

# シリコーン レジン&オリゴマー

## 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。

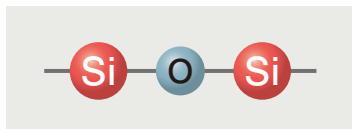
# シリコンレジン・オリゴマーとは

シリコンレジン・オリゴマーの構造、硬化機構および反応機構は下記のとおりです。

## シロキサン結合の特長

シロキサン結合を主骨格とするシリコンレジン・オリゴマーは、結合エネルギーが大きいため、耐熱性や耐候性、電気絶縁性などの特性に優れています。

### ■主骨格：シロキサン結合



結合エネルギー(kcal/mol)			
Si-O	106	C-C	82.6
Si-Si	53	C-O	85.5
Si-H	76	C-H	98.8
Si-F	135	C-F	116
Si-C	76		

## シリコンの構成単位

全てのシリコン製品は、以下の4つの基本単位から構成されます。

**M単位**  
1官能  
 $R_3SiO_{1/2}$

**D単位**  
2官能  
 $R_2SiO_{2/2}$

**主成分**  
**T単位**  
3官能  
 $RSiO_{3/2}$

**Q単位**  
4官能  
 $SiO_{4/2}$

**R** メチル基、フェニル基、反応性官能基などの有機基

**D単位**  
可とう性・はっ水性

**T単位**  
高硬度

シリコンレジン・オリゴマーは、T単位(3官能)が主な構成単位で、3次元網目構造の硬い被膜を形成します。  
D単位(2官能)を含むと、可とう性・はっ水性に優れた被膜を形成します。

## 硬化機構：縮合硬化タイプ

■硬化前

脱水縮合反応

■硬化後

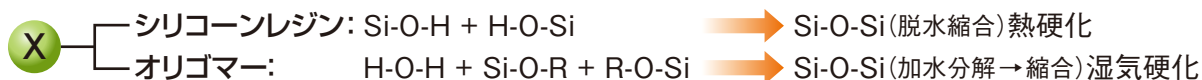
三次元網目構造の硬い被膜を形成

**X** :  $-O-H$  シリコンレジン     $-O-R$  シリコンオリゴマー

\*付加硬化、UV硬化タイプの製品もございます。



**反応機構** 硬化反応する官能基や分子量の違いにより、シリコンレジンとシリコンオリゴマーの2種類に分類されます。



シリコンレジン		シリコンオリゴマー	
官能基	シラノール基(Si-O-H)	官能基	アルコキシシリル基(Si-O-R)
分子量	中~大	分子量	小~中

**主な使用方法**

- ▶ **主剤として使用**      コーティング剤・成形物の主成分として使用
- ▶ **樹脂ハイブリッド化剤として使用**      他の有機樹脂(アクリル・エポキシ・ウレタンなど)の変性材料として使用

## Index

特長	使用方法	用途例	タイプ	
<b>耐熱性</b>	主剤	耐熱塗料	主にレジン より高耐熱	P4
<b>耐候性</b>	樹脂ハイブリッド化剤	建築・建材塗料	オリゴマー 樹脂相溶性	P6
<b>難燃性</b> <b>高硬度</b>	主剤	トンネル内壁用塗料	オリゴマー 室温硬化	P6
<b>耐水性</b> <b>電気絶縁性</b>	主剤	電気絶縁用コーティング剤	レジン	P8
<b>難燃性</b>	樹脂ハイブリッド化剤	ポリカーボネート難燃剤	オリゴマー 樹脂相溶性	P9
<b>はっ水性</b> <b>滑水性</b>	主剤	防汚コーティング剤	オリゴマー 室温硬化	P10
<b>帯電防止性</b>	塗膜表面改質剤	粘着・コーティング剤	オリゴマー	P12
その他ユニークな特長を持つ製品				P11 ▶ P13



# 耐熱性

シリコンレジン、有機系レジンに比べてより高い耐熱性を有しています。

## ■シリコンレジンと有機系レジンと比較

●シリコンレジン[骨格： $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$ ]

耐熱性 **良好**  $\leq 250^\circ\text{C}$

●有機系レジン[骨格： $\equiv\text{C-C}\equiv$ 、 $\equiv\text{C-O-C}\equiv$ ]

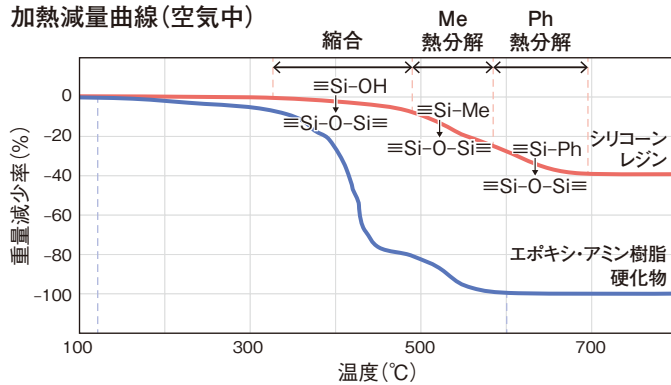
耐熱性  $\leq 200^\circ\text{C}$

## 主剤として使用

### 耐熱塗料

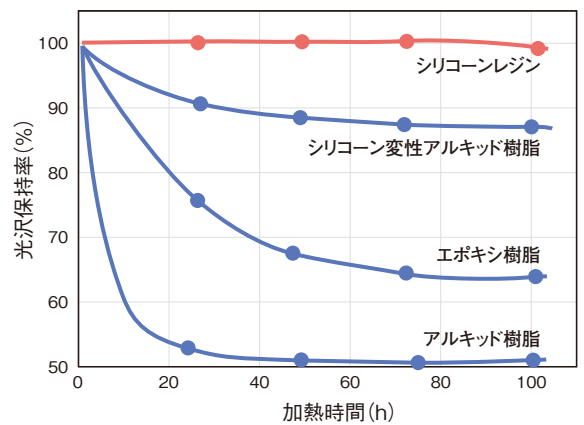
シリコンレジン、非常に優れた耐熱性を有しています。そのため、一般の有機樹脂系の塗料では使用できない温度域(200℃以上)で使われる塗料用ピヒクルとして使用されています。また、耐候性や耐水性にも優れているため、屋外暴露による劣化にも強く、一般的な無機系顔料との親和性が高いという特長もあります。耐熱塗料は、用途、素材、温度域などにより、多彩な品種構成がありますが、なかでもシリコンレジン、幅広い製品に使用されています。

## ■メチル/フェニル系シリコンレジン 加熱減量曲線(空气中)



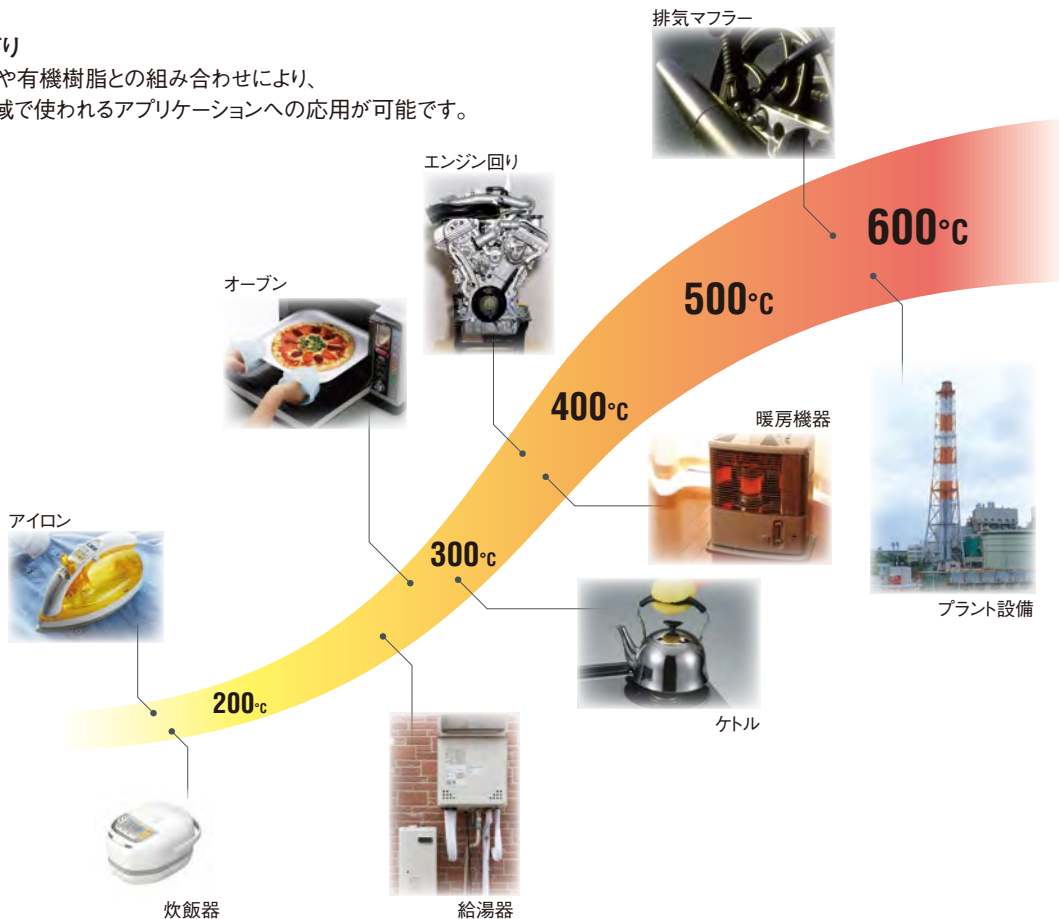
※エポキシ・アミン硬化物は、温度上昇に伴いアンモニアやアルデヒドを発生しながら分解し、高温域(600℃付近)では完全に分解しますが、シリコンレジンに温度上昇に伴い縮合、メチル基熱分解、フェニル基熱分解を経て、最終的に-Si-O-Si-結合のみで構成された硬化物となり、高温(700℃以上)でも安定です。

## ■各塗料塗膜の耐熱性(250℃)



## ■用途の広がり

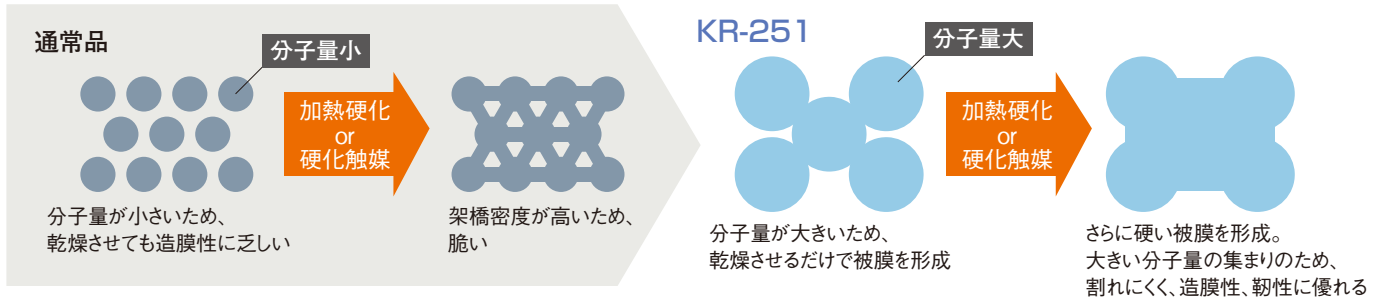
各種フィラーや有機樹脂との組み合わせにより、幅広い温度域で使われるアプリケーションへの応用が可能です。



■ 主要製品

## KR-251 超高分子シリコンレジン

KR-251は、非常に高い分子量を持つメチル系シリコンレジンです。  
高分子で造膜性が高いため、乾燥させるだけで被膜を形成することができます。  
また、D単位を含むため、熱硬化後もひび割れしにくい被膜となります。

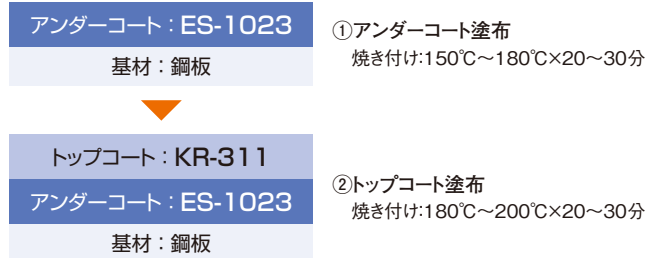


## ES-1023/KR-311 高耐久性耐熱塗料樹脂

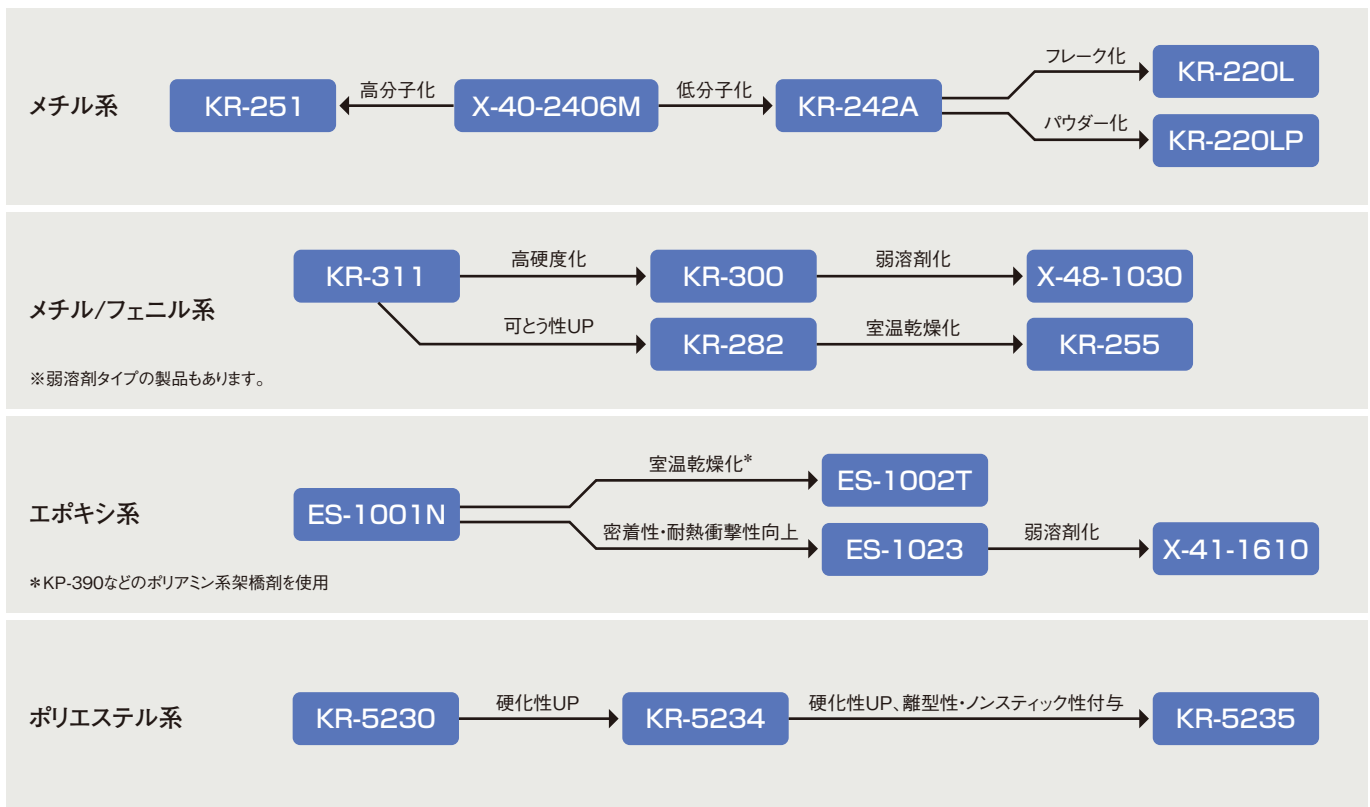
防食性、密着性に優れたエポキシ変性シリコンレジンES-1023をアンダーコートに使用し、耐熱性に優れたストレートシリコンレジンKR-311をトップコートに使用することにより、耐久性に優れた耐熱被膜を形成することができます。

■ 応用例

アンダーコートの配合例	
ES-1023	30wt%
亜鉛末	40wt%
タルク	10wt%
キシレン	20wt%
トップコートの配合例	
KR-311	40wt%
セラミックブラック	20wt%
タルク	20wt%
キシレン	20wt%



■ 各製品の位置づけ





# 耐候性

シリコンレジン、有機系レジンに比べて耐候性に優れ、紫外線にさらされても劣化しにくいという特長があります。

## ■シリコンレジンと有機系レジンと比較

● **シリコンレジン** [骨格： $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$ ]

耐候性 **良好** 耐紫外線性に優れる

● **有機系レジン** [骨格： $\equiv\text{C-C}\equiv$ 、 $\equiv\text{C-O-C}\equiv$ ]

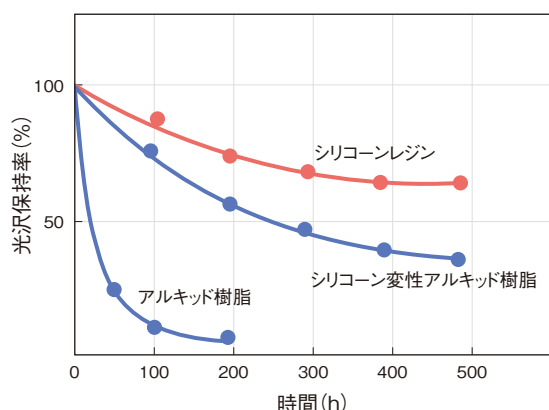
耐候性 **不良**

## 主剤として使用

### 耐候性塗料

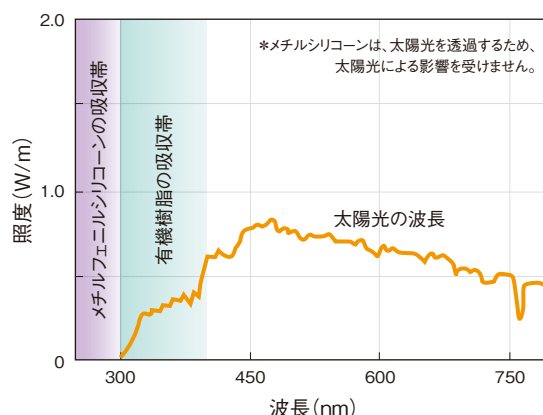
外装塗膜の劣化原因には、紫外線、熱、水などがあり、光沢低下や白亜化が起こります。シリコンレジン、紫外線、水などにより分解しないため、一般の有機系レジンに比べて極めて耐候性に優れており、外装塗料のビヒクルとして使用されています。

## ■光沢保持率の変化



ウェザーメーターによる光沢保持率の変化を示します。有機樹脂(アルキッド樹脂)が著しく低下するのに対し、シリコンレジンやシリコン変性アルキッド樹脂は、高い光沢保持率を維持することが分かります。

## ■シリコンレジンの太陽光波長の吸収帯



地表の太陽光は、300nm以上の波長領域にあり、ほとんどの有機樹脂は、この領域に感度波長を持っています。しかし、メチル系シリコンレジン、紫外領域ではほとんど吸収を示さず、またメチル/フェニル系シリコンレジンも280nm以下の吸収帯であり、太陽光の影響を受けることがほとんどありません。



# 難燃性



# 高硬度

シリコンレジン・オリゴマーは、高硬度の硬化被膜を形成します。

## 主剤として使用

土木用塗料の  
トップコート

無溶剤で高硬度、防汚性があることから、一般的に「無機塗料」と呼ばれる製品の原料として使用されています。

住宅内装  
コーティング剤

高透明で防汚性があることから、住宅内装のコーティング剤として使用されています。

## ■主要製品

製品名	特長
KR-400	高硬度、一液タイプ
KR-401	耐クラック性、耐屈曲性、一液タイプ
X-40-2327	速硬化、一液タイプ

## ■用途例



橋梁用塗料



トンネル内壁用塗料



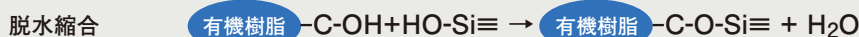
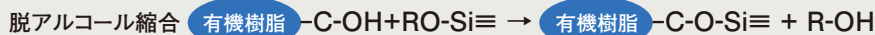
住宅内装コーティング剤

## 樹脂ハイブリッド化剤として使用







### 有機樹脂改質剤

アルコキシシリル基、またはアルコキシシリル基を加水分解させて発生したシラノール基を利用し、他の有機樹脂をシリコン変性させて、耐熱性、耐候性を向上させることができます。反応機構としては、各有機樹脂に含まれるアルコール性水酸基とアルコキシシリル基との「脱アルコール縮合」、シラノール基との「脱水縮合」があります。また、水系の有機樹脂にはメチル系、溶剤系の有機樹脂にはフェニル系オリゴマーが一般に使用されています。

### ■ 反応機構



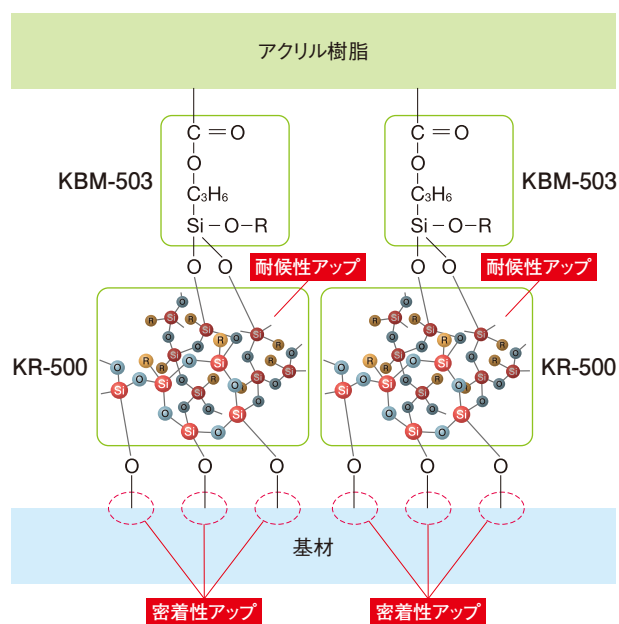
### ■ シリコン変性した各有機樹脂の特長

樹脂の種類	樹脂の特長	シリコンで付与できる性能	用途
アクリル	 耐溶剤性 耐薬品性	+  耐熱性  耐候性	建材用塗料
ポリエステル	 耐屈曲性		建材・一般産業用塗料・電気製品用塗料
エポキシ	 防食性		重防食塗料、工業用塗料
アルキッド	 耐屈曲性		室温硬化型樹脂、タンク、船舶、橋梁用塗料

### ■ 主要製品

製品名	有機樹脂改質剤としての特長
KR-510	無溶剤、メチル/フェニル系のため相溶性良好、可とう性付与、水系への適用も可能
KR-500	無溶剤、メチル系、高硬度化、水系への適用も可能
KR-211	溶剤希釈品、メチル/フェニル系、高フェニルのためKR-212よりも相溶性良好、可とう性付与
KR-212	溶剤希釈品、メチル/フェニル系のため相溶性良好、KR-211よりも可とう性良好

### ■ 樹脂変性モデル



### ■ 用途例



建築・建材塗料



重防食塗料





耐水性



電気絶縁性

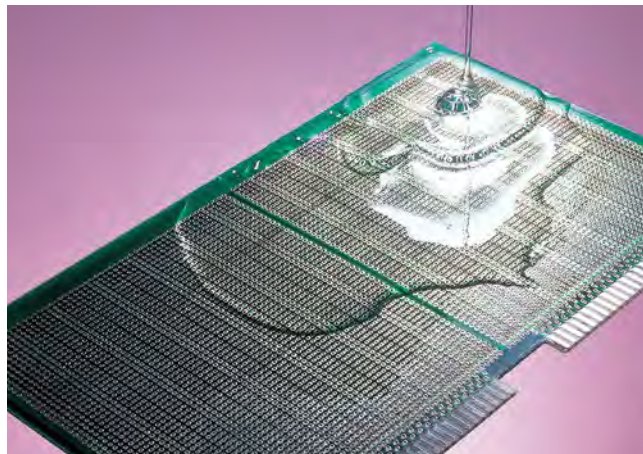
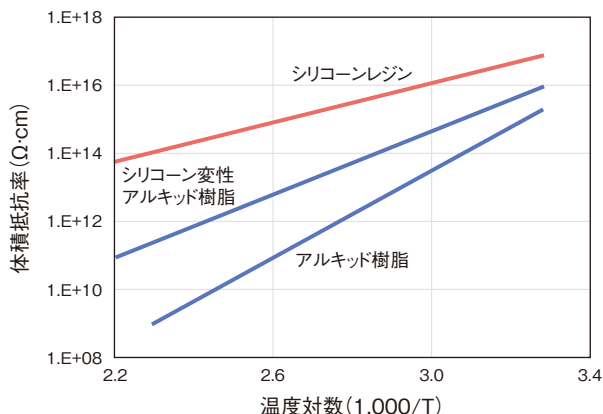
シリコンレジン、≡Si-CH<sub>3</sub>の配向に起因する特性として低吸水性を有し、また有機系レジンでは高温・多湿下で電気絶縁性が低下するのに対して、広い温度範囲で安定した特性を発揮します。

主剤として使用

電気絶縁用  
コーティング剤

シリコンレジン、室温～200℃の幅広い温度領域で $1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の高い水準の体積抵抗率を保持し、温度依存性の少ない優れた電気絶縁性を示します。また、被膜表面のメチル基の配向に起因し、優れた低吸水性を持っています。これらの特長から、各種エレクトロニクス部品の保護に幅広く使用されています。

■体積抵抗率の温度依存性



プリント基板のコーティングイメージ

■被膜の電気特性

項目		製品名	KR-251	KR-255	KR-112
体積抵抗率*1	Ω·cm	常態	$2.1 \times 10^{15}$	$2.9 \times 10^{15}$	$2.9 \times 10^{15}$
		吸湿*2	$4.4 \times 10^{12}$	$3.5 \times 10^{12}$	$5.3 \times 10^{13}$
比誘電率*1		50Hz	3.07	3.06	3.05
		1,000Hz	3.06	3.05	3.15
		100,000Hz	3.05	3.03	3.17
誘電正接*1		50Hz	0.0010	0.0025	0.0027
		1,000Hz	0.0010	0.0023	0.0024
		100,000Hz	0.0016	0.0023	0.0021

\*1 膜厚:100μm～200μm

\*2 吸湿:85℃/85%RH×4days放置後測定

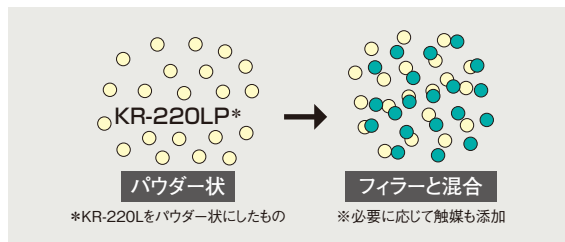
(規格値ではありません)

バインダーとして使用

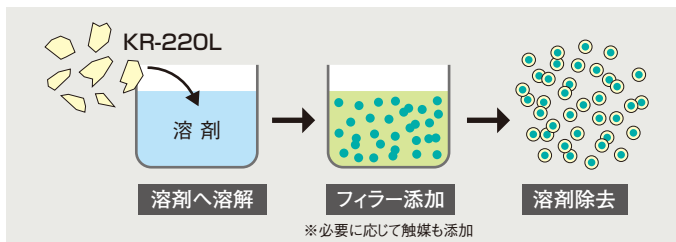
耐熱・電気絶縁用  
バインダー

シリコンレジン、優れた耐熱性と電気絶縁性を有し、熱により軟化することがないことから、金属粉体などの成形物用バインダーなどとして使用されています。最近では太陽電池やHV・EV車の普及に伴い、コイル成形時のバインダー用途として需要が伸びています。

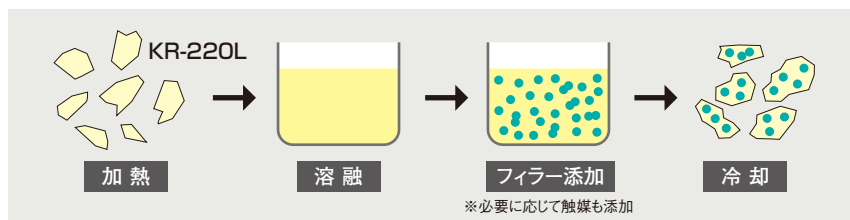
■ドライブレンド



■溶液ブレンド



■溶融ブレンド



KR-220LPの外観





# 難燃性

一般に有機系レジンでは、難燃性が必要な場合は難燃剤の併用が必須ですが、シリコンレジン・オリゴマーは優れた難燃性を有しています。

## 主剤として使用

### 難燃塗料

シリコンレジン・オリゴマーの硬化被膜は、優れた難燃性を有するため、橋梁・トンネル内壁などに使われる土木用塗料や鉄道車両表面のコーティング剤など、耐火・難燃性が要求される用途に使用されています。

#### ■用途例



橋梁用塗料



トンネル内壁用塗料



車両のトップコート

## 樹脂ハイブリッド化剤として使用

### 難燃剤

PC (ポリカーボネート) 樹脂などに添加し、溶融混合することにより難燃性を付与でき、環境調和性、安全性に優れたノンハロゲン系の難燃PC樹脂を形成します。PC樹脂との相溶性に優れ、成形性、衝撃強度、耐湿性を損ないません。

#### ■主要製品

項目	製品名	KR-480
外観		白色固体(フレーク)
軟化点	℃	90
有効成分	%	100

(規格値ではありません)

項目	製品名	KR-2710
外観		無色透明液体
粘度 25℃	mm <sup>2</sup> /s	50
比重 25℃		1.07
屈折率 25℃		1.522
有効成分	%	100

(規格値ではありません)

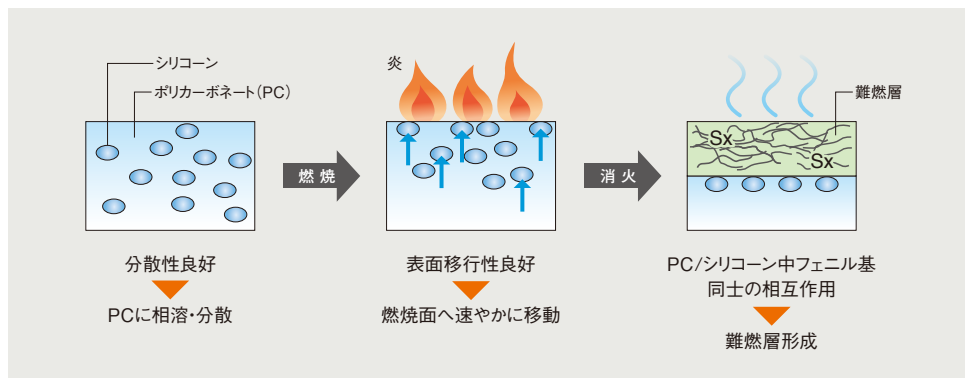
#### ■ KR-480を添加したポリカーボネート(PC)樹脂の特性

項目	PC単体	臭素系難燃化剤添加PC	KR-480添加PC	
曲げ強さ	kgf/cm <sup>2</sup>	960	970	930
曲げ弾性率	kgf/mm <sup>2</sup>	230	230	220
衝撃強さ	kgf・cm/cm	97	45	80
荷重タワミ温度	℃	138	137	134
ロックウェル硬度		63	66	60
メルトフロー	g/min	10.4	10.7	11.8
難燃性 UL94*1		V-2	V-0	V-0

\*1 試験片厚さ:1.57mm

(規格値ではありません)

#### ■難燃化機構



防汚性



はっ水性



滑水性

分子構造内に含まれるメチル基の働きにより、シリコンレジン・オリゴマーは、高いはっ水・滑水性を有しています。

主剤として使用

シリコンオリゴマー系  
コーティング剤

硬化触媒を含有した一液型のコーティング剤です。優れたはっ水性、滑水性により、汚れを防止することから、無機材料に処理するはっ水剤として使用されています。



KR-4000G  
紹介動画

■主要製品

製品名	項目	有機置換基	粘度 25°C mm <sup>2</sup> /s	タックフリー 25°C min	水接触角 2μL °	水転落角 20μL °	特長
KR-400		メチル	1.2	30~60	92	32	高硬度の被膜を形成
X-40-2327*		メチル/アルキル	0.9	5~10	93	67	速硬化
KR-401		メチル/フェニル	20	30~60	84	51	耐クラック性、耐屈曲性に優れる
KR-4000G		メチル	7	60	101	25	滑水性とつやに優れる

※基材:ミガキ銅板、膜厚=10μm、25°C/70%RH硬化(タックフリー時間は温度・湿度により変化します)  
\*酸成分を配合した製品です。

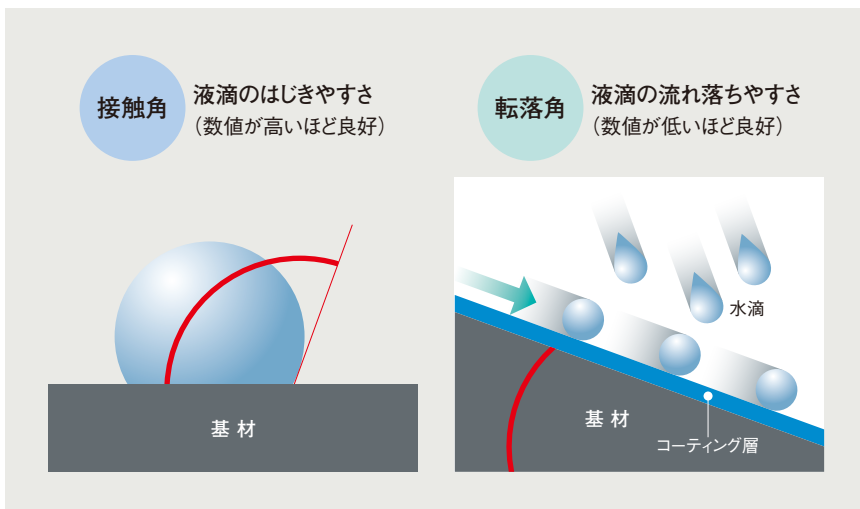
(規格値ではありません)

■接触角と転落角

■用途例



防汚コーティング剤



接触角

液滴のはじきやすさ  
(数値が高いほど良好)

転落角

液滴の流れ落ちやすさ  
(数値が低いほど良好)

はっ油性

シリコンの分子構造内にフッ素成分を加えることにより、シリコン由来のはっ水性に加え、はっ油性を付与することができます。

主剤として使用

シリコン  
オリゴマー系  
コーティング剤

優れたはっ水性、はっ油性により、油性の汚れが付きにくく、軽く拭き取るだけで油汚れが簡単に落ちるコーティング剤の原料として使用できます。硬化前に布で拭き上げて薄膜化しても、はっ水性、はっ油性を発揮します。またフッ素系製品でありながら、一般的な有機溶媒で希釈可能です。



KR-4000F2  
紹介動画

■開発品

製品名	タックフリー時間 min 25°C	鉛筆硬度/ 硬化日数	ヘキサデカン接触角 2μL °	水接触角 2μL °	水転落角 20μL °
KR-4000F2(開発品)	30	F/2→H/7	65	111	16

(規格値ではありません)

■有機溶剤との相溶性

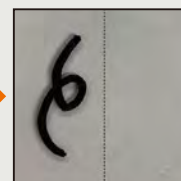
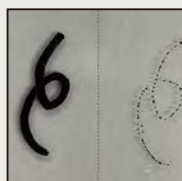
製品名	トルエン希釈 50wt%	インパラフィン希釈 50wt%
KR-4000F2(開発品)	相溶	相溶
従来の当社製フッ素系コーティング剤	分離	分離

■油性マジックによる防汚試験



拭き取り前

拭き取り後



未処理 KR-4000F2  
処理

未処理 KR-4000F2  
処理

※バーコーターNo.3でガラスに成膜、室温24h硬化

## その他のユニークな特性を持つ製品



低硬化収縮性

### 脂環式エポキシ型 **KR-470/X-40-2678** 主剤および樹脂ハイブリッド化剤として使用

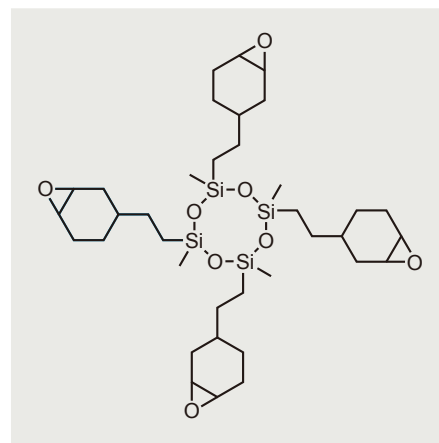
構造中に環状シロキサン骨格を持つタイプの製品は、硬化時の収縮が少ないという特長を持っています。

#### ■ 一般特性

項目	製品名	KR-470	X-40-2678
タイプ		環状シロキサン	環状シロキサン
特長		低硬化収縮、高架橋	耐クラック性
エポキシ官能基数		4	2
粘度 25°C	mPa·s	3,000	120
エポキシ当量	g/mol	200	290

(規格値ではありません)

#### ■ KR-470の化学構造

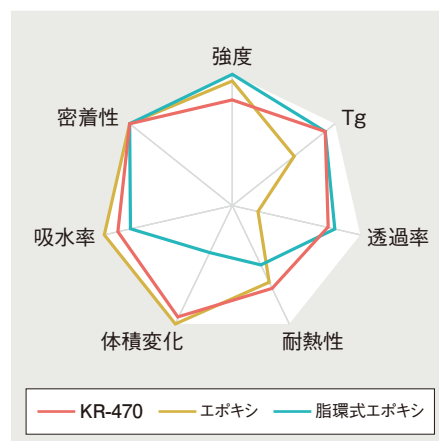


#### ■ 硬化物性の比較

項目	製品名	KR-470	エポキシ	脂環式エポキシ
硬化方式		酸無水物硬化		
硬さ ショアD		87	85	88
曲げ弾性率	MPa	2,590	2,940	3,020
硬化収縮率 比重法	%	+2.1	-1.7	-5.3
煮沸吸水率	%	0.46	0.28	0.56
Tg	°C	191	150	193
線膨張係数 (×10 <sup>-5</sup> /K)	<Tg	9.7	7.7	6.9
	>Tg	15.4	17.6	16.2

(規格値ではありません)

#### ■ 硬化物性比較チャート



TXフリー

### 環境配慮型 **X-48-1030(開発品)/KR-5230/X-41-1610** 主剤として使用

環境に配慮したトルエン、キシレンフリーの製品を取り揃えています。ストレート(メチル/フェニル系)、ポリエステル樹脂変性、エポキシ樹脂変性の3タイプがあります。

#### ■ 一般特性

項目	製品名	X-48-1030	KR-5230	X-41-1610
タイプ		メチル/フェニル系	ポリエステル樹脂変性系	エポキシ樹脂変性系
溶剤		PGMAC*	PGMAC*	PGMAC*
外観		無色透明～淡黄色微濁液体	無色～黄色透明液体	無色～黄色透明液体
不揮発分	%	50	60	45
粘度 25°C	mPa·s	30	440	200
タックフリー	min	30	約300	180
標準硬化条件		200°C×30min	200°C×30min	200°C×30min
				KP-390(6%添加時)
	加熱硬化			150°C×30min
	室温硬化			25°C×3days

\* プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート

(規格値ではありません)





帯電防止性



剥離性

## 帯電防止性付与剤 X-40-2450 樹脂ハイブリッド化剤として使用

X-40-2450は、イオン液体をシリコン変性したシリコンオリゴマーです。樹脂混合時に表面移行しやすく、少量の添加で耐熱性と持続性に優れた帯電防止性を付与できます。

### ■期待できる性能

- 帯電防止性の付与
- 剥離性の付与

### ■一般特性

項目	製品名	X-40-2450
シリコンの形態		シロキササン
外観		無色透明液体
有効成分 %		60
粘度 mm <sup>2</sup> /s		2.5
比重 25℃		0.97
溶剤		メチルエチルケトン

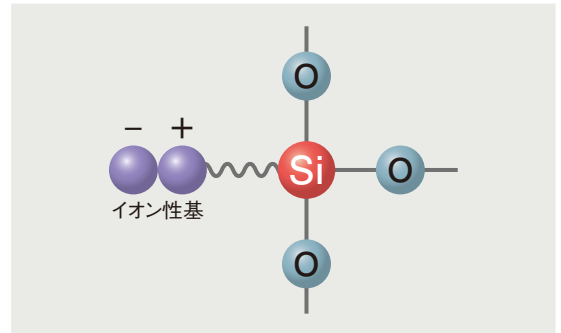
(規格値ではありません)

### ■帯電防止性データ

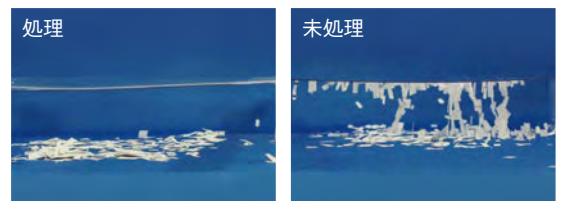
項目	製品名	X-40-2450	イオン液体*4
表面抵抗値 Ω	初期	4×10 <sup>10</sup>	>10 <sup>13</sup>
	水拭試験後*1	1×10 <sup>11</sup>	>10 <sup>13</sup>
	水浸試験後*2	3×10 <sup>11</sup>	>10 <sup>13</sup>
	耐熱試験後*3	8×10 <sup>11</sup>	>10 <sup>13</sup>

- 配合比:ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート/2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン/メチルエチルケトン/X-40-2450=48.8/2.4/48.2/2.0 (規格値ではありません)
- 基材:東洋紡株式会社製 PET (コスモシャインA4300) ●硬化条件:600mJ/cm<sup>2</sup> 窒素雰囲気
- 膜厚:5μm
- \*1 硬化物を含む水脱脂綿で50往復ラッピング後、余分な水分を拭き取って測定
- \*2 硬化物を水に浸漬後(25℃×5h)、余分な水を拭き取って測定
- \*3 硬化物を加熱後(105℃×1日)、測定 \*4 (n-C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>)<sub>3</sub>(CH<sub>3</sub>)N+(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N-

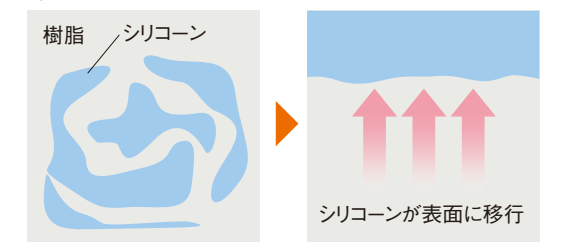
### ■構造式のイメージ



### ■帯電防止性能の比較



### ■表面移行のメカニズム



耐クラック性

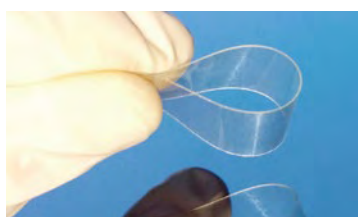
## ラジカル反応性官能基含有タイプ X-40-2761 (開発品) UV硬化 主剤および樹脂ハイブリッド化剤として使用

X-40-2761は、樹脂(フィルム)単体として使用でき、他のラジカル硬化系樹脂の改質剤としても使用できます。

### 樹脂単体で使用

- 耐屈曲性
- 高硬度

### ■耐屈曲性に優れた硬化フィルム



### ■シート物性

鉛筆硬度 厚さ 0.6mm	4H
耐屈曲性 厚さ 0.2mm φ	2mm

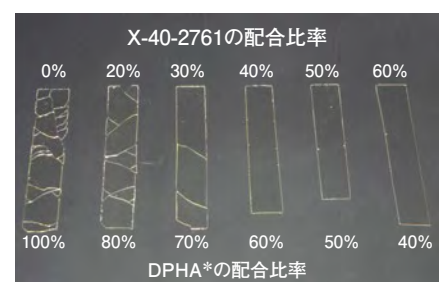
(規格値ではありません)

### 樹脂改質剤として使用

- 耐クラック性、すべり性(肌触りの良さ)の付与
- 下記の有機溶剤、アクリレートおよび各種光重合開始剤との相溶性に優れる

有機溶剤:  
PGM、IPA、シクロペンタノール、エタノール、酢酸メチル、酢酸ブチル、トルエン、キシレンなど  
アクリレート:  
DPHA、TMPTA、HDDA、A-TMM-3Lなど

### ■DPHAとの混合による物性比較 (0.6mmフィルム)



\*DPHA=Di-Pentaerythritol Hexa Acrylate

配合比率 X-40-2761/DPHA wt%		0/100	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40
硬さ 厚さ 0.6mm	鉛筆硬度	9H	9H	9H	5H	4H	3H
	Shore D	96	90	87	85	83	80

UV硬化条件: 高圧水銀ランプ 600mJ/cm<sup>2</sup>、窒素雰囲気、1Pass 光重合開始剤: Darocur 1173を固形分に対し5wt%添加

(規格値ではありません)



密着性



耐クラック性



高硬度



耐擦傷性

## 高密着タイプ | X-88-1004(開発品)/X-88-1007(開発品) 室温硬化 主剤として使用

無機基材だけでなく、難接着基材にも密着します。

### ■ 特長とメリット

製品名	特長	メリット
X-88-1004	高硬度	耐擦傷性
X-88-1007	特殊シロキサン骨格	耐クラック性、はっ水性

### ■ 接着性試験結果

製品名	基材	アルミ	SUS	アクリル
X-88-1004		○	○	○
X-88-1007		○	○	○
KR-400*		○	×	×

組成: サンプル/溶媒/D-25=20/80/1

(規格値ではありません)

塗膜: パーコーター (wet 30μm)

硬化条件: 室温×2日間、または50°C/50%RH×2h

評価方法: クロスカット試験

\*汎用メチル系オリゴマー

### ■ 硬化被膜物性

製品名	指触乾燥時間 min	鉛筆硬度	推奨溶媒
X-88-1004	60	4H	シリコーン
X-88-1007	60-90	3H	シリコーン
KR-400*	30-60	8H	—

組成: サンプル/溶媒/D-25=20/80/1

(規格値ではありません)

シリコーン溶媒: KF-96-1csなど

\*汎用メチル系オリゴマー



速硬化



耐アルカリ性

## 速硬化・耐アルカリタイプ | X-40-9300(開発品)/X-40-9301(開発品) 室温硬化 主剤として使用

X-40-9300、X-40-9301は、非常に反応性が高いことから、硬化速度が速く、また耐アルカリ性・耐水性を持つ非常にユニークなシリコーンオリゴマーです。

- 速硬化
- 耐アルカリ性を有する
- 耐水性を有する

### ■ 耐久性評価

項目	製品名	X-40-9300	X-40-9301	KR-500
タックフリータイム	min	2	20	25
耐酸性*1		塗膜浸食なし	塗膜浸食なし	塗膜浸食なし
耐アルカリ性*2		塗膜浸食なし	塗膜浸食なし	塗膜浸食あり
耐水性*3	カチオン型*4	増粘なし	増粘なし	増粘
	アニオン型*5	増粘なし	ゲル化	増粘

配合: サンプル/D-25=100/5wt% 塗工方法: パーコーターNo.14

(規格値ではありません)

基材: アクリライトEX#100無色2mm厚(三菱ケミカル株式会社製)

\*1 25°C×24h硬化後、50% $H_2SO_4$ 水溶液スポット、25°C×1h

\*2 25°C×24h硬化後、10% $NaOH$ 水溶液スポット、25°C×1h

\*3 サンプル/水/乳化剤=100/100/10wt%、25°C×5日攪拌

\*4 コータミン 60W(塩化セチルトリメチルアンモニウム)

\*5 ネオヘレックス G-65(ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム)

# シリコーンレジン

結合エネルギーの高いシロキサン結合 (Si-O-Si) で構成された樹脂であり、その被膜は耐熱性、耐候性、電気絶縁性、はっ水性など数々の特性を持っています。

## 組成による分類

### メチルシリコーンレジン

メチルシリコーンレジンには、有機置換基が全てメチル基で構成されたシリコーンレジンです。非常に高硬度で、防湿性、絶縁性、はっ水性、離型性のある被膜を形成します。

### メチル/フェニルシリコーンレジン

メチル/フェニルシリコーンレジンには、有機置換基がメチル基およびフェニル基で構成されたシリコーンレジンです。耐熱性に優れ、機械的強度や光沢のある被膜を形成します。

### 有機樹脂変性シリコーンレジン

有機樹脂変性シリコーンレジンには、他の有機樹脂とハイブリッド化したシリコーンレジンです。これらは機械的強度や耐薬品性などの有機樹脂の特長とシリコーン樹脂の特長を併せ持った被膜を形成します。

#### メチル系

- KR-220L
- KR-220LP
- KR-242A
- KR-251
- X-40-2406M

#### メチル/フェニル系

- KR-112 ● KR-300
- KR-211 ● KR-311
- KR-212 ● X-40-2667A
- KR-255 ● X-40-2756
- KR-271 ● KR-480
- KR-282

#### アルキッド樹脂変性

- KR-5206

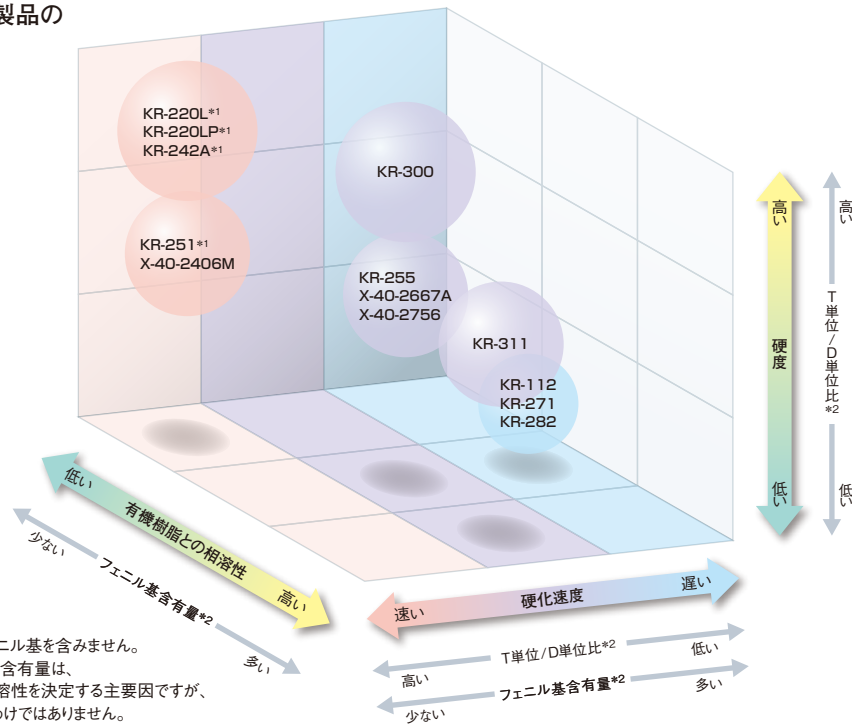
#### エポキシ樹脂変性

- ES-1001N
- ES-1002T
- ES-1023
- X-41-1610

#### ポリエステル樹脂変性

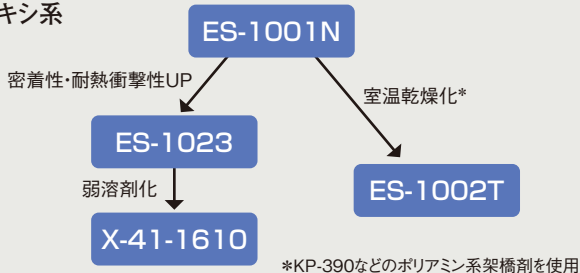
- KR-5230
- KR-5234
- KR-5235

### ■メチル系、メチル/フェニル系製品の特性比較

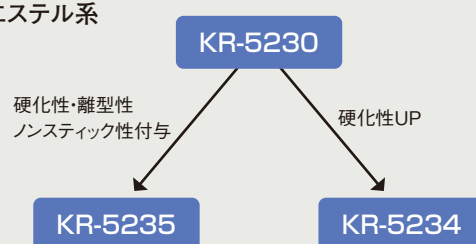


### ■エポキシ系、ポリエステル系の製品の位置づけ

#### エポキシ系



#### ポリエステル系



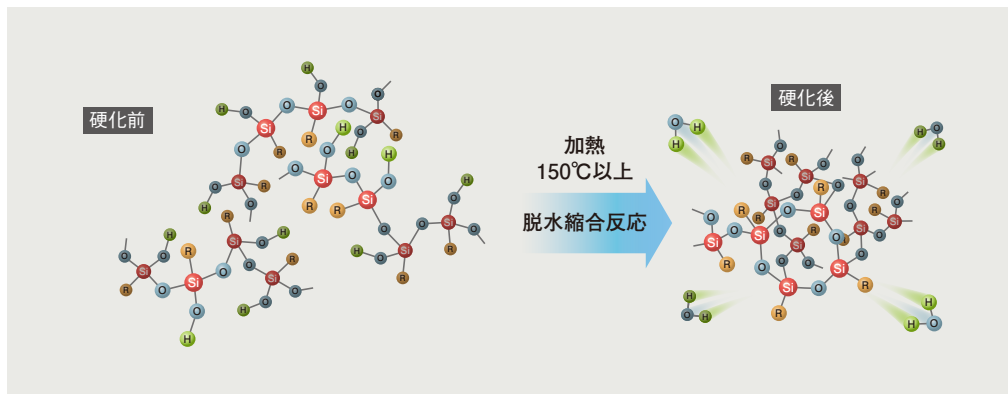


## 硬化方式による分類

シリコーンレジン、脱水縮合反応により硬化しますが、厚膜でのコーティングや、成形物の用途など、耐硬化収縮性(寸法安定性)が必要な場合は、付加硬化タイプが使用されます。

脱水縮合硬化タイプ：一液で硬化が可能

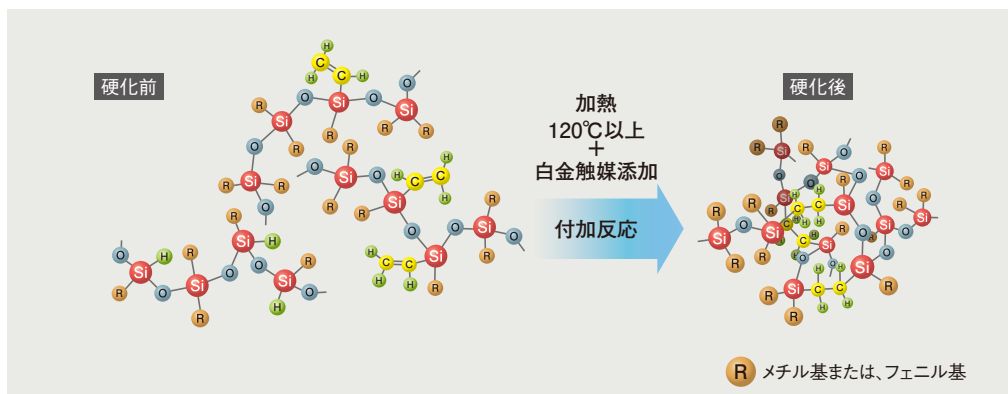
### ■ 硬化機構



付加硬化タイプ：硬化収縮が少ない ■ 代表製品 一液タイプ:X-40-2756

二液タイプ:X-40-2667A/X-40-2667B \*白金触媒

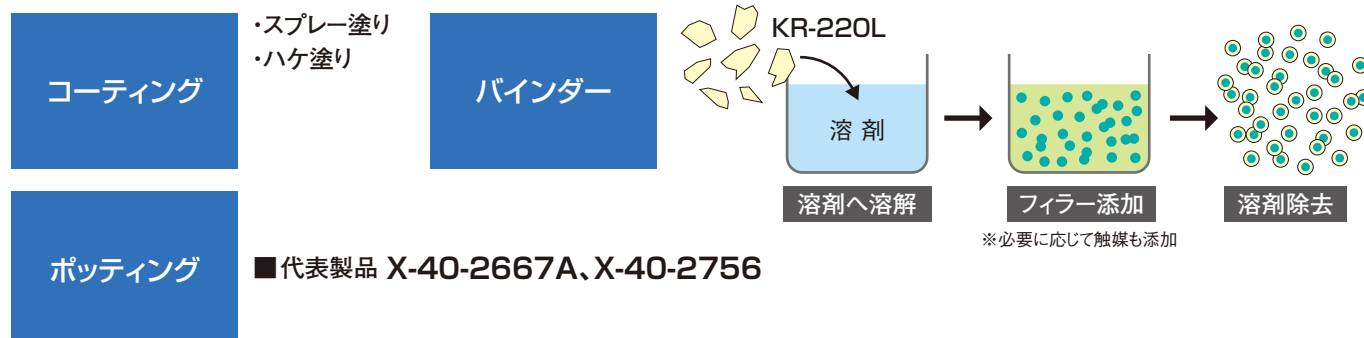
### ■ 硬化機構



## 使用方法による分類

シリコーンレジン、主にコーティング・成形物の主剤や各種フィラーのバインダーとして使用されますが、一部の製品は樹脂ハイブリッド化剤としても使用されます。

### 主剤として使用



### 樹脂ハイブリッド化剤として使用

■ 代表製品 KR-480、KR-211、KR-212

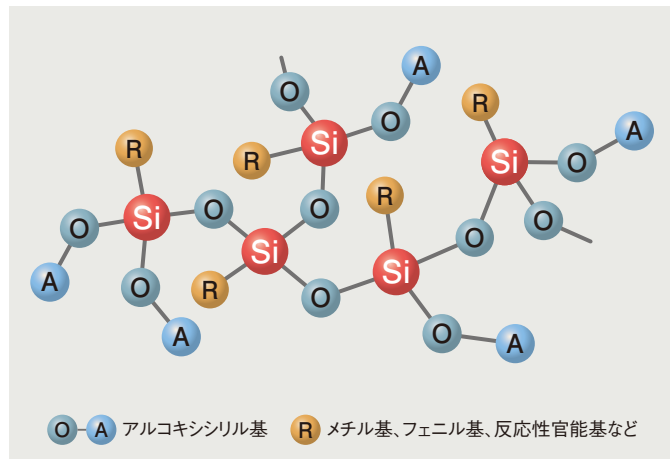
# シリコンオリゴマー

比較的低分子のシリコンレジンです。その構造的な特長から、樹脂単体として、有機樹脂の改質剤として、また界面の改質剤としても機能する非常にユニークな製品です。

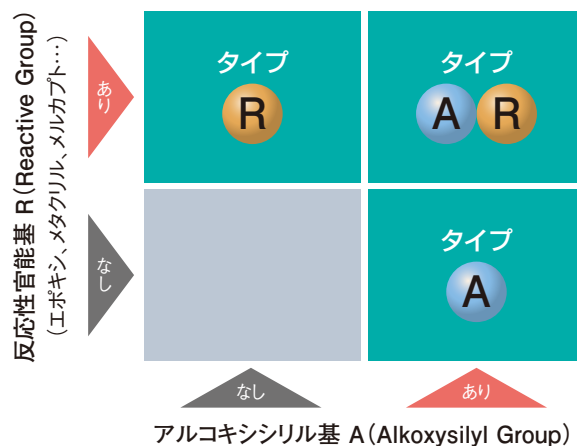
## 組成による分類

シリコンオリゴマーは、アルコキシシリル基および反応性官能基の有無によって、大きく3つに分類されます。

### ■ 構造式のイメージ



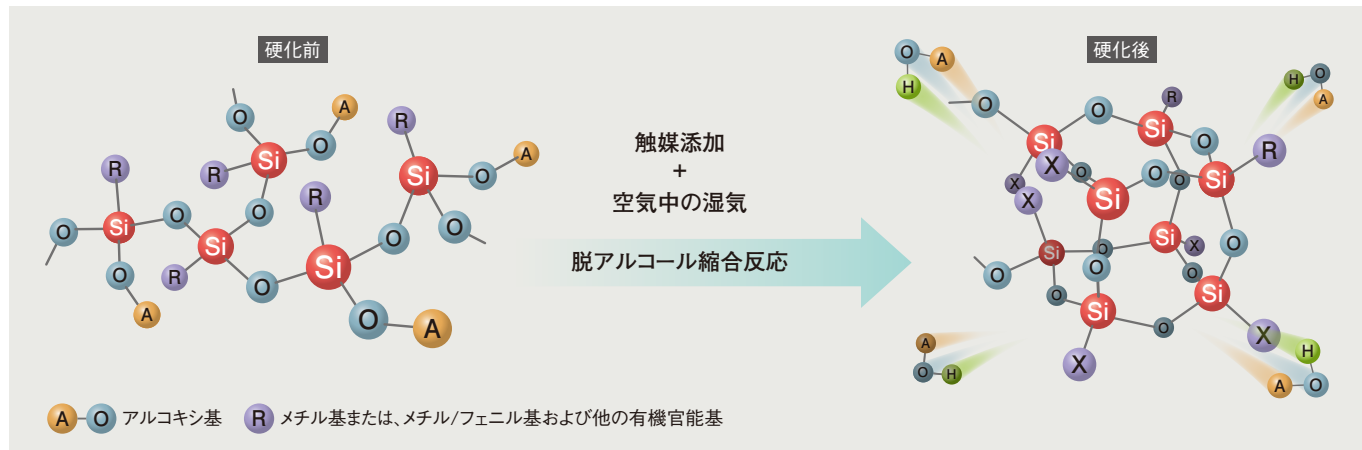
### ■ シリコンオリゴマーの分類



## 硬化方式による分類

タイプAオリゴマーは、硬化触媒を添加することにより、加水分解と脱アルコール縮合反応が促進され、空気中の湿気と反応し硬化します。タイプRオリゴマーは、エポキシやアクリル官能基の硬化系で硬化します。

### ■ タイプAオリゴマーの硬化機構



### ■ タイプRオリゴマーの硬化機構

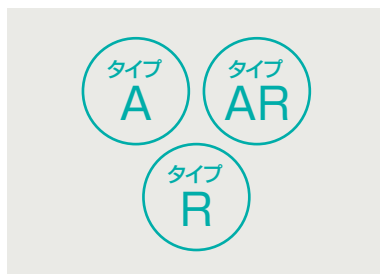
エポキシ基の反応(アミン、酸無水物など)、アクリル基のラジカル反応

## 使用方法による分類

### ■ 主剤として使用



### ■ 樹脂ハイブリッド化剤として使用

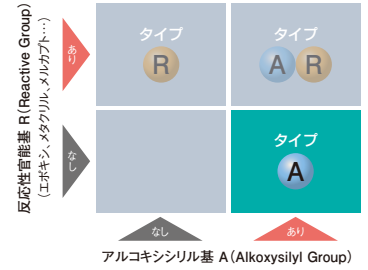


コーティング剤として使用

有機置換基の種類、重合度、T/D比などにより、硬化速度、硬度、耐クラック性の調整が可能です。

二液型

硬化にはP19に記載した触媒の添加が必要です。



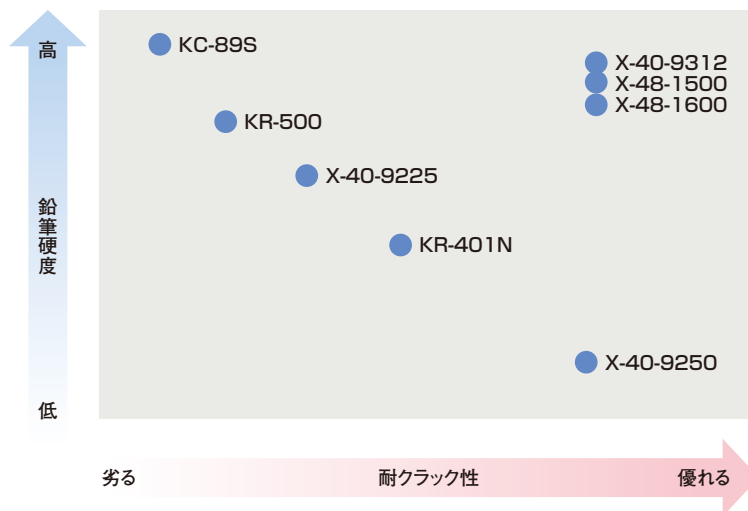
製品リスト

製品名	項目	有機置換基	アルコキシ基	粘度 25°C mm <sup>2</sup> /s	特長
KC-89S		メチル	メトキシ	5	高硬度、低重合体
KR-515		メチル		7	高硬度、KC-89Sより高分子量
KR-500		メチル		25	高硬度、中重合体
X-40-9225		メチル		100	中硬度、高重合体
X-40-9246		メチル		80	可とう性
X-40-9250		メチル		80	可とう性、はっ水性
KR-401N		メチル/フェニル		20	低フェニル含有、中硬度
X-40-9227		メチル/フェニル		15	低フェニル含有、KR-510より可とう性良好
KR-510		メチル/フェニル		100	中フェニル含有、可とう性
KR-213		メチル/フェニル		16	高フェニル含有、可とう性
X-40-9312(開発品)		メチル/フェニル(特殊構造)		250	高硬度、耐クラック性
X-40-9300(開発品)		特殊構造		65	速硬化、耐アルカリ性、耐水性
X-40-9301(開発品)		特殊構造		12	耐アルカリ性、耐水性
X-88-1004(開発品)		メチル		3.5	高硬度、密着性に優れる
X-88-1007(開発品)		メチル		19	はっ水性、密着性に優れる
X-48-1500(開発品)		メチル(特殊構造)		50	高硬度、耐屈曲性
X-48-1600(開発品)		メチル(特殊構造)	エトキシ	15	耐屈曲性、脱エタノール型

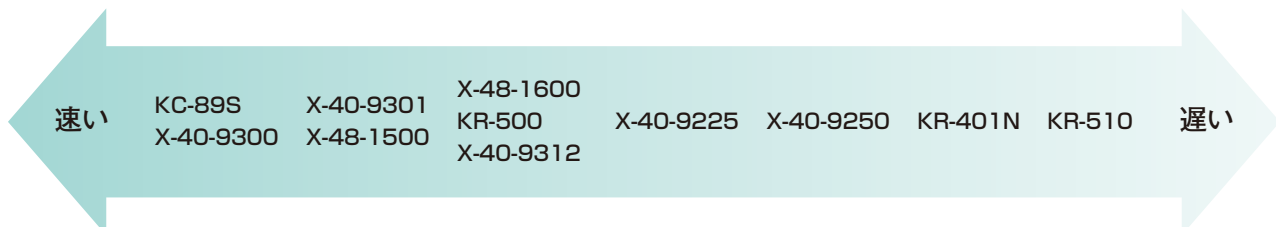
上記以外のエトキシタイプの製品をご要望のお客様は、営業部にお問い合わせください。

(規格値ではありません)

硬さと耐クラック性の位置づけ(室温硬化時)



硬化速度





■ 開発品

**X-40-9312** 高硬度・耐クラックタイプ

室温硬化

- 高硬度でありながら、耐クラック性を有するコーティング層を形成
- 光照射後の耐黄変性、耐クラック性に優れる



■ 一般特性

項目	製品名	X-40-9312
外観		無色～淡黄色透明液体
粘度	mm <sup>2</sup> /s	250
有効成分	%	100

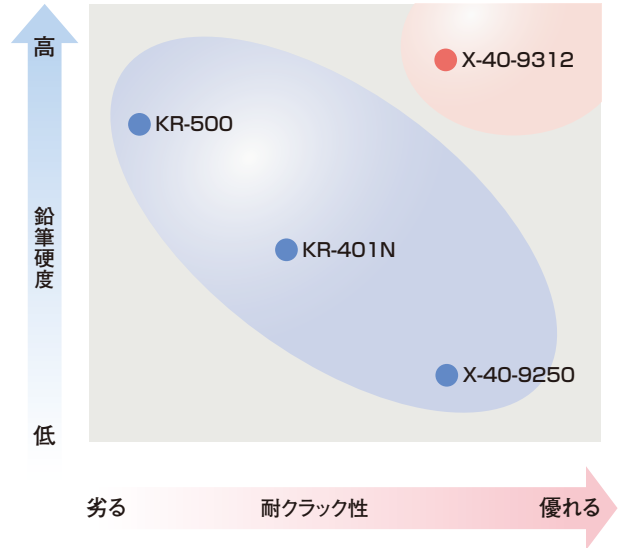
(規格値ではありません)

■ 硬化被膜物性

項目	製品名	X-40-9312	KR-401N
耐クラック性 UV試験後		○	×
外観 UV試験後		無色透明	淡黄色透明
ΔYI UV試験後		0.2	2.6

試験方法 硬化触媒:D-25(5wt%)  
 基材:ガラス  
 塗工方法:バーコーター(wet 30μm)  
 硬化条件:25°C×1day → 150°C×2h  
 UV照射試験条件:滅菌灯 25°C×2weeks  
 (規格値ではありません)

■ 硬さと耐クラック性の位置づけ(150°C加熱硬化時)



■ 開発品

**X-48-1500** 速硬化・高硬度・耐屈曲タイプ

室温硬化

**X-48-1600** 環境配慮タイプ

室温硬化

- 優れた耐屈曲性 ← 従来品は硬いが割れやすい
- 速硬化 ← 従来品は硬化に時間がかかる
- 環境配慮型 ← 従来品はメキシ型



■ 特長とメリット

製品名	特長	メリット
X-48-1500	高反応性	速硬化
	特殊シロキサン骨格	高硬度・耐屈曲性
X-48-1600	高反応性	速硬化
	エトキシシリル基	脱エタノール・環境配慮
	特殊シロキサン骨格	耐屈曲性

■ 硬化被膜物性

項目	製品名	X-48-1500	X-48-1600	KR-500
硬化性 ラビング試験*1	h	1.5	5	5
鉛筆硬度 500g荷重*2		HB	F	2B
耐屈曲性 マンドレル*3 mmφ		2	2	8
クロスカット試験*3		25/25	25/25	25/25
耐熱クラック性*4		○	◎	×
耐衝撃性*5	cm	25	30	15

硬化触媒:D-25(2wt%)  
 硬化条件:25°C/50%RH×1week  
 基材:ガラス or ミガキ鋼板、バーコーターNo.14(膜厚 約30μm)  
 (規格値ではありません)

- \*1 硬化被膜を指で擦り、傷が付かなくなるまでの時間
- \*2 基材:ガラス
- \*3 基材:ミガキ鋼板
- \*4 基材:ミガキ鋼板、25°C×1day硬化後、150°C×2h加熱
- \*5 基材:ミガキ鋼板、25°C×1week硬化後、デュボン式落下衝撃試験機で評価

## 硬化触媒

チタン系、アルミ系が当社標準の硬化触媒です。チタン系は初期の硬化性に優れ、アルミ系は完全硬化時の高硬度化に貢献します。リン酸系は活性が高く速硬化に有効ですが、塗液調製後の保存安定性に注意が必要です。

### ■製品リスト

製品名	種類	有効成分 %	触媒特性			添加量 wt%	特長
			硬化速度	高硬度化	塗液安定性		
D-26(開発品)	チタン系	100	◎	○	○	1-3	チタン系で最も高活性
D-25	チタン系	100	○	○	○	1-3	低粘度、D-20より高活性
D-20	チタン系	100	○	○	○	1-5	マイルドな反応性
DX-9740	アルミ系	100	△	◎	○	1-5	高硬度の被膜形成
X-40-2309A*	リン酸系	14	◎	○	△	15-40	速硬化

◎:非常に優れる ○:優れる △:やや劣る

(規格値ではありません)

\*反応性希釈剤含有

### ■タイプAシリコンオリゴマーと硬化触媒の組み合わせ

製品名	項目	硬化触媒	添加量 %	タックフリー 25°C min	鉛筆硬度 750g	耐屈曲性/耐衝撃性
KR-500		D-26	2	40	B	×
		D-26	5	10	HB	×
		D-25	2	90	B	×
		D-25	5	40	B	×
		D-20	2	120	B	○
		D-20	5	60	B	○
		DX-9740	2	360	H	×
		DX-9740	5	240	2H	×
		X-40-2309A	36*	10	4H	×
KC-89S		D-25	5	10	F	×
X-40-9225		D-25	5	40	2B	×

基材:ミガキ鋼板、パーコーターNo.14塗工、硬化条件:25°C/70%Rh×7days(タックフリー時間は温度、湿度により変化します)

(規格値ではありません)

\*希釈品。有効成分(リン酸)は5%

### ■開発品

## D-26 チタン系高活性触媒

リン酸系と同等の活性を有しながら、塗液の安定性を保つことができます。

### ■D-26と各種シリコンオリゴマーの組み合わせ

硬化触媒 添加量 5%	製品名	タックフリー 25°C min	鉛筆硬度 750g	耐屈曲性 8mmφ	耐衝撃性 cm
D-26	KR-500	10	HB	×	5
	KR-401N	10	B	○	45
	X-40-9250	10	6B	×	35

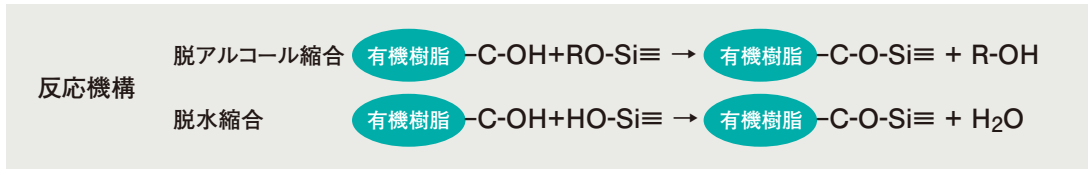
ミガキ鋼板に流し塗りで塗工、室温×7days後試験

(規格値ではありません)

## 樹脂ハイブリッド化剤として使用

アルコキシシリル基、またはアルコキシシリル基を加水分解させて発生したシラノール基を利用し、他の有機樹脂をシリコン変性させ、耐熱性、耐候性を向上させることができます。反応機構としては、各有機樹脂に含まれるアルコール性水酸基とアルコキシシリル基との「脱アルコール縮合」、シラノール基との「脱水縮合」があります。また、水系の有機樹脂にはメチル系、溶剤系の有機樹脂にはフェニル系オリゴマーが一般に使用されています。

### ■ 反応機構



### ■ シリコン変性した各有機樹脂の特長

**アクリル樹脂**  
アクリル樹脂本来の耐溶剤性、耐薬品性、耐久性に加え、耐候性、耐熱性を付与できるため、建材用の塗料樹脂として幅広く使用されています。

**ポリエステル樹脂**  
ポリエステル樹脂本来の耐屈曲性に加え、耐候性、耐熱性を付与できるため、建材・一般産業用塗料や、高温下で使用される電気製品用塗料などに使用されています。

**エポキシ樹脂**  
エポキシ樹脂本来の防食性に加え、耐候性、耐熱性を付与できるため、腐食性の強い物質からの保護を目的とした塗料に多く使用されています。

**アルキッド樹脂**  
アルキッド樹脂に耐候性を付与できるため、耐候性が要求される室温硬化型の塗料樹脂としてタンクや船舶、橋梁などに使用されています。

### ■ 主要製品

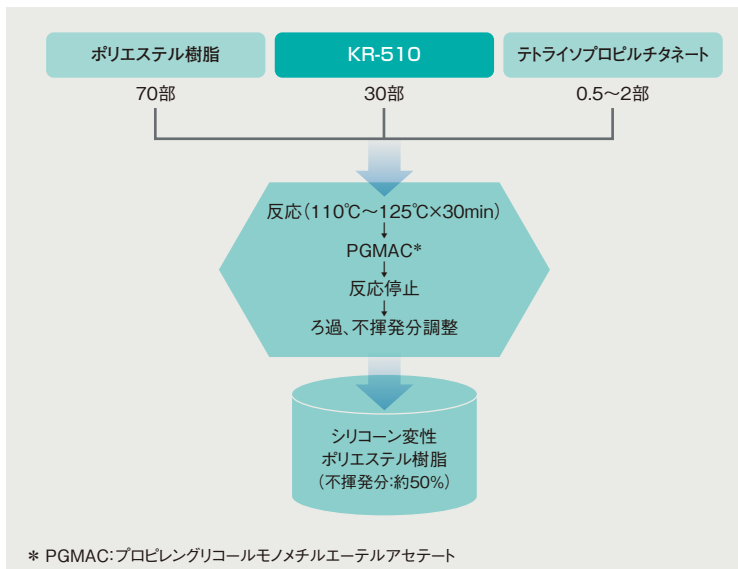
## KR-510 メチル/フェニル基含有アルコキシオリゴマー

KR-510は、メキシ基を含有するメチル/フェニル系のシリコンオリゴマーで、フェニル基を含有することから有機樹脂との相溶性に優れています。メキシシリル基との反応性基を有する有機系樹脂と混合または脱メタノール反応させることにより、樹脂に耐熱性、耐候性、耐薬品性を付与できるとともに、反応性希釈剤としても使用することができます。

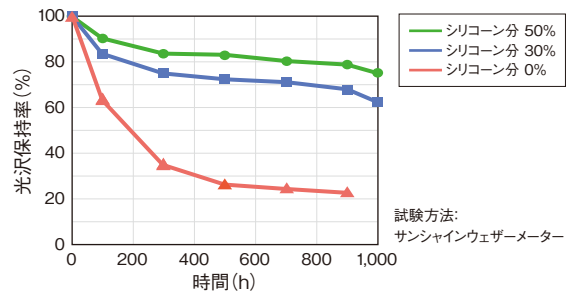
### ■ 応用例

ポリエステル樹脂にシリコンオリゴマーのシロキサン骨格を組み込むことにより、耐候性を向上させることができます。

### ■ シリコンオリゴマーによるポリエステル樹脂変性



### ■ シリコン変性ポリエステル樹脂の耐候性評価結果



### ■ 一般特性

項目	製品名	KR-510
外観		無色透明液体
粘度 25°C	mm <sup>2</sup> /s	100
比重 25°C		1.16
屈折率 25°C		1.509
メキシ基量	wt%	17
有効成分	%	100

(規格値ではありません)

### ■ 塗膜特性

項目	硬化条件	285°C×1min	285°C×10min
鉛筆硬度		2H	4H
密着性(基盤目試験)		100/100	100/100
耐衝撃性 デュボン式 cm		50以上	50以上
MEK* ラビング 回数		100	100以上
キシレン ラビング 回数		10	100以上

\* MEK: メチルエチルケトン (規格値ではありません)

## KR-500 メチル基含有アルコキシオリゴマー

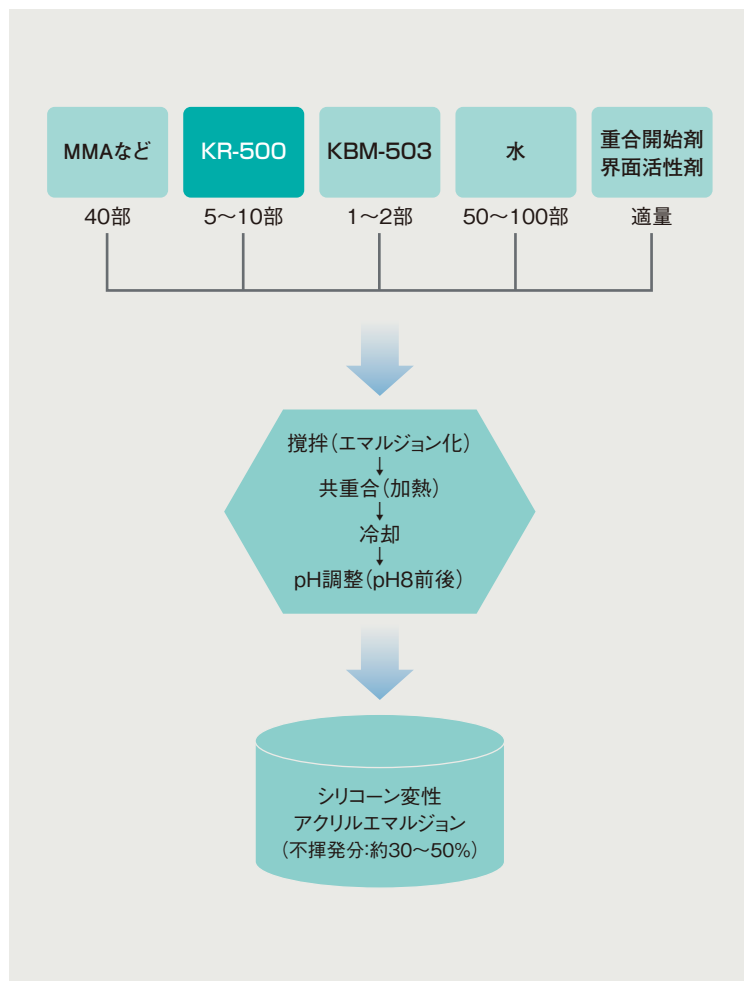
KR-500は、メキシ基を有するメチル系シリコンオリゴマーです。

メキシシリル基との反応性基を有する有機系樹脂と混合または脱メタノール反応させることにより、樹脂に耐熱性、耐候性、耐薬品性を付与することができます。また、水系樹脂への応用も可能です。

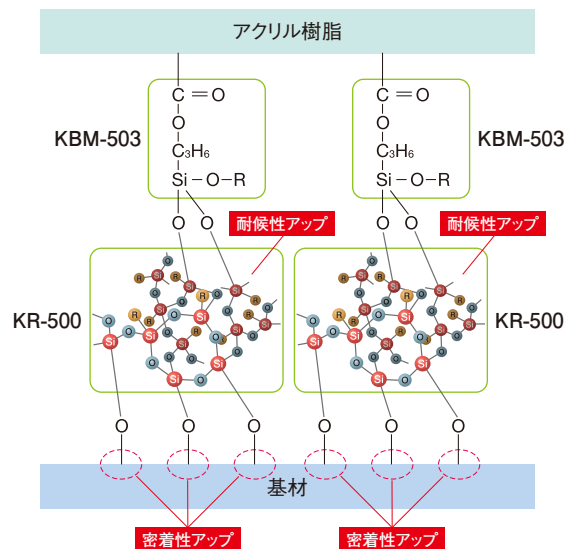
### ■ 応用例

脱水・脱アルコール縮合で変性させることにより、素材との密着性に加え、耐候性を付与することができます。

### ■ シリコンオリゴマーを用いたアクリルエマルジョンの変性方法



### ■ 樹脂変性モデル



### ■ 一般特性

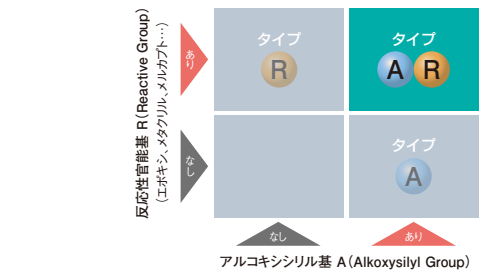
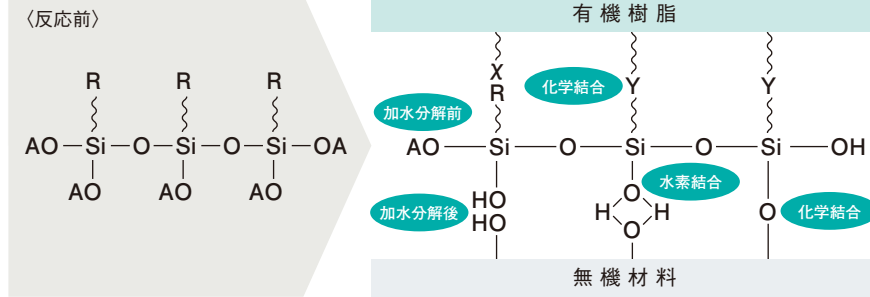
項目	製品名	KR-500
特長		中重合体
外観		無色透明～淡黄色微濁液体
粘度 25℃	mm <sup>2</sup> /s	25
比重 25℃		1.15
屈折率 25℃		1.403
メキシ基量	wt%	28
有効成分	%	100

(規格値ではありません)



タイプARのオリゴマーは、アルコキシシリル基の他に反応性官能基を含むため、有機樹脂と無機基材との間の密着助剤として機能することができる、いわばオリゴマー型カップリング剤です。

## ■カップリング剤の作用機構



AO: ガラス、金属、珪石など無機材料と化学結合する反応基  
●メキシ基 ●エトキシ基など

R: 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  
●メタクリル基 ●メルカプト基など

## ■製品リスト

項目	有機置換基	アルコキシ基	粘度 25℃ mm <sup>2</sup> /s	屈折率 25℃	アルコキシ基量 wt%	特長
KR-517	エポキシ	メキシ/エトキシ	12	1.414	50	エポキシ当量 830g/mol、親水防汚性
X-24-9590	エポキシ	メキシ	350	1.448	9.5	エポキシ当量 590g/mol
KR-516	エポキシ/メチル	メキシ	50	1.441	17	エポキシ当量 280g/mol
KR-518	メルカプト	メキシ/エトキシ	20	1.418	50	メルカプト当量 800g/mol、親水防汚性
KR-519	メルカプト/メチル	メキシ	5	1.422	30	メルカプト当量 450g/mol
KR-513	アクリル/メチル	メキシ	35	1.450	20	アクリル当量 210g/mol、UV硬化、樹脂密着性
X-40-9296	メタクリル/メチル	メキシ	20	1.450	22	メタクリル当量 230g/mol、UV硬化、樹脂密着性
KR-511	ビニル/フェニル	メキシ	100	1.518	13	ビニル当量 530g/mol、樹脂改質用

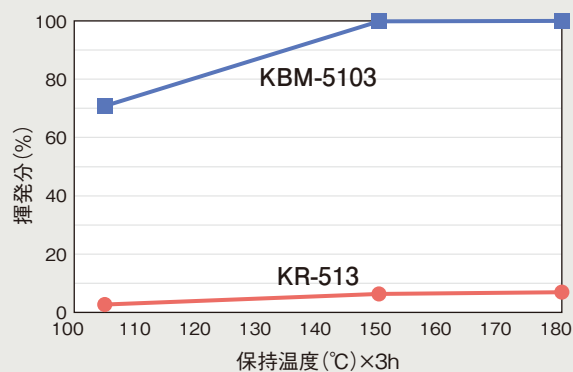
(規格値ではありません)

## ■アプリケーション

### ●カップリング剤

シランカップリング剤との大きな違いは揮発性にあります。右図にアクリル系オリゴマーとシランカップリング剤の比較例を示しますが、高温下においても有効成分が残存し、より密着性の向上に寄与します。

### ■アクリル系オリゴマー (KR-513) とシランカップリング剤 (KBM-5103) の揮発分の比較



### 脂環式エポキシ基タイプ

反応性官能基としてはエポキシ基のみを持ち、酸無水物や光、熱カチオン硬化が可能なシリコンオリゴマーです。エポキシ樹脂と同様の硬化機構でありながら、シロキサンを持つ耐熱性や高Tgを有しています。また、環状シロキサン骨格を持つタイプは、硬化時に収縮が少ないという特長も持っています。

#### ■ 特長

- 反応性官能基を含有するシリコンです。
- 比較的分子量で、各種材料との相溶性に優れます。
- 酸発生剤を添加することにより、光または熱で硬化します。
- 酸無水物、アミン系触媒などを添加することにより、熱で硬化します。
- KR-470は、硬化性、硬化後の硬度、強度などに優れます。
- KR-470は、硬化時に収縮がほとんどありません。

#### ■ 一般特性

項目	製品名	KR-470	X-40-2678	X-40-2669
タイプ		環状シロキサン	環状シロキサン	直鎖シロキサン
特長		低硬化収縮、高架橋	耐クラック性	KR-470よりも低粘度であり、レベリング性、濡れ性に優れる
エポキシ官能基数		4	2	2
粘度 25°C	mPa·s	3,000	120	35
エポキシ当量	g/mol	200	290	200

(規格値ではありません)

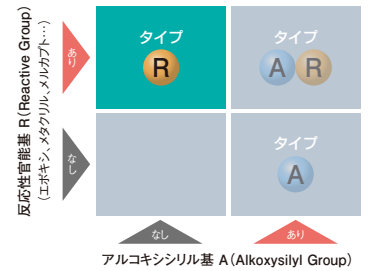
#### ■ 硬化物性の比較

項目	製品名	KR-470	エポキシ	脂環式エポキシ
硬化方式		酸無水物硬化		
硬さ ショアD		87	85	88
曲げ弾性率	MPa	2,590	2,940	3,020
硬化収縮率 比重法	%	+2.1	-1.7	-5.3
煮沸吸水率	%	0.46	0.28	0.56
Tg	°C	191	150	193
線膨張係数 (×10 <sup>-5</sup> /K)	<Tg	9.7	7.7	6.9
	>Tg	15.4	17.6	16.2

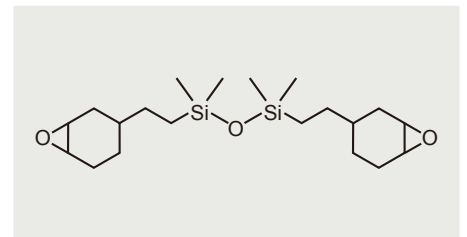
(規格値ではありません)

### アクリル基タイプ

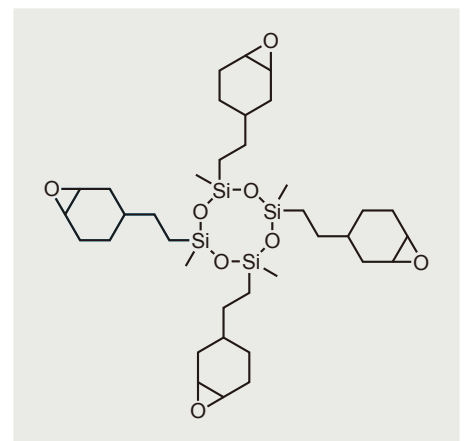
X-40-2761は、樹脂(フィルム)単体として使用でき、他のラジカル硬化系樹脂の改質剤としても使用できます。製品の詳細は、P12を参照ください。



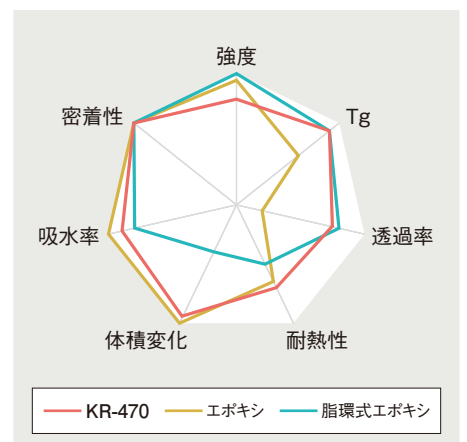
#### ■ X-40-2669の化学構造



#### ■ KR-470の化学構造



#### ■ 硬化物性比較チャート



# 製品特性・荷姿一覧表

種類	製品名	タイプ	外観	不揮発分 105°C×3h %	有効成分 %	粘度 25°C mPa·s	比重 25°C	屈折率 25°C	標準硬化条件		
インポート	KR-220L	メチル系	白色固体(フレーク)	—	100	—	1.40	—	—	—	
	KR-220LP		白色固体(パウダー)	—	100	—	1.40	—	—	—	
	KR-242A		無色透明液体	50	—	12mm <sup>2</sup> /s	1.04	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	200°C×20min	
	KR-251		無色透明液体	20	—	18	0.92	—	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×20min	
	X-40-2406M		無色透明液体	40	40	30mm <sup>2</sup> /s	0.94	1.420	加熱硬化	226°C×75min (硬化触媒なし)または 200°C×40min <sup>※4</sup>	
	KR-112	メチル/フェニル系	無色透明～淡黄色半透明液体	70	—	200mm <sup>2</sup> /s	1.06	—	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×15min	
	KR-211		無色～淡黄色透明液体	70	—	46	1.10	—	—	—	
	KR-212		無色透明液体	70	—	28	1.07	—	—	—	
	KR-255		無色～淡褐色透明液体	50	—	85mm <sup>2</sup> /s	1.02	—	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×20min	
	KR-271		淡黄色透明液体	50	—	200	1.01	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	250°C×60min	
	KR-282		無色～淡黄色透明液体	50	—	150	1.01	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	250°C×60min	
	KR-300		無色透明～淡黄色微濁液体	50	—	18mm <sup>2</sup> /s	1.05	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	250°C×60min	
	KR-311		淡黄色透明液体	60	—	25mm <sup>2</sup> /s	1.06	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	250°C×60min	
	X-48-1030		無色透明～淡黄色微濁液体	50	—	30	1.10	1.44	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×30min	
	X-40-2667A		淡黄色透明液体	—	100	2,000	1.16	1.536	加熱硬化 <sup>※1</sup>	200°C×20min	
	X-40-2756		淡黄色透明液体	—	100	1,000	1.13	1.498	加熱硬化 <sup>※1</sup>	200°C×180min (タックフリー1h)	
	KR-480		白色固体(フレーク)	—	100	—	—	—	—	—	
	インポート	ES-1001N	エポキシ樹脂	淡黄色透明液体	45	—	350	1.01	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	200°C×30min
		ES-1002T		淡黄色透明液体	60	—	400	1.04	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	200°C×60min
		ES-1023		淡黄色透明液体	45	—	250	1.00	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	200°C×30min
X-41-1610		淡黄色透明液体		45	—	200	1.07	1.477	加熱硬化	200°C×30min	
KR-5206		アルキッド樹脂	淡黄色透明液体	50	—	400	0.99	—	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×30min	
KR-5230		ポリエステル樹脂	無色～黄色透明液体	60	—	440	1.13	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	200°C×30min	
KR-5234			淡黄色透明液体	60	—	400	1.11	—	加熱硬化	180°C×20min	
KR-5235			無色～淡黄色透明液体	60	—	210	1.10	—	加熱硬化 <sup>※1</sup>	200°C×20min	
インポート		KC-89S	メチル系	無色透明液体	—	100	5mm <sup>2</sup> /s	1.08	1.394	—	—
		KR-515		無色透明液体	—	100	7mm <sup>2</sup> /s	1.11	1.397	—	—
	KR-500	無色透明～淡黄色微濁液体		—	100	25mm <sup>2</sup> /s	1.15	1.403	—	—	
	X-40-9225	無色透明液体		—	100	100mm <sup>2</sup> /s	1.18	1.407	—	—	
	X-40-9246	無色～淡黄色透明液体		—	100	80mm <sup>2</sup> /s	1.09	1.407	—	—	
	X-40-9250	無色透明～淡褐色微濁液体		—	100	80mm <sup>2</sup> /s	1.11	1.407	—	—	
	X-88-1004	無色透明液体		—	100	3.5mm <sup>2</sup> /s	1.04	1.432	室温硬化 <sup>※3</sup>	25°C×60min	
	X-88-1007	無色透明液体		—	100	19mm <sup>2</sup> /s	1.05	1.439	室温硬化 <sup>※3</sup>	25°C×60-90min	
	X-48-1500	メチル系 特殊構造	無色透明液体	—	100	50mm <sup>2</sup> /s	1.17	1.410	—	—	
	X-48-1600		無色透明液体	—	100	15mm <sup>2</sup> /s	1.09	1.410	—	—	
	KR-401N	メチル/フェニル系	無色透明液体	—	100	20mm <sup>2</sup> /s	1.12	1.432	—	—	
	X-40-9227		無色透明液体	—	100	15mm <sup>2</sup> /s	1.07	1.460	—	—	
	KR-510		無色透明液体	—	100	100mm <sup>2</sup> /s	1.16	1.509	—	—	
	KR-213		無色～淡黄色透明液体	—	100	16mm <sup>2</sup> /s	1.11	1.525	—	—	
	X-40-9312	メチル/フェニル系 特殊構造	無色～淡黄色透明液体	—	100	250mm <sup>2</sup> /s	1.14	1.420	—	—	
	KR-4000G	コーティング剤	メチル系	淡黄色透明液体	—	50	7	0.89	1.413	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×60min
	KR-4000F2		フッ素系	淡黄色微濁液体	—	100	5	1.07	1.380	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×30min
	KR-400	メチル系	無色～淡黄色透明液体	—	100	1.2mm <sup>2</sup> /s	0.97	1.390	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×30～60min	
	X-40-2327	メチル/アルキル系	無色～淡黄色透明液体	—	100	0.9mm <sup>2</sup> /s	0.95	1.382	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×5～10min	
	KR-401	メチル/フェニル系	淡黄色透明液体	—	100	20mm <sup>2</sup> /s	1.12	1.435	室温硬化 <sup>※2</sup>	25°C×30～60min	
X-40-2450	特殊構造	無色透明液体	—	60	2.5mm <sup>2</sup> /s	0.97	1.403	—	—		
X-40-9300		無色～黄色透明液体	—	100	65mm <sup>2</sup> /s	1.02	1.440	—	—		
X-40-9301		無色～黄色透明液体	—	100	12mm <sup>2</sup> /s	1.04	1.430	—	—		

※1 耐エタノール性が得られるまでの条件 ※2 タックフリーになるまでの時間 ※3 硬化触媒D-25を5%添加 ※4 硬化触媒D-25を0.2%添加 ※5 プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート  
 ※6 3-メチル-3-メチルシチルアセテート ※7 指定可燃物 合成樹脂類 ※8 2L丸缶 ※9 ファイバードラム ※10 指定可燃物 可燃性液体類  
 ※11 紙袋 ※12 ガラス瓶 ※13 20L丸缶

	溶剤	主な用途	特長	危険物分類	荷姿		
					1L缶	18L缶	200Lドラム
	含まない	耐熱、難燃バインダー	フレーク状、耐熱性、難燃性、低発煙	非危険物 <sup>*7</sup>	1kg <sup>*8</sup>	10kg <sup>*9</sup>	—
	含まない	耐熱、難燃バインダー	KR-220Lのパウダータイプ	非危険物 <sup>*7</sup>	1kg <sup>*8</sup>	10kg <sup>*9</sup>	—
	トルエン、イソプロピルアルコール	耐熱、難燃バインダー	耐熱性、難燃性に優れる	第四類第一石油類	1kg	18kg	200kg
	トルエン	防湿絶縁コーティング	超高分子量タイプ、室温乾燥可能、耐熱性、耐クラック性	第四類第一石油類	1kg	15kg	160kg
	IBA/キシレン=78/22	耐熱コーティング (パンの金型離型コート剤)	食品衛生法ポジティブリスト記載、離型性、耐ヒートショック性	第四類第二石油類	1kg	17kg	180kg
	トルエン、キシレン	防湿絶縁コーティング	中フェニル含有、耐溶剤性、可とう性に優れる	第四類第二石油類	1kg	16kg	—
	キシレン	有機樹脂の改質	高フェニル含有、相溶性、可とう性、樹脂改質用	第四類第二石油類	1kg	18kg	180kg
	キシレン	有機樹脂の改質	中フェニル含有、相溶性、可とう性、樹脂改質用	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	トルエン、キシレン	防湿絶縁コーティング	中フェニル含有、耐熱性、可とう性、室温乾燥可能	第四類第一石油類	1kg	18kg	200kg
	キシレン	耐熱塗料	中フェニル含有、耐熱性、可とう性に優れる	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	キシレン	耐熱塗料	中フェニル含有、耐熱性、可とう性に優れる	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	キシレン	耐熱塗料	低フェニル含有、耐熱性、高硬度	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	キシレン	耐熱塗料	中フェニル含有、耐熱性、中硬度	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	PGMAC <sup>*5</sup>	コーティング、耐熱塗料	弱溶剤、耐熱性に優れた高硬度の被膜を形成	第四類第二石油類	1kg	—	—
	含まない	成形物	無溶剤、付加硬化型	第四類第四石油類	1kg	18kg	—
	含まない	成形物	一液タイプ、無溶剤、付加硬化型	非危険物 <sup>*10</sup>	1kg	18kg	—
	含まない	有機樹脂の改質	フレーク状、高フェニル含有、相溶性、難燃性	非危険物 <sup>*7</sup>	1kg <sup>*8</sup>	20kg <sup>*11</sup>	—
	キシレン、ダイアセトンアルコール、 n-ブタノール	耐熱塗料	エポキシ樹脂の防食性、耐薬品性とシリコーンの耐熱性、耐候性を併せ持つ	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	トルエン	耐熱塗料	室温乾燥可能(ポリアミン系架橋剤使用時)	第四類第一石油類	1kg	18kg	200kg
	キシレン、ダイアセトンアルコール	耐熱塗料	ES-1001Nより密着性、耐熱衝撃性に優れる	第四類第二石油類	1kg	18kg	180kg
	PGMAC <sup>*5</sup>	耐熱塗料	弱溶剤、耐熱性に優れた高硬度の被膜を形成	第四類第二石油類	1kg	18kg	180kg
	キシレン	耐熱塗料	室温乾燥可能、可とう性、密着性に優れる	第四類第二石油類	1kg	16kg	200kg
	PGMAC <sup>*5</sup>	耐熱塗料	ポリエステル樹脂の耐屈曲性とシリコーンの耐熱性、耐候性を併せ持つ	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	PGMAC <sup>*5</sup> (23%)、MMBAC <sup>*6</sup> (13%) イソプロピルアルコール(4%)	耐熱塗料	KR-5230より硬化性に優れる	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	PGMAC <sup>*5</sup> (20%)、MMBAC <sup>*6</sup> (10%) イソブチルアルコール(10%)	耐熱塗料	KR-5230、KR-5234より硬化性、離型性、 ノンスティック性に優れる	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	高硬度、低重合体	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	高硬度、KC-89Sより高分子量	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	高硬度、中重合体	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	中硬度、高重合体	第四類第三石油類	1kg	18kg	200kg
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	可とう性に優れる	第四類第二石油類	1kg	18kg	200kg
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	可とう性、はっ水性に優れる	第四類第三石油類	1kg	18kg	—
	含まない(シリコーン溶剤での希釈を推奨)	コーティング	高硬度、密着性に優れる	第四類第三石油類	1kg	—	—
	含まない(シリコーン溶剤での希釈を推奨)	コーティング	はっ水性、密着性に優れる	第四類第三石油類	1kg	—	—
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	高硬度、耐屈曲性に優れる	第四類第三石油類	1kg	16kg	—
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	耐屈曲性、脱エタノール型	第四類第三石油類	1kg	16kg	—
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	低フェニル含有、中硬度	第四類第二石油類	1kg	18kg	—
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	低フェニル含有、KR-510より可とう性良好	第四類第三石油類	1kg	18kg	—
	含まない	有機樹脂の改質	中フェニル含有、可とう性に優れる	第四類第四石油類	1kg	18kg	200kg
	含まない	有機樹脂の改質	高フェニル含有、可とう性	第四類第三石油類	1kg	18kg	200kg
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	高硬度、耐クラック性に優れる	第四類第三石油類	1kg	18kg	—
	イソパラフィン	コーティング	高光沢、はっ水性、滑水性、滑り性	第四類第二石油類	1kg	17kg	—
	含まない	コーティング	フッ素含有、はっ水性、はっ油性、一般的な有機溶剤で希釈可能	第四類第一石油類	1kg	—	—
	含まない	コーティング	一液タイプ、高硬度	第四類第一石油類	1kg	15kg	180kg
	含まない	コーティング	一液タイプ、速硬化	第四類第一石油類	1kg <sup>*12</sup>	18kg <sup>*13</sup>	—
	含まない	コーティング	一液タイプ、耐クラック性、耐屈曲性	第四類第二石油類	1kg	18kg	—
	メチルエチルケトン	帯電防止剤	帯電防止性、剥離性に優れる	第四類第一石油類	1kg	16kg	—
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	速硬化、耐アルカリ性に優れる	第四類第三石油類	1kg	—	—
	含まない	コーティング、有機樹脂の改質	耐アルカリ性に優れる	第四類第三石油類	1kg	16kg	—



## 製品特性・荷姿一覧表

種類	製品名	タイプ	外観	不揮発分 105°C×3h %	有効成分 %	粘度 25°C mPa·s	比重 25°C	屈折率 25°C	標準硬化条件	
シリコーンオリゴマー	KR-517	エポキシ系	淡黄色透明液体	—	100	12mm <sup>2</sup> /s	1.11	1.414	—	—
	X-24-9590		淡褐色透明液体	—	100	350mm <sup>2</sup> /s	1.06	1.448	—	—
	KR-516	エポキシ/メチル系	淡黄色透明液体	—	100	50mm <sup>2</sup> /s	1.15	1.441	—	—
	KR-518		無色～淡赤色透明液体	—	100	20mm <sup>2</sup> /s	1.13	1.418	—	—
	KR-519	メルカプト/メチル系	無色透明液体	—	100	5mm <sup>2</sup> /s	1.11	1.422	—	—
	KR-513		無色～淡黄色透明液体	—	100	35mm <sup>2</sup> /s	1.15	1.450	—	—
	X-40-9296	メタクリル/メチル系	無色透明液体	—	100	20mm <sup>2</sup> /s	1.12	1.450	—	—
	KR-511		無色～淡黄色透明液体	—	100	100mm <sup>2</sup> /s	1.11	1.518	—	—
	KR-2710	メチル/フェニル/ヒドロ	無色透明液体	—	100	50mm <sup>2</sup> /s	1.07	1.522	—	—
	KR-470		無色透明液体	—	100	3,000	1.10	1.487	—	—
	X-40-2678	脂環式エポキシ系	無色～淡黄色透明液体	—	100	120	1.04	1.465	—	—
	X-40-2669		淡黄色透明液体	—	100	35	0.99	1.475	加熱硬化 (熱酸発生剤を 使用した場合)	150°C×30min (使用触媒に依存)
	X-40-2761	アクリル系	淡黄色透明液体	—	100	500mm <sup>2</sup> /s	1.10	1.450	UV硬化※1	積算光量600mJ/cm <sup>2</sup> N <sub>2</sub> 雰囲気下

※1 UV光源:高圧水銀灯 ※2 指定可燃物 可燃性液体類

## 取り扱い上の注意事項

### ■ 取り扱い上の注意

- 保管は、火気厳禁の換気下で冷暗所(25°C以下で直射日光の当たらない場所)に密封保管してください。また、シリコーンレジン・オリゴマーは、熱・酸・塩基・ある種の有機金属化合物などの作用によって重合が進み、最終的にゲル化する場合がありますので、これらの混入を避けてください。
- 塗料化、塗装、硬化乾燥時も、火気厳禁の換気下での取り扱いが必要です。
- シリコーンレジン・オリゴマー製品の多くは、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、メタノールまたはエタノールを発生します。また、KR-400、KR-401、KR-4000Gは、1-ブタノールを発生します。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。
- シリコーンレジン・オリゴマーの容器としては、鉄板、ステンレスまたはスズメッキ鉄板を使用したものを用い、また、溶接、外ハンダ付けしたものを使用してください。鉛・ハンダ・亜鉛などに接触しないようご注意ください。
- シリコーンレジン・オリゴマー以外の有機ワニスや廃物の混入は、製品の性能に悪影響を与えるため、十分ご注意ください。
- 硬化触媒の使用について  
硬化を早める目的で硬化触媒を使用する場合は、硬化触媒の種類、添加量、硬化条件などを検討の上、適切な条件で行って

ください。

なお、硬化触媒を添加後はポットライフに注意してください。シリコーンレジン・オリゴマーの一般的な硬化触媒としてAl(アルミニウム)のキレート、Zn(亜鉛)、Fe(鉄)、Co(コバルト)、Mn(マンガン)などのオクチル酸塩、ナフテン酸塩などが用いられますが、その場合の添加量は、樹脂分に対してそれぞれ金属として、およそ以下の量が使用されます。

Al(アルミニウム)	0.02～0.1%
Zn(亜鉛)	0.05～0.3%
Fe(鉄)	0.05～0.3%
Co(コバルト)	0.05～0.3%
Mn(マンガン)	0.05～0.3%

### 7. 顔料・充填剤の使用について

シリコーンレジン・オリゴマーは、Pb(鉛)、Ca(カルシウム)、Cr(クロム)系顔料および亜鉛華などと反応して、製造中または貯蔵中にゲル化する場合があります。また、酸、塩基、ある種の有機金属化合物は、硬化特性、保存安定性に悪影響を及ぼす恐れがあり、X-40-2667A、X-40-2756、KR-2710は、水素ガスが発生する恐れがあります。そのため、充填剤、顔料などを配合する際は、あらかじめ試験を行って添加による影響を確認した上で使用してください。

- KR-4000F2は、燃焼するとフッ化水素を発生しますので、焼却廃棄時には十分ご注意ください。

	溶剤	主な用途	特長	危険物分類	荷姿		
					1L缶	18L缶	200Lドラム
	含まない	カップリング剤	エポキシ当量 830g/mol、親水防汚性	第四類第二石油類	1kg	16kg	—
	含まない	カップリング剤	エポキシ当量 590g/mol	非危険物※2	1kg	16kg	—
	含まない	カップリング剤	エポキシ当量 280g/mol	第四類第三石油類	1kg	18kg	—
	含まない	カップリング剤	メルカプト当量 800g/mol、親水防汚性	第四類第二石油類	1kg	16kg	—
	含まない	カップリング剤	メルカプト当量 450g/mol	第四類第二石油類	1kg	16kg	—
	含まない	カップリング剤	アクリル当量 210g/mol、UV硬化、樹脂密着性	第四類第三石油類	1kg	18kg	—
	含まない	カップリング剤	メタクリル当量 230g/mol	第四類第四石油類	1kg	18kg	—
	含まない	難燃剤、カップリング剤	ビニル当量 530g/mol、樹脂改質用	第四類第三石油類	1kg	18kg	—
	含まない	難燃剤、有機樹脂の改質	透明難燃、Hガス:50ml/g	第四類第三石油類	1kg	18kg	—
	含まない	成形物	低硬化収縮、高架橋、エポキシ当量 200g/mol	非危険物※2	1kg	18kg	—
	含まない	成形物	耐クラック性、エポキシ当量 290g/mol	第四類第四石油類	1kg	18kg	—
	含まない	コーティング、 有機樹脂の改質	KR-470よりも低粘度であり、レベリング性、 濡れ性に優れる、エポキシ当量200g/mol	第四類第三石油類	1kg	—	—
	含まない	コーティング、 有機樹脂の改質	高硬度、耐屈曲性、アクリル当量 330g/mol	第四類第三石油類	1kg	—	—

(規格値ではありません)

## ■安全衛生上の注意

- シリコーンレジン・オリゴマーは、皮膚刺激性を有するので、皮膚・粘膜に付着しないようにポリエチレン製手袋、安全めがねなどの保護具を着用してください。皮膚に付着した場合、ウエスなどで拭き取ってから、直ちに流水で十分に洗い流してください。万一、目に入った場合は、直ちに大量の水で15分以上洗眼し、医師の診断を受けてください。また、コンタクトレンズ着用者は、誤って目に入れた場合、目に固着することがありますので、特にご注意ください。
- 溶剤型のシリコーンレジンに使用されている溶剤および希釈溶剤は、比較的低沸点の溶剤が用いられています。室温における蒸気圧が高いため、必ず換気下で取り扱い、溶剤蒸気を吸わないようにご注意ください。一般的に、これらの溶剤および溶剤含有製品は、労働安全衛生法により衛生管理が義務づけられています。
- 換気の悪い狭い場所では、保護マスクを着用してください。また、局所排気設備の設置を推奨します。蒸気を吸入して気分が悪くなった場合は、直ちに空気の新鮮な場所へ移動してください。
- 子供の手の届かないところに置いてください。
- 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。

## ■消防法による危険物分類

下記製品は、消防法の危険物に該当しますので、規定に準じた保管・取り扱いが必要です。

### シリコーンレジン

第四類	第一石油類	ES-1002T、KR-242A、KR-251、KR-255
	第二石油類	ES-1001N、ES-1023、KR-112、KR-211、KR-212 KR-271、KR-282、KR-300、KR-311、KR-5206 KR-5230、KR-5234、KR-5235、X-40-2406M X-41-1610、X-48-1030
	第四石油類	X-40-2667A

### シリコーンオリゴマー

第四類	第一石油類	KR-400、KR-4000F2、X-40-2327、X-40-2450
	第二石油類	KC-89S、KR-401、KR-401N、KR-500 KR-515、KR-517、KR-518、KR-519 KR-4000G、X-40-9246
	第三石油類	KR-213、KR-511、KR-513、KR-516、KR-2710 X-40-2669、X-40-9225、X-40-9227、X-40-9250 X-40-9300、X-40-9301、X-40-9312、X-48-1500 X-48-1600、X-40-2761、X-88-1004、X-88-1007
	第四石油類	KR-510、X-40-2678、X-40-9296

シリコンレジン&オリゴマー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。
- 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/>