

【ナノテクノロジー特集】**ナノ触媒**

**ナノ触媒研究の近年の動向（世界）**

**調査方法**

現在ナノ触媒の分野で進行中の活動を確認するため、二次研究ツール（近年の知的財産に係る研究開発(R&D)および商業化活動に関する情報、研究論文、および無料で入手可能な企業情報）等を駆使して各種検索を行った。検索対象は主として北米・欧州の組織や国際委員会が関わる最近の活動で、以下の4分野で構成される。

**特許検索**：esp@cenet による過去5年分の特許の検索

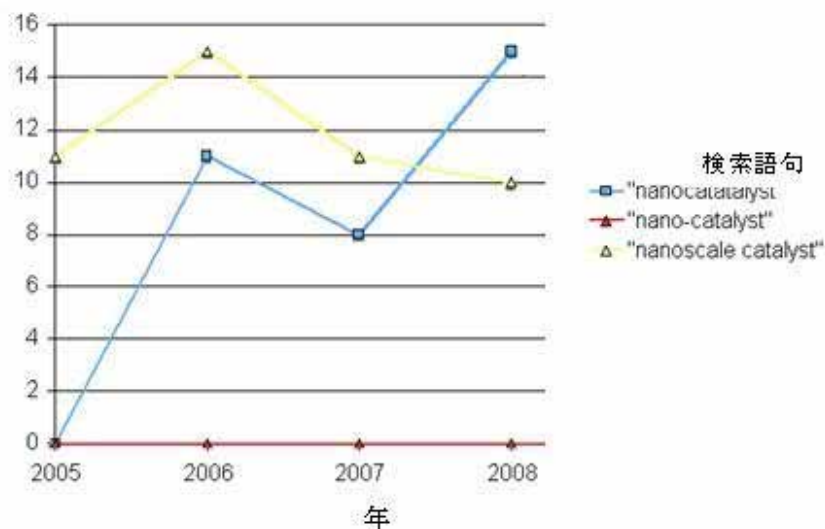
**研究論文検索**：Google Scholar による過去2年分の研究論文および特許の検索

**ウェブ検索**：ナノ触媒のR&Dおよび商業化について論じた最近の論文を対象とした、Google.com による先進的ウェブ検索

**エクスプローラー**：SRI コンサルティング・ビジネスインテリジェンス社 (SRIC-BI) のエクスプローラー・プログラム<sup>注1</sup>を使用した最近の情報の検索

**特許活動**

ナノ触媒に関連した特許活動により、技術の進展に関してかなりの量の情報が得られた。図1に、タイトルまたは要約に「nanocatalyst (ナノ触媒)」「nano-catalyst (ナノ触媒)」「nanoscale catalyst (ナノスケールの触媒)」という語句の入った、過去5年分の特許申請数を示す。



出典：SRIC-BI, esp@cenet

図1 ナノ触媒に関する特許申請数

注1 非公開（有料）データベース

またこの調査により、ナノ触媒商業化の方向性を示唆する特許も明らかになった。特に、以下に掲げる企業および研究機関（すべて北米あるいは欧州に拠点を構える）は、過去 1 年ほどの間に、ナノスケールの触媒の開発、応用に関連する特許を申請していた。

**Phillip Morris 社 (New York, New York)は、近年、タバコに使用するナノ触媒の開発に関連する多数の特許を申請した。特に、有害な一酸化炭素の生成を削減することが目的である。** EA 010907 (2008)の要約：「タバコを構成する一つの材料は、一酸化炭素を二酸化炭素に変換するための銀系触媒で、触媒は、第 2 金属の酸化物の担体粒子中あるいは担体粒子上に担持された銀系ナノ粒子の塊から成る。第 2 金属は銀ではなく、粒塊の平均的な大きさはおよそ 1 ~ 50  $\mu$  である。当該の要素は、タバコ・カット・フィルター、巻き紙、シガレットフィルター材料から成るグループの中から選ばれる。触媒はタバコの構成材料に組込まれ、喫煙時の主流煙に含まれる一酸化炭素の濃度を薄めることができる。この触媒を用いたタバコの生産方法も提案されている。触媒はまた、タバコ以外の用途にも応用が可能である。」

**3M 社(St Paul, Minnesota)は、様々な用途（燃料電池を含む）向けのナノスケール触媒（金およびプラチナの触媒を含む）を開発した。** EP 1977816 (2008)の要約：「PVD（物理蒸着法）で活性化担体媒体上にナノスケールの金を蒸着させることにより、触媒的に活性な金が容易に使用できるようになり、金系触媒の開発、製造、使用面で目覚ましく向上する道が開ける。従って本発明は、金系の不均一触媒（通常ナノポーラス（多孔質）担体上に沈殿したナノスケールの金を含む）の新たな特性、成分、配合に関係する。」CN 101288193 (2008)の要約：「ナノスケールの触媒粒子を支えるマイクロ構造支持ウイスキーを構成するナノ構造要素から成る燃料電池陽極触媒を提供する。触媒はプラチナ、マンガン、および金属グループ（プラチナとマンガンを除く第 b 族金属、第 b 族金属、第 b 族金属から成るグループ（旧 CAS 方式）の中から選択される 1 種以上の金属で構成される。触媒中の他の全ての金属総量に対するプラチナの体積比は約 1 ~ 約 4 の間で、より具体的には 1 ~ 4 の間、通常は約 2.5 ~ 約 3.5 の間、より具体的には 2.5 ~ 3.5 の間、最も使われる比率は約 3 である。マンガンの含有量は、面密度で 5  $\mu$ g/cm<sup>2</sup> 以上である。一般的には、他の 1 種以上の金属に対するマンガンの体積比は、10:90 と 90:10 の間である。一つの実施例によれば、プラチナ、マンガン、他の 1 種以上の金属の体積比は約 6:1:1 である。一般的には、他のもう 1 種の金属とはニッケルまたはコバルトである。さらに、本発明は、燃料電池陽極触媒を構成する燃料電池膜・電極一体構造(membrane electrode assembly: MEA)を提供する。さらに本発明の陽極触媒の作製方法を提供する。」

**Honeywell 社(Morristown, New Jersey)は、化学処理用途（フッ素化およびフッ化水素化）向けのクロム触媒を開発した。** US 2007100172 (2007)の要約：「金属塩化物、

特に塩化クロム(III)をアルカリ金属オレイン塩酸と約 30 ~ 約 300 (特に約 70 ± 1) の溶液中で反応させて、金属オレイン塩酸錯体 (特にクロムオレイン塩酸錯体) を形成し、反応温度より沸点が高い溶液中で錯体とオレイン酸を反応温度約 300 以上で反応させ、金属酸化物ナノ結晶 (特に酸化クロム(III)ナノ結晶) を沈殿させ分離する。この結晶は、フッ化水素化反応の触媒として役立つ。この処理で生成した他の金属酸化物ナノ結晶には、酸化バナジウム、酸化モリブデン、酸化ロジウム、酸化パラジウム、酸化ルテニウム、酸化ジルコニウム、酸化バリウム、酸化マグネシウムのナノ結晶が含まれ、酸化カルシウムもそれぞれの塩素化合物の前駆体を使用した同様の処理スキームにより合成される。生成された酸化クロム(III)ナノ結晶は、クロロカーボン、ハイドロクロロカーボン、ハイドロフルオロカーボン、ハイドロクロロフルオロカーボン、クロロフルオロカーボン、HF を伴う脂肪族炭化水素のフッ化水素フッ化して、フッ素化製品やより多価なフッ素化製品を生成するために、高度に選択的な触媒として特に有用である。」

**Chevron-Phillips Chemical 社 (The Woodlands, Texas)は、ポリマー生産用のナノリンク・メタロセン触媒を開発した。** WO 2009085129 (2009)の要約:「本発明は、貴な二原子メタロセン化合物を利用する重合触媒合成物を提供する。この新たな二核メタロセン化合物の作製方法、およびこうした化合物の、オレフィンの重合および共重合用の触媒合成物での使用方法も提供される」

**アルゴン国立研究所 (UChicago Argonne, LLC; Chicago, Illinois)は、新たなプラチナナノ触媒を開発した。** US 2009233790 (2009)の要約:「技術的に関連のある担体上に担持された高度に均一なクラスターから成り立つナノ触媒が、工業的に最も関連のある反応のために合成された。プラチナクラスター系触媒は、活量 (触媒反応速度で最大 2 桁早い) および選択性の双方において、最上とされる ODHP 触媒より優れていた。この結果は、高表面積担体上に正確にローカライズされている高度に分散された極小プラチナクラスターにより、高効率的で経済的なプロペン生産のための手頃な価格の新触媒 (最終生産物の顕著に簡素化された分離を含む) が開発される可能性があることを明示している。GISAXS<sup>注2</sup>と質量分析を組み合わせた結果は、現実的な条件下でリアルタイムにナノ触媒の大きさと形状の成長をモニターするのに非常に優れたツールを提供する。また、本発明はサブナノメーター<sup>注3</sup>の金、およびサイズが選択された (サブナノメーターから 2~3 ナノメーターまで) 銀触媒も提供する。銀触媒は、アルケンのエポキシ化において、サイズ依存調整可能な触媒特性を持っている。本発明の、サイズが選択されたクラスターの析出は、材料特性を原子ごとに調整して保護被膜で安定させるためのユニークなツールを提供する。」

注2 GISAXS : Grazing Incidence Small Angle X-ray Scattering (微小角入射小角 X 線散乱)

注3 ナノサイズの 1/10 のサイズ

**Headwaters Technology Innovation, LLC (Lawrenceville, New Jersey)は、炭化水素処理に利用するためのナノ触媒を開発した。** US 2009114568 (2009)の要約：「炭化水素の改質に適した触媒は、ハロゲン化促進剤であり、固体担体上に担持され、複数の分散したナノ触媒粒子を有している。分散されたナノ触媒粒子は、分散剤を用いて、粒子のサイズおよび/または露出結晶面を制御することにより生成される。ナノ触媒粒子のサイズと分散を制御することで、触媒の改質能力を維持または増大させつつ、ハロゲン化促進剤による改質触媒への負荷を激減させることができる。本発明による触媒は、ハロゲン化促進剤のレベルをかなり低減させた状態で、 $C^{5+}$  注4の生産性の向上を示した。」

**Süd-Chemie 社 (Munich, Germany)は、コロイド触媒を開発した。** WO 2009000526 (2009)の要約：「本発明は、触媒的に活性な金属ナノ粒子から成るコロイド触媒と関連する。この内の一部の領域は、配位子安定な金属錯体を含む層で覆われている。また、コロイドナノ触媒を生産する方法とも関連する。その方法では、ナノ触媒の触媒的に活性な金属のイオンの配位子安定錯体は、配位子安定金属錯体とともに水素雰囲気中で 180 ~ 250 の温度で 1 ~ 10 分熱処理される。錯体は、不活性の非水溶液中で可溶性になる。」

**World Energy Systems 社 (Fort Worth, Texas)は、炭化水素処理に使用する多数のナノ触媒を開発した。** CA 2661971 (2008)の要約：「本発明の実施例は、ナノ触媒を油層に添加して重質油を加熱することにより、油層から石油製品を回収する方法を提供する。一つの実施例では、ナノ触媒含有触媒材料を重質油含有油層に流し込み、重質油と触媒材料を還元剤（たとえば水素）に暴露し、油層内に設置したボイラから蒸気を発生、放出して触媒材料を含んだ重質油を加熱し、油層内で留分のより軽い石油製品に精製し、油層から軽質の石油製品を抽出する方法を提供する。別の実施例で、重質油と触媒材料を酸化剤（たとえば酸素）に暴露する方法が提供される。ナノ触媒はコバルト、鉄、ニッケル、モリブデン、クロム、タングステン、チタニウム、これらの酸化物、これらの合金、アルギン酸、あるいはこれらの組み合わせを含有しても良い。」

**Universal Laser Systems 社 (Scottsdale, Arizona)は、ナノ触媒を特徴づける高性能レーザーを開発中である。** US 2008117949 (2008)の要約：「ナノスケールの触媒を含むガスレーザーおよびそのようなレーザーを製造する方法を開示する。一つの実施例では、ガスレーザーは、ガス排出部のあるガス封じ込め構造と、ガス排出部にレーザーガス媒体を有している。ガスレーザーはまた、レーザー共振を形成するようにガス排出部の両端部からそれぞれ離れて配置された複数の光学部品も有している。さらに、

注 4 軽油留分収率向上の重要な指標（参照：霞村雄二「低芳香族軽油製造用触媒の開発」（[http://www.aist.go.jp/nenpo/pdf/2004/2004\\_2\\_1\\_1\\_2\\_kenkyubumon\\_573.pdf](http://www.aist.go.jp/nenpo/pdf/2004/2004_2_1_1_2_kenkyubumon_573.pdf)））

ガスレーザーには、ガス排出部に近接するか、連通する部分にナノスケールの触媒があり、レーザーガス媒体中の選択された成分の酸化プロセスおよび/または分解プロセスを起こさせる。もう一つの実施例として、このナノスケールの触媒は、多数のナノスケールの粒子を有する金属酸化物担体基板を組み入れることができる。このナノスケールの粒子は、平均サイズが 1~50nm の金、銀、またはプラチナのうちの一つ以上で構成されても良い。」

## 文献検索

Google Scholar を使用し、過去 1 年以内に発表された、検索語句関連の語句がタイトルに含まれる論文を検索した。検索した語句とそのヒット数は以下の通りである。

nanocatalyst ( ナノ触媒 ): ヒット数 41  
 nano-catalyst ( ナノ触媒 ): ヒット数 14  
 nanoscale catalyst ( ナノスケールの触媒 ): ヒット数 5  
 nano と catalyst の AND 検索 : ヒット数 46

これらの研究論文の多くは、アジアや中東の大学および研究期間に所属する研究者により発表されたものであった(特に中国、韓国、日本、台湾およびイラン)。しかし、この検索から、この地域以外の多くの大学でも、現在ナノ触媒に関する研究が続けられていることが判明した。検索結果の概要は以下の通り。

**メリーランド大学**の研究者は、「固体酸化物型燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell: SOFC)陰極触媒用のナノスケールの NiO/YSZ 複合粉末および NiO/CeO<sub>2</sub>/YSZ 粉末」<sup>注5</sup>を開発中である。

**デラウェア大学**(米国)の研究者を含む国際研究チームは、「パルス電着により作製したニッケル・ナノ触媒を用いた、カーボン繊維上のカーボンナノファイバーの成長」<sup>注6</sup>について研究を進めている。

**セントラル・フロリダ大学**(米国)の研究者は、「一酸化炭素耐性の高い Pt/Ru ナノ触媒」<sup>注7</sup>について研究している。

**ブルガリアのカタリシス研究所**の研究者は、「一酸化炭素による窒素酸化物還元 of CeO<sub>2</sub> および CeO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 上に担持されたナノ構造を持つ金触媒」<sup>注8</sup>の研究を進めている。

<sup>注5</sup> Pati et al, "Nano-Scale NiO/ysz and NiO/CeO<sub>2</sub>/YSZ Powders for Solid Oxide Fuel Cell Anode Catalyst Applications", 2008 Annual Meeting, Philadelphia, PA, "#89 - Gas Phase Synthesis of Nanoparticles", (<http://aiche.confex.com/aiche/2008/techprogram/S7511.HTM>)

<sup>注6</sup> Kai-Hsuan Hung et al, "Growth of carbon nanofibers on carbon fabric with Ni nanocatalyst prepared using pulse electrodeposition", Nanotechnology **19**, 295602 (8pp), 2008 (<http://www.iop.org/EJ/abstract/0957-4484/19/29/295602>)

<sup>注7</sup> Stolbov et al, "High CO tolerance of Pt/Ru nanocatalysts", J. Chem. Phys. **130**, 124714, 2009 (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2009JChPh.130I4714S>)

<sup>注8</sup> Ilieva-Gencheva et al, "nano-structured gold catalysts supported on CeO<sub>2</sub> and CeO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> for NOx

**イリノイ大学シカゴキャンパス**（米国）の研究者は、CoPd ナノ触媒を研究した<sup>注9</sup>。  
**アリゾナ大学燃料電池研究所**（米国）の研究者は、「プロトン交換膜燃料電池用のカーボンナノチューブに担持されたプラチナ触媒の合成と評価」<sup>注10</sup>について研究した。  
**セグド（Szeged）大学および物理技術・金属化学研究所**（ハンガリー）の研究者は、「メソポーラス担体 I 上の各種ナノサイズ酸化鉄多形体：酸性媒体およびアルカリ媒体中で合成された新たなメソポーラス触媒担体」<sup>注11</sup>を開発した。  
**ユタ大学ナノテクノロジーセンター**（米国）の研究者は、コロイドナノ触媒について研究している<sup>注12</sup>。  
**米国環境保護庁**から助成を受けている研究者は、「水中におけるニトリルの水和反応のためのルテニウムナノ触媒」<sup>注13</sup>について研究した。  
**モンペリエ大学**（フランス）の研究者は、「オーダーメイドの有機金属-無機ハイブリッドメソ構造材料：水素重水素交換のための明確で、活性があり、再利用可能な、不均一のイリジウム-NHC 触媒へのルート」<sup>注14</sup>について研究した。  
**サウス・フロリダ大学クリーンエネルギー研究所**（米国）の研究者は、「オンボード水素貯蔵用 Zn(BH)のナノ触媒ドーピング」<sup>注15</sup>について研究した。

---

reduction by CO: effect of catalyst pretreatment and feed composition”, J Nanosci. Nanotechnol. 8(2), 867-73, 2008 Feb (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18464420>)

注9 Zhao et al, “Z-Contrast Imaging and EELS Study of Supported CoPd Nano-Catalyst”, Microsc Microanal 14(Suppl 2), 2008  
(<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=1945796>)

注10 Lin et al, “Synthesis and characterization of carbon nanotubes supported platinum nanocatalyst for proton exchange membrane fuel cells”, Journal of Power Sources, Volume 195, Issue 2, pp. 466-470, 15 January 2010  
([http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6TH1-4WYDN0X-5&\\_user=10&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1031095252&\\_rerunOrigin=google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=f26996c0dd9a5bc8b9929767bf77599e](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TH1-4WYDN0X-5&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1031095252&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=f26996c0dd9a5bc8b9929767bf77599e))

注11 Fejes et al, “Various nano-size iron oxide polymorphs on mesoporous supports I: New mesoporous catalyst supports synthesized in acidic and alkaline media”, Microporous and Mesoporous Materials, Volume 112, Issues 1-3, pp. 377-391, 1 July 2008  
([http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6TH4-4PXM6J9-9&\\_user=10&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1031101938&\\_rerunOrigin=google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=f0fb0c2ad4be4dbb4bbafd6ac17b65cc](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TH4-4PXM6J9-9&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1031101938&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=f0fb0c2ad4be4dbb4bbafd6ac17b65cc))

注12 Narayanan et al, “Can the Observed Changes in the Size or Shape of a Colloidal Nanocatalyst Reveal the Nanocatalysis Mechanism Type: Homogeneous or Heterogeneous?”, Topics in Catalysis, Volume 48, Numbers 1-4, May 2008  
(<http://www.springerlink.com/content/p473830r62323325/>)

注13 Polshettiwar and Varma, “Ruthenium hydroxide supported on magnetic nanoparticles: a benign aqueous protocol for hydration of nitriles”, complete paper available online at:  
[http://www.natureprotocols.com/2009/05/07/ruthenium\\_hydroxide\\_supported.php](http://www.natureprotocols.com/2009/05/07/ruthenium_hydroxide_supported.php)

注14 Maishal et al, “A Tailored Organometallic-Inorganic Hybrid Mesostructured Material: A Route to a Well-Defined, Active, and Reusable Heterogeneous Iridium-NHC Catalyst for H/D Exchange”, Angewandte Chemie, Volume 120 Issue 45, pp. 8782-878  
(<http://www3.interscience.wiley.com/journal/121431268/abstract>)

注15 Srinivasan et al, “Physical Inorganic Chemistry ChemInform Abstract: Nanocatalyst Doping of Zn(BH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> for On-Board Hydrogen Storage”, ChemInform, 39, 45, 2008

**カリフォルニア大学バークレー校** (米国) の研究者は、「光のエネルギーを利用したナノ触媒の作製および水素の製造」<sup>注16</sup> について研究している。

## ウェブ検索

一般的なウェブ検索からも、ナノ触媒の商業化に関する以下の情報が得られた。

**Nanostellar** 社 (Redwood City, California; [www.nanostellar.com](http://www.nanostellar.com)) は、ナノスケールの金の酸化触媒を開発し商業化した。「Nanostellar 社の新たな NS Gold™ 触媒により、既存の純プラチナ触媒と同程度の価格で最大 40% の有毒物質の排出を抑える、軽量車両および重量車両用のディーゼルエンジンを生産できるようになる。」<sup>注17</sup>

**Quantumsphere** 社 (Santa Ana, California; [www.qsinano.com](http://www.qsinano.com)) は、持ち運び型電源およびクリーンエネルギー機器用のナノスケールの触媒の商業化に取り組んでいる。同社は、自身の技術に関する各種の白書を発表しており、これにはナノ金属触媒に関する白書も含まれる。<sup>注18</sup>

**コーネル大学** (Ithaca, New York) の研究者は、「究極のナノ触媒」の開発に取り組んでいる。この研究の一環として、個々の金ナノ粒子の触媒特性を研究するための新技術を開発した。Royal Society of Chemistry のウェブサイトに掲載された 2009 年 2 月の論文によれば、その技術は「ナノ触媒の研究につきものの従来の課題を克服する。(中略) つまり、いかに化学合成に秀でた研究者が作製したナノ粒子であっても、[それぞれ] 大きさや形状に若干の差異が生じる。そのため、一度に一つのナノ粒子を調べることが必要であり、全てのナノ粒子を平均化すべきでない」<sup>注19</sup> のである。

EurekaAlert! のウェブサイトに 2009 年 8 月 31 日に掲載された論文によれば、「プラチナと金を結合する」ナノ粒子は「非常に効率的な触媒として作用する。しかし化学者は、こうしたナノ粒子を産業的に有用な形で作り出すことに四苦八苦している。**ライス大学** の化学者たちは、高分子被膜した金-プラチナナノロッドを作製することにより、この問題を解決した。これは、この種の触媒としては初めてのもので、有機溶媒中でも使用することができ、化学物質や薬品のメーカーに支持されている。」<sup>注20</sup>

(<http://www3.interscience.wiley.com/journal/121433132/abstract>)

<sup>注16</sup> Lee et al, International Journal of Hydrogen Energy, "Nanocatalyst fabrication and the production of hydrogen by using photon energy", Volume 34, Issue 4, February 2009, Pages 1835-1843  
([http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6V3F-4VDSCT6-6&\\_user=10&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1031149123&\\_rerunOrigin=scholar.google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=f9c9d6412cd16d96207f7fb23c123809](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V3F-4VDSCT6-6&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1031149123&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=f9c9d6412cd16d96207f7fb23c123809))

<sup>注17</sup> "New nano-catalyst uses gold to reduces emissions", cleantech group, 16 April 2007  
(<http://cleantech.com/news/1040/new-nano-catalyst-uses-gold-to-reduces>)

<sup>注18</sup> [http://www.qsinano.com/tech\\_white\\_papers.php](http://www.qsinano.com/tech_white_papers.php)

<sup>注19</sup> "Single nanocatalyst behaviour revealed", RSC, 18 February 2009  
(<http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2009/February/18020902.asp>)

<sup>注20</sup> "Platinum nanocatalyst could aid drugmakers", EurekaAlert!  
([http://www.eurekaalert.org/pub\\_releases/2009-08/ru-pnc083109.php](http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2009-08/ru-pnc083109.php))

**ブルックヘブン機能性ナノ材料センター**(Brookhaven Center for Functional Nanomaterials: CFN)、**イエシバ(Yeshiba)大学**、および**デラウェア大学**の研究者たちは、極めて効率的なバイメタルの(2種類の金属から成る)パラジウム-金ナノ触媒を「合成する新たな、高効率な方法」<sup>注21</sup>を実証した。

## その他の情報

SRIC-BIのエクスプローラ研究プログラムには、以下に示すような多用途向けのナノ触媒の開発に関するものが含まれている。

### (1)人工光合成

2008年8月の Nanobiotechnology Viewpoints 誌によれば、光合成を可能にする効率的な人工システムにより水素ベースの燃料経済の発展につながると信じる科学者は、太陽からのエネルギーを使って水を水素と2原子酸素に分ける植物の光合成器官の能力に注目している。今日、電気で水分子から水素を分離するのが、水素を生産する最も効率的な方法である。しかし、主要な電力網の電力を入力という形で使用するというプロセスを経なければならない。水素製造のためのより洗練された方法は、太陽エネルギーを使って直接水から分離し、完全に持続可能な形で水素を作ることである。この目的を達成するために、科学者は水の分離をもたらす可能性のある多数の触媒を研究した。たとえば、マサチューセッツ工科大学(MIT)の研究化学者は、水から酸素と水素を作る、手ごろな価格で効率的な触媒の発見に努力を集中している。化学者たちは、米全米科学財団が助成するソーラープロジェクトおよびMITのソーラー革命プロジェクトの一環として、カリフォルニア工科大(Pasadena, California)と協力して取り組んでいる。プラチナの水分解能力を実証した後、化学者たちは、より豊富に存在する金属(例えば鉄、コバルト、ニッケル、マンガン)を使用する触媒の開発に焦点を当てている。

### (2)ナノ触媒の環境問題への応用

2008年6月の Nanobiotechnology Viewpoints 誌によれば、ナノスケールでの応用が可能な環境技術や装置(濾過システム、センサー装置、触媒)はすでに市場に出回っており、他の技術や装置についても開発が進んでいる。ナノ材料はすでに環境問題に応用されており、その最も顕著な例はおそらく自動車への応用(酸化金属ナノ構造および稀少金属ナノ粒子を用いた、車両からの温暖効果ガス排出削減に利用)であろう。たとえば、プラチナや金のナノ粒子を、自動車の触媒コンバータや、ディーゼルから排出される粒子状物質を除去するためのナノ構造フィルターに使用している。光触媒(たとえば二酸化チタンのナノ粒子を紫外線(太陽光)に当てる方法)は、揮発性有機化合物(volatile organic compounds: VOCs)や窒素酸化物といった各種の公害物質の除去にますます利用されるようになっている。ナノ粒子は光のエネルギーを吸収し、これを使って汚染物質の分子を

---

<sup>注21</sup> Kendra Snyder, "Through the Wire: A New Nanocatalyst Synthesis Technique", PHYSORG, March 16th, 2009 (<http://www.physorg.com/news156446716.html>)



酸化する。ナノ触媒（光触媒を含む）や磁気ナノ粒子は、汚染物質を選択的に標的にすることができ、効果的かつ費用効率的に除去することができ、化学的に分解することができるのである。このような磁気ナノ粒子は、基板材料やフィルターの「固定ベッド」を循環しているか、「固定ベッド」に埋め込まれていればよい。同誌はまた、以下の分野を含む環境への応用のためのナノ触媒技術を開発している組織の具体例を紹介している。

**Inframat 社** (Farmington, CT) : 高度多孔性ナノファイバー状の構造より成る材料

**EnvironmentalCare 社** (香港) : ナノ光触媒の酸化技術

**Indian Institute of Technology and Eureka Forbes** (Mumbai, India) : 殺虫剤や他の有機汚染物質を除去する化学反応に触媒作用を及ぼす、金属ナノ粒子（アルミナ担体上の 60~80nm の銀ナノ粒子）を含むフィルター

**Monad Nanotech 社** (Mumbai, インド) : カーボンナノチューブの自然な光触媒特性を活性化させるための光の利用、および微生物や有機汚染物質を除去するための酸化鉄の利用

**PARS Environmental 社** (Robbinsville, NJ) : 微生物や有機汚染物質の現場での改善および除去用のナノスケールのゼロ価鉄

**ライス大学**(Houston, TX) : トリクロロエチレンおよび有機芳香族汚染物質の除去用ナノ触媒；ヒ素除去用のマグネタイト（磁性）ナノ結晶

**オクラホマ州立大学** (Stillwater, OK) : 酸化鉄の代わりに酸化亜鉛ナノ粒子を使用した水からのヒ素除去

**イエシバ大学** (New York, NY)、**イリノイ大学** (Urbana, IL)、**ピッツバーグ大学** (Pittsburgh, PA) : 硝酸エステルなどの酸化汚染物質からの汚染を軽減するためのナノ触媒

**クイーンズランド大学** (オーストラリア) : 水処理機器用の Lightanate<sup>注22</sup> 光触媒技術

**VeruTEK Technologies 社** (Glastonbury, CT)、**QuantumSphere 社** (Santa Ana, CA) : VeruTEK 社の界面活性剤と QuantumSphere 社のナノ触媒を基にした、新たな環境改善溶液を開発するための戦略的パートナーシップ

## 結論

上記の情報は全体として、企業や研究機関の研究者により様々な材料を使ったナノ触媒が開発されつつあることを示している。最も一般的な材料は**銀、金、プラチナ**といった稀少金属をナノサイズに粒子化したものである。またこの調査により、低価格の**銅、鉄、マンガン、ニッケル、コバルト系の材料**だけでなく、様々な酸化金属を含む他の材料を利用したナノ触媒の開発も明らかになった。ナノ触媒をめぐる主要な R&D および商業化の傾

注 22 豪クイーンズランド大学 ARC Centre of Excellence for Functional Nanomaterials の Max Lu 教授率いるチームにより開発された光触媒技術。既存の光触媒と比べて最大 9 倍のエネルギーを利用することができ、水処理から大気浄化まで広範な用途に応用が可能であるとされる。（参照：“Astute Nanotechnology celebrates first year of success”, The University of Queensland, Australia, 27 April 2008 ([http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=29113](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=29113))

向から、これらの材料を応用した数多くの重要な分野が現れつつあることが窺えるが、その中には以下のものが含まれる。

- ・ 水素の生産と燃料電池
- ・ 炭化水素/石油処理
- ・ 高分子化処理
- ・ ガスレーザー
- ・ 環境問題への応用
- ・ 人工光合成
- ・ 一酸化炭素の生成削減（特にタバコへの応用）
- ・ 製薬

翻訳： NEDO（担当 総務企画部 吉野 晴美）

出典：SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program