

# シランカップリング剤

*Combination of  
Organic and Inorganic Materials*



レジン・オリゴマー製品、シラン製品 セレクションガイド



スマートフォン、タブレットでQRコードを読み取るか、  
<https://www.silicone.jp/guide/>にアクセスしてください。  
最適な製品を検索することができます。



# 製品の高機能化・高品質化を実現し、 新製品開発の可能性を広げる 各種素材を取り揃えています。

## CONTENTS

シランカップリング剤とは	3
シランカップリング剤の4つのアプリケーション例	4
シランカップリング剤の使用例	6
シランカップリング剤の反応機構	8
主要製品ラインアップ	10
信越シランカップリング剤の開発コンセプト	12
高機能製品ラインアップ	13
長鎖スペーサー型シランカップリング剤	13
多官能基型シランカップリング剤	14
重合性型・ゴム変性型・防錆性付与型シランカップリング剤	15
官能基保護型シランカップリング剤	16
VOCフリー型シランカップリング剤	17
ジアルコキシ型シランカップリング剤	17
エトキシ型シランカップリング剤	17
シラン	18
製品特性・荷姿一覧表	20
Q & A	24
取り扱い上の注意	27

### 機能性向上

- さらなる密着性向上
- 疎水性
- 柔軟性
- 相溶性
- 防錆性

### 環境に優しい

- VOC 低減
- 低揮発性

### 使いやすさ

- 二液を一液化
- 加水分解工程省略
- 保存安定性良好

## ◆シランカップリング剤とは

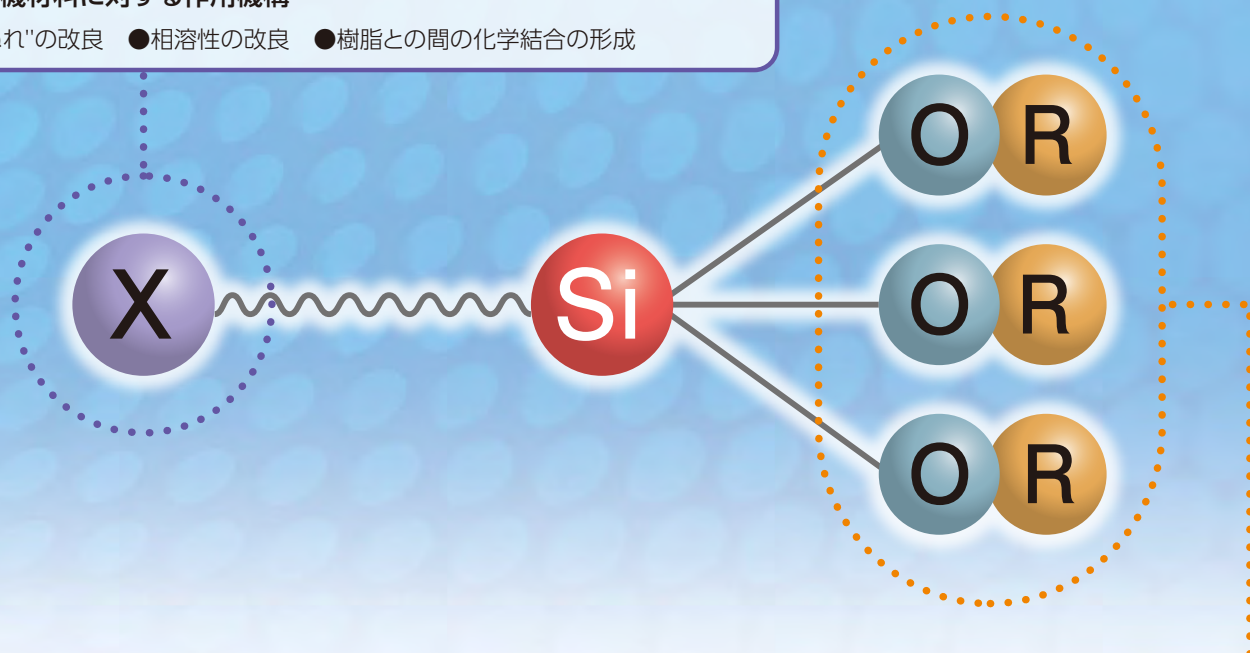
シランカップリング剤は、分子内に有機材料および無機材料と結合する官能基を併せ持ち、有機材料と無機材料を結ぶ働きをすることから、複合材料の機械的強度の向上、接着性の改良、樹脂改質、表面改質などに使用できます。

**X** 各種合成樹脂などの有機材料と  
化学結合する反応基

- ビニル基 ●エポキシ基 ●アミノ基
- メタクリル基 ●メルカプト基 など

◆有機材料に対する作用機構

- "ぬれ"の改良 ●相溶性の改良 ●樹脂との間の化学結合の形成



**O R** ガラス、金属、無機フィラーなど  
無機材料と化学結合する反応基

- メトキシ基 ●エトキシ基 など

◆加水分解性シリル基の特徴

メトキシ型：加水分解が速やかに進行する。

エトキシ型：加水分解速度が遅く、添加後も組成物の安定性に優れる。

加水分解生成物がエタノールであり、環境対応に優れる。

ジアルコキシ型：加水分解後の安定性に優れる。縮合物は直鎖構造を形成。

トリアルコキシ型：反応性が高く架橋密度が高い。無機物との結合が強固。

## ◆信越シランカップリング剤の特長

汎用のトリメトキシ型に加え、「ジアルコキシ型」や「エトキシ型」などの製品ラインアップが豊富です。

さらに、当社では以下の3項目に着目した製品開発を行っています。

① 機能性向上

② 環境に優しい

③ 使いやすさ

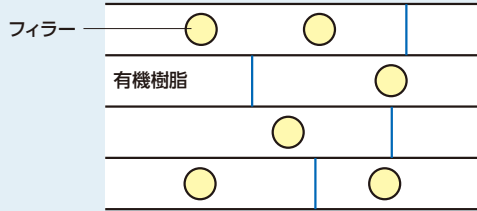
# シランカップリング剤の4つのアプリケーション例

## コンパウンド

### ◆有機樹脂とフィラーの一体化のイメージ

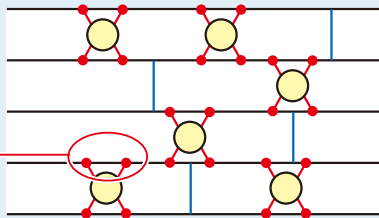
#### ●シランカップリング剤未処理

有機樹脂とフィラーが一体化せず、特性が向上しにくい。



#### ●シランカップリング剤処理

有機樹脂とフィラーが一体化し、耐熱性、耐候性、耐水性、強度などの特性が向上する。



### 付与できる特性

- 耐熱性
- 耐水性
- 耐候性
- 樹脂の強度を向上

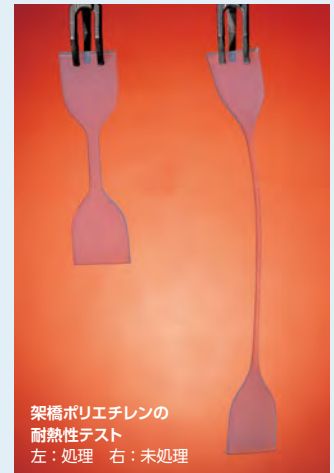
### ◆用途例



架橋ポリエチレン(電線)



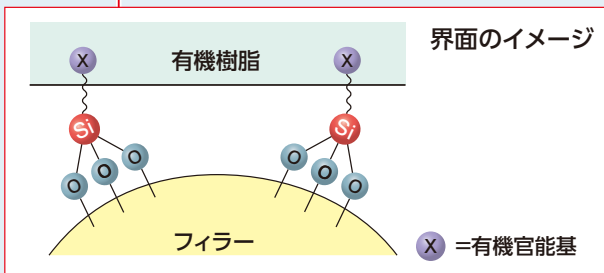
フェノール樹脂(砥石・鋳型)



架橋ポリエチレンの耐熱性テスト  
左:処理 右:未処理



人工大理石の壁材



SBR(タイヤ)、ゴム



エポキシ樹脂(EMC)

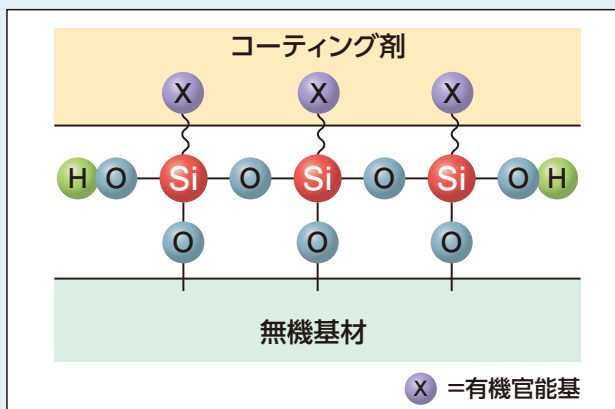
## 樹脂改質

## コーティング

### 付与できる特性

- 密着性
- 耐水性
- 耐アルカリ性

### ◆密着性向上のイメージ



### ◆用途例



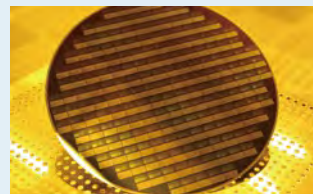
接着剤



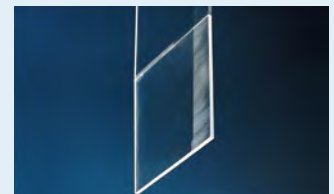
フィルム



塗料・インキ



レジスト



ハードコート

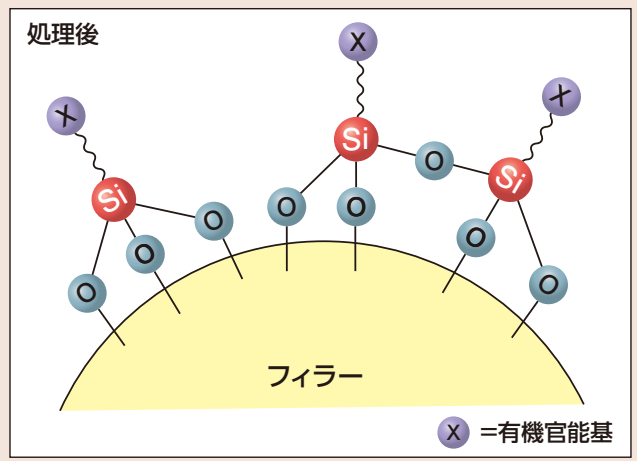
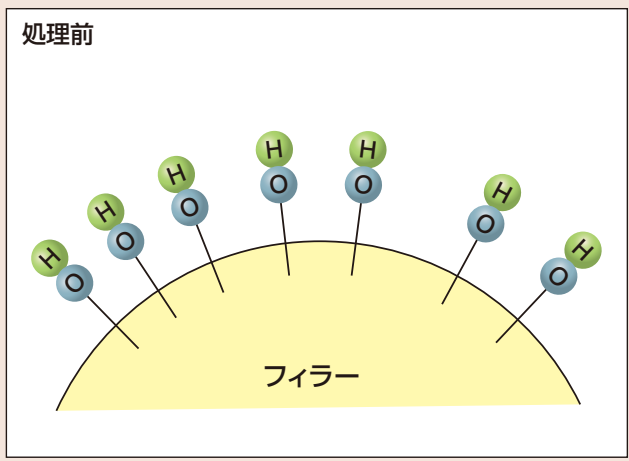


# フィラー

## 付与できる特性

- ・分散性
- ・疎水性
- ・流動性
- ・高充填化

### ◆フィラー表面処理のイメージ

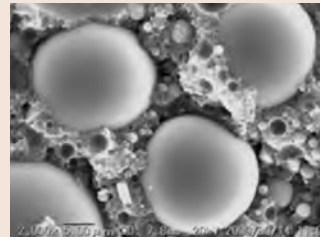


### ◆用途例

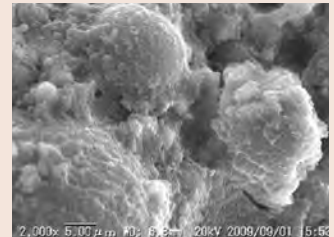
- ・無機顔料
- ・タルク
- ・水酸化アルミ
- ・酸化チタン
- ・シリカ



フィラーをシランカップリング剤で処理することにより、フィラーと樹脂を一体化させることができます。



シランカップリング剤未処理



シランカップリング剤処理

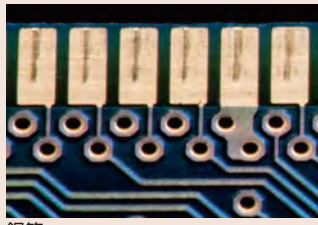
# 表面処理

# 無機基材

## 付与できる特性

- ・防さび性
- ・耐水性
- ・密着性

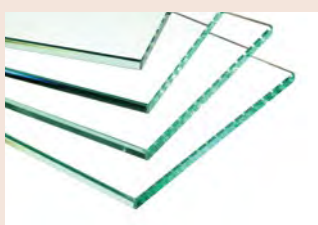
### ◆用途例



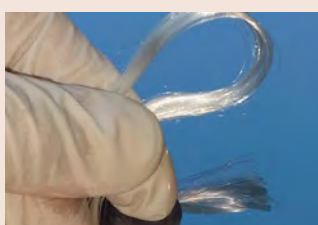
銅箔



鋼板

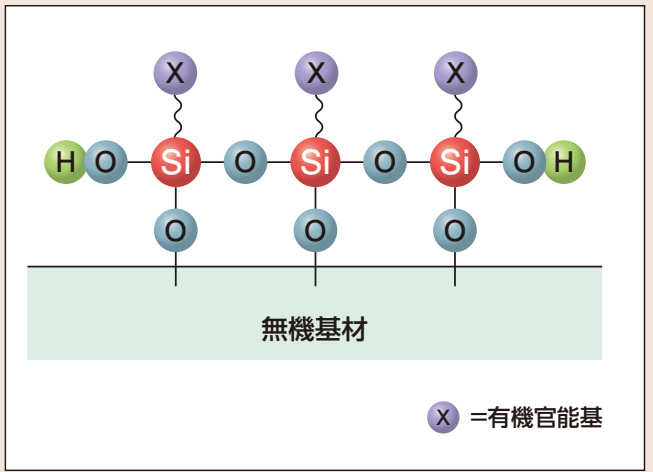


ガラス



ガラス繊維

### ◆無機基材表面処理のイメージ



# シランカップリング剤の使用例

## コンパウンドへの添加

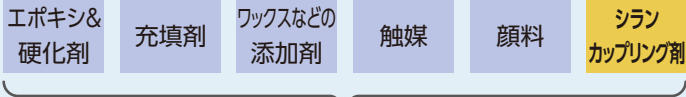
### ◆インテグラルブレンド法

無機材料と有機材料を混合する際に、シランカップリング剤を添加する方法です。



混練

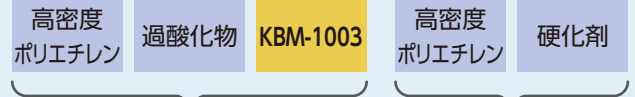
### ●EMC(エポキシモールドディングコンパウンド)への使用例



#### 付与できる特性

- ・耐水性
- ・耐湿性
- ・強度

### ●架橋ポリエチレン(シラングラフトポリエチレン)への使用例



#### 付与できる特性

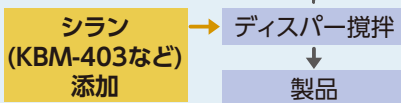
- ・耐熱性

## 樹脂改質

## コーティング剤への添加

樹脂分に対し0.5~2.0wt%を添加し、コーティング液を調製します。

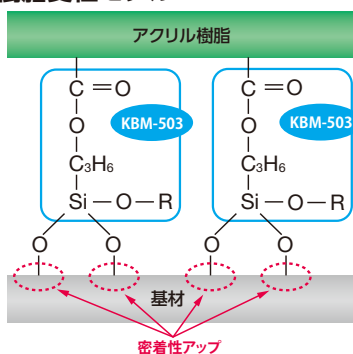
### ●エポキシ系塗料への添加 (防食性向上)



#### 付与できる特性

- ・防食性(基材密着性)

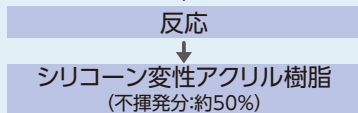
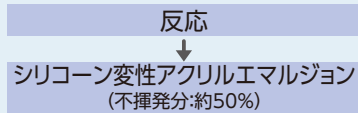
### ●樹脂変性モデル



### ●塗料への使用例

アクリル樹脂製造時(共重合)に使用する場合

シランカップリング剤(KBM-503)を用いて、ラジカル重合で変性させる例  
基材との密着性を改善し、耐水性を向上させることができます。



#### 付与できる特性

- ・密着性
- ・耐候性
- ・高架橋化

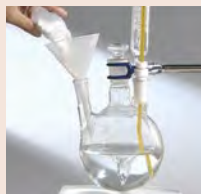
\*1 MMA=メタクリル酸メチル  
\*2 BMA=メタクリル酸ブチル

# フィラー表面処理

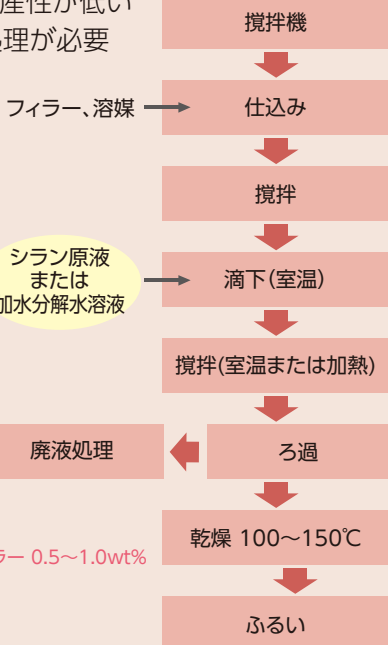
## ◆湿式処理法による表面処理

### 特徴：

- 均一処理可能
- 生産性が低い
- シラン含有廃液の処理が必要



シラン滴下

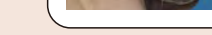
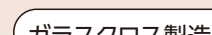
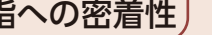
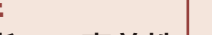
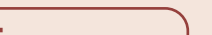
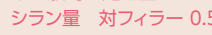
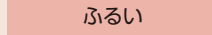
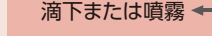
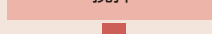
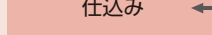
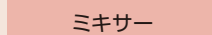


●一般的な処理量  
シラン量 対フィラー 0.5~1.0wt%

## ◆乾式処理法による表面処理

### 特徴：

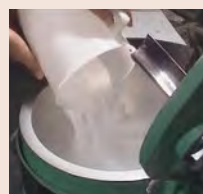
- 生産性が高い
- 凝集体が生成しやすい



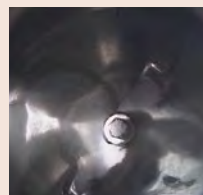
●装置  
ヘンシェルミキサー、  
V型ブレンダーなど

●一般的な処理量  
シラン量 対フィラー 0.5~1.0wt%

●一般的な処理量  
シラン量 対フィラー 0.5~1.0wt%



仕込み



攪拌



シラン滴下

### 付与できる特性

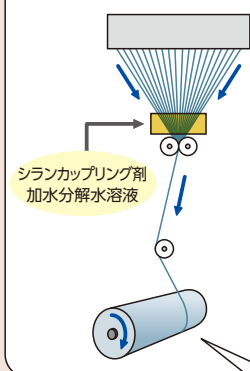
- 分散性
- 樹脂への密着性

## 表面処理

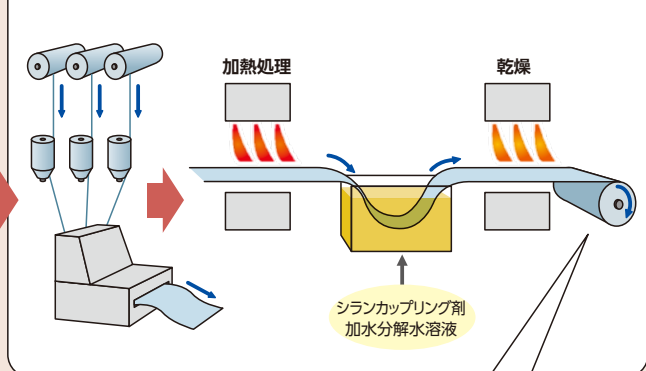
# プライマー処理

## ●ガラス繊維への使用例

### ガラス繊維製造工程



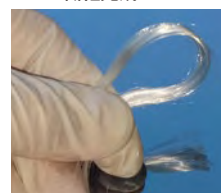
### ガラスクロス製造工程



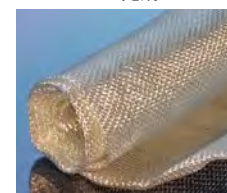
### 付与できる特性

- 樹脂への密着性  
(成形物の機械的強度)

シランカップリング剤処理  
ガラス繊維完成



シランカップリング剤処理  
ガラスクロス完成



## ◆加水分解液の調製方法

水溶液(アルコール混合可)のpH調整

攪拌しながらシランカップリング剤  
(0.1~3.0w%)を徐々に滴下

30~60分程度透明になるまで攪拌

異物があればメッシュでろ過

## ◆基材への処理方法











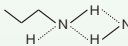
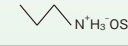


基材を洗浄


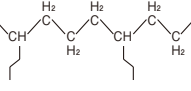
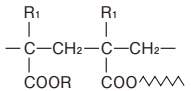
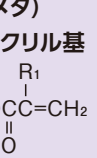
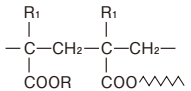
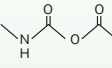
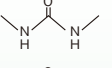
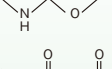
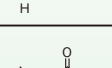



加水分解液の処理(塗布・浸漬など)

乾燥(室温又は加熱)

# シランカップリング剤の反応機構

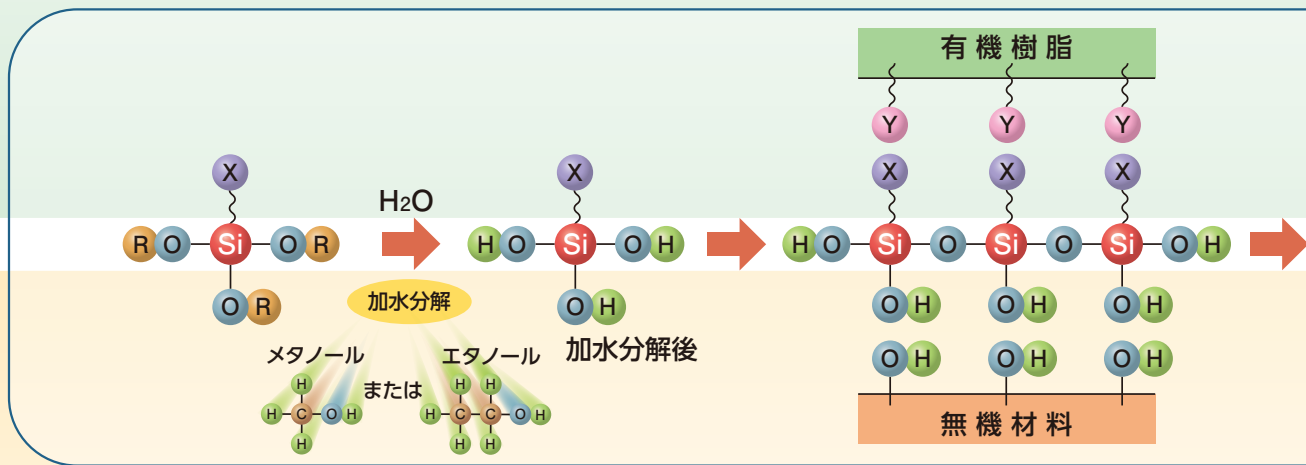
## ◆有機官能基の反応例

官能基	反応基	反応生成物
<b>エポキシ基</b> 	H <sub>2</sub> N-	エポキシ開環反応 
	HO-	エポキシ開環反応 
	HOOC-	エポキシ開環反応 
<b>アミノ基</b> 	Cl-	脱塩酸反応 
	ClOC-	アミド化反応 
		エポキシ開環反応 
	OCN-	ウレイド化反応 
	HO-	水酸基との水素結合 
	H <sub>2</sub> N-	アミノ基との水素結合 
	HOSO <sub>2</sub> -	スルホン酸との塩 
	HOOC-	カルボン酸との塩 

官能基	反応基	反応生成物
<b>ビニル基</b> 		グラフト反応 
		共重合 
<b>(メタ)アクリル基</b> 		共重合 
		付加反応 
<b>イソシアネート基</b> -NCO	H <sub>2</sub> N-	ウレイド化反応 
	HO-	ウレタン化反応 
	HOOC-	付加反応 
<b>メルカプト基</b> -SH	OCN-	チオウレタン化反応 
		エン・チオール反応 

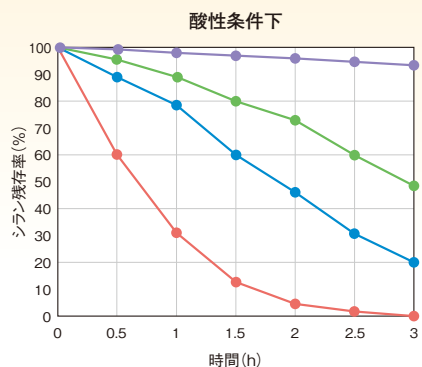
有機樹脂との反応

シリコンカップリング剤の反応機構

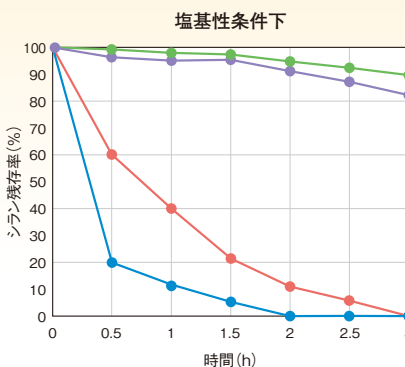


## ◆アルコキシ基の加水分解性

一般的にメトキシ基(-OCH<sub>3</sub>)は、エトキシ基(-OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)に比べ反応性(加水分解性)が高いです。酸性条件下ではアルコキシ基が少ない方が反応が速いため、加水分解速度はジメトキシ>トリメトキシ>ジエトキシ>トリエトキシの順番となります。一方、塩基性条件下では、トリメトキシ>ジメトキシ>トリエトキシ>ジエトキシの順番となります。



pH調整水：0.05%醋酸水 室温  
配合：各シリラン10部 (計40部) / n-デカン10部 / pH調整水20部



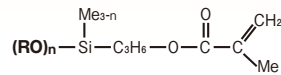
pH調整水：1%アンモニア水 室温  
配合：各シリラン10部 (計40部) / n-デカン10部 / pH調整水20部

### 【試験方法】

各種シリラン  
n-デカン (内部標準) → 初期GC分析 → GC分析  
室温・攪拌

● MeO, n=2  
● MeO, n=3  
● EtO, n=2  
● EtO, n=3

### メタクリルシリランの構造



R: MeまたはEt

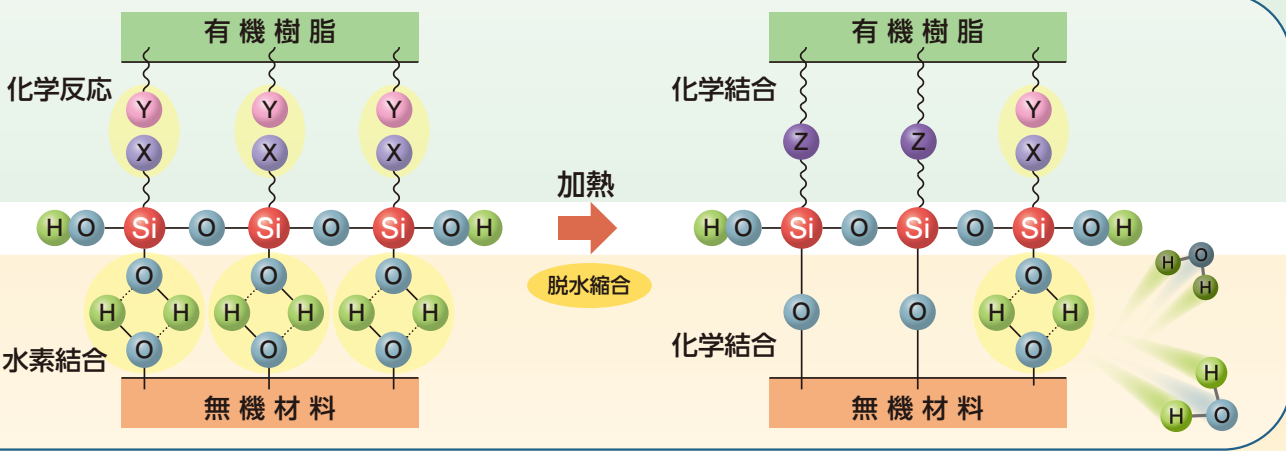
無機材料との反応



### ◆有機官能基と適用樹脂

樹脂名 有機官能基	熱可塑性樹脂										熱硬化性樹脂						エラストマー・ゴム												
	ポリエチレン	ポリプロピレン	ポリスチレン	アクリル	ポリ塩化ビニル	ポリカーボネート	ナイロン	ウレタン	PBT・PET	ABS	メラミン	フェノール	エポキシ	ウレタン	ポリイミド	ジアリルフタレート	不飽和ポリエステル	フラン	ポリブタジエンラバー	ポリイソプレレンラバー	EPM S架橋	EPDM PO架橋	SBR	ニトリルラバー	エポクロロヒドリンラバー	ネオプレンラバー	ブチルラバー	ポリサルファイド	ウレタンラバー
ビニル基	◎	◎														○	○				○	○							
エポキシ基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					○	○	○		○	○	○
スチレン基			○	○																									
メタクリル基	◎	◎	◎	○		○		○	◎							○	◎				○	◎							
アクリル基	○	○	○	○		○		○	◎							○	◎				○	◎							
アミノ基	○	○	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○	◎	◎	○	○				◎				○			○	○	○	○	○
ウレイド基							◎					○		○															
メルカプト基	○	○	○		○			○	○	○	○	○	○						○	○	◎	○	○	○	○	○		◎	◎
イソシアネート基						○	○	◎	○	○	○	○	◎	○				○											○

◎: 優れた効果がある ○: 効果がある \*この表は、あくまでも目安であり、当該樹脂中の官能基などにより、最適なシランカップリング剤は異なります。


















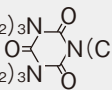
### ◆無機材料の種類とシラノールの反応性

アルコキシ基が加水分解することによりシラノールとなり、無機材料の表面水酸基と水素結合します。一般的には、表面に活性な水酸基が多い無機材料ほど反応しやすいです。

表面の水酸基数	多い			少ない
反応性	高い			低い
無機材料	ガラス シリカ アルミナ	タルク クレー マイカ アルミニウム 鉄	酸化チタン 亜鉛華 酸化鉄	グラファイト カーボンブラック 炭酸カルシウム

# 主要製品ラインアップ

## ◆製品リスト

官能基	製品名	化学名	構造式
ビニル	KBM-1003	ビニルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiCH}=\text{CH}_2$
	KBE-1003	ビニルトリエトキシシラン	$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{SiCH}=\text{CH}_2$
エポキシ	KBM-303	2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_2\text{H}_4$ 
	KBM-402	3-グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OCH}_2\text{CH}$ 
	KBM-403	3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OCH}_2\text{CH}$ 
	KBE-402	3-グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン	$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OCH}_2\text{CH}$ 
	KBE-403	3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン	$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OCH}_2\text{CH}$ 
スチレン	KBM-1403	p-スチリルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}$  $\text{CH}=\text{CH}_2$
メタクリル	KBM-502	3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OC}$  $=\text{CH}_2$
	KBM-503	3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OC}$  $=\text{CH}_2$
	KBE-502	3-メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン	$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OC}$  $=\text{CH}_2$
	KBE-503	3-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン	$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OC}$  $=\text{CH}_2$
アクリル	KBM-5103	3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{OC}$  $=\text{CH}_2$
アミノ	KBM-602	N-2-(アミノエチル)-3-アミノプロピルメチルジメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SiC}_3\text{H}_6\text{NHC}_2\text{H}_4\text{NH}_2$
	KBM-603	N-2-(アミノエチル)-3-アミノプロピルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{NHC}_2\text{H}_4\text{NH}_2$
	KBM-903	3-アミノプロピルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{NH}_2$
	KBE-903	3-アミノプロピルトリエトキシシラン	$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{NH}_2$
	KBE-9103P	3-トリエトキシシリル-N-(1,3-ジメチル-ブチリデン)プロピルアミン	$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{N}=\text{C}$ 
	KBM-573	N-フェニル-3-アミノプロピルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{NH}$ 
	KBM-575	N-(ビニルベンジル)-2-アミノエチル-3-アミノプロピルトリメトキシシランの塩酸塩	有効成分40% メタノール溶液
ウレイド	KBE-585A	3-ウレイドプロピルトリアルコキシシラン	$(\text{RO})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{NHC}$  $\text{NH}_2$ 有効成分50% アルコール溶液
	KBM-585	3-ウレイドプロピルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{NHC}$  $\text{NH}_2$
イソシアネート	KBE-9007N	3-イソシアネートプロピルトリエトキシシラン	$(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{N}=\text{C}=\text{O}$
イソシアヌレート	KBM-9659	トリス-(トリメトキシシリルプロピル)イソシアヌレート	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}(\text{CH}_2)_3\text{N}$  $\text{N}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$
メルカプト	KBM-802	3-メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SiC}_3\text{H}_6\text{SH}$
	KBM-803	3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン	$(\text{CH}_3\text{O})_3\text{SiC}_3\text{H}_6\text{SH}$

\*Fedorsによる蒸発エネルギーとモル体積より求める方法によって計算しました。



	引火点 °C	最小被覆面積 m <sup>2</sup> /g	SP値*
	23	526	7.49
	54	410	7.76
	163	317	8.59
	134	354	8.35
	149	330	8.49
	128	314	8.38
	144	280	8.51
	136	348	8.88
	115	335	8.53
	125	314	8.66
	136	300	8.54
	128	270	8.64
	126	333	9.05
	110	378	8.87
	128	351	9
	88	435	8.56
	98	352	8.56
	134	—	8.41
	165	305	9.15
	11	—	—
	11	—	10.6 (R=Etの場合)
	182	351	11.0
	118	315	9.17
	186	125	10.6
	72	432	8.32
	107	398	8.49

#### ◆当社シランカップリング剤の製品名について

**KBM-1003** → 最後の桁は加水分解性基の数を示す

\*一部例外あり



Mはメトキシ基、Eはエトキシ基を示す

#### ◆水に対する溶解性

シランカップリング剤のアルコキシシリル基は、水に溶解するとシラノール基になります。

このシラノール基は不安定で、経時変化により縮合反応が起こります。この結果、シロキサン結合が生じて最終的にゲル化してしまいます。

一般的にシラノール基は水溶液中で不安定ですが、弱酸性領域では比較的安定です。

また、アミノシランはアミノ基との相互作用により、水溶液中で非常に安定になります。

溶液の保存安定性を改良するために、液のpHを調整する、アルコールを併用する、室温以下で保管するなどの方法があります。

#### ◆最適pHでの溶解性と安定性

製品名	溶解性(水溶液のpH)	保存安定性
<b>KBM-1003</b>	○(3.9)	10日以内
<b>KBE-1003</b>	○(3.9)	10日以内
<b>KBM-303</b>	○(4.0)	30日以内
<b>KBM-403</b>	◎(5.3)	30日以内
<b>KBE-402</b>	○(4.0)	10日以内
<b>KBE-403</b>	○(4.0)	10日以内
<b>KBM-1403</b>	不溶	—
<b>KBM-502</b>	○(4.0)	1日以内
<b>KBM-503</b>	○(4.2)	1日以内
<b>KBM-5103</b>	○(4.2)	3日以内
<b>KBM-602</b>	◎(10.0)	30日以内
<b>KBM-603</b>	◎(10.0)	30日以内
<b>KBM-903</b>	◎(10.0)	30日以内
<b>KBE-903</b>	◎(10.0)	30日以内
<b>KBM-573</b>	○(4.0)	1日以内
<b>KBM-803</b>	○(4.0)	1日以内

#### \*溶解性

◎: 水溶液のpHを調整することなく1%シラン水溶液を作成できる

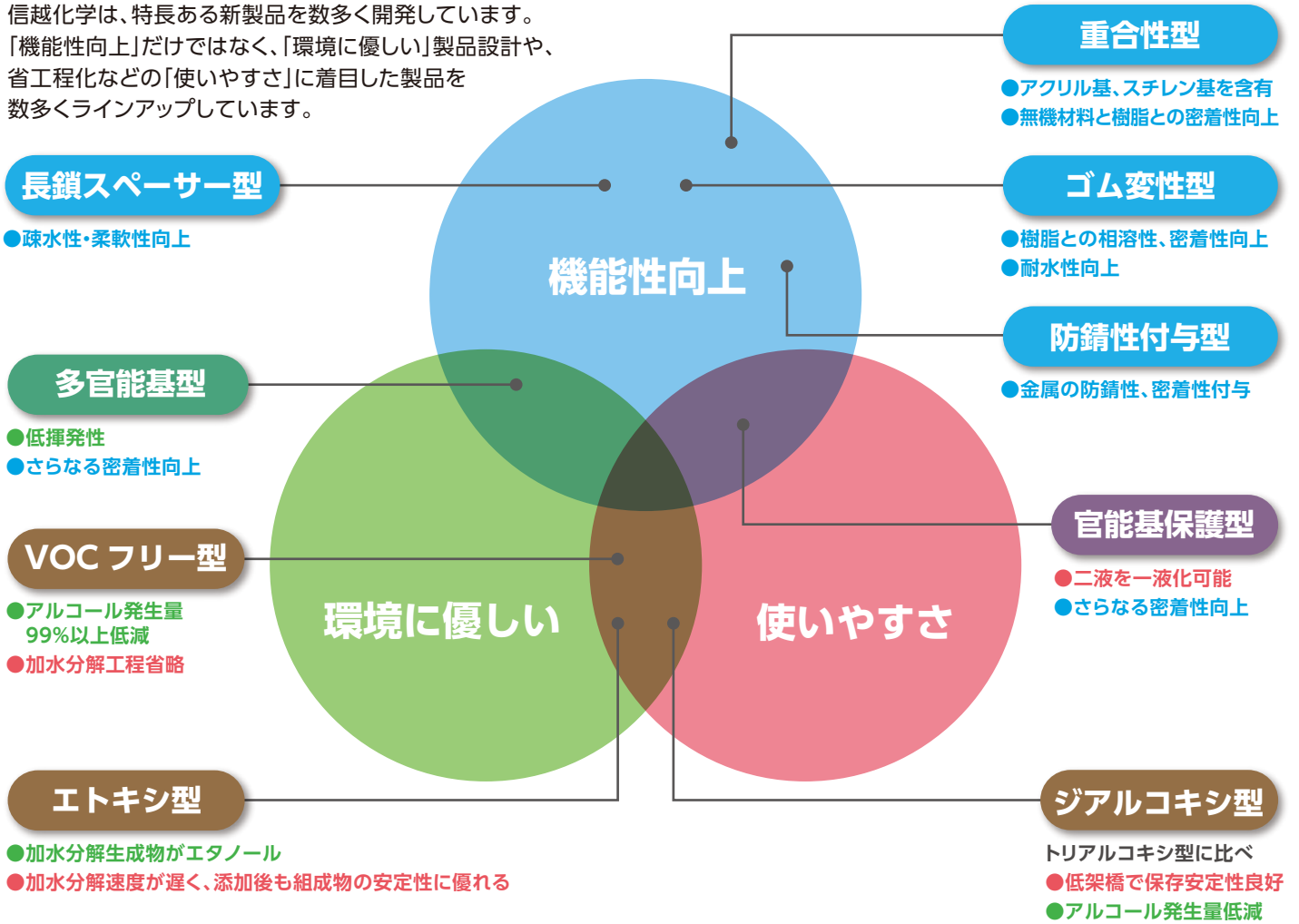
○: 水溶液のpHを調整することで1%シラン水溶液を作成できる

不溶: シラン水溶液を作成できない

\*保存安定性はあくまでも目安であり、使用条件、使用目的により異なります。

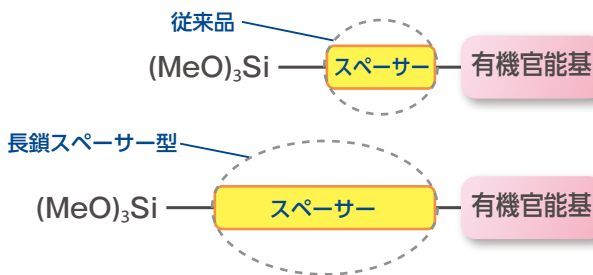
# 信越シランカップリング剤の開発コンセプト

信越化学は、特長ある新製品を数多く開発しています。「機能性向上」だけでなく、「環境に優しい」製品設計や、省工程化などの「使いやすさ」に着目した製品を数多くラインアップしています。

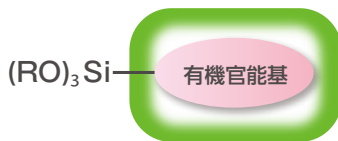


## ◆化学構造のイメージ

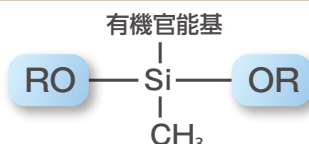
### 長鎖スペーサー型 →P13



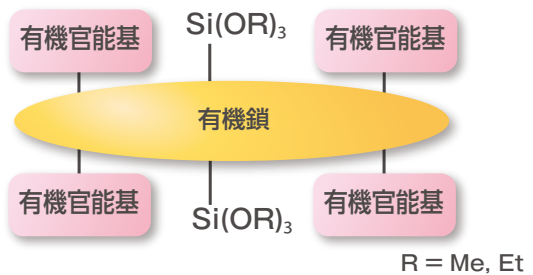
### 官能基保護型 →P16



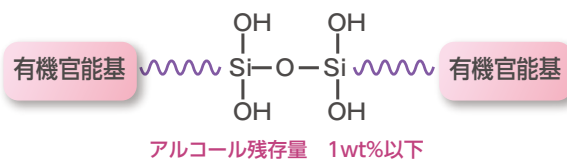
### ジアルコキシ型 →P17



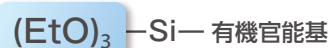
### 多官能基型 →P14



### VOCフリー型 →P17



### エトキシ型 →P17





## 長鎖スパーサー型シランカップリング剤

汎用のシランカップリング剤に対し疎水性が高くなるため、フィラーに処理した際の分散性が向上します。また硬化物の可とう性が向上することも特長です。

### ◆特長と期待効果

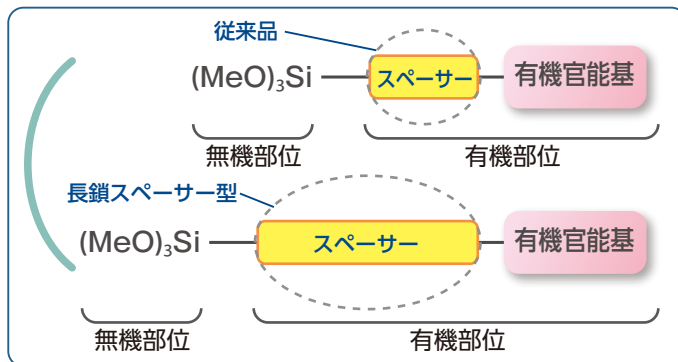
疎水性(親油性)向上

樹脂との相溶性向上  
フィラー高充填化  
耐アルカリ性向上

柔軟性向上

官能基の自由度向上  
(反応性向上)  
密着性向上  
硬化物の可とう性向上

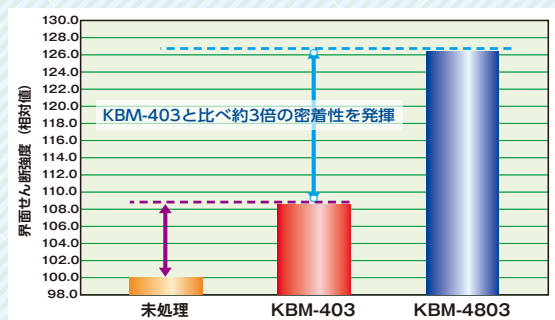
### ◆化学構造のイメージ



### ◆製品リスト

有機官能基	製品名	化学構造
ビニル	KBM-1083	<chem>(MeO)3Si-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH=CH2</chem>
エポキシ	KBM-4803	<chem>(MeO)3Si-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-O-CH2-CH(O)CH2</chem>
メタクリル	KBM-5803	<chem>(MeO)3Si-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-O-C(=O)-C(CH3)=CH2</chem>
アミノ	KBM-6803	<chem>(MeO)3Si-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-NH-CH2-CH2-NH2</chem>

### ◆ガラス/エポキシ樹脂界面の接着性試験



#### 試験方法

- 1%水溶液をガラス基材へ塗布
- 硬化物(エポキシ樹脂)/トリエチレンテトラミンを形成、密着強度を測定

\*未処理を基準(100)として密着強度を算出  
KBM-403 : 3-グリシドキシプロピルトリエチルアミノシラン

### ◆硬化物の測定

項目	サンプル KBM-4803 縮合物	KBM-403 (従来品) 縮合物	KBM-5803 縮合物	KBM-503 (従来品) 縮合物
鉛筆硬度	3H	5H	B	H
硬化収縮*	なし	あり	なし	あり

硬化膜厚 : 5μm 基材 : PET(0.2mm厚)

(規格値ではありません)

#### \*硬化収縮のイメージ



### ◆処理シリカの分散性比較



項目	サンプル	KBM-4803処理	KBM-403処理
粘度	Pa·s	120	260

長鎖スパーサー型は、粘度上昇が抑えられ、フィラーの高充填化を可能にします。  
組成: シラン処理シリカ 10部 / 多官能エポキシ化合物 90部

長鎖スパーサー型は、フィラーの分散性・組成物の透明性が向上します。

組成: シラン処理シリカ 10部 / 多官能アクリル化合物 90部

# 多官能基型シランカップリング剤

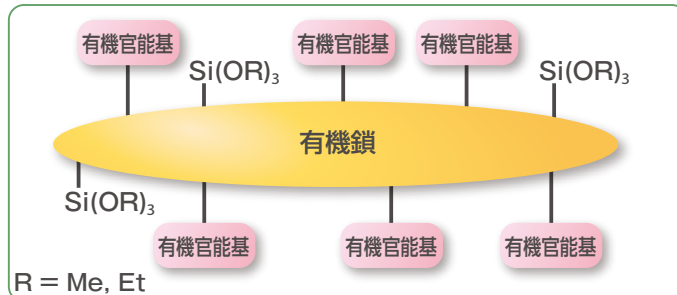
モノマータイプに比べ、低揮発性で樹脂との反応点が多く、基材との密着性向上が期待できます。  
また、造膜性もあるため、プライマーとしても使用可能です。

## 有機鎖タイプ：樹脂との相溶性が良い

### ◆特長と期待される効果

低揮発性	→	高温環境下で使用可能 少量の添加で効果が期待できる
樹脂との反応点が多い	→	カップリング性能向上
造膜性あり	→	高機能プライマー
トリアルコキシシリル基含有	→	密着性向上

### ◆化学構造のイメージ



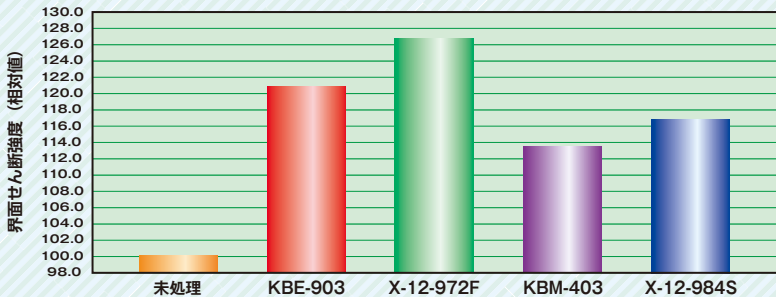
### ◆製品リスト

有機官能基	製品名	アルコキシ基	官能基数*2	粘度 mm <sup>2</sup> /s	反応性官能基当量 g/mol
アクリル	X-12-1048	MeO	1	33	300
	X-12-1050	MeO	5	6,000	150
エポキシ	X-12-981S	EtO	3	1,000	290
	X-12-984S	EtO	3	2,000	270
メルカプト	X-12-1154	MeO	3	1,500	240
アミノ	X-12-972F*1	EtO	5	8.6	600
イソシアネート	X-12-1159L	MeO	2	4,000	360

\*1 15%エタノール溶液 \*2 Si1つに対する有機官能基数

(規格値ではありません)

### ◆ガラス/エポキシ樹脂界面の接着性試験



#### 試験方法：

- ①1%水溶液をガラス基材へ塗布
- ②硬化物(エポキシ樹脂 / トリエチレンテトラミン)を形成、密着強度を測定

\*未処理を基準(100)として密着強度を算出  
KBE-903：3-アミノプロピルトリエトキシシラン  
KBM-403：3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン

### ◆シランカップリング剤の不揮発分

多官能基型シランカップリング剤は、モノマータイプに比べ、揮発性が低いです。

有機官能基	製品名	不揮発分 %		
		105°C×3h	150°C×3h	180°C×3h
(メタ)アクリル	KBM-5103 (アクリルシラン)	29	0	-
	KBM-503 (メタクリルシラン)	60	0	-
	KBM-5803 (長鎖メタクリルシラン)	98	34	37
	X-12-1048 (多官能アクリルシラン)	97	84	79
	X-12-1050 (多官能アクリルシラン)	99	97	97
	KR-513 (アクリルアルコキシオリゴマー)	97	94	93
	X-40-9296 (メタクリルアルコキシオリゴマー)	98	95	95
エポキシ	KBM-403 (エポキシシラン)	66	4	-
	KBM-4803 (長鎖エポキシシラン)	98	68	39
	X-12-981S (多官能エポキシシラン)	92	87	74
	X-12-984S (多官能エポキシシラン)	94	90	88
	KR-516 (エポキシアルコキシオリゴマー)	93	85	80

\*50ccのビーカーにシラン原液2gをとり、測定。

(規格値ではありません)



# 重合性型シランカップリング剤

## X-12-1290、KBM-1403

### ◆期待される効果

#### X-12-1290 :

- アリル基含有のためラジカル架橋が可能。
- 重合性樹脂組成物に添加することで、フィラーなどの無機材料と樹脂との密着性を向上させる。

#### KBM-1403 :

- スチレン基含有のため、アニオン重合、カチオン重合、ラジカル重合が可能。
- 重合性樹脂組成物に添加することで、フィラーなどの無機材料と樹脂との密着性を向上させる。

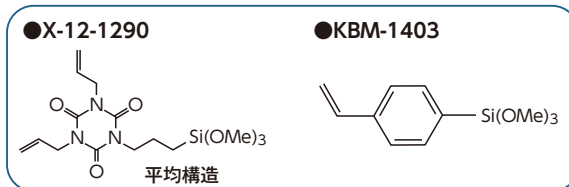
### ◆一般特性

官能基	製品名	化学名	比重 25℃	屈折率 25℃	引火点 ℃
ビニル	X-12-1290	オルガノシラン	1.17	1.483	190
スチレン	KBM-1403*	p-スチリルトリメトキシシラン	1.06	1.504	136

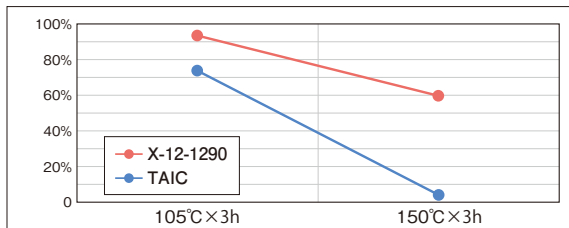
\*KBM-1403は、0℃以下の保管が必要

(規格値ではありません)

### ◆化学構造



### ◆不揮発分測定データ



# ゴム変性型シランカップリング剤

## ブタジエンポリマー変性シランカップリング剤 X-12-1267B-ES

### ◆期待される効果

- さまざまな樹脂の相溶性、密着性向上
- 疎水性が高いことによる、耐水性向上

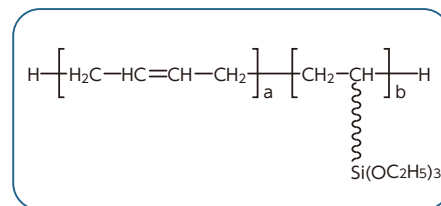
### ◆一般特性

項目	製品名	X-12-1267B-ES
外観		黄色微濁液体
粘度 25℃		1,100
不揮発分 105°Cx3h	mPa·s	>98
数平均分子量*	%	6,200

\*スチレン換算により算出

(規格値ではありません)

### ◆化学構造



# 防錆性付与型シランカップリング剤

## ベンゾトリアゾール基含有シランカップリング剤 X-12-1214A

金属の防錆に効果のあるベンゾトリアゾール基を有機官能基に持つシランカップリング剤です。アルコキシ基が無機基材と密着することで金属基材表面に留まり、長期にわたって優れた防錆効果を発揮します。

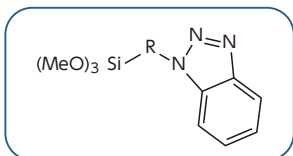
### ◆特長

- 銅、銀、アルミなど、金属の錆防止に有効です。また、金属への密着性付与効果が期待できます。

### ◆用途

- 配管など
- 銅箔、銀箔など
- 電気製品用  
金属部品など

### ◆化学構造



### ◆一般特性

製品名	X-12-1214A
外観	淡黄色透明液体
有効成分	% 100
粘度 25℃	mm <sup>2</sup> /s 170

(規格値ではありません)

### 銅版への処理

- ①銅版を硫酸洗浄、水洗を行う
- ②エポキシシラン、ベンゾトリアゾール、X-12-1214A 1wt%溶液に5分浸漬、乾燥

#### ●初期



未処理 KBM-403 エポキシシラン 処理 ベンゾ トリアゾール 処理 X-12-1214A 処理

#### ●塩水噴霧試験1日後



未処理 KBM-403 エポキシシラン 処理 ベンゾ トリアゾール 処理 X-12-1214A 処理

# 官能基保護型シランカップリング剤

官能基保護型シランカップリング剤は、有機官能基を保護することで、これまで反応性が高く同時に添加できなかった系への応用が可能となり、二液としていた材料の一液化などに使用されています。

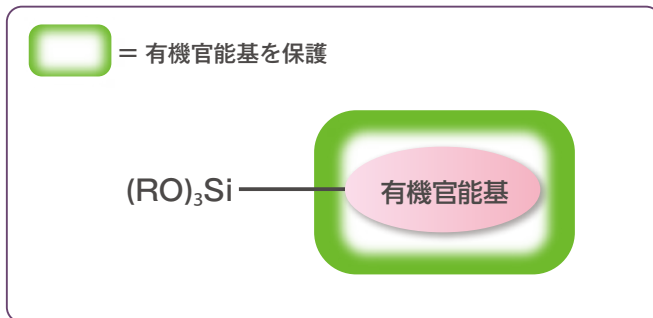
## ◆特長

従来混合できなかった有機材料に添加することが可能

## ◆製品リスト

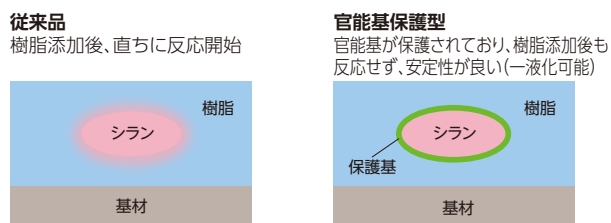
製品名	官能基
X-12-1056ES	メルカプト基保護型シランカップリング剤
KBE-9103P	アミノ基保護型(ケチミンタイプ)
X-12-1172ES	アミノ基保護型(アルジミンタイプ)
X-12-967C	酸無水物型

## ◆化学構造のイメージ

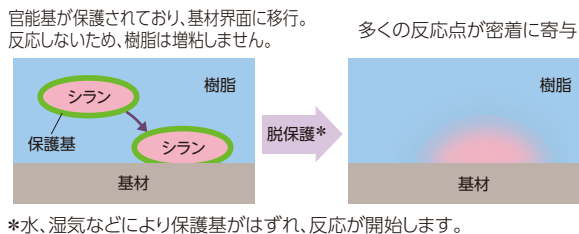


## ◆官能基保護型のメリット

### ●樹脂中の安定性向上のイメージ



### ●さらなる密着性向上のイメージ



## ◆各種樹脂添加後の安定性

### KBE-9103Pのエポキシ樹脂中の保存安定性

- 配合  
エポキシ樹脂……50部      シランカップリング剤……5部  
トルエン………50部

#### ●粘度の測定結果

条件	製品名	添加なし	KBE-9103P	KBE-903
3日後	mm <sup>2</sup> /s	4.2	4.4	7.8
14日後	mm <sup>2</sup> /s	4.3	4.7	8.6

(規格値ではありません)

### KBE-9103Pのエポキシ内添接着剤の接着試験

- 配合  
エポキシ樹脂………50部      トリエチレンテトラミン……5部  
シランカップリング剤……5部

#### ●アルミ板への引張り接着試験

条件	製品名	添加なし	KBE-9103P	KBE-903
初期強度	MPa	3.9	7.6	6.1
耐水試験 95°C×10h	MPa	3.4	6.4	5.2

(規格値ではありません)

## ◆イソシアネート化合物混合時の粘度変化

- 配合  
イソシアネート化合物……95部      シランカップリング剤……5部

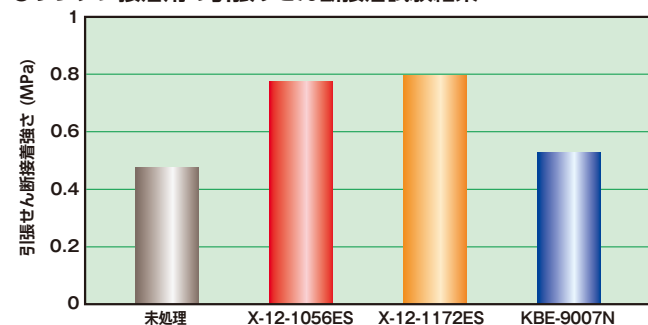
#### ●粘度の測定結果

条件	製品名	添加なし	芳香族イソシアネート		
			X-12-1056ES	X-12-1172ES	KBM-803
初期	mPa·s	222	139	174	119
50°C×1週間後	mPa·s	223	176	380	2,070

(規格値ではありません)

## ◆ウレタン接着剤への応用

### ●ウレタン接着剤の引張りせん断接着試験結果



#### 組成:

- NCO含有ウレタンポリマー……100部  
可塑剤………40部  
充填剤………100部  
硬化触媒………0.1部  
シランカップリング剤………1.0部

硬化条件: 23°C / 50%RH × 3days

基材: ガラス



# VOCフリー型シランカップリング剤

アルコキシシリル基が全てシラノールの状態になっており、発生するメタノール、エタノールを99%以上低減しています。従来のシランカップリング剤を加水分解する際に発生するアルコールを抑制できます。

(例) KBE-903 100kg加水分解時 →エタノール 62kg発生 **VOCフリー化が求められています。**

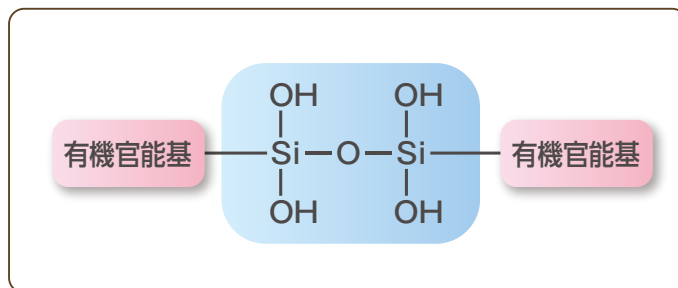
## ◆特長

- ・加水分解工程の省略が可能
- ・アルコール発生量99%以上低減
- ・不燃
- ・VOC発生量低減

## ◆期待される用途

- ・プライマー
- ・表面処理剤
- ・バインダー
- ・水系塗料への混合

## ◆化学構造のイメージ



## ◆製品リスト

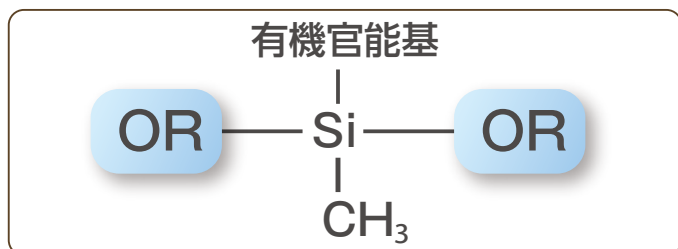
製品名	有機官能基	有効成分 wt%	溶媒	pH*
KBP-90	アミン -NH <sub>2</sub>	30	水	10~12
X-12-1353	アミン、ビニル -NH <sub>2</sub> and -CH=CH <sub>2</sub>	20	水	10~12
X-12-1353M	アミン、メチル -NH <sub>2</sub> and -CH <sub>3</sub>	20	水	10~12
KBP-64	エチレンジアミン+α -NH-C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -NH <sub>2</sub>	30	水	10~12
X-12-954	エチレンジアミン -NH-C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -NH <sub>2</sub>	30	水	10~12
X-12-1135	カルボン酸 -COOH	30	水	1~3
X-12-1139	4級アンモニウム -NMe <sub>2</sub> C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>	30	水	8~10
X-12-1126	4級アンモニウム -NMe <sub>3</sub> <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>	30	水	8~10

\*このpH領域から外れると安定性が低下します。

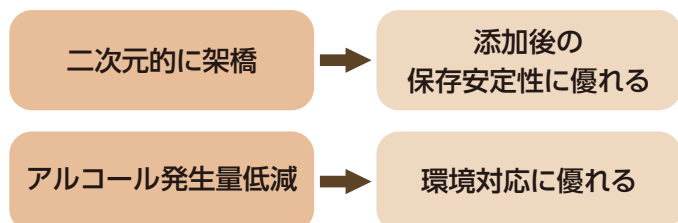
(規格値ではありません)

# ジアルコキシ型 シランカップリング剤

## ◆化学構造のイメージ

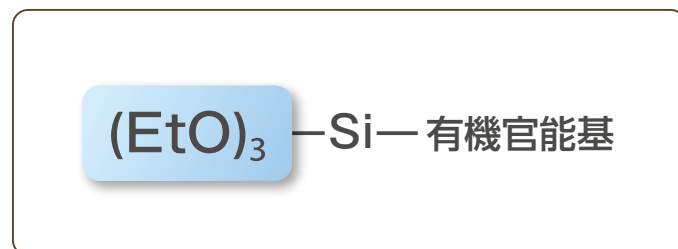


## ◆特長と期待される効果

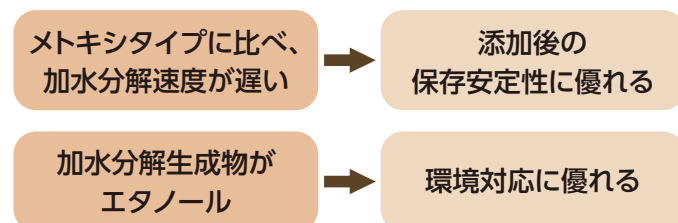


# エトキシ型 シランカップリング剤

## ◆化学構造のイメージ



## ◆特長と期待される効果



\*加水分解性データはP8のグラフを参照ください。

# シラン

信越シランは、アルコキシシラン、シラザンなどで構成される一連のケイ素化合物です。無機基材表面へのはっ水性付与や無機フィルターの有機樹脂への分散性改良、無機物の表面改質用など、幅広い分野で使用されています。

## ◆一般特性

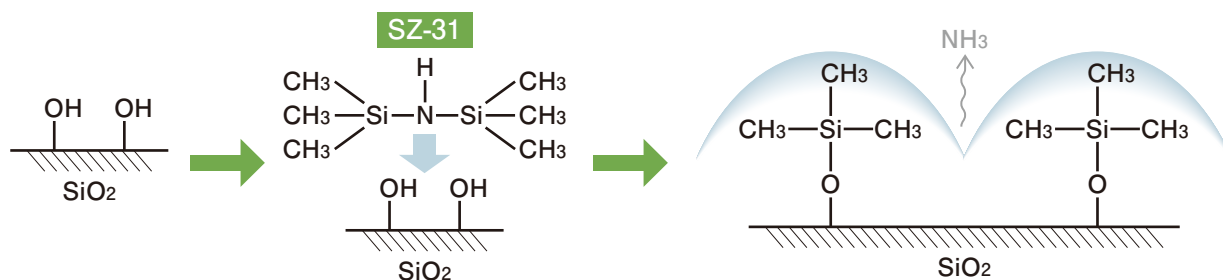
タイプ	製品名	化学名	構造式	分子量	比重 25℃	屈折率 25℃	沸点 ℃	引火点 ℃	最小被覆 面積 m <sup>2</sup> /g	危険物分類 (第四類)	既存化学 物質No.	CAS No.
メトキシ型	KBM-13	メチルトリメトキシシラン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>3</sub> SiCH <sub>3</sub>	136.2	0.95	1.369	102	8*1	573	第一石油類	2-2052	1185-55-3
	KBM-22	ジメチルジメトキシシラン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>2</sub> Si(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	120.2	0.86	1.371	82	-10*1	649	第一石油類	2-2052	1112-39-6
	KBM-103	フェニルトリメトキシシラン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>3</sub> SiC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	198.3	1.06	1.473	218	94*2	393	第三石油類	3-2635	2996-92-1
	KBM-202SS	ジフェニルジメトキシシラン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>2</sub> Si(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	244.4	1.08	1.541	304	145*2	320	第三石油類	3-2635	6843-66-9
	KBM-3033	n-プロピルトリメトキシシラン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>3</sub> Si(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	164.3	0.93	1.388	142	36*1	475	第二石油類	2-2052	1067-25-0
	KBM-3063	ヘキシルトリメトキシシラン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>3</sub> Si(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	206.4	0.91	1.406	202	81*2	378	第三石油類	2-2052	3069-19-0
	KBM-3103C	デシルトリメトキシシラン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>3</sub> Si(CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> CH <sub>3</sub>	262.5	0.90	1.421	132℃/ 1.3kPa	122*1	297	第三石油類	2-3512	5575-48-4
	KBM-3066	1,6-ビス(トリメトキシシリル)ヘキササン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>3</sub> Si(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> Si(OCH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	326.5	1.02	1.420	161℃/ 0.26kPa	164*2	239	第三石油類	2-3732	87135-01-1
	KBM-7103	トリフルオロプロピルトリメトキシシラン	(CH <sub>3</sub> O) <sub>3</sub> SiCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	218.2	1.14	1.352	144	23*1	357	第二石油類	2-2079	429-60-7
エトキシ型	KBE-04	テトラエトキシシラン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>4</sub> Si	208.3	0.93	1.381	168	54*1	375	第二石油類	2-2048	78-10-4
	KBE-13	メチルトリエトキシシラン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>3</sub> SiCH <sub>3</sub>	178.3	0.89	1.383	143	40*1	437	第二石油類	2-2052	2031-67-6
	KBE-22	ジメチルジエトキシシラン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>2</sub> Si(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	148.3	0.83	1.384	114	15*1	526	第一石油類	2-2052	78-62-6
	KBE-103	フェニルトリエトキシシラン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>3</sub> SiC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	240.4	0.99	1.459	236	111*2	324	第三石油類	3-2635	780-69-8
	KBE-3033	n-プロピルトリエトキシシラン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>3</sub> Si(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	206.4	0.89	1.394	179	57*1	378	第二石油類	2-2052	2550-02-9
	KBE-3063	ヘキシルトリエトキシシラン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>3</sub> Si(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	248.4	0.88	1.408	120.6℃/ 2.8kPa	97*1	314	第三石油類	2-2052	18166-37-5
	KBE-3083	オクチルトリエトキシシラン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>3</sub> Si(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH <sub>3</sub>	276.5	0.88	1.415	98℃/ 10.27kPa	126*2	282	第三石油類	2-3784	2943-75-1
シラザン	SZ-31	ヘキサメチルジシラザン	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> SiNHSi(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	161.4	0.77	1.408 (20℃)	126	14*1	967	第一石油類	2-2955 または 2-2044	999-97-3
シロキサ	KPN-3504	加水分解性基含有シロキサ	非公開	—	0.97	1.405	—	190*2	—	第三石油類	登録済	—

\*1: 密閉式 \*2: 開放式  
※1kPa: 7.5mmHg

(規格値ではありません)

## ◆SZ-31の反応

加水分解により、アンモニアを生成する反応です。



## ◆はっ水性能(表面特性)

### 1. はっ水性能(ガラス基板上)

シラン	水の接触角(度)
KBM-13	63
SZ-31	66
KBM-3103C	84

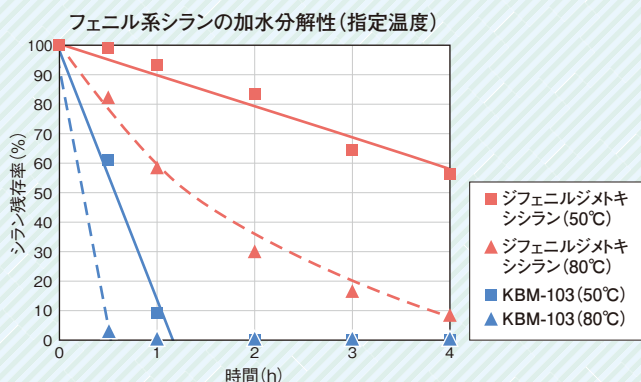
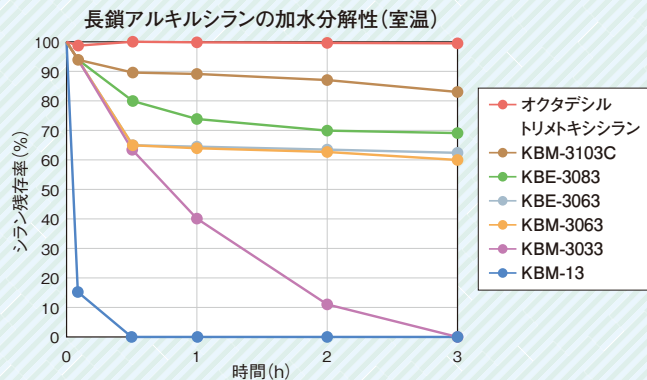
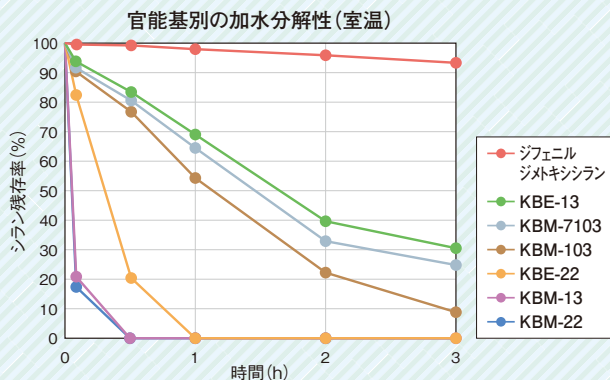
### 2. 表面張力低下能

シラン処理表面の臨界表面張力(γ<sub>c</sub>)

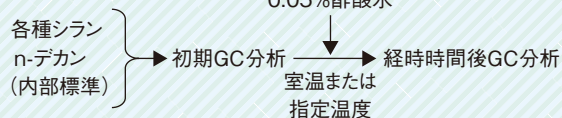
シラン	γ <sub>c</sub> (mN/m)
KBM-7103	20.6
KBM-13	22.5
KBM-103	40.0

## 加水分解性

### ◆各シランの加水分解速度



#### 【試験方法】



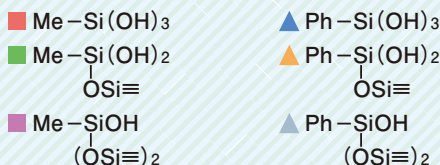
1. 各種シランおよびn-デカンを混合します。
2. 混合溶液のGC分析を行い、初期の残存量を確認します。
3. 0.05%の酢酸水を添加し、室温または指定温度で攪拌します。
4. 経時でGC分析を行い、初期の残存量からシランの残存率を算出します。

## 縮合反応性

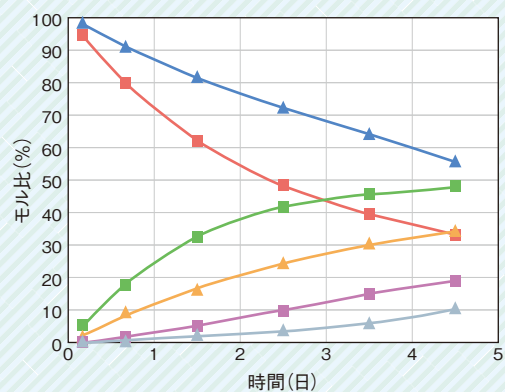
### ◆メチルシランとフェニルシランの縮合挙動

#### ●3官能型

メチルトリメトキシシラン (KBM-13) とフェニルトリメトキシシラン (KBM-103) とを比較した場合、フェニルトリメトキシシランの方が縮合が遅いことが分かります。

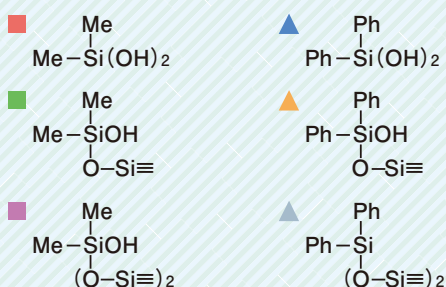


条件: シラン 2%、酢酸 0.3%、エタノール 50%、水 48%、温度28°C

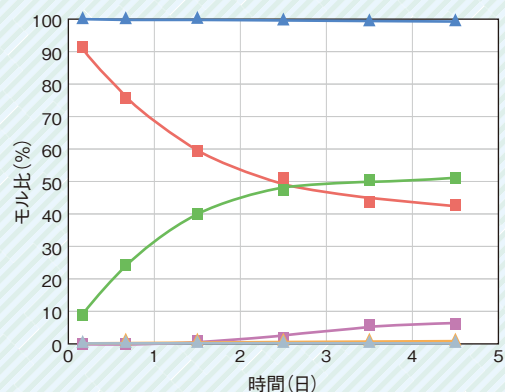


#### ●2官能型

ジメチルジメトキシシラン (KBM-22) とジフェニルジメトキシシラン (KBM-202SS) とを比較した場合、ジフェニルジメトキシシランの方が縮合が遅いことが分かります。



条件: シラン 2%、酢酸 0.3%、エタノール 50%、水 48%、温度28°C





# 製品特性・荷姿一覧表

官能基	製品名	化学名	分子量	比重 25℃
ビニル	KBM-1003	ビニルトリメトキシシラン	148.2	0.97
	KBE-1003	ビニルトリエトキシシラン	190.3	0.90
	KBM-1083	7-オクテニルトリメトキシシラン	232.4	0.92
	X-12-1290	オルガノシラン	-	1.17
エポキシ	KBM-303	2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン	246.4	1.06
	KBM-402	3-グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン	220.3	1.02
	KBM-403	3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン	236.3	1.07
	KBE-402	3-グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン	248.4	0.98
	KBE-403	3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン	278.4	1.00
	KBM-4803	8-グリシドキシオクチルトリメトキシシラン	306.5	1.01
	X-12-981S	オルガノシラン	-	1.11
	X-12-984S	オルガノシラン	-	1.16
	KR-516	シロキサソ	-	1.15
スチレン	KBM-1403	p-スチリルトリメトキシシラン	224.3	1.06
メタクリル	KBM-502	3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン	232.4	1.00
	KBM-503	3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン	248.4	1.04
	KBE-502	3-メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン	260.4	0.96
	KBE-503	3-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン	290.4	0.99
	KBM-5803	8-メタクリロキシオクチルトリメトキシシラン	318.5	0.99
アクリル	KBM-5103	3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン	234.3	1.06
	X-12-1048	オルガノシラン	-	1.15
	X-12-1050	オルガノシラン	-	1.19
	KR-513	シロキサソ	-	1.15
アミノ	KBM-602	N-2-(アミノエチル)-3-アミノプロピルメチルジメトキシシラン	206.4	0.97
	KBM-603	N-2-(アミノエチル)-3-アミノプロピルトリメトキシシラン	222.4	1.02
	KBM-903	3-アミノプロピルトリメトキシシラン	179.3	1.01
	KBE-903	3-アミノプロピルトリエトキシシラン	221.4	0.94
	KBE-9103P	3-トリエトキシシリル-N-(1,3-ジメチル-ブチリデン)プロピルアミン	-	0.92
	X-12-1172ES	オルガノシラン	-	1.01
	KBM-573	N-フェニル-3-アミノプロピルトリメトキシシラン	255.4	1.07
	KBM-575	N-(ビニルベンジル)-2-アミノエチル-3-アミノプロピルトリメトキシシランの塩酸塩 (有効成分40% メタノール溶液)	-	0.91
	KBM-6803	N-2-(アミノエチル)-8-アミノオクチルトリメトキシシラン	292.5	0.97
	X-12-972F	オルガノシラン (有効成分15% エタノール溶液)	-	0.83

	屈折率 25℃	沸点 ℃	引火点 ℃	最小被覆面積 m <sup>2</sup> /g	危険物分類 (第四類)	荷姿		
						1L缶	18L缶	200Lドラム
	1.391	123	23	526	第二石油類	1kg	16kg	180kg
	1.397	161	54	410	第二石油類	1kg	15kg	180kg
	1.423	100℃/0.93kPa	122	336	第三石油類	1kg	16kg	-
	1.483	-	190	-	第三石油類	1kg	18kg	-
	1.448	310	163	317	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.432	112℃/0.67kPa	134	354	第三石油類	1kg	16kg	180kg
	1.427	290	149	330	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.431	259	128	314	第三石油類	1kg	16kg	180kg
	1.425	124℃/0.39kPa	144	280	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.438	160℃/0.004kPa	180	254	第三石油類	1kg	16kg	-
	1.465	-	193	-	第三石油類	1kg	-	-
	1.474	-	193	-	第三石油類	1kg	-	-
	1.441	-	184	-	第三石油類	1kg	18kg	-
	1.504	115℃/0.001kPa	136	348	第三石油類	1kg	16kg	-
	1.433	83℃/0.39kPa	115	335	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.429	255	125	314	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.432	265	136	300	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.427	129℃/0.67kPa	128	270	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.439	145℃/0.004kPa	186	245	第三石油類	1kg	16kg	-
	1.427	102℃/0.53kPa	126	333	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.453	-	166	-	第三石油類	1kg	16kg	-
	1.481	-	194	-	第三石油類	1kg	16kg	-
	1.450	-	192	-	第三石油類	1kg	18kg	-
	1.447	234	110	378	第三石油類、水溶性	1kg	16kg	200kg
	1.442	259	128	351	第三石油類、水溶性	1kg	16kg	200kg
	1.422	215	88	435	第三石油類、水溶性	1kg	16kg	200kg
	1.420	217	98	352	第三石油類、水溶性	1kg	16kg	180kg
	1.437	-	134	-	第三石油類	1kg	16kg	180kg
	1.491	-	146	-	第三石油類	1kg	-	-
	1.504	312	165	305	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	-	-	11	-	第一石油類	-	15kg	160kg
	1.447	180℃/0.9kPa	164	267	第三石油類	1kg	16kg	-
	-	-	12	-	第一石油類	1kg	16kg	-

(規格値ではありません)

# 製品特性・荷姿一覧表

官能基	製品名	化学名	分子量	比重 25℃
ウレイド	KBE-585A	3-ウレイドプロピルトリアルコキシシラン (有効成分50% アルコール溶液)	-	0.91
	KBM-585	3-ウレイドプロピルトリメトキシシラン	222.3	1.15
イソシアネート	KBE-9007N	3-イソシアネートプロピルトリエトキシシラン	247.4	1.00
	X-12-1159L	オルガノシラン	-	1.17
イソシアヌレート	KBM-9659	トリス-(トリメトキシシリルプロピル)イソシアヌレート	615.8	1.18
メルカプト	KBM-802	3-メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン	180.3	1.00
	KBM-803	3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン	196.4	1.06
	X-12-1154	オルガノシラン	-	1.26
	X-12-1056ES	オルガノシラン	-	1.05
酸無水物	X-12-967C	3-トリメトキシシリルプロピルコハク酸無水物	262.1	1.17
ベンゾトリアゾール	X-12-1214A	オルガノシラン	-	1.21
液状ゴムタイプ	X-12-1267B-ES	オルガノシラン	-	0.94

## ◆VOCフリー型

製品名	特長	外観
KBP-90	アミン系	無色～黄色液体
X-12-1353	アミン、ビニル系	無色～黄色液体
X-12-1353M	アミン、メチル系	無色～黄色液体
KBP-64	エチレンジアミン+α系	無色～黄色液体
X-12-954	エチレンジアミン系	無色～黄色液体
X-12-1135	カルボン酸系	無色～黄色液体
X-12-1139	4級アンモニウム系	無色～淡黄色液体
X-12-1126	4級アンモニウム系	無色～黄色液体



	屈折率 25℃	沸点 ℃	引火点 ℃	最小被覆面積 m <sup>2</sup> /g	危険物分類 (第四類)	荷姿		
						1L缶	18L缶	200Lドラム
	-	-	11	-	第一石油類	1kg	16kg	180kg
	1.461	-	182	351	第三石油類	1kg	16kg	180kg
	1.418	250	118	315	第三石油類	1kg	15kg	-
	1.500	-	228	-	第四石油類	1kg	-	-
	1.458	250以上	186	125	第三石油類	1kg	18kg	200kg
	1.448	204	72	432	第三石油類	1kg	16kg	200kg
	1.440	219	107	398	第三石油類	1kg	18kg	200kg
	1.514	-	218	-	第四石油類	1kg	16kg	-
	1.435	-	160	-	第三石油類	1kg	16kg	-
	1.446	178 - 182	190	298	第三石油類	1kg	16kg	-
	1.524	-	168	-	第三石油類	1kg	18kg	-
	1.480	-	294	-	非危険物	1kg	18kg	180kg

(規格値ではありません)

	有効成分 wt%	溶媒	危険物分類	荷姿	
	30	水	-	1kg	16kg
	20	水	-	1kg	16kg
	20	水	-	1kg	-
	30	水	-	1kg	18kg
	30	水	-	1kg	16kg
	30	水	-	1kg	16kg
	30	水	-	1kg	-
	30	水	-	1kg	16kg

(規格値ではありません)

お客様からよくいただく質問とその回答をご紹介します。  
お問い合わせいただく前に、一度ご覧ください。

項目	質問	回答
選定方法	メトキシシリル基とエトキシシリル基の使い分けは？	アルコキシシリル基の加水分解性はエトキシシリル基よりもメトキシシリル基の方が速いです。P8のアルコキシ基の加水分解性のデータをご参照ください。メトキシシリル基が加水分解するとメタノールが、エトキシシリル基が加水分解するとエタノールが生成するため、メタノールの発生を懸念される場合は、エトキシシリル基(KBEシリーズ)をご使用ください。
	トリアルコキシシリル基とジアルコキシシリル基の使い分けは？	トリアルコキシシリル基が加水分解縮合すると三次元的に架橋するのに対し、ジアルコキシシリル基が加水分解縮合すると二次元的に架橋するため、水溶液などに調整した場合、ジアルコキシシリル基の方が安定性が高いです。しかし、トリアルコキシシリル基の方が基材との架橋密度が高くなるため、密着性が高くなる場合があります。
	有機官能基の選び方は？	最適な有機官能基は、対象となる樹脂や基材によって異なります。P9の有機官能基と適用樹脂の表をご参照ください。
	密着性向上に効果がある樹脂と効果の無い樹脂は？	シランの種類と適用樹脂についての目安としてP9の有機官能基と適用樹脂の表をご参照ください。
サンプル入手方法	サンプルの入手方法は？	ホームページ( <a href="https://www.silicone.jp/showInquiry.do">https://www.silicone.jp/showInquiry.do</a> )からお問い合わせ頂るか、代理店へご用命ください。
調整方法	シランの使用量の求め方は？	フィラーの比表面積とシランの最少被覆面積(P10-P11の製品リスト、P20-P23の製品特性・荷姿一覧表に記載)などから最適量が求められます(注①参照)。概算の場合はフィラーに対して0.5~2wt%でご評価ください。なお、フィラーの種類により、優れた効果が得られるものと効果が得られにくいものがあります。
使用方法	事前にフィラーを処理する方法とインテグラルブレンド法でどのような違いがあるか？	一般的に前処理法は無機フィラーを先に処理し、その後、有機材料に混練し使用します。インテグラルブレンド法は無機フィラー、樹脂、シランを前処理せず、同時に添加する方法です。インテグラルブレンド法では混練してすぐの熱処理ではシラン自体が揮発する場合があります。養生期間後に加熱することをお勧めします。(注②参照)
	処理方法についての注意点は？	無機表面を洗浄し、油脂分を除去した後、プライマー処理することにより高い効果が期待できます。
	乾燥条件は？	水が揮発、脱水縮合する条件として、80~120℃程度を推奨します(注③参照)。

## 注①

### ◆処理量

フィラーに対する処理量は、通常0.5~2wt%です。  
フィラーに単分子膜で表面処理するためのシランの必要量は、目安として次のモデル式があり、参考にすることができます。

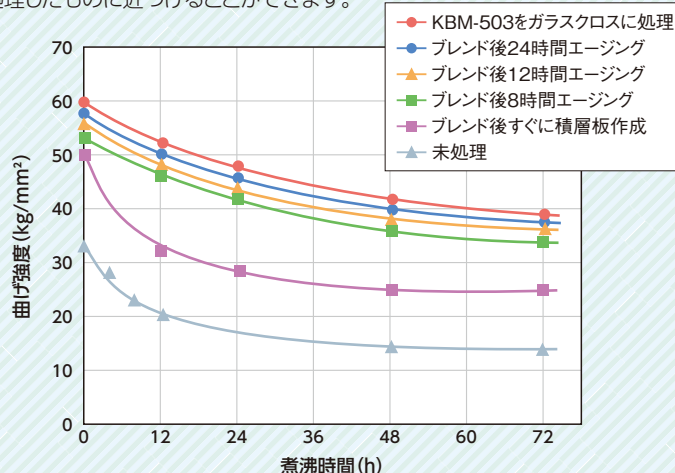
$$\text{シランの処理量 (g)} = \frac{\text{フィラーの重量 (g)} \times \text{フィラーの比表面積 (m}^2/\text{g)}}{\text{シランの最少被覆面積 (m}^2/\text{g)}}$$

## 注②

### ◆有機樹脂ブレンドのエイジングの効果

#### ■ポリエステル樹脂への適用例

インテグラルブレンド法でカップリング剤を添加した場合、常温でエイジングすることにより、シランカップリング剤が無機との界面に移行し、ガラスクロスに前処理したものに近づけることができます。



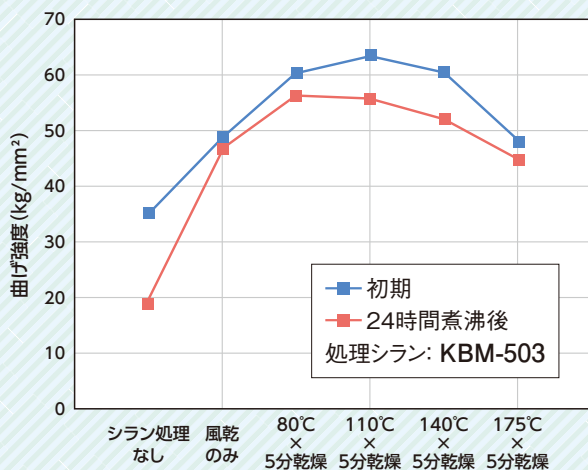
項目	質問	回答
使用方法	シランカップリング剤は蒸着で処理できますか？	処理できます。代表的な製品の蒸気圧曲線は注④を参照ください。
	シランを重合してコーティング剤を作っていますが、シランの種類によって耐熱性の違いはありますか？	代表的な製品の加水分解物の加熱減量データは注⑤を参照ください。
	水溶液化した状態で安定性が優れるシランカップリング剤はどのタイプですか？	アミノシランが最も安定性に優れ、エポキシシラン(KBM-403)も安定性が良好です。(注⑥参照)
性能評価	シラン処理の確認方法は？	疎水化処理したフィラーについて簡易な評価方法として、疎水化度(メタノールウエットビリティ)という指標があります(注⑦参照)。また、詳細な分析には29Si固体NMRが有効です。
保管方法	保管時の注意点は？	原則として、小分け、移し替えはせず、当社の容器そのままでも保管してください。湿気が混入すると加水分解しますのでなるべく早めにご使用ください。使い切れない場合は、窒素充填して保管してください。
	加水分解させた処理液の保管方法は？	加水分解液は、アルコキシ基のタイプ、数、有機官能基のタイプ、並びに濃度やpHによっても異なります(注⑧参照)。また、アルコールの添加により、保存安定性および、無機基材に対する濡れ性などが改善されます。
	無機材料に前処理したもの、またはシランを添加した樹脂の保管方法は？	脱水縮合後のフィラー表面は安定です。樹脂に添加したり、グラフトさせた場合は湿度の管理が重要です。なるべく湿度の低い冷暗所で保管ください。
廃棄	残液や古くなったサンプルの廃棄方法は？	SDSに準じて処理をお願いします。弊社でのお引き取りはしていませんので、ご了承ください。
その他	使用後の治具を清掃する場合の注意点は？	フィルター、タンク、配管などについては、ご使用後すぐに水洗してください。一般には溶剤洗浄とアルカリ洗浄があります(注⑨参照)。
	海外への輸出を検討していますが、法規制について教えてください。	輸出国、用途、数量など制限があります。変更される場合もあります。また、容器も異なりますので、担当営業に確認をお願いいたします。

### 注③

#### ◆脱水縮合による性能の変化

##### ■ポリエステル積層板への処理比較

乾燥条件の差異による処理効果を比較しました。シランカップリング剤処理後、110℃×5分程度の乾燥条件が最も良好な結果となっています。

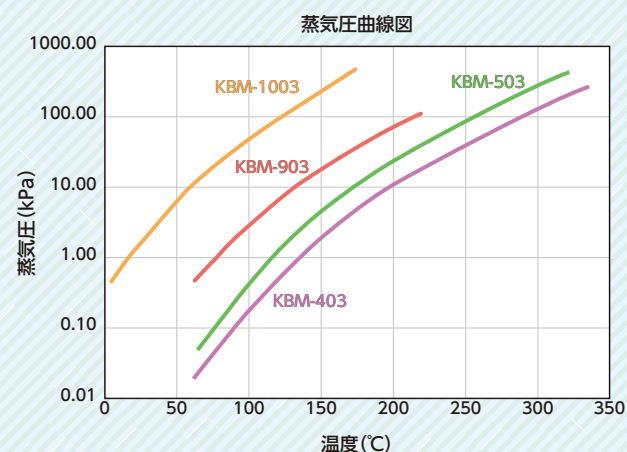


### 注④

#### ◆蒸気圧曲線

シランカップリング剤は沸点を有する化合物で、各温度で固有の蒸気圧を持っています。

以下に代表的な製品の蒸気圧と温度の関係を示します。

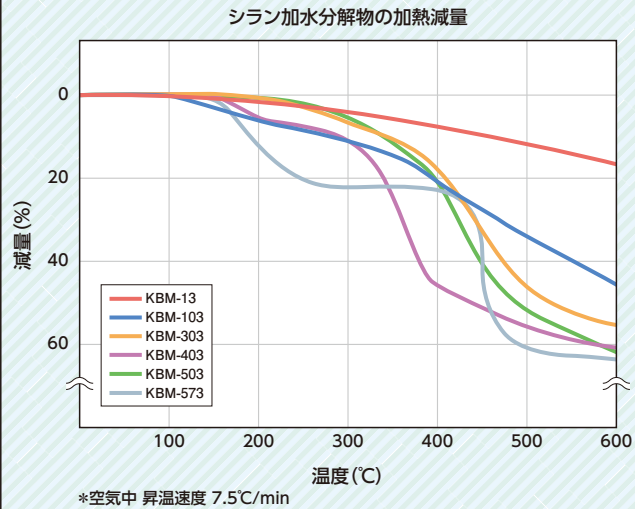




## 注⑤

### ◆シラン加水分解物の加熱減量

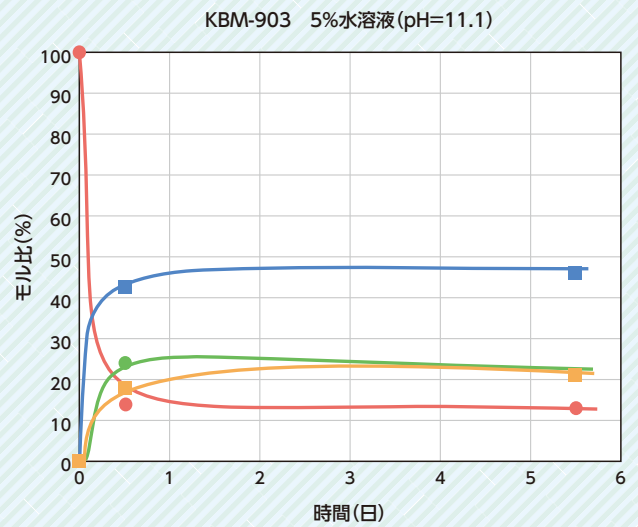
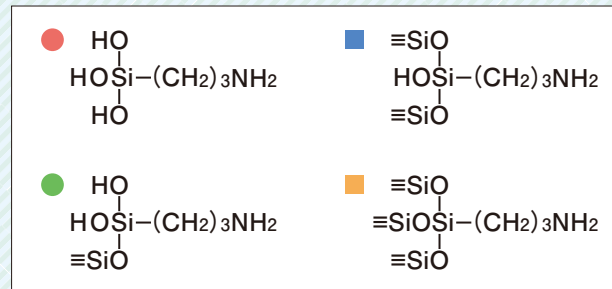
熱をかけたときの状態を測定。



## 注⑥

### ◆アミノシランの水溶液中での縮合挙動

アミノシラン(KBM-903)は、水溶液中で非常に安定していることがわかります。



## 注⑦

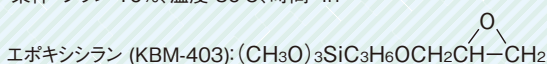
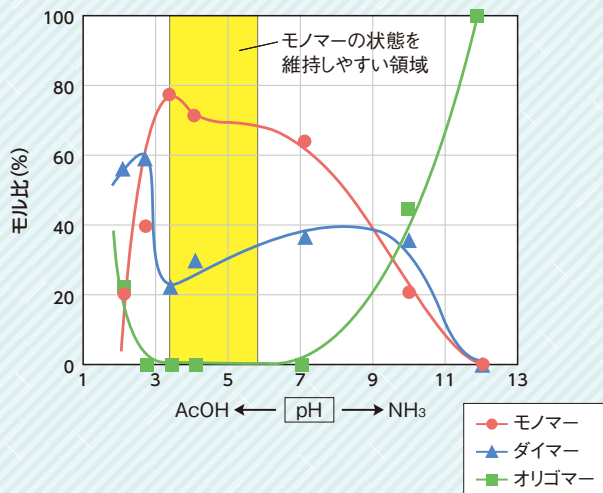
### ◆疎水化処理結果の確認

- 500mL三角フラスコに試料0.5gを入れる。
- イオン交換水50mLを①に加えてスターラーにて攪拌する。
- 攪拌をしたままビュレットよりメタノールを滴下させ、試料の全量がイオン交換水に懸濁された時の滴下量を読む。
- 次式により疎水化度を求める。

$$\text{疎水化度} = \frac{\text{メタノール滴下量 (mL)} \times 100}{\text{メタノール滴下量 (mL)} + \text{イオン交換水量 (mL)}}$$

## 注⑧

### ◆エポキシシラン水溶液の安定性とpH



## 注⑨

### ◆シラン付着反応器、容器、配管などの洗浄方法について

付着の程度(反応固着、堆積)、シランの種類(親水性、疎水性)、材質(ガラス、金属、プラスチック)により異なりますが、主に以下のような方法が適用されます。溶剤やアルカリの取り扱いに十分注意して行ってください。

#### 1. 溶剤洗浄

有機溶剤(アルコール、芳香族系溶剤など)に接触させて落とす方法です。この際、攪拌や加熱を行うことで洗浄効果は高まります。また、ブラシでこするなどの物理的操作を加えるとより効果的です。配管内は、溶剤を大量に流して洗浄してください。

#### 2. アルカリ洗浄

シランが反応して固着、堆積してしまうと溶剤洗浄では効果が不十分です。その場合は、アルカリ水(例: 50%水酸化カリウム水溶液)に接触させることで除去可能です。この場合も攪拌や加熱は洗浄効果を高めます。材質がSUSの場合は80°C程度まで加温しても大丈夫ですが、グラスライニングの場合は材質を傷めますので、50°C程度で数時間を超えないように注意してください。洗浄後のアルカリ成分は、水やアルコールで十分に洗い流してください。

## 取り扱い上の注意

### ◆品質・保管・取り扱いについて

1. 冷暗所(直射日光の当たらない室温以下の結露を生じない場所)で、湿気などを避けて保管してください。  
KBM-1403、KBM-5803、KBM-5103、X-12-1048、X-12-1050などの熱による重合性を持つシランは、冷蔵保管(0~5℃)をしてください。
2. 当社のシランカップリング剤は、未開封の状態での品質保証をしています。また、水分・湿気に触れると加水分解を起こして変質するとともに、メタノール、塩化水素などを発生します。このため、開放放置には十分注意し、使用後は必ず密栓して水分・湿気の浸入を防いでください。なお、その際、容器の空間を乾燥窒素で置換すれば理想的です。開封後、瓶などで保管した製品はガラス中のアルカリ分などで変質が起こりますので、すぐに使い切ってください。
3. イソシアネートシランや官能基保護シランは水に添加し、加水分解して使用前処理法での使用ができません。イソシアネートシランは炭酸ガスが発生して変質し、官能基保護シランは保護基が離脱して変質します。

### ◆安全衛生について

1. 換気下で取り扱い、蒸気あるいは加水分解生成物の蒸気の吸入または接触を避けてください。
2. 皮膚・粘膜に付着しないように、ゴム手袋、安全めがねなどの保護具を着用してください。付着した場合は、直ちに流水で十分に洗い流してください。
3. 万一、目に入った場合は直ちに大量の水で洗い流し、必要に応じて医師の診断を受けてください。
4. 衣服などに付着した場合は、流水で洗い流してください。
5. 取り扱い後、特に、飲食、喫煙前には、必ず手洗いを十分に行ってください。
6. 液がこぼれた場合は、多量の水で洗い流すか、布または砂などに吸収させて焼却してください。
7. 消防法危険物の第四類(引火性液体)に該当する製品につきましては、火気厳禁など法に則った保管・取り扱いをしてください。
8. 子供の手の届かないところに保管してください。
9. ご使用前に安全データシート(SDS)をお読みください。  
SDSは、担当営業部署までご依頼ください。

### ◆その他

1. 電子材料分野での用途など、特に高純度品が必要な場合は、担当営業までご相談ください。
2. 本カタログの内容は国内用のものです。輸出に関しては、別途担当営業部署にお問い合わせください。

シランカップリング剤についてのお問い合わせは

本社 シリコン事業本部 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1-4-1 丸の内永楽ビルディング  
営業第二部 ..... ☎ (03)6812-2407

大阪支店 〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-11-4 損保ジャパン肥後橋ビル ..... ☎ (06)6444-8219

名古屋支店 〒450-0002 名古屋市中村区名駅4-5-28 桜通豊田ビル ..... ☎ (052)581-6515

福岡支店 〒810-0001 福岡市中央区天神1-12-20 日之出天神ビル ..... ☎ (092)781-0915

ご用命は

- 当カタログのデータは、規格値ではありません。また記載内容は仕様変更などのため断りなく変更することがあります。
- ご使用に際しては、必ず貴社にて事前にテストを行い、使用目的に適合するかどうかご確認ください。なお、ここで紹介する用途や使用方法などは、いかなる特許に対しても抵触しないことを保証するものではありません。
- 安全性についての詳細な情報は、安全データシート(SDS)をご参照ください。SDSは、当社ウェブサイトからダウンロードしてください。なお、ウェブサイトに掲載されていない場合は、担当営業部署までご依頼ください。  
SDSダウンロードURL:  
<https://www.silicone.jp/support/sds/>
- 当社シリコン製品は、一般工業用途向けに開発されたものです。医療用その他特殊な用途へのご使用に際しては貴社にて事前にテストを行い、当該用途に使用することの安全性をご確認のうえご使用ください。なお、医療用インプラント用には絶対に使用しないでください。
- このカタログに記載されているシリコン製品の輸出入に関する法的責任は全てお客様にあります。各国の輸出入に関する規定を事前に調査されることをお勧めいたします。
- 本資料を転載されるときは、当社シリコン事業本部の承認を必要とします。



当社のシリコン製品は品質マネジメントシステムおよび環境マネジメントシステムの国際規格に基づき登録された下記事業所および工場にて開発・製造されています。

群馬事業所 ISO 9001 ISO 14001  
(JCQA-0004 JCQA-E-0002)

直江津工場 ISO 9001 ISO 14001  
(JCQA-0018 JCQA-E-0064)

武生工場 ISO 9001 ISO 14001  
(JQA-0479 JQA-EM0298)

<https://www.silicone.jp/>