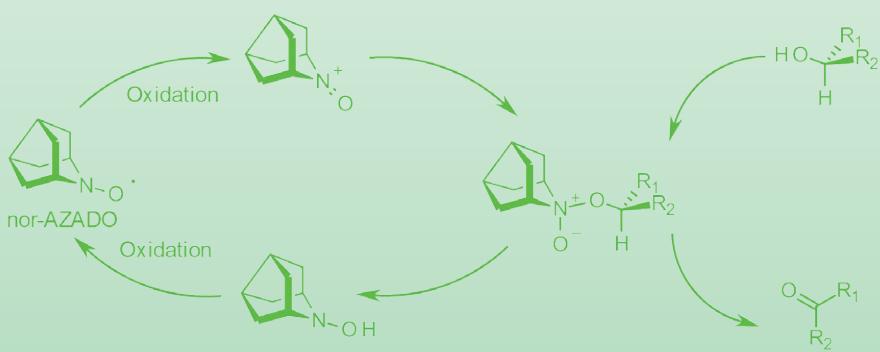
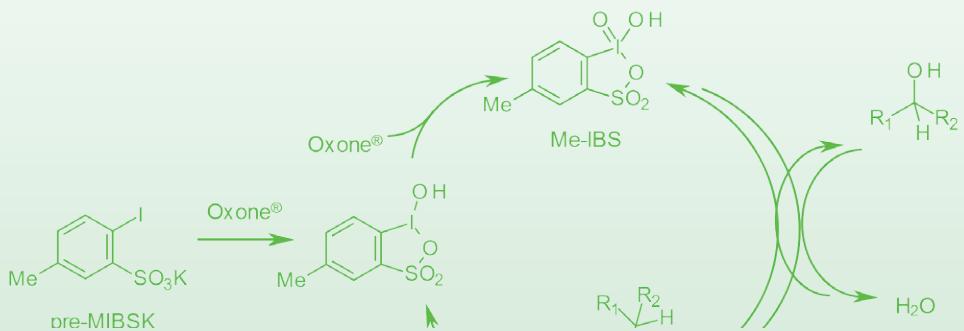


# 有機合成用

# 酸化剤 第3版



# 目次

## アルコールの酸化

- ・ニトロキシリラジカル酸化 ..... p.4
- ・ルテニウム酸酸化 ..... p.8
- ・超原子価ヨウ素酸化 ..... p.9
- ・DMSO/DMS酸化 ..... p.11
- ・クロム酸酸化 ..... p.15
- ・金属アルコキシドによる酸化 ..... p.18
- ・マンガン酸酸化 ..... p.19
- ・モリブデン酸酸化 ..... p.21

## ジオール・エポキシド・ラクトン化

- ・ジヒドロキシリ化反応 ..... p.23
- ・エポキシド, ラクトン化反応 ..... p.25
- ・エポキシ化反応 ..... p.29

## その他

- ・アリル位のヒドロキシリ化 ..... p.32
- ・アルケンのカルボニル化 ..... p.33
- ・ブロモヒドリン, エポキシド化 ..... p.34
- ・*N*-オキシド化 ..... p.35
- ・C-Si結合のC-OH化反応 ..... p.36
- ・アミン酸化 ..... p.37

## 略語一覧

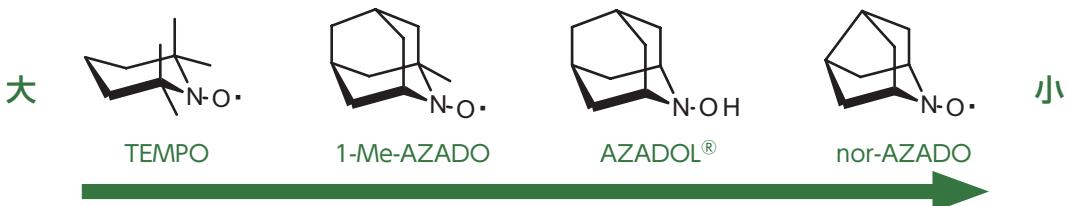
acac	acetylacetone
DCAA	dichloroacetic acid
DCC	dicyclohexyl carbodiimide
DET	diethyltartrate
DHQ	dihydro guinone
DIPEA	diisopropylethylamine
DMAP	N,N-dimethyl-4-aminopyridine
DME	dimethoxyethane
DMP	Dess-Martin Periodinane
DMSO	dimethylsulfoxide
EDCI	1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl)carbodiimide hydrochloride (WSC)
EDTA	ethylenediaminetetraacetic acid
KHMDS	potassium bis(trimethyl silyl)amide
mCPBA	<i>m</i> -chloroperoxybenzoic acid
MOM	methoxymethyl
NBS	N-bromosuccinimide
NCS	N-chlorosuccinimide
NMO	N-methylmorphorine-N-oxide
PCC	pyridinium chlorochromate
PDC	pyridinium dichromate
PIFA	phenyl iodonium bis(trifluoroacetate)
PMB	<i>p</i> -methoxybenzyl
PMP	<i>p</i> -methoxyphenyl
TBDPS	<sup>t</sup> butyldiphenylsilyl
TBHP	<sup>t</sup> butyl hydroperoxide
TBS	<sup>t</sup> butyldimethylsilyl
TFAA	trifluoroacetic acid anhydride
THF	tetrahydrofuran
TIPS	triisopropylsilyl
TMSCN	trimethylsilyl cyanide
TPAP	tetrapropylammonium perruthenate
UHP	urea-hydrogen peroxide

# ニトロキシリラジカル酸化

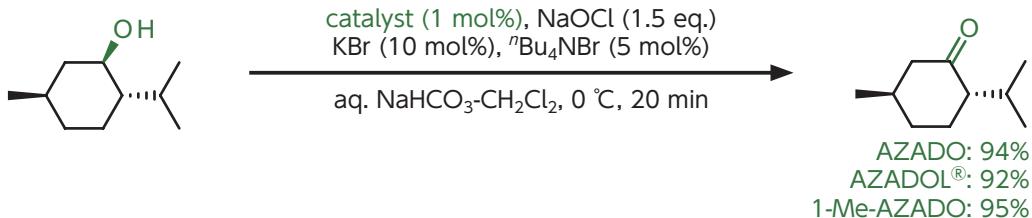
## TEMPO / AZADOシリーズ

- 超高活性のアルコール酸化触媒(TEMPOの20倍以上の活性)<sup>[a],[b],[c]</sup>
- 禁水・低温など厳密な条件設定が不要
- 立体的に混み合った第2級アルコールも酸化可能
- 最も活性の高いnor-AZADOは空気酸化反応も可能

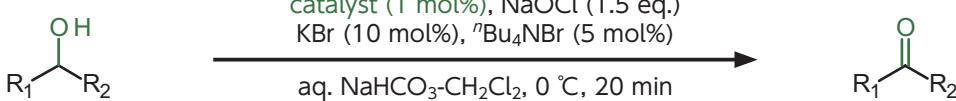
### 反応点近傍の立体障害



### 触媒別活性検討例



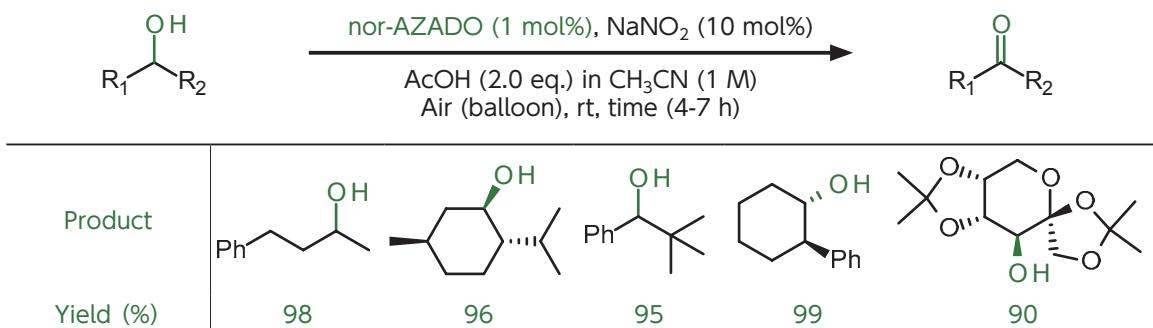
### モデル基質検討例<sup>[d]</sup>



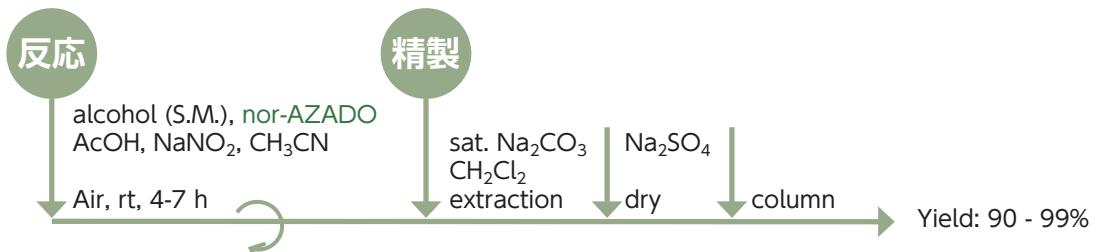
Catalyst	Product	Yield (%)				
		TEMPO	AZADO*	1-Me-AZADO	AZADOL®	nor-AZADO
TEMPO		83	0	16	13	8
AZADO*		98	93	99	91	97
1-Me-AZADO		94	94	99	95	99

\*AZADOL®が同等品

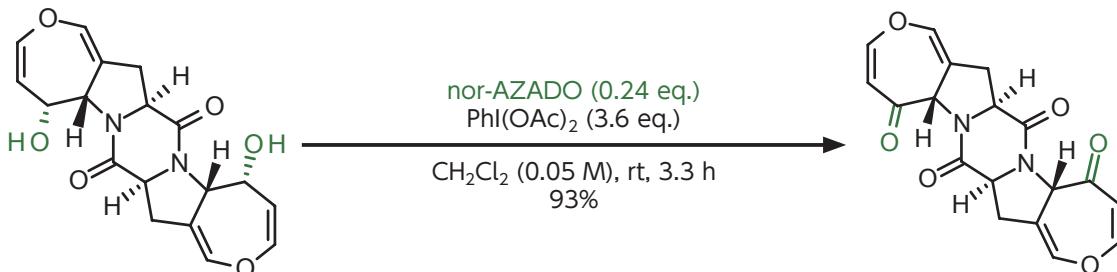
## nor-AZADOの空気酸化反応検討例<sup>[e]</sup>



アルコールの酸化



## nor-AZADO 天然物合成への応用例<sup>[f]</sup>



### 〈参考文献〉

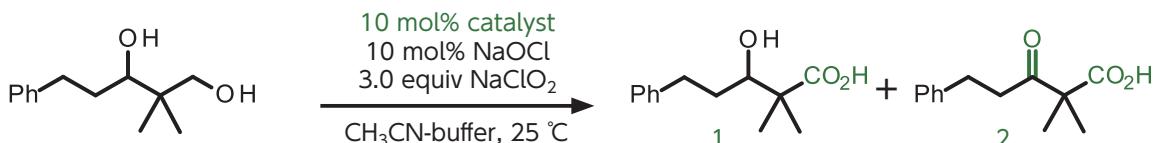
- [a] Iwabuchi, Y. : *Chem. Pharm. Bull.*, **61**, 1197 (2013).
- [b] 岩渕好治 : *Wako Organic Square*, **29**, 2 (2009).
- [c] 岩渕好治 : *Wako Organic Square*, **45**, 2 (2013).
- [d] Shibuya, M., Sasano, Y., Tomizawa, M., Hamada, T., Kozawa, M., Nagahama, N. and Iwabuchi, Y. : *Synthesis*, 3418 (2011).
- [e] Hayashi, M., Sasano, Y., Nagasawa, S., Shibuya, M. and Iwabuchi, Y. : *Chem. Pharm. Bull.*, **59**, 1570 (2011).
- [f] Fujiwara, H., Kurogi, T., Okaya, S., Okano, K. and Tokuyama, H. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, 13062 (2012).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
209-19501	TEMPO	5 g	6,700
207-19502		25 g	20,000
205-19503		100 g	65,000
087-09991	4-OH-TEMPO	5 g	8,000
085-09992		25 g	20,000
132-15261	1-Me-AZADO	100 mg	8,500
138-15263		500 mg	29,000
010-24921	AZADOL®	100 mg	4,600
016-24923		1 g	14,000
014-24924		5 g	48,000
012-24981	nor-AZADO	100 mg	10,000
016-24984		1 g	16,000
012-24986		5 g	65,000

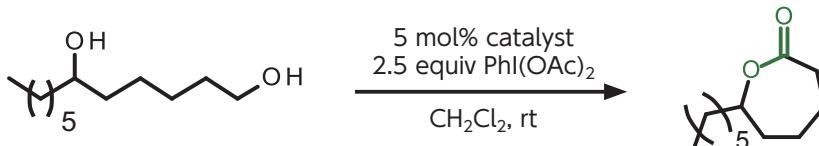
AZADOL®は日産化学工業株式会社の登録商標です。

## DMN-AZADO

- TEMPOよりも高活性
- 第一級アルコールを選択的に酸化

DMN-AZADOの選択性的酸化反応<sup>[a],[b]</sup>

Catalyst	Time (h)	Yield (%)		S.M. Recovery (%)
		1	2	
TEMPO	24	58	0	31
1-Me-AZADO	2	47	9	35
DMN-AZADO	1	90	0	0
DMN-AZADO (5 mol%)	3	91	0	0



Catalyst	Time (h)	Yield (%)
TEMPO	9	75
DMN-AZADO	3	78

## 〈参考文献〉

- [a] Doi, R., Shibuya, M., Murayama, T., Yamamoto, Y. and Iwabuchi, Y. : *J. Org. Chem.*, **80**, 401 (2015).  
 [b] 濵谷正俊, 岩渕好治 : 和光純薬時報, **84**, 8 (2016).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
048-33891	DMN-AZADO <sup>Ref</sup>	100 mg	11,000
044-33893		500 mg	37,000

### 次亜塩素酸ナトリウム・五水和物 結晶タイプ

- 通常(5.0%溶液)の約8倍以上の濃度(有効塩素39.0%以上)
- 溶液品と比べ、安定
- 結晶タイプのため保管の際の省スペース化が可能

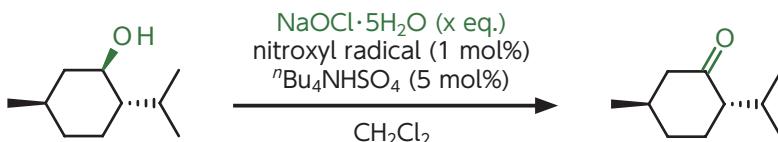


次亜塩素酸ナトリウムの結晶タイプは酸化剤への反応性が汎用的な溶液タイプと異なることが報告されました。

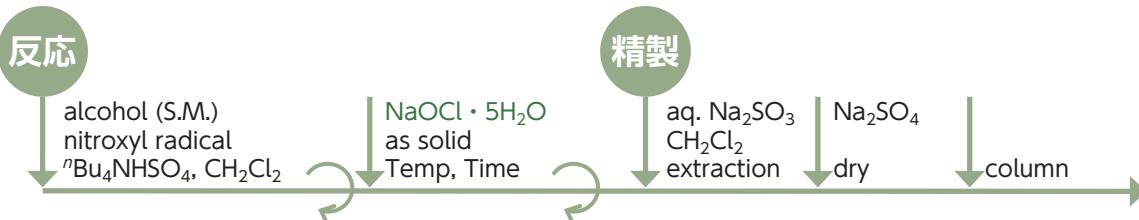
ニトロキシルラジカル酸化反応において共酸化剤として用いると、反応前に濃度滴定を必要とせず、反応条件と操作を簡便化することができます。

また従来の溶液タイプのものと比較すると結晶タイプは高濃度かつ安定です。

#### 反応例<sup>[a]</sup>



Catalyst	NaOCl·5H <sub>2</sub> O (x eq.)	Temp. (°C)	Time (h)	Yield (%)
TEMPO	1.6	15	2	96
1-Me-AZADO	1.4	rt	0.5	98



#### 参考文献

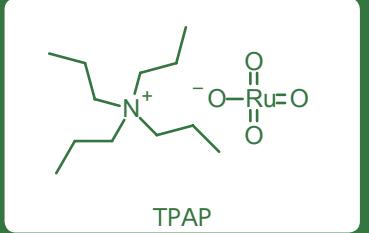
[a] Okada, T., Asawa, T., Sugiyama, Y., Kiriha, M., Iwai, T. and Kimura, Y.: *Synlett.*, **25**, 596 (2014).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
195-17212	次亜塩素酸ナトリウム五水和物 Ref.	25 g	2,300
199-17215		500 g	4,500
197-02206	次亜塩素酸ナトリウム溶液 (有効塩素(Cl):5.0+%)	500 mL	900
195-02207		20 kg	照会
207-09732		25 g	2,850
209-09731	硫酸水素テトラブチルアンモニウム	100 g	6,800
201-09735		500 g	27,000

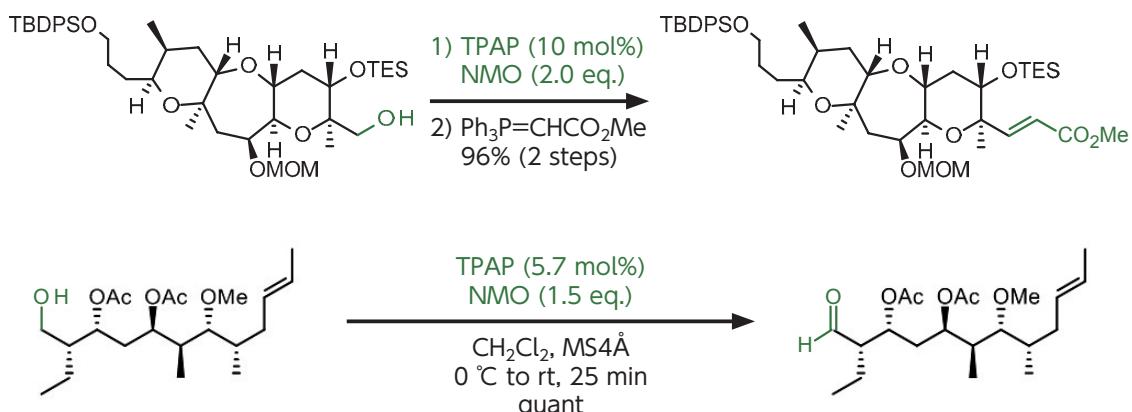
# ルテニウム酸酸化

## TPAP酸化

- マイルドな反応条件下でアルコールの酸化が進行
- 共酸化剤としてNMO(*N*-メチルモルホリンオキシド)を使用
- 第1級アルコールの酸化を行うとアルデヒドが得られる



## 反応例<sup>[a], [b]</sup>



## 反応



## 精製

## 参考文献

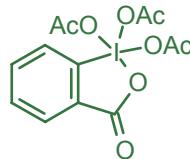
- [a] Takamura, H., Yamagami, Y., Kishi, T., Kikuchi, S., Nakamura, Y., Kadota, I. and Yamamoto, Y. : *Tetrahedron*, **66**, 5329 (2010).  
 [b] Keck, G. E., Knutson, C. E., and Wiles, S. A. : *Org. lett.*, **3**, 707 (2001).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
200-19531		250 mg	5,800
206-19533	過ルテニウム酸テトラプロピルアンモニウム(TPAP)	1 g	12,000
204-19534		5 g	39,000
326-21092		25 g	9,600
324-21093	4-メチルモルホリン <i>N</i> -オキシド(NMO) <sup>Ref</sup>	100 g	19,000

# 超原子価ヨウ素酸化

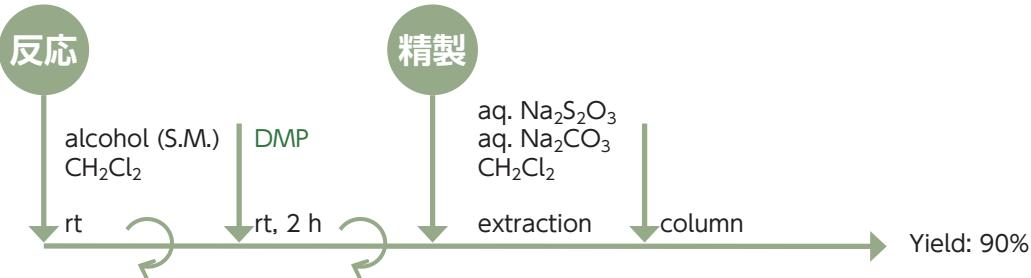
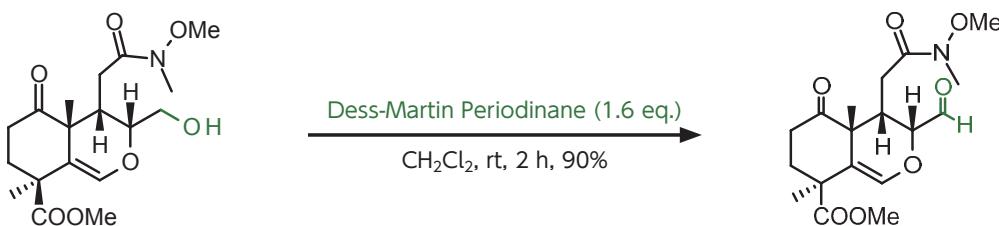
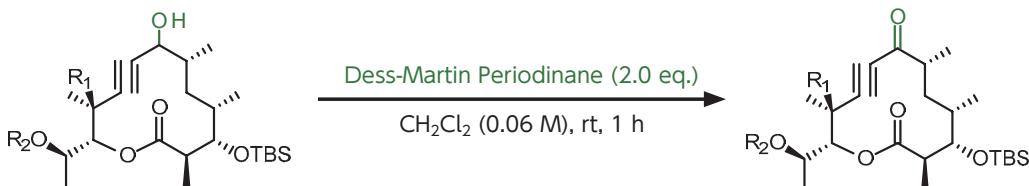
## Dess-Martin酸化

- 超原子価ヨウ素のアルコール酸化試薬
- 第1級/第2級アルコールの酸化が可能
- 第1級アルコールの酸化はアルデヒドで選択的に停止
- 官能基許容性が高く、天然物の合成などで汎用される



Dess-Martin Periodinane(DMP)

## 反応例<sup>[a],[b]</sup>



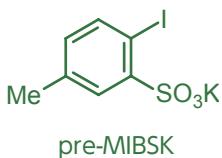
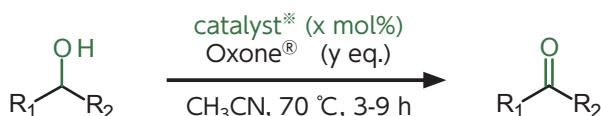
## 参考文献

- [a] Oh, H. S. and Kang, H. Y. : *Tetrahedron*, **66**, 4307 (2010).  
 [b] Boeckman Jr, R. K., Ferreira, M. R. R., Mitchell, L. H., Shao, P., Neeb, M. J. and Fang, Y. Y. : *Tetrahedron*, **67**, 9787 (2011).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
350-39641	デス-マーチン試薬 [F° 危]	1 g	5,500
356-39643		5 g	17,000
358-39642		25 g	56,000
354-39644		100 g	160,000
091-00551	<i>o</i> -ヨード安息香酸	5 g	2,000
099-00552		25 g	4,000
093-00555		500 g	40,500
159-02201	Oxone®—過硫酸塩化合物	100 g	4,100
155-02203		1 kg	7,700

## pre-MIBSK

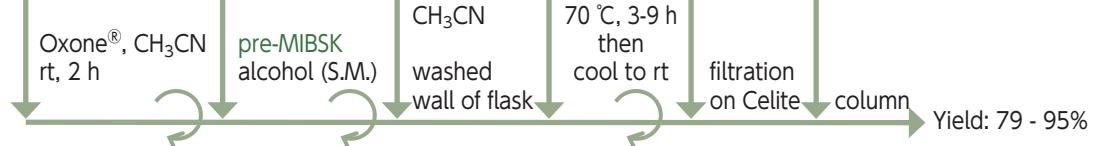
- 超原子価ヨウ素のアルコール酸化触媒<sup>[c]</sup>
- Dess-Martin/IBX 酸化試薬と比べ、安全かつ安価
- アルデヒド/カルボン酸の選択的酸化をOxone®の添加量で制御が可能
- 反応後はOxone®をフィルター濾過後、カラム処理

反応例<sup>[c],[d]</sup>

Ketone	Aldehyde	Carboxylic acid	
$x=1, y=0.6$ 88%	$x=1, y=0.65$ 90%	$x=1, y=0.6$ 95%	$x=1, y=0.6$ 84%
$x=2, y=0.8$ 89%	$x=1, y=1.3$ 91%	$x=1, y=1.2$ 94%	$x=1, y=1.2$ 93%
		$x=1, y=1.2$ 90%	

※pre-IBSのデータを掲載

## 反応



## 精製

## 参考文献

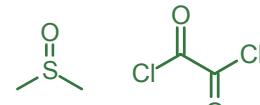
- [c] Uyanik, M., Akakura, M., Ishihara, K. : *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 251 (2009).  
 [d] Uyanik, M., Ishihara, K. : *Org. Synth.*, **89**, 105 (2012).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
163-25743	pre-MIBSK	1 g	7,000
161-25744		5 g	20,000
159-02201	Oxone®一過硫酸塩化合物	100 g	4,100
155-02203		1 kg	7,700

# DMSO/DMS 酸化

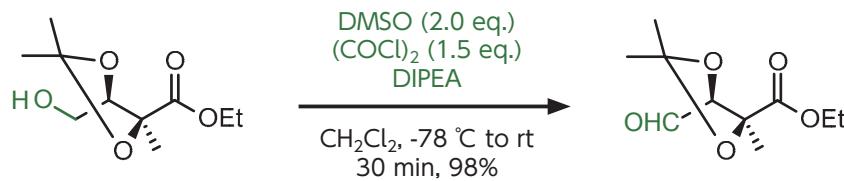
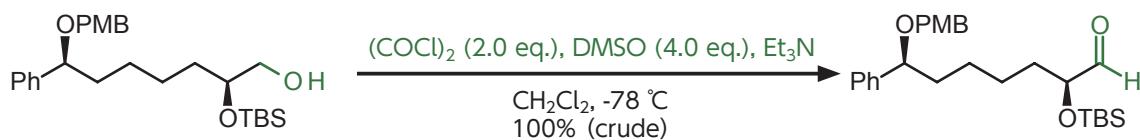
## Swern 酸化

- ジメチルスルホキシドとオキサリルクロリドから活性種を発生<sup>[a]</sup>
- 低コストのため広く使用される
- 悪臭原因のジメチルスルフィドと一酸化炭素を副生することが欠点
- オキサリルクロリドの替わりにTFAAを用いる手法もある

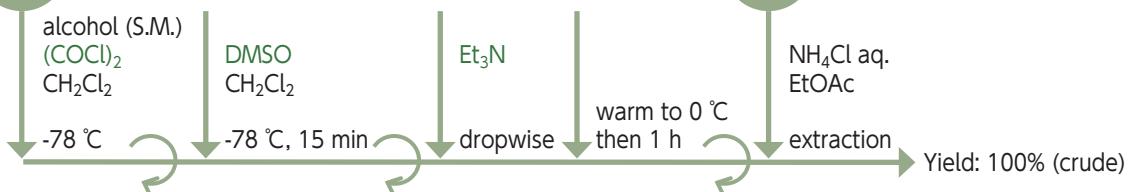


DMSO, (COCl)<sub>2</sub>, Base

## 反応例<sup>[b],[c]</sup>



## 反応



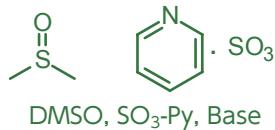
## 精製

## 注意点

- DMSOとオキサリルクロリドから生成するクロロスルホニウム塩は-60 °C付近で分解するため、温度コントロールが重要となる。
- ジメチルスルフィドは大変な悪臭を放つため、使用後の容器などは次亜塩素酸ナトリウム溶液などで洗浄する事が推奨される。または、DMSOの代わりにドデシルメチルスルホキシドを使用することで、不快な臭いを低減できる。

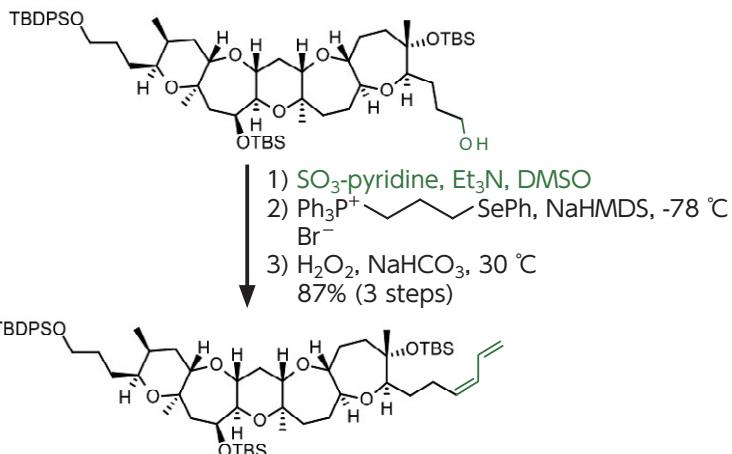
## Parikh-Doering 酸化

- DMSOとSO<sub>3</sub>-Py錯体を反応系に使用
- 室温で反応が進行

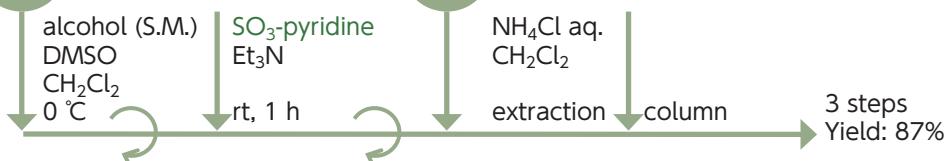


### 反応例<sup>[d]</sup>

アルコールの酸化



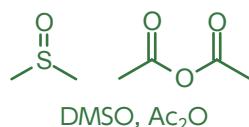
### 反応



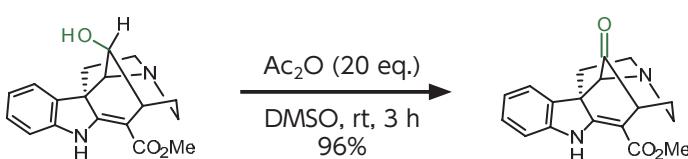
### 精製

## Albright-Goldman 酸化

- DMSO中、無水酢酸を用いる酸化反応
- 通常、室温で反応が進行(Swern酸化は-78 °C)
- 反応後にジメチルスルフィドが発生するため、悪臭が問題となる



### 反応例<sup>[e]</sup>

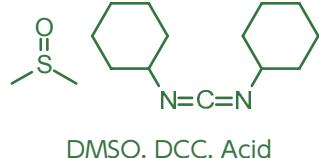


### 反応

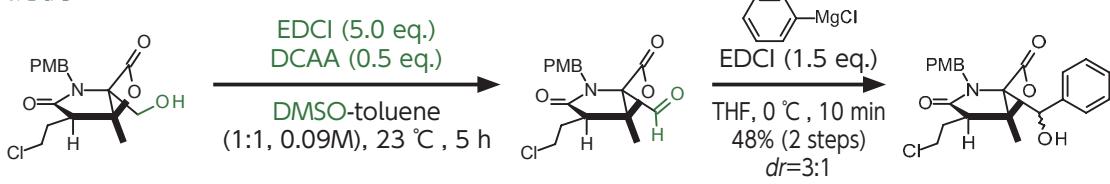


## Pfitzner-Moffatt 酸化

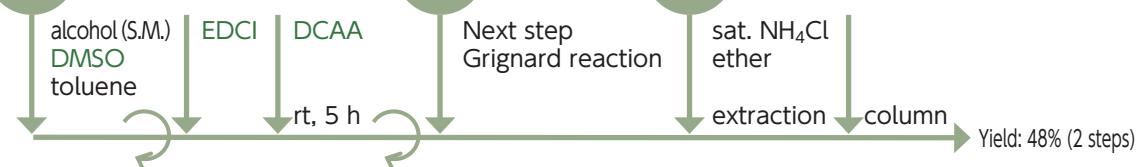
- DMSOとDCCにより活性種を形成
- Swern酸化と比べ悪臭がない
- 室温での反応が可能
- 副生する尿素が分離の課題になることが多い  
(代替のEDCIで副生する尿素の抽出分離が可能)



### 反応例<sup>[f]</sup>



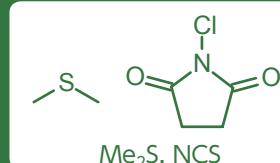
### 反応



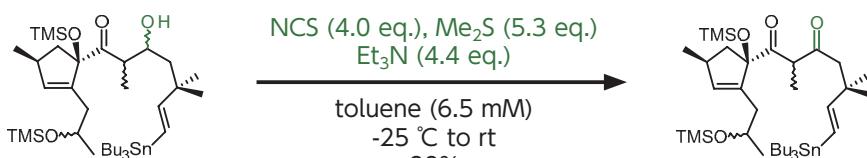
### 精製

## Corey-Kim 酸化

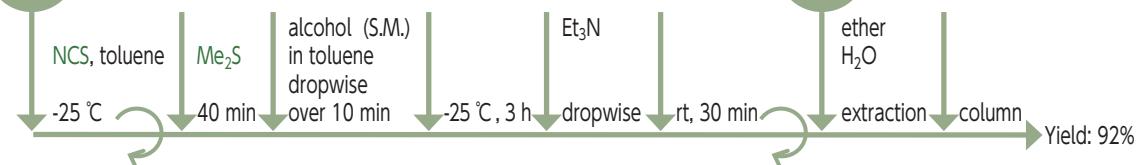
- ジメチルスルフィドとN-クロロスクシンイミドにより活性種を形成
- 0 °C条件下、第1級アルコールはアルデヒドで停止
- -78 °C条件下、第2級アルコールのケトンへの酸化も可能
- アリルアルコールに用いた場合にはアリルクロリドが得られる<sup>[g]</sup>
- 悪臭のジメチルスルフィドの代替にドデシルメチルスルフィドも使用される



### 反応例<sup>[h]</sup>



### 反応



### 精製

## 参考文献

- [a] Tidwell, T. T. : *Synthesis*, 857 (1990).
- [b] Trost, B. M., Sieber, J. D., Qian, W., Dhawan, R. and Ball, Z. T. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **48**, 5478 (2009).
- [c] Xie, W., Ding D., Zi, W., Li, G. and Ma, D. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **47**, 2844 (2008).
- [d] Zhang, Y., Rohanna, J., Zhou, J., Iyer, K. and Rainier, J. D. : *J. Am. Chem. Soc.*, **133**, 3208 (2011).
- [e] Martin, C. L., Nakamura, S., Otte, R. and Overman, L. E. : *Org. Lett.*, **13**, 138, (2011).
- [f] Nguyen, H., Ma, G., Gladysheva, T., Fremgen, T. and Romo, D. : *J. Org. Chem.*, **76**, 2 (2011).
- [g] Keck, G. E., Giles, R. L., Cee, V. J., Wager, C. A., Yu, T. and Kraft, M. B. : *J. Org. Chem.*, **73**, 9675, (2008).
- [h] Gyorkos, A. C., Stille, J. K. and Hegedus, L. S. : *J. Am. Chem. Soc.*, **112**, 8465 (1990).

## Swern 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
049-07213	ジメチルスルホキシド <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">危</span>	100 mL	1,150
043-07216		500 mL	1,850
043-07211		3 L	7,150
041-07217		18 kg	照会
155-01642	二塩化オキサリル (COCl) <sub>2</sub>	25 mL	2,900
157-01641		100 mL	9,000
159-01645		500 mL	23,000
208-02643	トリエチルアミン <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">危</span>	25 mL	950
202-02641		100 mL	1,200
202-02646		500 mL	2,080
208-02648		14 kg	照会
047-28591	デシルメチルスルホキシド <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ref<sup>o</sup></span>	10 g	13,000
043-28593		50 g	46,000

## Parikh-Doering 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
329-43182	三酸化硫黄-ピリジン錯体 (SO <sub>3</sub> -Py)	25 g	3,400
323-43185		500 g	27,900

## Albright-Goldman 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
017-00273	無水酢酸 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">劇</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">III</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">危</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">特麻原</span>	100 mL	1,100
011-00276		500 mL	1,880
011-00271		3 L	7,900

## Pfitzner-Moffatt 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
040-01682	<i>N,N'</i> -ジシクロヘキシリカルボジイミド (DCC) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ref<sup>o</sup></span>	25 g	1,700
042-01681		100 g	3,200
044-01685		500 g	11,000
348-03631	塩酸1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド (EDCI/WSC)	5 g	6,400
346-03632		25 g	22,000
344-03633		100 g	65,600

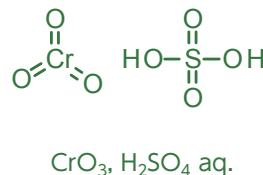
## Corey-Kim 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
132-05913	ジメチルスルフィド <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">危</span>	25 mL	2,350
136-05916		500 mL	5,200
354-13862	<i>N</i> -クロロこはく酸イミド	25 g	3,100
358-13865		500 g	13,600
040-28581	デシルメチルスルフィド <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ref<sup>o</sup></span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">危</span>	10 g	6,000
046-28583		50 g	21,000

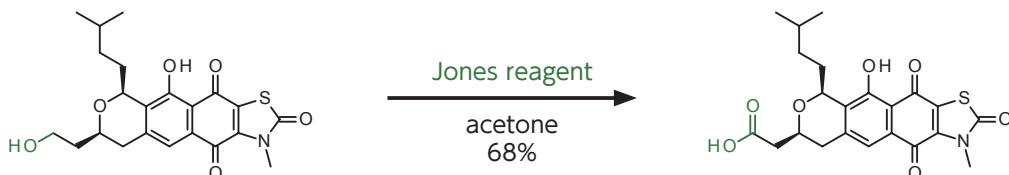
# クロム酸酸化

## Jones 酸化

- 第1級アルコールはカルボン酸、第2級アルコールはケトンへと酸化
- 反応操作は三酸化クロムと希硫酸の溶液をアセトン溶液に滴下させ行う
- 反応は速やかに進行、色の変化による反応追跡が可能
- 反応処理はショートパッドカラムにて精製



### 反応例<sup>[a]</sup>



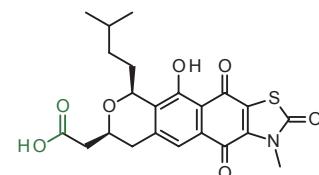
## 反応

alcohol (S.M.)  
acetone  
rt

Jones reagent  
a deep orange color  
persisted  
dropwise

## 精製

water  
EtOAc  
extraction

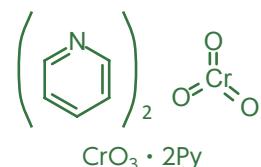


short pad column

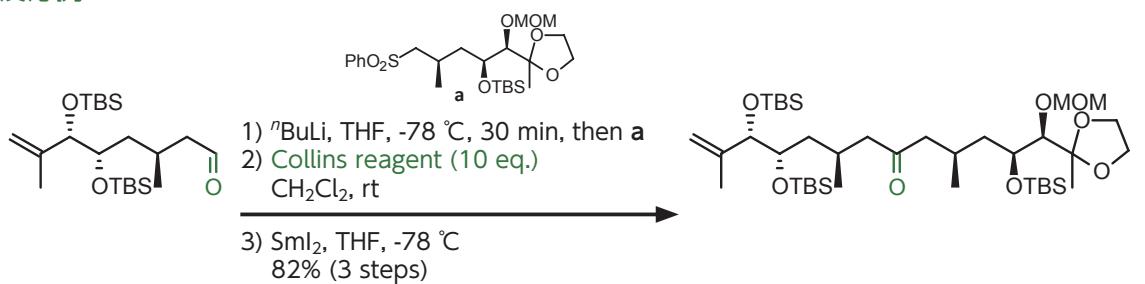
Yield: 68%

## Collins 酸化

- 試薬の調製は三酸化クロムをピリジンに溶解させ行う
- 酸性条件のJones酸化に対し、Collins酸化は中性条件で行う
- 酸で壊れやすい基質に対してよく使用される



### 反応例<sup>[b]</sup>



## 反応

alcohol (S.M.)  
 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$

$0^\circ\text{C}$

Collins reagent

1 h, rt

## 精製

filtration on  $\text{Al}_2\text{O}_3$

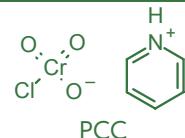
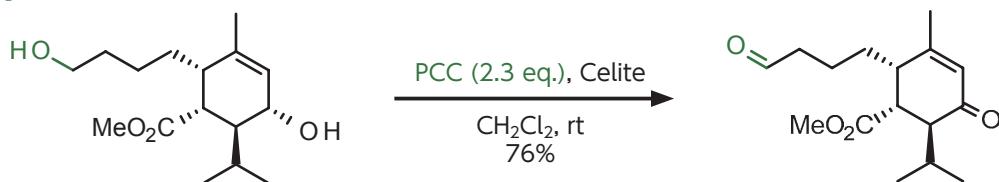
aq.  $\text{CuSO}_4$   
brine

extraction

(3 steps)  
Yield: 82%

## PCC 酸化

- Jones酸化に比べ酸化力を抑制している
- 第1級アルコールはアルデヒドで停止
- 精製の簡便化のため反応系にセライトを加えることが多い

反応例<sup>[c]</sup>

## 反応

alcohol(S.M.)  
Celite  
 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$   
 $0^\circ\text{C}$

PCC

30 min

$\text{SiO}_2$

2 h, rt

evaporation

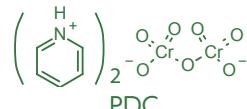
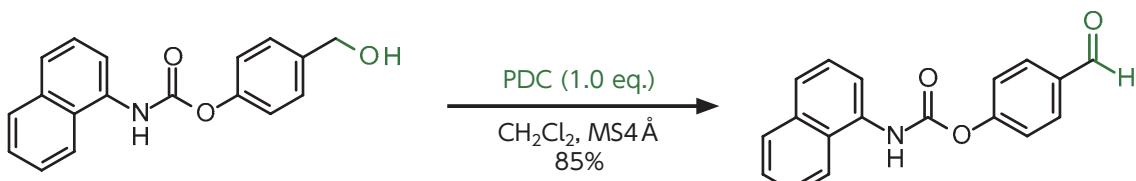
direct loaded on a silicagel column

Yield: 76%

## 精製

PDC 酸化<sup>[d]</sup>

- 酸性下で行うPCC酸化に対し、PDC酸化は中性条件で行う
- 酸で壊れやすい基質に対してよく使用される

反応例<sup>[d]</sup>

## 反応

alcohol (S.M.)  
 $\text{MS4}\text{\AA}$   
 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$

PDC

5 h

diethyl ether

dilution

filtration on a pad column

column

Yield: 85%

## 精製

## 参考文献

- [a] Nawrat, C. C. and Moody, C. J. : *Org. Lett.*, **14**, 1484 (2012).
- [b] Zhang, F. M., Peng, L., Li, H., Ma, A. J., Peng, J. B., Guo, J. J., Yang, D., Hou, S. H., Tu, Y. Q. and Kitching, W. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, 10846 (2012).
- [c] Kreis, L. M. and Carreira, E. M. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, 3436 (2012).
- [d] Luo, X., Liu, Y., Kubicek, S., Myllyharju, J., Tumber, A., Ng, S., Che, K. H., Podoll, J., Heightman, T. D., Oppermann , U., Schreiber, S. L. and Wang, X. : *J. Am. Chem. Soc.*, **133** , 9451 (2011).

## Jones 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
035-03233	酸化クロム(VI) [劇]-II [危]	10 g	2,000
037-03232		25 g	2,200
039-03231		100 g	4,200
031-03235		500 g	7,800
192-04696	硫酸 [劇]-II	500 mL	950

## Collins 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
035-03233	酸化クロム(VI) [劇]-II [危]	10 g	2,000
037-03232		25 g	2,200
039-03231		100 g	4,200
031-03235		500 g	7,800
164-05312		25 mL	1,100
162-05313	ピリジン [危]	100 mL	1,350
166-05316		500 mL	3,150
166-05311		3 L	13,400

## PCC 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
161-25761	クロロクロム酸ピリジニウム [劇]-III	10 g	4,000
167-25763		50 g	8,200
163-25765		500 g	51,800

## PDC 酸化

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
353-24442	ニクロム酸ピリジニウム [劇]-III	25 g	3,400
357-24445		500 g	18,300

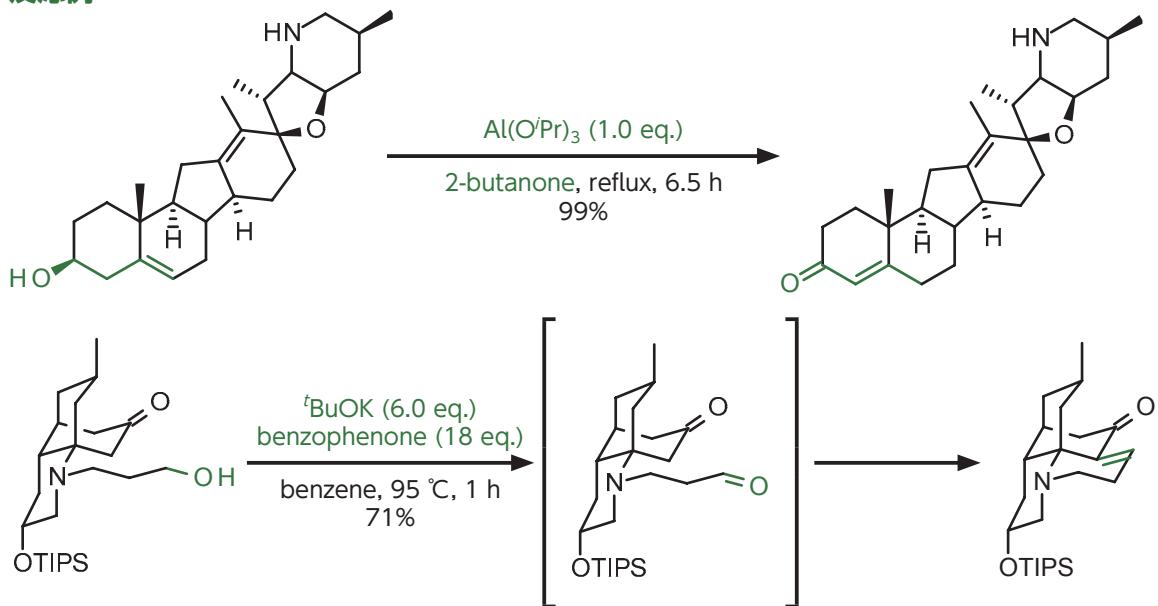
# 金属アルコキシドによる酸化

## Oppenauer 酸化

- 金属アルコキシド存在下、ケトンを用いて第1級と第2級アルコールを対応するアルデヒドやケトンへ酸化する
- 可逆反応
- 生成物のアルデヒドから過剰に酸化されることはない（カルボン酸は生成しない）

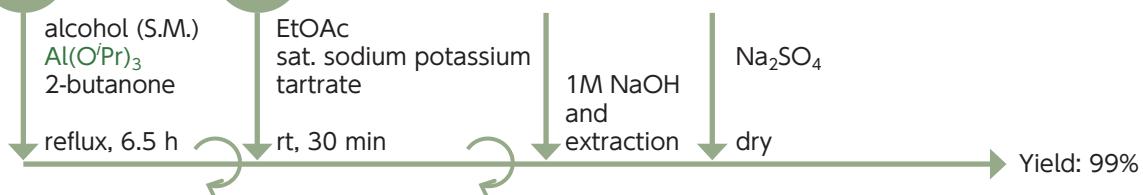
metal alkoxide  
+  
ketone

## 反応例<sup>[a],[b]</sup>



## 反応

## 精製



## 参考文献

- [a] Goff, R. D. and Thorson, J. S. : *Org. Lett.*, **14**, 2454 (2012).  
 [b] Saha, M. and Carter, R. G. : *Org. Lett.*, **15**, 736 (2013).

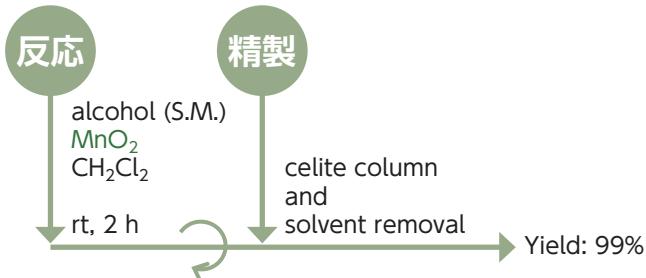
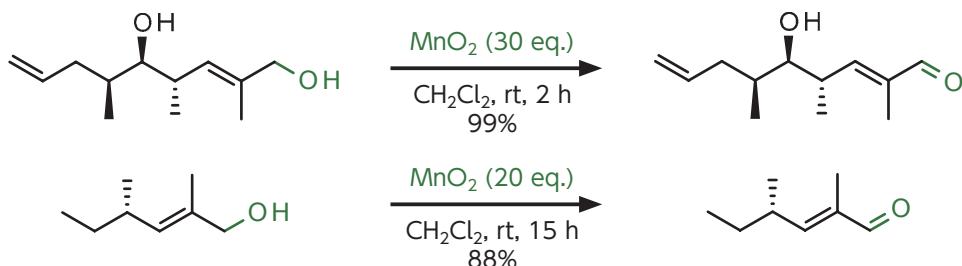
コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
012-16012	アルミニウムイソプロポキシド <small>危</small>	25 g	1,650
016-16015		500 g	4,900

# マンガン酸酸化

## 二酸化マンガン

- マイルドな反応条件下でアルコールの酸化が進行
- アリルアルコールなどの電子豊富なアルコールの酸化が優先される
- 第1級アルコールを酸化するとアルデヒドが得られる(カルボン酸はほぼ生成しない)
- 過剰量の二酸化マンガンを用いる(不均一系反応のため後処理は濾過のみ)

### 反応例<sup>[a],[b]</sup>



### 〈参考文献〉

- [a] Jahn, C., Hoffmann, T., Müller, S., Gerth, K., Washausen, P., Höfle, G., Reichenbach, H., Kalesse, M. and Müller, R.: *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, 5239 (2012).
- [b] Fujita, K., Matsui, R., Suzuki, T. and Kobayashi, S.: *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, 7271 (2012).

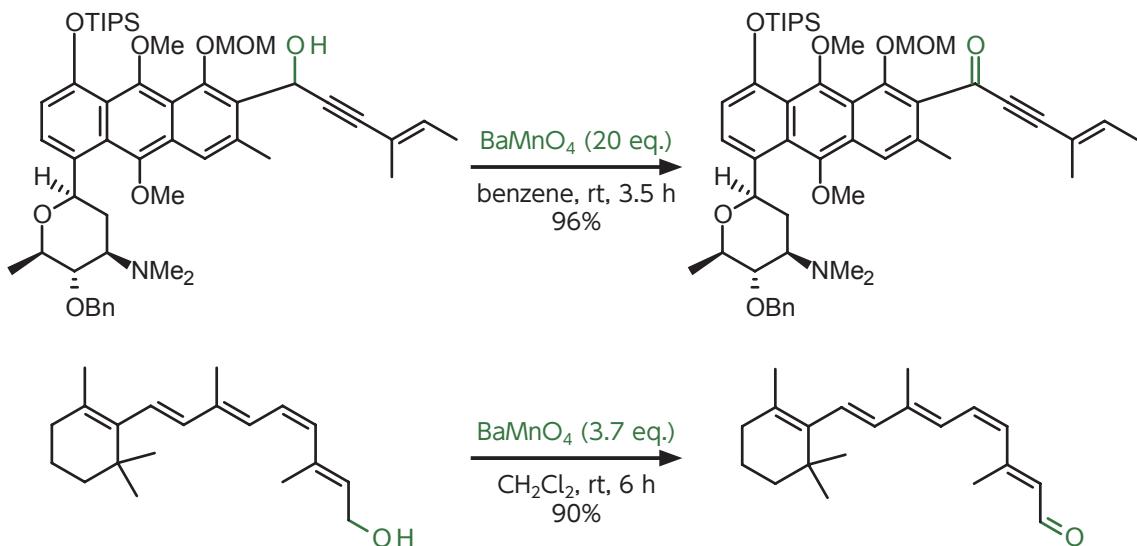
コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
133-09681	酸化マンガン(IV), 99.5%	50 g	3,300
135-09685		500 g	7,500

### マンガン酸バリウム

- マイルドな反応条件下でアルコールの酸化が進行
- 二酸化マンガンと比較して、容易に第2級アルコールの酸化が進行
- 過剰量のマンガン酸バリウムを用いる(不均一系反応のため後処理は濾過のみ)

BaMnO<sub>4</sub>

### 反応例<sup>[c],[d]</sup>



### 反応

alcohol (S.M.)  
benzene

rt

BaMnO<sub>4</sub>  
in benzene  
(dropwise)

rt, 3.5 h

### 精製

a pad of Celite  
and  
solvent removal

Yield: 96%

### 参考文献

- [c] O'Keefe, B. M., Mans, D. M., Kaelin, Jr, D. E. and Martin, S. F. : *J. Am. Chem. Soc.*, **132**, 15528 (2010).  
 [d] Bergueiro, J., Montenegro, J., Cambeiro, F., Saá, C. and López, S. : *Chem. Eur. J.*, **18**, 4401 (2012).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
024-18491	マンガン酸バリウム <small>劇-III</small>	5 g	5,500
022-18492		25 g	16,000
020-18493		100 g	45,000

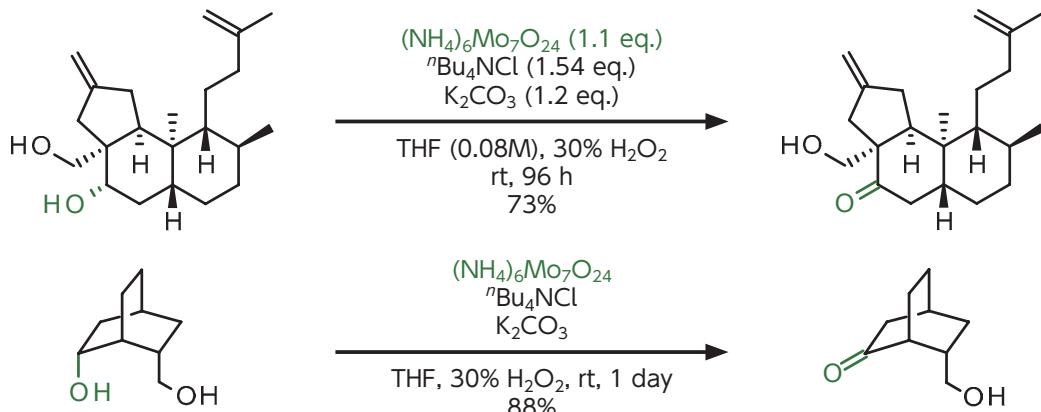
# モリブデン酸酸化

## Trost 酸化

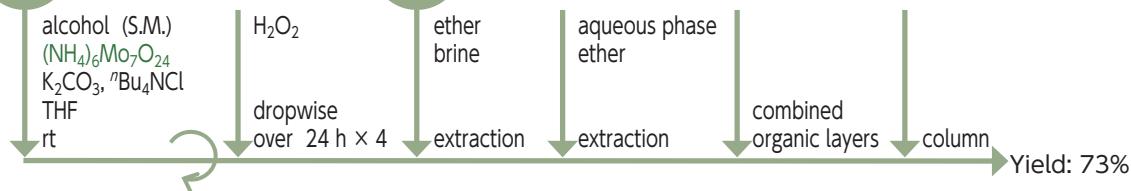
- 第2級アルコールを選択的にケトンへ酸化

$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$

### 反応例<sup>[a],[b]</sup>



### 反応



### 精製

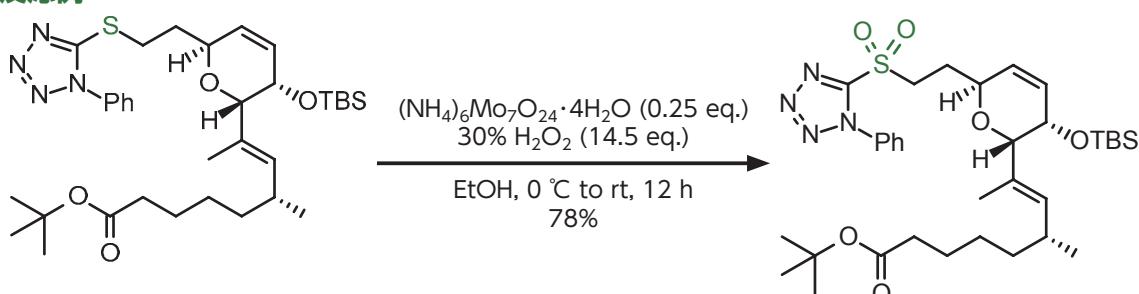
### 参考文献

- [a] Paquette, L. A, Sauer, D. R., Cleary, D. G., Kinsella, M. A., Blackwell, C. M. and Anderson, L. G. : *J. Am. Chem. Soc.*, **114**, 7375 (1992).  
 [b] Trost, B. M. and Masuyama, Y. : *Tetrahedron Lett.*, **25**, 173 (1984).

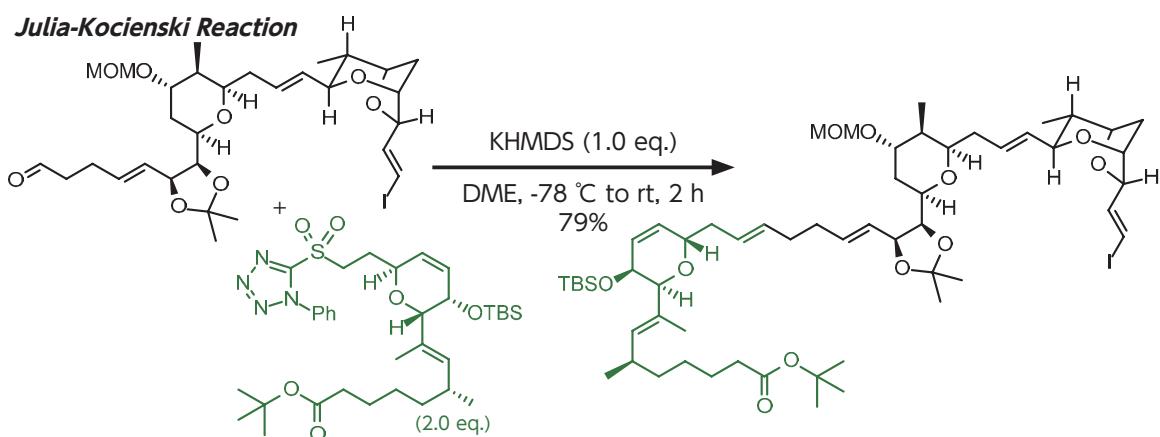
コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
016-06902		25 g	1,900
018-06901	七モリブデン酸六アンモニウム四水和物	100 g	3,700
010-06905		500 g	14,000
080-01186		500 mL	900
088-01187	過酸化水素 (about 30%) 効-II	20 kg	照会
168-03492		25 g	1,400
160-03491	炭酸カリウム	100 g	2,000
162-03495		500 g	3,250
168-03497		15 kg	照会
166-25392		25 g	2,500
168-25391	炭酸カリウム, 微細粉末	100 g	2,800
160-25395		500 g	3,700

## スルフィドの酸化

- Mo錯体を用いてスルフィドの酸化をすることで、官能基許容性が高い反応が可能
- スルホンに酸化した後、Julia-Kocienski反応に応用可能

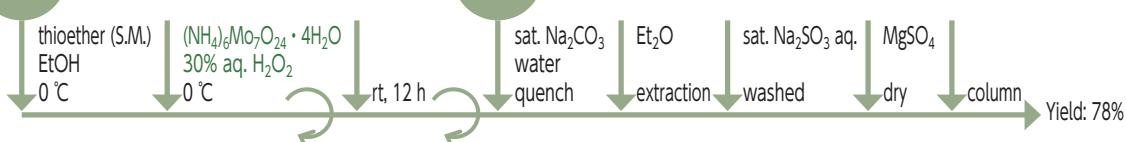
 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot \text{H}_2\text{O}_2$ 反応例<sup>[c]</sup>

## Julia-Kocienski Reaction



## 反応

## 精製



## 参考文献

[c] Crimmins, M. T., Haley, M. W. and O' Bryan, E. A. : *Org. Lett.*, **13**, 4712 (2011).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
359-04382	5-メルカプト-1-フェニルテトラゾール <small>危</small>	25 g	3,900

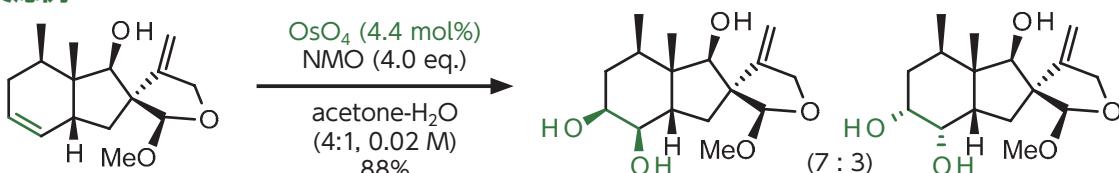
# ジヒドロキシリ化反応

## オスミウム酸化

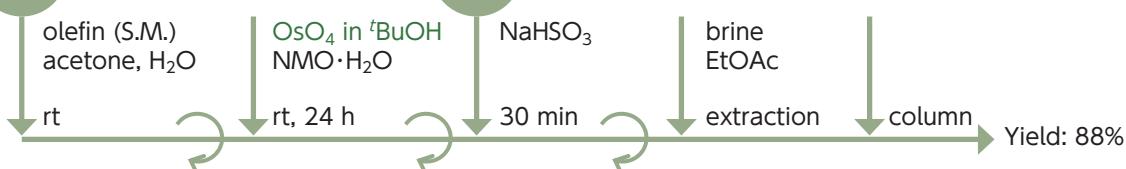
- アルケンをジヒドロキシリ化
- オスミウムと共に酸化剤(NMOもしくはヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム)を用いる反応
- 酸化オスミウム(VIII)は毒性が非常に高く揮発性も有するため、必ずドラフト内で取り扱う
- オスミウムをポリマーに担持することで揮発性と毒性を低減し、再利用可能な高分子固定化オスミウム触媒やカリウム塩の酸化オスミウムも広く用いられる



## 反応例<sup>[a]</sup>

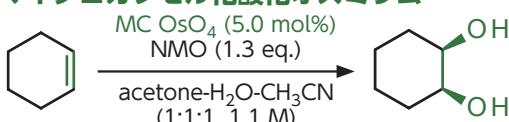


## 反応



## 精製

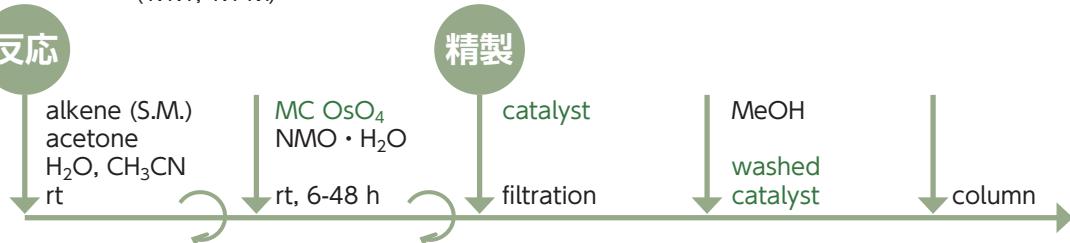
## マイクロカプセル化酸化オスミウム<sup>[b]</sup>



Run	1	2	3	4	5
Yield (%)	84	84	83	84	83
Recovery of catalyst	quant	quant	quant	quant	quant

MC OsO<sub>4</sub> : 酸化オスミウム(VIII) マイクロカプセル化

## 反応



## 精製

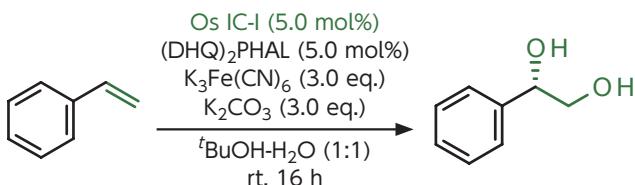
## 参考文献

[a] Handore, K. L. and Reddy, D. S. : *Org. Lett.*, **15**, 1894 (2013).

[b] Nagayama, S., Endo ,M. and Kobayashi, S. : *J. Org. Chem.*, **63**, 6094 (1998).

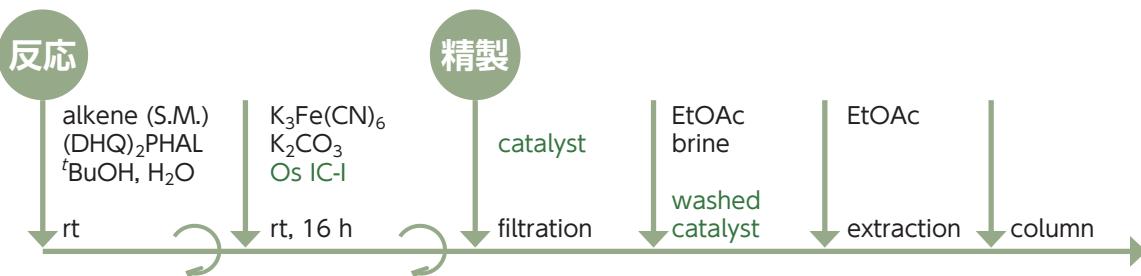
コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
153-00401	酸化オスミウム(VIII) <sup>Ref</sup>	100 mg	5,700
159-00403		500 mg	8,300
157-00404		1 g	11,000
168-17221	オスミウム(VI)酸カリウム二水和物	1 g	15,000
153-02081	酸化オスミウム(VIII), マイクロカプセル化	1 g	15,000
326-21092	4-メチルモルホリンN-オキシド <sup>Ref</sup>	25 g	9,600
324-21093		100 g	19,000

**酸化オスミウム, 固定化触媒 I<sup>[c]</sup>**  
**不斉ジビドロキシル化反応**



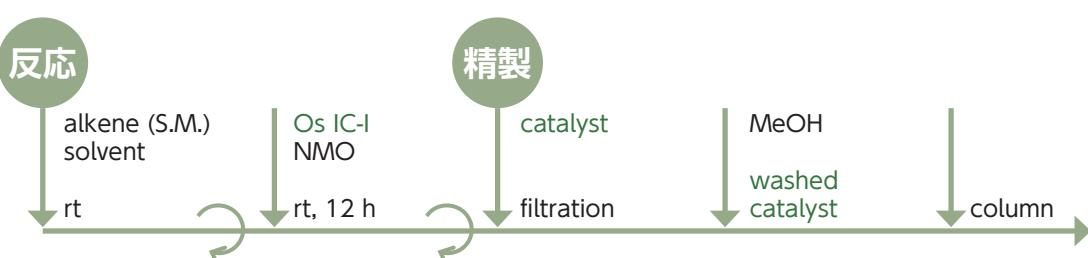
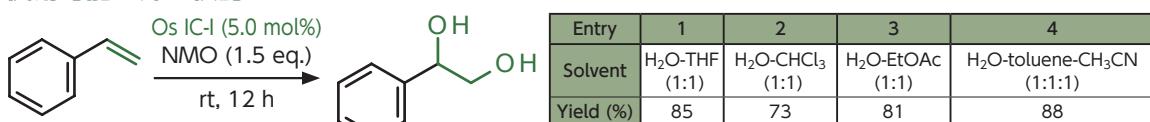
Run	1	2	3
Yield (%)	85	85	83
ee(%)	92	92	90

Os IC-I: 酸化オスミウム, 固定化触媒 I



ジオール  
エポキシド  
ラクトン化

**使用可能溶媒の検討**



**参考文献**

[c] 和光純薬工業 グリーンケミストリー 第6版, 9 (2013).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
153-02581	酸化オスミウム, 固定化触媒I	5 g	13,000
151-02582		25 g	50,000
167-03722	ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム	25 g	1,450
169-03721		100 g	3,100
161-03725		500 g	6,100

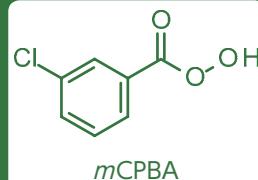
**<関連製品>**

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
158-02411	酸化オスミウム(VIII) PEM - マイクロカプセル化 <sup>Ref</sup>	1 g	20,000
163-24121	PI酸化オスミウム(VIII) <sup>Ref</sup>	1 g	25,000
160-24491	PI酸化オスミウムII型 <sup>Ref</sup>	1 g	25,000

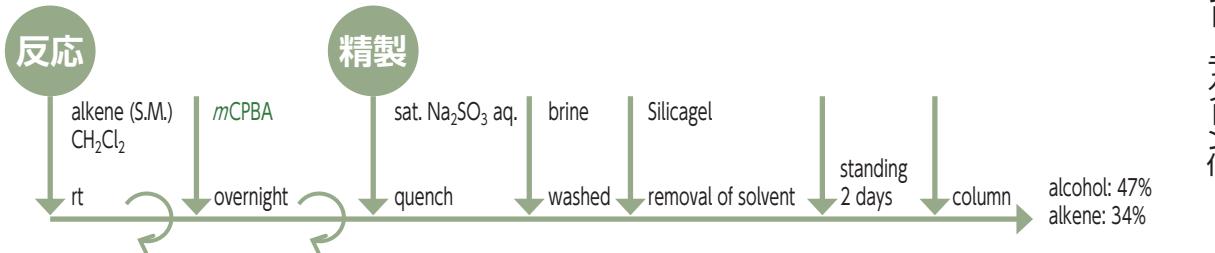
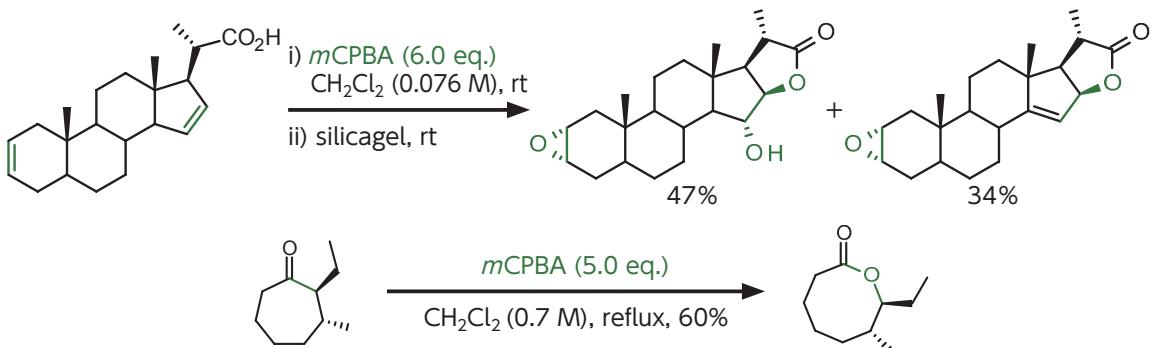
# エポキシド, ラクトン化反応

## Baeyer-Villiger反応

- ケトンをエステル、ラクトンに変換(転位中心の立体化学は保持)<sup>[a]</sup>
- ビニル化合物はエポキシドへ変換
- m*CPBA(メタクロロ過安息香酸)が反応性とコストの面から広く用いられる



## 反応例<sup>[b],[c]</sup>



## 〈参考文献〉

- [a] Brink, G. -J., Arends, I. W. C. E. and Sheldon, R. A. : *Chem. Rev.*, **104**, 4105 (2004).  
 [b] Cong, R., Zhang, Y. and Tian, W. : *Tetrahedron Lett.*, **51**, 3890 (2010).  
 [c] Casas-Arce, E., Horst, B., Feringa, B. L. and Minnard, A. J. : *Chim. Eur. J.*, **14**, 4157 (2008).

ジオール  
エポキシド  
ラクトン化

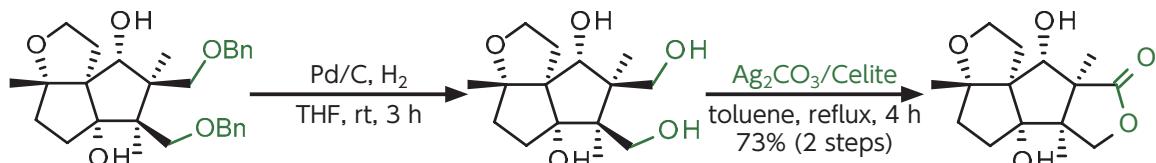
コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
031-17282	<i>m</i> -クロロ過安息香酸 (水分含有) ( <i>m</i> CPBA)	25 g	5,900
033-17281		100 g	13,500
035-17285		500 g	53,000
142-01852	<i>p</i> -二トロ安息香酸	25 g	2,400
146-01855		500 g	6,400
020-00982	安息香酸	25 g	1,400
024-00985		500 g	3,650
017-00256	酢酸	500 mL	1,000
017-00251		3 L	4,850
015-00257		20 kg	照会
204-02743	トリフルオロ酢酸	25 mL	1,700
208-02741		100 mL	5,150
208-02746		500 mL	14,700

## Fetizon酸化

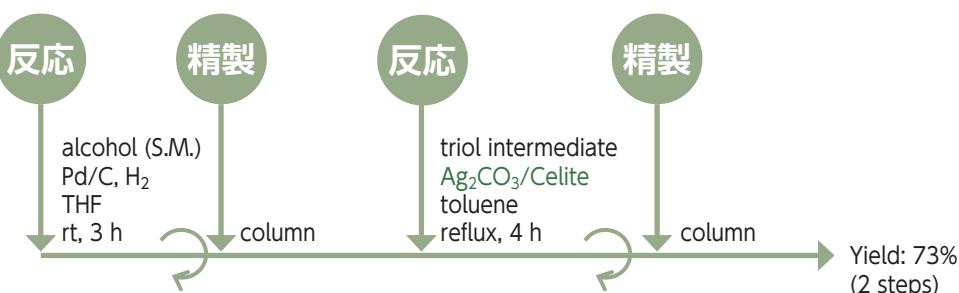
- マイルドな酸化反応として利用される
- ジオールから環状ラクトンが得られる
- 反応後の後処理は濾過のみ

$\text{Ag}_2\text{CO}_3 / \text{Celite}$

### 反応例<sup>[a]</sup>



ジオール  
エポキシド  
ラクトン化



### 〈参考文献〉

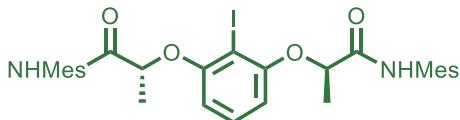
[a] Shi, L., Meyer, K. and Greaney, M. F. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **49**, 9250 (2010).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
190-13161	炭酸銀 [図]-III	10 g	5,400
198-13162		25 g	8,800
192-13165		500 g	100,000
537-02285	セライト No.503	500 g	2,700

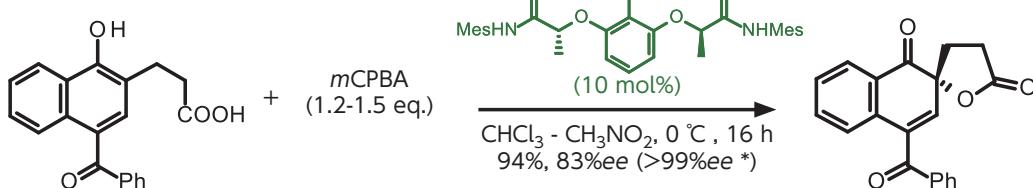
# スピロラクトン化反応

## キラル超原子価よう素触媒

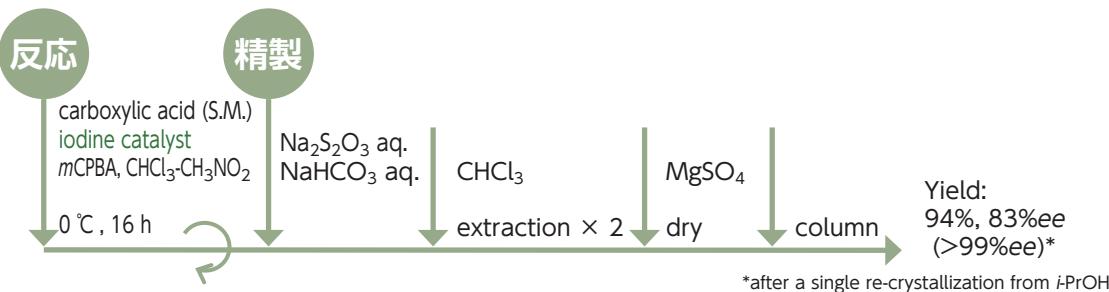
- 高収率、高選択性でスピロラクトン化が進行
- 医薬品中間体として有用なスピロラクトンを高い選択性で得られる



## 反応例<sup>[a]</sup>



ジオール  
エポキシド  
ラクトン化



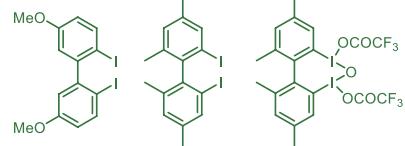
## 〈参考文献〉

[a] Uyanik, M., Yasui, T. and Ishihara, K.: *Angew. Chem. Int. Ed.*, **49**, 2175 (2010).

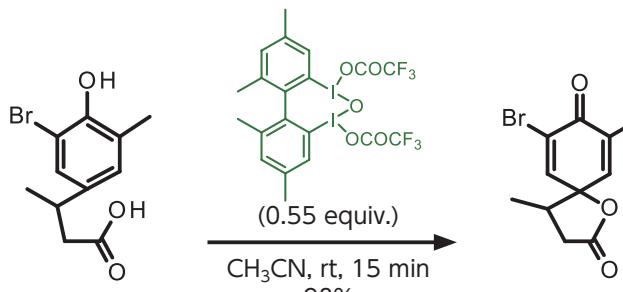
コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
095-06051	(2 <i>R</i> ,2' <i>R</i> )-2,2'-(2-ヨード-1,3-フェニレン)ビス(オキシ)ビス( <i>N</i> -メチルプロパンアミド) Ref <sup>o</sup>	250 mg	7,500
091-06053		1 g	19,500

## 超原子価よう素反応剤

- 高収率にスピロラクトン化が進行
- 安全かつ低毒性の環境調和型酸化剤
- スピロラクトン化の他に、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<sup>[a]-[d]</sup>



### 反応例<sup>[a]</sup>



ジオール  
エポキシド  
ラクトン化

### 反応

carboxylic acid (S.M.)  
 $\text{CH}_3\text{CN}$

rt

PIFA

15 min

### 精製

$\text{NaHCO}_3$  aq.

$\text{CH}_2\text{Cl}_2$

extraction

column

Yield: 98%

### 参考文献

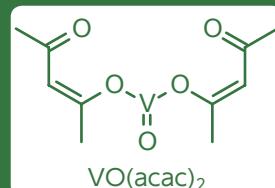
- [a] Dohi, T., Uchiyama, T., Yamashita, D., Washimi, N. and Kita, Y. : *Tetrahedron Lett.*, **52**, 2212 (2011).
- [b] Ito, M., Kubo, H., Itani, I., Morimoto, K., Dohi, T. and Kita, Y. : *J. Am. Chem. Soc.*, **135**, 14078 (2013).
- [c] Antonchick, A. P., Samanta, R., Kulikov, K. and Lategahn, J. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **50**, 8605 (2011).
- [d] Samanta, R., Bauer, J. O., Strohmann, C. and Antonchick, A. P. : *Org. Lett.*, **14**, 5518 (2012).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
044-34091	2,2'-ジヨード-5,5'-ジメトキシ-1,1'-ビフェニル $\text{Re}^{\circ}$	1 g	15,000
047-34081	2,2'-ジヨード-4,4',6,6'-テトラメチル-1,1'-ビフェニル $\text{Re}^{\circ}$	1 g	12,000
157-03461	$\mu$ -オキソ-ビアリールPIFA $\text{Re}^{\circ}$	1 g	15,000

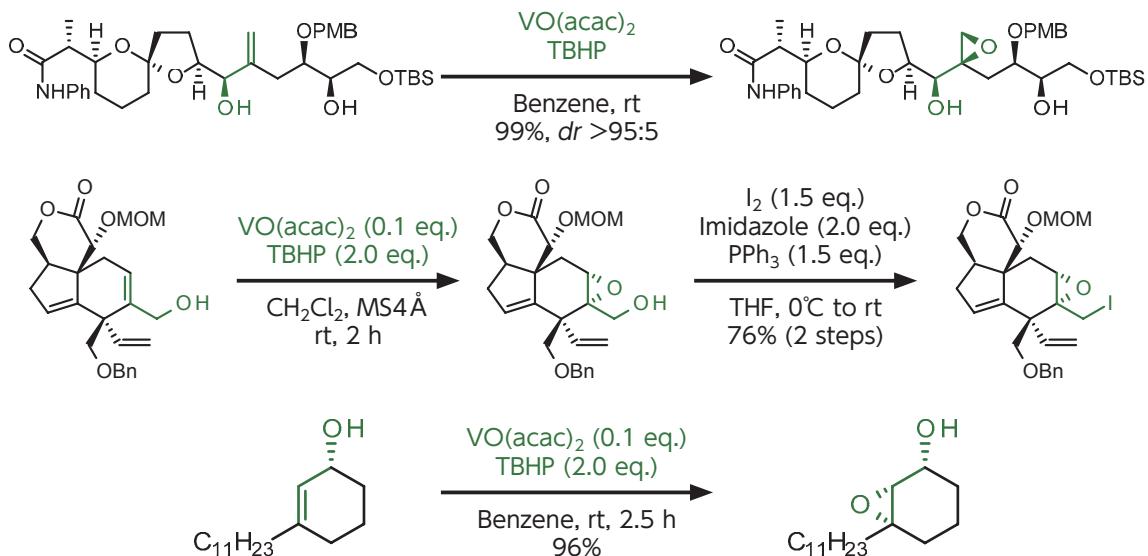
# エポキシ化反応

## バナジウム錯体<sup>[a]</sup>

- 遷移金属触媒中(一般にVやMo)、ヒドロペルオキシドと反応させることでアリルアルコールの二重結合をエポキシ化
- アルコールに不斉点が存在する場合アルコールに対してシスの立体配置が優先して得られる

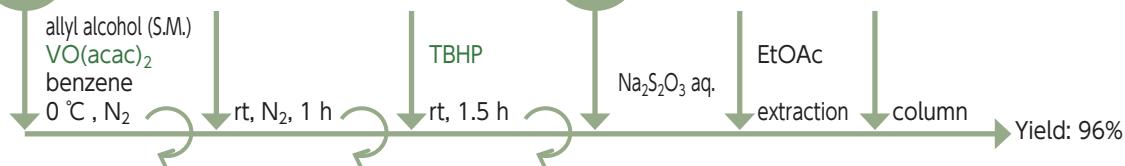


## 反応例<sup>[a],[b]</sup>



ジオール  
エポキシド  
ラクトン化

## 反応



## 精製

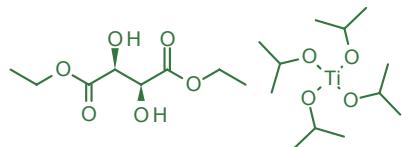
## 参考文献

- [a] Sharpless, K. B., and Michaelson, R. C. : *J. Am. Chem. Soc.*, **95**, 6136 (1973).
- [b] Evans, D. A., Rajapakse, H. A. and Stenkamp D. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **41**, 4569 (2002).
- [c] Ogura, A., Yamada, K., Yokoshima, S. and Fukuyama, T. : *Org. Lett.*, **14**, 1632 (2012).
- [d] Kita, Y., Matsuda, S., Fujii, E., Horai, M., Hata, K. and Fujioka, H. : *Angew. Chem. Int. Ed.*, **44**, 5857 (2005).

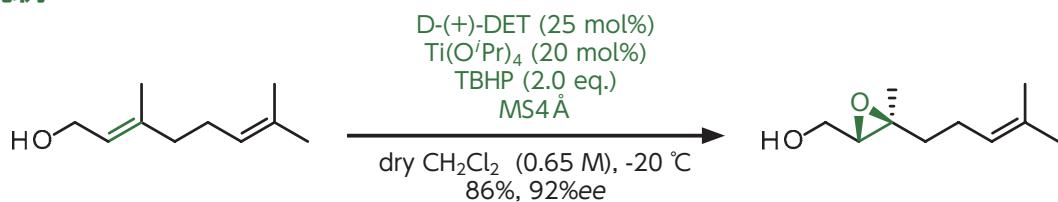
コード	品名	容量	希望納入価格(円)
558-16801	バナジウム(IV) ビス(アセチルアセトナト)オキシド [VO(acac) <sub>2</sub> ]	50 g	17,600
554-16803		250 g	40,600
026-13451	70% <i>t</i> -ブチルヒドロペルオキシド溶液 <small>Ref. 危</small>	100 mL	5,700
028-13455		500 mL	14,500

## 香月-Sharpless 不斉エポキシ化

- アリルアルコールのエナンチオ選択的なエポキシ化反応
- 光学活性な酒石酸ジエステルとチタンアルコキシド、TBHPを用いる
- 反応系にモレキュラーシーブス添加する条件が一般的



### 反応例<sup>[a]</sup>



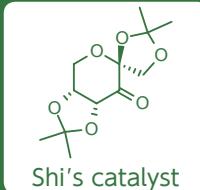
### 参考文献

[a] Kumar, V. P. and Chandrasekhar, S. : Org. Lett., **15**, 3610 (2013).

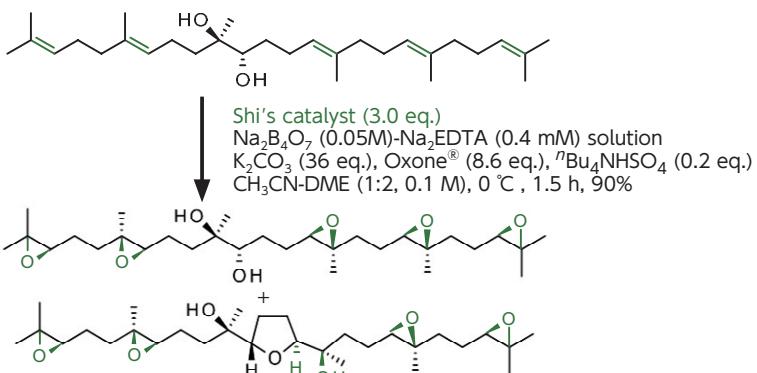
コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
325-63682	D-酒石酸ジエチル <span style="color:red;">危</span>	25 g	8,200
323-63683		250 g	47,400
047-07172	L(+)-酒石酸ジエチル <span style="color:red;">危</span>	25 g	2,900
205-08172	チタンテトライソプロポキシド <span style="color:red;">危</span>	25 mL	1,300
207-08176		500 mL	4,100
026-13451	70% t-ブチルヒドロペルオキシド溶液 <span style="color:red;">Re</span> <span style="color:red;">危</span>	100 mL	5,700
028-13455		500 mL	14,500
130-08655	モレキュラーシーブス 4A 1/8	500 g	3,250

## Shi不斉エポキシ化

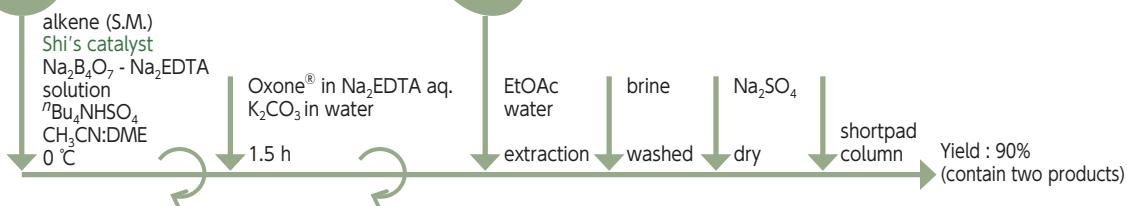
- アルケンの不斉エポキシ化反応
- D-フルクトース由来の光学活性な触媒とOxone®を用いる反応
- フルクトース誘導体をOxone®によりジオキシラン活性種を形成
- pH = 10.5程度が最適といわれる



### 反応例<sup>[a]</sup>



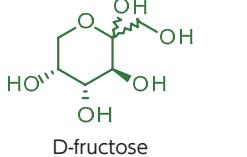
### 反応



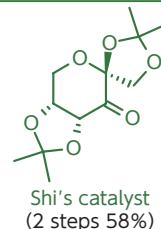
### 精製

ジオール  
エポキシド  
ラクトン化

### 〈Shi触媒合成方法<sup>[b]</sup>〉



- dimethoxypropane (0.6 eq.)  
70% HClO<sub>4</sub> (0.5 eq.), acetone (0.28 M)  
0 °C to rt, 6 h
- PDC (0.73 eq.), Ac<sub>2</sub>O (3.4 eq.)  
CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (0.18 M), reflux, 6 h



### 〈参考文献〉

- [a] Yang, P., Li, P. F., Qu, J. and Tang, L. F. : *Org. Lett.*, **14**, 3932 (2012).  
[b] Perali, R. S., Mandava, S. and Bandi, R. : *Tetrahedron*, **67**, 4031 (2011).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
123-02762	D(-)-フルクトース	25 g	1,300
127-02765		500 g	3,300
042-06963	2,2-ジメトキシプロパン <small>危</small>	25 mL	1,950
046-06966		500 mL	6,700
166-00713	過塩素酸 (60.0~62.0 w/w%) <small>危</small>	100 g	3,000
162-00715		500 g	3,950
353-24442	ニクロム酸ピリジニウム <small>劇-III</small>	25 g	3,400
357-24445		500 g	18,300

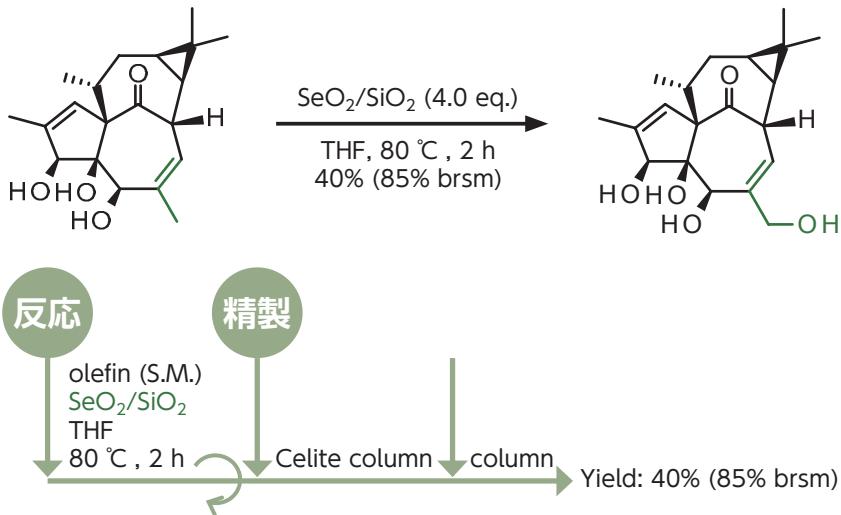
# アリル位のヒドロキシル化

## セレン 酸化

- 二酸化セレンによりアリル位C-H結合を酸化することで、アリルアルコールを得ることが可能
- 再酸化剤として*t*-ブチルヒドロペルオキシド(TBHP)を用いることで二酸化セレンの使用量の削減が可能

SeO<sub>2</sub>

## 反応例<sup>[a]</sup>



その他

## 参考文献

[a] Nickel, A., Maruyama, T., Tang, H., Murphy, P. D., Greene, B., Yusuff, N. and Wood, J. L. : *J. Am. Chem. Soc.*, **126**, 16300 (2004).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
196-00353		5 g	3,800
198-00352	二酸化セレン 毒-I	25 g	4,200
190-00351		250 g	14,000
026-13451		100 mL	5,700
028-13455	70% <i>t</i> -ブチルヒドロペルオキシド溶液 Ref.危	500 mL	14,500

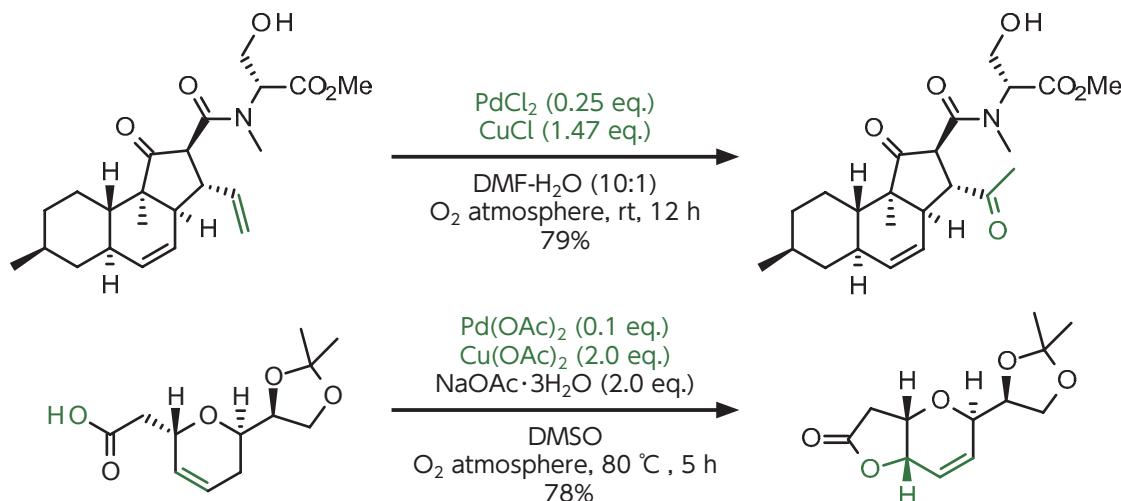
# アルケンのカルボニル化

## Wacker 酸化

- 一般に  $\text{PdCl}_2$  および  $\text{CuCl}_2$  を用い、酸素雰囲気下で末端アルケンを酸化
- 反応条件は非常に温和で、内部アルケンがほとんど酸化されない
- 反応系内において、塩酸が発生
- 水以外の求核剤の存在下で行う反応を Wacker 型酸化と呼び、分子内環化などに利用される<sup>[b]</sup>

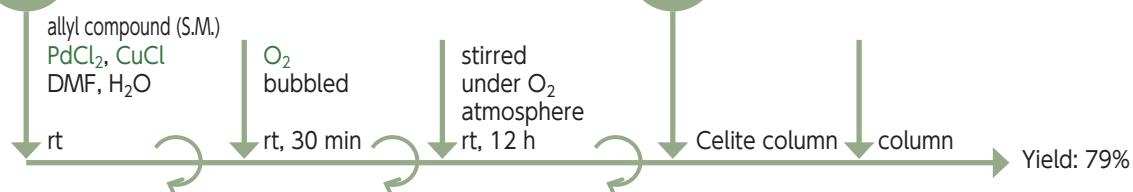
$\text{Pd(II)}$ ,  $\text{Cu(II)}$ ,  $\text{O}_2$

## 反応例<sup>[a],[b]</sup>



その他

## 反応



## 精製

## 参考文献

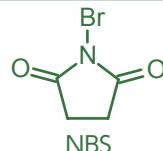
- [a] Deng, J., Zhu, B., Lu, Z., Yu, H. and Li, A. : *J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 920 (2012).  
 [b] Panarese, J. D. and Waters, S. P. : *Org. Lett.*, **11**, 5086 (2009).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
162-24711		1 g	8,700
168-24713	塩化パラジウム(II)	5 g	28,000
160-24712		25 g	120,000
039-04152		25 g	1,650
031-04151	塩化銅(I) [劇-III]	100 g	3,800
033-04155		500 g	5,100

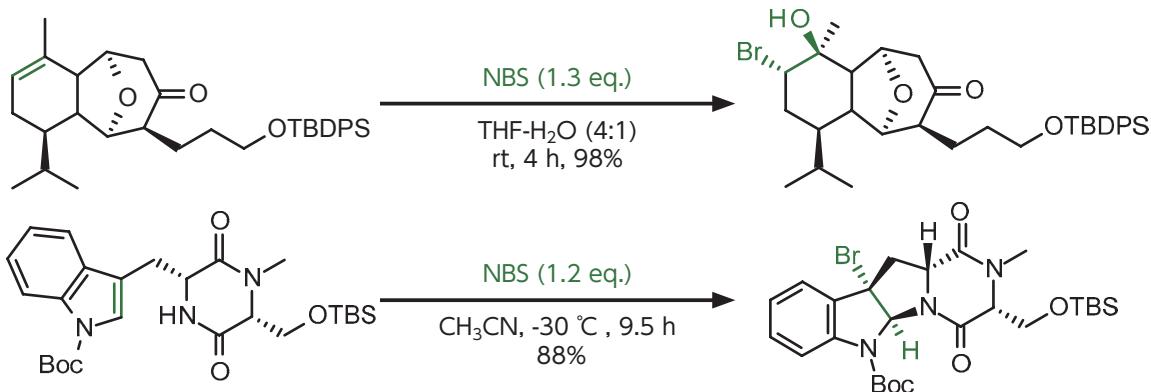
# ブロモヒドリン、エポキシド化

## NBS 酸化

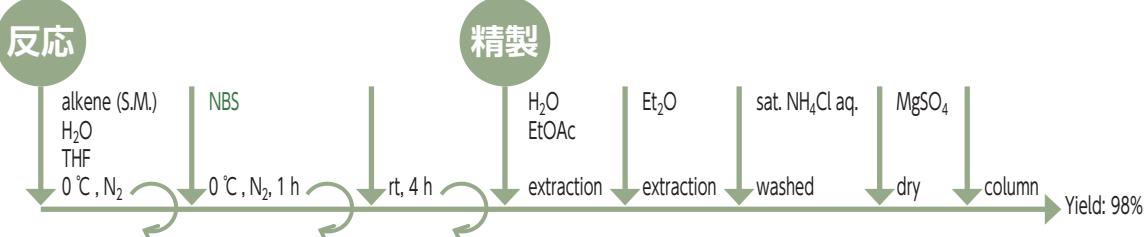
- オレフィンに対してNBSを反応させることで、ブロモヒドリンもしくは、エポキシドが得られる
- 求核剤と共に反応させることで分子内もしくは分子間反応も可能



## 反応例<sup>[a], [b]</sup>



その他



## 参考文献

[a] Molander, G. A., Czakó, B. and St. Jean, Jr., D. J. : *J. Org. Chem.*, **71**, 1172 (2006).

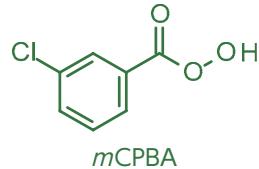
[b] Iwasa, E., Hamashima, Y., Fujishiro, S., Higuchi, E., Ito, A., Yoshida, M. and Sodeoka, M. : *J. Am. Chem. Soc.*, **132**, 4078 (2010).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
021-07232	N-ブロモスクシンイミド <sup>Ref</sup>	25 g	1,500
023-07231		100 g	3,050
025-07235		500 g	8,000

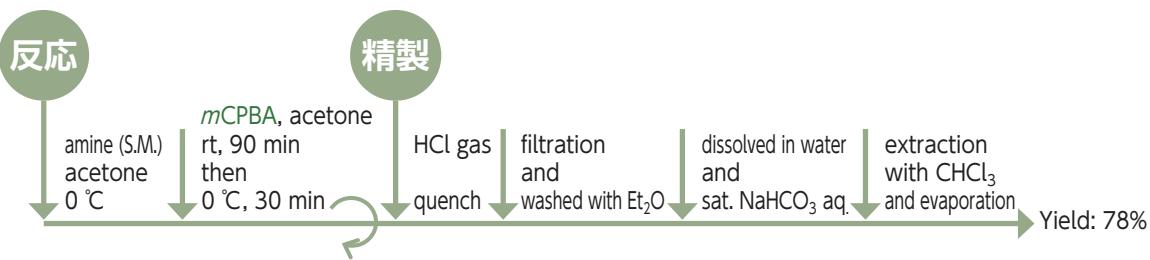
# N-オキシド化

## 特長

- アミン類は*m*CPBAなどの酸化剤と反応することで、*N*-オキシド体を与える
- 複素環アミンの酸化に、メチルトリオキソレニウム(VII) / UHPなどが有効<sup>[a]</sup>



## 反応例<sup>[b]</sup>



## 〈参考文献〉

[a] Goti, A., Cardona, F. and Soldaini, G. : *Org. Synth.*, **81**, 204 (2005).

[b] AmrollahiBiyouki, M. A., J. Smith, R. A., Bedford, J. J. and Leader, J. P. : *Synthetic Comm.*, **28**, 3817 (1998).

その他

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
031-17282		25 g	5,900
033-17281	<i>m</i> -クロロ過安息香酸 (水分含有) ( <i>m</i> CPBA) <span style="color:red">Ref°</span> <span style="color:orange">危</span>	100 g	13,500
035-17285		500 g	53,000

## N-オキシド化合物

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
044-33011	2,6-ジクロロピリジン <i>N</i> -オキシド <span style="color:red">Ref°</span>	5 g	8,000
042-33012		25 g	25,000
164-18982	ピリジン <i>N</i> -オキシド	25 g	5,200
166-18981		100 g	11,000
148-05852	ニコチン酸 <i>N</i> -オキシド <span style="color:red">Ref°</span>	25 g	1,700
048-33151		5 g	5,000
046-33152	2,6-ジメチルピリジン <i>N</i> -オキシド <span style="color:orange">危</span>	25 g	12,000
044-33153		100 g	36,000
147-03421	4-ニトロキノリン 1-オキシド <span style="color:red">Ref°</span>	1 g	13,000
138-09511	2-メチル-4-ニトロピリジン 1-オキシド <span style="color:red">Ref°</span> <span style="color:orange">危</span>	5 g	26,000
326-21092		25 g	9,600
324-21093	4-メチルモルホリン <i>N</i> -オキシド <span style="color:red">Ref°</span>	100 g	19,000

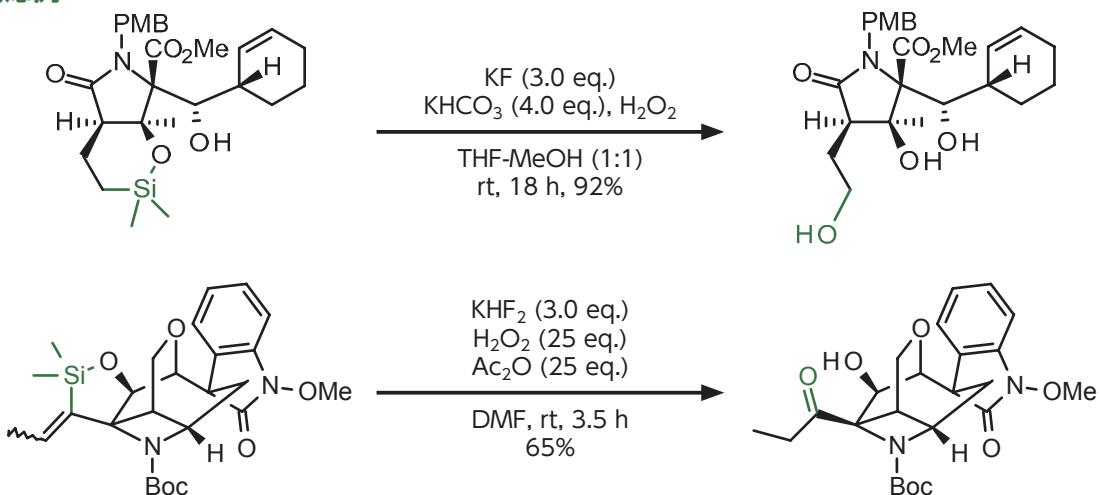
# C-Si結合のC-OH化反応

## Tamao-Fleming 反応

- C-Si結合に対して、フッ素存在下 $H_2O_2$ と反応する事で、C-O結合が生成
- 反応は立体特異的に進行し、C-Si結合の立体構造が保持される
- ケイ素上の置換基は様々なバリエーションがあり、それぞれ反応性が異なる

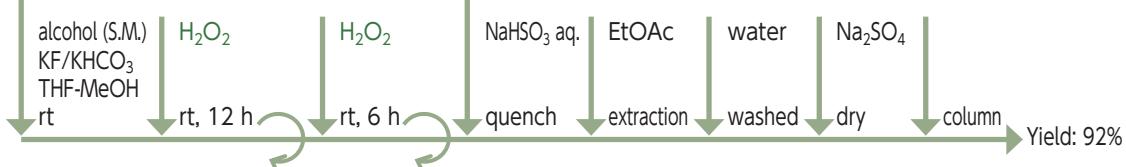
$H_2O_2$

### 反応例 [a], [b]



その他

### 反応



### 精製

### 参考文献

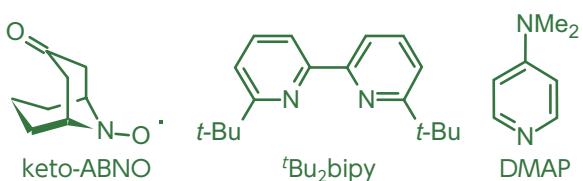
- [a] Reddy, L. R., Saravanan, P. and Corey, E. J. : *J. Am. Chem. Soc.*, **126**, 6230 (2004).  
 [b] Diethelm, S. and Carreira, E. M. : *J. Am. Chem. Soc.*, **135**, 8500 (2013).

コードNo.	品名	容量	希望納入価格(円)
081-04215	過酸化水素 [劇-II]	500 mL	1,150
165-03762		25 g	2,200
167-03761		100 g	3,700
169-03765		500 g	7,900

# アミン酸化

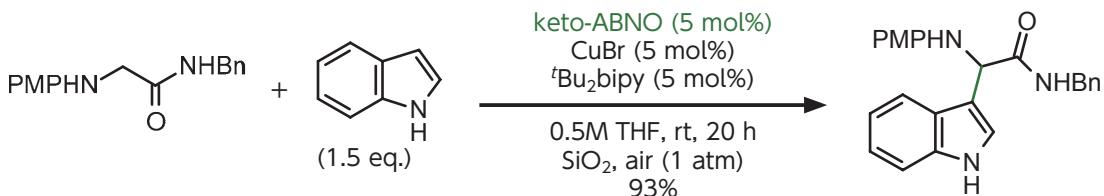
## keto-ABNO酸化

- アミンの酸化反応が可能
- 環境負荷の少ない空気酸化反応も可能

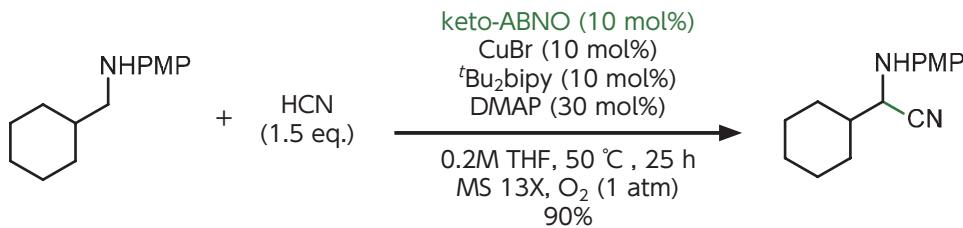


### 反応例<sup>[a]</sup>

#### 酸化的 Friedel-Crafts 反応

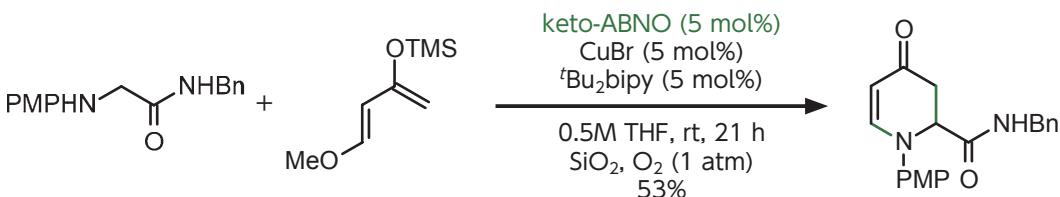


#### 酸化的 Strecker 反応



<sup>1)</sup> HCN was generated by premixing of TMSCN and *t*-BuOH.

#### 酸化的 aza-Diels-Alder 反応



### 反応

keto-ABNO, *t*-Bu<sub>2</sub>bipy  
CuBr, THF

rt, Ar, 1 h

amine (S.M.)  
indole, SiO<sub>2</sub>  
air  
rt, 20 h

### 精製

short pad on  
alumina  
column

column

Yield: 93%

その他

### 参考文献

[a] Sonobe, T., Oisaki, K. and Kanai, M. : *Chem. Sci.*, **3**, 3249 (2012).

コード	品名	容量	希望納入価格(円)
016-25001	keto-ABNO* <small>Ref.</small>	100 mg	8,000
012-25003		1 g	42,000
041-33261	6,6'-ジ- <i>t</i> -ブチル-2,2'-ビピリジル 【 <i>t</i> Bu <sub>2</sub> bipy】	100 mg	7,000
047-33263		1 g	35,000
044-19211	4-ジメチルアミノピリジン 【DMAP】	5 g	1,900
042-19212		25 g	4,300
040-19213		100 g	13,800
046-19215		500 g	36,000
034-19112	臭化銅(I) <small>劇-III</small>	25 g	2,150
038-19115		500 g	9,000
039-12881	臭化銅(I), 99.9% <small>劇-III</small>	10 g	3,000
037-12882		25 g	5,700

\*アルコールの酸化触媒としてのketo-ABNOの使用に関しては、特許第4803074号(日産化学工業株式会社)が存在します。

本カタログは当社で販売している酸化剤関連試薬を中心に掲載しております。  
この他にも当社では、有機合成関連製品を多数取扱っております。

Re<sup>o</sup>…2~10°C保存 F<sup>o</sup>…-20°C保存 B<sup>o</sup>…-80°C保存 表示が無い場合は室温保存です。  
特定 特-I …特定毒物 特-II …毒物 劇-I 劇-II 劇-III …劇物 ●…毒薬 ○…劇薬 危…危険物 ○…向精神薬 特麻原…特定麻薬向精神薬原料  
審-1 …化審法 第一種特定化学物質 審-2 …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・毒素兵器の製造、使用防止のため、「毒素等」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。  
上記以外の法律および最新情報は、siyaku.com (<http://www.siyaku.com/>) をご参照ください。

収載されている試薬は、試験・研究の目的にのみ使用されるものであり、「医薬品」、「食品」、「家庭用品」などとしては使用できません。  
希望納入価格は本体価格であり消費税などが含まれておりません。  
掲載内容は、2018年3月時点での情報です。上記以外の法律および最新情報は、siyaku.com (<http://www.siyaku.com/>) をご参照下さい。

## 富士フィルム 和光純薬株式会社

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)  
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: 03-3270-8571 (代表)  
● 九州 営業所 ● 中 国 営 業 所 フリー ダイ ヤル 0120-052-099  
● 東 海 営 業 所 ● 横 浜 営 業 所 フリーファックス 0120-052-806  
● 球 波 営 業 所 ● 東 北 営 業 所 試薬URL: <https://labchem.wako-chem.co.jp>  
● 北海道 営業所

■ FUJIFILM Wako Chemicals U.S.A. Corporation ■ FUJIFILM Wako Chemicals Europe GmbH  
1600 Bellwood Road, Richmond, VA 23237, USA Fuggerstraße 12, 41468 Neuss, Germany  
TEL: +1-804-714-1920 FAX: +1-804-271-7791 TEL: +49-2131-311-0 FAX: +49-2131-311-100  
Online Catalog: [www.e-reagent.com](http://www.e-reagent.com)