

# 研究報告2023 目次 【抄録】

## 電子技術部

- ◆ Carbon clusters on substrate surface for graphene growth- theoretical and experimental approach
- ◆ Crystal orientation of epitaxial oxide film on silicon substrate

## 化学技術部

- ◆ Antibacterial effect on microscale rough surface formed by fine particle bombarding
- ◆ Effects of the dipeptides comprising leucine and lysine on lifespan and age-related stress in *Caenorhabditis elegans*
- ◆ 電解オゾン生成器における溶存オゾン濃度測定方法および共存アニオンによるオゾン生成への影響の検討
- ◆ Synthesis of a gold-inserted iron disilicide and rutile titanium dioxide heterojunction photocatalyst via the vapor–liquid–solid method and its water-splitting reaction
- ◆ Luminescent iron disilicide film growth by metal-organic chemical vapor deposition

## 川崎技術支援部

- ◆ 光触媒とオゾン処理等を組み合わせた有機物分解と環境浄化への応用
- ◆ A novel embedding composition for the evaluation of the internal structure of carbon materials using electron microscopy Get access Arrow
- ◆ Round-Robin Inter-Comparison of Maximum Power Measurement for Metastable Perovskite Solar Cells

◆ Carbon clusters on substrate surface for graphene growth- theoretical and experimental approach

基板表面でのカーボンクラスターの振る舞い

電子技術部電子材料チーム  
金子智  
東北大学流体研究所  
徳増崇  
電子技術部電子材料チーム  
安井学  
電子技術部電子材料チーム  
黒内正仁  
化学技術部環境安全チーム  
田中聡美  
化学技術部環境安全チーム  
加藤千尋  
ジャパン・アドバンスト・ケミカルズ  
安原重雄  
東京工業大学総合理工  
松田晃史  
東京工業大学総合理工  
吉本護  
イスタンブール大学  
CAN Musa  
台湾成功大学  
Sumanta Sahoo  
台湾成功大  
Kripasindhu Sardar  
台湾成功大  
Jyh - Ming Ting  
台湾成功大  
吉村昌弘

掲載誌：Scientific Report, Vol.12, pp.15809-1-8 (2022)

グラフェン成長に適した基板選択のため、スーパーセルを用いた分子動力的考察を行った。基板としてシリコン、サファイア、酸化マグネシウム、チタン酸ストロンチウム(SrTiO)を候補とし、カーボンクラスターを基板表面に置いたスーパーセルでの安定性を分子動力学により評価した。カーボンクラスターは、炭素原子1個、六員環、7六員環とした。その結果、SrTiO基板上では各クラスターが安定して存在することが分かった。更にパルスレーザー蒸着法による成膜を行い、実験的にもSrTiO基板上での超平坦なグラフェンの成長に成功した。

◆ Crystal orientation of epitaxial oxide film on silicon substrate

シリコン基板上酸化膜のエピタキシャル膜の結晶方向

電子技術部電子材料チーム  
金子智  
東北大学流体研究所  
徳増崇  
電子技術部電子材料チーム  
安井学  
電子技術部電子材料チーム  
黒内正仁  
ジャパン・アドバンスト・ケミカルズ  
安原重雄  
ジャパン・アドバンスト・ケミカルズ  
遠藤民生  
東京工業大学総合理工  
東正樹  
東京工業大学総合理工  
松田晃史  
東京工業大学総合理工  
吉本護  
台湾成功大学  
Sumanta Sahoo  
台湾成功大  
Kripasindhu Sardar  
台湾成功大  
Jyh - Ming Ting  
台湾成功大  
吉村昌弘

掲載誌：Applied Surface Science, Vol.586, pp.152776-1-5 (2022)

シリコン基板上でのエピタキシャル膜の結晶成長について、分子動力的考察による吸着エネルギーを用いた評価を行った。酸化物としては酸化マグネシウム(MgO)をシリコン(Si)基板上に、MgO(001)//Si(001)で配置し、面内にはMgO(100)//Si(100)と面内で45度回転させたMgO(100)//Si(110)との吸着エネルギーの比較をした。その結果、MgO(100)//Si(100)というcubic on cubic成長が安定であることが分かった。更に実際にレーザー蒸着法を用いてMgのSi(001)基板上への成膜を行ったところ、X線回折観察により、cubic on cubic成長していることが確認された。

◆ Antibacterial effect on microscale rough surface formed by fine particle bombarding

小宮佑介  
長竿淳  
有原圭三

(株)サーフテクノロジー  
西谷伴子  
関西大学システム理工学部  
増田恭介  
三村爽馬  
化学技術部バイオ技術グループ  
廣川隆彦  
評価センターグループ  
石黒斉  
(株)サーフテクノロジー  
熊谷正夫  
関西大学システム理工学部  
伊藤健

掲載誌：Food Science & Nutrition,  
Vol.11,Issue6, pp.2776-2786 (2023)

In this study, we investigated the antioxidant/antiglycation activity of dipeptides and their antiaging effects using *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*). Food-derived dipeptide Leu-Lys (LK) and Lys-Leu (KL) exert antioxidant and antiglycation activity in vitro. Treatment with LK prolonged the mean lifespan and maximum lifespan of *C. elegans* more than that of KL. Intracellular ROS and blue autofluorescence levels (indicator of aging) were suppressed by LK.

掲載誌：AMB Express, Vol.12, No.9 (2022)

微粒子投射処理 (FPB) は通常、圧縮ガスを使用して微粒子を高速で金属表面に衝突させることによって金属表面を改質するために使用される。粒子の直径は数  $\mu\text{m}$  から数十  $\mu\text{m}$  の範囲で、FPB は表面に微細な  $\mu\text{m}$  スケールの凹面と凸面を形成する。FPB 処理された表面は食品業界で広く使用されているため、それらの細菌特性を考慮する必要がある。特に、 $\mu\text{m}$  スケールの粗さによる表面積の増加は細菌の増殖に利点をもたらす可能性がある。本研究では、FPB によって形成された  $\mu\text{m}$  スケールの粗い表面の抗菌特性を調べた。ステンレス鋼の表面を FPB 処理し、ISO 22196 : 2007 (JIS Z2801) に基づいて FPB 処理面の抗菌効果を評価した。その結果、FPB 処理された表面が大腸菌および黄色ブドウ球菌に対して抗菌活性を持つことが示された。

◆ Effects of the dipeptides comprising leucine and lysine on lifespan and age-related stress in *Caenorhabditis elegans*

日本大学生物資源科学部  
横山壺成  
化学技術部バイオ技術グループ  
瀬戸山央  
北里大学獣医学部  
莢雅棋  
藤田菜々  
和気明音

◆ 電解オゾン生成器における溶存オゾン濃度測定方法および共存アニオンによるオゾン生成への影響の検討

化学技術部 環境安全グループ  
岩本 卓治  
新エネルギーグループ  
祖父江 和治

掲載紙：医療・環境オゾン研究, Vol.29,  
No.4, pp.151-159(2022)

消毒用途に水道水を電解するオゾン水生成器が利用されている。水道水を電解した水溶液中の溶存オゾン濃度は遊離塩素による妨害がない方法 (アシッドクロムバイオレット K (ACVK) 法) で測定する必要がある。また、水道水の電解でオゾン水を製造する場合、水道水中のアニオンによってオゾン生成が妨害される可能性も考えられる。そこで本研究は水道水に含まれる  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  の Na 塩をそれぞれ添加した試料溶液を電解し、アニオンが溶存オゾン生成に及ぼす影響を検討した。その結果、NaCl 添加の場合は、添加量の増加に対してオゾンの生成が減少し、遊離塩素の生成が増加することがわかった。一方、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaNO}_3$  では、添加量に関わらず、水道水を電解した時と同程度の溶存オゾン濃度であった。これらのことから特定のアニオンはオゾン生成を抑制する可能性があることがわかった。

◆ Synthesis of a gold-inserted iron disilicide

and rutile titanium dioxide heterojunction photocatalyst via the vapor–liquid–solid method and its water-splitting reaction

板倉賢

化学技術部新エネルギーグループ

秋山賢輔

野島咲子

○川崎技術支援部

伊藤裕子

牛山幹夫

○ナノ材料グループ

奥田徹也

○山梨大学クリーンエネルギー研究センター

入江寛

掲載誌：ACS Omega, Vol. 43, pp. 38744-38751 (2022)

A solid-state Z-scheme system is constructed whereby rutile titania (TiO<sub>2</sub>) and beta-iron disilicide (β-FeSi) were combined to act as oxygen (O<sub>2</sub>)- and hydrogen (H<sub>2</sub>)-evolution photocatalysts, respectively, connected by gold (Au). β-FeSi island grains with diameters in the 0.5–2 μm range were formed on the surface of Au-coated TiO<sub>2</sub> powder by co-sputtering method. On the surface of TiO<sub>2</sub> powder, the Au-Si liquidus phase was obtained via a Au-Si eutectic reaction, which contributed to selectively deposit and crystallize β-FeSi island grains onto Au. After the loading of the H<sub>2</sub>-evolution cocatalysts, platinum and chromium oxide, onto β-FeSi, the system obtained catalyzed the evolution of H<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> in stoichiometric ratio from pure water under ultraviolet light irradiation. The transfer of photoexcited electrons in the conduction band (CB) of β-FeSi<sub>2</sub> to Pt causes the reduction of protons to H<sub>2</sub>, and the photogeneration of holes in the valence band (VB) of TiO<sub>2</sub> causes the oxidation of water to O<sub>2</sub>. In addition, the photogenerated holes in the VB of β-FeSi<sub>2</sub> and the photoexcited electrons in the CB of pc-TiO<sub>2</sub> combined with each other in the Au layer, affording the completion of the overall photocatalytic water-splitting.

◆ Luminescent iron disilicide film growth by metal-organic chemical vapor deposition

化学技術部新エネルギーグループ

秋山賢輔

○九州大学総合理工学院

掲載誌：Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 62, pp. SI1002-1-5 (2023)

Semiconducting iron disilicide (β-FeSi<sub>2</sub>) films were epitaxially grown on the Ag-layer pre-coated Si(111) substrates with an initial β-FeSi<sub>2</sub> layer by the metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD) method. These β-FeSi<sub>2</sub> films had (101)-preferred orientations, and their crystal quality was improved as the growth temperature increased from 893K to 1093K. The photoluminescence (PL) intensity of the (101)-oriented β-FeSi<sub>2</sub> films grown at 973K was larger than those of β-FeSi<sub>2</sub> films at the other deposition temperatures, which indicates the decrease of the density of nonradiative recombination centers in β-FeSi<sub>2</sub>. A clear A-band emission originated from β-FeSi<sub>2</sub> was observed for this film up to 285K. This pronounced PL intensity enhancement from β-FeSi<sub>2</sub> is attributed not only to the crystallinity evaluated by XRD measurement but also to the decrease in density of thermal equilibrium Si vacancy in β-FeSi<sub>2</sub>.

◆ 光触媒とオゾン処理等を組み合わせた有機物分解と環境浄化への応用

川崎技術支援部材料解析グループ  
落合剛

掲載紙：会報光触媒, Vol.68, pp.55-64(2022)

深刻化・多様化する環境汚染に、新型コロナ感染拡大が加わって、光触媒の酸化分解力を応用した環境浄化への期待が高まっている。しかしながら、光触媒は酸化力は強力だが、大量の物質を分解するのは原理的に困難である。しかも、反応は光が照射されている表面でしか進まない。したがって、光触媒を応用した各種製品を開発するにあたって、その性能を適切な方法で評価し、能力の限界を正確に把握しなければならない。求められる浄化能力が光触媒のみでは達成できない場合、他の技術との複合化が必要となってくる。分解対象物や光触媒材料の特性などをふまえ、オゾン処理やプラズマ処理などの複合化が研究されているが、処理条件によって分解メカニズムや分解生成物が大きく変わることもあり、注意が必要であ

る。本講演では、こうした光触媒とオゾン処理等を組み合わせた有機物分解と環境浄化への応用可能性について、いくつかの事例をもとに述べる。

◆ A novel embedding composition for the evaluation of the internal structure of carbon materials using electron microscopy Get access Arrow

Tsukahō Yahagi

Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology (KISTEC)

掲載誌 : Microscopy, dfad020,  
<https://doi.org/10.1093/jmicro/dfad020>  
 Published: 11 March 2023

The image contrast obtained in electron microscopy depends on the atomic number of the sample. Therefore, obtaining a clear contrast is challenging when samples composed of light elements (carbon materials and polymers) are embedded in the resin. Herein, a newly developed embedding composition exhibiting low viscosity and high electron density is reported, which can be solidified using physical or chemical methods. When used for carbon materials, this embedding composition allows clear microscopic observation with higher contrast compared to conventional resin embedding. Furthermore, details of the observation of samples such as graphite and carbon black using this embedding composition are reported.

◆ Round-Robin Inter-Comparison of Maximum Power Measurement for Metastable Perovskite Solar Cells

Hidenori Saito<sup>1</sup>  
 Masahiro Yoshita<sup>2</sup>  
 Hiromi Tobita<sup>3</sup>  
 Daisuke Aoki<sup>1</sup>  
 Tomoyuki Tobe<sup>1</sup>  
 Haruya Shimura<sup>2</sup>  
 Shinichi Magaino<sup>4</sup>

1 Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology (KISTEC)

2 Renewable Energy Research Center (RENRC), National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

3 Japan Electrical Safety & Environmental Technology Laboratories (JET),

#### 4 Research Association for Technology Innovation of Organic Photovoltaics,

掲載誌 : ECS Journal of Solid State Science and Technology, Volume 11, Number 5 (2022)

Perovskite solar cells (PSCs) are expected to be one of the next generation photovoltaics. However, reliable measurements of the power conversion efficiency (PCE) of PSCs are challenging as changes in the electrical properties occur during the conventional I–V curve measurements. In order to solve this problem, several methods to maximize the accuracy have been developed, but consistency between these methods has not been verified. In this paper, a round-robin inter-comparison of the maximum power measurements for metastable perovskite solar cells has been performed among three public laboratories in Japan using several methods. The maximum powers determined by the three laboratories using the conventional I–V curve measurement technique defined in IEC 60904–1 were compared to each other. The relative standard deviation of the maximum power was 4.76%. The maximum power point tracking (MPPT), steady-state (or stabilized) power output (SPO) and dynamic I–V measurements were also performed as the steady-state measurements of the maximum power. An excellent consistency was found to exist between the maximum powers obtained by the MPPT, SPO and dynamic I–V methods. The relative standard deviation of P<sub>max</sub> determined by the MPPT method at KISTEC and AIST was 1.25%.