

Organic
Square

目次

特別講座

ホウ素化合物を触媒に用いる低環境負荷型 脱水縮合反応の開発	1~4
名古屋大学大学院工学研究科 教授 石原一彰	

グリーンケミストリー

低環境負荷型脱水縮合触媒 4-ボロノビリジニウム塩	5
Pd-絹タンパク複合体 Pd/Fib	6
MRS社 シングルナノ金属分散液	7
ポリマー固定化オスミウム触媒 Os IC-1	8
弱臭硫黄化合物 高分子カルセランド型パラジウム触媒 PI Pd	9
DCKEA	10
新規エーテル系溶剤 CPME	11

その他

大学の研究室での化学物質管理	12~14
愛媛大学理学部 助手 小原 敬士	
SGE社 大容量シリンジ	15
薬品管理システム キャンペーンのお知らせ	16

ホウ素化合物を触媒に用いる低環境負荷型脱水縮合反応の開発

名古屋大学大学院工学研究科 教授 石原一彰

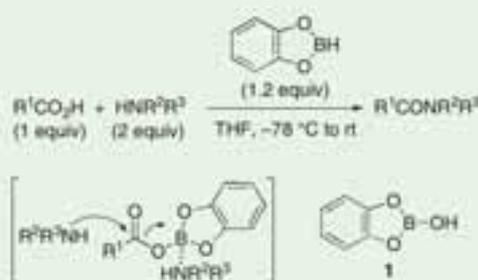
1. はじめに

アミドやエステルに代表されるカルボン酸縮合物はバルクケミカル、医農薬品合成中間体、高分子材料、保護基等として、現代社会になくはならない重要な化合物である。数多くある有機反応の中でも、カルボン酸の縮合反応は最も頻繁かつ工業的スケールで利用される反応の一つと言っても過言ではない。グリーンケミストリーの観点から、このような反応プロセスのグリーン化こそが急務である。筆者らはカルボン酸とアルコールまたはアミンの等モル混合物からの触媒的脱水縮合反応プロセスの実現を目指して研究を行っており、これまでの経緯と最近の新たな展開について紹介する。

2. カテコールボランを脱水縮合剤に用いるアミド縮合反応¹⁾

1978年にGanemらはカテコールボランを縮合剤に用いたカルボン酸とアミンの縮合法を報告した。この反応ではカルボン酸とカテコールボランが反応し、一旦2-アシロキシ-1,3,2-

ベンゾジオキサボロランが生成してカルボキシル基を活性化する。1当量のアミンはこの活性中間体のホウ素中心に配位するので、縮合反応には2当量のアミンが必要となる。従って、縮合反応後には、アミド以外に、ベンゾ[*d*][1,3,2]ジオキサボロル-2-オール(1)と1当量のアミンが副生する。

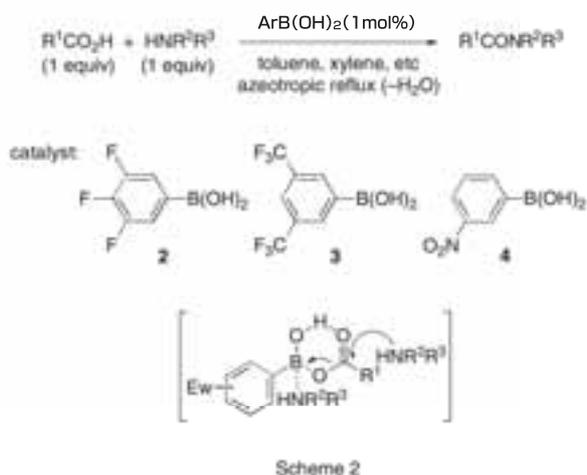


Scheme 1

筆者らの研究によれば、Ganemの反応条件下では、1とカルボン酸からアシロキシボロラン種は再生しなかったが、トルエン溶媒などを用いた加熱共沸脱水条件下では、低活性ながらも1は触媒として作用することをつかんだ。²⁾

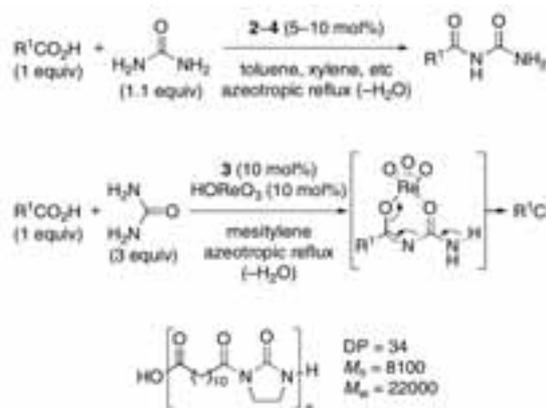
3. アリールボロン酸触媒を用いるアミド脱水縮合反応³⁾

1996年に筆者らは*m*または*p*位に電子求引性置換基を有するフェニルボロン酸がカルボン酸とアミンの等モル混合物からの脱水縮合反応の触媒となることを報告した (Scheme 2),^{3a,b)} 触媒としては市販の3,4,5-トリフルオロフェニルボロン酸 (2)、3,5-ビス(トリフルオロメチル)フェニルボロン酸 (3, Wako : 578-51321)、3-ニトロフェニルボロン酸 (4, Wako : 324-59801) が有効であり、1より遥かに触媒活性が高かった。この反応の実現にはトルエン等の低極性溶媒による加熱共沸脱水が必須条件であり、反応系から水を除くことにより触媒とカルボン酸から活性なアシロキシ中間体を再生する。カテコールボランの場合と同様に、ホウ素化合物に対し2当量のアミンが必要であるが、ホウ素化合物を1 mol%まで減らすことにより、カルボン酸とアミンのモル比をほぼ1:1にすることが可能となった。カルボン酸及びアミンの基質適用範囲は広く、反応性の低い芳香族系にも適用できる。実際、筆者らはこの触媒系をアラミド繊維の合成に応用することに成功した。^{3c)} 触媒的脱水縮合によるナイロン合成は比較的容易であるが、アラミド合成の成功例としては画期的である。



4. アリールボロン酸触媒を用いるアシル尿素脱水縮合反応⁴⁾

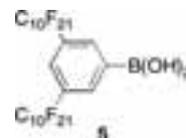
アリールボロン酸触媒2-4を用いてカルボン酸を活性化すれば、アミンより求核性の低い尿素との脱水縮合反応も可能である。Scheme 3はカルボン酸と尿素から触媒的脱水縮合反応によってモノアシル尿素を選択的に合成した最初の例である。3と過酸化レニウムを共触媒にし、カルボン酸と尿素をワンポットで加熱するとアシル尿素を経由してニトリルが得られる。尿素の代わりに2-イミダゾリドンを用いれば*N,N'*-ジアシルイミドゾリドンも合成でき、*p*-ジカルボン酸との重縮合反応に応用すれば、ポリアシルウレアも合成できる。



Scheme 3

5. 回収・再利用が容易なフルオラス系アリールボロン酸触媒

2001年、筆者らは触媒3のCF₃基を長鎖のペルフルオロアルキル基に変換することにより、フルオラス系アリールボロン酸触媒5を開発した。このボロン酸はキシレンには室温で溶けないが加熱すると溶ける。この性質をアミド脱水縮合反応の触媒回収・再利用に利用した。5は加熱還流中、均一系触媒として働き、反応後室温に冷やすと析出するので、濾過・回収し、そのまま触媒として繰り返し再利用した。本法はフルオラス触媒のフッ素溶媒を用いない[固/液]回収システムとして世界初である。



6. 耐極性溶媒特性をもつカチオン性4-ポロノピリジニウム塩触媒⁵⁾

ボロン酸触媒にはLewis Brønsted複合酸としての性質があり、その性質がカルボン酸の活性化に重要な役割を果たしている。これらのボロン酸はトルエンやキシレンなどの低極性溶媒中では高い触媒活性を示すが、エーテル、ニトリル、アミドなどの高極性溶媒中では失活する。アミドやアシル尿素の中には低極性溶媒に対する溶解性の低いものが多く、ボロン酸2-5を触媒に用いる際にしばしば問題となる。最近、筆者らは新たに耐極性溶媒特性をもつカチオン性ポロノピリジニウム塩α (Wako : 130-15181) を開発した (Figure 1)。ピリジンボロン酸はそれ自身アンモニウム塩であるため、脱水縮合触媒として不適当であるが、ポロノピリジニウム塩はカチオン性であるため、十分な活性が期待される。ここで問題となるのはボロン酸のプロトン化分解に対する耐性と熱安定性である。幸い、ピリジン環の4位へのB(OH)₂の導入が最も安定であり、アミド脱水縮合反応条件に十分耐えられる安定性があることがわかった。興味深いことに、アミド脱水縮合

反応において、トルエン等の低極性溶媒中では9は2-5よりも触媒活性が劣るものの、ニトリルやエーテル系等の高極性溶媒中ではむしろ9は2-5よりも高い活性を示した。触媒活性比較の溶媒効果による逆転現象は、9のイオン性によるものと考えられる。

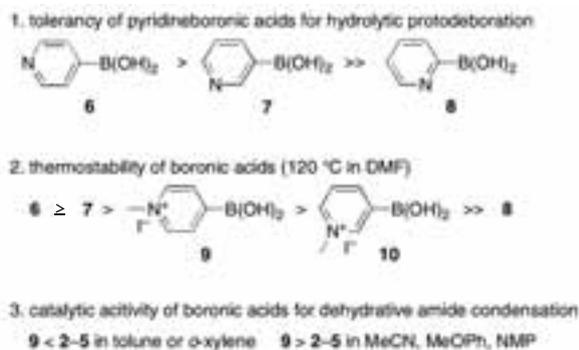


Figure 1. Catalytic activity and thermostability of 9

しかし、高極性溶媒中での9の触媒活性はトルエン等の低極性溶媒中での2-5の触媒活性と比較するとまだ劣っており、その用途は限られている。9が触媒として十分な活性を示さない原因の一つとして、9は加熱処理により比較的容易に $[9]_{12}$ (その結晶構造は $[\text{CH}_3\text{NC}_5\text{H}_4\text{BO}_2]_{12} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Figure 2) になりやすく、このものの触媒活性及び有機溶媒への溶解性が単量体である9よりも劣っていることが考えられる。

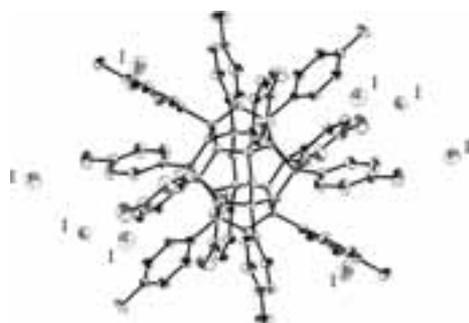
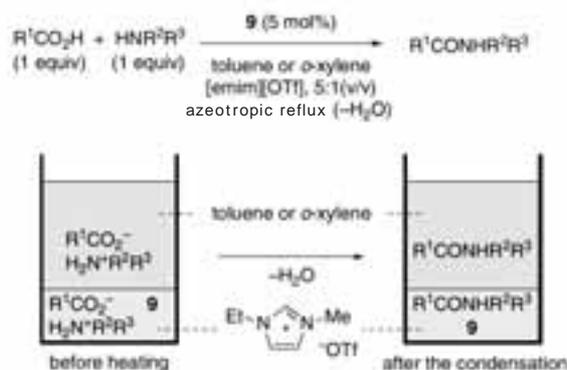


Figure 2. X-ray crystal structure of dodecamer $[9]_{12}$.

7. イオン性液体を反応溶媒に用いるカチオン性4-ポロピリジニウム塩触媒の回収・再利用^{6b)}

トルエンなどの低極性溶媒と[emim][OTf]などのイオン性液体の[液/液]二相系で9を触媒に用いてアミド脱水縮合反応を行うと、2-5と同等の触媒活性を発現する。これはイオン性液体によって9の溶解性が格段に向上したこと、 $[9]_{12}$ の生成が抑制されて加熱条件下でも単量体として安定に存在できるようになったことが理由と考えられる。最も注目すべきは9のイオン性液体への強い親和性であり、反応

後、ジエチルエーテルでアミドのみ抽出することにより、9はイオン性液体溶液として、繰り返し回収・再利用できる点である (Scheme 4)。一方、非イオン性ボロン酸触媒2-5はイオン性液体よりも有機溶媒への親和性が高いため、アミドと共に抽出されてしまい、触媒の分離・回収は困難である。

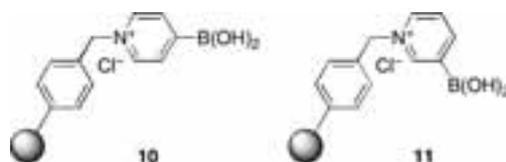


Scheme 4

8. ポリスチレン樹脂担持型4-ポロピリジニウム塩触媒^{6b)}

Merrifield樹脂と4-ピリジンボロン酸からポリスチレン樹脂担持型4-ポロピリジニウム塩触媒10 (Wako: 165-22241) が合成出来る。10は固体触媒であるため、濾過による回収・再利用が可能であるという特長があるだけでなく、イオン性液体を共溶媒に用いなくてもトルエン等の低極性溶媒だけで、十分な触媒活性を発現する。9は同反応条件下、徐々に $[9]_{12}$ になって失活していくが、10はポリスチレン樹脂表面にボロン酸が担持されているため、12量化が妨げられており、失活することはない。但し、アミド脱水縮合反応後に10を濾過回収する際、一度、希塩酸などで処理することが重要である。これは反応後に R^1CO_2^- やOHに置換されている10の対アニオンを希塩酸処理によってClに戻すためである。⁷⁾

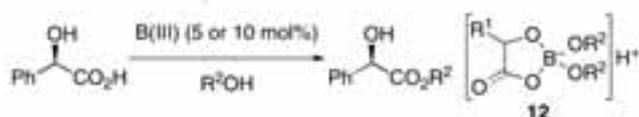
筆者ら^{6a)}と同時期にWangら⁸⁾によってポリスチレン樹脂担持型3-ポロピリジニウム塩触媒11を用いた同様な報告がなされたが、筆者らの追試によれば、11は回収・再利用を繰り返すに従い触媒活性の低下が観測された。^{6b)}これはアミド縮合反応条件下で徐々に11のプロトン化分解が起こり、11から[B(OH)]部分がホウ酸 $[\text{B(OH)}_3]$ として剥がれ落ちるためである。



9. 4-ボロノピリジニウム塩触媒を用いるエステル縮合反応¹⁰⁾

一般にボロン酸触媒[ArB(OH)₃]はエステル脱水縮合反応にも有効であるが、アミド脱水縮合反応ほどの高い活性はない。^{3a)}アミンの代わりにアルコール(R²OH)を用いて縮合反応を行おうとすると、アシロキシボロン中間体[R¹CO₂BAr(OH)]よりもボロン酸エステル[(R²O)BAr]が優先的に生じるためである。ところが、2004年にHoustonらは、 β -ヒドロキシカルボン酸をアルコール溶媒中でホウ酸[B(OH)₃](10-20 mol%)を触媒に用いて室温で処理すれば、 β -ヒドロキシエステルが高収率で得られることを報告した(反応系から生成水を除去する必要もない)。⁹⁾Houstonらによれば、 β -ヒドロキシカルボン酸はホウ酸と安定な1,3,2-ジオキサボロラン中間体12を構築するため、アルコール存在下でもアルコール分解することなく、エステル縮合反応が進行するとしている。この報告を受けて、筆者らはボロン酸3と9についてもHoustonらの条件下、ホウ酸との触媒活性を比較した(Table 1)。¹⁰⁾その結果、3はホウ酸とほぼ同等の活性であったが、9は極めて高い活性を示した。高極性溶媒のアルコール中で3はそのLewis酸性を効果的に発揮出来なかったのに対し、9はカチオン性触媒としての利点を大いに発揮した結果と言える。固体触媒10はアミド化と同様、回収・再利用可能な触媒として使用できた。⁷⁾

Table 1. Catalytic activities of Boric and Boronic Acids

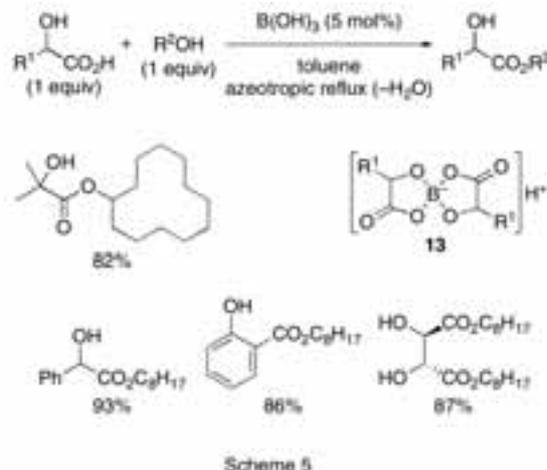


R ² OH (conditions)	B(OH) ₃	3	9
MeOH (rt, 2 h)	26%	48%	77%
<i>i</i> -BuOH (reflux, 1 h)	36%	32%	83%
HOCH ₂ CH ₂ OH (80 °C, 1.5 h)	48%	29%	83%

10. ホウ酸触媒を用いるエステル縮合反応¹⁰⁾

高価なアルコールとのエステル縮合反応を想定した場合、やはり等モル量の β -ヒドロキシカルボン酸とアルコールからのエステル縮合反応が望ましい。興味深いことに、アルコールを大過剰量から等モル量まで減らして行くと、3や9の触媒活性に大きな変化はないのに対し、ホウ酸の触媒活性は著しく向上し、等モル量では9よりも高い活性を示すことがわかった(Scheme 5)。その際の活性中間体はもはやHoustonらの提唱する12ではなく、重複活性構造を有する13であることが明らかとなった。中間体13の生成はカルボン酸と等モル量の

アルコールを用いる条件の方が平衡論的に有利であることから理解出来る。



11. おわりに

脱水縮合触媒のなかでもエステル合成に有効な例はいくつもあるが、アミド合成に有効な例はほとんどなく、本研究はこの点で際立っている。今後、益々安価で実用的なグリーン触媒の開発が期待される。ここに紹介した筆者らの研究は山本尚教授(現、シカゴ大学)をヘッドとする研究プロジェクト(CREST, SORST, JST)との一部として遂行されたものであり、山本先生並びにJST、そして、共同研究者の大原卓博士(現、協和油化)、近藤章一博士(現、日産化学工業)、牧利克君(D1)に感謝する。

参考文献

- 1) D. B. Collum, S.-C. Chen, B. Ganem : *J. Org. Chem.*, 43, 4393 (1978)
- 2) T. Maki, K. Ishihara, H. Yamamoto : *Org. Lett.*, 8, inpress (2006)
- 3) a) K. Ishihara, S. Ohara, H. Yamamoto : *J. Org. Chem.*, 61, 4196 (1996)
b) K. Ishihara, S. Ohara, H. Yamamoto : *Org. Synth.*, 79, 176 (2002)
c) K. Ishihara, S. Ohara, H. Yamamoto : *Macromolecules*, 33, 3511 (2000)
- 4) T. Maki, K. Ishihara, H. Yamamoto : *Synlett*, 1355 (2004)
- 5) K. Ishihara, S. Kondo, H. Yamamoto : *Synlett*, 1371 (2001)
- 6) a) S. Ohara, K. Ishihara, H. Yamamoto : *The 77th Spring Meeting of Chemical Society of Japan*, 3-B5-10 (2000)
b) T. Maki, K. Ishihara, H. Yamamoto : *Org. Lett.*, 7, 5043 (2005)
- 7) 希塩酸処理をしないと、10の触媒活性は低下する。アミド縮合反応において9をトルエン-イオン性液体二相系で行う場合には、この酸処理は必要ない。
- 8) R. Latta, G. Sprigsteen, B. Wang : *Synthesis*, 1611 (2001)
- 9) T. A. Houston, B. L. Wilkinson, J. T. Blanchfield : *Org. Lett.*, 6, 679 (2004)
- 10) T. Maki, K. Ishihara, H. Yamamoto : *Org. Lett.*, 7, 5047 (2005)

N-Methyl-4-pyridineboronic Acid Iodide

カチオン性4-ピロノピリジニウム塩触媒 1 を脱水縮合剤として用いることにより、カルボン酸とアミンの等モル混合物からアミド化合物を得ることができます。

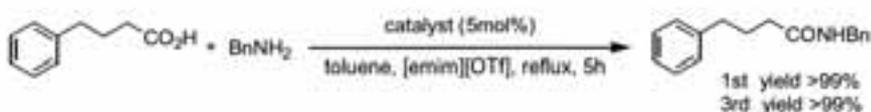
またトルエン等の低極性溶媒と[emim][OTf]等のイオン性液体の2相系でアミド脱水縮合反応を行うことができます。

注目すべきは、反応終了後ジエチルエーテルでアミドを抽出することにより、触媒 1 はイオン性液体溶液として繰り返し回収・再利用ができる点です。

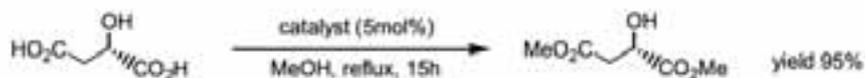
また、アルコール溶媒中で - ヒドロキシカルボン酸類のエステル化反応も高収率で進行します。

反応例

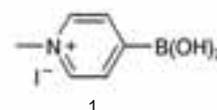
アミド化反応



- ヒドロキシカルボン酸類のエステル化反応



構造式



CAS No. 362045-65-6

参考文献

- 1) S. Ohara, K. Ishihara, H. Yamamoto : *The 77th Spring Meeting of Chemical Society of Japan*, 3-B5-10 (2000)
- 2) T. Maki, K. Ishihara, H. Yamamoto : *Organic Lett.*, 7, 5043 (2005)
- 3) T. Maki, K. Ishihara, H. Yamamoto : *Organic Lett.*, 7, 5047 (2005)

Polystyrene-bound N-Methyl-4-pyridineboronic Acid Chloride

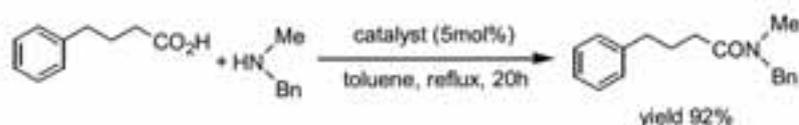
ポリスチレン樹脂担持型4-ピロノピリジニウム塩触媒 2) は、N-methylboronopyridinium chloride をポリスチレンに担持した固定化触媒です。固体触媒であるため、濾過により簡単に

に回収することができます。

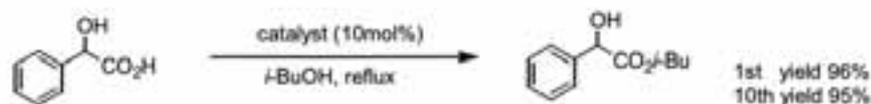
また、アルコール溶媒中で - ヒドロキシカルボン酸類のエステル化反応も高収率で進行します。

反応例

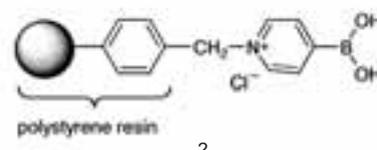
アミド化反応



- ヒドロキシカルボン酸類のエステル化反応



構造式



2

参考文献

- 1) S. Ohara, K. Ishihara, H. Yamamoto : *The 77th Spring Meeting of Chemical Society of Japan*, 3-B5-10 (2000)
- 2) T. Maki, K. Ishihara, H. Yamamoto : *Organic Lett.*, 7, 5043 (2005)
- 3) T. Maki, K. Ishihara, H. Yamamoto : *Organic Lett.*, 7, 5047 (2005)

コードNo.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
130-15181	N-Methyl-4-pyridineboronic Acid Iodide	有機合成用	100mg	6,000
132-15185			500mg	19,000
165-22241	Polystyrene-bound N-Methyl-4-pyridineboronic Acid Chloride	有機合成用	100mg	6,000
161-22243			500mg	19,000

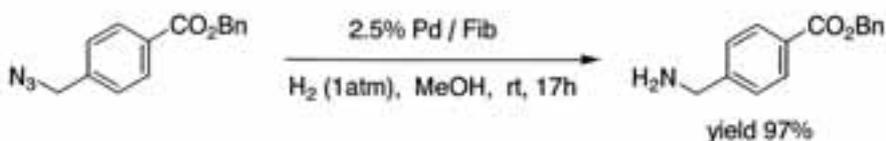
Pd/Fib は絹のフィブロインに約2.5%のPdが担持された触媒です¹⁾³⁾。すでに市販されているPd/CやPd/α en より還元活性を抑制しており、幅広い官能基間での選択的接触還元へと応用することが可能です。

Pd/CやPd/α en を触媒として用いた場合に容易に還元される

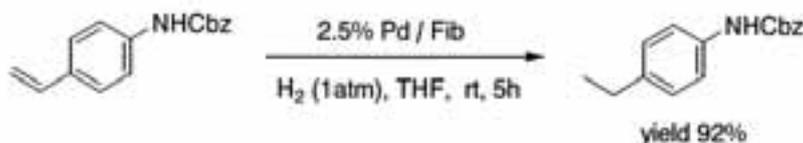
ベンジルエステル²⁾、芳香族系アミンのCbz(benzyloxycarbonyl)基²⁾、芳香族ハロゲン¹⁾、芳香族カルボニル基¹⁾等を保持したまま、オレフィン、アセチレン、アジド、ニトロ等の官能基を還元します³⁾。また、反応後は濾過するだけで簡単に除去することができます。

反応例

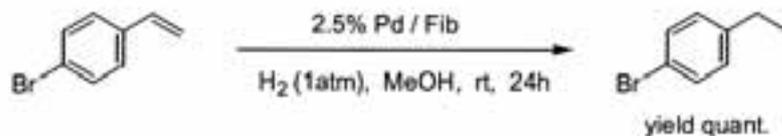
ベンジルエステル基存在下での選択的還元反応



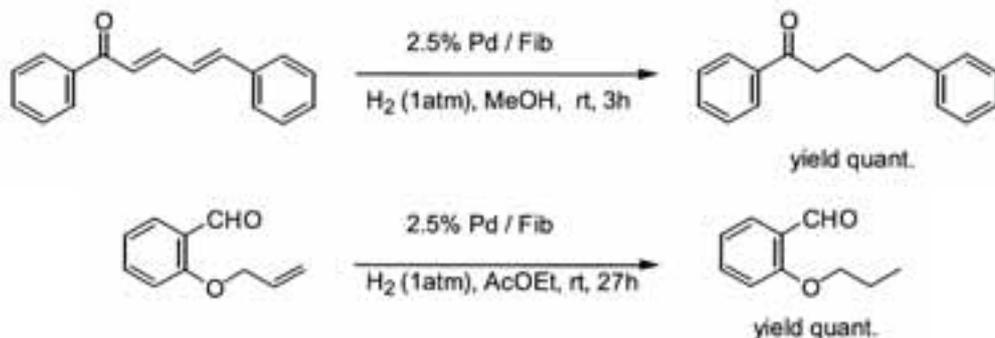
芳香族系アミンのCbz基保護下での選択的還元反応



芳香族ハロゲン化合物存在下での選択的還元反応



カルボニル基存在下での選択的還元反応



コードNo.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
167-22181	Palladium-Fibroin	有機合成用	1g	4,500
163-22183			5g	14,000

参考文献

- 1) H. Sajiki, T. Ikawa, H. Yamada, K. Tsubouchi, K. Hirota : *Tetrahedron Lett.*, 44, 171 (2003)
- 2) H. Sajiki, T. Ikawa, K. Hirota : *Tetrahedron Lett.*, 44, 8437 (2003)
- 3) T. Ikawa, H. Sajiki, K. Hirota : *Tetrahedron*, 61, 2217 (2005)
- 4) 井川貴詞, 佐治木弘尚, 廣田耕作 : 有機合成化学協会誌, 63, 1218 (2005)

シングルナノ金属分散液

製造元：株式会社 マイクロリアクターシステム

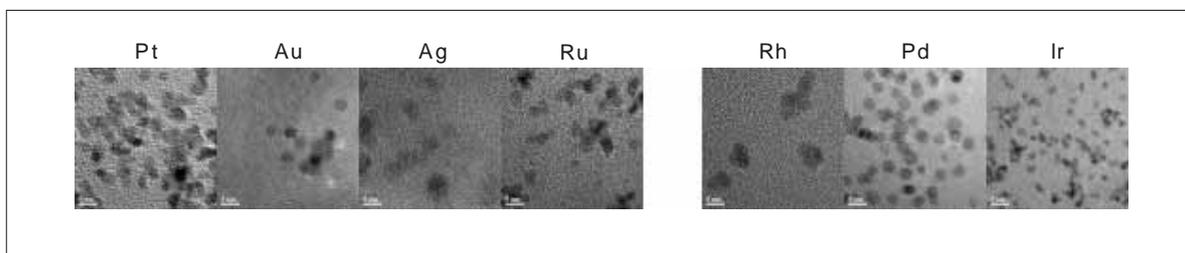
マイクロリアクターシステムのシングルナノ金属分散液は独自技術により製造された粒子径がシングルナノサイズで、粒度分布が狭く均一分散された高純度コロイド溶液です。

種々の担体、基材に簡単な塗布、侵漬後、乾燥・焼付けにより優れた触媒活性が期待できます。

特長

- すべてシングルナノサイズの超微粒子です。
- 従来の1/10 ~ 1/100の使用量で同等の効果が期待できます。
- 従来より低温での活性が期待できます。
- 粒度分布が狭く、均一分散されています。
- 溶液安定性に優れ、凝集、沈殿を生じません。

超微粒子像(TEM写真)



用途

- 各種エンジン排ガス浄化触媒 (HC、CO、NOx 除去)
- 各種消臭器、空気清浄器用触媒 (悪臭性ガスの触媒燃焼除去)
- 燃料電池電極 (酸化・還元) 触媒、燃料電池用水素回収触媒 (CO 除去)

多孔質物質の薄層担持

触媒は、金属粒径が小さくなればなるほど活性が向上しますが、粒子が小さいと凝集しやすくなり、活性が低下する原因となります。そこで通常、アルミナやシリカなど表面積の大きな多孔質物質に触媒金属種を分散させ、活性低下の原因であ

る凝集を防止・緩和させます。構造体の表面に薄く担体をコーティングすることにより、無駄がなくなり、触媒金属種の量を格段に少なくすることができます。

シングルナノ金属分散液一覧表

コードNo.	品名	容量	希望納入価格 (円)	備考				
				粒径	濃度	溶媒	保護剤	Na
638-08101	Pt single nanoparticle dispersion	100ml	14,000	3-5nm	10mM	水 / EtOH	PVP	Free
635-08111	Au single nanoparticle dispersion	100ml	12,000	3-5nm	10mM	水 / NPA	PEI	Free
632-08121	Ag single nanoparticle dispersion	100ml	10,000	3-5nm	10mM	水	PEI	Free
639-08131	Ru single nanoparticle dispersion	100ml	16,000	3-5nm	20mM	水	PVP	Free
636-08141	Rh single nanoparticle dispersion	100ml	40,000	3-5nm	20mM	水 / EtOH	PVP	Free
633-08151	Pd single nanoparticle dispersion	100ml	20,000	3-5nm	10mM	水 / EtOH	PVP	—
630-08161	Ir single nanoparticle dispersion	100ml	29,000	3-5nm	10mM	水 / IPA	PVP	Free

PVP : Polyvinyl pyrrolidone / PEI : Polyethylene imine

記載の価格は貴金属価格の変動によりやむを得ず変更することがありますのでご了承願います。

ポリマー固定化オスmium触媒

酸化オスmium、固定化触媒 1 (Os IC-1)

耐溶剤性の高いポリマーに固定化させた酸化オスmium

酸化オスmium () は、オレフィンをジオールへ変換する最も優れた試薬の一つであり様々な需要があるものの、実際の工業プロセスとしての成功例はほとんどありませんでした。これは、酸化オスmium () の毒性が高く、高価であり、揮発性を有するため取り扱いが難しく、さらに地球環境に与える影響

や負荷も懸念されたからです。今回、耐溶剤性の高いポリマーに酸化オスmium () を固定化させることでその揮発性と毒性を低減した安価な固定化触媒 Os IC-1 をご用意しました。そのため様々な反応溶媒で使用可能になり、反応条件の設定がしやすくなりました。

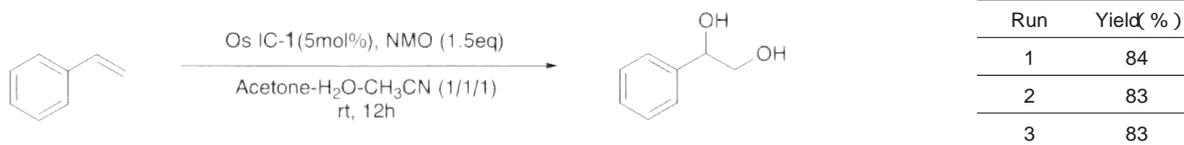
特長

繰り返し使用が可能
反応物との分離が容易

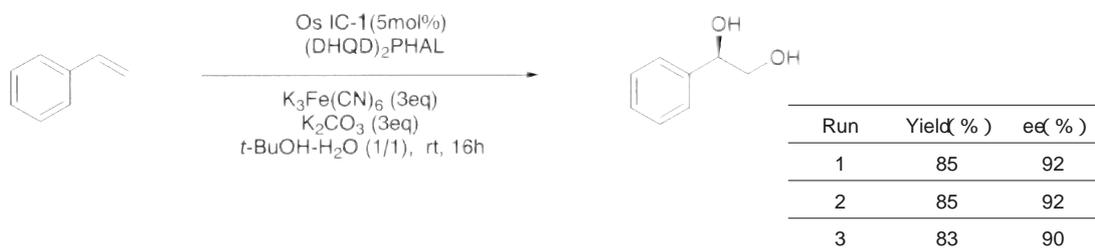
揮発性を抑制することで毒性、刺激臭を低減
耐溶剤性が高いため種々の反応溶媒が使用可能

反応例

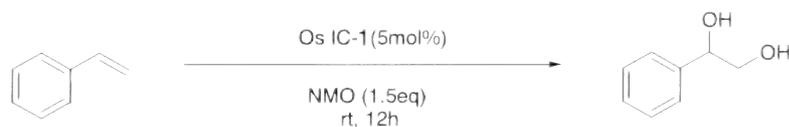
スチレンのジオール化 (再酸化剤: NMO)



スチレンのジオール化 (再酸化剤: $K_3Fe(CN)_6$)



使用溶媒例



Entry	Solvent	Yield (%)
1	water-THF (1/1)	85
2	water-CHCl ₃ (1/1)	73
3	water-AcOEt (1/1)	81
4	water-toluene-CH ₃ CN (1/1/1)	88

使用する反応基質や反応条件によっては、オスmiumが溶出する場合があります。

コードNo.	品名	略名	規格	容量	希望納入価格(円)
153-02581	Osmium Oxide, Immobilized Catalyst 1	Os IC-1	有機合成用	5g	13,000
151-02582				25g	50,000

「酸化オスmium、固定化触媒 1」の工業的な供給と、ジオール化の受託合成も行っております。また、お客様のご要望にお応えできるよう用途に合わせた固定化酸化オスmiumを各種取り揃えていますのでご相談下さい。

PI Pd

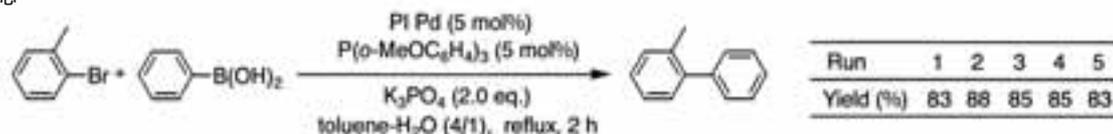
Polymer-Incarcerated Palladium

PI Pdは架橋型有機高分子化合物にパラジウム金属を担持した固定化触媒です。耐溶剤性に優れ、接触還元反応¹⁾、アリル化反応¹⁾、鈴木-宮浦反応²⁾等のカップリング反応に使用す

ることができます。また、反応後は濾過するだけで回収・再利用ができます。

反応例

鈴木-宮浦反応



コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
168-21991	PI Pd(abt. 3%)	1g	8,000
164-21993		5g	27,000

参考文献

- 1) R. Akiyama, S. Kobayashi : *J. Am. Chem. Soc.*, 125, 3412 (2003)
- 2) K. Okamoto, R. Akiyama, S. Kobayashi : *Org. Lett.*, 6, 1987 (2004)
- 3) K. Okamoto, R. Akiyama, S. Kobayashi : *J. Org. Chem.*, 69, 2871 (2004)

弱臭硫黄化合物

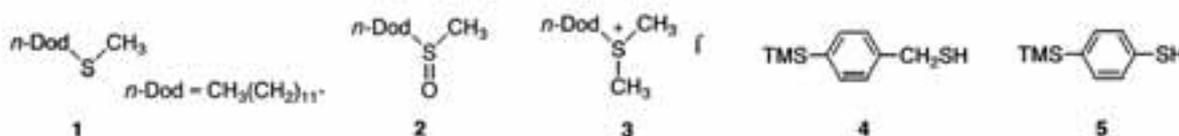
硫黄原子に結合するアルキル鎖を長くすることにより揮発性を抑え、不快な臭いを低減しました。

弱臭硫黄化合物に関する検討によると¹⁾²⁾、スルフィド(1)、スルホキノン(2)はそれぞれCorey-Kim酸化やSwern酸化に代表されるアルコールの酸化反応に応用することができます。特に

Corey-Kim酸化反応では取り扱いが容易な溶媒を用いても反応は進行します³⁾。さらに、スルホニウム塩(3)はオキシランの合成⁴⁾やミセルを形成するメチル化剤⁵⁾としても利用が可能です。

また、ベンゼン環に官能基変換の容易なトリメチルシリル基(TMS)を導入したチオール(4)(5)もご用意しています⁶⁾。

構造式



コード No.	品名	規格	容量	希望納入価格(円)
040-28581	Dodecyl Methyl Sulfide	有機合成用	10g	6,000
046-28583			50g	20,000
047-28591	Dodecyl Methyl Sulfoxide	有機合成用	10g	13,000
043-28593			50g	42,000
040-28601	Dodecyl dimethylsulfonium Iodide	有機合成用	10g	9,000
209-15961	p-(Trimethylsilyl)benzenethiol	有機合成用	1ml	4,800
205-15963			5ml	17,000
206-15971	p-(Trimethylsilyl)phenylmethanethiol	有機合成用	10ml	15,000

参考文献

- 1) K. Nishide, S. Ohsugi, H. Shiraki, H. Tamakita, M. Node : *Org. Lett.*, 3, 3121 (2001)
- 2) M. Node, K. Kumar, K. Nishide, S. Ohsugi, T. Miyamoto : *Tetrahedron Lett.*, 42, 9207 (2001)
- 3) S. Ohsugi, K. Nishide, K. Oono, K. Okuyama, M. Fudesaka, S. Kodama, M. Node : *Tetrahedron*, 59, 8393 (2003)
- 4) Y. Yano, T. Okonogi, M. Sunaga, W. Tagaki : *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, 527 (1973)
- 5) K. Yamauchi, Y. Hisanaga, M. Kinoshita : *J. Am. Chem. Soc.*, 105, 538 (1983)
- 6) K. Nishide, T. Miyamoto, K. Kumar, S. Ohsugi, M. Node : *Tetrahedron Lett.*, 43, 8569 (2002)

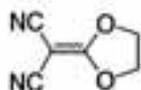
DCKEA

Dicyanoketene Ethylene Acetal

DCKEA は強い電子受容体としての性質を有し、酸として働く有機触媒です。プロトン酸で不安定な化合物に有効であり、特にモノチオアセタール化反応¹⁾、カルボニル基やアセ

タール化合物との求核反応²⁾、脱アセタール反応³⁾などに用いることが可能です。

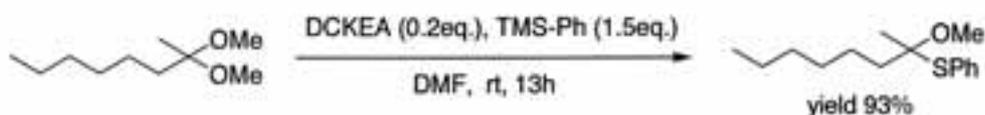
構造式



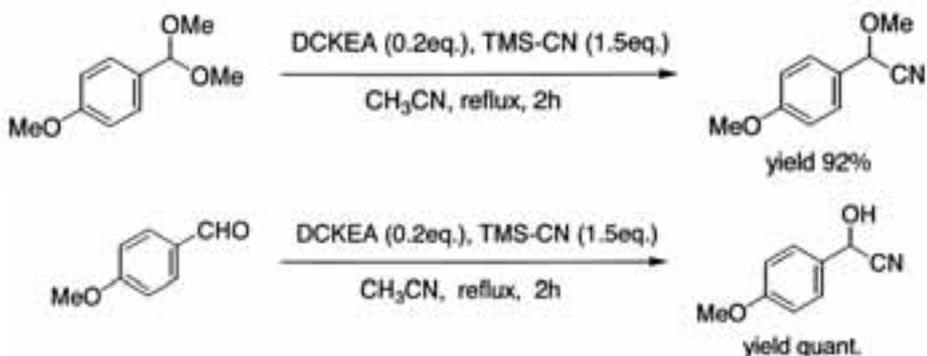
DCKEA (Dicyanoketene Ethylene Acetal)
CAS No. 3945-69-5

反応例

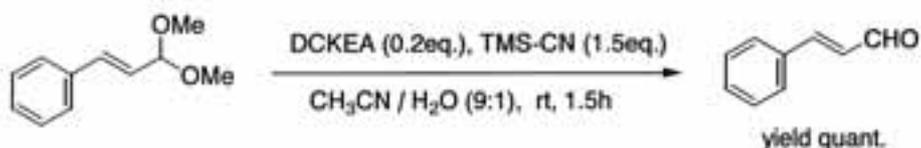
モノチオアセタール化反応¹⁾



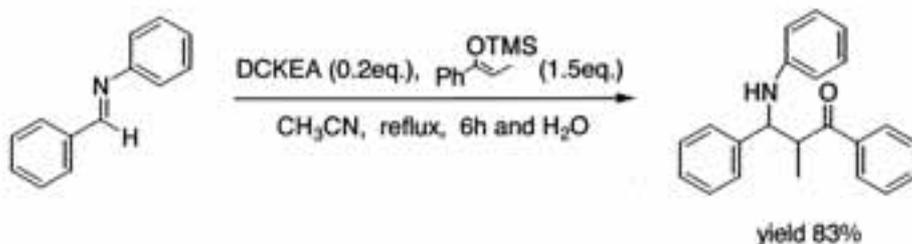
シアノ化反応²⁾



アセタールの脱保護反応³⁾



Mannichタイプ反応⁴⁾



コード No.	品名	容量	希望納入価格(円)
044-29581	Dicyanoketene Ethylene Acetal	500mg	8,000

参考文献

- 1) T. Miura, Y. Masaki : *Tetrahedron Lett.*, 35, 7961 (1994)
- 2) N. Tanaka, Y. Masaki : *Synlett*, 1277 (1999)
- 3) N. Tanaka, Y. Masaki : *Synlett*, 1960 (1999)
- 4) N. Tanaka, Y. Masaki : *Synlett*, 406 (2000)

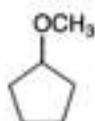
CPME

Cyclopentyl Methyl Ether

シクロペンチルメチルエーテル (CPME) は、様々な有機合成反応や抽出操作において THF やジエチルエーテルの代替として使用できる新規溶媒です。水への溶解性が小さく、過

酸化物の生成が少ないことから、他のエーテル系溶媒と比較して取り扱いが容易です。

構造式



CPME (Cyclopentyl Methyl Ether)
CAS No. 5614-37-9

特長

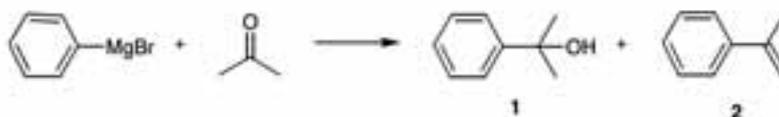
水への溶解性が小さい
水への溶解度 = 1.1%
乾燥が容易
モレキュラシーブによる乾燥で水分 25ppm も可能
過酸化物の生成が少ない
空气中 2 ヶ月：PO 値増加は、ほとんどなし (酸化防止剤無添加)
分解発熱量 (密閉式 DSC) が小さい 60 ~ 80 Joule/g
高沸点 (106)

規格

外観：無色 ~ ほとんど無色、澄明の液体
密度：0.856 ~ 0.864 g/ml
水分：0.01% 以下
過酸化物 (H₂O₂ として)：0.005% 以下

反応例

Grignard Reaction



Solvent	Yield of Products (%)		Sel. of Products (%)	
	1	2	1	2
THF	45	33	58	42
THF + CPME (1 : 1 vol.)	67	15	82	18
CPME	82	2	98	2

1. GR 生成条件：室温で 20 分攪拌後、1 時間加熱還流
2. GR 生成濃度：1 mol/L
3. 反応条件：0 で 1 時間攪拌後、1 時間加熱還流
4. 後処理条件：室温、1M-HCl で処理

2. その他

光学収率や選択性の上昇、逆転

不斉マイケル付加によるアルキル化反応、ジアルキル銅-リチウムのマイケル付加反応、キラルなアミドのアルキル化、グリコシル化での立体選択性向上、NaBH₄ による不斉還元速度向上、Ru 触媒によるヒドロシリル化での位置選択性逆転

求核反応での使用例

酸クロライドとアミンとの反応によるアミド合成、シリル化剤によるシリル化およびその脱保護、炭素アニオンとアルデヒドとの反応による C-C 結合生成反応、脱ベンジリデン化、アミンのアルキル化、分子内フェノールの選択的メチル化、RSO₃H の PCl₅ によるスルホン酸クロライド合成

金属類を使用する反応例

ケトンの NaBH₄ 還元によるアルコール合成、ジアルキル銅-リチウムのマイケル付加反応、アセチレンと Ti との反応、Cu 触媒を用いたトリクロロ酢酸誘導体のラジカル環化、n-BuLi や LDA を用いた反応、安息香酸エチルの LAH や i-Bu₂AlH による還元、Na ディスパーション生成溶剤、塩化亜鉛を用いる分子内カルボニル-エン反応

コード No.	品名	用途	容量	希望納入価格 (円)
031-19845	Cyclopentyl Methyl Ether, with Stabilizer	和光特級	500ml	3,500
039-19841			3L	11,000
037-19847			16kg	照会

安定剤 (BHT) : 約 0.005%

大学の研究室での化学物質管理

愛媛大学理学部 助手 小原敬士

昨年執筆した「化学物質管理システムの導入」の続きを書くように依頼があったので、今回は実際に研究室で化学物質管理を実践する場合のステップについて、筆者らの経験を含め

て書くことにした。以下の雑文は、「適正な化学物質管理を実行している」方々には無用であるので、読み飛ばしてもらってかまわない。

1. 適正な化学物質管理に向かって：何事も考え方の問題

「適正な化学物質管理を行うように」と指示されて、化学物質管理システムが用意されたとしても、面倒な薬品管理を1から始めるのはあまりにハードルが高い。現状を何も変えずに試薬の登録だけ行うのは苦痛であるし、この手の活動で成果を上げて、個人的なメリットもなければ職員・研究者として評価されるわけでもないから、まじめに根気よく実行するためには、考え方の転換とかモチベーションが必要だろう。筆者の場合は、何か事故・災害が起こったときに法的責任を取りたくないということと、狭くて危険な実験室を何とかしたいということがきっかけであった。

TVで「ゴミ屋敷」なるものが時折報じられるが、その有様を見ると「いったいどういう感覚で…」と誰も驚くであろう。しかし、大学の化学系の研究室では、試薬や器具・装置類がごった返しの実験室で、学生が勉強していたり、飲食しているというような、一般の人から見れば異常な状況がこれまでよく見られたのである。化学物質は、ゴミのように臭い・汚いだけでは済まなくて、種類によっては大変危険で事故や健康被害の原因になる。それらが山のように置いてある研究室の隣近所(大学内のみならず一般の人々)はどのように感じるだろうか。大学の中にいると自分たちの感覚で物事を考えてしまい、周囲がどのように感じるかということに鈍感になりがちである。

「研究スペースがない・足りない」というのは、大学ではよく聞く話であるし、実際その通りだろうが、 unnecessaryな試薬や物品が多くスペースを占拠して効率を低下させていることもまた事実である。現在の大学を取り巻く環境から考えても、スペース問題が近日中に解決することは期待できないので、試薬や物品を整理して、少しでもましな研究環境を作り上げる努力と工夫が必要である。化学物質に目を移すと、大学では研究室ごと(あるいは研究者ごと)に試薬が管理されていて、同じ試薬が各所に重複して保管されている。また、過去の遺産として数年～数十年保管されているだけの試薬「Dead Stock」が多量に存在する。現実の必要量と比較して、無駄に保管量が多すぎる結果、保管場所が作業場所を圧迫し、狭い汚い実験室・研究室となる。「安全衛生管理の基本は、5Sである。」とよくいわれる。この機会に、研究室の試薬・物品のリストラと整理整頓にチャレンジしてみたいだろうか。また、「化学物質管理システム」を上手に利用できれば、化学物質の出入・保管の絶対量を極限まで少なくできるし、試薬購入・廃棄処理にかかる研究費を節約・削減することができる。

2. 行動開始 - 現状調査と原因の把握

(1) 現状の把握・認識

「今、あなたの研究室にどの位の試薬がありますか？」と尋ねられて、即答できるだろうか。数百本程度だろうとおぼろげに思っているなら、その数倍は存在する可能性がある。普段目に付かないところに置かれているものや、g, mg単位の小瓶がたくさんあつたりするからである。現状を把握・認識することはスタートとして重要なので、化学物質の保管・購入・使用状況を調査してみよう。最初は試薬瓶の本数を数えるだけでも十分である。おそらく想像以上に大量の試薬が保有されていることが実感できる。そのうち普段使用されているものは何%だろうか。数年以上使われたことがないものは、「Dead Stock」である。こういったものに、いかに無駄にスペースと研究費を費やしたかが実感できる。

(2) 試薬はなぜ正しく管理されず蓄積していくのか？

もったいないからとっておく

試薬の整理を始めると「この試薬はあの実験に使うから置いておこう」と思うことがあるかも知れない。しかし、近日常にその実験を本当にするだろうか。真剣にその実験を行うのであれば、信頼できる新しい試薬を購入するのではないだろうか。本当に「もったいない」のは、無駄な物にスペースと安全を奪われることである。

不良在庫形成の3悪 - 試薬棚・冷蔵庫・実験台

試薬が不必要に数多くストックされるのは、「収納場所」が有効に働かず在庫が回転しないからである。実のところ、試薬がため込まれる3大元凶は、「試薬棚・冷蔵庫・実験台」である。大学の研究室・実験室では、ぎゅうぎゅう詰めの試薬棚や冷蔵庫をよく見かける。これらの中の試薬類は本当に利用されているのだろうか？いくら整理して保管されていたとしても、利用されなければ意味がない。おそらくよく使用する本当に必要な試薬は、大部分が実験者の手元(例えば実験台の引き出し)や特別な冷蔵庫にあって、それ以外はたまにしか使わないか、数年以上の期間使われていない「Dead Stock」ではないだろうか。また、実験台を使ってきた代々の学生が、試薬類をその収納スペースにそのまま置いていくことは大学の研究室ではよく見られる。5～10年経過すると、実験台や冷蔵庫などの収納スペースは利用者や使用目的のわからない試薬で満杯になる。

重複発注・大量発注

試薬を誰が購入し、どこに置くかという「入口」が一本化されていないと、重複発注や重複保管の危険は高まる。既に誰かが発注済みの試薬を在庫がないと思って二重に発注してしまったという経験をお持ちの方は多いだろう。多量に或いは連続的に使用する試薬は、まとめ買いなどを考える。ところが、研究の方向が変わったとたんに、それらの試薬は無用のものとなり、不良在庫となる。コンビニ・スーパーの例を挙げるまでもなく、置き場所を固定して、在庫を極小にし回転率を上げて、「常に必要量だけそこにある」状態をキープするのが、効率よい物品管理の基本である。

3. 化学物質管理の実行

(1) 不要な試薬を処分しよう。

ほとんどの試薬が発注すれば速やかに届けられる現在の流通事情を考えれば、日々使用しているもの以外に、試薬をストックする理由は見つからない。長期間使用されなかった不要な試薬は、置き場所を取るし管理上の障害になるので、できるだけ処分しよう。目標は高めに、現状の保管量の半分とか1/3まで減らすなどとしてみる(実際始めてみるとなかなか目標にはたどり着けないので高めの目標設定でちょうどいい)。同じ学科の研究室などに使ってもらえそうな試薬は引き取ってもらおう。汎用の有機溶媒・酸・塩基の引き取り手には困らず、すぐに使い切ってくれる。引き取り手のない試薬は、今後はできるだけ少量単位で購入することを特に注意し、余りは「Dead Stock」として処分しよう。不要試薬の引き取りを責任を持って引き受けてくれる業者を知っておくのも今後のために重要である。誰もいきなり大量の試薬を廃棄する勇気はなかなかもてない。学科・学部単位の協力も仰ぎ、ステップを踏んで計画的に廃棄しよう。古い・捨て易い試薬から廃棄し、使う見込みが少ないが捨てきれないと感じた試薬は、リストを作り箱詰めにしてしばらくおいておく。1年間そのままなら、ほぼ不要なので迷わず廃棄する。筆者の研究室では、3000本近くあった試薬をほぼ5年がかりでようやく1/4以下に削減した。これだけ減らすには、年月と忍耐と予算の補助が必要である。

(2) 収納スペースを減らし整理しよう。

研究室に試薬が増えてくると、新しい収納スペース＝試薬棚の購入を考えるのではないだろうか。しかし、これから適正な化学物質管理を行おうとするのであれば、試薬棚や冷蔵庫を安易に増やしてはならない。安全性を考えれば、保管庫は少ないに越したことはない。試薬棚・冷蔵庫は必要最小限の数に抑え、実験台の収納スペースは、使用中試薬の一時置き場と考える。収納スペース(試薬棚や冷蔵庫)から試薬があふれ出した場合は、「適正な管理量」を逸脱しつつあるサインである。

筆者は、この数年以内に幅・高さが180 cmの試薬棚・物品保管庫を6本、小型冷蔵庫を6台廃棄した(そもそも研究室

規模から考えてこんなにあつたのがおかしい)。新規に施設可能な幅45 cm高さ90 cmの劇物保管庫を5本導入した。収納庫の占有スペースは大きく減少し、部屋が広く安全に利用できるようになるとともに、劇物・危険物の種類別の保管が可能になった。これらの保管庫中の通常の試薬量は保管庫容量の6-7割である。研究室の事情にもよるだろうが、「大は小をかねる」として、大きな保管庫を用意し、詰め込むのがよいとは限らない。よく利用する汎用試薬が、取り出しやすい・利用しやすい場所に集中的に管理されていれば、必要な分だけ使って試薬瓶を元の場所に戻す習慣を作り、最小のストック量で在庫を回転できる。

(3) 発注データベースを作ってみよう。

二重発注と在庫の重複を防ぐのに有効な方法が、発注データベースと在庫データベースである。発注に関しては、本当は「発注ノート」でも十分だが、簡単なのでこの機会にデータベースを作製することをお勧めする。発注が必ずデータベースを経由することが要なので、研究室構成員への周知はもちろん、学科事務室や業者の協力を得るのも有効である。筆者の研究室では、MS-Accessを使った発注データベースを作成し、データテーブルに入力して印刷した発注票なしでは発注が通らないようにしている。入力項目は日付・発注者・品名・数・カタログコード・単価などで十分事足りる。簡単なことだが効果は絶大で、試薬・器具類等の重複発注はほぼなくなり、物品費削減に成功している。データが蓄積してくると、前と同じ物品の発注時にはカタログを調べなくても済み、誤記入・誤発注も減る。物品費の集計や在庫データベース代わりに利用できる。

一方、実用的な在庫データベースを作成・管理するのは、発注データベースほど簡単ではない。試薬は場所や量が日々変化し、細かなケアをしないとデータがすぐに陳腐化するからである(もしデータがいつまでも利用可能な状態なら、それはDead Stockに違いない)。その上、各試薬の法規制・危険物や毒劇物など安全管理上のデータも入力するとなると大仕事である。本当にこのような細やかな管理を実践するつもりならば、市販の化学物質管理システムの導入を検討の方がよい。一研究室単位なら、比較的低価格でのシステム導入が可能である。いずれにせよ、データと実態の照らし合わせ＝棚卸しが定期的に必要である。

4. 化学物質管理システムが導入されたら

化学物質管理システムは、多くの場合、大学本部の都合で安全衛生管理・施設管理のために導入される。本来の目的は化学物質(特に法規制物質)の出入り量をリアルタイムに把握・集計することにあるが、研究室単位では、在庫管理データベースとしての利用が中心となる。実用的なデータベースを自分で作製し運用するのは結構大変なので、ちょうどいい機会と考えて、これを利用して効率よく試薬を管理しよう。大学内のどこでも、共通のインターフェースで在庫検索ができるというのは便利である。

(1) 利用ユーザーと試薬保管場所(試薬棚)の登録

試薬を登録する前に、システムにユーザーと保管場所を登録する。名称のつけ方などは、大学で共通のルールを作っておくと後々混乱が少ないだろう。特に保管庫名は、災害・事故時の安全管理を考えて、建物・部屋番号が特定できるようにしておくとう用である。たとえば、理学部本館323室の保管庫A1の名称は、「理本323A1」のようにする。実際に保管されている状況通りに、試薬が並んでいる位置まで特定できるような細かい分類で保管場所を登録してもよいが、使用時に試薬が移動されることを考えれば、保管庫単位とか、部屋をブロックに分ける程度の大雑把な分類で十分実用に耐える。登録されている保管場所の数が多くなりすぎると、試薬登録時にかえって面倒になりミスも起こりやすい。

(2) 試薬の登録

安全管理上は、研究室で保有する化学物質の全てを登録したいところだが、数が多いと登録作業も一苦労なのでそう簡単ではない。大学本部から登録内容とか期限について要請や指示もあるから、研究室の事情に応じた計画を立ててステップを踏んで実行するとよいだろう。最低限、毒物・劇物・危険物・PRTR管理物質はすべて登録したいところなので、このあたりを目標として半年から1年計画で実施したい。既に研究室データベースがあるなら、データ変換でシステムに登録できるが、法規制物質の記録を取りたい場合、関係項目の入力が別に必要なり、二度手間となるからお勧めできない。できる限り電子カタログを利用して、試薬名だけでなく付加情報も正しく登録するほうが、回り道でも後になって利用価値が高い。使用状況を管理する立場からは、よく使用され回転がよい試薬の登録が優先される。新規購入時に必ず登録する習慣をつければ、研究室で日々使用される試薬のかなりの部分をカバーできる。ところで、「毒物は重量単位で、劇物は容器単位で使用量を記録する」という、適正管理を実践するためには、試薬の法規制情報を知っていなければならない。実際、ユーザーからは「どの試薬を登録すればいいのかわからない」という問い合わせがよくある。試薬の数量がある程度以上に多い場合は、いちいち考えているより、片っ端から登録するのが意外に早道かも知れない。

(3) ネットワーク型データベースとしての応用

少量しか使わないのにピン単位で一定量まとめて買わなくてはならないことが、余剰試薬を生み、少ない予算とスペースを圧迫する原因の一つであると思う。試薬メーカーには試薬の量り売り・小口販売や使用後の余剰試薬回収のルートを是非開拓してほしい。一方、試薬の共有化・相互利用の推進は、大学全体の化学物質削減に有効で、コストと安全管理の両面で多くのメリットがある。化学物質管理システムのネットワーク型データベースとしての特長を最大限利用し、試薬の「バーチャルな共有化」で、試薬の購入量・排出量・保有量を削減しよう。システム上で「公開」として

登録された試薬は、他の研究室からその存在を検索することができる(もちろん、他から見られたくないものをシステム上で「非公開」にするのは容易である)。「バーチャルな共有化」実現のためには、データベースに試薬を登録するだけではだめで、研究者・研究室間の横のネットワークが必要となる。研究ではお互いライバルであっても、不要になった溶媒を譲ったり、突然必要となった試薬をもらいにいったりできるGive and takeの関係が成立するように周囲の研究室と仲良くしておく、お互いに化学物質の保管場所・購入量など負担を減らし、予算の余裕をもたらすことができるのではないだろうか。

5. 化学物質管理の実際と将来

実際にシステムの利用状況を調査してわかってきたことは、利用者が、化学物質の取扱量の多い大口ユーザーとほとんど使用しない小口ユーザーに大きく分けられることである。化学物質の取扱量及びシステムへのアクセス量は、大学全体から見れば比較的少数の大口ユーザー(多くは有機化学系)でほとんどがしめられている。従って、化学物質管理システムの主要な目的は、全ての大口ユーザーが細やかな入力を行ってくれば、80%以上達成できる。少量の化学物質を保有して使用量の少ない小口ユーザーは、最初と購入時の入力及び定期的な(1年に1-2回)棚卸しの実行を行ってもらえれば事足りる。システム運用の推進には、ユーザーごとの特徴をつかんで巧みにフォローすることが有効かもしれない。実のところ、多種類・多量の試薬を日常的に使用する研究室は、いったん在庫登録さえしてしまえば、日々の利用は簡単で大変便利であると感想を寄せてくれる。むしろ、少量しか使用しないユーザーが入力や管理に面倒を感じるようだ。

化学物質管理システムは開発されてから歴史が浅いので、使いにくい点やバグが必ずあるから、ユーザーからのフィードバックと改良は欠かせない。管理者・ユーザー・メーカーの3者が継続して関係を緻密に保つ必要がある。また、大学の安全管理にシステムを積極的に利用するには、大学の縦割りの事務システムとうまくつきあう心構えも必要である。例えばPRTR報告の管轄が安全管理の部署と違うために、システムの集計が用いられず旧態のまま紙による報告でとりまとめられるなどの事態が起こったりする。

ユーザーとなる研究室側もシステムの導入・管理担当者も、今までにない面倒な(しかし必要な)作業を指示されて行っている点では変わらないので、互いを尊重し良好な関係を築くように心がけたい。この手の仕事を一人で奮闘するのは精神的につらいので、仲間を見つけて愚痴を言い合いながら、気楽に楽しく作業するのが長続きのこつである。

SGE大容量シリンジ

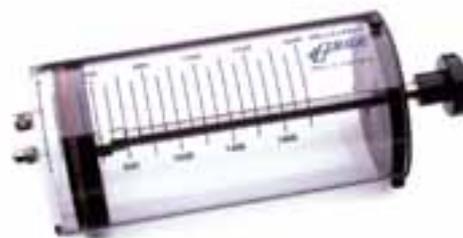
液体ピペッティング
シリンジポンプに
ガスサンプリング

現在ご使用のシリンジと比べてみて下さい

低価格で高精度なシリンジです！！



容 量 : 1mL, 2.5mL, 5mL, 10mL,
25mL, 50mL, 100mL, 500mL,
1000mL, 2000mL
容 量 精 度 : ±1%
接 続 部 : ルアーロック
仕 様 : ガスタイトタイプ



写真は2000mLジャンボシリンジP/N : 009930

品 名	P/N	容 量	希望納入価格(円)
1MDF-LL-GT	008025	1mL	7,300
2.5MDF-LL-GT	008425	2.5mL	7,300
5MDR-LL-GT	008760	5mL	8,700
10MDR-LL-GT	008960	10mL	8,900
25MDR-LL-GT	009462	25mL	21,600
50MR-LL-GT	009660	50mL	24,200
100MR-LL-GT	009760	100mL	34,000
500MAR-LL-GT	009910	500mL	64,500
1000MAR-LL-GT	009920	1000mL	64,500
2000MAR-LL-GT	009930	2000mL	101,300

* 上記ルアーロックシリンジに針は含まれておりません。別途、ご購入下さい。

* その他、シリンジ、シリンジ針等の価格表についてはカタログをご用意しておりますのでご請求ください。



1MDF-LL-GT、2.5MDF-LL-GTは固定型ルアーアダプターです。その他のシリンジは交換型ルアーアダプターのため簡単にバルブ付きルアーアダプターと交換することが可能です。
(P/N : 031910 5,100円)

特殊形状 / 特注のシリンジにつきましても一度ご相談下さい。

化学物質安全管理支援システム

システムアップ応援キャンペーン

～ 期間限定(平成18年3月末まで)～

「もう、これ以上は待たなし...」と、考えているアナタに!!

表計算ソフト(MS-Excel など)や簡易データベースソフト(FileMaker、 MS-Access など)を活用して毒劇物管理を行っているものの、システム自体が陳腐化して使い勝手が悪くなり、操作性に対する不満が増大している。

研究室内のシステム全体を把握することが困難となり、システム自体の安全性確保が難しくなってきた。また、トラブル発生時の対応にも時間がかかっている。

最近の環境変化(環境や健康に対する教員、学生の意識の高まりや各種法令の制定など)を踏まえ、管理範囲を有機溶媒や一般試薬にも拡大したいと考えている。



和光も応援させていただきたい... ですから...

完全 Web & Win,Mac 対応 ソフトウェア



「Chemical Design Ver.3.0」1セット(1研究室分)

+



サーバー1式

+



バーコードリーダー1台

を、**92万円**で、ご提供します!!

目的に応じた3つの導入パックをご用意しました!!

1ライセンスパック
(1研究室 5クライアント対応)
・研究室に専用のPCを置くことができるので外部からの不正アクセスやウイルス感染を予防し管理できます。

CHEMICAL DESIGN 1ライセンス
+
サーバー機
+
バーコードリーダー1台
= **92万円**

3ライセンスパック
(3研究室 15クライアント対応)
・3つの研究室で共同で導入いただけます。
・導入後はLANを使ってそれぞれの研究室で個別管理や全体の集計が行えます。

CHEMICAL DESIGN 3ライセンス
+
サーバー機
+
バーコードリーダー3台
= **168万円**

5ライセンスパック
(5研究室 30クライアント対応)
・5つの研究室で共同で導入いただけます。
・導入後はLANを使ってそれぞれの研究室で個別管理や全体の集計が行えます。

CHEMICAL DESIGN 5ライセンス
+
サーバー機
+
バーコードリーダー5台
= **248万円**

合わせて検討したい...

・電子天秤



定価: 110,000 円～
(株式会社島津製作所)

・ロータリーエバポレーター用
真空制御溶媒回収システム
「Labot-S」



希望納入価格: 468,000 円～
(サニートレーディング株式会社)

本文に収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。記載価格は本体価格のみで消費税は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)6203-3741(代表)
支店 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町四丁目5番13号 TEL(03)3270-8571(代表)

E-mail : org@wako-chem.co.jpURL : <http://www.wako-chem.co.jp>

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



古紙配合率100%再生紙を使用しています

06107学01R