

フッ素樹脂の種類

世界で生産されているフッ素樹脂の種類、商品名と製造会社を以下に示す。なお、商品名は登録商標です。

■ 世界のフッ素樹脂

フッ素樹脂の種類	商品名	製造会社名
ポリテトラフルオロエチレン：PTFE	ポリフロン®PTFE	ダイキン工業
	テフロン®PTFE	三井・ケマーズ フロロプロダクツ
	フルオン®PTFE	AGC
	Algoflon®	Solvay Solexis S.p.A
	Polymist®	Solvay Solexis, Inc.
	ダイニオン™PTFE	Dyneon (住友スリーエム)
パーフロオアルコキシルカン：PFA	テフロン®PFA	三井・ケマーズ フロロプロダクツ
	ネオフロン®PFA	ダイキン工業
	フルオン®PFA	AGC
	ダイニオン™PFA	Dyneon (住友スリーエム)
	Algoflon®PFA	Solvay Solexis S.p.A
パーフロオエチレンプロベンコポリマー：FEP	ネオフロン®FEP	ダイキン工業
	テフロン®FEP	三井・ケマーズ フロロプロダクツ
	ダイニオン™FEP	Dyneon (住友スリーエム)
エチレン - テトラフルオロエチレン コポリマー：ETFE	フルオン®ETFE	AGC
	ネオフロン®ETFE	ダイキン工業
	ダイニオン™ETFE	Dyneon (住友スリーエム)
	Tefzel®	DuPont
ポリふっ化ビニリデン：PVDF	KFポリマー®	クレハ
	ネオフロン®PVDF	ダイキン工業
	Solef®	Solvay Solexis S.A.S
	Kynar®	アルケマ
	Hylar®	Solvay Solexis, Inc.
ポリクロロトリフルオロエチレン：PCTFE	ネオフロン®CTFE	ダイキン工業
エチレン - クロロトリフルオロエチレン コポリマー：ECTFE	Halar®	Solvay Solexis, Inc.
パーフロオアルケニルビニルエーテルポリマー	CYTOP®	AGC
ポリふっ化ビニル：PVF	Tedlar®	DuPont
テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロベン-ビニリデンフロライドコポリマー	THV	Dyneon (住友スリーエム)

■ フッ素樹脂の種類と特性

番号	名称	構造	特性	用途
1	ポリテトラフルオロエチレン (四ふっ化エチレン樹脂) [PTFE]	$-(CF_2-CF_2)_n-$	耐熱性、対薬品性、 電気特性(高周波特性)、 非粘性、自己潤滑性	1) モールディングパウダー(パッキン、ガスケット、バルブシート、軸受、電気部品) 2) ファインパウダー(ネジシール用生テープやチューブの成形そして電線被覆) 3) ディスパーション、エナメル(石綿、ガラス繊維、焼結合金などの多孔質物質に含浸して気密性と潤滑性をもたせ、または粘着防止の目的に用いる。) 4) 充填剤入り(ガラス繊維、カーボン繊維、ブロンズ、グラファイトなどの粉末をPTFEに分散し、PTFEの耐圧縮クリープ特性や耐摩耗性などの不足している特性を補強した形で用いられている。)
2	テトラフルオロエチレン- パーフルオロアルキルビ ニルエーテル共重合体 (四ふっ化エチレン・パー フルオロアルコキシエチ レン共重合樹脂) [PFA]	$-(CF_2-CF_2)_m-(CF_2-CF)_n-$ CR_f	PTFEに匹敵する特性をも、 かつ複雑な形状でも熱溶 融成形が出来る。	半導体工業分野(ウエハーバスケットなど)、ライニング、電線被覆、フィルム
3	テトラフルオロエチレン- ヘキサフルオロプロピレ ン共重合体(四ふっ化エチ レン・6ふっ化プロピレン 共重合樹脂) [FEP]	$-(CF_2-CF_2)_m-(CF_2-CF)_n-$ CF_3	PTFEに比べ若干、耐熱性 は劣るが他の特性は同等 である。熱熔融成形が可能	電線被覆、フィルム(変圧器の絶縁、栽培室、破裂板のカバー、お菓子の焼き型、ライニング)
4	テトラフルオロエチレン- エチレン共重合体 (四ふっ化エチレン・エチ レン共重合樹脂) [ETFE]	$-(CF_2-CF_2)_m-(CH_2-CH_2)_n-$	カットスルー抵抗などの機 械的強度、電気絶縁性耐放 射性(加工性もよい。)	主に電線被覆材、コンピューターの機内配線や原子力発電所の原子炉制御関係のケーブルなど。
5	ポリクロロトリフルオロエ チレン (三ふっ化塩化エチレン樹脂) [PCTFE]	$-(CF_2-CFCl)_n-$	機械的強度、光学的性質に すぐれ極低温における寸 法安定、耐衝撃性をもつ。	高圧用ガスケット、透明性の要求される配管やレベルゲージ。 LNG輸送タンカーの配管、バルブのシール材。 化学薬品、生物試料、医薬品の輸送バック、 医療用器具・精密機械器具の包装フィルム。
6	クロロトリフルオロエチレン- エチレン共重合体(三ふっ 化塩化エチレン・エチレン 共重合樹脂) [ECTFE]	$-(CF_2-CFCl)_n-(CH_2-CH_2)_m-$	機械的強度、熔融加工性に すぐれている。	化学的・機械的性質など、性能バランスのとれた樹脂であるが、現在、国内ではほとんど使用されておらず、米国においてプレナムケーブルが主な用途である。
7	ポリビニリデンフルオライド (ふっ化ビニリデン樹脂) [PVDF]	$-(CF_2-CH_2)_n-$	機械的強度が大きく、耐摩 耗性にすぐれる。	バルブ本体、ポンプなどの成形品やライニング。コンピューター用ファックアップワイヤー、航空機、ミサイルの接続電線、工業用制御電線など。 マイクロフォン、スピーカーの圧電スイッチ、また、超音波探触子、医療機械に応用検討している。
8	ポリビニルフルオライド (ふっ化ビニル樹脂) [PVF]	$-(CFH-CH_2)_n-$	機械的強度にすぐれ耐候 性も良い。	(通常フィルムの形で市販) 金属木材、プラスチックなどに張り合わせ、外装または内装建材、屋根表面材に使用する。

■ フッ素樹脂特性一覧表

特性	略号	単位	試験方法	化学名	四ふっ化エチレン樹脂	四ふっ化エチレン-パーフロアルキルビニルエーテル共重合樹脂	四ふっ化エチレン-六ふっ化プロピレン共重合樹脂	三ふっ化塩化エチレン樹脂	ふっ化ビニリデン樹脂	四ふっ化エチレン-エチレン共重合樹脂	四ふっ化エチレン樹脂	クロロトリフルオロエチレン-エチレン共重合樹脂
				呼び名	テフロン® ポリフロン® フルオン®	テフロン® ネオフロン® フルオン®	テフロン® ネオフロン®	ネオフロン®	KFポリマー® Kynar®	フルオン® ネオフロン®	Denatured PTFE	Halar®
物理的	融点	°C	—	327	310	260	220	156-170	270	327	245	
	比重	—	D 792	2.14-2.20	2.12-2.17	2.12-2.17	2.1-2.2	1.75-1.78	1.7	2.12-2.17	1.68-1.69	
機械的	引張強さ	kg f/cm ²	D 638	280-350	250-350	220-320	315-420	350-440	460	>280	490	
	伸び	%	D 638	200-400	300	250-330	80-250	80-300	100-400	>390	200-300	
	圧縮強さ	kg f/cm ²	D 695	120	170	155	320-520	680-980	500	154	—	
	衝撃強さ (アイゾット)	kg · cm /cm	D 256A	16.3	破壊せず	破壊せず	13.6-14.7	16.3-38.1	破壊せず	—	破壊せず	
	かたさ(ロックウェル)	—	D 785	—	—	—	R75-95	R77-83	R 50	—	—	
	かたさ(ショアー)	—	D 2240	D 50-55	D 60	D 55	D 55	D 75-77	D 75	D 58	D 55	
	曲げ弾性率	10 ³ kg f/cm ²	D 790	5.6	6.7-7.0	6.6	—	20.4-25.3	14	—	6.7-7.0	
	引張弾性率	10 ³ kg f/cm ²	D 638	4.1-5.6	—	3.5	10.5-21	13.4-1.5	8.4	—	—	
	動摩擦係数	—	(7kg f/cm ² 3m/分)	0.10	0.2	0.3	0.37	0.39	0.4	—	—	
熱的	熱伝導率	10 ⁻⁴ cal cm·sec ⁻¹ °C	C 177	6.0	6.0	6.0	4.7-5.3	2.4-3.0	5.7	—	3.8	
	比熱	cal/°C/g	—	0.25	0.25	0.28	0.22	0.33	0.46-0.47	—	—	
	線膨張係数	10 ⁻⁵ /°C	D 696	10	12	8.3-10.5	8	7-14	5.9	—	8	
	熱変形温度	—	D 648	—	—	—	—	—	—	—	—	
		18.5kg f/cm ²	°C	—	55	50	50	—	87-115	74	58	77
	4.6kg f/cm ²	°C	—	121	74	72	126	149	104	—	116	
	最高使用温度(連続)	°C	(無荷重)	260	260	200	177-200	150	150-180	260	165-180	
電氣的	体積抵抗率	Ω-cm	D257 (50% RH, 23°C)	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸	1.2×10 ¹⁸	2.0×10 ¹⁴	>10 ¹⁶	>10 ¹⁸	10 ¹⁸	
	絶縁破壊の強さ(短時間)	kV/mm ² (1/8インチ厚)	D 149	19	20	20-24	20-24	10	16	19	20	
	誘電率 60 Hz	—	D 150	<2.1	<2.1	2.1	2.24-2.8	8.4	2.6	—	2.6	
	誘電率 10 ³ Hz	—	D 150	<2.1	<2.1	2.1	2.3-2.8	8.4	2.6	—	2.6	
	誘電率 10 ⁶ Hz	—	D 150	<2.1	<2.1	2.1	2.3-2.5	6.43	2.6	—	2.6	
	誘電正接 60 Hz	—	D 150	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0012	0.049	0.0006	—	<0.0005	
		10 ³ Hz	—	D 150	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.023-0.027	0.018	0.0008	—	0.0015
		10 ⁶ Hz	—	D 150	<0.0002	0.0003	<0.0005	0.009-0.017	0.17	0.005	0.002	0.015
	耐アーク性	sec	D 495	>300	>300	>300	>360	50-70	75	—	18	
耐久性	吸水率 24hrs、 (1/8インチ厚)	%	D 570	<0.01	0.03	<0.01	0.00	0.04-0.06	0.029	—	0.01	
	(燃焼性)	—	(UL-94)	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	
	限界酸素指数	—	D 2863	>95	>95	>95	>95	44	30	—	60	
	直射日光の影響	—	—	なし	なし	なし	なし	なし	なし	—	なし	
	弱酸影響	—	D 543	なし	なし	なし	なし	なし	なし	—	なし	
	強酸影響	—	D 543	なし	なし	なし	なし	発煙硫酸におかされる	なし	—	なし	
	弱アルカリ影響	—	D 543	なし	なし	なし	なし	なし	なし	—	なし	
	強アルカリ影響	—	D 543	なし	なし	なし	なし	なし	なし	—	なし	
その他	溶剤影響	—	D 543	なし	なし	なし	ハロゲン化合物でわずかに膨張	大部分に耐える	なし	—	よく耐える	

(注: modern plastics Encyclopedia 84/85に一部デュボンデータ、他を補充して作成した。)

■ フッ素樹脂耐薬品性表

分類	薬品	成形品(7日間浸漬)			分類	薬品	成形品(7日間浸漬)		
		濃度 (%)	温度 (°C)	重量変化 (%)			濃度 (%)	温度 (°C)	重量変化 (%)
無機酸 その他	亜硫酸ガス	—	25	0.1	アルコール	メタノール	—	25	0.0
	塩酸	10	25	0.0		—	80	0.2	
		20	b.p.	0.0		50	25	0.0	
		35	80	0.1		95	25	0.0	
		37	175	0.3		95以上	80	0.2	
		—	—	—		95	135	0.4	
	塩素	ガス	25	0.0		ブタノール	—	25	0.0
		液	50	9.0		—	70	0.0	
	王水	—	25	0.0		イソアミルアルコール	—	135	1.4
		—	b.p.	0.3		ベンジルアルコール	—	25	0.0
	過塩素酸	70	25	0.0		グリコール	—	175	0.0
	過酸化水素	3	25	0.0		グリセリン	—	175	0.1
		30	25	0.0		アルデヒド	ホルムアルデヒド	—	80
	クロム酸	50	b.p.	0.0			—	135	0.7
		50	80	0.0	—		25	0.0	
		50	175	0.0	有機酸	ギ酸	87	90	0.0
	クロロスルホン酸	—	25	0.0		—	25	0.0	
		—	140	0.2		—	b.p.	0.7	
	酸化窒素	—	5	9.9		酢酸	5	25	0.0
	臭化水素酸	48	b.p.	0.2			50	80	0.1
	臭素	—	25	0.0			50	175	0.1
		硝酸	30	175		0.1	—	25	0.0
			60 ~ 62	80		0.0	—	70	0.1
	70		70	0.0		—	80	0.3	
	フッ酸	発煙	25	0.0		無水酢酸	—	140	1.7
		50	25	0.0		—	70	0.0	
		無水	25	0.0		—	80	0.0	
		無水	50	0.0		クロロ酢酸	—	70	0.0
	硫化水素	飽和	175	0.1		オレイン酸	—	25	0.0
		硫酸	3	25	0.0	安息香酸	飽和	90	0.1
			30	175	0.0	サリチル酸	飽和	175	0.2
			95以上	80	0.0	フェノール	5	70	0.0
	95		175	0.0	100	80	0.0		
	リン酸	発煙(20% SO ₃)	25	0.0	フェノール	ピロガロール	—	25	0.0
		30	175	0.1		—	140	2.0	
	85	175	0.0	クレゾール		飽和	175	0.1	
	塩化ナトリウム	10	25	0.0	ケトン	アセトン	—	25	0.1
		飽和	80	0.0		—	80	0.1	
	過マンガン酸カリウム	飽和	80	0.0		—	25	0.2	
		飽和	175	0.0		メチルエチルケトン	—	80	3.3
重クロム酸カリウム	飽和	80	0.0	—		90	4.6		
	飽和	175	0.0	ジイソブチルケトン		—	90	1.2	
炭酸ナトリウム	2	25	0.0	アセトフェノン	—	25	0.0		
ホウ酸ナトリウム	飽和	175	0.2	エステル	ギ酸メチル	—	25	0.1	
硫酸亜鉛	飽和	175	0.4		ギ酸エチル	—	25	0.2	
硫酸アンモニウム	飽和	175	0.1		ギ酸プロピル	—	25	0.1	
硫酸鉄	飽和	175	0.0		酢酸メチル	—	25	1.0	
硫酸銅	飽和	175	0.0						
リン酸ナトリウム	飽和	175	0.0						

■ フッ素樹脂の種類と分子構造

名称	分類	分子構造式	名称	分類	分子構造式
PTFE	四ふっ化エチレン樹脂	$\begin{array}{cccccc} \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} \\ & & & & & \\ -\text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- \\ & & & & & \\ \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} \end{array}$	ETFE	四ふっ化エチレン-エチレン 共重合樹脂	$\begin{array}{cccc} \text{F} & \text{F} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ -\text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- \\ & & & \\ \text{F} & \text{F} & \text{H} & \text{H} \end{array}$
PFA	四ふっ化エチレン-パーフロ ロアルキルビニルエーテル 共重合樹脂	Rf: ふっ化アルキル基 $\begin{array}{cccccc} & & & \text{Rf} & & \\ & & & & & \\ \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{O} & \text{F} & \text{F} \\ & & & & & \\ -\text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- \\ & & & & & \\ \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} \end{array}$	PCTFE	三ふっ化塩化エチレン樹脂	$\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C}- & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{Cl} \end{array}$
FEP	四ふっ化エチレン-六ふっ化 プロピレン共重合樹脂	$\begin{array}{cccccc} \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} \\ & & & & & \\ -\text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- \\ & & & & & \\ \text{F} & \text{F} & \text{CF}_3 & \text{F} & \text{F} & \text{F} \end{array}$	PVdF	ふっ化ビニリデン樹脂	$\begin{array}{cc} \text{F} & \text{H} \\ & \\ -\text{C}- & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{H} \end{array}$

■ 化学耐薬品性表

分類	薬品	成形品 (7日間浸漬)			分類	薬品	成形品 (7日間浸漬)		
		濃度 (%)	温度 (°C)	重量変化 (%)			濃度 (%)	温度 (°C)	重量変化 (%)
アルカリ	アンモニア	—	25	0.0	有機 ハロゲン 化合物	四塩化炭素	—	25	0.4
	水酸化アンモニウム	10	25	0.0			—	70	9.7
		28	90	0.3			—	80	10.9
		28	175	0.6		クロロホルム	—	80	6.6
		水酸化カリウム	10	24			-0.2	—	25
	10		80	0.1		エチレンクロライド	—	70	1.2
	50		b.p.	0.1			1,1,1,トリクロルエタン	—	25
	水酸化ナトリウム	10	25	0.0		1,1,2,トリクロルエタン	—	25	0.0
		30	177	-1.2		テトラクロルエタン	—	25	0.0
		50	80	0.0		ペンタクロルエタン	—	25	0.0
50		b.p.	0.1	ジクロルエチレン		—	25	0.0	
塩類		塩化アルミニウム	飽和			175	0.0	—	70
	塩化アンモニウム	飽和	175	0.1		トリクロルエチレン	—	25	2.3
	塩化カルシウム	飽和	25	0.0			—	80	6.5
		飽和	80	0.0		テトラクロルエチレン	—	25	0.8
	飽和	175	3.9	2-クロルプロパン		—	25	0.3	
	塩化第二水銀	飽和	175	-5.6		プロピレンクロライド	—	25	0.0
	塩化第二スズ	飽和	25	0.0		1,2,3,トリクロルプロパン	—	25	0.0
		飽和	175	0.1		ジクロルプロピレン	—	25	0.0
	塩化第一鉄	飽和	175	0.0		1,2-ジクロルブタン	—	25	0.0
	塩化第二鉄	飽和	175	0.0	ダイフロン-11	—	25	6.4	
塩化第二銅	飽和	175	0.0	ダイフロン-12	—	25	3.0		
エステル	酢酸エチル	—	25	1.2	ダイフロン-22	—	25	2.1	
		—	80	3.6	ダイフロン-113	—	25	1.2	
	酢酸プロピル	—	25	0.6		—	90	12.1	
		—	25	0.3		—	90	22.4	
	酢酸ブチル	—	90	5.8	ブロムベンゼン	—	25	0.0	
		—	135	6.5		—	70	1.9	
	酢酸アミル	—	25	0.0	0-クロルトルエン	—	25	0.0	
		—	70	0.9	2,4-ジクロルトルエン	—	25	0.0	
	プロピオン酸メチル	—	25	1.4	アセチルクロライド	—	25	0.1	
	プロピオン酸エチル	—	25	1.0	アリルクロライド	—	25	0.2	
	プロピオン酸プロピル	—	25	0.4	ベンゾイルクロライド	—	25	0.0	
	酪酸メチル	—	25	0.8					
	酪酸エチル	—	25	0.5					
	ジブチルフタレート	—	25	0.0					