

令和 4 年 5 月 31 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K05151

研究課題名（和文）金属シアノ錯体前駆体から調製したペロブスカイト型酸化物触媒の機能強化

研究課題名（英文）Improvement on perovskite-type oxide catalyst prepared from a cyano complex precursor

研究代表者

八尋 秀典 (Yahiro, Hidenori)

愛媛大学・理工学研究科（工学系）・教授

研究者番号：90200568

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：申請者らは結晶性多核金属シアノ錯体の熱焼成による結晶性ペロブスカイト型複合金属酸化物触媒の調製法およびその触媒作用を報告してきた。本研究の目的はこれまでに申請者によって報告されたこの新しいペロブスカイト触媒調製法をさらに発展させ、extrinsicな修飾によるペロブスカイト型酸化物触媒の調製法の指針を得ることである。具体的には、Aサイトへのアルカリ土類金属イオン添加方法の検討、金属を高分散担持したペロブスカイト型酸化物の調製法の検討、得られた触媒の環境触媒への応用について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で注目するペロブスカイト型複合金属酸化物触媒は高い酸化活性を示すが、表面積が小さいという問題がある。申請者らは金属シアノ錯体前駆体の熱焼成によって高表面積のペロブスカイト型金属酸化物触媒の調製に成功し、実用化への糸口を発見した。また、この金属シアノ錯体はヘテロな金属イオンが原子状で混合された究極の前駆体であり、適切な変換を施せば、理想的な複合金属酸化物触媒を調製することができる。また、本法は金属を高分散担持できる方法でもあり、従来法では困難であった低表面積触媒への金属担持の設計指針を提案でき、学術的な意味合いも大きい。

研究成果の概要（英文）：Novel preparation method for yielding perovskite-type oxide catalyst, which is the thermal decomposition of heteronuclear cyano metal complex, has been already reported by us. The purpose of the present study is to prepare the improved perovskite-type oxide catalyst by the thermal decomposition of cyano metal precursor. We succeeded in (1) the preparation of LaFeO₃ perovskite-type oxide catalysts partially substituted by Sr ion or Ce ion and (2) the preparation of LaFeO₃ perovskite-type oxide with highly-dispersed Pd. The resulting improved LaFeO₃ perovskite-type oxide catalysts were applied to the oxidation reaction of particulate matter.

研究分野：触媒化学，無機材料化学

キーワード：ペロブスカイト型酸化物 金属シアノ錯体 ブラウンミレライト型酸化物 PM酸化反応

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

複合金属酸化物は単独金属酸化物とは異なる機能(相乗効果, 外因的な欠陥形成, 特異的結晶構造など)を発現するために, その有用性は高く評価されてきた. 本研究で注目するペロブスカイト型酸化物は構成元素を幅広く選択でき, 新しい触媒反応系へ展開できる魅力的な化合物である. 通常, ペロブスカイト型酸化物は高い酸化活性を示すだけでなく, 熱安定性が高くかつ安価な元素で構成されているために, 実用であるとされているが, 表面積が小さいという欠点が問題視されてきた. この問題を解決するためにこれまで多くの調製法が検討されてきた. これらの報告を通じて言えることは, いずれの場合でもペロブスカイト型酸化物の高表面積化を実現するためにはどのような前駆体を選び, 前駆体をどのように物質変換させるかが重要であるということである. 申請者らは, ペロブスカイト型酸化物の結晶構造と非常に類似している結晶性複核金属シアノ錯体を前駆体を選び, その熱焼成によってペロブスカイト型複合金属酸化物触媒の調製を行ってきた(以後, CN法と略). CN法は有機金属錯体結晶の持つ特徴をそのまま複合金属酸化物へ転写する, すなわち結晶から結晶への化学変換を行うことに特徴がある. 複核金属シアノ錯体の場合, シアノ基を酸素に置き換えるだけで酸化物となるために, 構造も規定できるし, 低温で高表面積酸化物を得ることができる. そこで, 本研究ではCN法によるペロブスカイト型酸化物触媒調製をさらに拡張し, 'extrinsic' な修飾を前駆体に付与したCN法による新しい調製の確立を目指す.

2. 研究の目的

本研究ではCN法を利用した, (1) アルカリ土類金属イオンを添加したペロブスカイト型酸化物触媒の調製法の検討および(2)金属を高分散担持したペロブスカイト型酸化物の調製法の検討を行った. また, (3)前項で得られた触媒の特性(パーティキュレートマター(PM)酸化)の調査を実施した.

3. 研究の方法

(1) アルカリ土類金属イオンを添加したペロブスカイト型酸化物触媒の調製法の検討

A-Fe-O系酸化物(A = Mg, Ca, Sr, Ba)の調製

原料である $K_3[Fe(CN)_6]$ に対して Ca^{2+} のイオン交換によって前駆体合成を試みたが, 最終酸化物に K^+ が残存することがわかった. そこで, まず, K^+ を含まない $(NH_4)_3[Fe(CN)_6]$ を合成して, それを前駆体として用いることを着想した. $(NH_4)_3[Fe(CN)_6]$ は $K_3[Fe(CN)_6]$ と $AgNO_3$ との反応により得られた $Ag_3[Fe(CN)_6]$ と NH_4Cl を反応させることで調製した. $(NH_4)_3[Fe(CN)_6]$ と $Mg(NO_3)_2$, $Ca(NO_3)_2$, $Sr(NO_3)_2$, $Ba(NO_3)_2$ をそれぞれ反応させることで $(NH_4)A[Fe(CN)_6]$ (A = Mg, Ca, Sr, Ba) 前駆体を得た. 得られた前駆体を熱焼成することで複合金属酸化物を調製した. 得られた酸化物の構造評価をXRD測定により行った.

La-Ca-Fe-O系酸化物の調製

アルカリ土類金属イオンとして Ca^{2+} を選び, CN法による Ca^{2+} を含む $LaFeO_3$ ペロブスカイト型酸化物調製を行った. K^+ を含まないペロブスカイト型酸化物を合成するために $(NH_4)_3[Fe(CN)_6]$ を出発原料として用いた. $(NH_4)_3[Fe(CN)_6]$ に対して所定量の La^{3+} および Ca^{2+} をイオン交換して前駆体を合成した. 前駆体を500-1000 で熱焼成して複合金属酸化物を得た. 得られた酸化物の構造評価をXRD測定により行った.

La-Ce-Fe-O系酸化物の調製

希土類金属元素の中で酸化還元(Ce^{4+} - Ce^{3+})が起こりやすい Ce^{3+} の前駆体へ導入を上記 に倣って行った. 得られた酸化物の構造評価をXRD測定により行った.

(2) 金属を高分散担持したペロブスカイト型酸化物の調製法の検討

ペロブスカイト型酸化物は通常表面積が低いので金属を高分散担持するのは困難である. 申請者らは, 金属シアノ錯体前駆体が Ag^+ イオンを表面吸着することを見出し, それを焼成することでペロブスカイト型酸化物表面に Ag 粒子を高分散担持できることを予備的研究で明らかにしている[1]. 本研究では同様な方法を用いて, ペロブスカイト型酸化物への他の金属イオン担持を試みた. 具体的には, $La[Fe(CN)_6]$ を $X(NO_3)_2$ (X = Co, Ni, Cu, Pd)水溶液で1分間攪拌後に濾過, 焼成, $X/LaFeO_3$ -CN触媒を調製した. 比較試料として含浸法でも触媒調製を行った($X/LaFeO_3$ -imp). 各触媒のキャラクタリゼーションとして, XRD, FE-SEM, XPS測定を行った.

(3) PM酸化触媒への応用

La-Ca-Fe-O系ペロブスカイト型酸化物のPM燃焼活性を調べ, 従来法で調製した触媒と比較した.

乳鉢中でPMの代替品となるアセチレンカーボンブラック(ACB)と触媒を1:10の質量比で混合し、反応管に充填した。10%O₂流通下のもと、混合物を1 /minで昇温し、GC-TCDを用いて出口ガス中のCO₂濃度を測定した。

4. 研究成果

(1) アルカリ土類金属イオンを添加したペロブスカイト型酸化物触媒の調製法の検討

A-Fe-O系酸化物(A = Mg, Ca, Sr, Ba)の調製

調製したA(NH₄)[Fe(CN)₆] (A = Mg, Ca, Sr, Ba)前駆体を700 °Cで1時間焼成したところ、A = Mg²⁺ではスピネル型MgFe₂O₄、Ca²⁺ではブラウンミレライト型Ca₂Fe₂O₅、Sr²⁺およびBa²⁺ではペロブスカイト型SrFeO₃、BaFeO₃の各複合金属酸化物が生成することをXRD測定により確認した。今回初めてCN法を利用してペロブスカイト型構造以外の構造を持つ複合酸化物が見いだされた。今後、前駆体と生成物との構造に関する因果関係を詳細に調べる必要があると考えている。

La-Ca-Fe-O系酸化物の調製

これまでにCN法を用いたLa_{0.9}Sr_{0.1}FeO₃の調製に成功しているが、Aサイトへのアルカリ土類イオン(Sr²⁺)の添加量をこれ以上増加できないことが問題であった。そこで、Sr²⁺の代わりにLa³⁺とイオン半径が近いCa²⁺を用いて検討を行ったところ、多核金属シアノ錯体前駆体La_{1-x}Ca_x[Fe(CN)₆]を0 ≤ x ≤ 1のすべての領域で合成できることがわかった。Ca²⁺量が異なる前駆体を1000 °C、1時間焼成した試料のXRD結果を図1に示す。0 ≤ x < 0.57ではLa_{1-x}Ca_xFeO₃が生成し、0.72 < x ≤ 1では、ブラウンミレライト型酸化物La_{2-2x}Ca_{2x}FeO₅が生成し、0.57 ≤ x ≤ 0.72では、双方が混ざった混合相であることがわかった。

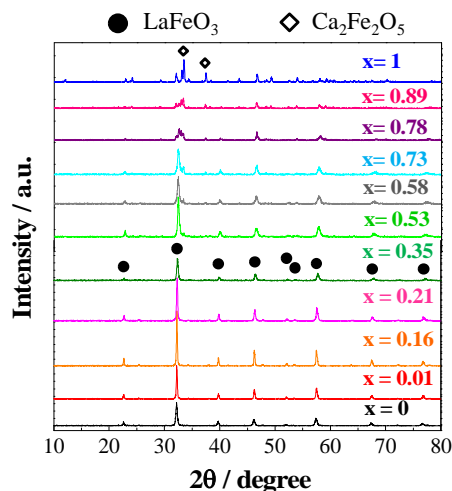


図1 La_{1-x}Ca_x[Fe(CN)₆]を1000 °C焼成した試料のXRD

La-Ce-Fe-O系酸化物の調製

CN法を用いてLa-Ce-Fe-O系酸化物の調製を検討した。Ce³⁺のイオン半径はLa³⁺と非常に近いので、Ca²⁺の場合と同様、シアノ錯体前駆体La_{1-x}Ce_x[Fe(CN)₆]が0 ≤ x ≤ 1の領域で合成できた。上記のシアノ錯体を700 °Cで1時間焼成したところ、0 ≤ x < 0.15でペロブスカイト型酸化物La_{1-x}Ce_xFeO₃の単一相がXRDより確認できた。ペロブスカイト型酸化物に帰属されるXRD回折ピークがCe添加量とともに高角度側へシフトしており、Ceがペロブスカイト型酸化物の格子サイトに固溶していることを示唆した。一方、前駆体を1000 °C、1時間焼成した場合、Ceの含有量が少ない領域でもCeO₂の生成が認められ、単一相のペロブスカイト型酸化物を得ることができなかった。この結果から格子中に存在するCeは熱安定性が低いことが示唆された。

(2) 金属を高分散担持したペロブスカイト型酸化物の調製法の検討

CN法でLa[Fe(CN)₆]から調製したM/LaFeO₃ (M=Co, Ni, Cu, Pd)触媒ではLaFeO₃のXRDパターンのみがピークシフトすることなく観測された。この結果はCN法で担持する場合、用いた金属がLaFeO₃に固溶することなく、担体表面に分散担持できることを示している。

Pd/LaFeO₃-CN触媒および比較のために調製したPd/LaFeO₃-imp触媒のFE-SEM画像を図2に示す。Pd/LaFeO₃-CN触媒では10 nm以下の細かい粒子が確認できる。

一方、Pd/LaFeO₃-imp触媒では100 nm程度の大きな粒子が点在しており、

Pd/LaFeO₃-CN触媒の方が粒子の大きさが均一であることがわかった。既に報告しているAg/LaFeO₃-CN触媒[1]と同様にCN法で調製するとペロブスカイト型酸化物に金属を高分散に担持できることが明らかとなった。また、Pd/LaFeO₃触媒におけるPd 3d由来のXPS測定を行ったところ、Pd/LaFeO₃-imp触媒ではPd(II)由来の336.5 eVと高原子価のPd種(Pd(IV))由来の338.0 eVが観測され、Pd/LaFeO₃-CN触媒ではPd(II)由来の336.5 eVのみが観測された。すなわち、Pd/LaFeO₃-CN触媒は化学的にも均質であることがわかった。

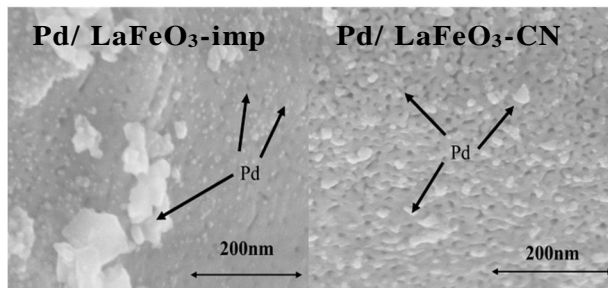


図2 Pd/LaFeO₃のFE-SEM画像

(3) PM酸化触媒への応用

A-Fe-O系酸化物(A = Mg, Ca, Sr, Ba)のPM酸化活性

PM酸化反応をSrFeO₃, Ca₂Fe₂O₅, LaFeO₃触媒を用いて実施した。SrFeO₃はLaFeO₃とほとんど活性に違いは見られなかったが、ブラウンミレライト型Ca₂Fe₂O₅は他の2つの触媒に比べて高いPM酸化活性を示すことがわかった。

La-Ca-Fe-O系酸化物のPM酸化活性

CN法で調製した(LaO_{1.5})_{1-x}(CaO)_x(FeO_{1.5})でPM酸化触媒特性を調べた。結果を図3に示している。x = 0.21ではCa添加量の増加に伴って、PM酸化(CO₂生成)が低温側にシフトする(活性が向上する)ことが確認された。一方、0.58 < x < 1.0では、Ca添加量に伴って、カーボン燃焼が高温側にシフトした。この領域では燃焼によるCO₂ピークに加えて、700℃付近に酸素を消費しないCO₂ピークが確認された。このピークは触媒中のCaOがCO₂をトラップして生成したCaCO₃の分解によるものであり、金属炭酸塩の生成が触媒活性を低下させた原因であると推定した。

La_{1-x}Ca_x(NH₄)_x[Fe(CN)₆]ではなくK⁺を含んだLa_{1-x}Ca_xK_x[Fe(CN)₆]を前駆体として用いて酸化物の生成を試みた。焼成後の(LaO_{1.5})_{0.56}(CaO)_{0.44}(KO_{0.5})_{0.44}(FeO_{1.5})はペロブスカイト型酸化物とブラウンミレライト型酸化物の共晶であった。特に注目すべき点は、本試料はK⁺イオンを含まない酸化物で最も活性が高かった(LaO_{1.5})_{0.79}(CaO)_{0.21}(FeO_{1.5})よりPM酸化が100%以上低温化(活性向上)したことである。K⁺による促進効果の理由は現時点では不明であるので、今後はK⁺含有触媒のPM酸化活性を系統的に調べる必要がある。

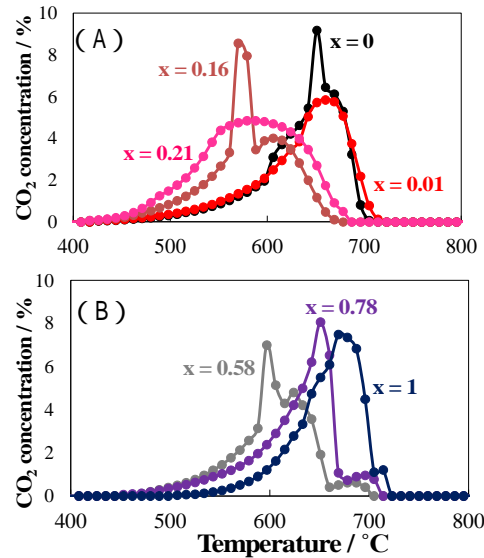


図3 (LaO_{1.5})_{1-x}(CaO)_x(FeO_{1.5})のPM酸化活性 (A) 0 < x < 0.21, (B) 0.58 < x < 1

La_{1-x}Sr_xCoO₃およびLa_{1-x}Ca_xCoO₃触媒(x < 0.6)のPM酸化活性

Ca含有ペロブスカイト型酸化物は幅広いCa量で調製できるが、前述したようにSr含有ペロブスカイト型酸化物をCN法で作成するのは困難である。そこで、常法であるクエン酸を利用したゾルゲル法でLa_{1-x}Sr_xCoO₃およびLa_{1-x}Ca_xCoO₃触媒を調製してPM酸化活性の比較を行った。La_{1-x}Sr_xCoO₃およびLa_{1-x}Ca_xCoO₃触媒(x < 0.6)のXRDパターンから単一相のペロブスカイト型酸化物が調製できていることを確認した。調製したLa_{1-x}Sr_xCoO₃, La_{1-x}Ca_xCoO₃触媒のPM酸化活性を比較した。La_{1-x}Sr_xCoO₃触媒ではSr添加量の増加に伴って活性は低温化し、x = 0.51で最大活性となることが確認された。La_{1-x}Ca_xCoO₃においてもx = 0.5の時に最大活性を示した。このことからPM酸化活性は酸素空孔濃度と関係していると推定される。また、La_{1-x}Sr_xFeO₃よりLa_{1-x}Sr_xCoO₃がより高活性であった。これはCO酸化やプロパン酸化などで報告されている結果[2]と同傾向である。

(4) ペロブスカイト型酸化物触媒の液相反応系への応用

申請者らはペロブスカイト型酸化物であるSmFeO₃触媒がBrønsted酸触媒として、トリメチルシリルシアニド(TMSCN)とベンズアルデヒドとのシアノシリル化に対して優れた触媒性能を示すことを報告している[3]。本研究では、LaMO₃触媒のシアノシリル化反応活性のBサイト金属(M = Al, Mn, Fe, Co)の影響について検討した。本検討の途中でLaAlO₃触媒が高いシアノシリル化活性を示したので、Aサイト金属を変化させたLnAlO₃触媒(Ln = La, Pr, Nd, Sm)も調製し、シアノシリル化反応(ベンズアルデヒド(0.5 mmol), TMSCN(1 mmol))を行った。なお、本触媒はCN法ではなく、リンゴ酸を利用したゾルゲル法で調製した。

LnMO₃触媒(Ln = La, Pr, Nd, Sm; M = Al, Mn, Fe, Co)を用いてベンズアルデヒドとTMSCNとのシアノシリル化反応を行ったところ、目的生成物が選択的に生成することがわかった。種々のBサイト金属を用いたLaMO₃触媒のシアノシリル化活性の序列は、LaAlO₃ >> LaFeO₃ > LaMnO₃ > LaCoO₃であった。また、Bサイト金属にAlを用いたLnAlO₃触媒ではNdAlO₃ > PrAlO₃ > SmAlO₃ > LaAlO₃であった。

LnMO₃ 触媒の触媒活性を表面酸素濃度 (XPS 測定より算出) に対してプロットしたグラフを図 4 に示す。遷移金属イオン (M = Mn, Fe, Co) を B サイトに用いた LnMO₃ 触媒の活性は同一直線上にプロットできた。一方, B サイトに典型金属の Al を用いた LnAlO₃ 触媒のプロットは上記の遷移金属含有触媒の示す直線上には乗らなかったが, B サイト金属を Al に限定すると, 遷移金属含有触媒と同様に表面酸素濃度と触媒活性との関連性が認められた。これは触媒活性点を検討するのに重要な情報であり, 今後, 解明を進めていきたいと思っている。

A サイト金属イオンの価数は La³⁺, B サイトも M³⁺ で同じであるが, B サイト金属イオンのイオン半径は異なる。Al³⁺ のイオン半径 (54 nm) は, 他の遷移金属イオン (55 ~ 58 nm) よりも短いため, B サイト金属イオンに水が配位していると仮定すると, LaAlO₃ 触媒の酸性度が最も高くなるため, シアノシリル化活性が高くなったと推測している。

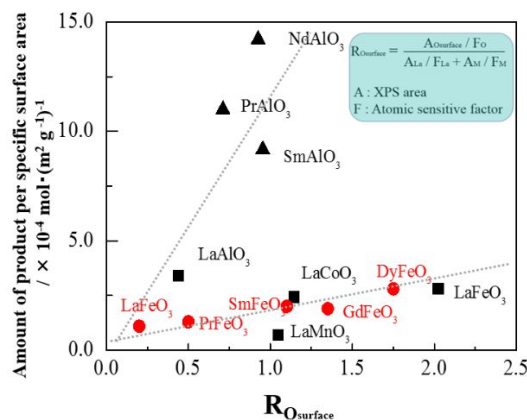


図 4 シアノシリル化触媒活性と XPS から見積もられた表面酸素濃度 ($R_{O_{surface}}$) との関係

- [1] H. Yamaura et al., *Catal. Today*, **332**, 83 (2019).
- [2] T. Nitadori et al., *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **61**, 621 (1998).
- [3] S. Yamaguchi et al., *Ceram. Trans.*, **264**, 165 (2018).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 Yamaura Hiroyuki, Takahashi Hiroki, Fukuoka Makoto, Nishibori Maiko, Yamaguchi Syuhei, Yahiro Hidenori	4. 巻 332
2. 論文標題 PM oxidation over Ag-loaded perovskite-type oxide catalyst prepared by thermal decomposition of heteronuclear cyano-complex precursor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 83 ~ 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2018.08.019	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 Yamaguchi Syuhei, Ihara Daijiro, Yamashita Yuki, Uemoto Yudai, Yahiro Hidenori	4. 巻 352
2. 論文標題 Catalytic oxidation of cyclic hydrocarbons with hydrogen peroxide using Fe complexes immobilized into montmorillonite	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 243 ~ 249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2019.12.023	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 山口修平, 八尋秀典	4. 巻 63
2. 論文標題 シアノ錯体熱分解法によるペロブスカイト型金属酸化物の合成と触媒特性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 触媒	6. 最初と最後の頁 70 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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16件（うち招待講演 5件/うち国際学会 5件）

1. 発表者名 八尋秀典	
2. 発表標題 ペロブスカイト型金属酸化物の触媒作用 ~ 新規の作用を求めて ~	
3. 学会等名 第37回希土類討論会（招待講演）	
4. 発表年 2021年	

1. 発表者名 田原妃菜乃, 折河潤也, 山浦弘之, 山口修平, 八尋秀典
2. 発表標題 シアノ錯体熱分解法を用いたLa _{1-x} Ce _x FeO ₃ -ペロブスカイト型酸化物の調製
3. 学会等名 第37回希土類討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口修平, 田原妃菜乃, 折河潤也, 森雅美, 山浦弘之, 八尋秀典
2. 発表標題 Ce固溶LaFeO ₃ ペロブスカイト型酸化物のシアノ錯体熱分解法による調製
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
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Syuhei Yamaguchi, Rikito Goda, Hidenori Yahiro
2. 発表標題 Cyanosilylation of benzaldehyde with TMSCN over LaM ₃ (Al, Mn, Fe, and Co) perovskite-type oxide catalyst
3. 学会等名 Materials Research Meeting(MRM2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hidenori Yahiro
2. 発表標題 Carbon oxidation over silver/perovskite-type oxide catalysts
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八尋秀典, 橋本直樹, 白石愛実, 田原妃菜乃, 山浦弘之, 山口修平
2. 発表標題 複核シアノ錯体熱分解から複合金属酸化物の合成とカーボン酸化反応への応用
3. 学会等名 第60回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田原妃菜乃, 山口修平, 八尋秀典
2. 発表標題 Ceイオンを含むLaFeO ₃ ペロブスカイト型酸化物触媒の調製
3. 学会等名 第129回触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口修平, 合田力人, 八尋秀典
2. 発表標題 ペロブスカイト酸化物触媒を用いたシアノシリル化反応に対するBサイト金属の効果
3. 学会等名 第36回希土類討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 橋本直樹, 山浦弘之, 山口修平, 八尋秀典
2. 発表標題 Aサイト置換ペロブスカイト型酸化物触媒La _{1-x} Sr _x MO ₃ (M = Fe, Co)を用いたPM燃焼反応
3. 学会等名 第126回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hidenori Yahiro
2. 発表標題 PM oxidation activity of metal-loaded perovskite-type oxide catalyst
3. 学会等名 2nd Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT-2) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidenori Yahiro
2. 発表標題 Carbon oxidation over silver/perovskite-type oxide composite catalysts
3. 学会等名 Composites at Lake Louise 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山浦弘之, 高橋浩紀, 福岡諒, 山口修平, 八尋秀典
2. 発表標題 LaFeO ₃ ペロブスカイト型酸化物触媒を用いたPM燃焼反応
3. 学会等名 第35回希土類討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八尋秀典
2. 発表標題 ペロブスカイト型酸化物触媒の新しい調製法とPM酸化活性
3. 学会等名 触媒学会西日本支部第10回触媒科学研究発表会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rikito Gouda, Syuhei Yamaguchi, Hidenori Yahiro
2. 発表標題 Cyanosilylation of benzaldehyde with TMSCN over LaM03 (Al, Mn, Fe, and Co) perovskite-type oxide catalyst
3. 学会等名 the 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本直樹, 八尋秀典, 山口修平
2. 発表標題 Aサイト置換ペロブスカイト型酸化物La1-xSrxCo03- を用いたPM除去性能
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林怜平, 合田力人, 山浦弘之, 山口修平, 八尋秀典
2. 発表標題 ペロブスカイト型酸化物触媒上でのシアノシリル化反応におけるBサイト金属イオン種の影響
3. 学会等名 第125回触媒討論会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>researchmap/八尋秀典 https://researchmap.jp/read0043105</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
研究協力者	山口 修平 (Yamaguchi Syuhei)		
研究協力者	山浦 弘之 (Yamaura Hiroyuki)		

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