

研 究 業 績

先進機能材料研究部門・環境材料研究グループ

< 論文 >

“Significantly enhanced CO oxidation activity induced by a change in the CO adsorption site on Pd nanoparticles covered with metal–organic frameworks”

Y. Aoyama, H. Kobayashi, T. Yamamoto, T. Toriyama, S. Matsumura, M. Haneda, H. Kitagawa
Chemical Communications, **56**, 3839-3842 (2020)

Pd ナノ粒子を包含した Zr-MOF (Pd@UiO-66) が高い CO 酸化活性を示し、特に実験回数を重ねるごとに触媒活性が向上する現象が見られた。in situ IR 測定において Pd に強く吸着した三座配位 CO 種の生成が見られなかったことから、Pd@UiO-66 の高い触媒活性は吸着 CO 種が容易に酸素と反応できる状態にあるためと推察した。

“Growth mechanism and CO oxidation catalytic activity of raspberry-shaped Co₃O₄ nanoparticles”

T. Fuchigami, R. Kimata, M. Haneda, K. Kakimoto
Journal of the Ceramic Society of Japan, **128** (5), 291-297 (2020)

ラズベリー形状の Co₃O₄ ナノ粒子は広い温度域で高い CO 酸化活性を示すことを見出した。H₂-TPR 測定より、バルク酸素種の易動性が重要なファクターであること、一次粒子の結晶配向により生成するラズベリー形状が酸素の易動性を高めることが明らかとなった。

“Engineering the Metal–Support Interaction on Pt/TiO₂ Catalyst to Boost the H₂-SCR of NO_x”

Z. Liu, B. Jia, Y. Zhang, M. Haneda
Industrial & Engineering Chemistry Research, **59** (31), 13916-13922 (2020)

Pt/TiO₂ が水素による NO 選択還元に対して高い活性を示すことを見出した。DRIFTS 測定により、Pt と TiO₂ の強い相互作用 (SMSI) による電子供与性が高くなることで、NO/H₂ の活性化が促進されるためであると推察した。

“Spiky-shaped niobium pentoxide nano-architecture: highly stable and recoverable Lewis acid catalyst”

T. Fuchigami, M. Kuroda, S. Nakamura, M. Haneda, K. Kakimoto
Nanotechnology, **31** (32), 325705 (2020)

ウニ状の酸化ニオブは優れたルイス酸由来の触媒反応特性を示すことを明らかにした。(001) 面に配向することにより自由度の高い Nb-O 結合が生成し、高いルイス酸性を示すためと考察した。

“Highly Active, Robust and Reusable Micro-/Mesoporous TiN/Si₃N₄ Nanocomposite-based Catalysts for Clean Energy: Understanding the Key Role of TiN Nanoclusters and Amorphous Si₃N₄ Matrix in the Performance of the Catalyst System”

A. Lalea, M. D. Mallmann, S. Tada, A. Bruma, S. Özkar, R. Kumar, M. Haneda, R. A. F. Machado, Y. Iwamoto, U. B. Demirci, S. Bernard
Applied Catalysis B: Environmental, **272**, 118975 (2020)

ポリマープレカーサー法により合成した TiN/Si₃N₄ 複合材料はルイス酸性を示す。NaBH₄ の加水分解反応におけるルイス酸点の関与と、水素生成機構について考察した。

「高温還元した Rh 触媒の排気ガス浄化反応と反応機構解析」

津田豊史・三浦和也・木俣文和・岩知道均一・中原祐之輔・堀 正雄・三木 健・細川三郎・朝倉博行・羽田政明

自動車技術会論文集, **51** (5), 761-766 (2020)
高温で還元処理を施した Rh 触媒が fresh と同等の高い三元触媒活性を示すことを見出した。in situ XAFS、in situ IR 測定より、Rh の凝集が抑制され、活性な還元状態で維持されていることを明らかにした。

“Coreduction methodology for immiscible alloys of CuRu solid-solution nanoparticles with high thermal stability and versatile exhaust purification ability”

B. Huang, H. Kobayashi, T. Yamamoto, S. Matsumura, Y. Nishida, K. Sato, K. Nagaoka, M. Haneda, S. Kawaguchi, Y. Kubota, H. Kitagawa

Chemical Science, **11**, 11413-11418 (2020)

ルテニウム (Ru) と銅 (Cu) の固溶型ナノ粒子は Ru および Cu 単独と比較して高い CO 酸化活性を示す。Cu_{0.2}Ru_{0.8} が最も高い CO 酸化活性を示すが、両者を合金化することで CO 分子の吸着エネルギーが低下すること、CO 分子の新たな吸着サイトが生成することを *in situ* FT-IR および第一原理計算により明らかにした。

“Thermal Deactivation of Pd/CeO₂-ZrO₂ Three-Way Catalysts during Real Engine Aging: Analysis by a Surface plus Peripheral Site Model”

A. Fujiwara, Y. Tsurunari, H. Yoshida, J. Ohyama, T. Yamada, M. Haneda, T. Miki, M. Machida

ACS Omega, **5** (44), 28897-28906 (2020)

耐久処理を施した Pd/CZ と Pd/Al の三元触媒特性の比較より、Pd-CZ 界面が活性点として作用すること、Pd-CZ 界面の長さが重要であることを明らかにした。

“Novel hydrogen chemisorption properties of amorphous ceramic compounds consisting of p-block elements: exploring Lewis acid–base Al–N pair sites formed in situ within polymer-derived silicon–aluminum–nitrogen-based systems”

S. Tada, N. Asakuma, S. Ando, T. Asaka, Y. Daiko, S. Honda, M. Haneda, S. Bernard, R. Riedel, Y. Iwamoto

Journal of Materials Chemistry A, **9** (5), 2959-2969

(2021)

ポリマープレカーサー法により合成した Si-Al-N 系セラミックスの H₂ 化学吸着特性と Al サイトの構造配向性について評価した。Al の配位環境を詳細に解析するとともに、表面酸性、H₂/CO₂-TPR などの評価により水素の化学的特性を明らかにした。

“Comprehensive study of light-off performance and surface property of engine-aged Pd-based three-way catalyst”

M. Haneda, Y. Nakamura, T. Yamada, S. Minami, N. Kato, K. Iwashina, Y. Endo, Y. Nakahara, K. Iwachido

Catalysis Science & Technology, **11** (3), 912-922 (2021)

実機耐久処理を施した Pd/CeO₂-ZrO₂ のライトオフ機構の解明を目指し、貴金属粒子表面の触媒反応を *in situ* FT-IR で解析した。実使用環境の熱劣化による大幅な触媒活性低下は、Pd 粒子表面における反応性の高い Linear 型 CO 吸着の消失に起因していると考えた。

“Influence of crystal structure of Y-doped ZrO₂ as support oxide on the three-way catalytic performance of supported Rh catalyst”

Y. Tomida, M. Haneda

Journal of the Ceramic Society of Japan, **129** (3), 168-174 (2021)

Y の分散状態が異なる YSZ に担持した Rh 触媒の三元触媒活性を評価したところ、Y が均一に固溶した立方晶の YSZ に担持した Rh 触媒が高活性であった。H₂-TPR より、Rh-YSZ の相互作用が存在することが明らかとなり、容易に還元される Rh 種の存在が高い三元触媒活性と重要であることを明らかにした。

< 著書 >

「触媒の劣化対策、長寿命化」

羽田政明

第 12 章 第 1 節「白金族金属の複合化による排ガス浄化性能の向上と省資源化」、pp 527-536 (2020)、技術

情報協会

ガソリン車用三元触媒としての RhIr 複合化触媒ならびにディーゼル酸化触媒としての PtPd 複合化触媒に関する研究成果を紹介した。

< 総説・解説・報文・その他 >

「自動車排ガス浄化触媒の高機能化のための研究動向」
羽田政明
車載テクノロジー, 8, pp 39-43 (2021)

ガソリン車用三元触媒としての担持 Pd 触媒と担持 Rh 触媒に関する最近の研究成果を紹介した。

< 口頭発表 >

「ハニカムにコートした $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ 触媒上での CO 酸化反応におけるガス流れ方向の触媒反応解析」
山本朋佳・羽田政明
第 36 回希土類討論会、2020 年 5 月 19 - 20 日、札幌(中止、発表は承認)

「亜鉛担持直接脱硫触媒における亜鉛活性種の同定」
鈴木伸也・山田 晃・時津総一郎・高橋駿佑・川井尊磨・中嶋伸昌・羽田政明
第 50 回石油・石油化学討論会、2020 年 11 月 12-13 日、熊本

「酸化イットリウムにナノ分散した酸化セリウム触媒上でのメタン酸化カップリング反応」
桂川侑也・甘 鎔広・羽田政明
第 36 回希土類討論会、2020 年 5 月 19 - 20 日、札幌(中止、発表は承認)

「ハニカム型触媒のガス流れ方向における触媒反応解析」
山本朋佳・羽田政明
第 50 回石油・石油化学討論会、2020 年 11 月 12-13 日、熊本 (Zoom による発表)

「エンジン耐久を実施した Pd 系三元触媒のライトオフ特性の解析」
山田達弥・羽田政明
第 126 回触媒討論会、2020 年 9 月 16-18 日、浜松 (Zoom 開催)

「 $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ の表面サイトにおける貴金属の担持位置解析と浄化性能評価」
田中裕樹・森田 格・永尾有希・遠藤慶徳・若林 誉・羽田政明
日本化学会第 101 春季年会、2021 年 3 月 19-22 日、オンライン開催

< ポスター発表 >

「酸化ジルコニウム系複合酸化物に担持したパラジウム触媒の NO_x 吸放出特性」
望月大樹・羽田政明
第 50 回石油・石油化学討論会、2020 年 11 月 12-13 日、熊本 (Zoom による発表)

「吸着メタノール種の赤外吸収分光分析を用いた $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ 表面サイト上の Pd 担持配置解析と性能評価」
田中裕樹・森田 格・永尾有希・遠藤慶徳・若林 誉・羽田政明
第 127 回触媒討論会、2021 年 3 月 16-17 日、千葉 (Zoom 開催)

「担持 Pd 系三元触媒の熱劣化構造モデル」
藤原 歩・鶴成優太郎・芳田嘉志・大山順也・三木 健・山田達也・羽田政明・町田正人
第 127 回触媒討論会、2021 年 3 月 16-17 日、千葉 (Zoom 開催)

先進機能材料研究部門・エネルギー材料研究グループ

< 論文 >

“New Possibility of Hydroxyapatite as Noble-Metal-Free Catalyst towards Complete Decomposition of Volatile Organic Compound” *

Y. Xin, Y. Ando, S. Nakagawa, H. Nishikawa, T. Shirai

Catalysis Science & Technology, 10, 5453-5459 (2020)

* Highlighted as inside Back Cover

本論文では、水酸化アパタイトを用いて、貴金属フリー揮発性有機物を完全分解用触媒の開発に成功した。異なる化学構造における粒子形態、結晶性、揮発性有機物の表面吸着性、酸・塩基特性、ラジカル発生挙動の評価結果と、揮発性有機物を分解する際の触媒メカニズムを世界で初めて解明した。

“Novel noble-metal-free ceramic filter with controlled pore structure for environmental cleaning”

Y. Xin, S. Nakagawa, H. Nishikawa, T. Shirai

Ceramics International, 47, 11819-11823 (2021)

本論文では、ゲルキャストリング法を用いて、気孔構造制御された多孔質水酸化アパタイトを作製し、揮発性有機物分解用新規担持不要な一体化フィルターの開発に成功した。異なる気孔径および気孔率におけるガス透過率について考察し、揮発性有機物分解特性との相関について議論した。

“Nobel-metal-free hydroxyapatite activated by facile mechanochemical treatment towards highly-efficient catalytic oxidation of volatile organic compound”

Y. Xin, T. Shirai

Scientific Reports, 11: 7512 (2021)

本論文では、水酸化アパタイトを出発原料として、大気中・常温のワンステップメカノケミカル処理を用いて水酸化アパタイトの表面を選択的に活性化させることにより、揮発性有機物を100%無機ガス(CO₂/CO)に分解できる高効率触媒の開発に成功した。異なるメカノケミカル処理条件における表面の化学構造制御および活性化メカニズムについて議論した。

< 著書 >

「金属ナノ粒子の合成 / 構造制御とペースト化および最新応用展開」

第5章 第9節 (2020) pp.303-309

辛 韵子 (共著)

< 総説・解説・報文・その他 >

“Pulsed Electric Current Sintering and Its Employment for Transparent Polycrystalline AL₂O₃”

H. H. Nguyen, M. Nanko, Y. Xin, T. Shirai

先進セラミックス研究センター年報 8 (2019) 23-27, 2020年7月

「マイクロ波反応場を利用した高活性可視光応答型光触媒の高速合成」

加藤邦彦・白井 孝

触媒 62 (2020) 315-321, 2020年10月

< 口頭発表 >

「非貴金属セラミックス触媒の開発と VOC 完全分解の達成」

辛 韻子・安藤友里・中川草平・西川治光・白井 孝
日本セラミックス協会 第 33 回秋季シンポジウム、
2020 年 9 月 2-4 日、オンライン

「ヨウ素含浸を用いた炭素複合セラミックスの導電性向上」

竹内優弥・辛 韻子・H. H. Nguyen・加藤邦彦・
白井 孝
粉体粉末冶金協会 2020 年度秋季大会、2020 年 10 月
27-29 日、オンライン

「マイクロ波誘起反応場を用いた新たな表面ナノ構造設計戦略」

加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・白井 孝
日本セラミックス協会 第 33 回秋季シンポジウム、
2020 年 9 月 2-4 日、オンライン

「マイクロ波急速加熱による多結晶ナノ粒子の合成と光学特性の向上」

永田 拓・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・
白井 孝
粉体粉末冶金協会 2020 年度秋季大会、2020 年 10 月
27-29 日、オンライン

「異なるモノマー構造が及ぼすゲルキャスト成形体の炭化挙動と焼結体の電気特性への影響」

舟橋由晃・H. H. Nguyen・加藤邦彦・辛 韻子・
白井 孝
日本セラミックス協会 第 33 回秋季シンポジウム、
2020 年 9 月 2-4 日、オンライン

「CNF/Si ナノ粒子複合体の作製と蛍光材料への応用」

須藤隆文・加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・
白井 孝
粉体粉末冶金協会 2020 年度秋季大会、2020 年 10 月
27-29 日、オンライン

「ナノカーボン複合アルミナのヨウ素含浸処理による高導電率化」

竹内優弥・辛 韻子・H. H. Nguyen・加藤邦彦・
白井 孝
日本セラミックス協会 第 33 回秋季シンポジウム、
2020 年 9 月 2-4 日、オンライン

「月面模擬砂のマイクロ波加熱挙動とその特性」

松井亮介・加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・
白井 孝
日本航空宇宙学会 第 64 回秋宇宙科学技術連合講演
会、2020 年 10 月 27-30 日、オンライン

「マイクロ波合成による金属ナノ粒子の結晶性と光学的特性の解明」

永田 拓・加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・
白井 孝
日本セラミックス協会 第 33 回秋季シンポジウム、
2020 年 9 月 2-4 日、オンライン

「マイクロ波プラズマを利用した半導体光触媒粒子のナノ表面改質」

加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・白井 孝
粉体工学会 2020 年度秋季大会、2020 年 11 月 17 日、
東京

「WO₃ 表面への酸素欠陥導入による光触媒特性の向上」

須藤隆文・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・
白井 孝
日本セラミックス協会 第 33 回秋季シンポジウム、
2020 年 9 月 2-4 日、オンライン

「貴金属フリーセラミックス触媒の開発と VOC 完全分解の達成菌と骨の主成分で、「粉体」のまま環境浄化?!」

辛 韻子
国際粉体工業展 2020、2020 年 11 月 19 日、東京

「マイクロ波加熱による月模擬砂の焼結とその機械的特性」

松井亮介・加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・
白井 孝
日本セラミックス協会 第 33 回秋季シンポジウム、
2020 年 9 月 2-4 日、オンライン

「マイクロ波で創るセラミックス粒子のナノ表面構造～たった数秒から数分以内で高機能化!～」

加藤邦彦
国際粉体工業展 2020、2020 年 11 月 19 日、東京

「マイクロ波誘起反応場による酸化チタン光触媒のナノ表面改質」

加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・白井 孝
2020年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会、2020年11月28日（開催中止、要旨提出をもって発表成立）

「マイクロ波急速加熱による多結晶ナノ粒子合成」

永田 拓・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・白井 孝
2020年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会、2020年11月28日（開催中止、要旨提出をもって発表成立）

「メカノケミカル還元法による WO₃ 表面への酸素欠陥導入と光触媒への応用」

須藤隆文・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・白井 孝
2020年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会、2020年11月28日（開催中止、要旨提出をもって発表成立）

「コラーゲンを前駆体とした高発光性カーボン量子ドットのマイクロ波合成」

大館 快・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・白井 孝
日本セラミックス協会 2021年年会、2021年3月25日、オンライン

「マイクロ波誘起プラズマを用いた高機能 TiO₂/C 複合体の合成」

松井亮介・加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・白井 孝
日本セラミックス協会 2021年年会、2021年3月25日、オンライン

「セラミックス-高分子界面での協奏的反応を活用した機能性ナノ表面創成のための新手法」

加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・白井 孝
日本セラミックス協会 2021年年会、2021年3月25日、オンライン

< ポスター発表 >

「化学構造の異なるケイ酸イオンが及ぼす廃棄物固化体特性への影響」

竹内優弥・辛 韻子・H. H. Nguyen・加藤邦彦・白井 孝
第12回日本セラミックス協会マテリアル・ファブリケーション・デザイン研究会ハイブリッドセミナー、2021年3月1-2日、オンライン

「マイクロ波局所反応場を用いた多結晶金属ナノ粒子の創製と VOC 酸化分解触媒への応用」

永田 拓・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・白井 孝
第12回日本セラミックス協会マテリアル・ファブリケーション・デザイン研究会ハイブリッドセミナー、2021年3月1-2日、オンライン

「釉薬存在下における茶カテキン成分の構造変化とその評価」

富山草太・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・白井 孝

第12回日本セラミックス協会マテリアル・ファブリケーション・デザイン研究会ハイブリッドセミナー、2021年3月1-2日、オンライン

「結晶面制御された酸化チタンを用いた光析出法による金属ナノ粒子の合成」

須藤隆文・加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・白井 孝
第12回日本セラミックス協会マテリアル・ファブリケーション・デザイン研究会ハイブリッドセミナー、2021年3月1-2日、オンライン

「マイクロ波反応場を用いたナノカーボン/酸化チタン複合粒子の高速合成」

加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・白井 孝
第12回日本セラミックス協会マテリアル・ファブリケーション・デザイン研究会ハイブリッドセミナー、2021年3月1-2日、オンライン

< 受賞 >

「第1回隼翔賞」

加藤邦彦
日本セラミックス協会東海支部表彰、2020年4月

「Best Presentation Award BRONZE」

永田 拓・加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・
白井 孝
日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、オンライン

「Presentation Fighting-spirit Award」

竹内優弥・辛 韻子・H. H. Nguyen・加藤邦彦・
白井 孝
日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、オンライン

「Presentation Fighting-spirit Award」

松井亮介・加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・
白井 孝
日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、オンライン

「Presentation Incentive Award」

須藤隆文・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・
白井 孝
日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、オンライン

「Presentation Incentive Award」

舟橋由晃・H. H. Nguyen・加藤邦彦・辛 韻子・
白井 孝
日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、オンライン

「最優秀講演賞」

加藤邦彦・辛 韻子・H. H. Nguyen・白井 孝
2020年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発
表会、2020年11月28日

「キャラクターゼーション優秀賞」

富山草太・辛 韻子・加藤邦彦・H. H. Nguyen・
白井 孝
第12回日本セラミックス協会マテリアル・ファブリ
ケーション・デザイン研究会ハイブリッドセミナー、
2021年3月1-2日、オンライン

先進材料設計研究部門・材料創製研究グループ

< 論文 >

“Synthesis of TiO₂ hollow nanoparticles with different shell thickness and effect of structure on photocatalytic activity”

Hadi Razavi-Khosroshahi (Sena), Shao Wenhao, M. Fuji

Solid State Sciences, 103, 106179, 2020

過去数十年にわたって、地上・地下水、さらには飲料水への有機汚染物質の蓄積が深刻な問題として提起されてきた。TiO₂のような半導体を用いた光触媒プロセスは、水中の有機汚染物質を分解するための1つの解決策ですが、光触媒反応の効率の低さが問題とし

て挙げられる。近年、構造や形態を制御することで半導体の効率を上げることが注目されており、中空構造はその独特の構造により特に注目されています。この研究では、中空構造を有する粒子の異なるシェルの厚さ、粒子径がTiO₂の光触媒活性に及ぼす影響を調査した。

「低環境負荷なシリカ/低融点合金複合化プロセスの開発及び固化体特性評価」

増田圭汰・Hadi Razavi-Khosroshahi (Sena)・藤 正督
J.Jpn. Soc. Powder Powder Metallurgy, 67, 343-348,

2020

セラミックスと金属を複合化させる方法として、熔融金属攪拌法、加圧含浸法などが報告されているが、これらの方法は熔融金属を使用するため高温条件の設定が必要不可欠であり、高環境負荷が問題となる。本研究室で開発した「無焼成固化プロセス」を用いれば、100℃以下の超低温乾燥のみで高密度の固化体が作製でき、低環境負荷かつ融点100℃以下の低融点合金との複合化も可能であると考えられる。本研究では無焼成固化プロセスを用いて融点83℃の低融点合金を固相状態のままシリカ粉末と複合化させ、100℃未満の低温廃棄熱を回収できる潜熱蓄熱材料の作製を試みた。得られた固化体は、低温蓄熱性に優れ、相転移時の低融点合金の漏出を抑えることにも成功した。

“Non-firing solidification: A new room temperature ceramics processing”

Hadi Razavi-Khosroshahi (Sena), T. Sato, M. Fuji
Advanced Powder Technology, 31 (5), 2020-2024, 2020

セラミックス合成において、焼結は高コストで時間のかかるプロセスであり、望ましくない粒子成長を引き起こす可能性もあることから、低温焼結などの方法が試みられている。本論文は、「非焼成凝固プロセス」と呼ばれる粉末凝固プロセスという新しい概念の解説をする。非焼成凝固プロセスの主な概念は、機械的粉碎によって粒子の表面を活性化し、活性化された表面の接合によって粒子を固めるというものである。この方法は主に室温で行われ、酸化物や非酸化物を含む幅広い材料に適用できる。本論文ではモデルとしてSiO₂（シリカ）を採用し、表面活性化前後のラジカル中心を電子常磁性共鳴（EPR）で調べる。プロセス中のシリカ表面への水の吸着量も、活性化の指標として観察される。粒子表面のメカノケミカル活性化の影響を調べるために、表面がOHで終端されているb-トリジマイトシリカの分子動力学（MD）シミュレーションモデルを適用した。粒子間結合、ならびに粒子間の三重会合点およびネッキングは、透過型電子顕微鏡法によって確認された。

“Photocatalytic hydrogen evolution on a high-entropy oxide”

Parisa Edalati, Qing Wang, Hadi Razavi-Khosroshahi, M. Fuji, T. Ishihara, Kaveh Edalati
Journal of Materials Chemistry A, 8 (7), 3814-3821, 2020

この研究では、高圧ねじり（HPT）法によるメカニカルアロイングとそれに続く高温酸化によって高エントロピー光触媒を合成した。合成された酸化物は、

60 mol%のAB₂O₇単斜晶ペロブスカイトと40 mol%のA₆B₂O₁₇斜方晶ペロブスカイトを含む。ここで、AはTi、Zr、Hfを表し、BはNbとTaを表す。TiHfZrNbTaO₁₁の全体的な組成とd₀電子配置を持つこの2相酸化物は、2.9 eVのバンドギャップと、水分解に適した価電子帯と伝導帯を備えた可視光領域でかなりの吸光度を示す。この材料は、光触媒による水分解によって水素を生成することに成功しており、新しい低バンドギャップ光触媒としてのHEOの可能性を示唆している。

“Microstructure and surface activity of mechanically-dispersed cellulose nanofiber aqueous sol”

C. Takai-Yamashita, Y. Mabuchi, M. Senna, M. Fuji, Y. Ohya, Y. Yamagata
Cellulose, 28, 775-785, 2021

この研究では、惑星ボールミル粉碎前後のCNF水性ゾルの微細構造の変化を、そのレオロジー挙動、結晶化度、および直径分布に基づいて調査した。CNFの表面活性は、水蒸気吸着によってさらに特徴づけられた。低ミリング速度（100 rpm）で処理されたCNFで観察されたチキソトロピーヒステリシスループの減少は、繊維間の相互作用が弱いことを示す一方で3次元構造を持っていると考えられる。粉碎速度（300 rpm）をさらに上げると、それらが崩壊する可能性がある。500 rpmで処理されたCNFで観察された(200)面のX線回折ピーク強度の低下は、繊維の束の分裂と細断を示している可能性がある。また、500 rpmで処理されたCNFでの水蒸気吸着量の増加は、グルコースユニットに由来するヒドロキシル基による新しい表面の露出も助長させると考えられる。このように新しく形成されたヒドロキシル基は、TiO₂前駆体との効果的な反応部位である可能性があり、光触媒性能を改善するために有利に働くと考えられる。

“High-strength non-firing ceramics by mechanochemical treatment”

Hadi Razavi-Khosroshahi (Sena), H. Ishida, M. Fuji
Advanced Powder Technology, 31 (12), 4672-4678, 2020

焼結時間の短縮および焼結温度の低減は長い間望まれてきた課題である。本研究室で開発された「無焼成焼結」は、熱エネルギーを使用せずに固化体を作製できる魅力的な手法である。

本手法では、ボールミルによる粉体表面の化学的活性化を利用した手法であるが、固化体強度に改善の余地があった。本研究では、高温焼結に匹敵する高強度材料を実現するための「無焼成固化プロセス」を提唱する。結果として、得られた固化体は270MPaの機械

的強度と 2.1GPa (214Hv) のピッカース硬度を有し、粒子間に形成されたネッキングが固化体強度を向上させることを示した。

“Molecular Dynamics Study on SiO₂ Interfaces of Nonfiring Solids”

T. Sato, A. Kubota, K. Saito, M. Fuji, C. Takai, Hadi Razavi-Khosroshahi (Sena), M. Takuma, Y. Takahashi

Journal of Nanomaterials, vol.2020, Article ID 8857101, 13 pages, 2020

セラミックスの一般的な焼成プロセスは大量の CO₂ ガスを排出します。そこで、本論文では非焼成プロセスについて解説する。非焼成プロセスは、粉碎プロセスによる粒子表面活性化プロセス、非焼成凝固が始まるまで活性状態を維持すること、および非焼成凝固プロセスの3つのステップを有していた。したがって、この研究では、シリカと水の反応を、LAMMPS に基づく分子動力学を ReaxFF ポテンシャルに適合させることによってシミュレートした。活性化シリカの表面状態を再現し、各表面の末端分子を示す O モデル、Si モデル、OH モデルと呼ばれる3つの末端モデルを作成した。これらのモデルと溶媒としての水分子を原子スケールで結合し、エネルギー状態と機械的性質を評価した。反応または構造化された O-H-O 結合は、O 末端モデルの非焼成プロセスで再現された。また、界面での Si 原子では Si-O-Si 結合が生成された。

“Fabricated Brake Pads using Non-firing Ceramics”

M. Furuta, M. Yagihashi, Y. Nishizawa, M. Fuji

Proceedings of the FISITA 2020 World Congress, Prague, 14-18, 2020

メカノケミカル反応を利用した、焼成せずに固化させるセラミックス技術から、ブレーキパッドの母材を作成した。その母材に研磨剤、潤滑剤、無機フィラー、強化繊維を配合し、ブレーキパッドを製作した。その結果、高温下での良好な摩擦性能と十分な強度を有するブレーキパッドが得られ、このことから、無焼成セラミックスはブレーキパッドへの応用が可能であることを示した。

「無焼成セラミックスモデルとしてのシリカの表面反応に関する分子動力学法」

久保田敦斗・佐藤知広・齋藤賢一・藤 正督・高井千加・瀬名ハヂ・宅間正則・高橋可昌

日本機械学会計算力学部門 CMD2020 計力学ウェア研究報告集, Report no. 5-13, 2020

環境面から焼成を用いず化学反応によって固化させる無焼成セラミックスが注目されている。本研究ではシ

ミュレーション手法である分子動力学法を用いて無焼成シリカセラミックスの反応過程を解析した。その結果、溶媒の水分子を介してシリカ粒子間に結合が見られ、一部ではシリカ表面への水分子吸着が確認できた。またインデンタを用いた活性化計算では、セラミックス材料粒子の表面及び内部構造の活性化が確認できた。

“Influence of Hydrothermal-carbonization Process on Biochar Properties from Cattail Weed Waste”

Araya Smuthkochorn, Nardnutda Katunyoo, Napat Kaewtrakulchai, Duangduen Atong, Kanit Soongpravit, M. Fuji, Apiluck Eiad-ua

Current Applied Science and Technology, 19 (1), 9-17, 2019

キャッツテールの葉 (CL) から、水熱法と炭化法によってバイオチャーを合成することに成功した。この実験では、キャッツテールの葉から 160、180、200℃で 8、12、24 時間の水熱処理と、700℃で 2 時間の炭化処理で製造したバイオカーの物理的特性に焦点を当てた。また、走査型電子顕微鏡 (SEM) とフーリエ変換赤外分光法を用いた特性評価により、水熱処理と炭化処理が細孔構造、表面官能基、生成物の収率に与える影響を調べた。その結果、水熱処理および炭化において、セル構造の形態は維持されていたが、水熱処理の温度および時間の増加に伴い、生成したバイオ炭の収率が低下することがわかった。また、SEM 像からは、バイオ炭の外表面にはかなり粗い細孔構造が見られ、その表面領域の官能基は純炭素含有量 (59-65 wt%) が多いことがわかった。

“Porous Carbon Adsorbent from Humin Derived from Thai Leonardite for Methylene Blue Dye Adsorption”

Jutaporn Sayjumpa, Buntita Jomhataikool, Kajornsak Faungnawakij, Sanchai Kuboon, Wasawat Kraithong, M. Fuji, Apiluck Eiad-ua

Current Applied Science and Technology, 19 (1), 1-8, 2019

レオナーダイトは、タイ北部にある褐炭鉱山の副産物である。レオナーダイトは、天然の腐植物質の供給源として知られている。腐植物質は、フミン、腐植酸、フルボ酸の3つの主要な画分に分けられる。これらの画分は、異なる酸性アルカリ性 (pH レベル) に調整された溶液を用いて抽出することができる。フミンは、タイ産レオナーダイトから抽出できる主要な製品で、80%以上の収率があります。フミンの形態は、少数の多孔質構造を持つ非導電性のバルク材である。これは、染料や重金属の吸着剤として、また触媒のサポーターとして使用することができます。本研究では、

炭化プロセスを介したフミンからの多孔質カーボンの合成を検討した。フミンは異なる温度で炭化され、SEM、FTIR、UV-Vis および BET によって特徴付けられた。フミンからの多孔質カーボンは、メチレンブルー色素の吸着に使用された。その結果、炭化温度が高いほど、フミンの粒径は小さくなり、よく分散した非凝集のフミンが観察された。フミンの吸着容量は、表面積と空隙率の結果から、700°C までは温度の上昇とともに増加し、900°C では減少した。炭化温度が高いほどフミンの炭素含有量は増加したが、吸着剤として使用された官能基は分解された。

“Synthesis of Nanoporous Carbon from Water Hyacinth via Hydrothermal Carbonization Process Assisted Acid Activation”

Nattaya Suksai, Sirayu Chanpee, Napat Kaewtrakulchai, Sutee Chutipajit, M. Fuji, Apiluck Eiad-ua

International Journal of Materials Science and Engineering, 8 (2), 52-57, 2020

ウォーターヒヤシンス (WHs) はタイの農業から出る重要な廃棄物である。WHs は、ヘミセルロース、セルロース、リグニンから構成されており、炭素材料の製造に適している。本研究では、WHs から水熱炭化 (HTC) により炭素材料を調製し、水熱温度 200°C、反応時間 (4 ~ 24 時間)、H₃PO₄ による活性化の影響を調べ、多孔性と表面積の向上を図った。また、走査型電子顕微鏡 (SEM)、フーリエ変換赤外分光法 (FT IR)、X 線回折法 (XRD) を用いて、カーボンナノポーラス材料の化学的・物理的特性を評価し

た。その結果、ホテイアオイ由来のナノポーラスカーボン材料は、HTC の温度と時間が長くて高いほど炭素含有量が増加することが明らかになった。また、HTC を 200°C で 12 時間行い、H₃PO₄ 活性化触媒を使用したところ、チャー表面の多孔質化が見られ、良好な吸着剤の前駆体材料を合成するための最適な条件であることがわかった。

“Synthesis of Nanoporous Material from Lignin Via Carbonization Assisted Acid Activation”

Nutchaporn Ngamthanacom, Napat Kaewtrakulchai, Weerawut Chaiwat, Laemthong Chuenchom, M. Fuji, Apiluck Eiad-ua

Materials Science Forum, 990, 149-154, 2020

パルプ工場や製紙会社から発生する廃リグニン (WL) について、炭化処理と酸による活性化を利用して、高い空隙率を持つナノポーラスカーボンを作製する可能性を検討した。リグニンのナノポーラスカーボンへの変換における HNO₃、HCl、H₂SO₄、H₃PO₄ などの酸による活性化の効果を調べた。ナノポーラスカーボンの物理化学的特性は、N₂ 吸着、走査型電子顕微鏡 (SEM)、X 線回折 (XRD)、フーリエ変換赤外 (FTIR) により総合的に評価した。N₂ 吸着の結果、5% vol のリン酸を用いて 700°C の炭化温度で 2 時間処理した条件では、全細孔容積が 0.035cm³/g の多孔質構造のカーボンナノ粒子が得られた。廃リグニンの開発では、プロセス変数を適切に選択することで、高空隙率のナノポーラスカーボンを製造できる可能性がある。

< 著書 >

「第 60 回粉体入門セミナーⅡ 粉をつくりそして利用するために」

「粉体成形・粉体を形にする」、日本粉体工業技術協会、152-176

藤 正督

粉体成形を利用したセラミックス製造では、最終製品の材料特性に影響する微構造が重要となるがこの微構造は成形体内の粉体充填構造により決定され、プロセスの前半で材料の運命は決まっている。焼結後に残った気孔の中で最大で扁平な気孔が材料の破壊減となる。また、まったく同じ材料であっても強度をそのまま測定するときと、小さく分割して測定するときでは、平均強度は後者のほうが高い。これは材料の体積効果として知られている。

粉体成形に関して、固/気/液分散系の充填状態ではドライ域からスラリー域の中のいずれかの充填状態をとるが、飽和度 S という指標はマクロな充填状態を定量的に表現するに当たって重要となる。

加圧成形に関しては、乾式一軸加圧成形は量産性と寸法精度に優れている成形方法であり、電子材料・耐火レンガ・タイル・機械部品・切削工具などに応用されている。押出成形は、一定断面形状物の作成に向いている。応用例は、耐火物 (中空)、ハニカム触媒担体、透明アルミナ管などがある。

射出成形は、射出成形機内で粉体と樹脂のコンパウンドを加熱溶解して流動性を付与した後、熔融コンパウンドを金型に射出充填し、冷却して成形体を作製する方法である。タービンブレード、ギア、高寸法精度が

求められる場合に有効な成形法である。
 鋳込み成形では、液中で粒子間に作用する力が重要である。引力としては、ファンデルワールス力、斥力としては、電気二重層の重なりによる静電相互作用が挙げられ、この二つのポテンシャルの曲線の形によって凝集するかが決まる。また、斥力の制御として静電反発、高分子による立体障害が挙げられる。
 テープ成形では、一般的に有機溶剤を用いたスラリーが用いられ、概ね 0.02mm~1mm のシートが得られる。

多層基板、多層コンデンサー、圧電素子などの製造に用いられる。この成形方法では、粒子のアスペクト比が大きい場合には粒子配向が生じる。また、テープ成形は乾燥により固化を行うため、有機溶剤を用いるが環境に配慮して水系でも試みられている。
 新しい成形方法として、ゲルキャスト成形法がある。セラミックス粉体と結合剤モノマーと分散材、水を混合したスラリーを鋳込みゲル化させ、離型する。その後、乾燥、脱脂、焼結を得て固化体を作成する。

< 総説・解説・報文 >

「摩砕による粉体表面の活性化を用いたセラミックスの無焼成固化」

藤 正督・瀬奈ハディ・佐藤知宏・高井千加
 粉体工学会誌、57 (4)、190-195、2020

我々のグループでは、焼結プロセスを経ないセラミックス固化体である「無焼成セラミックス」の開発を提案している。これは、窯業原料粉の表面を摩砕し化学活性を得る方法で、多くの原料に対応できるだけでなく温度・圧力を必要としないことから省エネ・省コストの観点でも近年注目を集めている。本論文では、無焼成セラミックスの概要とセラミックス原料の表面活性化のメカニズムや実用化された結果について説明する。中でも、原料の粒子径分布を調整することで、収縮率 0.1% 以下を達成し、250MPa を上回るような高強度を実現した。

「セラミックス生産の岐路」

藤 正督
 JCMA、vol.58、10-11、JCMA、2020

セラミックス製造における二酸化炭素排出量の約 60% を焼成工程である。「パリ協定」の目指す世界においてセラミックス製造を考えると焼成工程が大きな問題である反面、必要不可欠でもあるといえる。そこで、全ての焼成セラミックスを代替できるわけではないが、研究レベルでなされている様々な試みを紹介する。例えば、成形体の粒子間に液相を導入し、粒子のエッジ等を溶解させることで結晶を再配列させる「コールドシンタリング」や、窯業原料粉の表面を摩砕し化学活性を得る「無焼成セラミックス」などが挙げられる。以上のように、今後は焼成セラミックスの一部が「セラミックスのような物」で変わっていくと考えられる。

「ハンセンパラメーターを応用した粒子表面の濡れ性指標」

高井千加・藤 正督
 Cellulose Communications 誌、27 (4)、124-128、2020

本稿では、粒子分散凝集技術を概観し、あらかじめ適した表面物性を得る手法として粒子のハンセン溶解度パラメーター (HSP) 値を提案した。HSP は、水素結合、極性、およびファンデルワールス相互作用からなる粒子表面のパラメーターを示すための指標である。ポリマーマトリックスに近い HSP 値を持つ粒子は、ポリマーに対して良好な親和性を持っている。つまり、ポリマーマトリックスの最適な改質表面が事前に予測できる。これを用いることでマトリックスとの濡れ性を上げる表面物性が事前に得られれば、その後の作業効率は格段に向上すると考えられる。

“Hollow silica nanoparticles: A tiny pore with big dreams”

C. Takai-Yamashita, M. Fuji
 Advanced Powder Technology: The 30th Anniversary Collection, 169-172, 2020

中空ナノ粒子は、空間内部が空気分子の平均自由行程 (約 68 nm) の 2 倍以下になると、断熱、低誘電率、異常光散乱などの独自の機能を発揮します。内部の空気の対流が少ないため、ナノサイズの細孔が断熱性能を向上させることは容易に想像できる。ただし、中空の内部だけでなく、シェルの微細構造 (サイズ、厚さ、密度) も機能に強く影響する。たとえば、見かけのシェル密度が低いと、おそらくシロキサン結合断絶でフォノン散乱の障壁となり、断熱性が高くなる。これらの重畳現象として、中空粒子 / ポリマー複合材料の熱伝導率は、空気より優れた 0.019 W / m · K を示した。中空ナノ粒子の構造設計は、この効果を生み出すために非常に重要である。本論文では、中空ナノ粒子の構

造と幅広い用途の設計方法と将来展望を示した。

“Non-firing solidification: A new room temperature ceramics processing”

Hadi Razavi Khosroshahi (Sena), T. Sato, M. Fuji
Advanced Powder Technology: The 30th Anniversary Collection, 234-238, 2020

セラミックス合成において、焼結は高コストで時間のかかるプロセスであり、望ましくない粒子成長を引き起こす可能性もあることから、低温焼結などの方法が試みられている。本論文は、「非焼成凝固プロセス」と呼ばれる粉末凝固プロセスという新しい概念の解説をする。非焼成凝固プロセスの主な概念は、機械的粉碎によって粒子の表面を活性化し、活性化された表面の接合によって粒子を固めるというものである。この方法は主に室温で行われ、酸化物や非酸化物を含む幅広い材料に適用できる。本論文ではモデルとしてSiO₂（シリカ）を採用し、表面活性化前後のラジカル中心を電子常磁性共鳴（EPR）で調べる。プロセス中のシリカ表面への水の吸着量も、活性化の指標として観察される。粒子表面のメカノケミカル活性化の影響を調べるために、表面がOHで終端されているb-トリジマイトシリカの分子動力学（MD）シミュレーションモデルを適用した。粒子間結合、ならびに粒子間の三重会合点およびネッキングは、透過型電子顕微鏡法によって確認された。

“Emulsion templating of poly (acrylic acid) by ammonium hydroxide/sodium hydroxide aqueous mixture for high-dispersed hollow silica nanoparticles”

C. Takai-Yamashita, M. Ando, M. Noritake, Hadi Razavi Khosroshahi, M. Fuji
Advanced Powder Technology: The 30th Anniversary Collection, 322-329, 2020

NH₃、NaOH 混合塩基を用いたエマルジョンテンプレート法により、水のみでテンプレート除去可能なシリカナノ中空粒子迅速合成法を提案した。熱分析及び SAXS 曲線からテンプレートが PAA と NH₄⁺ イオンの相互作用で形成し、NaOH が優先的な触媒としてシリカシェル形成を促進することを明らかにした。

“Synthesis of ultra-small hollow silica nanoparticles using the prepared amorphous calcium carbonate in one-pot process”

Y. Nakashima, C. Takai, Hadi Razavi Khosroshahi, Walaiporn Suthabanditpong, M. Fuji
Advanced Powder Technology: The 30th Anniversary Collection, 330-334, 2020

本研究では、炭酸カルシウムを用いた微細な中空シリカ粒子の合成手法の提案を行った。炭酸カルシウムの微細粒子は、溶液中で不安定であるため、テンプレートとして使用するのは困難である。そこで、メタノール中で炭酸カルシウムを合成し、表面にメタノールを吸着させることで微細粒子の安定化をし、中空シリカ粒子のテンプレートとすることで、ワンポットでの微細中空シリカ粒子の合成に成功した。

< その他 >

「粉体研究者一覧」

藤 正督
粉体技術総覧、264、2020

「Ⅱ無焼成・低温焼成技術 無焼成セラミックスプロセスの解析とそれに基づく革新的材料の創生」

藤 正督

セラミックスの高機能化と製造プロセス革新 国立研究開発法人科学技術振興機構、11-12、2020

“Preface”

M. Fuji
Advanced Powder Technology: The 30th Anniversary Collection, 1, 2020

< 口頭発表 >

「リアルなシリカ表面とは？」

藤 正督・瀬奈ハディ・佐藤知宏・高井千加
粉体工学会春期研究発表会、2020年5月26日、Web
開催（招待講演）

「無機粒子テンプレート法を用いたハイブリッドシリカ
中空粒子の合成」

野尻凌平・樽谷圭栄・高井千加・藤 正督
粉体工学会春期研究発表会、2020年5月26日、Web
開催

「球状バテライト粒子を用いたサブミクロンシリカ中空
粒子の合成」

前原万純・藤本恭一・富岡達也・高井千加・藤 正督
粉体工学会春期研究発表会、2020年5月26日、Web
開催

「メカニカル分散したセルロースナノファイバゾルの
微構造と表面物性」

馬渕裕也・高井千加・大矢 豊・仙名 保・藤 正督
粉体工学会春期研究発表会、2020年5月26日、Web
開催

「摩砕処理前後のシリカ表面」

藤 正督・瀬奈ハディ・佐藤知宏・高井千加
日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、Web開催

「中空シリカ粒子を用いた高効率広拡散膜の作製」

野尻凌平・谷 将成・高井千加・藤 正督
日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、Web開催

「機械的外力により分散した CNF ゾルの微構造と表面
物性」

馬渕裕也・高井千加・大矢 豊・藤 正督・仙名 保
日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、Web開催

「中空シリカ粒子を用いた高効率光拡散膜の作製」

野尻凌平・谷 将成・高井千加・藤 正督
日本セラミックス協会第33回秋季シンポジウム、
2020年9月2-4日、Web開催

「ポリアクリル酸 /NH₃aq./NaOHaq. により形成された
エマルジョンを用いた中空シリカ粒子の合成」

野尻凌平・安藤雅文・高井千加・藤本恭一・藤 正督
第71回コロイドおよび界面化学討論会、2020年9
月14-16日、Web開催

「遊星ボールミルにより分散した CNF ゾルの微構造と
表面物性」

馬渕裕也・高井千加・大矢 豊・仙名 保・藤 正督
第71回コロイドおよび界面化学討論会日本化学会コ
ロイドおよび界面化学部会、2020年9月14-16日、
Web開催

“Synthesis and Application of Silica Hollow
Particles”

R. Nojiri, Y. Tarutani, M. Tani, C. Takai, M. Fuji
Australasian Colloid and Interface Society, Australia
Japan Colloid Symposium, 17-18 September, 2020, Web

“Microstructural and surface properties of
mechanically dispersed cellulose nano fiber
aqueous sol”

C. Takai-Yamashita, Y. mabuchi, M. Senna, Y. Ohya,
M. Fuji
Materials Science and Engineering Congress (MSE),
22-24 September 2020, Web

「硫酸ナトリウム十水和物を内包した潜熱蓄熱シリカ粒
子の合成」

野尻凌平・新海息吹・藤本恭一・高井千加・藤 正督
日本化学会秋季事業 第10回 CSJ 化学フェスタ 2020、
2020年10月20-22日、Web開催

「固体潤滑剤含有セラミックスの作製を可能とした低温
固化技術」

野尻凌平・Hadi Razavi Khosroshahi・藤 正督
粉体粉末冶金協会 2020年秋季大会（第126回講演大
会）、2020年10月27-29日、Web開催

「岐路に立つセラミックス-何ができるか?何をすべきか?-」

藤 正督
岐阜県セラミックス研究所～研究成果発表会～、
2020年11月12日、岐阜

「電気泳動による微粒子濃縮挙動の検討」

岩田修一・藤 正督・伊藤大志・田口虎之介
日本機械学会 第 98 期流体工学部門講演会、2020 年
11 月 11-13 日、Web 開催

表会、2020 年 11 月 28 日（開催中止、要旨提出をもって発表成立）

「無焼成セラミックスモデルとしてのシリカ界面の反応に関する分子動力学法」

久保田敦斗・佐藤知広・齋藤賢一・藤 正督・高井千加・瀬名ハヂ・宅間正則・高橋可昌
日本機械学会 第 28 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2020)、2020 年 11 月 19 日、Web 開催

「ポリアクリル酸テンプレート法で合成した中空シリカナノ粒子含有 CNF 薄膜の作製と断熱特性評価」

加藤孝典・藤本恭一・藤 正督
2020 年度日本セラミックス協会東海支部 学術研究発表会、2020 年 11 月 28 日（開催中止、要旨提出をもって発表成立）

「ボールミルを施したシリカ表面の構造分析」

野尻凌平・Hadi Razavi Khosroshahi・佐藤知広・高井千加・藤 正督
2020 年日本表面真空学会 学術講演会、2020 年 11 月 19-21 日、Web 開催

「シリカ系無焼成セラミックス /CNT 複合体の作製とマイクロ波吸収発熱特性」

矢久保怜奈・瀬名ハヂ・石原真裕・堀田 禎・藤 正督
2020 年度日本セラミックス協会東海支部 学術研究発表会、2020 年 11 月 28 日（開催中止、要旨提出をもって発表成立）

「中空シリカ粒子の合成を目指した炭酸カルシウムテンプレートの合成」

野尻凌平・堀 雅弘・高井千加・藤本恭一・藤 正督
第 26 回流動化・粒子プロセッシングシンポジウム (FB26)、2020 年 11 月 26-27 日、Web 開催

「中空粒子の光学特性を活かした LED デバイスの作製」

野尻凌平・谷 将成・高井千加・藤 正督
2020 年度日本セラミックス協会東海支部 学術研究発表会、2020 年 11 月 28 日（開催中止、要旨提出をもって発表成立）

「球状バテライト粒子を用いたサブミクロンシリカ中空粒子の合成」

前原万純・藤本恭一・富岡達也・高井千加・藤 正督
2020 年度日本セラミックス協会東海支部 学術研究発表

「シリカ表面の真実とその利用」

藤 正督
環境調和材料研究会、2020 年 12 月 16 日、Web 開催

< 受賞 >

「粉体工学会春期研究発表 奨励賞」

野尻凌平
2020 年 5 月 26 日、オンライン

「名古屋工業大学基金 学生研究奨励 副学長表彰（学術部門）」

野尻凌平
2021 年 3 月 8 日、名古屋工業大学

先進材料設計研究部門・材料機能研究グループ

< 発表 >

「強磁性亜鉛フェライト薄膜の有機金属分解法による合成プロセス」

新海圭亮・中田勇輔・安達信泰

日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、2020年9月2日、Web開催

“Synthesis of ferromagnetic Zinc Ferrite films by Metal Organic Decomposition technique”

S. Keisuke, Y. Nakata, N. Adachi

MRM Forum 2020, 7-9 December, web

「強磁性亜鉛フェライトの合成と磁気及び磁気光学特性」

安達信泰・新海圭亮・中田勇輔

第44回日本磁気学会 学術講演会、2020年12月15日、Web開催

「亜鉛フェライト薄膜の磁気特性におけるコバルト置換効果」

安達信泰・中田勇輔・新海圭亮

日本セラミックス協会2021年年会、2021年3月23日、Web開催

先進材料設計研究部門・材料設計研究グループ

< 論文 >

“Equatorial aberration of powder diffraction data collected with an Si strip X-ray detector by a continuous-scan integration method”

T. Ida

J. Appl. Crystallogr. 33, 679–685 (Jun. 2020).

Si ストリップ X 線検出器 (SSXD) の連続走査積分 (CSI) 測定によって収集される粉末回折データについて、赤道収差の影響を表現する幾何学的に厳密な数学形式と、その2次近似形式を明らかにし、従来用いられていたシンチレーション計数器などゼロ次元検出器を用いる場合との違いを明確にした。また2次近似に基づいた赤道収差関数の代数的な表現を求めた。さらに2次近似収差関数の4次までの次数のキュムラントの表現を求め、その形状の特徴を明らかにした。

“Application of deconvolutional treatment to powder diffraction data collected with a Bragg-Brentano diffractometer with a contaminated Cu target and a Ni filter”

T. Ida

Powder Diffr. 35, 166–177 (Jul. 2020).

熱電子放出源としてタングステン (W) フィラメントを用いる Philips 社製ガラス封入管銅 (Cu) ターゲット X 線源と、ニッケル (Ni) 箔フィルターを用いて観測された粉末回折データにみられる $\text{Cu K}\alpha_2$, $\text{Cu K}\beta$, W L ピークと Ni K- 吸収端構造、さらに Philips 社製封入管特有の Ni K α ピークを、高速フーリエ Fourier 変換を用いた逆畳み込み的な方法 *deconvolutional method* により取り除く手法を示した。また、軸発散収差と平板試料収差、試料透過性収差の4次までのキュムラントの数学的な表現を明らかにした。伝統的に用いられた装置設計のデザインでは、これらの装置収差の影響がほぼ拮抗し、結果的に比較的広い範囲で回折角に強く依存しない性格を持つことを示した。逆畳み込み的な方法を20年以上交換せず使い続けた X 線管球を用いて約10日間をかけて収集した標準 Si 粉末試料 (NIST SRM640d) について測定された粉末回折データに適用し、不要な寄生ピークを除去するために有効であることを示した。

「一次元ストリップ型 X 線検出器の連続走査積算測定における赤道収差」

井田 隆

名古屋工業大学先進セラミックス研究センター年報, 8, 1-7 (July, 2020)

Si ストリップ X 線検出器 (SSXD) の連続走査積算

(CSI) 測定によって収集される粉末回折データについて、有限な SSXD のサイズの影響がどのように現れるかについて明らかにした。数学的な形式を導出する過程について解説し、過去の類似研究との相違について示した。

< 著書 >

「X 線回折法」

井田 隆

「機器分析ハンドブック 3 固体・表面分析編」化学同人, 第 7 章 (2021 年 3 月)

化学分析を目的とした粉末 X 線回折法について、装置の選定と維持、実験操作、同定・定性分析、定量組成分析の具体的な方法について解説した。

< 発表 >

“Equatorial Aberration for Powder Diffraction Data Collected by Continuous Scan of a Silicon Strip X-ray Detector”

T. Ida

Denver X-ray Conference (Virtual Conference), 2-6 August, 2020, web

「シリコンストリップ型 X 線検出器の連続走査積算により収集された粉末回折データにおける赤道収差」

井田 隆

日本結晶学会年会、2020 年 11 月 27-28 日、オンライン会議

地域連携グループ

< 論文 >

“Thermally-Induced Activation of Mixed-Phase Titanium Dioxide (P25) and Oxidation Activity for Gaseous Organic Compounds”

T. Ihara, H. Nishikawa, H. Ishida, Y. Kobayashi, S. Takahashi

Journal of the Society of Inorganic Materials, Japan, 27, 227-232 (2020)

アナターゼ・ルチルの混合相酸化チタン (P25) の熱

励起活性化の特性を検討するとともに、P25 を用いたガス状有機化合物の酸化分解活性を調べた。加熱下 XPS 測定の結果より、P25 で、300-500℃において、 Ti^{3+} の生成と酸素欠陥の生成が認められた。400℃までの加熱下 ESR でシグナルが認められなかったが、ガス状アセトアルデヒド、トルエンの酸化分解活性はアナターゼ単一相の場合とほとんど同等であった。

「第1尿ナトリウム/カリウム比のトレンドを用いた食塩摂取量評価法の検討」

加藤 匠・井須紀文・青山敬成・嶋津季朗・塚原丘美
日本未病学会雑誌 Vol.26, No.2, 1-8 (2020)

高血圧症の患者の日々の食塩摂取量を評価できる簡便なシステムは未だ確立されていない。そこで、本研究では随時尿中 Na/K 比から食塩摂取量を評価できる方法の確立を目的として、連続した複数日間の第1尿 Na/K 比をトレンドとして用いる食塩摂取量評価法について検討を行った。その結果、第1尿 Na/K 比は個人差が大きく、幅広い範囲の人を対象とした食塩摂取量評価は困難であるが、個人単位においては、複数日間の第1尿 Na/K 比の平均値から前日の食塩摂取量の「多」・「少」を予測できる可能性が示唆された。

“Direct Production of Hydrogen-Rich Gas and/or Pure-Hydrogen with High-pressure from Alcohol/water/metal-powder Mixture at Low Processing Temperature,”

S. Deguchi, N. Kobayashi, N. Isu, M. Ito
Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 45, Issue4, 2513-2526, (2020)

バイオエタノールからの水素合成を目的として、15 MPa の耐圧装置を用い 473 ~ 723K でアルコール/水/金属粉末混合物から高圧高濃度水素ガスの生成実験を行った。金属粉末としてアルミニウム、コバルト、鉄、マグネシウム、ニッケルを用いたが、アルミニウムが 60.0 wt% のメタノール/水およびエタノール/水溶液からの高濃度水素ガス生成に最適な添加金属であることがわかった。723K での 60.0wt% のメタノール/水とアルミニウム粉末の混合物から、10.0MPa の純粋な水素が 24.9L_N / (dm²min) の高い生成速度で生成された。メタノール中の炭素は、反応により固体の高級炭化水素と、ベンジルアルコールおよびトルエンの有機液体残留物として固定され、メタノール/水溶液からのほとんどすべての酸素はアルミニウム化合物として固定された。また、生成されたすべての高濃度水素ガスは、高分子電解質燃料電池を 24 時間以上駆動させることが確認された。

“Study on Bacterial Anti-adhesiveness of Stiffness and Thickness Tunable Cross-linked Phospholipid Copolymer Thin-film,”

Z. Lu, E. Mondarte, K. Suthiwanich, T. Hayashi, T. Masuda, N. Isu, M. Takai
ACS Applied Bio Materials, Vol.3, No.2, 1079-1087 (2020)

材料表面への細菌の付着は、多くの分野、特に医療機器で重大な問題であり、本研究は、2-methacryloyloxyethyl

phosphorylcholine (MPC)、3-methacryloxypropyl trimethoxysilane (MPTMSi)、および 3-(methacryloyloxy) propyl-tris(trimethylsilyloxy)silane (MPTSSi) から構成される共重合体ポリマー薄膜の膜厚と剛性が細菌の付着性に及ぼす影響について実験を行った。コーティング溶液のポリマー濃度を変更することにより、薄膜の厚さ (5 ~ 90 nm) と剛性の調整を行った。すべてのポリマー薄膜は、黄色ブドウ球菌および緑膿菌の付着を阻害し、特に黄色ブドウ球菌の付着は、薄膜の厚さと剛性の影響を受けた。この事から、薄膜の機械的特性は、細菌の付着を決定する影響力のある要因の1つであることが示唆された。

“Fabrication and Characterization of Porous Silica/Carbon Nanotube Composite Insulation,”

N. Shioura, K. Matsushima, T. Osato, T. Ueno, N. Isu, T. Hashimoto, T. Yana
MRS Advances, Vol. 5, 1791-1798 (2020)

高効率のエネルギー利用には高性能断熱材が必要であり、本研究では、単層カーボンナノチューブ (CNT) /カルボキシメチルセルロースナトリウム (CMC) によって結合されたシリカ (SiO₂) 粒子系の新断熱材の検討を行った。CNT は優れた機械的特性を持ち、電磁波を吸収する能力があるため、輻射熱伝達を抑制するが、凝集しやすいため分散させるための制御が必要となる。そこで、かさ密度の低い CNT/CMC スポンジを調製し、SiO₂ 粉末と混合し、粉末混合物をプレスする方法について検討を行った。サンプル成形体の熱伝導率を調べた結果、CNT/CMC スポンジと SiO₂ 粒子からなる成形体は、従来のガラス繊維成形体と比較して、優れた機械的特性だけでなく、優れた断熱特性を示した。これら新素材の最低熱伝導率は 0.024W・m⁻¹・K⁻¹ であり、高性能発泡プラスチック断熱材と同等の熱伝導率が得られた。

“Crystal structural, thermal, and mechanical properties of Yb_{2+x}Ti_{2-x}O_{7-x/2} solid solutions”

K. Asai, M. Tanaka, T. Ogawa, U. Matsumoto, N. Kawashima, S. Kitaoka, F. Izumi, M. Yoshida, O. Sakurada
J. Solid State Chem., **287**, 121328 (2020)

1673 K でアニールした固溶体 Yb_{2+x}Ti_{2-x}O_{7-x/2} (x = 0.05~1.02) の結晶構造と熱・機械的性質について研究した。粉末 X 線回折データのリートベルト・MEM 解析により、 $x \leq 0.43$ と $0.63 \leq x \leq 0.8$ の固溶体はそれぞれ Yb₂Ti₂O₇ に基づくパイロクロア型と Yb₂TiO₅ に基づく欠陥螢石型の構造を持ち、 $x \approx 1.02$ では欠陥螢石型と Yb₂O₃ に基づくピクスビ鉍型の相が共存することが判明した。陽イオンサイトにおける異方的

な電子密度分布は相境界付近で一層顕著になった。構造モデルとして採用したパイロクロア型構造は第一原理計算で求めた欠陥生成エネルギーと一致していた。

$x \approx 0.05, 0.53, 0.63, 0.69$ の試料における熱膨張係数、熱伝導率、ヤング率の x 依存性は密度と酸素欠陥のような構造的特徴の変化により説明できる。

< 総説・解説・報文・その他 >

「キッチンの変遷 ～古代、近代、サステナブルデザイン～」

井須紀文

日本 AEM 学会誌, Vo.28, No.1, 19-22 (2020)

古代から近代までのキッチンの変遷について述べた。高度成長期に誕生したステンレス製流し台は、現在では種々の多機能部材をビルトインしたシステムキッチ

ンとなった。キッチンシンクの素材はコンクリート、亜鉛、鉄板から、高度成長期にはステンレス、現代では樹脂へと変化を続けている。今後、持続可能な社会の実現に必要な地球環境と人を考えたものづくりのサステナブルデザインについて、住宅用設備・材料を事例として述べた。