

平成22年5月10日現在

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007～2009

課題番号：19205028

研究課題名（和文） 希土類複合酸化物を基盤とした新しい環境触媒の創製

研究課題名（英文） Novel Environmental Catalysts Based on Rare Earth Oxides

研究代表者

今中 信人（IMANAKA NOBUHITO）

大阪大学・工学研究科・教授

研究者番号：30192503

研究成果の概要（和文）：

立方晶C型構造、あるいは立方晶螢石型構造を基本構造とする希土類複合酸化物の表面、及び結晶内の格子欠陥を意図的に制御することによって、窒素酸化物（NO_x）を900℃で100%窒素と酸素に浄化可能なY₂O₃-Tb₄O₇-BaO系複合酸化物触媒、粒子状物質を345℃で完全燃焼可能なCeO₂-Pr₆O₁₁-Bi₂O₃系複合酸化物触媒、そして一酸化炭素を20℃、エチレンを65℃、トルエンを120℃、アセトアルデヒドを140℃で炭酸ガスと水蒸気に完全燃焼可能なPt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃系複合酸化物触媒をそれぞれ開発した。

研究成果の概要（英文）：

Novel environmental catalysts based on rare earth oxides with the C-type cubic structure or the cubic fluorite structure were synthesized by artificial control of surface and bulk defects of these oxides. For instance, Y₂O₃-Tb₄O₇-BaO catalysts can realize 100% conversion of nitric oxide at 900 °C, CeO₂-Pr₆O₁₁-Bi₂O₃ catalysts can oxidize particulate matters completely at 345 °C, and Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃ catalysts can oxidize CO at 20 °C, ethylene at 65 °C, toluene at 120 °C, and acetaldehyde at 140 °C into carbon dioxide and steam, respectively.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	16,500,000	4,950,000	21,450,000
2008年度	13,700,000	4,110,000	17,810,000
2009年度	8,900,000	2,670,000	11,570,000
年度			
年度			
総計	39,100,000	11,730,000	50,830,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：材料化学・無機工業材料

キーワード：窒素酸化物・粒子状物質・排ガス浄化触媒・希土類酸化物・立方晶C型構造・立方晶螢石型構造・酸化還元

1. 研究開始当初の背景

窒素酸化物（NO_x）は、人体に有害であるだけでなく、酸性雨や光化学スモッグの原因物質となる。このNO_xを分解浄化する方法とし

て、尿素やアンモニア等を還元剤として用い、強制的に分解する方法が考案されているが、最も理想的な浄化法は、 NO_x を触媒に接触させるだけで無害な N_2 と O_2 へと分解する直接分解法である。これまでに NO_x 直接分解触媒として、ゼオライト系やペロブスカイト系触媒が開発されているが、それぞれ耐熱性に乏しいことや酸素共存下で失活することが課題となっており、新しい触媒の開発が求められている。

また、ディーゼル自動車から排出される粒子状物質は、肺ガンや呼吸器疾患の原因になると考えられている。現在は、ディーゼル・パーティキュレート・フィルターによって排出される粒子状物質の約 90% を補足燃焼して浄化しているが、ディーゼル自動車の平均排ガス温度域は $200^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ と比較的低温であるため、できるだけ低温で粒子状物質を燃焼可能な高活性酸化触媒の開発が強く望まれている。

一方、エチレン、トルエン、及びアセトアルデヒド等に代表される揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds; VOC) は、悪臭の原因となるだけでなく、シックハウス症候群や化学物質過敏症などの健康障害の原因物質である。大気中へ飛散する VOC を抑えるために、これを炭酸ガスや水蒸気に酸化し、完全無害化することが強く求められている。しかしながら、高い酸化性能を示す Pt/ γ - Al_2O_3 触媒ですら、VOC を炭酸ガスと水蒸気へ完全浄化するには 200°C 以上の温度が必要であることが課題となっており、できるだけ低温で完全燃焼可能な新しい触媒の開発が求められている。また、一酸化炭素 (CO) は呼吸により人体に取り込まれると、酸素に比べて約 200 倍の結合能により血液中のヘモグロビンと結合し、窒息を引き起こす。室温において CO を完全酸化することができる触媒が開発されれば、その有用性は極めて大きい。

2. 研究の目的

以上の各課題に対し、本研究では、立方晶 C 型構造、あるいは立方晶蛍石型構造を基本構造とする希土類複合酸化物に着目した。これら複合酸化物の表面、及び結晶内の酸化物イオン欠陥を意図的に制御し、結晶格子内における酸化物イオンの変位、表面の組成や酸化状態、分光学的性質などの基礎物性に及ぼす影響を明らかにするとともに、窒素酸化物 (NO_x)、粒子状物質 (パーティキュレート)、及び揮発性有機化合物 (VOC) の浄化に対し、従来触媒よりも高い活性を示す新規な複合酸化物環境触媒の開発を目指した。

3. 研究の方法

本研究は、従来触媒よりも高い活性を有す

る NO_x 直接分解触媒や粒子状物質酸化触媒、及び、従来触媒では達成できなかった極めて低温から機能する (究極的には室温ないしそれ以下の温度で機能する) VOC 及び CO 完全燃焼触媒の開発研究である。これらの目的を実現するために、従来の触媒化学分野ではあまり相補的に考慮されていなかった他分野からの知識、およびアイデアを材料の設計指針に取り入れ、多角的視野に立って研究を遂行した。具体的には、結晶構造 (固体結晶化学の観点から)、イオン伝導性 (格子内での酸化物イオン移動の観点から)、ガスセンシング (ガス検知の観点での表面吸着の立場から) 等のこれまで触媒開発であまり考慮されていなかった分野の原理を踏まえ、触媒開発に取り入れた。

4. 研究成果

(1) 窒素酸化物を直接分解可能な新規希土類複合酸化物触媒

様々な触媒を検討した結果、立方晶 C 型希土類酸化物構造をとる Gd_2O_3 - Y_2O_3 - BaO 複合酸化物が、従来のペロブスカイト型複合酸化物触媒よりも高い活性を有することを明らかにした。さらに、 NO 直接分解活性のさらなる向上を目指し、立方晶 C 型 Y_2O_3 を母体とし、これに複数の酸化数を取る $\text{Tb}^{3+/4+}$ と活性を向上させる Ba^{2+} を固溶させた Y_2O_3 - Tb_4O_7 - BaO 複合酸化物を合成し、その触媒活性を評価した。

粉末 X 線回折測定により、本研究で合成した触媒が立方晶 C 型希土類酸化物構造の単相であることを確認した。図 1 に、調製した触媒の中で最も高い活性を示した ($\text{Y}_{0.69}\text{Tb}_{0.30}\text{Ba}_{0.01}$) $_2\text{O}_{2.99+\delta}$ 、及び比較試料である ($\text{Gd}_{0.7}\text{Y}_{0.26}\text{Ba}_{0.04}$) $_2\text{O}_{2.96}$ における NO 浄化率の温度依存性を示す。(Gd_{0.7}Y_{0.26}Ba_{0.04})₂O_{2.96} 触媒では完全浄化に至らなかったのに対し、

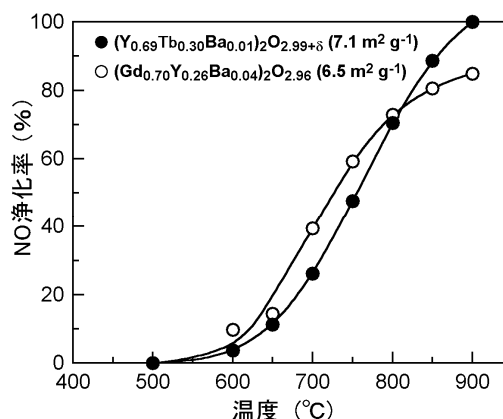


図 1 ($\text{Y}_{0.69}\text{Tb}_{0.30}\text{Ba}_{0.01}$) $_2\text{O}_{2.99+\delta}$ 及び ($\text{Gd}_{0.7}\text{Y}_{0.26}\text{Ba}_{0.04}$) $_2\text{O}_{2.96}$ における NO 直接分解活性 (N_2 収率) の温度依存性 (NO : 1%, He : balance, $W/F = 3.0 \text{ g s mL}^{-1}$. ここで W と F はそれぞれ触媒重量とガス流速を表す)

($Y_{0.69}Tb_{0.30}Ba_{0.01}$) $_2O_{2.99+\delta}$ 触媒を用いることにより、還元剤を添加していないにもかかわらず、900°CにおいてNOの N_2 と O_2 への完全浄化(100%)を初めて実現した。以上より、本研究で得られた触媒は新しいNO直接分解触媒として有望であることが明らかとなった。

(2) 従来触媒よりも低温で粒子状物質を燃焼可能な新規希土類複合酸化物触媒

本研究では、高い酸化-還元活性を示す $CeO_2-Pr_6O_{11}-Bi_2O_3$ 複合酸化物触媒をポリビニルピロリドン(Polyvinylpyrrolidone: PVP)存在下で合成し、パティキュレート燃焼温度の低温化を検討した。

図2に、本研究で開発した $Ce_{0.47}Pr_{0.21}Bi_{0.32}O_{1.805}$ 触媒の熱重量分析によるパティキュレート燃焼評価結果を示す。

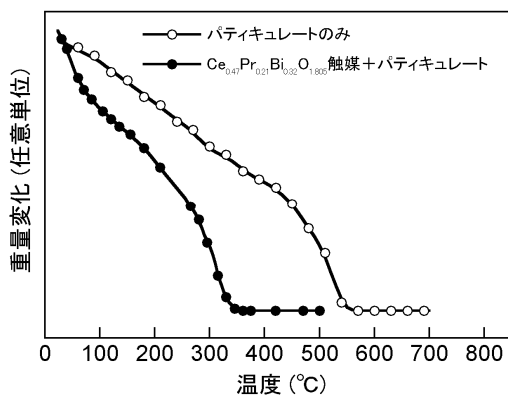


図2 パティキュレートのみ(O)、及びパティキュレートと $Ce_{0.47}Pr_{0.21}Bi_{0.32}O_{1.805}$ 触媒の混合物(●)の熱重量分析結果

$Ce_{0.47}Pr_{0.21}Bi_{0.32}O_{1.805}$ 触媒の添加により、パティキュレート完全燃焼温度は540°Cから345°Cまで約200°Cも低下した。この温度は、これまで最も高活性であった $CeO_2-ZrO_2-Bi_2O_3$ 複合酸化物触媒における燃焼温度(390°C)よりも45°C低い。この理由としては、+4価および+3価の両価数を取りうるCeとPrを複合酸化物中に同時に固溶させることで、比較的低温から格子内酸素の放出が起こるためであると考えられる。

実際、 $Ce_{0.47}Pr_{0.21}Bi_{0.32}O_{1.805}$ 触媒の昇温還元スペクトル測定を行ったところ、酸素放出温度が約180°Cとなり、従来の $Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{2.0}$ の322°Cに比べて著しく低下していた。さらに酸素貯蔵量の値も $1036 \mu mol g^{-1}$ から $1315 \mu mol g^{-1}$ へと増加し、極めて高い酸化還元活性を示すことが明らかとなった。

(3) 新規希土類複合酸化物触媒による揮発性有機化合物(VOC)の低温完全燃焼

VOCの低温完全燃焼を実現するためには、その反応を促進させる助触媒材料の活性を

向上させることが必要となる。これまでに、 CeO_2-ZrO_2 複合酸化物に Bi_2O_3 を固溶させると、従来触媒よりも低温で、結晶格子内部から反応性の高い酸素を放出可能になることを明らかにした。これは、①酸化ビスマス自体が極めて高い酸化物イオン伝導を示す、②酸化ビスマスは低温で還元されやすい(約550°C)、③ビスマスイオンは+3価であるため、 Ce^{4+} や Zr^{4+} を部分的に置換すると、格子内に酸化物イオン欠陥が必ず生成する、という酸化ビスマス(Bi_2O_3)の特徴を、 CeO_2-ZrO_2 複合酸化物の結晶格子内への固溶により低温で発揮させたことが鍵となっている。そこで、従来の $\gamma-Al_2O_3$ 担持Pt触媒に、 $CeO_2-ZrO_2-Bi_2O_3$ 複合酸化物を助触媒として加えた新しい触媒を調製し、VOC完全燃焼触媒としての評価を行った。

図3は、空気流通下においてPt/ $Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{1.90}$ (16wt%)/ $\gamma-Al_2O_3$ (Pt/CZB/ Al_2O_3)触媒によるエチレン、トルエン、及びアセトアルデヒドの浄化率(炭酸ガスと水蒸気への完全酸化率)の温度依存性を示したものである。エチレンの燃焼に対してはPt

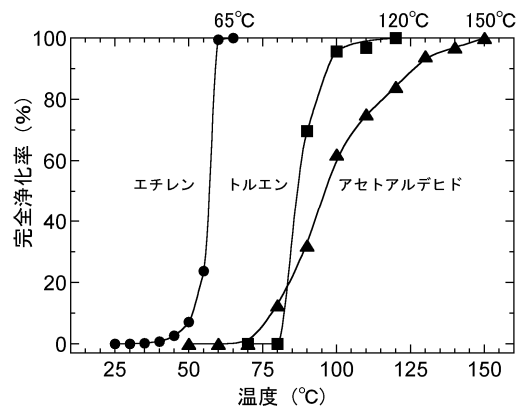


図3 Pt/CZB/ Al_2O_3 触媒によるエチレン(Pt 3wt%)、トルエン(Pt 7wt%)、アセトアルデヒド(Pt 6wt%)の完全燃焼活性の温度依存性

の担持率が3wt%の触媒において、トルエンの燃焼に対しては、Ptの担持率が7wt%の触媒において、そしてアセトアルデヒドの燃焼に対しては、Ptの担持率が6wt%の触媒において、それぞれ最も活性が高くなった。従来触媒の場合、これらのVOCを完全燃焼させるには、触媒を少なくとも200°C以上の温度にする必要があったのに対し、本研究で開発された協奏機能触媒を用いることにより、従来よりも低温における完全燃焼(エチレン: 65°C、トルエン: 120°C、アセトアルデヒド: 150°C)を実現した。

(4) 新規希土類複合酸化物触媒による一酸化炭素(CO)の室温酸化

本研究で開発した希土類複合酸化物触媒は、COの酸化に対しても極めて高活性である。図4に、開発した10wt%Pt/Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{1.90} (Pt/CZB) 触媒によるCOの燃焼活性測定結果を示す。室温でCOの酸化を実現し、反応

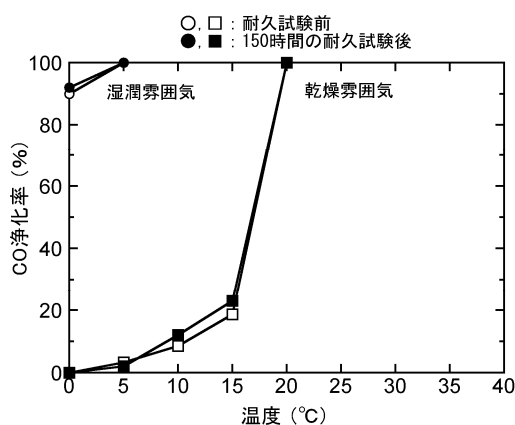


図4 Pt/CZB触媒におけるCO燃焼活性の温度依存性(触媒:0.2g、反応ガス:1 vol% CO含有空気、流速:67 ml min⁻¹)

生成物が二酸化炭素(CO₂)のみであることをガスクロマトグラフ質量分析計にて確認した。

驚くべきことに、湿潤雰囲気下(0°Cの飽和水蒸気下)で反応を行った方が、より低温で触媒機能が発現することも明らかとなった。即ち、乾燥雰囲気下では、20°CでCOが完全に酸化されるのに対し、水蒸気が存在する湿潤雰囲気下では、5°Cという低温でCOが完全酸化された。

さらに、この触媒に1 vol%のCOを含む空気を室温で150時間連続通気しても、水蒸気の有無に関わらず、常に100%のCO完全酸化が持続された。このように、室温以下の低温でCOを完全酸化できるだけでなく、水蒸気存在下で使用するとむしろ活性が向上し、さらに、150時間使用し続けても劣化しない高い耐久性を兼ね備えた触媒を実現したのは本研究が初めてである。

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15件)

- (1) K. Yasuda, M. Nobu, T. Masui, and N. Imanaka, Complete Oxidation of Acetaldehyde on Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃ Catalysts, *Mater. Res. Bull.*, 査読有, 2010.
- (2) S. Tsujimoto, K. Mima, T. Masui, and N. Imanaka, Direct Decomposition of NO on C-type Cubic Rare Earth Oxides Based on Y₂O₃, *Chem. Lett.*, 査読有, 2010, 39, 456-457.
- (3) T. Masui, H. Imadzu, N. Matsuyama, and N. Imanaka, Total Oxidation of Toluene on Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃/γ-Al₂O₃ Catalysts Prepared in the Presence of Polyvinyl Pyrrolidone, *J. Hazard. Mater.*, 査読有, 2010, 176, 1106-1109.
- (4) 増井敏行, 今中信人, 一酸化炭素の完全燃焼を常温で実現!, 高压ガス, 査読無, 2009, 46, 40-41.
- (5) 増井敏行, 今中信人, 揮発性有機化合物を分解せよ! -快適な環境を目指した触媒設計, 化学, 査読無, 2009, 64(9), 39-43.
- (6) N. Imanaka and T. Masui, Advanced Materials for Environmental Catalysts, *Chem. Rec.*, 査読有, 2009, 9, 40-50.
- (7) N. Imanaka, T. Masui, T. Egawa, and H. Imadzu, Novel Catalysts for Low-Temperature Combustion of Diesel Particulate Matter, 査読有, *J. Mater. Chem.*, 2009, 19, 208-210.
- (8) 増井敏行, 今中信人, VOC浄化触媒, マテリアルインテグレーション, 査読無, 2009, 22(1), 2-7.
- (9) 今中信人, 揮発性有機化合物を触媒で分解する! -大気浄化の切り札となる材料を求めて, 化学, 査読無, 2009, 64(1), 28-30.
- (10) H. Masaki, T. Masui, and N. Imanaka, Direct Decomposition of Nitric Oxide into Nitrogen and Oxygen over C-Type Cubic Y₂O₃-ZrO₂ Solid Solutions, *J. Alloys Compd.*, 査読有, 2008, 451, 406-409.
- (11) 増井敏行, 今中信人, 経済性と環境性に優れたNO_x直接分解触媒, 化学, 査読無, 2008, 63(5), 70-71.
- (12) N. Imanaka, T. Masui, A. Terada, and H. Imadzu, Complete Oxidation of Ethylene at Temperatures below 100 °C over a Pt/Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{1.90}/γ-Al₂O₃ Catalyst, *Chem. Lett.*, 査読有, 2008, 37, 42-43.
- (13) T. Masui, K. Koyabu, K. Minami, T. Egawa, and N. Imanaka, Low Temperature Redox Activity of Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{1.90}/γ-Al₂O₃ and Ag/Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{1.90}/γ-Al₂O₃ Catalysts, *J. Phys. Chem. C*, 査読有, 2007, 111, 13892-13897.
- (14) N. Imanaka, T. Masui, and H. Masaki, Direct Decomposition of Nitric Oxide Over C-type Cubic (Gd_{1-x-y}Y_xBa_y)₂O_{3-y} Solid Solutions, *Adv. Mater.*, 査読有, 2007, 19, 3660-3663.
- (15) N. Imanaka, T. Masui, K. Minami, K.

Koyabu, and T. Egawa, Significant Low Temperature Redox Activity of $Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{1.90}$ Supported on $\gamma-Al_2O_3$, *Adv. Mater.*, 査読有, **2007**, *19*, 1608-1611.

[学会発表] (計 37 件)

- (1) 辻本総一郎・増井敏行・今中信人, 立方晶 C 型希土類酸化物触媒を用いた NO の直接分解, 日本化学会第 90 春季年会, 2010 年 3 月 27 日, 近畿大学(東大阪市).
- (2) 安田佳祐・吉村篤軌・増井敏行・今中信人, 希土類複合酸化物触媒を用いた VOC の完全燃焼, 日本化学会第 90 春季年会, 2010 年 3 月 27 日, 近畿大学(東大阪市).
- (3) 吉村篤軌・今津隼人・増井敏行・今中信人, Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃/ γ -Al₂O₃ 触媒によるトルエンの低温完全燃焼, 第 105 回触媒討論会, 2010 年 3 月 25 日, 京都テルサ (京都市).
- (4) 安田佳祐・増井敏行・今中信人, Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃ 触媒によるアセトアルデヒドの低温完全燃焼, 第 105 回触媒討論会, 2010 年 3 月 25 日, 京都テルサ (京都市).
- (5) 辻本総一郎・増井敏行・今中信人, 立方晶 C 型希土類酸化物触媒を用いた NO 直接分解, 第 105 回触媒討論会, 2010 年 3 月 24 日, 京都テルサ (京都市).
- (6) 王 筱径・増井敏行・今中信人, Y₂O₃-ZrO₂-BaO 複合酸化物による一酸化窒素の直接分解, 第 105 回触媒討論会, 2010 年 3 月 24 日, 京都テルサ(京都市).
- (7) 増井敏行・辻本総一郎・美馬昂史・今中信人, 立方晶 C 型希土類酸化物触媒による一酸化窒素の直接分解, 日本セラミックス協会 2010 年年会, 2010 年 3 月 22 日, 東京農工大学 (小金井市).
- (8) Nobuhito Imanaka, Synthesis of High Surface Area Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃/ γ -Al₂O₃ Novel Catalysts and Their Complete Oxidation of Volatile Organic Compounds (VOCs) at Moderate Temperatures, 34th The International Conference on Advanced Ceramics and Composites, 2010 年 1 月 27 日, Daytona Beach, Florida, USA.
- (9) 今津隼人・増井敏行・今中信人, Pt 担持 CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃ 系触媒を用いた CO の室温酸化, 第 48 回セラミックス基礎科学討論会, 2010 年 1 月 12 日, 沖縄コンベンションセンター (宜野湾市).
- (10) 宮本貴弘・増井敏行・今中信人, 希土類複合酸化物触媒を用いたメタンの完全燃焼, 第 48 回セラミックス基礎科学討論会, 2010 年 1 月 12 日, 沖縄コンベンションセンター (宜野湾市).
- (11) Nobuhito Imanaka, Novel Environmental Catalyst for Complete Oxidation of Volatile Organic Compounds (VOCs), The 11th International Symposium on Eco-materials Processing and Design, 2010 年 1 月 10 日, Sakai, Osaka, Japan.
- (12) Nobuhito Imanaka, Complete Oxidation of Volatile Organic Compounds Over Noble Metal Loaded/Ce-Zr-Bi-O Solid Solution/ γ -Al₂O₃ Composite Catalysts, Composites at Lake Louise Conference, 2009 年 10 月 29 日, Lake Louise, Canada.
- (13) 今津隼人・増井敏行・今中信人, Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃ 触媒による CO の室温酸化, 第 104 回触媒討論会, 2009 年 9 月 30 日, 宮崎大学 (宮崎市).
- (14) 増井敏行・美馬昂史・今中信人, 一酸化窒素を直接分解する立方晶 C 型希土類酸化物触媒, 第 104 回触媒討論会, 2009 年 9 月 29 日, 宮崎大学 (宮崎市).
- (15) 今中信人, 揮発性有機化合物 (VOC) の低温での完全燃焼を可能とする新規触媒, 日本セラミックス協会第 22 回秋季シンポジウム, 2009 年 9 月 17 日, 愛媛大学 (松山市).
- (16) Nobuhito Imanaka, Environmental Catalyst -NO_x, VOCs-, The 4th KIFEE Symposium on Environment, Energy, Materials and Education, 2009 年 9 月 7 日, NTNU, Trondheim, Norway.
- (17) Nobuhito Imanaka, Complete Oxidation of Volatile Organic Compounds (VOCs) at Moderate Temperatures Over Pt/Ce-Zr-Bi-O/ γ -Al₂O₃ Catalysts, The 8th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 8), 2009 年 6 月 1 日, Hyatt Regency Vancouver, Vancouver, British Columbia, Canada.
- (18) 今津隼人・江川貴将・増井敏行・今中信人, CeO₂-Pr₆O₁₁-Bi₂O₃ 触媒による微粒子カーボンの燃焼, 第 26 回希土類討論会, 2009 年 5 月 28 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).
- (19) 宮本貴弘・増井敏行・今中信人, 貴金属/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃/Al₂O₃ 触媒によるメタン酸化, 第 26 回希土類討論会, 2009 年 5 月 28 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).
- (20) 今津隼人・増井敏行・今中信人, CeO₂-Pr₆O₁₁-Bi₂O₃ 触媒による微粒子カーボンの燃焼, 第 103 回触媒討論会, 2009 年 3 月 30 日, 埼玉大学 (さいたま市).
- (21) 増井敏行・今津隼人・江川貴将・今中信人, CeO₂-Pr₆O₁₁-Bi₂O₃ 触媒によるパティキュレートの低温燃焼, 日本セラミッ

- クス協会 2009 年年会, 2009 年 3 月 16, 東京理科大学 (野田市) .
- (22) 今津隼人・増井敏行・今中信人, Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃/γ-Al₂O₃ 触媒によるトルエンの低温完全燃焼, 第102回触媒討論会, 2008 年 9 月 26 日, 名古屋大学 (名古屋市) .
- (23) 増井敏行・正木裕之・今中信人, 立方晶 C 型希土類酸化物による一酸化窒素の直接分解, 第 102 回触媒討論会, 2008 年 9 月 25 日, 名古屋大学 (名古屋市) .
- (24) Toshiyuki Masui, Low Temperature Redox Activity of Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{1.90}/γ-Al₂O₃ and Ag/Ce_{0.64}Zr_{0.16}Bi_{0.20}O_{1.90}/γ-Al₂O₃ Catalysts, 14th International Congress on Catalysis, 2008 年 7 月 17 日, Seoul Convention and Exhibition Center, Korea.
- (25) Toshiyuki Masui, Direct Decomposition of Nitric Oxide over C-type Cubic (Gd_{1-x-y}Y_xBa_y)₂O_{3-y} Solid Solutions, International Symposium on Creation and Control of Advanced Selective Catalysis, 2008 年 7 月 11 日, 京都大学 (京都市) .
- (26) 正木裕之・増井敏行・今中信人, 立方晶 C 型希土類酸化物を用いた一酸化窒素の直接分解, 第 25 回希土類討論会, 2008 年 5 月 30 日, タワーホール船堀 (東京) .
- (27) 江川貴将・増井敏行・今中信人, セリウム-プラセオジウム-ビスマス複合酸化物を用いた微粒子カーボンの燃焼, 第 25 回希土類討論会, 2008 年 5 月 30 日, タワーホール船堀 (東京) .
- (28) 今津隼人・増井敏行・今中信人, Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃/γ-Al₂O₃ 触媒による揮発性有機化合物の低温酸化, 第 25 回希土類討論会, 2008 年 5 月 30 日, タワーホール船堀 (東京) .
- (29) 増井敏行・今津隼人・今中信人, Pt/CeO₂-ZrO₂-Bi₂O₃/Al₂O₃ 触媒による低温でのエチレン完全燃焼, 第 101 回触媒討論会, 2008 年 3 月 29 日, タワーホール船堀 (東京) .
- (30) 正木裕之・増井敏行・今中信人, 立方晶 C 型希土類酸化物による一酸化窒素の直接分解, 第 46 回 セラミックス基礎科学討論会, 2008 年 1 月 11 日, 名古屋国際会議場 (名古屋市) .
- (31) 江川貴将・増井敏行・今中信人, 酸化セリウム複合酸化物を用いた微粒子カーボンの燃焼, 2008 年 1 月 11 日, 名古屋国際会議場 (名古屋市) .

他 6 件.

[産業財産権]
○出願状況 (計 2 件)

名称: 一酸化炭素酸化触媒、その製造方法、及び一酸化炭素除去フィルター
発明者: 今中信人、増井敏行
権利者: 国立大学法人大阪大学
種類: 特許権
番号: 特願 2009-019946
出願年月日: 2009 年 1 月 31 日
国内外の別: 国内

名称: 複合酸化物、パティキュレート酸化触媒およびディーゼルパティキュレートフィルタ
発明者: 今中信人、増井敏行
権利者: 国立大学法人大阪大学
種類: 特許権
番号: 特願 2007-233562
出願年月日: 2007 年 9 月 10 日
国内外の別: 国内

○取得状況 (計 1 件)

名称: 低温酸化還元能を有する複合酸化物とその製造方法
発明者: 足立吟也、今中信人、増井敏行
権利者: ロディア エレクトロニクス アンド カタリシス
種類: 特許権
番号: 特許第 4345909 号
取得年月日: 2009 年 7 月 24 日
国内外の別: 国内

[その他]
ホームページ等
<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~imaken/>

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
今中 信人 (IMANAKA NOBUHITO)
大阪大学・工学研究科・教授
研究者番号: 30192503
- (2) 研究分担者
増井 敏行 (MASUI TOSHIYUKI)
大阪大学・工学研究科・准教授
研究者番号: 00304006
- (3) 連携研究者
田村 真治 (TAMURA SHINJI)
大阪大学・工学研究科・助教
研究者番号: 80379122