



Paints, Inks and Coatings

TORAY

A DOW and TORAY Joint Venture

ダウ・東レ株式会社

塗料・コーティング用シリコンレジン  
セレクションガイド

**DOWSIL**<sup>TM</sup>



make a big

splash!

WITH SILICONE RESINS  
FROM DOW

## 目次

- 2 イントロダクション
- 3 シリコンレジン<sup>®</sup>の化学
- 4 レジンバインダーシステムの選択
- 5-6 シリコンレジン<sup>®</sup>の選択
- 7-9 DOWSIL<sup>™</sup>シリコンレジン<sup>®</sup>の代表特性
  - ・ 溶剤希釈タイプ
  - ・ フレークレジン
  - ・ アルコキシレジンとレジン中間体
- 10 地の処方成分
- 11 製品情報と技術サポート
- 11 貯蔵、取り扱い、および燃焼性に関する重要なお知らせ

# イントロダクション

過去10年以上に渡り、シリコンの技術は塗料・コーティング市場で発展を続け、お客様の保護用、および装飾用塗料・コーティング処方<sup>®</sup>に高付加価値を提供してきました。

シリコンレジン<sup>®</sup>、およびレジン中間体の有用性は、1950年代に耐熱塗料・工業用塗料・海洋用防汚塗料・保護塗料、1970年代にコイル用塗料、1990年代には高付加価値なトップコート材料となる、有機樹脂とシリコンレジン<sup>®</sup>を組み合わせたハイブリッドレジンシステムの分野で見出されてきました。

塗料・コーティング処方に、ダウ・東レのシリコンレジン<sup>®</sup>、およびレジン中間体を導入することにより、温度・湿度・腐食・放熱・風化への耐性を改良することが可能となります。

幾多の有機樹脂との適合性に優れるシリコンレジン<sup>®</sup>は、いくつもの高付加価値分野に幅広い塗膜性能を提供します。

## 用途



### 耐熱性

- ・ バーベキュー・グリル
- ・ 薪ストーブ
- ・ 暖炉
- ・ 自動車・バイクのマフラー
- ・ 熱交換器
- ・ 照明器具
- ・ 調理器具
- ・ セラミック複合材料
- ・ パン・焼き菓子などの製選



### 耐候性

- ・ 海洋掘削リグ
- ・ 風力発電用タービン
- ・ 橋・橋脚
- ・ 石油タンク設備
- ・ スタジアム
- ・ 船舶
- ・ 製油所
- ・ 化学プラント
- ・ アミューズメント・パーク

## シリコンレジンの化学

シリコンレジンはシロキサン結合(Si-O、ケイ素—酸素)から構成され、いくつかのシロケート(SiO<sub>4</sub>/2)、もしくはシルセスキオキサン(R-SiO<sub>3</sub>/2)を含んでいます。

Rは各種アルキル基、もしくはアシル基であり、代表的な官能基はメチル基、もしくはフェニル基です。炭素結合(C-C)から構成される有機レジンと比較すると、熱や放射線による分解に対してより強い耐性を示します。

こうしたシリコンの耐性は酸素—水素結合の強さ(炭素—炭素結合が82.6 Kcal/moleであるのに対して、ケイ素—酸素結合は108 Kcal/mole)、可視光、および紫外線を透過する性質および元来部分的に酸化された構造であることに由来しています。

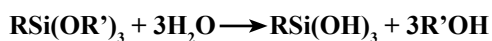
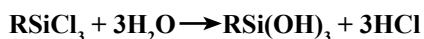
この安定性の証拠となるものは、私たちの足元に見出すことができます。ケイ素—酸素結合こそ地球上で最も豊富に存在する化学結合だからです。

有機官能基を付加させることにより(表2、置換度を参照)、シロキサンポリマーはよりリニア構造となり、有機官能基由来の物理特性(例えば柔軟性)、性能が付与されます。

シロキサン骨格へのフェニル基の導入は、種有機樹脂との相溶性を高める、靱性を高める、中温(250°C)での熱安定性を持続させるといった効果を与えます。

一方メチル基は、硬化性の向上、熱衝撃に対する耐性、湿度限界下での重量損失の軽減(表2の二酸化ケイ素含有量を参照)といった特性を与えます。

シリコンレジンは、クロロシラン、もしくはアルコキシシランを加水分解することで生成され、その過程で高い反応性を持つシラノール基(Si-OH)が形成されます。



反応初期の縮合反応ではシロキサンのオリゴマー構造が形成されます。



さらに縮合反応が進むと、シロキサンの三次元架橋構造が形成されます。縮合反応時に熱、および触媒を取り入れることで、分子量は高くなり、物性が改良されます(DOWSIL™ RSN-0805 Resin, DOWSIL™ RSN-0806 Resin, DOWSIL™ RSN-0808 Resinを参照)。

一方、ポリマーの粘度は高くなり、溶剤中への希釈溶解が必要となってきます。

同様に、用途特性が要求されるケースでは、有機レジンの水酸基(例えばポリエステル)とシラノール基、およびアルコキシ基を反応させることで、シリコン—有機樹脂の複合レジンを形成し、シロキサン変性(表1を参照)の度合いに応じて性能を改良することが可能となります。

レジン中間体と有機レジンのコールドブレンドは少ない溶剤使用量で実施できますが、反応を進め確実に硬化させるためには、より高く、かつ長時間の熱硬化工程が必要となります。

最適なシリコンレジンの選定に加えて、処方に含まれる他の成分が、塗料の性能に重要な役割を与えます。





## レジンバインダーシステムの選択

プロトタイプのコート剤を試作する際は、最初に対象用途での要求特性を明らかにし、使用可能なレジンバインダーシステムを決定して下さい。

硬化時にコート剤が受ける熱や化学薬品、紫外線および必要な物理的特性もこの樹脂バインダーの選択に影響を与えます。

シリコンレジン、塗料の耐熱性、耐化学薬品性および紫外線に対する耐久性向上に貢献しますが、そのほかの性能、物理特性は、シリコンと特定の有機バインダーの組み合わせによっても付与できます。

- 塗膜硬度: フェノール類とメラミン樹脂
- 常温乾燥性: アクリル樹脂
- 耐食性: エポキシ樹脂
- 強靱性: アルキッド樹脂

塗料処方中のシリコン配合量は、その用途での性能要求レベルに応じて決まり、レジンバインダーシステムの最小15%から最大100%までの範囲とすることができます。(表1参照)。

表1: レジンバインダーシステムの選択

使用温度範囲 <sup>1</sup>	レジンタイプ	シリコン%	顔料
121-204°C (250-400°F)	シリコン変性有機レジン	15-50	全ての顔料
204-316°C (400-600°F)	シリコン変性有機レジン	15-50	リーフィングアルミ
	有機変性シリコンレジン	51-90	全ての顔料
316-427°C (600-800°F)	有機変性シリコンレジン	51-90	黒色酸化鉄リーフィングアルミ
	シリコンレジン	100	全ての顔料
427-538°C (800-1,000°F)	シリコンレジン	100	黒色酸化鉄リーフィングアルミ
538-760°C (1,000-1,400°F)	シリコンレジン	100	セラミック

<sup>1</sup>最少1,000時間



## シリコンレジンを選択

ダウ・東レでは、多様なシリコンレジンとレジン中間体製品を提供しています。溶剤希釈タイプ、また無溶剤タイプでは液体と固体フレークの選択オプションがあり、幅広い性能と規制要件を満たすことが可能であり、性能、コンプライアンスおよび経済性のベストバランスを実現することができます。

DOWSIL™製品の選択は、主に次の2つの要因によって影響されます。それは、有機樹脂との相溶性と塗膜の硬度です。

熱が加わる用途での金属用のコーティング剤には、熱膨張や収縮への耐久性が必要なため、より柔らかくて、フレキシブルなシリコンレジンが推奨されます。

硬いシリコンレジンでは、切り傷や擦り傷を受けやすい塗装表面へ、高温での優れた硬度を提供します。

第三の要因は、シリコンレジン熱分解中に発生する二酸化ケイ素の残留レベルです。

シリコンレジン酸化物として残留した二酸化ケイ素は、顔料およびフィラーと反応し金属シリカ複合材を生成し、長期熱安定性を提供します。しかし、この特性を得るためには、他の塗膜性能、特に塗膜の柔軟性とのバランスをとる必要があります。

コーティング剤の試作品準備におけるDOWSIL™シリコンレジン選択方法を図1および図2にまとめています。

一種類のシリコンレジンでは、対象用途における特定のニーズを満たせないかもしれません。

ダウ・東レのシリコンレジンは一般的に相互相溶性があり、各性能のバランスをとった任意の比率でブレンドすることができます。

ただし、シリコンレジンフェニルメチル基の比率において、フェニルが50%を下まわると、有機樹脂との相溶性が低下する傾向があります。

ご使用になる前に、シリコンレジン混合物についてはラボでの少量評価を実施してください。

図1:シリコンレジン性能比較

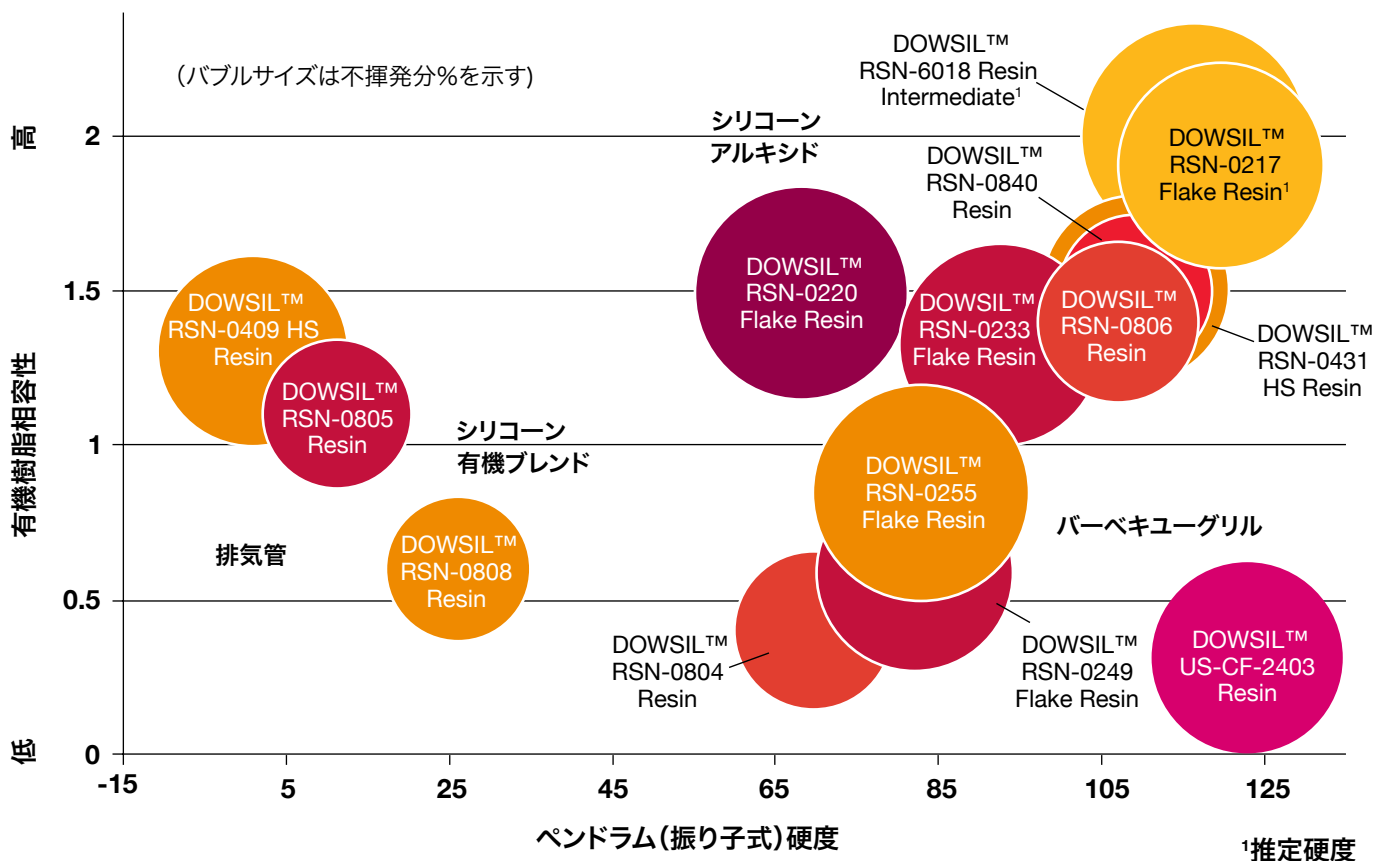
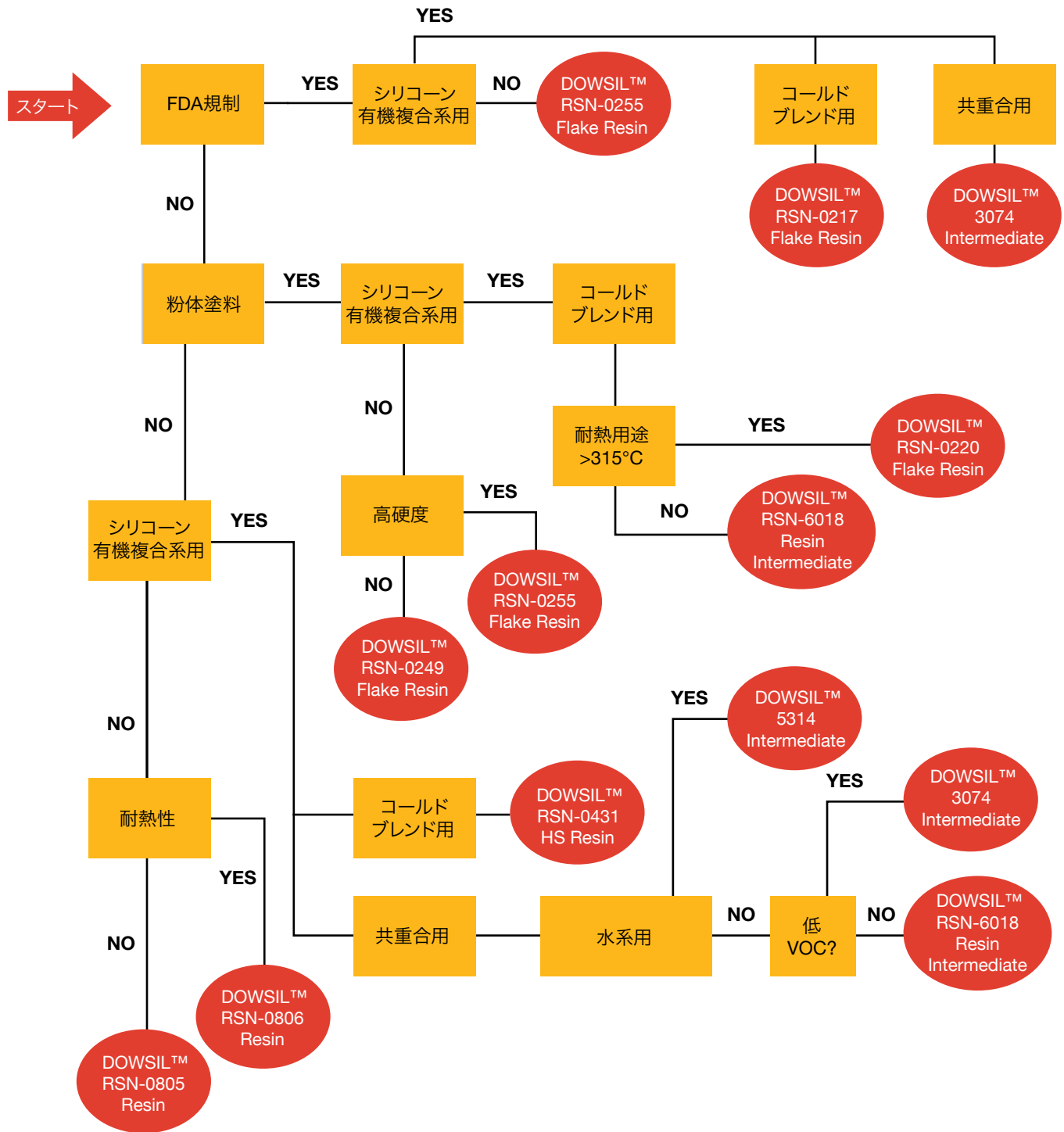


図2:DOWSIL™のシリコンレジンの選択チャート  
お探しのコーティングは？



## ダウ・東レの溶剤希釈タイプのシリコーンレジン

ダウ・東レでは、単体で、または有機樹脂や他のシリコーン樹脂との組み合わせで使用可能なシリコーンレジン溶液を提供しています。シリコーンレジン含有量、有機との相溶性分子量などの異なる広い品揃えがあり、つぎのような特定のアプリケーションの要件を満たすようにコーティング剤を設計することが可能です。

- 低VOCが必要な高温塗料
- 耐UV性を強化した補修塗料
- ストープ、暖房器具などのための有色エナメル焼付塗料
- エポキシ塗料でのフロー性 および初期グロス改良剤として



表2:ダウ・東レの溶剤希釈タイプのシリコーンレジンの特徴と性能

	DOWSIL™ RSN-0409 HS Resin	DOWSIL™ RSN-0431 HS Resin	DOWSIL™ RSN-0804 Resin	DOWSIL™ RSN-0805 Resin	DOWSIL™ RSN-0806 Resin	DOWSIL™ RSN-0808 Resin	DOWSIL™ RSN-0840 Resin
<b>特 徴</b>							
官能基	シラノール	シラノール	シラノール	シラノール	シラノール	シラノール	シラノール
シラノール含有量 (OH重量%) <sup>1</sup>	3	3	3	1	1	1	3
二酸化ケイ素含有量 <sup>1</sup>	48	52	64	48	52	57	52
置換度 <sup>2</sup>	1.6	1.4	1.3	1.6	1.4	1.5	1.4
フェニル:メチル比	1.1:1	1.2:1	0.4:1	1.1:1	1.2:1	0.6:1	1.2:1
分子量 <sup>3</sup> (x1,000)	2-7	2-7	2-7	200-300	200-300	200-300	2-7
<b>代表特性</b>							
樹脂固形分 重量% <sup>4</sup> 体積%	80 74	80 74	60 51	50 42	50 41	50 42	60 51
溶剤	キシレン	トルエン	トルエン	キシレン	トルエン/ キシレン	キシレン	トルエン
粘度 mPa·s	200	800	30	125	150	125	20
比重	1.12	1.14	1.07	1.01	1.02	1.01	1.06
VOC <sup>5</sup> , g/L (lb/gal)	228 (1.9)	228 (1.9)	431 (3.6)	503 (4.2)	515 (4.3)	503 (4.2)	431 (3.6)
引火点—密閉式, °C (°F)	27 (81)	7 (45)	7 (45)	27 (81)	7 (45)	27 (81)	7 (45)

<sup>1</sup>重量%

<sup>2</sup>Si原子1個当たりの有機基数

<sup>3</sup>重量平均

<sup>4</sup>0.5 g/1 hr/110°C (230°F)

<sup>5</sup>Volatile organic content, 米国環境保護庁 Method 24 参照

## ダウ・東レのフレークレジン

DOWSIL™のフレークレジンはシリコンテクノロジーを提供します。これらは濃縮乾燥され、投入可能なフレーク状で、さらに溶剤希釈品や無溶剤ポリマーとして粉体塗料に使用されたり、また溶剤希釈型でやわらかいシリコンレジクレジンと組み合わせ、複合化によりVOCの低減や、硬度の向上が可能になります。フレークレジンはまた、耐熱性、耐候性を向上させるために有機ポリマーとコールドブレンド又は共重合させることができます。

- バーベキューグリル用高温粉体塗料
- マイカ複合材断熱ボード
- セラミックの焼成
- 保護コーティング、海洋用途塗料用シリコン・アルキッドコポリマー
- PCMコーティング用シリコン・ポリエステルコポリマー
- FDA 21 CFR 175.300規制対象用途：DOWSIL™ RSN-0217 Flake Resin, DOWSIL™ RSN-0233 Flake Resin and DOWSIL™ RSN-0255 Flake Resin が<sup>3</sup>適します。



表3:ダウ・東レのフレークレジンの特徴と性能

	DOWSIL™ RSN-0217 Flake Resin	DOWSIL™ RSN-0220 Flake Resin	DOWSIL™ RSN-0233 Flake Resin	DOWSIL™ RSN-0249 Flake Resin	DOWSIL™ RSN-0255 Flake Resin	DOWSIL™ RSN-6018 Resin Intermediate
<b>特 徴</b>						
官能基	シラノール	シラノール	シラノール	シラノール	シラノール	シラノール
シラノール含有量 (OH重量%) <sup>1</sup>	6	6	5	5	5	6
二酸化ケイ素含有量 <sup>1</sup>	47	51	55	63	62	50
置換度 <sup>2</sup>	1.0	1.2	1.15	1.15	1.05	1.0
フェニル:メチル比	全てフェニル	2.0:1	1.3:1	0.6:1	0.84:1	2.7:1 <sup>3</sup>
分子量 <sup>4</sup> (x1,000)	1.5-2.5	2-4	2-4	2-4	2.5-4.5	1.5-2.5
<b>代表特性</b>						
樹脂固形分 重量% <sup>5</sup>	99	99	99	99	99	99
比重	1.34	1.33	1.32	1.3	1.22	1.31
引火点—密閉式 °C(°F)	138 (280)	138 (280)	138 (280)	138 (280)	138 (280)	138 (280)
FDA 21 CFR 175 300適合	Yes	No	Yes	No	Yes	No

<sup>1</sup>重量%

<sup>2</sup>Si原子1個当たりの有機基数

<sup>3</sup>フェニルプロピル比

<sup>4</sup>重量平均

<sup>5</sup>0.5 g/1 hr/110°C (230°F)



## ダウ・東レのアルコキシレジンとレジン中間体

シリアルコキシのユニークな反応性をもっており、コーティング市場における幅広い有用性を提供します。

- PCM コーティング(コイルコーティング) へのフレキシビリティの付与および耐侯性向上のため不飽和ポリエステル、オイルフリーアルキッドおよび他の水酸基を含有する有機レジンと反応します。
- DOWSIL™ 5314 Intermediate は、アクリルおよび他のアルカリ性の樹脂エマルジョンの変成のために使用されます。
- FDA 21 CFR 175.300規制対象用途には、DOWSIL™ 3074 Intermediateが適します。
- 他のシリコンレジンとのブレンドによりVOCを低減します。



表4:ダウ・東レのアルコキシレジンとレジン中間体の特徴と性能

	DOWSIL™ US-CF-2403 Resin	DOWSIL™ 3037 Intermediate	DOWSIL™ 3074 Intermediate	DOWSIL™ 5314 Intermediate
<b>特 徴</b>				
官能基	メトキシ	メトキシ	メトキシ	メトキシ
メトキシ含有量(OMe重量%)	36	15-18	15-18	35
二酸化ケイ素含有量 <sup>1</sup>	89	65	54	46
置換度 <sup>2</sup>	1	1.7	1.3	1.3
フェニル:メチル比	全てメチル	0.25:1	1.0:1	3.3:1
分子量 <sup>3</sup> (x1,000)	0.7	0.8-1.3	1-1.5	モノマーブレンド
<b>代表特性</b>				
樹脂固形分 重量% <sup>4</sup>	64	82-85	82-85	65
粘度 mPa·s	25	14	120	1.87
比重	1.15	1.07	1.16	1.04
引火点—密閉式 °C(°F)	39 (102)	106 (223)	120 (248)	28 (83)
FDA 21 CFR 175 300適合	No	No	Yes	No

<sup>1</sup>重量%

<sup>2</sup>Si原子1個当たりの有機基数

<sup>3</sup>重量平均

<sup>4</sup>完全加水分解と仮定

## 他の処方成分

### 触媒

シラノール官能性レジン触媒を添加することなく熱硬化しますが、金属ドライヤー（例、亜鉛、鉄、コバルトオクトエート）の添加により硬化性が加速します。通常の触媒添加量は、樹脂固形分に対し金属量で0.1~0.2%です。

DOWSIL™ RSN-0805 Resin, DOWSIL™ RSN-0806 Resin and DOWSIL™ RSN-0808 Resin は触媒は配合されていません。

シリルアルコキシレジン触媒は、加水分解触媒の添加が必要です。（例、テトラブチルチタネート[TBT]またはテトライソプロピルチタネート[TIPT]）。通常の配合量は、樹脂固形分に対して0.5%です。

不適切な貯蔵容器（内側コート処理されていない等）からの鉄や鉛などの溶出金属がシリコンレジンの縮合触媒となり、増粘やゲル化を引き起こす場合があります。

### 硬化条件

シラノール官能性シリコンレジンの処方されたコーティング剤は、最適な塗膜性能を発揮するために一般的には加熱硬化が必要ですが、その硬化性はシリコンの含有量および他の主要成分の硬化システムによって変動します。100%シリコンレジン系の基本的な硬化方法は、232°C (450°F) で30分または、204°C (400°F) で60分です。シリコン-有機ブレンドの場合でシリコンが主成分でない場合は、主要な有機樹脂の推奨硬化条件に従ってください。

### 溶媒およびシンナー

このセクションガイドに掲載のシリコンレジン、芳香族炭化水素（例えば、トルエン、キシレン）、ほとんどのケトン類、エステル類、酢酸塩、塩素系溶剤を溶媒として使用できます。

脂肪族炭化水素（例えば、VM&Pナフサ及びミネラルスピリット）は価格的にリーズナブルな希釈剤ですが、より強力な溶媒と組み合わせる必要があります。

グリコールエーテル類およびアルコール類（例えば、ブタノール）の少量添加（5%未満）により、シリコンレジンの安定性が向上します。

### 顔料およびフィラー

有機樹脂で使用される従来の顔料は、中程度の熱(121~204°C [250~400°F])にさらされる用途のシリコンレジンと使用することができます。さらに高い温度に使用する場合、熱安定性がある無機顔料をご検討下さい。耐候性や耐薬品性も考慮した場合、リーフィングアルミニウムペーストおよび金属酸化物、特に鉄およびチタンは有用です。硬化時にシリコンレジンが金属酸化物表面の水酸基と反応し、熱分解時に金属シリコン複合体を形成します。

非反応顔料（カーボンブラック）およびフィラー（炭酸カルシウム）は慎重に使用する必要があります(10%未満)。これらの材料は複合構造に組み込まれないため、長期的な性能を損なうことがあります。

反応性（水酸基含有）補強用フィラー（例えば、シリカ、マイカ、ウオラストナイト[2~20重量%の充填]）は、塗膜の物理的特性と長期耐久性を向上させることができます。

## 貯蔵、取り扱い、および燃焼性に関する重要なお知らせ

### 保管方法と品質期限

密閉容器内で、室温の環境下で保管してください。熱、および直接の熱源は絶対に避けてください。フレーク状の粉体レジンは22°C以下の環境下で保管してください。

品質期限につきましては、各製品の製品データシートをご参照いただくか、もしくは弊社営業担当およびカスタマーサービスまでお問い合わせください。

### 取り扱い時の注意点

本セクションガイドには、製品取り扱い時の安全情報を記載しておりません。取り扱い前には、必ず安全データシート、容器のラベル情報をお読みいただき、安全な取り扱い方法、製品の物性、および人体に与える有害性をご確認ください。安全データシートは弊社ウェブサイトからお求めいただけます。もしくは、代理店または弊社営業担当までお尋ねください。

ウェブサイト: [consumer.dow.com/ja-jp.html](http://consumer.dow.com/ja-jp.html)

引火性の溶剤と一緒に取り扱う場合は、下記の安全手順を実施してください。

- 熱、および直接の熱源から遠ざける。
- 適切な換気設備を使用する。
- 長時間の蒸気の吸入を避ける。
- 長時間、および繰り返しの皮盾接触を避ける。
- 目への接触を避ける。

粉体のフレークレジンは雷気伝導性がなく、プラスチック製品のような粒子状の製品です。そのため移送工程中に静電気が発生する可能性があります。従いまして、発生した雷荷を安全に逃がすよう、特に溶剤、溶剤蒸気が存在する環境下では事前に十分注意喚起してからお取り扱いください。この2つの重要な注意点につきましては、下記詳細を参照ください。

1. フレークレジンは霊位を発生しますので、取り扱い時には適切な安全措置を講じてください。釜にフレークレジンを投入する時は、必ずアース対策を実施ください。
2. 移送作業時には引火性の化学物質を避けてください。可能であれば、釜の中に不活性ガスを充填し、適切な換気設備を用いて、作業の周辺環境から溶剤蒸気を安全なレベルまで取り除いてください。

# ダウ・東レ株式会社

## お問い合わせ

ウェブサイト

[consumer.dow.com/ja-jp.html](http://consumer.dow.com/ja-jp.html)

イメージ: 1ページ - [gettyimage\\_161673162](#); 2ページ - [dow\\_40075909467](#), [dow\\_40422314371](#);  
3ページ - [dow\\_40458252925](#); 4ページ - [dow\\_40370458984](#); 7ページ - [dow\\_40440228436](#);  
8ページ - [dow\\_40388857165](#); 9ページ - [dow\\_44614561589](#)

### 使用上の注意

使用に際し必要な安全情報は本データシートには記載されていません。ご使用前に、安全データシート(SDS)及び、パッケージ又はパッケージのラベルに表示されている注意書きをよく読んで、使用上の安全をはかって下さい。安全データシート(SDS)はウェブサイト、[ja.consumer.dow.com](http://ja.consumer.dow.com) にアクセスしてお求めいただけます。さらに、代理店または担当営業にご依頼いただいても 結構です。

### 限定保証について一よくお読みください

ここに掲載する情報(以下「本情報」という)は、弊社が誠意をもって提供するものであり、正確であると確信するものです。但し、弊社製品についての使用条件や使用方法は弊社のコントロールの及ばぬところがございますので、本情報を弊社製品が、お客様の意図する最終用途において、安全で、有効で、十分に満足するものであることを保証するためのお客様における試験の代わりとしては、使用しないでください。ここでご紹介する使用方法、用途などは、いかなる特許をも侵害していないことを保証するものではありません。

弊社は、弊社製品が出荷の時点で有効な販売規格に適合していることのみを保証致します。この保証に違反した場合、お客様の唯一の救済方法は、当該商品の購入代金の返金または当該製品の交換のみにより対応いたします。

弊社は、弊社製品が出荷の時点で有効な販売規格に適合していることのみを保証致します。この保証に違反した場合、お客様の唯一の救済方法は、当該製品の購入代金の返金または当該製品の交換のみにより対応いたします。

適用法により許容される最大限の範囲において、弊社は特に、製品の特定期限への適合性または商品適格性について、明示または黙示の保証をするものではありません。

また、弊社は、いかなる付随的または派生的な損害について何ら責任を負いません。

®TM: ザ・ダウ・ケミカル・カンパニーまたはその関連会社の商標

DOW TORAYの商標のTORAYの部分は、使用許諾のもとで使用している(株)東レの商標です。

© 2019 The Dow Chemical Company. All rights reserved.

S90803/E26405

Form No. 25-799-42 T S2D