

令和 3 年 6 月 29 日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04704

研究課題名(和文)キセノンアークイメージ炉と紫外ラマン散乱による水素エネルギー社会の実現

研究課題名(英文)Realization of hydrogen energy society through a xenon arc image furnace and ultraviolet Raman scattering

研究代表者

藤森 宏高 (Fujimori, Hiroataka)

山口大学・大学院創成科学研究科・准教授

研究者番号：00301309

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：水素エネルギー社会の実現に一步でも近づくために、以下の研究を行った。(1)酸素原子に敏感な中性子回折およびラマン散乱により、光触媒活性と格子歪みの関係を裏付ける実験的なデータを得た。(2)炭酸ガス排出量ゼロを目指し、太陽光を用いた光触媒の合成の可能性を探った。(3)研究室に現有のアークイメージ炉を用いて、水素タービンに用いられる物質の開発を目指し、3000℃までの超高温域での融点、凝固点評価を行った。更に超高温域での材料の劣化機構の解明を行うために、熱輻射の影響を軽減して測定が行える紫外レーザーを用いたラマン散乱装置を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

太陽光を利用した光触媒による水分解を用いた水素製造は、重要なエネルギー・環境問題の解決策の一つである。可視光応答型や紫外域で量子収率の高い光触媒が次々に報告されているが、(1)触媒活性能を結晶構造の観点から研究している研究例は数少ないため、この知見を得ることは学術的に意義深い。また(2)光触媒は化石燃料を用いて発電した電力を用いて合成されているのが現状であり、そのプロセスでは炭酸ガス排出量を増加させてしまう。そのため、それを太陽光で合成できれば環境問題の観点から考え社会的意義は大きい。(3)2000℃以上の超高温に達する水素タービンを構成する材料の超高温域における評価は実用上不可欠である。

研究成果の概要(英文)：The following researches were conducted in order to get closer to the realization of hydrogen energy society. (1) Experimental data supporting the relationship between photocatalytic activity and lattice strain were obtained by neutron diffraction and Raman scattering, which are sensitive to oxygen atoms. (2) Aiming for zero carbon dioxide emissions, the possibility was explored for synthesizing photocatalysts using sunlight. (3) Using an arc image furnace existing in our laboratory, the melting and freezing points were evaluated in the ultra-high temperature range up to 3000 °C with the aim of developing materials used for hydrogen turbines. Furthermore, in order to elucidate the degradation mechanism of materials in the ultra-high temperature range, an ultraviolet Raman scattering device was developed to measure at high temperatures while reducing the influence of thermal radiation.

研究分野：セラミックス

キーワード：アークイメージ炉 超高温 ラマン 光触媒

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

太陽光を利用した光触媒による水分解を用いた水素製造は、重要なエネルギー・環境問題の解決策の一つである。世の中では可視光応答型や紫外域で量子収率の高い光触媒が次々に報告されているが、(1)触媒活性を結晶構造の観点から研究している研究例は数少ない。また(2)光触媒は化石燃料を用いて発電した電力を用いて合成されているのが現状であり、そのプロセスでは炭酸ガス排出量を増加させてしまう。(3)光触媒から製造した水素を利用する際に、大規模な施設では水素タービンが用いられるため、その構成材料の評価が重要である。水素タービンは2000以上の超高温に達するため、それを構成する材料の超高温域における評価が不可欠である。国内外含め、大気雰囲気中で2000~3000の超高温を実現できる電気炉はほぼないため、発電用水素タービンに用いられる材料の超高温域での評価は十分にできているとは言い難い。

2. 研究の目的

そこで本研究では、以下に示す3点に的を絞り研究を行った。(1)「結晶構造のどのような因子が、光触媒活性を支配しているのか」を明らかにするために、光触媒活性と格子歪みの関係を裏付ける実験的なデータを得ること。(2)「化石燃料から生成される電力を使用せずに、太陽光を用いて光触媒が合成できないのか?」。そのために疑似太陽炉であるキセノンアークイメージ炉を用いて、太陽エネルギーによる光触媒の創製の可能性を探る。(3)「水素タービンに用いられる物質の超高温域での特性評価」を行う。2000以上の高温での評価において、通常の電気炉を使っているのは、大気中でこのような超温度域に到達することはできないため、我々の研究室に現有のアークイメージ炉を用いて、超高温での融点、凝固点を中心とした評価を行う。その一方、この方法では高温その場での材料の劣化機構の観測はできない。そのため超高温その場での材料の変化を実況中継するためのラマン散乱装置を開発する。ラマン散乱はX線回折とは異なり、材料の劣化過程で出現すると予想される結晶性の低い相の検出に威力を発揮する。

3. 研究の方法

(A) 高温その場観察用紫外ラマン分光システムの立ち上げと高温その場観察

高温で紫外レーザーを用いることにより長波長側に存在している熱輻射の影響を軽減することが可能となる。本研究では、使い勝手の良い低周波領域 高温その場測定用紫外ラマン分光システムを開発した。本システムでは紫外励起レーザーとして355nm(YAG第3高調波)を用いている。350nm以下の波長の場合、石英とフッ化カルシウムなどの光学特性(屈折率、アッペ定数)が共に類似している極めて限られた材料を使用しなくてはならず、良好な収差を持つ複合レンズの設計は極めて困難である。それに対し、355nm励起の場合には、紫外透過率に優れたI線硝子を使用することができるため、可視と紫外との間で同焦となるレンズを設計でき、正確な位置合わせや焦点合わせが可能となる。可視励起用として532nm(YAG第2高調波)のレーザーも搭載されている。両レーザーとも連続発振(CW)であり、試料の損傷を可能な限り防ぎながら測定ができる。試料室は、レーザースポットサイズ1 μ mのマイクロサンプル室のみならず、レーザースポットサイズ100 μ mのマクロサンプル室も搭載されており、広い空間において多種多様な測定を行え、様々な散乱配置を取ることができる。水平方向、垂直方向のいずれの方向からも集光ができ、実験の自由度が大きい。専用のマクロサンプル室を設けることにより、レーザースポット100 μ mからの集光効率を向上させることができるため、以下に述べるトリプル分光器による測定においても、高強度のスペクトルを得ることが可能となる。サンプル室と分光器の入射スリットとの間に試料像の結像点を作り、その実像に連続可変で開閉可能な空間フィルターを設置することにより、厳密な意味でのコンフォーカル光学系を内蔵した。これにより試料外からの熱輻射光の分光器への転送を可能な限り抑制し、より高温での測定を可能にした。また通常のエッジフィルターを用いたシングル分光器による測定に加え、固体試料で重要な低周波領域の測定に対応するために、差分散ダブルモノクロメーター(前置分光器)も備え、トリプル分光器としての使用も可能とした。温度上昇に伴い、半値幅の増加によりピーク高さが減少し、レイリー散乱光の影響が増してくる。その場合、前置分光器に従来のような左右対称開閉型の中間スリットを用いると、グレーティングの角度を変えなくてはならなくなり、各測定毎にグレーティングの効率が変化してしまう。そこで本システムにおいては、左右独立開閉が可能な中間スリットを用いることにより、グレーティングの効率を変化させずにレイリー散乱光をカットして、高温まで測定できるようにした。そうすることにより各温度間におけるスペクトルを厳密な意味で比較することが可能となる。さらに中間スリットには、励起波長だけを除去できるノッチピンを搭載することにより、ゼロシフトを中心にストークス散乱とアンチストークス散乱の両スペクトルを同時に測定することも可能にしている。さらに先に述べた空間フィルターごとに1台の、そして分光器内には2台のCCDカメラを搭載することにより、簡便に光軸合わせや、グレーティングの交換とダブルモノクロメーターのカップリング調整を行うことができる。CCD検出器は将来的な長波長側への拡張を考慮し、赤外領域にエタロニングが生じず、紫外特

性が優れたオープンエレクトロード素子を採用した。

(B) ラマン散乱と中性子回折による高活性光触媒の構造解析

$\text{Sr}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ 光触媒は Sr の一部を Ba に置換することによって水分解活性が 2 倍程向上する一方、Ca に置換することで 2 分の 1 程度に低下する。しかしながら、このように活性が変化する要因は明らかとなっていない。そこで本研究では、これらの元素置換によって、バルクの結晶構造にどのような歪みを導入され、光触媒活性にどのように影響を与えるかについて研究した。格子定数および重原子である Sr、Ba、Ca および Ta の結晶構造パラメータを精密に求めるために、高強度で角度分解能が高い放射光 X 線を用いた粉末回折実験を行った。さらに、O の結晶構造パラメータも精密に求めるために、軽元素である O に対して感度が高い中性子も併用した。 $\text{Sr}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ 、 $(\text{Sr}_{0.9}\text{Ba}_{0.1})_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ 、 $(\text{Sr}_{0.85}\text{Ba}_{0.15})_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ 、および $(\text{Sr}_{0.4}\text{Ca}_{0.6})_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ の粉末試料は錯体重合法により合成した。各試料について、放射光 X 線回折および中性子回折実験を行った。対称中心の有無を調べるために第二高調波発生 (SHG) 測定を行った。リートベルト解析は泉富士夫氏作成の RIETAN-FP プログラムにより行った。

(C) 太陽光を用いた光触媒の合成に関する可能性の検討

アークイメージ炉で用いるキセノンランプは太陽光と類似したスペクトル分布を持つため、それはソーラーシミュレーターとしての機能を持つことになる。ソーラーシミュレーターとしての機能を持つアークイメージ炉を用いて、電気炉を使用せずに自然エネルギーである太陽光を用いて光触媒を合成できないものか、その可能性を探った。これには酸化セラミックスだけではなく、最近盛んに研究されている可視光応答型光触媒である酸窒化物セラミックス (オキシナイドライド) も扱った。酸化セラミックスの酸素サイトに窒素を置換するとバンドギャップが狭くなることから知られているため、酸窒化物は可視光応答型光触媒として期待される。これまで報告されている酸窒化物光触媒の合成方法は、最初に酸化セラミックスを合成し、その後 10 時間以上の窒化処理を行う 2 段階プロセスであり、目的物質を得るまでに長時間を要する。そこでアークイメージ炉を用いた融解法により 1 段階合成が可能かどうか、検討を行った。合成では (a) 酸化セラミックスをまず合成しておき、それを窒化してオキシナイドライドを合成する方法 (2 段階プロセス) に加え、(b) 原料粉末から直接オキシナイドライドを合成する方法 (1 段階プロセス) を行った。 NH_3 雰囲気での窒化において起こりやすい酸素欠損の有無は、拡散反射スペクトルを KM 変換したスペクトルにおいて、赤外領域でプラズマ振動に伴う入射光損失に起因するバックグラウンドの上昇で簡単に確認できる。

(D) アークイメージ炉による超高温域での融点、凝固点測定

セラミックスは耐熱性に優れた材料であり、建材や自動車エンジン、航空宇宙材料といった高温下で用いられている。このようにセラミックスには 2000 を超えるような超高温領域に融点をもつ物質が数多く存在する。しかし、2000 以上の凝固点の測定のデータは少なく、不確かなものが多い。2000 以上の超高温領域を空气中で実現することは容易ではなく、このことが超高温域でのデータが少ない原因の 1 つである。またデータの不確かさは超高温領域での温度定点が存在しないことにも起因する。現在、採用されている温度定点は 1990 年の国際温度目盛 ITS-90 である。ITS-90 では最も高い温度定点は銅の凝固点の 1084.62 であり、これより高温側ではこれを補外して使用しているため、不確かさが大きくなる。そのため、2000 以上の超高温測定では 50~100 の温度誤差は通常にあり得る。近年、産業技術総合研究所 つくばセンターの山田善郎氏が金属-炭素の共晶点を用いることにより、2474 までの温度定の実用化に成功している。これは次期 ITS に採用予定である。本研究では、その技術を他に先駆けて利用した。放射温度計によって温度を測定するには、あらかじめ試料の放射率を調べる必要がある。超高温域における放射率を直接測定することは大変困難であるため、試料の放射率を測定することにより放射率を求めた。この測定は、キセノンランプの前にチョッパーを配置し、入射光を照射/遮断を交互に繰り返すことにより評価した。放射率の決定を行った後、被検試料の冷却曲線を観測し凝固点測定を行った。

4. 研究成果

(1) 結晶構造のどのような因子が、光触媒活性能を支配しているのかを明らかにするために、光触媒活性と格子歪みの関係を裏付ける実験的なデータを得ることに成功した。放射光 X 線回折および中性子回折を用いて、 $\text{Sr}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ および Sr の一部を Ba あるいは Ca 置換した $\text{Sr}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ の精密な結晶構造解析を行った結果、 $\text{Sr}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ の光触媒活性を向上させるためには、Ta-O-Ta 結合角を 180° から乖離させることなく、結晶構造中の分極を増加させることが有効であることがわかった。これに加え、光触媒活性が高い $\text{Sr}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ および $(\text{Sr}_{0.85}\text{Ba}_{0.15})_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ ならびに、 $\text{Sr}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ の類縁化合物でありながら光触媒活性が低い $\text{Sr}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ について、高温での紫外ラマン散乱測定を行い、化学結合の強度評価を行うことにより、先の構造解析の結果をサポートするデータも得ることに成功した。

(2) 疑似太陽炉であるキセノンアークイメージ炉を用いて、炭酸ガス排出量ゼロを達成し化石燃料から生成される電力を使用せず太陽光を用いて光触媒が合成できることが明らかとなった。酸化セラミックスを経由せず目的のオキシナイドライドが 1 段階で、僅か 10 秒程度にして合成できることもわかった。 NH_3 雰囲気での窒化において起こりやすい酸素欠損を抑制しながら合成することも可能であった。

(3) 水素タービンに用いられる物質の超高温域での特性評価を行う手法を確立した。数多くの

超高温材料の融点測定を行い、これらの物質系の状態図を作成も行った。今後は、様々なガス雰囲気でも融点・凝固点測定ができるように、さらなる測定手法の確立と装置改良が望まれる。

(4)超高温その場での材料の変化を実況中継するためのラマン散乱装置を開発に成功した。試料外からの熱輻射光の分光器への転送を可能な限り抑制し、高温での測定が可能であることを確認した。差分散ダブルモノクロメーター(前置分光器)も備え、固体試料で重要な低周波領域の測定が可能であることを確認した。ここでは特に左右独立開閉が可能な中間スリットを用いて、高温においてもグレーティングの効率を変化させることなく、低周波領域を測定することができた。さらに中間スリットに励起波長だけを除去できるノッチピンを搭載し、ストークス散乱とアンチストークス散乱の両スペクトルを同時測定できることも確認し、その測定感度は従来型の装置と比較して高かった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yoshihisa Sakata, Junzhe Jiang; Kasaku Kato, Hirotaka Fujimori, Akira Yamakata	4. 巻 390
2. 論文標題 Investigation on the Highly Active SrTiO ₃ Photocatalyst toward Overall H ₂ O Splitting by Doping Na Ion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Catalysis	6. 最初と最後の頁 81-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcat.2020.07.025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yuichi Hiramachi, Hirotaka Fujimori, Akira Yamakata and Yoshihisa Sakata	4. 巻 11
2. 論文標題 Achievement of High Photocatalytic Performance to BaTi ₄ O ₉ Toward Overall H ₂ O Splitting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemCatChem	6. 最初と最後の頁 6213-6217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cctc.201901564	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計27件（うち招待講演 5件/うち国際学会 9件）

1. 発表者名 藤森 宏高、清水 良佑
2. 発表標題 低周波領域 アンチストークス・ストークス同時ラマン測定システムの開発
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第34回秋季シンポジウム、オンライン開催（山梨大学）、講演番号 2W06
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鳥袋 起徳、藤森 宏高、田中 沙樹
2. 発表標題 アンチストークス・ストークスラマン散乱によるLaCrO ₃ の光誘起相転移のその場観察
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第34回秋季シンポジウム、オンライン開催（山梨大学）、講演番号 2W07
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 早川光、藤森宏高
2. 発表標題 アークイメージ炉と放射温度計を用いた超高温域における凝固点測定と状態図 (1) CaO-MgO系
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、オンライン開催(北海道大学)、講演番号 2D13
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤森宏高、中原佑輔
2. 発表標題 アークイメージ炉と放射温度計を用いた超高温域における凝固点測定と状態図 (2) CaO-GdO1.5系
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム、オンライン開催(北海道大学)、講演番号 2D14
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 早川光、藤森宏高
2. 発表標題 アークイメージ炉と放射温度計を用いた超高温域における凝固点測定～CaO-MgO系を例に
3. 学会等名 日本セラミックス協会九州支部・2020年度秋季研究発表会、オンライン(佐賀大学、九州工業大学)、p. 34(講演番号B14)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤森宏高、成定柊都
2. 発表標題 アークイメージ炉と放射温度計を用いた超高温域における CaO リッチ側の SiO2-CaO 系の凝固点測定と状態図
3. 学会等名 日本セラミックス協会九州支部・2020年度秋季研究発表会、オンライン(佐賀大学、九州工業大学)、p. 37(講演番号B17)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤森宏高
2. 発表標題 低周波領域 高温その場測定用紫外ラマン分光システムの開発
3. 学会等名 第21回MRS-J山口大学支部 研究発表会、オンライン開催（山口大学工学部）、講演番号 9
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 島袋起徳、藤森宏高、田中沙樹
2. 発表標題 ラマン散乱によるLaCrO3の相転移のその場観察
3. 学会等名 第21回MRS-J山口大学支部 研究発表会、オンライン開催（山口大学工学部）、講演番号 10
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hirotaka Fujimori
2. 発表標題 Keynote Forum: Ultraviolet Raman Spectroscopic System for in Situ Measurements at High Temperatures in the Region of Low Frequency
3. 学会等名 Webinar on Materials Science and Nanotechnology (iMAT Virtual-2021, Phronesis), Phronesis LLC, Malvern, PA , USA, p. 12 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤森宏高
2. 発表標題 低周波領域 高温その場測定用紫外ラマン分光システムの開発：(1)装置概要
3. 学会等名 日本セラミックス協会九州支部・2019年度秋季研究発表会・九州環境セラミックス討論会、九州大学筑紫キャンパス、p. 23 (講演番号 A16)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤森宏高
2. 発表標題 低周波領域 高温その場測定用紫外ラマン分光システムの開発：(2)測定例
3. 学会等名 日本セラミックス協会九州支部・2019年度秋季研究発表会・九州環境セラミックス討論会、九州大学筑紫キャンパス、p. 24 (講演番号 A17)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 熊谷崇、藤森宏高
2. 発表標題 水酸アパタイトのキレートゲル法による合成と元素置換に伴う高温領域での特性変化
3. 学会等名 第20回MRS-J山口大学支部 研究発表会、山口大学工学部、#10 (2ページ)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 姜君哲、藤森宏高、酒多喜久、山方啓
2. 発表標題 H ₂ O分解反応に高活性を示すNa ⁺ -SrTiO ₃ 光触媒におけるNaイオンドーブ効果
3. 学会等名 第20回MRS-J山口大学支部 研究発表会、山口大学工学部、#14 (2ページ)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuichi Hiramachi, Hirotaka Fujimori, Masaaki Yoshida, Akira Yamakata, Yoshihisa Sakata
2. 発表標題 Improvement of the Photocatalytic Property of BaTi ₄ O ₉ to the Overall H ₂ O Splitting
3. 学会等名 The 8th Asia Pacific Congress on Catalysis (APCAT-8), Centara Grand & Bangkok Convention Centre at CentralWorld, Bangkok, Thailand, p. 540 (P-EF-024) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Junzhe Jiang, Hirotaka Fujimori, Masaaki Yoshida, Akira Yamakata, Yoshihisa Sakata
2 . 発表標題 Preparation of high active SrTiO ₃ to photocatalytic overall H ₂ O splitting
3 . 学会等名 The 8th Asia Pacific Congress on Catalysis (APCAT-8), Centara Grand & Bangkok Convention Centre at CentralWorld, Bangkok, Thailand, p. 541-542 (P-EF-025) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Ippei Kawanishi, Hirotaka Fujimori, Masatomo Yashima
2 . 発表標題 Structural Chemistry Study on Strontium Tantalate Photocatalysts for Their WaterSplitting Properties: (1) Synchrotron X-ray Diffraction and Neutron Diffraction
3 . 学会等名 AAAFM (American Association for Advances in Functional Materials)-UCLA (University of California Los Angeles) 2019, University of California Los Angeles, Los Angeles, USA, p. 214 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Hirotaka Fujimori, Ippei Kawanishi, Nobuhiro Matsushita
2 . 発表標題 Structural Chemistry Study on Strontium Tantalate Photocatalysts for Their WaterSplitting Properties: (2) High-Temperature Ultraviolet Raman Spectroscopy
3 . 学会等名 AAAFM (American Association for Advances in Functional Materials)-UCLA (University of California Los Angeles) 2019, University of California Los Angeles, Los Angeles, USA, p. 213 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Hirotaka Fujimori
2 . 発表標題 Ultraviolet Raman Spectroscopic System for in situ Measurements at High Temperatures in the Region of Low Frequency
3 . 学会等名 Research Seminar in Department of Metallurgical and Materials Engineering at MNIT Jaipur, Malaviya National Institute of Technology (MNIT) Jaipur, Jaipur, Rajasthan, India (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirotaka Fujimori
2. 発表標題 Ultraviolet Raman Spectroscopic System for in situ Measurements at High Temperatures in the Region of Low Frequency
3. 学会等名 Technical Lecture in CSIR-Central Glass & Ceramic Research Institute, CSIR-Central Glass and Ceramic Research Institute (CGCRI), Kolkata, West Bengal, India (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤森宏高、清水良佑
2. 発表標題 低周波領域 高温その場測定用紫外ラマン分光システムの開発
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第31回秋季シンポジウム、名古屋工業大学、Abs. DVD #1J04
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川西一平、藤森宏高、八島正知
2. 発表標題 ストロンチウムタンタレート光触媒の水分解特性に関する構造化学的研究：(1)放射光X線回折、中性子回折
3. 学会等名 日本セラミックス協会九州支部・平成30年度秋季研究発表会、熊本市国際交流会館、p. 58-59 (講演番号B11)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川西一平、藤森宏高、松下伸広
2. 発表標題 ストロンチウムタンタレート光触媒の水分解特性に関する構造化学的研究：(2)高温紫外ラマン分光
3. 学会等名 日本セラミックス協会九州支部・平成30年度秋季研究発表会、熊本市国際交流会館、p. 60-61 (講演番号B12)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤森宏高
2. 発表標題 低周波領域 高温その場測定用紫外ラマン分光システムの開発
3. 学会等名 第24回日本アパタイト研究会 - バイオミネラル研究の最先端 -、沖縄県立美術館・博物館、p. 41
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤森宏高、川西一平、八島正知
2. 発表標題 Structural Chemistry Study on Strontium Tantalate Photocatalysts for Their Water-Splitting Properties: (1) Synchrotron X-ray Diffraction and Neutron Diffraction
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会、北九州国際会議場・西日本総合展示場、CD-ROM #B3-019-002
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤森宏高、川西一平、松下伸広
2. 発表標題 Structural Chemistry Study on Strontium Tantalate Photocatalysts for Their Water-Splitting Properties: (2) High-Temperature Ultraviolet Raman Spectroscopy
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会、北九州国際会議場・西日本総合展示場、CD-ROM #B3-019-003
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroataka Fujimori
2. 発表標題 Keynote Talk: Ultraviolet Raman Spectroscopic System for in situ Measurements in the Region of Low Frequency at High Temperatures
3. 学会等名 The 2018 International Symposium for Advanced Materials Research (ISAMR 2018), The Asia Pacific Society for Materials Research (APSMR), Sun Moon Lake Teachers' Hostel, Sun Moon Lake, Taiwan, #3-7 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroataka Fujimori
2. 発表標題 Plenary Forum: Ultraviolet Raman Spectroscopic System for in situ Measurements at High Temperatures in the Region of Low Frequency
3. 学会等名 117th Conference of Scientific Federation: 5th Global Nanotechnology Congress and Expo, Sercotel Hotel Sorolla Palace, Valencia, Spain, p. 28 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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