

FORWARD SCIENCE LABORATORY

Product lineup 2015

POWER OF
NATURE
FOR SOCIETY

www.fslabo.com

FORWARD SCIENCE LABORATORY

High Purity Grade of Manganese Oxide

Product lineup 「さんか満願™」シリーズ

F S L では各種触媒を、化学組成・結晶構造、および機能性・用途別の研究試薬としてご提供しております。次世代電池、燃料電池、貴金属リサイクル、高度水処理、水の酸化触媒などの研究にご利用ください。

化学組成・結晶別 試薬

- Nano R型二酸化マンガ N S-01 P.2
- Nano ゴールド担持R型二酸化マンガ N S-03 P.3
- Nano パラジウム担持R型二酸化マンガ N S-04 P.4

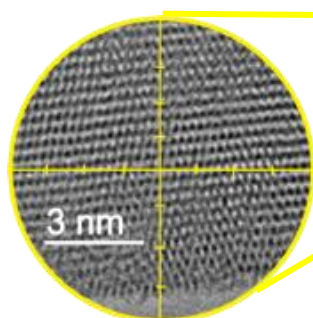
機能性・用途別 試薬

- Nano 二酸化マンガ N (空気電池カソード触媒) F-01 P.5
- Nano パラジウム担持二酸化マンガ N (メタン改質水素合成触媒) F-02 . . . P.6
- Nano パラジウム担持二酸化マンガ N (燃料電池アノード触媒) F-03 . . . P.7
- Nano 二酸化マンガ N (金錯体吸着触媒) F-04 P.8
- Nano 二酸化マンガ N (パラジウムイオン吸着触媒) 塩酸処理品 F-05 . . . P.9
- Nano 二酸化マンガ N (亜ヒ酸吸着触媒) 塩酸処理品 F-07 P.10
- Nano 二酸化マンガ N (亜ヒ酸吸着触媒) 硫酸処理品 F-08 P.10
- Nano 二酸化マンガ N (カドミウムイオン吸着触媒) 硝酸処理品 F-09 . . . P.11

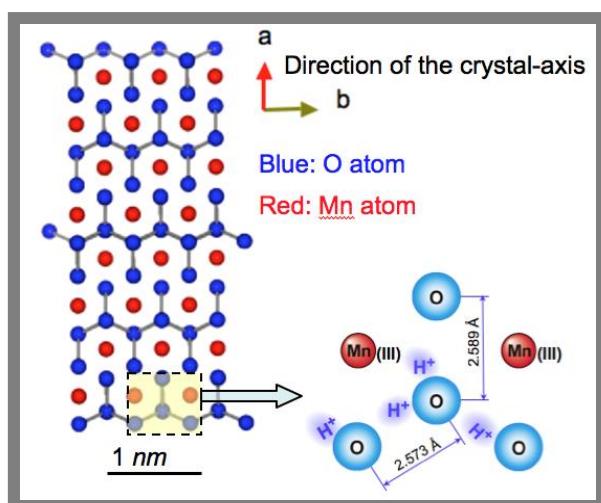
Nano R 型二酸化マンガ

Nano Manganese dioxide, Ramsdellite-type

高純度ラムズデライト結晶



Mn 原子と O 原子がラムズデライト型に列んだ
MnO₂ の表面



R 型二酸化マンガンの結晶構造における b 軸方向につながった O-O ネットワークモデル
水と反応して MnOO・H 化が生じ、粒子表面の Mn は III 価となる。(・は弱い共有結合を示す)

商品番号 S-01

販売単位 10 g

販売価格 32,000 円 (税別)

Product Information

二酸化マンガには、異なる結晶構造が多種存在し、それぞれ物理・化学的性質が大きく異なります。ラムズデライト型の二酸化マンガは、その結晶の成長方向である b 軸に沿って原子間距離が 2.573 Å の酸素原子ペアがネットワークを形成します(左図)。

この通常よりも原子間距離がわずかに短い酸素ペアは、プロトン H⁺ に対する弱い共有結合を可能とし、粒子表面における同ネットワークに沿って H⁺ の伝導や H⁺ のアクセプトとリリースを容易にします。この性質が多く機能性をもたらします*。

* Koyanaka, H. et al, *Sensors & Actuators: B*, **183**, 641-647, (2013)

品質検査項目

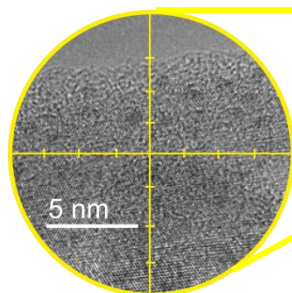
二酸化マンガに関する X 線回折パターン
(Cu-K α)*

(*当社規定の検査法による)

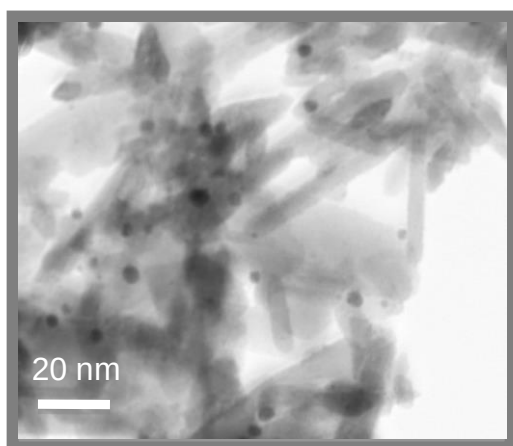
Nano ゴールド担持 R 型二酸化マンガ

Nano Gold on Ramsdellite-type manganese dioxid

金と二酸化マンガンの触媒能を融合



ラムズデライト型 MnO_2 表面(bright)に
担持された Au の微粒子群 (dark)



Au/ MnO_2 の透過型電子顕微鏡写真

二酸化マンガンのナノロッド(bright)の表面
に、金のナノ粒子(dark)が担持されている

Product Information

金は化学的に安定な金属である一方で、近年は数ナノメートルのサイズの金微粒子が触媒として機能することが、注目されています。

本試薬は、一次粒子である二酸化マンガンのナノロッドの表面に金の微粒子を担持させた製品です。

二酸化マンガンのナノロッドが集合することで、メソポーラスな空隙を有した二次粒子を構成しており、空気や水、および各種薬品との反応性の研究にも適します。

商品番号 S-03

販売単位 10 g

販売価格 時価 (Au の市場価格により変動)

品質検査項目

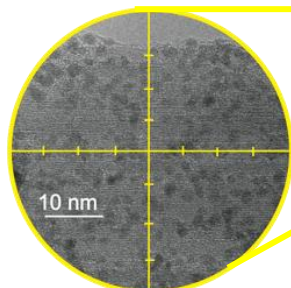
二酸化マンガンの X 線回折パターン
(Cu-K α)*

(*当社規定の検査法による)

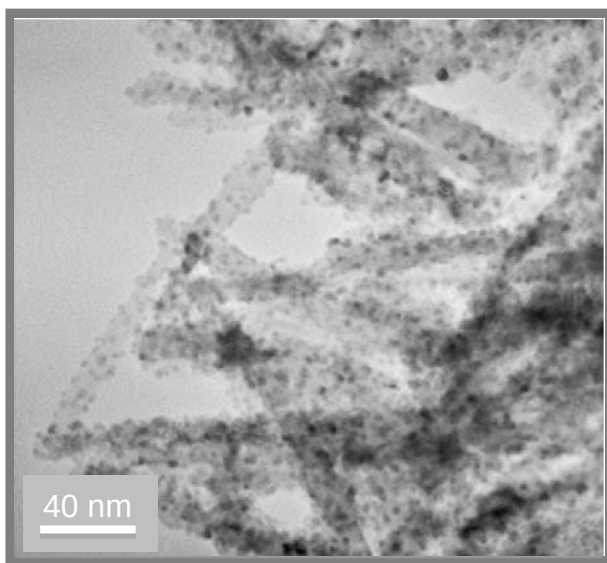
Nano パラジウム担持 R 型二酸化マンガ

Nano Palladium on Ramsdellite-type manganese dioxide

パラジウムと二酸化マンガンの
触媒能を融合



ラムズデライト型 MnO_2 表面(bright)に
担持された Pd の微粒子群 (dark)



Pd/ MnO_2 の透過型電子顕微鏡写真

二酸化マンガンのナノロッド(bright)の表面に、
高密度にパラジウム(dark)が担持されている

Product Information

パラジウムは、白金と共に最も工業的に利用されている触媒の材料です。

本試薬は、一次粒子である二酸化マンガンのナノロッドの表面に、パラジウムの微粒子を担持させた製品です。

二酸化マンガンのナノロッドが集合することで、メソポーラスな空隙を有した二次粒子を構成しており、空気や水、および各種薬品との反応性の研究にも適します。

商品番号 S-04

販売単位 10 g

販売価格 時価 (Pd の市場価格により変動)

品質検査項目

二酸化マンガンに関する X 線回折パターン*,
残留硫酸塩 SO_4 : 0.2% 以下*

(*当社規定の検査法による)

Nano 二酸化マンガン（空気電池カソード触媒）

Nano Manganese dioxide (Catalyst for metal-air cell cathode)

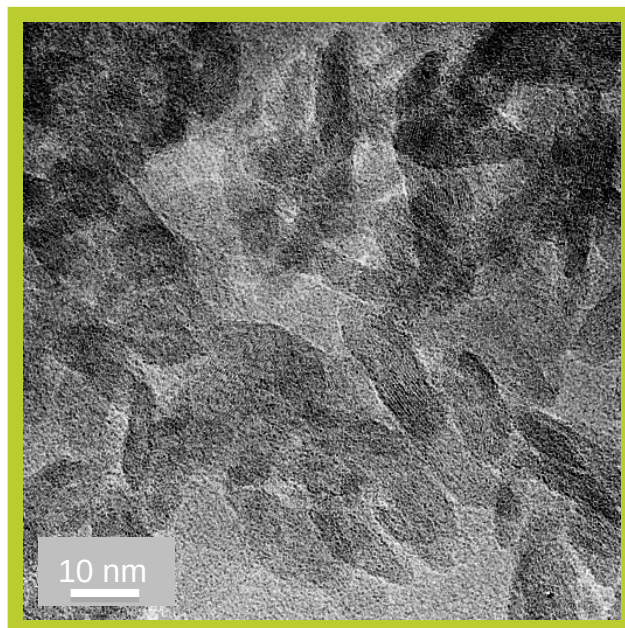
二酸化マンガンと水との反応性

Product Information

近年、電気自動車向けの空気電池の負極金属に、リチウムやマグネシウムを用いる研究が進んでいます。これら負極金属の種類の他に空気電池の性能に強く影響する要素として、正極反応 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ を促進する触媒の性能があげられます。

本試薬は、水中の水酸化物イオンとの反応性を有します*。

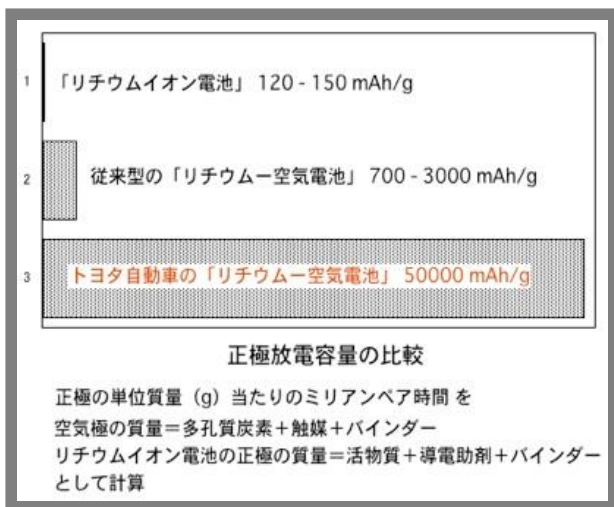
* Koyanaka, H., et al., *ECS Transactions*, 58, Issue 36, pp. 81-85 (2014)



空気電池カソード触媒の透過型電子顕微鏡写真

空気電池は、金属空気電池ともよばれ、次世代電池として実用化が期待されています。その特徴は放電容量を大きくできることであり、原理的には化学電池の中で最も大きなエネルギー密度が得られることにあります（左図）。

本試薬は、サイズの細かい二酸化マンガンのナノ粒子が集合することで、メソポーラスな空隙を有した二次粒子を構成しており、空気や水、および各種薬品との反応性の研究に適します。



リチウム空気電池触媒としての応用例

本試薬は、特開 2009-289616 空気電池（トヨタ自動車）のカソード触媒としての実績を有します

商品番号 F-01

販売単位 10 g

販売価格 28,000 円（税別）

品質検査項目

残留硫酸塩 SO_4 : 0.2% 以下*

(*当社規定の検査法による)

Nano パラジウム担持二酸化マンガン（メタン改質水素合成触媒）

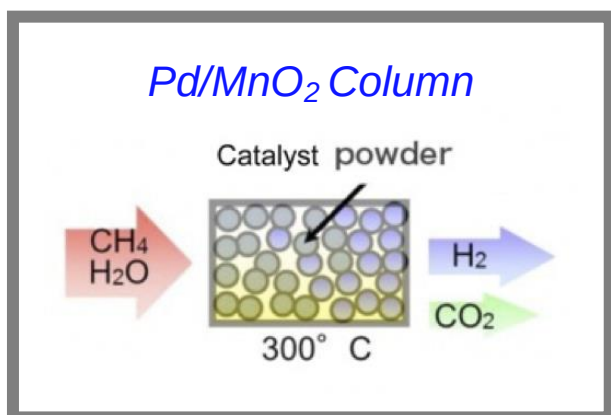
Nano Palladium on manganese dioxide (Catalyst for methane reforming)

天然ガスを水素に変換する触媒

Product Information

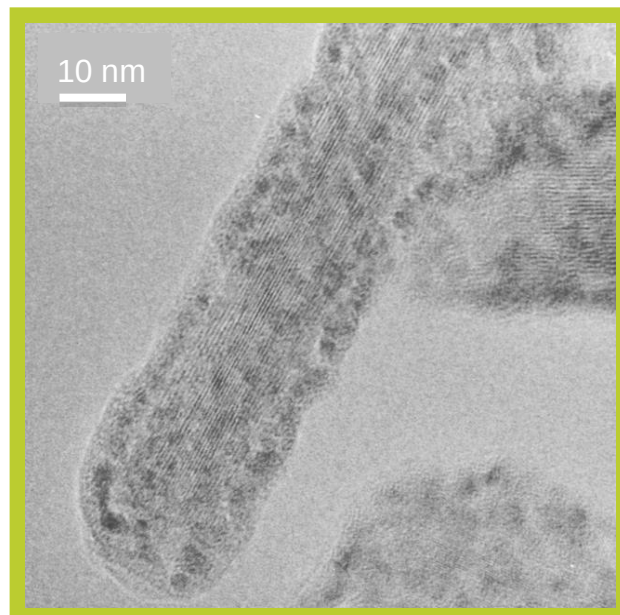
本試薬は、メタン改質による水素合成触媒として、二酸化マンガンのナノロッドの表面にパラジウムの微粒子を担持させた製品です。

現在、水素製造プラントにおいて広く採用されている「水蒸気改質反応」では、排ガスに未変換で残留するメタン（11～20%）が存在し、この有効利用によってプラント効率の向上が期待されています。



メタンガスから水素を造る触媒カラムの模式図

応用例) CO のシフト反応触媒カラムの後段に、本カラムを設置することで、残留メタンを水素に変換し、水素製造プラントの効率向上に寄与



メタン改質水素合成触媒の透過型電子顕微鏡写真
二酸化マンガンのナノロッド(bright)、パラジウムの微粒子群 (dark)

本触媒の効果を示した実施例として、作動温度 300℃におけるメタンから水素への変換効率が、約 120～200mL (H₂)/g・h に達しています*。

また、メタンから水素への本変換反応においては有害な一酸化炭素の発生が抑えられます。

* Koyanaka, H., et al., *ECS Transactions*, 58, Issue 36, pp. 81-85 (2014)

商品番号 F-02

販売単位 10 g

販売価格 時価 (Pd の市場価格により変動)

品質検査項目

残留硫酸塩 SO₄ : 0.2% 以下*

(*当社規定の検査法による)

Nano パラジウム担持二酸化マンガラン（燃料電池アノード触媒）

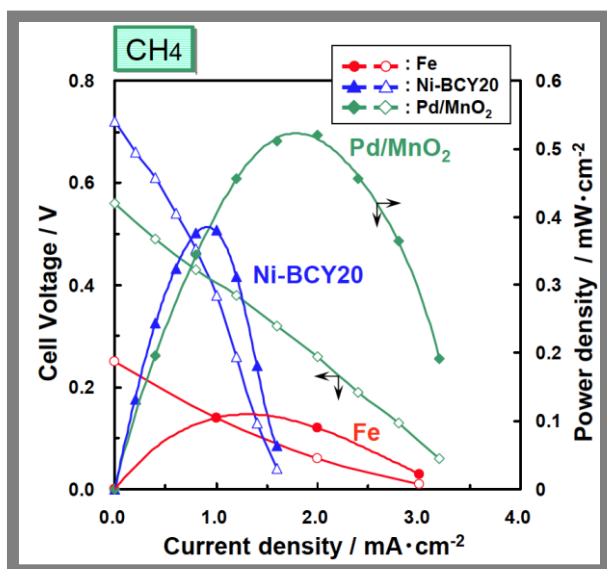
Nano Palladium on manganese dioxide (Catalyst for SOFC anode)

メタン燃料の水素化を促進する触媒

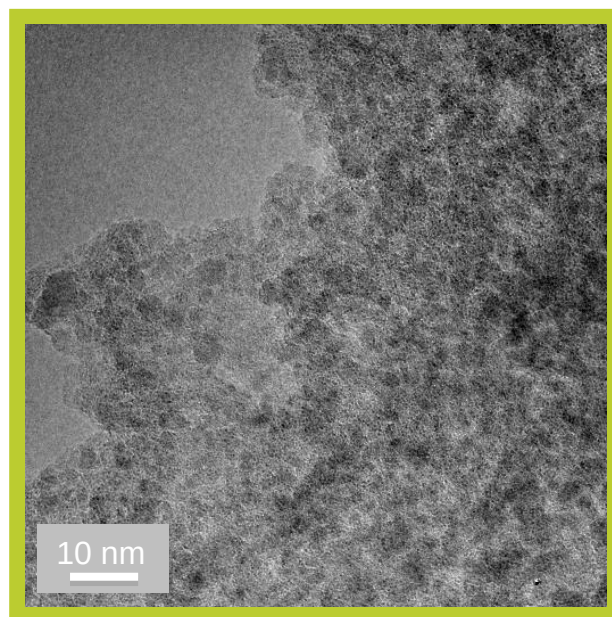
Product Information

本試薬は、燃料電池におけるアノード触媒として、粒径が細かい二酸化マンガランの表面にパラジウムの微粒子を担持させた製品です。

特に、アノードにおいてメタンが生成するジメチルエーテルなどの原燃料が供給される反応系において、白金やニッケル、鉄系の触媒に対して優れた触媒特性を発揮します。



固体酸化物型燃料電池におけるカソード触媒能
作動温度 600℃, BYCO 電解質



燃料電池アノード触媒の透過型電子顕微鏡写真

二酸化マンガランのナノ粒子 (bright)、パラジウムの微粒子 (dark)

左図は、作動温度 600℃における燃料電池の出力特性を、アノード触媒として各種触媒を同条件下で比較試験した際の結果を示します。図中、Pd/MnO₂ 触媒において最も優れた特性が得られています*。

また、炭化物の析出による触媒劣化や、有毒な一酸化炭素が発生しないことも、白金触媒と比較した場合の長所です。

* Takeuchi, K., et al., *ECS Transactions*, 35, 1, 2755-2759, (2011)

商品番号 F-03

販売単位 10 g

販売価格 時価 (Pd の市場価格により変動)

品質検査項目

残留硫酸塩 SO₄ : 0.2% 以下*

(*当社規定の検査法による)

Nano 二酸化マンガン（金錯体吸着触媒）

Nano Manganese dioxide (Catalyst for gold complex adsorption in water)

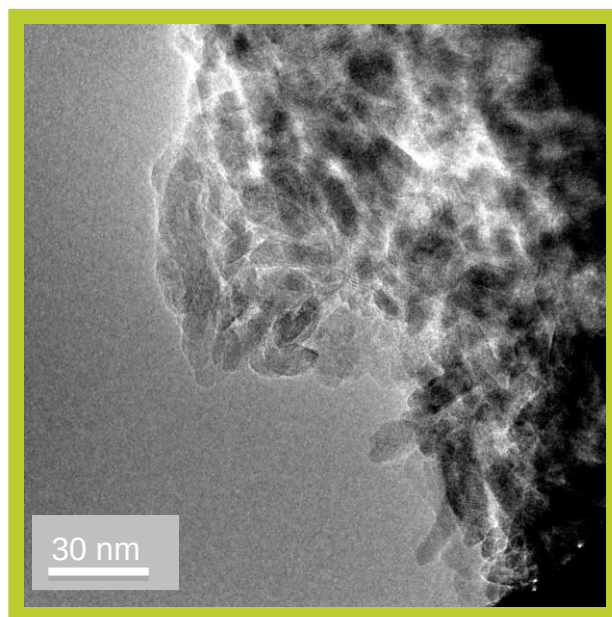
水中から極低濃度の金を回収

Product Information

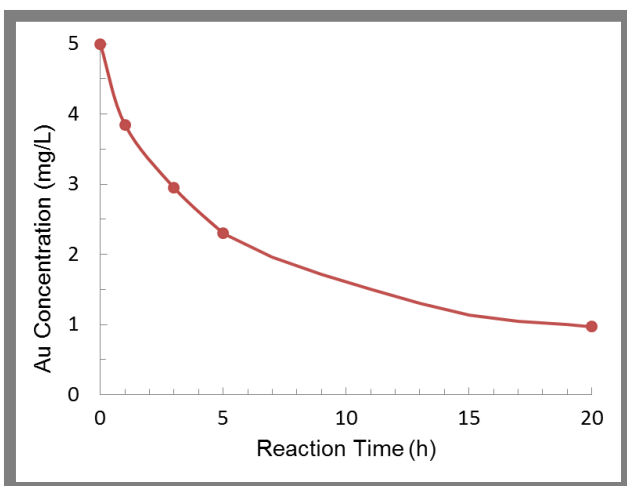
本試薬は、金錯体の吸着回収を目的として二酸化マンガンの粉末を調整した製品です。

水中の金が ppb レベルと低濃度であっても回収することができます。

金の吸脱着が可能であり、使用後に再生利用することができます。



金錯体吸着触媒の透過型電子顕微鏡写真



水中の塩化金に対する吸着速度

金濃度 5mg/L の水溶液 3 L 中に、0.3g の金錯体吸着触媒を添加した例

金は、国内年間需要量の約 60% にあたる約 144 トンが電気部品とメッキに使われています。しかしながら、廃棄された携帯電話やパソコンなどの電気製品から回収される金の内、年間 5 トンが低濃度廃水となっています。

本試薬は、水中の塩化金酸や亜硫酸化金などの金錯体を、低濃度であっても効率的に回収・濃縮します。

注) シアン化金に対しては、熱力学的に吸着性を示しませんので、化学的に塩化金にしてから使用します。

商品番号 F-04

販売単位 10 g

販売価格 25,000 円（税別）

品質検査項目

残留硫酸塩 SO_4 : 0.2% 以下*

Au 吸着量として 10 mg/g 以上*

(*当社規定の検査法による)

Nano 二酸化マンガン（パラジウムイオン吸着触媒） 塩酸処理品

Nano Manganese dioxide, treated with HCl (Catalyst for palladium ion adsorption in water)

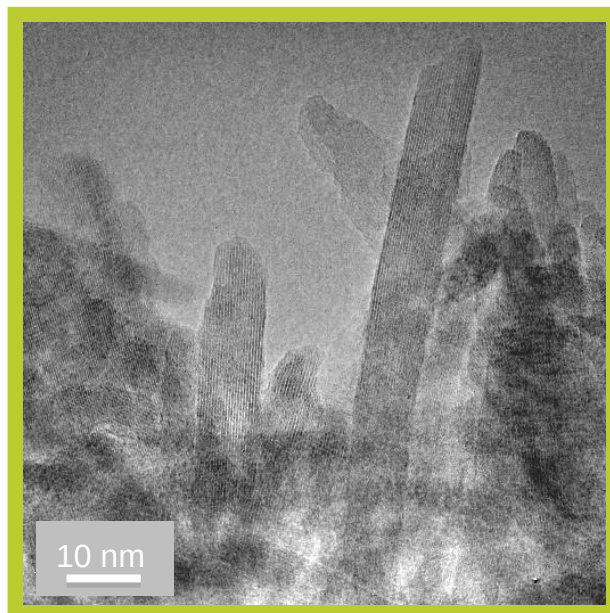
水中から極低濃度のパラジウムを回収

Product Information

本試薬は、パラジウムイオン吸着回収用に、二酸化マンガンの粉末を調整した製品です。

水中のパラジウムが ppb レベルと低濃度であっても回収することができます。

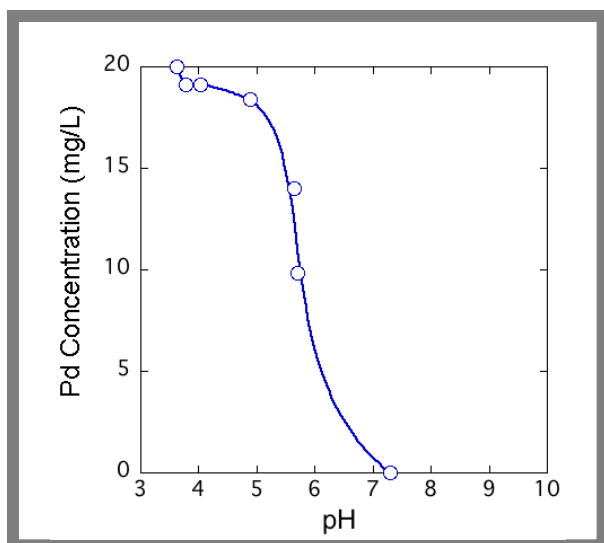
パラジウムの吸脱着が可能であり、使用後に再生利用することができます。



パラジウムイオン吸着触媒の透過型電子顕微鏡写真

パラジウムは、工業触媒として広く利用されており、今後もその用途は拡大すると見込まれています。したがって、現在は廃水として捨てられているパラジウムを高効率に回収する技術は、益々重要になってきます。

本試薬は、水中のパラジウムイオンを低濃度であっても効率的に回収・濃縮します。左図は、弱酸性から中性の pH において、本試薬にパラジウムイオンの吸着が生じ、水中のパラジウム濃度が低下する様子を示しています。



パラジウムの吸着と水溶液 pH の関係

パラジウム濃度 20mg/L の水溶液 1L に、0.5g のパラジウムイオン吸着触媒を添加した例

商品番号 F-05

販売単位 10 g

販売価格 25,000 円（税別）

品質検査項目

残留硫酸塩 SO_4 : 0.2% 以下*

Pd 吸着量として 10 mg/g 以上*

(*当社規定の検査法による)

Nano 二酸化マンガン（亜ヒ酸吸着触媒） 塩酸/硫酸処理品

Nano Manganese dioxide, treated with HCl (Catalyst for arsenious acid adsorption in water)

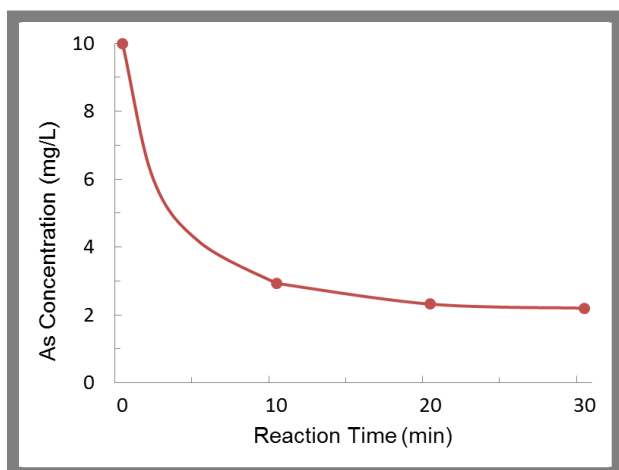
Nano Manganese dioxide, treated with H₂SO₄ (Catalyst for arsenious acid adsorption in water)

水中から亜ヒ酸を除去

Product Information

本試薬は、二酸化マンガンの粉末を亜ヒ酸吸着除去用に調整した製品です。

研究目的に応じて、塩酸処理品と硫酸処理品を提供いたします。吸着カラムやフィルターに応用することで、水中からヒ素を除去します。

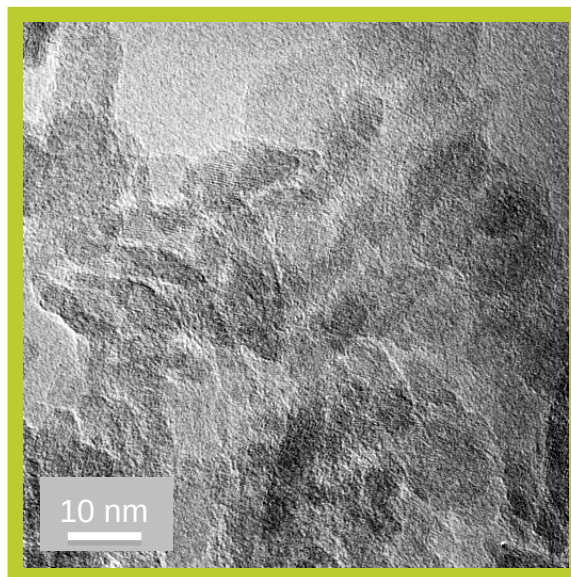


水中の亜ヒ酸に対する吸着速度

ヒ素濃度 10mg/L の水溶液 1L 中に、1g の亜ヒ酸吸着触媒を添加した例

商品番号 F-07 塩酸処理品
販売単位 10 g
販売価格 25,000 円（税別）

商品番号 F-08 硫酸処理品
販売単位 10 g
販売価格 25,000 円（税別）



亜ヒ酸吸着触媒の透過型電子顕微鏡写真

ヒ素による水の汚染は、主として地質成分に起因するものが多く、バングラディッシュやベンガル、西インド、中国、タイ、東欧、北欧、中南米、およびアフリカの一部などでも報告されている世界的な環境問題です。安全な水に対する需要は益々高まることが予想され、ヒ素を水から簡易に除去する浄水技術には大きな需要が見込まれます。

本試薬は、アルミナ系吸着材に比較してヒ素に対する選択的吸着性に優れています。

品質検査項目

残留硫酸塩 SO₄ : 0.2% 以下*

As 吸着量として 2 mg/g 以上*

(*当社規定の検査法による)

品質検査項目

残留塩素 Cl : 0.2% 以下*

As 吸着量として 2 mg/g 以上*

(*当社規定の検査法による)

Nano 二酸化マンガン（カドミウムイオン吸着触媒） 硝酸処理品

Nano Manganese dioxide, treated with HNO_3 (Catalyst for cadmium ion adsorption in water)

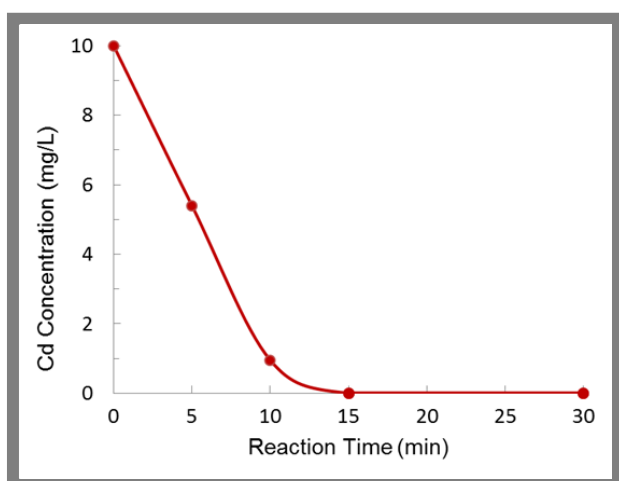
水中からカドミウムを除去

Product Information

本試薬は、二酸化マンガンの粉末をカドミウムイオン吸着除去用に調整した製品です。

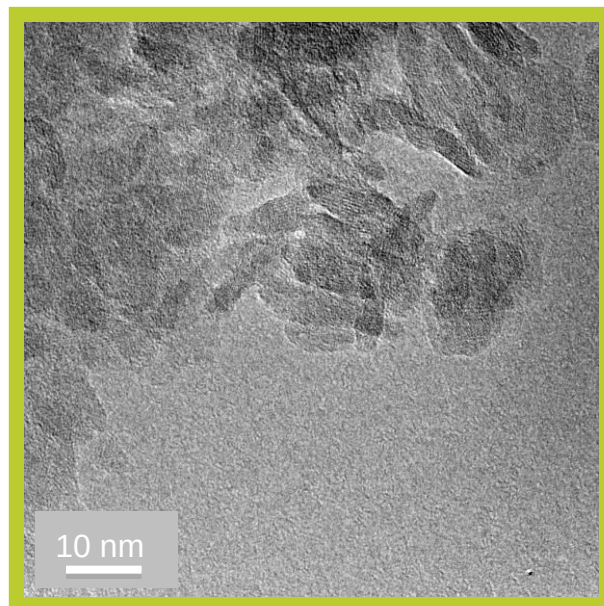
吸着カラムやフィルターに応用することで、pH が中性の水中からカドミウムを除去します。

カドミウムの吸脱着が可能であり、使用後に再生利用することができます。



水中のカドミウムイオンに対する吸着速度

カドミウム濃度 10mg/L の水溶液 1L 中に、1g のカドミウムイオン吸着触媒を添加した例



カドミウムイオン吸着触媒の透過型電子顕微鏡写真

カドミウムは、他の重金属に比較して沈澱物を形成する pH が約 11 と非常に高く、処理後の水は高 pH となり逆中和が必要になります。また、処理水に多量の鉄分が含まれている場合には、中和によってカドミウムが鉄塩と共沈させて沈澱除去できます。しかしながら、鉄分をあまり含まない処理対象水にカドミウムが低濃度で含まれる場合には、中和沈澱処理法ではカドミウムを除去できず、環境基準値 0.05mg/L を満たすことが困難になります。

本試薬は、鉄塩を全く含まない弱酸性～中性の pH の処理水から、左図に示した様にカドミウムを吸着除去します。

商品番号 F-09

販売単位 10 g

販売価格 26,000 円（税別）

品質検査項目

残留硫酸塩 SO_4 、残留塩素 Cl : 0.2% 以下*
Cd 吸着量として 10 mg/g 以上*

(*当社規定の検査法による)

PRICE LIST

化学組成・結晶別

商品番号	商品名	販売単位	販売価格（税別）
S-01	Nano R 型二酸化マンガ	10 g	32,000 円
S-03	Nano ゴールド担持 R 型二酸化マンガ	10 g	時価
S-04	Nano パラジウム担持 R 型二酸化マンガ	10 g	時価

機能性・用途別

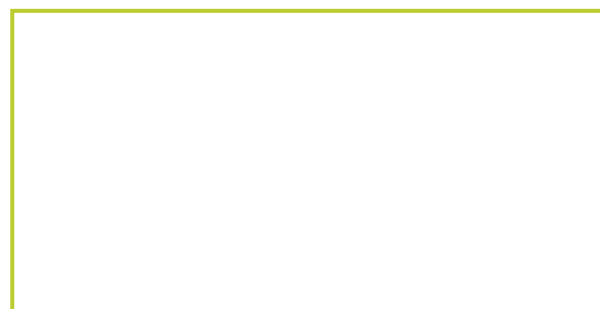
商品番号	商品名	販売単位	販売価格（税別）
F-01	Nano 二酸化マンガ（空気電池カソード触媒）	10 g	28,000 円
F-02	Nano パラジウム担持二酸化マンガ （メタン改質水素合成触媒）	10 g	時価
F-03	Nano パラジウム担持二酸化マンガ （燃料電池アノード触媒）	10 g	時価
F-04	Nano 二酸化マンガ（金錯体吸着触媒）	10 g	25,000 円
F-05	Nano 二酸化マンガ （パラジウムイオン吸着触媒） 塩酸処理品	10 g	25,000 円
F-07	Nano 二酸化マンガ （亜ヒ酸吸着触媒） 塩酸処理品	10 g	25,000 円
F-08	Nano 二酸化マンガ （亜ヒ酸吸着触媒） 硫酸処理品	10 g	25,000 円
F-09	Nano 二酸化マンガ （カドミウムイオン吸着触媒） 硝酸処理品	10 g	26,000 円



製造元

株式会社 フォワード サイェンス ラボラトリ
〒870-1124 大分市 旦野原 900-103
P: 097-569-5232
E: info@fslabo.com
W: <http://www.fslabo.com>

製品に関するお問い合わせおよび納期、ご注文は、
関東化学株式会社まで



本カタログに掲載の情報は、2015 年 5 月現在の内容であり、製品の情報、価格等は予告なく変更される場合がございます。
最新の情報は、弊社 Web サイト <http://www.fslabo.com> にてご確認ください。