

令和 5 年 5 月 26 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02527

研究課題名(和文)汎用元素プラズモニック光触媒の創製と革新的触媒機能の創出

研究課題名(英文)Preparation of plasmonic photocatalysts consisting of base metals and creation of innovative catalytic functions

研究代表者

古南 博(KOMINAMI, Hiroshi)

近畿大学・理工学部・教授

研究者番号：00257966

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：新しいタイプの光触媒としてプラズモニック光触媒が本格的に研究されてから10年ほどが経過したが、Auを用いるプラズモニック光触媒単独の研究としては飽和しており、その多くが他の光触媒と組み合わせるなどの複合化の段階に移っている。本研究はこのような複雑系の潮流には乗らず、プラズモニック光触媒研究の未踏部分に挑戦した。具体的には、a) Au粒子上に(水)酸化物種を形成することにより、Auプラズモニック光触媒の酸化還元機能を向上させる手法の探索、b) TiO₂以外のAu固定化材料の開拓とその評価、c) 汎用元素プラズモニック光触媒創成の可能性、について検討し、多くの成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は複雑系の潮流には乗らず、プラズモニック光触媒研究の根幹部分・未踏部分に挑戦した。つまり、さまざまな、簡単な化学的手法を駆使することによりプラズモニック光触媒を創製し、他の複雑系の光触媒でも持ち得ない触媒機能を創出することに成功した。本研究の成果は、その作用機序が単純明快で、かつ、汎用性が高いので、他の光触媒系への転用が容易である。これら一連の研究は、プラズモニック光触媒研究の新機軸となる先導研究と言える。さらに、この結果を利用する継続研究が多く興ると思われる。

研究成果の概要(英文)：About 10 years have passed since plasmonic photocatalysts were studied as a new type of photocatalyst; however, research on plasmonic photocatalysts using Au has been saturated, and most of them are combined with other photocatalysts, i.e., they are moving to the stage of compounding. On the other hand, we do not follow the trend of such complex systems, and challenged the unexplored area of plasmonic photocatalyst research. Specifically, a) search for a method to improve the oxidation-reduction function of Au plasmonic photocatalysts by forming hydroxide or oxide on Au particles, b) development and evaluation of Au immobilization materials other than TiO₂, c) preparation of plasmonic photocatalysts consisting of base metals, were investigated.

研究分野：光触媒

キーワード：プラズモニック光触媒 水分解 可視光

1. 研究開始当初の背景

触媒化学および材料化学の著しい進歩に伴い、様々な可視光応答型光触媒が開発されている。これらはいくつかタイプに分類できる。

- タイプ1 (ドーピング型) : N ドープ TiO₂、Rh ドープ SrTiO₃ など
- タイプ2 (バンドギャップ励起型) : WO₃、BiVO₄、Ta₃N₅、(CuIn)_xZn_{2(1-x)}S₂ など
- タイプ3 (有機半導体型) 窒化炭素 (C₃N₄) など
- タイプ4 (界面電荷移動型) : 銅イオン担持 TiO₂ など
- タイプ5 (増感剤修飾型) : Rh³⁺修飾 TiO₂、有機修飾 TiO₂ など
- タイプ6 (プラズモニック型) : Au/TiO₂、Au/CeO₂ など

Tatsuma らは、TiO₂ 粉末を固定化した電極に金 (Au) ナノ粒子を担持すると、可視光照射下において光電流が得られることを見いだした (*J. Am. Chem. Soc.*, **127**, 7632 (2005))。また、Ohtani らは、可視光照射下、Au 担持 TiO₂ (Au/TiO₂) によりアルコールのケトンへの酸化反応が進行することを報告している (*Chem. Commun.*, 2009, 241)。我々は、Au 担持酸化セリウム (Au/CeO₂) が、緑色光 (約 550 nm) 照射下における有機酸の完全分解反応に高い活性を示すことを見いだした (*Chem. Commun.*, **46**, 1287 (2010))。これは、ナノ粒子の SPR を利用し、可視光、しかも、緑色光で有機化合物を無機化した初めての報告である。これらの研究が、Au ナノ粒子の表面プラズモン共鳴 (SPR: Surface Plasmon Resonance) を利用するタイプ 6 型の光触媒、いわゆる「プラズモニック光触媒」のさきがけといえる。

萌芽期にはプラズモニック光触媒の多くの特長が見いだされた。Au/CeO₂ は特異な酸化特性を示し、緑色光照射下、ベンジルアルコールを定量的にベンズアルデヒドへと変換し (*Chem. Commun.*, **47**, 10446 (2011))、また、易酸化性であるアミノをもつベンジルアルコールは定量的・化学選択的にアミノベンズアルデヒドへ変換される (*J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 14526 (2012))。強い SPR 吸収を示す Au/CeO₂ の合成法 (多段階光析出法) が開発され、反応速度が大幅に大きくなった。この設計指針は Au/TiO₂ の合成に展開され、新規な合成法 (Au コロイド光電着法) により非常に高活性な Au/TiO₂ が合成された (*Langmuir*, **28**, 13105 (2012))。さらに、光析出法と Au コロイド光電着法を組み合わせることにより、助触媒 (M) と Au を個別に担持した Au/TiO₂-M が調製され、プラズモニック型 Au/TiO₂ 光触媒の機能化 (functionalization) の方法が確立された。機能化された Au/TiO₂-M は、可視光照射下における水素生成 (M: Pt, *ACS Catal.*, **3**, 79 (2013))、酸素生成 (M: Pt, *ACS Catal.*, **3**, 1886 (2013)) やニトロベンゼンのアニリンへの変換 (M: Ag, *Chem. Commun.*, **49**, 2551 (2013)) において、未機能化 Au/TiO₂ 比べ、著しく高い活性を示すことが報告された。また、新しい機能化の方法としてコアシェル化が創出され、パラジウム (Pd) シェルを導入した Au@Pd/TiO₂ が可視光照射下、クロロベンゼンの脱塩素反応を進行させることが明らかになった (*J. Phys. Chem.*, **117**, 16983 (2013))。Au プラズモニック光触媒研究の集大成として、NiO_x を助触媒とした Au/TiO₂-NiO_x により可視光照射下における水の完全分解 (2H₂O → 2H₂ + O₂) が報告された (*Chem. Sci.*, **8**, 2574 (2017))。

2. 研究の目的

新しいタイプの光触媒としてプラズモニック光触媒が本格的に研究されてから 10 年ほどが経過したが、Au を用いるプラズモニック光触媒単独の研究としては飽和しており、その多くが他の光触媒と組み合わせるなどの複合化の段階に移っている。本研究はこのような複雑系の潮流には乗らず、プラズモニック光触媒研究の未踏部分に挑戦した。具体的には、a) Au 粒子上に(水)酸化物種を形成することにより、Au プラズモニック光触媒の酸化還元機能を向上させる手法の探索、b) TiO₂ 以外の Au 固定化材料の開拓とその評価、c) 汎用元素プラズモニック光触媒創成の可能性、ついて検討した。

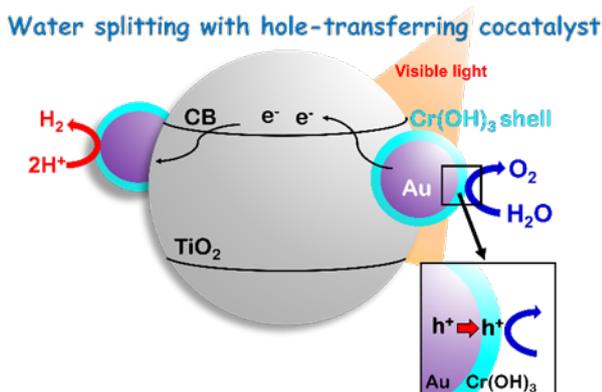
3. 研究の方法

- (A) 光析出法やコロイド電着法、析出沈殿法などによりナノ粒子を酸化チタン (TiO₂) などの金属酸化物半導体上に固定化した。
- (B) ナノ粒子表面にシェル層を導入した。シェル層として、酸化クロム (Cr₂O₃)、シリカ、アルミナ、カーボン、酸化鉄、酸化コバルト、酸化モリブデンなどを適切な方法でナノ粒子上に形成した。
- (C) 合成したプラズモニック光触媒を各種手法にて評価した。光触媒機能を水素生成反応、水酸化反応、水分解反応等にて評価した。

4. 研究成果

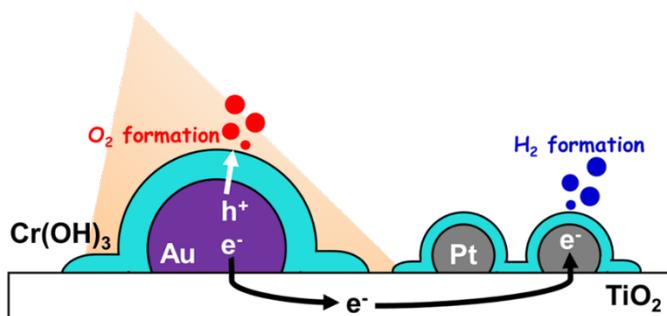
(1) 正孔移動助触媒を修飾した金ナノ粒子修飾酸化チタンによる可視光分解

Au/TiO₂ に少量の Cr(OH)₃ を修飾した触媒を用いて可視光照射下で水の酸化反応と水分解反応を検討した。Au/TiO₂ に光析出法を用いてクロム種を導入し、その形態、構造、電子状態を透過型電子顕微鏡 (TEM)、紫外可視分光法 (UV-vis)、X 線光電子分光法 (XPS)、X 線吸収分光法 (XAFS) により分析したところ、Au ナノ粒子上に非常に薄い Cr(OH)₃ 層が形成されており、Cr(OH)₃ から Au へのわずかな電子供与が確認された。Cr(OH)₃/Au/TiO₂ は可視光照射下で水の酸化反応 ($2\text{H}_2\text{O} + 4\text{h}^+ \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$) と水分解反応 ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$) の両方において、Au/TiO₂ より大きな反応速度を示した。また、酸化鉛 (PbO₂) の酸化的析出とそのサイト追跡により、Cr(OH)₃/Au 上で酸化反応が起こり、Cr(OH)₃ が正孔移動助触媒として有効に働いていることが明らかになった。



(2) 可視光照射下における白金担持金修飾酸化チタンプラズモニック光触媒を用いた水分解を目指した水酸化クロム層の多機能性

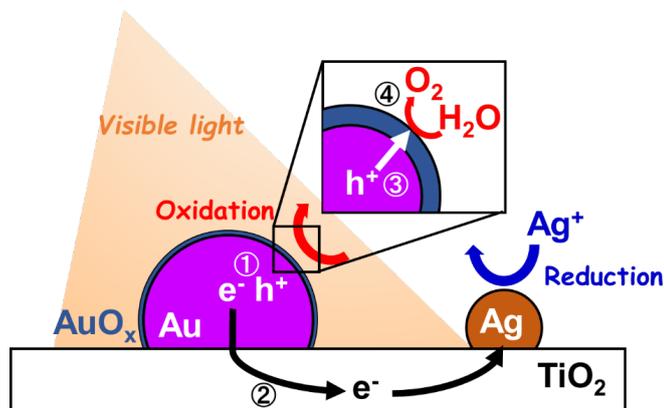
Cr(OH)₃/Au/TiO₂ に、H₂ 生成反応 ($2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$) に優れた特性を示す Pt 助触媒を修飾し、可視光水分解を検討した。Pt や Rh 粒子のような水素過電圧の小さい助触媒は逆反応 ($\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$) を引き起こす。そこで、TiO₂ 上に固定化した Au および Pt ナノ粒子の表面に Cr(OH)₃ 薄層を形成する触媒を調製し、可視光下における水分解に用いることを試みた。この系において Cr(OH)₃ 薄層



は、Au 上で「正孔移動」の助触媒として、Pt 上で「逆反応の抑制」のための薄層として機能すること、つまり 1 粒子上で 2 つの異なる機能を発揮することを期待した。TEM を用いた観察によって、Cr(OH)₃ 層が Au および Pt ナノ粒子上に析出していることを確認した。調製した触媒を純水に懸濁させ、可視光 ($\lambda > 400 \text{ nm}$) を照射して水分解反応を検討したところ、H₂ と O₂ が量論的に生成することがわかった。この時の水分解活性は、Au 修飾 TiO₂ の約 8 倍となり、Cr(OH)₃ 層の多機能化の達成とともにプラズモニック光触媒の高機能化が達成された。

(3) 金粒子修飾酸化チタン光触媒を用いた水の酸化反応に対する AuOx 表面酸化物層の影響

析出沈殿法によって調製した Au 修飾酸化チタンを O₂ または H₂ ガス流通下において、様々な温度で熱処理したところ、O₂ 下で処理した触媒が H₂ 下で処理したものよりも高い水の酸化活性を示す傾向があることを見いだした。XPS を用いて調製した触媒を分析すると O₂ 下で処理した触媒の Au ナノ粒子表面に薄い酸化物層が存在することが確認された。酸化物層を有する触媒を H₂ ガスによって還元処理することで水の酸化反応速度が小さくなったことから、Au ナノ粒子表面に酸化物層が存在することによって



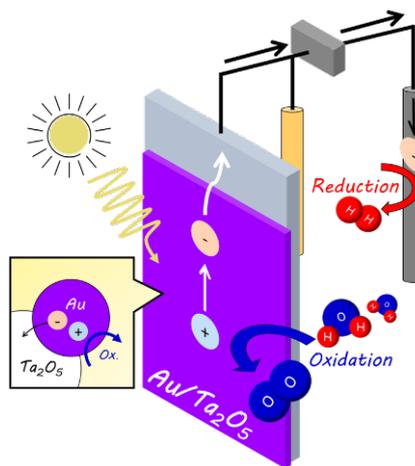
水の酸化反応が加速されていることが明らかになった。近年では助触媒の修飾等によって触媒を高機能化させる研究が数多く行われているのに対して、この研究は、処理ガスを変えるという単純かつ簡便な方法で Au プラズモニック光触媒の高機能化を達成した例として位置付けられる。

(4) 水酸化クロム層の導入による Cu プラズモニック光触媒の安定化

汎用元素金属ナノ粒子として、銅 (Cu) を用いた。Cu ナノ粒子は長波長領域 (600 nm 付近) に SPR を示すことが知られているが、我々の知る限りにおいて、安定なプラズモニック光触媒として作動するという報告例はない。Cu の価格は Au の価格の約 1 万分の 1 であるため元素戦略上極めて有利である。一方で、Cu ナノ粒子は酸素と反応して酸化物になりやすいという性質がある。そこで、ナノ粒子の保護に適した物質群を検討し、クロム化合物が適していることを突き止め、その条件を幅広く検討し最適な条件を確定した。つぎに、Cu ナノ粒子表面への $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 層の形成を試み、概ね、再現性良くコアシェル化することが可能となった。期待通り、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 層導入 Cu プラズモニック光触媒は安定的に光触媒作用を示すことが明らかになった。

(5) 安定な Au/Ta₂O₅ プラズモニック電極の作製と可視光照射下での水分解反応への応用

フッ素ドーパ SnO₂ 導電性ガラス (FTO) に Au/Ta₂O₅ を固定化した光アノード電極 (Au/Ta₂O₅/FTO) を作製し、可視光照射下で光電気化学的な水分解反応 ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$) を検討した。作製した電極を走査型電子顕微鏡 (SEM)、TEM、XPS、XAFS で評価したところ、厚さ約 3 μm の Ta₂O₅ 層と平均粒子径 6.4 nm の Au⁰ 粒子を有する Au/Ta₂O₅/FTO 電極が構築されていることがわかった。Au/Ta₂O₅/FTO 電極を作用極として、単色光照射下で電流-電位曲線を測定したところ、0.5 V vs. RHE 以上の電位を印加した際に Au ナノ粒子の SPR に誘起される光応答を確認した。また、0.8 V vs. RHE の定電位下、Au/Ta₂O₅/FTO 電極を作用極、Ag/AgCl を参照極、Pt を対極に用いて、水分解を検討したところ、可視光照射時に H₂ と O₂ が連続的にかつ量論的に生成することをみいだした。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Fudo Eri, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi	4. 巻 410
2. 論文標題 Bifunctions of a Cr hydroxide layer for water splitting over a platinized Au/TiO ₂ plasmonic photocatalyst under visible light irradiation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 323 ~ 331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2022.05.024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Fudo Eri, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi	4. 巻 5
2. 論文標題 AuO _x Surface Oxide Layer as a Hole-Transferring Cocatalyst for Water Oxidation over Au Nanoparticle-Decorated TiO ₂ Photocatalysts	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Applied Nano Materials	6. 最初と最後の頁 8982 ~ 8990
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnm.2c01186	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kominami Hiroshi, Yato Ryuichi, Tanaka Atsuhiko	4. 巻 14
2. 論文標題 Hydrogen Free Hydrogenation of a Nitrogen Containing Ring of Quinolines in an Alcoholic Suspension of a Titanium(IV) Oxide Photocatalyst Modified with Metal Cocatalysts (ChemCatChem 22/2022)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemCatChem	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cctc.202201254	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Fudo Eri, Asakura Hiroyuki, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi	4. 巻 7
2. 論文標題 Fabrication of a stable Au-Ta ₂ O ₅ plasmonic photoanode for water splitting under visible light irradiation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Sustainable Energy & Fuels	6. 最初と最後の頁 1077 ~ 1083
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2SE01677J	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fudo Eri, Kiyota Yusuke, Osawa Ryuto, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi	4. 巻 657
2. 論文標題 One-pot synthesis of secondary amines from aldehydes and primary amines over trifunctional Au-TiO ₂ as a water adsorbent, acid catalyst and photocatalyst without the use of hydrogen gas	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Catalysis A: General	6. 最初と最後の頁 119156 ~ 119156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcata.2023.119156	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fudo Eri, Tanaka Atsuhiko, Iguchi Shoji, Kominami Hiroshi	4. 巻 5
2. 論文標題 Modification of gold nanoparticles with a hole-transferring cocatalyst: A new strategy for plasmonic water splitting under irradiation of visible light	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainable Energy & Fuels	6. 最初と最後の頁 3303 ~ 3311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1SE00367D	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Imai Shota, Kojima Yasumi, Fudo Eri, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi	4. 巻 624
2. 論文標題 Controlling the performance of a silver co-catalyst by a palladium core in TiO ₂ -photocatalyzed alkyne semihydrogenation and H ₂ production	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Catalysis A: General	6. 最初と最後の頁 118331 ~ 118331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcata.2021.118331	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Yuhei, Toda Hibiki, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Bromine Substitution of Organic Modifiers Fixed on a Titanium(IV) Oxide Photocatalyst: A New Strategy Accelerating Visible Light Induced Hydrogen Free Hydrogenation of Furfural to Furfuryl Alcohol	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemCatChem	6. 最初と最後の頁 e202101496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cctc.202101496	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kominami Hiroshi, Onogi Kazuhiro, Tanaka Atsuhiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Glycerol as an excellent hydrogen and electron source for photocatalytic hydrogenation of nitrobenzene in water	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry	6. 最初と最後の頁 113963 ~ 113963
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotochem.2022.113963	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Soltani Tayyebbeh, Yamamoto Akira, Singh Surya Pratap, Anzai Akihiko, Fudo Eri, Tanaka Atsuhiro, Kominami Hiroshi, Yoshida Hisao	4. 巻 4
2. 論文標題 Simultaneous Formation of CO and H ₂ O ₂ from CO ₂ and H ₂ O with a Ag-MnO _x /CaTiO ₃ Photocatalyst	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 6500 ~ 6510
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.1c00510	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Singh Surya Pratap, Yamamoto Akira, Fudo Eri, Tanaka Atsuhiro, Kominami Hiroshi, Yoshida Hisao	4. 巻 11
2. 論文標題 A Pd-Bi Dual-Cocatalyst-Loaded Gallium Oxide Photocatalyst for Selective and Stable Nonoxidative Coupling of Methane	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 13768 ~ 13781
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c03786	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukui Makoto, Tanaka Atsuhiro, Kominami Hiroshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Photocatalytic Reductive Defluorination of Fluorinated Compounds in Aqueous Alcohol Suspensions of a Metal loaded Titanium(IV) Oxide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemCatChem	6. 最初と最後の頁 3298 ~ 3305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cctc.202000299	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukui Makoto, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi	4. 巻 59
2. 論文標題 Deoxygenation of Pyridine N-Oxides in Water at Room Temperature Using TiO ₂ Photocatalyst and Oxalic Acid as a Clean Hydrogen Source	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Industrial & Engineering Chemistry Research	6. 最初と最後の頁 11412 ~ 11418
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.iecr.0c00795	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Araki Sakae, Nakanishi Kousuke, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi	4. 巻 389
2. 論文標題 A ruthenium and palladium bimetallic system superior to a rhodium co-catalyst for TiO ₂ -photocatalyzed ring hydrogenation of aniline to cyclohexylamine	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Catalysis	6. 最初と最後の頁 212 ~ 217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcat.2020.05.035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Soltani Tayyebbeh, Zhu Xing, Yamamoto Akira, Singh Surya Pratap, Fudo Eri, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi, Yoshida Hisao	4. 巻 286
2. 論文標題 Effect of transition metal oxide cocatalyst on the photocatalytic activity of Ag loaded CaTiO ₃ for CO ₂ reduction with water and water splitting	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Catalysis B: Environmental	6. 最初と最後の頁 119899 ~ 119899
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcatb.2021.119899	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhu Xing, Yamamoto Akira, Imai Shota, Tanaka Atsuhiko, Kominami Hiroshi, Yoshida Hisao	4. 巻 274
2. 論文標題 Facet-selective deposition of a silver-manganese dual cocatalyst on potassium hexatitanate photocatalyst for highly selective reduction of carbon dioxide by water	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Catalysis B: Environmental	6. 最初と最後の頁 119085 ~ 119085
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcatb.2020.119085	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計64件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 13件）

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金-酸化チタンプラズモニック光触媒を用いた可視光水分解に対する水酸化クロムの修飾効果
3. 学会等名 石油学会関西支部「第31回研究発表会」日本エネルギー学会関西支部「第67回研究発表会」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 紙谷海成、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 酸化タングステン(IV)光触媒を用いた還元的過酸化水素製紙における熱加速効果
3. 学会等名 石油学会関西支部「第31回研究発表会」日本エネルギー学会関西支部「第67回研究発表会」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本珠季、不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金の表面プラズモン共鳴に誘起された光水素解離を利用したスチレンの水素化反応
3. 学会等名 石油学会関西支部「第31回研究発表会」日本エネルギー学会関西支部「第67回研究発表会」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaisei Kamitani, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Reaction temperature dependence in reductive production of hydrogen peroxide over WO ₃ photocatalyst
3. 学会等名 OKCAT2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tamaki Okamoto, Eri Fudo, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Plasmon-induced hydrogenation of styrene over Au/ZrO ₂
3. 学会等名 OKCAT2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金-酸化チタンプラズモニック光触媒の物性と活性に与える金粒径の影響
3. 学会等名 第130回 触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澤崎新、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 Pdナノ粒子のバンド間遷移を活用する光触媒的可視光脱塩素反応
3. 学会等名 第130回 触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤股伶於、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 グリセリンを水素源として用いたアルキンの光触媒的部分水素化反応
3. 学会等名 第130回 触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eri Fudo, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Acceleration of water splitting on Au/TiO ₂ by modification of a hole-transferring cocatalyst
3. 学会等名 12th International Conference on Environmental Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hibiki Toda, Yuhei Yamamoto, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Acceleration of visible light induced hydrogenation by introducing Br to organic modifiers fixed on titanium dioxide: A novel method for better photocatalytic material conversion
3. 学会等名 12th International Conference on Environmental Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chihiro Shiba, Hayami Kazuki, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Photocatalytic and electrochemical evolution of H ₂ from alcohol in WO ₃ -Cu ⁺ -H ₂ O-O ₂ system
3. 学会等名 12th International Conference on Environmental Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eri Fudo, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 H ₂ evolution over Au-Ta ₂ O ₅ plasmonic photocatalyst under cocatalyst-free conditions
3. 学会等名 The 13th Asia-Pacific Conference on Near-Field Optics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eri Fudo, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Plasmonic water splitting over gold-loded titanium(IV) oxide modified with a hole-transferring cocatalyst under irradiation of visible light
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hibiki Toda, Yuhei Yamamoto, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Bromine substitution of organic modifiers fixed on a titanium(IV) oxide photocatalyst - A new strategy accelerating visible light-induced hydrogen-free hydrogenation of furfural to furfuryl alcohol
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chihiro Shiba, Hayami Kazuki, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Hydrogen evolution from alcohol in aqueous suspension of tungsten oxide in the presence of oxygen and copper ion
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 戸田響生、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 アミン系化合物を多機能に利用する光触媒的物質変換反応
3. 学会等名 第41回 光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 紙谷海成、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 酸化タングステン光触媒による過酸化水素生成およびスルフィド選択的酸化における熱加速効果
3. 学会等名 第41回 光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷本捷倫・田中淳皓・古南博
2. 発表標題 流通型光触媒反応器の設計とその評価
3. 学会等名 第131回 触媒討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中淳皓・不動愛理・久富隆史・堂免一成・古南博
2. 発表標題 SrTiO ₃ :Alを固定化材料に用いたAuプラズモニック光触媒の調製と水の可視光酸化
3. 学会等名 第131回 触媒討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡本珠季・不動愛理・田中淳皓・古南博
2. 発表標題 プラズモン誘起光水素解離を利用した水素化反応のメカニズム
3. 学会等名 第131回 触媒討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福田雅晃・田中淳皓・古南博
2. 発表標題 ロジウム酸化物クラスター修飾酸化チタンを用いた可視光水素生成反応
3. 学会等名 第131回 触媒討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉田圭佑・田中淳皓・古南博
2. 発表標題 酸化チタン光触媒を用いるC-H結合の活性化
3. 学会等名 第131回 触媒討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 不動愛理・田中淳皓・古南博
2. 発表標題 水の酸化活性を向上させた金プラズモニック光触媒の合成と評価
3. 学会等名 第131回 触媒討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroschi Kominami, Atsuhiko Tanaka, Eri Fudo
2. 発表標題 Plasmonic photocatalysts having core-shell structure
3. 学会等名 The 1st Japan-China Symposium on Catalysis (1stJCSC) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroshi Kominami, Atsuhiko Tanaka, Eri Fudo
2. 発表標題 Plasmonic photocatalysts having core-shell structure
3. 学会等名 International Symposium on Energy/Environmental Catalysis (ISEEC 2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古南博
2. 発表標題 光触媒を用いるグリーン物質変換
3. 学会等名 光機能材料研究会第83回講演会「光触媒研究と開発技術の最新動向と将来展望」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金プラズモニック光触媒による水の酸化反応に対する正孔移動助触媒の修飾効果
3. 学会等名 第12回 触媒科学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤崎新、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 クロム種シェルを導入したパラジウム担持酸化チタン系光触媒のメタノールからの水素生成反応
3. 学会等名 第12回 触媒科学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村田凌祐、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金プラズモニック光触媒を用いた脱酸素反応に対する金粒径の影響
3. 学会等名 第12回 触媒科学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴千尋、速見一輝、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 酸素雰囲気における銅イオン共存可視光応答型光触媒による水素生成反応
3. 学会等名 第40回 光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸田響生、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 アミン類を可視光吸収部位および電子源として用いたアルデヒド類の光触媒的還元反応
3. 学会等名 第40回 光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金ナノ粒子修飾酸化タンタルを用いた可視光水分解
3. 学会等名 第128回 触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷東龍一、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 銅ナノ粒子修飾酸化チタン(IV)光触媒によるキノリンの水素化反応
3. 学会等名 第128回 触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤股伶於、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 グリセリンを正孔捕捉剤として用いたピリジン-N-オキシドの光触媒的脱酸素反応
3. 学会等名 第128回 触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸田響生、山本祐平、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 ジオール修飾酸化チタン(IV)光触媒による可視光カルボニル還元反応
3. 学会等名 第128回 触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野本康介、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 PdコアRuシェル粒子修飾酸化チタン光触媒によるフェノールの水素化反応
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Eri Fudo, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Cocatalyst-free hydrogen evolution over Au/Ta2O5 plasmonic photocatalyst under irradiation of visible light
3. 学会等名 18th Japan-Korea Symposium on Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hibiki Toda, Yuhei Yamamoto, Atsuhiko Tanaka, Hiroshi Kominami
2. 発表標題 Photocatalytic hydrogenation of carbonyl groups over titanium(IV) oxide modified with diol compounds under visible light irradiation
3. 学会等名 18th Japan-Korea Symposium on Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金ナノ粒子修飾酸化タンタルを用いた水分解に対する電位および照射波長の影響
3. 学会等名 第40回 固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋正莉、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 助触媒修飾窒化炭素光触媒によるニトロベンゼンの還元反応
3. 学会等名 第40回 固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴千尋、速見一輝、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 酸素および銅イオン存在下における可視光応答型光触媒を用いた水素生成 反応
3. 学会等名 第40回 固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸田響生、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 アミン系電子供与剤を可視光吸収部位として用いた光触媒的物質変換反応
3. 学会等名 第40回 固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清田雄介、大澤琉斗、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 平衡反応と光触媒水素化反応を組み合わせた第2級アミンのone-pot合成
3. 学会等名 日本エネルギー学会関西支部「第66回 研究発表会」、石油学会関西支部「第30回 研究発表会」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤股伶於、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 グリセリンを電子源として用いた光触媒的脱酸素反応
3. 学会等名 日本エネルギー学会関西支部「第66回 研究発表会」、石油学会関西支部「第30回 研究発表会」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾上友一、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 Au粒子修飾酸化タングステン光電極を用いた水素生成反応
3. 学会等名 日本化学会 第102回 春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本珠季、不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金プラズモニック光触媒における電子注入に対する金属酸化物伝導帯位置の影響
3. 学会等名 日本化学会 第102回 春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 紙谷海成、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 可視光照射下における酸化タングステン光触媒を用いたスルフィドの選択的酸化反応
3. 学会等名 日本化学会 第102回 春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金ナノ粒子修飾酸化タンタルの光アノード特性
3. 学会等名 第129回 触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 Auプラズモニック光触媒に対するCrO _x シェルの導入効果
3. 学会等名 第126回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋正莉、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 パラジウムコア銀シェル粒子を助触媒とした窒化炭素光触媒によるシュウ酸を水素源としたアルキンの部分水素化反応
3. 学会等名 第126回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清田雄介、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 酸化チタン(IV)光触媒を用いた芳香族ニトロソ化合物の還元反応
3. 学会等名 第126回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金属表面状態がプラズモニック光触媒の酸化反応に与える影響
3. 学会等名 第39回固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金プラズモニック光触媒による可視光水分解に対するクロム(水)酸化物の修飾効果
3. 学会等名 第25回シンポジウム「光触媒反応の最近の展開」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塩崎勝章、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 固定床液相流通型反応器を用いたニトロベンゼンの光触媒的還元反応
3. 学会等名 第25回シンポジウム「光触媒反応の最近の展開」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷東龍一、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金属ナノ粒子修飾酸化チタン()光触媒によるキノリンの水素化反応
3. 学会等名 第39回光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清田雄介、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 光触媒を用いるニトロソ化合物のアミン化合物への還元反応
3. 学会等名 第39回光がかかわる触媒化学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小嶋友也、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金ナノロッドプラズモニック光触媒を用いた可視光水素生成反応における酸処理の影響
3. 学会等名 第30回キャラクタリゼーション講習会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋正莉、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 パラジウムコア銀ナノ粒子を助触媒とした窒化炭素光触媒によるアルキンの部分水素化反応
3. 学会等名 第30回キャラクタリゼーション講習会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 正孔移動助触媒を付与した金プラズモニック光触媒による水の酸化反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴千尋、速見一輝、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 酸素および銅イオン共存下における酸化タングステン光触媒による水素生成
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤崎新、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 パラジウムコア - 酸化クロムシェル粒子修飾酸化チタン光触媒によるメタノールからの水素生成反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋正莉、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 コアシェル粒子担持窒化炭素光触媒による触媒毒フリーアルキンの部分水素化
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸田響生、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 芳香族アルデヒドの可視光光触媒還元におけるアミン系電子供与剤の新機能
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村田凌祐、不動愛理、田中淳皓、古南博
2. 発表標題 金プラズモニック光触媒を用いたエポキシ化合物の還元的脱酸素反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 古南 博、田中淳皓、不動愛理	4. 発行年 2021年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 558
3. 書名 プラズモニック光触媒の機能化と水素生成、物質変換への応用「金属ナノ粒子、微粒子の合成、調製と最新応用技術」	

1. 著者名 古南 博、吉田朋子、田中淳皓、山本宗昭	4. 発行年 2022年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 304
3. 書名 電子顕微鏡「固体表面キャラクタリゼーション 機能性材料・ナノマテリアルのためのスペクトロスコピー」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>近畿大学理工学部応用化学科・表面設計化学研究室 https://www.apch.kindai.ac.jp/laboratory/kominami/surface-index.html 究極は太陽の光だけで操業する「太陽光化学工場」。光触媒で世界一を目指す。 https://www.kindai.ac.jp/science-engineering/research/forefront-research/kominami-hiroshi/</p>
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------