

研究報告2022 目次 【抄録】

機械・材料技術部

- ◆ Effect of Degree of Unsaturation in Vegetable Oils on Friction Properties of DLC Coatings
- ◆ In situ crystallization of CHA / FAU zeolites on volcanic stone in the absence of organic agents
- ◆ In situ observation of evolution of internal structure of alumina during sintering by swept-source OCT
- ◆ Transparent Y-alpha SiAlON:Ce³⁺ Ceramics Fabricated by Low-Temperature Liquid Phase Sintering Technique

電子技術部

- ◆ Ni板の親水化に対するプラズマ照射の効果

化学技術部

- ◆ Lysine-glucose Maillard reaction products promote longevity and stress tolerance in *Caenorhabditis elegans* via the insulin/IGF-1 signaling pathway
- ◆ パラコート処理が線虫の体内活性酸素および抗酸化酵素活性に与える影響
- ◆ ボイセンベリーおよびボイセンベリー含有アントシアニン類の抗糖化作用

川崎技術支援部

- ◆ Decomposition of Gaseous Styrene Using Photocatalyst and Ozone Treatment
- ◆ 光触媒式小型空気清浄機による飛沫除去挙動の評価

◆Effect of Degree of Unsaturation in Vegetable Oils on Friction Properties of DLC Coatings

機械・材料技術部 材料物性グループ

吉田 健太郎

解析評価グループ

長沼 康弘

東京工業大学

加納 眞

掲載紙：Tribology Online, Vol. 16, No. 4
(2021)210.

近年、有機酸を含む様々な種類の植物油と DLC 膜の組み合わせが摩擦を減らすのに効果的であることが報告されているが、植物油潤滑剤の化学構造の違いと摩擦低減との関係についての詳細な報告はほとんどない。そこで著者らは、不飽和度の異なる植物油について、水素含有 DLC(a-C:H)膜と水素フリーDLC(ta-C)膜 2 種類の摩擦特性への影響を評価した。評価した全植物油において ta-C 膜は、a-C:H 膜および未コート材よりも著しく低い摩擦係数を示した。ta-C 膜については、一価不飽和脂肪酸の含有量が高い植物油で最も低い摩擦係数を示した。X 線光電子分光分析(XPS)および飛行時間型二次イオン質量分析(ToF-SIMS)を用いて、ta-C 膜の摩擦面を分析した結果、C-OH 結合からなる表面層の形成を確認し、これらの結合の検出強度が増加するにつれて、より低い摩擦係数を示すことがわかった。

◆In situ crystallization of CHA / FAU zeolites on volcanic stone in the absence of organic agents

機械・材料技術部 ナノ材料グループ

小野 洋介

鹿児島県工業技術センター

増永 卓朗、袖山 研一

掲載紙：Microporous and Mesoporous Materials, Vol.328, 111500 (2021)

日本は 100 以上の活火山を持つ火山大国である。本研究では、火山噴出物である軽石の新規な有効利用法を提案する。軽石を水酸化ナトリウム水溶液に投入して 100℃程度で加熱することにより、軽石表面にゼオライトを生成させ軽石と複合化した。

この手法において、軽石はゼオライトの原料としての役割と多孔質な支持体としての役割を担っており、作製するゼオライト複合体は軽石のマクロ孔とゼオライトのマикро孔を併せ持つ。本研究の結果、マイクロ孔の径が 0.38 nm に揃った CHA 型ゼオライトと、0.74 nm に揃った FAU 型ゼオライトを作り分けることができた。また、ゼオライトの生成に伴い、複合体の比表面積が軽石原料の数十～数百倍に向上した。さらに、アンモニウムイオンを対象とした吸着実験において、ゼオライト複合体が市販のゼオライト粉末よりも高い除去能を示した。

◆In situ observation of evolution of internal structure of alumina during sintering by swept-source OCT

機械・材料技術部 材料物性グループ

高橋 拓実

横浜国立大学

坂本 文香、多々見 純一、飯島 志行

掲載紙：Int. J. Appl. Ceram. Tec., 19(2), 1171-1179 (2022)

セラミックスの焼結をその場で観察することは、内部構造の発達を含む焼結挙動を理解し、優れた特性を有するセラミックスを作製するために重要である。しかし、高温の成形体や焼結体の内部構造をマイクロメートルオーダーの分解能で高速その場観察する研究はこれまで行われていませんでした。ここでは、波長掃引型の光コヒーレンストモグラフィ(OCT)を用いて、Al₂O₃ 成形体の焼結中の内部構造の変化を観察した。OCT によるその場観察により、密度分布の発達や粗大な気孔の成長など、焼結中に内部構造が変化することが明らかになった。また、OCT 像から焼結収縮率や相対密度を得ることができた。一次粒子径の異なる造粒物を添加、積層した成形体の焼結中の内部構造を OCT で観察した結果、高温での緻密化の進行に伴い、不均一な領域が発達していることが確認された。これらの結果は、波長掃引型 OCT を用いた成形体の焼結挙動のその場観察が、焼結中の内部構造の変化をリアルタイムで観察することができる新規な技術であることを示している。

◆Transparent Y- α SiAlON:Ce³⁺ Ceramics
Fabricated by Low-Temperature Liquid Phase
Sintering Technique

機械・材料技術部 材料物性グループ
高橋 拓実、横内 正洋
横浜国立大学
佐野 由紀、多々見 純一、飯島 志行

掲載紙：ECS J. Solid State Sci. Technol. 10
086008 (2021)

固体照明や光源の高出力化に伴い、耐熱性に優れた透明性と蛍光性を兼備するセラミックス基板が求められている。エンジニアリングセラミックスである α -SiAlON は、安定化イオンの導入でフォトルミネッセンスを示すことが知られているが、 α -SiAlON のバルク単結晶を得ることは不可能である。そこで本研究では、高出力固体半導体光源用の波長変換部材として、透明な Y- α SiAlON:Ce³⁺セラミックスを作製した。この目的のために、均質で緻密な成形体を用いて、ガス加圧焼結、次いで低温での熱間等方加圧を実施した。特に、周期的な冷間等方圧加圧により、成形体の密度と均質性が高まり、低温での緻密化が促進され、焼結時の気孔の消失が効率的に行われるようになった。低温緻密化により結晶粒成長が抑制された結果、高い直線透過率を有する Y- α SiAlON:Ce³⁺セラミックスを得ることに成功した。この透明な Y- α SiAlON:Ce³⁺セラミックスは、Ce³⁺の 5d-4f 遷移によるフォトルミネッセンスを示した。発光強度のピーク波長は Ce³⁺の濃度に依存し、発光色は青色から青緑色の範囲であった。

◆Ni 板の親水化に対するプラズマ照射の効果

電子技術部 電子材料グループ
安井 学、黒内 正仁、金子 智
機械・材料技術部 解析評価グループ
長沼 康弘
化学技術部 環境安全グループ
田中 聡美、加藤 千尋

掲載紙：表面技術, Vol.72 No.12, pp.716-718(2021)

プラズマ照射時間によって、Ni 板上の Ni-W めっき膜の剥離の有無が変化した。親水性とめっき膜の剥離の有無の関係を調べるため、プラズマ照射時間を変化させた Ni 板表面を FT-IR と XPS を用いて分析・検討した。FT-IR の分析結果では、水酸基により Ni 板の表面が親水化されたと考えられる。また、XPS の分析結果では、酸素プラズマによる Ni 板表面の炭化水素の除去と Ni 板表面が親水性を示す Ni₂O₃に変化したことの 2 点が Ni 板表面の親水性を変化させた一要因と考えられる。そして、プラズマ照射による Ni 板表面の親水化が、Ni-W めっき膜のつきまわりを改善し、Ni-W めっき膜の密着性の改善に寄与したと考えられる。

◆Lysine-glucose Maillard reaction products promote longevity and stress tolerance in *Caenorhabditis elegans* via the insulin/IGF-1 signaling pathway

Issei Yokoyama
Ou Setoyama
Ayumi Urakawa
Momo Sugawara
Yaqi Jia
Yusuke Komiya
Jun Nagasao
Keizo Arihara

掲載紙：Journal of Functional Foods Vol.87, pp.104750 (2021)

The Maillard reaction is associated with the development of distinct flavors and colors during food processing and cooking. This reaction generates numerous chemical compounds, including antioxidants. *Caenorhabditis elegans* is a model organism for studying aging; its lifespan is prolonged by antioxidants. In this study, we investigated the effects of lysine-glucose Maillard reaction products (LG MRPs) on *C. elegans* lifespan. Our results showed that LG MRPs prolonged the lifespan in a dose-dependent (0.001–0.1 M) and improved the reduction of age-related movements. Reactive oxygen species and fat accumulation were decreased upon treatment with LG MRPs. LG MRPs treatment also improved oxidative and heat stress tolerance. Furthermore, mRNA expression of

daf-16 which relates to the longevity and its target genes (sod-3, ctl-1, hsp-12.6, and hsp-16.2) was increased. These results suggest that LG MRPs might contribute to longevity via the insulin/insulin-like growth factor signaling pathway in *C. elegans*.

◆パラコート処理が線虫の体内活性酸素および抗酸化酵素活性に与える影響

化学技術部 バイオ技術グループ
瀬戸山 央

掲載紙：科学・技術研究, 10 巻, 1 号, pp.41-44 (2021)

ヒトの体内で過剰に生じた活性酸素 (ROS) は酸化ストレスとして作用し、老化の要因となることが明らかになっている。モデル生物である線虫においても、ROS と老化に深い関わりがあることが明らかとなっている。本研究では 2.5~10 mM のパラコート処理が線虫に与える影響について、体内の ROS 生成及び抗酸化酵素 (SOD、CAT) 活性に着目して解析を行った。その結果、パラコート処理の期間が長いほど、またパラコート濃度が高いほど体内 ROS 生成量が増加し、SOD 活性が上昇することを明らかにした。

◆ボイセンベリーおよびボイセンベリー含有アントシアニン類の抗糖化作用

化学技術部 バイオ技術グループ
瀬戸山 央

掲載紙：食生活研究, 41 巻, 6 号, pp.338-346 (2021)

ボイセンベリーはベリー類の中でも大きく加工性に優れている。本研究は、ボイセンベリーの抗糖化性およびボイセンベリー含有アントシアニン類の抗糖化性への寄与を明らかにすることを目的とした。その結果、ボイセンベリーには蛍光性 AGEs 生成抑制作用および CMA 生成抑制作用が認められ、抗糖化作用があることが明らかとなった。また、ボイセンベリーに含まれるアントシアニン類が蛍光性 AGEs 生成抑制作用に関与していることが明らかとなった。

◆Decomposition of Gaseous Styrene Using Photocatalyst and Ozone Treatment

川崎技術支援部 材料解析グループ
濱田 健吾
落合 剛
青木 大輔
阿久津 康久
平林 康男

掲載紙：Catalysts, Vol.12, No.3, pp.316(2022)

Because photocatalysis has strong oxidation abilities in redox systems, it has been applied to indoor air purification. However, intermediate products are produced during the photocatalytic oxidative decomposition of aromatic compounds with benzene rings. Therefore, it is essential to improve decomposition performance and evaluate the intermediate products produced for practical applications. Herein, we describe the decomposition performance of ozone, photocatalyst, and their combination, under the target gas of styrene. Using a one-pass mini reactor, decomposition performance was evaluated by analyzing the output gas in the reactor and observing the styrene removal, the amount of carbon dioxide produced, and the composition of a small amount of intermediate products. The combination of ozone and photocatalyst showed the most significant performance, completely decomposing in the photocatalyst and removing odor components in ozone. Moreover, we demonstrated that decomposition performance could be evaluated by observing slight amounts of intermediate products in the exhaust gas. We believe that this research provides insights into the practical application of photocatalysis and ozone oxidation technologies in air purifiers and their performance management, with particular emphasis on the decomposition of odor compounds.

◆光触媒式小型空気清浄機による飛沫除去挙動の評価

川崎技術支援部 材料解析グループ
落合 剛
大阪府立大学工学研究科
秋吉 優史

綿野 哲

掲載紙：エアロゾル研究, Vol.36, No.4,
pp.263-272(2021)

A small air cleaner with the visible-light-responding photocatalyst was developed. This air cleaner is specialized in removal of the splashed droplets which flies between facing peoples to cope with various infectious diseases. Photocatalyst of a tungsten trioxide system which response efficiently to visible-light was sprayed on a conventional nonwoven fabric filter with a visible-light LED module and a silent type fan are applied. The photocatalyst was excited by visible-light to generate active oxygen that oxidizes and decompose various organic matters. In this study, the physical performance of the air purifier was estimated, 1) the removal action of splashed droplets from the oral cavity with special motion-picture system, 2) evaluation of the transmittance of droplets to the filter and 3) droplets capture performance in a clean bench. Furthermore, performance of the photocatalyst system was evaluated by formaldehyde gas decomposition rate in a small chamber. As a result, droplets of 5 micrometers or more can be removed effectively by the small air purifier, and it is considered that the virus contained in the droplets caught by the filter will be inactivated with the photocatalyst by degrees.