

**3M**

**Novec™**

Brand

**3M™ Novec™ 高機能性液体**

**3M™ Novec™ Engineered Fluids**

**3M™ フロリナート™ フッ素系不活性液体**

**3M™ Fluorinert™ Inert Liquids**

**冷却・温調用途**



## 3M™ Novec™ 高機能性液体

**3M**  
**Novec™**  
Brand

**Smart. Safe. Sustainable.**

**High-performing science with a purpose helping to protect people and the planet**

Novec™ 高機能性液体は、低毒性、オゾン層破壊係数はゼロ、地球温暖化係数が低く、環境への負荷を低減できるフッ素系液体です。



## 3M™ フロリナート™ フッ素系不活性液体

# 3M™ Fluorinert™

### Inert Liquids

フロリナート™ フッ素系不活性液体は、無臭・無色透明な完全フッ素化液体です。不活性で熱的・化学的に安定しており、電気絶縁性が優れることから、絶縁熱媒体・試験媒体として多くの実績を持ちます。



## 特長

- 高い絶縁性を持つ
- 化学的に不活性※1
- 熱的に安定
- 動粘度が超低温において低い
- 低毒性
- 引火点を持たない
- オゾン破壊係数がゼロ
- 地球温暖化係数が低い※2

## 3M グローバルサポート

- 海外においても現地の言語で高い品質の技術サポートを行います。
- グローバルでの供給網を持ち、安定した納期対応をいたします。

## 使用上の利点

- 優れた電気絶縁性により電子素子同士を電氣的に切り離し、電子機器の信頼性が向上
- 液相で使用できる温度範囲が広く、超低温から高温まで幅広い温度範囲に適用可能
- 電子機器への直接浸漬により、コンパクトに温度制御可能
- 低粘性でありポンプへの負荷が小さい
- 各種材料との適合性が優れる※3
- 禁水用途に適する
- 化学的※1、熱的に安定で電食を起こさないため、長期耐久性、信頼性が向上
- 濃度管理が不要
- 防錆剤、防腐剤が不要で pH 管理も不要でメンテナンス性向上

※1：Novec™ 649 を除く

※2：Novec™ 高機能性液体シリーズ

※3：不適なものもありますので事前にご確認ください。

## 代表特性データ

### 3M™ Novec™ 高機能性液体 / 3M™ Novec™ Engineered Fluids

	単位	Novec™ 7000	Novec™ 7100	Novec™ 7200	Novec™ 7300	Novec™ 649
沸点	°C	34	61	76	98	49
凝固点	°C	-123	-135	-138※4	-38	-108
臨界温度	°C	165	195	210	243	169
臨界圧力	MPa	2.48	2.23	2.01	1.88	1.88
蒸気圧	kPa	65	28	16	6	40
蒸発潜熱 (沸点)	kJ/kg	142	126	126	102	88
密度	kg/m³	1,400	1,520	1,430	1,660	1,600
膨張係数	m³/m³-K⁻¹	0.0022	0.0017	0.0016	0.0014	0.0018
動粘度	cSt	0.32	0.38	0.40	0.70	0.40
絶対粘度	cP	0.45	0.58	0.57	1.16	0.64
比熱	J/kg-K	1,300	1,172	1,214	1,137	1,103
熱伝導度	W/m-K	0.075	0.069	0.069	0.063	0.059
表面張力	mN/m	12	14	14	15	11
水の溶解性	ppm(wt.)	60	95	92	67	20
水への溶解性	ppm(wt.)	< 50	12	< 20	< 1	—
絶縁耐力 @ 2.54 mm gap	kV	40	28	23	27	> 40
比誘電率 @ 1 kHz	—	7.4	7.5	7.4	6.1	1.8
体積抵抗	Ω-m	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>10</sup>
地球温暖化係数(GWP)※5	CO <sub>2</sub> =1	530	297	57	310	< 1

代表物性値は 25°C におけるものです (沸点、凝固点、流動点、蒸発潜熱を除く)。規格値ではありません。

※4：Novec™ 7300 は流動点

※5：IPCC Report 2013 (Novec™ 7100 のみ IPCC Report 2007) 参照

### 3M™ フロリナート™ フッ素系不活性液体 / 3M™ Fluorinert™ Inert Liquids

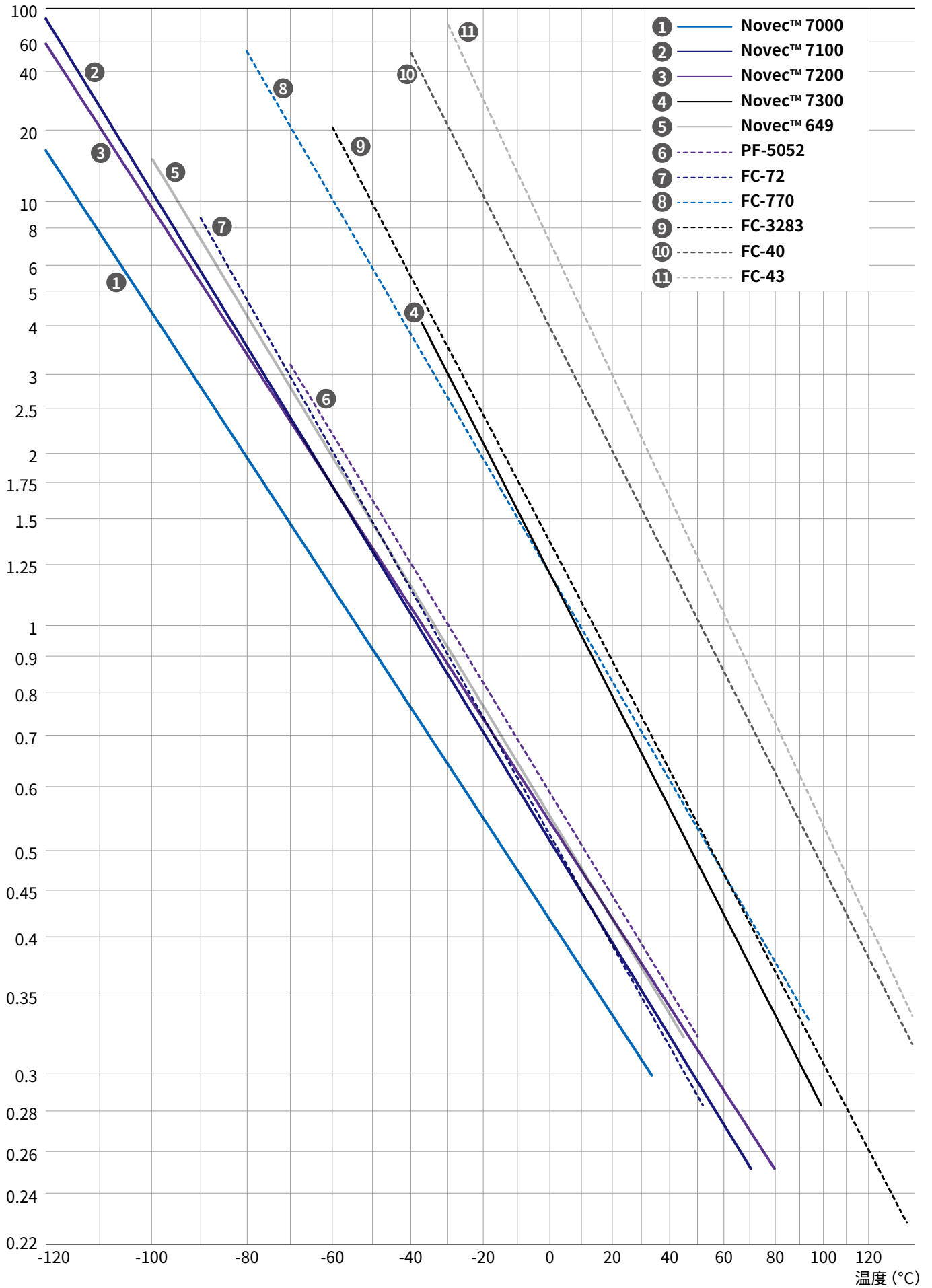
	単位	PF-5052※6	FC-72	FC-770	FC-3283	FC-40	FC-43
沸点	°C	50	56	95	128	165	174
流動点	°C	-80	-90	-127	-65	-57	-50
臨界温度	°C	181	176	238	235	270	294
臨界圧力	MPa	1.97	1.83	2.47	1.22	1.18	1.13
蒸気圧	kPa	36	31	6.5	1.3	0.40	0.17
蒸発潜熱 (沸点)	kJ/kg	105	88	86	84	71	71
密度	kg/m³	1,700	1,680	1,790	1,830	1,870	1,880
膨張係数	m³/m³-K⁻¹	0.0016	0.0016	0.0015	0.0014	0.0012	0.0012
動粘度	cSt	0.40	0.38	0.79	0.75	2.2	2.8
絶対粘度	cP	0.68	0.64	1.4	1.4	4.1	5.3
比熱	J/kg-K	1,050	1,050	1,038	1,050	1,050	1,050
熱伝導度	W/m-K	0.062	0.059	0.057	0.067	0.067	0.067
表面張力	mN/m	13	12	15	15	16	16
水の溶解性	ppm(wt.)	14	10	14	11	7	7
水への溶解性	ppm(wt.)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
絶縁耐力 @ 2.54 mm gap	kV	> 40	> 38	> 40	> 40	> 40	> 40
比誘電率 @ 1 kHz	—	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9
体積抵抗	Ω-m	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>

代表物性値は 25°C におけるものです (沸点、凝固点、流動点、蒸発潜熱を除く)。規格値ではありません。

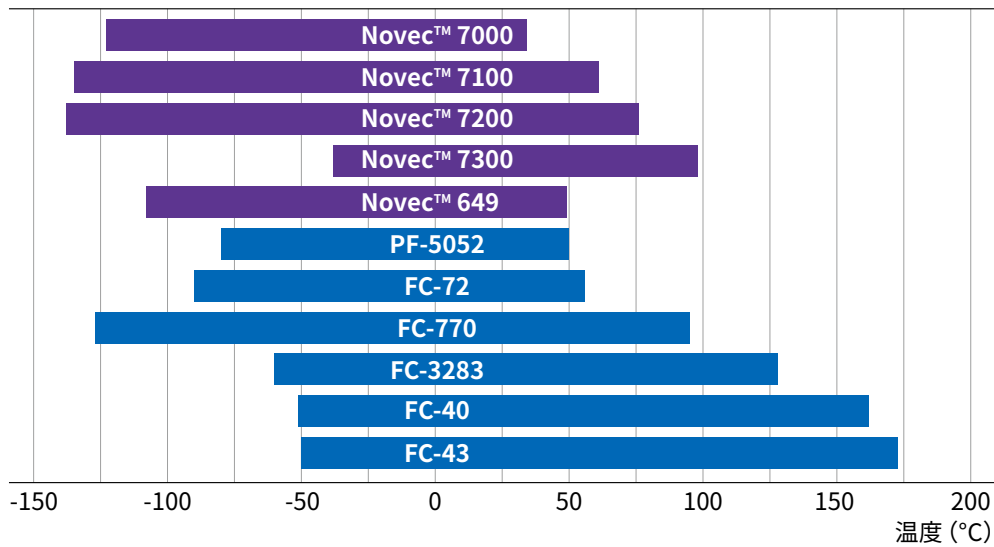
※6：パフォーマンスフルイーズ

# 代表物性

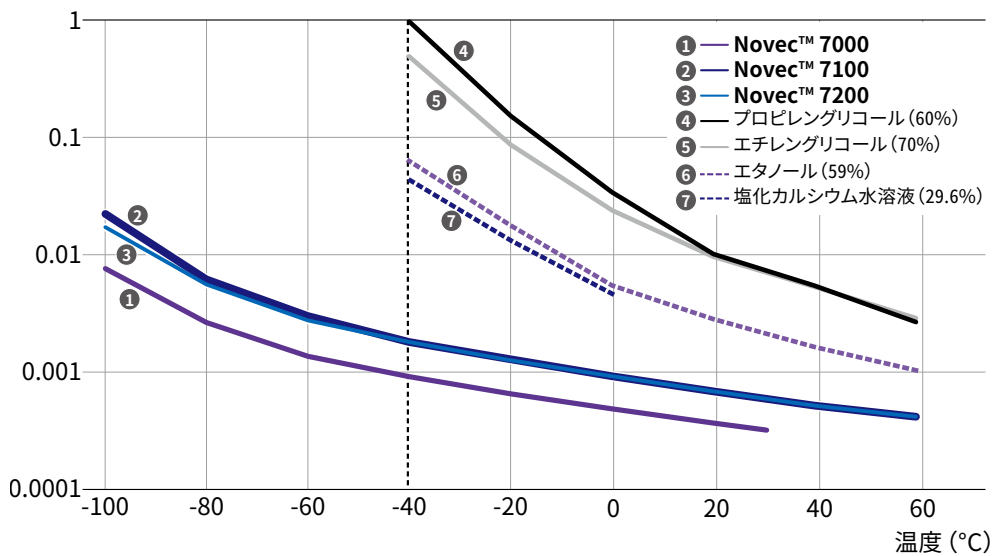
動粘度 (cSt)



## 液相温度範囲

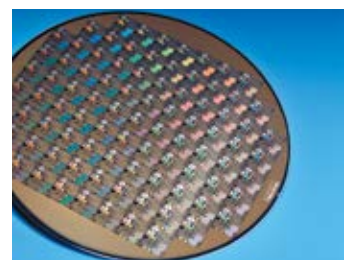
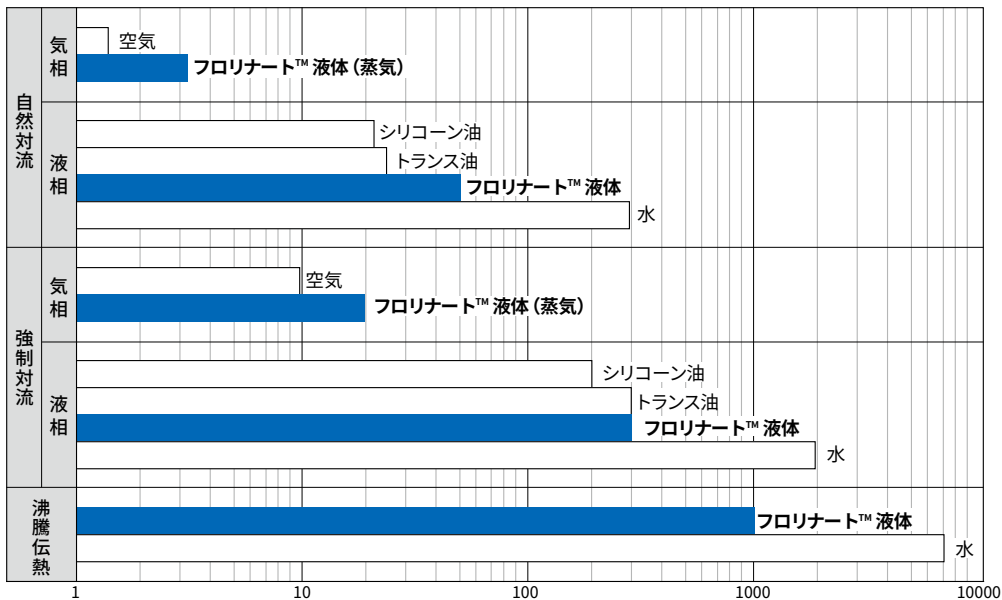


## 絶対粘度 (Pa・s)



## 各種の冷媒による熱伝達係数

熱伝達係数比



フロリナート™ フッ素系不活性液体による熱伝達 (自然対流伝熱時) は強制送風に比べて5倍の効率がある

## 半導体製造装置の熱媒体・ブライン用途

電気絶縁性に優れ、メンテナンス性を向上します。  
超低温から高温まで、幅広い温度に対応します。

### 用途事例

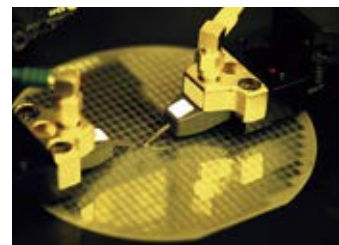
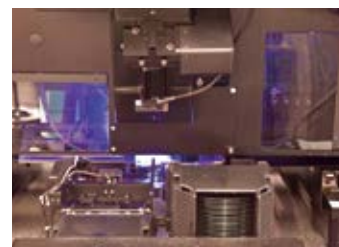
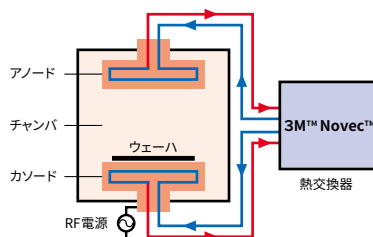
- 露光装置
- ドライエッチング装置
- スパッタリング装置
- CVD 装置
- イオン注入装置
- IC テスター
- ハンドラ
- プローバー
- バーンイン装置
- スーパーコンピュータの  
直接浸漬冷却  
など

### 応用例

- サーバーの直接浸漬冷却
- 医療画像診断装置  
など

### 装置概念図

ドライエッチング装置



## 化学合成や環境試験室などの低温冷却（2次冷却）用途

-90℃の超低温領域での精密温度制御を行います。  
化学的に安定、高い信頼性を持ちます。

### 用途事例

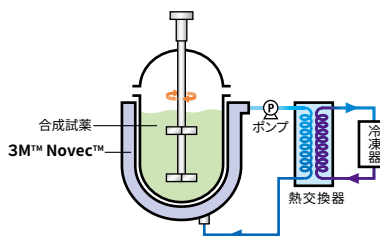
- 化学工業用冷却装置
- 医薬品工業用冷却装置
- 食品工業用冷却装置
- フリーズドライ
- 環境試験室  
など

### 応用例

- 禁水物質の合成及び精製  
など

### 装置概念図

化学合成反応槽



## 恒温槽用途

禁水物質の温調に適しています。

### 用途事例

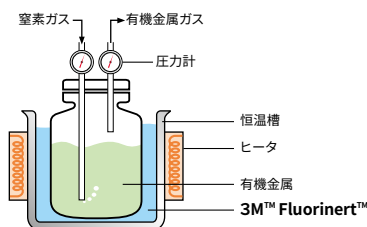
- 有機金属 MOCVD の薬液供給
- 生化学分析装置
- 電子機器試験装置  
(サーマルショック試験)
- 金属片試験 (シャルピー試験)  
など

### 応用例

- リチウムイオン電池  
モジュールの温度均一化  
など

### 装置概念図

MOCVD 恒温槽



## 廃熱回収用途

低沸点の液体を用いて、廃熱エネルギー回収用  
タービンの作動媒体として使用します。

- 適度な沸点の製品を選択することにより、設計の自由度が高い
- 耐圧容器の設計が不要
- 引火点が無いので、防爆仕様および、保安距離が不要
- 不燃のため住宅密集地域・国定公園隣接地域にも設置可能

### 用途事例

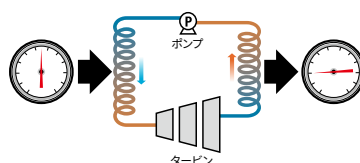
- 工場廃熱回収バイナリー発電
- 低温地熱バイナリー発電用作動液  
など

### 応用例

- 車両廃熱回収用作動液  
など

### 装置概念図

廃熱エネルギー回収装置



# 沸騰冷却用途

電子機器の直接浸漬により、コンパクトに温度制御適合性に優れ、信頼性が高いです。

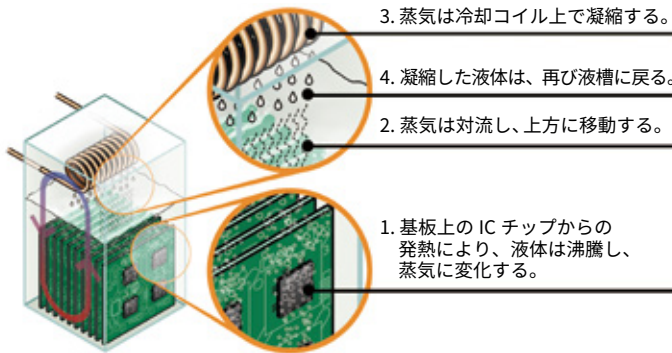
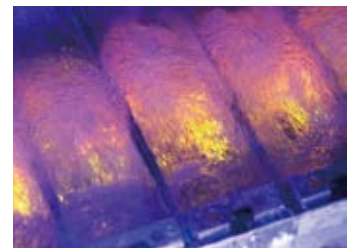
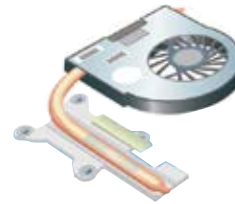
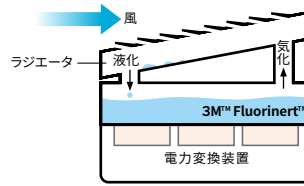
## 用途事例

- 鉄道車両用 IGBT, GTO
- 地上用整流器
- 大型変圧器
- 大容量電源の冷却装置
- 高電圧部の冷却
- 大型コンピュータの素子冷却
- ノートパソコン CPU 冷却
- FA 制御基板冷却
- ヒートパイプ など

## 応用例

- パワー半導体 SiC 素子冷却
- リチウムイオン電池モジュールの温度均一化 など

装置概念図  
車両用整流器沸騰冷却



## 低沸点 Novec™ 高機能性液体の環境、安全特性

	Novec™ 649	Novec™ 7000	HFC 245fa
オゾン破壊係数 (ODP) CFC-11=1	0	0	0
地球温暖化係数 (GWP) CO <sub>2</sub> =1,100 年積算 <sup>*1</sup>	<1	530	858
大気寿命 (年) <sup>*1</sup>	0.019	5.0	7.7
引火点 (°C)	None	None	None
燃焼範囲 (%)	None	None	None
許容濃度 <sup>*2</sup> (ppm) 8 hr TWA	150	250	300
急性吸入毒性 (ppm) 4 hr LC50 <sup>*3</sup>	>100,000	>100,000	>200,000

※ 1 : IPCC Report 2013

※ 2 : 許容濃度 1日8時間、1週40時間の正規労働条件下で大多数の労働者が繰り返し暴露されても健康障害を起こさないと考えられる濃度。

※ 3 : LC50 Lethal Concentration 50 (50%致死濃度) の略で試験動物 (ラット) を、薬液蒸気の充滿する環境において一定時間曝露後、その50%の数の動物が死亡するところの蒸気濃度。

## 低沸点 Novec™ 649 高機能性液体 熱物性 (飽和)

温度 °C	蒸気圧 P MPa	密度		エンタルピー			エントロピー	
		(液体) P <sub>L</sub> kg/m <sup>3</sup>	(気体) P <sub>V</sub> kg/m <sup>3</sup>	(液体) H <sub>L</sub> kJ/kg	(ギャップ) ΔH <sub>vap</sub> kJ/kg	(気体) H <sub>V</sub> kJ/kg	(液体) S <sub>L</sub> kJ/kgK	(気体) S <sub>V</sub> kJ/kgK
-40	0.001	1,766	0.164	0.00	109	109	0.00	0.47
-20	0.004	1,718	0.605	21.6	105	127	0.09	0.50
0	0.013	1,665	1.77	43.4	101	144	0.17	0.54
20	0.033	1,608	4.331	65.4	96.1	161	0.25	0.58
40	0.073	1,546	9.27	88.4	90.2	179	0.33	0.61
60	0.15	1,480	17.9	111	85.0	196	0.40	0.65
80	0.26	1,408	32.21	134	78.8	212	0.46	0.68
100	0.45	1,329	55.33	157	71.3	229	0.53	0.72
120	0.71	1,239	92.82	182	61.8	244	0.59	0.75
140	1.1	1,125	157.0	209	48.9	258	0.66	0.77
160	1.3	929	292.9	240	27.7	268	0.73	0.79

## 低沸点 Novec™ 7000 高機能性液体 熱物性 (飽和)

温度 °C	蒸気圧 P MPa	密度		エンタルピー			エントロピー	
		(液体) P <sub>L</sub> kg/m <sup>3</sup>	(気体) P <sub>V</sub> kg/m <sup>3</sup>	(液体) H <sub>L</sub> kJ/kg	(ギャップ) ΔH <sub>vap</sub> kJ/kg	(気体) H <sub>V</sub> kJ/kg	(液体) S <sub>L</sub> kJ/kgK	(気体) S <sub>V</sub> kJ/kgK
-40	0.003	1,585	0.265	3.25	159	162	0.01	0.69
-20	0.009	1,536	0.845	24.3	152	176	0.10	0.70
0	0.024	1,483	2.175	46.2	145	191	0.18	0.72
20	0.057	1,428	4.840	68.9	138	207	0.26	0.74
40	0.12	1,372	9.705	92.3	130	223	0.34	0.76
60	0.23	1,311	18.03	117	122	238	0.42	0.78
80	0.40	1,246	31.71	142	113	254	0.49	0.81
100	0.66	1,173	53.81	168	101	269	0.56	0.83
120	1.1	1,089	90.01	195	87.8	283	0.63	0.85



3M™ Novec™ 高機能性液体 / 3M™ Fluorinert™ フッ素系不活性液体についてのお問い合わせは、下記へどうぞ  
「本資料の内容は、改良のため予告なく変更することがありますので、ご了承ください。」

発行：2020年1月

販売特約店

各種数値は参考値であり、保証値ではありません。仕様及び外観は、予告なく変更されることがありますのでご了承ください。本書に記載してある事項、技術上のデータ並びに推奨は、すべて当社の信頼している実験に基づいていますが、その正確性若しくは完全性について保証するものではありません。使用者は使用に先立って製品が自己の用途に適合するか否かを判断し、それに伴う危険と責任のすべてを負うものとします。売主及び製造者の義務は、不良であることが証明された製品を取り替えることに限定され、それ以外の責任は負いません。本書に記載されていない事項若しくは推奨は、売主及び製造者の役員が署名した契約書によらない限り、当社は責任を負いません。

3M、Novec、Fluorinert、フロリナートは、3M社の商標です。

**3M**


スリーエム ジャパン株式会社  
電子用製品事業部

[https://www.3mcompany.jp/3M/ja\\_JP/novec-jp/  
applications/thermal-management/](https://www.3mcompany.jp/3M/ja_JP/novec-jp/applications/thermal-management/)

Please Recycle. Printed in Japan.  
© 3M 2020. All Rights Reserved.  
EMS-213-P(1219)

カスタマーコールセンター

製品のお問い合わせはナビダイヤルで

 **0570-022-123**

8:45～17:15 / 月～金（土日祝年末年始は除く）