1) 71-77 (2009) 査読無
6. Makoto Kobayashi, Valery Petrykin, Masato Kakihana, Koji Tomita “Hydrothermal Synthesis and Photocatalytic Activity of Whisker-Like Rutile-Type Titanium Dioxide” Journal of the American ceramic society, 92(S1) S21-S26 (2009) 査読有
7. K. Yamamoto, K. Tomita, K. Fujita, M. Kobayashi, V. Petrykin, M. Kakihana “Synthesis of TiO<sub>2</sub>(B) using glycolato titanium complex and post-synthetic hydrothermal crystal growth of TiO<sub>2</sub>(B)” Journal of Crystal growth, 311 619-622 (2008) 査読有
8. M. Kakihana, M. Kobayashi, V. Petrykin, K. Tomita “Selective synthesis of nanocrystalline TiO<sub>2</sub> polymorphs from new water-soluble titanium complexes” Acta Crystallographica A 64 (2008) C20 査読無
9. Makoto Kobayashi, Valery Petrykin, Koji Tomita, Masato Kakihana “New water-soluble complexes of titanium with amino acids and their application for synthesis of TiO<sub>2</sub> nanoparticles” Journal of the Ceramic Society of Japan 116(4) 578-583 (2008) 査読有
10. Makoto Kobayashi, Koji Tomita, Valery Petrykin, Masahiro Yoshimura and Masato Kakihana “Direct synthesis of brookite-type titanium oxide by hydrothermal method using water-soluble titanium complexes” Journal of Materials Science 43(7) 2158-2162 (2008) 査読有
11. Koji Tomita, Makoto Kobayashi, Valery

- Petrykin, Shu Yin, Tsugio Sato, Masahiro Yoshimura and Masato Kakihana, "Hydrothermal synthesis of TiO<sub>2</sub> nano-particles using novel water-soluble titanium complexes" Journal of Materials Science 43(7) 2217-2221 (2008) 査読有
12. Makoto Kobayashi, Valery Petrykin, Masato Kakihana, Koji Tomita;" Morphology control of rutile nanoparticles in a hydrothermal synthesis from water-soluble titanium complex aqueous solution" Journal of the Ceramic Society of Japan 115(12), 835-839 (2007) 査読有
13. Yusuke Morishima, Makoto Kobayashi, Valery Petrykin, Masato Kakihana, Koji Tomita;" Microwave-assisted hydrothermal synthesis of brookite nanoparticles from a water-soluble titanium complex and their photocatalytic activity" Journal of the Ceramic Society of Japan 115(12), 826-830 (2007) 査読有
14. Makoto Kobayashi, Valery V. Petrykin, Masato Kakihana, Koji Tomita, Masahiro Yoshimura; "One-Step Synthesis of TiO<sub>2</sub>(B) Nanoparticles from a Water-Soluble Titanium Complex" Chemistry of Materials 19(22), 5373-5376 (2007) 査読有
15. Makoto Kobayashi, Koji Tomita, Valery Petrykin, Shu Yin, Tsugio Sato, Masahiro Yoshimura, Masato Kakihana; "Hydrothermal synthesis of nanosized titania photocatalysts using novel water-soluble titanium complexes", Solid State Phenomena 124-126 723-726 (2007) 査読有
- [学会発表] (計 51 件)
1. 森嶋 勇介, 小林 亮, Petrykin Valery, 富田 恒之, 垣花 真人, 「水溶性チタン錯体を用いた水熱法によるブルカイト型酸化チタン光触媒の形態制御」 化学工学会 第74年会 2009年3月18-20日 横浜国立大学
  2. 小林 亮, Petrykin Valery, 富田 恒之, 垣花 真人, 「水溶性チタン錯体の構造を利用した酸化チタン多形の選択的合成」 化学工学会 第74年会 2009年3月18-20日 横浜国立大学
  3. 山本和広・下井田博謙・佐々木徹・富田 恒之・藤田一美・小林亮・垣花真人 「グリコール酸チタン錯体を用いたTiO<sub>2</sub>(B)の水熱合成と光触媒活性評価」 日本セラミックス協会2009年年会 2009年3月16-18日 東京理科大学野田キャンパス
  4. 下井田博謙, 山本和広, 佐々木徹, 富田 恒之, 藤田一美, 小林亮, 垣花真人 「酒石酸チタン錯体を用いた水熱法による酸化チタン光触媒の合成および光触媒機能評価」 日本セラミックス協会 2009年年会 2009年3月16-18日 東京理科大学野田キャンパス
  5. 佐々木徹・山本和広・下井田博謙・富田 恒之・藤田一美・小林亮・垣花真人 「水熱法によるブルカイト型酸化チタンの合成及び光触媒機能評価」 日本セラミックス協会 2009年年会 2009年3月16-18日 東京理科大学野田キャンパス
  6. 手代木洋一・植田紘一郎・松本勇磨・富田 恒之・藤田一美・垣花真人 「パイロクロア構造を有するY<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>の錯体ゲル法による合成と水分解活性評価」 日本セラミックス協会2009年年会 2009年3月16-18日 東京理科大学野田キャンパス
  7. K. Tomita, 以下4名「Photocatalytic Patterning of TiO<sub>2</sub> Thin Film using Nano-Colloidal Anatase」 IUMRS-ICA2008 2008年12月9-13日 名古屋国際会議場
  8. M. Kakihana, M. Kobayashi, V. Petrykin, K. Tomita 「New Generation of Precursors for Highly Selective Synthesis of Nano-Crystalline TiO<sub>2</sub> Polymorphs with Controlled Morphology」 IUMRS-ICA2008 2008年12月9-13日 名古屋国際会議場
  9. 森嶋勇介、小林亮、Petrykin Valery、富田 恒之、垣花真人 「EDTAを配位子とする水溶性チタン錯体を用いたブルカイト型酸化チタンの水熱合成及びその光触媒特性」平成20年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会 2008年11月6-7日 山形県米沢市
  10. 小林亮、Petrykin Valery、垣花真人、富田 恒之 「高活性ウィスカー状ルチル型酸化チタン光触媒の水熱合成」平成20年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会 2008年11月6-7日 山形県米沢市
  11. 垣花真人、小林亮、ペトリキンヴァレリー、富田 恒之 「Selective Synthesis of TiO<sub>2</sub> Polymorphs by Hydrothermal Method using New Water-Soluble Titanium Complexes」 粉体粉末冶金協会平成20年度秋季大会 2008年11月5-7日 九州大学
  12. 山本和広、下井田博謙、富田 恒之、藤田一美、垣花真人 「水溶性チタン錯体を用いた新規B型酸化チタン光触媒の合成と光触媒活性評価」 神奈川県ものづくり技術交流会 2008年10月15-17日 神奈川県産業技術センター
  13. 下井田博謙、富田 恒之、藤田一美、垣花真人 「水溶性チタン錯体を用いた酸化チタン光触媒の水熱合成」 神奈川県ものづくり技術交流会 2008年10月15-17日 神奈川県産業技術センター
  14. 山本和広・下井田博謙・富田 恒之・藤田

- 一美・小林亮・ヴァレリーペトリキン・垣花真人『グリコール酸チタン錯体を用いたTiO<sub>2</sub>(B)の水熱合成と水熱結晶成長』日本セラミックス協会第21回秋季シンポジウム 2008年9月17-19日 北九州国際会議場
15. 下井田博謙・山本和広・富田恒之・藤田一美・小林亮・垣花真人『酒石酸チタン錯体を用いた水熱法による酸化チタンの多型と粒子形態の制御および光触媒機能評価』日本セラミックス協会第21回秋季シンポジウム 2008年9月17-19日 北九州国際会議場
  16. 小林亮・ペトリキンヴァレリー・垣花真人・富田恒之「新規水溶性アミノ酸チタン錯体の調製および酸化チタンの合成・評価」日本セラミックス協会第21回秋季シンポジウム 2008年9月17-19日 北九州国際会議場
  17. 森嶋勇介・小林亮・Petrykin Valery・富田恒之・垣花真人「EDTAを配位子とする水溶性チタン錯体を用いたブルカイト型酸化チタンの水熱合成」日本セラミックス協会第21回秋季シンポジウム 2008年9月17-19日 北九州国際会議場
  18. M. Kakihana, M. Kobayashi, V. Petrykin, K. Tomita, 「Selective synthesis of nano-crystalline TiO<sub>2</sub> polymorphs from new water-soluble titanium complexes」 XXI Congress and General Assembly of the International Union of Crystallography (IUCr 2008) 2008年8月23-31日 大阪
  19. M. Kobayashi, V. Petrykin, M. Kakihana, K. Tomita, “Hydrothermal synthesis of whisker-like rutile-type TiO<sub>2</sub> and their photocatalytic activities” 10th International Conference on Ceramic Processing Science (ICCPs-10) 2008年5月25-28日 愛知県犬山
  20. K. Yamamoto, K. Tomita, K. Fujita, M. Kobayashi, V. Petrykin, M. Kakihana, “New technique for direct synthesis of TiO<sub>2</sub>(B) nanocrystals from a water soluble titanium complex” The 4th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-4) 2008年5月21-24日 仙台市東北大学
  21. Valery Petrykin, Makoto Kobayashi, Masato Kakihana, Koji Tomita, ” Synthesis of oxide materials using new water soluble titanium and tantalum complexes” the 235th ACS National Meeting, 2008. 4. 6-10 New Orleans
  22. 小林亮、Valery Petrykin、富田恒之、垣花真人 「ルチル型酸化チタン微粒子の水熱合成と形態制御及びその光触媒特性」 化学工学会第73年会 2008年3月17-19日 静岡大学
  23. 山本和広、富田恒之、藤田一美、小林亮、垣花真人 「グリコール酸チタン酸錯体を用いた準安定相TiO<sub>2</sub>(B)の水熱合成」 日本セラミックス協会2008年年会 2008年3月20-22日 長岡技術科学大学
  24. 下井田博謙、富田恒之、藤田一美、垣花真人 「水熱法によるルチル型酸化チタンナノ粒子の合成と光触媒機能評価」 日本セラミックス協会2008年年会 2008年3月20-22日 長岡技術科学大学
  25. 小林亮、ペトリキンヴァレリー、垣花真人、富田恒之 「ルチル型酸化チタン光触媒の形態制御による高活性化」 日本セラミックス協会2008年年会 2008年3月20-22日 長岡技術科学大学
  26. Koji Tomita, 以下6名 “Crystal structure and morphology control of TiO<sub>2</sub> particles by hydrothermal method using water-soluble titanium complexes” 国際ソフトプロセスシンポジウム 2008年3月8日 こまばエミナース
  27. M. Kakihana, M. Kobayashi, V. Petrykin, K. Tomita, M. Yoshimura “New water-soluble titanium complexes as precursors for selective synthesis of nanostructured TiO<sub>2</sub> materials” 国際ソフトプロセスシンポジウム 2008年3月8日 こまばエミナース
  28. 小林亮, Valery Petrykin, 富田恒之, 垣花真人 ” うに状酸化チタン微粒子の水熱合成”, 第7回多元研究発表会 2007年12月12日 東北大学
  29. 森嶋勇介, 小林亮, 岩村正之, 富田恒之, ペトリキンヴァレリー, 垣花真人, “水溶性チタン錯体のマイクロ波水熱分解による高活性ブルカイト型酸化チタン光触媒の合成” 第7回多元研究発表会 2007年12月12日 東北大学
  30. 富田恒之、藤田一美”水溶性チタン錯体から合成した高活性酸化チタン光触媒材料” 東海大学 産学連携フェア 2007年12月5日 東海大学湘南キャンパス
  31. 垣花真人、小林亮、Petrykin Valery、富田恒之; “水溶性チタン錯体を用いた水熱法による酸化チタン多形の選択的合成” 平成19年度粉末粉末冶金協会秋季大会 2007年11月19-21日 京都工芸繊維大学
  32. Masato Kakihana, Makoto Kobayashi, Koji Tomita, Valery Petrykin, ;” Development of water-soluble titanium complexes with natural ligands for green water-based synthesis of oxide materials”, 7th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PacRim7) 2007年11月11~14日 上海
  33. Makoto Kobayashi, Koji Tomita, Valery



- Petrykin, Masato Kakhiana, ;” Single-step synthesis of  $TiO_2$  (B) nano-particles by hydrothermal method using a water soluble titanium complex”, 7th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PacRim7) 2007年11月11~14日 上海
34. 小林亮, Valery Petrykin, 富田恒之, 垣花真人 ” 四種の異なる構造を有する酸化チタンの選択的合成”, 平成19年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会 2007年11月1~2日 秋田県生涯学習センター分館・ジョイナス
35. 小林亮, Valery Petrykin, 垣花真人, 富田恒之 ” 水溶性チタン錯体の骨格を利用した酸化チタンの合成” 東北大学研究所連携プロジェクト平成18年度研究成果報告会 2007年10月23日 東北大学
36. 富田恒之, 以下6名 ” 水溶液プロセスによるチタン系セラミックス材料の合成”, 日本セラミックス協会第20回秋季シンポジウム 2007年9月12~14日 名古屋工業大学
37. 山本和広, 内藤さやか, 富田恒之, 藤田一美, 垣花真人 ” 四塩化チタンを出発物質とする水溶性チタン錯体の合成”, 日本セラミックス協会第20回秋季シンポジウム 2007年9月12~14日 名古屋工業大学
38. 小林亮, ペトリキンバレリー, 富田恒之, 垣花真人 ” 水溶液チタン錯体を原料としたルチル型酸化チタンの水熱合成と添加物による形態制御”, 日本セラミックス協会第20回秋季シンポジウム 2007年9月12~14日 名古屋工業大学
39. 森嶋勇介, 小林亮, 岩村正之, ペトリキンバレリー, 富田恒之, 垣花真人, ” 水溶液チタン錯体を用いたマイクロ波水熱法によるブルカイト型酸化チタン高活性光触媒の合成”, 日本セラミックス協会第20回秋季シンポジウム 2007年9月12~14日 名古屋工業大学
40. 小林亮, 富田恒之, ペトリキンバレリー, 垣花真人, ” 水溶液チタン錯体からのブルカイト型酸化チタン生成過程に関する考察” 日本ゾルゲル学会第5回討論会 2007年7月24~25日 ぱ・る・る京都
41. 瀬戸智行, 富田恒之, 藤田一美, 小林亮, 垣花真人; ”  $TiO_2$  ナノ粒子の水熱合成とその光触媒機能評価”, 日本化学会第87春季年会 2007年3月25~28日 関西大学千里山キャンパス
42. 山本和広, 富田恒之, 藤田一美, 小林亮, 垣花真人; ” グリコール酸チタン錯体を用いた  $TiO_2$  (B) の水熱合成”, 日本化学会第87春季年会 2007年3月25~28日 関西大学千里山キャンパス
43. 小林亮, 富田恒之, 殷澍, 佐藤次雄, 垣花真人; ” 天然有機酸-チタン錯体を用いた水を溶媒とする環境調和型プロセスの設計”, 化学工学会第72年会 2007年3月19-21日.
44. 富田恒之, 以下5名; ” オキシペルオキソグリコール酸チタン錯体の水熱処理によるブルカイト型酸化チタンの単相合成と生成機構の考察”, 日本セラミックス協会第19回秋季シンポジウム 2006年9月19~21日 山梨大学甲府キャンパス
45. 小林亮, 富田恒之, ペトリキンバレリー, 殷澍, 佐藤次雄, 吉村昌弘, 垣花真人; ” 水溶性チタン錯体を用いた  $TiO_2$  (B) の直接合成”, 日本セラミックス協会第19回秋季シンポジウム 2006年9月19~21日 山梨大学甲府キャンパス
46. M. Kakhiana, K. Tomita, M. Kobayashi, V. Petrykin, M. Yoshimura; ” Application of new water-soluble titanium complexes for synthesis of oxide materials under hydrothermal conditions”, IUMRS-ICA-2006 2006年9月10-14日 韓国チェジュ島
47. M. Kobayashi, K. Tomita, V. Petrykin, S. Yin, T. Sato, M. Yoshimura, M. Kakhiana; ” Hydrothermal synthesis of nanosized titania photocatalysts using novel water-soluble titanium complexes”, IUMRS-ICA-2006 2006年9月10-14日 韓国チェジュ島
48. M. Kakhiana, K. Tomita, M. Kobayashi, V. Petrykin; ” Development of new titanium complexes for environmentally benign water-based synthesis of oxide materials”, ISHR&ICSTR2006 2006年8月5-9日.
49. K. Tomita, 以下6名 ” Hydrothermal synthesis of  $TiO_2$  nano-particles using novel water-soluble titanium complexes”, ISHR&ICSTR2006 2006年8月5-9日.
50. M. Kobayashi, K. Tomita, V. Petrykin, M. Yoshimura, M. Kakhiana; ” Direct synthesis of brookite-type titanium oxide by hydrothermal method using water-soluble titanium complexes”, ISHR&ICSTR2006 2006年8月5-9日.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

富田 恒之 (TOMITA KOJI)

東海大学・理学部・講師

研究者番号: 00419235

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし