

## 2015 年度 環境物質工学科 学術論文等

### 原著論文

1. G. Sajiki, Y. Benino, T. Nanba, H. Okano / Electrochemical and Photoelectrochemical Properties of Nano-Islands of Zinc and Niobium Oxides Deposited on Aluminum Thin Film by RF Magnetron Reactive Sputtering / Mater. Sci. Appl., 6, 292-309, DOI: 10.4236/msa.2015.64035 / 2015 年
2. E. Igi, Y. Kameshima, S. Nishimoto, M. Miyake / Separation of Alcohol/Water Mixtures by ZSM-5 Bulk Bodies Prepared with a One-pot Hydrothermal Method / Micropor. Mesopor. Mater., 208, 160-164 / 2015 年
3. S. Nishimoto, Y. Mori, Y. Kameshima, M. Miyake / Reversible Control of Underwater Oil Wettability of a Titanium Dioxide Surface through Ultraviolet and Ultrasonic Irradiation / Chem. Lett., 44, 262-264 / 2015 年
4. M. Miyake, N. Tomiyama, K. Iwamoto, K. Nagase, S. Nishimoto, Y. Kameshima / Biogas Reforming Over  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Sn}_x\text{O}_3$ -supported Ni-based Catalysts Recovered from Spent Ni-metal-hydride Batteries / Int. J. Hydrogen Energy, 40, 8341-8346 / 2015 年
5. N. Kumada, A. Miura, T. Takei, S. Nishimoto, Y. Kameshima, M. Miyake, Y. Kuroiwa, C. Moriyoshi / Hydrothermal Synthesis and Crystal Structure Analysis of Two New Cadmium Bismuthates,  $\text{CdBi}_2\text{O}_6$  and  $\text{Cd}_{0.37}\text{Bi}_{0.63}\text{O}_{1.79}$  / J. Asian Ceram. Soc., 3, 251-254 / 2015 年
6. T. Tajima, T. Nishihama, S. Miyake, N. Takahashi, Y. Takaguchi / Synthesis and Properties of (Terthiophene)<sub>4</sub>-Poly(amidoamine)-C<sub>60</sub> Pentad / Bull. Chem. Soc. Jpn., 88, 736-745, DOI: 10.1246/bcsj.20140283 / 2015 年
7. H. Nakayama, Y. Fujitsu, T. Uchida, S. Yamazaki, K. Kimura / Consideration on Formation Mechanism of Aromatic Polyamide Hollow Spheres prepared by Reaction-induced Phase Separation / J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem., 53, 1966-1974, DOI: 10.1002/pola.27683 / 2015 年
8. M. Kihara, Y. Sakakiyama, S. Yamazaki, K. Kimura / Preparation of Aromatic Polyesters by Direct Polymerization in the Presence of Boronic Anhydride under Non-stoichiometric Condition Polymer / Polymer, 66, 222-229, DOI: 10.1016/j.polymer.2015.04.019 / 2015 年
9. D. Shojo, S. Yamazaki, K. Kimura / Hydrothermal Synthesis of Aromatic Polyimide Particles by Using Reaction-Induced Crystallization / J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.,

- 53, 2795-2799, DOI: 10.1002/pola.27791/2015 年
10. K. Hayashi, H. Iwai, T. Shimanouchi, H. Umakoshi, T. Iwasaki, A. Kato, H. Nakamura/Formation of Lens-like Vesicles Induced via Microphase Separation on a Sorbitan Monoester Membrane with Different Headgroups/Coll. Surf. B, 135, 235-242/2015 年
  11. C. Mizuguchi, F. Ogata, S. Mikawa, K. Tsuji, T. Baba, A. Shigenaga, T. Shimanouchi, K. Okuhira, A. Otaka, H. Saito/Amyloidogenic Mutation Promotes Fibril Formation of the N-terminal Apolipoprotein A-I on Lipid Membranes/J. Biolog. Chem., 290, 20947-20959/2015 年
  12. T. Shimanouchi, T. Kamba, W. Yang, S. Aoyagi, Y. Kimura/Surface Properties of Woody Thin Boards Composed of Commercially Available Lignin and Cellulose: Relationship Between the Orientation of Lignin and Water Repellency/Apl. Sur. Sci., 347, 406-413/2015 年
  13. W. Yang, T. Shimanouchi, Y. Kimura/Characterization of Hydrochar Prepared from Hydrothermal Carbonization of Peels of *Carya Cathayensis* Sarg/Desalin. Water Treat., 53, 2831-2838/2015 年
  14. W. Yang, T. Shimanouchi, Y. Kimura/Characterization of the Residue and Liquid Products Produced from Husks of Nuts from *Carya Cathayensis* Sarg by Hydrothermal Carbonization/ACS Sustain. Chem. & Eng., 3, 591-598/2015 年
  15. S. Aoyagi, T. Shimanouchi, T. Kawashima, H. Iwai/ToF-SIMS Observation for Evaluating the Interaction between Amyloid  $\beta$  and Lipid Membranes/Anal. Bioanal. Chem., 407, 2859-2863/2015 年
  16. W. Yang, T. Shimanouchi, M. Iwamura, Y. Takahashi, R. Mano, K. Takashima, T. Tanifuji, Y. Kimura/Elevating the Properties of *Humulus Lupulus*, *Plumeria Alba* and *Calophyllum Inophyllum* L through Wet Torrefaction/Fuel, 146, 88-94/2015 年
  17. W. Yang, I. Shimizu, T. Ono, Y. Kimura/Preparation of Biodegradable Foam from Walnut Shells Treated by Subcritical Water/J. Chem. Technol. Biotechnol., 90, 44-49/2015 年
  18. R. Imamura, Z. Zhang, T. Yoshikawa, T. Shimanouchi, N. Murata, K. Yamashita, M. Fukuzawa, M. Noda/Target Protein Discrimination Based on Array Sensor Using Calcein-Encapsulating Liposomes with Cholesterol by Principal Component Analysis/Procedia Eng., 120 699-702/2015 年
  19. S. Aoyagi, M. Iwamura, T. Shimanouchi, Y. Yokoyama, Hideo Iwai/The Structural Evaluation of Amyloid Beta on Lipid Membranes/Proc. ALC SIA/in press
  20. Y. Yokoyama, M. Iwamura, T. Shimanouchi, H. Iwai, S. Aoyagi/ToF-SIMS Analysis of Amyloid Beta Aggregation on Different Lipid Membranes/Proc. SIMSXX/in press
  21. R. Imamura, Z. Zhang, T. Yoshikawa, T. Shimanouchi, N. Murata, K. Yamashita, M. Fukuzawa, M. Noda/Discrimination of Target Proteins Using Arrayed Fluorescent Liposomes Incorporated with Cholesterol by Principal Component Analysis/Proc. IEEE Sensors, 2015, 1231-1234/2015 年
  22. R. Imamura, Z. Zhang, T. Yoshikawa, T. Shimanouchi, N. Murata, K. Yamashita, M. Fukuzawa, M. Noda/A Fluorescent Arrayed Biosensor Using Liposome Encapsulating Calcein for Discrimination of Different Target Proteins by Principal Component Analysis/

- Proc. 47th International Conference on Solid State Devices and Materials, 390-391/2015年
23. H.T. Phuong, M.A. Uddin, Y. Kato/Characterization of Biochar from Pyrolysis of Rice Husk and Rice Straw/J. Bio. Mater. Bio Energy, 9, 1-8/2015年
  24. S.Wu, M.A. Uddin, R. Katayama, E. Sasaoka, Z. Xie/Study on Reactivity of HgO over Activated Carbon with HCl and SO<sub>2</sub> in the Presence of Moisture by Temperature-Programmed Decomposition Desorption Mass Spectrometry/Ener. Fuels, 29, 6598-6604/2015年
  25. G. Takeuchi, Md. A. Uddin, Y. Kato, K. Takahashi/Alkali Elution Behavior of Steelmaking Slag into Seawater by Continuous Stirred Tank Reactor/ISIJ Int., 55, 2252-2257/2015年
  26. K. Takami, M. Kobashi, Y. Shiraga, Md. A. Uddin, Y. Kato, S. Wu/Effect of HF and HNO<sub>3</sub> Concentration on Etching Rate of Each Component in Waste Crystalline Silicon Solar Cells/Mat. Trans., 56, 2047-2052/2015年
  27. 三瀬千暁, 片桐伴治, 西本俊介, 亀島欣一, 三宅通博/畜獣骨残渣から分離した水酸アパタイトによる土壌中の重金属形態変化およびコマツナ中の重金属濃度変化/日本土壌肥料学会誌, 86, 1-7/2015年

#### 総説等

1. 難波徳郎, 崎田真一, 紅野安彦/ガラスの性質を利用したリサイクルプロセスの開発/Journal of the Society of Inorganic Materials Japan, 22, 414-419/2015年
2. 難波徳郎, 崎田真一, 紅野安彦/日本における環境とガラス/セラミックス, 50, 12/2015年
3. 田嶋智之, 高口豊/ナノ炭素材料を基盤とした可視光での光水素発生/化学工業, 66, 25/2015年
4. 島内寿徳/先端追跡「中性子非干渉散乱法による水和水研究」/表面科学/in press

#### 招待講演または基調講演

1. 難波徳郎/重金属酸化物ガラスの構造と物性/日本セラミックス協会秋季シンポジウム/2015年9月
2. 崎田真一/NMRを用いたガラスの構造解析/2015年日本化学会中国四国支部大会/2015年11月
3. 崎田真一/イオン交換法による Er<sub>3+</sub>ドープテルライトガラスへの光導波路作製および特性評価/第6回セラミックスの基礎学問研修会/2015年11月
4. 亀島欣一, 猪木栄作, 佐々木彩香, 西本俊介, 三宅通博/マクロ細孔をもつゼオライトバルク体のガス分離挙動/第13回バルクセラミックス研究会・日本セラミックス協会年会 2015 サテライトプログラム/2015年3月
5. 亀島欣一, 佐々木彩香, 猪木栄作, 西本俊介, 三宅通博/マクロ孔をもつセラミックス多孔体の作製とその用途開発/特定セッション「セラミックス科学・技術から

アプローチする環境ソリューションの新展開」・日本セラミックス協会 第 28 回秋季シンポジウム／2015 年 9 月

6. 高口豊／カーボンナノチューブをコアに持つ同軸構造構築と水素製造光触媒への応用／(財)大阪科学技術センター 技術開発委員会 平成 26 年度第 4 回カーボンナノ材料研究会／2015 年 3 月
7. 高口豊／カーボンナノチューブをコアに持つ同軸構造構築と光触媒への応用／岡山工学振興会、平成 27 年度学術研究助成金贈呈式／2015 年 3 月
8. 高口豊／カーボンナノチューブ融合マテリアルの合成と光増感機能／2015 年日本化学会中国四国支部大会 /2015 年 3 月
9. Y. Takaguchi／Fabrication and Photosensitizing Properties of Coaxial Nanohybrids Having Single-Walled Carbon Nanotube Core／4th International Conference of Chemical Science /2015 年 3 月
10. Y. Takaguchi／Coaxial Nanowires Having a Carbon Nanotube Core and an Inorganic Shell /Pacifichem 2015 /2015 年 12 月
11. Y. Takaguchi／Fabrication and Photoproperty of Coaxial Nanowires Having Carbon Nanotube Core /Pacifichem 2015 /2015 年 12 月
12. 田嶋智之, 後藤良子, 小林和正, 高口豊, Nueangnoraj Khanin, 京谷隆, 西原洋知 /臭素またはカルバゾール基によるエッジ選択的化学修飾をほどこしたゼオライト鑄型炭素材料の合成と光物性 /第 64 回高分子討論会 /2015 年 3 月
13. 木村邦生 /フランジカルボン酸を原料とした スーパーエンブラの調製 - バイオマスの有効利用を目指して - /第 56 回プラスチックフィルム研究会講座 /2015 年 3 月
14. 木村邦生 /縮合重合の基礎と応用 - 精密構造制御を目指して - /2015 年度高分子学会 Webinar 第 2 回講演会 /2015 年 7 月
15. S. Yamazaki /Role of entanglement species in the formation of shish-kebab - effect of blend ratio and molecular weight in cyclic and linear polyethylene blend /Pacifichem 2015 /2015 年 12 月
16. Y. Kato, S. Horiuchi, R. Shiba, Md. A. Uddin /Cold model study on mass transfer between different phases in a mechanically stirred vessel /6th International Congress on the Science and Technology of Steelmaking /2015 年 5 月
17. M.A. Uddin, S. Inui, Y. Kato /Removal of elemental mercury with mixed metal oxide sorbents from coal combustion flue gas and coal gasification fuel gas /International Conference on Coal Science & Technology 2015 /2015 年 9 月

#### 研究講演・発表

1. 大庭康弘, 難波徳郎, 紅野安彦, 崎田真一 /都市ごみ熔融スラグからの元素回収プロセスと機能付与 /日本セラミックス協会基礎科学討論会 /2015 年 1 月
2. 網田吉伸, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 /都市ごみ熔融スラグの構成元素の溶出挙動 /日本セラミックス協会基礎科学討論会 /2015 年 1 月
3. 梅田浩生, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 /還元熔融法による再資源化物構成元素

の分配挙動／日本セラミックス協会基礎科学討論会／2015年1月

4. Y. Harada, H. Hashimoto, S. Sakida, Y. Benino, T. Nanaba / Structural Study of Inhomogeneous Structure in Bismuth Zinc Borate Glasses / 日本セラミックス協会基礎科学討論会 / 2015年1月
5. 宮本裕太, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 /  $Ag^+ - Na^+$  電界イオン交換によりテルライトガラス中に生成する銀微粒子の状態 / 日本セラミックス協会年会 / 2015年3月
6. 前河内智行, 紅野安彦, 難波徳郎, 橋本英樹, 高田潤 / バイオ酸化鉄と類似した構造を有する Si および P 置換酸化鉄の構造決定 / 日本セラミックス協会年会 / 2015年3月
7. C. Oki, G. Sajiki, S. Sakida, Y. Benino, T. Nanba / XPS and DFT Studies on the Electronic Structure of Niobium Oxide Polymorphs / The 11th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (Pacrim11) / 2015年8月
8. 菊川康一, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎, 椋木敦, 千葉保, 菊池孝浩, 桜木智史 / BPI ガラス固化体の構造再現に用いる原子間ポテンシャルの構築 / 日本セラミックス協会秋季シンポジウム / 2015年9月
9. 紅野安彦, 小野誉弥, 崎田真一, 難波徳郎 / 異方性伸長ガラスの分子動力学構造モデルと構造解析実験との対比 / 日本セラミックス協会秋季シンポジウム / 2015年9月
10. 大城千夏, 棧敷剛, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎, 小原真司 / 非晶質  $NbO_x$  薄膜の構造解析 / 日本セラミックス協会秋季シンポジウム / 2015年9月
11. 永井福人, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 / セシウムの揮発挙動に対する支配因子の探索 / 日本セラミックス協会秋季シンポジウム / 2015年9月
12. T. Nanba, K. Omura, Y. Amita, S. Sakida, Y. Benino / Dissolution Behavior of Glasses Prepared from Municipal Waste Slag / ICG Annual Meeting / 2015年9月
13. Y. Benino, S. Sakida, T. Nanba / Anisotropic Structure of Metaphosphate Drawn Glass by Molecular Dynamics Simulation / ICG Annual Meeting / 2015年9月
14. S. Fukui, Y. Benino, S. Sakida, T. Nanba / Structural Analysis of Tin Phosphate Glasses by Synchrotron Radiation / ICG Annual Meeting / 2015年9月
15. 東利彦, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 / 金属電極貫入に伴うガラスの結晶化挙動 / 日本セラミックス協会ガラス及びフォトンクス材料討論会 / 2015年11月
16. 元下知季, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 / X線異常散乱によるテルライトガラスの構造解析 / 日本セラミックス協会ヤングセラミストミーティング in 中四国 / 2015年11月
17. 木多英斗, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 / 還元溶融法による再資源化物からのリン回収プロセスの開発 / 日本セラミックス協会ヤングセラミストミーティング in 中四国 / 2015年11月
18. 塩田将大, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 / スズリン酸塩系ガラスの蛍光減衰 / 日本セラミックス協会ヤングセラミストミーティング in 中四国 / 2015年11月
19. 松井郁也, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎 / 異方性構造を有するガラス材料の物性測定と非晶質構造解析 / 日本セラミックス協会ヤングセラミストミーティング in

中四国／2015年11月

20. 城戸晋, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎／プローブイオンと XPS を用いたガラスの塩基度評価／日本セラミックス協会ヤングセラミストミーティング in 中四国／2015年11月
21. 井原駿, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎／バイオ酸化鉄の構造再現に用いる原子間ポテンシャルの構築に関する研究／日本セラミックス協会ヤングセラミストミーティング in 中四国／2015年11月
22. 高瀬陽介, 崎田真一, 紅野安彦, 難波徳郎／ガス化溶解法により調製されたスラグの構成元素の溶出挙動に関する研究／日本セラミックス協会ヤングセラミストミーティング in 中四国／2015年11月
23. 高口豊, 田嶋智之／バイオミネラルゼーションに倣ったナノカーボン融合マテリアルの形態制御と機能探索／文科省新学術領域研究「融合マテリアル」第11回公開シンポジウム／2015年1月
24. 小林和正, 田嶋智之, 後藤良子, 高口豊, Nueangnoray Khanin, 京谷隆, 西原洋知／ゼオライト鑄型炭素のエッジ選択的な化学修飾とソルバトクロミズム／文科省新学術領域研究「融合マテリアル」第11回公開シンポジウム／2015年1月
25. 高口豊／CNT 同軸構造構築と光触媒応用／山口県産業技術センター第3回広域大学連携研究推進部会／2015年2月
26. H. Goto, K. Kobayashi, T. Tajima, Y. Takaguchi／Edge-selective Modification of Zeolite-templated Carbon and Its Solvatochromism／2015 BK21 Plus Symposium on HRD Center for Creative Convergence Chemical Science & The 2nd SKKU-OU Joint Symposium on Advanced Chemistry／2015年2月
27. H. Shirai, T. Tajima, K. Kubo, T. Nishihama, Y. Takaguchi／Synthesis and Property of Soluble Hexathiopentacene Derivative／2015 BK21 Plus Symposium on HRD Center for Creative Convergence Chemical Science & The 2nd SKKU-OU Joint Symposium on Advanced Chemistry／2015年2月
28. 白井仁士, 田嶋智之, 久保健太郎, 西濱拓也, 高口豊／溶解性ヘキサチオペンタセン誘導体の合成と性質／日本化学会第95春季年会／2015年3月
29. 西濱拓也, 田嶋智之, 白井仁士, 久保健太郎, 高口豊／新規[60]フラーレン-ペンタセンモノ付加体の合成と分子集合体形成／日本化学会第95春季年会／2015年3月
30. 田嶋智之, 西濱拓也, 高口豊／(Terthiophene)<sub>4</sub>-poly(amidoamine)-C<sub>60</sub> pentad の合成と性質／日本化学会第95春季年会／2015年3月
31. 三宅秀明, 田嶋智之, 高口豊／フェロセニルチオカルボニル基を有する化合物の合成とその光吸収特性／日本化学会第95春季年会／2015年3月
32. 丹後佑斗, 田嶋智之, 高口豊／(6,5)単層カーボンナノチューブを用いた超分子光増感システムを用いた水素発生／2015光化学討論会／2015年9月
33. 後藤良子, 小林和正, 田嶋智之, 高口豊, Nueangnora Khanin, 京谷隆, 西原洋知／臭素またはカルバゾール基によるエッジ選択的な化学修飾をほどこしたゼオライト鑄型炭素材料の合成と光物性／2015光化学討論会／2015年9月
34. 白井仁士, 田嶋智之, 久保健太郎, 西濱拓也, 高口豊／C<sub>70</sub>-ペンタセン付加体の位置選択的合成と単結晶 X 線構造解析／第26回基礎有機化学討論会／2015年9月

35. 丹後佑斗, 田嶋智之, 村上範武, クルニアワン キキ, 高口豊 / (6,5)単層カーボンナノチューブをコアに持つ同軸ワイヤー状超分子光増感システムを用いた水素発生 / 第 26 回基礎有機化学討論会 / 2015 年 9 月
36. 後藤良子, 田嶋智之, 仁科勇太, 高口豊 / ゴルゲル法を利用した酸化スズ-グラフェンオキシドハイブリッドの合成と光機能 / 2015 年日本化学会中国四国支部大会 / 2015 年 11 月
37. 三宅秀明, 田嶋智之, 高口豊 / カーボンナノチューブ内空間を活用する新規な増感色素の設計と開発 / 2015 年日本化学会中国四国支部大会 / 2015 年 11 月
38. 中屋智貴, 田嶋智之, 後藤良子, 山本尚子, 高口豊 /  $(\text{Me}_4\text{N})_4[\text{Cd}_{10}\text{S}_4(\text{SePh})_{16}]$  の合成と構造 / 第 42 回有機典型元素化学討論会 / 2015 年 12 月
39. 田嶋智之, 中屋智貴, 後藤良子, 山本尚子, 高口豊 /  $(\text{Me}_4\text{N})_4[\text{Cd}_{10}\text{S}_4(\text{SPh})_{16}]$  とジフェニルジセレニドとの配位子交換反応 / 第 42 回有機典型元素化学討論会 / 2015 年 12 月
40. Y. Takaguchi, H. Goto, T. Tajima, K. Nueangnora, H. Nishihara / Synthesis and Photoproperties of Edge-selectively Functionalized Zeolite-templated Carbon with Bromine or Carbazole Groups / 25th Annual Meeting of MRS-J (2015) / 2015 年 12 月
41. H. Shirai, T. Tajima, K. Kubo, T. Nishihama, Y. Takaguchi / Regioselective Syntheses and Crystal Structures of Fullerene-Pentacene Monoadducts / 25th Annual Meeting of MRS-J (2015) / 2015 年 12 月
42. Y. Tango, T. Tajima, K. Kuruniawan, N. Murakami, Y. Takaguchi / Hydrogen Evolution Using a Supramolecular Photosensitizing System based on the (6,5) Single-Walled Carbon Nanotubes / 25th Annual Meeting of MRS-J (2015) / 2015 年 12 月
43. H. Shirai, T. Tajima, K. Kubo, T. Nishihama, Y. Takaguchi / Regioselective Syntheses and Crystal Structures of Fullerene-Pentacene Monoadducts / Pacificchem 2015 / 2015 年 12 月
44. Y. Tango, T. Tajima, K. Kuruniawan, N. Murakami, Y. Takaguchi / Hydrogen Evolution Using a Supramolecular Photosensitizing System based on the (6,5) Single-Walled Carbon Nanotubes / Pacificchem 2015 / 2015 年 12 月
45. H. Miyake, T. Tajima, Y. Takaguchi / Syntheses of Compounds Bearing Ferrocenylthiocarbonyl Groups toward Functional Dyes / Pacificchem 2015 / 2015 年 12 月
46. V. Kalousek, R. Yabunaka, M. Sakai, Y. Takaguchi, K. Ikeue / Silver Phosphate/Single Wall Carbon Nanotube Composite with Enhanced Photoactivity and Stability under Visible Light Irradiation / Pacificchem 2015 / 2015 年 12 月

# 研究報告

1. ガラスの性質を利用したリサイクルプロセスの開発  
難波徳郎, 崎田真一, 紅野安彦 ..... 79
2. 日本における環境とガラス  
難波徳郎, 崎田真一, 紅野安彦 ..... 80
3. Electrochemical and Photoelectrochemical Properties of Nano-Islands of Zinc and Niobium Oxides Deposited on Aluminum Thin Film by RF Magnetron Reactive Sputtering  
Go Sajiki, Yasuhiko Benino, Tokuro Nanba, Hiroshi Okano ..... 81

# ガラスの性質を利用したリサイクルプロセスの開発

Development of Recycling Process Utilizing Glass Properties

難波徳郎<sup>1)</sup>, 崎田真一<sup>2)</sup>, 紅野安彦<sup>3)</sup>

Tokuro Nanba<sup>1)</sup>, Shinichi Sakida<sup>2)</sup>, Yasuhiko Benino<sup>3)</sup>

## ■ 概要 ■

家庭ごみの熔融スラグは  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  などを主成分として含むことから、近年では砂利などの代替として路盤材やセメント原料などに再利用されている。しかしその需要には限界があるため、当研究グループはスラグの化学組成に着目し、新たなリサイクルの可能性を考えた。家庭ごみの熔融スラグがガラス瓶や窓ガラスなどに利用される汎用ガラスの組成と類似していることに着目し、ガラス原料としての再利用を考えた。しかし、熔融スラグには鉄、クロム、マンガンなどの着色を呈する成分が含まれるため、そのままでは汎用性の高い無色透明なガラスの原料として再利用することはできない。

そこで筆者らは、熔融スラグから着色成分を選択的に除去するためにガラスの相分離を利用したリサイクルプロセスを適用することを考えた。主成分のひとつとして  $\text{SiO}_2$  を含む熔融スラグに、分相促進を目的として  $\text{B}_2\text{O}_3$  を添加し熔融することでガラス化させ、相分離を想定した熱処理を施した後、さらに酸に浸漬することによってシリカを主成分とする無色透明なガラスを回収することに成功した。この時、鉄やクロム、マンガンなどの着色成分は酸処理によってほぼ完全に酸に溶出した。また、酸処理後回収された不溶固体には、シリカだけでなく、リンとチタンも残存する傾向にあることを新たに見出した。これより、本プロセスはリンとチタンのリサイクルにも適用できる可能性が示唆された。資源の乏しい日本ではリン鉱石の全量を輸入に頼っており、さらに産出国の資源囲い込みなどからリンの安定供給が不安視されている。このため、廃材中のリンの再利用プロセスの開発が求められている。

これらの背景により、筆者らは近年、再資源化物中に含まれるリンの回収を目的としたリサイクルプロセスの開発研究に取り組んできた。本稿では、ガラス化させたスラグを酸処理した際の元素の溶出挙動に関する基礎的な検討結果とリンの回収に関する最近の研究成果について紹介した。

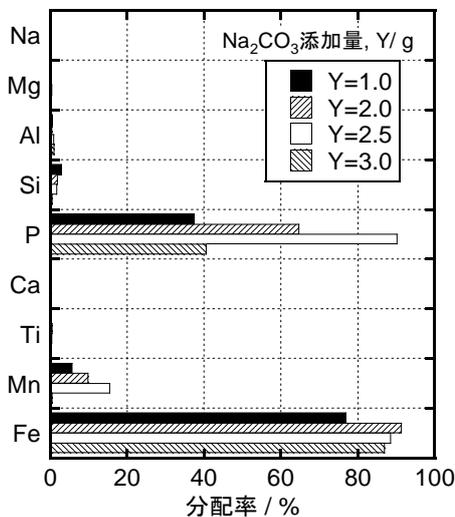


図 8 脱リンスラグ構成元素の還元溶融後の析出金属相への分配率

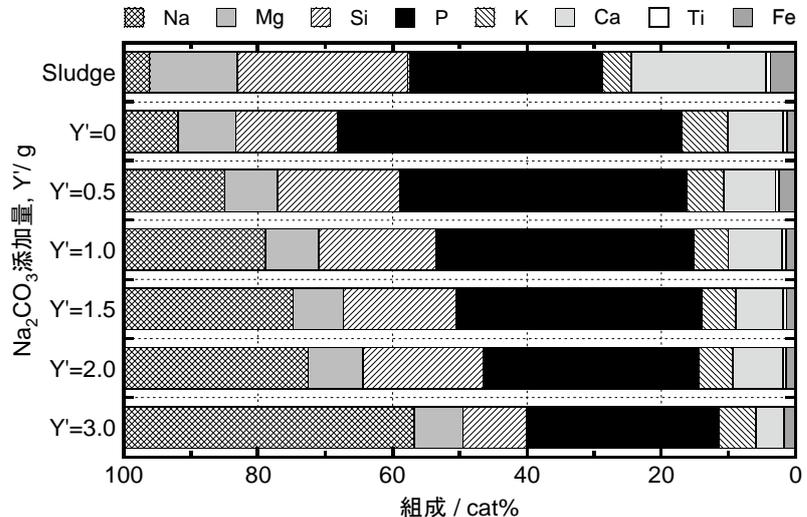


図 10 下水処理汚泥の還元溶融時の揮発相の組成

## ■ キーワード ■

ケミカルリサイクル, 無機系資材, ガラス化, 還元溶融

## ■ 所属 ■

1)大学院環境生命科学研究所 教授, 2)環境管理センター 助教, 3) 大学院環境生命科学研究所 准教授

## ■ 掲載先 ■

無機マテリアル学会発行, J. Society of Inorganic Materials, Japan, Vol.22, No.379, pp.414-419, 2015.

査読: 無, 言語: 日本語

## 日本における環境とガラス

Environment and Glass in Japan

難波徳郎<sup>1)</sup>, 崎田真一<sup>2)</sup>, 紅野安彦<sup>3)</sup>Tokuro Nanba<sup>1)</sup>, Shinichi Sakida<sup>2)</sup>, Yasuhiko Benino<sup>3)</sup>

## ■ 概要 ■

最も多く生産されているソーダ石灰ガラスはクラーク数が高く地球上に豊富に存在する元素から構成され、組成や性状も石や砂と類似している。基本的に無害でありリサイクルも容易であるため、環境に優しい材料であると言われている。しかし実際には、同じ用途への水平リサイクルはあまり進んでおらず、びんなど一部のガラスに留まっているのが現状のようである。ソーダ石灰ガラスの原料には、ソーダ灰 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) や炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ ) が使用されるため、熔融時に  $\text{CO}_2$  が排出される。また、高温下で熔融されるため、多くのエネルギーを必要とする。ガラス産業は国内の全産業で使用するエネルギーの 1% を消費するエネルギー多消費産業とも言われている。このように、ガラスは必ずしも環境に優しい材料とは言えないようにも思われるが、こういったマイナス要因をなくすための取り組みも数多くなされてきた。本稿では、これまでの取り組み事例とともに、今後の技術的課題などについて紹介した。

2006年にガラス産業連合会では、2010年の  $\text{CO}_2$  削減の目標値を1990年比で13%減と定めた。参加4団体(板硝子協会、硝子繊維協会、電気硝子協会、日本ガラスびん協会)の合計で、1990年の  $\text{CO}_2$  排出量が557.5万 t- $\text{CO}_2$ であったのに対して、2010年の実績は402.7万 t- $\text{CO}_2$ であり、目標値を大きく超える28%削減を達成した。この中で効果の高い取り組みをいくつか紹介する。

- ・カレット利用率の向上：ガラスを破砕したガラス屑(カレット)は溶解しやすいことに加え、カレットの使用比率を上げることにより、分解時に  $\text{CO}_2$  を発生する炭酸塩原料の使用量を削減することができる。原料溶解時の省エネと  $\text{CO}_2$  排出削減に大きく寄与する。
- ・燃料転換：ガラス溶解などに用いる重油を天然ガスに代替する。天然ガスは、重油に比べて燃焼時の  $\text{CO}_2$  排出量が30%近く削減可能とされている。さらに、天然ガスには硫黄分が含まれないので、 $\text{SO}_x$  排出量も大幅に低減される。

今後の実用化が期待される革新的熔融技術のひとつを紹介する。気中溶解(インフライトメルティング)法はプラズマと酸素燃焼炎により原料を気中で瞬時に溶かすこと(図1)。この技術により、ガラス熔融プロセスの消費エネルギーを1/3程度に低減でき、大幅なガラス熔融時間の短縮と炉の小型化、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 等の排ガス削減、蓄熱室の省略、ガラス品質の向上、さらには、不良ガラスや廃棄レンガの削減、ジョブチェンジ時間の短縮等の多くのメリットが享受できるとされている。日本独自の熔融技術として実用化が期待される。

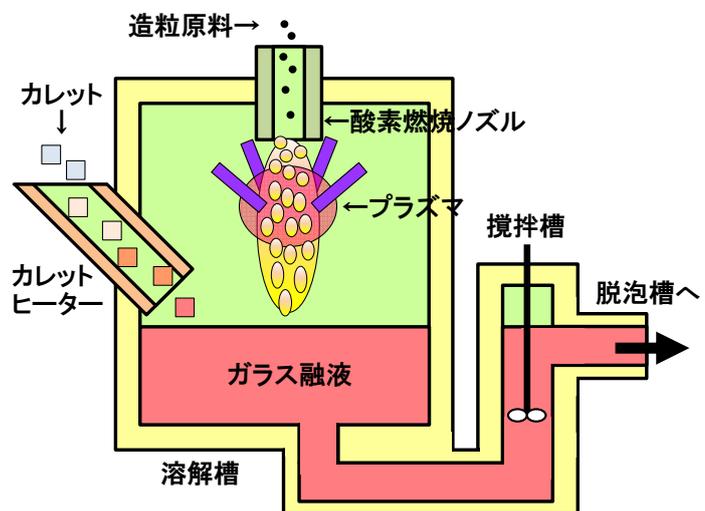


図1 気中溶解法によるガラス熔融プロセスイメージ

## ■ キーワード ■

ガラス産業、環境負荷低減、ガラス製造技術、遮熱・断熱ガラス

## ■ 所属 ■

1)大学院環境生命科学研究所 教授, 2)環境管理センター 助教, 3)大学院環境生命科学研究所 准教授

## ■ 掲載先 ■

日本セラミックス協会発行, セラミックス, Vol.50 (12), pp.944-946, 2015.

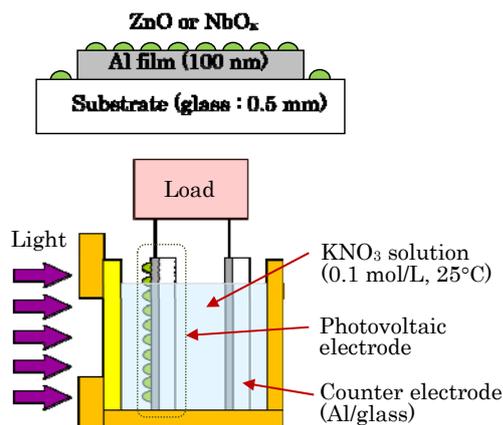
査読: 無, 言語: 日本語

## Electrochemical and Photoelectrochemical Properties of Nano-Islands of Zinc and Niobium Oxides Deposited on Aluminum Thin Film by RF Magnetron Reactive Sputtering

Go Sajiki<sup>1)</sup>, Yasuhiko Benino<sup>2)</sup>, Tokuro Nanba<sup>3)</sup>, Hiroshi Okano<sup>4)</sup>

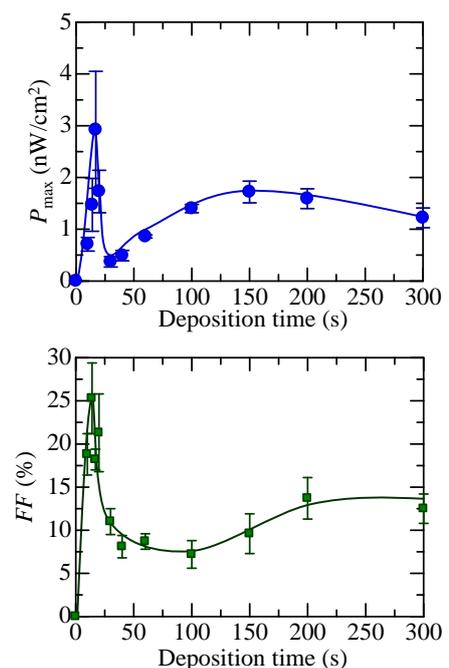
### ■ Summary ■

Zinc oxide (ZnO) and niobium oxide (NbO<sub>x</sub>) with a nano-island structure were deposited by a sputtering method on Al-coated glass substrates. Cells with a (ZnO or NbO<sub>x</sub>)/Al/glass|KNO<sub>3</sub>aq.|Al/ glass structure were assembled, and electrochemical and photoelectrochemical properties were evaluated. The ZnO and NbO<sub>x</sub> electrodes had higher electrode potentials than the counter Al/glass electrode, and electron flows from the counter electrode to the ZnO and NbO<sub>x</sub> electrodes through the external circuit were commonly confirmed. In the ZnO-based cell, only faint photocurrent generation was seen, where Zn and Al elution from the ZnO electrode was found. In the NbO<sub>x</sub>-based cell, however, stable generation of electricity was successfully achieved, and electrode corrosion was not recognized even in microscopic observations. A photoelectrochemical conversion model was proposed based on potential-pH diagrams. In the case of nano-island structures formed at shorter NbO<sub>x</sub> deposition time, it was concluded that the photoelectrochemical reactions, which were proceeded in the immediate vicinity of the boundary among nano-islands, substrate, and electrolyte solution, were predominant for the photoelectrochemical conversion, and in the case of film structures with longer deposition time, the predominant reactions took place at the film surface.



Figs. 1 & 2 Schematic of photovoltaic electrode and PEC (photoelectrochemical cell) used in photoelectrochemical measurements.

Fig. 5 Maximum power density ( $P_{\max}$ ), and fill factor ( $FF$ ) of NbO<sub>x</sub>-based PECs prepared at different deposition time.



### ■ Key word ■

Nano-Island, Electrochemistry, Photoelectrochemistry, Niobium and Zinc Oxide, Corrosion

### ■ Affiliation ■

- 1) Technical Personnel, National Institute of Technology, Kagawa College
- 2) Associate Professor, Graduate School of Environmental and Life Science
- 3) Professor, Graduate School of Environmental and Life Science
- 4) Professor, National Institute of Technology, Kagawa College

### ■ Printing ■

Materials Sciences and Applications, Vol. 6, pp.292-309. 2015.

Peer-reviewed, Language: English

# 卒業論文

## セラミックス材料学研究室（指導教員：難波徳郎・紅野安彦・崎田真一）

1. 金属ピンのガラスへの貫入に伴う歪形成過程のシミュレーション
2. BPI ガラス固化体の構造再現に用いる原子間ポテンシャルの構築
3. スズリン酸塩系ガラスの発光特性に関する研究
4. セシウムの揮発挙動に対する支配因子の探索
5. 熔融スラグと耐火物の反応性評価と XPS による塩基度評価
6. プローブイオンを用いたガラスの塩基度評価
7. ガス化溶融法により調製されたスラグの構成元素の溶出挙動に関する研究

## 無機機能材料化学研究室（指導教員：三宅通博・亀島欣一・西本俊介）

8. 遷移金属をドーピングしたチタン酸ストロンチウム層状ペロブスカイトの電気伝導特性
9. ルチル型  $\text{TiO}_2\text{-WO}_3$  混合試料を用いた過酸化水素による水質浄化
10. 層状複水酸化物への *p*-アミノ安息香酸のインターカレーション
11. チタニア・シリカ複合薄膜表面の水中における油の濡れ性とその応用
12. 導電性薄膜との複合化による  $\text{SrTiO}_3$  の熱電特性評価
13. Fe-Ni 系触媒を利用した燃料電池用カソード材料の開発
14. EDTA を用いたイルメナイトからの鉄成分とチタン成分の分離

## 有機機能材料学研究室（指導教員：高口豊・田嶋智之）

15. 単層カーボンナノチューブ/デンドリマー超分子複合体を足場として用いた擬似体液中での無機材料結晶化
16. 単層カーボンナノチューブ/フラロデンドロン/ $\text{TiO}_2$  ナノ同軸ワイヤーの作製と水素発生光増感剤への応用
17. ジヒドロペンタセン骨格両端へのイミド環導入による蛍光発光特性制御
18. (6,5)または(7,6)単層カーボンナノチューブ/フラロデンドロン超分子複合体を光増感剤に用いた水素生成反応
19. ジフェニルジセレニドを用いた  $[\text{Cd}_{10}\text{S}_4(\text{SPh})_{16}]^{4+}$  のリガンド交換反応における骨格変換反応性制御
20. 単層カーボンナノチューブ/フラロデンドロン/ $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$  ナノ同軸ワイヤー構築と光増感機能

## 環境高分子材料学研究室（指導教員：木村邦生・山崎慎一）

21. バイオマス由来のフラン系ポリケトン合成～モデル反応による検討～
22. 直鎖状ポリエチレンに環状ポリエチレンを添加したときの直鎖と環との絡み合いが流動場結晶化に及ぼす影響
23. 重合相変化を利用したポリベンゾビスチアゾール-イミドの調製と高次構造制御

---

(2015年3月および9月認定の卒業論文)

24. 2元系ポリアミドイミドの定序配列制御
25. 重合相変化を利用したイミド交換反応によるカプトン型ポリイミドの調製
26. 直鎖状と星型ポリ乳酸のブレンド系における流動場結晶化
27. 超高分子量ポリエチレンとパラフィンのブレンド系におけるマトリックスであるポリエチレンの融点以下での相分離構造

**環境プロセス工学研究室（指導教員：木村幸敬・島内寿徳）**

28. リポソーム膜間相互作用に及ぼすペプチドの構造特性の評価
29. 脂質/ポリマー複合コロイドの界面物性と水和構造
30. バイオマスの亜臨界水プロセッシングのためのセルロース初期分解機構
31. バイオマス由来リグニン抽出物のアミロイド形成現象への影響
32. リゾチウム晶析での形態選択性に及ぼす過飽和度と塩濃度の影響
33. 高温高压スラグ流での物質の拡散特性の評価と界面ゆらぎの影響
34. ポリアニリン重合反応の選択性に及ぼすベシクル膜のゆらぎのカップリング効果

**環境反応工学研究室（指導教員：加藤嘉英・アズハウッディン）**

35. 液面への粒子群吹きつけ時の固-液間物質移動速度に及ぼす粒子浸透深さの影響
36. 過熱水蒸気を用いた焼却主灰中の塩素除去
37. 液-液系における機械攪拌時の PIV 測定と流体解析
38.  $\text{NH}_3$ を用いた  $\text{CO}_2$ メタネーションに適した低コスト触媒の開発
39. アブラヤシ殻のガス化で生じるタールの鉄-セリウム系触媒による接触分解
40. Fischer-Tropsch 合成用コバルト担持  $\beta$ -ゼオライト触媒の開発

# 修士論文

セラミックス材料学研究室（指導教員：難波徳郎・紅野安彦・崎田真一）

1. 都市ゴミ熔融スラグからの元素回収プロセスの開発と機能付与
2. バイオ酸化鉄に類似したフェリハイドライトの放射光を利用した構造決定に関する研究
3. 還元溶融法による再資源化物からのリン回収プロセスの開発
4. アルカリホウ酸塩系ガラスの仮想温度と構造の関係
5. 不均質構造を有するビスマス亜鉛ホウ酸塩ガラスの観察と微視的構造解析
6. 分子動力学法によるメタリン酸塩伸長ガラスの異方性構造解析

無機機能材料化学研究室（指導教員：三宅通博・亀島欣一・西本俊介）

7. 中温作動型SFOC用コンポジットカソード材料の開発
8. ランタン系ペロブスカイト化合物を用いたバイオガス改質触媒
9. 流水下における酸化チタン光触媒薄膜のセルフクリーニング特性
10. 表面微構造の異なる酸化チタン光触媒の水における超撥油性
11. 遷移金属から成る層状複水酸化物による過酸化水素分解
12. Mn 酸化物系熱電変換材料の熱電変換性能
13. ワンポット水熱法によるゼオライトバルク体の作製と分離性能評価

有機機能材料学研究室（指導教員：高口豊・田嶋智之）

14. 1,10-ビス（デシロキシ）デカンをコアに持つデンドリマーを用いたカーボンナノチューブ/CaCO<sub>3</sub>ハイブリッドの合成
15. フラーレン-ペンタセンモノ付加体の合成と分子集合体形成
16. ゼオライト鑄型炭素のエッジ選択的臭素化と蛍光団の導入
17. (Me<sub>4</sub>N)<sub>4</sub>[Cd<sub>10</sub>S<sub>4</sub>(SPh)<sub>16</sub>]の配位子交換による(Me<sub>4</sub>N)<sub>4</sub>[Cd<sub>10</sub>S<sub>4</sub>(SePh)<sub>16</sub>]の合成

環境高分子材料学研究室（指導教員：木村邦生・山崎慎一）

18. 重合相変化を用いたラダー型ポリイミダゾピロロンの高次構造形成
19. フッ素含有ポリ（*p*-オキシベンズイル）ウイスキーの調製
20. バイオマスを原料とした芳香族ポリアミドの合成と物性評価
21. 高性能アラミド中空微粒子の調製法の開発
22. 環状ポリ乳酸におけるエステル交換反応が結晶化に及ぼす影響

環境プロセス工学研究室（指導教員：木村幸敬・島内寿徳）

23. 異なる担体の白金触媒の性質がグリセリンの水熱反応経路に及ぼす影響
24. 土壌機能化試料の評価法としての揮発性有機化合物の利用
25. 触媒を用いたアルデヒド生成反応に及ぼすリン脂質膜界面の影響

---

（2015年3月および9月認定の修士論文）

26. 亜臨界水処理／圧力成形による木質バイオマス由来材料への撥水性界面特性の付与

**環境反応工学研究室（指導教員：加藤嘉英・アズハ ウッディン）**

27. 酸化鉄調整におよぼす超音波照射の効果
28. ケミカルエッチングによるシリコン太陽電池セル基板の回収
29. 上底吹き攪拌時の異相間物質移動と流体解析
30. 循環式反応装置内流体の混合と微小粒子凝集体挙動
31. 石炭ガス化ガスおよび燃焼ガス中からの金属酸化物による水銀除去

