

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 1日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21360397

研究課題名（和文） 金属錯体を前駆体として利用したナノ空間制御された複合金属酸化物触媒の開発

研究課題名（英文） Catalysis of nano-ordered mixed metal oxides prepared from metal complex as a precursor

研究代表者

八尋 秀典（YAHIRO HIDENORI）

愛媛大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：90200568

研究成果の概要（和文）：金属シアノ錯体の熱分解によってペロブスカイト型酸化物を調製した。A サイトランタノイド種は金属シアノ錯体粒子の形態およびペロブスカイト型酸化物の形成温度に影響を与えた。CO 酸化活性はペロブスカイトの表面積の増加とともに増加した。プロトン導電性固体酸化物形燃料電池の空気極特性はペロブスカイト型酸化物の粒子サイズに依存することがわかった。

研究成果の概要（英文）：Perovskite-type oxide was prepared by the thermal decomposition of cyano complex as a precursor. The particle shape of cyano complex and the formation temperature of perovskite-type oxide were influenced by the kind of A-site metal ion. The catalytic activity of CO oxidation increased with specific surface area of perovskite-type oxide prepared by the present method. The cathode performance in proton-conducting solid oxide fuel cell was found to depend on the particle size of perovskite-type oxide.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	9,500,000	2,850,000	12,350,000
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011年度	1,900,000	570,000	2,470,000
年度			
年度			
総計	13,800,000	4,140,000	17,940,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：プロセス工学，触媒・資源化学プロセス

キーワード：酸化触媒・燃料電池・有機金属錯体・複合酸化物・ペロブスカイト

## 1. 研究開始当初の背景

複合金属酸化物の触媒作用は古くから検討されており，その基盤は十分に作られている。酸化反応プロセスだけ見ても，無水マレイン酸生成のための V-Mo 酸化物，アクリル酸生成の Bi-Mo 酸化物などは既に工業化されている。一方で，莫大な数の複合金属酸化物の触媒作用に関する論文・特許が報告されているが，表面積が低い，寿命が短い，触媒被

毒を受けるなどの理由から，実用化へ至らないケースも多い。例えば，ペロブスカイト型酸化物 ( $ABO_3$ ) は構成元素を多種多様に変化できる特徴があり，単位表面積あたりの酸化活性が高いことは知られているが，通常の調製法では表面積が低いいため，実用化触媒としてのハードルは高いとされていた。これに対し，近年，複合金属酸化物に特有な現象や調製法が国内外で見出され，再び注目されるよ

うになったが、低表面積を克服する手段は少ないのが現状である。金属酸化物や金属炭酸塩を出発原料とした固相反応法は最も簡便な調製法ではあるが、高温を必要とするため、高表面積化や粒子の形態制御は非常に困難である。これに対し、複合金属酸化物の新しい調製法として、ゾルゲル法、共沈法、スプレードライ法、ミセル法などが試みられてきている。

研究代表者はAおよびBカチオンを化学量論比で含む有機シアノ錯体の熱分解によるペロブスカイト型酸化物調製法に着目し、低温合成によるペロブスカイト型酸化物微粒子の触媒作用について検討を行ってきた (*Catal. Today*, 139 (2008) 125-129)。本法は金属シアノ錯体とペロブスカイト型酸化物の構造類似性により、固相反応法のような大きな熱拡散エネルギーを必要とせず、低温領域でペロブスカイト型酸化物を合成できる方法である。

## 2. 研究の目的

本研究では、ペロブスカイト型酸化物触媒を実用化させるための指針を与えることを目的として以下の二項目について検討を行った。

(1)ペロブスカイト型酸化物の前駆体として種々の有機金属シアノ錯体を合成して、熱焼成後に得られた酸化物の物性評価および触媒特性を調べる。

(2)ペロブスカイト型酸化物をプロトン導電性固体酸化物燃料電池のカソード材料に応用して、基礎的な知見を得る。

## 3. 研究の方法

(1)多核金属シアノ錯体の合成とそれを前駆体としたペロブスカイト型酸化物生成

希土類金属 (Ln=La-Yb) を A サイトに、遷移金属を B サイトにもつペロブスカイト型酸化物を得るために、その原料となる多核金属シアノ錯体の合成を行った。

①合成条件 (攪拌時間, 熟成時間, 水溶液濃度) を変化させて多核金属シアノ錯体を合成し, 得られた結晶の物性を XRD, DRIFT-IR, TG-DTA で評価した。

②種々の温度および雰囲気中で金属シアノ錯体を熱焼成して, 得られたペロブスカイト型酸化物の, 構造, 表面積, 粒子の集合形態を調べた。また, DRIFT-IR を用いて, 各合成条件での表面炭酸塩の検出および XPS を用いて, 表面状態を観察した。さらに, 得られたペロブスカイト型酸化物の CO 酸化能を調べた。

③シュウ酸を架橋配位子とした遷移金属オキサトサマリウム錯体 (配位高分子前駆体) の合成を試み, 得られた前駆体を焼成することでペロブスカイト型酸化物を調製した。XRD, BET を用いて, 焼成温度の異なるサンプルの結晶子径や表面積を調べた。

(2)ペロブスカイト型酸化物の燃料電池電極特性および触媒特性の評価

調製したペロブスカイト型酸化物をプロトン導電体のカソードに用いて電極過電圧を評価した。

①ペロブスカイト型酸化物  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{FeO}_3$  (LSF) をスラリーコートあるいは電気泳動堆積 (EPD) 法 (10-70 V, 1 min) により, 電解質 ( $\text{SrCe}_{0.95}\text{Yb}_{0.05}\text{O}_{3-\alpha}$ ) に付着させた (電極焼き付け温度: 750 °C)。

②Pt/SrCe<sub>0.95</sub>Yb<sub>0.05</sub>O<sub>3-α</sub>/LSF のセルを自作し, H<sub>2</sub>-Air 燃料電池特性および電極の過電圧測定を行った。

## 4. 研究成果

(1)多核金属シアノ錯体の合成と物性評価

金属シアノ錯体  $\text{Ln}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_n\text{H}_2\text{O}$  (Ln = La-Yb) は, 等モル濃度の  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3$  水溶液と  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液を室温で攪拌混合し, 攪拌を止めて熟成させた後, 得られた沈殿物をろ過, 洗浄して得た。このとき, 攪拌時間 (x h), 熟成時間 (y h), 水溶液濃度 (c M) を任意に変化させて錯体を合成した。

Table 1 に様々な合成条件で調製した金属シアノ錯体  $\text{Sm}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_4\text{H}_2\text{O}$  錯体の収率およびその錯体を 700 °C で 1 h 焼成して得られた  $\text{SmFeO}_3$  の比表面積を示す。金属シアノ錯体の収率は, 攪拌時間 (x) に依存し, 0.5 h 以上では 50 %以上の収率が得られた。SEM 観察より, 得られた錯体はどれもロッド状であったが, x の増加に伴って粒子サイズが均一になった。一方,  $\text{SmFeO}_3$  の表面積は粒子サイズの均一性にほとんど影響されなかった。錯体の形状, 粒子サイズ, 得られた  $\text{SmFeO}_3$  の表面積 ( $7.6\text{-}8.6\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$ ) は熟成時間 (y) にほとんど影響しなかった。錯体の形状は水溶液の濃度 (c) に大きく依存した。c = 0.2-0.4 M のときはロッド状, c = 0.6-1.0 M のときは六角形状に粒子形態が変化し, 粒子サイズも水溶液濃度の増加に伴って増大した。濃度が高くなると錯形成が促進し, 大きい粒子になったと考えられる。これらを焼成して得られた  $\text{SmFeO}_3$  の表面積は, 水溶液濃度の減少とともに増大し, c = 0.2 M のときに約  $10\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$  のペロブスカイト型酸化物が得られた。この時得られた  $\text{SmFeO}_3$  の CO 酸化触媒活性は, 単純に比表面積に依存した。

A サイトのランタノイド種を変化させて調製した金属シアノ錯体の SEM 写真を Fig. 1 に示す。シアノ錯体の形状は, ランタノイド種に依存し, Ln = La, Pr は六面体状, Sm~Yb はロッドやフレーク状になった。単結晶構造解析の結果, La, Pr の結晶系は Triclinic, Sm~Yb では Orthorombic であったことから, 結晶系が錯体粒子の形態に大きく影響していることがわかった。

Table 1 Yields of  $\text{Sm}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  synthesized under several conditions and specific surface areas of  $\text{SmFeO}_3$  obtained by calcination of  $\text{Sm}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (700 °C, 1 h)

x / h	y / h	c / M	Yield / %	Specific surface area / $\text{m}^2\text{g}^{-1}$
0	0	0.4	5	8.4
0.5	0	0.4	55	7.6
48	0	0.4	82	8.7
0.5	2	0.4	70	7.9
0.5	24	0.4	73	7.6
0.5	48	0.4	77	8.3
0.5	75	0.4	78	8.6
0.5	2	0.2	50	9.9
0.5	2	0.6	78	5.9
0.5	2	1.0	86	5.3

さらに、A サイトランタノイド種は、ペロブスカイト型酸化物  $\text{LnFeO}_3$  単一相の形成温度に影響した。La, Pr では 600 °C, Sm は 700 °C, Gd は 800 °C, Dy は 900 °C, Yb では 1000 °C の大気中焼成 (1 h) で単一相が形成した。Ln のイオン半径が小さいほど低温で単一相が得られ、イオン半径の増加とともに単一相形成温度が増加した。これは、イオン半径の低下とともにトレランスファクター (許容因子) が理想的な 1 からずれ結晶格子の歪みが大きくなることに起因すると考察した。

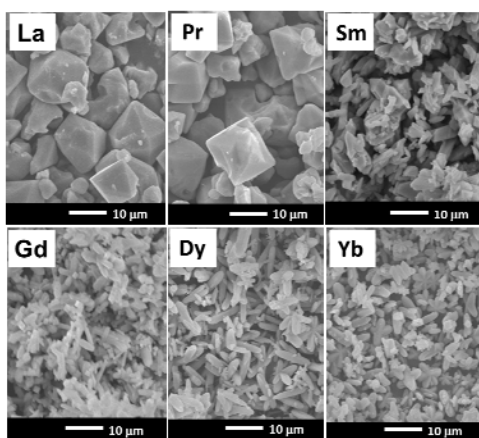


Fig 1. SEM images of  $\text{Ln}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (Ln = La, Pr, Sm, Gd, Dy, and Yb).

(2) 金属シアノ錯体の分解により調製したペロブスカイト型酸化物の CO 酸化活性

前駆体であるシアノ錯体の焼成条件 (焼成温度, 焼成時間, 焼成雰囲気) を変化させペロブスカイト型酸化物  $\text{LaFeO}_3$  の調製を行った。Table 2 に調製した  $\text{LaFeO}_3$  の結晶相および比表面積を示す。比表面積は焼成温度および焼成時間に大きく依存し、大気中では焼成温度を低く、焼成時間を短くした方が、より比表面積の大きいペロブスカイト型酸化物が得られることがわかった。さらに、酸素、

オゾン (150 ppm) 流通させた場合、250 °C, 1 h で目的物である  $\text{LaFeO}_3$  が得られた。一方、空気, 窒素, 二酸化炭素雰囲気下では、目的物は得られず、焼成雰囲気はペロブスカイトの形成に大きく影響することが明らかとなった。これは、前駆体であるシアノ錯体が有するシアノ基の分解 (空気中で約 300 °C で分解) が高酸化雰囲気中で促進されたためであると推定した。しかしながら、250 °C 酸素流通下の焼成で得られた  $\text{LaFeO}_3$  の比表面積は  $15 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$  で、大気中 500 °C, 24 h 焼成時よりも小さくなった。これは、高酸素雰囲気中で促進されたシアノ基の分解 (発熱) によって急激な結晶成長を引き起こしたと考えられる。

Table 2 Crystalline phases and specific surface areas of  $\text{La}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  calcined under several conditions

Calcination condition			Crystalline phase*	Specific surface area / $\text{m}^2\text{g}^{-1}$
Temp. / °C	Time / h	Flow gas		
700	1	-	P	9
600	1	-	P	17
550	5	-	P	17
550	1	-	P+A	26
500	24	-	P	18
500	1	-	A	-
450	24	-	P+A	25
300	1	-	C	-
300	1	O <sub>2</sub>	P	17
300	1	O <sub>3</sub>	P	-
300	1	Air	A	-
300	1	N <sub>2</sub>	A	-
300	1	CO <sub>2</sub>	C	-
250	1	O <sub>2</sub>	P	15
250	1	O <sub>3</sub>	P	-
200	1	O <sub>2</sub>	C	-
200	1	O <sub>3</sub>	C	-

\*P:  $\text{LaFeO}_3$ , A: Amorphous, C:  $\text{La}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Fig. 2 には比表面積と CO 酸化触媒活性 ( $T_{50\%}$ ; CO 転化率が 50% に達したときの温度) との関係を示す。同一組成の触媒の活性は比表面積が大きくなるほど向上することがわかった。

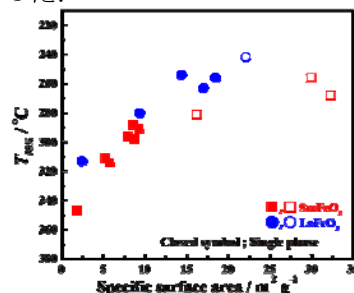


Fig. 2 Relationship between catalytic activity ( $T_{50\%}$ ) and specific surface area of  $\text{LnFeO}_3$ .

### (3) 複核ペロブスカイト型酸化物の調製と触媒活性

シアノ錯体の熱分解により調製したペロブスカイト型酸化物  $\text{SmFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$  の CO 酸化活性と活性制御因子について検討した。 $\text{SmFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$  の CO 酸化活性は、 $x = 0.5$  で最大を示した。 $x = 0.2-0.8$  での CO 酸化活性は、 $\text{SmCoO}_3$ 、 $\text{SmFeO}_3$  単独試料のそれらよりも高く、明らかに Fe と Co の共存による相乗効果が認められた (Fig. 3)。触媒活性と XPS より求めた表面  $\text{O}_{\text{ads}}/\text{Sm}$  との間に相関関係が認められ、 $\text{SmFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$  の CO 酸化反応の相乗効果は、Co と Fe が共存することによる表面吸着酸素 (活性な酸素種) の増加に寄与していると結論した。

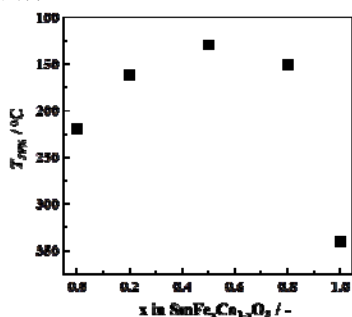


Fig. 3 Catalytic activities of  $\text{SmFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$ .

ペロブスカイト型酸化物  $\text{LnFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$  (Ln = La, Pr, Sm, Gd, Dy, Ho) において、 $x = 0.5$  における B サイト置換による CO 酸化活性の向上効果は、A サイトランタノイドの種類によらず認められた。XPS による各酸化物の表面分析より、B サイト複核ペロブスカイトは、B サイト単核ペロブスカイトよりも表面 B サイト濃度が高いことがわかった。したがって、B サイト置換による触媒活性の向上は、表面 B サイト濃度の増加に起因すると考察した。また、 $x = 0.5$  のとき、A サイトランタノイド種は CO 酸化活性に影響を与えた。ペロブスカイト型酸化物の結晶性、Co の還元性、表面 B サイト濃度がランタノイド種により変化するため、これらの変化が複雑に関与して活性に影響を与えていると推察した。

### (4) 遷移金属オキサラトサマリウム錯体からのペロブスカイト型酸化物触媒の合成

アルコール溶媒中、鉄オキサラト錯体  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  とのイオン交換反応により、目的の配位高分子前駆体  $\text{Sm}[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  を合成することに成功した。その配位高分子前駆体を各温度で 24 時間焼成して得られた褐色粉末の XRD 測定を行ったところ (Fig. 4)、 $600^\circ\text{C}$  以上で  $\text{SmFeO}_3$  の単一相が形成することを確認した。また、前駆体の焼成温度が低くなるほど  $\text{SmFeO}_3$  の結晶子径が小さくなること、それに伴い表面積は大きくなることわかった。

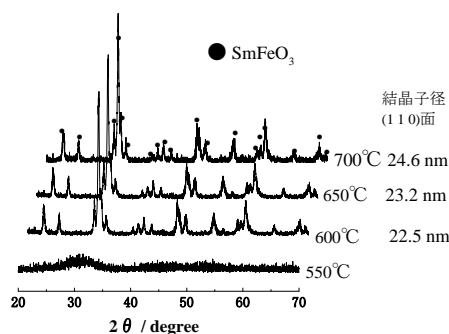


Fig. 4 XRD patterns of  $\text{Sm}[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  calcined at several temperature.

### (5) ペロブスカイト型酸化物のプロトン導電性固体酸化物形燃料電池の空気極への応用

Fig. 5 に粒子サイズの異なる  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{FeO}_3$  (LSF(L:  $0.5-300\ \mu\text{m}$ ), LSF(M:  $0.1-7\ \mu\text{m}$ ), LSF(S:  $0.1-1.5\ \mu\text{m}$ )) をスラリーコート法により電解質に付着させた時の  $700^\circ\text{C}$  における空気極過電圧を示す。空気極過電圧の序列は  $\text{LSF(L)} > \text{LSF(M)} > \text{LSF(S)}$  となり、粒子サイズが小さいほど空気極過電圧が減少 (電極反応活性が向上) することがわかった。これは、微粒子化による反応場の増大に起因していると推察した。

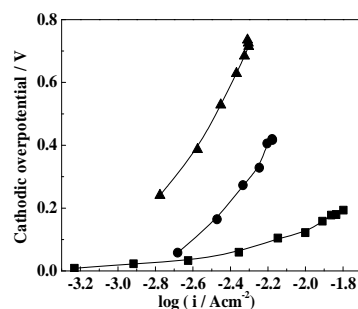


Fig. 5 Cathodic overpotentials of (▲) LSF(L), (●) LSF(M), and (■) LSF(S).

EPD 法により電極微細構造の精密制御を試みた。Fig. 6 に EPD 法により作製した LSF 電極 ( $30\ \text{V}, 1\ \text{min}$ ) の SEM 写真を示す。電解質と空気極粒子がよく接着し、電解質上に均質な電極が作製できている。従って、EPD 法は、従来のスラリーコート法と比較して、電解質上に均質な電極を作製でき、膜厚の制御に有効な方法であることがわかった。

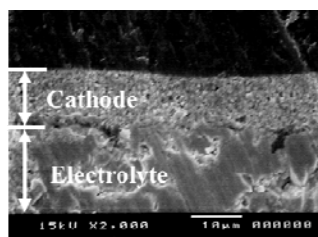


Fig. 6 SEM image of LSF cathode fabricated by EPD method.

EPD 法により作製した LSF (M), LSF (S) 空気極の過電圧 (測定温度 700 °C) を調べたところ, 粒子サイズが大きい LSF (M) の方が LSF (S) よりも高い過電圧を示した. すなわち, 空気極粒子サイズが過電圧へ与える影響は電極の作製方法には関係なく, 電極粒子サイズの小さい方が低い過電圧を示し, 結果として粒子サイズの小さい LSF を用いたセルで高い発電特性が得られることがわかった. これは, 電極粒子サイズの微小化によって有効電極面積が増加し, そのことが高い発電特性に起因していると考えた.

電極の膜厚に対して空気極過電圧 (測定温度 700 °C, 電流密度 3 mA cm<sup>-2</sup>) とセルの最大出力密度をプロットした図を Fig. 7 に示す. 空気極過電圧は, 5-20 μm ではほとんど膜厚に依存せず, 0.1 V 以下の低い値を示したが, 30 μm の膜厚で 0.3 V まで急激に増大した. 一方, セルの最大出力密度は, 13 μm のとき最大値を示し, それ以上の膜厚では徐々に低下した. 13 μm 以上の膜厚で認められた膜厚の増加に伴う最大出力密度の減少は, 空気極過電圧の増大に寄与していると推察できる.

個の測定では同じ粒子サイズの LSF (S) を用いているので, 三相界面長は同じであり, 膜厚の増加に伴う過電圧の増大は, ガスの拡散性が悪くなったことに由来すると推測できる. 発電特性がすべてガスの拡散で制御されるならば, 発電特性は電極膜厚の増加に対して単調に減少が, 実際は膜厚の最適値 (13 μm) が出現した. したがって, ガスの拡散性だけでは説明できず, 膜厚 5 μm から 13 μm に増加させたときの最大出力密度の向上は, 他の因子が関係していることを示している. 膜厚 5 μm から 13 μm の間で空気極過電圧はほとんど変化していないため, 発電特性はオーミック成分の抵抗の低下が起因していると推定した. すなわち, 膜厚が薄い時の発電特性の向上は, 膜厚の増加に伴う電解質と水平方向の抵抗の減少つまり集電効果に寄与していると考えられる.

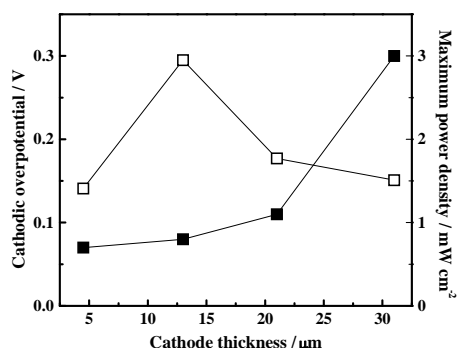


Fig. 7 (■) Cathodic overpotential and (□) maximum power density as a function of LSF cathode thickness.

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

- ① M. Asamoto, Y. Iwasaki, S. Yamaguchi, H. Yahiro, Synthesis of perovskite-type oxide catalysts, Ln(Fe,Co)O<sub>3</sub> (Ln=La, Pr, Sm, Gd, Dy, Ho, Er, and Yb), from thermal decomposition of the corresponding cyano complexes, *Catalysis Today*, Vol.185, No, 2012, pp.230-235.
- ② M. Asamoto, M. Hino, S. Yamaguchi, H. Yahiro, Transformation of crystalline heteronuclear cyano complex to crystalline perovskite-type oxide by thermal decomposition, *Catalysis Today*, 査読有, Vol.175, No.1, 2011, pp.534-540.
- ③ M. Asamoto, H. Yamaura, H. Yahiro, Influence of microstructure of perovskite-type oxide cathodes on electrochemical performances of proton-conducting solid oxide fuel cells operated at low temperature, *Journal of Power Sources*, 査読有, Vol.193, No.3, 2011, pp.1136-1140.
- ④ M. Asamoto, S. Miyake, Y. Yonei, H. Yamaura, H. Yahiro, Electrochemical performances of proton-conducting SOFC with La-Sr-Fe-O cathode fabricated by electrophoretic deposition techniques, *Electrochemistry*, 査読有, Vol.77, No.2, 2009, pp.143-145
- ⑤ M. Asamoto, N. Harada, Y. Iwamoto, H. Yamaura, H. Yahiro, Catalytic activity of multi-metallic perovskite-type oxide prepared by the thermal decomposition of heterinuclear cyano complex, Sm[Fe<sub>x</sub>Co<sub>1-x</sub>(CN)<sub>6</sub>]·nH<sub>2</sub>O, *Topics in Catalysis*, 査読有, Vol.52, No.6-7, 2009, pp.823-827
- ⑥ M. Asamoto, H. Yamaura, H. Yahiro, Development of perovskite-type oxide cathode for proton-conducting SOFC, *愛媛大学工学ジャーナル*, 査読無, Vol.8, 2009, pp.67-76.
- ⑦ M. Asamoto, H. Yahiro, Catalytic property of perovskite-type oxide prepared by thermal decomposition of heteronuclear complex, *Catalysis Surveys from Asia*, 査読有, Vol.13, No.4, 2009, pp.221-228.

[学会発表] (計 19 件)

- ① 山口修平, 佐々川裕敏, 記本尚哉, 浅本麻紀子, 八尋秀典, オキサラト錯体を前駆体としたペロブスカイト型酸化物の調製, 第 109 回触媒討論会, 2012.3, 東京

- ② 大桑昇久, 岩崎裕史, 浅本麻紀子, 山口修平, 八尋秀典, シアノ錯体の熱分解による高表面積ペロブスカイト型酸化物の調製, 第 109 回触媒討論会, 2012.3, 東京
- ③ 岩崎裕史, 浅本麻紀子, 山口修平, 八尋秀典, シアノ錯体から調製したペロブスカイト型酸化物の触媒特性, 第 4 1 回石油・石油化学討論会, 2011.11, 山口
- ④ 浅本麻紀子, 相方邦昌, 山浦弘之, 山口修平, 八尋秀典, 複合金属酸化物触媒の還元挙動の TPR による解釈, 2011.10, 名古屋
- ⑤ 浅本麻紀子, 岩崎裕史, 山口修平, 八尋秀典, シアノ錯体の熱分解により調製したペロブスカイト型酸化物の A サイトランタノイド種が触媒活性に与える影響, 第 108 回触媒討論会, 2011.9, 北見
- ⑥ M. Asamoto, Y. Iwasaki, Y. Iwamoto, S. Yamaguchi, H. Yahiro, M. Mori, Y. Sadaoka, Preparation of perovskite-type oxide by thermal decomposition of cyano complex, EUROPACAT X, 2011.8, Glasgow
- ⑦ Y. Iwasaki, M. Asamoto, S. Yamaguchi, H. Yahiro, Influence of A-site cation in perovskite-type oxide catalysts prepared by thermal decomposition method of cyano complex on CO oxidation activity, The 12<sup>th</sup> Japan-Korea Symposium on Catalysis, 2011.5, Jeju
- ⑧ 岩崎裕史, 浅本麻紀子, 山口修平, 八尋秀典, シアノ錯体から調製したペロブスカイト型酸化物の A サイトランタノイド種の影響, 第 107 回触媒討論会, 2011.3, 東京
- ⑨ 浅本麻紀子, 米井友香, 八尋秀典, EPD 法により微細構造制御したペロブスカイト型酸化物空気極の作製と電極特性, 電気化学会第 78 回大会, 2011.3, 横浜
- ⑩ 日野正孝, 浅本麻紀子, 山口修平, 八尋秀典, シアノ錯体から調製したペロブスカイト型酸化物触媒の形態制御, 日本セラミックス協会 2011 年年会, 2011.3, 浜松
- ⑪ 浅本麻紀子, 日野正孝, 岩崎裕史, 山口修平, 八尋秀典, 有機シアノ錯体から調製したペロブスカイト型酸化物の形状制御と触媒特性, 第 49 回セラミックス基礎科学討論会, 2011.1, 岡山
- ⑫ Y. Yonei, M. Asamoto, H. Yahiro, Influence of the electrode microstructure on the electrochemical performance of perovskite-type oxide cathode for proton-conducting SOFC, PACIFICHEM2010, 2010.12, Honolulu
- ⑬ M. Asamoto, Y. Iwasaki, H. Yahiro, Catalytic properties of perovskite-type oxides  $\text{LnFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$  prepared by thermal decomposition of cyano-complexes, PACIFICHEM2010, 2010.12, Honolulu
- ⑭ 岩崎裕史, 日野正孝, 浅本麻紀子, 山口修平, 八尋秀典, 有機シアノ錯体から調製した  $\text{LnFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$  (Ln:ランタノイド) の触媒活性, 2010 年日本化学会西日本大会, 2010.11, 熊本
- ⑮ M. Asamoto, H. Yahiro, Y. Teraoka, Preparation of perovskite-type oxide by thermal decomposition of cyano complex, 6<sup>th</sup> ICEC 2010, 2010.9, Beijing
- ⑯ 浅本麻紀子, 八尋秀典, 寺岡靖剛, 有機シアノ錯体により調製したペロブスカイト型酸化物の触媒特性, 第 48 回セラミックス基礎化学討論会, 2010.1, 那覇
- ⑰ M. Asamoto, H. Yahiro, H. He, Catalytic activity of perovskite-type oxide  $\text{SmFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$  prepared by the thermal decomposition of cyano complex, The 4<sup>th</sup> China-Japan Workshop on Environmental Catalysis and Eco-Materials, 2009.11, Nagoya
- ⑱ 米井友香, 浅本麻紀子, 山口修平, 八尋秀典, ペロブスカイト型酸化物の導電性とプロトン導電性 IT-SOFC における電極特性との関連, 2009 年日本化学会西日本大会, 2009.11, 松山
- ⑲ 米井友香, 浅本麻紀子, 八尋秀典, プロトン導電性 IT-SOFC における電極形態制御と電気化学的特性, 日本セラミックス協会第 22 回秋季シンポジウム, 2009.9, 松山

[図書] (計 1 件)

- ① 浅本麻紀子, 八尋秀典, 岩本正和監修, NTS, “複核金属錯体の熱分解によるペロブスカイト型酸化物の調製”, 触媒調製ハンドブック, 2011, pp. 182-183

[その他]

ホームページ等

<http://www.ehime-u.ac.jp/~achem/solid/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

八尋 秀典 (YAHIRO HIDENORI)  
愛媛大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号：90200568

### (2) 研究分担者

山口 修平 (YAMAGUCHI SYUHEI)  
愛媛大学・大学院理工学研究科・講師  
研究者番号：50397494