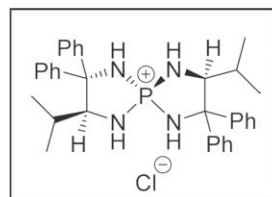
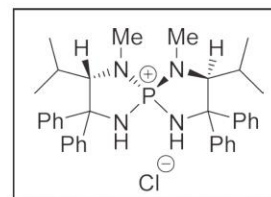


# Organic Square



M-VIP·HCl



P-VIP·HCl

本品は、テトラアミノホスホニウム骨格を有する有機分子触媒です。この触媒は不斉アルドール反応、不斉マイケル付加反応、不斉ヒドロホスホニル化反応等の反応に使用できます。…………… 4

## 特別講座

- [5.5]-*P*-スピロ型キラルテトラアミノホスホニウム塩を用いる触媒的分子変換  
名古屋大学 浦口 大輔、大井 貴史 …………… 2  
NAD(P) 非依存な固定化不斉酸化触媒 [SanCat-Super] について  
サンヨー食品株式会社 開発本部開発部 永岡宏行 …………… 6

## [ 合成材料 ]

- 有機分子触媒 M-VIP·HCl, P-VIP·HCl …………… 4  
アルキルホスフィン (溶液タイプ) …………… 5  
Johnson Matthey 社製 Buchwald 配位子 …………… 5  
2級アルコール脱水素酵素 SanCat-Super …………… 8  
低水分 塩基溶液シリーズ …………… 9  
酸素架橋型超原子価ヨウ素 …………… 10  
N.E. CHEMCAT 社製 選択的還元触媒 …………… 12  
フルオロメチル化剤 *p*-トルエンスルホン酸フルオロメチル …………… 13  
Alkali Metals in Silica gel …………… 14  
不純金属・パーティクルを抑えた電子工業用 溶媒・酸 …………… 15

## [ 分析 ]

- オープンカラム用シリカゲル …………… 19  
タイプS新登場 中圧分取/フラッシュクロマト用カラム Presep® …… 18.20

## [ 合成関連器材 ]

- EYECARE GLASS (アイケアグラス) …………… 16

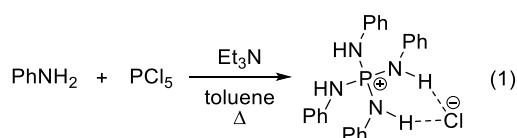


## [5.5]-*P*-スピロ型キラルテトラアミノホスホニウム塩 を用いる触媒的分子変換

名古屋大学 浦口 大輔、大井 貴史

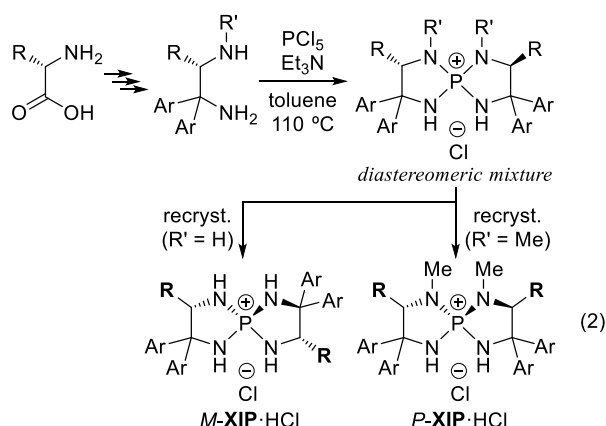
### ● はじめに

キラル相間移動触媒としての歴史をもつアンモニウム塩とは対照的に、ホスホニウム塩を触媒的に利用した例はほとんど知られていない<sup>1-3)</sup>。これは、ホスホニウムイオンが反応中間体や合成試剤として高い反応性をもつことと密接に関連している。つまり、一般的な反応条件下における分子の安定性が低いことが、ホスホニウム塩を触媒とするシステムの構築を妨げてきた。これに対し我々は、高い安定性を備えた分子構造としてテトラアミノホスホニウム塩に着目し、従来にないオニウム塩の触媒機能の創出を目指して研究を行ってきた<sup>4)</sup>。テトラアミノホスホニウムイオンは、不安定なリン-炭素結合を有するホスホニウムイオンとは異なり、電荷が分散し安定な  $PN_4$  骨格が中核を成すことに加え窒素上の置換基による中心リン原子周りのかさ高さゆえに、極めて強い塩基性条件下でも安定である<sup>5)</sup>。また、対応するアミンと五塩化リンのような卑近なリン源から一段階で分子の基本骨格を容易に合成できるため、多様な構造を備えた触媒ライブラリ構築に有利である(式1)<sup>6)</sup>。さらに、第一級アミンから合成した分子はユニークな  $HN^+P^+-NH$  構造をもち、これがアニオンに対する二重水素結合供与能を示す<sup>7)</sup>。



### ● [5.5]-*P*-スピロ型トリアミノイミノホスホラン

我々は、このようなテトラアミノホスホニウムイオンの特徴と、その共役塩基であるトリアミノイミノホスホランすなわち  $P_1$  ホスファゼン (Schwesinger 塩基)<sup>8-10)</sup>の強塩基性の利用を念頭に、構造が剛直で水素結合の角度も調節可能なスピロ環を核とした光学活性触媒の分子設計を行った。具体的には、*L*-アミノ酸から簡便に得られる1,2-ジアミンと五塩化リンから合成できる、[5.5]-*P*-スピロ型ホスホニウム塩を設計・合成した(式2)<sup>11-13)</sup>。

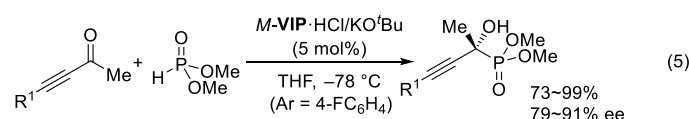
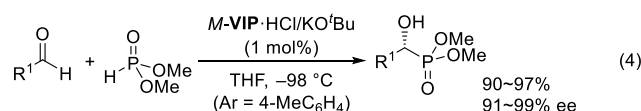
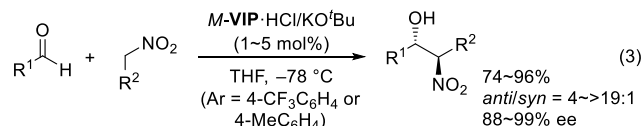


本ホスホニウム塩はスピロキラルイーターに基づくジアステレオマーの混合物として得られるが、カラムクロマトグラフィーの後に再結晶すると単一のジアステレオマーを単離できる。また一般に、アミノ酸由来の窒素上に置換基をもたないジアミンからは *M* 体、メチル基をもつものからは *P* 体の塩が優先して生成する。以降、本稿ではこれらの

塩をそれぞれ、原料のアミノ酸の一字表記(X)に対して  $M\text{-XIP} \cdot \text{HCl}$ 、 $P\text{-XIP} \cdot \text{HCl}$  と表記させていただく。

### ● *M*-VIP · HCl を用いる触媒的分子変換

$M\text{-XIP} \cdot \text{HCl}$  は、低温下で  $\text{KO}^t\text{Bu}$  のような強塩基を作用させることで、有機塩基触媒として高い性能を示すイミノホスホラン  $M\text{-XIP}$  に量的に変換できる。例えば、*L*-バリン誘導体である  $M\text{-VIP} \cdot \text{HCl}$  ( $\text{Ar} = 4\text{-CF}_3\text{C}_6\text{H}_4$  or  $4\text{-MeC}_6\text{H}_4$ ) はニトロアルカンとアルデヒドの Henry 反応に有効な触媒として働き、極めて高い立体選択性を与える<sup>11)</sup>。特に、低級ニトロアルカンと芳香族および  $\alpha, \beta$ -不飽和アルデヒドやイナールを基質としたときに、ほぼ完全なエナンチオおよびジアステレオ選択性を発現する(式3)<sup>11,14)</sup>。本反応では当初、 $M\text{-VIP} \cdot \text{H}$  によるニトロナートの認識が選択性発現の鍵と想定していたが、最近の計算科学的解析により  $M\text{-VIP} \cdot \text{H}$  がアニオンとアルデヒドを二つの N-H 水素によってそれぞれ捕捉した環状遷移状態を組織できることの重要性が明らかにされている<sup>15)</sup>。一方、 $M\text{-VIP}$  がジアルキルホスホネートを脱プロトン化するために十分な  $pK_a$  をもつことを利用すれば、ホスホネートイオンの生成を伴ったカルボニル化合物へのヒドロホスホリル化の効率を著しく改善できる(式4)<sup>16)</sup>。 $M\text{-VIP}$  ( $\text{Ar} = 4\text{-FC}_6\text{H}_4$ ) を使うことで、従来の Lewis 酸触媒では十分な活性が得られない、シンプルなケトンに対する高エナンチオ選択的なヒドロホスホリル化が速やかに進行することは、本触媒系のひとつの特徴といえる(式5)<sup>17)</sup>。

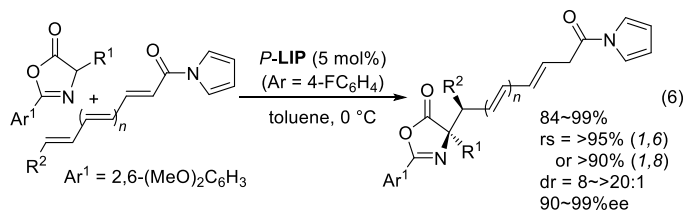


### ● *P*-XIP · HCl を用いる触媒的分子変換

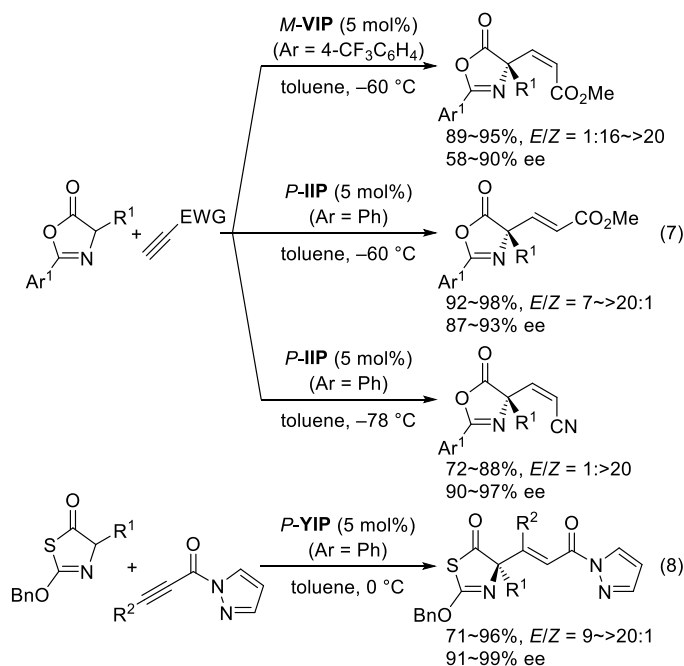
アミノ酸に由来する窒素をメチル化したイミノホスホラン  $P\text{-XIP}$  は、 $P\text{-XIP} \cdot \text{HCl}$  のメタノール溶液を  $\text{OH}$  型の陰イオン交換樹脂のカラムに通すことで調製し、保存可能な固体として単離できる。アミンなどと同様に二酸化炭素などの酸性ガスによる失活が起こるものの、比較的安定な化合物として室温・空気下で取り扱い得る。

*L*-ロイシンから合成したイミノホスホラン  $P\text{-LIP}$  は、アミノ酸エノラート等価体を与えるアズラクトンを求核種とする位置選択的かつ立体選択的な共役付加反応に有効である。具体的には、 $\delta$  位に置換基をもつジエニルアシルピロール ( $n=0$ ) への付加反応において  $P\text{-LIP}$  ( $\text{Ar} = 4\text{-FC}_6\text{H}_4$ ) を触媒とすると、ほぼ完全な 1,6 選択性とジアステレオ・エナンチオ選択性が発現する(式6)<sup>18)</sup>。さらに、トリエン ( $n=1$ ) を基質とすれば 1,8 選択的に反応が進行し、対応する付加体が良好な収率で得られる。反応性の似通った二つあるいは三つの反応点の区別が必要な本反応から単一の生成物が優先して生じる理由について計

算科学的手法を用いて検討し、上記の Henry 反応と同様に *P-LIP*-H が組織する環状遷移状態の形が鍵を握ることを示唆する結果を得ている<sup>19)</sup>。



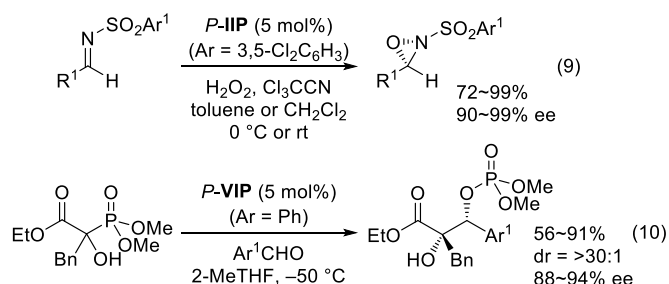
*P-XIP*-H による遷移状態制御は、炭素-炭素結合形成反応における立体選択性獲得のみならず、生成物前駆体アニオンへのプロトン化でも力を発揮する。カルボニルと共役した三重結合への付加反応では中間体としてアレン型エノラートが生じ、引き続きプロトン化の方向に基づいて、生成する二重結合の幾何異性が決定される。イミノホスホランは、従来の触媒系で問題とされてきたこの段階を高いレベルで制御できる。例えば、メチルプロピオレートへの付加では、*M-VIP*-HCl ( $\text{Ar} = 4\text{-CF}_3\text{C}_6\text{H}_4$ )/ $\text{KO}^t\text{Bu}$  が Z 付加体を与えるのに対し、L-イノイロイシン誘導体の *P-IIP* ( $\text{Ar} = \text{Ph}$ ) を触媒とすると E 付加体を選択的に生じる(式 7)<sup>20)</sup>。これらの選択性が立体的要因ではなく遷移状態制御に基づくものであることは、シアノアセチレンおよび末端置換型のアルキニルカルボニル(式 8)<sup>21)</sup>への付加においてもほぼ純粋な幾何異性体が得られてくることから示唆される。



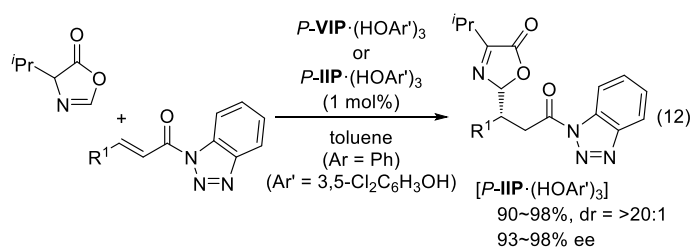
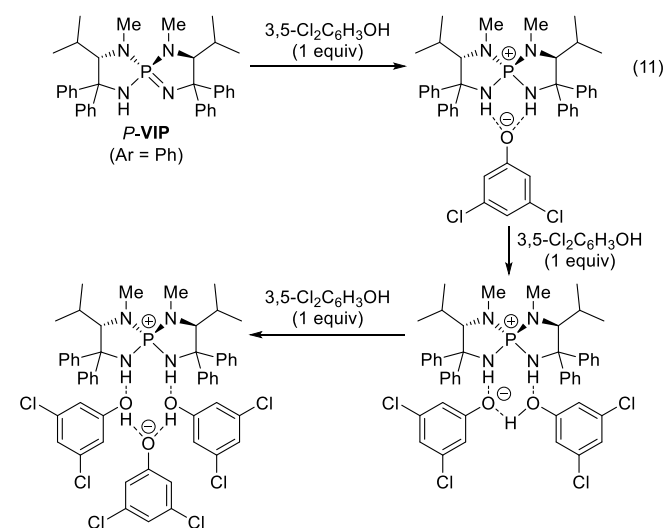
共役付加における *P-XIP*-H の高い立体制御能は、ニトロナートのピニルスルホンへの付加においても発揮され、形式的なニトロアルカンの  $\alpha$ -アリル化反応の実現へとつながっている<sup>22)</sup>。

イミノホスホランの強塩基性を利用すると、水酸基のような比較的  $\text{pK}_a$  の高い官能基からの脱プロトン化を伴った分子変換を設計できる。過酸化水素に *P-IIP* ( $\text{Ar} = 3,5\text{-Cl}_2\text{C}_6\text{H}_3$ ) を作用させると、対応するホスホニウム塩 *P-IIP*· $\text{HOOH}$  ( $\text{Ar} = 3,5\text{-Cl}_2\text{C}_6\text{H}_3$ ) が速やかに生じ、ヒドロペルオキシドイオンの高い求核力を利用した酸化反応への展開が望める。実際、トリクロロアセトニトリルを共存させる Payne 型の条件下、N-スルホニルイミンの酸化が高エナンチオ選択的に進行する(式 9)<sup>23-25)</sup>。さらに、 $\alpha$ -ヒドロキシホスホン酸エステルからの脱プロトン化により、ホスファ Brook 転位を経てグリコレートエノラートを生成

させ得ることを見出し、触媒量の *P-VIP* ( $\text{Ar} = \text{Ph}$ ) を用いる高立体選択的なアルドール反応を達成した(式 10)<sup>26)</sup>。本反応は、その後の形式的なクロスピナコールカップリング反応の開発への基盤となる成果となった<sup>27)</sup>。



一方で、*P-XIP*-H は対イオンとして有機アニオンを備えた塩としても安定に単離でき、キラルカチオンと有機アニオンがそれぞれ独立の役割を果たすイオン対協奏型触媒系に適用できる<sup>13)</sup>。この研究の過程で発見した、*P-XIP*-H の水素結合ネットワークを組織する力に基づく自発的な超分子型イオン対形成現象は、本触媒系を特徴づけるものといえる<sup>28,29)</sup>。具体的には、*P-VIP* にフェノール誘導体 ( $\text{Ar}^i\text{OH}$ ) を作用させると *P-VIP*·( $\text{HOAr}^i$ )<sub>1-3</sub> が当量比に応じて選択的に生成することを低温 <sup>31</sup>P NMR により観測し、3種類のイオン対がそれぞれ単結晶として単離できる安定性をもつことを見出した(式 11)<sup>29)</sup>。さらに、3つのイオン対が2位に置換基をもたないアズラクトンの  $\gamma$  選択的共役付加において塩基触媒として働き、それぞれ構造に応じた選択性を示すことを明らかにした(式 12)。このとき、キラルカチオンの構造のみならずフェノール誘導体の構造も立体選択性に影響を与えるという知見は重要である<sup>28)</sup>。すなわち、一般的なホスホニウムエノラートと求電子種からなる単純な遷移状態ではなく、イオン対形成には本来無関係なフェノール誘導体を取り込まれた超分子型の遷移状態の関与が想定される。



本超分子型イオン対触媒系においては、分子集合の程度を溶媒の極性によっても調節できることを低温  $^{31}\text{P}$  NMR 分析により確認しており、この性質はニトロオレフィンへの不斉共役付加反応の開発に活かすことができる<sup>30)</sup>。

### ● 今後の展望

トリアミノイミノホスホランは、1980年代に Schwesinger らにより合成された長い歴史をもつ分子であるにもかかわらず、その不斉触媒としての可能性は未開拓であった。本研究を通して、共役酸であるホスホニウムイオンの水素結合供与能が反応の遷移状態の精密制御を可能にし、結合形成において高い選択性が発現することが実証された

ことは、キラル有機塩基触媒の開発研究に新たな可能性を拓くものとなった。実際、我々の報告を契機に二官能性のイミノホスホラン触媒<sup>31-35)</sup>や[7.7]-スピロ型ビスグアニジノホスファゼン<sup>36,37)</sup>が生み出され、高い触媒機能が利用されるようになってきている。今後は、さらに多様な分子構造を備えたキラルなイミノホスホラン/アミノホスホニウム塩が開発され、新たな分子変換の創出へとつながっていくものと期待される。

### 参考文献

- 1) *Asymmetric Phase Transfer Catalysis*, Maruoka, K. Ed., Wiley-VCH: Weinheim, 2008.
- 2) Werner, T.: *Adv. Synth. Catal.* **351**, 1469 (2009).
- 3) Enders, D., Nguyen, T. V.: *Org. Biomol. Chem.* **10**, 5327 (2012).
- 4) Uraguchi, D., Ooi, T.: *J. Synth. Org. Chem. Jpn.* **68**, 1185 (2010).
- 5) Schwesinger, R., Link, R., Wenzl, P., Kossek, S., Keller, M.: *Chem. Eur. J.* **12**, 429 (2006).
- 6) Cameron, T. B., Hanson, H. N., de la Fuente, G. F., Huheey, J. E.: *Phosphorus, Sulfur, Silicon* **78**, 37 (1993).
- 7) Bickley, J. F., Copsey, M. C., Jeffery, J. C., Leedham, A. P., Russell, C. A., Stalke, D., Steiner, A., Stey, T., Zacchini, S.: *Dalton Trans.* 989 (2004).
- 8) Krawczyk, H., Dziegielewska, M., Deredas, D., Albrecht, A., Albrecht, L.: *Chem. Eur. J.* **21**, 10268 (2015).
- 9) *Superbases for Organic Synthesis: Guanidines, Amidines, Phosphazenes and Related Organocatalysts*, Ishikawa, T. Ed., John Wiley & Sons, West Sussex, 2009.
- 10) Schwesinger, R., Schlemper, H.: *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **26**, 1167 (1987).
- 11) Uraguchi, D., Sakaki, S., Ooi, T.: *J. Am. Chem. Soc.* **129**, 12392 (2007).
- 12) Uraguchi, D., Sakaki, S., Ueki, Y., Ito, T., Ooi, T.: *Heterocycles* **76**, 1081 (2008).
- 13) Uraguchi, D., Ueki, Y., Ooi, T.: *J. Am. Chem. Soc.* **130**, 14088 (2008).
- 14) Uraguchi, D., Nakamura, S., Ooi, T.: *Angew. Chem. Int. Ed.* **49**, 7562 (2010).
- 15) Simón, L., Paton, R. S.: *J. Org. Chem.* **80**, 2756 (2015).
- 16) Uraguchi, D., Ito, T., Ooi, T.: *J. Am. Chem. Soc.* **131**, 3836 (2009).
- 17) Uraguchi, D., Ito, T., Nakamura, S., Ooi, T.: *Chem. Sci.* **1**, 488 (2010).
- 18) Uraguchi, D., Yoshioka, K., Ueki, Y., Ooi, T.: *J. Am. Chem. Soc.* **134**, 19370 (2012).
- 19) Yamanaka, M., Sakata, K., Yoshioka, K., Uruguchi, D., Ooi, T.: *J. Org. Chem.* **82**, 541 (2017).
- 20) Uruguchi, D., Ueki, Y., Sugiyama, A., Ooi, T.: *Chem. Sci.* **4**, 1308 (2013).
- 21) Uruguchi, D., Yamada, K., Ooi, T.: *Angew. Chem. Int. Ed.* **54**, 9954 (2015).
- 22) Uruguchi, D., Nakamura, S., Sasaki, H., Konakade, Y., Ooi, T.: *Chem. Commun.* **50**, 3491 (2014).
- 23) Uruguchi, D., Tsutsumi, R., Ooi, T.: *J. Am. Chem. Soc.* **135**, 8161 (2013).
- 24) Uruguchi, D., Tsutsumi, R., Ooi, T.: *Tetrahedron*, **70**, 1691 (2014).
- 25) Tsutsumi, R., Kim, S., Uruguchi, D., Ooi, T.: *Synthesis*, **46**, 871 (2014).
- 26) Corbett, M. T., Uruguchi, D., Ooi, T., Johnson, J. S.: *Angew. Chem. Int. Ed.* **51**, 4685 (2012).
- 27) Horwitz, M. A., Tanaka, N., Yokosaka, T., Uruguchi, D., Johnson, J. S., Ooi, T.: *Chem. Sci.* **6**, 6086 (2015).
- 28) Uruguchi, D., Ueki, Y., Ooi, T.: *Science*, **326**, 120 (2009).
- 29) Uruguchi, D., Ueki, Y., Ooi, T.: *Angew. Chem. Int. Ed.* **50**, 3681 (2011).
- 30) Uruguchi, D., Ueki, Y., Ooi, T.: *Chem. Sci.* **3**, 842 (2012).
- 31) Núñez, M. G., Farley, A. J. M., Dixon, D. J.: *J. Am. Chem. Soc.* **135**, 16348 (2013).
- 32) Robertson, G. P., Farley, A. J. M., Dixon, D. J.: *Synlett*, **27**, 21 (2016).
- 33) Farley, A. J. M., Sandford, C., Dixon, D. J.: *J. Am. Chem. Soc.* **137**, 15992 (2015).
- 34) Goldys, A. M., Núñez, M. G., Dixon, D. J.: *Org. Lett.* **16**, 6294 (2014).
- 35) Yang, J., Farley, A. J. M., Dixon, D. J.: *Chem. Sci.* **8**, 606 (2017).
- 36) Takeda, T., Terada, M.: *J. Am. Chem. Soc.* **135**, 15306 (2013).
- 37) Kondoh, A., Oishi, M., Takeda, T., Terada, M.: *Angew. Chem. Int. Ed.* **54**, 15836 (2015).

## 特別講座 関連製品



### 有機分子触媒

New

## M-VIP・HCl, P-VIP・HCl

不斉アルドール反応、不斉マイケル付加反応、不斉ヒドロホスホニル化反応等の不斉反応に使用され、収率、立体選択性、共に優れた不斉合成用の触媒です。

VIP = Valine-derived IminoPhosphorane

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
229-02371	M-VIP・HCl 	有機合成用	50mg	16,000
226-02381	P-VIP・HCl 	有機合成用	50mg	18,000

(T.M.)

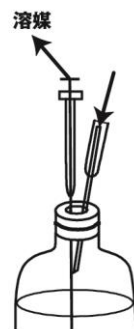
# New アルキルホスフィン(溶液タイプ)

本品は、有機合成で汎用されるアルキルホスフィンです。アルキルホスフィンは、空気中で不安定な化合物であるため、容易に酸化され発火性を示します。このような不便さを解消するアルキルホスフィン溶液タイプを製品化しました。

少量サイズですので、開封後長期保管したくない場合などに、1回使い切りタイプとして便利にお使い頂けます。

## 弊社溶液タイプの特長

- 有機溶媒で希釈しているため危険性が軽減
- 使い切りに適した少量サイズ
- シリンジ針刺込用ゴム付キャップ（シリンジ針を刺し込める特殊キャップを使用）



## 試薬抜き取り方法

図のようにN<sub>2</sub>またはArガスを吹き込みながら、シリンジにて試薬を抜き取ってください。

コード No.	品名	CAS No	規格	容量	希望納入価格 (円)
204-16192	Tricyclohexylphosphine Toluene Solution (abt. 20%)	2622-14-2	有機合成用	25mL	4,000
208-16195			有機合成用	500mL	30,000
New 206-20481	3mol/l Trimethylphosphine Tetrahydrofuran Solution	594-09-2	有機合成用	50mL	30,000
New 205-20451	1mol/l Tri- <i>n</i> -butylphosphine Toluene Solution	998-40-3	有機合成用	50mL	17,000
New 208-20441	1mol/l Tri- <i>t</i> -butylphosphine Hexane Solution	13716-12-6	有機合成用	50mL	49,000

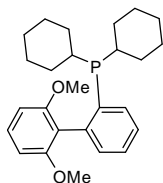
(K.KB.)

## Johnson Matthey 社製 Buchwald 配位子

鈴木-宮浦カップリング反応などの炭素-炭素結合形成反応に使用されます。

### S-Phos

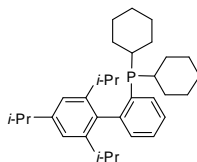
2-Dicyclohexylphosphino-2',6'-dimethoxybiphenyl



046-34051	1g	12,000 円
042-34053	5g	40,000 円

### X-Phos

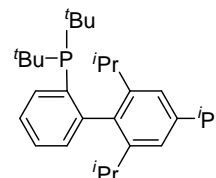
2-(Dicyclohexylphosphino)-2',4',6'-triisopropyl-1,1'-biphenyl



043-34061	1g	9,500 円
049-34063	5g	34,000 円

### *t*Bu-Xphos

2-Di-*t*-butylphosphino-2',4',6'-triisopropyl-1,1'-biphenyl



047-34101	1g	12,000 円
043-34103	5g	42,000 円

(K.OS.)



# NAD(P)非依存な固定化不斉酸化触媒「SanCat-Super」について

サンヨー食品株式会社 開発本部開発部 永岡宏行

## 1. はじめに

エンドウ豆由来ヘム蛋白質による“NAD (P) 非依存な不斉酸化反応 (SanCat-R : 5g、WAKO-No.351-43213)”は、論文報告済となっており、<sup>1)</sup>以前の本誌 (Wako Organic Square 44, 22 (2013)) で紹介済である。<sup>2)</sup>今回は更に、該当ヘム蛋白質が、蛍光菌由来 HasA (Heme-Acquisition system A) であることを究明し、それを多孔質セラミック担体 (トヨナイト 200 : 東洋電化工業製)<sup>3)</sup>へ吸着固定して、新たに“有機溶媒耐性・デラセミ化反応”を賦与する固定化触媒「SanCat-Super」に発展させたので紹介する。

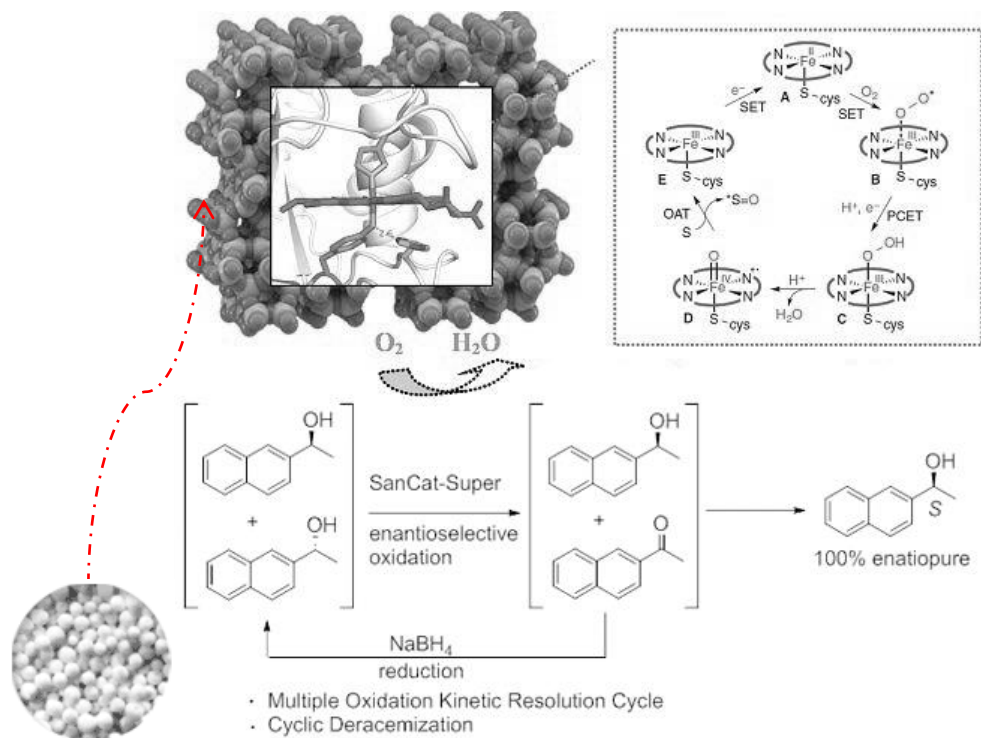


図1. SanCat-Super のイメージ

## 2. NAD (P) 非依存不斉酸化触媒—蛍光菌 HasA の調整

近年、ヘム蛋白質—チトクローム P450 (反応活性種 :  $\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+}$  with  $\text{O}_2$ ) の有するヒドロキシ化・エポキシ化・脱メチル化反応が報告されており、ヘム模倣型酸化反応—有機遷移金属触媒についても鋭意、研究されている。<sup>4)</sup>化学工業において、“遷移金属による酸素駆動式酸化反応”は安全・コスト・簡便の点で期待が高い。しかし、酸化剤—過酸化水素水 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) と還元剤—NAD(P)は不可欠といった課題もある。SanCat 不斉酸化の優位な点は、“過酸化水素水 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )”と“NAD(P)”が不要、(固定によって) 有機溶媒耐性とデラセミ化反応が可能なる点にある。更に、蛍光菌 HasA (200 mg~300 mg) の製造方法は、ベクター構築 (pET28a-HASApf) 後に BL21(DE3) 大腸菌体内に挿入、TL 培地 (4L) 中で培養 (24 h) 後に菌体の超音波破碎→His-Tag 精製と平易である。また、該当変異菌体をグリセロールストックして何度も再利用することにより、HasA 生産コストは大幅に、低減化できる。

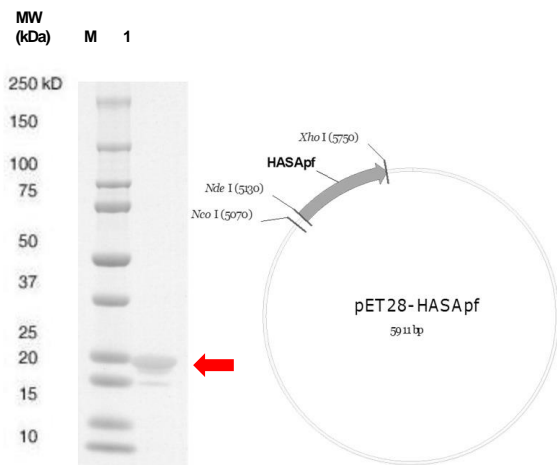


図2. SanCat の調整

### 4.0L incubation scale:

1. BL21(DE3) *Escherichia coli* cells
2. pET28a-HASApf
3. shaking at 30 °C in Terrific Broth to which 50  $\mu\text{L}/\text{mL}$  ampicillin
4. The cells were lysed by sonication
5. His-Tag purification column
6. 110mL including HasApf (1.8mg/mL)
7. HasA yield —198-300 mg yield/4L incubation

Rosetta2; Rosetta2(DE3)

←; Target protein (約 23.1kDa).

### 3. ヘム蛋白質(ヘム鉄)の生理機能

遷移元素(鉄など)は複数の酸化数状態が可能、酸素配位による活性酸素種の再合成(反応活性種)が働き、例えば、チトクローム P450 のヘム鉄は、外来性カルボン酸が二酸化酸素と水に分解・無毒化に機能を持つことが知られている。ヘモグロビンのヘム鉄は、肺で酸素を受取り末梢まで運ぶ機能を持つ。病原菌(緑膿菌や結核菌)由来 HasA「ヘム獲得タンパク質:Heme-Acquisition system A(分子量 21kDa)」は、「ヘムを奪い取る蛋白質」として知られるが、今回、HasA ヘム鉄もチトクローム P450 と同様に、酸素配位(酸化型ヘム低スピン  $g=2.8, 2.22, 1.72$  のシグナル消失)する現象を突止め、蛍光菌 HasA も反応活性種と報告した。<sup>5)</sup>以下、SanCat と菌本体、菌由来酵素、そして有機金属錯体との比較(メリット○、デメリット×、基質特異的に高△)を表1にて整理する。

表1. SanCat の既存法との比較

	コスト	補酵素	専門知識	菌培地	反応溶媒	立体選択性	後処理
菌、組換え菌	低○	不要○	要×	必要×	緩衝液○	高○	滅菌×
菌由来酵素	高×	要×	不要○	不要○	緩衝液○	高○	廃棄○
有機金属錯体	高×	不要○	要×	不要○	有機溶媒/H <sub>2</sub> 圧×	特異的-高△	重金属×
<b>SanCat</b>	低○	不要○	不要○	不要○	緩衝液○	高○	廃棄○

### 4. SanCat 使用例と比活性(Turnover 数, unit)

SanCat-Super (0.5 mg~6 mg) の不斉酸化反応は、試験管(18mm×15 mL)に攪拌子を入れ、1) フタ開放系にて、3) 50mM グリシン NaOH 溶媒中(pH9.0, 4mL)、4) 基質溶液(40,000ppm, 15 $\mu$ L (1.2 mM))を添加後、40°Cで攪拌(700rpm)にて反応させる。反応後、SanCat-Super は濾過又は遠心にて分離できる。又、ヘキサン(又はジエチルエーテル)抽出後、基質(40,000ppm, 15 $\mu$ L (1.2mM))添加しても反応は進行する(有機溶媒耐性)。水素化ホウ素ナトリウム添加により、ワンポット・デラセミ化も進行する(図1)。<sup>6)</sup>

1. 18 mm×15 mL 試験管    2. SanCat-Super (2 mg)    3. 50mM グリシン NaOH 緩衝液    4. 基質添加 (15  $\mu$ L, 40,000 ppm)



図3. SanCat の利用例

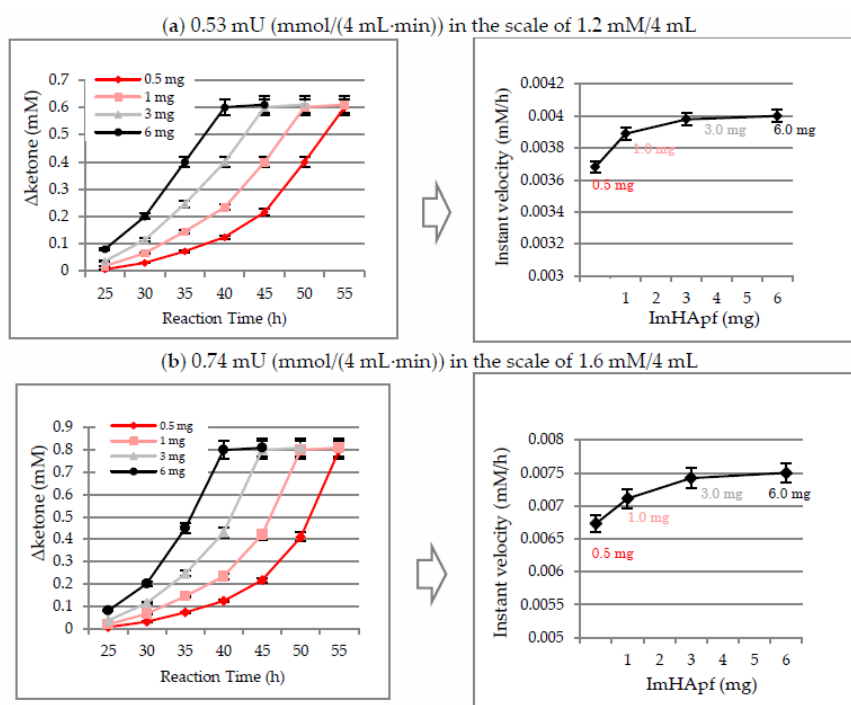


図4. SanCat による比活性 (Turnover 数, unit)

## 5. 固定化方法と HPLC 測定例

50mL—遠心管中に蛍光菌 HasApf (2.25 mg · 4.5 mg · 9.0 mg · 18 mg / 10mL—リン酸緩衝液 (pH9.0) ) と多孔質セラミック担体 (トヨナイト 200:1.0 g) を入れ、24 時間振とうさせて、その吸着性を調べた。吸着率は、ポータブル FT-IR システム (ATR 測定) · PANORAMA ソフトウェア (データ解析、検量線) を用いて作成した。<sup>6)</sup> 図 5 より、凡そ 16mg (0.0016μM) / g の HasApf が固定化されており、図 4 より、固定化酵素 0.5mg (0.0004 μM) に対して、基質濃度 0.8mM (R 体のみ) に対して好適に作用することより、反応効率 (Turnover) は凡そ  $2 \times 10^6$ 、従って、比活性は  $0.74 \pm 0.03$  mU/(mg·min) にあった。<sup>6)</sup> 尚、鏡像体過剰率 (ee) は、Daicel Chiralcel OB-H column (S-/R-isomer/ product ketone = 7.8 / 8.8 / 11.6 min) 、HPLC LC-10A system (Shimadzu)、移動相 (n-hexane/IPA = 9/1) 、流速 (1.0 mL/min) 、温度 30 °C、検出器 UV 254 nm. の条件で行える。<sup>1)</sup>

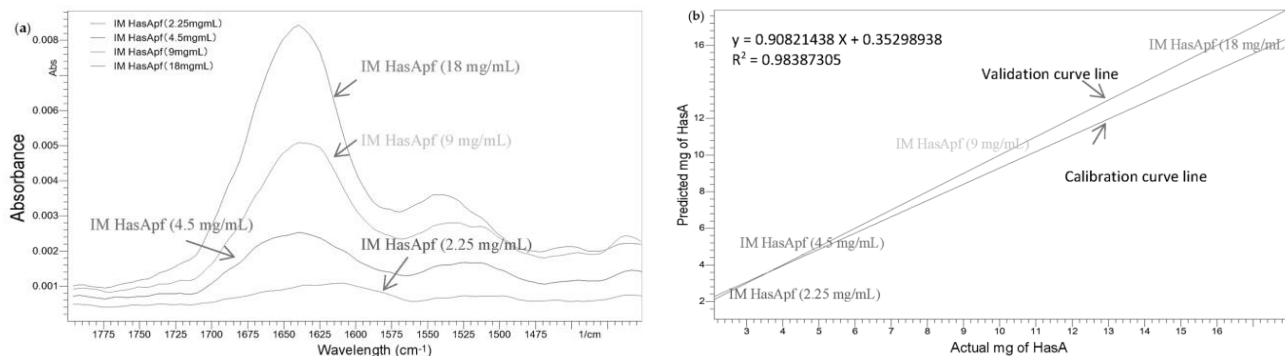


図 5. SanCat 変換の HPLC 測定例

## 6. おわりに

光学活性体の比率は、医農薬分野、特に医薬品において 34% と上昇しており、ラセミスイッチ医薬品の動向を加えると、簡便で環境・安全・コストに配慮できる効率的な製造法の確立が求められている。酵素などの生体触媒反応は、水中で本来の機能を発揮するものであり、環境との調和を目指した有機合成化学の今後の展開にもますます重要な役割を担ってゆくものと期待できる。<sup>7)</sup> 今回、提案する SanCat-Super は、ヘム蛋白質内ヘム鉄の活性酸素再合成系 (蛍光菌 HasA) を反応素子としており、ヘム不斉酸化反応といった類稀なヘテロ酵素触媒となっている。最後に、水条件下で光学異性体を分割合成する SanCat ヘム鉄の低環境負荷・安全・低コストな酸化反応が、益々、持続可能社会の構築に寄与することを期待したい。

### 参考文献

- 1) a) Nagaoka, H. *et al.*: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **63**, 1991 (1999). b) Nagaoka, H. *et al.*: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **64**, 781 (2000). c) Nagaoka, H. *et al.*: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **65**, 634 (2001). d) Nagaoka, H. *Biotechnol. Prog.*, **19**, 1149 (2003). e) Nagaoka, H. *Biotechnol. Prog.*, **20**, 128 (2004). f) Nagaoka, H. *Biotechnol. Prog.*, **28**, 953 (2012).
- 2) Nagaoka, H.: *Wako Organic Square* 44, 22 (2013).
- 3) Kamori, M. *et al.*: *J. Mol. Catal. B Enzym.*, **9**, 269 (2000).
- 4) a) Nagaoka, H.: *RSC Adv.*, **4**, 16333 (2014). b) Nagaoka, H.: *ACS Catal.*, **4**, 553 (2014). c) Nagaoka, H.: *Dalton Trans.*, **44**, 13384 (2015).
- 5) Nagaoka, H.: *Catalysts.*, **6**, 38 (2016).
- 6) Nagaoka, H.: *Biomolecules.*, **4**, 41 (2016).
- 7) 和光純薬時報 **Vol.71** (No.4), 1 (2003).

## 特別講座 関連製品

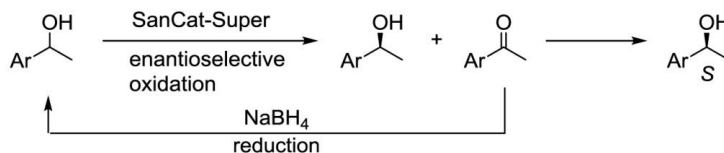
### 2 級アルコール脱水素酵素

New

## SanCat-Super

● NaBH<sub>4</sub> によるケトンのラセミ化を伴う 1-フェニルエタノール類の不斉化

NaBH<sub>4</sub> と併用するとラセミ体から光学活性体が定量的に得られます。



コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
<b>New</b> 350-42331	SanCat-Super	$\text{F}^\circ$ ワコーケミカル	250mg	30,000
355-34211	SanCat-R	$\text{Ref}^\circ$ ワコーケミカル	1g	10,000
351-34213			5g	35,000

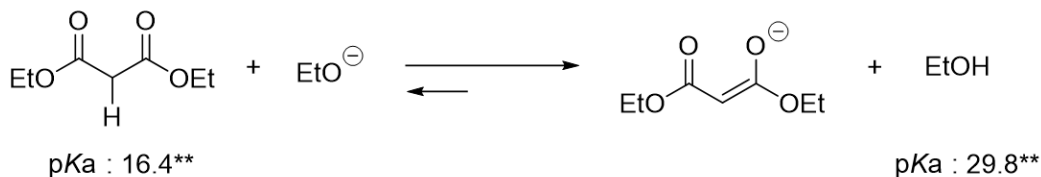
セラミック担体に固定化していない SanCat-R(蛍光菌 HasA) も好評販売中です。



# New 低水分 塩基溶液シリーズ

有機塩基化合物は有機合成において重要な反応剤の一つで、基質の pKa を基に適切な反応剤を使用します。しかし、多くの塩基化合物は水と敏感に反応し失活することが知られており、反応の再現性などに大きく影響します。





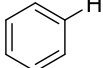
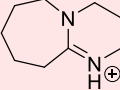

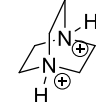

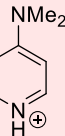
この度、低水分を保証した塩基溶液シリーズをラインアップしました。各容量ともシリンジ針で抜き取る事ができるため、空気中の水分と触れることなく使用する事ができます。



## 特長








- 潮解しやすい塩基化合物を低水分、高活性な状態で使用可能
- シリンジで抜き取ることが可能なため、長くフレッシュな状態で使用可能

表 各基質の pKa 値

Substrate	Solvent		Substrate	Solvent	
	H <sub>2</sub> O	DMSO		H <sub>2</sub> O	DMSO
<i>t</i> -butane 	53**	—	<i>t</i> -BuOH 	17.0**	32.2*
CH <sub>4</sub> 	48**	56**	DBN 	—	—
PhH 	43**	—	DBU 	17.0**	12**
NH <sub>3</sub> 	38**	41**	DABCO 	2.97, 8.82**	2.97, 8.93**
H <sub>2</sub> 	~36**	41*	DMAP 	9.2**	—

\*pKa table (Bordwells' group) : <http://www.chem.wisc.edu/areas/reich/pkatable/> (2016/12/27 現在)

\*\*pKa table (Evans' group) : [http://evans.rc.fas.harvard.edu/pdf/evans\\_pKa\\_table.pdf](http://evans.rc.fas.harvard.edu/pdf/evans_pKa_table.pdf) (2016/12/27 現在)

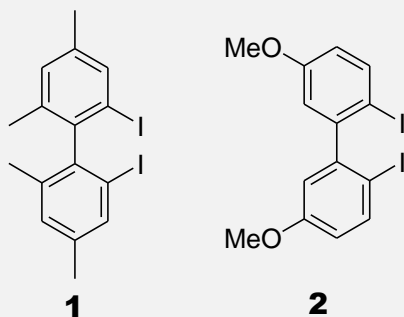
コード No.	品名	容量	希望納入価格(円)
128-06651	1.0mol/l Lithium <i>t</i> -Butoxide Tetrahydrofuran Solution 【 <i>t</i> -BuOLi】 	50mL	照会
124-06653		250mL	照会
192-18241	1.0mol/l Sodium <i>t</i> -Butoxide Tetrahydrofuran Solution 【 <i>t</i> -BuONa】 	100mL	6,000
194-18245		500mL	12,000
169-27901	1.0mol/l Potassium <i>t</i> -Butoxide Tetrahydrofuran Solution 【 <i>t</i> -BuOK】 	100mL	6,000
161-27905		500mL	12,000
047-34221	1.0mol/l 1,5-Diazabicyclo[4.3.0]-5-nonene Tetrahydrofuran Solution 【DBN】 	100mL	11,000
049-34225		500mL	40,000
042-34151	1.0mol/l 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene Tetrahydrofuran Solution 【DBU】 	100mL	9,000
044-34155		500mL	33,000
040-34211	1.0mol/l 1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octane Tetrahydrofuran Solution 【DABCO】 	100mL	9,500
042-34215		500mL	35,000
043-34201	0.5mol/l 4-Dimethylaminopyridine Tetrahydrofuran Solution 【DMAP】 	100mL	9,500
045-34205		500mL	35,000

(K.O.S.)

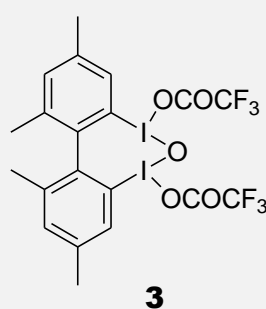
## New 酸素架橋型超原子価ヨウ素

超原子価ヨウ素は毒性が低く、安全であるとともに、反応剤として水銀や鉛、タリウムをはじめとした重金属にとって代わるまでに有用性が評価されています。さらに、ヨウ素は世界の生産量の約40%を日本が占めており、天然資源の乏しい我が国にとってもひとときわ活用が期待される資源といえます。本品は、酸素架橋型超原子価ヨウ素であり、高反応性に基づく世界最高水準の触媒的な分子内スピロ環の構築やレアメタルを用いないクロスカップリング反応が可能です。

### 酸素架橋型超原子価ヨウ素前駆体



### 酸素架橋型超原子価ヨウ素



## 特長

- 安全かつ低毒性の環境調和型酸化剤。
- スピロラクトン化、スピロラクタム化、ビアリールクロスカップリングが可能。
- 前駆体の場合は反応に *m*CPBA 等の共酸化剤を添加することで同反応が進行する。

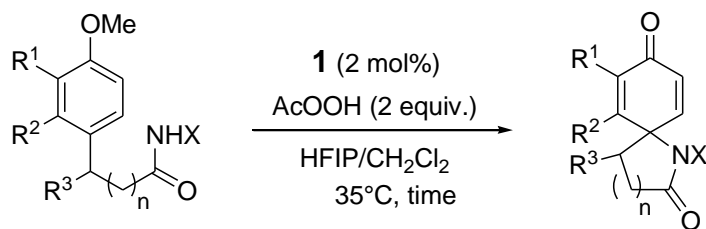
## 商品ラインアップ

化合物	コード No.	品名	容量	希望購入価格(円)
1	047-34081	2,2'-Diiodo-4,4',6,6'-tetramethyl-1,1'-biphenyl	1g	12,000
2	044-34091	2,2'-Diiodo-5,5'-dimethoxy-1,1'-biphenyl	1g	15,000
3	157-03461	$\mu$ -Oxo-biaryl PIFA	1g	15,000

## 反応例

### 1. 化合物 1 を用いたスピロ環化反応

触媒量の化合物 1 と共酸化剤として過酢酸を用いることでスピロ環の合成に適用可能です。

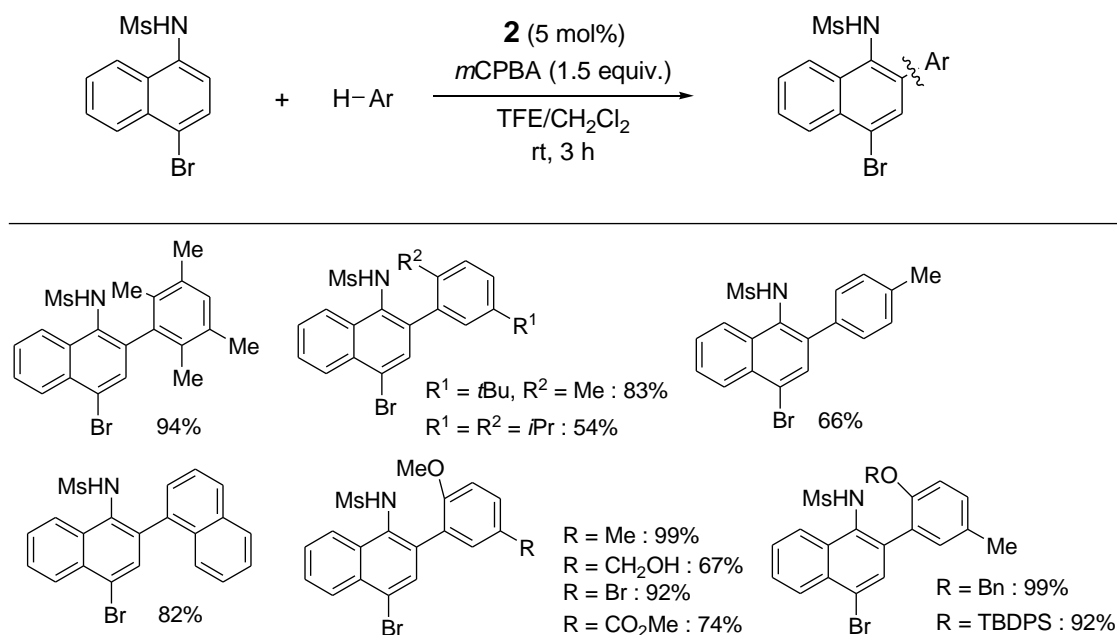


entry	substrate	yield, time
1	$R^1 = R^2 = R^3 = H$ $X = OMe, n = 1$	97%, 2.5 h
2	$R^1 = H, R^2 = R^3 = Me$ $X = OMe, n = 1$	74%, 2 h
3	$R^1 = Ac, R^2 = R^3 = H$ $X = OMe, n = 1$	60%, 2 h
4	$R^1 = R^2 = R^3 = H$ $X = OMe, n = 0$	78%, 1 h
5	$R^1 = R^2 = R^3 = H$ $X = OMe, n = 2$	91%, 1 h

Dohi, T., Takenaga, N., Fukushima, K., Uchiyama, T., Kato, D., Shiro, M., Fujioka, H., Kita, Y. : *Chem. Commun.*, **46**, 7697 (2010).

## 2. 化合物 2 を用いた C-H クロスカップリング反応

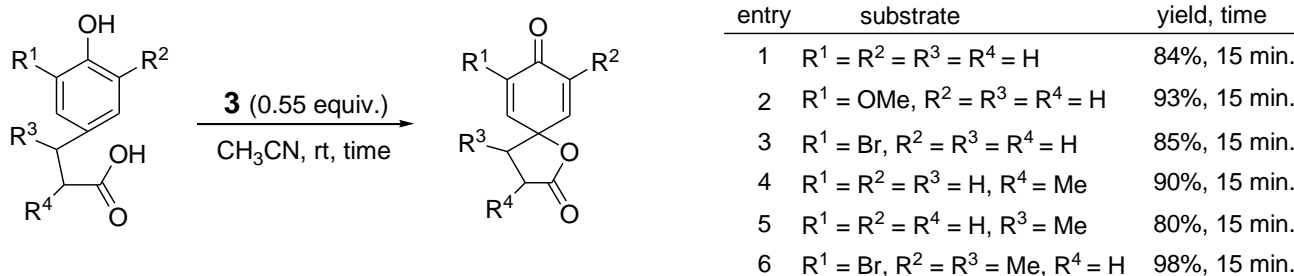
触媒量の化合物 2 と共酸化剤として m-クロロ過安息香酸(mCPBA)を用いることで C-H クロスカップリングによりビアリール化合物を合成できます。



Ito, M., Kubo, H., Itani, I., Morimoto, K., Dohi, T., Kita, Y. : *J. Am. Chem. Soc.*, **135**, 14078 (2013).

## 3. 化合物 3 を用いたスピロ環化反応

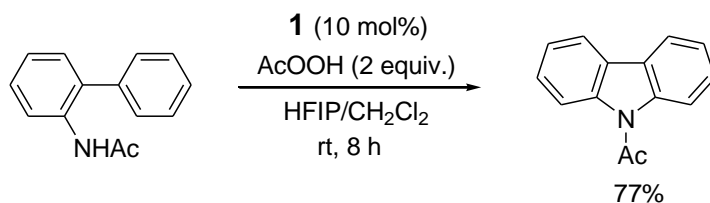
酸化剤として化合物 3 を用いることで室温下、短時間でスピロ骨格を形成できます。



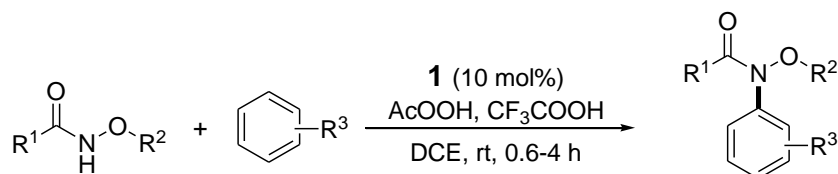
Dohi, T., Uchiyama, T., Yamashita, D., Washimi, N., Kita, Y. : *Tetrahedron Lett.*, **52**, 2212 (2011).

## 使用例

様々な研究者が本品を使用した反応論文を出しております。



Antonchick, A. P., Samanta, R., Kulikov, K., Lategahn, J. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **50**, 8605 (2011).



Samanta, R., Bauer, J. O., Strohmam, C., Antonchick, A. P. : *Org. Lett.*, **14**, 5518 (2012).

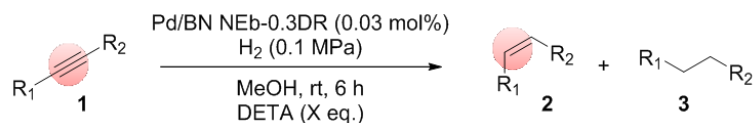
(T.N.)

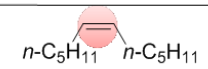
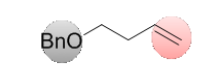
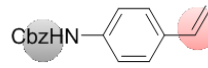
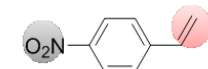


# N.E. CHEMCAT 社製 選択的還元触媒

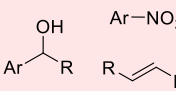
世界的な Pd/C の供給メーカーである N. E. CHEMCAT 社の金属担持触媒の発売を開始致しました。今回、選択的還元触媒を 3 品目、カップリング触媒 1 品目のラインアップを追加しました。

## Pd/BN,NEb-0.3DR(Pd 0.3%)反応例





Entry	Product	X eq.	Ratio (1 : 2 : 3)	Yield (%)
1		1	0 : 100 : 0	98%
2		1	0 : 100 : 0	96%
3		1	0 : 99 : 1	96%
4		1	0 : 100 : 0	99%

## 各種触媒の特長

品名	特長	還元可能	還元不活性
Pd/BN, NEb-0.3DR (Pd 0.3%) <b>還元</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉛フリーのリンドラ触媒代替品</li> <li>リンドラ触媒と比較し、反応速度 15 倍</li> </ul>		Ar-NHCbz -NO <sub>2</sub> -OBn
Pd/C, NEs-5DR (Pd 5%) (含水) <b>還元</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>オレフィンや、ベンジル位水酸基を還元</li> <li>共存するベンジル基、芳香族ケトンなどは特異的に制御</li> <li>含水品のため発火のリスクが低い</li> </ul>		Ar-C(=O)R Ar-Cl -CO <sub>2</sub> Bn -OBn -CN
Pt/C, STAF-1M (Pt 1%) (含水) <b>還元</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>芳香族ニトロ基を選択的に還元</li> <li>脱ハロゲン化反応を特異的に制御</li> <li>含水品のため発火のリスクが低い</li> </ul>	Ar-NO <sub>2</sub>	Ar-Cl Ar-Br
Pd/SiO <sub>2</sub> , PL 触媒 <b>カップリング</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub> と同等以上の触媒活性</li> <li>Pd 使用量を最大 1/8 まで軽減可能</li> <li>錯体触媒と比較して、Pd 溶出が少ない</li> </ul>		

## 製品詳細

コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格 (円)
168-27971	Pd/BN, NEb-0.3DR(Pd 0.3%)	有機合成用	5g	6,500
166-27972			25g	18,000
163-27921	Pd/C, NEs-5DR(Pd 5%)(含水)		5g	8,000
161-27922			25g	26,000
166-28011	Pt/C, STAF-1M(Pt 1%)(含水)		5g	10,000
164-28012			25g	35,000
160-27931	Pd/SiO <sub>2</sub> , PL 触媒	有機合成用	5g	10,000
168-27932			25g	35,000

(K.OS.)

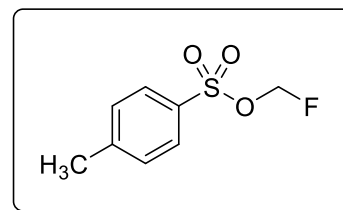
## フルオロメチル化剤

# p-トルエンスルホン酸フルオロメチル Fluoromethyl p-Toluenesulfonate(FMTS)

本品は、 $K_2CO_3$  及び  $Cs_2CO_3$  などの塩基を用い、ヘテロ・酸素・窒素・硫黄原子などを、それぞれ、温和な条件下でフルオロメチル化できます。フルオロメチル基を持つ医薬品・農薬・機能性材料の創出に有用です。

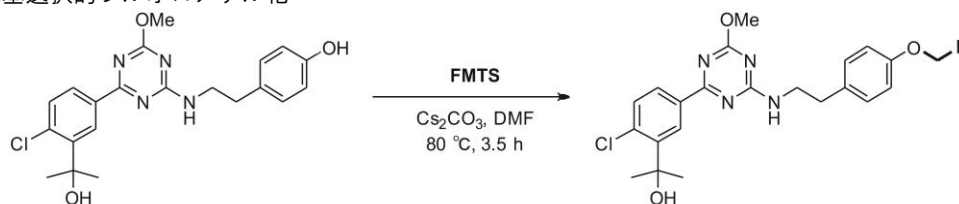
## 特長

- 水分や空気に対して安定で常温保存が可能な液体
- $K_2CO_3$  および  $Cs_2CO_3$  などの塩基を使い、マイルドな条件下でヘテロ・酸素・窒素・硫黄原子をそれぞれフルオロメチル化が可能（適応範囲：フェノール、1級アミン、チオカルボン酸等）
- フルオロメチル基を持つ医薬品・農薬・機能性材料の創出に有用

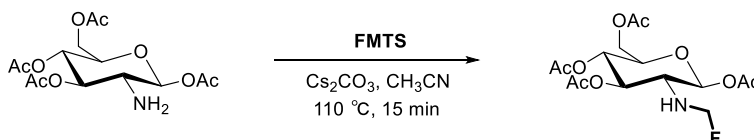


## 反応例

- フェノールの官能基選択的フルオロメチル化



- アミノ基のフルオロメチル化



## 参考文献

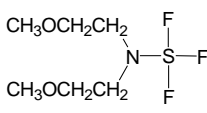
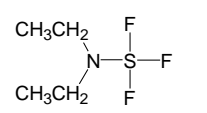
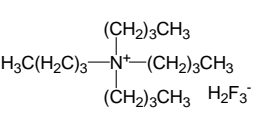
- 1) 和光純薬時報 テクニカルレポート, Vol.83, No.1, 6 (2015).
- 2) Arnaud, J., Artiaga, M., Barth, F., Hortala, L., Martinez, S. and Roux, P. : WO 2013/087643A1.
- 3) Carroll, L., Witney, T. H. and Aboaqye, E. O. : *MedChemComm*, 4, 653 (2013).

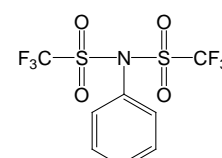
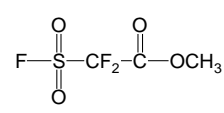
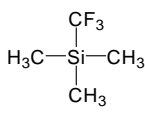
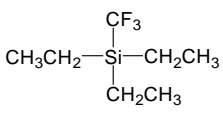
コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
067-06471	p-トルエンスルホン酸フルオロメチル(FMTS)	有機合成用	1g	18,000
063-06473			5g	70,000

## 関連商品

### 求電子的フッ素化剤

N-Fluorobenzenesulfonylimide	N-Fluoro-2,4,6-trimethylpyridinium Trifluoromethanesulfonate	N-Fluoropyridinium Trifluoromethanesulfonate	N-Fluoro-2,4,6-trimethylpyridinium Tetrafluoroborate	1-Chloromethyl-4-fluoro-1,4-diazoniabicyclo[2.2.2]octane Bis(tetrafluoroborate)
[133745-75-2]	[107264-00-6]	[107263-95-6]	[109705-14-8]	[140681-55-6]
069-06311 5g 6,500円	061-06511 5g 8,000円	068-06521 5g 8,000円	061-06491 5g 6,500円	030-24401 5g 5,000円
067-06312 25g 16,000円	069-06512 25g 23,000円	066-06522 25g 23,000円	069-06492 25g 16,000円	038-24402 25g 15,000円
065-06313 100g 45,000円				036-24403 100g 37,000円

求核的フッ素化剤					
Bis(2-methoxyethyl)aminosulfur Trifluoride		Diethylaminosulfur Trifluoride		Tetrabutylammonium Dihydrogen Trifluoride	
					
危	Ref	危	F <sup>o</sup>		
[202289-38-1]		[38078-09-0]		[99337-56-1]	
023-15801	5g 10,500円	045-31101	5g 13,500円	203-20011	5g 7,800円
021-15802	25g 35,000円	043-31102	25g 49,000円	201-20012	25g 27,500円
				209-20013	100g 70,000円

トリフルオロメチル化剤							
N-Phenylbis-(trifluoromethanesulfonimide)		Methyl 2,2-Difluoro-2-(fluorosulfonyl)acetate		Trimethyl(trifluoromethyl)silane		Triethyl(trifluoromethyl)silane	
							
		危	Ref	危		危	
[37595-74-7]		[680-15-9]		[81290-20-2]		[120120-26-5]	
165-18691	5g 11,000円	329-79491	5g 5,900円	353-29861	5g 8,500円	201-19821	1g 7,500円
		327-79492	25g 20,700円	351-29862	25g 26,800円	207-19823	5g 18,000円
						209-19822	25g 70,000円

(T.S.)

## Alkali Metals in Silica gel



Strem社「SiGNa Alkali Metals in Silica gel」は、アルカリ金属の取り扱いを改善した試薬です。シリカゲルのナノ構造多孔質酸化物中にカプセル化したアルカリ金属(Na、K<sub>2</sub>Na)を封入したことにより、取り扱う際の危険性を減らしています。

本品は、Birch還元やエステルの還元、脱保護などの還元反応に利用可能で、アルカリ金属を使用した際と同等の反応性を示します。<sup>1)</sup>

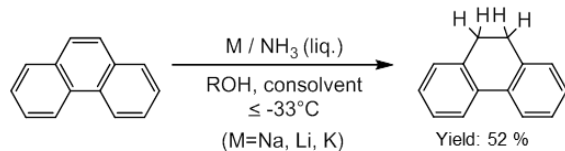
### 特長

- 自然発火性のない、さらさらとした粉末
- 取り扱いが簡単

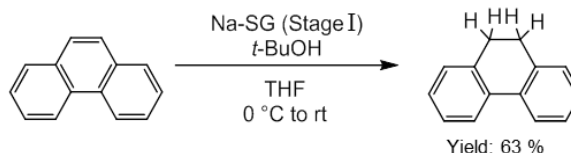
### 反応例

Birch還元<sup>2)</sup>の代替<sup>2)</sup>

- 従来<sup>2)</sup>の方法



- Na-SG(I)使用



コード No.	品名	容量	希望納入価格 (円)
11-1005	Sodium-silica gel, 35-40% alkali metal in silica gel (Stage I)	5g	14,400
		25g	57,600
		100g	209,200
11-1020	Sodium potassium (K <sub>2</sub> Na)-silica gel, 35-40% alkali metal in silica gel (Stage I)	5g	14,400
		25g	57,600
		100g	209,200

\*Na-SG(Stage I)・・・Sodium-silica gel, 35-40% alkali metal in silica gel (Stage I)

### 参考文献

- Vogt, P.F.: *Manufacturing Chemist*, **80(3)**, 38 (2009).
- Costanzo, M. J., Patel, M. N., Petersen, K. A., and Vogt, P. F.: *Tetrahedron Lett.*, **50**, 5463 (2009).

(G.I.K.)



**New** 不純金属・パーティクルを抑えた  
電子工業用 溶媒・酸

パーティクルや金属不純物を抑えた高純度の溶媒、酸類です。電子工業分野での試験研究にご使用いただけます。

1本からの購入が可能で、使用期限は製造から12か月(硝酸は24か月)です。



**規格例**

試験項目	139-18691 1-メチル-2-ピロリドン	087-10361 塩酸
外観(APHA)	無色〜ごくうすい黄色、 澄明の液体(50以下)	無色澄明の液体
比重(20/4°C)	1.032~1.037	-
水分	100ppm以下	-
屈折率(20°C)	1.468~1.471	-
硫酸塩(SO <sub>4</sub> )	-	0.2ppm以下
蒸発残分	-	10ppm以下
強熱残分	-	2ppm以下
灰分	5ppm以下	-
塩化物(Cl)	1ppm以下	-
遊離塩素	-	試験適合
遊離アミン(CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> として)	10ppm以下	-
よう素還元性物質	-	試験適合
亜硫酸塩(SO <sub>3</sub> )	-	1ppm以下
臭素(Br)	-	10ppm以下
よう化物(I)	-	1ppm以下
アンモニウム(NH <sub>4</sub> )	-	1ppm以下
含量(GC)	99.0%以上	-
濃度	-	35.0~37.0%
銀(Ag)	-	1ppb以下
アルミニウム(Al)	10ppb以下	200ppb以下
ヒ素(As)	-	5ppb以下
バリウム(Ba)	-	100ppb以下
カルシウム(Ca)	5ppb以下	300ppb以下
カドミウム(Cd)	-	1ppb以下
コバルト(Co)	-	1ppb以下
クロム(Cr)	1ppb以下	2ppb以下
銅(Cu)	2ppb以下	10ppb以下
鉄(Fe)	10ppb以下	100ppb以下
カリウム(K)	20ppb以下	50ppb以下
リチウム(Li)	-	5ppb以下
マグネシウム(Mg)	-	200ppb以下
マンガン(Mn)	-	5ppb以下
ナトリウム(Na)	50ppb以下	500ppb以下
ニッケル(Ni)	1ppb以下	10ppb以下
鉛(Pb)	1ppb以下	20ppb以下
ストロンチウム(Sr)	-	20ppb以下
亜鉛(Zn)	10ppb以下	50ppb以下
水銀(Ag)	-	5ppb以下
パーティクル(0.5μm以上)	100個/ml以下	試験適合
パーティクル(0.3μm以上)	300個/ml以下	-

● 溶媒類

コード	品名	容量	希望納入価格(円)
012-26821	アセトン <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">危</span>	1L	2,000
056-09201	エタノール <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">危</span>	1L	4,310
133-18731	メタノール <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">劇-III</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">危</span>	1L	1,700
139-18691	1-メチル-2-ピロリドン <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">危</span>	1L	8,000
169-28121	2-プロパノール <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">危</span>	1L	3,000

● 酸類

コード	品名	容量	希望納入価格(円)
087-10361	塩酸 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">劇-II</span>	1kg	2,200
143-09741	硝酸(1.42) <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">劇-II</span>	1kg	2,400
194-18321	硫酸 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">劇-II</span>	1kg	2,000

(K.K.)

本品は、安心・安全・快適を迫りながら生まれた保護グラスです。

超軽量でスタイリッシュなデザイン、頭を包み込むラウンド構造で、長時間快適にお掛け頂けます。さらに両面強力な曇り止めコート付きで、常にクリアでワイドな視界確保のピッタリガードタイプです。

## ● ピッタリガードタイプとは

紫外線・花粉・ほこりなどは、上下左右あらゆる角度から侵入します。眼の正面だけをガードしても、上下左右の隙間からの侵入を防ぐことはできません。

ピッタリガードタイプは、日本人の骨格に合わせた設計をしており、頭部及び顔とフレームの隙間がでにくい、密着度を高めた構造となっています。

**上下左右あらゆる角度からの危険物の侵入を最大限にブロックします！**

また、顔のラインに沿って曲面にカーブしているため、裸眼との視界変化の差が少なく、ワイドで安全な視界を確保できます。

また、アイケアグラスは光の屈折が少なく、裸眼の見え方とほぼ同じなので、長時間着用しても眼への負担が少なく疲れにくいです。

隙間なくピッタリガード



アイケアグラス



通常グラス

## ● 曇り止めコートについて

本製品の曇り止めコートは、非常に優れた防曇効果と耐久性を備えています。常にクリアで安全な視界を確保します。

## ● 曇りの原因は結露

レンズと外気の温度差により結露が発生し、レンズ表面に小さな水滴を作ります。この小さな水滴が曇りの原因となります。また、水蒸気量が多いほど結露しやすくなります。

## 曇りに強い Z-Fog コート



曇り止めコートなし

曇り止めコートあり

**保護グラスは曇りに強いという機能が重要になります。**

※曇り止めコートは永久に持続するものではありません。環境や、使用状況によってコーティングの持続力は変わります。

適合規格：米国製品安全規格 ANSI Z87.1

欧州製品安全規格 CE EN 166

## EYE CARE GLASS



### EC-01 スタンダードタイプ

超軽量！スタイリッシュなデザイン！

掛け心地抜群なので、長時間快適にご使用頂けます。

スタンダードタイプの他にソフトパッド付き、S サイズもご用意しております。

● 弾力性に優れたテンブル ● 耐熱・耐衝撃素材ポリカーボネート使用

サイズ (外寸)152mm(内寸)148mm(高さ)47mm(全長)164mm 重量 22g



### EC-03 スポーティタイプ(ラウンドシェイプ)

超軽量！スポーティ&スタイリッシュなデザイン！

鼻部分がゴムになっており、お顔にピッタリフィット。

レンズがスクエアシェイプなので、より一層広い視界を確保できます。

● ラバー部分は2種類、3色をご用意 ● 耐熱・耐衝撃素材ポリカーボネート使用

サイズ (外寸)143mm(内寸)140mm(高さ)45mm(全長)160mm 重量 22g



### EC-09 オーバーグラス(Lサイズ)

眼鏡の上から掛けられる快適フィットな保護メガネ！

ワイドなレンズがクリアな視界を確保。超軽量で、長時間快適にお掛け頂けます。(眼鏡を掛けない方もご使用可能。)

● 大きめのひさし部でしっかりガード ● 金属を一切使用していません

● 耐熱・耐衝撃素材ポリカーボネート使用

サイズ (外寸)160mm(内寸)150mm(高さ)59mm(全長)175mm

重量 39g

眼鏡の上からも着用可能

EYECARE GUARD



EG-01 ゴーグルタイプ

スタイリッシュなデザインが特徴の密閉型保護ゴーグル。  
あらゆる危険物をしっかりガードします。  
レンズは耐熱・耐衝撃に強いポリカーボネートレンズを使用しています(厚み 2mm)。

レンズ交換可能

- ベンチレータなし ●クリアーでワイドな視界(両面曇り止めコート付き)
  - L字型クッションが顔にピッタリフィット ●レンズ交換が簡単 ●眼鏡の上からも着用可
- サイズ (W)165mm(H)73mm 重量 91g

EYE CARE FACE FUARD (ディスプレイタイプ)



FG-01 (L) フィルム (フルフェイスサイズ) フィルム 5 枚入り

血液、体液、薬液などの飛沫や小さな飛来物から  
顔面を守り、感染や危険を防ぐ、新タイプのフェイスシールド！  
フルフェイスサイズの他にハーフフェイスサイズもご用意しております。

フィルム透過率 98%

- ズレにくく、長時間快適 ●レンズ交換が簡単 ●頭を包み込むラウンド構造
- サイズ (W)245mm(H)160mm(厚み)0.25mm 重量 26g

コード No.	品番	カラー	希望納入 価格(円)
<b>EYECARE GLASS</b>			
635-35961	EC-01 (スタンダードタイプ)	クリアー	2,380
639-35981	EC-01S (小顔・女性用)	クリアー	2,380
632-35971	EC-01P (ソフトパッド付)	クリアー	2,380
636-35991	EC-03 スポーティタイプ (ラウンドシェイプ)	クリアー/BK ラバー	2,380
631-36041		クリアー/WH ラバー	2,380
630-36011		クリアー/PK ラバー	2,380
633-36001		クリアー/高めパッド BK ラバー	2,380
634-36031	EC-03 スポーティタイプ (ラウンドシェイプ)	クリアー/高めパッド WH ラバー	2,380
637-36021		クリアー/高めパッド PK ラバー	2,380
638-36051	EC-06 スポーティタイプ (スクエアシェイプ)	クリアー/高めパッド BK ラバー	2,380
635-36061		クリアー/高めパッド WH ラバー	2,380
639-36081	EC-09 オーバーグラス L サイズ	クリアー	2,380
632-36071	EC-08 オーバーグラス S サイズ	クリアー	2,380
639-36101	FEATHER02 ポリカレンズ スポーティスタイリッシュ タイプ	BK	2,900
636-36111		BR	2,900
637-36141		RED	2,900
634-36151		WH	2,900
633-36121		クリスタル BR	2,900
630-36131		クリスタル GY	2,900
<b>EYECARE Proguard (老眼レンズ入り保護グラス)</b>			
638-36171	EC-03 Proguard	BK ラバー +1.5	3,800
635-36181		BK ラバー +2.0	3,800
632-36191		BK ラバー +2.5	3,800
635-36201		BK ラバー +3.0	3,800
632-36211		WH ラバー +1.5	3,800
639-36221		WH ラバー +2.0	3,800
636-36231		WH ラバー +2.5	3,800
633-36241		WH ラバー +3.0	3,800

コード No.	品番	カラー	希望納入 価格(円)	
630-36251	EC-06 Proguard	BK ラバー +1.5	3,800	
637-36261		BK ラバー +2.0	3,800	
634-36271		BK ラバー +2.5	3,800	
631-36281		BK ラバー +3.0	3,800	
638-36291		WH ラバー +1.5	3,800	
631-36301		WH ラバー +2.0	3,800	
638-36311		WH ラバー +2.5	3,800	
635-36321		WH ラバー +3.0	3,800	
632-36331		交換用フレーム (EC03 Proguard)用	BK ラバー	2,380
639-36341		交換用フレーム (EC06 Proguard)用	WH ラバー	2,380
636-36351	交換用フレーム (EC06 Proguard)用	BK ラバー	2,380	
633-36361		WH ラバー	2,380	
<b>EYECARE XRAY (放射線防護用術者向け眼鏡)</b>				
639-36841	EC-06 X RAY	BK ラバー	15,000	
636-36851		WH ラバー	15,000	
635-36821	EC-06 X RAY	BK ラバー	2,500	
632-36831		交換用フレーム WH ラバー	2,500	
<b>EYECARE GUARD</b>				
636-36091	EG-01 ゴーグルタイプ	クリアー/ホワイト	3,480	
631-36161	EG-01 用交換レンズ		800	
<b>EYECARE FACE GUARD (ディスプレイタイプ)</b>				
634-36391	FG01 フレームのみ	ホワイト	1,600	
637-36401	FG01 (L フィルム) ※交換フィルム 5 枚入り	ホワイト	2,600	
634-36411	FG01 (M フィルム) ※交換フィルム 5 枚入り	ホワイト	2,600	
633-36501	L フィルム 交換フィルム 10 枚		2,000	
630-36511	M フィルム 交換フィルム 10 枚		2,000	
<b>オプション</b>				
630-36371	EYECARE オプションバンド	ブラック	500	
637-36381	EYECARE ストラップ	ブラック	550	
<b>HAWK EYE (跳ね上げ式 ヘッドルーペ)</b>				
633-36481	HAWK EYE	ホワイト 1.6 倍	9,500	
630-36491		ホワイト 2.0 倍	9,500	
635-36441		ブルー 1.6 倍	9,500	
632-36451		ブルー 2.0 倍	9,500	
639-36461		ピンク 1.6 倍	9,500	
636-36471		ピンク 2.0 倍	9,500	
631-36421		ブラック 1.6 倍	9,500	
638-36431		ブラック 2.0 倍	9,500	
637-36521		レンズ単体	1.6 倍	2,000
634-36531		レンズ単体	2.0 倍	2,000

製品の詳細情報は、カタログをご覧ください。

(M.KO.)



## 中圧分取/フラッシュクロマト用カラム Presep®

### ● 破砕状シリカゲル

品名	タイプ	コード No.	規格	容量	希望納入価格 (円)
プレセップ®(ルアーロック)シリカゲル (破砕状シリカゲル)	標準の破砕状 シリカゲル	<b>New</b> 293-35461	タイプ S	10本×2袋	18,000
		299-35463	(7g/15mL)	10本×10袋	照会
		292-33591	タイプ M	10本×2	20,000
		298-33593	(11g/25mL)	10本×10	照会
		295-33601	タイプ L	10本×2	25,000
		291-33603	(30g/70mL)	10本×10	照会
		293-35081	タイプ 2L	20本	36,000
		299-35083	(44g/100mL)	100本	照会
		296-35071	タイプ 4L	5本	28,000
292-35073	(210g/400mL)	30本	照会		

### ● 球状シリカゲル

品名	タイプ	コード No.	規格	容量	希望納入価格 (円)
プレセップ®(ルアーロック)シリカゲル (球状シリカゲル)	SP 標準の球状シリカゲル	293-33401	タイプ M	20本	29,000
		299-33403	(12g/25mL)	100本	照会
		290-33411	タイプ L	20本	39,000
		296-33413	(31g/70mL)	100本	照会
		293-33901	タイプ 3L	5本	25,000
		299-33903	(110g/200mL)	30本	照会
	<b>New</b> HC-N SP と比べ 2~3 倍量の サンプルを分離可能	297-35481	タイプ S	10本×2袋	34,000
		293-35483	(8g/15mL)	10本×10袋	照会
		291-34041	タイプ M	20本	35,000
		297-34043	(13g/25mL)	100本	照会
		295-34061	タイプ L	20本	45,000
		291-34063	(35g/70mL)	100本	照会
		292-34071	タイプ 2L	20本	60,000
		298-34073	(50g/100mL)	100本	照会
		294-34031	タイプ 3L	5本	28,000
		290-34033	(115g/200mL)	30本	照会
		299-34081	タイプ 4L	5本	38,000
		295-34083	(230g/400mL)	30本	照会

### ● アミノシリカゲル

品名	タイプ	コード No.	規格	容量	希望納入価格 (円)
プレセップ®(ルアーロック)NH <sub>2</sub> (アミノシリカゲル)	標準のアミノ シリカゲル	297-33421	タイプ M	20本	40,000
		293-33423	(14g/25mL)	100本	照会
		294-33431	タイプ L	20本	70,000
		290-33433	(34g/70mL)	100本	照会
		290-33911	タイプ 3L	5本	45,000
		296-33913	(140g/200mL)	30本	照会
	<b>New</b> HC アミノシリカゲルの 高分離能タイプ	294-35491	タイプ S	10本×2袋	30,000
		290-35483	(7g/15mL)	10本×10袋	照会
		291-34541	タイプ M	20本	48,000
		297-34543	(14g/25mL)	100本	照会
		295-34561	タイプ L	20本	80,000
		291-34563	(34g/70mL)	100本	照会
		292-34571	タイプ 2L	20本	100,000
		298-34573	(50g/100mL)	100本	照会
		299-34581	タイプ 3L	5本	50,000
		295-34583	(110g/200mL)	30本	照会
		296-34591	タイプ 4L	5本	75,000
		292-34593	(220g/400mL)	30本	照会

### ● ローディング用

品名	タイプ	コード No.	規格	容量	希望納入価格 (円)
プレセップ®(ルアーロック)シリカゲル (ローディング用)	ローディング用	<b>New</b> 290-35471	タイプ S	10本×2袋	9,000
		296-35473	(7g/15mL)	10本×10袋	照会
		290-35091	タイプ M	10本×2袋	13,000
		296-35093	(11g/25mL)	10本×10袋	照会
		290-35111	タイプ L	10本×2袋	17,000
		296-35113	(33g/70mL)	10本×10袋	照会
		296-35331	タイプ 3L	5本	15,000
		292-35333	(110g/200mL)	30本	64,000
プレセップ®(ルアーロック)NH <sub>2</sub> (アミノシリカゲル、ローディング用)	ローディング用	<b>New</b> 294-35511	タイプ S	10本×2袋	14,000
		290-35513	(8g/15mL)	10本×10袋	照会
		295-35281	タイプ M	10本×2袋	30,000
		291-35283	(14g/25mL)	10本×10袋	照会
		292-35291	タイプ L	10本×2袋	44,000
		298-35293	(36g/70mL)	10本×10袋	照会

● プレセップ®関連パーツ

品名	コード No.	規格	容量	希望納入価格 (円)	
プレセップ®(ルアーロック)空カラム	299-34123	タイプ M	10 本	3,200	
	293-34121	(25mL)	100 本	28,000	
	296-34133	タイプ L	10 本	3,700	
	290-34131	(70mL)	100 本	33,000	
	293-34143	タイプ 2L	10 本	5,800	
	297-34141	(100mL)	100 本	57,000	
	297-34163	タイプ 3L	5 本	5,900	
	291-34161	(200mL)	30 本	33,000	
	294-34173	タイプ 4L	5 本	6,600	
	298-34171	(400mL)	30 本	38,000	
	アダプター	292-34331	タイプ M 用	1 個	48,000
		295-34321	タイプ L、2L 用	1 個	55,000
		298-34291	タイプ 3L、4L 用	1 個	66,000
プレセップ®ルアーアダプター	ルアーアダプター	297-35121	オス	1 個	5,000
		294-35131	メス	1 個	4,200

分取用カラム Presep®(Luer Lock)シリーズの詳細は弊社 HP へ。  
<http://www.wako-chem.co.jp/siyaku/product/chemical/Presep/index.htm>

## オープンカラム用シリカゲル

● 破砕状シリカゲル

形状	品名	コード No.	粒径分布/用途	容量	希望納入価格 (円)
破砕状	ワコーゲル® C-100	230-00065	150~425 μm 粗精製	500g	4,800
		238-00061		2kg	13,500
		236-00067		10kg	照会
	ワコーゲル® C-200	237-00075	75~150 μm 通常の精製	500g	4,600
		235-00071		2kg	13,500
		233-00077		10kg	照会
		231-00078		25kg	照会
		234-00085		500g	4,500
		232-00081		2kg	13,500
	ワコーゲル® C-300	230-00087	45~75 μm フラッシュクロマトグラフィー用	10kg	照会
		235-02695		500g	4,800
		239-02693		2kg	13,500
	ワコーゲル® 60N (中性シリカゲル)	231-02697	150~425 μm 粗精製	10kg	52,000
		239-02698		25kg	照会
		238-02705		500g	4,600
		232-02703	63~212 μm 通常の精製	2kg	13,500
		234-02707		10kg	38,000
		232-02708		25kg	照会
		235-02715	38~100 μm フラッシュクロマトグラフィー用	500g	4,500
		239-02713		2kg	13,500
		231-02717		10kg	52,000
		239-02718		25kg	照会

● 球状シリカゲル

形状	品名	コード No.	粒径分布/用途	容量	希望納入価格 (円)
球状	ワコーシル® C-200	230-01665	64~210 μm 通常の精製	500g	5,500
		238-01661		2kg	16,000
		236-01667		10kg	照会
	ワコーシル® C-300	237-01675	40~64 μm 精密な分離	500g	7,000
		235-01671		2kg	22,000
		233-01677		10kg	照会
	ワコーシル® HC-N	235-02455	35~63 μm、約 800m <sup>2</sup> /g フラッシュクロマトグラフィー用 通常の 2~3 倍量のサンプルをチャージ可能	500g	8,000
		233-02451		2kg	25,000
		231-02457		10kg	照会

● アミノシリカゲル

形状	品名	コード No.	粒径分布/用途	容量	希望納入価格 (円)
破砕状	ワコーゲル® 50NH <sub>2</sub>	239-02311	平均 50 μm 通常の精製	100g	8,000
		231-02315		500g	28,000
球状	ワコーシル® 50NH <sub>2</sub> (HC)	239-02671	35~63 μm、約 900m <sup>2</sup> /g フラッシュクロマトグラフィー用	100g	9,000
		231-02675		500g	31,000

● 逆相シリカゲル

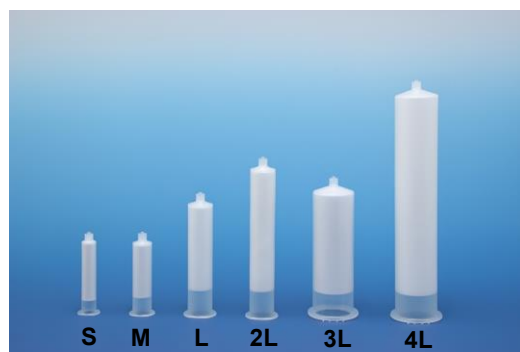
形状	品名	コード No.	粒径分布/用途	容量	希望納入価格 (円)
破砕状	ワコーゲル® 100C18	235-01551	63~212 μm 粗精製	100g	10,000
		237-01555		500g	40,000
	ワコーゲル® 50C18	232-01561	40~63 μm 通常の精製	100g	10,500
		234-01565		500g	42,000
球状	ワコーシル® 40C18	233-01351	30~50 μm 通常の精製	100g	22,000
		235-01355		500g	88,000
	ワコーシル® 25C18	235-01311	15~30 μm フラッシュクロマトグラフィー用	100g	24,000
		237-01315		500g	79,000
		239-01319		5kg	照会

(G.S.M.)

**New** タイプ S 新登場  
**中圧分取/フラッシュクロマト用カラム Presep®**

Presep®分取用カラムシリーズはポリプロピレン製のシリンジ型カラムに高品質のクロマト用担体を充てんしたパックドカラムです。

充てん量が異なる 5 種類のサイズ(M・L・2L・3L・4L)のラインアップに新たに「S」サイズを追加しました。S サイズは分取条件の検討や少量サンプルの分取に最適です。



シリンジサイズ	サイズ (mm*mm)	カラムボリューム CV (mL)	推奨流速 (mL/min)
<b>New</b> Type S	15 * 65	7.5	5~10
Type M	20 * 60	15	10~40
Type L	27 * 100	40	20~40
Type 2L	27 * 140	60	20~40
Type 3L	46 * 110	145	40~80
Type 4L	46 * 220	290	40~80

● 充てん剤の物性

品名	形状	細孔径 (nm)	細孔容量 (mL/g)	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	pH
Presep®(Luer Lock) Silica Gel (HC-N)	球状	4	0.6	780	6.5-7.5
Presep®(Luer Lock) Silica Gel	破碎状	7	0.8	450	5.5-7.5
Presep®(Luer Lock) NH <sub>2</sub> (HC)	球状	4.5	1.0	900	8.5-11.5
Presep®(Luer Lock) Silica Gel (for Loading)	破碎状	6	0.85	550	6.5-7.5
Presep®(Luer Lock) NH <sub>2</sub> (for Loading)	破碎状	6.7	0.72	432	10

● 商品紹介

コード No.	品名	カラム容量 参考値	容量	希望納入価格(円)
<b>New</b> 297-35481	Presep® (Luer Lock) Silica Gel (HC-N) Type S	8g/15mL	10 本×2 袋	34,000
<b>New</b> 293-35483			10 本×10 袋	照会
<b>New</b> 293-35461	Presep® (Luer Lock) Silica Gel Type S	7g/15mL	10 本×2 袋	18,000
<b>New</b> 299-35463			10 本×10 袋	照会
<b>New</b> 294-35491	Presep® (Luer Lock) NH <sub>2</sub> (HC) Type S	7g/15mL	10 本×2 袋	30,000
<b>New</b> 293-35483			10 本×10 袋	照会
<b>New</b> 290-35471	Presep® (Luer Lock) Silica Gel (for Loading) Type S	7g/15mL	10 本×2 袋	9,000
<b>New</b> 296-35473			10 本×10 袋	照会
<b>New</b> 294-35511	Presep® (Luer Lock) NH <sub>2</sub> (for Loading) Type S	8g/15mL	10 本×2 袋	14,000
<b>New</b> 290-35513			10 本×10 袋	照会

アダプター

コード No.	品名	容量	希望納入価格(円)
<b>New</b> 290-35611	Presep® column Adapter for Type S	1 個	照会

分取用カラム Presep®(Luer Lock)シリーズの詳細はパンフレットをご参照ください。

<http://www.wako-chem.co.jp/siyaku/catalog.htm#65>

(K.K.)

Ref<sup>o</sup>…2~10℃保存 F<sup>o</sup>…-20℃保存 B<sup>o</sup>…-80℃保存 表示が無い場合は室温保存です。  
 特定 I …I 特定毒物 II …II 毒物 III …III 劇物 毒薬 劇薬 危険物 向精神薬 特定麻薬向精神薬原料  
 化審法 第一種特定化学物質 化審法 第二種特定化学物質 化兵1 …化学兵器禁止法 第一種指定物質 化兵2 …化学兵器禁止法 第二種指定物質 カルタヘナ法  
 覚せい剤取締法…「覚せい剤原料研究者又は取扱者」の免許を取得して、ご購入に際しては、譲受証及び譲渡証による受け渡しが必要となります。  
 国民保護法…生物・毒薬兵器の製造、使用防止のため、「毒薬等」を試験研究用に使用することを確認する証を頂戴しております。  
 上記以外の法律及び最新情報は、siyaku.com (<http://www.siyaku.com/>) をご参照ください。

・カタログに記載されておりますのは上記主要な法規に関してのみであり、全ての法規の表示はしていません。該当法規の詳細については Siyaku.com よりご確認ください。  
 ・掲載内容は、2017年2月時点での情報です。最新情報は Siyaku.com(<http://www.siyaku.com/>)をご参照下さい。  
 ・本文に記載しております試薬は試験・研究の目的にのみ使用されるもので、「医療品」、「食品」、「家庭用品」などとして使用できません。  
 ・価格はすべて希望納入価格であり、消費税等が含まれておりません。

# 和光純薬工業株式会社

本社: 〒540-8605 大阪市中央区道修町三丁目1番2号 TEL: 06-6203-1788(学術課)  
 東京本店: 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町二丁目4番1号 TEL: 03-3270-8243(学術課)

- 九州営業所 TEL: 092-622-1005
- 中国営業所 TEL: 082-569-8095
- 東海営業所 TEL: 052-772-0788
- 藤沢営業所 TEL: 0466-29-0351
- 筑波営業所 TEL: 029-858-2278
- 東北営業所 TEL: 022-222-3072
- 北海道営業所 TEL: 011-271-0285

フリーダイヤル: 0120-052-099   フリーファックス: 0120-052-806

●Wako Chemicals USA, Inc.  
<http://www.wakousa.com>  
 Head Office (Richmond, VA)  
 Tel: +1-804-714-1920  
 Boston Sales Office (MA)  
 Tel: +1-617-354-6772

●Wako Chemicals GmbH (Europe Office)  
<http://www.wako-chemicals.de>  
 Tel: +49-2131-311-0

■ご意見・お問い合わせ、本誌の新規登録・変更等については  
 E-mail : [org@wako-chem.co.jp](mailto:org@wako-chem.co.jp)  
 URL : <http://www.wako-chem.co.jp>